ДОКЛАД

"Полупропроводниковые приборы и электронные лампы"

ученика 10 "Б" класса

средней школы № 536

Капустникова Вячеслава

-1998-

-2-

**ПЛАН**

Стр.

1. ДИОД ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ....................................................................................3
2. ЭЛЕКТРОННАЯ ЛАМПА...................................................................................................4
3. ТРАНЗИСТОР...................................................................................................................6
4. ТИРИСТОР........................................................................................................................7

-3-

ДИОД ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ

Полупроводниковый диод - прибор, обладающий способностью хорошо пропускать через себя электрический ток одного направления и плохо - противоположного направления. Это свойство диода используют, например, в выпрямителях для преобразования переменного тока в постоянный (ток одного направления).

Слово "диод" образовалось от греческой приставки "ди" - "дважды" и сокращения слова "электрод".

Полупроводниковый диод представляет собой полупроводниковую пластинку с двумя областями разной проводимости: электронной (n - типа) и дырочной (p - типа). Между ними - разделяющая граница, называемая p - n переходом.

Область n - типа называют отрицательным электродом, а область p - типа - положительным электродом полупроводникового диода. Диод хорошо пропускает ток, когда его отрицательный электрод соединен с отрицательным полюсом источника напряжения (батареи), а положительный с положительным полюсом, т.е. когда на диод подается напряжение прямой полярности, или, короче, прямое напряжение. В этом случае электроны в n - области полупроводниковой пластинки будут двигаться к положительному полюсу батареи, т.е. к границе с p - областью; в то же время "дырки" в p - îáëàñòè будут двигаться к отрицательному полюсу батареи и, следовательно, к границе с n - областью. В результате вблизи p - n перехода произойдет накопление положительных и отрицательных зарядов, и поэтому сопротивление перехода уменьшится. При напряжении противоположной (обратной) полярности, когда положительный полюс батареи соединен с n - областью, а отрицательный с p - областью, электроны в n - области и "дырки" в p - области движутся от границы p - n перехода. Вследствие этого происходит уменьшение положительных и отрицательных зарядов вблизи p - n перехода, и его сопротивление увеличивается. Это и означает, что при переменном напряжении ток через диод в одном направлении будет большей силы, чем в другом, т.е. в цепи появится практически ток одного направления - произойдет выпрямление переменного тока.

Наряду с выпрямительными свойствами p - n переход обладает емкостью, зависящей от значения и полярности приложенного напряжения. При прямом напряжении емкость диода больше, чем при обратном. С увеличением обратного напряжения емкость диода уменьшается.

Один из способов изготовления диода состоит в следующем. На пластинку полупроводника, например германия, обладающего электронной проводимостью, накладывают небольшой кусочек индия и помещают в печь. При высокой температуре

-4-

(около 5000 С) индий вплавляется в пластинку германия, образуя в ней область дырочной проводимости. К самой пластине германия и к затвердевшей "капле" индия припаивают два проволочных вывода электродов и прибор заключают в герметический и непрозрачный корпус, чтобы защитить p -n переход от воздействия влаги и света.

Существует много разновидностей полупроводниковых диодов, обладающих специальными свойствами. **Стабилитрон** - диод, у которого сопротивление в обратном направлении уменьшается с увеличением силы тока, так что напряжение на диоде практически не меняется. **Варикап** - диод, емкость p - n перехода которого зависит от значения приложенного к нему напряжения. Он может быть использован в качестве конденсатора, емкостью которого управляют, изменяя приложенное напряжение. **Фотодиод** - полупроводниковый диод, в корпусе которого имеется окно для освещения p - n перехода. Под действием света изменяется сопротивление диода и, следовательно, сила тока в его цепи. Кроме того, под действием сета в диде возникает электродвижущая сила, так, что освещенный фотодиод является источником электрической энергии.

Полупроводниковые диоды применяют для выпрямления переменного тока, для детектирования слабых радиосигналов, например, в радиоприемниках, для выделения и обработки электрических сигналов в различных автоматических устройствах и электронных вычислительных машинах ( ЭВМ ).

ЭЛЕКТРОННАЯ ЛАМПА

Первые электронные лампы, или радиолампы, как их иногда называют, были очень похожи на электрические лампы накаливания. Они имели прозрачные стеклянные баллоны такой же формы, а их нити накала ярко светились.

Еще в конце прошлого века известный американский изобретатель Т.А. Эдисон обнаружил, что раскаленная нить обычной лампы испускает, "выбрасывает" большое количество свободных электронов. Это явление, получившее название термоэлектронной эмиссии, широко используется во всех электронных лампах.

Любая электронная лампа представляет собой металлический, стеклянный или керамический баллон, внутри которого укреплены электроды. В баллоне создается сильное разрежение воздуха (вакуум), которое необходимо для того, чтобы газы не мешали движению электронов в лампе и чтобы электроды служили дольше. Катод - отрицательный электрод - является источником электронов. В одних лампах роль катода выполняет нить накала, в других нить служит миниатюрной электроплиткой,

-5-

нагревающей трубчатый катод. Анод - положительный электрод - обычно имеет форму цилиндра или коробки без двух стенок, он окружает катод.

Все названия электронных ламп связаны с числом электродов: диод имеет два электрода, триод - три, тетрод - четыре, пентод - пять и т.д.

До наших дней остался неизменным принцип действия первой электронной лампы - диода, изобретенного англичанином Флемингом в 1904 г. Основные элементы этой простейшей лампы - катод и анод. Из раскаленного катода вылетают электроны и образуют вокруг него электронное "облако". Если катод соединить с минусом источника питания, а на анод подать плюс, внутри диода возникает ток. Если же на анод подать минус, а на катод - плюс, ток в цепи диода прекратится. Таким образом, в двухэлектродной лампе - диоде ток может идти только в одном направлении от катода к аноду, т.е. диод обладает односторонней проводимостью тока.

Диод использовали для выпрямления переменного тока. В 1906 г. американский инженер Ли де Форест предложил ввести между анодом и катодом лампы еще один электрод - сетку. Появилась новая лампа - триод, неизмеримо расширившая область применения электронных ламп.

Работа триода, как и всякой электронной лампы, основана на существовании потока электронов между катодом и анодом. Сетка - третий электрод - имеет вид проволочной спирали. Она находится ближе к катоду, чем к аноду. Если на сетку подать небольшое отрицательное напряжение, она будет отталкивать часть электронов, летящих от катода к аноду, и сила анодного тока уменьшится. При большом анодном напряжении сетка становится барьером для электронов. Они задерживаются в пространстве между катодом и сеткой, несмотря на то что к катоду приложен минус, а к аноду - плюс источника питания. При положительном напряжении на сетке она будет усиливать анодный ток. Таким образом, подавая различное напряжение на сетку, можно управлять силой анодного тока лампы. Даже незначительные изменения напряжения между сеткой и катодом приведут к значительному изменению силы анодного тока, а следовательно, и к изменению напряжения на нагрузке (например резисторе), включенной в цепь анода. Если на сетку подать переменное напряжение, то за счет энергии источника питания лампа усилит это напряжение. Происходит это потому, что при переменном напряжении между сеткой и катодом постоянный ток в нагрузке лампы изменяется в такт с этим напряжением, причем в значительно большей степени, чем изменяется напряжение на сетке. Если этот ток пропустить через фильтр верхних частот, то на его выходе потечет переменный ток с большей амплитудой колебаний, а на нагрузке появится большее переменное напряжение.

-6-

В дальнейшем конструкции электронных ламп развивались очень быстро - появились лампы, содержащие не одну, а несколько сеток: тетроды (лампы с двумя сетками) и пентоды (лампы с тремя сетками). Они позволили получить большее усиление сигналов.

Триоды, тетроды и пентоды - универсальные электронные лампы. Их применяют для усиления напряжения переменного и постоянного токов, для работы в качестве детекторов и в качестве генераторов электрических колебаний.

Широкое распространение получили комбинированные лампы, в баллонах которых имеются по две или даже по три электронные лампы. Это, например, диод - пентод, двойной триод, триод - пентод. Они могут, в частности, работать в качестве детектора (диод) и одновременно усиливать напряжение (пентод).

Электронные лампы для аппаратуры малой мощности (радиоприемников, телевизоров, и т.д.) имеют небольшие размеры. Существуют даже сверхминиатюрные лампы, диаметр которых не превышает толщины карандаша. Полную противоположность миниатюрным лампам представляют лампы, применяемые в мощных усилителях радиоузлов или радиопередатчиках. Эти электронные лампы могут генерировать высокочастотные колебания мощностью в сотни киловатт и достигать значительных размеров. Из - за огромного количества выделяющегося тепла приходится применять воздушное или водяное охлаждение этих ламп.

ТРАНЗИСТОР

Транзистор (от английских слов transfer - переносить и resistor - сопротивление) - электронный полупроводниковый прибор, предназначенный для усиления, генерирования и преобразования электрических колебаний различных частот.

Изобретен в 1948 г. американцами У. Шокли, У. Браттейном и Дж. Бардином.

Наиболее массовый транзистор представляет собой пластинку германия, кремния или другого полупроводника размером примерно 2 Х 2 мм, обладающего электронной (n - типа) или дырочной (p - типа) электропроводностью, в объеме которой искусственно созданы две области, противоположные по электрической проводимости. Пластинка полупроводника и две области в ней образуют два p - n перехода, каждый из которых обладает такими же электрическими свойствами, как и полупроводниковый диод. Если сама пластинка полупроводника обладает электропроводностью n - типа, а созданные в ней области - электропроводностью p - типа, такой транзистор будет структуры p - n - p. Если, наоборот, электропроводность пластинки p - типа, а электропроводность ее областей n - типа, структура такого транзистора n - p - n.

-7-

Независимо от структуры транзистора пластинку полупроводника называют базой Б, область меньшего объема - эмиттером Э, а область большего объема - коллектором К. Электронно - дырочный переход между коллектором и базой называют коллекторным, между эмиттером и базой - эмиттерным.

Условные обозначения на схемах транзисторов разных структур независимо от технологии изготовления приборов отличаются лишь тем, что стрелка, символизирующая эмиттер, у транзистора структуры p - n - p обращена к базе, а у транзистора n - p - n - от базы. Стрелка эмиттера показывает направление тока через транзистор.

Транзисторы структур p - n - p и n - p - n называют биполярными, так как в их работе участвуют и положительные носители тока - "дырки", и отрицательные - электроны. Наряду с биполярными транзисторами (их часто называют обычными) все большее распространение получают униполярные, в которых работают носители тока одного знака - только электроны или только "дырки". Управляет таким транзистором электрическое поле, создаваемое напряжением входного сигнала. Отсюда второе, наиболее распространенное название униполярных транзисторов - полевые.

К семейству транзисторов относятся также фототранзисторы, двухбазовые диоды и некоторые другие полупроводниковые приборы.

В микроэлектронике на одном кристалле полупроводника изготавливается большое количество транзисторов, составляющих интегральную микросхему.

ТИРИСТОР

Этот полупроводниковый прибор получил свое название от греческого слова thyra - дверь и английского resistor - сопротивление. По устройству и принципу работы он очень похож на полупроводниковый диод, но в отличие от него он управляемый. У тиристоров важная работа: они переклюют электрические цепи, регулируют напряжение, преобразуют постоянный ток в переменный. Существует несколько видов тиристоров. Наиболее распространены динисторы - тиристоры с двумя выводами и тринисторы - приборы с тремя выводами.

Тринистор представляет собой пластинку полупроводника (обычно кремния) с четырьмя чередующимися слоями различной электропроводности, образующими три p - n перехода. Крайний слой пластинки с дырочной электропроводностью (p - типа) называют анодом, другой крайний слой, имеющий электронную электропроводность (n -

-8-

типа), - катодом. Тринистор в отличие от динистора имеет еще один выход - от одного из средних слоев пластинки полупроводника (управляющего электрода).

Если на управляющий электрод на мгновение подать импульс напряжения, то тринистор откроется, и через него почти беспрепятственно сможет пройти ток от источника питания (электрической сети) к нагрузке (например, к электродвигателю). Чтобы тринистор перевести в закрытое, непроводящее состояние, достаточно лишь разомкнуть электрическую цепь, в которую он включен.

"Ключевой" характер действия тринистора позволяет использовать его для переключения электрических цепей там, где для этой цели до этого служили только электромагнитные реле. Полупроводниковые переключатели легче, компактнее и во много раз надежнее в работе, чем электромагнитные реле с механически замыкаемыми контактами. В отличие от таких реле они производят переключение с очень большой скоростью - сотни и тысячи раз в секунду, а если нужно - еще быстрее.

До недавнего времени электрификация железных дорог осуществлялась одним способом: в контактный провод, подвешенный над рельсами, поступал постоянный ток, которым и питались двигатели электровоза. Вдоль магистрали строились громоздкие, дорогие и сложные выпрямительные установки. Сегодня электрификация железных дорог осуществляется на переменном токе. Это дало экономию, позволило избавиться от выпрямительных устройств на подстанциях. Такая реконструкция стала возможной благодаря установке на электровозах компактных, мощных и эффективных управляемых преобразователей - тринисторов и динисторов.

Тринисторы используют в современной аппаратуре электрической связи, в быстродействующих системах дистанционного управления, в вычислительных машинах и в энергетических устройствах.