(19)日本国特許庁(JP)　　(12)公表特許公報(A)　　(11)公表番号
特表2024-511185
(P2024-511185A)
(43)公表日　令和6年3月12日(2024.3.12)

(51)国際特許分類　　F I
G11B 21/21 (2006.01)　　G11B 21/21 C

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全12頁）

(21)出願番号　特願2023-558887(P2023-558887)
(86)(22)出願日　令和4年3月25日(2022.3.25)
(85)翻訳文提出日　令和5年11月15日(2023.11.15)
(86)国際出願番号　PCT/US2022/022056
(87)国際公開番号　WO2022/204577
(87)国際公開日　令和4年9月29日(2022.9.29)
(31)優先権主張番号　63/166,415
(32)優先日　令和3年3月26日(2021.3.26)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　17/703,827
(32)優先日　令和4年3月24日(2022.3.24)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA
最終頁に続く

(71)出願人　517151084
マグネコンプ コーポレーション
ＭＡＧＮＥＣＯＭＰＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
アメリカ合衆国 ９２５６３ カリフォルニア州 マリエータ テクノロジー ドライブ ２９９７０ スイート ２１６シー
(74)代理人　100105957
弁理士　恩田 誠
(74)代理人　100068755
弁理士　恩田 博宣
(74)代理人　100142907
弁理士　本田 淳
(72)発明者　イー、クエン チー
アメリカ合衆国 ９２５６３ カリフォルニア
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　高いねじれ周波数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。

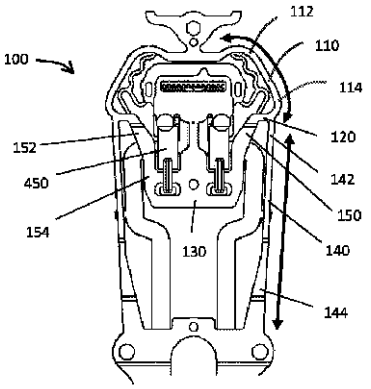


FIG.1

【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、前記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、０．０１ミリメートル～０．１０ミリメートルである、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、０．０１ミリメートル～０．１０ミリメートルである、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前記遠位端に接続し、前記内側ストラットの前記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、前記中間ストラットの前記遠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】
前記前方アウトリガおよび前記中間ストラットは、Ｃ字形状またはＵ字形状に形成される、請求項１に記載のトレースジンバル。
【請求項１０】
前記中間ストラットの断面は、前記前方アウトリガの前記第１断面および前記第２断面と同じである、請求項１に記載のトレースジンバル。
【請求項１１】
トレースジンバルを含むサスペンションであって、
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、前記外側ストラットを前記スライダタングに隣接させるサスペンション。
【請求項１２】
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１１に記載のサスペンション。
【請求項１３】
前記近位前方アウトリガは第１断面を含み、前記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断面と同じ寸法である、請求項１１に記載のサスペンション。
【請求項１４】
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、０．０１ミリメートル～０．１０ミリメートルである、請求項１３に記載のサスペンション。
【請求項１５】
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１１に記載のサスペンション。
【請求項１６】
前記遠位後方アウトリガの前記第１断面は、０．０１ミリメートル～０．１０ミリメートルである、請求項１５に記載のサスペンション。
【請求項１７】
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前記遠位端に接続し、前記内側ストラットの前記近位端は前記スライダタングに接続する、請求項１１に記載のサスペンション。
【請求項１８】
前記内側ストラットは、前記中間ストラットの前記遠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１７に記載のサスペンション。
【請求項１９】
前記前方アウトリガおよび前記中間ストラットは、Ｃ字形状またはＵ字形状に形成される、請求項１１に記載のサスペンション。
【請求項２０】
前記中間ストラットの断面は、前記前方アウトリガの前記第１断面および前記第２断面とほぼ同じである、請求項１１に記載のサスペンション。
【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、サスペンション用のジンバルアセンブリの分野に関する。
【背景技術】
【０００２】
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。ヘッドスライダは、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読取り／書込みヘッドを含む。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、サスペンションの空気力学的設計と共に作用するので揚力を生

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ン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サスペンションに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、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、この種類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。

【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。

【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。

【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（ミリメートル）～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。
【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、前方アウトリガおよび中間ストラットは、通常、Ｃ字形状またはＵ字形状に形成される。
本開示のいくつかの実施形態によれば、中間ストラットの断面は、前方アウトリガの第１断面および第２断面とほぼ同じである。
【００１３】
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、０．０１ｍｍ～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、０．０１ｍｍ～０．１０ｍｍ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、前方アウトリガおよび中間ストラットは、通常、Ｃ字形状またはＵ字形状に形成される。
本開示のいくつかの実施形態によれば、中間ストラットの断面は、前方アウトリガの第１断面および第２断面とほぼ同じである。
【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ジンバルのロール剛性およびねじれ周波数を示す図。

【図３Ａ】本開示のいくつかの実施形態による第１ジンバルねじれの例示的なモード形状の斜視図。

【図３Ｂ】本開示のいくつかの実施形態による第２ジンバルねじれの例示的なモード形状の斜視図。

【図３Ｃ】本開示のいくつかの実施形態による第３ジンバルねじれの例示的なモード形状の斜視図。

【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、磁気または光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、回転する磁気または光ディスクを含む。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、ロードビームを有するサスペンションと、ベースプレートと、トレースジンバルとを含み、ヘッドスライダがトレースジンバルの遠位端に近接してトレースジンバルに取り付けられる。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、回転ディスク上の適切なデータトラックに追従するよう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（２段作動）、３段、または他の種類の作動式サスペンションの一部である。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およ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広がっている。アクチュエータは、接着剤によってスライダタングに固定されている。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。
【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。
【００２９】
いくつかの実施形態では、近位前方アウトリガ１１４は第１断面を含み、遠位前方アウトリガ１１２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。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、０．０１ｍｍ～０．１０ｍｍである。
【００３０】
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。
【００３１】
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、後方アウトリガ１４０は線形特徴である。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。

【００３２】
いくつかの実施形態では、遠位後方アウトリガ１４２は第１断面を含み、近位後方アウトリガ１４４は第１断面よりも大きい第２断面を含む。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、０．０１ｍｍ～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、前方アウトリガの第１断面および第２断面とほぼ同じである。
【００３３】
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。いくつかの実施形態では、前方アウトリガ１１０および中間ストラット１２０は、通常、略Ｃ字形状またはＵ字形状に形成される。いくつかの実施形態では、中間ストラット１２０の断面は、０．０１ｍｍ～０．１０ｍｍである。いくつかの実施形態では、中間ストラット１２０の断面は、前方アウトリガの第１断面および第２断面とほぼ同じである。
【００３４】
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。
【００３５】
いくつかの実施形態では、内側ストラット１５０の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、０．０１ｍｍ～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、０．０１ｍｍ～０．１０ｍｍである。いくつかの実施形態では、中間ストラット１２０の断面は、０．０１ｍｍ～０．１０ｍｍである。いくつかの実施形態では、内側ストラットの中央部分の断面の幅は、０．１０ｍｍ～０．２５ｍｍである。
【００３６】
特定の理論に束縛されずに、ジンバルねじれ周波数は、ジンバル構成（例えば、アウトリガ、中間ストラット、および内側ストラット）の質量および剛性に関連してよい。より剛性のジンバル構造は、一般に、より高いジンバルねじれ周波数を提供し得るが、高い剛性は、自由にピッチおよびロールするジンバルタングの可撓性を低減させるので、望ましくない。本開示のいくつかの実施形態による、より短くより狭い前方アウトリガは、ジンバルねじれ周波数においてより多くの動きがある区間において、ジンバルねじれ周波数を増加させることを可能にする一方で、ロール剛性が維持され得る。より狭い幅は、アウトリガの質量を低下させるとともに、ジンバルねじれ周波数を増加させ得る。より狭い幅はまた、ジンバルロール剛性を適切な範囲に維持し得る。アウトリガを接続する中間ストラットは、ジンバルの剛性を増加させ、ジンバルねじれ周波数を増加させ、ジンバルロール剛性を維持し得る。
【００３７】
図２に示すように、本開示のいくつかの実施形態によるジンバルは、改善されたジンバルねじれ周波数を示す。具体的には、第１ジンバルねじれは１４．１ｋＨｚ（キロヘルツ

）であり（本ジンバル構成のジンバルねじれに対して１．５ｋＨｚ増加）、第２ジンバルねじれは１７．０ｋＨｚであり（本ジンバル構成の第２ジンバルねじれに対して１．５ｋＨｚ増加）、第３ジンバルねじれは２８．６ｋＨｚである（本ジンバル構成の第３ジンバルねじれに対して４．３ｋＨｚ増加）。

【００３８】

図３Ａ乃至図３Ｃは、第１ジンバルねじれ、第２ジンバルねじれ、および第３ジンバルねじれの例示的なモード形状を示す。

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】

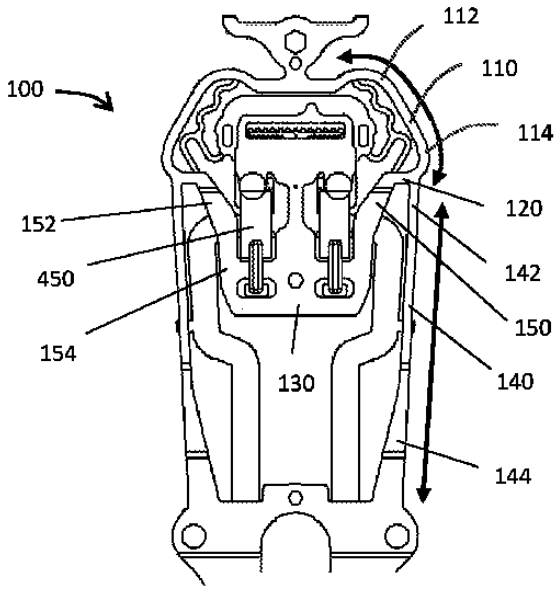


FIG.1

【図２】

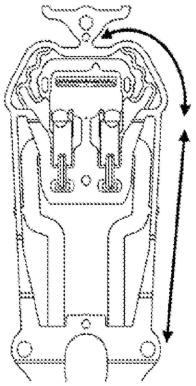
	改善された設計
	
kp (uNm/deg)	0.63
Kr (uNm/deg)	0.83
GT1 (kHz)	14.1
GT2 (kHz)	17
GT3 (kHz)	28.6

FIG. 2

【図３Ａ】

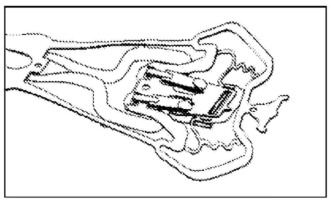


FIG. 3A 第１ジンバルねじれ

【図３Ｂ】

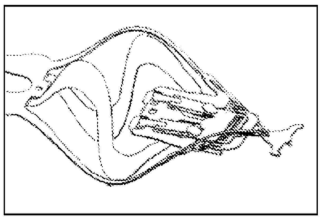


FIG. 3B 第２ジンバルねじれ

【図３Ｃ】

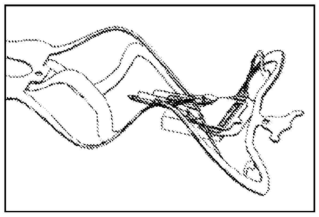


FIG. 3C 第３ジンバルねじれ

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2022/022056

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC: G11B 5/48
CPC: G11B 5/48

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)

CPC: G11B 5/48/IPC: G11B 5/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

US-PGPUB, USPAT, USOCR, FPRS, EPO, CR; FIT (CN, FR, WO, JPO, DERWENT, IBM_TDB: EE, near, Kuen,, Chee, CORPORATION, INV, or, cpc, hard, MAGNECOMP, PANKAEW, Ekaratch, AANM, gimbal, AND, strut, outrigger, OR, HDD, adj, disk, gimbal, disc, flexure, torsion, frequency, SAME

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	US 2021/0280209 A1 (SUZUKI ET AL.) 09 September 2021 (09.09.2021) ,	
X	See entire documents,	1-3, 5, 7-13, 15 and 17-20
Y	See entire documents.	4, 6, 14 and 16
	US 2015/0055253 A1 (TAKIKAWA ET AL.) 26 February 2015 (26.02.2015) ,	
A	See entire documents.	1-20

☐ 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	Date of mailing of the international search report
05 June 2022 (05.06.2022)	**07 June 2022 (07.06.2022)**
Name and mailing address of the ISA/US **COMMISSIONER FOR PATENTS MAIL STOP PCT, ATTN: ISA/US P.O. BOX 1450 ALEXANDRIA, VA 22313-1450, UNITED STATES OF AMERICA** Facsimile No. **(571)273-8300**	Authorized officer **HARRY C. KIM** Telephone No. **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,DK,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),OA(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,BB,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,ZM,ZW

ニア州 マリエータ テクノロジー ドライブ ２９９７０ スイート ２１６シー マグネコンプ コーポレーション内

(72)発明者 パンカエ、エカラッチ

アメリカ合衆国 ９２５６３ カリフォルニア州 マリエータ テクノロジー ドライブ ２９９７０ スイート ２１６シー マグネコンプ コーポレーション内