

GaNのトレンチ加工 角度制御

【サムコ(株) 開発部】

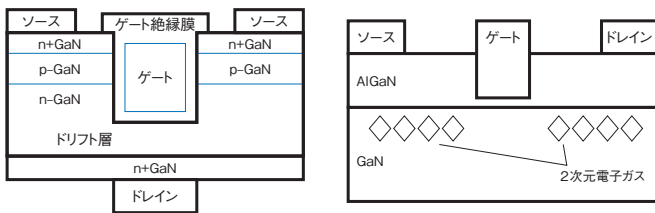
はじめに

短波長光デバイスとして広く実用化されている窒化ガリウム (GaN) 系半導体は、優れた物性を有するため、パワーデバイスやRFデバイスなどの電子デバイス用材料としても有望であり研究が進められてきた。すでに一部では実用化され市場投入されている。更なる高性能化を目指した開発も年々盛り上がりを見せており、高周波・中電力向けの電子デバイス分野に広く採用されていくことが予想されている。

例えば、今後数年以内に高耐圧、低ON抵抗、高チャネル移動度を兼ね備えた電子デバイス (例えばトレンチMOS、HEMT等) が実現すると期待されている。トレンチ構造を採用したGaN MOSFET構造とゲートリセスタイプのGaN HEMT構造の一例を図1に示す。

当社はGaN系発光デバイス製造用途のICP-RIE装置、CVD装置及びプロセス技術を提供している。また、大電力用の4H-SiCパワーデバイス製造工程であるトレンチ加工、メサ加工等を実現するプロセスを提供している。

今回はそういった取り組みの中から、GaNデバイス作成時のトレンチ構造やりセス構造形成時に寄与できる可能性があるトレンチ加工のプロセスソリューションを紹介する。



(a) GaN トレンチMOSFET構造模式図 (b) GaN HEMTゲートリセス構造模式図

図1 GaN 電子デバイス構造

GaNのトレンチ加工

当社はGaNのトレンチ加工技術の開発に取り組んできた。図2に示すように、垂直加工から順テーパ加工まで幅広くその形状を制御することが可能である。サファイア基板にGaNをエピタキシャル成長させた試料を使用し、サムコ製RIE-400iPにてエッチングした。

従来の順テーパ加工では側壁に付着物が堆積するためこれを後処理で取り除く必要があった。これに対して今回新たに開発した順テーパ加工技術では、側壁への付着物が少なく後処理を必要としない。さらに、このプロセスの注目すべき点はエッチング開口幅1 μm以下の狭いパターンでも80°を下回る順テーパが形成可能な点にある。従来技術では側壁付着物の堆積により開口部が埋まるため、狭い開口幅ではエッチングの進行そのものが阻害された例もある。弊社ではICPとBiasのRF出力比を制御し、エッチングガスのバランスを取ることでより角度を持った順テーパ加工に成功した。

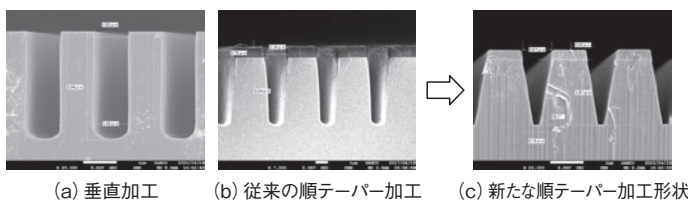


図2 GaN トレンチ加工形状

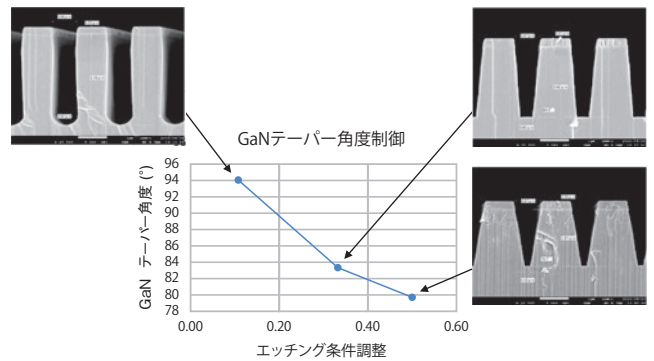


図3 GaNトレンチ テーパー角度制御

このGaNのトレンチで順テーパを形成するプロセスはHEMTのゲートリセス形成にも役立つと考えられる。HEMTのゲートリセス構造では原理的に2次元電子ガスに対する影響力を制御するためゲート長の設計と加工制御が重要であるため、本プロセスを適用してゲート部の形成時に開口幅を維持した状態でゲート長を制御する方法等が考えられる。

また、この加工技術はパワーデバイスのチャネル周辺構造以外にも応用が可能である。

当社では、コンタクト電極として期待されている高融点金属であるタングステンの熱CVDプロセスも取り扱っている (SAMCO NOW Vol.102参照)。この時、幅1 μm、深さ2 μmのトレンチ構造に対してWF₆を主原料としてタングステンを成膜しているが、埋め込み性の実験で溝中央部に隙間が生じやすいという問題点がある。この空隙は開口部の膜が成長し、溝中心部より先に開口部が埋まることで生じる。そのためトレンチ構造を順テーパ形状とすれば開口部の閉塞が遅れ、膜成長による溝中央部の空隙発生を抑えることが可能となる。

このようにGaNトレンチ加工においてテーパ角度制御が役立つ可能性は非常に大きいと考えている。

まとめ

当社はGaN-LED開発段階よりその製造プロセスに寄与しており、GaN系半導体のエッチング技術で多くのお客様の様々なニーズに応えてきた。近年ではGaN-HFETのリセスエッチングやGaN/AlGaInの高選択比エッチング、そして今回紹介したGaNトレンチエッチングなどの多様なプロセス技術を有している。

我々は今後もプロセス開発を進め、GaNトレンチMOSの実用化に向けて貢献する。更に、エッチングだけでなくゲート酸化膜形成 (ALD、CVD)、メタルCVD開発も進めており、ゲート部形成に関するハードとプロセスを提供していく所存である。

参考

- 皿山正二, 真のバルクGaN単結晶の必要性と研究開発動向, 科学技術動向 No.92(2008)
- 次世代パワーデバイスのブレークスルーを提案, SAMCO NOW Vol.76, Technical-Report
- 液体原料を用いたタングステンのホール内埋め込み成膜, SAMCO NOW Vol.102, Technical-Report