



戦略省エネ

# アンペア級酸化ガリウムパワーデバイスを開発

戦略的省エネルギー技術革新プログラム／実用化開発／  
アンペア級酸化ガリウムパワーデバイスの開発

S-13

▶ プロジェクト実施者：(株)ノベルクリスタルテクノロジー、不二越機械工業(株)  
プロジェクト実施期間：2018～2020年度

## 背景

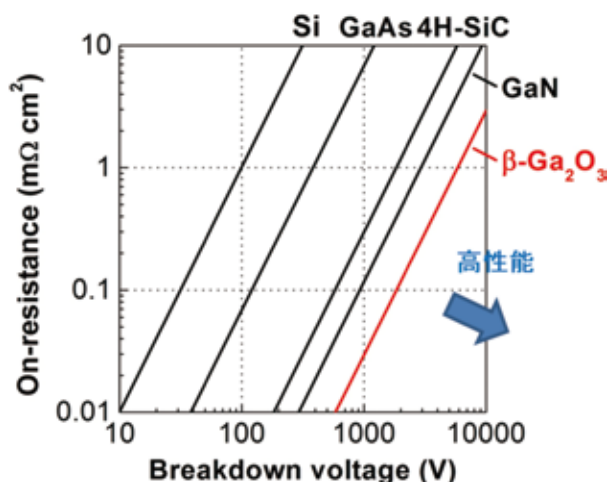
我が国の省エネルギー化を推進するためには、パワーエレクトロニクス技術の発達が必要であり、その根幹をなす次世代の半導体技術の開発が不可欠となっています。酸化ガリウム( $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ )はSiCやGaNと比較して、バンドギャップが広い為、低損失な素子を実現できると期待されています。更に、融液成長によりバルク単結晶の育成が行えることにより、低コストに製造できるというアドバンテージを有しています。

## 目的

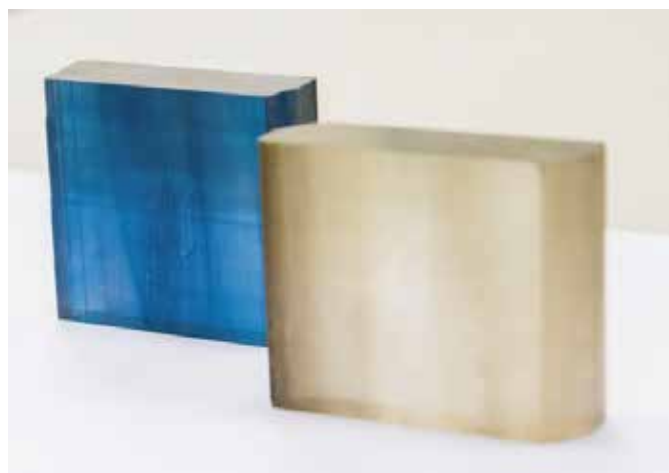
現状の $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ ショットキーバリアダイオード(SBD)は、電流を増やす為に電極サイズを大きくすると逆方向リーク電流が増大してしまい、所望の耐圧が得られないという課題があります。これまでの検討結果から、SBDの逆方向特性に深刻な影響を及ぼすキラ欠陥が、 $10^3/\text{cm}^2$ 程度の密度で存在していることが示唆されています。本事業では、基板およびエピの高品質化により、エピウエハのキラ欠陥密度を $10/\text{cm}^2$ 以下まで低下させたウエハの作製を目指します。そして、そのウエハを用いて、2 mm 角以上の大型素子を作製し、10 Aを超える大電流動作600 V SBDの実証を行うものになります。

## 事業概要

地球温暖化対策として、更なる電力損失低減のため、**低損失で安価なパワーデバイス**が求められています。既存のSiパワーデバイスは材料物性の限界により、これ以上の大幅な**損失低減は困難**です。次世代のSiCやGaNパワーデバイスは、**材料コストが高いため広い普及に課題があります**。



パワーデバイスの耐圧とオン抵抗の関係



$\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 単結晶

$\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ パワーデバイス = **SiCやGaNより低損失で、低コストな新材料**  
→中耐圧の汎用品から高耐圧の特殊品まで、広い範囲へ応用可能。

## 成 果

アンペア級 $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>SBDの開発(①、②、③)

オン抵抗6 mΩcm<sup>2</sup>、耐圧590 V、電流20 AのSBDを実証。

キラ欠陥の評価技術の開発

評価手法を確立し、生成機構が複数あることを提示。

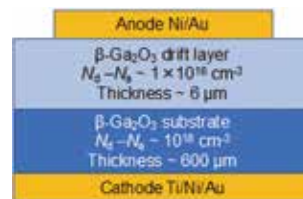
キラ欠陥密度の低減

結晶育成技術、エピ技術、研磨技術の改善により

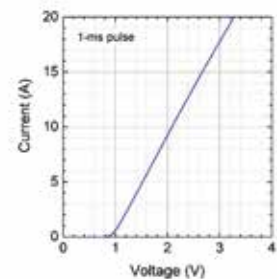
キラ欠陥密度10/cm<sup>2</sup>以下のエピウエハを実現。

VB法高品質 $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>結晶育成技術の開発(④)

直径3"φ、長さ50 mmの単結晶を育成。



①: 2.3 mm角素子の断面構造図



②: 順方向の電流-電圧特性



③:  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ショットキーバリアダイオードパッケージ



④: VB法で育成したφ2-3インチ $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>単結晶

## 省エネルギー効果

2023年度:0.3万KL/年

2030年度:10万KL/年

## 今後の展望

2020年度から2021年度までの2年間に、「NEDOの戦略的省エネルギー革新プログラム/実証開発/ $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ショットキーバリアダイオードの製品化開発」において、デバイス品質の4インチ $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>エピウエハ(目標達成時の技術レベル:キラ欠陥密度を1個/cm<sup>2</sup>以下に低減することで、50 A素子のキラ欠陥に起因する歩留りを90%まで向上)、トレンチ型SBD量産プロセス技術(目標達成の技術レベル:650-1200 V、10-50 Aの $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> SBDのチップの量産レベル)、高放熱高信頼実装技術(目標達成の技術レベル:650-1200 V、10-50 Aの $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> SBDのディスクリートパッケージ品およびモジュール用チップ量産レベル)の開発に取り組めます。そして、2022年度の製品化を目指します。

### お問い合わせ

(株)ノベルクリスタルテクノロジー  
〒350-1328 埼玉県狭山市広瀬台2-3-1  
TEL:044-2900-0072 FAX:04-2900-0059  
URL:<https://www.novelcrystal.co.jp/>

不二越機械工業(株)  
〒381-1233 長野県長野市松代町清野1650  
TEL:026-261-2000 FAX:026-261-2100  
URL:<http://www.fmc-fujikoshi.co.jp/>

### 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番 ミューザ川崎セントラルタワー  
TEL:044-520-5100(代表) FAX:044-520-5103  
<https://www.nedo.go.jp>