

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4354144号
(P4354144)

(45) 発行日 平成21年10月28日(2009.10.28)

(24) 登録日 平成21年8月7日(2009.8.7)

(51) Int.Cl.	F I
G O 1 C 21/24 (2006.01)	G O 1 C 21/24
B 6 4 G 1/66 (2006.01)	B 6 4 G 1/66 A
G O 5 D 1/08 (2006.01)	G O 5 D 1/08 A

請求項の数 3 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2001-508660 (P2001-508660)	(73) 特許権者	500575824
(86) (22) 出願日	平成12年6月28日(2000.6.28)		ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2004-538439 (P2004-538439A)		アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード 101, ピー・オー・ボックス 2245
(43) 公表日	平成16年12月24日(2004.12.24)		
(86) 国際出願番号	PCT/US2000/017717	(74) 代理人	100089705
(87) 国際公開番号	W02001/002921		弁理士 社本 一夫
(87) 国際公開日	平成13年1月11日(2001.1.11)	(74) 代理人	100071124
審査請求日	平成19年3月8日(2007.3.8)		弁理士 今井 庄亮
(31) 優先権主張番号	09/340,806	(74) 代理人	100076691
(32) 優先日	平成11年6月28日(1999.6.28)		弁理士 増井 忠次
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100075270
			弁理士 小林 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 輸送手段用制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

輸送手段用制御システムであって、

輸送手段(10)に複数の平面上の制御された走査運動を提供するように動作可能なリアクションホイール配列(38)と、

それぞれ単一平面内に制御されるスピン軸(66、68)及び角運動量を有する鉄状の対の制御モーメントジャイロ(62、64)と、

前記鉄状の対の制御モーメントジャイロのスピン軸(66、68)を回転させることにより運動量ベクトルの方向を変え、且つ前記スピン軸の回転量に従って逆方向と同方向とこれらの方向の間の方向とに作用し、輸送手段(10)を旋回する手段と、を有する輸送手段用制御システム。

【請求項 2】

前記鉄状の対の制御モーメントジャイロ(62、64)が、走査と走査の間に輸送手段を迅速に旋回再配向するための大トルクを発生するために使用され、前記リアクションホイール配列(38)によって生じる走査運動が、前記鉄状の対の制御モーメントジャイロ(62、64)によって発生する運動量により補助される、請求項1に記載の輸送手段用制御システム。

【請求項 3】

輸送手段用制御システムであって、

輸送手段(10)に複数の平面上の制御された走査運動を提供するように動作可能な

アクションホイール配列(38)と、

それぞれスピン軸(66、68)及び角運動量を有する鋏状の対の制御モーメントジャイロ(62、64)と、

前記鋏状の対の制御モーメントジャイロのスピン軸(66、68)を回転させることにより運動量ベクトルの方向を変え、且つ前記スピン軸の回転量に従って逆方向と同方向とこれらの方向の間の方向とに作用し、前記輸送手段(10)を旋回する手段と、を有し、

前記鋏状の対の制御モーメントジャイロ(62、64)の運動量ベクトルが実質上1つの平面内にある輸送手段用制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、輸送手段(vehicles)の位置制御に関し、更に詳細には、人工衛星の分野に主な用途がある制御モーメントジャイロ(CMG)及びリアクションホイール組立体(RWA)等の運動量装置を使用する位置制御を使用した位置制御に関する。

【0002】

【従来の技術】

CMG及びRWAは、角運動量を使用することにより人工衛星を位置決めし回転するのに使用されてきた。CMGは、スピニング質量(spinning mass)を小さなトルクで第2軸線を中心として回転させたときに第1軸線に沿って比較的大きなトルクを発生するように作動する。このプロセスは、多くの場合、トルク増倍と呼ばれる。RWAは、質量を高速で又は低速でスピンさせるとき、スピン軸に沿って比較的小さなトルクを及ぼすスピニング質量を含む。従って、CMGの組み合わせ(通常は3個又はそれ以上がアレイをなしている)を、これらのCMGのトルクを様々な組み合わせを使用して任意の所望の回転方向で加えることができるように、非一致(non-coincident)取り付けプレートに配置する。リアクションホイール組立体は、同様に、任意の方向に回転させるように整合させた幾つかの(通常は3個又はそれ以上がアレイをなしている)反動ホイールとともに配置される。CMGは、最も一般的には、大きな及び/又は迅速な移動、又は高精度で移動させる必要がある高慣性の機器、例えば宇宙船の旋回挙動の場合に使用される。RWAは、通常は、地上の領域又は標的を見るように作動する小型カメラや人工衛星のレーダーアンテナ等のセンサ又は検出器の走査方向の制御といった、小さな移動が必要な場合に使用される。本明細書中、大きな動きを「旋回」と呼び、小さな移動を「走査」と呼ぶ。

20

30

【0003】

CMGは、これらの装置が、通常は、高い強度及び精度、及びかくして高品質の材料及び洗練されたプロセスを必要とする高価な構造を必要とするため、極めて高価な装置である。RWAは、設計が遙かに簡単でありこれらが小型の装置に使用されるため、かなり安価な装置である。例えば、地上の標的を走査するのに使用されるけれども、一つの標的領域から別の標的領域にRWAアレイで可能であるよりも更に迅速に移動しなければならない人工衛星で、高慣性の装置を一つの位置から別の位置まで迅速に回転できる安価な装置が必要とされている。

40

【0004】

更に、CMGが出力軸線に大きなトルクを発生するため、トルク増倍によりジンバル軸線に小さなトルクが加わると入力トルクの外乱(disturbances)が増幅され、その結果、装置からの出力トルクに大きな外乱が生じる。これらの外乱は、走査中に宇宙船の向きを正確にしようとするセンサ又は検出器の性能に有害な影響を及ぼす。宇宙船の慣性が十分に小さい場合には、最も正確なCMGでも、宇宙船がセンサを適切な作動に必要な精度で差し向けることができなくする外乱を発生してしまう。逆に、RWAアレイはCMGと比較した場合、発生する外乱が比較的少なく、走査挙動に良好に適合させる。

【0005】

CMGの鋏状の対(Scissored Pair)と呼ばれる別の装置が存在する。こ

50

の装置は二つのCMGを含み、これらのCMGは、それらのスピン軸が同じ平面内にあるように位置決めされているが、二つの平行な軸線を中心としてジンバルするように個々に回転させることができる。鋏状の対CMGは、船外活動中に姿勢を制御するのに使用される人間用バックパックで使うことが提案されている。鋏状の対をなして使用されるCMGは、CMGアレイと同様に、増倍した外乱をホスト宇宙船に及ぼす場合がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題及び課題を解決するための手段】

本発明は、CMGの鋏状の対の概念を使用するが、低精度で及び安価な材料で、及び従って遙かに低価格でRWAと組み合わせて製造される。RWAアレイにより、走査を行うための正確な三軸トルクが得られ、低価格迅速旋回運動を得るのが必要な場合に鋏状の対から高いトルクを得ることができる。

10

【0007】

【発明の実施の形態】

図1では、平らなプレート12として示すかなり大きな慣性質量を持つ人工衛星10は、正確に指し向ける必要があるカメラ、レーダーアンテナ、又は科学的プラットフォーム等の遠隔感知装置であるのがよいスキャナ14を収容した態様で示してある。人工衛星10及びスキャナ14の目的は、領域T1として示すような地上の選択的部分即ち標的を見ることである。人工衛星10に取り付けられた状態で示すRWAアレイは、スキャナ14に光線22、24、及び26でわかるような移動を生ぜしめ、T1の全領域が走査されるまで地上の線28等の線に沿って前後に移動するように作動できる。

20

【0008】

更に、図1には、第2領域T2が示してある。この領域は、標的としていきなり重要になった領域であり、そのため、スキャナ14が領域T2を見ることが出来る位置に人工衛星10を迅速に移動することが望ましい。CMG32の鋏状の対が宇宙船10に取り付けられた状態で示してある。これらのCMGは、人工衛星10を正しく位置決めするのに必要な更に迅速であり且つ更に強力なトルクを発生するのに使用できる。人工衛星10のヨー軸、ピッチ軸、及びロール軸が、参照番号34、35、及び36の夫々によって示してあるということに着目しなければならない。CMGの鋏状の対の運動量ベクトルは、一つ的位置において反対方向に作用し、これによって正味運動量が加えられない。運動量ベクトルが同じ方向に作用するように移動するとき、これらのベクトルは加算され、本発明において人工衛星10をロール軸線を中心として移動し、領域T2を走査する位置に人工衛星を迅速に持っていくように作用するベクトル和を発生する。新たな標的が図1のT3のように別の方向である場合には、先ず最初に、CMG32の鋏状の対の運動量ベクトルがロール-ピッチ平面の固有軸線(eigen-axis)に対して垂直になるまでこれらのCMGの逆方向に向いた運動量ベクトルが逆方向に向いたままであるようにCMG32の鋏状の対と一緒に回転させることによって、人工衛星を操作する。その後、運動量ベクトルを個々に回転させ、これらの運動量ベクトルにより、センサ14を領域T3と上文中に説明したように整合させる追加の運動量を発生する。鋏状の対は、必ずしもロール-ピッチ平面内に取り付けられていなくてもよく、ピッチ-ヨー平面、ロール-ヨー平面、又は目的により必要とされる任意の固有平面内に取り付けることができるということに着目すべきである。更に、必要であれば、CMGが誘導する外乱を全て又は或る程度相殺するため、旋回中、RWAアレイによって供給されるトルクを使用してもよく、場合によってはこのトルクをCMGの鋏状の対からのトルクに加え、旋回を行うための僅かに大きな速度及び出力を提供できるということに着目すべきである。同様に、スキャナ14について更に大きな速度が望ましい場合には、CMGの鋏状の対からの運動量バイアスをRWAアレイの出力に加えるのがよい。

30

40

【0009】

図2は、ボックス48として示す取り付け装置の周囲に四つの異なる方向に取り付けられた四つの反動ホイールを含むRWAアレイ38を示す。反動ホイール40は、軸線50を中心としてスピンする所定の質量を有し、反動ホイール42は、軸線52を中心としてス

50

ピンする所定の質量を有し、反動ホイール 4 4 は、軸線 5 4 を中心としてスピンする所定の質量を有し、及び反動ホイール 4 6 は、軸線 5 6 を中心としてスピンする所定の質量を有する。これらの軸線 5 0、5 2、5 4、及び 5 6 は同じ平面内になく、そのため、反動ホイール 4 0、4 2、4 4、及び 4 6 を適正に制御することによって、図 1 のスキャナ 1 4 を任意の方向に移動できる。RWA アレイ 3 8 は、破線 5 8 によって示すように人工衛星に取り付けられた状態で示してある。

【0010】

CMG 6 0 の鉗状の対は、図 2 に示すように、対をなした平行な軸線 6 6 及び 6 8 の夫々を中心として回転するように取り付けられた二つの個々の CMG 6 2 及び 6 4 を含む。CMG 6 2 は、軸線 7 4 を中心としてスピンする所定の質量を有し、これに対し CMG 6 4 は、軸線 7 6 を中心としてスピンする所定の質量を有する。これによって及ぼされる矢印 7 4 及び 7 6 によって示される運動量ベクトルは、このように、反対方向に作用する。CMG 6 2 及び 6 4 は、それらのスピン軸 6 6 及び 6 8 が、破線 5 8 に対して垂直な平面内でいずれの方向にも回転できるように取り付けられている。これは、破線 8 2 及び 8 4 として示す駆動装置によって CMG 6 2 及び 6 4 に連結されたモータ 7 8 及び 8 0 等の適当な原動手段によって行うことができる。このように、運動量ベクトル 7 4 及び 7 6 を図 3 に最もよく示すのと同じ方向に加えることができる。

【0011】

図 3 の a には、回転矢印 7 0 及び 7 2 の平面に対して垂直な軸線に沿って見た CMG 6 2 及び 6 4 が示してある。運動量ベクトル 7 4 及び 7 6 が互いに逆方向であり、これにより正味運動量の発生が相殺されることがわかる。図 3 の b では、スピン軸 6 6 及び 6 8 が 90° 回転させてある。そのため、両 CMG の運動量ベクトル 7 4 及び 7 6 は上方に向かう。この状態ではベクトルが加算され、そのため運動量の和が上方に向く。図 3 の c では、スピン軸 6 6 及び 6 8 が逆方向に 90° 回転させてある。そのため、両 CMG の運動量ベクトルは下方に向く。この状態では、ベクトルが加算され、加算された運動量ベクトルは下方に向く。勿論、スピン軸 6 6 及び 6 8 の回転は、図 3 の a における 0° と図 3 の b 及び c における ±90° との間どこかにあり、その結果、運動量ベクトルが加わり、回転平面内の任意の方向に運動量を提供する。これに関し、鉗状の対 CMG は、通常の CMG と異なり、任意の立体的方向に運動量ベクトルを発生できる。上述のように、単一の軸線を中心として回転する鉗状の対を使用するのが適当である。これは、人工衛星の利用可能な他の操作装置によって他の方向が取り扱われるためである。換言すると、本発明の用途において、人工衛星 1 2 の旋回に必要なのは単一の平面だけである。CMG 6 2 及び 6 4 は、標準的なジャイロスコープであってもよいが、走査中の正確なトルク用の RWA アレイの存在により、CMG の品質外乱出力を低くでき、これによって価格を下げるができる。

【0012】

安価な CMG には、価格以外の利点がある。この利点は次の通りである。三軸 CMG 制御装置は、代表的には、CMG 回転ジンバルに又はこのジンバルから電気信号を伝えるためにスリップリング又は同様の装置を必要とするけれども、本発明の鉗状の対 CMG は、信号を通すため、ケーブル又は所定限度内で変位する信号伝達アセンブリを備えているだけであり、そのため、信頼性が向上した簡単な装置が提供されるのである。高価な CMG のトルク品質は、必然的に高いけれども、本発明の CMG には、旋回及び走査の両目的を達成するために低品質のトルク即ち「未処理 (crude)」のトルクを加えることができる。更に、代表的な人工衛星制御装置では、制御に最少 3 個の CMG を必要とするが、本発明では二つあればよい。CMG の鉗状の対をリアクションホイール配列と組み合わせる使用することにより、比較的安価な CMG を使用でき、これらの CMG の数を減らすことができる。

【0013】

従って、走査モードで作動でき、その後、従来可能であったよりも外乱が少ない更に迅速な旋回モードに切り換えることができる制御システムが提供されるということがわかる。

これは、従来技術のシステムで使用されていたよりも安価で簡単な機器によって行うことができる。当業者は、例えばＣＭＧの代わりに傾斜テーブル取付型ＲＷＡを使用して、及び宇宙以外の環境でＲＷＡ及び鉄状の対の組み合わせを使用して、旋回及び走査以外の目的について、多くの明白な変更を思い付くであろう。例えば、二つのＣＭＧを鉄状の対として示したが、二つ又はそれ以上の鉄状の対及びそれらの全ての運動量ベクトルを加算することによって出力を二倍、三倍、等にできる。三つ又は他の追加の数のＣＭＧを、これらの運動量ベクトルが１つの位置で無効になり、他の位置で加算されるように配置できる限り、使用できる。３つのＣＭＧをアーム間を１２０°にして「Ｙ字形」形状に配置することにより、無効状態を発生し、次いで角度を変えることによって個々のＣＭＧ運動量の三倍の最大運動量の加算状態を発生する。従って、好ましい実施例の説明に使用した特定の構造及び方法に限定されるものではなく、本発明の範囲は特許請求の範囲によって提供される。

10

【図面の簡単な説明】

【図１】 宇宙飛行体及び走査を受ける地球の一部を示す概略図である。

【図２】 本発明によるＲＷＡ及びＣＭＧの鉄状の対の組み合わせを示す図である。

【図３】 図３ａ、３ｂ、３ｃは、トルク方向が鉄状の対のスピン軸の配向によって変化する状態を示す図である。

【符号の説明】

１０ 人工衛星

１２ プレート

１４ スキャナ

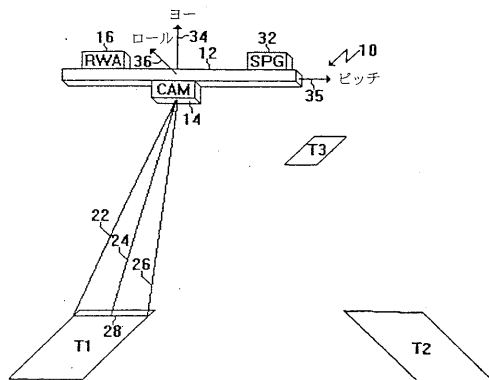
１６ ＲＷＡ

２２、２４、２６ 光線

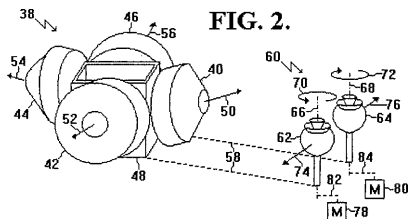
３２ ＣＭＧ

20

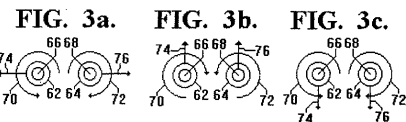
【図１】



【図２】



【図３】



フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100092761

弁理士 佐野 邦廣

(72)発明者 ハイバーク, クリストファー・ジェイ

アメリカ合衆国アリゾナ州 8 5 3 8 2 , ペオリア , ノース・エイティエイス・アベニュー 2 2 0
3 6

審査官 根本 徳子

(56)参考文献 米国特許第 0 5 6 8 1 0 1 2 (U S , A)

特開平 0 9 - 0 5 8 5 9 8 (J P , A)

特開平 0 9 - 2 2 6 6 9 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01C 21/00-21/36

G05D 1/08

B64G 1/28

B64G 1/66