

OED-RD System

1 はじめに

半導体製造技術の進展と発展に伴い、真空蒸着装置は年々高いレベルでの開発が求められている。当社では、これまで CVD 装置、スパッタリング装置、MBE 装置、走査型トンネル顕微鏡、電界イオン顕微鏡、電子エネルギー分析装置をはじめ、数多くのラインナップを有し、真空蒸着装置・評価分析装置・機構など、研究開発機器を製造販売している。当社の最大の強みは、各種極・超高真空装置をオーダーメイドにより、研究開発者の意見を最大限に取り込み、ユーザーと共同で設計生産できることである。



写真 1. 有機電子デバイス作成・評価装置
(OED-RD System)

現在、注目を集めている有機電子デバイスは、有機 EL 素子を用いた FPD への

応用をはじめ、有機トランジスタ、有機薄膜太陽電池などへの応用が期待されている。



写真 2 UHV 有機電子デバイス作成・
評価装置 (OED-RD System)

その中で、有機EL素子の寿命は、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。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。すでに国内研究機関へ数台を納入して

おり、各機関ではこの装置を用いて有機トランジスタ(写真3)などを作製済みである。

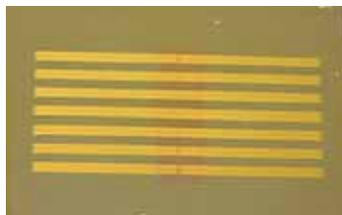


写真3. Si 基板上の有機トランジスタ
(出所: NHK 放送技術研究所)

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、従来に比べ約 100~1000 倍もの高質な環境下でのデバイス作製及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。

2 装置の特徴及び性能

当社の「OED-RD System」(写真4)は、作製した素子を大気に1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 の構成を以下に述べる。



写真4. UHV 有機電子デバイス作成・評価装置 (OED-RD System)

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5)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。



写真 6. 基板加熱マニピュレータ

2-1 有機蒸着セル KOD-Cell

蒸着室において、「KOD-Cell」(有機蒸着セル(写真 6))を下部フランジに 8 台装着可能である。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。高密度カーボンを使用したるつぼの容量は 1cc で、材質には、石英ガラス・アルミナ・PBN と取り揃えている。また、蒸着レートは安定しており、蒸着物の面内均一性も優れている。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、ユーザーより好評を得ている。



写真 7. 有機蒸着セル (KOD-Cell)

2-2 金属蒸着セル KMD-Cell

下部フランジの中央部分には、金属蒸着セル「KMD-Cell (KNUDSEN-Cell)」(写真 8) もしくは通電加熱用のポートタイプセルを使用した金属蒸着簡易セル「KMDS-Cell」(写真 9)を装備している。金属蒸着セルの取付フランジは ICF-70 及び ICF-114 である。ヒーターには、高純度 Ta を使用しており、るつぼ内は均一な温度が保たれる。るつぼは 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。



写真 8. 金属蒸着セル (KMD-Cell)

Electronic Journal 別冊
 2006 真空機器・装置技術大全
 第 2 編 第 1 章 第 5 節 P85 掲載

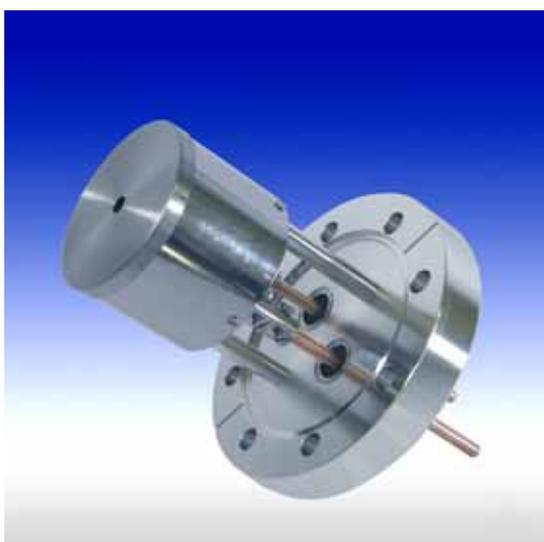


写真 9. 金属蒸着簡易セル (KMDS-Cell)

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、素子の作製中及び評価中は一貫して、 10^{-8} Pa ~ 10^{-9} Pa台を保持している。LL室では、試料の入れ替えの他、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ード「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。

3 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事ができる。また、大学との共同研究を通じ、ユーザーと一体になり、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生かした設計生産を行い今日に至るが、今後、益々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。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、有機デバイスの研究開発、実用化へ大きく貢献するものとなる。

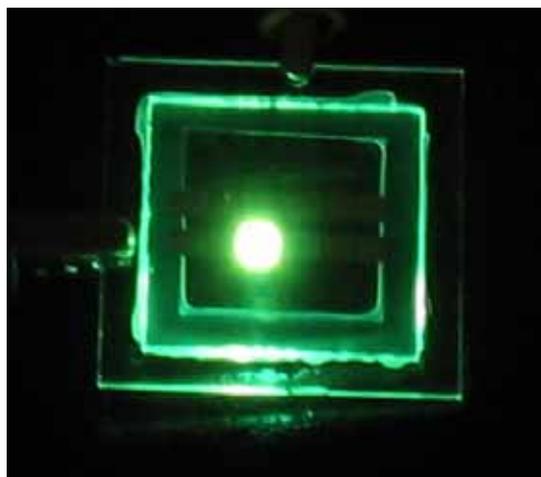


写真 10. ITO/ガラス基板上への Alq3 膜の発光素子
 (出所：北陸先端科学技術大学院大学)