

Hot Disk Upgrade with Physical Simulation

Bestimmung des thermischen Kontaktwiderstands einer Trennschicht

Diplomand



Dany Ferreira

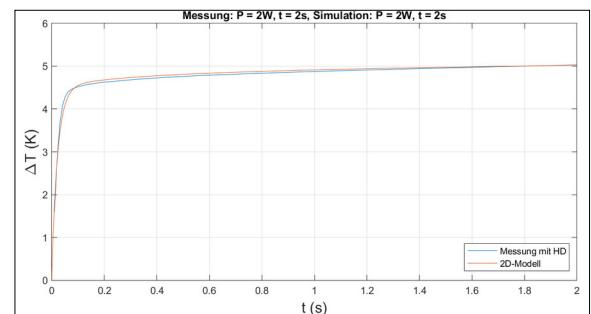
Problemstellung: In zahlreichen technischen Anwendungen entstehen Trennschichten zwischen sich berührenden Materialien, die den Wärmetransport massgeblich beeinflussen. Diese Schichten wirken als Wärmeübergangswiderstände und erschweren die effiziente Wärmeableitung, wie etwa bei der Kühlung elektronischer Komponenten. Die direkte messtechnische Erfassung solcher Widerstände stellt eine Herausforderung dar. Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines validierten Simulationsmodells, das in Kombination mit der Hot Disk Methode eine indirekte Bestimmung von Wärmeübergangswiderständen ermöglicht.

Vorgehen: Zur Umsetzung wurde die Hot Disk Methode in der Simulationsumgebung COMSOL Multiphysics nachgebildet. Experimentelle Messungen erfolgten an Boronitrid-Proben mittels Hot Disk TPS 500. Die Simulationsparameter wurden anhand der Messdaten kalibriert. Anschließend wurde eine Trennschicht in das virtuelle Probenmodell integriert, um deren Einfluss auf den Temperaturverlauf zu analysieren.

Ergebnis: Die Simulation mit Trennschicht zeigt, dass der Temperaturanstieg im Vergleich zur homogenen Probe erhöht ist. Diese Erhöhung ist direkt auf den Wärmeübergangswiderstand zurückzuführen, der durch die Trennschicht verursacht wird. Die Ergebnisse bestätigen die prinzipielle Eignung des entwickelten Modells zur Erfassung solcher Widerstände. In einem nächsten Schritt kann auf Basis dieser Simulation eine Messmethode zur indirekten Bestimmung des Wärmeübergangswiderstands implementiert werden. Darüber hinaus bietet das Modell die Möglichkeit, verschiedene Materialkombinationen und Geometrien systematisch zu untersuchen, um die thermische

Kontaktqualität zu optimieren. Die Kombination aus Simulation und experimenteller Validierung stellt einen vielversprechenden Ansatz dar, mit dem Wärmeübergangswiderstände messtechnisch bestimmt werden können.

Vergleich zwischen Messung und 2D-Simulationsmodell
Eigene Darstellung



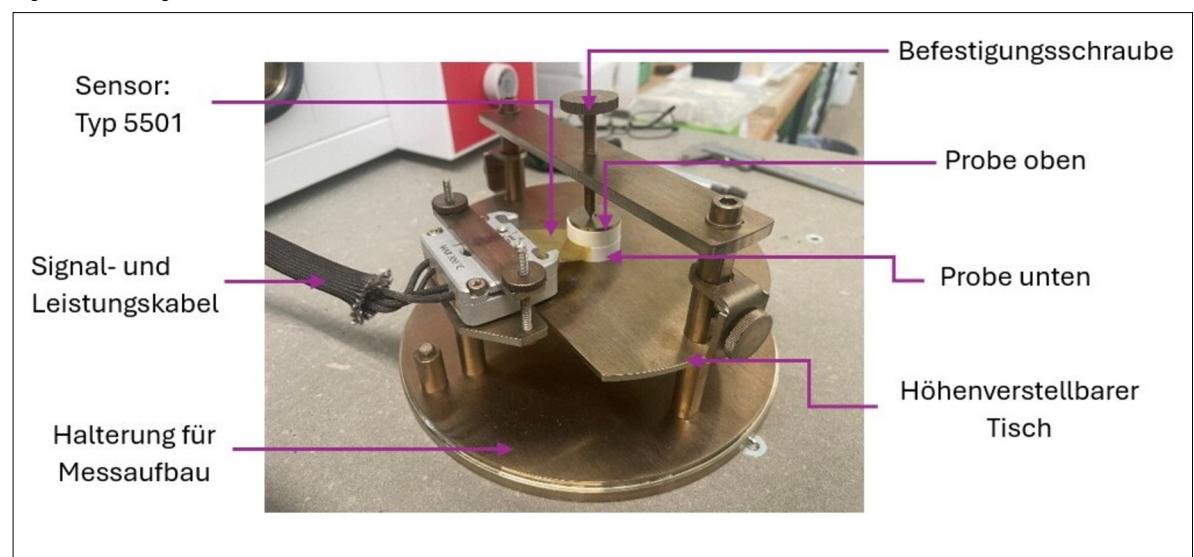
Abgeleitete Formel zur experimentellen Bestimmung des Wärmeübergangswiderstand
Eigene Darstellung

$$T(t) \approx T_{ref}(t) + \beta R_{CTS}$$

$$R_{CTS} \approx \frac{T(t) - T_{ref}(t)}{\beta} = \frac{\Delta T}{\beta}$$

$T(t)$: Temperaturverlauf mit Trennschicht (K)
 $T_{ref}(t)$: Referenztemperaturverlauf ohne Trennschicht (K)
 R_{CTS} : Wärmeübergangswiderstand der Trennschicht ($\text{m}^2 \text{K W}^{-1}$)
 β : Proportionalitätsfaktor (annähernd konstante Wärmestromdichte) (W m^{-2})
 ΔT : Temperatur-Offset ($T(t) - T_{ref}(t)$) (K)

Messaufbau der Hot Disk
Eigene Darstellung



Referent
Claudio Wolfer

Korreferent
Prof. Dr. Wolfgang Wiedemair

Themengebiet
Computational Engineering