

NEWS RELEASE

移動体通信基地局や衛星通信システムの低消費電力化に貢献
世界初、単結晶ダイヤモンド放熱基板を用いたマルチセル構造のGaN-HEMTを開発

三菱電機株式会社は、国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、産総研）集積マイクロシステム研究センターとの共同研究により、高い熱伝導率を持つ単結晶ダイヤモンドを放熱基板に用いたマルチセル構造^{※1}の GaN-HEMT^{※2}を世界で初めて^{※3}開発しました。移動体通信基地局や衛星通信システムに搭載される高周波電力増幅器の電力効率の向上により、低消費電力化に貢献します。

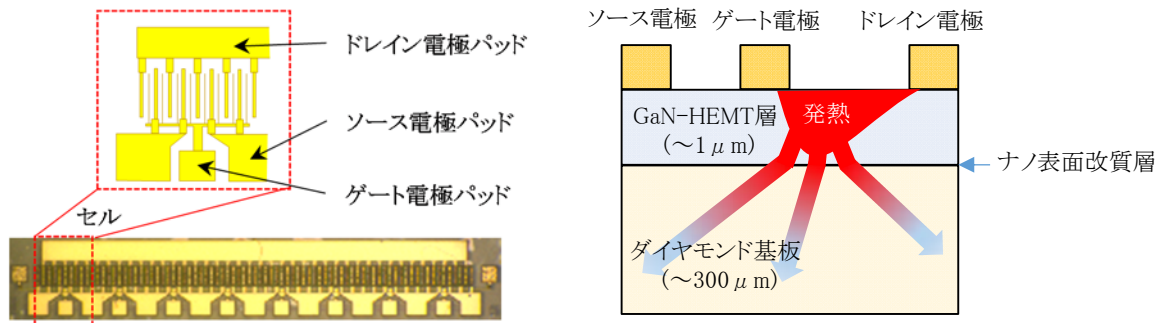
なお、本開発成果の詳細は、SSDM^{※4} 2019（9月2日～5日、於：名古屋大学）で9月4日に発表します。

※1 複数のトランジスタセルを並列に配置する構造

※2 Gallium Nitride - High Electron Mobility Transistor：窒化ガリウムを用いた高電子移動度トランジスタ

※3 2019年9月2日現在、当社調べ

※4 International Conference on Solid State Devices and Materials



開発した GaN-HEMT の上面写真(下)とセル構造(上)

開発した GaN-HEMT の断面構造

開発の特長

1. 世界で初めて、マルチセル構造の GaN-HEMT を単結晶ダイヤモンド基板へ直接接合

世界で初めて、トランジスタを並列に 8 セル組み合わせたマルチセル構造の GaN-HEMT 層を、産総研が開発したナノ表面改質層を介した常温接合法により、熱伝導率の高い単結晶ダイヤモンド（熱伝導率 1900W/m・K）の放熱基板に直接接合

2. GaN-HEMTの出力密度・電力効率の向上により、省エネに貢献

単結晶ダイヤモンド基板により放熱性を高め、GaN-HEMT の上昇温度を 211.1℃から 35.7℃に低減^{※5}し、トランジスタ当たりの出力は 2.8W/mm から 3.1W/mm へ約 10%増加^{※5}、電力効率は 55.6%から 65.2%に向上^{※5}し、省エネに貢献

※5 シリコン基板を用いた同構造GaN-HEMTとの比較において

開発体制

名称	担当内容
三菱電機	ダイヤモンドを直接接合した GaN-HEMT の開発(設計、製造、評価、解析)
産総研	ダイヤモンドと GaN の接合プロセス開発

本成果の一部は、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）の委託業務の結果、得られたものです。

報道関係からの
お問い合わせ先

〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 TEL 03-3218-2359 FAX 03-3218-2431
三菱電機株式会社 広報部

開発の背景

近年、移動体通信基地局や衛星通信システムの高周波電力増幅器は、小型・軽量化や高効率化などのため、高出力で高効率な GaN-HEMT の適用が拡大しています。一方、GaN-HEMT は高出力動作時の発熱により電流が流れにくくなるといった問題があり、これまで本来 GaN が持つ性能を発揮できていませんでした。このため、GaN-HEMT の基板として、従来の SiC 基板（熱伝導率 370~490W/m・K）やシリコン基板（熱伝導率約 150W/m・K）に代えて、自然界で最高の熱伝導率を持つダイヤモンドを用いた構造が開発されています。

今回当社は、産総研との協力により、放熱基板として高い熱伝導率を持つ単結晶ダイヤモンドに GaN-HEMT 層を直接接合することで、高出力・高効率化を実現したマルチセル構造の GaN-HEMT を開発しました。

今回開発した GaN-HEMT を搭載することにより、高周波電力増幅器の出力密度・電力効率が向上し、移動体通信基地局や衛星通信システムなどの低消費電力化に貢献します。

特長の詳細

1. 世界で初めて、マルチセル構造の GaN-HEMT を単結晶ダイヤモンド基板へ直接接合

ダイヤモンドを放熱基板に用いた GaN-HEMT は現在、薄膜化した GaN にダイヤモンドを製膜したウエハーを作製し、トランジスタを作りこむ方法が主流ですが、GaN とダイヤモンドの熱膨張係数が異なるため、製造過程でウエハーが大きく反るという問題があり、サイズが大きいマルチセル構造の GaN-HEMT 作製は困難でした。

今回、シリコン基板を用いて作製したマルチセル構造の GaN-HEMT からシリコン基板を除去し、GaN-HEMT の裏面を研磨して薄く平坦に加工した後で、ナノ表面改質層を介する直接接合法によってダイヤモンド基板と接合しました。また、8つのトランジスタセルを並列に組み合わせたマルチセル構造を採用しました。

放熱性の高い単結晶ダイヤモンドを放熱基板に用いて、マルチセル構造の GaN-HEMT を作製したことは、世界初です。

2. GaN-HEMT の出力密度・電力効率の向上により、省エネに貢献

GaN-HEMT から放熱するため、単結晶ダイヤモンド（熱伝導率 1900W/m・K）を基板に用いて放熱性を高め、GaN-HEMT の高温化による性能や信頼性の低下を抑制することに成功しました。GaN-HEMT の最大温度を 211.1℃から 35.7℃に低減^{*5}できるので、トランジスタ当たりの出力が 2.8W/mm から 3.1W/mm へ約 10%増加^{*5}すると共に、電力効率が 55.6%から 65.2%に向上^{*5}し、移動体通信基地局や衛星通信システムの省エネに大きく貢献します。

環境への貢献

GaN-HEMT の電力効率向上により、省エネに貢献します。

特許

国内 9 件、海外 10 件出願中
国内 2 件取得済

開発担当研究所

三菱電機株式会社 先端技術総合研究所
〒661-8661 兵庫県尼崎市塚口本町八丁目 1 番 1 号
FAX 06-6497-7289
http://www.MitsubishiElectric.co.jp/corporate/randd/inquiry/index_at.html