

## Транзисторная сборка с теплоотводом из поликристаллического CVD-алмаза

*Представлены сравнительные результаты измерения теплового сопротивления транзисторныхборок с теплоотводами из поликристаллического алмаза и бериллиевой керамики.*

**Ключевые слова:** Поликристаллический алмаз, теплое сопротивление, транзистор.

Проблема эффективного отвода тепла в мощных силовых приборах решается путём использования в качестве теплоотводящего основания бериллиевой и алюмонитридной керамики, меди. Однако с учетом резкого роста мощности современных полупроводниковых устройств вышеперечисленные основания не всегда удовлетворяют потребностям отвода тепла от активной области прибора. Поэтому в последнее время все более пристальное внимание разработчиков теплоотводов обращено на поликристаллический CVD-алмаз, который обладает существенно более высокой теплопроводностью.

Помимо имеющихся свойств натурального алмаза (высокая теплопроводность, высокая твёрдость, износостойкость, электрическая изоляция, химическая и радиационная стойкость), поликристаллический алмаз имеет и свои преимущества: возможность выращивания изделий заданной формы и больших размеров, высокая воспроизводимость физических параметров вследствие тщательного контроля условий роста и чистоты используемых газов.

При создании теплоотводов из алмаза необходимо решить ряд задач, связанных как с изучением физических процессов, происходящих на границе металл – алмаз, позволяющих разрабатывать методы обработки алмазной поверхности, так и с применением алмазных теплоотводов в составе полупроводниковых приборов.

С помощью программы численного моделирования тепловых полей от тепловыделяющих элементов прибора проведено моделирование влияния параметров теплоотвода на тепловые характеристики полупроводниковых приборов. Из расчетов, приведенных на рисунке 1, следует, что для конкретных размеров кристалла транзистора и величины теплопроводности  $\lambda$  можно определить оптимальные размеры теплоотвода [1].

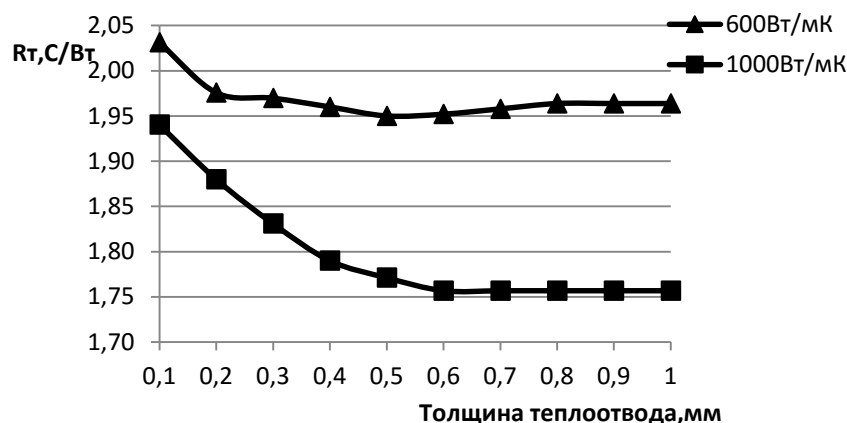


Рис. 1. Зависимость величины теплового сопротивления  $R_t$  от толщины теплоотвода для площади теплоотвода  $10,0 \times 10,0$  мм, теплопроводности 600 и 1000 Вт/м·К.

Из рисунка 1 видно, что оптимальными являются теплоотводы с теплопроводностью  $600 \div 1000$  Вт/м·К и толщиной  $400 \div 500$  мкм.

Апробация расчётов эффективности применения алмазных теплоотводов с оптимальными параметрами проводилась на транзисторных сборках методом контроля величины теплового сопротивления  $R_T$  на установке Л2-109 [2, 3]. Метод основан на измерении величины температурно-чувствительного параметра полупроводникового прибора, а именно величины прямого падения напряжения на р-п переходе.

Транзисторные сборки, представленные на рисунке 2, содержат кремниевый кристалл КП7114В-5 размером  $7,8 \times 4,6 \times 0,4$  мм, смонтированный на серийно-выпускаемом алмазном теплоотводе размером  $10 \times 10 \times 0,4$  мм с помощью твёрдого эвтектического сплава золото-германий при температуре  $420$  °С толщиной  $0,02$  мм.

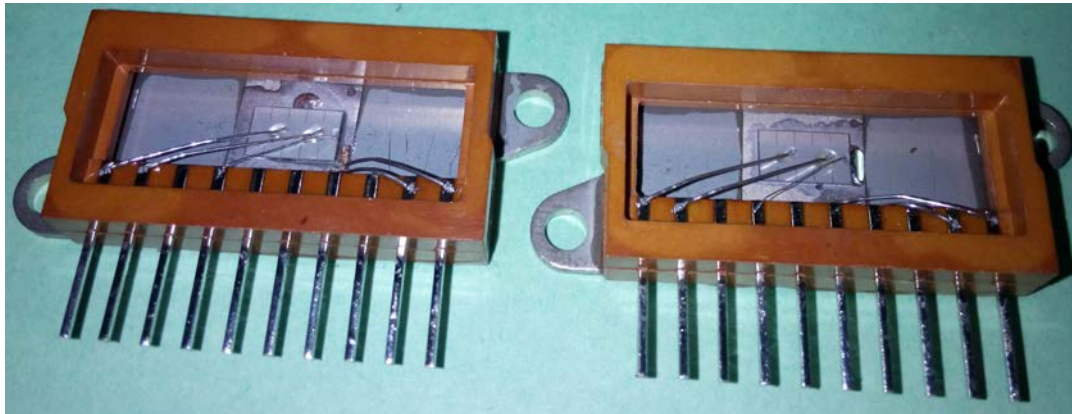


Рис. 2. Транзисторная сборка с алмазным теплоотводом.

На рисунке 3 представлены результаты измерения  $R_T$  транзисторныхборок.

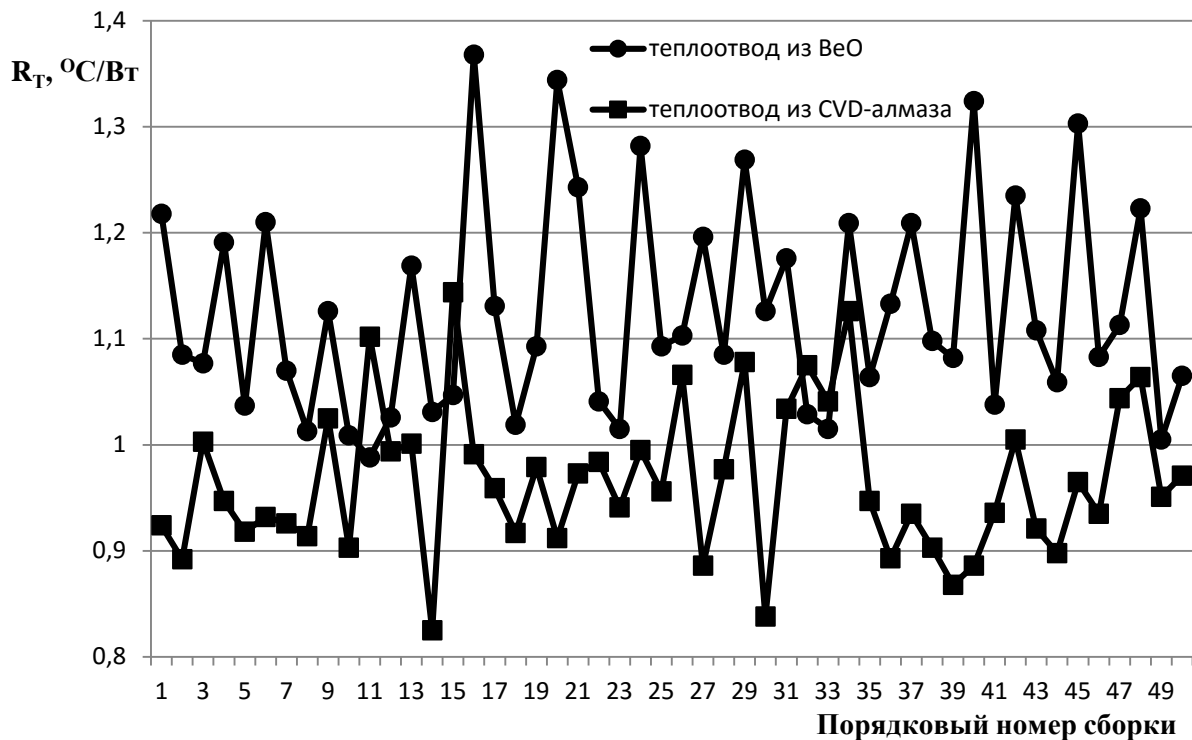


Рис. 3. Гистограмма распределения теплового сопротивления.

Из гистограммы видно, что тепловое сопротивление транзисторных сборок с алмазным теплоотводом меньше в  $1,3 \div 1,5$  раз по сравнению с теплоотводом из бериллиевой керамики BeO.

Таким образом, использование теплоотводов из поликристаллического алмаза позволяет поднять мощностные характеристики приборов за счёт уменьшения теплового сопротивления и увеличения предельного тока и рассеиваемой мощности от 35 до 50%.

#### Библиографический список

1. Воробьёв А.А., Воробьёва Е.В., Галдецкий А.В., Духновский М.П., Ратникова А.К., Фёдоров Ю.Ю. Моделирование теплового режима полупроводниковых приборов с различными типами теплоотводов. Электронная техника. Сер.1. СВЧ-техника, 2010. Вып. 2 (505).С.12-20.
2. Вяхирев В. Измерение тепловых характеристик полупроводниковых электронных компонентов. Технологии в электронной промышленности. 2013. № 3.
3. Вяхирев В. Измерение тепловых характеристик полупроводниковых электронных компонентов. Часть 2. Технологии в электронной промышленности. 2013. № 8.