

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Poröses Silicium	3
2.1	Grundlagen	4
2.2	Elektrochemie	4
2.2.1	Halbleiter-Elektrolyt Kontakte	4
2.2.2	Chemische Reaktionen	5
2.2.3	Strom-Spannungscharakteristik	6
2.3	Chemische Zusammensetzung	7
2.4	Mikrostruktur	8
2.5	Strukturbeeinflussung	9
2.5.1	Dotierung	10
2.5.2	HF-Konzentration	11
2.5.3	Porosität	11
2.5.4	Ätzrate	12
2.5.5	Alterung	13
2.5.6	Brechungsindex	14
2.6	Modelle zum Bildungsprozeß	15
2.6.1	Beale-Modell	15
2.6.2	Diffusionsbegrenztes-Modell	16
2.6.3	Raten-Modell	17
2.6.4	Quanten-Modell	17
2.6.5	Diffusionsbegrenztes Quantenmodell	18
2.7	Lumineszenz	18
3	Grundlagen der Meßmethoden	21
3.1	Reflexionsspektroskopie	21
3.1.1	Beschreibung im Infraroten	22
3.1.2	Effektiv-Medium Theorie	22
3.1.3	Ellipsometrie	24
3.2	Raman-Spektroskopie	24
3.2.1	Makroskopische Theorie	25
3.2.2	Mikroskopische Theorie	27
3.2.3	Raman-Streuung an Nanokristalliten	28
3.2.4	Numerische Anpassung	29
3.3	Röntgenphotoemissionsspektroskopie	30

4	Experimentelle Grundlagen der Charakterisierung und Herstellung	33
4.1	Raman-Spektroskopie und PL-Messungen	33
4.1.1	Aufbau des Messplatzes	33
4.1.2	Meßbedingungen für poröses Silicium	35
4.2	Photoemissionsspektroskopie (XPS)	36
4.3	Röntgenbeugung und Synchrotron-Topographie	36
4.3.1	Meßanordnung Röntgenbeugung	36
4.3.2	Meßanordnung Röntgen-Synchrotron-Topographie	37
4.3.3	Auswahl des Reflexes	38
4.3.4	Meßbedingungen für poröses Silicium	38
4.4	Reflexionsmessungen	38
4.5	Herstellung von porösem Silicium	39
4.5.1	Substratpräparation	40
4.5.2	Herstellung von Einzelschichten	45
4.5.3	Herstellung von Schichtsystemen	45
4.5.4	Herstellung von Proben unter Beleuchtung	46
4.5.5	Nachbehandlung	47
4.5.6	Gravimetrie	47
5	Optimierung der Herstellung von Einzelschichten	49
5.1	Tiefenhomogenität von Schichten aus porösem Silicium	49
5.1.1	Untersuchung der tiefenabhängigen Mikrostrukturänderung	51
5.1.2	Quantitative Bewertung des Tiefengradienten	61
5.1.3	Vermeidung von Gradienten durch Ätzstromkorrektur	67
5.1.4	Vermeidung von Gradienten durch Ätzpausen	77
5.1.5	Abhängigkeit der Tiefenhomogenität von Elektrolytmenge und Elektrolyt- bewegung	80
5.2	Bestimmung der Diffusionskonstanten von HF	86
5.3	Beleuchtungseinfluß auf poröse Schichten	89
5.3.1	Die Änderung der Mikrostruktur durch die Beleuchtungswellenlänge . . .	90
5.3.2	Die Änderung der Mikrostruktur durch den Beleuchtungszeitpunkt . . .	94
5.3.3	Diskussion der Ergebnisse	95
5.3.4	Lateral auf der Probe begrenzte Beleuchtung	95

6	Optimierung der Herstellung von Schichtsystemen aus porösem Silicium	99
6.1	Gradienten im Schichtübergangsbereich	99
6.1.1	Rauhigkeit und Welligkeit bei Einzelschichten aus porösem Silicium . . .	99
6.1.2	Bestimmung der Gradientenschichtdicke im Strukturübergangsbereich . .	100
6.1.3	Bestimmung der minimalen Schichtdicke eines Mehrschichtsystemes mit- tels XRD	104
6.1.4	Zusammenfassung	106
6.2	Laterale Homogenität	107
6.2.1	Reflexionsmessungen von Übergittern – Reproduzierbarkeit	107
6.2.2	Gezielte laterale Änderung der Reflexion	109
6.3	Stabilisierung von Schichtsystemen durch Oxidation	114
6.3.1	Natürliche Alterung	115
6.3.2	Anodische Oxidation	116
6.3.3	Thermische Oxidation	117
6.3.4	Klimakammer	122
6.4	Exkurs: Variation von Brechungsindexverhältnis und Schichtzahl in diskreten Filtern	127
6.5	Komplexe Filterstrukturen	128
6.5.1	Theorie	129
6.5.2	Realisierung in porösem Silicium	130
7	Applikationen	135
7.1	Benachbarte Filter	135
7.1.1	Mehrfachfilter	135
7.1.2	Freilegung einzelner Filter	137
7.2	Elektrisch veränderbare Interferenzfilter	139
7.2.1	Grundidee zur Realisation	140
7.2.2	Allgemeines zu Flüssigkristallen	141
7.2.3	Wahl des geeigneten Flüssigkristalles	144
7.2.4	Untersuchung an porösen Schichten	145
7.3	Herstellung von Beugungsgittern	147
7.3.1	Arten von Beugungsgittern	148
7.3.2	Realisierung von Beugungsgittern in PS	148
7.4	Rückseitenreflektoren aus porösem Silicium	156
7.4.1	Integration von PS-Reflektoren in Bolometer	157
7.4.2	Rückseitenreflektoren in Solarzellen	157
8	Zusammenfassung und Ausblick	161
A	Symmetrierauswahlregeln für die Ramanstreuung	I

B	Zeit–Tiefen–Relation der Diffusionskonstanten	III
C	Ermittlung der Stromdichte und Ätzzeit	V
C.1	Dotierung $0,17 \Omega cm$	V
C.2	Dotierung $0,1 \Omega cm$	V
C.3	Dotierung $0,01 \Omega cm$	VI
D	Bestimmung der Dicke von $\lambda/4$–Schichten	VII
E	Umrechnung Vol % in wt %	IX
	Patentanträge	XI
	Literaturverzeichnis	XIII
	Index	
	Danksagung	