

4. Clive Maxfield, The Design Warrior's Guide to FPGA's / Clive Maxfield, Madison, 2007 – 410 с.

ГРАФИТ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ

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

Абражевич Д.С.

Соловей Н.П. – канд. тех. наук, доцент

Отвод тепла – ответственная задача, решение которой влияет на максимальную мощность любой электрической системы. В современных портативных устройствах, таких как смартфоны, ноутбуки и т. д., отвод и равномерное распределение выделяемого тепла дополнительно осложняются из-за плотного расположения компонентов в замкнутом объеме. Это заставляет разработчиков искать решения, альтернативные габаритным радиаторам. Одним из которых является применение графита в качестве терморегулирующих пленок.

Работа пассивных и активных электронных компонентов (резисторов, диодов, транзисторов и т. д.) связана с потерями мощности, сопровождающимися выделением тепла и ростом температуры. При этом максимальный допустимый перегрев компонентов ограничен. Например, в случае с полупроводниковым транзистором, превышение допустимой температуры кристалла приводит к необратимому тепловому пробую, в результате которого сам транзистор выходит из строя. Аналогичные ограничения действуют и для других компонентов.

Качество теплоотвода играет крайне важную, зачастую решающую, роль и зависит от общей теплопроводности системы. Для ее оценки обычно используется понятие теплового сопротивления. Тепловое сопротивление полупроводникового кристалла мало и распределение температуры в его объеме в процессе работы оказывается достаточно равномерным, несмотря на то, что больше всего перегревается р-п переход. Тепловое сопротивление кристалл-корпус имеет более высокое значение, и передача тепла идет заметно хуже. Часто с помощью тепловизора при тепловом анализе сквозь относительно холодный корпус можно увидеть «перегретый» кристалл.

Для улучшения качества теплоотвода есть несколько путей:

- использование в качестве теплостока дополнительного массивного радиатора;
- использование активного охлаждения;
- использование вместо стеклотекстолита материалов с более высокой теплопроводностью, например, плат из алюминия;
- использование дополнительных специальных материалов со сверхвысокой теплопроводностью, например, графитовых пленок PGS.

Первые три варианта оказываются чрезвычайно громоздкими и не могут применяться в мобильной и портативной электронике. Последний вариант с пленками PGS является настоящей находкой для малогабаритных и сверхкомпактных приложений, в которых свободное место практически полностью отсутствует и даже воздушный теплообмен затруднен. Примерами таких приложений являются все без исключения современные сотовые телефоны, смартфоны, планшеты, ноутбуки и т. д.

PGS (Pyrolytic Graphite Sheet) – тонкие пленки со сверхвысокой теплопроводностью, выполненные на базе специальной графитовой структуры (рис. 1). На настоящий момент диапазон толщин выпускаемых PGS-пленок включает семь значений 10/ 17/ 25/ 40/ 50/ 70/ 100 мкм. Материал достаточно гибок и может быть легко сформован и нарезан для создания требуемой формы.

Основным достоинством PGS является сверхвысокая теплопроводность, которая достигает значений 1950 Вт/(м·К). По этому параметру графитовые пленки толщиной в 10 мкм в несколько раз превосходят медь, которая очень «популярна» в электротехнике (рис. 2).

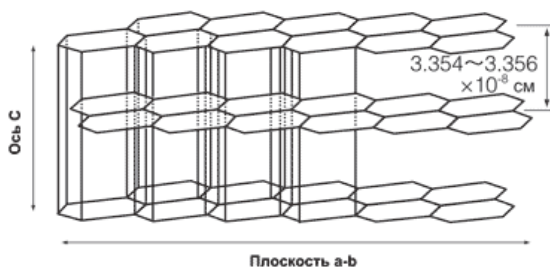


Рис. 1 - Структура графитовых пленок PGS

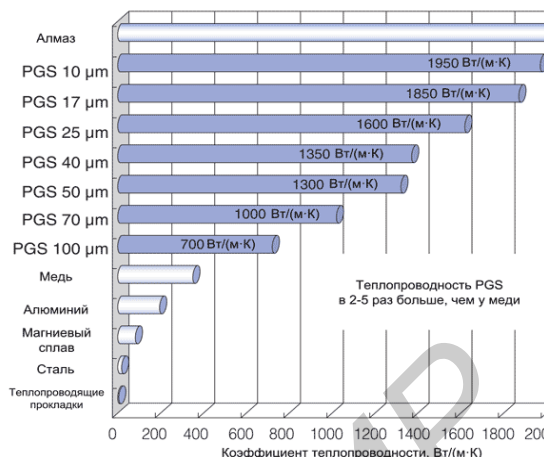


Рис. 2 - Сравнение теплопроводностей различных материалов

Высокая теплопроводность PGS приводит к тому, что даже при локальном нагреве распределение температуры по листу пленки становится идеально равномерным. Тепло эффективно отводится от силовых компонентов, а их перегрев оказывается существенно ниже (рис. 3). При этом допустимая мощность элементов может быть увеличена.

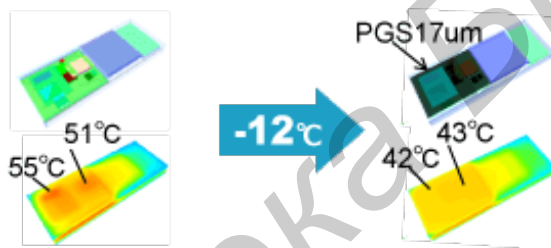


Рис. 3 - Использование PGS-пленок позволяет добиваться равномерного распределения тепла

Дополнительными достоинствами графитовых пленок являются их экранирующие свойства, защищающие электронику от переменных электрических и магнитных полей (рис. 4). Это очень важное преимущество в случае с современными сверхкомпактными гаджетами, где обеспечение электромагнитной совместимости представляет собой очень сложную задачу.

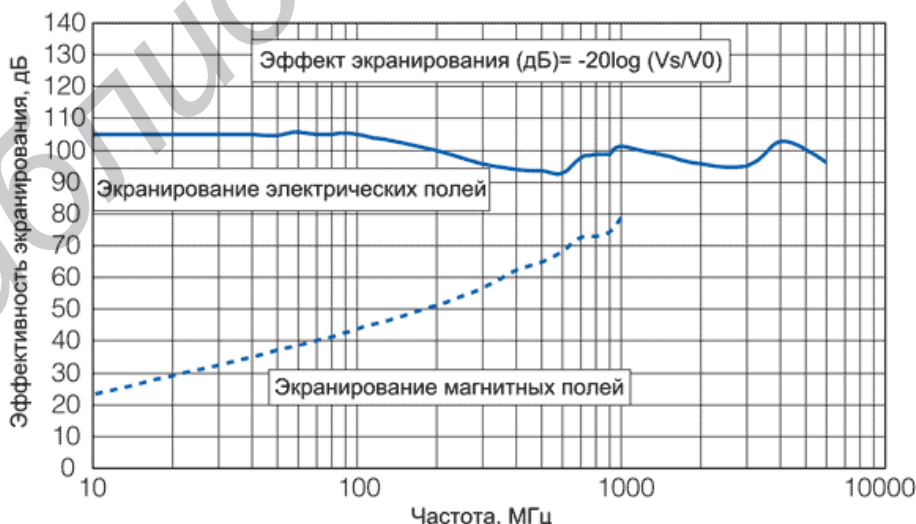


Рис. 4. Экранирующие свойства PGS-пленок

Стоит отметить и недостатки PGS, например, наличие проводящих свойств. При использовании их в чистом виде необходимо гарантировать отсутствие их контакта с токопроводящими частями или применять изолирующие варианты исполнения пленок. Еще одним минусом PGS, который, естественно, вытекает из его плюсов, является относительно низкая теплоемкость. Мало распределить тепло, его необходимо и эффективно выводить из системы. В случае с маломощными устройствами это не является проблемой, а для

силовых схем потребуется дополнительный теплоотвод.

Учитывая вышеуказанные обстоятельства можно предложить два варианта использования PGS-пленок. Первый заключается в применении PGS для равномерного распределения тепла. Это актуально для тех систем, в которых затруднен воздушный теплообмен из-за сверхплотного расположения компонентов на плате внутри закрытого корпуса. Наиболее яркие примеры – современный ноутбук или смартфон. Вторым вариантом использования станет применение PGS-пленок в качестве термоинтерфейса между силовым компонентом (транзистором, БТИЗ-модулем, мощной диодной сборкой и т. д.) и традиционным радиатором. При этом высокая теплопроводность PGS-пленок позволит эффективно отводить тепло от источника нагрева и максимально равномерно распределить его по поверхности радиатора.

Список использованных источников:

2. Panasonic PGS Thermal Graphite Sheets [Электронный ресурс]: база данных. – Режим доступа: <http://ru.mouser.com/new/panasonic/panasonicthermalgraphite/>
3. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века. - Москва: Техносфера, 2010. - 336 с
4. Карабасов Ю. С. Новые материалы – Москва: МИСИС, 2009. – 736 с

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ МРТ НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

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

Айтакаева А.А.

Бондарик В.М. – к.т.н., доцент

В настоящее время магнитно-резонансная томография (МРТ) является эффективным методом медицинской диагностики благодаря безопасности и высокой информативности исследования.

Метод МРТ обладает рядом преимуществ, таких как неинвазивность, безвредность, высокая степень дифференциации тканей, трехмерные изображения, получение естественного контраста от движущейся крови, возможность изучения метаболизма в живом организме.

Однако существуют и некоторые недостатки данного метода: длительность процедуры, дорогостоящее оборудование и соответственно высокая стоимость исследования, а также возможное появление артефактов из-за дыхательных движений. Также метод МРТ невозможно применять для больных с металлическими имплантатами или электрокардиостимуляторами, а также страдающих клаустрофобией.

Обследование методом МРТ - это совокупность нескольких режимов сканирования, каждый из которых направлен на выявление распределения определенного физического параметра. Для получения различных типов МР-изображений используют комбинации воздействия на ткани радиочастотных импульсов различной длительности и формы, формируя так называемые импульсные последовательности (ИП). Характер применяемых последовательностей определяет контрастность, пространственное разрешение, время сканирования и ряд других важнейших параметров [3].

В настоящее время известно большое количество «стандартных» импульсных последовательностей. Однако очень часто на практике применяют и другие дополнительные пользовательские ИП, которые позволяют более четко визуализировать патологическую зону за счет подавления сигналов непатологической ткани. Обычно это увеличивает общее время обследования, что не всегда приемлемо, особенно для пациентов в тяжелом состоянии. В связи с этим определение наиболее оптимального алгоритма проведения МР-сканирования и подбора параметров ИП с целью повышения информативности и минимизации общего времени исследования является важным направлением исследований.

На качество МР-изображения влияет целый ряд параметров, регулируя которые можно увеличивать полезный сигнал.

МРТ последовательность характеризуют следующие параметры:

- TR (Repetition Time) – время повторения, интервал между двумя радиочастотными импульсами;
- TE (Echo Time) – время эхо, интервал между радиочастотным импульсом и пиком сигнала (эхо), индуцированного в катушке;
- FA (Flip Angle) – угол переворота определяет, насколько повернут вектор суммарной намагниченности по направлению $X-Y$, k плоскости
- TI (Inversion Time) – время инверсии, интервал между 180° и 90° импульсами;
- NA (Number Of Acquisitions) – количество раз сбора данных,
- MX (Matrix) – размер матрицы,
- FOV (Field Of View) – поле наблюдения, и др [3].