

NIKKEI

PR

化学・先端技術情報WEBサイト  
**CHEMICAL BOUTIQUE**  
 タイムリーな情報を発信・ケミカルブティック

「CHEMICAL BOUTIQUE」とは▼

#### 第4回 「深紫外発光ダイオード(LED)の 実用化に向けて高効率、高出力を実現」

特集 2010.5.17

青色発光ダイオード(LED)が実用化されて以来、さらに波長の低い紫外領域への研究開発競争が激しくなっている。その中で理化学研究所テラヘルツ量子素子研究チームの平山秀樹チームリーダーらのグループは、深紫外領域にあたる波長250ナノメートルで、従来に比べて7倍に相当する15ミリワットの出力を発揮するLEDの開発に成功した。高出力の深紫外LEDの開発にメドをつけたことで、将来的に殺菌やダイオキシン処理などの環境分野、深紫外レーザーダイオード(LED)を使ったブルーレイディスクを上回る高密度記録などの用途が期待される。

##### — 深紫外LEDの開発が困難だったというのは、どのような障害があったのでしょうか。

平山 青色LEDまでは、開発の難しさはあったものの技術的には解決できる要素が多かったと思います。それに対して深紫外LEDとなると、まず貫通転位(基板と結晶の格子のずれにより結晶成長が表面に達することで生じる欠陥)が大きくて発光効率は非常に低く、光源として利用できるレベルには程遠かったことが第一の障害。それからp型半導体(正孔を持つ半導体)ができるのか、という課題です。そもそもp型半導体ができなければ、電流を流してp-n接合(プラスの電荷を持つp型とマイナスの電荷を持つn型半導体を接合することで電流が流れる)させてデバイスとして機能させることができませんから。ただ窒化アルミニウムガリウム(AIGaN)について言えば、物性的には深紫外LEDが作れるだろうという予想はありました。



理化学研究所 テラヘルツ量子素子研究チーム  
チームリーダー  
平山 秀樹氏

##### — 波長250ナノメートルの深紫外LEDで高出力化に成功したポイントは。

平山 LEDの発光効率(外部量子効率)は、正孔と電子が結びついて発光する効率である「内部量子効率」と注入した電流のうち発光層に注入される電子の割合である「電子注入効率」、そして発生した光エネルギーをどれだけ外部に取り出せるかという「光取り出し効率」の積であらわれます。これまでの研究で内部量子効率については、サファイアを使った基板の上に窒化アルミニウム(AIN)を有機金属気相成長法(MOCVD)を使って結晶成長させるのに、結晶となる材料ガスを時間的にパルス状に供給するパルス供給法を開発。これにより結晶の貫通転位を減らし内部量子効率を従来の0.5%から80%に高めることに成功しています。



1.8%へと約4倍高め、従来に比べて7倍の出力を持った深紫外LEDの開発に成功したわけです。

さらに今回は電子注入効率を高めるために、電子を逃がさない多重量子障壁(MQB=半導体多層ヘテロ構造を持ち、量子力学的に電子を多重反射させることでより高いエネルギーを反射できる)を作ることで電子注入効率を従来の20%から80%に高めることに成功しています。実はMQBは、20年以上前に赤色LEDで使われたことがある技術です。現在の赤色LEDは改良されているのでMQBを必要としませんが、波長の短い紫外線領域にこそ必要な技術と言えるでしょう。MQBがなければ、高いエネルギーを持った電子が量子井戸を飛び越えてしまいますが、MQBがあることで実効で3倍程度のエネルギーを持った電子もつかまえておくことができます。このMQBを導入することにより発光効率(外部量子効率)で0.5%から

##### — 今回の開発のポイントであるMQBを作るというのも簡単ではないですね。

平山 まず非常に薄い層で結晶成長させなければならないということが挙げられます。MQBの場合、物理的な分析の結果では原子レベルで3層から10層程度の薄さにしなければならない。つまり原子1層レベルでのコントロールが必要になるということです。ただこれについては量子井戸発光層(電子を移動させず蓄積する構造)を作る際に現在は原子5層から8層レベルのコントロールはできているので技術がないわけではない。しかしどちらの場合もCVD装置(化学的気相成長装置)を調整して原子1層レベルで平坦に結晶成長させるのはたやすいことではありません。

それから今回はMQBを作って高出力化に成功しましたが、現在の構造が最も良い構造かと言うと実はそうではないかもしれない。つまりMQBの最適構造はわかっていない段階なんです。今回開発したMQBは、変調バリア構造といって少しずつ厚さの違う層を重ねていますが、その膜厚や積層の仕方などで効果が変化します。現在について理論的に解析を進めており、今回のMQBで発光効率を4倍程度改善していますが、構造をより最適化していくことで、その数値はまだ高めることが可能だと考えています。



HOME



Polyplastics

