

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН

Муминов Р.А.¹, Саймбетов А.К.², Тошмуродов Ё.К.³, Явкочлиев М.О.³

¹Физико-технический институт Академии Наук Республики Узбекистан

²Казахский национальный университет им. Аль-Фараби

³Каршинский государственный университет

e-mail: yorqin@mail.ru

Аннотация. В этой работе рассмотрены особенности технологической, механической и химической обработки (резка, шлифовка, химическая обработка, полировка, подготовка кристаллов для диффузии лития) для получения полупроводниковых детекторов.

Ключевые слова: полупроводниковый детектор, монокристаллический кремний, диффузия, резка, шлифовка, химическая обработка, полировка.

ЯРИМУЎТКАЗГИЧЛИ КРЕМНИЙ ПЛАСТИНАЛАРИДА МЕХАНИК ВА КИМЁВИЙ ИШЛОВ БЕРИШНИНГ ЎЗИГА ХОСЛИГИ

Муминов Р.А., Саимбетов А.К., Тошмуродов Ё.Қ., Явқочлиев М.О.

¹Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси физика-техника институти

²Ал-Фаробий номидаги Қозогистон Миллий университети

³Карши Давлат университети

e-mail: yorqin@mail.ru

Аннотация. Ушбу ишда яримўтказгичли детекторларни ишлаб чиқариш учун технологик, механик ва кимёвий ишлов бериш (кесиш, силлиқлаш, кимёвий ишлов бериш, сайқаллаш, кристалларни литий диффузия учун тайёрлаш) хусусиятлари кўриб чиқилади.

Калит сўзлар: яримўтказгичли детектор, монокристалли кремний, диффузия, кесиш, силлиқлаш, кимёвий ишлов бериш, сайқаллаш.

FEATURES MECHANICAL AND CHEMICAL TREATMENT OF SEMICONDUCTOR SILICON PLATES

Muminov R.A., Saimbetov A.K., Toshmurodov Yo.K., Yavkochliev M.O.

¹Physical and technical instituty Academies of Sciences of the Republic of
Uzbekistan

²Kazakh Al-Farabi National University

Abstract. In this work, the peculiarities of technological mechanical and chemical processing (cutting, grinding, chemical processing, polishing preparation of crystals for lithium diffusion) to obtain semiconductor detectors are considered.

Keywords: semiconductor detector, monocrystalline silicon, diffusion, cutting, grinding, chemical treatment.

ВВЕДЕНИЕ. Широкое разнообразие и сложность требований современной науки и техники, тенденция к расширению диапазона спектрометрируемых энергий стимулируют разработку кремниевых полупроводниковых детекторов ядерного излучения высокого разрешения (120 эВ для мягкого γ – и рентгеновского излучения), а также полупроводниковых детекторов ядерного излучения с большой чувствительной областью.

Успешное решение этих задач зависит от правильного понимания взаимосвязи электрофизических и спектрометрических характеристик таких детекторов с параметрами исходного материала и технологическими режимами изготовления детекторов.

Механическая обработка. Кремниевые пластины, полученные после обрезки, имеют такие нарушения, как наличие ряда разрушенных слоев, равномерность и неровность боковых сторон (Рис. 1), большое распространение по наклонам и толщине. Поэтому шлифование после обострения является обязательным [1].

Абразивная суспензия образует тонкий промежуточный слой между подложниками обработанной кремниевой пластины, в которых свободно промываются абразивные зерна [1-2].

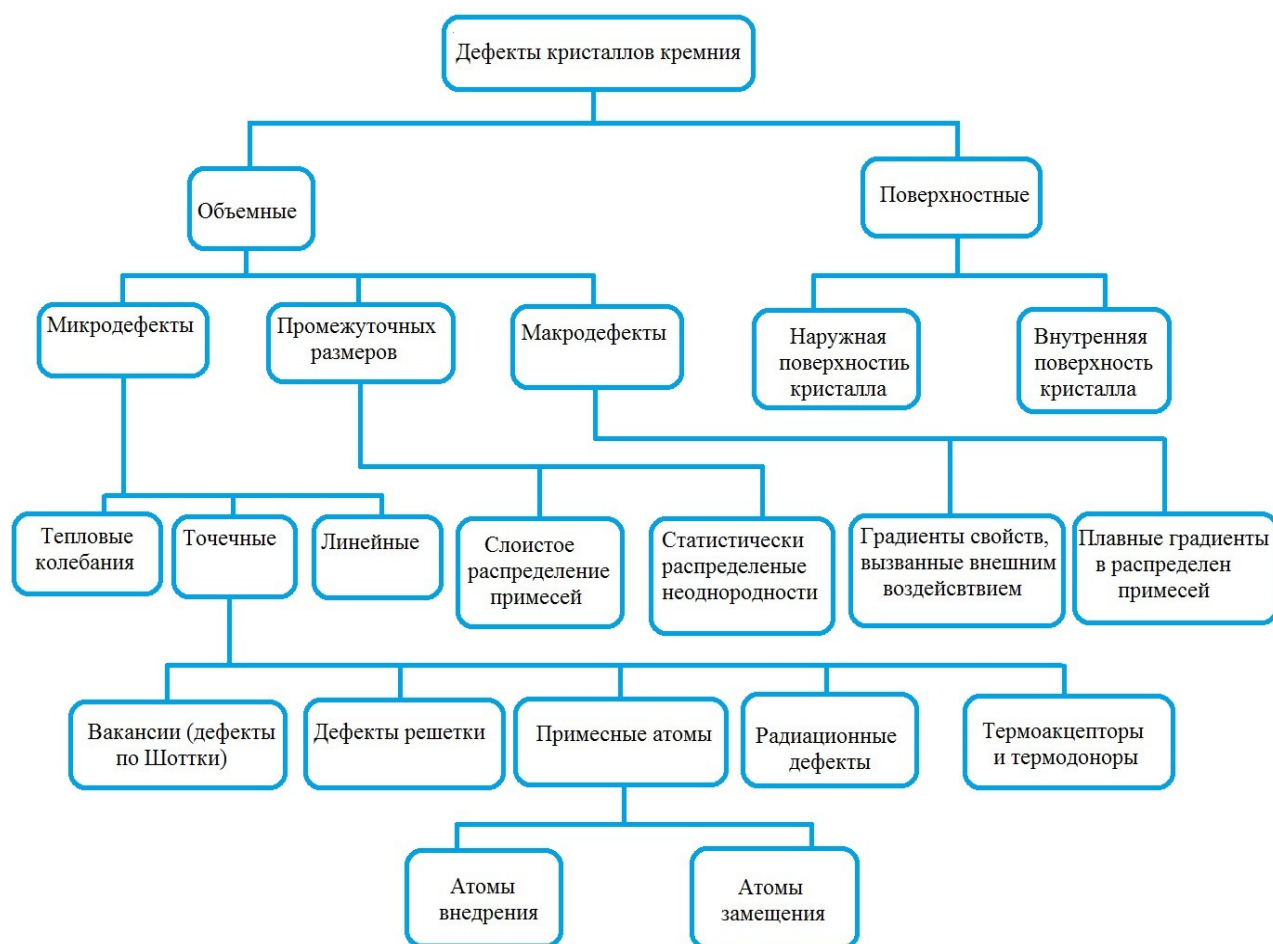


Рис.1. Дефекты реальных кристаллов кремния.

Шлифование, связанное с абразивом, существенно отличается от свободного абразивного шлифования при работе процесса, как по физическому принципу удаления полупроводникового материала, так и по кинематике процесса. Шлифование, связанное с абразивом, осуществляется в станках с твердыми стрелами [3-4].

Показана на рисунке 2, оптимальная маршрутная карта процесса механической и химической обработки полупроводниковых пластин для изготовления детекторов ядерного излучения с размерами 100-110 мм и толщиной 1,5 мм [5].

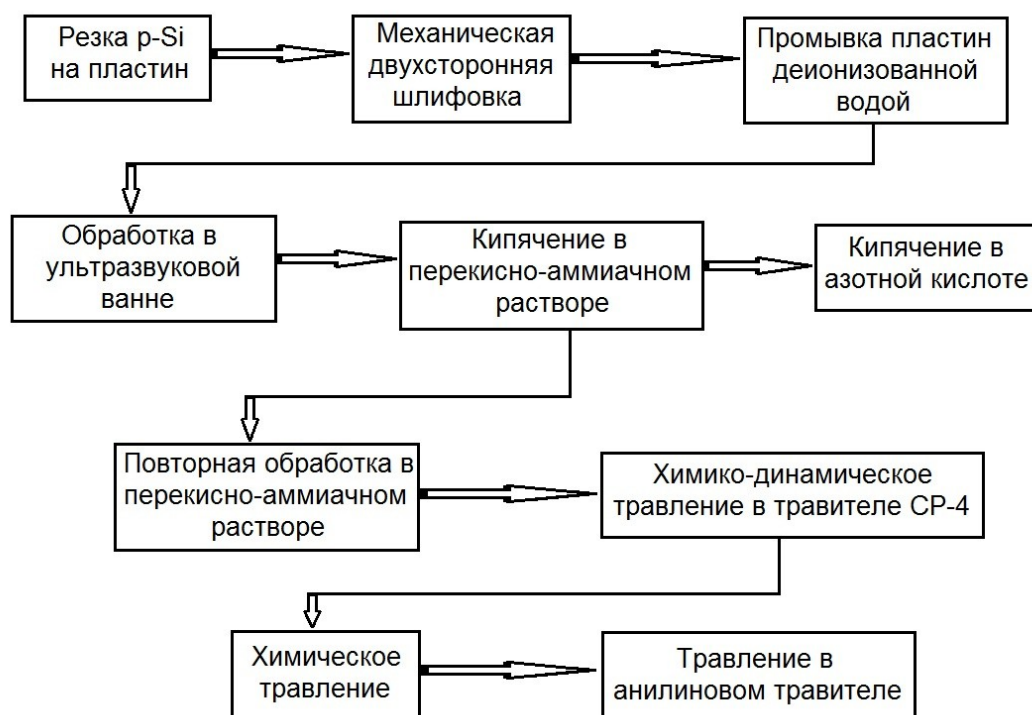


Рис. 2. Технологическая маршрутная карта процесса механической и химической обработки полупроводниковых пластин

В целом механическая обработка кремниевых пластин больших размеров (100-110 мм) и толщин- 4 мм должны обеспечиваться с точностью плоскопараллельности более 1-1,5 %.

Этот процесс не однороден, так как взаимодействие полупрозрачного материала с гравером происходит на стыке двух видов твердых и жидких сред.

Избыток гравера и установление его температуры позволяют производить химическую обработку с постоянной скоростью, а значит, равномерно удалять по всей поверхности полупрозрачного материала, позволяя точно рассчитать толщину слоя.

Скорость соединения отработанного слоя и основного неразрушающего материала не будет одинаковой [6-7]. Скорость соединения механически поврежденного слоя значительно выше. Этот полупроводниковый материал имеет множество структурных нарушений в механически поврежденном слое, которые увеличивают эффективную площадь взаимодействия с проводником, приводят к увеличению скорости их роста [8].

Кристаллы в специальных кассетах фторопласта размещают в кипящих HNO_3 в течение не более 5-7 мин. Затем пластины обезвреживают деионизированными водными потоками высокой чистоты, не исключенными

из кислоты > 10 мОм. Промывка под водой длится не менее 5 минут. Следует отметить, что в долгосрочной перспективе кипячение неэффективно, так как азотная кислота обеспечивается процессом кипения в результате удаления летучих паров оксида азота в HNO_3 N_0 принимающего к реакции компонента [9-10].

Химико- динамическое травление. Травленные кремниевые пластины полируют с помощью химических кислот: плавиковой HF , азотной HNO_3 , уксусной CO кислотой, обработка в органических растворителях 1:3:1. и подготовка фторопластных ванн для травления в кислотах. Корректировка температуры ванн и растворителей. Если температура растворителей и ванны, ниже травления идет медленно, тогда можно управлять уровнем травления. Травления с электродвигателями приборов проводились в течение $15 \div 20$ минут (рис. 3). Регулирование процессов травления по заданным режимам [11].

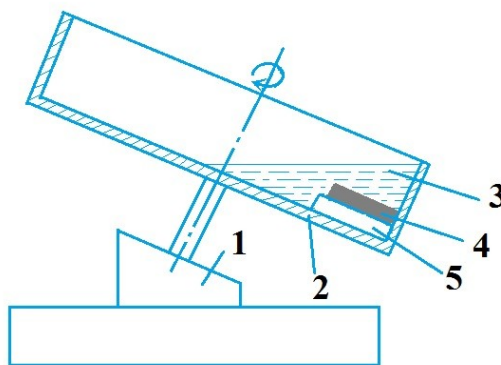


Рис. 3. Схема установки химического травления пластины кремния.

1. держатель; 2. фторопластная ванна; 3. растворитель; 4. пластина кремния; 5. фторопластный диск для защиты обратной стороны пластины кремния.

Для сохранения и обеспечения оптимальной плоскопараллельности толщины кремниевых пластин при химической обработке, требуется обеспечение в этих процессах равномерной скорости травления одновременно всей поверхности их большой площади. Для обеспечения таких условий, нами были разработаны оптимальные составы химреактивов, а также был разработан динамический процесс химического травления. Сущность этого процесса заключается в том, что пластины кристаллов кремния находились под определенным углом ($60 \div 65$) и вращались также с особо выбранной скоростью. Эти режимы процессов химической обработки подбирались в соответствии, в основном, относительно диаметров исходных пластин кристаллов кремния.

На рис. 4, представлено изображение, которое снималось атомно-силовым микроскопом AFM “SilverNext”. Пластина кремния во время технологического процесса. На рисунке 3. (а) видно, что после резки поверхности пластины кремнием, образованы неровности 500 нм, на рисунке 3. (б) также образованы неровности 200 нм и на рисунке 3. (с) также образованы неровности 120 нм. Показано, что после технологического процесса на поверхности кремния увеличивается гладкость.

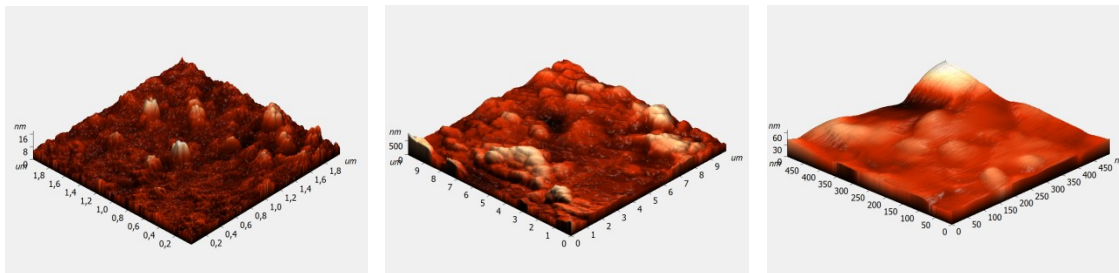


Рис. 4. Представлена пластина кремния во время технологического процесса: а) после резки пластины кремния; б) после механической обработки пластины кремния; с) после химической обработки пластины кремния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Таким образом, разработана оптимальная маршрутная карта процесса механической и химической обработки полупроводниковых пластин для изготовления детекторов ядерного излучения с размерами 100-110 мм и толщиной 1,5 мм. Усовершенствованы технологические процессы механической и химической обработки полупроводниковых пластин на основе кремния больших размеров.

Литература

1. С.А. Азимов, Р.А. Муминов, С.Х. Шамирзаев, А.Я. Яфасов Кремний - литиевые детекторы ядерного излучения –Ташкент: Фан. 1981. стр.- 257с.
2. Р.А. Муминов, С.А. Раджапов, Ё.К. Тошмуродов, Б.С. Раджапов Особенности технологии формирования Si(Li) p-i-n –детекторов ядерного излучения больших размеров Computationalnanotechnology – 2016. № 1. Стр. 62-66.
3. Ю.К. Акимов, О.В. Игнатъев, А.И. Калинин, В.Ф. Кушнирук Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике. - М.: Энергоатомиздат, 1989. -271 с.
4. Ю.К. Акимов Кремниевые детекторы излучения ПТЭ. –Москва, 2007. - №1. - С. 5-34.

5. А.К. Саймбетов, Ё.К. Тошмуродов Особенности процессов диффузии и дрейфа ионов лития в монокристаллическом кремнии с различным содержанием кислорода Новые технология – 2012. № 1 (35). Стр. 31-34.
6. В.И. Иванов Методы резки кремниевых приборных пластин на чипы в производстве органических микродисплеев Интернет-журнал «Науковедение»-2014. Вып. 4(23). С. 1-21.
7. А.С. Абызов, В.М. Ажажа, Л.Н. Давыдов, Г.П. Ковтун, В.Е. Кутний Рыбка Выбор полупроводникового материала для детекторов гамма-излучения Журнал Материалы для микроэлектроники. 2004. № 3. С. 3-6.
8. Yo.K. Toshmurodov Position-Sensitive Detectors of Nuclear Radiation and a Study of their Current–Voltage Characteristic Instruments And Experimental Techniques - New York 2017 Vol. 60, No. 4, P. 605–607.
9. И.А. Случинская Основы материаловедение и технологии полупроводников Москва-2002. С. 283-319.
10. В. П. Михеев, А. В. Просандеев Датчики и детекторы Ученое пособие Москва-2007 г. С. 141-151.
11. А.К. Саймбетов Особенности влияния границы раздела и протяженности области объемного заряда на электрофизические характеристики детекторных структур Автореф. Дис. кан. к.ф-м.н. - Ташкент: 2010. С. 4-18.