

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	iii
Liste verwendeter Formelzeichen	v
1 Einleitung	1
2 Reflexion an Multischichten	7
2.1 Theoretische Beschreibung	7
2.2 Realstruktur von Multischichten	10
2.2.1 Abweichungen von der Periodizität des Stapelaufbaus	11
2.2.2 Grenzflächenrauigkeit	13
2.2.3 Diffuse Grenzflächen	16
2.2.4 Abweichungen zwischen Kompaktmaterial- und Dünnschichtdichte	17
2.2.5 Oberflächenoxidation und -kontamination	19
2.3 Multischichten für EUV-Strahlung	20
2.3.1 Materialauswahl bei Zweischichtsystemen	20
2.3.2 Nichtperiodische Multischichten	23
2.3.3 Diffusions- und Reaktionsbarriereschichten	23
3 Verfahren zur Herstellung von nm-Multischichten	27
3.1 Strukturzonenmodelle	27
3.2 Elektronenstrahlverdampfung	31
3.3 Sputter-Deposition	32
3.3.1 Das Prinzip des Sputterns	32
3.3.2 Energieverteilung gesputterter Teilchen	35
3.3.3 Anlagentechnik zur Magnetron-Sputter-Deposition (MSD)	39
3.4 Puls-Laser-Deposition (PLD)	41
3.4.1 Das Prinzip der PLD	41
3.4.2 Energieverteilung der Plasmateilchen	43
3.4.3 Anlagentechnik zur PLD	46
4 Verfahren zur Charakterisierung von nm-Multischichten	49
4.1 Cu-K α -Reflektometrie	49
4.2 EUV-Reflektometrie	51
4.3 Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)	53

5	PLD zur Herstellung von EUV-Spiegeln	55
5.1	Überblick über Ergebnisse anderer Arbeitsgruppen	55
5.2	Mo/Si-Schichtwachstum bei der PLD	56
5.2.1	TRIDYN-Modellrechnungen	59
5.2.2	Reale Schichtausbildung	67
5.3	Stabilität der Abscheidung	79
5.4	Variation des Schichtdickenverhältnisses Γ	81
5.5	Droplets bei Mo/Si-Multischichten	83
5.6	Variation der Periodenanzahl	85
5.7	Molybdänkarbid als Absorbermaterial	86
5.8	Variation der Laserpulsenergie	87
5.9	Homogenität der Multischichten	91
5.10	Modell von PLD-Mo/Si-Multischichten	94
6	MSD zur Herstellung von EUV-Spiegeln	99
6.1	Reproduzierbarkeit der Schichtherstellung	99
6.2	Homogenität der Beschichtung	103
6.3	Grundsystem Mo/Si	106
6.3.1	Abscheideraten und Periodendickenkontraktion	106
6.3.2	Schichtbildung in Abhängigkeit vom Ar-Sputtergasdruck	110
6.3.3	Optimierung der Deckschichtkonfiguration	119
6.3.4	Schichtstrukturmodell reiner Mo/Si-Multischichten . . .	121
6.4	Diffusions- und Reaktionsbarriereschichten	125
6.4.1	Silber als Barrierschichtmaterial	125
6.4.2	Borkarbid als Barrierschichtmaterial	130
6.4.3	Kohlenstoff als Barrierschichtmaterial	139
6.4.4	Temperaturstabilität mit Barrierschichten	146
6.5	Absorberschichten der Kombination Ru/Mo	148
7	Zusammenfassung	155
7.1	Puls-Laser-Deposition	156
7.2	Magnetron-Sputter-Deposition	157
	Literaturverzeichnis	159
	Danksagung	167
	Eidesstattliche Erklärung	168
	Lebenslauf	169