

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7301721号  
(P7301721)

(45)発行日 令和5年7月3日(2023.7.3)

(24)登録日 令和5年6月23日(2023.6.23)

(51)国際特許分類 F I  
**G 1 1 B 21/21 (2006.01)** G 1 1 B 21/21 D  
**G 1 1 B 5/60 (2006.01)** G 1 1 B 5/60 P

請求項の数 9 (全20頁)

(21)出願番号	特願2019-206378(P2019-206378)	(73)特許権者	000004640 日本発條株式会社 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地
(22)出願日	令和1年11月14日(2019.11.14)	(74)代理人	110001737 弁理士法人スズ工国際特許事務所
(65)公開番号	特開2021-82369(P2021-82369A)	(72)発明者	山田 幸恵 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発條株式会社内
(43)公開日	令和3年5月27日(2021.5.27)	審査官	中野 和彦
審査請求日	令和4年6月2日(2022.6.2)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ディスク装置用サスペンション

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1面と、前記第1面とは反対側の第2面と、前記第1面から前記第2面に貫通する第1開口および第2開口と、を有するロードビームと、

前記第1面に沿って配置されスライダが搭載されるタンクと、前記タンクの幅方向の両外側にそれぞれ配置された第1アウトリガーおよび第2アウトリガーと、を有したフレキシシャと、

前記第2面に貼り付けられた第1ダンパー材および第2ダンパー材と、を備え、

前記第1アウトリガーは、前記第1面側に配置された第1アームと、前記第1アームから延出するとともに前記第1開口を通り、先端が前記第2面と前記第1ダンパー材で挟まれた第1分岐部と、を有し、

前記第2アウトリガーは、前記第1面側に配置された第2アームと、前記第2アームから延出するとともに前記第2開口を通り、先端が前記第2面と前記第2ダンパー材で挟まれた第2分岐部と、を有するディスク装置用サスペンション。

【請求項2】

前記第1ダンパー材は、前記第1開口の少なくとも一部を塞ぐとともに、前記第1開口の周囲において前記第2面に貼り付けられ、

前記第2ダンパー材は、前記第2開口の少なくとも一部を塞ぐとともに、前記第2開口の周囲において前記第2面に貼り付けられている、

請求項1に記載のディスク装置用サスペンション。

## 【請求項 3】

前記第 1 アームは、前記第 1 開口と重なる第 1 屈曲部を有し、  
 前記第 2 アームは、前記第 2 開口と重なる第 2 屈曲部を有し、  
 前記第 1 分岐部は、前記第 1 屈曲部から延出し、  
 前記第 2 分岐部は、前記第 2 屈曲部から延出している、  
 請求項 1 または 2 に記載のディスク装置用サスペンション。

## 【請求項 4】

前記第 1 分岐部および前記第 2 分岐部は、前記ロードビームの長さ方向および幅方向の双方と交差する方向に延びている、

請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項に記載のディスク装置用サスペンション。

10

## 【請求項 5】

前記第 1 分岐部および前記第 2 分岐部は、前記ロードビームの長さ方向と平行に延びている、

請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項に記載のディスク装置用サスペンション。

## 【請求項 6】

前記第 1 アウトリガーは、前記第 1 アームから互いに異なる方向に延出する一対の前記第 1 分岐部を有し、

前記第 2 アウトリガーは、前記第 2 アームから互いに異なる方向に延出する一対の前記第 2 分岐部を有している、

請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項に記載のディスク装置用サスペンション。

20

## 【請求項 7】

前記第 1 開口の内壁は、前記第 1 開口を通る前記第 1 分岐部に向けて突出した第 1 凸部を有し、

前記第 2 開口の内壁は、前記第 2 開口を通る前記第 2 分岐部に向けて突出した第 2 凸部を有している、

請求項 1 乃至 6 のうちいずれか 1 項に記載のディスク装置用サスペンション。

## 【請求項 8】

前記第 1 アームは、前記第 1 開口と少なくとも一部が重なる第 1 アーム開口を有し、

前記第 2 アームは、前記第 2 開口と少なくとも一部が重なる第 2 アーム開口を有し、

前記第 1 分岐部は、前記第 1 アーム開口の内側に延出し、

前記第 2 分岐部は、前記第 2 アーム開口の内側に延出している、

請求項 1 乃至 7 のうちいずれか 1 項に記載のディスク装置用サスペンション。

30

## 【請求項 9】

前記第 1 分岐部の先端と前記第 2 面の間配置された第 1 絶縁層と、

前記第 2 分岐部の先端と前記第 2 面の間配置された第 2 絶縁層と、をさらに備える、

請求項 1 乃至 8 のうちいずれか 1 項に記載のディスク装置用サスペンション。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ハードディスク装置等に用いられるディスク装置用サスペンションに関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

パーソナルコンピュータなどの情報処理装置に、ハードディスク装置（HDD）が使用されている。ハードディスク装置は、スピンドルを中心に回転する磁気ディスクや、ピボット軸を中心に回転するキャリッジなどを含んでいる。キャリッジはアクチュエータアームを有し、ボイスコイルモータ等のポジショニング用モータによってピボット軸を中心にディスクのトラック幅方向に回転する。

## 【0003】

上記アクチュエータアームにディスク装置用サスペンション（これ以降、単にサスペンションと称す）が取り付けられている。サスペンションは、ロードビームや、ロードビー

50

ムに重ねて配置されたフレキシャなどを含んでいる。フレキシャの先端付近に形成されたジンバル部に、磁気ヘッドを構成するスライダが設けられている。スライダには、データの読取りあるいは書込み等のアクセスを行なうための素子（トランスジューサ）が設けられている。これらロードビームやフレキシャおよびスライダなどによって、ヘッドジンバルアセンブリが構成されている。

【0004】

上記ジンバル部は、スライダを搭載するタングと、タングの両側に形成された一対のアウトリガーとを含んでいる。これらアウトリガーは、それぞれフレキシャの両側部の外側に張り出す形状である。各アウトリガーの長さ方向の両端部付近は、それぞれ、例えばレーザ溶接等によりロードビームに固定されている。各アウトリガーは、それぞれ厚さ方向

10

【0005】

ディスクの高記録密度化に対応するためには、ヘッドジンバルアセンブリをさらに小形化し、かつディスクの記録面に対してスライダをさらに高精度に位置決めできるようにすることが必要である。そのためには、ヘッドジンバルアセンブリに要求されるジンバル運動を確保した上で、フレキシャの揺れを極力小さくする必要がある。例えば特許文献1や特許文献2に記載されているように、フレキシャの揺れを抑制するために、サスペンションの一部にダンパー材を設けることも知られている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0006】

【文献】米国特許第6,967,821号明細書  
特開2010-86630号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

振動が入力したときのフレキシャの揺れを小さくするには、アウトリガーの揺れを抑制することが効果的な場合がある。このためアウトリガーそのものにダンパー材を設けることも考えられた。つまりアウトリガーにダンパー材を貼り付けることにより、アウトリガーとダンパー材とが一体に動くようにする。しかしながらアウトリガーにダンパー材を貼り付けると、フレキシャの揺れを抑制できる反面、フレキシャの剛性が大きくなってしまふという問題がある。たとえばアウトリガーの長さ方向に延びるダンパー材をアウトリガーに貼り付けたフレキシャは、ダンパー材を有しないフレキシャと比較して、ピッチ方向の剛性とロール方向の剛性が増加するため、ジンバル運動にとって好ましくない。

30

【0008】

そこで、本発明は、フレキシャの揺れを効果的に抑制できるとともに、フレキシャの剛性が大きくなることも抑制できるディスク装置用サスペンションを提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

40

【0009】

一実施形態に係るディスク装置用サスペンションは、ロードビームと、フレキシャと、第1および第2ダンパー材とを備えている。前記ロードビームは、第1面と、前記第1面とは反対側の第2面と、前記第1面から前記第2面に貫通する第1開口および第2開口と、を有している。前記フレキシャは、前記第1面に沿って配置されスライダが搭載されるタングと、前記タングの幅方向の両外側にそれぞれ配置された第1アウトリガーおよび第2アウトリガーと、を有している。前記第1ダンパー材および第2ダンパー材は、前記第2面に貼り付けられている。前記第1アウトリガーは、前記第1面側に配置された第1アームと、前記第1アームから延出するとともに前記第1開口を通り、先端が前記第2面と前記第1ダンパー材で挟まれた第1分岐部と、を有している。前記第2アウトリガーは、

50

前記第 1 面側に配置された第 2 アームと、前記第 2 アームから延出するとともに前記第 2 開口を通り、先端が前記第 2 面と前記第 2 ダンパー材で挟まれた第 2 分岐部と、を有している。

【 0 0 1 0 】

前記第 1 ダンパー材は、前記第 1 開口の少なくとも一部を塞ぐとともに、前記第 1 開口の周囲において前記第 2 面に貼り付けられてもよい。また、前記第 2 ダンパー材は、前記第 2 開口の少なくとも一部を塞ぐとともに、前記第 2 開口の周囲において前記第 2 面に貼り付けられてもよい。

【 0 0 1 1 】

前記第 1 アームが前記第 1 開口と重なる第 1 屈曲部を有し、前記第 2 アームが前記第 2 開口と重なる第 2 屈曲部を有してもよい。この場合において、前記第 1 分岐部が前記第 1 屈曲部から延出し、前記第 2 分岐部が前記第 2 屈曲部から延出してもよい。

10

【 0 0 1 2 】

前記第 1 分岐部および前記第 2 分岐部は、前記ロードビームの長さ方向および幅方向の双方と交差する方向に延びてもよい。他の例として、前記第 1 分岐部および前記第 2 分岐部は、前記ロードビームの長さ方向と平行に延びてもよい。

【 0 0 1 3 】

前記第 1 アウトリガーが前記第 1 アームから互いに異なる方向に延出する一对の前記第 1 分岐部を有し、前記第 2 アウトリガーが前記第 2 アームから互いに異なる方向に延出する一对の前記第 2 分岐部を有してもよい。

20

【 0 0 1 4 】

前記第 1 開口の内壁が前記第 1 開口を通る前記第 1 分岐部に向けて突出した第 1 凸部を有し、前記第 2 開口の内壁が前記第 2 開口を通る前記第 2 分岐部に向けて突出した第 2 凸部を有してもよい。

【 0 0 1 5 】

前記第 1 アームが前記第 1 開口と少なくとも一部が重なる第 1 アーム開口を有し、前記第 2 アームが前記第 2 開口と少なくとも一部が重なる第 2 アーム開口を有してもよい。この場合において、前記第 1 分岐部が前記第 1 アーム開口の内側に延出し、前記第 2 分岐部が前記第 2 アーム開口の内側に延出してもよい。

【 0 0 1 6 】

ディスク装置用サスペンションは、前記第 1 分岐部の先端と前記第 2 面の間に配置された第 1 絶縁層と、前記第 2 分岐部の先端と前記第 2 面の間に配置された第 2 絶縁層と、をさらに備えてもよい。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、タングや一对のアウトリガーを有するフレキシヤの揺れを効果的に抑制することができる。しかもフレキシヤの剛性が大きくなることを抑制でき、ジンバル運動に悪影響が生じることを回避できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 ディスク装置の一例を示す概略的な斜視図。

【 図 2 】 図 1 に示されたディスク装置の概略的な断面図。

【 図 3 】 第 1 実施形態に係るディスク装置用サスペンションの概略的な斜視図。

【 図 4 】 図 3 に示されたサスペンションをスライダ側から見た概略的な斜視図。

【 図 5 】 図 4 に示されたサスペンションの概略的な平面図。

【 図 6 】 図 5 中の F 6 - F 6 線に沿うサスペンションの概略的な断面図。

【 図 7 】 第 1 実施形態に係るサスペンションの第 1 制振部および第 2 制振部の構造を概略的に示す平面図。

【 図 8 】 図 7 中の F 8 - F 8 線に沿う第 1 制振部の概略的な断面図。

【 図 9 】 比較例に係るサスペンションの概略的な平面図。

40

50

【図10】ダンパー材を有するサスペンションと、ダンパー材を有さないサスペンションとのそれぞれに関してフレキシヤの剛性を示す図。

【図11】第2実施形態に係るサスペンションの概略的な平面図。

【図12】図11におけるF12 - F12線に沿う第1制振部の概略的な断面図。

【図13】第3実施形態に係るサスペンションの概略的な平面図。

【図14】図13におけるF14 - F14線に沿う第1制振部の概略的な断面図。

【図15】第4実施形態に係るサスペンションの概略的な平面図。

【図16】図15におけるF16 - F16線に沿う第1制振部の概略的な断面図。

【図17】第5実施形態に係るサスペンションの概略的な平面図。

【図18】図17におけるF18 - F18線に沿う第1制振部の概略的な断面図。

10

【図19】第6実施形態に係るサスペンションの概略的な平面図。

【図20】図19におけるF20 - F20線に沿う第1制振部の概略的な断面図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

いくつかの実施形態につき、図面を参照しながら説明する。

[第1実施形態]

図1は、ディスク装置(HDD)1の一例を示す概略的な斜視図である。このディスク装置1は、ケース2と、スピンドル3を中心に回転する複数のディスク4と、ピボット軸5を中心に旋回可能なキャリッジ6と、キャリッジ6を駆動するためのポジショニング用モータ(ボイスコイルモータ)7とを有している。ケース2は、図示しない蓋によって密閉される。

20

【0020】

図2は、ディスク装置1の一部を示す概略的な断面図である。図1および図2に示されるように、キャリッジ6に複数のアーム(キャリッジアーム)8が設けられている。各アーム8の先端部には、サスペンション10が取り付けられている。各サスペンション10の先端部には、磁気ヘッドを構成するスライダ11が設けられている。ディスク4が高速で回転すると、ディスク4とスライダ11との間に空気が流入することによって、エアベアリングが形成される。

【0021】

ポジショニング用モータ7によってキャリッジ6が回転すると、サスペンション10がディスク4の径方向に移動することにより、スライダ11がディスク4の所望トラックまで移動する。

30

【0022】

図3は、本実施形態に係るサスペンション10の概略的な斜視図である。サスペンション10は、キャリッジ6のアーム8(図1および図2に示す)に固定されるベースプレート20と、ロードビーム21と、フレキシヤ22とを備えている。ベースプレート20には、アーム8に形成された孔8a(図2に示す)に挿入されるボス部20aが形成されている。

【0023】

フレキシヤ22は、ロードビーム21に沿って配置されている。ロードビーム21およびフレキシヤ22は、いずれもサスペンション10の長さ方向Xに延びている。以下、長さ方向Xに直交する方向をサスペンション10、ロードビーム21およびフレキシヤ22などの幅方向Yと呼ぶ。また、ロードビーム21の先端近傍に円弧状の矢印で示すように、スウェイ方向Sを定義する。

40

【0024】

ロードビーム21は、第1面21a(図4に示す)と、第1面21aの反対側の第2面21bとを有している。第1面21aは、フレキシヤ22が配置される側の面である。図3に示すように、第2面21bにダンパー部材25が設けられてもよい。

【0025】

図4は、サスペンション10の先端側の一部をスライダ11側から見た概略的な斜視図

50

である。磁気ヘッドをなすスライダ 11 の先端部には、例えば MR 素子のように磁気信号と電気信号とを変換可能な素子 28 が設けられている。これらの素子 28 によって、ディスク 4 に対するデータの書込みあるいは読取り等のアクセスが行なわれる。スライダ 11、ロードビーム 21 およびフレキシヤ 22 などによって、ヘッドジンバルアセンブリ (head gimbal assembly) が構成されている。

#### 【0026】

フレキシヤ 22 は、薄いステンレス鋼の板からなるメタルベース 40 と、メタルベース 40 に沿って配置された配線部 41 とを有している。メタルベース 40 の厚さは、ロードビーム 21 の厚さよりも小さい。メタルベース 40 の厚さは、好ましくは  $12 \sim 25 \mu\text{m}$  であり、一例では  $20 \mu\text{m}$  である。ロードビーム 21 の厚さは、例えば  $30 \mu\text{m}$  である。配線部 41 の一部は、スライダ 11 用の端子 41a を介してスライダ 11 の素子 28 に電氣的に接続されている。

10

#### 【0027】

図 5 は、サスペンション 10 の先端部付近をスライダ 11 側から見た概略的な平面図である。フレキシヤ 22 は、タング 45 と、第 1 アウトリガー 51 と、第 2 アウトリガー 52 とを有している。タング 45 には、スライダ 11 が搭載される。第 1 アウトリガー 51 および第 2 アウトリガー 52 は、タング 45 の幅方向 Y1 の両外側にそれぞれ配置されている。例えば、幅方向 Y1 は幅方向 Y と一致する。

#### 【0028】

第 1 アウトリガー 51 と第 2 アウトリガー 52 は、タング 45 の幅方向の両外側に張り出す形状である。タング 45、第 1 アウトリガー 51 および第 2 アウトリガー 52 は、いずれもメタルベース 40 の一部であり、例えばエッチングによってそれぞれの輪郭が形成されている。

20

#### 【0029】

図 6 は、図 5 中の F6 - F6 線に沿うサスペンション 10 の概略的な断面図である。ロードビーム 21 の先端付近に、タング 45 に向かって突出するディンプル 55 が形成されている。ディンプル 55 の先端 55a は、タング 45 に接している。タング 45 は、ディンプル 55 の先端 55a を中心として揺動し、所望のジンバル運動をなすことができる。タング 45、第 1 アウトリガー 51、第 2 アウトリガー 52 およびディンプル 55 などによってジンバル部 56 が構成されている。

30

#### 【0030】

図 4 および図 5 に示すように、第 1 アウトリガー 51 はタング 45 の一方の側部の外側に配置され、フレキシヤ 22 の長さ方向 X に延びている。第 2 アウトリガー 52 はタング 45 の他方の側部の外側に配置され、フレキシヤ 22 の長さ方向 X に延びている。

#### 【0031】

第 1 アウトリガー 51 は、第 1 基端部 51a と、第 1 基端側アーム 51b と、第 1 先端側アーム 51c と、第 1 接続部 51d とを有している。第 1 基端部 51a は、固定部 61 によってロードビーム 21 に固定されている。第 1 基端側アーム 51b は、第 1 基端部 51a からフレキシヤ 22 の先端に向けて延びている。第 1 先端側アーム 51c の一端は第 1 基端側アーム 51b に接続され、他端はフレキシヤ 22 の先端部 22a に接続されている。第 1 接続部 51d は、第 1 基端側アーム 51b の先端とタング 45 の一方の側部とを接続している。先端部 22a は、固定部 62 によってロードビーム 21 の先端付近に固定されている。固定部 61、62 は、例えばレーザスポット溶接等によって形成されている。

40

#### 【0032】

第 2 アウトリガー 52 は、第 1 アウトリガー 51 と同様の形状を有している。すなわち、第 2 アウトリガー 52 は、第 2 基端部 52a、第 2 基端側アーム 52b、第 2 先端側アーム 52c および第 2 接続部 52d を有している。第 2 基端部 52a は、例えばレーザスポット溶接等で形成された固定部 63 によってロードビーム 21 に固定されている。

#### 【0033】

上述の通り、第 1 アウトリガー 51 の長さ方向 X の両端部が固定部 61、62 によって

50

支持されている。さらに、第2アウトリガー52の長さ方向Xの両端部が固定部62, 63によって支持されている。これにより、第1アウトリガー51の固定部61, 62の間に位置する部分、および、第2アウトリガー52の固定部62, 63の間に位置する部分は、メタルベース40の厚さ方向に撓むことができる。このように、タング45は、第1アウトリガー51および第2アウトリガー52によって弾性的に支持され、ディンプル55を支点として揺動することができる。

#### 【0034】

ジンバル部56には、第1マイクロアクチュエータ素子65および第2マイクロアクチュエータ素子66が搭載されている。これらマイクロアクチュエータ素子65, 66はそれぞれ圧電材料からなり、スライダ11の両側に配置されている。第1マイクロアクチュエータ素子65の両端部65a, 65bは、それぞれタング45のアクチュエータ支持部70, 71に固定されている。第2マイクロアクチュエータ素子66の両端部66a, 66bは、それぞれタング45のアクチュエータ支持部72, 73に固定されている。

10

#### 【0035】

マイクロアクチュエータ素子65, 66は、タング45をスウェイ方向S(図3参照)に回転させる機能を有している。図4および図5の例においては、タング45の一方の側部と第1アウトリガー51との間に、タング45の過剰な揺れを抑制するリミッタ部材75が設けられている。タング45の他方の側部と第2アウトリガー52との間にもリミッタ部材76が設けられている。

#### 【0036】

本実施形態に係るサスペンション10は、フレキシヤ22の振動を抑制する第1制振部80および第2制振部90を備えている。第1制振部80は第1アウトリガー51の第1基端部51aの近傍に設けられ、第2制振部90は第2アウトリガー52の第2基端部52aの近傍に設けられている。

20

#### 【0037】

図7は、第1制振部80および第2制振部90の近傍におけるサスペンション10の構造を概略的に示す平面図である。図8は、図7におけるF8-F8線に沿う第1制振部80の概略的な断面図である。

#### 【0038】

図7に示すように、ロードビーム21は、第1基端部51aの近傍において第1開口81を有している。第1基端側アーム51bの一部は、第1開口81と重なっている。さらに、第1基端側アーム51bは、第1開口81と重なる位置において、第1屈曲部51eを有している。第1基端部51aと第1屈曲部51eの間においては、第1基端側アーム51bがサスペンション10の幅方向Yにおける中心Cに近づく方向に延びている。一方、第1屈曲部51eと第1先端側アーム51c(図5参照)の間においては、第1基端側アーム51bが中心Cから遠ざかる方向に延びている。

30

#### 【0039】

さらに、第1基端側アーム51bは、第1屈曲部51eの近傍において第1分岐部51fを有している。第1分岐部51fは、第1開口81に通されている。第1開口81は、ロードビーム21の第2面21bに貼り付けられた第1ダンパー材82によって塞がれている。第1ダンパー材82は、第1開口81の一部のみを塞いでもよい。第1開口81、第1ダンパー材82および第1分岐部51fによって第1制振部80が構成される。

40

#### 【0040】

図7の例において、第1分岐部51fは、長さ方向Xおよび幅方向Yの双方と交わる延出方向Dに沿って中心Cに向かい延びている。第1開口81は、長さ方向X、幅方向Yおよび延出方向Dのそれぞれと交わる方向に沿って延びる内壁81aを有している。第1分岐部51fは、内壁81aと重なっている。

#### 【0041】

また、ロードビーム21は、第2基端部52aの近傍において、第2開口91を有している。第2開口91は、ロードビーム21の第2面21bに貼り付けられた第2ダンパー

50

材 9 2 によって塞がれている。第 2 ダンパー材 9 2 は、第 2 開口 9 1 の一部のみを塞いでもよい。さらに、第 2 基端側アーム 5 2 b は、第 2 屈曲部 5 2 e と、第 2 分岐部 5 2 f とを有している。第 2 分岐部 5 2 f は、第 2 開口 9 1 に通されている。第 2 開口 9 1、第 2 ダンパー材 9 2 および第 2 分岐部 5 2 f によって第 2 制振部 9 0 が構成される。

【 0 0 4 2 】

図 7 の例において、第 2 基端側アーム 5 2 b、第 2 開口 9 1 および第 2 ダンパー材 9 2 は、第 1 基端側アーム 5 1 b、第 1 開口 8 1 および第 1 ダンパー材 8 2 と中心 C に関して線対称の形状を有している。

【 0 0 4 3 】

図 8 に示すように、第 1 基端側アーム 5 1 b (第 1 屈曲部 5 1 e) は、ロードビーム 2 1 の第 1 面 2 1 a と平行である。第 1 分岐部 5 1 f は、第 1 基端側アーム 5 1 b に対して傾斜した傾斜部 5 1 1 と、ロードビーム 2 1 の第 2 面 2 1 b と平行な平坦部 5 1 2 とを有している。傾斜部 5 1 1 は、内壁 8 1 a の近傍において第 1 開口 8 1 を通っている。平坦部 5 1 2 は、第 2 面 2 1 b に接している。

10

【 0 0 4 4 】

第 1 ダンパー材 8 2 は、粘弾性層 (viscoelastic material layer) 8 3 と、拘束板 (constrained plate) 8 4 とを有している。粘弾性層 8 3 は、変形したときに粘性抵抗を發揮することができる高分子材料 (例えばアクリル系樹脂) からなり、粘着性を有している。粘弾性層 8 3 の厚さは、例えば 5 1  $\mu\text{m}$  である。拘束板 8 4 は、ポリエステル等の合成樹脂からなり、粘弾性層 8 3 に対して積層されている。拘束板 8 4 の厚さは、例えば 5 1  $\mu\text{m}$  である。

20

【 0 0 4 5 】

第 1 ダンパー材 8 2 は、第 1 開口 8 1 の周囲において、粘弾性層 8 3 により第 2 面 2 1 b に貼り付けられている。第 1 分岐部 5 1 f の先端、すなわち平坦部 5 1 2 は、第 2 面 2 1 b と第 1 ダンパー材 8 2 の間に挟まれている。より具体的には、平坦部 5 1 2 の図中下方の面に粘弾性層 8 3 が貼り付き、平坦部 5 1 2 の図中上方の面が第 2 面 2 1 b に押し当てられている。

【 0 0 4 6 】

第 2 制振部 9 0 の断面構造は、図 8 に示した第 1 制振部 8 0 の断面構造と同様である。すなわち、第 2 ダンパー材 9 2 が粘弾性層と拘束板を有し、第 2 分岐部 5 2 f が傾斜部と平坦部を有し、平坦部が第 2 面 2 1 b と第 2 ダンパー材 9 2 の間に挟まれている。

30

【 0 0 4 7 】

なお、図 7 に示す例において、第 1 開口 8 1 は、内壁 8 1 a が第 1 開口 8 1 の内側に向けて張り出した形状を有している。同様に、第 2 開口 9 1 は、第 2 分岐部 5 2 f と対向する内壁 9 1 a が第 2 開口 9 1 の内側に張り出した形状を有している。このような開口 8 1、9 1 の形状は、サスペンション 1 0 の製造時において、フレキシヤ 2 2 をロードビーム 2 1 に取り付ける際に有利に働く。すなわち、図 7 において内壁 8 1 a の下方に存在する幅広の領域に第 1 分岐部 5 1 f を挿し込み、さらに内壁 9 1 a の下方に存在する幅広の領域に第 2 分岐部 5 2 f を挿し込んだ状態でフレキシヤ 2 2 を図 7 中の上方にスライドさせれば、各分岐部 5 1 f、5 2 f をそれぞれ図 7 に示す箇所位置決めできる。

40

【 0 0 4 8 】

以下に、本実施形態に係るサスペンション 1 0 の作用について説明する。

ポジショニング用モータ 7 によってキャリッジ 6 (図 1 と図 2 に示す) が回転すると、サスペンション 1 0 がディスク 4 の径方向に移動することにより、磁気ヘッドのスライダ 1 1 がディスク 4 の記録面の所望トラックまで移動する。マイクロアクチュエータ素子 6 5、6 6 に電圧が印加されると、電圧に応じてマイクロアクチュエータ素子 6 5、6 6 が歪むことにより、ロードビーム 2 1 をスウェイ方向 S (図 3 に示す) に微小量移動させることができる。

【 0 0 4 9 】

本実施形態に係るサスペンション 1 0 は、一対のアウトリガー 5 1、5 2 の基端部 5 1

50

a, 52aの近傍(根元部)に、それぞれ制振部80, 90を備えている。フレキシヤ22を振動させるエネルギーが外部から入力されると、制振部80, 90のダンパー材82, 92のそれぞれの粘弾性層83が変形し、粘弾性層83を構成する分子の摩擦による内部抵抗を生じる。このため振動エネルギーが熱エネルギーに変換され、フレキシヤ22の揺れを抑制することができる。

#### 【0050】

ここで、比較例を参照して本実施形態に係るサスペンション10の効果をさらに説明する。図9は、比較例に係るサスペンション200の概略的な平面図である。このサスペンション200は、本実施形態と同じく、第1アウトリガー211および第2アウトリガー212を含むフレキシヤ210と、ジンバル部220とを備えている。

10

#### 【0051】

さらに、第1アウトリガー211に第1ダンパー材213が設けられ、第2アウトリガー212に第2ダンパー材214が設けられている。ダンパー材213, 214は、それぞれアウトリガー211, 212のみに接着し、それぞれアウトリガー211, 212の長さ方向に延びている。

#### 【0052】

このような構成のサスペンション200であっても、ジンバル部220の揺れを抑制することができる。しかしながら、以下に説明するようにダンパー材213, 214を有しないサスペンションと比較して、フレキシヤの剛性が大きくなる。

#### 【0053】

図10は、図9に示したようにダンパー材213, 214を有するサスペンション200と、ダンパー材を有さないサスペンションとのそれぞれに関し、フレキシヤの剛性を示すグラフである。図10中のE, Fは、それぞれ図9に示された比較例のサスペンション200のピッチ方向の剛性とロール方向の剛性を示している。図10中のG, Hは、それぞれダンパー材213, 214を有さないサスペンションのピッチ方向の剛性とロール方向の剛性を示している。

20

#### 【0054】

このグラフから分かるように、ダンパー材213, 214を有するサスペンション200におけるフレキシヤの剛性E, Fは、ダンパー材213, 214を有さない場合と比較していずれも約13%増加した。このように剛性が増加することにより、サスペンション200においてはジンバル運動に悪影響が生じ得る。

30

#### 【0055】

これに対し、本実施形態に係るサスペンション10においては、アウトリガー51, 52の分岐部51f, 52fが開口81, 91を通じてロードビーム21の第2面21b側に曲げられ、ダンパー材82, 92によってロードビーム21に固定されている。このような構造であれば、ロードビーム21の第1面21a側に位置する基端側アーム51b, 52bや先端側アーム51c, 52cはダンパー材82, 92によって直接は拘束されないため、ダンパー材82, 92によるアウトリガー51, 52の剛性への影響を抑制できる。

#### 【0056】

また、第2面21b側に曲げられる分岐部51f, 52fは、基端側アーム51b, 52bから分岐した部分であるため、曲げに起因したアウトリガー51, 52の機能への影響も抑制できる。

40

#### 【0057】

さらに、ロードビーム21とダンパー材82, 92で分岐部51f, 52fを挟み込む構造であるため、分岐部51f, 52fが良好に保持される。これにより、振動の減衰効果が一層安定する。

#### 【0058】

なお、図9に示した比較例に係るサスペンション200においては、ダンパー材213, 214がアウトリガー211, 212の長さ方向に大きく延びている。これらダンパー

50

材 2 1 3 , 2 1 4 は、ロードビームのフレキシャ 2 1 0 が配置される側の面（本実施形態における第 1 面 2 1 a に相当する面）と対向する。サスペンション 2 0 0 をディスク装置に組付ける際に使用される SHIPPING コウム（shipping comb）はロードビームの当該面に接触するため、SHIPPING コウムがダンパー材 2 1 3 , 2 1 4 と干渉し、ダンパー材 2 1 3 , 2 1 4 が破損するおそれがある。これに対し、本実施形態に係るサスペンション 1 0 においては、ロードビーム 2 1 の第 2 面 2 1 b にダンパー材 8 2 , 9 2 が設けられている。このような構造であれば、ダンパー材 8 2 , 9 2 と SHIPPING コウムとの干渉を抑制することができる。

以上の他にも、本実施形態からは種々の好適な効果を得ることができる。

#### 【 0 0 5 9 】

本実施形態にて開示した制振部 8 0 , 9 0 の構造は一例に過ぎない。以下の第 2 乃至第 6 においては、制振部 8 0 , 9 0 に適用し得る他の構造を例示する。各実施形態において特に言及しない部分については、第 1 実施形態と同様の構造を適用できる。

#### 【 0 0 6 0 】

##### [ 第 2 実施形態 ]

図 1 1 は、第 2 実施形態に係るサスペンション 1 0 の一部を示す概略的な平面図である。このサスペンション 1 0 においては、第 1 アウトリガー 5 1 の第 1 基端側アーム 5 1 b が、第 1 屈曲部 5 1 e から互いに異なる方向（逆方向）に延出する一対の第 1 分岐部 5 1 f（5 1 f 1 , 5 1 f 2）を有している。

#### 【 0 0 6 1 】

図 1 1 の例においては、第 1 分岐部 5 1 f 1 , 5 1 f 2 が幅方向 Y における両側にそれぞれ延びている。すなわち、第 1 分岐部 5 1 f 1 , 5 1 f 2 の延出方向 D が幅方向 Y と平行である。

#### 【 0 0 6 2 】

第 1 開口 8 1 は、長さ方向 X と平行な一対の内壁 8 1 a , 8 1 b を有している。第 1 分岐部 5 1 f 1 は内壁 8 1 a と重なり、第 1 分岐部 5 1 f 2 は内壁 8 1 b と重なっている。第 1 開口 8 1 は、内壁 8 1 a , 8 1 b が第 1 開口 8 1 の内側に向けて張り出した形状を有している。例えば、フレキシャ 2 2 をロードビーム 2 1 に取り付ける際には、先ず内壁 8 1 a , 8 1 b の図中下方における幅広の領域に第 1 分岐部 5 1 f 1 , 5 1 f 2 を挿し込み、フレキシャ 2 2 を図中の上方にスライドさせる。これにより、第 1 分岐部 5 1 f 1 , 5 1 f 2 をそれぞれ図 1 1 に示す箇所に位置決めできる。

#### 【 0 0 6 3 】

図 1 2 は、図 1 1 における F 1 2 - F 1 2 線に沿う第 1 制振部 8 0 の概略的な断面図である。第 1 分岐部 5 1 f 1 , 5 1 f 2 は、第 1 実施形態と同じく傾斜部 5 1 1 および平坦部 5 1 2 を有している。第 1 分岐部 5 1 f 1 , 5 1 f 2 の平坦部 5 1 2 は、いずれも第 2 面 2 1 b と第 1 ダンパー材 8 2 の間に挟まれている。より具体的には、各平坦部 5 1 2 の図中下方の面に粘弾性層 8 3 が貼り付き、各平坦部 5 1 2 の図中上方の面が第 2 面 2 1 b に押し当てられている。

#### 【 0 0 6 4 】

図 1 1 の例において、第 2 アウトリガー 5 2 の第 2 基端側アーム 5 2 b、第 2 開口 9 1 および第 2 ダンパー材 9 2 は、第 1 基端側アーム 5 1 b、第 1 開口 8 1 および第 1 ダンパー材 8 2 と中心 C に関して線対称の形状を有している。すなわち、第 2 基端側アーム 5 2 b が互いに異なる方向に延出する一対の第 2 分岐部 5 2 f（5 2 f 1 , 5 2 f 2）を有し、第 2 開口 9 1 が一対の内壁 9 1 a , 9 1 b を有し、第 2 分岐部 5 2 f 1 が内壁 9 1 a と重なり、第 2 分岐部 5 2 f 2 が内壁 9 1 b と重なっている。

#### 【 0 0 6 5 】

また、第 2 制振部 9 0 の断面構造は、図 1 1 に示した第 1 制振部 8 0 の断面構造と同様である。すなわち、第 2 分岐部 5 2 f 1 , 5 2 f 2 がそれぞれ傾斜部と平坦部を有し、各平坦部が第 2 面 2 1 b と第 2 ダンパー材 9 2 の間に挟まれている。

#### 【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50

本実施形態のようにアウトリガー 5 1 , 5 2 がそれぞれ一对の分岐部 5 1 f , 5 2 f を有する場合、アウトリガー 5 1 , 5 2 を幅方向 Y における両側でバランス良く固定できる。さらに、第 1 実施形態のようにアウトリガー 5 1 , 5 2 がそれぞれ 1 つの分岐部 5 1 f , 5 2 f で固定される場合に比べ、強い制振力（減衰力）を得ることができる。

【 0 0 6 7 】

[ 第 3 実施形態 ]

図 1 3 は、第 3 実施形態に係るサスペンション 1 0 の一部を示す概略的な平面図である。このサスペンション 1 0 は、第 1 開口 8 1 および第 2 開口 9 1 の形状において図 1 1 の例と相違する。

【 0 0 6 8 】

すなわち、図 1 3 に示すサスペンション 1 0 においては、第 1 開口 8 1 が一对の第 1 凸部 8 1 c , 8 1 d を有している。第 1 凸部 8 1 c は、第 1 分岐部 5 1 f 1 と重なる位置において内壁 8 1 a から突出している。第 1 凸部 8 1 d は、第 1 分岐部 5 1 f 2 と重なる位置において内壁 8 1 b から突出している。

【 0 0 6 9 】

同様に、図 1 3 に示すサスペンション 1 0 においては、第 2 開口 9 1 が一对の第 2 凸部 9 1 c , 9 1 d を有している。第 2 凸部 9 1 c は、第 2 分岐部 5 2 f 1 と重なる位置において内壁 9 1 a から突出している。第 2 凸部 9 1 d は、第 2 分岐部 5 2 f 2 と重なる位置において内壁 9 1 b から突出している。

【 0 0 7 0 】

図 1 3 の例においては、各凸部 8 1 c , 8 1 d , 9 1 c , 9 1 d が円弧状である。この場合、フレキシヤ 2 2 をロードビーム 2 1 に取り付ける際に、凸部 8 1 c , 8 1 d , 9 1 c , 9 1 d と分岐部 5 1 f 1 , 5 1 f 2 , 5 2 f 1 , 5 2 f 2 とが干渉しにくくなる。ただし、各凸部 8 1 c , 8 1 d , 9 1 c , 9 1 d の形状は円弧状に限られず、矩形状など他の形状とすることもできる。

【 0 0 7 1 】

図 1 4 は、図 1 3 における F 1 4 - F 1 4 線に沿う第 1 制振部 8 0 の概略的な断面図である。第 1 凸部 8 1 c は、第 1 分岐部 5 1 f 1 の傾斜部 5 1 1 に向けて延びている。第 1 凸部 8 1 d は、第 1 分岐部 5 1 f 2 の傾斜部 5 1 1 に向けて延びている。これにより、図 1 2 の例に比べ、第 2 面 2 1 b と第 1 ダンパー材 8 2 で挟み込まれる第 1 分岐部 5 1 f 1 , 5 1 f 2 の平坦部 5 1 2 の面積が増大している。

【 0 0 7 2 】

第 2 制振部 9 0 の断面構造も図 1 4 に示した第 1 制振部 8 0 の断面構造と同様である。すなわち、第 2 凸部 9 1 c , 9 1 d を設けたことにより、第 2 面 2 1 b と第 2 ダンパー材 9 2 で挟み込まれる第 2 分岐部 5 2 f 1 , 5 2 f 2 の平坦部の面積が増大する。

【 0 0 7 3 】

このように、第 2 面 2 1 b と第 2 ダンパー材 9 2 で挟み込まれる各分岐部 5 1 f 1 , 5 1 f 2 , 5 2 f 1 , 5 2 f 2 の面積が増大すれば、アウトリガー 5 1 , 5 2 が制振部 8 0 , 9 0 において良好に固定され、制振力が一層向上する。

【 0 0 7 4 】

なお、本実施形態のように開口 8 1 , 9 1 の内側に凸部を設ける構成は、第 1 実施形態や後述する第 4 乃至第 6 実施形態に係るサスペンション 1 0 に対しても同様に適用できる。

【 0 0 7 5 】

[ 第 4 実施形態 ]

図 1 5 は、第 4 実施形態に係るサスペンション 1 0 の一部を示す概略的な平面図である。このサスペンション 1 0 においては、第 1 アウトリガー 5 1 の第 1 基端側アーム 5 1 b が 1 つの第 1 分岐部 5 1 f を有している。第 2 アウトリガー 5 2 の第 2 基端側アーム 5 2 b も 1 つの第 2 分岐部 5 2 f を有している。

【 0 0 7 6 】

図 1 5 の例において、第 1 分岐部 5 1 f の延出方向 D は、長さ方向 X と平行である。第

10

20

30

40

50

1分岐部51fと重なる第1開口81の内壁81aは、延出方向Dと交差する方向に延びており、一例では幅方向Yと平行である。

【0077】

図16は、図15におけるF16-F16線に沿う第1制振部80の概略的な断面図である。上述の他の実施形態と同じく、第1分岐部51fが傾斜部511と平坦部512を有しており、平坦部512が第2面21bと第1ダンパー材82の間に挟まれている。

【0078】

図15の例において、第2アウトリガー52の第2基端側アーム52b、第2開口91および第2ダンパー材92は、第1基端側アーム51b、第1開口81および第1ダンパー材82と中心Cに関して線対称の形状を有している。また、第2制振部90の断面構造は、図16に示した第1制振部80の断面構造と同様である。

10

【0079】

図15に示すように、本実施形態においては開口81, 91が他の実施形態のように内側に張り出した部分を有していない。この場合であっても、フレキシヤ22をロードビーム21に容易に取り付けることができる。すなわち、本実施形態のように分岐部51f, 52fの延出方向Dが長さ方向Xと平行であれば、分岐部51f, 52fをそれぞれ開口81, 91に挿し込み、フレキシヤ22を図15中の上方にスライドさせることにより、分岐部51f, 52fをそれぞれ図15に示す箇所に位置決めできる。

【0080】

他の観点から言えば、開口81, 91が上述の他の実施形態のように分岐部51f, 52fを挿し込むための幅広の領域を有する必要がない。したがって、開口81, 91を小さくでき、ロードビーム21の剛性が向上する。

20

【0081】

[第5実施形態]

図17は、第5実施形態に係るサスペンション10の一部を示す概略的な平面図である。このサスペンション10においては、第1アウトリガー51の第1基端側アーム51bが第1アーム開口51gを有している。第1アーム開口51gは、少なくとも一部が第1開口81と重なっている。第1分岐部51fは、第1アーム開口51gの内側に配置されている。第1アーム開口51gにおける第1分岐部51fの配置位置は、第1基端側アーム51bの幅方向における中心であることが好ましい。

30

【0082】

図17の例において、第1分岐部51fの延出方向Dは、長さ方向Xおよび幅方向Yの双方に対して傾いている。第1分岐部51fと重なる第1開口81の内壁81aは、延出方向D、長さ方向Xおよび幅方向Yのそれぞれと交差する方向に延びている。第1アーム開口51gは、延出方向Dにおいて長尺な形状を有している。

【0083】

図18は、図17におけるF18-F18線に沿う第1制振部80の概略的な断面図である。第1分岐部51fは、第1実施形態と同じく傾斜部511および平坦部512を有している。平坦部512は、第2面21bと第1ダンパー材82の間に挟まれている。なお、第1アーム開口51gの周縁部は曲げられておらず、第1面21aと平行である。

40

【0084】

図17の例において、第2アウトリガー52の第2基端側アーム52b、第2開口91および第2ダンパー材92は、第1基端側アーム51b、第1開口81および第1ダンパー材82と中心Cに関して線対称の形状を有している。すなわち、第2基端側アーム52bが第2アーム開口52gを有し、この第2アーム開口52gの内側に第2分岐部52fが配置されている。また、第2制振部90の断面構造は、図18に示した第1制振部80の断面構造と同様である。

【0085】

本実施形態のように第1アーム開口51gの内側に第1分岐部51fを設けた場合、第1基端側アーム51bをその幅方向における中心付近でバランス良く固定できる。同様に

50

、第2アーム開口52gの内側に第2分岐部52fを設けた場合、第2基端側アーム52bをその幅方向における中心付近でバランス良く固定できる。

【0086】

また、図17に示した開口81, 91および分岐部51f, 52fの形状であっても、第4実施形態と同様に開口81, 91が分岐部51f, 52fを挿し込むための幅広の領域を有する必要がない。したがって、開口81, 91を小さくでき、ロードビーム21の剛性が向上する。

【0087】

[第6実施形態]

図19は、第6実施形態に係るサスペンション10の一部を示す概略的な平面図である。このサスペンション10の基本的な構造は、図11の例と同様である。ただし、図19に示すサスペンション10は、第1制振部80が一对の第1絶縁層85を備え、第2制振部90が一对の第2絶縁層95を備える点で、図11に示した例と相違する。一对の第1絶縁層85は、それぞれ第1分岐部51f1, 51f2と重なっている。一对の第2絶縁層95は、それぞれ第2分岐部52f1, 52f2と重なっている。

10

【0088】

図20は、図19におけるF20-F20線に沿う第1制振部80の概略的な断面図である。第1絶縁層85は、第1分岐部51f1, 51f2の平坦部512の上面(第2面21bと対向する面)に形成されている。第1絶縁層85は、第1分岐部51f1, 51f2の傾斜部511には及んでいない。

20

【0089】

第1絶縁層85は、平坦部512とロードビーム21の第2面21bとで挟まれている。すなわち、本実施形態においては、平坦部512が第2面21bに接触していない。図20の例においては、第1絶縁層85の厚さがロードビーム21や平坦部512の厚さよりも小さい。第1絶縁層85は、例えばポリイミドを平坦部512に塗布し、これを硬化させることで形成できるが、この例に限られない。

【0090】

第2制振部90の断面構造も図20に示した第1制振部80の断面構造と同様である。すなわち、第2絶縁層95は第2分岐部52f1, 52f2の平坦部に形成され、これら平坦部と第2面21bの間に介在している。

30

【0091】

ロードビーム21とフレキシャ22(メタルベース40)は、いずれもステンレス鋼等の金属材料で形成されている。本実施形態のように絶縁層85, 95を分岐部51f1, 51f2, 52f1, 52f2と第2面21bの間にそれぞれ配置すれば、金属同士が擦れることによる摩耗やコンタミネーションの発生を抑制できる。

【0092】

また、絶縁層85, 95が分岐部51f1, 51f2, 52f1, 52f2の傾斜部に及ばないように形成されていれば、これら分岐部の曲げ加工が絶縁層85, 95により阻害されることもない。

【0093】

なお、本実施形態のように絶縁層85, 95を設ける構成は、他の実施形態に係るサスペンション10に対しても同様に適用できる。

40

【0094】

以上の各実施形態にて開示した発明を実施するに当たっては、ロードビームやフレキシャの形状、第1制振部および第2制振部の配置などの具体的な態様をはじめとして、ディスク装置用サスペンションを構成する各要素の具体的な態様を種々に変更できる。例えば、第1ダンパー材と第2ダンパー材とが互いに一体に連なった1枚のダンパー部材が使われてもよい。またマイクロアクチュエータ素子65, 66を有しないサスペンションに、各実施形態と同様の第1制振部および第2制振部が設けられてもよい。

【符号の説明】

50

【 0 0 9 5 】

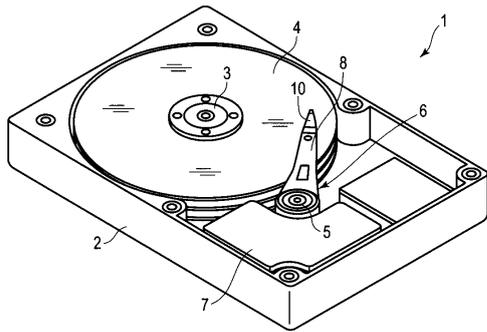
1 ... ディスク装置、 1 0 ... サスペンション、 1 1 ... スライダ、 2 1 ... ロードビーム、 2 1 a ... 第 1 面、 2 1 b ... 第 2 面、 2 2 ... フレキシヤ、 4 0 ... メタルベース、 4 1 ... 配線部、 4 5 ... タング、 5 1 ... 第 1 アウトリガー、 5 1 a ... 第 1 基端部、 5 1 b ... 第 1 基端側アーム、 5 1 c ... 第 1 先端側アーム、 5 1 d ... 第 1 接続部、 5 1 e ... 第 1 屈曲部、 5 1 f ... 第 1 分岐部、 5 2 ... 第 2 アウトリガー、 5 2 a ... 第 2 基端部、 5 2 b ... 第 2 基端側アーム、 5 2 c ... 第 2 先端側アーム、 5 2 d ... 第 2 接続部、 5 2 e ... 第 2 屈曲部、 5 2 f ... 第 2 分岐部、 5 5 ... ディンプル、 5 6 ... ジンバル部、 6 1 , 6 2 , 6 3 ... 固定部、 6 5 , 6 6 ... マイクロアクチュエータ素子、 8 0 ... 第 1 制振部、 8 1 ... 第 1 開口、 8 2 ... 第 1 ダンパー材、 8 3 ... 粘弾性層、 8 4 ... 拘束板、 9 0 ... 第 2 制振部、 9 1 ... 第 2 開口、 9 2 ... 第 2 ダンパー材。

10

【 図 面 】

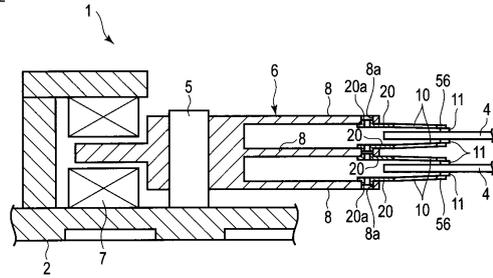
【 図 1 】

図 1



【 図 2 】

図 2



20

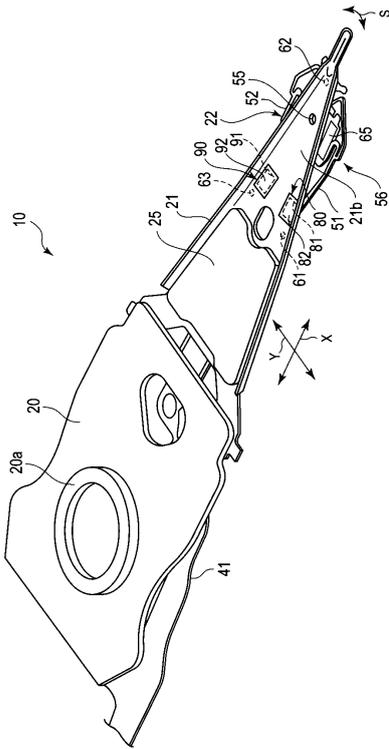
30

40

50

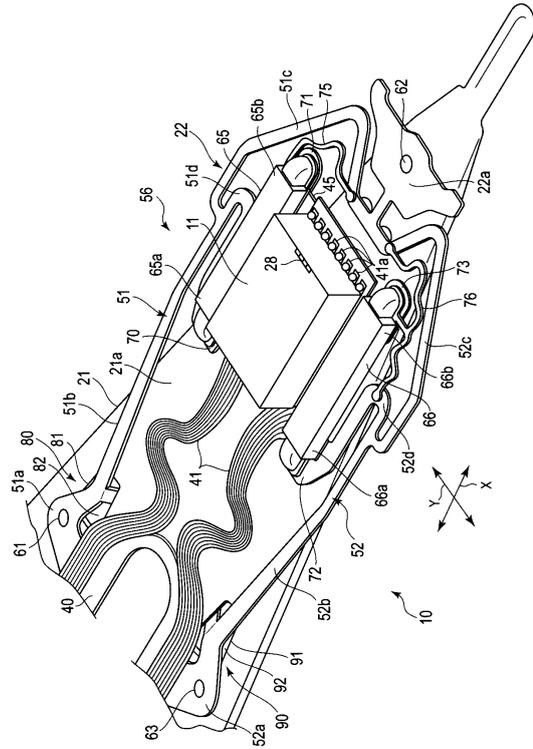
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4

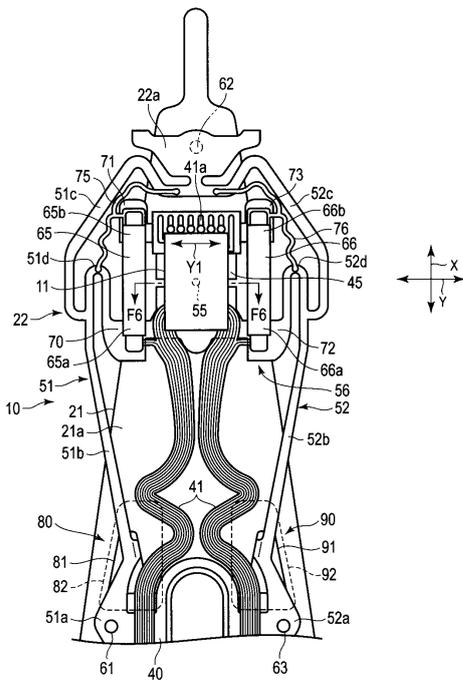


10

20

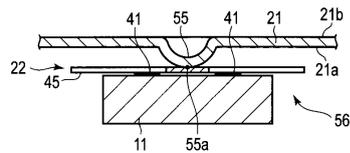
【図 5】

図 5



【図 6】

図 6



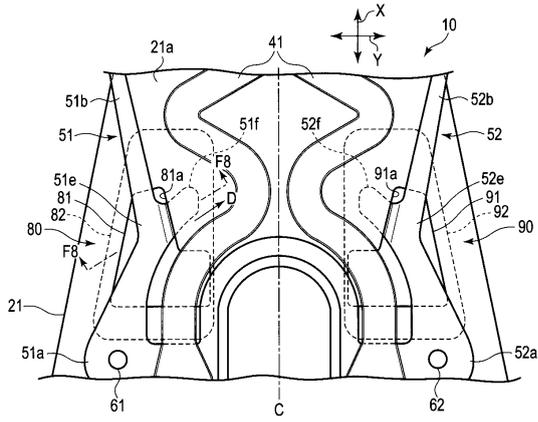
30

40

50

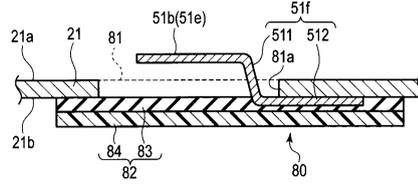
【 図 7 】

図 7



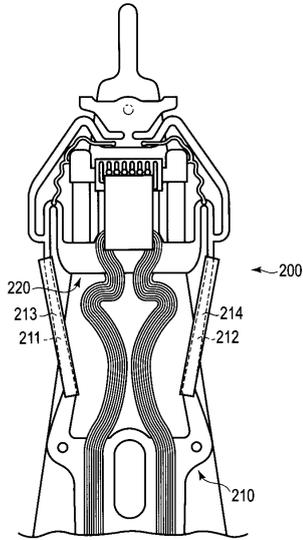
【 図 8 】

図 8



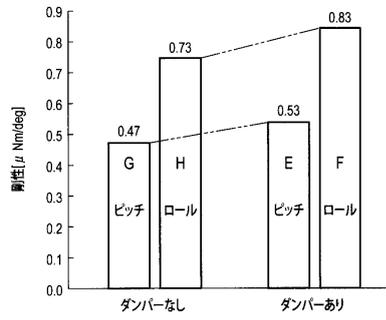
【 図 9 】

図 9



【 図 10 】

図 10



10

20

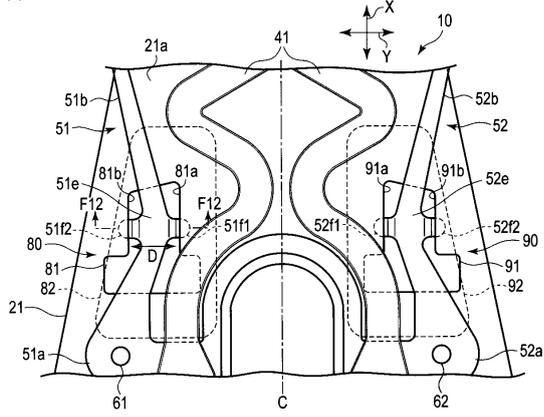
30

40

50

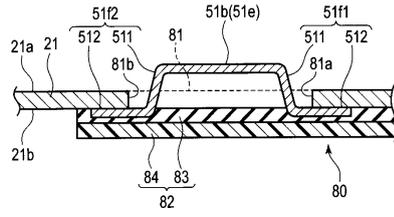
【 図 1 1 】

図 11



【 図 1 2 】

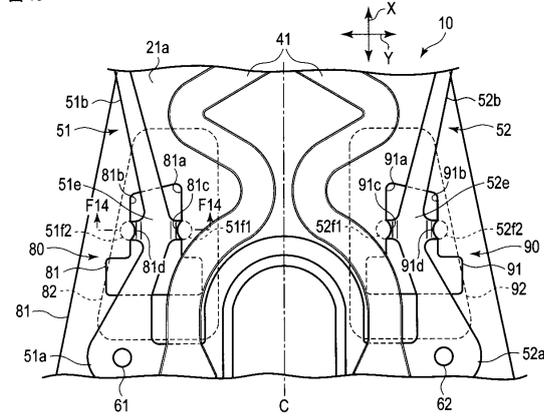
図 12



10

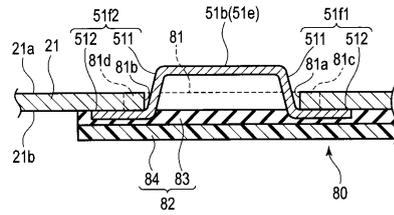
【 図 1 3 】

図 13



【 図 1 4 】

図 14



20

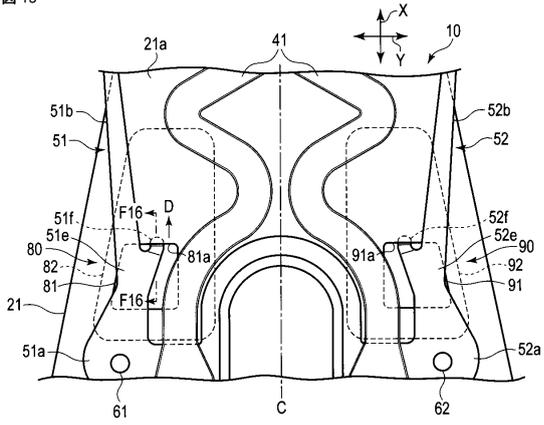
30

40

50

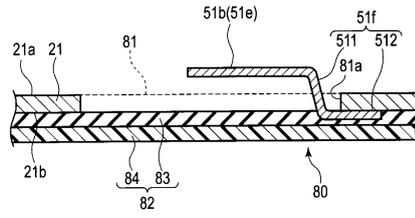
【 図 1 5 】

図 15



【 図 1 6 】

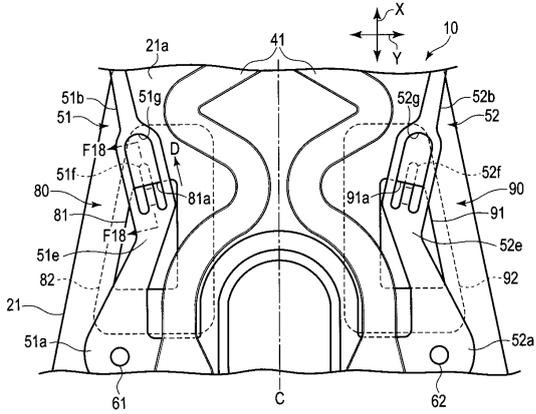
図 16



10

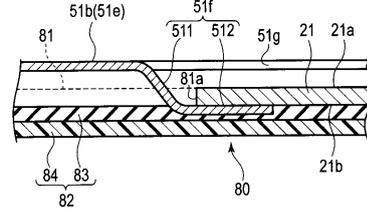
【 図 1 7 】

図 17



【 図 1 8 】

図 18



20

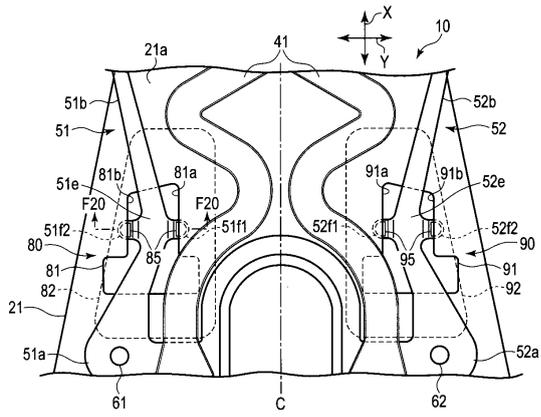
30

40

50

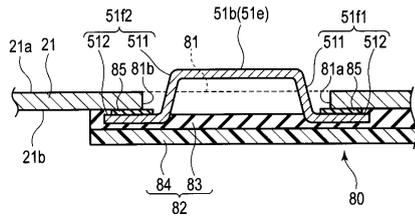
【図 19】

図 19



【図 20】

図 20



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 0 4 1 3 9 4 ( J P , A )  
特開 2 0 1 6 - 1 7 0 8 5 2 ( J P , A )  
特開 2 0 1 6 - 0 9 1 5 8 9 ( J P , A )  
特開 2 0 1 3 - 0 4 1 6 4 8 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- G 1 1 B 2 1 / 2 1  
G 1 1 B 5 / 6 0