



(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 I778558 B

(45) 公告日：中華民國 111 (2022) 年 09 月 21 日

(21) 申請案號：110111138

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 03 月 26 日

(51) Int. Cl. : **B60W30/04 (2006.01)****B60W50/04 (2006.01)****B62D5/04 (2006.01)****B62K5/025 (2013.01)**(71) 申請人：泓創綠能股份有限公司 (中華民國) IMEIER GREEN TECHNOLOGY CO., LTD  
(TW)

新北市中和區中正路 736 號 8 樓之 5

(72) 發明人：李慶隆 LEE, CHING-LUNG (TW)；許逸香 HSU, YIHSIANG (TW)；簡連達 CHIEN,  
LIEN TA (TW)；林光輝 LIN, KUANG-HUI (TW)

(74) 代理人：謝佩玲；王耀華；陳仕勳

(56) 參考文獻：

CN 102275580A

CN 107512200A

CN 108773409A

US 10202038B2

US 2009/0065273A1

審查人員：羅玉山

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：10 共 39 頁

(54) 名稱

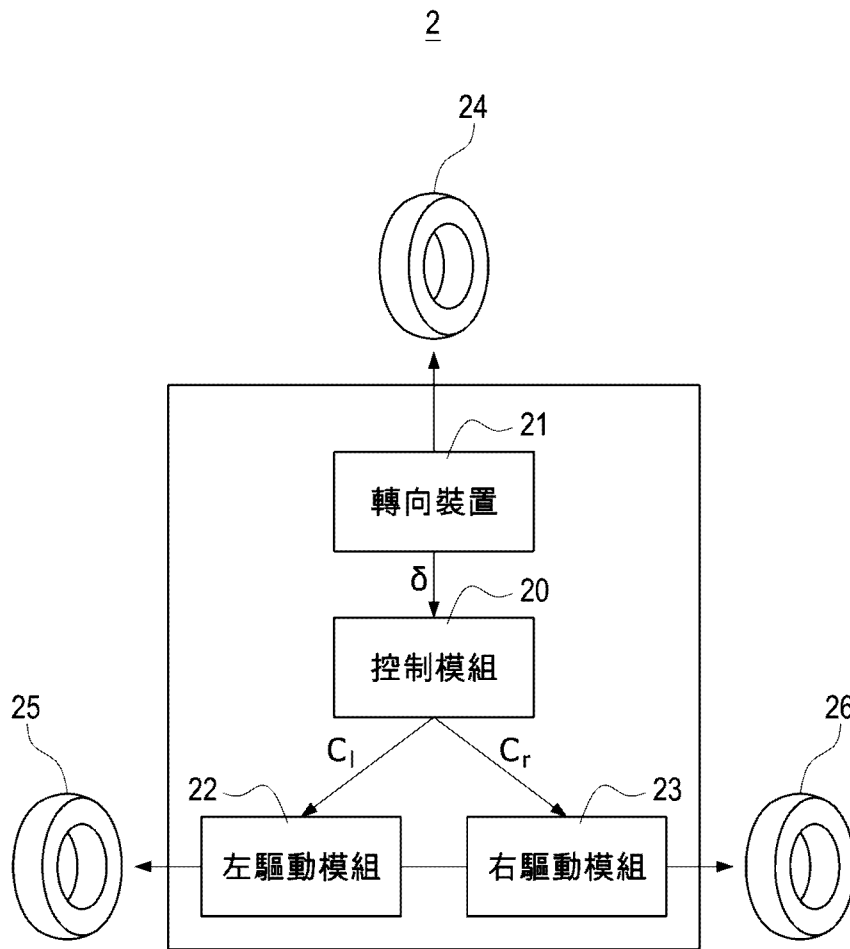
電動載具的驅動系統及其驅動控制方法

(57) 摘要

本發明提供一種電動載具的驅動系統及其驅動控制方法。本發明是於轉向過程中取得轉向裝置的轉向資訊與電動載具的參考速度，基於轉向資訊及參考速度決定具有速差的左驅動控制命令與右驅動控制命令，並分別控制左驅動模組與右驅動模組的速差。本發明可實現穩定轉向並提升安全性。

A driving system and a driving control method for electric vehicles are disclosed. The disclosure is to retrieve the steering information of the steering device and the reference velocity of the electric vehicle, determine the left driving control command and the right driving control command with velocity difference based on the steering information and the reference velocity, and control the velocity difference between the left driving module and the right driving module. The disclosure can implement stable steering and improve safety.

指定代表圖：



符號簡單說明：

2:電動載具

20:控制模組

21:轉向裝置

22:左驅動模組

23:右驅動模組

24:轉向輪

25、26:驅動輪

$\delta$ :轉向資訊

$C_l$ :左驅動控制命令

$C_r$ :右驅動控制命令

圖2

I778558

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 電動載具的驅動系統及其驅動控制方法

【英文發明名稱】 Driving System and Driving Control Method For Electric Vehicles

## 【中文】

本發明提供一種電動載具的驅動系統及其驅動控制方法。本發明是於轉向過程中取得轉向裝置的轉向資訊與電動載具的參考速度，基於轉向資訊及參考速度決定具有速差的左驅動控制命令與右驅動控制命令，並分別控制左驅動模組與右驅動模組的速差。本發明可實現穩定轉向並提升安全性。

## 【英文】

A driving system and a driving control method for electric vehicles are disclosed. The disclosure is to retrieve the steering information of the steering device and the reference velocity of the electric vehicle, determine the left driving control command and the right driving control command with velocity difference based on the steering information and the reference velocity, and control the velocity difference between the left driving module and the right driving module. The disclosure can implement stable steering and improve safety.

【指定代表圖】 圖2

【代表圖之符號簡單說明】

2：電動載具

20：控制模組

21：轉向裝置

22：左驅動模組

23：右驅動模組

24：轉向輪

25、26：驅動輪

$\delta$ ：轉向資訊

Cl：左驅動控制命令

Cr：右驅動控制命令

**【發明說明書】**

**【中文發明名稱】** 電動載具的驅動系統及其驅動控制方法

**【英文發明名稱】** Driving System and Driving Control Method For Electric Vehicles

**【技術領域】**

**【0001】** 本發明係與電動載具有關，特別有關於電動載具的驅動系統及其驅動控制方法。

**【先前技術】**

**【0002】** 於現有的電動載具(如電動三輪車)中，是以單馬達來提供動力至所有驅動輪(如兩個後輪)，這種設定方式使得所有驅動輪都具有相同的轉速，而無法靈活轉向，並存在翻車等安全風險。

**【0003】** 目前另有一種具有輪速差的電動載具被提出。前述電動載具是設置一組機械差速器，並於轉向過程中透過機械結構來於轉向時分配給外側的驅動輪更多動力，藉以提升轉向速度。然而，增設機械差速器會增加電動載具的體積(如增加軸距)，而降低轉向靈活性(迴轉半徑增加)，並增加成本。此外，機械差速器的動力分配是固定的，這使得機械差速器無法依據當前速度與轉向幅度對動力分配進行動態調整。

**【0004】** 是以，現有電動載具存在上述問題，而亟待更有效的方案被提出。

**【發明內容】**

【0005】本發明之主要目的，係在於提供一種電動載具的驅動系統及其驅動控制方法，可透過多驅動模組與電子差速控制來實現驅動輪之間的速差控制。

【0006】本發明提出一種電動載具的驅動系統，包括一左驅動模組、一右驅動模組、一轉向裝置及一控制模組。該左驅動模組用以提供動力至一左驅動輪以控制該左驅動輪的轉動；該右驅動模組用以提供動力至一右驅動輪以控制該右驅動輪的轉動；該轉向裝置用以接受轉向操作來改變一轉向輪的朝向，並用以取得一轉向資訊；該控制模組電性連接該左驅動模組、該右驅動模組及該轉向裝置，被設定來基於該轉向資訊及該電動載具的一參考速度計算一左驅動控制命令及一右驅動控制命令，通過該左驅動控制命令控制該左驅動模組的速度，並通過該右驅動控制命令控制該右驅動模組的速度。其中，於轉向過程中，該控制模組是產生具有速差的該左驅動控制命令及該右驅動控制命令，以通過該左驅動輪與該右驅動輪之間的速差來使該電動載具穩定轉向。

【0007】本發明還提出一種驅動控制方法，應用於一電動載具的一驅動系統，該驅動系統包括用以驅動一左驅動輪的一左驅動模組、用以驅動一右驅動輪的一右驅動模組、用以改變一轉向輪的朝向的一轉向裝置、及一控制模組，該方法包括以下步驟：a) 通過該轉向裝置取得對應該轉向輪的朝向的一轉向資訊；b) 於該控制模組取得該電動載具的一參考速度；c) 基於該轉向資訊及該電動載具的該參考速度計算一左驅動控制命令及一右驅動控制命令；及，d) 通過該左驅動控制命令控制該左驅動模組的速度，並通過該右驅動控制命令控制該右驅動模組的速度，其中於轉向過程中所產生的該左驅動控制命令及該右驅動控制命令具有速差，以通過該左驅動輪與該右驅動輪之間的速差來使該電動載具穩定轉向。

【0008】 本發明可實現穩定轉向並提升安全性。

### 【圖式簡單說明】

【0009】 圖1為雙馬達控制器的電動載具的架構圖。

【0010】 圖2為本發明一實施例的電動載具的驅動系統的架構圖。

【0011】 圖3為本發明一實施例的轉向裝置的架構圖。

【0012】 圖4為本發明一實施例的右驅動模組的架構圖。

【0013】 圖5為本發明一實施例的左驅動模組的架構圖。

【0014】 圖6為本發明一實施例的控制模組的架構圖。

【0015】 圖7為本發明一實施例的驅動系統的電路架構圖。

【0016】 圖8為本發明第一實施例的驅動控制方法的流程圖。

【0017】 圖9A為本發明第二實施例的驅動控制方法的第一流程圖。

【0018】 圖9B為本發明一實施例的驅動控制方法的第二流程圖。

【0019】 圖10為本發明一實施例的轉向示意圖。

### 【實施方式】

【0020】 茲就本發明之一較佳實施例，配合圖式，詳細說明如後。

【0021】 請參閱圖1，為現有的雙馬達控制器的電動載具的架構圖。電動載具1(如電動三輪車)的左馬達控制器11可控制左馬達13單獨地提供動力至左驅動輪15，右馬達控制器12則可控制右馬達14單獨地提供動力至右驅動輪16。藉此，相較於單馬達驅動的電動載具，多馬達驅動的電動載具1可解決多驅動輪之間的傳動相關問題，並省略傳動結構而縮小體積。

【0022】此外，為了於轉向時製造驅動輪15、16的速差。電動載具1設置差速控制器10(如電子差速器)。差速控制器10可以依據轉角 $\theta$ 計算兩個驅動輪15、16的速差，並發送指示速差的左差速命令 $C_1$ 與右差速命令 $C_2$ (如不同的左輪速度與右輪速度)至左馬達控制器11與右馬達控制器12。接著，左馬達控制器11依據左差速命令 $C_1$ 發送左驅動命令 $C_3$ 至左馬達13以控制左馬達13以指定的左輪速度轉動左驅動輪15。並且，右馬達控制器12依據右差速命令 $C_2$ 發送右驅動命令 $C_4$ 至右馬達14以控制右馬達14以指定的右輪速度轉動右驅動輪16。藉此實現多馬達速差的動態控制。

【0023】然而，前述差速控制器10的設置不僅會增加成本，還會增加電動載具1的體積(如增加軸距)，而降低轉向靈活性(迴轉半徑增加)。

【0024】此外，前述多個馬達控制器11、12的設置同樣會造成成本與體積的增加。

【0025】對此，本發明提出一種電動載具的驅動系統及其驅動控制方法，是用於具有多驅動模組的電動載具，並通過單一控制模組來分配控制各驅動模組的速度，藉以解決「多驅動模組的電動載具的動態速差控制、體積縮減與成本降低」等問題。

【0026】於本發明中，所述「轉向輪」與「驅動輪」，可以是單一輪胎，或於同一傳動軸上設置多個輪胎來組成，不加以限定。

【0027】雖於本發明後述說明中，是以後驅之電動三輪車為例進行說明，但不以此限定本發明之動力設置位置與輪數。本發明所屬技術領域中具有通常知識者，自可依其需求參考本發明之揭露內容，將本發明之技術變更用於不同動力設置位置(如前驅)與輪數(如四輪電動汽車)，這些變更都屬於本發明之保護範圍。

【0028】請參閱圖2，為本發明一實施例的電動載具的驅動系統的架構圖。本發明的電動載具2包括轉向輪24、多個驅動輪25(以左驅動輪25與右驅動輪26為例)與驅動系統。

【0029】驅動系統可包括轉向裝置21、左驅動模組22、右驅動模組23與電性連接上述裝置的控制模組20。

【0030】轉向裝置21用來接受用戶的轉向操作來改變轉向輪24的朝向，而帶動電動載具2的車體往朝向偏移(如左彎、右彎或直線)。轉向裝置21並可用以取得轉向操作所對應的轉向資訊。

【0031】左驅動模組22可提供動力至左驅動輪25以控制左驅動輪25的轉動。右驅動模組23可提供動力至右驅動輪26以控制右驅動輪26的轉動。藉此，透過控制左驅動輪25與右驅動輪26的轉動，可帶動電動載具2進退方向與速度。

【0032】控制模組20(如包括處理器(或者微控制器、單晶片系統)、周邊控制電路與連接介面的控制盒)用來控制電動載具2(如啟動、關閉、增減速等)。

【0033】於一實施例中，控制模組20進一步作為左驅動模組22與右驅動模組23的控制器。具體而言，控制模組20可以產生驅動控制命令(如左驅動控制命令與右驅動控制命令)，並透過驅動控制命令來控制左驅動模組22與右驅動模組23的轉速與轉矩，進而控制電動載具2的各驅動輪的速度。

【0034】更進一步地，控制模組20還可實現非對稱動力分配。具體而言，控制模組20可根據不同路況(如打滑、受困而單輪懸空、轉向等)讓左驅動控制命令與右驅動控制命令之間具有速差，而使得各驅動輪有不同的速度與動力，而實現穩定駕駛(如對打滑輪與未打滑輪進行不同的動力分配來穩定車體、提供未懸空輪更多動力來脫困、透過內外側速差穩定轉向等)。

【0035】於一實施例中，電動載具2為後驅設計的電動三輪車。前輪為轉向輪24，左驅動輪25與右驅動輪26為對稱設置的後輪。

【0036】請參閱圖3，為本發明一實施例的轉向裝置的架構圖。本實施例的轉向裝置21可包括轉向結構30、速度控制結構31、速度取得模組32與轉向感測模組33。

【0037】轉向結構30(如龍頭或方向盤)連接轉向輪24，可接受用戶的轉向操作，並透過機械結構改變轉向輪24的朝向。

【0038】速度控制結構31，可接受用戶的速度變換操作(如加速操作、減速操作或倒車操作)觸發對應的速度變換訊號 $\omega_v$ (如加速訊號、減速訊號或倒車訊號)。

【0039】速度取得模組32可取得並提供電動載具2的當前速度 $\omega_c$ ，如(透過碼表齒輪、碼表線與碼表模組)對轉向輪24、或驅動輪25-26的轉速進行速度感測，或者量測左驅動模組22與右驅動模組23的轉速。

【0040】轉向感測模組33可設置於轉向結構30(或轉向輪24)上，感測並提供轉向結構30(或轉向輪24)的轉向資訊 $\delta$ 。

【0041】於一實施例中，轉向資訊 $\delta$ 可以包括轉向座標，本實施例是將轉向結構30設定於一座標系中，並透過感測器(如光學或機械定位編碼器、加速度計、陀螺儀、電子羅盤等)量測轉向結構30(或轉向輪24)的當前的座標作為轉向座標。

【0042】請一併參閱圖4與圖5，圖4為本發明一實施例的右驅動模組的架構圖，圖5為本發明一實施例的左驅動模組的架構圖。

【0043】右驅動模組23包括右驅動電路40、右變頻模組41、右馬達42與右馬達感測器43。左驅動模組22包括左驅動電路50、左變頻模組51、左馬達52與左馬達感測器53

【0044】右馬達42與左馬達52用來產生動力。具體而言，右馬達42透過右傳動結構44(如齒輪組、傳動皮帶或傳動鏈條)傳送動力至右驅動輪26，左馬達52透過左傳動結構54傳送動力至左驅動輪25。

【0045】於一實施例中，右馬達42與左馬達52為永磁同步馬達，但不以此限定。

【0046】右驅動電路40與左驅動電路50是用來將類比電路訊號轉換為脈波訊號。具體而言，右驅動電路40可接受右驅動控制命令 $C_r$ ，並依據右驅動控制命令 $C_r$ 的右參考轉速輸出對應的右PWM (Pulse-width modulation，脈衝寬度調變)訊號。左驅動電路50可接受左驅動控制命令 $C_l$ ，並依據左驅動控制命令 $C_l$ 的左參考轉速輸出對應的左PWM訊號。

【0047】右變頻模組41與左變頻模組51分別用來依據所收到的脈波訊號調整右馬達42與左馬達52的輸入電壓與輸入電流，以分別調整右馬達42與左馬達52的轉矩與轉速。

【0048】右馬達感測器43與左馬達感測器53(如霍爾感測器)，分別設置於右馬達42與左馬達52，以分別感測右馬達42與左馬達52的當前轉動的感測資料(如位置與轉速)。

【0049】續請參閱圖6，為本發明一實施例的控制模組的架構圖。本發明之控制模組20可包括以下全部或部分模組60-64、620-621、630-631、640-641，前述各模組分別用以實現不同功能。

【0050】1. 轉角計算模組60：被設定來分析轉向裝置21的轉向資訊，以將轉向結構30的轉向座標轉換為對應的轉向角度。

【0051】2. 速度計算模組61：被設定來計算並分配各驅動輪(左驅動輪25與右驅動輪26)的參考速度(左參考速度與右參考速度)，並產生對應的左驅動控制命令與右驅動控制命令。

【0052】 3. 驅動控制模組62：被設定來依據各驅動輪的驅動控制命令對對應的馬達的轉速與轉矩進行精準控制。

【0053】 於一實施例中，驅動控制模組62包括被設定來負責控制左馬達52的左驅動控制模組620與被設定來負責控制右馬達42的右驅動控制模組621。

【0054】 4. 差速控制模組63：被設定來監測並修正各驅動輪的速度，以使感測到的各驅動輪的當前的實際速度(回授速度)符合最新的驅動控制命令所指定的參考速度。

【0055】 於一實施例中，差速控制模組63包括被設定來負責修正左馬達52的左當前速度(左回授速度)的左速度控制模組630與被設定來負責修正右馬達42的右當前速度(右回授速度)的右速度控制模組631。

【0056】 5. 磁場導向控制模組64：透過霍爾感測器(hall sensor)取得各馬達的磁場變化的感測資料(同步磁場旋轉角度)，並通過磁場導向控制(Field Oriented Control, FOC)技術來對各馬達進行向量控制(Vector Control)。透過向量控制，磁場導向控制模組64可即時調整轉矩與轉子速度，而可提供比傳統的電壓/頻率(V/F)控制法更為精準地馬達效能控制能力。

【0057】 於一實施例中，磁場導向控制模組64包括被設定來負責精準控制左馬達52的轉矩與轉速的左磁場導向控制模組640與被設定來負責精準控制右馬達42的轉矩與轉速右磁場導向控制模組641。

【0058】 前述各模組是相互連接(可為電性連接與資訊連接)，並可為硬體模組(如電子電路模組、積體電路模組、SoC等等)、軟體模組(如韌體、作業系統組件或應用程式)或軟硬體模組混搭，不加以限定。

【0059】 值得一提的是，當前述各模組為軟體模組(如應用程式)時，控制模組20可進一步包括儲存裝置。前述儲存裝置可包括非暫態電腦可讀取記錄媒體，前述非暫態電腦可讀取記錄媒體儲存有電腦程式，電腦程式記錄有電腦可

執行之程式碼，當控制模組20之處理器(或控制器)執行前述程式碼後，可實現前述各模組之功能。

【0060】圖8為本發明第一實施例的驅動控制方法的流程圖。本發明各實施例的驅動控制方法可應用於圖2至圖7所示的任一驅動系統組合。本實施例的驅動控制方法包括以下步驟。

【0061】步驟S10：控制模組20經由轉角計算模組60自轉向裝置21取得對應轉向輪24目前朝向的轉向資訊。前述轉向資訊可為座標資訊、角度資訊或其組合，不加以限定。

【0062】步驟S11：控制模組20經由速度計算模組61取得電動載具2的參考速度。

【0063】於一實施例中，控制模組20可自速度取得模組32取得電動載具2的當前速度 $\omega_c$ ，自速度控制結構31取得速度變換訊號 $\omega_v$ ，並依據速度變換訊號 $\omega_v$ 調整當前速度 $\omega_c$ (如加速、減速或倒退等)以作為電動載具2的參考速度，即用戶輸入速度變換操作後所期望達到的速度。

【0064】步驟S12：控制模組20經由速度計算模組61依據所取得的轉向資訊與電動載具2的參考速度分別計算用於控制左驅動模組22的左驅動控制命令與用於控制右驅動模組23的右驅動控制命令。前述驅動控制命令可為類比訊號或數位訊號，並用來指示對應的驅動模組的目標速度或目標速度增減幅度。

【0065】步驟S13：控制模組20經由驅動控制模組62依據所產生的驅動控制命令控制各驅動模組調整速度(如轉速或轉矩)。

【0066】於一實施例中，控制模組20可經由左驅動控制模組620執行左驅動控制命令來控制左驅動模組22的左馬達52的速度，並經由右驅動控制模組621執行右驅動控制命令來控制右驅動模組23的右馬達42的速度。

【0067】於一實施例中，為了大幅提升轉向穩定性、避免任一驅動輪懸空並造成翻覆，並同時兼顧轉向速度，本發明於轉向過程(如右彎或左彎)中會依據轉向幅度(即轉向角度)動態分配內側驅動輪與外側驅動輪的速度，使兩者具有速差。如外側驅動輪的速度大於內側驅動輪的速度，以適應轉向路線中，外側路線較內側路線長，藉以使所有驅動輪可穩定碰觸地面。

【0068】更進一步地，本發明是於轉向過程中產生具有速差的左驅動控制命令及右驅動控制命令，藉以製造左驅動輪25與右驅動輪26之間的速差來使電動載具2穩定轉向。

【0069】於一實施例中，於轉向資訊指示為右轉時，左驅動控制命令的左輪參考速度是大於右驅動控制命令的右輪參考速度，以使行駛外側路線(較長)但速度較快的左驅動輪25可以與行駛內側路線(較短)但速度較慢的右驅動輪26維持在相同的彎角度。

【0070】於轉向資訊指示為左轉時，左輪參考速度是小於右輪參考速度，以使行駛外側路線但速度較快的右驅動輪26可以與行駛內側路線但速度較慢的左驅動輪25維持在相同的彎角度。

【0071】於轉向資訊為直行時，左輪參考速度與右輪參考速度之間的速差是不必要的，故可控制左輪參考速度與右輪參考速度之間的速差小於5%(如用來彌補左右負重的不平衡)，或者設定為0%，不加以限定。

【0072】請參閱圖10，為本發明一實施例的轉向示意圖。圖10用以示例性說明本發明於右轉時的參考速度的計算方式(同理亦可應用於左轉)，但不以此限定本發明所涵蓋的參考速度計算方式。

【0073】於本例子中，轉向輪80以轉向資訊 $\delta$ 進行右彎，重心為點83，彎中心為點84，彎中心距離為R。本例子是透過下述(式一)、(式二)來計算左參考速度與右參考速度。

【0074】

$$\omega_l^* = \left(1 + \frac{W \times \tan(\delta)}{2L}\right) \omega_c \dots \dots \dots \text{(式一)}$$

$$\omega_r^* = \left(1 - \frac{W \times \tan(\delta)}{2L}\right) \omega_c \dots \dots \dots \text{(式二)}$$

其中， $\omega_l^*$ 為左驅動輪的左參考速度； $\omega_r^*$ 為右驅動輪的右參考速度；W為左驅動輪81與右驅動輪82之間的軸距；L為載具長度(如轉向輪80與驅動輪連線之間的垂直距離)； $\delta$ 為轉向資訊中的轉向角度； $\omega_c$ 為當前速度，亦可替換為前述電動載具2的參考速度(當前速度加乘速度變換訊號)；左驅動輪81與右驅動輪82之間的速差為 $\frac{W \times \tan(\delta)}{L} \omega_c$ 。

【0075】更進一步地，於上述例子中，是設定以轉向輪80擺直的轉向角度為0，當轉向資訊 $\delta$ (如30度的轉向角度)大於臨界值(如0度或5度)時，可判定為右轉，當轉向角度 $\delta$ 小於臨界值時，可判定為左轉，其餘情況判定為直行，但不以此限定，其角度之正負所對應的方向可依需求任意設定。

【0076】請一併參閱圖9A及圖9B，圖9A為本發明第二實施例的驅動控制方法的第一流程圖，圖9B為本發明一實施例的驅動控制方法的第二流程圖。本實施例的驅動控制方法包括以下步驟。

【0077】步驟S20：控制模組20經由轉角計算模組60自轉向裝置21取得對應轉向輪24的朝向的轉向資訊。

【0078】於一實施例中，步驟S20可包括以下步驟S30-S31。

【0079】步驟S30：控制模組20經由轉角計算模組60接收轉向感測模組33所提供的轉向座標(如轉向結構30當前的位置與姿態)。

【0080】步驟S31：控制模組20經由轉角計算模組60依據此轉向座標計算轉向輪24的轉向角度，並將轉向角度加入至轉向資訊。

【0081】 步驟S21：控制模組20經由速度計算模組61取得電動載具2的參考速度。

【0082】 步驟S22：控制模組20經由速度計算模組61計算左輪參考速度及右輪參考速度，並據以設定左驅動控制命令與右驅動控制命令。

【0083】 於一實施例中，參考前述(式一)與(式二)，速度計算模組61可依據轉向角度的正切值或餘切值(即正切值之倒數，或可等效置換為其他三角函數)的其中之一、電動載具2的參考速度(或可採用當前速度)、電動載具2的長度及軸距計算左輪參考速度及右輪參考速度。

【0084】 於一實施例中，步驟S22可包括以下步驟S40-S43。

【0085】 步驟S40：控制模組20經由轉角計算模組60依據轉向資訊決定轉向方向，如左彎、右彎或直行。

【0086】 並且，若為左彎或右彎，則執行步驟S41-S43以建立驅動輪之間的速差；若為直行，則略過建立速差。

【0087】 步驟S41：控制模組20經由速度計算模組61依據前述(式一)與(式二)計算半速差，即 $\frac{W \times \tan(\delta)}{2L} \omega_c$ 。

【0088】 步驟S42：控制模組20經由速度計算模組61將電動載具2的參考速度(或當前速度)增加所算出的半速差來做為左輪參考速度與右輪參考速度之一(即外側的驅動輪，以右彎為左驅動輪25，左彎則為右驅動輪26)，並設定對應的驅動控制命令。

【0089】 步驟S43：控制模組20經由速度計算模組61將電動載具2的參考速度(或當前速度)減少所算出的半速差來做為左輪參考速度與右輪參考速度之另一(即內側的驅動輪，以右彎為右驅動輪26，左彎則為左驅動輪25)，並設定對應的驅動控制命令。

【0090】 接著，控制模組20可執行步驟S23-S26以取得各驅動輪與各馬達的速度。

【0091】 步驟S23：控制模組20經由左驅動控制模組620透過左馬達感測器53感測左馬達52的感測資料。

【0092】 步驟S24：控制模組20經由左驅動控制模組620依據左馬達52的感測資料計算左驅動輪25的當前速度，如依據當前轉速、齒輪比與輪徑來計算當前速度。

【0093】 步驟S25：控制模組20經由右驅動控制模組621透過右馬達感測器43感測右馬達42的感測資料。

【0094】 步驟S26：控制模組20經由右驅動控制模組621依據右馬達42的感測資料計算右驅動輪26的當前速度。

【0095】 步驟S27：控制模組20經由差速控制模組63依據左驅動控制命令與右驅動控制命令來控制左驅動模組22與右驅動模組23的速度。

【0096】 於一實施例中，步驟S27可包括步驟S50、S52，步驟S50、S52是用來進行精確速度控制。

【0097】 步驟S50：控制模組20經由左速度控制模組630持續調整左驅動模組22的速度，以使左驅動輪25的當前速度符合左驅動控制命令所指示的左輪參考速度。

【0098】 於一實施例中，左速度控制模組630取得左驅動模組22的左當前速度(左回授速度)，依據左回授速度與左輪參考速度之間的差值來持續調整輸入至左變頻模組51的左參考速度之訊號。

【0099】 步驟S52：控制模組20經由右速度控制模組631持續調整右驅動模組23的速度，以使右驅動輪26的當前速度符合右驅動控制命令所指示的右輪參考速度。

【0100】於一實施例中，右速度控制模組631取得右驅動模組23的右當前速度(右回授速度)，依據右回授速度與右輪參考速度之間的差值來持續調整輸入至右變頻模組41的右參考速度之訊號。

【0101】於一實施例中，步驟S27可包括步驟S51、S53，步驟S51、S53是用來基於FOC進行更精確轉速/轉矩控制。並且，左馬達52的感測資料包括左馬達52的轉速，右馬達42的感測資料包括右馬達42的轉速。

【0102】步驟S51：控制模組20經由左磁場導向控制模組640通過調整用於左馬達52的PWM訊號來調整左馬達52的輸入電壓及輸入電流以調整左馬達52的轉速及/或轉矩，並使左馬達52的感測資料符合左驅動控制命令的左參考轉速。

【0103】於一實施例中，左磁場導向控制模組640取得左馬達52的感測資料(左回授資料，如透過霍爾感測器獲得的轉速資料)，依據左回授資料與左輪參考轉速之間的差值來持續調整輸入至左馬達52的PWM訊號。

【0104】步驟S53：控制模組20經由右磁場導向控制模組641通過調整用於右馬達42的PWM訊號來調整右馬達42的輸入電壓及輸入電流以調整右馬達42的轉速及/或轉矩，並使右馬達42的感測資料符合右驅動控制命令的右參考轉速。

【0105】於一實施例中，右磁場導向控制模組641取得右馬達42的感測資料(右回授資料)，依據右回授資料與右輪參考轉速之間的差值來持續調整輸入至右馬達42的PWM訊號。

【0106】步驟S28：控制模組20判斷驅動系統是否關閉，如用戶關閉電源，完成停車等。

【0107】若系統關閉，則結束控制。否則，再次執行步驟S20-S27以持續監測與控制。

【0108】 藉此，本發明可有效實現單控制盒多馬達的速差控制。

【0109】 請參閱圖7，為本發明一實施例的驅動系統的電路架構圖。各功能塊701-725可為硬體或軟體，不加以限定。

【0110】 首先，轉向資訊輸入701輸入轉向座標 $\delta^*$ ，參考速度輸入702輸入參考速度 $\omega^*$ 至虛線所示之電子差速系統(Electronic Differential System, EDS)。

【0111】 轉角計算704、705依據轉向座標 $\delta^*$ 計算對應的轉向角度，並分別輸入至組合706、707，以使轉向角度結合參考速度 $\omega^*$ 。

【0112】 接著，因子加乘708、709分別基於轉向角度結合參考速度 $\omega^*$ 計算並輸出左參考速度 $\omega_l^*$ 與右參考速度 $\omega_r^*$ 。

【0113】 接著，速度回授710、711分別基於左回授速度 $\omega_l$ 與右回授速度 $\omega_r$ 計算新的左參考速度 $\omega_l^*$ 與右參考速度 $\omega_r^*$ ，並輸入至速度控制712、713。

【0114】 速度控制712、713將左參考速度 $\omega_l^*$ 與右參考速度 $\omega_r^*$ 轉換為類比的左參考速度控制訊號 $T_l^*$ 與類比的右參考速度控制訊號 $T_r^*$ ，並輸入至FOC 714、715。

【0115】 FOC 714、715分別依據收到的訊號產生對應的PWM訊號，並輸入至分離與驅動電路716、717。並且，FOC 714、715還可自霍爾感測器722、723取得回授轉速，並執行向量控制。

【0116】 分離與驅動電路716、717透過變頻處理718(包括左變頻器 $T_{1L}$ 、 $T_{2L}$ 、 $T_{3L}$ 、 $T_{4L}$ 、 $T_{5L}$ 、 $T_{6L}$ ，如功率晶體開關)與變頻處理719(包括右變頻器 $T_{1R}$ 、 $T_{2R}$ 、 $T_{3RL}$ 、 $T_{4R}$ 、 $T_{5R}$ 、 $T_{6R}$ ，如功率晶體開關)改變馬達720、721的輸入電壓與輸入電流，藉以改變馬達720、721的轉速與轉矩。

【0117】此外，霍爾感測器722、723可持續感測馬達720、721的感測資料，並由速度計算724、725據以算出左回授速度 $\omega_l$ 與右回授速度 $\omega_r$ ，以供作為速度回授。

【0118】本發明透過電子差速控制可實現穩定轉向並提升安全性。

【0119】以上所述僅為本發明之較佳具體實例，非因此即侷限本發明之申請專利範圍，故舉凡運用本發明內容所為之等效變化，均同理皆包含於本發明之範圍內，合予陳明。

#### 【符號說明】

【0120】 1：電動載具

【0121】 10：差速控制器

【0122】 11：左馬達控制器

【0123】 12：右馬達控制器

【0124】 13：左馬達

【0125】 14：右馬達

【0126】 15：左驅動輪

【0127】 16：右驅動輪

【0128】 2：電動載具

【0129】 20：控制模組

【0130】 21：轉向裝置

【0131】 22：左驅動模組

【0132】 23：右驅動模組

【0133】 24：轉向輪

- 【0134】 25、26：驅動輪
- 【0135】 30：轉向結構
- 【0136】 31：速度控制結構
- 【0137】 32：速度取得模組
- 【0138】 33：轉向感測模組
- 【0139】 40：右驅動電路
- 【0140】 41：右變頻模組
- 【0141】 42：右馬達
- 【0142】 43：右馬達感測器
- 【0143】 44：右傳動結構
- 【0144】 50：左驅動電路
- 【0145】 51：左變頻模組
- 【0146】 52：左馬達
- 【0147】 53：左馬達感測器
- 【0148】 54：左傳動結構
- 【0149】 60：轉角計算模組
- 【0150】 61：速度計算模組
- 【0151】 62：驅動控制模組
- 【0152】 620：左驅動控制模組
- 【0153】 621：右驅動控制模組
- 【0154】 63：差速控制模組
- 【0155】 630：左速度控制模組
- 【0156】 631：右速度控制模組
- 【0157】 64：磁場導向控制模組

- 【0158】 640：左磁場導向控制模組
- 【0159】 641：右磁場導向控制模組
- 【0160】 701：轉向資訊輸入
- 【0161】 702：參考速度輸入
- 【0162】 704、705：轉角計算
- 【0163】 706、707：組合
- 【0164】 708、709：因子加乘
- 【0165】 710、711：速度回授
- 【0166】 712、713：速度控制
- 【0167】 714、715：FOC
- 【0168】 716、717：分離與驅動電路
- 【0169】 718、719：變頻處理
- 【0170】 720、721：馬達
- 【0171】 722、723：霍爾感測器
- 【0172】 724、725：速度計算
- 【0173】 80：轉向輪
- 【0174】 81：左驅動輪
- 【0175】 82：右驅動輪
- 【0176】 83：重心
- 【0177】 84：彎中心
- 【0178】  $\theta$ ：轉角
- 【0179】  $C_1$ ：左差速命令
- 【0180】  $C_2$ ：右差速命令
- 【0181】  $C_3$ ：左驅動命令

- 【0182】  $C_4$ ：右驅動命令
- 【0183】  $\delta$ ：轉向資訊
- 【0184】  $\delta^*$ ：轉向座標
- 【0185】  $C_l$ ：左驅動控制命令
- 【0186】  $C_r$ ：右驅動控制命令
- 【0187】  $H_l$ ：左馬達的感測資料
- 【0188】  $H_r$ ：右馬達的感測資料
- 【0189】  $L$ ：長度
- 【0190】  $W$ ：軸距
- 【0191】  $R$ ：距離
- 【0192】 PWM：脈波訊號
- 【0193】  $\omega_v$ ：速度變換訊號
- 【0194】  $\omega_c$ ：當前速度
- 【0195】  $\omega^*$ ：參考速度
- 【0196】  $\omega_l$ ：左回授速度
- 【0197】  $\omega_l^*$ ：左參考速度
- 【0198】  $\omega_r$ ：右回授速度
- 【0199】  $\omega_r^*$ ：右參考速度
- 【0200】  $K_{scale}$ ：因子
- 【0201】  $T_{1L}$ 、 $T_{2L}$ 、 $T_{3L}$ 、 $T_{4L}$ 、 $T_{5L}$ 、 $T_{6L}$ ：左變頻器/功率晶體開關
- 【0202】  $T_{1R}$ 、 $T_{2R}$ 、 $T_{3RL}$ 、 $T_{4R}$ 、 $T_{5R}$ 、 $T_{6R}$ ：右變頻器/功率晶體開關
- 【0203】  $T_l^*$ ：左參考速度控制訊號
- 【0204】  $T_r^*$ ：右參考速度控制訊號
- 【0205】 S10-S13：第一控制步驟

- 【0206】 S20-S28：第二控制步驟
- 【0207】 S30-S31：轉向步驟
- 【0208】 S40-S43：參考速度設定步驟
- 【0209】 S50-S53：驅動步驟

**【發明申請專利範圍】**

**【請求項1】** 一種電動載具的驅動系統，包括：

一左驅動模組，用以提供動力至一左驅動輪以控制該左驅動輪的轉動；

一右驅動模組，用以提供動力至一右驅動輪以控制該右驅動輪的轉動；

一轉向裝置，用以接受一轉向操作來改變一轉向輪的朝向，並用以取得一轉向資訊；及

一控制模組，電性連接該左驅動模組、該右驅動模組及該轉向裝置，該控制模組被設定來基於該轉向資訊及該電動載具的一參考速度計算一左驅動控制命令及一右驅動控制命令，通過該左驅動控制命令控制該左驅動模組的速度，並通過該右驅動控制命令控制該右驅動模組的速度；

其中，於轉向過程中，該控制模組是產生具有速差的該左驅動控制命令及該右驅動控制命令，以通過該左驅動輪與該右驅動輪之間的速差來使該電動載具穩定轉向。

**【請求項2】** 如請求項1所述之驅動系統，其中該轉向裝置更包括：

一轉向結構，連接該轉向輪，並用以接受該轉向操作來改變該轉向輪的朝向；

一轉向感測模組，電性連接該控制模組，用以感測該轉向結構的一轉向座標；

一速度取得模組，電性連接該控制模組，用以取得該電動載具的一當前速度；及

一速度控制結構，電性連接該控制模組，用以基於一速度變換操作觸發一速度變換訊號；

其中，該控制模組被設定來基於該速度變換訊號與該當前速度決定該電動載具的該參考速度；

其中，該控制模組更包括一轉角計算模組，該轉角計算模組被設定來基於該轉向座標計算該轉向輪的一轉向角度以設定為該轉向資訊。

**【請求項3】** 如請求項1所述之驅動系統，其中該左驅動控制命令是用以設定一左輪參考速度，該右驅動控制命令是用以設定一右輪參考速度，該轉向資訊包括一轉向角度；

其中，該控制模組更包括一速度計算模組，該速度計算模組被設定來基於該轉向角度的正切值或餘切值的其中之一、該電動載具的該參考速度、該電動載具的長度及該左驅動輪與該右驅動輪之間的一軸距計算該左輪參考速度及該右輪參考速度，以設定該左驅動控制命令及該右驅動控制命令。

**【請求項4】** 如請求項3所述之驅動系統，其中該速度計算模組被設定來基於該轉向角度的正切值或餘切值的其中之一、該電動載具的該參考速度、該電動載具的長度及該軸距計算一半速差，將該電動載具的該參考速度增加該半速差來做為該左輪參考速度與該右輪參考速度之一，並設定對應的該左驅動控制命令或該右驅動控制命令，並將該電動載具的該參考速度減少該半速差來做為該左輪參考速度與該右輪參考速度之另一，並設定對應的該左驅動控制命令或該右驅動控制命令。

**【請求項5】** 如請求項1所述之驅動系統，其中該左驅動模組包括：

一左馬達，透過一左傳動結構傳送動力至該左驅動輪；

一左變頻模組，連接該左馬達，用以基於一左PWM訊號調整該左馬達的輸入電壓與輸入電流，以調整該左馬達的轉矩；及

一左驅動電路，用以輸出對應一左參考轉速的該左PWM訊號；

其中，該右驅動模組包括：

一右馬達，透過一右傳動結構傳送動力至該右驅動輪；

一右變頻模組，連接該右馬達，用以基於一右PWM訊號調整該右馬達的輸入電壓與輸入電流，以調整該右馬達的轉矩；及

一右驅動模組，用以輸出對應一右參考轉速的該右PWM訊號。

【請求項6】 如請求項1所述之驅動系統，其中該左驅動模組包括用以感測一左馬達的一感測資料的一左馬達感測器，該右驅動模組包括用以感測一右馬達的一感測資料的一右馬達感測器；

其中，該控制模組電性連接該左馬達感測器與該右馬達感測器，該控制模組包括：

一左驅動控制模組，被設定來基於該左馬達的該感測資料計算該左驅動輪的當前速度；及

一右驅動控制模組，被設定來基於該右馬達的該感測資料計算該右驅動輪的當前速度。

【請求項7】 如請求項6所述之驅動系統，其中該控制模組包括：

一左速度控制模組，被設定來持續調整該左驅動模組的速度，以使該左驅動輪的當前速度符合該左驅動控制命令的一左輪參考速度；及

一右速度控制模組，被設定來持續調整該右驅動模組的速度，以使該右驅動輪的當前速度符合該右驅動控制命令的一右輪參考速度。

【請求項8】 如請求項6所述之驅動系統，其中該左馬達的該感測資料包括該左馬達的轉速，該右馬達的該感測資料包括該右馬達的轉速；

其中，該控制模組包括：

一左磁場導向控制模組，被設定來調整用於該左馬達的一PWM訊號來調整該左馬達的輸入電壓及輸入電流以調整該左馬達的轉速，並使該左馬達的該感測資料符合該左驅動控制命令的一左參考轉速；及

一右磁場導向控制模組，被設定來調整用於該右馬達的一PWM訊號來調整該右馬達的輸入電壓及輸入電流以調整該右馬達的轉速，並使該右馬達的該感測資料符合該右驅動控制命令的一右參考轉速。

【請求項9】 如請求項1所述之驅動系統，其中該控制模組包括一速度計算模組，該速度計算模組被設定來於該轉向資訊為右轉時，設定該左驅動控制命令的一左輪參考速度大於該右驅動控制命令的一右輪參考速度，於該轉向資訊為左轉時，設定該左輪參考速度小於該右輪參考速度，並於該轉向資訊為直行時，設定該左輪參考速度與該右輪參考速度之間的速差小於5%。

【請求項10】 如請求項1所述之驅動系統，其中該轉向輪為該電動載具的前輪，該左驅動輪與該右驅動輪為該電動載具的對稱設置的後輪；

其中，該左驅動模組包括一左馬達，該右驅動模組包括一右馬達，該左馬達與該右馬達為永磁同步馬達；

其中，該電動載具為電動三輪車。

【請求項11】 一種驅動控制方法，應用於一電動載具的一驅動系統，該驅動系統包括用以驅動一左驅動輪的一左驅動模組、用以驅動一右驅動輪的一右驅動模組、用以改變一轉向輪的朝向的一轉向裝置、及一控制模組，該方法包括以下步驟：

- a) 通過該轉向裝置取得對應該轉向輪的朝向的一轉向資訊；
- b) 於該控制模組取得該電動載具的一參考速度；
- c) 基於該轉向資訊及該電動載具的該參考速度計算一左驅動控制命令及一右驅動控制命令；及
- d) 通過該左驅動控制命令控制該左驅動模組的速度，並通過該右驅動控制命令控制該右驅動模組的速度，其中於轉向過程中所產生的該左驅動控制命令

及該右驅動控制命令具有速差，以通過該左驅動輪與該右驅動輪之間的速差來使該電動載具穩定轉向。

【請求項12】 如請求項11所述之驅動控制方法，其中該步驟a)包括以下步驟：

- a1) 於該控制模組接收該轉向裝置的一轉向座標；及
- a2) 基於該轉向座標計算該轉向輪的一轉向角度以設定為該轉向資訊。

【請求項13】 如請求項11所述之驅動控制方法，其中該左驅動控制命令是用以設定一左輪參考速度，該右驅動控制命令是用以設定一右輪參考速度，該轉向資訊包括一轉向角度；

其中該步驟c)包括以下步驟：

c1) 基於該轉向角度的正切值或餘切值的其中之一、該電動載具的該參考速度、該電動載具的長度及該左驅動輪與該右驅動輪之間的一軸距計算該左輪參考速度及該右輪參考速度，以設定該左驅動控制命令及該右驅動控制命令。

【請求項14】 如請求項13所述之驅動控制方法，其中該步驟c)包括以下步驟：

c11) 基於該轉向角度的正切值或餘切值的其中之一、該電動載具的該參考速度、該電動載具的長度及該軸距計算一半速差；

c12) 將該電動載具的該參考速度增加該半速差來做為該左輪參考速度與該右輪參考速度之一，並設定對應的該左驅動控制命令或該右驅動控制命令；及

c13) 將該電動載具的該參考速度減少該半速差來做為該左輪參考速度與該右輪參考速度之另一，並設定對應的該左驅動控制命令或該右驅動控制命令。

【請求項15】 如請求項11所述之驅動控制方法，更包括以下步驟：

- e1) 透過一左馬達感測器感測該左驅動模組的一左馬達的一感測資料；
- e2) 基於該左馬達的該感測資料計算該左驅動輪的當前速度；

- e3) 透過一右馬達感測器感測該右驅動模組的一右馬達的一感測資料；及
- e4) 基於該右馬達的該感測資料計算該右驅動輪的當前速度。

【請求項16】 如請求項15所述之驅動控制方法，其中該步驟d)包括以下步驟：

d1) 持續調整該左驅動模組的速度，以使該左驅動輪的當前速度符合該左驅動控制命令的一左輪參考速度；及

d2) 持續調整該右驅動模組的速度，以使該右驅動輪的當前速度符合該右驅動控制命令的一右輪參考速度。

【請求項17】 如請求項15所述之驅動控制方法，其中該左馬達的該感測資料包括該左馬達的轉速，該右馬達的該感測資料包括該右馬達的轉速；

該步驟d)包括以下步驟：

d3) 通過調整用於該左馬達的一PWM訊號來調整該左馬達的輸入電壓及輸入電流以調整該左馬達的轉速，並使該左馬達的該感測資料符合該左驅動控制命令的一左參考轉速；及

d4) 通過調整用於該右馬達的一PWM訊號來調整該右馬達的輸入電壓及輸入電流以調整該右馬達的轉速，並使該右馬達的該感測資料符合該右驅動控制命令的一右參考轉速。

【請求項18】 如請求項11所述之驅動控制方法，其中該步驟c)是於該轉向資訊為右轉時，該左驅動控制命令的一左輪參考速度大於該右驅動控制命令的一右輪參考速度，於該轉向資訊為左轉時，該左輪參考速度小於該右輪參考速度，並於該轉向資訊為直行時，該左輪參考速度與該右輪參考速度之間的速差小於5%。

【發明圖式】

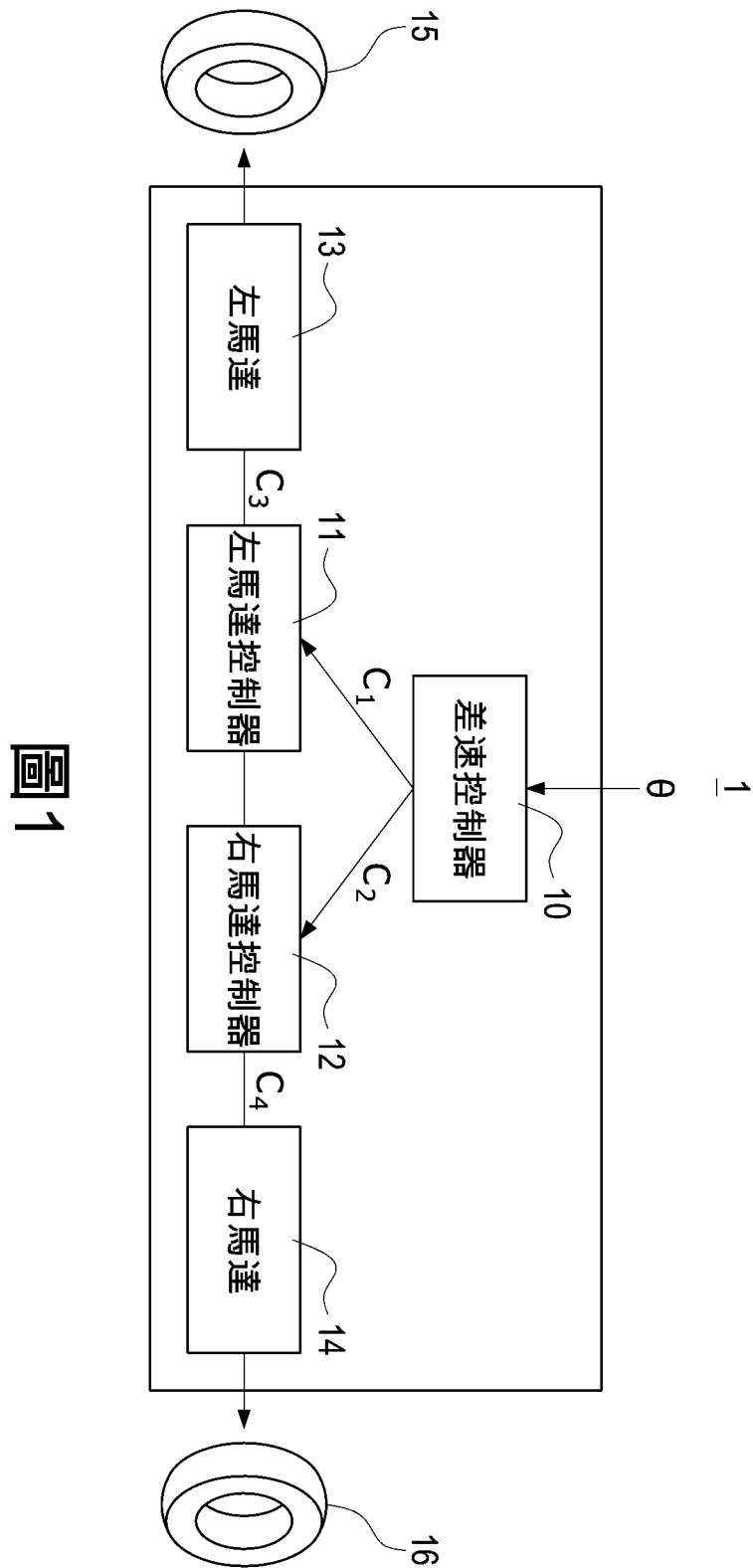


圖1

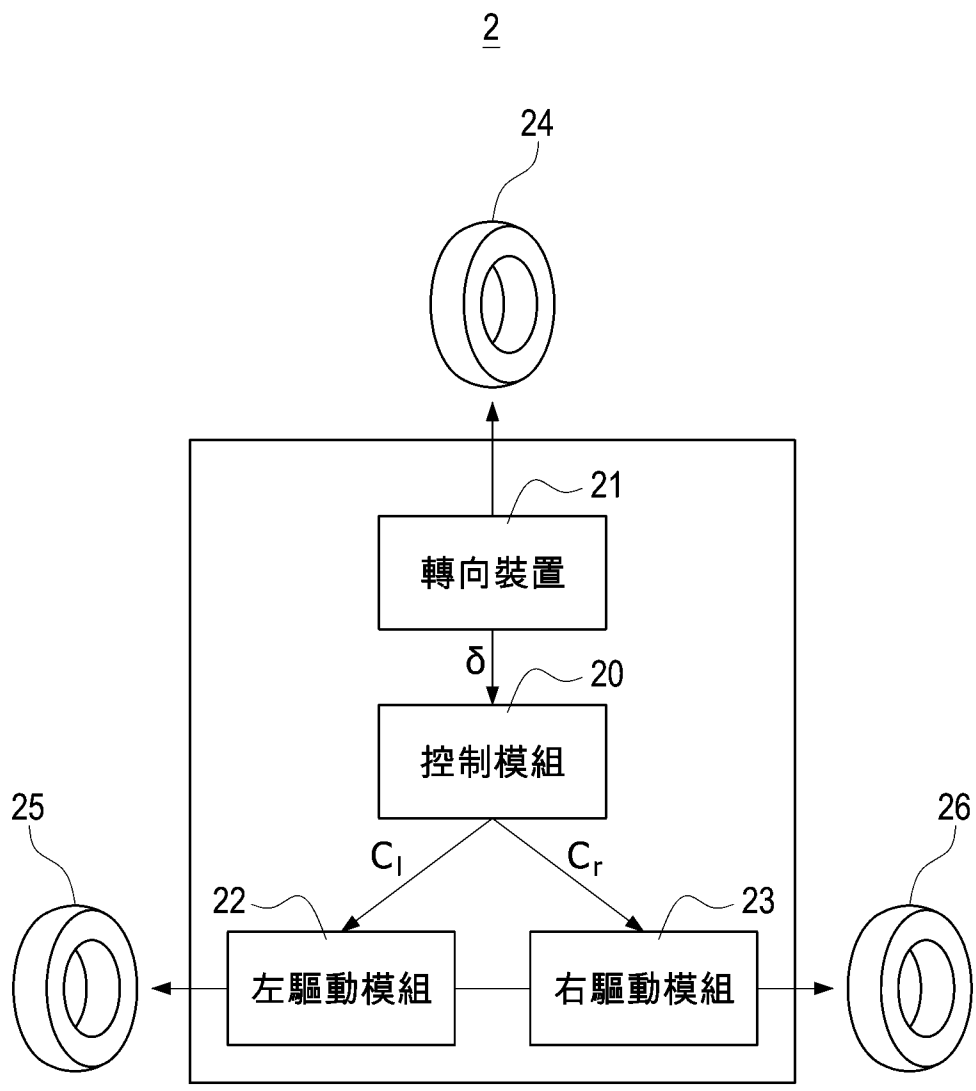


圖2

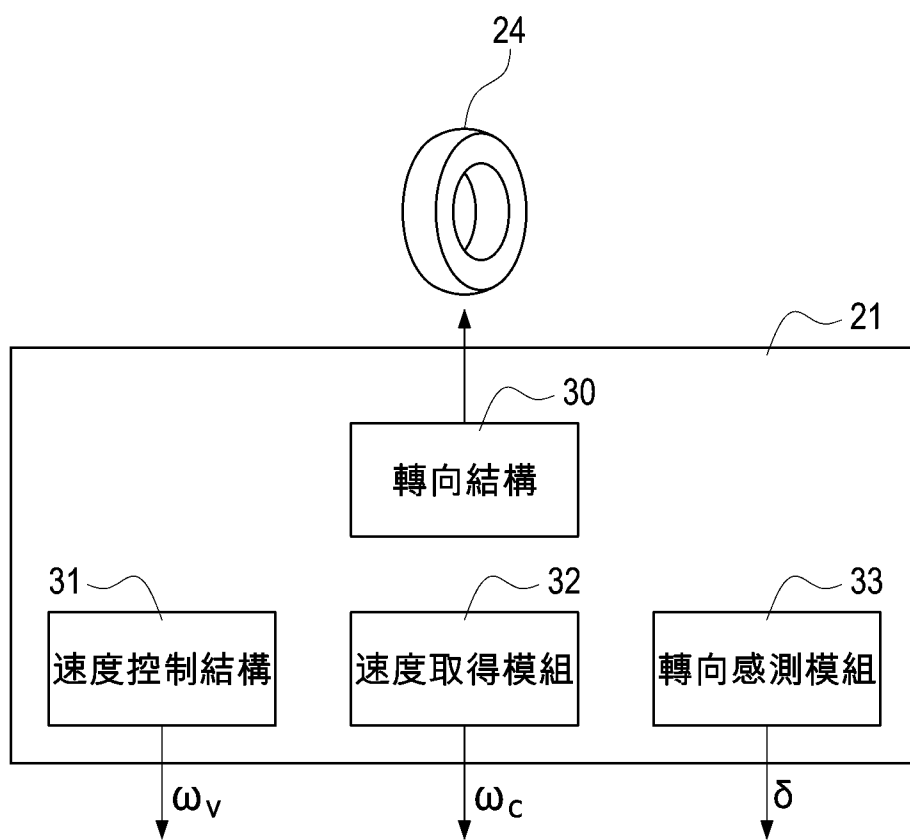


圖3

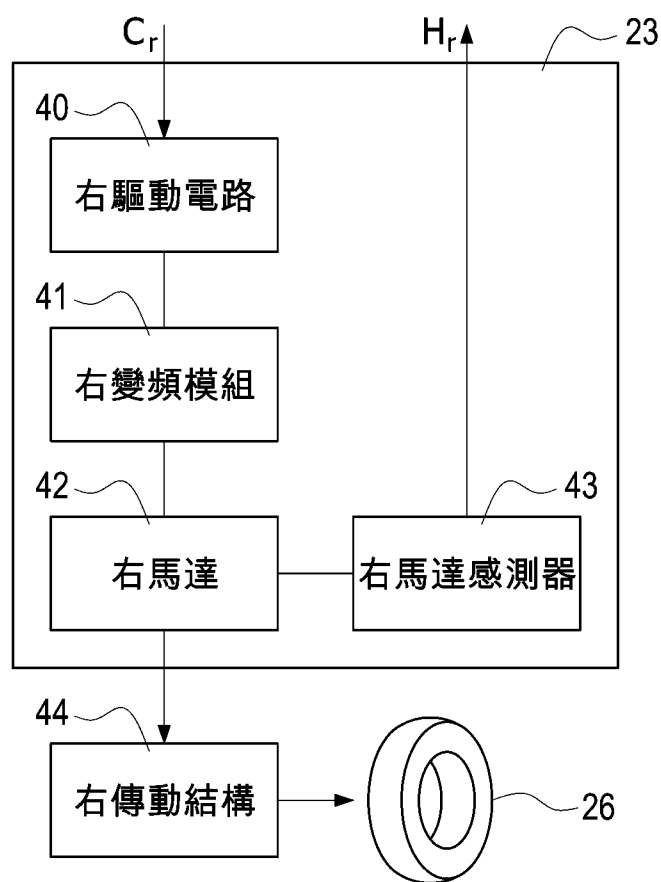


圖4

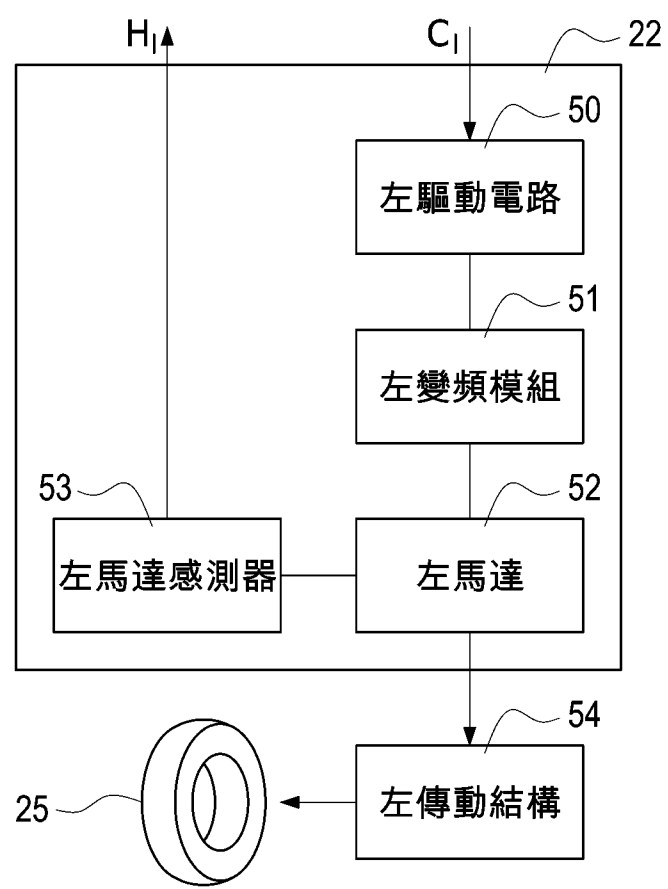


圖5

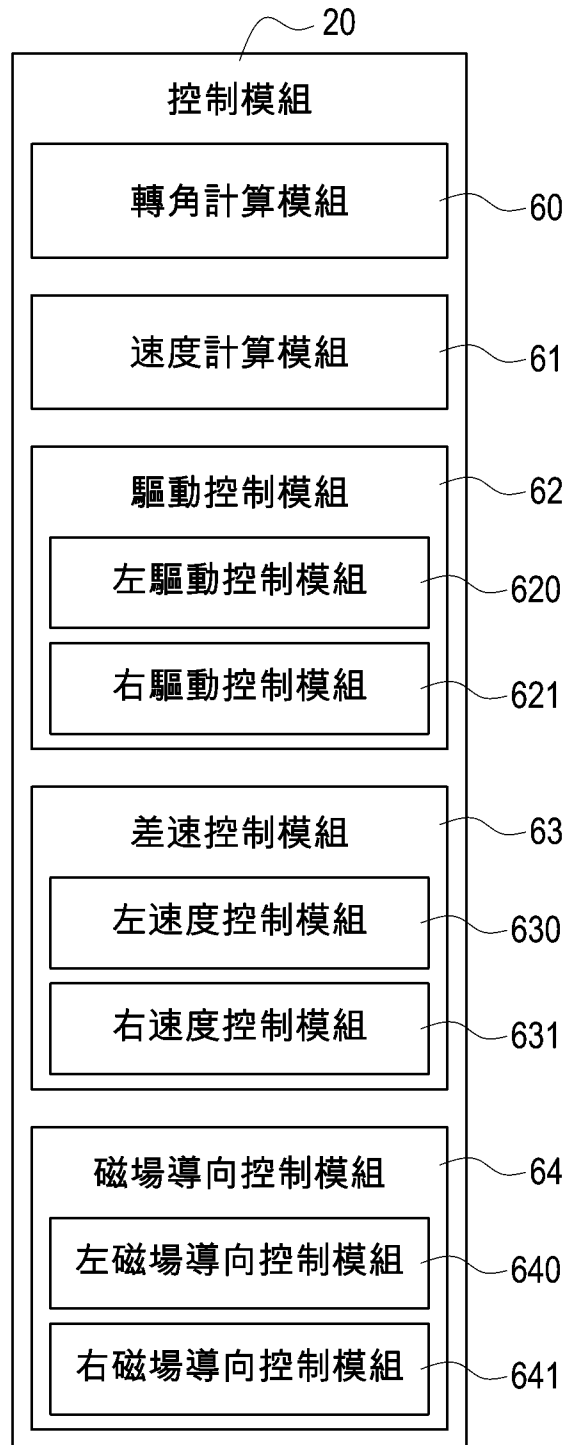


圖6

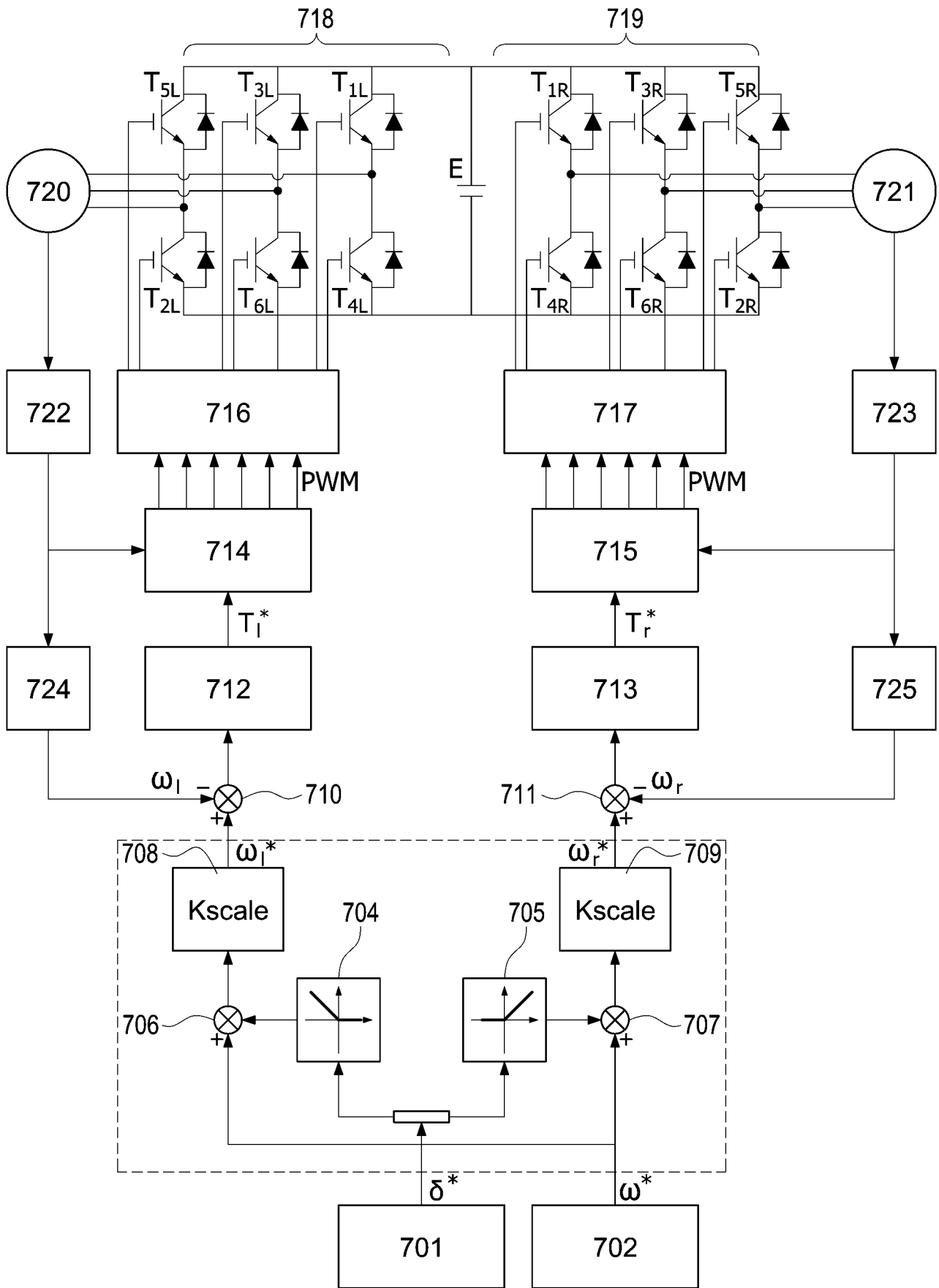


圖7

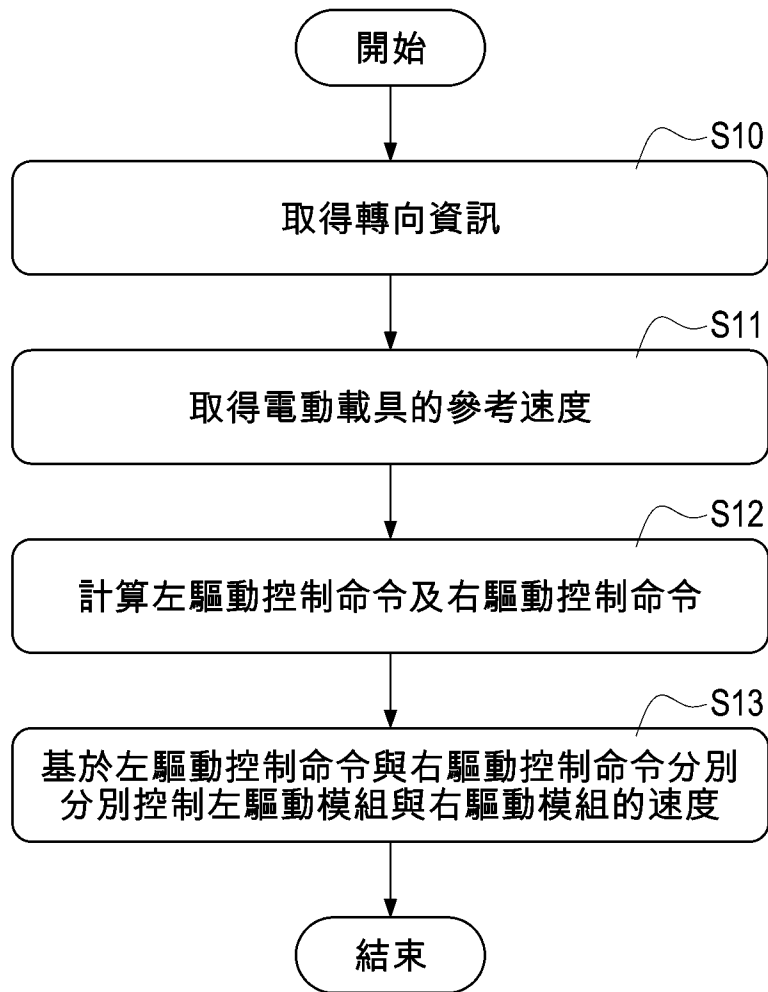


圖8

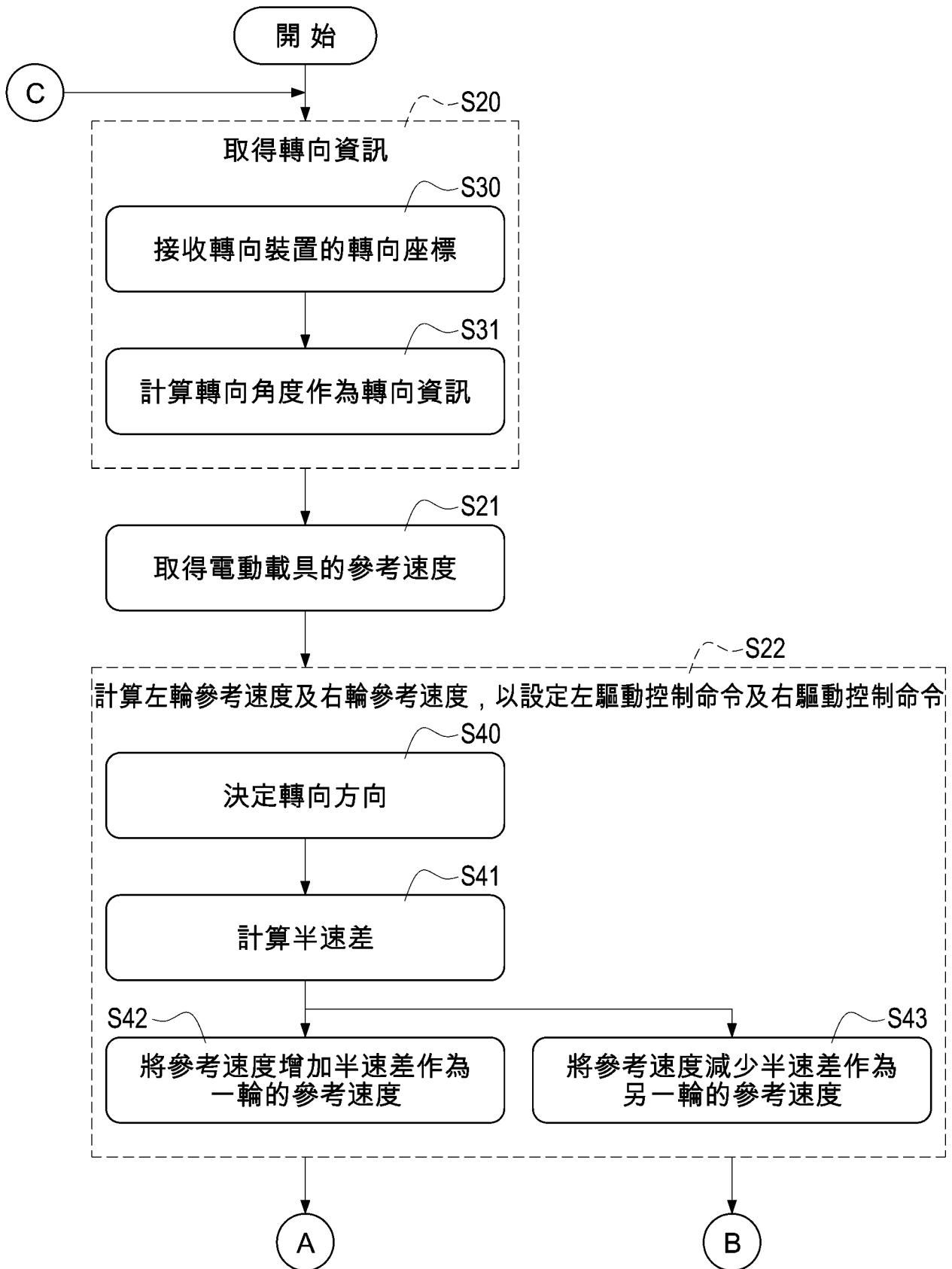


圖9A

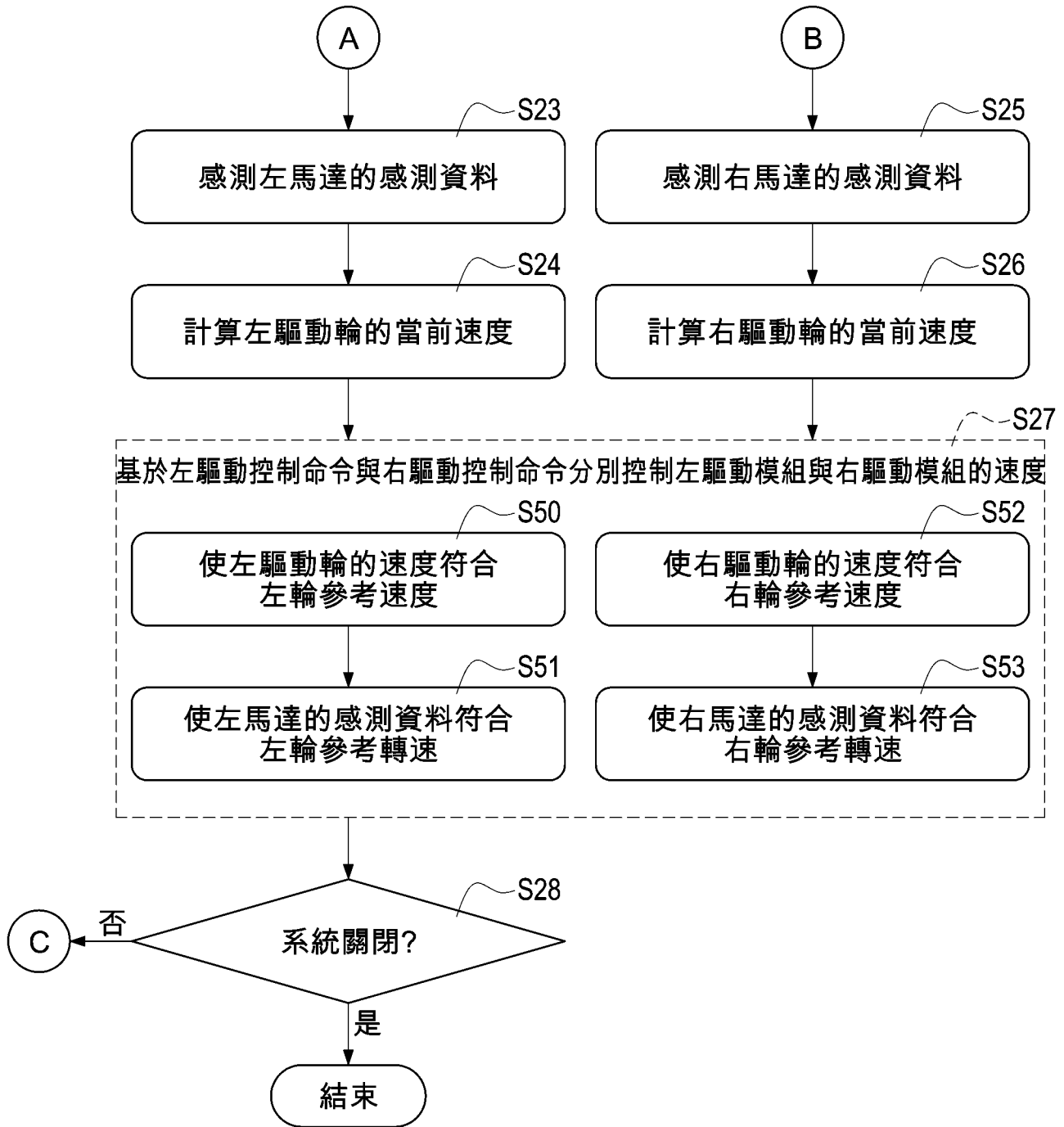


圖9B

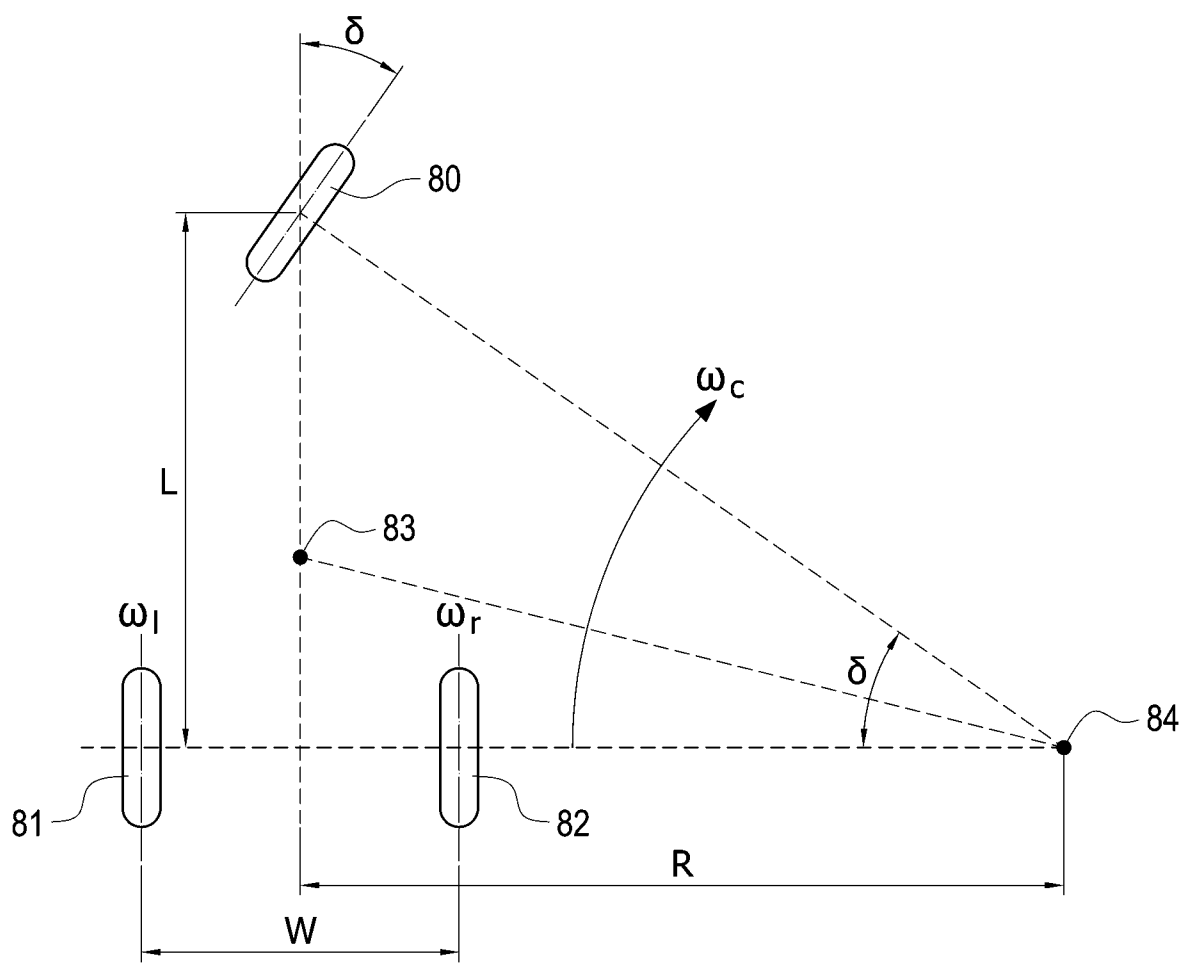


圖10