

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	v
Inhaltsverzeichnis	viii
1 Einleitung	1
2 Feldemission	5
2.1 Klassische Feldemission	5
2.2 Feldemission aus Halbleitern	8
2.3 Einflussfaktoren	12
2.3.1 Geometrie	12
2.3.2 Äußere Einflüsse	16
2.3.3 Thermische Effekte	18
2.4 Technische Anwendung	22
3 Field Emitter Arrays	25
3.1 Ungated Field Emitter Arrays	25
3.2 Gated Field Emitter Arrays	26
3.3 Spindt-type-Emitter	27
3.4 Geätzte Emitter	28
3.5 Kohlenstoffnanoröhren und andere Emitter	30
4 Stabilisierung des Feldemissionsstroms	33
4.1 Dotierung	33
4.2 Triodenstruktur	34
4.3 Resistive Begrenzung	36
4.4 Externe Beschaltung durch MOSFETs	38
4.4.1 Funktionsweise des MOSFETs	39
4.4.2 Extern verbundene MOSFETs	41
4.4.3 MOSFET-integrierte Emitter	41
5 Steuerwirkung von MOSFETs für Feldemissionsanwendungen	49
5.1 Test-Device MOS-Kapazität	49
5.2 Funktionsweise und Aufbau	51
5.3 Simulationen	52

5.4	Technologische Umsetzung	53
5.5	Elektrische Charakterisierung	55
6	Untersuchungen an Feldemissionsspitzen	59
6.1	Funktionsweise und Aufbau	59
6.2	Simulationen	60
6.3	Ätztechniken	65
6.3.1	Anisotropes nasschemisches Ätzen	66
6.3.2	Trockenätzen	74
6.4	Abscheidung von Feldemittern	78
6.4.1	Kohlenstoffbasierte EBID-Emitter	78
6.4.2	Metallische EBID-Emitter	80
6.5	Extraktionsstrukturen	81
6.5.1	Freitragende Extraktoren	82
6.5.2	Selbstjustierende Extraktoren	90
6.6	Ermittlung des Spitzenradius	95
6.6.1	Rasterelektronenmikroskopie	95
6.6.2	Rechnerische Extraktion aus der Kennlinie	97
7	MOSFET-integrierte Feldemissionsspitzen	99
7.1	Funktionsweise und Aufbau	99
7.2	Definition des Standardprozesses	100
7.3	Simulationen	102
7.4	Technologische Varianten	106
7.5	Elektrische Charakterisierung	110
7.5.1	Extern verbundene MOSFETs	110
7.5.2	MOSFET-integrierte Emittoren	111
8	Diskussion - Stärken und Schwächen der Konzepte	115
9	Ausblick	119
9.1	Technologische Weiterentwicklung	119
9.2	Praktischer Einsatz multipler Elektronenstrahlen	120
A	Masken-Layout	121
B	Simulations-Quelltext für das Emitter-Basismodell	125
Formelzeichen und Abkürzungen		127
Verzeichnisse		134
Abbildungen		134
Tabellen		135
Literatur		137
Danksagung		151