

Inhaltsverzeichnis

	Symbole und Abkürzungen	VIII
	Zusammenfassung	X
1	Einleitung	1
2	Meßmethoden zur Bestimmung elastischer Eigenschaften	3
2.1	Überblick über die wichtigsten Meßmethoden	3
2.2	Meßverfahren für mikromechanische Strukturen.....	5
3	Theoretische Vorbetrachtungen	10
3.1	Elastizitätsmodul polykristalliner Filme	10
3.1.1	Voraussetzungen.....	10
3.1.2	Berechnung des effektiven Elastizitätsmoduls.....	11
3.2	Theorie der Membrandurchbiegung	15
3.2.1	Lösung nach dem Prinzip der virtuellen Arbeit	15
3.2.2	Membranen aus mehreren Schichten.....	21
3.2.3	Verifikation der Lösung.....	23
4	Meßapparatur und Teststrukturen	27
4.1	Meßapparatur	27
4.2	Meßvorgang	28
4.3	Teststrukturen	33
5	Genauigkeit der Meßmethode	36
5.1	Fehlerquellen.....	36
5.2	Gesamtfehler	41
5.2.1	Siliziumnitrid	41
5.2.2	Polysilizium	43
5.3	Zusammenfassung.....	48

6	Experimentelle Ergebnisse für LPCVD-Polysilizium	49
6.1	Schichteigenschaften nach der Abscheidung	49
6.1.1	Schichtstruktur	49
6.1.2	Innere Spannungen	50
6.1.3	Elastizitätsmodul.....	53
6.1.4	Massendichte.....	55
6.1.5	Brechungsindex	55
6.2	Einfluß der Schichtdicke.....	55
6.2.1	Elastizitätsmodul.....	56
6.2.2	Innere Spannungen	57
6.2.3	Schichtstruktur	57
6.2.4	Zusammenfassung	61
6.3	Einfluß einer Temperung.....	63
6.3.1	Elastizitätsmodul.....	63
6.3.2	Innere Spannungen	66
6.3.3	Schichtstruktur	68
6.3.4	Massendichte.....	70
6.3.5	Brechungsindex	70
6.3.6	Schichtdicke.....	72
6.3.7	Zusammenfassung	75
6.4	Einfluß einer Dotierung durch Ionenimplantation	78
6.4.1	Elastizitätsmodul.....	79
6.4.2	Innere Spannungen	81
6.4.3	Schichtstruktur	83
6.4.4	Zusammenfassung	85

7	Experimentelle Ergebnisse für LPCVD-Siliziumnitrid	88
7.1	Einfluß des Gasflußverhältnisses.....	89
7.1.1	Innere Spannungen	89
7.1.2	Elastizitätsmodul.....	90
7.2	Einfluß einer Temperung.....	91
7.2.1	Innere Spannungen	92
7.2.2	Elastizitätsmodul.....	96
7.3	Zusammenfassung.....	97
8	Diskussion und Ausblick	98
8.1	Mikrostruktur als Ursache für die inneren Spannungen	98
8.2	Elastizitätsmodul von Polysilizium	100
8.3	Siliziumnitrid	102
8.4	Meßapparatur	102
8.5	Ausblick	103
9	Anhang	105
9.1	Voigt-Reuss-Hill-Methode	105
9.2	Berechnung der mittleren elastischen Moduln und Konstanten für beliebige Texturen.....	106
10	Literaturverzeichnis	111