

Андреас Поль (Andreas Pohl) |

Применение RGB-светодиодов

для создания многоцветных электронных табло и вывесок

В статье рассматриваются современные подходы к созданию светодиодных сборок из RGB-светодиодов для применения в полноцветных дисплеях большого размера, предназначенных для монтажа в помещениях и на открытом воздухе, а также приводятся технические рекомендации, полезные при проектировании подобных устройств.

SMT-компоненты для применения в полноцветных светодиодных дисплеях

В настоящее время существует целый ряд различных светодиодов, которые можно использовать для создания видеоскранов с применением технологии поверхностного монтажа. Например, светодиоды PLCC-2 могут применяться в монохромных или полноцветных дисплеях, где один пиксель будет состоять из нескольких светодиодов. С другой стороны, ввиду большого размера светодиодов PLCC-2, шаг пикселя в таком экране может быть довольно велик. Это допустимо, если расчетное расстояние от зрителя до экрана составляет как минимум 10–15 метров. Когда же зритель находится ближе к экрану (например, в помещении торгового центра), предпочтительно более высокое разрешение. Светодиоды RGB «3 в 1» позволяют располагать пиксели с меньшим шагом. В основе наиболее популярных RGB-светодиодов «3 в 1» лежит платформа PLCC-4 или PLCC-6.

Компания Avago Technologies выпускает RGB-светодиод «3 в 1» в корпусе PLCC-4 (ASMT-QTB0). Этот светодиод имеет корпус из белого материала с высокой отражающей способностью, что обеспечивает высокий световой поток (рис. 1). Верхняя поверхность светодиода для получения высокой контрастности имеет черный цвет. Эта черная поверх-



Рис. 1. Светодиод ASMT-QTB0 в корпусе PLCC-4

ность должна быть неотражающей, чтобы поглощать как можно большую долю падающего на экран света от других источников — например, местного освещения или закатного солнца. При использовании вышеупомянутого светодиода в корпусе PLCC-4 шаг пикселя в видеоскранах может быть понижен до 8 мм (рис. 2).

Светодиоды PLCC-4 с полностью черным корпусом дают еще большую контрастность, улучшая характеристики отображения и внешний вид монтируемых в помещении цветных экранов (рис. 3). Например, на базе светодиодов Avago Technologies ASMT-QTC0 можно создавать экраны, внешне похожие на жид-

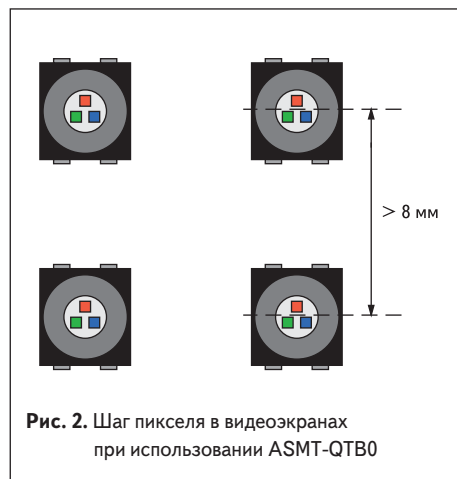


Рис. 2. Шаг пикселя в видеоскранах при использовании ASMT-QTB0



Рис. 3. Светодиод ASMT-QTC0 в полностью черном корпусе PLCC-4

кокристаллические, но гораздо большего размера.

Еще один популярный корпус для построения полноцветных видеоскранов — PLCC-6. Светодиоды этого типа (например, ASMT-YTB0 Avago Technologies) имеют 6 выводов — от анода и катода каждого из кристаллов (рис. 4). Корпус белого цвета с высокой отражающей способностью обеспечивает хорошее смешивание цветов и высокую яркость, что делает такие светодиоды пригодными для использования в конструкциях, монтируемых на открытом воздухе. Поверхность черного цвета позволяет достичь высокой контрастности во внутренних и наружных видеоскранах, а компактная конструкция корпуса позволяет уменьшить шаг пикселя до 8 мм (рис. 5). Тем не менее для достижения оптимальных характеристик рекомендуется устанавливать шаг пикселя равным 10 мм.



Рис. 4. Светодиод ASMT-YTB0 в корпусе PLCC-6

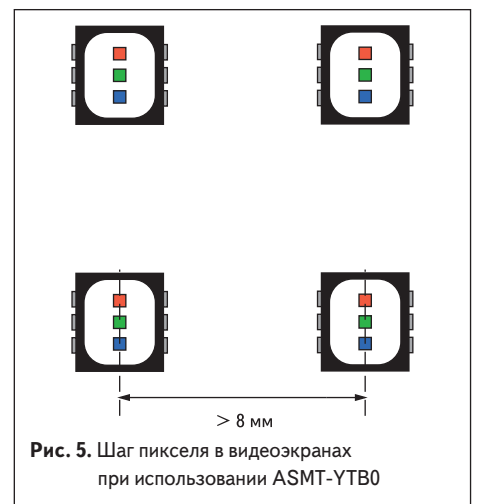


Рис. 5. Шаг пикселя в видеоскранах при использовании ASMT-YTB0

Рекомендации по дальнейшему усовершенствованию полноцветных экранов

Регулирование температурных режимов светодиодов

Повышение яркости — один из простых способов улучшить характеристики отображения полноцветных дисплеев. Например, у ASMT-QTBO и ASMT-YTBO типичное значение полной яркости каждого кристалла составляет 2,1 кд при токе 20 мА, а у полностью черного корпуса ASMT-QTC0 — 925 мкд при том же токе. Светодиодные кристаллы изготавливаются из двух полупроводниковых материалов — AlInGaP и InGaN. Эти материалы обычно весьма чувствительны к температуре. В случае светодиодных кристаллов на базе AlInGaP и InGaN рост температуры приводит к значительному увеличению яркости. Например, при температуре 125 °С световой выход зеленого InGaN-кристалла возрастает практически до 40% по сравнению со значением данного параметра при температуре 25 °С. В связи с этим первоочередную важность приобретает эффективный отвод тепла от светодиодного кристалла на печатную плату или радиатор.

Тепловое сопротивление между *p-n*-переходом кристалла и выводом компонента составляет около 280 К/Вт в обычном светодиоде PLCC-2 и около 140 К/Вт — в монохромном светодиоде PLCC-4. Эти значения довольно велики, особенно в случае «3 в 1», с тремя нагревающимися кристаллами. В этой связи при проектировании корпуса многоцветного светодиода необходимо обеспечивать как можно более низкое тепловое сопротивление. Например, у светодиодов ASMT-QTBO и ASMT-QTC0 на платформе PLCC-4 типичное расчетное тепловое сопротивление между *p-n*-переходом и выводом $R_{\theta-jp}$ составляет менее 95 °С/Вт.

RGB-экраны используются для показа футбольных матчей, рок-концертов и множества других мероприятий, причем работают они не только по ночам. В дневное время дисплей нагревается от светодиодов и солнечного света. Сохранить хорошую видимость можно, либо повысив контрастность — путем использования заливающего компаунда с малой отражающей способностью, либо путем увеличения прямого тока. Первое из этих решений дорогостоящее, поэтому более привлекательной представляется работа светодиодов на повышенном токе. Малое тепловое сопротивление позволяет увеличить прямой рабочий ток светодиодов в условиях повышенной температуры окружающей среды. Например, для ASMT-QTBO максимальный ток питания составляет 50 мА для красного кристалла и 30 мА для зеленого и синего кристаллов при температуре окружающего воздуха 70 °С. Обычный RGB-светодиод PLCC-4 при тех же условиях окружающей среды допускает ток не выше 25 мА для красного кристалла и 13 мА для зеленого и синего. Если температура окружающего воздуха возрастает до 85 °С, максимальный ток для красного кристалла составит 35 мА, а для зеленого и синего — 22 мА. Для сравнения, обычные RGB-светодиоды PLCC-4 допускают при таких

высоких температурах ток не выше 15 мА и 8 мА соответственно. Это означает, что при использовании светодиодов с малым тепловым сопротивлением яркость изображения на дисплее будет оставаться достаточно высокой даже при увеличении температуры. Тем самым обеспечивается также хорошая читаемость при солнечном свете или местном освещении, направленном на дисплей.

Стабильность

Корпуса светодиодов, используемых в табло и вывесках, предназначенных для монтажа на открытом воздухе, должны изготавливаться из надежных материалов. Например, эпоксидная смола, используемая для герметизации, более чувствительна к ультрафиолетовому излучению. Более того, синий свет от кристалла со временем обесцвечивает эпоксидную смолу, уменьшая тем самым световой выход. Гораздо более подходящим материалом для герметизации является силикон. Сильная силоксановая связь, присутствующая в силиконе, обеспечивает превосходную устойчивость к теплу и ультрафиолетовому излучению. Тем самым обеспечивается длительный срок службы многоцветных или ярких светодиодов с незначительным уменьшением интенсивности излучаемого света. Кроме того, изменяя состав силикона, можно придавать ему различные прочностные характеристики. Например, силикон, используемый в светодиодах для полноцветных табло и вывесок, следует делать эластичным — для поглощения термических напряжений, которые могут возникать в готовом изделии. Это также помогает продлить ожидаемый срок службы светодиодов.

Рамка с выводами отводит большую часть тепла от светодиодного кристалла на печатную плату. Поэтому материал выводов должен иметь высокую теплопроводность. В идеальном случае рамка с выводами изготавливается из меди, имеющей самый высокий коэффициент теплопроводности (минимум 350 Вт/м·К). Дополнительное серебряное покрытие облегчает пайку светодиодов.

Цвета и их смешивание

В полноцветном дисплее важно обеспечить насыщенную цветопередачу. Этого можно достичь только в случае высокой насыщенности основных цветов — красного, зеленого и синего. Например, очень насыщенный синий цвет (преобладающая длина волны около 465 нм) хорошо смешивается с зеленым и красным. Это дает чрезвычайно отчетливые, хорошо смешивающиеся цвета с великолепной насыщенностью. Разумеется, тот же подход справедлив для красного (преобладающая длина волны около 621 нм) и зеленого (преобладающая длина волны около 528 нм) цветов. Для достижения точки белого цвета D65 соотношение между красным, зеленым и синим цветами должно быть приблизительно 3,5:8:1 для длин волн 621, 528 и 470 нм. При других длинах волн соотношение будет иным. Это значит, например, что если имеется синий кристалл с яркостью 200 мкд, то для получения нейтрального белого света в многоцветном светодиоде понадобится красный кристалл с яркостью 700 мкд и зеленый с яркостью 1600 мкд. Сотрудничая, производители светодиодов и производители дисплеев подбирают кристаллы с надлежащей длиной волны и интенсивностью для использования в светодиодах.

В зависимости от способа монтажа и размера дисплея важно выбрать правильное внутреннее расположение кристаллов. На рынке предлагаются сборки с двумя способами расположения — треугольник («звезда») и «линия». Расположение кристаллов по схеме «звезда» (рис. 6) особенно желательно в центрированных экранах с соотношением сторон 4:3 или 16:9. В этом случае обеспечивается великолепное смешивание цветов и высокая однородность цвета в широком диапазоне углов обзора. Зрители, смотрящие на экран под углом 120° стоя или в движении, будут воспринимать его как весьма однородный. Расположение кристаллов по схеме «звезда» делает экран пригодным также и для вертикального просмотра.

Линейное расположение кристаллов (рис. 7) рекомендуется для таких экранов, как U-TV,

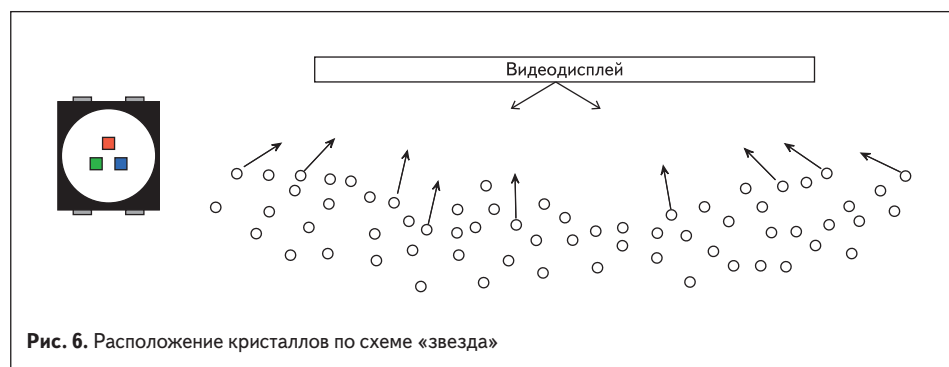


Рис. 6. Расположение кристаллов по схеме «звезда»

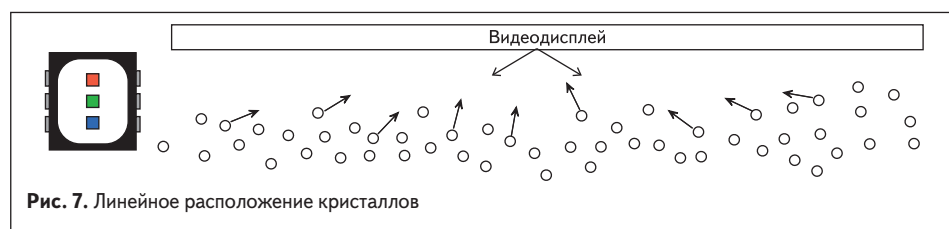


Рис. 7. Линейное расположение кристаллов

которые устанавливаются на футбольных стадионах по всему миру. Соотношение сторон у них больше, чем у обычных. Поскольку у этих дисплеев очень велик горизонтальный размер и относительно мал вертикальный, углы, под которыми на них смотрят зрители, могут превышать 120°. Линейное расположение светодиодов помогает обеспечить зрительную однородность дисплея и хорошее смешивание цветов при больших горизонтальных углах зрения.

Сборка экрана и пайка светодиодных компонентов

Конструкторам экранов большого размера при использовании светодиодных компонентов для поверхностного монтажа (SMT) рекомендуется следовать указаниям JEDEC. Производителям, которые привыкли устанавливать светодиоды в сквозные отверстия до перехода на технологию

поверхностного монтажа, необходимо быть особенно внимательными, поскольку SMT-компоненты чувствительны к влаге. Уровень чувствительности к влаге (moisture sensitivity level, MSL) показывает, как долго можно держать светодиоды в контролируемой заводской среде до пайки без риска проникновения влаги вовнутрь. Влага, проникшая в светодиод, будет немедленно испаряться при пайке оплавлением. Это может вызвать подъем кристалла или стежкового сварного шва относительно рамки с выводами, что приведет к нарушению механического или электрического соединения. Этот эффект называется расслоением и может приводить к эксплуатационным отказам светодиодных дисплеев.

Например, светодиод Avago Technologies ASMT-YTB0 (PLCC-6) имеет уровень чувствительности к влаге, равный 2а. Это означает

возможность хранения светодиодов в течение 4 недель при температуре ниже 30 °С и относительной влажности ниже 60%. Как указано в JEDEC J-STD-033B, срок хранения SMT-компонентов толщиной менее 2,1 мм сокращается с 4 недель до 1 дня, если относительная влажность увеличивается всего на 10% (до 70%) при температуре 30 °С. Поэтому важно тщательно контролировать условия окружающей среды на производственной линии в дневное и ночное время, чтобы избежать отказов в дисплее. Если светодиод подвергался действию неизвестных условий окружающей среды, рекомендуется выдержать его на бобине в течение 20 ч при температуре 60±5 °С. Тем самым будет удалена вся влага изнутри светодиода и обеспечена возможность использования рекомендуемого профиля пайки при его монтаже. ●