## 低消費電力・狭帯域熱輻射光源の開発

## Development of narrowband thermal emitters operating with low power consumption <sup>°</sup>井上卓也<sup>1</sup>, De Zoysa Menaka<sup>1,2</sup>, 浅野卓<sup>1</sup>, 野田進<sup>1</sup> (1.京大院工, 2.京大白眉) <sup>°</sup>Takuya Inoue<sup>1</sup>, Menaka De Zoysa<sup>1,2</sup>, Takashi Asano<sup>1</sup>, Susumu Noda<sup>1</sup> (1. Kyoto Univ., 2. Kyoto Hakubi) E-mail: t\_inoue@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

[序] 単一の波長で狭帯域に発光する熱輻射光源は,低消費電力で動作する赤外線センサや高効率熱 光起電力発電等の幅広い応用が期待される. 我々は,多重量子井戸(MQW)のサブバンド間遷移(ISB-T) と円孔型2次元フォトニック結晶(PC)を用いて熱輻射制御を行い,黒体輻射光源と比較して,同一温 度における発光線幅が1/30程度(Q値~30),同一投入電力に対するピーク輻射強度が4倍の狭帯域光源 をすでに実現している<sup>1)</sup>.また,ロッド型PCを用いて光源構造の最適化を行うことにより,円孔型PC 光源に比べて,単峰性に優れた,より狭帯域な熱輻射制御(Q~100)にも成功している<sup>2)</sup>.ただし,後者 においては,外部ヒータによる加熱方式を用いていたため,光源の消費電力に関する議論を行えてい なかった.今回,ロッド型PC光源においても,光源そのものを電流注入加熱(ジュール加熱)するこ とにより,同一電力投入時に黒体輻射比 6.6倍という高強度な輻射ピークを観測したので報告する.

【構造】 作製光源構造を Fig.1 に示す.本光源の発光部(2.4 mm 四方)は,n型 GaAs/Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As MQW 層にロッド型 PC を導入したスラブ構造である<sup>2)</sup>.PC スラブの周囲にはスラブを支持するための GaAs 基板と,電流注入加熱のための電極が存在する.基板・電極部の不要な熱輻射や導線を介した熱伝導 損失を抑制するため,PC スラブ周囲の GaAs 基板の体積を極力減らし,電極には放射率の低い Au を,

導線には熱伝導率の低いニクロム線(φ15 μm)を採用した.

[実験結果] 作製光源を真空中で電流注入加熱した際の, 投入電力と光源温度の関係を Fig. 2 に示す.光源温度の推定 は,輻射波数が温度上昇に伴って線形に変化する性質を利用 した<sup>2)</sup>. 同図には,前述の円孔型 PC 光源および参照用黒体 輻射光源を真空中で電流注入加熱した際の,赤外線カメラに よる光源温度の測定結果<sup>1)</sup>も合わせて示す.同図より,今回 作製したロッド型 PC 光源は、同一電力投入時に、黒体輻射 光源や円孔型 PC 光源と比べて光源温度が高くなることがわ かる. 例えば, 投入電力が 2.0 mW の際に, 黒体輻射光源・ 円孔型 PC 光源の温度はそれぞれ 47℃・140℃程度であるの に対し、ロッド型 PC 光源の温度は約 200℃まで上昇してい る. この投入電力(2.0 mW)における, ロッド型 PC 光源と黒 体輻射光源の熱輻射スペクトルの測定結果はFig.3のように なり、ピークにおいて黒体輻射光源の 6.6 倍の輻射強度が得 られた.これは本構造における単峰・狭帯域性の向上と PC 周辺部からの損失の低減を反映した結果と言える.しかし現 状では、GaAs 基板・電極部の輻射や導線を介した熱伝導損 失が無視出来ない程度に存在するため,今後の光源構造の改 良によるさらなる低消費電力化が期待される.なお、本研究 の一部は基盤SおよびCRESTの支援を受けた.

[文献] 1) Menaka *et al*, *Nature photon*. **6**, 535 (2012). 2) Inoue *et al*, *Appl. Phys. Lett.* **102**, 191110 (2013).











**Fig. 3.** Thermal radiation spectra of the rod-type PC and the blackbody at the same input power (2.0 mW).