

предварительной подготовки. Работает он на основе совмещения данных со всех возможных датчиков. Однако, так как неизвестны точки, к которым осуществляется привязка, в этом режиме координаты устройства будут подвержены дрейфу за счет постоянно накапливающейся ошибки. Помимо этого, имеется риск потери трекинга, корректное восстановление которого в данном режиме может быть невозможно. Пользуясь данными локализации и имея трехмерное облако точек с различных датчиков, возможно создание приложений дополненной реальности, ранее принципиально невозможных на мобильных устройствах.

Neuralink (дочерняя компания Илона Маска) стремится создать так называемых «киборгов» – симбиоза машины и человека. Компания начала работу в 2016 году. Команда Neuralink разрабатывает сверхмощные интерфейсы «мозг-машина» для связи людей и компьютеров. В планах компании лежит производство мозговых имплантов, которые помогут в лечении заболеваний мозга. Neuralink считается одним из самых амбициозных проектов Илона, учитывая, что в перспективе он планирует использовать эти технологии для усовершенствования человека, который должен быть в симбиозе с искусственным интеллектом, что пока звучит как фантастика [4].

Вывод. В результате исследования мы пришли к выводу, что для создания и эффективного внедрения роботов, а также повсеместной роботизации на предприятиях нашей страны необходимо как использование передовых энергоэффективных материалов, создание и использование надежного и адаптированного программного обеспечения (например, для предотвращения риска сбоя), так и привлечение к деятельности в данном направлении опытных специалистов. Решение данных задач возможно через импорт материалов и продукции, привлечение человеческого потенциала из-за рубежа, так и через импортозамещение материалов и продукции, возложение обязанностей по разработке ПО, по сборке, тестированию и внедрению роботизированных систем на предприятия нашей страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Робот [Электронный ресурс] - Сайт Википедия – свободная энциклопедия – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Робот> – Дата доступа: 11.03.2020.
2. Какие страны в действительности лидируют в роботизации? [Электронный ресурс] - Сайт RoboTrends – Режим доступа: <http://robotrends.ru/pub/1911/kakie-strany-v-dyaystvitelnosti-lidiryuyut-v-robotizacii>. – Дата доступа: 09.03.2020.
3. Углеродное чудо или как графен изменит наш мир [Электронный ресурс] - Военный обзор. 2014 - 2020 – Режим доступа: https://militaryarms.ru/novye-texnologii/grafen/#h2_3. – Дата доступа: 09.03.2020.
4. Google Tango: управляем роботом в режиме дополненной реальности – Блог Компании Google – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/google/blog/309870/>. - Дата доступа: 11.03.2020.

УДК 67.02

ПРЕИМУЩЕСТВА КРЕМНИЯ, КАК МАТЕРИАЛА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОДЛОЖЕК

А. Г. Рябинчикова, А. А. Мукосей, учащиеся гр. 42В2б

А. С. Раткевич, преподаватель

Филиал БНТУ “Минский государственный политехнический колледж”

Введение. На данный момент никто из нас не сможет представить свою повседневную жизнь без электронных устройств. Например: мобильные телефоны, телевизоры, стационарные компьютеры, ноутбуки, планшеты, и др. Всё это становится доступно благодаря отрасли электроники под названием микроэлектроника.

Это именно та отрасль, которая даёт возможность производить все эти устройства на том уровне, который мы сейчас с вами видим. Микроэлектроника является продолжением развития полупроводниковой электроники, начало которой было положено 7 мая 1895 года, когда полупроводниковые свойства твердого тела были использованы А.С.Поповым для регистрации электромагнитных волн.

Дальнейшее развитие полупроводниковой электроники связано с разработкой в 1948 году точечного транзистора (американские ученые Шокли, Бардин, Браттейн), в 1950 году - плоскостного биполярного транзистора, а в 1952 году полевого (униполярного) транзистора. Наряду с транзисторами были разработаны и стали широко использоваться другие различные виды полупроводниковых приборов: диоды различных классов и типов, варисторы, тиристоры, оптоэлектронные приборы (светодиоды, фотодиоды, фототранзисторы).

Создание транзистора явилось мощным стимулом для развития исследований в области физики полупроводников и технологий полупроводниковых приборов. Именно на этой базе стала развиваться микроэлектроника.

В историческом плане можно отметить 5 этапов развития микроэлектроники.

Первый этап, относящийся к первой половине 60-х годов, характеризуется степенью интеграции ИС до 100 элементов / кристалл и минимальным размером элементов порядка 10 мкм.

Второй этап, относящийся ко второй половине 60-х годов и первой половине 70-х годов, характеризуется степенью интеграции ИС от 100 до 1000 элементов/кристалл и минимальным размером элементов до 2 мкм.

Третий этап, начавшийся во второй половине 70-х годов, характеризуется степенью интеграции более 1000 элементов/кристалл и минимальным размером элементов до 1 мкм.

Четвертый этап, характеризуется разработкой сверхбольших ИС со степенью интеграции более 10000 элементов/кристалл и размерами элементов 0,1 - 0,2 мкм.

Пятый, современный, этап характеризуется широким использованием микропроцессоров и микро-ЭВМ, разработанных на базе больших и сверхбольших интегральных схем [1].

Микроэлектроника является быстроразвивающейся отраслью, от которой требуется высокая точности производства. Для практической реализации развивающейся полупроводниковой электроники требуются сверхчистые полупроводниковые и другие материалы и специальное технологическое и измерительное оборудование.

Основная часть.

Подложка является основой всех элементов и плат. Для материала, выбираемого для подложки предъявляют высокие требования, которым соответствует не каждый полупроводник. Таким образом на данном этапе развития микроэлектроники сформировался ряд лидеров среди всех материалов. Именно эти материалы мы сейчас и рассмотрим.

Первые диоды и транзисторы изготавливались на основе германия. Германий – химический элемент 14-й группы (либо 4А группы) 4-го периода периодической системы химических элементов, с атомным номером 32. Обозначается символом Ge (нем. Germanium). Простое вещество германий – типичный полуметалл серо-белого цвета, с металлическим блеском. Подобно кремнию, является полупроводником [2].

Ширина запрещённой зоны германий при температуре 0К равна 0,661эВ, а при 300К равна 0,96эВ. Проводимость в приборах на основе германия возникает под действием повышения температуры. Но при $t > 80^{\circ}\text{C}$ приборы перестают работать из-за возникновения эффекта пробоя p-n перехода.

Германий добывается из состава руды, находящейся в Южной Америке, что делает высокой себестоимость прибора. Германий трудно поддаётся обработке, так как очень твёрдый и хрупкий.

Позже на смену германия пришёл кремний. Кремний (Si от лат. *Silicium*) – элемент четырнадцатой группы (по старой классификации – главной подгруппы четвёртой группы), третьего периода периодической системы химических элементов с атомным номером 14. Атомная масса 28,085. Неметалл, второй по распространённости химический элемент в земной коре (после кислорода). Исключительно важен для современной электроники. Ширина запрещённой зоны кремния при температуре 0К равна 1,21эВ, а при 300К равна 1,12эВ [3].

Приборы, изготовленные на основе кремния надёжно работают при $t = 150^{\circ}\text{C}$, это связано с большой шириной запрещённой зоны, которая почти в 2 раза больше чем запрещённая зона германия. Кроме этого особенностью кремния является то что из него можно изготовить пластины с точно заданными геометрическими и стабильными электрофизическими параметрами.

Химические свойства кремния и его соединений позволяют использовать их при реализации технического процесса и производства интегральных микросхем (ИМС). Основное соединение кремния – диоксид кремния (SiO_2) используют в производстве микросхем как диэлектрик. Для защиты готовых структур от внешних воздействий.

Физические свойства кремния позволяют увеличить диаметр подложки, что влечёт за собой повышение степени интеграции. В результате таких изменений повысятся все основные параметры прибора.

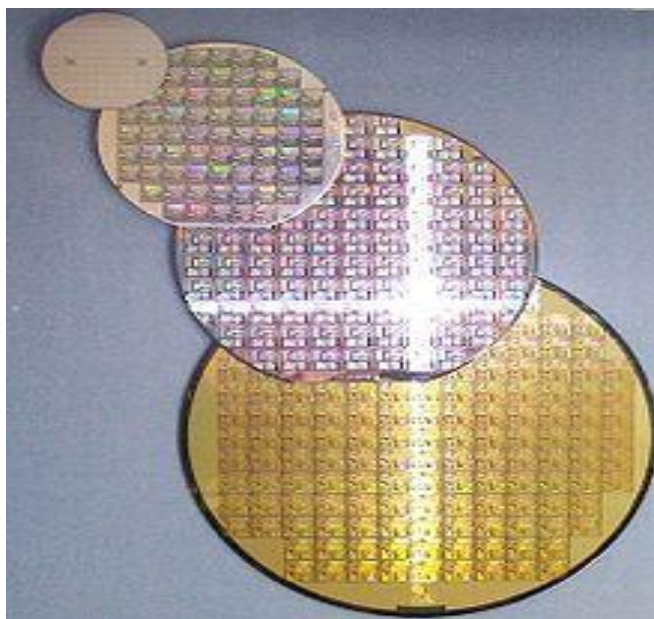


Рисунок 1 – Полупроводниковые пластины на основе кремния разных диаметров

Так же для изготовления подложек используют арсенид галлия.

Арсенид галлия (GaAs) – химическое соединение галлия и мышьяка. Важный полупроводник, третий по масштабам использования в промышленности после кремния и германия. Используется для создания сверхвысокочастотных интегральных схем и транзисторов, светодиодов, лазерных диодов, диодов Ганна, туннельных диодов, фотоприёмников и детекторов ядерных излучений. Ширина запрещённой зоны кремния при температуре 0К равна 1,51 эВ, а при 300К равна 1,4эВ.

По физическим характеристикам GaAs – более хрупкий и менее теплопроводный материал, чем кремний. Подложки из арсенида галлия гораздо сложнее для изготовления и примерно в пять раз дороже, чем кремниевые, что ограничивает применение этого материала.

Полупроводниковые приборы на основе GaAs генерируют меньше шума, чем кремниевые приборы на той же частоте. Из-за более высокой напряженности электрического поля пробоя в GaAs по сравнению с Si приборы из арсенида галлия могут работать при большей мощности. Эти свойства делают GaAs широко используемым в полупроводниковых лазерах, некоторых радарных системах. Полупроводниковые приборы на основе арсенида галлия имеют более высокую радиационную стойкость, чем кремниевые, что обуславливает их использование в условиях радиационного излучения (например, в солнечных батареях, работающих в космосе) [4].

Заключение. Проведя анализ трёх основных материалов, которые на данный момент используются в микроэлектронике мы приходим к выводу: на данный момент кремний является лучшим материалом, к его преимуществам можно отнести:

1. Высокие рабочие температуры.
2. Низкая себестоимость приборов на его основе.
3. Точность заданных геометрических параметров.
4. Высокая степень интеграции.
5. Хороший теплоотвод

Но также, как и у любого другого материала есть недостатки:

1. Рабочие мощности ниже чем у арсенида галлия
2. Низкая радиационная стойкость

ЛИТЕРАТУРА

1. История развития микроэлектроники [Электронный ресурс] : ТЕСНphase мир электроники – Режим доступа : <http://casual-home.ru/sistema-umnyj-dom-plyusy-i-minusy/>.
2. Сосновский, Г. Н., Бурба, А. А. Германий: Учебн. пособие для студентов металлургич. специальности. Иркутск: Иркут. политехн. ин-т, 1967. — 161 с.
3. Самсонов, Г. В. Силициды и их использование в технике. — Киев, Изд-во АН УССР, 1959. — 204 с. с илл.

4. Федоров, П. И. Галлия арсенид // Химическая энциклопедия: в 5 т. / И. Л. Кнунянц (гл. ред.). — М.: Советская энциклопедия, 1988. — Т. 1: А—Дарзана. — С. 481. — 623 с.

УДК 620.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

В.А. Ксензова, учащаяся гр. 42В2б

С.М. Брынова, преподаватель

Филиал БНТУ “Минский государственный политехнический колледж”

Введение. С каждым годом развитие современной электроники целенаправленно пытается добиться уменьшения размеров устройств и при этом увеличению функциональности приборов. При воспроизведении этой цели на практике учёные столкнулись с весомой проблемой, а именно: даже с минимальным уменьшением устройства, экономические затраты на его производство возрастают экспоненциально. Но даже с таким весомым минусом нанотехнологии – следующий очень важный шаг для развития микроэлектроники и её производства.

Цель данной работы: исследование применения нанотехнологий в создании микроэлектронных изделий, а именно процессов, связанных с наноструктурами при производстве микроэлектронных устройств.

Нанотехнология (от греч. «*nannos*» – карлик; «*techné*» – мастерство, «*logos*» – наука) – область прикладной и фундаментальной науки, которая основывается на теоретическом обосновании, анализе, различных методах производства и применении продуктов с заданной атомарной структурой, путём влияния и тем самым управления атомами и молекулами. К нанотехнологии относятся процессы и объекты, которые происходят в диапазоне от 1 до 100 нм. Чтобы более наглядно представить себе на сколько малы данные размеры, стоит указать, что 1 нанометр равен 10^{-9} м, когда размер волоса человека – примерно 10^{-3} м.

В микроэлектронике нанотехнологии применяются на нескольких этапах производства:

- эпитаксия;
- формирования плёнок;
- литография.

Основная часть. Прежде чем перейти к самому описанию этих процессов, необходимо уделить внимание тому, с помощью каких приборов реализуются основы нанотехнологии, а именно исследование материалов производства.

Одна из составляющих всех приборов по измерению параметров материала – сканирующий зонд. Эта деталь представляет собой микроскопическое устройство, скользящее по поверхности материала. В зависимости от типа прибора, где находится зонд, он может измерять различные параметры и свойства материала. Так в атомном-силовом микроскопе (АСМ) (рис. 1) зонд измеряет силу, с которой он давит на материал, при движении кончика вдоль поверхности.

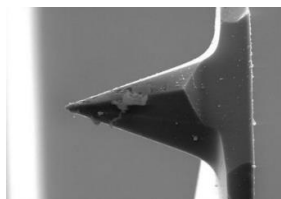


Рисунок 1 – Остриё сканирующего зонда в АСМ

Принцип действия такого микроскопа основывается на химических, а именно атомных связях, действующих между атомами вещества. На небольших расстояниях между атомами действуют силы отталкивания, а на больших – силы притяжения. Точно такие же силы действуют и при взаимодействии между двумя любыми сближающимися телами.

Туннельный микроскоп (рис. 2) с зондом, в зависимости от способа проведения измерений, определяет несколько параметров.