

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5513070号
(P5513070)

(45) 発行日 平成26年6月4日(2014.6.4)

(24) 登録日 平成26年4月4日(2014.4.4)

(51) Int. Cl.	F I
G 1 1 B 19/20 (2006.01)	G 1 1 B 19/20 D
G 1 1 B 17/038 (2006.01)	G 1 1 B 17/038
G 1 1 B 33/08 (2006.01)	G 1 1 B 33/08 Z
G 1 1 B 25/04 (2006.01)	G 1 1 B 25/04 I O I L
H O 2 K 5/24 (2006.01)	H O 2 K 5/24 A
請求項の数 6 (全 17 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2009-243252 (P2009-243252)
 (22) 出願日 平成21年10月22日(2009.10.22)
 (65) 公開番号 特開2011-90739 (P2011-90739A)
 (43) 公開日 平成23年5月6日(2011.5.6)
 審査請求日 平成24年8月29日(2012.8.29)

(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 永井 和義
 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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

記録ディスクが載置されるべきハブと、
前記ハブを回転自在に支持する流体動圧軸受と、
前記ハブ側の面に、前記ハブの回転軸を中心とする円筒状の外周側の側面を有し、前記流体動圧軸受が接着固定される軸受固定突出部が設けられたベースと、
 鋼板を積層して形成され、円環部とそこから半径方向に伸びる複数の突極とを含む積層コアと、
 前記複数の突極に巻き線されて形成されるコイルと、
 前記ハブに固定され、前記複数の突極と半径方向に対向し、周方向に複数の駆動用着磁
 が施されたマグネットと、を備え、
前記複数の突極のうちの少なくともひとつは、前記積層コアの前記鋼板間に亘るハーフ
 パンチ状態のかしめ部を含み、
前記軸受固定突出部の前記側面は半径方向外側に膨張して前記円環部に圧接される圧接
 部分を有することを特徴とするディスク駆動装置。

【請求項2】

前記軸受固定突出部の前記ハブ側の端部には型押し変形部が形成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。

【請求項3】

前記軸受固定突出部は、前記積層コアを形成する鋼板よりも柔らかい材料によって形成

される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。

【請求項 4】

前記かしめ部は半径方向において、前記円環部の圧接面よりも前記突極の端部に近い位置に形成されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のディスク駆動装置。

【請求項 5】

前記軸受固定突出部は、その前記ハブ側の端部から前記円環部の前記ハブ側の端面に延在する延在部を有し、

前記ベースは、前記軸受固定突出部の前記側面から半径方向外側に延在して前記円環部の端面が突き当たる台座を有し、

前記積層コアは、前記円環部が前記台座と前記延在部との間に挟まれることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のディスク駆動装置。

10

【請求項 6】

前記軸受固定突出部は、前記側面のうち前記台座に連続する領域に半径方向内側に窪む凹部が形成されていることを特徴とする請求項 5 に記載のディスク駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、積層コアを有するディスク駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

コンピュータの記憶装置等に使用されるメディアとしては、ハードディスクドライブが知られている。ハードディスクドライブでは、記録トラックが形成された磁気記録ディスクをブラシレスモータにより高速で回転させる。記録トラックに含まれる磁気データのリード/ライトのために、磁気記録ディスクの表面に磁気ヘッドを僅かな隙間をもって配置する。

20

【0003】

多くのブラシレスモータは、ステータの一部としてコイルを巻き付けるための積層コアを有する。この積層コアは電磁鋼板を複数枚積層して形成されることが知られている（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 213629 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ハードディスクドライブの大容量化を進めるひとつの手法として、記録トラックの幅を狭くし、磁気ヘッドを磁気記録ディスクの表面に近づけることがある。磁気ヘッドと磁気記録ディスクの表面との間の隙間が狭いと、たとえば積層コア由来の回転軸方向の振動に応じて磁気ヘッドが回転軸方向に振動をすることで、この隙間が変動することがある。磁気ヘッドと磁気記録ディスクの表面との隙間が変動すると磁気ヘッドの出力信号の振幅も変動して、ハードディスクドライブのデータのリードライトのエラーレートを悪化させる。また最悪の場合、磁気ヘッドが磁気記録ディスクに接触する可能性もある。これはハードディスクドライブに生じる不具合の原因となりうる。また、積層コア由来の回転軸方向の振動が伝達の過程で方向が変化して磁気ヘッドを面方向に振動させることがある。この場合、記録トラックの幅が狭いと記録トラックのトレースが乱れる可能性がある。

40

【0006】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は振動を低減させたディスク駆動装置の提供にある。

【課題を解決するための手段】

50

【0007】

本発明のある態様は、ディスク駆動装置に関する。このディスク駆動装置は、記録ディスクが載置されるべきハブと、ハブを回転自在に支持する流体動圧軸受と、ハブ側の面に、ハブの回転軸を中心とする円筒状の外周側の側面を有し、流体動圧軸受が接着固定される軸受固定突出部が設けられたベースと、鋼板を積層して形成され、円環部とそこから半径方向に伸びる複数の突極とを含む積層コアと、複数の突極に巻き線されて形成されるコイルと、ハブに固定され、複数の突極と半径方向に対向し、周方向に複数の駆動用着磁が施されたマグネットと、を備える。複数の突極のうちの少なくともひとつは、積層コアの鋼板間に亘るハーフパンチ状態のかしめ部を含み、軸受固定突出部の側面は半径方向外側に膨張して円環部に圧接される圧接部分を有する。

10

【0008】

「ディスク駆動装置」は、記録ディスクを駆動するための装置であってもよく、例えばブラシレスモータであってもよい。また、記録ディスクを搭載し回転駆動する装置であってもよく、例えばハードディスクドライブであってもよい。

この態様によると、積層コアの鋼板間を強く結合することができる。

【0009】

なお、以上の構成要素の任意の組み合わせや、本発明の構成要素や表現を方法、装置、システムなどの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、ディスク駆動装置の振動を低減できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1の実施の形態に係るディスク駆動装置を示す上面図である。

【図2】図1のA-A線断面図である。

【図3】図2の一点鎖線で囲まれた領域の拡大図である。

【図4】図2の積層コアの上面図である。

【図5】磁気記録ディスクが回転しているときのディスク駆動装置の振動を測定する方法を説明するための説明図である。

【図6】比較例に係るディスク駆動装置におけるコア振動の振動スペクトルを表すグラフである。

30

【図7】本実施の形態に係るディスク駆動装置におけるコア振動の振動スペクトルを表すグラフである。

【図8】第2の実施の形態に係るディスク駆動装置の断面の要部を拡大した拡大断面図である。

【図9】第1変形例に係る制振リングを含むディスク駆動装置の断面の要部を拡大した拡大断面図である。

【図10】第2変形例に係る制振リングを含むディスク駆動装置の断面の要部を拡大した拡大断面図である。

【図11】第3変形例に係るディスク駆動装置の断面の要部を拡大した拡大断面図である

40

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明を好適な実施の形態をもとに図面を参照しながら説明する。各図面に示される同一または同等の構成要素、部材には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。また、各図面における部材の寸法は、理解を容易にするために適宜拡大、縮小して示される。また、各図面において実施の形態を説明する上で重要ではない部材の一部は省略して表示する。

【0013】

(第1の実施の形態)

50

本発明の第1の実施の形態は、磁気記録ディスクを搭載し回転駆動するハードディスクドライブに好適に用いられる。第1の実施の形態に係るディスク駆動装置では、積層コアが制振リングを介してベースプレートに取り付けられる。その際、制振リングは積層コアに圧入され、その圧入の圧力によって積層コアの電磁鋼板はモータ回転軸方向により強固に結合される。その結果積層コア由来の振動を低減できる。

【0014】

図1は、第1の実施の形態に係るディスク駆動装置100を示す上面図である。図1では、ディスク駆動装置100の内側の構成を示すため、トップカバーを外した状態が示される。ディスク駆動装置100は、ベースプレート50と、ハブ10と、磁気記録ディスク200と、データリード/ライト部8と、トップカバーと、を備える。

10

以降ベースプレート50に対してハブ10が搭載される側(図1の紙面上側)を上側として説明する。

【0015】

磁気記録ディスク200は、ハブ10に載置され、ハブ10の回転に伴って回転する。ベースプレート50はアルミニウムの合金をダイカストにより成型して形成される。ベースプレート50は、後述の軸受を介してハブ10を回転自在に支持する。データリード/ライト部8は、記録再生ヘッド8aと、スイングアーム8bと、ピボットアセンブリ8cと、ボイスコイルモータ8dと、を含む。記録再生ヘッド8aは、スイングアーム8bの先端部に取り付けられ、磁気記録ディスク200にデータを記録し、磁気記録ディスク200からデータを読み取る。ピボットアセンブリ8cは、スイングアーム8bをベースプレート50に対してヘッド回転軸の周りに揺動自在に支持する。ボイスコイルモータ8dは、スイングアーム8bをヘッド回転軸の周りに揺動させ、記録再生ヘッド8aを磁気記録ディスク200の記録面上の所望の位置に移動させる。データリード/ライト部8は、ヘッドの位置を制御する公知の技術を用いて構成される。

20

【0016】

図2は、図1のA-A線断面図である。ディスク駆動装置100は、直径が95mmの3.5インチ型の2枚の磁気記録ディスク200を搭載し、それらを回転させる。想定される2枚の磁気記録ディスク200のそれぞれの中央の孔の直径は25mm、厚みは1.27mmである。

ディスク駆動装置100は、略カップ状のハブ10と、シャフト20と、フランジ22と、ヨーク30と、円筒状マグネット40と、ベースプレート50と、積層コア60と、コイル70と、スリーブ80と、プレート90と、潤滑剤92と、接着剤94と、制振リング110と、を備える。

30

【0017】

ハブ10は、モータ回転軸Rを中心とする凸状に形成される。以降、2枚の磁気記録ディスク200がハブ10に載置された場合を考える。ハブ10のうち上側に突き出た部分の円筒状の外筒面10bに2枚の磁気記録ディスク200の中央の孔が嵌合される。また、2枚の磁気記録ディスク200のうち下側の磁気記録ディスクは、ハブ10の表面のうち外筒面10bの下端から径方向に張り出した着座面10cに着座する。外筒面10bの直径は25mmである。より正確には外筒面10bの直径は、 24.978 ± 0.01 mmである。

40

【0018】

円環状の第1スペーサ202は、2枚の磁気記録ディスク200の間に挿入される。クランプ206は、円環状の第2スペーサ204を介して2枚の磁気記録ディスク200および第1スペーサ202をハブ10に対して押しつけて固定する。クランプ206は、複数のクランプネジ208によってハブ10の上面10aに対して固定される。ハブ10は、ヨーク30と2枚の磁気記録ディスク200とによって挟まれる円筒状の隔壁14を有する。

【0019】

ヨーク30はその断面が逆L字型であり、鉄などの磁性材料により形成される。ヨーク

50

30は隔壁14の内周面に接着と圧入とを併用して固定される。隔壁14の内周面には、ヨーク30が圧入される際にヨーク30が押し当てられる第1凸部16および第2凸部18が形成される。第1凸部16および第2凸部18は両方ともモータ回転軸Rの周りに形成された円環状の凸部であり、第1凸部16を上側として軸方向に互いに離間して形成される。隔壁14の内周面とヨーク30の外周面との間には接着剤94が充填される。これはヨーク30をハブ10に圧入する際、隔壁14の内周面に適量の接着剤を塗布しておくことにより実現される。

【0020】

ハブ10の着座面10cには、2枚の磁気記録ディスク200のうち下側の磁気記録ディスクを着座させるための上側に突き出た隆起部13が形成される。隆起部13は、モータ回転軸Rの周りに円環状に形成され、隆起部13のうち磁気記録ディスクが着座する部分の面は、滑らかな曲面である。その曲面の断面は円弧状であり、磁気記録ディスク200は着座面10cに線状に接することとなる。

10

【0021】

ヨーク30の内周面には円筒状マグネット40が接着固定される。円筒状マグネット40は、ネオジウム、鉄、ホウ素などの希土類材料によって形成され、積層コア60の9本の突極と径方向に対向する。円筒状マグネット40にはその周方向に12極の駆動用着磁が施される。なお、円筒状マグネット40はヨーク30を介してハブ10に固定されると言える。

【0022】

20

シャフト20の一端はハブ10の中心に設けられた開口部に圧入と接着を併用して固着される。シャフト20の他端にはフランジ22が圧入される。

【0023】

ベースプレート50の上面50aには、モータ回転軸Rを中心とした突出部52が設けられる。その突出部52の外周面は、モータ回転軸Rを中心とする円筒状の側面52aである。突出部52の内周面52bには、スリーブ80が接着固定される。スリーブ80にはシャフト20が収まる。スリーブ80のフランジ22側の面にはプレート90が接着固定される。

【0024】

シャフト20およびフランジ22と、スリーブ80およびプレート90の間には潤滑剤92が注入される。シャフト20、フランジ22、潤滑剤92、スリーブ80およびプレート90はハブ10を回転自在に支持するための軸受を構成する。

30

スリーブ80の内周面には、上下に離間した1組のヘリングボーン形状の径動圧溝82が形成される。フランジ22の上面には、ヘリングボーン形状の第1軸動圧溝24が、フランジ22の下面には、ヘリングボーン形状の第2軸動圧溝26が形成される。ディスク駆動装置100の回転時には、これらの動圧溝が潤滑剤92に生成する動圧によって、ハブ10およびシャフト20は径方向および軸方向に支持される。

スリーブ80の開放端側には、スリーブ80の内周面とシャフト20の外周面との間の隙間が上方に向けて徐々に広がる部分であるキャピラリーシール部98が形成される。キャピラリーシール部98は毛細管現象により潤滑剤92の漏れ出しを防止する。

40

【0025】

積層コア60は円環部62とそこから半径方向外側に伸びる9本の突極64とを有する。積層コア60は、厚さ0.35mmの無方向電磁鋼板を8枚積層しかしめにより一体化して形成される。この積層コア60の製造方法としては、まず表面に絶縁処理が施された電磁鋼板をプレス加工し、後述するハーフパンチを形成しつつ所望のコア形状に打ち抜くことで個々の電磁鋼板を形成する。次に、コア形状の8枚の電磁鋼板を上述のハーフパンチを用いた型内かしめによってかしめることで一体化する。この一体化形成の後、積層コアの表面の剥がれ等を防止するために表面処理を施す。この表面処理には種々の方法が採用できる。例えば、スプレー塗装やカチオン電着等の方法によりエポキシ樹脂を付着する方法は、均一な塗膜を形成できる点で好ましい。ここでエポキシ樹脂は、その厚さがおよ

50

そ70 μmとなるように付着される。したがって本実施の形態では積層コア60の厚さT1はおよそ2.94 mmである。

【0026】

積層コア60のそれぞれの突極64にはコイル70が巻回される。このコイル70に3相の略正弦波状の駆動電流が流れることにより突極64に沿って駆動磁束が発生する。

【0027】

制振リング110は、積層コア60の電磁鋼板よりも柔らかい材料、例えば軽量で加工容易なアルミニウムによって形成された筒状の部材である。制振リング110は、積層コア60と突出部52との間に位置し、積層コア60の円環部62に圧入されることで積層コア60の個々の電磁鋼板を軸方向にさらに固定する。

10

【0028】

図3は、図2の一点鎖線で囲まれた領域の拡大図である。制振リング110の外周面110aが円環部62に対して圧入されることで、制振リング110の外周面110aは円環部62の内周面62aに圧接される。制振リング110の外周面110aは、制振リング110の下面110cが積層コア60の下面60aと揃うまで圧入される。制振リング110が圧入された積層コア60は、積層コア60の下面60aが円筒状の側面52aの下端から径方向に広がる台座54に突き当たるまで突出部52に嵌合され、固定される。ここでの固定手段は例えば接着や圧入であり、これらの場合、パーティクルなどの汚染を生じにくい。

【0029】

20

制振リング110の軸方向長さ(高さ)H1は1.8 mmに設計される。また、制振リング110はその高さH1全体に亘って円環部62に対して圧入される。積層コア60の厚さT1は2.94 mmであるので、本実施の形態に係るディスク駆動装置100は、 $T1 > H1 = (\text{モータ回転軸R方向における圧入長}) > 0.5 * T1$ という関係を満たすように設計されている。ここで圧入長とは、制振リング110の外周面110aが円環部62の内周面62aに圧接されている部分の軸方向長さである。見方を変えると、制振リング110の外周面110aは少なくとも、モータ回転軸R方向において、積層コア60の下面60aよりも積層コア60の上面60bに近い位置で円環部62の内周面62aに圧接されている。図3ではこの位置は、積層コア60の下面60aから積層コア60の厚さT1の半分だけ上方から出発して制振リング110の上面110dに至るまでの範囲114である。

30

【0030】

積層コア60とベースプレート50との間の固定の強度を増強するために、制振リング110による固定に加えて、円環部62の内周面62aと突出部52の側面52aとの間で制振リング110が存在しない領域に制振接着剤112が導入される。特に、制振接着剤112はかかる領域を満たすように導入される。この場合、積層コア60が突出部52に対して傾く可能性を低減できる。衝撃などによって積層コア60が突出部52に対して傾くためには制振接着剤112を塑性変形させる必要があるためである。その結果、突極64と円筒状マグネット40との間の隙間の均一性を保つことができる。

制振接着剤112としては各種の接着剤を採用できる。例えば、エポキシ樹脂系の熱硬化型の接着剤は、安定した接着強度を確保できる点で好ましい。

40

【0031】

制振リング110を円環部62に圧入する前の状態における制振リング110の外周面110aの半径R1と円環部62の内周面62aの半径R2との差Dif(=R1-R2、圧入代)は、40 μmから80 μmの範囲に設定される。圧入される以上R1>R2でありDif>0である。この圧入代Difが小さいと後述する制振リングの制振効果が十分に確保できないおそれがある。本発明者の当業者としての経験から、内周面と外周面の加工上の寸法バラツキは30 μm程度である。圧入代Difが40 μmより大きくなるよう設定される場合、この寸法バラツキを考慮しても最低限10 μmの圧入代を確保でき、制振リング110の制振効果を確保しうる。また、圧入代Difが120 μmを超えると

50

圧入作業に手間がかかり、また積層コアが変形する可能性がある。しかしながら圧入代 D_{if} が $80\ \mu\text{m}$ より小さくなるよう設定される場合、圧入部分に寸法バラツキがあっても圧入代が $120\ \mu\text{m}$ を超えないようにすることができる。

【0032】

なお、制振リング 110 の肉厚（厚さ） T_2 は $0.3\ \text{mm}$ から $5\ \text{mm}$ の範囲、特に $0.8\ \text{mm}$ に設定される。この範囲であれば圧入の際に変形する可能性を低減しつつ積層コア 60 のために十分なスペースを確保できる。

【0033】

積層コア 60 と制振リング 110 と突出部 52 との組み付け方法について、上では積層コア 60 に制振リング 110 を圧入した後、それを突出部 52 に嵌合する方法を採用した。この場合、独立して作業できるので、作業性が向上する。また、圧入の際に擦れて発生する削れ粉を容易に除去できる点で好ましい。なお、制振リング 110 を突出部 52 に嵌合してから積層コア 60 を制振リング 110 に圧入してもよい。この場合、積層コア 60 のない状態で突出部 52 に制振リング 110 を取り付けるので、この作業が容易となる。

【0034】

図 4 は、図 2 の積層コア 60 の上面図である。図 4 の A - A 線は図 2 の断面に対応する。積層コア 60 の 9 本の突極 64 はそれぞれ、ハーフパンチで形成されたかしめ部 66 を有する。このかしめ部 66 は上述の通り型内かしめによってかしめられたものであり、積層コア 60 の電磁鋼板間を固着する。かしめ部 66 は、制振リング 110 と共に積層コア 60 の電磁鋼板同士を軸方向に結合する。

【0035】

ここでかしめ部 66 にハーフパンチを採用した理由は以下の通りである。

ハーフパンチ以外のかしめの方法としては、例えば積層コアの突極に軸方向の貫通孔を設けてアルミニウム製のリベットで圧接する方法がある。この方法では、貫通孔の部分で磁気抵抗が増大して磁束が減りモータのトルクが低下しうる。これに対してハーフパンチを使用する本実施の形態では電磁鋼板の突極部分に孔を設けないので、積層コア 60 の突極に十分な磁束の流れを確保できる。

【0036】

かしめ部 66 は、径方向において、円環部 62 の内周面 62a よりも突極 64 の端部 64a に近い位置に形成される。つまりかしめ部 66 は半径 R_4 の円周上に形成され、この半径 R_4 は、円環部 62 の内周面 62a の半径 R_2 と突極 64 の端部 64a が形成される円周の半径 R_5 との平均値よりも大きい ($R_4 > (R_2 + R_5) / 2$)。また積層コア 60 は、円環部 62 の径方向の幅 D_1 が突極 64 のうちコイル 70 が巻き線される部分の周方向の幅 D_2 よりも小さくなるように形成される。特に本実施の形態では、実質的に $D_1 = 0.5 * D_2$ である。

【0037】

本実施の形態で使用される積層コア 60 の寸法は、 $R_2 = 6.8\ \text{mm}$ 、円環部 62 の外周面の半径 $R_3 = 8\ \text{mm}$ 、 $R_4 = 9.8\ \text{mm}$ 、かしめ部 66 の直径 $d_1 = 1.0\ \text{mm}$ 、 $R_5 = 12.2\ \text{mm}$ である。したがって、幅 D_1 は $1.2\ \text{mm}$ である。また、幅 D_2 は $2.4\ \text{mm}$ である。ここで、かしめ部 66 の中心から突極 64 の端部 64a までの径方向寸法は $2.4\ \text{mm}$ である。また、かしめ部 66 の中心から円環部 62 の内周面 62a までの径方向寸法は $3\ \text{mm}$ である。

【0038】

以上のように構成されたディスク駆動装置 100 の動作について説明する。ディスク駆動装置 100 のハブ 10 を回転させるために、3 相の駆動電流がディスク駆動装置 100 に供給される。その駆動電流がコイル 70 を流れることにより、9 本の突極 64 に沿って駆動磁束が発生する。この駆動磁束によって円筒状マグネット 40 にトルクが与えられ、ハブ 10 が回転する。

【0039】

本実施の形態に係るディスク駆動装置 100 によると、制振リング 110 の外周面 11

10

20

30

40

50

0 aは少なくとも、モータ回転軸R方向において、積層コア60の下面60 aよりも積層コア60の上面60 bに近い位置で円環部62の内周面62 aに圧接される。したがって、積層コア60に含まれる電磁鋼板同士は、かしめ部66による固定に加えて、この圧接位置と積層コア60の下面60 aが突き当てられる台座54との間で挟まれて軸方向にさらに強固に固定される。ここで圧接位置と台座54とは、積層コア60の厚さT1の半分以上離れている。その結果、積層コア60のモータ回転軸R方向の振動（以下、コア振動と称す）を抑えることができる。この点について以下に詳述する。

【0040】

積層コア60の9本の突極64にコイル70を巻いて、このコイル70に交流の駆動電流を流すと、積層コア60に含まれる電磁鋼板の一枚一枚に磁束の時間変化による渦電流が発生する。渦電流が発生すると電磁鋼板間に反発力（以下、層間力と称す）が生じる。駆動電流の時間微分が大きくなると、層間力も大きくなる。つまり駆動電流の時間微分が変化することにより、層間力も変化する。この層間力の変化に応じて積層コア60の電磁鋼板の一枚一枚が軸方向に振動する。これがコア振動の原因のひとつである。また、3相駆動している場合には、各相の駆動電流は電気角で2 / 3ずつ異なったタイミングで通電される。この結果、各相に対応する突極64も異なったタイミングで振動を生じる。したがって、各相に対応する突極64の振動が合成され、コア振動の交番周波数は単相駆動の場合と比べて3倍となる。また、駆動電流が大きくなるとコア振動も大きくなる。駆動電流の交番周波数が大きくなると渦電流が大きくなるから、コア振動も大きくなる。

【0041】

図5は、磁気記録ディスクが回転しているときのディスク駆動装置の振動を測定する方法を説明するための説明図である。ディスク駆動装置300のベースプレート350に加速度センサ116を取り付ける。この加速度センサ116はディスク駆動装置300の振動を電気信号に変換して出力する。加速度センサ116の出力をFFTアナライザ118に入力することで、振動スペクトルを確認できる。

【0042】

まず本発明者は、制振リング110を使用せず、積層コア60の円環部62をベースプレート50の突出部52に隙間嵌めによって接着固定した比較例に係るディスク駆動装置を製作し、回転数N = 120 Hz (7200 rpm) で回転させてその振動スペクトルを観察した。比較例に係るディスク駆動装置のその他の条件は本実施の形態に係るディスク駆動装置100と同等に設定された。

図6は、比較例に係るディスク駆動装置におけるコア振動の振動スペクトルを表すグラフである。横軸は周波数をHz単位で示し、縦軸は加速度センサ116からの出力電圧の周波数成分を任意の単位で示す。この出力電圧が高いほど振動の度合いも大きい。この振動スペクトルでは、12960 Hzと、17280 Hzと、21600 Hzと、25920 Hzにおいて振動の度合いが大きいこと分かる。

【0043】

図6の振動スペクトルにおいて振動の度合いが大きい周波数について考察する。円筒状マグネット40の磁極数P = 12極とし、コイル70を3相駆動する場合、各相の駆動電流の基本波の周波数F0は次の式1で表される。

$$F0 = P \cdot N / 2 = 12 \text{ 極} \times 120 \text{ Hz} / 2 = 720 \text{ Hz} \quad (\text{式1})$$

したがって図6に示される振動スペクトルにおいて振動の度合いが大きい周波数はそれぞれ、基本波の周波数F0の18倍、24倍、30倍、36倍に相当する。即ち、比較例に係るディスク駆動装置の積層コアは、基本波の周波数F0の18倍、24倍、30倍、および36倍に相当する周波数のコア振動を生じている。この観察を一般化する。P極（Pは2以上の偶数）の駆動用着磁を有する円筒状マグネットを備えたディスク駆動装置に3相の駆動電流を供給して回転数N（Hz）で回転させた場合を想定する。この場合、振動スペクトルでは9PN（Hz）と、12PN（Hz）と、15PN（Hz）と、18PN（Hz）のうちの少なくともひとつの周波数において振動の度合いが、これら以外の周波数における振動の度合いと比べて大きくなると言える。したがって、振動スペクトルの

うちのこれらの周波数成分を抑えることによってコア振動全体を効果的に低減できる。つまり、ディスク駆動装置の振動のうち、 $9PN(Hz)$ 、 $12PN(Hz)$ 、 $15PN(Hz)$ 、および $18PN(Hz)$ のうちの少なくともひとつの周波数に対応する成分を有意に小さくすると、例えばDC近傍の周波数に対応する成分よりも小さくすると、ディスク駆動装置の振動全体を効果的に低減できる。その結果、記録再生ヘッド8aの振動を低減してリード/ライトのエラーレートを改善できる。

【0044】

また、駆動電流の交番周波数が大きくなると渦電流が大きくなることから、特に駆動電流の基本波の周波数 F_0 が $F_0 = PN/2 > 0.5kHz$ 以上の場合にコア振動が顕著に大きくなることが確認された。

10

【0045】

本実施の形態に係るディスク駆動装置100では、積層コア60に含まれる電磁鋼板同士は、かしめ部66による固定に加えて、制振リング110によって軸方向にさらに強固に固定される。したがって、電磁鋼板の軸方向の動きが抑制され、層間力が生じても積層コア60のコア振動が抑制される。

【0046】

図7は、本実施の形態に係るディスク駆動装置100におけるコア振動の振動スペクトルを表すグラフである。横軸は周波数をHz単位で示し、縦軸は加速度センサ116からの出力電圧の周波数成分を図6と同じ単位で示す。この振動スペクトルに示される通り、本実施の形態に係るディスク駆動装置100では、基本波の周波数 F_0 の1.8倍、2.4倍、3.0倍、3.6倍に相当するコア振動の成分が抑制されている。特にそれらの成分はDC近傍の周波数に対応する成分よりも小さい。このように本実施の形態に係るディスク駆動装置100ではコア振動が抑制されており、それによりリード/ライトのエラーレートが低減され、また信頼性が高められている。

20

【0047】

また、本実施の形態に係るディスク駆動装置100では、制振リング110の外周面110aは、円環部62に対してモータ回転軸R方向において積層コア60の厚さ T_1 の半分よりも長い長さ亘って圧入される。したがって、圧入長が短い、特に積層コア60の厚さ T_1 の半分よりも短い場合と比べて、圧入による圧力によって積層コア60に含まれる電磁鋼板同士が軸方向においてより強固に固定される。その結果層間力によるコア振動が抑制される。

30

【0048】

この圧入長については、短くすると制振リング110による制振効果が不足しうる。また長くすると、圧入する際の抵抗が大きく圧入に手間がかかり、また積層コア60に変形を生じうる。このため圧入長は、磁気記録ディスク200の回転時におけるコア振動が許容される範囲に入るように、実験により定められてもよい。つまり、図5で説明された測定方法により、コア振動の振動スペクトルを測定する。そして測定された振動スペクトルの各成分、特に $9PN(Hz)$ 、 $12PN(Hz)$ 、 $15PN(Hz)$ 、および $18PN(Hz)$ の周波数に対応する成分の大きさを確認しながら、圧入長を定めてもよい。

【0049】

40

また、一般に電磁鋼板を積層して形成するタイプの積層コアでは、個々の電磁鋼板の製造誤差などにより積層コアの側面には凹凸が見られる。この凹凸は、制振リングを積層コアの円環部に圧入する際の抵抗を増やす要因のひとつであると考えられる。適正な圧入の際の抵抗を保つためには、凹凸によって増えた抵抗の分だけ圧入代を制限しなければならない。しかしながら積層コア60や制振リング110の加工上の寸法バラツキを考慮すると、そのような圧入代への制限は少ない方がよい。そこで本実施の形態に係るディスク駆動装置100では、制振リング110は積層コア60の電磁鋼板よりも柔らかい材料によって形成される。したがって、円環部62の内周面62aに凹凸があったとしても、それによる圧入の際の抵抗の増大を抑えることができ、圧入代を十分にとることができる。

【0050】

50

また、制振リング110の外周面110aを、円環部62の内周面62aの電磁鋼板層毎の凸凹に倣うように形成してもよい。この場合、圧入の際の抵抗の増大を抑えることができる。

本実施の形態において、積層コア60のビッカース硬度はHv120~200の範囲とし、制振リング110のビッカース硬度はHv80~100の範囲としている。

【0051】

また、本実施の形態に係るディスク駆動装置100では、かしめ部66は、径方向において、円環部62の内周面62aよりも突極64の端部64aに近い位置に形成される。したがって、突極64の端部側でコア振動をより低減できる。特に突極64の端部がベースプレート50に固定されていない本実施の形態に係るディスク駆動装置100のような構成においては、突極64の端部は大きなコア振動を起しやすと考えられる。そこでかしめ部66を端部側に設けることでそのようなコア振動を抑制できる。また、突極64の中間部分をかしめ部66と円環部62の内周面62aとで挟む構成となる。その結果、コア振動をさらに低減できる。

【0052】

積層コア60の円環部62の半径方向の幅D1について考察する。ディスク駆動装置100全体の大きさは変えないでこの幅D1を大きくしていくと、突極64が短くなり、巻けるコイル70の巻数が減ることが考えられる。コイル70の巻数が減るとインダクタンスが低下するので、巻数を減らす前と同等の駆動トルクを保つためには駆動電流を増やす必要がある。しかしながら、駆動電流が増えると電気効率が低下し、また層間力が大きくなることでコア振動が増加する可能性がある。そこで本実施の形態に係るディスク駆動装置100では、積層コア60は、円環部62の径方向の幅D1が突極64のうちコイル70が巻き線される部分の周方向の幅D2よりも小さくなるように形成される。このように円環部62の径方向の幅D1を相対的に小さくすることで、駆動電流を相対的に低減してコア振動を抑制できる。

【0053】

また、積層コア60の円環部62は、突極64に巻回されたコイル70によって突極64に発生する磁束の経路となっている。特に突極64で発生した磁束は突極64の根元で円環部62の両側へ半分ずつ分岐する。したがって、円環部62の径方向の幅D1を狭くしすぎると、円環部62が磁気飽和して磁気抵抗が大きくなる場合がある。円環部62の磁気抵抗が大きくなると、突極64を通る磁束も減少する。したがって十分な駆動トルクを保つためには駆動電流を増やす必要がある。しかしながら、駆動電流が増えると電気効率が低下し、また層間力が大きくなることでコア振動が増加する可能性がある。そこで本実施の形態に係るディスク駆動装置100では、円環部62の径方向の幅D1が突極64のうちコイル70が巻き線される部分の周方向の幅D2の実質的に半分となるように設計される。これは上述の磁気飽和の観点から最適な設計であると考えられる。

【0054】

また、本実施の形態に係るディスク駆動装置100では、積層コア60は8枚の電磁鋼板を積層して形成される。積層コアを形成する電磁鋼板の枚数について、本発明者は以下の知見を得た。

コア振動は積層コアの電磁鋼板の枚数に応じて大きくなる傾向がある。個々の厚みが0.35mmの6枚以上の電磁鋼板を積層した積層コアに本実施の形態の思想を適用すると、コア振動をより抑制できるので好ましい。また電磁鋼板の枚数が増えると、制振リングを圧入する際に必要な圧力が大きくなる。圧力が大きくなると積層コアを変形させうる。また、大きな力を要するため作業に時間がかかりうる。したがって、積層コアに含まれる電磁鋼板は20枚以下とすることが好ましい。

なお、厚みが0.2mmの電磁鋼板を使用する場合は、その電磁鋼板を8枚以上積層して形成される積層コアに本実施の形態の思想を適用すると、コア振動をより抑制できるので好ましい。また、上と同様の理由によりその枚数は30枚以下とすることが好ましい。

【0055】

(第2の実施の形態)

第1の実施の形態では制振リング110を用いて積層コアの電磁鋼板間の結合を強める場合を説明した。第2の実施の形態は、制振リングを用いず突出部に直接積層コアを取り付けるタイプのディスク駆動装置に関する。第2の実施の形態に係るディスク駆動装置では、積層コアを突出部に取り付ける際に突出部を塑性変形させて円環部62に圧接させることで積層コアの電磁鋼板間の結合を強める。

【0056】

図8は、第2の実施の形態に係るディスク駆動装置400の断面の要部を拡大した拡大断面図である。図8は、第1の実施の形態の図3に対応する。説明を分かりやすくするため、図8ではかしめ部66を省略して表示する。ディスク駆動装置400のベースプレート450の上面には、モータ回転軸Rを中心とした突出部452が設けられる。その突出部452の外周面は、モータ回転軸Rを中心とする円筒状の側面452aである。この円筒状の側面452aは、円環部62の内周面62aにほぼ全面に亘って圧接される。円筒状の側面452aのうちその圧接に寄与する部分のモータ回転軸R方向長さL1は、積層コア60の厚さT1の半分よりも長い。ディスク駆動装置400のその他の構成は第1の実施の形態に係るディスク駆動装置100と同様である。

【0057】

積層コア60と突出部452との接合の方法を説明する。まずそれらを接合する前に、円環部62の内周面62aの半径を突出部452の側面452aの半径よりも大きく形成する。また、図8に示すように、突出部452の側面452aのうち台座454に連続する領域には半径方向内側に窪む凹部を形成してもよい。特に積層コア60を突出部452に隙間嵌めできるように形成すると、嵌め合わせ作業が容易になる点で好ましい。次に、積層コア60を突出部452の側面452aに沿って嵌め合わせる。積層コア60の下面をベースプレート450の台座454に突き当てて位置決めした後、突出部452のハブ10側の端部を例えばプレスして塑性変形させ、積層コア60の上側に図8のように延在させる。この延在部分により積層コア60はモータ回転軸R方向に固着される。またプレスの際、突出部452の側面452aは径方向外側に膨張するので、円環部62の内周面62aと圧接される。

【0058】

本実施の形態に係るディスク駆動装置400によると、制振リングを介さずに積層コア60を突出部452に固定する。したがって、第1の実施の形態に係るディスク駆動装置100と比べて、制振リング110を円環部62に対して圧入したり突出部52に固定したりする手間が省ける。

【0059】

また、本実施の形態に係るディスク駆動装置400によると、積層コア60はモータ回転軸R方向においては突出部452の延在部分と台座454とに挟まれて固定され、また径方向においては突出部452の側面452aからの圧接による圧力によって固定される。したがってコア振動をより効果的に抑制できる。このコア振動の抑制という観点から見ると、径方向外側に膨張した突出部452の側面452aは、第1の実施の形態に係るディスク駆動装置100の制振リング110と同様の機能を有すると言える。

【0060】

なお、突出部452を形成する材料としてアルミニウムのような金属材料を採用すると経時変化による接合強度の低下が少ない点で好ましい。また、例えばポリエーテルイミドのような樹脂材料を採用すると形状の自由度が高く設計が容易である点で好ましい。

【0061】

以上、実施の形態に係るディスク駆動装置の構成について説明した。これらの実施の形態は例示であり、それらの各構成要素の組み合わせにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【0062】

第1および第2の実施の形態では、ベースプレートがハブを回転自在に支持する一体型

10

20

30

40

50

のディスク駆動装置について説明したが、これに限られない。例えば、図 2 に示される構造と同様の構造のブラシレスモータを別途製作し、そのブラシレスモータをハードディスクドライブのシャーシに取り付けてもよい。

【 0 0 6 3 】

第 1 の実施の形態では、制振リング 1 1 0 の高さ H 1 は積層コア 6 0 の厚さ T 1 よりも小さく、また制振リング 1 1 0 はその高さ H 1 全体に亘って円環部 6 2 に対して圧入される場合について説明したが、これに限られない。以下に制振リング 1 1 0 の変形例を 2 つ説明する。

図 9 は、第 1 変形例に係る制振リング 5 1 0 を含むディスク駆動装置 5 0 0 の断面の要部を拡大した拡大断面図である。図 9 は、第 1 の実施の形態の図 3 に対応する。説明を分かりやすくするため、図 9 ではかしめ部 6 6 を省略して表示する。制振リング 5 1 0 は、第 1 の実施の形態に係る制振リング 1 1 0 の外周面のモータ回転軸 R 方向中央付近に、モータ回転軸 R を中心とする幅 D 3 の環状の凹部 5 1 2 を設けたものである。この制振リング 5 1 0 を円環部 6 2 に圧入した場合、制振リング 5 1 0 の外周面 5 1 0 a と円環部 6 2 との圧入部分には、制振リング 5 1 0 の外周面 5 1 0 a が円環部 6 2 の内周面 6 2 a に圧接する第 1 部分 5 1 4、第 2 部分 5 1 6 に挟まれた、それらが接触しない第 3 部分 5 1 8 が設けられる。

【 0 0 6 4 】

本変形例に係るディスク駆動装置 5 0 0 によると、第 1 の実施の形態に係るディスク駆動装置 1 0 0 と同様に、制振リング 5 1 0 の外周面 5 1 0 a は少なくとも、モータ回転軸 R 方向において、積層コア 6 0 の下面 6 0 a よりも積層コア 6 0 の上面 6 0 b に近い位置で円環部 6 2 の内周面 6 2 a に圧接されている。したがって、第 1 の実施の形態で説明したようにコア振動を低減できる。また、積層コア 6 0 は第 1 部分 5 1 4 および第 2 部分 5 1 6 によって挟み込まれるようにして固定されるので、制振リングの外周面の全面が圧入に寄与する場合と比べて遜色ない強度の固定を実現できる。さらに本変形例では、第 1 の実施の形態とは異なり、環状の凹部 5 1 2 に対応する部分は圧入に寄与しない。したがって、圧入の際の抵抗を低減できる。なお、環状の凹部は複数設けられてもよい。さらに、環状の凹部ではなくモータ回転軸 R 方向に沿った凹部を制振リング 1 1 0 の外周面 1 1 0 a に設けてもよい。

【 0 0 6 5 】

図 1 0 は、第 2 変形例に係る制振リング 6 1 0 を含むディスク駆動装置 6 0 0 の断面の要部を拡大した拡大断面図である。図 1 0 は、第 1 の実施の形態の図 3 に対応する。説明を分かりやすくするため、図 1 0 ではかしめ部 6 6 を省略して表示する。制振リング 6 1 0 は、第 1 の実施の形態に係る制振リング 1 1 0 の外周面に、半径を低減した幅 D 4 のニゲ部 6 1 2 を設けたものである。この制振リング 6 1 0 を円環部 6 2 に圧入した場合、制振リング 6 1 0 の外周面 6 1 0 a のうちニゲ部 6 1 2 に対応する幅 D 4 の部分は圧入に寄与しない。

【 0 0 6 6 】

本変形例に係るディスク駆動装置 6 0 0 によると、第 1 の実施の形態に係るディスク駆動装置 1 0 0 と同様に、制振リング 6 1 0 の外周面 6 1 0 a は少なくとも、モータ回転軸 R 方向において、積層コア 6 0 の下面 6 0 a よりも積層コア 6 0 の上面 6 0 b に近い位置で円環部 6 2 の内周面 6 2 a に圧接されている。したがって、第 1 の実施の形態で説明したようにコア振動を低減できる。さらに本変形例では、第 1 の実施の形態とは異なり、ニゲ部 6 1 2 に対応する部分は圧入に寄与しない。したがって、圧入の際の抵抗を低減できる。

【 0 0 6 7 】

ここで、圧入長が短いほど圧入に要する圧力は少なくて済むので、作業性だけを考えるとモータ回転軸 R 方向に長くニゲ部 6 1 2 を設けたほうが良いと考えられる。しかしながら、積層コア 6 0 と制振リング 6 1 0 とが圧入されている部分のモータ回転軸 R 方向幅 D 5 があまりにも短い場合には、積層コア 6 0 を抑える力が小さくなり過ぎるおそれがある

10

20

30

40

50

。そこで本発明者は実験を行い、 $D5/T1$ が $1/3$ 以上あることが、コア振動を抑える観点から好ましいことを確認した。

【0068】

第1の実施の形態、その変形例、および第2の実施の形態に係るディスク駆動装置では、積層コア60の厚さ $T1$ に対する、積層コア60を機械的に固定している接合部のモータ回転軸R方向両端間の長さの比を $1/2$ 以上としている、とも言える。

【0069】

第1および第2の実施の形態では、積層コア60の下面60aがベースプレートの台座に突き当てられる場合について説明したが、積層コア60は台座に突き当てられなくてもよい。この場合でも、制振リングの圧入による圧力でコア振動を抑制できる。

10

【0070】

第1および第2の実施の形態において、積層コア60をベースプレート50に取り付けた後、それらを洗浄してもよい。この場合、圧入の際に生じうる剥離物を除去することができる。

【0071】

第1の実施の形態では、制振リング110を積層コア60の電磁鋼板よりも柔らかい材料によって形成することで、円環部62の内周面62aの凹凸に起因して生じうる圧入抵抗を低減する場合について説明したが、これに限られない。例えば、積層コア60の円環部62の内周面62aに凸凹を緩和し、潤滑性を向上させるための潤滑層702を形成してもよい。図11は、第3変形例に係るディスク駆動装置700の断面の要部を拡大した拡大断面図である。図11は、第1の実施の形態の図3に対応する。説明を分かりやすくするため、図11ではかしめ部66を省略して表示する。円環部62の内周面には、その凹凸を覆うように潤滑層702が設けられる。

20

【0072】

この潤滑層702は、例えばエポキシ樹脂をスプレー塗装する方法や、カチオン電着を用いる方法により形成される。この場合、均一な塗膜を得られる。

なお、潤滑層702が薄い場合には、潤滑層702の厚みのバラツキの影響が相対的に大きくなり部分的に十分な潤滑性が得られないことがある。実験によると潤滑層702の厚みが $20\mu\text{m}$ 以上の場合に安定して所望の精度で圧入できることが確認された。すなわち、潤滑層702の厚みが圧入代の半分以上の場合に所望の効果が得られることが確認された。また、潤滑層702が厚いと圧入の際に潤滑層702が削れる可能性がある。潤滑層702が不均一に削れると圧入の精度が悪化する。実験によると潤滑層702の厚みが $80\mu\text{m}$ 以下の場合には圧入の精度の悪化は見られなかった。すなわち、潤滑層702の厚みは圧入代の設定しうる最大値以下の場合には所望の圧入の精度が得られることを確認した。

30

なお、潤滑層702は積層コア60の表面処理と同時に形成してもよい。作業の手間が省ける点で好ましい。また、潤滑層702は別途形成してもよい。所望の潤滑性を確保しやすい点で好ましい。

【0073】

第1および第2の実施の形態では、マグネットが積層コアの外側に位置する、いわゆるアウトロータ型のディスク駆動装置について説明したが、これに限られない。たとえばマグネットが積層コアの内側に位置する、いわゆるインナーロータ型のディスク駆動装置であってもよい。

40

【0074】

第1および第2の実施の形態では、スリーブがベースプレートに固定され、シャフトがスリーブに対して回転する場合について説明したが、たとえばシャフトがベースプレートに固定され、スリーブがハブと共にシャフトに対して回転するようなシャフト固定型であってもよい。

【0075】

第1および第2の実施の形態は主にハードディスクドライブに用いられる場合について

50

説明したが、これに限られない。例えば、図2に示される構造のブラシレスモータを製作し、そのブラシレスモータをCD (Compact Disc) 装置、DVD (Digital Versatile Disc) 装置等の光学ディスク記録再生装置に搭載してもよい。

【0076】

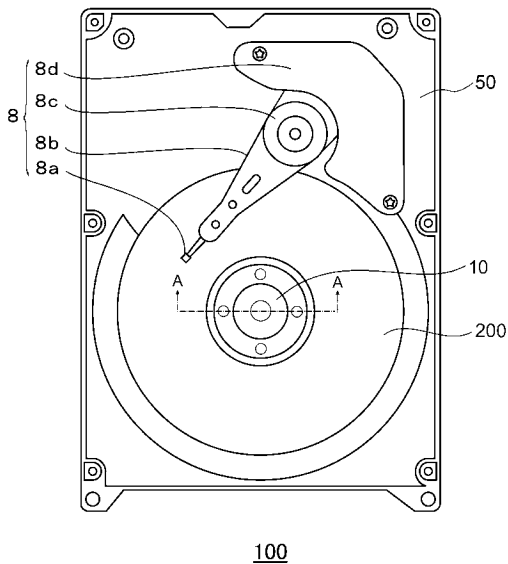
以上、実施の形態にもとづき本発明を説明したが、実施の形態は、本発明の原理、応用を示しているにすぎないことはいうまでもなく、実施の形態には、請求の範囲に規定された本発明の思想を逸脱しない範囲において、多くの変形例や配置の変更が可能であることはいうまでもない。

【符号の説明】

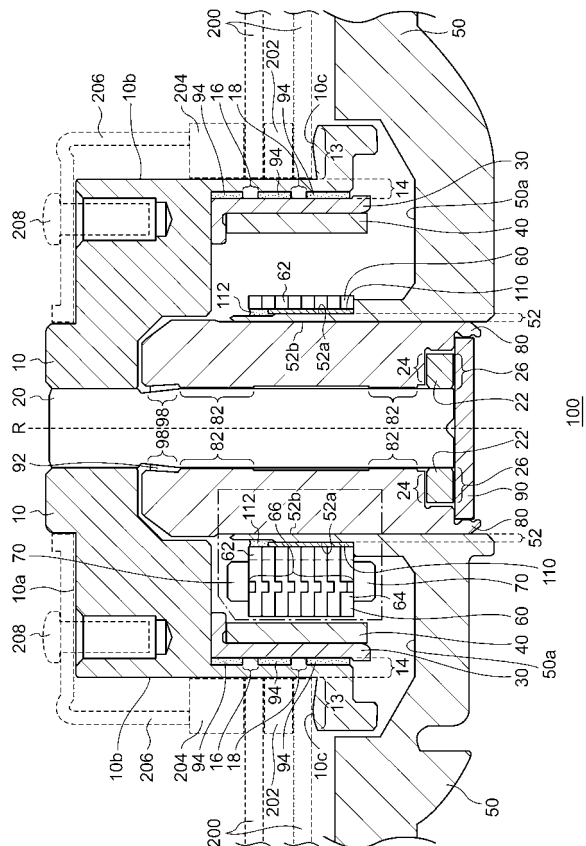
【0077】

8 データリード/ライト部、 10 ハブ、 20 シャフト、 22 フランジ、 30 ヨーク、 40 円筒状マグネット、 50 ベースプレート、 52 突出部、 60 積層コア、 62 円環部、 64 突極、 66 かしめ部、 70 コイル、 80 スリーブ、 90 プレート、 92 潤滑剤、 100、300、400、500、600 ディスク駆動装置、 110 制振リング、 116 加速度センサ、 118 FFTアナライザ、 200 磁気記録ディスク、 R モータ回転軸。

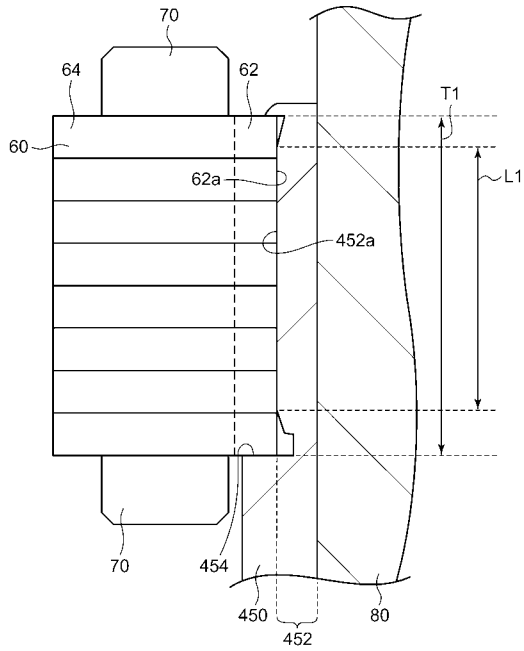
【図1】



【図2】

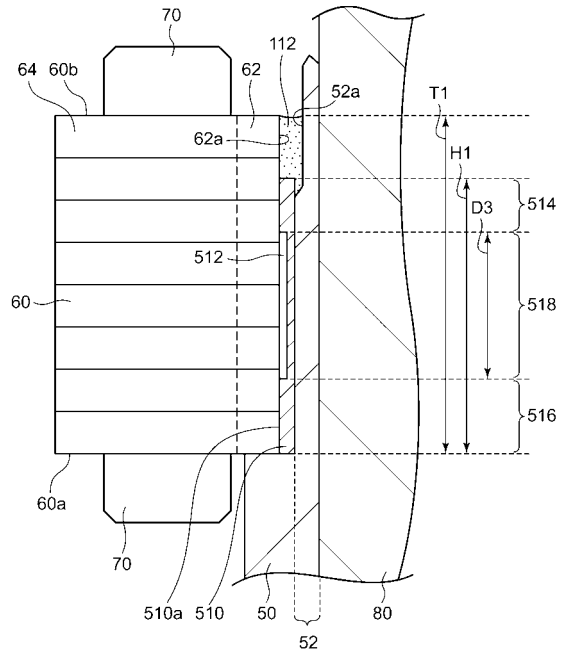


【図8】



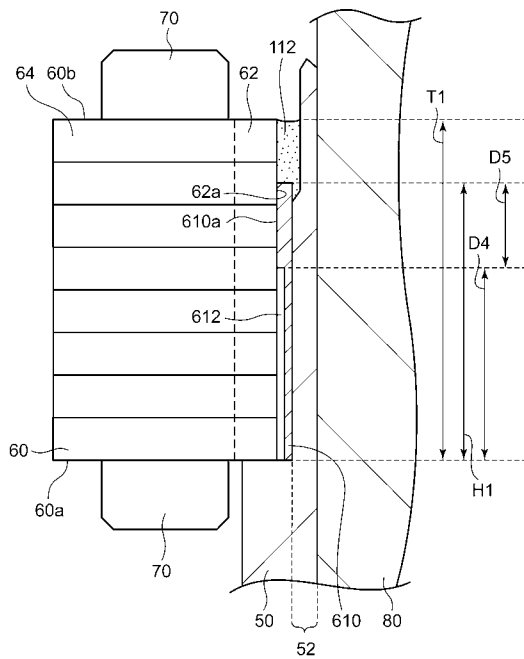
400

【図9】



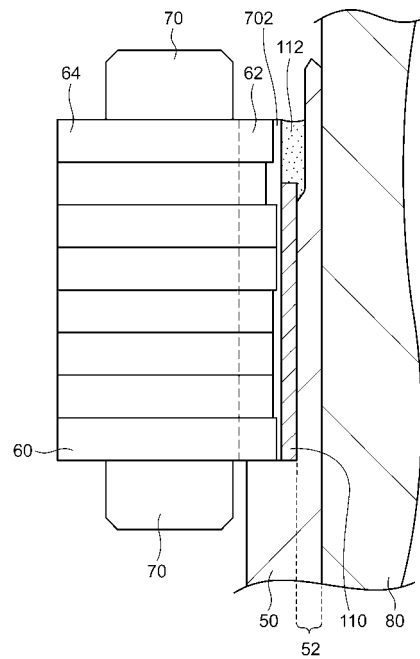
500

【図10】



600

【図11】



700

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 2 K 1/18 (2006.01) H 0 2 K 1/18 D

(72)発明者 岩井 広
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

審査官 白井 卓巳

(56)参考文献 特開2000-163859(JP,A)
特開2009-033911(JP,A)
特開平07-210981(JP,A)
特開2000-037064(JP,A)
特開2005-181715(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 1 1 B 1 9 / 2 0
G 1 1 B 1 7 / 0 3 8
G 1 1 B 2 5 / 0 4
G 1 1 B 3 3 / 0 8
H 0 2 K 1 / 1 8
H 0 2 K 5 / 2 4