



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I667170 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：107103569

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 04 月 18 日

(51)Int. Cl. : **B62M6/20 (2010.01)**

(30)優先權：2013/04/19 美國

61/814,122

(71)申請人：美商福柏克智慧財產有限責任公司 (美國) FALLBROOK INTELLECTUAL
PROPERTY COMPANY LLC (US)

美國

(72)發明人：妮雀絲約翰 M. NICHOLS, JON M. (US) ; 凡西萊帝斯克里斯多夫 M.
VASILIOTIS, CHRISTOPHER M. (US)

(74)代理人：葉璟宗；鄭婷文；詹富閔

(56)參考文獻：

EP 0528381A1

WO 2007/061993A2

WO 2007/070167A2

WO 2008/131353A2

審查人員：王銘志

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：15 共 52 頁

(54)名稱

無段變速器、與電馬達耦合的使用此無段變速器的系統以及人力驅動機器

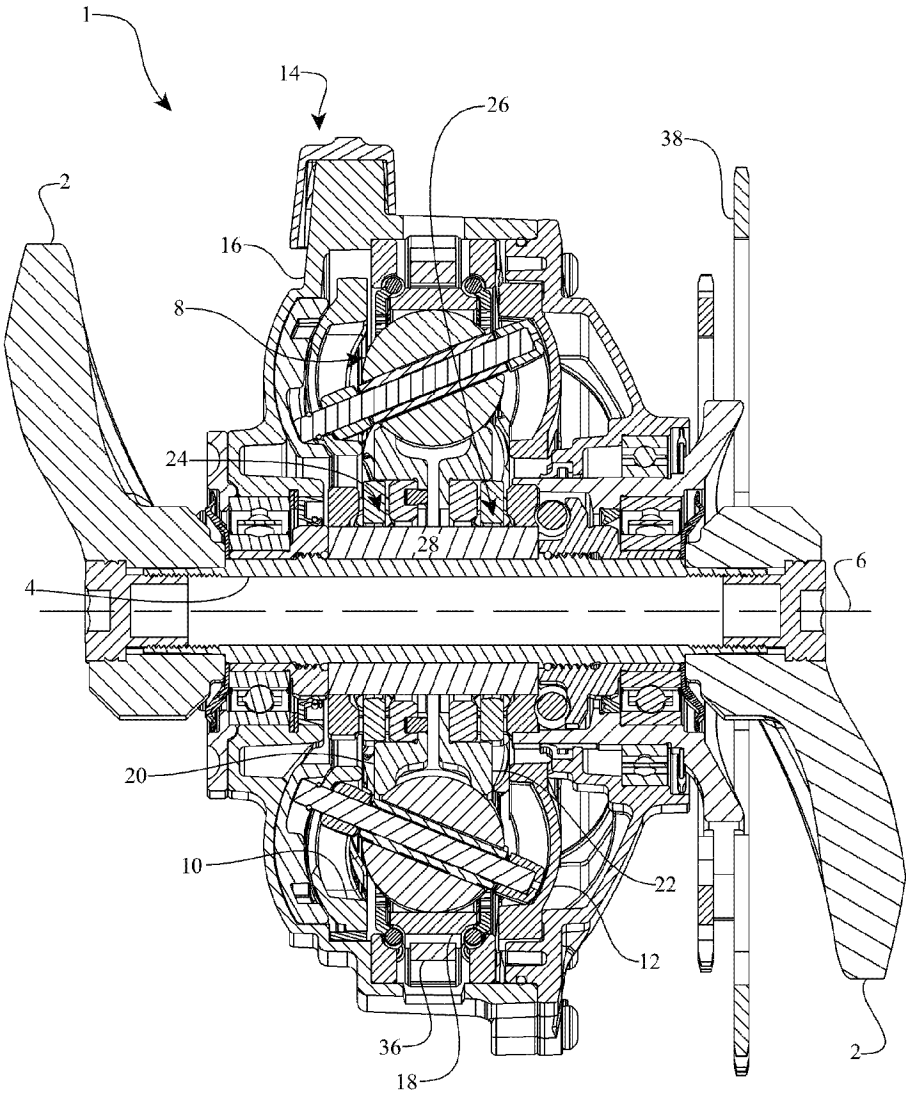
CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSIONS AND SYSTEMS WITH CONTINUOUSLY
VARIABLE TRANSMISSIONS FOR COUPLING WITH ELECTRIC MOTORS AND HUMAN
POWERED MACHINES

(57)摘要

一種無段變速器 (CVT) 可以與電馬達結合使用以促進對自行車騎車者的動力輔助。在一些實施例中，CVT 和電馬達安裝在自行車的框架上、位於自行車的後輪輪轂前方的一位置處。在一些實施例中，CVT 安裝在自行車框架的構件上並且由構件所支撐，從而使得 CVT 與自行車之曲柄軸同軸。曲柄軸經設置以用於驅動 CVT 的元件，元件經設置以用於操作性地驅動牽引環和牽引行星件。在一些實施例中，電馬達經設置以用於驅動 CVT 的元件。在其他實施例中，電馬達經設置以用於驅動曲柄軸。揭露了用於這樣的 CVT 的進步性的部件和元件。

A continuously variable transmission (CVT) can be used in concert with an electric motor to facilitate power assistance to a rider in a bicycle. In some embodiments, the CVT and electric motor is mounted on the frame of the bicycle at a location forward of the rear wheel hub of the bicycle. In some embodiments, the CVT is mounted on and supported by members of the bicycle frame such that the CVT is coaxial with the crankshaft of the bicycle. The crankshaft is configured to drive elements of the CVT, which are configured to operationally drive the traction rings and the traction planets. In some embodiments, the electric motor is configured to drive elements of the CVT. In other embodiments, the electric motor is configured to drive the crankshaft. Inventive component and subassemblies for such a CVT are disclosed.

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 1 . . . CVT
- 2 . . . 自行車曲柄
- 4 . . . 曲柄軸
- 6 . . . 曲柄軸線
- 8 . . . 牽引行星件元
件
- 10 . . . 第一承載構
件
- 12 . . . 第二承載構
件
- 14 . . . 換檔件
- 16 . . . 變速器殼體
- 18 . . . 牽引環
- 20 . . . 第一太陽構
件
- 22 . . . 第二太陽構
件
- 24 . . . 第一軸向力
產生器
- 26 . . . 第二軸向力
產生器
- 28 . . . 扭矩感測器
- 36 . . . 環齒輪
- 38 . . . 鏈輪

【發明說明書】

【中文發明名稱】 無段變速器、與電馬達耦合的使用此無段變速器的系統以及人力驅動機器

【英文發明名稱】 CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSIONS AND SYSTEMS WITH CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSIONS FOR COUPLING WITH ELECTRIC MOTORS AND HUMAN POWERED MACHINES

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種變速器，且特別是有關於一種無段變速器（CVT），在希望調節輸入速度與輸出速度之比的任何機器、裝置、車輛等中有用的 CVT，並且涉及用於控制 CVT、包括自動控制 CVT 的方法。

【0002】 相關申請之交叉引用

【0003】 本申請要求在 2013 年 4 月 19 日提交的標題為「無段變速器(CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION)」之美國臨時專利申請號 61/814,122 之權益，所述申請藉由引用以其全部內容結合在此。

【先前技術】

【0004】 自行車動力傳動系統典型地由聯結至用於驅動曲柄軸的多個曲柄上的腳踏板組成，所述曲柄軸被接收在自行車的框架構

件中並且被所述框架構件所支撐，所述框架構件典型地被稱為“底部托架”。所述曲柄軸聯結至一鏈輪上，所述鏈輪藉由一鏈條向自行車後輪提供動力。後輪處的一齒輪接收來自鏈條之動力並且被適配成與用於驅動自行車後輪之後輪輪轂介面連接。一些自行車配備有帶內齒輪的後輪轂，其中安排了一組齒輪以接收來自所述齒輪的動力並且驅動後輪。在一些應用中，自行車在後輪轂處配備有 CVT 以驅動後輪。在此揭露之 CVT 的所述實施例解決了無段變速器領域之需要。

【0005】 此外，可以在多種多樣的機器中發現自動變速器。然而在某些領域中，變速器之手動操作仍是占主導。例如，在自行車工業中，大多數自行車經設置以手動操作變速器，這一般涉及手動致動槓桿、纜線和連動裝置以致使一鏈條從一後鏈輪移動到另一個後鏈輪。然而，對於輔助自行車變速器的自動控制之系統以及對應方法已經顯現出持續需求。在此揭露的進步性實施例解決了這個需求，尤其是藉由提供用於自動控制變速器的系統和方法，所述系統和方法在一些情況下特別適合於人力車輛，例如自行車。

【0006】 在一些車輛和工業使用中高度希望的是產生可變速度和恆定功率的電馬達。在一些恆定功率的應用中，扭矩和速度相反地變化。例如，當速度減小時扭矩增大，或當速度增大時扭矩減小。一些電馬達可以提供高於其額定功率之恆定功率；例如，1750 rpm AC 電馬達可以在速度增大到 1750 rpm 以上時提供恆定功

率，因為扭矩可以被設計成隨著速度增大而成比例地減小。然而，電馬達本身不能在以其額定功率以下的速度工作時產生恆定功率。通常，當電馬達速度減小時，扭矩保持恆定或甚至減小。控制器可以用於在低速下增大進入電馬達中的電流和扭矩，但要求增加繞組的電線直徑以適應所述額外電流從而避免過熱。這是不希望的，因為電馬達變得比典型的操作條件所必須的更大且更昂貴。所述電子控制器還增加了費用和複雜性。用於實現足夠低的速度扭矩的另一種方法為使用更大的電馬達。然而，這增加了成本、尺寸、重量，並且使得電馬達更難以與它所服務的機器一起包裝。因此，對於用電馬達提供變化速度和恆定功率的改進方法存在著需要。對於一些有利的應用而言，本無段變速器可以與一電馬達整合在一起。

【發明內容】

【0007】 在此描述的所述系統和方法具有若干特徵，其中沒有一個單一特徵是唯一對整體的希望屬性負責。在不限制由以下申請專利範圍所表達之範圍的情況下，現在將簡要討論所述更突出特徵。在考慮了以下討論之後，特別在閱讀了標題為“某些實施例之詳細說明”部分中，將瞭解到所述系統和方法之特徵如何提供相較相關傳統系統和方法更佳的若干優點。

【0008】 本揭露的一態樣涉及一種自行車，這種自行車具有數個自行車框架構件以及可操作地聯結至一個或多個曲柄上的曲柄

軸。在一些實施例中，所述曲柄軸實質上限定了一條曲柄軸線。所述自行車可以具有聯結至所述曲柄軸上的無段變速器（CVT）。所述 CVT 具有圍繞所述 CVT 的縱向軸線成角度地安排的一組牽引行星件。每個牽引行星件被適配成用於圍繞可傾斜軸線旋轉。所述 CVT 還具有第一承載構件，在所述第一承載構件中形成數個徑向偏離之槽縫並且是圍繞所述縱向軸線成角度地安排的。所述 CVT 配備有第二承載構件，在所述第二承載構件中形成了數個徑向槽縫並且是圍繞所述縱向軸線成角度地安排的。在一些實施例中，所述第二承載構件中的所述槽縫也可以是徑向偏離的。所述第二承載構件可以聯結至所述第一承載構件上。所述第一和第二承載構件可操作地聯結至各牽引行星件上。所述第一承載構件經設置以圍繞所述縱向軸線相對於所述第二承載構件成角度地旋轉。所述 CVT 還可以具有與各牽引行星件相接觸的牽引環。在一些實施例中，所述牽引環在各牽引行星件的徑向外側定位。所述 CVT 具有與各牽引行星件相接觸的第一和第二太陽構件。在一些實施例中，所述第一和第二太陽構件在所述牽引環之徑向內側定位。所述自行車可以具有可操作地聯結至所述 CVT 上的電馬達。

【0009】 本揭露的另一態樣為針對一種無段變速器（CVT），所述無段變速器具有圍繞主驅動軸線安排的一組牽引行星件。所述 CVT 具有與各牽引行星件相接觸的牽引環。在一些實施例中，所述牽引環為在各牽引行星件的徑向外側定位的。所述 CVT 具有與每個牽引行星件相接觸的第一和第二太陽構件。在一些實施例

中，所述第一和第二太陽構件為在所述牽引環的徑向內側定位的。所述第一太陽構件和所述牽引環被適配成用於接收旋轉動力。所述 CVT 還具有承載元件，所述承載元件具有第一和第二承載板。所述第一承載板為具有與所述主驅動軸線同軸安排的中心的基本上盤形的本體。在一些實施例中，所述第一承載板具有圍繞所述中心成角度地安排的數個徑向偏離之槽縫。所述徑向偏離之槽縫各自與所述盤形本體的中心線平行並且與之具有線性偏移。所述盤形本體的中心線垂直於所述主驅動軸線，從而由此形成了座標系。所述座標系具有與所述主驅動軸線對應的 z 軸線、與所述徑向中心線對應的 y 軸線、以及與所述 y 軸線和 z 軸線垂直的 x 軸線。所述徑向偏離之槽縫位於由 x 軸線和 y 軸線形成的平面內。每個牽引行星件都被適配成用於在由 y 軸線和 z 軸線形成的平面內傾斜。

【0010】 本揭露的又一態樣涉及一種無段變速器，所述無段變速器具有聯結至自行車的底部托架上的殼體。在一些實施例中，所述變速器具有圍繞縱向軸線成角度地安排的一組球形牽引行星件。所述變速器可以具有與各牽引行星件相接觸的牽引環。所述牽引環為在各牽引行星件的徑向外側定位的。在一些實施例中，所述變速器具有與每個牽引行星件相接觸的第一和第二太陽構件。所述第一和第二太陽構件在所述牽引環之徑向內側定位。所述第一太陽構件和所述牽引環被適配成用於接收旋轉動力。所述變速器還具有承載元件，所述承載元件配備有具有第一中心的第

一盤形本體以及一具有第二中心的第二盤形本體，所述第二中心為相對於所述第一中心同軸安排的，由此形成了主軸線。所述第一盤形本體可以具有形成在所述第一盤形本體上的並且圍繞所述第一盤形本體的中心成角度地安排的數個徑向偏離之槽縫。所述徑向偏離之槽縫各自與所述第一盤形本體之中心線具有線性偏移。所述第一盤形本體的中心線垂直於所述主軸線，由此形成了座標系，所述座標系具有與所述主軸線對應的 z 軸線、與所述徑向中心線對應的 y 軸線、以及與所述 y 軸線和 z 軸線垂直的 x 軸線。所述徑向偏離之槽縫位於由 x 軸線和 y 軸線形成的平面內。在一些實施例中，所述“徑向偏離之槽縫”為在所述承載構件中形成的與所述承載構件的半徑平行、但被形成為與所述半徑偏離某個距離的槽縫，這樣使得它們的對應軸線不與所述承載件的徑向中心相交。所述變速器可以包括聯結至所述牽引環上的電馬達。所述電馬達與所述縱向軸線共軸。所述電馬達位於所述殼體內部之內。

【0011】 本揭露的又一態樣為針對一種用於自行車之電動動力傳動系統，所述動力傳動系統具有帶有縱向軸線的無段變速器（CVT）。在一些實施例中，所述 CVT 具有一組牽引行星件，所述牽引行星件被適配成用於圍繞可傾斜軸線旋轉。所述 CVT 可以具有與各牽引行星件相接觸的牽引環。在一些實施例中，所述牽引環為在各牽引行星件的徑向外側定位的。所述 CVT 配備有與各牽引行星件相接觸的第一和第二太陽構件。所述第一和第二太陽

構件為在所述牽引環的徑向內側定位的。所述 CVT 配備有對應地聯結至所述第一和第二太陽構件上的第一和第二軸向力發生器。在一些實施例中，所述 CVT 包括第一承載構件，所述第一承載構件具有形成在所述第一承載構件中並且圍繞所述縱向軸線成角度地安排的數個徑向偏離之槽縫。所述 CVT 具有第二承載構件，所述第二承載構件具有形成在所述第二承載構件中並且圍繞所述縱向軸線成角度地安排的數個徑向槽縫。所述第二承載構件聯結至所述第一承載構件上。所述第一和第二承載構件可操作地聯結至每個牽引行星件上。所述第一承載構件經設置以圍繞所述縱向軸線相對於所述第二承載構件旋轉。所述動力傳動系統還包括可操作地聯結至所述 CVT 上的換檔件。在一些實施例中，所述換檔件被適配成用於將一斜交狀態應用到所述 CVT 上以便使所述牽引行星件之軸線傾斜。所述動力傳動系統具有可操作地聯結至所述牽引環上的電馬達。

【0012】 在一態樣中，本揭露提出了一種用於自動控制自行車의 球-行星變速器之方法。所述方法涉及：接收與目標使用者踩踏速度相關聯的輸入、確定所述自行車的速度、並且至少部分地基於所述目標使用者踩踏速度和所確定的自行車速度來確定目標傳動比。所述方法還可以包括將所述變速器的傳動比調節成基本上等於所述目標傳動比。在一些實施例中，所述方法進一步包括確定與所述目標使用者踩踏速度相關聯的編碼器位置之步驟。在一些實施例中，調節傳動比包括命令致動器移動到所確定的編碼器位

置。在一些實施例中，調節換檔鼓輪包括使得換檔桿圍繞所述變速器的縱向軸線旋轉之步驟。

【0013】 在另一個態樣中，本揭露針對一種用於自動控制自行車之球-行星變速器之方法。所述方法包括：接收與目標使用者踩踏速度相關聯之輸入、確定所述自行車速度、並且基於所述目標使用者踩踏速度和所確定的自行車速度來調節所述自行車速度比以便將使用者踩踏速度維持在所述目標使用者踩踏速度的區間內。在一些實施例中，所述區間為所述目標使用者踩踏速度加上或減去 10 轉/分鐘（rpm）。在其他實施例中，所述區間為所述目標使用者踩踏速度在 ± 2 rpm 到約 ± 5 rpm 範圍內。在一些實施例中，調節自行車的速度比包括確定與所述目標使用者踩踏速度和所確定的自行車速度相關聯的編碼器位置之步驟。在一些實施例中，調節自行車的速度比包括命令致動器移動到所確定的編碼器位置之步驟。在其他實施例中，調節自行車的速度比包括調節所述變速器的換檔桿之步驟。在一些實施例中，調節所述換檔桿包括使得所述換檔桿圍繞所述變速器的縱向軸線旋轉之步驟。

【0014】 本揭露的又另一態樣涉及一種用於自動控制自行車之球-行星變速器之方法。所述方法涉及：提供與目標使用者踩踏速度相關聯的輸入、確定所述自行車的速度、並且確認與所述自行車的速度相關聯的目標編碼器位置。所述方法可以進一步包括致動伺服裝置以便實現所述目標編碼器位置。在一些實施例中，致動伺服裝置包括調節所述變速器的換檔桿之步驟。在一些實施例

中，確認所述目標編碼器位置包括產生數據結構。在其他實施例中，產生數據結構包括記錄編碼器位置之步驟。在一些實施例中，產生數據結構包括記錄輸入速度之步驟以及記錄輸出速度之步驟。在一些實施例中，所述方法包括至少部分地基於所述輸入速度和輸出速度來確定速度比之步驟。在其他實施例中，所述方法包括記錄所述速度比之步驟。

【0015】 在一例子中，本揭露涉及一種用於對球-行星變速器進行自動換檔之系統。所述系統包括經設置以用於檢測所述自行車速度之速度感測器、經設置以用於接收來自所述速度感測器的輸入之處理器、以及經設置以用於向所述處理器提供節奏數據之數據輸入介面；所述節奏數據指示了輸入踩踏速度。所述系統可以另外具有與所述處理器通訊的記憶體，所述記憶體中儲存了將自行車速度與速度比相互關聯的一個或多個映射圖。在一些實施例中，所述系統包括與所述處理器通訊的邏輯模組，所述邏輯模組經設置以用於與所述處理器協作以便基於自行車速度和輸入踩踏速度從所述映射圖確定目標速度比。在一些實施例中，所述系統具有與所述處理器通訊的致動器，所述致動器經設置以用於將所述變速器的速度比調節成基本上等於所確定的目標速度比。在一些實施例中，所述控制單元包括處理器、應用專用積體電路或程式設計邏輯陣列中的至少一者。所述致動器可操作地聯結至所述變速器的換檔桿上，所述換檔桿經設置以用於調節所述變速器的速度比。所述數據輸入介面可以包括顯示器和至少一個按鈕。

所述系統可以包括經設置以提供所述致動器的位置指示的位置感測器。所述數據結構可以包括速度比數據結構和自行車速度數據結構。所述系統可以具有經設置以用於向所述致動器提供電力的電源。在一些實施例中，所述電源為發電機。在一些實施例中，所述致動器可操作地聯結至所述變速器的換檔桿上。

【0016】 本揭露的另一態樣提出了一種具有球-行星變速器以及用於對所述球-行星變速器進行自動換檔的系統之自行車。在一些實施例中，所述系統具有經設置以用於檢測所述自行車速度的速度感測器。所述系統具有經設置以用於接收來自所述速度感測器的輸入的處理器。在一些實施例中，所述系統包括經設置以用於向所述處理器提供節奏數據的數據輸入介面。所述節奏數據指示了輸入踩踏速度。所述系統可以包括與所述處理器通訊的記憶體。在一些實施例中，所述記憶體中儲存了將自行車速度與速度比相互關聯的一個或多個映射圖。所述系統包括與所述處理器通訊的邏輯模組。所述邏輯模組經設置以用於與所述處理器協作以便基於自行車速度和輸入踩踏速度從所述映射圖確定目標速度比。所述系統還可以包括與所述處理器通訊的致動器。所述致動器經設置以用於將所述變速器的速度比調節成基本上等於所確定之目標速度比。在一些實施例中，所述數據輸入介面包括顯示器和至少一個按鈕。在一些實施例中，所述數據輸入介面被安裝在所述自行車的車把上。所述自行車可以包括經設置以用於提供所述致動器的位置指示的位置感測器。在一些實施例中，所述數據結構具

有速度比數據結構和自行車速度數據結構。在其他實施例中，所述球-行星變速器包括換檔桿，所述換檔桿可操作地聯結至所述致動器上。

【0017】 在另一態樣，揭露了用於 CVT 的控制機構的多個實施例，所述控制機構經設置以在控制運動的過程中使得這兩個承載構件之淨位置旋轉。所述太陽件可以是空轉件，並且所述牽引環可以藉由與所述牽引行星件的接觸面來提供動力，反之亦然。所述太陽構件和所述牽引環可以被適配成用於接收旋轉動力。所述承載元件可以包括具有第一中心的第一承載構件、具有相對於所述第一中心同軸安排的第二中心而由此形成了主軸線的第二承載構件、以及形成在所述第一承載構件上的並且圍繞所述第一承載構件的中心成角度地安排的多個徑向偏離之槽縫，所述徑向偏離之槽縫各自具有與所述第一承載構件的中心的線性偏移，如在上文中關於其他實施例以及在此處所描述。在一些實施例中，所述控制機構經設置以使得所述第一承載構件和所述第二承載構件各自圍繞所述主軸線以不同的速率旋轉。在一些實施例中，所述控制機構包括可旋轉齒輪結構，所述可旋轉齒輪結構具有用於與所述第一承載構件相接合的第一齒輪以及用於與所述第二承載構件相接合的第二齒輪。在一些實施例中，所述控制機構經設置以使得所述第一承載構件和所述第二承載構件各自圍繞所述主軸線以可變速率旋轉。在一些實施例中，所述控制機構包括雙凸輪結構，所述雙凸輪結構具有用於與所述第一承載構件相接觸的第一凸輪

表面以及用於與所述第二承載構件相接合的第二凸輪表面。在一些實施例中，所述第一凸輪表面具有第一幅度和第一偏心軸線，並且所述第二凸輪表面具有第二幅度和第二偏心軸線，其中所述可變速率是基於所述第一幅度、所述第二幅度、所述第一偏心軸線和所述第二偏心軸線來確定。在一些實施例中，所述第一偏心軸線為與所述第二偏心軸線成角度地偏離的。在一些實施例中，其中所述第一偏心軸線和所述第二偏心軸線中的一者或多者為與一個同所述縱向軸線相關聯之零平面成角度地偏離。

【0018】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0019】

圖 1 為適配以聯結至自行車曲柄上的 CVT 之截面視圖。

圖 2 為根據圖 1 之聯結至電驅動馬達元件上 CVT 的局部截面透視圖。

圖 3 為具有圖 1 的 CVT 的電動動力傳動系統之透視圖。

圖 4 為整合的電馬達與 CVT 的實施例之截面視圖。

圖 5A 為圖 1 的 CVT 之截面透視圖。

圖 5B 為可以與圖 1 和/或圖 4 的 CVT 一起使用的承載板與換檔件元件之透視圖。

圖 6 為具有電馬達和聯結至曲柄上之 CVT 的自行車之示意性圖示。

圖 7 為自行車之示意性圖示，所述自行車具有與所述自行車的曲柄同軸之電馬達和聯結至所述曲柄上並且與之偏離之 CVT。

圖 8 為自行車之示意性圖示，所述自行車具有與 CVT 同軸並且聯結至其上之電馬達，所述馬達和 CVT 與所述自行車的曲柄是同軸的並且聯結至所述曲柄上。

圖 9 為自行車之示意性圖示，所述自行車具有聯結至所述自行車的曲柄上並且與之偏離之電馬達、以及與所述曲柄同軸並且聯結至其上之無段變速器。

圖 10 為自行車之示意性圖示，所述自行車具有與 CVT 同軸並且聯結至其上之電馬達，所述 CVT 與所述自行車的後輪是同軸的並且聯結至其上。

圖 11 為一對承載構件和換檔件機構之分解透視圖。

圖 12 為包括行星齒輪組的變速器之截面透視圖。

圖 13 示意性描繪了變速器的一部分，所述變速器具有兩個定子板以及與每個承載構件相接觸的可旋轉齒輪結構。

圖 14 示出了多直徑齒輪結構之透視圖。

圖 15 示出了圖 14 的多直徑齒輪結構之相對側的透視圖。

【實施方式】

【0020】 下面將參照附圖來描述某些實施例，在附圖中相似的數字於通篇中指代相似的元件。在以下說明中使用的術語不得簡單地以任何受限制或侷限性方式來理解，因為術語係結合對本揭露某些具體實施例之詳細說明來使用的。此外，在此揭露的實施例可以包括若干新穎特徵，所述特徵中沒有一個單獨特徵是唯一地對其希望的屬性負責的或是對於實施所描述的所述實施例是必不

可少的。在此描述的某些 CVT 和無限可變變速器（IVT）實施例總體上涉及在以下文件中揭露之類型：美國專利號 6,241,636、6,419,608、6,689,012、7,011,600、7,166,052、7,632,203、7,914,029、8,321,097、8,376,903、8,360,917、8,393,989，美國專利申請號 11/243,484、11/543,311、12/198,402、12/251,325，以及專利合作條約專利申請號 PCT/US 2007/023315、PCT/IB 2006/054911、PCT/US 2008/068929、和 PCT/US 2008/074496。所述專利和專利公開案各自的全部揭露內容特此藉由引用結合在此。

【0021】 如在此使用的，術語“操作性地連接”、“操作性地聯結”、“操作性地連結”、“可操作地連接”、“可操作地聯結”、“可操作地連結”以及類似術語係指多個元件之間的關係（機械、聯動、聯結等等），由此關係一元件的操作會導致一第二元件的對應的、跟隨的或同時的操作或致動。注意，在使用所述術語來描述進步性實施例時，典型地描述了將所述元件進行連結或聯結的具體結構或機構。然而除非明確地另外指出，否則當使用所述術語之一時，所述術語表明實際的連結或聯結可以採取多種多樣的形式，所述形式在某些例子中將是相關技術領域的熟習所述項技術者容易瞭解的。

【0022】 為了說明的目的，術語“徑向”在此用來指示相對於變速器或變速機的縱向軸線垂直並且在描繪一盤時從中心點徑向向外延伸的一方向或位置。如在此使用的，術語“軸向”係指沿著與變速器或變速機之主軸線或縱向軸線相平行的軸線的方向或位

置。為了清楚簡潔，有時對類似的部件作出類似的標記。

【0023】 應所述指出的是，在此提及“牽引”並不排除藉由“摩擦”來主導的或作為唯一的動力傳遞模式的應用。總體上所述可以理解為不同的動力傳遞方案而並不試圖在牽引與摩擦驅動之間建立屬類區別。牽引驅動通常涉及在兩個元件之間藉由被夾帶在所述元件之間的薄的流體層中的剪切力進行的動力傳遞。在所述應用中使用的流體通常展現出大於常規礦物油的牽引係數。牽引係數（ μ ）代表了在所述接觸的部件的介面處可獲得的最大可得牽引力並且是對於最大可得驅動扭矩的量度。典型地，摩擦驅動總體上涉及在兩個元件之間藉由所述元件之間的摩擦力來傳遞動力。為了本揭露的目的，應當理解的是在此描述的所述 CVT 和 IVT 既可以用牽引應用也可以用摩擦應用來操作。例如，在為自行車應用使用 IVT 的實施例中，所述 IVT 可以有時作為摩擦驅動器動而其他時候作為牽引驅動器來工作，這取決於操作過程中存在的扭矩和速度條件。

【0024】 本揭露的多個實施例可以涉及使用多個總體上球形的行星件來控制一變速機，每個行星件都具有一可傾斜的旋轉軸線（有時在此稱為“行星件旋轉軸線”），所述旋轉軸線可以被調整以在操作過程中實現所希望的輸入速度與輸出速度之比率。在一些實施例中，對所述旋轉軸線之調整涉及所述行星件軸線在第一平面內的角度偏差(angular misalignment)以實現所述行星件旋轉軸線在第二平面內的角度調節，由此來調節所述變速機之速度比。這

種在所述第一平面內的角度偏差在此被稱為“斜交”或“斜交角”。這種類型的變速機控制總體上在美國專利申請號 12/198,402 和 12/251,325 中進行了描述。所述專利申請各自的全部揭露內容特此藉由引用結合在此。在一些實施例中，控制系統對斜交角之使用加以協調以便在所述變速機中的某些接觸部件之間產生力，所述力將使所述行星件旋轉軸線在所述第二平面內傾斜。所述行星件旋轉軸線之傾斜調節了所述變速機之速度比。應該指出的是，在此揭露的所述實施例可以使用其他已知的用於將變速機換檔之方法來實施。一些實施例是基於在美國專利號 7,914,029 中揭露的改進來建立的，所述專利的全部揭露內容藉由引用結合在此。

【0025】 現在將參照圖 1-15 對 CVT 及其部件和控制方法之實施例進行描述。圖 1 示出了可以在許多應用中使用的無段變速器(CVT) 1，所述應用包括但不限於汽車，輕型電動車，混合的人力、電動或內燃動力車輛，工業設備、風力渦輪機等等。要求對動力輸入與動力消耗（例如，負載）之間的機械動力傳遞進行調節的任何技術應用都可以在其動力傳動系統中實施這種 CVT 1 的實施例。

【0026】 參見圖 1，在一些實施例中，CVT 1 可以可操作地聯結至一組自行車曲柄 2 上。所述自行車曲柄 2 聯結至經設置以圍繞曲柄軸線 6 旋轉之曲柄軸 4 上。所述 CVT 1 配備有圍繞縱向軸線成角度地安排的、包括多個牽引行星件的數個球形牽引行星件組件 8。在這個實施例中，CVT 1 的縱向軸線係與所述曲柄軸線 6 同軸的。在其他實施例中，CVT 1 之縱向軸線可以是與所述曲柄軸線 6

徑向偏離的。每個牽引行星件元件 8 分別由第一和第二承載構件 10、12 支撐。在一些實現方式中，所述第二承載構件 12 可操作地聯結至所述第一承載構件 10 上，並且第一和第二承載構件 10、12 聯結至每個牽引行星件上。第二承載構件 12 可以包括形成在所述第二承載構件 12 中並且圍繞 CVT 1 的縱向軸線成角度地安排的多個徑向槽縫。在一些實施例中，第一承載構件 10 可操作地聯結至控制機構上，所述控制機構可以包括換檔件 14。所述換檔件 14 為在所述牽引行星件組件 8 的徑向外側定位的並且可操作地聯結至變速器殼體 16 上。在一些實施例中，CVT 1 配備有與每個牽引行星件元件 8 相接觸並且在其徑向外側定位的牽引環 18。每個牽引行星件元件 8 分別與第一和第二太陽構件 20、22 相接觸。所述第一和第二太陽構件 20、22 為在所述牽引環 18 之徑向內側定位。所述第一太陽構件 20 可操作地聯結至第一軸向力產生器 24 上。在一些實施例中，所述第一軸向力產生器 24 包括在多個凸輪斜坡件上的一組滾子，所述滾子被適配成用於在 CVT 1 的操作過程中依賴於扭矩和/或速度而提供軸向力。所述第二太陽構件 22 可以可操作地聯結至第二軸向力產生器 26 上。在一些實施例中，扭矩感測器 28 聯結至所述曲柄軸 4 和第一軸向力產生器 24 上。

【0027】 請同時參考圖 1、圖 2 和圖 3，在一些實施例中，CVT 1 可以經由齒輪組 32 來可操作地聯結至電馬達 30 上。所述齒輪組 32 可以配備有與環齒輪 36 相接觸的驅動齒輪 34。在一些實施例中，所述環齒輪 36 可以固定地附接至所述牽引環 18 上。在其他

實施例中，所述環齒輪 36 通過單向滾子離合器聯結至牽引環 18 上，所述離合器使得用戶能夠在電馬達停機時踩踏自行車。在一些實施例中，環齒輪 36 位於殼體 16 的內部，而驅動齒輪 34 實質上位於殼體 16 的外部並且通過殼體 16 中的開口而聯結至環齒輪 36 上。在一些實施例中，電馬達 30 具有驅動軸線 31，所述驅動軸線與曲柄軸線 6 徑向偏離的並且平行。在其他實施例中，電馬達 30 之驅動軸線 31 和曲柄軸 4 之曲柄軸線 6 是共軸。

【0028】 在配備有 CVT 1 和電馬達 30 的自行車的操作過程中，用戶經由所述曲柄 2 向曲柄軸 4 施加旋轉動力輸入。所述曲柄軸 4 經由第一太陽構件 20 向所述牽引行星件組件 8 傳輸動力。電馬達 30 通過環齒輪 36 和齒輪組 32 向牽引環 18 施加旋轉動力輸入。CVT 1 將來自這兩個源的動力進行組合並通過第二太陽構件 22 將輸出動力傳輸至鏈輪 38。藉由改變 CVT 1 的比率可以實現輸入與輸出之比的變化。CVT 1 的比率藉由第一承載構件 10 相對於第二承載構件 12 的相對旋轉來調節。在一些實施例中，第一承載構件 10 為可旋轉的並且第二承載構件 12 固定至殼體 16 上。在一些實施例中，第一承載構件 10 相對於第二承載構件 12 為可旋轉，並且第二承載構件 12 相對於固定的殼體 16 為可旋轉。可以將機構設置成用於控制第一與第二承載構件 10、12 之間的關係。這個機構相對於固定的殼體 16 為可旋轉的、並且機構相對於第一承載構件 10 可旋轉的比率不同於其相對於第二承載構件 12 可旋轉的比率。

【0029】 現在參見圖 4、5A 和 5B，在一些實施例中，可以將一整合的電動動力傳動系統 40 安裝在自行車的底部托架上並且將其可操作地聯結至一組曲柄 42 上。所述曲柄 42 聯結至經設置以圍繞曲柄軸線而旋轉的曲柄軸 44 上，所述曲柄軸線在所展示的實施例中是與一條縱向軸線 46 同軸的。在一些實施例中，所述動力傳動系統 40 包括具有驅動軸線的電馬達 48 和具有縱向軸線 46 之 CVT 50。在所展示的實施例中，電馬達 48 的驅動軸線也是與所述 CVT 之縱向軸線 46 同軸。電馬達 48 和 CVT 50 基本上是由殼體 51 封閉的。CVT 50 可以基本上類似於 CVT 1。為了說明目的，僅專注於 CVT 50 與 CVT 1 之間的區別。在一些實施例中，電馬達 48 被可操作地聯結至曲柄軸 44 上。所述曲柄軸 44 被適配成用於接收來自所述曲柄 42 和電馬達 48 的旋轉輸入動力。在一些實施例中，電馬達 48 為通過單向滾子離合器而聯結至曲柄軸 44 上。所述輸入動力通過第一軸向力產生器元件 52 和第一太陽構件 54 被傳遞至 CVT 50。CVT 50 可以配備有可操作地聯結至第一軸向力產生器元件 52 上的扭矩感測器 58。在一些實施例中，CVT 50 具有與各牽引行星件元件 8 相接觸的第二太陽構件 60。第二太陽構件 60 通過第二軸向力產生器來可操作地聯結至輸出驅動器 62 上。所述輸出驅動器 62 聯結至驅動鏈輪 64 上。

【0030】 在動力傳動系統 40 的操作過程中，由所述曲柄 42 將旋轉動力輸入輸送給曲柄軸 44。可以由電馬達 48 將第二源的旋轉動力輸送給曲柄軸 44。來自每個源的動力經過扭矩感測器 58 和第一

軸向力產生器元件 52 而輸送至第一太陽構件 54。藉由使所述牽引行星件元件 8 的旋轉軸線傾斜就可以調節輸入扭矩和/或速度與輸出扭矩和/或速度之比。在一些實施例中，可以藉由使第一承載構件 66 相對於第二承載構件 68 相對旋轉來使所述牽引行星件組件 8 傾斜。經調節的動力可以通過第二太陽構件 60 來從 CVT 50 輸出。第二太陽構件 60 將動力經由輸出驅動器 62 傳送至驅動鏈輪 64。

【0031】 應該指出的是，電馬達 48 可以聯結至 CVT 50 的任何部件上。同樣，曲柄軸 44 可以可操作地聯結至 CVT 50 的任何部件上。在美國專利號 7,011,600 中討論了多種輸入動力聯結器與輸出動力聯結器之組合，所述專利特此藉由引用結合在此。在一些實施例中，結合了在美國專利號 7,727,101 中描述的這種整合的電馬達或多個發電機電氣部件。

【0032】 請參考圖 5A 和 5B，在一些實施例中，換檔件 14 可以類似於在美國專利號 8,360,917 中描述的換檔件、或國際公開號 WO 2010/017242 A1 中的那些換檔件，所述文件的全部揭露內容特此藉由引用結合在此。換檔件 14 可以配備有可以接納來自自行車（未示出）的控制纜線的多個纜線通道 70A、70B。換檔件 14 聯結至帶有多個花鍵 74 的換檔鼓輪 72 上。所述花鍵 74 接合提供在換檔件 14 上的多個匹配的花鍵 76 上。在一些實施例中，換檔鼓輪 72 的一端具有偏心的偏置隨動件 78。隨動件 78 可以被收納在承載構件 10 中，例如位於槽縫 80 中。在操作過程中，換檔件 14 可以用於旋轉所述換檔鼓輪 72 由此在槽縫 80 中引導所述隨動件 78，從

而產生所述承載構件 10 之旋轉。所述承載構件 10 配備有數個徑向偏離之槽縫 82。在一些實施例中，所述徑向偏離之槽縫 82 具有與第一承載構件 10 的徑向中心線的平行性但是線性偏離的。第一承載構件 10 的徑向中心線垂直於縱向軸線 6。可以使用座標系來描述所述徑向偏離之槽縫 82 在第一承載構件 10 上的位置，所述座標系具有與縱向軸線 6 相對應的 z 軸線、與所述徑向中心線相對應的 y 軸線以及與所述 y 軸線和 z 軸線垂直的 x 軸線。所述徑向偏離之槽縫 82 位於由 x 軸線和 y 軸線形成的平面內。每個牽引行星件都是適配成用於在由 y 軸線和 z 軸線形成的平面內傾斜。在美國專利申請號 12/198,402（對應於美國公開號 2010/0056322）和美國專利號 8,167,759 中描述了另外的細節，所述檔的揭露內容特此藉由引用以其全文結合在此。在一些實施例中，第二承載構件 12 也可以包括與其半徑徑向偏離的多個槽縫。

【0033】 在一些實施例中，例如可以將第二承載構件 12 聯結至基本上類似於換檔鼓輪 72 的第二換檔鼓輪（未示出）上。在其他實施例中，可以安排槓桿機構以使得所述第一和第二承載構件 10、12 中的一者或二者轉動，由此促進所述 CVT 之比率改變。

【0034】 現在參見圖 6，在一些實施例中，自行車 90 可以配備有底部托架的曲柄軸 92 和鏈輪 94。曲柄軸 92 可操作地聯結至具有電馬達 96 和 CVT 98 之電動動力傳動系統上。在一些實施例中，電馬達 96 具有的驅動軸線與曲柄軸 92 之曲柄軸線徑向偏離。CVT 98 具有的縱向軸線與曲柄軸 92 之曲柄軸線徑向偏離。

【0035】 現在參見圖 7，在一些實施例中，自行車 100 可以配備有底部托架的曲柄軸 102 和鏈輪 104。曲柄軸 102 可操作地聯結至具有電馬達 106 和 CVT 108 之電動動力傳動系統上。在一些實施例中，電馬達 106 之驅動軸線和曲柄軸 102 之曲柄軸線為共軸。所述 CVT 108 具有的縱向軸線與曲柄軸線 102 之曲柄軸線徑向偏離。

【0036】 現在參見圖 8，在一些實施例中，自行車 110 可以配備有底部托架的曲柄軸 112 和鏈輪 114。曲柄軸 112 可操作地聯結至具有電馬達 116 和 CVT 118 之電動動力傳動系統上。在一些實施例中，電馬達 116 具有的驅動軸線與曲柄軸 112 的曲柄軸線徑向偏離。CVT 118 之縱向軸線和曲柄軸 112 之曲柄軸線是同軸的。

【0037】 現在參見圖 9，在一些實施例中，自行車 120 可以配備有底部托架的曲柄軸 122 和鏈輪 124。曲柄軸 122 可操作地聯結至具有電馬達 126 和 CVT 128 之電動動力傳動系統上。在一些實施例中，電馬達 126 之驅動軸線和曲柄軸 122 之曲柄軸線是共軸的。CVT 128 之縱向軸線和曲柄軸 122 之曲柄軸線是同軸的。

【0038】 現在參見圖 10，在一些實施例中，自行車 130 可以配備有底部托架的曲柄軸 132 和鏈輪 134。曲柄軸 132 可操作地聯結至電動動力傳動系統上，所述電動動力傳動系統具有電馬達 136 和聯結至所述自行車 130 的後輪 140 上的 CVT 138。

【0039】 在一些實施例中，電馬達 30 和/或 48 可以與控制系統電連通，所述控制系統具有電子控制器、感測器、電源、以及適當的接線和電氣硬體，例如在美國專利號 7,343,236 和 7,885,747 以

及歐洲專利號 1,984,637 中描述的那些，所述文件特此藉由引用結合在此。所述電子控制器可以程式設計有一種演算法，所述演算法例如經設置以用於提供對電馬達 30 之自動調節。在一些實施例中，所述電子控制器可以程式設計有一種例如設置成用於提供對 CVT 1 的自動調節之演算法。作為一展示性實例，所述控制器可以接收與目標使用者踩踏速度相關聯之輸入並且確定所述自行車之速度。在一些實施例中，在所述控制系統中可以採用比例-積分-微分（proportional-integral-derivative, PID）控制器和演算法。例如，所述控制器可以經設置以至少部分地基於來自扭矩感測器的讀數來調節傳動比。如在此討論的，控制器可以指代用於執行較佳功能性之裝置或系統。控制器或其部分的實施例可以是與其他部件整合的或是分開的。例如在一些實施例中，控制器可以是獨立的裝置而通訊聯結至其他部件上。對於將控制器通訊聯結至其他部件上而言，有線或無線通訊是可行的。無線通訊可以是通過藍牙、任何 802.11 相容協議或熟習所述項技術者已知的任何其他無線協議的。一些實施例在控制器與換檔執行器之間採用可無線通訊。一部分邏輯可以儲存在與 CVT 相關聯的記憶體中，並且一部分邏輯可以由通訊聯結至 CVT 上的控制器來實施。例如，如智慧型電話的電子裝置具有可用於儲存並執行邏輯的記憶體和處理器、並且可以與 CVT 相關聯地安裝或以其他方式與之相關聯以便允許用戶容易地訪問和使用。

【0040】 在一些實施例中，自行車的使用者可以用例如換檔件 14

來手動調節傳動比。在這樣的實施例中，所述電子控制器可以被程式設計以便控制電馬達 30 並且基於扭矩感測器讀數向騎車者提供額外的動力輔助。這種動力輔助使得騎車者能夠在存在變化的地形或其他影響自行車工作狀態的因素的情況下維持自行車的節奏和/或速度。在一些實施例中，來自電馬達 30 的扭矩為至少部分地基於來自所述電子控制器的命令而改變的。

【0041】 在一些實施例中，例如一種用於自動控制 CVT 1 和/或電馬達 30 之方法涉及：接收與目標使用者踩踏速度相關聯的輸入，確定所述自行車的速度，並且至少部分地基於所述目標使用者踩踏速度和所確定的自行車速度來確定目標傳動比。一種方法還可以包括將所述變速器的傳動比調節成基本上等於所述目標傳動比。在一些實施例中，所述方法進一步包括確定與所述目標使用者踩踏速度相關聯的編碼器位置之步驟。在一些實施例中，所述控制器可以調節傳動比，這可以包括命令致動器移動到所確定之編碼器位置。在一些實施例中，調節換檔鼓輪包括使得換檔桿圍繞所述變速器的縱向軸線旋轉之步驟。

【0042】 一種用於自動控制 CVT 和/或電馬達之方法可以包括：接收與目標使用者踩踏速度相關聯的輸入、確定所述自行車的速度、並且基於所述目標使用者踩踏速度和所確定的自行車速度來調節所述自行車的速度比以便將使用者踩踏的速度維持在所述目標使用者踩踏速度的區間內。在一些實施例中，所述區間為所述目標使用者踩踏速度加上或減去 10 轉/分鐘（rpm）。在一些實施

例中，所述區間為所述目標使用者踩踏速度 ± 2 rpm 到約 ± 5 rpm 範圍內。在一些實施例中，調節自行車的速度比包括確定與所述目標使用者踩踏速度和所確定的自行車速度相關聯的編碼器位置之步驟。在一些實施例中，調節自行車的速度比包括命令致動器移動到所確定的編碼器位置之步驟。在一些實施例中，調節自行車的速度比包括調節所述變速器的換檔桿之步驟。在一些實施例中，調節所述換檔桿包括使得所述換檔桿圍繞所述變速器的縱向軸線旋轉之步驟。

【0043】 一種用於自動控制 CVT 和/或電馬達之方法可以涉及：提供與目標使用者踩踏速度相關聯的輸入、確定所述自行車的速度、並且確認與所述自行車的速度相關聯的目標編碼器位置。一種方法可以進一步包括致動伺服裝置以便實現所述目標編碼器位置。在一些實施例中，致動伺服裝置包括調節所述變速器的換檔桿之步驟。在一些實施例中，確認所述目標編碼器位置包括產生數據結構。在一些實施例中，產生數據結構包括記錄編碼器位置之步驟。在一些實施例中，產生數據結構包括記錄輸入速度的步驟以及記錄輸出速度之步驟。在一些實施例中，一種方法包括至少部分地基於所述輸入速度和輸出速度來確定速度比之步驟。在一些實施例中，一種方法包括記錄所述速度比之步驟。

【0044】 在一些實施例中，例如一種用於電動動力傳動系統 40 的控制系統可以包括經設置以用於檢測所述自行車的速度速度感測器、經設置以用於接收來自所述速度感測器的輸入的處理器、

以及經設置以用於向所述處理器提供節奏數據的數據輸入介面；所述節奏數據指示了輸入踩踏速度。所述系統可以包括與所述處理器通訊的記憶體，所述記憶體中儲存了將自行車速度與速度比相互關聯的一個或多個映射圖。在一些實施例中，所述系統包括與所述處理器通訊的邏輯模組，所述邏輯模組經設置以用於與所述處理器協作以便基於自行車速度和輸入踩踏速度從所述映射圖確定目標速度比。在一些實施例中，所述系統具有與所述處理器通訊的致動器，所述致動器經設置以用於將所述變速器的速度比調節成基本上等於所確定的目標速度比。在一些實施例中，所述控制單元包括處理器、應用專用積體電路或可程式設計邏輯陣列中的至少一者。所述致動器可操作地聯結至所述變速器的換檔桿上，所述換檔桿經設置以用於調節所述變速器的速度比。所述數據輸入介面可以包括顯示器和至少一個按鈕。所述系統可以包括經設置以用於提供所述致動器的位置指示的位置感測器。所述數據結構可以包括速度比數據結構和自行車速度數據結構。所述系統可以具有經設置以用於向所述致動器提供電力的電源。在一些實施例中，所述電源為發電機。在一些實施例中，所述致動器可操作地聯結至所述變速器的換檔桿上。

【0045】 在一些實施例中，例如用於與裝配有 CVT 1 和/或電動動力傳動系統 40 一起使用的控制系統具有經設置以用於檢測所述自行車的速度的速度感測器。所述系統具有經設置以用於接收來自所述速度感測器的輸入的處理器。在一些實施例中，所述系統包

括經設置以用於向所述處理器提供節奏數據的數據輸入介面。所述節奏數據指示了輸入踩踏速度。所述系統可以包括與所述處理器通訊的記憶體。在一些實施例中，所述記憶體中儲存了將自行車速度與速度比相互關聯的一個或多個映射圖。所述系統包括與所述處理器通訊的邏輯模組。所述邏輯模組經設置以用於與所述處理器協作以便基於自行車速度和輸入踩踏速度從所述映射圖確定目標速度比。所述系統還可以包括與所述處理器通訊的致動器。所述致動器經設置以用於將所述變速器的速度比調節成基本上等於所確定的目標速度比。在一些實施例中，所述數據輸入介面包括顯示器和至少一個按鈕。在一些實施例中，所述數據輸入介面被安裝在所述自行車的車把上。所述自行車可以包括經設置以用於提供所述致動器的位置指示的位置感測器。在一些實施例中，所述數據結構具有速度比數據結構和自行車速度數據結構。在其他實施例中，所述球-行星變速器包括換檔桿，所述換檔桿可操作地聯結至所述致動器上。

【0046】 在非零度的行星件傾角下，在這兩個承載構件上的相反的扭矩的幅度方面存在差異，並且可以在這兩個承載構件上形成淨扭矩。如果當這兩個承載構件的相對位置改變時所得的這兩個承載構件之淨位置改變，則正在對這兩個承載構件做功或者這兩個承載件正在做功。在此揭露的多個實施例可以利用功來修改控制致動器的力-位置關係。

【0047】 圖 11 為一對承載構件、也稱為定子板（替代地稱為承載

板) 和換檔結構的分解透視圖，所述換檔機構可以用於加速或減慢所述定子板之一相對於另一定子板之旋轉。

【0048】 零平面可以定義為所述 CVT 的主軸線與至少一條行星件軸線在所述行星件軸線與主軸線平行時所在的平面。在所展示的實施例中，所述換檔機構包括兩個凸輪表面（所述換檔機構的每側上一個）以及向外延伸的芯軸，所述換檔機構可以經設置以用於圍繞所述芯軸旋轉。每個定子板都包括經設置以用於接納所述凸輪表面之一的開孔。所述凸輪表面之一可以相對於所述換檔機構的旋轉軸線是在另一個凸輪表面之徑向外側或內側。在一些實施例中，第一凸輪表面之偏心軸線可以與第二凸輪表面之偏心軸線成角度地偏離。由於在關於縱向偏心軸線的偏心幅度或角偏移量方面的所述差異中的一個或多個，所述換檔機構的旋轉可以在與所述徑向在外的凸輪表面相接觸的定子板中引起比在與所述徑向在內的凸輪表面相接觸的定子板中更大旋轉量。在一些實施例中，一條或多條偏心軸線可以相對於所述零平面成角度地偏離。

【0049】 如圖 11 中所描繪的換檔機構可以對這兩個定子板承受的扭矩力進行累加，由此減小為了改變所述換檔機構位置以引起在此描述的變速器或其他類似變速器之換檔所需要的總換檔力。

【0050】 在一些實施例中，所述凸輪表面可以被彈簧載入或者是響應於增大的荷載而以其他方式可變形。例如，在具體實施例中，所述凸輪表面的至少一部分可以是響應於施加的負載而變形的彈性材料帶。藉由提供形狀至少部分地取決於負載的動態凸輪表

面，可以提供對所述定子板彼此相對旋轉的某種被動回饋控制，這可以響應於所述定子板和所述凸輪表面所承受的負載來調節速度比。在這樣的實施例中，這兩個定子板的相對位置可以是取決於所施加的負載以及所述換檔機構的位置的。雖然示出了帶有多個凸輪表面的旋轉構件來基於所述變速器的狀態而對所述定子板所承受的力進行累加的，但這種累加以及換檔也可以是藉由在各自情況下也操作性地聯結至所述定子板上的槓桿、偏離的齒輪或其他已知的結構來執行的。

【0051】 圖 12 為包括行星齒輪組的變速器之截面透視圖。可以提供蝸桿螺釘以改變在此描述的所述實施例的以及在圖 11 中描述的換檔機構的位置。雖然所展示的實現方式描繪了可以用於改變所述換檔機構或定子板的位置的蝸桿，但可以是使用任何適當的控制系統或設備來控制所述換檔機構或定子板之位置。如圖 12 中展示的，所述行星齒輪組可以用作動力路徑的一部分以改變速度並且改變施加給在此描述的實施例的變速器或電馬達之扭矩，或者它可以用於如所希望地將扭矩分佈在變速器中的各個部件上，以便管理傳輸經過所述變速器的可變路徑之扭矩量。在一些實施例中，存在多個供動力經過之路徑，並且可能有利的是改變被傳遞經過變速器的所述行星件的動力量以提高效率、管理扭矩和相關聯的應力或者出於其他眾所周知的原因。例如，所述行星齒輪組可以用於逐步升高輸入部件之速度並且減小進入發電機之扭矩。

【0052】 此外，電馬達也可以與所述行星齒輪組整合在一起。如

在美國專利號 7,632,203 中更詳細描述的（所述專利之揭露內容藉由引用以其全文結合在此），電馬達與變速器之整合還可以有利地用於改變電馬達的操作條件並且增強所述電馬達之性能。例如，逐步升高某些電馬達部件相對於其他部件之速度可以提高所得的通量特徵並且增強電馬達性能。在美國專利號 7,632,203 中說明了電馬達類型、電馬達構型、以及藉由將電馬達與包括行星齒輪組的變速器整合可以實現的有利效果的另外實例。

【0053】 圖 13-15 示出了用於控制兩個承載構件、例如在圖 4 中描繪的承載構件 66、68 的相對旋轉的一種方法。圖 13 示意性地描繪了變速器的一部分，所述部分包括承載構件 66、68 以及與各定子板相接觸並且圍繞軸線 1305 可旋轉的可旋轉齒輪結構 1300。齒輪結構 1300 包括具有第一直徑並且與第一承載構件 66 相接觸之第一區段 1310、以及具有第二直徑並且與第二承載構件 68 相接觸之第二區段 1320。由於這兩個齒輪區段的直徑差異，所述齒輪結構可以控制第一和第二承載構件 66、68 之相對旋轉速率，同時仍對這兩個承載構件的反作用力進行累加以減小為調節在此描述的所述變速器之球軸線傾角所需要的總換檔力。

【0054】 圖 14 示出了例如上文中關於圖 13 所描述的齒輪結構的多直徑齒輪結構之透視圖，所述齒輪結構在此被示出為與單一板的帶齒區段相接觸。具體而言，所述多直徑齒輪結構的、具有的直徑大於所述結構的其餘部分的第一部分與第一板的帶齒區段相接觸。所述多直徑齒輪結構的具有較小直徑的第二部分可以與第

二板的帶齒區段相接觸（見圖 15），在圖 14 中為了清楚起見沒有示出。

【0055】 圖 15 示出了圖 14 的多直徑齒輪結構之相反透視圖，在此顯示為是與兩個板相接觸。所述多直徑齒輪結構之較窄部分（在圖 14 中不可見）與所述後部板的帶齒部分相接觸，而所述多直徑齒輪結構之較厚部分與所述前部板的帶齒部分相接觸。如上文中關於圖 13 所描述的，所述多直徑齒輪結構的所述齒輪部分之間的直徑差異控制了這兩個板之間的相對旋轉量。

【0056】 技術人員將認識到，結合在此揭露之所述實施例、例如包括就在此描述的變速器控制系統所描述的所述不同展示性邏輯塊、模組、電路和演算法步驟可以實施為電子硬體、儲存在電腦可讀介質上的並且由處理器可執行的軟體、或二者之組合。為了清楚地展示硬體和軟體之可交換性，上文中已經總體上對不同的展示性部件、塊體、模組、電路和步驟就其功能性進行了說明。這樣的功能性是作為硬體還是軟體來實施取決於具體應用以及強加在整個系統上的設計約束條件。熟練的技術人員可以針對每個具體應用採用不同方式來實施所描述之功能性，但這樣的實施決定不應被理解為造成了與本揭露的範圍之背離。例如，與在此揭露的所述實施例相聯繫地描述的多種不同展示性邏輯塊、模組、和電路可以是用被設計成用於執行在此描述的所述功能的通用處理器、數位訊號處理器（DSP）、應用專用積體電路（ASIC）、場可程式設計閘陣列（FPGA）或其他可程式設計邏輯器件、離散閘

或電晶體邏輯、離散硬體部件、或其任何組合來實施或執行的。通用處理器可以是微處理器，但在替代方案中，所述處理器可以是任何常規的處理器、控制器、微控制器或狀態機。處理器可以被實施為多個計算器件的組合，例如 DSP 與微處理器的組合、多個微處理器的組合、一個或多個微處理器與 DSP 核心相結合、或任何其他這樣的設置。與這樣的模組相關聯的軟體可以位於 RAM 記憶體、快閃記憶體、ROM 記憶體、EPROM 記憶體、EEPROM 記憶體、寄存器、硬碟、抽取式磁碟、CD-ROM、或本領域已知的任何其他適合形式的儲存介質中。示例性的儲存介質聯結至所述處理器上而使得所述處理器可以從所述儲存介質中讀取資訊以及向其中寫入資訊。在替代方案中，所述儲存介質可以與所述處理器是一體的。所述處理器和儲存介質可以位於 ASIC 內。例如在一些實施例中，用於所述 CVT 1 的控制器包括處理器（未示出）。

【0057】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0058】

1：CVT

2：自行車曲柄

- 4：曲柄軸
- 6：曲柄軸線
- 8：牽引行星件元件
- 10：第一承載構件
- 12：第二承載構件
- 14：換檔件
- 16：變速器殼體
- 18：牽引環
- 20：第一太陽構件
- 22：第二太陽構件
- 24：第一軸向力產生器
- 26：第二軸向力產生器
- 28：扭矩感測器
- 30：電馬達
- 31：驅動軸線
- 32：齒輪組
- 34：驅動齒輪
- 36：環齒輪
- 38：鏈輪
- 40：電動動力傳動系統
- 42：曲柄
- 44：曲柄軸

- 46：軸線
- 48：電馬達
- 50：CVT
- 51：殼體
- 52：軸向力產生器元件
- 54：第一太陽構件
- 58：扭矩感測器
- 60：第二太陽構件
- 62：輸出驅動器
- 64：驅動鏈輪
- 66：第一承載構件
- 68：第二承載構件
- 70A、70B：纜線通道
- 72：換檔鼓輪
- 74：花鍵
- 76：花鍵
- 78：偏置隨動件
- 80：槽縫
- 82：槽縫
- 90：自行車
- 92：曲柄軸
- 94：鏈輪

96：電馬達

98：CVT

100：自行車

102：曲柄軸

104：鏈輪

106：電馬達

108：CVT

110：自行車

112：曲柄軸

114：鏈輪

116：電馬達

118：CVT

120：自行車

122：曲柄軸

124：鏈輪

126：電馬達

128：CVT

130：自行車

132：曲柄軸

134：鏈輪

136：電馬達

138：CVT

140：後輪

1300：齒輪結構

1305：軸線

1310：第一區段

1320：第二區段



I667170

【發明摘要】

【中文發明名稱】無段變速器、與電馬達耦合的使用此無段變速器的系統以及人力驅動機器

【英文發明名稱】CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSIONS AND SYSTEMS WITH CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSIONS FOR COUPLING WITH ELECTRIC MOTORS AND HUMAN POWERED MACHINES

【中文】

一種無段變速器（CVT）可以與電馬達結合使用以促進對自行車騎車者的動力輔助。在一些實施例中，CVT和電馬達安裝在自行車的框架上、位於自行車的後輪輪轂前方的一位置處。在一些實施例中，CVT安裝在自行車框架的構件上並且由構件所支撐，從而使得CVT與自行車之曲柄軸同軸。曲柄軸經設置以用於驅動CVT的元件，元件經設置以用於操作性地驅動牽引環和牽引行星件。在一些實施例中，電馬達經設置以用於驅動CVT的元件。在其他實施例中，電馬達經設置以用於驅動曲柄軸。揭露了用於這樣的CVT的進步性的部件和元件。

【英文】

A continuously variable transmission (CVT) can be used in concert with an electric motor to facilitate power assistance to a rider

in a bicycle. In some embodiments, the CVT and electric motor is mounted on the frame of the bicycle at a location forward of the rear wheel hub of the bicycle. In some embodiments, the CVT is mounted on and supported by members of the bicycle frame such that the CVT is coaxial with the crankshaft of the bicycle. The crankshaft is configured to drive elements of the CVT, which are configured to operationally drive the traction rings and the traction planets. In some embodiments, the electric motor is configured to drive elements of the CVT. In other embodiments, the electric motor is configured to drive the crankshaft. Inventive component and subassemblies for such a CVT are disclosed.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

1：CVT

2：自行車曲柄

4：曲柄軸

6：曲柄軸線

8：牽引行星件元件

10：第一承載構件

12：第二承載構件

14：換檔件

16：變速器殼體

18：牽引環

20：第一太陽構件

22：第二太陽構件

24：第一軸向力產生器

26：第二軸向力產生器

28：扭矩感測器

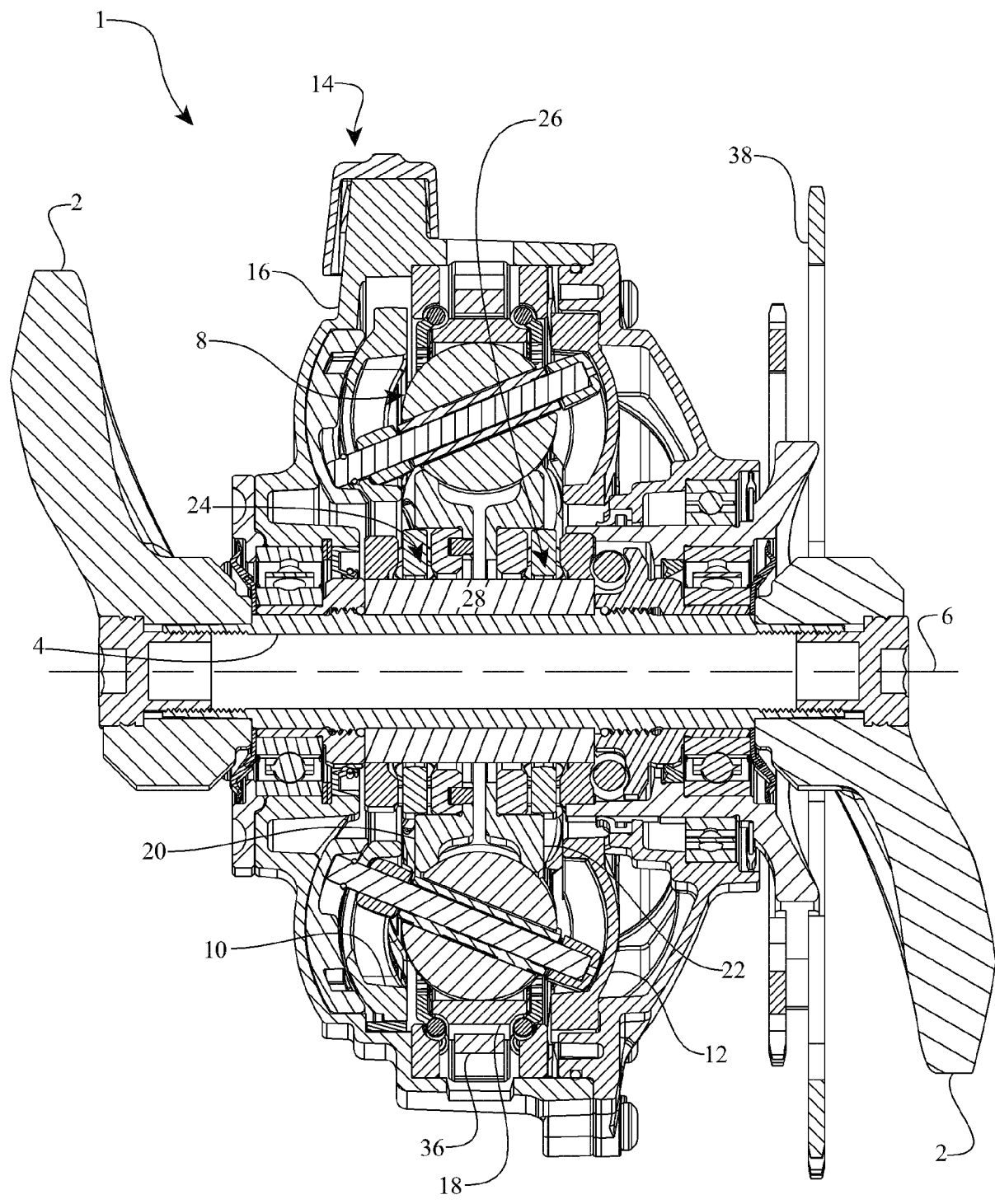
36：環齒輪

38：鏈輪

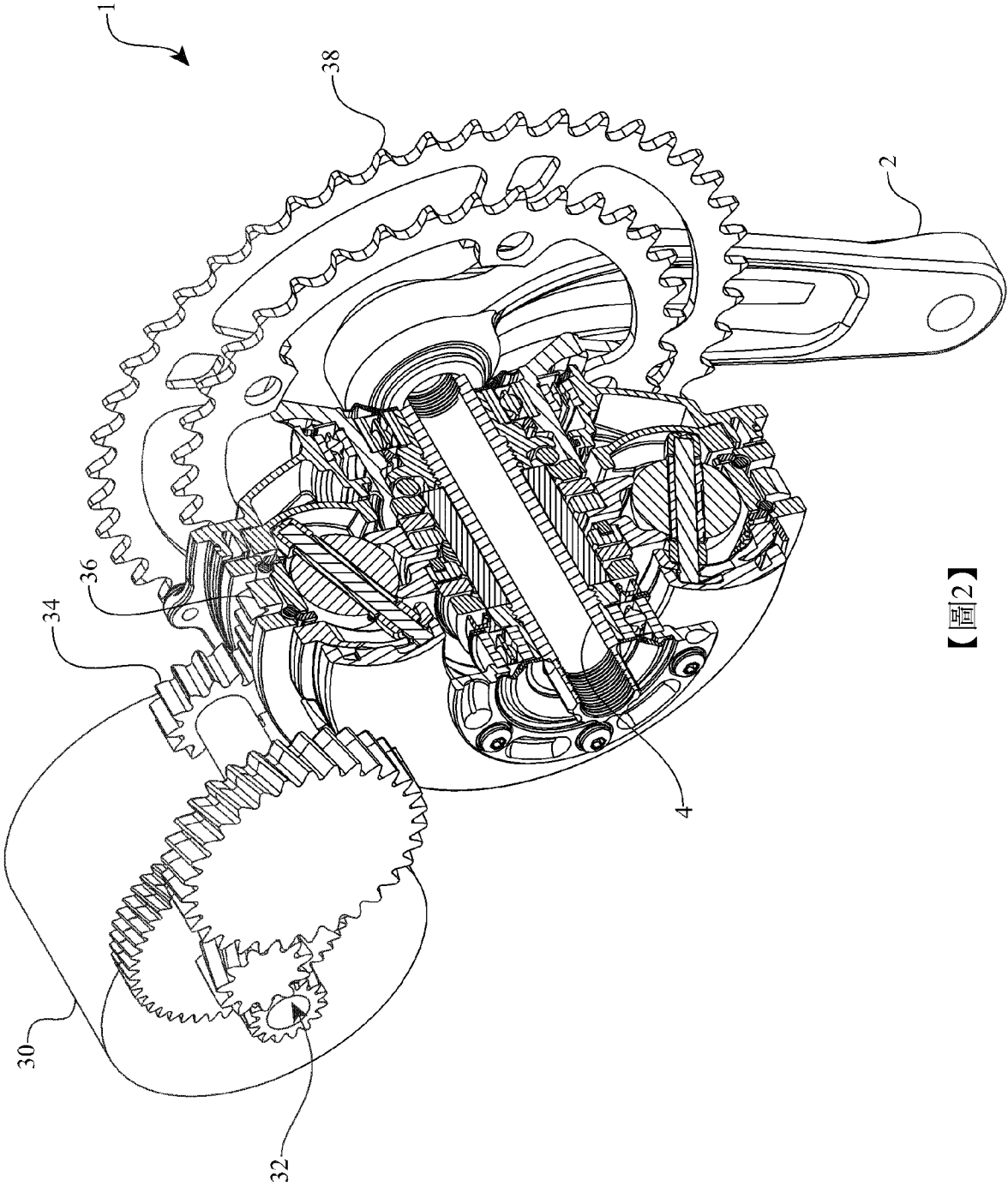
【特徵化學式】

無

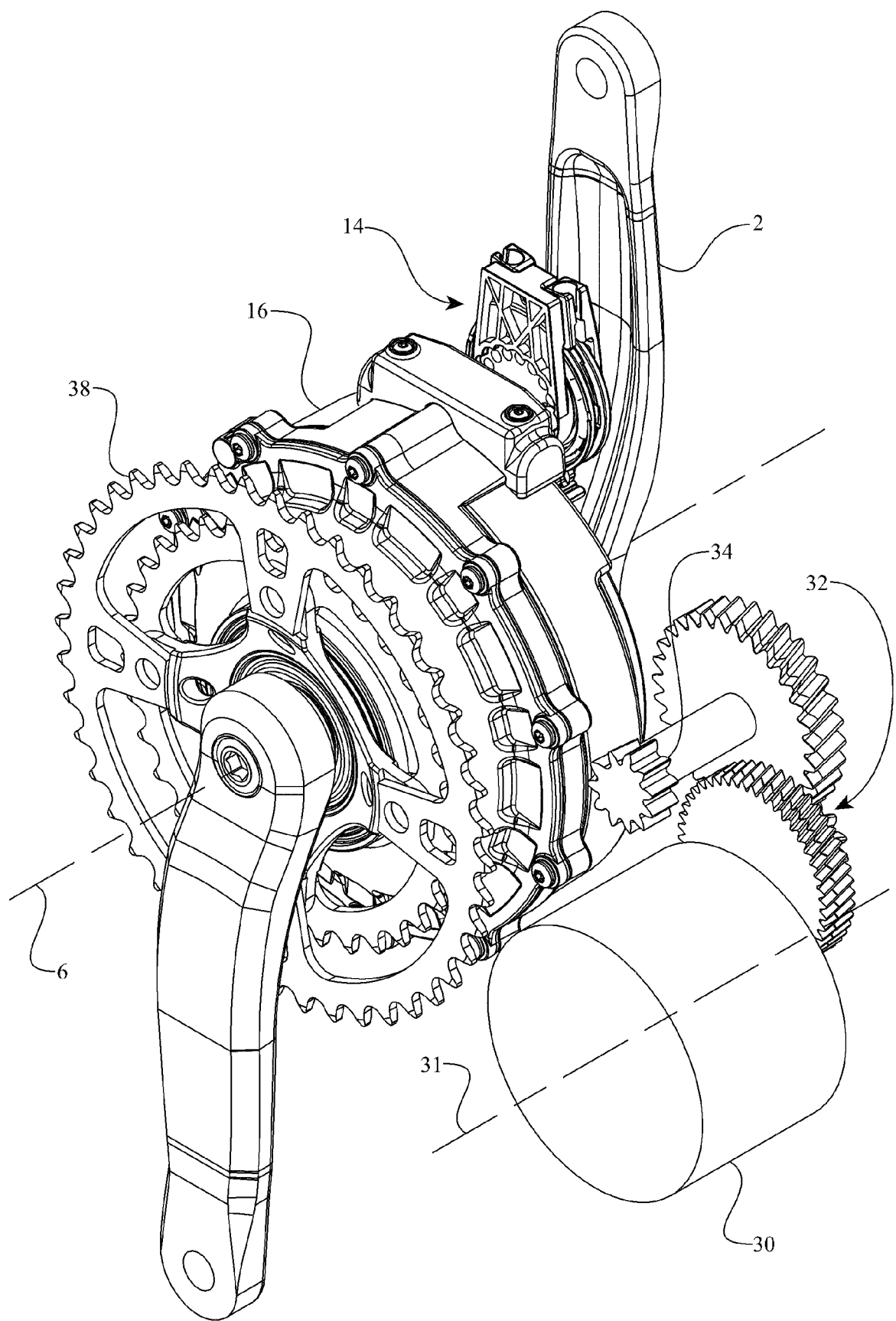
【發明圖式】



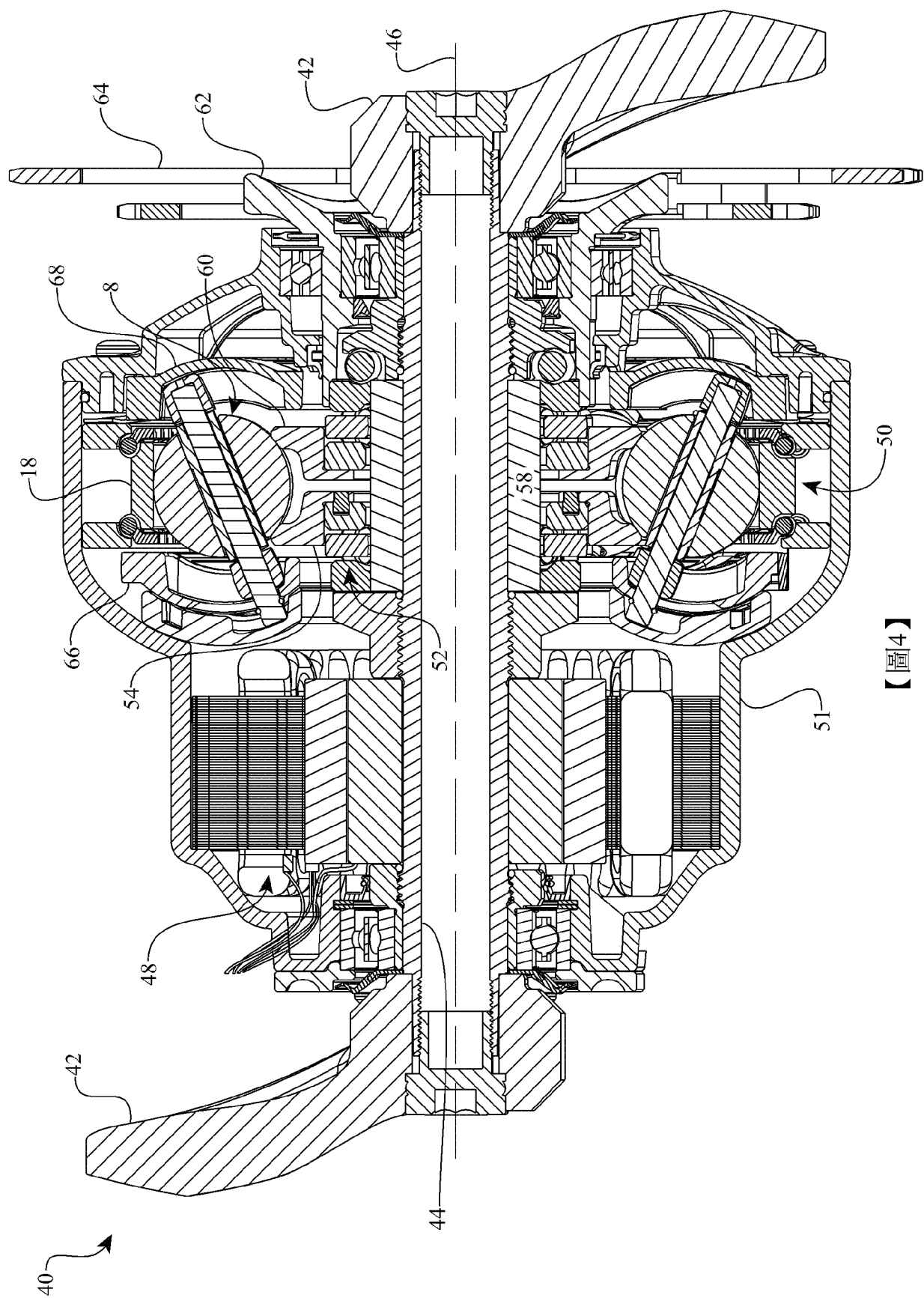
【圖1】



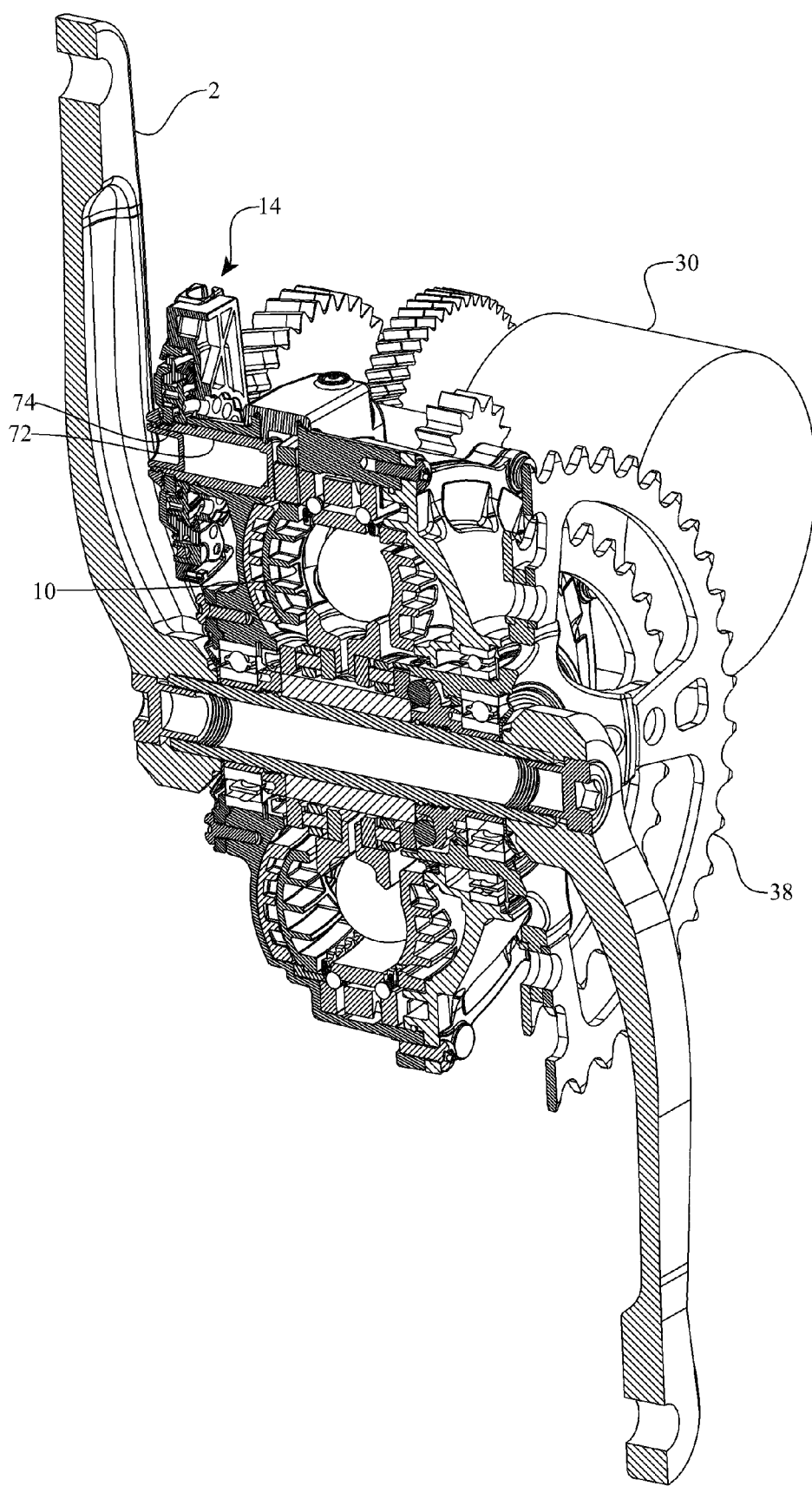
【圖2】



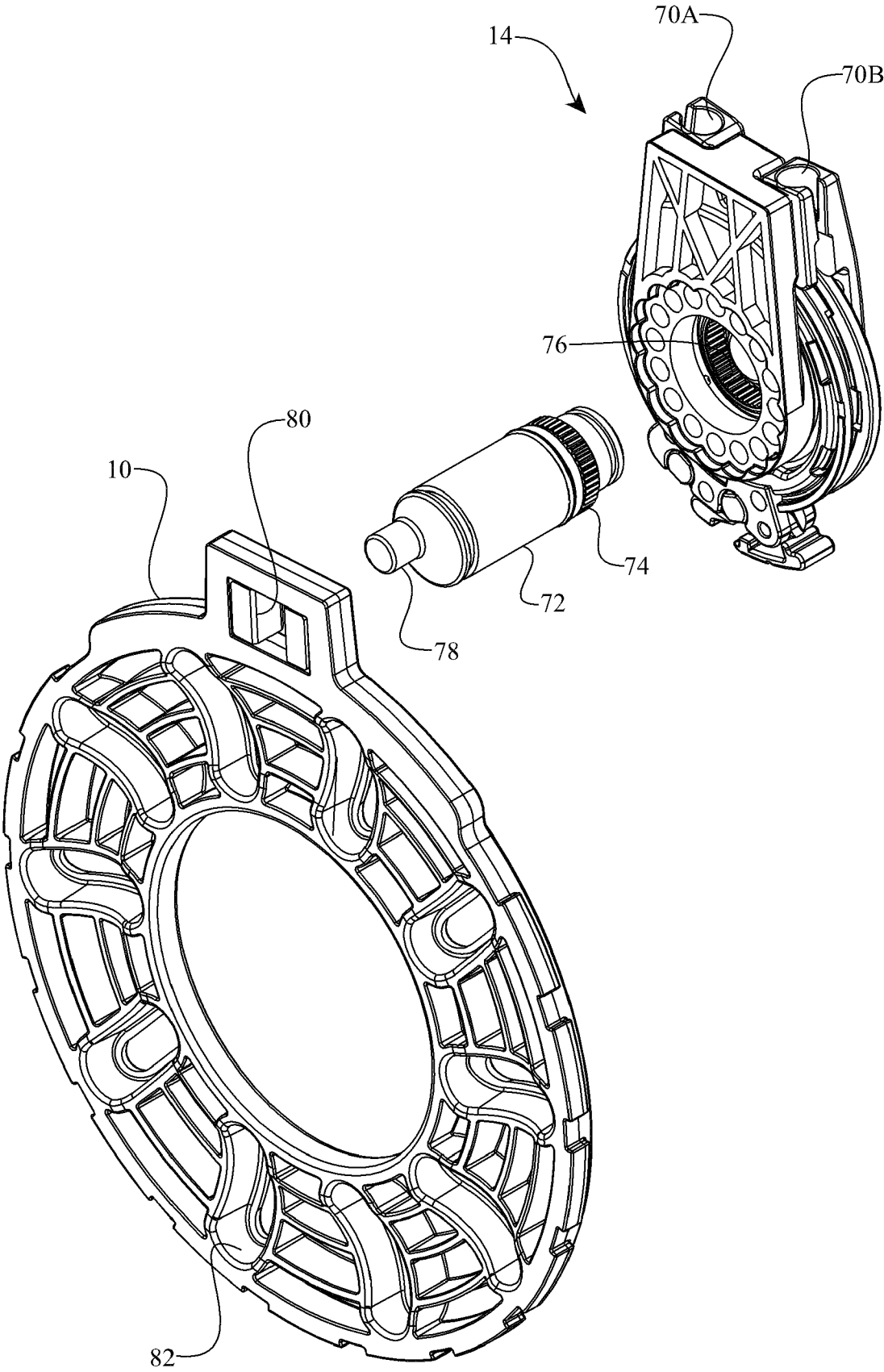
【圖3】



【圖4】



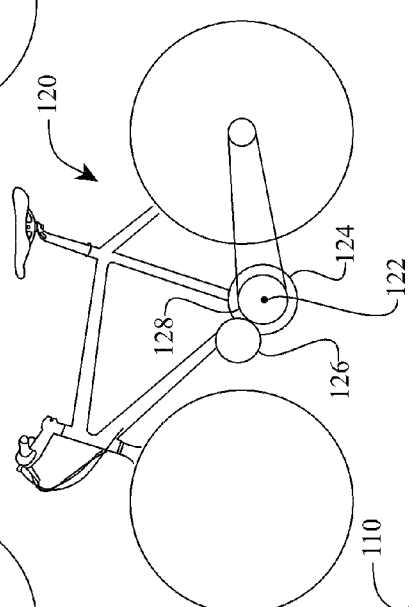
【圖5A】



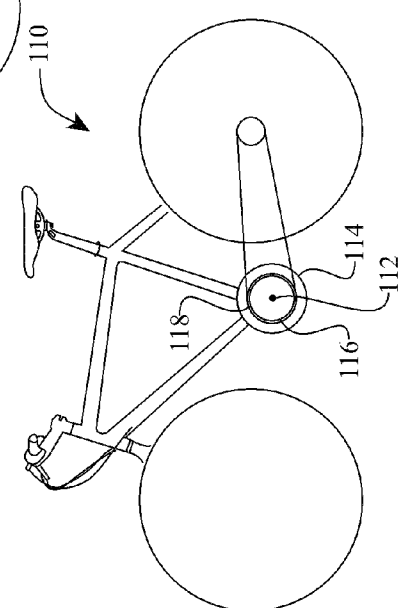
【圖5B】



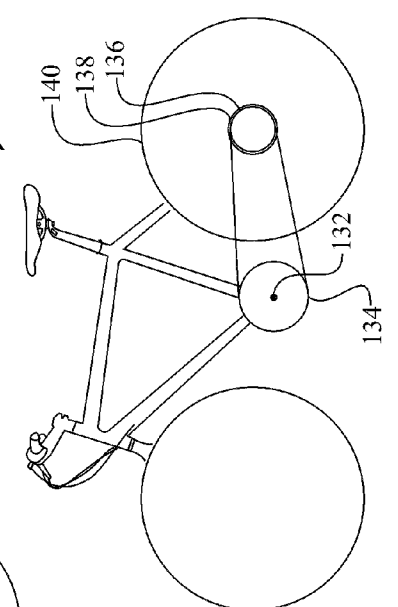
【圖6】



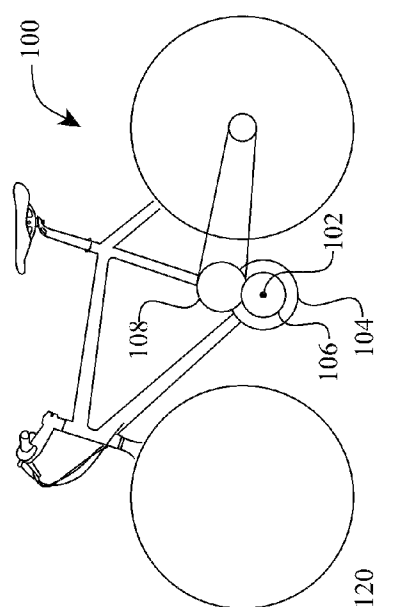
【圖7】



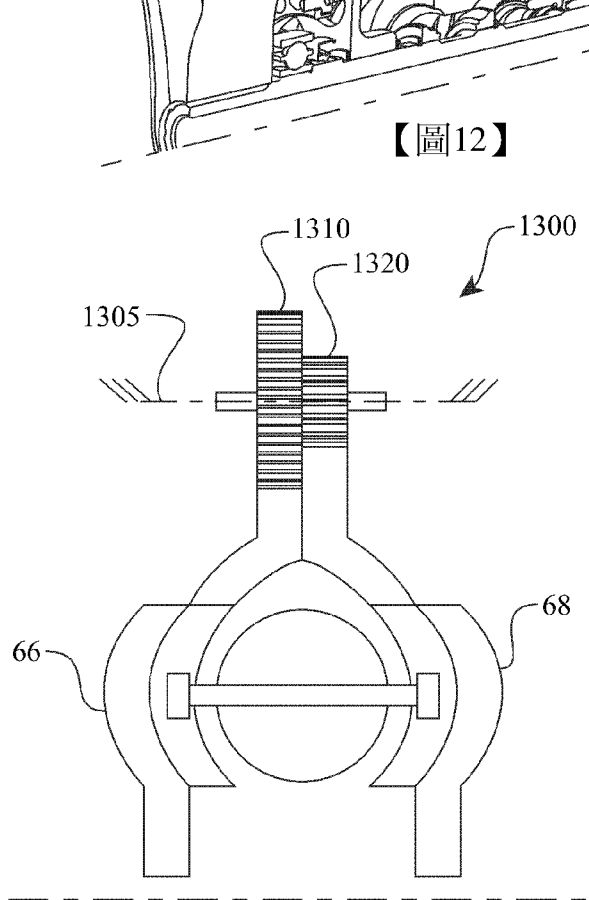
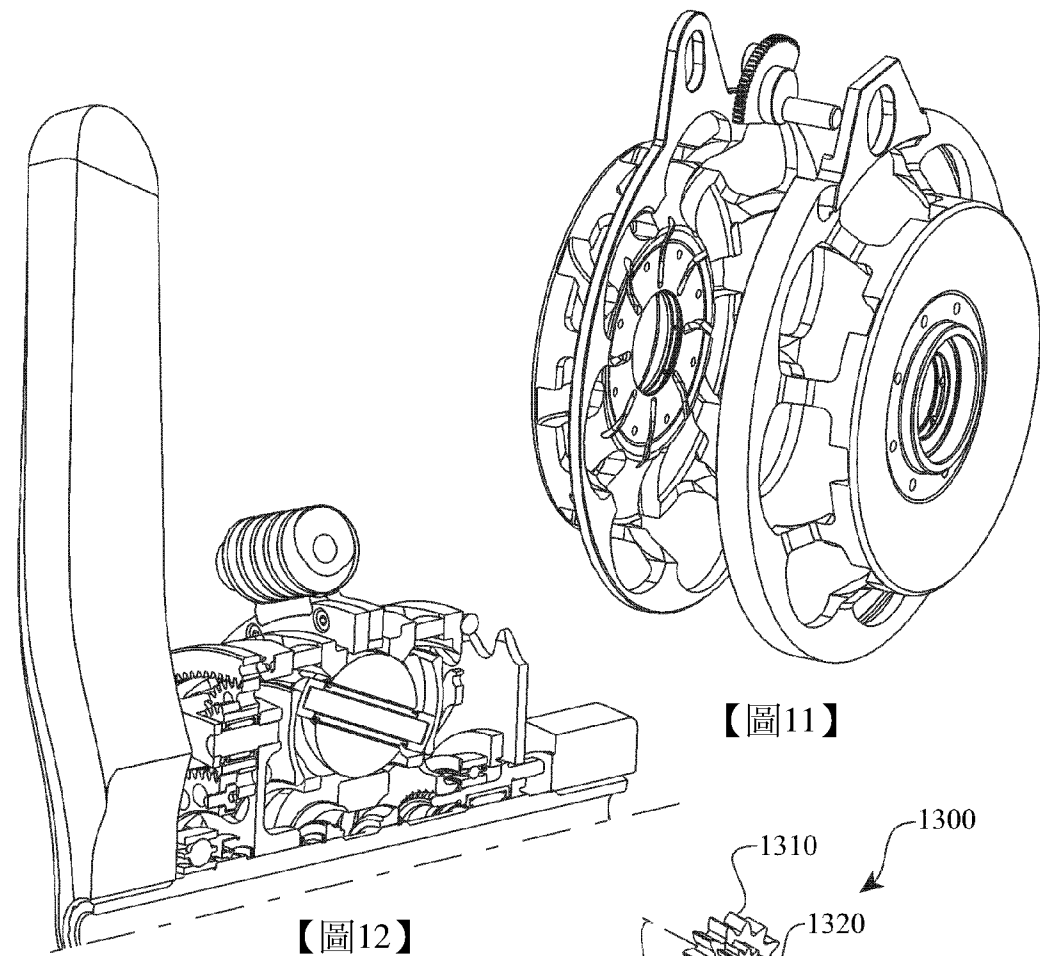
【圖8】



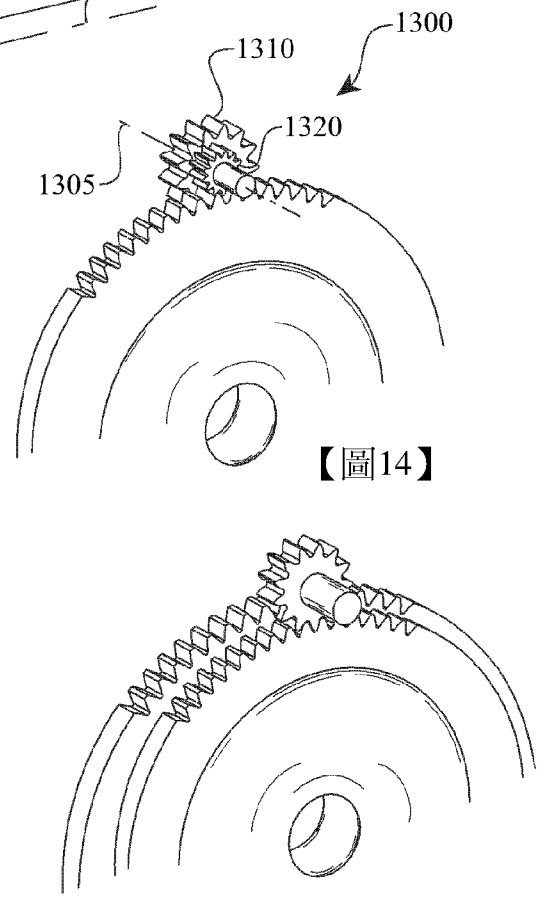
【圖9】



【圖10】



【圖13】



【圖14】

【圖15】

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種自行車，其包括複數個框架構件和限定曲柄軸線的曲柄軸的自行車，所述自行車更包括：

無段變速器(CVT)，其聯結至所述曲柄軸上，所述 CVT 包括：

複數個牽引行星件，圍繞所述 CVT 的縱向軸線成角度地安排，每個所述牽引行星件圍繞可傾斜軸旋轉；

第一承載構件，具有複數個徑向偏離之槽縫形成於其中，並且是圍繞所述縱向軸線成角度地安排；

第二承載構件，具有複數個徑向槽縫形成於其中，並且是圍繞所述縱向軸線成角度地安排，其中所述第一承載構件相對於所述第二承載構件可圍繞所述縱向軸線旋轉；

牽引環，其與每個所述牽引行星件相接觸；以及

第一和第二太陽構件，其與每個所述牽引行星件相接觸，所述第一和第二太陽構件位於所述複數個牽引行星件的徑向內側；以及

電馬達，其可操作地聯結至所述 CVT 上，其中所述電馬達的驅動軸線偏離所述 CVT 的所述縱向軸線和所述曲柄軸線中的一個或多個，其中所述電馬達經由齒輪組聯接到所述 CVT，且其中來自所述電馬達的動力通過所述牽引環傳遞到所述 CVT，並且來自所述曲柄軸的動力通過所述第一和第二太陽構件傳遞到所述 CVT。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述的自行車，其中所述CVT之所述縱向軸線和所述曲柄軸線是同軸。

【第3項】 如申請專利範圍第1項所述的自行車，其中所述CVT的殼體相對於所述框架構件不可旋轉。

【第4項】 如申請專利範圍第3項所述的自行車，其中所述殼體形成所述自行車的底部托架的一部分。

【第5項】 如申請專利範圍第1項所述的自行車，更包括通訊聯結至所述電馬達的電子控制器。

【第6項】 如申請專利範圍第5項所述的自行車，更包括耦合到所述CVT和所述電子控制器的控制系統，其中所述電子控制器被配置為控制所述CVT和所述電馬達。

【第7項】 如申請專利範圍第6項所述的自行車，其中所述電子控制器被配置為調整所述CVT的速度比和所述電馬達的運行參數中的一個或多個，以保持所述自行車的速度和節奏中的一個或多個。

【第8項】 一種用於動力傳動系統中的無段變速器(CVT)，所述CVT包括：

複數個牽引行星件，其圍繞縱向軸線成角度地佈置；

牽引環，其與各所述複數個牽引行星件相接觸且在各所述複數個牽引行星件的徑向外側定位；

第一和第二太陽構件，其與各所述複數個牽引行星件相接觸且在各所述複數個牽引行星件的徑向內側定位，其中所述第一和第二太陽構件和所述牽引環被適配成用於接收旋轉動力；

第一盤形本體，其具有第一中心和多個徑向偏離之槽縫，所述多個徑向偏離之槽縫形成在所述第一中心上且成角度地佈置，且每個所述多個徑向偏離之槽縫具有相對於所述第一盤形本體的徑向中心線的線性偏移，其中所述第一盤形本體的徑向中心線垂直於由座標系限定的主軸線，所述座標系具有與所述主軸線對應的 z 軸線、與所述徑向中心線對應的 y 軸線、以及與所述 y 軸線和所述 z 軸線垂直的 x 軸線，其中所述徑向偏離之槽縫位於由所述 x 軸線和所述 y 軸線形成的平面中；

第二盤形本體，其具有與所述第一中心同軸安排的第二中心；以及

電馬達，其連接到所述牽引環且具有驅動軸線，其中所述電馬達的所述驅動軸線偏離所述 CVT 的所述縱向軸線，其中來自所述電馬達的動力通過所述牽引環傳遞到所述 CVT，並且來自第二動力源的動力通過所述第一和第二太陽構件傳遞到所述 CVT。

【第9項】 如申請專利範圍第8項所述的用於動力傳動系統中的無段變速器，更包括：

電子控制器，其通訊聯結至所述電馬達；以及

控制系統，其耦合到所述 CVT 和所述電子控制器，其中所述電子控制器被配置為控制所述 CVT 和所述電馬達中的一個或多個。

【第10項】 如申請專利範圍第9項所述的用於動力傳動系統中的無段變速器，其中所述電子控制器被配置為調整所述CVT的速度比和所述電馬達的運行參數中的一個或多個。

【第11項】 一種位於電動傳動系統的殼體中的無段變速器(CVT)，所述CVT包括：

多個牽引行星件，其圍繞縱向軸線成角度地佈置；

牽引環，其與各所述多個牽引行星件相接觸；

太陽構件，其與各所述多個牽引行星件相接觸且在所述多個牽引行星件的徑向內側定位，其中所述太陽構件和所述牽引環被適配成用於接收旋轉動力；

第一承載構件，其具有第一中心；

第二承載構件，其具有與所述第一中心同軸安排的第二中心；

多個徑向偏離之槽縫，其形成在所述第一承載構件的第一中心上且成角度地佈置，且每個所述多個徑向偏離之槽縫具有相對於所述第一承載構件的徑向中心線的線性偏移；

控制機構，其在控制運動期間旋轉所述第一承載構件和所述第二承載構件的淨位置，其中所述第一承載構件的徑向中心線垂直於所述縱向軸線，其中所述徑向偏離之槽縫位於由所述第一承載構件的徑向中心線和垂直於所述縱向軸線與所述第一承載構件的徑向中心線的直線所形成的平面中；以及

電馬達，其連接到所述牽引環且具有驅動軸線，其中所述電

馬達的所述驅動軸線偏離所述 CVT 的所述縱向軸線，其中來自所述電馬達的動力通過所述牽引環傳遞到所述 CVT，並且來自第二動力源的動力通過所述太陽構件傳遞到所述 CVT。

【第12項】 如申請專利範圍第11項所述的位於電動傳動系統的殼體中的無段變速器，更包括：

電子控制器，其通訊聯結至所述電馬達；以及

控制系統，其耦合到所述 CVT 和所述電子控制器，其中所述電子控制器被配置為控制所述 CVT 和所述電馬達中的一個或多個。

【第13項】 如申請專利範圍第12項所述的位於電動傳動系統的殼體中的無段變速器，其中所述電子控制器被配置為調整所述 CVT 的速度比和所述電馬達的運行參數中的一個或多個。

【第14項】 如申請專利範圍第13項所述的位於電動傳動系統的殼體中的無段變速器，其中所述控制系統包括通訊聯結到所述電子控制器的電子設備。