

円形空隙を用いた金属ミラー装荷アポダイズドグレーティングカプラの理論検討 Apodized Grating Couplers with Circular Through-holes between Multilayer Waveguides with Metal Mirrors

久能 雄輝^{1,*}, 姜 峻炫¹, 林 侑介¹, 鈴木 純一¹, 雨宮 智宏², 西山 伸彦¹, 荒井 滋久^{1,2}

Yuki Kuno¹, JoonHyun Kang¹, Yusuke Hayashi¹, Junichi Suzuki¹,
Tomohiro Amemiya², Nobuhiko Nishiyama¹, and Shigehisa Arai^{1,2}

東京工業大学 電気電子工学専攻¹, 量子ナノエレクトロニクス研究センター²

Dept. of Elect. and Electron. Engrg.¹, Quantum Nanoelectron. Res. Center², Tokyo Institute of Technology

E-mail: *kuno.y.ad@m.titech.ac.jp, <http://www.pe.titech.ac.jp/AraiLab/>

1. はじめに

アモルファスシリコン(a-Si:H)は 300°C以下の低温成膜が可能であり、LSI 上への光配線の導入に適した材料である。本研究グループでは a-Si:H を用いた多層光回路に用いる層間光結合デバイスの研究を行い、グレーティングカプラの上下に金属ミラーを導入し効率的に結合する構造によって、グレーティング間距離 1 μm において理論計算で 90%、実験的には 83%の結合効率を得た[1]。さらに、アポダイゼーションを行うことにより、2 μm 以上のグレーティング間距離でも約 90%の結合効率を得られることを示した[2]。今回は、グレーティング形状作製の簡易化を目的とし、円形の空隙と溝を組み合わせたアポダイゼーション構造について検討したのでご報告する。

2. 実験

層間結合アポダイズドグレーティングカプラでは、グレーティングの個々の溝幅の制御(アポダイゼーション)[3]により送信側および受信側の放射モードプロファイルが一致する設計とする。これによって送信側と受信側を多重反射する光波成分が抑制され、グレーティング間距離に依存しない結合特性が得られる。しかしこの場合、グレーティングの溝幅は約 30 nm~300 nm となるため、細い部分の溝は露光量およびエッチング深さの溝幅依存性から設計通りに作製するのが困難である。そこで細い溝部分を穴を並べた構造で代替する方法を検討した。

Fig. 1 に示す設計では溝幅が 150 nm 以下となる部分を直径 200 nm の円形の穴の配列で置き換えている。穴の深さは溝部分との同時エッチングを想定し、溝の深さと同じ 100 nm とした。この構造においては放射係数を穴の配列の粗密により制御でき、放射モードプロファイルの調整が可能であることが 3 次元 FDTD 法の解析により確かめられた。

Fig. 2(b) には穴を用いた設計の結合特性を示す。穴を用いない従来の設計(Fig. 2(a))と同様に、グレーティング間距離に依存せず高効率で結合できることが示された。Fig. 2(a)と比較して結合効率は低くなっているが、これについてはアポダイゼーションの調整を含めて検討を行う必要がある。

次にグレーティングカプラ部の試作を行った。PECVD 法により 220 nm の厚さに成膜された a-Si:H を ICP-RIE により約 100 nm エッチングした素子の上面 SEM 図を Fig. 3 に示す。配列が密となる部分でも形の崩れはほとんどなく、設計通り円形の穴が形成できることが確認された。

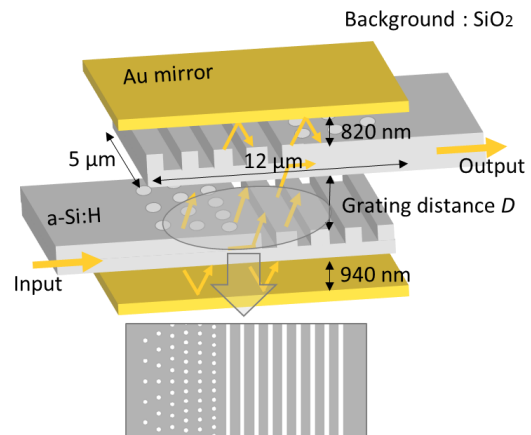


Fig. 1 Structure of apodized grating coupler with circular through-holes.

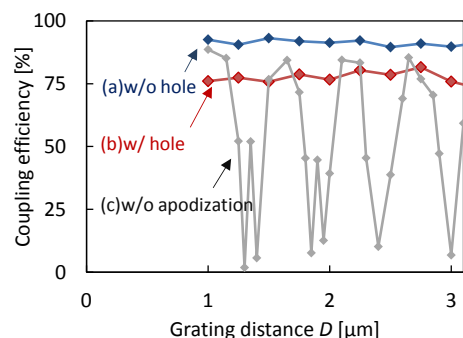


Fig. 2 Grating distance dependence of coupling efficiency. (wavelength : 1550 nm)

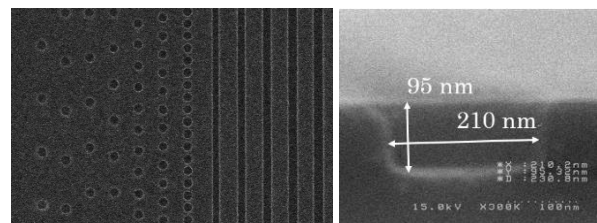


Fig. 3 SEM image of apodized grating coupler with circular through-holes.

謝辞: 本研究は文部科学省科学研究費補助金(#24246061, #25709026, #13J08096)の援助により行われた。

参考文献

- [1] J. Kang et al., Appl. Phys. Express 7 (2013) 032202.
- [2] 久能 他, 電子情報通信学会 2014 年総合大会 (2014)C-3-12.
- [3] T. Tamir et al., Appl. Phys. 14 (1977) 235-254.