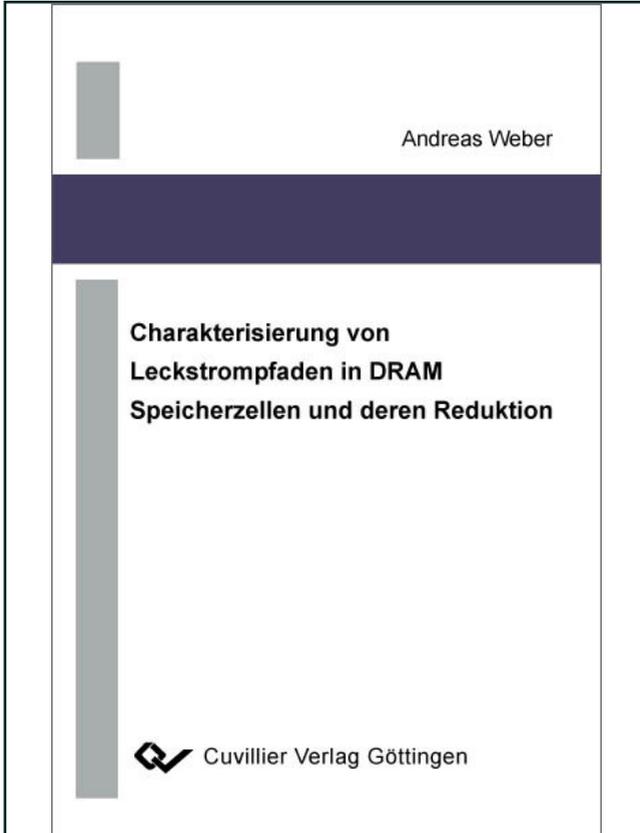




Andreas Weber (Autor)

Charakterisierung von Leckstrompfaden in DRAM Speicherzellen und deren Reduktion



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/1857>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

Liste der Symbole und Abkürzungen	vii
1 Einleitung	1
2 DRAM Grundlagen	7
2.1 Zellaufbau	7
2.2 Speichermatrix	10
2.3 Elektrisches Funktionsprinzip	16
2.3.1 Blockschaltbild	17
2.3.2 Befehlssatz	17
2.3.3 Leseoperation	19
2.3.4 Schreiboperation	20
2.3.5 Verstärkungsvorgang	21
2.3.6 Refresh	23
2.4 Mode-Register und Testmodes	24
2.5 Redundanz	24
3 DRAM Data Retention	25
3.1 Definition und typische Verteilung der Retentionzeiten	25
3.2 Retention-Formel	27
3.3 Ursachen für kurze Haltezeiten	31
4 Monte Carlo Analyse der Retentionverteilung	33
4.1 Das Simulationsmodell	34
4.2 Parameterverteilungen	35

4.3	Simulation der Leckstromverteilung	37
4.4	Rücksimulation der Retentionverteilung	38
4.4.1	Einfluss der Kondensatorkapazität	39
4.4.2	Einfluss der Bitleitungslänge	39
4.4.3	Einfluss des Differenzverstärker-Offsets	42
5	Leckstrompfade im DRAM	47
5.1	Überblick	47
5.2	pn-Leckströme	48
5.2.1	GIDL	49
5.2.2	Junction-Leakage	50
5.3	Transistor-Unterschwellenleckströme	51
5.3.1	SubVt-Leckstrom	51
5.3.2	Deep-SubVt Leckstrom	54
5.3.3	Vertikaler Parasitärer Leckstrom	54
5.3.4	SubSTI Leckstrom	54
5.4	Leckströme durch Dielektrika	55
5.4.1	Node-Leckstrom	58
5.4.2	Gateoxid Leckstrom	59
5.4.3	Passing-WL Leckstrom	60
5.5	Übersicht der Spannungsabhängigkeiten	60
6	Charakterisierungsmethoden	63
6.1	Messungen im Wafer-Kerf	63
6.1.1	Einzel-Strukturen	65
6.1.2	Parallel-Strukturen	66
6.2	Wafer-Tests	68
6.2.1	Prefuse-Test	68
6.2.2	Shmoo-Tests	68
6.3	Baustein-Tests	69
6.4	Einzelzell-Analysen	70

6.4.1	Charakterisierungsmethode	71
6.4.2	Messapparatur	76
6.5	Zusammenfassung	80
7	Ergebnisse zur elektrischen Charakterisierung	81
7.1	Retentionkurven	81
7.1.1	„0“- und „1“-Retention	82
7.1.2	Temperatur-Abhängigkeit	85
7.1.3	V_{BB} -Abhängigkeit	88
7.1.4	V_{NWLL} -Abhängigkeit	88
7.1.5	V_{BL} -Abhängigkeit	90
7.2	Einzelzell-Analysen	93
7.2.1	Temperaturabhängigkeit	93
7.2.2	Spannungsabhängigkeit der Retentionzeiten	94
7.2.3	Spannungsabhängigkeit der Aktivierungsenergien	97
7.2.4	Aktivierungsenergien entlang der Retentionkurve	99
8	Theoretische Betrachtung & Abschätzung	103
8.1	Einfaches Modell zur Abschätzung	103
8.2	Leckstrom des idealen pn-Übergangs	104
8.3	Thermische Generation (SRH)	105
8.3.1	Rekombinationsgleichung	105
8.3.2	Generation im pn-Übergang	110
8.4	Tunnelunterstützte Generation (TFE)	113
8.5	Trapunterstütztes Tunneln (TAT) und Band-zu-Band-Tunneln (BTB)	117
8.6	Zusammenfassung	119
9	Experimentelle Verifikation	121
9.1	Mögliche Maßnahmen zur Tailverbesserung	121
9.1.1	E-Feldreduktion im kondensatorseitigen pn-Übergang	122
9.1.2	Passivierung von Zuständen in der Bandlücke	124
9.2	Experimentelle Verifikation durch Passivierung mit Fluor	125

9.2.1	Experimente	125
9.2.2	Ergebnisse der Implantationsexperimente	126
9.2.3	Diskussion der experimentellen Ergebnisse	127
9.2.4	Aktivierungsenergie-Analyse	129
10	Zusammenfassung	133
	Literaturverzeichnis	137