

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-14924

(P2019-14924A)

(43) 公開日 平成31年1月31日(2019.1.31)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
C23C	14/35	(2006.01)	C23C	14/35	Z	2G084		
H01L	21/285	(2006.01)	C23C	14/35	B	4K029		
H05H	1/46	(2006.01)	H01L	21/285	S	4M104		
			H05H	1/46	A			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2017-131100 (P2017-131100)
 (22) 出願日 平成29年7月4日 (2017.7.4)

(71) 出願人 000231464
 株式会社アルバック
 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地
 (74) 代理人 110000305
 特許業務法人青莪
 (72) 発明者 岩橋 照明
 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500 株式会社
 アルバック内
 (72) 発明者 小風 豊
 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500 株式会社
 アルバック内
 (72) 発明者 浅川 慶一郎
 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500 株式会社
 アルバック内

最終頁に続く

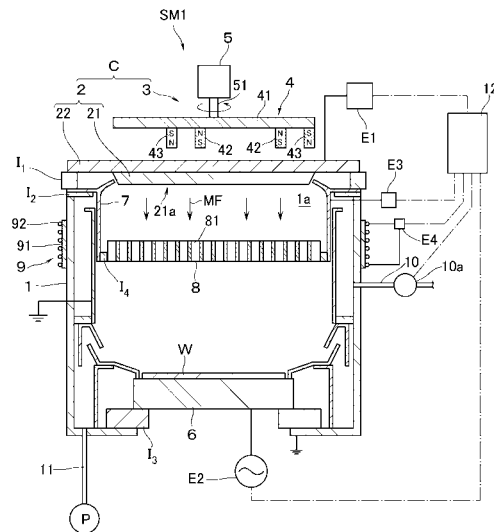
(54) 【発明の名称】 スパッタリング装置及びスパッタリング方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ターゲットと成膜対象物との間にコリメータを設けた場合でも、スパッタガスの導入停止後に自己放電が維持できるスパッタリング装置の提供。

【解決手段】 ターゲット21と成膜対象物Wとを対向配置する真空チャンバ1を有し、磁石ユニット4をターゲット21の中心を回転中心として回転駆動しターゲット21下方空間に漏洩磁場を発生する磁場発生手段3と、スパッタガス導入手段10と、ターゲット21に電力投入する電源E1とを備え、ターゲット21と成膜対象物Wとの間にコリメータ8と、ターゲット21とコリメータ8との間の空間に下向きの磁力線MFを発生させて、スパッタガスの導入停止後に自己放電できる磁力線発生手段9を更に備える、スパッタリング装置SM1。好ましくは、磁力線発生手段9が、真空チャンバ1の側壁部分に巻回されたコイルに通電する電源によって構成され、20~80Gの磁力線MFを発生させるスパッタリング装置SM1。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属製のターゲットと成膜対象物とが対向配置される真空チャンバを有し、前記ターゲットから前記成膜対象物に向かう方向を下として、前記ターゲットの上方に配置されてその下方空間にトンネル状の漏洩磁場を発生させる磁場発生手段と、前記真空チャンバ内にスパッタガスを選択的に導入するガス導入手段と、前記ターゲットに電力投入するスパッタ電源とを備え、真空雰囲気の前記真空チャンバ内に前記スパッタガスを導入し、前記ターゲットに電力投入して前記下方空間にプラズマを発生させ、この状態でスパッタガスの導入を停止して前記プラズマを前記漏洩磁場で封じ込めて自己放電させて前記ターゲットをスパッタリングするスパッタリング装置であって、

10

前記磁場発生手段が、ターゲットに同等の浸食量を形成する前記漏洩磁場を発生させる磁石ユニットと、前記磁石ユニットを前記ターゲットの中心を回転中心として回転駆動する駆動手段とを有するものにおいて、

前記ターゲットと前記成膜対象物との間に配置され、前記ターゲットのスパッタリングで飛散したスパッタ粒子のうち、上下方向に対して所定の範囲を超えて傾斜して前記成膜対象物に到達するものを規制するコリメータと、前記ターゲットと前記コリメータとの間の空間に下向きの磁力線を発生させる磁力線発生手段とを更に備えることを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項 2】

前記磁力線発生手段は、上下方向に直交する真空チャンバの側壁部分に巻回されたコイルとコイルに通電する電源とで構成されることを特徴とする請求項 1 記載のスパッタリング装置。

20

【請求項 3】

前記磁力線発生手段は、20 G ~ 80 G の前記磁力線を発生させることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のスパッタリング装置。

【請求項 4】

前記磁場発生手段は、前記ターゲット表面に垂直磁場成分がゼロであるハート形の漏洩磁場を形成することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載のスパッタリング装置。

【請求項 5】

真空チャンバ内に、金属製のターゲットと成膜対象物とを対向配置し、前記ターゲットから前記成膜対象物に向かう方向を下として、前記ターゲットの下方空間にトンネル状の漏洩磁場を発生させた状態で、真空雰囲気の前記真空チャンバ内に前記スパッタガスを導入し、前記ターゲットに電力投入して前記下方空間にプラズマを発生させ、この状態でスパッタガスの導入を停止して前記プラズマを前記漏洩磁場で封じ込めて自己放電させて前記ターゲットをスパッタリングし、スパッタリングにより生じたスパッタ粒子を成膜対象物表面に付着、堆積して金属膜を成膜するスパッタリング方法であって、

30

スパッタリング中、ターゲットに同等の浸食量を形成する漏洩磁場を、ターゲットの中心を回転中心として回転駆動し、前記ターゲットと前記成膜対象物との間に配置されたコリメータにより、スパッタ粒子のうち、上下方向に対して所定の範囲を超えて傾いて前記成膜対象物に到達するものを規制し、前記ターゲットと前記コリメータとの間の空間に下向きの磁力線を発生させることを特徴とするスパッタリング方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スパッタリング装置及びスパッタリング方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

半導体デバイスの製造工程には、ビアホールやコンタクトホールの内面（内壁面及び底面）にシード層としてCu膜等の金属膜を成膜する工程があり、このような金属膜の成膜にスパッタリング装置を用いることが一般に知られている。そして、近年の配線パターンの更なる微細化に伴い、高アスペクト比のビアホール等に対して処理すべき基板全面に亘って被覆性よく成膜すること、即ち、カバレッジの向上の要求を満たすために、スパッタリング装置の中でも、SIS（Self Ionized Sputter）技術を利用したDCマグネトロン方式のスパッタリング装置が用いられている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

この種のスパッタリング装置は、Cu等の金属製のターゲットと成膜対象物としての基板とが対向配置される真空チャンバを有し、ターゲットから基板に向かう方向を下として、ターゲットの上方に配置されてその下方空間にトンネル状の漏洩磁場を発生させる磁場発生手段と、真空チャンバ内に、希ガスからなるスパッタガスを選択的に導入するガス導入手段と、ターゲットに電力投入するスパッタ電源とを備える。金属膜の成膜に際しては、真空雰囲気の前記真空チャンバ内にスパッタガスを導入し、ターゲットに、例えば負の電位を持った所定電力を投入すると、上記下方空間にプラズマが発生し、磁場発生手段により発生させた磁場により当該下方空間にプラズマが封じ込められ（特に、スパッタリングにより生じた二次電子が封じ込められ易くなる）、この状態でスパッタガスの導入を停止すると、低圧力下で自己放電するようになる。そして、プラズマ中のスパッタガスイオン等がターゲットのスパッタ面に衝突してスパッタリングされ、このスパッタリングにより生じたスパッタ粒子やスパッタ粒子のイオン（以下、「スパッタ粒子」という）が、ターゲットの下方空間に放出され、成膜対象物表面に付着、堆積して金属膜が成膜される。

10

20

【0004】

ところで、上記スパッタリング装置では、ターゲットのうち上記磁場の影響を受ける領域でターゲットが優先的にスパッタリングされることになる。このため、ターゲットのスパッタ面を略均等に侵食してターゲットの使用効率を向上させるために、例えば、垂直磁場成分がゼロである所謂ハート形の漏洩磁場を形成して、スパッタリング中、この漏洩磁場を発生させる磁石ユニットをターゲットの中心を回転中心として回転駆動することが一般に知られている（例えば、特許文献2参照）。このような方法では、基板の外周部において、ターゲットからのスパッタ粒子が上下方向に対して傾斜した角度で入射、付着することになり、基板の外周部でカバレッジの非対称性の問題が生じ得る。

30

【0005】

そこで、スパッタ粒子のうち上下方向に対して所定の範囲を超えて傾斜して基板に到達するものを規制するコリメータをターゲットと成膜対象物との間に配置することが考えられる。然し、SIS（Self Ionized Sputter）技術を利用したDCマグネトロン方式のスパッタリング装置に適用した場合、何等かの原因でスパッタガスの導入を停止すると、もはや自己放電を維持できないことが判明した。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2004-006942号公報

40

【特許文献2】特開2010-257515号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、以上の点に鑑みなされたものであり、高アスペクト比のホール内面にカバレッジ良く成膜するために、ターゲットと成膜対象物との間にコリメータを設けた場合でも、スパッタガスの導入停止後に自己放電が維持できるようにしたスパッタリング装置及びスパッタリング方法を提供することをその課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

上記課題を解決するために、金属製のターゲットと成膜対象物とが対向配置される真空チャンバを有し、前記ターゲットから前記成膜対象物に向かう方向を下として、前記ターゲットの上方に配置されてその下方空間にトンネル状の漏洩磁場を発生させる磁場発生手段と、前記真空チャンバ内にスパッタガスを選択的に導入するガス導入手段と、前記ターゲットに電力投入するスパッタ電源とを備え、真空雰囲気の前記真空チャンバ内に前記スパッタガスを導入し、前記ターゲットに電力投入して前記下方空間にプラズマを発生させ、この状態でスパッタガスの導入を停止して前記プラズマを前記漏洩磁場で封じ込めて自己放電させて前記ターゲットをスパッタリングするスパッタリング装置は、前記磁場発生手段が、ターゲットに同等の浸食量を形成する前記漏洩磁場を発生される磁石ユニットと、前記磁石ユニットを前記ターゲットの中心を回転中心として回転駆動する駆動手段とを有し、前記ターゲットと前記成膜対象物との間に配置され、前記ターゲットのスパッタリングで飛散したスパッタ粒子のうち、上下方向に対して所定の範囲を超えて傾斜して前記成膜対象物に到達するものを規制するコリメータと、前記ターゲットと前記コリメータとの間の空間に下向きの磁力線を発生させる磁力線発生手段とを更に備えることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0009】

本発明によれば、ターゲットとコリメータとの間の空間に下向きの磁力線を発生させているため、ターゲットと成膜対象物との間にコリメータを設けた場合でも、スパッタガスの導入停止後に自己放電が維持できることが確認された。これは、当該空間に下向きの磁力線を発生させることによって、プラズマがターゲットのスパッタ面の中心付近に局在しやすくなるためと考えられる。

【0010】

本発明において、前記磁力線発生手段は、真空チャンバの側壁の外周面に沿って巻回されるコイルとコイルに通電する電源とで構成されることが好ましい。

【0011】

本発明において、前記磁力線発生手段は、20G～80Gの前記磁力線を発生させることが好ましい。

【0012】

本発明において、前記磁場発生手段は、前記ターゲット表面に垂直磁場成分がゼロであるハート形の漏洩磁場を形成することが好ましい。

【0013】

また、上記課題を解決するために、真空チャンバ内に、金属製のターゲットと成膜対象物とを対向配置し、前記ターゲットから前記成膜対象物に向かう方向を下として、前記ターゲットの下方空間にトンネル状の漏洩磁場を発生させた状態で、真空雰囲気の前記真空チャンバ内に前記スパッタガスを導入し、前記ターゲットに電力投入して前記下方空間にプラズマを発生させ、この状態でスパッタガスの導入を停止して前記プラズマを前記漏洩磁場で封じ込めて自己放電させて前記ターゲットをスパッタリングし、スパッタリングにより生じたスパッタ粒子を成膜対象物表面に付着、堆積して金属膜を成膜する本発明のスパッタリング方法は、スパッタリング中、ターゲットに同等の浸食量を形成する漏洩磁場を、ターゲットの中心を回転中心として回転駆動し、前記ターゲットと前記成膜対象物との間に配置されたコリメータにより、スパッタ粒子のうち、上下方向に対して所定の範囲を超えて傾いて前記成膜対象物に到達するものを規制し、前記ターゲットと前記コリメータとの間の空間に下向きの磁力線を発生させることを特徴とする。

【図面の簡単な説明】**【0014】**

【図1】本発明の実施形態のスパッタリング装置を示す模式的断面図。

【図2】本発明の変形例のスパッタリング装置を示す模式的断面図。

【発明を実施するための形態】**【0015】**

以下、図面を参照して、成膜対象物Wの表面に金属膜たるCu膜を成膜するものを例に

、本発明の実施形態のスputtering装置について説明する。

【0016】

図1を参照して、SM1は、DCマグネロン方式のスputtering装置であり、このスputtering装置SM1は、処理室1aを画成する真空チャンバ1を備える。真空チャンバ1の天井部にはカソードユニットCが取り付けられている。以下においては、真空チャンバ1の天井部側を向く方向を「上」とし、その底部側を向く方向を「下」として説明する。

【0017】

カソードユニットCは、ターゲットアッセンブリ2と、ターゲットアッセンブリ2の上方に配置された磁場発生手段3とから構成されている。ターゲットアッセンブリ2は、成膜対象物Wの輪郭に応じて、公知の方法で平面視円形の板状に形成されたCu製のターゲット21と、ターゲット21の上面にインジウム等のボンディング材(図示省略)を介して接合されるバックングプレート22とで構成され、スputtering中、バックングプレート22の内部に冷媒(冷却水)を流すことでターゲット21を冷却できるようになっている。ターゲット21を装着した状態でバックングプレート22下面の周縁部が、絶縁体 I_1 、 I_2 を介して真空チャンバ1の上部に取り付けられる。ターゲット21にはDC電源や高周波電源等のスputtering電源E1からの出力が接続され、スputtering中、ターゲット21に負の電位を持った電力が投入される。

10

【0018】

磁場発生手段3は、磁石ユニット4と、磁石ユニット4を回転駆動させるモータ等の駆動手段5とから構成される。磁石ユニット4は、ヨーク41と、ヨーク41の下面に例えば略ハート型に列設した同磁化の複数個の磁石体42と、磁石体42の周囲を囲むように例えば略ハート型に列設した磁石体42と同磁化の複数個の磁石体43とから構成されている。これにより、ターゲット21の中心とその外周縁部との間に偏在させて局所的にトンネル状の漏洩磁場を発生させて、スputtering時、ターゲット21のスputtering面21aの下方で電離した電子等を補足して、プラズマを封じ込めるようにしている。また、ヨーク41の上面には駆動手段5の回転軸51が接続され、駆動手段5により回転軸51を回転駆動させることで、ターゲット21の中心を回転中心として磁石ユニット4を回転させて、漏洩磁場をターゲット21の中心回りに周回させるようにしている。

20

【0019】

真空チャンバ1の底部には、ターゲット21に対向させてステージ6が配置され、成膜対象物Wをその成膜面を上方に向けて位置決め保持できるようになっている。ステージ6は、真空チャンバ1の底壁に設けた開口に気密に装着された絶縁体 I_3 で保持されている。ステージ6には高周波電源E2の出力が接続され、スputtering中、ステージ6、ひいては成膜対象物Wにバイアス電位が印加され、イオン化されたスputtering粒子を成膜対象物Wに積極的に引き込む役割を果たすようにしている。尚、ターゲット21と成膜対象物Wとの間の間隔は、例えば300mm~600mmの範囲に設定することができる。

30

【0020】

真空チャンバ1内の側壁内側には導電性を有するアノードシールド7が配置されている。アノードシールド7は、ターゲット21の周囲を覆って下方に延びる筒状の部材である。アノードシールド7は他のDC電源E3に接続され、スputtering中、正の電位が印加され、イオン化されたスputtering粒子を反射し、成膜対象物Wへの入射をアシストするようにしている。

40

【0021】

ターゲット21と成膜対象物Wの間には、スputteringによって飛散したスputtering粒子のうち、上下方向に対して所定の範囲を超えて傾斜して成膜対象物Wに到達するものを規制するコリメータ8が配置され、コリメータ8には複数の透孔81が開設されている。コリメータ8は、アノードシールド7の下端の内面に絶縁体 I_4 を介して固定されており、アノードシールド7の電位と切り離され、電氣的にフローティングにされている。

【0022】

50

尚、透孔 8 1 の平面視の形状は、任意であり、例えば円で構成したり、また六角形で構成して八二カム構造とすることができる。また、コリメータ 8 の中央部に開設された透孔 8 1 の深さ（すなわち、コリメータ 8 の中央部の厚み）が、外周部に開設された透孔 8 1 の深さ（すなわち、コリメータ 8 の外周部の厚み）よりも深く（厚く）なるように構成してもよい。この場合、コリメータ 8 の厚みは、例えば、53 mm ~ 137.4 mm の範囲に設定することができ、コリメータ 8 とターゲット 2 1 との間隔は、例えば、85 mm ~ 180 mm の範囲に設定することができる。

【0023】

また、真空チャンバ 1 の側壁には、リング状のヨーク 9 1 に導線 9 2 を巻回してなるコイル 9 が設けられ、導線 9 2 には電源 E 4 の出力が接続され、コイル 9 に通電できるようになっている。コイル 9 に通電することで、ターゲット 2 1 とコリメータ 8 との間の空間に下向きの磁力線 MF を発生させることができるようになっている。尚、コイル 9 の位置や導線 9 2 の径や巻数は、例えばターゲット 2 1 のスパッタ面 2 1 a の面積、ターゲット 2 1 と成膜対象物 W との間の距離、電源 E 4 の定格電流値や発生させようとする磁場強度（ガウス）に応じて適宜設定される。

10

【0024】

真空チャンバ 1 の側壁には、プラズマを発生させるためのスパッタガスとしてアルゴンガス等の希ガスを導入するガス導入手段としてのガス管 1 0 が接続されている。ガス管 1 0 はマスフローコントローラ 1 0 a を介して図示省略のガス源に連通しており、流量制御されたスパッタガスを選択的に真空チャンバ 1 内に導入できるようにしている。真空チャンバ 1 の底部には、ターボ分子ポンプやロータリーポンプ等からなる真空排気手段 P に通じる排気管 1 1 が接続され、真空チャンバ 1 内を真空引きし、所定圧力に保持できるようにしている。

20

【0025】

上記スパッタリング装置 SM 1 は、マイクロコンピュータやシーケンサ等を備えた公知の制御手段 1 2 を有し、制御手段 1 2 により上記各電源 E 1 ~ E 4 の作動、マスフローコントローラ 1 0 a の作動、真空排気手段 P の作動や駆動手段 5 の作動等を統括管理するようになっている。以下、上記スパッタリング装置 SM 1 を用いて、成膜対象物 W に Cu 膜を成膜する場合を例に、本発明の実施形態のスパッタリング方法について説明する。

30

【0026】

まず、Cu 製のターゲット 2 1 が組み付けられた真空チャンバ 1 内のステージ 6 に成膜対象物 W を配置して、真空排気手段 P を作動させて処理室 1 a 内を所定の真空度（例えば、 1×10^{-5} Pa）まで真空引きする。真空チャンバ 1 内の圧力が所定値に達すると、駆動手段 5 により磁石ユニット 4 を回転させることで、ターゲット 2 1 の中心とその外周縁部との間に偏在させて形成した漏洩磁場を、ターゲット 2 1 の中心を回転中心として回転駆動させる。これと併せて、マスフローコントローラ 1 0 a を制御して処理室 1 a 内にスパッタガスとしてアルゴンガスを所定の流量（例えば、10 ~ 30 sccm）で導入する（このときの処理室 1 a 内の圧力は、 7.3×10^{-2} ~ 2.1×10^{-1} Pa）。さらに、ターゲット 2 1 に所定の直流電力（例えば、20 ~ 25 kW）を投入することで、ターゲット 2 1 のスパッタ面 2 1 a の下方空間にプラズマを発生させ、プラズマを発生させてから所定時間が経過した後、ターゲット 2 1 への電力投入を継続しながら、マスフローコントローラ 1 0 a を制御してスパッタガスの導入を停止して自己放電させる。これにより、ターゲット 2 1 がスパッタリングされ、スパッタ粒子が成膜対象物 W に付着、堆積することで Cu 膜が成膜される。このとき、アノードシールド 7 に正電位（例えば 50 V ~ 150 V）を印加すると共にステージ 6 にバイアス電力（例えば 0 W ~ 600 W）を投入することで、イオン化したスパッタ粒子（Cu イオン）を成膜対象物 W に対して効率良く引き込むことができる。また、ターゲット 2 1 と成膜対象物 W との間に配置されたコリメータ 8 によって、スパッタ粒子のうち、上下方向に対して所定の範囲を超えて傾いて成膜対象物 W に到達するものが規制される。

40

【0027】

50

上述のようにプラズマを発生させてから所定時間が経過した後、ターゲット21への電力投入を継続しながら、マスフローコントローラ10aを制御してスパッタガスの導入を停止させて自己放電とすると、ターゲット21と成膜対象物Wとの間にコリメータ8が配置される場合、自己放電を維持することができないことが判明した。

【0028】

本実施形態では、電源E4からコイル9に通電して(このとき、コイル9に流れる電流は、4~12A)、ターゲット21とコリメータ8との間の空間に下向きの磁力線MFを発生させることで、スパッタガスの導入停止後に自己放電を維持することができる。これは、当該空間に下向きの磁力線MFを発生させることによって、ターゲット21上の磁場を発散させる(成膜対象物W上に向かわせる)ことで、自己放電を維持することを促進しているためと考えられる。

10

【0029】

以上の効果を確認するため、上記実施形態のスパッタリング装置SM1を用いて次の実験を行った。発明実験では、成膜対象物Wとして、300mmのシリコン基板の表面にシリコン酸化膜を100nm成膜し、このシリコン酸化膜にアスペクト比が2.7(開口部の径は約30nm、深さは約80nm)のホールを形成したのを用い、Cu製の400mmのターゲット21が組み付けられた真空チャンバ1内のステージ6に成膜対象物Wを配置し、処理室1a内の圧力が 1×10^{-5} Paに達すると、磁石ユニット4を60rpmで回転させ、処理室1a内にアルゴンガスを10sccm導入し、ターゲット21に直流電力を約25kW投入して(このとき、ターゲット21を流れる電流は46A)、プラズマを発生させた。このとき、ステージ6にバイアス電力を200Wを投入し、アノードシールド7に50Vの正電位を印加した。プラズマを発生させてから1sec経過した後、アルゴンガスの導入を停止させた。このとき、コイル9に通電し(コイル電流は8A)、ターゲット21とコリメータ8との間の空間に下向きの磁力線MF(20G~80G)を発生させることで、自己放電を維持できることが確認された。これにより、ターゲット21がスパッタリングされ、ターゲット21から飛散したスパッタ粒子が上記ホールの内面を含む成膜対象物W表面に付着、堆積してCu膜が成膜される。自己放電により約45sec成膜した後、成膜対象物Wの中央部及びエッジ部のホール内面にカバレッジ良くCu膜を成膜できることが確認された。

20

【0030】

また、電源E4からコイル9への印加電圧を制御してコイル電流を4A, 12Aとした点を除いて、上記実験と同一条件でプラズマを発生させた後、アルゴンガスの導入を停止させたところ、これらの場合も自己放電を維持できることが確認された。また、ホール内面にカバレッジ良くCu膜を成膜できることが確認された。

30

【0031】

また、ステージ6に投入されるバイアス電力を0W, 400W, 600Wとした点を除いて、上記実験と同一条件でプラズマを発生させた後、アルゴンガスの導入を停止させたところ、これらの場合も自己放電を維持できることが確認された。また、ホール内面にカバレッジ良くCu膜を成膜できることが確認された。

40

【0032】

また、アノードシールド7に印加する正電位を150Vとした点を除いて、上記実験と同一条件でプラズマを発生させた後、アルゴンガスの導入を停止させたところ、これらの場合も自己放電を維持できることが確認された。また、ホール内面にカバレッジ良くCu膜を成膜できることが確認された。つまり、ターゲット21とコリメータ8との間の空間に発生させる下向きの磁力線MFが20G~80Gであれば、自己放電を維持できることが確認された。

【0033】

尚、上記実験と同一条件で成膜を行った場合のターゲット21の侵食量を求めた。侵食量は、成膜前のターゲット21の厚さから成膜後のターゲット21の厚さを減算することで得た。成膜後のターゲット21の厚さは、積算電力50kWhでCu膜を成膜した後の

50

ターゲット 2 1 の厚さである。これによれば、スパッタリング中、磁石ユニット 4 を回転駆動して漏洩磁場をターゲット 2 1 の中心回りに周回させることにより、ターゲット 2 1 のスパッタ面 2 1 a が径方向に略均等に浸食されることが確認された。即ち、漏洩磁場がターゲットに同等の浸食量を形成することが確認された。これより、プラズマがターゲットのスパッタ面の全面に亘って分散していることが判った。ここで、略均等に浸食される（同等の浸食量を形成する）とは、ターゲット 2 1 の使用効率が 5 0 % 以上であることであり、ターゲット 2 1 を寿命（ライフエンド）まで使用した際の浸食された体積が、ターゲット使用前の 5 0 % 以上であることを意味するものとする。

【 0 0 3 4 】

次に、上記発明実験に対する比較実験を行った。比較実験では、プラズマを発生させた後に、アルゴンガスの導入を停止する際、コイル 9 に通電しない点（つまり、ターゲット 2 1 とコリメータ 8 との間の空間に下向きの磁力線 M F を発生させない点）を除いて、上記発明実験と同一条件でスパッタリングした。これによれば、アルゴンガスの導入を停止させると、自己放電を維持できない（すなわち、プラズマが失活する）ことが確認された。また、コイル 9 のコイル電流を 3 A、1 3 A、2 0 A とした場合も、アルゴンガスの導入を停止させると自己放電を維持できないことが確認された。コイル電流が 4 A より小さい場合は、ターゲットからスパッタされたイオンを成膜対象物へ向かわせる力が弱い場合、コイル電流が 1 2 A より大きい場合は、成膜対象物へ向かわせる磁力が高くなり、ターゲットをスパッタリングするイオンが減少するため、自己放電を維持できないものと推察される。

10

20

【 0 0 3 5 】

以上説明した発明実験及び比較実験によれば、ターゲット 2 1 とコリメータ 8 との間の空間に下向きの磁力線を発生させることで、スパッタガスの導入停止後に自己放電を維持できることが判った。

【 0 0 3 6 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態では、コリメータ 8 を囲繞する真空チャンバ 1 の側壁部分にコイル 9 を配置しているが、コリメータ 8 の位置はこれに限らず、コリメータ 8 と成膜対象物 W との間の空間を囲繞する真空チャンバ 1 の側壁部分にコイルを配置してもよい。また、磁力線発生手段を構成するコイルの数は 1 個に限定されず、図 2 に示すスパッタリング装置 S M 2 のように、真空チャンバ 1 の側壁に 2 個のコイル 9 u , 9 d を上下方向に所定の間隔を存して設け、これらのコイル 9 u , 9 d に電源 E 4 , E 5 から通電するように構成することもできる。この場合、コイル 9 u , 9 d の少なくとも一方に通電すればよい。コイル 9 u , 9 d 間の距離は、例えばターゲット 2 1 のスパッタ面 2 1 a の面積、ターゲット 2 1 と成膜対象物 W との間の距離、電源 E 4 , E 5 の定格電流値や発生させようとする磁場強度（ガウス）に応じて適宜設定することができる。

30

【 0 0 3 7 】

上記実施形態では、磁力線発生手段をコイル 9 で構成する場合を例に説明したが、ターゲット 2 1 とコリメータ 8 との間の空間に下向きの磁力線を発生させるものであればよく、例えば、公知の焼結磁石を真空チャンバ 1 の側壁内側又は外側に配置することで当該空間に下向きの磁力線を発生させるようにしてもよい。

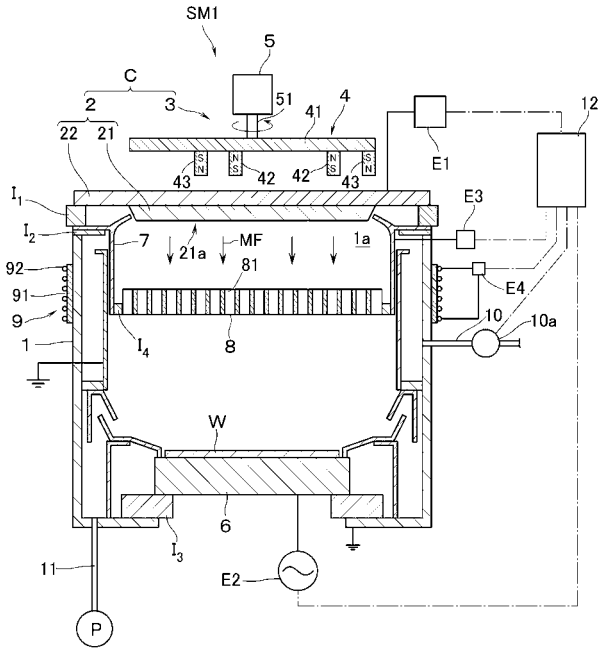
40

【 符号の説明 】

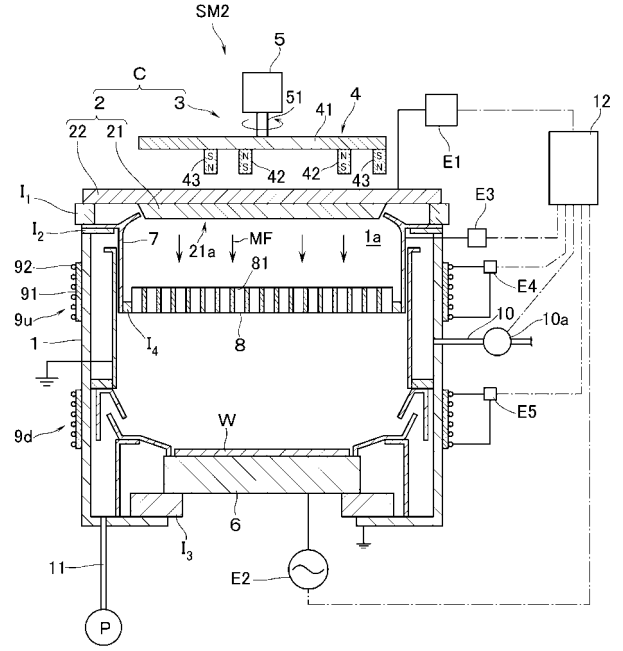
【 0 0 3 8 】

M F ... 磁力線、S M ... スパッタリング装置、W ... 成膜対象物、1 ... 真空チャンバ、2 1 ... ターゲット、3 ... 磁場発生手段、4 ... 磁石ユニット、5 ... 駆動手段、8 ... コリメータ、9、9 u、9 d ... コイル（磁力線発生手段）、1 0 ... ガス管（ガス導入手段）、E 1 ... スパッタ電源、E 4 , E 5 ... コイルに通電する電源。

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 園田 和広

神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 株式会社アルバック内

(72)発明者 中光 豊

神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 株式会社アルバック内

Fターム(参考) 2G084 AA04 CC33 DD14 DD38 DD63 FF15 FF27 FF28 FF29

4K029 AA06 AA24 BA08 BC03 BD02 CA05 CA13 DC00 DC03 DC34

DC40 DC45 EA06

4M104 BB04 DD39 HH13 HH20