

明 細 書

発明の名称： イオン注入装置

技術分野

[0001] 本発明はイオン注入装置に関する。

背景技術

[0002] ハードディスク磁気記録媒体には、DTR (Discrete Track Recording media) や、BPM (Bit Patterned Media) が知られており、特に、複数の磁性膜がピット状に分散したBPMは、次世代の高密度記録媒体として期待されている。

[0003] このような磁気記録媒体の磁性膜は、これまでパターニングにより形成されていた。磁気記録媒体は記録再生の際、磁気ヘッドが磁気記録媒体の表面を浮上するために、表面平滑性が求められている。そのため、パターニング後に、磁性膜間を非磁性材料で埋める平滑化工程が必要である。

[0004] 平滑化の工程を無くし、工程を簡素化するため、磁性膜上にレジスト層を配置した処理対象物に、加速装置で加速した処理ガスイオン（イオンビーム）を照射する方法が公知である（下記特許文献1、2を参照）。

[0005] 磁性膜のうち、レジスト層で覆われた部分は保護され、非磁性化されないが、レジスト層が配置されない、またはレジスト層で薄く覆われた処理部には処理ガスの構成原子である目的原子が磁性膜中に注入され、非磁性化される。従って、磁性膜には、レジスト層の開孔パターンに沿って、非磁性化された部分が形成される。磁性が残った部分（磁性部）が非磁性化された部分で分離され、分離された磁性部は、情報の記憶／読み出しが行われる記録領域となる。

特許文献1：特開2002-288813号公報

特許文献2：特開2008-77756号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0006] 過剰にイオンを注入すると、被照射物の温度が上昇し、磁性特性が劣化して、磁性を残すべき記憶領域も非磁性化されてしまう。従って、イオン注入量を測りながら非磁性化処理を行い、注入量が予め設定した量になったら非磁性化処理を終了する。
- [0007] 従来、イオン注入量の測定はファラデーカップを用いていた。ファラデーカップは、電氣的に絶縁された導電性の容器であって、容器開口をイオン照射装置に向けて配置される。
- [0008] イオンは正又は負に帯電した電荷粒子であるから、容器にイオンが入射すると、ファラデーカップに電流が流れる。ファラデーカップに流れる電流を測定し、その測定値と、イオン流入量の関係とを求めておけば、電流計の電流値から、イオン注入量が算出できる。
- [0009] しかしながら、ファラデーカップの電流値から算出されるイオン注入量は、処理対象物に実際に注入されたイオン注入量よりも小さくなっており、ファラデーカップの電流値の注入量に従って注入する、過剰注入（オーバードース）が発生してしまう。

課題を解決するための手段

- [0010] イオン照射は真空雰囲気中で行われるが、イオン照射装置から注入する物質を含む処理ガスのイオンが処理対象物に照射されると、処理対象物から放出ガスが放出され、ファラデーカップ周囲の圧力が高くなる。
- 圧力が高くなると、処理ガスのイオンは放出ガスや他のイオンと衝突し、一部は中性化する。処理ガスのイオンは中性化される前に加速装置で加速されているから、処理ガスのイオンが中性化した中性化粒子は、ある程度加速エネルギーを持った状態で処理対象物に照射され、処理ガスの構成原子が注入される。
- [0011] 従って、処理対象物には、処理ガスイオンの構成原子だけでなく、中性化粒子の構成原子も注入される。しかし、中性化粒子がファラデーカップに入射しても、ファラデーカップに電流が流れないから、ファラデーカップの電流値から算出されるイオン注入量は、処理対象物に実際に注入されたイオン

注入量よりも小さくなり、過剰注入（オーバードース）の原因となることが判明した。

[0012] 上記課題を解決するために、本発明はイオン注入装置であって、真空槽と、前記真空槽内部にイオンを照射するイオン照射装置と、前記真空槽内部のイオンが照射される照射範囲で、処理対象物を保持する基板ホルダと、前記真空槽内部の前記照射範囲に配置された測定対象物と、前記測定対象物の温度を測定する温度測定装置とを有するイオン注入装置である。

本発明はイオン注入装置であって、前記温度測定装置に接続された制御装置を有し、前記制御装置には、前記測定対象物の温度と、前記処理対象物に注入される原子数との関係が記憶されたイオン注入装置である。

[0013] 本発明は上記のように構成されており、本発明に用いる処理対象物は、例えば、板状であって、両面が原子注入されるべき処理面になっている。

処理面に基板ホルダやセンサー等の他の部材が接触すると汚染の原因となるので、このような処理対象物では、側面等ごく限られた部分しか他の部材に接触することができず、センサーを取り付けることが困難である。

[0014] 測定対象物は処理対象物と接触しないように配置され、処理対象物の処理面が汚染されない。測定対象物と処理対象物は、両方ともイオンの照射範囲に配置されているから、処理対象物にイオンが照射されるときに、処理対象物と測定対象物の両方にイオンと中性粒子が入射して昇温する。

従って、測定対象物の温度と、処理対象物へ注入される原子数との関係を求めておけば、測定対象物の温度を測定することで、処理対象物にイオンの構成原子が注入された量を求めることができる。

発明の効果

[0015] 処理対象物へのイオン注入量が正確に求められる。非磁性化が正確に制御できるから、磁性膜の分離を正確に行い、信頼性の高い磁気記憶媒体を得ることができる。処理対象物にセンサー等を取り付ける必要が無いから、処理対象物が汚染されない。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明のイオン注入装置の一例を示す断面図

[図2] (a) ~ (c) : 磁気記録媒体の製造工程を示す断面図

符号の説明

[0017] 10……イオン注入装置 11……真空槽 12……イオン照射装置
15……イオン発生装置 20……加速装置 30……温度測定装置
31……測定対象物 34……制御装置 40……処理対象物

発明を実施するための最良の形態

[0018] 図1の符号10は本発明のイオン注入装置の一例を示している。

イオン注入装置10は、真空槽11と、イオン照射装置12とを有している。

イオン照射装置12はイオン発生装置15を有しており、イオン発生装置15は不図示の放出口を介して内部空間が真空槽11の内部空間に接続されている。真空槽11には真空排気系19が接続されている。真空排気系19により真空槽11内部を真空排気すると、イオン発生装置15内部も真空排気される。

[0019] イオン発生装置15にはガス供給系16が接続されており、ガス供給系16はN₂ガスのような処理ガスをイオン発生装置15内に供給する。

イオン発生装置15外部に高周波アンテナ17を設置し、これに通電すると、イオン発生装置15内で処理ガスがイオン化し、放出口から真空槽11内に放出される。

[0020] 真空槽11内部の放出口と対面する場所には加速装置20が配置されている。加速装置20は一又は複数の加速電極21a~21dを有しており、加速電極21a~21dは処理ガスイオンが放出される方向に沿って並べられている。

[0021] 加速電極21a~21dには貫通孔がそれぞれ形成されており、処理ガスイオンは、加速装置20の内部（各加速電極21a~21dの貫通孔と、加速電極21a~21d間の空間）を飛行する。即ち、処理ガスイオンは加速装置20の内部を飛行してから、真空槽11の内部に放出される。

- [0022] 加速電極 2 1 a ~ 2 1 d は加速電源 2 5 に接続されている。加速電源 2 5 は加速電極 2 1 a ~ 2 1 d 間に電位差が発生させる電圧を加速電圧として印加し、加速装置 2 0 内に加速電界を形成する。
- [0023] 処理ガスイオンは帯電しているから、加速電界が形成されると、イオン発生装置 1 5 から引き出され、加速装置 2 0 の内部を飛行する間に加速され、真空槽 1 1 内部の所定範囲に、加速された処理ガスイオンが照射される。
- [0024] 図 1 の符号 5 は加速された処理ガスイオンが照射される領域である照射範囲を示している。処理対象物 4 0 は、真空雰囲気を維持したまま真空槽 1 1 内部に搬入され、基板ホルダ 1 8 に保持された状態で、照射範囲 5 で静止、又は照射範囲 5 を通過する。
- [0025] 処理対象物 4 0 は、図 2 (a) に示すように、基板 4 1 と、基板 4 1 の表面及び裏面に配置された磁性膜 4 4 a、4 4 b とを有しており、全体の形状が板状になっている。なお、基板 4 1 と磁性膜 4 4 a、4 4 b の間には下地膜を設けてもよい。
- [0026] この処理対象物 4 0 は両面が処理面であり、各磁性膜 4 4 a、4 4 b 上に、直接、又は保護膜 4 6 a、4 6 b 等他の膜を介してレジスト 4 9 a、4 9 b が配置されている。
- [0027] 処理対象物 4 0 は、側面が基板ホルダ 1 8 に接触し、レジスト 4 9 a、4 9 b が配置された処理面が露出している。処理対象物 4 0 の少なくとも片面は、処理領域 5 でイオン照射装置 1 2 の加速装置 2 0 に向いている。
- [0028] 照射範囲 5 には、測定対象物 3 1 が基板ホルダ 1 8 や処理対象物 4 0 と離間して配置されている。測定対象物 3 1 は、例えばカーボン等の熱伝導性材料の板であって、表面がイオン照射装置 1 2 に向いている。
- 処理対象物 4 0 と測定対象物 3 1 とは、一方が他方に入射するイオンを遮る場所に位置することなく、イオン照射装置 1 2 から照射される処理ガスイオンは、処理対象物 4 0 と測定対象物 3 1 に入射する。
- [0029] 処理ガスイオンの照射により、照射範囲 5 は、処理対象物からの放出ガスにより、真空槽 1 1 内の他の領域よりも圧力が高くなり、処理ガスイオンと

の衝突や、処理ガスイオンとイオン化されなかった処理ガスの衝突が起こり、処理ガスイオンの一部が中性化する。

[0030] 従って、処理対象物 40 と測定対象物 31 には、処理ガスイオンと、処理ガスイオンが中性化した中性化粒子が入射し、処理ガスイオンの構成原子と中性化粒子の構成原子が注入される。

測定対象物 31 は構成原子が注入されると昇温する。測定対象物 31 には温度測定装置 30 が接続されている。

[0031] 温度測定装置 30 は、センサー 33 と、温度検出装置 32 とを有している。センサー 33 は測定対象物 31 に埋設されて、測定対象物 31 と接触している。

センサー 33 は温度検出装置 32 に接続されており、センサー 33 は測定対象物 31 の温度を電気信号として温度検出装置 32 へ伝送し、温度検出装置 32 はその電気信号に基づいて測定対象物 31 の温度を求める。温度検出装置 32 は制御装置 34 に接続されており、測定対象物 31 の温度情報は制御装置 34 に伝送される。

[0032] 処理対象物 40 に注入される原子数が多いと、測定対象物 31 に注入される原子数も多く、測定対象物 31 は高温になる。また、加速装置 20 に印加する加速電圧が大きく、加速エネルギーが高くなると、測定対象物 31 に注入される原子数が同じであっても、測定対象物 31 は高温になる。

[0033] 照射範囲 5 には、導電性の容器（ファラデーカップ 35）が配置されており、ファラデーカップ 35 は電流計 36 に接続されている。加速装置 20 の加速電圧毎に、測定対象物 31 の温度と、ファラデーカップ 35 の電流と、処理対象物 40 に注入される注入原子数との関係が求められている。

[0034] 制御装置 34 には、実際に使用される加速電圧と、その加速電圧における、温度と注入原子数との関係が設定されている。制御装置 34 は、温度測定装置 30 が測定した温度を、設定された温度と注入原子数との関係に照らし合わせ、処理対象物 40 に注入された原子数（例えば単位面積当たりの原子数）を求める。

[0035] 処理対象物 40 に注入すべき原子数は予め決まっている。例えば、図 2 (a) の処理対象物 40 では、注入すべき原子数は、磁性膜 44 a、44 b のうち、レジスト 49 a、49 b の薄膜部 48 a、48 b が位置する部分を非磁性化し、厚膜部 47 a、47 b が位置する部分の磁性が残るような原子数である。

[0036] 制御装置 34 には決められた原子数が設定され、測定対象物 31 の温度から求めた原子数が、決められた原子数に達したら、制御装置 34 は加速電源 25 を停止するか、不図示のシャッターを閉じて、処理対象物 40 と測定対象物 31 への処理ガスイオンの照射を停止する。

[0037] 処理対象物 40 に注入される原子数は決められた量になり、過剰注入が起こらないから、磁性膜 44 a の薄膜部 48 a が配置された部分は非磁性化されて非磁性部 52 a となるが、厚膜部 47 a が配置された部分は非磁性化されずに磁性が残り、非磁性部 52 a で複数に分離されて記憶領域 51 a となる (図 2 (b))。

[0038] 次に、同じ真空槽 11 内部で処理対象物 40 の向きを変えるか、処理対象物 40 を図 1 と同じ構造を持つ別のイオン注入装置に搬入して、処理対象物 40 の非磁性化処理が終了した面とは反対側の面をイオン照射装置 12 に向ける。

先に行った非磁性化と同様に、測定対象物 31 の温度から処理対象物 40 に注入される原子数を求め、決められた原子数に達したら処理ガスイオンの照射を停止すると、厚膜部 47 b と薄膜部 48 b とが配置された部分で、図 2 (c) に示すように、記憶領域 51 b と非磁性部 52 b とがそれぞれ形成される。

[0039] 但し、図 2 (c) は、処理対象物 40 の両面の非磁性化を終了後、レジスト 49 a、49 b を剥離した磁気記録媒体 50 を示している。

非磁性化処理の際に過剰注入が起こらないから、記憶領域 51 a、51 b が狭くならず、磁気記録媒体 50 の信頼性は高い。

[0040] 以上は、処理対象物 40 を片面ずつ原子注入する場合について説明したが

、本発明はこれに限定されるものではない。

真空槽 11 にイオン照射装置 12 を複数接続し、同じ照射範囲に処理ガスイオンを照射し、処理対象物 40 の両面に処理ガスイオンを照射してもよい。処理ガスイオンの照射は片面ずつ行ってもよし、両面同時に行っても良い。

[0041] この場合、同じ測定対象物 31 の温度測定結果から、処理対象物 40 両面の注入原子数を求めてもよいし、処理対象物 40 の表面用と裏面用に、別々の測定対象物 31 を設け、表面用の測定対象物 31 から処理対象物 40 表面のイオン注入量を求め、裏面用の測定対象物 31 から処理対象物 40 裏面のイオン注入量を求めてもよい。

[0042] 処理ガスの種類は特に限定されず、その構成原子は、例えば、O、N、B、P、F、H、C、Kr、Ar、Xe の群から選ばれる何れか 1 種以上であることが好ましく、より好ましくは、O、N、B、P、Si、F、H、C の群から選ばれる何れか一種以上であり、若しくは、Si、In、Ge、Bi、Kr、Xe、W の群から選ばれる何れか一種以上であり、更に好ましくは、Si 又は Kr である。また、これらの原子は、2 種類以上注入してもよい。処理対象物 40 の表面と裏面で、非磁性化の処理ガスの種類を変えてもよい。

[0043] 磁性膜 44 は特に限定されないが、Fe、Co、Ni 等の磁性材料を用いることができる。具体的には、Co/Pd、Co/Pt、Fe/Pd、Fe/Pt 等の人工格子膜又は CoCrPt 合金等を用いることができる。

[0044] 保護膜 46 も特に限定されないが、例えば、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）等の炭素、水素化炭素、窒素化炭素、炭化ケイ素（SiC）、SiO₂、Zr₂O₃、TiN とからなる群より選択されるいずれか一種以上の保護材料で構成することができる。

[0045] レジスト 49a、49b は特に限定されないが、一例を述べると樹脂等の有機物であり、スタンプ等の金型や、フォトリソグラフィー法により、所定形状の厚膜部 47a、47b と薄膜部 48a、48b とを形成する。

基板 4 1 は非磁性基板であれば特に限定されず、例えば、ガラス基板、樹脂基板、セラミック基板、アルミニウム基板等を用いる。

[0046] 本発明のイオン注入装置 1 0 は、磁性膜の一部を非磁性化させ、複数の磁性部を分離させる磁気記録媒体の製造方法に広く適用可能であり、具体的には、DTR (Discrete Track Recording Media) や、BPM (Bit Patterned Media) 等の種々の磁気記録媒体の製造に用いることができる。

[0047] しかし、本発明のイオン注入装置 1 0 の用途は、磁気記録媒体 5 0 の製造だけに限定されない。アッシング、イオン注入、エッチング等、種々のイオン処理に用いることが可能であり、特に、両面をイオン処理するものであって、側面等の狭い範囲だけが、基板ホルダ 1 8 等の他の部材に接触可能なものに適している。

[0048] 測定対象物 3 1 の形状や材質は特に限定されないが、カーボン等の熱伝導物質で構成すれば、測定対象物 3 1 全体が昇温するから、センサーを処理ガスイオンが直接照射されない位置に設けても、測定対象物 3 1 の温度を正確に測定できる。センサーを処理ガスイオンに直接照射されないようにすれば、センサーの寿命が長くなる。

[0049] 測定対象物 3 1 と処理対象物 4 0 には同時に処理ガスイオンを照射してもよいし、処理ガスイオンのビームの照射位置を移動させて、測定対象物 3 1 と処理対象物 4 0 に、交互に又は順番に処理ガスイオンを照射してもよい。

[0050] 測定対象物 3 1 に入射する処理ガスイオンと中性化粒子の比率と、処理対象物 4 0 に入射する処理ガスイオンと中性化粒子の比率が等しくなるように、測定対象物 3 1 を処理対象物 4 0 に接近させておけば、測定対象物 3 1 の温度によって検出する処理対象物 4 0 の注入原子数と、実際に注入された注入原子数との間の測定誤差が小さくなる。

請求の範囲

- [請求項1] 真空槽と、
 前記真空槽内部にイオンを照射するイオン照射装置と、
 前記真空槽内部のイオンが照射される照射範囲で、処理対象物を保持する基板ホルダと、
 前記真空槽内部の前記照射範囲に配置された測定対象物と、
 前記測定対象物の温度を測定する温度測定装置とを有するイオン注入装置。
- [請求項2] 前記温度測定装置に接続された制御装置を有し、
 前記制御装置には、前記測定対象物の温度と、前記処理対象物に注入される原子数との関係が記憶された請求項1記載のイオン注入装置。