



Inhaltsverzeichnis

Verwendete Symbole, Konstanten, chemische Formeln und Abkürzungen	IV
1 Einleitung und Aufbau der Arbeit	1
1.1 Motivation und Aufgabenstellung	1
1.2 Gliederung der Arbeit	4
2 Relevante Bauelemente und Grundschaltungen	6
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
3 Technologieverfahren	34
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 _x -Abscheidung durch das ECR-PECVD System	43
3.4 Elektronenstrahlithografie	45



4	Messtechnik	48
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
5	Untersuchungen von Einzelbauelementen	58
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- μm Resonanztunnelodiode mit hoher Strukturtreue	124
5.4.1	Prozesstechnologie direkt kontaktierter RTDs	125
5.4.2	MoBiLE-Gatter mit minimiertem Steuerstrom I_d	130
6	Optoelektronische Empfängerschaltungen	132
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 (λ_t -DEMUX)	157
6.4.1	Schaltungskonzept	158
6.4.2	Simulationsergebnisse zum λ_t -DEMUX	161
6.4.3	Schaltungsrealisierung und Messergebnisse	163
7	Zusammenfassung und Ausblick	167
	Literaturverzeichnis	170
	Danksagung	180