

なかむら しゅうじ
中村 修二氏（日亜化学工業（株）開発部 主幹研究員）

“Ⅲ族窒化物半導体を用いた短波長発光ダイオード（LED） ／レーザー（LD）の開発”

（1）背景と目標

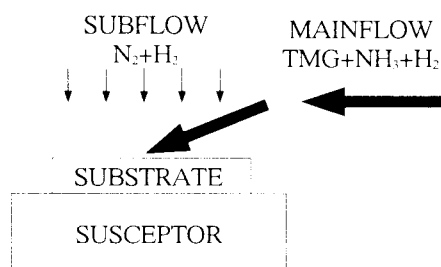
発光波長が緑色（555nm）より短い光を得るには、エネルギーギャップ E_g が2.2eV以上の半導体材料で且つ、直接遷移型の構造を有するものが好ましい。その候補の一例が、Ⅲ族窒化物系である。しかしこれらの材料は、バルク単結晶を得る事が極めて困難であると共に格子定数の整合する基板が得られていない。その為、高効率の青色系発光素子の出現は21世紀になると予想されていた。他方、Ⅱ－Ⅵ族系のZnSe等は当時、多くの研究機関及び企業各社で研究対象の材料となっていた。以上の背景下で日亜化学工業（株）は、1989年『より困難が予想される道を選択することが、より多くの技術成果が得られる』との信念の基に窒化ガリウム系を研究開発のテーマとして採用した。

（2）内容と特徴

本開発の成功は二つの大きなブレイクスルーを成し得たことに起因する。

①Two-Flow-MOCVD法と命名した結晶成長法の考案；

サファイア基板とGa₂O₃エピタキシャル層の間にGa₂O₃バッファー層を設定。しかる後に右図のごとき装置を考案した。基板に対して水平方向に反応ガスを送る。このままでは熱対流の為、反応ガスの主成分が基板に堆積しづらい。そこで更に垂直方向から押圧するガスを吹き出させる。かくしてユニークな結晶成長法により、基板上に均一、良質なGa₂O₃膜が成長できた。



②P型化へのモデル提案と実現；

GaNはP型導電性を示すことが困難視されていた。中村は、窒素雰囲気中で熱的アニーリング処理を施し、低抵抗P型GaN層を得ることに成功した。この原理は、その後の実験により次のように説明つけた。ドーピングしたⅡ族元素のMgアクセプターが「水素」を結合し、アクセプターを不活性化している。熱処理により、水素原子が解離しMgアクセプターが活性化されP型半導体を示すと、モデル提案をした。現在では、このモデルは、多くの研究者によって認められつつある。

（3）研究成果

- 1993／11月 世界初 高光度1cd青色LEDの開発、商品化
- 1994／4月 世界初 高光度2cd青緑色LEDの開発（信号機対応）
- 1995／9月 世界初 高光度高色純度量子井戸構造6cd緑色LEDの開発
- 1995／12月 世界初 青紫色LDの室温パルス発振に成功
- 1999／2月 世界初 同上LDの試作品出荷へ

中村修二氏はⅢ族窒化物半導体の研究開発を推進し

1. 世界初の高光度、青、青緑、緑色発光ダイオード（LED）の開発及び製品化に成功した。その結果LEDによる室内・外のフルカラーディスプレイ、信号機、カラースキャナー等の産業界に画期的成果と波及効果をもたらした。
2. 世界初の青紫色半導体レーザー（LD）の発振に成功、現在では試作品の有償出荷にまで到達している。今後、DVD市場に大きなインパクトを与えると思われる。同時に医療、分析機器への波及をも計られると思考している。