金属ナノ薄膜を用いた微小共振器構造からの低指向性準単色熱放射

Low directivity narrowband thermal emission from micro-resonator equipped with metal nanometric-film

東北大院工　○清水信，矢部雄斗，小桧山朝華，井口史匡，湯上浩雄

Graduate School of Engineering, Tohoku Univ.

M.Shimizu, Y. Yabe, A.Kohiyama, F.Iguchi, H.Yugami

E-mail: m_shimizu@energy.mech.tohoku.ac.jp

1.はじめに

近年、熱ふく射スペクトルの帯域幅を狭域化した準単色熱放射に関する研究が数多く報告されている[1],[2]。特定の波長域のみに熱ふく射を限定することで、これまでにない高い熱ふく射輸送効率が実現でき、ガスセンサー用赤外光源や熱光起電力発電システムへの応用が期待されている。我々の研究室ではこれまで微小共振器構造であるマイクロキャビティ構造を用いた高温における熱ふく射スペクトル制御技術を報告してきた[3]。本研究では、この微小共振器上部に金属ナノ薄膜を有する構造を用い熱安定性の高い熱ふく射スペクトル狭帯域化構造の実現を目指す。

2. 金属ナノ薄膜を用いた微小共振器構造

金属表面に微細構造を施すことで、キャビティ内に許容された電磁波が定在波として局在化することになり、これにより吸収・放射特性が制御されることはよく知られている。本研究では、従来のマイクロキャビティ構造のトップに、表皮長以下の金属薄膜を用いることで、光のトンネル効果による光抽出とキャビティにおける定在波の緩和時間増大による Q 値の向上を目指した。

Fig.1 に設計した新規構造のモデルとシミュレーション結果を示す。キルヒホッフの法則が成り立つと考えられるため、吸収スペクトルを計算することで放射特性を解析した。従来のマイクロキャビティ構造と比べて、新規構造におけるマイクロキャビティ起因のピークは狭帯域化し、Q=26 という従来構造に比べておよそ 5 倍の高い Q 値を達成することができた。Fig.2 に、狭帯域吸収ピークの入射角度依存性をプロットしている。40 度まではほぼ一定のピーク強度を示しており、非常に指向性の低いモードに起因するピークであることが明らかとなった。以上より、熱光起電力発電システムなどのエネルギーシステムに有効な、低指向性の準単色熱放射が本研究構造により達成できることが示唆された。

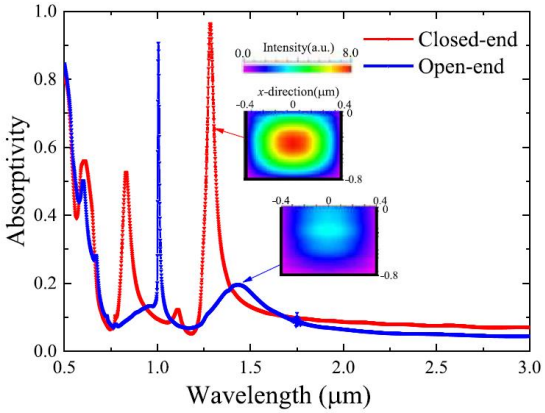

Fig.1 Simulation results of closed-end and open-end microcavity

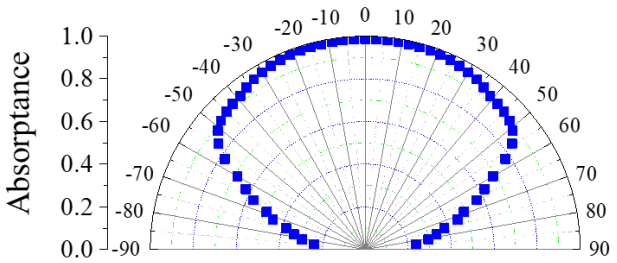

Fig.2 Incident angle dependence of the absorptance peak at 1.27 μm.

参考文献[1] M. D. Zoysa et al, Nature Photonics **6** (8), 535 (2012).[2] C. H. Granier et al, J Opt Soc Am B **31** (6), 1316 (2014).[3]H.Sai et al, Journal of Micromechanics and Microengineering **15** (9), S243 (2005).

© 2018年 応用物理学会