



(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 I839245 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：112121686 (22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 11 月 15 日

(51)Int. Cl. : **B60G17/016 (2006.01)** **B60G17/018 (2006.01)**  
**B62D9/02 (2006.01)** **B62J45/414 (2020.01)**  
**B62K5/08 (2006.01)** **B62K5/10 (2013.01)**

(30)優先權：2017/11/15 美國 62/586,851  
2017/11/17 美國 62/587,984  
2018/01/09 美國 62/615,372

(71)申請人：美商未來運行公司(美國) FUTURE MOTION, INC. (US)  
美國

(72)發明人：多克森 凱爾 喬納森 DOERKSEN, KYLE JONATHAN (CA)；威爾考斯 約瑟  
WILCOX, JOSEPH (US)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW	201420413A	TW	201512020A
TW	201713521A	CN	1511747B
EP	2345576B1	US	2012/0181765A1

審查人員：林炯暉

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：36 共 77 頁

## (54)名稱

一種自動地可傾斜車輛

## (57)摘要

一種本發明之車輛可包括藉由一四桿聯動裝置或其類似者耦接至一可傾斜中心底盤之至少一對對置車輪，使得該等車輪經配置以與該中心底盤共調傾斜。一轉向致動器及/或一傾斜致動器可藉由該車輛之一電子控制器可分離地控制。該控制器可包括經配置以維持該底盤之一中間平面與由重力及任何誘發離心力所引起的一淨力向量之間對準的處理邏輯。各種控制演算法可用以自主地或半自主地使該車輛沿著一所需路徑轉向。

A vehicle of the present disclosure may include at least one pair of opposing wheels coupled to a tiltable central chassis by a four-bar linkage or the like, such that the wheels are configured to tilt in unison with the central chassis. A steering actuator and/or a tilting actuator may be discretely controllable by an electronic controller of the vehicle. The controller may include processing logic configured to maintain alignment between a median plane of the chassis and a net force vector caused by gravity and any induced centrifugal forces. Various control algorithms may be utilized to steer the vehicle along a desired path, either autonomously or semi-autonomously.

指定代表圖：



386:樞轉總成

391:第一容器

392:第二容器

396:驅動致動器



I839245

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 一種自動地可傾斜車輛

【英文發明名稱】 An automatically tiltable vehicle

## 【中文】

一種本發明之車輛可包括藉由一四桿聯動裝置或其類似者耦接至一可傾斜中心底盤之至少一對對置車輪，使得該等車輪經配置以與該中心底盤共調傾斜。一轉向致動器及/或一傾斜致動器可藉由該車輛之一電子控制器可分離地控制。該控制器可包括經配置以維持該底盤之一中間平面與由重力及任何誘發離心力所引起的一淨力向量之間對準的處理邏輯。各種控制演算法可用以自主地或半自主地使該車輛沿著一所需路徑轉向。

## 【英文】

A vehicle of the present disclosure may include at least one pair of opposing wheels coupled to a tiltable central chassis by a four-bar linkage or the like, such that the wheels are configured to tilt in unison with the central chassis. A steering actuator and/or a tilting actuator may be discretely controllable by an electronic controller of the vehicle. The controller may include processing logic configured to maintain alignment between a median plane of the chassis and a net force vector caused by gravity and any induced centrifugal forces. Various control algorithms may be utilized to steer the vehicle along a desired path, either autonomously or semi-autonomously.

【指定代表圖】 圖3

## 【代表圖之符號簡單說明】

- 101:轉向致動器
- 102:致動器
- 106:制動致動器
- 300:車輛
- 322:底盤
- 323:第一末端/前部末端
- 324:第二末端/後端
- 326:第一車輪/前車輪
- 327:第二車輪前車輪
- 328:車輪/後輪
- 331:懸掛總成
- 332:橫樑
- 332A:第一或左末端
- 332B:第二或右末端
- 333:第一支架
- 334:第二支架
- 336:樞轉總成
- 337:主軸軸桿
- 346:車輪旋轉總成
- 347:車輪旋轉總成
- 356:轉向機構/總成
- 357:第一轉向桿
- 358:第二轉向桿

- 359:轉向軸
- 361:臂
- 362:耦接支架
- 366:轉向把手或方向盤
- 371:頸狀部分或導桿
- 372:頂部管
- 373:底部管/下管
- 374:中心柱或座位管
- 376:底部臂或車輪叉
- 377:樞轉總成
- 381:偏轉懸掛部件/彈簧
- 382:座位
- 386:樞轉總成
- 391:第一容器
- 392:第二容器
- 396:驅動致動器

## 【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 一種自動地可傾斜車輛

【英文發明名稱】 An automatically tiltable vehicle

### 【技術領域】

【0001】 本發明係關於用於自動地或半自動地控制可傾斜車輛之系統及方法。

### 【先前技術】

【0002】 當前，在公路上的多數機動車輛為與三輪式機動車輛相比往往會更大、更重及因此更小燃料效率的四輪式車輛。不管四輪式車輛可看出享有更廣泛用途及接受性的事實，仍存在藉由現代三輪式車輛所提供之若干優點。舉例而言，在多數環境下，三輪車輛依據其性質由於三個觸點將在所有環境下形成一平面而四個觸點將並不在所有環境下形成一平面因而比四輪式車輛更穩定。另一優點為三輪式車輛在加速及制動兩者情形中針對最大輪胎摩擦力提供幾乎理想的車輪載荷分佈。

【0003】 不管三輪式車輛享有超過四輪式車輛的優點，三輪式車輛之主要缺點在於在轉彎期間三輪式車輛僅僅具有必須承載在克服轉彎時由車輛產生之整個離心載荷的單一外部車輪，而非具有接觸路面之兩個外部車輪。就此而言，離心力往往會使外部輪胎過載，從而除非提供一些額外力補償手段否則引起車輛滑出轉彎方向。另外，三輪式車輛幾何構型允許與車輛之重心相關聯的力向量快速落在車輛之輪距外部，從而引起不穩定情況並增加翻倒車輛之可能性。為使此情況更壞，隨著車輛（包括操作者及藉由車輛攜載之任何載荷）之重心升高，車輛不穩定性及翻倒之可能性變得大得多。

【0004】 當更強調具有重電池載荷之替代燃料及/或混合式車輛時，及當對於自我驅動或半自控車輛及行動機器人系統之需要上升時，克服三輪式車輛中之前述處置問題的能力變得甚至更重要。

【0005】 因此，需要自動地維持及增強穩定性及處置特性的用於傾斜車輛之控制系統。

### 【發明內容】

【0006】 本發明提供與用於動態可傾斜車輛之控制系統有關的系統、設備及方法。

【0007】 在一些實施例中，一種車輛可包括：一對車輪，其藉由一四桿聯動裝置耦接至一可傾斜中心框架，該四桿聯動裝置經組態以使得該對車輪及該中心框架經配置以相對於該中心框架之一中間平面共調傾斜；一感測器，其經配置以偵測關於經施加至該中心框架之一淨力向量的方向資訊，其中該淨力向量係藉由重力結合施加至該中心框架之任何可應用離心力來判定；一第一致動器，其以操作方式耦接至該中心框架並經配置以選擇性地傾斜該中心框架；一第二致動器，其以操作方式耦接至該對車輪且經配置以選擇性地使該對車輪轉向；一控制器，其包括經配置以回應於來自該感測器之方向資訊而選擇性地控制該第一致動器及該第二致動器以自動地維持該淨力向量與該中心框架之該中間平面對準的處理邏輯。

【0008】 在一些實施例中，一種用於自動地操作一可傾斜車輛之方法可包括：感測一輪式車輛之一中心底盤上之一淨力向量，該中心底盤藉由一四桿聯動裝置總成耦接至一對側向安置之車輪，其中該中心底盤可側向傾斜且該四桿聯動裝置總成經配置以使車輪與該中心底盤共調地傾斜，且其中該中心底盤界定一中間平面；回應於接收到與所需行進路徑有關的資訊，將車輛之速度與

一第一臨限值及大於該第一臨限值的一第二臨限值比較；及回應於小於該第一臨限值之該車輛之速度，藉由同時及自動地轉向車輪而使該車輛轉彎並引起該中心底盤之傾斜，使得該淨力向量與該中間平面之間的未對準被最小化。

【0009】 特徵、功能及優點可在本發明之各種實施例中獨立地實現，或可在其他實施例中組合，參考以下描述及圖式可見該等特徵、功能及優點之另外細節。

### 【圖式簡單說明】

【0010】 [圖1]為根據本發明教示之態樣的在說明性可傾斜車輛上之騎乘者的正視圖。

[圖2]為相對於車輛之中間平面傾斜的圖1之車輛的前正視圖。

[圖3]為根據本發明教示之態樣的另一說明性可傾斜車輛之示意圖。

[圖4]為適合用於本發明教示之車輛的說明性車輛車輪總成之示意性正視圖。

[圖5]為圖3之車輛及其控制系統之所選擇組件的示意性方塊圖。

[圖6]為根據本發明教示之態樣的可傾斜車輛上之車輪總成部分的示意性正視圖。

[圖7]為圖6之車輛的另一示意性正視圖，描繪在傾斜位置中之車輪總成。

[圖8]為根據本發明教示之態樣的具有車輪總成及所選擇傾斜致動器的說明性車輛之正視圖。

[圖9]為圖8之車輛的另一正視圖，描繪在傾斜位置中之車輛。

[圖10]為根據本發明教示之態樣的具有車輪總成及另一所選擇傾斜致動器的另一說明性車輛之正視圖。

[圖11]為描繪在傾斜位置中之車輛的圖10之車輛的另一正視圖。

[圖12]為根據本發明教示之態樣的具有另一所選擇傾斜致動器之又一個說明性車輪總成之示意性正視圖。

[圖13]為圖12之車輪總成的另一示意性正視圖，描繪在傾斜位置中之車輪總成。

[圖14]為根據本發明教示之態樣的具有車輪總成及所選擇傾斜致動器的又一個說明性車輛之正視圖。

[圖15]為圖14之車輛的另一正視圖，描繪在傾斜位置中之車輛。

[圖16]為根據本發明教示之態樣的具有所選擇傾斜致動器之又一個說明性車輪總成之示意性正視圖。

[圖17]為圖16之車輪總成的另一示意性正視圖，描繪在傾斜位置中之車輪總成。

[圖18]為在第一位置中之適合用於車輛車輪總成的說明性聯動裝置組件之正視圖。

[圖19]為圖18之聯動裝置組件的另一正視圖，描繪在第二位置中之聯動裝置組件。

[圖20]為在第一位置中之適合用於車輛車輪總成的說明性聯動裝置組件之正視圖。

[圖21]為描繪在第二位置中之聯動裝置組件的圖20之聯動裝置組件的另一正視圖。

[圖22]為根據本發明教示之態樣的具有說明性車輪總成聯動裝置組件的說明性可傾斜車輛之正視圖。

[圖23]為圖22之車輛的另一正視圖，描繪在傾斜位置中之車輛。

[圖24]為根據本發明教示之態樣的具有說明性車輪總成聯動裝置組件的另一說明性可傾斜車輛之正視圖。

[圖25]為適合用於本發明教示之車輛的說明性車輛轉向總成之等角視圖。

[圖26]為根據本發明教示之態樣的又一個說明性可傾斜車輛之側視圖。

[圖27]為在中間位置中之又一個說明性可傾斜車輛的正視圖。

[圖28]為圖27之車輛的另一正視圖，描繪在轉彎位置中之車輛。

[圖29]為圖27之車輛的又一個正視圖，描繪在轉彎及傾斜位置中之車輛。

[圖30]為圖27之車輛的又一個正視圖，描繪在傾斜位置中之車輛。

[圖31]為根據本發明教示之態樣的又一個說明性可傾斜車輛之示意性正視圖。

[圖32]為圖31之車輛的另一示意性正視圖，描繪當橫越障礙物時保持直立之車輛。

[圖33]為圖31之車輛的又一個示意性正視圖，描繪在傾斜位置中之車輛。

[圖34]為圖31之車輛的又一個示意性正視圖，描繪當橫越障礙物時在傾斜位置中之車輛。

[圖35]為描繪用於控制根據本發明教示之可傾斜車輛的說明性方法之步驟的流程圖。

[圖36]為描繪用於控制根據本發明教示之可傾斜車輛的說明性方法之步驟的另一流程圖。

## 【實施方式】

【0011】 在下文描述並在相關聯圖式中說明具有自動化傾斜及/或轉向控制之車輛的各種態樣及實例，以及相關方法。除非另外說明，否則根據本發明教示之車輛及/或其各個組件可含有在本文中描述、說明及/或併入的結構、組件、功能性及/或變化形式中之至少一者。此外，除非特定地排除，否則結合本發明教示描述、說明及/或併入於本文中之程序步驟、結構、組件、功能性及/

或變化形式可包括在其他類似裝置及方法中，包括在所揭示之實施例之間可互換。對各種實例之以下描述在性質上僅為說明性且不預期以任何方式限制本發明、其應用或使用。另外，由以下所描述之實例及實施例提供之優點在性質上為說明性的，且並非所有實例及實施例提供相同優點或相同程度之優點。

**【0012】** 此實施方式包括以下章節，其直接地遵循以下：（1）定義；（2）概述；（3）實例、組件及替代例；（4）優點、特徵及益處；及（5）結論。實例、組件及替代例章節經進一步分成子章節A及B，相應地標識其中之每一者。

**【0013】 定義**

**【0014】** 除非另外指示，否則以下定義在本文中適用。

**【0015】** 「實質上」意謂或多或少地遵照由該術語修飾之特定尺寸、範圍、形狀、概念或其他態樣，使得一特徵或組件不需要精確遵照。舉例而言，「實質上圓柱形」物件意謂該物件類似一圓柱體，但可具有與真實圓柱體之一或多個偏差。

**【0016】** 「包含」、「包括」及「具有」（及其詞形變化形式）可互換使用以意謂包括但未必限於，且為開放式術語，並不意欲排除額外的未列舉之元件或方法步驟。

**【0017】** 諸如「第一」、「第二」及「第三」之術語用來區分或識別群組、類別或其類似者之各種構件，且並不意欲展示序列或數值限制。

**【0018】** 「AKA」意謂「亦稱為」且可用以指示一或多個給定元件之替代或對應術語。

**【0019】** 術語「內側」、「外側」、「前向」、「後向」及類似者意欲在車輛或主體車輛（若描述組件）之上下文中被理解。舉例而言，「外側」可指示橫向距離車輛之中心線較遠的相對位置，或遠離車輛中心線的方向。相反

地，「內側」可指示朝向中心線之方向，或較接近於中心線的相對位置。類似地，「前向」意謂朝向車輛之前部部分，且「後」意謂朝向車輛之後部。在不存在主體車輛的情況下，可使用相同方向術語，就如同存在該車輛一樣。舉例而言，即使當孤立地觀看時，一裝置仍可具有一「前向」邊緣，此係基於該裝置將在面向主體車輛之前部部分的方向上安裝有所討論之邊緣的事實。

【0020】 應在被描述的特定車輛之上下文中在其正常操作配置中理解諸如「向上」、「向下」、「垂直」、「水平」及類似者之方向術語。舉例而言，車輛可圍繞經定義X、Y及Z軸線定向。在彼等實例中，X-Y平面將定義水平，其中向上經定義為正Z方向且向下經定義為負Z方向。一般而言，如本文所使用Z軸將與歸因於重力之力對準。

【0021】 「耦接」意謂永久地或可拆卸地（無論直接地或經由介入組件間接地）連接，且（取決於上下文）不必限於實體連接。

【0022】 「彈性」描述經配置以在正常操作載荷下（例如當被壓縮時）彈性變形及當卸載時返回至原始形狀或位置的材料或結構。

【0023】 「剛性」描述經配置為在正常操作條件下堅硬、不可變形或實質上缺乏撓性的材料或結構。

【0024】 「處理邏輯」可包括經配置以藉由執行一或多個邏輯及/或算術運算（例如執行經寫碼指令）處理資料的任何合適之裝置或硬體。舉例而言，處理邏輯可包括一或多個處理器（例如中央處理單元（central processing unit；CPU）及/或圖形處理單元（graphics processing unit；GPU）、微處理器、處理核心之集群、場可程式化閘極陣列（field-programmable gate array；FPGA）、人工智慧（artificial intelligence；AI）加速器、數位信號處理器（digital signal processor；DSP）及/或邏輯硬體的任何其他合適之組合。

## 概述

【0025】 一般而言，本發明教示之車輛可包括至少一對可傾斜車輪及具有經配置以執行以下操作之處理邏輯的一控制系統：自動地傾斜車輛之底盤及在一些情況下主動地轉向車輛之車輪以導引車輛沿著所選擇路徑同時維持車輛底盤之中間平面與由重力及離心力（若存在）產生之淨力向量對準。車輛可具有經配置以導致底盤及車輪之協調且實質上相同傾斜的任何合適設計。舉例而言，車輛之轉向或懸掛系統可包含四桿平行四邊形聯動裝置，從而將左車輪及右車輪耦接至中心底盤。在下文描述此類型車輛之實例。在一些情況下，車輛可包含機器人車輛、半自主車輛，或線控飛行車輛。

【0026】 本發明之方法及系統可例如提供使用輪式車輛將製品、物件、產品或商品自一個位置遞送至另一位置。控制方法可部分或完全經電腦實施。如上文所描述，輪式車輛可視情況經遠端地控制、半自主的或混合自主的。車輛可視情況為一個或複數個輪式車輛，例如複數個相同輪式車輛中的一者。在一些實施例中，輪式車輛可視情況為無人駕駛輪式車輛，其可被稱作無人駕駛車輛或機器人、自主車輛或機器人、自主輪式車輛或機器人或此等術語之任何組合。本發明之系統可被稱作輪式車輛或機器人遞送系統、無人駕駛車輛或機器人遞送系統、自主車輛或機器人遞送系統、無人駕駛或自主遞送系統或前述之任何組合。本發明之方法及系統可視情況在室內或室外地面輸送網路上使用，該網路可包括道路、自行車路徑、人行道、巷道、路徑、人行橫道、輪式車輛可行進於其上的任何路線或前述之任何組合。本發明之輸送網路可被稱作室外網路、室外輸送網路、地面輸送網路或其類似者。

【0027】 車輛之機電可控制變數可包括相對於車輪聯動裝置之底盤傾斜、車輪之轉向、節流器或車輛速度，及制動。一般而言，控制系統經配置以當轉彎時保持離心力及重力平衡，以使得組合之離心及重力向量產生平行於底盤及車輪中間平面之淨力向量。藉由引導平行於底盤的組合之力，車輛懸掛組

件（以及騎乘者，適用時）上之應力減小，翻車風險減小，且轉彎之摩擦力得以改良或最大化。

**【0028】** 底盤之理想偏斜位置可經由產生所需效能的致動器與控制軟體之一組合實現。在一些實例中，傾斜及轉向角對於給定轉彎經分離地控制。一般而言，傾斜與轉向比率經控制，此取決於速度及地形，且較高速度導致更多車輛底盤偏斜、較少車輪轉向。底盤處經歷的傾斜為路面之角度加車輪聯動裝置肢接之角度的總和。偵測表面之位準（或底盤傾斜移位以校正）在一些情況下可使用靠近路面的合適之感測器進行。然而，藉由量測與由重力及任何離心力所引起的淨力向量之關係判定及維持底盤之絕對傾斜角可更有效。

**【0029】** 在一些情況下，必須考慮冠形輪胎與地形之相互作用，此係因為一些車輪之冠形形狀在追蹤時可在給定轉彎向量情況下在不均勻或傾斜地形上沿車輪之側面產生刮擦（scrub）。為了使三輪式車輛傾斜，取決於地形，可能需要欠轉向或過轉向，以抵消冠形車輪之自然影響以過轉向或欠轉向進入轉彎。一般而言，此輪胎刮擦比起損失車輛之所需路徑更好。

**【0030】** 本文中所描述的控制系統之態樣可實施為包括電腦方法、電腦系統或電腦程式產品之處理邏輯。因此，控制系統之態樣可採用以下形式：完全硬體實施例、完全軟體實施例（包括韌體、駐留軟體、微碼及其類似者），或組合軟體及硬體態樣之實施例，其皆可在本文中大體稱作「電路」、「模組」或「系統」。此外，控制系統之態樣可採用體現於在上面體現有電腦可讀程式碼/指令的電腦可讀媒體（或媒體）中之電腦程式產品的形式。

**【0031】** 可利用電腦可讀媒體之任何組合。電腦可讀媒體可為電腦可讀信號媒體及/或電腦可讀儲存媒體。電腦可讀儲存媒體可包括電子的、磁性的、光學的、電磁的、紅外的及/或半導體系統、設備或裝置，或此等之任何合適的組合。電腦可讀儲存媒體之更特定實例可包括以下：具有一或多個導線之電連

接、攜帶型電腦磁片、硬碟、固態記憶體、隨機存取記憶體（random access memory；RAM）唯讀記憶體（read-only memory；ROM）、可抹除可程式化唯讀記憶體（erasable programmable read-only memory；EPROM或快閃記憶體）、光纖、攜帶型緊密光碟唯讀記憶體（compact disc read-only memory；CD-ROM）、光學儲存裝置、磁性儲存裝置及/或此等及/或其類似者之任何合適組合。在本發明之情況下，電腦可讀儲存媒體可包括可含有或儲存程式以供或結合指令執行系統、設備或裝置使用的任何合適的非暫時性有形媒體。

【0032】 電腦可讀信號媒體可包括其中體現有電腦可讀程式碼的所傳播資料信號，例如，在基頻中或作為載波之一部分。此傳播信號可採用多種形式中的任一種，包含（但不限於）電磁性、光學及/或其任何合適的組合。電腦可讀信號媒體可包括並非為電腦可讀儲存媒體且能夠傳達、傳播或傳輸程式以供或結合指令執行系統、設備或裝置使用的任何電腦可讀媒體。

【0033】 體現於電腦可讀媒體上之程式碼可使用任何適當媒體傳輸，包括（但不限於）無線、有線、光纖纜線、RF及/或其類似者，及/或此等之任何合適的組合。

【0034】 可將用於進行控制系統之態樣之操作的電腦程式碼寫入程式設計語言中之一者或任何組合中，包括物件導向程式設計語言（諸如Java、C++及/或其類似者），及習知程序程式設計語言（諸如C）。可使用任何合適的語言開發行動應用程式，包括先前提及之彼等以及Objective-C、Swift、C#、HTML5及其類似者。程式碼可全部在使用者電腦上執行、部分在使用者電腦上執行、作為單獨套裝軟體執行、部分在使用者電腦上且部分在遠端電腦上或全部在遠端電腦或伺服器上執行。在後種情形中，遠端電腦可經由任一類型之網路（包括區域網路（local area network；LAN）或廣域網路（wide area network；WAN））連接至使用者之電腦，及/或可（例如，經由使用網際網路

服務提供者之網際網路) 連接至外部電腦。

【0035】 控制系統之態樣在下文參考方法、設備、系統及/或電腦程式產品之流程圖說明及/或方塊圖進行描述。流程圖及/或方塊圖中的每一區塊及/或區塊之組合可藉由電腦程式指令實施。可將該等電腦程式指令提供至通用電腦、專用電腦或其他可程式化資料處理設備之處理器以產生一機器，以使得經由該電腦或其他可程式化資料處理設備執行之指令建立用於實施該或該等流程圖及/或方塊圖區塊中所指定之功能/動作之手段。在一些實例中，機器可讀指令可經程式化至可程式化邏輯裝置（諸如場可程式化閘陣列（field programmable gate array；FPGA））上。

【0036】 此等電腦程式指令亦可儲存於一電腦可讀媒體中，該電腦可讀媒體可引導電腦、其他可程式化資料處理設備及/或其他裝置以特定方式起作用，以使得儲存於電腦可讀媒體中之指令產生包括實施在該或該等流程圖及/或方塊圖區塊中指定的功能/動作之指令的製品。

【0037】 該等電腦程式指令亦可加載至電腦、其他可程式化資料處理設備及/或其他裝置上以使一系列操作步驟在該裝置上執行以產生一電腦實施處理程序，以使得在該電腦或其他可程式化設備上執行之指令提供用於實施該或該等流程圖及/或方塊圖區塊中所指定之功能/動作之處理程序。

【0038】 圖式中之任何流程圖及/或方塊圖意欲說明根據控制系統之態樣的系統、方法及電腦程式產品之可能實施的架構、功能性及/或操作。就此而言，每一區塊可表示程式碼之模組、分段或部分，其包含用於實施所指定邏輯功能之一或多個可執行指令。在一些實施中，區塊中標記之功能可不按圖式中標記之次序出現。舉例而言，視所涉及的功能性而定，以連續方式展示的兩個區塊實際上可實質上同時執行，或該等區塊有時可以相反次序執行。每一區塊及/或區塊之組合可藉由執行所指定之功能或動作的基於專用硬體之系統（或專

用硬體及電腦指令之組合)實施。

**【0039】 實例、組件及替代例**

**【0040】** 以下章節描述例示性車輛及控制系統之所選擇態樣，以及相關系統及/或方法。此等章節中之實例意欲用於說明，且不應被解釋為限制本發明之範疇。每一章節可包括一或多個截然不同之實施例或實例，及/或情境或有關資訊、功能及/或結構。

**【0041】 A.說明性車輛及控制**

**【0042】** 如圖1至圖26中所示，此章節描述說明性可傾斜車輛及相關聯電機械控制。此等車輛為上文概述中描述之可傾斜車輛及相關控制的實例。

**【0043】** 參看圖1至圖2，三輪式傾斜車輛12經展示並總體上經說明具有在前端處安裝的車輪聯動裝置總成10（亦稱作懸掛總成）。車輛12經描繪處於直立（參見圖1）及傾斜（參見圖2）位置並在輪式車輛之上下文中描繪。車輛12包括具有前面、後面及用於騎乘者18之支撐部分16的中心框架14（亦稱為底盤）。前輪聯動裝置總成10可在樞軸19處附接至中心框架14的前面。前輪聯動裝置總成10包括頂部懸掛桿20及底部懸掛桿22，其中之每一者具有各別左末端及右末端。車輪聯動裝置總成10進一步包括各自具有各別頂部末端及底部末端之左懸掛桿24及右懸掛桿26。

**【0044】** 車輪聯動裝置總成10之幾何構型經配置成使得頂部懸掛桿20及底部懸掛桿22之左末端樞轉地附接至左懸掛桿24之各別頂部末端及底部末端且頂部懸掛桿20及底部懸掛桿22之右末端在樞軸17處樞轉地附接至右懸掛桿26之各別頂部末端及底部末端。因此，頂部懸掛桿20及底部懸掛桿22實質上彼此平行且左懸掛桿24及右懸掛桿26實質上彼此平行。頂部及底部懸掛桿之中心部分樞轉地附著至中心框架14的前面。如上文所描述，車輪聯動裝置總成10之幾何構型經實施為四桿聯動裝置。特定言之，總成10之四個懸掛桿20、22、24、26

經配置成平行四邊形形狀，其中頂部懸掛桿20及底部懸掛桿22沿懸掛總成之頂部及底部實質上平行且左懸掛桿24及右懸掛桿26沿懸掛總成之左側面及右側面實質上彼此平行。懸掛桿20、22、24、26中之每一者的末端彼此樞轉地附接以形成鉸接平行四邊形。

**【0045】** 在一些實例（諸如圖1及圖2中所描繪之實例）中，底部懸掛桿22可在深度方面放大並向後延伸以形成儲存隔室28，其提供用於安裝重物品（諸如電池組30）之儲存容量以保持車輛12之降低的重心。以此方式，儲存隔室28在相對低位置中提供置放給車輛12提供電力的電池30之位置以增強穩定性並降低重心。特定言之，因為底部懸掛桿22（在此實例中）未相對於中心框架14傾斜，所以電池30之重量自懸掛總成之傾斜態樣移除。結果，車輛12之傾斜本體保持輕且敏捷。此允許車輛12具有輕質處置回應及總體感覺同時仍攜載實質電池載荷。

**【0046】** 車輛12為具有界定將框架或底盤分成左部分及右部分之中間平面的中心框架14之第一垂直軸32以及延行穿過兩個間隔開輪胎38、40（亦稱為車輪）中之每一者的第二垂直軸34及第三垂直軸36的樞轉車輛。此等三個軸經配置以當車輛12傾斜時保持平行。使用者18之腿42可在一些實例中用來控制車輛12之傾斜，但下文描述自動化實例（在一些情況下無人操縱的）。不論車輛具有兩個、三個、四個或更多個車輪，中心框架14耦接至隨中心框架14傾斜而傾斜（亦即，共調）之至少兩個車輪38、40，以使得此等元件相對於剛剛經定義之軸線保持在其平行定向上。

**【0047】** 所呈現實例之配置促進機車之自由偏斜效能而對為車輛保持直立輪胎與行進表面之間的摩擦力之高位準沒有需求。結果，車輛可在雪、冰、塵土等上更安全地操作。一般而言，用於在表面44上行進的行進表面介面（例如輪胎、滑雪板、輪胎面等）附著至左懸掛桿24及右懸掛桿26及中心框架14之

後部以允許車輛12在表面44上操作。在描繪之實例中，三輪式車輛12具有呈單一後輪46（驅動車輪）及兩個前向車輪38、40形式的行進表面介面。然而，熟習此項技術者應瞭解本發明之教示適用於兩輪式或四輪式車輛，以及操作於浮碼頭上之船舶或操作於滑雪板上的雪地車輛。

【0048】 為促進車輛12之轉向，車輪聯動裝置總成10包括安裝至各別主軸48的前車輪38、40，各別主軸樞轉耦接至左懸掛桿24及右懸掛桿26以及所連接輪胎桿29。當車輛12傾斜時，在插銷17處安裝至左懸掛桿24及右懸掛桿26之主軸48及車輪38、40亦傾斜以維持平行四邊形之幾何構型。就此而言，當車輛12傾斜時，左車輪38及右40亦傾斜並保持與中心框架14之實質上平行關係。另外，然而，相對於軸承25上之車輪聯動裝置總成10樞轉車輪主軸48的能力允許車輪38、40轉動以促進車輛12之轉彎。

【0049】 在一些實例中，車輪聯動裝置總成10之四桿聯動裝置耦接至車輛12之機動版本（諸如輕型機踏車、電動自行車或機車）的前端上。以此方式，後輪46充當驅動車輪且前輪係以車輪聯動裝置總成10及前輪38、40替換。在此配置中，用於前車輪38、40之主軸48以允許主軸48及車輪38、40圍繞左懸掛桿24及右懸掛桿26之軸線樞轉的方式安裝至左懸掛桿24及右懸掛桿26。此外，主軸48藉由包括一連接桿之總成互連，該連接桿亦連接至轉向聯動裝置藉此允許使用者（或自動化控制器）使車輛12轉向。為進一步輔助穩定車輛12，前車輪38、40可具有至車輪聯動裝置總成10之後面的至少少量轉動以促進轉向之自我中心調整，及少量拱形以推動車輛12至正常直立位置。

【0050】 圖3中示意性地描繪類似於車輛12之說明性輪式車輛300。輪式車輛300包括具有第一末端323及對置第二末端324之底盤322（亦稱為框架）。一或多個車輪可旋轉地耦接至底盤322之第一末端323，且一或多個車輪可旋轉地耦接至底盤322之第二末端324。在一些實施例中，第一車輪326及第二車輪

327可旋轉地耦接至第一末端323且單一車輪328可旋轉地耦接至第二末端324。第一末端323可為車輛300之前面或後面，且在一些實施例中，第一末端為車輛之前端。在一些實施例中，第一車輪326及第二車輪327分別為輪式車輛300之左前車輪及右前車輪。

**【0051】** 懸掛總成331（亦稱為車輪總成、車輪聯動裝置、聯動裝置總成）經提供用於將第一車輪326及第二車輪327耦接至底盤322。懸掛總成331可包括任何合適之聯動裝置。在一些實施例中，懸掛總成331包括具有第一或左末端332A及第二或右末端332B之橫樑332。第一支架333連接至橫樑332之第一末端332A且第二支架334連接至橫樑332之第二末端332B。橫樑332及支架333、334可由任何合適之材料（諸如金屬）製成，且支架333、334可焊接或以其他方式剛性地緊固至橫樑332。

**【0052】** 第一車輪326及第二車輪327樞轉地耦接至懸掛總成331之各別末端。在一些實施例中，樞轉總成336係在懸掛總成331之每一末端處提供以用於將車輪326、327耦接至懸掛總成。樞轉總成336以促進車輪相對於懸掛總成331（例如圍繞各別垂直或Z樞轉軸）之轉彎及/或轉向的方式促進車輪326、327之旋轉。在一些實施例中，每一樞轉總成336包括例如藉由延伸穿過主軸軸桿並在每一末端處連接至各別支架的樞轉銷或螺栓樞轉地耦接至各別支架333、334的主軸軸桿337。螺母及/或任何其他合適之緊固件可經提供用於耦接至樞轉銷之一個末端以用於將樞轉銷緊固至各別支架333、334。

**【0053】** 第一車輪326及第二車輪327可旋轉地耦接至懸掛總成331之各別末端。在一些實施例中，合適之車輪旋轉總成346係在懸掛總成331之每一末端處提供以用於以准許車輪相對於懸掛總成（例如圍繞水平（Y）軸、垂直於車輪之垂直（Z）樞軸軸線）旋轉的任一方式將車輪326、327耦接至懸掛總成。每一車輪旋轉總成346可包括軸桿、軸承及/或任何其他合適之機構以用於允許

車輪在車輛上旋轉。

【0054】 輪式車輛300可包括任何合適之轉向機構或總成356以用於引起第一車輪326及第二車輪327中之每一者圍繞懸掛總成331之其各別末端樞轉以准許車輛300轉向。合適之轉向機構356包括已知總成或機構以用於使汽車、卡車及/或適合於在任一類型之輸送網路上行進之任何其他車輛轉向。在一些實施例中，轉向總成356包括第一轉向桿357及第二轉向桿358（亦稱為連桿或樞轉桿或臂），其耦接至轉向軸359使得轉向軸359之旋轉引起轉向桿357、358相對於轉向軸側向地移動並引起車輪326、327圍繞其各別樞轉軸實質上共調樞轉。在一些實施例中，轉向桿357、358中之每一者具有樞轉地耦接至各別主軸軸桿337（例如，耦接至軸桿之臂361）的外部末端，及耦接至轉向軸359之下部或底部末端之內部末端。轉向桿357、358中之一者的縱向移動引起各別臂361使各別主軸軸桿337圍繞其樞軸軸線旋轉。在一些實施例中，轉向軸之底部末端包括相對於軸359垂直延伸並具有樞轉地耦接至第一轉向桿357及第二轉向桿358之內部末端的第一及第二隔開之附接機構的耦接支架362。轉向機構356可包括任何其他合適之已知機構，諸如機架及小齒輪總成等，以用於在轉向軸359旋轉後引起第一轉向桿357及第二轉向桿358在對置第一方向及第二方向上縱向移動。轉向把手或方向盤366或任何其他合適之人手可抓握元件可緊固至轉向軸359以用於准許人駕駛員操作轉向機構356。

【0055】 底盤322包括在底盤之前部末端323處之頸狀部分或導桿371（亦稱為轉向管）。轉向軸359藉由導桿371（例如，藉由可包括一或多個軸承之旋轉接合部或總成）可旋轉地攜載。頂部管372自導桿371之頂端向後延伸，且底部管或下管373自導桿371之底部末端向後延伸。中心柱或座位管374接合至頂部管372及底部管373中之每一者的各別後端。後輪328可旋轉地耦接至底盤322之第二或後端324。舉例而言，底部臂或車輪叉376（其可被稱作軟尾）

可例如在座位管之底部末端處，藉由經配置以圍繞水平（Y）軸線樞轉的樞轉總成377，樞轉地耦接至座位管324之後部。車輪旋轉總成347係在車輪叉376之末端處安置以用於將車輪328耦接至底盤322之後端324。彈簧及/或任何其他合適之偏轉懸掛部件381可包括於車輛300中以用於阻尼及/或限制車輪叉376圍繞樞轉總成377之樞轉。在一些實施例中，彈簧381具有耦接至底盤322之中心部分（例如至座位管374之頂端）的第一末端及耦接至車輪叉376之自由端（例如鄰近後輪旋轉總成347）的對置第二末端。亦可提供用於准許操作人員坐在車輛300上之座位382。

**【0056】** 底盤322可圍繞軸線（例如水平（X）軸線）側向傾斜，以便可相對於車輛正行進於其上之表面傾斜（亦即，向左及向右）。在一些實例中，底盤322可以准許底盤322相對於懸掛總成及因此相對於前車輪326、327樞轉或傾斜的方式緊固至懸掛總成331。在一些實例中，底盤322藉由經接合至懸掛總成331之中心（例如在橫樑332處）及底盤之導桿371的底部的樞轉總成386樞轉地耦接。樞轉總成386可被稱作旋轉接合部或傾斜旋轉接合部。樞轉總成386准許導桿371圍繞水平（X）軸線樞轉。底盤322之此樞轉及/或傾斜可補償在車輛300操作期間施加於底盤322及任一駕駛員上的側向加速度及/或離心力（參見下文）。此等側向加速度及/或離心力可例如發生在車輛300之轉彎期間。

**【0057】** 輪式車輛300可包括一或多個容器以用於儲存及/或輸送商品。作為實例，第一容器391展示於圖3中之耦接至底盤322之前面的虛線中，且第二容器392展示於耦接至底盤322之後部的虛線中。

**【0058】** 車輛300可視情況包括任何合適類型的至少一個機構、總成、設備及/或裝置（其可視情況藉由容器中之一者攜載），用於移除或輔助移除容器之內含物，用於移動容器之間的製品，用於置放或移動或輔助製品至容器中之置放或移動，或前述之任何組合。至少一個機構可包括吊車、拾取或其他臂、

勺、鏟、滑輪、爪、磁體、輸送器、帶、輥、球、可移動表面、可移動壁、滑件、握緊裝置及/或前述之任何組合。至少一個輸送機構可視情況在容器中之一者內部。

**【0059】** 車輪326、車輪327及/或車輪328可由一或多個馬達或驅動致動器396（其可視情況藉由控制器來控制以用於移動輪式車輛300）來驅動。在一些實施例中，複數個車輪由一或多個馬達驅動，或經機動化。在一些實施例中，前車輪326及前車輪327係由一或多個馬達（例如藉由用於每一車輪之一個各別馬達）驅動。在一些實施例中，輪式車輛300之全部車輪係由一或多個各別馬達驅動，或經機動化。前述馬達或驅動致動器可各自具有任何合適的類型，例如電馬達或致動器。在一些實施例中，車輪中之每一者係藉由電馬達或致動器（例如，輪轂馬達、小型摩托車輪轂馬達、車輪馬達、輪轂驅動器及/或任何合適類型之另一車輪中馬達）在內部提供動力。車輛300可藉由單一致動器或馬達（例如，藉由底盤322攜載並耦接至車輪中之一或多者的電馬達）例如藉由鏈條驅動器、帶驅動器、軸驅動器及/或前述之任何組合提供動力。

**【0060】** 車輛300之轉向機構356可由一或多個馬達或轉向致動器101（其可視情況藉由控制器來控制以用於使車輛轉向）驅動。在一些實施例中，一或多個轉向致動器101可藉由底盤322攜載以用於引起轉向軸359相對於底盤的旋轉。舉例而言，轉向致動器101可在導桿371之頂部提供以用於樞轉及/或旋轉導桿371內之轉向軸359。在一些實施例中，一或多個轉向致動器101可以任何適合方式提供於懸掛總成331上以用於引起車輪326、327圍繞各別樞轉總成336樞轉。舉例而言，一或多個轉向致動器101可經提供以移動轉向桿357、358中之一者或兩者、主軸軸桿337中之一者或兩者，及/或前述之任何組合。前述馬達或致動器可各自具有任何合適的類型，例如電馬達或致動器。

**【0061】** 輪式車輛300之樞轉總成386可由一或多個馬達或致動器102

（其可視情況藉由電子控制器來控制）驅動，或經機動或經致動，以用於使底盤322相對於輪式車輛正行進於其上之表面，或實質上平行於此表面延伸之任一線傾斜。此等一或多個馬達或致動器中之每一者可被稱作傾斜致動器102。在一些實施例中，一或多個傾斜致動器102可藉由底盤322攜載以用於引起底盤相對於懸掛總成331傾斜，及因此引起底盤322相對於車輛300正行進於其上之表面傾斜。舉例而言，傾斜致動器102可在樞轉總成386附近提供（例如，如圖3中所示），藉由底盤322之底部管373攜載。一或多個傾斜致動器102可提供於樞轉總成386內、安裝在懸掛總成331上、安裝在導桿371上、安裝在底部管373上，及/或前述之任何組合。前述馬達或致動器可具有任何合適的類型，例如電馬達或致動器。

**【0062】** 輪式車輛300之車輪326、327、328中之任一者或全部可藉由任何合適類型之制動機構（圖中未示）（例如在汽車、卡車、摩托車及/或適合於在任一類型之輸送網路上行進的其他車輛上利用的任何合適之已知制動機構）來減速及/或停止。在一些實施例中，車輪326、327、328中之每一者具有用於減速或停止各別車輪之獨立制動機構。輪式車輛300的制動機構中之每一者可視情況藉由馬達或致動器106（其可視情況藉由控制器來控制以用於減速、制動及/或停止車輛300之各別車輪）控制。此等馬達或致動器中之每一者可被稱作制動致動器106。在一些實施例中，獨立制動致動器106係藉由在車輛300之車輪旋轉總成346中之一者或全部附近的底盤322攜載。在一些實施例中，制動致動器106係藉由在每一車輪旋轉總成346附近的底盤322攜載以用於減速及/或停止車輛300之各別車輪326、327、328。用於車輪之制動致動器106可攜載於車輪內。在一些實施例中，制動致動機構（圖中未示）可經提供用於每一車輪326、327、328，且可包括剛性地附著至旋轉車輪之制動轉子、剛性地附著至各別車輪旋轉總成及/或其他車輪安裝點之制動夾臂，及用於施加力於夾臂上以

在制動轉子上及因此車輪上提供制動摩擦的機構。在一些實施例中，作為制動致動器106的替代、作為制動致動器106之部分，及/或除制動致動器106以外，制動致動機構可包括液壓機構。在一些實施例中，制動機構可藉由操作人員及/或電子控制器（包括提供於車輛300上之處理邏輯）獨立致動，以使得人或控制器可使車輛完全停止。

**【0063】** 其他合適懸掛總成可經提供用於將車輛300之車輪（例如第一車輪326及第二車輪327）耦接至底盤322。舉例而言，懸掛總成可經提供用於引起耦接至其的車輪在車輪轉彎期間例如圍繞實質上平行於車輛300之行進方向及/或沿該行進方向之軸線樞轉及/或傾斜。在一些實施例中，車輪可例如在轉彎期間與車輛300之底盤322的傾斜實質上共調傾斜。

**【0064】** 圖4中說明一個合適之懸掛總成431，其中相同參考編號已用以描述懸掛總成331及431之相同組件。在一些實施例中，第一車輪326及第二車輪327中之每一者例如藉由合適之車輪旋轉總成346可旋轉地耦接至合適之樞轉總成（例如樞轉總成336）。舉例而言，以上文所論述之方式，每一樞轉總成346准許各別車輪326、327相對於懸掛總成431及因此相對於車輛300樞轉及/或轉彎。

**【0065】** 懸掛總成431可包括可剛性地耦接及/或以另外方式緊固至底盤322以便在車輛300之轉彎及/或某些其他操作期間與底盤322共調傾斜的中心元件432。在一些實施例中，樞轉總成336在車輛300之轉彎及/或某些其他操作期間實質上彼此平行延伸，並延伸至中心元件432。懸掛總成431可包括用於將每一樞轉總成336之頂部耦接至中心元件432之頂部的一對上部懸掛臂，及用於將每一樞轉總成之底部耦接至中心元件432之底部的一對下部懸掛臂。舉例而言，上部第一懸掛臂433可經提供並具有例如在樞轉元件或銷434處樞轉地耦接至中心元件432之頂部的內部末端，及例如在樞轉元件或銷436處樞轉地耦接至

第一樞轉總成336之頂部的外部末端。上部第二懸掛臂441可經提供並具有例如在樞轉元件434處樞轉地耦接至中心元件432之頂部的內部末端，及例如在樞轉元件或銷442處樞轉地耦接至第二樞轉總成336之頂部的外部末端。下部第一懸掛臂446可經提供並具有例如在樞轉元件或銷447處樞轉地耦接至中心元件432之底部的內部末端，及例如在樞轉元件或銷448處樞轉地耦接至第一樞轉總成336之底部的外部末端。下部第二懸掛臂451可經提供並具有例如在樞轉元件447處樞轉地耦接至中心元件432之底部的內部末端，及例如在樞轉元件或銷452處樞轉地耦接至第二樞轉總成336之底部的外部末端。在一些實施例中，每一組上部懸掛臂及下部懸掛臂彼此平行延伸。舉例而言，上部第一懸掛臂433可平行於下部第一懸掛臂446延伸，且上部第二懸掛臂441可平行於下部第二懸掛臂451延伸。就此而言，舉例而言，中心元件432可具有約等於任一樞轉總成336之長度的長度。

**【0066】** 每一懸掛臂至中心元件432及其各別樞轉總成336的可樞轉耦接引起每一樞轉總成被動地與中心元件432及因此與底盤322實質上共調傾斜。每一懸掛臂至中心元件432及其各別樞轉總成的此可樞轉耦接可在車輛300之操作期間另外准許中心元件432與各別樞轉總成之間的相對向上及向下移動，例如以適應由各別車輪遇到的凸塊或障礙物。

**【0067】** 任何合適之轉向機構或總成356可經提供用於引起第一車輪326及第二車輪327中之每一者圍繞懸掛總成431之各別末端樞轉以便准許車輛300之轉向。在一些實施例中，轉向機構或總成356包括第一及第二轉向桿357、358，其可以任何適合方式耦接至轉向軸359以使得轉向軸359之旋轉引起轉向桿357、358相對於轉向軸側向地移動，引起車輪326、327圍繞各別樞轉總成336之樞軸軸線實質上共調樞轉。在一些實施例中，轉向桿357、358中之每一者具有以任何適合方式樞轉地耦接至各別樞轉總成336（例如耦接至自樞轉總

成垂直地延伸的臂361) 的外部末端，以用於引起各別車輪326、327之此樞轉及/或轉向。

**【0068】** 車輛300之底盤322可藉由任何合適的樞轉總成461 (例如包括樞轉元件434、447之樞轉總成) 樞轉地耦接至懸掛總成431以用於准許底盤322相對於懸掛總成431傾斜。樞轉總成461可由一或多個馬達或致動器102 (其可視情況藉由本發明之電腦網路控制) 驅動，或經機動或致動，以用於相對於輪式車輛正行進於其上之表面及/或實質上平行於此表面延伸之任一參考線或平面462傾斜底盤322。一或多個馬達或致動器中之每一者可被稱作傾斜致動器102。在一些實施例中，一或多個傾斜致動器102可藉由底盤322攜載以用於引起底盤相對於懸掛總成431傾斜，及因此引起底盤相對於車輛300正行進於其上的表面及/或參考線462傾斜。舉例而言，傾斜致動器可在樞轉元件434、447中之一者或兩者附近提供。舉例而言，如圖4中所示，第一傾斜致動器463可藉由中心元件432、懸掛臂446或兩者攜載，以用於引起中心元件432與懸掛臂446之間圍繞樞轉元件447的相對樞轉移動。中心元件432與懸掛臂446之間的此相對樞轉移動可被動地引起中心元件432與懸掛臂433之間圍繞樞轉元件434的相對樞轉移動。類似地，第二傾斜致動器464可藉由中心元件432、懸掛451或兩者攜載，以用於引起中心元件432與懸掛臂451之間圍繞樞轉元件447之相對樞轉移動。中心元件432與懸掛臂451之間的此相對樞轉移動可被動地引起中心元件432與懸掛臂441之間圍繞樞轉元件434的相對樞轉移動。

**【0069】** 在車輛300之操作及使用中，一或多個傾斜致動器102可引起底盤322相對於車輛正行進於其上的表面，或相對於平面或線 (諸如實質上平行於行進表面延伸的參考線462) 傾斜。此傾斜程度可以任何適合方式例如藉由本發明之電腦網路 (包括車輛控制器111 (參見圖5)) 來控制。舉例而言，在車輛300轉彎期間，當側向加速度及/或離心力施加於底盤322上時，車輛控制器

111及/或本發明之電腦網路的其他態樣可引導該一或多個傾斜致動器102樞轉及/或傾斜底盤322，以便完全或部分地補償此等側向加速度及/或離心力。電腦網路（例如車輛控制器111）可接收來自一或多個感測器（例如感測器121中之一或多者（參見圖5））的輸入，以量測此等加速度、離心力及/或底盤322之其他特性以便判定底盤322應藉由一或多個傾斜致動器102樞轉及/或傾斜的程度、數量及/或角度。舉例而言，IMU感測器（其可包括於一或多個感測器121中，且可視情況包括固態加速度計）就此而言可用於量測任何合適之加速度及/或力。此傾斜之程度、數量及/或角度可藉由任何合適之感測器（例如包括於一或多個感測器121中的感測器）來感測及/或量測，並作為回饋經引導回至控制器111或電腦網路之其他態樣。任何合適之演算法可作為韌體、軟體或兩者經程式化至電腦網路中，以用於分析藉由一或多個感測器提供的輸入信號及用於指示及/或控制一或多個傾斜致動器102。

**【0070】** 現在轉而參看圖5，車輛300之控制器111可包括位於車輛300上之任何適合配置的處理邏輯。在一些實施例中，控制器111（其可被稱作電腦或電腦化控制器）可包括處理器112及任何合適類型的儲存器或記憶體113。控制器111之處理邏輯可電子地（例如電力地、光學地、無線地等）耦接至車輛300之電力操作組件、機構或裝置中之任一者或全部以便准許處理邏輯來控制此等組件、機構或裝置。舉例而言，控制器可電子地耦接至車輛的致動器中之任一者或全部，例如致動器396、101、102及106中之任一者或全部。處理邏輯或控制器111可包括用於接收來自遠端源之命令的接收器及/或天線470，該等命令可藉由控制器111發送至車輛300之致動器及/或其他電子控制機構或裝置中之一或多者。

**【0071】** 在一些實施例中，控制器111可視情況經提供有來自全球定位系統（GPS）裝置或任何合適類型之接收器116的輸入信號。在一些實施例中，控

制器111可利用來自任何合適類型之一或多個感測器117之輸入信號，包括（例如）一或多個視覺或其他相機、一或多個LIDAR裝置或感測器、一或多個聲納裝置或感測器、一或多個雷達裝置或感測器、一或多個近紅外（near infrared；NIR）裝置或感測器、慣性量測單元（inertial measurement unit；IMU）裝置或感測器、用於量測底盤及/或車輛上之側向加速度的感測器、固態加速度計或前述之任何組合。感測器117可被稱作高層級感測器。感測器117可為控制器111之部分、機器人計算系統之部分、感知系統（例如電腦視覺系統）之部分，及/或前述之任何組合。在一些實施例中，控制器111可視情況包括任何合適類型的至少一個收發器及/或天線470，其可視情況包括長期演進（Long-Term Evolution；LTE）及/或其他蜂巢式傳輸及接收裝置、無線區域網路連接（wireless local area networking；Wi-Fi）傳輸及接收裝置、Bluetooth®協定傳輸及接收裝置、射頻（radio frequency；RF）傳輸及接收裝置、低功率射頻傳輸及接收裝置或前述之任何組合。控制器111可具有比上文所描述更少的電子組件或上文未描述之額外組件。控制器111可攜載於車輛300上之任何地方。感測器117可攜載及/或提供於車輛300上之任何地方，例如車輛之一或多個末端上、車輛之一或多個側面上或前述任何組合上。

**【0072】** 車輛300可視情況包括用於例如當車輛靜止時、在車輛操作期間或兩者情況下偵測車輛之實體特性之一或多個感測器121。感測器121可被稱作低層級感測器。感測器121可視情況包括在車輛300之每一車輪上或關於每一車輪提供的合適之里程計感測器以用於感測車輪之旋轉運動，包括（例如）在車輪326、327及328中之任一者或全部上或關於車輪326、327及328中之任一者或全部。舉例而言，此旋轉感測器可提供於車輪旋轉總成346中之一或多者上。感測器121可視情況包括提供於車輛300之每一接合部或聯動裝置或可移動部件（包括（例如）樞轉總成336、車輪旋轉總成346、第一轉向桿357、第二轉向

桿358、轉向軸359、耦接支架362、車輪叉376、樞轉總成377、樞轉總成386、底盤322或前述之任何組合)上的合適之角度或其他位置感測器以用於偵測或感測此部件之移動或位置。感測器121可視情況包括耦接於車輛底盤322與用於車輪327、328之懸掛總成之間的至少一個感測器以用於偵測其之間的相對角度。感測器121可視情況包括耦接至傾斜旋轉接合部或樞轉總成之至少一個感測器以用於偵測車輛傾斜角。感測器121可視情況包括耦接至車輪326、327、328中之任一者或全部的車輪旋轉總成346的至少一個感測器以用於偵測各別車輪之旋轉的位置及速度。感測器121可視情況包括用於車輛中(例如懸掛總成331中)之每一未經致動或被動接合部的至少一個感測器以用於偵測在被動接合部旋轉或樞轉時的車輛及/或底盤姿態。

**【0073】** 感測器117及121可視情況直接地或間接地電耦接至本發明之控制器(例如控制器111),以使得來自其之信號可藉由控制器111及/或本發明之控制器的任一態樣在本發明之系統的操作(包括車輛300之操作)中利用。舉例而言,來自感測器117之輸入信號可由本發明之控制器的處理邏輯使用以用於導航車輛300。來自感測器121之輸入信號可用於實現此導航,例如監視及控制車輛300在其使用期間之機械特性。

**【0074】** 車輛300(如藉由致動器(諸如致動器396、101、102及106中之任一者或全部及任何其他電子控制裝置)如此控制)可被稱作線控飛行車輛。此線控飛行車輛可經電子地例如藉由本發明之電腦網路來控制,該電腦網路可包括一或多個電腦或可包括機載控制器111之其他處理邏輯。此線控飛行車輛之操作可係自主的,例如不運用來自車輛上之人或遠離車輛之人的輸入。在車輛300之此自主操作中,車輛完全藉由本發明之電腦網路控制,該電腦網路可包括機載控制器111。此線控飛行車輛的操作可係半自主的,例如藉由本發明之電腦網路部分地控制,並藉由一或多個人部分地控制,該電腦網路可包

括機載控制器111，一或多個人可在車輛上、遠離車輛或兩者。

**【0075】** 車輛300之自主或半自主操作可包括本發明之控制器引導一或多個驅動致動器396在一方向上或沿著行進路徑（例如沿著X軸、正交Y軸或兩者）移動車輛。在一些實施例中，驅動致動器396可選擇性地引起車輛300前向或後向移動。車輛300之一或多個轉向致動器101可藉由控制器控制以引起車輛轉彎及因此車輛之行進路徑轉彎。車輛300之一或多個樞轉總成（例如一或多個樞轉總成336）可藉由控制器控制，該控制器可在車輛轉彎期間引導一或多個轉向致動器101以引起車輛圍繞軸線（例如Y軸線）樞轉。車輛之樞轉可由該等車輪中之一或多者的樞轉（例如圍繞樞轉總成336）引起。車輛300之一或多個制動機構可藉由電腦網路例如借助於一或多個制動致動器106來控制，以使得車輛沿著其行進方向或行進路徑減速。車輛300之一或多個樞轉或傾斜總成（例如一或多個樞轉總成386）可藉由電腦網路例如借助於一或多個傾斜致動器102來控制，以引起車輛（例如車輛之底盤322）圍繞軸線（例如X軸線）樞轉或傾斜。

**【0076】** 在一些實施例中，此線控飛行車輛300可部分或完全經人工地（例如藉由騎乘於該車輛上之人）操作。在一些實施例中，車載人可例如藉由提供人工輸入至本發明之電腦網路，提供人工輸入至此等電子致動器或其他電子控制裝置中之一者或全部，人工地控制車輛之液壓或其他非電子控制機構或裝置或前述之任何組合，人工地控制車輛之電子致動器或其他電子控制裝置中之一者或全部，例如致動器396、101、102及106中之任一者或全部。舉例而言，車載人可例如在車輛轉彎期間，藉由移位他或她重量，控制他或她在車輛上之姿態，或藉由用於在轉彎或其他方式期間傾斜二輪式、三輪式或其他車輛的任何其他已知方法，人工地傾斜車輛。舉例而言，車載人可例如在車輛轉彎期間，藉由人工地樞轉、旋轉或移動把手、方向盤或用於使車輛之一或多個車

輪轉彎的任何其他已知機構，人工地轉向車輛。

【0077】 任何合適的方法或處理程序可用於操作車輛300。下文論述一種用於操作車輛300的合適方法，包括操作車輛及車輛之人操作的自主及半自主態樣兩者。亦參見圖35至圖36及相關聯描述。

【0078】 在方法之一個可選步驟中，一或多個操作機構實現車輛300之自主或半自主操作，或替代地藉由車輛300攜載之人實現車輛之部分或全部操作。機構可以任何適合方式操作。舉例而言，機構可引導車輛300之自主或半自主操作，除非藉由車載人引導以准許車輛300之部分或全部人控制。

【0079】 若車輛之自主或半自主控制係所需的，則在一個可選步驟中車輛300係藉由電腦網路引導以經由輸送網路自第一位置行進至第二位置。在另一可選步驟中，控制器111在自第一位置至第二位置之行進過程期間中繼驅動指令至車輛300。在另一可選步驟中，車輛300（例如機載控制器111）接收驅動指令並發送適當命令至一或多個驅動致動器396及轉向致動器101以控制車輛行進之各別速度及方向。在一個可選步驟中，機載控制器111接收來自GPS接收器116、感測器117中之一或多者或兩者的輸入信號，以用於用圖表示自第一位置至第二位置的行進過程。在另一可選步驟中，車輛300接收來自可量測轉動期間施加於車輛上之側向加速度及/或離心力的一或多個感測器121之輸入信號。在另一可選步驟中，車輛300（例如機載控制器111）發送適當命令至一或多個傾斜致動器102以使車輛之底盤322相對於行進表面及/或適當參考線或平面樞轉及/或傾斜進入轉彎，以便補償此等側向加速度及/或離心力。在另一可選步驟中，機載控制器111中繼指令至車輛300以使車輛減速。在另一可選步驟中，車輛300（例如機載控制器111）接收來自電腦網路之指令並發送命令至一或多個適當制動致動器106，此使得此一或多個致動器使車輛減速或停止。

【0080】 若車輛之部分或全部人控制係所需的，則在可選步驟中車載人

在自第一位置至第二位置的行進過程期間中繼驅動指令至車輛300。在另一可選步驟中，車輛300（例如機載控制器111）接收來自人之驅動指令並發送適當命令至一或多個驅動致動器396以控制車輛之速度。在另一可選步驟中，一或多個轉向致動器101在機載控制器111引導下例如藉由操作機構而去啟動及/或越控，以准許車載人例如藉由利用轉向機構356引起第一車輪326及第二車輪327轉彎而人工地轉向車輛。在另一可選步驟中，一或多個傾斜致動器102在機載控制器111引導下例如藉由操作機構而去啟動及/或越控，以准許車載人使車輛300之底盤322人工地傾斜進入轉彎以補償在此轉彎期間施加於人及/或車輛上的側向加速度及/或離心力。若車輛300不包括電子制動器但例如實際上包括液壓製動器，則人可致動車輛之非電子制動器，此使得車輛減速或停止。若車輛300確實包括電子制動器，則在可選步驟中人可中繼制動指令至車輛。在一可選步驟中，車輛300（例如機載控制器111）接收來自電腦之指令並發送命令至一或多個適當制動致動器106，此使得此一或多個致動器使車輛減速或停止。

**【0081】** 如可見，操作機構准許部分或完全線控飛行車輛（諸如車輛300）僅藉由人來操作，或替代地藉由控制器自主地或半自主地控制，該控制器可包括機載電子控制器或電腦，諸如控制器111之處理邏輯。車輛可為完全線控飛行，其完全藉由藉由電子信號指示之致動器控制，或藉由此等致動器及藉由未經電子地控制之致動器（例如經液壓控制制動或其他致動器）兩者控制。

**【0082】** 現在轉而參看圖6至圖26，現將關於適合於與本發明之可傾斜輪式車輛一起使用的可選傾斜致動機構（亦即，傾斜致動器102之實例）論述各種實例。亦將關於轉向致動器101及其他來論述合適之機構。

**【0083】** 圖6至圖11描繪關於傾斜致動器102的實例之第一集合，其中該傾斜致動器包含耦接至一組齒輪之馬達。圖6及圖7為具有可傾斜框架或底盤

602及將底盤耦接至一對車輪606使得該等車輪與底盤共調傾斜之四桿車輪聯動裝置604的車輛600之示意圖。在此實例中，馬達608（例如步進馬達、伺服馬達或其類似者）固定地耦接至底盤602並藉由控制器（例如控制器111）控制。馬達608驅動正齒輪610，其以操作方式與固定至聯動裝置之下部桿的具有半圓形形狀（圖式中描繪為透明的）之較大齒輪612連接。下部桿耦接至車輪606，車輪擱置在支撐表面（圖中未示）上。因此，如圖7中所示，正齒輪610藉由馬達608選擇性旋轉使得底盤602以控制方式相對於下部桿傾斜。聯動裝置之機構亦導致車輪606之對應傾斜。

**【0084】** 在一些實例中，齒輪610及/或612可以不同方式封裝或配置，諸如封裝或配置於齒輪箱中、作為行星齒輪總成封裝或配置等等。在圖8及圖9中所描繪之實例中，車輛600'具有可傾斜框架或底盤602'及將底盤耦接至一對車輪606'使得該等車輪與底盤共調傾斜之四桿車輪聯動裝置604'。在此實例中，馬達608'（例如步進馬達、伺服馬達或其類似者）與底盤602'之樞轉接合部同軸地安裝並藉由控制器（例如控制器111）控制。馬達608'可直接或經由齒輪總成（例如，固定至聯動裝置之下部桿的齒輪箱610'）耦接至接合部。下部桿耦接至車輪606，車輪擱置在支撐表面（圖中未示）上。因此，如圖9中所示，馬達及齒輪總成之選擇性旋轉使得底盤602'以控制方式相對於下部桿傾斜。聯動裝置之機構亦導致車輪606'之對應傾斜。

**【0085】** 在另一實例中，圖10及圖11描繪具有可傾斜框架或底盤602"及將底盤耦接至一對車輪606"使得該等車輪與底盤共調傾斜之四桿車輪聯動裝置604"的車輛600"。在此實例中，馬達608"（例如步進馬達、伺服馬達或其類似者）固定地耦接至聯動裝置604"之下部桿並藉由控制器（例如控制器111）控制。馬達608"驅動正齒輪610"，其以操作方式與附著至底盤602"之較大齒輪612"耦接（例如與底盤與聯動裝置之間的下部樞轉接合部同軸地）。下部桿耦

接至車輪606"，車輪擱置在支撐表面（圖中未示）上。因此，如圖11中所示，正齒輪610"藉由馬達608"選擇性旋轉使得底盤602"以控制方式相對於下部桿傾斜。聯動裝置之機構亦導致車輪606"之對應傾斜。

**【0086】** 圖12至圖15描繪關於傾斜致動器102的實例之一第二集合，其中傾斜致動器包含帶或鏈條驅動機構。圖12及圖13為具有可傾斜框架或底盤1202及將底盤耦接至一對車輪1206使得該等車輪與底盤共調傾斜之四桿車輪聯動裝置1204的車輛1200之示意圖。在此實例中，馬達1208（例如步進馬達、伺服馬達或其類似者）固定地耦接至底盤1202並藉由控制器（例如控制器111）控制。馬達1208驅動正齒輪1210，該正齒輪藉由帶或鏈條以操作方式連接至一較大齒輪1214，該較大齒輪同軸地安裝至在聯動裝置之上部桿與底盤之間的樞轉接合部。如圖13中所示，正齒輪1210藉由馬達1208之選擇性旋轉使得鏈條1212旋轉齒輪1214，藉此施加旋轉誘發扭矩至接合部並使得底盤1202以控制方式傾斜。聯動裝置之機構亦導致車輪1206之對應傾斜。

**【0087】** 圖14及圖15為具有可傾斜框架或底盤1202'及將底盤耦接至一對車輪1206'使得該等車輪與底盤共調傾斜之四桿車輪聯動裝置1204'的車輛1200'之示意圖。在此實例中，馬達1208'（例如步進馬達、伺服馬達或其類似者）固定地耦接至聯動裝置之上部桿並藉由控制器（例如控制器111）控制。馬達1208'驅動正齒輪1210'，該正齒輪藉由帶或鏈條以操作方式連接至一較大齒輪1214'，該較大齒輪同軸地安裝至在聯動裝置之下部桿與底盤之間的樞轉接合部。如圖15中所示，正齒輪1210'藉由馬達1208'之選擇性旋轉使得帶/鏈條1212'旋轉齒輪1214'，藉此施加旋轉誘發扭矩至下部接合部並使得底盤1202'以控制方式傾斜。聯動裝置之機構亦導致車輪1206'之對應傾斜。

**【0088】** 圖16至圖23描繪關於傾斜致動器102的實例之第三集合，其中該傾斜致動器包含耦接於車輛之兩個肢接元件之間的線性致動器機構。圖16及圖

17為具有可傾斜框架或底盤1502及將底盤耦接至一對車輪1506使得該等車輪與底盤共調傾斜之四桿車輪聯動裝置1504的車輛1500之示意圖。在此實例中，線性致動器1508（例如電力地、液壓地或藉由任何其他合適之方法致動的活塞、機架及小齒輪、螺桿或其類似者）耦接於底盤1502與聯動裝置之（例如下部）桿之間，並藉由控制器（例如控制器111）控制。如所描繪，線性致動器1508在第一末端處藉由樞轉接合部1510耦接至聯動裝置1504並在第二末端處藉由樞轉接合部1512耦接至底盤1502。如圖17中所示，線性致動器1508之選擇性線性致動使得底盤1502被朝向或遠離聯動裝置之下部桿推動，以控制方式傾斜。聯動裝置之機構亦導致車輪1506之對應傾斜。

**【0089】** 圖18至圖23描繪其中傾斜致動器102包含線性致動器之其他實例。在此等實例中，線性致動器之一個末端固定而另一末端為一樞轉接合部或樞轉且滑動接合部。更特定言之，圖18及圖19描繪在第一末端1510'處固定至聯動裝置1504'及以可樞轉方式在第二末端1512'處固定至聯動裝置之側桿的線性致動器1508'。圖20至圖21描繪在第一末端1510"處固定地耦接至聯動裝置1504"之下部桿並在可樞轉第二末端1512"處以滑動方式耦接至聯動裝置之側桿的相似線性致動器1508"。

**【0090】** 圖22至圖23描繪其中可以串聯方式利用多個（此處兩個）線性致動器的另一實例。特定言之，車輛1500"包括可藉由一對對置線性致動器1508"及1514"（其中之每一者耦接於聯動裝置之下部桿與中心底盤之間）側向推動的可傾斜底盤1502"。

**【0091】** 圖24為具有可傾斜底盤2402及將該底盤耦接至經配置以與該底盤共調傾斜的一對車輪2406之四桿聯動裝置2404的輪式車輛2400的又一個實例。此處，四桿聯動裝置在每一側可旋轉地鏈接至底盤，且藉由包含靜止中心立管及一對彈簧或減震器2408（在該立管之任一側一個）之A框架減震系統阻

尼。在此實例中，致動器2410（例如齒輪致動器或鏈條/帶驅動器）在減震器中之一者的下部接合部處耦接至A框架系統，其中減震器耦接至聯動裝置。當該致動器施加扭矩至彼接合部時，力經由減震器施加以使直立部件更靠近或更遠離聯動裝置部件，藉此使系統傾斜。

【0092】 圖25描繪轉向致動器101之實例。在此實例中，輪式車輛2500包括藉由控制器控制以選擇性地旋轉耦接至第二齒輪2506之第一齒輪2504的伺服馬達2502，該第二齒輪相對於轉向部件2508同軸地安裝。轉向部件因此可經由齒輪2504及2506藉由馬達2502自動地，或使用把手2510人工地旋轉。轉向亦可使用例如耦接至轉向聯動裝置或連接桿之本文中所描述的致動器之任何其他合適之版本來控制。

【0093】 節流器及/或制動系統亦可經自主地或半自主地（例如使用軟體來控制適當致動器）控制。

【0094】 圖26描繪可傾斜車輛2600之另一實例，實質上如上文所描述，但具有方向盤2602及頂篷或擋風玻璃罩殼2604。方向盤2602可以機械方式耦接至車輛之車輪聯動裝置，及/或可與車輛之控制器（例如無線）通信以命令轉向致動器。

【0095】 本文中所描述的致動器之各種態樣可由串聯彈性致動器（SEA）替換或補充，串聯彈性致動器包括在系統之力產生部分與被致動之物之間串聯的彈性元件。此彈性元件可允許力產生以無事故繼續，即使被致動之物被外部物件或力阻礙或抵抗。SEA可改良乘坐感覺，增加安全性，及/或在高應力情形中（諸如當撞擊坑洞時）防止對結構或馬達損害。

#### 【0096】 B.說明性控制方法

【0097】 此章節描述用於控制可傾斜車輛之說明性方法之步驟；參見圖27至圖36。上文所描述的車輛之態樣可用於下文所描述之方法步驟。在適當

時，可對可在進行每一步驟時使用之組件及系統進行參考。此等參考係用於說明，且並非意欲限制進行該方法之任何特定步驟的可能方式。

**【0098】** 一般而言，所討論之車輛的所需傾斜角係藉由判定什麼側向偏斜或傾斜角導致與底盤之中心垂直面（亦稱作中間平面，亦即穿過車輛之垂直中心線將底盤分成或二等分成左側部分及右側部分的平面（當底盤垂直時XZ））對準的淨力向量而導出。淨力向量經定義為由向下重力及側向離心力產生的組合力向量。車輛上之感測器（例如加速度計）偵測底盤上的力向量之側向偏轉（例如，歸因於來自起始經轉向轉彎的離心力，或在轉彎期間或在正常操作期間來自不均勻地形的側向力）。作為回應，傾斜致動器及在一些情況下轉向致動器經調整以將淨力向量返回至與底盤之中間平面實質對準。偏斜角隨速度及轉彎半徑之緊密度而變化。給定對於給定轉彎半徑及/或速度之所需或最佳傾斜角（亦即，保持淨力向量與底盤對準之角度），傾斜聯動裝置可經改變以維持彼傾斜角，及亦保持傾斜角而不管不均勻/變化的地表面。

**【0099】** 另外或替代地，實質上相似系統可用來控制前/後傾斜角，亦即維持第二淨力向量與經由底盤側向切割並將底盤分成前及後面部分的一第二垂直面（亦稱作前端平面（當底盤垂直時YZ））一致。舉例而言，此第二系統可用以在上坡或下坡行進時維持所需底盤角度。以下論述描述側向傾斜控制系統，但相同原理可應用於前/後傾斜系統。

**【0100】** 偏斜（亦稱為傾斜）與轉向比經計算以維持總力向量（相對於離心力及歸因於重力的力）與傾斜車輛之中間平面對準。一般而言，對於任何給定轉彎半徑車輛行駛愈快，車輛底盤需要偏斜愈多，以便保持此總力向量與可傾斜底盤之中間平面對準。較高速度或減小之轉彎半徑導致所需偏斜角增加。給定驅動條件之動態性質，一或多個感測器用於確保所需效能。

**【0101】** 騎乘者體驗（或輸送期間車輛載荷上之力）總體上藉由對準淨

力向量與底盤而得以改良。即使在較高淨力情況下，若該等力與底盤傾斜對準，則影響基本上為G力增加，而非傾斜或滑動的主觀體驗。然而，值可經調節以產生不同模式，例如，具有更積極放大之反應性（例如對於給定偏斜角轉彎較緊密）或過轉向/欠轉向以產生各種處置特性的體育模式。

**【0102】** 車輛傾斜/轉向系統之控制器可包括經配置以進行諸如本文中所述之彼等演算法的演算法的任何合適之處理邏輯。舉例而言，可利用PID（比例積分導數）控制器，具有用以基於力向量量測值控制傾斜/轉向變數的控制迴路回饋機構。一般而言，下文所描述之程序步驟藉由附圖27至附圖34說明並在圖35至圖36中概述。如上文所描述，正被控制的車輛2700具有至少一對車輪2702或經配置以例如使用四桿聯動裝置2706與中心底盤2704一起傾斜的其他行進表面介面，以及一或多個傾斜感測器2708（例如加速度計、陀螺儀等）、轉向致動器2710及藉由控制器2714（例如機載控制器）控制的傾斜致動器2712。此處使用之一般實例係具有在前方之一對傾斜車輪、一齒輪傾斜機構及用於經控制轉向之直列式伺服馬達的三輪式車輛。然而，如本發明通篇所描述，可利用任何合適之配置。

**【0103】** 當控制車輛2700時可利用三種基本模式，車輛2700為在本發明中別處描述的車輛之實例。第一，底盤傾斜及轉向兩者可經提供動力並經主動控制。第二，僅僅傾斜可經提供動力。第三模式可包括具有轉向控制之可變位準的提供動力之傾斜（例如基於車輛速度）。

**【0104】** 一般而言，使用者（例如使用方向盤、操縱桿或其他介面）或自動化或半自動化車輛控制器判定及/或指示所需車輛路徑。接著基於給定速度計算適當偏斜與轉向比。

**【0105】** 底盤傾斜及/或轉向接著經相應地並行致動，以維持淨力向量與底盤之中間平面一致。基於來自所量測底盤傾斜之回饋進行地形調整。在下文

關於圖35及圖36描述兩個合適之控制方案。

【0106】 B1.偏斜遵循轉向 (LFS)

【0107】 在第一控制方案中，車輛傾斜遵循車輛轉向。換言之，車輪當進入轉彎時首先經轉向，且引起車輛底盤回應於離心力而自動地傾斜，以使得力平衡且歸因於重力及離心力之淨力向量保持與傾斜底盤之中間平面一致。

【0108】 圖35為說明在實施LFS控制方案之說明性方法3500中執行的步驟之流程圖，且可並未列舉方法之完整處理程序或所有步驟。雖然以下描述且在圖35中描繪方法3500之各種步驟，但該等步驟未必皆被執行，且在一些情況下，可同時或按與所展示之次序不同之次序執行。

【0109】 方法3500之步驟3502包括在水平表面上沿著直線路徑操作車輛（例如車輛2700）。在此情形下，淨力向量實質上等於重力，且與垂直底盤對準（參見圖27）。

【0110】 方法3500之步驟3504包括例如使用轉向致動器2710引起車輛之車輪（例如車輪2702）轉彎，藉此賦予離心力並引起車輛上的淨力向量變化（參見圖28）。此步驟可藉由騎乘於車輛上之使用者例如使用轉向機構（諸如把手或方向盤）、藉由線控飛行情形中之遠端使用者使用遙控裝置，或藉由自動化機載控制器來進行。因此，淨力向量將不再與底盤之中間平面對準。

【0111】 方法3500之步驟3506包括感測車輛之中間平面與歸因於離心力及重力的淨力向量之間的未對準。此步驟可藉由傾斜感測器（例如傾斜感測器2708）進行。

【0112】 方法3500之步驟3508包括引起底盤（例如底盤2704）傾斜以補償增大之離心力，亦即對準底盤以使得淨力向量與中間平面一致。如上文所描述，車輛之四桿聯動裝置將引起車輪隨底盤傾斜（例如至相同程度）。參見圖29。

【0113】 方法3500之步驟3510包括引起車輛之車輪返回至中間位置以自步驟3504中開始的轉彎中脫出。如同在彼步驟中，車輪可藉由使用者及/或控制器例如使用轉向致動器來轉向。此動作使得離心力減小或去除，藉此造成淨力向量相對於仍偏斜底盤的另一未對準。參見圖30。

【0114】 方法3500之步驟3512包括例如使用命令車輛傾斜致動器之控制器引起底盤在直立方向上傾斜以補償力向量與中間平面之間的失配。參見圖27。

【0115】 B2.轉向遵循偏斜（SFL）

【0116】 在第二控制方案中，車輛轉向遵循車輛傾斜。換言之，車輛當進入轉彎時傾斜，且作為回應該等車輪自然地轉向及/或被引起轉向，使得力平衡且歸因於重力及離心力之淨力向量保持與傾斜底盤之中間平面一致。換言之，底盤首先或至少與車輪轉彎同時傾斜，及車輪轉彎至考慮車輛速度及傾斜角之經判定值。在較高速度下，轉向可在「自由至轉動」（FTC）模式中，意謂無扭矩經施加且車輪自然地移動至轉向角。在較低速度下，轉向可完全藉由轉向致動器（例如同步馬達）控制。較低速度與較高速度之間的過渡區或範圍亦可經定義，其中轉向控制自全扭矩逐漸線性地或非線性地轉變至無扭矩。舉例而言，低於大約10哩每小時（mph），車輛之車輪可完全藉由施加來自轉向致動器之扭矩來控制。在此實例中，高於大約20 mph，車輪可完全FTC。在大約10 mph與大約20 mph之間，例如使用聯軸機構或其類似者將控制自全扭矩轉變成零扭矩。

【0117】 在極低速度（例如小於一mph）下，車輛傾斜可被鎖定。此等速度僅僅用於說明，且任何合適之速度可經選擇，此取決於所需特性、車輛性能及操作條件。

【0118】 圖36為說明在實施SFL控制方案之說明性方法3600中執行的步

驟之流程圖，且可並未列舉方法之完整處理程序或所有步驟。雖然以下描述且在圖36中描繪方法3600之各種步驟，但該等步驟未必皆被執行，且在一些情況下，可同時或按與所展示之次序不同之次序執行。

**【0119】** 如上文所解釋，SFL控制方案可包括三個階段，此取決於車輛速度及/或其他因素（例如車輛載荷）。在此實例中，方法3600之步驟3602包括以給定速度在一水平表面上沿著直線路徑操作車輛（例如車輛2700）。在此情形下，淨力向量實質上等於重力，且與垂直底盤對準。參見圖27。

**【0120】** 方法3600之步驟3604包括藉由使得底盤在與將由轉彎引起的預期離心力對置之方向上及按經計算以至少部分使得轉彎發生之數量傾斜（例如使用傾斜致動器）而對使車輛轉彎之信號（例如來自使用者或自動化引導系統）作出回應。失配將發生在淨力向量（歸因於離心力及重力）與底盤之中間平面之間。參見圖30。

**【0121】** 若車輛之速度低於所選擇第一臨限值，則方法3600之步驟3606包括使得車輪經轉向（例如藉由自控制器發出命令至轉向致動器）以使得淨力向量與中間平面對準，並實質上遵循所需轉彎路徑。低於所選擇第一速度臨限值，車輛可被稱作操作在雙輸入或雙控制模式中（亦即，傾斜及轉向兩者均經主動地控制）。參見圖29。

**【0122】** 若車輛之速度高於所選擇第二臨限值，則方法3600之步驟3608包括允許車輪自由地轉動，亦即施加零額外扭矩至車輪，藉此作為車輛傾斜之結果准許車輪找到其自然位置。高於所選擇第二速度臨限值，車輛可被稱作操作在自由至轉動或FTC模式中（亦即，僅僅傾斜經主動地控制）。參見圖29。

**【0123】** 若車輛之速度在第一臨限值與第二臨限值之間，則方法3600之步驟3610包括施加所選擇數量之扭矩至轉向系統以維持轉彎並至少部分防止相對於支撐表面之車輪刮擦。在自全扭矩至零扭矩之此過渡區或轉變範圍中，經

施加至轉向的扭矩之位準可與車輛速度成比例（例如與速度線性地相關或與速度非線性地相關），此取決於所需特性。參見圖29。

【0124】 方法3600之步驟3612包括引起車輛之傾斜返回至中間位置以自步驟3604中開始的轉彎中脫出。取決於速度，如上文所描述，車輪可經主動地或多或少轉向以輔助及維持淨力向量之對準。參見圖30。

【0125】 在非常低速度下，例如，低於第三臨限值（低於第一及第二臨限值），底盤傾斜可保持恆定或鎖定在適當的位置，使得僅僅車輪轉向可用以達成所選擇之車輛路徑。參見圖28。

【0126】 在一些實例中，方法3500及3600之態樣可經組合，例如以使得車輛在低於第一速度臨限值時遵循LFS方案且在高於第二臨限值時遵循FTC方案。

【0127】 B3.針對地形校正

【0128】 無關於控制方案，描述如本文所描述之車輛及控制系統可如何經配置以處置（自動地）地形變化及較小障礙物（亦即非平面行進表面）可具指導性。參見圖31至圖34。

【0129】 一般而言，在一個車輪或另一車輪下方遇到障礙物3102的車輛3100將被引起傾斜出其命令之傾斜值或範圍，從而引起車輛之不穩定性。車輛穩定性係藉由相對於車輪聯動裝置3106偏斜車輛之底盤3104來維持及控制，藉此准許車輪聯動裝置由於障礙物而傾斜，同時維持底盤相對於水平面（例如與重力正交之平面，或理想化平坦行進表面）的角度。此係藉由維持淨力向量與底盤之中間平面之間的對準（如藉由車輛之傾斜感測器所量測）而完成。

【0130】 舉例而言，車輛3100在遇到障礙物3102時可以直線（參見圖31）或轉彎（參見圖33）行進。在任一情況下，障礙物最初使得底盤3104傾斜脫離與淨力向量之對準。車輛之控制器藉由調整底盤之傾斜角直至淨力向量再

次與中間平面對準為止而補償此未對準。參見圖32及圖34。如所描繪，底盤相對於水平之初始角度A、B係藉由控制系統而維持，同時聯動裝置移位角度T基於地形而變化。在克服障礙物後，底盤將再次傾斜，且控制系統將調整傾斜以補償，從而返回至原始配置。

【0131】 地形補償可導致難以維持所需路徑。因此，不管模式，控制系統可經配置以選擇性地施加扭矩至轉向系統以處置動態條件。

【0132】 C.說明性組合及額外實例

【0133】 此章節描述不限於作為一系列段落提出的可傾斜車輛及其控制系統之額外態樣及特徵，為了清晰性及效率，其中之一些或全部可以文數字方式指明。此等段落中之每一者可按任何合適之方式與一或多個其他段落及/或與來自本申請案中其他處之揭示內容組合。以下段落中之一些明確地提及且進一步限制其他段落，提供（不限於）合適組合中之一些之實例。

【0134】 A0.一種車輛，其包含：

【0135】 一對車輪，其藉由一四桿聯動裝置耦接至一可傾斜中心框架，該四桿聯動裝置經配置以使得該對車輪及該中心框架經配置以相對於該中心框架之一中間平面共調傾斜；

【0136】 一感測器，其經配置以偵測關於施加至該中心框架的一淨力向量之方向資訊，其中該淨力向量係藉由重力結合施加至該中心框架之任何可應用離心力而判定；

【0137】 一第一致動器，其以操作方式耦接至該中心框架且經配置以選擇性地傾斜該中心框架；

【0138】 一第二致動器，其以操作方式耦接至該對車輪且經配置以選擇性地轉向該對車輪；及

【0139】 一控制器，其包括經配置以回應於來自該感測器之該方向資訊

而選擇性地控制該第一致動器及該第二致動器以自動地維持該淨力向量與該中心框架之該中間平面對準的處理邏輯。

【0140】 A1.如A0之車輛，其中該感測器包含一加速度計。

【0141】 A2.如A0或A1之車輛，其中該第一致動器包含一伺服馬達。

【0142】 A3.如段落A0至A2中任一項之車輛，其中該控制器經配置以獨立於該第二致動器控制該第一致動器。

【0143】 A4.如根據段落A0至A3中任一項之車輛，其中該控制器之該處理邏輯經進一步配置以藉由控制該第二致動器以轉向該等車輪而對該車輛之一經請求行進路徑作出回應且接著回應於該淨力向量與該中心框架之該中間平面之間的一所得未對準而控制該第一致動器以傾斜該中心框架。

【0144】 A5.如段落A0至A4中任一項之車輛，其中該控制器之該處理邏輯經進一步配置以藉由控制該第一致動器以傾斜該中心框架而對該車輛之一經請求行進路徑作出回應且接著回應於該淨力向量與該中心框架之該中間平面之間的一所得未對準而控制該第二致動器以轉向該等車輪。

【0145】 A6.如段落A0至A5中任一項之車輛，其中該控制器之該處理邏輯經進一步配置以當該車輛之一速度高於一所選擇臨限值時准許該對車輪自由地轉動。

【0146】 A7.如A6之車輛，其中該控制器之該處理邏輯經進一步配置以當該車輛之該速度小於該所選擇臨限值時控制該第二致動器以施加一所選擇數量之轉向扭矩至該對車輪。

【0147】 A8.如A7之車輛，其中該所選擇臨限值經定義為一第一臨限值，且當該速度低於該第一臨限值及高於一第二臨限值時該所選擇數量之轉向扭矩與該車輛之該速度線性地相關。

【0148】 A9.如段落A0至A8中任一項之車輛，其進一步包含以操作方式

耦接至該對車輪之一把手。

【0149】 A10.如段落A0至A9中任一項之車輛，其中該對車輪在一第一末端處耦接至該中心框架，該車輛進一步包含耦接至該中心框架之一對置第二末端的一第三車輪。

【0150】 A11.如A10之車輛，其中該第三車輪在一可樞轉接合部處耦接至該第二端。

【0151】 A12.如A11之車輛，其中該第三車輪圍繞該可樞轉接合部之樞轉係藉由安置於該第三車輪與該中心框架之間的一彈簧來阻尼。

【0152】 B0.一種用於自動地操作一可傾斜車輛之方法，該方法包含：

【0153】 感測一輪式車輛之一中心底盤上的一淨力向量，該中心底盤藉由一四桿聯動裝置總成耦接至一對側向安置之車輪，其中該中心底盤可側向傾斜且該四桿聯動裝置總成經配置以使該等車輪與該中心底盤共調地傾斜，且其中該中心底盤界定一中間平面；

【0154】 回應於接收到與一所需行進路徑有關之資訊，將該車輛之一速度與一第一臨限值及大於該第一臨限值之一第二臨限值比較；及

【0155】 回應於小於該第一臨限值之該車輛之該速度，藉由同時及自動地轉向該等車輪而使該車輛轉彎並引起該中心底盤之一傾斜，使得該淨力向量與該中間平面之間的一未對準被最小化。

【0156】 B1.如B0之方法，其進一步包含：

【0157】 回應於大於該第二臨限值之該車輛之該速度，自動地使得該中心底盤傾斜以使該車輛轉彎，並允許該對車輪自由地轉動。

【0158】 B2.如B0或B1之方法，其進一步包含：

【0159】 回應於在該第一臨限值與該第二臨限值之間之該車輛之該速度，藉由施加對應於該車輛之該速度的一所選擇數量之扭矩而自動主動地轉向

該等車輪。

【0160】 B3.如B2之方法，其中該所選擇數量之扭矩線性地與該車輛之該速度成比例。

【0161】 B4.如B2之方法，其中該所選擇數量之扭矩以一非線性關係對應於該車輛之該速度。

【0162】 B5.如段落B0至B4中任一項之方法，其進一步包含：回應於遇到一障礙物之車輪中之一者並引起該淨力向量與該中間平面之間的一未對準，藉由引起該中心底盤傾斜成與該淨力向量對準而自動地補償。

【0163】 B6.如B5之方法，其進一步包含引起該中心底盤在清除該障礙物之後返回至一原始定向。

【0164】 B7.如段落B0至B6中任一項之方法，其進一步包含使用耦接至該中心底盤之一提供動力第三車輪推動該車輛。

【0165】 B8.如段落B0至B7中任一項之方法，其中該淨力向量為重力及一離心力之一結果。

【0166】 優點、特徵及益處

【0167】 本文中所描述之車輛及控制之不同實施例及實例提供優於已知解決方案的若干優點。舉例而言，本文中所描述的說明性實施例及實例允許在最大化騎乘者舒適性的同時自動化或半自動化控制一輪式車輛。

【0168】 另外，以及其他益處，本文中所描述的說明性實施例及實例藉由在運輸期間使車輛側向傾斜以補償離心力而自動地穩定機器人或其他車輛。

【0169】 無已知系統或裝置可執行此等功能。然而，並非本文中描述之所有實施例及實例皆提供相同優點或相同程度之優點。

【0170】 結論

【0171】 上述之揭示內容可涵蓋具有獨立效用之多個相異實例。儘管已

經以較佳形式揭示此等實例中之每一者，但如本文中所揭示且說明之特定實施例不應被認為係限制性意義，此係因為許多變化形式係可能的。就在本發明內使用章節標題而言，此類標題僅出於組織性目的。本發明之主題包括本文中揭示之各種元件、特徵、功能及/或特性之所有新穎及非顯而易見的組合及子組合。以下申請專利範圍特別地指出被視為新穎及非顯而易見之某些組合及子組合。可在主張此申請案或相關申請案之優先權的申請案中主張特徵、功能、元件及/或特性之其他組合及子組合。此類申請專利範圍，無論在範疇上與原始申請專利範圍相比係更寬廣、更狹窄、相同還是不同，亦被視為包括在本發明之主題內。

#### 【符號說明】

##### 【0172】

10:輪聯動裝置總成

12:車輛

14:中心框架

16:支撐部分

17:樞軸/插銷

18:使用者/騎乘者

19:樞軸

20:頂部懸掛桿

22:底部懸掛桿

24:左懸掛桿

25:軸承

26:右懸掛桿

- 28:儲存隔室
- 29:輪胎桿
- 30:電池組/電池
- 32:第一垂直軸
- 34:第二垂直軸
- 36:第三垂直軸
- 38:輪胎/車輪
- 40:輪胎/車輪
- 42:腿
- 44:表面
- 46:後輪
- 48:主軸
- 101:轉向致動器
- 102:致動器
- 106:制動致動器
- 111:控制器
- 112:處理器
- 113:儲存器或記憶體
- 116:接收器
- 117:感測器
- 121:感測器
- 300:車輛
- 322:底盤
- 323:第一末端/前部末端

- 324:第二末端/後端
- 326:第一車輪/前車輪
- 327:第二車輪前車輪
- 328:車輪/後輪
- 331:懸掛總成
- 332:橫樑
- 332A:第一或左末端
- 332B:第二或右末端
- 333:第一支架
- 334:第二支架
- 336:樞轉總成
- 337:主軸軸桿
- 346:車輪旋轉總成
- 347:車輪旋轉總成
- 356:轉向機構/總成
- 357:第一轉向桿
- 358:第二轉向桿
- 359:轉向軸
- 361:臂
- 362:耦接支架
- 366:轉向把手或方向盤
- 371:頸狀部分或導桿
- 372:頂部管
- 373:底部管/下管

- 374:中心柱或座位管
- 376:底部臂或車輪叉
- 377:樞轉總成
- 381:偏轉懸掛部件/彈簧
- 382:座位
- 386:樞轉總成
- 391:第一容器
- 392:第二容器
- 396:驅動致動器
- 431:懸掛總成
- 432:中心元件
- 433:上部第一懸掛臂
- 434:樞轉元件或銷
- 436:樞轉元件或銷
- 441:上部第二懸掛臂
- 442:樞轉元件或銷
- 446:下部第一懸掛臂
- 447:樞轉元件或銷
- 448:樞轉元件/銷
- 451:下部第二懸掛臂
- 452:樞轉元件/銷
- 461:樞轉總成
- 462:參考線或平面
- 463:第一傾斜致動器

464:第二傾斜致動器  
470:天線  
600:車輛  
600':車輛  
600":車輛  
602:可傾斜框架或底盤  
602':可傾斜框架或底盤  
602":可傾斜框架或底盤  
604:四桿車輪聯動裝置  
604':四桿車輪聯動裝置  
604":四桿車輪聯動裝置  
606:車輪  
606':車輪  
606":車輪  
608:馬達  
608':馬達  
608":馬達  
610:正齒輪  
610':齒輪箱  
610":正齒輪  
612:齒輪  
612":齒輪  
1200:車輛  
1200':車輛

1202:可傾斜框架或底盤  
1202':可傾斜框架或底盤  
1204:四桿車輪聯動裝置  
1204':四桿車輪聯動裝置  
1206:車輪  
1206':車輪  
1208:馬達  
1208':馬達  
1210:正齒輪  
1210':正齒輪  
1212:鏈條  
1212':帶/鏈條  
1214:齒輪  
1214':齒輪  
1500:車輛  
1500'':車輛  
1502:可傾斜框架或底盤  
1502'':可傾斜底盤  
1504:四桿車輪聯動裝置  
1504':聯動裝置  
1504'':聯動裝置  
1506:車輪  
1508:線性致動器  
1508':線性致動器

1508":線性致動器  
1508"":線性致動器  
1510:樞轉接合部  
1510':第一末端  
1510"":第一末端  
1512:樞轉接合部  
1512':第二末端  
1512"":第二末端  
1514"":線性致動器  
2400:輪式車輛  
2402:可傾斜底盤  
2404:四桿聯動裝置  
2406:車輪  
2408:彈簧/減震器  
2410:致動器  
2500:輪式車輛  
2502:馬達  
2504:第一齒輪  
2506:第二齒輪  
2508:轉向部件  
2510:把手  
2600:可傾斜車輛  
2602:方向盤  
2604:頂篷或擋風玻璃罩殼

2700:車輛  
2702:車輪  
2704:底盤  
2706:四桿聯動裝置  
2708:傾斜感測器  
2710:轉向致動器  
2712:傾斜致動器  
2714:控制器  
3100:車輛  
3102:障礙物  
3104:底盤  
3106:車輪聯動裝置  
3500:方法  
3502:步驟  
3504:步驟  
3506:步驟  
3508:步驟  
3510:步驟  
3512:步驟  
3600:方法  
3602:步驟  
3604:步驟  
3606:步驟  
3608:步驟

3610:步驟

3612:步驟

A:初始角度

B:初始角度

T:聯動裝置移位角度

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種車輛，其包含：

第一車輪及第二車輪，該第一車輪及該第二車輪藉由一四桿聯動裝置耦接至一中心框架，該四桿聯動裝置允許該等車輪及該中心框架相對於該中心框架之一中間平面傾斜；

一感測器，其經配置以偵測關於被施加至該中心框架的一淨力向量之方向資訊；

一第一致動器，其以操作方式被耦接至該中心框架且經配置以選擇性地傾斜該中心框架；

一第二致動器，其以操作方式被耦接至該等車輪且經配置以選擇性地轉向該等車輪；及

一控制器，其包括經配置以回應於來自該感測器之該方向資訊而選擇性地控制該第一致動器及該第二致動器以自動地維持該淨力向量與該中心框架之該中間平面對準的處理邏輯；

其中該控制器之該處理邏輯經進一步配置以控制該第二致動器以自動地 (a) 當該車輛之一速度小於一第一臨限值時施加一所選擇量之轉向扭矩至該等車輪，並且 (b) 當該車輛之該速度高於該第一臨限值時准許該等車輪自由地轉動；以及

其中該四桿聯動裝置包括一頂部懸掛桿、一底部懸掛桿、一左懸掛桿及一右懸掛桿，並且其中該頂部懸掛桿包括一對上部懸掛臂，各自具有在一第一樞轉元件處耦接在一起的一內部末端。

【請求項2】如請求項1之車輛，其中該四桿聯動裝置包括一中心元件，該中心元件剛性地耦接至該中心框架，並且其中該第一樞轉元件附接至該中心元件。

【請求項3】如請求項1之車輛，其中該四桿聯動裝置包括一中心元件，該中心元件剛性地耦接至該中心框架，並且其中該中心元件包括該第一樞轉元件。

【請求項4】如請求項1之車輛，其中該底部懸掛桿包括一對下部懸掛臂，其各別具有在一第二樞轉元件處可旋轉地耦接在一起的一內部末端。

【請求項5】如請求項4之車輛，其中該四桿聯動裝置包括一中心元件，該中心元件剛性地耦接至該中心框架，並且其中該第一樞轉元件及該第二樞轉元件剛性地耦接至該中心元件。

【請求項6】如請求項5之車輛，其中該對上部懸掛臂中之一第一者平行於該對下部懸掛臂中之一第一者延伸，並且該對上部懸掛臂中之一第二者平行於該對下部懸掛臂中之一第二者延伸。

【請求項7】一種車輛，其包含：

第一車輪及第二車輪，該第一車輪及該第二車輪藉由一四桿聯動裝置耦接至一底盤，該四桿聯動裝置使該等車輪及該底盤各自能夠相對於該底盤所界定的一中間平面而傾斜；

一感測器，其經配置以偵測在該底盤上的一淨力向量之側向偏轉；

一傾斜致動器，其以操作方式被耦接至該底盤且經配置以選擇性地傾斜該底盤；及

一機動化轉向致動器，其以操作方式被耦接至該等車輪且經配置以選擇性地轉向該等車輪；

其中該傾斜致動器及該轉向致動器中之至少一者經配置以回應於偵測該淨力向量之側向偏轉的該感測器而將該淨力向量返回至與該底盤之該中間平面實質對準；

其中該四桿聯動裝置包括一頂部懸掛桿、一底部懸掛桿、一左懸掛桿及一

右懸掛桿，並且其中該頂部懸掛桿包括一對上部懸掛臂，其各自具有在一第一樞轉元件處耦接在一起的一內部末端；以及

一控制器，其中該控制器之處理邏輯經配置以控制該轉向致動器以自動地

(a) 當該車輛之一速度小於一第一臨限值時施加一所選擇量之轉向扭矩至該等車輪，並且 (b) 當該車輛之該速度高於該第一臨限值時准許該等車輪自由地轉動。

**【請求項8】**如請求項7之車輛，其中該四桿聯動裝置包括一中心元件，其剛性地耦接至該底盤，並且其中該第一樞轉元件附接至該中心元件。

**【請求項9】**如請求項7之車輛，其中該四桿聯動裝置包括一中心元件，其剛性地耦接至該底盤，並且其中該中心元件包括該第一樞轉元件。

**【請求項10】**如請求項7之車輛，其中該底部懸掛桿包括一對下部懸掛臂，其各別具有在一第二樞轉元件處耦接在一起的一內部末端。

**【請求項11】**如請求項10之車輛，其中該四桿聯動裝置包括一中心元件，其剛性地耦接至該底盤，並且其中該第一樞轉元件及該第二樞轉元件剛性地耦接至該中心元件。

**【請求項12】**如請求項11之車輛，其中該對上部懸掛臂中之一第一者平行於該對下部懸掛臂中之一第一者延伸，並且該對上部懸掛臂中之一第二者平行於該對下部懸掛臂中之一第二者延伸。

【發明圖式】

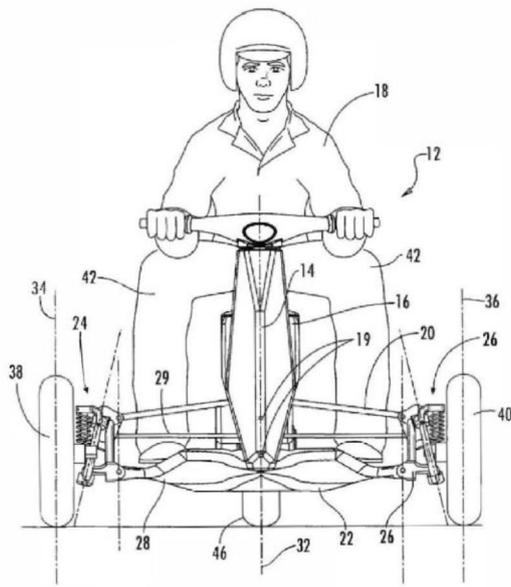


圖1

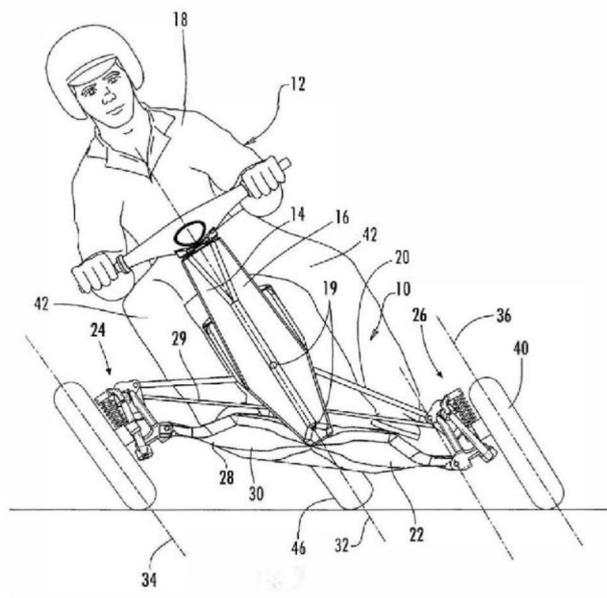
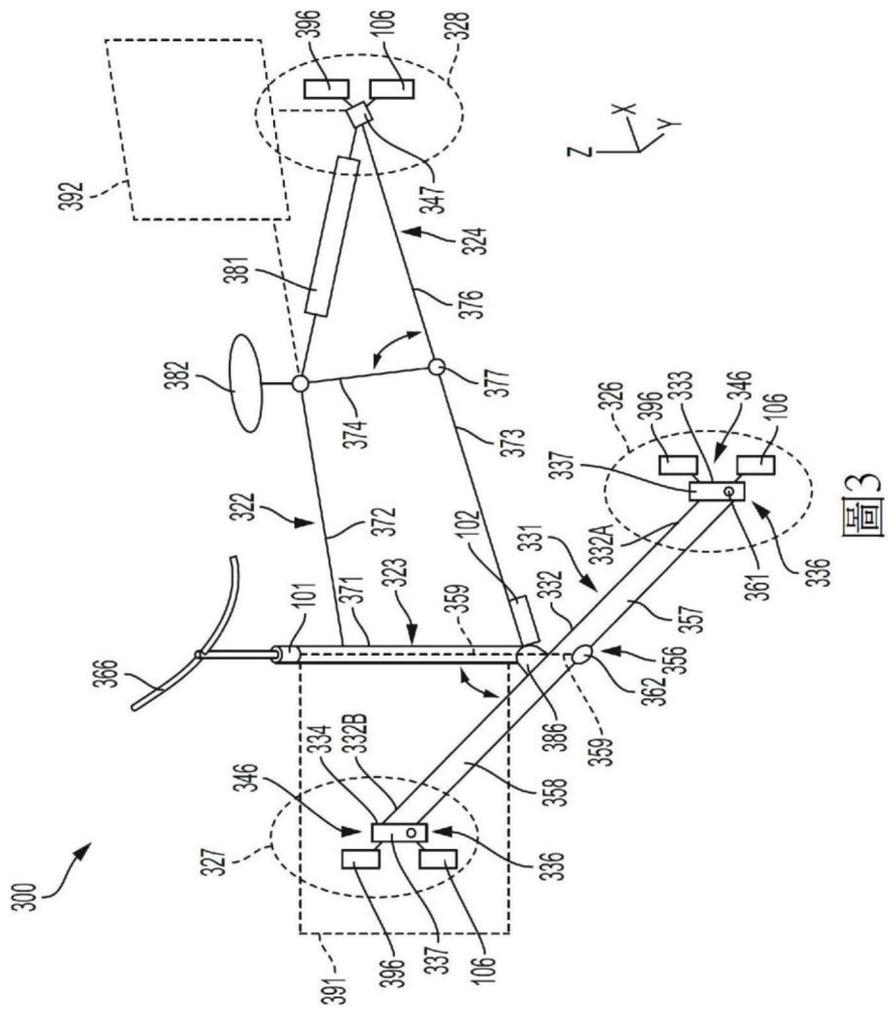


圖2





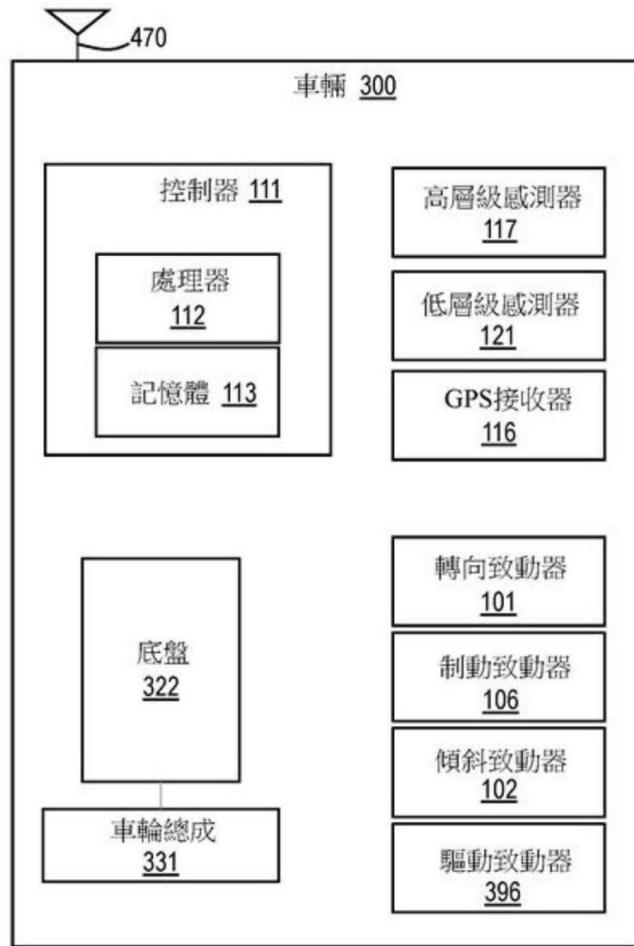


圖5

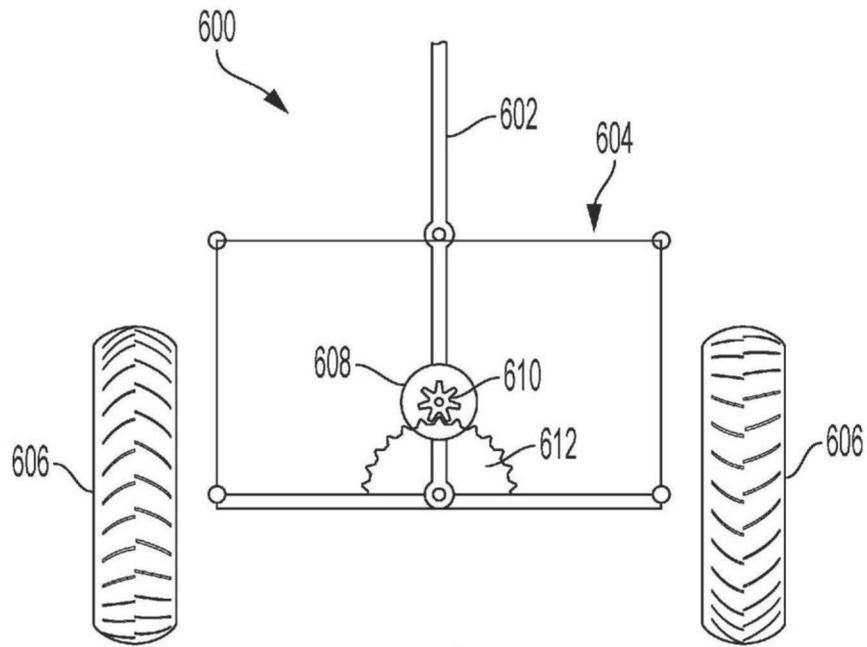


圖6

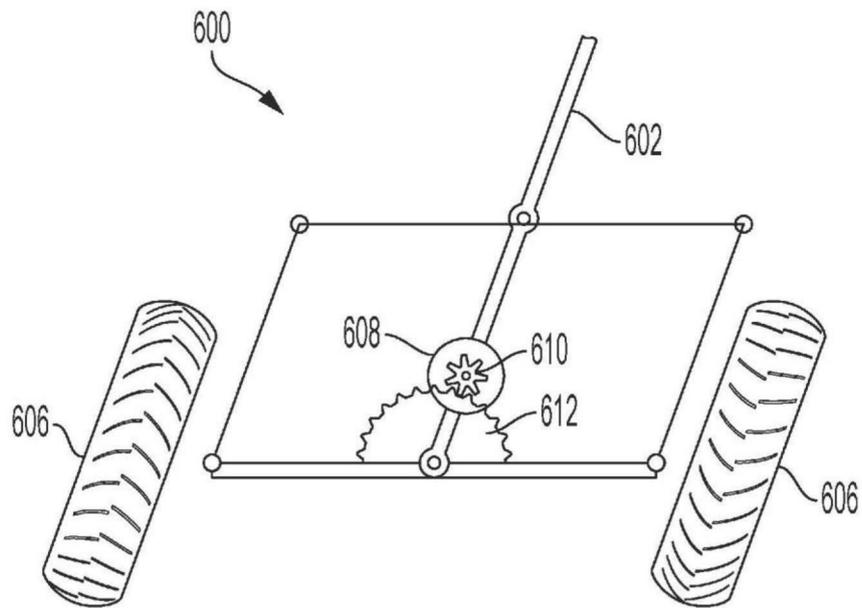


圖7

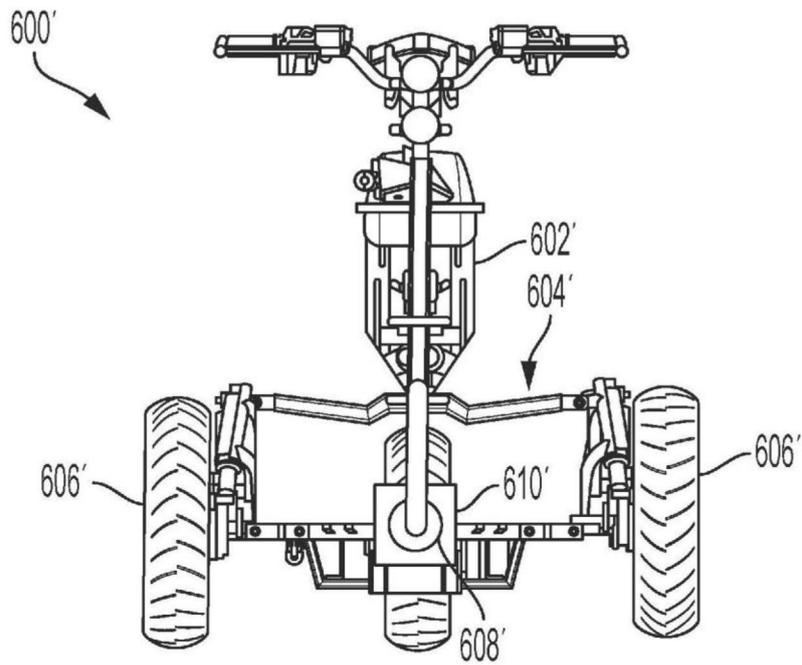


圖8

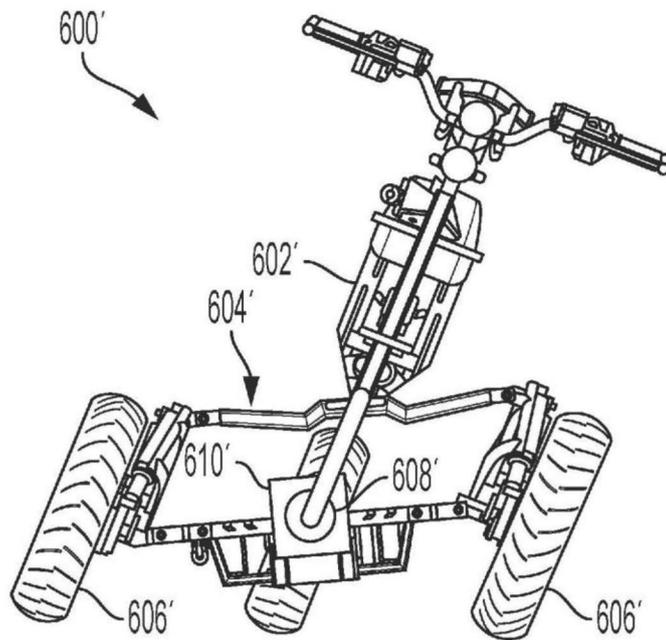


圖9

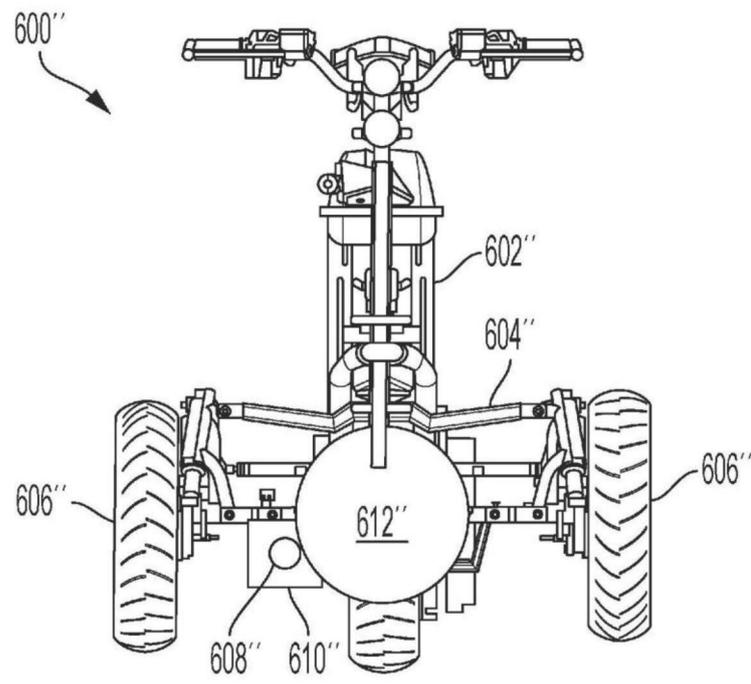


圖10

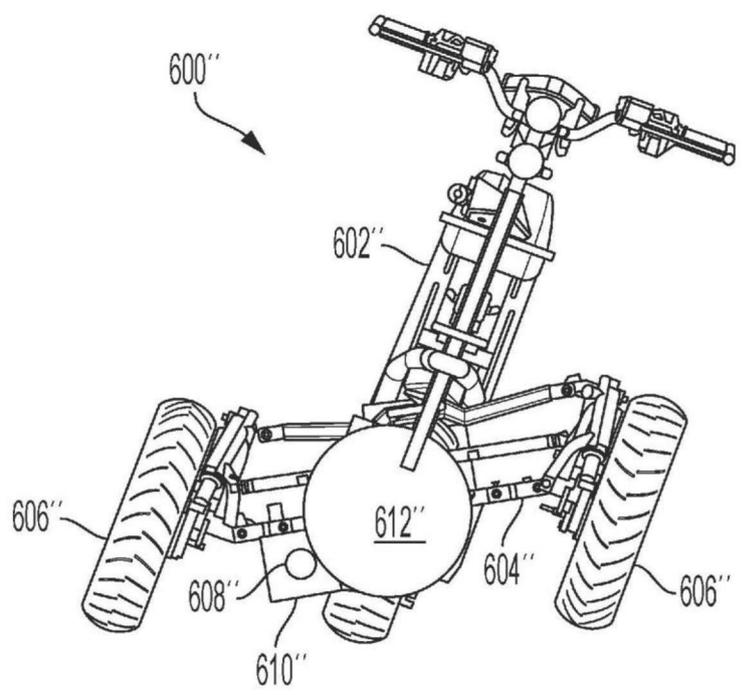


圖11

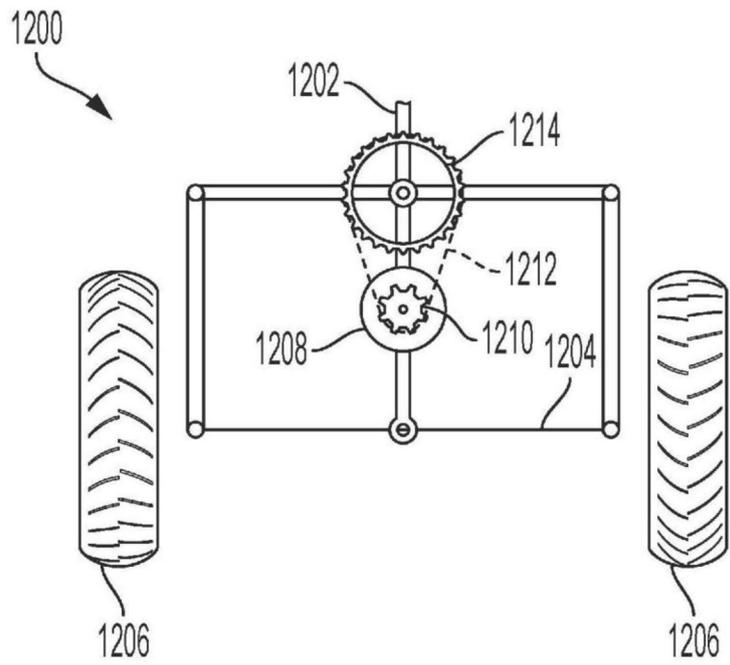


圖12

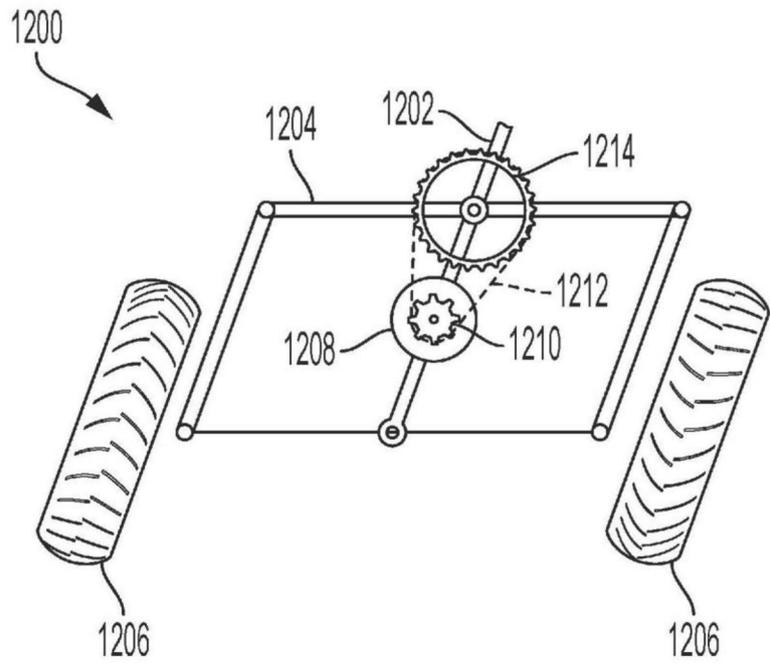


圖13

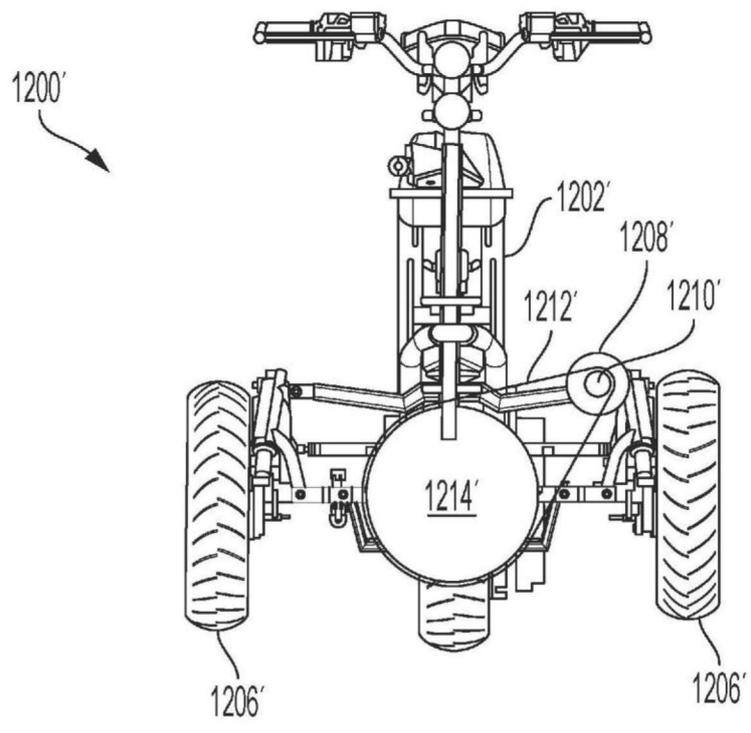


圖14

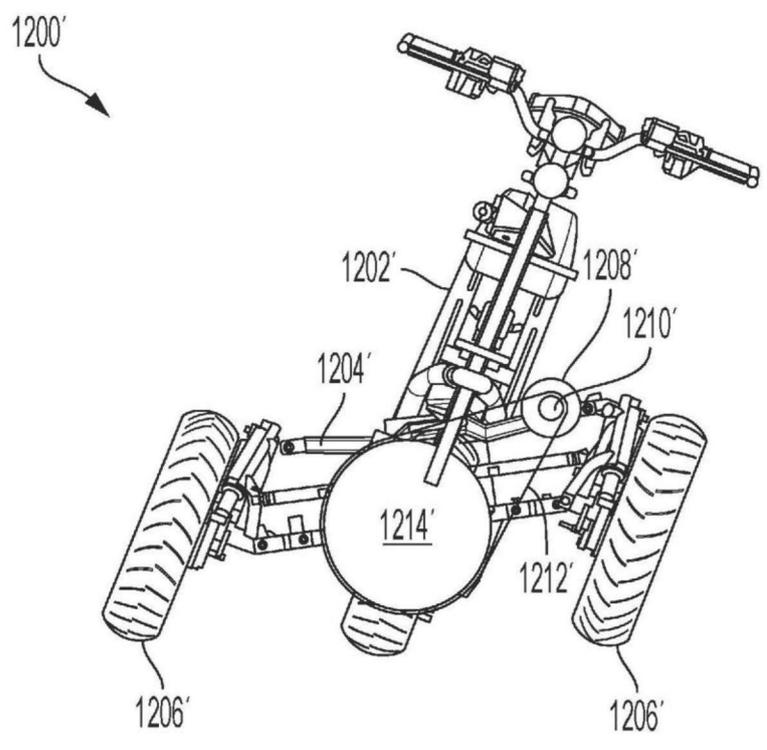


圖15

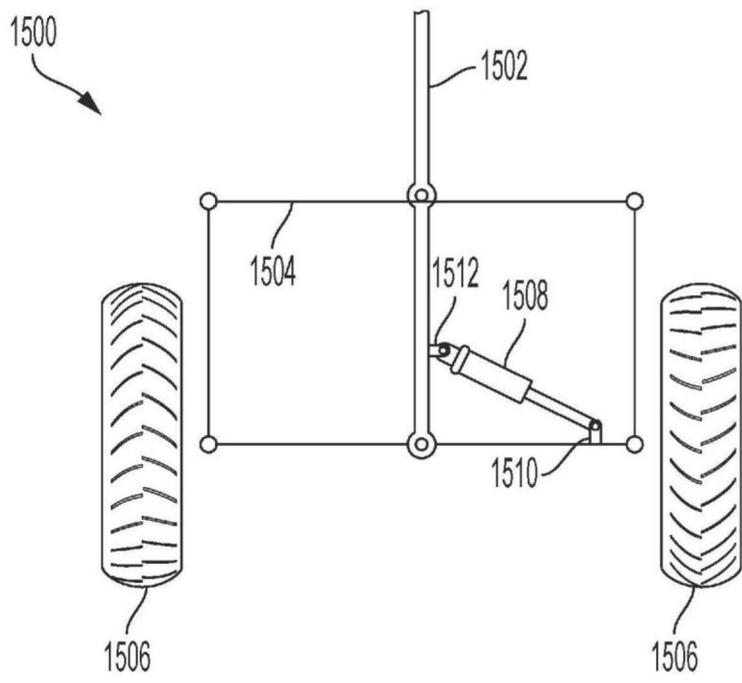


圖16

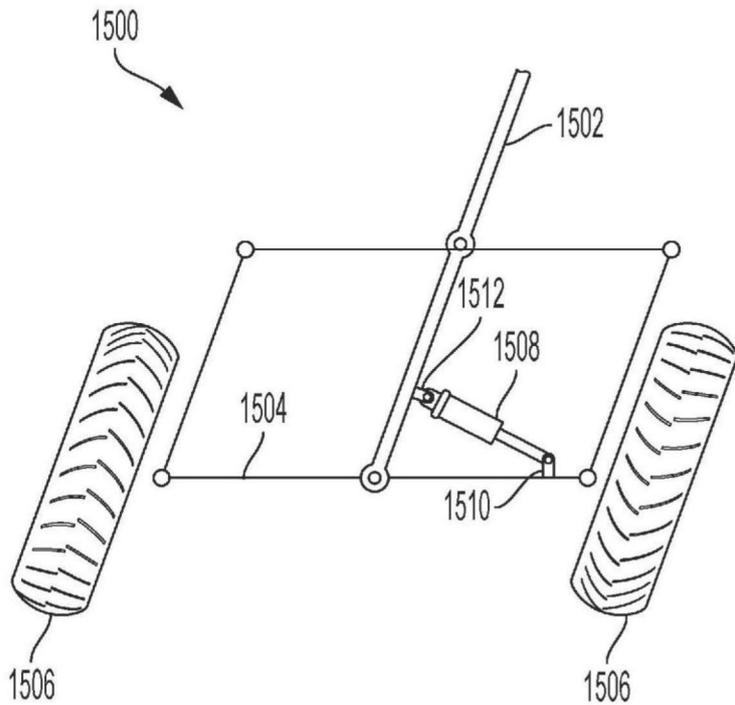


圖17

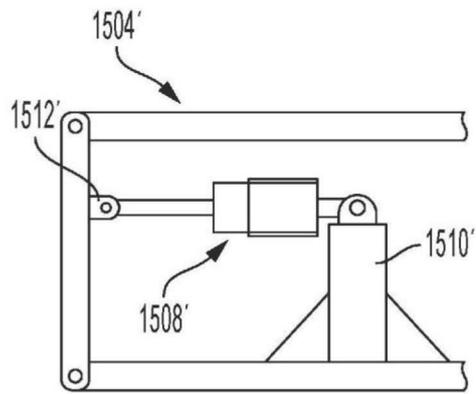


圖18

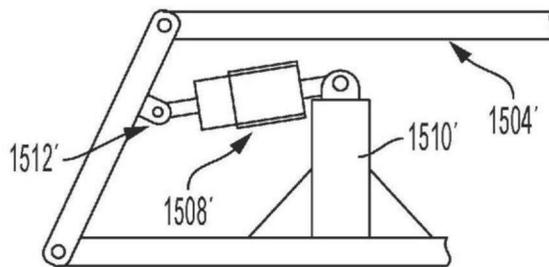


圖19

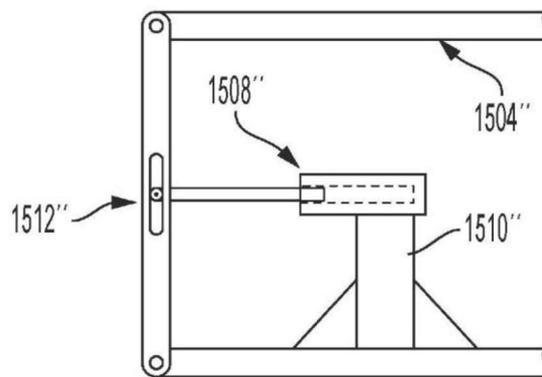


圖20

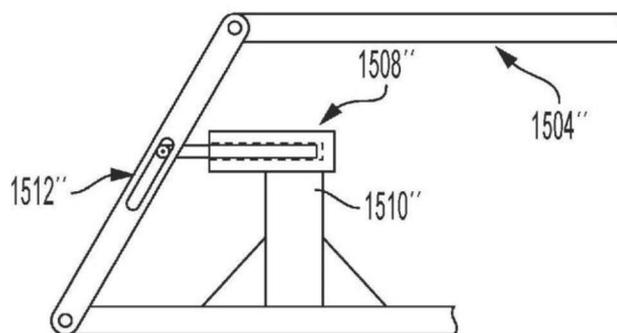


圖21

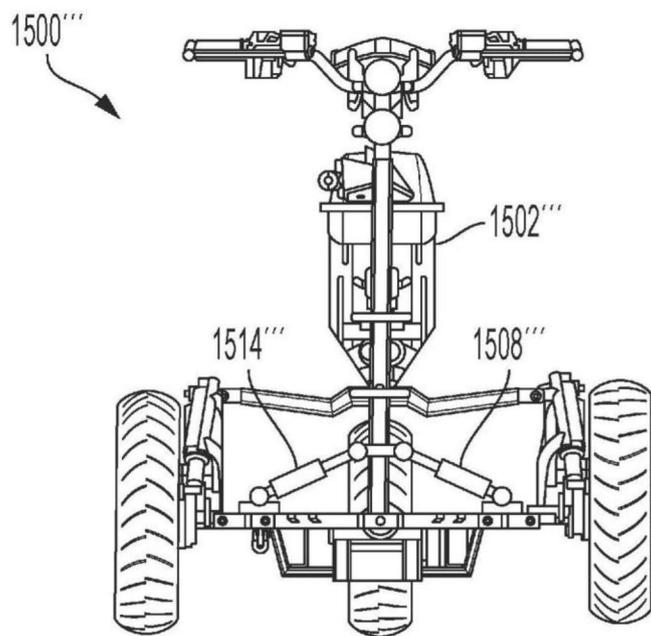


圖22

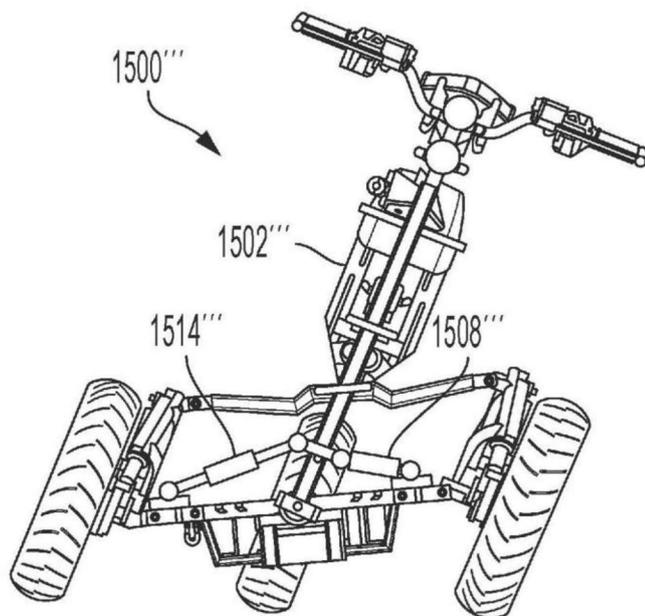


圖23

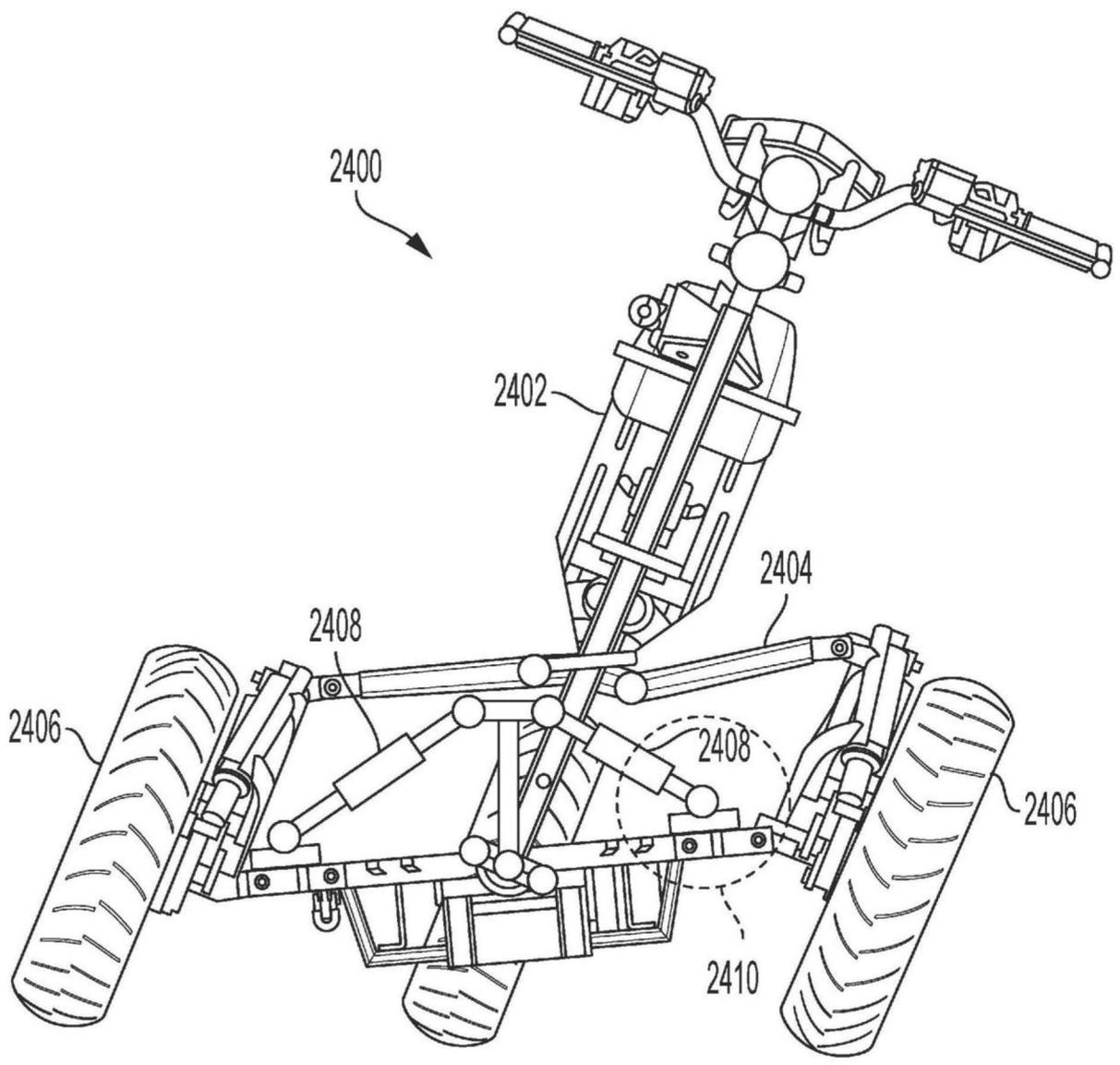


圖24

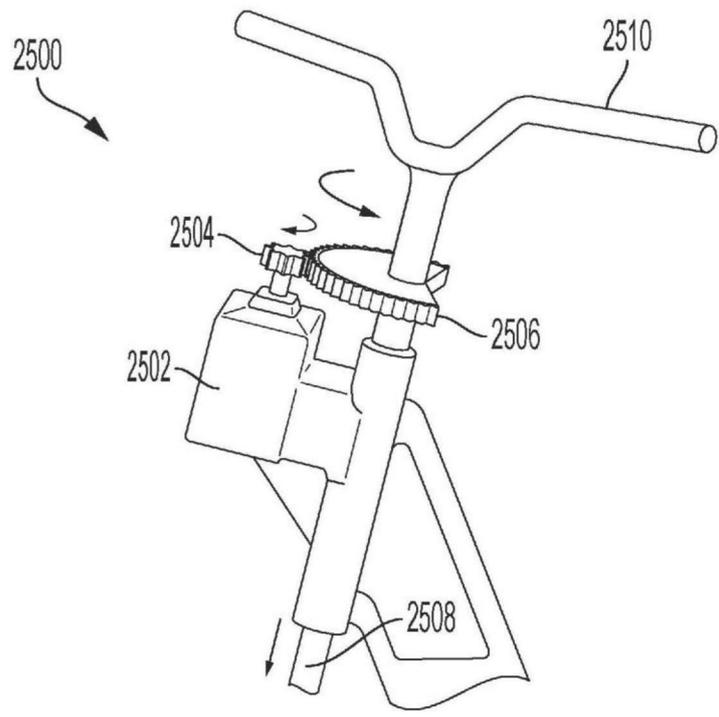


圖25

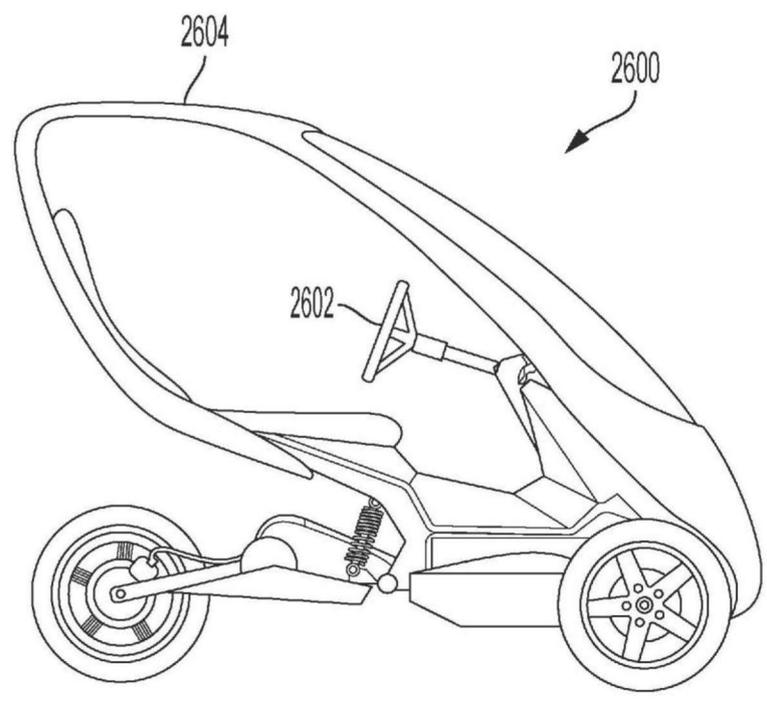


圖26

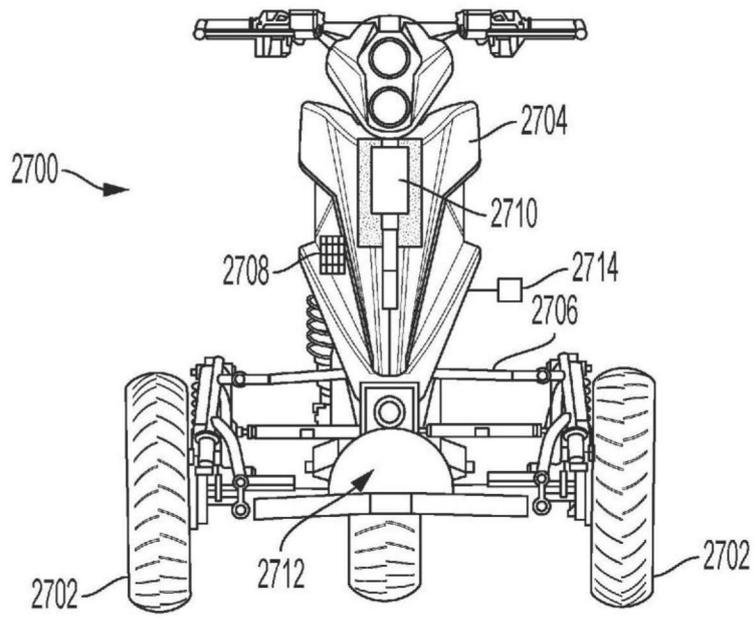


圖27

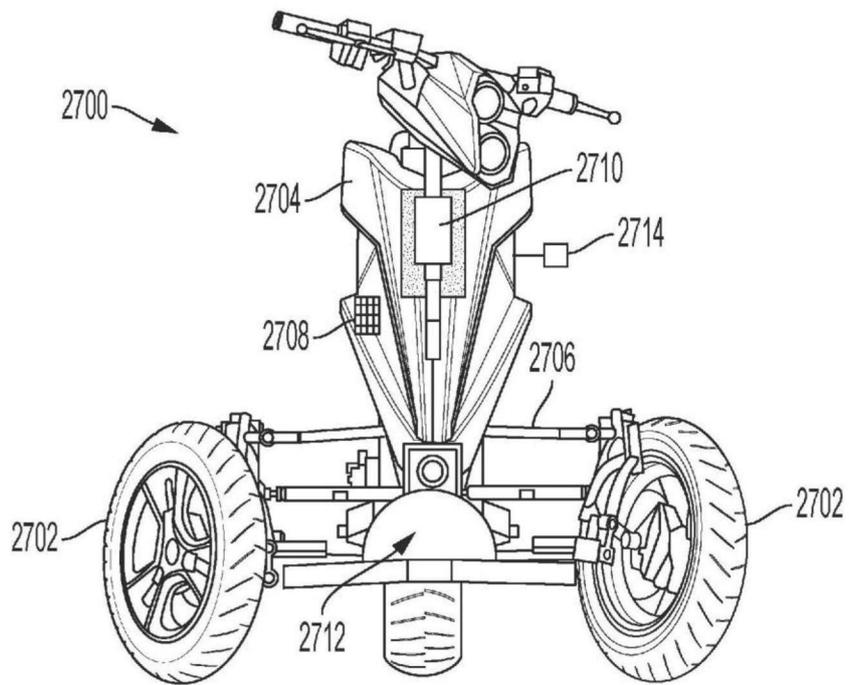


圖28

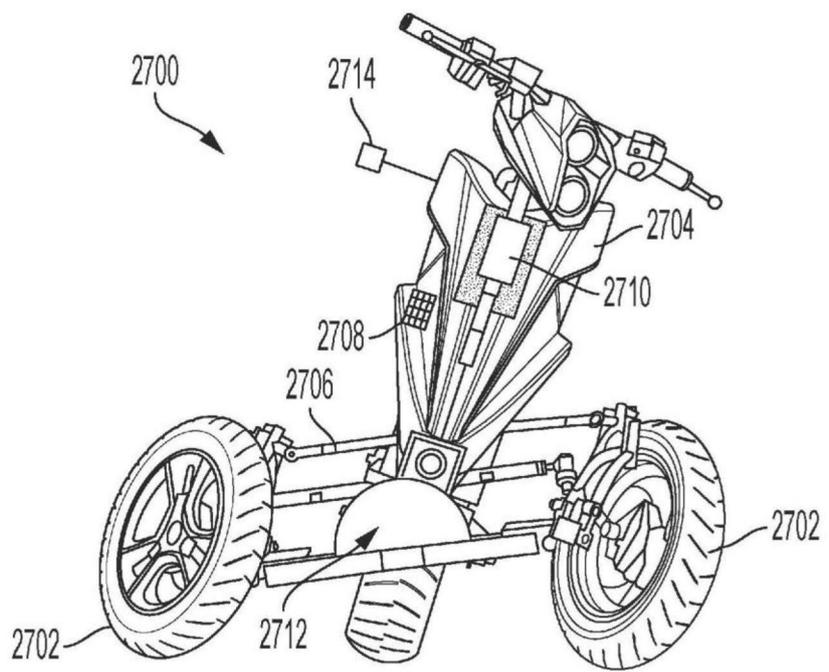


圖29

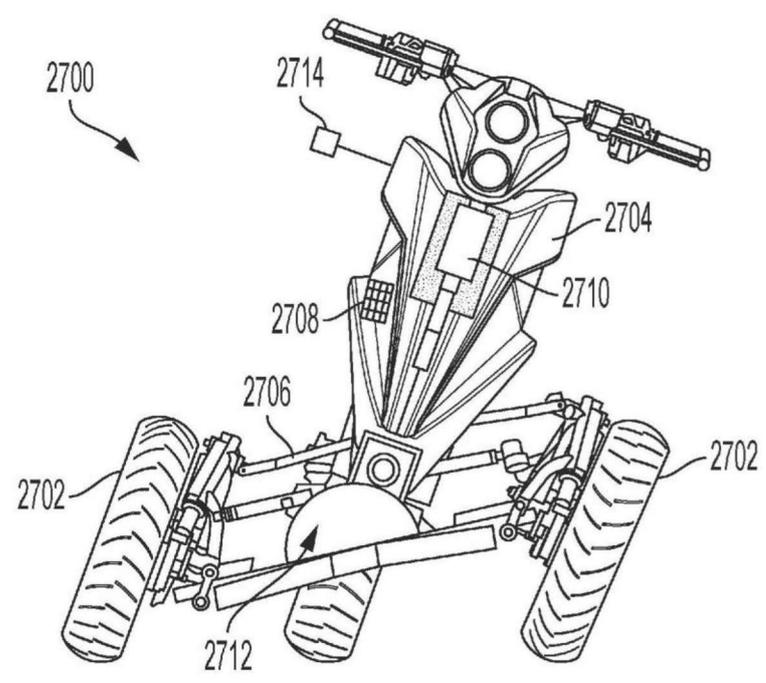


圖30

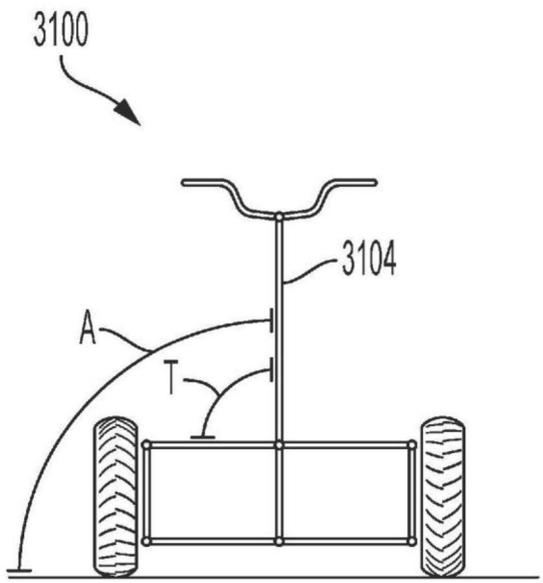


圖31

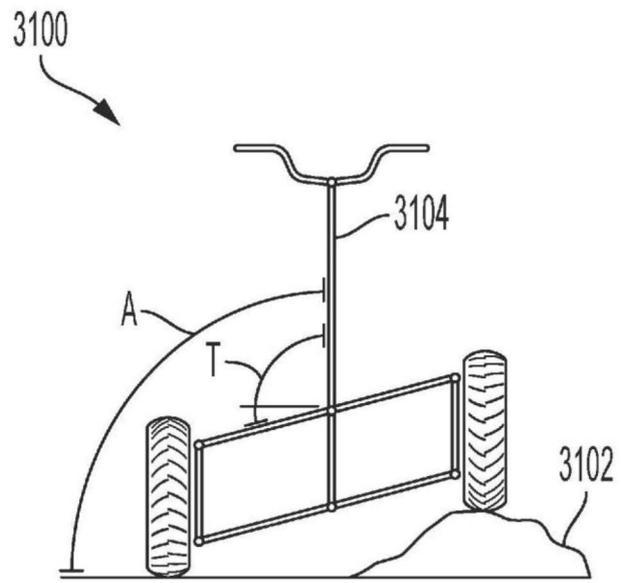


圖32

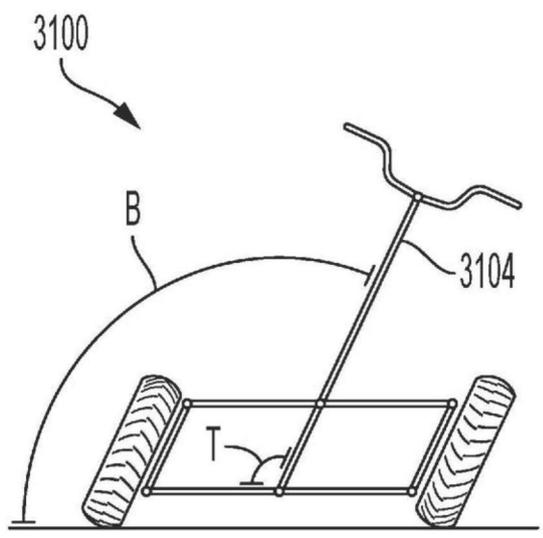


圖33

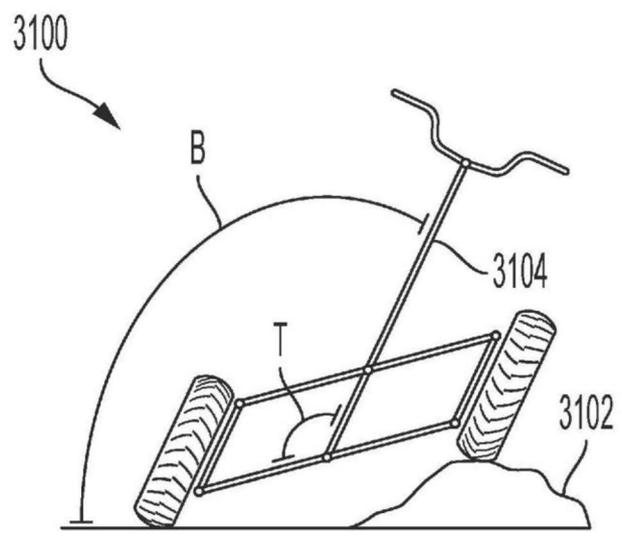


圖34

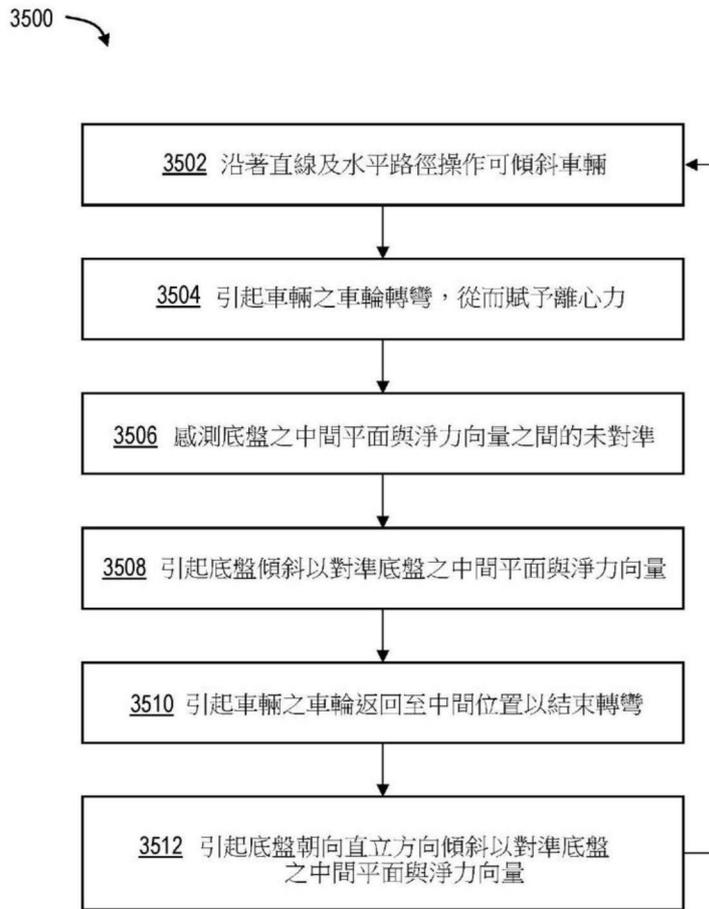


圖35

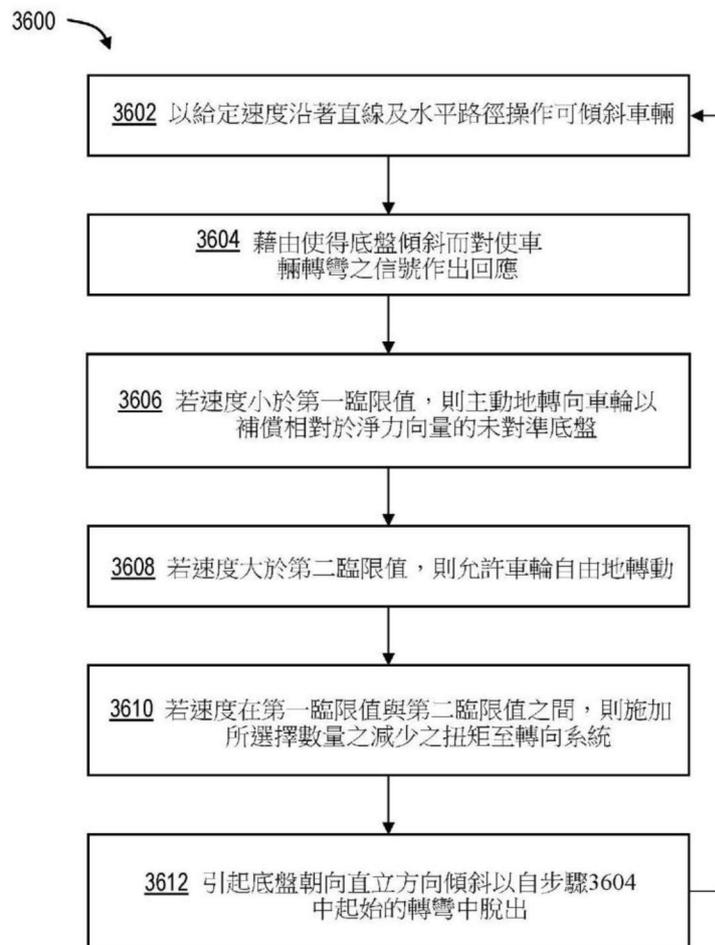


圖36