

(19) **KG** (11) **519** (13) **C1**(51)⁷ **B28D 5/02**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО ПО НАУКЕ И
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (КЫРГЫЗПАТЕНТ)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к предварительному патенту Кыргызской Республики

(21) 20010054.1

(22) 02.07.2001

(46) 31.07.2002, Бюл. №7

(76) Беляева А.Л. (KG)

(56) Предварительный патент KG №42, кл. B28D 5/02, 1994

(54) **Способ изготовления затравочных кристаллов многоцветного использования**

(57) Способ изготовления затравочных кристаллов многоцветного использования относится к области выращивания полупроводниковых монокристаллов, в частности, к технологии обработки полупроводниковых материалов. Задачей изобретения является возможность получения затравочных монокристаллов с устойчивой разориентацией менее 3.00×10^{-4} рад, и возможностью многоцветного их использования для выращивания монокристаллов за счет обеспечения высокой точности совмещения направления кристаллографической оси затравочного монокристалла с его геометрической осью. Способ основан на нахождении заданной кристаллографической плоскости и предварительно найденных следов не менее двух кристаллографических плоскостей с последующим определением геометрического центра торца слитка и соединением его прямыми линиями с точками пересечения смежных предварительно найденных следов не менее двух кристаллографических плоскостей, из этого центра по найденным линиям откладывают отрезки длиной R по формуле $(a/2 + na)$, где a – заданный размер диагонали торца равносторонней фигуры затравочного кристалла, n – количество затравочных кристаллов, укладываемых на отрезке длиной R , прямой линией соединяют концы отрезков длиной R , получая уточненные следы указанных кристаллографических плоскостей, которые параллельны предварительным следам, далее слиток устанавливают на державке, разрезают его по уточненным следам кристаллографической плоскости. Это дает возможность получить кристаллы с особо точными и устойчивыми геометрическими разрезами без последующих обработок. 1 пр., 2 ил.

Изобретение относится к области выращивания полупроводниковых монокристаллов, в частности, к технологии обработки полупроводниковых материалов.

Известен способ изготовления затравочных кристаллов, основанный на нахождении заданной кристаллографической плоскости и следов не менее двух кристаллографи-

ческих плоскостей, параллельных заданному кристаллографическому направлению, с последующей установкой режущего инструмента по данным следам и определением плоскостей, параллельных заданному кристаллографическому направлению не менее, чем в двух точках каждой определяемой плоскости слитка. При этом слиток вращают вокруг точки, высвеченной рентгеновским лучом, обеспечивая постоянство точки высвечивания (патент RU №1786762, кл. B28D 5/02, 1993).

Изготовленные по данному способу затравочные кристаллы для выращивания монокристаллического кремния имеют разориентацию заданного кристаллографического направления от геометрической оси не более 14.55×10^{-4} рад. Однако, необходимость обеспечения постоянства точек высвечивания, относительно которых вращается слиток для определения плоскостей, параллельных заданному кристаллографическому направлению, не учитывает фактора возможного сползания точки в плоскости координат, что в конечном итоге сказывается на увеличении разориентации кристаллографической плоскости от геометрической оси. Кроме того, использование в способе рентгеновского луча для высвечивания точки сужает эксплуатационные возможности способа, ограничивая существенную технологическую операцию использованием определенного вида волн.

Наиболее близким к изобретению является способ изготовления затравочных кристаллов, сущность которого заключается в том, что на поверхности слитка определяют нахождение заданной кристаллографической плоскости и следы не менее двух плоскостей, параллельных заданному направлению. Затем слиток закрепляют на державке и устанавливают плоскость режущего инструмента по следам указанных плоскостей. Далее определяют плоскости, параллельные заданному направлению не менее, чем в двух точках каждой определяемой плоскости слитка. При этом слиток вращают вокруг точки, высвеченной лучом длиной волны, соизмеримой с длиной ребра заданной кристаллографической плоскости, обеспечивая строгую фиксацию точки в заданных координатах (предварительный патент KG №42, кл. B28D 5/02, 1994).

Затравочные кристаллы, полученные данным способом, имеют достаточно точные геометрические размеры. Разориентация от геометрической оси составляет не более 5.82×10^{-4} рад. Тем не менее, для применения их в производстве выращивания кристаллов необходимо использование механической доводки и корректировки их размеров до заданных, что непосредственно сказывается на качестве технологического процесса.

Технической задачей изобретения является возможность получения затравочных кристаллов с устойчивой разориентацией от оси менее 3.00×10^{-4} рад. и возможностью многократного их использования для выращивания монокристаллов кремния за счет обеспечения высокой точности совмещения направления кристаллографической оси затравочного кристалла с его геометрической осью.

Сущность способа изготовления затравочных кристаллов многократного использования заключается в способе, включающем определение нахождения заданной кристаллографической плоскости, следов не менее двух кристаллографических плоскостей, параллельных заданному кристаллографическому направлению, установление слитка на державке и ориентацию плоскости режущего инструмента по определенным следам кристаллографических плоскостей, с последующим определением кристаллографических плоскостей, параллельных заданному кристаллографическому направлению, не менее, чем в двух высвеченных лучом точках каждой определяемой кристаллографической плоскости слитка, вращение его вокруг точки, высвеченной лучом длиной волны, соизмеримой с длиной ребра заданной кристаллографической плоскости, и одновременное обеспечение фиксации высвеченной точки в заданных координатах, перед установлением слитка на державке определяют геометрический центр торца слитка, который соединяют прямыми линиями с точками пересечения смежных предварительно найденных следов не менее двух кристаллографических плоскостей. Из этого центра по найденным линиям откладывают отрезки длиной R по формуле $(\alpha/2 + n\alpha)$, где α – заданный размер диагонали торца равносторонней фигуры затравочного кристалла, n – количество затравочных кри-

сталлов, укладываемых на отрезке R. Прямой линией соединяют концы отрезков длиной R, получают уточненные следы указанных кристаллографических плоскостей, которые параллельны предварительным следам. Далее слиток устанавливают на державке и производят его обработку внутренней кромкой режущего инструмента по уточненным следам указанных кристаллографических плоскостей. Это дает возможность получить кристаллы с особо точными и устойчивыми геометрическими размерами без последующих механических обработок.

На фиг. 1 изображен монокристалл кремния, установленный на державке устройства для резки затравочных кристаллов; на фиг. 2 – шаблон для определения геометрического центра и раскроя слитка на затравочные кристаллы.

Для осуществления способа используют стандартные станки прецизионной резки кристаллов типа "Алмаз-6М", "ГД-114" или аналогичные с отрезными дисками с внутренней режущей кромкой, предназначенные для резки слитков диаметром более 100 мм. По стандартной рентгеноструктурной методике определяют положение в кристаллах слитка 1 плоскостей, параллельных заданному кристаллографическому направлению. На торце слитка наносят риски, указывающие предварительные следы плоскостей, параллельных заданному кристаллографическому направлению. С помощью шаблона определяют геометрический центр торца слитка, наносят риски, указывающие уточненные следы определенных кристаллографических плоскостей. Затем приклеивают слиток 1 слоем клея 2 к пятаку 3 таким образом, чтобы отверстия для фиксации совмещались с уточненными рисками-следами плоскостей.

Фиксатор 4 державки 5 вставляют в одно из отверстий для фиксации пятока 3, который зажимают гайкой 6. Металлический пятак 3 на торце, противоположном торцу, к которому приклеивают слиток, имеет два отверстия для фиксации, расположенные на одинаковом расстоянии от центра пятока, угол между которыми равен углу между плоскостями, параллельными заданному кристаллографическому направлению. Слиток с державкой закрепляют на станке. Режущий инструмент устанавливают параллельно одному из уточненных следов кристаллографической плоскости. Слиток режут диском 7 и проверяют ориентацию контрольного реза по слитку или образцу, отрезанному от него. Для этого на ориентируемой поверхности слитка или образца выделяют не менее двух точек на расстоянии 40 – 50 мм друг от друга в любую сторону, через которые проводят координатные оси X и Y, направление которых совпадает с направлением поворотных лимбов держателя образца в станке. С помощью лучевого источника, например, лазера, имеющего длину волны, соизмеримую с длиной ребра кристаллографической плоскости, определяют два угла отражения для каждого направления разориентации с поворотом на 180° в выбранных точках ориентируемой поверхности слитка с учетом обеспечения фиксации высвеченной точки в заданных координатах. За величину отклонения от заданной кристаллографической плоскости принимают среднее значение отклонений, измеренных в различных точках ориентируемой поверхности слитка. Далее корректируют положение слитка разворотом вокруг осей Y-Y и X-X. Если величина отклонения плоскости образца от кристаллографической плоскости не превышает $\pm 3.00 \times 10^{-4}$ рад., то слиток разрезают вдоль одной из плоскостей. После этого слиток 1 с пятаком 3 разворачивают вокруг оси Y-Y, совмещая второе отверстие для фиксации пятока 3 с фиксатором 5. Слиток режут, проверяют ориентацию контрольного реза, корректируют положение слитка. Если величина отклонения плоскости образца от кристаллографической плоскости не превышает $\pm 3.00 \times 10^{-4}$ рад., то слиток разрезают вдоль второй плоскости. Разрезанный на затравочные кристаллы слиток снимают со станка, отклеивают от пятока. Полученные затравочные кристаллы имеют разориентацию заданного кристаллографического направления от геометрической оси не более 3.00×10^{-4} рад.

Пример. Берут монокристаллические слитки кремния длиной 140 мм и диаметром 80 мм с ориентацией торцевых поверхностей (111) и (100). По стандартной рентгеноструктурной методике определяют положение в кристаллах плоскостей, параллельных

кристаллографическим направлениям (111) и (100). Для слитков с ориентацией торцевых поверхностей (111) – это кристаллографические плоскости типа (112) и (110), образующие на торцах взаимно перпендикулярные следы. Для слитков с ориентацией торцевых поверхностей (100) – это кристаллографические плоскости типа (110), образующие на торцах взаимно перпендикулярные следы. На боковой поверхности слитка с ориентацией торцевой поверхности (111) с помощью лазерного источника длиной волны луча, соизмеримой с длиной ребра кристаллографической плоскости, определяют положение плоскостей (112) и (110). Для этого карандашом на торце наносят предварительные риски-следы этих плоскостей. С помощью шаблона определяют геометрический центр торца слитка и карандашом наносят уточненные риски-следы этих плоскостей. Приклеивают слиток эпоксидным клеем к пятаку так, чтобы отверстия для фиксации совместились с уточненными рисками-следами плоскостей. Слиток устанавливают на станок вертикально. Резку проводят на станке типа "ГД-114", в качестве режущего инструмента используют отрезные диски с внутренней режущей алмазной кромкой АВРК типа ГОСТ 26004-83 560 x 185 x 0,32АС 5 50/40. Частота вращения диска 2100 ± 200 об/мин, скорость резания 20 ± 5 мм/мин, подача на шаг 14 мм. Для определения отклонения ориентируемой поверхности слитка или образца от кристаллографической плоскости слиток разрезают, на отрезанном образце выделяют два участка поверхности, вырезают их с помощью станка шлифовки типа М-201, доводят до размера $(0.015 \pm 0.005) \times (0.015 \pm 0.005) \times (0.001 \pm 0.005)$ м. На поверхности двух полученных образцов, противоположной измеряемой, наносят координатные оси X и Y, с помощью дифрактометра на каждом образце определяют два угла отражения для каждого направления разориентации с поворотом на 180° с учетом обеспечения жесткой фиксации точки (области), высвеченной лучом, относительно начала координат. За величину отклонения от заданной кристаллографической поверхности принимают среднее значение отклонений, измеренных на этих двух образцах. Величина отклонения ориентируемой плоскости от кристаллографической плоскости (112) и (110) после второй корректировки положения слитка не превышает 3.00×10^{-4} рад.

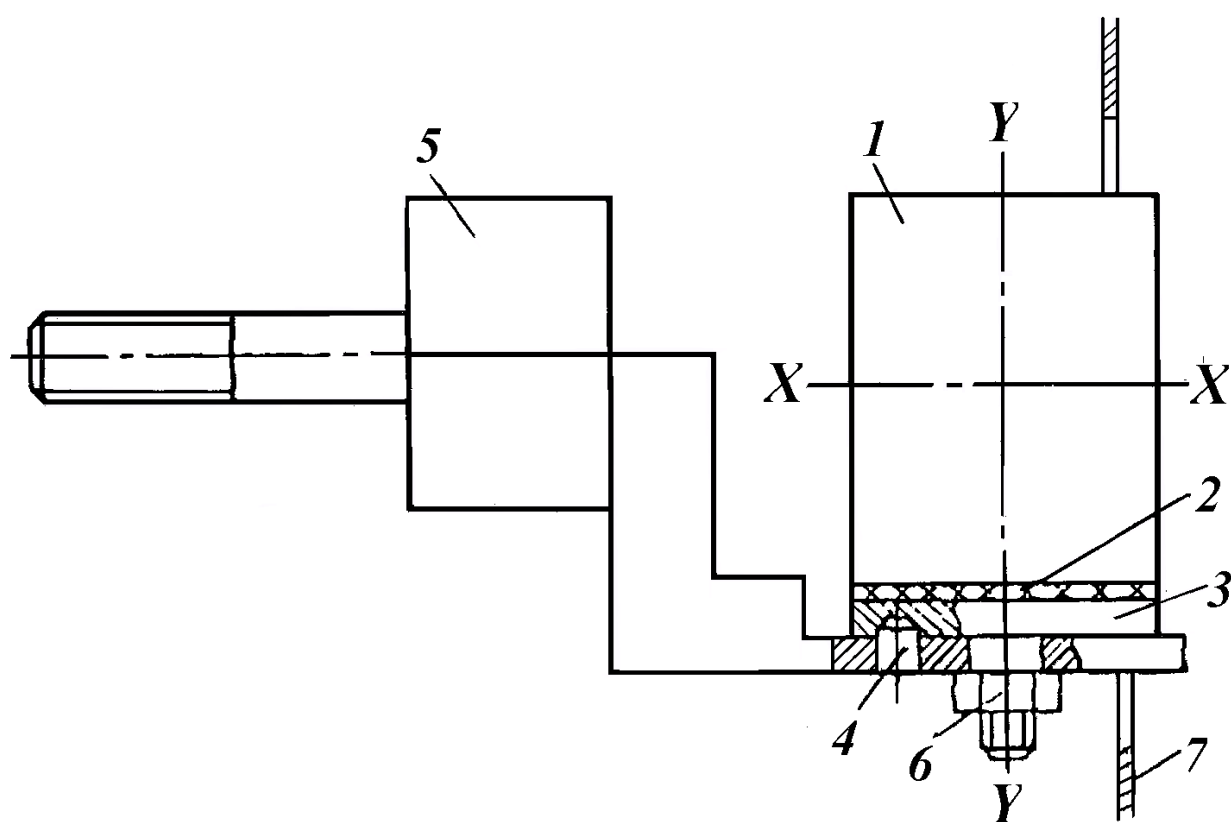
Разрезанный на затравочные кристаллы слиток с пятаком снимают со станка и расклеивают. Полученные после отклейки затравочные кристаллы имеют форму четырехгранных брусков длиной в 140 мм с квадратным сечением 14 x 14 мм. Контроль разориентации затравочных кристаллов показал, что отклонение кристаллографического направления (111) от геометрической оси для всех полученных затравочных кристаллов составляет 1.32×10^{-4} рад., отклонение кристаллографического направления (100) от геометрической оси для всех полученных кристаллов составляет не более 2.54×10^{-4} рад. Величина отклонения плоскости среза от плоскостей (100) составляет не более 2.54×10^{-4} рад.

Изготовленные данным способом затравочные кристаллы отличаются особо точными геометрическими размерами $0.014 \pm 0.005 \times 0.014 \pm 0.005$ м, что исключает последующую их механическую обработку, с целью корректировки геометрических размеров, имеющую место при всех других способах изготовления затравочных кристаллов. Это дает возможность сохранить полученную кристаллографическую точность ориентации при выращивании монокристаллов, а также возможность использования затравочных кристаллов для выращивания монокристаллов множество раз.

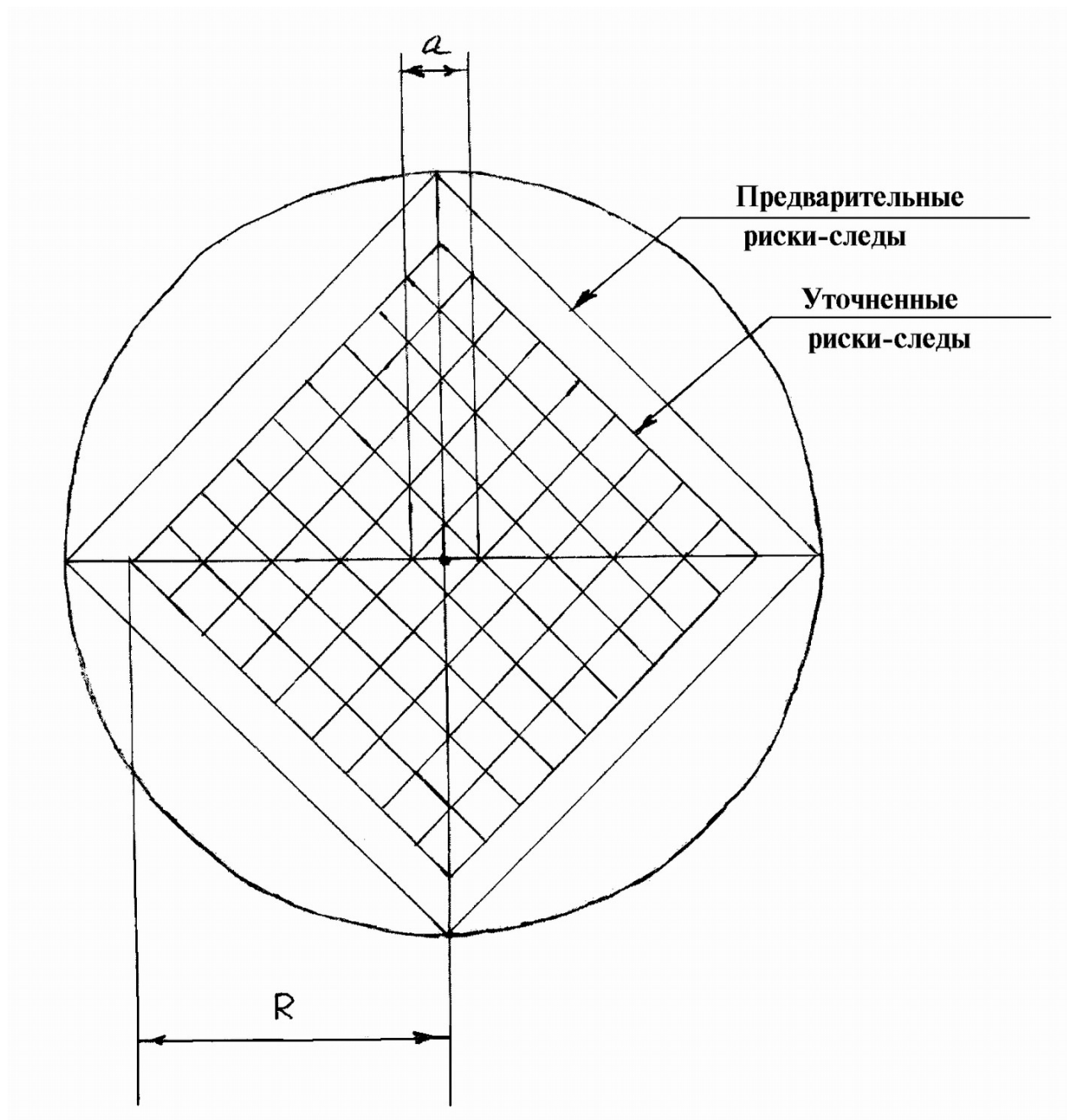
Формула изобретения

Способ изготовления затравочных кристаллов многоразового использования, включающий нахождение заданной кристаллографической плоскости и предварительно найденных следов не менее двух кристаллографических плоскостей, параллельных заданному кристаллографическому направлению, установление слитка на державке и ориентацию плоскости режущего инструмента по предварительным следам кристаллографических плоскостей, с последующим определением кристаллографических плоскостей, параллельных заданному кристаллографическому направлению не менее, чем в двух высве-

ченных лучом точках каждой определяемой кристаллографической плоскости слитка, вращение слитка вокруг точки, высвеченной лучом длиной волны, соизмеримой с длиной ребра заданной кристаллографической плоскости, и одновременное обеспечение фиксации высвеченной точки в заданных координатах, отличающийся тем, что перед установлением слитка на державке определяют геометрический центр торца слитка, который соединяют прямыми линиями с точками пересечения смежных предварительно найденных следов не менее двух кристаллографических плоскостей, из этого центра по найденным линиям откладывают отрезки длиной R по формуле $(a/2 + na)$, где a – заданный размер диагонали торца равносторонней фигуры затравочного кристалла, n – количество затравочных кристаллов, укладываемых на отрезке длиной R , прямой линией соединяют уточненные следы указанных кристаллографических плоскостей, которые параллельны предварительным следам, разрезают слиток по уточненным следам кристаллографической плоскости.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Составитель описания
Ответственный за выпуск

Кожомкулова Г.А.
Арипов С.К.

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