

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
本格研究開発ステージ ハイリスク挑戦タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 蛍光 SiC を用いた高性能白色 LED の開発
プロジェクトリーダー	: エルシード株式会社
所属機関	: エルシード株式会社
研究責任者	: 上山 智(名城大学)

1. 研究開発の目的

出力、演色性、コストなど全ての面で、従来の白色LEDの性能を大きく凌駕する世界初の照明用モノリシック白色LEDを蛍光SiC基板上に実現し、基本性能を実証する。

具体的目標性能は、発光効率(全光束): 60 lm/W、平均演色評価数: 90。

2. 研究開発の概要

①成果

蛍光SiC基板上に近紫外LEDを直接積層した世界初の高性能モノリシック白色LEDの実現を目的に研究開発を行った。結晶成長装置や成長条件の最適化の結果、再現性良く過去最高レベルの内部量子効率(IQE): 10%程度の蛍光SiCの作製が可能となった。一方、目標のIQE: 80%達成にはSiCの表面再結合速度(SRV)の3桁低減が必要であることを新たに見出した。表面パッシベーションにより約1桁のSRV低減に成功し、残り2桁の低減を継続検討中である。発光層の近紫外LEDについては、SiC上ナノコラムGaNテンプレートによる $9 \times 10^7 \text{ cm}^{-2}$ 程度までの低転位化、LED層構造や成長条件の最適化によるIQE 60%までの改善、反射率80%以上のITO/Al低コンタクト抵抗電極実現に成功しており、目標性能達成の見通しを得た。

研究開発目標	達成度
① 高効率蛍光SiCの開発	① 60%: 高品質蛍光SiC結晶の再現性・制御性は大幅に改善したが、表面再結合の問題のため内部量子効率は10%程度。
② 高効率近紫外LEDの開発	② 80%: ナノコラムGaNテンプレートにより $9.3 \times 10^7 \text{ cm}^{-2}$ までの低転位化を達成したが、LED構造への搭載に至らず、NUV-LEDのIQEは60%程度。
③ 高光取り出し効率LEDデバイス技術の開発	③ 60%: 高反射率ITO/Al電極の開発に成功し、モスアイ加工により従来比で30%以上改善できたが、SiC上LEDの正確な光取り出し効率を抽出できず。

②今後の展開

まずは喫緊の課題である蛍光SiCの表面再結合抑制のためのパッシベーション技術の確立に全力を傾ける。またSiC基板上近紫外LEDの結晶成長では、基板のオフ角が大きくなるとIII族窒化物層がステップバンチングを起こしやすく、均一な電流注入が困難になる問題があるためこの解決にも取り組み、早期に60 lm/W以上の出力を実現する。またナノコラムGaNテンプレートの改良を進めクラックを抑制し

てSiC上の近紫外LEDでIQE>80%を実証する。本開発期間中に行えなかったAl, N共添加SiCの開発にも着手し、Ra>90以上の実現にも注力する。さらに高反射電極やモスアイ加工による高光取り出し効率化を進め、最終的にはRa>90で150 lm/Wを実現する。またその後の事業化を見据え、ウエハの大面积化や高均一化にも取り組む。

3. 総合所見

研究開発期間が1年の短期間であったとは言え、研究開発目標は達成されておらず、要因分析も十分とは言いがたい。

まずは今後の課題を整理したうえで、基礎的な研究を進めつつ、競合技術の進展を踏まえた事業展開の再検討を期待する。