

**УДК 621.**

**Первые полупроводниковые компоненты. Кристадин Олега Лосева.**

**The first semiconductor components. Kristadin Oleg Losev.**

Н.М. КОНОПЛЕВ – студент, Институт информационных технологий и радиоэлектроники, кафедра БЭСТ, группа РЭ-119, E-mail: konoplyov12@yandex.ru

Т.Н.ФРОЛОВА – научный руководитель, доц. Институт информационных технологий и радиоэлектроники, кафедра БЭСТ, E-mail: Frolova@vlsu.ru

N.M. KONOPLEV – student, Institute of Information Technology and Radioelectronics, Department of BEST, RE-119 group, E-mail: konoplyov12@yandex.ru

T.N.FROLOVA – scientific Director, doc. Institute of Information Technology and RadioElectronics, DEPARTMENT OF BEST, E-mail: Frolova@vlsu.ru

Аннотация: Рассмотрена история создания первых полупроводниковых компонентов и кристадина Олега Лосева.

Abstract: The history of creation of the first semiconductor components and kristadin by Oleg Losev is considered.

Ключевые слова: полупроводник, кристадин.

Keywords: semiconductor, kristadin.

После создания в 1904 г. Дж. Флемингом двухэлектродной лампы-диода и Л. Де Форестом в 1906 г. трехэлектродной лампы-триода в радиотехнике случилась революция. Эти изобретения сумели усилить не только телеграфные сигналы, но и перейти к радиотелефонии - передаче по радио человеческого голоса. Помимо этого, они сумели увеличить высокочастотные колебания.

Случилось бурное развитие радиотехники. Но в тоже время с ним открылись недостатки применения вакуумных электронных приборов. Электронная лампа имеет малый срок службы. Приняв средний срок службы лампы за 500 часов, при количестве ламп в одном устройстве 2000 штук в среднем каждые 15 минут следовало бы ожидать отказа по крайней мере 1 лампы. Для установления неисправности следовало проверить как минимум

несколько сотен ламп. Наиболее уязвимой частью ламп является нить накала. При включении и выключении прибора нить поочередно разогревается и охлаждается, что повышает вероятность ее перегорания. Для разогрева лампы требуется мощность в сотые доли ватта. Помноженная на количество ламп потребная мощность достигает нескольких сотен ватт. Недостатки электронных ламп максимально остро выявились в конце 40-х-начале 50-х гг. прошлого века с появлением первых электронно-вычислительных машин. Их надежность и размеры определялись именно величиной, энергетической емкостью и надежностью используемых в них вакуумных ламп.

Выход из кризиса открыли полупроводниковые приборы, которые, несмотря на свои недостатки, имели заметные преимущества по сравнению с лампами: малые размеры, мгновенная готовность к работе ввиду отсутствия нити накала, отсутствие хрупких стеклянных баллонов. Эти необходимые в то время свойства толкнули к поиску способов устранения недостатков полупроводников.

Исследования проводимости различных материалов начались непосредственно в XIX в. сразу после открытия гальванического тока.

Изначально их разделили на две группы: проводники электрического тока и диэлектрики, или изоляторы. К первым относятся металлы, газы и растворы солей. Их способность проводить ток объясняется тем, что их электроны сравнительно легко отрываются от атома. Значительный интерес представляли те из них, которые обладали низким электрическим сопротивлением и могли подходить для передачи тока (медь, алюминий, серебро).

К изоляторам относятся следующие вещества: фарфор, керамика, стекло, резина. Их электроны прочно связаны с атомами.

Позже были открыты материалы, чьи свойства не подходили полностью ни под одну из вышеназванных категорий.

Эти вещества получили название полупроводников, хотя они вполне заслуживали и названия «полуизоляторы». Они проводят ток немного лучше, чем изоляторы, и заметно хуже проводников.

К полупроводникам относится значительная группа веществ, среди которых графит, кремний, бор, цезий, рубидий, галлий, кадмий и различные химические соединения - окислы и сульфиды, большинство минералов и отдельные сплавы металлов. Особенно большое значение германия, а также кремния, благодаря которым случилась поистине техническая революция в электротехнике. Изучение свойств полупроводников начались, когда возникла потребность в новых источниках электричества. Это заставило учёных обратиться к изучению явлений, связанных с образованием так

называемой контактной разности потенциалов. Было замечено, в частности, что многие материалы, не являющиеся проводниками тока, электризуются при соприкосновении между собой. Первые опыты в этом направлении проводились в XIX в. Г. Дэви и А.Г. Беккерелем.

Еще одно направление в исследовании полупроводников случилось в процессе изучения проводимости таких веществ, как минералы, соединения металлов с серой и кислородом, кристаллы, различные диэлектрики и т.п. В этих работах изучалась величина проводимости и влияние на нее температуры. Исследование в середине XIX в. ряда колчеданов и окислов показало, что с увеличением температуры их проводимость сильно возрастает. Многие кристаллы (горный хрусталь, каменная соль, железный блеск) проявляли анизотропию (неодинаковость свойств внутри тела) по отношению к электропроводности. В 1907 г. Пирс открыл униполярную (одностороннюю) проводимость в кристаллах карборунда: их проводимость в одном направлении оказалась примерно в 4000 раз большей, чем в противоположном.

В ходе этих исследований было также определено, что значительное влияние на проводимость полупроводников оказывают находящиеся в них примеси. В 1907-1909 гг. Бедекер заметил, что проводимость йодистой меди и йодистого калия существенно возрастает, примерно в 24 раза, при присутствии примеси йода, не являющегося проводником.

Во II половине XIX в. были открыты еще 2 явления, относившиеся к полупроводника - фотопроводимость и фотоэффект.

Было сделано открытие, что световые лучи действуют на проводимость отдельных веществ, среди которых значимое место занимал селен. Влияние света на проводимость селена впервые открыл в 1873 г. Мэй, о чем сообщил В. Смит, которому приписывают честь этого открытия.

Особые свойства селена использовались в некоторых приборах. Так, В. Сименс соорудил физическую модель глаза с подвижными веками и с селеновым приемником на месте сетчатой оболочки. Его веки закрывались, когда к нему подносили свечу. Тот же Сименс, используя свойства селена, соорудил другой оригинальный физический прибор - фотометр с селеновым приемником. Корн пытался построить телефонограф, служащий для передачи изображений на расстоянии.

К другому похожему явлению, связанному с действием света на материалы, можно отнести фотоэффект. Впервые это явление обнаружил в I половине XIX в. А.С. Беккерель. Идея его наблюдений выражалась в том, что два одинаковых электрода, помещенные в одном электролите при одинаковых условиях, находили разность потенциалов, когда на один из них направляли поток света.

В 1887 г. Герц отметил подобное же явление в газовой среде. Он определил, что ультрафиолетовый свет, испускаемый одной искрой, облегчает прохождение разряда в соседнем искровом промежутке, если при этом освещается отрицательный электрод. Наблюдение Герца, изученное затем А.Г. Столетовым, привело к открытию фотоэлектрического эффекта, заключающегося в испускании телами отрицательного электричества под влиянием света.

В радиотехнике вначале нашли применение некоторые окислы, в частности кристаллы цинкита и халькопирита. Было установлено, что они обладают свойством выпрямлять электрический ток. Это позволило применять их для детектирования радиосигналов - отделения тока звуковой частоты от несущих сигналов. В первых любительских радиоприемниках начала XX в. для детектирования применялись настоящие полупроводники. Но использование их требовало больших усилий. Для приема сигналов нежно было попасть тонкой иглой в определенную точку на кристалле. Это было целое искусство и те, кто им владел, ценились на вес золота. Замена кристаллов лампами существенно упростила работу радистов.

Малая надежность работы радиоустройств с большим количеством вакуумных электронных ламп в начале 20-х годов XX в. вынудила вспомнить, что кристаллический детектор, подобный углесталистому детектору А.С. Попова, обладает не менее широкими возможностями, чем электронная лампа. В 1922 г. сотрудник Нижегородской радиолaborатории О.В. Лосев нашёл возможность получения незатухающих колебаний с помощью полупроводникового кристаллического диода. Свой прибор Лосев назвал кростодином. На его основе ученый построил различные полупроводниковые усилители для радиоприемников.

Многие предвещали, что кристаллы со временем займут место вакуумных ламп. Но в 1920-1930-е гг. этого не произошло. Лампы утоляли тогдашние запросы, постепенно раскрывались их новые достоинства и возможности.

А полупроводниковые кристаллы в то время лишь начали изучать, технологи не имели возможности производить чистые, без примесей кристаллы. Многие годы физики исследовали процессы, протекающие в полупроводниках на уровне микроструктуры, и на основе этих исследований пытались объяснять их свойства. Обнаружилось, что так же, как и в изоляторах, в полупроводниках все электроны сильно связаны с атомами. Но эта связь слаба, и при нагревании или под действием света некоторым электронам удается вырваться из притяжения атомов. С появлением свободных электронов электрическая проводимость полупроводников резко увеличивается.

В отличие от проводников, носителями тока в полупроводниках могут быть не только электроны, но и «дырки» - места на орбите положительно заряженных частиц - ионов, образовавшихся после потери электрона. Положительный заряд этих частиц стремится захватить недостающий электрон у одного из соседних атомов. Таким образом, «дырка» путешествует по полупроводнику, переходя от атома к атому. Вместе с ней путешествует и положительный заряд, равный по значению отрицательному заряду электрона.

Один и тот же полупроводник может обладать либо электронной, либо дырочной проводимостью. Все зависит от химического состава введенных в него примесей. Так, небольшая добавка в германий примесей, богатых электронами, например мышьяка или сурьмы, позволяет получить полупроводник с электронной проводимостью, так называемый полупроводник n-типа (от лат. *negativus* - отрицательный). Добавка же алюминия, галлия или индия приводит к избытку «дырок» и образованию дырочной проводимости. Такие проводники называются проводниками p-типа (от лат. *positivus* - положительный).

### **Список Литературы:**

1. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Полупроводниковые\\_материалы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Полупроводниковые_материалы)
2. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Полупроводник>
3. URL: [https://studbooks.net/197696/matematika\\_himiya\\_fizika/istoriya\\_razvitiya\\_poluprovodnikov](https://studbooks.net/197696/matematika_himiya_fizika/istoriya_razvitiya_poluprovodnikov)
4. URL: [http://historical.ucoz.net/blog/istorija\\_poluzabytogo\\_izobrenija\\_kristadin\\_loseva/2017-04-29-27](http://historical.ucoz.net/blog/istorija_poluzabytogo_izobrenija_kristadin_loseva/2017-04-29-27)
5. URL: <https://masterok.livejournal.com/1178178.html>