2. Патент РФ №2299818. Инерционный фильтр / Жариков В.А., Закатов С.П., Нагорный В.Г.

УДК 681.382

Исмаилов Т.А., Евдулов Д.В., Мустафаев А.Г., Рамазанова Д.К.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТ

Ismailov T.A., Evdulov D.V., Mustafaev A.G., Ramazanova D.K.

DEVICES FOR COOLING ELECTRONIC CIRCUIT BOARDS

В работе описаны конструктивные варианты устройств для охлаждения электронных плат, выполненных на базе термоэлектрических батарей и плавящихся рабочих веществ, реализующие неравномерный метод отвода теплоты от тепловыделяющих компонентов. Проведено сопоставление температурных полей имитатора электронной платы при его равномерном и неравномерном охлаждении.

***Ключевые слова:** охлаждение, электронная плата, термоэлектрическая батарея, плавящееся вещество, температурное поле.*

In the work described structural variants of devices for cooling electronic circuit boards, made on the basis of thermoelectric batteries and consumable working substances, implementing uneven process of removing heat from heat-generating components. A comparison of temperature fields of electronic circuit simulator with his uniform and non-uniform cooling.

***Key words:** cooling, electronic board, the thermoelectric battery, consumable substance, temperature field.*

Современные устройства РЭА характеризуются высокими локальными рассеяниями тепла, что вызывает дестабилизацию их работы и снижает надежность. Применение систем обеспечения температурных режимов на основе воздушного, водяного охлаждения или тепловых труб часто невозможно из-за эксплуатационных и массогабаритных ограничений [1]. Поэтому решение задачи температурной стабилизации РЭА может быть получено применением в качестве систем обеспечения температурных режимов охлаждающих термоэлектрических устройств (ТЭУ), оптимально сочетающихся с РЭА по важнейшим энергетическим и массогабаритным показателям.

Использование охлаждающих ТЭУ позволяет применить неравномерное охлаждение, при котором различные элементы и узлы РЭА в зависимости от выделяемого тепла охлаждаются с различной степенью интенсивности [2]. В этом случае уровень теплосъема с отдельных тепловыделяющих участков РЭА

определяется в соответствии с выделяемой ими тепловой мощностью. Характерной чертой такого способа охлаждения является его высокая экономичность.

В лаборатории термоэлектричества Дагестанского государственного технического университета разработан ряд конструктивных вариантов устройств, позволяющих реализовать такой способ охлаждения применительно к электронным платам или любым другим конструкциям, представляющим собой плоскую поверхность с установленными на ней элементами РЭА.

Базовый конструктивный вариант устройства приведен на рисунке 1, где на рисунке 1, а приведена его структурная схема, а на рисунке 1, б – внешний вид макета.

Рисунок.1, а – Структурная схема базового варианта устройства для охлаждения электронных плат (1 - электронная плата, 2 – радиоэлементы, 3 –ТЭБ, 4 – емкость с плавящимся рабочим веществом)

Рисунок.1, б – Внешний вид базового варианта устройства для охлаждения электронных плат

Устройство содержит металлическую емкость, заполненную рабочим веществом, имеющим большое значение теплоты плавления и температуру плавления в диапазоне 35-65°C (например, парафин, воск, азотнокислый никель и др.). Поверхность емкости, на которую устанавливается электронная плата с соответствующими тепловыделяющими элементами РЭА, выполнена профили-

рованной с образованием углублений в местах размещения наиболее критичных к температурному режиму функционирования или требующих существенного снижения температуры элементов РЭА. В указанных углублениях установлены термоэлектрические батареи (ТЭБ), запитываемые энергией от источника постоянного электрического тока. Размеры углублений подбираются таким образом, чтобы они соответствовали размерам ТЭБ.

При работе прибора тепло, поступающее от элементов РЭА, установленных на электронной плате, передается металлической емкости и через поверхность соприкосновения рабочему веществу. Далее происходит прогрев рабочего вещества до температуры плавления, и процесс плавления, сопровождающийся поглощением теплоты, тратящейся на изменение агрегатного состояния вещества. Теплоотвод за счет изменения агрегатного состояния рабочего вещества является базовым и может быть использован для обеспечения необходимого температурного режима функционирования элементов РЭА, не требующих существенного снижения температуры, либо не критичных к существенной величине перегрева по отношению к окружающей среде. Для охлаждения элементов РЭА, особо критичных к перегревам или требующих существенного снижения температуры используются ТЭБ, которые организуют дополнительный теплоъем, причем величина холодопроизводительности каждой ТЭБ определяется в соответствии с уровнем тепловыделений конкретного элемента РЭА. При этом отвод теплоты от горячих спаев ТЭБ осуществляется также в содержащееся в емкости рабочее вещество, количество которого рассчитывается исходя из длительности функционирования элементов РЭА, мощности их тепловыделений, теплопроизводительности ТЭБ, а также условий эксплуатации.

Рассмотренная конструкция позволяет достаточно эффективно осуществлять отвод теплоты от элементов электронной платы и обеспечивать необходимый температурный режим. Однако данное устройство имеет определенный недостаток – между элементом РЭА, подлежащим охлаждению, и ТЭБ находится слой электронной платы, выполненный из стеклотекстолита (гетинакса) с достаточно высоким тепловым сопротивлением.

С целью устранения указанного недостатка рассмотренной конструкции разработана ее модификация, схематически представленная на рисунке 2.

Устройство также включает в себя металлическую емкость, заполненную рабочим веществом, имеющую хороший тепловой контакт с электронной платой. Отличие указанной конструкции от рассмотренной выше состоит в том, что ТЭБ сопрягаются с элементами РЭА, наиболее критичными к температурному режиму функционирования, непосредственно с их обратной плоскости крепления к электронной плате, стороны. При этом между элементом РЭА и ТЭБ отсутствует какое-либо тепловое сопротивление, теплота от ТЭБ передается к элементу электронной платы без потерь. Отвод теплоты с горячих спаев ТЭБ осуществляется в емкость с рабочим веществом посредством цельнометаллического (медного либо алюминиевого) теплопровода. Для снижения теплотерь по теплопроводу также может быть использована его реализация в виде теплового термосифона, как это показано на рисунке 3.

Рисунок 2 - Модификация устройства для охлаждения электронных плат с цельнометаллическим теплопроводом (1 - электронная плата, 2 – радиоэлементы, 3 – ТЭБ, 4 – емкость с плавящимся рабочим веществом, 5 – цельнометаллический теплопровод)

Рисунок 3 - Модификация устройства для охлаждения электронных плат с цельнометаллическим теплопроводом (1 - электронная плата, 2 – радиоэлементы, 3 – ТЭБ, 4 – емкость с плавящимся рабочим веществом, 5 – тепловой термосифон)

Для оценки характеристик разработанных устройств получены температурные поля имитатора электронной платы РЭА, топология которого представлена на рисунке 4.

В модели выделены 3 наиболее тепловыделяющих элемента мощностью 120 Вт каждый. Теплота рассеяния остальных элементов электронной платы учтена в виде рассредоточенного по всей остальной площади электронной платы источника теплоты мощностью 20 Вт.

В случае неравномерного охлаждения использовались два стока теплоты (ТЭБ), первый мощностью 148 Вт размещался под двумя тепловыделяющими элементами 1 и 2 (см. рисунок 4), второй мощностью 77 Вт помещался под теп-

ловыделяющий элемент 3.

При равномерном охлаждении использовался сток теплоты мощностью 354 Вт.

Рисунок 4 - Топология имитатора электронной платы

Как следует из представленных температурных полей, при использовании равномерного общего охлаждения электронного узла имеет место трата энергии на охлаждение участков электронной платы, температура которых и без охлаждающей системы лежит в пределах допустимого температурного диапазона. Подобный подход приводит к увеличению холодопроизводительности, а также габаритов ТЭБ по сравнению с необходимыми.

Это в большой степени снижает экономичность системы отвода тепла. Так для данных в случае равномерного охлаждения электронной платы ТЭБ требуется в 1,57 раз больше мощности, чем при использовании неравномерного охлаждения. Соответственно увеличивается и потребляемая ТЭБ электрическая энергия.

Применение для охлаждения электронной платы неравномерного локального отвода тепла устраняет этот недостаток.

Графики показывают, что в этом случае энергия, требуемая для создания заданного температурного режима, меньше, чем при использовании общего равномерного охлаждения.

При таком подходе температурное поле радиоэлектронной платы оказывается более однородным и охлаждение является более эффективным (рис. 5 а, б, в).

Рисунок 5, а - Двумерное температурное поле имитатора электронной платы

Рисунок 5, б - Двумерное температурное поле имитатора электронной платы при равномерном охлаждении ТЭБ

Рисунок 5, в - Двумерное температурное поле электронной платы при неравномерном охлаждении

Библиографический список:

1. Барыбин А.А., Сидоров В.Г. Физико-технологические основы электроники. – СПб.: Лань. – 2001.
2. Патент РФ №2174292. Устройство для отвода тепла и термостабилизации электронных плат // Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Аминов Г.И., Юсуфов Ш.А., 2001.

УДК 631.582

Исмаилов Т.А., Захарова П.Р., Шангереева Б.А., Шахмаева А.Р.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ ПЛЕНОК SiO_2

Ismailov T.A., Zakharova P.R., Shangereeva B.A., Shakhmaeva A.R.

RESEARCH PROCESS PLASMA ETCHING SiO_2 MEMBRANE

В статье рассматриваются результаты плазмохимического травления диоксида кремния во фторсодержащей среде при изготовлении полупроводниковых приборов. Поставлено и рассмотрено решение задачи получения сглаженного микрорельефа контактных окон в SiO_2 других материалах. Решение