

ミニマルファブ SOI CMOS におけるオーバーラップ長縮小の検討

Investigation of Shrinkage of Overlap Length of SOI CMOS of Minimal Fab

○浜本 毅司¹, 北山 侑司³, 丸山 智史³, クンブアン ソマワン^{1,2}, 柴 育成³, 原 史朗^{1,2,4}

¹ミニマルファブ推進機構、²産総研、³横河ソリューションサービス、⁴(株)Hundred Semiconductors

MINIMAL¹, AIST², Yokogawa Solution Service Corp.³, and Hundred⁴

○Takeshi Hamamoto¹, Yuji Kitayama³, Satoshi Maruyama³, Somawan Khumpuang^{1,2}, Yasunari Shiba³, and Shiro Hara^{1,2,4}
E-mail: takeshi.hamamoto@minimalfab.com

【背景】ミニマルファブは多品種少量生産をターゲットとした生産システムである[1]。このミニマルファブでのデバイス適応実績としては、カンチレバーに代表される MEMS デバイス、CMOS およびそれを用いた Ring Oscillator とオペアンプなどが試作されてきた。1,000Gate レベルの集積回路の動作検証は既に終了し、試作ファブとして実用化されている。今後は、PDK(Process Design Kit)を作成し、広範なユーザー設計に基づいた回路動作に対応すべく、MOSFET の動作精度向上、プロセスロバスト性確保に注力する段階となっている。今回、MOSFET のサイズ縮小の一環として、オーバーラップ長(以下、 L_{ov} と記す)縮小の検討を行った結果を報告する。

【MOSFET 構造】図1にミニマルファブ SOI CMOS の断面構造を示す。ゲート後作り構造を採用しており、TiN から成るゲートとソース/ドレインは非セルフアラインとなっている。そのため、ゲートとソース/ドレインのオーバーラップ長 L_{ov} として、リソグラフィ工程での合わせずれに対する余裕を持たせ $2\mu\text{m}$ に設定している。設計チャンネル長は $6\mu\text{m}$ である。

NMOS のチャンネル構造は、p-Si と n-Si の2種類を試作し、閾値、駆動電流、およびオーバーラップ容量の L_{ov} 依存性を比較した。PMOS のチャンネル構造は、n-Si とした。

【MOSFET 特性の L_{ov} 依存性】

図2に閾値の L_{ov} 依存性を示す。(a)NMOS に於いては、p-Si と n-Si で逆の依存性を示している。p-Si チャンネル構造では L_{ov} を縮小するにつれて、n+型拡散層とゲート電極間に閾値の高いオフセット領域が形成され、MOSFET 全体の閾値も上昇すると考えられる。一方、n-Si チャンネル構造は、ゲート材料である TiN の仕事関数を制御することにより、デプレッション型 MOS の閾値をプラス側にシフトさせたデバイスである。そのため、 L_{ov} を縮小するとゲート支配力が弱まり、閾値が低下するものと思われる。両チャンネル構造とも、 L_{ov} は現状の $2\mu\text{m}$ に対して $1\mu\text{m}$ までは同等であるが、それ以下に縮小すると閾値変動が発生する。一方、(b)PMOS に於いては、 $L_{ov} < 0\mu\text{m}$ の領域ではオフセットが生じ、閾値が上昇する。

図3に電流駆動能力の L_{ov} 依存性を示す。(a)NMOS は $L_{ov} < -1\mu\text{m}$ 、(b)PMOS は $L_{ov} < 0\mu\text{m}$ の領域ならば電流駆動能力の減少は見られない。

図4にゲート-ソース間、またはゲート-ドレイン間のオーバーラップ容量と L_{ov} の関係を示す。(a)NMOS、(b)PMOS とも L_{ov} を縮小すると容量が減少する。 L_{ov} を縮小すると、高周波特性の改善が期待出来る。

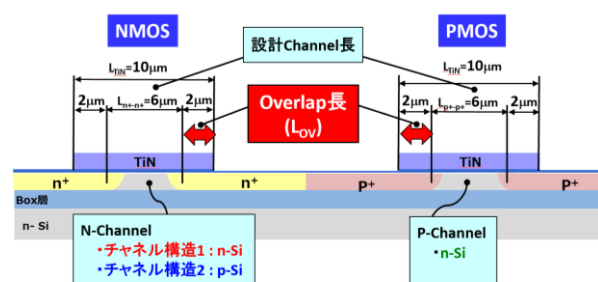


図1 ミニマルファブ SOI CMOS 断面構造

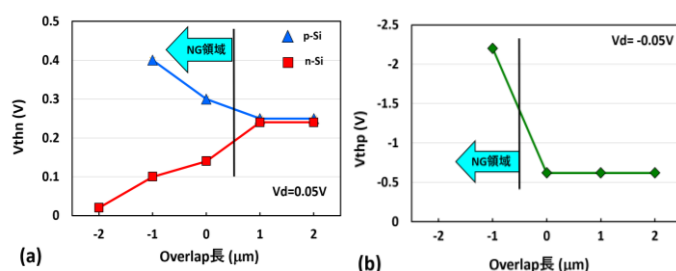


図2 V_{th} のOverlap長依存性

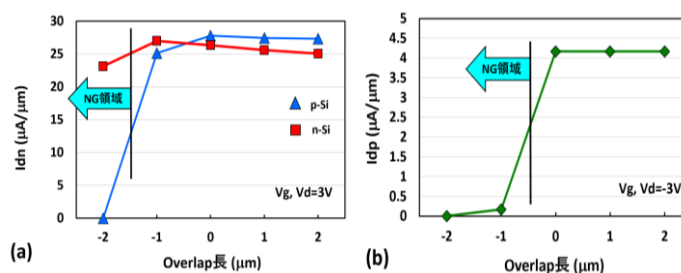


図3 I_d のOverlap長依存性

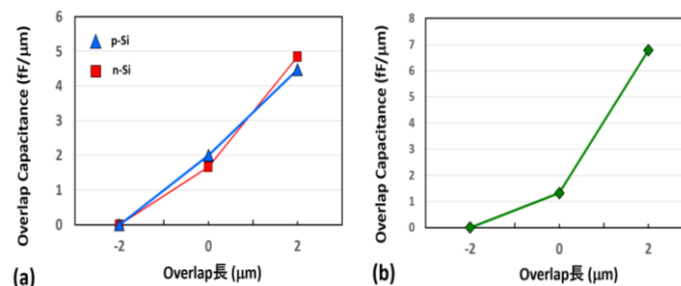


図4 Overlap容量のOverlap長依存性

【参考文献】[1]原史朗、クンブアン ソマワン：「ミニマルファブの開発とそのデバイス」, 応用物理学会誌 83(5), p.380(2014).

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業(JPNP12004)の結果得られたものです。