

受領者投稿

## ナノの世界を光で捉える

京都大学工学研究科電子工学専攻 助教授 川上 養一  
(第9回受領者)

近年、窒化物半導体の開発が急速に進展し、ガラス管方式の電球や蛍光灯から窒化物半導体発光素子をベースとした固体照明への時代へ移行しようとしている。その効率は、電球をはるかに凌駕し蛍光灯と肩を並べるレベルに到達している。しかしながら現状の効率は、世界最高レベルの青色発光ダイオード(LED)をもってしても、要した電力の40%を光に変えることができるが、残りの60%は熱になってしまっており、発光効率の向上が重要な課題となっている。

筆者らは、①半導体中で何故光が発生するのか、あるいは何故光らずに熱が発生するのかという基礎光物性を明らかにすることと、②①で得られた知見をもとに究極の100%に近づけるための材料・デバイス構造にフィードバックさせるという手法によって研究を進めており、1997年には、窒化ガリウム青色LEDの新しい発光機構について報告した。すなわち、窒化インジウムガリウムを活性層に用いると量子ドットが自然と形成されており、そこに電子と正孔が落ち込むことによって欠陥が多いにもかかわらず比較的高い発光効率が実現しているという機構である。

上記のような光の波長の何十分の一という世界を光プローブで把握することは容易なことではない。そのため、とくに短波長域で測定可能な近接場光学顕微鏡を開発した。この手法は、光ファイバーの先端を針のように尖らせ、光の波長よりも小さな穴からエバネッセント光と呼ぶ光をしみ出させ、このエバネッセント光と対象物を相互作用させることによるものであり、1ミクロンの50分の1程度の構造からの発光

を把握することが可能となった。しかも、励起する光を超短パルスとし、測定する近接場光の測定モードを工夫することで、半導体ナノ構造中で生じている発光と非発光の過程を時間的・空間的にマッピングすること(筆者らは、“マルチモード近接場光学顕微鏡法”と名付けている)に成功し、提唱したモデルの妥当性とより詳細な機構が明らかにされた。

現在、量子ナノ構造の人為制御により、目的に応じた光の波長を高効率に発生させるための研究を進めているが、開発した測定装置は、それを検証・理解するための必須のツールとして役立っている。時間的・空間的なダイナミクスを可視化して測定する技術は、窒化物半導体半導体のみならず、種々の光機能性材料や生体細胞などの機能性発現機構解明にも有用であると考えており、装置のさらなる開発と適応分野の開拓が今後の課題である。

研究は現在も進行中であるが、ここまでに至るには、平成10年度に(独立石科学技術振興財団からいただいた助成が萌芽となっている。ご援助いただきました財団の関係各位の方々に感謝申し上げます。

