

FLOSFIA、京大発 Ga₂O₃半導体デバイスの最新の量産計画と技術開発に関するお知らせ

株式会社 FLOSFIA（本社：京都市西京区、代表取締役社長：人羅俊実）では、パワー半導体^{*1}として世界的に注目されている酸化ガリウム^{*2}（ α -Ga₂O₃）半導体デバイス開発に世界に先駆けて取り組んでまいりました。これまでに世界で初めて GaO[®]ブランドでの商用レベルのショットキーバリアダイオード（SBD）のサンプル出荷や、 α -Ga₂O₃に関連する特許を700件以上出願するなど、革新的な技術開発に成功してまいりました。

ついでには、FLOSFIAの最新の量産計画および技術開発に関しまして、お知らせいたします。

【最新の量産計画】

FLOSFIAでは、初期製品としてのSBDの量産に向けて、600V・10Aのサンプルを一般販売してまいりました。この度、2024年中に予定していた量産開始について、計画を見直すことといたしました。関係者の皆様にはご迷惑をおかけしますが、より優れた製品提供のため、何卒ご理解賜りますようお願い申し上げます。

見直しの要因として、全信頼性評価を安定的にクリアするための時間が必要と判断いたしました。特に、一部製品で発生する信頼性不良の検出と対策に取り組んでおります。これは主に α -Ga₂O₃表面の加工プロセスにおける品質および安定性に起因すると考えております。

【最新の技術開発】

他方で、FLOSFIAの技術開発は着実に進展しております。特に、新規P型半導体である酸化イリジウムガリウム α - (IrGa)₂O₃^{*3}を用いたジャンクションバリアショットキー（JBS）構造^{*4}ダイオードのサンプル試作やトレンチゲート型MOSFETのノーマリーオフ動作の実現、ウェハサイズの拡大など、酸化ガリウム半導体のデバイス化技術において革新的な成果を上げました。

1. 次世代SBD（JBS構造）の試作成功

次世代SBDとして、JBS構造の600V・10A品の試作に成功いたしました（図1）。これにより、立ち上がり電圧が従来の1.4Vから0.9Vへと大幅に改善され、高効率化が期待できます（図2）。この試作では、世界初のP型半導体材料である α - (IrGa)₂O₃を使用しており、酸化ガリウムの高い材料ポテンシャルを生かすうえで、極めて重要な成果と位置付けています。2025年以降、サンプル出荷を開始し、市場投入を目指してまいります。



図1 試作したSBD（JBS構造）のサンプル（TO220パッケージ）

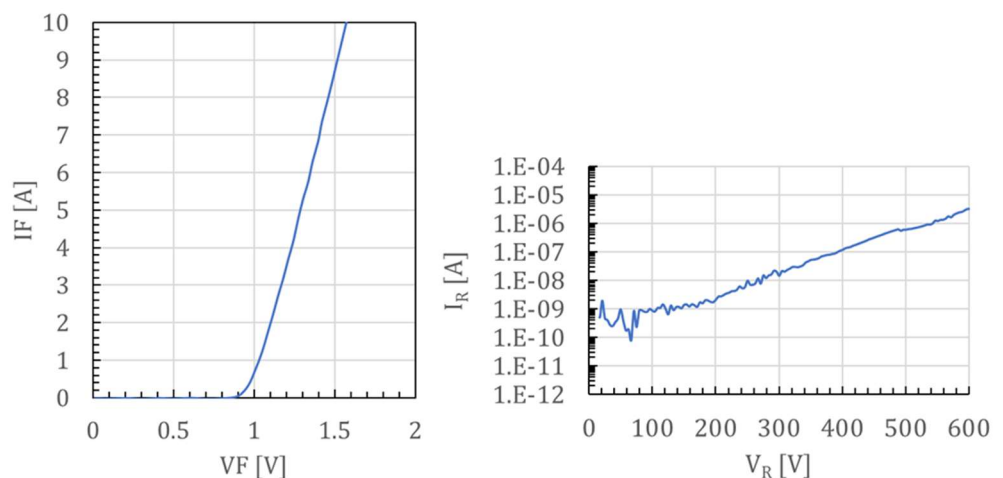


図2 SBD（JBS構造）の順方向・逆方向特性（左）IV特性（右）IR特性
立ち上がり電圧が従来の1.4Vから0.9Vへと大幅に改善！

2. トレンチゲート型 MOSFET 構造の動作実証

MOSFET において、プロセスの最適化や独自の MOS 界面制御技術を適用することで、トレンチゲート型 MOSFET のノーマリーオフ動作の実証に成功いたしました(図 3・図 4)。こちらにも新規 P 型半導体 $\alpha\text{-(IrGa)}_2\text{O}_3$ の材料ポテンシャルを最大限活用して製品化に向けた開発を進めて参ります。

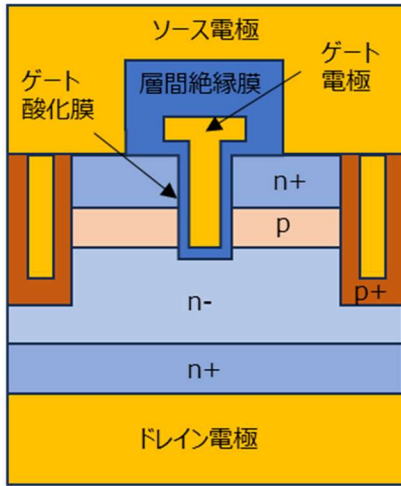


図 3 トレンチゲート型 MOSFET 断面模式図

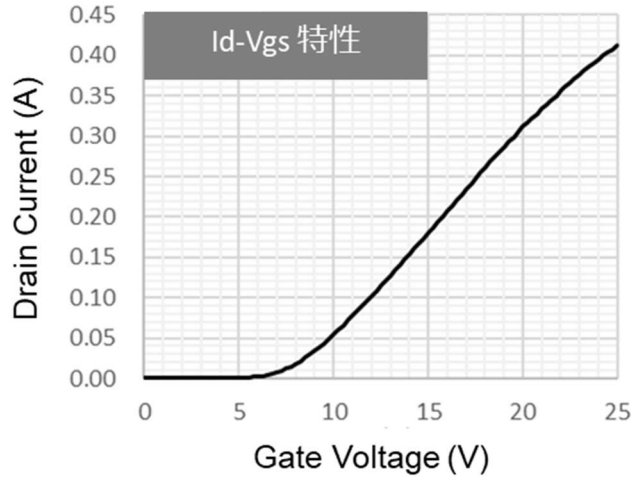


図 4 Id-Vgs 特性

ノーマリーオフ動作に成功！

3. ウェハサイズの拡大

$\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ ウェハ開発では、4 インチサイズまでの $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ エピ成膜技術、3 インチサイズまでのウェハ製造技術を確認いたしました(図 5)。2025 年中には 4 インチサイズでのウェハ製造技術の実証を完了する見込で、大口径化によるコストメリットと生産性向上を図ります。なお、使用しているサファイア基板は、4 インチサイズが市場で最も多く使用されており、同一サイズの炭化ケイ素 (SiC) 基板の 1/10~1/50 程度の価格で流通していることから、今後の低コスト化実現のための基盤技術が大幅に進展したことを意味しております。

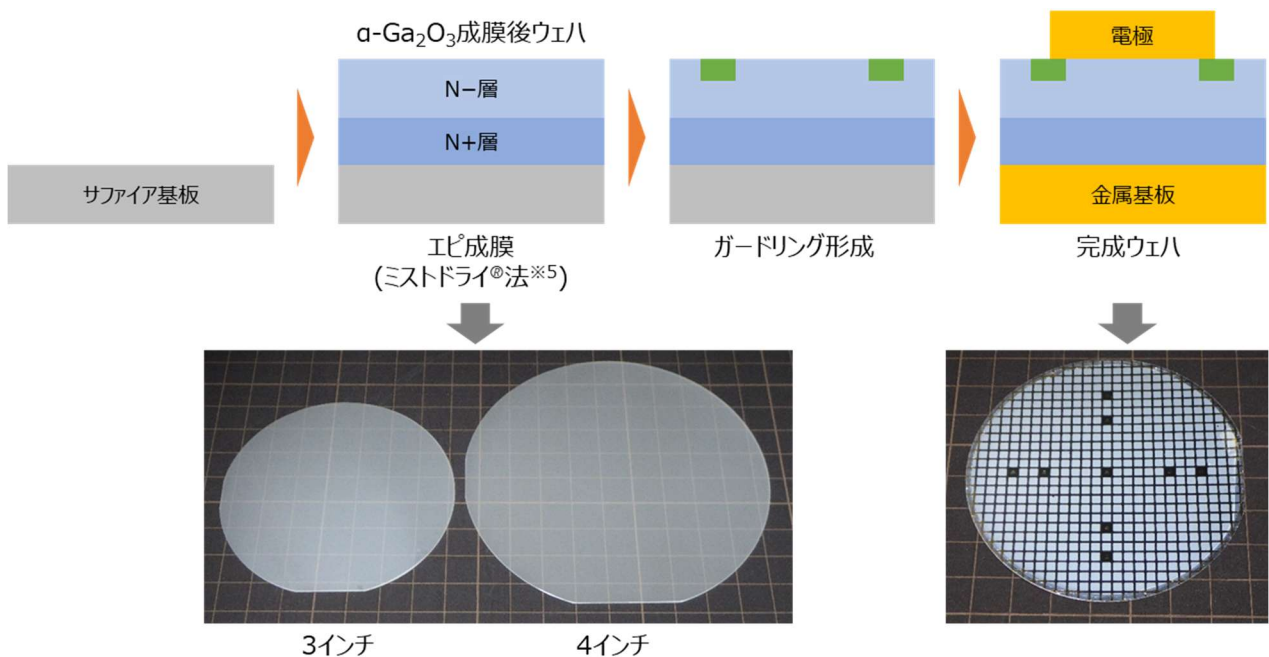


図 5 $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ ウェハ製造フローの一例とウェハ写真

3 インチ・4 インチの製造技術を確認、サファイア基板の活用により低コスト化を実現！

4. 高耐圧・大電流デバイスの開発基盤確立

FLOSFIA は、今後、耐圧を 600V、1200V、1700V へと拡大し、電流も 10A から数百 A クラスまでラインナップを充実される計画を進めております。このための基礎技術は既に構築済みであり、製品化に向けた開発をさらに加速してまいります。

【量産パートナーシップの構築など今後の展望】

FLOSFIA は、これらの技術開発成果をベースに、量産体制を確立するためのパートナーシップ構築を目指しております。知的財産のライセンス提供やエピタキシャルウェハの供給等を通じて、国内外の企業との協力関係を一層深めたいと考えております。

FLOSFIA は、 Ga_2O_3 半導体デバイスの革新的な可能性を信じ、業界のリーディングカンパニーとして技術開発と市場開拓に邁進してまいります。新たなパートナーシップを通じて、高性能・高信頼性を備えた Ga_2O_3 半導体デバイスの量産化を実現し、エネルギー損失の低減や製造段階を含むプロセス損失の低減、さらに希少物質を含むマテリアル損失の低減を通じて、半導体エコロジー[®] ^{*6} の実現に邁進してまいります。

【謝辞】

今回の研究成果の一部は、防衛装備庁が実施する「安全保障技術研究推進制度 (JPJ004596)」、及び国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託事業「省エネエレクトロニクスの製造基盤強化に向けた技術開発事業 (JPNP21009)」、助成事業「ディープテック・スタートアップ支援事業 (JPNP23019)」による支援を受けて実施されました。

【FLOSFIA について】

株式会社 FLOSFIA は、半導体により引き起こされる 3 つの環境負荷 (エネルギー、プロセス、マテリアル) の低減を「半導体エコロジー[®]」と名付け、その具体的な取り組みとして京都大学発の新しいパワー半導体「酸化ガリウム (Ga_2O_3)」の普及を目指しています。

- ・会社名：株式会社 FLOSFIA (フロスフィア)
- ・所在地：京都市西京区御陵大原 1 番 29 号
- ・代表者：人羅 俊実
- ・資本金：42 億 850 万円 (資本準備金含む) (2023 年 2 月 1 日現在)
- ・設立：2011 年 3 月 31 日
- ・URL：https://www.flofsfia.com
- ・事業内容：酸化ガリウムパワーデバイスの研究・製造・販売等
- ・問合せ先：E-mail info@flofsfia.com

※ 「GaO[®]」・「半導体エコロジー[®]」・「ミストドライ[®]」は FLOSFIA の登録商標です。

【用語説明】

※1 「パワー半導体」

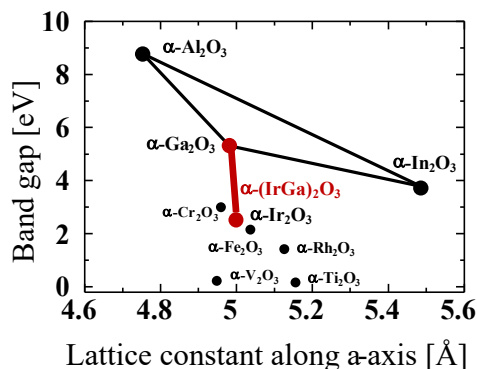
電力変換に用いられる半導体のことで、一般的な半導体と比較して、高い電圧・大きな電流を流すところで使用されます。トランジスタやダイオード、サイリスタなどのパワーデバイスとして利用されます。

※2 「酸化ガリウム (Ga_2O_3)」

パワー半導体材料として注目を集めている新材料です。様々な結晶構造を有し、コランダム構造 (α 構造) 以外にもベータガリア構造 (β 構造) などの結晶構造をとることが知られています。ベータガリア構造は酸化ガリウムしか取らない特殊な結晶構造であるのに対し、コランダム構造は酸化ガリウム以外にもサファイアや酸化インジウムなどさまざまなファミリー群が存在することから、ヘテロ積層での結晶成長やデバイスへの活用が期待されてきました。

※3 「酸化イリジウムガリウム ($\alpha\text{-(IrGa)}_2\text{O}_3$)」

ガリウム、イリジウム、酸素から成るコランダム構造の3元系混晶です。



※4 「JBS 構造」

ジャンクションバリアショットキー構造。埋め込まれた新規 P 型半導体層から広がる空乏層によりショットキー界面の電界強度を緩和してリーク電流を減らすことができます。

※5 「ミストドライ®法」

京都大学の藤田静雄教授らの研究グループが独自に開発したミスト CVD 法を FLOSFIA が独自に改良した成膜方法があります。FLOSFIA では酸化ガリウムの合成やその不純物濃度制御をミストドライ®法で行っています。

※6 「半導体エコロジー®」

半導体の高度化による地球環境への負荷低減を最大化した状態やそれに向けた取り組みを「半導体エコロジー®」と名付けています。エネルギーロスを低減する「**低エネルギーロス**」、製造工程のロスを低減する「**低プロセスロス**」、周辺回路・システム全体で有限な地球資源のロスを低減する「**低マテリアルロス**」といった総合的なエコロジーの実現を通じて、持続可能な新しい未来の実現に貢献してまいります。FLOSFIA では、究極の半導体エコロジー®の実現を目指し、さまざまな企業と連携しています。

以上