



(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 I781422 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：109123033

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 07 月 08 日

(51)Int. Cl. : **B25D17/00 (2006.01)****B25D9/26 (2006.01)**

(71)申請人：車王電子股份有限公司 (中華民國) MOBILETRON ELECTRONICS CO., LTD.

(TW)

臺中市大雅區中清路 4 段 85 號

(72)發明人：戴伯凱 TAI, PO-KAI (TW)；劉偉嘉 (TW)

(74)代理人：廖鈺達

(56)參考文獻：

TW 201406506A

TW 201729957A

CN 101678543A

CN 105246654A

WO 2020/129859A1

審查人員：黃濟陽

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：11 共 35 頁

(54)名稱

衝擊式電動工具的控制方法

(57)摘要

一種衝擊式電動工具的控制方法，包含：控制馬達轉動；持續由一轉速偵測裝置的偵測結果取得一轉速訊號以及由一電流偵測裝置偵測的結果取得一電流訊號；依據轉速訊號之脈波的變化取得對應馬達的每一個轉動角度的一轉動時間，以及由該電流訊號中取得馬達電流；依據該轉動時間之變化與該馬達電流之變化判斷該衝擊機構產生衝擊的次數；在衝擊的次數達到一預定次數時，控制該馬達停止轉動。藉此，可精確控制衝擊式電動工具輸出的扭力。

指定代表圖：

符號簡單說明：

S11~S15:步驟

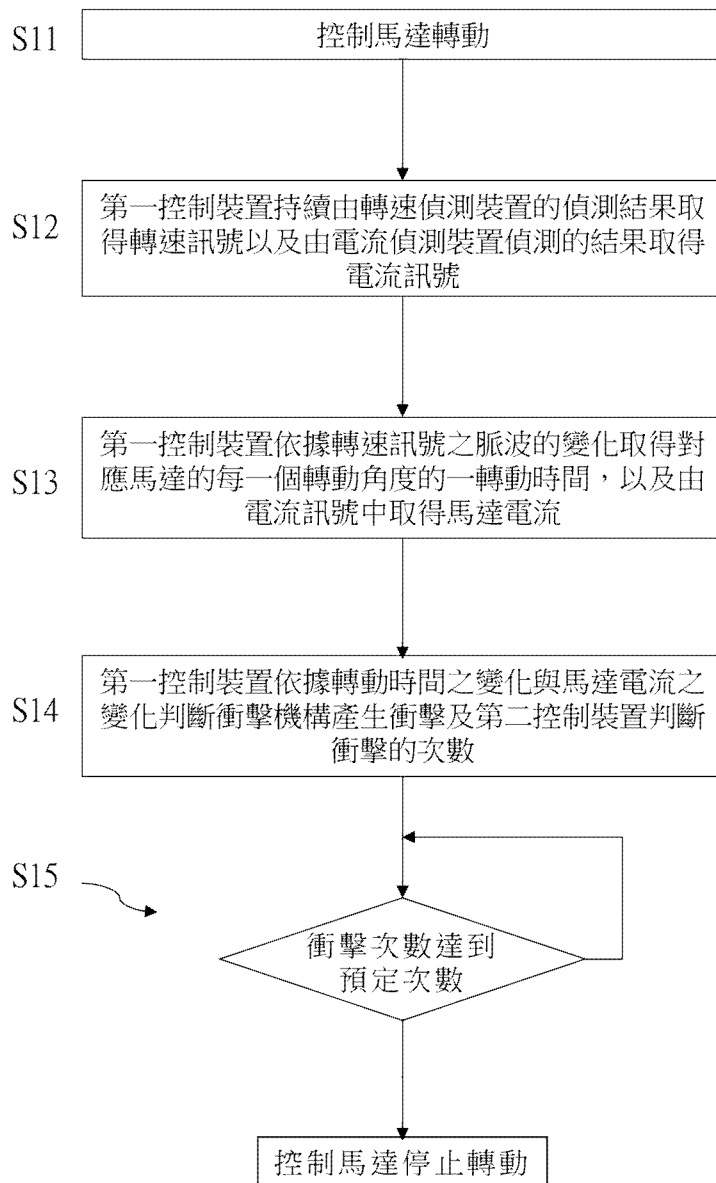


圖4



I781422

【發明摘要】

【中文發明名稱】 衝擊式電動工具的控制方法

【中文】

一種衝擊式電動工具的控制方法，包含：控制馬達轉動；持續由一轉速偵測裝置的偵測結果取得一轉速訊號以及由一電流偵測裝置偵測的結果取得一電流訊號；依據轉速訊號之脈波的變化取得對應馬達的每一個轉動角度的一轉動時間，以及由該電流訊號中取得馬達電流；依據該轉動時間之變化與該馬達電流之變化判斷該衝擊機構產生衝擊的次數；在衝擊的次數達到一預定次數時，控制該馬達停止轉動。藉此，可精確控制衝擊式電動工具輸出的扭力。

【指定代表圖】圖4

【代表圖之符號簡單說明】

S11~S15 步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】 衝擊式電動工具的控制方法

【技術領域】

【0001】 本發明係與電動工具有關；特別是指一種衝擊式電動工具的控制方法。

【先前技術】

【0002】 衝擊式電動工具包括一馬達與一衝機機構，該馬達帶動該衝擊機構作動進而產生衝擊，衝擊的次數愈多對工件所輸出的扭力值愈大。傳統的衝擊式電動工具只能輸出固定之扭力，然，固定的扭力無法適用於各種尺寸的工件，當旋緊工件所需要的扭力大於衝擊式電動工具輸出的扭力值時，工件則無法旋緊；當旋緊工件所需的扭力小於衝擊式電動工具輸出的扭力值時，則將造成工件損壞。

【0003】 為此，可調整扭力輸出之衝擊式電動工具也因應而生，習用的可調整扭力輸出之衝擊式電動工具是於產生衝擊之後設定不同的衝擊時間作為扭力輸出的調整。設定的衝擊時間越長，衝擊次數相對增加，產生的扭力越高。然而，習用的衝擊式電動工具並無法得知在衝擊時間內衝擊機構的產生的衝擊次數，因此，對於扭力的控制並不夠準確。

【發明內容】

【0004】 有鑑於此，本發明之目的在於提供一種衝擊式電動工具的控制方法，可以精確地控制輸出的扭力。

【0005】 緣以達成上述目的，本發明提供的一種衝擊式電動工具的控制方法，其中該衝擊式電動工具包括一馬達、一衝擊機構、一轉速偵測裝置與一電流偵測裝置，該衝擊機構連接該馬達且受該馬達帶動而轉動，該轉速偵測裝置用以偵測該馬達的轉速，該電流偵測裝置偵測該馬達運轉時的一馬達電流；該控制方法包含下列該步驟：

【0006】 A. 控制該馬達轉動；

【0007】 B. 持續由該轉速偵測裝置的偵測結果取得一轉速訊號以及由該電流偵測裝置偵測的結果取得一電流訊號；其中，該轉速訊號具有複數個脈波對應該馬達的轉動角度；依據該些脈波的變化取得對應該馬達的每一個轉動角度的一轉動時間，以及由該電流訊號中取得該馬達電流；

【0008】 C. 依據該轉速訊號的轉動時間之變化與該電流訊號的馬達電流之變化判斷該衝擊機構產生衝擊的次數；

【0009】 D. 比對衝擊的次數是否達到一預定次數，若否，令該馬達繼續轉動；若是，控制該馬達停止轉動。

【0010】 本發明之效果在於，藉由馬達電流及轉速訊號的轉動時間可準確地判斷衝擊機構衝擊的次數，並於衝擊次數達到所需的預定次數時控制馬達停止轉動，藉以精確控制衝擊式電動工具輸出的扭力。

【圖式簡單說明】

【0011】

圖1為本發明第一較佳實施例之衝擊式電動工具示意圖。

圖2為上述較佳實施例之系統方塊圖。

圖3為上述較佳實施例之轉速訊號之波形圖。

第2頁，共18頁(發明說明書)

圖4為上述較佳實施例之衝擊式電動工具的控制方法流程圖。

圖5為上述較佳實施例之衝擊式電動工具的波形圖。

圖6為上述較佳實施例之衝擊式電動工具的波形圖。

圖7為上述較佳實施例之衝擊式電動工具的波形圖。

圖8為上述較佳實施例之衝擊式電動工具的波形圖。

圖9為本發明第二較佳實施例之衝擊式電動工具示意圖。

圖10為上述較佳實施例之衝擊式電動工具的控制方法流程圖。

圖11為上述較佳實施例之轉速訊號之波形圖。

【實施方式】

【0012】 為能更清楚地說明本發明，茲舉較佳實施例並配合圖式詳細說明如後。請參圖1與圖2所示，為本發明第一較佳實施例之衝擊式電動工具1，其係以電動衝擊扳手為例，包含一殼體10及設置於殼體10中的一馬達12、一衝擊機構14、一第一電路板16與一第二電路板24，其中：

【0013】 該馬達12之轉軸122連接該衝擊機構14，且該馬達12受控制而轉動。該馬達12於本實施例中為三相直流無刷馬達。

【0014】 該衝擊機構14受該馬達12帶動而轉動，該衝擊機構14連接一輸出軸142，該輸出軸142供連接待驅轉之工件。在衝擊機構14轉動的過程中，當輸出軸142受到一定之阻力時，將使得該衝擊機構14產生衝擊，每一次衝擊皆對工件施以預定之扭力。

【0015】 該第一電路板16上設置有一第一控制裝置18、一轉速偵測裝置20、一電流偵測裝置22，其中，

【0016】 該第一控制裝置18電性連接該馬達12，用以控制該馬達12的運轉，本實施例中該第一控制裝置18包括一第一控制器182與複數

個換相開關元件184，該第一控制器182可為微控制器，該第一控制器182電性連接該些換相開關元件184，該些換相開關元件184於本實施例中為六個MOSFET且電性連接馬達12的定子。

【0017】 該轉速偵測裝置20用以偵測該馬達12的轉速，並輸出一轉速訊號，本實施例中，該轉速偵測裝置20包括複數個霍爾感測器202電性連接該第一控制器182，該些霍爾感測器202為三個且分別用以感測馬達12之轉子的位置，每一該霍爾感測器202的輸出係在一第一電壓準位與一第二電壓準位之間變換，該些霍爾感測器202在轉子每轉120度時，分別依序輸出脈波，換言之，該轉速訊號包括了三個霍爾感測器202的輸出，每個脈波變化代表馬達轉動一個轉動角度（以120度為例）。本實施例中第一電壓準位以低電壓準位為例，第二電壓準位以高電壓準位為例。

【0018】 該第二電路板24電性連接一電池30與一操作界面32，且第二電路板24上設置有一第二控制裝置26與一顯示器28。電池30提供電力予第二電路板24，操作界面32電性連接該第二控制裝置26且包括一啟動開關322與一段位選擇器324，啟動開關322受使用者操作以輸出一第一啟動訊號或第二啟動訊號至該第二控制裝置26，在使用者輕壓啟動開關322時，輸出第一啟動訊號，重壓啟動開關322時，輸出第二啟動訊號。

【0019】 該段位選擇器324可為開關且受使用者操作而輸出一段位選擇訊號至該第二控制裝置26，藉以由複數個不同的扭力段位中選擇其中之一者。

【0020】 該第二控制裝置26包括一第二控制器262與一儲存單元264，該第二控制器262可為微控制器且電性連接該顯示器28。本實施例

中，該儲存單元264為第二控制器262內建的記憶體，該儲存單元264儲存複數個預定次數，該些預定次數分別對應該些扭力段位，扭力段位越高，則預定次數越多。第二控制器262可依段位選擇訊號擇對應的一該預定次數。

【0021】 該第二電路板24透過一傳輸線組36電性連接該第一電路板16，該傳輸線組36的傳輸線包含一電源線361、一接地線362、一命令傳輸線363、一煞車訊號線364、一回饋訊號線365、一電流訊號線366、一轉速訊號線367。電源線361與接地線362用以將電力由第二電路板24傳送到第一電路板16。該第二控制裝置26與該第一控制裝置18之間透過該命令傳輸線363、該煞車訊號線364、該回饋訊號線365、該電流訊號線366、該轉速訊號線367進行溝通。

【0022】 該第二控制裝置26經由該命令傳輸線363傳輸脈衝寬度調變訊號至該第一控制裝置18，以作為控制馬達12之轉動模式的命令，以脈衝寬度調變訊號的脈衝頻率代表轉動方向，佔空比代表轉動速度，第一控制裝置18解析脈衝寬度調變訊號的脈衝頻率對應控制該馬達12的轉動方向，以及解析佔空比對應控制該馬達12的轉速。在一實施例中，亦可以二條傳輸線取代該命令傳輸線363，其中一條傳輸線傳送一轉動方向命令，另一條傳輸線傳送一轉速命令，而第一控制裝置18依轉動方向命令控制馬達12的轉動方向，且依轉速命令控制該馬達12的轉速。

【0023】 該第二控制裝置26經由該煞車訊號線364傳送一煞車命令，該第一控制裝置18依該煞車命令控制該馬達12停止轉動。

【0024】 該第一控制裝置18經由該回饋訊號線365傳送對應的一衝擊訊號，該衝擊訊號是對應該衝擊機構的作動狀態，產生衝擊訊號的方法容後再述。

【0025】 該電流偵測裝置偵測該馬達12運轉時的一馬達電流，並輸出一電流訊號至該第一控制裝置，並且該電流訊號可經由該電流訊號線366傳送至該第二控制裝置。

【0026】 前述的傳輸線組36中的回饋訊號線365即是本發明所定義的第一傳輸線，煞車訊號線364即是本發明所定義的第二傳輸線。

【0027】 由於原始的該轉速訊號包括三個霍爾感測器202所感測的輸出，為便於第二控制裝置判斷轉速，本實施例中，該第一控制器182將三個霍爾感測器202所感測的輸出轉換為一整合轉速訊號，此整合轉速訊號係透過轉速訊號線367傳送至該第二控制裝置26，供第二控制裝置26判斷馬達12的轉速。請配合圖3，本實施例中，第一控制器182在每一個霍爾感測器202的輸出由該第一電壓準位V1轉變為該第二電壓準位V2時，將整合轉速訊號由一第三電壓準位V3改變為一第四電壓準位V4，並且該第一控制器182在每一該霍爾感測器202的輸出由該第二電壓準位V2轉變為該第一電壓準位V1時，將整合轉速訊號由該第四電壓準位V4改變為該第三電壓準位V3。本實施例中第三電壓準位V3以低電壓準位為例，第四電壓準位V4以高電壓準位為例。換言之，轉子每轉動120度，整合轉速訊號即會具有一個週期的脈波變化，轉子每轉動一圈，整合轉速訊號具有三個週期的脈波，第二控制裝置42由整合轉速訊號的脈波週期即可計算轉子的轉速，藉此，將三個霍爾感測器202的輸出整合為一，可以有效減少傳輸線組36之傳輸線的數量。

【0028】 原始的該轉速訊號的一個脈波或整合轉速訊號的一個週期的脈波變化即對應馬達之轉軸的一個轉動角度。本實施例中每一個週期的脈波變化對應的轉動角度是120度。

【0029】 在一實施例中，亦可由第一控制器182將原始的該轉速訊號中的其中一個霍爾感測器202的輸出透過轉速訊號線367傳送給第二控制裝置26，第二控制裝置26藉由一個霍爾感測器202輸出的脈波週期計算轉子的轉速。此外，若第二控制裝置26不需取得轉速，則可不設置轉速訊號線367。

【0030】 上述的第一控制裝置18與第二控制裝置26亦可整合為一個控制裝置，且位於同一電路板上。

【0031】 藉由上述衝擊式電動工具1之架構，即可進行圖4所示之控制方法，其包含下列步驟：

【0032】 步驟S11：控制該馬達12轉動。

【0033】 本實施例中，使用者操作該操作界面32，以段位選擇器324選擇所需的一個扭力段位，段位選擇器324將對應的段位選擇訊號輸出至該第二控制裝置26。第二控制器262依所需的扭力段位自該儲存單元264中取得對應的預定次數，並透過顯示器28顯示所選之段位。

【0034】 使用者輕壓下啟動開關322後，啟動開關322輸出第一啟動訊號至該第二控制器262，該第二控制器262透過該命令傳輸線363輸出對應的衝寬度調變訊號至該第一控制裝置18，由第一控制器182依脈衝寬度調變訊號的脈衝頻率及佔空比控制該些換相開關元件184，進而控制該馬達12轉動。此時馬達的轉軸122帶動該衝擊機構14轉動，該輸出軸142可驅轉工件。

【0035】 請配合圖5之，於馬達12轉動的過程中，可區分為第一負載區、第二負載區與第三負載區，在第一負載區時，馬達12的轉動阻力最小，馬達電流 I_m 較小。

【0036】 步驟S12：持續由該轉速偵測裝置20的偵測結果取得該轉速訊號以及由該電流偵測裝置22偵測的結果取得電流訊號。

【0037】 本實施例中，該第一控制器182持續將該轉速偵測裝置20所偵測的原始的該轉速訊號轉換為整合轉速訊號。

【0038】 續參圖5，隨著工件逐漸被鎖緊，馬達12的轉動阻力逐漸增大，此時，在使用者重壓啟動開關322後，啟動開關322輸出第二啟動訊號至該第二控制器262，該第二控制器262透過該命令傳輸線363輸出對應的衝寬度調變訊號，以令第一控制裝置18控制該馬達12以一固定轉速轉動，馬達12轉動的過程進入第二負載區。該固定轉速大於第一負載區時的轉速。在第二負載區時，隨著工件逐漸被鎖緊，轉速逐漸減少，馬達電流逐漸增加。

【0039】 隨著工件被鎖到更緊時，馬達12的轉動阻力更大，馬達12轉動的過程進入第三負載區，在第三負載區中，馬達12的轉速更低，馬達電流增加，並且於第三負載區中該衝擊機構14產生衝擊。接著，說明第一控制裝置18如何判斷該衝擊機構14產生衝擊，其中。

【0040】 步驟S13：該第一控制裝置18依據轉速訊號的該些脈波的變化取得對應該馬達12的每一個轉動角度的一轉動時間 T ，以及由該電流訊號中取得該馬達電流。

【0041】 如圖3所示，該轉速訊號中的其中一個霍爾感測器202所感測的輸出之脈波產生變化至另一個霍爾感測器202所感測的輸出之脈波產生變化之間的時間差即是轉動時間 T ，等同於由整合轉速訊號中的脈波之變化取得轉動時間 T ，其中，整合轉速訊號中一個週期脈波之變化具有連續的兩個轉動時間 T 且對應的轉動角度是120度。於後，以整合轉速訊號中的脈波之變化取得轉動時間 T 為例說明，但不以此為限，亦可

依據原始的該轉速訊號中的三個霍爾感測器202所感測的輸出之脈波變化取得對應該馬達12的每一個轉動角度的轉動時間T。

【0042】 請配合圖6，本實施例中，該第一控制裝置18在該馬達12以該固定轉速轉動後（亦即在第二負載區中），以整合轉速訊號中的脈波之中的其中一者的轉動時間T作為一第一基準時間T1（如箭頭A至箭頭A'之間為520 μ s），及以該電流訊號的該馬達電流作為一第一基準電流I1（如箭頭B所指處為3A）。轉動時間T及第一基準時間T1可係以上升緣至下降緣之間的高電壓準位的時間為例，但不以此為限，亦可為下降緣至上升緣之間的低電壓準位的時間。

【0043】 在一實施例中，第一基準時間T1及第一基準電流I1亦可為第一控制裝置18預設的一時間值及一電流值。

【0044】 步驟S14，該第一控制裝置18依據轉動時間T之變化與該電流訊號的馬達電流Im之變化判斷該衝擊機構14產生衝擊及第二控制裝置26判斷衝擊的次數；

【0045】 續參圖6，該第一控制裝置18判斷轉動時間T之變化與馬達電流Im之變化符合一第一條件時，判斷該衝擊機構14產生第一次衝擊，其中，該第一條件為，所取得的轉動時間T（如箭頭C至箭頭C'之間為620 μ s）與該第一基準時間T1的比值達到一第一比值，並且取得的該馬達電流Im（如箭頭D所指處為9A）與該第一基準電流I1的比值達到一第二比值。

【0046】 本實施例中，該第一基準時間T1以520 μ s為例，第一比值以1.19為例，亦即當取得的轉動時間T為618.8 μ s以上，即達到第一比值。較佳者，第一比值為介於1.1~1.25。在一實施例中，第一比值為介於1.15~1.2。

【0047】 第一基準電流 I_1 以3A為例，第二比值以3為例，亦即當取得的馬達電流 I_m 為9A以上，即達到第二比值。較佳者，第二比值為介於1.5~4.5。在一實施例中，第二比值為介於2.5~3.5。在一實施例中，第二比值為介於2.8~3.2。

【0048】 該第一控制裝置18在符合該第一條件時，開始產生衝擊訊號，且將該衝擊訊號由一第一電壓準位（以低電壓準位為例）轉換為一第二電壓準位（以高電壓準位為例），以形成該衝擊訊號的衝擊脈波之第一個脈波邊緣。

【0049】 請配合圖7與圖8，圖7為產生第二個脈波邊緣以後的波形圖，圖8為產生第三個脈波邊緣的波形圖，雖圖8以產生第三個脈波邊緣為例，但產生第二個脈波邊緣的步驟相同，差別僅在於脈波邊緣為上升緣或下降緣而已。本實施例中，在該衝擊機構14產生第一次衝擊之後，第一控制裝置18以整合轉速訊號中的該些脈波之中的其中一者的轉動時間作為一第二基準時間 T_2 （如圖8中箭頭A至箭頭A'之間為520 μ s），及以該電流訊號的該馬達電流作為一第二基準電流 I_2 （如圖8中箭頭B所指處為8A）。由於馬達12轉動的過程已在第三負載區，因此，取得的第二基準電流 I_2 將會大於第一基準電流 I_1 。

【0050】 在一實施例中，該第二基準時間 T_2 可採用第一基準時間 T_1 ，該第二基準電流 I_2 可採用該第一基準電流 I_1 ，如此便可省略上述取得第二基準時間 T_2 及第二基準電流 I_2 之步驟。在一實施例中，第二基準時間 T_2 及第二基準電流 I_2 亦可為第一控制裝置18預設的一時間值及一電流值。

【0051】 在該衝擊機構14產生第一次衝擊之後，該第一控制裝置18每次在符合一第二條件時，則將該衝擊訊號的電壓準位進行轉態，亦即，

將該衝擊訊號由該第一電壓準位與該第二電壓準位中之一者轉換為另一者，以形成該衝擊訊號的衝擊脈波之其它脈波邊緣，即第二個脈波邊緣以後的脈波邊緣。

【0052】 該第二條件為：所取得的轉動時間 T （如箭頭 C 至箭頭 C' 之間為 $620\mu s$ ）與該第二基準時間 T_2 的比值達到一第三比值，並且該馬達電流 I_m （如箭頭 D 所指處為 $13A$ ）與該第二基準電流 I_2 的比值達到一第四比值。

【0053】 本實施例中，該第二基準時間 T_2 以 $520\mu s$ 為例，第三比值以 1.19 為例，亦即當取得的轉動時間 T 為 $618.8\mu s$ 以上，即達到第三比值。較佳者，第三比值為介於 $1.1\sim 1.25$ 。在一實施例中，第三比值為介於 $1.15\sim 1.2$ 。

【0054】 第二基準電流 I_2 以 $8A$ 為例，第四比值以 1.625 為例，亦即當取得的馬達電流 I_m 為 $13A$ 以上，即達到第四比值。較佳者，第四比值為介於 $1.5\sim 4.5$ 。在一實施例中，第四比值為介於 $1.5\sim 2$ 。在一實施例中，若第二基準電流 I_2 採用第一基準電流 I_1 ，則第四比值為介於 $3\sim 4.5$ ，例如 4.33 （即 $13A/3A$ ）。

【0055】 藉此，該第一控制裝置 18 能夠產生具有多個衝擊脈波的衝擊訊號，且每一個衝擊脈波的一個脈波邊緣（上升緣或下降緣）對應該衝擊機構 14 產生一次衝擊。該衝擊訊號經由該回饋訊號線 365 傳輸至該第二控制裝置 26 。第二控制裝置 26 即可由該衝擊訊號之脈波邊緣的數量判斷衝擊次數

【0056】 步驟 $S15$ ，該第二控制裝置 26 經由該回饋訊號線 365 接收該衝擊訊號，並判斷衝擊訊號之脈波邊緣的數量，例如以計數脈波邊緣

的數量作為衝擊次數，由該第二控制裝置26的該第二控制器262比對衝擊次數是否達到於步驟S11中取得的預定次數，

【0057】 若否，維持該馬達12繼續轉動；

【0058】 若是，則輸出煞車命令，煞車命令透過煞車訊號線364傳送到該第一控制裝置18，第一控制裝置18收到該煞車命令後，控制該馬達12停止轉動。

【0059】 由上述可知，本實施例的衝擊式電動工具1的控制方法藉由馬達電流及轉速訊號的轉動時間可準確地判斷衝擊機構14衝擊的次數，並於衝擊次數達到所需的預定次數時控制馬達12停止轉動，藉以精確控制衝擊式電動工具1輸出的扭力。

【0060】 以下再提供另一實施例，同樣可以達到精確控制衝擊式電動工具輸出的扭力之效果。

【0061】 圖9所示者為本發明第二較佳實施例之衝擊式電動工具2，其具有大致相同於第一實施例之結構，不同的是，本實施例中包括一個電路板40，並且電路板上設置有一控制裝置42、該轉速偵測裝置20、與該電流偵測裝置22，該控制裝置42包括一控制器422與該些換相開關元件184，該控制器422可為微控制器，該控制器422電性連接該些換相開關元件184。

【0062】 該電路板40電性連接該電池30與該操作界面32，且該電路板40上設置有顯示器28。操作界面32電性連接該控制裝置42且包括啟動開關322與段位選擇器324。

【0063】 控制裝置42包括一儲存單元424，儲存單元424為控制器422內建的記憶體，儲存單元424儲存複數個預定次數，該些預定次數分別對應該些扭力段位。

【0064】 藉由上述衝擊式電動工具2之架構，即可進行圖10所示之控制方法，其包含下列步驟：

【0065】 步驟S21：控制該馬達12轉動。本實施例中，使用者操作該操作界面32，以段位選擇器324選擇所需的一個扭力段位，段位選擇器324將對應的段位選擇訊號輸出至該控制裝置42。控制器422依所需的扭力段位自該儲存單元424中取得對應的預定次數。

【0066】 使用者輕壓下啟動開關322後，啟動開關322輸出第一啟動訊號至該控制器422，該控制器422透過控制該些換相開關元件184，進而控制該馬達12轉動。此時馬達12的轉軸122帶動該衝擊機構14轉動，該輸出軸可驅轉工件。

【0067】 步驟S22：該控制裝置42持續由該轉速偵測裝置20的偵測結果取得該轉速訊號以及由該電流偵測裝置22偵測的結果取得電流訊號。

【0068】 步驟S22與第一實施例的步驟S12大致相同，差別在於未將原始的該轉速訊號轉換為整合轉速訊號。

【0069】 在使用者重壓啟動開關322後，啟動開關322輸出第二啟動訊號至該控制器422，該控制器422控制該些換相開關元件，以令該馬達12以一固定轉速轉動。

【0070】 步驟S23：該控制裝置42依據原始該轉速訊號的該些脈波的變化取得對應該馬達12的每一個轉動角度的轉動時間T，以及由該電流訊號中取得該馬達電流。

【0071】 請配合圖11，由於本實施例中是由同一個控制裝置42進行控制，因此，與第一實施例不同的是，是依據原始的該轉速訊號中的三個霍爾感測器202所感測的輸出之脈波變化取得對應該馬達的每一個轉

動角度的轉動時間 T 。其中一個霍爾感測器202所感測的輸出之脈波產生變化至另一個霍爾感測器202所感測的輸出之脈波產生變化之間的時間差即是轉動時間。

【0072】 控制裝置42在該馬達12以該固定轉速轉動後，以該轉速訊號中的其中一個轉動時間 T 作為一第一基準時間，以及由該電流訊號中取得的馬達電流作為一第一基準電流。第一基準時間及第一基準電流取得方式同前述實施例。

【0073】 步驟S24，該控制裝置42依據該轉速訊號的轉動時間 T 之變化與該電流訊號的馬達電流之變化判斷該衝擊機構14產生衝擊及衝擊的次數。

【0074】 本實施例中步驟S24與第一實施例之步驟S14大致相同，都是在符合一第一條件時，判斷該衝擊機構14產生第一次衝擊，其中，該第一條件為：所取得的轉動時間 T 與第一基準時間的比值達到一第一比值，並且該馬達電流與第一基準電流的比值達到一第二比值。

【0075】 另外，本實施例步驟S24與步驟S14不同的是，控制裝置42未產生衝擊訊號。

【0076】 之後，在判斷第二次衝擊以後的衝擊則是以符合一第二條件時，判斷該擊機構產生衝擊，其中，該第二條件為：所取得的轉動時間 T 與一第二基準時間的比值達到一第三比值，並且該馬達電流與一第二基準電流的比值達到一第四比值。第二基準時間及第二基準電流取得方式同前述實施例。

【0077】 步驟S25，該控制裝置42之控制器422計數衝擊次數，並比對衝擊的次數是否達到預定次數：

【0078】 若否，維持該馬達12繼續轉動；

【0079】 若是，則控制該馬達12停止轉動。

【0080】 藉此，本實施例的控制方法同樣可於衝擊次數達到所需的預定次數時控制馬達12停止轉動，精確控制衝擊式電動工具2輸出的扭力。

【0081】 以上所述僅為本發明較佳可行實施例而已，舉凡應用本發明說明書及申請專利範圍所為之等效變化，理應包含在本發明之專利範圍內。

【符號說明】

【0082】

- 1:衝擊式電動工具
- 10:殼體
- 12:馬達
- 122:轉軸
- 14:衝擊機構
- 142:輸出軸
- 16:第一電路板
- 18:第一控制裝置
- 182:第一控制器
- 184:換相開關元件
- 20:轉速偵測裝置
- 202:霍爾感測器
- 22:電流偵測裝置
- 24:第二電路板
- 26:第二控制裝置
- 262:第二控制器
- 264:儲存單元
- 28:顯示器
- 30:電池
- 32:操作界面
- 322:啟動開關
- 324:段位選擇器

36:傳輸線組
361:電源線
362:接地線
363:命令傳輸線
364:煞車訊號線
365:回饋訊號線
366:電流訊號線
367:轉速訊號線
2:衝擊式電動工具
40:電路板
42:控制裝置
422:控制器
424:儲存單元
A, A', B, C, C', D:箭頭
I1:第一基準電流
I2:第二基準電流
Im:馬達電流
S11~S15, S21~S25:步驟
T:轉動時間
T1:第一基準時間
T2:第二基準時間
V1:第一電壓準位
V2:第二電壓準位
V3:第三電壓準位

V4:第四電壓準位

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種衝擊式電動工具的控制方法，其中該衝擊式電動工具包括一馬達、一衝擊機構、一轉速偵測裝置與一電流偵測裝置，該衝擊機構連接該馬達且受該馬達帶動而轉動，該轉速偵測裝置用以偵測該馬達的轉速，該電流偵測裝置偵測該馬達運轉時的一馬達電流；該控制方法包含下列該步驟：

A. 控制該馬達轉動；

B. 持續由該轉速偵測裝置的偵測結果取得一轉速訊號以及由該電流偵測裝置偵測的結果取得一電流訊號；其中，該轉速訊號具有複數個脈波對應該馬達的複數轉動角度；依據該些脈波的變化取得對應該馬達的每一個轉動角度的一轉動時間，以及由該電流訊號中取得該馬達電流；

C. 一併依據該轉速訊號的轉動時間之變化與該電流訊號的馬達電流之變化判斷該衝擊機構所產生的每一次衝擊，以得到衝擊的次數；

D. 比對衝擊的次數是否達到一預定次數，若否，令該馬達繼續轉動；若是，控制該馬達停止轉動；

其中，步驟C中包含判斷該衝擊機構產生第一次衝擊之步驟，其包含：

在符合一第一條件時，判斷該擊機構產生第一次衝擊，其中，該第一條件為：所取得的轉動時間與一第一基準時間的比值達到一第一比值，並且該馬達電流與一第一基準電流的比值達到一第二比值。

【請求項2】如請求項1所述之衝擊式電動工具的控制方法，其中步驟C中，包含產生一衝擊訊號，該衝擊訊號包括複數個衝擊脈波，每一該衝擊脈波的一脈波邊緣對應該衝擊機構產生一次衝擊；步驟D中，係以該衝擊訊號的脈波邊緣的數量作為衝擊的次數。

【請求項3】如請求項2所述之衝擊式電動工具的控制方法，其中，步驟C中，係由一第一控制裝置產生該衝擊訊號，且該衝擊訊號透過一第一傳輸線傳輸至一第二控制裝置；步驟D中，係由該第二控制裝置比對所接收的該衝擊訊號的脈波邊緣的數量與該預定次數，並且在比對衝擊的次數達到該預定次數時，透過一第二傳輸線傳輸一煞車命令至該第一控制裝置，由該第一控制裝置停止該馬達轉動。

【請求項4】如請求項2所述之衝擊式電動工具的控制方法，其中步驟C中判斷該衝擊機構產生第一次衝擊之步驟，包含在符合該第一條件時，將該衝擊訊號由一第一電壓準位轉換為一第二電壓準位，以形成該衝擊訊號之第一個脈波邊緣。

【請求項5】如請求項4所述之衝擊式電動工具的控制方法，其中步驟C中，在判斷該衝擊機構產生第一次衝擊之後，更包含：

在符合一第二條件時，將該衝擊訊號由該第一電壓準位與該第二電壓準位中之一者轉換為另一者，以形成該衝擊訊號的其它脈波邊緣，其中，該第二條件為：所取得的轉動時間與一第二基準時間的比值達到一第三比值，並且該馬達電流與一第二基準電流的比值達到一第四比值。

【請求項6】如請求項5所述之衝擊式電動工具的控制方法，其中步驟C中，在判斷該衝擊機構產生第一次衝擊之後，更包含：

以該電流訊號的該馬達電流作為該第二基準電流。

【請求項7】如請求項5所述之衝擊式電動工具的控制方法，其中，該第二基準電流大於該第一基準電流。

【請求項8】如請求項1所述之衝擊式電動工具的控制方法，步驟C中，在判斷該衝擊機構產生第一次衝擊之後，更包含：

在符合一第二條件時，判斷該擊機構產生衝擊，其中，該第二條件為：所取得的轉動時間與一第二基準時間的比值達到一第三比值，並且該馬達電流與一第二基準電流的比值達到一第四比值。

【請求項9】如請求項8所述之衝擊式電動工具的控制方法，其中步驟C中，在判斷該衝擊機構產生第一次衝擊之後，更包含：

以該電流訊號的該馬達電流作為該第二基準電流。

【請求項10】如請求項8所述之衝擊式電動工具的控制方法，其中，該第二基準電流大於該第一基準電流。

【請求項11】如請求項1所述之衝擊式電動工具的控制方法，其中，步驟A中係控制該馬達以一固定轉速轉動。

【請求項12】如請求項11所述之衝擊式電動工具的控制方法，其中步驟B之後，包含在該馬達以該固定轉速轉動後，以該轉速訊號中的其中一該轉動時間作為該第一基準時間，以該電流訊號的該馬達電流作為該第一基準電流。

【請求項13】一種衝擊式電動工具的控制方法，其中該衝擊式電動工具包括一馬達、一衝擊機構、一轉速偵測裝置與一電流偵測裝置，該衝擊機構連接該馬達且受該馬達帶動而轉動，該轉速偵測裝置用以偵測該馬達的轉速，該電流偵測裝置偵測該馬達運轉時的一馬達電流；該控制方法包含下列該步驟：

A. 控制該馬達轉動；

B. 持續由該轉速偵測裝置的偵測結果取得一轉速訊號以及由該電流偵測裝置偵測的結果取得一電流訊號；其中，該轉速訊號具有複數個脈波對應該馬達的複數轉動角度；依據該些脈波的變化取得對應該馬達

的每一個轉動角度的一轉動時間，以及由該電流訊號中取得該馬達電流；

C. 依據該轉速訊號的轉動時間之變化與該電流訊號的馬達電流之變化判斷該衝擊機構產生衝擊的次數；

D. 比對衝擊的次數是否達到一預定次數，若否，令該馬達繼續轉動；若是，控制該馬達停止轉動；

其中，步驟C中包含判斷該衝擊機構產生第一次衝擊之步驟，其包含：

在符合一第一條件時，判斷該擊機構產生第一次衝擊，其中，該第一條件為：所取得的轉動時間與一第一基準時間的比值達到一第一比值，並且該馬達電流與一第一基準電流的比值達到一第二比值。

【發明圖式】

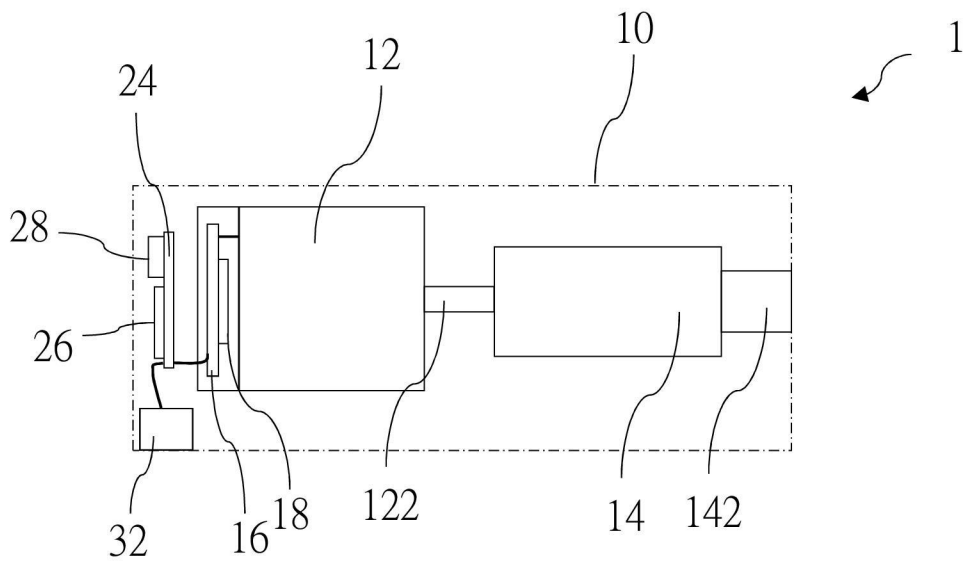


圖1

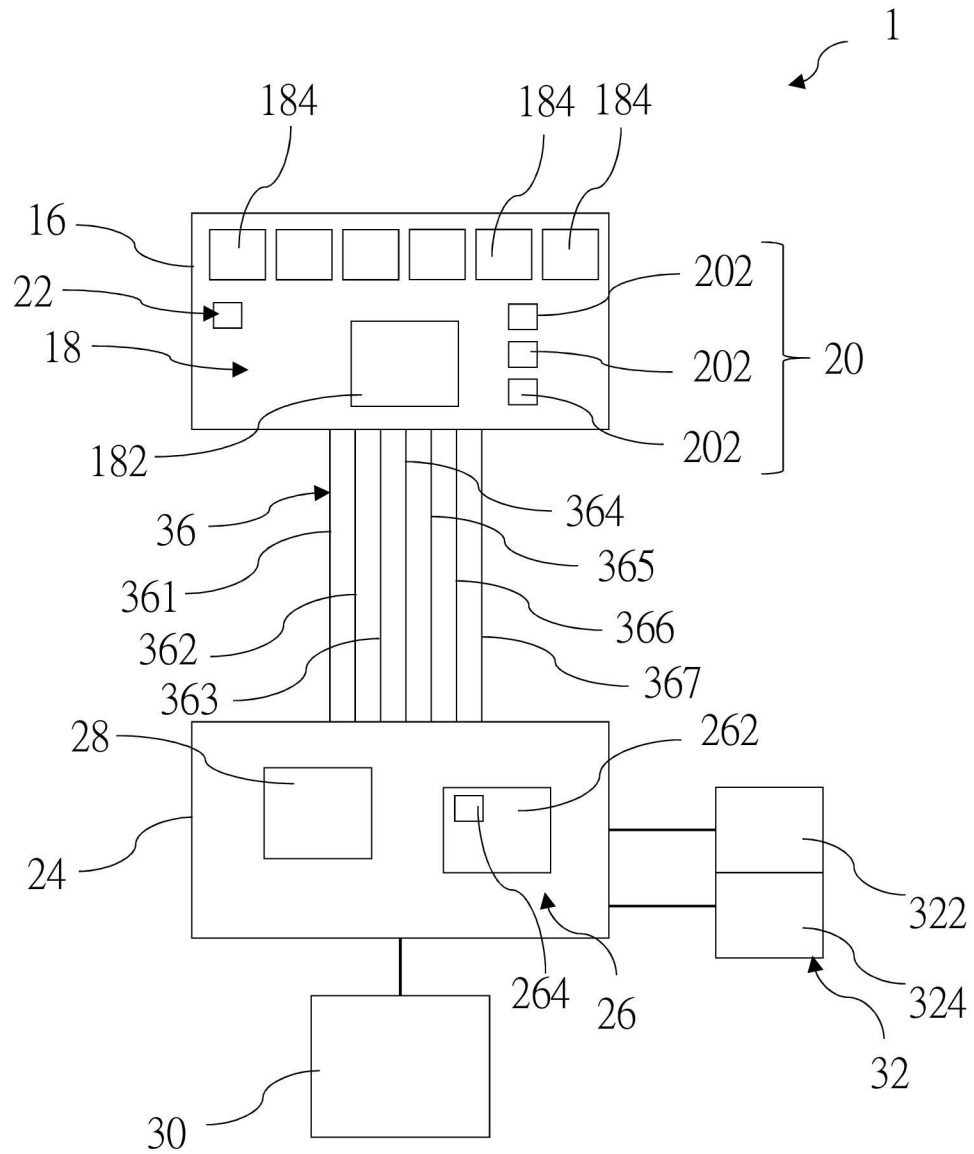


圖2

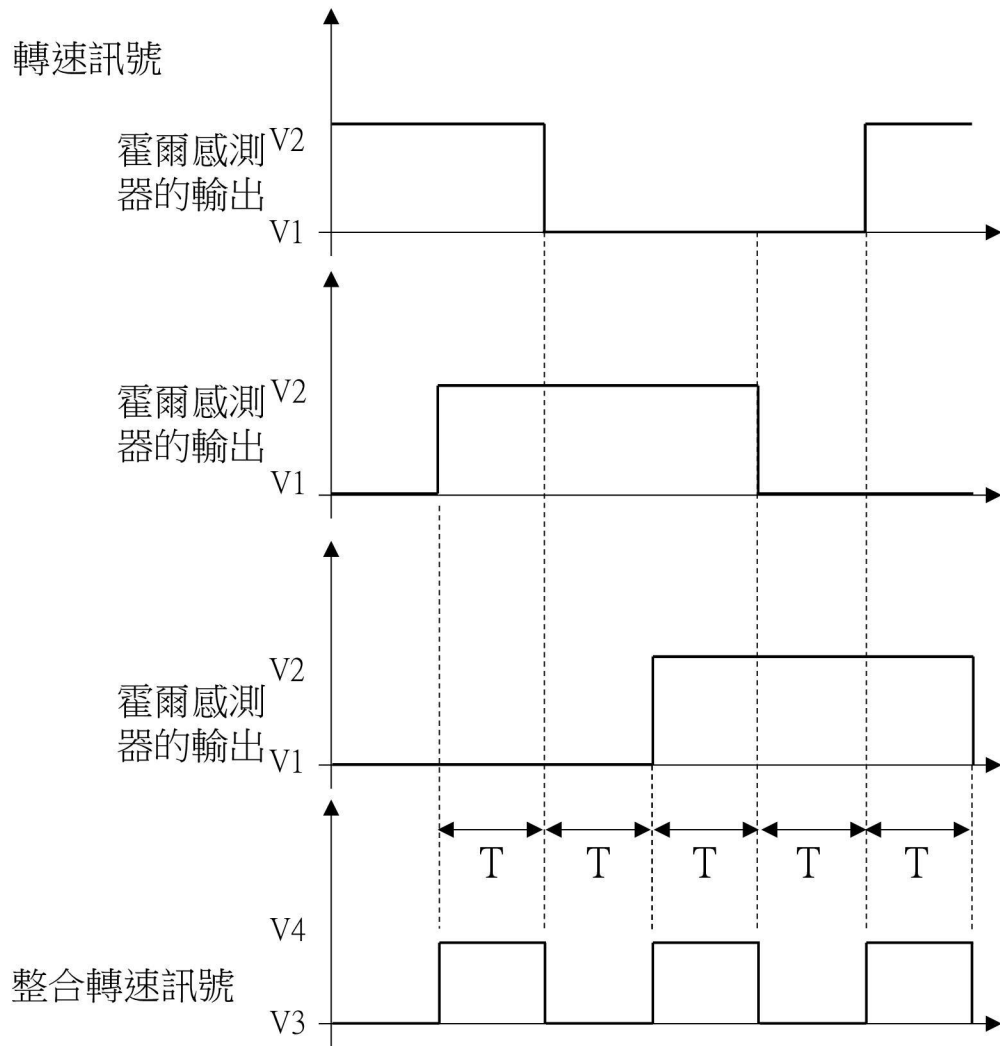


圖3

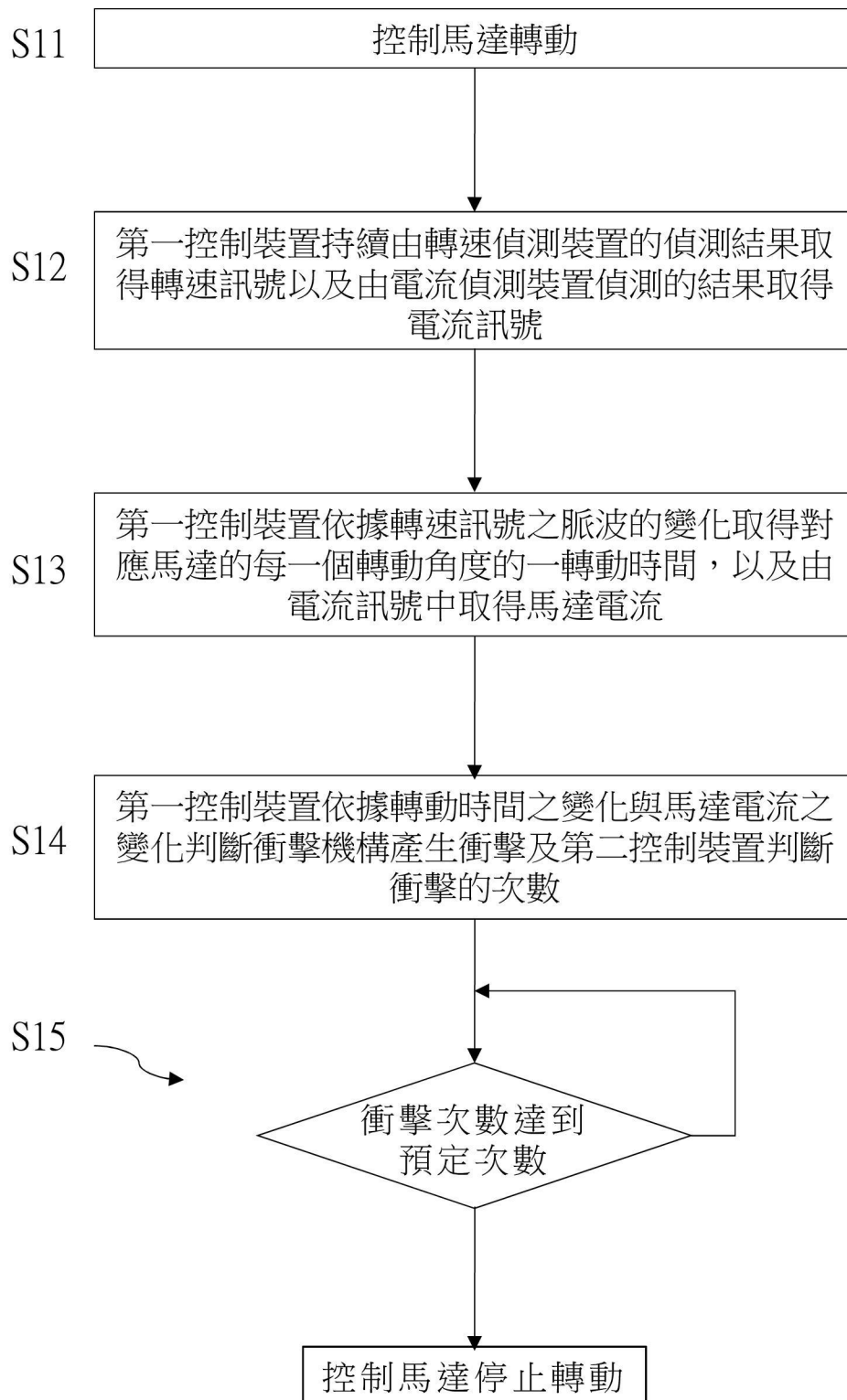


圖4

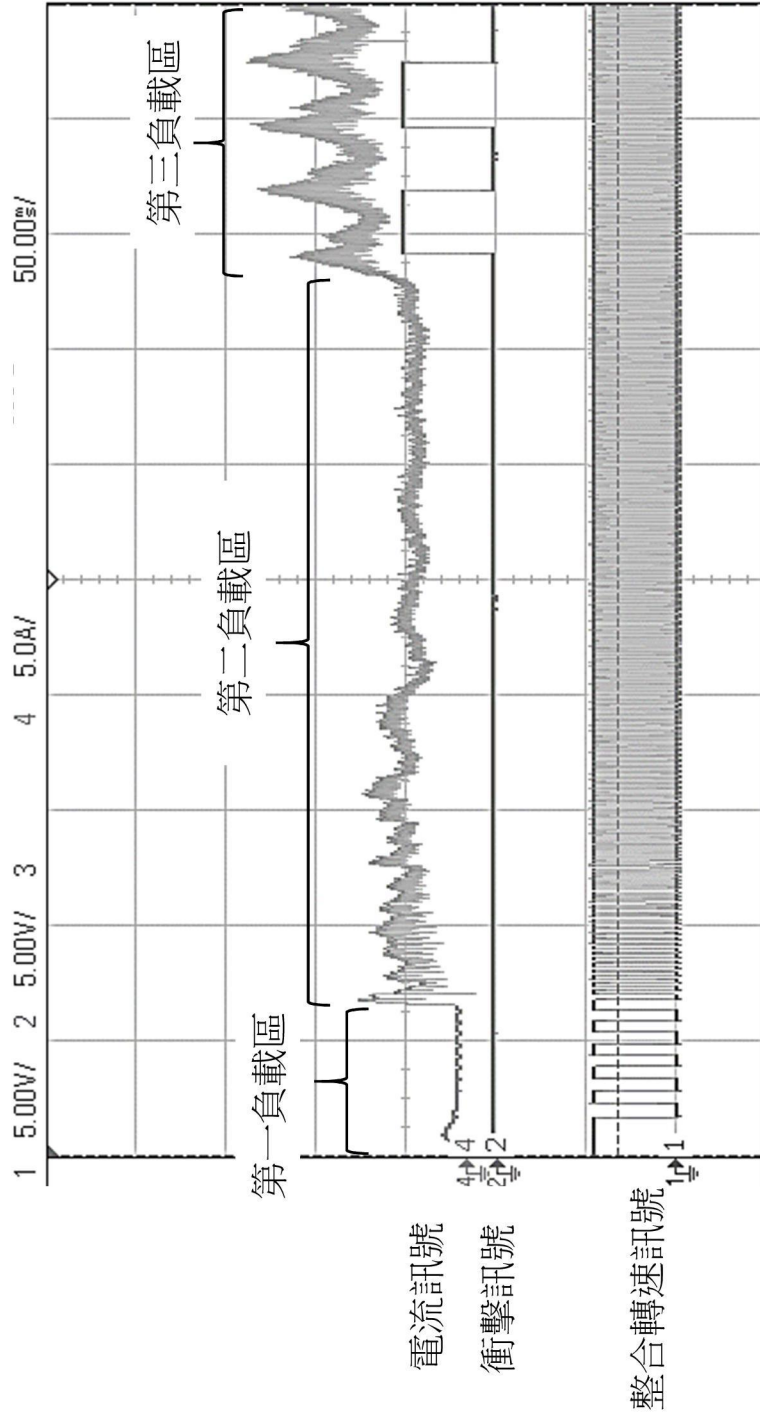


圖5

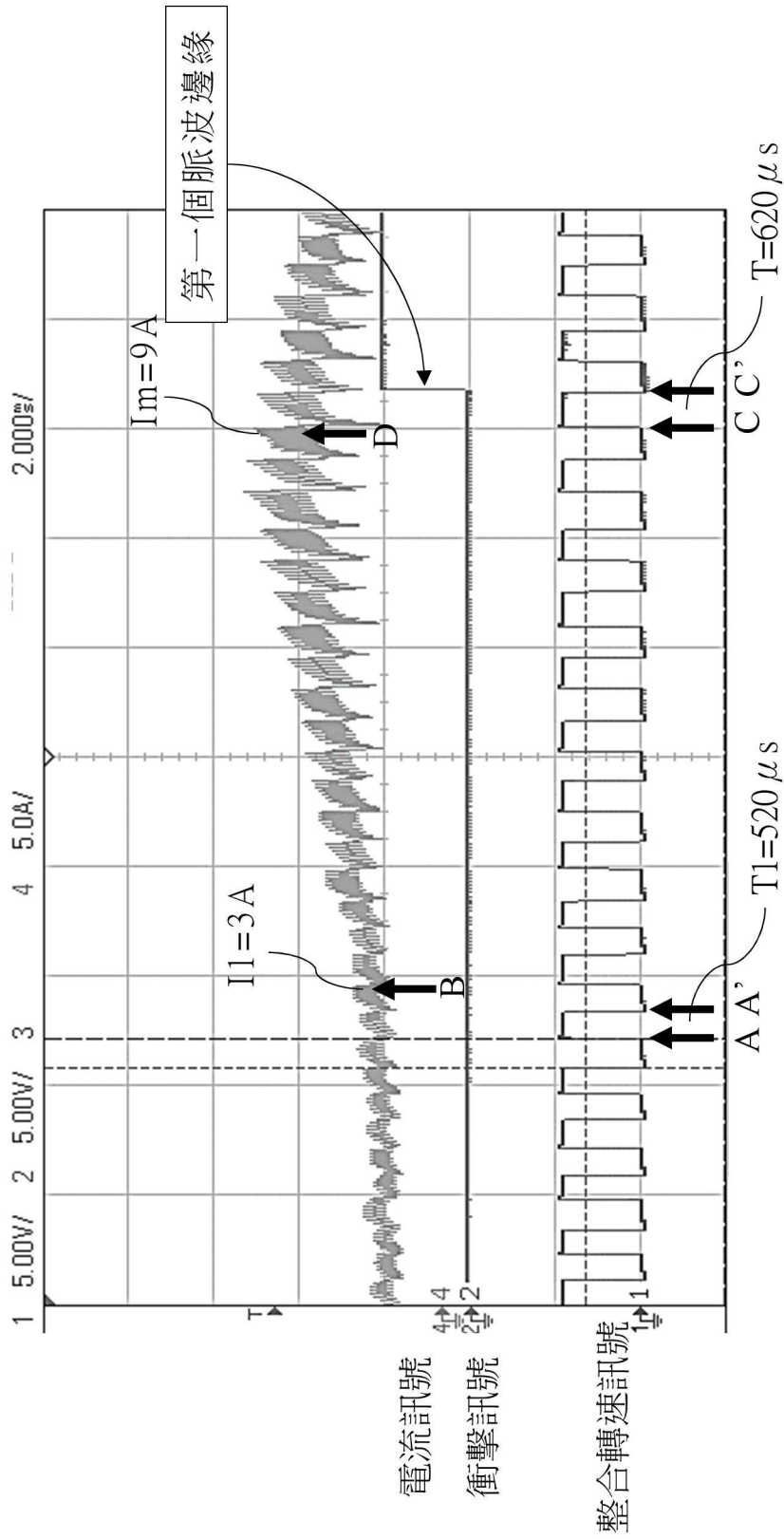


圖6

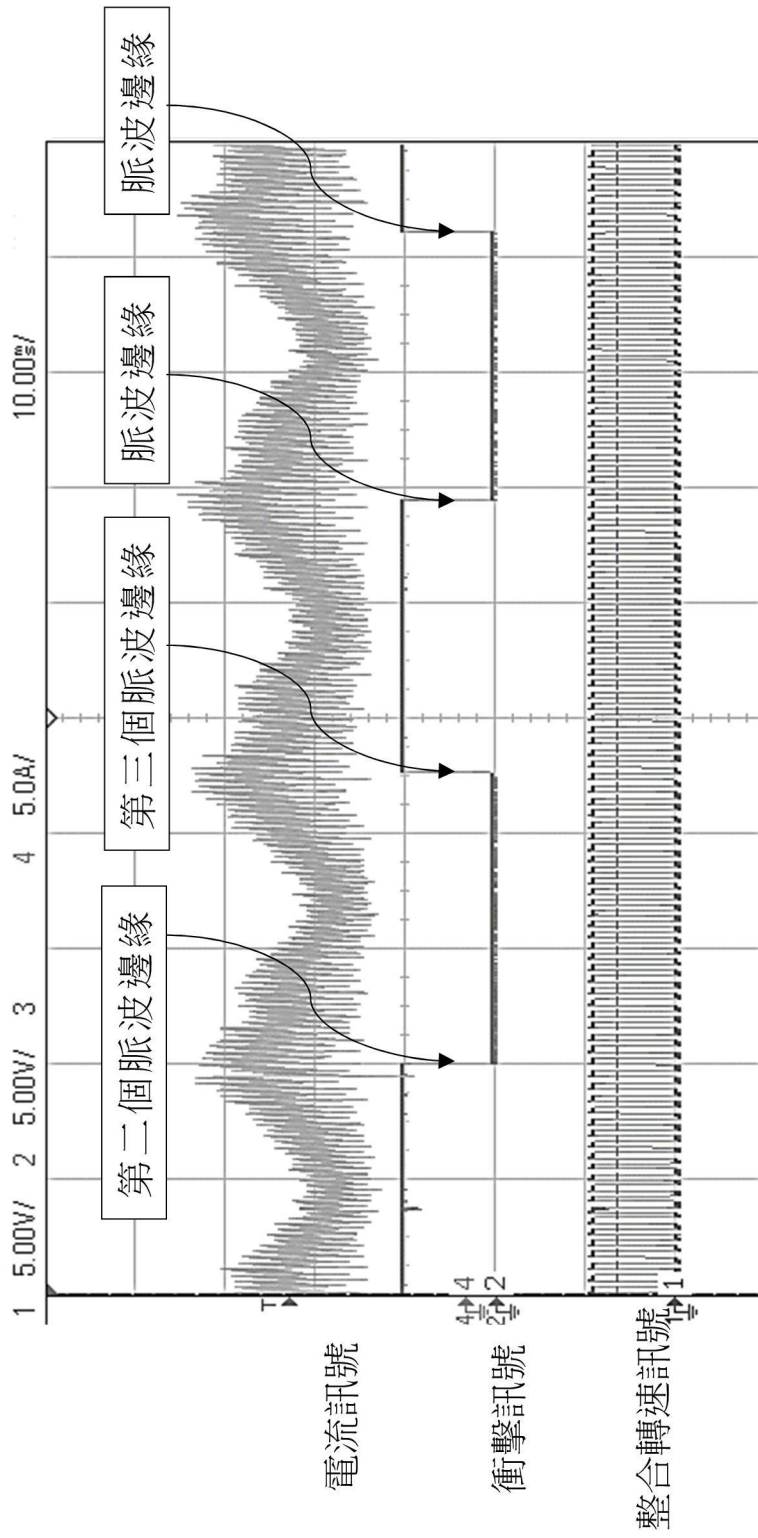


圖7

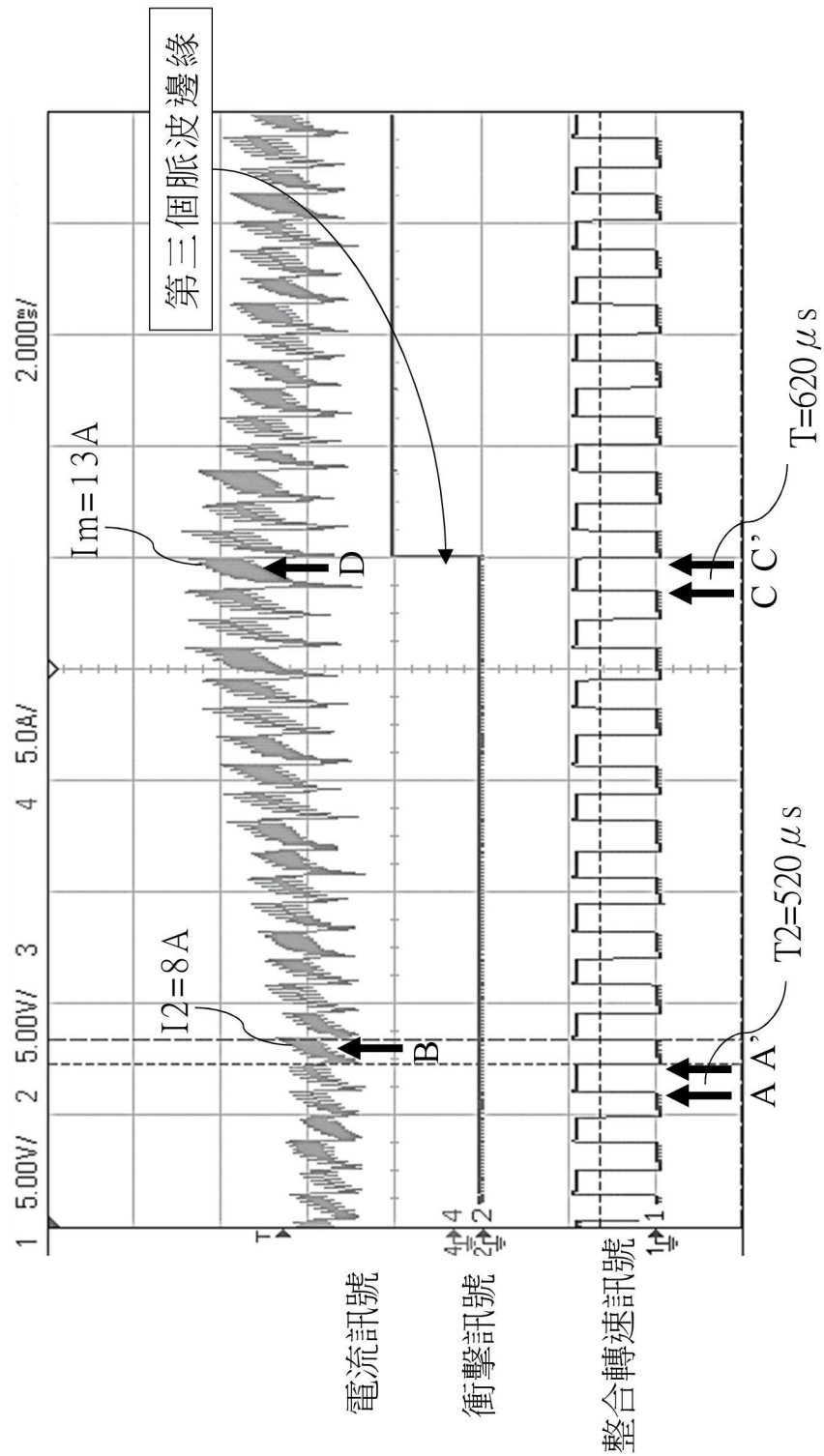


圖8

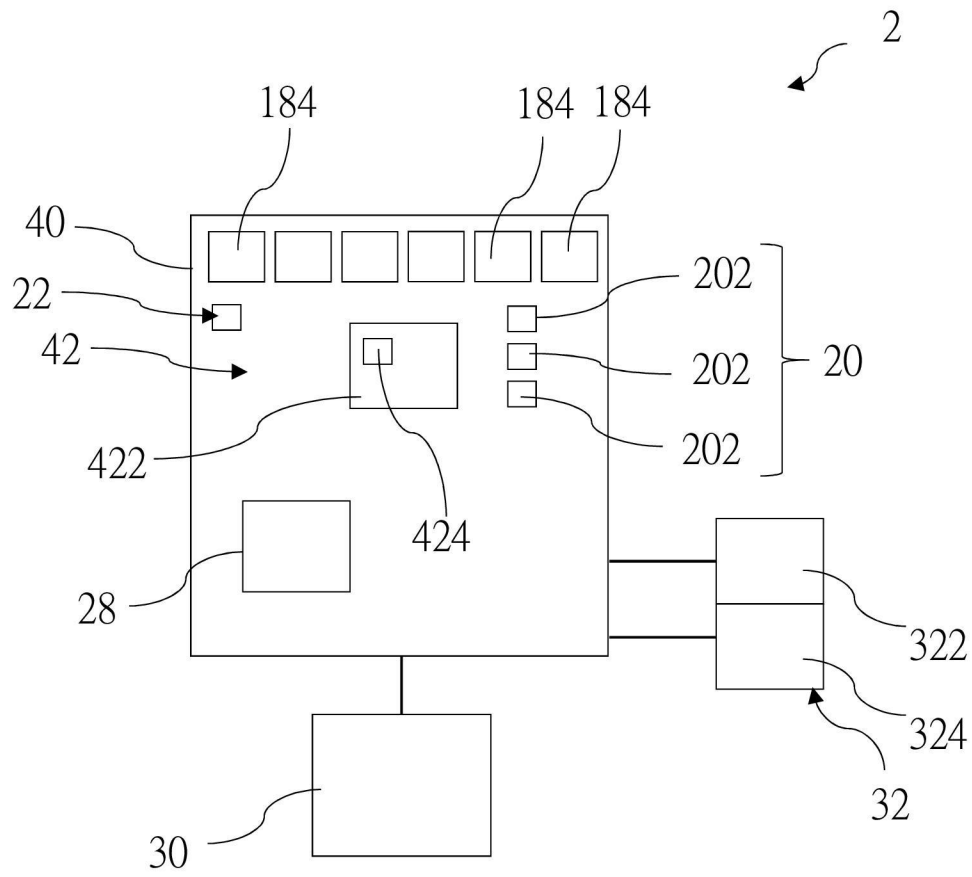


圖9

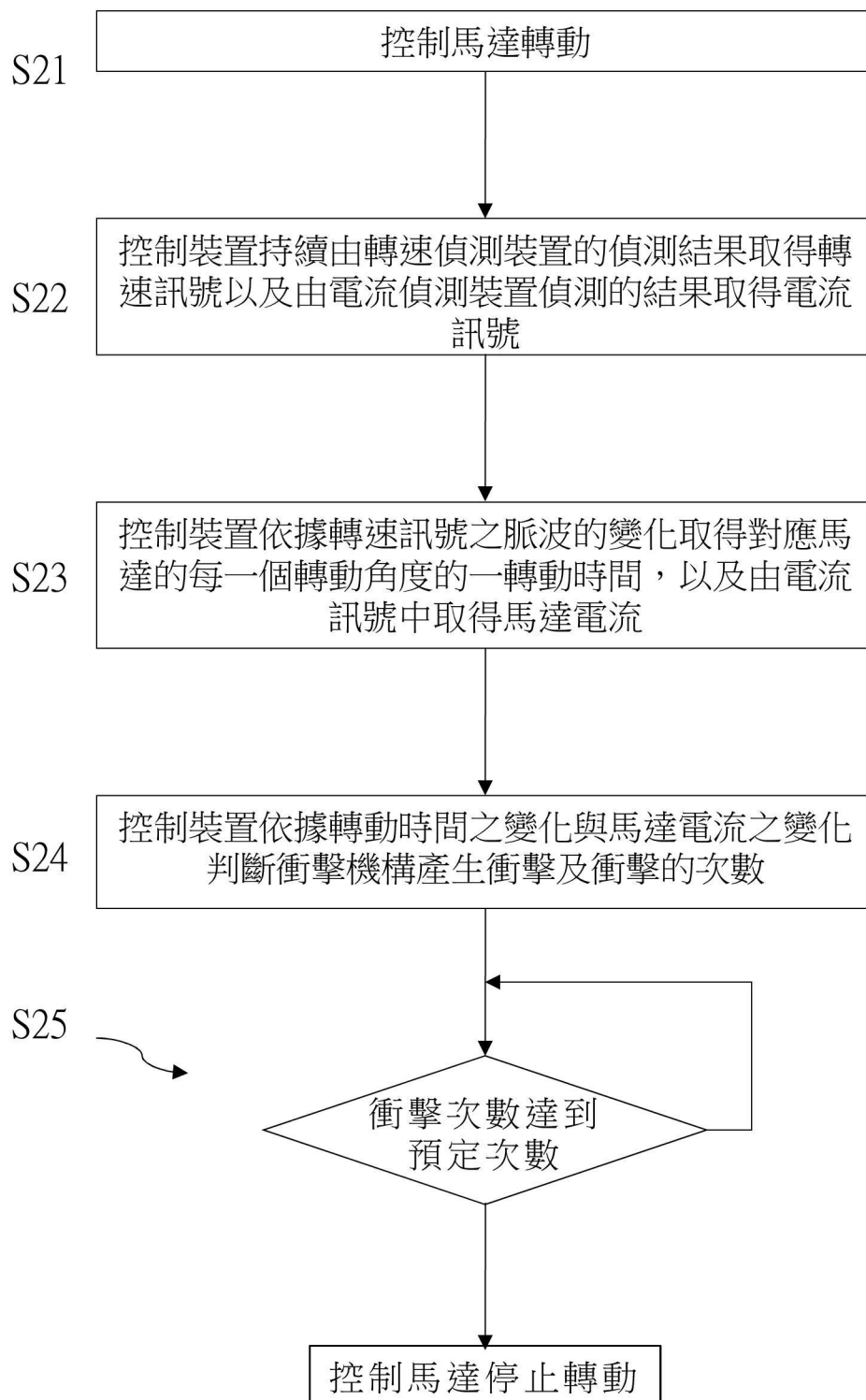


圖10

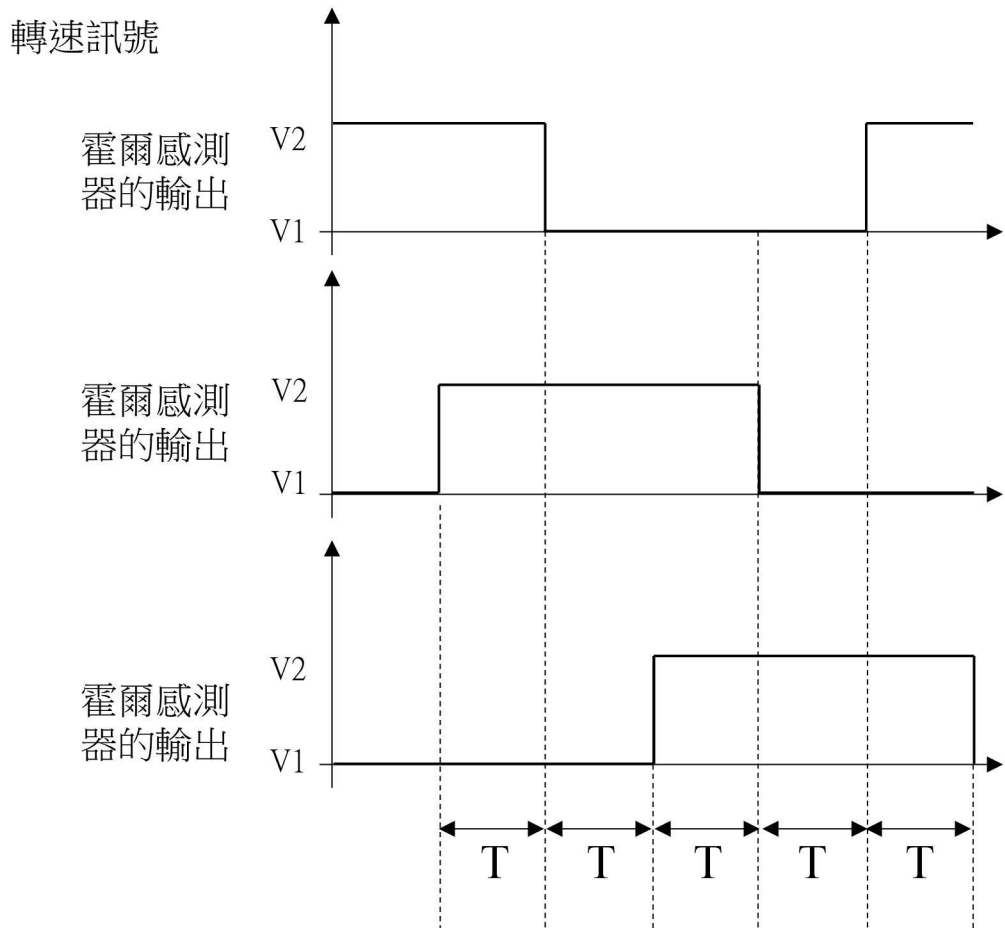


圖11