

ПЛАТЫ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ С НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМ СЛОЕМ Al_2O_3 ДЛЯ ТЕПЛОАГРУЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МОЩНЫХ СИЛОВЫХ МОДУЛЕЙ

Муратова Е.Н.¹, Врублевский И.А.², Чернякова Е.В.², Тучковский А.К.²,
Бобков А.А.¹, Лучинин В.В.¹, Мошников В.А.¹

¹ Санкт-Петербург, Россия, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет ЛЭТИ им. В.И. Ульянова (Ленина),

² Минск, Республика Беларусь, Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
SokolovaEkNik@yandex.ru

Для обеспечения оптимальных тепловых режимов функционирования электронных компонентов с высоким тепловыделением необходимо обеспечить быстрый отвод тепла. Решение этой задачи зависит от характеристик печатной платы, которые определяются как конструктивными особенностями платы, так и от материала ее изготовления [1, 2].

Одним из способов решения задачи по снижению уровня тепловой нагруженности плат и эффективному отводу тепла от электронных компонентов является использование алюминиевых плат с диэлектрическим слоем на основе наноструктурированного анодного оксида алюминия [3, 4]. В данной работе представлены результаты исследований характеристик плат из алюминия с наноструктурированным анодным оксидом алюминия при работе с мощными полевыми транзисторами.

Конструктивные параметры образцов силовых плат, изготовленных для монтажа мощных силовых электронных компонентов, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Конструктивные и геометрические параметры образцов силовых плат на основе алюминия с наноструктурированным оксидом алюминия

Параметры	Значения
Геометрические размеры, мм	74x48
Толщина платы без металлизации, мм	1,0
Толщина проводящего слоя меди, мкм	300
Защита поверхности	паяльная маска
Толщина наноструктурированного анодного оксида алюминия, мкм	50
Толщина ламели на основе армированной эпоксидной смолы, мкм	30

Экспериментальный образец печатной платы силовой электроники на основе алюминия с наноструктурированным оксидом алюминия показан на рис. 1.

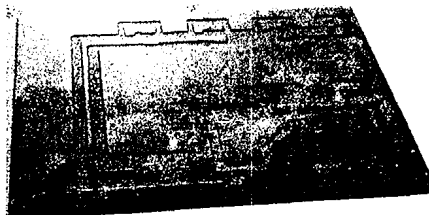


Рис. 1. Образец печатной платы силовой электроники на основе алюминия с наноструктурированным оксидом алюминия

Печатные платы для силовой электроники на основе алюминия с наноструктурированным оксидом алюминия изготавливались по следующему технологическому маршруту:

1. вырубка алюминиевых пластин из листа алюминия;
2. химическая обработка алюминия;
3. пористое анодирование алюминия для формирования слоя наноструктурированного оксида алюминия на поверхности алюминия;
4. поклейка ламелей к медной фольге;
5. приклейка фольгированных ламелей к слою наноструктурированного оксида алюминия;
6. создание рисунка межсоединений на медной фольге;
7. измерение электрических характеристик.

С целью получения количественных характеристик, необходимых для конструирования с использованием печатных плат на основе алюминия с наноструктурированным оксидом алюминия, проведены испытания для определения температурных режимов работы с медными проводниками толщиной 300 мкм. Тестовая конструкция топологии платы разрабатывалась для монтажа 6 мощных полевых переключающих транзисторов (2П835А-5). По конструкторской документации транзисторы данного типа предназначены для установки методом поверхностного монтажа на платы из металлокерамики или оксида алюминия, которые используются в силовых микросборках в составе импульсных источников питания с удельной мощностью до 7–8 кВт/дм³ и в составе различных видов ВЧ преобразователей.

Проверка полевых транзисторов на целостность после разварки проволокой АЦПОм–0,3 проводилась согласно рекомендации по проверке сборки плат. Результаты проведенных испытаний образцов плат силовой электроники из алюминия с наноструктурированным слоем Al₂O₃ представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты измерений основных статических параметров ДМОП транзисторов полевых переключательных (2П835А-5) на силовой плате из алюминия с наноструктурированным слоем Al_2O_3 и толщиной слоя меди 300 мкм

Наименование параметра	Значение
Количество выводов к площадке «исток» транзистора	8
Сопротивление открытых транзисторов, МОм	2,8
Общее сопротивление платы, МОм	8,9
Падение напряжение на плате при рабочем токе 20 А	0,21
Температура нагрева платы при рабочем токе 20 А, время выдержки 60 мин, °С	60

Как видно из данных таблицы 2, конструкция силовой платы из алюминия с наноструктурированным слоем Al_2O_3 обеспечивает требуемый тепловой режим работы мощных полевых транзисторов. По результатам испытаний печатных плат при работе с 6-ю мощными полевыми транзисторами установлено, что температура нагрева платы при рабочем токе 20 А и выдержке в течение 60 мин составляет около 60 °С.

Применение силовых плат из алюминия с наноструктурированным слоем Al_2O_3 по сравнению со стандартными печатными платами на основе диэлектрика FR4 позволяет получить следующие преимущества: снизить рабочую температуру тепловыделяющих электронных компонентов за счет хорошего теплоотвода; уменьшить размеры платы; повысить механическую прочность. Важным преимуществом печатных плат на основе алюминия является также возможность отказа от радиаторов. Это позволяет уменьшить массу и габариты устройств, упростить их конструкцию, сделать их надежнее.

Благодаря высоким тепловым и электрофизическим характеристикам печатные платы из алюминия с наноструктурированным слоем Al_2O_3 могут найти применение в силовой электронике для использования в источниках питания, инверторах, DC/AC преобразователях, усилителях мощности и драйверах двигателей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 31 16-38-60110 мол_а_дк.

1. Хуберт, Р. Выбор печатной платы для светодиода: анализ температурных характеристик / Р. Хуберт // Вестник электроники. – 2010. – № 2. – С. 12–15.
2. Бечтлофф, У. «Айсберг» опережает / У. Бечтлофф, Р. Фиклер, Й. Шауэр, К. Шмидер // Технологии в электронной промышленности. – 2005. – № 3. – С. 22–24.
3. Luchinin V. V., Moshnikov V. A., Muratova E. N. and Samigullin R. Sh. Formation of ordered nanoscale capillary membranes based on anodic alumina / Journal of Physics: Conference Series, 2015, V 586, P. 012008
4. Новые наноматериалы. Синтез. Диагностика. Моделирование: лаб. практикум / под ред. В.А. Мошников, О.А. Александровой. Спб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. 248 с.