

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4763966号
(P4763966)

(45) 発行日 平成23年8月31日 (2011. 8. 31)

(24) 登録日 平成23年6月17日 (2011. 6. 17)

(51) Int. Cl.	F I
C 2 3 C 14/34 (2006. 01)	C 2 3 C 14/34 J
C 2 3 C 14/14 (2006. 01)	C 2 3 C 14/14 F
G 1 1 B 5/851 (2006. 01)	G 1 1 B 5/851
G 1 1 B 7/26 (2006. 01)	G 1 1 B 7/26 5 3 1

請求項の数 14 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2003-542670 (P2003-542670)	(73) 特許権者	592014034
(86) (22) 出願日	平成14年10月30日 (2002. 10. 30)		インテバック・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2005-508447 (P2005-508447A)		I N T E V A C I N C O R P O R A T E
(43) 公表日	平成17年3月31日 (2005. 3. 31)		D
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/034603		アメリカ合衆国カリフォルニア州サンタク
(87) 国際公開番号	W02003/040428		ララ、バセット・ストリート 3 5 6 0
(87) 国際公開日	平成15年5月15日 (2003. 5. 15)	(74) 代理人	100096725
審査請求日	平成16年7月2日 (2004. 7. 2)		弁理士 堀 明▲ひこ▼
審判番号	不服2009-13762 (P2009-13762/J1)	(72) 発明者	ジョンソン、ポール、マーコフ
審判請求日	平成21年8月3日 (2009. 8. 3)		アメリカ合衆国カリフォルニア州9 4 0 8
(31) 優先権主張番号	10/006, 899		7、サニーベール、クレセント・アベニュー、
(32) 優先日	平成13年11月3日 (2001. 11. 3)		ナンバ ー 2 5、4 5 5
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数ターゲットスパッタリング用の装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続する均質層を被処理体上にスパッタ蒸着する方法であり、隣接する層は異なる種から成り、真空ハウジング内で実行されるところの方法であって、

(a) ターゲット基板の第 1 部分に第 1 スパッタ可能種を用意し、前記ターゲット基板の第 2 部分に第 2 スパッタ可能種を用意する工程と、

(b) 前記被処理体を前記ターゲット基板の前記第 1 部分及び前記第 2 部分のうちの選択した部分に実質的に近接して配置する工程と、

(c) 不活性ガスを前記真空ハウジング内に導入し、前記ターゲットからスパッタリングするためのイオンのソースを与えるべく前記真空ハウジング内に電氣的プラズマ放電を確立する工程と、

(d) 前記プラズマ放電を閉じ込めるよう磁場を付勢し、前記ターゲット部分にバイアスポテンシャルを印加し、前記プラズマから前記ターゲットの前記選択した部分へ入射するイオンを制限するための第 1 プラズマ制限アパーチャを有する第 1 マスクを挿入し、前記選択した部分の種のみを前記被処理体上へスパッタ蒸着する工程と、

(e) 前記被処理体を前記ターゲット基板の選択した他の部分に実質的に近接して配置する工程と、

(f) 第 1 スパッタ可能種、続いて第 2 スパッタ可能種を順に前記被処理体にスパッタリングする際、前記ターゲット基板を連続的に回転させ、それによって被処理体上に異なる種から成る連続する均質層を蒸着する工程と、

10

20

から成り、

前記ターゲット基板の第 1 部分及び第 2 部分の両方の部分が、前記第 1 プラズマ制限アパーチャに近づく角度の間は、スパッタリングが有効とならない、
ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、さらに、選択された他の部分から他の種を前記被処理体上へスパッタ蒸着する工程を含む方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法であって、前記配置する工程は、前記被処理体の表面を、前記ターゲット基板から離隔しかつそれに面して、実質的に等角に方向付ける工程から成る、ところの方法。

10

【請求項 4】

請求項 3 に記載の方法であって、前記スパッタ蒸着する工程は、前記ターゲット基板から離隔された前記表面へのスパッタ蒸着を、前記第 1 プラズマ制限アパーチャを有する第 1 マスクに加え、前記被処理体と前記第 1 マスクとの間に第 2 スパッタ制限アパーチャを有する第 2 マスクを前記被処理体に位置合わせして配置することにより制限する工程から成る、ところの方法。

【請求項 5】

共通のターゲット基板の連続したスパッタリングターゲット部分からのスパッタリングによって被処理体上に連続被覆を施す方法であって、

20

(a)スパッタリング処理中に前記被処理体と前記共通のターゲット基板との間に連続的な相対運動状態を生じさせる工程であって、第 1 プラズマ制限アパーチャを有する第 1 マスクが前記被処理体と前記ターゲット基板との間に配置され、前記第 1 プラズマ制限アパーチャは前記スパッタリングターゲット部分のいずれよりもサイズが小さいところの工程と、

(b)前記被処理体に対する前記ターゲット基板のひとつの部分の第 1 の予め選択した相対的配置を検知し、前記ターゲット基板の前記ひとつの部分からのスパッタ蒸着を開始する工程であって、前記相対的配置の間、前記ターゲット基板のひとつの部分のみが前記第 1 プラズマ制限アパーチャを通じて露出し、それにより第 1 種の第 1 均質層が被処理体に蒸着されるところの工程と、

30

(c)前記被処理体と前記共通のターゲット基板との間で連続的な相対運動を続ける間、前記第 1 プラズマ制限アパーチャを通じて前記ターゲットのひとつの部分のみが露出し、第 2 の予め選択した相対的配置を検知するとただちに前記ターゲット基板のひとつの部分からのスパッタ蒸着を終了する工程と、

(d)他の材料から成るターゲット基板の他の部分について、工程(b)及び(c)を繰り返す工程であって、それによって第 1 種と異なる第 2 種の第 2 の均質層を蒸着する工程と、
から成り、

前記ターゲット基板の前記ひとつの部分及び他の部分の両方の部分が、前記第 1 プラズマ制限アパーチャに近づく相対的配置の間は、スパッタリングが有効とならない、

ことを特徴とする方法。

40

【請求項 6】

請求項 5 に記載の方法であって、前記開始及び終了工程は前記相対運動状態中に生じる、ところの方法。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の方法であって、さらに、前記感知する工程の後に前記相対運動状態を停止する工程を含む方法。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の方法であって、前記終了する工程は、前記ターゲット基板の他の部分の相対的配置への接近が感知されるまで前記ターゲット基板を加速し、その後相対運動状態へ戻すよう前記ターゲット基板を減速する工程から成る、ところの方法。

50

【請求項 9】

複数のスパッタ可能材料をスパッタ蒸着するためのターゲット組立体であって、

- (a)冷媒の循環用の入口及び出口を有するダクトのネットワークから成るヒートシンクと、
- (b)前記ヒートシンクと熱連通するよう配置された複数のスパッタ可能なターゲット部分であって、該ターゲット部分の各々はひとつの選択したスパッタ可能材料を含み、各々は非同時的にスパッタ蒸着される、ところのターゲット部分と、
- (c)回転駆動のための前記ヒートシンクを支持するシャフトであって、前記シャフトは、前記ヒートシンクの方及びそれから離れる方向への前記冷媒の通路用の2つの空間を画成する同軸管状構造から成り、前記冷媒は前記ヒートシンクと熱連通している、ところのシャフトと、
- (d)前記シャフトの角度位置を確立するためのシャフト位置エンコーダと、を含むターゲット組立体。

10

【請求項 10】

請求項 9 に記載のターゲット組立体であって、さらに、前記複数のスパッタ可能なターゲット部分間に電気的分離体を含む、ターゲット組立体。

【請求項 11】

被処理体の表面上に連続の異なるスパッタ膜を蒸着するためのスパッタ蒸着モジュールであって、

- (a)前記被処理体の挿入及び除去のために適応された真空ハウジングと、
- (b)前記真空ハウジングの一部を形成するターゲット組立体であって、前記被処理体上に複数のスパッタ可能材料の各々を非同時的にスパッタ蒸着するためのターゲット組立体であり、

20

ヒートシンクを通じて冷媒を循環させるための入口及び出口を有するダクトのネットワークから成るヒートシンクと、

前記ヒートシンクと熱連通するよう配置された複数のスパッタ可能なターゲット部分であって、前記ターゲット部分の各々はひとつの選択したスパッタ可能材料を含むスパッタ可能なターゲット部分と、

前記被処理体と前記ターゲット部分との間に配置された、第1プラズマ制限アパーチャを有する第1マスクと、

30

前記被処理体と前記第1マスクとの間に、前記被処理体と位置合わせして配置された第2スパッタ制限アパーチャを有する第2マスクと、

を含むターゲット組立体と、

(c)スパッタリング処理中に、前記ターゲット組立体と前記被処理体との間に連続的な相對運動を生成するよう適応されたモータと、

(d)プラズマ放電を開始するための電力ソースと、

(e)前記ターゲット組立体と前記被処理体の相対的位置を検知するためのシャフト位置エンコーダと、

から成るスパッタ蒸着モジュール。

【請求項 12】

40

請求項 11 に記載のスパッタ蒸着モジュールであって、さらに、前記プラズマ放電を選択した領域に閉じ込めるための磁極組立体を含む、スパッタ蒸着モジュール。

【請求項 13】

請求項 12 に記載のスパッタ蒸着モジュールであって、前記選択した領域はスパッタ蒸着される前記被処理体の面より大きい面積から成る、ところのスパッタ蒸着モジュール。

【請求項 14】

共通のターゲット基板上に配置された複数のスパッタリングターゲット部分からのスパッタリングにより、被処理体上に連続被覆を施す方法であって、

(a)スパッタリング処理中に、前記被処理体と前記共通のターゲット基板との間に連続的な相對運動状態を生じさせる工程と、

50

(b)前記被処理体に対する、第1スパッタリング種から成る前記ターゲットの第1部分の予め選択した第1の相対的配置を検知する工程と、
(c)前記被処理体に対する前記ターゲット基板の第1部分の予め選択した第2の相対的配置を検知し、前記ターゲット基板の第1部分からのスパッタ蒸着を終了させる工程と、
(d)前記被処理体に対する、第1スパッタリング種と異なる第2スパッタリング種から成る前記ターゲット基板の第2部分の予め選択した第1の相対的配置を検知し、前記ターゲット基板の第2部分からのスパッタ蒸着を開始する工程であって、それによって第2スパッタリング種の第2の均質層を蒸着する工程と、
から成り、

前記被処理体と前記ターゲット基板との間に第1プラズマ制限アパーチャを有する第1マスクが配置され、前記ターゲット基板の前記第1及び第2部分の両方の部分が、前記第1プラズマ制限アパーチャに近づくとき、スパッタリングは有効とならない、ことを特徴とする方法。

【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方法の分野で、特に複合ターゲット組立体からの異なる材料層の連続蒸着に関する。

【背景技術】

【0002】

スパッタリングは制御された厚さの均一な膜の蒸着方法として商業的に好適な処理である。特に、情報記憶用の現代の媒体は概して、磁気または光学的記憶用材料のスパッタ蒸着によって製造されている。

【0003】

コバルト及び白金の層6及び8が交互に基板4上に蒸着されるところの図1に示されるような多層媒質を形成することが特に所望される。多くの応用においてこれらの層は、最小の単一層の厚さが2から3オングストロームであるのに対し、全体として 10^2 から 10^3 オングストロームのオーダーの厚さに達する。この種の多層構造は優れた磁気特性を示し、特に非常に高密度な情報記憶に応用できる。そこでは保存されたビットの磁気ベクトルが多層媒体の平面と実質的に垂直方向に向けられる。最初の下層及び最終層（図示せず）は所期の目的の多層構造を完成させる。隣接層（バレイヤー）の連続数は、典型的な記憶装置の応用において15～30付近である。特定の応用に対して、層6及び8の厚さは個々に制御可能でありかつ蒸着中互いに汚染することなく配置されることが所望される。選択された応用において、2つ以上のスパッタ可能材料を含む多層化シーケンスが要求される。

【0004】

反応処理を通じて別個の層の連続を蒸着するために共通の真空ハウジング内で複数の独立不連続スパッタソースを採用する装置が周知である。この種の代表的な装置は、多くの基板を支持するためのスパッタソースのアレイに面した回転可能なパレットの軸に関して方位方向に4つのDCマグネトロンを配置する。DCマグネトロンの間の位置には他に、基板の上にアルミナ層を生成するようスパッタされたアルミニウム層の酸化を制御するための4つの反応ガスプラズマセルが存在する。パレットの回転は、連続または指示された回転モードのいずれかに調節される。この説明の装置は本発明の譲受人からALX1000と指定すれば購入可能である。

【0005】

他の従来技術のスパッタリングシステムは、同心コイルマグネトロンのに関して同軸に配置された同心ターゲットリングを含む複数種スパッタリングソースを含む。このシステムにおいて、スパッタリングターゲットの選択は、内側または外側ターゲットリングのいずれかに近接するリング形状領域へのプラズマの磁气的操作によって達成される。

【特許文献1】米国特許第5,705,044号

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

所望の組成の薄膜合金を被処理体上へ蒸着するために異なるスパッタリング材料の異なる領域部分から成るスパッタリングターゲットを使用することも周知技術である。

【非特許文献1】Handbook of Sputter Deposition Technology, K. Wasa and S. Hayakawa, Noyes Publication, 1992

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

情報記憶媒体は本発明の応用例であるが、他の応用として光学回路用部品及び特殊光学部品、並びに周期的及び非周期的形式の薄膜ラミネート構造体の製造が含まれる。

10

【 0 0 0 8 】

本発明は、基板を過度にハンドリングせず、早いスループットによる商業的效果を獲得しながら、個々の蒸着層の相互汚染を例外的に減少させた点を特徴とするスパッタ蒸着の優れた制御を有する複数層構造体の製造を可能とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明において、広面積スパッタリングターゲットが異なる表面域部分から形成される。隣接する一対の表面域部分は、例えば白金部分に隣接するコバルト部分のように、異なるスパッタ可能材料から成る。被処理体はターゲット近傍に配置され、異なる表面域部分から成るスパッタターゲットの異なるスパッタ可能域に対向して相対的に変位することができる。被処理体の直線寸法はターゲットの所与のスパッタ可能部分の寸法を超えない。その結果、被処理体は全体として選択された表面部分に対向して配置されるかまたはターゲットに関して連続的に相対的に回転（または別の方向に並進）される。近傍のスパッタ可能部分からスパッタされた膜は従来の形式で被処理体上に付着する。好適実施例において、ターゲットが平坦な被処理体に関して移動する際、ターゲット上の被処理体の投影は動かない。動作の動的モードにおいて、被処理体及びターゲットの選択部分が並置されるとき、相対運動の選択されたインターバルの間スパッタはイネーブルになる。動作の静的モードにおいて、選択されたターゲットは被処理体に対向する位置にインデックスされ、所望の蒸着時間中スパッタリングはイネーブルとなり、その後ターゲットは次の蒸着のために再配置（インデックス）される。スパッタリングは、例えば選択されたターゲット部分がターゲット上の良く画成されたプラズマ投影近傍にある所望のインターバルの間のみ空間的に良く画成されたプラズマ放電を励起するよう高電圧電源をゲートオンすることによりイネーブルとなる。同様にして、ターゲット上のプラズマ放電の移動する良く画成された投影（動的モード）が隣接ターゲット部分の範囲を定める境界に近づくに従い、スパッタリング放電はゲートオフされる。スパッタリングインターバルが、選択されたターゲット部分を横切るシングルパスで被処理体上に所望の厚さの膜を与えるのに十分であれば、放電は早めに終了される。この動作は、被処理体上にそれぞれの材料の交互の膜を生成するべく次の隣接するターゲット部分に関して繰り返される。

20

30

【 0 0 1 0 】

ターゲットは、被処理体が導入されるところのハウジング内に配置される。好適な構成において、被処理体は動かず、例えばコバルト及び白金の約180°セクタのような少なくとも2つのセクタから成る回転ターゲットホイールに面する。ターゲットとハウジングとの間に適当なポテンシャルを印加すると同時にプラズマ放電を維持するべく被処理体とターゲットとの間にそれぞれに垂直になるよう磁場が軸方向に位置合わせされる。該磁場は半径方向の範囲を鋭く制限された概して円筒形領域を占める分布領域を与えるよう注意深く設計される。プラズマ放電はターゲットと被処理体との間の領域内に分配され、磁場分布の性質によりターゲット上に良く画成された投影を見せる。開孔されたシールドが被処理体とターゲットとの間に配置され、ターゲット上のプラズマの投影を包囲し、バックスパッタリングによる相互汚染からターゲットを保護し、被処理体以外の面上へのスパッタ蒸着を制限する。ターゲットホイール上のこの孔の投影が完全に所望のセクタ内にある

40

50

とき、イネーブル論理レベルにより電源はプラズマ放電を励起し、同様にして、ターゲット上のプラズマ投影の前縁が隣接セクタを分ける境界に近づくに従い、非励起ゲート信号が生成される。ターゲットホイールの角度位置は、スパッタモジュール制御器へ入力を与えるシャフト位置エンコーダから導出される。シングルパスの蒸着で達成可能な厚さのスケールは、スパッタリング材料、回転速度、圧力、プラズマ内で消費される電力、被処理体に印加される可能バイアス、及びプラズマ励起のデューティサイクルに依存する。隣接層に対して厚さの所望の比率を分散させるために複数回のフル回転が使用される。

【 0 0 1 1 】

他の実施例において、被処理体は、所望のスパッタ膜を蒸着するために適当な位置を符号化して上記と同様に制御器に知らせることにより、ターゲット部分のアレイに関して直線動作で平行移動される。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 2 】

本発明の説明が、図 2 に示されている。図 2 に示されるように、システムは、処理装置 10 及び基板ハンドリングシステム 20 を含み、両者は特殊モジュールまたは処理ステーションにおいて特定の処理工程を実行するためのシステムプラットフォームを形成する。処理装置 10 はメイン真空チャンバ 40 に設置された複数の処理ステーション 30、32、34 等を含む。この例において、処理ステーション 30、32、34 等は、円形のメイン真空チャンバ 40 に關して円形に配置されるように設置される。処理装置 10 はさらに、処理用にシステム内へ基板 / 被処理体をロードするためのロードステーション、次の処理用にシステムから処理済みの被処理体をアンロードするためのアンロードステーション 44 を含む。典型的な応用において、被処理体は磁気ディスクまたは光ディスク用の基板である。基板処理システムはさらに、真空ポンプ、電源及びシステム制御器（図示せず）を含む。

【 0 0 1 3 】

30、32、34 等のようないくつかの処理ステーションはそれぞれ、両面を処理するために、基板処理位置の反対側に対向する関係で配置された処理デバイスを含む。図 2 の従来のシステム内で、処理デバイスは、スパッタ被覆ソース、加熱装置、冷却装置、またはあらゆる他の処理デバイスである。異なる処理ステーション 30、32、34 等内の処理デバイスはシステムの要求に応じて同じかまたは異なる。図 2 の例において、システムは 1 2 個の処理ステーション、ロードステーション 42 及びアンロードステーション 44 を有し、それらは対称的に配置されている。

【 0 0 1 4 】

図 2 を参照して、基板ハンドリングシステム 20 は、バッファ真空チャンバ 22、ロードロック 24、入口コンベア 26、アンロードロック 28、及び出口コンベア 27 を含む。処理用基板を運搬するカセット 100a、100b、100c 及び 100d はロードロック 24 を通じてバッファ真空チャンバ 22 へ入り、アンロードロック 28 を通じてバッファ真空チャンバ 22 から出る。この構成において、ロードアーム 102 はカセット 100b からロードステーション 42 内のディスクグリッパ 35 へ基板を搬送する。メイン真空チャンバ 40 内の回転ラック組立体は円形に配置された複数の基板またはディスクグリッパ 70 を含む。これらは図中のステーション 1 ~ 1 2 で示されるようなステーションからステーションへ基板またはディスクを運ぶ。アンロードアーム 37 はアンロードステーション 44 内のディスクグリッパ 35 からカセット 100c へ基板を搬送する。基板ハンドリングシステム 20 は、ここに参考文献として組み込む上記米国特許第 5,215,420 号に詳細に記載されている。

【 0 0 1 5 】

本発明の特徴に従い、強化された基板処理システムを形成するべく、上記図 2 の例で示された基板処理システムにひとつまたはそれ以上のモジュールが付加される。特に、強化された基板処理システムは、図 2 に示された処理組立体のような一次処理組立体、及び該一次処理組立体へ付加されるひとつまたはそれ以上のモジュールから成る特殊処理モジュールを含む。適当なモジュールの例は上記米国特許第 5,215,420 号に略示されている。これらのモジュールは、基板が真空中で一次処理組立体からさまざまなモジュールへ搬送され

、また一次処理組立体に戻るよう構成される。また、一次処理組立体は組立体間の汚染物質の移動を最小化するようひとつまたはそれ以上の真空分離チャンバによって処理モジュールから分離される。処理ステーションの有効数を増加させ、処理中のフレキシビリティを増加させ、汚染物質を生成する処理を汚染物質に敏感な他のものから分離するため、またはあらゆる他の理由により、強化された基板処理システムへモジュールが付加される。通常、個々のモジュールはそのモジュール／処理ステーションによって実行される特定の処理工程に関連する局所モジュール制御器を含み、それによってシステム制御器は全てのモジュールに共通のグローバルレベルで機能する。したがって、システムプラットフォーム制御器は、基板ハンドリングシステムまたはいくつかの処理モジュール内で生じるエラー状態報告に応答して被処理体の移送を調節しかつ同期させ、真空モニタリング、処理ガス供給、被処理体バイアス等のような特定の処理モジュールに関連する事項に関する機能が設計者の選択で割り当てられる。

【 0 0 1 6 】

図 3a 及び 3b を参照して、図 1 で提案されるような連続層膜構造を生成するための複数種スパッタリング用のスパッタリング組立体 50 (図 2 の代表的システムの概念に入る) を含む本発明の特定のモジュールの概念的表現が示されている。特定の目的のために、2 層シーケンスを直列化するための装置が仮定される。図 3b に示されるように、好適にスパッタモジュール 50 は、被処理体の対向する面を同時に処理するべく平坦な被処理体の平面付近でミラー対称に配置された一対のサブモジュールを包含する。スパッタリング組立体 50 (図 3A 参照) は真空ハウジング 101 含む。基板 48 はシステム汚染を避けるため搬送ロックを通じて動作する周知の基板搬送機構 (図示せず) によってハウジング 101 の内部空間内へ挿入される。これらの搬送機構は周知であり、これ以上説明の必要はない。モジュラスパッタリング組立体 50 は基板 48 の反対面を同時に処理するためのスパッタリング組立体 51 及び 52 から成る。載置プレート 110 はこのシステムのさまざまなコンポーネントを支持する。これらの組立体は好適には対称的で、機能的に独立であり、また構造的にも実質的に独立である。スパッタリング組立体 50 内で、基板 48 はターゲット組立体と対向して配置され、後者は、コバルト及びプラチナの約 180° のセクタ 91a 及び 91b がその上に支持されるところの面であって、基板 / 被処理体 48 に面する面と熱連通する回転ヒートシンク 80 から成る。シャフト 81 は周知の回転真空シールを通じて適当なモータ 84 及びベルト 181 によって駆動され、ここでモータ 84 は真空ハウジング 101 の外側に設置される。スパッタモータはこの機能に役立つが、サーボモータが機械的及び電気的設計の必要な修正に応じて採用されてもよい。回転ヒートシンク 80 の反対側で基板 / 被処理体 48 と位置合わせされて、スパッタ放電を閉じ込めるための必要な磁場を与える磁極組立体 86 が配置されている。この磁極組立体は固定されているか、またはスパッタ被覆に要求されるさらに高度な均一性を達成するために独立に回転してもよい。図 3b において、スパッタ組立体 51 及び 52 の各々に対する同じエレメントを示すために文字 A 及び B が使用されている。例えば、磁石ドライブ A は組立体 51 で使用される磁気ドライブを示し、磁石ドライブ B は組立体 52 で使用される同様のドライブを示す。これらのドライブに対する駆動力はモジュール制御器 64 から図 3B の組立体 51 及び 52 へ供給されるように示されている。シャフトエンコーダ 89 及びターゲット駆動の各々に対しても同じ事が言える。シャフト位置エンコーダ 89 は基準点を与え、そこからターゲットシャフト 81 のシャフト角度位置の情報を引き出す。そのようなエンコーダは周知であり、商業的に入手可能である。本発明においてシャフト角度分解能は象限あたり $1/10^3$ が使用される。この目的のための適当なシャフト位置エンコーダはワシントン州バンクーバーの U.S. Digital のようないくつかのソースから商業的に入手可能である。

【 0 0 1 7 】

被処理体がハウジング 101 内に導入され、被処理体ハンドリングの技術で周知の代表的機構である支持アームまたはペDESTAL (図示せず) によってその中で支持される。パッ

フル107は、ハウジング101の内部の残りの部分と完全に配置された被処理体及びペDESTALによって占められる空間との境界を定める。被処理体とターゲットホイール91との間には、マスク102内の第1プラズマ制限アパーチャ104が位置する。第2マスク106内の第2スパッタ制限アパーチャは被処理体とプラズマ制限アパーチャ104との間に位置する。これらのアパーチャの組合せは、支持アーム及び対称的サブモジュール52の対面するターゲットホイール（図示せず）を保護する。特に、所望の高度の脱相互汚染を保つために、対面ターゲットホイール（サブモジュール52）のターゲットセクタと隣接セクタ91b（サブモジュール51の）の両方がターゲットセクタ91aからのスパッタリングから保護されることが重要である。被処理体を包囲する環境に対する更なる保護がパッフル107によって与えられる。図3bは、図2に示されるような装置によって例示される処理ツール内に組み込むための、本発明の主要なコンポーネント組立体及びスパッタリングモジュールの機能エレメントの配置を示す。この特定の例は被処理体または基板の反対側に同時に配置される2層シーケンスを意図している。図3bはモジュール50のコンポーネントのサブアセンブリの関係及び好適実施例におけるそれらの関係を示す。モジュール50はスパッタリングターゲットカソードを励起するための電源66、一対のスパッタリングソース91a、91b、制御器64、冷媒管理組立体62（ポンプ、流量制御及びモニタリング、熱伝達デバイスを含む）及びユーザーインターフェース69を含む。モジュール50は上記したようにシステムプラットフォーム上で支持され、該システムプラットフォームは処理チャンバ101内への被処理体／基板の搬入60a及び処理チャンバ101からの搬出60bを制御する。チャンバ圧力はモニターされ、処理ガスのソース68は、制御器64の制御の下でまたはシステムプラットフォーム制御器によって好適に制御されながら、チャンバへ通じている。モジュール50は好適には2つのモードのいずれかで動作する。動的モードにおいて、各スパッタリング組立体91a及び91bは被処理体／基板に対して相対的に移動しながら蒸着のためにイネーブルにされる。スパッタリングは回転の角度インターバルの間にイネーブルにされ、選択されたターゲットセクタが完全にターゲットホイール上の被処理体／基板の投影を包含する。動作のインデックスまたは静的モードにおいて、ターゲットホイールは被処理体の投影を完全に包含するべく選択されたターゲットセクタと一直線となるよう回転され、ターゲット及び被処理体が静的関係の状態のままでスパッタリングはイネーブルにされる。

【0018】

図4a及び4bを参照して、同軸通路82及び83から成るシャフト81上に支持されたターゲットヒートシンク80から成る2つのターゲット組立体の好適実施例が略示されている。冷媒流は周知の構造の回転可能な流体継手を通じて回転シャフト81へ結合される。そのような回転可能な流体継手は、例えば、イリノイ州ウォークガンのDeublin Companyから商業的に入手可能である。ヒートシンク80及びターゲット面から熱を除去するために同軸面82と83との間に冷媒ダクトを与えるべく蛇行通路88がヒートシンク80上に形成され、ターゲット面はヒートシンク80に接着された金属セクタ板91a及び91bから形成される。シャフト位置エンコーダの部分89aが概念的に示されている。ここに示された2つのスパッタ材料の例において、ひとつのセクタ91aはコバルトから成り、もうひとつのセクタ91bは白金から成り、記憶媒体のCo-Pt連続バイレイヤーを生成する。ヒートシンクはセクタターゲット用の共通の電氣的ベースを与える。しかし、変形的に、それぞれのセクタ板は互いに電氣的に分離されてもよい。領域90a及び90bはスパッタリングにより生成されるそれぞれの腐食空洞を表す。そのようなターゲットから薄膜バイレイヤーの所望の合成連続体を形成する方法が以下に説明される。質量及び腐食速度が異なるため、バランス重り92によって表される調節可能なバランス重りが与えられ、回転ターゲットに慣性バランスを与える。異なるスパッタリング材料間の質量の大きな差に加えて、そのような異なるスパッタ材料は異なる速度で腐食し、したがってターゲットに動的に進行する非平衡を与える。さらに、プラズマ中に分散される電力はそれぞれのターゲットごとに全く異なり、それがターゲット材料の腐食速度の差を減少または増加させる。ターゲット組立体を駆動するために与えられるサーボモータ及び機械継手の仕様に適合する限度内にあらゆる非平衡を維持することが所望される。許容バランスを維持するためにさまざまな手段が採用されるが、より

早く腐食するセクタを過平衡(overbalance)にするべく周囲のバランス重りのセット92を許容量だけ相対的に調節し、かつ十分な相対的腐食が発生したとき、回転するターゲット組立体の非平衡(imbalance)が非平衡の同じ増分だけ反対のセクタを選んで逆転するまで動作を続けるための、ひとつの単純な装置が与えられる。経験上、消耗可能なスパッタ材料を取り替えることが必要である。スパッタリングターゲットの消費を記録し、ターゲット寿命の終わりが近いことを指示することが知られている。この機能は必要ならば以下に説明されるようにスパッタモジュール制御器64内に組み込まれても良い。

【0019】

スパッタリング蒸着の間、被処理体及びハウジングに関して10³ボルトのオーダーの高電圧バイアスがターゲット91に印加され、プラズマ放電が始まる。従来のスリップリング構造は以下に説明するように高電圧源へのシャフト81の結合を与える。

【0020】

図4cを参照して、所望の磁場分布が従来の多極放射状デザインから得られる。プラズマ分布の性質は磁場分布により決定される。固定磁石アレイ210の一例は、磁気内側及び外側ハウジング218及び220内で非磁気ベース212上に放射対称に配置された24個の磁石から成る。内側及び外側ハウジングは磁石210用のフラックス帰還路を与える。内側及び外側磁場クランプ214及び216は、磁場クランプ214及び216に面する領域内に磁場分布 $B(r, z)$ を成形するよう調節される。典型的な使用において、磁石アレイ210はそれぞれ約35から45mエルステッド・ガウスの磁場エネルギーを示すNdFeBブリズムである。この極組立体の固定配列は、カソード面から $R = 50$ mmの距離に配置された直径65から95mmの範囲の被処理体上に満足な均一のスパッタ層を製造するのに受け入れられることがわかった。他の実施例において、磁極組立体86は、改良された空間的に平均化されたプラズマ閉じ込め磁場を得るために別々のモータ(図示せず)によって被処理体に関して固定された軸の周りに回転可能である。多くの磁極構成が本目的を達成するのに周知である。

【0021】

スパッタリング体積内の局所圧力状態はスパッタリング処理工程に対して重要な特性である。局所非汚染真空ポンプ(図示せず)は、プラズマガス(典型的にアルゴン)の制御された流入及びチャンバ圧力測定装置と組み合わせて所望の周囲圧力を維持するために作動する。ガス流量制御は、商業的に入手可能な質量流量制御器により選択された流量に維持される。

【0022】

プラズマ密度分布は磁場による閉じ込めにより決定される。プラズマ密度は分布の横方向エッジにおいて鋭く減少し、生成された幾何学的画成はプラズマ分布のターゲット上の投影を制限するべくこの装置に本質的なものである。アパーチャ104を有するマスク102はさらに被処理体の方向と反対方向への、スパッタされたスパッタリング材料のフラックスの軌道(バックスパッタリング)を制限する。マスク106のスパッタ制限アパーチャは被処理体と位置合わせされ、被処理体へとスパッタされたスパッタリング材料のフラックスを制限する。これらのアパーチャ及び被処理体は典型的に接地ポテンシャルに保持されるが、非接地バイアスを使用する実施例は本発明の態様の中にあるとみなされる。

【0023】

例示モジュール50用の設計パラメータが典型的な動作条件(40mTorrのアルゴンガス、-200から-600ボルトのカソードポテンシャル)の下での固定ターゲット上の腐食パターンの研究から得られた。これらの研究から、付与の磁石アレイ210に対してターゲットに入射する荷電粒子分布の横方向範囲が得られる。これらの腐食パターンはスパッタリングがターゲット面上で2.5インチの領域に空間的に閉じ込められるべきであることを示す。したがって、2.5インチのアパーチャ104が磁石アレイ210の中心軸と位置合わせされ、ターゲット面から離隔(0.08インチ)される。被処理体から0.25インチ離隔されたアパーチャ106のサイズは、被処理体のサイズとほぼ一致している。円対称が議論されてきたが、発明は特定の幾何形状に限定されない。

【0024】

スパッタリングは、選択された材料の薄い層を蒸着するために40年以上の間使用されてきた良く理解されている現象である。スパッタされた膜は、スパッタターゲット材料の性質、幾何（スパッタリングターゲット及びプラズマ放電に関する被処理体の位置）、プラズマの特性（放電内に分散される電力、プラズマガスの特性及び圧力）、スパッタリング露出時間及び被処理体及び／またはスパッタリング装置のエレメントに印加される電氣的バイアスの関数である厚さを示す。

【0025】

動的な動作モードにおいて、厚さ $T(P_w, p, V_s)$ のスパッタ膜が角度インターバル $(d/dt) \cdot t$ の間に得られる。ここで、 d は回転するターゲット組立体の角度座標であり、 t は時間増分であり、 P_w はプラズマ中に分散される瞬間的な電力であり p は圧力であり、 V_s は被処理体のバイアスであり、 d は被処理体とターゲット面の相対的分離の尺度である。付与の回転速度に対して、付与の層の厚さはターゲットセクタへの任意の一度の露出中に制限される。図5aから5bは被処理体48及び2つのセクタターゲット（ここでは、コバルト及び白金）の相対的な方向を示す。ターゲットの回転が被処理体の投影及びプラズマ分布の投影を白金セクタ内のターゲット上に完全に配置する際（図5a）、制御器64はシャフト位置エンコーダ89に応答して従来のブラッシュ装置を通じて回転するスパッタリングターゲット91へ高電圧を印加し、それによって被処理体上への白金層の蒸着が開始される。白金蒸着限界（Co - Pt境界付近）に達するよう被処理体投影及びプラズマ分布投影に対して十分な角度増分（ここでは、 90° ）を通じてターゲット91が回転されると、蒸着は終了する。制御器はシャフト位置エンコーダ89によって与えられた信号を通じてこの付近を検出し、ターゲットへ供給されるカソード高電圧を遮る（図5b）。ターゲットのさらなる回転により被処理体の投影及びプラズマ分布の投影はシャフト位置エンコーダ信号を通じて示されるようにCoセクタ内に完全に配置され、それと同時に制御器64は再び電源66からターゲットへ高電圧を印加する（図5c）。シャフト位置エンコーダ信号がPt - Co境界に近接した予め選択されたスパッタ停止位置に近いことを指示するまで、スパッタリングはCoセクタの回転を通じて続けられる。ターゲット上の被処理体及びプラズマ分布の投影にとって、ひとつのターゲットセクタ内に完全に配置されることが好適であるため、その間スパッタリングが存在しない角度インターバルが存在する。生成されたデューティサイクルは、被処理体／プラズマ分布及び限界としてのターゲットの相対的な寸法、及び実際に選択された開始及び停止位置に依存し、それは制限角度内で置換され得る。図5a~d

【0026】

ここに示されるような円対称に基づく蒸着モジュールに対して、被処理体及びターゲット91の相対的寸法はシステムの動作パラメータの重要な基本である。直線方向に配置された複数の不連続なターゲットアレイは上記処理モジュールの変形である。1リットル/秒の冷媒流量（水、周囲入口温度）を使ってスパッタリング組立体50のスパッタリング装置から約1.5キロワットの熱電力を除去する要求をサポートするべく、冷却ポンプ、熱交換器、水冷器、温度及び質量流量センサ等を含む冷却サブシステム62の作用でスパッタリング装置51及び52のスパッタリングターゲットの各々から熱が除去される。冷却管理サブシステム62は従来のデザイン及び構造であり、詳細に説明する必要はない。

【0027】

スパッタモジュール制御器64（制御器64）は、スパッタターゲット91a、91b（及び付加的に、回転するプラズマ閉じ込め磁石）を組み込む回転ターゲット91を駆動し、回転ターゲットを支持するそれぞれのシャフト位置エンコーダからシャフト角度位置情報を受信する。このシャフト位置エンコーダ情報から、制御器64は、対応する複数元素ターゲットホイールの回転の予め選択された角度インターバルの間にそれぞれのスパッタリング組立体51及び52のスパッタリングターゲットに対して高電圧電源66の出力をイネーブルにする。

制御器はまたゲート電源をオンする前に対応するターゲットセクタに対する電力レベルを選択する。

【 0 0 2 8 】

制御器64はまたさまざまな局所エラー条件を連続的にモニターし、エラー状態条件をシステムプラットフォーム制御器へ戻す。制御器64はまたユーザーインターフェース69を通じて供給された情報から指定されたレシピを実行するために自身を初期化する。

【 0 0 2 9 】

幾何及び圧力は本質的に製造シーケンス中は変化しないが、電力、バイレイヤーの数及び層の厚さは制御器64の動作を通じて選択可能である。特に、電力は広範囲にわたって選択的に制御可能であり、ターゲット材料に対応する選択された不連続値で確立される。図8は、15バイレイヤーPt-Coシーケンスに関する、さまざまな電力分散値及びターゲット組立体回転速度に対する相対的な膜厚の依存性を示す。曲線は60オングストローム/kW-sのスパッタリング速度で蒸着するのに要求されるターゲットでの電力分散のさまざまな値に対して計算されている。ダイヤ形状の点は1kWの公称電力分散において得られかつ蛍光X線によって測定された実際の蒸着膜データを表す。一定のカソード回転速度で実際の電力分散の関数としてさまざまな膜厚が正方形データポイントによって示されている。膜厚は放電がイネーブルである時間インターバルによって明確に制限される。このインターバルはさらにパルス動作により制限され、または該インターバルは複数のターゲット組立体の連続回転中にたったひとつの選択された材料を蒸着するスパッタによって拡張されてもよい。

【 0 0 3 0 】

情報記憶用媒体の製造のために、媒体の反対平面上に記憶能力を生成するのが通常の方法である。ここで説明されたモジュールは、被処理体の第2面付近に第2ターゲット組立体52を配置することによって、上記したようにこの目的のために単純に対称化される。モジュールのいくつかのコンポーネントは別々のプレーナ蒸着間で共有される。例えば、同じモータ84が両方のターゲット組立体のシャフトヘトルクを与えてもよい。典型的に、制御器64は両方のターゲット組立体を作動する。0.2kVから1.0kVの範囲で動作可能な5kW高電圧電源が本発明に従うスパッタリング用の放電を励起しかつ維持するのに十分であることがわかった。

【 0 0 3 1 】

本発明のモジュール用の制御器は、モジュール内への導入とともに被覆用基板の載置を動作する。図7aからfは、固定被処理体に関して回転する共通のカソード/ヒートシンク上に配置されたTG1及びTG2の2つのターゲットからスパッタされたバイレイヤーのシーケンスの動的実行用の代表的なフローチャートを示す。400において、一般的なユーザーインターフェースがシーケンス用の動作レシピを供給する。ブロック402においてモジュール50が初期化され、制御プログラム論理変数は、ユーザーインターフェース400から引き出されたレシピデータを反映させるべく406、408及び409で同様に初期化される。サーボモータ84が所定の回転速度まで上げられ、プラズマ電力が対応するターゲット用の制限角度位置を検出後ゲートオンされ(502、602、702、802)、ターゲット用のスパッタリングセクタの端部を検出後ゲートオフされる(504、604、704、804)とき、それぞれのターゲットに対応するプラズマ内への電力分散の程度を選択するよう電力レベルのひとつを選択するのにシーケンスは利用可能である。スパッタされた層(またはスパッタされるべき層)の数は更なる層蒸着用のループインデックスとして処理するべく増分(減分)される。単純なバイレイヤーシーケンスにおいて、対応するターゲットに対してスパッタされる層にはそれぞれの大きさをプラズマ中の電力分散が達成され、電力レベルは次のターゲットセクタを見越してすぐにリセットされる。

【 0 0 3 2 】

図7a~gの処理実行のメインスレッドから離れ、状態スレッド(図7f)がさまざまな条件をモニターし、モジュール50の状態をシステムプラットフォーム制御器へ提供する。例えば、実行停止を要求するモジュール50内のエラー条件は前の処理ステーション及び基

板移送システム20の動作に影響を与えることがわかる。図6bに例示されるようなより複雑なレシピは、類似ではあるが、対応するより複雑な制御器シーケンスを要求する。ターゲットホイールは所望の角度位置に配置されるため、静的処理実行は指令のより単純なセットで指定される。

【0033】

図7a~fは特定のスパッタモジュール50内に生じる複数蒸着の特定シーケンスの管理に関連する。このフロー図を説明するために、多くの図面及び頁をまたぐ必要がある。このため、異なる図面のどこへ続くのかを示すようインデックス番号が使用されている。例えば、410は図7a及び図7fの両方に現れ、7aから7fへの流れを示している。470は図7a、7c及び7dにインデックスされて示されている。他のさまざまなインデックス番号、例えば420(7aから7b、7cへ)、440(7bを出て7dに入る)、450(7cから7bへ)、460(7bから7cへ)、430(7bから7cへ)、490(7dに2つ及び7e)、480(7dから7eへ)及び409(7eから7dへ)は、フローチャートのセグメントをリンクする目的を果たす。識別用に使用されているすべての番号は円で囲まれている。一般に、基板はひとつまたはそれ以上のサブステーション内で前処理を経験し、ベース層が生成される。後続の処理ステーションは、最終デバイスに要求されるようなひとつまたはそれ以上の異なる機能層または表面保護層を蒸着するのに有効である。

【0034】

図7a~fの代表的フローチャートに示される以外の多くの条件がモニターされるかまたは調節される。例えば、回転可能な磁極組立体86の回転、チャンバ圧力、システムプラットフォーム制御器内に生じる状態情報が制御器64内で扱われる他のパラメータの典型である。各ターゲット部分の腐食は別々に記録され、ターゲットの状態(例えば、差し迫ったターゲット寿命の終了、残りの有用寿命)が決定されかつ他のモジュール状態情報とともに表示されまたは処理される。

【0035】

2つの材料のNが等しいバイレイヤーのシーケンスを適用したタイミング図が図6aに与えられる。ディスクの回転は図の下側のサイン曲線で示されている。カソード電力信号に対応してターゲットへ高電圧が印加される。この例において、それぞれの材料からの独立したスパッタリングを維持するべく2つの材料はそれぞれターゲットの約180°を占め(図5a~d)、カソード電力オン条件は回転エンコーダから引き出されたそれぞれの材料設定値論理内で中心に置かれたターゲット回転の90°を占める。材料設定値論理はスパッタされる次の材料とプラズマ電力用の特定値を関連づける動作を含む。図6bは、2つの材料が連続層として層の厚さの比が3:1、2:2、3:2であるようにスパッタされるケースの一般的な例である。このシーケンスにおいて、5回転インターバル中に、第1材料M1は3回スパッタされ(カソード電力が3回印加された)、第2材料M2は次の角度インターバルの間に一度スパッタされる。その後M1は次の3インターバルの間に一度スパッタされ、M2も同様に続く3インターバルの間に一度スパッタされる。次の5インターバルの間、M1は適当な1/2ウインドウの間に3回スパッタされ、続く3回転インターバルの間にM2スパッタリングがイネーブルになる。

【0036】

典型的なディスク状被処理体に対して、説明したような回転複数ターゲットスパッタリング装置に対する回転ごとのデューティサイクルは、ターゲットセクタの相対角度サイズ及びプラズマ分布のターゲット上への投影によって境界を作られる角度サイズに依存する。処理のすべての他の態様は等しく、処理の動的モード用のデューティサイクルに対して幾何学的ベースが存在する。被処理体のサイズは発明により束縛されるが、被処理体のサイズは普通に理解されているのでデューティサイクルの主な決定要素でない。連続する隣接層間の非相互汚染に対する要求は厳しく、プラズマ分布のターゲットセクタ上への投影がそのセクタ内に完全に収まらなければスパッタリングは開始できないという束縛によって満足される。典型的な応用において、被処理体のターゲット上への投影は位置合わせされ、適当なアパーチャによって制限されるのでターゲット上へのプラズマ分布投影より

大きくはない。相対的回転において、ターゲット上へのプラズマ投影の後縁が第1セクタ境界を横切るまでスパッタリングはイネーブルにされず、その投影の前縁がそのセクタの残りの境界に近づくに従いスパッタリングはディスエーブルにされなければならない。したがって、セクタの角度サイズはターゲット回転の中心からプラズマ分布によって境界を作られる角度サイズより大きくなければならない。ここに例示されるような最も単純な場合において、等しい角度サイズの2つのターゲットセクタが存在する。プラズマ分布の最大角度サイズは $\pi/2$ であり、各スパッタ蒸着膜に対する回転あたりのデューティサイクルは50%に近づく。

【0037】

本発明の製品の商業的に重要なジャンルは回転する大容量メモリ用の媒体である。実際問題として、基板寸法の範囲を調節することは設計的選択であるが、そのようなディスクメモリ媒体の寸法は工業規格によって固定される。ターゲットホイール半径の比較的大きな値に対し、スパッタリングターゲットセクタは比例的により高価となり、回転の慣性モーメントはターゲット半径のほぼ自乗で増加する。結果として、ターゲットホイールを駆動するためのモータはそれに従って特定されなければならない。上記した実施例に対して、2セクタターゲットから直径95mmまでの基板の両側面上に連続のCo-Pt層を生成するために直径12.5インチのターゲットホイールを使って原型が構成されており、各セクタは実質的に $\pi/2$ の境界を作る。

【0038】

動的動作のデューティサイクルは不動作インターバルを含む。上記構成に対して、デューティサイクルは幾何形状の結果である。動作のわずかな変更において、回転の非スパッタリング領域内でモータ84を加速し、ターゲットセクタ境界が近づくに従い動作の前の状態に減速して戻すことによって、デューティサイクルは動的に増加する。動的モードの蒸着が相対運動の一定速度で生じることは好適であるが必要ではない。

【0039】

上記された円形幾何の例は、ターゲット領域部分に対するサイズ選択の更なる自由度を有する。等しい180°セクタが議論されかつ示されてきたが、セクタサイズの選択は処理及び被処理体サイズに依存する。最小サイズのセクタは処理の静的モードに適応するよう被処理体と少なくとも同じ大きさでなければならず、ターゲット上へのプラズマ投影が完全に付与のセクタの境界内にある間のみスパッタリングがイネーブルにされるという要求に従い、相互汚染が無い動的モード処理のために、ターゲット上のプラズマトラックの角度サイズはターゲットセクタの角度サイズより小さくなければならない。

【0040】

2つの処理モードの組合せは発明の柔軟性を示す他の実施例を表す。例えば、 $\pi/2$ サイズのターゲットセクタA及び $3\pi/2$ サイズのターゲットセクタBを考えることができる。この例において、 $\pi/2$ サイズの被処理体はターゲットセクタAから静的スパッタリングを受け、ターゲットセクタBから動的スパッタリングを受ける。

【0041】

発明は特定の実施例について説明されてきたが、上記教示を考慮して他の修正及び変形が可能であることは当業者の知るところである。ターゲットセクタ及び被処理体の相対サイズは上記以外であってもよい。ターゲットセクタの数は処理の選択的事項である。本発明は特許請求の範囲の態様内において、特定の上記されるもの以外でも実行可能であることを理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】図1は、本発明により製造される媒体の一部を示す。

【図2】図2は、従来の処理システムの内容を示す。

【図3A】図3Aは、図2のシステムに組み込むための本発明のモジュールを示す。

【図3B】図3Bは、図3Aのスパッタリングステーションを含むモジュールのブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 4 A】図 4 Aは、複数元素のスパッタリングターゲットの一部を示す。

【図 4 B】図 4 Bは、2 元素セクタスパッタリングターゲットである。

【図 4 C】図 4 Cは、プラズマ放電閉じ込め用の固定多重極磁石である。

【図 5】図 5 Aから Dは、2 元素スパッタリングプログラム用の回転進行を示す。

【図 6 A】図 6 Aは、2 つの材料の等しい厚さの連続層を可能にするタイミング図を示す。

。

【図 6 B】図 6 Bは、比率が3 : 1、2 : 2、及び3 : 2の 2 層シーケンス用のタイミング図である。

【図 7 A】図 7 Aは、図 3 のモジュールを作動させる制御器用の代表的フローチャートである。

【図 7 B】図 7 Bは、図 3 のモジュールを作動させる制御器用の代表的フローチャートである。

【図 7 C】図 7 Cは、図 3 のモジュールを作動させる制御器用の代表的フローチャートである。

【図 7 D】図 7 Dは、図 3 のモジュールを作動させる制御器用の代表的フローチャートである。

【図 7 E】図 7 Eは、図 3 のモジュールを作動させる制御器用の代表的フローチャートである。

【図 7 F】図 7 Fは、図 3 のモジュールを作動させる制御器用の代表的フローチャートである。

【図 8】図 8 は、ターゲット回転速度及びプラズマ電力の関数として単一層の膜厚を示したものである。

10

20

【図 1】

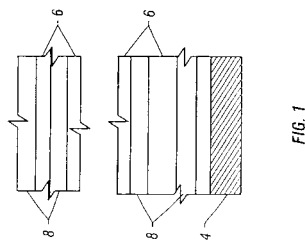


FIG. 1

【図 2】

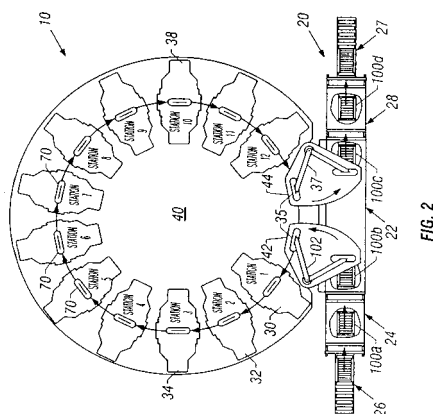


FIG. 2

【図 3 A】

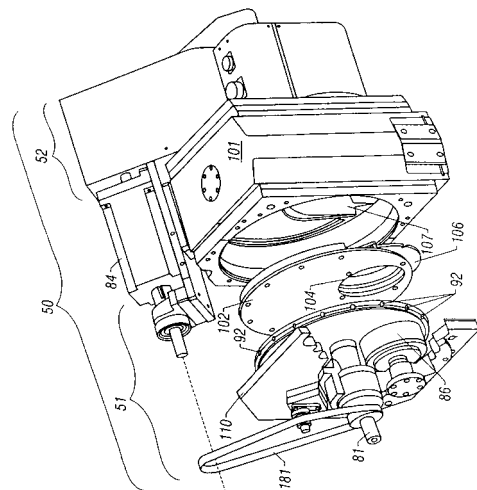
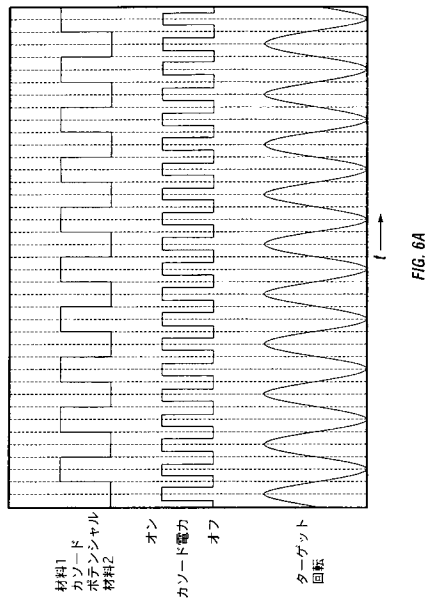
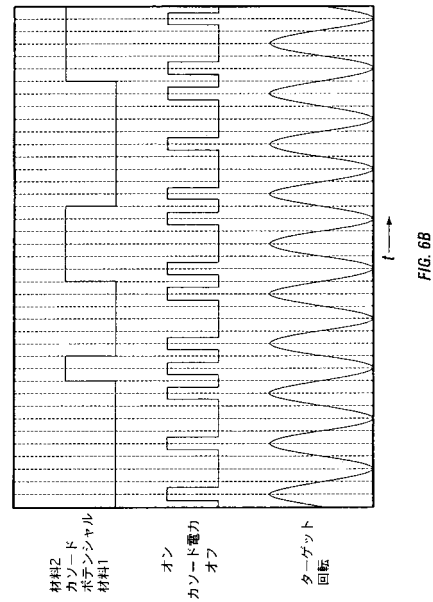


FIG. 3A

【図 6 A】



【図 6 B】



【図 7 A】

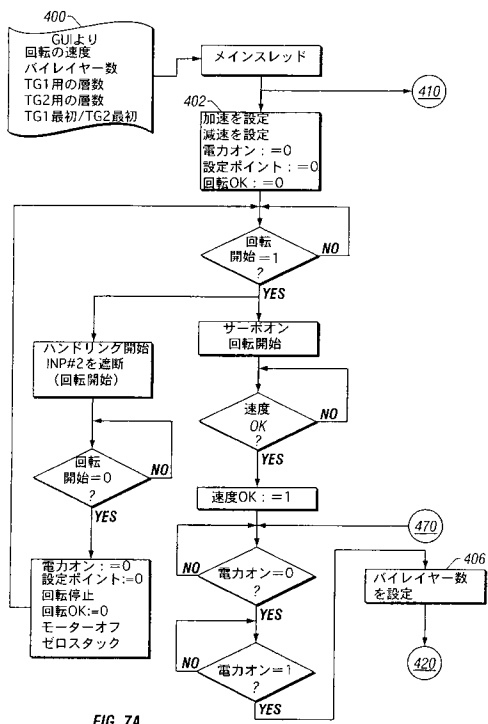


FIG. 7A

【図 7 B】

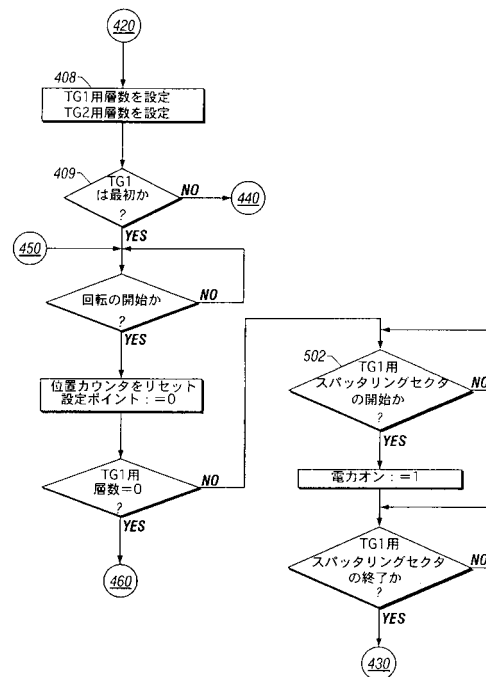
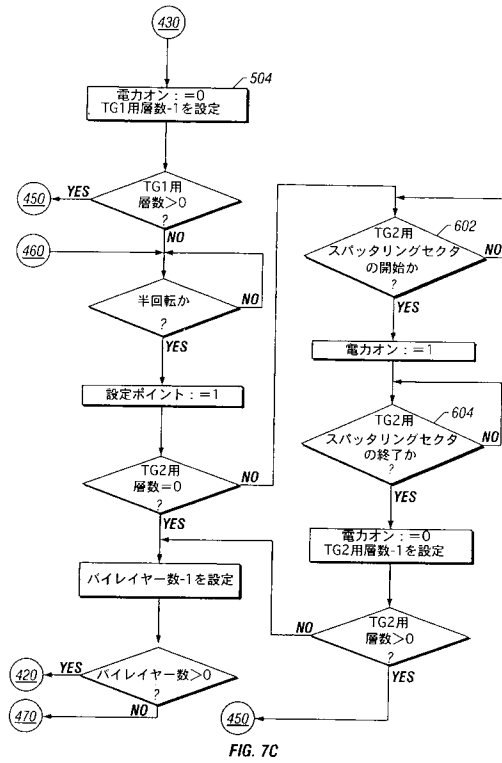
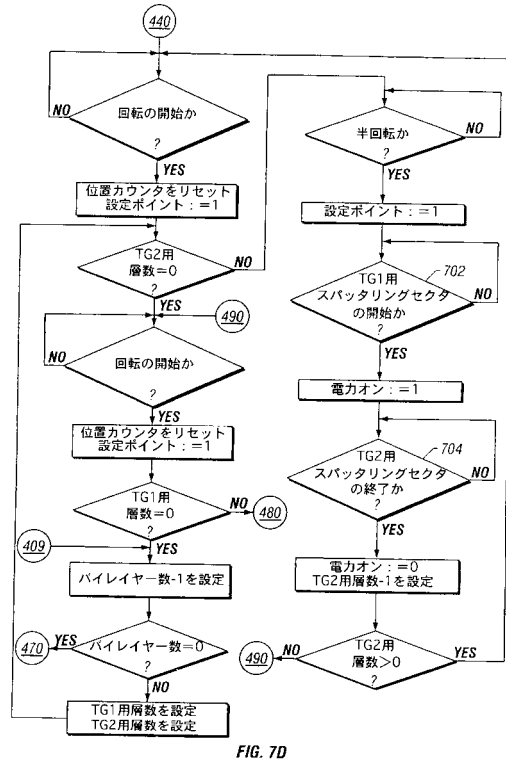


FIG. 7B

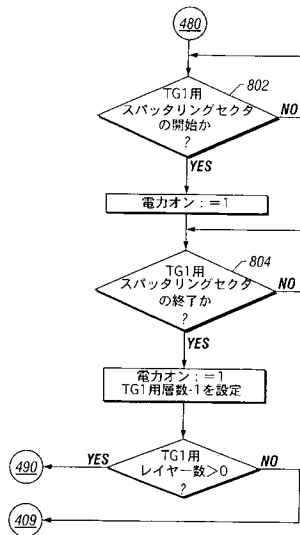
【 図 7 C 】



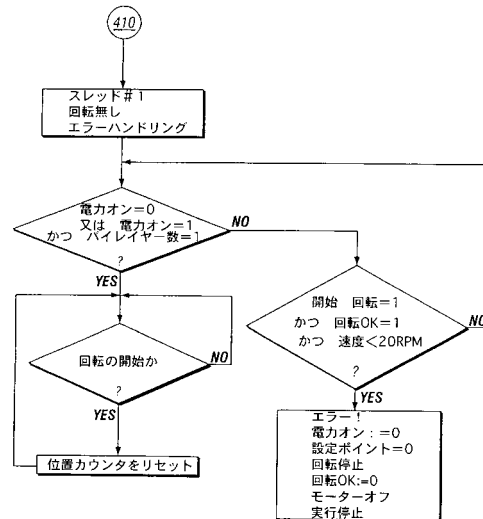
【 図 7 D 】



【 図 7 E 】



【 図 7 F 】



【図 8】

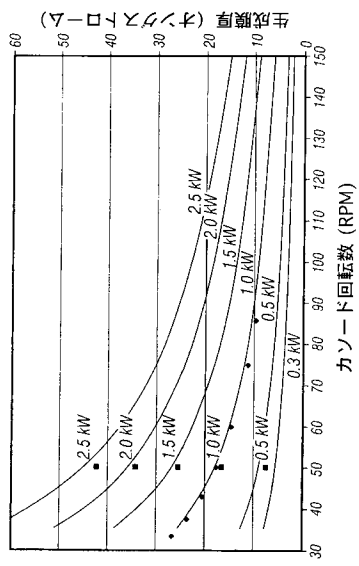


FIG. 8

フロントページの続き

- (72)発明者 ボンド、ノーマン、エイチ
アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 4 0 2 4、ロスアルトス、ジェシカ・レーン 1 1 6 2 3
- (72)発明者 ラック、ロバート
アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 5 1 3 0、サンノゼ、コロンボ・ドライブ 4 3 6 9
- (72)発明者 フォ、ナザン
アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 4 3 0 6、パロアルト、キプリング・ストリート 2 7 1 2

合議体

審判長 吉水 純子

審判官 野田 定文

審判官 山田 靖

- (56)参考文献 特開平 1 - 2 6 8 8 6 8 (J P , A)
特開昭 5 8 - 7 3 7 7 1 (J P , A)
特開平 6 - 2 7 9 1 8 0 (J P , A)
特開昭 6 2 - 1 4 2 7 6 3 (J P , A)
特開平 1 - 2 1 2 7 5 7 (J P , A)
英国特許出願公開第 2 2 2 8 9 4 8 (G B , A)
特開 2 0 0 0 - 7 3 1 6 8 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 3 8 3 7 3 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C23C14/34, C23C14/14, G11B 5/851, G11B 7/26