波長選択赤外光源のための表面プラズモン励起用格子

Grating for Wavelength Selective Infrared Emitter Using Surface Plasmon Polariton

豊田工大[1]，名城大[2]，矢崎総業[3]　矢作秀賀[1]，熊谷慎也[2]，桝野雄矢[3]，石居真[3]，○佐々木実[1]

Toyota Technol. Inst.[1], Meijyo Univ.[2], Yazaki Corp.[3], Shuga Yahagi[1], Shinya Kumagai[2],

Katsuya Masuno[3], Makoto Ishii[3], and Minoru Sasaki[1]

E-mail: mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp

ガスの濃度測定には赤外線吸収式センサが用いられる。特に、CO_2 のように化学反応性が低いガスの場合、その分子振動由来の計測が適する。赤外吸収波長 4.2-4.3μm での減衰を測定する物理的方法で、CO_2 を高いガス選択性で測定できる。光源には、現在も熱輻射が多く用いられるが、ほとんどがガス計測に利用できない波長のために効率が低い。このため、ガスが吸収する波長の光を選択出射する光源が求められる。表面プラズモン（SPP）を利用すると、熱輻射光源に波長選択性を付与できる。金属表面の格子によって、狭い波長範囲でのみ SPP と結合する。我々は SPP を利用した波長選択赤外光源を提案してきたが[1]、試作光源から得られた出射波長は設計値からずれていた。本研究の目的は、出射波長を正確に制御できる格子の設計と製作である。

厳密結合波解析（RCWA）法により、出射波長（光と SPP の結合条件）に影響を与える格子の形状要因を調べた。出射波長を決める格子の要因を調べた。影響が大きい順に、格子ピッチ、Line & Space 幅、格子深さであることを見出した。後者 2 つの要因は、Si 基板の加工条件で変わりえる。格子設計は、これらが±0.1μm ずれても CO_2 吸収ピークを含む方針とした。プロセス途中で寸法評価し、誤差補正を酸化と酸化膜エッチングで 2 回行い、最後に金を蒸着した。図 1 に製作した格子を使用した光源の構成を示す。市販の缶パッケージ赤外光源を、下地の金格子に向けて配置し、缶パッケージ側壁から抜け出た格子位置からの、SPP 由来の出射を測定した。図 2 に出射スペクトルを示す。出射波長帯のほぼ中心に CO_2 吸収波長を持った。

文部科学省 ナノテクノロジープラットフォーム事業、私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (S1311034)の支援を受けた。[1] H. Ishihara et al., Materials **10**, 9 (2017) 1085.

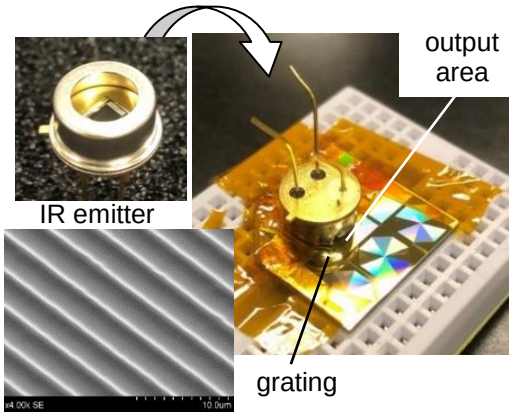


Fig. 1: Setup for observing the wavelength selectivity using the blackbody emitter on the fabricated grating.

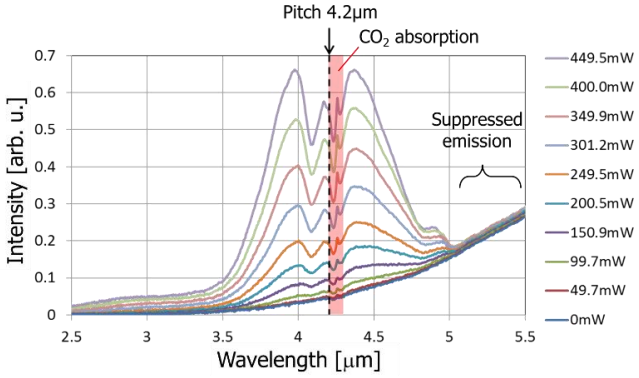


Fig. 2: FT-IR spectra of the emission using the commercially available blackbody emitter. The gratings are designed based on 3D models.

© 2019年 応用物理学会