

GaN と先行半導体技術の将来

ガリウムヒ素(GaAs)やそれ以前の横方向拡散 MOS (LDMOS)と同様に、窒化ガリウム(GaN)は将来の RF、マイクロ波、ミリ波システムに大きな役割を果たす革新技术です。しかし GaN も万能ではなく、従来の技術も重要な役割を担います。

窒化ガリウム(GaN) RF パワートランジスタが 2000 年代半ばのイラクおよびアフガニスタンにおける対 IED ジャマー向けに採用された時、GaN はまだ実用化の初期段階でした。今日、防衛から衛星通信、5G に至る市場において、GaN ディスクリート デバイスおよび MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit)はガリウムヒ素(GaAs) デバイスに対する強力な競合相手です。GaN デバイスは極めて高い電力密度を特長とし、他の半導体技術に比べて、同一ダイ面積でより大きな RF 出力を生成できます。また、GaN デバイスは GaAs デバイスの 5 倍の電圧および 2 倍の電流で動作でき、10 GHz 超の帯域で高い電力付加効率を示し、高温環境で動作可能です。

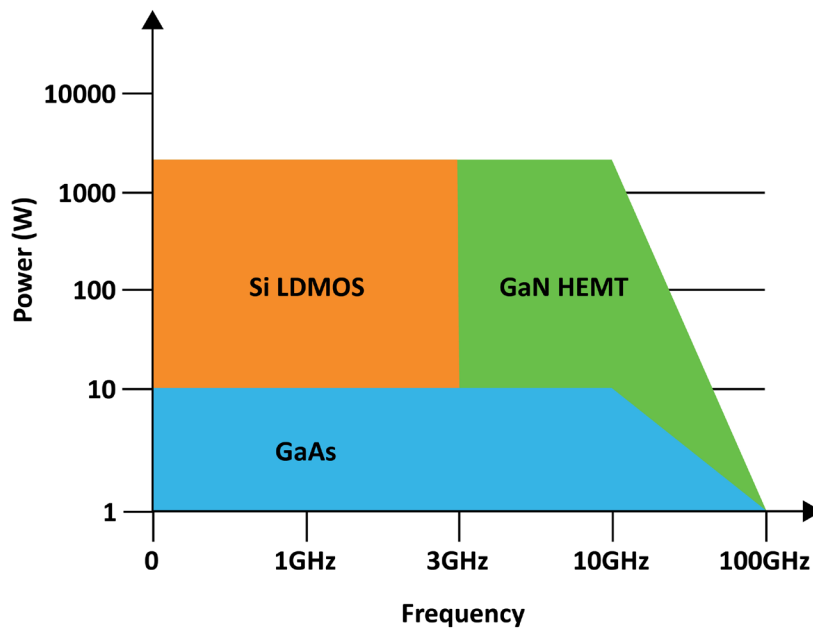
しかし、GaN は全てのアプリケーションで GaAs より優れている訳ではありません。このため、Microchip 社は GaN と GaAs 両方のディスクリートおよび MMIC 製品を製造し、業界トップクラスの幅広い RF 半導体製品ポートフォリオを提供しています。これには低ノイズアンプからフロントエンド モジュールまで、RF ダイオード、スイッチ、電圧可変アッテネータ、SAW および MEMS オシレータ、マイクロコントローラ/RF トランシーバー一体型モジュール(Wi-Fi[®] MCU)が含まれます。

アプリケーションに最適なデバイスを選択するには、各半導体技術の長所を理解する事が重要です。例えば GaAs は、現在でも最も多用途な半導体素材としてパワーアンプ、ミキサ、スイッチ、アッテネータ、モジュレータ、電流リミッタ、太陽電池、レーザー ダイオード、LED 等で使われています。GaAs がなくては実現しなかったアプリケーションもあります。



GaAs は 1980 年代後期に始まったアクティブ フェイズドアレイ レーダーの近代化に貢献し、スマートフォン等のネットワーク接続機器は GaAs によって実現したと言っても過言ではありません。GaAs デバイスはケーブルシステムの分散増幅器、マイクロ波ポイントツーポイント リンク、その他多数の RF アプリケーション(90 GHz 以下)にも使われています。GaAs は比較的高出力のアンプモジュール向けにも使えますが、RF 出力は今後も増加すると予測されており、GaN を使えば大幅に少ないデバイス数で高い RF 出力を達成可能です。

LDMOS 技術も進化を続けており、極めて優れた堅牢性が特長です。一部のディスクリート LDMOS トランジスタは 65:1 を超えるインピーダンス不整合状態でも劣化または損傷する事なく動作可能です。一方、現在の GaN および GaAs では、これは約 20:1 以下に制限されます。また、LDMOS デバイスは 2 kW 近くの RF 出力が可能です。今後何年も LDMOS デバイスは L および S バンドレーダー、放送用送信機、医療用撮像システム、産業用加熱乾燥アプリケーションの RF 出力生成に使われることが予測されますが、周波数が約 4 GHz 以下に制限されるため、最終的にはミリ波領域の奥深くまで動作可能な GaN に取って代わられるでしょう。



前述の通り、GaN の長所のひとつは非常に高い電力密度であり、Si または GaAs に比べてごく小さなゲート周囲サイズ(gate periphery)で非常に高い RF 出力レベルを達成可能です。非常に小さなデバイスで大きな RF 出力を生成できるため、GaN は次世代 AESA (Active Electronically Steered Array)レーダーを含む多くのアプリケーションに適しています。GaN の潜在能力はいまだに全て発揮されているとは言えず、将来は 20 W/mm 以上の電力密度が予測されています。

もちろん、実現するにはダイからの熱をサブストレート、ヒートスプレッド、ヒートシンク、外部冷却システムを介して速やかに放散させる必要があります。現在は通常シリコン カーバイド(SiC)サブストレートが使われていますが、地球上で熱伝導率が高いダイヤモンドまたはアルミニウム-ダイヤモンド金属マトリクス複合材料がより一般的となるでしょう。

先行技術の GaAs および LDMOS と同様に、GaN も将来の RF、マイクロ波、ミリ波システムに大きな役割を果たす革新技術です。しかし GaN は万能ではなく、GaAs は今後も長年にわたって重要な技術であり続けるでしょう。Microchip 社はこの事実を踏まえ、GaN ポートフォリオの拡充だけでなく GaAs の性能改善も継続して行きます。

Microchip 社の RF 製品ポートフォリオは[こちら](#)をご覧ください。

Mike Ziehl