赤外反射・可視透過可能な金属フォトニック結晶フィルタ

Infrared-reflecting, visible-transmitting filters based on metallic photonic crystals

京大工，○鈴木泰樹，井上卓也，浅野卓，野田進

Kyoto Univ., ○T. Suzuki, T. Inoue, T. Asano, S. Noda

Email:suzukini222@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

[序]赤外光を反射し可視光を透過する波長選択フィルタを用いることで、白熱電球や熱光発電システムにおいて、熱輻射光源から生じた不要な長波長光を光源側へと回収させる輻射リサイクリングが実現可能と期待される[1,2]。従来の誘電体多層膜を使用した波長選択フィルタは、反射帯域の広帯域化のために数十層以上の多層化が必要であり、かつ誘電体の材料吸収に起因して中赤外域で高反射率を実現することが困難である。一方、金属開口構造（2 次元フォトニック結晶等）のカットオフ波長を利用することによっても波長選択フィルタが実現可能と考えられるが[3]、従来の報告例[4]は、可視域でのカラーフィルタ応用が中心であり、赤外反射率についての議論はなされていなかった。また、可視透過率自体も 0.4 程度と低いものであった。今回、我々は、金属 2 次元フォトニック結晶フィルタに着目し、輻射リサイクリング応用を見据えて、100 %に近い赤外反射率と可視透過率を両立することを目指し、その設計および作製を行ったので報告する。

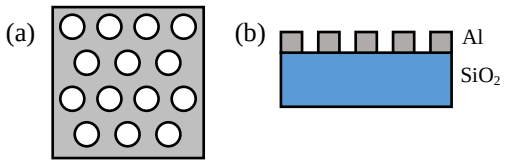

Fig. 1. Schematic image of infrared-reflecting, visible-transmitting filters. (a) Top view. (b) Cross-sectional view.

[解析] 検討した構造は石英基板上の Al 三角格子フォトニック結晶である(Fig. 1)。本研究では、空孔半径や Al 厚さを調整することで、100 %に近い赤外反射率と可視透過率の両立を検討した。一例として Al 厚さ 50 nm、格子定数 a=400 nm、空孔半径 0.35a の場合の可視透過率スペクトル及び赤外反射率スペクトルの解析結果を Fig. 2 に示す。波長 3 μm 以上における反射率を 0.95 以上に維持しつつ、最大可視透過率 0.8 以上を実現可能であることがわかる。

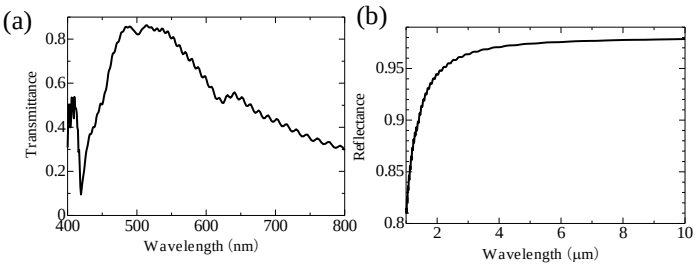

Fig. 2. (a) Transmittance and (b) Reflectance spectra of Al photonic crystal filter.

[作製と評価] 石英基板上に厚さ 100 nm の Al を蒸着しドライエッチングによりフォトニック結晶（a=400 nm）の作製を行った。可視透過率および赤外反射率スペクトルの測定結果を Fig. 3 に示す。波長 3.2 μm 以上で 0.95 以上の反射率が得られるとともに、最大可視透過率は 0.6 以上が得られた。可視透過率が設計より低い理由は、作製構造の空孔半径は設計よりも小さい 0.3a であったためと分析している。今後、より空孔半径の大きい構造を作製することで、さらなる透過率の向上が期待される。本研究の一部は科研費の支援を受けた。

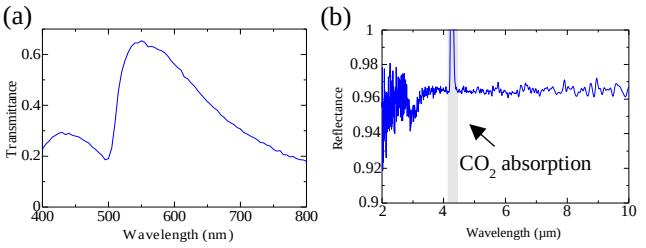

Fig. 3. (a) Transmittance and (b) Reflectance spectra of the fabricated Al photonic crystal filter.

[文献]1) O. Ilic et al., *Nat. Nanotech.* **11**, 320 (2016). 2) 池田他、本応物. 3) A.Mitsuishi et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **2**, 574 (1963). 4) Q. Chen et al., *Opt. Express.* **18**, 14056 (2010).