

(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 1

GO 1 C 21/24	(2006.01)	GO 1 C 21/24
B 6 4 G 1/66	(2006.01)	B 6 4 G 1/66
GO 5 D 1/08	(2006.01)	GO 5 D 1/08

A

A

請求項の数 3 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-508660 (P2001-508660)
 (86) (22) 出願日 平成12年6月28日 (2000.6.28)
 (65) 公表番号 特表2004-538439 (P2004-538439A)
 (43) 公表日 平成16年12月24日 (2004.12.24)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2000/017717
 (87) 國際公開番号 WO2001/002921
 (87) 國際公開日 平成13年1月11日 (2001.1.11)
 審査請求日 平成19年3月8日 (2007.3.8)
 (31) 優先権主張番号 09/340,806
 (32) 優先日 平成11年6月28日 (1999.6.28)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500575824
 ハネウェル・インターナショナル・インコ
 ーポレーテッド
 アメリカ合衆国ニュージャージー州O 7 9
 6 2 - 2 2 4 5, モーリスタウン, コロン
 ビア・ロード 1 0 1, ピー・オー・ボッ
 クス 2 2 4 5
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100071124
 弁理士 今井 庄亮
 (74) 代理人 100076691
 弁理士 増井 忠式
 (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つて、
 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り
 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ドル(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ドル(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、且つ前記スピンドル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つて、
 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り

10

20

アクションホイール配列(38)と、

それぞれスピンドル(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ドル(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、且つ前記スピンドル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してきた。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ドルを回すとき、スピンドル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、非一致(non-coincidental)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

【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。

30

【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。

40

【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。鉄状の対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用することが提案されている。鉄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の鉄状の対の概念を使用するが、低精度及び安価な材料で、及び従つて遙かに低価格で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鉄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ホ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即ち標的を見る事である。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な領域であり、そのため、スキャナ14が領域T2を見る事ができる位置に人工衛星10を迅速に移動することが望ましい。CMG32の鉄状の対が宇宙船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、参考番号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の鉄状の対の運動量ベクトルは、一つの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の鉄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の鉄状の対を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。鉄状の対は、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の鉄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の鉄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

【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

40

50

ピンする所定の質量を有し、反動ホイール44は、軸線54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46は、軸線56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50、52、54、及び56は同じ平面内になく、そのため、反動ホイール40、42、44、及び46を適正に制御することによって、図1のスキーナ14を任意の方向に移動できる。RWAアレイ38は、破線58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】

CMG60の鉄状の対は、図2に示すように、対をなした平行な軸線66及び68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CMG62及び64を含む。CMG62は、軸線74を中心としてスピンする所定の質量を有し、これに対しCMG64は、軸線76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74及び76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。CMG62及び64は、それらのスピン軸66及び68が、破線58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82及び84として示す駆動装置によってCMG62及び64に連結されたモータ78及び80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74及び76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。

10

【0011】

図3のaには、回転矢印70及び72の平面に対して垂直な軸線に沿って見たCMG62及び64が示してある。運動量ベクトル74及び76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66及び68が90°回転させてある。そのため、両CMGの運動量ベクトル74及び76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66及び68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66及び68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°との間のどこかにあり、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、鉄状の対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鉄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12の旋回に必要なのは単一の平面だけである。CMG62及び64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ことができる。

20

【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、本発明の鉄状の対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ッ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(c r u d e)」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の鉄状の対をリアクションホイール配列と組み合わせて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。

30

【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。

40

50

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 C M G の代わりに傾斜テーブル取付型 R W A を使用して、及び宇宙以外の環境で R W A 及び鋸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 C M G を鋸状の対として示したが、二つ又はそれ以上の鋸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 C M G 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 C M G 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 C M G 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 R W A 及び C M G の鋸状の対の組み合わせを示す図である。

【図 3】 図 3 a、3 b、3 c は、トルクの方向が鋸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 10 人工衛星

20

12 プレート

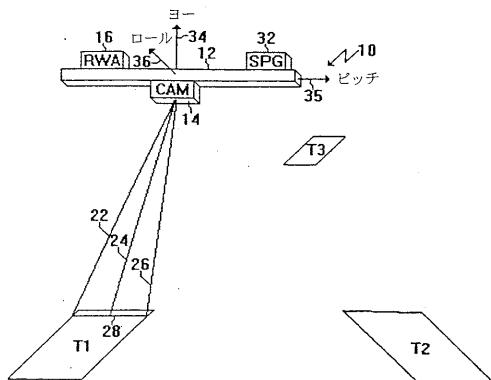
14 スキャナ

16 R W A

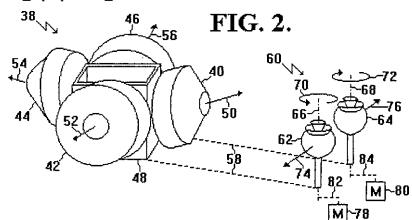
22、24、26 光線

32 C M G

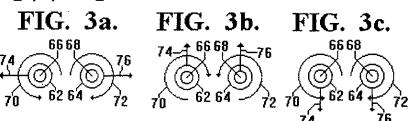
【図 1】



【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 ハイバーグ, クリストファー・ジェイ

アメリカ合衆国アリゾナ州 85382, ペオリア, ノース・エイティエイス・アベニュー 220
36

審査官 根本 徳子

(56)参考文献 米国特許第 05681012 (U.S., A)

特開平 09-058598 (JP, A)

特開平 09-226696 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 21/00-21/36

G05D 1/08

B64G 1/28

B64G 1/66