

～次世代HCG-VCSELの加工技術～

[サムコ株] プロセス開発1部

■はじめに

1977年、東工大の伊賀教授(当時)により発明された面発光レーザー (Vertical Cavity Surface Emitting Laser; VCSEL) の市場は、近年、光通信やセンサー用途で拡大している。VCSELの生産工程では、ドライエッチングやプラズマCVD装置が必要とされ、当社の製品も研究開発から量産までワールドワイドで数多くのユーザーに利用されている。本稿では、当社RIE-400iPを用いたGaAs-VCSELの最新ドライエッチング加工例を紹介する。

■実験結果1: VCSELメサ加工

現在製品化されているVCSEL構造を図1(a)に示す。VCSELデバイスが完成されるまで、メサ加工や素子分離加工など複数のドライエッチング工程が必要となる。多層膜反射鏡(DBR)と活性層をエッチングする工程がメサ加工である。3inch VCSELウエハの垂直メサ加工例を図2に示す。エッチングレートは320nm/min、SiNマスクとの選択比は25であった。エッチング側壁は、明瞭なDBRコントラストが観察できることから非常に平滑であることがうかがえる。

上記エッチング中に取得した干渉反射型及び発光分光型のエンドポイント波形を図3(a)及び(b)に示す。どちらの波形もDBRや活性層を検出でき、狙い深さでエッチングを停止することができる。エンドポイントは、VCSELウエハの品質向上に有効である。

6inchウエハでも高速垂直加工が実現できるプロセス技術を開発した。エッチングレート約2 μ m/minでエッチングしたGaAsメサ加工例を図4に示す。レジストマスクとの選択比 約18、SiNマスクとの選択比 約70を達成した。

■実験結果2: HCG-VCSELの加工

活性層の上部DBRを回折格子に置き換えることでVCSELの高性能化が可能である。図1(b)は高屈折率サブ波長回折格子(High index Contrast sub-wavelength Grating; HCG) -VCSELと呼ばれ、エピ層の薄膜化だけでなく偏波制御機能をもった次世代VCSELとして注目されている。¹⁾ レジストマスクでパターニングされた6inch GaAsウエハのHCG加工例を図5に示す。エッチング深さ340nm、GaAs(275nm)/Air-gap(190nm)間隔のHCGを作製した。エッチングレートは約50nm/min、レジストとの選択比は約5であった。垂直かつ平滑な側壁が得られ、6inch面内均一性は $\pm 3.3\%$ と非常に良好であった。

■まとめ

当社最新GaAs-VCSELのドライエッチング加工技術を紹介した。VCSELは2017年iPhone Xへの採用をきっかけに他のスマートフォンにも搭載され始めている。また、LiDAR (Light Detection and Ranging) やOCT (Optical Coherence Tomography) など大きな市場も見込まれる。当社装置を選定頂いたお客様には、ドライエッチング装置と最新の加工技術をセットで提供する。今後も、VCSELの普及とこの分野の発展に貢献していく。

■参考文献

- 1) High-Contrast Grating VCSELs; Connie J. Chang-Hasnain et al. IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS, VOL. 15, NO.3, MAY/JUNE 2009

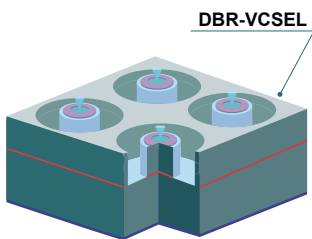


図1(a) 既存VCSEL構造

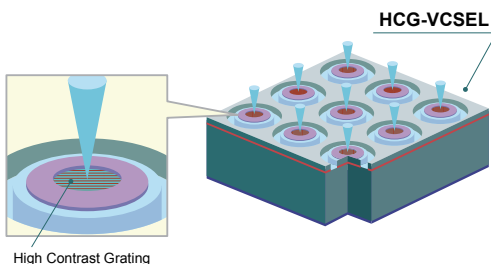


図1(b) 次世代HCG-VCSEL構造

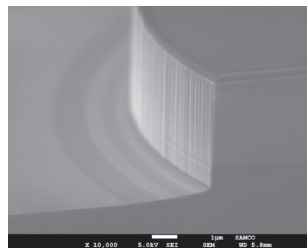


図2 GaAs VCSELのメサ加工例(鳥瞰SEM)

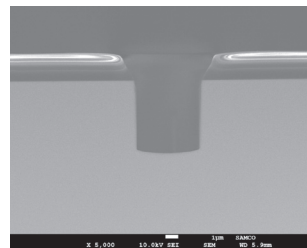


図4 GaAs VCSELの高速垂直メサ加工例(断面SEM)

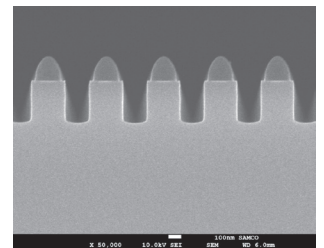


図5 GaAs HCG-VCSELの加工例(断面SEM)

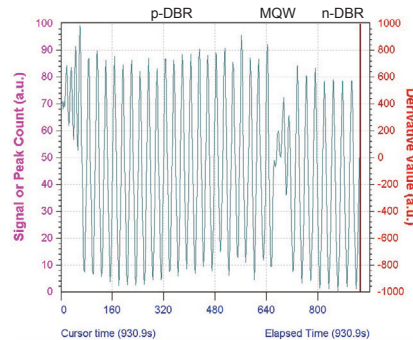


図3(a) メサ加工時の干渉反射型EPD波形

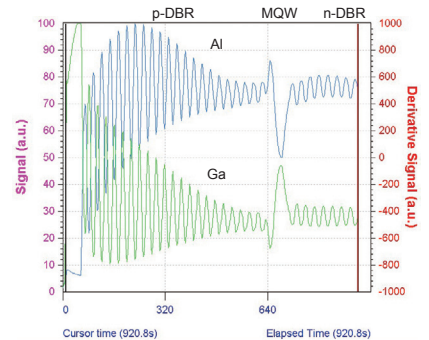


図3(b) メサ加工時の発光分光型EPD波形