

**戦略的イノベーション創造プログラム
(SIP)
2020年度
研究開発成果等報告書**

課題名：IoE社会のエネルギー・システム

**研究開発項目：B-①(3) WBG系半導体スイッチング素子
として、SiC並みの低損失をSi程度のコス
トで実現するMOSFETの開発**

**研究開発テーマ：「コランダム構造酸化ガリウムを用いた
パワーMOSFET の開発**

研究期間 : 2020年4月1日 ~ 2021年3月31日

研究 責任者	氏名	四戸 孝
	所属機関	株式会社 F L O S F I A
	部署	研究開発本部
	役職	取締役 研究開発本部長

研究開発成果等の概要

研究開発テーマ 「コランダム構造酸化ガリウムを用いたパワーMOSFET の開発」

研究責任者 株式会社 FLOSFIA 研究開発本部長 四戸 孝

1. 2020 年度目標

2020 年度はプレーナゲート構造縦型パワーMOSFET で、耐圧 600V 以上、電流容量 10A、特性オン抵抗 $20\text{m}\Omega\text{cm}^2$ の達成を目指した。

2. 2020 年度研究成果

(1) MOSFET の開発

デバイスシミュレーションによる素子構造設計に基づいたプレーナゲート構造縦型パワーMOSFET の試作・評価を進め、2 層配線構造と電流遮断層を備えた疑似縦型構造での動作実証に成功した（図 1）。選択再成長による $\alpha\text{-(Ir, Ga)}_2\text{O}_3$ 電流遮断層を備えた要素試作では耐圧 1000V 以上が得られた。

(2) 電子物性の解析・制御

2020 年度は Mg ドーピング手法を用いる事で、バンドギャップ 4.3 eV、 $10^{18}\sim10^{19}/\text{cm}^3$ のキャリア密度をもつ p 型 $\alpha\text{-(Ir, Ga)}_2\text{O}_3$ 結晶が得られた。また、 $\alpha\text{-(Ir, Ga)}_2\text{O}_3$ を n 型の $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 上に成膜した pn 接合ダイオードで逆方向耐圧 100V 以上を得た。（図 2）

(3) 結晶構造解析・キャラクタリゼーション

$\alpha\text{-Ir}_2\text{O}_3$ の最適な合成条件を明らかにするため、ミスト CVD の原料溶液の種類を変えて成膜を試み、単層の薄膜を得るための条件を見いだした。p 型半導体の特性が現れる理由を明らかにするため、磁化測定とラザフォード後方散乱 (RBS) による評価を実施した。

(4) MOS 界面評価

2020 年度はミッドギャップ近傍の界面準位密度分布（伝導帯から約 2 eV 付近）の試算に向け、単色光を用いた光支援 C—V 測定を実施し、ミッドギャップ近傍の界面準位密度分布を試算した。得られた値も物理的に想定される範囲内の桁数の値であった。

(5) 結晶欠陥種と電気特性との相関把握

$\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ MOS キャパシタの電気特性を評価し、I—V 測定からは、微細な 10nm レベルの表面凹凸では電界集中による SiO_2 膜の破壊などの影響がないことを明らかにした。

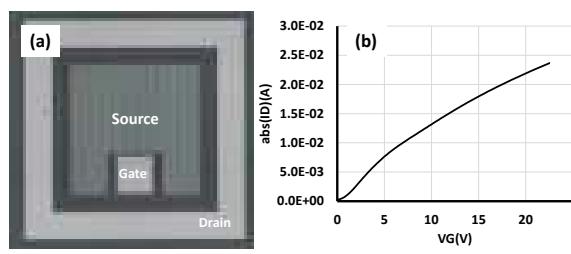


図 1 (a) 2 層配線を有する擬似縦型 MOSFET の顕微鏡像 、(b) ID-VG 特性

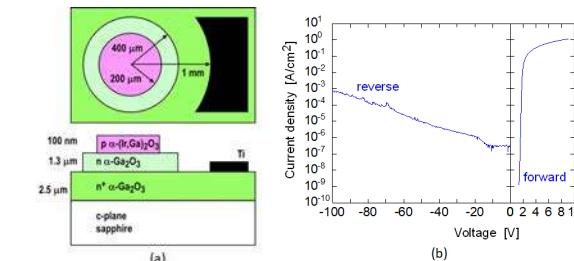


図 2 (a) $\alpha\text{-(Ir, Ga)}_2\text{O}_3$ と $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 薄膜の pn 接合の概略図、(b) 順方向・逆方向の電流-電圧依存性