

## ЛР № 2 Анализ работы фотодатчиков

**Цель:** Изучить конструкцию и проанализировать принцип работы фотодатчиков.

**Задание:**

- Прочитать и изучить теоретическую часть.
- Зарисовать устройство и сделать анализ фоторезистора.
- Зарисовать конструкцию и сделать анализ фотодиода.
- Зарисовать и сделать анализ схемы включения диода в генераторном режиме и в обратном направлении.
- Зарисовать конструкцию и сделать анализ схемы устройства оптрона.
- Зарисовать конструкцию и сделать анализ ячейки конденсатора прибора с зарядовой связью (МОП-структура).

Фотоэлектрические чувствительные элементы преобразуют оптическое излучение в электрический сигнал. По принципу действия существуют несколько видов преобразователей: с внешним фотоэффектом (вакуумные или газонаполненные; с внутренним фотоэффектом (фоторезисторы) и на основе р-п-перехода (фотодиоды, фототранзисторы и т.п.).

Основными характеристиками фотоэлементов являются: зависимость параметра (сопротивления, тока, напряжения) от облученности входного торца чувствительного элемента; спектральная – зависимость чувствительности от длины волны падающего излучения, частотная – зависимость чувствительности от частоты изменения излучения.

Фотоэлементы с внешним фотоэффектом представляют собой вакуумную или газонаполненную лампу с анодом и катодом в виде внутренней стенки с нанесенным на нее фоточувствительным слоем. Под действием светового потока в катод возникают свободные электроны, которые под действием электрического поля перемещаются к аноду, создавая внутри фотоэлемента электрический ток. В настоящее время подобные элементы применяются редко.

Фотоэлемент с внутренним фотоэффектом (рис.1) представляет собой фоторезистор, принцип действия которого состоит в том, что свободные электроны, образующиеся под действием излучения в слое чувствительного проводника (фоторезиста) 2, остаются (перераспределяются) в веществе, резко изменяя его сопротивление  $R$ . Чувствительный материал наносится на изоляционную подложку 1 и сверху покрыт защитной тонкой прозрачной лаковой пленкой 3. Наиболее часто применяются сернисто-кадмиевые, сернисто-свинцовые, сернисто-висмутовые и селенисто-кадмиевые фоторезисторы.

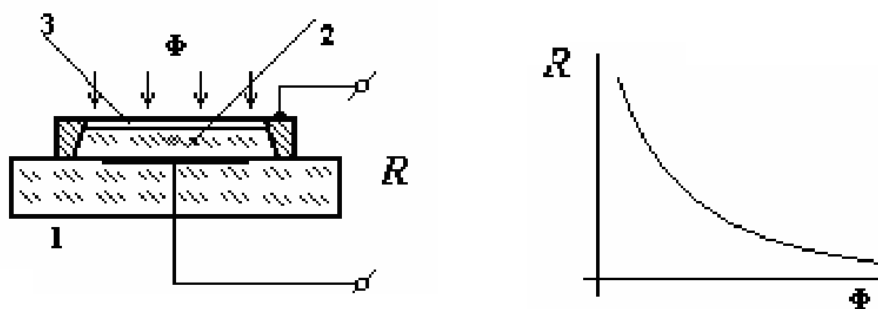


Рисунок 1 – Устройство фоторезистора:

1- подложка; 2- фоторезист; 3- защитная пленка;  $R$ - сопротивление фоторезистора;  $\Phi$ - оптическое излучение.

Фотоэлементы с внутренним фотоэффектом работают на использовании явлений, происходящих в переходе р-п под воздействием излучения. Они состоят (рис.2): 1 - из металлического основания, выполняющего роль нижнего электрода, 2,3- полупроводниковых слоев р и n, оптической линзы 4.

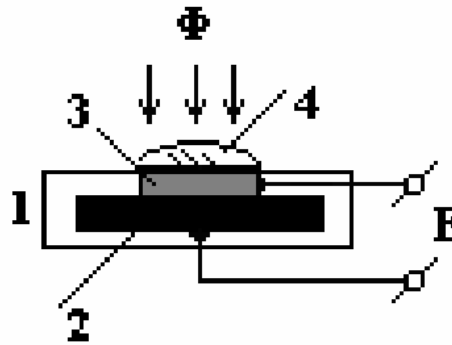


Рисунок 2 - Конструкция фотодиода.

P-n переход при облучении сам генерирует электрическое напряжение. Как правило, напряжение  $E$ , возникающее на переходе, имеет положительную полярность со стороны области p. Это напряжение способно обеспечить протекание тока во внешней цепи. Чем выше интенсивность светового потока, тем больше ток  $I$  от него. Схема включения фотодиода в режиме генератора приведена на рис. 3а.

Фотоэлектрические диоды могут использоваться в качестве управляемых излучением диодов, если внешнее напряжение  $E$  приложено к ним в обратном направлении таким образом, что n-область подключена к отрицательному потенциалу, как это показано на рис. 3б. В этом случае обратное сопротивление диода, а значит, и ток в цепи зависят от падающего излучения. Для изготовления фотодиодов используется германий и кремний. Кремниевые фотодиоды имеют меньшее значение темнового тока.

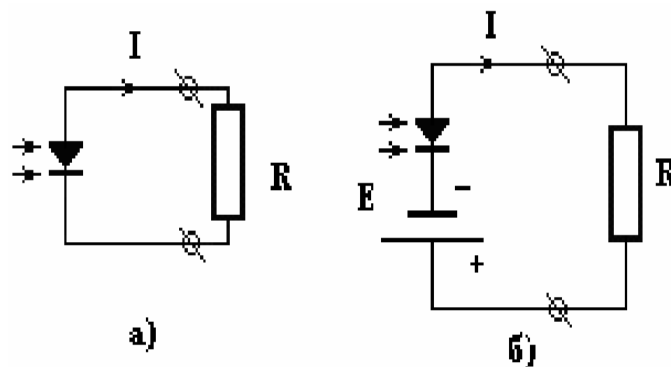


Рисунок 3 - Схемы включения диода в генераторном режиме (а) и в обратном направлении (б).

При построении датчиков часто используются излучающие полупроводниковые диоды - *светодиоды*. Если приложить внешнее напряжение в прямом направлении диода, то это приведет к протеканию в нем электрического тока, который вызывает свечение p-n перехода. Длина волны излучаемых колебаний определяется используемым полупроводниковым материалом перехода. Интенсивность излучения возрастает при увеличении тока.

Чтобы обеспечить требуемое пространственное распределение света, светодиод применяется совместно с оптическими линзами. Для изготовления светодиодов применяют арсенид галлия, дающий излучение в инфракрасной области оптического излучения, фосфид арсенида галлия, излучающий красный или оранжевый свет, и фосфид галлия (желтый или зеленый). Глаз человека имеет максимальную чувствительность на зеленом участке спектра, поэтому фосфид галлия имеет наибольшую эффективность.

В датчиках применяются *диодные оптроны*. Они состоят из фотоизлучающего (светодиод) D1 и фоточувствительного приборов D2 (фотодиод, фоторезистор), сконструированных в едином устройстве (рис.4). Такие устройства применяются для передачи сигнала с одной электронной схемы на другую в тех случаях, когда требуется, чтобы они были электрически изолированы одна от другой.

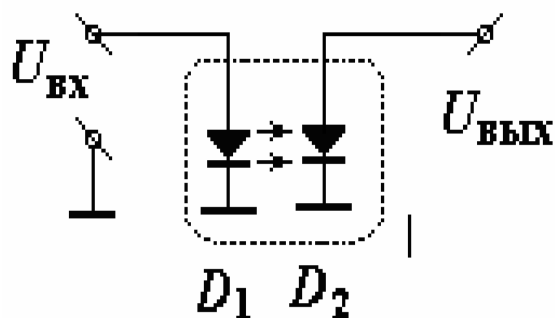


Рисунок 4- Схема устройства оптрона.

Ответы отправлять по адресу [hivinceva.n.v@mail.ru](mailto:hivinceva.n.v@mail.ru)