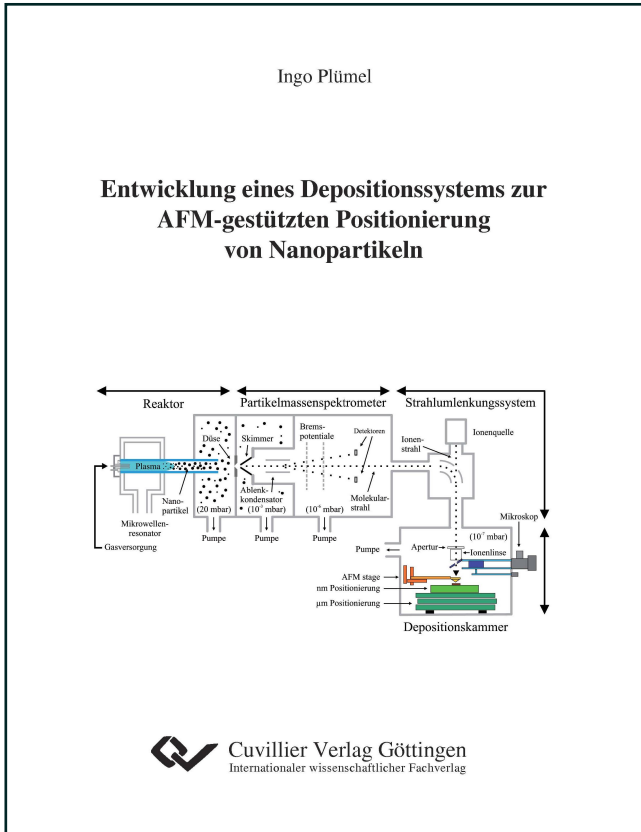




Ingo Plümel (Autor)

Entwicklung eines Depositionssystems zur AFM-gestützten Positionierung von Nanopartikeln



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6350>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	xi
Tabellenverzeichnis	xvii
Abkürzungsverzeichnis	xix
Symbolverzeichnis	xxi
1. Einleitung	1
1.1. Elektrische Bauelemente aus Nanopartikeln	1
1.2. Zielsetzung dieser Arbeit	3
2. Grundlagen	7
2.1. Silizium	7
2.2. Kompaktierung von Nanopartikelensembles	9
2.2.1. Mechanische Eigenschaften	9
2.2.2. Elektrische Eigenschaften	13
2.3. Verfahren zur Herstellung von Nanopartikeln	17
2.3.1. Chemische Gasphasensynthese	17
2.4. Partikelgrößenbestimmung mit einem Partikelmassenspektrometer	19
2.4.1. Bestimmung der kinetischen Energie	20
2.4.2. Bestimmung von Partikelgeschwindigkeit und -masse	20
2.4.3. Bestimmung der Partikelgröße	21
2.4.4. Bestimmung der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion	21
2.5. Partikelgrößenbestimmung mit einem Strahlumlenkungssystem	22
2.5.1. Bestimmung von kinetischer Energie und Partikelmasse	22
2.6. Log-Normalverteilung	24



2.7. Vergleich der kinetischen Energien von Ionen und Nanopartikeln	26
3. Experimentelle Methoden der Kompaktierung von Nanopartikel-Pulvern	29
3.1. Experimenteller Aufbau des Kompaktierungsprüfstandes	30
3.1.1. Messzelle	31
3.1.2. Piezoelektrischer Kraftsensor	32
3.1.3. Hydraulische Presse	33
3.1.4. Michelson-Interferometer	33
3.1.5. Anlagen-Steuerung des Kompaktierungsprüfstandes mittels LabVIEW	35
3.2. Kompaktierungsexperimente	37
3.3. Das Probenmaterial für die Kompaktierungsexperimente	38
4. Experimentelle Methoden der Nanopartikel-Synthese, in line Größenselektion, Strahlumlenkung und Deposition	39
4.1. Experimenteller Aufbau	39
4.1.1. Nanopartikel-Reaktor	39
4.1.2. Partikelmassenspektrometer	41
4.1.3. Anlagen-Steuerung von Nanopartikel-Reaktor und PMS mittels LabVIEW	43
4.1.4. Strahlumlenkungssystem	44
4.1.5. Depositionskammer	46
4.2. Experimente	47
4.2.1. Synthese von Silizium-Nanopartikeln im Nanopartikel-Reaktor	47
4.2.2. Bestimmung der Partikelgrößenverteilung und Größenselektion im PMS	48
4.2.3. Bestimmung der Partikelgrößenverteilung mittels Strahlumlenkungssystem und EM	48
4.2.4. Direkte Deposition von Nanopartikeln im PMS	49
4.2.5. Test der Depositionskammer	49



5. Untersuchung der elektrischen und mechanischen Eigenschaften von Nanopartikel-Pulvern	51
5.1. Zeitlicher Verlauf des Probenwiderstandes	52
5.1.1. Vergleich von Silizium-Pulvern mit unterschiedlicher Partikelgröße	53
5.2. Porositätsmessungen beim Kompaktieren	55
5.3. Ex situ Porositätsmessungen	59
5.4. Quantifizierung der zeitlichen Änderung des elektrischen Widerstands . .	64
5.5. Untersuchung auf kapazitives Verhalten	66
5.6. Strom-Spannungskennlinien	72
5.7. Einfluss des Pulveralters auf die elektrische Leitfähigkeit	76
5.8. Einfluss der Lagerung des Pulvers und der Atmosphäre beim Pressen . . .	79
5.9. Pulverwiderstand in Abhängigkeit des mittleren Partikeldurchmessers . .	80
6. Nanopartikelsynthese und Charakterisierung des Syntheseprodukts	85
6.1. Einfluss der Syntheseparameter auf die Partikelgröße	85
6.2. Ex situ Charakterisierung des Syntheseprodukts	91
6.2.1. BET	91
6.2.2. Photolumineszenz	91
6.2.3. TEM	92
6.2.4. Interpretation der verschiedenen Partikelgrößen	94
6.3. Test des Strahlumlenkungssystems	95
7. Ionen- und Nanopartikeldeposition	105
7.1. Test der Depositionskammer	105
7.2. Deposition durch vorstrukturierte Membranen	108
8. Zusammenfassung	117
A. Anhang	123
A.1. Geometrie des Partikelmassenspektrometers	123
A.2. Abschätzung der Längenänderung des Pressenaufbaus	123
Literatur	125
Eigene Publikationen	133
Danksagungen	137