



ORIST

Technical Sheet

No. 21-04

マグネトロンスパッタ装置

キーワード：マグネトロンスパッタ、反応性スパッタ、共スパッタ膜、電子デバイス、バリア膜

はじめに

マグネトロンスパッタ装置は、厚さが数百 nm 以下の薄膜を基板上に作製する真空製膜装置です。製膜できる膜種の多様性、密着強度の強さ、再現性の高さおよびインライン化への拡張性など、特に産業用途の薄膜作製においては圧倒的な利点を持っています。現在では、電子デバイスはもとより、光学薄膜、バリア膜、表面機能性膜、電池用薄膜および意匠性被膜など、その応用範囲はますます広がりを見せています。これに伴い、目標となる機能性を満足する薄膜開発には、より効率的な製膜装置が求められるようになってきました。今回ご紹介する装置は、こうした開発のニーズに対応できる多数の製膜機能と簡便な操作性を兼ね備えたスパッタ装置です。

スパッタリング製膜の概要

スパッタリングで作製する薄膜の原材料はターゲットと呼ばれ、真空チャンバー内に製膜基板へ対向するように配置されます。0.1 Pa 程度のガスを真空チャンバーへ導入し、ターゲットに数百 V 以上の高電圧を印加するとプラズマが発生します。プラズマ中のガスイオン(主に Ar イオン)は、高電圧により加速されターゲットへ衝突します。この衝突によりターゲット表面の原子や分子は真空中へ弾き飛ばされます。これらが基板上に到達し、堆積することで



図 1 マグネトロンスパッタ装置外観

薄膜が形成されます。なお、印加電圧、導入ガスの種類と量および分圧比、ターゲットと基板間の距離、基板温度等を制御することで、一つのターゲットから多種多様な薄膜を作製できます。特に、マグネトロンスパッタ法では、プラズマ中のイオンを磁場で閉じ込めることで、ターゲット表面へのガスイオンの入射効率をさらに高めています。これにより、製膜速度の向上および密着性の向上が実現できます。

装置仕様

導入したマグネトロンスパッタ装置(大阪真空機器製作所製 MS-3C100L)の外観を図 1 に、概略を図 2 に示します。本装置は、薄膜作製室、ロードロック室(LL 室)、真空排気系、ガス導入系、電源系、基板温度制御系および PC と制御装置からなる操作・制御系により構成されています。

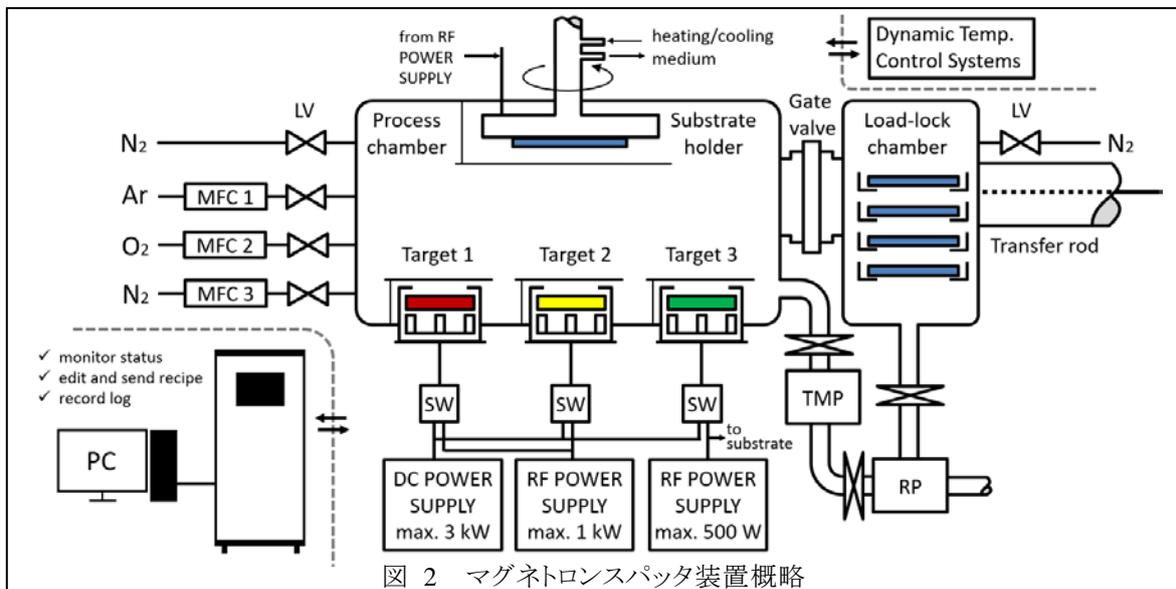


図 2 マグネトロンスパッタ装置概略

表 1 マグネトロンスパッタ装置仕様

装置本体仕様	
ターゲット	3 元 各 φ 100 mm×3~5 mm
基板サイズ (基板にはガラスや Si などの基板のほか、金属の薄板や樹脂フィルム、扁平立体物も含む)	φ 200 mm×10 mm 以下、重量 1.0 kg 以下(φ 200 mm に収まる寸法の基板を SUS もしくは Al 製治具に取り付けて装置にセットする方式、重量には治具も含む)
基板-ターゲット間距離	100 ~ 150 mm (ターゲット毎に調整可能)
冷温媒温度	-10 ~ 200 °C (基板ホルダーの裏面に貫流)
基板回転	1 ~ 20 rpm (無段階調整)
到達真空度	~ 1×10 ⁻⁶ Pa
排気系	RP 1 台、TMP 1 台
DC 電源	max. 3 kW 1 基
RF 電源	周波数 13.56 MHz ・max. 1 kW 1 基 ・max. 500 W 1 基(ターゲット、基板バイアス兼用) (各自動マッチング機能付属)
使用ガス	・Ar (0.1~100 sccm) ・O ₂ (0.1~50 sccm) ・N ₂ (0.1~50 sccm)
共スパッタ機能	最大 2 元同時スパッタ (DC-RF、RF-RF)
ソフトウェア機能	
製膜ログ機能	各処理工程における、 ・真空度・冷温媒温度・ガス流量・スパッタ電力値・基板ホルダー回転速度の自動保存が可能
製膜レシピ機能	各処理工程における、 ・使用基板・使用ターゲット・真空度・冷温媒設定温度・ガス流量・スパッタ電力値・基板ホルダー回転速度・製膜時間・シャッター開閉を設定可能。また、作成済みレシピの組み合わせが可能

表 1 に装置仕様を示します。装置本体の主な仕様として、まず、ターゲットは 3 元装備可能です。スパッタ方式は、ターゲットに応じて DC、RF を選択できます。また、2 元の共スパッタが可能となっており、混合膜の製膜にも対応しています。基板ホルダーには φ 200 mm までの基板が取り付け可能で、1 ~ 20 rpm で基板回転速度の調整ができます。

ソフトウェア面では、表 1 に記載している製膜ログ機能を有しているほか、これらの情報を付属 PC の画面上でリアルタイムにモニターすることが可能です。さらに、レシピによる自動運転にも対応しており、煩雑な処理工程を簡単に編集し、自動的に処理で

きます。この製膜レシピは、保存可能なため、過去のレシピを呼び出し、使用することで、再現性の高い製膜が行えます。

また、LL 室には一度に 4 枚までの基板をセットできます。レシピ運転と組み合わせることにより、基板を LL 室にセット後、真空引き、基板搬送、製膜処理および基板回収の全ての処理工程を自動で実行することが可能です。これにより、時間のかかる、製膜条件の最適化や、多層膜の作製なども、作業者に負担をかけることなく効率的に進められます。

製膜例

本装置による製膜例として、Si ウェハ(φ 8 インチ)基板上へ SiO₂ 薄膜を製膜した場合の膜厚と光学定数値(632.8 nm における屈折率)の面内分布を示します。本製膜は Si ターゲットを用い、Ar と O₂ を製膜ガスとして RF 反応性スパッタで行いました。膜厚と光学定数値のマッピング測定には分光エリプソメーターを使用しました。図 3 に測定結果を示します。基板回転を行うことで、同心円状の膜厚分布となっており、薄膜の中心部の膜厚に対し、最外周(中心より 90 mm の位置)の膜厚は約 80%です。屈折率については、最大値と最小値の差が 0.012 程度です。膜厚と屈折率の両者ともに均一性の高い製膜を実現できています。

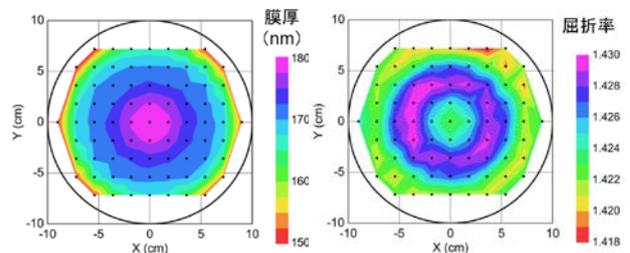


図 3 SiO₂ 薄膜の膜厚(左)および屈折率(右)の φ 8 インチ内面内分布

おわりに

本装置は、高い操作性と多数の機能を備えています。そのため、試作研究から製品開発まで、幅広く薄膜産業のニーズに対応できる装置となっています。装置へのご質問だけでなく、スパッタ薄膜に関する技術的な課題についてもご相談を承っております。お気軽にお問い合わせ頂き、マグネトロンスパッタ装置を有効にご利用ください。

本装置は、「2019 年度 JKA 補助事業 公設工業試験研究所等における機械設備拡充補助事業」により導入しました。

公益財団法人 JKA 2019 年度
機械設備拡充補助事業



発行日 2021 年 5 月 20 日

作成者 電子・機械システム研究部 電子デバイス研究室 近藤 裕佑、寛 芳治

Phone: 0725-51-2667 E-mail: kondoy@tri-osaka.jp