

## 電子・光子両状態制御に基づく単峰・狭帯域熱輻射光源の開発

Development of single-mode and narrow-bandwidth thermal emitters  
based on control of both electronic and photonic states

京大院工 °井上卓也, De Zoysa Menaka, 浅野卓, 野田進

Kyoto Univ. °T. Inoue, M. De Zoysa, T. Asano, S. Noda

E-mail: t\_inoue@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

**【序】** 狭帯域・高輻射率熱輻射光源は、高効率赤外光源や太陽熱光起電力発電用光源等への応用が期待される。我々は、多重量子井戸(MQW)のサブバンド間遷移(ISB-T)による電子系の吸収帯域の制御とフォトニック結晶(PC)スラブによる光子系の状態密度の制御を用いた熱輻射制御手法を提案し、これを用いて線幅が黒体輻射の 1/30 程度( $Q$  値 $\sim 25$ )と狭く、かつ輻射率が 0.8 と高い熱輻射光源を実現してきた<sup>1,2)</sup>。また、非分散型赤外(NDIR)分光等への応用をも見据え、ほぼ単峰かつより狭帯域な熱輻射ピークを示す光源を得るべく検討を行い、新たな光源構造を提案した<sup>3)</sup>。今回、提案した光源を実際に作製して熱輻射特性を測定した結果、ほぼ単峰で  $Q$  値にして 100 を超える狭線幅の輻射率スペクトルが実験的に得られたので報告する。

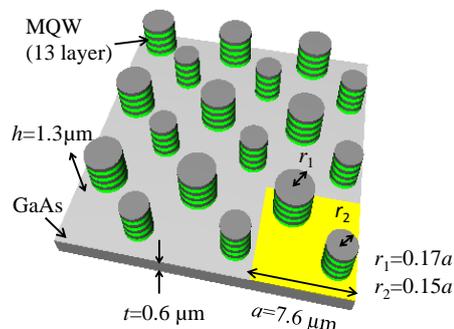
**【構造】** 作製した熱輻射光源構造を Fig. 1 に示す。本光源は、GaAs/Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As の n 型 MQW 層(ISB-T 波長 9.1  $\mu\text{m}$ , ISB-T のバルク吸収係数のピーク値 4200  $\text{cm}^{-1}$ ) を、正方格子状に配列されたロッド形状に加工し、基板除去によりスラブ構造としたものである。PC を形成した領域の大きさは 1.8 mm 四方である。本構造に対する厳密結合波解析(RCWA)による垂直上方への輻射率スペクトルの計算結果は Fig. 2 となり、ISB-T の中心波長付近で、ほぼ単峰かつ狭帯域( $Q\sim 120$ )なスペクトルが得られる設計となっている。

**【実験結果】** はじめに、作製光源をヒータにより 200°C に加熱し、赤外分光装置(FTIR)によりスラブ垂直方向へ放射される熱輻射スペクトルの測定を行った。得られた熱輻射スペクトルを Fig. 3 に示す。発光ピークの半値全幅は 10.3  $\text{cm}^{-1}$  ( $Q\sim 110$ ) となり、ほぼ設計どおりの値が得られ、これまでに報告してきた丸穴三角格子型熱輻射光源<sup>1,2)</sup> に比べて 4 倍程度の狭帯域化に成功した。また、主ピーク以外の帯域の輻射強度は十分に抑えられており、ほぼ単峰なスペクトルが得られた。続いて、スラブ垂直方向からの放射角度を 0 度から 60 度まで変化させて光源の熱輻射スペクトルを測定したところ、面垂直方向からの傾きが約 20 度以内の範囲で特に強い輻射が確認され、別途行った理論計算との良い一致を示した。本研究の一部は科研費および CREST の支援を受けた。

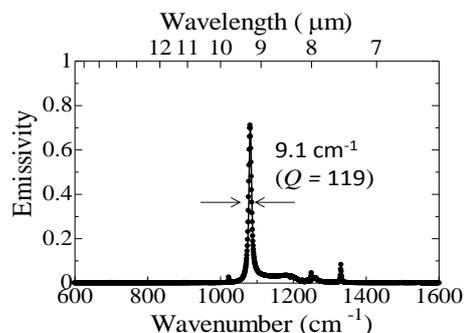
**【文献】** 1) Menaka 他, 2011 秋季応物 31p-ZR-5.

2) Menaka *et al*, *Nature photonics* **6**, 535-539 (2012).

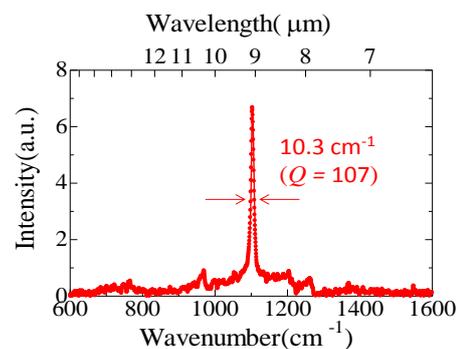
3) Inoue *et al*, *J. Opt. Soc. Am. B* **30**, 165-172 (2013).



**Fig. 1.** Schematic diagram of a single-mode narrow-bandwidth thermal emitter with MQW.



**Fig. 2.** Calculated emissivity spectrum of the emitter in normal direction above the slab.



**Fig. 3.** Measured thermal radiation intensity spectrum of the fabricated emitter in normal direction above the slab.