

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：P5143646

※申請日期：P5.11.24

※IPC 分類：

B60L 3/00

15/10

一、發明名稱：(中文/英文)

電動載具驅動控制系統

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

易維特科技股份有限公司 (EVT Technology Co., Ltd.)

代表人：(中文/英文)

黃欽明 (Chin-Ming Huang)

住居所或營業所地址：(中文/英文)

國 籍：(中文/英文)

中華民國 TW

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：陳柏全 (Bo-Chiuan Chen)

國 籍：中華民國 TW

姓 名：李偉碩 (Wei-Shuo Lee)

國 籍：中華民國 TW

姓 名：張秀洲 (Hsiu-Chou Chang)

國 籍：中華民國 TW

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☐ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☐ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明之電動載具驅動控制系統，尤指一種應用於電動代步車、電動輪椅及任一以電力驅動之載具，具降低過彎時方向盤操控負荷與翻覆危險性，以輕鬆的應付各個彎道之操控，提升駕駛舒適的操控性與駕駛品質之電動載具驅動控制系統。

【先前技術】

利用電力驅動之載具，已被廣泛應用於各種載人工作上，尤其是電動代步車、電動輪椅等輕體化載具之應用，但，因於不同電動載具之應用與結構設計或有不同，換言之，也衍生各種不同之驅動及控制系統。

習知之電動載具，其驅動控制系統一般僅設有前進、後退控制與轉向控制，惟，對於載具之轉向控制及其當時之平衡性並無法進一步的控制或調適，尤其應用於電動代步車、電動輪椅等載具上時，因載具本身多屬體積小、重心高設計，因此，在轉彎駕控時，方向盤操控負荷較高且易產生大的車身翻滾角而產生載具翻覆之高危險性。

又，於先前專利中，亦曾揭露應用於電動載具之駕控平衡控制之控制系統，其主要係教示利用複數個陀螺儀組成一可被控制之平衡裝置，藉由使用者身體重心的變化偏移，以控制各陀螺儀之轉動以達到平衡，惟此種平衡裝置

雖可獲得駕控時之平衡性，但於轉彎時並不能在轉向的過程當中維持轉向之扭矩，即降低過彎時方向盤操控之負荷，再者，每一陀螺儀分別輸出一組偵測訊號，裝置必需同時處理較多的訊號，不僅處理複雜且所需之反應時間較長。

另，如台灣專利公報第I243120號『電動車輛』發明專利案，此專利案所訴求之重點乃是在根據驅動器所檢測的電動機車速脈衝，求出：車速、總行駛距離、旅程行駛距離，並且使用通訊手段顯示在連接之顯示部。

又，如台灣專利公報第M274934號『電動車轉向控制裝置』新型專利案，此專利案所訴求之重點乃是在利用設於方向控制龍頭及前叉上，感測元件與被感測元件相互對應動作，分別於直行或轉向時產生對左側或右側馬達等速、加、減速等不同控制信號，進而使左輪或右輪速度減速或停止，達到轉向之效果。

再，如台灣專利公報第577836號『電動車之控制系統及其方法』發明專利案，此專利案所訴求之重點乃是在利用包括感測單元、訊號處理單元及驅動單元組成之控制系統，根據電動車上控制桿之移動方向及車架之平衡狀態，以輸出感測訊號至訊號處理單元，使該訊號處理單元處理感測訊號，並輸出控制訊號至驅動單元，以控制每個輪子

之馬達轉速，以使該電動車達平衡，並進行直線、轉向及原地旋轉運動。

但，上述之專利案，並未教示利用偵測現時載具行駛動態與駕控動作要求之各項訊號，計算所決定之各車輪匹配於駕控動作要求之旋轉動態之系統與方法，可以降低過彎時方向盤操控負荷，亦或有效的減少車輛在過彎的過程當中所產生的最大翻滾角，以及在進入彎道後到結束過彎的過程中也能有效的抑制車身翻滾角，而大幅的降低過彎時車輛翻覆的可能性。

【發明內容】

本發明之主要目的，在於解決上述缺失，避免過彎時方向盤操控負荷高、翻覆危險性與改善駕控舒適性，本發明藉由裝設於電力驅動式載具之動力控制單元與方向控制單元，偵測現時行駛動態與駕控動作要求，產生匹配之訊號輸送至電子控制單元計算，以決定各車輪匹配於直行、轉彎、速度等各項駕控動作要求之旋轉速度、轉向扭矩與過彎時車身翻滾角度，並輸出各轉速控制訊號至各車輪連接之動力驅動單元，以驅動控制載具依駕控要求動作。

【技術方案】

為實現上述目的，本發明的解決方案是：一種電動載具驅動控制系統，包括有一電動載具，具有一載具本體，及裝設於載具本體上之至少二車輪、動力源，該驅動控制系統包括有；

a)動力控制單元，設於上述載具本體，具有一加速控制器及電門開度感知器，該電門開度感知器連接至加速控制器，以偵測加速控制動態及要求以產生電門開度訊號輸出至一電子控制單元；

b)方向控制單元，設於上述載具本體，具有一轉向控制器及轉向角度感知器，該轉向角度感知器連接至轉向控制器，以偵測轉向控制動態及要求以產生轉向角度訊號輸出至一電子控制單元；；

c)電子控制單元，設於上述載具本體，由複數個運算模組及至少一轉速控制器組成，轉速控制器連接至一動力驅動單元並接受饋回之一轉速回饋訊號，上述之複數個運算模組根據接受之上述電門開度訊號、轉向角度訊號、轉速回饋訊號，配合預設之車輛參數與阿克曼幾何函數等所構成之函數運算，以計算、決定輸出控制各車輪轉速之驅動電壓命令；

d)動力驅動單元，具有至少一車輪馬達與上述載具本體之至少一車輪連接，並連接至電子控制單元接收電子控制單元發出之驅動電壓命令，以驅動各車輪馬達及其連接之車輪產生所需之適當轉速動作。

又為實現上述目的，本發明的另一解決方案是：一種電動載具驅動控制方法，用以控制一電動載具在低操控負荷與翻覆危險性下依駕控動作要求驅動動作，該電動載具包括：一電動載具、及裝設於載具本體上之複數個車輪、一動力控制單元、一方向控制單元、一電子控制單元與一動力驅動單元，該電動載具之控制方法，包括：

a) 根據現時車輛行駛動態與駕控動作之要求，由動力

控制單元感測該行駛動態或要求，以輸出匹配之電門開度訊號至電子控制單元；

b) 根據現時車輛行駛動態與駕控動作之要求，由方向控制單元偵測該行駛動態或要求，以輸出匹配之轉向角度訊號至電子控制單元；

c) 該電子控制單元根據接收之各訊號，經計算、決定各車輪匹配於駕控動作要求之旋轉速度，以輸出轉速控制訊號至動力驅動單元；

d) 動力驅動單元根據轉速控制訊號控制各車輪旋轉動態，令載具依駕控動作要求驅動動作。

請參閱以下有關本發明一較佳實施例之詳細說明及其附圖，將可進一步瞭解本發明之技術內容及其目的功效；有關該實施例之附圖。

【實施方式】

茲有關本發明之技術內容及詳細說明，現配合圖式說明如下：

請參閱第1圖所示，係本發明之架構方塊圖。如圖所示：本發明之電動載具驅動控制系統主要係配置於一電動載具（圖中未繪示）中，包括一動力控制單元1、一方向控制單元2、一電子控制單元3及一動力驅動單元4所組成。前述之電動載具更包括一載具本體及裝設於載具本體上之各車輪7與動力源，如電池等所構成。

所述之動力控制單元1，設於上述載具本體，具有一加速控制器11及電門開度感知器12所構成，前述之加速控制器11係可供駕駛者操縱動力源電門開度之加速踏板或把手

之任其一，該電門開度感知器12利用線性連接，如鋼索拉線連接至加速控制器11，以偵測加速控制器11駕控動態及加、減速動作要求，並產生匹配於該動作要求之電門開度訊號（AP%）輸出至上述電子控制單元3。

該方向控制單元2，設於上述載具本體，具有一轉向控制器21及轉向角度感知器22，前述之轉向控制器21係可供駕駛者操縱轉向角度之方向盤或把手之任其一，該轉向角度感知器22，於一具體實施例結構中，可透過一連桿連接至轉向控制器21，以偵測轉向控制動態及要求以產生匹派於該轉向動作要求之轉向角度訊號（ δ ）輸出至上述之電子控制單元3。

前述之電子控制單元3，設於上述載具本體上，係由一參考車速運算模組31、一偏航角速度運算模組32、車輪參考轉速運算模組33及至少一轉速控制器34、34'所組成。該參考車速運算模組31與動力控制單元1連接，以接收輸出之電門開度訊號（AP%）計算匹配之參考車速 u_r ，輸出至偏航角速度運算模組32與車輪參考轉速運算模組33，該偏航角速度運算模組32與方向控制單元2連接，以接收輸出之轉向角度訊號（ δ ）計算所需之偏航角速度 r_d ，輸出至車輪參考轉速運算模組33，前述之車輪參考轉速運算模組33根據輸入之參考車速 u_r 及偏航角速度 r_d 計算各車輪匹配於駕控動作要求之車輪參考轉速 $\omega_{r,in}$ ， $\omega_{r,out}$ 分別輸出至各轉速控制器34、34'，該轉速控制器34、34'連接至上述之動力驅動單元4，並根據輸入之車輪參考轉速 $\omega_{r,in}$ ， $\omega_{r,out}$ 及由動力驅動單元4饋回之轉速回饋訊號 ω_{in} ， ω_{out} ，計算匹配於控制各車輪轉速之驅動電壓命

令 $V_{a,in}$, $V_{a,out}$ 輸出至上述之動力驅動單元 4。

上述之轉速控制器 34、34'，如第 2 圖所示為其架構方塊圖。包含了四個部份，前饋控制 (feed-forward control) 單元 341、預補償控制 (pre-compensator) 單元 342，比例積分控制 (PI control) 單元 343 及馬達反電動勢補償單元 344 等所組成。其中， ω_r 為參考轉速， ω 為馬達轉速， R_a 為馬達內電阻， k_i 為積分控制之增益值， k_p 為比例控制之增益值、 K_e 為電勢常數， K_t 為馬達扭力常數， v_a 為驅動電壓命令。

該動力驅動單元 4，具有至少一車輪馬達 41、41' 與上述載具本體之至少一車輪連接，並連接至電子控制單元 3 接收其輸出以控制各車輪轉速之驅動電壓命令 $V_{a,in}$, $V_{a,out}$ ，以驅動各車輪馬達 41、41' 及其連接之車輪產生所需之適當轉速動作，以因應載具於直行、轉彎、速度等各項駕控動作要求。

再請參閱第 3 圖所示，係本發明之電動載具驅動控制方法之方法步驟流程圖，如圖所示：本發明之電動載具驅動控制方法，其步驟包括：

步驟 500，提供一可裝置於一電動載具以依駕控動作要求驅動電動載具動作之電動載具驅動控制系統，係由上述之一動力控制單元 1、一方向控制單元 2、一電子控制單元 3，與上述之動力控制單元 1 與方向控制單元 2 連接以接收其輸出之訊號、以及一動力驅動單元 4，連接並接受電子控制單元 3 輸出之訊號，以輸出控制訊號控制電動載具之各車輪旋轉動態所組成；

步驟 502，根據現時車輛行駛動態與駕控動作之要求，

由動力控制單元感測該行駛動態或要求，以輸出匹配之電門開度訊號至電子控制單元；

步驟 504，根據現時車輛行駛動態與駕控動作之要求，由方向控制單元偵測該行駛動態或要求，以輸出匹配之轉向角度訊號至電子控制單元；

步驟 506，該電子控制單元根據接收之各訊號，經計算、決定各車輪匹配於駕控動作要求之旋轉速度，以輸出轉速控制訊號至動力驅動單元；

步驟 508，動力驅動單元根據轉速控制訊號控制各車輪旋轉動態，令載具依駕控動作要求驅動動作。

請參閱第 4 圖所示，係本發明之電動載具驅動控制方法一實施例之控制步驟流程圖、運算及其運動關係示意圖，如圖所示：本發明之電動載具驅動控制方法流程步驟包括：

步驟 600，由動力控制單元 1 透過內設之電門開度感知器 12，偵測現時加速控制器 11 駕控動態及加、減速動作要求，產生一相對於該偵測結果之電門開度訊號（AP%）輸出至電子控制單元 3；

步驟 602，由方向控制單元 2 透過內設之轉向角度感知器 22，偵測現時轉向控制器 21 之轉向控制動態及要求，並產生一相對於該感知結果之轉向角度訊號（ δ ）輸出至電子控制單元 3；

步驟 604，計算匹配之參考車速 u_r ；

透過電子控制單元 3 之參考車速運算模組 31，根據接收之電門開度訊號（AP%）計算匹配之參考車速 u_r ，輸出至偏航角速度運算模組 32 與車輪參考轉速運算模組 33；

上述參考車速 u_r 之計算，該電子控制單元 3 暨參考車

速運算模組31係將駕駛者操控之電（油）門輸入訊號判讀成駕駛者所需之扭矩，其所需之扭矩為一個電（油）門開度的函數，可利用公式（1）以計算得知所需之驅動扭矩；

$$T_{req} = T_{max} \times AP_{\%}^{T_{exp}} \quad \text{———公式（1）}$$

其中 T_{req} 為駕駛者所需之驅動扭矩； T_{max} 為馬達所能提供之最大扭矩； $AP\%$ 為油門開度； T_{exp} 為油門靈敏度常數；

藉由不同的指數函數改變控制器所判讀電（油）門之靈敏度，其變化情形如第5圖所示。當 $T_{exp} < 1$ 時，駕駛者輸入之電（油）門開度在較小開度區域變化的時候，其反應則較為靈敏。若設定 $T_{exp} = 1$ 時，駕駛者輸入的電（油）門開度為線性反應則不會因在大、小開度區間而有所改變。當 $T_{exp} > 1$ 時，駕駛者輸入之電（油）門開度在較小開度區域變化的時候，其反應變化則較為遲緩；

接著，由公式（1）得到 T_{req} ，並將其輸入至一內設之車輛縱向動態方程式，如公式（2）以計算出參考轉速 u_r 。

$$m\dot{u}_r = T_{req}r_w - f_rmg - 0.5\rho C_d A u_r^2 \quad \text{———公式（2）}$$

其中 ρ 為空氣密度， r_w 為車輪半徑， A 為車輛前投影面積， C_d 為風阻係數， g 為重力加速度， m 為車輛重量加上駕駛者重量的總重；

步驟 606，判斷是否輸入轉向角度訊號（ δ ）；

若未所感測到或收到輸入之轉向角度訊號（ δ ）= 0 者，是代表電動載具保持在直行動態，此時，直接進入步驟 610，該動力控制單元 1 產生之電門開度訊號（ $AP\%$ ），即為駕駛者之動力需求，該訊號傳至電子控制單元 3，並配合動力驅動單元 4 回饋之車輪轉速訊號 ω_{in} ， ω_{out} ，經內部函數運算處理後，將各車輪驅動電壓命令 $V_{a.in}$ ， $V_{a.out}$

送至動力驅動單元 4，使車輛行駛達駕駛者所需之加、減速要求；

步驟608，計算所需之偏航角速度 r_d ；

藉由電子控制單元 3 之偏航角速度運算模組 32，根據接收之轉向角度訊號 (δ) 及參考車速 u_r 以計算所需之偏航角速度 r_d ，輸出至車輪參考轉速運算模組 33；

上述偏航角速度 r_d 之計算，為利於說明，乃將複雜的四輪載具之前兩輪視為一輪、後兩輪視為另一輪，即簡化成為一個兩個自由度的兩輪載具，此兩輪載具能藉由駕駛者轉向角計算出過彎時所需要之偏航角速度。而又可再進一步的簡化並利用公式 (3) 計算得到穩態的偏航角速度增益值 G_{yaw} 其，該公式 (3) 如下：

$$G_{yaw} = \frac{r}{\delta_f} = \frac{u}{L + K_{us} u^2} \quad \text{——— 公式 (3)}$$

其中 G_{yaw} 為偏航角速度增益值， r 為偏航角速度， u 為車速， L 為輪距， δ_f 為前輪轉角， K_{us} 為轉向不足係數，轉向不足係數可由公式 (4) 計算而得

$$K_{us} = \frac{mb}{LC_{\alpha f}} - \frac{ma}{2LC_{\alpha r}} \quad \text{——— 公式 (4)}$$

該 $C_{\alpha f}$ 與 $C_{\alpha r}$ 分別為前、後軸的轉向剛性， a 與 b 分別為重心到前、後軸的距離；

利用上述之公式 (3) 即可求得車輛之偏航角速度增益值與車速的關係。又，本發明可藉由調整偏航角速度增益值進而改變電動載具之轉向特性，例如 1. 為使車輛於低速時有較靈敏之動態響應，故增加低速時車輛偏航角速度的增益值。2. 並且為防止車輛在高速時因過高的增益值而產

生翻覆或失控之情形，即減少高速時偏航角速度之增益值，如第6圖所示，其中 r_d 為設計的偏航角速度增益值， r_{linear} 為線性的偏航角速度增益值；

步驟610，計算車輪參考轉速 $\omega_{r,in}$, $\omega_{r,out}$ ；

利用前述電子控制單元 3 之車輪參考轉速運算模組 33，根據輸入之參考車速 u_r 及偏航角速度 r_d ，配合預設之車輛參數與阿克曼幾何函數，計算各車輪匹配於駕控動作要求之車輪參考轉速 $\omega_{r,in}$, $\omega_{r,out}$ 分別輸出至各轉速控制器 34、34'；

上述之車輪參考轉速計算，包含對驅動輪有、無轉向角來計算車輪所需要之參考轉速；其中，

在對無轉向角之驅動輪轉速函數運算：

駕駛人所欲追隨之偏航角速度反應可由上述增益值計算之公式(3)求得，另可由其當時車速求得相對應之迴轉半徑， $R=r_d/u$ 。以後輪驅動為例，在驅動時，相對於迴轉中心 A 之外側車輪與內側車輪間所應相對應之轉速（分別為 ω_i 與 ω_o ），可由後輪轉速運動幾何函數關係，如第7圖所示，配合公式(5)求得，

$$r = \frac{r_w \omega_i}{R - B/2} = \frac{r_w \omega_o}{R + B/2} \text{ — — — — — 公式 (5)}$$

其中 B 為後兩輪之間距， R 為驅動軸中心 A1 到迴轉中心 A 的距離。由公式(5)可進一步求得

$$\omega_i = \frac{2R - B}{2r_w} r, \quad \omega_o = \frac{2R + B}{2r_w} r \text{ — — — — — 公式 (6)}$$

其中 ω_i 為內側車輪之參考轉速， ω_o 為外側車輪之參考轉

速；

至於有轉向角之驅動輪轉速函數運算：

同理可參考第 8 圖之車輪轉速運動幾何函數關係求得有轉向角之驅動輪轉速，該外側車輪與內側車輪所應相對應之轉速，以前輪驅動為例，可利用公式（7）計算得知：

$$r = \frac{r_w \omega_i}{R_i} = \frac{r_w \omega_o}{R_o} \quad \text{—— 公式（7）}$$

其中 L 為軸距， R_i 為內側輪中心線至迴轉中心之最短距離， R_o 為外側輪中心線至迴轉中心之最短距離。其幾何關係式如下公式（8）所示：

$$R_i = \sqrt{(R - B/2)^2 + L^2}, \quad R_o = \sqrt{(R + B/2)^2 + L^2} \quad \text{—— 公式（8）}$$

將上公式（8）代入公式（7）可進一步求得：

$$\omega_i = \frac{\sqrt{(R - B/2)^2 + L^2}}{r_w} r, \quad \omega_o = \frac{\sqrt{(R + B/2)^2 + L^2}}{r_w} r \quad \text{—— 公式（9）}$$

車輛在轉彎時，可根據上述公式及運算方式所求出之參考轉速，轉換成相對應之內、外側車輪參考轉速，分別控制內、外側車輪之驅動力，以達到所需要之轉速響應；

步驟 612，計算驅動電壓命令 $V_{a,in}$, $V_{a,out}$ ；

該電子控制單元 3 之轉速控制器 34、34'，根據上述步驟暨車輪參考轉速運算模組 33 計算所得之內、外側車輪參考轉速 $\omega_{r,in}$, $\omega_{r,out}$ ，以及動力驅動單元 4 饋回之轉速回饋訊號 ω_{in} , ω_{out} ，計算匹配於控制各車輪轉速之驅動電壓命令 $V_{a,in}$, $V_{a,out}$ 輸出至上述之動力驅動單元 4；

上述轉速控制器 34、34' 輸出之驅動電壓命令 $V_{a,in}$,

$V_{a,out}$ 計算，如果將載具暨其載具本身重量對車輪胎轉動貫量的貢獻也涵括到馬達轉動的運動方程式中，有效的輪胎轉動貫量 I_{eff} ，可由公式(10)計算得下：

$$I_{eff} = I_{ui} + \frac{1}{2}mr_w^2 \text{ ————— 公式 (10)}$$

其中 I_{ui} 為輪胎的轉動貫量， r_w 為輪胎半徑。

另，結合馬達運動方程式之表示式如下公式 (11)：

$$I_{eff}\dot{\omega}_i = T_{mi} - b\omega_i - T_l \text{ ————— 公式 (11)}$$

其中為 T_{mi} 為馬達扭力， b 為馬達軸承的轉動阻尼係數， T_l 為風阻與滾動阻力作用在輪胎上的等效扭力， ω_i 為輪胎轉速，而輪胎轉速運動係由公式(12)計算可得：

$$I_{ui}\dot{\omega}_i = T_{mi} - b\omega_i - f_r F_{zi} r_w - F_{xi} r_w \text{ ————— 公式 (12)}$$

其中 f_r 為滾動摩差係數， F_{zi} 為輪胎的垂直負載， F_{xi} 為輪胎的縱向力，該輪胎縱向力係由公式(13)計算可得：

$$F_{xi} = \mu_x (\lambda_i) F_{zi} \text{ ————— 公式 (13)}$$

其中 μ_x 為道路摩差係數， λ_i 為輪胎滑差，該輪胎滑差可由公式(14)計算而得：

$$\lambda_i = \begin{cases} \frac{r_w \omega_i - u}{r_w \omega_i} & \text{在加速狀態下} \\ \frac{u - r_w \omega_i}{u} & \text{在減速狀態下} \end{cases} \text{ ————— 公式 (14)}$$

又，由於機械動態部分為影響車輪轉速響應的主要因素，因此在設計車輪轉速控制器 41、41' 時，則忽略了電路動態部份對車輪轉速響應的影響；

步驟 614，動力驅動單元 4 及其各車輪馬達 41、41'，

根據電子控制單元 3 及其轉速控制器 34、34' 計算、輸出匹配於控制各車輪轉速之驅動電壓命令 $V_{a, in}$ 、 $V_{a, out}$ ，驅動所連接之車輪產生所需之適當轉速動作，以因應電動載具於直行、轉彎、速度等各項駕控動作要求，達到降低過彎時方向盤操控負荷與翻覆危險性，以輕鬆的應付各個彎道之操控，提升駕駛舒適的操控性與駕駛品質。

再請參閱第 9～12 圖所示，係本發明之電動載具驅動控制系統搭載於三輪車進行模擬測試，並與沒有使用本發明之系統之響應做比較。其中，EDS1 是沒有使用本發明之電動車驅動控制系統，其動力驅動單元之車輪馬達僅能提供驅動力矩，EDS2 為有使用本發明之電動車驅動控制系統，其動力驅動單元之車輪馬達能提供驅動力矩也能提供煞車力矩。第 9、10 圖分別為暫態與穩態的轉向扭矩 (steering torque) 響應示意圖，由圖中可以觀察出，使用本發明系統能有效的減少駕駛者在轉向時所需之最大扭矩，在低速 (3m/s) 與沒有使用本發明的模擬數據相比較能減少達 25% 以上，在中高速 (15m/s) 的減少率也有接近 15% 的優異表現。穩態轉向扭矩響應在低速 (3m/s) 的轉向扭矩減少率更高達 65% 左右，能有效的減少駕駛者在轉向的過程當中維持轉向之扭矩，使駕駛者能更輕鬆的應付各個彎道，進而大幅的降低過彎時駕駛者操控方向盤的負荷提升駕駛舒適的操控性與駕駛品質。

另第 11、12 圖分別為暫態與穩態的翻滾角 (roll angle) 響應圖，在圖中可以觀察出，使用本發明之系統能有效的減少車輛在過彎時所產生的最大翻滾角，在低速 (3m/s) 與沒有使用本發明之系統的模擬數據相比較能減少

達 20%左右，在中高速(15m/s)的減少率也有接近 10%左右的優異表現。穩態翻滾角響應在低速(3m/s)的翻滾角減少率高達 40%以上，能有效的減少載具在過彎的過程當中所產生的最大翻滾角以及在過彎結束前維持的車身翻滾角，可知，過大的車身翻滾角產生會提高載具在過彎時翻覆的危險性，由上述之模擬數據可得知，本發明之電動載具驅動控制系統能有效且大幅的避免車輛在進入彎道的瞬間車身翻滾角的產生，在進入彎道後到結束過彎的過程中也能有效的抑制車身翻滾角，進而大幅的降低過彎時車輛翻覆的可能性，確保行車安全、穩定性及乘坐的舒適性。

上述僅為本發明之較佳實施例而已，並非用來限定本發明實施範圍。即凡依本發明申請專利範圍所做的均等變化與修飾，皆為本發明專利範圍所涵蓋。

【圖式簡單說明】

第1圖係本發明控制系統一實施例之組成架構方塊圖。

第2圖係本發明轉速控制器一實施例之架構方塊圖。

第3圖係本發明控制方法之步驟流程圖。

第4圖係本發明控制方法一實施例之控制步驟流程圖。

第5圖係本發明一實施例之電（油）門靈敏度變化曲線示意圖。

第6圖係本發明一實施例之偏航角速度增益值與車速之關係曲線示意圖。

第7圖係本發明一實施例之後輪轉速運動幾何示意圖。

第8圖係本發明一實施例之前輪轉速運動幾何示意圖。

第9圖係本發明一實施例於暫態最大轉向扭矩減少率與未使用本發明者之比較示意圖。

第10圖係本發明一實施例於穩態轉向扭矩減少率與未使用本發明者之比較示意圖。

第11圖係本發明一實施例於暫態最大翻滾角減少率與未使用本發明者之比較示意圖。

第12圖係本發明一實施例於穩態翻滾角減少率與未使用本發明者之比較示意圖。

【主要元件符號說明】

1...動力控制單元

2...方向控制單元

3...電子控制單元

4...動力驅動單元

7...車輪

11...加速控制器

12...電門開度感知器

21...轉向控制器

22...轉向角度感知器

31...參考車速運算模組

32...偏航角速度運算模組

33...車輪參考轉速運算模組

34、34' ...轉速控制器

41、41' ...車輪馬達

341...前饋控制單元

342...預補償控制單元

343...比例積分控制單元

344...馬達反電動勢補償單元

步驟500~508

步驟600~614

五、中文發明摘要：

一種電動載具驅動控制系統，包括有：一電力驅動之載具及裝置於前述載具上之一動力控制單元、一方向控制單元、一電子控制單元與一動力驅動單元所構成，俾由前述之動力控制單元與方向控制單元內設置之感知器，偵測現時載具行駛動態與駕控動作要求，產生訊號送至電子控制單元，以計算、決定載具各車輪匹配於駕控動作要求之旋轉速度，並輸出轉速控制訊號至動力驅動單元，動力驅動單元根據轉速控制訊號控制各車輪旋轉動態，令載具依駕控動作要求驅動動作。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1、一種電動載具驅動控制系統，包括有一電動載具，具有一載具本體，及裝設於載具本體之至少二車輪、至少一動力源，該驅動控制系統包括有；

a)一動力控制單元，設於上述載具本體，具有一加速控制器及電門開度感知器，該電門開度感知器連接至加速控制器，以偵測加速控制動態及加、減速動作要求，以產生匹配之電門開度訊號輸出至一電子控制單元；

b)一方向控制單元，設於上述載具本體，具有一轉向控制器及轉向角度感知器，該轉向角度感知器連接至轉向控制器，以偵測轉向控制動態及轉向動作、角度要求，以產生匹配之轉向角度訊號輸出至一電子控制單元；

c)一電子控制單元，設於上述載具本體，由複數個運算模組及至少一轉速控制器組成，轉速控制器連接至一動力驅動單元並接受饋回之一轉速回饋訊號，電子控制單元根據接受之上述電門開度訊號、轉向角度訊號、轉速回饋訊號，配合預設之車輛參數與阿克曼幾何函數等所構成之函數運算，以計算、決定輸出控制各車輪轉速之驅動電壓命令；

d)一動力驅動單元，具有至少一車輪馬達與上述載具本體之至少一車輪連接，並連接至電子控制單元接收電子控制單元發出之驅動電壓命令，以驅動各車輪馬達及其連接之車輪產生所需之適當轉速動作。

2、如申請專利範圍第1項所述之電動載具驅動控制系統，其中，該加速控制器係可供駕駛操縱動力源電門開度之加速踏板、把手之任其一。

3、如申請專利範圍第1項所述之電動載具驅動控制系統，其中，該轉向控制器係可供駕駛操縱轉向角度之方向盤、把手之任其一。

4、如申請專利範圍第1項所述之電動載具驅動控制系統，其中，該電子控制單元更包括：

一參考車速運算模組，與上述之動力控制單元連接接收輸出之電門開度訊號，以計算匹配之參考車速輸出至一偏航角速度運算模組與一車輪參考轉速運算模組；

一偏航角速度運算模組，與上述之方向控制單元連接接收輸出之轉向角度訊號，以計算所需之偏航角速度輸出至一車輪參考轉速運算模組；

一車輪參考轉速運算模組，根據輸入之參考車速及偏航角速度，以計算各車輪匹配於駕駛動作要求之車輪參考轉速輸出至上述之各轉速控制器。

5、如申請專利範圍第1項所述之電動載具驅動控制系統，其中，該轉速控制器係由前饋控制 (feed-forward control) 單元、預補償控制 (pre-compensator) 單元、比例積分控制 (PI control) 單元及馬達反電動勢補償單元所組成。

6、如申請專利範圍第5項所述之電動載具驅動控制系統，其中，該轉速控制器，根據輸入之車輪參考轉速及轉速回饋訊號，以計算匹配於控制各車輪轉速之驅動電壓命令輸出至上述之動力驅動單元。

7、一種電動載具驅動控制方法，用以控制一電動載具在低操控負荷與翻覆危險性下依駕駛動作要求驅動動作，該電動載具之驅動控制方法包括：

- a) 提供一可控制之驅動控制系統；
- b) 根據現時車輛行駛狀態與駕控動作之要求，由動力控制單元感測以輸出電門開度訊號至電子控制單元；
- c) 根據現時車輛行駛狀態與駕控動作之要求，由方向控制單元偵測以輸出轉向角度訊號至電子控制單元；
- d) 該電子控制單元根據接收之訊號，以計算並決定車輪組及其各車輪匹配於駕控動作之旋轉速度，並輸出轉速控制訊號至動力驅動單元；
- e) 動力驅動單元根據轉速控制訊號控制各車輪旋轉動態，令載具依駕控動作要求驅動動作。

8、如申請專利範圍第7項所述的電動載具驅動控制方法，其中，該可控制的驅動控制系統係由 a)一動力控制單元、b)一方向控制單元、c)一控電子控制單元、d)一動力驅動單元所組成之電動載具驅動控制系統。

9、如申請專利範圍第7項所述的電動載具驅動控制方法，其中，該方法更包括：於方向控制單元偵測輸出之轉向角度訊號=0者，是代表電動載具保持在直行動態，此時，動力控制單元產生之電門開度訊號，即為駕駛動力需求，該訊號傳至電子控制單元，並配合動力驅動單元回饋之車輪轉速訊號，經內部函數運算處理後，將各車輪驅動電壓命令送至動力驅動單元，使車輛行駛達駕駛動作所需之加、減速要求。

10、一種電動載具驅動控制方法，用以控制一電動載具在低操控負荷與翻覆危險性下依駕控動作要求驅動動作，該電動載具包括：一電動載具、及裝設於載具本體上之複數個車輪、一動力控制單元、一方向控制單元、一電

子控制單元與一動力驅動單元，該電動載具之控制方法，包括：

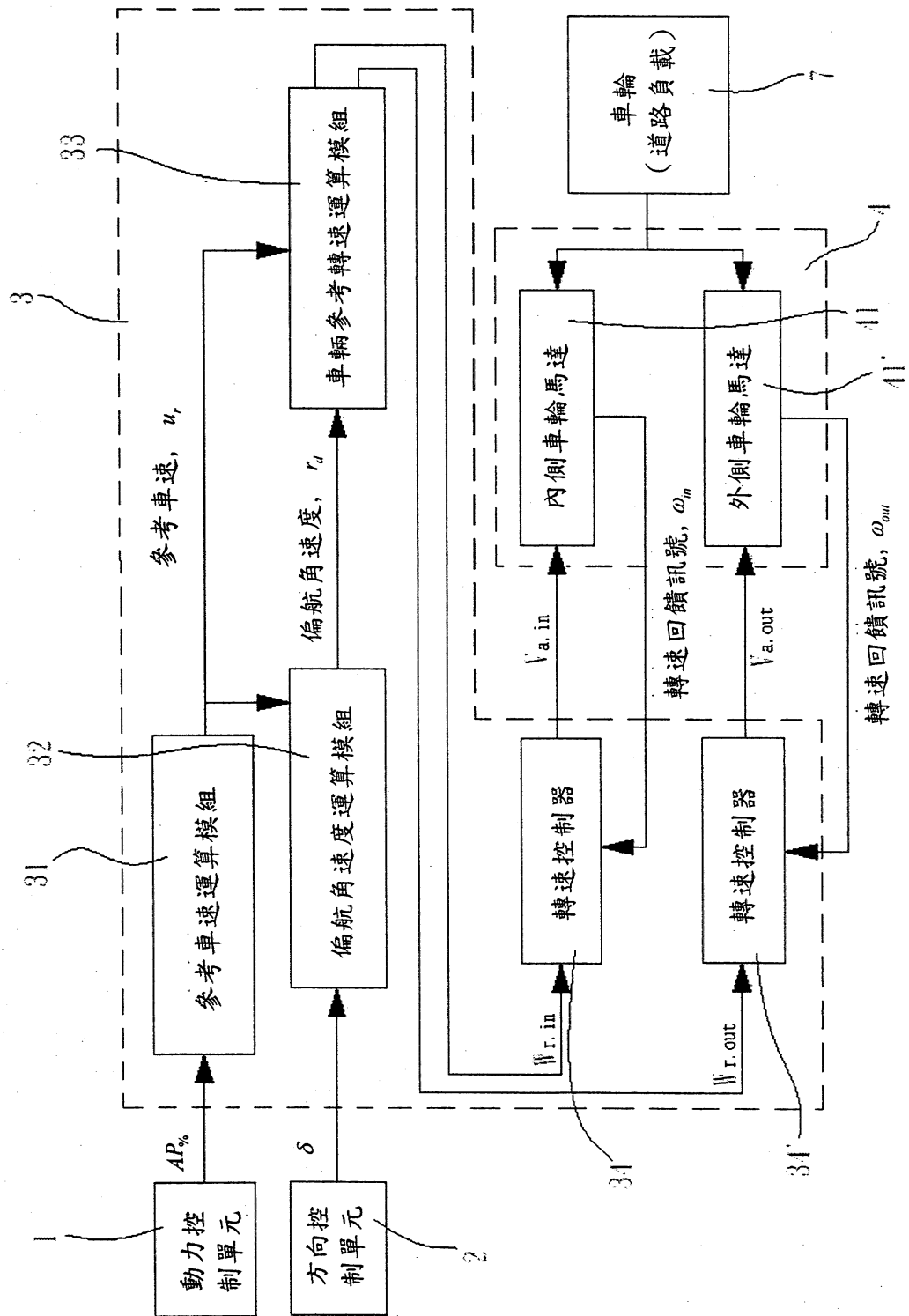
- a)由動力控制單元偵測現時駕控動態及駕控動作之要求，以輸出電門開度訊號至電子控制單元；
- b)由方向控制單元偵測現時轉向控制動態與駕控動作之要求，以輸出轉向角度訊號至電子控制單元；
- c)根據接收之電門開度訊號計算匹配之參考車速；
- d)根據接收之轉向角度訊號計算所需之偏航角速度；
- e)根據上述之參考車速及偏航角速度，配合預設之車輛參數與阿克曼幾何函數，計算各車輪匹配於駕控動作要求之車輪參考轉速；
- f)根據上述計算所得之各車輪參考轉速以及動力驅動單元饋回之轉速回饋訊號，計算匹配於控制各車輪轉速之驅動電壓命令輸出至上述之動力驅動單元；
- g) 動力驅動單元及其各車輪馬達，根據電子控制單元計算、輸出匹配於控制各車輪轉速之驅動電壓命令，驅動所連接之各車輪產生所需之適當轉速動作，以因應電動載具於直行、轉彎、速度等各項駕控要求動作。

1 1、如申請專利範圍第 1 0 項所述的電動載具驅動控制方法，其中，該方法更包括：轉向角度訊號是否輸入之判斷步驟，以判斷駕控動態之動作要求為直行加、減速與轉彎動態之任其一。

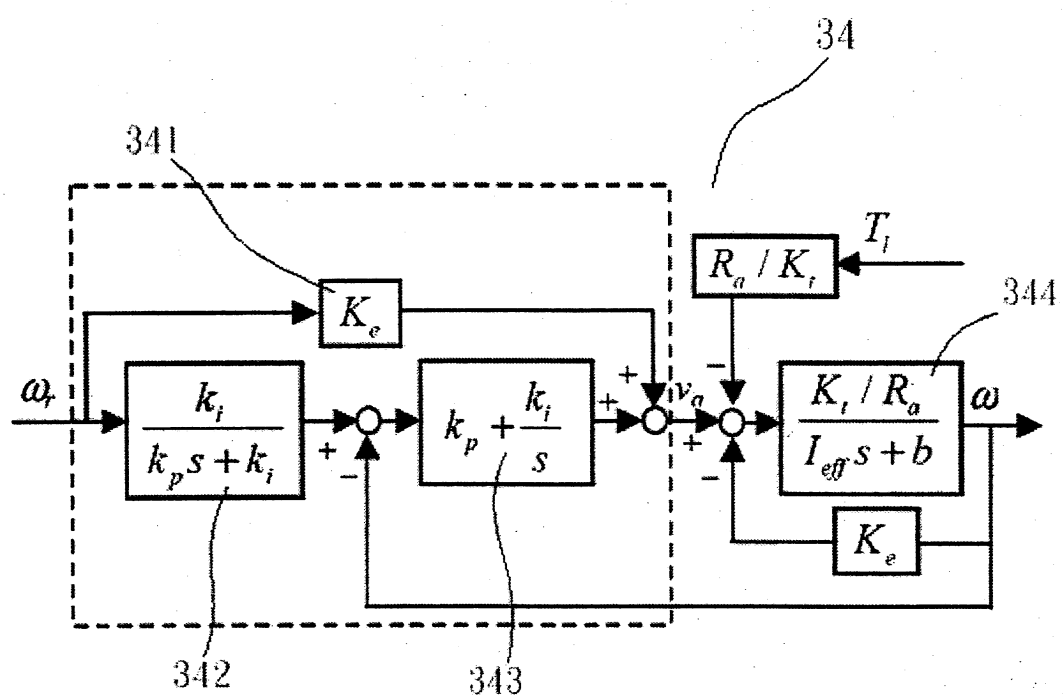
1 2、如申請專利範圍第 1 1 項所述的電動載具驅動控制方法，其中，該方法於判斷無轉向角度訊號、轉向角度訊號 = 0 者，判斷駕控動態為直行，而電門開度訊號為駕駛動力需求，該訊號傳至電子控制單元配合動力驅動單元

回饋之車輪轉速訊號，經運算後將各車輪驅動電壓命令送至動力驅動單元控制，以達駕駛動作所需之加、減速要求。

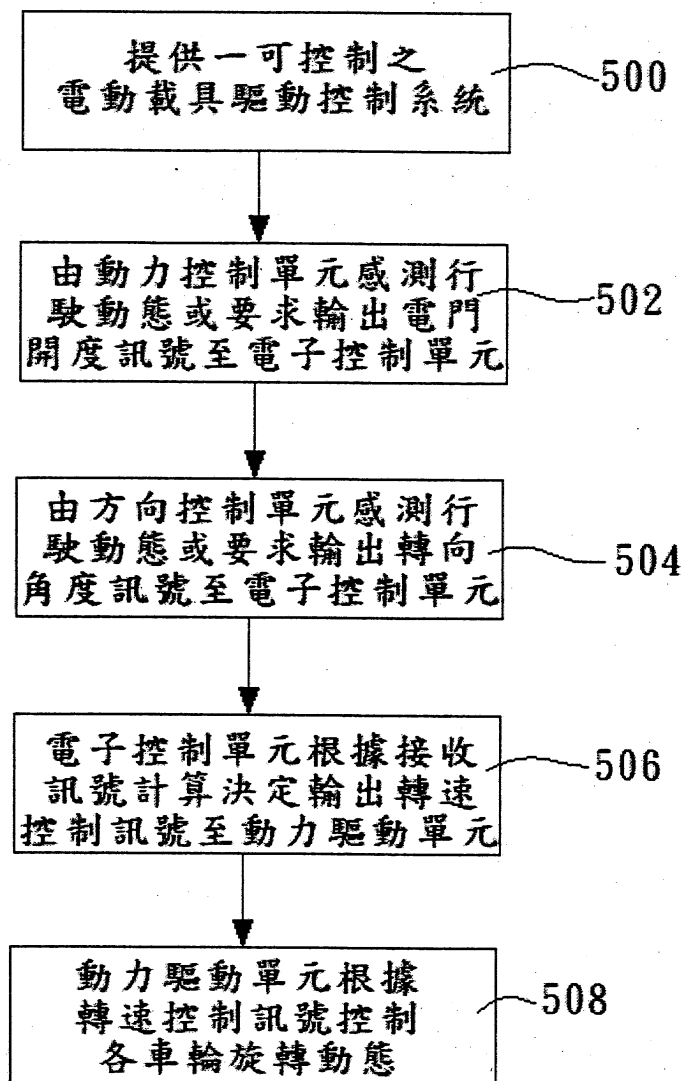
十一、圖式



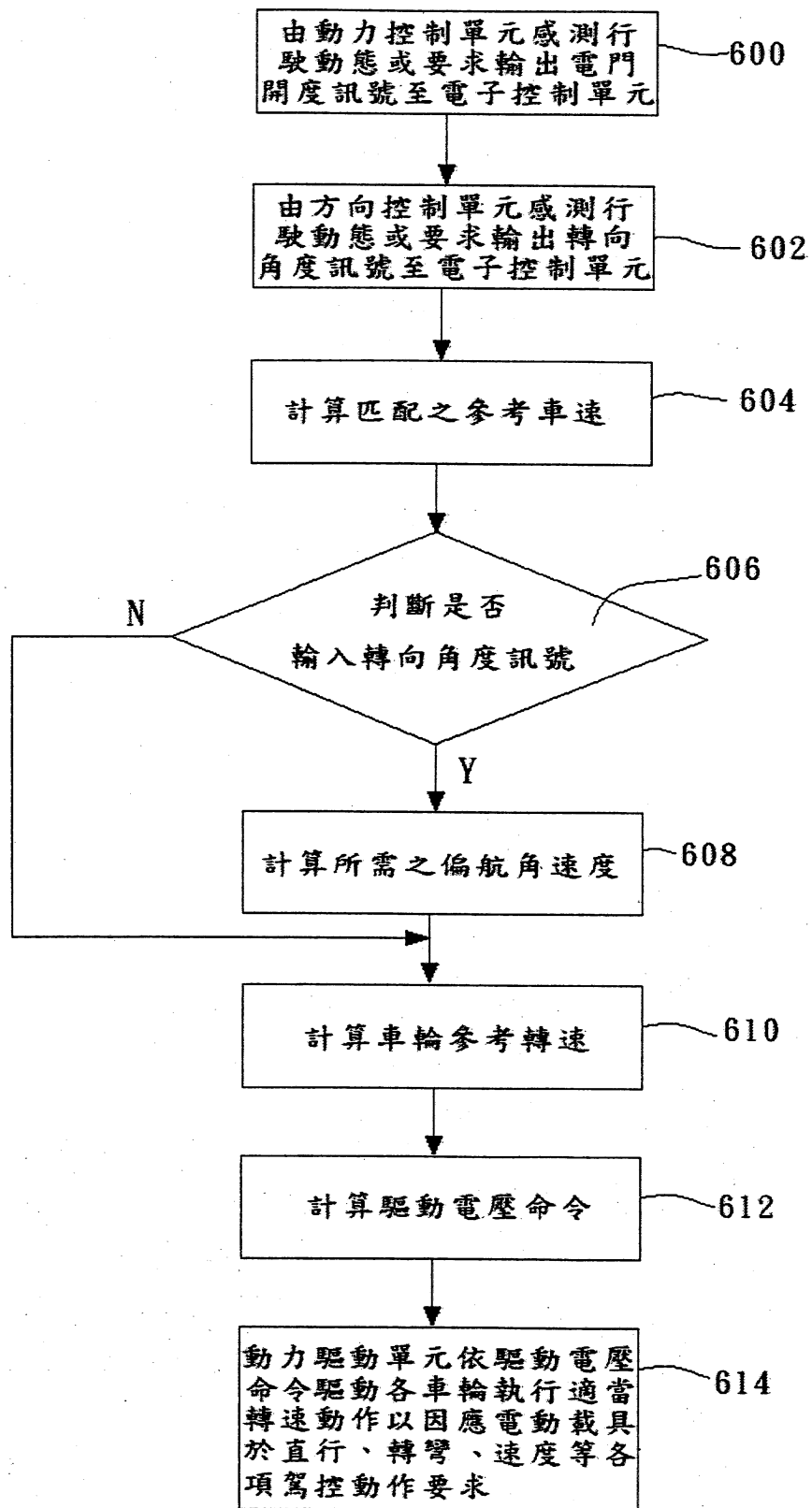
第 1 圖



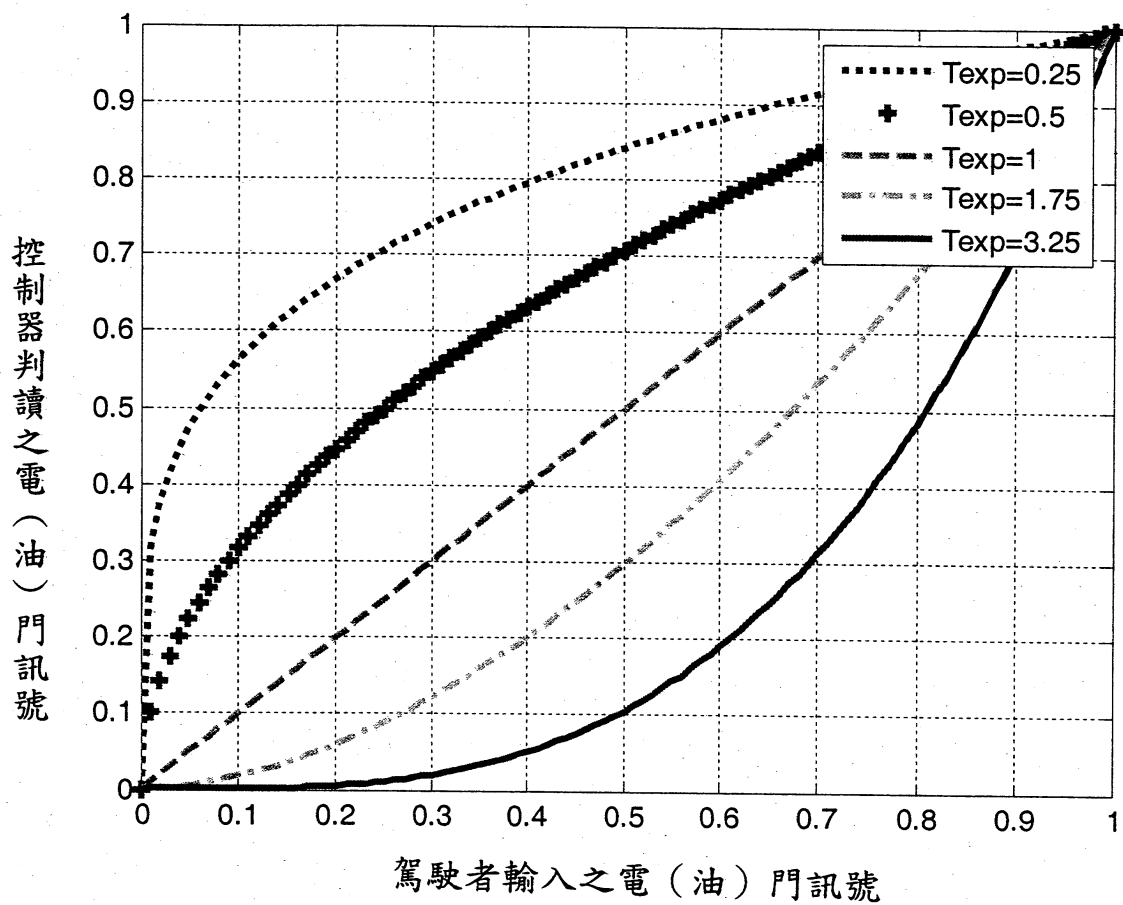
第 2 圖



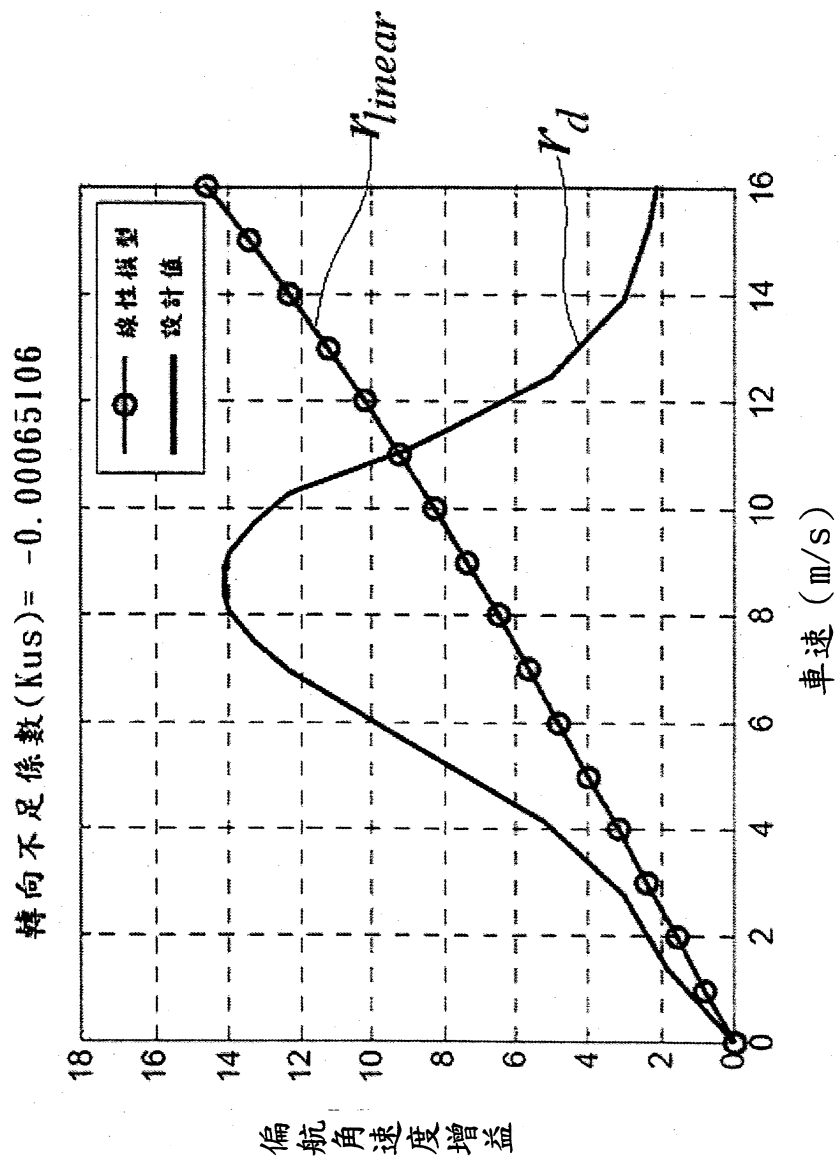
第 3 圖



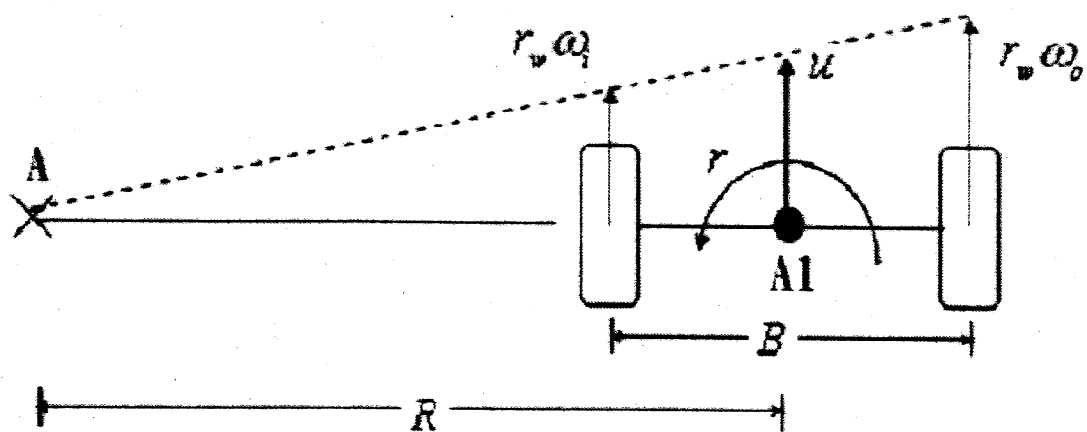
第 4 圖



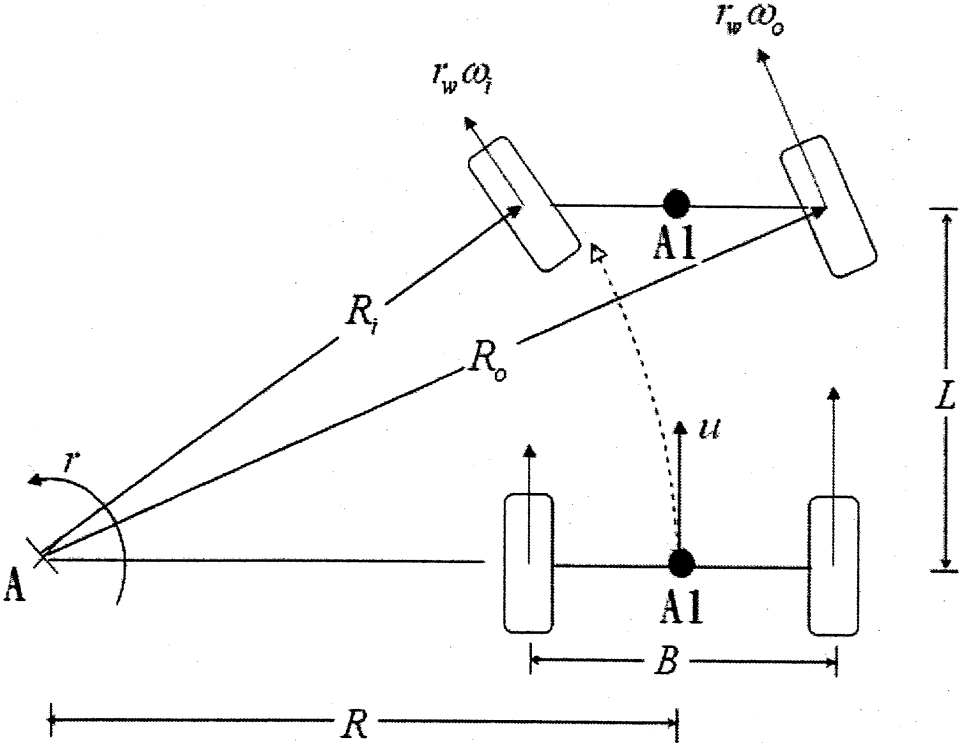
第 5 圖



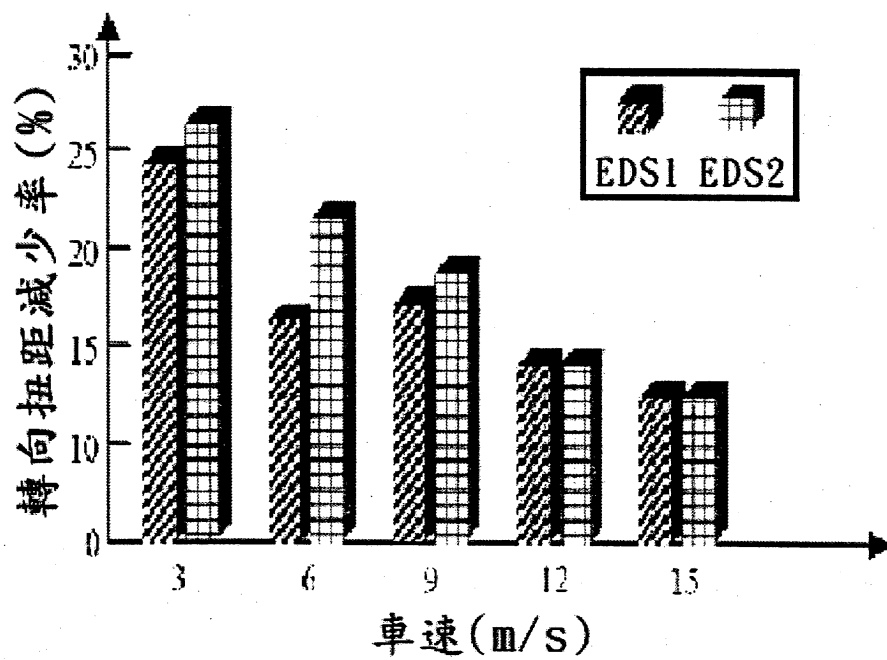
第 6 圖



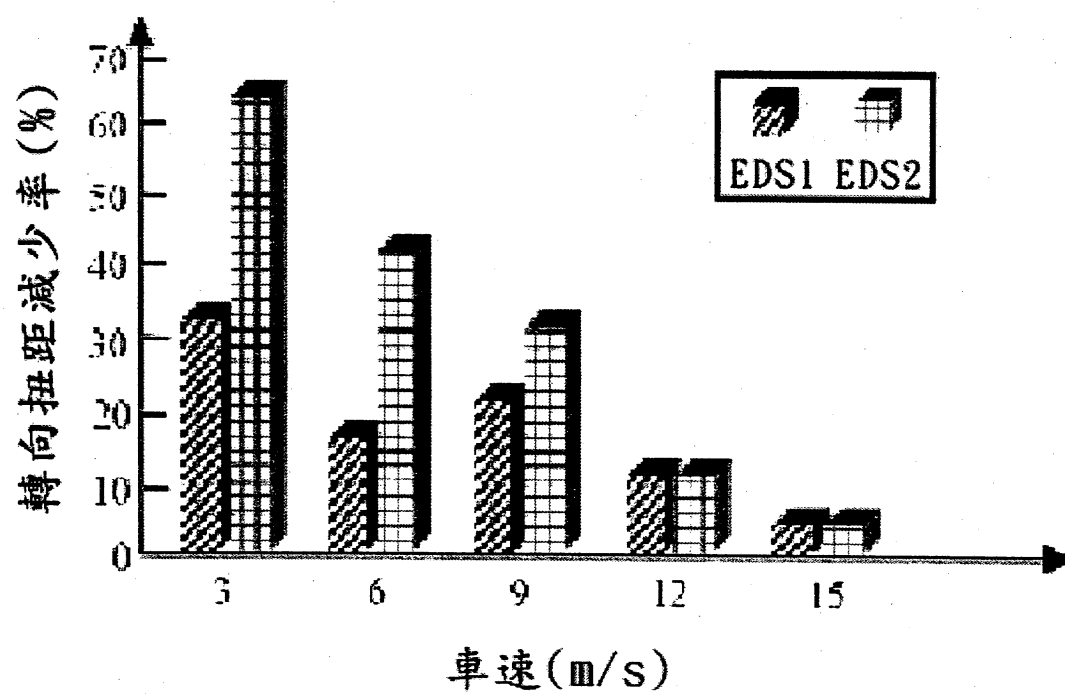
第 7 圖



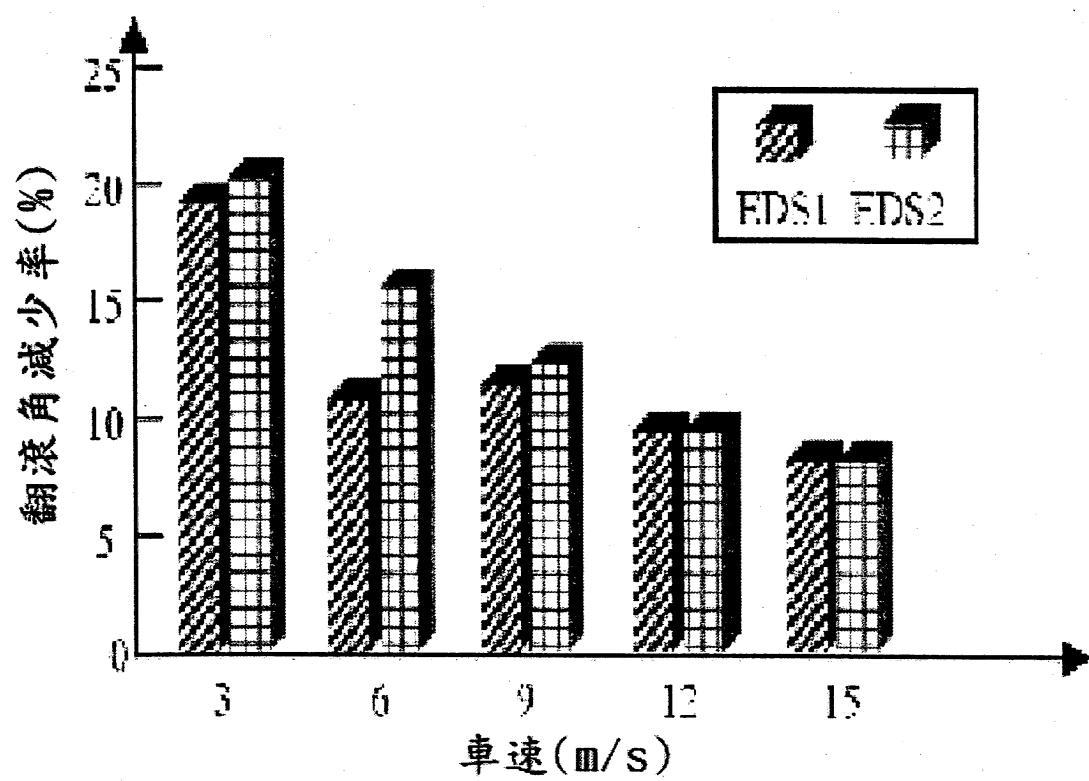
第 8 圖



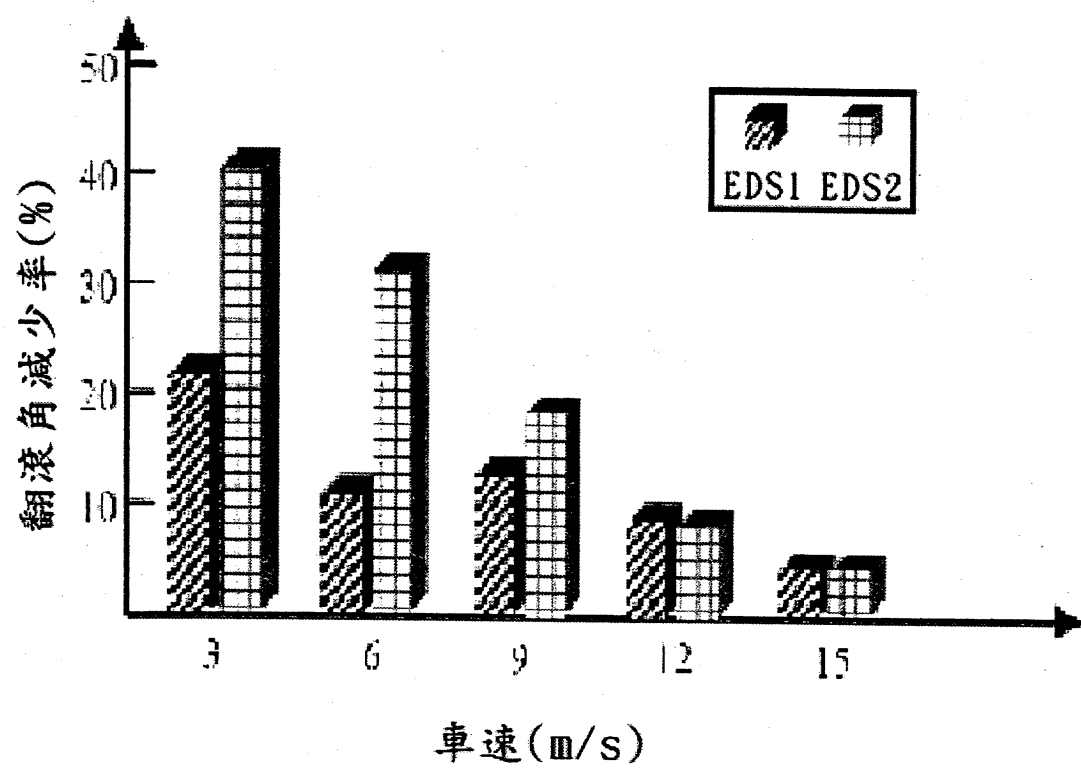
第 9 圖



第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖

七、指定代表圖：

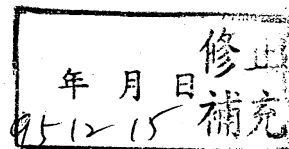
(一)本案指定代表圖為：第(一)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1...動力控制單元 | 2...方向控制單元 |
| 3...電子控制單元 | 4...動力驅動單元 |
| 7...車輪 | 31...參考車速運算模組 |
| 32...偏航角速度運算模組 | 33...車輪參考轉速運算模組 |
| 34、34' ...轉速控制器 | 41、41' ...車輪馬達 |

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

發明專利說明書



(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：95743646

※申請日期：

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

電動載具驅動控制系統

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

易維特科技股份有限公司 (EVT Technology Co., Ltd.)

代表人：(中文/英文)

黃欽明 (Chin-Ming Huang)

住居所或營業所地址：(中文/英文)

桃園縣龜山鄉華亞科技園區華亞一路 68 號

國 籍：(中文/英文)

中華民國 TW

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：陳柏全 (Bo-Chiuan Chen)

國 籍：中華民國 TW

姓 名：李偉碩 (Wei-Shuo Lee)

國 籍：中華民國 TW

姓 名：張秀洲 (Hsiu-Chou Chang)

國 籍：中華民國 TW