

采用瞬态平面热源法测量4H碳化硅晶片、紫铜和黄铜薄片的导热系数

Measurement of Thermal Conductivity of 4H-Silicon Wafers, Copper and Brass Slabs by Transient Plane Heat Source Method

摘要：本文针对新一代高导热半导体材料4H碳化硅晶片，介绍了采用瞬态平面热源法（HOT DISK法）进行室温导热系数测试的整个过程和结果。为了保证测量的准确性，采用同样是高导热材料并具有公认导热系数的紫铜和黄铜薄片对测试方法进行了考核验证，证明了高导热碳化硅晶片的导热系数最终测试结果具有较可靠的参考价值。

一、概述

做为新一代半导体材料的4H碳化硅晶片，其显著特点之一是具有比银和铜相近甚至更高的导热系数，因此准确测量导热系数是进行热管理、热设计和保证产品质量的重要前提。如何实现高导热薄片材料的导热系数准确测量，特别是针对高导热碳化硅这种厚度小于1mm且透明的晶片，这方面的研究和文献报道极少。本研究的目的是采用成熟且简单的测试方法和设备实现高导热材料工程级别的初步测量，以对4H碳化硅晶片导热系数能有基本的了解。

针对高导热碳化硅晶片，我们尝试采用瞬态平面热源法（HOT DISK法）及其测试仪器对导热系数进行测试。为了考核验证测试结果的准确性，我们首先对具有已知公认导热系数数据的薄板状紫铜和黄铜进行测试，同时摸索相应的测试参数，然后再对高导热碳化硅晶片进行测试。以下内容将详细介绍整个试验过程。

二、样品

整个试验过程采用了4H碳化硅晶片（直径6英寸，厚度0.512mm）、紫铜和黄铜正方形薄板（边长100mm，厚度1.5mm），如图1所示。

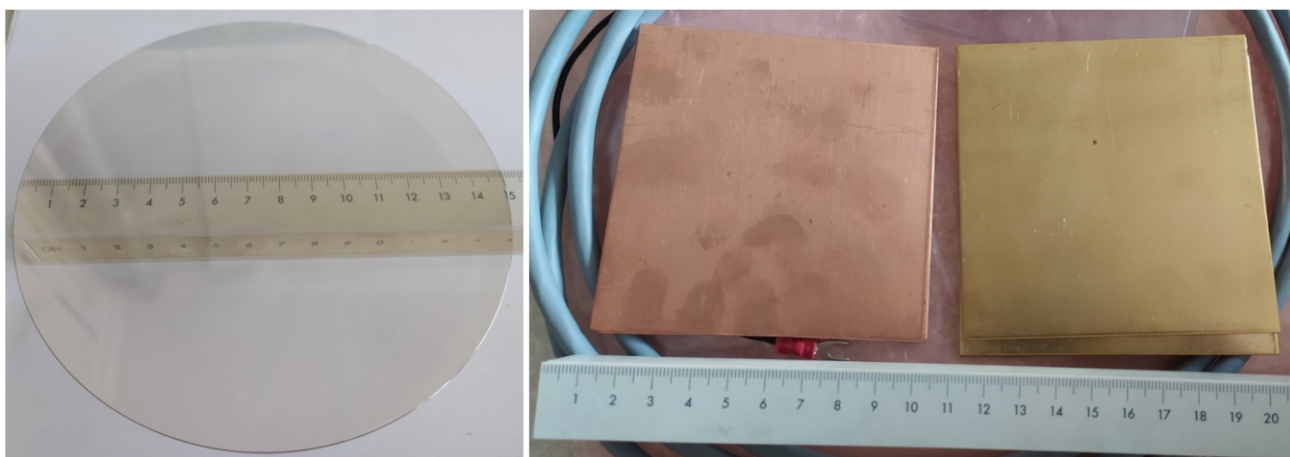


图1 样品：左为4H碳化硅、中为紫铜、右为黄铜

三、测试方法验证试验

首先采用如图1所示的紫铜和黄铜薄板样品进行室温下的导热系数测试，测试温度为22℃。紫铜和黄铜薄板为市场上购置的常用紫铜和黄铜材料，公认的导热系数分别为386.4W/mK和108.9W/mK。验证试验如图2所示。

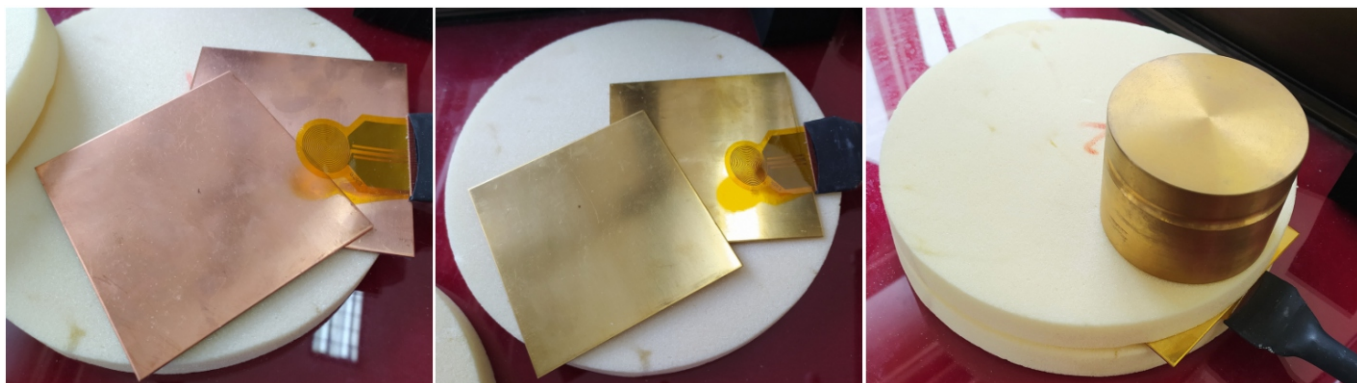


图2 紫铜和黄铜导热系数验证测试

经过三次重复性测量，得到的导热系数结果为：

- (1) 紫铜导热系数为374.6W/mK，与上述公认值对比的相对误差为-3.1%。
- (2) 黄铜导热系数为106.8W/mK，与上述公认值对比的相对误差为-1.9%。

从测试结果可以看出，测量结果整体低于公认值，但相对误差较小，测试结果和测量精度完全可以接受，并由此可以确定出相应的测试参数。

四、4H碳化硅晶片导热系数测试

经过上述验证试验，采用相同的测试参数对4H碳化硅晶片导热系数进行了测试，试验测试如图3所示。

经过三次重复性测量，得到的导热系数结果为：400.7W/mK。

如果按照上述紫铜验证试验中得到的相对误差-3.1%进行推算，4H碳化硅晶片导热系数应该可以达到413.2W/mK。

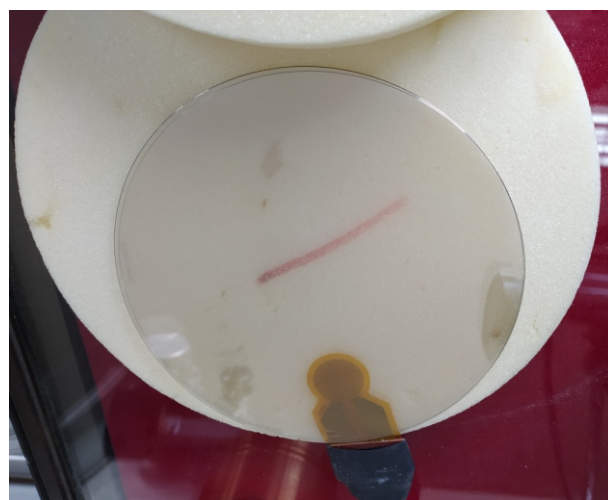


图3 4H碳化硅导热系数测试

五、结论

通过上述试验测量得到了4H碳化硅晶片室温下的导热系数，但需要注意的是此测量采用了不一定精确的公认值进行验证，测量误差范围具体是多少并不清楚，只是误差不会太大，测量结果至少能给出一定的参考。同时，在采用瞬态平面热源法测试时，不同测试参数会得到完全不同结果，因此必须采用已知导热系数材料进行测试参数的选择和验证，并且已知导热系数范围能覆盖被测材料导热系数。