



(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 I846552 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：112128037

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 26 日

(51)Int. Cl. : **H02K51/00 (2006.01)**(71)申請人：國立成功大學(中華民國) NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY (TW)
臺南市東區大學路1號

(72)發明人：蔡明祺 TSAI, MI-CHING (TW)；吳益彰 WU, YI-CHANG (TW)；胡家勝 HU, JIA-SHENG (TW)；許佑勤 HSU, YU-CHIN (TW)；張晉暘 CHANG, CHIN-YANG (TW)；黃建智 HUANG, CHIEN-CHIH (TW)

(74)代理人：呂長霖

(56)參考文獻：

TW I594549B

TW I680909B

TW I780639B

CN 201282410Y

US 2014/0183996A1

US 2021/0265905A1

審查人員：陳丙寅

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：8 共 26 頁

(54)名稱

動力傳動系統

(57)摘要

一種動力傳動系統，包括一驅動馬達及一第一磁性齒輪電機，其中該驅動馬達包含一本體及一第一驅動軸，該第一磁性齒輪電機包含一第一內環轉子、一第一中環極片、一第一外環轉子、一第一機械輸入端、一第一電氣輸入端及一第一機械輸出端。透過驅動馬達及第一磁性齒輪電機的設計，不會有齒輪的磨耗與噪音產生的困擾，也能夠避免因轉速的不連續而造成該車輛的頓挫感。

A power transmission system is provided. The power transmission system comprises a drive motor and a first magnetic gear motor, wherein the drive motor comprises a body and a first drive shaft. The first magnetic gear motor comprises a first inner rotor, a first pole piece, an outer rotor, a first mechanical input, a first electrical input, and a first mechanical output. By utilizing the design of the drive motor and the first magnetic gear motor, the inconvenience of gear wear and noise generation is eliminated. It also prevents the vehicle from experiencing a jerky sensation caused by discontinuous rotational speeds.

指定代表圖：

符號簡單說明：

100:車輛

101:左輪

102:右輪

103:車體

2:驅動馬達

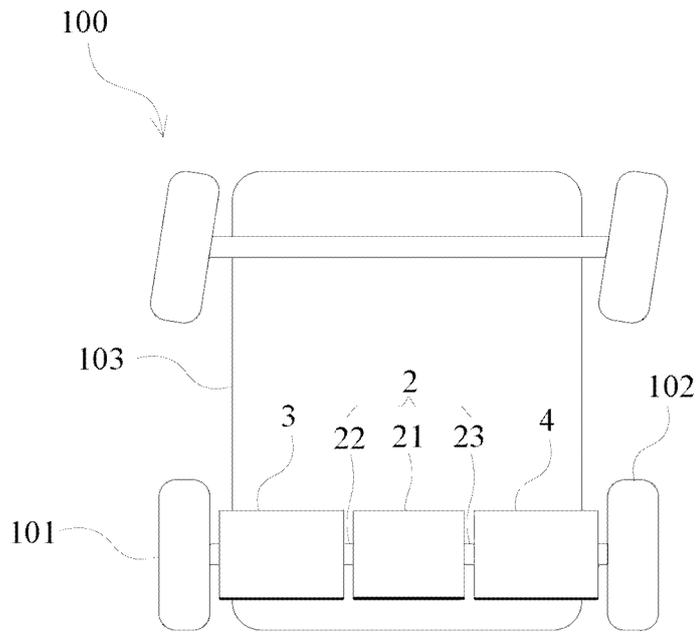
21:本體

22:第一驅動軸

23:第二驅動軸

3:第一磁性齒輪電機

4:第二磁性齒輪電機



【圖1A】



I846552

【發明摘要】

【中文發明名稱】 動力傳動系統

【英文發明名稱】 POWER TRANSMISSION SYSTEM

【中文】

一種動力傳動系統，包括一驅動馬達及一第一磁性齒輪電機，其中該驅動馬達包含一本體及一第一驅動軸，該第一磁性齒輪電機包含一第一內環轉子、一第一中環極片、一第一外環轉子、一第一機械輸入端、一第一電氣輸入端及一第一機械輸出端。透過驅動馬達及第一磁性齒輪電機的設計，不會有齒輪的磨耗與噪音產生的困擾，也能夠避免因轉速的不連續而造成該車輛的頓挫感。

【英文】

A power transmission system is provided. The power transmission system comprises a drive motor and a first magnetic gear motor, wherein the drive motor comprises a body and a first drive shaft. The first magnetic gear motor comprises a first inner rotor, a first pole piece, an outer rotor, a first mechanical input, a first electrical input, and a first mechanical output. By utilizing the design of the drive motor and the first magnetic gear motor, the inconvenience of gear wear and noise generation is eliminated. It also prevents the vehicle from experiencing a jerky sensation caused by discontinuous rotational speeds.

【指定代表圖】 圖 1A

【代表圖之符號簡單說明】

100: 車輛

101: 左輪

102: 右輪

103: 車體

2: 驅動馬達

21: 本體

22: 第一驅動軸

23: 第二驅動軸

3: 第一磁性齒輪電機

4: 第二磁性齒輪電機

【發明說明書】

【中文發明名稱】 動力傳動系統

【英文發明名稱】 POWER TRANSMISSION SYSTEM

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種動力傳動系統，特別是關於一種利用雙磁性齒輪來進行連動的動力傳動系統。

【先前技術】

【0002】 電機驅動馬達與傳動齒輪的組合是工業應用上常見的動力傳動，驅動馬達作為系統的動力單元，係藉由磁能轉換機制，將電能轉換為動力系統所需的機械能。齒輪則是機械動能的調節單元，用以調配驅動馬達輸出端的機械能轉速 (ω) 與轉矩 (T)，使動力驅動源能有效輸出至負載作功。一般應用上，考量驅動馬達工作於高轉速區會具有較佳的機電轉換效率，而負載端相對會操作於低轉速區，因此驅動馬達動力單元一般會結合變速齒輪箱設計，成為一串接式的動力傳動模組，用於減速及增矩的應用場合。

【0003】 然而，傳統動力模組在驅動馬達輸出端皆需要使用機械齒輪組進行減速與放大扭矩。此種架構使整體僅能擁有單一減速比，且功率輸出範圍僅能挑選電機輸出功率為限。

【0004】 另外，傳統車輛傳動模組，不論是有段式或無段式變速架構，在傳動系統中大都使用機械式齒輪作為傳遞媒介。而機械齒輪本身結構上的因素，在嚙合處有背隙的存在，造成齒輪的磨耗與噪音產生，因此需要定期進行潤滑保養，甚者需要更換部件，且齒輪箱設計上需要顧及配合精度等，若稍有不注意，會造成漏油的現象，導致使用環境的危險。

【0005】 進一步來說，在車輛傳動系統的發展上，為了使動力來源可以在不同轉速下維持足夠的與扭力穩定的輸出，因此便有有段式變速箱的發展，透過不同階段的齒比變化，來達到較為連續的扭矩轉速變化曲線。但有段式變速箱結構的缺點便是在檔位切換的過程中，因轉速的不連續，

會產生頓挫感，造成駕駛者以及乘客的不舒適。

【0006】 隨着技術的演進，無段式變速箱的概念便被提出與設計，並應用於車輛傳動系統。透過行星齒輪系可以達到固定速比以及在兩個輸入源時的變速比，來使輸入端至輸出端的減速比呈現連續性的變化，減少駕駛所感受到的頓挫感。在現有架構中，不論是有段式或無段式變速架構，在傳動系統中大都使用機械式齒輪作為傳遞媒介。而機械齒輪本身結構上的因素，在嚙合處有背隙的存在，造成齒輪的磨耗與噪音產生，因此需要定期進行潤滑保養，甚者需要更換部件，且齒輪箱設計上需要顧及配合精度等，若稍有不注意，會造成漏油的現象，導致使用環境的危險

【0007】 因此，為克服現有技術中的缺點和不足，本發明有必要提供改良的一種動力傳動系統，以解決上述習用技術所存在的問題。

【發明內容】

【0008】 本發明之主要目的在於提供一種動力傳動系統，利用驅動馬達及第一磁性齒輪電機的設計，不會有齒輪的磨耗與噪音產生的困擾，也能夠避免因轉速的不連續而造成該車輛的頓挫感。

【0009】 為達上述之目的，本發明提供一種動力傳動系統，該動力傳動系統包括一驅動馬達及一第一磁性齒輪電機，其中該驅動馬達包含一本體及一第一驅動軸，該第一驅動軸設置在該本體的一側；該第一磁性齒輪電機包含一第一內環轉子、一第一中環極片、一第一外環轉子、一第一機械輸入端、一第一電氣輸入端及一第一機械輸出端，該第一中環極片位於該第一內環轉子外側，該第一外環轉子位於該第一中環極片外側，該第一機械輸入端組合在該驅動馬達的第一驅動軸以及該第一內環轉子之間，該第一電氣輸入端配置為操控電磁場激磁，以提供該第一外環轉子用於轉動的電磁場轉矩，該第一機械輸出端設置在該第一中環極片上，而且該第一機械輸出端受到該第一中環極片帶動旋轉，其中該第一中環極片的轉速的公式為：

$$\omega_{Mod}^L = \frac{n_{PM}}{q_{Mod}} \omega_{PM}^L + \frac{p_e}{q_{Mod}} \omega_e^L ;$$

ω_{Mod}^L 為該第一中環極片的轉速， ω_{PM}^L 為該第一內環轉子的轉速， ω_e^L

為該第一外環轉子的轉速， n_{PM} 為該第一內環 1 轉子的磁鐵磁極對數， q_{Mod} 為該第一中環極片的導磁極片數， p_e 為該第一外環轉子的磁極對數。

【0010】在本發明之一實施例中，該驅動馬達包含一第二驅動軸，該第二驅動軸設置在該本體的另一側，該動力傳動系統另包括一第二磁性齒輪電機，該第二磁性齒輪電機包含一第二內環轉子、一第二中環極片、一第二外環轉子、一第二機械輸入端、一第二電氣輸入端及一第二機械輸出端，該第二中環極片位於該第二內環轉子外側，該第二外環轉子位於該第二中環極片外側，該第二機械輸入端組合在該驅動馬達的第二驅動軸以及該第二內環轉子之間，該第二電氣輸入端配置為操控電磁場激磁，以提供該第二外環轉子用於轉動的電磁場轉矩，該第二機械輸出端設置在該第二中環極片上，而且該第二機械輸出端受到該第二中環極片帶動旋轉，其中該第二中環極片的轉速的公式為：

$$\omega_{Mod}^R = \frac{n_{PM}}{q_{Mod}} \omega_{PM}^R + \frac{p_e}{q_{Mod}} \omega_e^R ;$$

ω_{Mod}^R 為該第二中環極片的轉速， ω_{PM}^R 為該第二內環轉子的轉速， ω_e^R 為該第二外環轉子的轉速， n_{PM} 為該第二內環轉子的磁鐵磁極對數， q_{Mod} 為該第二中環極片的導磁極片數， p_e 為該第二外環轉子的磁極對數。

【0011】在本發明之一實施例中，該驅動馬達的第一驅動軸及第二驅動軸、該第一磁性齒輪電機的第一機械輸出端以及該第二磁性齒輪電機的第二機械輸出端皆沿著同一中心軸旋轉。

【0012】在本發明之一實施例中，該動力傳動系統的一傳動方式包含一定速模式及一差速模式，在該定速模式中，該驅動馬達將動力輸出至該第一內環轉子及該第二內環轉子，而且該第一外環轉子及該第二外環轉子的轉速為 0；在該差速模式中，透過電磁場激磁調控該第一外環轉子及該第二外環轉子的轉速，使得該第一機械輸出端及該第二機械輸出端的轉速

形成速差。

【0013】 在本發明之一實施例中，該第一磁性齒輪電機的第一機械輸出端與該第二磁性齒輪電機的第二機械輸出端分別安裝在一車輛的一左輪及一右輪，該左輪及該右輪的一調速比為：

$$f(\alpha, R) = M(R) \left[\left(1 - \frac{1}{M(R)} \right) \frac{n_{PM}}{p_e} + \alpha(\omega_{Dri}) \right];$$

$$M(R) = \frac{v_r}{v_l} = \frac{2R-l}{2R+l};$$

$$v_l = \omega \left(R + \frac{l}{2} \right);$$

$$v_r = \omega \left(R - \frac{l}{2} \right);$$

$M(R)$ 為差速， α 為傳輸指數， ω_{Dri} 為該驅動馬達的轉速， v_l 為左輪速度， v_r 為右輪速度， R 為轉彎半徑， ω 為旋轉角速度；

當 $v_r = v_l$ 時，該左輪及該右輪之間沒有速差，該車輛以直線行駛；

當 $v_r = -v_l$ 時，該左輪及該右輪轉速相同且方向相反，該車輛以一中心原地旋轉；

當 $v_r = 0$ 或 $v_l = 0$ 時，該車輛分別是以該右輪或該左輪為中心進行旋轉；及

當 $v_r \geq v_l$ 或 $v_r \leq v_l$ 時，該車輛分別為左轉或右轉。

【0014】 在本發明之一實施例中，該第一外環轉子的轉速 ω_e^L 以及該第二外環轉子的轉速 ω_e^R 分別定義為：

$$\omega_e^L = \alpha(\omega_{Dri}) \times \omega_{Dri};$$

$$\omega_e^R = f(\alpha, R) \times \omega_{Dri};$$

ω_{Dri} 為該驅動馬達的轉速， α 為傳輸指數， $f(\alpha, R)$ 為調速比。

【0015】 在本發明之一實施例中，該左輪及該右輪設置在該車輛的一車體的一中區段或一後區段。

【0016】 在本發明之一實施例中，該第一磁性齒輪電機另包含二個第

一位置感測器，該等第一位置感測器分別安裝在該第一內環轉子、該第一中環極片及該第一外環轉子中的其中二個，以獲得對應的電氣角。

【0017】 在本發明之一實施例中，該等第一位置感測器分別安裝在該第一內環轉子及該第一中環極片上，以獲得對應的一第一內環電氣角及一第一中環電氣角，該第一外環轉子的一第一外環電氣角透過計算為：

$$\theta_e = q_{mod}\theta_{mod} - n_{PM}\theta_{pm} ;$$

θ_e 為該第一外環電氣角， θ_{mod} 為該第一中環電氣角， θ_{pm} 為該第一內環電氣角， q_{Mod} 為該第一中環極片的導磁極片數， n_{PM} 為該第一外環轉子的磁極對數。

【0018】 在本發明之一實施例中，該第一內環轉子為永久磁鐵環，該第一中環極片為調磁鐵芯環，該第一外環轉子為線圈磁鐵環。

【0019】 如上所述，透過該驅動馬達、該第一及第二磁性齒輪電機的設計，可分別控制左輪及右輪以該定速模式或該差速模式進行轉動，藉此克服傳統動力模組只能夠操作在單一減速比且功率輸出範圍僅能挑選電機輸出功率為限的問題。同時，以該第一及第二磁性齒輪電機來進行驅動，不會有齒輪的磨耗與噪音產生的困擾，也能夠避免因轉速的不連續而造成該車輛的頓挫感。

【圖式簡單說明】

【0020】

圖 1A 是依據本發明一實施例的一種動力傳動系統的四輪車輛的示意圖。

圖 1B 是依據本發明一實施例的一種動力傳動系統的三輪車輛的示意圖。

圖 1C 是依據本發明一實施例的一種動力傳動系統的六輪車輛的示意圖。

圖 1D 是依據本發明一實施例的一種動力傳動系統的另一種四輪車輛的示意圖。

圖 2 是依據本發明一實施例的一種動力傳動系統的第一或第二磁性齒輪電機操控電磁場激磁的示意圖。

圖 3 是依據本發明一實施例的一種動力傳動系統的驅動馬達與第一及第二磁性齒輪電機之間的動力傳輸關係的示意圖。

圖 4 是依據本發明一實施例的一種動力傳動系統的車輛相對於 X 及 Y 座標軸之位置在行進或轉動的示意圖。

圖 5 是依據本發明一實施例的一種動力傳動系統的車輛直線行駛的示意圖。

圖 6 是依據本發明一實施例的一種動力傳動系統的車輛原地旋轉的示意圖。

圖 7 是依據本發明一實施例的一種動力傳動系統的車輛進行左轉的示意圖。

圖 8 是依據本發明一實施例的一種動力傳動系統的車輛進行右轉的示意圖。

【實施方式】

【0021】為了讓本發明之上述及其他目的、特徵、優點能更明顯易懂，下文將特舉本發明實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。再者，本發明所提到的方向用語，例如上、下、頂、底、前、後、左、右、內、外、側面、周圍、中央、水平、橫向、垂直、縱向、軸向、徑向、最上層或最下層等，僅是參考附加圖式的方向。因此，使用的方向用語是用以說明及理解本發明，而非用以限制本發明。

【0022】請參照圖 1A 所示，為根據本發明一實施例的一種動力傳動系統，其中該動力傳動系統包括一驅動馬達 2、一第一磁性齒輪電機 3 及一第二磁性齒輪電機 4，本發明將於下文詳細說明各元件的細部構造、組裝關係及其運作原理。

【0023】續參照圖 1A 所示，該驅動馬達 2 包含一本體 21、一第一驅動軸 22 及一第二驅動軸 23，其中該第一驅動軸 22 設置在該本體 21 的一側，該第二驅動軸 23 設置在該本體 21 的另一側。示例地，該第一驅動軸

22 配置為透過該第一磁性齒輪電機 3 帶動一車輛 100 的一左輪 101 轉動，該第二驅動軸 23 配置為透過該第二磁性齒輪電機 4 帶動該車輛 100 的一右輪 102 轉動，在本實施例中，該左輪 101 及該右輪 102 設置在該車輛 100 的一車體 103 的一後區段（見圖 1A 的四輪車輛及圖 1B 的三輪車輛），在其他實施例中，也可以將該左輪 101 及該右輪 102 設置在該車輛 100 的車體 103 的中區段（見圖 1C 的六輪車輛及圖 1D 的四輪車輛）。

【0024】請參照圖 1A、圖 2 及圖 3 所示，該第一磁性齒輪電機 3 包含一第一內環轉子 31、一第一中環極片 32、一第一外環轉子 33、一第一機械輸入端 34、一第一電氣輸入端 35 及一第一機械輸出端 36。具體來說，該第一中環極片 32 位於該第一內環轉子 31 外側，該第一外環轉子 33 位於該第一中環極片 32 外側，該第一機械輸入端 34 組合在該驅動馬達 2 的第一驅動軸 22 以及該第一內環轉子 31 之間，該第一電氣輸入端 35 配置為操控電磁場激磁，以提供該第一外環轉子 33 用於轉動的電磁場轉矩，示例地，該第一磁性齒輪電機 3 利用一第一控制器 301 及一第一逆變器 302 將三相激勵電流（ i_a^l 、 i_b^l 、 i_c^l ）由該第一電氣輸入端 35 對該第一磁性齒輪電機 3 的一第一激磁元件 39 進行激磁。在本實施例中，該第一內環轉子 31 為永久磁鐵環，該第一中環極片 32 為調磁鐵芯環，該第一外環轉子 33 為線圈磁鐵環。

【0025】續參照圖 1A、圖 2 及圖 3 所示，該第一機械輸出端 36 設置在該第一中環極片 32 上，而且該第一機械輸出端 36 受到該第一中環極片 32 帶動旋轉，其中該第一中環極片 32 的轉速的公式為：

$$\omega_{Mod}^L = \frac{n_{PM}}{q_{Mod}} \omega_{PM} + \frac{p_e}{q_{Mod}} \omega_e^L ;$$

ω_{PM} 為該第一內環轉子的轉速， ω_{Mod}^L 為該第一中環極片的轉速， ω_e^L 為該第一外環轉子的轉速， n_{PM} 為該第一內環轉子的磁鐵磁極對數， q_{Mod} 為該第一中環極片的導磁極片數， p_e 為該第一外環轉子的磁極對數。

【0026】續參照圖 1A、圖 2 及圖 3 所示，該第二磁性齒輪電機 4 包

含一第二內環轉子 41、一第二中環極片 42、一第二外環轉子 43、一第二機械輸入端 44、一第二電氣輸入端 45 及一第二機械輸出端 46。具體來說，該第二中環極片 42 位於該第二內環轉子 41 外側，該第二外環轉子 43 位於該第二中環極片 42 外側，該第二機械輸入端 44 組合在該驅動馬達 2 的第二驅動軸 23 以及該第二內環轉子 41 之間，該第二電氣輸入端 45 配置為操控電磁場激磁，以提供該第二外環轉子 43 用於轉動的電磁場轉矩，示例地，該第二磁性齒輪電機 4 利用一第二控制器 401 及一第二逆變器 402 將三相激勵電流 (i_a^R 、 i_b^R 、 i_c^R) 由該第二電氣輸入端 45 對該第二磁性齒輪電機 4 的一第二激磁元件 49 進行激磁。在本實施例中，該第二內環轉子 41 為永久磁鐵環，該第二中環極片 42 為調磁鐵芯環，該第二外環轉子 43 為線圈磁鐵環。

【0027】續參照圖 1A、圖 2 及圖 3 所示，該第二機械輸出端 46 設置在該第二中環極片 42 上，而且該第二機械輸出端 46 受到該第二中環極片 42 帶動旋轉，其中該第二中環極片 42 的轉速的公式為：

$$\omega_{Mod}^R = \frac{n_{PM}}{q_{Mod}} \omega_{PM} + \frac{p_e}{q_{Mod}} \omega_e^R ;$$

ω_{PM} 為該第二內環轉子的轉速， ω_{Mod}^R 為該第二中環極片的轉速， ω_e^R 為該第二外環轉子的轉速， n_{PM} 為該第二內環轉子的磁鐵磁極對數， q_{Mod} 為該第二中環極片的導磁極片數， p_e 為該第二外環轉子的磁極對數。

【0028】在本實施例中，該驅動馬達 2 的第一驅動軸 22 及第二驅動軸 23、該第一磁性齒輪電機 3 的第一機械輸出端 36 以及該第二磁性齒輪電機 4 的第二機械輸出端 46 皆沿著同一中心軸旋轉。

【0029】示例地，該動力傳動系統的一傳動方式包含一定速模式及一差速模式，在該定速模式中，該驅動馬達 2 將動力輸出至該第一內環轉子 31 及該第二內環轉子 41，而且該第一外環轉子 33 及該第二外環轉子 43 的轉速為 0；在該差速模式中，透過電磁場激磁調控該第一外環轉子 33 及該第二外環轉子 43 的轉速，使得該第一機械輸出端 36 及該第二機械輸出端

46 的轉速形成速差。

【0030】配合圖 4 所示，為動力傳動系統的車輛相對於座標軸 X 及 Y 之位置在行進或轉動的示意圖，該車輛 100 的轉向中心(Momentary Center, ICC)， θ 為該車輛 100 (Automation Guided Vehicle, AGV) 速度方向與直角坐標的夾角， v_c 為行進速度，該第一磁性齒輪電機 3 的第一機械輸出端 36 與該第二磁性齒輪電機 4 的第二機械輸出端 46 分別安裝在該車輛 100 的左輪 101 及右輪 102，其中該左輪 101 及該右輪 102 的一調速比 $f(\alpha, R)$ 為：

$$f(\alpha, R) = M(R) \left[\left(1 - \frac{1}{M(R)} \right) \frac{n_{PM}}{p_e} + \alpha(\omega_{Dri}) \right];$$

$$M(R) = \frac{v_r}{v_l} = \frac{2R-l}{2R+l};$$

$$v_l = \omega \left(R + \frac{l}{2} \right);$$

$$v_r = \omega \left(R - \frac{l}{2} \right);$$

$M(R)$ 為差速， α 為傳輸指數， ω_{Dri} 為該驅動馬達 2 的轉速， v_l 為左輪速度， v_r 為右輪速度， R 為轉彎半徑， ω 為旋轉角速度；

當 $v_r = v_l$ 時，該左輪 101 及該右輪 102 之間沒有速差，該車輛 100 以行進速度 v_c 直線行駛（見圖 5）；

當 $v_r = -v_l$ 時，該左輪 101 及該右輪 102 轉速相同且方向相反，該車輛 100 以一中心 (x_c, y_c) 原地旋轉（見圖 6）；

當 $v_r = 0$ 或 $v_l = 0$ 時，該車輛 100 分別是以該右輪 102 或該左輪 101 為中心進行旋轉；及

當 $v_r \geq v_l$ 或 $v_r \leq v_l$ 時，該車輛 100 分別為左轉（見圖 7）或右轉（見圖 8）。

【0031】示例地，該第一外環轉子 33 的轉速 ω_e^l 以及該第二外環轉子 43 的轉速 ω_e^r 分別定義為：

$$\omega_e^L = \alpha(\omega_{Dri}) \times \omega_{Dri} ;$$

$$\omega_e^R = f(\alpha, R) \times \omega_{Dri} ;$$

ω_{Dri} 為該驅動馬達的轉速， α 為傳輸指數， $f(\alpha, R)$ 為調速比。

【0032】請參照圖 1A、圖 2 及圖 3 所示，該第一磁性齒輪電機 3 另包含二個第一位置感測器 37、38，該等第一位置感測器 37、38 分別安裝在該第一內環轉子 31、該第一中環極片 32 及該第一外環轉子 33 中的其中二個，以獲得對應的電氣角。在本實施例中，該等第一位置感測器 37、38 分別安裝在該第一內環轉子 31 及該第一中環極片 32 上，以獲得對應的一第一內環電氣角及一第一中環電氣角；同理，第二位置感測器 47、48 可分別安裝在該第二內環轉子 41 及該第二中環極片 42 上，以獲得對應的一第二內環電氣角 θ_{pm} 及一第二中環電氣角 θ_{mod} 。

【0033】該第一外環轉子的一第一外環電氣角 θ_e 透過計算為：

$$\theta_e = q_{mod}\theta_{mod} - n_{PM}\theta_{pm} ;$$

θ_e 為該第一外環電氣角， θ_{mod} 為該第一中環電氣角， q_{Mod} 為該第一中環極片的導磁極片數， n_{PM} 為該第一外環轉子的磁極對數。

【0034】依據上述的結構，本發明動力傳動系統透過該驅動馬達 2 驅動二相對側的第一磁性齒輪電機 3 及該第二磁性齒輪電機 4 轉動，以帶動該車輛 100 所對應的左輪 101 及右輪 102 以該定速模式或該差速模式進行轉動，進而能夠達到固定減速比（單輸入單輸出），或變速比（雙輸入單輸出）的功能。

【0035】如上所述，透過該驅動馬達 2、該第一及第二磁性齒輪電機 3、4 的設計，可分別控制左輪 101 及右輪 102 以該定速模式或該差速模式進行轉動，藉此克服傳統動力模組只能夠操作在單一減速比且功率輸出範圍僅能挑選電機輸出功率為限的問題。同時，以該第一及第二磁性齒輪電機 3、4 來進行驅動，不會有齒輪的磨耗與噪音產生的困擾，也能夠避免因轉速的不連續而造成該車輛 100 的頓挫感。

【0036】雖然本發明已以實施例揭露，然其並非用以限制本發明，任

何熟習此項技藝之人士，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種更動與修飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0037】

100: 車輛

101: 左輪

102: 右輪

103: 車體

2: 驅動馬達

21: 本體

22: 第一驅動軸

23: 第二驅動軸

3: 第一磁性齒輪電機

31: 第一內環轉子

32: 第一中環極片

33: 第一外環轉子

34: 第一機械輸入端

35: 第一電氣輸入端

36: 第一機械輸出端

37、38: 第一位置感測器

39: 第一激磁元件

301: 第一控制器

302: 第一逆變器

4: 第二磁性齒輪電機

41: 第二內環轉子

42: 第二中環極片

43: 第二外環轉子

44: 第二機械輸入端

45: 第二電氣輸入端

46: 第二機械輸出端

47、48: 第二位置感測器

49: 第二激磁元件

401: 第二控制器

402: 第二逆變器

ω_{PM}^L : 第一內環轉子的轉速

ω_{PM}^R : 第二內環轉子的轉速

ω_{Mod}^L : 第一中環極片的轉速

ω_{Mod}^R : 第二中環極片的轉速

ω_e^L : 第一外環轉子的轉速

ω_e^R : 第二外環轉子的轉速

n_{PM} : 第一、第二內環轉子的磁鐵磁極對數

q_{Mod} : 第一、第二中環極片的導磁極片數

p_e : 第一、第二外環轉子的磁極對數

$f(\alpha, R)$: 調速比

ω_{Dri} : 驅動馬達的轉速

α : 傳輸指數

v_l : 左輪速度

v_r : 右輪速度

v_c : 行進速度

R : 轉彎半徑

ω : 旋轉角速度

θ : 夾角

X、Y: 座標軸

(x_c, y_c) : 中心

i_a^L 、 i_b^L 、 i_c^L 、 i_a^R 、 i_b^R 、 i_c^R : 三相激勵電流

ICC: 轉向中心

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種動力傳動系統，包括：

一驅動馬達，包含一本體及一第一驅動軸，該第一驅動軸設置在該本體的一側；及

一第一磁性齒輪電機，包含：

一第一內環轉子；

一第一中環極片，位於該第一內環轉子外側；

一第一外環轉子，位於該第一中環極片外側；

一第一機械輸入端，組合在該驅動馬達的第一驅動軸以及該第一內環轉子之間；

一第一電氣輸入端，配置為操控電磁場激磁，以提供該第一外環轉子用於轉動的電磁場轉矩；及

一第一機械輸出端，設置在該第一中環極片上，而且該第一機械輸出端受到該第一中環極片帶動旋轉，其中該第一中環極片的轉速的公式為：

$$\omega_{Mod}^L = \frac{n_{PM}}{q_{Mod}} \omega_{PM}^L + \frac{p_e}{q_{Mod}} \omega_e^L ;$$

ω_{Mod}^L 為該第一中環極片的轉速， ω_{PM}^L 為該第一內環轉子的轉速， ω_e^L 為該第一外環轉子的轉速， n_{PM} 為該第一內環轉子的磁鐵磁極對數， q_{Mod} 為該第一中環極片的導磁極片數， p_e 為該第一外環轉子的磁極對數。

【請求項2】 如請求項 1 所述之動力傳動系統，其中該驅動馬達包含一第二驅動軸，該第二驅動軸設置在該本體的另一側，該動力傳動系統另包括一第二磁性齒輪電機，該第二磁性齒輪電機包含：

- 一第二內環轉子；
- 一第二中環極片，位於該第二內環轉子外側；
- 一第二外環轉子，位於該第二中環極片外側；
- 一第二機械輸入端，組合在該驅動馬達的第二驅動軸以及該第二內環轉子之間；
- 一第二電氣輸入端，配置為操控電磁場激磁，以提供該第二外環轉子用於轉動的電磁場轉矩；及
- 一第二機械輸出端，設置在該第二中環極片上，而且該第二機械輸出端受到該第二中環極片帶動旋轉，其中該第二中環極片的轉速的公式為：

$$\omega_{Mod}^R = \frac{n_{PM}}{q_{Mod}} \omega_{PM}^R + \frac{p_e}{q_{Mod}} \omega_e^R ;$$

ω_{Mod}^R 為該第二中環極片的轉速， ω_{PM}^R 為該第二內環轉子的轉速， ω_e^R 為該第二外環轉子的轉速， n_{PM} 為該第二內環轉子的磁鐵磁極對數， q_{Mod} 為該第二中環極片的導磁極片數， p_e 為該第二外環轉子的磁極對數。

【請求項3】 如請求項 2 所述之動力傳動系統，其中該驅動馬達的第一驅動軸及第二驅動軸、該第一磁性齒輪電機的第一機械輸出端以及該第二磁性齒輪電機的第二機械輸出端皆沿著同一中心軸旋轉。

【請求項4】 如請求項 2 所述之動力傳動系統，其中該動力傳動系統的一傳動方式包含：

- 一定速模式，該驅動馬達將動力輸出至該第一內環轉子及該第二內環轉子，而且該第一外環轉子及該第二外環轉子的轉速為 0；及
- 一差速模式，透過電磁場激磁調控該第一外環轉子及該第二外環轉子的

轉速，使得該第一機械輸出端及該第二機械輸出端的轉速形成速差。

【請求項5】 如請求項2所述之動力傳動系統，其中該第一磁性齒輪電機的第一機械輸出端與該第二磁性齒輪電機的第二機械輸出端分別安裝在一車輛的一左輪及一右輪，該左輪及該右輪的一調速比為：

$$f(\alpha, R) = M(R) \left[\left(1 - \frac{1}{M(R)} \right) \frac{n_{PM}}{p_e} + \alpha(\omega_{Dri}) \right];$$

$$M(R) = \frac{v_r}{v_l} = \frac{2R-l}{2R+l};$$

$$v_l = \omega \left(R + \frac{l}{2} \right);$$

$$v_r = \omega \left(R - \frac{l}{2} \right);$$

$M(R)$ 為差速， α 為傳輸指數， ω_{Dri} 為該驅動馬達的轉速， v_l 為左輪速度， v_r 為右輪速度， R 為轉彎半徑， ω 為旋轉角速度；

當 $v_r = v_l$ 時，該左輪及該右輪之間沒有速差，該車輛以直線行駛；

當 $v_r = -v_l$ 時，該左輪及該右輪轉速相同且方向相反，該車輛以一中心原地旋轉；

當 $v_r = 0$ 或 $v_l = 0$ 時，該車輛分別是以該右輪或該左輪為中心進行旋轉；及

當 $v_r \geq v_l$ 或 $v_r \leq v_l$ 時，該車輛分別為左轉或右轉。

【請求項6】 如請求項5所述之動力傳動系統，其中該第一外環轉子的轉速 ω_e^L 以及該第二外環轉子的轉速 ω_e^R 分別定義為：

$$\omega_e^L = \alpha(\omega_{Dri}) \times \omega_{Dri};$$

$$\omega_e^R = f(\alpha, R) \times \omega_{Dri};$$

ω_{Dri} 為該驅動馬達的轉速， α 為傳輸指數， $f(\alpha, R)$ 為調速比。

【請求項7】 如請求項5所述之動力傳動系統，其中該左輪及該右輪設

置在該車輛的一車體的一中區段或一後區段。

【請求項8】 如請求項 1 所述之動力傳動系統，其中該第一磁性齒輪電機另包含二個第一位置感測器，該等第一位置感測器分別安裝在該第一內環轉子、該第一中環極片及該第一外環轉子中的其中二個，以獲得對應的電氣角。

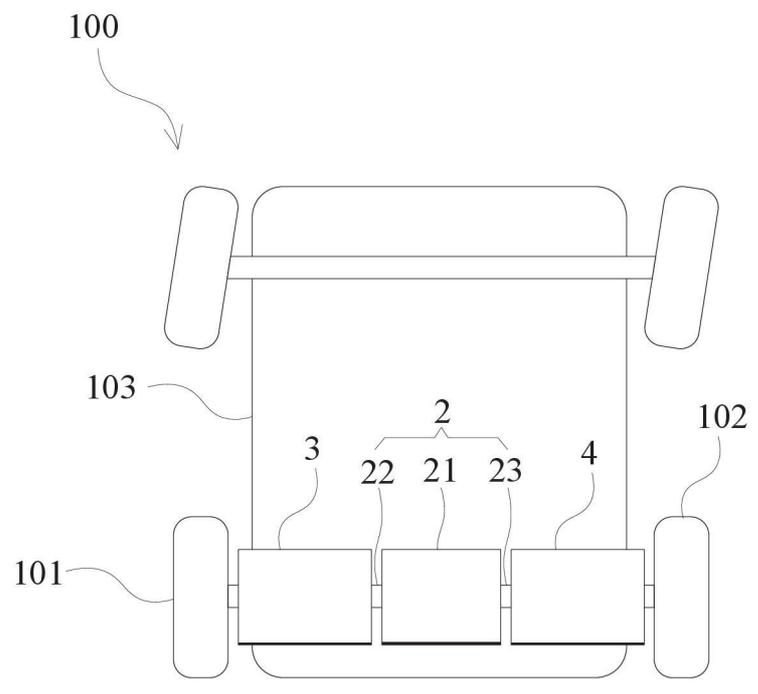
【請求項9】 如請求項 8 所述之動力傳動系統，其中該等第一位置感測器分別安裝在該第一內環轉子及該第一中環極片上，以獲得對應的一第一內環電氣角及一第一中環電氣角，該第一外環轉子的一第一外環電氣角透過計算為：

$$\theta_e = q_{mod}\theta_{mod} - n_{PM}\theta_{pm} ;$$

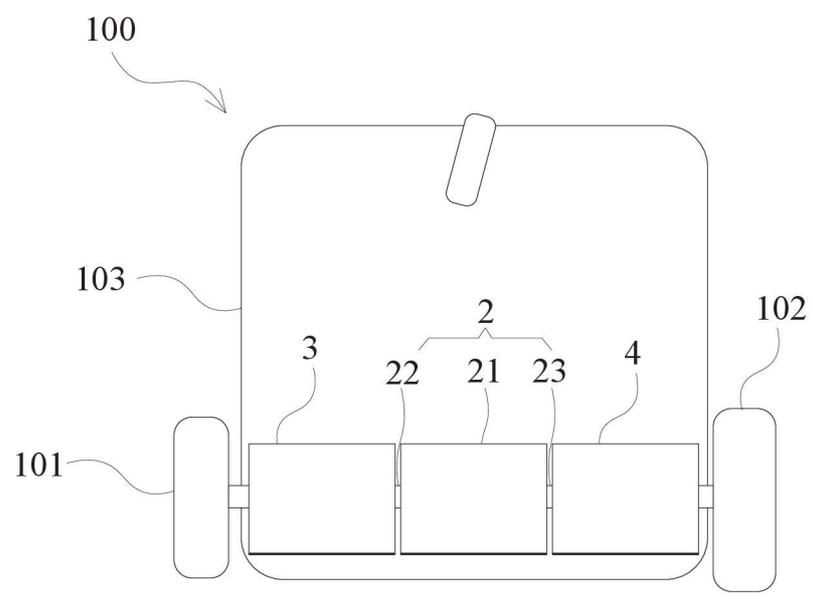
θ_e 為該第一外環電氣角， θ_{mod} 為該第一中環電氣角， θ_{pm} 為該第一內環電氣角， q_{Mod} 為該第一中環極片的導磁極片數， n_{PM} 為該第一外環轉子的磁極對數。

【請求項10】 如請求項 1 所述之動力傳動系統，其中該第一內環轉子為永久磁鐵環，該第一中環極片為調磁鐵芯環，該第一外環轉子為線圈磁鐵環。

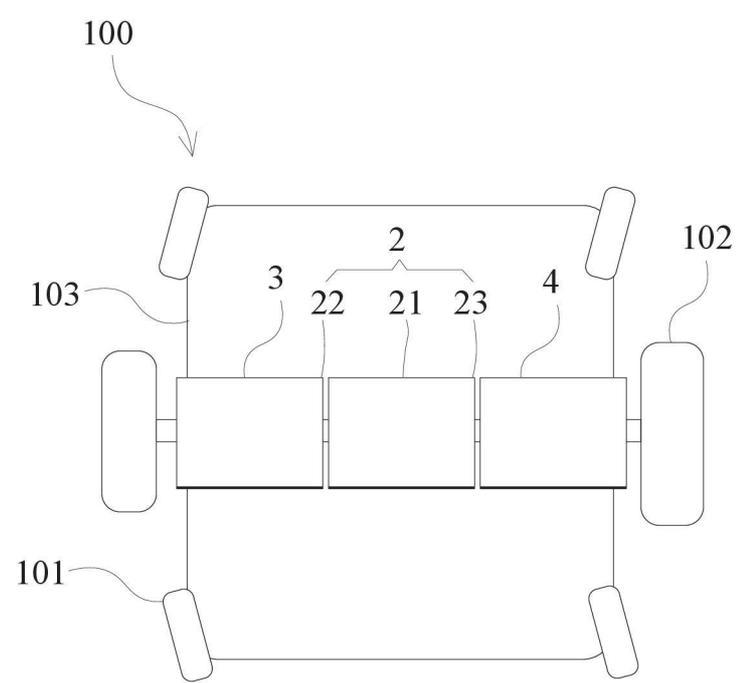
【發明圖式】



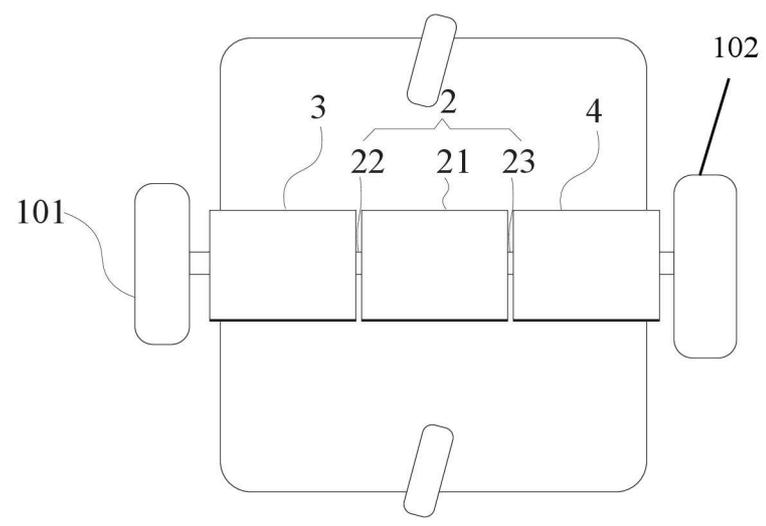
【圖1A】



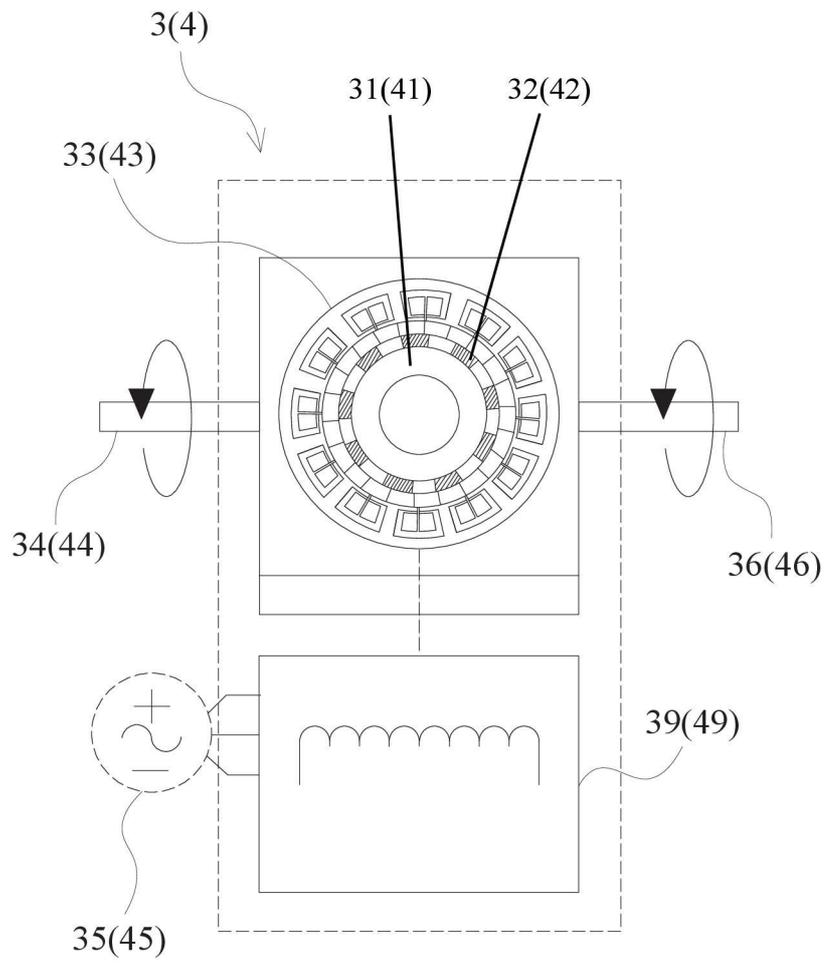
【圖1B】



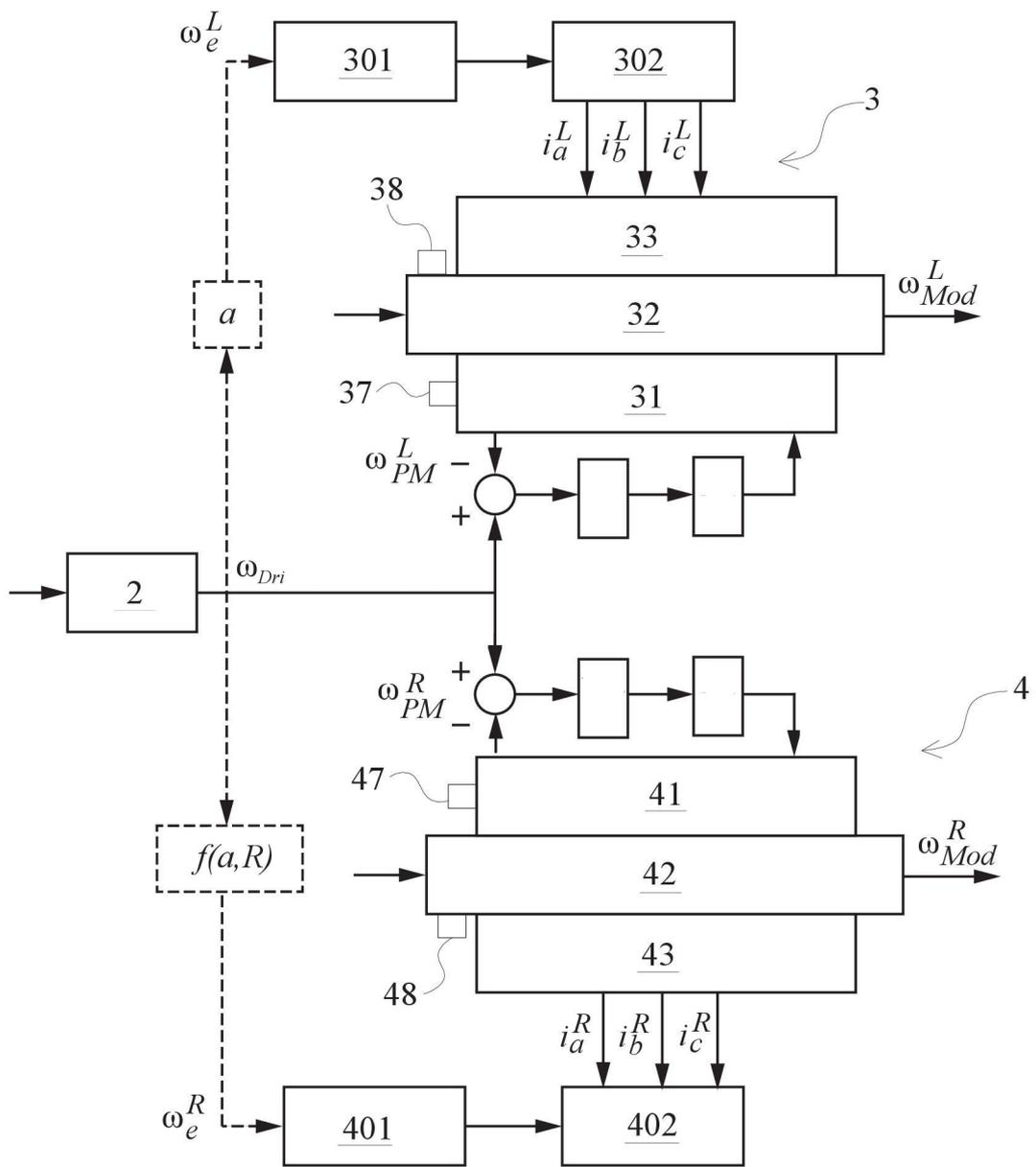
【圖1C】



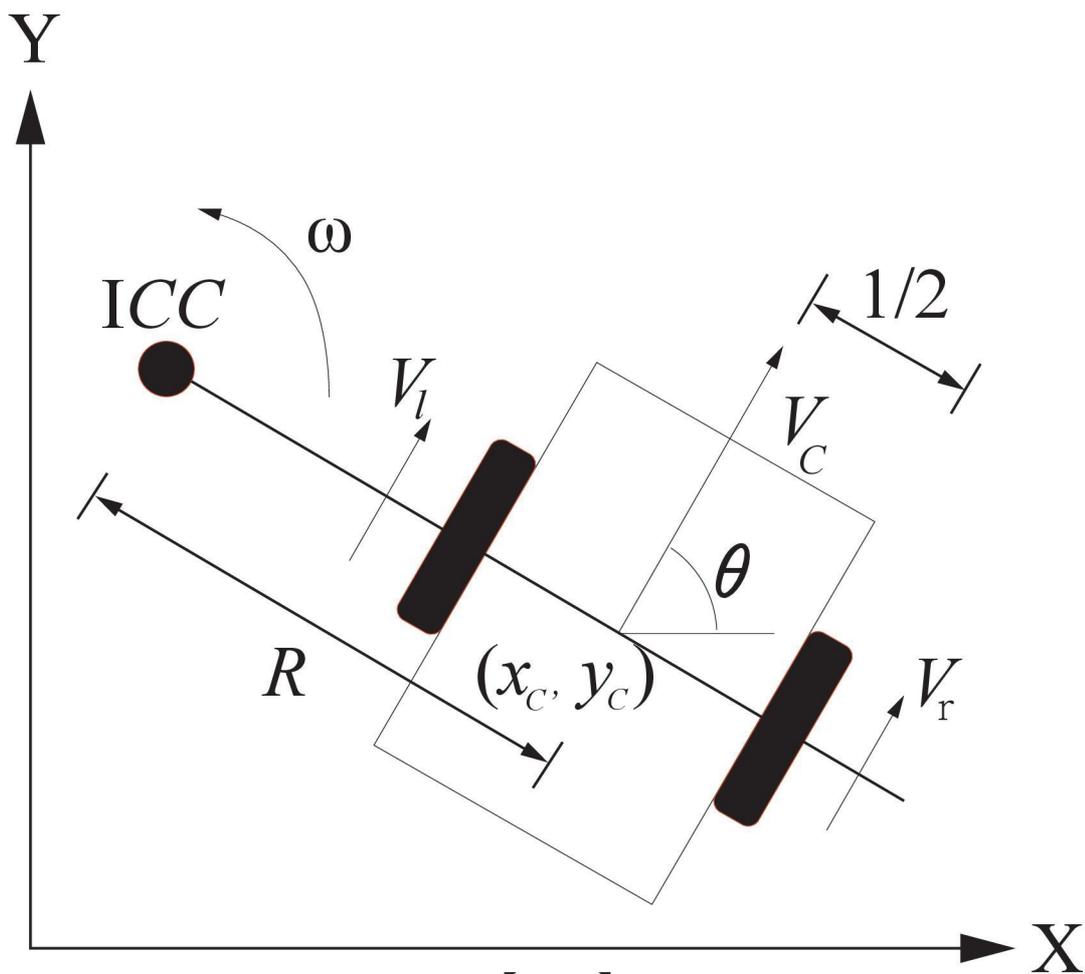
【圖1D】



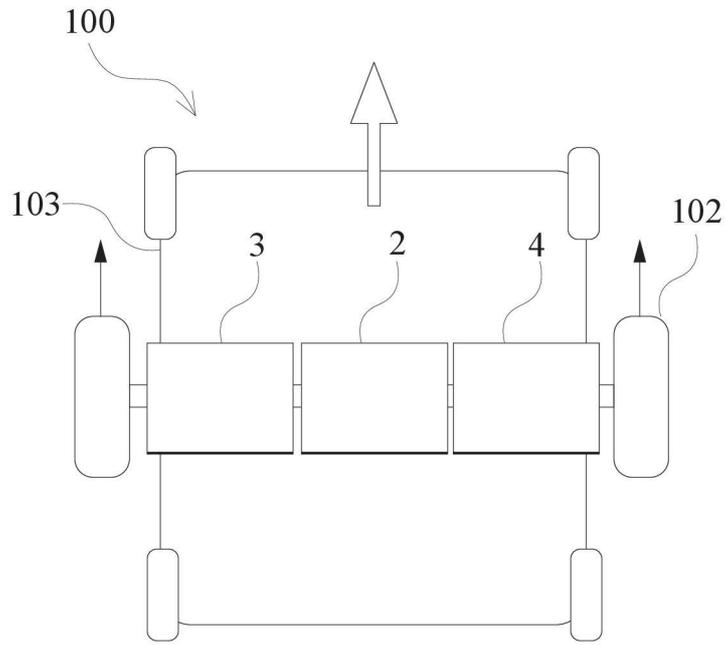
【圖2】



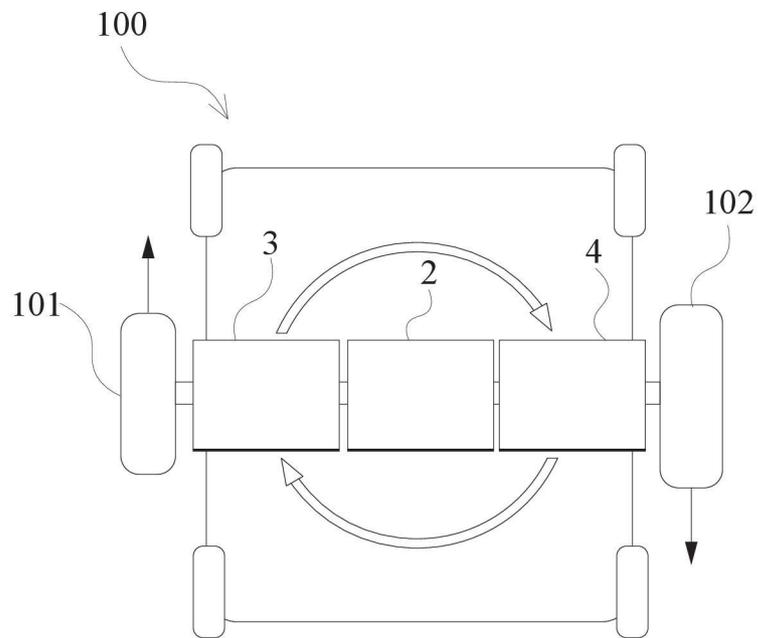
【圖3】



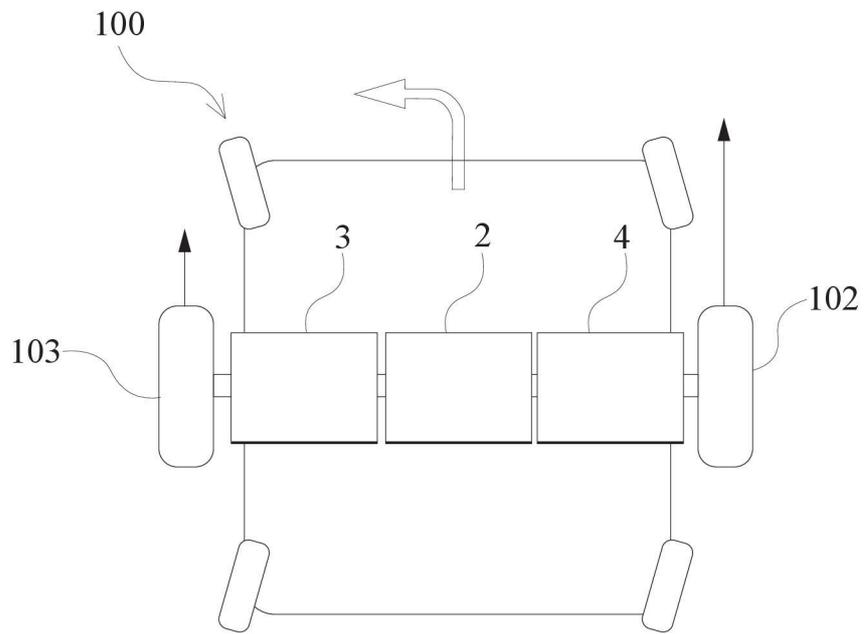
【圖4】



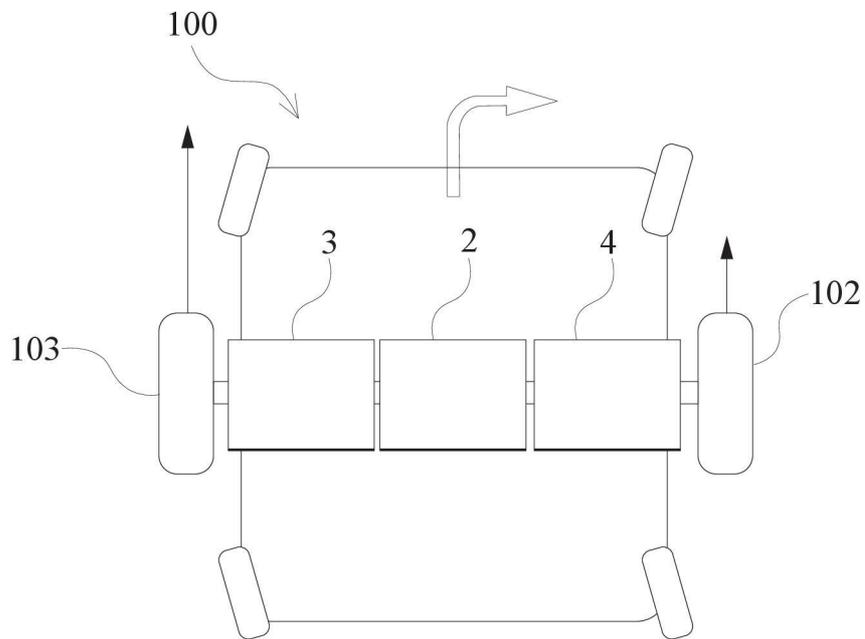
【圖5】



【圖6】



【圖7】



【圖8】