

Hall-Messplatz

Materialcharakterisierung bei hohen Temperaturen

*Messkopf für Hall-Messungen:
An unserem Messplatz cha-
rakterisieren wir Halbleiter-
materialien bei Temperaturen
bis 800 °C.*

Hall-Messungen ermöglichen tiefe Einblicke in die Eigenschaften von Halbleitern: Neben der Identifizierung des Typs der Ladungsträger lassen sich deren Mobilität und Konzentration bestimmen. Hall-Messungen haben sich daher als wichtiges Messverfahren bei der Entwicklung moderner Materialien etabliert.

Charakterisierung von Halbleitern und anderen Festkörpern

Kommerziell verfügbare Geräte, so genannte »Physical Property Measurement Systems«, messen bei Temperaturen von 4 K bis maximal 400 K. Fraunhofer IPM erschließt mit dem Hall-Messsystem IPM-HT-Hall erstmals den Temperaturbereich von 20 bis 800 °C für Hall-Messungen. Dank des neuartigen Messaufbaus lassen sich elektrische, thermische oder magnetische Materialeigenschaften von Proben verschiedener Geometrien über einen weiten Temperaturbereich und bei bis zu fünf verschiedenen Magnetfeldstärken sehr exakt messen – schnell, einfach und zuverlässig.

Die Eigenschaften moderner Halbleiter (HL) werden gezielt beeinflusst, um für die spätere Anwendung gewünschte Materialeigenschaften zu erzielen. Ein wichtiges Verfahren ist das Dotieren des Materials: Dabei werden Anzahl, Mobilität und Art der Ladungsträger im Material durch die gezielte Zugabe von Fremdatomen exakt eingestellt. Bei thermoelektrischen

HL-Materialien beispielsweise wird die Ladungsträgerkonzentration durch Dotieren so beeinflusst, dass elektrische Leitfähigkeit und Seebeck-Koeffizient in einem optimalen Verhältnis stehen und somit eine möglichst hohe Materialgüte erreicht wird. Dabei kommt in der Regel weniger als ein Dotieratom auf eine Million Materialatome. Für die Überprüfung von Dotierung und Ladungsträgerkonzentration sind also hochempfindliche Messgeräte nötig.

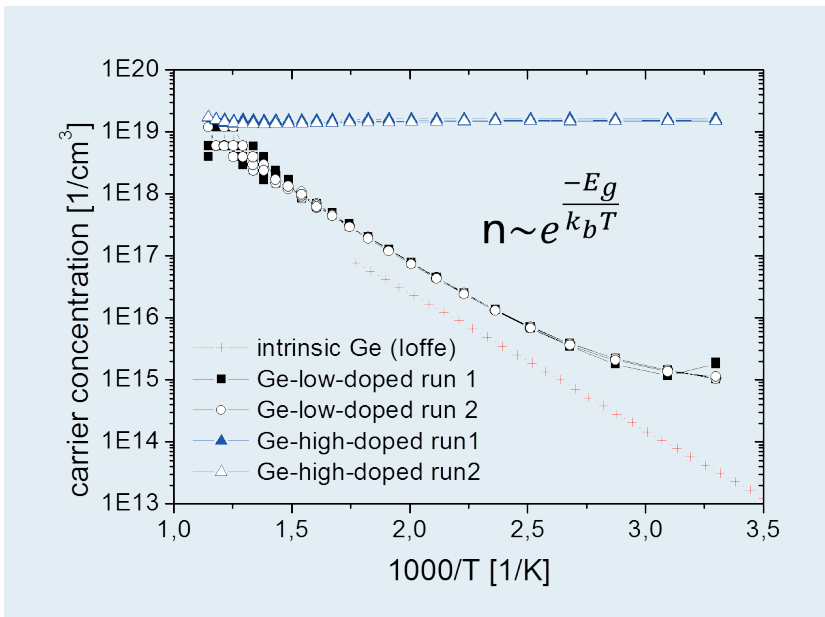
IPM-HT-Hall misst hochempfindlich und erfasst bereits minimale Änderungen der Ladungsträgerkonzentration und darüber hinaus den Einfluss der Temperatur auf die Dotierung des Materials.

Anzahl von Ladungsträgern bei bis zu 800 °C messen

Viele HL-Materialien werden bei Temperaturen deutlich über Raumtemperatur eingesetzt, etwa in HL-Gassensoren oder thermoelektrischen Hochtemperaturmodulen. Um die Funktionsfähigkeit des Materials bei den im Einsatz vorherrschenden Temperaturen sicherzustellen,

Vorteile auf einen Blick

- Messbereich von 20 bis 800 °C
- Verschiedene Proben-Geometrien
- Gleichzeitige Messung von bis zu vier Materialparametern
- Bis zu fünf Magnetfeldstärken
- Einstellbare Messatmosphäre



Temperaturabhängige Messungen der Ladungsträgerkonzentration an drei verschiedenen Germanium-Proben:

Reines (intrinsisches) Germanium zeigt den linearen Anstieg der Ladungsträger mit steigender Temperatur. Die Ladungsträger werden durch die Temperaturerhöhung thermisch aktiviert.

Leicht dotiertes Material hat bei Raumtemperatur mehr Ladungsträger als das Reinmaterial, zeigt aber bei höheren Temperaturen den gleichen linearen Ladungsträgeranstieg, da auch hier mehr und mehr Ladungsträger thermisch aktiviert werden.

Sehr hoch dotiertes Material zeigt die höchste Ladungsträgerkonzentration bei Temperaturen nahe 600 °C konstant.

müssen Materialeigenschaften auch bei hohen Temperaturen gemessen werden. Denn nicht nur die Dotierung, sondern auch die Umgebungstemperatur hat Einfluss auf die Anzahl der Ladungsträger: Je höher die Temperatur, desto mehr Ladungsträger werden aktiviert. HL-Gassensoren arbeiten bei Temperaturen von 200 – 400 °C. Die sensitiven Schichten der Sensoren ändern je nach Temperatur und Gasumgebung ihre elektrischen Eigenschaften.

IPM-HT-Hall bietet dank seiner einstellbaren Messatmosphäre die Möglichkeit, diese Materialien vor dem Aufbringen auf eine komplexe Sensorstruktur detailliert zu untersuchen. Das System misst bis zu vier Materialparameter gleichzeitig bei Temperaturen von etwa

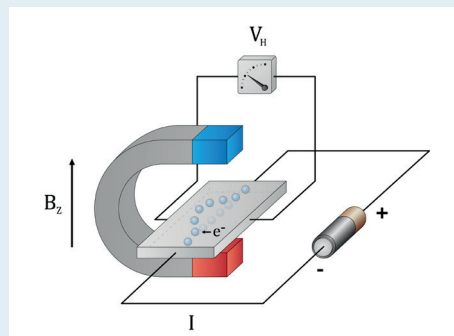
20 bis 800 °C. Neben dem Standardmesskopf zur Hall-Messung lassen sich eigene Messköpfe und selbstentwickelte Messelektronik in den Messplatz integrieren.

Unsere Angebot

- Kundenspezifisch angepasste Hall-Messplätze
- Auftragsmessungen von Materialeigenschaften (Hall-Faktor, Wärmeleitfähigkeit und -kapazität)
- Umbau und Erweiterung bestehender Messaufbauten nach Kundenwunsch
- Erweiterter Temperaturbereich bis 4K und Magnetfelder bis 5T

Der Hall-Effekt

Edwin Herbert Hall beobachtete 1879, dass der Strom in einem Leiter durch das Anlegen eines Magnetfelds beeinflusst werden kann. Die dabei entstehende Hall-Spannung ist senkrecht zu Strom und Magnetfeld und ermöglicht tiefe Einblicke in das Leitermaterial.



Kontakt

Dr. Hans-Fridtjof Pernau
 Projektleiter Thermische Messtechnik und Systeme
 Telefon +49 761 8857-753
 hans-fridtjof.pernau@ipm.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM
 Georges-Köhler-Allee 301
 79110 Freiburg
 www.fraunhofer.de