



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201221413 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：100116221

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 09 日

(51)Int. Cl. : **B62M6/80 (2010.01)**

(30)優先權：2010/11/22 世界智慧財產權組織 PCT/JP2010/070824

(71)申請人：山葉發動機股份有限公司 (日本) YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA
(JP)

日本

(72)發明人：田中普 TANAKA, HIROSHI (JP)；白澤秀樹 SHIRAZAWA, HIDEKI (JP)；鈴木秀彰 SUZUKI, HIDEAKI (JP)；渥美孝幸 ATSUMI, TAKAYUKI (JP)；松枝秀樹 MATSUEDA, HIDEKI (JP)

(74)代理人：陳長文

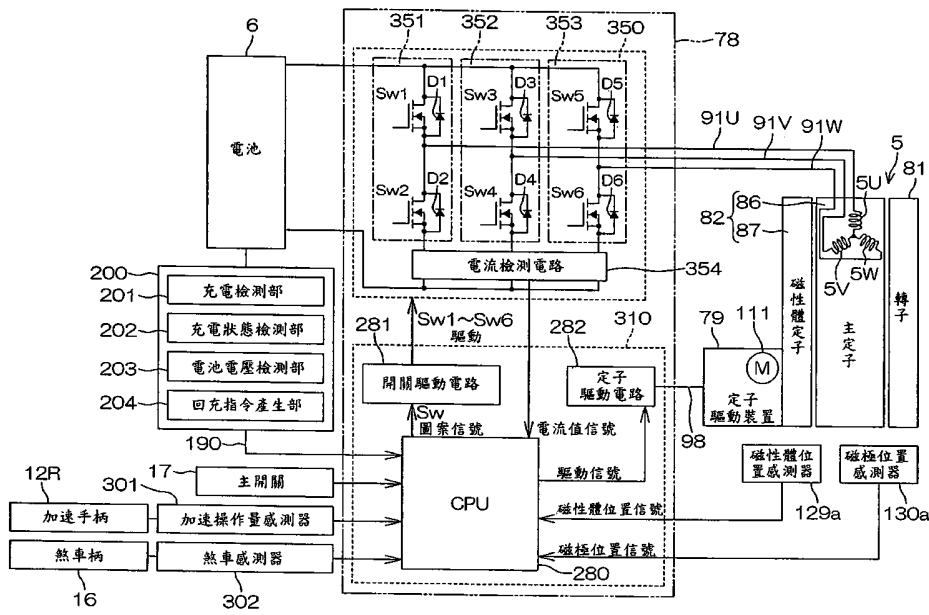
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：27 共 101 頁

(54)名稱

電動二輪車

(57)摘要

本發明之電動二輪車包括：電池；三相交流電動馬達；馬達控制器，其控制自電池向電動馬達之電流供給；加速操作器，其由騎士操作；加速操作檢測機構，其檢測加速操作器之操作量；煞車操作器，其由騎士操作；以及煞車操作檢測機構，其檢測煞車操作器之操作之有無。電動馬達包含使磁性體強度改變之磁性體可變機構，且構成於自電池供給電流時產生應傳遞至驅動輪之驅動力，且於驅動輪藉由外力而旋轉時產生回充電流。馬達控制器包括：回充控制機構，其於藉由加速操作檢測機構檢測出預先規定之加速操作時，以及於藉由煞車操作檢測機構檢測出煞車操作器之操作時，執行將電動馬達所產生之回充電流供給至電池之回充動作；以及回充量設定機構，其於藉由加速操作檢測機構檢測出預先規定之加速操作時，將回充電流之最大值即最大回充電流設定為預先規定之第 1 固定值，且於藉由煞車操作檢測機構檢測出煞車操作器之操作時，將最大回充電流設定為預先規定之第 2 固定值。



- 5：電動馬達
- 5U：U相線圈
- 5V：V相線圈
- 5W：W相線圈
- 6：電池
- 12R：加速手柄
- 16：煞車柄
- 17：主開關
- 78：馬達控制器
- 79：定子驅動裝置
- 81：轉子
- 82：定子
- 86：第1定子
- 87：第2定子
- 91U：U相供電線
- 91V：V相供電線
- 91W：W相供電線
- 98：驅動馬達用之供電線
- 111：驅動馬達
- 129a：磁性體位置感測器
- 130a：磁極位置感測器
- 190：通信線
- 200：電池控制部
- 201：充電檢測部
- 202：充電狀態檢測部
- 203：電池電壓檢測部
- 204：回充指令產生部
- 280：CPU
- 281：開關驅動電路
- 282：定子驅動電路
- 301：加速操作量感測器
- 302：煞車感測器
- 310：控制電路
- 350：馬達驅動電路

TW 201221413 A1

351 : U 相 電 路

352 : V 相 電 路

353 : W 相 電 路

354 : 電 流 檢 測 電 路

D1~D6 : 二 極 體

Sw1 : 上 臂 開 關 元 件

Sw2 : 下 臂 開 關 元 件

Sw3 : 上 臂 開 關 元 件

Sw4 : 下 臂 開 關 元 件

Sw5 : 上 臂 開 關 元 件

Sw6 : 下 臂 開 關 元 件



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201221413 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：100116221

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 09 日

(51)Int. Cl. : **B62M6/80 (2010.01)**

(30)優先權：2010/11/22 世界智慧財產權組織 PCT/JP2010/070824

(71)申請人：山葉發動機股份有限公司 (日本) YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA
(JP)

日本

(72)發明人：田中普 TANAKA, HIROSHI (JP)；白澤秀樹 SHIRAZAWA, HIDEKI (JP)；鈴木秀彰 SUZUKI, HIDEAKI (JP)；渥美孝幸 ATSUMI, TAKAYUKI (JP)；松枝秀樹 MATSUEDA, HIDEKI (JP)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：27 共 101 頁

(54)名稱

電動二輪車

(57)摘要

本發明之電動二輪車包括：電池；三相交流電動馬達；馬達控制器，其控制自電池向電動馬達之電流供給；加速操作器，其由騎士操作；加速操作檢測機構，其檢測加速操作器之操作量；煞車操作器，其由騎士操作；以及煞車操作檢測機構，其檢測煞車操作器之操作之有無。電動馬達包含使磁性體強度改變之磁性體可變機構，且構成於自電池供給電流時產生應傳遞至驅動輪之驅動力，且於驅動輪藉由外力而旋轉時產生回充電流。馬達控制器包括：回充控制機構，其於藉由加速操作檢測機構檢測出預先規定之加速操作時，以及於藉由煞車操作檢測機構檢測出煞車操作器之操作時，執行將電動馬達所產生之回充電流供給至電池之回充動作；以及回充量設定機構，其於藉由加速操作檢測機構檢測出預先規定之加速操作時，將回充電流之最大值即最大回充電流設定為預先規定之第 1 固定值，且於藉由煞車操作檢測機構檢測出煞車操作器之操作時，將最大回充電流設定為預先規定之第 2 固定值。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種以將三相交流電動馬達所產生之驅動力傳遞至驅動輪之方式構成之電動二輪車。

【先前技術】

專利文獻1揭示有藉由以電池為電源之電動馬達驅動車輪，且，藉由回充制動充電上述電池的電動車輛之駕駛控制裝置。該駕駛控制裝置根據加速開度、車速等駕駛資訊，判斷行駛模式是否為制動模式。駕駛控制裝置於制動模式時，進行使電動馬達於發電區域動作之回充動作。於回充動作中，求出與加速開度及車速相應之回充電流指令值，並根據該指令值驅動馬達驅動電路。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開平11-215610號公報(段落0018)

【發明內容】

[解決問題之技術手段]

專利文獻1所揭示之先前技術根據加速開度及車速設定回充電流指令值，因此有無法確保充分之回充量之虞。

本案發明者為解決該問題，考慮將回充電流指令值不依賴加速開度及車速而保持為固定。然而，本案發明者注意到該解決對策附帶另一問題。亦即，隨著電動馬達之減速而使制動轉矩增大。若進行具體說明，則於將回充電流指令值保持為固定之狀態下，當電動馬達之轉速減少時，與

此相應地制動轉矩變大。因此，若將此類構成應用於電動二輪車，則騎士於減速時強烈感覺到制動轉矩之變化，故而騎乘感變差。

因此，由本案發明者所發現之未解決課題在於：於電動二輪車中，確保充分之回充量，且減少制動轉矩之變化而提高騎乘感。

本發明提供一種包含驅動輪之電動二輪車。該電動二輪車包括：電池；三相交流電動馬達；馬達控制器，其控制自上述電池向上述電動馬達之電流供給；加速操作器，其由騎士操作；加速操作檢測機構，其檢測上述加速操作器之操作量；煞車操作器，其由騎士操作；以及煞車操作檢測機構，其檢測上述煞車操作器之操作之有無。上述電動馬達包含改變磁性體強度之磁性體可變機構，且構成為於自上述電池供給電流時產生應傳遞至上述驅動輪之驅動力，且於上述驅動輪藉由外力而旋轉時產生回充電流。上述馬達控制器包括：回充控制機構，其於藉由上述加速操作檢測機構檢測出預先規定之加速操作時，以及於藉由上述煞車操作檢測機構檢測出上述煞車操作器之操作時，執行將上述電動馬達所產生之回充電流供給至上述電池之回充動作；以及回充量設定機構，其於藉由上述加速操作檢測機構檢測出預先規定之加速操作時，將上述回充電流之最大值即最大回充電流設定為預先規定之第1固定值，且於藉由上述煞車操作檢測機構檢測出上述煞車操作器之操作時，將上述最大回充電流設定為預先規定之第2固定

值。

根據該構成，當檢測出預先規定之加速操作時，將最大回充電流設定為第1固定值。又，當檢測出煞車操作器之操作時，將最大回充電流設定為第2固定值。藉此，根據預先規定之加速操作及煞車操作器之操作而分別設定固定之最大回充電流，因此可確保充分之回充量。另一方面，電動馬達包含磁性體可變機構，可使該磁性體之強度改變。因此，於回充動作時電動馬達所產生之制動轉矩可藉由利用磁性體可變機構改變磁性體強度而調整。例如，根據電動馬達之轉速變更磁性體強度，藉此可適當地調整制動轉矩。因此，於一面確保固定之回充電流一面使電動馬達減速時，若根據該減速而逐漸改變電動馬達之磁性體強度，則可使制動轉矩之變化趨緩。藉此，既確保充分之回充量，並且減少制動轉矩之變化，從而可提高騎乘感。由於可確保充分之回充量，藉此可延長一次電池充電之行駛距離。

上述預先規定之加速操作亦可為將加速操作器之操作量(加速操作量)設為零之操作。藉此，藉由將加速操作量設為零，將回充電流控制為第1固定值，可獲得與此相應之制動力。

於本發明之一實施形態中，上述第1固定值小於上述第2固定值。根據該構成，進行煞車操作時電動馬達所產生之制動轉矩大於進行預先規定之加速操作時之制動轉矩。藉此，於煞車操作時，電動馬達會產生較大制動轉矩，因此

可產與騎士之意圖對應之大小之制動轉矩。又，藉由將最大回充電流設定為較大值，可高效率地將電動馬達之運動能量運用於電池之充電。藉此，可提高能量效率，從而可延長一次電池充電之行駛距離。

於本發明之一實施形態中，上述電動二輪車進而包括：車速檢測機構，其檢測上述電動二輪車之行駛速度；且，上述回充控制機構於上述車速檢測機構檢測出預先規定之車速臨限值或較之更低之車速時，隨著車速越低使回充電流越小。根據該構成，於車速臨限值或較其更低之低車速區域中，速度越低回充電流越少，據此則電動馬達所產生之制動轉矩越小。藉此，可緩和低速行駛時之制動感，因此可實現更自然之騎乘感。

於以內燃機及電動馬達為驅動源之混合動力車輛中，或可考量於引擎煞車有效運作之低速變速段時，減少電動馬達之回充量而實現平穩行駛之構成。然而，此種構成並非為可專門用於以電動馬達為驅動源之電動二輪車中之構成，與根據車速改變回充電流之構成有所不同。

又，於混合動力車輛中，為避免引擎熄火，或有考慮於引擎之轉速較低時減少回充轉矩之構成。然而，此種構成通常無法用於不必考慮引擎熄火之電動二輪車。其原因在於：既然不必考慮引擎熄火，則應儘可能增加回充電流而提高能量利用效率。

於電動二輪車中，在低車速區域中隨著車速越低使回充電流越小之構成係基於緩和低速行駛時之制動感之新穎課

題之發想。因此，並非為由混合動力車輛之如上所述之課題所暗示之構成。

再者，於電動二輪車之車速與上述電動馬達之轉速對應(例如成比例)之情形時，上述車速檢測機構亦可為檢測上述電動馬達之轉速之轉速檢測機構。

於本發明之一實施形態中，上述回充控制機構於上述車速檢測機構檢測出預先規定之低速臨限值或較之更低之車速時，將上述回充電流設為零。根據該構成，當車速成為低速臨限值以下時，回充電流成為零。藉此，電動馬達不產生制動轉矩，故而於極低速域中，可實現更自然之騎乘感。於由電動馬達之轉速之檢測來代替車速之檢測之情形時，於該轉速為預先規定之低速臨限值或較之更低之極低速域中，將回充電流控制為零即可。

於本發明之一實施形態中，上述電動二輪車進而包括：轉速檢測機構，其檢測上述電動馬達之轉速。又，上述馬達控制器進而包括：磁性體控制機構，其根據藉由上述轉速檢測機構所檢測出之轉速而控制上述磁性體可變機構。繼而，上述回充控制機構包括根據上述電動馬達之磁性體強度及藉由上述回充量設定機構所設定之上述最大回充電流而設定應流入上述電動馬達之電流指令值的電流指令值設定機構，根據上述電流指令值控制對上述電動馬達之電流供給。

根據該構成，根據電動馬達之轉速控制電動馬達之磁性體強度。藉此，例如，於低速旋轉區域中增強磁性體而增

加低速轉矩，或者於高速旋轉區域中減弱磁性體而可實現高速旋轉。於回充動作時，根據電動馬達之磁性體強度及應達成之回充電流，設定電流指令值。藉此，磁性體強度隨著電動馬達之轉速之變化而逐步變化，以根據該變化而將回充電流保持為固定之方式設定電流指令值。電動馬達所產生之轉矩與電流指令值大致成比例，故而作為結果，可獲得緩慢變化之制動轉矩。制動轉矩之緩慢變化會對騎士提供優異之騎乘感。

較佳為，上述馬達控制器構成為根據藉由上述電流檢測機構所檢測出之檢測電流與電流指令值之偏差而對上述電動馬達進行反饋控制。藉此，以檢測電流追隨電流指令值之方式控制對電動馬達之電流供給，因此於回充動作時，可確保充分之回充量。

【實施方式】

圖1係本發明之一實施形態之電動二輪車1之左側視圖。於該實施形態中，電動二輪車1係速可達型車輛。該電動二輪車1可於前部及後部載置貨物而行駛，適合於作為載貨車輛之用途。

以下說明中之前後、上下及左右之各方向係處於相當於電動二輪車1在水平面上直進行駛之狀態的基準姿勢，且以騎士(駕駛者)朝向前方時之該騎士之視點為基準。又，以垂直立起、前輪3及後輪4接地於路面A1且騎士未乘車之狀態之電動二輪車1為基準，對電動二輪車1之構成進行說明。

電動二輪車1包括車架2、前輪3、後輪4、電動馬達5、電池6及車體蓋7。電動二輪車1藉由電池6所供給之電力而驅動電動馬達5，且藉由電動馬達5之輸出而驅動作為驅動輪之後輪4。

電動二輪車1包括配置於該電動二輪車1之前上部之頭管8。於頭管8內旋動自如地插入有轉向軸9。於轉向軸9之下端部安裝有左右一對前叉10。前輪3安裝於前叉10。

於轉向軸9之上端部安裝有車把11。騎士藉由操作車把11，可使轉向軸9、前叉10及前輪3繞轉向軸9之軸線周圍轉動。

於車把11之左右兩端部分別設置有手柄12(僅圖示左側之手柄)。右側之手柄係構成加速手柄(加速操作器)。騎士藉由轉動該加速手柄而可調整電動馬達5之輸出。於左右手柄12之各自前方配置有煞車柄16(煞車操作器)。煞車柄16構成為藉由騎士之手指而向前後操作。例如，如下構成，即，右煞車柄16係為了對前輪3進行制動而被操作，左煞車柄16係為了對後輪4進行制動而被操作。

於車把11之中央附近設置有儀錶13。於儀錶13之下方配置有載物架14。載物架14固定於頭管8。於載物架14之下部固定有頭燈15。

車架2自頭管8向後方延伸。車架2包括車架下舌19、以及配置於車架下舌19之後方之左右一對車架本體20。車架下舌19自頭管8之下部向後斜下方延伸。於側視時，車架本體20自車架下舌19之下端部向後方延伸，車輛之前後方

向X1之途中部形成為S字狀。更詳細而言，車架本體20包括第1車架部21、第2車架部22、第3車架部23及第4車架部24。第1車架部21自車架下舌19之下端部向後方大致筆直地延伸，稍微向後斜上方傾斜。第2車架部22係朝向後斜上方立起，其下端部連結於第1車架部21之後端部，其上端部連結於第3車架部23。第3車架部23以稍微向後斜上方傾斜之姿勢向後方延伸。第4車架部24自第2車架部22之中間部向後方延伸，在途中向後斜上方彎曲，連接於第3車架部23之中間部。

車體蓋7安裝於車架2。車體蓋7包括：前蓋25，其覆蓋頭管8；下蓋26，其自前蓋25之下部向後方延伸；以及後蓋27，其配置於前蓋25之後方。

前蓋25係包圍轉向軸9之一部分及頭管8且包圍車架下舌19。下蓋26自前蓋25之下部向後方延伸，自下方及左右兩側方覆蓋車架本體20之一部分。於下蓋26之上端部配置有腳踏部28。腳踏部28係為了供騎士擱放腳而設置，形成為大致平坦。

後蓋27係作為整體形成為自下蓋26之後部向後斜上方延伸之形狀。後蓋27自前方及左右兩側方覆蓋車架本體20之一部分。

於座椅29之下方，於左右一對車架本體20之間形成有收納空間。於該收納空間內配置有作為電動馬達5之電源之電池6。電池6可充電之二次電池。

於座椅29之後方配置有載物架45。配置於第3車架部23

之上方，且支撐於第3車架部23。

圖2係電動二輪車1之後部之右側視圖。電動二輪車1包括可擺動地結合於車架2之擺動單元(swing unit)47。擺動單元47包括馬達外殼67、以及自馬達外殼67之前端部突出之左右一對結合臂68。結合臂68自馬達外殼67向前斜上方延伸。各結合臂68之前端部經由樞軸51而結合於一對車架本體20。因此，擺動單元47可繞樞軸51擺動。擺動單元47配置於後輪4之右方。擺動單元47之後部經由減震器69而連結於第3車架部23。

圖3係擺動單元47之分解立體圖，表示自右斜後方觀察擺動單元47之狀態。又，圖4係擺動單元47及後輪4之一部分剖面圖，表示自上方觀察擺動單元47及後輪4之狀態。擺動單元47之馬達外殼67包括：馬達外殼本體71；連結構件72，其固定於馬達外殼本體71之前端部；以及蓋73，其覆蓋馬達外殼本體71之右側面。

馬達外殼本體71包含沿著左右方向Y1延伸之前端部67a，並形成為自前端部67a之右部向後方延伸之形狀。

連結構件72配置於馬達外殼本體71之前端部之左方。連結構件72與馬達外殼本體71之前端部係使用複數個螺絲構件74而固定。於連結構件72上一體成形有結合臂68L(68)。於馬達外殼本體71之前端部上一體成形有另一結合臂68R(68)。藉由連結構件72及馬達外殼本體71之前端部而形成有馬達外殼67之前端部67a。

馬達外殼本體71包括：側壁75，其沿著前後方向X1延

伸；以及筒狀之圓周壁76，其自側壁75之外周緣部向右方延伸。藉由側壁75及圓周壁76而形成有可收納電動馬達5之馬達收納空間SP1。蓋73配置於圓周壁76之右方而覆蓋馬達收納空間SP1。蓋73係使用複數個螺絲構件77而固定於圓周壁76之右端面。於圓周壁76與蓋73之間配置有未圖示之墊片等。於馬達收納空間SP1內，於較電動馬達5更前方處收納有馬達控制器78。

擺動單元47包括用以將電動馬達5之輸出傳遞至後輪4之減速機構131。減速機構131構成為藉由降低電動馬達5之馬達軸85之轉速，將來自馬達軸85之轉矩放大並輸出至後輪4。減速機構131收納於固定在馬達外殼67之齒輪殼體132中。齒輪殼體132係使用複數個螺絲構件139而固定於馬達外殼67之左側面。於齒輪殼體132內形成有收納減速機構131之齒輪收納空間SP2。

減速機構131構成為二級減速式。具體而言，減速機構131包括輸入齒輪140、中間軸141、中間齒輪142、設置於車軸143之輸出齒輪144。於該實施形態中，各齒輪140、142、144係正齒輪。輸入齒輪140係一體設置於電動馬達5之輸出軸即馬達軸85。馬達軸85插通馬達外殼本體71之側壁75上所形成之插通孔145。於插通孔145與馬達軸85之中間部之間，配置有軸承103。馬達軸85係朝向軸承103之左方而於齒輪收納空間SP2延伸，於其左端部嵌入有軸承104。軸承104保持於齒輪殼體132之左側壁。中間軸141沿著左右方向延伸，其兩端部經由軸承(未圖示)而分別支撐

於齒輪殼體132之左側壁及馬達外殼67之左側壁。中間齒輪142設置於中間軸141。中間齒輪142構成為與輸入齒輪140嚙合且與輸出齒輪144嚙合。中間齒輪142係包含大直徑之第1中間齒輪142a及直徑小於其之第2中間齒輪142b。第1中間齒輪142a與輸入齒輪140嚙合。第2中間齒輪142b與輸出齒輪144嚙合。輸出齒輪144形成為直徑大於第2中間齒輪142b，且固定於車軸143。

車軸143沿著左右方向Y1延伸，於其右端部及中間部分別嵌入有軸承107、108。軸承107、108分別保持於馬達外殼67之左側壁及齒輪殼體132之左側壁。車軸143向齒輪殼體132之左方突出且連結於後輪4。

後輪4包括輪構件148、以及安裝於輪構件148之輪胎149。輪構件148包括輪轂150、制動盤151、包圍輪轂150之筒狀部152及輪緣153。輪轂150固定於車軸143。藉此，輪構件148(後輪4)可與車軸143一體旋轉地連結。輪胎149係嵌入至輪緣153。

於輪構件148與齒輪殼體132之間配置有煞車裝置155。於該實施形態中，煞車裝置155係鼓式煞車裝置。自煞車裝置155，操作軸156向右方延伸。操作軸156之右端部固定於操縱桿157。操縱桿157自操作軸156向後斜下方延伸。於操縱桿157之下端部连接有操縱索158(參考圖2)。操縱索158構成為根據由騎士操作之左煞車柄16(參考圖1)之操作而沿著前後方向X1位移。

前輪3亦構成為包含相同之煞車裝置160(參考圖1)且與

配置於右手柄(未圖示)之前方之右煞車柄(未圖示)之操作而連動。

電動馬達5包括轉子81、以及與轉子81對向之定子82。於該實施形態中，電動馬達5係8極12槽之3相無刷馬達(3相交流電動馬達)。於該實施形態中，電動馬達5係軸向間隙馬達，於轉子81與定子82之間，沿著電動馬達5之軸向(左右方向Y1)設置有間隙。轉子81配置於定子82之右方。

轉子81包括：轉子鐵芯83，其形成為圓板狀；以及轉子磁鐵84，其固定於轉子鐵芯83。轉子鐵芯83藉由花鍵結合等結合於馬達軸85之右端部而可與馬達軸85一體旋轉。又，轉子鐵芯83經由軸承105而支撐於定子82。轉子磁鐵84固定於轉子鐵芯83之左側面而與定子82對向。轉子磁鐵84設置有複數個(於該實施形態中為8個)，且沿著轉子鐵芯83之圓周方向等間隔地配置。該等轉子磁鐵84以沿著轉子鐵芯83之圓周方向N極與S極交替地與定子82對向之方式配置。

定子82配置於轉子81之左方。定子82形成為包圍馬達軸85之扁平之筒狀。定子82包括沿著電動馬達5之軸向排列之第1定子86及第2定子87。第1定子86配置於轉子81之左方，並使用螺絲構件92而固定於馬達外殼本體71之側壁75。第2定子87配置於第1定子86之左方，使其相對於第1定子86可沿著定子82之圓周方向位移(可繞馬達軸85旋轉)。藉此，可改變定子82之磁性體強度。

圖5係表示分解擺動單元47之一部分後之狀態之右側視

圖，表示卸除電動馬達5之轉子81及第1定子86後之狀態。擺動單元47包括配置於馬達收納空間SP1內之馬達控制器78、電動馬達5及定子驅動裝置79。於馬達收納空間SP1內，馬達控制器78配置於前方，電動馬達5配置於後方。定子驅動裝置79於馬達控制器78與電動馬達5之間，配置於馬達收納空間SP1內之上方區域。

馬達控制器78為如下構成，即，於使用合成樹脂等形成之殼體78a內收納有馬達驅動電路或控制該馬達驅動電路之控制電路等。

定子驅動裝置79包括驅動單元110、齒輪機構113及輸出齒輪114。驅動單元110包括驅動馬達111。驅動單元110亦可視需要包括降低驅動馬達111之轉速之減速機構。齒輪機構113係蝸桿減速機構，且包括蝸桿軸120及蝸輪121。驅動單元110構成為使蝸桿軸120繞其軸線旋轉驅動。輸出齒輪114例如為正齒輪。輸出齒輪114構成為結合於蝸輪121而與蝸輪121一體旋轉。因此，若使驅動馬達111進行旋轉驅動(正轉或反轉)，則其旋轉藉由齒輪機構113傳遞至輸出齒輪114而引起輸出齒輪114之旋轉。

輸出齒輪114與形成於第2定子87之外周之一部分之齒部87a啮合。隨著輸出齒輪114之旋轉，第2定子87沿著電動馬達5之圓周方向位移。於該實施形態中，第2定子87可沿著電動馬達5之圓周方向位移之角度範圍為約15度。

於第2定子87之外周部，於與齒部87a不同之區域設置有著磁部128。於著磁部128形成有磁圖案。著磁部128(第2

定子87)之位移藉由磁性體位置感測器129a檢測。磁性體位置感測器129a配置於第2定子87之近前側(第1定子86側)，由固定於第1定子86之電路基板129所保持。磁性體位置感測器129a亦可視需要設置有複數個。例如，著磁部128之著磁圖案、磁性體位置感測器129a之配置、磁性體位置感測器129a之個數等以至少可檢測出第2定子87之位移量之方式規定。更具體而言，較好的是著磁部128及一個或複數個之磁性體位置感測器129a以可檢測出第2定子87之原點位置、第2定子87之位移方向及第2定子87之位移量之方式設計。

磁性體位置感測器129a之輸出可經由電路基板129而輸出至馬達控制器78。馬達控制器78係電性連接於驅動馬達111。馬達控制器78構成為一面參考藉由磁性體位置感測器129a檢測之第2定子87之位置，一面控制驅動馬達111之驅動。藉此，第2定子87位移。

圖6係電動馬達5之右側視圖，表示卸除轉子81後之狀態。第1定子86包括第1齒88、線圈89及第1合成樹脂構件90。第1齒88係重疊與電動馬達5之軸向平行之複數片電磁鋼板而形成為柱狀。第1齒88設置有複數個，且沿著定子82之圓周方向等間隔地配置。於該實施形態中，第1齒88設置有12個。

線圈89係捲繞於各第1齒88。線圈89沿著電動馬達5之圓周方向，以U相線圈、V相線圈、W相線圈、U相線圈、V相線圈...之順序規則地排列。U相線圈連接於U相供電線

91U。V相線圈連接於V相供電線91V。W相線圈連接於W相供電線91W。供電線91U、91V、91W分別連接於馬達控制器78(參考圖5)。

第1合成樹脂構件90對第1齒88及線圈89鑄模。第1合成樹脂構件90包括自其外周面突出之凸緣部90b。凸緣部90b配置於第1定子86之左端部且與第2定子82鄰接。凸緣部90b沿著電動馬達5之圓周方向形成有複數個。於凸緣部90b形成有螺絲插通孔，於該螺絲插通孔中插通著螺絲構件92(參考圖3)。如圖3所示，各螺絲構件92螺合於形成於馬達外殼本體71之側壁75之螺孔中。藉此，第1定子86固定於馬達外殼本體71。

與第1合成樹脂構件90鄰接而配置有感測器基板130。於感測器基板130上保持有與U相、V相及W相對應之磁極位置感測器130a。磁極位置感測器130a係包含霍耳IC(integrated circuit, 積體電路)感測器等，檢測轉子81之旋轉所伴隨之磁場變化。於該實施形態中，磁極位置感測器130a配置於側視時相鄰之齒間之槽內。磁極位置感測器130a之輸出可輸入至馬達控制器78。馬達控制器78根據來自各磁極位置感測器130a之信號，控制供給至供電線91U、91V、91W之電力。

圖7係第2定子87之剖面圖，表示沿著圓周方向切斷第2定子87所得之剖面。第2定子87包括磁軛(yoke)93、第2齒94及第2合成樹脂構件95。

磁軛93係圓環狀之板狀部分。第2齒94自第2磁軛93之右

側面朝向第1定子86突出。第2齒94沿著電動馬達5之圓周方向等間隔地設置有複數個。於該實施形態中，第2齒94之數量與第1齒88之數量相同。第2合成樹脂構件95形成為圓環狀，且對第2磁軛93及各第2齒94進行鑄模。各第2齒94之右端面自第2合成樹脂構件95露出。

如圖4中最清楚地表示般，於電動馬達5之軸向上，第2齒94之長度短於第1齒88之長度。於第2合成樹脂構件95之內周面安裝有軸承102。軸承102安裝於馬達外殼本體71。如此，第2定子87相對於第1定子86相對旋轉地被支撐。亦即，藉由驅動定子驅動裝置79，可變更電動馬達5之圓周方向上之第2定子87之旋轉位置。

圖8A及圖8B係用以說明使第2定子87位移(沿著馬達軸85周圍旋轉)時所伴隨之電動馬達5之輸出特性之變化的主要部分之圖解圖。

藉由定子驅動裝置79所產生之驅動力，第2定子87可於圖8A所示之第1位置與圖8B所示之第2位置之間位移。所謂第1位置(圖8A)，係指第2定子之各第2齒94與第1定子86之對應之第1齒88在與馬達軸85平行之方向上正對之位置。所謂第2位置(圖8B)，係指第2定子87之各第2齒94與第1定子86之相鄰之一對第1齒88之中間位置對向且均不與任一第1齒88正對之位置。

如圖8A所示，於第2定子87位於第1位置時，由於第1及第2齒88、94以較大面積對向且彼等間之間隙G1較小，因此該間隙G1中之磁阻較小。因此，定子82之磁性體成為最

大狀態。於間隙G1較小之狀態下，電動馬達5中產生強有力之磁通量M1。磁通量M1係穿過轉子81之轉子鐵芯83、第1齒88、第2齒94及第2定子87之磁軛93。產生強有力之磁通量M1，藉此電動馬達5雖然低旋轉但可產生高轉矩之輸出。馬達控制器78為如下構成，即，於電動二輪車1自停車狀態出發時，或者於爬坡道時，以產生較大之磁通量M1之方式控制第2定子87之位置。

另一方面，如圖8B所示，於第2定子87位於第2位置時，第1與第2齒88、94並未正對，彼等間之間隙G1中之磁阻較大。因此，定子82之磁性體成為最小狀態。於間隙G1較大之狀態下，電動馬達5中產生較磁通量M1更弱之磁通量M2。磁通量M2形成於轉子81之轉子鐵芯83及第1齒88之周圍，不穿過第2定子87。產生較弱之磁通量M2，藉此電動馬達5雖然低轉矩但可產生高旋轉之輸出。馬達控制器78為如下構成，即，於電動二輪車1在平坦路上以固定速度行駛時等，以產生磁通量M2之方式控制第2定子87之位置。

藉由如此改變定子82之磁性體大小，可使電動馬達5產生與電動二輪車1之行駛狀態相應之輸出。

圖9係表示與電動馬達5及定子驅動裝置79之控制相關聯之電性構成之方塊圖。如上所述，電動馬達5包括定子82及與之對向之轉子81。定子82包括第1定子86(主定子)、以及相對於第1定子86以預先規定之角度範圍進行相對旋轉之第2定子87(磁性體定子)。第2定子87之旋轉位置藉由磁

性體位置感測器129a檢測。磁性體位置感測器129a之輸出信號(磁性體位置信號)輸入至馬達控制器78。另一方面，轉子81之磁極位置藉由磁極位置感測器130a檢測。磁極位置感測器130a之輸出信號(磁極位置信號)輸入至馬達控制器78。

馬達控制器78連接於電池6。又，馬達控制器78經由供電線91U、91V、91W連接於電動馬達5，且經由供電線98連接於驅動馬達111。

又，向馬達控制器78輸入有主開關17之輸出信號、加速操作量感測器301之輸出信號及煞車感測器302之輸出信號。主開關17於開始使用電動二輪車1時由使用者進行導通操作且於結束使用時由使用者進行斷開操作之開關。加速操作量感測器301將與騎士對加速手柄12R(右側之手柄12)之操作量相應之加速開度信號作為加速資訊輸出至馬達控制器78。加速操作量感測器301亦可為如下構成，即，例如包括電阻值根據加速操作而產生變化之可變電阻器，輸出可變電阻器之兩端電壓作為加速開度信號。煞車感測器302為如下構成，即，檢測騎士是否已操作左右任一煞車柄16(煞車操作之有無)。例如，煞車感測器302亦可為如下構成，即，於煞車柄16之位移量為預先規定之臨限值以上時(或者超過臨限值時)，檢測出有煞車操作，如若不然，則檢測出無煞車操作。

進而，馬達控制器78為如下構成，即，於與控制電池6之充放電之電池控制器200之間經由通信線190進行資訊通

信。電池控制器200包括：充電檢測部201，其檢測是否已進行對電池6之充電；充電狀態檢測部202，其檢測電池6之充電狀態(SOC：State Of Charge)；以及電池電壓檢測部203，其檢測電池6之電壓VB。電池控制器200進而包括：回充指令產生部204，其根據藉由充電狀態檢測部202之充電狀態產生回充指令。所謂回充指令，係指表示將電動馬達5所產生之回充電流應供給至電池6之情況之指令。充電檢測部201、充電狀態檢測部202、電池電壓檢測部203及回充指令產生部204中之一部分或全部亦可為藉由電池控制器200中所包含之電腦執行程式而實現之功能處理單元。

馬達控制器78包括控制電路310及馬達驅動電路350。

控制電路310包括CPU(Central Processing Unit，中央處理單元)280、開關驅動電路281及定子驅動電路282。又，雖然省略圖示，但控制電路310包括：ROM(Read Only Memory，唯讀記憶體)，其記憶CPU 280之動作程式或控制動作所需之圖等；以及RAM(Random Access Memory，隨機存取記憶體)，其為了運算資料之暫時記憶等而使用。主開關17之作動信號、加速操作量感測器301之輸出信號、來自電池控制器200之資料信號、磁極位置感測器130a之輸出信號及磁性體位置感測器129a之輸出信號等經由適當之介面輸入至CPU 280。CPU 280根據該等輸入信號而控制開關驅動電路281及定子驅動電路282。開關驅動電路281係生成用以驅動馬達驅動電路350中所包含之開關

元件之驅動信號。又，定子驅動電路282係向定子驅動裝置79之驅動馬達111供給驅動電力。

馬達驅動電路350將電池6所產生之直流電壓轉換成交流電壓而供給至電動馬達5之DC/AC(direct current/alternating current，直流/交流)轉換電路(反相器電路)。更具體而言，馬達驅動電路350包括U相電路351、V相電路352及W相電路353。U相電路351、V相電路352及W相電路353相互並聯地連接於電池6。

U相電路351與上臂開關元件Sw1及下臂開關元件Sw2之串聯電路。V相電路352與上臂開關元件Sw3及下臂開關元件Sw4之串聯電路。W相電路353與上臂開關元件Sw5及下臂開關元件Sw6之串聯電路。該等開關元件Sw1~Sw6例如包含功率MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor，金屬氧化物半導體場效應電晶體)等功率器件，可向彼等之閘極供給來自開關驅動電路281之驅動信號。因此，開關元件Sw1~Sw6進行斷續驅動。於各開關元件Sw1~Sw6分別並聯地連接有二極體D1~D6。該等二極體D1~D6亦可為內置於功率MOSFET等開關元件之二極體(例如寄生二極體)，亦可為並聯連接於元件外部之二極體。

各相電路中在上臂開關元件與下臂開關元件之間連接有對應之相之供電線。亦即，於U相電路之上臂開關元件Sw1與下臂開關元件Sw2之間連接有U相供電線91U。於V相電路352之上臂開關元件Sw3與下臂開關元件Sw4之間連接有V相供電線91V。進而，於W相電路353之上臂開關元

件Sw5與下臂開關元件Sw6之間連接有W相供電線91W。U相供電線91U連接於電動馬達5之U相線圈5U，V相供電線91V連接於電動馬達5之V相線圈5V，W相供電線91W連接於電動馬達5之W相線圈5W。

為了檢測各相之電流，馬達驅動電路350中包括電流檢測電路354。電流檢測電路354為如下構成，即，檢測流入各相之下臂開關元件Sw2、Sw4、Sw6之電流，並將表示其方向及大小之檢測信號(電流值信號)輸入至控制電路310。亦即，電流檢測電路354輸出U相電流 I_U 、V相電流 I_V 及W相電流 I_W 之檢測值。該等相電流檢測值輸入至CPU 280。

圖10係用以說明CPU 280之功能之方塊圖。CPU 280為如下構成，即，藉由執行動作程式，作為複數個功能處理單元發揮功能。該複數個功能處理單元中包括電流指令值運算部311、轉速運算部312、q軸電流偏差運算部313、d軸電流偏差運算部314、q軸PI(Proportion Integral，比例積分)運算部315、d軸PI運算部316及3相/2相座標轉換部317。進而，複數個功能處理單元中包括電氣角度運算部318、電壓指令值運算部319、2相/3相座標轉換部320、驅動信號生成部321、目標間隙運算部322、間隙差分運算部323、間隙PI運算部324、驅動信號生成部325及真實間隙運算部326。進而，上述複數個功能處理單元中包括短路/解除處理部330及回充量設定部340。

電流指令值運算部311根據來自加速操作量感測器301之加速開度信號而計算出加速開度AO(%)。加速開度AO亦可

為以百分率表示實際加速操作量對加速操作量之最大值之比率之值，亦即，以百分率表示藉由加速操作量感測器301所取得之加速開度信號對加速開度信號之最大值之比率之值。

電流指令值運算部311根據加速開度AO及藉由轉速運算部312所運算出之電動馬達5之轉速 n ，運算用以驅動電動馬達5之電流指令值(目標電流值)。轉速運算部312亦可為如下構成，即，根據電氣角度運算部318所運算出之電氣角度 θ 而運算出電動馬達5之轉速 n 。電氣角度運算部318根據磁極位置感測器130a之輸出信號而計算出電動馬達5之電氣角度 θ 。

電流指令值運算部311於該實施形態中，運算出dq軸座標系統中之電流指令值。所謂dq座標系統，係指與電動馬達5之轉子81同時旋轉之2相旋轉座標系統，且係指根據沿磁性體方向之d軸及與d軸正交之q軸進行定義之正交座標系統。電流指令值運算部311係運算出成為產生轉矩之成分之q軸電流之指令值 I_q^* 及成為減弱電動馬達5之感應電壓之成分之d軸電流之指令值 I_d^* 。

q軸電流指令值 I_q^* 係例如在q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ 上乘以加速開度AO而計算出($I_q^* = I_{q_{max}} \times AO \div 100$)。d軸電流指令值 I_d^* 將加速開度AO、電動馬達5之轉速 n 及q軸電流指令值 I_q^* 中之至少任一者作為參數資訊，藉由計算而求出。

d軸電流指令值 I_d^* 亦可例如在d軸上限電流值 $I_{d_{max}}$ 上乘以加速開度AO而計算出($I_d^* = I_{d_{max}} \times AO \div 100$)。又，亦可將

電動馬達5之轉速 n 作為參數資訊，預先藉由實驗等求出與轉速 n 對應之最佳 I_d^* 而作為圖資料預先記憶於ROM，基於該圖資料，根據電動馬達5之轉速 n 求出d軸電流指令值 I_d^* 。進而，亦可預先藉由實驗等求出與q軸電流指令值 I_q^* 之參數資訊對應之最佳 I_d^* 而作為圖資料預先記憶於ROM，基於該圖資料，根據q軸電流指令值 I_q^* 求出d軸電流指令值 I_d^* 。又，亦可預先藉由實驗等求出與加速開度AO及q軸電流指令值 I_q^* 之參數資訊對應之最佳 I_d^* 而作為三維圖資料預先記憶於ROM，基於該三維圖資料，根據加速開度AO及q軸電流指令值 I_q^* 求出d軸電流指令值 I_d^* 。再者，d軸電流指令值 I_d^* 亦可不論上述加速開度AO、電動馬達5之轉速 n 及q軸電流指令值 I_q^* 之資訊，始終設定為零($I_d^*=0$)。

另一方面，於加速開度AO為零之情形及檢測出煞車操作之情形時，於自電池控制器200(參考圖9)發出回充指令時，電流指令值運算部311將q軸電流指令值 I_q^* 設定為負值。此時，q軸電流指令值 I_q^* 亦可根據電池控制器200所賦予之充電狀態(SOC)或電池電壓VB而規定。又，於高速旋轉時，亦可將d軸電流指令值 I_d^* 設定為負值而進行磁性體減弱控制。

回充量設定部340係設定加速開度AO為零時及已進行煞車操作時之最大回充電流。所謂回充電流，係指電池6中實際回充並用於其充電之電流(電池電流)，最大回充電流係其最大值。回充電流與電流指令值之間存在相關關係，

但彼等未必一致。具體而言，回充量設定部340於加速開度AO為零且煞車感測器302檢測出無煞車操作時，將最大回充電流設定為第1固定值。又，回充量設定部340於煞車感測器302檢測出有煞車操作時，將最大回充電流設定為大於第1固定值之第2固定值。進而，回充量設定部340於加速開度AO非為零時，將最大回充電流設定為零。於回充電流設定部340已設定最大回充電流時，電流指令值運算部311以回充電流成為該已設定之最大回充電流以下(或者未達)之方式，設定q軸電流指令值 I_q^* 及d軸電流指令值 I_d^* 。

電流指令值運算部311將q軸電流指令值 I_q^* 輸出至q軸電流差分運算部313，並將d軸電流指令值 I_d^* 輸出至d軸電流差分運算部314。向q軸電流差分運算部313，自3相/2相座標轉換部317供給有實際流入電動馬達5之q軸真實電流值 I_q 。q軸電流差分運算部313係計算出q軸真實電流值 I_q 與q軸電流指令值 I_q^* 之差分值($I_q^* - I_q$)，並輸出至q軸PI運算部315。又，向d軸電流差分運算部314，自3相/2相座標轉換部317供給有實際流入電動馬達5之d軸真實電流值 I_d 。d軸電流差分運算部314係計算出d軸真實電流值 I_d 與d軸電流指令值 I_d^* 之差分值($I_d^* - I_d$)，並輸出至d軸PI運算部316。

3相/2相座標轉換部317將電流檢測電路354所輸出之U相真實電流 I_U 、V相真實電流 I_V 及W相真實電流 I_W 進行座標轉換而計算出q軸真實電流值 I_q 及d軸真實電流值 I_d 。亦即，3

相/2相座標轉換部317進行自作為3相固定座標系統之UVW座標系統至作為2相旋轉座標系統之dq座標系統之座標轉換。為了該座標轉換，3相/2相座標轉換部317使用藉由電氣角度運算部318所計算出之電氣角度 θ 。

q軸PI運算部315根據差分值($I_q^* - I_q$)進行比例積分運算，計算出如使q軸真實電流值 I_q 可追隨q軸電流指令值 I_q^* 之控制量。同樣地，d軸PI運算部316根據差分值($I_d^* - I_d$)進行比例積分運算，計算出如使d軸真實電流值 I_d 可追隨d軸電流指令值 I_d^* 之控制量。如此計算出之控制量輸出至電壓指令值運算部319，並於電壓指令值運算部319中轉換成q軸電壓指令值 V_q^* 及d軸電壓指令值 V_d^* 。

q軸電壓指令值 V_q^* 及d軸電壓指令值 V_d^* 輸出至2相/3相座標轉換部320。2相/3相座標轉換部320使用藉由電氣角度運算部318所計算出之電氣角度 θ ，將q軸電壓指令值 V_q^* 及d軸電壓指令值 V_d^* 轉換成3相之電壓指令值 V_U^* 、 V_V^* 、 V_W^* 。亦即，2相/3相座標轉換部320係執行自作為2相旋轉座標系統之dq座標系統至作為3相固定座標系統之UVW座標系統之座標轉換。3相之電壓指令值 V_U^* 、 V_V^* 、 V_W^* 係供給至驅動信號生成部321。驅動信號生成部321將與電壓指令值 V_U^* 、 V_V^* 、 V_W^* 相應之占空控制信號(PWM(Pulse Width Modulation, 脈寬調變)控制信號)輸出至開關驅動電路281。藉此，馬達驅動電路350之開關元件Sw1~Sw6根據該占空比進行斷續驅動。因此，向電動馬達5，以與電壓指令值 V_U^* 、 V_V^* 、 V_W^* 相應之電壓供給有驅動用電力。

其次，對定子驅動裝置79之驅動馬達111之控制系統進行說明。目標間隙運算部322運算出第2定子87之目標位置。更具體而言，運算出第1定子86之第1齒88與第2定子87之第2齒94間之間隙G之目標值(目標間隙) G^* 。將第1齒88與第2齒94正對之第1位置(參考圖8A)中之間隙G定義為0%，並將第1齒88與第2齒94最遠離之第2位置(參考圖8B)中之間隙G定義為100%。真實間隙G及目標間隙 G^* 取0%~100%之值。於該實施形態中，控制間隙G及目標間隙 G^* 取0%~100%之值中階段性地(例如以10%間隔)變化之值。當然，間隙G及目標間隙 G^* 亦可取0%~100%之值中連續變化之值。

目標間隙運算部322中輸入有例如藉由轉速運算部312所運算出之電動馬達5之轉速 n 、藉由電流指令值運算部311所運算出之q軸電流指令值 I_q^* 、電池6之電壓VB及藉由真實間隙運算部326所運算出之真實間隙G。目標間隙運算部322根據該等輸入資訊運算出目標間隙 G^* ，並輸出至間隙差分運算部323。又，目標間隙運算部322於進行主開關17之投入操作後，立即將目標間隙 G^* 設定為0%。其原因在於：應對電動二輪車1之行駛開始時所需之大轉矩產生。又，目標間隙運算部322若進行主開關17之遮斷操作，則將目標間隙 G^* 設定為100%。其原因在於：於推著電動二輪車1步行時，使電動馬達5不會成為較大負載。

間隙差分運算部323係運算出目標間隙 G^* 與藉由真實間隙運算部326所運算出之真實間隙G之差分值(G^*-G)，並輸

出至間隙PI運算部324。間隙PI運算部324根據差分值($G^* - G$)進行比例積分運算，運算出如使真實間隙 G 可追隨目標間隙 G^* 之控制量。驅動信號生成部325將與該運算結果相應之占空比之驅動信號(PWM信號)輸出至定子驅動電路282。

定子驅動電路282連接於電池6，例如亦可為包括包含MOSFET之4個開關元件之H型橋式電路(H Bridge circuit)。各開關元件之閘極中輸入有來自驅動信號生成部325之驅動信號。因此，各開關元件進行斷續驅動，以與占空比相應之電壓向驅動馬達111供給驅動用電力。與對驅動馬達111之通電方向相應地，驅動馬達111沿著正轉方向或反轉方向進行旋轉。

真實間隙運算部326根據定子驅動裝置79之來自磁性體位置感測器129a之輸出信號運算出間隙 G ，並輸出至目標間隙運算部322。

短路/解除處理部330執行使電動馬達5之3相之端子之間短路之3相短路，或者解除3相短路狀態。短路/解除處理部330根據藉由轉速運算部312所運算出之轉速 n 或電池電壓 V_B 等資訊，當規定之短路條件成立時，執行3相短路。又，短路/解除處理部330於電動馬達5為3相短路狀態時，當規定之解除條件成立時，解除3相短路狀態。於執行3相短路時，短路/解除處理部330係對驅動信號生成部321發出用以使馬達驅動電路350之全部相電路351、352、353中之下臂開關元件 Sw_2 、 Sw_4 、 Sw_6 設為導通狀態之指令。

又，短路/解除處理部330於解除3相短路狀態時，對驅動信號生成部321發出用以使馬達驅動電路350之全部相電路351、352、353中之下臂開關元件Sw2、Sw4、Sw6設為斷開狀態之指令。該等詳細情況將於下文中進行敘述。

所謂3相短路狀態，係指在馬達驅動電路350之全部U相電路351、V相電路352及W相電路353中導通下臂開關元件Sw2、Sw4、Sw6之狀態。此時，電動馬達5之U相線圈5U、V相線圈5V及W相線圈5W之端子之間短路，藉由轉子81之旋轉所產生之電力被線圈5U、5V、5W熱消耗。亦即，自電動馬達5回充於電池6之回充電流成為零。

於3相短路狀態時，流入電動馬達5之電流妨礙電動馬達5之旋轉。亦即，電動馬達5產生制動轉矩，該制動轉矩作用於電動二輪車1。於進行使電動馬達5所產生之電流回充於電池6之回充動作時，亦產生與回充電流相應之制動轉矩。回充量設定部340所設定之上述第1固定值係相當於產生與3相短路狀態時電動馬達5所產生之制動轉矩同等之制動轉矩的回充電流。

圖11係q軸電流指令值 I_q^* 之上限值即q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ 之參考圖之一例。電流指令值運算部311根據該參考圖決定q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ ，並根據該q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ 運算出q軸電流指令值 $I_q^*(=I_{q_{max}} \times AO \div 100)$ 。該參考圖係為了根據電動馬達5之轉速 n 及間隙 G 設定q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ 而使用。關於間隙 $G=0\%$ 、 10% 、 20% 、 30% 、 40% 、 50% 、 60% 、 70% 、 80% 、 90% 及 100% 之情形，依據不同之

參考曲線設定有q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ 。

參考曲線包含將q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ 設定為0以上之值之動力估計參考曲線群、以及將q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ 設定為0以下之回充參考曲線群。動力估計參考曲線群於使電動馬達5作為電動機發揮功能而將驅動力傳遞至後輪4之動力估計動作時參考。回充參考曲線群於使電動馬達5作為發電機發揮功能而將藉由自後輪4傳遞之驅動力進行旋轉之電動馬達5所產生之回充電流供給至電池6的回充動作時參考。

將動力估計參考曲線群之各參考曲線(動力估計參考曲線)設定為如下特性，即，直至電動馬達5之轉速 n 達到各特定值為止，將q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ 設為固定值，並於超過該特定值之區域內，隨著轉速 n 之增加而減少q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ 。間隙 G 越大，定子87之磁性體越減弱，因此抑制感應電壓，可實現高速旋轉。

將間隙 $G=100\%$ 之動力估計參考曲線設定為延伸至高速區域為止之特性。其原因在於：於間隙 $G=100\%$ 時，將d軸電流指令值 I_d^* 設定為負值而進行磁性體減弱控制，擴大供q軸電流流動之區域。於該實施形態中構成為如下，即，於間隙 $G<100\%$ 時，將d軸電流指令值設為 $I_d^*=0$ 而不進行磁性體減弱控制。當然，於間隙 $G<100\%$ 時，亦可進行磁性體減弱控制。

另一方面，將構成回充參考曲線群之各參考曲線(回充參考曲線)設定為如下特性，即，直至電動馬達5之轉速 n

達到各特定值為止，將q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ 設為固定值，並於超過該特定值之區域內，隨著轉速 n 之增加而減少q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ (增加絕對值)。於回充動作時，將q軸電流指令值 I_q^* 設定為如下，即，其絕對值成為q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ 之絕對值以下。間隙 G 越大，定子87之磁性體越減弱，因此抑制感應電壓，於高旋轉時亦可獲得適當之回充電流。

將間隙 $G=100\%$ 之回充參考曲線設定為延伸至高速度域為止之特性。其原因在於：於間隙 $G=100\%$ 時，將d軸電流指令值 I_d^* 設定為負值而進行磁性體減弱控制，擴大供q軸電流流動之區域。於該實施形態中構成為如下，即，於間隙 $G<100\%$ 時，將d軸電流指令值設為 $I_d^*=0$ 而不進行磁性體減弱控制。當然，於間隙 $G<100\%$ 時，亦可進行磁性體減弱控制。

圖11中同時表示有用以於電動馬達5之低速旋轉區域限制q軸電流指令值 I_q^* 之低速限制參考曲線L。於電動馬達5之轉速 n 為規定之轉速臨限值 n_1 以下之情形時，於基於回充參考曲線所規定之q軸電流指令值 I_q^* 低於低速限制參考曲線L上之限制值時，將q軸電流指令值 I_q^* 修正為該限制值。低速限制參考曲線L具有如下特性，即，轉速 n 越低，絕對值越小，於規定之低速臨限值 n_2 以下(或者未達低速臨限值 n_2)之極低速域中成為零。轉速 n 與後輪4之轉速成比例，故而與電動二輪車1之車速成比例。因此，轉速運算部312(參考圖10)所運算出之轉速 n 相當於車速。轉速臨

限值 n_1 例如換算成電動二輪車1之車速時，相當於25 km/h左右。又，低速臨限值 n_2 例如換算成電動二輪車1之車速時，相當於6 km/h左右。因此，於電動二輪車1以低速慣性行駛時，抑制回充電流，因此與此相應地，電動馬達5所產生之制動轉矩減弱。其結果，可抑制低速行駛時之制動感，故而可獲得良好之騎乘感。

圖12係d軸電流指令值 I_d 之上限值即d軸上限電流值 $I_{d_{max}}$ 及其下限值即d軸下限電流值 $I_{d_{min}}$ 之參考圖之一例。電流指令值運算部311根據該參考圖決定d軸上限電流值 $I_{d_{max}}$ 及d軸下限電流值 $I_{d_{min}}$ ，並根據該d軸上限電流值 $I_{d_{max}}$ 及d軸下限電流值 $I_{d_{min}}$ 運算出d軸電流指令值 I_d^* 。

該參考圖係為了根據電動馬達5之轉速 n 設定d軸上限電流值 $I_{d_{max}}$ 及d軸下限電流值 $I_{d_{min}}$ 而使用。更具體而言，參考圖包含用以根據轉速 n 設定d軸上限電流值 $I_{d_{max}}$ 之d軸上限曲線、以及用以根據轉速 n 設定d軸下限電流值 $I_{d_{min}}$ 之d軸下限曲線。該等曲線均設定於 $I_d < 0$ 之區域。d軸電流指令值 I_d^* 係規定為d軸上限曲線($I_{d_{max}}$)與d軸下限曲線($I_{d_{min}}$)間之值。

d軸上限曲線($I_{d_{max}}$)表示減弱磁性體而可使q軸電流值 I_q 之絕對值為最大值(例如100安培)之d軸電流值。將該d軸上限曲線($I_{d_{max}}$)規定為如下，即，於轉速 n 之特定值以上之區域中取有意值(負值)，隨著轉速 n 之增加而減少(絕對值增加)。d軸下限曲線($I_{d_{min}}$)表示可將q軸電流 I_q 控制為有意值之最小絕對值之d軸電流值。將該d軸下限曲線($I_{d_{min}}$)規

定為如下，即，於轉速 n 之特定值以上之區域中取有意值(負值)，隨著轉速 n 之增加而減少(絕對值增加)。藉由將 d 軸電流值規定為 d 軸上限曲線($I_{d_{max}}$)與 d 軸下限曲線($I_{d_{min}}$)間之值，可獲得與減弱磁性體之情況同等之效果。亦即，於動力估計動作時，可使電動馬達5高速旋轉，於回充動作時，於高速旋轉時亦可避免過高之感應電壓。

圖13表示目標間隙運算部322所參考之目標間隙圖之一例。目標間隙運算部322亦可為如下構成，即，參考該目標間隙圖而設定目標間隙 G^* 。目標間隙 G^* 於此例中，根據 q 軸電流指令值 I_q^* 之絕對值 $|I_q^*|$ 及電動馬達5之轉速 n 而設定。目標間隙圖具有分別與 q 軸電流指令值之絕對值 $|I_q^*|=0、30、60、70、80、90、100$ (安培)對應之複數個目標間隙曲線。將各目標間隙曲線設定為如下特性，即，直至電動馬達5之轉速 n 成為某值為止，目標間隙 $G^*=0\%$ ，並於此值以上之區域中，轉速 n 越大，越擴大目標間隙 G^* 。藉此，低速旋轉時定子87之磁性體較強，高速旋轉時定子87之磁性體減弱。進而，設定為如下特性，即， q 軸電流指令值 I_q^* 之絕對值 $|I_q^*|$ 越大，以越小之轉速 n 設定較大之目標間隙 G^* 。

圖14表示藉由短路/解除處理部330所參考之短路臨限值圖之一例。短路/解除處理部330係對電動馬達5之轉速與短路臨限值進行比較，並根據該比較結果決定是否執行3相短路。短路臨限值圖係設定其短路臨限值。圖14所示之短路臨限值圖係設定為根據定子87中之第1與第2定子86、

87間之間隙G而改變短路臨限值。間隙G越大，短路臨限值變得越大。其原因在於：間隙G越大，磁性體越減弱，因此感應電壓變得越小。

圖14中表示有針對電池電壓VB為46 V之情形及54 V之情形表示短路臨限值之變動之曲線。亦即，短路臨限值亦可根據電池電壓VB而可變設定。電池電壓VB越高，容許越高之感應電壓，故而與此相應地短路臨限值向高旋轉側偏移(shift)。間隙G為90%之情形與100%之情形中短路臨限值有較大不同之起因在於：磁性體減弱控制之有無。亦即，於間隙G=100%時，將d軸電流指令值 I_d^* 設定為有意值而進行磁性體減弱控制，故而進一步抑制感應電壓，因此容許更高之短路臨限值。

圖15係用以說明藉由短路/解除處理部330之短路執行判斷處理之流程圖。短路/解除處理部330(CPU 280)於預先規定之每個控制週期反覆執行短路執行判斷處理。短路/解除處理部330係首先判斷是否為3相短路狀態(步驟S1)。

若並非為3相短路狀態(步驟S1: NO)，則短路/解除處理部330判斷電動馬達5之轉速n是否超過短路臨限值A(參考圖14)($n > A$)(步驟S2)。此判斷亦可替換成轉速n是否為短路臨限值A以上($n \geq A$)之判斷。若轉速n超過短路臨限值A(或者，若為短路臨限值A以上)，則短路/解除處理部330產生3相短路執行要求(步驟S6)。亦即，於有電動馬達5之轉速n較大而對電池6施加較大電壓之虞時，執行3相短路。因此，實現電池6之保護。

若轉速 n 不超過短路臨限值 A (或者，為短路臨限值 A 以上)，則短路/解除處理部 330 係參考自電池控制器 200 經由通信線 190 所賦予之資訊 (步驟 S3)。更具體而言，檢查自電池控制器 200 是否發出回充指令。進而，檢查電池 6 是否為充電中。若未發出回充指令且為充電中 (步驟 S3：YES)，則短路/解除處理部 330 產生 3 相短路執行要求 (步驟 S6)。通常，雖然未肯定步驟 S3 之判斷，但例如急加速時、急減速時、無負載旋轉時 (立起支架之狀態下使後輪空轉之情形時) 等，藉由控制之追隨延遲，有可能肯定步驟 S3 之判斷。

於步驟 S3 之判斷為否定時，短路/解除處理部 330 進而判斷電池電壓 V_B 是否超過短路臨限值電壓 B ($V_B > B$) (步驟 S4)。此判斷亦可替換成電池電壓 V_B 是否為短路臨限值電壓 B 以上 ($V_B \geq B$) 之判斷。當肯定步驟 S4 之判斷時，短路/解除處理部 330 產生 3 相短路執行要求 (步驟 S6)。因此，於電池 6 接近滿充電之狀態時，可避免回充電流供給至電池 6。短路臨限值電壓 B 亦可為電池 6 充電至充電界限為止時之電池電壓值，亦可為較之稍低之值。

於步驟 S4 之判斷為否定時，短路/解除處理部 330 進而判斷是否有馬達電流之控制裕度 (步驟 S5)。具體而言，於驅動信號生成部 321 生成占空比 100% 之驅動信號且 q 軸電流偏差 ($I_q^* - I_q$) 為負值時，判斷無控制裕度，如若不然，則判斷有控制裕度。於步驟 S5 之判斷為肯定時，短路/解除處理部 330 產生 3 相短路執行要求 (步驟 S6)。藉此，可將電動

馬達5之轉速 n 保持為適當範圍，可促進恢復成有控制裕度之普通狀態。於步驟S5之判斷為否定時，結束該控制週期內之3相短路判斷處理。

步驟S2~S5中需判斷之條件係用以執行3相短路之條件(短路條件)之例。於該實施形態中，當至少任一者短路條件成立時，產生3相短路執行要求。但是，亦可省略該等短路條件中之一個或兩個以上。例如，亦可僅判斷與轉速 n 有關之短路條件(步驟S2)。又，亦可僅使用與轉速 n 有關之短路條件(步驟S2)及與電池電壓 V_B 有關之短路條件(步驟S5)之兩個短路條件。

另一方面，若為3相短路狀態(步驟S1: YES)，則進行3相短路解除判定(步驟S7~S10)。

具體而言，短路/解除處理部330判斷電動馬達5之轉速 n 是否未達解除臨限值 A' ($=A-\alpha$ 。 α 為0以上之常數。例如 α 為500 rpm左右)(步驟S7)。此判斷亦可替換成轉速 n 是否為解除臨限值 A' 以下($n \leq A'$)之判斷。藉由使 $A > A'$ ($\alpha > 0$)，可對3相短路之執行及其解除賦予遲滯(hysteresis)特性，因此可使控制穩定化。

又，短路/解除處理部330判斷電動馬達5之轉速 n 是否未達3相短路開始時之轉速 n_i ($n < n_i$)(步驟S8)。此判斷亦可替換成轉速 n 是否為3相短路開始時之轉速 n_i 以下($n \leq n_i$)之判斷。

進而，短路/解除處理部330判斷電池6之電壓 V_B 是否未達解除臨限值電壓 B' ($=B-\beta$ 。 β 為大於0之常數。例如 β 為1 V

左右)($V_B < B'$)(步驟S9)。此判斷亦可替換成電池電壓 V_B 是否為解除臨限值電壓 B' 以下($V_B \leq B'$)之判斷。藉由使 $B > B'(\beta > 0)$ ，可對3相短路之執行及其解除賦予遲滯特性，因此可使控制穩定化。

進而，短路/解除處理部330判斷是否為不需要磁性體減弱控制之控制區域(I_d 不需要區域)(步驟S10)。所謂不需要磁性體減弱控制之控制區域，係指將d軸電流指令值 I_d^* 保持為零之區域。更具體而言，於圖11所示之間隙 G 為100%以外之動力估計參考曲線中，q軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ 成為零且轉速 n 以下之轉速區域係不需要磁性體減弱控制之控制區域。因此，根據間隙 G 及轉速 n ，判斷是否不需要磁性體減弱控制。

若否定步驟S7~S10之任一者之判斷，則結束該控制週期內之3相短路判斷處理。另一方面，當肯定步驟S7~S10之全部判斷時，短路/解除處理部330係產生3相短路解除要求(步驟S11)。

步驟S7~S10中需判斷之條件係用以解除3相短路之條件(解除條件)之例。於該實施形態中，當所例示之全部解除條件成立時，產生3相短路執行要求。但是，亦可省略該等解除條件中之一個或兩個以上。例如，亦可僅判斷與轉速 n 有關之解除條件(步驟S7)。又，亦可僅使用與轉速 n 有關之解除條件(步驟S7)及與電池電壓 V_B 有關之解除條件(步驟S9)之兩個解除條件。

圖16係用以說明3相短路處理及其解除處理之流程圖。

該處理藉由短路/解除處理部330(CPU 280)，於預先規定之每個控制週期反覆執行。

短路/解除處理部330判斷3相短路執行要求之有無(步驟S21)。若有3相短路執行要求(步驟S21：YES)，則短路/解除處理部330判斷是否通電至電動馬達5(步驟S22)。更具體而言，根據供給至馬達驅動電路350之驅動信號之占空比，判斷是否為通電中。若並非為通電中(步驟S22：NO)，則短路/解除處理部330係對驅動信號生成部321發出3相短路指令(步驟S23)。響應此情況，驅動信號生成部321於馬達驅動電路350之全部相電路351~353中，生成用以將上臂開關元件Sw1、Sw3、Sw5保持為斷開狀態且將下臂開關元件Sw2、Sw4、Sw6保持為導通狀態之驅動信號。因此，電動馬達5成為3相短路狀態。

另一方面，若為對電動馬達5之通電中(步驟S22：YES)，則短路/解除處理部330係對驅動信號生成部321發出通電停止指令，等待直至實際通電停止為止之固定時間(步驟S23)。其後，短路/解除處理部330係對驅動信號生成部321發出3相短路指令(步驟S23)。於通電中，馬達驅動電路350之上臂開關元件Sw1、Sw3、Sw5進行斷續驅動。於該狀態下，若為了3相短路而導通下臂開關元件Sw2、Sw4、Sw6，則有電池6之正端子與負端子之間產生短路而流動著較大饋通電流之虞。藉由步驟S23之處理，可完全斷開上臂開關元件Sw1、Sw3、Sw5後執行3相短路，因此可避免電池6之端子間短路。

若無3相短路執行要求(步驟S21: NO)，則短路/解除處理部330判斷電動馬達5是否為3相短路狀態(步驟S25)。若並非為3相短路狀態(步驟S25: NO)，則結束該控制週期之處理。於3相短路狀態時(步驟S25: YES)，短路/解除處理部330判斷3相短路解除要求之有無(步驟S26)。若無3相短路解除要求(步驟S26: NO)，則結束該控制週期之處理。若有3相短路解除要求(步驟S26: YES)，則執行3相短路解除處理(步驟S27~S35)。

3相短路解除處理係包含U相短路解除(步驟S27~S29)、V相短路解除(步驟S30~S32)及W相短路解除(步驟S33~S35)。於該實施形態中，以U相短路解除、V相短路解除及W相短路解除之順序執行。因此，首先，U相電路351之下臂開關元件Sw2自導通狀態切換成斷開狀態。繼而，V相電路352之下臂開關元件Sw4自導通狀態切換成斷開狀態。其後，W相電路353之下臂開關元件Sw6自導通狀態切換成斷開狀態。

U相短路解除係包含是否為U相短路中之判斷(步驟S27)。此判斷係U相電路351之下臂開關元件Sw2是否為導通狀態之判斷。進而，短路/解除處理部330係參考藉由電流檢測電路354所檢測出之U相電流 I_U ，判斷U相電流 I_U 是否為流入電動馬達5之方向之值(步驟S28)。所謂「流入方向」，係指自下臂開關元件向電動馬達5流動之電流之方向。相反，將自電動馬達5向下臂開關元件流動之電流之方向稱作「流出之方向」或「流出方向」等。例如，各相

電流亦可於流入電動馬達5之方向時以正符號表示，且於自電動馬達5流出之方向時以負符號表示。於該情形時，步驟S28之判斷成為U相電流 I_U 是否為正(或者0以上)之判斷。若U相電流 I_U 為自電動馬達5流出之方向(步驟S28：NO)，則結束該控制週期內之處理。若U相電流 I_U 為流入電動馬達5之方向(步驟S28：YES)，則短路/解除處理部330係對驅動信號生成部321發出U相短路解除指令(步驟S29)。藉此，驅動信號生成部321係生成用以將U相電路351之下臂開關元件Sw2自導通切換成斷開之驅動信號。如此，解除U相短路。

V相短路解除(步驟S30~S32)與U相短路解除相同。亦即，V相短路解除係包含是否為V相短路中之判斷(步驟S30)。此判斷係V相電路352之下臂開關元件Sw4是否為導通狀態之判斷。進而，短路/解除處理部330係參考藉由電流檢測電路354所檢測出之V相電流 I_V ，判斷V相電流 I_V 是否為流入電動馬達5之方向之值(步驟S31)。此判斷亦可為V相電流 I_V 是否為正(或者0以上)之判斷。若V相電流 I_V 為自電動馬達5流出之方向(步驟S31：NO)，則結束該控制週期內之處理。若V相電流 I_V 為流入電動馬達5之方向(步驟S31：YES)，則短路/解除處理部330係對驅動信號生成部321發出V相短路解除指令(步驟S32)。藉此，驅動信號生成部321係生成用以將V相電路352之下臂開關元件Sw4自導通切換成斷開之驅動信號。如此，解除V相短路。

於W相短路解除時，短路/解除處理部330係參考藉由電

流檢測電路354所檢測出之W相電流 I_w ，判斷自電動馬達5流出之W相電流 I_w 是否為特定值以下(或者未達特定值)(步驟S33)。於對流入電動馬達5之方向之電流值標註正符號之情形時，步驟S33之判斷亦可為W相電流 I_w 是否為負之特定值以上之判斷。若自電動馬達5流出之W相電流 I_w 為特定值以下(步驟S33：YES)，則短路/解除處理部330係對驅動信號生成部321發出W相短路解除指令(步驟S34)。藉此，驅動信號生成部321係生成用以將W相電路353之下臂開關元件Sw6自導通切換成斷開之驅動信號。如此，解除W相短路。若自電動馬達5流出之W相電流 I_w 超過特定值(或者，若為特定值以上)(步驟S33：NO)，則短路/解除處理部330進而判斷解除V相短路後，轉子是否僅旋轉預先規定之固定旋轉角度(亦可為電氣角度)(步驟S35)。將該固定旋轉角度設定為如下值(例如90度)，即，估計解除V相短路後，自電動馬達5流出之W相電流 I_w 成為上述特定值以下。於僅旋轉上述固定旋轉角度之情形時(步驟S35：YES)，短路/解除處理部330係對驅動信號生成部321發出W相短路解除指令(步驟S32)。若為上述固定旋轉角度之旋轉之前(步驟S35：NO)，則結束該控制週期內之處理。

圖17A~17D係用以說明解除各相之短路狀態之時序之原理圖。如圖17A所示，於電池6連接有上臂開關元件SwH(Sw1、Sw3、Sw5)與下臂開關元件SwL(Sw2、Sw4、Sw6)之串聯電路。於上臂開關元件SwH並聯地連接有二極體DH(D1、D3、D5)，於下臂開關元件SwL並聯地連接有

二極體DL(D2、D4、D6)。

於短路狀態下，下臂開關元件SwL為導通狀態，如圖17B所示，隨著轉子81之旋轉所產生之相電流Im係變成交流波狀。因此，存在相電流Im流入電動馬達5之線圈之期間(正值之期間)及相電流Im自電動馬達5之線圈流出之期間(負值之期間)。該相電流Im係穿過導通狀態之下臂開關元件SwL而流動，不會自上臂開關元件SwH或二極體DH朝向電池6。因此，相電流Im於電動馬達5之線圈內被熱消耗。

若於相電流Im自電動馬達5流出之期間($I_m < 0$ 之期間)內斷開下臂開關元件SwL而解除短路狀態，則如圖17C所示，該相電流係穿過上臂側之二極體DH流入電池6而被吸收。

另一方面，若於相電流Im流入電動馬達5之期間($I_m > 0$ 之期間)內斷開下臂開關元件SwL而解除短路狀態，則如圖17D所示，該相電流穿過下臂側之二極體DL流入電動馬達5。因此，不會朝向電池6。

因此，若於相電流Im流入電動馬達5之期間內斷開下臂開關元件SwL而解除短路狀態(參考圖17D)，則回充電流不會流入電池6，因此不會產生突波電流。又，即便於相電流Im自電動馬達5流出之期間內，於其絕對值為特定值以下時，若將下臂開關元件SwL設為斷開狀態而解除短路狀態，則亦可避免較大突波電流流入電池6。

圖18係表示回充量設定部340之處理之流程圖，表示

CPU 280(回充量設定部340)於預先規定之每個控制週期反覆執行之處理。回充量設定部340判斷加速開度AO是否為零(步驟S41)。回充量設定部340進而判斷煞車感測器302是否檢測出有煞車操作(步驟S42)。

若加速開度AO為零(步驟S41: YES)且煞車感測器302檢測出無煞車操作(步驟S42: NO)，則回充量設定部340將最大回充電流設定為第1固定值(步驟S44)。將該第1固定值預先規定為如下，即，產生與3相短路狀態時電動馬達5中產生之制動轉矩大致同等之制動轉矩。

若加速開度AO為零(步驟S41: YES)且煞車感測器302檢測出有煞車操作(步驟S42: YES)，則回充量設定部340將最大回充電流設定為較上述第1固定值更大之第2固定值(例如17 A)(步驟S44)。例如，第1固定值亦可為第2固定值之35%~50%(例如40%)左右之值。

於加速開度AO非為零時(步驟S41: NO)，回充量設定部340將最大回充電流設定為零(步驟S43)。

圖19表示電動馬達5之轉速 n 與回充動作時之 q 軸電流指令值 I_q^* (回充電流指令值)之關係。藉由將 q 軸電流指令值 I_q^* 設定為負值，可使電動馬達5作為發電機發揮功能，可將由此所產生之電流供給(回充)至電池6。將回充動作時之 q 軸電流指令值 I_q^* 設定為如下，即，依據 q 軸上限電流值 $I_{q_{max}}$ 之參考圖(圖11)及藉由回充量設定部340所設定之最大回充電流之限制，使其絕對值於藉由彼等之限制範圍內成為最大。圖19中同時表示圖11所示之回充參考曲線群及

低速限制參考曲線L。

於將最大回充電流設定為第1固定值時，q軸電流指令值 I_q^* 例如依據曲線L1而設定。又，於將最大回充電流設定為第2固定值時，q軸電流指令值 I_q^* 例如依據曲線L2而設定。惟並非已有準備與該等曲線L1、L2對應之參考圖。亦即，以最大回充電流為控制目標，藉由控制定子87中之間隙G、q軸電流 I_q 及d軸電流 I_d ，結果使得q軸電流指令值 I_q^* 係依循曲線L1、L2。

曲線L1、L2於與低速限制參考曲線L之交叉點對應之轉速 n_{11} 、 n_{12} 以下(或者未達該轉速 n_{11} 、 n_{12})之範圍內，與該低速限制參考曲線L一致。因此，於將最大回充電流設定為第1固定值時，於超過轉速 n_{11} (或者轉速 n_{11} 以上)之轉速範圍內，以該第1固定值為控制目標控制回充電流。繼而，於轉速 n_{11} 以下(或者未達該轉速 n_{11})之範圍內，抑制回充電流，與此相應地抑制電動馬達5所產生之制動轉矩。同樣地，於將最大回充電流設定為第2固定值時，於超過轉速 n_{12} (或者轉速 n_{12} 以上)之轉速範圍內，以該第2固定值為控制目標控制回充電流。繼而，於轉速 n_{12} 以下(或者未達該轉速 n_{12})之範圍內，抑制回充電流，與此相應地抑制電動馬達5所產生之制動轉矩。藉此，於低速域中可抑制制動感，故而實現良好之騎乘感。尤其，電動馬達5之轉速 n 越低，亦即車速越低，越會抑制回充電流而抑制制動轉矩，故而可獲得更優異之騎乘感。例如，於低速下迴轉時，可一面進行回充動作並實現優異之騎乘感。

於加速開度AO為零且未進行煞車操作時，將最大回充電流設定為第1固定值，故而依據曲線L1設定有q軸電流指令值 Iq^* 。又，於加速開度AO為零且已進行煞車操作時，將最大回充電流設定為第2固定值。亦即，依據曲線L2而設定q軸電流指令值 Iq^* 。因此，於已進行煞車操作時，與未進行煞車操作時相比，電動馬達5會產生較大電流，且使該電流回充於電池6。藉此，於已進行煞車操作時，電動馬達5會產生較大制動轉矩，且可將由該制動所產生之大部分能量運用在電池6之充電。藉此，能量利用效率提高。另一方面，於加速開度AO為零且未進行煞車操作時，由於電動馬達5所產生之制動轉矩受到抑制，故而可實現自然之騎乘感。

圖20係用以說明藉由控制回充時之間隙G所得之效果之圖，表示電動馬達5之轉速n與回充動作時之q軸電流指令值 Iq^* (回充電流指令值)之關係。圖20中再次表示圖19所示之曲線L1、L2。又，圖20中表示與間隙 $G=100\%$ (加速導通)對應之回充參考曲線 Lr 。進而，圖20中表示對間隙 $G=100\%$ 之回充參考曲線 Lr 乘以上述第1固定值與上述第2固定值之比(第1固定值/第2固定值)所獲得之虛擬回充參考曲線 Li 。

表示進行煞車操作時之q軸電流指令值 Iq^* 之曲線L2於高轉速域中依循回充參考曲線 Lr 。繼而，以曲線L2表示之q軸電流指令值 Iq^* 於成為間隙 $G \neq 100\%$ 之轉速域中，如以參考符號402所表示般，取較回充參考曲線 Lr 上之值更小之

絕對值。又，表示非伴隨煞車操作而加速開度AO成為零時之q軸電流指令值 I_q^* 之曲線L1於高轉速域中依循虛擬回充參考曲線Li。而以曲線L1表示之q軸電流指令值 I_q^* 於間隙 $G \neq 100\%$ 之轉速域中，如以參考符號401所表示般，取較虛擬回充參考曲線Li上之值更小之絕對值。如此，間隙G隨著轉速n等產生變動，藉此抑制q軸電流指令值 I_q^* 具有較回充參考曲線Lr或虛擬回充參考曲線Li上之值更小之絕對值。藉此，可一面確保充分之回充電流(例如上述第1固定值或第2固定值)，一面抑制電動馬達5所產生之制動轉矩。

再者，回充電流係並非必須始終設為最大回充電流(第1固定值或第2固定值)，於最大回充電流以下(或者小於最大回充電流)之範圍內規定。例如，亦可根據電池6之充電狀態、電池6之溫度(亦可以環境溫度代用)等參數，於最大回充電流以下(或者小於最大回充電流)之範圍內決定回充電流。繼而，可根據該所決定之回充電流，規定回充動作時之q軸電流指令值 I_q^* 。

圖21表示電動馬達5之轉速n與回充動作時之d軸電流指令值 I_d^* (用以磁性體減弱控制之電流指令值)之關係。d軸電流指令值 I_d^* 例如根據q軸電流指令值 I_q^* 及轉速n而設定。圖21中同時表示圖12所示之d軸上限曲線($I_{d_{max}}$)及d軸下限曲線($I_{d_{min}}$)。d軸電流指令值 I_d^* 於由該等曲線夾持之區域內設定。

於將最大回充電流設定為第1固定值時，d軸電流指令值

I_d^* 例如依據曲線L11而設定。又，於將最大回充電流設定為第2固定值時，d軸電流指令值 I_d^* 例如依據曲線L12而設定。惟並非已有準備與該等曲線L11、L12對應之參考圖。亦即，以最大回充電流為控制目標，藉由控制定子87中之間隙G、q軸電流 I_q 及d軸電流 I_d ，結果使得d軸電流指令值 I_d^* 係依據曲線L11、L12。轉速 n 越大，d軸電流指令值 I_d^* 之絕對值變得越大，電動馬達5之磁性體變得更弱。

圖22表示電動馬達5之轉速 n 與回充動作時電動馬達5所產生之制動轉矩之關係。電動馬達5所產生之轉矩與q軸電流 I_q 成比例，因此回充動作時之制動轉矩與q軸電流指令值 I_q^* 大致成比例。曲線L21表示將最大回充電流設定為第1固定值之情形之制動轉矩，與圖19之曲線L1對應。同樣地，曲線L22表示將最大回充電流設定為第2固定值之情形之制動轉矩，與圖19之曲線L2對應。

另一方面，曲線L23表示於定子87之間隙G為100%之狀態下使電動馬達5進行3相短路時電動馬達5所產生之制動轉矩。進而，曲線L24表示於定子87之間隙G為0%之狀態下使電動馬達5進行3相短路時電動馬達5所產生之制動轉矩。執行3相短路的是轉速 n 超過短路臨限值A(參考圖15)(或者短路臨限值A以上)時。因此，於普通狀態下，於3相短路狀態時，間隙 $G=100\%$ 。

表示將最大回充電流設定為第1固定值之情形之制動轉矩之曲線L21與曲線L23、L24匹配。尤其，曲線L21與間隙 $G=100\%$ 之情形之制動轉矩曲線L23大致一致。換言之，

設定第1固定值相當於產生與3相短路狀態時之制動轉矩同等之制動轉矩之回充電流。藉此，於解除3相短路狀態而切換成回充動作時，可避免制動轉矩之非連續變化，故而可實現良好之騎乘感。

亦可考慮3相短路狀態且間隙G非為100%之情形。例如，其與轉速n進行比較之短路臨限值A及解除臨限值A'(參考圖15)有所不同，且對3相短路之執行及其解除賦予遲滯之情形。然而，如根據曲線L23、L24之比較所明示般，知曉於轉速n相對較高之高速區域中，不論間隙G，制動轉矩均大致一致。亦即，於短路臨限值A及解除臨限值A'之速度域(2000 rpm~8000 rpm。參考圖14)中，不論間隙G，制動轉矩均大概一致。因此，即便於間隙G非為100%之情形時，於解除3相短路狀態而切換成回充動作時，制動轉矩亦不會較大變化。因此，可獲得良好之騎乘感。

圖23表示電動馬達5之轉速n與回充動作時之目標間隙 G^* 之關係。圖23中同時表示圖13所示之目標間隙圖之曲線群。於將最大回充電流設定為第1固定值時，目標間隙 G^* 例如依據曲線L31而設定。又，於將最大回充電流設定為第2固定值時，目標間隙 G^* 例如依據曲線L32而設定。惟並非已有準備與該等曲線L31、L32對應之參考圖。亦即，以最大回充電流為控制目標，藉由控制q軸電流指令值 Iq^* ，結果使得目標間隙 G^* 係依據曲線L31、L32。於此例中，目標間隙 G^* 於100%~0%之間以5%間隔階段性地變化。

圖24表示電動馬達5之轉速n與回充動作時在電池6內回

充之回充電流(電池電流)之關係。曲線L41表示將最大回充電流設定為第1固定值之情形之回充電流，與圖19之曲線L1對應。同樣地，曲線L42表示將最大回充電流設定為第2固定值之情形之回充電流，與圖19之曲線L2對應。曲線L41於轉速 n_{11} 以上(或者超過轉速 n_{11})之範圍內，與第1固定值(例如6 A)較好地匹配。同樣地，曲線L42於轉速 n_{12} 以上(或者超過轉速 n_{12})之範圍內，與第2固定值(例如17 A)較好地匹配。於未達轉速 n_{11} 、 n_{12} (或者轉速 n_{11} 、 n_{12} 以下)之範圍內，隨著轉速 n 之下降，回充電流減小。其原因在於：q軸電流指令值 I_q^* 係依據低速限制參考曲線L(參考圖11及圖19)而設定。

圖25表示不進行煞車操作而使加速開度AO為零之情形之測定資料例。曲線E1表示q軸電流指令值 I_q^* 之時間變化，曲線E2表示回充電流(電池電流)之時間變化，曲線E3表示驅動力之時間變化。進而，曲線E4表示電動馬達5之轉速 n 之時間變化，曲線E5表示間隙G之時間變化，曲線E6表示電動馬達5之產生轉矩之時間變化。曲線E3所示之驅動力根據轉速 n 之減速度(一階時間微分值)及電動二輪車1之質量而運算出之值，表示作用於電動二輪車1之力(驅動力或制動力)。曲線E6所示之產生轉矩表示根據電動馬達5之特性、q軸電流指令值 I_q^* 等所推測之值。

若於時刻 t_1 中使加速開度AO為零，則q軸電流指令值 I_q^* 成為負值，開始回充動作。與此相應地，電池電流轉變成負值(回充電流)，產生制動轉矩(負轉矩)，轉速 n 減少。電

池電流於直至時刻 t_2 為止之期間內保持為大致固定值(第1固定值。於此例中約6 A)。於自時刻 t_2 起之期間內，依據低速限制參考曲線L(參考圖11及圖19)設定有q軸電流指令值 I_q^* 。藉此，制動轉矩減少，又，電池電流減少(絕對值減少)。亦即，於減速至低速域為止後，制動轉矩減弱，與此相應地制動力(負驅動力)減弱。

圖26表示使加速開度AO為零且進行煞車操作之情形之測定資料例。但是，雖然煞車感測器302檢測出有煞車操作，但煞車裝置155、160實際上未作動，因此，表示機械性之制動力未發揮功能之狀態下之測定資料。圖26中，對表示各測定資料之曲線標註與圖25相同之參考符號。

若於時刻 t_{11} 中使加速開度AO為零，進而檢測出有煞車操作，則q軸電流指令值 I_q^* 成為負值，開始回充動作。與此相應地，電池電流轉變成負值(回充電流)，產生制動轉矩，轉速 n 減少。電池電流於直至時刻 t_{12} 為止之期間內保持為大致固定值(第2固定值。於此例中約17 A)。如根據與圖25之比較所明示般，電池電流(回充電流)變大，與此相應地，產生較大制動轉矩，制動力亦與此對應。於自時刻 t_{12} 起之期間內，依據低速限制參考曲線L(參考圖11及圖19)設定有q軸電流指令值 I_q^* 。藉此，制動轉矩減少，又，電池電流減少(絕對值減少)。亦即，於減速至低速域為止後，制動轉矩減弱，與此相應地制動力減弱。

圖27表示使加速開度AO為零且進行煞車操作之情形之測定資料例。此例表示煞車感測器302檢測出有煞車操

作，且，煞車裝置155、160實際作動，機械性之制動力發揮功能之狀態下之測定資料。圖27中，對表示各測定資料之曲線標註與圖25相同之參考符號。

若於時刻 t_{21} 中使加速開度AO為零，進而檢測出有煞車操作，則q軸電流指令值 I_q^* 成為負值，開始回充動作。與此相應地，電池電流轉變成負值(回充電流)，產生制動轉矩，轉速 n 減少。電池電流於直至時刻 t_{22} 為止之期間內保持為大致固定值(第2固定值。於此例中約17 A)。亦即，產生與圖26之情形大致相同之電池電流(回充電流)，電動馬達5係產生與此相應之較大制動轉矩。進而，施加利用煞車裝置155、160之機械性之制動力，藉此產生較圖26之情形更大之制動力，與此相應地，電動馬達5之轉速 n 迅速下降。於自時刻 t_{22} 起之期間內，依據低速限制參考曲線L(參考圖11及圖19)設定有q軸電流指令值 I_q^* 。藉此，制動轉矩減少，又，電池電流減少(絕對值減少)。亦即，於減速至低速域為止後，制動轉矩減弱，與此相應地制動力減弱。

如上所述，根據該實施形態，馬達控制器78係控制產生應傳遞至後輪4之驅動力之三相交流電動馬達5。亦即，馬達控制器78控制自電池6向電動馬達5之線圈5U、5V、5W之電流供給。電動馬達5構成為包含改變磁性體強度之磁性體可變機構(第2定子87、定子驅動裝置79)，於自電池6供給電流時產生應傳遞至後輪4之驅動力，且於後輪4藉由外力進行旋轉時產生回充電流。馬達控制器78監視與藉由

加速操作量感測器301(加速操作檢測機構)所檢測出之加速手柄12R(加速操作器)之操作量對應之加速開度AO。馬達控制器78包括執行將電動馬達5所產生之回充電流供給至電池6之回充動作之回充控制機構(CPU 280、電流指令值運算部311)。該回充控制機構於加速開度AO為零時，以及於煞車感測器302檢測出有煞車操作時，執行回充動作。又，馬達控制器78包括回充量設定部340，該回充量設定部340於加速開度AO為零時將最大回充電流設定為預先規定之第1固定值，且於檢測出有煞車操作時將上述最大回充電流設定為預先規定之第2固定值。藉此，根據放空操作及煞車操作而設定各個固定之最大回充電流，因此可確保充分之回充量。另一方面，電動馬達5之磁性體強度(間隙G)係隨著其轉速 n 及 q 軸電流指令值 I_q^* 之絕對值 $|I_q^*|$ 而變化。因此，磁性體強度隨著轉速 n 等而變化，藉此調整回充動作時電動馬達5所產生之制動轉矩。因此，於一面確保固定之回充電流一面降低電動馬達5之速度時，電動馬達5之磁性體強度隨著該減速而變化，因此緩和制動轉矩之變化。如此，確保充分之回充量，並且減少制動轉矩之變化，從而可提高騎乘感。可確保充分之回充量，藉此可延長一次電池充電之行駛距離。

又，於該實施形態中，規定上述第2固定值大於上述第1固定值。因此，進行煞車操作時電動馬達5所產生之制動轉矩大於放空操作時之制動轉矩。藉此，於煞車操作時，電動馬達5產生較大制動轉矩，因此可產生大小與騎士之

意圖對應之制動轉矩。又，藉由將回充電流設定為較大值，可高效率地將電動馬達5之運動能量用於電池6之充電。藉此，可提高能量效率，從而可延長一次電池充電之行駛距離。

進而，於該實施形態中，上述回充控制機構(CPU 280、電流指令值運算部311)於電動馬達5之轉速 n 為臨限值 n_1 或較之更低時，依據低速限制參考曲線L(參考圖11)，當轉速 n 越低時，使回充電流越小。亦即，於電動二輪車1之車速為預先規定之車速臨限值(相當於上述臨限值 n_1)或較之更小時，車速越低使回充電流越小。藉此，於車速臨限值以下之低速區域中，速度越低回充電流越少，與此相應地電動馬達5所產生之制動轉矩越小。藉此，可緩和低速行駛時之制動感，因此可實現更自然之騎乘感。

又，於該實施形態中，上述回充控制機構(CPU 280、電流指令值運算部311)於電動馬達5之轉速低於臨限值 n_2 (參考圖11)時，將回充電流控制為零。亦即，於自動二輪車1之車速為預先規定之低速臨限值(相當於上述臨限值 n_2)或較之更小時，將回充電流設為零。藉此，於極低速域中，電動馬達5不產生制動轉矩，故而可實現更自然之騎乘感。

進而，於該實施形態中，馬達控制器78進而包括根據電動馬達5之轉速 n 控制上述磁性體可變機構(第2定子87、定子驅動裝置79)之磁性體控制機構。於上述實施形態中，磁性體控制機構包括CPU 280，尤其包括目標間隙運算部

322、間隙差分運算部323、間隙PI控制部324、真實間隙運算部326等。上述回充控制機構(CPU 280、電流指令值運算部311)包括設定應流入上述電動馬達5之電流指令值之電流指令值運算部311(電流指令值設定機構)，根據上述電流指令值控制對電動馬達5之電流供給。電流指令值運算部311根據電動馬達5之磁性體強度(間隙G)及藉由回充量設定部340所設定之最大回充電流，設定電流指令值。

根據該構成，根據電動馬達5之轉速 n 控制電動馬達5之磁性體強度。藉此，於低速旋轉區域中增強磁性體而增加低速轉矩，或者於高速旋轉區域中減弱磁性體而可實現高速旋轉。於回充動作時，根據電動馬達5之磁性體強度及應達成之回充電流，設定電流指令值。藉此，磁性體強度隨著電動馬達5之轉速 n 之變化而逐步變化，以根據該變化而將回充電流保持為固定之方式設定電流指令值。電動馬達5所產生之轉矩與電流指令值(尤其 q 軸電流指令值 I_q^*)大致成比例，故而作為結果，可獲得緩慢變化之制動轉矩。藉此，可提高騎乘感。

馬達控制器78構成為根據藉由電流檢測電路354所檢測出之檢測電流與電流指令值之偏差而對電動馬達5進行反饋控制。藉此，以檢測電流追隨電流指令值之方式控制對電動馬達5之電流供給，因此於回充動作時，可確保充分之回充量。

以上，雖然對本發明之一實施形態進行了詳細說明，但本發明亦可進而以其他形態實施。

例如，於上述實施形態中，雖然表示以U相、V相及W相之順序斷開下臂開關元件而解除3相短路狀態之例，但斷開下臂開關元件之順序可於U相電路351、V相電路352及W相電路353之間任意變更。進而，亦不必預先規定解除短路狀態之相之順序。亦即，於產生3相短路執行要求(步驟S6)後，將相電流引入電動馬達5之時序第一個來到之相亦可設為第一個進行短路狀態解除之第1解除相。繼而，於剩餘之2個相中，將相電流引入電動馬達5之時序第2個來到之相亦可設為第2個進行短路狀態解除之第2解除相。剩餘之1個相成為最後進行短路狀態解除之第3解除相。

又，於上述實施形態中，對於第1個及第2個解除短路狀態之相，以相電流引入電動馬達5之方向為解除執行條件(步驟S28、S31)。然而，即便為相電流自電動馬達5流出之方向，只要其大小足夠小，便不會將較大突波電流供給至電池6。因此，亦可將自電動馬達5流出之相電流未達特定值(或者以下)之情況設為各相之短路解除執行條件。進而，亦存在根據電池6之性能而容許較大突波電流之情形。於此類情形時，亦可同時進行3相之短路解除。

進而，亦可於連接電池6與馬達驅動電路350之電路途中設置開關來代替進行3相短路及其解除。於該情形時，例如馬達控制器78亦可為如下構成，即當上述短路條件成立時，斷開該開關，當上述解除條件成立時，導通該開關。

進而，於上述實施形態中，例示有軸向間隙型之電動馬達5。然而，本發明亦可應用於包含沿著與馬達軸正交之

直徑方向上形成有定子/轉子間之間隙之徑向間隙型之電動馬達的電動二輪車。

又，於上述實施形態中，使用轉速運算部312所運算出之電動馬達5之轉速 n 作為車速之代替指標，但亦可另行設置檢測車速之車速感測器或檢測車輪速度之車輪速度感測器。

進而，於上述實施形態中，雖然例示有速可達型之電動二輪車1，但本發明同樣亦可應用於其他形態之電動二輪車。例如，亦可將本發明應用於所謂機車、輕型機踏車、越野車等類型之二輪車。

此外，可於申請專利範圍所揭示之事項範圍內實施各種設計變更。

【圖式簡單說明】

圖1係本發明之一實施形態之電動二輪車之左側視圖。

圖2係上述電動二輪車之後部之右側視圖。

圖3係上述電動二輪車中所包含之擺動單元之分解立體圖，表示自右斜後方觀察擺動單元之狀態。

圖4係上述擺動單元及後輪之一部分剖面圖，表示自上方觀察擺動單元及後輪之狀態。

圖5係表示分解擺動單元之一部分後之狀態之右側視圖，表示卸除電動馬達之轉子及第1定子後之狀態。

圖6係電動馬達之右側視圖，表示卸除轉子後之狀態。

圖7係第2定子之剖面圖，表示沿著圓周方向切斷第2定子所得之剖面。

圖 8A 及圖 8B 係用以說明使第 2 定子位移(沿著馬達軸周圍旋轉)時所伴隨之電動馬達之輸出特性之變化的主要部分之圖解圖。

圖 9 係表示與電動馬達及定子驅動裝置之控制相關聯之電性構成之方塊圖。

圖 10 係用以說明馬達控制器中所包含之 CPU 之功能之方塊圖。

圖 11 係 q 軸上限電流值之參考圖之一例。

圖 12 係 d 軸上限電流值及 d 軸下限電流值之參考圖之一例。

圖 13 表示目標間隙運算部所參考之目標間隙圖之一例。

圖 14 表示藉由短路/解除處理部所參考之短路臨限值圖之一例。

圖 15 係用以說明藉由短路/解除處理部之短路執行判斷處理之流程圖。

圖 16 係用以說明 3 相短路處理及其解除處理之流程圖。

圖 17A~17D 係用以說明解除各相之短路狀態之時序之原理圖。

圖 18 係表示回充量設定部之處理之流程圖。

圖 19 表示電動馬達之轉速與回充動作時之 q 軸電流指令值(回充電流指令值)之關係。

圖 20 係用以說明藉由控制回充時之間隙所得之效果之圖。

圖 21 表示電動馬達之轉速與回充動作時之 d 軸電流指令

值(用以磁性體減弱控制之電流指令值)之關係。

圖 22 表示電動馬達之轉速與回充動作時電動馬達所產生之制動轉矩之關係。

圖 23 表示電動馬達之轉速與回充動作時之目標間隙之關係。

圖 24 表示電動馬達之轉速與回充動作時回充於電池內之回充電流(電池電流)之關係。

圖 25 表示不進行煞車操作而使加速開度為零之情形之測定資料例。

圖 26 表示使加速開度為零且進行煞車操作之情形(煞車裝置之機械性制動力未發揮功能之情形)之測定資料例。

圖 27 表示使加速開度為零且進行煞車操作之情形(煞車裝置之機械性制動力發揮功能之情形)之測定資料例。

【主要元件符號說明】

1	電動二輪車
2	車架
3	前輪
4	後輪
5	電動馬達
5U	U相線圈
5V	V相線圈
5W	W相線圈
6	電池
7	車體蓋

8	頭管
9	轉向軸
10	前叉
11	車把
12	手柄
12R	加速手柄
13	儀錶
14	載物架
15	頭燈
16	煞車柄
17	主開關
19	車架下舌
20	車架本體
21	第1車架部
22	第2車架部
23	第3車架部
24	第4車架部
25	前蓋
26	下蓋
27	後蓋
28	腳踏部
29	座椅
45	載物架
47	擺動單元

51	樞軸
67	馬達外殼
67a	馬達外殼之前端部
68	結合臂
68L	結合臂
68R	結合臂
69	減震器
71	馬達外殼本體
72	連結構件
73	蓋
74	螺絲構件
75	側壁
76	圓周壁
77	螺絲構件
78	馬達控制器
78a	殼體
79	定子驅動裝置
81	轉子
82	定子
83	轉子鐵芯
84	轉子磁鐵
85	馬達軸
86	第1定子
87	第2定子

87a	齒部
88	第1齒
89	線圈
90	第1合成樹脂構件
90b	凸緣部
91U	U相供電線
91V	V相供電線
91W	W相供電線
92	螺絲構件
93	磁軛
94	第2齒
95	第2合成樹脂構件
98	驅動馬達用之供電線
102	軸承
103	軸承
104	軸承
105	軸承
107	軸承
108	軸承
110	驅動單元
111	驅動馬達
113	齒輪機構
114	輸出齒輪
120	蝸桿軸

121	蝸輪
128	著磁部
129	電路基板
129a	磁性體位置感測器
130	感測器基板
130a	磁極位置感測器
131	減速機構
132	齒輪殼體
139	螺絲構件
140	輸入齒輪
141	中間軸
142	中間齒輪
142a	第1中間齒輪
142b	第2中間齒輪
143	車軸
144	輸出齒輪
145	插通孔
148	輪構件
149	輪胎
150	輪轂
151	制動盤
152	筒狀部
153	輪緣
155	煞車裝置

156	操作軸
157	操縱桿
158	操縱索
160	煞車裝置
190	通信線
200	電池控制器
201	充電檢測部
202	充電狀態檢測部
203	電池電壓檢測部
204	回充指令產生部
280	CPU
281	開關驅動電路
282	定子驅動電路
301	加速操作量感測器
302	煞車感測器
310	控制電路
311	電流指令值運算部
312	轉速運算部
313	q軸電流偏差運算部
314	d軸電流偏差運算部
315	q軸PI運算部
316	d軸PI運算部
317	3相/2相座標轉換部
318	電氣角度運算部

319	電壓指令值運算部
320	2相/3相座標轉換部
321	驅動信號生成部
322	目標間隙運算部
323	間隙差分運算部
324	間隙PI運算部
325	驅動信號生成部
326	真實間隙運算部
330	短路/解除處理部
340	回充量設定部
350	馬達驅動電路
351	U相電路
352	V相電路
353	W相電路
354	電流檢測電路
401	參考符號
402	參考符號
A	解除臨限值
A'	短路臨限值
AO	加速開度
A1	路面
B	解除臨限值電壓
B'	短路臨限值電壓
D1~D6、DH、DL	二極體

G^*	間隙目標值
G	間隙
I_d	d軸真實電流值
$I_{d_{max}}$	d軸上限電流值
$I_{d_{min}}$	d軸下限電流值
I_d^*	d軸電流之指令值
I_q	q軸真實電流值
I_q^*	q軸電流之指令值
I_m	相電流
I_U	U相真實電流
I_V	V相真實電流
I_W	W相真實電流
L	低速限制參考曲線
L_i	虛擬回充參考曲線
L_r	回充參考曲線
$L1、L2、L11、L12、L21、$ $L22、L23、L24、L41、$ $L42、E1、E2、E3、E4、$ $E5、E6$	曲線
$M1、M2$	磁通量
n	電動馬達之轉速
n_i	3相短路開始時之轉速
$n1$	轉速臨限值
$n2$	低速臨限值

n11、n12	轉速
SP1	馬達收納空間
SP2	齒輪收納空間
SwH	上臂開關元件
SwL	下臂開關元件
Sw1、Sw3、Sw5	上臂開關元件
Sw2、Sw4、Sw6	下臂開關元件
t1、t2、t11、t12、t21、t22	時刻
VB	電池電壓
Vd	d軸電壓指令值
Vd*	d軸電壓指令值
Vq	q軸電壓指令值
Vq*	q軸電壓指令值
V _U 、V _V 、V _W	電壓指令值
V _U [*] 、V _V [*] 、V _W [*]	電壓指令值
X1	前後方向
Y1	左右方向
Iq [*]	q軸電流指令值之絕對值
θ	電氣角度

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：100116221

※申請日：100.5.09

※IPC 分類：B62M 6/80 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電動二輪車

二、中文發明摘要：

本發明之電動二輪車包括：電池；三相交流電動馬達；馬達控制器，其控制自電池向電動馬達之電流供給；加速操作器，其由騎士操作；加速操作檢測機構，其檢測加速操作器之操作量；煞車操作器，其由騎士操作；以及煞車操作檢測機構，其檢測煞車操作器之操作之有無。電動馬達包含使磁性體強度改變之磁性體可變機構，且構成為於自電池供給電流時產生應傳遞至驅動輪之驅動力，且於驅動輪藉由外力而旋轉時產生回充電流。馬達控制器包括：回充控制機構，其於藉由加速操作檢測機構檢測出預先規定之加速操作時，以及於藉由煞車操作檢測機構檢測出煞車操作器之操作時，執行將電動馬達所產生之回充電流供給至電池之回充動作；以及回充量設定機構，其於藉由加速操作檢測機構檢測出預先規定之加速操作時，將回充電流之最大值即最大回充電流設定為預先規定之第1固定值，且於藉由煞車操作檢測機構檢測出煞車操作器之操作時，將最大回充電流設定為預先規定之第2固定值。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種電動二輪車，其係包含驅動輪者，且包括：

電池；

三相交流電動馬達，其包含使磁性體強度改變之磁性體可變機構，於自上述電池供給電流時產生應傳遞至上述驅動輪之驅動力，且於上述驅動輪藉由外力而旋轉時產生回充電流；

馬達控制器，其控制自上述電池向上述電動馬達之電流供給；

加速操作器，其由騎士操作；

加速操作檢測機構，其檢測上述加速操作器之操作量；

煞車操作器，其由騎士操作；以及

煞車操作檢測機構，其檢測上述煞車操作器之操作之有無；且

上述馬達控制器包括：

回充控制機構，其於藉由上述加速操作檢測機構檢測出預先規定之加速操作時，以及於藉由上述煞車操作檢測機構檢測出上述煞車操作器之操作時，執行將上述電動馬達所產生之回充電流供給至上述電池之回充動作；以及

回充量設定機構，其於藉由上述加速操作檢測機構檢測出預先規定之加速操作時，將上述回充電流之最大值即最大回充電流設定為預先規定之第1固定值，且於藉

由上述煞車操作檢測機構檢測出上述煞車操作器之操作時，將上述最大回充電流設定為預先規定之第2固定值。

2. 如請求項1之電動二輪車，其中上述第1固定值小於上述第2固定值。

3. 如請求項1之電動二輪車，其中進而包括車速檢測機構，其檢測上述電動二輪車之行駛速度；且

上述回充控制機構於上述車速檢測機構檢測出預先規定之車速臨限值或較其更低之車速時，隨著車速越低使回充電流越小。

4. 如請求項2之電動二輪車，其中進而包括車速檢測機構，其檢測上述電動二輪車之行駛速度；且

上述回充控制機構於上述車速檢測機構檢測出預先規定之車速臨限值或較其更低之車速時，隨著車速越低使回充電流越小。

5. 如請求項3之電動二輪車，其中上述回充控制機構於上述車速檢測機構檢測出預先規定之低速臨限值或較其更低之車速時，將上述回充電流設為零。

6. 如請求項4之電動二輪車，其中上述回充控制機構於上述車速檢測機構檢測出預先規定之低速臨限值或較其更低之車速時，將上述回充電流設為零。

7. 如請求項1至6中任一項之電動二輪車，其中進而包括轉速檢測機構，其檢測上述電動馬達之轉速；

上述馬達控制器進而包括：

磁性體控制機構，其根據藉由上述轉速檢測機構所檢測出之轉速而控制上述磁性體可變機構；且

上述回充控制機構包括根據上述電動馬達之磁性體強度及藉由上述回充量設定機構所設定之上述最大回充電流而設定應流入上述電動馬達之電流指令值的電流指令值設定機構，根據上述電流指令值控制對上述電動馬達之電流供給。

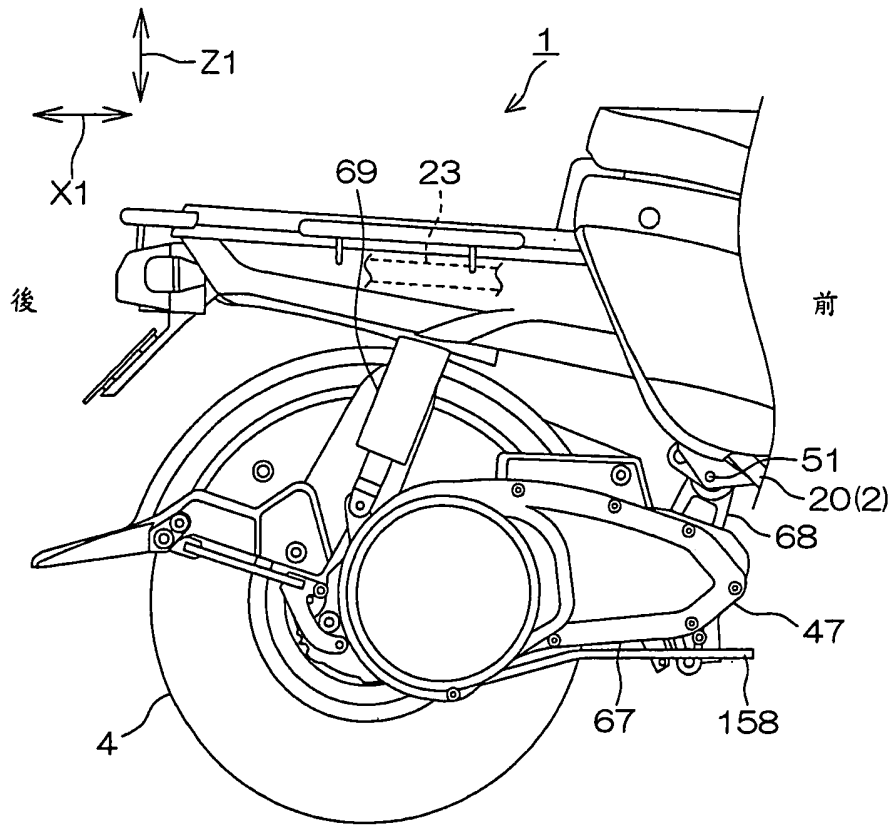


圖2

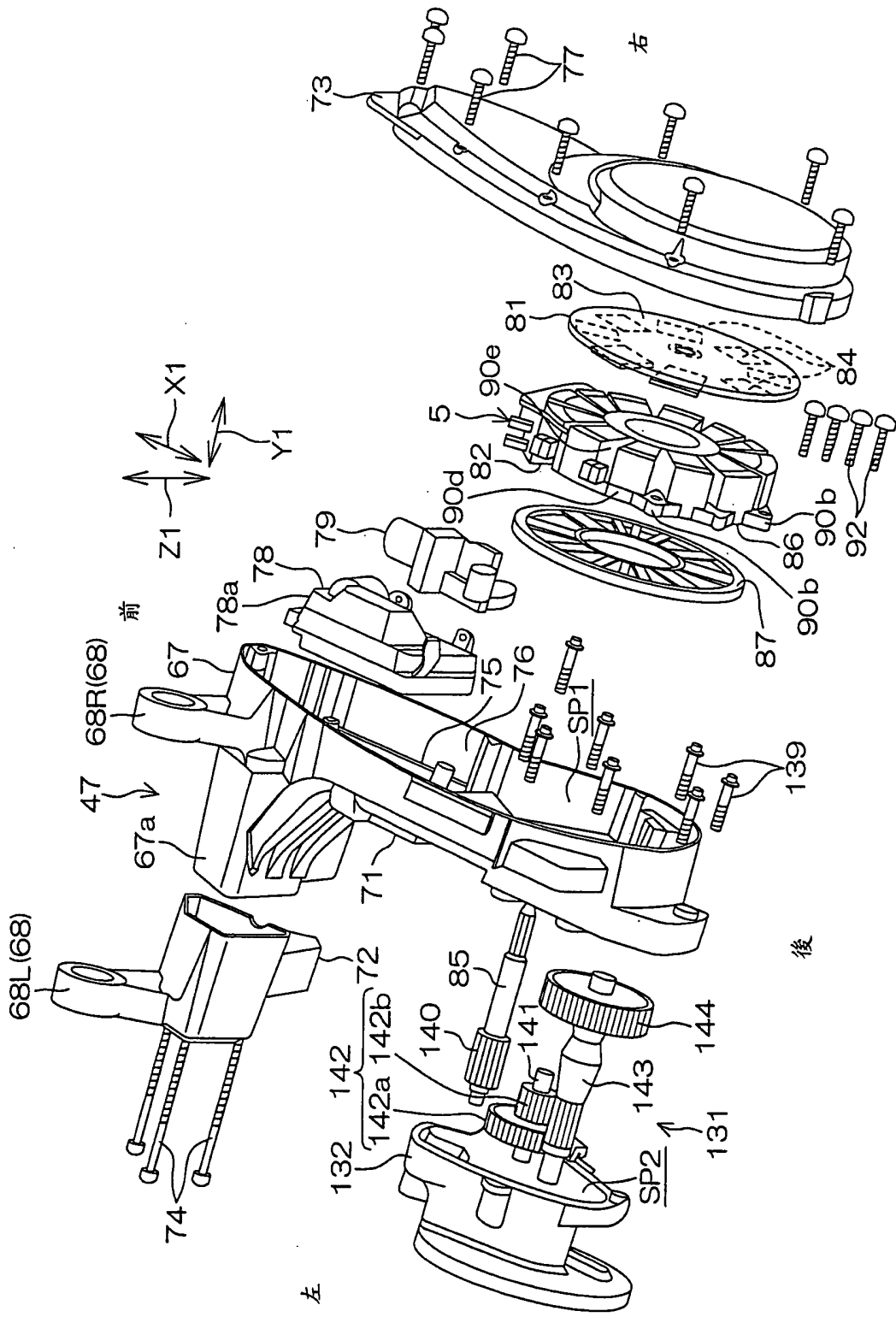


圖3

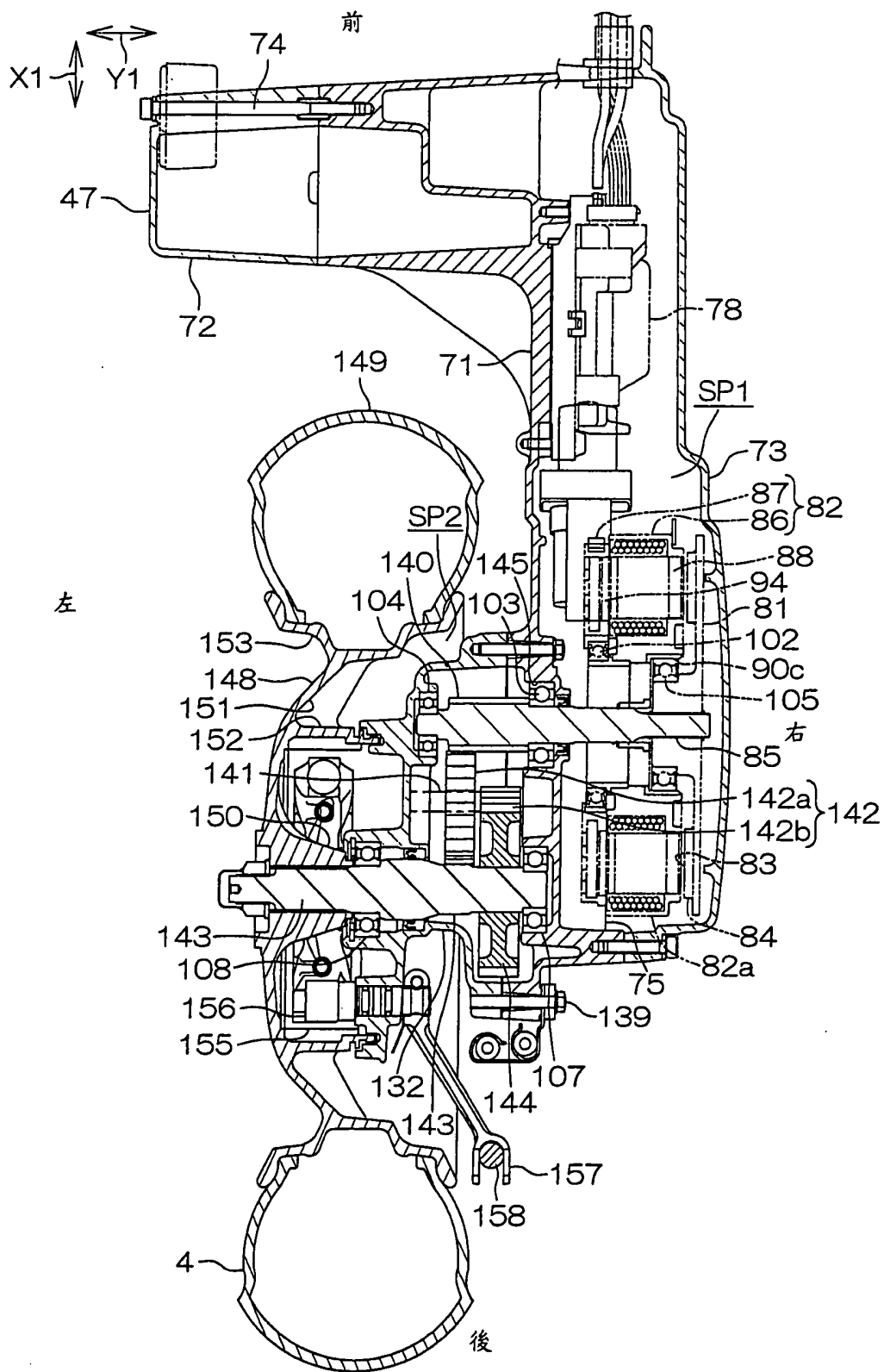


圖4

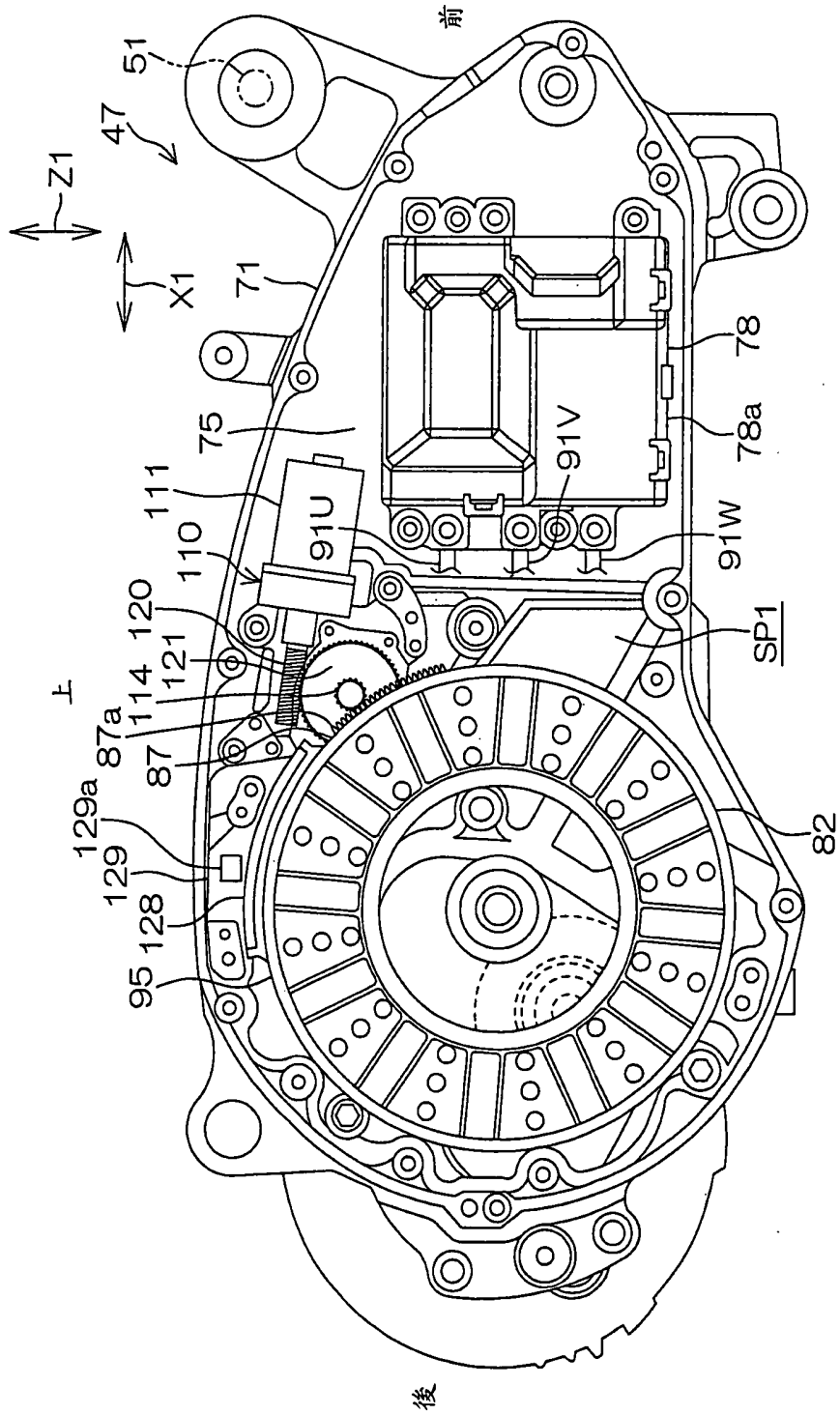


圖5

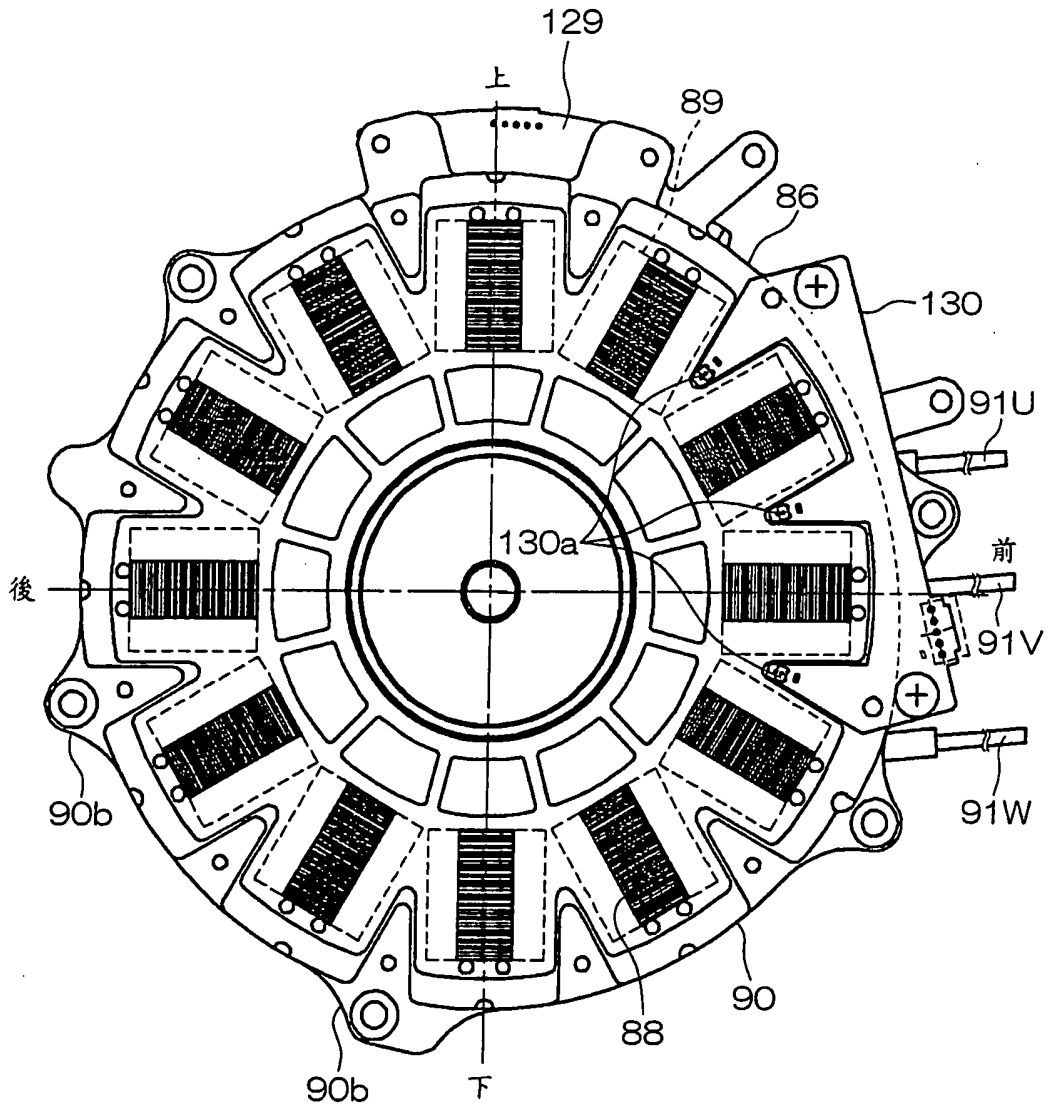


圖6

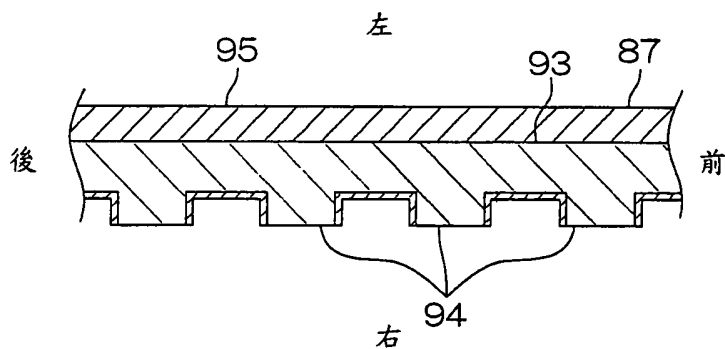


圖7

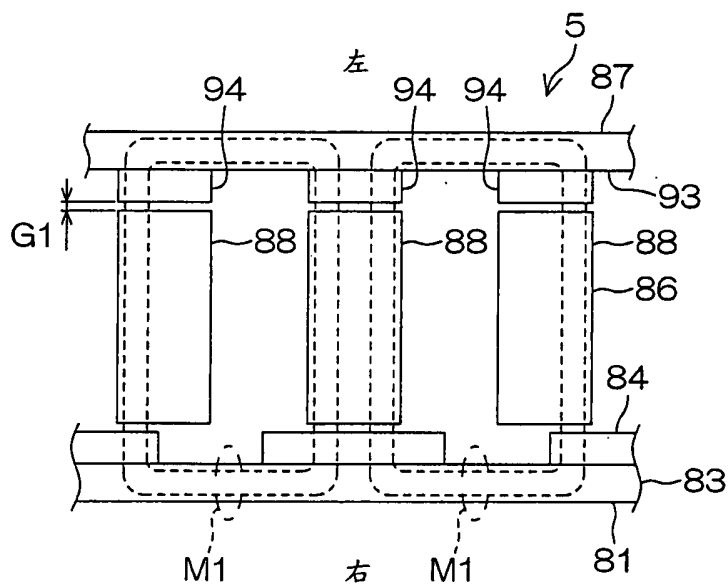


圖8A

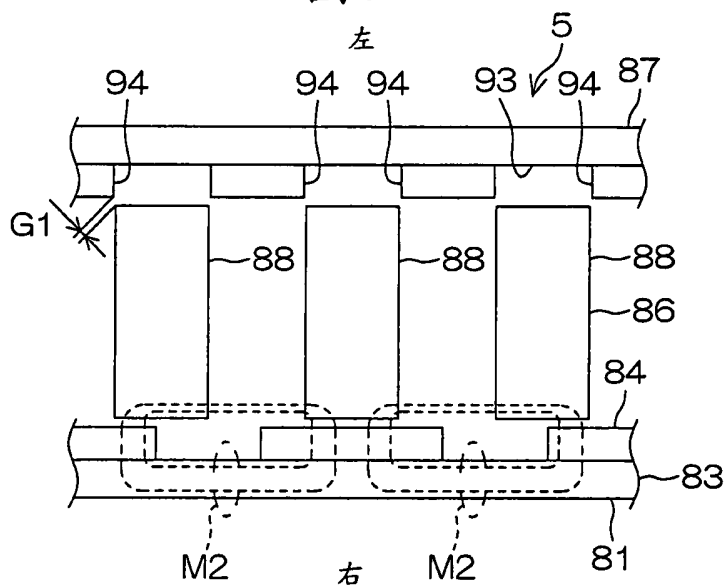


圖8B

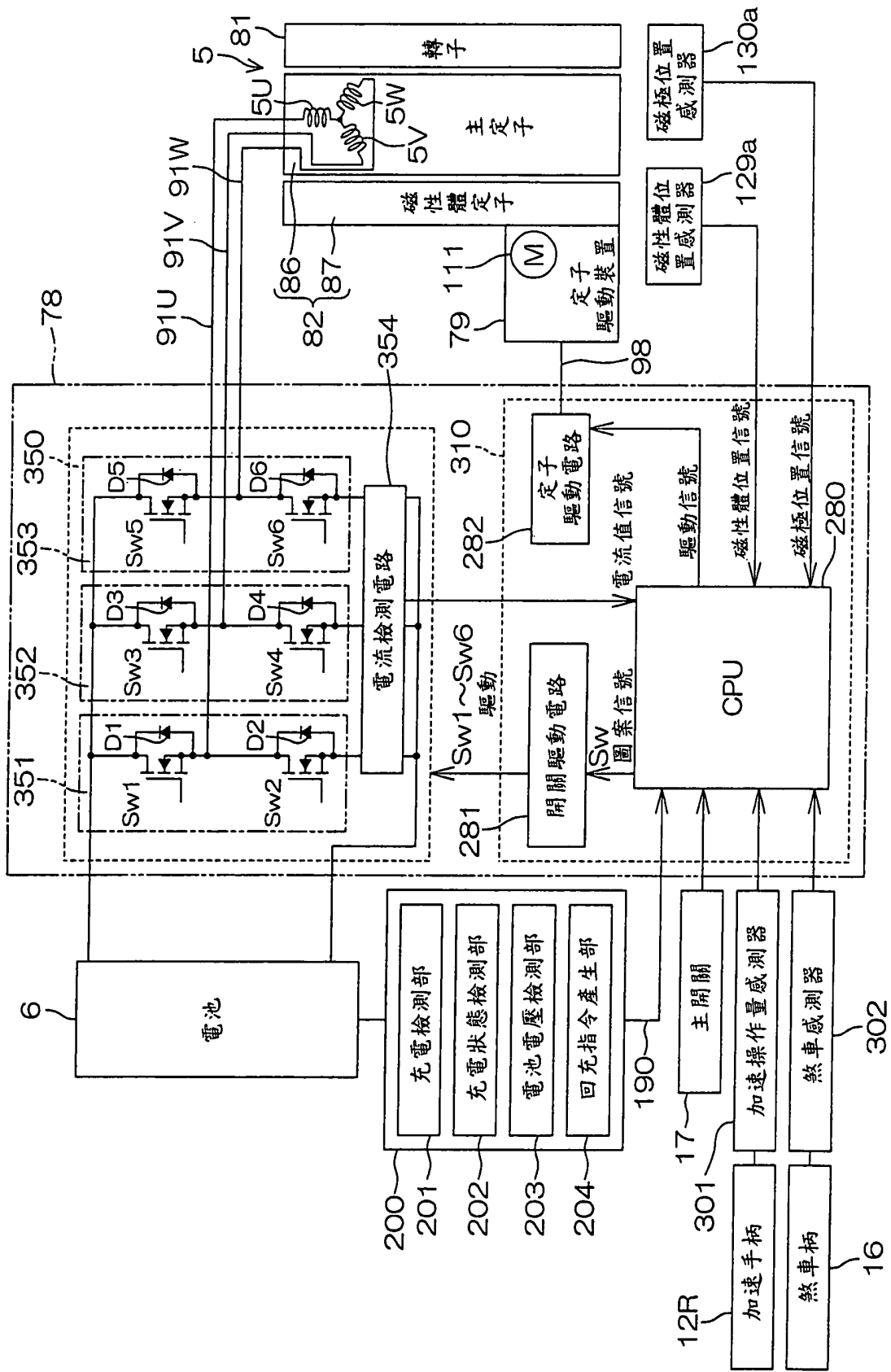


圖9

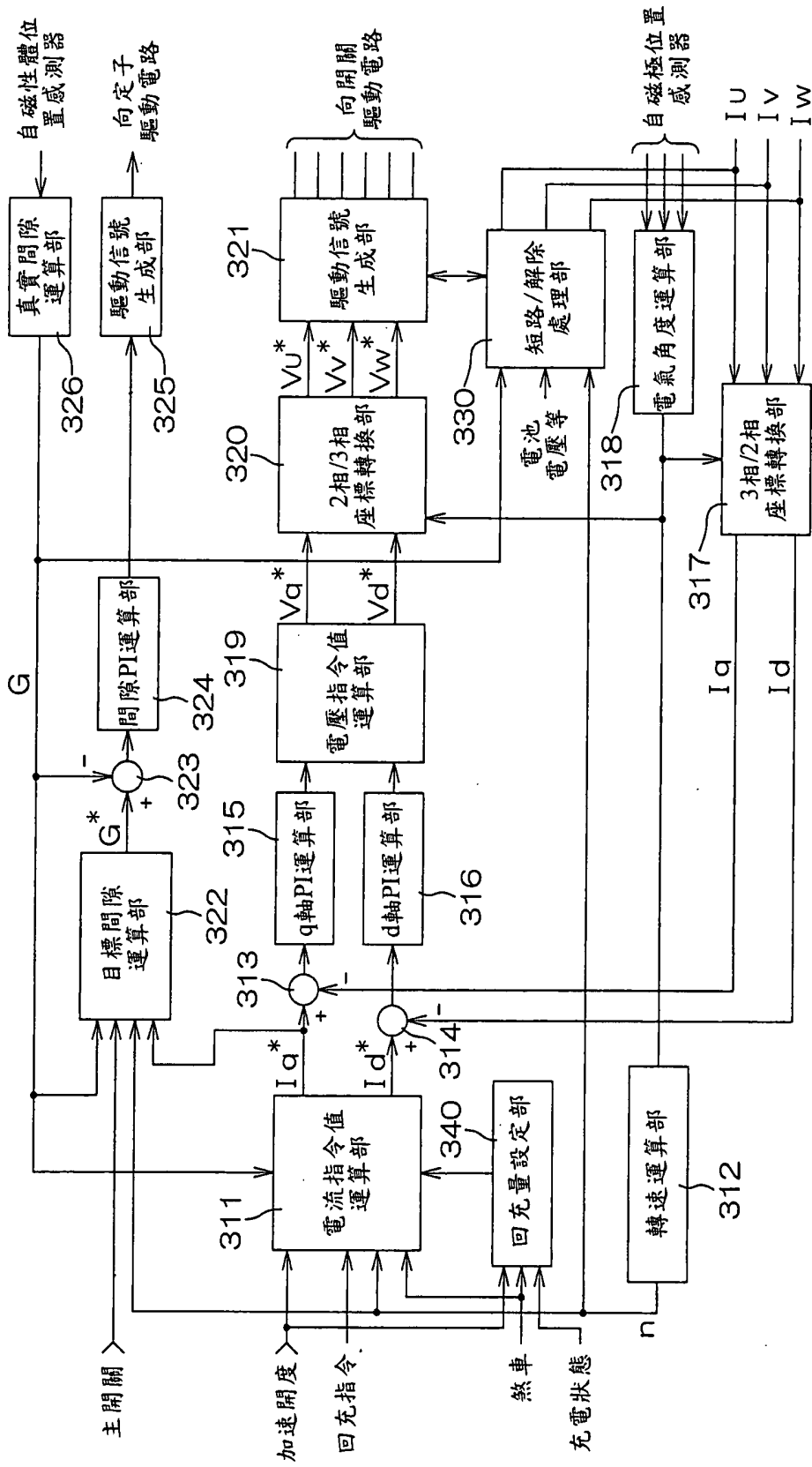


圖10

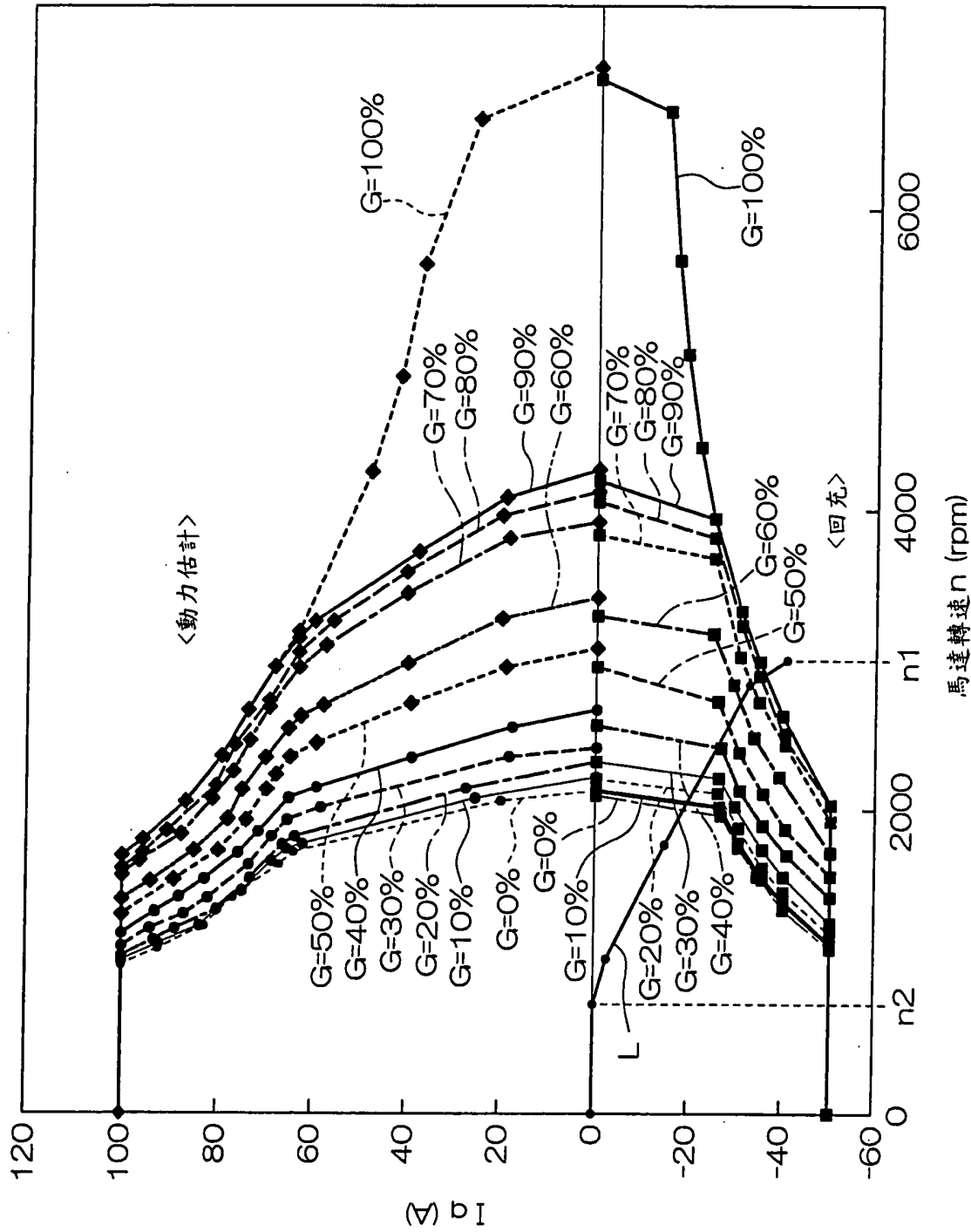
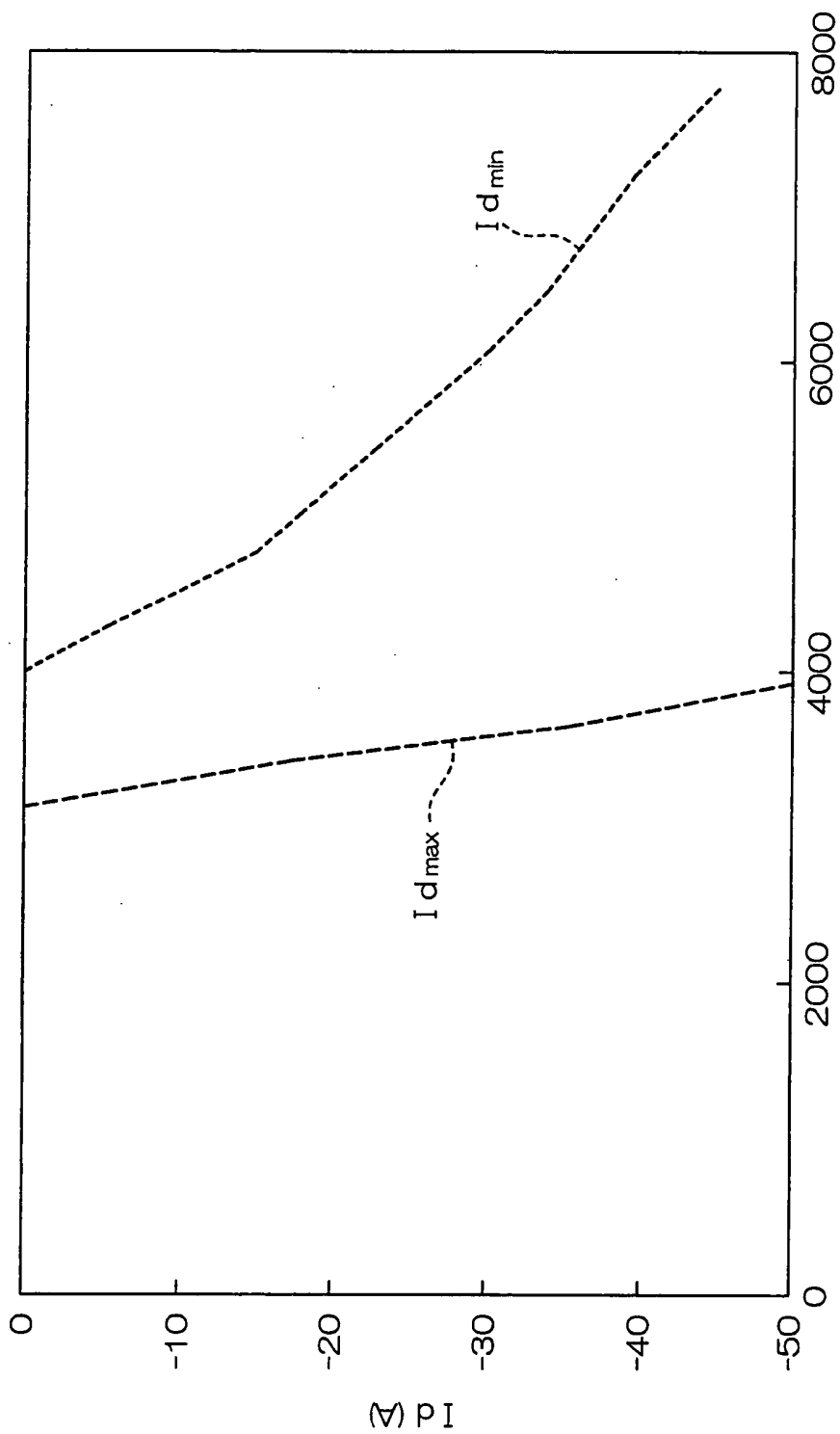
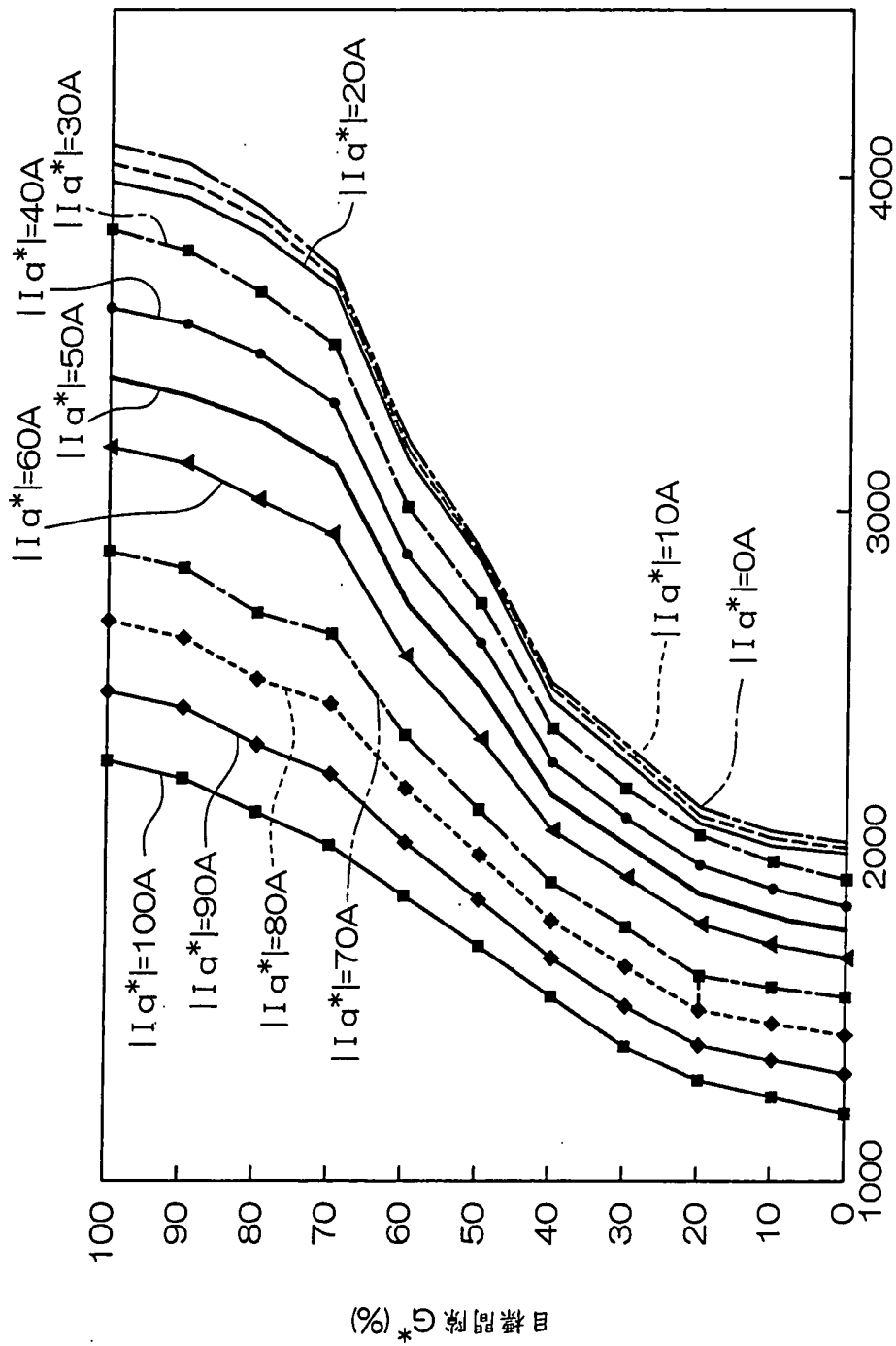


圖 11



馬達轉速 n (rpm)

圖12



馬達轉速 n (rpm)

圖13

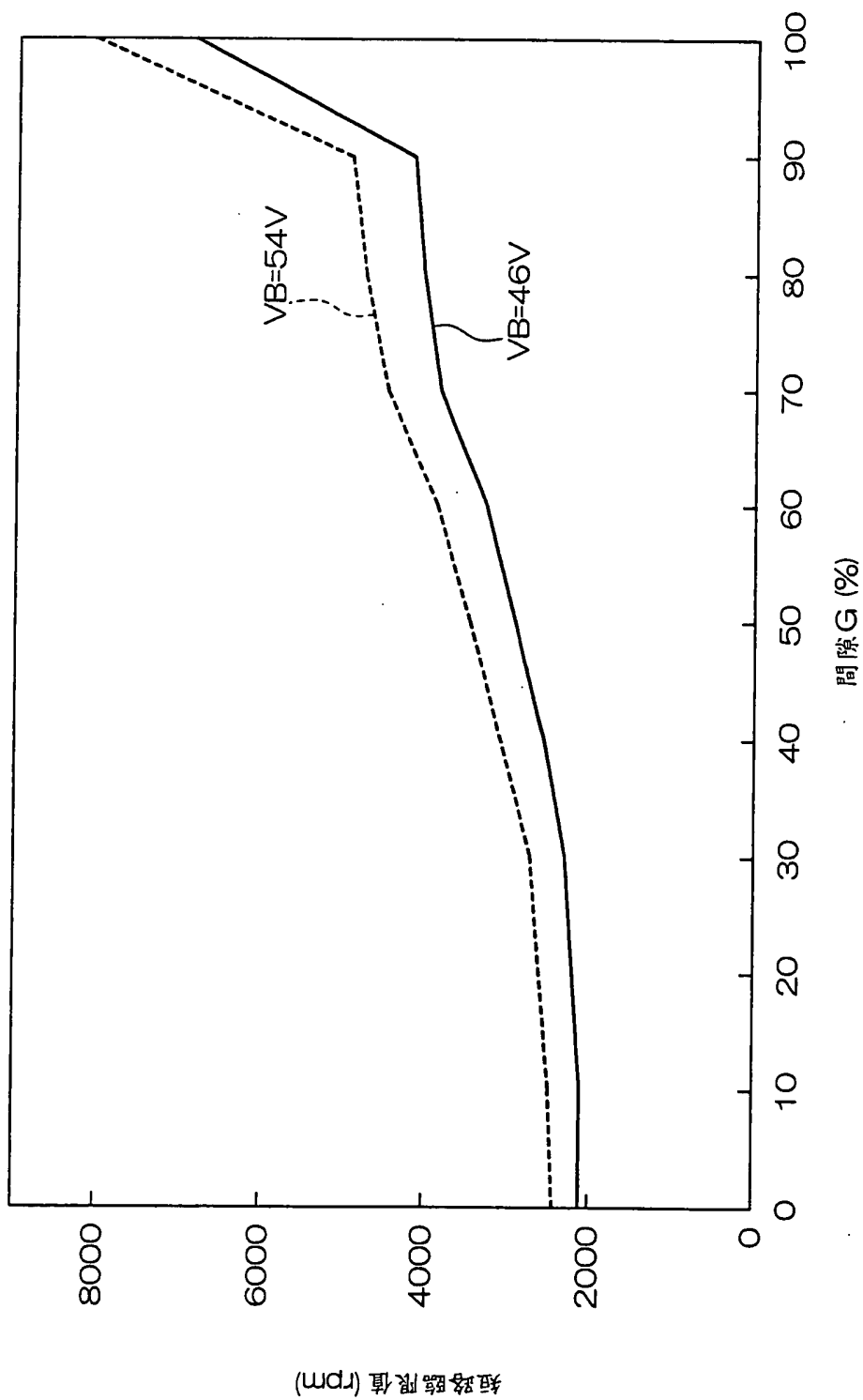


圖14

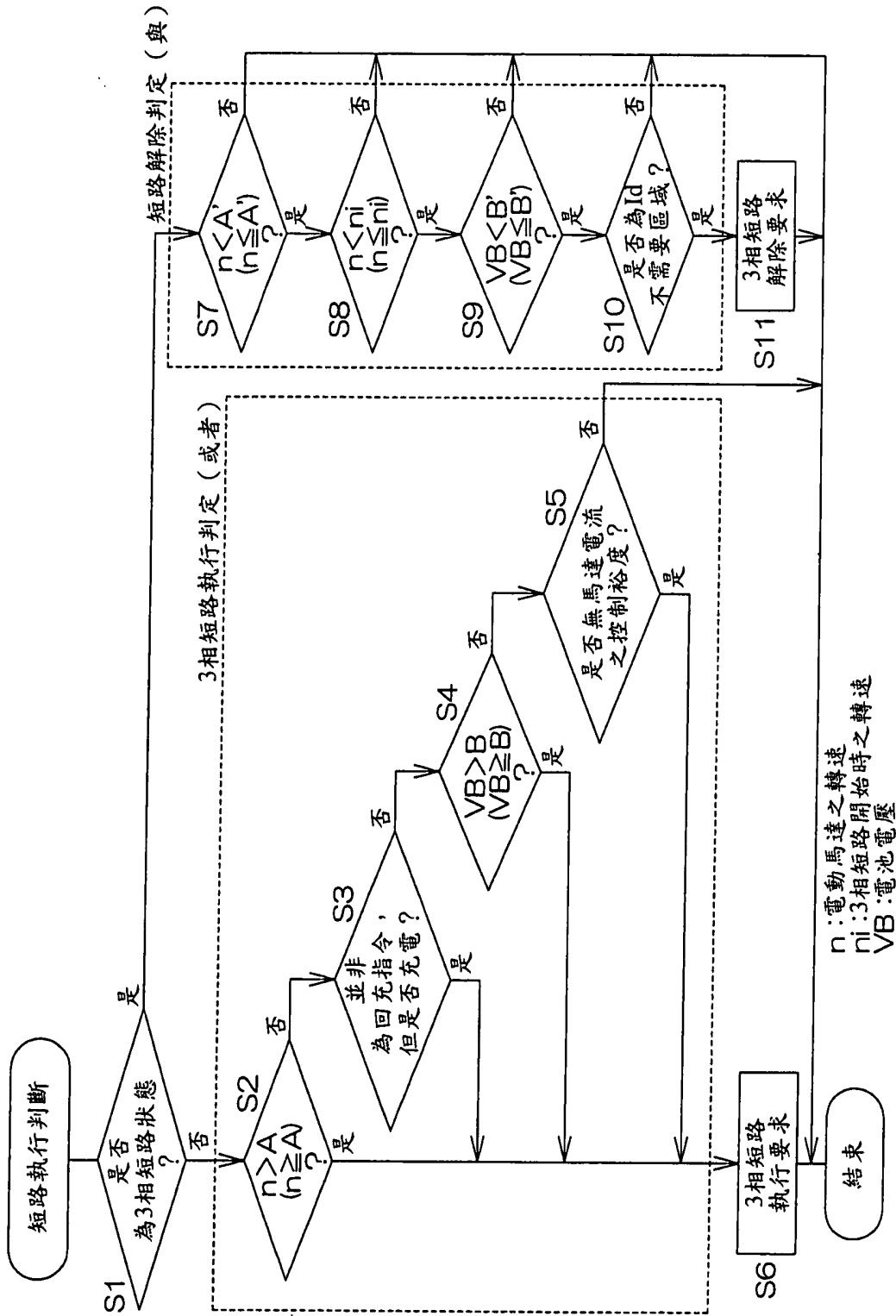


圖15

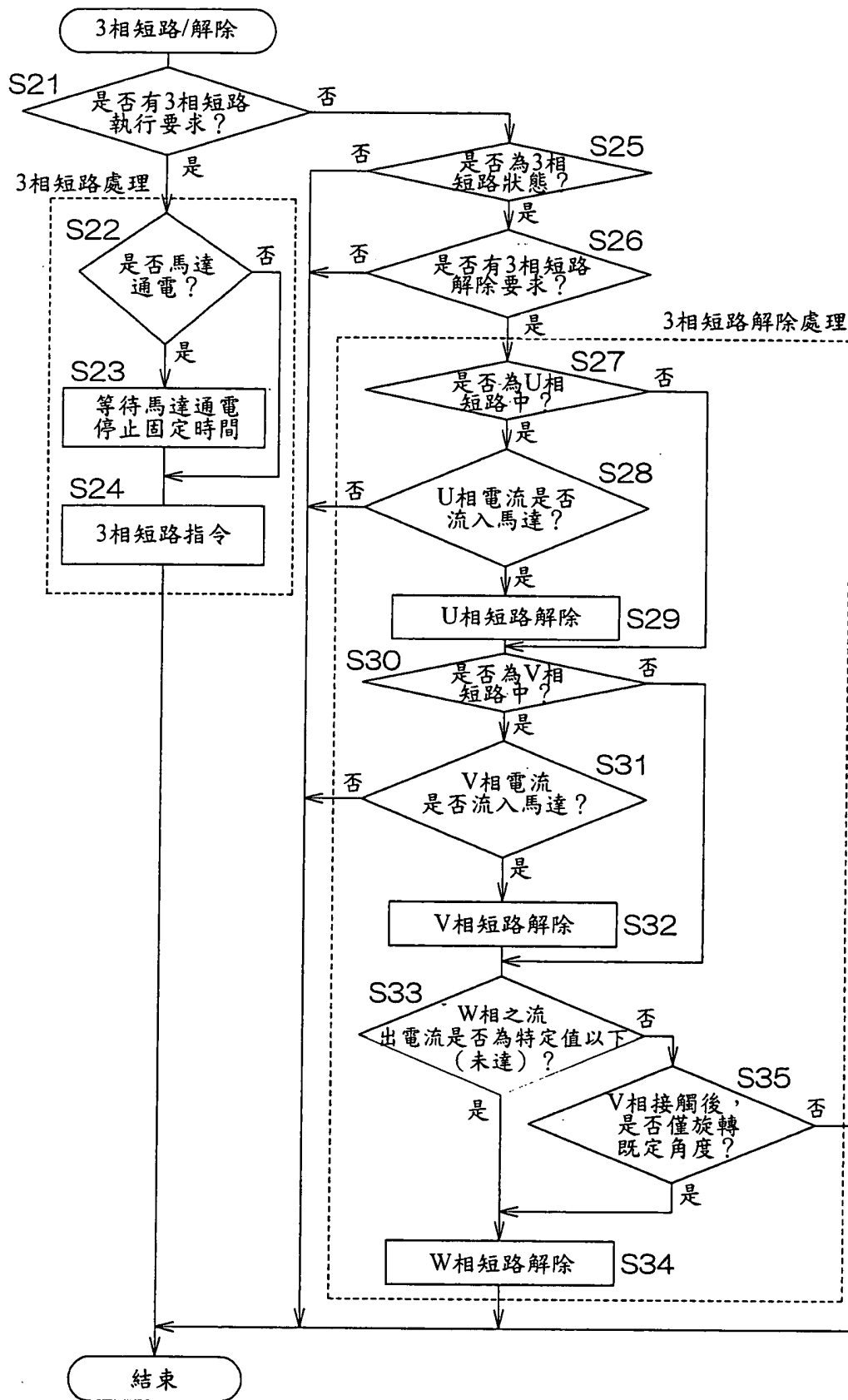


圖16

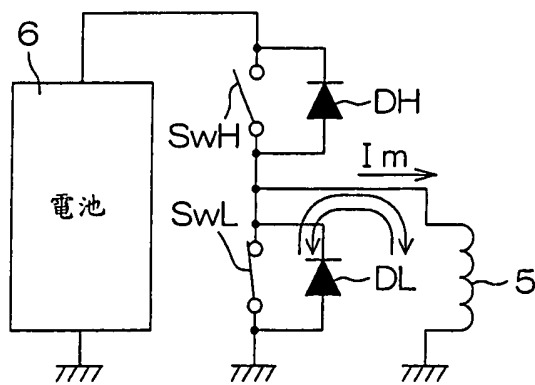


圖 17A

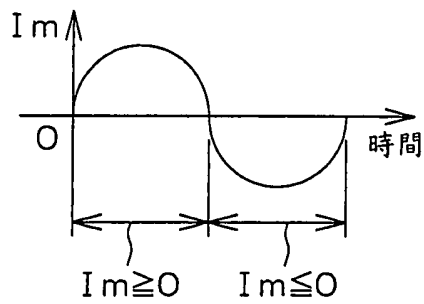


圖 17B

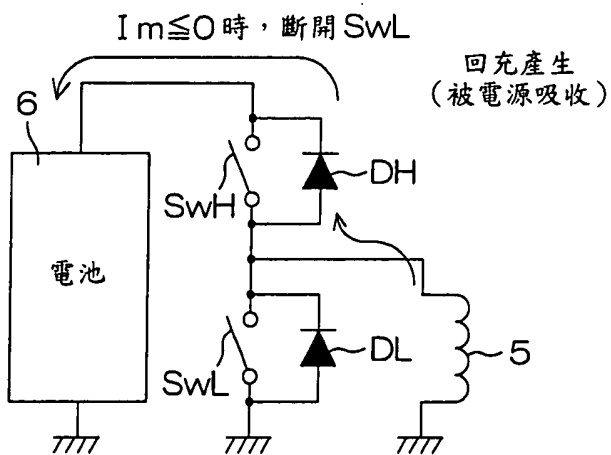


圖 17C

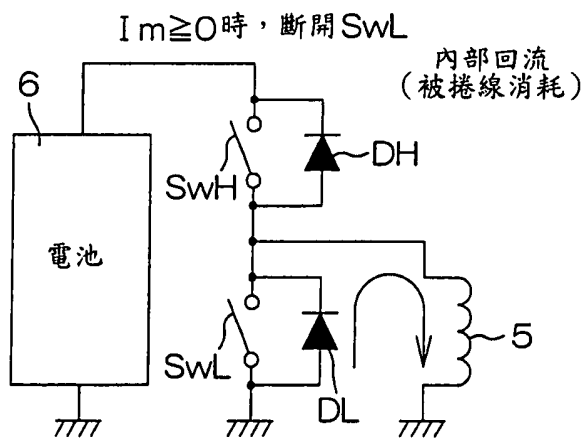


圖 17D

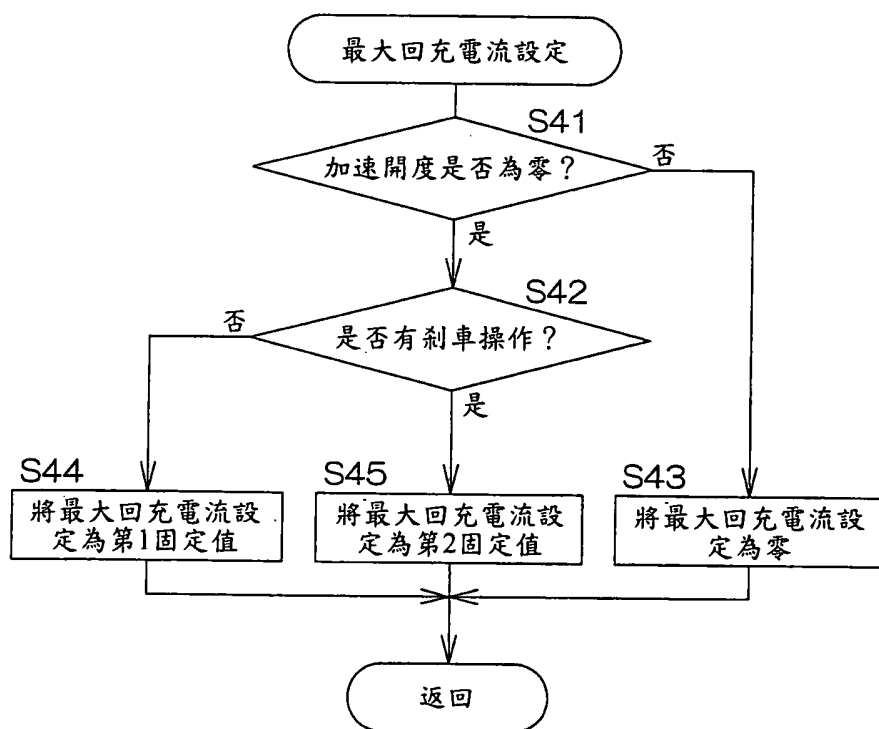


圖18

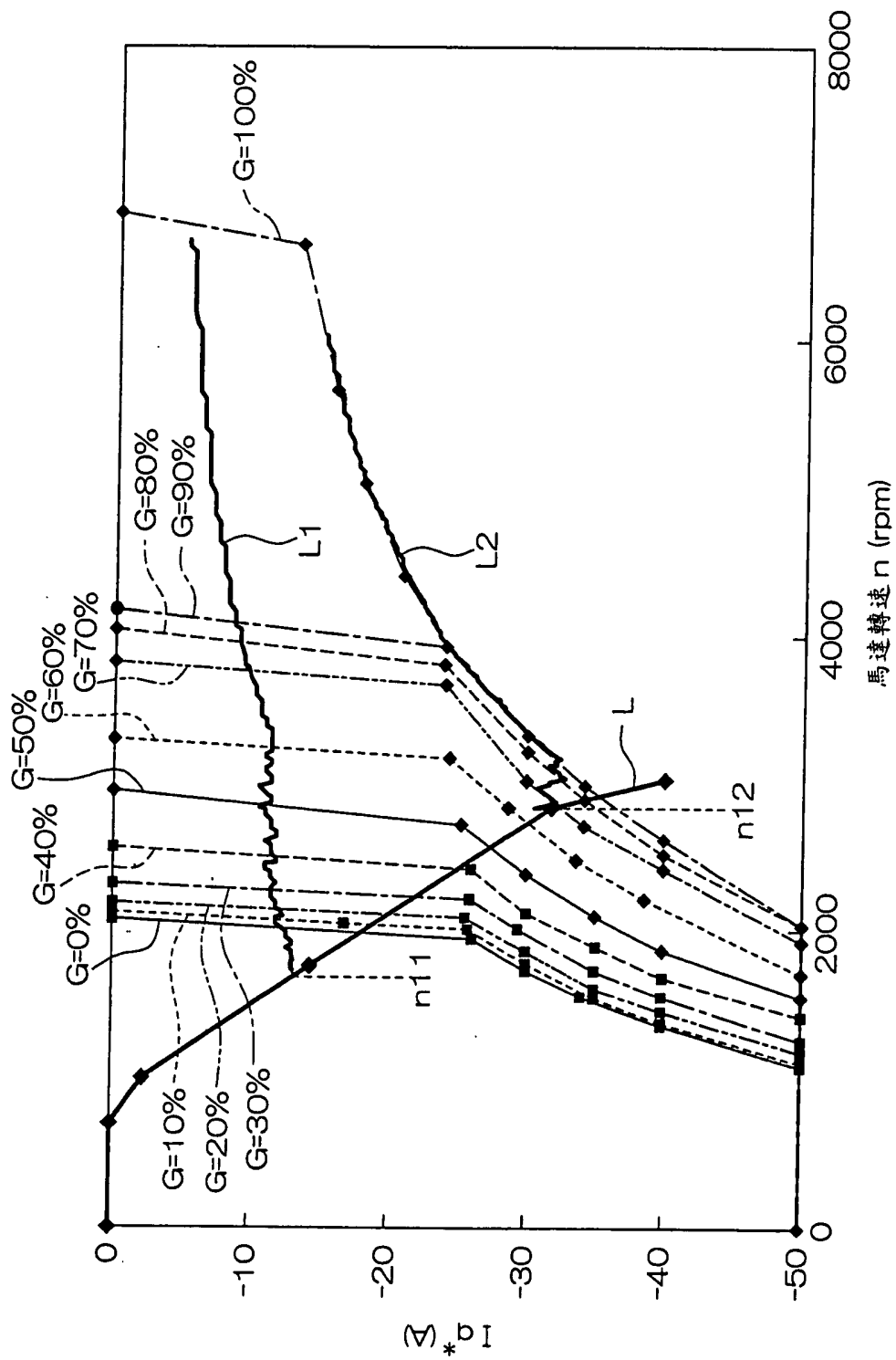


圖19

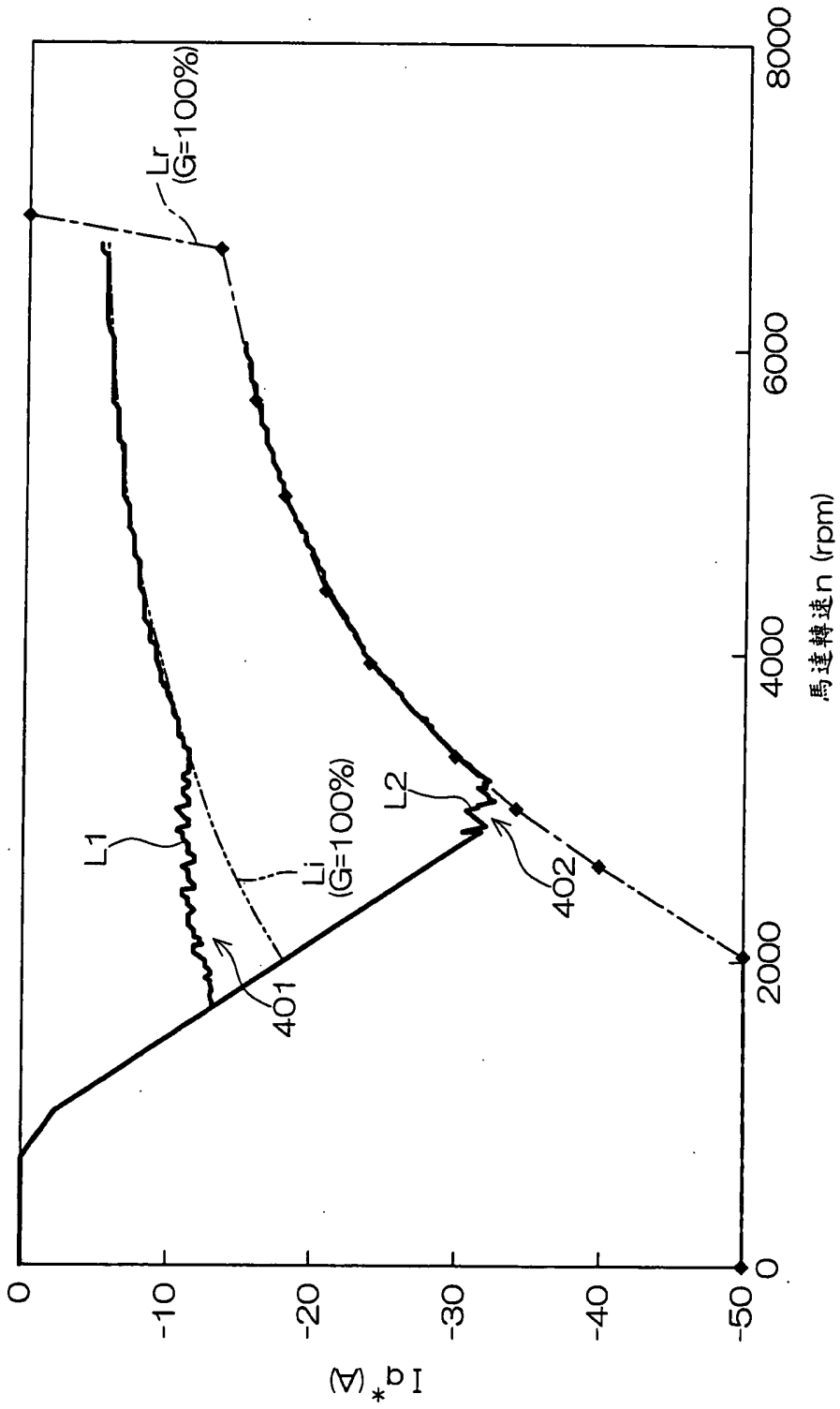


圖 20

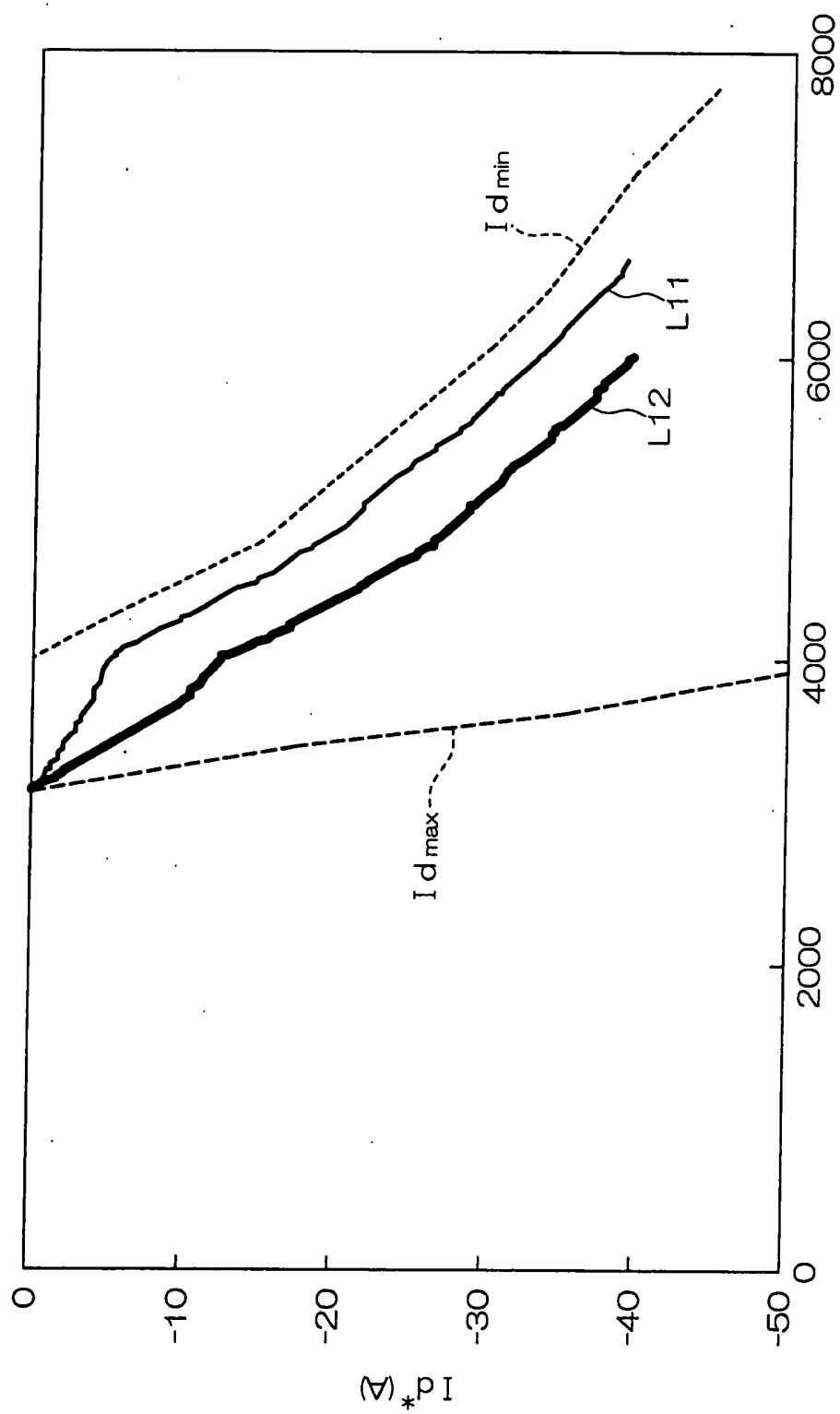
馬達轉速 n (rpm)

圖21

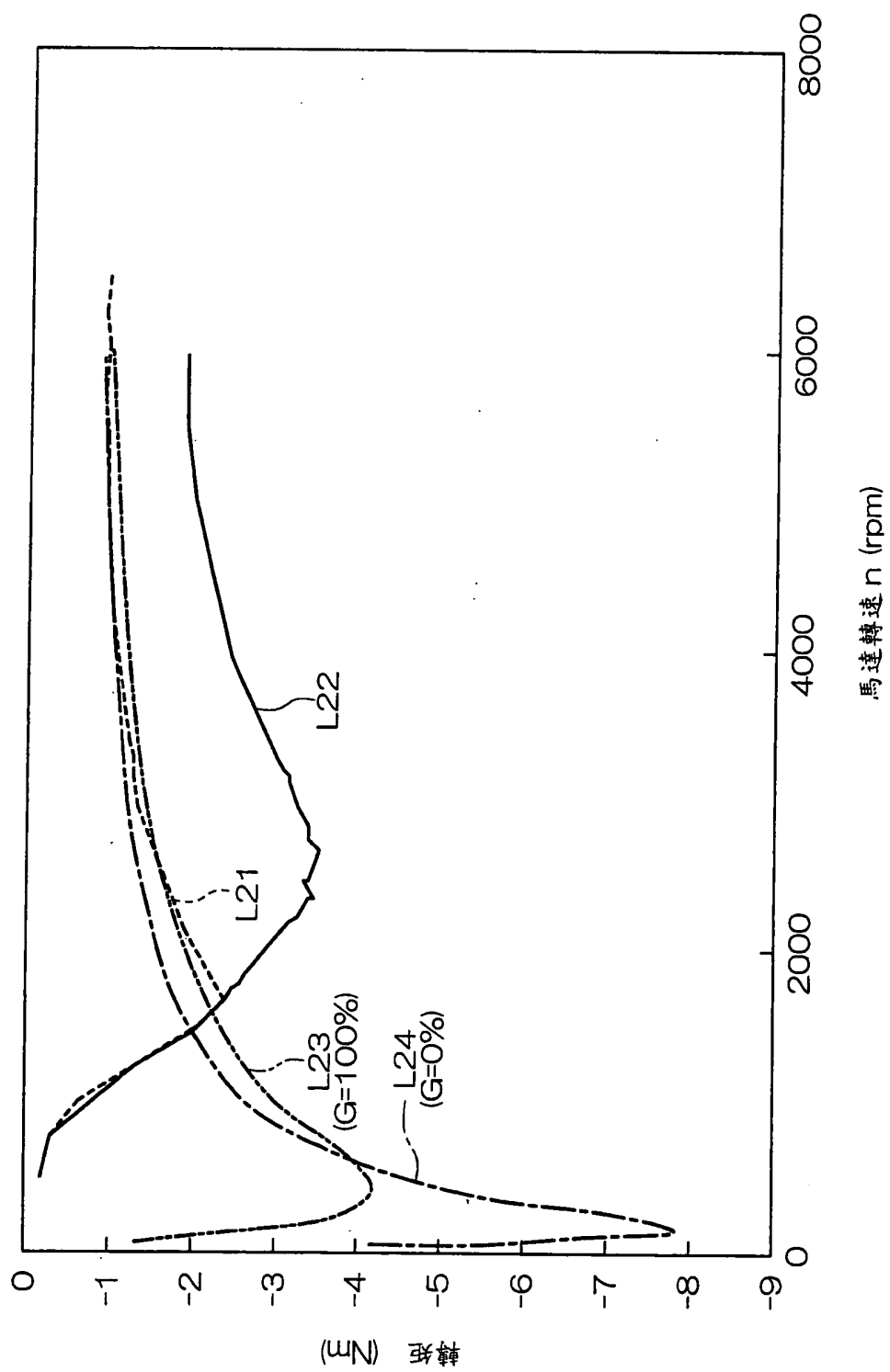


圖 22

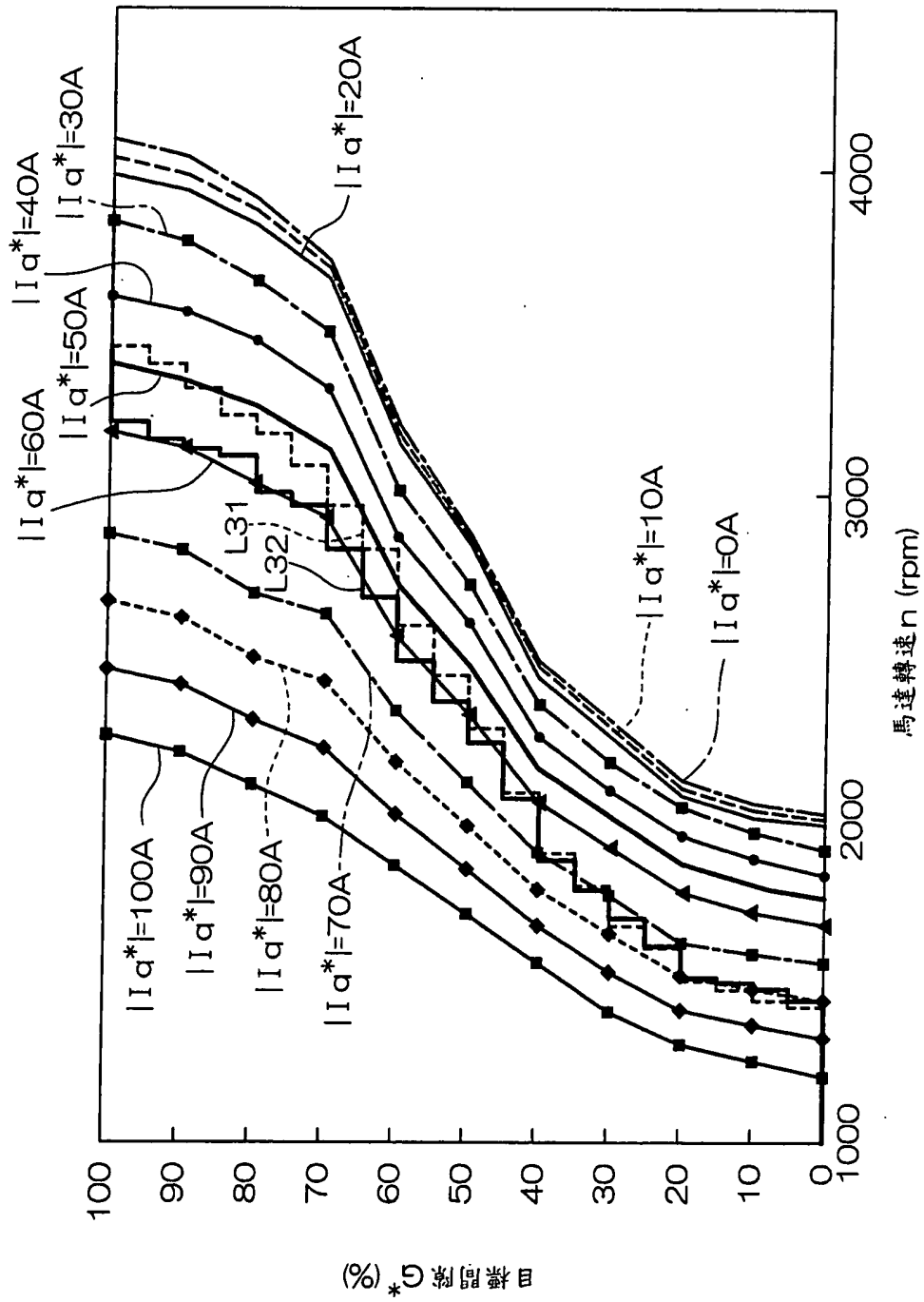
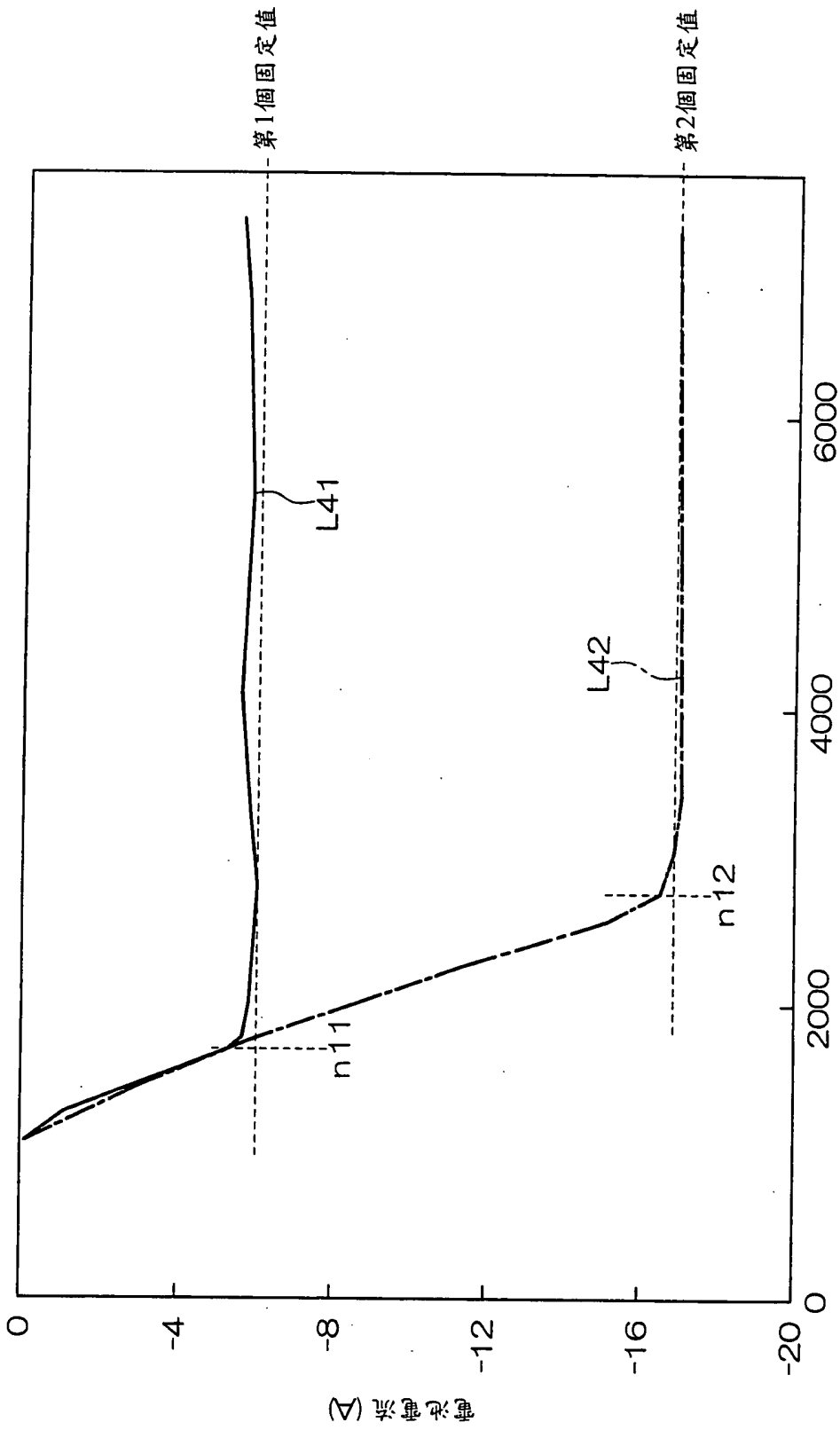
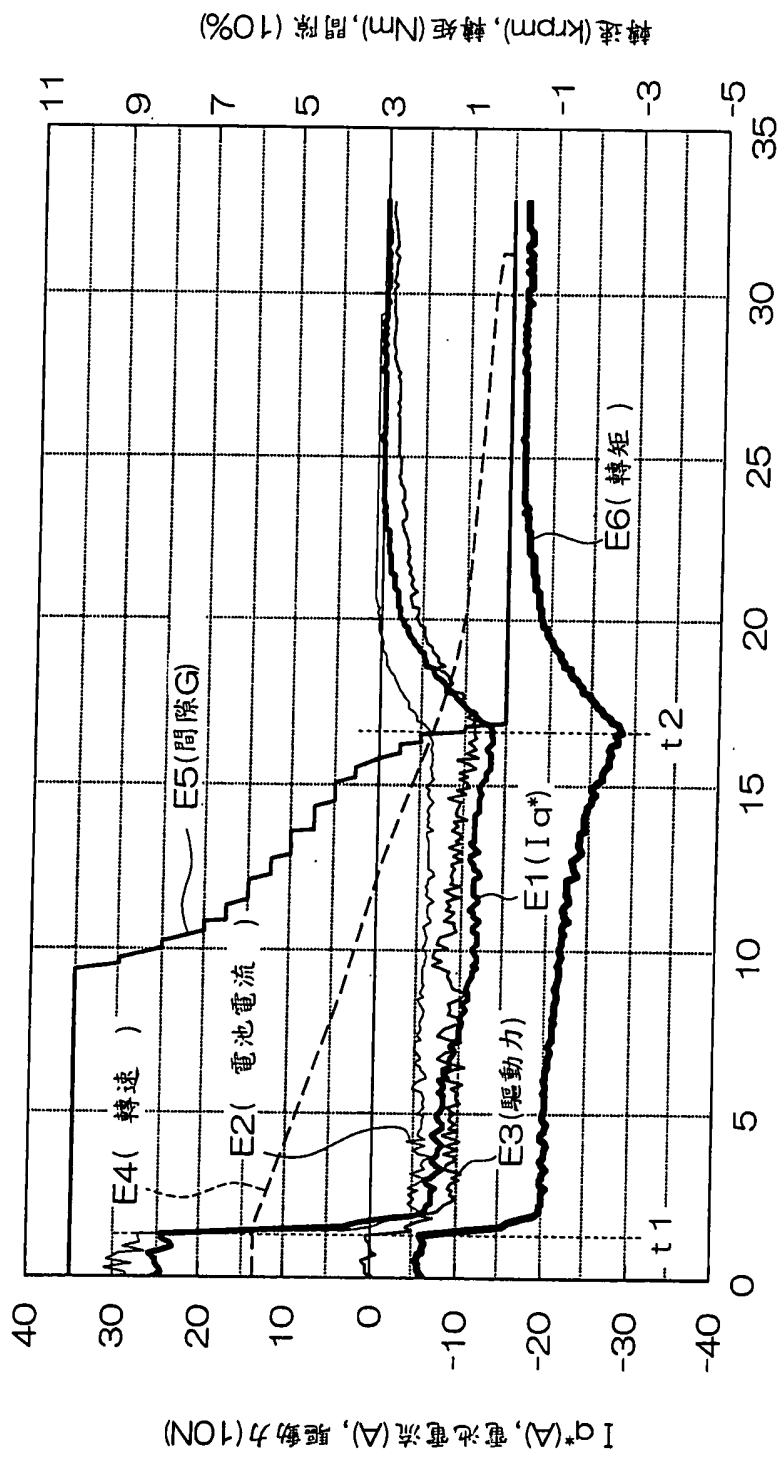


圖23



馬達轉速 n (rpm)

圖 24



時間(秒)

圖25

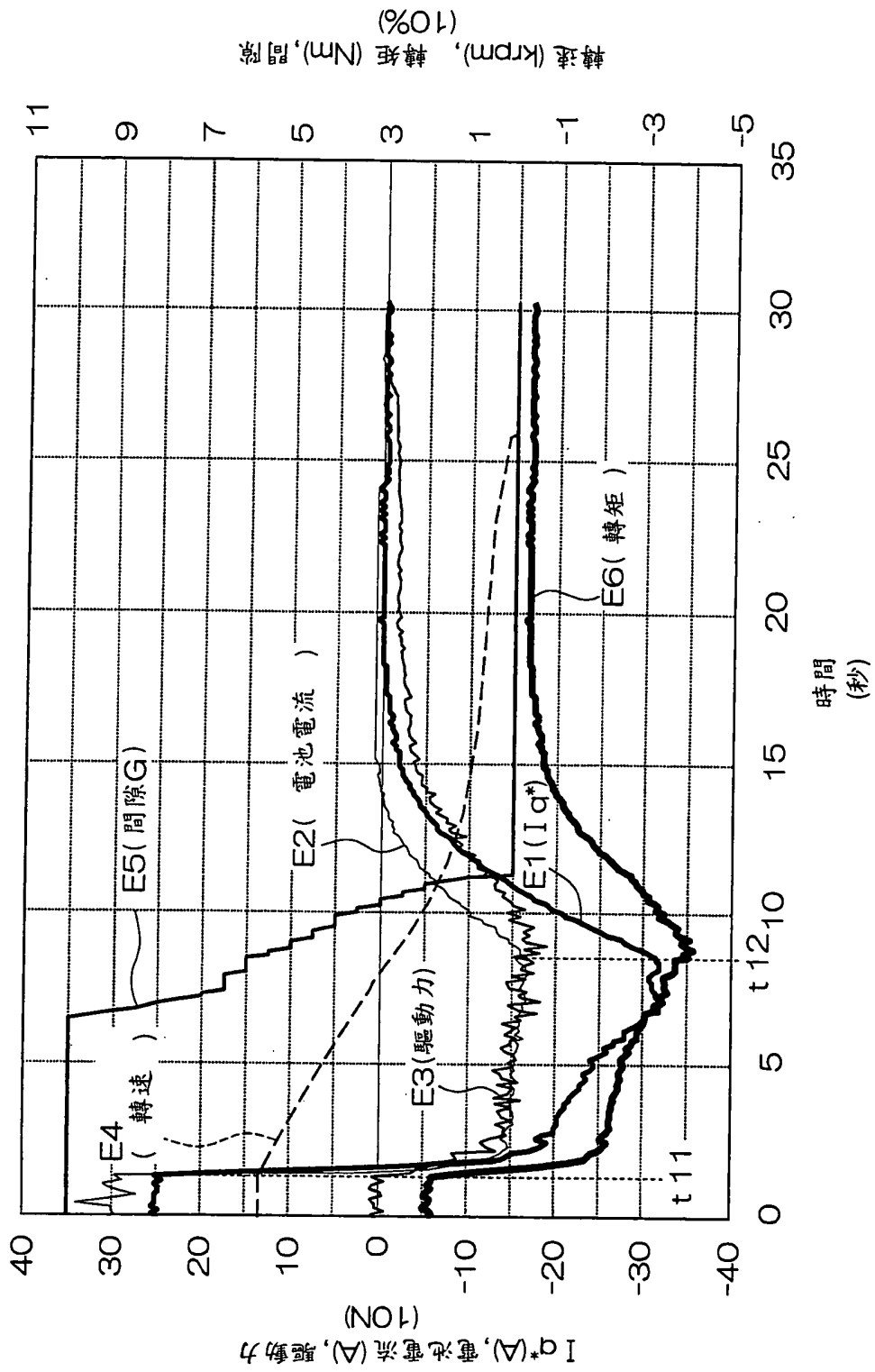


圖 26

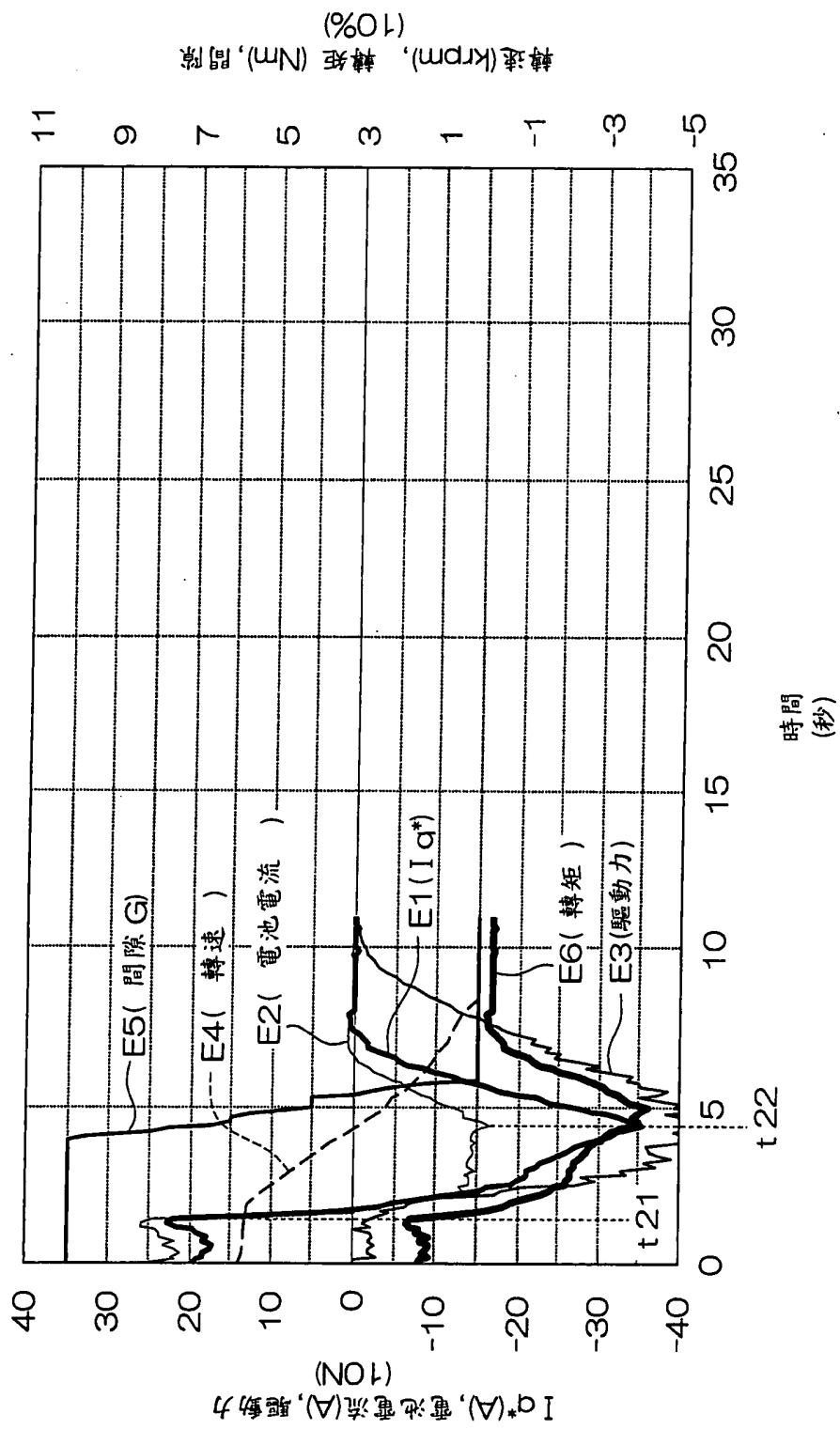


圖 27

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(9)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

5	電動馬達
5U	U相線圈
5V	V相線圈
5W	W相線圈
6	電池
12R	加速手柄
16	煞車柄
17	主開關
78	馬達控制器
79	定子驅動裝置
81	轉子
82	定子
86	第1定子
87	第2定子
91U	U相供電線
91V	V相供電線
91W	W相供電線
98	驅動馬達用之供電線
111	驅動馬達
129a	磁性體位置感測器
130a	磁極位置感測器

190	通信線
200	電池控制器
201	充電檢測部
202	充電狀態檢測部
203	電池電壓檢測部
204	回充指令產生部
280	CPU
281	開關驅動電路
282	定子驅動電路
301	加速操作量感測器
302	煞車感測器
310	控制電路
350	馬達驅動電路
351	U相電路
352	V相電路
353	W相電路
354	電流檢測電路
Sw1、Sw3、Sw5	上臂開關元件
Sw2、Sw4、Sw6	下臂開關元件
D1~D6	二極體

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)