

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Grundlagen.....	3
2.1	Prinzip des Magnetronspüterns.....	4
2.2	Prozesse der Schichtbildung beim Magnetronspütern.....	6
2.2.1	Teilchenfluß von Gasen auf das Substrat.....	7
2.2.2	Flußdichte abgestäubter Teilchen auf das Substrat.....	9
2.2.3	Ionenströme auf das Substrat.....	10
2.3	Strahlung in Plasmen.....	13
2.3.1	Aktinometrie.....	16
2.3.2	Elektronentemperatur in Plasmen.....	17
3	Apparatur und Meßverfahren.....	19
3.1	Apparatur.....	19
3.2	Substratvorbehandlung.....	21
3.3	Schichtcharakterisierung.....	21
3.3.1	Auger-Elektronen-Spektroskopie (AES).....	21
3.3.2	Schichtdickenbestimmung.....	24
3.4	Plasmadiagnostik.....	25
3.4.1	Optische Emissionsspektroskopie.....	25
3.4.2	Energiedispersives Quadrupol-Massenspektrometer.....	26
3.4.3	Langmuir-Sonde.....	31
4	Experimentelle Ergebnisse.....	32
4.1	Analyse von Plasmateilchen mit dem Quadrupol-Massenspektrometer.....	32
4.1.1	Analyse der auf das Substrat auftreffenden Teilchen.....	32
4.1.2	Ionenenergie-Verteilung beim Sputtern unter Verwendung eines reinen Titantargets.....	34
4.1.3	Analyse der Energieverteilung von Ionen mit $m/q = 14$ und $m/q = 48$	40
4.1.4	Abhängigkeit des N_2 -Partialdrucks von der Sputterleistung und dem Ar-Druck.....	41
4.1.5	Energieverteilung der auf ein Substrat auftreffenden Ionen bei Verwendung eines reinen Aluminiumtargetes und eines Ar/ N_2 - Sputtergasgemisches.....	44
4.1.6	Vergleich der Energiespektren von Aluminium und Stickstoff in Abhängigkeit vom experimentellen Aufbau.....	53
4.2	Messungen mit dem optischen Spektrometer.....	55
4.2.1	Rotationsspektrum des N_2^+ -Moleküls bei 391,44 nm.....	55
4.2.2	Intensität der Lichtemission in Abhängigkeit von der Sputterleistung.....	55

4.2.3	Intensität der Lichtemission in Abhängigkeit vom Ort zwischen Target und Substrat.....	59
4.2.4	Intensität der optischen Emission von Titan in Abhängigkeit vom N ₂ -Fluß	59
4.3	Elektrische Messungen am Plasma	60
4.3.1	Targetstrom in Abhängigkeit der Sputterparameter	60
4.3.2	Floating-Potential.....	62
4.3.3	Langmuir-Sonde.....	63
4.4	Elektronentemperatur.....	64
4.5	Chemische Zusammensetzung von TiN _x -Schichten als Funktion der Beschichtungsparameter.....	66
4.5.1	Einfluß des N ₂ -Partialdrucks auf die chemische Zusammensetzung.....	66
4.5.2	Abhängigkeit der chemischen Zusammensetzung von der DC- Sputterleistung.....	68
4.5.3	Abhängigkeit der chemischen Zusammensetzung von der an das Substrat angelegten Biasspannung.....	69
4.5.4	Abhängigkeit der chemischen Zusammensetzung von der Substrattemperatur	70
4.6	Abhängigkeit der Abscheiderate von den Plasmaparametern.....	71
4.7	Zusammenfassung der Meßergebnisse	73
4.7.1	Teilchenströme	73
4.7.2	Schichteigenschaften	75
5	Diskussion.....	76
5.1	Teilchen im Plasma und am Substrat.....	76
5.1.1	Messungen mit dem Massenspektrometer im System Ti-N.....	76
5.1.2	Messungen mit dem Massenspektrometer im System Al-N	78
5.1.3	Messungen mit dem optischen Spektrometer im System Ti-N.....	83
5.1.4	Untersuchung des Flusses neutraler Titanatome auf das Substrat.....	86
5.2	Chemische Zusammensetzung von TiN _x -Schichten beim reaktiven Sputtern.....	89
5.2.1	Abhängigkeit der Schichtzusammensetzung von den Sputterparametern	90
5.2.2	Abhängigkeit der Schichtzusammensetzung von der Substrattemperatur.....	93
5.3	Schlußfolgerungen für die Prozeßoptimierung.....	95
6	Zusammenfassung	97
7	Literaturverzeichnis	100