

ユースエンジニアリング株式会社

ロールツーロール式小型真空成膜装置の高機能化

ロールツーロール式小型真空成膜装置に対するユーザーからの要求として、絶縁物の成膜、膜の密着性の向上、ターゲットおよび基板フィルム交換作業の効率化、多層膜化等がある。本事業では、以前に当社が開発した真空成膜装置の高機能化により前記要求事項に応えることで、ロールツーロール式小型真空成膜装置の販路開拓を図る。

事業取り組みの経緯

●ユースエンジニアリング株式会社の特徴

同社は化学プラントの配管設計からスタートし、現在では各種生産設備の設計・製作・据え付けからソフト開発・電気回路設計・製作まで幅広く事業を展開している。

同社の特徴は機械と電子の高度な設計・製作技術を合わせ持つ強みを活かしユーザーの要求を満たしていく中で更に開発力やノウハウを蓄積する事にある。特に大手メーカーからの請負業務が多く、その際に共同開発を行うことが最新技術や知識の習得、技術力や開発力のレベルアップに活かされている。

●試作開発の経緯

フレキシブルなプラスチックフィルムを基板とした機能性薄膜の用途はスマートフォン用のディスプレイやリチウムイオン電池などのエネルギー関係の市場拡大によって急成長している。機能性薄膜の成膜プロセスとしては、ロール状の基板に連続的に薄膜を形成しロール状に巻き取るロールツーロール方式が注目されている。その理由は枚葉基板の場合、各工程間の搬送、位置決め装置が必要になることから設備の大型化につながるのに対し、ロールツーロール方式を採用すれば、基板は装置間を連続的に流れることになり搬送に伴う手間や装置を大幅に省けコストダウンが期待できるからである。

ロールツーロール式成膜装置の生産ラインへの導入に当たっては、はじめに枚葉の基板にて成膜方式を決定する。次のステップで小型の実験用成膜装置を用いロール状サンプルへの連続成膜を行なって基板からのアウトガスや蒸着源の安定性のデータを取った後、生産機の仕様決めを行うことで生産機設計を効率化できる。

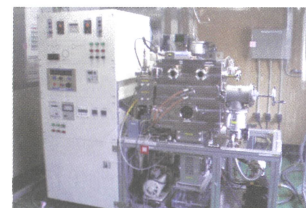
本事業を活用し当面狙う市場は小型の実験用成膜装置というニッチな市場である。現在、小型のロールツーロール式成膜装置の標準機を商品化しているメーカーは存在しない。またサンプルを作成する受託成膜も請負うことで市場ニーズ及び成膜技術の蓄積と装置の販促活動を行い将来的には広幅の成膜装置を販売し事業を拡大していく計画である。

同社は、既に直流電源を搭載した小型のロールツーロール式成膜装置を開発し平成24年1月、平成25年1月の二度にわたり、東京ビッグサイトで開催された展示会（ネブコンジャパン）に出展し営業活動を重ねてきた。毎回100社に近いユーザーがブースに来場し活発な質疑応答が展開されその中でユーザーからの要求事項として酸化物等の絶縁物の成膜、膜と基板との密着性の向上、薄膜物性の一つである抵抗率の把握、ターゲットおよび基板フィルム交換作業の効率化、多層膜の成膜、広幅化などの市場ニーズを把握することができた。成膜装置業界の慣例でその装置で成膜できる膜の品質についても膜厚の他に抵抗率等のデータが必要であることも明らかになった。それらの市場ニーズに応えるロールツーロール式成膜装置の高機能化に取り組むことにした。

実施内容

●絶縁物の成膜

ユーザーからの要望が多い絶縁物の成膜を可能とするためにはスパッタ電源の高周波化が必要となる。絶縁物を直流電源でスパッタリングする場合、正電荷が絶縁物のターゲット上に蓄積しターゲットに衝突する正イオンを阻止する。そのため絶縁物はスパッタリングできなくなる。絶縁物ターゲットの裏に金属の電極を貼り付けて高周波電源を利用すると放電維持が可能となる。高周波電源を接続しただけでは反射が生じるため整合回路を取り付けた。



【装置全体】

絶縁物ターゲットとしてはユーザーからの依頼が多いSiO₂を準備した。また高周波電源にて金属、半導体も成膜可能となるのでAg、GZOを準備し成膜テストを行った。成膜したサンプルについては抵抗率を測定し検証した。

●基板前処理装置の実装

フィルム基板と膜との密着力を向上させるため課題となった基板表面の改質では、成膜前に基板フィルムをアルゴンガス中のグロー放電処理をし表面改質することで密着性の改善に取り組んだ。装置としては高周波電源と整合回路を準備した。密着力は基板フィルムにCu膜を付けたサンプルを用い粘着テープによる引きはがし法にて評価した。

●多層膜の成膜

また、ユーザーからの要望が多い多層膜の成膜を可能とするために冷却ローラーの周囲にスパッタ源を1セット追加することにした。マグネトロンスパッタリング用のスパッタ源を設計製作し、これによりGZO膜/SiO₂膜/PENフィルム基板の多層膜サンプルを一度に成膜できるようにした。また装置内の部品への熱負荷も増加することが予想される為、膜厚分布修正マスクを水冷可能とした。



【真空チャンバー内部】

●ターゲット及び基板フィルムの交換作業の効率化

開発前の装置はターゲット交換の際は市販のハンドリフトに治具を取りつけて対応していたが操作部分の重量が大きいため位置決めに時間を要しターゲット交換には30分～40分を必要としていた。そこで作業時間を短縮するための専用装置を設計製作し成膜装置に搭載した。

事業取り組みの成果

●絶縁物の成膜に成功

高周波電源と整合器を取り付け絶縁物であるSiO₂及び導電性のあるGZO、Ag、Tiについて成膜試験を実施した。膜厚については微細形状測定器で測定し、その結果、いずれの場合でも正常に成膜できることが確認され、絶縁物の成膜に成功した。なお抵抗率については低抵抗率計にて測定し絶縁物であるSiO₂については測定範囲外であったが他の材料については導電性を確認した。

●フィルム基板と膜との密着力向上



【成膜サンプル】

高周波グロー放電を利用した前処理装置を真空チャンバー内に取り付け整合回路を一部工夫した上でアルゴンプラズマによる前処理を行った。

基板フィルムは、50μm厚のPEN（ポリエチレンナフタレート）フィルムを使用し薄膜材料はDCスパッタリングにて成膜した銅で粘着テープによる引きはがし法にて評価した結果、膜と基板の付着強度が向上したことを確認した。

●多層膜の成膜に成功

透明導電膜の一つであるGZOをPENフィルム基板にDCスパッタリングにて成膜した時の抵抗率に及ぼすSiO₂層の影響について検証した結果、SiO₂層を形成した上に成膜したGZO膜は、PENフィルムに直接成膜したGZO膜よりも一桁小さい抵抗率を示した。よって、GZO膜/SiO₂膜/PENフィルム基板へ良好に成膜できることが実証され、多層膜の成膜が実現できた。

●ターゲット及び基板フィルムの交換作業の短縮

ターゲットについては専用の昇降装置を設計製作し取り付け、基板フィルムについてはボビンホルダーの改造により脱着を容易化した。ターゲット交換作業については従来装置に比べ半分の15分で交換できるようになり、フィルム交換作業はホルダーとボビンのカジリがなくなり着脱が容易となった。

今後の活動予定

●更なる高機能化へ向けた補完研究

絶縁物の成膜についてはSiO₂の成膜は確認できたがTiO_xのデータも整備していく予定である。またフィルム基板と膜との密着力の向上は確認できたが前処理と同時に成膜を行うと正常に動作しない課題が残っており補完研究を継続して実施する予定である。多層膜の成膜についてはPETフィルム基板での評価と長尺サンプルを利用した評価を併せて実施していく予定である。

●事業化に向けた取り組み

同社が本社を置く愛媛県東予地区は、真空関連の部品加工を得意とする業者が多数存在し部品調達コストに優位性があり、また同装置は小型で高機能であるためコストパフォーマンスの良い装置である。事業化の最終目標は装置販売であるが今後も市場から要請のあるサンプル受託成膜を実費で請負うことで市場のニーズやトレンドの情報収集に努め更なる装置の高機能化を進める予定である。

ユースエンジニアリング株式会社

■代表者／代表取締役 角田 勝美

■本社住所／愛媛県新居浜市新田町1丁目6番22号

■URL／<http://www.youtheng.co.jp/>

■TEL／0897-33-5730

■FAX／0897-37-3630

■設立年月日／1978年1月

■資本金額／4,500万円

■従業員数／93名

■業 種／●受託開発業務

自動機械、電子機器、情報管理システムの設計／製作

●ドキュメント製作業務

●人材派遣業務（認可番号：般-38-05-0001）

■拠 点／東京・大阪・松山・新居浜

■工 場／黒島

企業概要

当社は創業依頼、皆様方のご支援、ご愛顧に支えられて今日まで着実な歩みを重ねてまいりました。今では、装置システム・エレクトロニクスシステム・ドキュメントサービスなど広範囲な技術部門を擁し、多方面の業界でお客様から信頼・評価を頂いております。

21世紀に入り、我々を取り巻く環境は猛烈な勢いで変化していく昨今です。これまで培ってきた技術を核として、あらゆる情報を駆使し、スピードと自己変革力を磨き、お客様と社会に貢献すべく、時代に適応した総合エンジニアリング企業へと躍進を目指してまいります。

主要取引先

一部上場企業多数

主力商品

●装置・制御システム

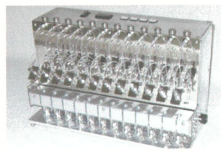
生産性向上とクリーンな精密ラインをコーディネートします。



●ロールツーロール式小型実験装置用真空成膜装置

ロールツーロールにてフィルム基板上に連続的に薄膜形成ができる装置です。コンパクトでエコノミーな装置ですので、研究開発に適しています。

フィルム搬送系に工夫をすることで、高速成膜が可能となります。



●全自動濃縮装置「ACMD」

微量物質分析の濃縮工程を自動化し、濃縮時間を短縮します。



●真空薄膜形成装置

真空蒸着（抵抗加熱、電子ビーム）、スパッタリング（DC、RF）が可能な研究用設備を提供します。中古装置の改造にも対応します。

●電子システム

映像・通信関連における商品開発を行います。

●ドキュメントサービス

メーカーとユーザーの重要なコミュニティとして相互の利益を最大限に引出すマニュアルをご提案します。

主な設備

●組立工場（黒島工場）

50mx25m、内クリーンブース20mx8m天井クレーン2.8トン、桁下6.6m

担当者 主席技師 戸田 敏彦

連絡先 0897-67-1150

連絡先E-mail ttoda@youtheng.co.jp