4H-SiC(0001)トレンチ MOSFET への機械的応力による移動度変化

Mobility change of 4H-SiC(0001) Trench MOSFET by mechanical stress 愛工大¹, ミライズテクノロジーズ², 名大院工³

^o彦坂 直利¹, 籠島 瑛二², 柴山 茂久³, 坂下 満男³,

Aichi Inst. Tech.¹, MIRISE Technologies.², Nagoya Univ.³

°Naotoshi Hikosaka¹, Eiji Kagoshima², Shigehisa Shibayama³, Mitsuo Sakashita³, Hidemoto Tomita², Tsuyoshi Nishiwaki², Hirokazu Fujiwara², Osamu Nakatsuka³, Wakana Takeuchi¹ E-mail: v20723vv@aitech.ac.jp

【はじめに】4H-SiC パワーデバイスの更なる高性能化に向け、チャネル抵抗低減の為の移動度向上に関し、多くの研究がなされてきた。これまで我々は、Si MOSFET で報告のある、歪みによる移動 度増大に着目し[1]、4H-SiC(0001)横型プレーナ MOSFET に対する機械的な一軸応力印加により、 応力印加方向に応じた移動度変化が生じることを実験的に明らかにしてきた[2]。同様の傾向は、 4H-SiC(0001)縦型プレーナ MOSFET においても報告されている[3]。

また我々は最近、4H-SiC(0001)トレンチ MOSFET 構造においても、ゲート電極の多結晶 Si の作 製条件により、チャネル部への印加応力を変えることで移動度増大が可能であると報告してきた[4]。 しかしながら、4H-SiC(0001)トレンチ MOSFET に対する応力印加と移動度変化の関係は未解明であ り、応力印加による移動度増加の要因は十分にわかっていない。

本研究では、これらの知見を得るべく、4H-SiC(0001)トレンチ MOSFET に機械的な応力を印加し、 応力による移動度変化について評価を行った結果について報告する。

【実験方法】 試料として、n型 4H-SiC(0001)基板上に作製された n チャネル 4H-SiC トレンチ MOSFET チップを用いた(Fig. 1)。チップへの機械的応力印加のため、Fig. 2(a)に示す凸型と凹型 形状、また、それぞれ異なる曲率 R(40-100 mm)を持つ蒲鉾型の冶具を用いた。Fig. 2(b)に示すよう にチップをはさみ、ネジ止めによってチップを蒲鉾型に沿わせ、x 方向に一軸応力を印加できる。凸 型冶具におけるチップ変形イメージを Fig. 2(c)に示す。チップ配置方向を変え、[1100]および[1120] の方向に対する一軸応力印加を行った。応力印加による移動度変化を室温 I_d-V_g 特性より評価した。 【結果及び考察】室温 I_d-V_g 測定の結果から相互コンダクタンス g_m を算出し、電界効果移動度 $\mu_{FE}=(L/W)\cdot(g_{mmax}/C_{ox}\cdot V_d)$ を見積もった。チャネル長 L、チャネル幅 W、ゲート酸化膜容量 C_{ox} は歪み によらず一定と仮定した。Fig. 3 に冶具なしを 100%としたときの μ_{FE} の変化量を示す。無歪みに対し て、[1100]および[1120]のどちらの曲げ方向でも凸型治具で移動度が減少、凹型治具で移動度が増 加する傾向が確認できる。面内では傾向が変わらないことから、伝導方向の[0001]方向の変形によ る影響を受けていることを示唆している。

【参考文献】[1] S. Takagi *et al.*, JJAP **80**, 1567(1996). [2] W. Takeuchi *et al.*, JJAP **59**, SGGD08 (2020). [3] H. Wei *et al.*, ISPSD2021, p. 103. [4] E. Kagoshima *et al.*, SSDM2021, p.231.



Fig. 1 Cross-sectional schematic image of 4H-SiC trench MOSFET used in this study.



Fig. 2 (a) Bird's-eye view of the bendholders and (b) side view of a holder with the chip set, and (c) corresponding deformation image of the chip set.



Fig. 3 Variation of field effect mobility for bending direction of $[1\overline{1}00]$ and $[11\overline{2}0]$.