

(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2014-59924  
(P2014-59924A)

(43) 公開日 平成26年4月3日(2014.4.3)

(51) Int.Cl.

G 1 1 B 5/84 (2006.01)

F 1

G 1 1 B 5/84

B

テーマコード (参考)

5 D 1 1 2

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-202998 (P2012-202998)  
(22) 出願日 平成24年9月14日 (2012.9.14)

(71) 出願人 000002004  
昭和電工株式会社  
東京都港区芝大門1丁目13番9号  
(74) 代理人 100107766  
弁理士 伊東 忠重  
(74) 代理人 100070150  
弁理士 伊東 忠彦  
(72) 発明者 葛谷 泰之  
千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和電  
工エレクトロニクス株式会社内  
(72) 発明者 塩見 大介  
千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和電  
工エレクトロニクス株式会社内

最終頁に続く

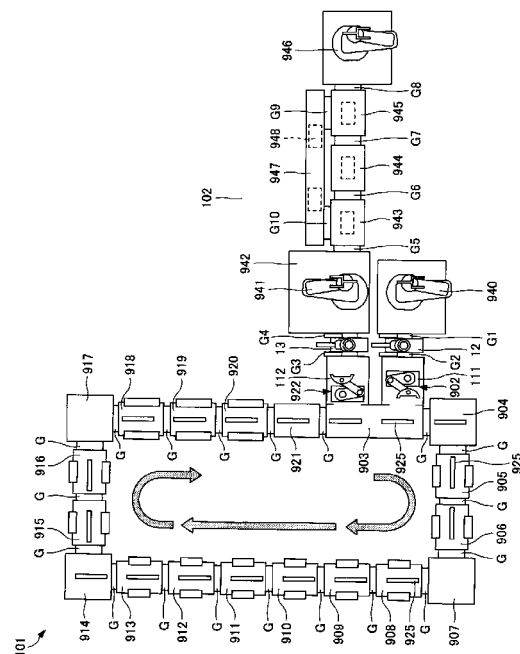
(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体の製造方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】磁気記録媒体の製造方法及び装置において、形成される層の品質低下の防止と、生産性の向上を両立することを目的とする。

【解決手段】被積層体上に、磁気記録層、保護層、潤滑層をこの順で形成する磁気記録媒体の製造方法において、前記保護層を形成した後の前記被積層体を大気に触れさせることなく前記潤滑層をベーパーループ成膜方法で形成し、前記保護層の成膜時のプロセスガス圧をP1、前記潤滑層の成膜時のプロセスガス圧をP2とした場合、前記保護層を形成後に前記潤滑層を形成するまでの前記被積層体の搬送経路にP3 > P1、且つ、P3 > P2なる関係を満たすガス圧P3の領域を設ける。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被積層体上に、磁気記録層、保護層、潤滑層をこの順で形成する磁気記録媒体の製造方法であって、

前記保護層を形成した後の前記被積層体を大気に触れさせることなく前記潤滑層をベーパールブ成膜方法で形成し、

前記保護層の成膜時のプロセスガス圧を P 1、前記潤滑層の成膜時のプロセスガス圧を P 2 とした場合、前記保護層を形成後に前記潤滑層を形成するまでの前記被積層体の搬送経路に  $P 3 > P 1$ 、且つ、 $P 3 > P 2$  なる関係を満たすガス圧 P 3 の領域を設ける

ことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

10

## 【請求項 2】

前記ガス圧 P 3 を形成するガスは不活性ガスであることを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体の製造方法。

## 【請求項 3】

前記ガス圧 P 1 が  $1 \text{ Pa} \sim 20 \text{ Pa}$  の範囲内、前記ガス圧 P 2 が  $1 \text{ Pa} \sim 50 \text{ Pa}$  の範囲内、前記ガス圧 P 3 が  $10 \text{ Pa} \sim 500 \text{ Pa}$  の範囲内であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の磁気記録媒体の製造方法。

## 【請求項 4】

前記ガス圧 P 3 は、 $10 \text{ Pa} \sim 200 \text{ Pa}$  の範囲内であることを特徴とする請求項 3 記載の磁気記録媒体の製造方法。

20

## 【請求項 5】

第 1 の搬送装置で前記保護層を形成するまでの被積層体を搬送し、

前記第 1 の搬送装置とは異なる第 2 の搬送装置で前記潤滑層を形成するべき被積層体を搬送することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載の磁気記録媒体の製造方法。

## 【請求項 6】

被積層体上に、磁気記録層及び保護層をこの順で形成する成膜装置と、

前記保護層を形成した後の前記被積層体を大気に触れさせることなく前記潤滑層をベーパールブ成膜方法で形成するベーパールブ成膜装置

を備え、

30

前記保護層の成膜時のプロセスガス圧を P 1、前記潤滑層の成膜時のプロセスガス圧を P 2 とした場合、前記保護層を形成後に前記潤滑層を形成するまでの前記被積層体の搬送経路に  $P 3 > P 1$ 、且つ、 $P 3 > P 2$  なる関係を満たすガス圧 P 3 の領域を有する

ことを特徴とする磁気記録媒体の製造装置。

## 【請求項 7】

前記ガス圧 P 3 を形成するガスは不活性ガスであることを特徴とする請求項 6 記載の磁気記録媒体の製造装置。

## 【請求項 8】

前記ガス圧 P 1 が  $1 \text{ Pa} \sim 20 \text{ Pa}$  の範囲内、前記ガス圧 P 2 が  $1 \text{ Pa} \sim 50 \text{ Pa}$  の範囲内、前記ガス圧 P 3 が  $10 \text{ Pa} \sim 500 \text{ Pa}$  の範囲内であることを特徴とする請求項 6 または 7 記載の磁気記録媒体の製造装置。

40

## 【請求項 9】

前記ガス圧 P 3 は、 $10 \text{ Pa} \sim 200 \text{ Pa}$  の範囲内であることを特徴とする請求項 8 記載の磁気記録媒体の製造装置。

## 【請求項 10】

前記保護層を形成するまでの被積層体を搬送する第 1 の搬送装置と、

前記潤滑層を形成するべき被積層体を搬送する、前記第 1 の搬送装置とは異なる第 2 の搬送装置

を更に備えたことを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれか 1 項記載の磁気記録媒体の製造装置。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、磁気記録媒体の製造方法及び装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

磁気記憶装置は、近年、パーソナルコンピュータ、動画レコーダ、データサーバなど様々な製品に搭載され、その重要性が増している。磁気記憶装置は、電子データを磁気記録により保存する磁気記録媒体を有する装置であり、例えば、磁気ディスク装置、可撓性ディスク装置、磁気テープ装置などを含む。磁気ディスク装置は、例えば、ハードディスクドライブ（HDD：Hard Disk Drive）などを含む。

10

## 【0003】

一般的な磁気記録媒体は、例えば非磁性基板上に下地層、中間層、磁気記録層及び保護層をこの順に成膜し、保護層の表面に潤滑層を塗布した多層膜積層構造を有する。磁気記録媒体を形成する各層の間に不純物などが混入することを防止するため、磁気記録媒体の製造には、減圧下で連続して各層を積層できるインライン式真空成膜装置が用いられる（例えば、特許文献1）。

## 【0004】

インライン式真空成膜装置では、基板に成膜可能な成膜手段を具備する複数の成膜用チャンバが、加熱処理を行うチャンバや予備チャンバなどと共に、ゲートバルブを介して連結されており、一本の成膜ラインを形成している。キャリアに基板を装着して成膜ラインを通過させる間に、基板に所定の層を成膜して、所望の磁気記録媒体を製造する。

20

## 【0005】

一般的に、成膜ラインは環状に配置され、成膜ライン上に、基板をキャリアに装着またはキャリアから脱着する基板装脱着チャンバが備えられている。成膜チャンバ間を一巡したキャリアは基板装脱着チャンバに供給され、キャリアから成膜後の基板を脱着されると共に、成膜後の基板が取り外されたキャリアには新たに基板を装着される。

## 【0006】

また、磁気記録媒体の表面に潤滑層を形成する方法として、真空容器内に磁気記録媒体を載置し、真空容器内にガス化した潤滑剤を導入するベーパーlubrication（Vapor-Phase Lubrication）成膜方法が提案されている（例えば、特許文献2）。

30

## 【0007】

上記の如き多層膜積層構造を有する磁気記録媒体をインライン式真空成膜装置で製造する場合、例えば磁気記録層の形成にはスパッタ法による真空成膜装置が用いられ、保護層の形成にはイオンビーム法による真空成膜装置が用いられ、潤滑層の形成にはベーパーlubricationによる真空成膜装置が用いられる。これにより、磁気記録層から潤滑層までの形成プロセス（または、成膜工程）を、被積層体を大気に触れさせることなく行うことが可能となる。

## 【0008】

しかし、磁気記録層の形成にはプロセスガス（または、スパッタリングガス）として例えばアルゴンが使用され、保護層の形成にはプロセスガスとして例えば炭化水素、水素、アルゴンなどが使用され、潤滑層の形成にはプロセスガスとして例えば高分子化合物が使用される。このため、隣接するプロセスである磁気記録層の形成プロセスと保護層の形成プロセスとの間では、両形成プロセスのプロセスガスが混ざることによる影響は比較的少ない。一方、保護層の形成プロセスと潤滑層の形成プロセスとの間では、両形成プロセスのプロセスガスの物性はかなり異なり、両形成プロセスのプロセスガスが混ざると、両形成プロセスで形成される層に多大な悪影響を及ぼし、形成される層の品質（又は、膜質）が低下する。このように、隣接する形成プロセスのプロセスガスが混ざることによる層の品質の低下を防止するためには、例えば各形成プロセスの終了後に成膜容器内に残留するプロセスガスを十分に排気することが望ましい。しかし、成膜容器内のプロセスガスを十

40

50

分に排気するためには、排気時間を長くする必要があり、インライン式真空成膜装置の生産性が著しく低下してしまう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平8-274142号公報

【特許文献2】特開2004-002971号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

磁気記録媒体の磁気記録層から潤滑層までの形成プロセスを、被積層体を大気に触れさせることなく連続的に行う製造装置では、隣接する形成プロセスのプロセスガスが混ざることにより生じる層の品質低下を防止するには、各形成プロセスの終了後に成膜容器内に残留するプロセスガスを十分に排気することが望ましい。しかし、成膜容器内のプロセスガスを十分に排気するためには、排気時間を長くする必要があり、磁気記録媒体の製造装置の生産性が著しく低下してしまう。このように、従来の磁気記録媒体の製造方法及び装置では、形成される層の品質低下の防止と、生産性の向上を両立することは難しい。

【0011】

そこで、本発明は、形成される層の品質低下の防止と、生産性の向上を両立することが可能な磁気記録媒体の製造方法及び装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の一観点によれば、被積層体上に、磁気記録層、保護層、潤滑層をこの順で形成する磁気記録媒体の製造方法であって、前記保護層を形成した後の前記被積層体を大気に触れさせることなく前記潤滑層をベーパー成膜方法で形成し、前記保護層の成膜時のプロセスガス圧をP1、前記潤滑層の成膜時のプロセスガス圧をP2とした場合、前記保護層を形成後に前記潤滑層を形成するまでの前記被積層体の搬送経路に $P3 > P1$ 、且つ、 $P3 > P2$ なる関係を満たすガス圧P3の領域を設ける磁気記録媒体の製造方法が提供される。

【発明の効果】

【0013】

開示の磁気記録媒体の製造方法及び装置によれば、形成される層の品質低下の防止と、生産性の向上を両立することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態における磁気記録媒体の製造装置の一例を示す模式図である。

【図2】図1の製造装置で製造される磁気記録媒体の一例を示す断面図である。

【図3】本実施形態において製造された磁気記録媒体を備えた磁気記憶装置の構成の一例を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に、本発明の各実施形態における磁気記録媒体の製造方法及び装置を図面と共に説明する。

【0016】

インライン式真空成膜装置を用いて上記の多層膜積層構造を有する磁気記録媒体を製造する場合、磁気記録層の形成にはプロセスガス（または、スパッタリングガス）として例えばアルゴンが使用され、保護層の形成にはプロセスガスとして例えば炭化水素、水素、アルゴンなどが使用され、潤滑層の形成にはプロセスガスとして例えば高分子化合物が使用される。このため、隣接するプロセスである磁気記録層の形成プロセスと保護層の形成

10

20

30

40

50

プロセスとの間では、両形成プロセスのプロセスガスが混ざることによる影響は比較的少ない。一方、保護層の形成プロセスと潤滑層の形成プロセスの間では、両形成プロセスのプロセスガスの物性はかなり異なり、両形成プロセスのプロセスガスが混ざると、両形成プロセスで形成される層に多大な悪影響を及ぼし、形成される層の品質（または、膜質）が低下する。このように、隣接する形成プロセスのプロセスガスが混ざることによる層の品質の低下を防止するためには、例えば各形成プロセスの終了後に成膜容器内に残留するプロセスガスを十分に排気することが望ましい。

【0017】

そこで、このような層の品質低下を防止するために、両形成プロセスの終了後、成膜容器内に残留するプロセスガスを十分に排気し、その後、両成膜容器間のゲートバルブを開いて基板の入れ替えを行うことが考えられる。しかし、成膜容器内に残留するプロセスガスを十分に排気するには排気時間を長くする必要があり、インライン式真空成膜装置の生産性が著しく低下してしまう。

10

【0018】

また、両成膜容器間に予備の真空容器を設け、両成膜容器間の距離を広げることが考えられる。しかし、本発明者による検討によると、両成膜容器間の距離を広げても、両成膜容器間のプロセスガスの混合は僅かに生じていることが確認された。さらに、本発明者による検討によると、基板を搬送するキャリアにプロセスガスが付着し、キャリアを介してプロセスガスの混合が生じていることが確認された。

【0019】

そこで、本発明の一実施形態では、磁気記録層、保護層、潤滑層をこの順で形成する、多層膜積層構造を有する磁気記録媒体の製造方法及び装置において、被積層体上に保護層を形成した後、この被積層体を大気に触れさせることなく潤滑層をベーパールブ成膜方法で形成することで、保護層と潤滑層との間に不純物などが混入することを防止する。保護層の成膜時のプロセスガス圧を $P_1$ 、ベーパールブ成膜方法による潤滑層の成膜時のプロセスガス圧を $P_2$ とした場合、保護層を形成後、潤滑層を形成するまでの被積層体の搬送経路にガス圧 $P_3$ の領域を設け、 $P_3 > P_1$ 、且つ、 $P_3 > P_2$ なる関係を満たすことで、保護層を成膜するプロセスガスと潤滑層を成膜するプロセスガスとが混合して両形成プロセスで形成する保護層及び潤滑層の品質低下を防止する。

20

【0020】

すなわち、保護層の成膜容器と潤滑層の成膜容器との間に、両成膜容器より圧力の高い容器を設けると、容器間のガスは圧力の高い容器から低い容器へ流れ、この結果、保護層を成膜するプロセスガスと、潤滑層を成膜するプロセスガスとが混合するのを防止できる。

30

【0021】

特に、ガス圧 $P_3$ を形成するガスを不活性ガスとすることで、保護層の成膜容器と潤滑層の成膜容器に流れ込むガスが不活性ガスとなり、保護層及び潤滑層の両層の成膜への影響を低減することが可能となる。

【0022】

本実施形態では、ガス圧 $P_1$ を $1\text{ Pa} \sim 20\text{ Pa}$ の範囲内、ガス圧 $P_2$ を $1\text{ Pa} \sim 50\text{ Pa}$ の範囲内、ガス圧 $P_3$ を $10\text{ Pa} \sim 500\text{ Pa}$ の範囲内とし、 $P_3 > P_1$ 、且つ、 $P_3 > P_2$ なる関係を満たすことが好ましい。また、ガス圧 $P_3$ とガス圧 $P_1$ との差圧、及び、ガス圧 $P_3$ とガス圧 $P_2$ との差圧が大きいほど、保護層を成膜するプロセスガスと、潤滑層を成膜するプロセスガスの混合を防止する効果が高まるが、ガス圧 $P_3$ とガス圧 $P_1$ との差圧が大きすぎると各プロセスガスへ流れ込むガスの影響が大きくなり、保護層及び潤滑層の膜質が低下する。従って、ガス圧 $P_3$ は、 $10\text{ Pa} \sim 200\text{ Pa}$ の範囲内とし、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 間の差圧を $150\text{ Pa}$ 以下とすることがより好ましい。

40

【0023】

図1は、本発明の一実施形態における磁気記録媒体の製造装置の一例を示す模式図である。図1に示す磁気記録媒体の製造装置は、磁気記録媒体の保護層までを形成する成膜装

50

置 101 と、保護層の表面に潤滑層を形成するベーパールブ成膜装置 102 を有する。

【0024】

成膜装置 101 は、チャンバ間ゲートバルブ G を介して、基板装脱着用チャンバ 903、第 1 のコーナーチャンバ 904、第 1 の処理チャンバ 905、第 2 の処理チャンバ 906、第 2 のコーナーチャンバ 907、第 3 の処理チャンバ 908、第 4 の処理チャンバ 909、第 5 の処理チャンバ 910、第 6 の処理チャンバ 911、第 7 の処理チャンバ 912、第 8 の処理チャンバ 913、第 3 のコーナーチャンバ 914、第 9 の処理チャンバ 915、第 10 の処理チャンバ 916、第 4 のコーナーチャンバ 917、第 11 の処理チャンバ 918、第 12 の処理チャンバ 919、第 13 の処理チャンバ 920、及び予備チャンバ 921 が環状に連結された構成を有する。各チャンバ 903 ~ 921 は、複数の隔壁に囲まれ、減圧状態とすることが可能な空間部を備えている。

10

【0025】

互いに隣接するチャンバ間（例えば、チャンバ 905、906 間）には、高速で開閉自在なチャンバ間ゲートバルブ G が設置されている。全てのゲートバルブ G の開閉動作は、同じタイミングで行われる。これにより、基板（図示せず）を搬送する複数のキャリア 925 を規則正しく互いに隣接チャンバの一方から他方に移動できる。

【0026】

第 1 ~ 第 13 の処理チャンバ 905、906、908 ~ 913、915、916、918 ~ 920 には、夫々基板加熱手段（または、基板ヒータ）、成膜手段（または、成膜部）、プロセスガス供給手段（または、フロンガス供給部）、排気手段（又は、排気部）などを備えている。成膜手段は、例えばスパッタ装置、イオンビーム成膜装置で形成可能である。ガス供給手段と排気手段により、必要に応じてプロセスガスを流すことができる。例えば、第 1 の処理チャンバ 905 から第 10 の処理チャンバ 916 までが、磁気記録媒体の磁気記録層までの成膜に使用され、第 11 及び第 12 の処理チャンバ 918、919 が保護層の成膜に使用され、これらの第 11 及び第 12 の処理チャンバ 918、919 のプロセスガス圧を P1 とする。この例では、第 13 の処理チャンバ 920 は予備チャンバとして使用する。

20

【0027】

なお、第 1 ~ 第 13 の処理チャンバ 905、906、908 ~ 913、915、916、918 ~ 920 のベースプレッシャー（到達圧）は、例えば  $1 \times 10^{-5}$  Pa に設定されている。

30

【0028】

コーナーチャンバ 904、907、914、917 は、磁気記録媒体の成膜装置 101 のコーナーに配置され、キャリア 925 の向きをキャリア 925 の進行方向に変更する。コーナーチャンバ 904、907、914、917 内は高真空に設定されており、減圧雰囲気中でキャリア 925 を回転可能である。

【0029】

図 1 に示すように、第 1 のコーナーチャンバ 904 と予備チャンバ 921 との間には、基板装脱着用チャンバ 903 が配置されている。基板装脱着用チャンバ 903 の空間部は、他のチャンバの空間部より大きい。基板装脱着用チャンバ 903 内には、基板を装着または脱着可能なキャリア 925 が 2 台配置されている。1 台のキャリア 925 で基板の装着を行い、別の一台のキャリア 925 で基板の脱着を行う。各キャリア 925 は同時に、図 1 の矢印で示す方向に搬送される。基板装脱着用チャンバ 903 には、基板搬入用チャンバ 902 及び基板搬出用チャンバ 922 が連結されている。

40

【0030】

基板搬入用チャンバ 902 内には、1 台の真空ロボット 111 が配置され、基板搬出用チャンバ 922 内には別の 1 台の真空ロボット 112 が配置されている。真空ロボット 111、112 は、搬送装置の一例である。基板搬入用チャンバ 902 は、真空ロボット 111 を用いて、基板装脱着用チャンバ 903 内のキャリア 925 に基板を装着する。また、基板搬出用チャンバ 922 は、真空ロボット 112 を用いて、基板装脱着用チャンバ 9

50

03内のキャリア925から基板を脱着する。

【0031】

基板搬入用チャンバ902には、チャンバ間ゲートバルブGを介してエアロックチャンバ12が接続されている。基板搬出用チャンバ922には、チャンバ間ゲートバルブGを介してエアロックチャンバ13が接続されている。各エアロックチャンバ12, 13は、内部に複数の基板(例えば、50枚)を蓄積可能である。各エアロックチャンバ12, 13は、蓄積された基板を各エアロックチャンバ12, 13の両側で受け渡しする機能を有し、各エアロックチャンバ12, 13の動作は以下に説明する処理の繰り返しである。

【0032】

(成膜装置への基板の搬入)

10

成膜装置101への基板の搬入は、以下のステップs1~s9を含む処理で実現できる。

【0033】

ステップs1: ゲートバルブG1, G2を閉じる。

【0034】

ステップs2: エアロックチャンバ12内を大気圧にする。

【0035】

ステップs3: ゲートバルブG1を開く。

【0036】

ステップs5: 搬送装置の一例である基板搬入口ロボット940により複数の基板(例えば、50枚)をエアロックチャンバ12内に搬入する。

20

【0037】

ステップs6: ゲートバルブG1を閉じる。

【0038】

ステップs7: エアロックチャンバ12内を真空まで減圧する。

【0039】

ステップs8: ゲートバルブG2を開く。

【0040】

ステップs9: 真空ロボット111を用いて、エアロックチャンバ12内の基板を基板装脱着用チャンバ903内のキャリア925に装着する。

30

【0041】

(成膜装置からの被積層体の搬出とベーパールブ成膜装置への被積層体の搬入)

成膜装置101からの被積層体の搬出とベーパールブ成膜装置102への被積層体の搬入は、以下のステップs11~s18を含む処理で実現できる。

【0042】

ステップs11: ゲートバルブG3, G4を閉じる。

【0043】

ステップs12: エアロックチャンバ13内を真空まで減圧する。

【0044】

ステップs13: ゲートバルブG3を開く。

40

【0045】

ステップs14: 真空ロボット112を用いて、基板装脱着用チャンバ903内のキャリア925から基板を外し、エアロックチャンバ12内に積載する。

【0046】

ステップs15: エアロックチャンバ12内の基板が一杯(例えば、50枚)になるとゲートバルブG3を閉じる。

【0047】

ステップs16: エアロックチャンバ13内を真空まで減圧する。

【0048】

ステップs17: ゲートバルブG4を開く。

50

## 【0049】

ステップs 18： 真空容器内942内に設けられた真空ロボット941を用いてエアロックチャンバ12内の基板（例えば、50枚）をベーパールブ成膜装置102に搬入する。真空ロボット941は、搬送装置の一例である。

## 【0050】

図1の説明に戻るに、ベーパールブ成膜装置102は、不活性ガスを充填する隔離チャンバ943、ベーパールブプロセスチャンバ944、エアロックチャンバ945、及び搬送カセットの戻り経路チャンバ947がゲートバルブGを介して接続された構成を有する。エアロックチャンバ945の隣には、潤滑層を形成した被積層体を取り出すための基板搬出口ロボット946が設けられている。基板搬出口ロボット946は、搬送装置の一例である。各チャンバ943～945、947間を複数の被積層体（例えば、50枚）を搬送するための搬送カセット948が移動する。

10

## 【0051】

本実施形態における磁気記録媒体の製造装置では、ベーパールブプロセスチャンバ944のプロセスガス圧をP2、不活性ガスを充填した隔離チャンバ943のプロセスガス圧をP3とする。

## 【0052】

ベーパールブ成膜装置102内における被積層体（以下、基板とも言う）などの動きは以下に説明する処理の繰り返しであり、以下のステップs 21～s 38を含む処理が連続的に行われる。

20

## 【0053】

ステップs 21： ゲートバルブG5、G6を閉じる。

## 【0054】

ステップs 22： 隔離チャンバ943内を真空まで減圧する。

## 【0055】

ステップs 23： ゲートバルブG5を開く。

## 【0056】

ステップs 24： 真空ロボット941を用いてエアロックチャンバ12内の基板（例えば50枚）を隔離チャンバ943内の搬送カセット948に入れる。

## 【0057】

ステップs 25： ゲートバルブG5を閉じる。

30

## 【0058】

ステップs 26： 隔離チャンバ943内に不活性ガスを流し、内圧をP3とする。

## 【0059】

ステップs 27： ゲートバルブG6を開く。

## 【0060】

ステップs 28： 隔離チャンバ943内の搬送カセット948をベーパールブプロセスチャンバ944内に搬入する。

## 【0061】

ステップs 29： ベーパールブプロセスチャンバ944内で搬送カセット948内の被積層体に潤滑層を形成する。

40

## 【0062】

ステップs 30： ゲートバルブG7を開き、潤滑層が形成された被積層体を納めた搬送カセット948がエアロックチャンバ945に移動する。

## 【0063】

ステップs 31： ゲートバルブG7を閉じる。

## 【0064】

ステップs 32： エアロックチャンバ945を大気圧とする。

## 【0065】

ステップs 33： ゲートバルブG8を開く。

50



## 【 0 0 6 6 】

ステップ s 3 4 : 基板搬出口ポット 9 4 6 により処理済みの被積層体を取り出す。

## 【 0 0 6 7 】

ステップ s 3 5 : ゲートバルブ G 8 を閉じる。

## 【 0 0 6 8 】

ステップ s 3 5 : エアロックチャンバ 9 4 5 内を真空まで減圧する。

## 【 0 0 6 9 】

ステップ s 3 6 : ゲートバルブ G 9 を開く。

## 【 0 0 7 0 】

ステップ s 3 7 : 空の搬送カセット 9 4 8 を戻り経路チャンバ 9 4 7 を通して隔離チャンバ 9 4 3 へ移動する。なお、戻り経路チャンバ 9 4 7 内は真空まで減圧されている。

10

## 【 0 0 7 1 】

ステップ s 3 8 : 隔離チャンバ 9 4 3 が減圧状態でゲートバルブ G 1 0 を開き、隔離チャンバ 9 4 3 内に空の搬送カセット 9 4 8 を搬入する。

## 【 0 0 7 2 】

図 2 は、図 1 の製造装置で製造される磁気記録媒体 1 の一例を示す断面図である。なお、磁気記録媒体 1 に対するデータの記録方式には面内記録方式と垂直記録方式とが存在するが、本実施形態では、垂直記録方式を用いる磁気記録媒体 1 について説明を行う。

## 【 0 0 7 3 】

磁気記録媒体 1 は、基板 1 0 0 と、基板 1 0 0 の上に形成された密着層 1 1 0 と、密着層 1 1 0 の上に形成された軟磁性下地層 1 2 0 と、軟磁性下地層 1 2 0 の上に形成された配向制御層 1 3 0 と、配向制御層 1 3 0 の上に形成された非磁性下地層 1 4 0 と、非磁性下地層 1 4 0 の上に形成された磁気記録層の一例である垂直記録層 1 5 0 と、垂直記録層 1 5 0 の上に形成された保護層 1 6 0 と、保護層 1 6 0 の上に形成された潤滑層 1 7 0 とを有する。本実施形態では、基板 1 0 0 の両面の夫々に、密着層 1 1 0、軟磁性下地層 1 2 0、配向制御層 1 3 0、非磁性下地層 1 4 0、垂直記録層 1 5 0、保護層 1 6 0、及び潤滑層 1 7 0 が形成された構成を有する。なお、以下の説明では、必要に応じて、基板 1 0 0 の両面に密着層 1 1 0 から保護層 1 6 0 までの各層を積層した積層構造、換言すれば、基板 1 0 0 に潤滑層 1 7 0 以外の各層を形成した積層構造を、積層基板 1 8 0 とも称する。また、以下の説明では、必要に応じて、基板 1 0 0 の両面に密着層 1 1 0 から垂直記

20

30

## 【 0 0 7 4 】

本実施形態では、基板 1 0 0 は非磁性体で形成されている。基板 1 0 0 には、例えばアルミニウム、アルミニウム合金などの金属材料で形成された金属基板を用いても良く、例えばガラス、セラミック、シリコン、シリコンカーバイド、カーボンなどの非金属材料で形成された非金属基板を用いても良い。また、これら金属基板や非金属基板の表面に、例えばメッキ法やスパッタ法などを用いて、NiP 層または NiP 合金層が形成された基板を基板 1 0 0 として用いることもできる。

## 【 0 0 7 5 】

ガラス基板には、例えば、通常ガラスや結晶化ガラスなどを用いることができる。通常ガラスには、例えば、汎用のソーダライムガラス、アルミノシリケートガラスなどを用いることができる。また、結晶化ガラスには、例えば、リチウム系結晶化ガラスなどを用いることができる。また、セラミック基板には、例えば、汎用の酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化珪素などを主成分とする焼結体、またはこれらの繊維強化物などを用いることができる。

40

## 【 0 0 7 6 】

基板 1 0 0 は、後述するように主成分が Co または Fe である軟磁性下地層 1 2 0 と接することで、表面の吸着ガスや水分の影響、基板成分の拡散などにより、腐食が進行する可能性がある。このため、基板 1 0 0 と軟磁性下地層 1 2 0 との間に密着層 1 1 0 を設け

50

ることが好ましい。なお、密着層 110 の材料としては、例えば、Cr、Cr 合金、Ti、Ti 合金など適宜選択することが可能である。また、密着層 110 の厚みは 2 nm (20 ) 以上であることが好ましい。

【0077】

軟磁性下地層 120 は、垂直記録方式を採用した場合において、記録再生時のノイズの低減を図るために設けられている。本実施形態において、軟磁性下地層 120 は、密着層 110 の上に形成される第 1 軟磁性層 121 と、第 1 軟磁性層 121 の上に形成されるスペーサ層 122 と、スペーサ層 122 の上に形成される第 2 軟磁性層 123 とを有する。つまり、軟磁性下地層 120 は、第 1 軟磁性層 121 と第 2 軟磁性層 123 でスペーサ層 122 を挟む構成を有する。

10

【0078】

第 1 軟磁性層 121 及び第 2 軟磁性層 123 は、Fe : Co を 40 : 60 ~ 70 : 30 (原子比) の範囲で含む材料で形成することが好ましく、透磁率や耐食性を高めるため Ta、Nb、Zr、Cr からなる群から選ばれる何れか 1 種を 1 at m % ~ 8 at m % の範囲で含有することが好ましい。また、スペーサ層 122 は、Ru、Re、Cu などで形成可能であるが、特に Ru で形成することが好ましい。

【0079】

配向制御層 130 は、非磁性下地層 140 を介して積層される垂直記録層 150 の結晶粒を微細化して、記録再生特性を改善するために設けられている。配向制御層 130 を形成する材料は特に限定されるものではないが、hcp 構造、fcc 構造、アモルファス構造を有する材料であることが好ましい。特に Ru 系合金、Ni 系合金、Co 系合金、Pt 系合金、Cu 系合金で形成することが好ましく、これらの合金を多層化した多層構造で形成しても良い。例えば、基板 100 側から Ni 系合金と Ru 系合金との多層構造、Co 系合金と Ru 系合金との多層構造、Pt 系合金と Ru 系合金との多層構造を形成することが好ましい。

20

【0080】

非磁性下地層 140 は、非磁性下地層 140 の上に積層される垂直記録層 150 の初期積層部における結晶成長の乱れを抑制し、記録再生時のノイズの発生を抑制するために設けられている。ただし、非磁性下地層 140 は省略しても良い。

【0081】

30

本実施形態において、非磁性下地層 140 は、Co を主成分とする金属に加え、さらに酸化物を含む材料で形成することが好ましい。非磁性下地層 140 の Cr 含有量は、25 原子% ~ 50 原子% であることが好ましい。非磁性下地層 140 に含まれる酸化物としては、例えば Cr、Si、Ta、Al、Ti、Mg、Co などの酸化物を用いることが好ましく、特に TiO<sub>2</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub> などを用いることが好ましい。非磁性下地層 140 に含まれる酸化物の含有量は、磁性粒子を構成する、例えば Co、Cr、Pt などの合金を 1 つの化合物として算出した mol 総量に対して、3 mol % 以上、且つ、18 mol % 以下であることが好ましい。

【0082】

本実施形態における垂直記録層 150 は、非磁性下地層 140 の上に形成される第 1 磁性層 151 と、第 1 磁性層 151 の上に形成される第 1 非磁性層 152 と、第 1 非磁性層 152 の上に形成される第 2 磁性層 153 と、第 2 磁性層 153 の上に形成される第 2 非磁性層 154 と、第 2 非磁性層 154 の上に形成される第 3 磁性層 155 とを有する。すなわち、垂直記録層 150 では、第 1 磁性層 151 と第 2 磁性層 153 により第 1 非磁性層 152 を挟み、第 2 磁性層 153 と第 3 磁性層 155 により第 2 非磁性層 154 を挟む構成を有する。

40

【0083】

第 1 磁性層 151、第 2 磁性層 153 及び第 3 磁性層 155 は、磁気ヘッド 3 から供給される磁気エネルギーによって垂直記録層 150 の厚さ方向に磁化の向きを反転させ、その磁化の状態を維持することでデータを記憶するために設けられている。なお、これらの

50

第1磁性層151、第2磁性層153及び第3磁性層155が、本実施形態における磁性層に対応する。

【0084】

第1磁性層151、第2磁性層153及び第3磁性層155は、Coを主成分とする金属の磁性粒子と非磁性の酸化物とを含み、磁性粒子を酸化物で囲んだグラニユラ型構造を有することが好ましい。

【0085】

第1磁性層151、第2磁性層153及び第3磁性層155を形成する酸化物は、例えばCr、Si、Ta、Al、Ti、Mg、Coなどであることが好ましく、特にTiO<sub>2</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>などであることが好ましい。また、垂直記録層150の中で最下層となる第1磁性層151は、2種類以上の酸化物で形成された複合酸化物を含むことが好ましく、特にCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>などを含むことが好ましい。

10

【0086】

また、第1磁性層151、第2磁性層153及び第3磁性層155を形成する磁性粒子に適した材料は、例えば、90(Co14Cr18Pt)-10(SiO<sub>2</sub>){Cr含有量14原子%、Pt含有量18原子%、残部Coからなる磁性粒子を1つの化合物として算出したモル濃度が90mol%、SiO<sub>2</sub>からなる酸化物組成が10mol%}、92(Co10Cr16Pt)-8(SiO<sub>2</sub>)、94(Co8Cr14Pt4Nb)-6(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)の他、(CoCrPt)-(Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、(CoCrPt)-(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)-(TiO<sub>2</sub>)、(CoCrPt)-(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)-(SiO<sub>2</sub>)、(CoCrPt)-(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)-(SiO<sub>2</sub>)-(TiO<sub>2</sub>)、(CoCrPtMo)-(TiO<sub>2</sub>)、(CoCrPtW)-(TiO<sub>2</sub>)、(CoCrPtB)-(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、(CoCrPtTaNd)-(MgO)、(CoCrPtBCu)-(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、(CoCrPtRu)-(SiO<sub>2</sub>)などの組成物を含む。

20

【0087】

第1非磁性層152及び第2非磁性層154は、垂直記録層150を形成する第1磁性層151、第2磁性層153及び第3磁性層155の各磁性層での磁化反転を容易とし、磁性粒子全体での磁化反転の分散を小さくすることで、ノイズを低減するために設けられている。本実施形態において、第1非磁性層152及び第2非磁性層154は、例えばRu及びCoを含むことが好ましい。

30

【0088】

なお、図2に示す例では、垂直記録層150を形成する磁性層が3層構造(第1磁性層151、第2磁性層153及び第3磁性層155)を有するが、垂直記録層150は3層構造に限定されるものではなく、4層以上の多層構造を有しても良い。また、この例では、垂直記録層150を形成する各磁性層(第1磁性層151、第2磁性層153及び第3磁性層155)の間に非磁性層(第1非磁性層152及び第2非磁性層154)を設けているが、垂直記録層150を形成する磁性層はこのような構成に限点されるものではなく、例えば異なる組成を有する2つの磁性層を重ねて配置する構成を有しても良い。

40

【0089】

保護層160は、垂直記録層150の腐食を抑制すると共に、磁気ヘッド3が磁気記録媒体1に接触したときに、磁気記録媒体1の表面の損傷を防いで保護するため、また磁気記録媒体1の耐食性を高めるために設けられている。

【0090】

保護層160は、周知の保護層材料で形成可能であり、例えばC、SiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>を含む。保護層160は、Cで形成することが好ましく、特にアモルファス状の硬質炭素膜やダイヤモンド・ライク・カーボン(DLC: Diamond Like Carbon)で形成することが、保護層160の硬度を保ち、且つ、薄層化を図るという観点から好ましい。さらに、保護層160の厚みは、1nm~10nmとすることが、図3と共に後述する磁気記憶装置において磁気ヘッド3と磁気記録媒体1との距離を短くすることができ、高記録密度の

50

点から好ましい。

【0091】

潤滑層170は、磁気ヘッド3が磁気記録媒体1に接触したときに磁気ヘッド3及び磁気記録媒体1の表面の摩耗を抑制し、磁気記録媒体1の耐食性を高めるために設けられている。潤滑層170は、周知の潤滑層材料で形成可能であり、例えばパーフルオロポリエーテル、フッ素化アルコール、フッ素化カルボン酸などの潤滑剤で形成することが好ましい。潤滑層170の厚さは、1nm~2nmとすることが、図3と共に後述する磁気記憶装置において磁気ヘッド3と磁気記録媒体1との距離を短くすることができ、高記録密度の点から好ましい。

【0092】

ペーパールプロセスによる潤滑層170の成膜では、上記の潤滑剤を90~150で加熱し、潤滑剤の蒸気を反応容器内に導入し、反応容器内の圧力を10Pa程度とし、この反応容器内への被積層体の露出時間を10秒程度とすることで、保護層160の表面に1nm程度の潤滑層170を形成することができる。

【0093】

図3は、本実施形態において製造された磁気記録媒体1を備えた磁気記憶装置の構成の一例を示す斜視図である。

【0094】

磁気記憶装置50は、データを磁気的に記録する磁気記録媒体1と、磁気記録媒体1を回転駆動させる回転駆動部2と、磁気記録媒体1にデータを書き込むと共に磁気記録媒体1に記録されたデータを読み取る磁気ヘッド3と、磁気ヘッド3を搭載するキャリッジ4と、キャリッジ4を介して磁気記録媒体1に対して磁気ヘッド3を相対移動させるヘッド駆動部5と、外部から入力された情報を処理して得られた記録信号を磁気ヘッド3に出力し、磁気ヘッド3からの再生信号を処理して得られた情報を外部に出力する信号処理部6とを有する。

【0095】

図3に示す例では、磁気記録媒体1は円盤形状を有する磁気ディスクである。磁気ディスクは、少なくとも一方の面にデータを記録するための磁気記録層が形成されており、図2に示すように両面に磁気記録層が形成されていても良い。また、図3に示す例では、1台の磁気記憶装置50に複数(この例では3枚)の磁気記録媒体1が取り付けられているが、磁気記録媒体1の枚数は1以上であれば良い。

【0096】

以上、磁気記録媒体の製造方法及び装置を実施形態により説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変形及び改良が可能であることは言うまでもない。

【実施例】

【0097】

(実施例1)

図1の製造装置を用いて磁気記録媒体を製造した。まず、洗浄済みのガラス基板(コニカミノルタ社製、外形2.5インチ)を、図1に示す製造装置のエアロックチャンバ12に収容し、その後、真空ロボット111を用いてキャリア925に載置し、この基板表面に積層膜を形成した。なお、成膜チャンバ内の到達真空度(ベースプレッシャ)は $1 \times 10^{-5}$  Paであった。

【0098】

次に、このガラス基板の上に、処理チャンバ905内で1Paのアルゴンガス圧で、60Cr-50Tiターゲットを用いて密着層を10nmの膜厚で成膜した。また、この密着層の上に、処理チャンバ906内で1Paのアルゴンガス圧で、46Fe-46Co-5Zr-3B{Fe含有量46原子%、Co含有量46原子%、Zr含有量5原子%、B含有量3原子%}のターゲットを用いて100以下の基板温度で、第1の軟磁性層を34nmの膜厚で成膜した。また、この第1の軟磁性層の上に、処理チャンバ908内でR

10

20

30

40

50

u層を0.76nmの膜厚で成膜した。さらに、このRu層の上に、処理チャンバ909内で46Fe-46Co-5Zr-3Bの第2の軟磁性層を34nmの膜厚で成膜した。Ru層を挟む第1及び第2の軟磁性層を、軟磁性下地層として形成した。

【0099】

次に、軟磁性下地層の上に、処理チャンバ910内で1Paのアルゴンガス圧で、Ni-6W{W含有量6原子%、残部Ni}ターゲットを用いて第1の下地層を5nmの膜厚で成膜し、処理チャンバ911内でRuターゲットを用いて第2の下地層を10nmの膜厚で成膜し、処理チャンバ912内でRuターゲットを用いて8Paのアルゴンガス圧で、第3の下地層を10nmの膜厚で成膜して、3層構造の下地層を形成した。

【0100】

次に、3層構造の下地層の上に、1Paのアルゴンガス圧で、処理チャンバ913内でCo6Cr16Pt6Ru-4SiO<sub>2</sub>-3Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-2TiO<sub>2</sub>層を6nmの膜厚で成膜し、処理チャンバ915内でCo11-5Cr13Pt10Ru-4SiO<sub>2</sub>-3Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-2TiO<sub>2</sub>層を6nmの膜厚で成膜し、処理チャンバ916内でCo15Cr16Pt6B層を3nmの膜厚で成膜し、多層構造の磁性層を形成した。

【0101】

次に、イオンビーム法により、処理チャンバ918, 919内で炭素保護層を2.5nmの膜厚で成膜し、被積層体(または、磁気記録媒体)を得た。なお、処理チャンバ918, 919のベースプレッシャは $1 \times 10^{-5}$  Pa、プロセスガスには水素ガスに4%のメタンを混合させた混合ガスを使用し、ガス圧(P1)は8Paとした。なお、チャンバ920, 921は予備チャンバとして使用し、プロセスガスは流さず、ベースプレッシャは $1 \times 10^{-5}$  Paとした。

【0102】

成膜後の被積層体は、真空ロボット112によりキャリア925から取り外され、エアロックチャンバ13を介して真空ロボット941によってペーパールブ成膜装置102内に搬入した。ペーパールブ成膜装置102を構成する隔離チャンバ943、ペーパールブプロセスチャンバ944、エアロックチャンバ945、及び戻り経路チャンバ947のベースプレッシャは $1 \times 10^{-5}$  Paとし、隔離チャンバ943内にはアルゴンガスを50Paで流し(ガス圧:P3)、ペーパールブプロセスチャンバ944内にはパーフルオロポリエーテルのガスを20Paで流し(ガス圧:P2)、エアロックチャンバ945及び戻り経路チャンバ947にはプロセスガスは流さなかった。そして、ペーパールブ成膜装置102によって被積層体の表面にパーフルオロポリエーテルの潤滑層を厚さ15オングストローム( )の膜厚で形成した。

【0103】

潤滑層を形成した被積層体(または、磁気記録媒体)は、ロボット946を用いて製造装置外の大気中に取り出した。

上記の方法で1万枚の磁気記録媒体の製造を行い、1万枚目の磁気記録媒体について、潤滑層の膜厚のばらつき、記録再生特性(S/N比:Signal-to-Noise Ratio)、及び上書き(OW:Over-Write)特性の評価を行った。実施例1の評価結果を表1に示す。

【0104】

10

20

30

40

【表 1】

	P1(Pa)	P2(Pa)	P3(Pa)	潤滑層厚のばらつき(±Å)	S/N(dB)	OW(dB)
実施例1	8	20	50	0.5	25.3	39.2
比較例1	8	20	15	0.4	24.8	37.9
比較例2	8	20	5	0.5	24.6	37.2
比較例3	8	20	0.01	0.8	23.8	36.4
実施例2	8	20	100	1.1	25.1	39.1

なお、潤滑層の膜厚のばらつきについては、磁気記録媒体の表面の20箇所の潤滑層の膜厚をフーリエ変換赤外分光光度計(F T - I R : Fourier Transform-Infra-Red Spectrometer)で測定し、平均値に対する変位を評価した。記録再生特性の評価については、記録部にシングルポール磁極、再生部にGMR素子を備えた磁気ヘッドを用いて、記録周波数条件を線記録密度1000kFCIとして測定した。

## 【0105】

一方、上書き(OW)特性の評価については、磁気記録媒体に500kFCIの信号を書いた上に67kFCIの信号を上書きした後の、最初に書いた信号の残り成分を測定することで評価した。

(実施例2及び比較例1~3)

実施例1と同様の製造工程において、ガス圧P1, P2, P3を表1のように変化させて磁気記録媒体を製造し、潤滑層の膜厚のばらつき、記録再生特性(S/N比)、及び上書き(OW)特性の評価を行った。比較例1~3及び実施例2の評価結果を表1に示す。

## 【0106】

表1に示す比較例1~3のように、P3 < P2の場合、ベーパープロセスチャンバ内の潤滑剤ガスが磁性層等の成膜チャンバ内に流れ込み、これにより磁気記録媒体を構成する積層膜の膜質が悪化し、記録再生特性(S/N比)、及び上書き(OW)特性を含む磁気記録媒体の電磁変換特性が悪化した。また、比較例3及び実施例2のようにガスP2とガスP3との差圧が大きくなると潤滑層厚のばらつきが大きくなる傾向が見られた。これは、ベーパープロセスチャンバと隔離チャンバ間のゲートバルブを開ける際に、ベーパープロセスチャンバ内への隔離チャンバのアルゴンガスの流れ込み、または、ベーパープロセスチャンバ内の潤滑剤ガスが隔離チャンバ方向に流れ出しにより、ベーパープロセスチャンバ内の潤滑剤ガス圧が変動して、潤滑層厚のばらつきが生じたものと考えられる。なお、比較例3及び実施例2は共に、潤滑層の膜厚のばらつき量が磁気記録媒体として許容する範囲内であった。すなわち、実施例1, 2のように、本発明の一実施形態の製造方法で製造した磁気記録媒体は、表1からもわかるように、電磁変換特性に優れると共に潤滑層の膜厚のばらつきが少ないことが確認された。

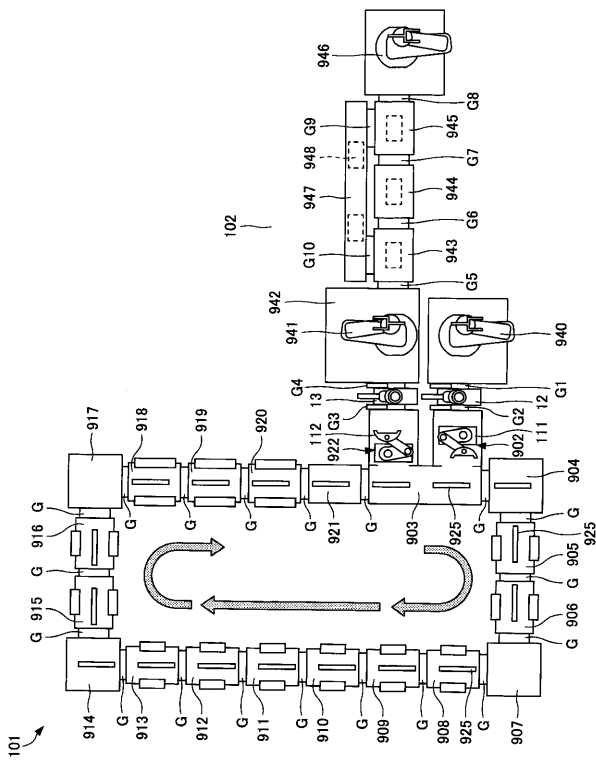
## 【符号の説明】

## 【0107】

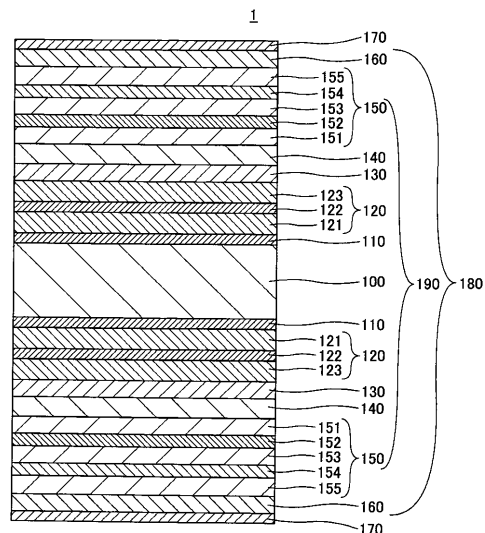
- 1 磁気記録媒体
- 100 基板
- 101 成膜装置
- 110 密着層
- 111, 112, 940, 942, 946 □ポット
- 120 軟磁性下地層

- 130 配向制御層
- 140 非磁性下地層
- 150 垂直記録層
- 160 保護層
- 170 潤滑層
- 903 基板装脱着用チャンバ
- 904, 907, 914, 917 コーナーチャンバ
- 905, 906, 908~913, 915, 916, 918~920 処理チャンバ
- 921 予備チャンバ
- G, G1~G10 ゲートバルブ

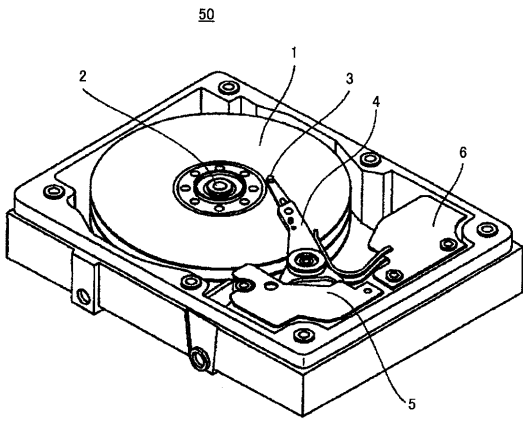
【図1】



【図2】



【 図 3 】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 上野 諭  
千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和電工エレクトロニクス株式会社内
- (72)発明者 太田 一郎  
千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和電工エレクトロニクス株式会社内
- (72)発明者 岡部 健彦  
千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和電工エレクトロニクス株式会社内
- Fターム(参考) 5D112 AA07 AA24 FA02 FB19 FB20