光関連材料・デバイス

Optoelectronic Materials and Devices

高木 将実

Masami Takagi

正会員

1956年生。1982年東京農工大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。現在、ハリソン東芝ライティング開発・技術企画部技術企画担当。

◀キーワード：カラーディスプレイ，LCD，OLED，IT

1. はじめに

光関連材料・デバイスの分野では、まず21世紀初頭はカラーディスプレイへの適用が大きな関心事であり、その後はIT、特にコンピュータシステムへの活用が期待される。

2. カラーディスプレイの覇者は

ごく近い将来、ITが地球規模で目覚ましい発展を遂げることは明白である。その結果、地球全体を覆い尽くすシームレスな情報環境が出現する。この情報環境への窓のひとつとして、カラーディスプレイが広く普及するであろう。カラーディスプレイは、現在でも携帯電話用の2インチ前後の小型のものから、屋外に設置される縦12m、横27mといった大型のものまで多種多様な発展を遂げているが、今後はさらにモバイル用途を中心に薄さ、軽さ、鮮やかさ、省電力、低コストを追求する方向に進んでいくであろう。

さて、カラーディスプレイといえば、長らく王座の地位にあったCRTをLCDが脅かしている。その一方で、最近急速に研究が進展しているのがFED（Field Emission Display）やPDP（Plasma Display Panel）といった自発光型のFPD（Flat Panel Display）であり、なかでもポストLCDとして最近注目を浴びているのが有機ELを用いたディスプレイOLED（Organic Electroluminescence Display）である。

OELDは、LCDで培った技術や設備といった資産が流用可能であることから、発光源である有機材料関連の問題点をクリアできればすぐさまLCDに置き換わる可能性を秘めており、世界中の研究機関や企業で鋭意研究開発中である。LCDの問題点といわれてきた応答速度の遅さ、視野角の狭さを大きく改善でき、特に自発光であることから、非発光型ディスプレイのLCDには必要なバックライトやフロントライトといったライティングデバイスも不要となり、厚さ、重さ、消費電力が低減できる。年々発光効率も向上しており、これから急増すると思われるモバイル用途に最適のディスプレイと言えよう。製造技術の開発も進んでおり、材料と製造方法を適切に選べば製造できる大きさにも制限が無いといわれている。OELDに弱点があるとすれば、画素の輝度・色度の経時変化によるばらつきであろうか。

3. LCD と OELD

LCDでは、一例をあげれば、1本の冷陰極蛍光ランプから放射されるR（Red）、G（Green）、B（Blue）の3原色からなる白色光を、バックライトユニット内で均一に拡散させた上で液晶パネル側の一方向に取り出し、液晶パネルを照らしている。その光をR、G、Bのカラーフィルタに透過させ3色のドットで1画素を形成している（図1）。たとえばRのドットでは3原色の光の中のRの成分しか使っていないことになり、GとBの成分はカラーフィルタに吸収させている。随分ともったいない話で、LCDの光利用効率悪化の大きな原因となっているが、その分ディスプレイシステムとしての安定性が高く量産しやすい。光源が1個だから寿命中もドットごとの輝度の減衰が安定しているうえ、いざとなればバックライト交換という方法もある。OELDに負けてはいられないとばかり、応答速度、視野角も日々改善されており、色の再現性の向上とあわせCRT並みの見え方を謳うまでになっている。

かたやOELDは、R、G、B各色の発光素子をドットとして構成する方法や、発光素子は同一色の発光素子を用いドットごとに色をR、G、Bに変換する方法（図2）などが開発されている。発光効率が良い反面、ドットごとの輝度ばらつきが出やすいと思われるが、材料の開発や製造技術の進歩によりばらつきも小さくなるであろう

図1 a-Si TFT-LCDの構造（例）

図2 OELDの構造（例）

し、ばらつきをソフトなどでコントロールすることも考えられる。あるいは白色面発光の光源として LCD のバックライトへの展開もありうるであろう。

いずれにせよ最後はトータル・コスト・パフォーマンスに優れたものが残るのが世の常であり、近い将来その結果が判明する。

4. 光関連材料・デバイスが IT の主役に

さらに時代が進むと、IT の中核に光関連材料・デバイスが本格的に使われるようになるであろう。ネットワークは、光ファイバと結晶や薄膜を利用した光交換機からなる高速大容量の光ネットワークに置き換わる。コンピュータは、極低温中でレーザ照射されたイオンの挙動や、原子または原子核の性質などを利用したコンピュータが実用化され、驚異的な計算速度を得る。記憶装置には、光により原子レベルで構造が変化する合金を利用したホログラフィックメモリなどが使われる。このようなコンピュータシステムの成立には、レーザが欠かせない。この頃には、エネルギーは太陽光を無機や有機の太陽電

池で電気に変換して得ている。このように、将来の光関連材料は、結晶や薄膜、イオン、原子などの極微小の世界の性質を上手に利用していると予想される。

5. 光によせる夢

光といえば、特殊相対性理論で光速不変の不思議な性格が明らかにされている。ところが最近になって、特殊相対性理論のほころびが話題となっている。最新の研究によると、超高エネルギーの宇宙線には、特殊相対性理論が当てはまらない可能性があるとのことである。意外に、ここから光の新しい利用法が発見されるかもしれない。照明や情報、通信といった用途ばかりでなく、光飛行機や光自動車ができると、文明も一変するであろう。

6. おわりに

最後は空想となってしまったが、思えば20世紀は騒音と汚染と争いに充満した世紀であった。21世紀は、光を利用してしずかでクリーンで平和な社会を築けるよう、光関連材料・デバイスの発展に大いに期待したい。

LED

Light Emitting Diode

◀キーワード：LED、発光ダイオード、青色LED、白色LED、照明

板 東 完 治
Kanji Bando

1961年生。東京大学農学部農業生物学科卒。現在、日亜化学工業㈱第2技術部にてLEDのプロセス開発に従事。

1. はじめに

発光ダイオード(LED: Light Emitting Diode)は発光デバイスとしては比較的新しい存在である。1960年代後半に赤色LEDが開発されて以降、発光材料である化合物半導体の種類や合成方法に工夫が加えられて少しずつその明るさを増してきた。90年代にはいつてからの進歩は劇的で、結晶成長技術に気相成長法が使われ、従来の液相法では煩雑であった多層薄膜構造の作成が容易になり結晶も高品質なものがつくられるようになった。

さらに新しい発光材料として、赤色から橙色系のAlInGaP、青色のInGaNが見いだされたことによって、高出力化と同時に多色化も進んだ。GaNではその後青色(470nm)だけでなく青緑色(505nm)、緑色(525nm)も実現されている¹⁾²⁾。

LEDは、固体発光素子であることから、長寿命、省電力、温度安定性、調光性、低電圧駆動などの優れた利点をもつ。発光色は、短波長から長波長までの様々な種類が市販され、形態も1mmのSMDから10mmのランプまで多種多様である。こうした利点や多様性は応用範囲

を広げ、ディスプレイ、信号、車載光源、携帯電話、ビデオカメラ、照明、行き先案内板など各方面で使用されている³⁾。

2. LEDの性能向上

LEDの最も重要な特性が、“光”にあることは言うまでもない。光を特徴づける物理量は、明るさ(エネルギー)と色(スペクトル)であり、この改良が今後も最重要の技術テーマであることは疑いない。

LEDの場合、単純に投入電力を増やすだけでその明るさは比例的に上昇する。しかし電力に応じてチップの発熱もどんどん大きくなり、過剰な熱が結晶やパッケージにダメージを与えてLEDの寿命を短くする。したがってより明るいLEDをえるには、投入電力を効率よく光エネルギーに変換することが重要なポイントになる。現在、高出力タイプと言われるLEDでもその外部量子効率率は10%前後に過ぎない。正孔電子対のエネルギーの90%は内部でロスされ熱となっている。逆に考えるとまだまだ明るくなる可能性は残されていることになる。新しい発光材料の研究、発光層内部の結合確率の向上、チッ