

(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2005-216361

(P2005-216361A)

(43) 公開日 平成17年8月11日(2005.8.11)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 5/31

F I

G 1 1 B 5/31

D

テーマコード (参考)

5 D 0 3 3

G 1 1 B 5/31

C

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2004-20419 (P2004-20419)

(22) 出願日 平成16年1月28日 (2004. 1. 28)

(71) 出願人 503116280  
ヒタチグローバルストレージテクノロジーズ  
ネザーランドビービー  
オランダ国 アムステルダム 1076  
エイズィ パルナスストーレン ロカテリ  
ケード 1

(74) 代理人 100091096

弁理士 平木 祐輔

(74) 代理人 100102576

弁理士 渡辺 敏章

(72) 発明者 木村 久志

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地  
株式会社 日立製作所 生産技術研究所内

最終頁に続く

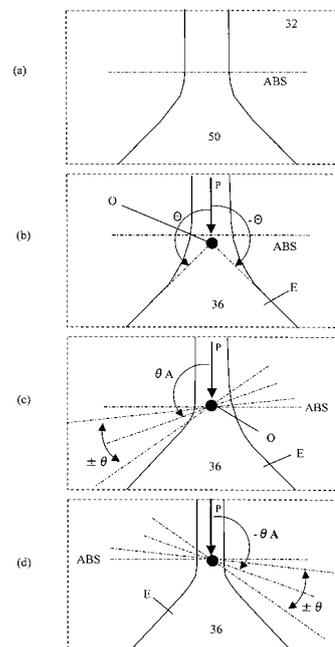
(54) 【発明の名称】 磁気ヘッド及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 主磁極のトラック規定部の丸みを低減し、トラック幅精度に優れた薄膜磁気記録ヘッド及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 主磁極のエッチングを次の3工程によって行う。(1) オンビームの入射角を $50^\circ \pm 20^\circ$ の範囲とし、イオンビームの向きを、媒体から媒体対向面となる向きを基準として、水平に $\pm(30 \sim 150)^\circ$ の範囲内で振動させながらイオンビームを入射するエッチング工程、(2) イオンビームの入射角を $60^\circ \pm 20^\circ$ の範囲とし、イオンビームの向きを、媒体から媒体対向面となる向きから $+90^\circ \sim +135^\circ$ の範囲の所定の角度を中心として、水平に $\pm 45^\circ$ の範囲内の所定の角度範囲で振動させながら、イオンビームを入射するエッチング工程、(3) イオンビームの入射角を $60^\circ \pm 20^\circ$ の範囲とし、イオンビームの向きを、媒体から媒体対向面となる向きから $-90^\circ \sim -135^\circ$ の範囲の所定の角度を中心として、水平に $\pm 45^\circ$ の範囲内の所定の角度範囲で振動させながら、イオンビームを入射するエッチング工程。

図10



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板上に、主磁極と、前記主磁極に磁氣的に接続された副磁極とを備えた磁気ヘッドにおいて、

前記主磁極は、媒体対向面から略垂直に延びる柱状のトラック規定部と、前記トラック規定部に接続され媒体対向面から離れるに従って媒体対向面に平行な断面の面積が次第に大きくなる磁束導入部とを有し、

前記主磁極の媒体対向面における形状は、前記基板に近い側の辺（下辺）の長さが前記基板から遠い側の辺（上辺）の長さより短く、

媒体対向面において前記トラック規定部の前記上辺と当該上辺に隣接する側辺とがなす内角を  $\theta$  とし、前記トラック規定部との接続部に近い位置で媒体対向面に平行にとった前記磁束導入部の断面において上辺と当該上辺に隣接する側辺とがなす内角を  $\phi$  とするとき、 $\theta > \phi$  であることを特徴とする磁気ヘッド。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の磁気ヘッドにおいて、前記内角  $\theta$  は 80° ~ 89° の範囲にあることを特徴とする磁気ヘッド。

## 【請求項 3】

請求項 1 記載の磁気ヘッドにおいて、前記トラック規定部の媒体対向面に垂直な方向の寸法は、前記基板に近い側の寸法が前記基板から遠い側の寸法より短いことを特徴とする磁気ヘッド。

20

## 【請求項 4】

磁気記録層と軟磁性下地層とを有する磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を駆動する媒体駆動部と、前記磁気記録媒体に情報の記録再生を行う磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを前記磁気記録媒体に対して相対的に駆動する磁気ヘッド駆動部と、前記磁気ヘッドへの記録信号及び前記磁気ヘッドからの再生信号を処理する信号処理部とを含む磁気記録再生装置において、

前記磁気ヘッドは、基板と、前記基板上に形成された、主磁極と、前記主磁極に磁氣的に接続された副磁極とを備え、

前記主磁極は、媒体対向面から略垂直に延びる柱状のトラック規定部と、前記トラック規定部に接続され媒体対向面から離れるに従って媒体対向面に平行な断面の面積が次第に大きくなる磁束導入部とを有し、

30

前記主磁極の媒体対向面における形状は、前記基板に近い側の辺（下辺）の長さが前記基板から遠い側の辺（上辺）の長さより短く、

媒体対向面において前記トラック規定部の前記上辺と当該上辺に隣接する側辺とがなす内角を  $\theta$  とし、前記トラック規定部との接続部に近い位置で媒体対向面に平行にとった前記磁束導入部の断面において上辺と当該上辺に隣接する側辺とがなす内角を  $\phi$  とするとき、 $\theta > \phi$  であることを特徴とする磁気記録再生装置。

## 【請求項 5】

請求項 4 記載の磁気記録再生装置において、前記内角  $\theta$  は 80° ~ 89° の範囲にあることを特徴とする磁気記録再生装置。

40

## 【請求項 6】

基板上に、主磁極と、前記主磁極に磁氣的に接続された副磁極とを備え、前記主磁極は、媒体対向面から略垂直に延びる柱状のトラック規定部と前記トラック規定部に接続され媒体対向面から離れるに従って媒体対向面に平行な断面の面積が次第に大きくなる磁束導入部とを有し、前記主磁極の媒体対向面における形状は、前記基板に近い側の辺（下辺）の長さが前記基板から遠い側の辺（上辺）の長さより短い磁気ヘッドの製造方法において、

前記主磁極となる層上に非磁性層もしくは有機樹脂層を形成する工程と、

前記非磁性層もしくは有機樹脂層をパターンニングする工程と、

前記パターンニングされた非磁性層もしくは有機樹脂層をマスクとし、イオンビームを

50

前記基板に対して所定の入射角方向から入射して、前記主磁極となる層を所定の形状に加工するエッチング工程とを有し、

前記エッチング工程は、前記基板の法線方向を $0^\circ$ とするとときイオンビームの入射角を $50^\circ \pm 20^\circ$ の範囲の角度とし、イオンビームの基板面内の向きが媒体から媒体対向面となる方向に対して $\pm(30 \sim 150)^\circ$ の範囲内の所定の角度範囲で振動するように基板を基板面内で振動させながらイオンビームを入射するエッチング工程1を含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項7】

請求項6記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記エッチング工程は、

イオンビームの入射角を $60^\circ \pm 15^\circ$ の範囲の角度とし、イオンビームの基板面内の向きが媒体から媒体対向面となる方向に対して $90^\circ \sim 135^\circ$ の範囲の所定の角度を中心として $\pm(0 \sim 45)^\circ$ の範囲内の所定の角度範囲で振動するように基板を基板面内で振動させながらイオンビームを入射するエッチング工程2と、

イオンビームの入射角を $60^\circ \pm 15^\circ$ の範囲の角度とし、イオンビームの基板面内の向きが媒体から媒体対向面となる方向に対して $-90^\circ \sim -135^\circ$ の範囲の所定の角度を中心として $\pm(0 \sim 45)^\circ$ の範囲内の所定の角度範囲で振動するように基板を基板面内で振動させながらイオンビームを入射するエッチング工程3とを有することを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項8】

請求項7記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記エッチング工程2と前記エッチング工程3とでイオンビーム照射時間とが異なることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項9】

請求項7記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記エッチング工程2と前記エッチング工程3とでイオンビームの入射角度が異なることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項10】

基板上に、主磁極と、前記主磁極に磁氣的に接続された副磁極とを備え、前記主磁極は、媒体対向面から略垂直に延びる柱状のトラック規定部と前記トラック規定部に接続され媒体対向面から離れるに従って媒体対向面に平行な断面の面積が次第に大きくなる磁束導入部とを有し、前記主磁極の媒体対向面における形状は、前記基板に近い側の辺(下辺)の長さが前記基板から遠い側の辺(上辺)の長さより短い磁気ヘッドの製造方法において

前記主磁極となる層上に非磁性層もしくは有機樹脂層を形成する工程と、

前記非磁性層もしくは有機樹脂層をパターンニングする工程と、

前記パターンニングされた非磁性層もしくは有機樹脂層をマスクとし、イオンビームを前記基板に対して所定の入射角方向から入射して、前記主磁極となる層を所定の形状に加工するエッチング工程とを有し、前記エッチング工程は、

イオンビームの入射角を $60^\circ \pm 15^\circ$ の範囲の角度とし、イオンビームの基板面内の向きが媒体から媒体対向面となる方向に対して $90^\circ \sim 135^\circ$ の範囲の所定の角度を中心として $\pm(0 \sim 45)^\circ$ の範囲内の所定の角度範囲で振動するように基板を基板面内で振動させながらイオンビームを入射するエッチング工程2と、

イオンビームの入射角を $60^\circ \pm 15^\circ$ の範囲の角度とし、イオンビームの基板面内の向きが媒体から媒体対向面となる方向に対して $-90^\circ \sim -135^\circ$ の範囲の所定の角度を中心として $\pm(0 \sim 45)^\circ$ の範囲内の所定の角度範囲で振動するように基板を基板面内で振動させながらイオンビームを入射するエッチング工程3とを有することを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項11】

請求項10記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記エッチング工程2と前記エッチング工程3とでイオンビーム照射時間とが異なることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】

10

20

30

40

50

請求項10記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記エッチング工程2と前記エッチング工程3とでイオンビームの入射角度が異なることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、垂直記録用の単磁極ヘッドを備える磁気ヘッド及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

コンピュータ等の情報処理装置の外部記録装置として使用される磁気記録再生装置であるハードディスク装置は、大容量化・小型化が進み、それに対応するためハードディスク装置では、主に記録密度の向上を図っている。しかし、従来の長手磁気記録方式を用いて高密度化を行うと媒体上の磁化の転移領域で反磁界が大きいため記録層厚を薄くする必要があり、その結果、熱的な錯乱によって記録されたデータが消えてしまうという問題がある。一方、記録磁化の方向が媒体の膜厚方向である垂直磁気記録方式は、磁化転移領域で反磁界が小さいため媒体の膜厚を薄くする必要が比較的少なく、高記録密度化を達成しやすい。

【0003】

垂直磁気記録媒体に垂直磁気記録用磁気ヘッドすなわち垂直磁気記録ヘッド（単磁極ヘッド）を用いて信号を記録する場合、電気的信号はコイルによって磁気的信号に変換され、主磁極及び副磁極に磁束が励起される。この磁束の一部は副磁極から主磁極を通り、記録媒体の垂直記録層を貫通する。そして、垂直記録層の下層の軟磁性下地層を通り副磁極へと戻る閉ループを描く。この際、副磁極は、主磁極から記録媒体の垂直記録層及び軟磁性下地層に生じた磁束を磁气的に効率よく、再び主磁極に戻すために用いられる。そしてこのような磁束の流れによって垂直記録媒体上に磁化として信号の記録を行っている。こうした磁気ヘッドについての報告は、特開2002-279607号公報にその例が開示されている。

【0004】

ところで、こうした垂直磁気記録ヘッドにおいて面記録密度の向上に伴い、記録トラック幅の縮小が望まれている。また磁気ディスク装置において磁気記録媒体の内周から外周にわたって広範囲に記録再生を行う必要がある。しかし、磁気記録媒体の内周及び外周において、磁気記録媒体の回転方向の接線に対して磁気ヘッドは約 $-15 \sim 15^\circ$ 程度のスキュー角がついた状態で記録再生を行う。この際、主磁極の浮上面における形状が矩形形状であると記録トラック幅を縮小できないため、リーディング側の磁極幅をトレーリング側の磁極幅に対して狭い形状にして狭トラック化に対応する方法が提案されている。

【0005】

浮上面における主磁極のリーディング側のトラック幅がトレーリング側のトラック幅より小さい形状を有する磁気ヘッドの形成方法として、特開2002-92821号公報には非磁性絶縁膜上にレジストフレームを形成し、リアクティブ・イオン・エッチング（RIE）により非磁性絶縁膜に溝を作り、磁性膜をめっきした後、ケミカル・メカニカル・ポリッシュ（CMP）により逆台形形状を有する主磁極を形成する方法が開示されている。特開2002-197609号公報には、めっき下地膜上にレジストフレームを形成した後、磁性膜及び非磁性膜をめっきし、逆台形形状を有する主磁極を形成する方法が開示されている。特開2002-208112号公報、特開2003-242608号公報には、磁性膜上に非磁性膜を成膜した後、レジストフレームを形成し、めっきを行った後、ドライエッチングにより逆台形形状を有する主磁極を形成する方法が開示されている。特開2002-208112号公報には、媒体から媒体対向面方向の向きを基準として基板を $+90 \sim -90^\circ$ の範囲内で振動させながらイオンミリングを行うことで主磁極を形成する方法が開示されている。特開2003-242608号公報には、トラック規定部では逆台形形状をし、磁束導入部では矩形形状をしたヘッドが開示されている。これらの製

造方法として基板の法線方向から45°以上の角度でイオンビームを行う方法が開示されている。

【0006】

【特許文献1】特開2002-279607号公報

【特許文献2】特開2002-92821号公報

【特許文献3】特開2002-197609号公報

【特許文献4】特開2002-208112号公報

【特許文献5】特開2003-242608号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0007】

垂直磁気記録用のヘッドでは記録媒体に対して大きな記録磁界を発生させることが重要である。そのため、前記の公知例に示した磁気ヘッドの主磁極は、媒体対向面から略直交方向に延びる柱状のトラック規定部と、トラック規定部に連なり媒体対向面から離れるに従って断面の面積が大きくなる磁束導入部を有する形状となっている。

【0008】

特開2002-208112号公報の方法によれば、トラック規定部はイオンミリング時に主磁極上のマスクの影になるために、主磁極のトレーリングの幅はリーディングの幅に対して大きく形成される（主磁極は逆台形化される）。しかし、トラック規定部近傍の一部の磁束導入部も、トラック規定部上のマスクの影になるために、磁束導入部において不均一なエッチングが生じ、磁束導入部の平面形状が変形する。また、特開2003-242608号公報の開示例には、トラック規定部の基板側である下面の磁極幅は、磁束導入部に形成されたマスクによりイオンミリング時に磁束導入部の影になり、媒体対向面に近づくに従って幅が狭くなる形状を得ることができ、また磁束導入部の媒体対向面に平行な断面は長方形になると記載されている。

20

【0009】

一方、我々がイオンミリング法を用いて主磁極を形成する方法を検討した結果、トラック規定部の基板側である下面の磁極幅は、媒体対向面に近づくに従って幅が狭くなると同時に、トラック規定部の上面の磁極幅も磁束導入部に形成されたマスクによりイオンミリング時に影になり、媒体対向面に近づくに従って幅が狭くなる形状になることがわかった。このように媒体対向面に近づくに従ってトラック規定部の上面の磁極幅が狭くなる構造は、トラック規定部の媒体対向面からの長さがヘッド製造工程での公差によりばらついた場合に、媒体対向面でのトラック規定面の磁極幅の分布に悪影響を与える。

30

【0010】

本発明の目的は、媒体対向面に近づくに従ってトラック規定部の上面の磁極幅が狭くなる構造を改善し、トラック規定部の媒体対向面からの長さのばらつきに対して強い形状を有する主磁極及びそ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】

【0011】

本発明の磁気ヘッド製造方法においては、主磁極となる磁性層上にエッチングレートが低い非磁性層もしくは有機樹脂層を形成する。次に、この非磁性層もしくは有機樹脂層をマスクとし、イオンミリング法によりエッチングする。ここでイオンミリングによるエッチングは次の3種類の工程を切り替えて行う。

40

(1) イオンビームの入射角を $50^\circ \pm 20^\circ$ の範囲の角度とし、イオンビームの向きを、媒体から媒体対向面となる向きを基準として、水平に $\pm(30 \sim 150)^\circ$ の範囲内で振動させながら、もしくは $360^\circ$ の全方位からイオンビームを入射するエッチング工程

(2) イオンビームの入射角を $60^\circ \pm 20^\circ$ の範囲の角度とし、イオンビームの向きを、媒体から媒体対向面となる向きから $+90^\circ \sim +135^\circ$ の範囲の所定の角度を中心として、水平に $\pm 45^\circ$ の範囲内の所定の角度範囲で振動させながら、イオンビームを入射するエッチング工程

50

(3) イオンビームの入射角を  $60^\circ \pm 20^\circ$  の範囲の角度とし、イオンビームの向きを、媒体から媒体対向面となる向きから  $-90^\circ \sim -135^\circ$  の範囲の所定の角度を中心として、水平に  $\pm 45^\circ$  の範囲内の所定の角度範囲で振動させながら、イオンビームを入射するエッチング工程。

#### 【0012】

本発明では、前記エッチング工程(1)を行い、続いてエッチング工程(2)及び(3)を行う。あるいは、エッチング工程(1)を省略し、エッチング工程(2)及び(3)のみによって主磁極をエッチングしてもよい。基板に対して照射するイオンビームの向きの制御は、実際には向きが固定のイオンビームに対して基板の方を回転させることによって行う。このようにイオンミリングによるイオンビームの入射角及び基板面内でのイオンビームの向きを制御することによって、磁束導入部の影になる影響を低減し、トレーリング側が均一なトラック規定部を得ることができる。

10

#### 【0013】

ここで、イオンミリングによる基板に入射するイオンビームの向きを制御する要素は主に3つある。第1に、イオンビームと基板との角度であり、基板の法線方向からイオンビームが入射した場合、入射角  $0^\circ$  とする。第2に、基板の水平方向の駆動の仕方であり、基板を  $360^\circ$  自転させる場合と基板内のある直径(振動軸)を基準として振動させる場合とがある。本発明では、入射角  $0^\circ$  以外の場合については、振動軸は媒体から媒体対向面方向にイオンビームが入射する向きを基準とする。第3に、振動軸を中心として基板を水平に振動させる範囲であり、振動範囲が  $0^\circ$  の場合はイオンビームの入射の向きは固定

20

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

本発明によると、トラック規定部の媒体対向面からの長さのばらつきに対して強い主磁極形状を有し、記録磁界を向上した記録ヘッドを提供することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0015】

本発明においては、薄膜磁気ヘッドの記録部の主磁極において、トラック公差及び高磁界化を達成するために、エッチングする際のイオンビームの入射方向を制御する。以下、図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。

30

#### 【0016】

図1~4は、本発明による垂直記録用磁気ヘッドの構成例を示す図である。ここで図1は、磁気ヘッドの断面図であり、媒体対向面と基板面に対して垂直な断面を示している。図2は、その平面図であり、媒体対向面に対して垂直で、基板面に対して平行な面を示す。図3は磁気ヘッドの媒体対向面を示す図である。図4は、磁気ヘッドの媒体対向面の主磁極部の拡大図である。これらの図において、11は基板、12は絶縁膜、13は下部シールド、14は絶縁膜、15は上部シールド、16は磁気抵抗効果素子、17は絶縁膜、18は電極である。21は副磁極、22は絶縁膜、23は絶縁膜、24はコイル、25、26はヨークであり、27は絶縁膜、32は主磁極、34は下地膜、35は非磁性金属膜である。なお、C-Cは磁気ヘッドの浮上面(ABS: air bearing surface)を示す。

40

#### 【0017】

図示した磁気ヘッドの再生部は下部シールド13、磁気抵抗効果膜16、上部シールド15を含む構成となっている。磁気抵抗効果膜16の両脇には電極18や図示していない磁区制御層が接続される。磁気抵抗効果膜16には、AMR(異方性磁気抵抗効果)膜、GMR(巨大磁気抵抗効果)膜等の磁気抵抗効果を有する膜を用いることができる。また、磁気抵抗効果膜16として、電流を膜に垂直に流すTMR(トンネル磁気抵抗効果膜)やCPP形磁気抵抗効果膜を用いることができる。また、図示した磁気ヘッドの記録部は、副磁極21上に絶縁膜22を介してコイル24を形成し、コイル24は絶縁膜27に覆われた構成とし、副磁極21は、ヨーク25、26を介して主磁極32と磁氣的に結合されている。

50

## 【0018】

図2の平面図に示すように、主磁極32は浮上面から20～500nm離れた領域までは細く、浮上面C-Cに垂直な柱状形状であり、それ以上離れた位置では浮上面から離れる方向に広がった形状を有する。このような構造により、記録媒体に対して大きな磁界が生じる磁気ヘッドが得られる。

## 【0019】

図3に示すように、本発明の磁気ヘッドの浮上面は、副磁極21上に絶縁膜23を介して主磁極32が形成されている。この例では、主磁極32のリーディング側に副磁極21が位置しているが、この主磁極32と副磁極21の位置関係は上下反転していてもよい。また、トレーリングシールドと呼ばれるような、主磁極上に非磁性膜を介して軟磁性膜を形成した構造としてもよいし、サイドシールドと呼ばれる主磁極の両脇に非磁性膜を介して軟磁性膜を形成した構造としてもよい。

10

## 【0020】

図4に示す拡大図において、主磁極32の下層には、主磁極32の磁気特性を向上するために下地膜34が形成され、主磁極32の上層には非磁性金属膜35が形成される。主磁極32はFeCo, CoNiFe等の高飽和磁束密度を有する磁性膜もしくはFeCoと非磁性膜との積層膜から構成される。非磁性金属膜35としてはNiCr, Cr, Ta又はTaWが用いられる。

## 【0021】

この図のように、浮上面における主磁極32のトラック幅が、主磁極32の下側(リーディング側)で狭い構造にすることで、スキュー角がついた状態で記録を行う際に、近接のトラックのデータを誤って消去することのない磁気ヘッドが得られる。単層の磁性膜あるいは磁性膜と非磁性膜との積層構造を有する主磁極32のトラック幅wは、記録密度が高まるにつれて狭くなるが、例えば40～200nmである。主磁極32の膜厚tは、トラック幅に対し0.5～3の範囲とし、主磁極のトラック規定面におけるトレーリング側の一辺とその側辺とが作る内角は75～85°の範囲が望ましい。下地膜34の膜厚は、2～20nmの範囲が望ましい。

20

## 【0022】

図5に、本発明による垂直記録用磁気ヘッドの主磁極と副磁極との位置関係の他の例を示す。本例では図3と異なり、主磁極32のトレーリング側に副磁極21が位置している。このような位置関係の場合、トレーリングシールドと呼ばれるような、主磁極上に非磁性膜を介して軟磁性膜を形成し、この軟磁性膜が副磁極と接した構造としてもよいし、サイドシールドと呼ばれる主磁極の両脇に非磁性膜を介して軟磁性膜を形成し、この軟磁性膜が副磁極と接した構造としてもよい。

30

## 【0023】

図6に、本発明を用いて製造された垂直記録用磁気ヘッドが用いられる磁気ディスク装置の概略図を示す。この磁気ディスク装置は、磁気記録層と軟磁性下地層を有する垂直磁気記録用の磁気ディスク43、磁気ディスク43を支持・回転させるディスク駆動モータ44、磁気ヘッド42を揺動させることにより磁気ディスク上を左右に移動させるアクチュエータ41、及び信号処理回路45等を有する。磁気ヘッド42は、垂直磁気記録用の記録ヘッド(単磁極ヘッド)と磁気ディスクに記録された情報を再生するための再生ヘッドを備える。信号処理回路45は機構制御系及びデータ再生/復号系を有し、機構制御系はアクチュエータ41やディスク駆動モータ44を制御し、データ再生/復号系は磁気ヘッド42の記録ヘッドに印加する記録信号及び磁気ヘッド42の再生ヘッドからの再生信号を処理する。

40

## 【0024】

図7に従来の薄膜磁気ヘッドの斜視図を示し、図8に本発明の方法によって作製された薄膜磁気ヘッドの主磁極の斜視図を示す。図7及び図8に示すように、薄膜磁気ヘッドの主磁極32は、幅が略一定で媒体対向面から略垂直に延びる柱状のトラック規定部Dと、トラック規定部に接続される磁束導入部Eを含む形状となっている。トラック規定部Dと

50

磁束導入部 E の接続部分はフレアポイント F と呼ばれる。磁束導入部 E の幅（トラック幅方向の幅）は、フレアポイント F において最も狭く、フレアポイント F から離れるに従って次第に幅が広くなる。ここで、主磁極 3 2 の磁束導入部 E のフレアポイント F に近い位置に媒体対向面に平行な断面 B を考え、その断面形状においてトレーリング側の一边とその側辺とが作る内角を  $\theta$  とする。また、主磁極のトラック規定部 D の媒体対向面、すなわちトラック規定面 A において、トレーリング側の一边とその側辺とが作る内角を  $\theta_0$  とする。

#### 【0025】

図 7 に示すように、従来の薄膜磁気ヘッドの主磁極 3 2 は、磁束導入部 E の媒体対向面に平行な断面 B における内角  $\theta$  がトラック規定面 A における内角  $\theta_0$  より小さく、磁束導入部 E の広がり角度にもよるが、内角  $\theta$  は  $65 \sim 80^\circ$  の範囲で選択される。一方、図 8 に示すように、本発明による主磁極 3 2 では、磁束導入部 E の媒体対向面に平行な断面 B における内角  $\theta$  は、トラック規定面 A における内角  $\theta_0$  より大きく、内角  $\theta$  は  $80 \sim 89^\circ$  の範囲で選択される。この内角  $\theta$  は  $80^\circ$  以下の場合には、ヘッド磁界向上の効果は小さく、内角  $\theta$  が  $89^\circ$  以上の場合には製造が困難であるため、 $80 \sim 89^\circ$  の範囲で選択した。

10

#### 【0026】

従来構造のように内角  $\theta$  が内角  $\theta_0$  に対して小さいと、トラック規定部 D の媒体に鉛直方向のリーディング側の長さ  $32R$  は、トレーリング側の長さ  $32T$  に対して長くなる。一方、本発明では、磁束導入部 E の内角  $\theta$  の範囲は、トラック規定部 D の媒体に鉛直方向のリーディング側の長さ  $32R$  が、トレーリング側の長さ  $32T$  より短くなるように選択した。本発明のように内角  $\theta$  を内角  $\theta_0$  より大きくし、内角  $\theta$  を  $90^\circ$  より小さくすることで、リーディング側の長さ  $32R$  を従来構造と比較し短くすることができ、ヘッド磁界を  $5 \sim 20\%$  程度強くすることができる。

20

#### 【0027】

次に、本発明による磁気ヘッドの製造方法について説明する。主磁極 3 2 より下層および上層の形成方法は公知であるため、ここでは主磁極 3 2 の形成方法について主に説明する。

#### 【0028】

図 9 は、本発明による磁気ヘッドの製造工程の一例を示す断面図である。図 9 ( a ) に示すように、基板 1 1 上に主磁極より下の層を形成したのち、主磁極 3 2 となる磁性膜、例えば  $FeCo$  あるいは  $CoNiFe$  を  $50 \sim 300\text{nm}$  形成する。主磁極 3 2 上に第 2 マスク層 3 6 を  $100 \sim 1000\text{nm}$  形成した。第 2 マスク層 3 6 は非磁性層もしくは有機樹脂層から成る。次に、レジスト 5 0 を第 2 マスク層 3 6 上に形成し、図 9 ( b ) に示すように、レジスト 5 0 をパターンニングして第 1 のマスクとする。レジスト 5 0 の膜厚は  $200 \sim 1500\text{nm}$  とした。次に、図 9 ( c ) に示すように、第 1 のマスクを用い、エッチングにより、第 2 マスク層を所定の形状に形成する。ここで第 2 のマスク層 3 6 が非磁性層の場合には塩素系のエッチングガスが用いられ、第 2 のマスク層 3 6 が有機樹脂層の場合には  $O_2$  や  $CO_2$  のエッチングガスが用いられる。第 2 のマスク層 3 6 は、基板 1 1 に対して略直交するようにエッチングすることが望ましい。次に、図 9 ( d ) に示すように、第 2 のマスク層 3 6 をマスクとし、イオンミリングにより主磁極 3 2 をエッチングし、主磁極を逆台形状に加工する。以下に、図 9 ( d ) の工程について主磁極の上面図を用いて、詳細に説明する。

30

40

#### 【0029】

図 10 ( a ) に、図 9 ( c ) の上面図を示す。ここでレジスト 5 0 の下層には第 2 のマスク層 3 6 及び主磁極層 3 2 が存在する。図 10 ( b ) から図 10 ( d ) は、主磁極の加工工程を説明する図である。ここで、図 9 ( d ) の工程は、最初に図 10 ( b ) の工程を行って、次に図 10 ( c ) の工程と図 10 ( d ) の工程を行うものであってもよいし、図 10 ( b ) の工程を省略して、図 10 ( c ) と図 10 ( d ) の工程だけを行うものであってもよい。

#### 【0030】

50

図10(b)は、第2のマスク層をマスクとして、主磁極32をエッチングする工程を示している。ここで主磁極のエッチングにはイオンミリング法を用いた。イオンビームの入射角は、基板面に対して法線方向を $0^\circ$ とすれば、入射角が $30^\circ$ より小さい場合は第2のマスク層の両脇に再スパッタ層が形成され、入射角が $70^\circ$ より大きい場合には主磁極32のエッチング時間が非常に長くなるので、イオンビームの入射角は $50 \pm 20^\circ$  ( $30^\circ \sim 70^\circ$ )の範囲から選択した。

#### 【0031】

また、図中に矢印Pで示した浮上面ABSから素子高さ方向に向かう方向を基準方向とし、磁束導入部Eのエッジの接線が基準方向と成す角度を $\theta$ とすると、基板は水平に $360^\circ$ 自転、もしくはイオンビームが原点oに対して $\pm$  ( )の範囲から入射するように基板を水平に振動させた。イオンビーム入射方向の振動範囲 $\pm$ を磁束導入部Eの両接線の範囲内で選ばれるようにすると、基板を $360^\circ$ 自転させる場合と較べて比較的短時間で主磁極32のエッチングを行うことができ、第2のマスク層36の薄膜化を図ることができる。ここで振動範囲 $\pm$ を $= 30^\circ \sim 150^\circ$ の範囲とするミリング条件によると、イオンビームが磁束導入部の影になる効果を低減でき比較的短時間に主磁極32のエッチングを行うことができた。このようにエッチング時間が短縮されると、第2のマスク層を薄膜化でき、それに伴いトラック幅精度が向上する。このイオンミリングによるエッチング工程は、第2のマスク36の下方およびフレアポイント近傍以外に主磁極材料32がなくなるまで行うのが好ましい。

10

#### 【0032】

図10(c)は、第2マスク層36をマスクとして主磁極をイオンミリングする別の工程を示す。ここでイオンビームの入射角は、基板面に対して法線方向を $0^\circ$ とすれば入射角 $45^\circ$ 以下では内角 $\theta$ が $85^\circ$ 程度であり、また入射角 $75^\circ$ 以上ではトラック規定面の側辺がくの字型になるために、入射角は $60 \pm 15^\circ$  ( $45^\circ \sim 85^\circ$ )の範囲から選択した。

20

#### 【0033】

また、図中に矢印で示した浮上面ABSから素子高さ方向に向かう方向を基準方向とし、イオンビームが原点oに対して $\pm$ の範囲から入射するように基板を水平に振動させた。ここで $\pm$ の振動軸AはABSと磁束導入部Eの接線との間で選ばれるようにした。このとき磁束導入部の接線の角度は $135^\circ \sim 145^\circ$ 程度であるため、Aは $90^\circ \sim 135^\circ$ とした。また振動範囲 $\pm$ は振動軸Aを中心として $\pm 45^\circ$ の範囲内で選ばれる角度範囲とした。振動範囲 $\pm 45^\circ$ はイオンビームの入射イオンが磁束導入部の影になる影響が小さくなるように選択した。このような振動軸及び振動範囲を選ぶことで主磁極32の磁束導入部の媒体対向面に平行な断面Bにおけるトレーリング側の一辺とその側辺が作る内角 $\theta$ は、主磁極のトラック規定面Aにおけるトレーリング側の一辺とその側辺が作る内角 $\theta$ に対して大きく形成でき、高磁界化が図れる。またイオンビームは磁束導入部の影になる影響が小さくことなく主磁極32の左側の側壁に入射する。従って、トラック規定部の上面の磁極幅が、磁束導入部の影になることによって、媒体対向面に近づくに従って幅が狭くなる現象を低減することができる。

30

#### 【0034】

図10(d)は、図10(c)と左右対称なイオンミリングを行う工程を示す図である。図10(d)と図10(c)の工程を行うことにより、主磁極のトラック規定面Aにおけるトレーリング側の一辺とその一辺が作る2つ内角は左右対称な形状が得られる。また、図10(c)の工程と図10(d)の工程におけるエッチング時間(イオンビーム照射時間)もしくはイオンビームの入射角を非対称な時間・角度とすると、主磁極のトラック規定面Aにおけるトレーリング側の一辺の両端に形成される内角 $\theta_1$ ,  $\theta_2$ が異なり、トラック規定面Aの形状が左右非対称になる。このように左右非対称な内角 $\theta_1$ ,  $\theta_2$ を作ることによって、ハードディスク装置における媒体と磁気ヘッドとのスキュー角が媒体内周部と外周部とで異なる場合にも、それぞれに最適なトラック規定面形状を得ることができる。

40

50

## 【 0 0 3 5 】

図 1 1 に、図 7 に示した従来の主磁極の平面形状を示す。ここで主磁極のトレーリング側の面は 3 2 T T であり、主磁極のリーディング側の面は 3 2 R R である。図 7 ではトラック規定部 D と磁束導入部 E との境目は角張った形状に描かれているが、実際には図 1 1 に示すように丸みをもった形状となる。この丸みは、リソグラフィーによる解像度の限界及び前述のようにイオンミリングによる影響によるものである。本明細書では、トラック規定部 D のトレーリング側の接線と磁束導入部 E のトレーリング側の接線との交点から媒体対向面側をトラック規定部 D とし、その逆側を磁束導入部 E とする。図 1 1 から、トラック規定部のトレーリング側の磁極幅は A B S に近づくとつれ、小さくなっていることがわかる。また、図 1 1 に図示するように、従来の磁気ヘッドの主磁極 3 2 は、リーディング側の A B S からフレアポイントまでの距離 3 2 R がトレーリング側の A B S からフレアポイントまでの距離 3 2 T より大きい。

10

## 【 0 0 3 6 】

一方、図 1 2 に、図 8 に示した本発明の主磁極の平面形状を示す。図 1 2 に示すように本発明では、トラック規定部 D と磁束導入部 E との境目は、図 1 1 と比較して丸みが小さい形状となっている。そして、従来の製造方法と比較して、トラック規定部 D のトレーリング側の磁極幅が A B S に近づくとつれ小さくなっている範囲は狭く、トラック規定部 D の長さのばらつきに強い主磁極の平面形状を得ることができる。図 1 2 に図示するように、本発明による磁気ヘッドの主磁極 3 2 は、リーディング側の A B S からフレアポイントまでの距離 3 2 R がトレーリング側の A B S からフレアポイントまでの距離 3 2 T より小さい。

20

## 【 0 0 3 7 】

図 1 3 は、本発明の製造方法で得られる主磁極の他の形状を説明する平面図である。本例の主磁極 3 2 は、リーディング側 3 2 R R の A B S 面の磁極幅はほぼ 0 であり、トラック規定面 A における形状は三角形である。また、このような形状とすると、主磁極 3 2 のトラック規定面 A の膜厚に対して、磁束導入部 E の膜厚を大きくすることができる。従って、このようなヘッドの断面形状によりヘッド磁界を向上することができる。

## 【 0 0 3 8 】

図 1 4 は、本発明の製造方法で得られる主磁極の他の形状を説明する平面図である。本例の主磁極 3 2 では、磁束導入部 E の広がり角がトラック規定部 D から離れた位置において小さくなっている。この様な平面形状の主磁極 3 2 の場合、本発明で云う磁束導入部 E の媒体対向面に平行な断面の上底と側辺とのなす内角はトラック規定部 D 近傍の磁束導入部 E の領域でとった断面の内角のことである。図 1 4 に示したような形状においても高磁界化、高精度化を図ることができる。

30

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 3 9 】

【 図 1 】 本発明による磁気ヘッドの一例の断面図である。

【 図 2 】 本発明による磁気ヘッドの一例の平面図である。

【 図 3 】 本発明による磁気ヘッドの一例の媒体対向面を示す図である。

【 図 4 】 磁気ヘッドの媒体対向面における主磁極の拡大図である。

40

【 図 5 】 本発明による磁気ヘッドの一例の媒体対向面を示す図である。

【 図 6 】 磁気ヘッドが用いられる磁気ディスク装置の一例を示す概略図である。

【 図 7 】 従来の磁気ヘッドの斜視図である。

【 図 8 】 本発明による磁気ヘッドの斜視図である。

【 図 9 】 本発明による磁気ヘッドの製造方法を説明する工程断面図である。

【 図 1 0 】 本発明による磁気ヘッドの製造方法の一工程を説明する平面図である。

【 図 1 1 】 従来の磁気ヘッドの平面図である。

【 図 1 2 】 本発明の磁気ヘッドの一例の平面図である。

【 図 1 3 】 本発明の磁気ヘッドの他の例の平面図である。

【 図 1 4 】 本発明の磁気ヘッドの他の例の平面図である。

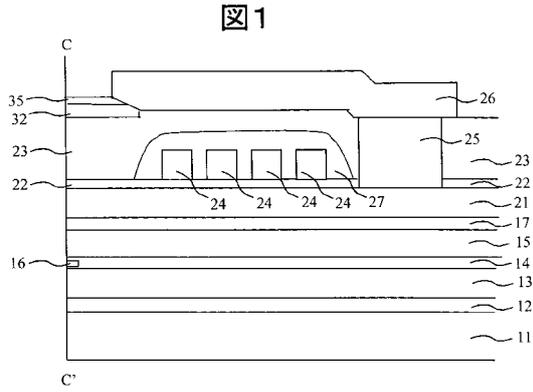
50

## 【符号の説明】

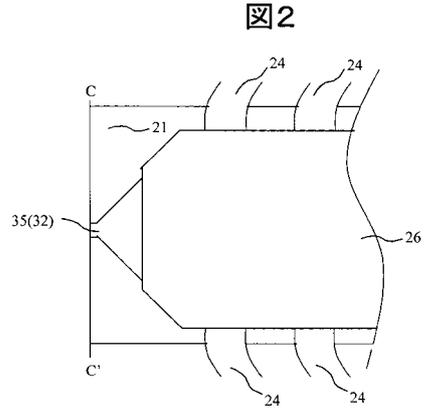
## 【0040】

1 1	基板	
1 2	絶縁膜	
1 3	下部シールド	
1 4	絶縁膜	
1 5	上部シールド	
1 6	磁気抵抗効果膜	
1 7	絶縁膜	
1 8	電極	10
2 1	副磁極	
2 2	絶縁膜	
2 3	絶縁膜	
2 4	コイル	
2 5	ヨーク	
2 6	ヨーク	
2 7	絶縁膜	
3 2	主磁極	
3 4	下地膜	
3 5	非磁性金属膜	20
3 6	非磁性層もしくは有機樹脂層	
4 1	アクチュエータ	
4 2	磁気ヘッド	
4 3	磁気ディスク	
4 4	ディスク駆動モータ	
4 5	信号処理回路	
5 0	レジスト	
D	トラック規定部	
E	磁束導入部	
F	フレアポイント	30
P	浮上面 A B S から素子高さ方向	

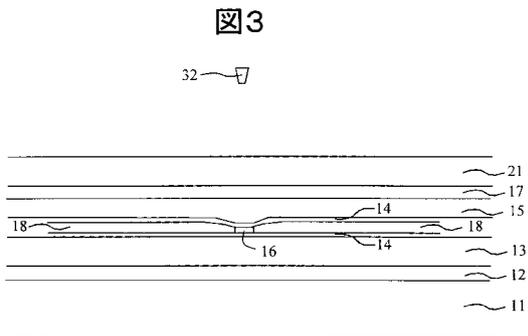
【 図 1 】



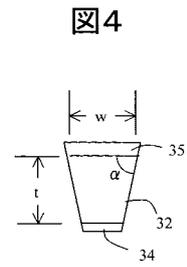
【 図 2 】



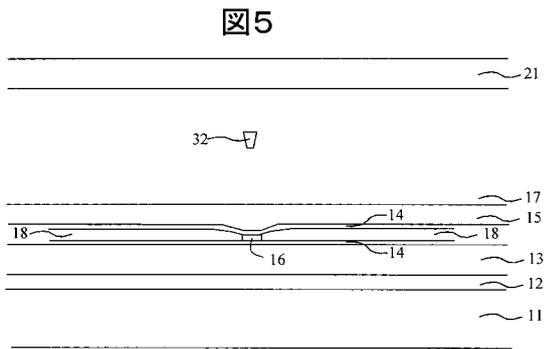
【 図 3 】



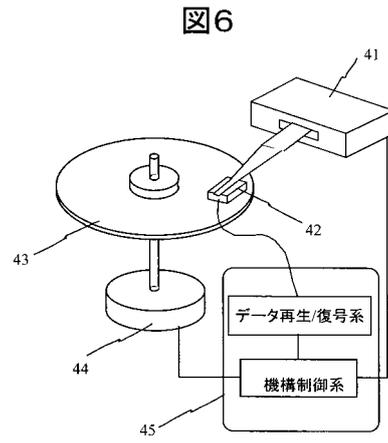
【 図 4 】



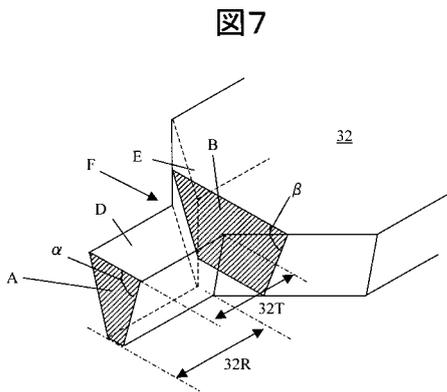
【 図 5 】



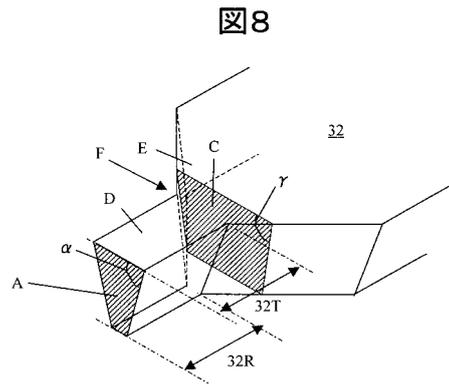
【 図 6 】



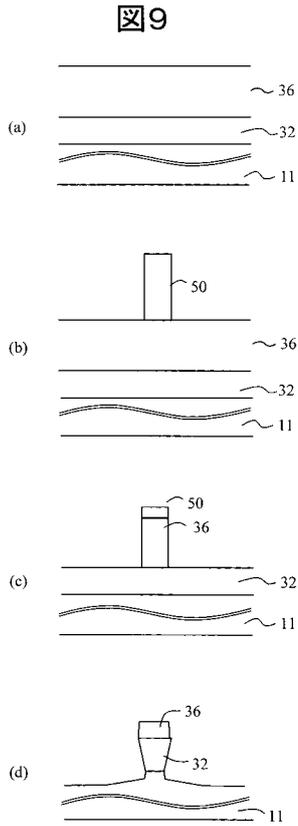
【 図 7 】



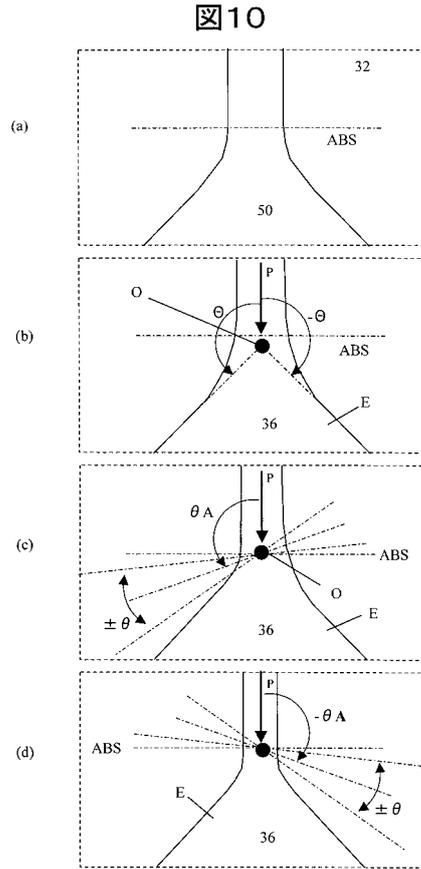
【 図 8 】



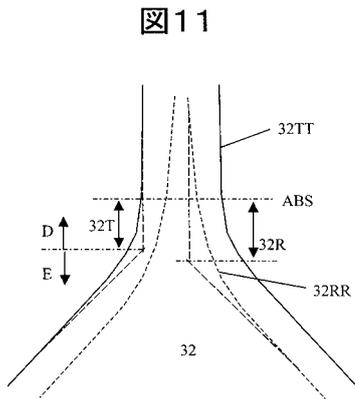
【 図 9 】



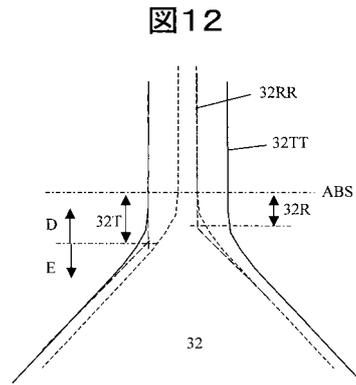
【 図 10 】



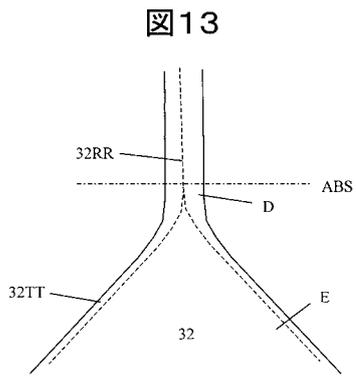
【 図 11 】



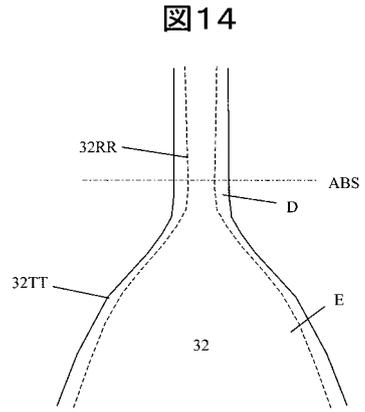
【 図 12 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 芳田 伸雄  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町2 9 2 番地 株式会社 日立製作所 生産技術研究所内
- (72)発明者 布川 功  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町2 9 2 番地 株式会社 日立製作所 生産技術研究所内
- (72)発明者 江藤 公俊  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町2 9 2 番地 株式会社 日立製作所 生産技術研究所内
- Fターム(参考) 5D033 AA05 BA08 BA12 DA08 DA31

【要約の続き】

【選択図】 図10