

シリコン縦型パワーデバイスへのひずみ導入による オン抵抗低減の研究

Study on reducing on-resistance by introducing strain into silicon vertical power device

東工大, ○井上 毅哉, 星井 拓也, 角嶋 邦之, 若林 整, 岩井 洋, 筒井 一生

Tokyo Tech °T. Inoue, T. Hoshii, K. Kakushima, H. Wakabayashi, H. Iwai, and K. Tsutsui

E-mail: inoue.t.az@m.titech.ac.jp

[はじめに] ひずみシリコンの技術は、LSI の CMOS デバイス等では特性向上の技術として広く使われてきた[1,2]。しかしながら、パワーデバイスの分野に於いては、オン抵抗や信頼性にひずみが与える影響についての議論が十分ではない。我々はパワーMOS トランジスタのドリフト層に対するひずみ導入がオン抵抗低減に有用であり、またその影響がピエゾ抵抗効果で定量的に理解できることを示した[3]。今回は、実際の縦型パワーMOS トランジスタへひずみを導入し、オン抵抗への影響を検討した。

[実験] Fig.1 に示すような4点曲げ機構を用いて、トレンチゲート型パワーMOSFET が作製されたウエハに応力をかけた状態で、ゲート電圧を変化させながら V_{ds} - I_{ds} 特性を測定し、その結果からひずみ導入に伴うオン抵抗の変化を評価した。

トレンチ MOSFET が形成されているウエハの表側では、正の荷重を印加した場合は縦方向に引っ張りのひずみが、負の荷重を印加した場合には圧縮のひずみが導入される。

[結果] Fig.2 に電流伝導方向である縦方向の応力とオン抵抗変化率 ($\Delta R/R_0$) の関係を示す。応力は、印加した荷重から算出したウエハ平面内中央部の表面の値を採用した。これまで MOSFET で良く知られているように、伝導方向に沿って引っ張りの応力を加えることで抵抗が減少し、圧縮の応力を加えることで抵抗が増加した。本実験で観測された抵抗変化は、ドリフト層のみに対してひずみを導入した場合[3]と比較して小さかった。この原因として、デバイス全体のオン抵抗を考えた場合に、ひずみの影響を受けにくいチャンネル部分を含めて変化を観測しているからだと考えられる。

[まとめ] 伝導方向へのひずみ導入が、縦型トレンチ MOSFET においても有用である可能性を示した。一方で、その影響は、ドリフト層のみを考えた場合と比較して小さいことが分かった。抵抗変化の原因について更に詳細

に議論を進め当日発表予定である。

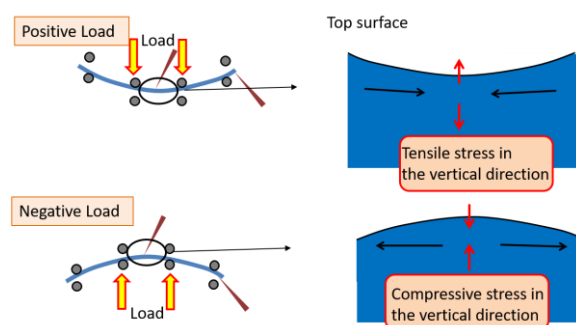


Fig.1 Schematic diagram of 4-point bending system and introduced surface strain

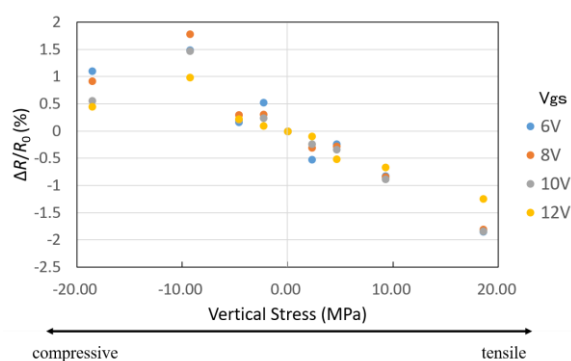


Fig. 2 Change of on-resistance vs vertical tensile stress

【文献】

- [1] T. Ghani *et al.*, IEDM2003, Dec, 2003, p.978.
- [2] 内田 建, Journal of the Vacuum Society of Japan, 51 巻 5 号, 2008, p.301.
- [3] T. Inoue *et al.*, EDTM2019, Mar. 2019, DOI: 10.1109/EDTM.2019.8731121