

5-1 電界電子放出型光源技術の開発（コア研究室）

テーマ概要

本研究目的は、炭素系電子放出素子を用いた電界放出型光源（FEL: field emission lamp）の開発を行なうことにある。電界放出型光源の原理は、ブラウン管と同じカソードルミネッセンスによる発光を得るものであるが、電子放出源として熱フィラメントに代わって、トンネル効果を原理とする電界放出型素子（エミッタ）を使用することで平面型の高効率な光源とすることができる。FELは蛍光灯などのほとんどの一般照明器具で使用されている水銀を使用しないため、次世代の一般照明器具として大きな市場が見込まれる。

電界放出型光源の開発要素には、1)電子放出素子、2)蛍光体、3)電子線引き出し電極構造、4)高圧電源、5)真空封止（脱ガス）がある。このうち1)、2)は材料開発が主軸となるため製造装置、製造設備をコア研究室、高知大学にて整え、開発ならびにサンプル提供を行なう。また、3)については、平成17年度に共同研究機関となった富士重工業（株）にて、供給されたサンプルを使用した電極構造を開発する。4)、5)に関しては本事業においては、封止、電源回路に関する技術を持つ企業に委託することで、ガラス管封止された試作FELを完成させる。この試作FELの駆動実験を行なうことで、FELの基本性能とポテンシャルの実証的確認と、事業化に必要な生産技術開発にあたっての問題点の抽出を行なう。本事業の最終年度には、本事業によって得られたデータによりFELの事業化の可否を判断と事業化への枠組みの構築を行なう。

フェーズ

フェーズの立ち上げ当初は、基盤設備の充実を図りながら、コア研にて技術シーズであったカーボンナノウォール（CNW）の成膜技術の最適化を行なった。また、ワイヤ型CNWエミッタ利用したチューブ状FELの試作とその駆動方法について研究を行ない、得られた成果の権利化を行なった。また、それらの成果を、新たに電子放出素子の研究・販売を目的とする新会社ダイヤライトジャパン（株）へ移転した。

フェーズ

その後、CNW上に適正なナノダイヤモンド（ND）膜を積層させることで、電子放出特性を向上させたND/CNWエミッタの開発に成功した。ND/CNWエミッタは閾値電界強度が $0.9\text{V}/\mu\text{m}$ 以下で、 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ の電子放出（@駆動電界強度 $1.5\text{V}/\mu\text{m}$ 以下）にも堪える高い耐久性を備え、フェーズにおける電子放出素子特性の目標値を大きく上回る特性を持つ。ただ、ND/CNWの開発当初は歩留まりに問題があったが、基板前処理技術の改善、分光的な基板温度、放射率計測法の開発、成膜装置の改良により、安定な成膜方法の確立し、 $100\text{mm}\times 100\text{mm}$ のエリアで安定に成膜することが可能となった。また、それらの技術について権利化を行ない、新たに高知県内に設立されたND/CNWの生産会社である（株）NDマテリアルに技術供与を行なった。

フェーズから引き続いて、ND/CNWを利用した平面状FEL試作し、試作FELの運用試験によって、エミッタの成膜および利用方法についての問題点の抽出と改善を行なった。その過程で17年度から富士重工業（株）を共同研究機関として迎え、（財）高知県産業振興センターの技術と富士重工業（株）の技術を融合させることで、より安定性に優れた三極型（エミッタ、ゲート、蛍光板）FELを開発した。この三極型FELの試作と評価を繰り返すことで、蛍光灯とほぼ同レベルの効率をもつ2.5WクラスのFELランプの試作に成功している。また、この三極型FELにおいて、封止管内にエミッタを複数配置することで、 $200\times 50\text{mm}$ のFELを試作し、この手法でFELを大

型化できることを実証的に確認した。

今後の展開

本事業によって既存ランプに対する FEL の優位性を実証的に確認できたため、高知県企業(株)山崎技研、(有)釜原鋳鋼所)と蛍光体、真空封止などの各要素技術を持つ会社の合同出資による FEL 製造、販売会社を平成 20 年中に高知県に立ち上げ、FEL 開発の拠点を、各要素技術をもつ企業の共同出資による会社に移し、すべての要素技術の開発を一体となっていくことで、2 年以内に、FEL の商品見本とその生産ラインを立ち上げる。