

有機物蒸着装置

キーワード：有機薄膜、真空蒸着、基板回転、基板加熱、蒸着源、2 源同時蒸着

はじめに

有機 EL、有機トランジスタ、および有機太陽電池に代表される有機デバイスには、ナノメートル (nm) オーダーの厚さの有機薄膜が用いられています。これら有機デバイスの性能を引き出すためには、膜厚および構造（分子配向やモルフォロジーなど）を制御した有機薄膜を作製することが重要になります。

膜を作製する技術は、ウェットプロセス（スピコート、インクジェット、およびスクリーン印刷など）とドライプロセス（真空蒸着、スパタリングなど）の 2 つの方法に分類されます。

真空蒸着法は、有機物を真空中で加熱することにより蒸発させ、基板（プラスチック、ガラス、およびシリコンウエハなど）に堆積させることで、有機薄膜を作製する方法です。本テクニカルシートでは、真空蒸着法により有機薄膜を作製する当研究所保有の装置（株式会社サンバック製 SV-C218、2015 年 1 月導入）について紹介します。

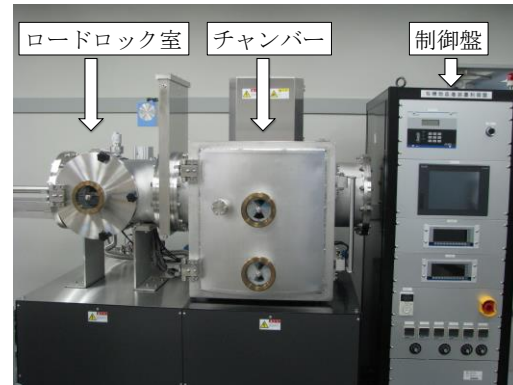


写真 1 有機物蒸着装置

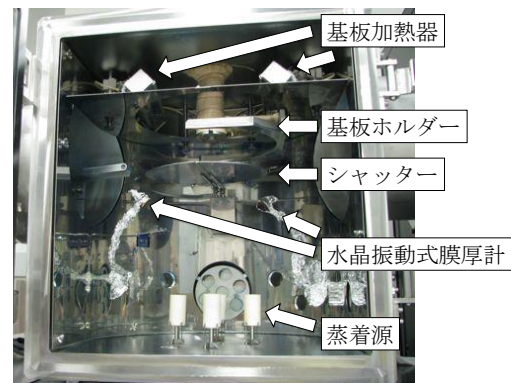


写真 2 チャンバー内部

有機物蒸着装置

本装置は、中央にチャンバー、左側にロードロック室、および右側に制御盤が配置された構成となっています（写真 1）。

チャンバー内部には、基板加熱器、基板ホルダー、シャッター、水晶振動式膜厚計、および蒸着源が配置されています（写真 2）。

有機物が入ったるつぼをチャンバー内の蒸着源に、基板を基板ホルダーに設置します。次に、チャンバーを油回転ポンプおよびターボ分子ポンプにより減圧します。所望の真空度に到達後、蒸着源を加熱し、有機物を蒸発させることで、基板上に有機薄膜を作製します。

基本仕様

- チャンバー到達真空度： 4.0×10^{-4} Pa 程度（大気圧から 1.0×10^{-3} Pa へ到達するまでに要する時間：約 90 分）
- ロードロック室到達真空度： 2.0×10^{-4} Pa 程度（大気圧から 1.0×10^{-3} Pa へ到達するまでに要する時間：約 30 分）
- 基板設置サイズ： $\phi 10 \sim 280$ mm、 $\square 10 \sim 200$ mm
- 基板回転（自転）速度：0～20 rpm
- 基板加熱温度：50～300 °C
- 蒸着源：4 源（2 源同時蒸着可能）
- 蒸着源加熱温度：室温～600 °C
- 膜厚計：水晶振動式
- シャッター：エア駆動

本装置の特徴

本装置の基板ホルダーに設置できる基板の大きさは、 $\phi 10\sim 280$ mm、 $\square 10\sim 200$ mm であり、様々な大きさの基板に成膜が可能のため、材料開発などの試験的な成膜から商品化に向けた成膜まで段階を踏んで検討することができます。

また、この基板ホルダーには、自転機構が備わっているため、膜を均一に作製できます。さらに、基板ホルダーの上部には、基板を加熱するためのハロゲンヒーターを備えており、基板を加熱しながら有機物を蒸着することにより、作製する膜の構造を結晶からアモルファス状態まで精密に制御することができます。

チャンバーの下部には、膜を形成する材料を加熱するための蒸着源が4源配置されています。それぞれの蒸着源は、チャンバー内が真空でも切り換えが可能であり、一度の真空排気で多層膜を作製することが可能です。また、このうち、2つの蒸着源を同時に加熱できるため、2つの材料から構成される混合膜を作製することができます。

蒸着可能材料

本装置では、蒸着源を 600°C まで加熱することができます。そのため、真空状態において 600°C 以下の温度で蒸発する材料であれば、有機物だけでなく無機物でも蒸着することが可能です。しかし、真空状態において、加熱により分解する材料については、蒸着を行うことができません。

成膜事例

フタロシアニン銅(結晶型： β 型、分子式： $\text{C}_{32}\text{H}_{16}\text{CuN}_8$ 、分子量：576.08)は、有機ELの正孔注入材料や有機太陽電池のp型材料として用いられる材料です。この材料を本装置を用いて、 $\square 200$ mmのガラス基板に膜厚250 nmの膜の作製を試みしました。蒸着速度(水晶振動式膜厚計により得られる値)を 5 \AA/s に設定し、チャンバー内の真空度が $4.0 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ に到達後、蒸着源の加熱を開始しました。蒸着源は、設定速度に到達するまで自動で昇温

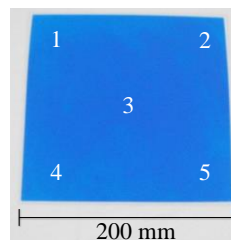


写真3 フタロシアニン銅膜

表1 膜厚測定結果

測定位置	膜厚	偏差 ^a
1	282 nm	0
2	289 nm	0.025
3	285 nm	0.011
4	280 nm	-0.007
5	275 nm	-0.025
平均	282 nm	± 0.025 内

a) 偏差 = [測定膜厚 - 平均膜厚 (282 nm)] / 平均膜厚 (282 nm)

され、設定速度を超えると蒸着源の加熱が止まる仕組みになっています。蒸着源温度が 500°C 付近で蒸着速度が安定しました(蒸着速度： $5 \pm 0.5 \text{ \AA/s}$)。安定するまで、ガラス基板に蒸着されないようにシャッターを閉じておき、安定してからシャッターを開き、膜厚が250 nm(水晶振動式膜厚計により得られる値)になるまで蒸着を行いました。作製した膜を取り出した後、膜厚を触針式膜厚計により5点測定した結果(表1)、平均値は282 nmであり、本装置の水晶振動式膜厚計の値と近い値が得られました。また、5点の偏差は ± 0.025 以内に収まっており、膜厚分布の狭いフタロシアニン銅膜を作製することができました。

おわりに

真空蒸着法は、有機薄膜を作製する方法の一つであり、ウェットプロセスを利用できない材料の薄膜を作製できます。本装置は、 $\phi 280$ mmまでの大きさの基板への蒸着、基板加熱、さらに2源同時蒸着が可能であることが特徴であり、利便性の高い装置です。

皆様のご利用をお待ちしております。また、有機薄膜の作製、デバイス化の相談にも対応いたします。