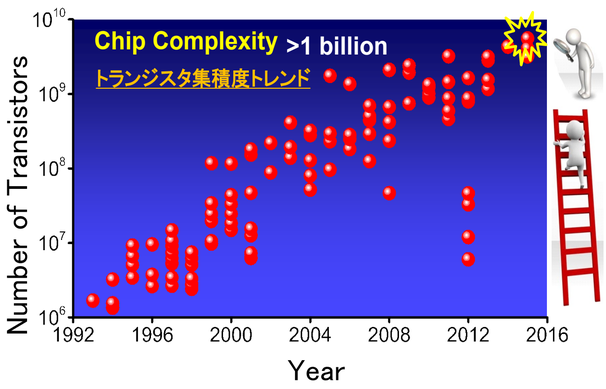
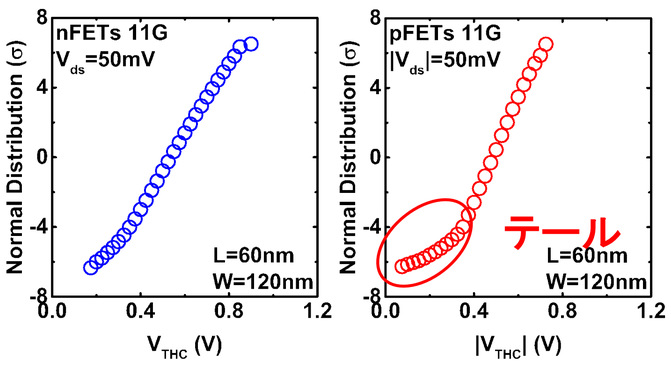
110億MOSトランジスタのしきい値電圧ばらつき
(Threshold Voltage Variability of 10G MOSFETs)

背景と目的

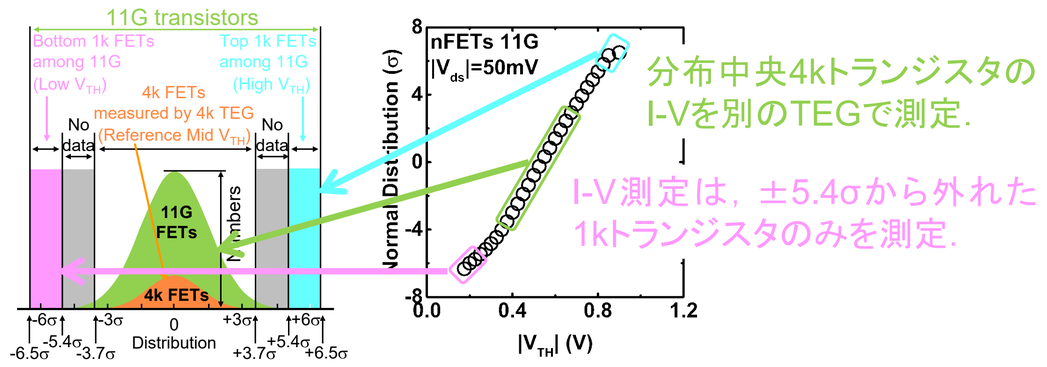


– 正確な歩留まりを予測するには，1G以上のトランジスタのV_{TH}ばらつき評価をすることが必要不可欠である．

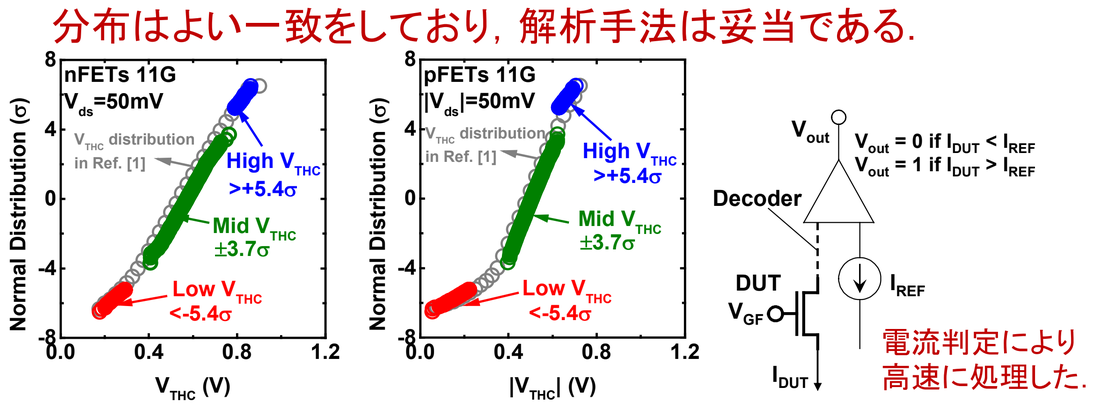


– 110億個のトランジスタの特性分布のテール部分にあるトランジスタの特性を詳細に解析した．

統計的解析手法



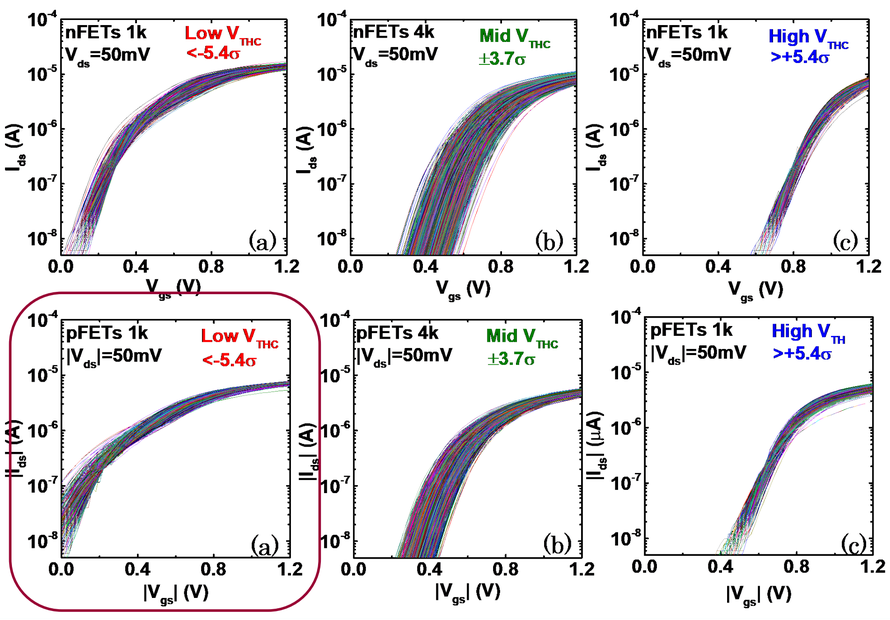
分布はよい一致をしており，解析手法は妥当である．



実験結果

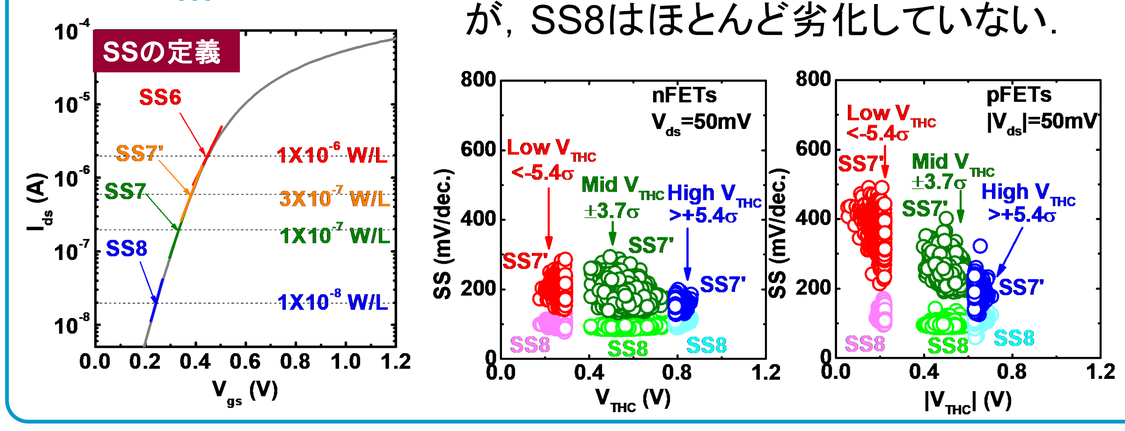
I-V特性

– 低V_{THC}領域，特にpFETではSSが非常に劣化．



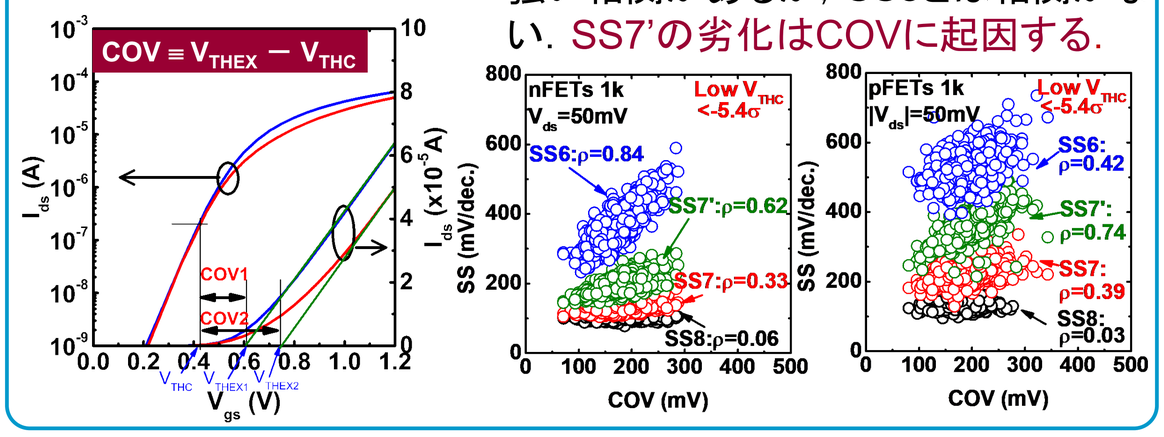
SSとVTHの相関

– SS7'は低V_{THC}領域で大きく劣化しているが，SS8はほとんど劣化していない．



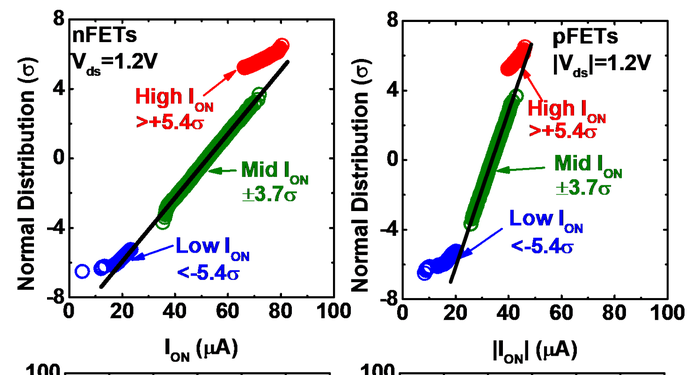
SSとCOVの相関

– 低V_{THC}領域ではSS7'とCOVは非常に強い相関があるが，SS8とは相関がない．SS7'の劣化はCOVに起因する．

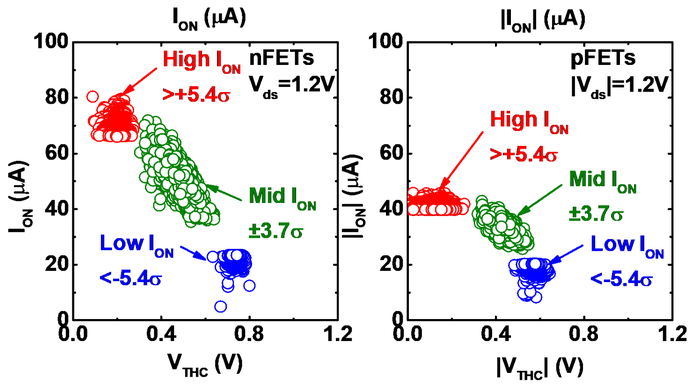


I_{ON}分布

– 低I_{ON}領域は正規分布から外れており，I_{ON}が非常に低いトランジスタが存在．

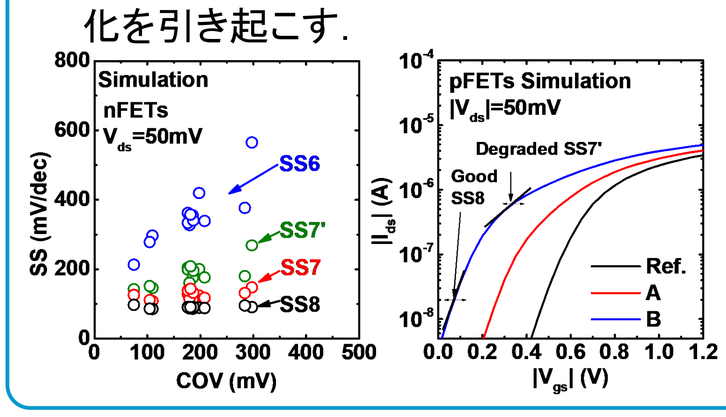


– 最も低いI_{ON}をもつトランジスタの$|V_{THC}|$が必ずしも最も高いわけではなく，異常に高いコンタクト抵抗のような他のメカニズムが作用．

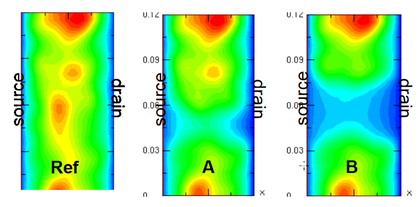


チャネル内ポテンシャルプロファイル

– RDFに起因するポテンシャルの谷が，COVを大きくし，SS7'劣化を引き起こす．



3Dデバイスシミュレーション



まとめ

1)110億個のトランジスタのV_{TH}を測定し，特性分布のテール部分にあるトランジスタの特性を詳細に解析した．
2)高いサブスレッショルド電流領域(SS7')でのSSの劣化は，短チャネル効果ではなく，RDFに起因するチャネル内の深いポテンシャルの谷によって引き起こされることが明らかとなった．
3)これらのトランジスタ特性は，統計的に回路シミュレーションに組み込まれることが望ましい．

本研究の一部はNEDOの援助を受けた．