

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

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>UTAMs und ihre Anwendung</b>	<b>5</b>
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
<b>3</b>	<b>Experimentelles Vorgehen</b>	<b>19</b>
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

---

<b>4</b>	<b>Elektropolieren</b>	<b>51</b>
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
<b>5</b>	<b>Imprint</b>	<b>67</b>
5.1	Manuelle Imprintvorrichtung und Überstrukturprägung . . . . .	67
5.2	Maschinelles Imprinting . . . . .	70
5.3	Multifunktionaler Imprint-Einsatz . . . . .	72
<b>6</b>	<b>Nanostrukturierung von Oberflächen und Untersuchungen zum Oxidationsverhalten</b>	<b>77</b>
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
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>109</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>113</b>