

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2 Theoretische Grundlagen</b>	<b>6</b>
2.1 Materialabtrag durch Ionenbeschuß . . . . .	7
2.1.1 Theorie des Zerstäubungsprozesses . . . . .	9
2.1.2 Anwendung auf Mehrkomponentensysteme . . . . .	13
2.2 Zusätzliche Auswirkungen des Ionenbeschusses bei der Tiefenprofilanalyse . . . . .	17
2.2.1 Durchmischung des Festkörpers durch ballistische Effekte . . . . .	17
2.2.2 Durchmischung des Festkörpers durch chemische Einflüsse . . . . .	20
2.3 Verwendete Analysemethoden . . . . .	26
2.3.1 Photoelektronenspektroskopie . . . . .	26
2.3.2 Massenspektrometrie . . . . .	27
2.4 Die massenspektrometrischen Verfahren . . . . .	30
2.4.1 Modelle zur Sekundärionenbildung . . . . .	30
2.4.2 Nachionisierung von Sekundär-Neutralteilchen . . . . .	32
2.4.3 Modelle zur Molekülemission . . . . .	34
2.4.4 Quantitative SNMS-Analyse . . . . .	36
2.4.5 Selbsteichung der Tiefenskala . . . . .	39
<b>3 Apparaturbeschreibung</b>	<b>44</b>
3.1 Das SIMS/SNMS-Kombinationsgerät . . . . .	44
3.1.1 Vakuumsystem und Anordnung der Einzelkomponenten . . . . .	44
3.1.2 Apparatursteuerung und Datenerfassung . . . . .	46
3.1.3 Die Primärionenquelle . . . . .	47
3.1.4 Das SIMS/SNMS-Spektrometer . . . . .	48
3.1.5 Die ISS-Option . . . . .	52
3.2 Die Analyse von Isolatoren . . . . .	54
3.2.1 Auswirkungen des Teilchenbeschusses auf das Oberflächenpotential eines Isolators . . . . .	54
3.2.2 Methoden zur Ladungskompensation . . . . .	56
3.2.3 Die Elektronenquelle zur Ladungskompensation . . . . .	57
3.3 Spezifikationen des SIMS/SNMS-Geräts . . . . .	62
3.3.1 Reproduzierbarkeit . . . . .	62
3.3.2 Dynamik . . . . .	63
3.3.3 Tiefenauflösung . . . . .	65
3.4 Die XPS-Apparatur . . . . .	66
<b>4 Probensysteme und Meßablauf</b>	<b>68</b>
4.1 Anwendungen von Mehrfachschichtsystemen in der Optik . . . . .	68
4.2 Untersuchte Materialien . . . . .	72

4.3	Probenpräparation und Meßbedingungen	74
4.4	Meßabläufe	77
4.4.1	Die Meßabläufe in der Massenspektrometrie	77
4.4.2	Der Meßablauf bei der XPS-Tiefenprofilanalyse	78
5	Messungen an Oxiden im Zerstäubungsgleichgewicht	79
5.1	Meßergebnisse	79
5.2	Bestimmung relativer Empfindlichkeitsfaktoren	86
5.2.1	Einfluß der molekularen Emission	86
5.2.2	Einfluß des Ionenanteils	96
5.3	Vergleichende Diskussion	97
5.3.1	Emission molekularer Neutralteilchen	98
5.3.2	Emission molekularer Sekundärionen	105
6	Tiefenprofilanalyse oxidischer Schichtsysteme	111
6.1	Begriffserklärung	111
6.2	Gesamtübersicht über die Meßergebnisse	114
6.3	Quantitative Analyse	122
6.3.1	Bestimmung der Konzentrationen im Zerstäubungsgleichgewicht	122
6.3.2	Bestimmung der Massenbelegung der Einzelschichten	125
6.3.3	Konzentrationsverläufe als Funktion der Tiefe	131
6.3.4	Vergleich mit Herstellerangaben	138
6.4	Signalverlauf in den Grenzflächen	142
6.4.1	Das System $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	143
6.4.2	Das System $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$	145
6.4.3	Die Systeme $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ und $\text{SiO}_2/\text{Ta}_2\text{O}_5$	148
6.4.4	Die Systeme $\text{SiO}_2/\text{HfO}_2$ und $\text{SiO}_2/\text{ZrO}_2$	153
6.4.5	Grenzflächen spezifische Signale	158
6.4.6	Grenzflächenverbreiterung	159
6.5	Vergleichende Diskussion und Klassifizierung der Systeme	164
6.5.1	Zusammenfassende Beschreibung der Signalverläufe	164
6.5.2	Einfluß des Oxidationszustandes auf die Teilchenemission	166
6.5.3	Chemisch unterstützter Sauerstofftransport an den Grenzflächen	170
6.5.4	Klassifizierung der unterschiedlichen Oxidkombinationen	175
7	Zusammenfassung	178
	Literaturverzeichnis	181
	Abbildungsverzeichnis	205
	Tabellenverzeichnis	209