

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ТЕПЛА В ПЛАТЕ ИЗ АЛЮМИНИЯ С ПОРИСТЫМ АНОДНЫМ ОКСИДОМ АЛЮМИНИЯ

Кривоус А.И., Гапчинский В.А

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Чернякова Е. В. – к.ф.-м.н., доцент, ведущий научный сотрудник Центра 9.1 НИЧ

В работе представлены результаты исследований тепловых потоков в плате из алюминия с нанопористым оксидом алюминия, генерируемых линейным источником тепла. Показано, что распространение тепла в направлении, перпендикулярном длине источника, имеет форму конуса тепловой трубы с началом от источника нагрева на поверхности и характеризуется расширением по направлению к нижней стороне платы из алюминия.

Светодиод состоит из полупроводникового кристалла на токонепроводящей подложке, корпуса с контактными выводами и оптической системы. Алюминиевые платы с высокой теплопроводностью используются для отвода тепла от светодиодов. [1, 2]. Свечение в полупроводниковом кристалле возникает при рекомбинации электронов и дырок в области $p-n$ -перехода. Однако, из-за внутреннего сопротивления полупроводника и $p-n$ -перехода диод нагревается, что может снижать величину теплового потока светодиодов и уменьшать срок их службы. Конструкция алюминиевой платы содержит тонкий диэлектрический слой (до нескольких мкм) нанопористого оксида алюминия с низкой теплопроводностью и алюминиевое основание с высокой теплопроводностью.

Целью работы является исследование распространения тепловых потоков в объеме платы из алюминия.

В исследовании использовали платы из алюминия со слоем нанопористого оксида алюминия, на поверхности которых размещался линейный элемент нагрева. Образцы имели размеры 60x24 мм. Толщина основания из алюминия составляла 0,5мм. Слой нанопористого анодного оксида алюминия имел толщину 20мкм. Углеродная электропроводящая нить 170x4x0,08мм на основе вискозной технической нити использовалась в качестве элемента нагрева. Электрическое сопротивление нагревателя составляло 60Ом. Съемка термограмм проводилась с интервалом 5с.

В ходе экспериментов установлено, что температуры на поверхности платы в месте расположения элемента нагрева и на ее нижней стороне в этой же точке на всех стадиях нагрева имели очень близкие значения. Более того, зона нагрева на нижней стороне платы занимает большую площадь, чем на верхней. Следовательно, генерируемое тепло, благодаря высокой теплопроводности алюминия, успевало рассеяться по всему объему алюминия, обеспечивая равномерный профиль распределения температуры по поверхностям верхней и нижней сторон платы. Из рисунка 1 видно, что конус тепловой трубы расширяется от источника нагрева на поверхности к нижней стороне платы, что приводит к снижению теплового сопротивления.

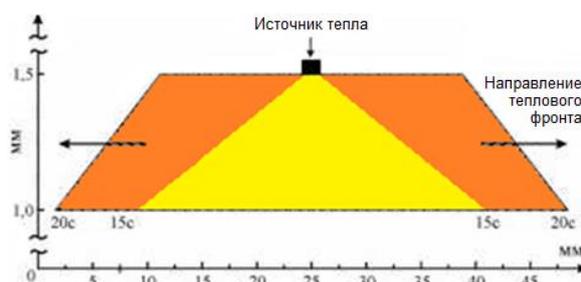


Рисунок 1 – Динамика распространения теплового фронта с температурой 40 °С в объеме платы из алюминия с нанопористым оксидом алюминия с началом от точечного теплового источника на поверхности платы (мощность линейчатого нагревателя 3,5 Вт) для времени нагрева 15 и 20 с

Данная форма конуса тепловой трубы полностью противоположна той, которая наблюдается для материалов из традиционных диэлектриков – сужение от источника нагрева на поверхности к нижней стороне. Следовательно, платы из алюминия с нанопористым оксидом алюминия могут успешно отводить тепло от светодиодов и увеличить срок их службы.

Список использованных источников:

1. Теплопроводящие платы на основе алюминия с наноструктурированным слоем Al_2O_3 для изделий силовой электроники / Е. Муратова [и др.] // Журнал технической физики. 2018. Т. 88, № 11. С. 1678-1680.
2. Применение наноструктурированного анодного оксида алюминия при изготовлении теплонагруженных плат для силовых модулей / Е. Чернякова [и др.] // Научные известия на НТСМ. 2016. Т. XXV, № 12. С. 257-263.