

熱輸送のスペクトル学的理解と機能的制御
2018 年度採択研究者

2018 年度
実績報告書

鈴木健仁

東京農工大学大学院工学研究院
准教授

極限屈折率材料の深化と熱輻射アクティブ制御デバイスの開拓

§ 1. 研究成果の概要

図 1 の極限屈折率材料[応用物理 **86**, 897 (2017), 特開 2017-034584 など]は、10 を越える超高屈折率、ゼロ屈折率、0 以下の負の屈折率を有しながら、無反射透明となる人工構造材料(メタマテリアル・メタサーフェス)である。本さきがけ研究では、この極限屈折率材料の支配法則の理解を深化しながら、赤外域へと高周波化する。また、材料特性をアクティブに制御し、高機能化する。創製した材料を用いて、熱輻射の時間選択・伝搬遮断選択・指向性・集団的振る舞いを制御するアクティブなデバイスを開発する。従来、周囲に輻射により放熱されていた未利用エネルギーを上記のような指向性制御や波長選択制御を介して積極的な再利用を目指す。図 1 のように加熱された鉄スラブなどからの未利用エネルギーの再利用を目指す。

2018 年度は、表 1 のパラメータにより図 2 の解析による予測の通り、50 THz 帯(6.0 μm 帯)、200 THz 帯(1.5 μm 帯)での高屈折率・無反射材料の実現可能性を突き止めた。波長 6.0 μm 帯で屈折率が $8.0 + j1.0$ 、反射が 6.0 %、透過が 57%、波長 1.5 μm 帯で屈折率が $5.2 + j1.0$ 、反射が 16%、透過が 50%となる。このような自然界には存在しない材料を実現し、熱輻射の制御に応用することで、幅広いアプリケーションでの熱マネジメントに貢献できる可能性がある。

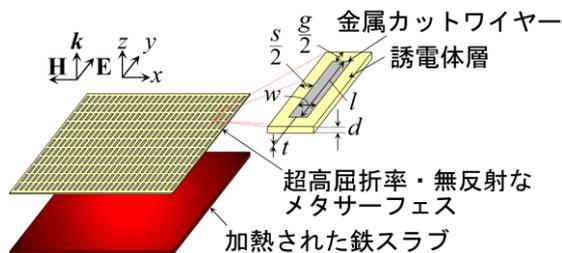


表 1 高屈折率・無反射材料のパラメータ

λ	6 μm	1.5 μm
l	2200 nm	270 nm
g	300 nm	90 nm
w	440 nm	50 nm
s	580 nm	75 nm
t	100 nm	50 nm
d	82.5 nm	9 nm

図 1 加熱された鉄スラブ上に配置した
高屈折率・無反射材料

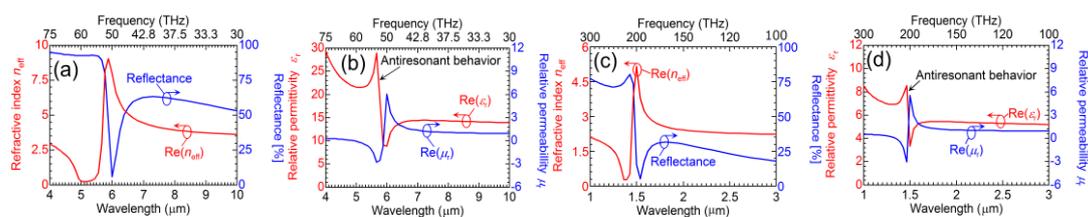


図 2 高屈折率・無反射材料の周波数スペクトル特性

§ 2. 研究実施体制

①研究者:鈴木 健仁(東京農工大学大学院工学研究院 准教授)

②研究項目

- A. 極限屈折率材料の高周波化
- B. 材料の支配法則の総合的な理解
- C. メタアtomの配置のアクティブな制御
- D. 熱輻射アクティブ制御デバイス
- E. ランダムな周波数と位相の制御デバイス