

кристаллической решеткой металлического спая полностью обменивается с ней энергией. Поэтому нагрев или охлаждение спая будет происходить только с того конца, где электроны попадают в металлический спай из полупроводника.

Использование представленного устройства позволит создать термомодули с высоким градиентом температур за счет уменьшения кондуктивных паразитных потерь между горячими и холодными спаями, а также за счет более плотной компоновки ветвей, так как поверхность теплообмена будет состоять не из всего металлического спая, а только из его нагретого участка. Кроме того, если середину металлического спая выполнить в виде гибкой проводимой структуры, то термомодуль сможет формировать горячую и холодную поверхность в любых плоскостях, а не только в параллельных.

Библиографический список:

1. Анатычук Л.И. Термоэлектричество Т2. – Киев: Букрек, 2003. – 386 с.
2. Патент РФ, № 2335825. Термоэлектрическое устройство с высоким градиентом температур/Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М. Опубл. 10.10.2008. Бюл. 28.

УДК 681.382

Казумов Р.Ш.

КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВ ДЛЯ НЕРАВНОМЕРНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

Kazumov R.Sh.

CONSTRUCTION OF THE DEVICES FOR PRINTED CIRCUIT BOARDS, IRREGULAR FREEZING USING THERMOELECTRIC ENERGY CONVERSION

В статье рассмотрены различные конструктивные варианты устройств для охлаждения электронных плат.

Ключевые слова: электронная плата, термоэлектрическая батарея, плавящееся вещество, теплоотвод, конструкция.

The article considering the different design options for cooling electronic devices boards.

Key words: electronic board thermoelectric battery, melting substance, heat sink design.

Современные устройства радиоэлектронной аппаратуры (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. Поэтому решение задачи температурной стабилизации РЭА может быть получено применением в качестве систем обеспечения температурных режимов охлаждающих полупроводниковых термоэлектрических устройств (ТЭУ), оптимально сочетающихся с РЭА по важнейшим энергетическим и массогабаритным показателям.

Использование охлаждающих полупроводниковых ТЭУ позволяет применить неравномерное охлаждение, при котором различные элементы и узлы РЭА в зависимости от выделяемого тепла охлаждаются с различной степенью интенсивности [1]. 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 полупроводниковых термоэлектрических приборов и устройств Дагестанского государственного технического университета разработано устройство, позволяющее реализовать такой способ охлаждения применительно к электронным платам или любым другим конструкциям, представляющим собой плоскую поверхность с установленными на ней элементами РЭА.

Прототипом конструкции является прибор, описанный в [2]. Устройство содержит каскадную термоэлектрическую батарею (ТЭБ), состоящую из базовой ТЭБ, составляющую нижний каскад и дополнительных ТЭБ, образующих верхние каскады, теплопереходы и теплообменник. На холодные спаи дополнительных ТЭБ и теплопереходы помещается электронная плата с тепловыделяющими элементами. Размещение дополнительных ТЭБ осуществляется таким образом, чтобы их холодные спаи были расположены под наиболее тепловыделяющими элементами электронной платы. Принцип работы устройства состоит в организации неравномерного отвода тепла от элементов электронной платы, при котором охлаждение тепловыделяющих элементов проводится с неодинаковой интенсивностью в зависимости от уровня выделяемой ими теплоты. Охлаждение организуется таким образом, чтобы съем тепла с наиболее тепловыделяющих элементов электронной платы осуществлялся наиболее холодными каскадами ТЭБ, съем тепла с менее тепловыделяющих элементов – менее холодными каскадами и т. д. При этом наиболее тепловыделяющие элементы электронной платы помещаются на каскадах ТЭБ с более высоким уровнем охлаждения, элементы и узлы с меньшими тепловыделениями располагаются на каскадах с более низким уровнем охлаждения.

Недостатком устройства является необходимость использования многокаскадной ТЭБ, изготовление которой технологически сложнее, чем однокаскадных ТЭБ, кроме того, при реализации неравномерного охлаждения указанным образом имеют место определенные трудности в согласовании режимов работы отдельных каскадов ТЭБ и соответственно питания их электрической энергией.

Для устранения указанных недостатков разработано устройство для охлаждения электронных плат, конструкция которого приведена на рис.1, а внешний вид на рис.2.

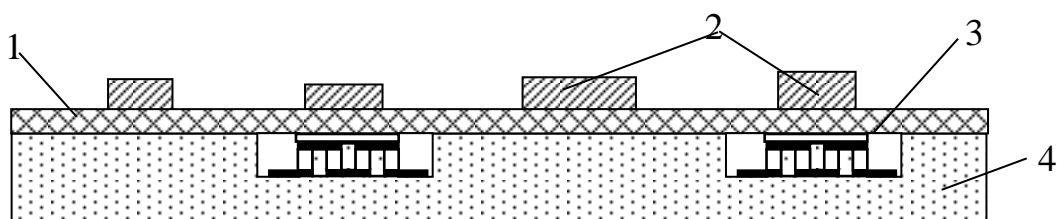


Рисунок 1 - Структурная схема устройства для охлаждения электронной платы при совместном использовании плавящихся рабочих веществ и ТЭБ (1 - электронная плата, 2 – радиоэлементы, 3 –ТЭБ, 4 – емкость с плавящимся рабочим веществом)

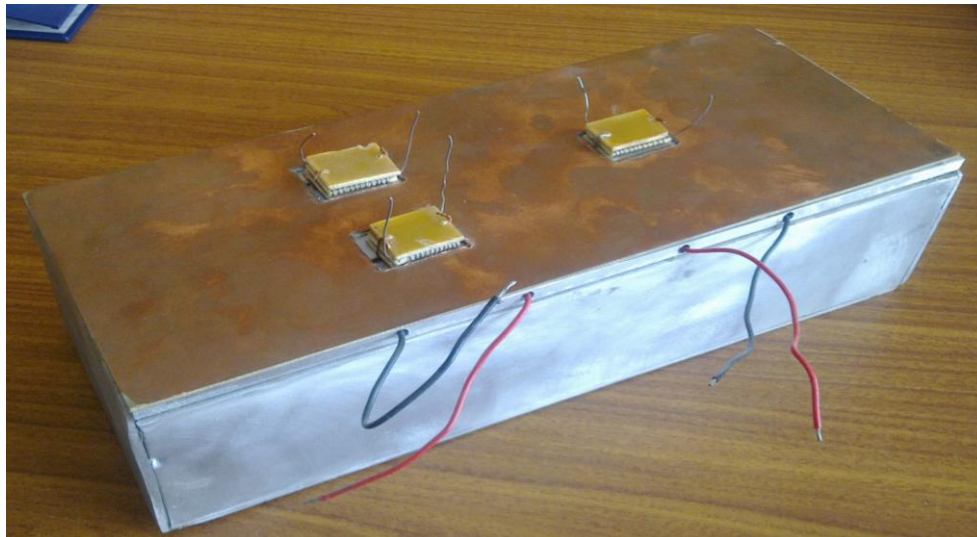


Рисунок 2 - Внешний вид устройства для охлаждения электронных плат

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

Работает устройство следующим образом.

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 теплосъем, 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 изображенная на рис.3.

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 сопрягается 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 рис.4.

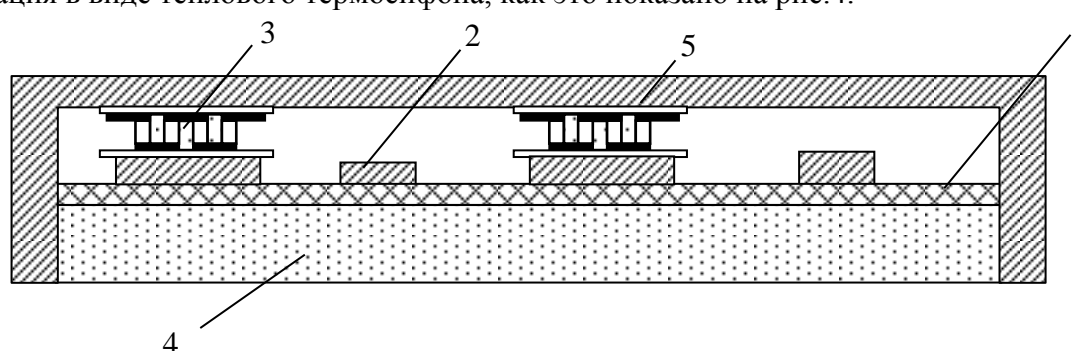


Рисунок 3 - Модификация устройства для охлаждения электронных плат с цельнометаллическим теплопроводом (1 - электронная плата, 2 – радиодетали, 3 – ТЭБ, 4 – емкость с плавящимся рабочим веществом, 5 – цельнометаллический теплопровод)

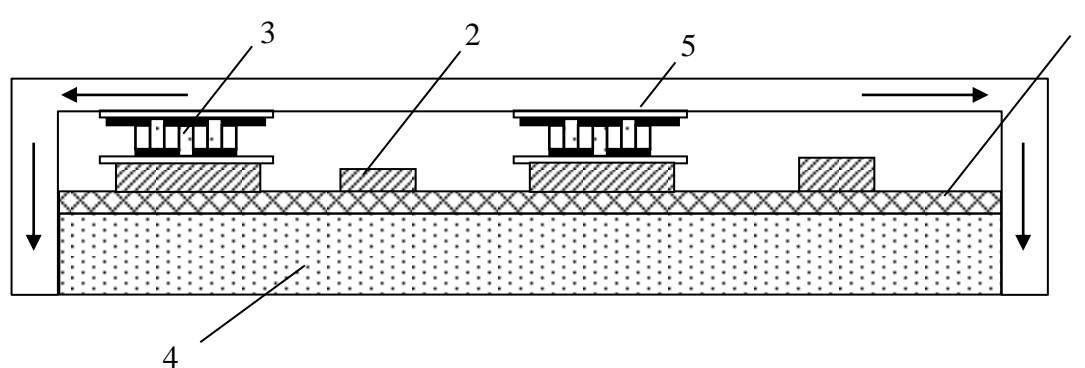


Рисунок 4 -Модификация устройства для охлаждения электронных плат с тепловым термосифоном (1 - электронная плата, 2 – радиодетали, 3 – ТЭБ, 4 – емкость с плавящимся рабочим веществом, 5 – тепловой термосифон)

Библиографический список:

1. Евдулов О.В. Охлаждение и термостабилизация электронной аппаратуры на основе термоэлектрических модулей // Изв. Вузов. Приборостроение, 2000, т. 43, №5.
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.