

Измерение теплопроводности с помощью алмазного индентора

Хорунжий И.А.

Белорусский национальный технический университет

В микроэлектронике все чаще находят применение новые материалы с неизученными физическими свойствами. Поскольку для обеспечения надежности и долговечности микроэлектронных приборов необходимо обеспечение тепловых режимов их функционирования, то особое значение имеет изучение теплофизических параметров новых материалов и в особенности измерение их теплопроводности. Измерение теплопроводности материалов, применяемых в микроэлектронике, имеет свои особенности, т.к. часто исследуемые образцы имеют малые размеры и высокую твердость, что затрудняет их подготовку к измерениям. Кроме того, для практического применения интерес представляет объемная теплопроводность, в то время как многие современные методы измерения определяют теплопроводность тонкого поверхностного слоя, которая не всегда равна объемной теплопроводности материала. В данной работе представлен метод измерения объемной теплопроводности твердых материалов малых размеров. Суть метода состоит в том, что на поверхность образца устанавливается индентор с твердым алмазным наконечником. Груз, расположенный на инденторе, обеспечивает плотный контакт индентора и изучаемого образца. Кроме того, в инденторе имеется электрический нагреватель, который создает тепловой поток, величину которого можно контролировать. Тепловой поток через алмазный наконечник индентора передается в исследуемый образец и далее отводится через предметный столик, на котором расположен образец. Измерение осуществляется в стационарном режиме. С помощью миниатюрных термопар осуществляется измерение температуры на наконечнике алмазного индентора и непосредственно под образцом на поверхности предметного столика. Для уменьшения тепловых потерь измерение осуществляется в вакууме. Площадь теплового контакта между алмазным наконечником и образцом измеряется по оставшемуся следу (отпечатку) наконечника на поверхности образца, изучаемому под микроскопом. Результаты прямых измерений температуры в разных точках, теплового потока и площади контакта используются в компьютерной модели теплопереноса в экспериментальной установке. При моделировании путем решения обратной задачи подбирается коэффициент теплопроводности образца. Калибровка установки с использованием известных материалов показала, что максимальная ошибка измерения теплопроводности не превышает 7%.