

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 • E-Mail: info@shaker.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Nomenklatur	3
2	Theorie des Elektronentransportes in dünnen Metallfilmen	5
2.1	Drude-Sommerfeld-Modell	5
2.2	Lorentz-Modell	8
2.3	Multiple Resonanzen	10
2.4	Size-Effekt	11
2.4.1	Fuchs-Sondheimer-Modell	12
2.4.2	Mayadas-Shatzkes-Modell	14
2.4.3	Quantum-Size-Effekt	15
2.5	Effektiv-Medium-Theorien	15
2.5.1	Maxwell Garnett-Theorie	16
2.5.2	Bruggemans Effektiv-Medium-Approximation	18
2.6	Perkolationstheorie	19
2.6.1	Elektrische Leitfähigkeit	21
2.6.1.1	DC-Leitfähigkeit	22
2.6.1.2	Frequenzabhängige Leitfähigkeit	23
2.7	Plasmonen	26
2.7.1	Partikelplasmonen	27
2.7.2	Aufspaltung der Partikelplasmonenresonanz	30
3	Stand der Forschung	35
3.1	Metallfilme oberhalb der Perkulationsgrenze	35
3.2	Metallfilme unterhalb der Perkulationsgrenze	36
3.3	Metallfilme an der Perkulationsgrenze	37
3.3.1	Messungen im infraroten Spektralbereich	41
4	Filmwachstum	45
5	Experimenteller Aufbau und Methoden	49
5.1	Ultrahochvakuum-Anlage	49
5.1.1	Probenhalter	51
5.1.2	Präparationskammer	53
5.2	Wahl des Probenmaterials	55

5.3	Ellipsometrie	57
5.4	Fourier-Transform-Infrarotspektroskopie	60
5.5	DC-Leitfähigkeitsmessungen	63
6	Ergebnisse und Diskussion	67
6.1	DC-Leitfähigkeit	68
6.2	Optische Spektroskopie	71
6.3	Reflexionsmessungen	76
6.4	Transmissionsmessungen	82
6.5	Partikelplasmon	84
6.6	Maximum der dielektrischen Konstante	89
6.7	Vergleich mit Bruggemans EMA	98
6.8	Temperaturabhängigkeit	101
7	Zusammenfassung	107
A	Bleifilme	117
A.1	Substrattemperatur	117
A.2	Oxidation von Blei	120
A.3	Entnetzung des Substrats	122
A.4	Oxidfreies Substrat	125
A.5	Aufdampfrate	128
A.6	Zusammenfassung der Experimente mit Bleifilmen	130
B	Formeln und Umrechnungen	131
	Danksagung	137
	Literatur	139