

Relaxationsmessungen an dünnen Metallfolien mittels thermomechanischer Analyse

Doreen Rapp und Dr. Georg Storch

Einleitung

Die thermomechanische Analyse ist eine Methode zur Bestimmung von Dimensionsveränderungen in Festkörpern, Flüssigkeiten oder pastösen Materialien in Abhängigkeit von der Temperatur und/oder Zeit unter einer definierten mechanischen Belastung (DIN 51005, ASTM E831, ASTM D696, ASTM D3386, ISO 11359 – Teil 1 bis 3). Als Softwareoption bietet die TMA 402 *Hyperion*® nicht nur die Möglichkeit, die Kraft konstant zu halten und die Längenänderung zu messen, sondern auch eine Verformung aufzubringen und die entsprechende Kraft zu messen. Dies kann beispielsweise bei einem Spannungs-Relaxationstest angewandt werden, bei dem die Probe bei einer definierten Temperatur um einen bestimmten Beitrag verformt wird. Während der Untersuchung wird die Deformation konstant gehalten und der Kraftverlauf aufgezeichnet. Diese Kraft nimmt infolge der Materialrelaxation kontinuierlich ab. Die Fähigkeit, die Kraft auf einem konstanten Wert zu halten, wird als Relaxationsfestigkeit bezeichnet.

In dieser Application Note wird das Relaxationsverhalten unterschiedlicher Metallfolien mit Hilfe der Softwareoption "Wegregelung" untersucht. Werden Metallfolien bei erhöhten Temperaturen dauerhaft belastet, ist eine Kraftabnahme zu beobachten, Relaxation genannt. Der Kraftverlust nimmt mit steigender Temperatur und Belastungsdauer zu. Dünne Metallschichten werden beispielsweise als Kontaktsysteme in elektromechanischen Bauteilen verwendet. Hier sind Materialien mit hoher Relaxationsfestigkeit wichtig, um den Kontakt über einen längeren Zeitraum – manchmal auch bei erhöhten Temperaturen – aufrechtzuerhalten.

Messbedingungen

Die Messungen wurden an Metallfolien in 3-Punkt-Biegung (siehe Abbildung 1) unter Stickstoffatmosphäre von Raumtemperatur bis 200 °C mit einer Heizrate von 5 K/min durchgeführt. Bei konstanter Temperatur wurde die Probe dann über die Softwareoption "Verformung Rampe" um einen vordefinierten Betrag gebogen. Der Betrag wurde so gewählt, dass eine Anfangsspannung von ~1000 MPa in der Probe erreicht wird. Anschließend wurde die Biegung konstant gehalten und der Kraftverlauf über einen Zeitraum von 4 Stunden aufgezeichnet. Die angewandte Methode und die Leistungsfähigkeit des Geräts sind somit gut geeignet, um Effekte auf längeren Zeitskalen wie in diesem Anwendungsbeispiel zu untersuchen.



1 Probenhalter für 3-Punkt-Biegung aus Quarzglas, Biegelänge: 5 mm.

Proben

Die Messungen wurden an Metallfolien aus CuAg, CuBe und einer Pd-Legierung durchgeführt. Die Proben hatten eine Breite von ca. 5 mm und Dicken zwischen 40 µm und 60 µm. Der Biegeabstand betrug 5 mm.

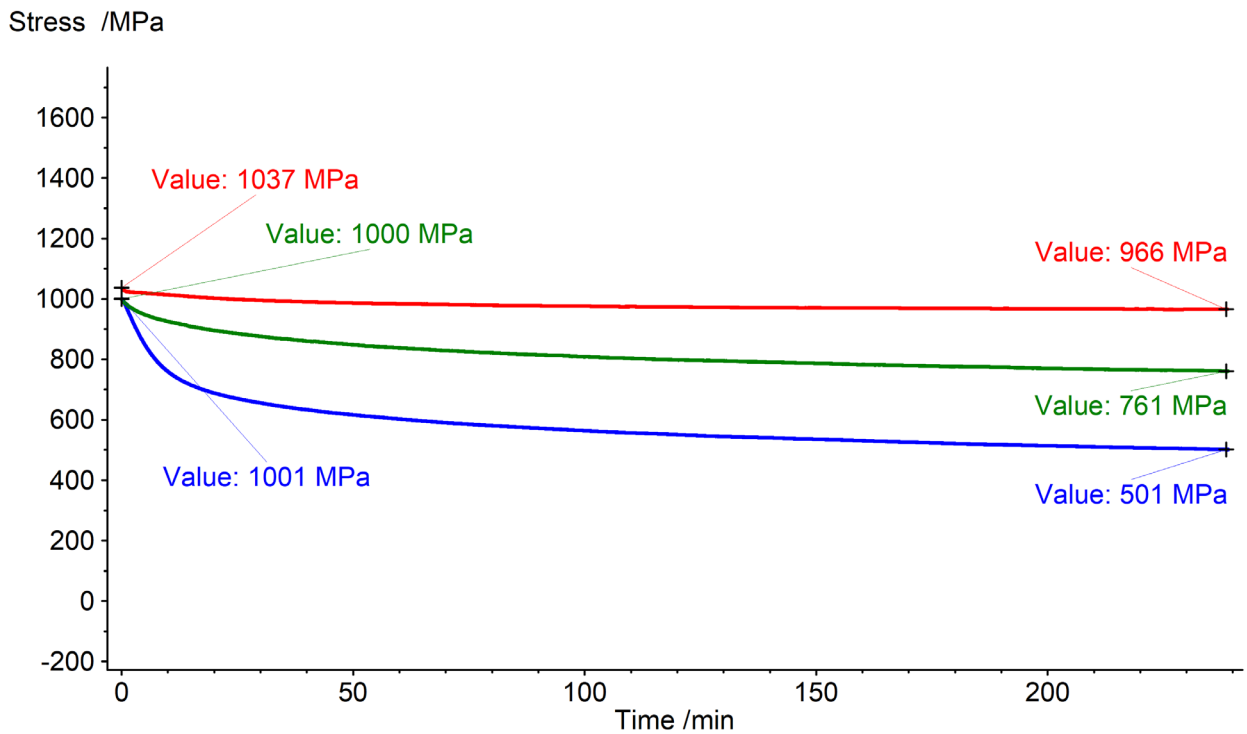
Messergebnisse

Die Ergebnisse für die Pd-Folie (rote Kurve) und die zwei Cu-Folien (CuAg: blaue, CuBe: grüne Kurve) sind in Abbildung 2 dargestellt. Aufgrund der unterschiedlichen Steifigkeit der drei Proben sind verschiedene Anfangskräfte erforderlich, um die Spannung von 1000 MPa innerhalb der Probe zu erreichen. Bei allen drei Proben wurde über einen Zeitraum von ca. 4 Stunden ein Spannungsabbau

aufgrund der Relaxation des Materials beobachtet. Die geringste Abnahme von 71 MPa wurde für die Pd-Folie und die höchste von 500 MPa für die CuAg-Folie gemessen. Somit weist die Pd-Folie die höchste Relaxationsfestigkeit der drei Proben auf.

Fazit

Die TMA 402 *Hyperion*® mit der Softwareoption "Wegregelung" bietet die Möglichkeit, Relaxationsmessungen durchzuführen. Wie aufgezeigt, kann das Relaxationsverhalten verschiedener Metallfolien mit dieser Softwareoption untersucht und verglichen werden. So lässt sich der Einfluss der Zusammensetzung und der Wärmebehandlung auf das Relaxationsverhalten von Metallfolien untersuchen.



2 Relaxationsverhalten von drei verschiedenen Metallfolien bei 200 °C (rot: Pd-Legierung, grün: CuBe, blau: CuAg)