

超高輝度白色光源に適した YAG 系単結晶蛍光体

Single Crystal Phosphors for High-Brightness White LEDs and LDs

○島村清史^{1,2}、ガルシア・ビジョラ¹、アルジョカ・ステリアン^{1,2}、猪股大介³、青木和夫⁴

(1. 物材機構、2. 早稲田大、3. ㈱タムラ製作所、4. ㈱光波)

°K. Shimamura^{1,2}, E.G. Villora¹, S. Arjoca^{1,2}, D. Inomata³, K. Aoki⁴

(1.NIMS, 2.Waseda Univ., 3.Tamura Corp., 4. KOHA Co., Ltd.)

E-mail: SHIMAMURA.Kiyoshi@nims.go.jp

近年、青色 LED (Light Emitting Diode) と蛍光体を組み合わせた白色 LED 照明の高輝度化が急速に進む一方、青色 LD (Laser Diode) を励起光源とした超高輝度性を求める一部の製品も出てきている。こうした超高輝度化の流れに伴い、従来の LED 照明ではあまり問題とならなかった蛍光体の高温時の効率が大きな課題として表面化してきている。従来のセラミックス粉末 YAG ($Y_3Al_5O_{12}$) 蛍光体 (CPP: Ceramic Phosphor Powder) は、100°C から 150°C 以上になると急激に発光強度が弱くなる (内部量子効率が小さくなる) とともに、バインダーにより成型する必要があるため熱伝導率が悪く、容易に温度が上昇し、場合によっては不要なガスの発生さえ懸念されるなどの弱点もあった。そこで、高熱や強い光でも劣化がなく、バインダーも必要としない超高輝度白色照明用の蛍光体が多方面で求められてきたが、すべてを同時に満足するような材料の見通しはなかった。

そこで我々は、YAG を単結晶として作製し、そのまま使用する方法を検討した。単結晶であればバインダーが不要となり、材料の持つ本来の特性を実現でき、従来の CPP YAG に比べ特性も圧倒的に良くなり、劣化も防げる可能性があると考えた。このようなコンセプトのもと、超高輝度でハイパワーな白色照明に最適な、温度特性の優れた YAG 単結晶蛍光体 (SCP: Single Crystal Phosphor) を開発した。開発した SCP YAG は、Czochralski 法により融液から育成した (図 1)。加工によりプレート状、パウダー状のいずれも可能である。内部量子効率を調べたところ室温で大きな値を示し、300°C においても劣化しないという、優れた温度特性を示した (図 2)。更に、SCP YAG は、材料自体の温度が上昇しにくいという特長も併せ持つことが分かった。バルク状 SCP YAG、バインダーにより成型したパウダー状 SCP YAG と CPP YAG にレーザー光を照射し、光の強度を上げる試験を行った。その結果、バルク状 SCP YAG はほとんど温度上昇を示さず、パウダー状 SCP YAG はバインダーの影響により若干温度上昇を示した。それに対し、CPP YAG は急激な温度上昇を示した。SCP YAG は黄色発光を示すが、緑色発光を示す SCP LuAG ($Lu_3Al_5O_{12}$) も開発した。図 2 に示すように、SCP LuAG は SCP YAG と同様、優れた温度特性を示した。このように、今回開発した SCP YAG、SCP LuAG は、超高輝度化、ハイパワー化した照明製品を可能にすると同時に、放熱機構の簡素化を通じた機器の小型化、コストダウンへの貢献も期待される。

謝辞：本研究の一部は JSPS 科研費 25420308 の助成を受けたものです。



図 1：直径 2 インチの SCP YAG

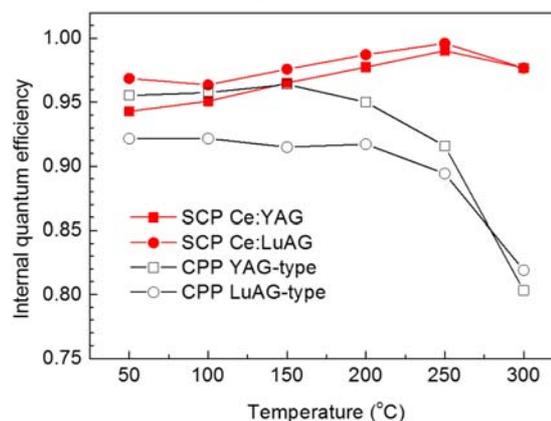


図 2：量子効率の温度依存性の比較