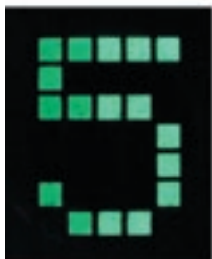


Конструкция индикаторов

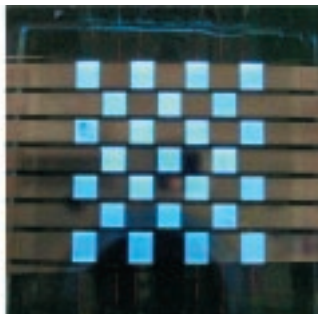
На сегодняшний день существует несколько основных конструкций и методов изготовления OLED-дисплеев. Первый, наиболее простой метод — нанесение светоизлучающей структуры на стеклянную пластину. Сверху структура должна быть тщательно герметизирована, чтобы исключить попадание кислорода, паров воды и других агрессивных примесей из воздуха. Иногда для их поглощения на поверхность структуры или во внутренний объем дисплея добавляют слой геттера. Если индикатор представляет собой прямоугольную матрицу пикселей (наподобие телевизионного экрана), то возможны два варианта соединения отдельных элементов. В первом варианте аноды и катоды элементов соединяют так, чтобы получилась взаимно пересекающаяся матрица проводников. Линии горизонтальных и вертикальных



соединений выводятся наружу в виде контактов, к которым подключается схема управления.



Такие дисплеи называются пассивно-матричными — подразумевается, что внутри дисплея нет схемы управления. Вот так выглядит в работе матричный дисплей 7x7 пикселей. Структура зеленого индикатора: ITO/TPD/ALQ3/Al:Ca, структура голубого: ITO/TPD/PHP/Al:Ca.



Во втором варианте соединения один из электродов делают общим для всех элементов, а электронику управления вводят внутрь структуры дисплея. Такой дисплей называется активно-матричным. Каждым отдельным элементом здесь управляет отдельная схема, состоящая из нескольких транзисторов. Транзисторы формируют на той же стеклянной подложке, что и OLED-структура, методом тонкопленочного осаждения поликремния по TFT-технологии (thin film transistor). Именно так делают компьютерные ЖК-мониторы.

Если применить в качестве подложки для OLED-пластины кремния, то возникает соблазнительная возможность — объединить схему управления и светоизлучающие элементы в едином конструктивном решении. Схема управления в этом случае формируется стандартным образом на кремниевой пластине. На поверхность выводят электроды будущей OLED-структуры. На них наносят транспортные и ЭЛ-слои и в конечном счете — полупрозрачный верхний электрод. Для

Управление жидким кристаллом

С.М.Комаров

Жидкий кристалл, который всего-то за полтора десятка лет превратился из довольно-таки таинственного вещества, способного переливаться всеми цветами радуги, в объект массового производства, состоит из длинных и сравнительно узких молекул. Благодаря анизотропии формы молекулы способны выстраиваться в определенном порядке относительно друг друга и делают это либо сами по себе, в результате фазового перехода при изменении температуры, либо под действием растворителя. Наиболее удобна для описания различных форм термотропных жидких кристаллов (а именно из них делают всевозможные дисплеи) так называемая номенклатура Фриделя, которую предложили во время первого пика интереса к этим веществам, в 20–30-х годах XX века. Она выделяет три обширных класса — нематики, холестерики и смектики. В первом случае длинные оси молекул вытянуты почти в одном направлении. В результате появляется некая избранная ось, и это не может не сказываться на свойствах вещества, в частности

оптических. Холестерик — это тот же нематик, но в нем есть винтовая ось симметрии, то есть в соседних слоях направления молекул повернуты друг относительно друга. Нематик становится холестериком даже при небольшой добавке в жидкий кристалл оптически активного вещества, например холестерина, в честь которого и назван класс. Смектик упорядочен значительно лучше — в нем молекулы не только выстроены параллельно, но еще и не сдвигаются относительно друг друга; его структура состоит из четких слоев. Это

соединение — не настоящий кристалл только лишь потому, что расстояния между молекулами внутри слоя не одинаковы.

Если свет поляризован, то при прохождении его по жидкому кристаллу направление поляризации света может измениться. Именно этим свойством пользуются создатели жидкокристаллических дисплеев. Обычно такой дисплей состоит из двух поляризационных фильтров, повернутых на 90° относительно друг друга. Свет через них не проходит. Однако жидкий кристалл между этими филь-

трами качественно меняет ситуацию — если он примет форму спирали, то свет, «вращаясь», изменит поляризацию и пройдет сквозь второй фильтр. Прикладывая электрическое напряжение, можно, разрушая спираль, влиять на яркость свечения той или иной точки дисплея.

Сейчас, чтобы выстроить молекулы кристалла в одном и том же направлении по всей площади дисплея, используют технику, придуманную лет сто назад: натирают бархатом в нужном направлении поверхность, покрытую тонкой полимерной пленкой, причем делают это в чистой комнате, поскольку мельчайшие пылинки воздуха способны испортить матрицу. При этом на поверхности появляются мелкие царапинки — бороздки, в которые укладываются молекулы. Такая технология — удовольствие не из дешевых, да и чем больше размер дисплея, тем больше вероятность нанести какой-нибудь дефект. Поэтому ученые во всем мире ищут способы, как делать эти бороздки, не прикасаясь к подлож-

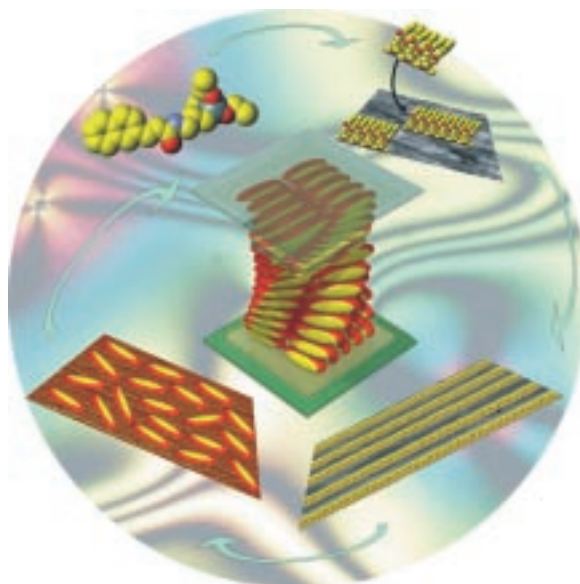


Схема ячейки жидкокристаллического дисплея из смектика

того чтобы сделать такой дисплей цветным, можно, например, использовать белый OLED с цветными светофильтрами. Подобную технологию также используют при изготовлении компьютерных ЖК-мониторов. Разумеется, размер такого дисплея ограничен площадью кремниевой пластины. К тому же дисплей размером с пластину весьма дорог. Как правило, на кремнии формируют дисплеи, не превышающие по диагонали несколько сантиметров.

Еще один перспективный метод изготовления OLED-дисплеев заключается в формировании структуры на гибких подложках. Это возможно потому, что сама структура — очень тонкая, а подложку делают из лавсана или полиимида.

Перспективы

Первый коммерчески доступный OLED-дисплей был выпущен фирмой «Pioneer» в 1997 году. В настоящее время мобильные телефоны с цветными OLED-дисплеями выпускают «Motorola», «Samsung Electronics» и

LG. Компания «Eastman Kodak» начала выпуск цифровых фотоаппаратов с OLED-дисплеями. Компании «Sony» и «Sanyo» объявили о подготовке к выпуску телевизионных дисплеев с высоким разрешением, основанным на технологии TFT + OLED. Множество менее крупных компаний используют OLED-дисплеи в электронных часах, автомобильной аудиоаппаратуре, MP3-плеерах и других приборах. Вот как выглядит графический OLED-дисплей MP3-аудиоплеера.

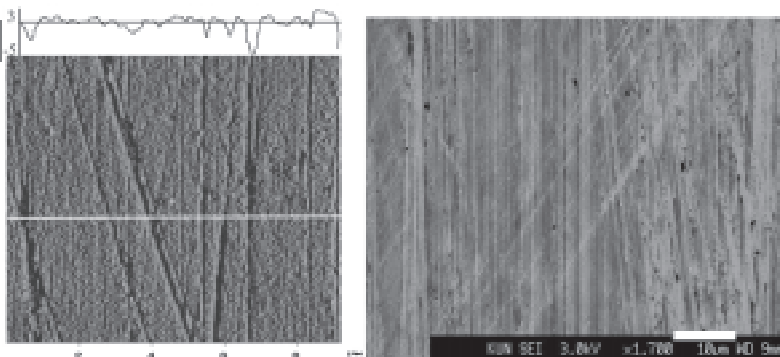
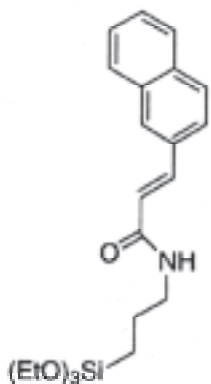


Более 70 компаний по всему миру занимаются исследованием и разра-

боткой OLED-технологий. Делается много попыток найти новые применения органическим индикаторам. Например, проводятся интенсивные исследования в области применения OLED в качестве плоских осветительных источников. Многие исследования направлены на улучшение цветовых характеристик излучения и создание полноцветных дисплеев. Все еще недостаточно велико время жизни индикаторов. По сути, эта проблема определяет все в данной области: она охватывает разработку новых ЭЛ-соединений с повышенной устойчивостью, технологию формирования структуры, методы герметизации и логику устройств управления. От решения этих, а также множества других технологических проблем зависит, будут ли индикаторы на основе органических ЭЛ-веществ использоваться и в дальнейшем и придут ли они на смену существующим средств отображения, став новым «лицом» электроники будущего.



ФОТОИНФОРМАЦИЯ



Свежесинтезированное ароматическое соединение выстраивает длинные ряды на поверхности подложки

ке, — тогда можно обойтись без чистых комнат и дисплеи станут намного дешевле. Один из химических способов предложил недавно защитившийся аспирант из Неймегенского университета (Нидерланды) Йохан Хоогбом (агентство «AlphaGalileo», 16 декабря 2004).

«Обычно при попытках создавать такие структуры на обрабатываемую поверхность наносят производные коричневой кислоты и облучают ультрафиолетом. Под его действием проходит полимеризация. К сожалению, нет никакой возможности влиять на ориентацию получающихся при этом бороздок, да и с жидким кристаллом они сцепляются очень плохо. Что-

бы изменить ситуацию, мы синтезировали соединение, в котором было все, что нужно, — и большой ароматический хвост, который работает как фотопереклюатель, и амидная группа для усиления межмолекулярного взаимодействия. Это соединение дает бороздки без всякого внешнего воздействия. И прекрасно связывается с жидким кристаллом — раз в двадцать сильнее, чем обычно», — рассказывает доктор Хоогбом.

Как оказалось, будучи растворенными в толуоле, молекулы вещества Хоогбома начинают олигомеризоваться. Можно выбрать такой интервал концентраций, когда в результате этой реакции об-

разуются совсем короткие молекулы — димеры. Именно они и осаждаются на поверхность пластинки, покрытой пленкой оксида индия-олова (он служит для электрического управления жидким кристаллом), в виде системы регулярно расположенных валиков высотой в 0,5–8 нм, шириной в 50 нм, а длиной в сотни микрон. От чего же может зависеть ориентация этих валиков? Ответ подсказал нехитрый опыт: пластинку разрезали на части, осадили валики, снова сложили пластинку из частей и оказалось, что валики ориентированы в одну и ту же сторону. «Ага, значит, дело в строении самой поверхности, на которой мы выращиваем

валики», — подумали голландские ученые и присмотрелись к ней с помощью туннельного микроскопа. И действительно обнаружили, что на изотропной пленке оксида имеются островки размером в сотню нанометров, покрытые совсем уж мелкими параллельными бороздками. Такие дефекты наблюдали и ранее — считается, что их параметры зависят от условий нанесения пленок.

Таким образом, голландским исследователям удалось обратить мельчайшие дефекты поверхности во благо: увеличить их масштаб в тысячу раз и получить хороший шаблон для жидких кристаллов дисплея. Теперь, видимо, дело за малым — добиться, чтобы такие дефекты появлялись тогда, когда нужно, и были ориентированы в правильном направлении. Хотя, с другой стороны, кто знает, на что наносили ученые из Неймегена пленку оксида? Может быть, на исходной пластинке уже была упорядоченная структура, которая породила и островки, и валики ароматического соединения.

