



# Inhaltsverzeichnis

Verwendete Symbole, Konstanten, chemische Formeln und Abkürzungen . . . . .	IV
<b>1 Einleitung und Aufbau der Arbeit</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation und Aufgabenstellung . . . . .	1
1.2 Gliederung der Arbeit . . . . .	4
<b>2 Relevante Bauelemente und Grundschaltungen</b>	<b>6</b>
2.1 PIN-Diode . . . . .	6
2.1.1 Aufbau . . . . .	7
2.1.2 Absorption von Licht und Photostrom . . . . .	8
2.1.3 Empfindlichkeit . . . . .	9
2.1.4 Reduzierung der Reflektivität . . . . .	11
2.1.5 Gleichstromverhalten . . . . .	12
2.1.6 Hochfrequenzbetrachtung . . . . .	14
2.1.7 Zusammenfassung und Diskussion . . . . .	18
2.2 Resonanztunneldiode . . . . .	20
2.2.1 Aufbau und Funktionsprinzip . . . . .	20
2.2.2 Großsignaldynamik . . . . .	24
2.3 Monostabiles-Bistabiles Logik Element (MoBiLE) . . . . .	26
2.3.1 Aufbau und Funktion . . . . .	26
2.3.2 Optischer Steuereingang . . . . .	28
2.3.3 Einfluss der RTD-Hysterese auf das Schaltverhalten . . . . .	29
2.4 Heterostruktur-Feldeffekttransistor (HFET) . . . . .	31
2.4.1 Funktionsprinzip . . . . .	31
2.4.2 Schichtaufbau und Technologie . . . . .	32
<b>3 Technologieverfahren</b>	<b>34</b>
3.1 Vertikale Strukturierung (Ätztechnik) . . . . .	34
3.1.1 ICP-RIE Trockenätzsystem . . . . .	36
3.2 Laterale Strukturierung durch die Abhebetechnik (Lift-Off) . . . . .	40
3.3 SiN <sub>x</sub> -Abscheidung durch das ECR-PECVD System . . . . .	43
3.4 Elektronenstrahlithografie . . . . .	45



---

<b>4</b>	<b>Messtechnik</b>	<b>48</b>
4.1	Streuparametermesstechnik . . . . .	48
4.2	Optoelektronische Messtechnik . . . . .	51
4.2.1	Messung der Responsivity von PIN-Dioden . . . . .	51
4.2.2	Messung des Amplituden-Frequenzgangs von PIN-Dioden . . . . .	53
4.3	Messung der Bitfehlerrate (BFR) . . . . .	56
<b>5</b>	<b>Untersuchungen von Einzelbauelementen</b>	<b>58</b>
5.1	PIN-Diode . . . . .	58
5.1.1	Prozesstechnologie . . . . .	58
5.1.2	Masken für trockenchemische Ätzprozesse . . . . .	65
5.2	PIN-Diode auf (001) Siliziumsubstrat . . . . .	74
5.2.1	Untersuchtes Integrationskonzept für III/V auf Silizium . . . . .	75
5.2.2	Experimentelle Bauelementergebnisse . . . . .	78
5.2.3	Diskussion zur monolithischen Integration mit Siliziumprozessen . . . . .	82
5.3	Gestapelter Photodetektor für Mikrowellenanwendungen . . . . .	85
5.3.1	Aufbau und Funktion . . . . .	86
5.3.2	Einflüsse des Schichtdesigns auf die Bauelementeigenschaften . . . . .	88
5.3.3	Wachstum tief vergrabener p-InGaAs Kontaktschichten . . . . .	92
5.3.4	Untersuchte Bauelementlayouts . . . . .	95
5.3.4.1	Teststruktur zur Bestimmung des Absorptionskoeffizienten $\alpha_{InGaAsP}$ . . . . .	97
5.3.5	Erweiterung der Prozesstechnologie für den gestapelten Photodetektor . . . . .	99
5.3.5.1	Nasschemische Ätzung von InGaAsP . . . . .	99
5.3.5.2	Nasschemische Strukturierung von runden InP-Mesen . . . . .	101
5.3.6	Untersuchung des Kanalübersprechens (Crosstalk) . . . . .	103
5.3.6.1	Optisch hervorgerufenes Kanalübersprechen . . . . .	103
5.3.6.2	Elektrisch hervorgerufenes Kanalübersprechen . . . . .	109
5.3.7	Messung des Frequenzgangs am gestapelten Photodetektor . . . . .	114
5.3.8	Modellierung des gestapelten Photodetektors . . . . .	115
5.3.8.1	Bestimmung der Ersatzschaltbildelemente . . . . .	117
5.3.8.2	Verifizierung des Modells . . . . .	120



---

5.4	Direkt kontaktierte sub- $\mu\text{m}$ Resonanztunnelodiode mit hoher Strukturtreue	124
5.4.1	Prozesstechnologie direkt kontaktierter RTDs . . . . .	125
5.4.2	MoBiLE-Gatter mit minimiertem Steuerstrom $I_d$ . . . . .	130
<b>6</b>	<b>Optoelektronische Empfängerschaltungen</b>	<b>132</b>
6.1	Integrationskonzepte unter Berücksichtigung der Transistortechnologie . . .	132
6.1.1	Integration mit Heterostruktur-Bipolartransistoren . . . . .	132
6.1.2	Integration mit Heterostruktur-Feldeffekttransistoren . . . . .	135
6.2	Optischer Maskensatz und Prozesstechnologie für die optoelektronischen Empfängerschaltungen . . . . .	138
6.3	Vollständig optisch gesteuertes MoBiLE-Gatter . . . . .	142
6.3.1	Simulationsergebnisse zum optisch gesteuerten MoBiLE-Gatter . . .	144
6.3.2	Schaltungsrealisierung und Messergebnisse . . . . .	149
6.4	MoBiLE-basierter Demultiplexer für den Wellenlängen- und Zeitbereich ( $\lambda_t$ -DEMUX) . . . . .	157
6.4.1	Schaltungskonzept . . . . .	158
6.4.2	Simulationsergebnisse zum $\lambda_t$ -DEMUX . . . . .	161
6.4.3	Schaltungsrealisierung und Messergebnisse . . . . .	163
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>167</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>170</b>
	<b>Danksagung</b>	<b>180</b>