

Dipl.-Ing. Andreas Eisenbach, Ann Arbor

**Wachstum von OEIC-
Schichtstrukturen im System
InP/InGaAsP mittels
metallorganischer
Gasphasenepitaxie (MOVPE)**

Reihe **9**: Elektronik

Nr. **264**

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Inhalt	V
Verzeichnis der Formelzeichen	VIII
Kurzfassung	XII
1 Einleitung	1
2 Die MOVPE	5
2.1 Aufbau der Epitaxieanlage	5
2.1.1 Der Reaktor	5
2.1.2 Das Gasmischsystem	7
2.2 Wachstumsmodell im MOVPE-Verfahren	9
2.3 Substratreinigung	10
3 Wachstum von InGaAs bei $T_g = 550^\circ\text{C}$	11
3.1 Oberflächenqualität	11
3.2 Zusammensetzung	12
3.3 Homogenität der Zusammensetzung	15
3.4 Kristalline Schichtqualität	17
3.5 Diskussion	21
4 Die Dotierung von InP und InGaAs	23
4.1 n-Dotierung	24
4.1.1 Si-Dotierung von InP und InGaAs	25
4.1.2 Sn-Dotierung von InGaAs	30
4.2 p-Dotierung	39
4.2.1 Zn-Dotierung von InP und InGaAs	40
4.2.2 Zn-Ausdiffusion	46

4.3	Fe-Dotierung von InP	52
4.4	Diskussion	56
5	Wachstum auf maskierten und/oder strukturierten Substraten	60
5.1	Strukturierung der Substrate	61
5.1.1	Lift-Off-Verfahren zur Strukturierung der Ti-Ätzmaske	61
5.1.2	Ätzverfahren zur Grubenätzung	63
5.2	Selektive Epitaxie in Fenstern einer SiO ₂ -Maske	66
5.2.1	Oberfläche und Morphologie	67
5.2.2	Schichtdicke und Randwachstum	69
5.2.3	Zusammensetzung von InGaAs	71
5.2.4	Diskussion der Ergebnisse	72
5.3	Großflächige Epitaxie auf strukturierten Substraten	74
5.3.1	Oberflächenmorphologie	75
5.3.2	Schichtdicke und Randwachstum	75
5.3.3	Zusammensetzung von InGaAs(P)	76
5.4	Selektive Epitaxie auf nicht-planarem Substrat	78
5.4.1	Ätzverfahren und Maskenmaterial	79
5.4.2	Maskengeometrie	82
5.4.3	Strukturierung und Wachstumsparameter	83
5.4.4	Wachstum in der Doppelgrubenstruktur	84
5.4.5	Wachstum an einem Einzelmesa	86
5.4.6	Fehlerquellen bei der Substratstrukturierung	93
5.5	Diskussion	95
6	Wachstum von HBT-Schichtfolgen auf unstrukturierten Substraten	99
6.1	Wachstumsparameter und Charakterisierung	99
6.2	Schichtmorphologie	101
6.3	SHBT-Schichtfolgen für OEICs	101
6.4	DHBT-Schichtfolgen mit TMGa und InGaAs-SC	110
6.5	DHBT-Schichtfolgen für OEICs	116

7 Wachstum von PIN-HBT-Schichtstrukturen	124
7.1 Integrationskonzept für PIN-HBT-OEICs	124
7.2 Wachstum der PIN-Schichtfolgen	125
7.3 Wachstum der HBT-Schichtfolgen	127
7.4 Diskussion	134
8 Zusammenfassung	139
Anhang	142
A Quellmaterialien und -parameter	142
B Substrat- und Maskenstrukturierung	144
Literaturverzeichnis	149