

ОРГАНИЧЕСКИЕ СВЕТОДИОДЫ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь*

Кайлевич В. С.

Молочко А. П. – канд. техн. наук, доцент

Представлен обзор основных достижений в области органических светодиодов, способов их получения, дальнейшие пути развития, а также области их применения.

В современном, быстро развивающемся, информационном обществе остро встает потребность в устройствах отображения информации, отличающихся большой цветовой палитрой, высокой контрастностью, большим углом обзора, низким энергопотреблением, легкостью и гибкостью. Одним из устройств, способных отвечать всем выше перечисленным требованиям, являются органические светодиоды (OLED) и дисплеи на их основе.

Строение и основные разновидности. Органический светодиод – монолитное твердотельное устройство, представляющее собой многослойную структуру, состоящую из нескольких органических слоёв, заключенных между оптически прозрачным анодом (в основном используют оксид индия и олова, ITO), нанесенным на стеклянную подложку, и осажденным поверх органических слоёв катодом, который, как правило, должен иметь высокую отражающую способность [1]. В зависимости от используемого активного вещества, органические светодиоды можно разделить на два типа: на базе «малых молекул» (SM-OLED) и на базе полимерных

материалов (P-OLED). В основном OLED имеет 2 или 3 слоя органических материалов: два из которых выполняют функцию переноса носителей заряда (ETL и HTL), а третий является светоизлучающим (EML) – в нем происходит рекомбинация носителей заряда (рис. 1). В случае 2-х органических слоев, излучение происходит в электронпроводящем слое, вблизи границы раздела с проводящим слоем дырок. Это объясняется тем, что в органических полупроводниках дырки обладают большей подвижностью, чем электроны. Также могут применяться дополнительные слои: для увеличения отражающей способности подложек – Ta_2O_5 , тем самым уменьшая поглощение внутри светодиода; для увеличения инжекции носителей заряда в проводящий слой (HIL). Наличие данных дополнительных слоев приводит к образованию многослойной структуры (рис. 2). Цвет, излучаемый OLED, зависит от того, какой органический материал мы используем, в то время как яркость и интенсивность зависят от величины тока, пропускаемого через структуру [2].

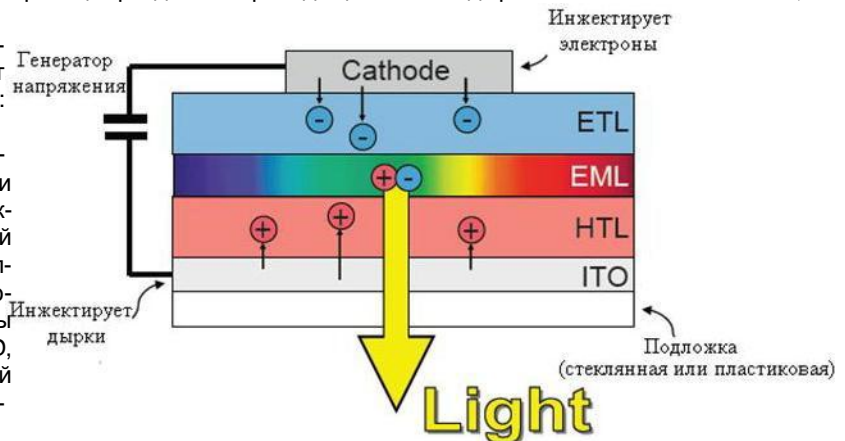


Рис. 1 – Структура OLED

Выделяют некоторые виды OLED: PHOLED – использующие фосфоресцирующие вещества, для достижения квантового выхода сдм близкого к 100 %; TOLED – прозрачные светодиоды, имеющие в выключенном состоянии коэффициент пропускания до 70 %; FOLED – гибкие OLED, использующие в качестве подложки пластик или гибкие металлические пластины; SOLED – сложенные OLED, основаны на расположении один над другим поверхностей красного, зеленого, синего подпикселей.

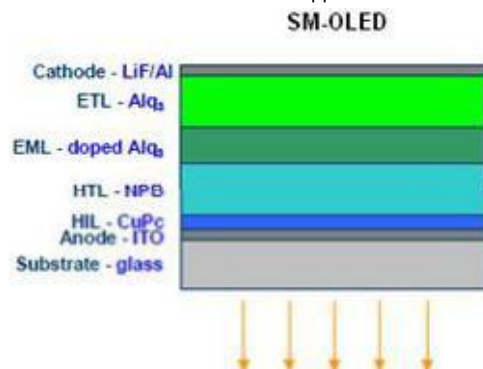


Рис. 2 – Многослойная структура OLED

ресацию каждого пикселя OLED-дисплея [4].

Способы получения OLED:

1. Метод осаждения из паровой фазы. Молекулы переносятся газом – носителем к холодной подложке, на которой они затем конденсируются.
2. Метод струйной печати. Заключается в нанесении на гибкую подложку методом струйной печати специальных чернил, создавая тем самым органические светодиоды. Данный метод позволит создавать дисплеи больших размеров, на различного рода подложках с малыми затратами.
3. Метод вакуумного термического распыления. В вакуумной камере органические молекулы испаряются, а затем при более низкой температуре, в другой части камеры, осаждаются на подложку в виде тонкой пленки. Данный метод является дорогостоящим и не позволяет изготавливать дисплеи больших размеров.

Области применения. На сегодняшний день OLED в основном применяется в сотовых телефонах, MP3-плеерах, автомобильных радиоприемниках, видеокамерах и т. п. Из-за малого срока службы, OLED дисплеи не получают массового производства, а те небольшие объемы продаж, в основном относятся к дисплеям малых размеров (около 11 дюймов). Необходимо отметить, что все большее количество компаний начинают выпускать дисплеи с размерами около 25 дюймов, контрастностью 1000000:1, яркостью более 400 кд/м² и практически с 100 %-ной цветовой палитрой NTSC, хотя данные образцы ещё не скоро можно будет увидеть вне стен выставок. Также предполагается использовать OLED в качестве источников освещения помещений, благодаря высокой яркости белых светодиодов, а также возможности придавать им различную форму.

Прозрачные светоизлучающие устройства TOLED (Transparent and Top-emitting OLED) – технология, позволяющая создавать прозрачные (Transparent) дисплеи, могут существенно улучшить контраст, читае-

Способы управления. Существует два способа управления массивом OLED: пассивно матричный (PMOLED) – наиболее прост по изготовлению и представляет собой матрицу элементов изображения, образуемую пересечением анодных и катодных линий (рис. 3). Несмотря на свою простоту, данный способ управления характеризуется высокой потребляемой мощностью и недостаточно высокой скоростью переключения. Активно матричный (AMOLED) – выполняется на стеклянной подложке, поверх которой изготовлены тонкопленочные транзисторы (ТПТ), обеспечивающие индивидуальную ад-



Рис. 3 – Структура PMOLED

мость дисплея при ярком солнечном свете. Так как TOLED на 70 % прозрачны при выключении, то их можно крепить прямо на лобовое стекло автомобиля, на витрины магазинов или для установки в шлеме виртуальной реальности. Также прозрачность TOLED позволяет использовать их с металлом, фольгой, кремниевым кристаллом и другими непрозрачными подложками для дисплеев с отображением вперед (могут использоваться в будущих динамических кредитных картах). Прозрачность экрана достигается при использовании прозрачных органических элементов и материалов для изготовления электродов. За счёт использования поглотителя с низким коэффициентом отражения для подложки TOLED-дисплея контрастное отношение может на порядок превзойти ЖКИ (мобильные телефоны и кабины военных самолетов-истребителей). По технологии TOLED также можно изготавливать многослойные устройства (например, SOLED) и гибридные матрицы (рис. 4). Двухнаправленные TOLED делают возможным удвоить отображаемую область, при том же размере экрана, для устройств, у которых желаемый объем выводимой информации шире, чем существующий [4]. Эти факты позволяют заключить, что в скором времени дисплеи, разработанные по OLED технологиям, с высокой вероятностью станут доминантными на рынке электроники народного потребления.

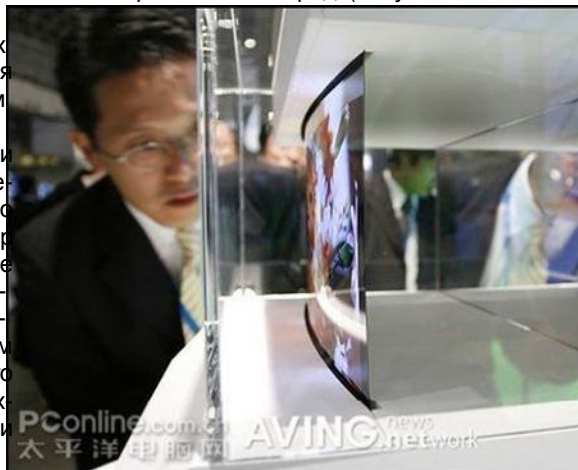


Рис. 4 – SOLED дисплей

Список использованных источников:

1. B. W. D'Andrade and S. R. Forrest, White organic light-emitting devices for solid-state lighting / J. Adv. Mater. 16, 1585-1595, 2004.
2. J. C. Scott and G. G. Malliaras. Semiconducting Polymers, ED. G. Hadziioannou, P. F. van Hutten, (Wiley, 2000), Chap. 13.
3. Витухновский, А. Г. Органические светодиоды / А.Г. Витухновский. – Москва. – 2006.
4. E. Helen, Sarah Jewell «Enhancing Color and Performance in OLEDs» / Sarah Jewell-Blackwell Group. – 2006.