

(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2009-205774

(P2009-205774A)

(43) 公開日 平成21年9月10日(2009.9.10)

(51) Int.Cl.

G 1 1 B 33/12 (2006.01)

F 1

G 1 1 B 33/12 3 1 3 C

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-48961 (P2008-48961)  
 (22) 出願日 平成20年2月29日 (2008. 2. 29)

(71) 出願人 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 100080001  
 弁理士 筒井 大和  
 (72) 発明者 勝村 義輝  
 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

(54) 【発明の名称】 パターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法

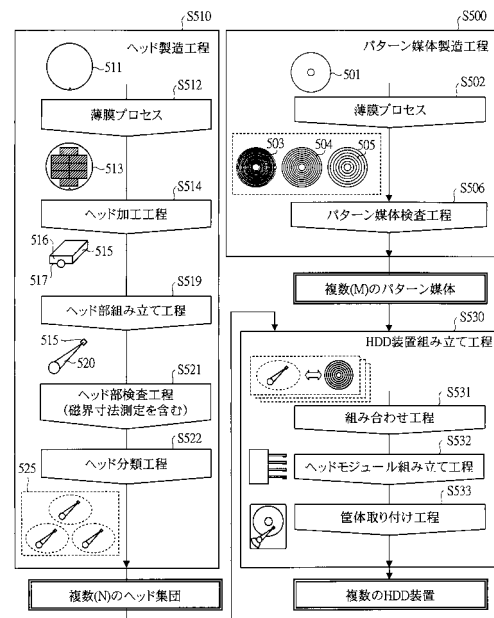
(57) 【要約】

【課題】溝やドット状のパターンによるパターン媒体を用いる高記録密度のHDDの製造において高歩留りを実現する。

【解決手段】本HDD製造方法では、ヘッド製造工程 S 5 1 0 で、ヘッドの磁界寸法（書き込み及び読み取り）を、ヘッド部検査工程 S 5 2 1 で測定する。その結果に応じて、ヘッド分類工程 S 5 2 2 で、ヘッドを複数の集団へ分類する。パターン媒体製造工程 S 5 0 0 では、分類されたヘッド集団に対応するように設計された複数の種類のパターン媒体を製造する。HDD組み立て工程 S 5 3 0 では、複数のヘッド集団と複数のパターン媒体とを所定の規則に従って組み合わせてHDDを製造する。

【選択図】図5

図 5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

パターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法であって、

前記ハードディスク記録装置は、記録単位となるパターンが形成されたディスクである前記パターン媒体と、前記パターン媒体への情報の記録及び再生を行うためのヘッドと、を含んで成るものであり、

前記パターン媒体を製造する第 1 の工程と、

前記ヘッドを製造する第 2 の工程と、

前記第 1 の工程によるパターン媒体と前記第 2 の工程によるヘッドとを含んで成る前記ハードディスク記録装置を組み立てる第 3 の工程と、を有し、

10

前記第 1 の工程では、前記ヘッドの仕様に依りて設計される、前記記録単位となるパターンの形成の密度が異なる、複数 (M) の種類のパターン媒体を形成する工程を含み、

前記第 2 の工程では、前記ヘッドを加工形成する工程と、前記ヘッドの磁界の寸法を測定する工程と、前記ヘッドの磁界の寸法のばらつき分布に依りて前記ヘッドを複数 (N) の集団に分類する工程と、を含み、

前記第 3 の工程では、前記複数 (M) の種類のパターン媒体と前記複数 (N) の集団とを、所定の規則に従って組み合わせ、前記パターン媒体とヘッドとの対応付けが異なる複数のハードディスク記録装置を組み立てるものであり、

前記パターン媒体の種類の数 (M) よりも前記ヘッドの集団の数 (N) を大きくすること (M < N)、を特徴とする、パターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法

20

## 【請求項 2】

請求項 1 記載のパターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法において、

前記所定の規則として、前記複数 (N) の集団のうち少なくとも一部の集団を、前記複数 (M) の種類のパターン媒体のうち 2 つ以上の種類のパターン媒体に、重複して使用されるように対応付けること、を特徴とする、パターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法。

## 【請求項 3】

請求項 2 記載のパターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法において、

前記組み合わせにおいて、1 つの種類のパターン媒体に対して、特性的に隣接する 2 つ以上の集団を対応付け、かつ、1 つの集団に対して、特性的に隣接する 2 つ以上の種類のパターン媒体を対応付けること、を特徴とする、パターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法。

30

## 【請求項 4】

請求項 1 記載のパターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法において、

前記第 1 の工程で製造されるパターン媒体は、溝が同心円状に配置されるパターンによるトラックを持つこと、を特徴とする、パターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法。

## 【請求項 5】

請求項 1 記載のパターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法において、

前記第 1 の工程で製造されるパターン媒体は、ドットが同心円状に配置されるパターンによるトラックを持つこと、を特徴とする、パターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法。

40

## 【請求項 6】

請求項 1 記載のパターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法において、

前記ヘッドは、単一のヘッドに書き込み素子と読み取り素子とを備えて成るものであり、

前記第 2 の工程では、前記ヘッドの前記書き込み素子による記録磁界及び前記読み取り素子による再生磁界における前記パターン媒体の半径方向の寸法を測定し、

前記第 1 の工程では、前記第 2 の工程で測定された前記記録磁界の寸法と前記再生磁界

50

の寸法のうちの大きい方に合わせて設計されるトラック幅またはトラック間隔を持つ第 1 のパターン媒体の製造を含み、

前記第 3 の工程では、前記第 1 のパターン媒体を 2 つ以上の集団に対応付けること、を特徴とする、パターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法。

【請求項 7】

請求項 6 記載のパターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法において、前記第 1 の工程では、前記パターン媒体は、半径方向における前記ヘッドの記録磁界の寸法あるいは前記再生磁界の寸法と前記ヘッドの位置制御の精度とによって前記トラック幅またはトラック間隔が設計され、

前記第 1 の工程では、前記トラック幅またはトラック間隔、及び記録密度が異なる、複数 (M) の種類のパターン媒体を形成する工程を含むこと、を特徴とする、パターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法。

10

【請求項 8】

請求項 7 記載のパターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法において、前記パターン媒体は、ドットが同心円状に配置されるパターンによるトラックを持ち、前記第 1 の工程では、前記パターン媒体は、規定の記録容量となるように、円周方向のパターン間隔寸法が設計され、

前記第 1 の工程では、前記パターン間隔寸法、及び記録密度が異なる、複数 (M) の種類のパターン媒体を形成する工程を含むこと、を特徴とする、パターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法。

20

【請求項 9】

請求項 1 記載のパターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法において、前記ハードディスク記録装置は、単一装置内に、複数 (P) のパターン媒体と複数 (Q) のヘッドを含んで構成されるものであり、

前記第 1 の工程では、記録密度を含む特性が異なる前記複数 (M) の種類のパターン媒体を形成する工程を含み、

前記第 3 の工程では、前記複数 (M) の種類のパターン媒体と複数 (N) の集団との組み合わせにより、前記単一装置として規定の記録容量となるように、前記複数 (P) のパターン媒体と複数 (Q) のヘッドを含んで構成される複数の種類のハードディスク記録装置が組み立てられること、を特徴とする、パターン媒体を用いたハードディスク記録装置の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ディスク状の磁気記録媒体 (磁気ディスク) を備える記録再生装置 (ハードディスク記録装置、ハードディスクドライブ (HDD) 等と称する) に関し、特に、予め溝やドット (点) などの形状のパターンが形成された磁気ディスク (パターン媒体と称する) を用いた装置の製品設計及び製造方法などに関する。

【背景技術】

【0002】

従来 (現在) の HDD では、微細結晶粒からなる磁性薄膜を形成したディスク状の磁気記録媒体 (連続した磁性体を成膜した媒体) に、磁気ヘッド (記録ヘッド) を用いて、磁気信号を記録している。しかし、今後、記録密度が高集積化して 1 平方インチあたり 1 テラビット (1 Tbit/inch<sup>2</sup>) を超える段階で、結晶粒径が 5 nm を下回り、熱揺らぎにより信号を保持することが困難になることが予想されている。

40

【0003】

その対策として、上記従来 (現在) の媒体 (区別のため非パターン媒体と称する) に替わり、特開平 3 - 22211 号公報 (特許文献 1) に示すようなパターン媒体の技術が考えられている。パターン媒体を用いた記録方式では、溝あるいはドットなどの形状によるトラックを持つパターンが媒体上に形成され、その分離された磁性体 (記録単位) 上に記

50

録が行われる。これにより、上記熱揺らぎによる信頼性低下や隣接ビットからのノイズを対策する。

【0004】

このパターン媒体の製造方法には、国際公開第03/019540号（特許文献2）に示す、マスクを用いて部分的に非磁性化させる方式や、特開2001-110050号公報（特許文献3）に示す、フォトリソグラフィとエッチングを組み合わせた方法などがある。

【0005】

一方で、現行、一般のHDDで用いられる磁気記録方式では、ヘッド（記録ヘッド）がつくる磁界（記録磁界）により媒体上の磁性体を磁化反転させることで信号記録を行っている。そのため、ヘッドの磁界寸法により、記録可能なビット信号相当の記録領域（記録単位）の物理的な大きさが決まる特徴を持つ。

10

【0006】

高記録密度を実現するためには、その記録密度に対応する磁界寸法を持つ記録ヘッドが必要になる。即ち、ヘッドの精度として、記録磁界寸法が相応に小さいことが求められる。また、記録ヘッドだけでなく、媒体に記録（書き込み）された情報を読み取り（再生）するための再生ヘッドにも、上記同様の精度（即ち読み取り磁界寸法が相応に小さいこと）が求められる。

【0007】

なお、ヘッドについては、一般には、単一のヘッドに、記録ヘッド機能（書き込み素子）と再生ヘッド機能（読み取り素子）の両方を備える形（記録再生ヘッド）が多い。勿論、読み書きで別のヘッドにする構成も可能である。

20

【0008】

上記のため、例えば特開平5-342527号公報（特許文献4）に示す技術に代表されるように、記録再生ヘッドの新構造として、ヘッドの磁界寸法を小さくする技術例が提案されている。

【0009】

また、特開2002-170348号公報（特許文献5）には、磁気記録再生方法及び記録パターン形成方法として、予め複数のトラック密度に対して必要なパラメータを記録しておき、装置組み立て後に測定された記録再生ヘッド及び記録媒体の特性に応じてトラック密度を設定する技術が記載されている。

30

【特許文献1】特開平3-22211号公報

【特許文献2】国際公開第03/019540号（WO03/019540）

【特許文献3】特開2001-110050号公報

【特許文献4】特開平5-342527号公報

【特許文献5】特開2002-170348号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

前述のように、パターン媒体を用いたHDDにおいて、記録密度（特に高記録密度）は、ヘッドの磁界寸法（記録磁界寸法及び読み取り磁界寸法）とパターン媒体のパターン（記録単位）の寸法とによって決まる。

40

【0011】

また、パターン媒体では、前記特許文献1に示すように、信号を記録する座標が予めパターンによって定められている。そのパターン媒体上で、高記録密度を実現するためには、上記座標（記録単位）に読み書きするために、ヘッドに関する高精度の位置制御が要求される。

【0012】

上記記録密度に係わるヘッド磁界寸法とパターン寸法の関係などを適切に定義して、HDDの高記録密度、及び高歩留り量産（低コストで効率的な製造）などを実現する方法及

50

び製品構造などについては、提案されていない。

【0013】

パターン媒体を用いたHDDの製造の歩留りに関しては、特にヘッド等の部品では、製造ばらつきにより、HDD製品で要求される仕様（精度）を満たせないことで、当該製品に使用（搭載）できないものが生じる。これにより、ヘッド等の部品の使用率が下がり、HDD製品の製造のコスト増加及び効率低下などになる。

【0014】

主な問題として、パターン媒体を用いたHDDの製造に係わり、従来のディスク（非パターン媒体）を用いたHDDの製造方法と同様の考え方を利用したままでは、高記録密度と高歩留り量産（低コストで効率的な製造）の両方を実現することは難しく、製造効率が良い。理由は、前述のように、ヘッド磁界、パターン（記録単位）、位置制御、製造ばらつき、部品使用率などの要素及び関係があまり検討されていないからである。

10

【0015】

本発明は以上のような問題に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、パターン媒体を用いるHDDの製造に係わり、上記のような問題を解決できる技術を提供することである。即ち、HDDの高記録密度及び高歩留りの製造を実現できる技術、特にヘッド部品の使用率の改善または大幅向上を実現できる技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。前記目的を達成するために、本発明の代表的な実施の形態は、パターン媒体を用いたHDD（ハードディスク記録装置）の製造方法などの技術であって、以下に示す構成を有することを特徴とする。

20

【0017】

本製造方法では、ヘッド製造工程では、製造されるヘッドの磁界寸法、つまり記録ヘッド（書き込み素子）の磁界（記録磁界）の寸法及び再生ヘッド（読み取り素子）の磁界（再生磁界）の寸法を測定し検査する工程を有する。そして、その結果であるヘッド磁界寸法のばらつきの分布に応じて、ヘッドを複数（N）の集団に分類する工程を有する。一方、パターン媒体製造工程では、パターン媒体はヘッド磁界寸法に合わせて設計され、異なる特性を持つ複数（M）の種類のパターン媒体が製造される工程を有する。そして、複数（N）のヘッド集団と複数（M）のパターン媒体とを所定の規則に従って組み合わせることでHDD装置を組み立て製造する。上記により、ヘッド製造ばらつきをパターン媒体の段階的な設計で解消し、これにより、部品使用率を向上して高歩留りの製造が実現される。

30

【0018】

本製造方法は、例えば、パターン媒体を製造（または準備）する第1の工程（パターン媒体製造工程）と、ヘッド（ヘッド部）を製造（または準備）する第2の工程（ヘッド製造工程）と、第1の工程によるパターン媒体と第2の工程によるヘッドとを含んで成るHDDを組み立てる第3の工程（HDD装置組み立て工程）とを有する。第1の工程では、ヘッドの仕様に応じて設計される、記録単位となるパターンの形成の密度（記録密度等）が異なる、複数（M）の種類のパターン媒体を形成する工程を含む。第2の工程では、ヘッドを加工形成する工程と、ヘッドの磁界の寸法を測定する工程と、ヘッドの磁界の寸法のばらつきの分布に応じてヘッドを複数（N）の集団に分類する工程と、を含む。第3の工程では、複数（N）のヘッド集団と複数（M）の種類のパターン媒体とを、所定の規則に従って組み合わせ、パターン媒体とヘッドとの対応付けが異なる複数のHDDを組み立てる。分類する工程などでは、パターン媒体の種類の数（M）よりもヘッドの集団の数（N）を大きくする（ $M < N$ ）。これにより部品使用率が向上する。

40

【0019】

更に、上記製造方法において、所定の規則として、複数（N）の集団のうち少なくとも一部の集団を、複数（M）の種類のパターン媒体のうち2つ以上の種類のパターン媒体に

50

、重複して使用されるように対応付ける。重複使用（適宜選択可能とする設計）により部品使用率が向上する。

【発明の効果】

【0020】

本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば以下のとおりである。本発明の代表的な実施の形態によれば、パターン媒体を用いるHDDの製造に係わり、HDDの高記録密度及び高歩留まりの製造を実現できる。特にヘッド部品の使用率の改善または大幅向上を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一部には原則として同一符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【0022】

<前提>

図1、図2を用いて、まず、本発明の前提となる従来技術について説明する。この従来技術は、従来の非パターン媒体を用いたHDDの製造方法の考え方で、パターン媒体を用いたHDDを製造する方法である。図1の例は、下側は、トラック幅及び記録密度（容量）等が異なる、複数の種類のディスク（パターン媒体）を示す。上側は、基準となるパターン媒体101の一部113の拡大を示す。ディスクの半径方向を $r$ で示し、円周方向（回転方向）を $c$ で示す。図2の例は、下側は、ヘッドの製造における磁界寸法のばらつき分布（ヒストグラム）を示す。 $S$ はヘッド磁界寸法、 $H$ は頻度である。上側は、後述する、ヘッドとディスクとの対応付けを示す。

【0023】

図1に示すように、溝状のパターンのトラックを持つ磁気ディスクである、パターン媒体101、及びそれを含んで構成されるHDDにおいて、高記録密度などを実現したい場合を考える。第1のパターン媒体(D1)101は、トラック幅などが中程度である基準のものとする。第2のパターン媒体(D2)107は、第1のパターン媒体(D1)101よりもトラック幅などが大きく記録密度が小さいものである。第3のパターン媒体(D3)108は、第1のパターン媒体(D1)101よりもトラック幅などが小さく記録密度が大きいものである。

【0024】

第1のパターン媒体(D1)101の一部113において、トラック（同心円の単位）について、半径方向 $r$ で、トラック幅寸法(T1)104、及びトラック間隔寸法(T2)109を有する。トラック上に、磁気信号が記録される記録単位の領域(R1とする)を有する。領域R1に関して、半径方向 $r$ の寸法(A1)103、及び円周方向 $c$ の寸法(A2)102を有する。また、記録ヘッドの磁界(M1とする)に関して、長径方向（半径方向 $r$ ）の寸法(B1)105と、短径方向（円周方向 $c$ ）の寸法(B2)106とを有する。ヘッドの位置制御として、半径方向 $r$ の位置制御は、磁界M1の半径方向 $r$ の位置ずれに関する。

【0025】

高記録密度の基準として、領域R1の寸法(A2)102と寸法(A1)103との比率が1対2.5となる1Tbit/inch<sup>2</sup>の記録を行う場合を考える。この場合、半径方向 $r$ のトラック幅寸法(T1)104は、例えば、40nmとなる。また、磁界M1の長径方向の寸法(B1)105は、例えば、20nmとなる。その場合、ヘッド位置制御（半径方向 $r$ ）で要求される仕様（精度）(Yとする)は、基本的には、トラック幅寸法(T1)104の40nmから、磁界M1の長径方向の寸法(B1)105の20nmを引いて、 $\pm 10$ nm(20nm)となる。 $\pm 10$ nmまでは位置ずれが許容されることになる。

【0026】

しかしながら、従来（現在）の製造方法において、ヘッドは、約500工程も存在する

10

20

30

40

50

薄膜プロセスで製造されるため、実際に出来上がったヘッドの磁界寸法 ( B 1 , B 2 ) は、製造ばらつきを持つ。これは、例えば図 2 に示すような分布を持つ。従来の加工精度では、磁界寸法は、 $\pm 20\%$  程度のばらつきが生じる。例えば、磁界 M 1 の長径方向の寸法 ( B 1 ) 105 を 20 nm 狙いで製造した場合、その  $\pm 20\%$  として、 $\pm 4$  nm ( 8 nm ) のばらつき ( X とする ) が生じる。

【 0 0 2 7 】

その結果、上記ヘッド位置制御で要求される仕様 ( 精度 ) は、修正され、 $\pm 6$  nm ( 12 nm ) ( Y ' とする ) となる ( 40 nm ( T 1 ) - 20 nm ( B 1 ) - 8 nm ( X ) = 12 nm ( Y ' ) ) 。

【 0 0 2 8 】

この条件 ( Y ' :  $\pm 6$  nm ) を満たせないヘッド ( 及びそれを含んで成る HDD ) は、隣接トラックへの干渉 ( オーバライトやオーバーリード等 ) の不良を発生させる可能性があるので使用できず、これにより製造の歩留りを低下させる。

【 0 0 2 9 】

上記のように、パターン媒体を用いて記録密度を向上させる HDD においては、例えば 12 nm 以下といった高精度なヘッド位置制御やヘッド磁界寸法が要求される。

【 0 0 3 0 】

しかし、実際のヘッド製造では、製造プロセスの状態変化による寸法や電磁気特性の狙い値ずれや、ばらつき変動などの問題があり、またヘッド位置制御に関しては、ヘッド浮上量の変化、部品取り付け誤差、サーボ制御誤差などの問題がある。よって、上記のような高精度な制御や寸法を実現することは困難である。

【 0 0 3 1 】

なお上記精度の問題は、要求される記録密度が上がるに従い顕著になり、上記例の記録密度が 1 Tbit / inch<sup>2</sup> の場合の構成で、例えばその 2 倍の 2 Tbit / inch<sup>2</sup> を実現するためには、半径方向 r の寸法 ( A 1 ) 103 が例えば 28 nm になり、1 Tbit / inch<sup>2</sup> の場合の約半分となる  $\pm 3$  nm のヘッド位置制御の精度が要求されることになる。

【 0 0 3 2 】

上記前提について補足すると以下である。従来のディスク ( 非パターン媒体 ) を備える HDD では、ディスク側ではなくヘッド側の基準に合わせて読み書き等が制御されている。ヘッドの特性に応じて、ディスクに書き込まれる信号 ( 記録領域 ) の位置が異なる。

【 0 0 3 3 】

一方、新規のディスク ( パターン媒体 ) を備える HDD では、ヘッド側ではなくディスク側の設計が先に存在し、ディスク側の基準 ( パターンによる絶対座標 ) に合わせて読み書き等が制御されることになる。

【 0 0 3 4 】

上記のように、パターン媒体を用いる HDD の製造方法では、ディスクとヘッドの設計などが従来とは逆の形になる。しかし、従来、ヘッド磁界、パターン ( 記録単位 ) 、位置制御、製造ばらつき、部品使用率などの要素及び関係があまり検討されていない。よって、パターン媒体を用いる HDD の製造方法として、従来の HDD 製造方法と同様の考え方を用いたままでは、高記録密度と高歩留り量産の両方を実現することは難しい。

【 0 0 3 5 】

( 実施の形態 1 )

以上の前提を踏まえ、図 1 ~ 図 5 を用いて、本発明の実施の形態 1 における、パターン媒体を用いた HDD ( パターン媒体記録装置 ) の製造方法について説明する。なお、前提の説明と同様に、図 1 ~ 図 2 の例を共通に用いて本実施の形態を説明する。また、主に記録 ( 書き込み ) 機能について説明するが、再生 ( 読み取り ) 機能についても同様の考え方で適用できる。

【 0 0 3 6 】

実施の形態 1 では、特徴として、溝状のパターンによる異なる複数 ( 例えば 3 つ ) の種類のパターン媒体と、ヘッドの磁界寸法のばらつきの測定及び分類による複数のヘッド集

10

20

30

40

50

団とを、記録密度とヘッド部品使用率の条件を満たす所定の規則で組み合わせて、HDDを製造する場合である。

【0037】

< 1 - 1 : 第1のパターン媒体 >

前述同様に、図1の溝状のパターンによる第1のパターン媒体(D1)101の一部113の拡大において、トラックについて、半径方向rで、トラック幅寸法(T1)104(単一トラックの幅)、及びトラック間隔寸法(T2)109(隣接トラックの間隔)を有する。なお破線はトラック中心線である。トラック上に、記録単位の領域(R1とする)を有する。領域R1に関して、半径方向rの寸法(A1)103、及び円周方向cの寸法(A2)102を有する。記録ヘッドの磁界(M1とする)に関して、長径方向(半径方向r)の寸法(B1)105と、短径方向(円周方向c)の寸法(B2)106とを有する。ヘッドの位置制御として、半径方向rの位置制御は、磁界M1の半径方向rの位置ずれに関係する。

10

【0038】

なお、本実施の形態における寸法は、ディスクの回転方向cと、ヘッド磁界M1の長径方向(半径方向r)(寸法(B1)105)とが直行する部分の領域を対象として説明している。

【0039】

なお、ヘッド磁界の長径の寸法(B1)105は、記録ヘッドの磁界(書き込み素子による磁界)と再生ヘッドの磁界(読み取り素子による磁界)のうちの大きい方を基準として使用する。この大きい方(例えば記録ヘッド)を使用すれば、小さい方(例えば再生ヘッド)の性能も満たすので、問題無い。

20

【0040】

本実施の形態のHDD製造において、高記録密度の基準として、領域R1の寸法(A2)102と寸法(A1)103との比率が1対2.5となる1Tbit/inch<sup>2</sup>の記録を行う場合を考える。この場合、半径方向rのトラック幅寸法(T1)104は、例えば、40nmとなる。また、磁界M1の長径方向の寸法(B1)105は、例えば、20nmとなる。その場合、ヘッド位置制御(半径方向r)で要求される仕様(精度)(Yとする)は、基本的には、ヘッドの書き込み幅または読み取り幅となるトラック幅寸法(T1)104の40nmから、磁界M1の長径方向の寸法(B1)105の20nmを引いて、±10nm(20nm)となる。±10nmまでは位置ずれが許容されることになる。

30

【0041】

しかしながら、ヘッド製造で従来(現在)の製造方法を同様に用いた場合において、ヘッドは、約500工程も存在する薄膜プロセスで製造されるため、実際に出来上がったヘッドの磁界寸法(B1, B2)は、製造ばらつきを持ち、例えば図2に示すヒストグラムのような分布を持つ。現在の加工精度では、磁界寸法は、±20%程度のばらつきが生じる。例えば、磁界M1の長径方向の寸法(B1)105を20nm狙いで製造した場合、その±20%として、±4nm(8nm)のばらつき(Xとする)が生じる。

【0042】

その結果、上記ヘッド位置制御で要求される仕様(精度)は、修正され、±6nm(12nm)(Y'とする)となる(40nm(T1) - 20nm(B1) - 8nm(X) = 12nm(Y'))。ここまでは前提と同様である。

40

【0043】

ここで、実際に実現されるヘッド位置制御の精度(Y''とする)を、例えば±9nm(18nm)とする。即ちこのY''は、Y'よりも精度が低く位置ずれが大きい場合である。するとこの場合、仕様(精度)として許容できる磁界M1の長径方向の寸法(B1)105は、22nm迄となる(40nm(T1) - 18nm(Y'') = 22nm(B1))。そのB1(22nm)に対応する、ヒストグラムでの値(境界)をs1とする。そして、その寸法(s1)以上の磁界寸法を持つヘッドの集団109は、隣接トラックへの干渉の問題によって使用できず、歩留りを低下させる。

50



## 【0044】

即ち、基本的な設計（組み合わせ）として、図2のs1よりも左側で示すような形になる。第1のパターン媒体（D1）101に対しては、磁界寸法Sの分布における、上記許容できる寸法（s1）以下の集団115（基準s2付近の集団116を含む）のヘッドは使用可能であるが、上記寸法（s1）以上の集団109のヘッドは使用不可能である。即ち、第1のパターン媒体（D1）101と集団115（もしくは集団116など）のヘッドとが対応付けられ、それらを含んで成るHDD（第1のHDD）が製造される。なお、第1のパターン媒体（D1）101に対応付けられる磁界寸法Sの分布の基準（中央付近）をs2（例えば20nm）とする。集団116は、下位の集団を含めない、s2付近の集団である。

10

## 【0045】

<1-2：第2のパターン媒体>

そこで、本実施の形態では、上記を踏まえ、第2のパターン媒体（D2）107として示すように、トラック幅（T1）104を前記40nmから例えば42nmへと上げたものを作成（製造または準備）する。そして、この第2のパターン媒体（D2）107を、上記許容できる寸法（B1：22nm、s1）以上の磁界寸法を持つヘッドの集団109と対応付ける。即ち、当該第2のパターン媒体（D2）107と集団109のヘッドとを含んで成るHDD（第2のHDD）が製造される。これにより、当該第2のHDDでは、前記干渉の問題が解消される（全体としては部品使用率の向上により歩留りが少し向上する）。

20

## 【0046】

しかしながら、上記設計だけでは、第2のパターン媒体（D2）107の記録密度は例えば0.96Tbit/inch<sup>2</sup>となり、前述の製品仕様（1Tbit/inch<sup>2</sup>）を満たさない。本実施の形態では高記録密度と歩留り向上との両方を満たすことが目的である。

## 【0047】

<1-3：第3のパターン媒体>

そこで、本実施の形態では、上記を踏まえ更に、図3で示すように、第3のパターン媒体（D3）108として、トラック幅（T1）104を前記40nmから例えば38nmへと縮めたものを作成（製造または準備）する。そして、この第3のパターン媒体（D3）108を、例えば20nm（基準のs2）以下の磁界寸法を持つヘッドの集団118（集団111及び集団112）と対応付ける。即ち、当該第3のパターン媒体（D3）108と集団118のヘッドとを含んで成るHDD（第3のHDD）が製造される。この時、第3のパターン媒体（D3）108の記録密度は、例えば1.06Tbit/inch<sup>2</sup>となり、前述の製品仕様（1Tbit/inch<sup>2</sup>）を超える。

30

## 【0048】

なおs3は、第1のパターン媒体（D1）に対応付けられる磁界寸法の基準（s1）に対する下側の境界の値（例えば18nm）である。各境界（s1, s2, s3）によって、分布の全体が4つの集団{集団（g1）109, 集団（g2）110, 集団（g3）111, 集団（g4）112}に分類（区分）されている。

## 【0049】

上記対応付けでは、特に、第3のパターン媒体（D3）108に対し、第2のパターン媒体（D2）107と集団109との対応付けと同様に、まず集団（g4）112のみを対応付けることができる。そして更に、第3のパターン媒体（D3）108に対し、s2以下s3以上の集団（g3）111も合わせて対応付ける。即ち、s2以下s3以上の集団（g4）111は、第1のパターン媒体（D1）101と第3のパターン媒体（D3）108とで重複して対応付けられる。当該集団（g3）111に属するヘッドは、いずれの媒体（D1, D3）にも使用可能ということである。同様に、第2のパターン媒体（D2）107側に対しても、集団（g1）109のみでなくs1以下s2以上の集団（g2）110を合わせて対応付けることができる。

40

## 【0050】

50

即ち、まとめると、修正された設計（組み合わせ）として、図3に示すような形になる。第1のパターン媒体（D1）101と集団116（第1の集団G1）とが対応付けられる（第1のHDD）。また、第2のパターン媒体（D2）107と集団117（第2の集団G2）とが対応付けられる（第2のHDD）。また、第3のパターン媒体（D3）108と集団118（第3の集団G3）とが対応付けられる（第3のHDD）。

【0051】

このように、3つの種類のパターン媒体（D1～D3）と4つのヘッド集団（g1～g4）との組み合わせにより、パターン媒体とヘッドとの対応付けが異なる複数のHDD（当該対応付けは例えば全部で6種類）が製造される。図8（a）は、上記組み合わせを簡単にまとめて示している。

10

【0052】

ここまでの設計によって、本実施の形態では、相応の効果が得られる。即ち、上記組み合わせにより、ヘッド部品の使用率が向上すること等によって、全体として製造歩留りが向上する。

【0053】

< 1-4：複数のパターン媒体の組み合わせ >

更に、一般的にHDDは複数のディスクで構成（多重構造）が可能である。そのため、例えば2枚のディスクを1つのHDDに搭載する場合には、まず、上記第1のパターン媒体（D1）101を2枚使用した1つのHDD（第4のHDD）を構成可能である。そして、例えば上記第2のパターン媒体（D2）107と第3のパターン媒体（D3）108とを組み合わせ使用した1つのHDD（第5のHDD）を構成可能である。

20

【0054】

上記第5のHDDは、上記第4のHDDと同じく、記録密度として平均1Tbit/inch<sup>2</sup>の製品仕様を満たす（ $(0.96 + 1.06) \div 2 = 1\text{Tbit/inch}^2$ ）。このように、複数の種類のパターン媒体（D1～D3）と複数のヘッド集団（g1～g4）とを適切に組み合わせ、記録密度を揃えた各HDDを構成することができる。即ち、HDDの設計及び製造の自由度が高く、製造効率を高めることができる。

【0055】

図8（b）は、上記例のように、単一のHDD装置に複数（P）のパターン媒体と複数（Q）のヘッドとを内蔵する場合における組み合わせの例を簡単に示している。前記図3及び図8（a）のような組み合わせに基づき製造される複数のHDDにおいて、以下の種類のHDDが選択的に構成可能である。第4のHDDでは、集団G1によるヘッドとパターン媒体D1との対応付けによる最小単位を、2つ備える。第5のHDDでは、集団G2によるヘッド部とパターン媒体D2との対応付けによる最小単位と、集団G3によるヘッド部とパターン媒体D3との対応付けによる最小単位とをそれぞれ備える。第4のHDDと第5のHDDは、内部構造が異なる2つの種類のHDDであり、いずれも規定の記録容量を満たす。

30

【0056】

以上の方法により高記録密度（平均1Tbit/inch<sup>2</sup>）かつ製造歩留り向上が実現される。

【0057】

< 1-5：組み合わせの規則 >

本実施の形態において、以下のように、組み合わせの所定の規則（条件）が規定されている。

40

【0058】

前述のヘッド磁界寸法Sの分布に示すように、22nm（s1）以上の磁界寸法を持つヘッドの集団（g1）109は、20nm（s2）以下の磁界寸法を持つヘッドの集団（G3）118（g3, g4）に比べて少ない。

【0059】

そのため、前記第1のHDD、第2のHDDのように、単純に1つのヘッド集団に対して1つのパターン媒体を組み合わせる設計とする場合、s2以下の集団（G3）118に

50

属するヘッド部品が余り、部品使用率が低下する。

【0060】

そこで、本実施の形態では、ヘッドの製造ばらつきによる分布において、各基準となるヘッド磁界の値 ( $s_1 \sim s_3$ ) に応じて、 $s_1$  以上の集団 ( $g_1$ ) 109、 $s_1$  以下  $s_2$  以上の集団 ( $g_2$ ) 110、 $s_2$  以下  $18 \text{ nm}$  ( $s_3$ ) 以上の集団 ( $g_3$ ) 111、 $s_3$  以下の集団 ( $g_4$ ) 112 といったように、基本的な4つの集団 ( $g_1 \sim g_4$ ) に分類する。集団 115 ~ 集団 118 はそれらの組み合わせである。

【0061】

そして、図3の例のように、集団 ( $G_1$ ) 116 ( $g_2, g_3$ ) に対しては、第1のパターン媒体 ( $D_1$ ) 101 を対応付け、かつ、集団 ( $G_2$ ) 117 ( $g_1, g_2$ ) に対しては第2のパターン媒体 ( $D_2$ ) 107 を対応付け、かつ、集団 ( $G_3$ ) 118 ( $g_3, g_4$ ) に対しては第3のパターン媒体 ( $D_3$ ) 108 を対応付ける。

10

【0062】

このように、ヘッドとパターン媒体との組み合わせ (対応付け) において、一部で重複するように組み合わせる。この重複部分である、集団 ( $g_2$ ) 110 及び集団 ( $g_3$ ) 111 では、それぞれ特性的に隣接する2種類以上のパターン媒体に使用される。パターン媒体の数 ( $M$ ) とヘッド集団の数 ( $N$ ) とにおいて、 $M < N$  である。これらの規則によって、ヘッド部品の使用率が高くなり、全体として歩留りが向上する。

【0063】

このように、本実施の形態では、複数 ( $M: 3$  つ) の種類のパターン媒体に応じた複数 ( $N: 4$  つ) のヘッド集団への分類、並びに重複の組み合わせ等により、ヘッド (磁界寸法の分布) とパターン媒体との組み合わせの自由度を上げている。上記例に限らず組み合わせが可能である。これらにより、ヘッド供給の過不足を解消し、更に部品使用率を向上できる。

20

【0064】

< HDD 構成 >

次に、図4において、本実施の形態の HDD 製造方法における HDD のハードウェア構成を示している。これは現在一般的な HDD と同様の構成を模式的に示している。

【0065】

図4(a)で、本 HDD は、パターン媒体 100、ヘッド部 210、その他、回路基板、筐体等の部品により構成される。ヘッド部 210 は、ヘッド 201、アーム 203、ロータリアクチュエータ 202 等から成る。アーム 203 は、ロータリアクチュエータ 202 によって駆動される。ヘッド 201 は、アーム 203 の先端に取り付けられる。パターン媒体 100 は、スピンドル 204 に取り付けられる。ヘッド 201 は実際には極小だがわかりやすく四角形で示す。

30

【0066】

ヘッド 201 は、パターン媒体 100 の半径方向  $r$  に対して一定の傾きを持つ。その結果、パターン媒体 100 の回転方向  $c$  に対するヘッド 201 の磁界寸法は、半径方向  $r$  に対する磁界寸法の長径 (前記  $B_1$ ) の傾きに対してコサイン則に従い変化する。そのため、パターン媒体 100 におけるトラック幅 (前記  $T_1$ ) は、媒体の半径に対して変化する。

40

【0067】

なお、本実施の形態では、アーム 203 (ヘッド部 210) の先端部分をヘッドと称する (スライダ等と称する場合もある)。また、1つのディスク (パターン媒体 100) に対して、ヘッド 201、アーム 203、及びロータリアクチュエータ 202 等から成る、1つの単位となる部位を、ヘッド部 210 と称する。1つのヘッド部 210 と1つのディスク (パターン媒体 100) との組み合わせが、HDD 構成における最小単位となる。

【0068】

また図4(b)に示すように、上記のような最小単位 (210, 100) を軸方向に複数備える構成 (多重構造) が可能である。それらの複数のヘッド部 210 の集まりを、例

50

えばヘッドモジュール220と称する。この多重構造のHDDの場合、本実施の形態では、前述(図8)のように、特性が異なる最小単位(ヘッド及びパターン媒体)の組み合わせとすることが可能である。

#### 【0069】

##### <製造方法>

次に、図5において、本実施の形態のHDD製造方法における製造プロセスの概略フローを示している。本HDD製造工程は、大きく分けて、パターン媒体製造工程S500、ヘッド製造工程S510、HDD装置組み立て工程S530を有する。

#### 【0070】

パターン媒体製造工程S500において、薄膜プロセスS502では、パターンが形成される前のガラスまたは金属化合物からなる基本的な媒体501の形成の工程と、その媒体501の上へのパターンの形成の工程とを含む。パターンの形成の工程では、製膜、露光、現像、エッチング等からなる薄膜プロセスを用いて、トラック幅や間隔(またはドット配列)等が異なるパターン媒体が形成される。なお、露光工程の代わりにナノインプリントプロセスを用いることもある。これにより、ヘッド側の設計に応じた、各種のパターン媒体503~505(例えば前記D1~D3)が形成される。パターン媒体検査工程S506では、それらのパターン媒体503~505が、寸法や欠陥等について問題無いかどうか検査される。検査により不良品が除去される。上記工程により、複数(M)の種類のパターン媒体(例: D1~D3)が製造(準備)される。

10

#### 【0071】

ヘッド製造工程S510において、薄膜プロセスS512では、製膜、露光、現像、エッチング等により、ウエハ511上に、ヘッドの形成の元になる部品513を形成する。その後、ヘッド加工工程S514では、切り出し、研削、研磨等により、部品513からヘッド515(前記ヘッド201)を加工形成する。例えば、1つのヘッド515に、書き込み素子516と読み取り素子517とが形成される(記録再生ヘッドとなる)。書き込み素子516、読み取り素子517は、ヘッド515の端部に位置する。

20

#### 【0072】

ヘッド部組み立て工程S519では、S514で形成したヘッド515(ヘッド201)と、アーム520(前記アーム203)、アクチュエータ(前記ロータリアクチュエータ202)等とを合わせて、1つの単位(前記ヘッド部210)を組み立てる。ヘッド515は、アーム520の先端に取り付けられる。

30

#### 【0073】

ヘッド部検査工程S521では、ヘッド部210のヘッド515(ヘッド201)の磁界寸法(記録磁界寸法及び読み取り磁界寸法)を測定する工程を含んでいる。このとき、ヘッド515の各素子の寸法形状測定や欠陥等の検査が行われる。ヘッド部検査工程S521では、個別に各ヘッドの磁界寸法を測定する。この時の測定方法は、実際に磁性パターンを磁性膜上に記録して読み取る方法やSEMなどの外観検査結果から試算する方法等がある。

#### 【0074】

ヘッド分類工程S522では、S521での測定及び検査の結果(ヘッド磁界寸法)により、ヘッド515(ヘッド部210)を、前述の考え方に応じて、複数の集団525へ分類する。例えば実施の形態1における規則では、記録ヘッドの磁界寸法と再生ヘッドの磁界寸法のいずれか(例えば記録ヘッドの磁界寸法)が、図3のように境界値s1~s3に応じて4つの集団(g1~g4)に分類される。上記工程により、複数(N)のヘッド集団(g1~g4)が製造(準備)される。

40

#### 【0075】

HDD装置組み立て工程S530において、パターン媒体製造工程S500で製造された複数(M)の種類のパターン媒体と、ヘッド製造工程S510で製造された複数(N)のヘッド集団とを用いて、HDD装置が組み立てられる。組み合わせ工程(対応付け工程)では、それらのパターン媒体とヘッドとが、前述した所定の規則に従って、組み合わせ

50

(対応付け)及びその確認が行われる。例えば前記図3のように、媒体(D1~D3)とヘッド(g1~g4)とが、D1-G1、D2-G2、D3-G3のように、それぞれ対応付けられる。これにより、基本的な最小単位(ヘッド部210とパターン媒体100)が構成され、それを含んで成るHDDを構成可能である。

【0076】

更に、前述の多重構造とする場合、ヘッドモジュール組み立て工程S532では、上記最小単位を用いて、前述した所定の規則に従って、ヘッドモジュール220(及び複数のパターン媒体100)を組み立てる。例えば、2枚のパターン媒体を備えるHDDで、前記第4、第5のHDDのように、各記録密度が同様になる組み合わせ等である。組み立てられたヘッドモジュール220は、同規則に基づき設計されたパターン媒体(D1~D2)等と組み合わせられる。

10

【0077】

筐体取り付け工程S533では、上記ヘッド部210もしくはヘッドモジュール220とパターン媒体100とから成る部位を、その他の部品と共に、HDD装置の筐体に取り付けることにより、HDD装置が完成する。上記工程により、使用されているパターン媒体100の種類に応じた所定の仕様を満たす複数のHDD装置が製造される。

【0078】

なお、上記磁界寸法の測定、分類、組み合わせといった各工程の詳細及びそれらの順序は、多少変更が可能である。例えば、ヘッド加工工程S514後に、ヘッド部210を組み立てる前に、ヘッド201の磁界寸法の測定を行うこと等が勿論可能である。

20

【0079】

以上説明したように、本実施の形態によれば、高記録密度のHDDを、ヘッド201等の部品の使用率を高め(改善または大幅向上)、高歩留りで製造することができる。また特に、本実施の形態を用いない場合(従来と同様の製造方法を用いる場合)に比べて、ヘッドの位置制御や加工の精度(仕様)を大幅に緩和することも可能になり、製造コスト削減を実現できる。

【0080】

(実施の形態2)

次に、図6を用いて、本発明の実施の形態2のHDD製造方法について説明する。実施の形態2は、実施の形態1と異なる特徴として、溝ではなくドットの形状のパターンによるトラックを持つパターン媒体を用いる場合である。以下、異なる特徴について説明する。

30

【0081】

図6において、ドット状のパターン媒体の一部の拡大を示している。なお拡大ではトラックの湾曲を省略して直線的に示している。図6の例で、基準となる第1のパターン媒体(D1)301の一部313の拡大において、トラックについて、半径方向rで、トラック幅寸法(T1)304、及びトラック間隔寸法(T2)309を有する。なお破線はトラック中心線及び境界線である。トラック上に、等間隔のドット状として、記録単位の領域(R2とする)を有する。隣接するトラックではドットの配置がずれている。ドットの領域R2に関して、半径方向rの寸法(A1)303、及び円周方向cの寸法(A2)302を有する。記録ヘッドの磁界(M2とする)に関して、長径方向(半径方向r)の寸法(B1)305と、短径方向(円周方向c)の寸法(B2)306とを有する。

40

【0082】

なお、ヘッド磁界M2の長径の寸法(B1)105は、記録ヘッドの磁界(書き込み素子による磁界)と再生ヘッドの磁界(読み取り素子による磁界)のうちの大きい方を基準として使用する。この大きい方(例えば記録ヘッド)を使用すれば、小さい方(例えば再生ヘッド)の性能も満たすので、問題無い。

【0083】

図6で省略して示すように、実施の形態1と同様の考え方及び所定の規則に従って、パターン媒体とヘッド集団との組み合わせが構成される。例えば、媒体(D1~D3)とヘ

50

ッド (g 1 ~ g 4) とが、D 1 - G 1、D 2 - G 2、D 3 - G 3 のように、それぞれ対応付けられる。

【0084】

ドットのパターンの場合において、前述の溝のパターンの場合と異なる数値などは以下である。A 1 と A 2 の比率が 1 対 1.2 となる 1 Tbit/inch<sup>2</sup> の記録を行う場合において、半径方向 r のトラック幅寸法 T 1 は 28 nm となる。ヘッド位置制御で要求される仕様 (精度) は、磁気ヘッドの書き込み幅または読み取り幅となるトラック幅寸法 T 1 = 28 nm からヘッド磁界の長径方向の寸法 B 1 の 16 nm を引いた ± 6 nm (12 nm) となる。しかし、ヘッドの磁界寸法は、製造ばらつきにより、前記図 2 のような分布を持つ。従来 (現在) の加工精度では ± 25% 程度のばらつきが生じる。ヘッドの磁界寸法 B 1 を 16 nm 狙いで製造した場合、± 4 nm のばらつきが生じる。その結果、ヘッド位置制御で要求される精度は、修正により、± 4 nm になる。

10

【0085】

ここで、実際のヘッド位置制御の精度を ± 5 nm とすると、許容できるヘッドの磁界寸法 B 1 は 18 nm 迄であり、それ以上の磁界寸法を持つヘッドの集団 (g 1) は、隣接トラックへの干渉等の不良を起こす。そこで、トラック幅を 30 nm に広げた第 2 のパターン媒体 (D 2) 307 を作成し、18 nm 以上の磁界寸法を持つヘッドの集団 (g 1) と組み合わせる。これにより、隣接トラックへの干渉の問題を解消する。しかし、第 2 のパターン媒体 (D 2) 307 の記録密度は、0.93 Tbit/inch<sup>2</sup> となり製品の仕様を満たさない。

20

【0086】

そこで、26 nm のトラック幅を持つパターン媒体 308 を作成し、16 nm 以下の磁界寸法を持つヘッドの集団 311 及び集団 312 と組み合わせる。この時、パターン媒体 308 の記録密度は 1.07 Tbit/inch<sup>2</sup> となる。

【0087】

そこで、第 2 のパターン媒体 (D 2) 307 と第 3 のパターン媒体 (D 3) 308 とを組み合わせると HDD を構成する。この HDD は、第 1 のパターン媒体 (D 1) 301 を 2 枚使用した HDD の場合と同じく、平均 1 Tbit/inch<sup>2</sup> の製品仕様を満たす。以上の方法により、製造歩留りが向上する。

30

【0088】

更に、18 nm 以上は g 1、16 nm 以上 18 nm 以下は g 2、14 nm 以上 16 nm 以下は g 3、14 nm 以下は g 4 といったように 4 つの集団に分類する。そして、D 1 - G 1、D 2 - G 2、D 3 - G 3 のように組み合わせる。1 つの集団 (g 2, g 3) に対してそれぞれ 2 つのパターン媒体を対応付けるように組み合わせることにより、ヘッド部品使用率を上げる。

【0089】

以上説明したように、本実施の形態によれば、ドットのパターンの場合にも同様に、高記録密度の HDD を高歩留りで製造することができる。溝やドットに限らず他のパターンにも同様に適用可能である。

40

【0090】

(実施の形態 3)

次に、図 7 を用いて、本発明の実施の形態 3 の HDD 製造方法について説明する。実施の形態 3 は、実施の形態 2 と同様にドット状のパターンによるトラックを持つパターン媒体を用いる場合である。異なる特徴としては、複数の種類の媒体でトラック幅を変えるのではなく、円周方向 c のパターン間隔寸法を変えることにより、記録密度を変更及び調整する構成である。

【0091】

図 7 (a) において、第 1 の例におけるドット状のパターン媒体の一部 401 (パターン) の拡大を示している。図 7 (b) において、第 2 の例におけるドット状のパターン媒体の一部 402 (パターン) の拡大を示している。

50

## 【 0 0 9 2 】

実施の形態 2 のドット状のパターン媒体 ( D 1 ) 3 0 1 において、前述のように、1 Tbit/inch<sup>2</sup>の記録を行う場合で、ヘッド位置制御で要求される精度は、± 4 nmになる。実際のヘッド位置制御の精度を± 5 nmとすると、許容できるヘッドの磁界寸法 B 1 は 1 8 nm迄であり、それ以上の磁界寸法を持つヘッドの集団 g 1 は隣接トラックへの干渉等の不良を起こす。そこで、トラック幅を 3 0 nmに広げた第 2 のパターン媒体 ( D 2 ) 3 0 7 に示すパターン媒体を作成し、1 8 nm以上の磁界寸法を持つヘッドの集団 g 1 と組み合わせる。しかし、第 2 のパターン媒体 ( D 2 ) 3 0 7 の記録密度は、0 . 9 3 Tbit/inch<sup>2</sup>となり製品仕様を満たさない。

## 【 0 0 9 3 】

そこで、実施の形態 3 では、第 2 のパターン媒体 ( D 2 ) では、図 7 ( a ) の一部 4 0 1 のようなパターンとし、第 3 のパターン媒体 ( D 3 ) では、図 7 ( b ) の一部 4 0 2 のようなパターンとする。図 7 ( a ) の一部 4 0 1 のように、円周方向 c のパターン間隔寸法 ( p 1 ) を 2 3 nmとする。一方、図 7 ( b ) の一部 4 0 2 のように、円周方向 c のパターン間隔寸法 ( p 2 ) を、p 1 = 2 3 nmから、p 2 = 2 1 nmに変更したパターン媒体 ( D 3 ) を作成する。このようなパターン媒体 ( D 1 ~ D 3 ) の作成により、1 Tbit/inch<sup>2</sup>の仕様を満たし、かつ、ヘッドの位置制御の精度 ( 仕様 ) を満たす。

## 【 0 0 9 4 】

なお各実施の形態で図 5 のような製造方法のフローを同様に適用可能である。

## 【 0 0 9 5 】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 9 6 】

本発明は、パターン媒体を用いた HDD 装置など、ディスク状の媒体の上にパターンが形成され、電子、磁気、光あるいはスピンなどの物理学的な状態変化を用いて情報記録を行う装置に利用可能である。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 9 7 】

【 図 1 】本発明の前提となる従来技術、及び本発明の実施の形態の HDD 製造方法について説明するための図であり、複数のパターン媒体と、パターン媒体の一部 ( 溝状のパターンの場合 ) の拡大とを示す。

【 図 2 】本発明の前提となる従来技術、及び本発明の実施の形態の HDD 製造方法について説明するための図であり、ヘッドの製造における磁界寸法のばらつきの分布 ( ヒストグラム )、並びにヘッド集団とパターン媒体との対応付け ( 組み合わせ ) の例を示す。

【 図 3 】本発明の実施の形態 1 の HDD 製造方法について説明するための図であり、ヘッドの製造における磁界寸法のばらつきの分布 ( ヒストグラム )、並びにヘッド集団とパターン媒体との対応付け ( 組み合わせ ) の例を示す。

【 図 4 】本発明の実施の形態の HDD 製造方法における HDD のハードウェア構成を示す図であり、( a ) は媒体平面の概略構成を、( b ) は軸方向の概略構成を示す。

【 図 5 】本発明の実施の形態の HDD 製造方法における製造プロセスの概略フローを示す図である。

【 図 6 】本発明の実施の形態 2 の HDD 製造方法における、複数のパターン媒体と、パターン媒体の一部 ( ドット状のパターンの場合 ) の拡大と、組み合わせの例とを示す。

【 図 7 】本発明の実施の形態 3 の HDD 製造方法における、パターン媒体の一部 ( ドット状のパターンの場合 ) の拡大を示す図であり、( a ) は第 1 の例のパターンを、( b ) は第 2 の例のパターンを示す。

【 図 8 】本発明の実施の形態の HDD 製造方法における、組み合わせの規則を簡単にまとめて示す図であり、( a ) は、複数 ( M ) の種類のパターン媒体と複数 ( N ) のヘッド集

10

20

30

40

50

団との組み合わせにより複数のHDDが製造される構成を示し、(b)は、更に、単一のHDD装置に複数(P)のパターン媒体と複数(Q)のヘッドとを内蔵する場合における組み合わせの例を示す。

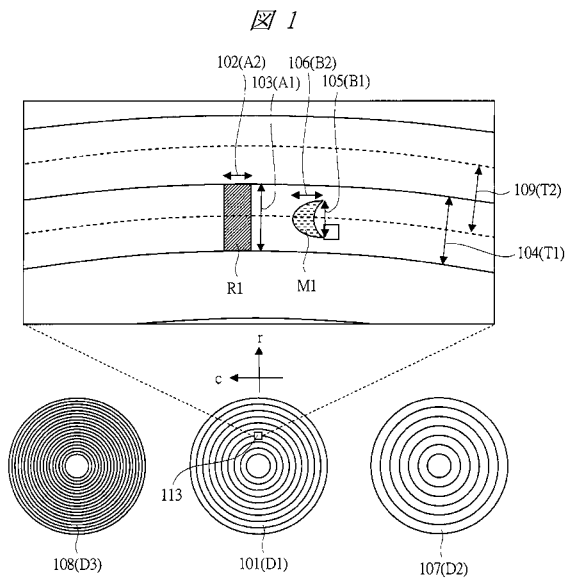
【符号の説明】

【0098】

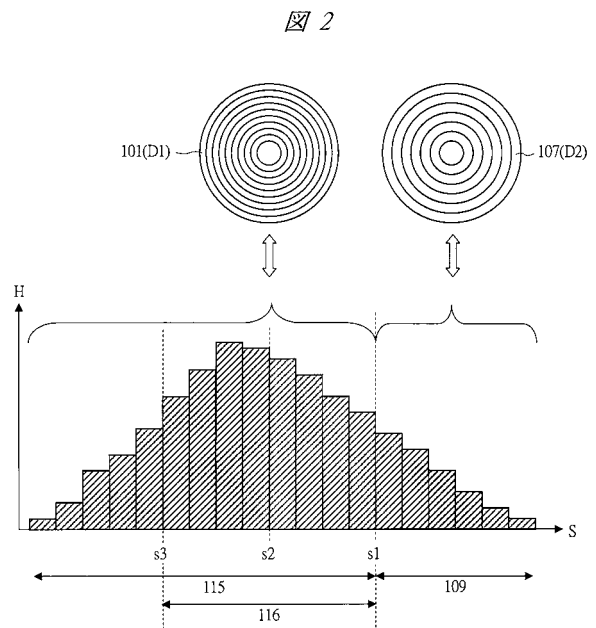
100, 101, 107, 108, 301, 307, 308...パターン媒体、102~106, 109, 302~306, 309...寸法、113, 313...一部、109~112, 115~118...集団(ヘッド集団)、201...ヘッド、202...ロータリアクチュエータ、203...アーム、204...スピンドル、210...ヘッド部、220...ヘッドモジュール、501...媒体、503~505...パターン媒体、511...ウエハ、513...部品、515...ヘッド、516...書き込み素子、517...読み取り素子、520...アーム、525...複数の集団、R1~R3...領域(記録単位)、M1~M3...磁界、g1~g4, G1~G3...集団(ヘッド集団)。

10

【図1】

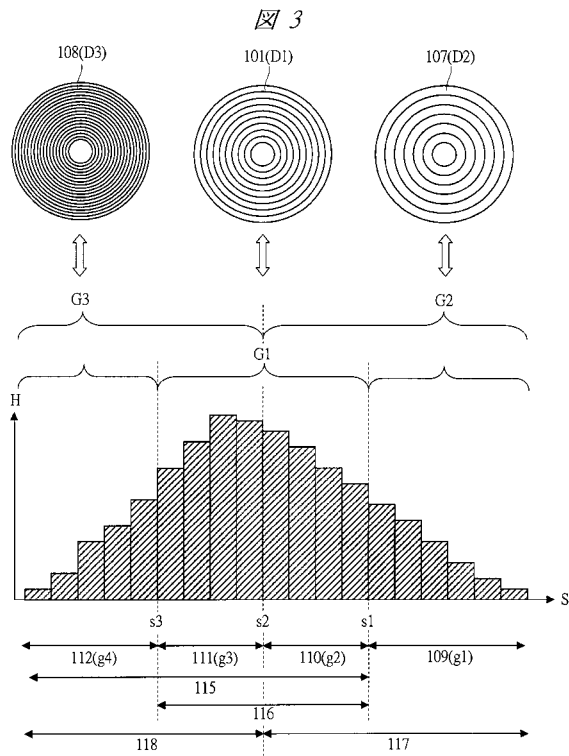


【図2】

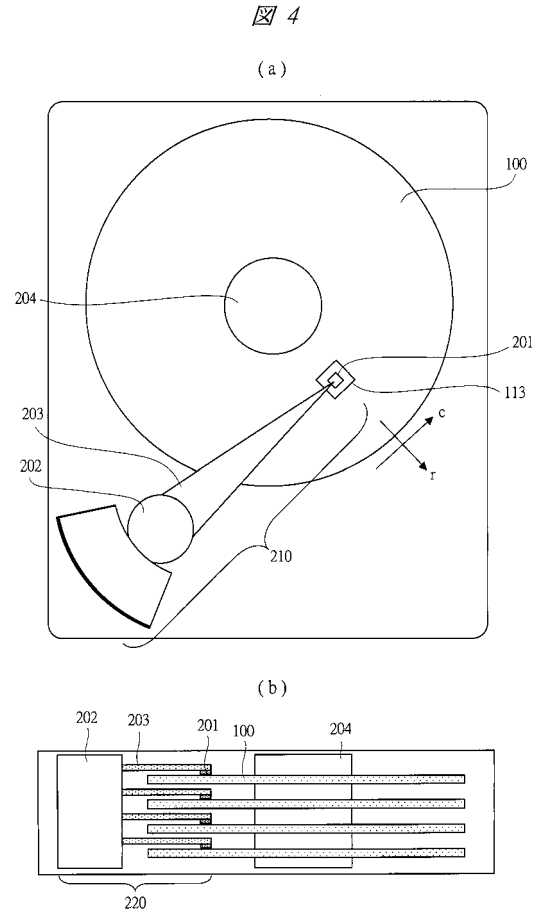




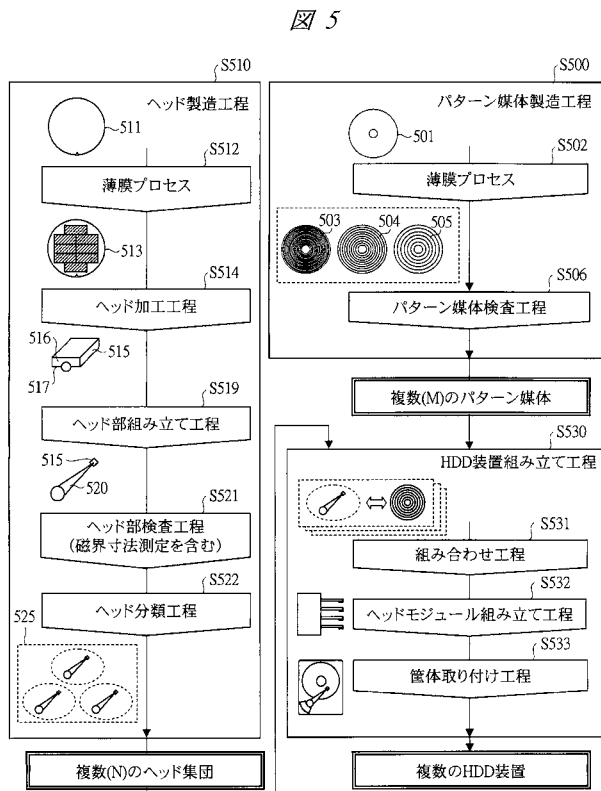
【 図 3 】



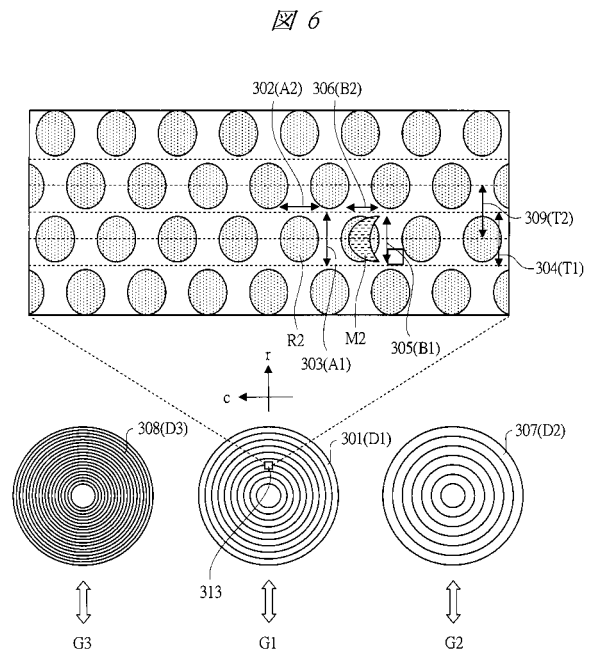
【 図 4 】



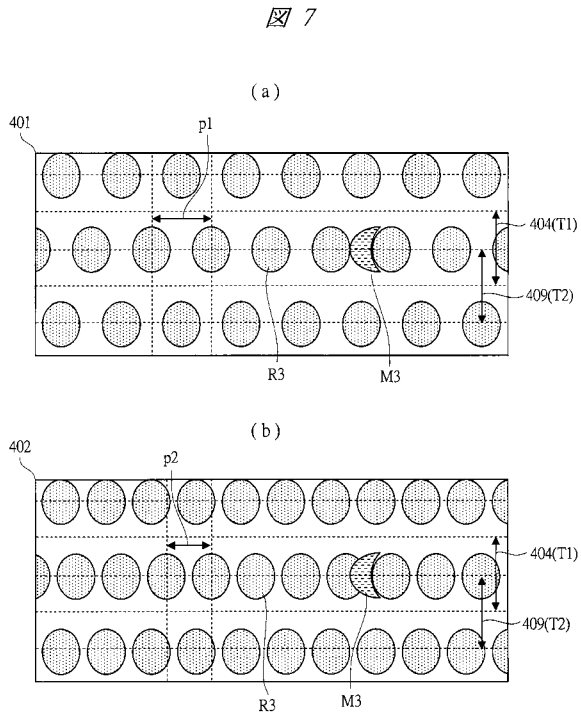
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

