

Inhaltsverzeichnis

Liste der verwendeten Formelzeichen	IX
Persönliche Veröffentlichungen	XI
1 Einleitung	1
2 Zuverlässigkeit von GaAs Bauelementen	6
2.1 Elektrostatische Entladungen	10
2.1.1 Die ESD-Testumgebung	10
2.1.2 ESD-Testanordnung	11
2.2 Beiträge zur technologischen Bauelemente-Härtung	13
2.2.1 Dünnen von GaAs-Substraten	16
2.2.2 Ätzverfahren für Wafer-Durchkontaktierungen	20
2.2.3 Analyse durch Rückseiten-Ätzung	22
2.2.4 Ätzen der Feldemissionskanten und Nanometer-Mikrostrukturierung von GaAs	24
2.3 Verbesserungen des Bauelemente-Entwurfes	26
2.3.1 Teststrukturen	26
2.3.2 Optimierter MeSFET	31
3 ESD-Schädigungsgrenzen von GaAs Mikrowellenbauelementen	34
3.1 ESD-Tests an ohmschen FET Kontakten	35
3.1.1 Experimentelles Vorgehen	35
3.1.2 Fehleranalyse	36
3.2 ESD-Tests an GaAs-Hochfrequenzbauelementen	40
3.2.1 ESD-Tests an GaAs-Schottky-Dioden.	41
3.2.2 ESD-Tests an Standard-MeSFET.	42
3.2.3 Einfluß des Gate-Mesa-Überganges.	46
3.2.4 Auswirkungen der ESD-Tests auf die Ausgangskennlinien optimierter MeSFET.	48
3.3 Latente Bauelementeschäden	55
3.4 Auswertung und Veranschaulichung der ESD-Ausfallgrenzen von GaAs- Mikrowellenbauelementen	57

4	ESD-Schutzschaltungskonzept für den Mikrowellenbereich	60
4.1	Konventionelle ESD-Schutzschaltungen	60
4.2	Anforderungen an eine ESD-Schutzschaltung auf einem monolithisch integrier- ten Mikrowellenschaltkreis	60
4.3	Neuartige ESD-Schutzschaltungen auf der Basis von Feldemissionsstrukturen	61
4.3.1	Gasentladung	62
4.4	Physikalische Beschreibung der Feldemission	65
4.4.1	Richardsonformel für Thermoemission	65
4.4.2	Fowler-Nordheim Beschreibung der Feldemission	65
4.4.3	Einfache Abschätzung der notwendigen Feldemittergeometrie	67
4.5	Evaluierung des möglichen Schutzschalterprinzipes	68
4.6	Entwurf von Feldemissionsbauelementen.	70
4.6.1	Physikalische Zusammenhänge.	70
4.6.2	Einfluß der Bildkraft.	71
4.7	Metallfilm-Kantenfeldemitter.	73
4.7.1	Abschätzung der notwendigen Feldemittergeometrie.	73
4.7.2	Technologie der Metallfilm-Kantenemitter.	74
4.7.3	Elektrische Eigenschaften und Schaltverhalten.	74
4.7.4	Schutzwirkung der Metall-Kanten-Feldemissions-Strukturen.	76
4.8	Feldemissionskathoden aus GaAs-Halbleitermaterial.	78
4.8.1	Homogene Kanten-Emission durch „Electronic-Blunting“ im Halbleiter- material.	79
4.8.2	Quasi-Vakuum-Betrieb.	80
4.8.3	Entwurf des Schutzschalters basierend auf GaAs-Feldemitter.	80
4.8.4	Elektrische Eigenschaften der GaAs-Feldemissions-Dioden.	81
4.8.5	Feldemissionsschalter integriert mit einem GaAs-MeSFET.	84
4.8.6	Das berechnete elektrische Feld der hergestellten Feldemissionsgeome- trien.	84
4.8.7	Unterschiede zwischen Metall- und Halbleiter-Feldemittern.	86
4.9	Diskussion	88

5	Ein neuartiges Feldemitter-Trioden Konzept	90
5.1	Konventionelle Triodenformen	90
5.2	Die neuartige Triodenform	91
5.2.1	Funktionsweise	91
5.2.2	Design und Technologie	94
5.3	Elektrische Eigenschaften der entwickelten Trioden	96
5.4	Vergleich der entwickelten Feldemissionstrioden mit konventionellen Vakuum-Feldemissions-Mikrotrioden	99
5.5	Die Merkmale der neuartigen Trioden	101
5.6	Quanteneffekte in Feldemissionsbauelementen	102
5.6.1	Coulomb-Blockade	102
5.6.2	Hochdichte Informationsspeicher auf der Basis von Coulomb-Blockade	105
6	Ausblick	108
6.1	ESD-Schutzschalter	108
6.2	Monolithische Integration	108
6.3	Hochfrequenzeigenschaften	109
6.4	Leistungsbauelemente	110
6.5	Flach-Bildschirme	110
6.6	Reduktion der Austrittsarbeit	111
6.7	Abwandlungen der Technologie	112
7	Zusammenfassung	114
Anhang A	ESD-Modelle	117
Anhang B	Testfeld für die Prozeßkontrolle.	118
Anhang C	Beschreibung der MeSFET-Technologie.	119
Anhang D	Technologietabellen Mesa	121
Anhang E	Technologietabellen Ohmsche Kontakte	122
Anhang F	Technologietabellen Gate-Kontakt	123