

Berichte aus der Physik

**H. Martin Hövel**

**Elektrodynamik dünner Metallfilme  
am Isolator-Metall-Übergang**

Shaker Verlag  
Aachen 2010

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2010

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-9370-3

ISSN 0945-0963

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

Mit der Entwicklung von immer kleineren Strukturen bis in den Nanometerbereich geht eine Veränderung der Materialeigenschaften einher. Für metallische Filme mit einer Dicke von mehr als 100 nm können die dielektrischen Eigenschaften sowie die Leitfähigkeit über das sehr einfache Drude-Sommerfeld-Modell beschrieben werden. Reduziert man die Filmdicke bis zur Perkolationsgrenze, die in der Regel wenige Nanometer groß ist, kommt es zu immer größeren Abweichungen von diesem gewohnten Verhalten. An dieser kritischen Schichtdicke findet ein Isolator-Metall-Übergang statt, bei dem der Film seine metallische Leitfähigkeit verliert und in dicht benachbarte aber elektrisch isolierte Inseln zerfällt. Die Eigenschaften dieses nanostrukturierten Films sind mit denen eines Metalls nicht mehr vergleichbar.

In diesem Buch wird die optische Leitfähigkeit dünner Goldfilme im Frequenzbereich von DC bis  $35\,000\text{ cm}^{-1}$  (285 nm) für verschiedene Schichtdicken um die Perkolationsgrenze beschrieben. Durch die Zusammenführung verschiedener Messmethoden können die dielektrischen Eigenschaften der Filme über den gesamten Frequenzbereich durch eine Kramers-Kronig-konsistente effektive dielektrische Funktion beschrieben werden. Dabei wird die optische Leitfähigkeit der Filme durch zwei Anteile dominiert: Zum einen ein Drude-Anteil, welcher bei der Perkolationsgrenze im niederfrequenten Bereich entsteht und zum anderen durch einen Anteil, der durch die Anregung von Plasmonen im infraroten Spektralbereich zustande kommt und mit steigender Schichtdicke zu tieferen Frequenzen verschoben wird. Das Zusammenspiel beider Komponenten führt im Infraroten zu einer Anomalie der dielektrischen Konstante mit einem Maximum am Metall-Isolator-Übergang. Diese Eigenschaft des Phasenübergangs könnte in Zukunft in Antireflexionsbeschichtungen von Solarzellen oder in sogenannten High- $k$ -Materialien in Speicherbausteinen Verwendung finden.

Die Ergebnisse werden mit den Vorhersagen aus Effektiv-Medium-Approximationen und aus der Perkolationstheorie verglichen.