

# DNA/Si-MOSFET, 寄生容量制御による零消費電力インバータの可能性

## Feasibility of inverter with non-power consumption by DNA/Si-MOSFET and controlled parasitic capacitance

兵庫県立大院工<sup>1</sup>, 広島大ナノデバイス研<sup>2</sup> °松尾 直人<sup>1</sup>, (B)中野 馨<sup>1</sup>,  
部家 彰<sup>1</sup>, 高田 忠雄<sup>1</sup>, 山名 一成<sup>1</sup>, 佐藤 但<sup>2</sup>, 横山 新<sup>2</sup>

Univ. Hyogo<sup>1</sup>, Hiroshima Univ.<sup>2</sup>, °Naoto Matsuo<sup>1</sup>, Hibiki Nakano<sup>1</sup>, Akira Heya<sup>1</sup>, Tadao Takada<sup>1</sup>,  
Kazushige Yamana<sup>1</sup>, Tadashi Sato<sup>2</sup>, Shin Yokoyama<sup>2</sup>

E-mail: nmatsuo@eng.u-hyogo.ac.jp

Si-MOSFET のチャンネル領域を DNA (deoxyribonucleic acid) で置き換えたトランジスタを検討している<sup>1-4</sup>。本研究の目的は ambipolar 型 DNA/Si-MOSFET (W/L=100  $\mu$  m/120nm) と n 型 Si-MOSFET (W/L=10  $\mu$  m/580  $\mu$  m) から構成されるインバータ回路を作製し, その入出力特性を調べる事である。図 1 は作製したインバータ回路の顕微鏡写真を示す。入力ゲートは基板電極, DNA の塩基数は 450bp, p 型 DNA/Si-MOSFET はソース・ドレイン電極, n 型 Si-MOSFET は活性領域のみに SOI を使用した。両トランジスタのゲート酸化膜厚, Al 配線直下の絶縁膜厚は共に 1100nm である。Al 配線直下に形成される寄生容量はゲート印加と共に変化する。図 2 は出力電圧と入力電圧の関係を示す。出力特性が  $V_{in}=-4V \sim -6.8V$  において急激に変化 ( $\delta V_{out}=0.74V$ ) し, 且つ, 電源電圧  $V_{dd}$  が 3V と 0V において出力特性に殆ど変化はない。入出力特性は以下の様に考える事ができる。p 型 DNA は負に帯電した G 塩基に起因するトラップがあり, この帯電量を  $Q_{DNA}$  とし, Al 配線の帯電量を  $Q_{Al}$  とする。 $|Q_{DNA}| > |Q_{Al}|$  の場合  $V_{out} < 0$ ,  $|Q_{DNA}| = |Q_{Al}|$  の場合  $V_{out} = 0$ ,  $|Q_{DNA}| < |Q_{Al}|$  の場合  $V_{out} > 0$  となる。 $V_{in}$  が n 型 Si-MOSFET の閾値 4.5V 以降,  $V_{out}$  に  $V_{dd}$  が 3V と 0V において僅かな差異が生じるのは,  $V_{dd} = 0V$  では p 型, n 型 FET 貫通電流を生じないが (但し, Al 配線の電位  $> 0$ ),  $V_{dd} = 3V$  では貫通電流を生じる事により電圧降下に差を生じたと考えられる。これらの現象を生じた理由は, DNA/Si-MOSFET がアン

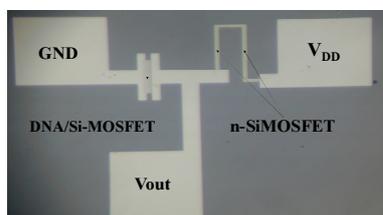


図 1 DNA/Si インバータ回路

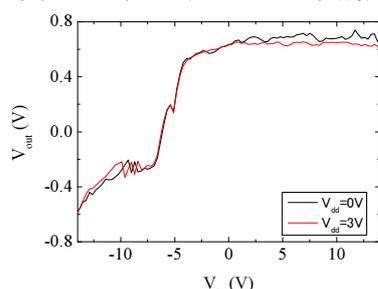


図 2 入出力特性

ビポーラ特性を示す事, DNA/Si-MOSFET が電荷捕獲放出により空間電荷可変領域を形成する事, 可変寄生容量を形成した事と考えられる。DNA により零消費電力論理回路の実現を期待できる。

### 参考文献

1. S. Takagi, et al., *Nanoscale* **4**(2012)1975 -1977.
2. N. Matsuo, et al., *JJAP*. **51**(2012)04DD13-1-4.
3. S. Maeno, et al., *IEICE Electronics Express* **11**(2014)1-6.
4. N. Matsuo, et al., *IEEE EDL*. **37**(2016)224-227.