

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ

УДК 536.21; 544.22; 678; 661.657.5

DOI: 10.17223/00213411/65/1/72

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ И НИТРИДА БОРА

В.М. Самойлов¹, Е.А. Данилов¹, И.М. Каплан^{1,2}, М.В. Лебедева², Н.А. Яштулов²¹ АО «Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита»,
г. Москва, Россия² МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва, Россия

Представлены результаты исследований теплопроводности, структуры и физико-химических свойств образцов полимерного композиционного материала на основе термореактивной фенолформальдегидной смолы и гексагонального нитрида бора. Установлено, что с повышением объемной доли нитрида бора от 5 до 85% эффективный коэффициент теплопроводности при 300 К увеличился от 0.63 до 18.5 Вт/(м·К). Экспериментальные результаты сопоставлены с данными, рассчитанными по известным теоретическим моделям, использующимся для описания процесса теплопроводности в полимерных композиционных материалах.

Ключевые слова: теплоотводящие материалы, теплопроводность, нитрид бора, фенолформальдегидная смола, полимерные композиционные материалы, модели теплопроводности.

Введение

Одна из основных тенденций развития электроники – увеличение «разрешения» микросхем и, как следствие, тепловыделения в единице объема [1]. В настоящее время, значительная часть отказов микроэлектронных устройств связана с возникновением так называемых «горячих точек» (*hot spots*) – точек нестационарного локального перегрева работающей электронной схемы, обладающих недопустимо высокой температурой. Эта проблема, заключающаяся в опережающем развитии технологии создания и отставании технологий эффективных систем теплоотвода, получила название «тепловая стена Мура» [2]. Отдельной проблемой является снижение массы теплорассеивающих корпусов и радиаторов, а также создание в них направленной на распределение тепла локальных перегревов структуры потоков за счет использования материалов с анизотропной теплопроводностью.

Возникает потребность в новых термоинтерфейсных материалах (ТИМ), обеспечивающих улучшенное охлаждение и теплоотвод по сравнению с имеющимися в настоящее время на рынке. При этом главными требованиями, предъявляемыми к их свойствам, являются повышенная теплопроводность, низкое контактное термическое сопротивление, а также достаточная термостойкость. В большинстве случаев материал ТИМ должен быть диэлектриком [1, 2]. К числу этих требований следует также добавить высокую коррозионную стойкость, долговечность, достаточную прочность для обеспечения зажима и механической обработки, невысокую плотность и сравнительно несложную технологию вторичной переработки.

Одним из основных направлений в области разработок подобных материалов является получение полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе термопластичных или термореактивных связующих и теплопроводящих наполнителей, обычно керамических порошков гексагонального нитрида бора (h-BN), корунда (Al₂O₃), нитрида алюминия (AlN), карбида кремния (SiC), нитрида кремния (Si₃N₄), окиси цинка (ZnO) и т.д. [3, 4].

Однако первое, что дает анализ данных работ – это колоссальный разброс экспериментальных данных. При одинаковом содержании наполнителя, например, h-BN, коэффициент теплопроводности получаемых образцов, измеренный при комнатной температуре, может отличаться в несколько раз в зависимости от источника, технологии изготовления и методики измерений [5–7].

Цель данной работы – получение композиционных материалов на основе порошкообразного h-BN, выступающего в качестве теплопроводящего наполнителя, и фенолформальдегидной смолы (ФФС) в качестве матрицы, исследование, оценка свойств экспериментальных образцов для ис-

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>