

酸化物半導体を用いたノーマリーオフの 低コストパワー電界効果トランジスタ

2D Device Simulation of a Low Cost and Normally-Off

Zinc Oxide Power Field Effect Transistor

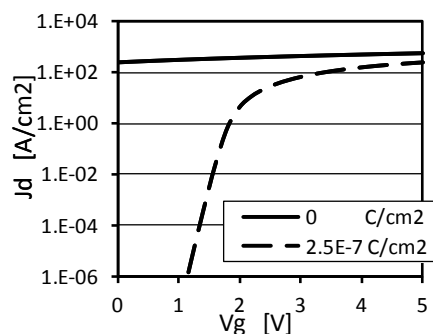
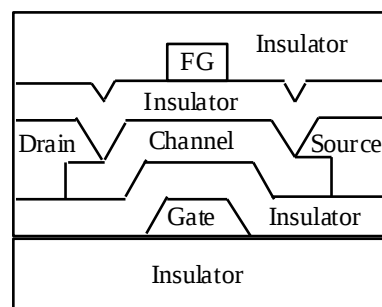
○小林 聡

○S. Kobayashi

E-mail:satoshi9760@qa3.so-net.ne.jp



近年、省電力化の必要性の高まりとともに大電流を制御できるパワー半導体デバイス的一种であるパワーField Effect Transistor (FET)の開発が進められている。パワーFET のチャネル層に用いる物質として、 $10\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上の移動度、大きいスイッチング速度、6 ケタ以上のオンオフ比、約 $3\text{MV}/\text{cm}$ の絶縁破壊耐圧を持つ、ZnO や IGZO (In-Ga-Zn-O)、ITZO (In-Tin-Zn-O) などの Zn を含む酸化物半導体の利用が期待される。しかしこれら酸化物半導体を用いた FET はシリコンなどの半導体と異なり、不純物のドーピングによってしきい値を正の値にすることが困難なためノーマリーオン型になりやすく消費電力が大きいという問題がある。そこでゲート電極と Floating Gate (FG) の2つのゲートを有するダブルゲート構造において、FG に適切な密度の負電荷を帯電させることによって上記の優れた FET の特性を維持しつつ、しきい値を正の値にすることが可能であることが判った。これによりノーマリーオフとなり消費電力が小さく、大きいスイッチング速度を維持し、L 長と W 長の積からなる面積 1cm^2 あたり 100A 以上の大きな密度のオン電流のパワーFET を酸化物半導体で実現できる。



しかし、チャネル長が著しく短い場合短チャネル効果が大きい場合や、チャネル層の膜厚が大きいなど様々な場合において、FG に帯電させる負電荷を大きくしなければノーマリーオフとならないことがある。しかし FG に帯電している負電荷密度が大きすぎると、FG とドレイン間の絶縁膜に大きな電界が生じ絶縁破壊が起こる場合がある。ゆえにこれらの問題が起きないように、絶縁破壊が生じず、オン電流の密度が $100\text{A}/\text{cm}^2$ 以上で、かつオンオフ比が6 ケタ以上のノーマリーオフで動作するために必要な条件を 2D デバイスシミュレーションの結果から示す。このパワーFET を様々な機器に利用することで、大幅な低消費電力化社会が実現できる。