

課題番号 : F-16-TT-0035
 利用形態 : 共同研究
 利用課題名(日本語) : マイクロヒータを利用する赤外光源のための波長選択格子
 Program Title (English) : Applying the thin-film type microheater to the infrared light emitter
 利用者名(日本語) : 石原裕己、石居真
 Username (English) : Y. Ishihara, M. Ishii
 所属名(日本語) : 矢崎総業株式会社
 Affiliation (English) : Yazaki Corporation

1. 概要(Summary)

赤外光源には、白熱電球相当の黒体放射を原理とするものが現在も利用されている。射出スペクトルはブロードで、例えば CO₂ ガス計測で利用する対象ガスの吸収波長 4.2 - 4.3 μm の射出エネルギーは全射出エネルギーの数%に留まる。ガスセンサ応用の効率、不可避免的に低い。対象ガスの吸収波長を選択的に射出する光源が求められる。利用者らはマイクロヒータ近傍に金の反射型格子を配置し、格子を表面プラズモンとして伝搬した赤外光は射出するが、その他のエネルギーはマイクロヒータの温度維持に留める光源を提案している。これまでに、波長 4.4 μm (目的波長から若干ずれた) で約 400 nm 幅の射出ピークを得た。黒体放射光と比べて、入力パワーに対するピーク強度の増加率が高く、波長選択的な射出を確認した。

波長特性は格子で決まる。格子パターンを広範囲で一様に製作する点は、マスクレス露光装置を利用することで見通しを得た。目的波長が得られるよう検討を重ねた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

洗浄ドラフト一式、マスクレス露光装置、Deep Reactive Ion Etching 装置(Bosch プロセス)、シリコン専用各種熱処理(酸化、拡散)装置一式、抵抗加熱蒸着装置、デジタルマイクロスコープ群、など。

【実験方法】

格子製作は以下の通りである。(1)Si ウェハに HMDS (密着性向上塗布剤) をスピコートし完全に乾燥 (200 °C 5 min) する。(2)厚さ約 0.5 μm のレジストをスピコートする。(3)マスクレス露光によりパターン形成する。(4)Si を約 0.8 μm 垂直エッチングして格子形状を刻む。(5)レジスト除去と洗浄を施し、1100 °C で酸化膜を約 0.5 μm 成長する。(6)これにより形状を滑らかにし、フッ酸で酸化膜除去する。(7)Cr を介して Au を約 150 nm 成膜する。

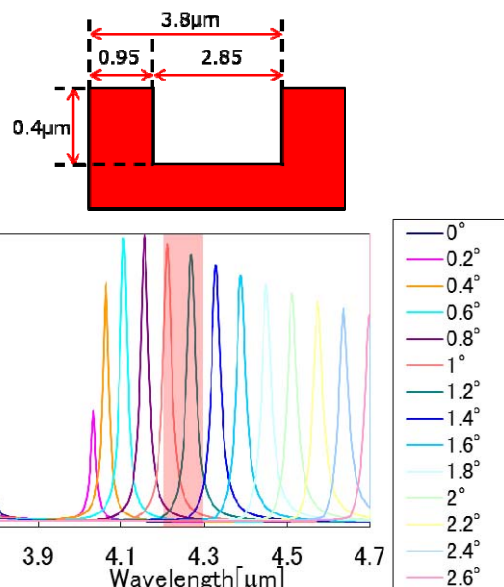


Fig. 1 Designed gold grating and its absorption spectrum showing peaks caused by the coupling of IR light and the surface plasmon polariton.

格子は目標形状に完全に合せるのは難しいことが分かった。格子の主たるデザイン項目として、ピッチ、深さ、凹凸デューティ比などがある。これらを一意に決定する必要があるのではなく、各々が独立して変化しても表面プラズモンを励起する波長をある程度調整できる。この点に注目し、例え設計寸法からある程度ずれても、目標とする 4.3 μm の射出波長から外れ難いように再検討した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 は金格子の特性を理論計算したものである。計算は、挿入図で示す矩形格子に赤外線を特定の角度で入射したときの吸収である。吸収は入射赤外線光子が表面プラズモンと結合することを示すが、逆過程の光射出があることも意味する。この設計で 4.2 - 4.3 μm の射出波長があることが分かるが、凸部の幅、深さが ± 0.1 μm 変化しても射出波長が 4.2 - 4.3 μm から外れないことを確認した。

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 佐々木 実 (豊田工業大学 教授)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) なし。

6. 関連特許(Patent) なし。