

(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2005-44457

(P2005-44457A)

(43) 公開日 平成17年2月17日(2005.2.17)

(51) Int. Cl.⁷
G 1 1 B 21/21

F I
G 1 1 B 21/21

テーマコード (参考)
5 D 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-279266 (P2003-279266)
(22) 出願日 平成15年7月24日 (2003.7.24)

(71) 出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(74) 代理人 110000040
特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
(72) 発明者 橋 秀幸
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
(72) 発明者 桑島 秀樹
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
Fターム(参考) 5D059 AA01 BA01 CA14 DA03 DA28 DA36 EA08

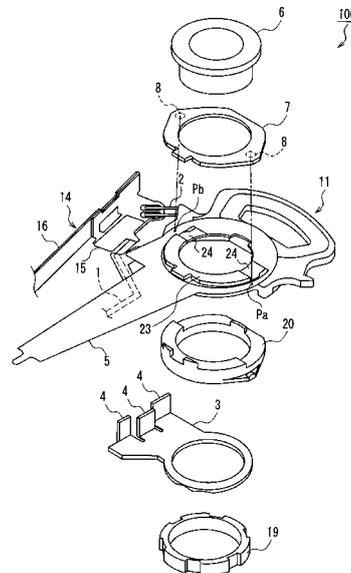
(54) 【発明の名称】 ヘッド支持装置およびディスク装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 信号配線の屈曲運動による反力が支持アームのバランスに悪影響を及ぼさない、耐衝撃性に優れたヘッド支持装置を提供する。

【解決手段】 ヘッド支持装置100は、軸受部6を回転中心として記録媒体の半径方向に回転可能に、かつピボット軸受7に設けられた一对の頂部8を回転中心として記録媒体の記録面に垂直な方向に回転可能に設けられた支持アーム5と、記録媒体と対向するように支持アーム5の一端に取り付けられたヘッドと、支持アーム5の回転に連動して軸受部6を回転中心として記録媒体の半径方向に沿って回転可能に設けられた保持部材3と、ヘッド電流をヘッドへ供給するために設けられた信号配線1とを具備しており、信号配線1は、ヘッドから支持アーム5と保持部材3とをこの順番に通って、ヘッド電流を生成する電気回路へ接続するように配置されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸受部を回動中心として記録媒体の半径方向に沿って回動可能に設けられており、かつピボット軸受に設けられた回動軸を回動中心として前記記録媒体の記録面に対して垂直な方向に沿って回動可能に設けられた支持アームと、

前記記録媒体の記録面に対して付勢力を付与するように、前記支持アームに設けた弾性手段と、

前記記録媒体と対向するように前記支持アームの一端に取り付けられたヘッドと、

前記記録媒体の半径方向に沿った前記支持アームの回動に連動して前記軸受部を回動中心として前記記録媒体の半径方向に沿って回動可能に設けられた保持部材と、

前記記録媒体に信号を記録または再生するための信号配線とを具備しており、

前記信号配線は、前記ヘッドから前記支持アームと前記保持部材とをこの順番に通って、電気回路へ接続するように配置されていることを特徴とするヘッド支持装置。

10

【請求項 2】

前記信号配線は、前記支持アームと前記保持部材との間において薄板形状になっている、請求項 1 記載のヘッド支持装置。

【請求項 3】

前記薄板形状になっている前記信号配線の表面は、前記支持アームの表面に対して実質的に平行になっている、請求項 2 記載のヘッド支持装置。

【請求項 4】

前記信号配線は、その表面が前記支持アームの表面に対して実質的に垂直になるように前記保持部材において折り曲げられている、請求項 1 記載のヘッド支持装置。

20

【請求項 5】

前記保持部材には、前記信号配線を挟むように折り曲げられた折り曲げ部が形成されている、請求項 1 記載のヘッド支持装置。

【請求項 6】

前記信号配線は、前記軸受部の近傍において前記支持アームと前記保持部材とを跨ぐように配置されている、請求項 1 記載のヘッド支持装置。

【請求項 7】

前記支持アームを回動するために前記支持アームの他端側に設けられた駆動手段をさらに具備する、請求項 1 記載のヘッド支持装置。

30

【請求項 8】

前記支持アームを回動させるための駆動電流を前記駆動手段へ供給するために設けられた給電配線をさらに具備する、請求項 7 記載のヘッド支持装置。

【請求項 9】

前記給電配線は、前記駆動手段から前記支持アームと前記保持部材とをこの順番に通って前記電気回路へ接続するように配置されている、請求項 8 記載のヘッド支持装置。

【請求項 10】

記録媒体に信号を記録または再生するために設けられたヘッド支持装置と、

前記記録媒体に信号を記録または再生するための信号配線とを具備するディスク装置であって、

40

前記ヘッド支持装置は、軸受部を回動中心として前記記録媒体の半径方向に沿って回動可能に設けられており、かつピボット軸受に設けられた回動軸を回動中心として前記記録媒体の記録面に対して垂直な方向に沿って回動可能に設けられた支持アームと、

前記記録媒体の記録面に対して付勢力を付与するように、前記支持アームに設けた弾性手段と、

前記記録媒体と対向するように前記支持アームの一端に取り付けられたヘッドと、

前記記録媒体の半径方向に沿った前記支持アームの回動に連動して前記軸受部を回動中心として前記記録媒体の半径方向に沿って回動可能に設けられた保持部材とを有しており、

50

前記信号配線は、前記ヘッドから前記支持アームと前記保持部材とをこの順番に通って、電気回路へ接続するように配置されていることを特徴とするディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、記録媒体に信号を記録または再生するための信号配線を備えたヘッド支持装置およびディスク装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許第3374846号明細書には、従来のヘッド支持装置の構成が開示されている。このヘッド支持装置は、支持アームと、支持アームの一端に取り付けられたヘッドとを備えている。支持アームは、軸受部を回動中心として記録媒体の半径方向に回動可能でかつ回動軸である一对の頂部を有するピボット軸受を回動中心として記録面に対して垂直方向に回動可能に設けられている。支持アームには、記録媒体方向の付勢力を付与する弾性部材が設けられている。そして、支持アームの重心位置が一对の頂部近傍になるようにバランス調整することにより、外部からの衝撃に対して、振動の少ない、安定したヘッド支持装置を提供するものである。

10

【特許文献1】特許第3374846号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0003】

前述したヘッド支持装置の支持アームには、記録媒体に信号を記録または再生するための信号配線を設ける必要がある。

【0004】

しかし、支持アームは軸受部を回動中心として記録媒体の半径方向に回動可能に設けられているため、支持アームが回動すると、回動する支持アームと電気回路との間において信号配線が屈曲することになる。この屈曲運動による信号配線からの反力が、支持アームの回動位置に応じて発生する。信号配線の屈曲運動による反力は、支持アームに対して、回動方向のみに発生するのではなく、多少の信号配線の擦れや位置ずれが存在した場合、記録媒体の記録面に対して垂直方向に発生することになり、このことによって、支持アームのバランスが崩れて、耐衝撃性能が悪化する。

30

【0005】

本発明の目的は、信号配線の屈曲運動による反力が、支持アームのバランスに悪影響を及ぼさない、耐衝撃性に優れたヘッド支持装置およびディスク装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係るヘッド支持装置は、軸受部を回動中心として記録媒体の半径方向に沿って回動可能に設けられており、かつピボット軸受に設けられた回動軸を回動中心として前記記録媒体の記録面に対して垂直な方向に沿って回動可能に設けられた支持アームと、前記記録媒体の記録面に対して付勢力を付与するように、前記支持アームに設けた弾性手段と、前記記録媒体と対向するように前記支持アームの一端に取り付けられたヘッドと、前記記録媒体の半径方向に沿った前記支持アームの回動に連動して前記軸受部を回動中心として前記記録媒体の半径方向に沿って回動可能に設けられた保持部材と、前記記録媒体に信号を記録または再生するための信号配線とを具備しており、前記信号配線は、前記ヘッドから前記支持アームと前記保持部材とをこの順番に通って、電気回路へ接続するように配置されていることを特徴とする。

40

【0007】

本発明に係るディスク装置は、記録媒体に信号を記録または再生するために設けられたヘッド支持装置と、前記記録媒体に信号を記録または再生するための信号配線とを具備す

50

るディスク装置であって、前記ヘッド支持装置は、軸受部を回動中心として前記記録媒体の半径方向に沿って回動可能に設けられており、かつピボット軸受に設けられた回動軸を回動中心として前記記録媒体の記録面に対して垂直な方向に沿って回動可能に設けられた支持アームと、前記記録媒体の記録面に対して付勢力を付与するように、前記支持アームに設けた弾性手段と、前記記録媒体と対向するように前記支持アームの一端に取り付けられたヘッドと、前記記録媒体の半径方向に沿った前記支持アームの回動に連動して前記軸受部を回動中心として前記記録媒体の半径方向に沿って回動可能に設けられた保持部材とを有しており、前記信号配線は、前記ヘッドから前記支持アームと前記保持部材とをこの順番に通って、前記電気回路へ接続するように配置されていることを特徴とする。

【発明の効果】

10

【0008】

本発明によれば、信号配線の屈曲運動による反力が、支持アームのバランスに悪影響を及ぼさない、耐衝撃性に優れたヘッド支持装置およびディスク装置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】

【0009】

本実施の形態に係るヘッド支持装置においては、ヘッドから支持アームと保持部材とをこの順番に通って、電気回路へ接続するように信号配線が配置されている。このため、屈曲運動による信号配線からの反力を保持部材で遮断することができるため、支持アームのバランスに悪影響を及ぼすことがない。

20

【0010】

この実施の形態では、前記信号配線は、前記支持アームと前記保持部材との間において薄板形状になっていることが好ましい。

【0011】

前記薄板形状になっている前記信号配線の表面は、前記支持アームの表面に対して実質的に平行になっていることが好ましい。

【0012】

前記信号配線は、その表面が前記支持アームの表面に対して実質的に垂直になるように前記保持部材において折り曲げられていることが好ましい。

【0013】

前記保持部材には、前記信号配線を挟むように折り曲げられた折り曲げ部が形成されていることが好ましい。

30

【0014】

前記信号配線は、前記軸受部の近傍において前記支持アームと前記保持部材とを跨ぐように配置されていることが好ましい。

【0015】

前記支持アームを回動するために前記支持アームの他端側に設けられた駆動手段をさらに具備することが好ましい。

【0016】

前記アームを回動させるための駆動電流を前記駆動手段へ供給するために設けられた給電配線をさらに具備することが好ましい。

40

【0017】

前記給電配線は、前記駆動手段から前記支持アームと前記保持部材とをこの順番に通って前記電気回路へ接続するように配置されていることが好ましい。

【0018】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0019】

図1は、本実施の形態に係るディスク装置200の構成を示す平面図である。ディスク装置200は、シャーシ18に回転自在に設けられ、略円板形状をした記録媒体13を備えている。ディスク装置200のシャーシ18には、ヘッド支持装置100が設けられて

50

いる。ヘッド支持装置 100 は、記録媒体 13 に信号を記録または再生するためのヘッド 10 を支持するために設けられている。

【0020】

図 2 はヘッド支持装置 100 の構成を示す分解斜視図であり、図 3 はヘッド支持装置 100 に設けられた信号配線 1 と支持アーム 5 と保持部材 3 との構成を示す斜視図であり、図 4 はヘッド支持装置 100 に設けられた信号配線 1 と支持アーム 5 との構成を示す斜視図であり、図 5 はヘッド支持装置 100 に設けられた信号配線 1 の構成を説明するための展開斜視図である。

【0021】

ヘッド支持装置 100 は、支持アーム 5 を備えている。支持アーム 5 は、略中空円筒形状をした軸受部 6 を回動中心として記録媒体 13 の半径方向に沿って回動可能に設けられており、かつ略中空円板形状をしたピボット軸受 7 に設けられた回動軸 8 (ここでは、一对の頂部からなる) を回動中心として記録媒体 13 の記録面に対して垂直な方向に沿って回動可能に設けられている。回動軸は一对の頂部でも良いし、軸線からなる頂部 (例えば楔形形状) でも良い。回動軸の頂部は、半球形状であっても良く、かまぼこ形状であってもよい。

【0022】

ヘッド 10 は、記録媒体 13 と対向するように支持アーム 5 の一端に取り付けられており、支持アーム 5 の一端に設けられたスライダ 9 によって保持されている。

【0023】

支持アーム 5 を挟んでピボット軸受 7 と対向するように略中空円筒形状をした部材 20 が設けられており、部材 20 および支持アーム 5 を挟んでピボット軸受 7 と対向するように略中空円板形状をした保持部材 3 が設けられている。

【0024】

また、ピボット軸受 7、支持アーム 5、部材 20 および保持部材 3 を挟んで軸受部 6 と対向するようにナット 19 が設けられている。ナット 19 は、軸受部 6 に形成された雄ねじと係合するように雌ネジが形成されており、軸受部 6 に形成された雄ねじとナット 19 に形成された雌ねじとが係合することによって、軸受部 6 とピボット軸受 7 と支持アーム 5 と部材 20 と保持部材 3 とナット 19 とが一体に組み立てられている。このことにより、保持部材 3 は、記録媒体 13 の半径方向に沿った支持アーム 5 の回動に連動して軸受部 6 を回動中心として記録媒体 13 の半径方向に沿って回動可能となっている。

【0025】

ヘッド支持装置 100 には、信号配線 1 が設けられている。信号配線 1 は、記録媒体 13 に信号を記録または再生するために、ヘッド 10 ~ 電気回路 12 間で導通されている。この電気回路 12 は、シャーシ 18 に設けられた固定部 17 に設けられている。信号配線 1 は、ヘッド 10 から支持アーム 5 と保持部材 3 とをこの順番に通って、電気回路 12 へ接続するように配置されている。

【0026】

この信号配線 1 は、支持アーム 5 と保持部材 3 との間、すなわち図 4 の Q で示す部分において薄板形状になっており、薄板形状になっている信号配線 1 の表面は、支持アーム 5 の表面に対して実質的に平行になっている。この信号配線 1 は、頂部 8 の近傍において支持アーム 5 と保持部材 3 とを跨ぐように配置されている。このことにより、支持アーム 5 への信号配線の剛性による反力を最小限に抑えることができる。

【0027】

この信号配線 1 は、その表面が支持アーム 5 の表面に対して実質的に垂直になるように保持部材 3 の上において図 5 に示す線 A A に沿って上方に約 90 度だけ折り曲げられており、そして図 5 に示す線 B B に沿って 180 度折り曲げられており、図 2、図 3 および図 4 に示すような折り曲げ形状となっている。

【0028】

信号配線 1 は、フレクシャ部分 25 とフレキシブル基板 14 とに分離されており、導出

10

20

30

40

50

端子部 15 の部分で、公知の手段である導電性接着剤によって接続されている。導出端子部 15 と電気回路 12 との間の信号配線は、上述のように、折り曲げられたフレキシブル基板 14 の上を通っている。フレキシブル基板 14 は、導出端子部 15 と固定部 17 との間において、支持アーム 5 の回転に応じて撓むことが自在に形成された可動アーチ部 16 を構成している。

【0029】

保持部材 3 には、信号配線 1 が形成されたフレキシブル基板 14 を挟むように垂直に折り曲げられた折り曲げ部 4 が形成されている。この垂直の折り曲げ部でフレキシブル基板 14 を挟持することにより、可動アーチ部 16 からの反力を保持部材 3 で遮断することができ、支持アーム 5 に悪影響を及ぼさない。

10

【0030】

ヘッド支持装置 100 には、ボイスコイルモータ 11 が設けられている。ボイスコイルモータ 11 は、支持アーム 5 を回転させるために支持アーム 5 の他端側に設けられている。ヘッド支持装置 100 は、支持アーム 5 を回転させるための駆動電流をボイスコイルモータ 11 へ供給するために設けられた給電配線 2 を有している。給電配線 2 は、ボイスコイルモータ 11 から支持アーム 5 と保持部材 3 とフレキシブル基板 14 とをこの順番に通って電気回路 12 へ接続するように配置されている。

【0031】

ここで、支持アーム 5 の動作原理について、図 2 , 図 6 , 図 7 を用いて詳細に説明する。

20

【0032】

図 6 は本発明のヘッド支持装置の動作原理について示すための、ヘッド支持装置の概略構成を示す側面図であり、図 7 はその平面図である。

【0033】

図 6 及び図 7 において、下面に磁気ヘッド (図示せず) を設けたスライダ 9 を、一端下面に搭載した支持アーム 5 は、他端側において、図 2 にて示したように弾性手段である板バネ部 24 の一端側部分と止着されており、弾性手段である板バネ部 24 の他端側部分はバネ固定部材 23 をピボット軸受 7 と部材 20 とで挟むことによってピボット軸受 7 と止着されている。

【0034】

これによって、支持アーム 5 はピボット軸受 7 に板バネ部 24 を介して弾性的に保持された状態となる。

30

【0035】

また、ピボット軸受 7 には回転軸である一对の頂部 8a 及び 8b が設けられており、その頂部が支持アーム 5 に対し、それぞれ図 7 における Pa、Pb 点において当接し、板バネ部 24 の弾性力によって支持アーム 5 の一端側が記録媒体 13 方向へ付勢され、このとき、当接点 Pa 及び Pb 点には圧縮応力が発生する。記録媒体 13 が無い場合は、板バネ部 24 が変形して、支持アーム 5 は図 6 における点線で示した位置になるように構成されている。

【0036】

記録媒体 13 が記録再生時に回転開始した場合には、スライダ 9 が浮上し、板バネ部 24 が変形し、支持アーム 5 が図 6 における実線で示した状態で、磁気ヘッドと磁気記録媒体 13 との間に一定の空隙を保って磁気記録再生が行われる。この場合、図 6 中の点線の状態に支持アーム 5 を戻そうとする板バネ部 24 の反力が、スライダ 9 に印加されるロード荷重となる。

40

【0037】

なお、ピボット軸受 7 の各頂部 8a 及び 8b は、支持アーム 5 が記録媒体 13 の半径方向に回転する際の回転中心軸方向及び支持アーム 5 の長手方向に対して垂直で、その回転中心軸を通る線上において支持アーム 5 と当接するように設けられている。

【0038】

50

磁気記録再生装置の動作時、つまり記録媒体 1 3 に対してスライダ 9 が浮上している際のスライダ 9 へのロード荷重は、ピボット軸受 7 の各頂部 8 a 及び 8 b による支持アーム 5 に対する記録媒体 1 3 方向への圧縮応力によって生じることになる。

【0039】

ヘッド支持装置をこのような構成にすることにより、支持アーム 5 を剛性の高い材料で形成することができる。このため、ピボット軸受 7 から、ピボット軸受の各頂部 8 a 及び 8 b、支持アーム 5 のピボット軸受 7 に支持された領域からスライダ 9 が形成される領域にいたるまでの全領域において、剛性の高い材料によってヘッド支持装置を形成することができる。

【0040】

このように支持アーム 5 を高剛性な材料で形成すれば、支持アーム 5 の共振周波数を高くすることができるので、振動モードが発生せず、セtring動作が必要ないので、高速な支持アーム 5 の回動及び位置決めが可能となり、磁気記録再生装置のアクセス速度を向上することが可能となる。

【0041】

また弾性手段である板バネ部 2 4 が、支持アーム 5 の構造の中には組み込まれず、支持アーム 5 とは独立して設けられているために、板バネ部 2 4 の厚み、材質等を変更することにより、板バネ部 2 4 の強度及びバネ定数を選定することが可能となる。

【0042】

また、ヘッド支持装置を使用する際の構成によって、板バネ部 2 4 によって保持された部分の重心位置、すなわちボイスコイルとコイルホルダとを装着した状態での支持アーム 5 の重心位置を、支持アーム 5 の記録媒体 1 3 の半径方向の回動軸と記録媒体 1 3 の記録面に対して垂直方向の回動軸との交点と同一、つまり支持アーム 5 とピボット軸受 7 の頂部 8 a 及び 8 b とが当接する点 P a 及び P b を結ぶ線上の midpoint P と実質的に同じ位置となる（図 7 において、P 点と P a 点との距離及び P 点と P b 点との距離が等しく L となる）ようにヘッド支持装置を設計することにより、外部からの衝撃等に対して、振動の少ない、安定したヘッド支持装置を提供することが可能となる。このように、支持アーム 5 を頂部 8 を支点としてバランスさせることにより、耐衝撃性に優れたヘッド支持装置を提供することが可能となる。

【0043】

この耐衝撃性の効果は、本実施例に示したように保持部材 3 を使用して信号配線を保持する方法を採ることによって、より確実なものになる。すなわち、保持部材 3 に設けられた垂直な折り曲げ部 4 にて信号配線を挟持することにより、支持アーム 5 の回動時に発生する可動アーチ部 1 6 の撓みによる反力を、折り曲げ部 4 で確実に遮断させることによるため、反力が支持アーム 5 のバランスに悪影響を及ぼすことがない。

【0044】

また、保持部材による信号配線の挟持を、垂直に折り曲げた折り曲げ部で行うことにより、より確実に可動アーチ部 1 6 の撓みによる反力を遮断することが可能となる。

【0045】

さらに、この耐衝撃性の効果は、支持アーム 5 と保持部材 3 との間、すなわち図 4 の Q で示す部分において薄板形状とすることにより、また支持アーム 5 の表面に対して実質的に平行にすることにより、また頂部 8 の近傍において支持アーム 5 と保持部材 3 とを跨ぐような構成とすることにより、より確実なものとなる。これは、図 4 の Q で示す部分の信号配線の剛性が、支持アーム 5 の記録媒体 1 3 の面方向に回動する方向に与える影響を最小限に抑えることができるため、支持アーム 5 のバランスに悪影響を及ぼすことがなくなるためである。

【0046】

なお、本実施例で示した内容、すなわち保持部材 3 を使用して信号配線を保持する方法、及び支持アーム 5 と保持部材 3 との間の信号配線を薄板形状とすること、及び支持アーム 5 と保持部材 3 との間の信号配線を支持アーム 5 の表面に対して実質的に平行にするこ

10

20

30

40

50

と、及び信号配線を頂部 8 の近傍において支持アーム 5 と保持部材 3 とを跨ぐような構成とすることは、ロード荷重のばらつきを抑えるという特別の効果も有することは言うまでもない。

【0047】

また、保持部材 3 を使用して信号配線を保持することによって、保持部材 3 上に載置されている信号配線分の質量が支持アーム 5 に付加されないため、支持アーム 5 の質量を極力少なく抑えることが可能となる。このことにより、支持アーム 5 の共振周波数を高くすることができるため、耐衝撃性も向上する効果も有する。

【0048】

以上のように本実施の形態によれば、ヘッド 10 から支持アーム 5 と保持部材 3 とをこの順番に通って、電気回路 12 へ接続するように信号配線 1 が配置されている。このため、信号配線の屈曲運動による反力が、支持アームのバランスに悪影響を及ぼさない、耐衝撃性に優れたヘッド支持装置及びディスク装置を提供することができる。

10

【産業上の利用可能性】

【0049】

本発明に係るヘッド支持装置は、磁気ヘッドを用いた磁気記録再生装置、非接触型のディスク記録再生装置、例えば光ディスク装置および光磁気ディスク装置等に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0050】

20

【図 1】本実施の形態に係るディスク装置の構成を示す平面図

【図 2】本実施の形態に係るディスク装置に設けられたヘッド支持装置の構成を示す分解斜視図

【図 3】本実施の形態に係るヘッド支持装置に設けられた信号配線と支持アームと保持部材との構成を示す斜視図

【図 4】本実施の形態に係るヘッド支持装置に設けられた信号配線と支持アームとの構成を示す斜視図

【図 5】本実施の形態に係るヘッド支持装置に設けられた信号配線の構成を説明するための展開斜視図

【図 6】本実施の形態に係るヘッド支持装置の動作原理について示す側面図

30

【図 7】本実施の形態に係るヘッド支持装置の動作原理について示す平面図

【符号の説明】

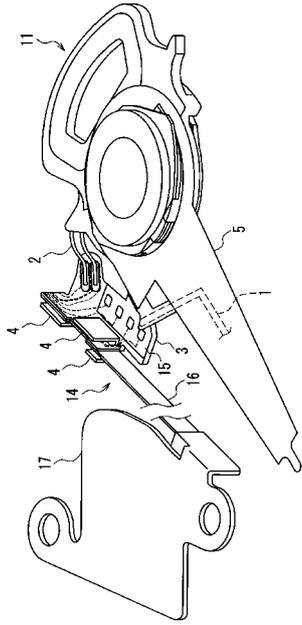
【0051】

- 1 信号配線
- 2 給電配線
- 3 保持部材
- 4 折り曲げ部
- 5 支持アーム
- 6 軸受部
- 7 ピボット軸受
- 8 頂部
- 9 スライダ
- 11 ボイスコイルモータ
- 12 電気回路
- 13 記録媒体
- 14 フレキシブル基板
- 15 導出端子部
- 16 可動アーム部
- 17 固定部
- 100 ヘッド支持装置

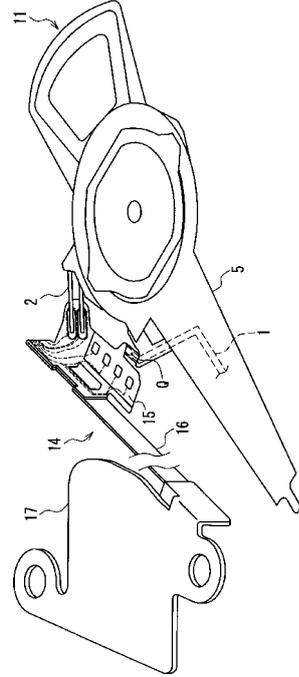
40

50

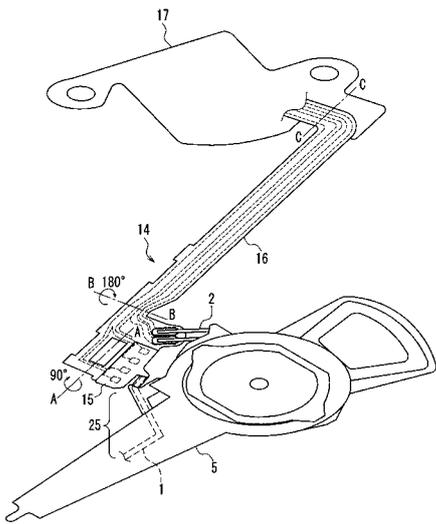
【 図 3 】



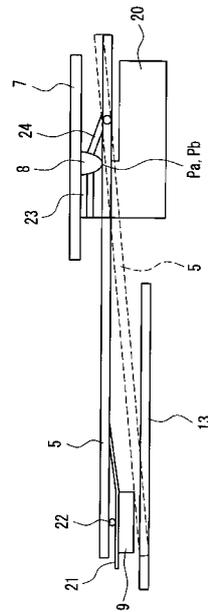
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

