

研究成果が新聞に掲載されました

# 読売新聞

発行所  
読売新聞東京本社  
第46870号

〒100-8055  
東京都千代田区大手町1-7-1  
電話 (03) 3242-1111 (代)  
<http://www.yomiuri.co.jp/>

2006年(平成18年)9月4日 月曜日

(2面)

## 青色ダイオード 光の仕組み解明

省電力で、応用範囲が広い青色発光ダイオードが効率良く、明るい光を発する仕組みを、筑波大学の秩父重英・助教授らのグループが突き止めた。新しい発光材料の開発に役立つ成果と期待される。3日付科学誌「ネイチャー・マテリアルズ」電子版に発表する。

窒化インジウムガリウムを利用した青色発光ダイオードは、米カリフォルニア大の中村修二教授が1993年に開発。明るいのが特

徴だが、ガリウムヒ素の赤色発光ダイオードと比べて、発光を妨げる結晶の構造欠陥が100万倍も多く、効率良く光を発する理由が謎だった。秩父助教授らは、10兆分の1秒だけ点灯する光などを利用して、窒化インジウムガリウム結晶を解析。結晶中にインジウムと窒素の原子が数個集まった部分が点在し、この部分で構造欠陥に影響されずに、効率良く発光していることがわかった。

# 研究成果が新聞に掲載されました

日経産業新聞 (11面)

化学工業日報 (10面)

## 青色LED 発光メカニズム解明

### 筑波大 正孔が原子を効率捕捉

筑波大学数理解物質科学研究所の秩父重英助教、上殿明良助教らの研究グループは、多量の構造欠陥がある窒化インジウム・ガリウムを用いた青色・緑色発光ダイオード(LED)が、なぜ高輝度に発光するかを解明した。インジウムを含む窒化物半導体で正孔がインジウムと窒素の原子数個程度からなる集まりを効果的に捕らえ、エネルギーが熱にならず効率的に光に変換されることを明らかにした。これは他の発光材料の発光効率を飛躍的に向上させる可能性も示唆している。米国立リフォルニア大学サンタバーバラ校の中村修二教授が総括責任者を務める科学技術振興機構(JST)の研究プロジェクトで得られた成果で、三日付の英国科学雑誌「ネイチャー・マテリアルズ」(オンライン版)で掲載された。

窒化インジウム・ガリウムの量子井戸を発光部とする青色・緑色LEDは一九九四年に開発、急速に市場規模が拡大、二〇〇八年には一兆円規模となるのが期待されている。一方、窒化インジウム・ガリウム結晶はエピタキシャル単結晶成長に適した格子定数の場合基板が存在しない。このためガリウム・ヒ素などの従来のLED材料の百万倍の構造欠陥、点欠陥(原子の欠陥部など)が発生する。通常これらの結晶欠陥で電子と正孔が再結合するとエネルギーは熱として放出されるため発光しない。しかし窒化インジウム・ガリウムでは高輝度に発光する。この欠陥と高輝度発光の両立させる根本的な理由は、これまで分かっていたいなかった。同研究グループはフェムト秒パルスレーザーと電子の反物質である陽電子を用いて発光メカニズムを解明した。

窒化インジウム・ガリウムでは原子数個程度のサイズでインジウム・窒素が集まった部分(局在状態)に正孔のかなりの数が捕らえられることで欠陥に捕捉されにくくなっていた。このため電子と再結合する際のエネルギーが熱に変換されず、効率良く発光していた。この現象は窒化インジウム・アルミや窒化アルミ・インジウム・ガリウムなどの窒化物半導体にも当てはまる。また他の材料でも電子と正孔のペアを効果的に局在させることで発光効率を飛躍的に向上させることも可能という。このため今後、「原子サイズでの不均一結晶」を各種発光デバイスに応用する研究が進むことが期待される。

## 青色LED 欠陥 発光する理由を解明

### 筑波大など 他の材料に応用

【つくば】筑波大学と科学技術振興機構は、青色発光ダイオード(LED)が通常なら光が出ない【つくば】筑波大学といほど結晶が不ぞろいにほか、青色LED以外の発光材料でもより効率的に光を出せるようになる可能性があるという。

研究グループによると、青色LEDの中にインジウムと窒素の原子が数個集まった構造ができ、そこにプラスの電荷を持つ正孔がつかまるのが原因。LEDの中で正孔とマイナスの電荷を持つ電子がぶつかって光を出す。正孔が結晶の欠陥につかまって光ではなく熱を発生する前にインジウムなどで出来た構造につかまることで、欠陥が多い結晶でも光を出すという。

青色LEDに使われる窒化インジウムガリウムはきれいな結晶を作るのが難しく、他のLEDに使う材料に比べ結晶中の欠陥がおよそ百万倍も多い。これだけ欠陥が多い結晶では通常は発光しないが、なぜ青色LEDでは発光するか分かっていなかった。

# 研究成果が新聞に掲載されました

## 日刊工業新聞 (28面)

### 青色LED

# 発光の仕組み解明

## 筑波大と中村教授ら インジウムが鍵

筑波大学の秩父重英助

教授、上殿明良助教授と、中村修二カリフォルニア大学サンタバーバラ校教授が総括する科学技術振興機構（JST）の研究グループは共同で、青色や緑色の発光ダイオード（LED）が光る機構を解明した。

材料に使う窒化インジウム・ガリウムの結晶は「欠陥だらけでぼろぼろ」（中村教授）であるため、常識では発光させることは難しい。十数年前に中村教授が開発したLEDはすでに広く量産されているが、発光の仕

組みは謎のままだった。

成果は英科学誌「ネイチャー・マテリアルズ」電子版に4日公開され、大きな反響を呼びそっだ。

青色・緑色LEDが高輝度な光を発する要因はインジウム原子にあった。インジウム系の窒化物半導体は、電子と正孔のペアが結合して発光する際に、正孔が欠陥に捕まりにくい構造を持つ。そのためエネルギーが熱にならずに、効率良く光に変換されていることを突き止めた。

将来、この電子と正孔

の状態を人為的に作り出すことができるようになれば、欠陥のある不均一結晶やプラスチックやガラスなどの非晶質でも発光させられる可能性があるという。

実験では、パルスレーザー光を用いて1000億分の1秒の超短時間領域でLEDの発光計測を行ったほか、電子の反物質である陽電子を使って窒化インジウム・ガリウム結晶中の正孔の動きを調べた。

青色・緑色LEDやD  
VDレーザーなどに使われている窒化インジウム

・ガリウムは、結晶を成長させるのに適当な基板がなく、ガリウム・ヒ素

など従来のLED材料に比べて100万倍もの構造欠陥が存在する。それにもかかわらず高輝度な光を発するため、窒化インジウム・ガリウムは半導体発光デバイスの主役として、08年には1兆円規模の市場に育つと見込まれている。