

2020年11月26日  
エア・ウォーター株式会社

## 低コスト且つ高性能な高周波トランジスタを製造できる

### 新しい GaN (窒化ガリウム) 積層構造を開発

#### ～ 第5世代移動通信システムの普及に大きく貢献する技術を確立 ～

エア・ウォーターグループでは、グループ内外の技術、製品、知恵を結集した「擦合せ統合」という概念により、深く連携することで新しい価値を創造する、「新規機能材料開発プロジェクト」を推進しています。エレクトロニクス、環境・再生を重点領域とし、前者では、5G 関連の材料を開発し提供することが大きなカギとなっています。

その一環として検討を重ねた結果、低コスト且つ高性能な高周波トランジスタを製造することができる基板材料の構造として、新しい GaN 積層構造の開発に成功しました。この開発技術が実用化することで、従来よりも低コストでの無線通信の高速化が可能となり、第5世代移動通信システム (5G) の普及が加速するとともに、5G サービスにおけるコストパフォーマンスの改善に大きく貢献することができます。

GaN は、広い周波数帯で電波信号の増幅を行うことができる優れた物性を有することから、高周波トランジスタ向けの素材として注目されており、現在、5G の普及に向けて、各国で GaN 高周波トランジスタの開発や商品化が進んでいます。しかしながら、その下地基板として一般的に使用されている「半絶縁 SiC 基板」や、現在、実用化に向けた取り組みが進められている「高抵抗フロートゾーン Si (FZ-Si) 基板」については、高コスト、製造歩留りの低さ、トランジスタ性能の限界など、今後の普及に向けた様々な課題が見え始めています。

こうした中、当社は、世界で唯一、当社が保有する独自技術によって製造した「SiC on Si 基板」上に、厚い GaN 層を成長させた新しい GaN 積層構造 (以下、「本構造」という。)を開発し、これらの課題解決に成功しました。

なお、本開発の成果は、米国電気電子学会が発行する科学誌「IEEE Electron Device Letters」の2020年10月号に掲載されました。

今後、当社は、本構造を成長させるうえでの下地基板となる「高周波用途向け SiC on Si 下地基板」、ならびに本構造の成長まで当社で行う「高周波用途向け GaN on SiC on Si 基板」のパイロット生産を2020年度中に開始いたします。

(注) GaN : 窒化ガリウム、SiC : 炭化シリコン、Si : シリコン

記

### 1. GaN 高周波トランジスタの概要

従来の通信システムと比べ飛躍的な高速通信が可能となる「5G」の商用サービスが各国で始まり、今後、基地局整備などの関連市場が拡大していきます。5G のデータ送受信システムにおいて重要な鍵を握るのが、画像や音声のデジタル情報に関する高周波数の電波信号について、その変換や増幅を担う電子部品である高周波トランジスタになります。GaN は、従来の基板材料である Si や GaAs に比べ、電子走行速度が

2.1～2.7 倍、電波信号の増幅にかかる絶縁耐電界強度が 7.5～10 倍になるなど、より高い周波数帯を使用する 5G・ミリ波通信において高次元の性能を実現できる物性を備えているため、今後、GaN 高周波トランジスタが普及していくことが見込まれます。

(注) GaAs：ガリウム砒素

## 2. 開発の背景

高周波トランジスタは、動作時のエネルギーロスを抑えるため、トランジスタの下部を絶縁性の高い結晶材料で構成する必要があります。この観点から、これまでに「半絶縁 SiC 基板」を下地基板とした GaN 高周波トランジスタが実用化されていますが、基板が高価で小口径（直径 100mm 以下）であるため、基地局などのハイエンド用途に限定した普及に留まっています。

そこで、直径 150 mm の基板で入手し易く且つ廉価な「高抵抗フロートゾーン Si 基板」を下地基板とした GaN 高周波トランジスタの開発や商品化も進んでいます。しかし、基板が塑性変形し易く製造歩留りが低い、また、トランジスタが動作中に発熱すると絶縁性能が低下しエネルギーロスが大きくなるなどの問題がありました。

当社は、2012 年に GaN 成長用下地基板として、独自技術による大口径（最大直径 200 mm）の「SiC on Si 基板」を開発、本年 4 月には世界初となる「SiC on Si 基板」を用いたパワートランジスタ用 GaN 基板の実用化レベルでの開発にも成功しています。今回、当社が培ってきたこれらの技術を駆使して、本構造の開発に成功しました。

## 3. 本構造の特徴

### (1) 本構造の概要

- ① Si 基板には、低価格且つ大口径で大量に普及しており、強い外力を加えても塑性変形しにくい「チョクラルスキーSi (CZ-Si) 基板」を使用します。
- ② 当社独自の成膜技術により Si 基板上に高品質の SiC 薄膜を成長させます。
- ③ SiC 薄膜上に、シンプルな窒化物緩衝層、十分に厚い（最大 6 μm）高抵抗 GaN 層およびトランジスタ層（AlGaN バリア層）を順に成長させます。

(注) AlGaN：窒化アルミニウムガリウム

### (2) 本構造の優位性

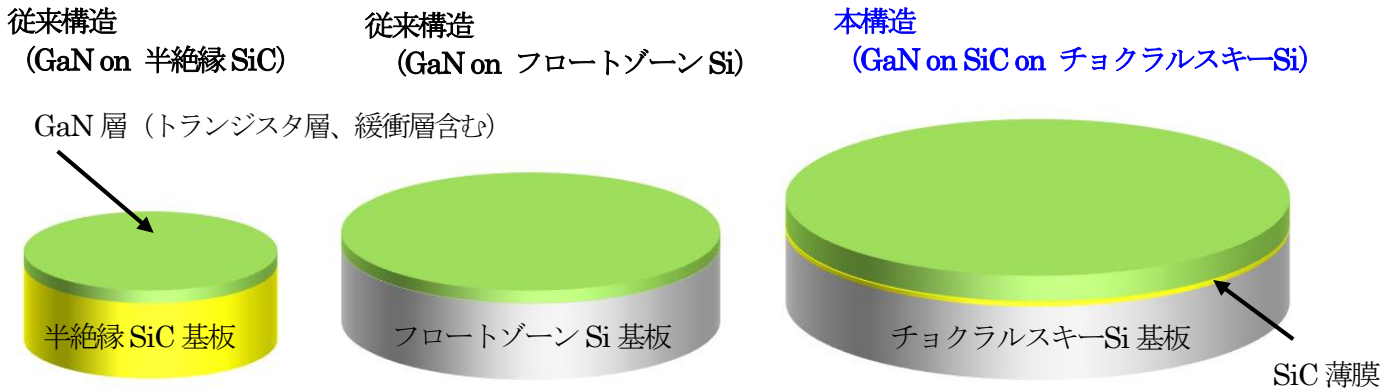
- ① 「チョクラルスキーSi 基板」の使用によりコストダウンが可能であり、また、GaN 層や SiC 薄膜と、Si 基板との熱膨張の差に由来する基板の塑性変形も安定して抑制することができるため、これに係る製造歩留り低下も防ぐことができます。
- ② SiC 薄膜上には、十分に厚い高抵抗 GaN 層を成長させることができます。この厚い GaN 層により、エネルギーロスの少ないトランジスタ層が実現します。なお、SiC 薄膜を介さずに、Si 基板上に直接このような厚い GaN 層を成長させる技術は現時点では確立されていません。

## 4. 本構造を用いた GaN 高周波トランジスタの特徴

- ① 高抵抗 GaN 層は、高温（100～200℃）でも常温（25℃）と同様の十分な高抵抗性（絶縁性能）を維持できる性質があるため、トランジスタが発熱してもエネルギーロスが大きくなりません。

- ② SiC 薄膜上に GaN 層を成長させると「移動度」と呼ばれる電子移動の物性が「高抵抗フロートゾーン Si 基板」と比較して約 20%改善し、高周波性能がアップします。
- ③ SiC 薄膜は熱伝導性が高いため、トランジスタの発熱を放散する性能が原理的に改善します。なお、現在、その実証試験を行っています。

**【本構造 (GaN on SiC on チョクラルスキーSi 基板) と従来構造の構造比較】**



**【本構造 (GaN on SiC on チョクラルスキーSi 基板) と従来構造の性能比較表】**

高周波GaN構造	従来構造 (GaN on 半絶縁SiC)	従来構造 (GaN on フロートゾーンSi)	本構造 (GaN on SiC on チョクラルスキーSi)
GaNの下地基板	半絶縁SiC基板	フロートゾーンSi基板	SiC on チョクラルスキーSi基板
GaN下地基板のコスト	×	○	△
GaN下地基板のサイズ(直径)	100mm以下	150mm以下	200mm以下
GaN成長後の基板変形	○	×	○
GaN成膜時間(成膜厚)	○ (1~2 μm)	○ (1~2 μm)	△ (6 μm以下)
高周波トランジスタ性能(常温)	○	○	○
高周波トランジスタ性能(高温)	○	×	○

(注) 本構造を用いた高周波トランジスタの性能(常温および高温)については、国立大学法人名古屋工業大学の 分島 彰男 准教授との共同研究により実証しました。

以上

**【本件に関するお問合せ先】**

エア・ウォーター株式会社 広報・IR部 中井・石井  
 〒542-0081 大阪市中央区南船場2丁目12番8号  
 TEL : 06-6252-3966 E-mail : info-h@awi.co.jp