Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

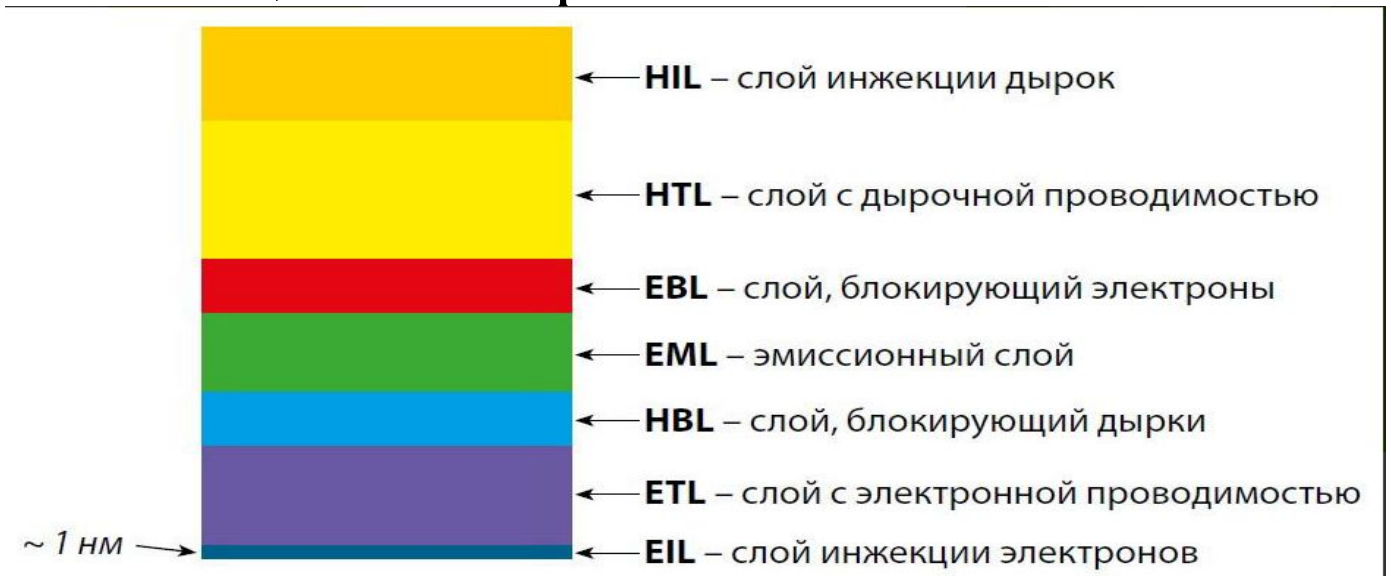
Реферат на тему:

Органические светоизлучающие диоды

студента 1 курса 102 группы
факультета нано- и биомедицинских технологий
Алексеенко Артёма Сергеевича

OLED - это...

OLED («organic light emitting diode», англ. "органический светодиод") открывает совершенно новые способы создания изображения на дисплеях, мониторах и телевизорах по сравнению с обычными светодиодами (LED). По причине невысокого потребления электроэнергии и, прежде всего, благодаря гибкости и малой толщине материала.



Принцип работы

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 выделением (эмиссией) электромагнитного излучения в области видимого света. Поэтому слой и называется эмиссионным.

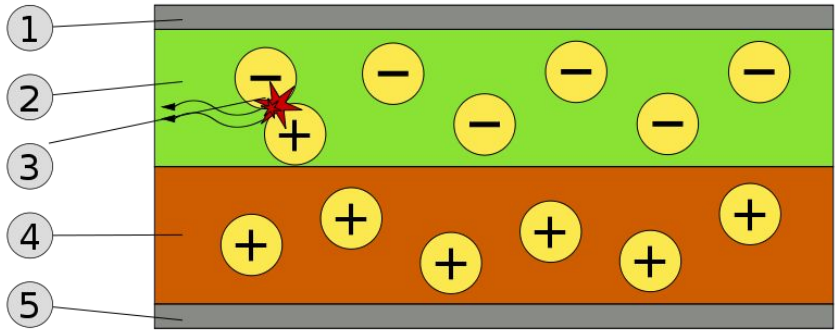
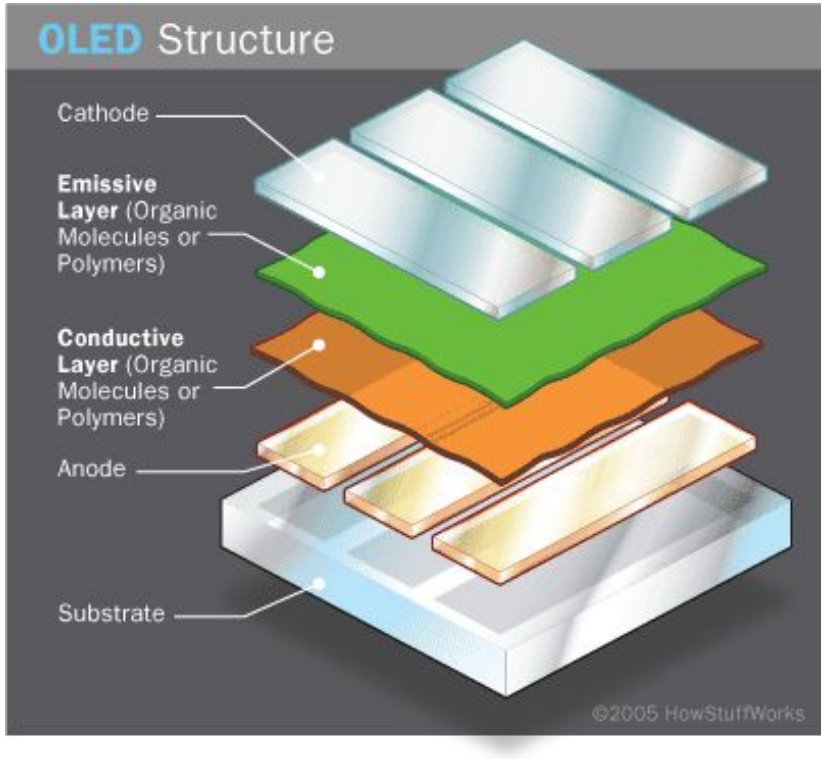


Схема 2-х слойной OLED-панели: 1)Катод(−), 2) Эмиссионный слой, 3) Испускаемое излучение, 4) Проводящий слой, 5) Анод (+)

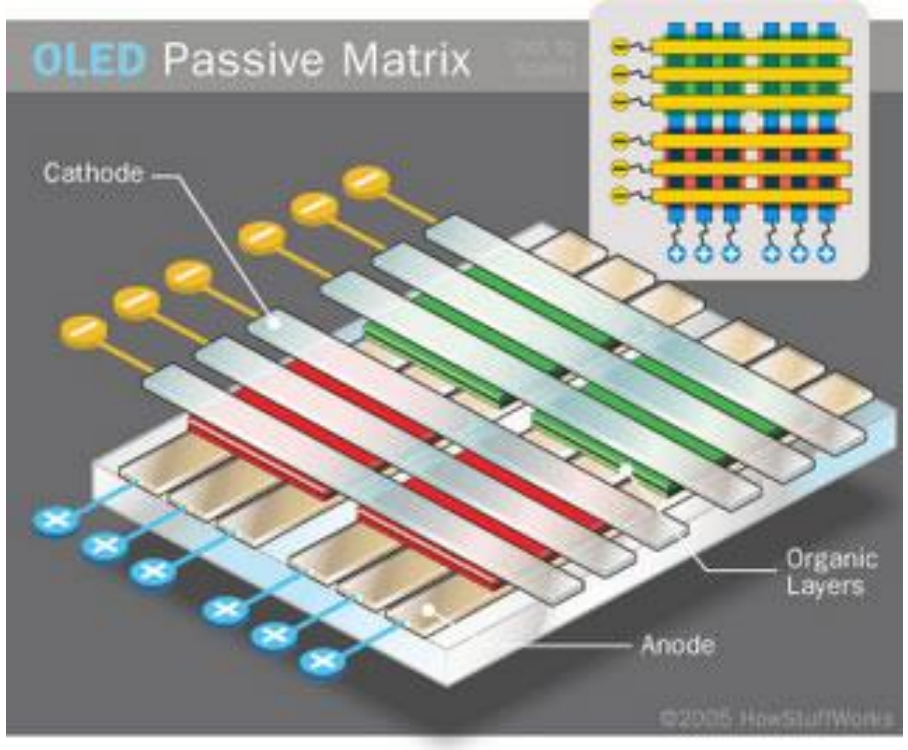
Принцип работы

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.

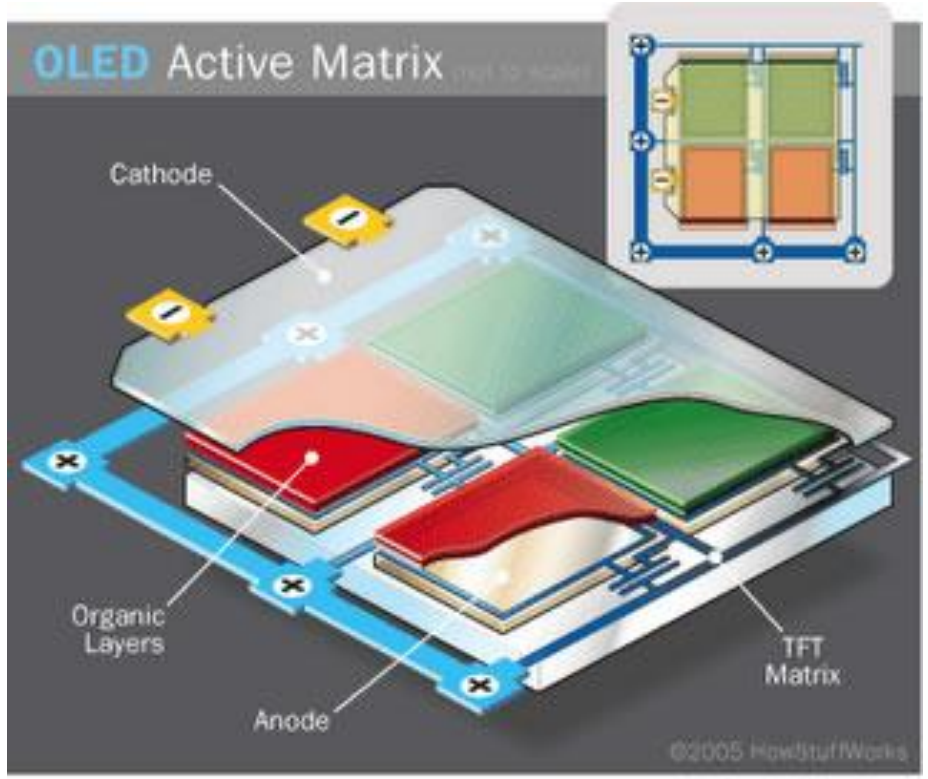


Классификация по способу управления

Существуют два вида OLED-дисплеев — PMOLED и AMOLED. Разница заключается в способе управления матрицей — это может быть либо пассивной матрицей (PM) или активной матрицей (AM).



В PMOLED-дисплеях используются контроллеры развертки изображения на строки и столбцы. Чтобы зажечь пиксель, необходимо включить соответствующую строку и столбец: на пересечении строки и столбца пиксель будет излучать свет. За один такт можно заставить светиться только один пиксель. Поэтому чтобы заставить светиться весь дисплей, необходимо очень быстро подать сигналы на все пиксели путем перебора всех строк и столбцов. Как это делается в старых ЭЛТ (электроно-лучевых трубках).



В AMOLED-дисплеях каждый пиксель управляется напрямую, поэтому они могут быстро воспроизводить изображение. Размеры AMOLED-дисплеев могут иметь большие размеры и на сегодня уже созданы дисплеи с размером 40" (100 см). Производство AMOLED-дисплеев дорогое из-за сложной схемы управления пикселями, в отличие от PMOLED-дисплеев, где для управления достаточно простого контроллера.

Классификация по светоизлучающему материалу

В настоящее время в основном развиваются две технологии, показавшие наибольшую эффективность. Различаются они используемыми органическими материалами это микромолекулы (sm-OLED) и полимеры (PLED), последние делятся на просто полимеры, полимерорганические соединения (POLED), и фосфоресцирующие(PHOLED). О последних немного по подробнее. PHOLED используют принцип электрофосфоресценции, чтобы преобразовать до 100 % электрической энергии в свет. К примеру, традиционные флуоресцентные OLED преобразовывают в свет приблизительно 25-30 % электрической энергии. Из-за их чрезвычайно высокого уровня эффективности энергии, даже по сравнению с другим OLED, PHOLED изучаются для потенциального использования в больших дисплеях типа телевизионных мониторов или экранов для потребностей освещения. Интересно, что технология OLED способна значительно повысить качество LCD панелей, поскольку перспективной технологией подсветки для них является технология PHOLED (PHosphorescent Organic Light Emitting Diode). По данным компании Universal Display Corporation применение PHOLED диодов увеличивает яркость панелей в четыре раза.

Схемы цветных OLED дисплеев

Первыми появились OLED дисплеи на основе микромолекул, однако они оказались слишком дорогостоящими, поскольку изготавливались с помощью вакуумного напыления.

Первый шаг к созданию полимерных дисплеев был сделан в 1989 году, когда ученым Кембриджского университета удалось синтезировать особый полимер – полифениленвинилен. Дисплеи этого типа могут быть получены путем нанесения полимерных материалов на основу специальным струйным принтером. Иногда такие дисплеи называют LEP (Light-Emitting Polymer). Основа может быть гибкой с радиусом изгиба 1 см и менее.

Однако на сегодняшний день по сроку службы и эффективности приборы на основе микромолекул опережают приборы LEP. Сравнительные характеристики долговечности и эффективности излучения для двух технологий OLED дисплеев приведены ниже.

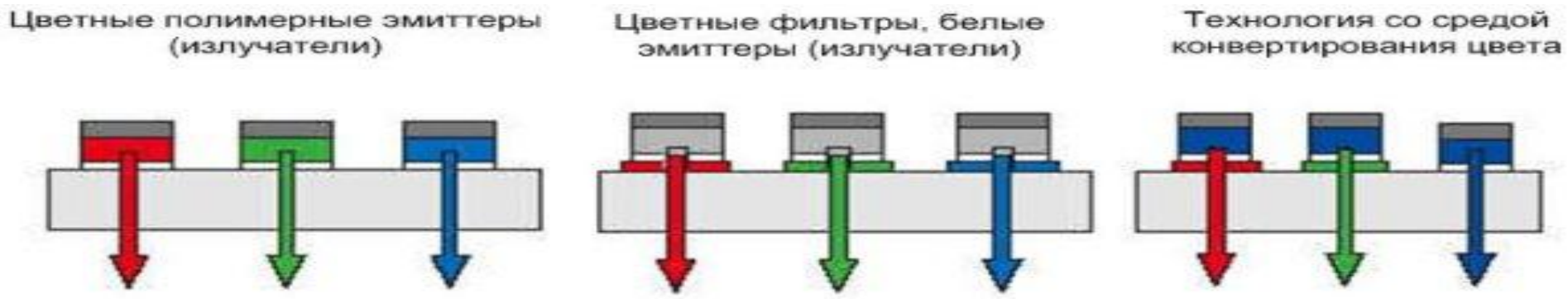
Существуют три схемы цветных OLED дисплеев:

* схема с раздельными цветными эмиттерами;
* схема WOLOD+CF (белые эмиттеры + цветные фильтры);
* схема с конверсией коротковолнового излучения.

Самый простой и привычный вариант – обычная трехцветная модель, которая в технологии OLED называется моделью с раздельными эмиттерами. Три органических материала излучают свет базовых цветов – R, G и B. Этот вариант самый эффективный с позиции использования энергии, однако, на практике оказалось довольно сложно подобрать материалы, которые будут излучать свет с нужной длиной волны, да еще с одинаковой яркостью.

Второй вариант реализуется гораздо проще. Он использует три одинаковых белых эмиттера, которые излучают через цветные фильтры, однако он значительно проигрывает по эффективности использования энергии первому варианту, поскольку значительная часть излученного света теряется в фильтрах.

В третьем варианте (CCM – Color Changing Media) применяются голубые эмиттеры и специально подобранные люминесцентные материалы для преобразования коротковолнового голубого излучения в более длинноволновые – красный и зеленый. Голубой эмиттер, естественно, излучает «напрямую». У каждого из вариантов есть свои достоинства и недостатки.



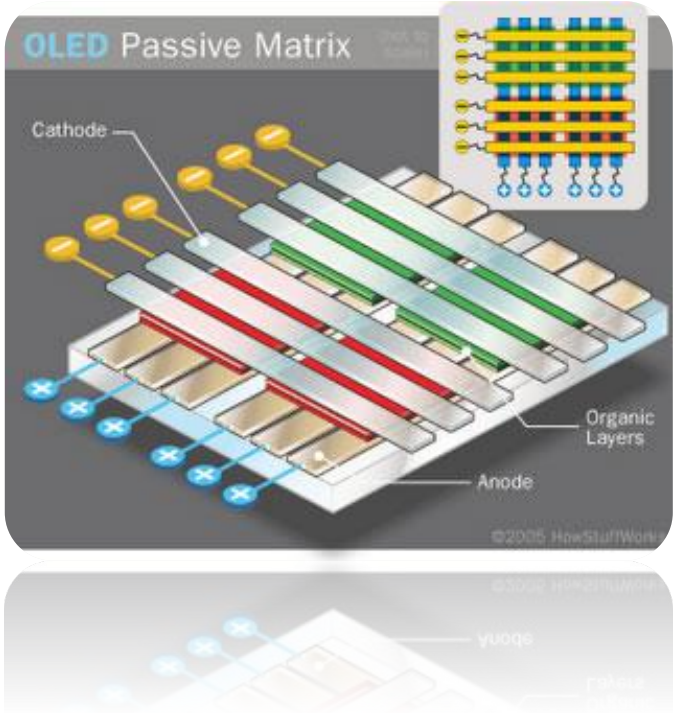
Классификация по способу управления

Существуют два, основных вида OLED-дисплеев — PMOLED и AMOLED. Разница заключается в способе управления матрицей — это может быть либо пассивной матрицей (PM) или активной матрицей (AM).

Так же стоит отметить TOLED дисплеи.

PMOLED

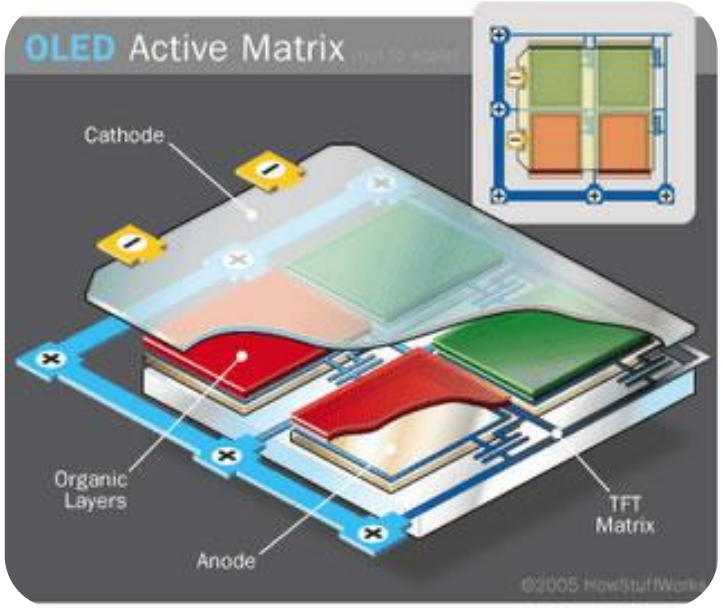
В PMOLED - дисплеях используются контроллеры развертки изображения на строки и столбцы. Чтобы зажечь пиксель, необходимо включить соответствующую строку и столбец: на пересечении строки и столбца пиксель будет излучать свет. За один такт можно заставить светиться только один пиксель. Поэтому чтобы заставить светиться весь дисплей, необходимо очень быстро подать сигналы на все пиксели путем перебора всех строк и столбцов. Как это делается в старых ЭЛТ (электроно - лучевых трубках).



Дисплеи на базе PMOLED получаются дешевыми, но из-за необходимости строчной развертки изображения не возможно получить дисплеи больших размеров с приемлемым качеством изображения. Обычно размеры PMOLED-дисплеев не превышают 3" (7,5 см)

AMOLED

В **AMOLED** - дисплеях каждый пиксель управляется напрямую, поэтому они могут быстро воспроизводить изображение. Размеры AMOLED - дисплеев могут иметь большие размеры и на сегодня уже созданы дисплеи с размером 40" (100 см). Производство AMOLED-дисплеев дорогое из-за сложной схемы управления пикселями, в отличие от PMOLED - дисплеев, где для управления достаточно простого контроллера.



TOLED

TOLED — прозрачные светоизлучающие устройства TOLED (Transparent and Top-emitting OLED) — технология, позволяющая создавать прозрачные (Transparent) дисплеи, а также достигнуть более высокого уровня контрастности.

Прозрачные TOLED-дисплеи: направление излучения света может быть только вверх, только вниз или в оба направления (прозрачный). TOLED может существенно улучшить контраст, что улучшает читабельность 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…

Технология не стоит на месте! Впереди новое поколение OLED

Светодиоды на основе квантовых точек. Сразу отметим, что сильными сторонами QDLED-устройств (Quantum Dot LED — светодиод на квантовых точках) являются высокая яркость, невысокая стоимость производства, широкий диапазон цветов. Уже почти сразу после изобретения нового типа светодиодов им предрекают отличные перспективы стать основой для дисплеев мобильных аппаратов («наладонников», мобильных телефонов и пр.), и даже крупноформатных телевизионных панелей.

Под квантовой точкой ученые подразумевают особую полупроводниковую структуру, которая ограничивает движение электронов сразу в трех измерениях. Применительно к светодиодам на квантовых точках использовалась следующая вариация: селенид кадмия образует «ядро», а в качестве ограничивающей «оболочки» выступает сульфид цинка. Главными «действующими лицами» в данном случае являются электроны, которые при переходе с высокого энергетического состояния на более низкое испускают фотоны, за счет чего и образуется свечение точки. Довольно прост и механизм изменения цвета свечения светодиода — необходимо лишь изменить размеры квантовой точки, что приводит к изменению и длины волны света. Таким образом, рассчитав необходимые размеры полупроводниковой структуры возможно создать светодиоды красного, оранжевого, желтого, или зеленого цветов. Еще одним преимуществом устройств высочайшая яркость — до 9000 Кд/кв. м. К примеру, яркость современных дисплеев не превышает значения в 500 Кд/кв. м. То есть разработка позволяет повысить соответствующий параметр на порядок. Более того, технология позволяет легко повысить яркость светодиодов — всего лишь формированием нескольких квантовых точек.

Заключение

Главная проблема для OLED — время непрерывной работы должно быть более 15 тыс. часов. Одна проблема, которая в настоящее время препятствует широкому распространению этой технологии, состоит в том, что «красный» OLED и «зелёный» могут непрерывно работать на десятки тысяч часов дольше, чем «синий». 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 непрерывной работы.

При этом для дисплеев телефонов, фотокамер и иных малых устройств достаточно 5 тысяч часов непрерывной работы. Поэтому в них OLED 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 человечество увидит расцвет данной технологии.