

(19) **KG** (11) **198** (13) **C2**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (КЫРГЫЗПАТЕНТ)

(51)<sup>6</sup> **G06K 7/00, 7/10**

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики

---

---

(21) 940255.1

(22) 30.08.1994

(31) 330111

(32) 31.03.1989

(33) US

(46) 01.04.1997, Бюл. №4, 1997

(71)(73) Юнайтед Парсел Сервис оф Америка Инк. (US)

(72) Дональд Гордон Чэндлер, Эрик Пол Баттерман, Говинд Шах (US)

(56) 1. Патент США №3553438, кл. G06K 7/10, опубл. 1976

2. Патент США №3971917, кл. G06K 7/10, опубл. 1976

3. Патент США №3916160, кл. G06K 19/06, опубл. 1975

4. Патент США №4286146, кл. G06K 7/10, опубл. 1981

5. Патент США №4736109, кл. G06K 7/10, опубл. 1988

6. Патент США №4634850, кл. G06K 19/00, опубл. 1987

7. Патент США №4488679, кл. G06K 7/12, опубл. 1984

8. Патент США №3513320, кл. G06K 9/00, опубл. 1970

9. Патент США №3603728, кл. G06K 7/12, опубл. 1971

10. Патент США №3693154, кл. G06K 7/14, опубл. 1974

11. Патент США №3801775, кл. G06K 9/00, опубл. 1974

12. Патент США №4443694, кл. G06K 7/12, опубл. 1984

**(54) Устройство сканирования для декодирования оптически считываемой этикетки и оптически считываемая этикетка для такого устройства**

(57) Данное изобретение относится к устройству сканирования для декодирования оптически считываемой этикетки, содержащей закодированную информацию, включающему оптически считываемую этикетку, средства для освещения заданной зоны, через которую проводится этикетка, средства для создания оптического изображения зоны, через которую проводится этикетка, средства для создания оптического изображения зоны и генерирования поразрядной карты, соответствующей яркостям света, отраженного от этикетки, и возбуждения каждого пикселя средства создания изображения, средство для декодирования поразрядной карты. 2 н.п и 10 з.п. ф-лы, 20 ил.

Данное изобретение относится к устройству сканирования для декодирования

оптически считываемой этикетки, содержащей закодированную информацию, включающей оптически считываемую этикетку, средства для освещения заданной зоны, через которую проводится этикетка, средства для создания оптического изображения зоны и генерирования поразрядной карты, соответствующей яркостям света, отраженного от этикетки, и возбуждения каждого пикселя средства создания изображения, средство для декодирования поразрядной карты.

Товары, различные компоненты, письма, упаковки, контейнеры и вся гамма соответствующих изделий, которые перевозятся или транспортируются, часто нуждаются в идентификации информацией, относящейся к происхождению, номеру полетного рейса, назначению, названию, цене, количеству изделий и множеству других видов информации. В одних случаях, считывание кодированной информации, отпечатанной на этикетках, прикрепленных к этим изделиям, позволяет автоматизировать считывание цифр, относящихся к продаже и инвентаризацию или работу электронных кассовых аппаратов. В других случаях применения таких кодированных этикеток содержится автоматизированное слежение и сортировка почты, пакетов, багажа и т.п., а также помещение этикеток, несущих инструкции по изготовлению на сырьевых материалах или комплектующих изделиях в процессе изготовления. Этикетки для изделий таких типов обычно помечают штриховыми кодами, одним из которых является универсальный код изделий. Известны также многочисленные другие кодовые штриховые системы.

Коммерческие штриховые кодовые системы обычно испытывают недостаток, заключающийся в значительной плотности данных, которая должна приспособливаться к настоящей и возрастающей потребности с целью кодирования все большей информации на этикетках все меньшего размера. Попытки уменьшить общий размер и расстояние между штрихами в различных штриховых кодовых системах с целью повышения плотности данных не позволили решить эту проблему: оптические считывающие устройства, имеющие значительную разрешающую способность для определения штриховых кодов, включающих в себя разнесенные на пять мил или меньше штрихи, обычно экономически не осуществимы в изготовлении, потому что малые допуски, присущие процессу печати этикеток, и усложненная оптическая аппаратура, необходимая для различения битно-штриховых кодов в этих размерах, сильно усложняют процесс. Иначе для приспособления к увеличивающимся количествам данных должны изготавливаться очень большие этикетки со штриховым кодом, что приведет к тому, что такие этикетки станут совершенно некомпактными для прикрепления к небольшим изделиям. Другим важным фактором является стоимость материала этикетки типа бумаги. Небольшая этикетка имеет меньшую стоимость бумаги, чем большая этикетка; эта стоимость является важным фактором при операциях большого объема.

Альтернативы штриховых кодов включают в себя: круглые формы, в которых используются радиально расположенные клинообразные кодированные элементы [1] или концентрические черные и белые двоично-кодированные кольца [2, 3, 4]; сетки из рядов и столбцов из кодированных квадратов данных или прямоугольников [5]; микроскопические пятнышки, расположенные в ячейках, образующих регулярно расположенную сетку [6]; и плотно упакованные многоцветные поля данных из точек или элементов [1].

Некоторые из описанных в приведенных примерах систем кодирования и другие системы кодирования, известные в технике, в первую очередь, страдают от недостатка в плотности данных, как в случае кодированных круговых рисунков и сеток на прямоугольных и квадратных коробках. Или же в случае сеток, составленных из микроскопических точек или многоцветных элементов, о которых говорилось выше, для таких систем требуются специальные средства ориентации и транспортировки, ограничивающие их применение только случаями с сильно управляемыми условиями считывания.

Из-за размера и скорости современных транспортирующих систем (использующих конвейерные ленты, шириной, например, в 0.9 до 1.2 м), имеющих скорости перемещения лент, приближающиеся к 2.5 м/сек или более, на которых располагают упаковки различ-

ной высоты, на которых прикреплены кодированные информационные этикетки, и потребности в использовании небольшой, недорогой компактной этикетки площадью около одного квадратного дюйма большие напряжения возникают в оптической и декодирующей системах, предназначенных для отыскания и считывания этикеток с кодированными данными на этих быстро движущихся упаковках и т.п. изделиях. Имеются трудности в оптической развертке просто обнаруживающей изображение этикетки. Кроме того, после обнаружения или идентификации изображение этикетки должно быть точно декодировано перед следующей операцией на упаковке в конвейерной системе, часто это должно производиться за долю секунды. Эти проблемы привели к потребности в создании простого, быстрого и дешевого средства сигнализации о присутствии этикетки с закодированными данными в пределах поля зрения оптического считывателя, установленного так, чтобы можно было производить развертку по всей конвейерной ленте. Это средство предпочтительно соединено с решеткой данных высокой плотности, описываемой ниже более подробно.

Решетки данных, содержащие сборные мишени, известны в технике, например, это концентрические геометрические фигуры, содержащие кольца, квадраты, треугольники, шестиугольники и многочисленные их варианты [8, 9]. Также описано применение символов, содержащих концентрические окружности в качестве индикаторов распознавания и положения, причем эти символы прикреплены к изделиям, которые необходимо считывать оптически [10, 11]. Однако, в этих системах использованы два различных символа для определения идентификации поля данных и его положения, за счет чего повышается сложность логической схемы необходимой для выявления символов, а также снижается емкость данных соответствующего поля данных. Также, когда используют два символа, повреждение одного создает проблемы в определении положения поля данных и для возможностей оператора восстановить информацию из поля данных. В последней системе используют отдельные метки положения и ориентации на противоположных концах дорожек данных, имеющих линейные метки кодированных данных только ограниченной емкости данных.

Описанные выше устройства в основном применяют сканирование оптическим датчиком, способным вырабатывать выходной видеосигнал, соответствующий изменению яркости света, отраженного от решетки данных и символов положения и ориентации. Выходной видеосигнал в таких системах после его квантования имеет конкретную картину битов, которая может согласовываться с заданной последовательностью битов. Однако, эти системы страдают недостатком, заключающимся в том, что требуются два отдельных символа сначала для ознакомления с изображением, а затем для определения его ориентации. Также из-за необходимости согласования цифрового сигнала выхода оптического датчика с заданной последовательностью битов, представляющей символы и положения и ориентации более вероятно появление ошибочных считываний, чем в способе по изобретению и в системе по изобретению, потому что в известных системах определения этикетки обеспечивается негибкое отличие уровня распознавания сигнала мишени.

В [1] показана круглая решетка данных, имеющая расположенную по центру мишень распознавания, содержащую последовательность концентрических окружностей. Мишень распознавания обеспечивает наличие средства отыскания круглой этикетки оптическим датчиком и определения ее геометрического центра, а значит и геометрического центра круглой решетки данных. Это производят с помощью логической схемы, производящей распознавание импульсной диаграммы, представляющей конфигурации в виде глаза быка для опознавательной мишени. Однако, что касается штриховых кодов, решетка данных имеет лишь ограниченную емкость данных и для системы требуется второй круговой процесс сканирования. За счет использования как линейного, так и кругового сканирования для системы с такой ограниченной емкостью данных может получиться нежелательная сложность системы ради незначительного увеличения емкости данных при обычных штриховых кодах.

Для увеличения емкости данных решеток данных разработаны коды, использующие множество цветных точек с высокой плотностью [7]. Однако, для систем [7] требуется применение ручных оптических анализирующих устройств изображения, которые полностью неспособны производить запись и декодирование при быстром перемещении решеток данных на упаковке, транспортируемой на высокоскоростной конвейерной ленте. Аналогично, для кодирующих систем высокой плотности, в которых используются микроскопические точки кодирования данных, [6] требуется специальное транспортирующее средство, за счет чего обеспечивается, что решетка данных перемещается в заданном направлении, а не просто со случайной ориентацией, как могло бы происходить с багажом, транспортируемым на конвейерной ленте или аналогичным способом. Таким образом, кодированная этикетка должна считываться полоска за полоской с использованием линейного устройства считывания, соединенного со средством транспортирования этикетки, с целью точного декодирования информации, записанной на этикетке. Также в этом патенте показано, что положение карточки относительно датчика должно контролироваться очень тщательно, чтобы ее можно было считать.

В технике также используются при производстве штриховых кодирующих систем многократные цвета, так чтобы можно было снять оптические проблемы при сканировании очень мелких штрихов. Штриховой код, в котором используется больше двух оптических характеристик для кодирования данных в решетке данных, например, за счет использования перемежающихся черных, серых и белых штрихов описан в [12]. Однако, системы описанного типа, хотя и представляют собой усовершенствование относительно известных ранее систем штрихового кода, тем не менее, не могут похвастаться компактностью плотности данных описанного здесь изобретения.

С точки зрения указанных недостатков известных устройств сканирования для декодирования машиночитаемой этикетки целью изобретения является создание устройства сканирования для декодирования машиночитаемой этикетки с новыми и улучшенными компактными оптически считаемыми этикетками с высокой информационной плотностью, которые могут считываться с помощью оптического датчика, когда этикетка прикреплена к багажу или иному изделию, транспортируемому высокоскоростной конвейерной системой, безотносительно ориентации багажа на ней или изменямости высоты багажа, к которому прикреплена оптически считываемая этикетка, причем с этой системой можно было надежно декодировать этикетку даже в наклонном виде, в скрученном виде, покоробленной, частично стертой или частично разорванной, причем эта система также включает в себя возможности коррекции, так чтобы можно было восстановить неправильно считанную или пропущенную информацию и сделать это с предпочтением для кодированной информации высокого приоритета, и причем эта система, кроме того использует относительно недорогую логическую схему.

Другие цели и преимущества изобретения станут очевидными из описания изобретения, которое следует далее.

Устройство по данному изобретению состоит в устройстве сканирования для декодирования оптически считываемой этикетки, содержащее блок освещения заданной зоны прохождения этикетки, блок формирования оптического изображения заданной зоны с установленной этикеткой, создания поразрядной карты, элементы которой соответствуют значениям яркостей отраженного от этикетки света, и возбуждения каждого элемента формируемого оптического изображения, а также блок декодирования поразрядной карты в электрические сигналы, связанный с выходом блока формирования оптического изображения, создания поразрядной карты и возбуждения каждого элемента, причем блок декодирования выполнен в виде последовательно связанных блока двумерного восстановления сигнала как таковой синхронизации на оптической этикетке, блока обнаружения геометрических центров закодированных многоугольников этикетки при идентификации их оптических свойств и блока декодирования многоугольников при инвертировании процесса кодирования.

В предпочтительном варианте реализации устройства сканирования по данному изобретению блок двумерного восстановления сигнала тактовой синхронизации выполнен в виде последовательно соединенных блока нелинейного преобразования цифровых сигналов этикетки с идентификацией переходов оптических свойств между смежными многоугольниками, блока преобразования Фурье, двумерное представление которого соответствует направлению, протяженности и яркости полученных переходов, блока фильтрации преобразованных цифровых сигналов с исключением неправильного направления и разнесением переходов оптических свойств и блока обратного преобразования Фурье, обеспечивающего восстановленный сигнал тактовой синхронизации.

В другом предпочтительном варианте реализации устройства сканирования по данному изобретению в устройство сканирования введен блок нормализации информации изображения на этикетке до заданных уровней для каждого оптического свойства, связанный с блоком формирования оптического изображения, создания поразрядной карты и возбуждения элементов.

В одном предпочтительном варианте реализации устройства сканирования по данному изобретению в устройство сканирования введен блок изменения масштаба изображения на этикетке с одинаковым горизонтальным и вертикальным увеличением, связанный с блоком формирования оптического изображения, создания поразрядной карты и возбуждения элементов.

В ещё другом предпочтительном варианте реализации устройства сканирования по данному изобретению в устройство сканирования введен блок пороговой обработки и построения гистограмм, представляющих оптические свойства изображения в каждом многоугольнике этикетки, связанный с блоком формирования оптического изображения, создания поразрядной карты и возбуждения элементов. Сущность одного предпочтительного варианта реализации устройства сканирования по данному изобретению состоит в том, что блок обнаружения геометрических центров многоугольников этикетки выполнен с возможностью определения области с максимальной яркостью в заданной зоне восстановленного сигнала тактовой синхронизации и обеспечения непрерывного цикла поиска всего такого сигнала от области наибольшей яркости и при циклическом обходе каждой смежной области с очередной наибольшей яркостью, причем каждая из обнаруженных областей соответствует центру многоугольника.

Сущность другого предпочтительного варианта реализации устройства сканирования по данному изобретению состоит в том, что в устройство сканирования введен блок обнаружения зоны концентрических колец оптической этикетки при корреляционной обработке входных сигналов и сигнала заданной частоты.

В предпочтительном варианте реализации устройства сканирования по данному изобретению блок формирования оптического изображения, создания поразрядной карты и возбуждения элементов выполнен с возможностью фильтрации аналоговых сигналов, соответствующих значениям яркости света, при определении наличия концентрических колец и оптической этикетки в заданной зоне.

Оптически считываемая этикетка по данному изобретению состоит в оптически считываемой этикетке, содержащей информационно-кодированные многоугольники, причем геометрические центры смежных многоугольников расположены в вершинах заданной двумерной решетки и многоугольники имеют одно, по меньшей мере, из двух оптических свойств, причем многоугольники имеют три, пять или более сторон, расположены смежно или частично смежно и выполнены с концентрическими кольцами в зоне, отделенной от зоны с многоугольниками, а каждое концентрическое кольцо имеет одно, по меньшей мере, из двух оптических свойств в чередующейся последовательности.

В предпочтительном варианте реализации оптически считываемой этикетки по данному изобретению многоугольники являются правильными шестиугольниками, а двумерная решетка является правильной шестиугольной решеткой.

В другом предпочтительном варианте реализации оптически считываемой этикетки

по данному изобретению концентрические кольца размещены по центру этикетки.

В еще другом предпочтительном варианте реализации оптически считываемой этикетки по данному изобретению оптические свойства характеризуют черный, белый и серый цвета.

На фиг. 1 показан вид сверху опознавательной мишени, состоящей из концентрических окружностей, в соответствии с данным изобретением. Фиг. 2 - фрагментарный вид сверху оптически считываемой этикетки, имеющей расположенные смежно шестиугольники, для кодирования данных в соответствии с данным изобретением. Фиг. 3 - вид сверху собранной оптически считываемой этикетки, имеющей расположенные смежно шестиугольники, обладающие тремя оптическими характеристиками, для кодирования двоичных данных и содержащие опознавательную мишень, в соответствии с данным изобретением. Фиг. 4 - вид сверху скопления три на три ячейки шестиугольников, расположенных смежно, которое может служить в качестве основного блока кодирования в предпочтительном варианте изобретения. Фиг. 5 - карта скопления, на которой графически представлена решетка данных, содержащая 33 ряда и 30 столбцов, образующих сетку из 11 рядов и 10 столбцов образования кодирующего блока шестиугольников в виде фигуры три на три ячейки. Фиг. 6 - схематическое изображение системы настройки камеры в соответствии с изобретением, предназначенной для регулирования положения оптического датчика света в соответствии с высотой измеряемого багажа. Фиг. 7 - подробное описание процесса декодирования по данному изобретению. Фиг. 8 - блок-схема программы, на которой показан процесс определения места опознавательной мишени. Фиг. 9 - программа структуры процесса кодирования и декодирования и поток данных. Фиг. 10 - программа последовательности этапов обработки изобретения. Фиг. 11 - вид сверху набора соприкасающихся правильных шестиугольников, расположенных так, что геометрические центры соседних шестиугольников лежат на вершинах шестиугольной решетки. Фиг. 12 - вид сверху набора соприкасающихся неправильных шестиугольников, расположенных так, что геометрические центры соседних шестиугольников лежат на вершинах шестиугольной решетки. Фиг. 13 - вид сверху набора частично соприкасающихся многоугольников, выполненных по существу в форме шестиугольников, расположенных так, что геометрические центры соседних многоугольников лежат на вершинах шестиугольной решетки. Фиг. 14 - вид сверху набора соприкасающихся многоугольников, по существу, в форме шестиугольников, расположенных так, что геометрические центры соседних многоугольников лежат на вершинах шестиугольной решетки. Фиг. 15 - вид сверху оптически считываемой этикетки, имеющей соприкасающиеся многоугольники, по существу, в форме шестиугольников, расположенные так, что геометрические центры соседних многоугольников лежат на вершинах шестиугольной решетки, и включающей в себя опознавательную мишень в соответствии с данным изобретением. Фиг. 16 - вид сверху набора соприкасающихся равно-сторонних прямоугольников, расположенных так, что геометрические центры соседних прямоугольников лежат на вершинах шестиугольной решетки. Фиг. 17 - вид сверху набора несоприкасающихся прямоугольников, определяющих промежуточные пространства между этими прямоугольниками так, что геометрические центры соседних прямоугольников лежат на вершинах шестиугольной решетки. Фиг. 18 - вид сверху набора несоприкасающихся пятиугольников, определяющих промежуточные пространства между этими пятиугольниками так, что геометрические центры соседних пятиугольников лежат на вершинах шестиугольной решетки. Фиг. 19 - вид сверху набора соприкасающихся квадратов, расположенных в шахматном порядке рядов и столбцов так, что геометрические центры соседних квадратов лежат на вершинах шестиугольной решетки. Фиг. 20 - вид сверху набора частично соприкасающихся восьмиугольников, определяющих промежуточные пространства между многоугольниками так, что геометрические центры соседних многоугольников лежат на вершинах прямоугольной решетки.

Возможность кодирования информации с помощью контрастных цветов смежных шестиугольников или "ячеек", расположенных в сотовой структуре с заданной последо-

вательностью и решеткой, позволяет восстанавливать с помощью электрооптического датчика информацию, записанную на этикетке.

Многоугольные ячейки, отличные от шестиугольников, которые расположены так, что геометрические центры соседних многоугольников лежат на вершинах шестиугольной или другой заданной решетки, могут также использоваться для кодирования информации на оптически считываемой этикетке. Такие многоугольные ячейки, когда они размещены своими соответствующими центрами в определенных местах на двумерной геометрической решетке и когда кодируются в заданной последовательности путем задания различных оптических характеристик множеству таких многоугольных ячеек, могут "читаться" электрооптическим датчиком и вслед за этим декодироваться в соответствии со способом по изобретению, описываемым далее.

Многоугольные ячейки по изобретению представляют собой информационные кодируемые блоки, сформированные за счет замкнутой ломаной линии, причем эти ячейки размещены в заданной двумерной структуре на оптически считываемой этикетке. Конфигурации этикетки, в которых используется большое разнообразие многоугольных форм, и решетки различных геометрий итак пятиугольных, шестиугольных, восьмиугольных, прямоугольных или квадратных решеток могут применяться при использовании изобретения. "Соседние" многоугольные ячейки могут быть полностью соприкасающимися, частично соприкасающимися или не соприкасающимися на оптически считываемой этикетке по изобретению.

"Соприкасающимися многоугольниками" являются многоугольники, расположенные так, что геометрические центры соседних многоугольников лежат на вершинах предопределенной двумерной решетки, а границы таких многоугольников соприкасаются с границами непосредственно смежных многоугольников. "Частично соприкасающимися многоугольниками" являются многоугольники, расположенные так, что геометрические центры соседних многоугольников лежат на вершинах предопределенной решетки, и эти многоугольники отделены кое-где вдоль своих соответствующих границ от других окружающих многоугольников, за счет чего получается множество промежуточных пространств, разбросанных среди многоугольников на оптически считываемой этикетке. "Не-соприкасающимися многоугольниками" являются отдельные многоугольники, расположенные так, что геометрические центры соседних многоугольников лежат на вершинах предопределенной двумерной решетки, и они не контактируют границами отдельных многоугольников и многоугольников, окружающих данный многоугольник. Кроме того, многоугольные ячейки и предопределенные двумерные сетки или решетки, на которых располагаются центры соседних многоугольников, могут быть неправильными, иметь неравноразнесенные оси, или регулярными, имеющими равноразнесенные оси в конфигурации. Такие двумерные решетки имеют оси, независимые от осей симметрии, если таковые имеются, многоугольных ячеек.

Используемые в этикетке по данному изобретению шестиугольники представляют собой определенные преимущества для кодирования информации на этикетке. Этими преимуществами являются:

1. При данном оптическом разрешении шестиугольники могут группироваться более компактно, чем другие многоугольники. Например, при данной разрешающей способности углы квадратов рассматриваются с большим трудом, так что даже ненужная в других случаях разрешающая способность требуется для "чтения" квадратов. Окружности были бы самыми оптимальными для оптической разрешающей способности, но пространство между смежными окружностями окажется истраченным впустую и усложняется процесс обработки и печати изображения этикетки из-за необходимости придания оптической характеристики промежуткам. Шестиугольники позволяют произвести оптимальную упаковку информации по сравнению с окружностями или другими многоугольниками, содержащими восьмиугольники, квадраты, треугольники и т.п. Квадраты и треугольники создают проблемы из-за своих острых углов. Окружности и восьми-

угольники создают проблемы из-за наличия неиспользуемых промежутков между соседними окружностями или восьмиугольниками.

2. Сетка из смежных шестиугольников имеет три оси. За счет применения этикетки квадратной или прямоугольной формы главная ось шестиугольника может располагаться в заданном соотношении к стороне этикетки. Это расположение главной оси шестиугольника сетки облегчает считывание данных, закодированных в шестиугольнике его отношением к этой главной оси.

В данном применении "этикетка" включает в себя дискретную деталь с подходящей липкой обратной стороной, прикрепляющуюся к упаковке или изделию, к наружной поверхности контейнера или другого предмета, на котором оптически считываемая информация впечатывается в соответствии с данным изобретением.

В данном случае "оптически считываемая решетка данных" или "решетка данных" означает картину соприкасающихся шестиугольников или ячеек, имеющих две или более оптические характеристики для кодирования в обрабатываемой форме, набор данных за счет соответствующих оптических характеристик и пространственного соотношения шестиугольников относительно друг друга. Шестиугольники или многоугольники, впечатанные с содержимым этой восстанавливаемой информации, называются далее шестиугольниками или многоугольниками с "кодированной информацией" благодаря способу, которым на этикетке кодируется информация.

Этот рисунок соприкасающихся шестиугольников с максимальным числом границ перехода шестиугольник-шестиугольник для оптимального считывания и максимальной плотности запоминания информации называется "сотовой структурой".

Контрастирующие отражательные характеристики, используемые для отпечатывания отдельных шестиугольников или ячеек решетки данных, могут варьировать очень сильно в пределах смысла данного изобретения. В данном случае "печатание" есть нанесение материалов, имеющих заданные оптические характеристики на подложку, или изменение оптических свойств, когда используется "тепловая" печать. "Печатание" также включает в себя пропуск нанесения материала, имеющего заданную оптическую характеристику, на часть подложки, когда сама подложка имеет отличительную оптическую характеристику.

Например, при печати шестиугольных ячеек черным и белым цветом, если подложка является белой, то на самом деле должны отпечатываться лишь черные ячейки. Таким образом, в данном случае белые шестиугольные ячейки также находятся в пределах определения термина "печать" или "отпечатанный".

В данном случае под "оптическими характеристиками" понимается световое поглощение, отражение и/или преломление ячеек отпечатанных в различных средах. Когда ячейки отпечатаны черным цветом (черные чернила большой плотности), серым цветом (полутон черного цвета) и белым цветом (отсутствие печати на белой подложке), как в случае предпочтительного варианта изобретения, то говорят, что изобретение имеет три оптические характеристики.

В данном случае, как показано на фиг. 1, "множество концентрических колец" или "концентрические кольца" 1 означает два или более концентрических кольца 2, одно из которых является внутренней областью кольцевой зоны 3, определенной самым малым радиусом "r" колец.

На фиг. 2 показана часть электрооптически считываемой этикетки в соответствии с данным изобретением. Как видно на фиг. 1, этикетка содержит множество смежных отпечатанных ячеек в виде шестиугольников, образующих сотовую структуру. Каждый из отдельных шестиугольников обозначен позицией 4 и содержит шесть равных сторон 5. Внутренние углы "а" шестиугольника также равны каждый по 120°. В показанном примере реализации шестиугольник имеет длинную вертикальную ось у-у и горизонтальную ось х-х. Размер шестиугольника по х-х немного меньше, чем размер шестиугольника 4 по у-у благодаря геометрии правильного шестиугольника.



В предпочтительном варианте изобретения, показанном на фиг. 3, в котором используется этикетка 6, имеющая размеры, примерно, один на один дюйм, будет примерно, 888 шестиугольников или ячеек 4 (принимая во внимание то, что в предпочтительном варианте центры этикетки заняты опознавательной мишенью 7, составленной из множества концентрических колец).

Эти соприкасающиеся шестиугольники 4 естественно образуют горизонтальные ряды "R", задаваемые воображаемой линией 8, и вертикальные столбы "C", задаваемые воображаемыми линиями 9. В этом примере этикетка размером дюйм на дюйм имеет всего 9 горизонтальных рядов "R" и 30 вертикальных столбцов "C" шестиугольников 4. Каждый отдельный шестиугольник имеет "диаметр" порядка 0.8 мм. Рядов "R" больше, чем столбцов "C" в квадратном периметре, окружающем сотовую структуру шестиугольников, благодаря геометрической упаковке соприкасающихся шестиугольников.

При использовании шестиугольников, показанных на фиг. 2, можно отметить, что шестиугольники выстроены в шахматном порядке с перекрытием вертикальных столбцов, причем перемежающиеся вертикально разнесенные шестиугольники имеют коллинеарные оси у-у. Оси у-у разнесенных шестиугольников 4 находятся в линейном соотношении с внешней вертикальной стороной 5 промежуточного смещенного шестиугольника. Оси у-у шестиугольников 4 являются параллельными обеими вертикальным границам 10 и 11 этикетки, что показано на фиг. 3. Горизонтальные ряды "R" измеряются по осям х-х в средней точке шестиугольника 4.

Как описывается поподробнее ниже, шестиугольники 4 образованы посредством процесса печати, при котором шестиугольники 4 отпечатывают в двух или более оптических градациях, например, контрастных цветах. Этими цветами могут быть белый 12, черный цвет 13, а также произвольно, но предпочтительно серый цвет 14, как показано на фиг. 3, хотя могут применяться и другие контрастные цвета. Можно использовать только два контрастных цвета типа белого 12 и черного 13, что видно на фиг. 2. В предпочтительном варианте изобретения используется три контрастных цвета; белый, черный и серый цвет, показанные на фиг. 3. Конкретные штриховки белого, черного и серого цветов выбраны для получения оптимального контраста при идентификации с помощью электрооптического датчика. Серый уровень цвета выбирают таким образом, чтобы оптические градации попадали, примерно, в равной степени между оптическими характеристиками белого и черного цветов, применяемых при создании этикетки.

Этикетка 6, показанная на фиг. 3, может получаться за счет использования дискретной этикетки, имеющей в предпочтительном варианте площадь в один квадратный дюйм, или если используется приемлемый цветовой фон (предпочтительно белый), этикетка может отпечатываться непосредственно на поверхности упаковки без необходимости выделения отдельной этикетки. Ввиду необходимости и важности наличия управляемого по оптической характеристике фона для одного из контрастных цветов предпочтительно использовать отдельную этикетку, потому что цвет фона этикетки контролировать легче.

Выравнивание шестиугольников, отпечатанных на одной этикетке, по отношению к сторонам этикетки является важным для последующего определения главной оси этикетки, о чем говорится ниже. Этикетка отпечатывается так, что оси у-у шестиугольника образующие соты, оказываются параллельными вертикальным сторонам этикетки 10 и 11, как показано на фиг. 3.

При "считывании" шестиугольной решетки с целью декодирования информации содержащейся в отдельных шестиугольниках важно иметь четкий цветовой контраст между смежными шестиугольниками. Из приводимых далее соображений, чем меньше оптических характеристик используемые при кодировании шестиугольников, тем проще может оказаться устройство сканирования и математическое обеспечение, необходимые для декодирования шестиугольников. Однако при меньшем количестве оптических градаций также снижается плотность данных на этикетке. В поиске компромисса между количеством декодированной информации, которая может храниться на этикетке, и стоимо-

стью сканирования этикеток со многими оптическими характеристиками установлено, что желательно печатать закодированные шестиугольники с тремя оптическими характеристиками, а именно черным, серым и белым цветами. Если подложка или этикетка имеет хороший белый фон, когда белые шестиугольники могут выполняться в отсутствии чернил, необходимо на деле печатать только серые шестиугольники.

В предпочтительном варианте изобретения серые шестиугольные ячейки создают за счет отпечатывания ячеек черными чернилами, но только каждый пятый элемент изображения сетки элементов изображения точечного матричного принтера печатают, таким образом, в иллюстративном примере, описанном ниже. Это производится за счет использования алгоритма полутонирования известным в технике способом. Это позволяет осуществить печать принтером заданной пропорции элементов изображения, определяющих данный серый шестиугольник, тогда как для печатания черного шестиугольника требуется печатание каждого элемента изображения, определяющего этот шестиугольник.

Черные шестиугольные ячейки могут быть образованы за счет печатания стандартными черными чернилами. Как описывается ниже, математическое обеспечение анализа сканирования процесса декодирования позволяет произвести сильные разграничения между черной, серой и белой характеристиками, так что нет необходимости в точном определении цвета. С другой стороны, если используются цвета, отличные от черного, серого и белого, или если используются различные градации серого цвета при создании четырех или пятицветных решеток данных, контраст оттенков чернил должен контролироваться гораздо более тщательно для обеспечения измеряемых различий оптической характеристики между различными цветами. Необходимо отметить, что использование черных чернил является простейшим и легчайшим подходом при создании сотовой решетки с тремя оптическими характеристиками шестиугольных ячеек и является предпочтительным при реализации данного изобретения.

Ввиду квадратной формы этикетки в предпочтительном варианте и природы шестиугольных ячеек кромки сотовой структуры содержат неполные шестиугольники, как показано на фиг. 3, эти неполные шестиугольники не используются для передачи какой-либо полезной информации.

В предпочтительном варианте изобретения этикетка также содержит опознавательную мишень. Опознавательная мишень 7, показанная на фиг. 3, содержит множество концентрических колец контрастных цветов (показанных как черные и белые). Черные кольца соответственно обозначены позициями 15, 16 и 17, а белые кольца соответственно обозначены позициями 18, 19 и 20. Мишень предпочтительно располагают в геометрическом центре этикетки, чтобы она была меньше подвержена повреждению или уничтожению полностью или частично, если периферийная часть этикетки скручена, запачкана или повреждена. Также размер изобразительного буфера (описываемого ниже), необходимого для запоминания данных с этикетки перед идентификацией этикетки, минимизируют, когда опознавательная мишень находится в центре этикетки.

Количество используемых концентрических колец в опознавательной мишени можно варьировать, но установлено, что необходимо и достаточно шесть концентрических колец 15, 18, 16, 17, 19 и 20 и их результирующих границ раздела, изменяющихся от белого к черному, к белому и т.д.

Технология корреляции структуры используется для согласования вычисленной структуры, у которой концентрические кольца предполагаются в совокупности со считываемой структурой. Когда происходит согласование, опознавательная мишень отыскивается так как описано более подробно ниже.

Опознавательная мишень может иметь любой общий диаметр, меньший, чем решетка данных, для создания площади, которая может составлять 25 % и предпочтительно равна около 7 % площади решетки данных. Предпочтительно опознавательная мишень делается как можно меньшей по размеру, поскольку занимаемая ею площадь на этикетке не может заполняться кодированной информацией. В предпочтительном варианте диамет-

ры впечатанных колец выбирают так, чтобы наружная граница внешнего кольца составляла около 7.45 мм. Таким образом, на фиг. 3, область опознавательной мишени 7 составляет около 7 % площади поверхности одного квадратного дюйма этикетки 6. При этом удовлетворительная опознавательная мишень 7 может быть отпечатана на этикетке 6 площадью один квадратный дюйм без нарушения количества информации, которая может быть закодирована в шестиугольной решетке, окружающей опознавательную мишень. Как в случае с неполными шестиугольниками на внешней периферии этикетки, кусочные шестиугольники, соприкасающиеся с наружной границей опознавательной мишени, не используются для кодирования информации. Ширина каждого кольца должна составлять почти столько же, каков размер сторона на сторону (ось x-x на фиг. 1) шестиугольников, что позволяет улучшить разрешающую способность. Подходит шесть колец. Это разумное число, позволяющее улучшить нахождение колец на минимальной площади этикетки с минимумом возможных ошибочных считываний от "фальшивых" отметок на этикетке и других "фальшивых" меток не на этикетке типа меток где-то на конвейерной ленте.

Опознавательная мишень может принимать форму, отличную от концентрических колец. Например, могут использоваться квадраты, спирали или шестиугольники с целью создания переходов контрастных концентрических фигур, поскольку линейные пересечения по опознавательной мишени позволяют создать регулярные, заданные и идентифицируемые цветные переходы, которые могут быть восприняты электрооптическим датчиком и измерены подходящим фильтром. Необходимо отметить, что хотя спираль и не является совокупностью концентрических окружностей, в зависимости от размера и радиуса спирали можно получить близкую аппроксимацию концентрических окружностей. Предпочтительна мишень из концентрических окружностей, потому что сигнал, вырабатываемый при сканировании через их центр, имеет частоту, которая является такой же, как и в случае, когда производят пересечения в любом направлении через центр концентрических окружностей. Это позволяет упростить идентификацию центра, о чем более полно будет сказано далее, и позволяет произвести идентификацию расположения опознавательной мишени при одномерном поиске аналогового или цифрового выходного сигнала устройства сканирования, хотя способ по изобретению позволяет использовать попеременно или последовательно двумерный цифровой поиск для повышенной точности, когда анализируется цифровой сигнал.

В данном случае "концентрическими кольцами" называются полные кольца, частичные кольца в форме полуокружностей, сектора концентрических колец, занимающие от 180 до 360 градусов, и концентрические спирали, которые приближаются к концентрическим кольцам.

Поскольку каждый шестиугольник может быть закодирован в трех различных оптических характеристиках, в предпочтительном варианте 1585 "битов" информации могут быть закодированы в каждом шестиугольнике ( $\log_2 3$ ). Очевидно, что если используют больше или меньше оптических характеристик, чем три количество битов, закодированных в каждом шестиугольнике, будет соразмерно изменяться. Алгоритм кодирования составлен с целью достижения как можно ближе максимальной плотности данных и увеличения числа переходов оптической характеристики от ячейки к ячейке, что позволяет облегчить двумерное задающее восстановление, описываемое далее.

На фиг. 4 показан набор 3x3 ячейки, включающий в себя девять шестиугольных ячеек 21, что является основным кодирующим блоком, используемым в предпочтительном варианте изобретения. Это представляет собой желательный подход при кодировании, но не существенный. Осуществимы и другие блоки кодирования в пределах объема изобретения. Как показано более подробно ниже, наборы 3x3 ячейки шестиугольников 21 картируют для кодирования 13 битов информации, если набор содержит полный состав из 9 шестиугольников или меньше, чем 13 битов, если набор является неполным за счет наличия неиспользуемых шестиугольников. В одной этикетке площадью в один квадратный дюйм при решетке данных, содержащей около 888 шестиугольников и опознавательной

мишени, занимающей около 7 % площади этикетки, могут быть записаны 1292 бита информации.

При кодировании каждого набора наружные, нижние шестиугольники 22 и 23 в каждом наборе 21, что показано на фиг. 4, ограничены в своих соответствующих оптических характеристиках, так что они определяются всегда как отличные от промежуточного и соприкасающегося шестиугольника 24. Таким образом, только один бит на шестиугольник может быть закодирован в шестиугольниках 22 и 23. При этом имеется возможность закодировать 13 битов информации в наборе 60 за счет кодирования 11 битов на оставшихся семь шестиугольников. Поскольку при картировании 7 шестиугольников больше возможных комбинаций, чем используется (например,  $3^7 = 2187$  комбинаций против  $2^{11} = 2048$  комбинаций), некоторые комбинации отклоняются, как например, все черные, все серые, все белые или по существу все черные, серые или белые комбинации. Причинами необходимости в контрастных цветах шестиугольников 22 и 23 по сравнению с шестиугольником 24 являются необходимость гарантировать переходы, нужные для задающего восстановления и произвольной нормализации, описанных ниже, а также необходимость содействия при определении горизонтального выравнивания решетки данных, как описано ниже. В случаях, когда кодирующие наборы имеют 7 или 8 шестиугольников, 7 полезных шестиугольников кодируют 11 битами, а восьмой шестиугольник, если такой имеется, кодируют одним битом. Для всех других частичных наборов 3 бита кодируют на каждой паре шестиугольников и 1 бит на каждом оставшемся одиночном шестиугольнике, о чем более полно говорится ниже.

Поэтому видно, что этикетка представляет собой особенно эффективную, легкую для считывания (посредством соответствующего оборудования сканирования и аналитического математического обеспечения) этикетку для кодирования информации очень высокой плотности на относительно недорогой, легко отпечатываемой этикетке. Как уже отмечалось, в предпочтительном варианте применяется упаковка шестиугольников в формате 33 ряда x 30 столбцов в однодюймовой по площади этикетке, причем опознавательная мишень составляет примерно, 7 % общей поверхности площади этикетки. На практике 13 битов информации получают от набора из 9 шестиугольников, так что 1.44 бита информации выделяется на ячейку. Это меньше, чем теоретические 1.585 битов на шестиугольник из-за других условий алгоритма кодирования, поскольку все  $3^7$  структур не используются, а некоторые из, по меньшей мере, оптически желательных переходов ячейка - ячейка исключаются.

Из приведенных далее соображений в предпочтительном варианте изобретения желательно вводить определенную величину защиты от погрешности в кодирование этикетки, так чтобы действительное количество восстанавливаемой информации в этикетке снижалось в пользу высокой степени целостности данных в процессе декодирования.

Как ясно специалисту в данной области, приведенное описание примера реализации этикетки, в которой использованы шестиугольные ячейки, непосредственно применимо к оптически считываемым этикеткам, в которых использованы другие многоугольные ячейки. Описанные способы "печатания" оптических характеристик шестиугольника равно применимы к печатанию оптических характеристик других многоугольных ячеек, как в черном, белом, сером (полутонированием), так и в других цветах. Аналогичные неудобства и преимущества относительно плотности данных присущи этикеткам, отпечатанным с многоугольными ячейками, отличными от шестиугольников, когда оптические характеристики черная, белая и необязательно серая используются для печатания многоугольных ячеек. Как и в случае с содержащими шестиугольные этикетками, этикетки, отпечатанные с другими многоугольными кодирующими ячейками, могут быть "считаны" с помощью сканирующего устройства меньшей сложности, когда для кодирования информации в многоугольных ячейках используют только две оптические характеристики, в частности, цвета черный и белый, поэтому при этих цветах достигается максимальный контраст.

Процедуры кодирования информации и алгоритмы, описанные для этикеток, содержащих шестиугольники, непосредственно применимы для этикеток, отпечатанных с разными многоугольными ячейками. Аналогично содержащим шестиугольники этикеткам ячейки с неполными многоугольниками, которые могут появиться на границе оптически считываемой этикетки, или которые получаются из-за частичного стирания опознавательной мишенью, содержащей последовательность концентрических колец, не используются для кодирования информации.

"Сотовая структура" содержит решетку расположенных в соприкосновении шестиугольников 25, геометрические центры 26 которых также лежат на вершинах 26А "шестиугольной сетки" или "шестиугольной решетки" 27, как показано на фиг. 11. Правильные шестиугольники, то есть шестиугольники, имеющие шесть равных сторон и шесть равных внутренних углов, образуют шестиугольные решетки, которые также являются правильными по конфигурации, и имеют три равноразнесенные оси (А1, А2 и А3), которые расположены под углом 120 градусов относительно друг друга.

Если шестиугольники 28 этикетки являются неправильными, но симметричными, например, если шестиугольники растянуты вдоль параллельных сторон 29, 30, геометрические центры 31 смежных шестиугольников будут описывать неправильную шестиугольную решетку 32, показанную на фиг. 12. Такая неправильная шестиугольная решетка все еще будет иметь три оси (А1, А2 и А3), соответствующие трем осям симметрии неправильной формы шестиугольников, однако, все три оси не будут равно разнесены, то есть три оси не будут располагаться по отношению друг к другу под углом 120 градусов.

Хотя шестиугольная решетка, показанная на фиг. 12, не является правильной по происхождению, она, тем не менее, является двумерной геометрической сеткой или решеткой, имеющей оси с заданным расположением. Таким образом, месторасположения и интервалы геометрических центров шестиугольников, находящихся на вершинах перекрещивающихся осей шестиугольной решетки, также являются заданными. Затем геометрия шестиугольной решетки используется в процессе декодирования описываемом ниже. В частности, этап фильтрации, осуществляемой над преобразованными цифровыми данными, соответствующими изображению, измеренному оптическим датчиком, регулируется на отражение заданной геометрии этикетки, так что цифровое представление измеренной этикетки может быть использовано для точного восстановления первоначальной сетки. В процессе восстановления пропущенные точки также выявляются из шестиугольной сетки. Пропущенные точки сетки возникают из-за того, что переходы оптической характеристики не происходили между многоугольниками с похожими оптическими характеристиками.

При неправильных шестиугольных сетках типа описанных в связи с фиг. 12 желательно произвести этап определения главной оси, этап (5е) на фиг. 7 процесса декодирования, проводимого после шага преобразования Фурье процесса для идентификации главной оси оптически считываемой этикетки. Главная ось этикетки будет иметь геометрические центры многоугольников, лежащими вдоль этой оси с другими интервалами, нежели по другим двум осям.

Конфигурации этикеток по изобретению, аппроксимирующие предпочтительный вариант реализации, содержащий многоугольные ячейки, как описано выше, возможны с использованием определенных многоугольных ячеек. На фиг. 13 показана конфигурация ячейки, в которой использованы многоугольные ячейки 33, которые сильно похожи на шестиугольники, но которые являются 20-сторонними многоугольниками, а не шестиугольниками. Аналогично созданные многоугольники с числом сторон большим или меньшим 20, также могут быть отпечатаны. Многоугольники 33 являются частично соприкасающимися в отличие от воображаемых соприкасающихся шестиугольных ячеек 34, в которых они изображены.

Промежуточные интервалы 35 в примере этикетки на фиг. 13 могут отпечатываться или не отпечатываться с отличными от кодированных многоугольников оптическими ха-

раактеристиками. Промежуточные интервалы не несут кодированной информации, поэтому их наличие ведет к более низкой плотности данных. Однако, если промежуточные интервалы, разбросанные между многоугольниками, имеют другую оптическую характеристику в отличие от соседних многоугольников, то больше переходов между оптическими характеристиками многоугольников и промежуточными интервалами может быть замечено оптическим датчиком и поэтому сигнал большей энергии появится в области преобразования во время процесса декодирования, подробно описываемого ниже, но общий уровень шума системы также возрастет.

Ввиду того, что многоугольники этикетки, показанной на фиг. 13, расположены на шестиугольной сетке, имеющей три равно разнесенные оси, геометрические центры 36 многоугольных ячеек 33 лежат на вершинах шестиугольной решетки 37. Поскольку рисунки являются симметричными, расположение, место и пространственная ориентация сторон многоугольников оказываются predetermined и могут определяться в области преобразования процесса декодирования лишь с небольшими модификациями, необходимыми в двумерной программе синхронизации восстановления. В частности, небольшие модификации должны быть проведены с фильтрами, используемыми для фильтрации преобразованных цифровых данных, представляющих координаты, интервал и яркость оптических характеристик, которые были измерены оптическим датчиком на освещенном изображении этикетки. Такие модификации сразу станут очевидными специалисту в данной области.

Показанная на фиг. 13 этикетка используется с многоугольниками в форме шестиугольников. Отдельные многоугольники имеют число осей симметрии большее, чем три, однако, из-за того, что они так близки к шестиугольнику, оптический датчик при умеренной разрешающей способности может "читать" их как шестиугольники. Геометрические центры 36 многоугольников 33 лежат, однако, на вершинах трех равноразнесенных осей (A1, A2 и A3) шестиугольной решетки 37.

На фиг. 14 показана аналогичной формы (по сравнению с многоугольником 33 на фиг. 13) многоугольная фигура 38, которая может быть сделана полностью соприкасающейся. Эти многоугольники могут быть описаны воображаемым шестиугольником 39, показанным на фиг. 13, но между действительными многоугольниками нельзя будет отыскать промежуточные интервалы (35 на фиг. 13). Такое построение с соприкосновением желательно для упрощения процесса декодирования, но оно не является обязательным в практике использования изобретения. Многоугольники 38 показаны в положении, когда их соответствующие геометрические центры 40 лежат на вершинах шестиугольной решетки 345. И снова, как и для многоугольников 33 на фиг. 13, многоугольники 38 выполнены, по существу, в форме шестиугольников, и при умеренной оптической разрешающей способности их можно принять за шестиугольники.

На фиг. 15 показано вспучивание этикетки, которое получилось бы, если бы она была отпечатана точечным матричным принтером, печатающим 200 элементов изображения на дюйм. Многоугольники 40 на фиг. 15 свидетельствуют о форме геометрической фигуры, которая будет действительно отпечатана вместо шестиугольника таким точечным матричным принтером из-за плотности элементов изображения принтера. Принтеры с большей плотностью элементов изображения должны обеспечивать более близкую аппроксимацию к шестиугольнику, чем многоугольники, показанные на фиг. 15. Таким образом, многоугольники 38 на фиг. 14 и 40 на фиг. 15 являются, вероятно, побочными продуктами из-за собственных ограничений некоторых принтеров в процессе печатания этикеток, содержащих шестиугольные ячейки, или получаются в результате настойчивых попыток отпечатать такие многоугольники, по существу, в форме шестиугольников в первом приближении. Форма таких многоугольников, по существу, является шестиугольником и позволяет им функционировать в практическом смысле в качестве эквивалентов кодирующих ячеек в виде соприкасающихся шестиугольников.

Как и в случае фиг. 3, оптически считываемая этикетка, показанная на фиг. 15, так-

же содержит опознавательную мишень 41, содержащую совокупность концентрических колец 42-47. Как и шестиугольники на этикетке фиг. 3, многоугольники 40, по существу, в форме шестиугольников на фиг. 15 расположены в ряды "R", а и столбы "C", окружены воображаемыми линиями 48 и 49, 50 и 51 соответственно. Также, как и в случае с шестиугольниками на фиг. 3, многоугольники на фиг. 15 имеют свои геометрические центры, лежащие на вершинах шестиугольной решетки, определяемой неравномерными осями A1, A2 и A3.

Таким образом, этикетки с конфигурацией, показанной на фиг. 15, сразу кодируются и декодируются в соответствии со способами, описываемыми далее.

Если используется альтернативная геометрия этикетки с применением квадратной, прямоугольной, пятиугольной или восьмиугольной сетки или аналогичные структуры, должны быть сделаны регулировки в двумерном процессе восстановления синхронизации, описываемом ниже. Для различной геометрии предопределенной решетки требуются изменения, которые необходимо произвести в фильтрах, используемых на этапе фильтрации двумерного процесса восстановления синхронизации. Фильтры работают с преобразованными цифровыми данными, соответствующими оптическим характеристикам многоугольников, считанных датчиком в области изображения. Такие небольшие регулировки схемы фильтрации могут быть легко произведены средним специалистом. В случае, когда у предопределенной двумерной решетки неравномерные оси, то есть, когда она является неправильной по конфигурации, может оказаться желательным определить главную ось этикетки перед осуществлением преобразования Фурье над цифровыми данными, представляющими оптически измеренное изображение. Это происходит потому, что интервалы геометрических центров многоугольников не будут одинаковыми в области преобразования.

Несоприкасающиеся многоугольники также могут использоваться для создания оптически считываемой этикетки в соответствии с данным изобретением. На фиг. 16 показана шестиугольная решетка из квадратов 52, которые расставлены без соприкосновения, а их соответствующие геометрические центры 53 лежат на вершинах шестиугольной решетки, образованной тремя неравномерными осями A1, A2 и A3. Очевидно, что в данном случае конфигурацией является основанная на шестиугольнике конфигурация из воображаемых шестиугольников 54, описанных вокруг многоугольников 52, за счет чего образуются промежуточные интервалы 55.

Аналогичные решетки для квадрата 52, показанные на фиг. 16, могут выстраиваться с использованием прямоугольников. На фиг. 17 показано множество прямоугольников 56, у которых геометрические центры смежных прямоугольников лежат на вершинах шестиугольной решетки, образованной пересекающимися осями A1, A2 и A3. И снова картина шестиугольной структуры дополняется воображаемыми шестиугольниками 57 на фиг. 17, описанными вокруг несоприкасающихся прямоугольников 56, за счет чего создаются промежуточные интервалы 58 между прямоугольниками 56. На фиг. 18 также показана этикетка, выстроенная с несоприкасающимися пятиугольниками 59, у которых геометрические центры смежных пятиугольников 59 лежат вдоль трех неравномерных осей A1, A2 и A3. Геометрию несоприкасающихся пятиугольников еще легче воспроизвести, описывая пятиугольники 59 воображаемыми шестиугольниками 60, образуя при этом промежуточные интервалы 61 между пятиугольниками 59.

Альтернативная шестиугольная решетка может быть построена, когда оси A1, A2 и A3 решетки неравномерны, но не соответствуют осям симметрии многоугольных фигур. Вместо этого геометрические центры смежных многоугольников лежат на вершинах пересекающихся осей решетки. Такое устройство показано на фиг. 19, где имеется совокупность соприкасающихся квадратов 62, у которых геометрические центры 63 смежных квадратов лежат вдоль осей A1, A2 и A3.

Многоугольники более высокого порядка могут аналогично выстраиваться на заданной двумерной сетке. На фиг. 20 показана совокупность частично соприкасающихся

восьмиугольников 64, определяющих множество промежуточных интервалов 65 между восьмиугольниками 64. Центры 66 смежных восьмиугольников 64 располагаются на вершинах пересекающихся осей A1 и A2, образуя таким образом решетку из восьмиугольников 64, которая может использоваться на практике применения изобретения. Промежуточные интервалы 65 могут отпечатываться с оптической характеристикой, отличной от той, которая использована для восьмиугольников 64. Однако, это не является обязательным на практике применения изобретения, поскольку именно расположение, ориентация и яркость оптической характеристики в центре восьмиугольников 64, лежащем в заданном положении на шестиугольной решетке, образованной осями A1 и A2, являются наиболее важными в процессе декодирования.

Необходимо отметить, что хотя показан и описан предпочтительный вариант этикетки, возможны многочисленные вариации этикетки без отхода от объема изобретения. Например, этикетка необязательно должна иметь площадь в один квадратный дюйм. Один квадратный дюйм был выбран в качестве разумного размера этикетки, позволяющего получить приемлемую плотность данных в 100 цифро-буквенных символов информации с высокой степенью защиты от ошибок, не создавая избыточно большой размер этикетки. Желательно иметь этикетку площадью в один квадратный дюйм, чтобы снизить стоимость бумаги и другие расходы, связанные с печатанием, транспортировкой и обработкой таких этикеток. У обычных этикеток со штриховым кодом аналогичных размеров плотность данных была значительно меньше. Используя 4, 5 или более оптических характеристик или цветов для выделения шестиугольников, можно упаковать значительно больше информации в заданном пространстве шестиугольников предопределенного размера, но при этом вырастет сложность математического обеспечения и необходимая для восстановления этой информации чувствительность системы сканирования. Таким образом, из практических соображений весьма желательна кодирующая система, имеющая три оптические характеристики: черную, серую и белую. Также размеры шестиугольников и опознавательной мишени могут широко варьировать в пределах объема данного изобретения.

Хотя "пучкование" шестиугольников в наборы 3x3 ячейки описано выше, могут применяться и другие структуры наборов или пучкование может исключаться полностью, а алгоритм кодирования может предназначаться конкретно к индивидуальной структуре шестиугольников. Также может варьировать в широких пределах в объеме данного изобретения относительное количество кодированной информации, посвященной сообщению, в противовес коррекции погрешности.

Далее описан процесс кодирования по данному изобретению применительно к предпочтительному варианту этикетки. Необходимо уяснить, что предпочтительный вариант раскрыт в дальнейшем описании, но многочисленные комбинации, вариации и перестановки возможны в пределах данного изобретения.

Процесс может начинаться с предопределенной последовательности данных, которые необходимо закодировать на этикетке. В предпочтительном варианте этикетка является грузовой этикеткой, а данные разбиты на два поля, заданных как "сообщение высокого приоритета" и "сообщение низкого приоритета". Однако необходимо уяснить, что изобретение не ограничивается двумя разными сообщениями или уровнями приоритета. Многие сообщения и уровни приоритета могут создаваться в пределах количественных ограничений этикетки данного размера и количества ячеек.

Например, когда этикетка должна быть грузовой этикеткой, "сообщение высокого приоритета" может обуславливать девять символов, представляющих почтовый индекс получателя данного багажа, посылки или письма. Речь идет о девяти цифрах потому, что хотя многие лица и фирмы имеют пятизначные почтовые индексы, девятизначные почтовые коды получают все большее распространение. Поэтому при обработке багажа на задаче наиболее важной частью информации является почтовый код. Он определяет основное назначение багажа и позволяет использовать различные системы сканирования и



контроля упаковки для направления упаковки к нужному месту на грузовике, в самолете, в конвейерной системе и т.п.

Сообщение низкого приоритета может содержать, например, имя и загрузочный адрес, включая почтовый индекс, получателя определенного багажа, а также информацию о счете.

Основанием для создания сообщения высокого приоритета и сообщения низкого приоритета является необходимость в защите сообщения высокого приоритета с помощью избыточной коррекции погрешности, позволяющей помещать (кодировать сообщение высокого приоритета в более центральной области этикетки, где меньшая вероятность его повреждения или уничтожения, а также повторять и распределять сообщение высокого приоритета в сообщении низкого приоритета так, что даже если сообщение высокого приоритета частично разрушено, имеется большая возможность, чтобы сообщение высокого приоритета смогло восстановиться из сообщения низкого приоритета. За счет расположения сообщения высокого приоритета в центральной области, может быть, окажется необходимым только декодировать сообщение высокого приоритета для некоторых целей, так что только часть этикетки придется обрабатывать, что позволит ускорить процесс обработки. Это может случиться, например, когда посылка находится на конвейере и надо определить только почтовый индекс для выяснения, каким из нескольких конвейерных трактов должна пройти обработку посылка.

Ввиду низкого приоритета сообщение низкого приоритета не представлено дважды на этикетке. Однако, как описывается ниже, сообщения и низкого и высокого приоритета могут содержать различные коды с защитой от погрешности и устройства коррекции с целью максимизации вероятности, что оба сообщения могут точно восстанавливаться.

Применение символов защиты от погрешности как части кодируемой информации может в предпочтительном варианте изобретения в комбинации с соответствующей записанной программой и компьютером заставить систему корректировать погрешности во время процесса декодирования описанным ниже способом. Использование кодов с коррекцией погрешности хорошо известно в технике и находится в пределах компетенции специалиста в данной области.

На практике применения изобретения оператор, делающий этикетку, может вручную ввести данные в соответствующий компьютерный терминал, который предназначен, как показано ниже, для включения принтера, отпечатающего этикетку с сообщением высокого приоритета и сообщением низкого приоритета, соответствующим образом закодированными в шестиугольниках этикетки. Несущественным является то, чтобы сообщение высокого приоритета и сообщения низкого приоритета были действительно созданы, но желательно это с целью максимизации вероятности того, что наиболее важные данные, подлежащие кодированию, будут восстановлены. В предпочтительном варианте этикетка также отпечатывается с расположенной по центру опознавательной мишенью, содержащей множество концентрических колец двух перемежающихся контрастирующих цветов, причем цвета предпочтительно выбраны из двух цветов, используемых для печатания отдельных шестиугольников, и наиболее предпочтительно черный и белый цвета для обеспечения максимального контраста.

Оператор, вручную вводящий эти данные, делает так, чтобы соответственно запрограммированный компьютер закодировал каждый символ входного сообщения с использованием определителя поля с целью создания в управляемом компьютере двоичной битовой последовательности, представляющей символы сообщения и закодированной полем для обозначения сообщений высокого приоритета и низкого приоритета и относительного положения каждого. Эта операция осуществляется программой "TEXTIN.C" (фиг. 9).

Или же процесс может начинаться с подлежащей кодированию информации, уже содержащейся в двоичной битовой последовательности, потому что, например, она была получена от запоминающего устройства или создана каким-то другим образом. Поэтому

подлежащее кодированию сообщение может существовать в форме, которая вручную (с помощью электроники) преобразуется в двоичную битовую последовательность или которая начинается как двоичная битовая последовательность.

Как только двоичная битовая последовательность создана или защищенная от погрешности битовая последовательность произведена на этапе, речь о котором пойдет далее, битовая последовательность должна быть картирована в соответствии с предопределенной структурой картирования для кодирования шестиугольной сотовой структуры по данному изобретению. На фиг. 5 показана "карта набора", на которой изображены индивидуальные шестиугольные ячейки в наборах 3x3 ячейки, выровненных в сетку или сотовую структуру, содержащую 33 ряда и 30 столбцов шестиугольников. Каждый ряд и каждый столбец нумеруют. Номера рядов идут с 1 по 33, а номера столбцов с 1 по 30. Можно отметить, что некоторые из шестиугольников, обозначенные вдоль верхней поверхности и правосторонней поверхности карты в пределах геометрического центра сетки, обозначены X-ами. Это указывает, что эти шестиугольники не содержат картированной побитно информации. Это происходит от того, что внешние X-ы представляют частичные шестиугольники на кромке этикетки, что приводит к наличию в каждом из этих рядов одного меньшего шестиугольника. Внутренние шестиугольники, обозначенные X-ами, представляют промежутки либо занятые опознавательной мишенью, либо неполными шестиугольниками по периметру опознавательной мишени, так что эти внутренние шестиугольники, обозначенные X-ами, не являются картированными побитно. Все шестиугольники, которые не обозначены X-ами, способны к записи информации. В соответствии с предпочтительным вариантом каждый из этих промежутков должен быть занят черным (B), белым (W) или (G) шестиугольником. Как отмечалось выше, хотя может применяться различная пакетирующая и картирующая техника, применение этого изобретения позволяет использовать пакеты из 9 шестиугольников в 3 ряда и 3 шестиугольника в каждом для задания конкретных битов информации, и как уже описывалось выше, 13 битов информации предпочтительно закодировать в каждом таком пакете по 9 шестиугольников.

В решетке данных, содержащей 33 ряда и 30 столбцов соприкасающихся шестиугольников, образована и может быть рассмотрена в связи с фиг. 5 сетка из 11 рядов в 10 столбцов наборов шестиугольников, каждый из которых содержит структуру в виде 3x3 ячейки соприкасающихся шестиугольников. Необходимо отметить, однако, что каждый набор в виде 3 рядов ячеек на 3 столбца ячеек в пределах сетки в виде 11 наборов x 10 наборов содержит набор из 7 или 8 шестиугольников из-за геометрической упаковки шестиугольников и число будет меняться от ряда к ряду. Таким образом, 6 наборов, содержащих 8 шестиугольников, и 5 наборов, содержащих 7 шестиугольников, получаются при таком расположении. Также центрально размещенная опознавательная мишень позволяет создать дополнительные неполные наборы. Таким образом, на фиг. 5 показано графическое представление используемых наборов из шестиугольников, имеющихся для кодирования битами информации в решетке данных в виде 33 рядов на 30 столбцов соприкасающихся шестиугольников.

Как показано на фиг. 4, наборы с девятью используемыми шестиугольниками кодируют с помощью следующего алгоритма:

Взять одиннадцать бит информации и картировать их в последовательность из семи шестиугольников, обозначенных как a, c, d, e, f и h.

Шестиугольники g и i используют для представления 1 бита каждым так, чтобы гарантировать, что каждый из них отличается от шестиугольника h.

Таким образом, тринадцать бит информации кодируют в полной связке 3x3 ячейки из девяти соприкасающихся шестиугольников.

Для частичных наборов из 7 или 8 используемых шестиугольников:

Взять одиннадцать бит информации и картировать их в последовательность из первых семи используемых шестиугольников.

Восьмой шестиугольник, если имеется, используют для представления одного бита.

Для всех других частичных ячеек: Картировать три бита информации во столько парах шестиугольников, во сколько это возможно.

Любые оставшиеся одиночные шестиугольники используют для представления одного бита.

Поскольку за счет картирования семи шестиугольников получается больше комбинаций, чем одиннадцать битов (то есть,  $3^7 = 2187$  против  $2^{11} = 2048$ ), некоторые комбинации шестиугольников необходимо отклонить. Отклоненные комбинации становятся теми, которые обеспечивают наименьшее число переходов. Для выполнения этого созданы справочные таблицы для картирования наборов в соответствии с фиг. 5. Создание и использование этих справочных таблиц вполне по силам квалифицированному программисту.

Применение этой схемы размещения битов позволяет произвести кодирование 1292 битов информации в решетке данных размером 33 ряда x 30 столбцов соприкасающихся шестиугольников.

Последовательность, в которой информация высокого приоритета и информация низкого приоритета размещается по всей карте наборов, является предопределенной в зависимости от:

- a) Размера сообщения высокого приоритета;
- b) Размера сообщения низкого приоритета;
- c) Оптимального расположения для сообщения высокого приоритета в защищенном месте.

Используя карту наборов, показанную на фиг. 5, в качестве шаблона программа "МКMAPS.C" с записью картирования, работающая на цифровых данных, содержащихся в запоминающей среде, производит предварительное определение того, как распределять информацию: и сообщение высокого приоритета и сообщение низкого приоритета по всей карте набора, о чем будет описано полностью далее.

С целью минимизации вероятности погрешности и обеспечения возможности исправления ошибки предпочтительный вариант изобретения должен содержать экстенсивную защиту от ошибки и возможности коррекции. Например, в предпочтительном варианте, имеющем 1292 бита информации, которая может быть закодирована в решетке шестиугольников площадью один квадратный дюйм, имеющей 33 ряда x 30 столбцов шестиугольников, и опознавательную мишень, занимающую около 7 % площади этикетки, желательно применять 36 битов информации сообщения высокого приоритета для кодирования 9-разрядного кода почтового индекса плюс один дополнительный цифро-буквенный символ, который может представлять погрузочный код. В этом примере также понадобилось бы использовать 120 проверочных разрядов для сообщения высокого приоритета. Это определяется количеством необходимых возможностей коррекции погрешности. Аналогично в показанном примере 560 битов сообщения низкого приоритета, это включает 40 битов сообщения высокого приоритета, которое включено в сообщение низкого приоритета. В показанном примере 576 проверочных битов сообщения низкого приоритета дополняются с целью поддержания безопасности и облегчения восстановления сообщения низкого приоритета. Этот пример иллюстрирует более щедрое применение проверочных битов с целью предохранения и возможности восстановления сообщения высокого приоритета в противоположность сообщению низкого приоритета. Необходимо уяснить, что приведенная информация является лишь примером, а сообщение высокого приоритета могло бы быть длиннее или короче, сообщение низкого приоритета длиннее или короче, число проверочных битов больше или меньше в зависимости от конкретного применения 45 изобретения.

"Систематический код" принимает специфическую последовательность сообщения и добавляет отличающуюся последовательность проверки погрешности в последователь-

ность сообщения. "Несистематический код" принимает последовательность специфического сообщения и включает в себя последовательность проверки погрешности с последовательностью сообщения, так что сообщение больше не является отличающимся, но является, конечно, восстанавливаемым. Использование либо систематического, либо несистематического кодирования для защиты от погрешности находится в пределах компетенции данного изобретения. Далее рассказано о систематическом коде.

Показано уже, что этап "наложения символов выявления ошибки" включает в себя системы систематического и/или несистематического кодирования.

В технике известны различные систематические линейные циклические коды защиты от погрешности, например, коды BCH, коды Рида-Соломона и коды Хэмминга. В предпочтительном варианте коды Рида-Соломона отдельно включены для защиты целостности сообщений высокого и низкого приоритета. Коды Рида-Соломона являются очень эффективными и больше всего полезны, когда проверяются на погрешность многобитовые символы. Коды Рида-Соломона являются хорошо известными и необходимо уяснить, что это просто предпочтительный вариант, хотя в изобретении могли бы использоваться многие другие коды с коррекцией погрешности.

Далее с помощью примеров приведена некоторая информация о коде Рида-Соломона. Специфические характеристики кода Рида-Соломона могут быть заданы следующими параметрами:

$m$  = число битов в каждом символе,

$n$  = число символов в блоке  $2^m - 1$ ,

$k$  = число символов сообщения (число битов сообщения =  $k$ ),

$t$  = способность коррекции в количестве символов =  $(n - k)/2$ .

Девятизначный почтовый индекс и одиночный цифро-буквенный символ для дальнейших целей распознавания требует 36 бит без защиты от погрешности в описанном ниже примере. Код Рида-Соломона со следующими параметрами был выбран для сообщения высокого приоритета.

$m = 6$  (6-битовые символы)

$n = 2^6 - 1 = 63$

$t = 10$

Поэтому  $k = n - 2t = 43$

Поскольку только шесть 6-битовых символов требуются для представления 36-битового сообщения, оставшиеся 37 символов (43-6) являются набивочными символами, которые подразумеваются между кодирующим и декодирующим устройствами их не надо заносить на этикетку. Таким образом, общее число битов, необходимых на этикетке для сообщения высокого приоритета, составляет  $(63-37) \times 6$  или 156 битов.

Эта схема кодирования погрешности сможет скорректировать максимум до 60 (10х6) битовых погрешностей, что составляет до 38.5 % используемых битов. Благодаря большому количеству подразумеваемых набивочных символов большая способность выявления погрешности этого кодирования Рида-Соломона делает чрезвычайно невероятным неправильное прочтение сообщения высокого приоритета.

Сообщение низкого приоритета было закодировано кодом Рида-Соломона с защитой от погрешности, имеющим другие параметры, а именно:

$m = 8$  (8-битовые символы)

$n = 2^8 - 1 = 255$

$t = 36$

$k = n - 2t = 183$

Поскольку имеются 1292 бита для кодирования на этикетке в соответствии с этим примером, общее число 1336 битов (1292 - 156 битов сообщения высокого приоритета и проверочных битов) имеются для кодирующих и проверочных битов сообщения низкого приоритета. Таким образом, оставшиеся 904 бита ( $255 \times 8 - 1136$ ) должны подразумеваться набивочными битами. Это позволяет получить 560 битов ( $183 \times 8 - 904$ ) для информа-

ционного содержимого сообщения низкого приоритета и 576 проверочных битов.

Для большего обеспечения восстановления сообщения высокого приоритета оно также содержится в сообщении низкого приоритета. Код Рида-Соломона защиты от погрешности, примененный для сообщения низкого приоритета, позволяет произвести кодирование дополнительных 86 6-битовых цифро-буквенных символов и имеет максимальную способность коррекции погрешности около 25.4 %.

Используя описанное кодирование Рида-Соломона с защитой от погрешности, можно получить общее число в 1292 бита информации, имеющейся на иллюстративной этикетке, распределенные следующим образом:

- 36 биты информации высокого приоритета
- 120 проверочные биты высокого приоритета
- 560 информационные биты низкого приоритета (включая 40 битов сообщения высокого приоритета введенные в сообщение низкого приоритета)
- 576 проверочные биты низкого приоритета)

Бытовая последовательность данных, включая соответствующие проверочные биты для сохранения информации, предназначены для отдельных шестиугольников на карте наборов на фиг. 5. Необходимо отметить, что может применяться большое разнообразие схем распределения, учитывая то, что важными критериями, которые необходимо определить, являются следующие:

- (1) безопасное расположение сообщения высокого приоритета вблизи опознавательной мишени (если представлена на решетке данных);
- (2) создание структуры, которая в разумных пределах является способной к повторному монтажу при считывании.

Специфическая программа кодирования погрешности, используемая в иллюстративном примере, содержится под названием "ERRCODE.C".

Кодирование в кодах Рида-Соломона требует осуществления умножения вектора кода сообщения на генераторную матрицу. Умножение матрицы производится с использованием арифметики поля Галуа. Добавление любых двух элементов поля получают за счет проведения операции исключенного "или" между обоими элементами. Умножение производится с помощью логарифмирования в поле Галуа. Логарифм и антилогарифм получают за счет использования справочных таблиц, выработанных из первичных многочленов, особенно для сообщения высокого приоритета:  $1+x^6$ ; и для сообщения низкого приоритета:  $1+x^2+x^3+x^4+x^8$ . Как показано на фиг. 9, вспомогательная программа "GF.C" вырабатывает справочные таблицы, необходимые для арифметики поля Галуа.

Справочные таблицы вычисляют и хранят в файле "GF.LUT" для применения во время кодирования и декодирования. Генераторный многочлен  $g(x)$  для кода Рида-Соломона определяют следующим уравнением:

$$g(x) = (x+a)(x+a^2) \dots (x+a^{2^t})$$

где "a" есть базисный элемент поля Галуа.

Генераторная матрица для кода Рида-Соломона формируется за счет проведения длинного деления для каждого из рядов генераторной матрицы. Каждый ряд генераторной матрицы задается остатком после длинного деления  $x^{n-k-1}$  на  $g(x)$ .

Вычисление генераторных многочленов  $g(x)$ , а также генераторных матриц для сообщений высокого приоритета и низкого приоритета производят в соответствии со вспомогательной программой "MKRSLUT.C".

Справочные таблицы для генераторных матриц вырабатываются и хранятся в файле "RS.LUT".

В предпочтительном варианте изобретения этикетки, содержащие шестиугольники, отпечатывают стандартным печатным оборудованием, которое всегда доступно и недорого. Принтер, имеющий матрицу 300x300 точек на квадратный дюйм, дает хорошие результаты при печатании трехцветных (черный, белый, серый) этикеток, имеющих 888 шестиугольников плюс центрально расположенную опознавательную мишень. Принтер с

такой разрешающей способностью представлен моделью Хьюлетт-Паккард Лазер Джет серия 11с памятью 0.5 мегабайт и разрешающей способностью графики в 300 точек на дюйм. Сетка элементов изображения 300х300, имеющая плотность 90000 элементов изображения на квадратный дюйм, может создать около 90 элементов изображения на шестиугольник в предпочтительном варианте. Каждому элементу изображения придается величина 0 или 1, представляющая черный или белый элемент изображения. Этот принтер используется для печати двухцветной решетки данных из черных или белых шестиугольников. Он также может использоваться для печати трехцветной решетки данных из черных, белых и серых шестиугольников, если используется полутоновый алгоритм для создания серых шестиугольников, что было описано выше.

Как показано на фиг. 9, с помощью записанной программы "МКMAPS.C" была создана справочная таблица "REGIONS. LUT" из 34 рядов на 30 столбцов, которая аналогична фиг. 5, но которая приспособлена для обозначения выбора черного или белого цвета для колец опознавательной мишени. Отдельные шестиугольники кодируют как черные, белые или серые или как неиспользуемые. Отдельная справочная таблица "HEX MAP.LUT" создана записанной подпрограммой программы "МКMAPS.C", которая задает принадлежность каждого из 300х300 элементов изображения на сетки элементов изображения конкретным областям в "REGIONS.LUT", то есть около 90 элементов изображения на шестиугольник. Элементы изображения, принадлежащие к ориентировочным кольцам, кодируются либо черным, либо белым цветом. Кольца опознавательной мишени отпечатываются, во-первых, за счет генерирования шестиугольной структуры на ряде каждой области, а затем генерирования колец. Области, частично или полностью покрытые поисковыми кольцами, считаются неиспользуемыми в "REGIONS.LUT".

Закодированная битовая последовательность защиты от погрешности картируется в соответствии с предопределенной последовательностью в наборную решетку 11х10 шестиугольников. Как показано на фиг. 9, последовательность задается заказной справочной таблице "ORDER.LUT", генерируемой вспомогательной записанной программой под названием "ORDER. C".

Использовалась для задания значений 0, 1 или 2 областям, имеющимся для отпечатывания на этикетке, при этом оставляют области со значением 3 неизменными. Уровни серого цвета для каждого из шестиугольников в наборе 3х3 ячейки задаются в связи с записанной программой под названием "CELL CODE.C".

Предпочтение запоминанию сообщения высокого приоритета в области, приближенной к опознавательной мишени, где оно будет меньше подвержена деградации этикетки, вставляется в эту вспомогательную заказную программу. Поэтому программа "LABEL. C" используется для выработки последовательности битов, пригодной для ввода в лазерный принтер.

Можно заметить, что использование черного, серого и белого цветов позволяет осуществить простую процедуру отпечатывания этикетки, потому что только необходимы черные чернила, когда используется стандартный алгоритм полутонирования способом, хорошо известным в технике. Если используются другие цветовые комбинации (что вполне осуществимо), необходимость печатания другими цветами, очевидно, приводит к созданию значительных сложностей по сравнению с трехцветным черно-серо-белым вариантом или с двухцветным черно-белым вариантом.

Таким образом, когда каждому элементу изображения принтера предписана черная или белая величина, этикетки могут быть отпечатаны с целью создания закодированного формата, как показано на фиг. 3, в котором некоторые шестиугольники являются белыми, некоторые - серыми, а некоторые - черными, и в котором область опознавательной мишени - предпочтительно черные и белые концентрические кольца - образована в геометрическом центре этикетки.

Описав, как записываются данные в этикетку и как они отпечатываются, необходимо описать последующую интерпретацию этикетки или процесс декодирования. Необ-

ходимо отметить, что желательно выполнить функцию интерпретации этикетки на очень высокой скорости, за время порядка доли секунды с целью увеличения эффективности осуществления процесса обработки багажа (или другой обработки или считывания с этикетки). Имеются два основных подхода, которые могут применяться для захвата изображения в процессе считывания с этикетки. Этикетка может быть считана на относительно малой скорости с использованием ручного статического устройства сканирования с фиксированным фокусом. Или же весьма желательно использовать электрооптический датчик, имеющий сервоуправляемый фокусирующий механизм, позволяющий осуществить динамическое сканирование быстро перемещающегося багажа переменных размеров и высоты, для достижения высокоскоростной работы. Процесс декодирования и устройство, описываемые ниже, были продемонстрированы в связи с устройством сканирования с фиксированным фокусом. Процесс, имеющий основные возможности, описанный здесь относительно статического устройства сканирования с фиксированным фокусом, применим для динамической сканирующей системы с определенными модификациями оптической системы, отмеченными ниже. При обработке багажа на высокой скорости желательно иметь высокоскоростной механизм сканирования, который позволяет считывать этикетки, идущие с линейной скоростью порядка 2.5 м в секунду или более и проходящие под местом установки фиксированного устройства считывания. Таким образом, функция обработки изображения содержит следующие этапы. На фиг. 7 показана схема этапов процесса декодирования.

#### 1. Освещение этикетки

Когда упаковка, посылка или письмо проходит на высокоскоростном конвейере, область, подлежащая освещению, оказывается достаточно большой, потому что размеры упаковки, приспособляемой на конвейере, могут быть достаточно большими и переменными. Например, для систем обработки багажа являются необычными конвейер шириной 1 м и упаковки шириной от нескольких дюймов до метра (и аналогичной высоты). Поэтому этикетка площадью одного квадратного дюйма может находиться в любом месте поперек конвейера. Вероятно, что упаковки также расположатся под косыми углами относительно оси движения конвейерной ленты. Посылки, упаковки, письма или аналогичные предметы могут иметь разную высоту, так что сканируемые этикетки могут оказаться, например, на расстоянии одного дюйма или меньше над конвейером, с одной стороны, или до 90 см или более по отношению к максимальной высоте упаковки, которую может воспринять описанная система, с другой стороны.

С целью соответствующего освещения этикеток в соответствии с данным изобретением, особенно принимая во внимание большой диапазон ширины упаковок, высоты и углов представления этикеток, желательно использовать источник света большой яркости, который хорошо отразится на базе двух или более оптических характеристик, избранных для этикетки. Свет может быть инфракрасным, ультрафиолетовым или видимым светом, и спектр света применяемого видимого освещения может изменяться. Техника для измерения света предпочтительно включает в себя измерение света, отраженного от черного, белого или серого шестиугольников на этикетке.

Источник освещения должен создавать достаточно отраженного света на световой датчик (например, прибор с зарядовой связью, описываемый ниже), чтобы световой датчик мог надежно различить среди черного, серого и белого или какого-либо другого оттенка оптические характеристики шестиугольников, подлежащие измерению. В динамической системе сканирования может использоваться решетка светодиодов для создания уровня освещенности порядка  $10 \text{ мВт/см}^2$  в области освещения этикетки на уровне этикетки. Светодиоды могут находиться в объемной решетке без фокусирующих линз или в линейной решетке с использованием цилиндрической фокусирующей линзы. Лазерный источник света, пропущенного через соответствующую оптическую систему, создающую линейный источник освещения, может также применяться в данном изобретении.

Выбор источника света и свойств источника света для рассматриваемого примене-

ния находятся в пределах компетенции специалистов в данной области. Необходимо напомнить, что поскольку отыскиваемая этикетка имеет при максимальной размерности площадь лишь один квадратный дюйм, располагаясь на высоте до 90 см на ленте шириной 1 м, идущей со скоростью порядка 2.5 м в секунду, очень важно суметь осветить этикетки хорошо с целью достаточно резвой идентификации и нахождения этикеток.

В случае статического датчика с фиксированным фокусом, используемого в показанном примере, уровень освещенности порядка 2 мВт/см<sup>2</sup> оказался достаточным для применения изобретения. Это было осуществлено посредством люминесцентного источника света.

2. Оптическое измерение отраженного изображения этикетки. Второй этап части распознавания процесса декодирования представляет собой оптическое измерение освещенной области электроуправляемым датчиком. Аппаратно-световой датчик, используемый в иллюстративном примере, для статической сканирующей системы с фиксированным фокусом, содержит промышленную качественную цветную телевизионную камеру на приборе с зарядовой связью, типа модели WV-CD 130, поставляемой фирмой Панасоник Индастриел Кампани, Уан Панасоник Уэй, Секокус, Нью-Джерси 07094, стыкуемой с телевизионным объективом, включая 5 мм удлинительную трубку, фокусом 50 мм, светосилой 1,3, поставляемым фирмой Д.О. Индастриз, Инк (Япония), 317 Ист Честнат Стрит, Ист Рочестер, Нью-Йорк 14445 и выпускаемым с товарным знаком NAVITRON™. Камера подсоединена к плате захвата изображения, обозначаемой как модель номер DT-2803-60, поставляемой фирмой Дейта Транслейшен Инк., 100 Лок Драйв, Мальборо, Массачусетс 01752.

Оптическое измерение может включать в себя обозрение всей этикетки, используя пространственный датчик типа описанной выше камеры и платы захвата изображения, или же в виде альтернативы может осуществляться с датчиком линейной решетки, содержащим устройство с зарядовой связью на чипе, в котором второе измерение сканирования этикетки осуществляется за счет движения упаковки (и этикетки). Подходящим для этой цели чипом устройства с зарядовой связью является Томсон-ЦСФ THX 31510 CDZ, элемент 4096 высокоскоростного линейного датчика изображения устройства с зарядовой связью, поставляемый фирмой Томсон-ЦСФ, Дивижн Тьюбз Электронике, р. Вотер Б.П. 305 92102 Булонь-Бийянкур Седее, Франция.

В динамических системах, содержащих перемещение багажа с этикеткой в конвейерной системе, желательно иметь длинную оптическую траекторию между распознаваемыми этикетками и источником света. Первейшей целью создания длинного оптического пути является снижение изменения кажущегося размера или увеличения этикетки, измеренной дистанционным световым датчиком. Например, если оптическая траектория составляет, скажем, 1 м 20 см, то видимый размер этикеток, находящихся в 2.5 см над конвейерной лентой, будет сильно отличаться от размера этикеток, находящихся на расстоянии 90 см выше конвейерной ленты. Если используется оптическая траектория порядка шести метров, кажущийся размер тех же самых этикеток окажется одинаковым. За счет этого имеется возможность независимо от высоты заполнить всю или практически всю область датчика света областью, подлежащей измерению, что позволяет достигнуть высокой разрешающей способности изображения. Если используется пространственный датчик, а не линейный датчик, подходит тот же самый принцип. Это может осуществляться с помощью длинной оптической траектории, показанной на фиг. 6.

Для того чтобы можно было сфокусироваться на этикетках упаковок различной высоты, необходим датчик высоты. Может применяться ультразвуковой датчик или последовательность световых лучей может прерываться багажом в качестве датчика. Любая из этих систем применима и может запускать подходящий регулируемый фокусирующий механизм с разомкнутым или замкнутым контуром для измерения и регулирования положения оптических измерительных элементов (например, линз или датчика) относительно друг друга на непрерывной базе, показанной на фиг. 6.



На фиг. 6 показано схематическое изображение системы фокусирования и регулирования телекамеры, работающей в соответствии с изобретением, для регулирования положения светового датчика телекамеры в соответствии с высотой проверяемого багажа. На фиг. 6 показана подходящая линза 67, привод катушки, датчик высоты и контур обратной связи в соответствии с изобретением. Показанный на фиг. 6 датчик 68 высоты может быть ультразвуковым датчиком высоты или световым лучом, который прерывается каждой упаковкой, идущей по конвейеру. Выходной сигнал датчика высоты подается на микропроцессор 69, который, в свою очередь, подключает привод 70 катушки, перемещающий катушку 71, на которой установлено устройство 72 с зарядовой связью или другой подходящий световой датчик. Датчик 73 положения вала измеряет положение катушки 71 и его выход на микропроцессор 69 завершает контур обратной связи для измерения и регулирования положения катушки 71.

Датчик должен быть способен измерять отраженный свет, поступающий от освещенной этикетки, а также должен выдавать аналоговый сигнал, соответствующий яркости отражающих характеристик этикетки, записанной отдельными элементами изображения электрооптического датчика.

Подходящим источником света, описанным выше, может быть установленный на установочной поверхности над конвейером и охватывающий область, проходящую поперек всей ширины конвейера со светом предопределенного качества и яркости. Отраженный от этикетки свет может загигаться последовательностью отражателей, а затем измеряться электрооптическим датчиком.

Целью изогнутой оптической траектории является создание компактной, а поэтому жесткой системы.

Выходной аналоговый видеосигнал датчика фильтруют. Аналоговый электрический сигнал используется в связи с аналоговым полосовым фильтром для выявления наличия опознавательной мишени на решетки данных. Затем аналоговый сигнал инвертируют в цифровой сигнал, используя обычный аналого-цифровой преобразователь, вставленный в плату захвата изображения, описываемую ниже, или другие известные средства. Вместо аналогового полосового фильтра можно подставить цифровую фильтрующую схему для определения наличия опознавательной мишени за счет сравнения цифровых данных, представляющих ее, с квантованным выходным сигналом аналого-цифрового преобразователя, о чем более подробно будет рассказано далее.

Примером пространственного датчика, имеющего чип с устройством с зарядовой связью со множеством детекторов, который использовался в соответствии с изобретением, является ранее описанная цветная телевизионная камера на приборе с зарядовой связью типа Панасоник WV-CD130. Выходной аналоговый сигнал датчика подавался на описанную ранее плату захвата изображения трансляции данных типа DT-2803-60, содержащую 6-битовое монохромное аналого-цифровое видеопреобразование для квантования и последующей обработки. С помощью подходящей записанной подпрограммы упорядочивания цифровой выход платы захвата изображения сохранялся в запоминающем устройстве в качестве точной реплики изображения, записанного оптическим датчиком.

### 3. Обработка отраженного изображения.

Наиболее важной частью изобретения является обработка оптически измеренного изображения с целью повторного создания и ориентации с точностью первоначальной конфигурации этикетки и цвета (оптических характеристик) каждого шестиугольника. Это производится за счет использования следующих этапов, после которых известная структура, по которой была первоначально закодирована этикетка и побитно картирована, может быть использована для декодирования информации, содержащейся на этикетке.

#### а) Отыскание центра мишени.

Перед использованием вышеописанной телевизионной камеры на приборе с зарядовой связью и платы захвата изображения, показанных на фиг. 10, прогонялась, программа инициализации "DTINIT.C" 74 для установки платы захвата изображения в из-

вестное готовое состояние и нагрузки выходных справочных таблиц, вслед, за чем идет программа "DTLIVE.C" 75, устанавливающая плату захвата изображения в "живой режим". Затем программа "DTGRAB.C" управляется работой платы захвата изображения по квантованию вида в памяти изображения на 250 рядов и 256 столбцов, а образцы записываются как 6-битовые величины, выровненные вправо в байтах. Вспомогательные программы "DTSAVE.C" и "DTLOAD.C" позволяют передавать изображения экрана в запоминающее устройство и из него.

При первом ознакомлении с изображением этикетки может применяться обычный аналоговый полосовой фильтр для идентификации двух или более характеристик концентрических колец опознавательной мишени. Обе эти оптические характеристики предпочтительно представляют собой черный и белый цвета, потому что самый большой контраст создает наибольший по энергии сигнал. С целью найти фиксированную структуру перехода от черного к белому, опять к черному и т.д. желательно, чтобы при линейном сканировании по опознавательной мишени и прохождении через центр мишени выдавался однородный частотный отклик независимо от ориентации этикетки. Таким образом, кольца мишени оптимально составлены из контрастирующих концентрических колец. Затем выходной сигнал датчика раздваивается и выбирается по двум направлениям детектирования. На одном направлении детектируется вся энергия в выходном сигнале, а на другом измеряется энергия на частоте колец. Когда сравнивают оба выходных сигнала, энергия в детекторе колец наиболее близка к энергии во всем детекторе энергии, когда производится измерение развертки по центру опознавательной мишени. Центр опознавательной мишени находят, когда происходит эта ближайшая аппроксимация.

Однако в динамике предпочтительного варианта изобретения на первом этапе фильтрации предпочтительно используется аналоговый полосовой фильтр или, кроме того, выборочный аналоговый полосовой 60 фильтр, хотя применим и цифровой фильтр.

Необходимо отметить, что этап отыскания опознавательной мишени, обозначенный как "FIND.C" 76 на фиг. 10, указан как необязательный на фиг. 7, потому что ручное устройство сканирования может использоваться в способе по изобретению, и в этом случае оператор может точно разместить устройство сканирования для гарантии правильного выравнивания датчика. Это, конечно, оказывается намного медленнее, чем использование автоматического датчика, и применения автоматического датчика является предпочтительным при высокоскоростной работе. Если автоматический датчик (а не ручной) используется в работе, обнаружение мишени является необходимым этапом процесса.

В качестве альтернативы аналоговому фильтру, описанному выше, может быть установлен цифровой полосовой фильтр, в котором использован алгоритм Паркса-Маккеннана, поставляемый вместе с математическим обеспечением "Математическое обеспечение конструкций цифровых фильтров для персональных компьютеров ИБМ".

Одномерный цифровой полосовой фильтр использован в связи с данным изобретением для фильтрации нормализованной цифровой последовательности битов, о чем говорится далее, посредством следующей подпрограммы фильтрации. Фильтруемая полоса является предполагаемой частотой кольца. Одномерный цифровой полосовой фильтр был предназначен для частоты выборки 400 элементов изображения на дюйм и длины 125 элементов изображения (или 0.3125 дюйма), и предназначен работать на основе размера отпечатанных колец опознавательной мишени, как показано на фиг. 3. Частота составляла 300/16 линейных пар на дюйм, с выдачей нормализованной частоты (где 400 пар линий на дюйм = 1) в 300/16 x 400 или 0.046875. Фильтр с полосой, выходящей на 5 % ниже этой частоты и на 15 % выше, был избран потому, что искажения этикетки обычно приводят к усадке изображения и поэтому к повышенной частоте. Были сделаны остановочные полосы от 15 % ниже частоты вниз до 0 и от 25 % выше частоты кольца до 0.5 (предел Найквиста). Коэффициенты фильтра хранились в файле "IMPULSE.LUT" 77, для фиг. 10, для последующих операций исключают первые 62 коэффициента, потому что фильтр является симметричным. На фиг. 8 показана блок-схема программы.

Фильтр из 25 элементов изображения по длине был выполнен за счет выборки полосового фильтра на выходных интервалах, соответствующих измеренному горизонтальному усилению. Например, если горизонтальное усиление изображения составляет 80 элементов изображения на дюйм, каждая пятая выборка фильтра будет использована ( $400/80 = 5$  элементов изображения). Для нецелых этапов используется линейная интерполяция смежных выборок фильтра.

Также использовался второй двумерный фильтр 25 на 15 элементов изображения. Величины выборок для этого двумерного фильтра основывались на Евклидовом расстоянии каждой точки от центра фильтра, которые масштабировались для соответствующего горизонтального и вертикального усилений. Затем для нецелых интервалов выборки используют линейную интерполяцию.

Выходной сигнал указанного одномерного фильтра возводился в квадрат и сглаживался рекурсивным низкочастотным фильтром первого порядка, обеспечивающим экспоненциальное окно прошедшего процесса. Когда выход сглаживающего фильтра превышает заданный порог, использовали необязательный двумерный этап фильтрования для подтверждения существования мишени и точного определения его расположения, о чем говорится ниже. При первой части двумерного фильтрования использовали фильтр уменьшенных размеров 10 элементов изображения на 10 элементов изображения для экономии вычислений. Этот фильтр сканирует прямоугольную область вокруг расположения, определенного одномерным фильтром. Если максимальная двумерная корреляция превышает заданный порог, тогда окончательная стадия двумерного фильтрования с полным фильтром 25 на 25 элементов изображения применялась для небольшого квадратного окна вокруг максимума. Если наилучший результат этого фильтра превышает заданный порог, детектируется центр. Если ни один из порогов не был превышен, программа частично "разряжала" сглаживающий фильтр и возвращалась к одномерному сканированию. Если одномерное сканирование завершалось без детектирования присутствия опознавательной мишени, программа выходила с возвратом погрешности.

#### б) Нормализация измеренного изображения.

Яркости отраженного света, записанные оптическим датчиком, который применялся в процессе, могут варьировать из-за вариаций освещенности, плотности печатания, отражаемости бумаги, чувствительности камеры и других причин, включая разрушение этикетки, например, загиба, коробления и т.д. В качестве необязательного (но желательного) этапа отражений свет, измеренный датчиком и переданный в память, может быть нормализован путем обычной процедуры. Используя известную в технике технологию, записанная программа нормализации "NORM. C" 78, показанная на фиг. 10, использовалась для анализа уровней яркости отраженного от этикетки света, что записано блоками элементов изображения в устройстве сканирования, для отыскания минимальной и максимальной яркостей отраженного света, записанных для решетки данных. Упорядоченный цифровой выход указанного устройства сканирования и комбинации с платой захвата изображения загружались из памяти в компьютер для дальнейшей обработки с помощью указанной записанной программы нормализации.

Используя уравнения  $y = mx + b$ , где минимальная яркость, подставленная на место  $x$ , позволит выдать величину  $y = 0$ , а максимальная яркость, подставленная вместо  $x$ , позволит получить величину  $y = 63$ , записанные величины яркости отраженного света для каждого элемента изображения, регулировались так, чтобы самый черный цвет и самый белый цвет, присутствующие в записанном изображении, устанавливались в качестве стандарта, а другие оттенки черного, белого и серого цветов подгонялись под эти стандарты. Таким образом, этап нормализации позволяет облегчить процесс обработки измеренного изображения. Нормализация осуществлялась с использованием записанной программы "NORM.C". Необходимо отметить, что могут применяться более изощренные процедуры нормализации, известные в данной области.

#### с) Перерасчет изображения.

Для последующих вычислений записанное отраженное изображение этикетки пересчитывается для создания изображения с равным горизонтальным и вертикальным усилением. И снова это представляет собой необязательный этап, но он позволяет облегчить быстрое и точное восстановление закодированной информации. Операция пересчета была осуществлена для придания изображению равномерного горизонтального и вертикального разрешения выборки, например, величиной 150 элементов изображения на дюйм, что показано в статике примера изобретения с фиксированным фокусом.

Операция пересчета происходит за счет вычисления дробных адресов рядов и столбцов выборок на 1/150 дюйма, основываясь на известном горизонтальном и вертикальном усилении. Каждая точка на новом однородном пересчитанном изображении выделяется затем из соответствующей совокупности точек на изображении, повторенном в памяти. Для аппроксимации величины точек в дробных адресах используют двухлинейную интерполяцию. За счет перерасчета центр этикетки помещается в известное положение в памяти. Перерасчитанное изображение запоминается для дальнейшего использования на этапе поиска. Затем применяется на всех последующих этапах процесса, что пересчитанное изображение этикетки центрируется в известном положении на сетке, но необходимо отметить, что это не указывает на ориентацию этикетки, которая может быть ассиметрична относительно датчика.

(d) Двумерное синхронное восстановление.

Последующая совокупность этапов процесса называется все вместе "двумерным синхронным восстановлением". Этапы осуществляют с помощью подходящей записанной программы и подпрограмм под названием "CLOCK.C" 79, обозначенной на фиг. 10. Эта операция проводится в двух измерениях на пересчитанном изображении для точного определения положения шестиугольника на первоначальной решетке данных. Целью синхронного восстановления является определение мест выборки и исправления эффектов коробления, скручивания, или скашивания этикетки, поскольку этикетка не может быть совершенно плоской. Это является важной частью процесса и это не ограничено шестиугольными кодированными этикетками. Такая операция применима к другим процессам для декодирования кодированной этикетки, включающей в себя регулярную двумерную сетку, типа квадратов, треугольников и т.д.

Одномерное синхронное восстановление является общей концепцией, которая хорошо понятна в области обработки сигналов. Двумерное синхронное восстановление является продолжением этого процесса и станет понятным после некоторого размышления для квалифицированного специалиста. Необходимо понять, что термин "синхронное восстановление" немного смущает не эксперта, поскольку он не относится к синхронизации.

i) Усиление кромки и нелинейная обработка.

Первый этап при осуществлении синхронного восстановления может быть проведен с помощью различных нелинейных операций картирования, известных в технике для создания составляющих сигнала при заданной частоте синхронизации, которые упускаются на квантованном выходе изображения от оптического датчика и платы захвата изображения. Целью нелинейного картирования является взятие (предпочтительно) нормализованного и пересчитанного изображения, которое существует в этой точке во время процесса, и образование из него двумерной нелинейной карты, которая усиливает переходы между соседними контрастирующими шестиугольниками. В предпочтительном варианте данного изобретения это осуществляется посредством картирования стандартного отклонения. Этот этап можно также проводить за счет фильтрования с ядром дифференцирования изображения, некоторые средства для которого известны в технике, типа ядер Лапласа или Собеля, а затем определяют абсолютную величину или возводят в квадрат результаты.

При картировании стандартного отклонения изображение с недифференцированными кромками ячейка-ячейка запоминается в памяти. Затем создается карта стандарт-

ного отклонения для определения места кромок, соприкасающихся контрастирующих шестиугольников за счет определения стандартных отклонений совокупности  $3 \times 3$  группы элементов изображения (это отличается от наборов  $3 \times 3$  ячейке) для определения стандартных отклонений яркостей элементов изображения. Выполняют вычисления стандартного отклонения для определения районов элементов изображения, имеющих фиксированный цвет (наименьшие стандартные отклонения), представляющие внутренность шестиугольника или границу раздела между одноцветными шестиугольниками, в противоположность группам элементов изображения, имеющим более высокие стандартные отклонения, что представляет переходы от шестиугольника одного цвета к соседнему шестиугольнику контрастирующего цвета. Поскольку смежные шестиугольники часто имеют один и тот же цвет, карта стандартных отклонений не полностью выделит каждый шестиугольник. Из-за того, что в процессе картирования стандартного отклонения нельзя отличить границы раздела между шестиугольниками одного и того же цвета, получаются пропущенные границы или кромки между шестиугольниками. Другие аспекты процесса синхронного восстановления направлены на регенерацию этих пропущенных переходов.

Процесс декодирования по данному изобретению может применяться для любого из описанных выше примеров. Блоки кодирования различных геометрий могут легко приспособляться, и эти кодируемые многоугольные ячейки могут размещаться геометрическими центрами смежных многоугольных ячеек на вершинах известной предопределенной двумерной решетки.

Когда оптически считываемые этикетки по данному изобретению "читают" оптическими датчиками описанных здесь типов, конкретная геометрия или форма отдельных кодирующих блоков или многоугольных ячеек не определяется с помощью оптического датчика. Вместо этого датчик просто пробует оптически считываемую этикетку известным количеством проб на дюйм и записывает яркость отраженного света, соответствующую оптической характеристике конкретной пробной области, которая изображена. Затем эти величины запоминают в запоминающей среде для дальнейшей обработки. Другими словами, электрооптический датчик позволяет записать среднюю яркость света в области за областью пробы по всей поверхности этикетки, независимо от того, отпечатано что-либо на этикетке или нет. Именно это подразумевается при записи изображения с неизменными от ячейки к ячейке кромками в памяти. С этой целью процесс декодирования сразу приспособляется к считыванию оптически считываемых этикеток с конфигурациями большого диапазона, поскольку центры многоугольных кодирующих блоков лежат на заданных промежутках и направлениях на двумерной решетке.

Практически установлено, что варианты шестиугольной ячеистой кодирующей системы, как в случае примеров этикетки, использующих многоугольники, по существу, в форме шестиугольников, показанных на фиг. 15, могут привести лишь к скромным снижениям всего сигнала, а поэтому и к небольшим снижениям информационной емкости системы. Используя многоугольные формы при слабых упаковочных характеристиках или решетки частично соприкасающихся или не соприкасающихся многоугольников, а не соприкасающуюся упаковку, можно получить более слабый, но, тем не менее, полезный сигнал для многих случаев. Однако, в некоторой точке соотношение сигнал-шум системы из-за сильно выраженной формы многоугольных кодирующих ячеек, неэффективной набивки ячеек и заданных двумерных решеток, приводящих к большим промежуточным интервалам между многоугольниками, упадет до неприемлемо низкой емкости запоминания информации и восстановления.

Приемлемость системы зависит от качества сигнала, восстановленного электрооптическим датчиком. За счет переделки измерительной системы, например, путем увеличения количества проб на единичную площадь на поверхности этикетки можно улучшить восстановление сигнала, записанного датчиком, и улучшить запоминание информации и характеристики восстановления частично соприкасающихся и не соприкасающихся конфигураций этикеток. Такие регулировки, позволяющие сделать исполь-

зуемыми менее желательные конфигурации этикеток, вполне по силам специалисту в области обработки сигналов.

Поэтому процесс позволяет широко раздвинуть границы полезного соотношения сигнал-шум. Таким образом, многоугольные ячейки, будь они правильными или неправильными по форме, могут использоваться в качестве кодирующих единиц на оптически считываемой этикетке по изобретению. Кроме того, поскольку промежуток и направление центров многоугольников известны относительно смежных многоугольных ячеек, многоугольные кодирующие ячейки могут лежать на заданной решетке, а не на шестиугольной решетке, и многоугольники могут быть размещены в соприкосновении, с частичным соприкосновением или даже без соприкосновения на оптически считываемой этикетке.

Как будет показано более подробно далее, нелинейная технология картирования, в частности, технология картирования стандартного отклонения, описанная здесь в отношении предпочтительного варианта, облегчает реконструкцию пропущенных переходов или кромок между многоугольными ячейками со схожими оптическими характеристиками. Более того, один и тот же признак может позволить преодолеть утрату переходов между многоугольниками и промежуточные интервалы между многоугольниками со схожими оптическими характеристиками. Это ситуация, когда конфигурации этикеток, содержащие частично соприкасающиеся или несоприкасающиеся многоугольники, используются на практике. Этот признак осуществляется с помощью последующего быстрого преобразования Фурье, фильтрации и обратного быстрого преобразования Фурье.

За счет применения, необязательной технологии в предпочтительном варианте изобретения можно уменьшить количество вычисления, необходимых для выработки карты стандартных отклонений. Нормально для вычисления суммы девяти элементов изображения в блоке 3x3 элемента изображения потребовалось бы восемь операций сложения. Это можно сократить вдвое за счет замены каждого элемента изображения самого изображения суммой его самого и элементов изображения влево и вправо от него. Для этого потребуется два сложения на элемент изображения. Затем та же операция выполняется на новом изображении, исключая сумму, подсчитанную для элементов изображения непосредственно выше и ниже. Для этого потребуется еще два сложения, доводя общее число сложений до четырех. Можно показать, что в конце этих этапов каждый элемент изображения заменен суммой его самого и его восьми непосредственных соседей.

Картирование стандартного отклонения является необходимой технологией для создания этой карты шестиугольников, соответствующей первоначальной решетке данных, но только с пропусками переходов между первоначальными шестиугольниками одного и того же цвета.

#### ii) Кадрирование.

Следующая подпрограмма, называемая кадрированием является необязательной. Кадрирование использовалось на практике применения изобретения для снижения яркости границ, которые не связаны с контурами шестиугольника. Эти границы возникают в двух точках: кольца мишени и неконтролируемое изображение, окружающее этикетку. Функция взвешивания используется для снижения яркости этих областей. Подробности, того, как использовать кадрирование в качестве предкурсора к быстрому преобразованию Фурье находится в компетенции специалиста.

iii) Двумерное быстрое преобразование Фурье. Двумерное быстрое преобразование Фурье цифровых величин соответствующих (необязательно) кадрированной карте стандартного отклонения, выполняют затем под контролем коммерчески доступных записанных программ. Во время работы компьютер осуществляет быстрое преобразование Фурье изображения, выработанное на предыдущем этапе для выдачи двумерного представления размещения, направления и яркости границ перехода контрастирующих шестиугольников, опознанных на этапе картирования стандартного отклонения. Попросту говоря, быстрое преобразование Фурье является мерой размещения, направления и яркости

каемок между шестиугольниками, когда они известны. Таким образом, регулярное размещение и направленность границ шестиугольников позволит приобрести определенным точкам в области преобразования высокий энергетический уровень. Самой яркой точкой будет 0.0 в плоскости преобразования, соответствующей составляющей постоянного тока в изображении. Шесть точек, окружающих центральную точку, представляют размещение, направление и яркость каемок между шестиугольниками.

Специалисту в данной области понятно, что в отношении шестиугольников двумерное представление промежутка, направления и яркости границ раздела контрастирующих многоугольников, распознанных на предшествующем этапе картирования стандартного отклонения, может быть вычислено за счет проведения быстрого преобразования Фурье цифровых данных, соответствующих измеренному изображению этикетки. Таким образом, промежуток и направленность границ многоугольника приведет к тому, что некоторые точки в области преобразования будут иметь высокую энергию. Количество точек с высокой энергией, окружающих центральную точку в координатах 0.0 плоскости преобразования, будет зависеть от геометрии конкретной многоугольной кодирующей ячейки, используемой при изготовлении оптически считываемой этикетки. Что касается шестиугольников, однако, такие точки, окружающие центральную точку, будут представлять разброс, направление и яркость кромок между многоугольниками или кромки между многоугольниками и промежуточные интервалы, если конфигурация этикетки является, либо частично соприкасающейся, либо не соприкасающейся.

Поскольку изображение является реальной (а не комплексной) величиной, область преобразования является точкой, симметричной относительно начала координат. Таким образом, только половина плоскости области преобразования должна вычисляться, за счет чего экономится почти половина машинного времени. Исключение этих вычислений также позволяет снизить количество попыток, необходимых при последующем фильтровании изображения и инверсных шагах быстрого преобразования Фурье. Программа быстрого преобразования Фурье, используемая в связи с иллюстративным примером статической системы с фиксированным фокусом, была доступной подпрограммой "R2DFFT" из пакета программ 87 "FFT-2" фирмы Майкроуэй, Инк., Кингстон, шт. Массачусетс.

#### (iv) Фильтрация изображения.

Далее необходим процесс фильтрации для реконструкции полной схемы всех шестиугольников в области изображения, используя преобразованные цифровые данные. Это можно произвести за счет исключения любых точек области преобразования, которые не соответствуют заданному размещению и направлению границ шестиугольников, идентифицированных на шаге картирования стандартного отклонения. Шесть замечательных точек в области преобразования возникают из-за шестиугольной сотовой конструкции этикетки. В области преобразования реально идентифицированы только три точки, потому что изображение является симметричным по точкам относительно начала координат, а вторые три точки могут подразумеваться из первых трех. В предпочтительном варианте фильтрация осуществляется в три этапа для исключения переходов от шага картирования стандартного отклонения, которые являются слишком разнесенными, слишком близкими и/или в неправильном направлении.

Во-первых, производят высокочастотное фильтрование за счет сброса на ноль всех точек в пределах заданной окружности вокруг начала координат области преобразования, но на некотором расстоянии наружу от начала координат, недостаточном для шести замечательных точек, расположенных в форме шестиугольника в графической области преобразования. Эти точки соответствуют промежуткам большим, чем промежутки шестиугольников и поэтому несут информацию, имеющую отношение к пропущенным переходам в изображении этикетки. Для воссоздания пропущенных переходов в изображении этикетки необходимо исключить информацию о пропущенных переходах в области преобразования Фурье.

Затем все точки снаружи определенного радиуса помимо шести замечательных то-

чек в области преобразования обнуляются. Это соответствует ложным переходам, которые располагаются слишком близко вместе. Эта операция комбинируется с первой для образования кольца из оставшихся точек. Создание этого кольца эквивалентно осуществлению пространственного полосового фильтрации. Внутренний и наружный радиусы кольца определяются предполагаемым разбросом контуров шестиугольников. Поскольку "диаметр" шестиугольника предположительно должен составлять 5 элементов изображения в описываемом примере, а для длины преобразования в 256 элементов изображения вершины шестиугольника в области преобразования окажутся в  $256/5 = 51.2$  элементах изображения от центра. Соответственно использовалось кольцо с внутренним радиусом в 45 элементов изображения, и наружным радиусом 80 элементов изображения, что соответствует диаметрам шестиугольника от 3.5 до 5.69 элементов изображения. Фильтр с преимуществом для пропускания частот более высокого порядка использовался потому, что деформация этикетки типа коробления и перекоса вызывают усадку изображения.

После выполнения пространственного полосового фильтрации, описанного выше, существует кольцо с шестью замечательными точками, причем каждая точка имеет равное угловое расположение относительно центра (точка 0.0) области преобразования. Для завершения задания по отклонению ненужной информации в области преобразования применяют этап направленного фильтрации. Любая точка на слишком большом угловом расстоянии от замечательных областей в области преобразования, обнуляется. Это приводит к тому, что в области изображения удаляются любые каемки, которые не возникают в одном из трех направлений, диктуемых шестиугольной сотовой наклонной структурой.

Для проведения направленного фильтрации необходимо отыскать наиболее замечательные точки, остающиеся после пространственного полосового фильтрации. Предположительно эта точка является одной из шести замечательных точек области и преобразования, похожих на вершины шестиугольника. Пять других замечательных точек на том же радиусе от центра и с угловым размещением множителей под  $60^\circ$  также являются очевидными в области преобразования. Поэтому все другие точки с угловым расстоянием больше, чем  $10^\circ$  от любой из этих точек, устраняются. Шесть кромок кольца остаются. За счет этого шага направленного фильтрации любая информация о неправильном размещении или направлении области изображения устраняется. Устранение этой неправильно размещенной информации позволяет восстановить полный рисунок каждого шестиугольника в области преобразования.

Предшествующие обсуждения схемы фильтрации, использованной для предпочтительного варианта этикетки, содержащей соприкасающиеся шестиугольники, требовало модификации, когда использовались различные заданные двумерные решетки для оптически считываемой этикетки. Тем не менее, необходимо отметить, что для специалиста в данной области достаточны лишь небольшие изменения схемы фильтрации, чтобы приспособиться к различным конфигурациям этикетки, о которых говорилось выше и которые показаны на сопроводительных рисунках.

Как только подумают об индивидуальных кодирующих ячейках, предопределяется, что их соответствующие границы будут иметь определенные угловые положения и заданное число сторон данной длины. Затем необходимо определить соотношение смежных многоугольников, например, являются ли они соприкасающимися, частично соприкасающимися или не соприкасающимися. Также необходимо установить геометрическую решетку, на которой будут располагаться геометрические центры многоугольников. Поскольку оговоренная геометрия этикетки является предопределенной, специалисту в данной области по силам создать соответствующую схему фильтрации для фильтрации энергетических точек в области преобразования, так что только самые яркие точки, соответствующие нужному разному и направлению границ многоугольников, обрабатывают при быстром преобразовании Фурье в виде подпрограммы.

Относительно действительных сделанных фильтров необходимо уяснить, что необ-



ходимо сделать соответствующим образом вымеренный пространственный полосовой фильтр, основанный на заданном диаметре многоугольных кодирующих ячеек. Затем желательно сделать направленный фильтр для фильтрации точек энергии, отличной от самых замечательных точек, соответствующих вершинам многоугольных кодирующих ячеек. За счет этого устраняется любая информация, касающаяся неправильного разнесения или направления многоугольных кодирующих ячеек в области изображения и промежуточных интервалов, если таковые имеются. За счет устранения такой неправильной информации создается полная картина многоугольных кодирующих ячеек в области изображения. Затем цифровые данные готовы для обратного быстрого преобразования Фурье в соответствии с описываемыми ниже этапами процесса.

v) Обратное быстрое преобразование Фурье

Для действительного возврата в область изображения, восстанавливая тем самым рисунок изображения соприкасающихся шестиугольников решетки данных, желательно выполнить двумерное обратное быстрое преобразование Фурье (2D-IFFT) над фильтрованными данными области преобразования. Обратное преобразование осуществляется с помощью стандартной подпрограммы двумерного обратного преобразования Фурье (R2DIFT), имеющейся в упаковке 87FFT-2 фирмы Майкроуэй, Инк., Кингстон, шт. Массачусетс. По завершении этапа обратного преобразования картина каждого шестиугольника восстанавливается в области изображения. В новом изображении центры шестиугольников имеют высокое значение. Действительное значение пятен в центрах шестиугольников зависит от того, как много кромок было по соседству. Большее количество кромок приводит к большей энергии на позволенных частотах и, следовательно, к точкам с высоким значением. Меньшее количество кромок приводит к точкам с более низким значением. Значение точек является хорошей мерой доверительного уровня при синхронном восстановлении в любой данной точке.

e) Определение главной оси.

Шестиугольное изображение теперь воссоздано, но необходимо определить его ориентацию.

Шестиугольная сотовая структура по изобретению имеет три "оси", разнесенные на 60 градусов. Направление этих осей устанавливается по самой яркой точке в области преобразования после пространственной полосовой фильтрации. Теперь имеется возможность удостовериться, какая из этих трех осей является главной осью. Этот шаг является необязательным. Если этот шаг не выполняют, этикетка должна декодироваться три раза, используя каждую из трех осей, причем только одна ось позволяет выдать значимое сообщение. Главная ось выбирается произвольно как ось, которая проходит параллельно двум сторонам этикетки, как описано выше и показано на фиг. 2.

Если границы квадратной этикетки определяют на основании знаний о главной оси, тогда большая часть энергии в восстановленной шестиугольной структуре окажется внутри этих границ квадрата.

Для определения главной оси каждая из трех осей предполагается главной. Последующий рисунок квадратной этикетки определяют для каждой испытываемой оси, а общая энергия задающей структуры восстановления, являющаяся внутренней для этого квадрата, определяется из выходных цифровых энергетических данных от подпрограммы обратного преобразования. Правильное испытание характеризуется наибольшей энергией. Затем угол этой главной оси записывают для этапа инициализации и других поисковых операций. В связи с этим еще не известно, находится ли записанный угол в правильном направлении или под  $180^\circ$  от правильного направления.

Необходимо отметить, что нет необходимости определить все три области этикетки, поскольку энергия в областях, общая для трех квадратов, не должна определяться.

f) Поиск.

Записанная программа под названием "SEARCH.C" 80, обозначенная на фиг. 10, комбинирует преобразованную и регенерированную информацию о центре с записанными

уровнями яркости первоначального изображения, так чтобы можно было определить величину уровня серого цвета каждого шестиугольника. Поиск осуществляется так, чтобы минимизировать возможности "потерь" при поиске. Конечным результатом является получение матрицы величины уровня серого цвета для каждого шестиугольника решетки данных. Во время первой части программы SEARCH.C создаются четыре важные информационные массивы, массив CVAL (задающая величина) хранит меру качества восстановленного синхронизирующего сигнала для каждого шестиугольника, тогда как массив GVAL позволяет запомнить величину (0 до 63) уровня серого цвета в центре каждого шестиугольника. Оставшиеся массивы IVAL и JVAL позволяют запоминать расположения ряда и столбца центра каждого шестиугольника.

i) Этапы инициализации.

На основании угла главной оси, определенного на этапе (е), и известного размещения шестиугольников (5 элементов изображения) в примере, предполагаемые горизонтальное и вертикальное смещения от центра одного шестиугольника к центрам окружающих шести шестиугольников могут быть вычислены с помощью компьютера.

Вслед за этими вычислениями программа SEARCH.C воздействует на задающий сигнал восстановления, полученный из памяти, и пересчитанное изображение этикетки, также полученный из памяти. Основная цель подпрограммы инициализации, является слияние и конденсация информации от этих двух источников и генерирование матрицы данных, обеспечивающей наличие величины шкалы серого цвета для каждого шестиугольника.

Шаг инициализации поиска ограничен квадратом вокруг центра этикетки со стороной около 1/3 дюйма. В пределах этой области хорошей начальной точкой является точка с наивысшей величиной, которая находится в восстановленной решетке задающего сигнала. Затем определяют расположение этой начальной точки относительно центра этикетки. Эта начальная точка является точкой, где задающий сигнал является мощным и различимым, а также точка, находящаяся относительно близко к центру этикетки. Мощный различимый сигнал необходим для гарантии того, что поиск начнется с действующего центра шестиугольника, и желательно, чтобы точка была близка к центру этикетки, так чтобы ее абсолютное расположение могло быть определено без серьезного влияния скручивания или перекоса. Мерой качества точки в структуре восстановления синхронизации является величина точки плюс величина окружающих ее восьми точек. Прямоугольные координаты начальной точки преобразуются в полярную форму, полярные координаты регулируют относительно предварительно определенного угла главной оси, и этот результат преобразуют обратно в прямоугольную форму. Эти координаты масштабируют в соответствии с предполагаемым размещением рядов (4,5 элементов изображения) и расположением столбцов (5 элементов изображения), приходящих в положение ввода на матрице шестиугольника. Качества синхронизации, уровня серого цвета и размещения, соответствующей начальному шестиугольнику, вводят затем в соответствующие решетки CVAL, GVAL, IVAL, JVAL.

ii) Главный поисковый цикл.

Главный поисковый цикл осуществляет определение местонахождения центров остальных шестиугольников. Цикл заканчивается, когда найдено предполагаемое количество шестиугольников. Порядок поиска центров шестиугольников является чрезвычайно важным. Повышенная надежность процесса декодирования перед лицом ухудшения этикетки исходит от конкретной применяемой технологии поиска, описываемой ниже.

Каждая итерация поискового цикла начинается с выборки местонахождения точки восстановления синхронизации наибольшей величины, соседи которой не отыскивались из-за их сильнейших величин. От этой известной точки поиск будет продолжен на один шестиугольник в каждом из шести направлений. Эффект заключается в возведении поисковой структуры вдоль траектории от лучшего к худшему качеству восстановленной синхронизации. Таким образом, если имеется слабая область восстановленной синхрониза-

ции, например, в центре этикетки или в стертой области, алгоритм поиска обходит ее, а не следует через нее. За счет обхода этих слабых площадей и сохранения их напоследок сильно снижают возможность потерь, и сохранения их напоследок сильно снижают возможность потерь на сетке. Поскольку потери также плохи, как и неправильное считывание уровня серого цвета, эта особенность алгоритма поиска является очень мощной.

Подпрограмма отвечает за поиск соседей самого лучшего качества величины синхронизации в главном цикле. Подпрограмма идет шесть раз по одному на каждого шестиугольного соседа рассматриваемого шестиугольника. Сначала вычисляют расположение соседа. Если этот сосед находится вне границы этикетки, циклическая итерация прекращается. Если нет, соседа проверяют, чтобы посмотреть, не был ли он уже отыскан с другого направления. Циклическая итерация закончится, если соседа искали, поскольку алгоритм делает более ранние поиски более надежными, чем более поздние. Если сосед остается вне этого теста, вычисляют предполагаемое расположение центра соседа в структуре восстановления синхронизации. В этом месте осуществляют градиентный поиск сигнала синхронизации наибольшей величины. Перебирают восемь элементов изображения, окружающих восстановленное положение для того, чтобы посмотреть, найдена ли более высокая величина синхронизации. Если найдена, тогда лучшая соседняя точка имеет восемь проверенных соседей для проверки: нет ли еще лучшей величины. Этот градиентный перебор обеспечивает степень адаптации, которая является крайне необходимой, если требуется считывать скрученные или покосившиеся этикетки. Затем подпрограмма идет к следующему соседу или возвращается, когда проверены все соседи.

Как отмечено выше шагом (d), в результате процессов преобразования данных воссозданное изображение этикетки несет теперь информацию, относящуюся к геометрическим центрам многоугольных кодирующих ячеек. Многоугольник, у которых больше кромок, то есть переходов выявлено, будут иметь в центрах больше энергии. Центры будут лежать на предопределенной двумерной решетке, имеющей заданное количество равно- или не равно разнесенных осей в зависимости от обстоятельств. Информация, относящаяся к пространственному соотношению осей заданной двумерной решетки, может по желанию использоваться на этапе ориентации главной оси.

Однако необходимо отметить, что алгоритм может соответствующим образом модифицироваться так, чтобы процесс декодирования определял действительную геометрию двумерной решетки, а из этого определения следует в сторону определения схемы фильтрации, так называемой главной оси этикетки (то есть, оси двумерной решетки, которая параллельно двум сторонам квадратной оптически считываемой этикетки, описываемой здесь) и обеспечивает необходимые координаты для поисковой подпрограммы.

Независимо от того, определена ли геометрия этикетки таким необязательным шагом, как описанный выше, или просто введена в процесс декодирования посредством соответствующих модификаций двумерного процесса синхронизации восстановления, множество конфигураций этикетки, описанных и показанных здесь, может быть легко приспособлено специалистом в данной области. Необходимо отметить, что количество осей, по которым располагаются центры отдельных смежных многоугольных кодирующих ячеек, и их соответствующая ориентация, может быть подставлено в этап определения главной оси для всех трех осей шестиугольной решетки в предпочтительном варианте. Поэтому главная ось заданной двумерной решетки может быть определена без выполнения проверки и анализа погрешности, описанных выше на этапе (e).

Что касается шестиугольной решетки предпочтительного варианта, то информация с этапа определения главной оси и известное разнесение многоугольников может быть использовано для вычисления предполагаемых горизонтального и вертикального смещений от центра одного многоугольника к центрам окружающих многоугольников. Вслед за этими вычислениями и после осуществления необходимых регулировок подпрограммы перебора, перебор, включая этап инициализации, и этап главного цикла перебора могут производиться для конфигурации конкретной этикетки, которая применяется в данном случае.

Необходимо отметить, что такие незначительные регулировки программы перебора SEARCH.C 80 в прилагаемом списке исходных кодов в пределах компетенции специалиста средней руки в данной области.

После завершения подпрограммы, отмечают текущее местонахождение центра, чтобы его снова не перебирать. Эффект заключается в том, что это местоположение включают в качестве кандидата, у которого соседи прошли перебор. Для каждой итерации цикла от 0 до 6 новых кандидатов добавляются и один кандидат исключается. При хороших средствах может использоваться структура данных, при которой кандидаты хранятся в порядке величин по мере осуществления операций ввода и исключения. Одна такая структура называется приоритетной очередью.

Известно, что для алгоритма линейного перебора требуется порядка  $n^2$  операций, тогда как при хорошо организованной приоритетной очереди, использующей сбалансированное дерево или неупорядоченную структуру, требуется порядка  $n \log n$  операций. Может использоваться также алгоритм перебора  $n$ -порядка, основанный на сортировке по группам, если величины восстановленной синхронизации масштабированы и понижены до небольшого диапазона целых чисел.

g) Выработка гистограммы и задание порога.

После окончания главного цикла перебора определяются местонахождения центров всех шестиугольников, и величины серого цвета всех шестиугольников, которые записаны, оказываются полностью заполненными. Следующим этапом является ограничение цифровых величин уровня серого цвета в диапазоне 0 до 63 дискретными уровнями, например, черным, серым и белым (для черной, белой и серой этикетки). Это осуществляется за счет построения гистограммы величин яркости изображения этикетки от центров шестиугольников. Квантованные уровни могут быть определены поиском провалов в гистограмме.

h) Грубая коррекция сетки и окончательная ориентация.

После ограничения дискретных уровней могут оказаться два искажения. Во-первых, решетка может оказаться вне центра. Это может произойти, если при начальном этапе перебора неправильно определено местоположение сигнала синхронизации наилучшего качества относительно центра этикетки. Вторая возможность заключается в том, что вся этикетка эффективно считывается сверху вниз, поскольку угол главной оси имеет двусмысленность в 180 градусов.

Записанная подпрограмма позволяет осуществлять функцию определения, смещена ли этикетка относительно центра. Если этикетка расположена правильно, координаты ряда центра должны проходить через центр этикетки. Для определения сделана ли ошибка вертикального расположения, ряды над гипотетическим центральным рядом проверяются, чтобы посмотреть какие из них образуют линию, проходящую ближе всего к центру этикетки. Если ряд над или под является ближе, чем гипотетический центральный ряд, то производят соответствующий сдвиг вверх или вниз. Если левое выпрямление коротких рядов было сделано неправильно, это регулируется за счет сдвига коротких рядов на одно положение вправо.

Ошибки горизонтального расположения и считывание кверху ногами проверяются с использованием информации, введенной в этикетку и известной как информация грубой сетки. Информация распределяется в наборы 3x3 ячейки шестиугольников, как описано было выше. Поскольку этикетка может быть, например, с сеткой 33 ряда на 30 столбцов, эти наборы образуют сетку 11 на 10. Нижний центральный шестиугольник из каждого полного набора 3x3 ячейки имеет особое свойство, которое закладывается во время кодирования. Имеется гарантированная передача с любой стороны этого шестиугольника, о чем ранее говорилось в связи с фиг. 4. Например, если нижний центральный шестиугольник является черным, нижний левый и нижний правый шестиугольники должны быть либо серыми, либо белыми. Записанная подпрограмма использует это преимущество свойства передачи для удаления окончательных двух возможных искажений. Сначала со-

здается решетка, где каждый элемент решетки указывает на то, произошел ли переход между двумя горизонтальными смежными шестиугольниками. Затем решетка проверяется на каждые 9 гипотетических скольжений грубой сетки, расположенной в структуре 3x3 вокруг предполагаемого скольжения 0. Одно из этих скольжений покажет лучшее согласование между действительным и предполагаемым переходами и это положение скольжения сохраняется. Затем проверяется та же самая гипотеза с предположением, что этикетка считана вверх ногами. Это произойдет, если угол главной оси действительно направлен справа налево относительно того, как была отпечатана этикетка, а не слева направо.

Если этикетка была просто перевернута, то есть верхние ряды поменялись местами с нижними, а верхние столбцы - с нижними столбцами, тогда также инвертируются результаты скольжений. Однако для правильного переворачивания этикетки необходимо произвести одно важное преобразование. Во время считывания коротких (длина 29) рядов левые проверяются, таким образом, когда этикетка переворачивается, эти этикетки должны правильно проверяться. Регулирование произведено и это именно та процедура, которая позволит сделать результаты гипотезы скольжения не простым переворачиванием. Фактически наилучшие результаты тестов со скольжением будут лучше, чем любые предшествовавшие тесты, если этикетка действительно была считана вверх ногами.

Определив, была ли считана этикетка вверх ногами и есть ли какое-либо проскальзывание в абсолютном местоположении, может быть закодирована матрица этикетки. При правильном определении изображения и скольжения завершаются функции обработки изображения и начинаются процессы декодирования данных.

#### 4. Декодирование.

Записанная программа "RD.LABEL.C", показанная на фиг. 9, позволяет считать файл, выработанный программой перебора, и вырабатывает файл последовательности битов, составляющий в предпочтительном варианте 1292 бита. При этом используется записанная подпрограмма CELL DEC.C с фиг. 9 маскирования неиспользуемых шестиугольников и для применения программы декодирования, являющейся инверсией программы кодирования.

Первым шагом в процессе декодирования является выработка последовательности битов из информации шестиугольников с использованием процесса картирования шестиугольник-бит, который является обратным процессу картирования бит-шестиугольник, используемому при операции кодирования.

Битовая (информационная) последовательность затем раздваивается программой на битовую последовательность сообщения высокого приоритета и битовую последовательность сообщения низкого приоритета или на столько битовых последовательностей, сколько использованы при кодировании этикетки.

Затем необходимо применить коррекцию погрешности к каждой битовой последовательности с использованием технологии кодирования погрешности, которая использовалась в процессе кодирования этикетки. Например, если применяется кодирование Рида-Соломона, при коррекции погрешности на битовой последовательности, выработанной программой перебора, генерируется выходной сигнал, который существует в том же формате, что и ранее описанный для кодирования входного файла. Коррекция погрешности может производиться в следующей последовательности:

1. Вычислить синдромы.
2. Вычислить многочлен искателя погрешности, используя алгоритм Берлекам-па-Мэсси.
3. Вычислить местонахождения погрешности с использованием перебора Чена.
4. Вычислить величины погрешности, используя алгоритм Форнея.

Последний шаг выполняют только в том случае, если детектировано исправляемое количество ошибок на шагах 2 и 3. Также вычисляют количество детектированных ошибок. Если детектировано неисправляемое количество ошибок или если ошибка располагается в значимой набивке (описанной выше), устанавливают флажок. Конкретная процеду-

ра кодирования погрешности, используемая в показанном примере, обозначена "ER-RDEC.C" на фиг. 9.

#### 5. Вывод.

При следовании багажа (при идентификации его местоположения на конвейере) сообщение высокого приоритета, указывающее на почтовый индекс места назначения, может использоваться для включения подходящих направляющих рычагов или конвейеров для направления багажа на соответствующий грузовик, самолет или багажный вагон, доставляющий багаж по его назначению.

Хотя изобретение может использоваться на конвейерно-отклоняющей системе, очевидно, что оно может применяться в большом диапазоне операций по сбору информации, обработке багажа и производства, в которых желательно считать этикетку на багаже, письме, детали, машине или аналогичном устройстве и заставить систему выполнить обработку багажа или производственную операцию, например, на предмете, имеющем этикетку. Изобретение позволяет произвести эти операции с высокой скоростью, высокой точностью, связанными с существенным количеством этикеточной информации, и даже защитить большую часть информации от потери из-за порывов этикетки или иных повреждений.

Как показано на фиг. 9, для периодического отображения декодированного сообщения на компьютерном терминале может использоваться программа "TEXTOUT.C".

### Формула изобретения

1. Устройство сканирования для декодирования оптически считываемой этикетки, содержащее блок освещения заданной зоны прохождения этикетки, блок формирования оптического изображения заданной зоны с установленной этикеткой, создания поразрядной карты, элементы которой соответствуют значениям яркостей отраженного от этикетки света, и возбуждения каждого элемента формируемого оптического изображения, а также блок декодирования поразрядной карты в электрические сигналы, связанный с выходом блока формирования оптического изображения, создания поразрядной карты и возбуждения каждого элемента, отличающееся тем, что блок декодирования выполнен в виде последовательно связанных блока двумерного восстановления сигнала тактовой синхронизации на оптической этикетке, блока обнаружения геометрических центров закодированных многоугольников этикетки при идентификации их оптических свойств и блока декодирования многоугольников при инвертировании процесса кодирования.

2. Устройство сканирования по п. 1, отличающееся тем, что блок двумерного восстановления сигнала тактовой синхронизации выполнен в виде последовательно соединенных блока нелинейного преобразования цифровых сигналов этикетки с идентификацией переходов оптических свойств между смежными многоугольниками, блока преобразования Фурье, двумерное представление которого соответствует направлению, протяженности и яркости полученных переходов, блока фильтрации преобразованных цифровых сигналов с исключением неправильного направления и разнесением переходов оптических свойств и блока обратного преобразования Фурье, обеспечивающего восстановленный сигнал тактовой синхронизации.

3. Устройство сканирования по п. 2, отличающееся тем, что введен блок нормализации информации изображения на этикетке до заданных уровней для каждого оптического свойства, связанный с блоком формирования оптического изображения, создания поразрядной карты и возбуждения элементов.

4. Устройство сканирования по п. 2, отличающееся тем, что введен блок изменения масштаба изображения на этикетке с одинаковым горизонтальным и вертикальным увеличением, связанный с блоком формирования оптического изображения, создания поразрядной карты и возбуждения элементов.

5. Устройство сканирования по п. 2, отличающееся тем, что введен блок пороговой обработки и построения гистограмм, представляющих оптические свойства изоб-

ражения в каждом многоугольнике этикетки, связанный с блоком формирования оптического изображения, создания поразрядной карты и возбуждения элементов.

6. Устройство сканирования по п. 1, отличающееся тем, что блок обнаружения геометрических центров многоугольников этикетки выполнен с возможностью определения области с максимальной яркостью в заданной зоне восстановленного сигнала тактовой синхронизации и обеспечения непрерывного цикла поиска всего такого сигнала от области наибольшей яркости и при циклическом обходе каждой смежной области с очередной наибольшей яркостью, причем каждая из обнаруженных областей соответствует центру многоугольника.

7. Устройство сканирования по п. 1, отличающееся тем, что введен блок обнаружения зоны концентрических колец оптической этикетки при корреляционной обработке входных сигналов и сигнала заданной частоты.

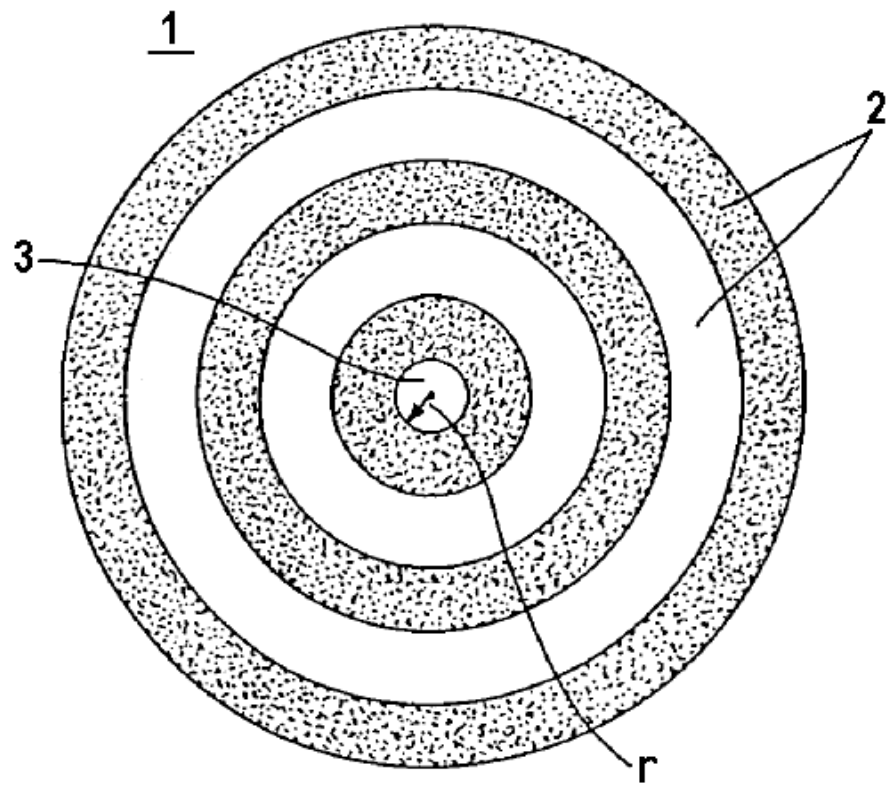
8. Устройство сканирования по п. 1, отличающееся тем, что блок формирования оптического изображения, создания поразрядной карты и возбуждения элементов выполнен с возможностью фильтрации аналоговых сигналов, соответствующих значениям яркости света, при определении наличия концентрических колец и оптической этикетки в заданной зоне.

9. Оптически считываемая этикетка, содержащая информационно-кодированные многоугольники, причем геометрические центры смежных многоугольников расположены в вершинах заданной двумерной решетки и многоугольники имеют одно, по меньшей мере, из двух оптических свойств, отличающаяся тем, что многоугольники имеют три, пять или более сторон, расположены смежно или частично смежно, и выполнена с концентрическими кольцами в зоне, отделенной от зоны с многоугольниками, а каждое концентрическое кольцо имеет одно, по меньшей мере, из двух оптических свойств в чередующейся последовательности.

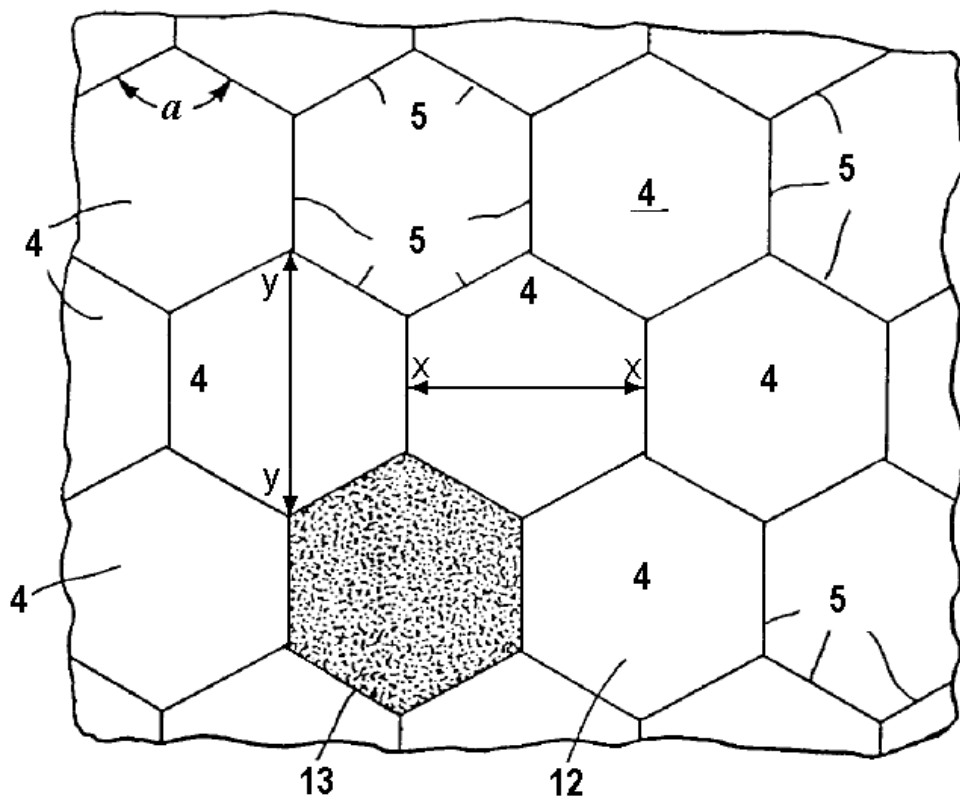
10. Оптически считываемая этикетка по п. 9, отличающаяся тем, что многоугольники являются правильными шестиугольниками, а двумерная решетка является правильной шестиугольной решеткой.

11. Оптически считываемая этикетка по п. 9, отличающаяся тем, что концентрические кольца размещены по центру этикетки.

12. Оптически считываемая этикетка по п. 9, отличающаяся тем, что оптические свойства характеризуют черный, белый и серый цвета.

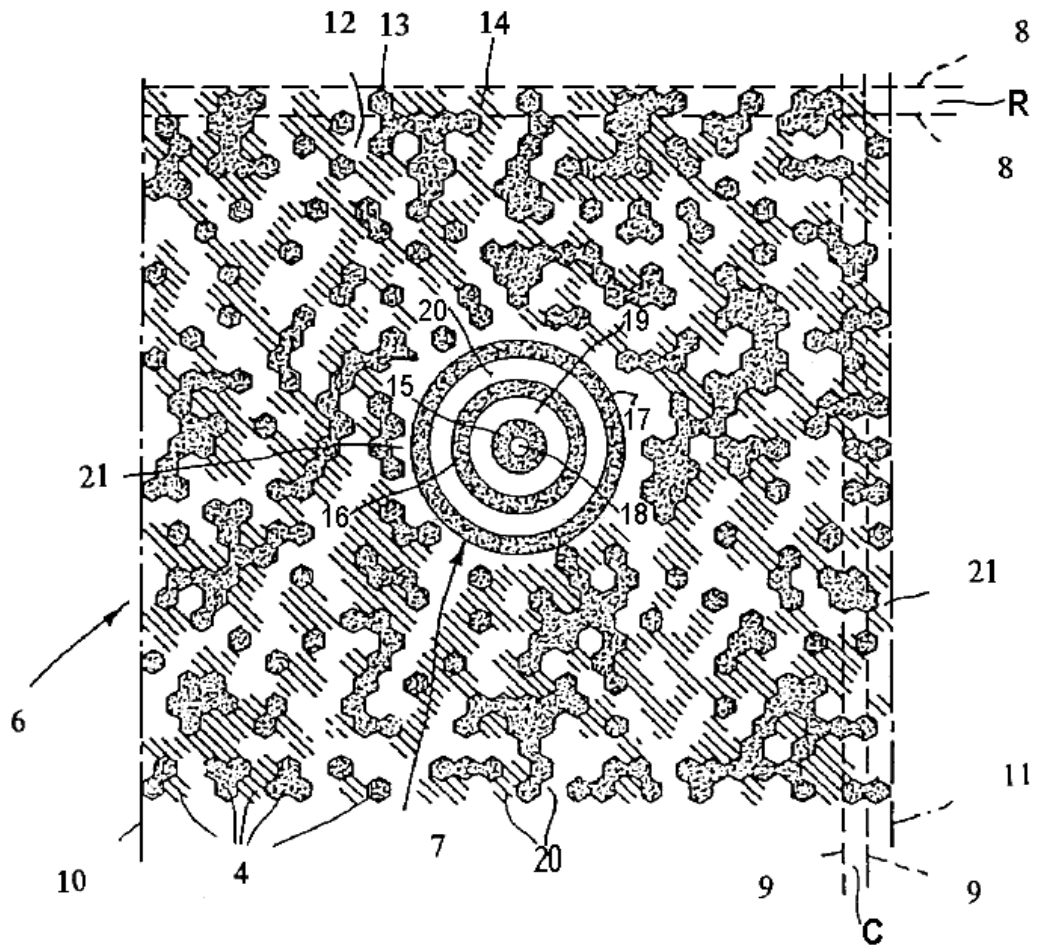


Фиг. 1

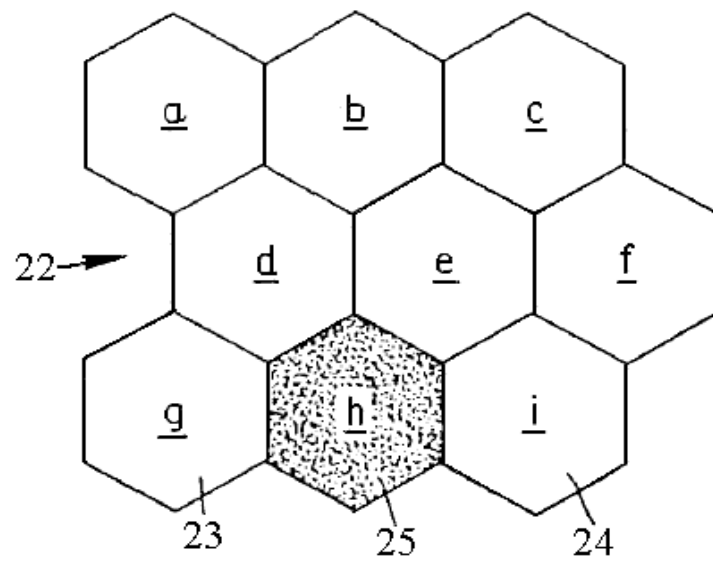


Фиг. 2





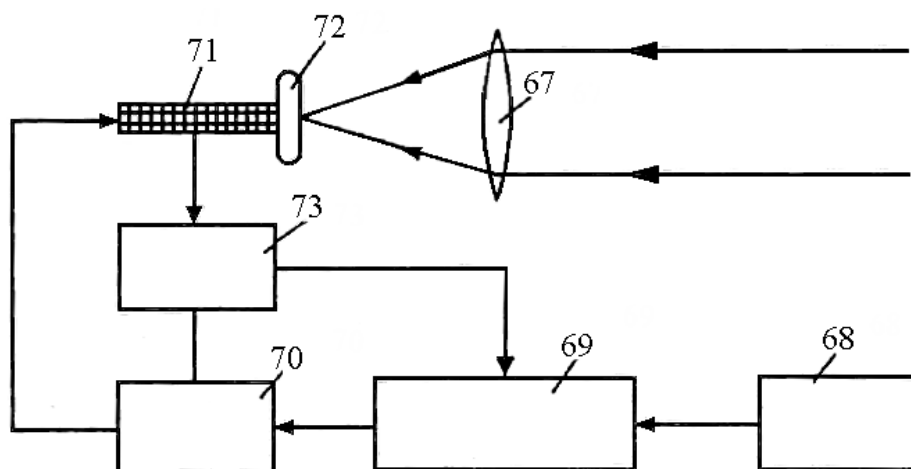
Фиг. 3



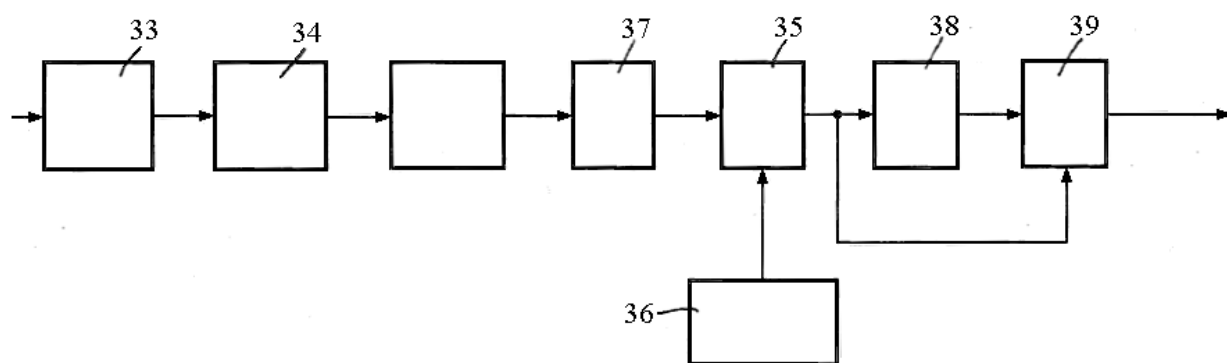
Фиг. 4

33	G	W	G	W	G	B	B	B	W	W	B	B	W	B	G	W	W	B	G	W	W	G	W	W	B	W			
32	W	G	B	W	W	G	B	W	B	B	G	G	B	G	B	G	B	W	B	B	G	B	G	B	G	X			
31	B	G	B	W	G	B	G	W	B	G	W	G	G	W	B	G	W	B	G	B	W	B	B	G	B	B			
30	G	B	W	B	W	W	G	G	B	W	B	B	B	W	B	B	B	G	B	W	W	G	B	W	B	G	X		
29	B	B	B	W	G	W	W	B	W	G	G	B	W	B	G	B	G	W	G	B	W	G	B	B	B	W	G	W	
28	G	W	B	G	W	B	B	W	B	W	B	W	G	G	W	G	B	G	W	B	G	B	B	W	B	X			
27	W	W	B	G	W	W	G	B	G	B	W	B	B	B	B	G	G	G	B	B	B	B	W	W	G	G	B	B	
26	B	G	G	B	W	W	W	B	W	B	W	G	B	B	B	B	G	W	W	G	W	G	G	W	G	W	B	X	
25	W	B	G	W	G	W	B	G	B	G	B	W	G	G	W	G	G	W	B	W	B	G	W	B	B	W			
24	W	B	B	W	B	G	W	G	G	B	W	W	W	G	G	B	G	W	G	G	W	G	G	B	G	W	B	X	
23	W	G	B	B	B	W	B	B	W	W	W	B	B	G	B	G	B	B	B	G	B	W	G	B	G	W			
22	B	G	B	B	G	W	B	G	W	B	G	X	X	X	X	X	W	B	G	B	W	G	B	W	B	W	G	X	
21	B	G	W	W	G	W	B	G	B	W	W	X	X	X	X	X	W	W	W	G	W	G	G	B	B	B	B		
20	G	W	B	G	B	E	G	B	G	W	B	X	X	X	X	X	X	W	W	G	G	B	G	B	B	X	X		
19	G	W	B	W	E	G	B	W	X	X	X	X	X	X	X	X	X	W	X	W	B	G	W	G	B	W	G		
18	G	G	W	B	B	W	W	G	W	X	X	X	X	X	X	X	X	W	W	B	W	B	W	G	W	B	X		
17	B	G	W	B	B	W	B	W	E	X	X	X	X	X	X	X	X	W	W	G	B	G	W	B	W	W			
16	G	W	G	G	B	W	B	G	E	X	X	X	X	X	X	X	X	G	W	B	W	B	W	E	W	G	X		
15	W	G	G	B	G	E	W	W	X	X	X	X	X	X	X	X	X	W	W	W	B	B	W	G	W	W			
14	W	B	B	W	G	B	W	W	E	X	X	X	X	X	X	X	X	B	W	B	W	B	W	W	G	W	X		
13	G	W	B	B	G	W	B	W	W	W	X	X	X	X	X	X	X	G	W	B	G	W	W	G	B	W	W		
12	W	G	W	B	B	B	W	B	W	W	G	G	X	X	X	G	W	G	W	E	B	B	B	B	W	G	G	X	
11	W	W	G	W	B	G	W	B	W	G	B	W	B	W	G	G	B	W	W	W	B	B	G	B	W	B	G		
10	B	G	W	W	G	W	G	B	W	B	W	W	W	B	W	B	W	G	B	W	G	B	W	G	B	W	B	X	
9	B	B	G	G	G	W	G	B	B	E	B	W	B	B	B	B	B	B	W	W	W	B	G	G	W				
8	W	B	G	G	G	B	G	W	B	W	G	G	G	B	W	B	W	G	B	W	G	G	B	G	G	W	B	X	
7	B	G	B	W	B	W	B	W	B	W	G	W	G	B	W	W	G	B	W	W	G	W	W	G	B	B	B	G	
6	W	W	G	B	W	G	G	W	B	B	W	B	G	B	B	B	G	W	G	B	W	G	W	W	G	W	B	X	
5	G	W	B	W	G	B	G	W	W	G	W	G	B	W	B	W	B	W	W	G	B	W	W	B	G	G	W	W	
4	B	G	W	B	W	G	B	W	G	B	G	B	W	W	G	B	B	G	W	B	G	W	B	G	W	B	B	X	
3	G	B	W	W	B	G	W	B	W	B	B	B	W	B	G	B	B	W	B	B	G	G	B	B	W	W	G	G	W
2	B	W	G	G	B	G	W	B	W	G	W	B	B	B	G	G	W	B	G	W	W	W	W	G	G	G	W	X	
1	B	G	B	B	W	B	G	W	G	G	B	G	G	B	W	W	B	G	B	G	B	G	B	G	G	W	G	W	W
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29														
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30														

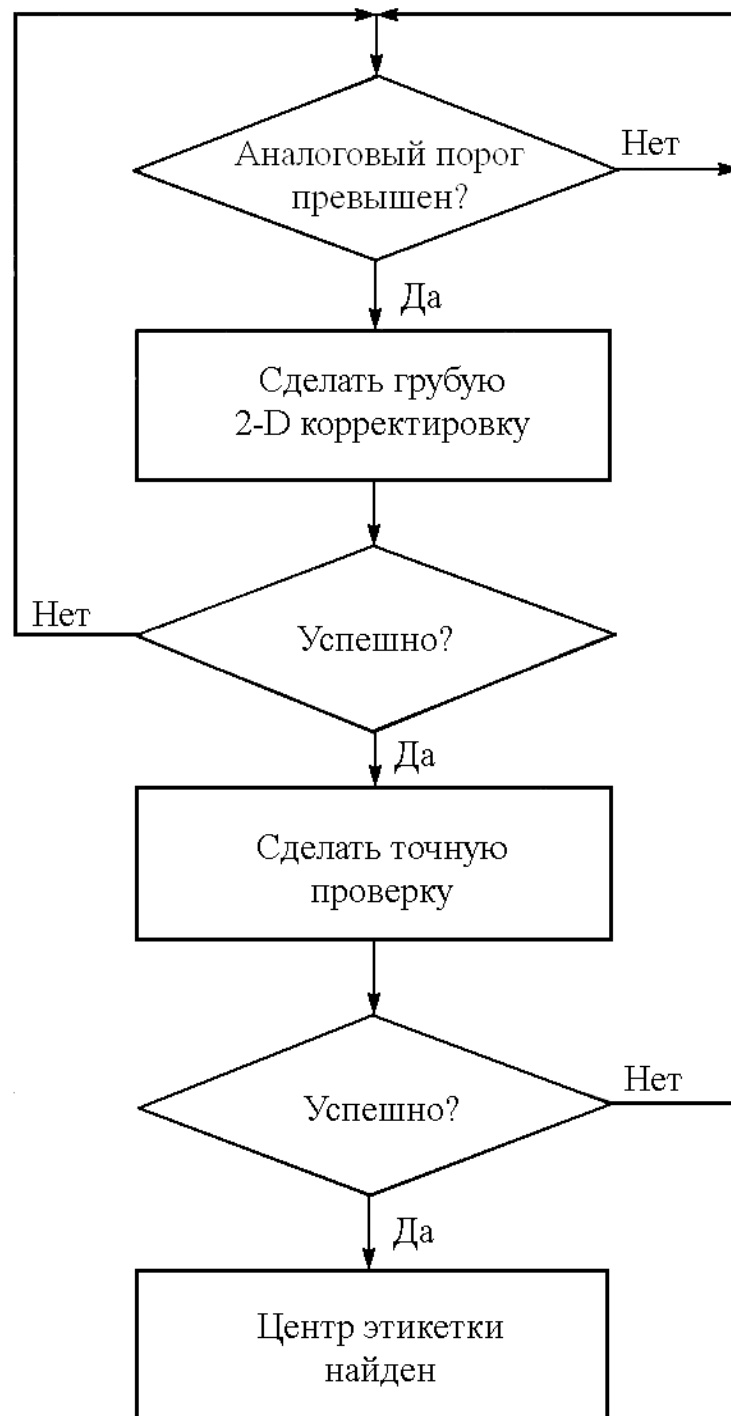
Фиг. 5



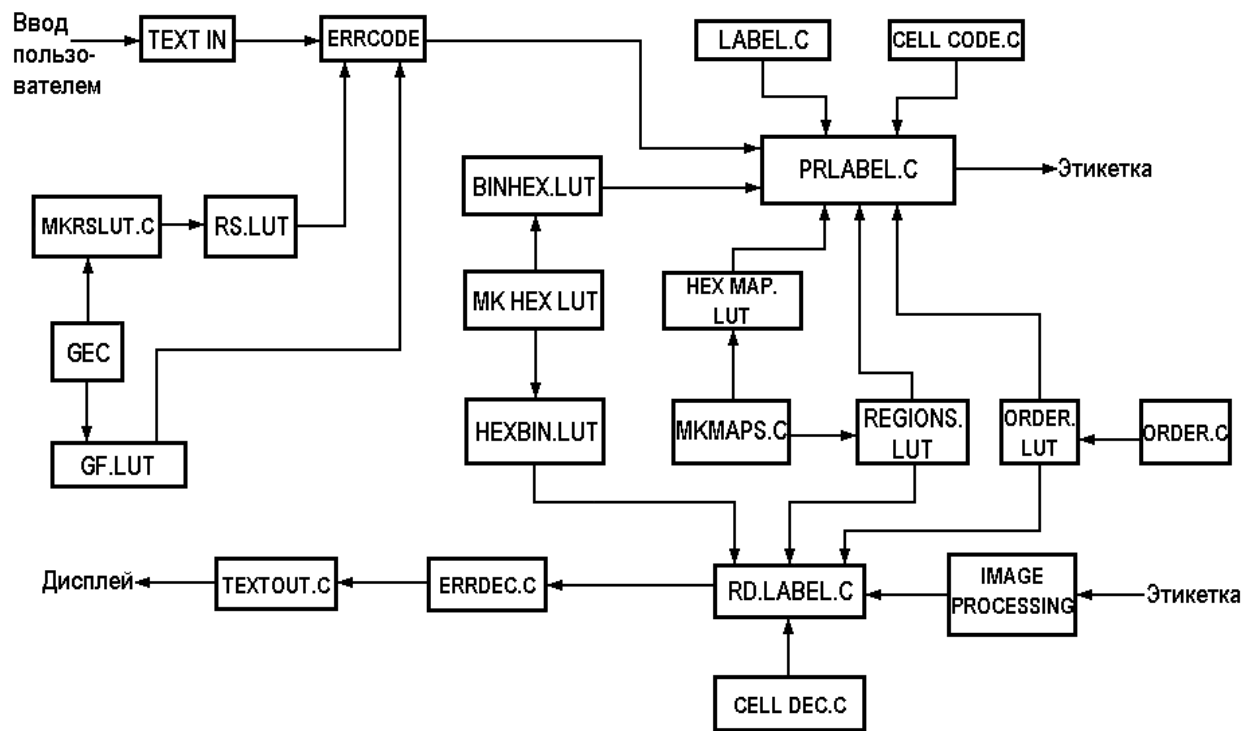
Фиг. 6



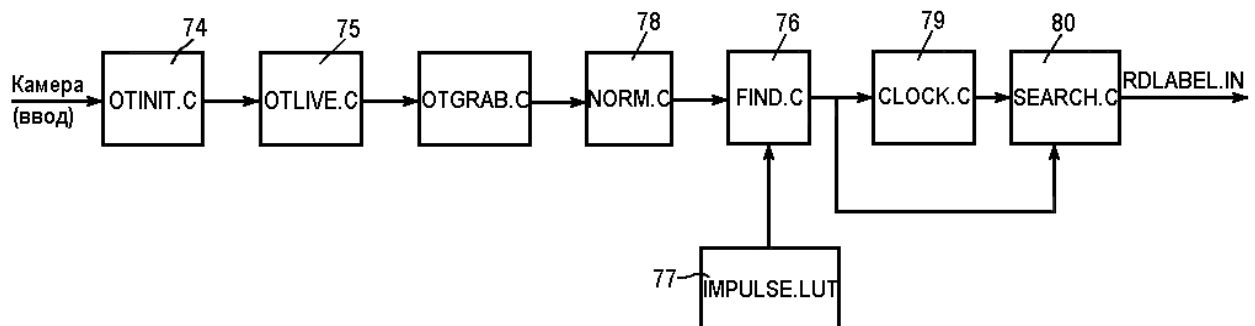
Фиг. 7



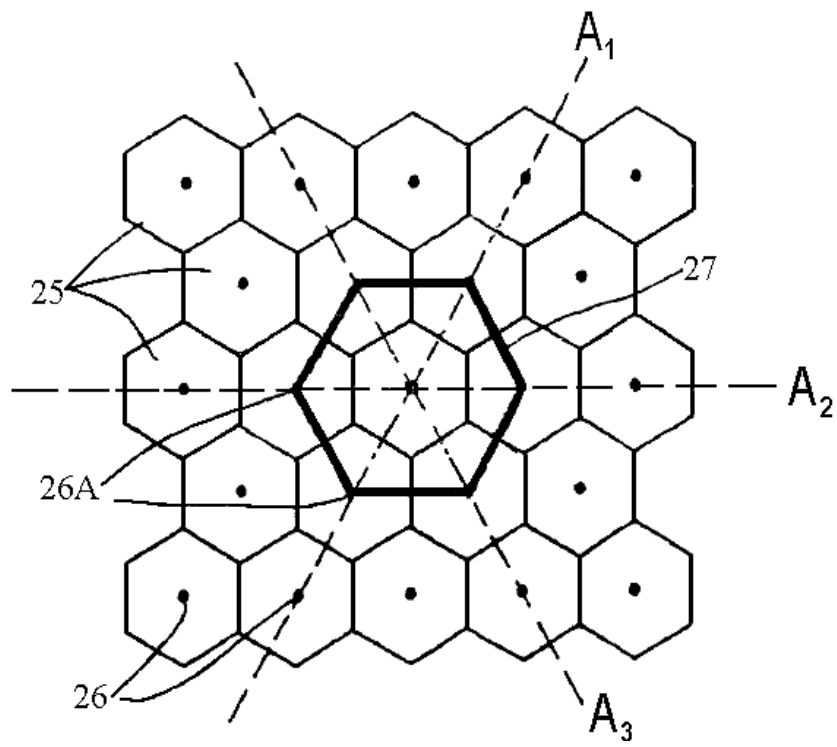
Фиг. 8



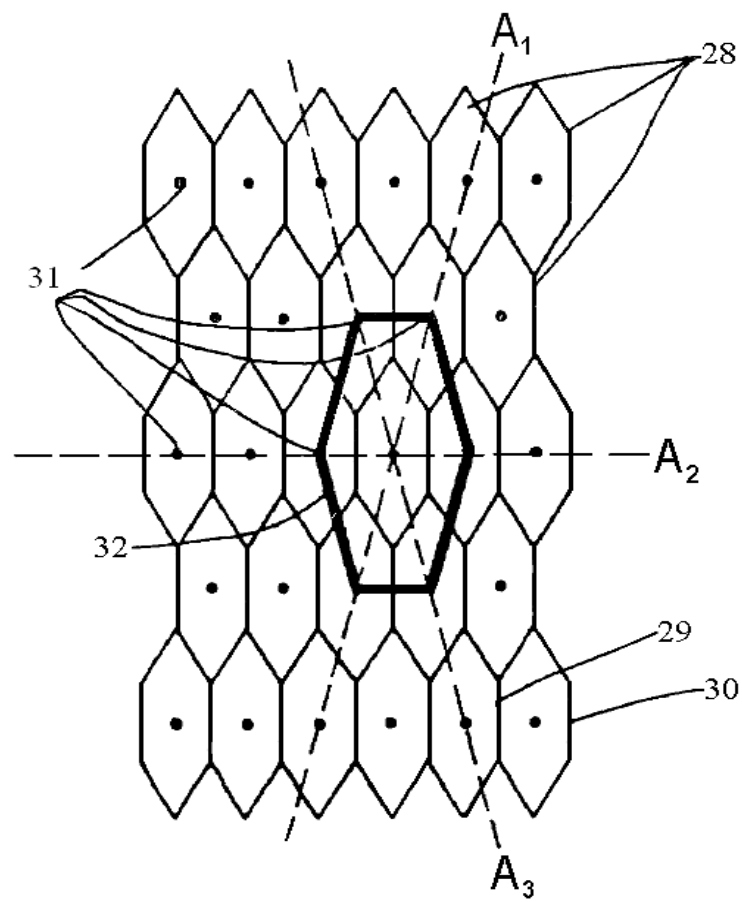
Фиг. 9



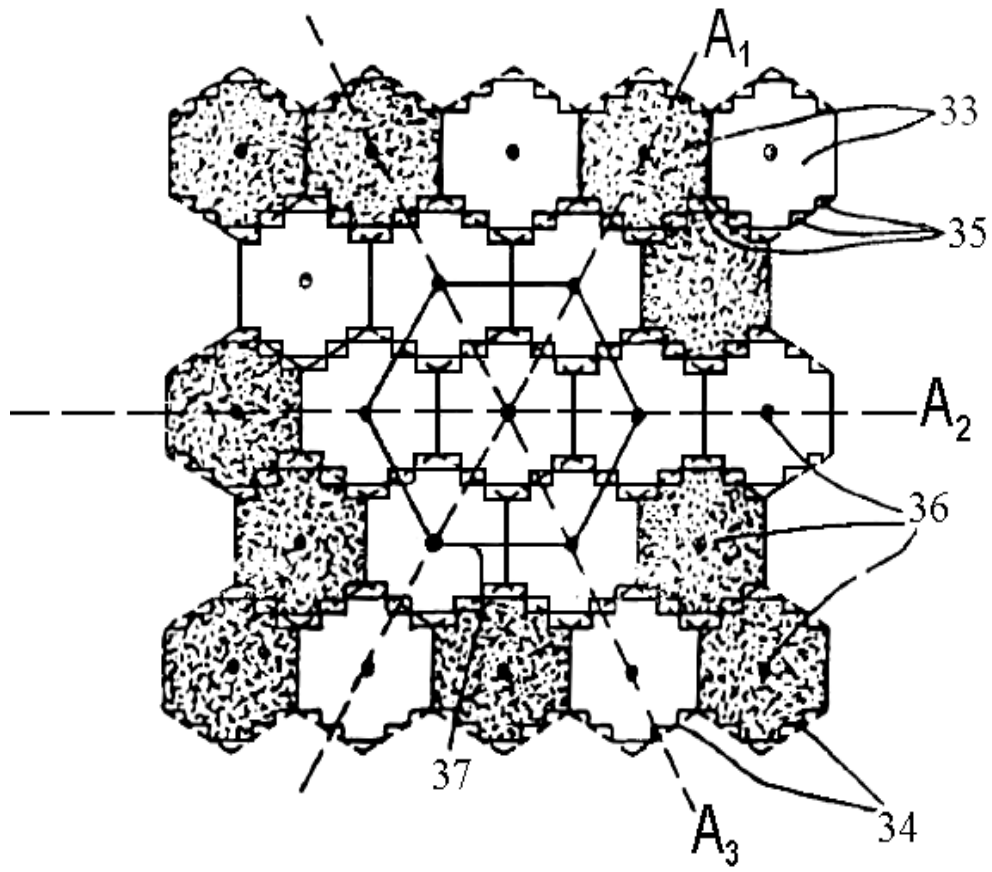
Фиг. 10



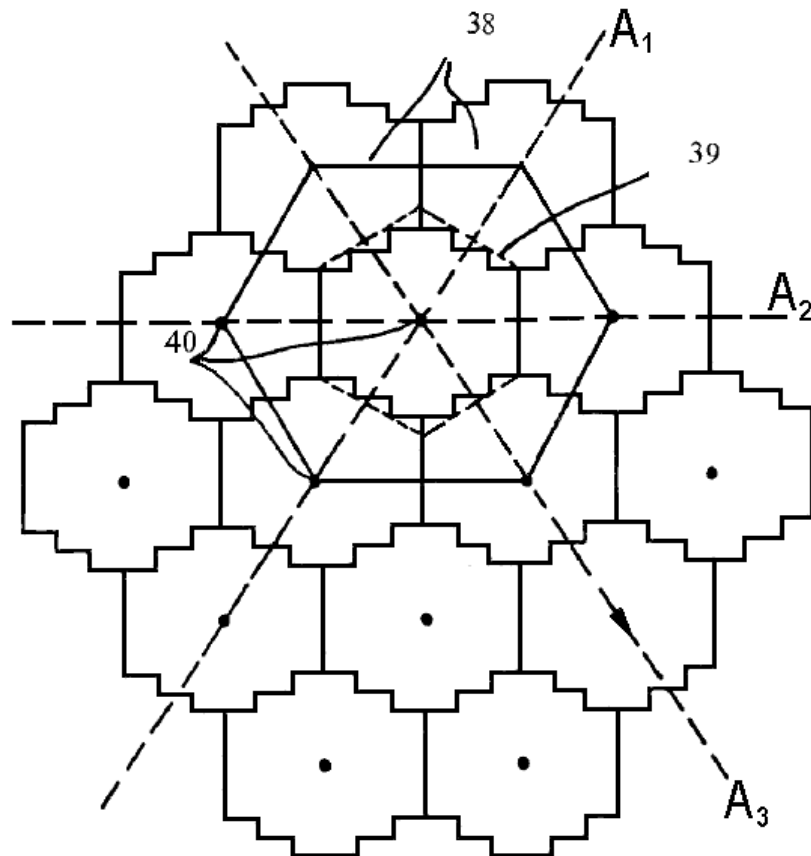
Фиг. 11



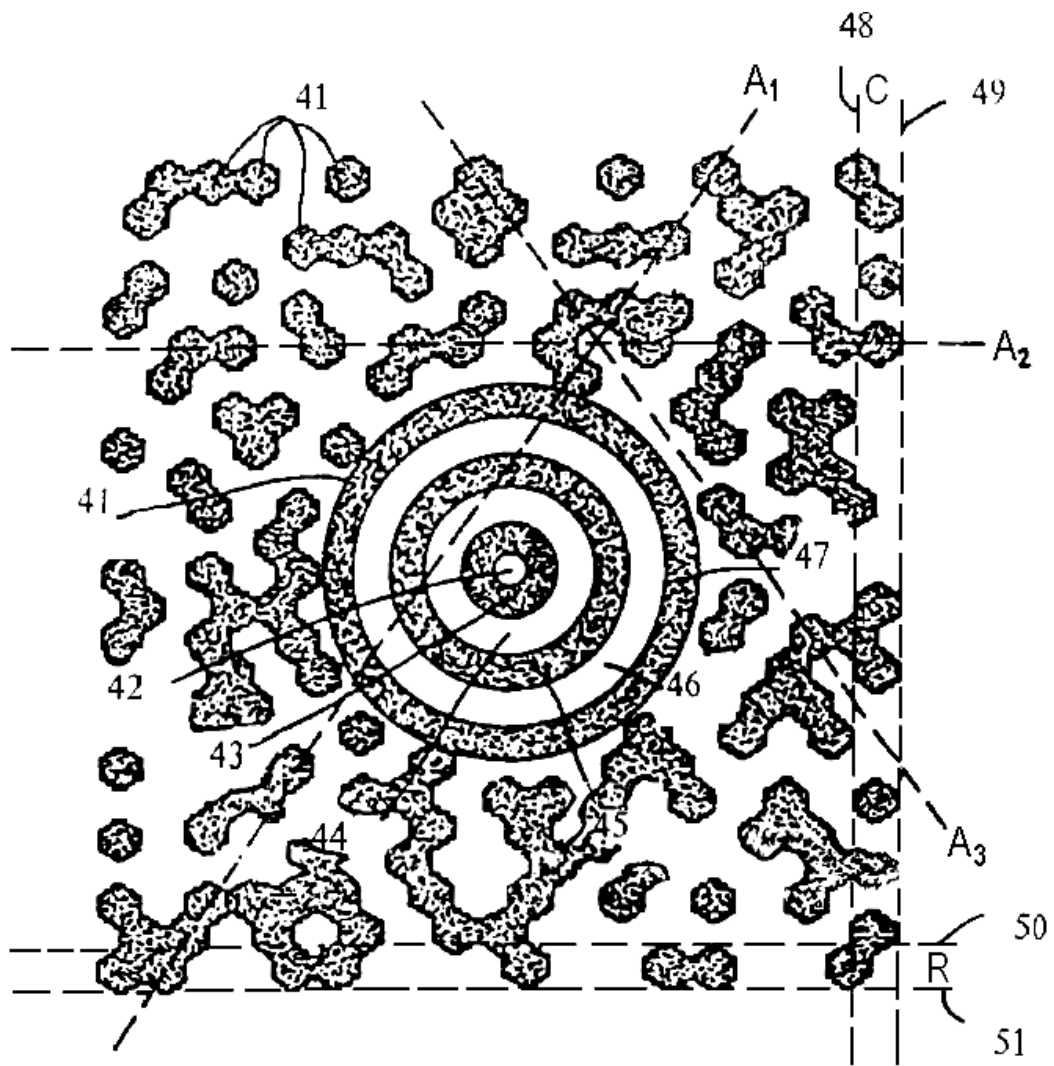
Фиг. 12



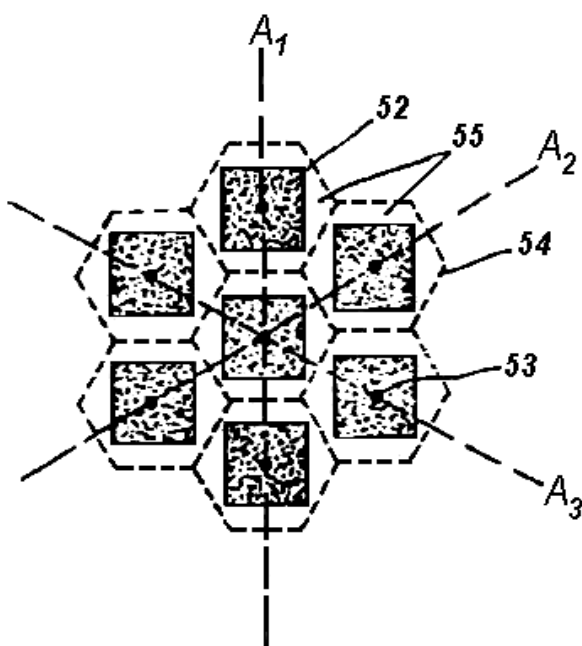
Фиг. 13



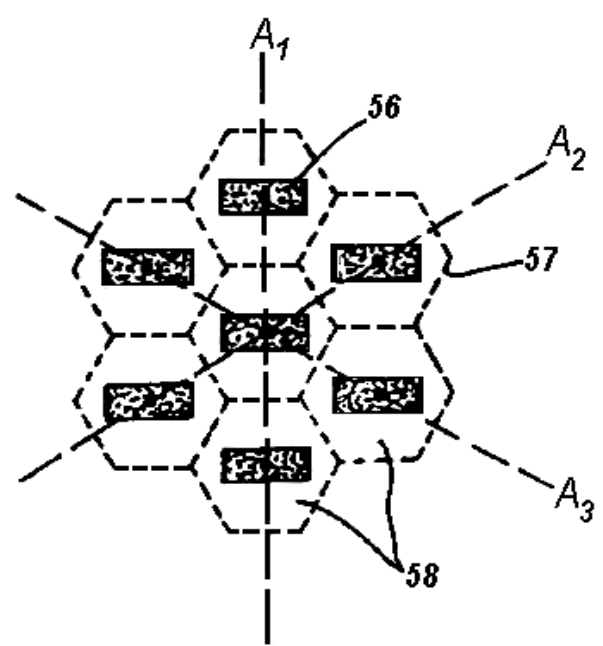
Фиг. 14



Фиг. 15

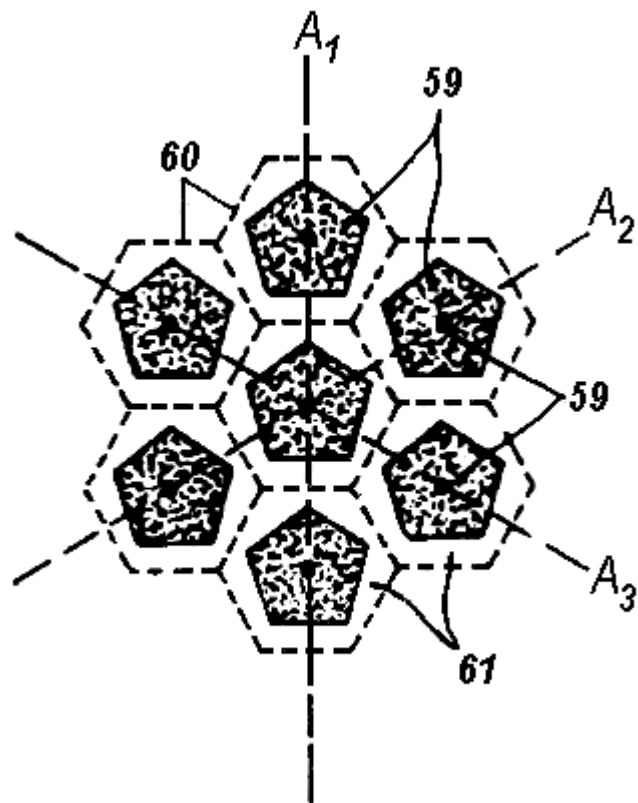


Фиг. 16

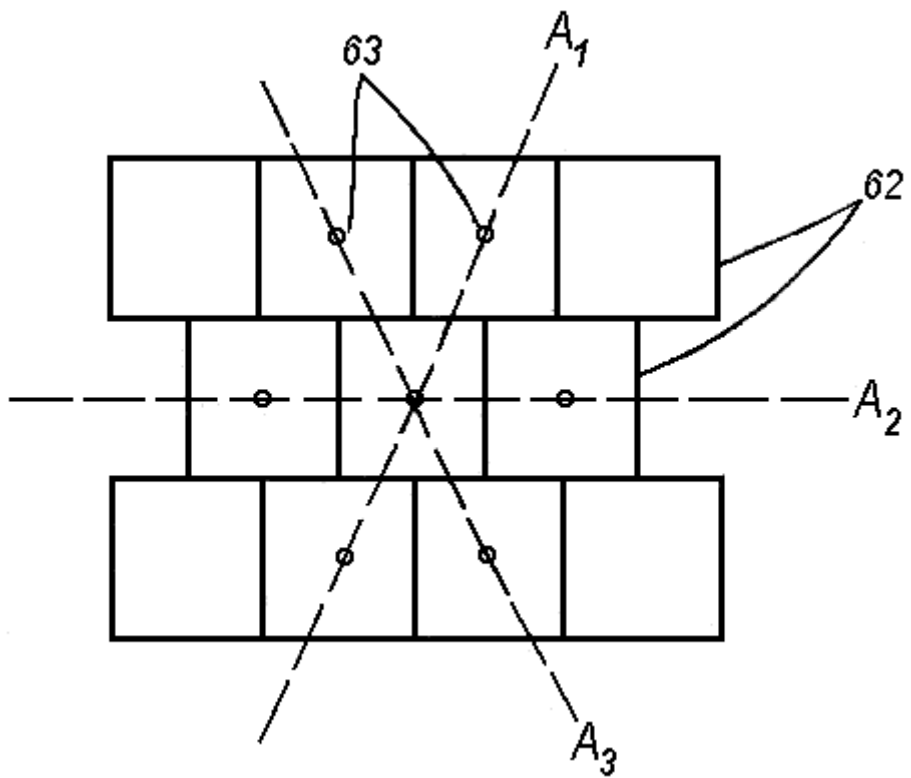


Фиг. 17

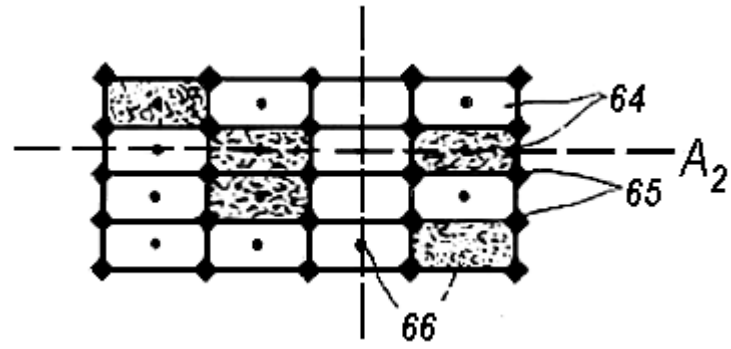




Фиг. 18



Фиг. 19



Фиг. 20

Составитель описания  
 Ответственный за выпуск

Журина Г.А.  
 Ногай С.А

Кыргызпатент, 720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41, факс: (312) 68 17 03