

博士論文要旨

論文題名：窒化物半導体有機金属エピタキシャル結晶成長法を用いた新しい深紫外発光素子／光センサーの開発

くろせ のりこ
黒瀬 範子

深紫外光(波長 200~350nm)は、光硬化・光化学合成・バイオへの応用・殺菌・難分解物質の分解などへの応用が可能で、従来水銀ランプを用いてそれらが行われてきた。しかし、水俣条約により、水銀の使用が規制され、新しい水銀を使わない深紫外光源が必要となってきた。現在、深紫外光源として注目されているのが窒化物半導体深紫外 LED で、水銀ランプの代替え光源として考えられているが、高価であり、260nm 以下の波長では発光強度が弱く、大面積化が困難で水銀フリー光源の実用化を難しくしている。

本研究では水銀フリーの大面積化、高出力化、さらに、短波長化が可能なマイクロプラズマ励起深紫外発光デバイス(MIPE)を新たに開発した。本デバイスはマイクロプラズマをダイナミックに制御することにより、多重量子井戸等の発光体を励起するもので、本研究で実現した MIPE は6cm×5cmにも及ぶ大面積であり、波長260 nm 以下で出力も200 mW と深紫外 LED では実現できない性能を持たすことに成功した。また波長も MgO を発光体に使うことにより195 nm の短波長の発光に成功している。

一方、深紫外光の応用を考えたとき大面積化ばかりでなく高輝度化も必要であるが、そのためには安価で、高出力な深紫外 LED の開発が必要不可欠である。そのためには従来の横型深紫外 LED ではなく縦型深紫外 LED の開発が必要である。本研究では深紫外 LED を開発するのに必要不可欠な絶縁性 AlN バッファ層に自然形成ピアホールを導入する手法を開発し、世界で初めてそのピアホールを通して AlN 絶縁層に電流を流す事に成功した。本方法を用い p 電極から n⁺Si 基板に直接電流を流す縦型深紫外 LED の開発に成功した。本方法により作製されるデバイスはレジストフリープロセスとすることが可能で、従来、縦型 LED を実現するのに必要であった基板剥離過程も必要でなく、安価で高出力な深紫外縦型 LED を世の中に出せる可能性が生まれた。

さらに、この伝導性 AlN 層を使って、Si 基板上に深紫外光センサーを作製することにも成功した。このセンサーと Si デバイスを集積化しセンサーをアレー化し、さらに MIPE とも一体化させることにより従来不可能であった高効率の殺菌、光分解、硬化等を行うとともに分解物質の同定も視野に入れることができる。これらの技術を総合することにより今まで未踏波長領域であった深紫外波長領域に大きな応用の道を開いた。