

可視光 OCT による半導体光導波路の非破壊・非接触計測

Nondestructive and noncontact measurements of semiconductor optical waveguide structure using visible light OCT

和歌山大シスエ¹、物材機構² ○石田一将¹、尾崎信彦¹、池田直樹²、杉本喜正²

Wakayama Univ.¹, NIMS² ○K. Ishida¹, N. Ozaki¹, N. Ikeda², Y. Sugimoto²

E-mail: ozaki@sys.wakayama-u.ac.jp

【はじめに】半導体光デバイスの微細加工技術の進歩に伴い、光集積回路の開発が進んでいる。光集積回路に用いられる光導波路は μm オーダーのサイズで形成され、光導波路の伝搬損失を抑えるために、数 μm ～サブ μm の作製精度が要求される。そのため、導波路加工時の形状計測技術が重要となる。既存の形状計測装置として、触針式段差計や走査型電子顕微鏡(SEM)などがよく用いられるが、いずれも接触や破壊行程を伴う計測である。これに代わる非破壊・非接触計測技術を確立することで、加工途中のインライン検査が可能となり、生産速度の向上やコスト低減などのメリットがもたらされる。我々はこれまで工業用途として可視光広帯域光源を用いた光干渉断層計(可視光 OCT)の開発を行ってきた[1]。今回、この可視光 OCT による半導体光導波路の形状計測を行い、 μm オーダーの幅および高さを有する光導波路の非破壊・非接触形状計測手法としての有用性を検証した。

【実験手法】ハロゲンランプを可視光広帯域光源(中心波長 662 nm、帯域幅 287 nm)に用いたスペクトルドメイン(SD)-OCT により半導体光導波路の形状計測を行った。プローブ光は対物レンズ(N.A.=0.4)を用いて集光し、面内分解能(プローブ径)は約 3 μm と見込まれる。また、光軸方向の分解能は、光源スペクトルの点広がり関数から約 0.8 μm と見込まれた。計測サンプルとして、GaAs/AlGaAs エピタキシャル基板にフォトリソグラフィとドライエッチングにより高さ 1.5 μm 、幅 100, 50, 25, 5, 3 μm を設計値とする 5 つのリッジ型導波路(RWG)を作製した。可視光 OCT により取得した RWG の断面画像から RWG の高さおよび幅を測定し、同じサンプルに対する触針式段差計と SEM による測定値との比較を行った。

【実験結果と考察】設計幅 25 μm の RWG から取得した OCT 画像の例を Fig.1(a)に示す。RWG 上面と基板表面からの 2 種類の反射層が白線で表れており、導波路高さは 2 つの反射層間の距離によって見積もられる。また、導波路幅については、導波路上面端での反射光強度が連続的に減衰するため直接は計測できないが、反射光強度が RWG 上面での値から 3dB 減衰した位置を導波路端と仮定して導波路幅を導出した。結果、Fig. 1(a)の赤点線で示すように RWG の高さが 1.57 μm 、幅が 24.8 μm と見積もられた。一方、サンプルをへき開して得られた断面 SEM から見積もられた RWG 高さおよび幅は、それぞれ 1.52 μm 、25.2 μm (Fig.1(b))となり、OCT からの見積もり値と比較的良好一致を示した。他の RWG に対しても同様に OCT 画像から高さおよび幅を計測し、SEM および段差計で計測した結果との比較を纏めたものを Fig.2 に示す。可視光 OCT が SEM による計測結果と良好一致を示し、特に高さ計測において段差計よりも測定精度が高いことが分かった。以上から、半導体光導波路に対する非破壊・非接触形状計測技術としての可視光 OCT の有用性が示された。

【謝辞】本研究は、JST 研究成果展開事業マッチングプランナープログラム、ウシオ電機株式会社様、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業(NIMS 微細加工 PF)の支援を受けて実施されました。

[1] T. Nishi et al, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 08RE05 (2016).

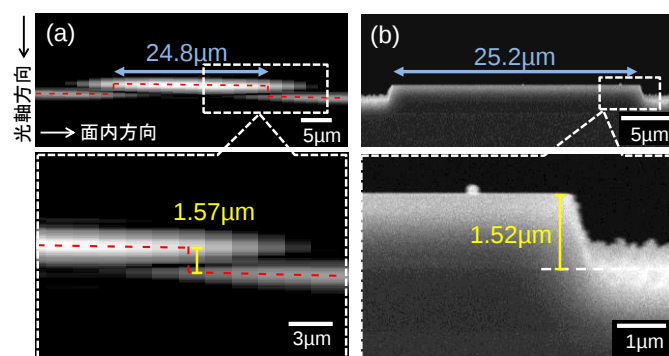


Fig.1 Cross-sectional RWG images obtained by OCT (a) and SEM (b).

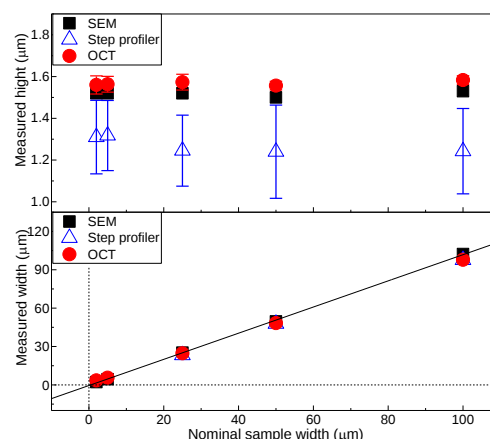


Fig.2 Comparison of measured height (upper) and width (lower) of RWGs by OCT, step profiler, and SEM.