

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Lehrstuhl für Technische Elektronik
Fachgebiet Halbleiterproduktionstechnik

Gate Stack Engineering mit atomar selbstlimitierenden Dielektrika

Bernhard Fabel

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Elektrotechnik und
Informationstechnik der Technischen Universität München zu Erlangung des
akademischen Grades eines

Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:

Univ.-Prof. P. Lugli, Ph.D.

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Hansch,
Universität der Bundeswehr München
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. N. Schwesinger

Die Dissertation wurde am 10.06.2009 bei der Technischen Universität
München eingereicht und durch die Fakultät für Elektrotechnik und
Informationstechnik am 25.01.2010 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	iii
Inhaltsverzeichnis	v
1 Ziele der Arbeit	1
2 MOS Physik - Gate Stack Engineering	3
2.1 Bänderdiagramme der MOS-Kapazität	3
2.2 Analytische Ansätze zur Beschreibung von MOS-Strukturen . .	7
2.2.1 Die MOS-Kapazität bei hohen und niedrigen Frequenzen	7
2.2.2 Die Halbleiterkapazität: Die 1-dim Poisson-Gleichung .	10
2.2.3 Nichtidealitäten im MOS-System	14
2.3 Transportmechanismen durch dünne Gatedielektrika	18
2.4 Kenngrößen von Gatedielektrika	22
2.4.1 Oxidladungen und die Flachbandspannung	22
2.4.2 Grenzflächenzustände - Leitwertmethode	22
2.4.3 EOT und CET	29
2.4.4 Gate - Leckstromdichten	30
3 MOSFET Physik	31
3.1 Der Langkanal-MOSFET	31
3.2 MOSFET Bänderdiagramm	32
3.3 Kennlinien des Langkanal-MOSFETs	33
3.4 Kenngrößen von MOSFETs	35
3.4.1 Einsatzspannung	35
3.4.2 Unterschwellensteigung	39
3.4.3 Kanalbeweglichkeit	39
4 SOD Metal Gate MOSFET Prozess	43
4.1 Grundkonzept und Rahmenbedingungen	43
4.2 Arbeitsablauf - MOSFET Prozess	44
4.3 Technologische Kennzahlen des MOSFET-Prozesses	48
4.4 Elektrische Kennzahlen des MOSFET-Prozesses	50
4.5 Auswertheuristik	54
4.5.1 Kapazitäts- und Leitwertscharakterisierung	56
4.5.2 Charakterisierung der FET-Bauelemente	59
4.6 Überwachung des Gesamtprozesses	60

