

Dipl.-Phys. Jochen Werno, Gundelfingen

**Untersuchungen an
integrierten Dünnsfilm-
sensorarrays zur Analyse
von Gasgemischen mittels
statischer und dynamischer
Verfahren**

Reihe **9**: Elektronik

Nr. **237**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Theoretische Grundlagen	3
2.1. Modellrechnungen zu den thermischen Substrateigenschaften	3
2.1.1. Wärmeleitung der Siliziummembran mit Trenchisolierung	3
2.1.2. Wärmeleitung der Oxidmembran	7
2.1.3. Dynamisches Temperaturverhalten	9
2.2. Grundlagen der Hygrometrie	11
2.2.1. Thermodynamik feuchter Gase	11
2.2.2. Adsorption und Desorption von Wasser	12
2.3. Gaskinetik oxidischer Halbleiteroberflächen	16
2.3.1. Modellbetrachtungen zum zyklischem Heizen	16
2.4. Mustererkennung mit neuronalen Netzen	17
3. Simulationsrechnungen	22
3.1. Wärmeausbreitung in Membransubstraten	23
3.1.1. Wärmeleitung der Siliziummembran mit Trenchisolierung	25
3.1.2. Wärmeleitung der Oxidmembran	27
3.2. Kapazitive Feuchtesensitivität	29
4. Design und Fertigung eines Vier-Sensor-Arrays	33
4.1. Design und Layout	33
4.2. Fertigungsprozeß des Membransubstrates	36
4.3. Fertigung der Sensorbeschichtungen	39
4.3.1. Präparation feuchtesensitiver Schichten	39
4.3.2. Vakuumsublimation von Kupferphthalocyanin	43
4.3.3. Sputtern von Zinndioxid-Dünnschichten	46
4.3.4. Sputtern von Wolframtrioxid-Dünnschichten	47

5. Experimentelle Ergebnisse	49
5.1. Thermische Substrateigenschaften	49
5.1.1. Wärmewiderstände der Membransubstrate	49
5.1.2. Dynamisches Temperaturverhalten	51
5.2. Charakterisierung der Sensorschichten	53
5.2.1. Stöchiometriebestimmung durch Photoemissionsspektroskopie	53
5.2.2. Analyse der Oberflächentopologie durch Rasterkraftmikroskopie	58
5.3. Widerstandsmessung auf Waferebene	60
5.4. Statisches sensorspezifisches Verhalten	61
5.4.1. Untersuchung der feuchtesensitiven Schichten	61
5.4.2. Gassensitivität des Kupferphthalocyanins	66
5.4.3. Gassensitivität des Zinndioxids	67
5.4.4. Gassensitivität des Wolframtrioxids	72
5.5. Sensorverhalten bei Mischgasangeboten	72
5.5.1. Signalanalyse mit neuronalen Netzen	74
5.6. Dynamisches sensorspezifisches Verhalten	75
6. Diskussion der Ergebnisse	79
6.1. Substrateigenschaften	79
6.1.1. Statisches und dynamisches Temperaturverhalten	79
6.1.2. Kapazitive Feuchtesensitivität	82
6.2. Charakterisierung der Sensorschichten	83
6.2.1. Zinndioxid-Sputterschichten	83
6.2.2. Wolframtrioxid-Sputterschichten	84
6.3. Statisches sensorspezifisches Verhalten	87
6.4. Dynamisches sensorspezifisches Verhalten	90
7. Zusammenfassung	93
8. Literatur	97