

# 有機 EL 照明の長期安定化を実現する真空蒸着技術の開発

## 有限会社 Q-Lights

代表者名 代表取締役 柘田 剛  
 設立 2005年3月  
 所在地 〒025-0312 岩手県花巻市二枚橋 5-6-3  
 TEL: 0198-26-1377 FAX: 0198-26-1378  
 URL: http://www.q-lights.com/  
 E-mail: support@q-lights.com

資本金 800万円  
 従業員数 3名  
 事業内容 有機半導体（有機 EL、太陽光発電等）の材料評価サービス・部材販売、有機半導体製作技術（成膜・洗浄・封止など）のコンサルティング

### 経緯

有機 EL 照明を長期間安定的に維持する技術を模索。有機 EL 素子の薄膜を組成傾斜構造にすることができ真空蒸着技術を開発した。

### 実施内容

有機 EL 素子を構成する薄膜を組成傾斜構造にすることで、有機層間の界面で生じるチャージアップや発熱を解消。蒸着速度を高速可変できる制御ソフトの開発と組成傾斜構造作製時の界面選択、成膜速度の最適化を実施。

### 成果

一般的な蒸着装置では、一定の割合で蒸着速度を加減速することしかできないため、制御ソフトの開発は成功したといえる。有機 EL 素子の寿命向上が可能となり、稀に見る技術が確立した。

## 1. 実施した経緯

次世代照明技術として注目されている「有機 EL」とは、「有機エレクトロルミネッセンス」の略称である。特定の有機物に電圧をかけると、有機物が光る現象のことを指す。植物や動物を構成する有機物は、どこにでも存在する物質であり約 30 年前、アメリカの研究者が有機物を非常に薄い層に形成することにより、光を得ることに成功したことが始まりである。現在は、主にスマートフォン用ディスプレイとして採用され、コントラストが美しく、クリアな動画が楽しめる高画質なディスプレイとして広く認知されている。

当社は有機 EL にいち早く着目し、長年にわたり培ってきたノウハウを活かし、有機 EL 材料評価サービスと有機半導体技術に関するコンサルティングを主たる事業とするベンチャー企業である。

有機 EL は、役割の異なる有機物の層を積み重ねたシンプルな構成である。その有機層の厚さは数百ナノメートル、髪の毛の 1/1000 以下という、極めて薄い層というのが特徴であり、その薄い有機層をプラスとマイナスの電極ではさみ、電量を流して光を得る仕組みである。有機 EL 素子ではガラス基板が一般的であるが、最近はフレキシブル化をねらったプラスチック基板での開発が増えている。

有機 EL の発光メカニズムは有機物に電圧をかけ、2 つの電極からそれぞれプラスとマイナスの電荷を持つ「正孔」、「電子」を注入し、両者が発光層で再結合した電荷（励起子）はいったん高いエネルギー状態（励起状態）になる。

そこから、元の低いエネルギー状態（基底状態）に戻

るため、励起子はエネルギーを光として放出する。

有機 EL の材料面では現在、世界的にみて日本が先行しているが、市場で勝ち残るためには迅速かつ継続的な研究開発が欠かせない。加えて開発した材料の性能評価を家電メーカーに依存する現下においては、非効率な研究開発に終始してしまう。近時には隆盛が目覚ましい諸外国や競合技術に業界が席卷されるのではないかという危機感から、当社では有機 EL 関連材料メーカーにより開発された材料の受託評価を行っている。この際、開発材料を用いて有機 EL を素子化し、デファクトスタンダード（市場の実勢によって事実上の標準とみなされるようになった規格）と比較評価する。そのポイントは、評価結果のすべてを短期間でフィードバックする、国内の民間企業では当社のみが行っているサービスである。

有機エレクトロニクス産業の中で、実用化に向けて大きく動き出しているのが照明分野である。有機 EL 照明は、その特徴である薄くて軽いという利点はもちろん、理論的には 1 ワットあたり 200 ルーメンという発光効率が可能であり、実現すれば蛍光灯の約半分の電力で同じ光量を得ることができる。太陽光に近い均一でムラのないやわらかな光は、色の見え方が自然で、紫外線や赤外線を含まないため、目や肌にやさしいものである。そのほか、発熱が少ない、水銀を使用していないなど環境負荷の低減につながるメリットもあり、次世代の照明用光源として期待されている。

このように利点の多い有機 EL 照明であるが、照明に必要とされる明るさ（輝度）を得るため大きな電圧をかけると、有機 EL 素子の発光寿命が短くなるという性質が課題となっている。こうした現状を背景に、有機 EL 照明の



非常に薄い有機物の層を重ねた構成を持つ有機 EL 照明は、髪の毛の 1/1000 以下という極めて薄い層から構成されている。



長年にわたり、培ってきたノウハウを活かし、有機 EL 照明の長期安定化を実現した、代表取締役の柘田剛さん。



有機 EL の応用展開により、かつてないほどにフレキシブルな照明パネルが実現されつつある。紫外線や赤外線を含まないため、目や肌に優しいのも特徴。



クラス 1000 のクリーンルームや高性能な真空蒸着装置を有する当社。有機半導体材料の薄膜成膜及び封止技術をコアテクノロジーとし、事業を行っている。

開発において、輝度や寿命などの性能を長期間にわたり安定維持させる組成傾斜構造を実現するため、蒸着速度を高速に変えられる制御ソフトの開発が必要となった。

## 2. 実施した内容

一般的に有機材料には、その分子量により低分子系と高分子系の 2 種類がある。現在実用化されているのは低分子系であり、その製造プロセスは「真空蒸着法」によるものである。まず、ITO（酸化インジウムスズ）陽極付きガラス基板の洗浄を行い、その後正孔注入層、正孔輸送層を蒸着した後、赤（R）、緑（G）、青（B）の各有機材料を蒸着させる。その後に電子輸送層、電子注入層、陰極を蒸着させる。蒸着による成膜方法は、真空中で粉末の有機材料をヒーターで加熱し蒸発させ、基板の表面に付着させることで薄膜としている。

有機 EL を構成する薄膜は、従来「積層構造」が用いられていたが、有機層間の界面（互いに性質の違う 2 つの物質が接する境の面）で生じるチャージアップや発熱の問題がある。界面を形成する二層（A、B）の組成を連続的に変化、反転（A : O → 100、B : 100 → O）させる「組成傾斜構造」にすることで、これらの問題を解消し、耐電圧性能と耐熱性を高める研究開発に着手。真空蒸着法で組成傾斜を簡単に行うためには、蒸着速度を高速に変えられる制御ソフトが必要である。現存する制御ソフトは、積層構造に対応できるが、今回当社が開発する組成傾斜構造には対応できないことから、有機 EL デバイス向けの成膜装置の設計、製作を行っている企業に依頼し、蒸着速度を任意の割合で加減速できるよう、組成傾斜成

膜制御ソフトへの改修を行った。

有機 EL 素子には単色でも有機層が 4 層あり、界面が 3 つ存在する。さらに物質が光を発する燐光材料などを導入すると使用材料が増え、界面の数が増加する。これらすべての界面を組成傾斜構造にすることが有機 EL 素子の長期安定化を目指す理想のかたちとなる。しかし、設備コストや量産における作業時間の面から現実的ではないため、どの界面をどのような組成傾斜構造にするかの見極めを実施した。

## 3. 取り組みの成果

制御ソフトの改修及び組成傾斜構造を製作する際の界面の選択、その構造の組成化（傾斜）、膜厚、成膜速度の最適化に取り組んだ結果、有機 EL 素子の寿命を向上させることができた。この成果は、後に照明のフレキシブル化が可能となり、デザイン性に優れた照明機器の開発や商品化、さらには省電力化の一助となると期待される。

## 4. 今後の取り組み

本事業の成果である長寿命化を達成した有機 EL 照明をサンプルとして製作し、大手電気メーカーや照明メーカーに提案することを検討している。当社は有機 EL に関するコンサルタント契約を 10 社以上の企業と締結した実績を有しており、本事業の成果をもとに 50 社以上に宣伝活動し、10 社程度からの受注を目指している。