

PN Body-Tied SOI-FET のニューロモルフィック応用

Application of Neuromorphic Using PN Body-Tied SOI-FET

金沢工大 [○]森 貴之, 井田 次郎, 遠藤 大貴, 佐々木 貴

Kanazawa Inst. of Tech., [○]Takayuki Mori, Jiro Ida, Hiroki Endo, Toru Sasaki

E-mail: t_mori@neptune.kanazawa-it.ac.jp

はじめに: 近年, 人間の脳神経回路網の特性を電子回路で模倣しハードウェア実装することを目的としたニューロモルフィックチップの研究開発が盛んに行われている. その中で, より人間の脳の動作に近い Spiking neural network (SNN) を再現するためには, 電子デバイスや回路等でニューロンの発火現象を模倣する必要がある. 本稿では我々が考案した PN body-tied (PNBT) SOI-FET[1] のニューロモルフィック応用として, ニューロンの発火現象再現を検討した.

実験結果: 図 1(a)に SNN モデルの概観を示す. スパイク入力があった時, シナプス後電位が積分され, あるしきい値を超えた際に発火し, スパイクを出力する. PNBT SOI-FET は後述する特徴から, ニューロン部分の機能をキャパシタレスで再現できる可能性を持つ. 図 1(b), (c)に PNBT SOI-FET の構造図を示す. 各デバイスパラメータはゲート酸化膜厚 $T_{ox} = 4.4$ nm, SOI膜厚 $T_{Si} = 50$ nm, 埋め込み酸化膜厚 $T_{Box} = 200$ nm, ゲート長 $L_g = 1$ μ m, ゲート幅 $W_g = 1$ μ m, ベース幅 $W_b = 1.2$ μ m である. PNBT SOI-FET はボディ端子からキャリアを注入し, フローティングボディ効果によって Subthreshold Slope を急峻化させることを特徴としたデバイスである[1]. ゲート端子にパルス電圧を入力した際のドレイン電流 I_d 過渡応答特性を図 2 に示す. パルス幅は 240 ns でデューティ比は 50 % とした. V_g は 0 V から 0.59 V 及び 0.6 V までスイングさせた. 図 2(a)では 9 回目のパルス入力で電流が流れ, 立ち上がっていることが分かる. これはフローティングボディ部にキャリアが蓄積し, 蓄積量がある値を超えた際にオン状態になったためと考えられる. 本動作はスパイク入力でシナプス後電位が積分され, あるしきい値を超えた際に発火するというニューロンに相当する動作が再現できたことを意味する. また, V_g を大きくすることで立ち上がるまでのパルス回数が減っていることが分かる. これは入力の大きさによって発火までの時間を変更できることを示している. 以上より, PNBT SOI-FET はニューロモルフィック応用が期待できる.

参考文献: [1] T. Mori, and J. Ida, IEEE J-EDS vol. 6, p. 1218, 2018.

謝辞: 本研究の一部は, キオクシア株式会社の支援をうけて実施したものです.

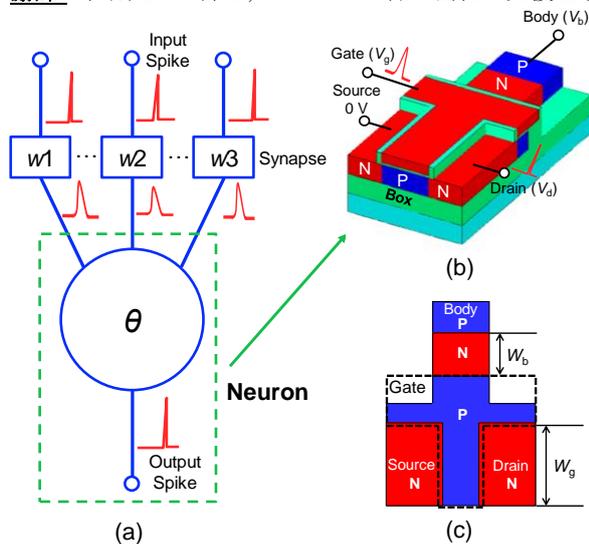


図 1 PNBT-SOI-FET を用いた SNN の全体像. (a) SNN モデル, (b) PNBT SOI-FET の鳥瞰図, (c) 上面図.

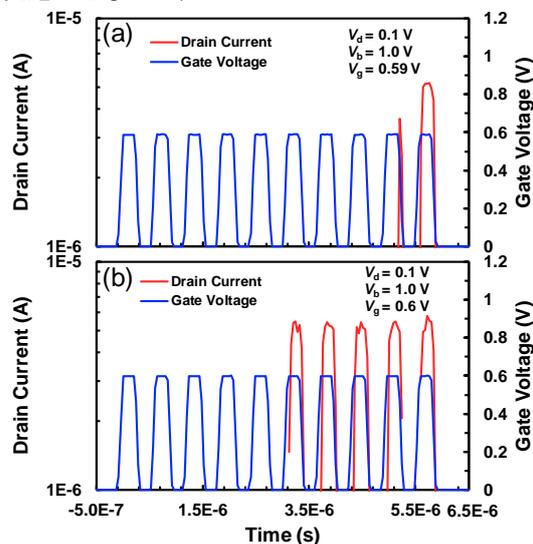


図 2 ゲート端子へパルス電圧を入力した際の I_d 過渡応答特性. (a) $V_g = 0.59$ V, (b) $V_g = 0.6$ V.