

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: ナノディスクによる高演色高効率モノシック白色 LED の開発
プロジェクトリーダー	: スタンレー電気(株)
所属機関	: スタンレー電気(株)
研究責任者	: 杉山正和(東京大学)

1. 研究開発の目的

本研究は、東京大学にて見出された AlN/InGaN ナノディスクによる長波長広帯域発光技術をベースとし、蛍光体なしで素子単体が白色発光するモノシック白色 LED を開発することを目的とする。スペクトル制御法を確立することで、既存 LED で問題とされている目に有害な短波成分の減少、あるいは演色性の改善などの光の質に特徴のある白色光源の実現を目指す。

本期間においては、ナノディスク技術を用いた白色 LED の可能性を検証することを目的とし、具体的には、発光波長の制御性と再現性、演色性のよい白色発光、発光効率の把握と改善可能性、スタンレー電気 MOCVD への技術移管を検証することを目指した。

2. 研究開発の概要

①成果

東京大学にて、AlN を3次元成長した上に InGaN 活性層を形成したところ、500~600nm の長波長、かつ波長域のブロードな発光を確認した。AlN が数十 nm のオーダーの平板型の島状に形成されることから、ナノディスクと呼んでいる。

本期間では、東京大学で成長したナノディスクエピを、スタンレー電気にて LED チップ化加工し、既存白色 LED と同基準にて評価した。また東京大学のノウハウを受け、スタンレー電気でも結晶成長を実施した。

発光スペクトルに関しては、成長条件によりナノディスク形状が変化し、形状と相関を持ってスペクトルが変化することを確認した。条件調整により、白色発光が達成できることを確認した。発光効率については、まだ既存品との乖離が大きいのが、いくつかの改善指針を得た。

研究開発目標	達成度
①ナノディスクの構造制御による発光スペクトル制御方法確立と、白色発光確認	①達成度 90% ナノディスク Al(Ga)N 層の形成条件により、発光スペクトルが可視光域で調整可能なことを確認し、CIE 色度図における白色発光を確認した。
②400~700nm の波長領域を連続的にカバーする発光スペクトルの実現 実装後の平均演色評価数 $R_a \geq 90$	②達成度 60% 複数の発光層の積層により、400~700nm までの連続的な発光スペクトルと、 $R_a=61$ を確認した。標準的な白色 LED で $R_a=65$ 程度であり、ほぼ実用レベルの演色性は確認できた。
③LED 素子化・実装後の特性把握と、発光効率の向上 順方向電圧 $V_f \leq 4 \text{ V}$ (@35A/cm ²)	③達成度 50% 順方向電圧については 3.5V 以下であり、市販の白色 LED とほぼ同程度で実現できることを確認した。

発光効率 12 lm/W (@35A/cm ²)	一方、発光効率は 1.5~2 lm/W と、期間内目標値の 1/6 程度であり、今後の改善が必要である。
--------------------------------------	--

②今後の展開

スタンレー電気と東京大学の共同研究として、開発を継続する。特に発光効率が低いことが課題であり、ナノディスク部周辺の非発光再結合の低減や、キャリア注入の最適化などの内部量子効率の改善に取り組む。

高効率化を達成できた際には、スタンレー電気において事業化を検討する。青色成分が少ないなどの特徴を生かした一般照明用白色 LED の代替、あるいは実装のフレキシビリティを生かした新用途展開などを目論む。

3. 総合所見

概ね目標通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。

長波長広帯域発光技術の基盤であるナノディスクの構造制御によるスペクトル制御により、蛍光体を必要としない白色LEDという特色ある性能を実現している。

発光効率は目標に達することができなかったため、今後実用化するための課題は残っているが、今回立ち上げた基盤技術をもとに、要因分析を具体的に行なっている。