

О. Г. Даналякий

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ СВЕРХБОЛЬШИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Основной целью работы является пополнение арсенала элементной базы термоэлектричества элементами, которые ранее не были неизвестны, с одной стороны, а с другой – изучение физических процессов, протекающих в известных термоэлементах при граничных условиях, которые ранее не использовались

Ключевые слова: термоэлементы, физические процессы, распределение температуры, термо-ЭДС

1. Введение

В настоящее время все большую актуальность приобретают методы отвода тепла, связанные с непосредственным охлаждением нагретых участков кристалла. К ним относятся *p-n*-переходы, зоны контактов металлов с полупроводниками. Тепловыделениями токов за счет эффекта Джоуля, протекающих через металлы и полупроводники, можно пренебречь, так как они на порядок меньше тепловыделений за счет термоэлектрических явлений в полупроводниках и металлах [1].

2. Постановка задачи

Для повышения эффективности систем охлаждения полупроводниковых кристаллов целесообразно применить новые методики на основе принципиально новых конструкций электродов в интегральных схемах и охлаждающих модулях.

3. Основная часть

Суть предлагаемой методики охлаждения состоит в том, что нагретый кристалл полупроводникового прибора будет охлаждаться при помощи дополнительного поглощения тепла в виде биметаллического электрода, причем через электрод протекает ток из дополнительного источника питания от одного металла к другому таким образом, что спай биметаллического электрода, находящийся в электрическом и кондуктивном контакте с нагретым полупроводниковым кристаллом, будет охлаждаться и отбирать тепло непосредственно от нагретой зоны наружу в источник питания. При такой методике охлаждения можно эффективно управлять процессом теплопереноса с малой инерционностью. В современных сверхбольших интегральных схемах (СБИС) каждый переключающий элемент на основе полупроводниковых приборов обладает металлическими выводами, и если их заменить на биметаллические, то от каж-

дого работающего или не работающего транзистора можно отвести часть тепла, что повышает быстроедействие процессов теплопереноса, уменьшает количество тепловых барьеров, а также позволяет в широких пределах осуществить регулирование процесса охлаждения за счет изменения величины тока в биметаллических электродах. Таким образом, тепло изнутри СБИС от участков кристалла критичных к высоким температурам и термическим ударам будет перенесено электронами во внешний источник питания практически не критичный к увеличению тепловых нагрузок [2].

Дополнительный отвод тепла непосредственно от интегрального кристалла в окружающую среду можно осуществить, разместив в кондуктивном контакте на поверхности тепловыделяющего полупроводникового интегрального кристалла принципиально новый тип термомодуля на основе матрицы последовательно соединенных ультрафиолетовых светодиодов. Предлагаемая матрица электрически идентична обычному термоэлектрическому устройству (ТЭУ) в виде последовательно соединенных *p-n*-переходов. Однако электроны, переходя из одной зоны в другую, выделяют энергию не в виде тепла, а в виде излучения, причем желательнее вместо инфракрасного или видимого спектра излучения использовать ультрафиолет, кванты которого обладают большей энергией. Отсюда следует, что количество энергии, которая отдается электронами на этих переходах в виде ультрафиолетового излучения, будет равно количеству энергии, поглощенной этими электронами на обратных переходах. Предлагаемые ТЭУ обладают дополнительным преимуществом за счет отсутствия кондуктивного паразитного теплопереноса между горячими и холодными спаями, который в традиционных ТЭУ снижает их эффективность. Таким образом, имеется возможность мгновенно, со скоростью света, отводить тепло от полупроводниковых интегральных схем через прозрачные корпуса в виде ультрафиолетового излучения в окружающую среду, что позволит повысить степень интеграции, мощность и быстроедействие полупроводниковых

схем за счет повышения эффективности систем охлаждения.

3.1. Анализ литературных источников по теме исследования

В работе [1] предложены новые термоэлементы, которые работают на объемном эффекте Бриджмена.

В работе [2] исследовано влияние анизотропной теплопроводности на температуру поля анизотропного термоэлемента в зависимости от его размеров и величину перепада температур.

В работе [3] разработана конструкция гальванотермомагнитные и анизотропной термоэлектрического холодильного элемента.

В работе [4] разработана математическая модель (ММ) полупроводникового термоэлектрического устройства. Эксперимент подтвердил правомерность разработанных ММ и полученных на их основе теоретических положений. Среднее отклонение экспериментальных данных от расчетных составило не более 11 % на всем диапазоне измерений.

3.2. Результаты исследования

Для повышения эффективности работы ТЭУ (особенно изготовленных по тонко и толстопленочным технологиям) также можно применить новые методики на основе регулирования токов питания термомодулей. Традиционные методы по использованию постоянного тока различного значения или нестационарного тока в виде импульсов, пульсаций и других типов не обеспечивали оптимальных тепловых режимов работы термомодуля, так как не были учтены все электрофизические процессы внутри полупроводника и на контактах термомодуля. Для того, чтобы электрон осуществил обмен энергией с металлическим спаем, требуется некоторое время. Поэтому целесообразно применить импульсное питание, причем скважность между импульсами соответствует временному интервалу необходимому для того, чтобы все электроны завершили обмен энергией с атомами горячих и холодных спаев. В результате электроны в термомодуле будут сгруппированы в виде энергетических пакетов дискретно перемещающихся от одного типа спая к другому. В паузах происходит энергетический обмен с кристаллами спаев. Длительность импульсов должна соответствовать, с учетом длины свободного пробега электронов и геометрических размеров термомодуля (высота p и n ветвей), времени необходимому для перемещения группы электронов в виде энергетического пакета от одного спая к другому. Кроме того, импульсное питание позволяет увеличить амплитуду тока питания по сравнению с постоянным током питания за счет пауз между импульсами, во время которых термомодуль частично охлаждается, не выделяя Джоулевого тепла [3].

Все вышеизложенное обуславливает актуальность проведения данного исследования

В результате экспериментальных исследований ТЭУ с отводом тепла с импульсным питанием для термоэлектрического охлаждения тепловыделяющих компонентов можно сделать вывод о целесообразности применения импульсного питания, причем для каждого конкретного ТЭУ существуют свои оптимальные значения параметров импульсов, позволяющие достичь максимального режима холодо-производительности [4].

Література

1. Матієга, В.М. Термоелементи на об'ємних ефектах Пельтье і Бріджмена [Текст] / В.М. Матієга, О.Г. Даналакій // Холодильна техніка і технологія. – Одеса, 2009. – № 4 (120). – С.65–68.
2. Матієга, В.М. Фізичні процеси в анізотропному терморелементі та їх особливості [Текст] / В.М. Матієга, О.Г. Даналакій // Журнал нано- та електронної фізики. – Суми, 2009. – Т.1, № 3. – С. 50–59.
3. Ленюк, М.П. Особливості розподілу температур в гальванотермомагнітному та круглоциліндричному холодильному елементі [Текст] : зб. наук. пр. / М.П. Ленюк, О.Г. Даналакій // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету ім. М. Остроградського. – № 5/2009 (58). – № 5. ч.1. – С. 128–131.
4. Ленюк, М.П. Математическая модель полупроводникового термоэлектрического устройства для охлаждения компьютерного процессора. [Текст] / М.П. Ленюк, О.Г. Даналакій // Электронное моделирование. – Київ, 2010. – Т.32. – № 3. – С.53–66.

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ПРИБОРИ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ НАДВЕЛИКИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ СХЕМ

О. Г. Даналакій

Основною метою роботи є поповнення арсеналу елементної бази термоелектрики елементами, які раніше були невідомі, з одного боку, а з іншого - вивчення фізичних процесів, що протікають у відомих термоелементах при граничних умовах, які раніше не використовувалися

Ключові слова: термоелементи, фізичні процеси, розподіл температури, термо-ЕРС

Олег Григорович Даналакій, здобувач кафедри інформаційних систем Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Чернівецький факультет (НТУ «ХПІ» ЧФ), тел. (0372) 7-14-15, e-mail: OGDanalaki@gmail.com

THERMOELECTRIC DEVICE FOR COOLING VERY LARGE SCALE INTEGRATED CIRCUITS

O. Danalaki

The main purpose is to replenish the arsenal of hardware components thermoelectric elements that were previously unknown, on the one hand, and on the other - the study of the physical processes occurring in the known thermoelementov with the boundary conditions that have not been used

Keywords: thermoelementy, physical processes, the temperature distribution, thermo-E.M.F

Oleg Danalaki, Applicant of Department of information and system, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Chernivetskiy faculty (NTU "KPI" CF), tel. (0372) 7-14-15, e-mail: OGDanalaki@gmail.com