

有機デバイス作成・評価装置

北野精機(株) 四家 淳一[※]

Junichi Shike

1. はじめに

2007年12月、世界で初めてソニー(株)より有機ELディスプレイが製品化された今日、有機EL素子の駆動電圧の低減と素子寿命特性の向上への研究開発が急務となっている。当社では、これまで研究開発用向けの有機材料成膜装置、スパッタリング装置、寿命特性に関して、その場測定可能なコンタクトプローブユニット、電子エネルギー分析装置をはじめ超高真空装置など、数多くのラインナップを有し、オーダーメイドにより設計開発製作を行っている。

2004年からは本格的に有機電子デバイス関連装置・部品ユニットの開発販売を行ってきた。近年では、産学連携の共同研究開発により、超高真空下における有機材料成膜装置とインラインにおいて、*in-situ*による劣化特性評価装置を構築した。その結果、超高真空チャンバーにて素子作成を行い、これまで報告されている同一構造の素子の寿命に比べて約5倍の長寿命化を実現した^{1)~3)}。

当社では、仕様に合わせてチャンバー壁面の表面研磨を行っている。特に超高真空環境下での製品では、電解研磨・各製品のプレベキング工程、チャンバー本体を経て装置一式でのベキングが不可欠になってくる。当社はこれまで無機物の蒸着装置(MBE装置、CVD装置、スパッタリング装置)、走査型トンネル顕微鏡、電解イオン顕微鏡、電子エネルギー分析装置をはじめ、各種極・

超高真空装置を製造販売してきた。その中での経験を経て、今日の有機材料応用分野へ進展している。

2. 極・超高真空の魅力

有機EL素子の長寿命化は更なる実用化に向けた最重要課題であり、多くの研究機関で取り組まれているものの、まだ十分には解明されていない⁴⁾。最大の要因として、素子内の欠陥の存在が示唆されている。当社では、 10^{-8} Pa以下の超高真空環境下において有機電子デバイス素子の薄膜作製から評価までを一貫して作業できる研究開発用装置を製造している。この装置は、超高真空環境下において薄膜内の欠陥を大きく削減でき、発光寿命特性に大きく寄与すると期待がされている。

また、他社の同種同型装置に対し、本装置は超高真空仕様となっており、残留ガス分子の種類・数量を的確にコントロールすることで、従来に比べて約100~1000倍もの高質な環境下でのデバイス作製および特性評価が可能となる。特に有機電子デバイス材料にとって大敵である水と酸素、および不純なガス分子の残存を限りなくゼロに近い環境でのプロセスが可能であり、デバイスの高性能、高機能、長寿命などに欠かせない技術・ノウハウになっている。

3. 装置の特徴および性能

当社の「OED-RD System III」(写真1)は、作製した素子を大気に一度も曝露することなく搬送できる。従って、素子を作製後、超高真空領域の

※ 北野精機(株) 営業技術部

〒143-0024 東京都大田区中央7-17-3

☎03(3773)3956 shike@kitano-seiki.co.jp

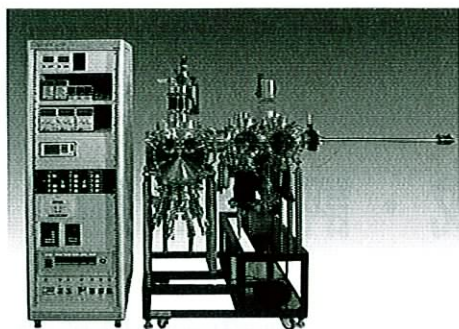


写真1 有機電子デバイス作成・評価装置
(OED-RD System III)

まま即座に評価室に搬送し、より高質で高性能な分析・評価結果を得ることが可能である。OED-RD System IIIの構成を以下に述べる。

基本構成は、有機／金属蒸着室・評価室・ロードロック (LL) 室の3室で構成される。構成部品は、使用する材料・材質・表面処理方法を吟味し、放出ガスの種類・量までも十分に考慮されている。標準試料サイズは3×3インチ対応であり、複数のマスク交換が可能である。試料マニピュレータには、基板回転・加熱機構を装備している(写真2)。その他、ユーザーニーズによるオプション設定で、各種プローブ等を搭載することで薄膜のグレイン構造、残留応力、仕事関数、またデバイスの電流電圧特性、輝度、発光効率などを真空中で評価することができる。従来、有機デバイスは装置から一時的に大気中へ取り出してから評価することが多かったが、このケースではデバイスや膜本来の特性を正しく評価するのは困難であると当

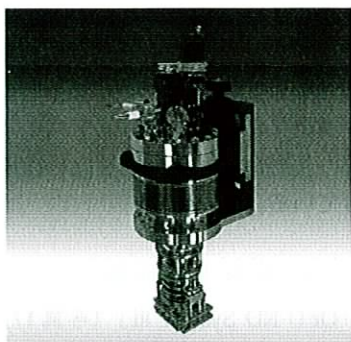


写真2 基板加熱マニピュレータ

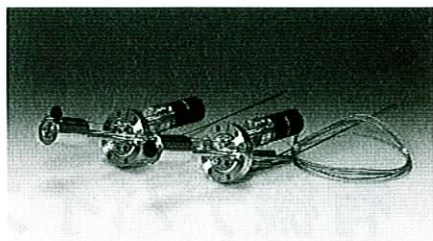


写真3 有機蒸着セル (KOD-Cell)

社では考えている。本装置では、作製したデバイスを真空中で即座に評価することを可能にしている。

4. 有機蒸着セル「KOD-Cell」

有機材料用蒸着源「KOD-Cell」(有機蒸着セル, 写真3)は、下部フランジに8台標準装着可能である。KOD-Cellは、取り付けフランジがICF-70と非常にコンパクトである。また、シースヒーター・シース熱電対を用いており、温度安定性・温度対応性に優れている。ルツボの容量は1ccで、材質にはシェイパル・高密度カーボン・石英ガラス・アルミナ・PBN等と多数取りそろえている。また、蒸着レートは安定しており、材料使用効率が非常に優れており、蒸着物の面内均一性は標準5%以内を保持しており、低価格でメンテナンスも非常に容易であり、操作性にも優れるなど、ユーザーより好評を得ている。

5. 金属蒸着セル「KMD-Cell」

下部フランジには、金属セル「KMD-Cell」を装備し、クヌーセン・セル(写真4)、もしくは通電



写真4 クヌーセン・セル

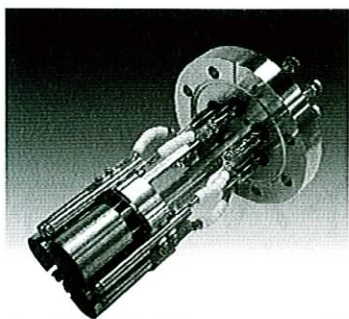


写真5 三元金属蒸着セル (KMDT-Cell)

加熱用のポートタイプセル「KMDT-Cell」(写真5)を使用している。KMD-Cellの取付けフランジはICF-70である。ヒーターには、高純度Taを使用しており、ルツボ内は均一な温度が保たれる。ルツボはPBNを用いており、容量は10ccと小型で幅広い用途・手軽な使用が可能である。また、温度安定性・操作性にも優れている。

評価室では、コンタクトプローブユニットによる電流電圧特性、発光寿命特性評価が可能であり、超高真空下における残留ガス質量分析(Q-MASS)評価、ケルビンプローブ測定評価も可能である。現在、国内の大学と共同で評価装置・機構を開発しており、高いレベルでの評価技術が期待される。本装置の蒸着室・評価室において、素子の作製中および評価中は一貫して 10^{-8} Pa \sim 10^{-9} Pa台を保持している。LL室では、試料の入れ替えのほか、作製した素子を大気に曝露することなくグローブボックスなどへ移動させる手段として、真空のまま搬送可能な容器を設けている。LL室内

にて真空状態のまま、当社のトランスファーロッド「KTM-100」を使用して容器の蓋の開閉を行い、容器内を真空状態に保つシステムである。

6. おわりに

有機デバイス作製・評価装置により、超高真空環境下において有機電子デバイス素子の作製のみならず、素子内部に発生するクラックや欠陥等の原因解明や抑制が可能であり、高質な素子開発、高性能な評価結果を得ることができる。また、大学との共同研究を通じ、ユーザーと一体になって研究開発用機器・装置を販売していく方針である。超高真空環境領域を得意とする当社では、従来よりユーザーのニーズを最大限に活かした設計開発を行い今日に至るが、今後、ますます拡大していく有機デバイス分野の装置開発メーカーとして、大きな期待を持っている。2007年には、材料研究開発用クラスター型の蒸着装置を開発した。作製した有機デバイス素子を超高真空中で評価可能な装置は世界でも稀とみられ、今後も研究所をはじめ、有機薄膜太陽電池などの研究開発、実用化へ大きく貢献するものとなる。

参考文献

- 1) 村田英幸：月刊ディスプレイ，Vol.13，No.9，p.16 (2007)。
- 2) T. Ikeda, H. Murata, Y. Kinoshita, J. Shike, Y. Ikeda and M. Kitano：Chem. Phys. Lett., 426, 111 (2006)。
- 3) 日経産業新聞，2007年4月19日。
- 4) 田中直樹：日経マイクロデバイス，No.7，p.33 (2007)。