

УДК 004.353.254.5

ОРГАНИЧЕСКИЙ СВЕТОДИОД

Пичуев А.Д.

Научный руководитель Зеленко В.В., ст. преподаватель

Органический светодиод (англ. Organic Light-Emitting Diode, *OLED*) — полупроводниковый прибор, изготовленный из органических соединений, эффективно излучающих свет при пропускании через них электрического тока. Основное применение технология *OLED* находит при создании устройств отображения информации (дисплеев). Предполагается, что производство таких дисплеев будет гораздо дешевле, нежели производство жидкокристаллических дисплеев.

Французский учёный Андрэ Бернаноз (André Bernanose) и его сотрудники открыли электролюминесценцию в органических материалах в начале 1950-х, прикладывая переменный ток высокого напряжения к прозрачным тонким плёнкам красителя акридинового оранжевого и хинакрина. Низкая электрическая проводимость таких материалов ограничивала развитие технологии до тех пор, пока не стали доступными более современные органические материалы, такие как полиацетилен и полипиррол. И только в 1974 году исследовали свойства бистабильного выключателя на основе меланина с высокой проводимостью во «включенном» состоянии. Этот материал испускал вспышку света во время включения. В 2000 году Алан Хигер, Алан Мак-Диармид и Хидеки Сиракава получили Нобелевскую премию по химии за «открытие и развитие проводящих органических полимеров». Первое диодное устройство было создано в 1980-х компанией Eastman Kodak. В 1990 году в журнале *Nature* появляется статья учёных, в которой сообщается о полимере с зелёной светимостью и «очень высоким КПД». Недавно был разработан гибридный светоиспускающий слой, в котором используются непроводящие полимеры с примесью светоиспускающих проводящих молекул. Использование полимера даёт преимущества в механических свойствах без ухудшения оптических свойств. Светоиспускающие молекулы имеют ту же долговечность, как и в первоначальном полимере.

Принцип действия. Для создания органических светодиодов (*OLED*) используются тонкопленочные многослойные структуры, состоящие из слоев нескольких полимеров. При подаче на анод положительного относительно катода напряжения, поток электронов протекает через прибор от катода к аноду. Таким образом, катод отдает электроны в эмиссионный слой, а анод забирает электроны из проводящего слоя, или другими словами анод отдает дырки в проводящий слой. Эмиссионный слой получает отрицательный заряд, а проводящий слой — положительный. Под действием электростатических сил электроны и дырки движутся навстречу друг к другу и при встрече рекомбинируют. Это происходит ближе к эмиссионному слою, потому что в органических полупроводниках дырки обладают большей подвижностью, чем электроны. При рекомбинации происходит понижение энергии электрона, которое сопровождается испусканием (эмиссией) электромагнитного излучения в области видимого света. Поэтому слой и называется эмиссионным. Прибор не работает при подаче на анод отрицательного относительно катода напряжения. В этом случае дырки движутся к аноду, а электроны в противоположном направлении к катоду, и рекомбинации не происходит. В качестве материала анода обычно используется оксид индия, легированный оловом. Он прозрачный для видимого света и имеет высокую работу выхода, которая способствует инжекции дырок в полимерный слой. Для изготовления катода часто используют металлы, такие как алюминий и кальций, так как они обладают низкой работой выхода, способствующей инжекции электронов в полимерный слой.

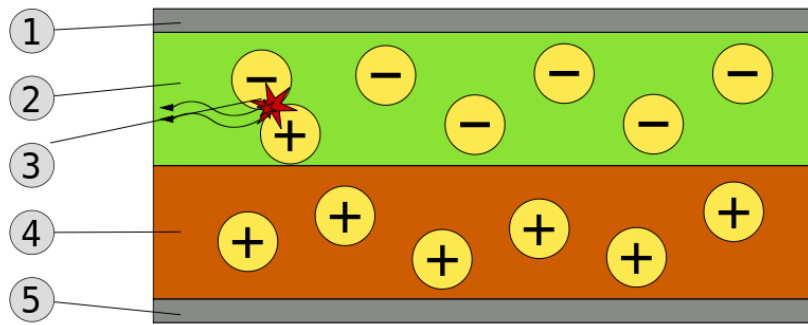


Рисунок 1. Двухслойная OLED-панель: 1. Катод(-), 2. Эмиссионный слой, 3. Испускаемое излучение, 4. Проводящий слой, 5. Анод (+)

Преимущества в сравнении с плазменными дисплеями:

- меньшие габаритны и вес;
- более низкое энергопотребление при той же яркости;
- возможность создания гибких экранов.

Преимущества в сравнении с ЖК дисплеями:

- меньшие габариты и вес;
- отсутствие необходимости в подсветке;
- большие углы обзора— изображение видно без потери качества с любого угла;
- высокий контраст;
- мгновенный отклик;
- возможность создания гибких экранов;
- большой диапазон рабочих температур (от -40 до +70 С).

Яркость. OLED-дисплеи обеспечивают яркость излучения от нескольких кд/м² (для ночной работы) до очень высоких яркостей — свыше 100 000 кд/м², причем их яркость может регулироваться в очень широком динамическом диапазоне. Так как срок службы дисплея обратно пропорционален его яркости, для приборов рекомендуется работа при более умеренных уровнях яркости до 1000 кд/м². **Контрастность.** Здесь OLED также лидер. OLED-дисплеи обладают контрастностью 10000 или даже больше (Контрастность LCD до 2000:1, CRT до 5000:1). **Углы обзора.** Технология OLED позволяет смотреть на дисплей с любой стороны и под любым углом, причем без потери качества изображения. Впрочем, современные ЖК - дисплеи (за исключением основанных на TN+Film матрицах) также сохраняют приемлемое качество картинки при больших углах обзора.

Энергопотребление. Сложно сравнивать что-либо по потреблению с ЖК, так как жидкокристаллическая ячейка требует крайне малой величины тока в рабочем режиме. Однако вспомогательные средства для обеспечения её работы (драйверы, подсветка) могут потреблять весьма много или наоборот, очень мало, это определяется задачами для которых предназначен тот или иной дисплей. Потребление OLED прямо пропорционально яркости и площади свечения.

Недостатки:

- маленький срок службы люминофоров некоторых цветов (порядка 2-3 лет);
- как следствие первого, невозможность создания долговечных полноценных дисплеев;
- дороговизна и неотработанность технологии по созданию больших матриц.

Главная проблема OLED — время непрерывной работы должно быть не более 15 тыс. часов. Одна проблема, которая в настоящее время препятствует широкому

распространению этой технологии в мониторах и телевизорах, состоит в том, что «красный» OLED и «зелёный» OLED могут непрерывно работать на десятки тысяч часов дольше, чем «синий» OLED. Это визуально искажает изображение, причем время качественного показа неприемлемо для коммерчески жизнеспособного устройства. Хотя сегодня «синий» OLED всё-таки добрался до отметки в 17,5 тыс. часов (примерно 2 года) непрерывной работы.

Дисплеям телефонов, фотокамер, планшетов и иных малых устройств этих показателей вполне достаточно в связи с быстрыми темпами устаревания аппаратуры и её неактуальности уже через несколько лет. Средняя продолжительность непрерывной работы этих устройств составляет около 5 тысяч часов, поэтому OLED в них успешно применяется уже сегодня. Можно считать это временными трудностями становления новой технологии, поскольку разрабатываются новые долговечные люминофоры. Также растут мощности по производству матриц. Потребность в преимуществах, демонстрируемых органическими дисплеями с каждым годом растёт. Этот факт позволяет заключить, что в скором времени дисплеи произведённые по OLED технологиям, с высокой вероятностью станут доминантными на рынке электроники народного потребления.

Применение. На сегодняшний день OLED-технология применяется многими разработчиками узкой направленности, например, для создания приборов ночного видения. Органические дисплеи встраиваются в телефоны, цифровые фотоаппараты, автомобильные бортовые компьютеры, коммерческие OLED-телевизоры, выпускаются небольшие OLED-дисплеи для цифровых индикаторов, лицевых панелей автомагнитол, карманных цифровых аудиопроигрывателей и т.д.

Литература

1. <http://ru.wikipedia.org>.
2. Майская В. Органические светодиоды. Удивительное рядом // Электроника: НТБ - № 5, 2007 - С. 39 – 46.
3. Highly flexible polymer light-emitting devices using carbon nanotubes as both anodes and cathodes - SPIE Library.
4. ASU Insight, MEMBRANA Люди. Идеи. Технологии., Wiley InterScience.