

半導体デバイス作製用スパッタ装置と薄膜作製

キーワード：スパッタ装置、薄膜、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜

はじめに

薄膜とは厚みが数 μm 以下の膜のことを言います。薄膜はセンサ、電子部品、太陽電池、LED、液晶、有機EL等に電気配線、絶縁膜、表面保護膜、機能性膜等の種々な用途に利用されています。薄膜材料には金属、酸化物、窒化物、有機物等があります。ここで紹介する半導体デバイス製造用スパッタ装置は、アルミ膜、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜を始め、いろいろな薄膜の作製や開発に適したマグネトロンスパッタ法の薄膜作製装置です。

マグネトロンスパッタ法とは

真空中で $1 \times 10^{-2} \sim 10^1$ Pa程度のガスを導入し、数kV程度の高電圧を印加するとプラズマが発生します。この中のイオンを負の高電圧で引き寄せターゲットと呼ばれる薄膜作製のための材料に照射しますと、その衝突のエネルギーでターゲット表面の原子が真空中にはじき飛ばされます。この原子を基板上に堆積させることによって薄膜を作製することができます。これがスパッタ法と呼ばれる薄膜作製技術です。熱的なプロセスを用いませぬのでどんな高融点の材料でも薄膜化できますし、また反応性ガスを混ぜることによって加熱することなしに窒化物や酸化物、炭化物などの化合物が容易に作製できます。試料基板がそれほど高温にさらされないため、樹脂等の高温に弱い有機材料を基板に使用することが可能です。マグネトロンスパッタ法はさらに永久磁石から発生する磁場を利用して放電の電荷密度を増加させ、高速に薄膜作製ができるようにしたものです。

装置仕様

装置の概観写真を図1に示します。本装置は薄膜作製室、真空排気系、電源及び制御部、

ガス導入系等から構成されています。薄膜作製のターゲットは3つ装備され、最大3種類の異なる材料の薄膜化が可能です。スパッタ方法は、RF、DC、DCパルス、RFとDCの重畳、基板バイアスの有無が選択できます。操作は全てタッチパネルから行えますので、簡単に操作できます。本装置はクリーンベンチに覆われており清浄な雰囲気下で作業可能です。主な仕様を表1に示します。

表1 主な仕様

ターゲット	: 152.4 mm ϕ 2基, 100 mm ϕ 1基
基板サイズ	: 150 mm ϕ 8面
基板加熱	: シーズヒータ加熱 300 $^{\circ}\text{C}$
到達真空度	: 2×10^{-5} Pa
排気系	: 磁気浮上型ターボ分子ポンプ ロータリーポンプ
RF電源	: 13.56 MHz max. 2 kW
DCパルス電源	: max. 5 kW
基板バイアス	: DC 500 V \times 1.6 A
使用ガス	: Ar(100 sccm), N ₂ (50 sccm), O ₂ (50 sccm)



図1 装置の概観写真

薄膜の作製例

本装置は研究用、製品の開発用として企業の方にご利用いただいています。これまでに作製した薄膜の一例をご紹介します。

【シリコン酸化膜(FETゲート絶縁膜用)】

FETゲートの絶縁膜用として表2に示したスパッタ条件にてシリコン酸化膜を作製しました。誘電損失 ($\tan \delta$) をインピーダンスメーターにて測定し特性を評価しました。測定結果を図2に示します。酸素流量が25 sccm、アルゴン流量が25 sccmの時に、誘電損失が0.001となり、加熱無しでFETゲートの絶縁膜として使用可能な特性を示しました。

表2 スパッタ条件(シリコン酸化膜)

ターゲット : SiO_2	152.4 mm ϕ
基板加熱	: 無し
RF 電源	: 13.56 MHz 1 kW
使用ガス : Ar, O_2	
ガス流量 : 総流量	50 sccm
圧力 : 0.13 Pa	
SiO_2 膜厚 : 120 nm	
成膜時間 : 10 min	

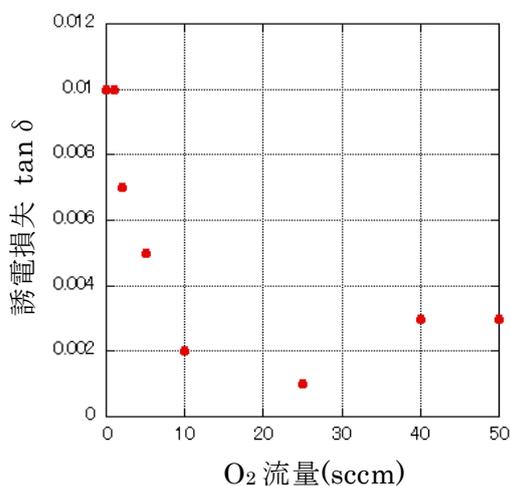


図2 誘電損失と酸素流量との関係

【アルミ膜(センサ素子の電極用)】

センサ素子の電極用として表3に示したスパッタ条件にてアルミ薄膜を作製しました。膜厚分布は50 mm ϕ 内で $\pm 10\%$ 以内、100 mm ϕ 内で $\pm 25\%$ 以内となりました。

表3 スパッタ条件(アルミ膜)

ターゲット : Al 98%, Ti 2%	100 mm ϕ
基板サイズ : 100 mm ϕ	
基板加熱	: 無し
DC電源	: 500 W
使用ガス : Arのみ	
ガス流量 : 50 sccm	
圧力 : 1.33 Pa	
Al膜厚 : 105 nm	
成膜時間 : 10 min	

【シリコン窒化膜(表面保護用)】

表面保護膜用として表4に示したスパッタ条件にてシリコン窒化膜を作製しました。膜厚分布は $\phi 50$ mm以内で $\pm 8\%$ 以内、 $\phi 100$ mm以内で $\pm 10\%$ 以内となりました。

表4 スパッタ条件(シリコン窒化膜)

ターゲット : Si	152.4 mm ϕ
基板サイズ : 100 mm ϕ	
基板加熱	: 無し
DC電源	: 500 W
使用ガス : Ar, N_2	
ガス流量 : Ar:25 sccm, N_2 :25 sccm	
圧力 : 0.13 Pa	
SiN膜厚 : 340 nm	
成膜時間 : 20 min	

まとめ

本装置は、電子デバイスに必要な不可欠な金属薄膜、絶縁膜、表面保護膜等の各種薄膜の作製が可能です。またプラスチックレンズの表面保護用として窒化アルミニウム膜が、温度センサ用として窒化クロム薄膜が作製可能です¹⁾。装置のご利用に際しましては、設置しているターゲットを自由にお使いできますし、ターゲットの持ち込みも可能です。皆様のご利用をお待ちしております。

参考文献

- 1) テクニカルシート: マグネトロンスパッタ装置と薄膜作製 (No. 00019).