

真空中での高品質薄膜の成膜を可能にする 大電流プラズマアシスト蒸着装置の開発

1. はじめに

プラズマアシスト蒸着（以下、PAD: Plasma Assisted Deposition）方式を採用した、大電流プラズマアシスト蒸着装置を紹介する。大電流プラズマアシスト蒸着装置とは、真空中で材料蒸気を発生させ成膜を行う真空蒸着装置において、とくにプラズマ活性雰囲気中で反応性蒸着を行うことを特徴とするものである。

2. 成膜における効果・特徴

PAD方式を用いた真空蒸着を行う際の成膜時の効果を紹介する。蒸着時に、プラズマガンよりチャンバ内に高密度プラズマを放出し、そのプラズマ雰囲気中に蒸気を発生させる。その結果、蒸気の一部がイオン化することに加え、プラズマ中の活性なラジカル粒子が成膜材料の膜形成における反応過程に大きく寄与する。さらに、基材ホルダの自己バイアス電位によりプラズマ中のイオンが成膜基材に突入し、アシストエネルギーを加える。これらの効果により高品質な膜が形成される。

この膜は通常のアシストを行わない蒸着方式と比べて、下記の特徴を得ることが可能となる。

(1) 低温成膜

プラズマアシストエネルギーにより基材にダメージを与えない低温において高温成膜時と同等の成膜が可能（低耐熱基材への成膜、プロセス温度の低下）。

(2) イオン化の促進

プラズマが材料蒸気を効率よくイオン化することにより、材料の反応性を向上。高レート成膜を実現。

(3) 緻密な膜形成、平滑性の向上

プラズマアシストエネルギーにより、緻密で平滑な膜を形成可能（耐水性、密着性に優れた膜を形成）。

とくに金属酸化物で主に構成される光学薄膜の成膜分野⁽¹⁾において優位性が認められており、成膜適用例として

は次のものが挙げられる。

- (a) ガラスおよび樹脂基材上光学薄膜
- (b) 透明導電膜
- (c) 低散乱な TiO₂ 膜
- (d) その他各種金属酸化膜、窒化膜

3. 圧力勾配型プラズマガン

大電流プラズマアシスト蒸着装置のキーコンポーネントである圧力勾配型プラズマガンは、通称 UR ガンと呼ばれ、元核融合研究所 浦本博士により開発されたプラズマ生成装置である⁽²⁾。図1にプラズマガンの放電時の状況を示す。

このプラズマガンは直流アーク放電を利用し、TaパイプとLaB₆リングの複合陰極により低電圧、大電流の高効率放電を実現する。陰極領域と成膜室との間は、陰極部へ通ずる中間電極の穴を小さくしコンダクタンスを小さくすることで圧力勾配を形成している。陰極領域の圧力を高くすることで陰極への逆流イオンの直撃を緩和し、損傷を防ぐことが目的であり、これが圧力勾配型プラズマガンの基本原理である。

この効果により、消耗品である陰極部品の長寿命化を可能にしている。また、URガンの構造に加え電子加速部を設けたアノード電極を追加することで1m以上の長距離でも高密度プラズマを生成することが可能となっている。

4. 装置構成

PAD方式を採用し、主に光学薄膜成膜の用途向けに製作したバッチ式装置について、外観写真を図2に、また主な仕様を表1に示す。真空成膜技術の応用として、この基本スペックの装置にとらわれることなく、成膜材料・基材に適した構成での装置提供も行っている。

5. おわりに

本稿で紹介した光学薄膜成膜用の装置に限らず、PAD方式を用いてさま



図1 プラズマガン放電状況



図2 装置外観イメージ

表1 装置仕様

真空チャンバ	アルミ合金製 / φ 1 500mm (成膜室概寸法)
基板ドーム	公転ドーム / 自公転方式ドーム
基板加熱	シースヒータ
蒸発源	電子銃2台
アシスト源	プラズマガン
ハース	多点 / リング形ハース
成膜制御	膜厚 / 成膜速度制御 透過型光学式膜厚計 水晶式膜厚計 + 6点式センサ 成膜圧力制御 プラズマ制御
真空計	複合型真空計 + ビラニ計
真空排気系	拡散ポンプ2台 ロータリーポンプ1台 メカニカルブースタ1台 クライオトラップ2台
到達圧力	10 ⁻⁶ Pa 台

ざまな蒸発材料・基材に対応した成膜プロセスを開発している。今後も、既存材料・基材にとどまらずPAD方式の特色を生かした分野への適用を検討していく予定である。

(原稿受付 2008年3月5日)

〔飯田竜一 月島機械(株)〕

●文献

- (1) 小倉繁太郎, 生産現場における光学薄膜の設計・作成・評価技術, (2001), 技術情報協会.
- (2) 浦本上進, 真空, 25-10 (1982), 660, 日本真空協会.