

На правах рукописи
Экз. № _____

Яковлев Сергей Петрович



**Обоснование и разработка прецизионного способа
двухстороннего шлифования свободным абразивом
пластин кремния большого диаметра**

Специальность 05.27.06 – Технология и оборудование для производства
полупроводников, материалов и приборов электронной техники

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва, 2001

Работа выполнена на кафедре материалов и процессов твердотельной электроники Московского государственного института электронной техники (Технического Университета).

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Соколов Е.Б.

Научный консультант: кандидат физико-математических наук, с.н.с.
Литвинов Ю.М.

Официальные оппоненты:

- Доктор технических наук, с.н.с. Енишерлова К.Л.
- Кандидат технических наук Гладких Е.Г.

Ведущая организация – ОАО «Ангстрем»

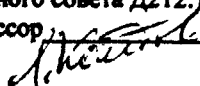
Защита состоится “ ” _____ 2001 г. в _____
на заседании диссертационного совета Д212.134.03 в Московском
государственном институте электронной техники (Техническом
Университете).

Адрес института: 103498, Москва, К-498, Зеленоград, МГИЭТ (ТУ)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МГИЭТ (ТУ)

Автореферат разослан “ ” _____ 2001 г.

Ученый секретарь диссертационного совета Д212.134.03:
доктор технических наук, профессор



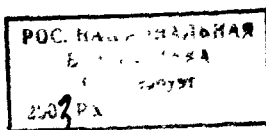
Коледов Л.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

В современной микроэлектронике переход к субмикронным размерам элементов делает исключительно важной проблему совершенствования технологических процессов механической обработки монокристаллов кремния. Задача состоит в сохранении после всех этапов механической обработки качества материала в объеме полупроводниковой пластины, соответствующего качеству исходного монокристалла и получению такого качества поверхности пластин, которое отвечало бы современным требованиям микроэлектроники как по их геометрическим, так и по структурным параметрам. Механическая обработка пластин кремния на любом из этапов, начиная с этапа резки, заключается во взаимодействии абразивных частиц с приповерхностными слоями. Задача любого последующего после резки технологического процесса обработки – удаление нарушений, возникших на предыдущих этапах обработки и получение плоской, свободной от механических повреждений поверхности пластин кремния. Параметры плоскостности закладываются на операциях шлифования свободным или связанным абразивом, а остаточные приповерхностные повреждения должны удаляться на последующих операциях щелочного или кислотного травления и химико-механического полирования (ХМП). Несмотря на внедрение таких современных способов обработки, как многопроволочная резка и/или врезное шлифование связанным абразивом в перспективе способных исключить или заменить операцию двухстороннего шлифования свободным абразивом (ДСШ), возможности последнего метода обработки далеко не исчерпаны. Совершенствование способа двухстороннего шлифования пластин кремния свободным абразивом особенно актуально в связи с тем, что на стадии перехода от научных исследований способов многопроволочной резки и врезного шлифования связанным абразивом к их внедрению в производство обнаружены существенные, присущие этим методам недостатки и, таким образом, пока все равно требуется дополнительная операция планаризации поверхности с использованием ДСШ перед последующей операцией ХМП.

Совершенствование способа ДСШ пластин кремния свободным абразивом необходимо и с точки зрения согласования этого способа с



предшествующими и последующими операциями обработки пластин кремния, чего до настоящего времени сделано не было.

Цель диссертационной работы

Целью диссертационной работы было обоснование и разработка прецизионного способа двухстороннего шлифования пластин кремния свободным абразивом, обеспечивающего минимизацию величины приповерхностных механических повреждений.

Проведенный критический обзор литературы позволяет сформулировать конкретные задачи исследования, решение которых необходимо для достижения цели, поставленной в диссертационной работе:

- 1) Определение круга методик экспериментальных исследований глубины поврежденных слоев в пластинах кремния, желательны неразрушающими способами, на всех этапах механической обработки, начиная с процесса резки и далее шлифования, травления (щелочного или кислотного) и химико-механического полирования.
- 2) Проведение взаимодополняющих экспериментальных исследований с целью определения структуры и глубины повреждений в приповерхностных слоях пластин кремния после резки, шлифования, травления и химико-механического полирования, а также однородности распределения повреждений по площади пластины.
- 3) Определение структуры и глубины повреждений при ДСШ свободным абразивом в зависимости от размера и формы абразивных частиц, типа шлифовальников и роли суспензионного носителя.
- 4) Разработка модели формирования нарушений в пластинах кремния при ДСШ свободным абразивом с различным размером и формой абразивных частиц.

Научная новизна

1. Проведен последовательный анализ дефектообразования при ДСШ в зависимости от размера и формы абразивных частиц, типа шлифовальников и роли суспензионного носителя.
2. Предложена модель, позволяющая предсказать глубину трещиноватого слоя в зависимости от размера зерна, форм-фактора

используемых частиц абразива и соотношения механических свойств применяемого шлифовальника и обрабатываемой пластины.

3. Проведена дифференциация окислительных дефектов упаковки (ОДУ) в ХМП-пластинах кремния, обусловленных дефектами монокристалла, недополировкой после ДСШ и связанных собственно с процессом ХМП. Впервые определено соотношение между плотностью ОДУ, привносимых в процессе ХМП, и плотностью ОДУ, обусловленных дефектностью монокристалла.

Достоверность полученных результатов подтверждается корреляцией экспериментальных результатов, полученных различными взаимодополняющими методами исследования, и расчетами на основе предложенной модели.

Практическая ценность работы

1. Разработана и внедрена в производство полупроводниковых пластин кремния Ø150 мм технология прецизионного ДСШ с использованием тонкого абразива с плоской, гексагональной формой частиц размером 10 мкм и вязкого суспензионного носителя.
2. Предложенная технология использована для получения тонких ДСШ пластин кремния, предназначенных для изготовления диффузионных структур кремния в силовой электронике. Акты о внедрении и использовании результатов диссертационной работы прилагаются.

Положения, выносимые на защиту

1. Комплекс исследований по влиянию типа шлифовальника, размера и формы абразивных частиц и суспензионного носителя на анизотропию, глубину и однородность распределения повреждений при ДСШ пластин кремния свободным абразивом.
2. Модельные представления по влиянию размеров и формы абразивных частиц на глубину повреждений, возникающих в пластинах кремния при ДСШ свободным абразивом.
3. Разработанная технология прецизионного двухстороннего шлифования пластин кремния свободным абразивом с плоской гексагональной формой частиц с размером зерна абразива 10 мкм с применением вязкого суспензионного носителя.

Апробация работы

Результаты работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях:

- Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика – 98», Зеленоград, МГИЭТ (ТУ), 1998.
- Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика – 99», Зеленоград, МГИЭТ (ТУ), 1999.
- III International conference “Single Crystal Growth, Strength Problems, and Heat Mass Transfer” ICSC-99, Russia, Obninsk, SSC RF IPPE, 1999.
- Вторая Российская конференция по материаловедению и физико-химическим основам технологий получения легированных кристаллов кремния («Кремний - 2000»), Москва, МИСиС, 2000.
- Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика – 2000», Зеленоград, МГИЭТ (ТУ), 2000.
- VII Международная научно – техническая конференция «Актуальные проблемы твердотельной электроники и микроэлектроники» (ПЭМ –2000), Таганрог, ТРТУ, 2000.
- IX Национальная конференция по росту кристаллов (НКРК-2000), Москва, ИК РАН, 2000.
- VII Scientific and Business Conference on Silicon Technology, Photovoltaic and Infrared Optics («Silicon-2000»), Czech Republic, Roznov pod Radhostem, 2000.
- III Международная научно – техническая конференция «Электроника и Информатика – XXI век», Зеленоград, МГИЭТ (ТУ), 2000.
- Вторая Российская школа ученых и молодых специалистов по материаловедению и технологиям получения легированных кристаллов кремния («Кремний. Школа - 2001»), Москва, МИСиС, 2001.
- IV International conference “Single Crystal Growth, Strength Problems, and Heat Mass Transfer” ICSC-2001, Russia, Obninsk, SSC RF IPPE, 2001.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов и 2-х приложений, содержит 54 рисунка, 12 таблиц и список используемой литературы из 92 наименований на 11 страницах. Полный объем диссертации 168 страниц.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении сформулирована основная цель работы, раскрыта структура диссертации и приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен аналитический обзор литературных данных: 1) о механизмах съема материала при шлифовании; 2) о состоянии современной технологии изготовления полированных пластин кремния и перспективных направлениях ее развития в будущем; 3) о структуре и глубине повреждений приповерхностных слоев после операций шлифования свободным и связанным абразивом.

Установлено, что при шлифовании свободным абразивом преобладающим механизмом износа является механизм образования и объединения боковых трещин под действием множества единичных инденторов – абразивных частиц, прокатывающихся по поверхности и внедряющихся своими острыми углами в поверхность обрабатываемой пластины.

Проанализированы новые тенденции в технологии обработки пластин кремния с учетом повышения роли экономических аспектов, особенно при обработке пластин кремния увеличенного диаметра (150 мм и более). Показано, что, несмотря на некоторые преимущества альтернативных процессов обработки (многопроволочной резки и врезного шлифования), возможности процесса шлифования свободным абразивом далеко не исчерпаны.

Показано, что для построения эффективного технологического процесса механической обработки пластин кремния необходимы объективные знания глубины и структуры нарушенного слоя после каждой из операций и зависимость их от технологических факторов, а также их изменение при последующих операциях. Отмечена ограниченность, а зачастую и полное отсутствие подобной информации в научно – технической литературе.

В конце главы изложена постановка задач исследований.

Вторая глава посвящена анализу прямых неразрушающих методов исследования и визуализации приповерхностных повреждений в пластинах кремния после механической обработки, а также прямых, но разрушающих, и косвенных (по плотности ОДУ) методов.

Методикой, призванной визуализировать структуру приповерхностного слоя во всем диапазоне процесса обработки кремния, выбрана секционная рентгеновская топография (СРТ).*

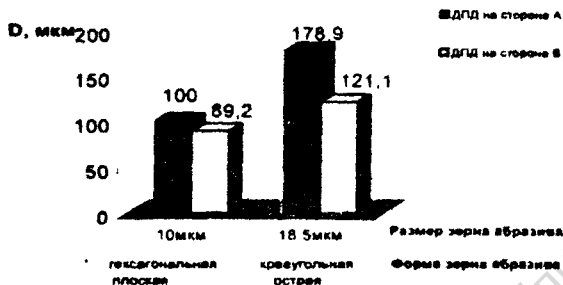
Косвенный метод двухкристальной дифрактометрии (ДКД) ограниченно применим только для характеристики повреждений после обработок с идентичным механизмом разупорядочения кристаллической решетки.

В третьей главе изложены результаты экспериментальных исследований структуры и глубины повреждений в приповерхностных слоях пластин кремния после ДСШ свободным абразивом, а также представлена модель формирования нарушений в пластинах кремния в процессе ДСШ свободным абразивом с различным размером и формой абразивных частиц, которая позволяет рассчитать глубину приповерхностного трещиноватого слоя в пластинах кремния в зависимости от вида используемого абразива и материала шлифовальника.

В качестве прямых характеристик приповерхностных повреждений выбрали протяженность дальнедействующих полей деформации (ДПД), визуализируемых на СРТ, и глубину поврежденного трещиноватого слоя, определенного по методу "косого шлифа" (аналогу метода ASTM F950). Результаты измерения ДПД после ДСШ абразивами с различающимися размером и формой зерна и двух типов шлифовальников представлены на рис.1.

Как следует из полученных результатов, в пределах погрешностей измерений, размер ДПД при шлифовании абразивом с плоской гексагональной формой и средним размером зерна 10 мкм практически одинаков для шлифования на плоских и разрезных шлифовальниках как для А-сторон, так и для В-сторон пластины. При ДСШ абразивом с острой краеугольной формой и средним размером зерна 18,5 мкм размер ДПД в 1,3 + 1,8 раза больше, для случаев обработки на разрезных и плоских шлифовальниках соответственно.

После ДСШ на плоских шлифовальных кругах



После ДСШ на разрезных шлифовальных кругах

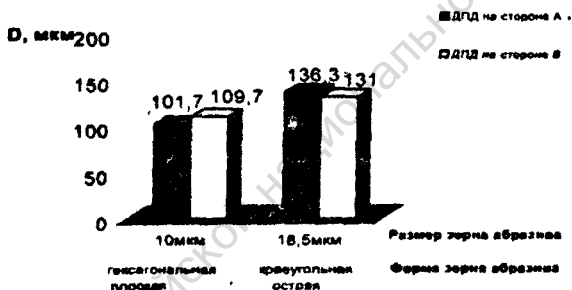


Рис. 1. Диаграмма распределения размеров дальнедействующих зон деформации (ДПД) на образцах после шлифования свободными абразивами с различной формой и размером зерна

Также оценивали совершенство объема и приповерхностного слоя пластин кремния после шлифования свободным абразивом по четкости проявления (искажения) полос Пенделозунга по мере удаления нарушений при щелочном травлении. Найдено, что существующий технологический съем в 30 мкм при щелочном травлении после ДСШ свободным абразивом недостаточен для удаления всех повреждений, возникших при обработке абразивом с острой прямоугольной формой и средним размером зерна 18,5 мкм. Такой съем достаточен для полного

удаления нарушений после ДСШ с использованием абразива с плоской гексагональной формой и средним размером зерна 10 мкм с применением вязкого суспензионного носителя.

Экспериментальное определение глубины трещиноватого слоя $h_{тр.сл.}$, служащих источником возникновения ДПД, с помощью прямого разрушающего метода после различного вида обработок и сравнение этих данных с протяженностью ДПД по СРТ после тех же видов обработок, позволило построить корреляционную зависимость $D_{ддд} = f(h_{тр.сл.})$, представленную на рис 2. Эта зависимость аппроксимируется линейной функцией типа $D_{ддд} = A + B \cdot h_{тр.сл.}$ с корреляционными параметрами $A=70$ и $B=5$.

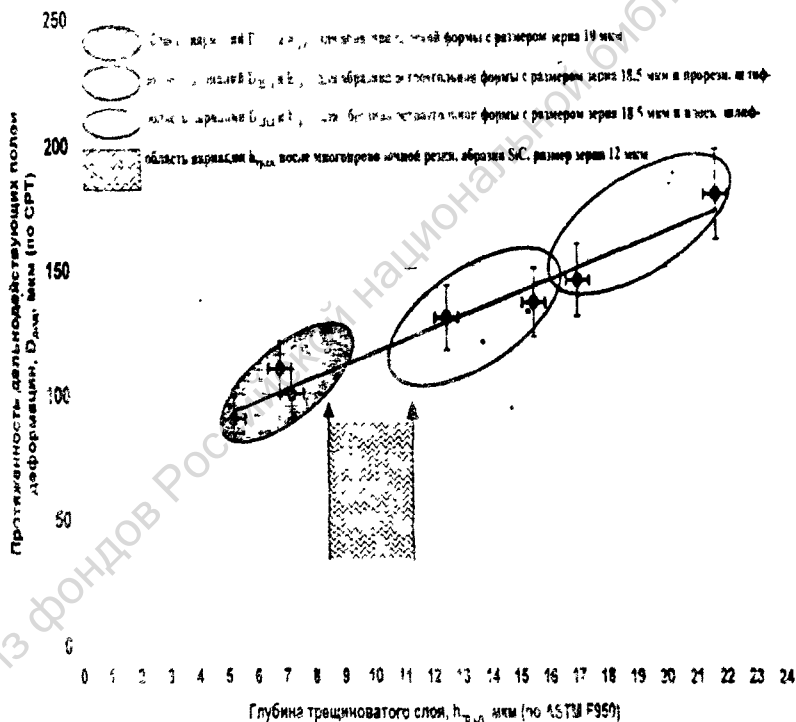


Рис 2 Корреляция между протяженностью дальновоздействующих полей деформации и глубиной трещиноватого слоя после обработки свободным абразивом

Различие в структуре и глубине повреждений после двух сравнительных видов обработки свободным абразивом подтверждается характером распределения вторичных дефектов ОДУ в объеме пластины после окислительного теста с предварительным послойным съемом материала кислотным травлением. На рис.3 представлены гистограммы распределения плотности ОДУ в зависимости от вида предварительной обработки.

Термическое окисление проводилось по технологическому режиму № 1.

Температура окисления $T = (1100 \pm 10)^\circ\text{C}$.

Время окисления - 180 мин.

Среда - влажный O_2 .

Расход кислорода - 100 л/ч.

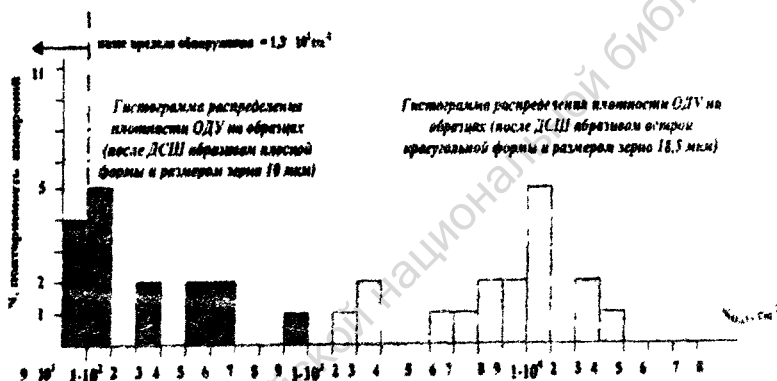


Рис.3 Гистограммы распределения плотности ОДУ на образцах после шлифования свободным абразивом, последующего послойного кислотного травления и термического окисления (режим №1)

Как следует из полученных результатов, значения плотности ОДУ на пластинах кремния, обработанных предварительно шлифованием свободным абразивом с плоской гексагональной формой и средним размером зерна 10 мкм; на 1 - 1,5 порядка ниже, чем на пластинах, предварительно обработанных абразивом острой прямоугольной формы и средним размером зерна 18,5 мкм.

С целью прогнозирования глубины приповерхностных повреждений при обработке определенного материала свободным абразивом с определенной формой и размером зерна была разработана модель формирования нарушений при таком виде обработки.

Как известно, глубина трещиноватого слоя $h_{тр.с.л.}$ обрабатываемой поверхности определяется глубиной образования боковых трещин h_c :

$$h_{тр.с.л.} = h_c = \alpha_1 \cdot \frac{E^{1/2}}{H} \cdot F^{1/2} \quad (1)$$

где F – нормальная нагрузка на нагружаемую абразивную частицу, E – модуль Юнга рабочей поверхности, H – твердость рабочей поверхности, α_1 – коэффициент, зависящий от формы абразивной частицы. Для абразива с плоской гексагональной формой зерна $\alpha_1 = 0,52$, и для абразива с острой краеугольной формой зерна $\alpha_1 = 0,71$.

Внедрение абразивных зерен различной формы в обрабатываемый материал можно уподобить внедрению единичных инденторов различной формы: 1) плоских штампов для мелкого абразива с плоской гексагональной формой зерна; 2) конических инденторов для крупного абразива с острой краеугольной формой зерна.

Для инденторов различной формы различна зависимость глубины проникновения в материал от приложенной нагрузки:

- 1) $F \sim h$ – в случае плоского индентора (штампа),
- 2) $F \sim h^2$ – в случае конического индентора (острого),

где h – глубина проникновения абразивного зерна в обрабатываемый материал (рис.4). Различие в функциональной форме зависимости усилия на индентор и глубины внедрения индентора ведет к различной глубине образования боковых трещин h_c , ответственных за отслоение и сьем материала.

Глубина проникновения абразивного зерна в обрабатываемую поверхность (h):

$$h = 2R \left[1 + \left(\frac{H}{H_c} \right)^{1/2} \right]^{-1} \quad (2)$$

где $R = d_s/2$ – радиус абразивной частицы, H – твердость обрабатываемого материала, H_c – твердость материала рабочего инструмента, d_s – средний размер абразивной частицы.

Тогда для случая – индентор – абразив плоской гексагональной формы:

$$\begin{aligned}
 h_{\text{пр.ср}} &= h_1^{\text{ср.ср}} = \alpha_1^{\text{ср.ср}} \cdot \frac{E^{1/2}}{H} \cdot F^{1/2} = \\
 &= \alpha_1^{\text{ср.ср}} \cdot \frac{E^{1/2}}{H} \cdot \sqrt{d_1^{\text{ср.ср}} \cdot \left(1 + \left(\frac{H}{H_c}\right)^{1/2}\right)^{-1}}
 \end{aligned} \quad (3)$$

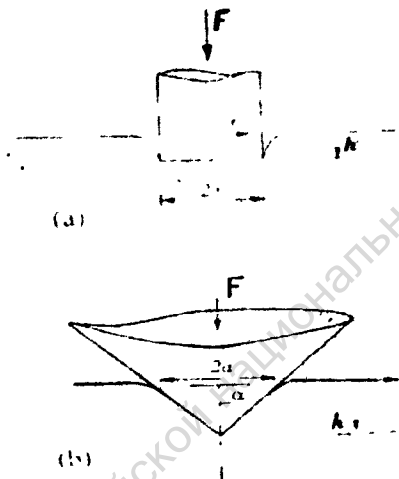


Рис.4. Схема индентирования обрабатываемой поверхности пластины кремния в случае:
 а) индентор – плоский штамп – абразив плоской формы,
 б) конический индентор – абразив остроугольной формы

Для случая применения индентора в виде острого краеугольного абразива получим:

$$\begin{aligned}
 h_{\text{пр.ср}} &= h_1^{\text{ср.ср}} = \alpha_1^{\text{ср.ср}} \cdot \frac{E^{1/2}}{H} \cdot F^{1/2} = \\
 &= \alpha_1^{\text{ср.ср}} \cdot \frac{E^{1/2}}{H} \cdot d_1^{\text{ср.ср}} \cdot \left(1 + \left(\frac{H}{H_c}\right)^{1/2}\right)^{-1}
 \end{aligned} \quad (4)$$

Тогда, поделив (4) на (3), имеем: $\frac{h_{\text{пр.ср}}}{h_{\text{ср.ср}}} = 3,7$.

Т.е. расчетное соотношение между глубинами приповерхностного трещиноватого слоя после шлифования свободным абразивом с острой краугольной формой и размером зерна 18,5 мкм и абразивом с плоской формой и размером зерна 10 мкм равно 3,7. Экспериментальное значение этого соотношения, определенного по величине протяженности ДПД составляет 1,3 + 1,8 (рис.1), а определенного методом косого шлифа, соответственно 2,6 + 3,6 (рис.2).

На основе полученных расчетных и экспериментальных результатов предложена качественная модель съема материала при шлифовании свободным абразивом плоской гексагональной формы в сравнении с абразивом острой краугольной формы. При воздействии на поверхность кремния частиц абразива острой и краугольной формы механизм износа известен и включает три стадии: прокатывание частицы – индентирование поверхности – выкалывание материала. При воздействии на поверхность кремния плоских, гексагональной формы частиц абразива преобладает процесс резания (срезания микрошероховатостей поверхности), дополняемый шлифованием по описанному выше трехстадийному механизму, но уже с более мелким зерном абразива, состоящего из смеси осколков исходного абразива $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ и кремниевых микрочастиц.

Предложенная модель хорошо объясняет различие в структуре и глубине повреждений при шлифовании абразивами различного размера и формы и экспериментально подтверждается результатами неразрушающих рентгенодифракционных и прямых разрушающих исследований приповерхностного слоя пластин кремния после обработки свободным абразивом.

Проанализированы типы дефектов и их распределение по глубине после ДСШ абразивами с различным размером зерна и формой абразивных частиц, после послыонного одностадийного ХМП шлифованных пластин и последующего термического окисления. Установлено, что основными видами дефектов, связанными с недополировкой, являются дислокационные розетки вдавливания (ДРВ) и скопления ОДУ. Это сделало возможным, с учетом ранее установленного факта о полном отсутствии локальных механических повреждений после ДСШ абразивом с плоской гексагональной формой зерна и 30 мкм съема щелочным травлением, разделение вклада собственно процесса ХМП в суммарную плотность ОДУ в полированных пластинах кремния после термического окисления. Установлено, что отношение между плотностью ОДУ, привносимых в

процессе ХМП, и плотностью ОДУ, обусловленных дефектностью монокристалла, находится в интервале $1,5 \pm 5,0$.

В четвертой главе описывается практическая реализация результатов работы.

Экспериментальные и технологические исследования процесса двухстороннего шлифования свободным абразивом пластин кремния $\varnothing 150$ мм позволили обоснованно выработать практические рекомендации и внедрить технологию прецизионного способа обработки с использованием абразива с плоской гексагональной формой и средним размером зерна 10 мкм, которая включает в себя также технологию приготовления шлифовальной суспензии на основе указанного микропорошка с использованием вязкого суспензионного носителя.

Учитывая ограниченные возможности в обновлении парка оборудования для обработки пластин кремния в ОАО «Элма», разработанная технология эффективно применена на существующем оборудовании.

Ее применение позволило снизить глубину приповерхностных повреждений с 10-16 мкм до 5-9 мкм, улучшить разнотолщинность по пластине (TTV) до 1,5 мкм (при абсолютном среднем значении TTV ранее в 2,5 мкм) и повысить выход годных пластин на операции ДСШ на 0,5 – 1,0%.

Эффективность использования предлагаемой разработанной технологии прецизионного ДСШ свободным абразивом при изготовлении пластин кремния $\varnothing 150$ мм на ОАО «Элма» подтверждается актом о внедрении результатов диссертационной работы. Также результаты работы были использованы при разработке технологии получения специализированных тонких пластин кремния для приборов силовой электроники, что подтверждается актом об использовании результатов работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подложки кремния большого диаметра являются основой для создания СБИС. Качество поверхности и свойства приповерхностных слоев подложек определяют выход годных и работоспособность СБИС.

Информация о нарушениях приповерхностных слоев кремния, возникающих на различных этапах изготовления подложек кремния была получена благодаря поддержке руководства и ведущих специалистов ОАО «Элма», а также помощи ведущих сотрудников

ГИРЕДМЕТ, НИИМВ, НИИФП в аналитическом обеспечении выполненных технологических экспериментов. Результаты этих экспериментов изложены ниже как общие выводы.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. В качестве метода визуализации приповерхностных повреждений выбран метод секционной рентгеновской топографии (СРТ). Этот метод практически применим во всем диапазоне процесса обработки кремния при использовании двух критериев: протяженность далекодействующих полей деформаций (ДПД) для грубых видов обработки (резка, шлифование) и четкость проявления интерференционной картины (картины Пенделозунга) и ее искажение вблизи локальных центров деформации в совершенном кристалле (травление, двухстадийное ХМП, термическое окисление).
2. Установлена корреляция между методом определения протяженности ДПД на СРТ рентгенотопограммах и глубиной распространения трещин, служащих источником возникновения этих полей, определенной разрушающим методом так называемого "косого шлифа". Эта зависимость аппроксимируется линейной функцией типа $D_{длд} = A + B \cdot h_{тр.сл}$ с корреляционными параметрами $A=70$ и $B=5$. Наличие такой корреляции делает метод секционной рентгеновской топографии особенно перспективным при обработке технологии обработки пластин кремния диаметром 200 мм и более, когда стоимость даже полуфабрикатов полированных пластин кремния такова, что делает невозможным применение разрушающих методов контроля.
3. Показано, что использование более мелкого абразива с плоской гексагональной формой частиц в сочетании с вязким суспензионным нонистелем ведет к снижению глубины трещиноватого слоя до величины 5-9 мкм на прорезных шлифовальниках по сравнению с 10-16 мкм при использовании более крупного абразива с острой краеугольной формой зерна абразива и нивелированию анизотропии в величине поврежденного слоя на А- и В-поверхностях пластины.
4. Проведено моделирование процесса ДСШ пластин кремния абразивом с различной формой и размером частиц абразива. Модель основана на различии в функциональной зависимости усилия на индентор и глубины внедрения индентора ($F \sim h^2$ для случая конического индентора и $F \sim h$ - для плоского штампа), что ведет к различной глубине образования боковых трещин, ответственных за

отслоение и сьем материала при ДСШ свободным абразивом. Расчетное соотношение глубин трещиноватого слоя после обработки свободным абразивом острой краеугольной формы и плоской гексагональной формы равно 3,7.

5. При использовании новой технологии ДСШ при последующем стандартном съеме при щелочном травлении в 30 мкм обеспечивается полное отсутствие локальных механических повреждений на обеих сторонах шлифованно – травленных пластин кремния. Таким образом исключается влияние дефектов ДСШ на последующий процесс ХМП и образование ОДУ при термическом окислении полированных пластин кремния.

6. При использовании новой технологии ДСШ проведено разделение вклада собственно процесса ХМП в суммарную плотность ОДУ в полированных пластинах кремния после термического окисления. Установлено, что отношение между плотностью ОДУ, привносимых в процессе ХМП и плотностью ОДУ, обусловленных дефектностью монокристалла, находится в интервале 1,5 + 5,0.

7. Экспериментально обоснованная разработанная технология прецизионного способа с использованием мелкого абразива с плоской гексагональной формой зерна и с применением вязкого суспензионного носителя показала свою высокую эффективность в используемом в ОАО «Элма» парке оборудования для ДСШ (станки типа Peter Wolters с плоскими и прорезными различного типа шлифовальниками). Ее применение позволило снизить глубину приповерхностных повреждений с 10-16 мкм до 5-9 мкм, улучшить параметры плоскостности пластин – снизить среднее значение TTV с 2,5 мкм до 1,5 мкм и увеличить выход годных пластин на операции ДСШ на 0,5– 1,0%.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. С.П. Яковлев. Проблемы операции шлифования пластин кремния больших диаметров для СБИС и пути их решения // Тезисы докладов Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Микроэлектроника и Информатика – 98». Москва, МИЭТ, 1998г., с.173.
2. Н.А. Большаков, С.П. Яковлев. Сравнительный анализ нарушений, возникающих в пластинах кремния после резки и двустороннего шлифования // Тезисы докладов Всероссийской межвузовской

научно-технической конференции студентов и аспирантов «Микроэлектроника и Информатика – 99». Москва, МИЭТ, 1999г., с.55.

3. N. Bolshakov, Y. Litvinov, V. Pavlov, S. Yakovlev. Researches state of subsurface damages in semiconductor materials after machining of monocrystals with enlarged diameter // Third International Conference "Single Crystal Growth, Strength Problems, and Heat Mass Transfer" (ICSC-99). Obninsk, 1999, pp. 158-159.
4. Литвинов М.Ю., Павлов В.Ф., Хохлов А.И., Чистякова С.И., Яковлев С.П. Влияние размера и формы зерна абразива на структуру и глубину повреждений в пластинах кремния при их шлифовании свободным абразивом // Труды седьмой международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы твердотельной электроники и микроэлектроники» ПЭМ-2000. Таганрог, ТРТУ, 2000г., с.21-23.
5. С.П. Яковлев. Анализ моделей обработки свободным абразивом монокристаллов и пластин кремния и влияние технологических факторов на глубину приповерхностных нарушений // Тезисы докладов Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Микроэлектроника и Информатика – 2000». Москва, МИЭТ, 2000г., с.71.
6. Купцова И.Е., Литвинов Ю.М., Макаров А.С., Яковлев С.П. Механизм генерации окислительных дефектов упаковки в пластинах кремния с различным уровнем приповерхностных повреждений и микрорельефа поверхности // Тезисы докладов IX Национальной конференции по росту кристаллов. Москва, ИК РАН, 2000 г., с.165.
7. Y.M. Litvinov, S.P. Yakovlev. Abrasive Grain Shape and Size Effect on Structure and Depth of the Damages in Silicon Wafers During Lapping by Loose Abrasive // The Seventh Scientific and Business Conference (Silicon-2000). Roznov pod Radhostem, Czech Republic, 2000, pp.8-11.
8. Литвинов Ю.М., Павлов В.Ф., Соколов Е.Б., Яковлев С.П. Влияние формы зерна абразива на структуру и глубину повреждений в пластинах кремния при их шлифовании свободным абразивом // Тезисы докладов III Международной научно – технической конференции «Электроника и информатика – XXI век». Москва, МГИЭТ (ТУ), 2000г., с. 171.
9. Большаков Н.А., Литвинов Ю.М., Раскин А.А., Яковлев С.П. Новое в технологии обработки пластин кремния большого диаметра для

изготовления СБИС // Зарубежная электронная техника. ЦНИИ «Электроника», Москва, 2000г., №4, с.17-29.

10. Yu.M. Litvinov, A.S. Makarov, S.V. Petrov, M.M. Svetlakova, S.P. Yakovlev. Oxidation test application for chemical-mechanical polished (CMP) silicon wafers quality control // Fourth International Conference "Single Crystal Growth, Strength Problems, and Heat Mass Transfer" (ICSC-2001). Obninsk, 2001, pp. 605-612.

Из фондов Российской национальной библиотеки

Подписано в печать: 14.11.2001.
Заказ № 99 Тираж 100 экз
Формат 60x84 1/16
Отпечатано в отделе
научно-технической документации
ОАО «Элма»
103460, Москва, К-460, ОАО «Элма»

Из фондов Российской национальной библиотеки

Из фондов Российской национальной библиотеки

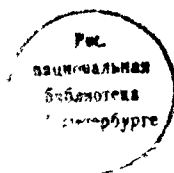
Из фондов Российской национальной библиотеки

РНБ Русский фонд

2003-4

23828

Из фондов Российской национальной библиотеки



3 АЕН 2001