

ГЕРМАНИЙ – ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Волкова И.В.

Научный руководитель – доцент, кандидат химических наук Спектор Ю.Е.

Сибирский федеральный университет

Полупроводники как особый класс веществ были известны ещё с конца XIX века, только развитие теории твёрдого тела позволило понять их особенность. Полупроводниками называют вещества, обладающие электронной проводимостью, занимающей промежуточное положение между металлами и изоляторами. От металлов они отличаются тем, что носители электрического тока в них создаются тепловым движением, светом, потоком электронов и т.п. источником энергии. Без теплового движения (вблизи абсолютного нуля) полупроводники являются изоляторами. С повышением температуры электропроводность полупроводников возрастает и при расплавлении носит металлический характер.

В настоящее время насчитывается свыше двадцати различных областей, в которых с помощью полупроводников разрешаются важнейшие вопросы эксплуатации машин и механизмов, контроля производственных процессов, получения электрической энергии, усиления высокочастотных колебаний и генерирования радиоволн, создания с помощью электрического тока тепла или холода, и для осуществления многих других процессов.

К полупроводниковым материалам относится большинство минералов, неметаллические элементы IV, V, VI групп периодической системы Менделеева, неорганические соединения (оксиды, сульфиды), некоторые сплавы металлов, органические красители. Широко применяемыми полупроводниковыми материалами являются элементы IV группы периодической системы Менделеева – германий и кремний.

В начале 70-х годов основным производителем полупроводниковых электронных компонентов были Соединенные Штаты Америки. В начале 80-х годов практически стало два основных производителя полупроводниковых электронных компонентов – это Соединенные Штаты Америки и Япония, а затем появился третий сегмент – это страны Юго-Восточной Азии и четвертый – это Европа.

Сегодня мировые рынки по объёмам производства полупроводниковых электронных компонентов поделены так: это примерно четыре равные части – Соединенные Штаты, Япония, Азия, Юго-Восточная Азия в основном, и Европа. Причём, Европа несколько меньше, чем эти три.

Сейчас Китай бурно развивает отрасль полупроводниковой промышленности: производство полупроводниковых компонент в 2002 году – 15 миллиардов долларов, 2010 год – 23,4 миллиарда долларов.

За последние несколько лет Китай по объёмам производства электронных компонентов резко пошёл вверх, а Россия находится на бесконечно низком уровне (рисунок 1).

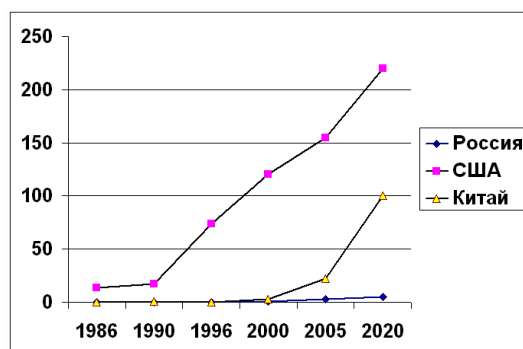


Рисунок 1 – Общие объёмы производства ИЭТ (млрд. долл)

Большинство используемых в настоящее время материалов создано в результате исследований, основанных на экспериментально найденных закономерностях. К таким материалам, используемым в микроэлектронике, относится германий, ещё незадолго не находивший применения в технике.

Применение германия стало возможным, когда его удалось практически нацело очистить от примесей. В полупроводниковой технике, важнейшей области применения, германий исключителен в виде монокристаллических слитков ультравысокой чистоты.

Практический интерес к германию возник в период второй мировой войны в связи с развитием полупроводниковой электроники. Промышленное производство высокочистого германия для этой отрасли техники было организовано в 1945÷1950 гг.

Германий как полупроводник используют, главным образом, в полупроводниковой электронике для изготовления кристаллических выпрямителей (диодов) и усилителей (триодов или транзисторов).

В настоящее время на основе германия созданы и эксплуатируются выпрямители не только для радиотехнических схем, но и мощные выпрямители для переменного тока обычной частоты. Они отличаются высоким к.п.д. (~ 95 %), работают при плотностях тока, намного превышающих допустимые плотности тока для селеновых и другого типа выпрямителей, и имеют малые размеры.

Германиевые транзисторы широко применяют для усиления, генерирования или преобразования электрических колебаний в телемеханике, электронно-вычислительной технике, радарных установках. Мощные ВЧ- и СВЧ-приборы с германиевыми триодами применяют в выходных каскадах бортовой аппаратуры ракет, в схемах генерации, усиления и переключения электрических сигналов, в блоках радиолокационных установок. В ядерной технике используют германиевые детекторы гамма-излучения.

В радиотехнике применяют германиевые плёночные сопротивления. Тонкая плёнка германия, нанесённая на стекло термической диссоциацией моногермана или галогенида, обладает сопротивлением от 1000 Ом до нескольких мегаомов.

Подобно другим полупроводникам, германий применяют для изготовления теристоров. Германий используют для изготовления фотоэлементов с запирающим слоем и термоэлементов в приборах инфракрасной оптики (германий прозрачен для ИК-лучей в области длин волн 2÷20 мкм). Среди других областей следует упомянуть: применение диоксида германия для изготовления оптического стекла с высоким коэффициентом преломления; потребление германия в производстве катализаторов, используемых при изготовлении искусственного волокна; использование сплавов германия с медью и с платиной для изготовления высокотемпературных термопар.

Слитки марки ГМО – (германий монокристаллический оптический) используются для изготовления линз и окон для РЖ оптики (инфракрасный диапазон), приборов ночного видения и т. п.

О структуре потребления германия можно судить по ориентировочным данным для США за период 1976÷1986 гг. В электронике и электротехнике его потребляется 55÷60 %, производство оптического стекла 36÷48 %, других областях 2÷4 %. Объём производства германия в зависимости от конъюнктуры рынка – от 150÷160 до 85÷110 т/год.

Германий производят во всех развитых капиталистических странах, а также в России. Германий получают в качестве побочного продукта при производстве индия.

Если рассматривать рынок этого материала, то цены на германий перешагнули рубеж 700 долл/кг благодаря росту спроса в производстве инфракрасной оптики, а также из-за снижения поставок металла из Китая.

В настоящее время цены находятся на уровне 700-900 долл/кг. В 2006г. возрос спрос на германий в американской военной промышленности. Германий – ключевой компонент в инфракрасных оптических приборах, используемых в мишенях и приборах ночного видения.

Мировое потребление германия составляет, %: катализаторы для полимеризации 35; инфракрасная оптика 25; волоконно-оптические системы 20; солнечные батареи 12; люминофоры, металлургия и химиотерапия 8.

В мировом масштабе около 35 % общего количества потребляемого германия производится из переработанных материалов. При изготовлении большинства электронных и оптических приборов более 60 % металлического германия переходит в отходы (новый лом).

Спрос на германий вырос в 2004г. в связи с ростом производства инфракрасных устройств, особенно в автомобилях – в приборах безопасности. Перспективно замещение арсенида галлия Si-Ge в беспроводных телекоммуникационных приборах. Si-Ge чипы совмещают в себе высокоскоростные свойства германия и низкую стоимость, с учётом хорошо отработанной технологии изготовления кремниевых чипов.

Продолжалось проведение исследований по подложкам Ge на диэлектрике (вместо кремния) в миничипах, а также твердотельным светоизлучающим диодам на основе германия.

Имеющиеся источники германия связаны с некоторыми Zn и Pb-Zn-Cu сульфидными рудами. Значительное количество германия содержится в золе от сгорания некоторых каменных углей.

Более дешёвый кремний и сплавы Ga, In, Se Te могут заменить германий в некоторых электронных применениях. Замена металлического германия подложками из стекла в инфракрасных системах не всегда эффективна.

В 2002 году разработан самый быстродействующий в мире кремниево-германиевый биполярный транзистор SiGe HBTs, база которого имеет уникально малую толщину. Новые приборы обладают рекордными показателями по скоростям переключения, имеют меньшие шумы и работают при более низких рабочих напряжениях, чем полевые транзисторы со структурой „металл-диэлектрик-полупроводник” (МДП или MOS). Они используются в коммуникационных и тестовых микросхемах, применяемых для сверхскоростных электронно-оптических устройств.

Прогресс в развитии полупроводниковой электроники напрямую зависит от уровня технологии материалов, используемых при этом, как материалов, на базе которых делается сама интегральная схема или дискретный прибор, так и тех материалов, которые используются в технологическом процессе. Уровень наших

полупроводниковых материалов, начиная от "хлеба" электронной промышленности, на котором производится 93-95 процентов всех приборов – это уровень 0,8-1 микрон.

Для того чтобы произвести полупроводниковый компонент необходимо практически создать новый завод, который должен состоять не только из оборудования, которое напрямую производит пластины, но и необходимо собственное производство поликристаллического германия, собственное производство химикатов, собственное производство особо чистых химических реагентов.

Отставание России в настоящий момент в развитии полупроводниковых материалов нарастает с каждым годом. Мы не догоняем, а с каждым годом отстаём. Ясно, что страна, которая не заботится о таком направлении, которое всецело определяет её экономическое будущее и в значительной степени обороноспособность, в общем-то, в ближайшее время столкнется с очень существенными трудностями.

Расширение производства полупроводникового германия связано с совершенствованием применяемых технологий и установок.

Из вышеизложенного следует вывод о том, что германий находит широкое применение во многих отраслях мировой промышленности и хозяйства, значит и разработка предприятия по его производству (в частности, передела выращивания монокристаллов) и обработке является актуальной на сегодняшний день.