

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5520511号
(P5520511)

(45) 発行日 平成26年6月11日 (2014. 6. 11)

(24) 登録日 平成26年4月11日 (2014. 4. 11)

(51) Int. Cl.

F I

G 1 1 B 33/02 (2006. 01)

G 1 1 B 33/02 D

G 1 1 B 17/038 (2006. 01)

G 1 1 B 17/038

G 1 1 B 19/20 (2006. 01)

G 1 1 B 19/20 D

B 0 8 B 3/12 (2006. 01)

B 0 8 B 3/12 D

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2009-92997 (P2009-92997)
 (22) 出願日 平成21年4月7日 (2009. 4. 7)
 (65) 公開番号 特開2010-244627 (P2010-244627A)
 (43) 公開日 平成22年10月28日 (2010. 10. 28)
 審査請求日 平成24年4月3日 (2012. 4. 3)

(73) 特許権者 508100033
 サムスン電機ジャパンアドバンスドテクノ
 ロジー株式会社
 静岡県藤枝市花倉430番地1
 (74) 代理人 100174229
 弁理士 岩井 廣
 (74) 代理人 100105924
 弁理士 森下 賢樹
 (74) 代理人 100109047
 弁理士 村田 雄祐
 (74) 代理人 100109081
 弁理士 三木 友由
 (72) 発明者 西原 謙治
 静岡県藤枝市花倉430番地1 アルファ
 ナ テクノロジー株式会社内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディスク駆動装置の生産方法及びディスク駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アルミニウムから形成され、記録ディスクを収納するように構成されたベース部材と、
 前記ベース部材にシャフトと当該シャフトを収納するスリーブとが相対回転するように構
 成した軸受ユニットと、前記軸受ユニットを介して支持されるハブと、を少なくとも含ん
 で構成されるディスク駆動装置の生産方法であって、

前記ベース部材は、前記ベース部材に前記スリーブと前記シャフトと前記ハブとを組み
 付ける組立工程が設置される第2クリーンルームと連続して共通の清浄空気が満たされ
 るとともに、隔壁で仕切られ前記第2クリーンルームに対して負圧にされる第1クリーン
 ルーム内で搬送されながら、純水中で少なくとも2種類以上の周波数の超音波を作用させた
 純水洗浄を行う洗浄工程にて洗浄され、

洗浄された前記ベース部材は、前記第2クリーンルーム内の前記組立工程にて組み立て
 られることを特徴とするディスク駆動装置の生産方法。

【請求項 2】

前記洗浄工程にて洗浄された前記ベース部材は、前記組立工程の前に前記第1クリーン
 ルーム内で搬送されながら、エアーが吹き付けられて水切りされ、

水切りされた前記ベース部材は、前記第1クリーンルーム内で搬送されながら、乾燥さ
 れることを特徴とする請求項1に記載のディスク駆動装置の生産方法。

【請求項 3】

前記純水洗浄を行う洗浄工程は、洗浄開始側の第1の超音波と、洗浄終了側の第2の超

10

20

音波と、前記洗浄開始側と前記洗浄終了側の中間における第3の超音波と、を作用させ、

前記第3の超音波の周波数は、前記第2の超音波の周波数より低く、前記第1の超音波の周波数より高いことを特徴とする請求項1または2に記載のディスク駆動装置の生産方法。

【請求項4】

前記純水洗浄を行う洗浄工程は、前記ベース部材に巻き込み保持された気泡を解放する水流を形成して実行されることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のディスク駆動装置の生産方法。

【請求項5】

前記洗浄工程は、洗浄される前記ベース部材の搬送方向に対して逆方向に流れる洗浄液中を搬送されながら洗浄されることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のディスク駆動装置の生産方法。

10

【請求項6】

前記純水洗浄を行う洗浄工程では、複数の前記ベース部材が純水中を所定の間隔で連続搬送されながら超音波の作用を受けて洗浄されることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のディスク駆動装置の生産方法。

【請求項7】

前記洗浄工程にて洗浄された前記ベース部材は、前記組立工程の前に前記第1クリーンルーム内で搬送されながら、純水と空気の混合体の吹き付けにより洗浄する吹付洗浄を行うことを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか1項に記載のディスク駆動装置の生産方法。

20

【請求項8】

前記純水洗浄を行う前の前記ベース部材は、前記第1クリーンルーム内で搬送されながら、アルカリイオン水中で超音波を作用させたアルカリ洗浄を行うことを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか1項に記載のディスク駆動装置の生産方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ディスク駆動装置の生産方法及びディスク駆動装置、特にパーティクルの付着量が低減されるディスク駆動装置の生産方法及びディスク駆動装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、HDDなどのディスク駆動装置は、流体動圧軸受ユニットを備えることにより回転精度が飛躍的に向上した。それに伴いディスク駆動装置は、一層の高密度・大容量化が求められるようになった。例えば磁氣的にデータを記録するディスク駆動装置では、記録トラックを形成した記録ディスクを高速で回転させておき、磁気ヘッドがその記録トラック上を僅かな浮上隙間を介してトレースしながらデータのリード/ライトを実行する。このようなディスク駆動装置を高密度・大容量化するためには記録トラックの幅を狭くする必要がある。また、このトラック幅の狭幅化に伴い、磁気ヘッドと記録ディスクとの隙間をさらに狭くする必要があるが生じている。その浮上隙間は例えば、10nm以下の極狭にした

40

【0003】

また、高密度化のため、磁気ヘッドに磁気抵抗効果型素子(以下、MR素子という)が多用されている。その一方で、極狭な浮上隙間でMR素子を用いることにより、サーマルアスペリティ障害(以下、TA障害という)やヘッドクラッシュ障害の発生が一段と深刻となる。TA障害とは、磁気ヘッドの浮上トレース中に、MR素子にディスク表面上の微小な異物が接触することにより発生する運動エネルギーに起因してMR素子に瞬間的に熱が生じることにより発生する。MR素子が瞬間的に加熱、冷却されると、MR素子の抵抗値が瞬間的に変動し再生信号にノイズとして重畳され、再生信号の読み出し精度の低下を引き起こす。発明者らは、検討の結果、TA障害はディスク駆動装置に付着していた0.1

50

μm ～数 μm 程度の異物（以下、パーティクル「Particle」と総称する）が、振動や空気の流れなどにより、記録ディスク表面に付着することによりTA障害が発生しているとの知見を得た。

【0004】

ところで、ディスク駆動装置はベース部材上に、スリーブ及びこのスリーブと相対回転可能なシャフトとから成る軸受ユニットと、この軸受ユニットによりベース上で回転自在に支持されるハブ部材を含む組立体で構成されている。そして、ハブ部材に記録ディスクを載置すると共に、磁気ヘッド及びこの磁気ヘッドの駆動装置と、制御回路、その他必要な部品を組み込んで生産される。

【0005】

従来、ディスク駆動装置を構成するベース部材は、所定の洗浄液が満たされた洗浄槽で例えば超音波を用いて埃等の異物除去を行う洗浄工程を経てから組み立てられている。洗浄工程は、例えば、被洗浄ベース部材を数百個単位で洗浄カゴに重ねて入れて洗浄液に漬す、いわゆるバッチ洗浄が主流であった。このような洗浄工程は、小部品を大量生産する場合に多用される手法である。このバッチ洗浄では、洗浄後に洗浄カゴごと被洗浄ベース部材を乾燥し、倉庫などの保管場所に保管していた。そして、組立工程では、保管された被洗浄ベース部材を取り出して組立ラインに供給し、ディスク駆動装置を組み立てていた（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平7-124529号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述したようなバッチ洗浄を用いた生産方法では、一般に洗浄の清浄度の全体水準が低かった。例えば、ディスク駆動装置の清浄度は、1平方cm当たりの $0.5\mu\text{m}$ 以上のパーティクルの数（以下、LPCという）で評価される。LPCは、例えば純水2000ccを満たした槽の中に被検体を漬し、68kHzで98wの超音波を120秒間照射した後、この純水を例えば米国PMS社製CLS-700またはLS200などの液中パーティクル計数器を用いて存在するパーティクルの数を計数していた。

【0008】

しかし、従来のバッチ洗浄では、洗浄カゴの外側と中側の被洗浄ベース部材の清浄度にバラツキが大きく、また一度剥離したパーティクルが洗浄カゴの中で別の被洗浄ベース部材に付着してしまう現象も生じ易かった。また、所望の清浄度を得ようとする場合、洗浄に長時間が必要となり作業効率が悪かった。さらに、洗浄後に倉庫等で保管されている間に空気中に浮遊するパーティクルが被洗浄ベース部材に付着してしまうこともあった。このように、パーティクルが多数残留すると、磁気ヘッドの浮上隙間を小さくした場合にTA障害発生率が高くなり、ディスク駆動装置の高密度・大容量化の障害となっていた。そのため、組立を開始する前や組立後に例えば、ヘキサン等の溶剤によりパーティクルの拭き取りを行う工程を追加することも考えられるが、生産効率の低下を招くと共に、拭き取り処理ではパーティクルの除去が十分に行えない場合も多かった。

【0009】

そこで、本発明は上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的は、ディスク駆動装置のベース部材の清浄度を向上し、磁気ヘッドの浮上隙間を小さくした場合でもTA障害発生率の確率を低く保つことのできる技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明のある態様のディスク駆動装置の生産方法は、アルミニウムから形成され、記録ディスクを収納するように構成されたベース部材と、ベース

10

20

30

40

50

部材にシャフトと当該シャフトを収納するスリーブとが相対回転するように構成した軸受ユニットと、軸受ユニットを介して支持されるハブと、を少なくとも含んで構成されるディスク駆動装置の生産方法であって、ベース部材は、ベース部材にスリーブとシャフトとハブとを組み付ける組立工程が設置される第2クリーンルームと連続して共通の清浄空気が満たされるとともに、隔壁で仕切られ第2クリーンルームに対して負圧にされる第1クリーンルーム内で搬送されながら、純水中で少なくとも2種類以上の周波数の超音波を作用させた純水洗浄を行う洗浄工程にて洗浄され、洗浄されたベース部材は、第2クリーンルーム内の組立工程にて組み立てられることを特徴とする。

【0011】

この態様によると、構成部品は純水中で少なくとも2種類以上の周波数の超音波による超音波洗浄を受ける。例えば、使用する超音波は40KHz～200KHz程度の周波数の中から選択することができる。この場合、1種類目の超音波の周波数として比較的低い周波数を用いる。周波数が低い場合、その波長は長く強いキャビテーション効果が得られるので、質量の大きなパーティクル除去を効率的に行うことができる。また、2種類目の周波数として比較的高い周波数を用いる。周波数が高い場合、その波長は短いので、その短い波長により狭い隙間のパーティクル除去を効率的に行うことができる。つまり、少なくとも高低2種類の周波数による超音波洗浄を実施することにより、質量の大きな大パーティクル及び狭い隙間に存在する質量の小さな小パーティクルの効率的な除去が可能になり、構成部品全体の清浄度を高めることができる。また、洗浄後に他の領域に移動させることなく洗浄工程と連続した所定レベル以上のクリーン領域内の組立工程にて組み立て作業を行うので、パーティクルの再付着が抑制された状態で、ディスク駆動装置の組立を完了できる。その結果、磁気ヘッドの浮上隙間を小さくした場合でも、TA障害の発生確率を低くすることができる。

【0012】

本発明の別の態様もまた、ディスク駆動装置の生産方法である。この方法は、ベース部材と、ベース部材にシャフトと当該シャフトを収納するスリーブとが相対回転するように構成した軸受ユニットと、軸受ユニットを介して支持されるハブと、を少なくとも含んで構成されるディスク駆動装置の生産方法であって、ディスク駆動装置の構成部品の少なくとも1つは搬送されながら、アルカリイオン水中で超音波を作用させたアルカリ洗浄に続いて、純水中で超音波を作用させた純水洗浄を行う洗浄工程にて洗浄され、洗浄された構成部品は、洗浄工程と連続した所定レベル以上のクリーン領域内の組立工程にて組み立てられる。

【0013】

アルカリ洗浄における超音波の周波数は、例えば40KHzとすることができる。アルカリイオン水を用いた洗浄では、洗浄対象となる構成部品に付着した炭化水素系パーティクルの除去を純水洗浄の場合に比べ効率的にできる。また、アルカリ洗浄に続いて純水洗浄も実施するので、構成部品全体の清浄度を高めることができる。また、洗浄後に他の領域に移動させることなく洗浄工程と連続した所定レベル以上のクリーン領域内の組立工程にて組み立て作業を行うので、パーティクルの再付着が抑制された状態で、ディスク駆動装置の組立を完了できる。その結果、磁気ヘッドの浮上隙間を小さくした場合でも、TA障害の発生確率を低くすることができる。

【0014】

本発明のさらに別の態様もまた、ディスク駆動装置の生産方法である。この方法は、ベース部材と、ベース部材にシャフトと当該シャフトを収納するスリーブとが相対回転するように構成した軸受ユニットと、軸受ユニットを介して支持されるハブと、を少なくとも含んで構成されるディスク駆動装置の生産方法であって、ディスク駆動装置の構成部品の少なくとも1つは搬送されながら、純水中で超音波を作用させた純水洗浄に続いて、純水と空気の混合体の吹き付けにより洗浄する吹付洗浄を行う洗浄工程にて洗浄され、洗浄された構成部品は、洗浄工程と連続した所定レベル以上のクリーン領域内の組立工程にて組み立てられる。

【 0 0 1 5 】

純水と空気の混合体を被洗浄体である構成部品に吹き付けることにより、パーティクル除去のための大きな運動エネルギーを与えることができる。したがって、構成部品において純水洗浄のみでは剥離除去できなかった質量の大きなパーティクルの除去を可能にして、構成部品全体の清浄度を高めることができる。また、洗浄後に他の領域に移動させることなく洗浄工程と連続した所定レベル以上のクリーン領域内の組立工程にて組み立て作業を行うので、パーティクルの再付着が抑制された状態で、ディスク駆動装置の組立を完了できる。その結果、磁気ヘッドの浮上隙間を小さくした場合でも、T A 障害の発生確率を低くすることができる。

【 0 0 1 6 】

10

本発明のさらに別の態様は、ディスク駆動装置である。この装置は、ディスク駆動装置の生産方法を用いて生産した。

【 0 0 1 7 】

この態様によると、洗浄処理によって清浄度が高められた構成部品によりディスク駆動装置の組立を実施できる。その結果、磁気ヘッドの浮上隙間を小さくした場合でも、T A 障害の発生確率を低くすることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、ディスク駆動装置のベース部材の清浄度を向上し、磁気ヘッドの浮上隙間を小さくした場合でもT A 障害の発生確率を低く保てるディスク駆動装置の生産方法を提供できる。また、磁気ヘッドの浮上隙間を小さくした場合でもT A 障害の発生確率が低いディスク駆動装置が提供できる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 本実施形態の生産方法により生産された構成部品を用いて組み立てられたディスク駆動装置の一例であるハードディスクドライブ装置の内部構成を説明する説明図である。

【 図 2 】 本実施形態に示す生産方法における洗浄工程で、洗浄の対象となる構成部品を組み立ててサブアセンブリにした状態を説明する説明図である。

【 図 3 】 図 2 の M - N で示すカットラインに沿った断面図である。

30

【 図 4 】 本実施形態のディスク駆動装置の生産方法における洗浄工程及び組立工程を説明する説明図である。

【 図 5 】 従来の生産方法で生産したディスク駆動装置の L P C を示す説明図である。

【 図 6 】 本実施形態の生産方法で生産したディスク駆動装置の L P C を示す説明図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）を、図面に基づいて説明する。図 1 は、本実施形態の生産方法により生産された構成部品を用いて組み立てられたディスク駆動装置の一例であるハードディスクドライブ装置（HDD）10（以下、単にディスク駆動装置10という）の内部構成を説明する説明図である。なお、図 1 は、内部構成を露出させるためにカバーを取り外した状態を示している。

40

【 0 0 2 1 】

ベース部材 12 の上面には、ブラシレスモータ 14、アーム軸受部 16、ボイスコイルモータ 18 等が載置される。ブラシレスモータ 14 は、記録ディスク 20 を搭載するためのハブ部材 26 を回転軸上に支持し、例えば磁気的にデータを記録可能な記録ディスク 20 を回転駆動する。ブラシレスモータ 14 は、例えばスピンドルモータとすることができる。ブラシレスモータ 14 は、記録ディスク 20 を回転駆動する。ブラシレスモータ 14 は U 相、V 相、W 相からなる 3 相の駆動電流により駆動される。アーム軸受部 16 は、スイングアーム 22 を可動範囲 A B 内でスイング自在に支持する。ボイスコイルモータ 18

50

は外部からの制御データにしたがってスイングアーム 22 をスイングさせる。スイングアーム 22 の先端には磁気ヘッド 24 が取り付けられている。ディスク駆動装置 10 が稼働状態にある場合、磁気ヘッド 24 はスイングアーム 22 のスイングに伴って記録ディスク 20 の表面を僅かな隙間を介して可動範囲 A B 内を移動し、データをリード/ライトする。なお、図 1 において、点 A は記録ディスク 20 の最外周の記録トラックの位置に対応する点であり、点 B は記録ディスク 20 の最内周の記録トラックの位置に対応する点である。スイングアーム 22 は、ディスク駆動装置 10 が停止状態にある場合には記録ディスク 20 の脇に設けられる待避位置に移動してもよい。

【0022】

なお、本実施形態において、記録ディスク 20、スイングアーム 22、磁気ヘッド 24、ボイスコイルモータ 18 等のデータをリード/ライトする構造を全て含むものをディスク駆動装置と表現する場合もあるし、HDDと表現する場合もある。また、記録ディスク 20 を回転駆動する部分のみをディスク駆動装置と表現する場合もある。

【0023】

図 2 は、本実施形態に示す生産方法における洗浄工程で、洗浄の対象となる構成部品を組み立ててサブアセンブリ 28 にした状態を説明する説明図である。本実施形態では、後述する洗浄工程を経て清浄度が高められた構成部品を組立工程で組立てサブアセンブリ 28 とした後、さらに、同様に清浄度の高い記録ディスク 20、磁気ヘッド 24、スイングアーム 22、アーム軸受部 16、ボイスコイルモータ 18 及び全体を覆うカバーを取り付けてディスク駆動装置を完成させる。

【0024】

図 3 は、図 2 の M - N で示すカットラインに沿ったディスク駆動装置 10 の一部を示す断面図である。

図 3 に示すように、本実施形態のディスク駆動装置 10 は、固定体部 S と、回転体部 R と、ラジアル動圧溝 R B 1、R B 2 と潤滑材とで構成されるラジアル流体動圧軸受部及びスラスト動圧溝 S B 1、S B 2 で構成されるスラスト流体動圧軸受部を含む軸受ユニット 30 と、これらの流体動圧軸受部を介して固定体部 S に対して回転体部 R を回転駆動する駆動ユニット 32 とにより構成されている。図 3 は、一例として記録ディスク 20 を支持するハブ部材 26 とシャフト 34 が一体となり回転する、いわゆるシャフト回転型のディスク駆動装置の構造を示す。なお、ディスク駆動装置 10 を構成する部材は、機能的に固定体部 S、軸受ユニット 30、回転体部 R、駆動ユニット 32 で分けられるグループのうち複数のグループに含まれるものがある。例えば、シャフト 34 は、回転体部 R に含まれると共に軸受ユニット 30 にも含まれる。

【0025】

固定体部 S は、ベース部材 12、ステータコア 36、コイル 38、スリーブ 40、カウンタープレート 42 を含んで構成されている。ステータコア 36 は、ベース部材 12 に形成された円筒部 12 a の外壁面に固着されている。スリーブ 40 は円筒状の部品であり、金属材料や導電性を有する樹脂材料で形成される。このスリーブ 40 は、ベース部材 12 の円筒部 12 a の内壁面で形成する収納孔 12 b に例えば接着剤等で固定されている。スリーブ 40 の一方の端部には、円盤状のカウンタープレート 42 が固着され、記録ディスク 20 等が収納されるベース部材 12 の内部側を封止している。

【0026】

ベース部材 12 は、例えば、アルミダイキャストで製作された母材を切削加工するか、アルミ板をプレス加工して形成するか、鉄板をプレス加工後、ニッケルめっきを施して形成することができる。ステータコア 36 は、ケイ素鋼板等の磁性板材が複数枚積層された後、表面に電着塗装や粉体塗装等による絶縁コーティングを施して形成される。また、ステータコア 36 は、半径方向外方向に突出する複数の突極（図示せず）を有するリング状の部材であり、各突極にはコイル 38 が巻回されている。例えば、ディスク駆動装置 10 が 3 相駆動であれば突極数は 9 極とされる。なお、コイル 38 の巻き線端末は、ベース部材 12 の底面に配設された FPC（図示せず）上に半田付けされる。

【 0 0 2 7 】

回転体部 R は、ハブ部材 2 6、シャフト 3 4、フランジ 4 4、マグネット 4 6 を含んで構成される。ハブ部材 2 6 は、略カップ形状の部材であり、中心孔 2 6 a と同心の外周円筒部 2 6 b と、外周円筒部 2 6 b の下端に外延する外延部 2 6 c とを有している。そして、外延部 2 6 c の内壁面にリング状のマグネット 4 6 を固着している。ハブ部材 2 6 は、ステンレス、アルミニウム、鉄等の金属や、導電性樹脂を型成型や機械加工して形成することができる。マグネット 4 6 は、例えば Nd - Fe - B (ネオジウム - 鉄 - ボロン) 系の材料で形成され表面には電着塗装やスプレー塗装などによる防錆処理が施されている。本実施形態において、マグネット 4 6 の内周側は例えば 1 2 極に着磁されている。

【 0 0 2 8 】

シャフト 3 4 は、ハブ部材 2 6 に形成された中心孔 2 6 a に一端が固定され、他端には、円盤状のフランジ 4 4 が固定されている。シャフト 3 4 は例えばステンレスなどの導電性を有する金属で形成することができる。また、フランジ 4 4 は、金属材料や導電性を有する樹脂材料で形成することができる。スリーブ 4 0 の一端には、フランジ 4 4 を収納するフランジ収納空間部 4 0 c が形成されている。したがって、スリーブ 4 0 は、フランジ 4 4 が固定されたシャフト 3 4 を円筒内壁面 4 0 a 及びフランジ収納空間部 4 0 c で囲む空間で相対回転を許容しながら支持する。

【 0 0 2 9 】

回転体部 R のフランジ 4 4 付きシャフト 3 4 が固定体部 S のスリーブ 4 0 の円筒内壁面 4 0 a に沿って挿入される。その結果、回転体部 R はラジアル動圧溝 R B 1、R B 2 と潤滑剤で構成されるラジアル流体動圧軸受部及びスラスト動圧溝 S B 1、S B 2 と潤滑剤で構成されるスラスト流体動圧軸受部を介して固定体部 S に回転自在に支持される。駆動ユニット 3 2 は、ステータコア 3 6 とコイル 3 8 とマグネット 4 6 とを含んで構成されている。このとき、ハブ部材 2 6 はステータコア 3 6 及びマグネット 4 6 と共に磁気回路を構成する。したがって、外部に設けられた駆動回路の制御により各コイル 3 8 に順次通電することにより、回転体部 R が回転駆動される。

【 0 0 3 0 】

なお、本実施形態のハブ部材 2 6 の外周円筒部 2 6 b は、記録ディスク 2 0 の中心穴と係合すると共に、外延部 2 6 c が記録ディスク 2 0 を位置決め支持する。記録ディスク 2 0 の上面にはクランパー 4 8 が載せられ、当該クランパー 4 8 がスクリュウ 5 0 によってハブ部材 2 6 に固定される。これによって記録ディスク 2 0 がハブ部材 2 6 に一体的に固定され、ハブ部材 2 6 と共に回転可能となる。

【 0 0 3 1 】

次に、軸受ユニット 3 0 について説明する。

軸受ユニット 3 0 は、シャフト 3 4、フランジ 4 4、スリーブ 4 0 及びカウンタープレート 4 2 とを含んで構成されている。スリーブ 4 0 の円筒内壁面 4 0 a とそれに対向するシャフト 3 4 の外周面はラジアル空間部を形成している。そして、スリーブ 4 0 の円筒内壁面 4 0 a とシャフト 3 4 の外周面の少なくとも一方にはラジアル方向の支持を行うための動圧を発生するラジアル動圧溝 R B 1、R B 2 が形成されている。ラジアル動圧溝 R B 1 はハブ部材 2 6 から遠い側に形成され、ラジアル動圧溝 R B 2 はラジアル動圧溝 R B 1 よりハブ部材 2 6 に近い側に形成されている。ラジアル動圧溝 R B 1、R B 2 は、シャフト 3 4 の軸方向に離隔して配置された例えばヘリングボーン状またはスパイラル状の溝である。これらのラジアル動圧溝 R B 1、R B 2 の形成空間にはオイル等の潤滑剤 5 2 が充填されている。したがって、シャフト 3 4 が回転することにより潤滑剤 5 2 に圧力の高い部分が生ずる。その圧力によりシャフト 3 4 を周囲の壁面から離反させて、当該シャフト 3 4 をラジアル方向において実質的に非接触の回転状態とする。

【 0 0 3 2 】

本実施形態の場合、シャフト 3 4 は一端側にハブ部材 2 6 を接続しているので、当該シャフト 3 4 はハブ部材 2 6 に近い側と遠い側で異なる強さの側圧を受ける。そこで、本実施形態では、ラジアル動圧溝 R B 1 のシャフト 3 4 の軸方向の形成幅を、ラジアル動圧溝

10

20

30

40

50

R B 2 のシャフト 3 4 の軸方向の形成幅よりも狭く形成している。これにより、シャフト 3 4 の軸方向で異なる強さの側圧に対応した動圧が各ラジアル流体動圧軸受部で発生する。このように、高い動圧の発生によりシャフト 3 4 の高い支持剛性を実現すると共に、低い動圧の発生によりシャフト 3 4 の回転ロス低減に寄与できる最適なバランスが得られる。

【 0 0 3 3 】

前述したように、シャフト 3 4 の下端には当該シャフト 3 4 と一体的に回転するフランジ 4 4 が固定されている。そして、スリーブ 4 0 の下面の中央部分にはフランジ 4 4 を回転自在に収納するフランジ収納空間部 4 0 c が形成されている。このフランジ収納空間部 4 0 c は、一端がカウンタプレート 4 2 により封止され、フランジ収納空間部 4 0 c 及びそれに続くシャフト 3 4 の収納空間の気密を維持できるようになっている。

10

【 0 0 3 4 】

フランジ 4 4 とスリーブ 4 0 の軸方向に対向する面の少なくとも一方にスラスト動圧溝 S B 1 が形成され、フランジ 4 4 とカウンタプレート 4 2 の対向する面の少なくとも一方にはスラスト動圧溝 S B 2 が形成され、潤滑剤 5 2 と協働してスラスト流体動圧軸受部を形成している。スラスト動圧溝 S B 1 , S B 2 は、例えばスパイラル状またはヘリングボーン状に形成されてポンプインの動圧を発生させる。つまり、固定体部 S 側であるスリーブ 4 0 及びカウンタプレート 4 2 に対して回転体部 R 側であるフランジ 4 4 が回転することによりポンプインの動圧が発生する。その結果、発生した動圧により固定体部 S に対してフランジ 4 4 を含む回転体部 R が軸方向に所定の隙間をもって実質的に非接触の状態となり、ハブ部材 2 6 を含む回転体部 R が固定体部 B に対して非接触状態で支持される。

20

【 0 0 3 5 】

本実施形態の場合、ラジアル流体動圧軸受部及びスラスト流体動圧軸受部における隙間に充填された潤滑剤 5 2 は互いに共用される。スリーブ 4 0 の開放端側は、スリーブ 4 0 の内周とシャフト 3 4 の外周との隙間が外側に向かって徐々に広がるようにしたキャピラリーシール部 T S を構成している。ラジアル動圧溝 R B 1、R B 2、スラスト動圧溝 S B 1、S B 2 を含む空間、キャピラリーシール部 T S の途中までには潤滑剤 5 2 が満たされている。キャピラリーシール部 T S は、毛細管現象により潤滑剤 5 2 が充填位置から外部へ漏出することを防止している。

30

【 0 0 3 6 】

上述のように構成されるディスク駆動装置 1 0 の生産方法を図 4 に基づいて説明する。本実施形態のディスク駆動装置 1 0 の生産方法は、ディスク駆動装置 1 0 を構成する構成部品に付着したパーティクルを除去する洗浄工程 1 0 0 と、洗浄され清浄度の高い構成部品をサブアセンブリに組み上げる組立工程 2 0 0 を含む。本実施形態の洗浄工程 1 0 0 では、一例として、ベース部材 1 2、ハブ部材 2 6、スリーブ 4 0、シャフト 3 4 のうち少なくとも 1 つについて付着したパーティクルを除去する。以下の説明ではベース部材 1 2 を洗浄する例を示す。なお、図 4 においては、I N 側で洗浄前のベース部材 1 2 が図示を省略した入口から投入され、洗浄工程 1 0 0 を経て組立工程 2 0 0 に搬送される。そして、組み付けが完了したディスク駆動装置 1 0 を組立工程 2 0 0 の O U T 側で図示を省略した出口から排出する例を説明する。

40

【 0 0 3 7 】

図 4 において、洗浄工程 1 0 0 及び組立工程 2 0 0 は簡易隔壁 3 0 0 で仕切られた 2 ブロックのクリーンルーム内に配置され、各クリーンルームは、共通の清浄空気が満たされている。クリーンルームの清浄度は、例えばクラス 1 0 0 0 程度とすることができる。なお、後工程である組立工程 2 0 0 のクリーンルームは陽圧に調整され、前工程である洗浄工程 1 0 0 のクリーンルームは負圧に調整されている。組立工程 2 0 0 を陽圧とすることで、洗浄工程 1 0 0 側で被洗浄対象の構成部品から剥離したパーティクルが空気中に浮遊してしまっている場合でも、組立工程 2 0 0 側に進入しないようにしている。

【 0 0 3 8 】

50

本実施形態では、洗浄処理の対象をディスク駆動装置 10 の構成部品のうちベース部材 12 とする例を説明する。ベース部材 12 は、洗浄工程 100 内で駆動する搬送装置 102 と、組立工程 200 内で駆動する搬送装置 202 によって搬送される。本実施形態の場合、搬送装置 102、202 は、図中の実線矢印で示すようにループ状に時計回り方向に移動する。搬送装置 102 としては、ベルトコンベア、ループ状にしたチェーンにベース部材 12 等の構成部品を引っかけるフックを設けて移動させる装置、ループ状にしたチェーンやレールにベース部材 12 を載置するトレイを固定して移動させる装置、ベース部材 12 をレール上で移動させる装置など周知の搬送装置が利用できる。同様に搬送装置 202 としては、ベルトコンベア、ループ状にしたチェーンやレールにベース部材 12 を載置するトレイを固定して移動させる装置、ベース部材 12 をレール上で移動させる装置など周知の搬送装置が利用できる。なお、図 4 の場合、ベルトコンベアを採用した例を示す。このベルトコンベアは、例えばベルト部がメッシュ状であったり、搬送面に複数の凸部や孔が形成された形状であり、構成部品との接触面積をできるだけ少なくし、洗浄の妨げにならないように配慮されている。なお、ベルトコンベアやトレイには超音波の洗浄液中での波長の $1/4$ より大きな孔を多数空けておくことにより効率的に超音波洗浄力をベース部材 12 に付与し効果的なパーティクル除去ができる。

10

【0039】

図 4 に示す実施形態では、洗浄工程 100 においてベース部材 12 に付着したパーティクルを除去して清浄度を所定値以上にした後に、組立工程 200 でベース部材 12 上に清浄度が所定値以上に高められたシャフト 34、スリーブ 40、ハブ部材 26 等を組み立てるようになっている。ベース部材 12 には、各種無機材料に由来する無機粒子系パーティクルと、各種有機物に由来する炭化水素系パーティクルが複合して付着している可能性がある。したがって、洗浄工程 100 では、それぞれのパーティクルに適した除去方法を採用している。

20

【0040】

まず、ベース部材 12 は IN 側端の図示を省略した入口から搬送装置 102 上に投入され、組立工程 200 側へ向かって移動する。本実施形態の洗浄工程 100 は、アルカリ洗浄工程 104、第 1 純水洗浄工程 106、第 2 純水洗浄工程 108、スプレー洗浄工程 110、水切工程 112、乾燥工程 114 を含む。

【0041】

アルカリ洗浄工程 104 は、ベース部材 12 が最初に洗浄される工程であり、アルカリイオン水 116 が満たされたアルカリ洗浄槽 118 で実施される。アルカリ洗浄槽 118 の底部には超音波発生器 120 が配置されている。この超音波発生器 120 は、例えば周波数 40 kHz の超音波を発生して搬送されてくるベース部材 12 にアルカリ超音波洗浄を施す。

30

【0042】

前述したように、ベース部材 12 には、各種無機材料に由来する無機粒子系パーティクルと、各種有機物に由来する炭化水素系パーティクルが複合して付着している可能性がある。炭化水素系パーティクルは純水と親和性が低く、純水での洗浄では炭化水素系パーティクル除去の効率が低い。また、界面活性剤を用いて炭化水素系パーティクルを除去する方法もあるが、界面活性剤の残留があるとその成分が揮発して記録ディスクを汚染してしまうことがある。また、界面活性剤の残留を減らすために多段の濯ぎ工程が必要になり、装置が大型化してしまうことがある。そこで、本実施形態では、まず、アルカリ洗浄工程で炭化水素系パーティクルの除去を行う。

40

【0043】

アルカリイオン水 116 は、例えば純水に電解質を加えて電気分解によって得られるマイナスイオンを多く持つため、炭化水素系パーティクルとよく反応し、乳化、分散により良好なパーティクル除去能力を発揮する。また、表面張力が低いため、ベース部材 12 に形成された孔など狭い隙間の内部に浸透し、パーティクルを効果的に除去する。

【0044】

50

なお、アルカリイオン水 116 中の溶存空気を取り除く処理を行い、例えば 5 % 以下とすることで超音波の作用を向上させることができる。このとき、溶存空気を 2 % 未満とするには処理設備の大型化を伴ってしまうので、溶存空気を 2 ~ 5 % とすることが低コストで効率的なアルカリ超音波洗浄には好ましい。また、アルカリイオン水の pH は 10 以上で必要なパーティクルの除去効果が期待できるが、本実施形態においては pH 11 ~ pH 13 としている。そして、本出願人は、pH 11 ~ pH 13 で溶存空気を 2 ~ 5 % 以下としたアルカリイオン水 116 を用いたアルカリ超音波洗浄を実施した上で後続の純水洗浄を実施した場合に、ディスク駆動装置 10 の TA 障害の発生確率について必要な水準を確保できるという実験結果を得た。

【0045】

10

なお、ディスク駆動装置 10 にイオンが多く残留すると、高インピーダンス部分の絶縁性を低下させてしまう場合がある。本実施形態では、アルカリ超音波洗浄を施した後に純水洗浄を施すので、イオンの残留による不具合および残留成分が揮発して汚染する不具合等を回避することができる。

【0046】

また、本実施形態においては、アルカリ洗浄槽 118 内の IN 側である端部 L にアルカリイオン水 116 を吸い上げるポンプ 122 を設けている。このポンプ 122 で吸い上げられたアルカリイオン水 116 はフィルタ（不図を省略）により浮遊するパーティクル等の異物が捕捉されてアルカリ洗浄槽 118 の OUT 側の端部 R に設けられた吐出ノズル 124 から吐出される。この浄化処理によりアルカリ洗浄槽 118 内には OUT 側から IN 側

20

側にベース部材 12 の搬送方向と逆方向の水流が生じる。図 4 中では逆方向の水流を破線矢印で示している。したがって、一旦ベース部材 12 から除去されたパーティクルはこの逆方向の水流に乗ってベース部材 12 付近から遠ざかり、フィルタで捕捉される。その結果、アルカリ超音波洗浄中のパーティクルの再付着の可能性を低くすることができる。また、浄化処理によって常時清浄度の高い洗浄液で効率的なパーティクル除去処理が実行できる。

【0047】

アルカリ洗浄工程 104 が終了したベース部材 12 は第 1 純水洗浄工程 106 に搬送される。

ベース部材 12 のみならずディスク駆動装置 10 の構成部品は、孔などの狭い隙間部分と広い平面部分とが複合された複雑な形状をしている。超音波洗浄の場合、比較的低い周波数の周波数は波長が長い

30

ためキャビテーション効果が大きく質量の大きなパーティクルや強固に付着したパーティクルの除去に適している。一方、比較的高い周波数の超音波は波長が短い

【0048】

ため狭い隙間のパーティクル除去に適している。このため、本実施形態では、少なくとも 2 種類以上の周波数の超音波を用いて純水超音波洗浄を実行している。

第 1 純水洗浄工程 106 において、第 1 純水洗浄槽 126 には、純水 128 が満たされている。この第 1 純水洗浄槽 126 の底部には、周波数 40 kHz の超音波を発生する超音波発生器 130、周波数 68 kHz の超音波を発生する超音波発生器 132、周波数 132 kHz の超音波を発生する超音波発生器 134 が配置されている。各超音波発生器 130、132、134 は搬送されてくる超音波発生器 120 に対して純水超音波洗浄を施す。その結果、ベース部材 12 に付着した質量の大きなパーティクルも狭い隙間に付着した小さいパーティクルも効率的除去できる。また、同一の第 1 純水洗浄槽 126 内で周波数の異なった超音波を同時にベース部材 12 に照射して超音波洗浄を施すことにより、これらの超音波のビートである振動が発生する。その結果、洗浄ムラが低減され、パーティクル除去能力を向上させることができる。また、洗浄槽を周波数ごとに分離するよりスペース効率が向上すると共に設備コストの軽減ができる。

40

【0049】

なお、上述したように、アルカリ超音波洗浄に続いて洗浄開始側より周波数 40 kHz、次に中間の周波数 68 kHz、さらに高い周波数 132 kHz のように洗浄終了側の方

50

が高い周波数となる多段の純水超音波洗浄を施すことにより、ディスク駆動装置 10 の T A 障害の発生確率について必要な水準を確保できるという実験結果を発明者らは得ている。また、発明者らは、多段で超音波を作用させる場合、前段で使用した超音波の 1.5 ~ 2 倍程度を後段で使用する超音波とすることで大きさや質量が異なる種々のパーティクルを効率的に除去できるという実験結果も得ている。なお、40 KHz 以下の超音波を使用するとキャビテーション効果が強すぎてベース部材 12 を構成するアルミニウムが腐食されたり浸食されたりするおそれがあるので、使用を避けることが望ましい。

【0050】

第 1 純水洗浄槽 126 においても、第 1 純水洗浄槽 126 内の IN 側である端部 L に純水 128 を吸い上げるポンプ 136 を設けている。このポンプ 136 で吸い上げられた純水 128 はフィルタ（不図を省略）により浮遊するパーティクル等の異物が捕捉され第 1 純水洗浄槽 126 の OUT 側の端部 R に設けられた吐出ノズル 138 から吐出される。この浄化処理により第 1 純水洗浄槽 126 内には OUT 側から IN 側にベース部材 12 の搬送方向と逆方向の破線矢印で示す水流が生じる。したがって、一旦ベース部材 12 から除去されたパーティクルはこの水流に乗ってベース部材 12 付近から遠ざかり、フィルタで捕捉される。その結果、純水超音波洗浄中のパーティクルの再付着の可能性を低くすることができる。

10

【0051】

第 1 純水洗浄工程 106 が終了したベース部材 12 は第 2 純水洗浄工程 108 に搬送される。

20

第 2 純水洗浄工程 108 の第 2 純水洗浄槽 140 にも純水 128 が満たされている。第 2 純水洗浄槽 140 の底部には噴流洗浄ノズル 142 が配置され、この噴流により発生した水流によりベース部材 12 に残留したパーティクルを洗浄除去する。このように強い水流を発生させて連続的にベース部材 12 の表面に作用力を与えることにより、第 1 純水洗浄工程 106 の超音波洗浄によって除去し残したパーティクルや第 1 純水洗浄槽 126 中を移動中に再付着したパーティクルを第 2 純水洗浄槽 140 の中で再度剥離できる。なお、第 2 純水洗浄槽 140 の IN 側である端部 L 及び OUT 側である端部 R に純水 128 を吸い上げるポンプ 144 を設けている。これらのポンプ 144 で吸い上げられた純水 128 は、フィルタ（不図を省略）により浮遊するパーティクル等の異物が捕捉され噴流洗浄ノズル 142 から吐出される。この浄化処理により第 2 純水洗浄槽 140 内には中央から IN 側及び OUT 側に向かう破線矢印で示す水流が生じる。その結果、噴流によってベース部材 12 から剥離したパーティクルは、浄化処理による水流に乗ってベース部材 12 から遠ざかる方向に移動する。したがって、一旦ベース部材 12 から除去されたパーティクルの再付着の可能性を低くすることができる。また、噴流洗浄ノズル 142 からの噴流はパーティクルが除去された清浄な純水 128 となり清浄効率が向上する。

30

【0052】

ところで、アルカリ洗浄工程 104、第 1 純水洗浄工程 106、第 2 純水洗浄工程 108 等の超音波洗浄を施すときに、搬送するベース部材 12 の面積が大きな面を水平にして洗浄液中を移動させると、キャビテーションによる気泡をベース部材 12 の凹凸部に巻き込み保持してしまうことがある。気泡が保持された部分では超音波が作用しないので、その部分でパーティクルは除去され難い。そこで、本実施形態では、ベース部材 12 の面積の小さい面を先にして洗浄液中に漬していくことにより保持された気泡をベース部材 12 から解放している。例えば、図 4 においては、ベース部材 12 はその面積の小さい面、つまりベース部材 12 の端面を先にして斜め姿勢で洗浄液に進入させている。この角度は、例えば 70 度とすることができる。その結果、気泡の巻き込み保持は軽減され、洗浄液の移動中に良好な超音波洗浄を施すことができる。

40

【0053】

なお、本実施形態では、アルカリ洗浄槽 118、第 1 純水洗浄槽 126、第 2 純水洗浄槽 140 のように、洗浄槽を多段構成としてると共に、各洗浄槽の進入と脱出の両方でベース部材 12 の姿勢を斜めにしてしている。その結果、ベース部材 12 に巻き込み保持された

50

気泡の効率的な排除を可能としている。ベース部材 1 2 等の被洗浄物の進入・脱出時の角度は 20 度から 90 度とすることで気泡が巻き込まれ難く、また巻き込んでしまった気泡の解放がし易くなるが、安定的な効果を得るには例えば 45 度から 80 度がより好ましい。また、前述したように、各洗浄槽内で洗浄液にベース部材 1 2 の移動方向とは逆方向の水流を形成しているの、この水流によっても巻き込み保持された気泡の解放除去を促進する効果が得られる。また、別の実施例として、洗浄液中を移動するベース部材 1 2 を回転させたり揺動させてもよい。ベース部材 1 2 を回転させながら搬送することにより、ベース部材 1 2 の全体を均一の超音波洗浄することができると共に、巻き込み保持された気泡の解放を効率的に行うことができる。ベース部材 1 2 を揺動させる場合も同様な効果を得ることができる。

10

【0054】

本実施形態では、各洗浄槽の底部に超音波を発生する超音波発生器を配置している。発明者らは、実験を繰り返した結果、ベース部材 1 2 を底部に近い領域を通して移動させた場合と、表面に近い領域を通して移動させた場合とを比較すると、前者の方がパーティクル除去の効果が低いという結果を得た。そこで、本実施形態では、ベース部材 1 2 を洗浄槽の液面から水深の 1 / 2 の位置より液面に近い領域を通して移動させて、効率的なパーティクル除去を実現している。具体的には、各洗浄槽の液面から底部までの水深を 24 cm とした場合に、液面から 12 cm の位置より液面に近い領域を通してベース部材 1 2 を移動させることにより効率的なパーティクル除去が確認された。また、ベース部材 1 2 を洗浄槽の液面から 8 cm の位置より液面に近い領域を通して移動させることでパーティ

20

【0055】

ところで、純水洗浄工程中で、連続して搬送されるベース部材 1 2 同士の間隔が狭いと、その狭い隙間に面した部分では超音波の作用が十分でなく、また、一旦除去されたパーティクルがベース部材 1 2 の近傍から排出され難いという実験結果を発明者らは得ている。発明者らは実験を重ねることにより、純水洗浄工程中ではベース部材 1 2 同士の間隔を、使用する超音波の水中での波長の 1 / 4 より大きくすることにより上述の問題が回避できることを見いだした。例えば、水中の音速 1500 m / s で、周波数 68 kHz の超音波を作用させる場合には、超音波の波長は約 22 mm であり、ベース部材 1 2 同士の間隔は 5.5 mm 以上とした。その結果、各ベース部材 1 2 の狭い隙間に面した部分においても十分にパーティクルの除去が確認され、さらに、再付着の抑制も確認できた。なお、ベース部材 1 2 同士の間隔を、超音波の水中での波長の 1 / 2 より大きくすることで、より効率的な超音波洗浄が実現できると共に、一旦除去されたパーティクルをベース部材 1 2 近傍からの排出することを容易にできるという実験結果も得ている。

30

【0056】

図 4 の工程図において、第 2 純水洗浄槽 140 が終了したベース部材 1 2 は、スプレー洗浄工程 110 に搬送される。

40

ベース部材 1 2 に付着した金属粒子系パーティクルのうち、比較的大きいものは質量も大きいため液体中で実施される超音波洗浄や噴流洗浄だけでは除去できない場合がある。そこで、アルカリ洗浄工程 104、第 1 純水洗浄工程 106、第 2 純水洗浄工程 108 に連続したクリーンルーム内にスプレー洗浄工程 110 を配置している。スプレー洗浄工程 110 では、ベース部材 1 2 の周囲に配置されたスプレーノズル 146 から純水と空気の混合体 148 吹き付けて吹付洗浄を施す。純水を空気と混合することで純水を細かな粒とし、かつ高速でスプレーすることで大きな運動エネルギーを与えることができる。この場合、純水粒子の運動エネルギーは純水粒子の質量と速度の二乗の積に比例するから、純水の粒径と噴出速度、つまり空気の圧縮度を調整することで運動エネルギーが調整できる。

50

本実施形態においては、アルカリ洗浄工程104、第1純水洗浄工程106、第2純水洗浄工程108の後に、純水粒子の粒径を20～80 μ mとし、噴出速度を20～80m/sとしたスプレー洗浄工程110を施すことによりディスク駆動装置10のTA障害の発生確率について必要な水準を確保できるという実験結果を得た。なお、スプレーノズル146から噴射された混合体148がベース部材12に衝突した後飛び散ることが予想される方向に吸引口を形成しておけば、混合体148によって剥離除去されたパーティクルを混合体148と共に回収可能となる。その結果、パーティクルの浮遊を回避すると共に再付着を回避することができる。回収した混合体148は図示を省略したフィルタを通過させ、純水の清浄化を行い再度、スプレーノズル146へ提供する。

【0057】

10

なお、上述したように純水洗浄を施した後に一般の空气中に保管することなく、連続したクリーンルーム内でスプレー洗浄を施すことにより、空气中に浮遊するパーティクルがベース部材12に付着することを容易に回避できる。その結果、工程間でのパーティクル付着が大きく改善される。同様に、アルカリ洗浄工程104と第1純水洗浄工程106の間、第1純水洗浄工程106と第2純水洗浄工程108の間、後述するスプレー洗浄工程110、水切工程112、乾燥工程114の間等でも一般の空气中に保管することなく、連続したクリーンルーム内で次の処理を施すことにより、空气中に浮遊するパーティクルがベース部材12に付着することを容易に回避できる。

【0058】

ところで、従来の液体を用いた洗浄処理は、ベース部材等の構成部品を数百個単位でカゴなどに重ねて投入し、洗浄槽に漬して一定時間静置して超音波を作用させる場合が多かった。この場合、構成部品材同士の重なる部分ではパーティクルの除去率が極めて低下する。またカゴの中心領域にある構成部品のパーティクルの除去率も低下する。さらには、洗浄槽中には超音波の強い領域と弱い領域が生じてしまうので、弱い領域に漬された構成部品のパーティクルの除去率が低下し、構成部品ごとに超音波の作用に差が生じてパーティクルの除去ムラが大きかった。このため、全体の洗浄時間を長くする必要があり作業効率が悪かった。さらに多くの構成部品が密集しているので一旦除去されたパーティクルが構成部品近傍に浮遊し続け、構成部品に再付着することもあった。

20

【0059】

これに対して、本実施形態の洗浄方法は上述したように、純水工程中でベース部材12と他のベース部材12との間に間隔を空けて搬送装置102上に載置している。そして、各洗浄槽中を一定方向に移動させながら超音波を作用させている。また、個々のベース部材12が同じ超音波領域を通過するので、各ベース部材12に対する超音波の作用の差は殆どなくなり、パーティクルの除去ムラは抑制される。また、搬送装置102上に載置されたベース部材12は一定速度で移動するので、一旦除去されたパーティクルは容易にベース部材12の付近から遠ざかり再付着の可能性が低くできる。具体的には、例えばベース部材12が3cm/sの速度で移動するように搬送装置102を設定する。この速度は0.5cm/s以下では作業時間が長く成りすぎ好ましくなく、20cm/s以上では洗浄時間が短くなりすぎパーティクルの除去ムラを発生しやすいという実験結果が得られている。したがって、発明者らは搬送装置102の移動速度を0.5cm/s～20cm/sの間で設定することで良好なパーティクル除去ができるとの結果を見いだした。

30

40

【0060】

スプレー洗浄工程110が終了したベース部材12は、水切工程112に搬送される。この水切工程112では、エアノズル150からクリーンエアー152をベース部材12に吹き付けて水切りする。この場合のクリーンエアの清浄度はクラス100以下が好ましい。この水切工程112でもベース部材12を回転させたり揺動させてもよく、さらに効率的な水切りができる。

【0061】

水切工程112が終了したベース部材12は、乾燥工程114に搬送される。乾燥工程114では、温風と遠赤外線ヒータ154によりベース部材12全体の乾燥を行う。この

50

乾燥工程 1 1 4 でもベース部材 1 2 を回転させたり揺動させてもよく、さらに効率的な乾燥ができる。

【 0 0 6 2 】

乾燥工程 1 1 4 が終了したベース部材 1 2 は、組立工程 2 0 0 へと搬送される。本実施形態では、組立工程 2 0 0 の搬送装置 2 0 2 の始端が洗浄工程 1 0 0 側に進入設置されていて、搬送装置 1 0 2 と搬送装置 2 0 2 との間に配置された図示を省略した載替装置等により、ベース部材 1 2 が搬送装置 1 0 2 から搬送装置 2 0 2 へ引き渡される。

【 0 0 6 3 】

組立工程 2 0 0 では、洗浄処理により清浄度が所定値まで上がったベース部材 1 2 に、やはり清浄度が所定値以上に維持されたスリーブ 4 0、シャフト 3 4、ハブ部材 2 6 等が組み付けられる。前述したように、洗浄工程 1 0 0 と組立工程 2 0 0 とは連続したクリーンルーム内に配置されているので、パーティクルが組立中のディスク駆動装置 1 0 に付着してしまうことを大幅に低減できる。この後さらに、清浄度が高められた記録ディスク 2 0 をハブ部材 2 6 に載置し、磁気ヘッド 2 4、スイングアーム 2 2、アーム軸受部 1 6、ボイスコイルモータ 1 8 及び制御回路、その他必要な部材を組み込んでディスク駆動装置 1 0 の組立を終了する。この組み付け作業は、組立工程 2 0 0 で行ってよいし、他の所定清浄度のクリーンルーム内で実施してもよい。

【 0 0 6 4 】

上述した例では、ベース部材 1 2 を洗浄工程 1 0 0 で洗浄する例について説明したが、ディスク駆動装置 1 0 の構成部品である、スリーブ 4 0、シャフト 3 4、ハブ部材 2 6 等についても同様な洗浄を洗浄工程 1 0 0 で実施することも可能であり、同様な効果を得ることができる。また、上述の例では、洗浄工程中をベース部材 1 2 が単体で移動する例を示したが、例えば、1つのディスク駆動装置 1 0 を構成するベース部材 1 2、スリーブ 4 0、シャフト 3 4、ハブ部材 2 6 等を 1 グループとして共通搬送パレットに搭載して移動させて洗浄乾燥処理を実施してもよい。この場合、1 グループに含まれる構成部品は相互の間隔が前述したような超音波洗浄を良好に行える間隔を維持できるように共通搬送パレット上に配置されることが好ましい。このように共通搬送パレットで 1 セット分の構成部品を搬送、洗浄することで、ディスク駆動装置 1 0 の構成部品はいずれも同レベルの清浄度になり、品質の安定化に寄与できる。また、各構成部品は、加工精度が許容範囲内でも生産ロットや加工時期によって偏りの特徴が生じる場合がある。このように場合、共通搬送パレットに相性のよい構成部品同士を予め組み合わせで載置することができる。その結果、組立工程 2 0 0 において、相性のよい構成部品同士を組み合わせた組立作業をスムーズに行うことが可能になり、品質の安定化に寄与できる。

【 0 0 6 5 】

上述のように、各洗浄処理を施す洗浄工程 1 0 0 と組立工程 2 0 0 を連続するクリーンルーム内で実施することで、ディスク駆動装置 1 0 に付着するパーティクル数が大幅に低減できると共に、その付着数のバラツキも小さくできる。その結果、ディスク駆動装置 1 0 における磁気ヘッド 2 4 の浮上隙間を小さくした場合にも T A 障害の発生確率が低くなり、組み上がったディスク駆動装置 1 0 において正確な再生信号の読み出しが容易となる。

【 0 0 6 6 】

なお、図 5 は、従来のパッチ方式の生産方法で生産されたベース部材上に、スリーブとシャフトとハブ部材とを組み込んだディスク駆動装置で、1 平方 c m 当たりの 0 . 5 μ m 以上のパーティクルの数を示す L P C を表している。被検体数 5 台のディスク駆動装置の清浄度 L P C は 5 0 0 0 個から 1 0 0 0 0 個の間にばらつき、安定して 8 0 0 0 個以下とすることが難しことが分かる。これに対して、図 6 は、図 4 に示す本実施形態生産方法で生産されたベース部材 1 2 上にスリーブ 4 0 とシャフト 3 4 とハブ部材 2 6 とを組み込んだディスク駆動装置 1 0 の L P C である。この場合、被検体数 3 台についてディスク駆動装置は、1 平方 c m 当たりの 0 . 5 μ m 以上のパーティクルの数を示す L P C は概ね 2 0 0 0 個以下に低減されており、バラツキも小さいという結果が得られた。

【 0 0 6 7 】

このように、L P C が 5 0 0 0 個から 1 0 0 0 0 個程度である従来の生産方法で得られるディスク駆動装置では、固体ごとのパーティクル数のバラツキが大きい。このためディスク駆動装置の検査工程でパーティクルを検査する必要があり、パーティクル数の多いものが発見された場合には、そのままでは出荷できない。この場合には例えばパーティクルを拭き取るなど特別のパーティクル除去工程を追加することになり、生産の手間が増大していた。またこの場合に、T A 障害の確率を下げるためにディスクの回転速度を低く抑えて使用するなどの対応をとることがあり、データの読み出しが遅くなることもあった。これに対し、本実施形態の生産方法を用いてベース部材 1 2 上にスリーブ 4 0 とシャフト 3 4 とハブ部材 2 6 とを備えたディスク駆動装置 1 0 は、L P C を 2 0 0 0 個以下にすることができ、つまり、固体ごとのパーティクル数のバラツキが小さく抑えられる。その結果、特別にパーティクル除去の工程を加える必要がなく、手間が軽減される。また、ディスクの回転速度を低く抑えて使用する必要もなくなり、高性能のディスク駆動装置 1 0 を提供できる。

10

【 0 0 6 8 】

前述したディスク駆動装置 1 0 の生産方法において、ベース部材 1 2 等の被洗浄体の移動速度を調整して洗浄時間を延ばすことで、ディスク駆動装置 1 0 の L P C を 1 5 0 0 個以下にすることもできる。同様の手段によりディスク駆動装置の L P C を 1 0 0 0 個以下とすることもできる。このような L P C の値のコントロールは、L P C の値のコントロールに必要とされる工数や作業効率とパーティクル除去に必要となる工数や作業効率を比較し、効率が向上するように調整することが望ましい。

20

【 0 0 6 9 】

上述した実施形態では、ディスク駆動装置 1 0 の一例としてシャフト回転タイプのディスク駆動装置 1 0 を例にとって説明したが、シャフト固定タイプのディスク駆動装置等他の構造のディスク駆動装置の生産にも適用可能であり、本実施形態と同様な効果を得ることができる。

【 0 0 7 0 】

本発明は、上述の実施例に限定されるものではなく、当業者の知識に基づいて各種の設計変更等の変形を加えることも可能である。各図に示す構成は、一例を説明するためのもので、同様な機能を達成できる構成であれば、適宜変更可能であり、同様な効果を得ることができる。

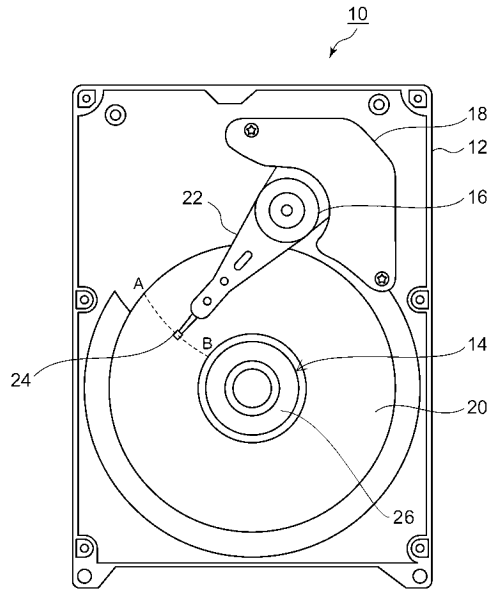
30

【 符号の説明 】

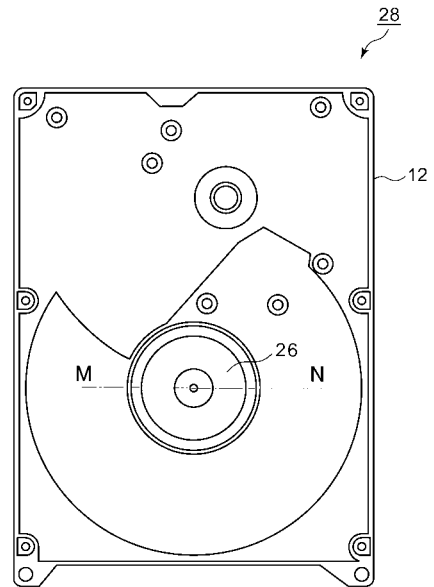
【 0 0 7 1 】

1 0 ディスク駆動装置、 1 2 ベース部材、 3 0 軸受ユニット、 3 4 シャフト、 4 0 スリーブ、 1 0 0 洗浄工程、 1 0 2 搬送装置、 1 0 4 アルカリ洗浄工程、 1 0 6 第 1 純水洗浄工程、 1 0 8 第 2 純水洗浄工程、 1 1 0 スプレー洗浄工程、 1 1 2 水切工程、 1 1 4 乾燥工程、 1 1 6 アルカリイオン水、 1 2 6 第 1 純水洗浄槽、 1 2 8 純水、 1 3 0 , 1 3 2 , 1 3 4 超音波発生器、 1 4 8 混合体、 2 0 0 組立工程、 2 0 2 搬送装置。

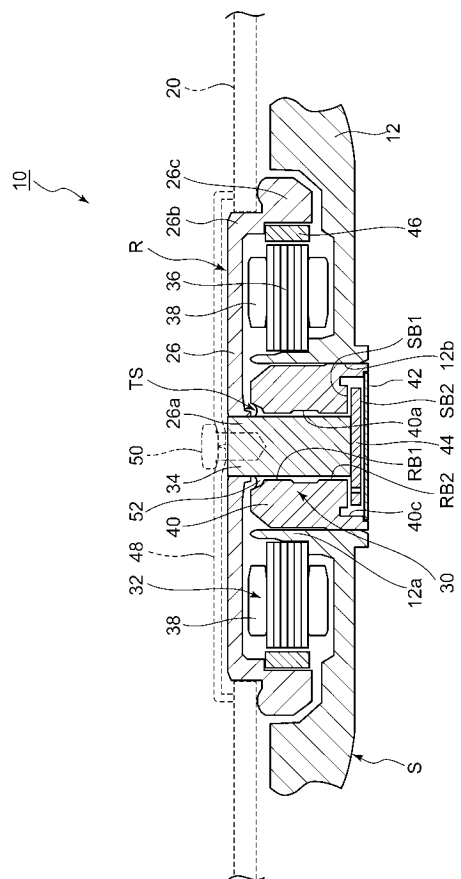
【 図 1 】



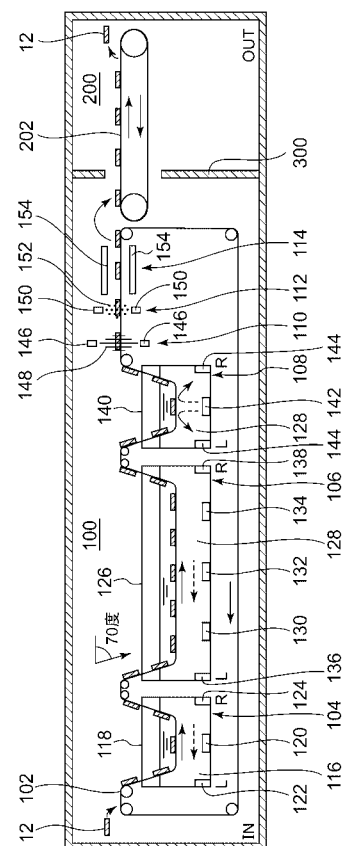
【 図 2 】



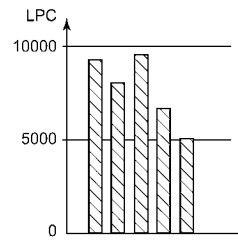
【圖 3】



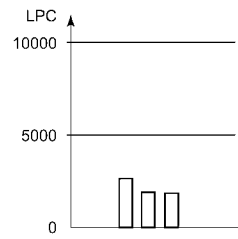
【 図 4 】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

審査官 臼井 卓巳

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 0 3 3 4 7 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 4 4 9 0 3 (J P , A)
特開昭 5 9 - 1 5 0 5 8 4 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 3 4 4 8 2 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 5 4 6 0 5 (J P , A)
再公表特許第 9 8 / 0 4 1 3 7 4 (J P , A 1)
実開平 0 2 - 0 2 8 7 8 6 (J P , U)
特開平 0 8 - 3 1 8 1 8 1 (J P , A)
特開平 1 0 - 0 7 4 8 2 0 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 9 9 2 6 5 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 7 8 3 1 3 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 7 0 0 3 2 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 1 7 9 3 0 (J P , A)
特開平 0 7 - 0 3 9 8 3 3 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 3 0 2 1 5 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 5 4 7 5 5 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 8 / 1 4 6 8 2 8 (W O , A 1)
特開 2 0 0 8 - 2 8 8 3 4 3 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 5 0 8 0 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 5 9 9 2 2 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 1 9 3 2 3 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 8 1 2 7 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 1 1 B 3 3 / 0 2
B 0 8 B 3 / 1 2
G 1 1 B 1 7 / 0 3 8
G 1 1 B 1 9 / 2 0