

Schlussbericht

Analyse und Modellierung der Einwirkung gepulster Plasmen auf Oberflächen

Teilvorhaben:

Grundlegende Untersuchung der Zusammenhänge
zwischen Plasmaparametern und Schichteigenschaften
beim MF-Puls-Magnetronspattern

Förderkennzeichen: 13N8053

Technische Universität Chemnitz, Institut für Physik
Projektleiter: Prof. Dr. F. Richter

Fraunhofer Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik
Projektleiter: Prof. Dr. G. Bräuer

Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung
im Forschungszentrum Rossendorf e. V.
Projektleiter: Prof. Dr. W. Möller



Fraunhofer



Institut
Elektronenstrahl und
Plasmatechnik



Inhaltsverzeichnis

	Seite
Komplex I Einführung	
1 Aufgabenstellung	1
2 Voraussetzungen	2
3 Planung und Ablauf des Vorhabens	3
4 Wissenschaftlich-technischer Stand zu Beginn des Vorhabens	4
5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	7
6 Literatur zur Komplex I	9
Komplex II Ergebnisberichte	
Teil A	
Grundlegende Arbeiten zum reaktiven Sputtern von Indium – Zinn – Oxid (ITO)	
1 Versuchsaufbau	A-1
1.1 Vakuumkammer und Substrathalter	A-1
1.2 Reaktive Sputterquellen	A-1
1.3 Plasmadiagnostik	A-6
2 Zusammenhang zwischen verschiedenen Prozess- und Plasmaparametern und den Schichteigenschaften	A-6
2.1 Voruntersuchungen	A-6
2.2 Basisdruck der Vakkumkammer	A-10
2.3 O ₂ /Ar-Flußverhältnis	A-11
2.4 Plasmapulslängen	A-13
2.5 Plasmadiagnostik	A-14
2.6 Korrelation zwischen Plasma- und Filmeigenschaften	A-17
2.7 Temperatur	A-21
3 Literatur	A-28

Teil B

Reaktives Puls-Magnetron-Sputtern von Magnesiumoxid Reaktives Puls – Magnetron – Sputtern von ITO

1	Reaktives Puls-Magnetron-Sputtern von Magnesiumoxid	B-1
1.1	Aufbau der Versuchsanordnung	B-1
1.2	Charakterisierung des Plasmazustandes in Abhängigkeit von den Prozessparametern	B-3
1.3	Selektierung von Emissionslinien, die in Korrelation mit dem Reaktivzustand des Plasmas stehen	B-6
1.4	Einstellung von Plasmazuständen / Prozessregelung unter Nutzung der selektierten Emissionslinien	B-8
1.5	Charakterisierung der abgeschiedenen MgO – Schichten	B-9
1.6	Überführung der Technologie an die TU Chemnitz	B-11
1.7	Überführung der Technologie auf eine Inline-Anlage	B-12
1.8	Optimierung der Schichteigenschaften	B-16
2	Reaktives Puls – Magnetron – Sputtern von ITO	B-18
2.1	Aufbau der Versuchsanordnung	B-18
2.2	Der Einfluss der Plasmaanregung auf die ITO-Schichtqualität	B-19
2.3	Homogenität der abgeschiedenen Schichten	B-21
2.4	Verbesserung der Schichtwiderstände durch Abscheidung auf vorgeheizte Substrate bzw. durch Annealing	B-23
2.4.1	Variation des Substrat-Target-Abstands	B-26
2.5	Einfluss der Prozessbedingungen auf die Eigenschaften der ITO-Schichten Zusammenfassung:	B-28

Teil C

Grundlegende Arbeiten zum reaktiven Sputtern von Magnesiumoxid

1	Vorbemerkungen	C-1
2	Asymmetrisch bipolar gepulstes Magnetron	C-2
2.1	Experimentelle Angaben	C-2
2.2	Charakterisierung des reaktiven Abscheideprozesses – Hysteresekurve	C-5
2.3	Charakterisierung des reaktiven Abscheideprozesses – HF-Oszillationen in der reaktiven MgO-Entladung	C-8

2.4	Untersuchungen zur Rotationstemperatur (Trot) von Stickstoffmolekülen im Prozessgas	C-10
2.5	Zeitaufgelöste Messung der Plasmaparameter	C-12
2.5.1	Zeitaufgelöste Langmuir-Doppelsondenmessungen	C-12
2.5.2	Zeitaufgelöste optische Emissionsspektroskopie	C-20
2.6	Schichteigenschaften in Abhängigkeit von den Prozessparametern	C-28
3	Symmetrisches Dualmagnetron	C-34
3.1	Experimentelle Angaben	C-34
3.2	Messung charakteristischer Prozesseigenschaften und der Plasmaparameter	C-36
3.3	Untersuchungen zu den Schichteigenschaften von MgO im Transition-Mode	C-37
3.3.1	Strukturanalyse von MgO-Schichten mittels XRD	C-38
3.3.2	Messung der Ioneninduzierten Sekundärelektronenemission	C-40
3.3.3	Zusammensetzung der MgO-Schichten mittels Rutherford-Backscattering (RBS)	C-41
3.3.4	Bestimmung der optischen Schichteigenschaften	C-42
3.3.5	Messung der Massedichte von MgO mittels Röntgenreflektometrie (XRR)	C-43
3.3.6	Messung der Zerstäubungsfestigkeit der MgO-Schichten	C-43
4	Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick	C-44
5	Literatur	C-44

Komplex III Ergänzungen

1	Ergebnisverwertung, Nutzen	1
2	Internationale Fortschritte auf dem bearbeiteten Gebiet	1
3	Veröffentlichungen	2

Komplex I

Einführung