

Diplomarbeit im Fach Physik

Untersuchung und
Charakterisierung von
halbleitenden und metallischen
hochgeordneten
Oberflächennanostrukturen,
erzeugt mittels der
UTAM-Technik

Vorgelegt von
Stefan Ostendorp

November 2008

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	UTAMs und ihre Anwendung	5
2.1	Zu den Grundlagen und der Entwicklung von PAAM- und UTAM- Technik	6
2.2	Anwendungsgebiete der UTAM-Technik	11
2.2.1	Nanopartikel	12
2.2.2	Nanodrähte	14
2.2.3	Nanoröhren	15
2.2.4	Nanolöcher	16
3	Experimentelles Vorgehen	19
3.1	Mechanische Vorbehandlung der Al-Folien	19
3.2	Einquarzen und Erholungsglügen	21
3.3	Elektropolieren	23
3.4	Anodische Elektrolyse zur Porenbildung und weitere Präparation . .	24
3.5	Bedampfung mittels PVD-Anlage	27
3.6	Oxidation im Zonenofen	30
3.7	AFM-Messungen	31
3.7.1	Zur grundsätzlichen Funktionsweise	32
3.7.2	Vorgehensweise bei einer AFM-Messung	35
3.7.3	EFM-Messungen	37
3.7.4	Spitzeneffekte	39
3.8	SEM-Aufnahmen	41
3.9	TEM-Analyse - plane-view und cross-sectional	43
3.9.1	Plane-view-Aufnahme	44
3.9.2	Cross-sectional-Aufnahme	45
3.9.3	Dünnen und Dimpeln	46
3.9.4	Precision Ion Polishing	48

4	Elektropolieren	51
4.1	Variation der Elektropolierlösung	52
4.2	Mechanische Vorbehandlung der Al-Folien	53
4.3	Thermische Vorbehandlung der Al-Folien	55
4.4	Mäanderstrukturen	56
4.5	Verweildauer im Elektrolyten ohne anliegende Spannung	61
4.6	Zeitlicher Verlauf des Elektropolierfortschritts bei verschiedenen Temperaturen	64
5	Imprint	67
5.1	Manuelle Imprintvorrichtung und Überstrukturprägung	67
5.2	Maschinelles Imprinting	70
5.3	Multifunktionaler Imprint-Einsatz	72
6	Nanostrukturierung von Oberflächen und Untersuchungen zum Oxidationsverhalten	77
6.1	Nanostrukturierung	77
6.2	Erste Oxidationsversuche	80
6.3	Exkurs: Photonische Kristalle	82
6.4	Probenpräparation für weiterführende Untersuchungen	85
6.5	Modellhafte Überlegungen zum Oxidationsverhalten	88
6.5.1	Das Deal-Grove-Modell zur Si-Oxidation	89
6.5.2	Stark vereinfachtes Oxidationsmodell	93
6.5.3	Modifiziertes Oxidationsmodell	94
6.5.4	Lösungsansätze	96
6.6	Weitere Versuche zur Oxidation von Nanostrukturen	100
7	Zusammenfassung und Ausblick	109
	Literaturverzeichnis	113