

## FLOSFIA、酸化ガリウムパワー半導体の量産化技術を大きく前進！ ～日本発オンリーワン技術で「ポスト SiC」時代を切り拓く～

株式会社 FLOSFIA（本社:京都市、代表取締役社長：四戸孝）は、世界で初めて実用化を進める酸化ガリウム（ $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）パワー半導体において、量産化の鍵となる **4 インチウェハ製造技術の実証完了**と、**製品信頼性課題の克服**に成功いたしました。

激化するグローバルなコスト競争の中、SiC（炭化ケイ素）産業が直面する構造的課題に対し、**FLOSFIA の革新的材料技術が「ゲームチェンジャー」として日本半導体産業の競争力回復に貢献できる基盤が整いました。**

### ■深刻化する SiC 競争環境と日本半導体産業が直面する課題

現在、次世代パワー半導体の主力である SiC 市場では、EV 需要の減速と中国メーカーによる大規模投資が相まって、価格破壊とも言える激しいコスト競争が展開されています。日本メーカーは技術力では優位性を保つものの、構造的な高コスト体質により競争力を急速に失いつつあり、かつて世界を席巻した日本半導体産業の「第二の敗北」が危惧される状況となっています。

### ■「新素材パワー半導体」市場の急拡大が生み出す歴史的機会

生成 AI の爆発的普及に伴うデータセンターの電力需要急増、そしてカーボンニュートラル社会実現への要請により、電力変換効率の飛躍的向上が喫緊の課題となっています。Si（シリコン）以外の新素材パワー半導体市場は、今後 10 年で年平均成長率（CAGR）約 20%という驚異的な成長を遂げ、2035 年には約 3 兆 5,000 億円市場へと拡大する見込みです。

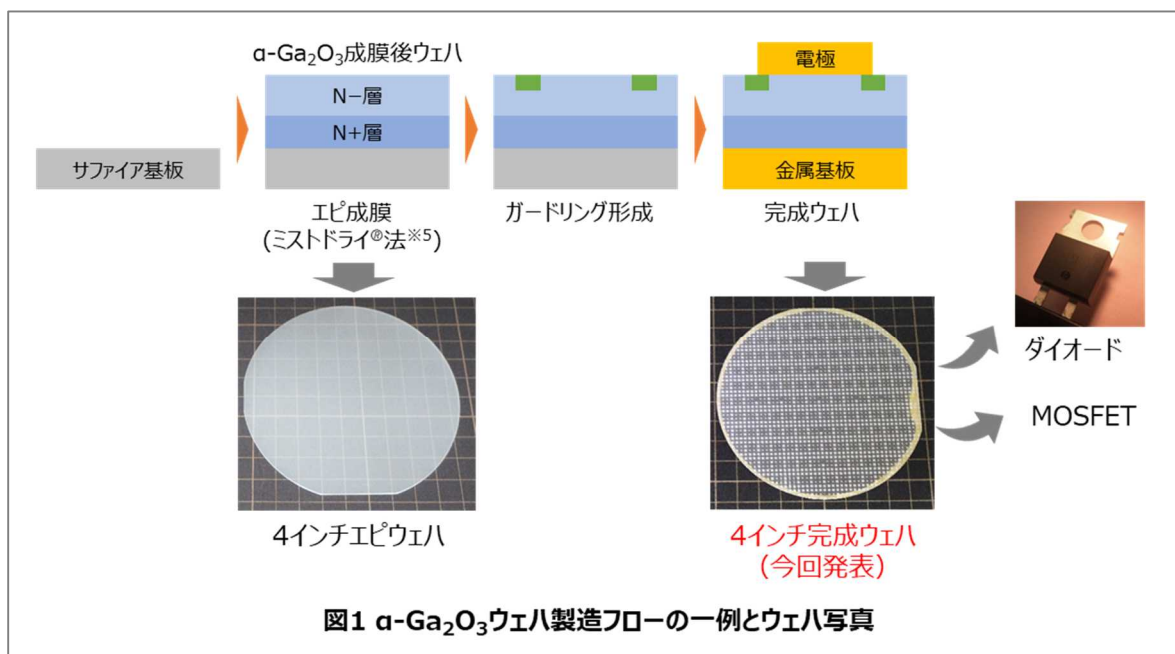
### ■量産化への重要マイルストーン達成：日本発技術で構造的コスト課題を解決

FLOSFIA は、量産化の鍵となる技術開発において重要なブレークスルーを達成いたしました。

以下 2 つの技術的成果についてご報告いたします。

#### 【成果 1】4 インチウェハ製造技術の実証完了

FLOSFIA が公表していた「2025 年中の 4 インチウェハ製造技術実証完了」の計画を予定どおり達成いたしました。これにより本格量産体制構築の基盤が整い、圧倒的な低コスト優位性実現への道筋が明確になりました。当社の独自技術は、SiC が抱える構造的な高コスト課題を根本から解決します。



### ①基板コストの革新的削減

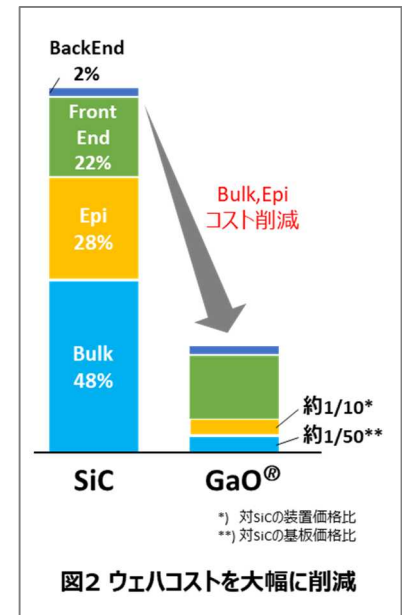
SiC デバイスの製造コストの約半分（48%）を占める SiC 基板に対し、 $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> デバイスでは広く安価に調達可能なサファイア基板を活用することで、基板コストを最大 50 分の 1 まで削減可能です。

### ②結晶成長コストの劇的低減

FLOSFIA 独自のミストドライ®法による結晶成長装置は、従来の SiC 結晶成長装置（MOCVD や HVPE 法）と比較して設備投資額が 10 分の 1 以下。これにより結晶成長コストを大幅に低減できる見込みです。

### ③前工程の効率的展開

既存の GaN-LED 工場や SiC 工場とのパートナーシップにより、設備投資済みプロセス装置を流用。4 インチでの多数枚処理と合わせ、量産化準備を大幅に加速します。



これらの日本が得意とする材料技術とプロセス革新により、「**SiC を超える超低損失性能**」を「**Si 並みの低コスト**」で**実現する**という、これまで不可能とされた目標の達成が現実味を帯びてまいりました。

### 【成果2】ショットキーバリアダイオード（SBD）信頼性課題の克服

FLOSFIA は以前、 $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 表面の加工プロセスに起因する信頼性ばらつきという課題に直面しておりましたが、この度、その主要因の特定と対策技術の確立に成功いたしました。

直径 100 $\mu$ m の小チップを用いた試験で信頼性歩留まりが劇的に改善するという知見から、不良の主要因が「微小な表面凹凸」と「特殊な結晶欠陥」の2つにあることを突き止めました。

これに対し、ウェハ全面の微小表面凹凸を高感度に検出する手法の構築、さらには独自の結晶欠陥検出技術の確立により、**信頼性ばらつきの大幅改善を実現**いたしました。

これらの対策技術の導入により、耐圧 600V/電流 10A クラス製品（民生・産業機器用途の主力スペック）において次の劇的な改善を実証いたしました。

- ・リーク電流の大幅低減：

対策前と比較して逆方向電圧印加時のリーク電流を 1/1000 以下に低減

- ・過酷環境での長期信頼性確保：

150℃高温環境下での逆バイアス連続印加（加速試験）において 1,500 時間経過後も破壊しないことを確認

- ・歩留まり改善による量産性向上：

信頼性ばらつきの大幅改善により、量産時の歩留まり向上とコスト競争力強化を同時実現

今回確立した信頼性対策技術は**市場で要求される信頼性基準クリアに道筋をつける**ものです。

さらに SBD のみならず、今後展開する JBS ダイオードや MOSFET といった製品群にも横展開可能です。この共通基盤技術により、製品ラインアップ全体の早期立ち上げも加速してまいります。

### ■今後の展望：「ポスト SiC」時代を日本発技術で切り拓く

FLOSFIA は今回の成果を基盤として、市場の 70%以上を占める MOSFET や次世代ダイオードである JBS の量産技術確立を加速してまいります。既に先行して量産開発を進める SBD で獲得した歩留まり改善・プロセス最適化のノウハウは、これら主力製品の早期市場投入において大きなアドバンテージとなります。

## ■日本半導体産業の競争力回復への貢献

グローバルなコスト競争で劣勢に立つ日本の SiC 産業に対し、FLOSFIA の  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 技術は次の優位性を提供します。

- ・性能面：SiC を超える超低損失特性
- ・コスト面：Si 並みの製造コスト実現
- ・技術的独自性：日本が強みを持つ材料技術が核心
- ・知財保護：オンリーワン技術による高い参入障壁

また、2026 年度以降の本格量産開始を目指し、知的財産のライセンス提供やエピタキシャルウェハ供給を通じた国内外パートナーシップ構築を積極的に進めてまいります。

FLOSFIA は「半導体エコロジー®」のコンセプトのもと、エネルギーロス・プロセスロス・マテリアルロスの 3 つのロス低減を追求し、持続可能な社会の実現と地球環境負荷の低減に貢献してまいります。

## 【謝辞】

今回の研究成果の一部は、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）の助成事業「デバイス・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】

- ・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
- ・代表取締役社長：四戸 孝
- ・資本金：42 億 850 万円（資本準備金含む）
- ・設 立：2011 年 3 月 31 日
- ・U R L： <https://www.floSFIA.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@floSFIA.com](mailto:info@floSFIA.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ています。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 ( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ )」

Si や SiC に代わる新素材パワー半導体の一つで、特に非常に大きなバンドギャップ値を有することから、次世代のウルトラワイドバンドギャップ (UWBG) と呼ばれます。コランダム構造 ( $\alpha$  構造) など様々な結晶構造をとります。

※3 「 $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 」

酸化ガリウムの結晶構造の一つであるコランダム構造を持つ材料です。サファイアなど他の材料と結晶構造が似ているため、ヘテロ積層によるデバイスへの活用や、低コストなサファイア基板の活用を可能にしました。

## ※4 「SiC (炭化ケイ素)」

現在、主に電気自動車 (xEV) 向けに普及が進んでいる次世代パワー半導体材料です。高性能ですが、基板・エピタキシャル層の製造コストが高いため、高コスト化という構造的な課題を抱えています。

## ※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を いいます。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。

## ※7 「SBD (Schottky Barrier Diode) : ショットキーバリアダイオード」

金属と半導体の接合界面に形成されるショットキー障壁を利用した整流素子です。少数キャリアの蓄積効果がないため高速スイッチングが可能で、電源回路などで使用されています。

## ※8 「JBS (Junction Barrier Schottky) : 接合障壁ショットキーバリアダイオード」

ショットキーバリアダイオードと pn 接合を組み合わせたハイブリッド構造のダイオードです。SBD の高速性を維持しながらオン電圧の低減が可能で、電源回路やインバータ回路で広く使用されています。

## ※9 「MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) : 金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ」

ゲート電極に電圧を印加することで酸化膜を介して半導体表面にチャネルを形成し電流を制御するスイッチング素子です。高速スイッチングが可能で、パワーエレクトロニクスにおいて重要な役割を果たしています。

以上