

有機材料蒸着用面蒸発源が(一社)日本真空工業会真空装置大賞を受賞

面蒸発源はドライコーティングの中で古くから知られた真空蒸着法の原理を採用しつつ、省スペースで高い膜厚均一性と材料利用効率を両立させながら有機蒸着材料を成膜できる蒸発源である。基板・蒸発源ともに静止状態で成膜する本来の使用方法に加え、ロールtoロール (RtoR) やインライン装置に代表される基板移動成膜方式に応用し、有機EL製造装置や防汚膜成膜装置への適用を可能にした。これら成果が認められ、日本真空工業会より真空装置大賞を受賞した。

キーワード

面蒸発源, 真空蒸着, 膜厚均一性, 材料利用効率, 有機EL, 防汚膜



■ 装置概要 / 目的

基板上に薄膜を形成する方法には、塗布やメッキに代表されるウエットコーティングと、溶射や真空中で成膜するドライコーティングに大別される。真空蒸着法はドライコーティングの中でも古くから知られた方法であり、高真空中で材料を加熱して蒸発・気化させ、対向して置いた基板に材料を堆積させる手法である。

有機ELに代表される有機半導体や機能膜の一種である防汚膜など、有機材料の真空蒸着へのニーズは、基板の大型化や高生産性化に向かっている。蒸発源に対して高い膜厚均一性が要求される一方で、高価な有機材料を蒸着材料として使用することから、材料利用効率(蒸発させた材料に対する基板上に付着した材料の重量比)の向上が求められている。大型基板に対する有機蒸発源は、一般には基板もしくは蒸発源を移動させつつ、ポイントソースを基板搬送方向に直交して並べる方法や、矩形の加熱容器内に材料を入れ開口部より蒸発させる方法が採用されている。これら方法では、常に材料を加熱し成膜を継続させる必要があり、蒸発源の立上げや基板交換といった基板に成膜しない間も蒸気を発生し続けることから、材料利用効率が低下する要因となっている。

面蒸発源は、高膜厚均一性と高材料利用効率を両立できる蒸発源として開発したものである。真空蒸着法の原理を採用しつつ、基板・蒸発源ともに静止状態で成膜できる蒸発源である。更に、蒸発源に搭載した流量制御バルブでの蒸着レート制御性が良好であったことから、高精度な蒸着レート制御が求められるロールtoロールやインライン装置に代表される移動成膜に対しても本装置の原理を応用した蒸発源を適用した。

■ 特徴 / 効果

面蒸発源の基本構成を図1に示す。有機材料を投入した加熱容器を真空チャンバ外に置き、発生した蒸気は制

御バルブを介してマニホールドと呼ばれる直方体の加熱容器に導入される。マニホールドに設置された複数ノズルより蒸気を放出して基板上に成膜する。

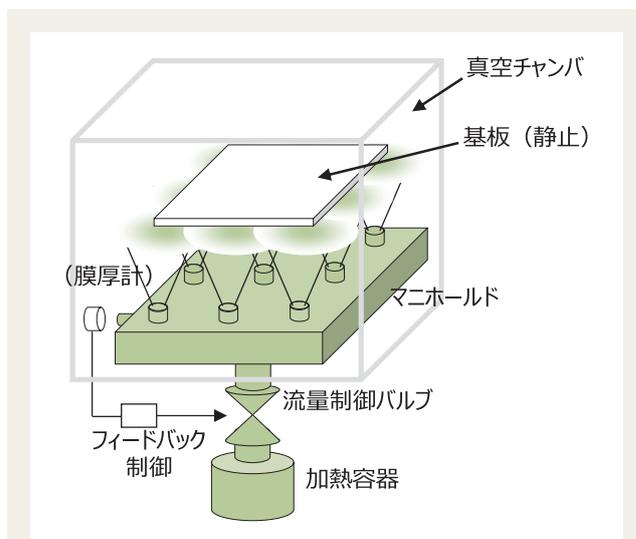


図1 面蒸発源の基本構成

この構成により基板および蒸発源を移動させることなく静止状態での成膜が実現でき、

- ① 蒸着方向の自由度が高い。
- ② 積層マニホールド構造により省スペースで共蒸着できる。
- ③ 非成膜時の蒸気閉め切りと成膜中の蒸着レートの高精度制御を実現できる。
- ④ 高材料利用効率と高膜厚均一性を両立できる。
- ⑤ チャンバを真空維持させたまま材料交換できる。
- ⑥ 計測寿命に問題のある水晶式膜厚計 (QCM) を補完する圧力式レートセンサを搭載することで蒸発源の長時間安定運転ができる。

といった特長を有している。

基板が大型化すると面蒸発源のノズル数が多くなり、膜厚分布調整作業がより複雑化する。この問題に対して、面蒸発源設計支援シミュレータを開発・適用することで、設定したノズル配置でどのような膜厚分布になるかを予測できるようにした。これにより、ほとんどの場合、1回の調整作業もしくは無調整で目標の膜厚均一性を達成できるようになった。

また、マニホールドを図2に示すような矩形として、基板幅方向にノズルを並べることで、高精度な蒸着レート制御が求められるインライン方式にも対応できるようにした。

有機半導体の成膜では、有機膜の機能を向上させるため、2種類以上の材料を同時に蒸着させる共蒸着と呼ばれる手法が採用されている。このとき、従来の蒸発源を基板送り方向に平行に並べる方式では、基板のどの場所でも材料の混合比を一定にするために、基板と蒸発源の間隔(TS)を長くする必要があり、材料利用効率が更に低下する問題があった。この問題に対し、マニホールドを積層させて配置することで、TSが短いまま共蒸着を行えるようになり、材料利用効率をほとんど低下させず蒸着材料を均一混合させる成膜が可能となった。

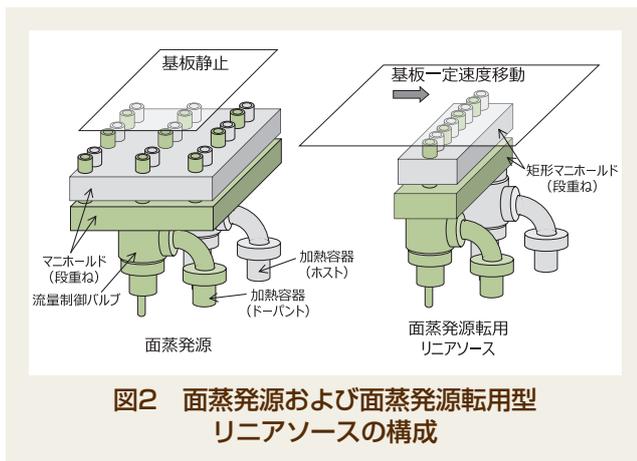


図2 面蒸発源および面蒸発源転用型リニアソースの構成

■仕様／導入事例

面蒸発源転用型のリニアソースは、省スペースでの蒸発源配置を可能とする特長を有する。この特長から、キャンロール周りに蒸発源を多く配置できるため、RtoR装置との親和性が極めて高い。図3にRtoR装置に面蒸発源転用型リニアソースを搭載した写真を示す。本装置ではキャンロール周りにシングル蒸発源の他に2源共蒸発源や3源共蒸発源を含む独立した7台もの有機材料用蒸発源を配置している。

このように、面蒸発源は有機ELや防汚膜などの有機材料の蒸着用として、バッチ式、インライン式の両方に対応できる装置であり、すでに50源を超える販売実績（蒸発源マニホールドベース）がある。

■おわりに

有機材料蒸着用面蒸発源は、ドライコーティングの中で古くから知られた真空蒸着法の原理を採用しつつ、有

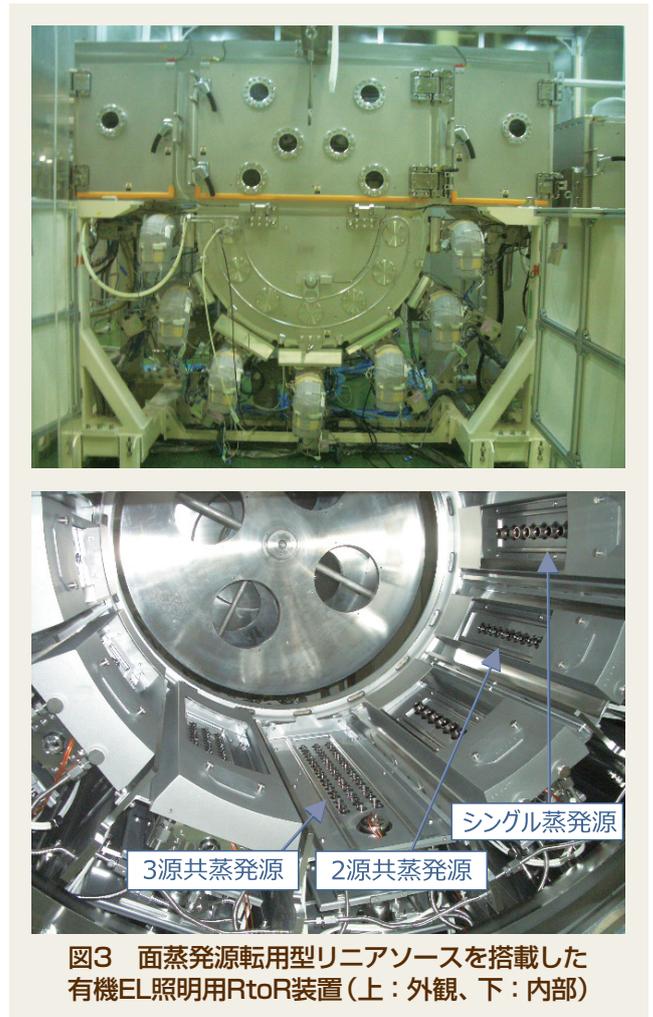


図3 面蒸発源転用型リニアソースを搭載した有機EL照明用RtoR装置（上：外観、下：内部）

機材料を大型基板に成膜できるようにしたものである。これまでの無機材料や金属材料に加え、有機材料にも真空蒸着法の適用が拡大されるとともに、基材もシリコン、ガラスといった無機系材料だけでなく、プラスチックフィルムに代表される有機材料への連続蒸着の道が開けたことは、今後期待される有機デバイスや有機系機能材料の量産化・低コスト化に貢献できるものと考えている。

蒸発源の開発・改良には、顧客ニーズの他にも、真空コンポーネント部材の進歩や、成膜材料や基材メーカーとのタイアップが不可欠と考えている。このたびの(一社)日本真空工業会真空装置大賞の受賞を機に、更に相互の関係を深めたいと思う。今後ともご協力・ご支援をいただきたくお願い申し上げたい。

【問い合わせ先】

日立造船株式会社 機械・インフラ事業本部
システム機械ビジネスユニット 営業部
岡田卓也
Tel : 06-6551-9107
E-mail : t_okada@hitachizosen.co.jp