

## 活動サマリ発行後の成果

### < 低電圧動作 CMOS >

#### ・ 新材料・新構造 CMOS 技術の研究開発

立体チャネル構造 (Trigate 構造) の SiGe-OI pMOSFET 上に InGaAs-OI nMOSFET を積層して形成した CMOS インバータの動作と、それらを 21 段接続したリング発振器の発振を確認した。SiGe (Ge)/III-V 族化合物半導体チャネルの組み合わせによる CMOS リング発振は世界初である。インバータ動作は、電源電圧 0.2 V まで確認した (図)。その伝達特性は、p,n チャネルともに平面型

MOSFET を用いた場合に比べてより急峻な特性を示した。これは、立体チャネル構造による各トランジスタの SS 値向上の効果と考えられる。また、積層プロセス後も各 MOSFET は Si-MOSFET の 2 倍以上の移動度と適切なしきい値電圧を保持していることが分かった。一方、CMOS リング発振は、pMOSFET のバックバイアスを印可してしきい値電圧を微調整することで 0.37 V という低電圧での発振に成功した (無バイアス時においても 0.45 V まで動作を確認)。

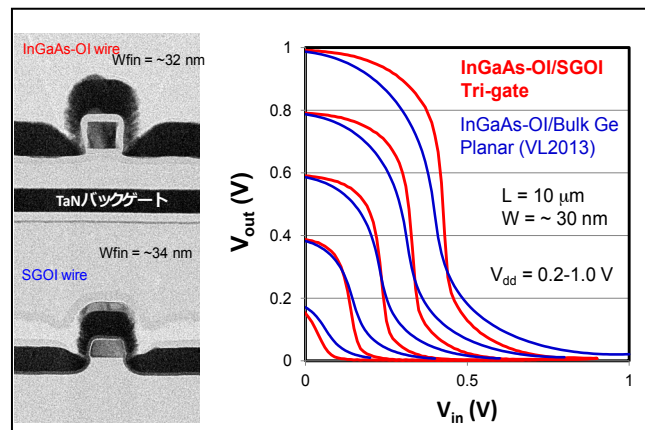


図 SiGe-OI/InGaAs-OI Tri-gate MOSFET による積層インバータの要部断面 TEM 像(左)と、そのインバータ特性(左、赤線)。青線は報告済みの平面型 MOSFET によるインバータの特性。

### < ナノカーボンの開発と応用 >

#### ・ CNT/グラフェンの排熱応用

TIM 向けの CNT 技術開発に関して、実際の高性能サーバーに用いられる高パワー条件 (~100 W) において CNT-TIM の熱抵抗評価を行った。その結果、従来の In-TIM の場合と比較して 49.6%の熱抵抗低減を確認し、目標を達成した (従来: 0.0556 K/W, CNT: 0.0280 K/W)。熱歪みが大きい高パワーで、より CNT の有効性が現れたと推測している。