

Dipl.-Phys. Thomas Gesang, Bremen

**Untersuchungen zu Film-  
bildung und Filmwachstum  
von Prepolymeren auf  
anorganischen Substraten**

Reihe **3**: Verfahrenstechnik

Nr. **438**

# **INHALTSVERZEICHNIS**

---

<b>1. Einleitung</b> .....	1
1.1. Motivation und Zielsetzung der Arbeit.....	1
1.2. Untersuchungsmethoden für dünne organische Filme.....	3
1.2.1. Untersuchungsmethoden, die Photonen einstrahlen und gestreute oder emittierte Photonen detektieren .....	4
1.2.2. Untersuchungsmethoden, die Photonen einstrahlen und emittierte Elektronen detektieren .....	7
1.2.3. Untersuchungsmethoden, die Elektronen einstrahlen und gestreute oder emittierte Elektronen detektieren.....	9
1.2.4. Untersuchungsmethoden, die Ionen oder Neutralteilchen einstrahlen und gestreute oder emittierte Ionen oder Neutralteilchen detektieren .....	10
1.2.5. Rastersonden-Mikroskopien .....	12
1.3. Filmbildungs- und Filmwachstumsprozesse.....	15
1.3.1. Anorganische Filme .....	15
1.3.2. Organische Filme .....	16
1.3.3. Adsorption und Filmbildung flexibler Makromoleküle.....	19
<b>2. Auswahl der Materialien</b> .....	22
2.1. Die Substrate.....	22
2.1.1. Die Silizium-Wafer .....	22
2.1.2. Die Aluminium-Aufdampfschichten.....	23
2.2. Die Beschichtungsmaterialien und Beschichtungsverfahren.....	24
2.2.1. Das Prepolymer.....	24
2.2.2. Das Copolymer .....	26
2.2.3. Die Beschichtungsverfahren .....	27
<b>3. Verwendete Untersuchungsmethoden</b> .....	30
3.1. Die Rasterkraftmikroskopie.....	31
3.1.1. Funktionsweise des Rasterkraftmikroskops.....	31
3.1.2. Abschirmung gegen äußere Einflüsse.....	32
3.1.3. Durchführung der Rasterkraftmikroskop-Untersuchungen .....	33
3.1.4. Interpretation der Rasterkraftmikroskop-Aufnahmen.....	34
3.1.5. Materialkontrast-Techniken für das Rasterkraftmikroskop .....	40
3.1.6. Quantitative Auswertung von Rasterkraftmikroskop-Aufnahmen .....	41
3.2. Die Rastertunnelmikroskopie .....	48
3.2.1. Rastertunnelmikroskopie an organischen Beschichtungen.....	48
3.2.2. Durchführung der Rastertunnelmikroskop-Untersuchungen .....	48

3.2.3. Herstellung der Rastertunnelmikroskop-Spitzen .....	49
3.2.4. Interpretation der Rastertunnelmikroskop-Aufnahmen .....	50
3.2.5. Materialkontrast-Techniken für das Rastertunnelmikroskop.....	50
3.3. Weitere Untersuchungsmethoden .....	52
3.3.1. Rasterelektronenmikroskopie.....	52
3.3.2. Transmissionselektronenmikroskopie.....	53
3.3.3. Augerelektronen-Spektroskopie .....	53
3.3.4. Ellipsometrie .....	54
3.3.5. Röntgenphotoelektronen-Spektroskopie.....	54
3.3.6. Infrarot-Spektroskopie .....	55
<b>4. Untersuchungsergebnisse .....</b>	<b>56</b>
4.1. Die Substrate.....	56
4.1.1. Silizium-Wafer.....	56
4.1.2. Aluminium-Aufdampfschichten .....	60
4.2. Die Prepolymerfilme.....	63
4.2.1. Die in situ Prepolymerfilme .....	63
4.2.2. Spin-Coating Prepolymerfilme auf Silizium-Wafern .....	65
4.2.3. Dip-Coating Prepolymerfilme auf Silizium-Wafern.....	74
4.2.4. Spin-Coating Prepolymerfilme auf Aluminium-Aufdampfschichten.....	85
4.2.5. Dip-Coating Prepolymerfilme auf Aluminium-Aufdampfschichten .....	93
4.3. Die Copolymerfilme .....	97
4.3.1. Spin-Coating Copolymerfilme auf Silizium-Wafern.....	97
4.3.2. Spin-Coating Copolymerfilme auf Aluminium-Aufdampfschichten.....	101
4.4. Vergleich von Rasterkraftmikroskopie und Ellipsometrie zur Filmdickenbestimmung.....	105
<b>5. Diskussion .....</b>	<b>112</b>
5.1. Vergleich der Filmbildungs- und Filmwachstumsprozesse.....	112
5.2. Bewertung der Untersuchungsergebnisse.....	124
5.3. Bewertung des methodischen Ansatzes und der einzelnen Untersuchungsmethoden.....	125
<b>6. Ausblick .....</b>	<b>128</b>
<b>7. Zusammenfassung.....</b>	<b>130</b>
<b>8. Abkürzungen .....</b>	<b>132</b>
<b>9. Literatur und Anhang .....</b>	<b>133</b>