Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:
https://stuservis.ru/kursovaya-rabota/284764

Тип работы: Курсовая работа

Предмет: Физическая химия

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
Глава 1 Литературная часть 6
1.1 Теоретические сведения о некоторых процессах легирования 6
1.1.1 Фазовые состояния веществ 6
1.1.2 Процессы диффузии 14
1.1.3 Ионная имплантация 18
1.1.4 Отжиг легированных структур 24
1.1.5 Физико-химические основы технологии микроэлектроники 30
1.1.5.1 Распределение примесей после зонной плавки 30
2 Экспериментальная часть 42
2.1 Условия технического задания 42
2.2 Расчёт распределения примесей после зонной плавки 43
2.3 Анализ бинарной диаграммы состояния Si-Al 51
2.4 Расчет распределения примеси в полупроводнике после диффузионного отжига при различных условиях диффузии. 52
2.5 Расчет распределения сурьмы в кремнии после ионной имплантации и высокотемпературного отжига 58
Заключение 63
Список литературы 65
Приложения 67

ВВЕДЕНИЕ

В связи с тем, что в последние годы колоссально вырос спрос на полупроводники, то имеет смысл заняться изучением методов, благодаря которым возможно получить наиболее устойчивые полупроводники с оптимальной степенью чистоты. Полупроводники имеют широкое применение как в промышленности, так и в микроэлектронике. Одним из самых востребованных полупроводников является кремний, именно поэтому в данной работе изучаются методы, благодаря которым можно отследить зависимость концентрации примеси в кремниевых сплавах при различных условиях от шага.
С целью направленного изменения электрических свойств полупроводников применяют технологии легирования – введения примесей или структурных дефектов.
Современные полупроводниковые приборы (в том числе, интегральные микросхемы – ИМС) – чрезвычайно сложные устройства, имеющие размеры компонентов не более долей мкм. Такие устройства изготавливаются фотолитографией на монокристаллических полупроводниковых пластинах.
Полупроводниковые пластины для формирования изделий микроэлектроники, должны иметь совершенную атомную структуру и высокую геометрическую точностью обеспечения этих качеств. Для этих целей разрабатывается оригинальная технология механической, химической и химико-механической обработки монокристаллических материалов, создаётся прецизионное оборудование, часто не имеющее аналогов.
Обработка полупроводниковых пластин требует высокой квалификации операторов и обслуживающего персонала, строгого соблюдения технологической дисциплины и поддержания в производственных помещениях особой чистоты применяемых материалов и вакуумной гигиены.
Возникновение современной технологии полупроводниковых приборов относится к концу 1950-х годов, когда были разработаны локальная диффузия по оксидной маске и фотолитография. Комбинация этих методов лежит в основе планарной технологии полупроводниковых приборов и ИМС. В настоящее время она является доминирующей.
Планарная технология используется для создания твердотельной структуры, содержащей

полупроводниковый кристалл с определённым распределением легирующих элементов, систему внутренних соединений с диэлектрической изоляцией, формирования внешних выводов этой структуры и её защиты.
Комплекс подготовительных процессов включает в себя инженерное проектирование схемы; разработку её топологии; изготовление соответствующего комплекта фотошаблонов; подготовку полупроводниковых подложек, корпусов приборов и др.
Формирование самой структуры полупроводникового прибора происходит при групповой обработке.
Она включает в себя процессы окисления, диффузии примесей, эпитаксии, вакуумного напыления, фотолитографии и технохимической обработки. Заканчивается цикл групповой обработки получением межсоединений на поверхности кристаллов пластины.
Сверхминиатюрность элементов современных полупроводниковых приборов – главная особенность их конструкции. Обычно, толщины диэлектрических и металлических покрытий этих приборов не превышают 1 мкм, а толщина активных областей структур – десятые доли микрометра.
Повышенные требования к технологии материалов и компонентов электронной техники подразумевают глубокое изучение закономерностей протекания отдельных технологических процессов, в том числе, включая их математическое описание. В основе физики технологических процессов лежат законы термодинамики, определяющие, в зависимости от выбранных условий проведения процессов, конечное состояние системы и кинетические зависимости, характеризующие скорость протекания процессов.
Нанесение пленок и эпитаксиальных слоев, удаление в растворах и парогазовых средах вещества с поверхности твердой фазы, легирование и диффузионное перераспределение – эти основные технологические процессы микроэлектроники в своей сущности являются физико-химическими, а также имеют определенную особенность, связанную с протеканием их на поверхности или в объеме твердой фазы.
Целью работы является изучение методов кристаллизационной очистки и диффузионного легирования полупроводников и их расчёт распределения.
Для достижения обозначенной цели были установлены следующие задачи:
- Изучение технологических процессов при легировании и очистке полупроводников;
- Получение практических знаний расчёта распределения примеси в полупроводниках;
- Получение навыков анализа диаграмм фазовых состояний твёрдых растворов;
- Изучение методов расчёта характеристик n-p-переходов после процессов диффузии и ионной имплантации.

Данная работа – отличное подспорье для дальнейшего изучения свойств различных полупроводников (в частности кремния) не только благодаря озвученным выше методам, но и другим способам (используя наиболее широкий спектр свойств материалов).
- Рассчитано: Распределение примесей вдоль слитка полупроводникового материала при очистке зонной плавкой (один проход расплавленной зоны);
- Установлено: Область существования твёрдых растворов примеси Si-Al;
- Построено: Распределение в кремнии Sb после ионной имплантации и высокотемпературного отжига.

Глава 1 ЛИТЕРАТУРНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Теоретические сведения о некоторых процессах легирования

1.1.1 Фазовые состояния веществ

Фазовое состояние вещества - это одна из различных форм, в которых может существовать вещество. В повседневной жизни можно наблюдать четыре состояния материи: твердое, жидкое, газообразное и плазменное. Известно, что существует много промежуточных состояний, таких как жидкий кристалл, а некоторые состояния существуют только в экстремальных условиях, таких как конденсаты Бозе–Эйнштейна (при экстремальном холоде), нейтронно-вырожденная материя (при экстремальной плотности) и кварк–глюонная плазма (при чрезвычайно высокой энергии). Полный список всех экзотических состояний материи см. в разделе Список состояний материи.
Исторически сложилось так, что различие проводится на основе качественных различий в свойствах. Вещество в твердом состоянии сохраняет фиксированный объем (при условии отсутствия изменений температуры или давления воздуха) и форму, при этом составляющие частицы (атомы, молекулы или ионы) сближаются и фиксируются на месте. Вещество в жидком состоянии сохраняет фиксированный объем (при

условии отсутствия изменений температуры или давления воздуха), но имеет переменную форму, которая приспосабливается к размеру его контейнера. Его частицы все еще находятся близко друг к другу, но движутся свободно. Вещество в газообразном состоянии имеет как переменный объем, так и форму, приспосабливая и то, и другое к своему вместилищу. Его частицы не расположены ни близко друг к другу, ни зафиксированы на месте. Вещество в состоянии плазмы имеет переменный объем и форму и содержит нейтральные атомы, а также значительное количество ионов и электронов, которые могут свободно перемещаться.

Термин "фаза" иногда используется как синоним состояния вещества, но одно соединение может образовывать разные фазы, которые находятся в одном и том же состоянии вещества. Например, лед - это твердое состояние воды, но существует множество фаз льда с различными кристаллическими структурами, которые образуются при разных давлениях и температурах.

Измерения фазовых равновесий являются основным предметом экспериментальной термодинамики. Измерение изменений в заполненных жидкостью конденсаторах (которые возникают из-за изменений относительной диэлектрической проницаемости жидкости) было использовано для изучения фазовых равновесий. Наиболее обширные исследования, о которых сообщается в литературе, относятся к смесям He3/He4, но были изучены и другие системы, включая углеводороды. Измерения емкости использовались для определения критических точек, качества воды в котле и содержания метана в воде (с мольной долей воды менее 95•10-6). Недавно для определения границ фаз и сосуществующих плотностей фаз в системах (1-x)CO2 + xC2H6 была использована реентерабельная полость концентрического цилиндра с x = 0,25, 0,5 и 0,75.

Термодинамика связана с состоянием системы, когда ее оставляют в покое и когда она взаимодействует с окружающей средой. Под "системой" понимается любая часть мира, которая может быть определена с учетом изменений, которые могут произойти при различных условиях. Система может быть отделена от окружающей среды реальной или воображаемой стеной. Свойства стены определяют, как система может взаимодействовать с окружающей средой.

Обозначая количество независимых компонентов, а также учитывая тепловые и механические взаимодействия с окружающей средой, мы находим по определению, что состояние системы может изменяться с + 2 независимыми способами. Для металлических систем обычно наиболее удобно рассматривать элементы как независимые компоненты. Для систем с ковалентными связями иногда может быть удобно рассматривать в качестве компонента очень стабильные молекулярные частицы.

Для систем с сильно ионным характером может быть удобно выбирать независимые компоненты из нейтральных соединений, а не из ионов.

Одной из основных причин анализа бинарных фазовых диаграмм Si является то, что легирующие элементы имеют резкий предел растворимости в твердом теле, зависящий от температуры, из-за чего Si легко перенасыщается ими при охлаждении. Поэтому они имеют тенденцию образовывать дефекты кристаллов в виде сложных выделений на границах зерен. Эти дефекты нежелательны, поскольку они снижают эффективность солнечных элементов. Знание фазового равновесия и термодинамических свойств бинарных фазовых диаграмм Si-примеси важно для понимания и совершенствования процесса рафинирования металлургических. Процесс рафинирования растворителем является одним из металлургических подходов, используемых для производства кремния солнечного качества, особенно когда осадки примесей проявляют очень ограниченную растворимость в кремнии.

Успех процесса очистки растворителем зависит от растворимости на Si-конце, которая определяется путем тщательного изучения линии растворения на равновесной фазовой диаграмме. Точность линий растворения на диаграмме равновесной фазы сильно зависит от измерений предела растворимости. Если значения растворимости конкретных примесей для конкретной системы неизвестны и/или их трудно определить определить экспериментально, или их поведение не может быть экстраполировано, используется термодинамическое моделирование.

Параметры процесса затвердевания, такие как состав сплава, температура и влияние скорости охлаждения на микроструктуру, контролируют уровень примесей в кристаллизованном кремнии и могут быть определены по хорошо установленной фазовой диаграмме

Кремний тесно связан с различными металлами в интегрированных электронных изделиях, поэтому особое внимание следует уделить фазовым диаграммам, на которых кремний фигурирует в качестве одного из компонентов. Однако, прежде чем перейти к рассмотрению фазовых диаграмм состояния, давайте рассмотрим некоторые положения термодинамики [1].

Рисунок 1 – Диаграмма состояний алюминий-кремний

Рисунок 2 – Диаграмма состояний свинец-сурьма

Функция состояния - это физическая характеристика системы, изменение которой при переходе системы из одного состояния в другое не зависит от типа соответствующего термодинамического процесса, а полностью определяется значениями параметров начального и конечного состояний.
К важнейшим функциям состояний относятся: внутренняя энергия (E), энтропия (S), энтальпия (H) и некоторые другие [2].
Внутренней энергией E называется энергия системы, зависящая только от её термодинамического состояния:

E=W-(Wk+WП). (1.1)

Энтропия – функция состояния системы, дифференциал которой в элементарном обратимом процессе равен отношению бесконечно малого количества теплоты, сообщённого системе, к абсолютной температуре системы:

dS = δQ/T. (1.2)

Для неизолированной системы при постоянной температуре (изотермический процесс) ΔS ≥ Q/T [3].
Энтальпия H (теплосодержание, тепловая функция):

H = E + PV. (1.3)

Первый закон термодинамики выражается соотношением:

Q=ΔE+A, (1.4)

здесь Q – количество теплоты, сообщенное системе, расходуемое на изменение её внутренней энергии ΔE и на совершение системой работы A против внешних сил [3].
Кроме того, при рассмотрении физико-химических процессов важны ещё такие функции состояния, как свободная энергия Гельмгольца и свободная энергия Гиббса [1].
Свободная энергия Гельмгольца или изохорно-изотермический потенциал (F):

F=E–TS. (1.5)

Изобарно-изотермический потенциал (свободную энергию Гиббса G) можно записать с использованием энтальпии H следующим образом:

G =F+PV = E–TS = H–TS. (1.6)

Термодинамические потенциалы связаны с друг другом соотношением:

μмоль = Mμу0 (1.7)

где μ – количество вещества в граммах; μмоль – количества вещества в молях; M – молекулярный вес соответствующего вещества [4].
Такой график изображают в виде его проекции на плоскость «температура–давление» [5-7].
Термодинамический/химический потенциал μ характеризуется энергией, приходящейся на один атом:

μ = G/N0, (1.8)

где G – энергия Гиббса; N0 – число Авогадро, N0 = 6,0222×1023 моль–1.
При переходах первого рода в точке перехода сосуществует две фазы: например, α и β. Переход осуществляется при определенной температуре Тпер. При переходе изменяются скачком первые производные термодинамического потенциала μ по температуре и давлению: энтальпия, энтропия, объем, а, следовательно, и плотность.

$\partial\mu/\partial T = -S\partial\mu/\partial p = V$ (1.9)

где S – энтропия, V– объем.
Так как термодинамический потенциал μ при фазовых переходах первого рода меняется скачкообразно и определяется выражением:

$\mu = E - TS + PV$, (1.10)

то и энергия E также должна изменяться скачком. При этом разность значений термодинамических потенциалов для первой и второй фаз определяется выражением:

$\mu_1 - \mu_2 = (E_1 - E_2) - T(S_1 - S_2) + P(V_2 - V_1) =$ (1.11)
$= (H_2 - H_1) - T(S_2 - S_1)$

а теплота перехода – выражением:

$Q = H_2 - H_1 = T(S_2 - S_1)$ (1.12)

Функция μ1(P,T) и μ2(P,T) означает особенности изменения термодинамического потенциала около точки фазового перехода. Этой особенностью объясняется возможность перегрева или переохлаждения фаз в случае фазовых переходов первого рода в системе.
После дифференцирования по температуре соотношения μ1(P,T)= μ2(P,T) с учетом выражения для S, V и Q получим:

$\partial P/\partial T = (S_1 - S_2)/(V_1 - V_2) = Q/[T(V_2 - V_1)]$ (1.13)

При переходах второго рода монотонно изменяются первые производные свободной энергии: энтальпия, энтропия, объем, плотность [6]:

$-S_\beta = \partial\mu_\beta/\partial T$ и $-S_{\beta\alpha} = \partial\mu_\alpha/\partial T$ (1.14)

При этом значения βμ при изменении температуры убывают быстрее, чем значения βμ , а в точке перехода Тпер: μα(P,T) = μβ(P,T).

1.1.2 Процессы диффузии

Диффузия – хаотический процесс переноса молекул или атомов вещества, обусловленный наличием градиента концентрации [8].

Рисунок 3 – Процесс диффузии вещества

Диффузия играет важную роль в таких разнообразных процессах, как проникновение через мембраны, испарение жидкостей, окрашивание текстильных волокон, сушка древесины, сплав кремниевых пластин для производства полупроводников и транспортировка тепловых нейтронов в ядерные энергетические реакторы. Важные ритуалы химической реакции ограничены тем, насколько быстро диффузия может объединить реагенты или доставить ферменты или катализаторы к местам реакции. Силы между

молекулами, а также размеры и формы молекул можно изучить, выполнив измерения диффузии. Диффузия в твердых телах является важной темой физической металлургии и материаловедения, поскольку диффузионные процессы распространены в твердом веществе при повышенных температурах. Они играют ключевую роль в кинетике многих микроструктурных изменений, которые происходят при обработке металлов, сплавов, керамики, полупроводников, стекол и полимеров. Типичные примеры таких изменений включают зарождение новых фаз, диффузионные фазовые превращения, осаждение и растворение второй фазы, перекристаллизацию, высокотемпературную ползучесть и термическое окисление. Прямое технологическое применение касается диффузионного легирования при изготовлении микроэлектронных устройств, твердых электролитов для аккумуляторных батарей и топливных элементов, поверхностного упрочнения сталей путем науглероживания или азотирования, диффузионного склеивания и спекания. Атомные механизмы диффузии тесно связаны с дефектами в твердых телах. Точечные дефекты, такие как вакансии и междоузлия, являются простейшими дефектами и часто опосредуют диффузию в идеальном кристалле. Дислокации, границы зерен, границы фаз и свободные поверхности - это другие типы дефектов в кристаллическом твердом теле. Они могут действовать как диффузионные короткие замыкания, поскольку подвижность атомов вдоль таких дефектов обычно намного выше, чем в решетке. Смотрите также: Дефекты кристаллов
Сурьма и мышьяк могут быть использованы в качестве примесей-доноров, а алюминий и галлий - в качестве акцепторов [9].
Относительные концентрации примесей выбираются в соответствии с правилом Вегерда:

, (1.15)

где ε – упругая деформация решетки;
Nm – концентрация примеси;
β – коэффициент примесного сжатия решетки;
rm и r0 – атомные радиусы примеси и полупроводника;
N0 – атомная плотность полупроводника (для Si: 5,5×1022 см–3).
Газообразная примесь взаимодействует с кислородом и SiO2 с образованием примесно-силикатных стекол:

B2O3 + SiO2= B2O3•SiO2 (1.16)

На границе окисел – кремний протекает окислительно-восстановительная реакция с образованием элементарной примеси, диффундирующей в кремний [10-12]:

(1.17)

Основной движущей силой для изучения диффузии в полупроводниковых материалах является технологическая важность этапа диффузионного процесса для изготовления интегральных схем (ИС) [9]. Из-за нежелательных и непредсказуемых явлений диффузии современные технологические процессы пытаются уменьшить диффузию за счет уменьшения количества тепла. Это может быть сделано путем снижения температуры процесса или путем выполнения процессов кратковременного отжига (RTA) при высоких температурах. Во всех случаях поведение диффузионных частиц является аномальным. В то время как снижение температуры обработки действительно уменьшает диффузию, явления усиленной диффузии стали важными в низкотемпературных режимах.
Поскольку усиленная диффузия покрывается самодиффузией легирующей примеси при высоких температурах, она может стать доминирующей в некоторых низкотемпературных случаях. При обработке RTA наблюдаются отклонения в профилях легирующей примеси, и, следовательно, традиционные теории диффузии терпят неудачу. По-прежнему существует значительная потребность в понимании диффузионных процессов в полупроводниковых материалах.
Конечная задача состоит в том, чтобы обеспечить, исходя из выбора параметров технологического процесса, путем расчета формирование заданных электрических характеристик полупроводниковых структур [13].
Диффузионные модели были разработаны с позиций двух основных приближений:
1. Теория сплошных сред с использованием уравнений диффузии Фика, адекватность которых контролируется экспериментально путем измерения поверхностной концентрации.

2. Атомистическая теория, которая учитывает взаимодействие между внутренними точечными дефектами (вакансиями и промежуточными атомами), с одной стороны, и атомами примесей - с другой.
Бор и фосфор в кремнии диффундируют по вакансионному механизму, элементы первой и седьмой групп периодической системы – по междоузельному [14].
В отсутствии конвекции перенос атомов через единичную площадку при одномерном направлении потока может быть описан уравнением (1-ый законssФика, 1855 г.) [15]:

, (1.18)

Здесь J – диффузный поток, характеризующий скорость переноса вещества через единичную площадку.
Из закона сохранения вещества следует, что изменение концентрации со временем должно быть равно уменьшению диффузионного потока в том же объеме:

, (1.19)

Из (18) в (19) следует второй закон Фика:

(1.20)

При низких концентрациях примеси D = const, и получаем простое диффузионное уравнение Фика:

(1.21)

1.1.3 Ионная имплантация

Ионная имплантация - это низкотемпературный процесс, посредством которого ионы одного элемента ускоряются в твердую мишень, тем самым изменяя физические, химические или электрические свойства мишени. Ионная имплантация используется при изготовлении полупроводниковых приборов и при отделке металлов, а также в исследованиях в области материаловедения. Ионы могут изменять элементный состав мишени (если ионы отличаются по составу от мишени), если они останавливаются и остаются в мишени. Ионная имплантация также вызывает химические и физические изменения, когда ионы воздействуют на мишень с высокой энергией. Кристаллическая структура мишени может быть повреждена или даже разрушена каскадами энергетических столкновений, а ионы достаточно высокой энергии (10s МэВ) могут вызвать ядерную трансмутацию.
Ионная имплантация представляет собой особенно полезное средство, с помощью которого можно изменять свойства поверхности различных материалов. Это прозаическое утверждение, однако, не передает глубины базового понимания, которое было разработано для полного использования преимуществ ионной имплантации. Взаимодействие основной решетки с энергетическими пучками создает метастабильные состояния и структуры, которые не могут быть достигнуты другими средствами. Однако ионная имплантация также требует понимания фундаментальной физики и химии, которые определяют взаимодействие ионного пучка и мишени. В дополнение к фундаментальному характеру процесса, ионная имплантация важна для широкого спектра технологий. В то время как ионная имплантация действительно стала технологически важным технологическим компонентом производства полупроводников и других отраслей промышленности, новые разработки демонстрируют, что ионная имплантация является важным инструментом для фундаментальных исследований и для будущих применений, с нанокластерными материалами в качестве интригующего примера. Хотя преимущества ионной имплантации хорошо известны, недавние разработки в этой технологии и во многих других областях применения материалов указывают на что сборник статей, представленный здесь, является подходящим средством для описания некоторых из наиболее экзотических и новых подходов, связанных с ионной имплантацией. Эта книга представляет собой сборник глав, в которых рассматриваются новые аспекты ионной имплантации: манипулирование и модификация пучка, взаимодействие пучка с твердым телом, физические и химические аспекты имплантируемых структур и их характеристика. Эта монография включает в себя ряд пересекающихся глав. Физика
Разделы имплантации описывают улучшения в манипулировании лучом с помощью разнообразие средств. Последние достижения в области наноимплантации были достигнуты благодаря технологиям имплантации

с высоким разрешением и использованию наноструктурных масок. Разработки радиочастотных квадрупольных ускорителей предлагают улучшенные средства управления падающим пучком ионов для достижения высоких токов и напряжений в компактном устройстве. Значения кулоновского нагрева двухатомного пучка, полученные как из теоретических расчетов, так и из экспериментов, предполагают, что такое понимание взаимодействия пучка с хозяином дает представление об универсальной модели, которая может быть применена к широкому спектру различных систем. Характеристика как имплантированных видов, так и повреждений, наносимых цели, становится все более важной областью исследований.
Для оценки распределения деформации в материале мишени, а также эволюции деформации при последующем отжиге было разработано рентгеновское рассеяние с высоким разрешением
Хотя ионная имплантация представляет собой один из методов модификации материалов, диапазон условий имплантации предусматривает некоторые очень творческие подходы. Возможность оптимизировать свойства нанокластеров кремния в SiO2 путем имплантации с использованием комбинации правильно подобранных условий отжига и облучения является многообещающей.
Модификация материалов с фазовым переходом – скорости кристаллизации и стабильность фазы, для пример – легко и контролируемо достигаются путем имплантации азота или кислорода. Имплантация низкоэнергетического азота в GaAs также модифицирует поверхность для получения структур с квантовыми точками, легированных полупроводников или структур GaN, в зависимости от условий. Имплантация в III-нитриды и ZnO для изменения электрических свойств имеет важные технологические применения, а также изучение интересных физических взаимодействий в этих системах.
Использование имплантации для улучшения обработки различных конструкций устройств также становится все более важным. Ионные пучки используются для изменения оптических свойств диэлектрических материалов для изготовления оптических волноводов, других связанных с ними фотонных устройств и новых кристаллических узлов. Сфокусированные ионные пучки представляют собой еще одно средство получения трехмерных структур, в том числе для пьезоэлектрических наноструктур. Аналогичным образом, формирование плазмонных нанокомпозитов с использованием металлических частиц для формирования геометрии ядро-оболочка может контролироваться с помощью имплантации. Использование отжига представляет собой еще одно средство контроля формирования наноструктур. Водород и гелий имплантация используется для отслаивания тонких пленок множества различных полупроводников – этот метод используется для получения коммерческого кремния на изоляторе, но здесь описано еще много потенциальных примеров. Имплантация фтора привела к повышению стойкости высокотемпературных металлических сплавов к окислению за счет ионной имплантации, а также показала, как результаты имплантации могут влиять на обработку другими способами. Каждая глава также содержит обширный справочный раздел, отличные справочные разделы и использование соответствующих уравнений и усилий по моделированию для руководства презентациями.

Рисунок 4 – Ионная имплантация

Оборудование для ионной имплантации обычно состоит из источника ионов, где образуются ионы требуемого элемента, ускорителя, где ионы электростатически ускоряются до высокой энергии, и камеры-мишени, где ионы воздействуют на мишень, которая является материалом, подлежащим имплантации. Таким образом, ионная имплантация является частным случаем излучения частиц. Каждый ион обычно представляет собой отдельный атом или молекулу, и, таким образом, фактическое количество материала, имплантированного в мишень, является интегралом по времени ионного тока. Это количество называется дозой. Токи, подаваемые имплантатами, обычно невелики (микроамперы), и, следовательно, доза, которая может быть имплантирована за разумный промежуток времени, невелика. Поэтому ионная имплантация находит применение в тех случаях, когда требуется небольшое количество химических изменений. Типичные энергии ионов находятся в диапазоне от 10 до 500 кэВ. Могут быть использованы энергии в диапазоне от 1 до 10 кэВ, но в результате проникновение составляет всего несколько нанометров или меньше. Энергии ниже этой приводят к очень небольшому повреждению мишени и подпадают под обозначение ионно-лучевого осаждения. Можно использовать и более высокие энергии: широко распространены ускорители с энергией 5 МэВ. Однако часто наблюдается значительный структурный ущерб цели, и поскольку распределение по глубине широкое (пик Брэгга), изменение состава сетки в любой точке цели будет небольшим.
Энергия ионов, а также вид ионов и состав мишени определяют глубину проникновения ионов в твердое

тело: моноэнергетический ионный пучок, как правило, будет иметь широкое распределение по глубине. Средняя глубина проникновения называется диапазоном ионов. При типичных обстоятельствах диапазон ионов будет составлять от 10 нанометров до 1 микрометра. Таким образом, ионная имплантация особенно полезна в тех случаях, когда желательно, чтобы химическое или структурное изменение происходило вблизи поверхности мишени. Ионы постепенно теряют свою энергию по мере прохождения через твердое тело, как из-за случайных столкновений с атомами-мишенями (которые вызывают резкий перенос энергии), так и из-за незначительного сопротивления из-за перекрытия электронных орбиталей, что является непрерывным процессом. Потеря энергии ионов в мишени называется остановкой и может быть смоделирована с помощью метода аппроксимации бинарных столкновений.
Ускорительные системы для ионной имплантации обычно классифицируются на среднетонные (токи ионного пучка от 10 мкА до ~2 мА), сильноточные (токи ионного пучка до ~30 мА), высокоэнергетические (энергии ионов выше 200 кэВ и до 10 МэВ) и очень высокие дозы (эффективная имплантация доза, превышающая 1016 ионов/см2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Харин А. Н., Катаева Н. А., Харина А. Т. Курс химии — М.: «Высшая школа», 1975. — 416 с.
2.Мюллер Г. Выращивание кристаллов из расплава. Конвекция и неоднородности — М.: «МИР», 1991. — 149 с
3.Филькевич Э.С.Пкльнер Э.О.,Черновый И.Ф. и др. Технология полупроводникового кремния. – М.:Металлургия, 1992.-408 с.
4.Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы Электронной техники:Учеб. Для студ. По спец. Электронной техники. 3-е изд.-СПб.:Издательство “Лань”,2001.-368 с.
5.Петров Д.А. — В кн.: Вопросы теории и исследования полупроводников и процессов полупроводниковой металлургии. М:. изд. АН СССР, 1955
6.Парр Н. Зонная очистка и её техника / Пер. с англ. — М:. Металлургиздат, 1963
7. Мейер Дж., Эриксон Л., Ионное легирование полупроводников (кремний и германий).Дэвис Дж. - М.: Мир, 1973. – 296 с.
8. Ф. Ф. Комаров, А. П. Новиков, А. Ф. Буренков Ионная имплантация - Минск, Універсітэцкае, 1994. - 303 с.
9.Романенко В.Н., Саидов М.С., Абдукваримов Э.Т., Никитина Г.В. Коэффициенты распределения в сложных полупроводводниковых системах — Ташкент, ФАН, 1987
10.Курносов А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов: 11.Учебное пособие для специальностей «Полупроводники и диэлектрики» и «Производство полупроводниковых приборов». – М.: Высш. шк., 1974. – 400 с., ил.
12.Колобов Н.А., Самохвалов М.М. Диффузия и окисление полупроводников. - М.: Металлургия, 1975. - 456 с.
13.Курносов А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. - М.: Высшая школа, 1979. - 368 с.
14.Рюге И. Технология полупроводников / Пер. с нем. - Берлин: Шпрингер,1988.- 247 с.
15.Глазов В.М., Земсков В.С. Физико-химические основы легирования полупроводников. М.: Наука, 1967.- 372 с.
16.Шур М. Физика полупроводниковых приборов: В 2 т. - М.: Мир, 1992.
17.Крапухин В.В., Соколов И.А., Кузнецов Г.Д. Технология материалов электронной техники. Теория процессов полупроводниковой технологии: Учебник для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп.– М.: МИСИС, 1995. – 493 с.
18. Антонетти, Д. Антониадиса, Р. Даттона, У. Оулдхема МОП-СБИС. Моделирование элементов и технологических процессов; Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1988.
19.Дьяконов В.П. Справочник по MathCAD PLUS 7.0 PRO. –М.: СК Пресс, 1998.
20.Броудай И., Меррей Дж. Физические основы микротехнологии: Пер. с англ. - М.: Мир, 1985.
21.М. И. Елинсона, Г. Г. Смолко Технология тонких пленок. Справочник: Пер. с англ. /Под ред.. -М., Сов. Радио, 1977. Т. 1.
22.Бубенников А.Н. Моделирование интегральных микротехнологий, приборов и схем: Учеб. пособие. -М.: Высш. шк., 1989.
23.Болтакс Б.И. Диффузия и точечные дефекты в полупроводниках. Л.: Наука, 1972. – 384 с.
24.Риссел Х., Руге И. Ионная имплантация. - М.: Наука, 1983. - 360 с.
25.Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. - М.: Высшая

школа, 1983. - 273 с.

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:
https://stuservis.ru/kursovaya-rabota/284764