

パルスレーザーラマン法による照明用白色 LED の ジャンクション温度計測システムの開発

山形 幸彦* 堤 晋一* 富田 健太郎* 堀内 誠** 真鍋 由雄***
(*九州大学) (**パナソニック(株)) (***)津山高専

1 はじめに

照明用の白色 LED モジュールでは、ジャンクション温度の上昇に起因する効率、寿命、安定動作の著しい低下から、放熱設計が最重要であり、その開発には詳細な温度計測が重要である。本研究室ではパルスレーザーラマン散乱法を用いた LED チップのジャンクション部の温度計測システムを提案している。^{1,4)} 今回、LED モジュール内の複数チップの同時計測システムを開発し、青色、及び白色 LED モジュールのラマン散乱光計測を行い、本手法の照明用白色 LED への適用における蛍光樹脂の影響について調べたので報告する。

2 実験装置及び実験方法

実験に用いたパルスレーザーラマン散乱システムの概略図を図 1 に示す。パルス色素レーザーからの出射光 (632.816 nm, パルス幅 10 ns, 繰返し 10 Hz) を、ビームエキスパンダー、円筒レンズ ($f=300$ mm), ダイクロイックミラー (カットオフ 638 nm) を用いてシート状 (15mm×0.8 mm) にし、蛍光樹脂無しの青色 LED モジュール、または蛍光樹脂の塗布された白色 LED モジュールに垂直に照射した。

LED モジュールからの散乱光の一部を垂直方向から、受光レンズ ($f=120$ mm), エッジフィルタ (O.D.>6) を用いて、シングル分光器 (1800 本/mm, F10) の入口スリット (40 μm ×20 mm) 上に結像した。各レーザー照射位置からの散乱光を分光してゲート付 ICCD カメラにより画像として取得した。この事により、LED チップや蛍光樹脂の有無に対する散乱光スペクトルを検出でき、蛍光樹脂が LED からのラマン散乱信号 ($\text{GaN-E}_2^{\text{H}}$) 検出に及ぼす影響を調べた。

3 実験結果

無点灯時の室温 (20°C) の白色 LED モジュールでは、LED 前面に蛍光樹脂が塗布されているにも関わらず、青色 LED モジュールとほぼ同様の濃淡のある ICCD 画像が得られた。蛍光樹脂の塗布された LED チップからのラマン信号を検出できることが示唆された。青色、及び白色 LED において各レーザー照射位置から抽出した散乱スペクトルを図 2 に示す。同図では (a) 青色 LED のチップの無い位置 (off chip), (b) 白色 LED のチップの無い位置 (off chip), 及び (c) チップ位置 (on chip) におけるラマンスペ

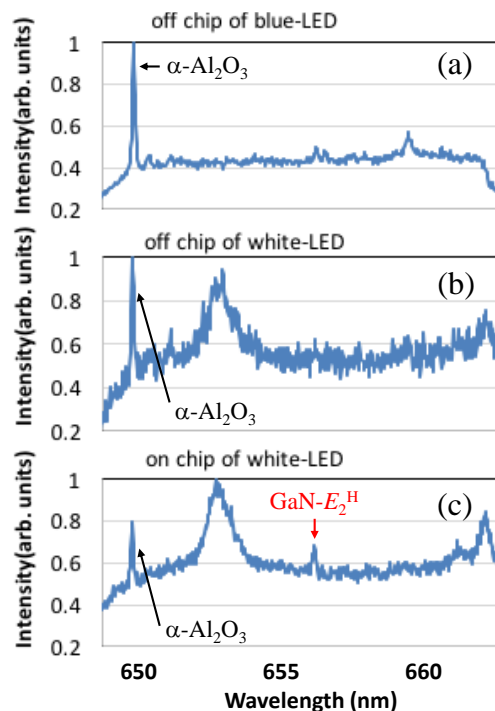


図 2 各位置でのラマン散乱スペクトル

クトルである。全てのスペクトルで 649.4 nm 付近に基板のラマンピーク ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) が観測され、さらに同図 (b), (c) では蛍光樹脂中の散乱体からと思われるピークが観測されている。加えて、青色 LED のチップ位置でのみ観測される 656.5 nm 付近のピークが同図 (c) でも検出され、これは白色 LED の GaN 層からのラマン信号 (E_2^{H}) である事が判る。基板、及び蛍光樹脂は $\text{GaN-E}_2^{\text{H}}$ モードのラマンピーク観測に影響しないことが初めて示された。

4 まとめ

パルスレーザーラマン散乱による LED ジャンクション温度計測法において、蛍光樹脂が塗布された白色 LED から GaN 層のラマン信号を検出可能であることを初めて示した。新たなレーザー入射系、受光光学系、及び分光器の開発、最適化により、波長分解能の改善と散乱光強度の増大がなされれば、白色 LED モジュールの複数チップのジャンクション温度の同時計測が可能になると思われ、本手法の有用性が示された。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 26420237 の助成を受けて行われた。

参考文献

- [1] 福山泰地 他, 平成 25 年度電気・情報関係学会九州支部連合大会(熊本大学, 2013) 11-2A-02.
- [2] M. Horiuchi et al., J. Solid State Lighting 2(2015)2:7.
- [3] M. Horiuchi et al., Proc. 15th Int. Sympo. Sci. Technol. Lighting (May 22-27, 2016, Kyoto University) CP39.
- [4] S. Tsutsumi et al., Proc. 15th Int. Sympo. Sci. Technol. Lighting (May 22-27, 2016, Kyoto University) CP40.

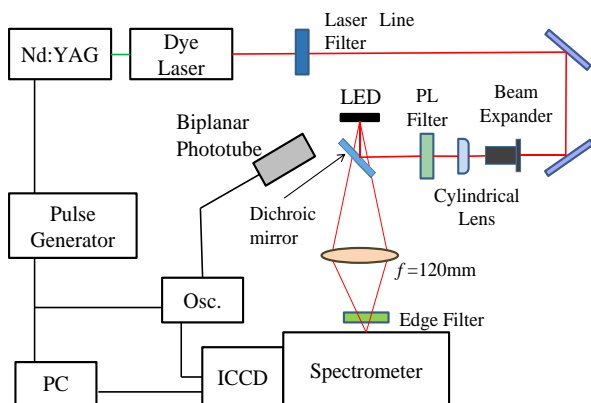


図 1 パルスレーザーラマン散乱計測システム概略図