

逆テーパ加工基板を用いた GaN 選択成長技術の紹介

【サムコ(株) 開発部】

LEDは、省エネルギーかつ長寿命で高輝度、調光・点滅が自在、防水構造など、光の表現力や機能性においてもこれまでの照明の歴史を刷新している。照明本来の役割である演色性はもちろん、防虫・防水効果や屋内外を問わず視認性に優れていることなどにより、道路交通表示板や信号灯など、照明器具としてだけでなくさまざまな分野で幅広く採用されている。

高性能化するLEDに対応するため、窒化ガリウム (GaN) 基板の高性能化が求められており、当社は 山口大学との共同研究を通して、高品質 GaN 基板を作製するための要素技術の開発を行っている。本文では、共同研究における当社の基板加工技術を紹介する。なお、高性能 GaN基板は次世代の大電流・高耐圧のパワーデバイス用の基板としても注目されている。

■GaN自立基板作製方法と課題

GaN自立基板の作製方法として、サファイア基板上に薄膜の成分元素を含む原料ガスを供給し、化学反応により薄膜を堆積させるハイドライド気相成長 (HVPE) 法が挙げられる。GaNの成膜には、水素 (H₂) ガス中に原料ガスとして塩化ガリウム (GaCl) ガスとアンモニア (NH₃) ガスを流す。HVPE法は、Ⅲ族元素の原料として有機金属を用いる有機金属気相成長 (MOVPE) 法や超高真空中の分子線エピタキシー法などの他の方法に比べ成長速度が速く、GaN層を厚く成長させたり自立GaN基板を作製するために用いられることが多い。しかし、HVPE法を用いたGaN自立基板の作製では、サファイア基板上のGaN層を厚膜成長し、降温中の熱応力によってサファイア基板を取り除く方法をしばしば用いるが、サファイアとGaNとの大きな熱膨張係数差による熱応力が起因となるGaN基板自身の割れが多く見られる。その結果、自立GaN基板の作製時の歩留りの低さが報告されている。

■課題の解決方法

熱応力によるGaN基板自身の割れを防ぐためには、始めに結晶成長させたGaNを逆テーパに加工し(図1参照)、その凸部表面(天井)より結晶成長させることにより、GaNとサファイアとの接触する面積が基板全体に占める割合(接触面積割合)を小さくすることが重要であると考えられている。

山口大学では誘導結合型プラズマ (ICP) エッチング装置 (RIE-230iPC) を用いて、従来より当社が提唱しているGaNの逆テーパ加工を応用し、サファイアとGaNの接触面積割合を5%程度まで小さくすることに成功した。

■実験

MOVPE法を用いてc面GaNテンプレートを作製し、このc面GaNテンプレートに対して、RIE-230iPを用いた逆テーパ加工技術により三角格子配列のドット形状のGaN加工基板を作製した(図1)。作製した基板のサファイアとGaNの接触面積割合は5%となった。このドット逆テーパ加工基板に、転位密度を減らした厚膜GaNを成長し、GaN基板作製の歩留りを向上させるため、プラズマ化学気相成長 (PECVD) 法により凸部のGaN側壁に成長阻害層 (SiO₂) を成膜し、MOVPE法により凸部表面から GaN の選択成長を行った。

■実験結果

図2にGaN選択成長後の (a) 成長阻害層なし、及び (b) 成長阻害層ありとした鳥瞰SEM像をそれぞれ示す。図2 (b) より側面にPECVD装置 (PD-220NL) を用いて成長阻害層を成膜したサンプルにおいては、凸部表面からのGaNの選択成長を確認できた。

尚、この時の成長阻害層に用いた SiO₂においては、高い膜密度が求められ、密度が低い場合、下地のサファイア基板などからの異常成長が確認されている。

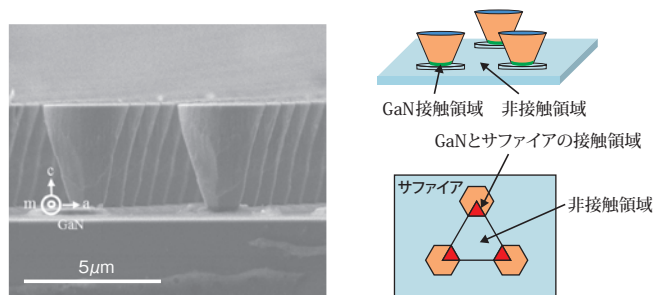


図1 作製したドット型逆テーパ加工基板

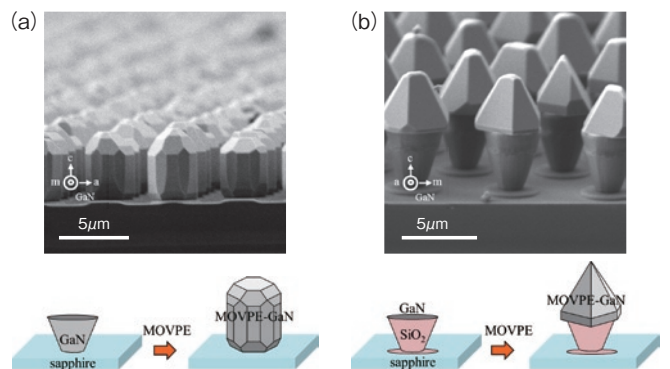


図2 GaN選択成長後の (a) 成長阻害層なし、及び (b) 成長阻害層ありの鳥瞰SEM像

◆参考文献

2016年度 第77回応用物理学会秋季学術講演会、講演番号 15p-H21-16、朱鷺メッセ、新潟市、2016年9月13日-16日。“逆メサ加工GaNテンプレートを用いたGaNの選択成長”, 板垣憲広, 永利圭, 井本良, 岡田成仁, 西宮智靖, 松尾文晴, 只友 一行