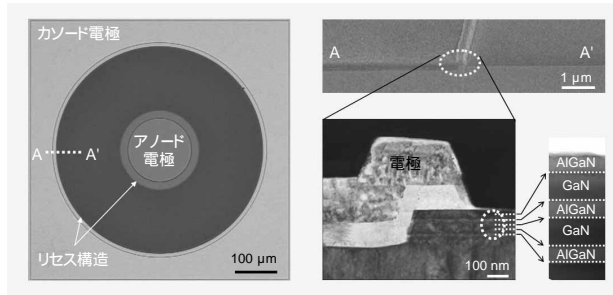


高耐圧と低オン抵抗を両立させ、機器の省エネルギー化に大きく貢献

## 新規半導体接合構造により低損失GaNパワーデバイスを開発



左：チップ表面写真  
右：断面写真

### 新規半導体接合を用いた低損失GaNパワーデバイス（2008年12月）

#### 要旨

当社は、機器の省エネルギー化を実現するパワーデバイス材料として期待される窒化ガリウム（GaN）を用いた高耐圧・低オン抵抗ダイオードを開発しました。本ダイオードは、新規半導体接合（ナチュラルスーパージャンクション）<sup>[1]</sup>を採用し、これにより低損失特性を実現しました。

#### 効果

今回開発したナチュラルスーパージャンクションは、窒化ガリウム特有の分極という特性により表裏面に自然に現れる電荷を積極的に生かしたものです。これにより耐圧を低下させることなくオン抵抗を低減できるため、極めて低損失なパワーデバイスが実現可能になります。本接合を用いた今回のダイオードは、動作電圧が数百ボルトの民生用電力機器から、数千ボルトの産業用電力機器に至る電力分野に幅広く応用可能です。

#### 特長

本開発のダイオードは、複数の窒化ガリウム系半導体材料層を接合したナチュラルスーパージャンクションを用いており、以下の特長を有しております。

- 1) 高耐圧：9400 V
- 2) 低オン抵抗（RonA）：52 mΩ cm<sup>2</sup>（従来 1000 mΩ cm<sup>2</sup>）

この特性は、従来予想されていた窒化ガリウムの材料限界を業界で初めて実証したものです。

#### 内容

本開発では、以下の技術により高耐圧、低抵抗を実現し、両者のトレードオフを克服しました。

- 1) 分極電荷を利用したナチュラルスーパージャンクションによる高耐圧化  
窒化ガリウム系半導体の表面と裏面に自然発生する電荷の平均値がゼロになるため、窒化ガリウム系半導体材料があたかも絶縁体のように振る舞うことを発見しました。この結果、ダイオードに逆方向電圧を印加した場合に耐える電圧を電極間隔伸長のみにより大幅に向上させました。
- 2) 複数チャネルを露出するリセス構造による低抵抗化  
キャリアが走行するチャネルを複数層形成し、さらにチャネルを露出するリセス構造に電極を形成することにより、ダイオードに順方向電圧を印加した場合のオン抵抗を大幅に低減しました。

#### 従来例

高耐圧と低オン抵抗を両立できる接合として、薄いP型半導体とN型半導体を接合させたスーパージャンクションがシリコンデバイスにおいて開発されてきました。

しかしながら、P型半導体とN型半導体の不純物濃度と膜厚を精密に制御しなければならず、窒化ガリウム系半導体において実現することが困難でした。したがって、窒化ガリウム系半導体へ適用可能な、高耐圧と低オン抵抗を両立する技術開発が求められていました。

#### 備考

本開発内容は、2008年12月15日～17日に米国サンフランシスコで開催のIEDM2008で発表しました。

#### 用語の説明

- [1] 新規半導体接合（ナチュラルスーパージャンクション）：電流の担い手となる荷電粒子の符号が負である半導体層（N型半導体）と、正である半導体層（P型半導体）を多数積層させることにより、高耐圧と低抵抗を両立できる接合（スーパージャンクション）がシリコンデバイスにおいて開発されています。本開発では、複数の組成が異なる窒化ガリウム系半導体を接合することにより、スーパージャンクションと同様の効果があることを発見しました。この新規半導体接合は、窒化ガリウム特有の分極という特性によりスーパージャンクションと同様の効果を自然に実現できるものであり、ナチュラルスーパージャンクションと表現できるものです。