(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4319060号
(P4319060)

(45)発行日　平成21年8月26日(2009.8.26)　(24)登録日　平成21年6月5日(2009.6.5)

(51)Int.Cl.		F I		
H01F 41/14	(2006.01)	H01F	41/14	
G11B 5/84	(2006.01)	G11B	5/84	Z
G11B 5/851	(2006.01)	G11B	5/851	
H01F 10/16	(2006.01)	H01F	10/16	

請求項の数 7　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2004-36208(P2004-36208)
(22)出願日　平成16年2月13日(2004.2.13)
(65)公開番号　特開2005-228913(P2005-228913A)
(43)公開日　平成17年8月25日(2005.8.25)
審査請求日　平成19年2月9日(2007.2.9)

(73)特許権者　000003067
ＴＤＫ株式会社
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号
(74)代理人　100117226
弁理士　吉村　俊一
(72)発明者　青山　勉
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号　ＴＤＫ株式会社内
(72)発明者　石尾　俊二
秋田県秋田市下北手松崎字大巻２６－２３９
(72)発明者　伊藤　弘高
秋田県秋田市手形山崎町１０－２７　第一キャンパスマンション２０１号

最終頁に続く

(54)【発明の名称】磁性膜の形成方法、磁性パターンの形成方法及び磁気記録媒体の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方と、Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方とを主成分とする薄膜にＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンを局所的に注入した後に熱処理することを特徴とする磁性膜の形成方法。

【請求項２】

前記熱処理後のＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入されていない部分が、ＣｕＡｕＩ型規則構造であることを特徴とする請求項１に記載の磁性膜の形成方法。

【請求項３】

前記薄膜が、前記Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方を主成分とする膜と、前記Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方を主成分とする膜とを積層した薄膜であることを特徴とする請求項１又は２に記載の磁性膜の形成方法。

【請求項４】

前記薄膜が、前記Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方と前記Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方とが膜厚方向において組成が変調した組成変調膜であることを特徴とする請求項１又は２に記載の磁性膜の形成方法。

【請求項５】

Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方と、Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方とを主成分とする薄膜の所定の箇所にマスクを用いてＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンを注

入した後に熱処理することを特徴とする磁性パターンの形成方法。
【請求項６】
非磁性基板と、当該非磁性基板上に設けられる磁性膜とを少なくとも有する磁気記録媒体の製造方法であって、
前記磁性膜が、Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方と、Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方とを主成分とする薄膜にＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンを局所的に注入した後に熱処理してなることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
【請求項７】
前記Ｎｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンの局所的な注入がマスクを用いて行われることを特徴とする請求項６に記載の磁気記録媒体の製造方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、磁性膜の形成方法、磁性パターンの形成方法及び磁気記録媒体の製造方法に関し、さらに詳しくは、記録部と非記録部とからなる磁性膜を記録パターンに従って加工することができる磁性膜の形成方法等に関するものである。

【背景技術】
【０００２】
ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）は、データの高速アクセス及び高速転送が可能な大容量の記憶装置として、コンピュータの発展と共に著しい性能向上を続けている。特にこの１０年間では年率６０％～１００％で面記録密度が向上しており、記録密度のさらなる向上が求められている。
【０００３】
ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）の記録密度を向上させるためには、トラック幅の縮小又は記録ビット長の短縮が必要である。しかし、トラック幅を縮小させると、隣接するトラック同士が干渉し易くなるという問題がある。すなわち、トラック幅の縮小は、記録時においては磁気記録情報が隣接するトラックに重ね書きされ易いという問題や、再生時においては隣接するトラックからの漏洩磁界によるクロストークの問題が起き易いという問題を生じさせる。これらの問題は、いずれも再生信号のＳ／Ｎ比の低下を招き、エラーレートが劣化するという問題を引き起こす要因となる。
【０００４】
こうした問題に対し、隣接するトラック間の影響を低減し、かつ、高いトラック密度を実現する方法として、ディスクリートトラック型の磁気記録媒体（以下、ディスクリートトラック媒体ともいう。）が提案されている。現在提案されているディスクリートトラック媒体は、記録部である磁性膜のトラックの間（ガードバンド）に溝を設けることにより各トラックを隣接するトラックから磁気的に分離したものである。しかし、この方法では、トラック間に物理的な溝が存在するために、磁気記録媒体上での磁気ヘッドの安定な浮上を実現することが困難である。
【０００５】
一方、トラック間の溝に非磁性物質を充填した後に平坦化加工することにより、磁気記録媒体上での磁気ヘッドの浮上特性を安定なものとすることができるが、製造プロセスが複雑になり、製造コストが増大するという問題が生じる。
【０００６】
これらの問題を回避するための方法として、イオンを磁性膜に照射して局所的に磁気特性を改質する加工方法が検討されている（例えば、特許文献１，２を参照）。特許文献１に記載の方法は、軽イオンを積層膜に照射し、その衝撃により積層膜界面の原子をミキシングすることにより、照射部の磁気特性を改質する方法である。また、特許文献２に記載の方法は、イオンビームを照射することによる局所的な発熱を利用して照射部の磁気特性

を改質する方法である。
【特許文献１】特表２００２－５０１３００号公報
【特許文献２】特開２００３－２２５２５号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
本発明は、上述した従来の問題を回避するための新たな手段を提供するものであって、その第１の目的は、保磁力が異なる部分を有する磁性膜を形成することができる磁性膜の形成方法を提供することにある。また、本発明の第２の目的は、そうした方法を利用した磁性パターンの形成方法を提供することにあり、本発明の第３の目的は、そうした方法を利用した磁気記録媒体の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】
【０００８】
前記第１の目的を達成する本発明の磁性膜の形成方法は、Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方と、Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方とを主成分とする薄膜にＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンを局所的に注入した後に熱処理することを特徴とする。

【０００９】
この発明によれば、Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方とＰｄ及びＰｔの少なくとも一方とを主成分とする膜のうちのＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入されていない部分においては、熱処理によりＣｕＡｕＩ型規則構造からなる磁性膜となって極めて高い磁気異方性を有することになる。一方、Ｎｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが局所的に注入された部分においては、熱処理しても高い磁気異方性を有するＣｕＡｕＩ型規則構造に十分に変化せずに低い保磁力を示すこととなる。すなわち、熱処理時においてはＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種がＣｕＡｕＩ型規則構造への変化を抑制させるように作用するので、その後の熱処理によりＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入された部分がＣｕＡｕＩ型規則構造へと十分に変化しない。

【００１０】
その結果、Ｎｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが局所的に注入されていない部分は、ＣｕＡｕＩ型規則構造に十分に変化して高い保磁力を示し、Ｎｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入された部分は、ＣｕＡｕＩ型規則構造に十分に変化せずに低い保磁力を示した磁性膜が形成されることになる。

【００１１】
したがって、本発明の磁性膜の形成方法によれば、Ｎｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入された部分とＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入されていない部分との間で保磁力が異なる磁性膜を形成することができる。このため、従来のような溝等を形成することなくディスクリートトラック媒体等を形成することができるので、実質的に表面凹凸のない磁性パターンを形成することができる。

【００１２】
本発明の磁性膜の形成方法において、前記熱処理後のＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入されていない部分がＣｕＡｕＩ型規則構造であることを特徴とする。この発明によれば、熱処理後のＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入されていない部分がＣｕＡｕＩ型規則構造であるので、極めて高い磁気異方性を示している。その結果、こうした高い磁気異方性を有する磁性膜は、記録磁化の熱安定性を向上させるという効果を奏する。

【００１３】
本発明の磁性膜の形成方法において、前記薄膜が、前記Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方を主成分とする膜と、前記Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方を主成分とする膜とを積層した薄膜であることが好ましい。
【００１４】
本発明の磁性膜の形成方法において、前記薄膜が、前記Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方と前記Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方とが膜厚方向において組成が変調した組成変調膜であることが好ましい。この発明によれば、薄膜が組成変調膜であると、熱処理時に界面拡散が起こることで拡散の活性化エネルギーが低下すると考えられるので、低い熱処理温度であっても薄膜をＣｕＡｕＩ型規則構造に変化させることができる。
【００１５】
前記第２の目的を達成する本発明の磁性パターンの形成方法は、Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方と、Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方とを主成分とする薄膜の所定の箇所にマスクを用いてＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンを注入した後に熱処理することを特徴とする。

【００１６】
この発明によれば、前記の磁性膜の形成方法の場合と同様に、Ｎｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが局所的に注入されていない部分は、ＣｕＡｕＩ型規則構造に十分に変化して高い保磁力を示し、Ｎｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入された部分は、保磁力が低くなる。したがって、本発明の磁性パターンの形成方法によれば、磁性パターンを備えたディスクリートトラック媒体等を、従来のような溝等を形成することなく形成することができるので、実質的に表面凹凸のない磁性パターンを形成することができる。

【００１７】
前記第３の目的を達成する本発明の磁気記録媒体の製造方法は、非磁性基板と、その非磁性基板上に設けられる磁性膜とを少なくとも有する磁気記録媒体の製造方法であって、前記磁性膜が、Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方と、Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方とを主成分とする薄膜にＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンを局所的に注入した後に熱処理してなることを特徴とする。
この発明によれば、所定の磁性パターンを備えたディスクリートトラック媒体等の磁気記録媒体を、従来のような溝等を形成することなく製造することができるので、実質的に表面凹凸のない磁気記録媒体を製造することができる。
本発明の磁気記録媒体の製造方法において、前記Ｎｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンの局所的な注入がマスクを用いて行われることを特徴とする。

【発明の効果】
【００２０】
以上のように、本発明の磁性膜の形成方法、磁性パターンの形成方法及び磁気記録媒体の製造方法によれば、Ｎｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入された部分の保磁力を低下させることができる。その結果、Ｎｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入されていない部分とＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入された部分との間で保磁力が異なる磁性膜を形成することができるので、例えばマスクを用いてＮｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンを所定の箇所に注入することにより、実質的に表面凹凸のない所望の磁性パターンを形成することができる。

【００２１】
特に、Ｎｂ及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入されていない箇所を同心円状のトラックパターンとしてディスク状の非磁性基板上に形成することにより、Ｎｂ

及びＡｌから選ばれる少なくとも１種のイオンが注入されていない部分である所定の磁性パターンを備えたディスクリートトラック媒体等の磁気記録媒体を、従来のような溝等を形成することなく製造することができる。こうして製造された磁気記録媒体は、実質的に表面凹凸がなく、製造コストも抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２２】

以下、本発明の磁性膜の形成方法、磁性パターンの形成方法及び磁気記録媒体の製造方法について、図面を参照しつつ順次説明する。なお、以下に説明する実施形態により本発明の範囲は制限されない。

【００２３】

（磁性膜の形成方法）

図１は、本発明の磁性膜の形成方法の一例を示す工程図である。図１（ａ）は積層された薄膜の断面形態を示しており、図１（ｂ）は薄膜にＮｂ、Ａｌ、Ｃｒ及びＭｏから選ばれる少なくとも１種のイオンを注入する工程の断面形態を示しており、図１（ｃ）は熱処理された結果として形成された本発明の磁性膜の断面形態を示している。図２は、図１（ｃ）に示す磁性膜において、基板と磁性膜との間に下地膜及び中間膜を設けた態様の一例を示す積層方向の断面図である。図３は、本発明の組成変調膜の成膜方法の一例を示す工程図である。

【００２４】

本発明の磁性膜の形成方法は、図１に示すように、基板１上に形成されたＦｅ及びＣｏのいずれか一方と、Ｐｄ及びＰｔのいずれか一方とを主成分とする薄膜４にＮｂ、Ａｌ、Ｃｒ及びＭｏから選ばれる少なくとも１種のイオン６を局所的に注入した後に熱処理することに特徴がある。

【００２５】

基板１としては、非磁性基板が使用され、例えば、一般に磁性膜の基板として使用されるアルミニウム合金基板、ガラス基板、シリコン基板等が挙げられる。

【００２６】

基板１上に形成される薄膜４は、Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方を主成分とする第１膜２と、Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方を主成分とする第２膜３とを交互に積層した積層薄膜でもよいし、Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方（図３ではＰｔ原子４１）とＦｅ及びＣｏの少なくとも一方（図３ではＦｅ原子４２）とを交互に堆積して成膜した組成変調膜でもよい。

【００２７】

薄膜４が積層薄膜である場合には、第１膜２は、Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方を主成分とする膜であれば特に限定されない。Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方としては、例えば、Ｐｄ、Ｐｔ、Ｐｄ－Ｐｔ等を好ましく挙げられ、特にＰｔが好ましい。また、第２膜３は、Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方を主成分とする膜であれば特に限定されない。Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方としては、例えば、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｆｅ－Ｃｏ等を好ましく挙げられ、特にＦｅが好ましい。

【００２８】

積層薄膜は、基板１上に設けられた後に熱処理されて磁気異方性の高いＰｔ－Ｆｅ、Ｐｔ－Ｃｏ、Ｐｔ－Ｃｏ－Ｆｅ等の磁性膜になることができる元素で第１膜２と第２膜３とが構成されていることが望ましく、特に第１膜２としてのＰｔ膜と、第２膜３としてのＦｅ膜とが積層された積層薄膜であることが望ましい。

【００２９】

積層薄膜の形成は、スパッタリング法等の各種の成膜手段により行うことができる。第１膜２と第２膜３との積層は、それぞれの成膜元素を有する各ターゲットを用い、各ターゲットを所定時間、所定電力でスパッタすることにより所望の組成からなる第１膜２と第２膜３とを成膜することができる。

【００３０】

薄膜４が組成変調膜である場合には、Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方とＰｄ及びＰｔの少なくとも一方との組成が変調している組成変調膜であれば特に限定されないが、例えば、図３に示すように、膜厚方向においてＦｅ及びＣｏの少なくとも一方とＰｄ及びＰｔの少なくとも一方との組成が変調している組成変調膜であることが望ましい。組成変調膜は、例えば、Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方とＰｄ及びＰｔの少なくとも一方との原子をそれぞれの厚さがその単原子層の厚さ以下となるように成膜レートを調整して堆積させた結果、成膜されたものである。なお、ここでいう「変調」とは、従来の単原子層を交互に積層した積層膜のように膜厚方向の各層の組成が単一の原子のみからなるのではなく、Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方とＰｄ及びＰｔの少なくとも一方とが、膜厚方向に異なる組成で連続的に変化している状態を表している。

【００３１】

組成変調膜は、例えば、ＰｔとＦｅとを交互に堆積させてＰｔの割合が多い部分とＦｅの割合が多い部分とが周期的に配置されている組成変調膜等を例示できる。

【００３２】

この例示された組成変調膜において、Ｐｔの割合が多い部分は、ＰｔとＦｅとの合計に対するＰｔの割合が５０原子％を超え、９０原子％以下であることが好ましく、６０原子％以上、９０原子％以下であることがより好ましい。Ｐｔの割合が多い部分をこうした割合の範囲となるように堆積させることにより、その後の熱処理により磁気異方性の高いＣｕＡｕＩ型規則構造からなる磁性膜を形成することができる。Ｐｔの割合が９０原子％を超える場合は、その後に熱処理しても磁気異方性の高いＣｕＡｕＩ型規則構造の磁性膜を形成することができないことがある。なお、Ｐｔの割合が５０原子％を超え、９０原子％以下である場合におけるＦｅの割合は、ＦｅとＰｔとの合計に対して５０原子％未満、１０原子％以上となる。

【００３３】

こうした組成変調膜としては、具体的には例えば、Ｐｔ原子とＦｅ原子との比率がそれぞれ３：１、１：１、１：３の３つの部分を１周期とした組成変調膜等が挙げられる。

【００３４】

この組成変調膜の成膜方法は、特に限定されず、例えば、図３に示すように、Ｐｔ原子とＦｅ原子とを用いた以下の方法等が挙げられる。

【００３５】

（１）非磁性基板１上にＰｔ単原子層を形成するために必要な量の７５％に相当するＰｔ原子４１をスパッタリング法などにより堆積させる。Ｐｔ原子４１は完全な単原子層を形成することができない７５％の量であるので、形成された第１部分は、図３（ａ）に示すように、２５％の欠陥を有したものとなる。

【００３６】

（２）次に、この第１部分の上にＦｅ単原子層を形成するために必要な量の７５％に相当するＦｅ原子４２をスパッタリング法などにより堆積させる。Ｆｅ原子４２は表面拡散の効果により、Ｆｅ原子４２の２５％が第１部分の欠陥を埋めながら、Ｆｅ原子４２の残りの５０％が第２部分を形成する。その結果、第１部分は、図３（ｂ）に示すように、ＰｔとＦｅとの比率が３：１となり、第２部分は、５０％の欠陥を有したものとなる。

【００３７】

（３）次に、第２部分の上にＰｔ単原子層を形成するために必要な量の７５％に相当するＰｔ原子４１をスパッタリング法などにより堆積させる。Ｐｔ原子４１は表面拡散の効果により、Ｐｔ原子４１の５０％が第２部分の欠陥を埋めながら、Ｐｔ原子４１の残りの２５％が第３部分を形成する。その結果、第２部分は、図３（ｃ）に示すように、ＰｔとＦｅとの比率が１：１となり、第３部分は、７５％の欠陥を有したものとなる。

【００３８】

（４）次に、第３部分の上にＦｅ単原子層を形成するために必要な量の７５％に相当するＦｅ原子４２をスパッタリング法などにより堆積させる。Ｆｅ原子４２は表面拡散の効果により、第３部分の欠陥を全て埋めるように堆積され、第３部分は、図３（ｄ）に示す

ように、ＰｔとＦｅとの比率が１：３となる。

【００３９】

このような（１）～（４）のステップにより形成された膜は、３つの部分（第１部分、第２部分、第３部分）を１周期とし、Ｐｔ原子とＦｅ原子との比率がそれぞれ３：１、１：１、１：３と各部分で異なる組成変調構造の膜となる。このような組成変調膜は、単原子層を交互に積層した積層膜に比べ、組成比の周期的なずれによる歪を有しているため、Ｐｔ原子４１とＦｅ原子４２との相互拡散が起こり易く、より低いエネルギーでＣｕＡｕＩ型規則構造が得られると考えられる。

【００４０】

薄膜４は、例えば、厚さ（総厚のことをいう。）が３ｎｍ～３０ｎｍとなるまで成膜される。薄膜４の厚さが３ｎｍ未満では、その後の熱処理により磁気異方性の高いＣｕＡｕＩ型規則構造からなる磁性膜を形成することができないことがあり、薄膜４の厚さが３０ｎｍを超えると、その後の熱処理時に粒成長が著しくなり、その結果、例えば得られた磁性膜を磁気記録媒体に適用した場合には媒体ノイズが増大するという悪影響が生じることがある。薄膜４が積層薄膜である場合には、第１膜２の厚さと第２膜３の厚さとが、同じでも異なってもどちらでもよいし、また、各第１膜２の厚さ及び各第２膜３の厚さもそれぞれ同じでも異なってもどちらでもよい。また、薄膜４の厚さが３ｎｍ～３０ｎｍであればその積層数は特に限定されない。

【００４１】

薄膜４は、熱処理前においては面心立方構造（ｆｃｃ）の不規則相で磁気異方性及び保磁力が低い膜となり、かつ、熱処理後は高い磁気異方性を示すＣｕＡｕＩ型規則構造の磁性膜となるように、膜組成等が調整されて成膜される。なお、面心立方構造（ｆｃｃ）の不規則相は、例えば、Ｆｅ原子とＰｔ原子とがランダムに配列された不規則相であり、低い磁気異方性及び保磁力を示す。また、ＣｕＡｕＩ型規則構造とは、面心正方構造（ｆｃｔ）のことであり、ｃ軸方向に例えばＦｅ原子とＰｔ原子とが交互に積層された原子配列をとる。

【００４２】

熱処理後に高い磁気異方性を示すＣｕＡｕＩ型規則構造の磁性膜となる薄膜の組成としては、$Ｆ_{1-x}Ｍ_{x}$（ＦはＦｅ及びＣｏの少なくとも一方であり、ＭはＰｄ及びＰｔの少なくとも一方であり、ｘは原子比で０．３以上、０．６５以下である。）の組成とすることが望ましく、こうした組成になるように、薄膜４の組成が調整される。本発明においては、熱処理後の磁性膜が$Ｆ_{1-x}Ｍ_{x}$（ＦはＦｅ及びＣｏの少なくとも一方であり、ＭはＰｄ及びＰｔの少なくとも一方であり、ｘは原子比で０．３以上、０．６５以下である。）の組成からなるＣｕＡｕＩ型規則構造を有するので、熱処理後の磁性膜は極めて高い磁気異方性を有している。熱処理により、薄膜の結晶構造が面心立方構造（ｆｃｃ）の不規則相から、格子定数がａ軸方向に伸び、ｃ軸方向に縮んだ面心正方構造（ｆｃｔ）の規則相に変化すると、縮小したｃ軸方向には、一原子層毎に、例えば、Ｆｅ原子とＰｔ原子とが交互に積層されたいわゆる原子レベルでの超格子が形成されるので、原子配列の異方性は、ｃ軸方向に極めて高い一軸性の磁気異方性を生み出す。その結果、こうした高い磁気異方性をもつ磁性膜は、記録磁化の熱安定性を向上させるという効果を奏する。なお、上述のような不規則相から規則相への変化は、一般に、規則－不規則変態（order-disorder transformation）といわれている。

【００４３】

薄膜４は、Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方とＰｄ及びＰｔの少なくとも一方とを主成分とするものであり、孤立粒子系の磁気記録媒体にするための他の成分が通常含まれている。他の成分としては、例えば酸化物、フルオロカーボン等が挙げられる。

【００４４】

Ｎｂ、Ａｌ、Ｃｒ及びＭｏから選ばれる少なくとも１種は、イオン注入法により熱処理される前の薄膜４に注入される。注入されるイオン６は、Ｎｂ、Ａｌ、Ｃｒ及びＭｏから選ばれる１種でも、２種以上でもよい。Ｎｂ、Ａｌ、Ｃｒ及びＭｏから選ばれる１種はＣ

ｕＡｕＩ型規則構造への変化を抑制させる効果（以下、「規則化抑制効果」ともいうこともある。）を有する。なお、以下においては、Ｎｂ、Ａｌ、Ｃｒ及びＭｏから選ばれる１種を「Ｎｂ等」ということもある。Ｎｂ等のイオン６が注入された薄膜４は、その後の熱処理においてＣｕＡｕＩ型規則構造への変化が抑制される。すなわち、ＣｕＡｕＩ型規則構造に十分に変化し難いという効果がある。本発明においては、Ｎｂ等のイオン６を薄膜４の所定の部位に局所的に注入し、その後に熱処理を施すことにより、Ｎｂ等のイオン６が注入された部位７をＣｕＡｕＩ型規則構造に十分に変化させ難くして低い保磁力を示す磁性膜１１に変化させることができる。その結果、Ｎｂ等のイオン６が注入された部位７は低い保磁力を示す部位９となり、Ｎｂ等のイオン６が注入されていない部位８は高い低い保磁力を示す部位１０となる。

【００４５】

本発明において、Ｎｂ等のイオン６の注入量は、注入された部位７の保磁力ができるだけ低くなる範囲から設定される。例えば、Ｎｂの注入量は、熱処理前の薄膜４の組成で２．５原子％～２０原子％の範囲内であることが好ましく、２．５原子％～５原子％の範囲内であることがより好ましい。Ａｌの注入量は、熱処理前の薄膜４の組成で２．５原子％～１０原子％の範囲内であることが好ましい。Ｃｒの注入量は、熱処理前の薄膜４の組成で２．５原子％～１０原子％の範囲内であることが好ましい。Ｍｏの注入量は、熱処理前の薄膜４の組成で２．５原子％～１０原子％の範囲内であることが好ましく、２．５原子％～５原子％の範囲内であることがより好ましい。これらの範囲内のＮｂ等のイオン６を注入することにより、Ｎｂ等のイオン６が注入された部位７は、熱処理しても低い保磁力を示す部位９となり、Ｎｂ等のイオン６が注入されていない部位８は、熱処理されることにより高い保磁力を示す部位１０となる。Ｎｂ等のイオン６の注入量が２．５原子％未満では、注入された部位７をＣｕＡｕＩ型規則構造に十分に変化させ難くする抑制効果を十分に発揮することができないことがある。一方、Ｎｂ等のイオン６の注入量が２０原子％、１０原子％、又は５原子％を超えると、注入された部位７の表面粗さが大きくなることがある。

【００４６】

Ｎｂ等のイオン６の注入は、イオン注入法により行われる。イオン注入法は、イオン注入装置を用いるが、Ｎｂ等のイオン６を注入する場合において、薄膜４の厚さが３ｎｍ～３０ｎｍのときには、注入されるイオンに応じて一概には決められないが、その注入電圧が５ｋｅＶ～５０ｋｅＶの範囲内であることが望ましい。この範囲内の注入電圧でＮｂ等のイオン６を注入することにより、例えば薄膜４の厚さ方向の各部にＮｂ等のイオン６を注入することができる。なお、注入電圧は薄膜４の厚さが薄い場合には前記範囲内の小さめの値に設定することが望ましく、薄膜４の厚さが厚い場合には前記範囲内の大きめの値に設定することが望ましい。注入電圧が５ｋｅＶ未満では、薄膜４の厚さが３ｎｍ～３０ｎｍのとき、薄膜４の深部にＮｂ等のイオン６が十分に注入されず、ＣｕＡｕＩ型規則構造への変化を十分に抑制することができないことがある。一方、注入電圧が５０ｋｅＶを超えると、薄膜４の厚さが３ｎｍ～３０ｎｍのとき、例えば薄膜４の下に軟磁性裏打ち層の目的で下地膜を設けた場合には下地膜にまでＮｂ等のイオン６が注入されて軟磁気特性が劣化してしまうことがある。

【００４７】

本発明における熱処理は、Ｎｂ等のイオン６が注入されていない部位８のみをＣｕＡｕＩ型規則構造に十分に変化させて高い保磁力を示す部位１０を有する磁性膜１１を得るために行うものである。すなわち、Ｎｂ等のイオン６の局所的な注入は、その後の熱処理によりＮｂ等のイオン６が注入された部位７でＣｕＡｕＩ型規則構造への変化を抑制させることができるので、熱処理によってＮｂ等のイオン６が注入された部位７を低い保磁力を示す部位９とし、Ｎｂ等のイオン６が注入されていない部位８をＣｕＡｕＩ型規則構造に十分に変化させて高い保磁力を示す部位１０の状態にすることができる。

【００４８】

なお、例えば、ディスクリートトラック型の磁気記録媒体やディスクリートビット型の

磁気記録媒体等のパターンド磁気記録媒体においては、磁性パターン以外の部位（すなわち、Ｎｂ等のイオン６が注入された部位）の保磁力がより低いことが望ましい。磁性パターン以外の部位の保磁力が低いパターンド磁気記録媒体は、Ｓ／Ｎ比の低下やエラーレートの劣化を生じさせることなくトラック幅の縮小又は記録ビット長の短縮を可能にすることができる。

【００４９】

熱処理は、Ｎｂ等のイオン６が注入されていない部位８のみをＣｕＡｕＩ型規則構造に十分に変化させることができるようにその条件が設定される。そうした熱処理条件は、Ｎｂ等のイオン６の注入量に応じて一概には決められないが、例えば、熱処理雰囲気の圧力は、好ましくは５×１０$^{-6}$Ｔｏｒｒ以下である。熱処理雰囲気の圧力が５×１０$^{-6}$Ｔｏｒｒを超えると、磁性膜１１の酸化による劣化が生じることがある。また、熱処理温度は、好ましくは３００℃～７５０℃の範囲内である。熱処理温度が３００℃未満であると、Ｎｂ等のイオン６が注入されていない部位８でのＣｕＡｕＩ型規則構造への変化が十分に行われないことがあり、熱処理温度が７５０℃を超えると、磁性膜１１の表面形状の変化が生じることがある。また、熱処理時間は、好ましくは５秒～１００００秒である。熱処理時間が５秒未満であると、Ｎｂ等のイオン６が注入されていない部位８でのＣｕＡｕＩ型規則構造への変化が十分に行われないことがあり、熱処理時間が１００００秒を超えると、用いた基板１の材質にもよるが基板１の変形が生じることがある。

【００５０】

このような熱処理条件で、Ｎｂ等のイオン６の局所的な注入がされた薄膜（ＦｅおよびＣｏの少なくとも一方とＰｄおよびＰｔの少なくとも一方とを主成分とする薄膜）４を熱処理することにより、Ｎｂ等のイオン６が注入された部位７は高い保磁力を示すＣｕＡｕＩ型規則構造に十分に変化しないと共に、Ｎｂ等のイオン６が注入されていない部位８は高い保磁力を示すＣｕＡｕＩ型規則構造に十分に変化して、Ｎｂ等のイオン６が注入された部位７は低い保磁力を示す部位９の状態になると共に、Ｎｂ等のイオン６が注入されていない部位８は高い保磁力を示す部位１０の状態になる。そのＮｂ等のイオン６が注入されて低い保磁力を示す部位９の保磁力（規格化）は、０．６以下であることが好ましく、０．５以下であることがより好ましい。本発明において保磁力（規格化）とは、磁気記録媒体の記録部（本発明における磁性膜１１においてはＮｂ等のイオン６が注入されておらず高い保磁力を示す部位８）の保磁力が１となるように換算した値をいう。

【００５１】

以上説明した本発明の磁性膜の形成方法において、基板１と磁性膜１１の間には、図２に示すように、下地膜３１や中間膜３２を下地として設けることができる。こうした下地膜３１や中間膜３２を備えた磁性膜１１は、それらが設けられていない磁性膜に比べて、磁性膜の結晶配向性や記録特性に優れるという効果がある。

【００５２】

下地膜３１は、非磁性材料からなる基板１上に軟磁性裏打ち層の目的で設けられるものであり、例えば、ＮｉＦｅ、ＮｉＦｅＮｂ、ＦｅＣｏ等の材料で厚さ５ｎｍ～２００ｎｍの範囲で形成される。この下地膜３１の成膜は、例えばスパッタリング法等で行うことができる。

【００５３】

中間膜３２は、下地膜３１上に磁性膜の結晶配向性を制御する目的で設けられるものであり、例えば、ＭｇＯ等の材料で厚さ０．５ｎｍ～５ｎｍの範囲で形成される。この中間膜３２の成膜も、例えばスパッタリング法等で行うことができる。

【００５４】

（磁性パターンの形成方法）

次に、本発明の磁性パターンの形成方法について説明する。

【００５５】

本発明の磁性パターンの形成方法は、上述した磁性膜の形成方法において、Ｎｂ等のイオンの局所的な注入をマスクを用いて行うことに特徴がある。すなわちＦｅ及びＣｏの少

なくとも一方と、Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方とを主成分とする薄膜の所定の箇所にマスクを用いてＮｂ等のイオンを注入した後に熱処理すること特徴を有している。この場合の薄膜は、例えば、図１に示したように、Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方を主成分とする第１膜２と、Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方を主成分とする第２膜３とを積層した薄膜４や、例えば、図３に示したようにＰｄ及びＰｔの少なくとも一方とＦｅ及びＣｏの少なくとも一方とを交互に堆積させた組成変調膜のいずれであってもよい。

【００５６】

マスク５の材質については、特に限定されるものではなく、フォトリソグラフィで形成したレジスト、シリコンステンシル等に代表される各種のものを任意に使用することができる。特に本発明においては、マスク５の開口部を、例えばディスクリートトラック媒体を形成するための同心円状のトラックパターン以外の部分とすることにより、規則化抑制効果のあるＮｂ等のイオンをそのトラックパターン以外の部分に注入してＮｂ等のイオンが注入されていない部分をトラックパターンとすることができる。また、マスク５の開口部を、例えばディスクリートビット媒体を形成するためのドット状のパターン以外の部分とすることにより、規則化抑制効果のあるＮｂ等のイオンをそのドットパターン以外の部分に注入してＮｂ等のイオンが注入されていない部分をドットパターンとすることができる。

【００５７】

こうした方法で熱処理前の膜にＮｂ等のイオンを注入することにより、Ｎｂ等のイオンが注入されていない部分は高い保磁力を示す同心円状のトラックパターンとすることができ、Ｎｂ等のイオンが注入された部分は低い保磁力を示すパターンとすることができる。

【００５８】

したがって、本発明の磁性パターンの形成方法によれば、保磁力の低い部位をパターン状に形成することにより実質的に表面凹凸のない磁性パターンを極めて単純なプロセスで形成することができる。

【００５９】

なお、ディスクリートトラック媒体に設けられる同心円状のトラックパターンを形成するためのマスクとしては、例えばマスクの幅が３０ｎｍ～２５０ｎｍ程度でマスクのトラックピッチが５０ｎｍ～３００ｎｍ程度のマスクパターンをもつマスクを使用できる。また、ディスクリートビット媒体に設けられるドット状のビットパターンを形成するためのマスクとしては、例えばマスクの径が１０ｎｍ～１００ｎｍ程度でマスクのドットピッチが２０ｎｍ～２００ｎｍ程度のマスクパターンをもつマスクを使用できる。

【００６０】

（磁気記録媒体の製造方法）

次に、本発明の磁気記録媒体の製造方法について説明する。

【００６１】

本発明の磁気記録媒体の製造方法は、上述した磁性パターンの形成方法を利用したものであり、非磁性基板と、その非磁性基板上に設けられる磁性膜とを少なくとも有する磁気記録媒体の製造方法であって、磁性膜が、Ｆｅ及びＣｏの少なくとも一方と、Ｐｄ及びＰｔの少なくとも一方とを主成分とする薄膜にＮｂ等のイオンを局所的に注入した後に熱処理してなることを特徴とする。なお、製造される磁気記録媒体は、図２で示した形態と同じ形態で形成されるので、以下においては、図１又は図２で使用した符号を用いて各膜を説明する。

【００６２】

製造される磁気記録媒体は、非磁性基板３０（図１においては符号１に該当する）と磁性膜１１との間に、図２に示すような下地膜３１や中間膜３２が下地として設けられる。こうした構成からなる磁気記録媒体は、垂直記録方式における記録磁界を磁性膜の記録部位によく集中させること（記録効率に優れること）ができるという効果がある。

【００６３】

本発明の磁気記録媒体の製造方法によれば、所定の磁性パターンを備えたパターンド媒

体であるディスクリートトラック媒体やディスクリートビット媒体等の磁気記録媒体を、従来のような溝等を形成することなく製造することができるので、実質的に表面凹凸のない磁気記録媒体を製造することができる。

【実施例】

【００６４】

以下、磁気記録媒体の製造方法についての実施例を挙げ、本発明をさらに詳しく説明する。

【００６５】

（実施例１）

非磁性基板３０として厚さ０．６３５ｍｍのガラス基板を用い、その上に下地膜３１として厚さ１５０ｎｍとなるようにスパッタリング法でＮｉＦｅＮｂを成膜し、さらにその上に中間膜３２として厚さ３ｎｍとなるようにスパッタリング法でＭｇＯを成膜した。成膜された中間膜３２上に、Ｐｔ単原子層を形成するために必要な量の７５％に相当するＰｔ原子４１をスパッタリング法により堆積させ、引き続いて、Ｆｅ単原子層を形成するために必要な量の７５％に相当するＦｅ原子４２をスパッタリング法により堆積させる。そして、こうしたＰｔ原子４１の堆積とＦｅ原子４２の堆積とを交互に繰り返し、その繰り返し数が６３回になるまで交互に堆積を行って薄膜を成膜した。得られた薄膜は、Ｐｔ原子４１とＦｅ原子４２との比率がそれぞれ３：１、１：１、１：３を１周期とする組成変調膜であり、この組成変調膜の原子組成比はエネルギー分散型Ｘ線分析装置（ＥＤＳ（energy dispersive spectrumeter））による組成分析の結果では$Pt_{45}Fe_{55}$であり、その薄膜の総厚さは２０ｎｍであった。薄膜の成膜は、ＰｔターゲットとＦｅターゲットとを回転可能なターゲットプレート上に配置し、そのターゲットプレートを回転させて所定位置で停止させ、それぞれのターゲットをスパッタすることにより行った。

【００６６】

次に、得られた薄膜にＮｂイオンを注入して４種の膜（試料２～５）を作製した。Ｎｂイオンの注入は、イオン注入装置（日新電機株式会社製；型番ＮＨ２０ＳＲ）を用いて行った。薄膜中のＮｂイオンの注入量は、注入された各薄膜をラザフォード後方散乱法（ＲＢＳ）で測定した値で表した。試料２～５では、表１に示すように、薄膜に注入電圧３５ｋｅＶで２．５原子％～２０原子％の注入量のＮｂイオンを注入した。

【００６７】

このようにして得られた４種の膜（試料２～５）及びＮｂイオンが注入されていない膜（試料１）をそれぞれ熱処理して磁性膜を作製した。熱処理は、5×10^{-7}Ｔｏｒｒ以下の真空雰囲気中で６００℃で３６００秒の条件で行った。熱処理後に得られた磁性膜の磁気特性について調べ、その結果を表１に示した。磁性膜の結晶構造は、Ｘ線回折から決定した。磁気特性については、振動試料型磁力計（ＶＳＭ）により面内方向の保磁力Ｈｃを測定した。

【００６８】

【表１】

	Ｎｂ注入量（原子%）	保磁力（Ｏｅ）	保磁力（規格化）
試料１	0	6200	1
試料２	2.5	2358	0.38
試料３	5	1319	0.21
試料４	10	927	0.15
試料５	20	317	0.05

【００６９】
なお、保磁力（規格化）は、Ｎｂイオンが注入されてない場合の保磁力が１となるように換算した値を示したものである。
【００７０】
表１の結果から明らかなように、試料２～５の場合は、そのいずれにおいても低い保磁力を示した。なお、磁気記録媒体の非記録部として好ましい範囲は、保磁力（規格化）が０．６以下であり、試料２～５の場合はいずれも好ましい範囲内となった。
【００７１】
また、試料１～５について、熱処理前の薄膜と熱処理後の磁性膜とにおける表面粗さＲａ（算術平均粗さ（ＪＩＳ　Ｂ０６０１－２００１））を、原子間力顕微鏡（ＡＦＭ）から得られたデータを換算してそれぞれ算出し、その結果を表２に示した。
【００７２】
【表２】

	Ｎｂ注入量（原子%）	熱処理前Ｒａ（ｎｍ）	熱処理後Ｒａ（ｎｍ）
試料１	0	0.14	0.55
試料２	2.5	0.57	0.68
試料３	5	2.07	2.32
試料４	10	9.16	7.94
試料５	20	13.28	14.1

【００７３】
表２の結果から明らかなように、３５ｋｅＶの注入電圧でＮｂイオンを厚さ２０ｎｍの膜に注入した場合の試料２は、膜の表面粗さ（Ｒａ）が小さかった。なお、磁気記録媒体の非記録部としては、表面粗さ（Ｒａ）が１．０ｎｍ未満であることが好ましく、試料２の場合は好ましい範囲内となった。試料３は、試料２に比べて膜の表面粗さ（Ｒａ）が大きいが、膜の表面を研磨等して平坦化加工することによりその表面粗さ（Ｒａ）を１．０ｎｍ以下にすることが可能である。
【００７４】
（実施例２）
実施例１のＮｂイオンの代わりにＡｌイオンを９ｋｅＶの注入電圧で熱処理前の膜に注

入した以外は前記の実施例１と同様にして２種の膜（試料６、７）を作製した。試料６及び試料７では、薄膜に注入電圧９ｋｅＶで５原子％及び１０原子％の注入量のＡｌイオンを注入した。作製した膜の磁気特性について、前記の実施例１と同様に振動試料型磁力計（ＶＳＭ）により面内方向の保磁力Ｈｃを測定した。その結果を表３に示した。

【００７５】

【表３】

	Ａｌ注入量（原子%）	保磁力（Ｏｅ）	保磁力（規格化）
試料１	0	6200	1
試料６	5	2681	0.4
試料７	10	3178	0.07

【００７６】

なお、保磁力（規格化）は、Ａｌイオンが注入されてない場合の保磁力が１となるように換算した値を示したものである。

【００７７】

表３の結果から明らかなように、試料６、７の場合は、そのいずれにおいても低い保磁力を示した。

【００７８】

また、試料６、７について、熱処理前と熱処理後とにおけるその膜の表面粗さＲａ（算術平均粗さ（ＪＩＳ　Ｂ０６０１－２００１））を、前記の実施例１と同様に原子間力顕微鏡（ＡＦＭ）から得られたデータを換算して算出し、その結果を表４に示した。

【００７９】

【表４】

	Ａｌ注入量（原子%）	熱処理前 Ｒａ（ｎｍ）	熱処理後 Ｒａ（ｎｍ）
試料１	0	0.14	0.55
試料６	5	0.31	0.28
試料７	10	0.37	0.39

【００８０】

表４の結果から明らかなように、９ｋｅＶの注入電圧でＡｌイオンを厚さ２０ｎｍの膜に注入した場合の試料６、７は、そのいずれにおいても膜の表面粗さ（Ｒａ）が小さかった。

【００８１】

（実施例３）

実施例１のＮｂイオンの代わりにＣｒイオンを１８ｋｅＶの注入電圧で熱処理前の膜に注入した以外は前記の実施例１と同様にして２種の膜（試料８、９）を作製した。試料８及び試料９では、薄膜に注入電圧１８ｋｅＶで５原子％及び１０原子％の注入量のＣｒイオンを注入した。作製した膜の磁気特性について、前記の実施例１と同様に振動試料型磁力計（ＶＳＭ）により面内方向の保磁力Ｈｃを測定した。その結果を表５に示した。

【００８２】

【表５】

	Ｃｒ注入量（原子%）	保磁力（Ｏｅ）	保磁力（規格化）
試料１	0	6200	1
試料８	5	2473	0.4
試料９	10	450	0.07

【００８３】

なお、保磁力（規格化）は、Ｃｒイオンが注入されてない場合の保磁力が１となるように換算した値を示したものである。

【００８４】

表５の結果から明らかなように、試料８、９の場合は、そのいずれにおいても低い保磁力を示した。

【００８５】

また、試料８、９について、熱処理前と熱処理後とにおけるその膜の表面粗さＲａ（算術平均粗さ（ＪＩＳ　Ｂ０６０１－２００１））を、前記の実施例１と同様に原子間力顕微鏡（ＡＦＭ）から得られたデータを換算して算出し、その結果を表６に示した。

【００８６】

【表６】

	Ｃｒ注入量（原子%）	熱処理前 Ｒａ（ｎｍ）	熱処理後 Ｒａ（ｎｍ）
試料１	0	0.14	0.55
試料８	5	0.51	0.49
試料９	10	1.11	1.07

【００８７】

表６の結果から明らかなように、１８ｋｅＶの注入電圧でＣｒイオンを厚さ２０ｎｍの膜に注入した場合の試料８は、膜の表面粗さ（Ｒａ）が小さかった。試料９は、試料８に比べて膜の表面粗さ（Ｒａ）が大きいが、膜の表面を研磨等して平坦化加工することによりその表面粗さ（Ｒａ）を１．０ｎｍ以下にすることが可能である。

【００８８】

（実施例４）

実施例１のＮｂイオンの代わりにＭｏイオンを４０ｋｅＶの注入電圧で熱処理前の膜に注入した以外は前記の実施例１と同様にして２種の膜（試料１０、１１）を作製した。試料１０及び試料１１では、薄膜に注入電圧４０ｋｅＶで５原子%及び１０原子%の注入量のＭｏイオンを注入した。作製した膜の磁気特性について、前記の実施例１と同様に振動試料型磁力計（ＶＳＭ）により面内方向の保磁力Ｈｃを測定した。その結果を表７に示した。なお、試料１は、Ｍｏイオンが注入されていない場合である。

【００８９】

【表７】

	Ｍｏ注入量（原子%）	保磁力（Ｏｅ）	保磁力（規格化）
試料１	0	6200	1
試料10	5	1220	0.2
試料11	10	520	0.08

【００９０】
なお、保磁力（規格化）は、Ｍｏイオンが注入されてない場合の保磁力が１となるように換算した値を示したものである。
【００９１】
表７の結果から明らかなように、試料１０、１１の場合は、そのいずれにおいても低い保磁力を示した。
【００９２】
また、試料１０、１１について、熱処理前と熱処理後とにおけるその膜の表面粗さＲａ（算術平均粗さ（ＪＩＳ　Ｂ０６０１－２００１））を、前記の実施例１と同様に原子間力顕微鏡（ＡＦＭ）から得られたデータを換算して算出し、その結果を表８に示した。
【００９３】
【表８】

	Ｍｏ注入量（原子%）	熱処理前 Ｒａ（ｎｍ）	熱処理後 Ｒａ（ｎｍ）
試料１	0	0.14	0.55
試料10	5	2.01	2.41
試料11	10	12.65	12.08

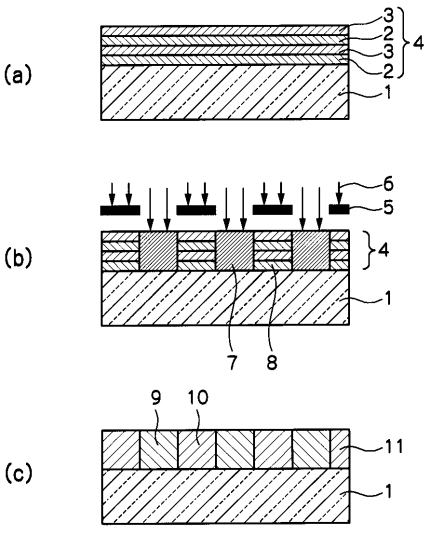
【００９４】
表８の結果から明らかなように、４０ｋｅＶの注入電圧でＭｏイオンを厚さ２０ｎｍの膜に注入した場合の試料１０は膜の表面粗さ（Ｒａ）が大きいが、膜の表面を研磨等して平坦化加工することによりその表面粗さ（Ｒａ）を１．０ｎｍ以下にすることが可能である。
【００９５】
従って、所定量のＮｂ等のイオンを熱処理前の膜中に局所的に注入することにより、Ｎｂ等のイオンが注入された部分は低い保磁力を示し、Ｎｂ等のイオンが注入されていない部分は高い保磁力を示す磁性膜が得られることになる。
【図面の簡単な説明】
【００９６】
【図１】本発明の磁性膜の形成方法の一例を示す工程図であり、図１（ａ）は積層された薄膜の断面形態であり、図１（ｂ）はＮｂ、Ａｌ、Ｃｒ及びＭｏから選ばれる少なくとも１種のイオンを注入する工程の断面形態であり、図１（ｃ）は熱処理された結果として形成された本発明の磁性膜の断面形態である。
【図２】図１（ｃ）に示す磁性膜において、基板と磁性膜との間に下地膜及び中間膜を設けた態様の一例を示す積層方向の断面図である。
【図３】本発明の組成変調膜の成膜方法の一例を示す工程図である。

【符号の説明】

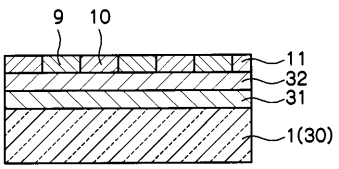
【００９７】

１　基板
２　第１膜
３　第２膜
４　薄膜
５　マスク
６　Ｎｂ、Ａｌ、Ｃｒ及びＭｏから選ばれる少なくとも１種のイオン（Ｎｂ等のイオン）
７　Ｎｂ、Ａｌ、Ｃｒ及びＭｏから選ばれる少なくとも１種のイオン（Ｎｂ等のイオン）が注入された部位
８　Ｎｂ、Ａｌ、Ｃｒ及びＭｏから選ばれる少なくとも１種のイオン（Ｎｂ等のイオン）が注入されていない部位
９　低い保磁力を示す部位
１０　高い保磁力を示す部位
１１　磁性膜
３０　非磁性基板
３１　下地膜
３２　中間膜
４１　Ｐｔ原子
４２　Ｆｅ原子

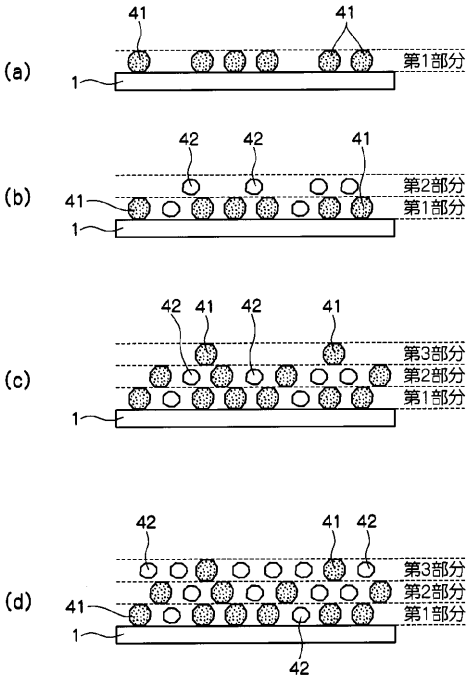
【図１】



【図２】



【図３】



フロントページの続き

審査官　右田　勝則

(56)参考文献　特開２００２－２８８８１３（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－２７２９４４（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２５４４２１（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０２２５２５（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－００６８３０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｆ　４１／１４
Ｇ１１Ｂ　５／８４
Ｇ１１Ｂ　５／８５１
Ｈ０１Ｆ　１０／１６