

***Открытия в
химии
XXI века. OLED –
живое
изображение.***

Открытия в области

ХИМИИ:

- ◎ ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА ЧЕЛОВЕКА ПО БИОМАРКЕРАМ.
- ◎ ГАФНИЙ. ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ. СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ.
- ◎ ПРОЯВЛЕНИЕ «ЗАКОНА ДЕЙСТВУЮЩИХ МАСС» ПРИ ОБЫЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЯХ.
- ◎ И ДРУГИЕ...

OLED - ЖИВОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ



Долгое время в индустрии использовались исключительно неорганические вещества для создания большинства ключевых компонентов компьютерных систем и электронных устройств. Зародившаяся в середине 20 века технология дала повод видеть большие перспективы в использовании органических соединений для создания дисплеев нового поколения, которые по своим качествам должны были значительно опередить ныне властвующие LCD.

ИСТОРИЯ

А. Бернаноз (A. Bernanose) с коллегами впервые смогли произвести эффект электролюминесценции в органических материалах в 1953 г. путем подведения переменного тока высокого напряжения к тонким пленкам, изготовленным из акрихина и акридина оранжевого, а в 1960 г. исследователи **Дюу Кемикал** (Dow Chemical) разработали электролюминисцентные элементы, изготовленные с применением антрацина.





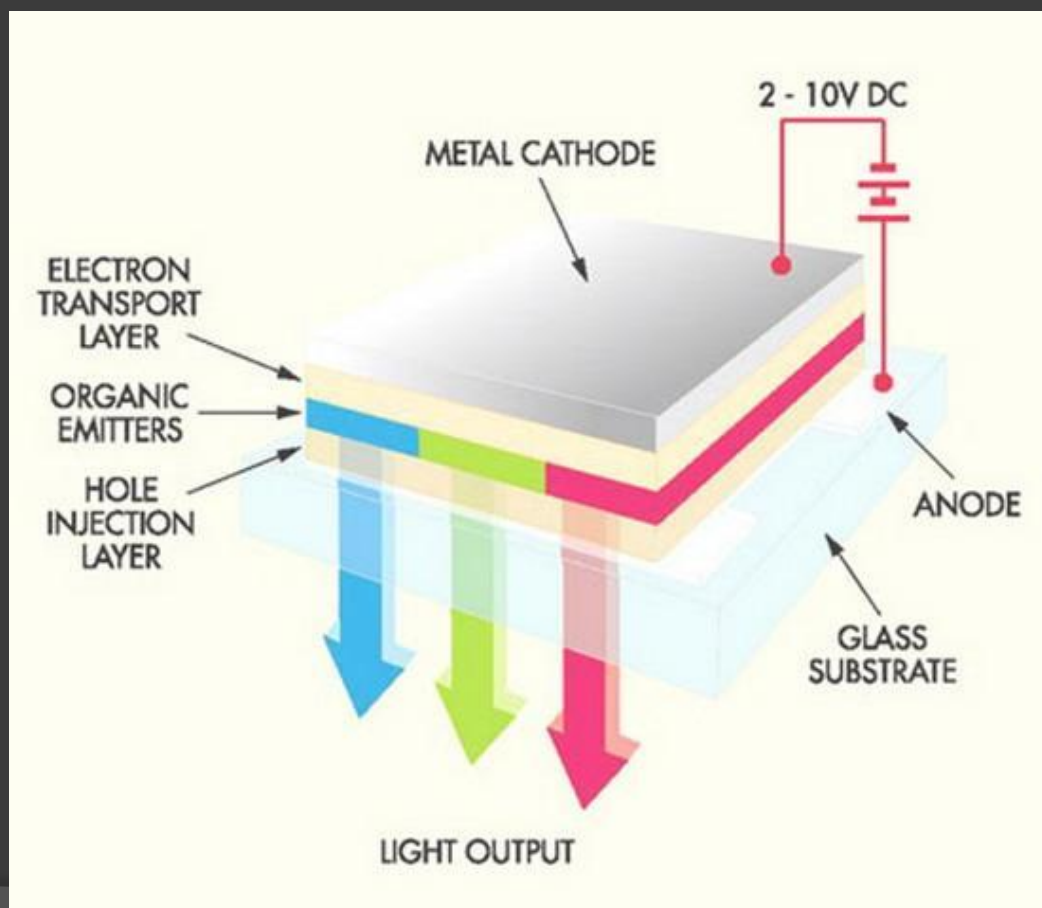
Низкая электрическая проводимость этих материалов значительно ограничивала количество испускаемого ими света, пока не были найдены органические материалы, обладающие лучшими свойствами: полиацетилен, полипиррол и полианилин. В 1963 г. доктором Вейзом (**Dr Weiss**) был опубликован ряд статей, посвященных высокой проводимости окисленного полипиррола при условии добавления к нему йода - ими было получено значение равное 1 См/см ($1 \text{ Сименс} = 1 \text{ Ом}^{-1}$). Но, к сожалению, это открытие было забыто, так же как и исследование 1974 г., в котором удалось создать бистабильный переключатель на основе меланина, который во включенном состоянии излучал вспышки света.

В 1977 г. Хидеки Ширакава (Hideki Shirakawa) с соавторами сообщили о получении схожих показателей проводимости в отношении йодированного окисленного полиацетилена.

В 1987 г. ученые, занимавшиеся исследованиями органических микромолекул в Eastman Kodak, опубликовали результаты своей работы в статье «Органические электролюминисцентные диоды» («Organic electroluminescent diodes»).

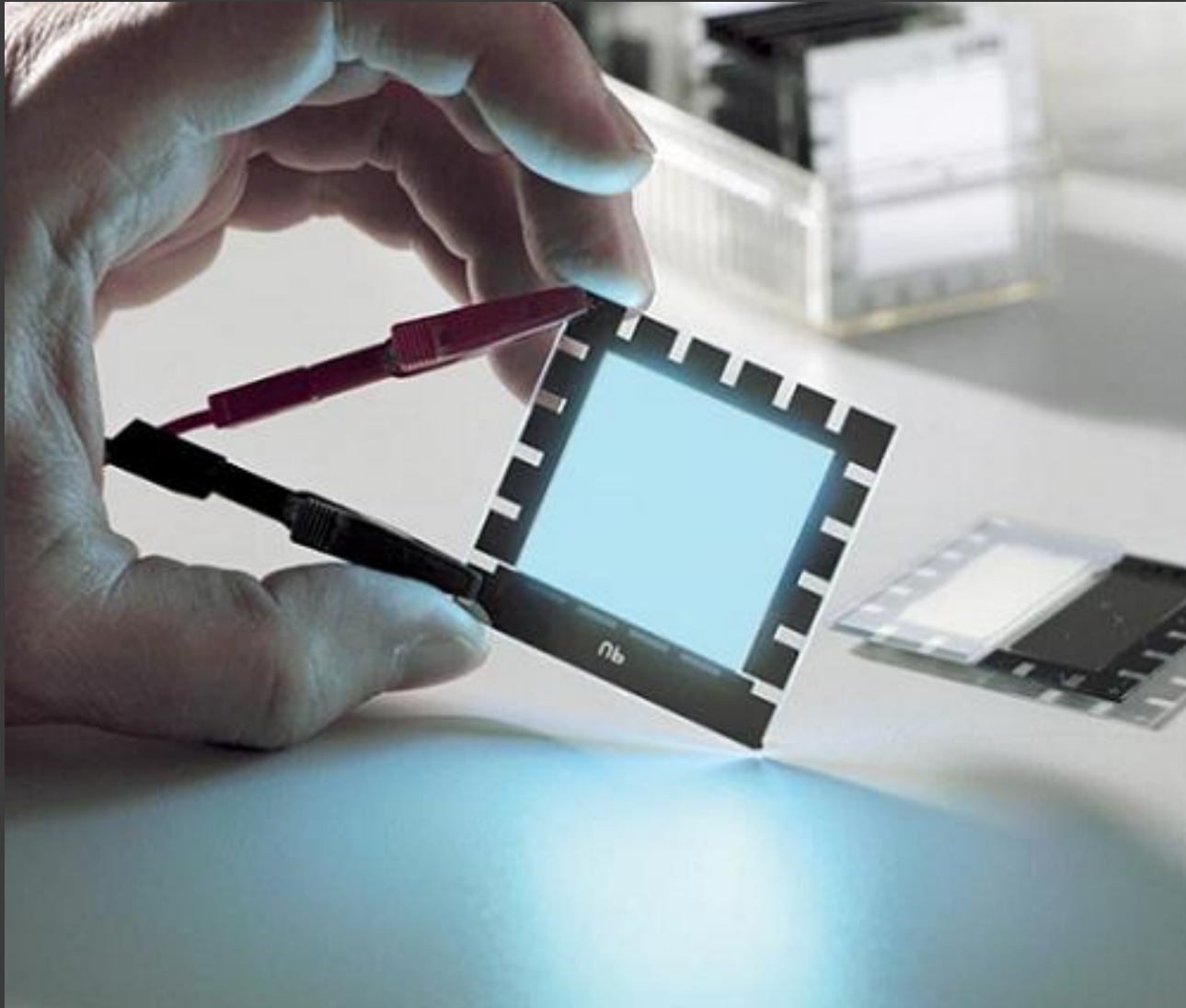


Их отличает значительная гибкость: радиус изгиба таких изделий может достигать 1 см и меньше. По сроку службы и эффективности экраны с использованием **микромолекул** превосходят устройства на основе полимеров, но последние активно совершенствуют и они используются в настоящее время шире. К тому же порой к полимерной матрице добавляют инородные светоизлучающие вещества, повышающие качество матриц.



OLED-дисплеи по типу управления делятся на два класса: с пассивной матрицей и активной матрицей.

Пассивная матрица представляет собой двухмерный массив пикселей в виде пересекающихся строк и колонок. Каждое такое пересечение и является OLED-диодом. Для его подсвечивания подаются сигналы на соответствующие строку и колонку - чем больше поданное напряжение, тем ярче будет светить диод.



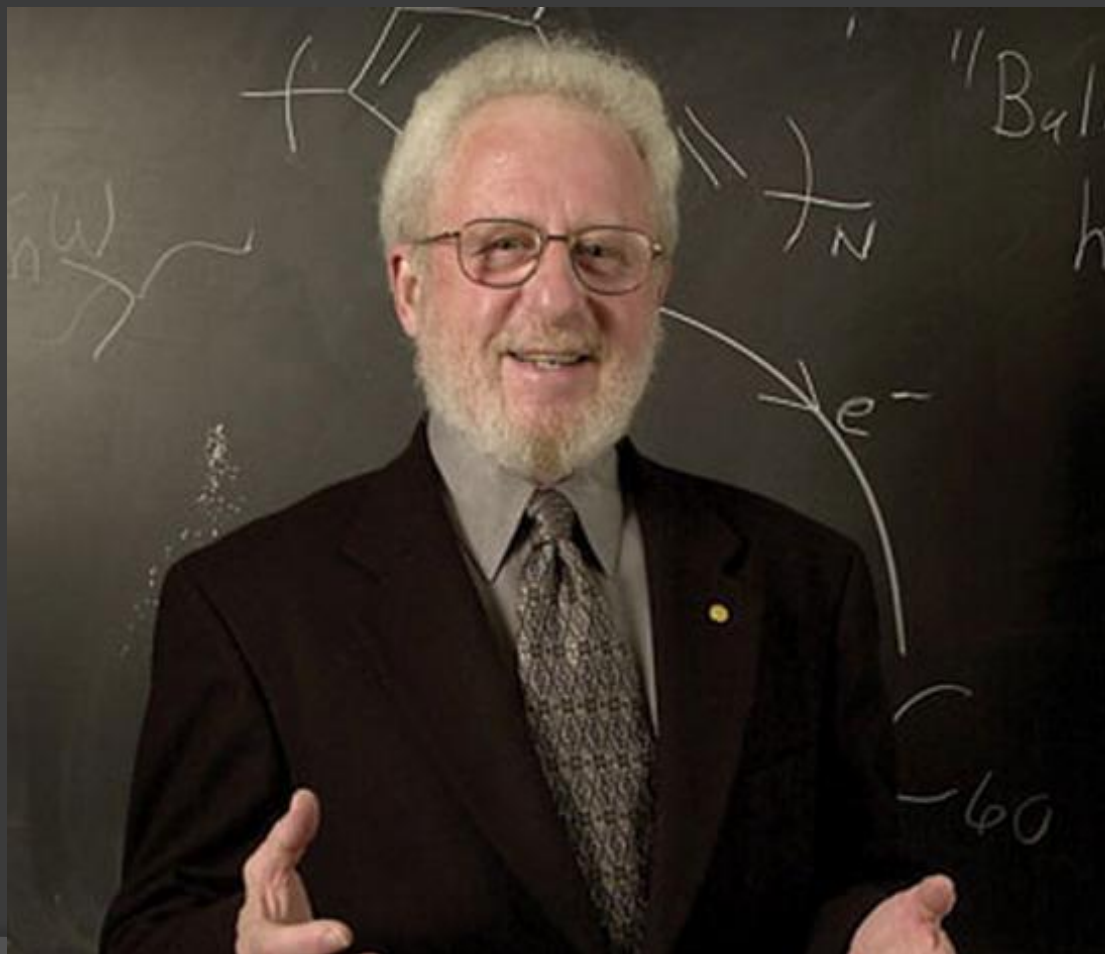
В ней они описали **thin-film (тонкопленочные)** устройства, созданные на основе органических молекул, способные излучать свет при воздействии переменного электрического поля. В соответствии с их данными применяемые материалы значительно превосходили по основным показателям все ранее изучавшиеся вещества подобного рода.

В **1989 г.** исследователи электролюминисцирующих органических молекул достигли очередного успеха: благодаря ученым двух научных центров Кембриджского университета наряду с микромолекулами были получены большие полимеры, способные излучать свет. Первым примером таких веществ стал полифениленвинилен.



В дальнейшем еще раз значительно выделиться удалось сотрудникам **Kodak**: именно этой компанией впервые предложена схема создания OLED-устройств, используемая в изготовлении большинства из них и на сегодняшний день – вместо одного слоя органических молекул между электродами стали применяться два.

Открытия Алана **Джей Хигера**, (Alan J. Heeger), **Алана Джи Макдермида** (Alan G. MacDiarmid) и **Хидеки Ширакавы** (Hideki Shirakawa) в **2000 г.** были отмечены Нобелевской премией в области химии за «Открытие и совершенствование полимерных органических проводников». Стоит отметить, что более ранние изобретения в этой сфере Нобелевским комитетом даже не рассматривались.



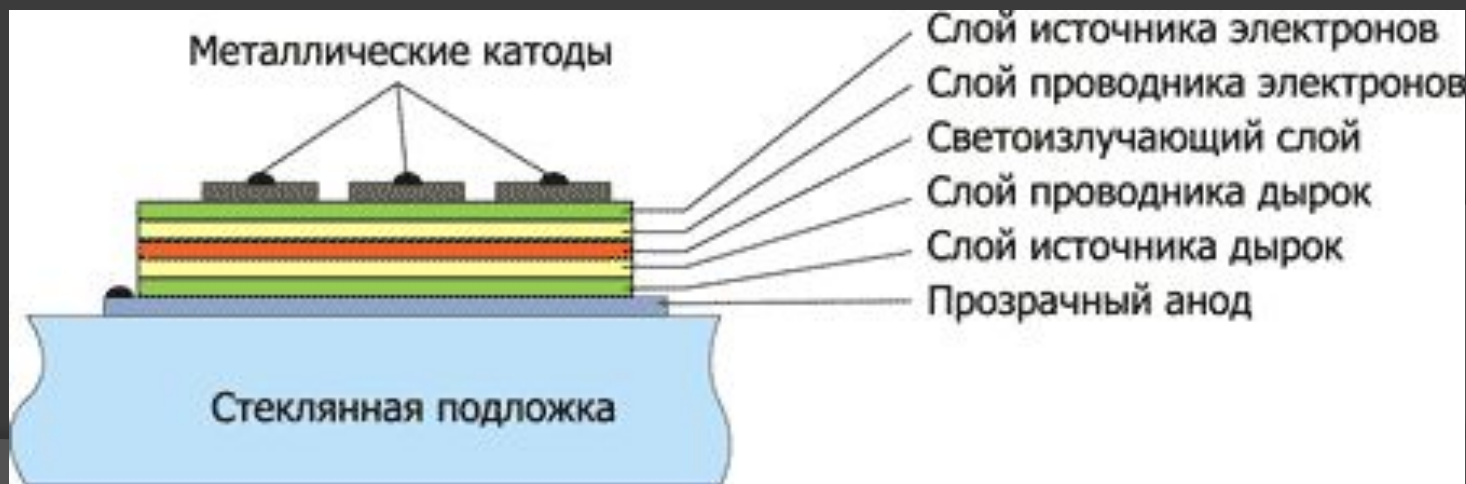


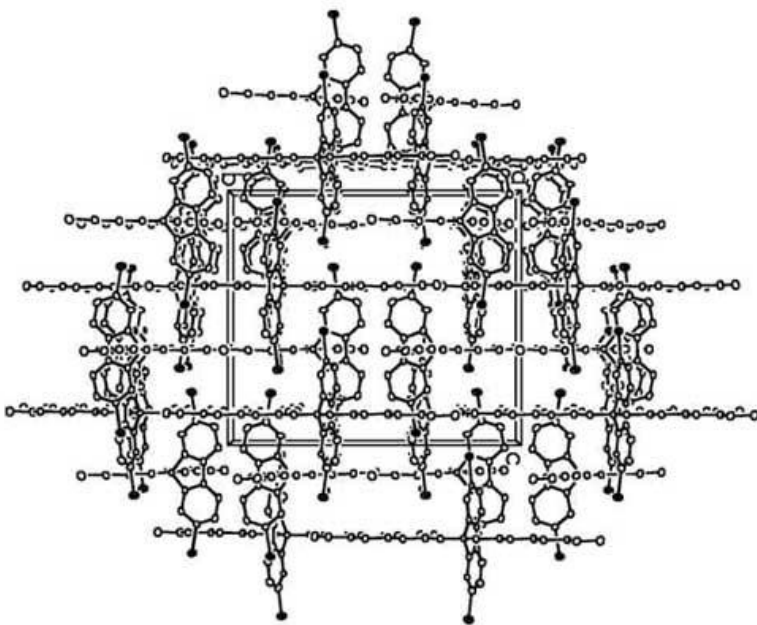
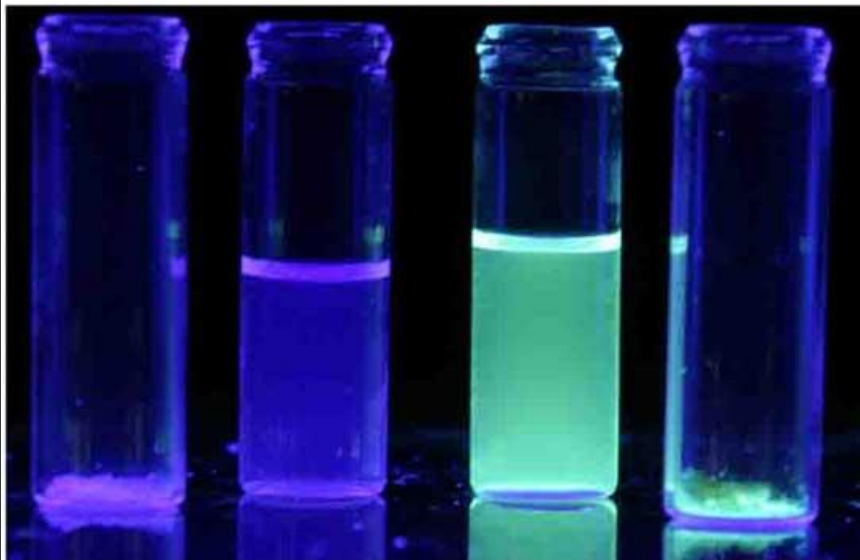
Последние разработки в области электролюминисцирующих органических веществ в 20 в. принадлежат **Дж. Х. Беррофсу** (J.H. Burroughs) и его соавторам. Результаты их исследований были опубликованы в журнале **Nature**: сообщалось об открытии полимера, способного активно излучать зеленый свет.

ПРИНЦИП РАБОТЫ



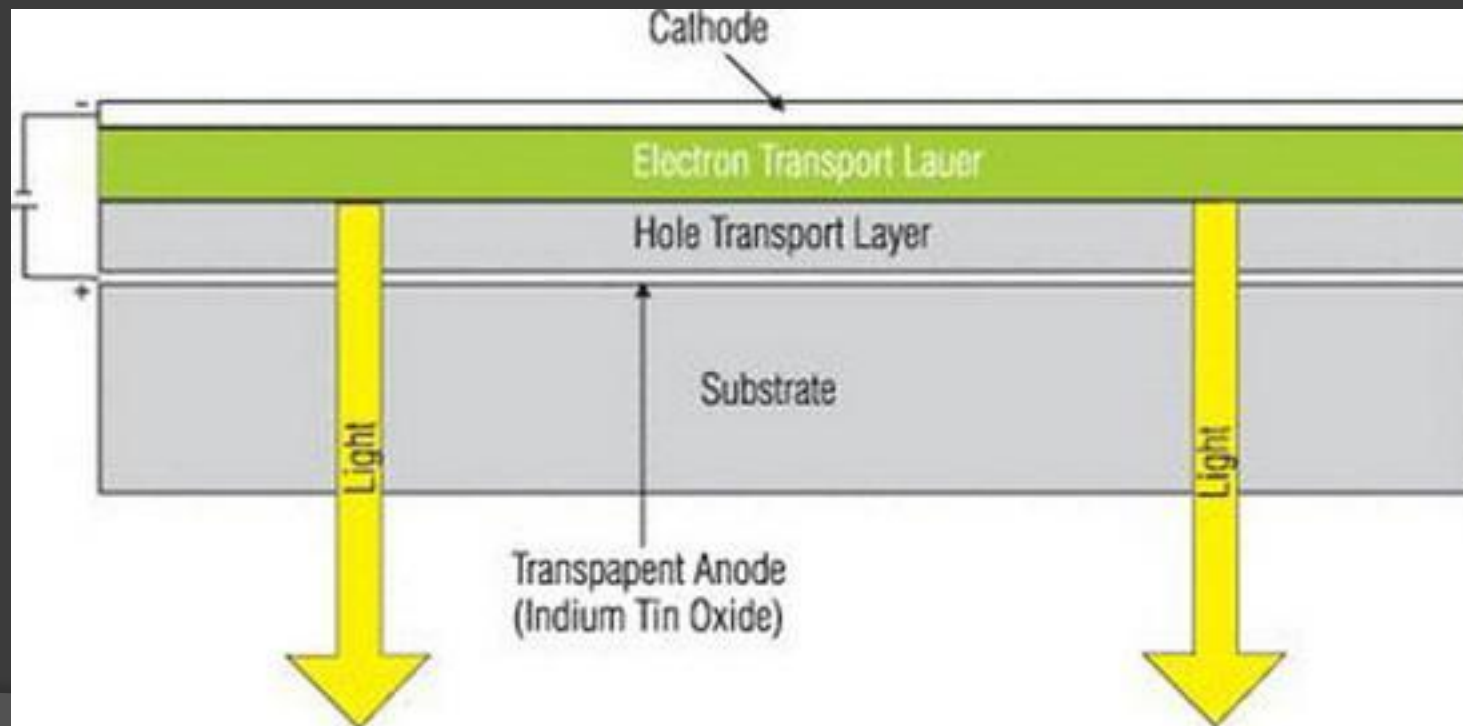
При производстве OLED-дисплеев используются органические молекулы, способные излучать световые волны при подаче электрического напряжения. Выделяют два типа таких молекул. Первый из них – микромолекулы. Их применение отличается высокой стоимостью, связанной с необходимостью применения вакуума при их напылении. Недостатком является и недостаточная гибкость полученного изделия.





Второй тип органического вещества – светоизлучающие полимеры, состоящие из длинных цепей молекул. Эта технология значительно проще, так как вакуума при производстве не требует и OLED-дисплеи могут быть созданы простым нанесением полимерных материалов на основу путем струйной печати – такие дисплеи получили второе название **LEP** - **light-emitting polymer**.

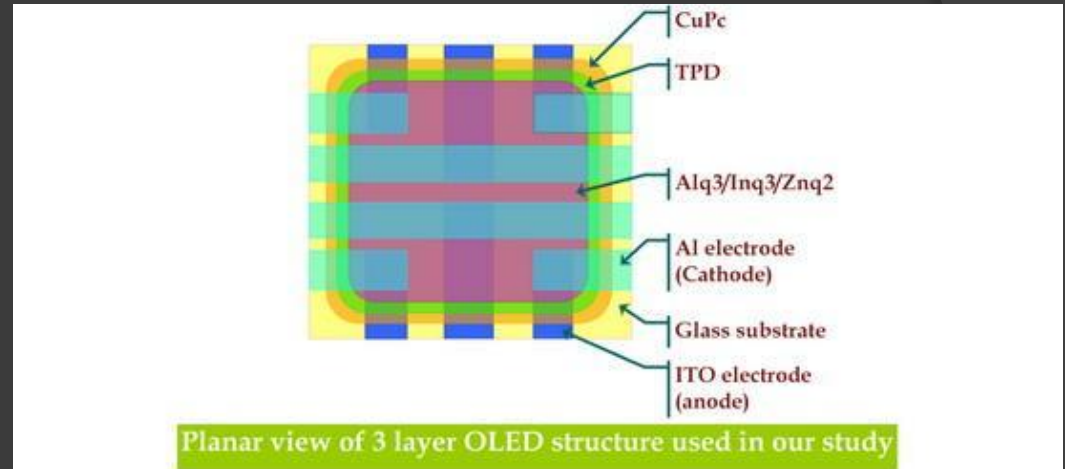
В случае с пассивной матрицей требуется достаточно высокое напряжение, к тому же подобная схема не позволяет создавать дисплеи, состоящие более чем из миллиона пикселей. Приборы с пассивной схемой управления потенциально могут качественно отображать полноцветные подвижные изображения, но это верно только для дисплеев среднего размера. При использовании пассивной матрицы в цветных панелях высокого разрешения малого размера возникают дополнительные трудности. Поэтому использование пассивной схемы управления обосновано в случаях, когда высокое качество изображения не требуется, например, для отображения текстовой информации на экранах автомагнитол или дешевых сотовых телефонов.



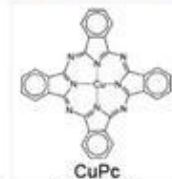
При изготовлении высококачественных полноцветных OLED-дисплеев предпочтение отдается активной схеме управления. Активная матрица – это тоже двухмерный массив, состоящий из пересекающихся колонок и линий, но в данном случае пересечения – не только OLED-диоды, но и управляющие каждым пикселем микротранзисторы.

Сигнал подается на каждый из них, ими запоминается какой уровень светимости требуется от ячейки и до получения другой команды стабильно будет поддерживаться необходимое электрическое напряжение, а оно в данном случае требуется значительно меньше и ячейка быстрее реагирует на новые сигналы.

Транзисторы для активных матриц требуются не совсем обычные: они должны быть расположены тонким слоем под всеми уже имеющимися в «сэндвиче». Подходящими стали тонкопленочные транзисторы – thin-film transistors (TFT), изготавливаемые из аморфного кремния.

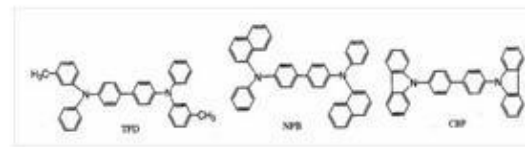


Hole injecting Material

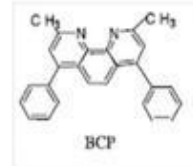


Copper(II) Phthalocyanine

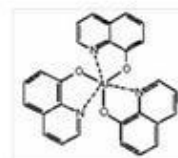
Hole Transport Material



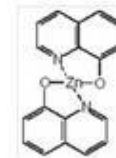
Hole Blocking Material



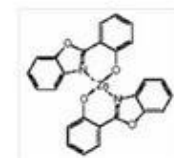
Electron Transport Material



tris-(8-hydroxyquinoline) aluminum



(8-quinolinol-zinc complex)



Zinc bis(2-(2-hydroxyphenyl) benzoxazolone)

По какой схеме построены OLED-дисплеи. Используемая в настоящий момент технология изготовления предложена компанией **Kodak**. Первый защитный слой изготавливается из стекла. Впоследствии ему нашли достойную замену – полимеры и керамику: неравномерный рельеф OLED-дисплея заливается тонким слоем жидкости-мономера - его поверхность будет являться абсолютно ровной. Затем этот мономер полимеризуется, переходит в твердое состояние, а на него сверху наносится необходимое число защитных слоев полимеров и керамики – общая толщина, как правило, не превышает 0,3 мм. Под защитным слоем расположен тонкий слой индия и оксида олова (**indium-tin oxid**), выполняющий роль анода. Под ним размещен первый органический слой, представленный диамином, содержащим в структуре ароматическое кольцо. Толщина его - порядка 75 нм.



За ним следует основное светоизлучающее вещество - пленка, состоящая из флюоресцирующего хелатного комплекса (в его составе обязательно имеется металл, алюминий, например). Последний слой - катод, как правило, изготавливающийся из смеси магния и серебра.

Толщина всей системы составляет порядка 500 нм. При подаче напряжения, превышающего порог в 2,5 В, система начинает излучать фотоны, поток которых становится тем интенсивней, чем больше напряжение. По достижении 10 В, яркость достигает 1000 Кд/м².

Цвета в матрице OLED-дисплеев формируются с использованием **RGB-модели**: ячейка сформирована тремя основными цветами - красным, зеленым и синим. В зависимости от того, какой цвет требуется, регулируется уровень подаваемого напряжения на каждую из ячеек матрицы, а в результате этого смешением трех получившихся оттенков и получается желаемый.



ПРЕИМУЩЕСТВА ПО СРАВНЕНИЮ С ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ДИСПЛЕЯМИ

- меньшие габариты и вес;
- отсутствие необходимости в подсветке;
- отсутствие такого параметра как угол обзора: изображение видно без потери качества с любого угла;
- мгновенный отклик матрицы: время отклика исчисляется микросекундами - изображение не смазывается и отсутствуют артефакты разгона матрицы;
- более качественная цветопередача, обеспечиваемая высокими значениями контрастности;
- более низкое энергопотребление при той же яркости;
- наличие такого свойства как гибкость панели.

НЕДОСТАТКИ

- Среди основных недостатков OLED-технологии стоит выделить более высокую стоимость, особенно если речь идет об изготовлении больших матриц, а также непродолжительный срок службы некоторых электролюминисцирующих полимеров, что ограничивает производство долговечных полноценных дисплеев с глубиной цвета 24-32 бита.
- В начале исследований органические молекулы могли давать свечение под действием постоянного напряжения электрического поля в течение не более 100 ч, причем подаваемое напряжение достигало 100 В, что несравнимо больше по отношению к современным показателям.
- Применение же в портативных электронных устройствах требует от панели как минимум 15 000 ч непрерывной работы (исключения составляют цифровые камеры, мобильные телефоны и прочие малые устройства, для которых срок службы в 5 000 ч считается вполне достаточным). Еще одним, связанным с этим фактором, который ограничивал распространение технологии, была значительная разница в длительности свечения OLED разных цветов. Так, синий значительно отставал от красного и зеленого. Это визуально искажало изображение, и время корректного свечения было недостаточным для применения в электронных устройствах. Проблема решалась за счет использования белого OLED с набором цветных фильтров, способных придать желаемый цвет отдельным точкам на дисплее.

Но уже в 2003 г. Юниверсал Дисплей Корпорэйшн (**Universal Display Corporation**) представили вниманию общественности синий OLED, работающий до 10 000 ч.





В 2004 г. этот рекорд был побит **Кембридж Дисплей Текнолоджи (Cambridge Display Technology)**: ими был создан OLED того же цвета, способный функционировать до 30 000 ч. В настоящее время красный и зеленый способны проработать до 40 000 ч, синий – около 30 000 ч, а универсальный белый – порядка 20 000 ч. А эти показатели уже достаточны для эффективного коммерческого применения данной технологии. С учетом того, что изготовлением панелей занимаются гиганты отрасли и производственные мощности растут, вскоре нивелируется недостаток, касающийся дороговизны производства больших матриц.

Применение

На сегодняшний день OLED-технология применяется в мобильных телефонах, цифровых камерах, автомобильных бортовых компьютерах, GPS-навигаторах, для цифровых индикаторов, лицевых панелей автомагнитол, MP3-плееров, создания приборов ночного видения и т.п. Она уже сейчас популярна среди многих разработчиков узкой направленности, продукция которых не нуждается в использовании большого полноцветного экрана.



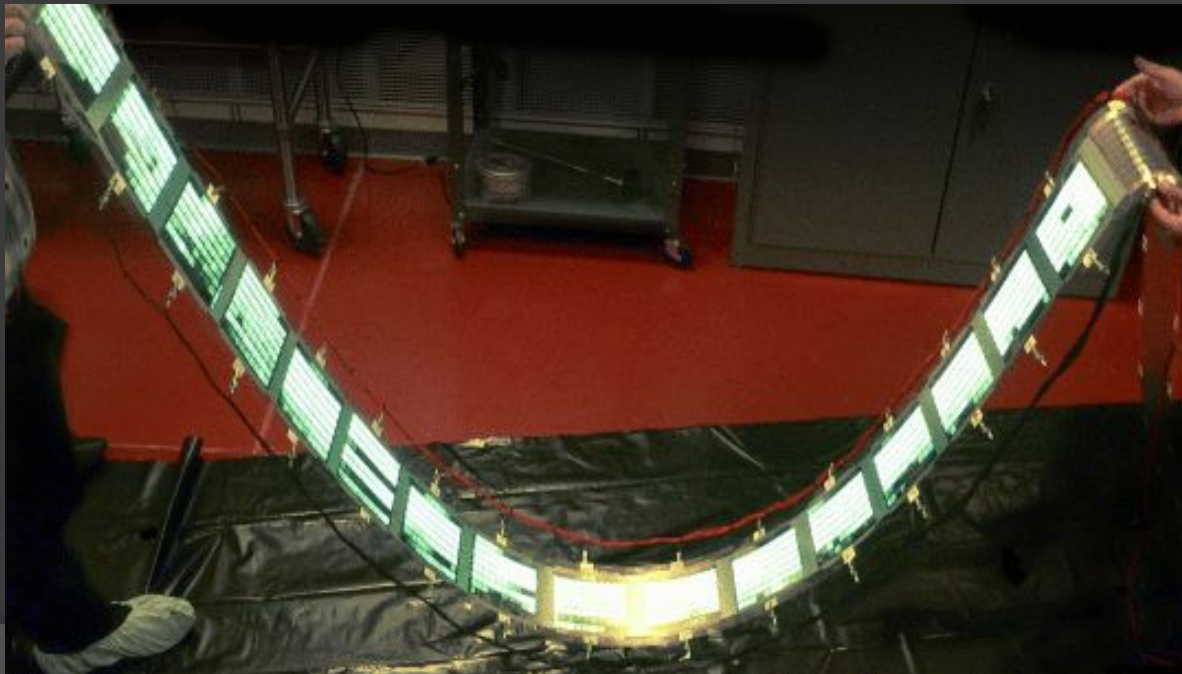
Но изготовление мониторов уже значит среди ближайших перспектив, к тому же достигнуты немалые успехи: например, компания **Samsung** активно ведет разработки в данной области и ими уже созданы прототипы с диагональю 40 дюймов.



Благодаря совершенствованию светоизлучающих органических веществ верхняя граница рабочей температуры OLED-дисплеев достигла 100°C , что позволяет их эффективно использовать в автомобильной промышленности и других сферах, где температурное воздействие ограничивает применение ранее известных технологий.

ПЕРСПЕКТИВЫ

Важным направлением для совершенствования органических электролюминисцирующих веществ является разработка на их основе полноценных полупроводников. Осуществление этого было маловероятным при использовании исключительно органических молекул, но зато комплексные гибридные органически-неорганические соединения оказались вполне перспективными для достижения желаемой цели. Это в свою очередь позволило применять в качестве защитного слоя гнущийся пластик вместо жесткого стекла, что придало устройствам гибкость, которая откроет перед ними новые возможности для использования.



Сзади вместо кремниевого слоя в современных разработках применяются органические транзисторы, которые вполне можно наносить даже просто на бумагу - это значительно упростит процесс изготовления.

Erson в подобных разработках уже достигли значительных успехов: они создали 40-дюймовый дисплей при помощи печати OLED-материала струйным принтером.

24 мая 2007 г. компания **Sony** представила продукт, который она называет первым в мире эластичным полноцветным органическим электролюминисцентным дисплеем (OLED), созданным с использованием органических тонкопленочных транзисторов (**thin-film transistors - TFT**).



Исследователи компании **Sony** разработали новую технологию для создания органических TFT на пластиковой подложке, позволившую им производить тонкие, легковесные и эластичные полноцветные дисплеи. Их 2,5-дюймовый прототип поддерживает 16,8 млн. цветов при разрешении 120x169 пикселей: 80 пикселей на дюйм при размере зерна 0,318 мм. Толщина же дисплея всего 0,3 мм, а масса – 1,5 грамма.

Данная разработка позволит запустить производство более совершенных миниатюрных телевизоров и плоскпанельных OLED нового поколения, что сделает портативные электронные устройства значительно тоньше и легче. В частности, в будущем сфера использования OLED должна расшириться и захватить рынок **Tablet PC**. По сравнению с LCD данная технология позволит внести важные положительные изменения в некоторые из наиболее важных характеристик устройств: значительно уменьшится толщина компьютера, снизится его масса. Так как он портативен, важно и энергопотребление, которое с началом использования OLED заметно сократится.

Широкое применение весьма привлекательной для производства дисплеев технологии органических светодиодов (OLED) долгое время ограничивал недостаточно длительный срок службы изделий, но по словам представителей компании **Epson**, ее специалистам удалось создать 8-дюймовую панель OLED с рекордными показателями: продолжительность эксплуатации указанного экрана удалось довести до 50 000 ч, что вполне приемлемо для любых практических целей.



Как показывают основные технические характеристики устройства, созданного специалистами **Epson**, оно воплощает в себе все преимущества данной технологии: при 8 дюймах диагонали ее разрешение составляет 800×480 пикселей, а контрастность - не менее 100000:1 при яркости в 200 Кд/м². Тонкие пластмассовые плёнки, которые проводят электричество и способны использовать солнечную энергию, могут положить начало революции в дизайне одежды и упаковках продуктов.

Начался международный исследовательский проект, результатом которого может стать массовое производство тонких и гибких OLED устройств. Международный консорциум исследователей во главе с университетом города Бат в Великобритании (**University of Bath**) начал трёхлетний проект с бюджетом \$7 млн., целью которого является повышение эффективности устройств на основе OLED до уровня, достаточного для массового производства. Консорциум, названный Modacom, состоит из 13 групп, представляющих 9 университетов и 2 компании.



UNIVERSITY OF
BATH



Планируется усовершенствование технологии до уровня, когда OLED-устройства могут быть размещены практически на любом материале, т.е. устройства освещения и электронные экраны дисплеев можно будет встраивать в одежду или упаковку, вследствие чего они смогут отображать информацию в электронном виде.

Эти девайсы могут применяться для разных целей: от одежды, меняющей цвет, до пивных банок, показывающих результаты последних футбольных матчей. Консорциумом были определены следующие целевые устройства: прозрачные окна - в течение дня это обычное окно, которое ночью превращается в высокоэффективный источник освещения; одежда, меняющая цвет по желанию владельца; одежда, позволяющая показывать обновляемые текстовые сообщения - может быть весьма полезна и эффективна в работе прежде всего специальных экстренных служб: полицейских, пожарных и скорой помощи; упаковка продуктов, способная отражать предупреждения о вреде для здоровья, рецепты или просто светиться.



**При использовании OLED
высокого разрешения он помимо
обоев и лампы одновременно
сможет выполнять и функцию
монитора/телевизора.**

