

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2024-506696
(P2024-506696A)

(43)公表日 令和6年2月14日(2024.2.14)

(51)国際特許分類	F I		
G 1 1 B 21/21 (2006.01)	G 1 1 B	21/21	C
G 1 1 B 21/10 (2006.01)	G 1 1 B	21/10	N
G 1 1 B 5/60 (2006.01)	G 1 1 B	5/60	P

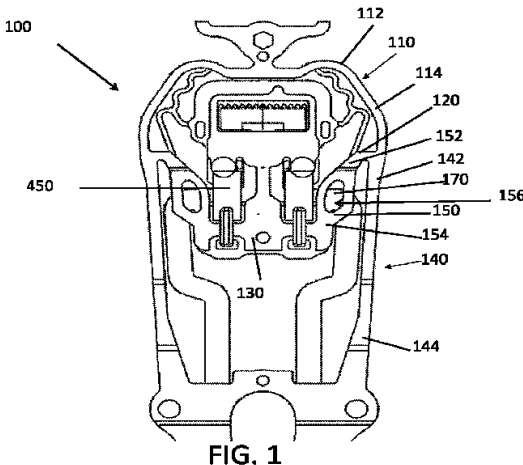
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全19頁)

(21)出願番号	特願2023-549023(P2023-549023)	(71)出願人	517151084
(86)(22)出願日	令和4年2月17日(2022.2.17)		マグネコンプ コーポレーション
(85)翻訳文提出日	令和5年10月6日(2023.10.6)		MAGNECOMP CORPORATION
(86)国際出願番号	PCT/US2022/016859		アメリカ合衆国 9 2 5 6 3 カリフォルニア州 マリエータ テクノロジー ドライブ 2 9 9 7 0 スイート 2 1 6 シー
(87)国際公開番号	WO2022/178171	(74)代理人	100105957
(87)国際公開日	令和4年8月25日(2022.8.25)		弁理士 恩田 誠
(31)優先権主張番号	63/150,484	(74)代理人	100068755
(32)優先日	令和3年2月17日(2021.2.17)		弁理士 恩田 博宣
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100142907
(31)優先権主張番号	17/673,683		弁理士 本田 淳
(32)優先日	令和4年2月16日(2022.2.16)	(72)発明者	グラス、デイビッド
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		アメリカ合衆国 9 2 5 6 3 カリフォルニア州 マリエータ テクノロジー ドライブ 2 9 9 7 0 スイート 2 1 6 シー
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA)		最終頁に続く
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高いヨーモードを有するハードディスクドライブジンバル設計

(57)【要約】

トレースジンバルが本明細書に記載される。いくつかの実施形態では、トレースジンバルは、トレースジンバルの遠位端にある前方アウトリガと、トレースジンバルの近位端にある後方アウトリガとを含む外側ストラットを含む。前方アウトリガは、遠位前方アウトリガおよび近位前方アウトリガを含み、後方アウトリガは、遠位後方アウトリガおよび近位後方アウトリガを含む。トレースジンバルは、トレースジンバルの幅方向に延在するとともに、近位前方アウトリガを後方アウトリガに隣接させる中間ストラットと、中間ストラットをスライダタンクに接続する内側ストラットとをさらに含む。内側ストラットはスロットを含み、内側ストラットおよび中間ストラットは、外側ジンバルストラットをスライダタンクに隣接させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

トレースジンバルであって

前記トレースジンバルの遠位端にある前方アウトリガと、前記トレースジンバルの近位端にある後方アウトリガとを含む外側ストラットであって、前記前方アウトリガは遠位前方アウトリガおよび近位前方アウトリガを含み、前記後方アウトリガは遠位後方アウトリガおよび近位後方アウトリガを含む、外側ストラットと、

前記トレースジンバルの幅方向に延在するとともに、前記近位前方アウトリガを前記後方アウトリガに隣接させる中間ストラットと、

前記中間ストラットをスライダタングに接続する内側ストラットであって、スロットを含む内側ストラットと、を備え、

前記内側ストラットおよび前記中間ストラットは、前記外側ジンバルストラットを前記スライダタングに隣接させる、トレースジンバル。

【請求項 2】

前記スライダタングに取り付けられた 1 つ以上のマイクロアクチュエータを備え、前記内側ストラットは前記スライダタングを支持する、請求項 1 に記載のトレースジンバル。

【請求項 3】

前記近位前方アウトリガは第 1 断面を含み、遠位前方アウトリガは第 2 断面を含み、前記第 2 断面幅の幅は前記近位前方アウトリガの前記第 1 断面とほぼ同じ寸法である、請求項 1 に記載のトレースジンバル。

【請求項 4】

前記前方アウトリガの前記第 1 断面および前記第 2 断面は、 $0.05\text{ mm} \sim 0.10\text{ mm}$ である、請求項 3 に記載のトレースジンバル。

【請求項 5】

前記遠位後方アウトリガは第 1 断面を含み、前記近位後方アウトリガは前記第 1 断面よりも大きい第 2 断面を含む、請求項 1 に記載のトレースジンバル。

【請求項 6】

前記遠位後方アウトリガの前記第 1 断面は、 $0.10\text{ mm} \sim 0.20\text{ mm}$ である、請求項 5 に記載のトレースジンバル。

【請求項 7】

前記内側ストラットは遠位端および近位端を含み、前記中間ストラットの遠位端は前記内側ストラットの近位端に接続し、前記内側ストラットの近位端は前記スライダタングに接続する、請求項 1 に記載のトレースジンバル。

【請求項 8】

前記内側ストラットは、通常、前記中間ストラットの近位端から前記トレースジンバルの近位端に向かって延在することで前記スライダタングに接続する、請求項 7 に記載のトレースジンバル。

【請求項 9】

前記スロットは前記内側ストラットの中央部分にある、請求項 1 に記載のトレースジンバル。

【請求項 10】

前記スロットを含む前記中央部分の断面は、前記内側ストラットの近位端の断面および前記遠位端の断面よりも大きい、請求項 9 に記載のトレースジンバル。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の前記トレースジンバルを備えるサスペンション。

【請求項 12】

前記内側ストラットは、前記内側ストラットの中央部分に半円特徴を有する、請求項 1 に記載のトレースジンバル。

【請求項 13】

トレースジンバルを備えるサスペンションであって、

10

20

30

40

50

前記トレースジンバルは

前記トレースジンバルの遠位端にある前方アウトリガと、前記トレースジンバルの近位端にある後方アウトリガとを含む外側ストラットであって、前記前方アウトリガは遠位前方アウトリガおよび近位前方アウトリガを含み、前記後方アウトリガは遠位後方アウトリガおよび近位後方アウトリガを含む、外側ストラットと、

前記トレースジンバルの長さ方向に延在するとともに、前記近位前方アウトリガを前記後方アウトリガに隣接させる中間ストラットと、

前記中間ストラットをスライダタングに接続する内側ストラットであって、前記内側ストラットの中央部分に半円特徴を有する内側ストラットと、を備えるサスペンション。

【請求項 1 4】

前記スライダタングに取り付けられた 1 つ以上のマイクロアクチュエータをさらに備え、前記内側ストラットは前記スライダタングを支持する、請求項 1 3 に記載のサスペンション。

【請求項 1 5】

前記近位前方アウトリガは第 1 断面を含み、遠位前方アウトリガは第 2 断面を含み、前記第 2 断面幅の幅は前記近位前方アウトリガの前記第 1 断面とほぼ同じ寸法である、請求項 1 3 に記載のサスペンション。

【請求項 1 6】

前記遠位後方アウトリガは第 1 断面を含み、前記近位後方アウトリガは前記第 1 断面よりも大きい第 2 断面を含む、請求項 1 3 に記載のサスペンション。

【請求項 1 7】

前記内側ストラットの中央部分に 1 つ以上のスロットをさらに備える、請求項 1 3 に記載のサスペンション。

【請求項 1 8】

前記 1 つ以上のスロットは、ポリイミドおよび／または銅層によって部分的にまたは完全に覆われている、請求項 1 7 に記載のサスペンション。

【請求項 1 9】

トレースジンバルであって、

前記トレースジンバルの遠位端にある前方アウトリガと、前記トレースジンバルの近位端にある後方アウトリガとを含む外側ストラットであって、前記前方アウトリガは遠位前方アウトリガおよび近位前方アウトリガを含み、前記後方アウトリガは遠位後方アウトリガおよび近位後方アウトリガを含む、外側ストラットと、

前記トレースジンバルの長さ方向に延在するとともに、前記近位前方アウトリガを前記後方アウトリガに隣接させる中間ストラットと、

前記中間ストラットを前記スライダタングに接続する内側ストラットであって、前記内側ストラットの中央部分に半円特徴を有する内側ストラットと、を備えるトレースジンバル。

【請求項 2 0】

前記スライダタングに取り付けられた 1 つ以上のマイクロアクチュエータを備え、前記内側ストラットは前記スライダタングを支持する、請求項 1 9 に記載のトレースジンバル。

【請求項 2 1】

前記内側ストラットは、前記内側ストラットの中央部分に 1 つ以上のスロットを含む、請求項 1 9 に記載のトレースジンバル。

【請求項 2 2】

前記 1 つ以上のスロットは、ポリイミドおよび／または銅層によって部分的にまたは完全に覆われている、請求項 2 1 に記載のトレースジンバル。

【請求項 2 3】

前記近位前方アウトリガは第 1 断面を含み、遠位前方アウトリガは第 2 断面を含み、前記第 2 断面幅の幅は、前記近位前方アウトリガの前記第 1 断面とほぼ同じ寸法である、請

10

20

30

40

50

求項 19 に記載のトレースジンバル。

【請求項 24】

前記遠位後方アウトリガは第 1 断面を含み、前記近位後方アウトリガは前記第 1 断面よりも大きい第 2 断面を含む、請求項 19 に記載のトレースジンバル。

【請求項 25】

前記スロットを含む前記中央部分の断面は、前記内側ストラットの前記近位端の断面および前記遠位端の断面よりも大きい、請求項 21 に記載のトレースジンバル。

【請求項 26】

前記前方アウトリガの前記第 1 断面および前記第 2 断面は、 $0.05\text{ mm} \sim 0.10\text{ mm}$ である、請求項 23 に記載のトレースジンバル。

【請求項 27】

前記遠位後方アウトリガの前記第 1 断面は、 $0.10\text{ mm} \sim 0.20\text{ mm}$ である、請求項 24 に記載のトレースジンバル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ハードディスクドライブ用のサスペンションの分野に関する。より詳細には、本開示は、作動式サスペンション上のジンバルストラットの分野に関する。

【背景技術】

【0002】

動的ディスク記憶装置では、情報を記憶するために回転ディスクが使用される。ディスク記憶装置は通常、他の構成要素のための取付け点および向きを提供するフレームと、ディスクを回転させるためにフレームに取り付けられたスピンドルモータとを含む。読取り／書込みヘッドは、ディスク表面にデータを書き込むとともに、ディスク表面からデータを読み取るためのヘッドスライダ上に形成される。ヘッドスライダは、適切なヘッドスライダ動作に必要な力および弾力性の両方を提供するサスペンションによって、ディスクに対して支持されかつ適切に向けられる。記憶装置内のディスクがヘッドスライダおよびヘッドサスペンションの下で回転すると、ディスクの上の空気も回転することでエアベアリングが生成される。エアベアリングは、ヘッドスライダの空気力学的設計と共に作用するのでヘッドスライダに対して揚力を生成する。揚力は、サスペンションのばね力に対抗されることで、ヘッドスライダを、浮上高さと呼ばれるディスク上の所望の高さおよびアライメントに位置決めする。

【0003】

ディスクドライブ用のサスペンションは、ロードビームおよびフレクシャを含む。ロードビームは通常、サスペンションをディスクドライブのアクチュエータに取り付けるための取付領域と、剛性領域と、取付領域と剛性領域との間のばね領域とを含む。ばね領域は、上述のドライブ動作中にヘッドスライダが発生する空力的揚力に対抗するばね力を提供する。フレクシャは通常、ヘッドスライダが取り付けられるスライダ取付面を有するジンバル領域を含む。ジンバル領域は、エアベアリングによって生成される空気力学的な力に応じて、フレクシャの残りの部分に対して弾力的に移動可能である。ジンバル領域は、ヘッドスライダをピッチ方向およびロール方向に移動させることで、ディスク表面の変動に追従することができる。

【0004】

ディスクドライブ製造業者は、より小型かつより高い記憶容量のドライブを開発し続けている。記憶容量の増加は、ディスク上の情報トラックの密度を増加させることによって（すなわち、より狭いおよび／またはより密な間隔のトラックを使用することによって）部分的に達成される。しかし、トラック密度が増加するにつれて、モータおよびサーボ制御システムが読取り／書込みヘッドを所望のトラック上に迅速かつ正確に位置決めすることがますます困難になる。この状況を改善する試みとして、ヘッドサスペンション自体に取り付けられた圧電アクチュエータ、静電アクチュエータ、電磁アクチュエータまたは微

10

20

30

40

50

細トラッキングモータ等の、別のまたは二次的なアクチュエータが設けられてきた。これらの種類のアクチュエータは、デュアルステージマイクロアクチュエーション装置としても知られており、ベースプレート、ロードビーム、またはフレクシャ上に配置され得る。

【0005】

トラッキングおよびヘッドスライダ位置決め制御を改善しようとするこれらの試みの一部では、アクチュエータがベースプレートおよびフレクシャタングの両方に同時に配置されてきた。一般的には、このタイプのサスペンションは、読取り／書込みヘッドの大きな動きのためにベースプレート領域に配置されたボイスコイルおよびアクチュエータを使用する一方で、ディスクドライブのトラック上で読取り／書込みヘッドを位置決めするために所望の微細な動きのためにフレクシャタング上に配置されたアクチュエータを使用する。

10

【発明の概要】

【0006】

本明細書ではトレースジンバルが記載される。本開示のいくつかの実施形態によれば、トレースジンバルは、トレースジンバルの遠位端にある前方アウトリガと、トレースジンバルの近位端にある後方アウトリガとを含む外側ストラットを含む。前方アウトリガは、遠位前方アウトリガおよび近位前方アウトリガを含み、後方アウトリガは、遠位後方アウトリガおよび近位後方アウトリガを含む。トレースジンバルは、トレースジンバルの幅方向に延在するとともに、近位前方アウトリガを後方アウトリガに隣接させる中間ストラットと、中間ストラットをスライダタングに接続する内側ストラットとをさらに含む。内側ストラットはスロットを含み、内側ストラットおよび中間ストラットは、外側ジンバルストラットをスライダタングに隣接させる。

20

【0007】

本開示のいくつかの実施形態によれば、トレースジンバルは、スライダタングに取り付けられた1つ以上のマイクロアクチュエータをさらに備え、内側ストラットはスライダタングを支持する。

【0008】

本開示のいくつかの実施形態によれば、近位前方アウトリガは第1断面を含み、遠位前方アウトリガは第2断面を含み、第2断面幅の幅は近位前方アウトリガの第1断面とほぼ同じ寸法である。

30

【0009】

本開示のいくつかの実施形態によれば、前方アウトリガの第1断面および第2断面は、0.05mm~0.10mmである。

本開示のいくつかの実施形態によれば、遠位後方アウトリガは第1断面を含み、近位後方アウトリガは第1断面よりも大きい第2断面を含む。

【0010】

本開示のいくつかの実施形態によれば、遠位後方アウトリガの第1断面は、0.10mm~0.20mmである。

本開示のいくつかの実施形態によれば、内側ストラットは遠位端および近位端を含み、中間ストラットの遠位端は内側ストラットの遠位端に接続し、内側ストラットの近位端はスライダタングに接続する。

40

【0011】

本開示のいくつかの実施形態によれば、内側ストラットは、通常、中間ストラットの遠位端からトレースジンバルの近位端に向かって延在することでスライダタングに接続する。

【0012】

本開示のいくつかの実施形態によれば、スロットは内側ストラットの中央部分にある。

本開示のいくつかの実施形態によれば、スロットを含む中央部分の断面は、内側ストラットの近位端の断面および遠位端の断面よりも大きい。

【0013】

50

本開示のいくつかの実施形態によるトレースジンバルを備えるサスペンションも提供される。

本開示のいくつかの実施形態によれば、トレースジンバルは、スライダタングに取り付けられた1つ以上のマイクロアクチュエータをさらに備え、内側ストラットはスライダタングを支持する。

【0014】

本開示のいくつかの実施形態によれば、近位前方アウトリガは第1断面を含み、遠位前方アウトリガは第2断面を含み、第2断面幅の幅は近位前方アウトリガの第1断面とほぼ同じ寸法である。

【0015】

本開示のいくつかの実施形態によれば、前方アウトリガの第1断面および第2断面は、0.05mm~0.10mmである。

本開示のいくつかの実施形態によれば、遠位後方アウトリガは第1断面を含み、近位後方アウトリガは第1断面よりも大きい第2断面を含む。

【0016】

本開示のいくつかの実施形態によれば、遠位後方アウトリガの第1断面は、0.10mm~0.20mmである。

本開示のいくつかの実施形態によれば、内側ストラットは遠位端および近位端を含み、中間ストラットの遠位端は内側ストラットの遠位端に接続し、内側ストラットの近位端はスライダタングに接続する。

【0017】

本開示のいくつかの実施形態によれば、内側ストラットは、通常、中間ストラットの遠位端からトレースジンバルの近位端に向かって延在することでスライダタングに接続する。

【0018】

本開示のいくつかの実施形態によれば、スロットは内側ストラットの中央部分にある。

本開示のいくつかの実施形態によれば、スロットを含む中央部分の断面は、内側ストラットの近位端の断面および遠位端の断面よりも大きい。

【0019】

複数の実施例が開示されたが、本開示のさらに別の実施例が、本開示の例示的な実施例を示しつつ説明する、以下の詳細な説明から当業者にとって明らかになるであろう。したがって、図面および詳細な説明は、本質的には例示的であり、限定的ではないとみなされるべきである。

【0020】

本開示の上記および他の利点および特徴が取得され得る方法を説明するために、上記で説明した原理のより詳細な説明が、添付の図面に示された特定の例を参照することによって与えられる。これらの図面は、本開示の例示的な態様を示すに過ぎないので、その範囲を限定するものと解釈されるべきではない。原理は、以下の図面を使用して、さらに具体的かつ詳細に記載および説明される。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本開示のいくつかの実施形態によるサスペンションのジンバルアセンブリを示す図。

【図2】本開示のいくつかの実施形態によるサスペンションの第2のジンバルステンレス鋼層を示す図。

【図3】(a)は、本開示のいくつかの実施形態によるサスペンションのジンバルアセンブリの内側ストラットにおけるスロットの拡大図、(b)は、本開示のいくつかの実施形態によるサスペンションのジンバルアセンブリの内側ストラット内の別の例示的なスロットの拡大図。

【図4】ベースライン内側ストラットを有するジンバルと、剛性の高い内側ストラットお

10

20

30

40

50

よび後方アウトリガを有するジンバルとのヨー周波数およびロール剛性の比較を示す図。

【図5】剛性の高い内側ストラットおよび後方アウトリガを有するジンバルと、本開示のいくつかの実施形態によるジンバルとのヨー周波数およびロール剛性の比較を示す図。

【図6】本開示の追加の実施形態によるサスペンションのジンバルアセンブリを示す図。

【図7】本開示のさらなる実施形態によるサスペンションのジンバルアセンブリを示す図。

【図8】本開示のさらに別の実施形態によるサスペンションのジンバルアセンブリを示す図。

【図9】本開示の追加の実施形態による、幅の広い内側ストラットを有するジンバルのヨー周波数およびロール剛性の比較を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0022】

改善されたトレースジンバルが本明細書に記載される。本開示のいくつかの実施形態による改善されたトレースジンバルは、磁気ディスクドライブユニット用のサスペンションの一部である。ディスクドライブユニットは、ディスクドライブ上に記憶されたデータを構成する磁気的な1と0のパターンを有する、回転磁気ディスクを含む。磁気ディスクは駆動モータによって駆動される。いくつかの実施形態によるディスクドライブユニットは、ロードビーム、ベースプレート、およびトレースジンバルを有するサスペンションを含み、サスペンションに対して磁気ヘッドスライダがトレースジンバルの遠位端近くに取り付けられる。サスペンションまたはロードビームの近位端は、支持される端、つまりアクチュエータアームにスエージ加工またはその他の方法で取り付けられた、ベースプレートに最も近い端である。サスペンションまたはロードビームの遠位端は、近位端の反対側の端、つまり遠位端は片持ち端である。

【0023】

トレースジンバルはベースプレートに結合され、ベースプレートはボイスコイルモータに結合される。ボイスコイルモータは、磁気ディスクの正しいデータトラック上にヘッドスライダを位置決めするためにサスペンションを円弧状に動かすよう構成されている。ヘッドスライダは、回転磁気ディスク上の適切なデータトラックに追従するようにスライダをピッチおよびロール可能にするジンバル上に担持されているので、性能を低下させることなくそのような変動に対応できる。変動は通常、ディスクの振動、衝突などの慣性イベント、およびディスク表面の凹凸を含む。

【0024】

いくつかの実施形態では、本明細書に記載のトレースジンバルは、DSA（デュアルステージアクチュエーション）サスペンションの一部である。DSAサスペンションは、ベースプレートおよびロードビームを含んでよい。ロードビームはトレースジンバルを含む。トレースジンバルは、取り付けられたアクチュエータ及びジンバルアセンブリを含んでよい。アクチュエータは、読取り／書込みヘッドスライダを含むよう構成されたDSAサスペンションのジンバルアセンブリに直接的に作用するよう動作可能である。

【0025】

いくつかの実施形態では、トレースジンバルは、アクチュエータを受承するよう構成された1つ以上のアクチュエータジョイントを含んでよい。トレースジンバルは、いくつかの実施形態によれば、トレースジンバルの両側に位置する2つのアクチュエータジョイントを含む。各アクチュエータジョイントは、アクチュエータ取付シェルフを含む。

【0026】

いくつかの実施形態では、各アクチュエータは、アクチュエータジョイントにおける各々の隙間にまたがっている。アクチュエータは、接着剤によってスライダタンクに固定されている。接着剤は、アクチュエータの各端部に適切に塗布された導電性または非導電性エポキシを含んでよい。アクチュエータからトレースジンバルに対して、様々な技術により正負の電気接続が可能である。作動したアクチュエータは伸縮することで、サスペンションの遠位端に取り付けられた読取り／書込みヘッドを移動させるので、取付端間の隙間

10

20

30

40

50

の長さが変化する。

【0027】

いくつかの実施形態では、サスペンションは、1段作動サスペンション、2段作動装置、3段作動装置、または他の構成として構成されてよい。いくつかの実施形態では、3段作動サスペンションは、マウントプレート領域およびトレースジンバル上に各々配置されたアクチュエータを含む。アクチュエータの任意の変更が、本明細書で開示される実施例のサスペンションに組み込まれてよい。言い換えれば、サスペンションは、本開示の範囲から逸脱することなく、示されるものよりも多いまたは少ない構成要素を含んでよい。しかしながら、示される構成要素は、開示される原理を実施するための例示的な実施例を開示するのに十分である。

10

【0028】

図1は、本開示のいくつかの実施形態によるトレースジンバル100を示す。トレースジンバル100は、スライダタング130に取り付けられた1つ以上のマイクロアクチュエータ450を含む。トレースジンバル100は、外側ジンバルストラットを含む。外側ジンバルストラットは、トレースジンバル100の遠位端に前方アウトリガ110を含む。いくつかの実施形態では、前方アウトリガは、近位前方アウトリガ114および遠位前方アウトリガ112を含む。いくつかの実施形態では、遠位前方アウトリガ112および近位前方アウトリガ114は、前方アウトリガ110の屈曲または非線形特徴によって画定される。いくつかの実施形態では、遠位前方アウトリガ112および近位前方アウトリガ114は、区別不能であるとともに、2つの特徴が物理的に別個ではない線形特徴において隣接してもよい。

20

【0029】

いくつかの実施形態では、外側ストラットはまた、トレースジンバル100の近位端に後方アウトリガ140を含む。いくつかの実施形態では、後方アウトリガ140は、近位後方アウトリガ144および遠位後方アウトリガ142を含む。いくつかの実施形態では、トレースジンバル100の長さ方向は、トレースジンバル100の近位端から遠位端に延びる方向として定義される。

【0030】

いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガ142および近位後方アウトリガ144は、後方アウトリガ140の屈曲または非線形特徴によって画定される。いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガ142および近位後方アウトリガ144は、区別不能であるとともに、2つの特徴が物理的に分離されない線形特徴において隣接してもよい。

30

【0031】

いくつかの実施形態では、トレースジンバル100はまた、トレースジンバル100の幅方向（いくつかの実施形態では実質的にトレースジンバル100の長さ方向に直交する方向）に延在するとともに、前方アウトリガ110を後方アウトリガ140に接続する中間ストラット120を含む。換言すれば、前方アウトリガ110および後方アウトリガ140は、中間ストラット120の近位端で隣接する。

【0032】

いくつかの実施形態では、トレースジンバル100はまた、スライダタング130から延在するとともに、中間ストラット120をスライダタング130に接続する内側ストラット150を含む。内側ストラット150（および中間ストラット120）は、読取り／書込みヘッドが組み立てられるスライダタング130を支持する。いくつかの実施形態では、内側ストラット150は、遠位端152および近位端154を含む。いくつかの実施形態では、中間ストラット120の遠位端は、内側ストラット150の遠位端152に接続し、内側ストラット150の近位端154は、スライダタング130に接続する。いくつかの実施形態では、内側ストラット150は、通常、中間ストラット120の遠位端からトレースジンバル100の近位端に向かって延在することでスライダタング130に接続する。

40

【0033】

50

いくつかの実施形態では、内側ストラット150はスロット156を含む。いくつかの実施形態では、スロット156は内側ストラット150の中央部分にある。換言すれば、スロット156は、内側ストラット150の近位端154と遠位端152との間に配置される。いくつかの実施形態では、スロット156を含む中央部分の断面は、内側ストラット150の近位端154および遠位端152の断面よりも大きい。いくつかの実施形態では、スロット156を含む中央部分の断面の幅は、近位前方アウトリガ114、遠位前方アウトリガ112、および中間ストラット120の断面の幅よりも大きい。いくつかの実施形態では、前方アウトリガの第1断面および第2断面は、0.05mm~0.10mmである。いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガの第1断面は、0.10mm~0.20mmである。

10

【0034】

いくつかの実施形態では、スロット156は、内側ストラット150の近位端154と遠位端152との間に延在する楕円形状を有する。しかしながら、スロット156は、2つ以上の開口を含むとともに、他の形状およびサイズを有してもよい。いくつかの実施形態では、スロット156は対称の形状を有さない。例えば、スロット156は、B字状を有してよい。いくつかの実施形態では、スロット156は、内側ストラット150上に非対称に位置してよい。いくつかの実施形態では、スロット156は、異なるサイズおよび形状の複数の穴を含んでよいので、必ずしも丸い形状とは限らない。

【0035】

図3(a)に示すように、いくつかの実施形態によれば、スロット156は、ポリイミドおよび／またはCu層170によって部分的に覆われる。しかしながら、いくつかの実施形態では、図3(b)に示される例示的な構造のように、スロット156は、共振改善のためにポリイミドおよび／またはCu層170によって完全に覆われてもよい。

20

【0036】

特定の理論に束縛されることなく、内側ストラット150におけるスロット156は、内側ストラット150が面内曲げに対して比較的剛性であり続けることを可能にするとともに、高いヨー周波数を維持することで、当技術分野で知られている現在のサスペンションよりも改善された性能を提供することができる。スロット156はまた、内側ストラット150のねじり剛性が低下することを可能にするので、ジンバルロール剛性も低下し得る。

30

【0037】

図4および図5に示すように、ベースラインジンバルは、0.81μNm/degのロール剛性および55.2kHzのヨー周波数を示す。スロットのないより剛性の高い内側ストラット（およびより剛性の高い後方アウトリガ）を有するジンバルは、ベースラインジンバルに対して61.7kHzの高いヨー周波数を示すが、ロール剛性は0.86μNm/degと高くなる。一方、本開示のいくつかの実施形態によれば、本明細書に記載のジンバル100のロール剛性は、より剛性の高い内側ストラット（スロットなし）を有するジンバルに対して有利に低下することが可能な一方で、ヨー周波数を、より剛性の高い内側ストラット（スロットなし）を有するジンバルと同様の値に維持することが可能である。いくつかの実施形態では、本明細書に記載されるジンバル100のロール剛性は、0.86μNm/degから0.82μNm/degに低下することが可能な一方で、ヨー周波数は、より剛性の高い内側ストラット（スロットなし）を有するジンバルに対して61.7kHzに維持される。

40

【0038】

図2は、本開示のいくつかの実施形態による、サスペンションのトレースジンバル200の別の例示的なジンバルステンレス鋼層を示す。

トレースジンバル200は外側ジンバルストラットを含む。外側ストラットは、トレースジンバル200の遠位端に前方アウトリガ210を含む。いくつかの実施形態では、前方アウトリガは、近位前方アウトリガ214および遠位前方アウトリガ212を含む。いくつかの実施形態では、遠位前方アウトリガ212および近位前方アウトリガ214は、

50

前方アウトリガ 2 1 0 の屈曲または非線形特徴によって画定される。いくつかの実施形態では、遠位前方アウトリガ 2 1 2 および近位前方アウトリガ 2 1 4 は、区別不能であるとともに、2 つの特徴が物理的に別個ではない線形特徴において隣接してもよい。

【0039】

いくつかの実施形態では、外側ストラットはまた、トレースジンバル 2 0 0 の近位端に後方アウトリガ 2 4 0 を含む。いくつかの実施形態では、後方アウトリガ 2 4 0 は、近位後方アウトリガ 2 4 4 および遠位後方アウトリガ 2 4 2 を含む。いくつかの実施形態では、トレースジンバル 2 0 0 の長さ方向は、トレースジンバル 2 0 0 の近位端から遠位端に延びる方向として定義される。

【0040】

いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガ 2 4 2 および近位後方アウトリガ 2 4 4 は、後方アウトリガ 2 4 0 の屈曲または非線形特徴によって画定される。いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガ 2 4 2 および近位後方アウトリガ 2 4 4 は、区別不能であるとともに、2 つの特徴が物理的に分離されない線形特徴において隣接してもよい。いくつかの実施形態では、前方アウトリガの第 1 断面および第 2 断面は、0.05 mm ~ 0.10 mm である。いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガの第 1 断面は、0.10 mm ~ 0.20 mm である。

【0041】

いくつかの実施形態では、トレースジンバル 2 0 0 はまた、トレースジンバル 2 0 0 の幅方向（いくつかの実施形態では実質的にトレースジンバル 2 0 0 の長さ方向に直交する方向）に延在するとともに、前方アウトリガ 2 1 0 を後方アウトリガ 2 4 0 に接続する中間ストラット 2 2 0 を含む。換言すれば、前方アウトリガ 2 1 0 および後方アウトリガ 2 4 0 は、中間ストラット 2 2 0 の近位端で隣接する。いくつかの実施形態では、中間ストラット 2 2 0 の断面は、近位後方アウトリガ 2 4 4 の断面よりも小さい。

【0042】

いくつかの実施形態では、トレースジンバル 2 0 0 はまた、スライダタング 2 3 0 から延在するとともに、中間ストラット 2 2 0 をスライダタング 1 3 0 に接続する内側ストラット 2 5 0 を含む。内側ストラット 2 5 0（および中間ストラット 2 2 0）は、読取り／書込みヘッドが組み立てられるスライダタング 2 3 0 を支持する。いくつかの実施形態では、内側ストラット 2 5 0 は、遠位端 2 5 2 および近位端 2 5 4 を含む。いくつかの実施形態では、中間ストラット 2 2 0 の遠位端は、内側ストラット 2 5 0 の遠位端 2 5 2 に接続し、内側ストラット 2 5 0 の近位端 2 5 4 は、スライダタング 2 3 0 に接続する。いくつかの実施形態では、内側ストラット 2 5 0 は、通常、中間ストラット 2 2 0 の遠位端からトレースジンバル 2 0 0 の近位端に向かって延在することでスライダタング 2 3 0 に接続する。

【0043】

いくつかの実施形態では、内側ストラット 2 5 0 はスロット 2 5 6 を含む。いくつかの実施形態では、スロット 2 5 6 は内側ストラット 2 5 0 の中央部分にある。換言すれば、スロット 2 5 6 は、内側ストラット 2 5 0 の近位端 2 5 4 と遠位端 2 5 2 との間に配置される。いくつかの実施形態では、スロット 2 5 6 を含む中央部分の断面は、内側ストラット 2 5 0 の近位端 2 5 4 および遠位端 2 5 2 の断面よりも大きい。いくつかの実施形態では、スロット 2 5 6 を含む中央部分の断面の幅は、近位前方アウトリガ 2 1 4、遠位前方アウトリガ 2 1 2、および中間ストラット 2 2 0 の断面の幅よりも大きい。

【0044】

図 2 に示すように、いくつかの実施形態では、スロット 2 5 6 は 2 つの開口を含む。いくつかの実施形態では、2 つの開口を有するスロット 2 5 6 は、通常、8 または B 字状を有してよい。しかしながら、図 1 を参照して上記したように、いくつかの実施形態では、スロット 1 5 6 は、内側ストラット 1 5 0 の近位端 1 5 2 と遠位端 1 5 2 との間に延在する楕円形状を有する。さらに、いくつかの実施形態では、スロットは、1 つ、2 つ、またはそれより多い開口を含んでよく、開口は、種々な形状およびサイズを有してよい。いく

10

20

30

40

50

つかの実施形態では、スロットは対称の形状を有さない。いくつかの実施形態では、スロットは、内側ストラット上に非対称に位置してよい。いくつかの実施形態では、スロットは、異なるサイズおよび形状の複数の穴を含んでよいので、必ずしも丸い形状とは限らない。

【0045】

いくつかの実施形態では、スロット256は、本明細書に記載され図3(a)に示されるものと同様のポリイミドおよび／またはCu層によって部分的に覆われる。しかしながら、いくつかの実施形態では、図3(b)に示される例示的な構造のように、スロット256は、共振改善のためにポリイミドおよび／またはCu層によって完全に覆われてもよい。

10

【0046】

特定の理論に束縛されることなく、内側ストラット250におけるスロット256は、内側ストラット250が面内曲げに対して比較的剛性であり続けることを可能にするとともに、高いヨー周波数を維持することができる。スロット256はまた、内側ストラット250のねじり剛性が低下することを可能にするので、ジンバルロール剛性も低下し得る。

【0047】

図6は、uFemtoとして一般に知られているより小さいスライダフォームファクタを使用する、本開示の追加の実施形態によるサスペンションのジンバルアセンブリを示す。一般に、スライダ質量が小さいほど、ヨー周波数は高くなる。この実施形態では、中間ストラットが短縮されるとともに、より大きな径領域を有するアウトリガに接続され、また内側ストラットの幅が広げられることで、ベースラインと比較してヨー周波数が増加する。具体的には、図6は、本開示のいくつかの実施形態によるトレースジンバル600を示す。トレースジンバル600は、スライダタング630に取り付けられた1つ以上のマイクロアクチュエータ450を含む。トレースジンバル600は、外側ジンバルストラットを含む。外側ジンバルストラットは、トレースジンバル600の遠位端に前方アウトリガ610を含む。いくつかの実施形態では、前方アウトリガは、近位前方アウトリガ614および遠位前方アウトリガ612を含む。いくつかの実施形態では、遠位前方アウトリガ612および近位前方アウトリガ614は、前方アウトリガ610の屈曲または非線形特徴によって画定される。いくつかの実施形態では、遠位前方アウトリガ612および近位前方アウトリガ614は、区別不能であるとともに、2つの特徴が物理的に別個ではない線形特徴において隣接してもよい。

20

30

【0048】

いくつかの実施形態では、外側ストラットはまた、トレースジンバル600の近位端に後方アウトリガ640を含む。いくつかの実施形態では、後方アウトリガ640は、近位後方アウトリガ644および遠位後方アウトリガ642を含む。いくつかの実施形態では、トレースジンバル600の長さ方向は、トレースジンバル600の近位端から遠位端に延びる方向として定義される。

【0049】

いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガ642および近位後方アウトリガ644は、後方アウトリガ640の屈曲または非線形特徴によって画定される。いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガ642および近位後方アウトリガ644は、区別不能であるとともに、2つの特徴が物理的に分離されない線形特徴において隣接してもよい。

40

【0050】

この実施形態では、トレースジンバル600は、前方アウトリガ610を後方アウトリガ640に接続するための、より短い中間ストラット620と、より幅の広い内側ストラット650とを有する。中間ストラットのアウトリガへの接続部は、より大きな半径を有するので、より剛性の高い接合部となる。

【0051】

内側ストラット650は、スライダタング630から延在するとともに、外側ストラッ

50

トをスライダタング 630 に接続する。内側ストラット 650 は、読取り／書込みヘッドが組み立てられるスライダタング 630 を支持する。いくつかの実施形態では、内側ストラット 650 は、遠位端 652 および近位端 654 を含む。いくつかの実施形態では、内側ストラット 652 の遠位端は、中間ストラット 620 に接続し、内側ストラット 654 の近位端は、スライダタング 630 に接続する。換言すれば、前方アウトリガ 610 および後方アウトリガ 640 は、短い中間ストラット 620 の近位端で隣接する。

【0052】

いくつかの実施形態では、内側ストラット 650 は、1 つ以上のスロット 656 を含む。いくつかの実施形態では、スロット 656 は内側ストラット 650 の中央部分にある。換言すれば、スロット 656 は、内側ストラット 650 の近位端 654 と遠位端 652 との間に配置される。いくつかの実施形態では、スロット 656 を含む中央部分の断面は、内側ストラット 650 の近位端 652 および遠位端 652 の断面よりも大きい。

10

【0053】

いくつかの実施形態では、スロット 656 を含む中央部分の断面の幅は、近位前方アウトリガ 614 および遠位前方アウトリガ 612 の断面の幅よりも大きい。いくつかの実施形態では、前方アウトリガの第 1 断面および第 2 断面は、0.05 mm ~ 0.10 mm である。いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガの第 1 断面は、0.10 mm ~ 0.20 mm である。

【0054】

いくつかの実施形態では、スロット 656 は、内側ストラット 650 の近位端 652 と遠位端 652 との間に延在する楕円形状を有する。加えて、スロット 656 は、2 つ以上の開口を含むとともに、他の形状およびサイズを有してもよい。いくつかの実施形態では、スロット 656 は対称の形状を有さない。例えば、スロット 656 は、B 字状を有してよい。いくつかの実施形態では、スロット 656 は、内側ストラット 650 上に非対称に位置してよい。いくつかの実施形態では、スロット 656 は、異なるサイズおよび形状の複数の穴を含んでよいので、必ずしも丸い形状とは限らない。

20

【0055】

先に説明した実施形態と同様に、スロット 656 は、図 3 (a) および図 3 (b) に示すように、共振改善のために、ポリイミドおよび／または Cu 層 170 によって部分的に覆われてもよく、またはポリイミドおよび／または Cu 層 170 によって完全に覆われてもよい。

30

【0056】

図 7 は、本開示の別の実施形態によるサスペンションのジンバルアセンブリを示す。この実施形態では、以下に説明するように、中間ストラットは内側ストラットにほぼ平行であり、内側ストラットは幅が広げられるとともに、中央領域に半円形状特徴を含むがスロットを含まない。この実施形態は、より小さい u F e m t o スライダフォームファクタを同様に使用するベースラインと比較してヨー周波数を増加させる。

【0057】

具体的には、図 7 は、本開示のいくつかの実施形態によるトレースジンバル 700 を示す。トレースジンバル 700 は、スライダタング 730 に取り付けられた 1 つ以上のマイクロアクチュエータ 450 を含む。トレースジンバル 700 は、外側ジンバルストラットを含む。外側ジンバルストラットは、トレースジンバル 700 の遠位端に前方アウトリガ 710 を含む。いくつかの実施形態では、前方アウトリガは、近位前方アウトリガ 714 および遠位前方アウトリガ 712 を含む。いくつかの実施形態では、遠位前方アウトリガ 712 および近位前方アウトリガ 714 は、前方アウトリガ 710 の屈曲または非線形特徴によって画定される。いくつかの実施形態では、遠位前方アウトリガ 712 および近位前方アウトリガ 714 は、区別不能であるとともに、2 つの特徴が物理的に別個ではない線形特徴において隣接してもよい。

40

【0058】

いくつかの実施形態では、外側ストラットはまた、トレースジンバル 700 の近位端に

50

後方アウトリガ 740 を含む。いくつかの実施形態では、後方アウトリガ 740 は、近位後方アウトリガ 744 および遠位後方アウトリガ 742 を含む。いくつかの実施形態では、トレースジンバル 700 の長さ方向は、トレースジンバル 700 の近位端から遠位端に延びる方向として定義される。

【0059】

いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガ 742 および近位後方アウトリガ 744 は、後方アウトリガ 740 の屈曲または非線形特徴によって画定される。いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガ 742 および近位後方アウトリガ 744 は、区別不能であるとともに、2 つの特徴が物理的に分離されない線形特徴において隣接してもよい。

【0060】

この実施形態では、トレースジンバル 700 は、アウトリガおよび内側ストラットと大部分が平行であるとともに、両端の U 字特徴でアウトリガおよび内側ストラットの両方に接続された中間ストラット 755 を有する。

【0061】

内側ストラット 750 は、スライダタング 730 から延在するとともに、中間ストラット 755 をスライダタング 730 に接続する。内側ストラット 750 は、読取り／書込みヘッドが組み立てられるスライダタング 730 を支持する。いくつかの実施形態では、内側ストラット 750 は、遠位端 752、半円形状特徴 757 を有する中心領域、および近位端 754 を含む。半円形状特徴 757 は、より多くの回路層と重複するとともに、タングにより多くの剛性を与えることで、ヨー周波数を増加させる。

【0062】

図 8 は、スロットが内側ストラットに設けられている、図 7 に示すトレースジンバルの代替的な実施形態を示す。1 つまたは複数のスロットを追加することによって、より幅の広いストラットおよび他の特徴が、ロール剛性を増加させることなく、サスペンションのより高いヨーを達成するために使用されてよい。

【0063】

具体的には、図 8 は、本開示のいくつかの実施形態によるトレースジンバル 800 を示す。トレースジンバル 800 は、スライダタング 830 に取り付けられた 1 つ以上のマイクロアクチュエータ 450 を含む。トレースジンバル 800 は、外側ジンバルストラットを含む。外側ジンバルストラットは、トレースジンバル 800 の遠位端に前方アウトリガ 810 を含む。いくつかの実施形態では、前方アウトリガは、近位前方アウトリガ 814 および遠位前方アウトリガ 812 を含む。いくつかの実施形態では、遠位前方アウトリガ 812 および近位前方アウトリガ 814 は、前方アウトリガ 810 の屈曲または非線形特徴によって画定される。いくつかの実施形態では、遠位前方アウトリガ 812 および近位前方アウトリガ 814 は、区別不能であるとともに、2 つの特徴が物理的に別個ではない線形特徴において隣接してもよい。

【0064】

いくつかの実施形態では、外側ストラットはまた、トレースジンバル 800 の近位端に後方アウトリガ 840 を含む。いくつかの実施形態では、後方アウトリガ 840 は、近位後方アウトリガ 844 および遠位後方アウトリガ 842 を含む。いくつかの実施形態では、トレースジンバル 800 の長さ方向は、トレースジンバル 800 の近位端から遠位端に延びる方向として定義される。

【0065】

いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガ 842 および近位後方アウトリガ 844 は、後方アウトリガ 840 の屈曲または非線形特徴によって画定される。いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガ 842 および近位後方アウトリガ 844 は、区別不能であるとともに、2 つの特徴が物理的に分離されない線形特徴において隣接してもよい。

【0066】

この実施形態では、トレースジンバル 800 は、アウトリガおよび内側ストラットに大部分が平行であるとともに、両端の U 字特徴でアウトリガおよび内側ストラットの両方に

10

20

30

40

50

接続された中間ストラット 855 を有する。

【0067】

内側ストラット 850 は、スライダタング 830 から延在するとともに、中間ストラット 855 をスライダタング 830 に接続する。内側ストラット 850 は、読取り／書込みヘッドが組み立てられるスライダタング 830 を支持する。いくつかの実施形態では、内側ストラット 850 は、遠位端 852、半円形状特徴 857 を有する中心領域、および近位端 854 を含む。半円形状特徴 857 は、より多くの回路層と重複するとともに、タングにより多くの剛性を与えることで、ヨー周波数を増加させる。

【0068】

いくつかの実施形態では、内側ストラット 850 は、1 つ以上のスロット 856 を含む。いくつかの実施形態では、スロット 856 は内側ストラット 850 の中央部分にある。換言すれば、スロット 856 は、内側ストラット 850 の近位端 854 と遠位端 852 との間に配置される。いくつかの実施形態では、スロット 856 を含む中央部分の断面は、内側ストラット 850 の近位端 852 および遠位端 852 の断面よりも大きい。いくつかの実施形態では、スロット 856 を含む中央部分の断面の幅は、近位前方アウトリガ 814 および遠位前方アウトリガ 812 の断面の幅よりも大きい。いくつかの実施形態では、前方アウトリガの第 1 断面および第 2 断面は、0.05 mm ~ 0.10 mm である。いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガの第 1 断面は、0.10 mm ~ 0.20 mm である。いくつかの実施形態では、スロット 856 は、内側ストラット 850 の近位端 852 と遠位端 852 との間に延在する楕円形状を有する。加えて、スロット 856 は、2 つ以上の開口を含むとともに、他の形状およびサイズを有してもよい。いくつかの実施形態では、スロット 856 は対称の形状を有さない。例えば、スロット 856 は、B 字状を有してもよい。いくつかの実施形態では、スロット 856 は、内側ストラット 850 上に非対称に位置してよい。いくつかの実施形態では、スロット 856 は、異なるサイズおよび形状の複数の穴を含んでよいので、必ずしも丸い形状とは限らない。

【0069】

先に説明した実施形態と同様に、スロット 856 は、図 3 (a) および図 3 (b) に示すように、共振改善のために、ポリイミドおよび／または Cu 層 170 によって部分的に覆われてもよく、またはポリイミドおよび／または Cu 層 170 によって完全に覆われてもよい。

【0070】

図 9 は、本開示の追加の実施形態による、より幅の広い内側ストラットを有するジンバルのヨー周波数とロール剛性との比較を示す。図 9 における全ての比較では、小型 u F e m t o スライダフォームファクタを使用する。この例に示されるように、ベースラインジンバルは、0.66 μ N m / d e g のロール剛性および 62.4 k H z のヨー周波数を示す。本明細書に記載された図 6 に示す実施形態と比較すると、中間ストラットを短縮するとともに、内側ストラットの幅を広げることで、ベースラインと比較してヨー周波数が増加することが示される。本明細書に記載された図 7 および図 8 に示す実施形態と比較すると、回路のより多くの面積に重複する半円形特徴を追加することで、ベースラインと比較してヨー周波数が増加することが示される。さらに、ロール剛性は大幅には増加せず、その結果、設計が改善される。いくつかの実施形態では、本明細書に記載されたジンバル 600、700、800 のロール剛性は、0.71 μ N m / d e g ~ 0.72 μ N m / d e g に維持されるが、ヨー周波数は、ベースラインジンバルに対して 67.8 ~ 76.8 k H z に増加する。

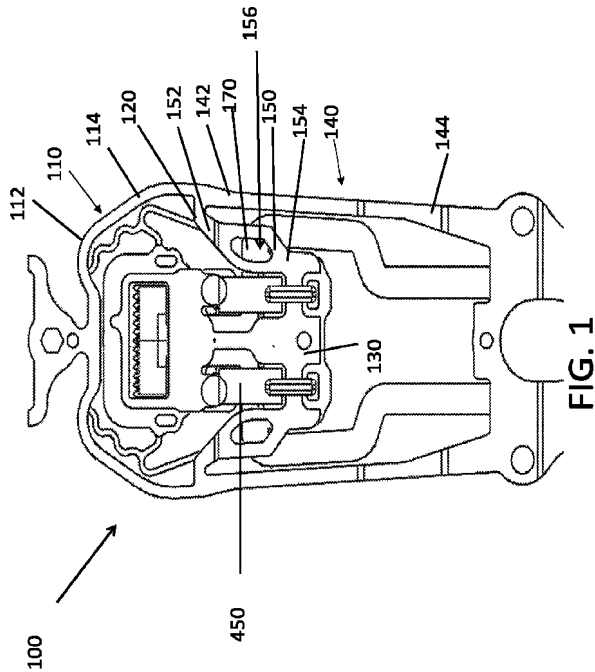
【0071】

複数の実施例が開示されたが、本開示の範囲内のさらに別の実施例が、例示的な実施例を示しつつ説明する、本明細書に記載された詳細な説明から当業者にとって明らかになるであろう。したがって、図面および詳細な説明は、本質的には例示的であり、限定的ではないとみなされるべきである。様々な実施例の特徴および変更が、本明細書で論じられるとともに、図面に示された。複数の実施例が開示されたが、本開示のさらに別の実施例が

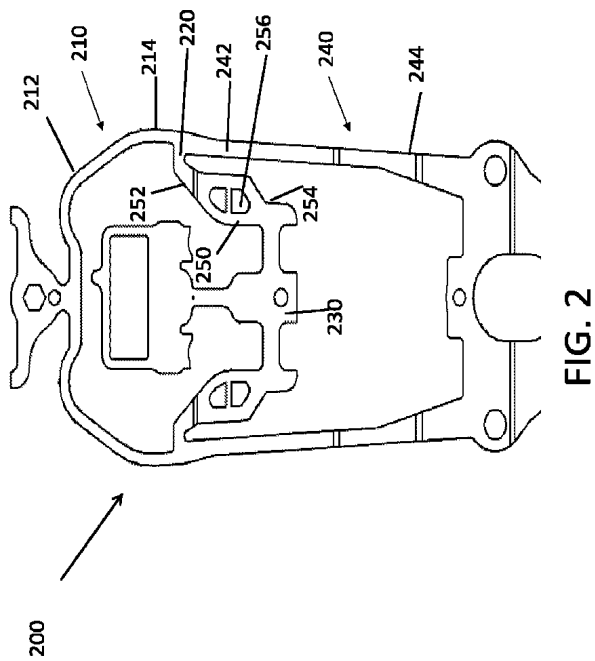
、本開示の例示的な実施例を示しつつ説明する、以下の詳細な説明から当業者にとって明らかになるであろう。したがって、図面および詳細な説明は、本質的には例示的であり、限定的ではないとみなされるべきである。

【図面】

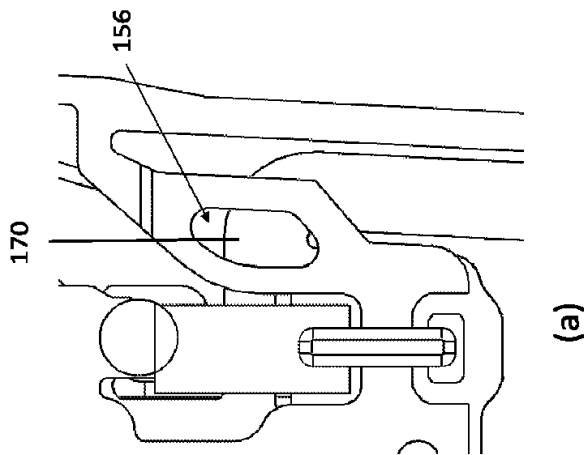
【図 1】



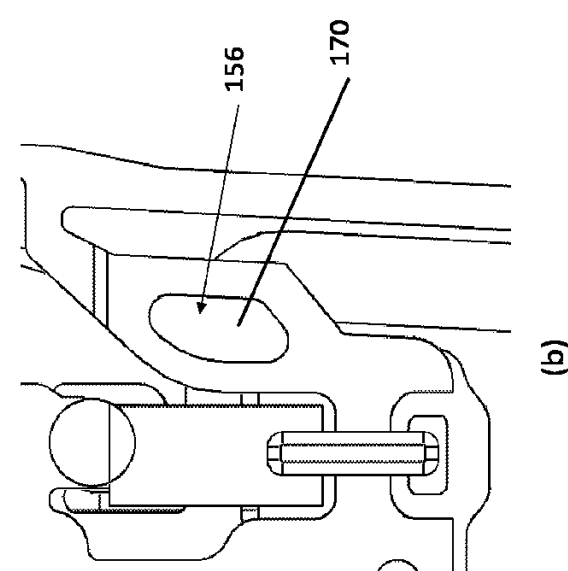
【図 2】



【図 3 (a)】



【図 3 (b)】



10

20

30

40

50

【図 4】

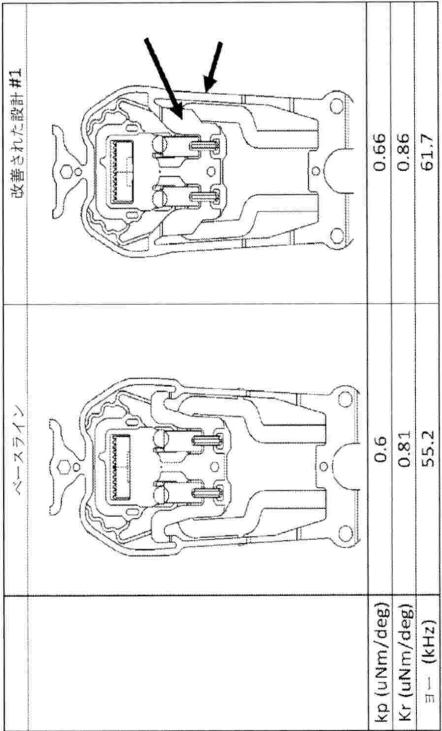


FIG. 4

【図 5】

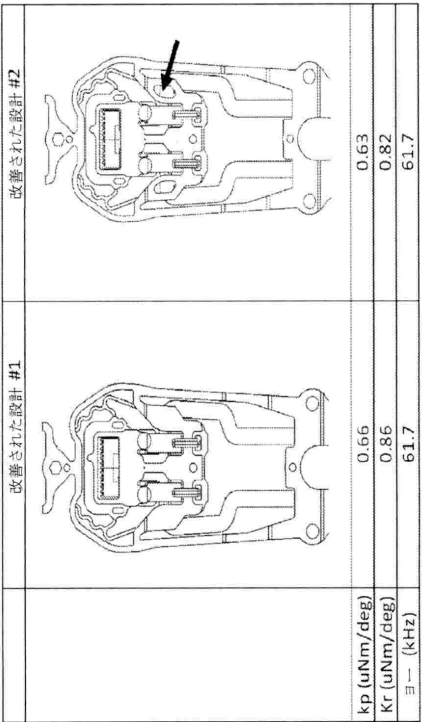


FIG. 5

【図 6】

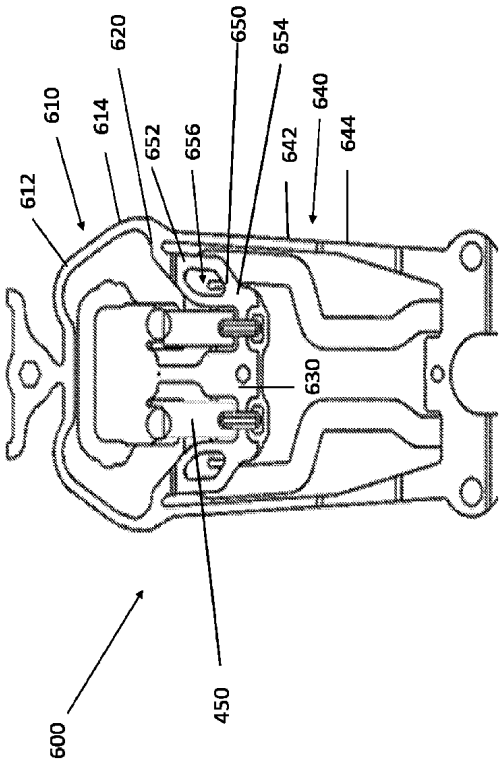


FIG. 6

【図 7】

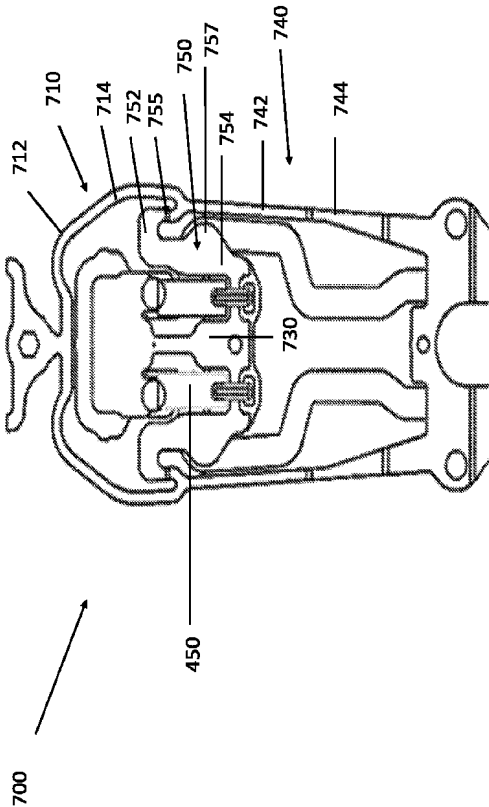


FIG. 7

10

20

30

40

50

【図 8】

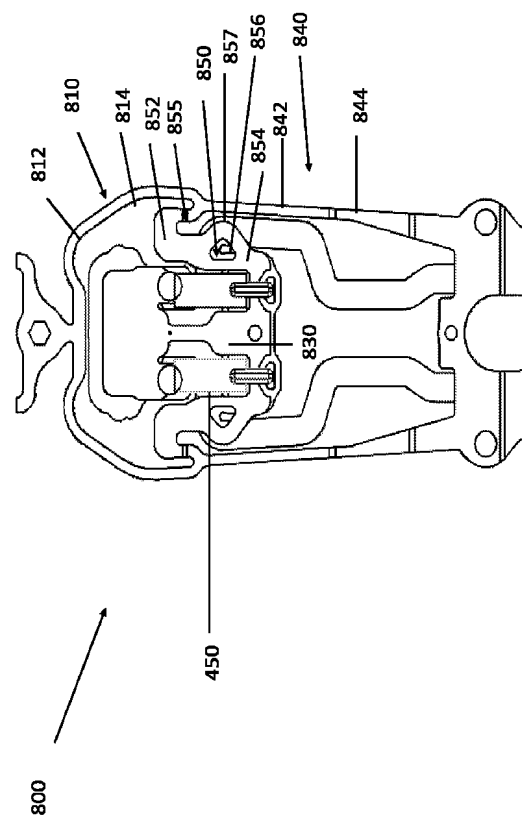


FIG. 8

【図 9】

	ベースライン	オプション 1	オプション 2	オプション 3
スライダ	uFemto	uFemto	uFemto	uFemto
kp (uNm/deg)	0.41	0.58	0.48	0.50
Kr (uNm/deg)	0.55	0.72	0.71	0.71
ヨー (kHz)	62.4	76.8	67.8	68.5

Fig. 9

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 22/16859

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC - G11B 5/48, G11B 5/00 (2022.01) CPC - G11B 5/4826, G11B 5/48, G11B 5/4806, G11B 5/483, G11B 5/4833, G11B 5/53, G11B 5/5552, G11B 5/56, G11B 5/484, G11B 5/4846, G11B 5/4853, G11B 5/486, G11B 5/00, G11B 5/31, G11B 21/16, G11B 21/20, G11B 21/21, G11B 2220/2516 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) See Search History document Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched See Search History document Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) See Search History document		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — — A	US 2020/0279579 A1 (NHK Spring, Co., Ltd) 03 September 2020 (03.08.2020), entire document, especially Fig 5; para [0046]; para [0048]; para [0055]	1-8, 9, 11-17, 19-21, 23-24, 26-27 ----- 18, 22 ----- 7-8, 10, 26
Y	US 2019/0066720 A1 (NHK Spring, Co., Ltd) 28 February 2019 (28.02.2019), entire document, especially Fig 3A; para [0045]	18, 22
A	US 2018.0144767 A1 (Magnecomp Corporation) 24 May 2018 (24.05.2018), entire document	1-27
A	US 2011/0096438 A1 (Takada et al.) 28 April 2011 (28.04.2011), entire document	1-27
A	US 8,446,695 B1 (Ee et al.) 21 May 2013 (21.05.2013), entire document	1-27
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 17 May 2022		Date of mailing of the international search report JUN 10 2022
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer Kari Rodriguez Telephone No. PCT Helpdesk: 571-272-4300

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2019)

フロントページの続き

,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,D
K,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),O
A(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,B
B,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD
,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,
LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO
,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,Z
M,ZW

ニア州 マリエータ テクノロジー ドライブ 2 9 9 7 0 スイート 2 1 6 シー マグネコンプ コ
ーポレーション内

(72)発明者 イー、クエン チー

アメリカ合衆国 9 2 5 6 3 カリフォルニア州 マリエータ テクノロジー ドライブ 2 9 9 7 0
スイート 2 1 6 シー マグネコンプ コーポレーション内