

APPLICATION NOTE

Thermoelektrische Materialien – LFA/DSC

PbTe – Ein thermoelektrisches Material

Spezifische Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit

Dr. Ekkehard Post

Einleitung

Thermoelektrische Materialien sind vielversprechend für die Nutzung von Abwärme. Beispiele dafür sind die Erzeugung von elektrischer Energie durch Umwandlung der Abwärme von Autoabgasen oder von Kühlvorrichtungen in Kraftwerken. Wichtig zu berücksichtigende physikalische Eigenschaften sind der sogenannte Seebeck-Koeffizient (S), die Wärmeleitfähigkeit (λ) sowie die elektrische Leitfähigkeit (σ). Die bekannte Figure of Merit (ZT) beschreibt die Leistungsfähigkeit solcher Materialien:

$$ZT = \left(\frac{S^2 \sigma}{\lambda} \right) T$$

S = Seebeck-Koeffizient oder thermische Leistung [$\mu\text{V}/\text{K}$]

σ = elektrische Leitfähigkeit [S/cm]

λ = gesamte Wärmeleitfähigkeit [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$], mit $\lambda = \rho \cdot c_p \cdot a$

T = absolute Temperatur.

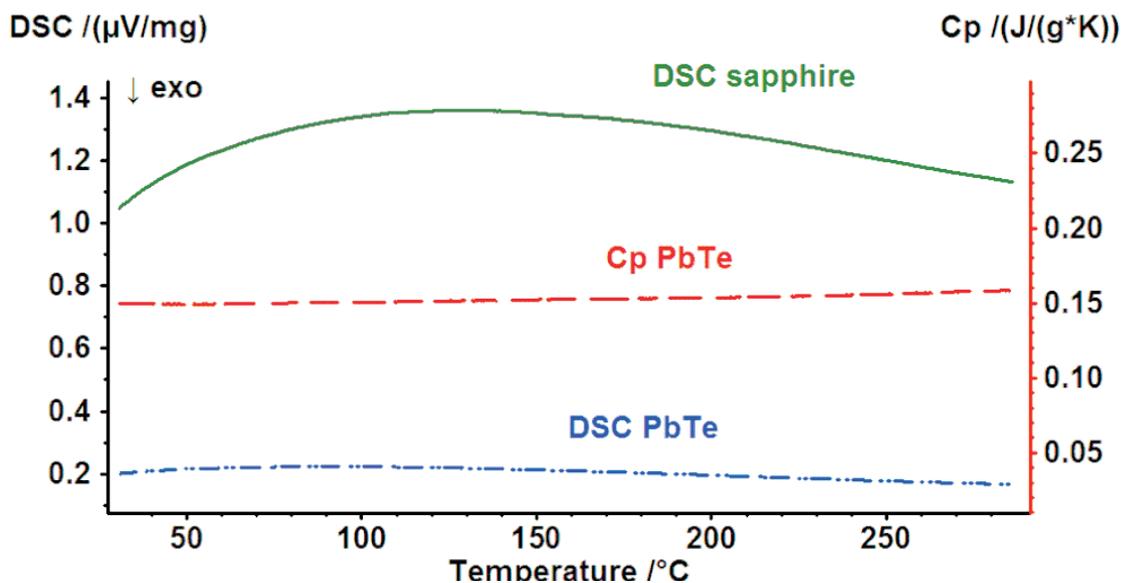
Aus dieser Formel lässt sich ableiten, dass das Material bei einem hohen ZT -Wert einen hohen Seebeck-Koeffizienten und niedrige Wärmeleitfähigkeitswerte haben sollte.

PbTe ist ein potenzieller Kandidat für solche Anwendungen, da es einen moderaten Seebeck-Koeffizienten und eine relativ niedrige Wärmeleitfähigkeit aufweist.

Ergebnisse und Diskussion

Die spezifische Wärmekapazität der PbTe-Proben wurde mit einer NETZSCH DSC im Temperaturbereich von RT bis 300 °C nach der Verhältnismethode gemessen.

Abbildung 1 zeigt die c_p -Kurve der PbTe-Proben. Die spezifischen Wärmekapazitätswerte liegen im Bereich von 0,15 J/(g·K) bis 0,16 J/(g·K), was charakteristisch für dieses Material ist.



1 Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität (c_p) von PbTe mittels DSC

APPLICATIONNOTE PbTe – Ein thermoelektrisches Material

Die Temperaturleitfähigkeit von PbTe wurde mit einer NETZSCH LFA gemessen. Die Wärmeleitfähigkeit kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$\lambda(T) = a(T) \cdot c_p(T) \cdot \rho(T)$$

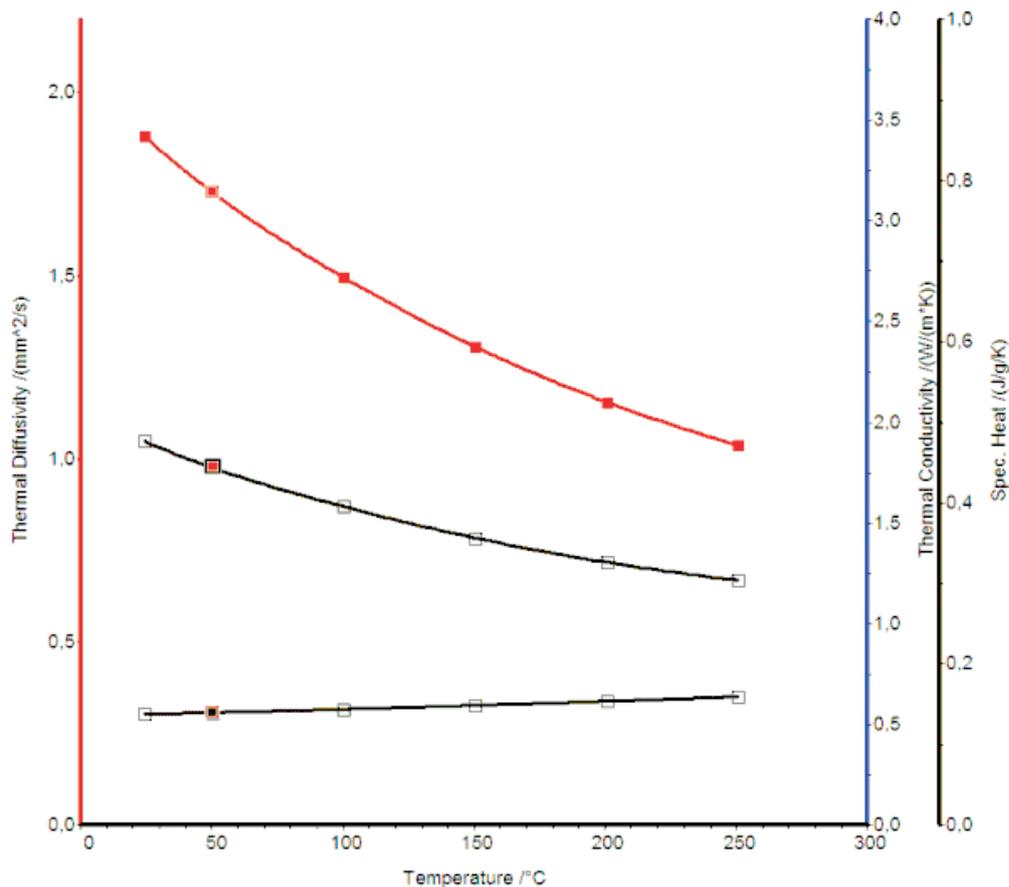
mit c_p = spezifische Wärmekapazität
 ρ = Dichte
 T = Temperaturleitfähigkeit

In Abbildung 2 sind die Temperaturleitfähigkeits-, spezifischen Wärmekapazitäts- und Wärmeleitfähigkeitskurven dargestellt.

Mit steigender Temperatur zeigte PbTe den erwarteten Rückgang der Wärmeleitfähigkeit, wie es typischerweise bei anderen Halbleitermaterialien zu beobachten ist.

Zusammenfassung

Die Temperaturleitfähigkeit und spezifische Wärmekapazität von PbTe wurden mit LFA- und DSC-Geräten gemessen. Die Temperaturleitfähigkeit, die eine sehr wichtige Eigenschaft für die Auswertung der Effizienz thermoelektrischer Materialien ist, wurde unter Verwendung dieser Daten zusammen mit der Dichte des Materials berechnet. Beide Ergebnisse fließen in die Berechnung des ZT-Wertes ein.



2 Wärmeleitfähigkeits-, Temperaturleitfähigkeits- und spezifische Wärmekapazitätskurven von PbTe