公告本

I226746

申請日期：	IPC分類 H02P6/16, H02P6/08
申請案號： 91135235	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明名稱	中文	馬達驅動裝置及馬達驅動方法
	英文	MOTOR DRIVING DEVICE AND MOTOR DRIVING METHOD
二、發明人(共2人)	姓名(中文)	1.岩永 太志 2.山本 泰永
	姓名(英文)	1.Iwanaga, Taishi 2.Yamamoto, Yasunori
	國籍(中英文)	1.日本 JP 2.日本 JP
	住居所(中文)	1.日本國京都府長岡京市奥海印寺下條3-404 2.日本國大阪府枚方市招提大谷3-30-19
	住居所(英文)	1.3-404, Okukaiinji-shimojo, Nagaokakyo-shi, Kyoto, Japan 2.3-30-19, Shodaiji-otani, Hirakata-shi, Osaka, Japan
三、申請人(共1人)	名稱或姓名(中文)	1.松下電器產業股份有限公司
	名稱或姓名(英文)	1.Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.
	國籍(中英文)	1.日本 JP
	住居所(營業所)(中文)	1.日本國大阪府門真市大字門真1006番地 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所(營業所)(英文)	1.1006, Oaza Kadoma, Kadoma-shi, Osaka 571-8501, Japan
	代表人(中文)	1.中村 邦夫
	代表人(英文)	1.Nakamura, Kunio

一、本案已向

國家(地區)申請專利	申請日期	案號	主張專利法第二十四條第一項優先權
日本 JP	2001/12/04	特願2001-370515	有

二、□主張專利法第二十五條之一第一項優先權:

申請案號:

無

日期:

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項□第一款但書或□第二款但書規定之期間

日期:

四、□有關微生物已寄存於國外:

寄存國家:

寄存機構:

無

寄存日期:

寄存號碼:

□有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構):

寄存機構:

寄存日期:

無

寄存號碼:

□熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。

五、發明說明（1）

一、【發明所屬之技術領域】

本發明係關於馬達的驅動技術，特別是關於PWM控制之馬達驅動技術。

二、【先前技術】

以PWM來控制對馬達線圈的通電以驅動3相（U相、V相及W相）馬達之先前的馬達驅動裝置的構成如圖22中所示。先前的馬達驅動裝置包括：驅動馬達的電源1、霍爾信號處理部2、通電切換部3、位準轉換部4、振盪器5、比較器6、PWM控制部7、並聯連接之3組半橋電路、電流檢測電阻R、及放大其兩端電壓之放大器A。

霍爾信號處理部2從霍爾元件輸入霍爾信號，產生指示轉子位置之邏輯信號。通電切換部3輸入此邏輯信號來決定通電相。圖23說明以通電切換部3來決定通電相上通電之相電流及決定相電流的電流值之扭力指令信號TQ。圖23(a)說明U相電流、圖23(b)說明V相電流、圖23(c)說明W相電流、圖23(d)說明扭力指令信號TQ。圖23(a)（b）（c）中，在時間軸上方為通Source電流，在下方為通Sink電流。在圖23中，因為扭力指令信號TQ的值為一定，所以各相電流作為Source電流或Sink電流來流時的電流值為一定。

先前的馬達驅動裝置中對馬達線圈的通電，在電氣角120°的期間，對應到扭力指令信號TQ之電流值來流Source電流（或Sink電流）。在接著的電氣角60°的期間，

五、發明說明 (2)

不進行通電，電流值成為零。然後，換成Sink電流(或Source電流)，進行相同的通電。此種矩形波的相電流的3相差電氣角120°來通電，在任意的時刻中，Source電流1相及Sink電流1相合計2相被通電，剩下的1相則不通電。先前的馬達驅動裝置中之通電切換部3，決定Source電流側的1相及Sink電流側的1相的合計2相作為通電相。每隔電氣角60°來決定通電相。

PWM控制部7，對通電切換部3所決定之通電相使用PWM控制信號P來進行PWM控制。當PWM控制信號P開啟(ON)時，經由通電切換部3及位準轉換部4，半橋電路的電晶體被鎖住(Latch On)，從電源1對馬達線圈流電流。當PWM控制信號P關閉時，半橋電路的電晶體被解鎖，停止從電源1流入電流。PWM控制信號P所控制的可以是Source電流側或Sink電流側中的任一者的電晶體，未被PWM控制側的電晶體被固定在開啟。在此係對Source電流側的電晶體做PWM控制，將Sink電流側的電晶體固定在開啟。因此，圖23(a)(b)(c)中，斜線的部分被PWM控制。

三、【發明內容】

發明所欲解決的課題

先前的馬達驅動裝置，如圖23中所示，在相電流切換的地方會產生相電流的急劇的變化。此種相電流的急劇變化會使馬達產生振動，亦是馬達產生噪音的原因。

有鑑於上述的問題，本發明的課題是在PWM控制之馬

五、發明說明（3）

達驅動技術中，實現不會發生急劇相電流變化之通電相的切換，以降低馬達的振動及馬達產生的噪音。

用以解決課題的方式

為了解決上述課題之本發明中之裝置，是一種使用PWM來控制對馬達線圈通電以驅動馬達之馬達驅動裝置，其中包括：在每個特定週期決定要進行PWM控制之第1及第2通電相之通電切換部、輸入原扭力指令信號，產生對應到該原扭力指令信號振幅的第1及第2扭力指令信號之扭力指令信號產生部、輸入上述第1及第2扭力指令信號及檢測出供給到上述馬達之電流之電流檢測信號，將該第1及第2扭力指令信號與該電流檢測信號分別比較，輸出第1及第2比較結果之比較器、產生第1及第2設定脈衝信號之振盪器、及輸入上述第1及第2設定脈衝信號及上述第1及第2比較結果，依據該第1設定脈衝信號及該第1比較結果來產生第1PWM控制信號，依據該第2設定脈衝信號及該第2比較結果來產生第2PWM控制信號之PWM控制部；對上述通電切換部所決定之第1及第2通電相的通電，分別依據上述PWM控制部所產生之第1及第2 PWM控制信號並聯地進行PWM控制。

依據本發明的馬達驅動裝置，對通電切換部所決定之第1及第2通電相，可以依據扭力指令信號產生部所產生之相異扭力指令之第1及第2扭力指令信號的電流值，並聯地進行以PWM控制之通電。藉此可以平順地進行相電流的切

五、發明說明 (4)

換。

上述扭力指令信號產生部最好可以產生合成上述第1及第2扭力指令信號之第3扭力指令信號，上述比較器比較上述第3扭力指令信號與上述電流檢測信號，輸出第3比較結果。本發明的馬達驅動裝置中具有遮蔽部，對其輸入上述第1及第2PWM控制信號及上述第1、第2及第3比較結果，依據該第1及第2PWM控制信號及該第3比較結果，來控制該第1及第2的比較結果之有無遮蔽。

藉此，例如在以高扭力來控制馬達時，當同時對2相以PWM控制來通電時，可以依據此2相上所通電之電流值來進行PWM控制。

具體而言，上述遮蔽部最好是當上述第1及第2PWM控制信號全都是開啟狀態的期間，將上述第1及第2比較結果加以遮蔽。

此外，上述遮蔽部，當上述第1及第2PWM控制信號都在開啟狀態的期間，從上述第3比較結果檢測到上述電流檢測信號的電位達到上述第3扭力指令信號的電位時，解除上述第1及第2比較結果中的任一者的遮蔽，對另一邊的遮蔽則在特定的期間內不予解除。

此外，在上述特定週期中，最好持續增加上述第1扭力指令信號，同時持續減少上述第2扭力指令信號，上述遮蔽部則在上述檢測時，解除上述第2比較結果的遮蔽。

此外，最好在上述特定週期中，持續增加上述第1扭力指令信號，同時持續減少上述第2扭力指令信號，上述

五、發明說明 (5)

遮蔽部，在上述檢測時，當此時是在上述特定週期的前半時解除上述第1比較結果的遮蔽，當在上述特定週期的後半時則解除上述第2比較結果的遮蔽。

另一方面，具體而言，上述比較器具有3個比較器，以各別的比較器將上述第1、第2及第3扭力指令信號與上述電流檢測信號分別加以比較。

具體而言，本發明中之馬達為3相馬達，本發明的馬達驅動裝置中之上述通電切換部對上述馬達之各相的馬達線圈上所通電之相電流的週期，每隔電氣角60°切換上述第1及第2通電相。

具體而言，本發明中之馬達為4相馬達，本發明的馬達驅動裝置中之上述通電切換部，對上述馬達中之各相的馬達線圈上所通電之相電流的週期，每隔電氣角90°切換上述第1及第2通電相。

上述扭力指令信號產生部，最好輸入轉子檢測信號，產生相當於該轉子檢測信號的週期中之上述電氣角期間之週期的上述第1及第2扭力指令信號。

上述扭力指令信號產生部，最好是輸入轉子檢測信號，使用將該轉子檢測信號依上述電氣角加以分割後之信號來產生上述第1及第2扭力指令信號。

另一方面，具體而言，本發明的馬達驅動裝置中之上述振盪器會產生週期相互獨立的上述第1及第2設定脈衝信號。

具體而言，本發明的馬達驅動裝置中之上述振盪器，

五、發明說明 (6)

使第1及第2設定脈衝信號的相位差隨著上述馬達的轉速來變化，來產生上述第1及第2設定脈衝信號。

具體而言，本發明的馬達驅動裝置中之上述PWM控制部，隨著上述第1設定脈衝信號，開啟上述第1PWM控制信號，隨著上述第2設定脈衝信號，開啟上述第2PWM控制信號。

具體而言，本發明的馬達驅動裝置中之上述PWM控制部，當從上述第1比較結果檢測出上述電流檢測信號的電位達到上述第1扭力指令信號的電位時，關閉上述第1PWM控制信號，當從上述第2比較結果檢測出上述電流檢測信號的電位達到上述第2扭力指令信號的電位時，關閉上述第2PWM控制信號。

具體而言，本發明的馬達驅動裝置中之上述PWM控制部從關閉上述第1PWM控制信號時開始經過特定期間之後，開啟上述第1PWM控制信號，從關閉上述第2PWM控制信號時開始經過特定期間之後，開啟上述第2PWM控制信號。

另一方面，為了解決上述課題，本發明中之裝置是以PWM來控制對馬達線圈通電之馬達驅動方法，其中包括：在每個特定週期決定要進行PWM控制之第1及第2通電相之通電切換步驟、產生對應到所加上之原扭力指令信號之第1及第2扭力指令信號之扭力指令信號產生步驟、將上述第1及第2扭力指令信號與所檢測出供給到上述馬達之電流之電流檢測信號分別加以比較之比較步驟、及依據第1及第2設定脈衝信號及上述比較步驟的比較結果來產生第1及第

五、發明說明 (7)

2PWM控制信號之PWM控制步驟；分別依據上述PWM控制步驟所產生之第1及第2PWM控制信號，並聯地PWM控制對上述通電切換步驟所決定之對第1及第2通電相之通電。

依據本發明的馬達驅動方法，對通電切換步驟所決定之第1及第2通電相，可以依據扭力指令信號產生步驟所產生之相異之第1及第2扭力指令信號的電流值，並聯地進行PWM控制之通電。藉此可以平順地切換相電流。

上述扭力指令信號產生步驟最好是可以產生將上述第1及第2扭力指令信號加以合成之第3扭力指令信號，比較步驟將上述第3扭力指令信號與上述電流檢測信號加以比較。上述馬達驅動方法具有遮蔽步驟，依據上述第1及第2PWM控制信號及上述比較步驟的比較結果來控制有無上述比較結果的遮蔽。

據此，例如當以高扭力來控制馬達時，當同時對2相以PWM控制來通電時，可以依據通電到此2相上之電流值來做PWM控制。

具體而言，本發明中之馬達為3相馬達，而本發明的馬達驅動方法中之上述通電切換步驟，對上述馬達中之各相的馬達線圈所通電之相電流的週期，每隔電氣角60°來切換上述第1及第2通電相。

具體而言，本發明中之馬達為4相馬達，而本發明的馬達驅動方法中之上述通電切換步驟，對上述馬達中之各相的馬達線圈所通電之相電流的週期，每隔電氣角90°來切換上述第1及第2通電相。

五、發明說明 (8)

四、【實施方式】

以下參照圖面來說明本發明的實施形態。

(第1實施形態)

圖1說明本發明的第1實施形態中之馬達驅動裝置的構成。本實施形態中之馬達驅動裝置，藉著PWM控制對馬達線圈的通電來驅動3相(U相、V相及W相)馬達，其包括有：驅動馬達的電源1、霍爾信號處理部2A、通電切換部3A、位準轉換部4、振盪器5A、比較部6A、PWM控制部7A、扭力指令信號產生部8、遮蔽部9、並聯連接之3組半橋電路、電流檢測電阻R及放大其兩端電壓之放大器A。

控制對U相馬達線圈C1通電之半橋電路包括：控制Source電流通電之電晶體Tr11，及控制Sink電流通電之電晶體Tr12。同樣地，控制對V相馬達線圈C2通電之半橋電路包括：控制Source電流通電之電晶體Tr21，及控制Sink電流通電之電晶體Tr22。控制對W相馬達線圈C3通電之半橋電路包括：控制Source電流通電之電晶體Tr31，及控制Sink電流通電之電晶體Tr32。

在電晶體Tr11及Tr12的汲極與源極之間，與加上閘極電壓後的電流方向相反方向上分別連接二極體D11及D12。同樣地，在電晶體Tr21及Tr22的汲極與源極之間，與加上閘極電壓後的電流方向相反方向上分別連接二極體D21及D22。在電晶體Tr31及Tr32的汲極與源極之間，與加上閘

五、發明說明 (9)

極電壓後的電流方向相反方向上分別連接二極體D31及D32。

霍爾信號處理部2A輸入來自霍爾元件的霍爾信號，產生指示轉子位置之邏輯信號。通電切換部3A輸入此邏輯信號來決定通電相。圖2中說明通電切換部3A所決定之通電相上所通電之相電流及決定相電流的電流值之各種扭力指令信號。圖2(a)說明U相電流、圖2(b)說明V相電流、圖2(c)說明W相電流。圖2(a)(b)(c)中，時間軸上方為通電Source電流，其下方為通電Sink電流。

圖2(d)中說明相當於本發明的第1扭力指令信號之增加扭力指令信號TQ1、相當於第2扭力指令信號之減少扭力指令信號TQ2及相當於第3扭力指令信號之合計扭力指令信號TQ3。這些扭力指令信號TQ1、TQ2及TQ3係以扭力指令信號產生部8來產生，對相電流的週期相當於電氣角60°的期間作為週期之信號。增加扭力指令信號TQ1在電氣角60°的期間持續地增加，減少扭力指令信號TQ2則持續減少。合計扭力指令信號TQ3係增加扭力指令信號TQ1與減少扭力指令信號TQ2的合成。

對本實施形態中之馬達驅動裝置中之各馬達線圈C1、C2及C3的通電，在電氣角60°的期間，Source電流(或Sink電流)跟據增加扭力指令信號TQ1來增加電流值，接著的電氣角60°的期間，跟據合計扭力指令信號TQ3之電流值，接著的電氣角60。的期間，跟據減少扭力指令信號TQ2來減少電流值。然後，改變成Sink電流(或Source電

五、發明說明 (10)

流），進行同樣的通電。此種梯形波相電流的3相，互相平移電氣角120°來通電，全體來說，依據增加扭力指令信號TQ1之通電相、依據減少扭力指令信號TQ2之通電相及依據合計扭力指令信號TQ3之通電相，每隔電氣角60°來切換。

通電切換部3A選擇Source電流側的2相及Sink電流側的1相作為某個電氣角60°的區間中之通電相。在接著的電氣角60°的區間中，選擇Source電流側的1相及Sink電流側的2相作為通電相。Source電流側或Sink電流側所選擇之2相的通電相，相當於依據增加扭力指令信號TQ1之通電相及依據減少扭力指令信號TQ2之通電相，對這些通電相的通電是以PWM來控制。這些的相反側的Sink電流側或Source電流側所選擇的1相的通電相，相當於依據合計扭力指令信號TQ3之通電相，控制此通電相之電晶體固定在開啟。因此，圖2(a)(b)(c)中，斜線的部分是被PWM控制。

位準轉換部4與先前的馬達驅動裝置中的具有相同的構成，根據來自通電切換部3A的信號，加到半橋電路的各電晶體的閘極電壓。

振盪器5A產生相當於本發明的第1及第2設定脈衝信號之設定脈衝信號SP1及SP2，輸出到PWM控制部7A。此設定脈衝信號SP1及SP2是使PWM控制部7A所產生之PWM控制信號P1及P2開啟之時序。

比較部6A具有3個比較器61、62及63。比較器61比較

五、發明說明 (11)

扭力指令信號TQ1與電流檢測信號DS，輸出相當於本發明的第1比較結果之比較結果CR1。比較器62比較扭力指令信號TQ2與電流檢測信號DS，輸出相當於本發明的第2比較結果之比較結果CR2。比較器63比較扭力指令信號TQ3與電流檢測信號DS的比較，輸出相當於本發明的第3比較結果之比較結果CR3。電流檢測信號DS是馬達線圈上通電之電流流經電流檢測電阻R時電流檢測電阻R兩端的電壓經放大器A放大後之信號。

PWM控制部7A輸入來自振盪器5A的設定脈衝信號SP1及SP2，及來自比較部6A的比較結果CR1及CR2，產生用來實現圖2所示之相電流通電的PWM控制信號P1及P2。PWM控制信號P1及P2相當於本發明的第1及第2PWM控制信號。PWM控制部7A將PWM控制信號P1及P2輸出到通電切換部3A，對通電切換部3A所決定之Source電流側或Sink電流側的2相的通電相並聯地進行PWM控制。

扭力指令信號產生部8輸入相當於本發明的原扭力指令信號之扭力指令信號TQ，及經霍爾信號處理部2A波形整形後之霍爾信號DT21、DT22及DT23，產生增加扭力指令信號TQ1、減少扭力指令信號TQ2、及合計扭力指令信號TQ3。霍爾信號DT21、DT22及DT23相當於本發明的轉子檢測信號。

圖3是說明扭力指令信號產生部8的內部構成。扭力指令信號產生部8包括區間分割部81、合成部82、及調幅部83，直接利用霍爾信號DT21、DT22及DT23的波形來產生各

五、發明說明 (12)

種扭力指令信號TQ1、TQ2及TQ3。

首先，區間分割部81輸入霍爾信號DT21、DT22及DT23(圖4(a))，產生每隔電氣角60°分割後之分割信號DT811、DT 812、DT813、DT814、DT815及DT816(圖4(b))。接著，合成部82分別以分割信號DT811、DT812、DT813、DT814、DT815及DT816來切割霍爾信號DT21、DT22及DT23，透過差動電路來產生遞增之三角波DT821及遞減之三角波DT822(圖4(c))。而且將三角波DT821及DT822加以合成來產生固定值之合成波DT823(圖4(c))。最後，調幅部83對合成部82所產生之三角波DT821及DT822與合成波DT823，根據扭力指令信號TQ來調幅，從三角波DT821產生增加扭力指令信號TQ1，從三角波DT822產生減少扭力指令信號TQ2，及從合成波DT823產生合計扭力指令信號TQ3。

遮蔽部9輸入來自比較部6A的比較結果CR1、CR2及CR3，及來自PWM控制部7A之PWM控制信號P1及P2，根據PWM控制信號P1及P2與比較結果CR3來進行比較結果CR1及CR2的遮蔽處理。此遮蔽處理將在後面詳細地說明。

以下，使用圖5的流程圖來說明上述構成中之馬達驅動裝置所進行之PWM控制。以下的說明是假設馬達被以低扭力來驅動，PWM控制信號P1及P2都不會成為開啟狀態。

當PWM控制開始時，在步驟S1確認是否被輸入設定脈衝信號SP1，若未被輸入則前進到步驟S2，若有被輸入則前進到步驟S3。在步驟S2確認是否被輸入設定脈衝信號SP2，若未被輸入則回到步驟S1，若被輸入則前進到步驟

五、發明說明 (13)

S7。

在步驟S3中使PWM控制信號P1開啟。然後前進到步驟S4，確認PWM控制信號P1及P2是否都是開啟狀態。在此的說明由於假設都不會成為開啟狀態，所以前進到步驟S5。

在步驟S5中確認電流檢測信號DS的電位是否達到增加扭力指令信號TQ1的電位，若是沒有達到則回到步驟S4，若是達到則前進到步驟S6。在步驟S6中，使PWM控制信號P1關閉，然後回到步驟S1。

在步驟S7中使PWM控制信號P2開啟。然後前進到步驟S8，確認PWM控制信號P1及P2是否都在開啟狀態。在此的說明由於假設都不會成為開啟狀態，所以前進到步驟S9。

在步驟S9中確認電流檢測信號DS的電位是否達到減少扭力指令信號TQ2的電位，若是沒有達到則回到步驟S8，若是達到則前進到步驟S10。然後，在步驟S10使PWM控制信號P2關閉，回到步驟S1。

接著，使用將圖2之時刻t1的前後在時間軸上放大後之圖6的時序圖來說明上述以PWM來控制對馬達線圈通電的狀態。在時刻t1所屬於之電氣角60°的區間中的通電相，在Source電流側選擇V相及W相，在Sink電流側選擇U相。V相電流是依據PWM控制信號P1來進行PWM控制，W相電流是依據PWM控制信號P2來進行PWM控制。

圖6(a)中說明設定脈衝信號SP1及SP2。此處的設定脈衝信號SP1及SP2為週期相同，相互偏移半週期來產生之脈衝。圖6(b)中說明PWM控制信號P1及P2。圖6(c)中說明電

五、發明說明 (14)

流檢測信號DS。圖6(d)中說明V相電流，圖6(e)中說明W相電流。圖6(b)(c)(d)中之期間A相當於PWM控制信號P1開啟的期間，圖6(b)(c)(e)中之期間B相當於PWM控制信號P2開啟的期間。在圖6(d)(e)中之期間C，流動回生電流。

PWM控制部7A輸入設定脈衝信號SP1使PWM控制信號P1開啟。藉著開啟PWM控制信號P1，通電切換部3A透過位準轉換部4，使對應到PWM控制信號P1之通電相之V相的Source電流側的電晶體Tr21鎖住，從電源1流入Source電流。控制Sink電流側的通電相之U相之電晶體Tr12在時刻t1所屬於之電氣角60°的區間中，被固定在開啟。

圖7說明此時馬達線圈上所流的電流。當PWM控制信號P10開啟時，如圖7中的實線所示一般，依電源1-電晶體Tr21-馬達線圈C2-馬達線圈C1-電晶體Tr12的方向流動電流。最後流入電流檢測電阻R，產生電流檢測信號DS。圖7中虛線所示的電流，此時，作為回生電流流到馬達線圈。

電流檢測信號DS的電位漸漸地增大，然後達到增加扭力指令信號TQ1的電位(圖6(c))。此時，比較部6A中之比較器61的比較結果CR1的輸出發生變化。遮蔽部9在此並不進行遮蔽處理，而將比較結果CR1直接輸出到PWM控制部7A。

PWM控制部7A輸入比較結果CR1，當檢測出電流檢測信號DS的電位達到增加扭力指令信號TQ1的電位時，使PWM控制信號P1關閉。藉此，電晶體Tr21被解鎖。藉著殘存在馬

五、發明說明 (15)

達線圈上之電能，依馬達線圈C2-馬達線圈C1-電晶體Tr12-二極體D22的方向流動回生電流。

接著，PWM控制部7A輸入設定脈衝信號SP2，使PWM控制信號P2開啟。當PWM控制信號P2成為開啟，通電切換部3A透過位準轉換部4，使對應到PWM控制信號P2之通電相之W相的Source電流側的電晶體Tr31鎖住，從電源1流入Source電流。控制Sink電流側的通電相之U相之電晶體Tr12接著開啟。

圖8說明此時的馬達線圈所流的電流。當PWM控制信號P2開啟，如圖8中的實線所示一般，依電源1-電晶體Tr31-馬達線圈C3-馬達線圈C1-電晶體Tr12的方向流動電流。最後流入電流檢測電阻R，產生電流檢測信號DS。圖8中以虛線所示的電流，是剛才當PWM控制信號P1關閉後，流入馬達線圈的回生電流。

電流檢測信號DS的電位漸漸地增大，然後達到減少扭力指令信號TQ2的電位(圖6(c))。此時，比較部6A中之比較器62的比較結果CR2的輸出發生變化。遮蔽部9在此並不進行遮蔽處理，而將比較結果CR2直接輸出到PWM控制部7A。

PWM控制部7A輸入比較結果CR2，當檢測出電流檢測信號DS的電位達到減少扭力指令信號TQ2的電位時，使PWM控制信號P2關閉。藉此，電晶體Tr31被解鎖。藉著殘存在馬達線圈上之電能，依馬達線圈C3-馬達線圈C1-電晶體Tr12-二極體D32的方向流動回生電流。

五、發明說明（16）

接著，說明圖2中時刻t2所屬於之電氣角60°的區間中之PWM控制。此區間是時刻t1所屬的區間的下一個區間。在時刻t2所屬之電氣角60°的區間中的通電相，在Source電流側選擇V相，在Sink電流側選擇U相及W相。W相電流依據PWM控制信號P1進行PWM控制，U相電流依據PWM控制信號P2進行PWM控制。再次使用圖6作為將時刻t2的前後在時間軸放大後之時序圖。圖6(d)中說明W相的Sink電流，圖6(e)中說明U相的Sink電流。

PWM控制部7A輸入設定脈衝信號SP1，使PWM控制信號P1開啟。當PWM控制信號P1開啟，通電切換部3A透過位準轉換部4使對應到PWM控制信號P1之通電相之W相的Sink電流側的電晶體Tr32鎖住。控制Source電流側的通電相之V相之電晶體Tr21在時刻t2所屬之電氣角60。的區間中被固定在開啟。

圖9中說明此時馬達線圈上流的電流。當PWM控制信號P1被開啟，如圖9中的實線所示一般，依電源1-電晶體Tr21-馬達線圈C2-馬達線圈C3-電晶體Tr32的方向流動電流。最後流入電流檢測電阻R，產生電流檢測信號DS。圖9中以虛線所示之電流，為馬達線圈上的回生電流。

電流檢測信號DS的電位漸漸地增大，然後達到增加扭力指令信號TQ1的電位(圖6(c))。此時，比較部6A中之比較器61的比較結果CR1的輸出發生變化。遮蔽部9在此並不進行遮蔽處理，而將比較結果CR1直接輸出到PWM控制部7A。

五、發明說明 (17)

PWM控制部7A輸入比較結果CR1，當檢測出電流檢測信號DS的電位達到增加扭力指令信號TQ1的電位時，使PWM控制信號P1關閉。藉此，電晶體Tr32被解鎖。藉著殘存在馬達線圈上之電能，依馬達線圈C2-馬達線圈C3-二極體D31-電晶體Tr21的方向流動回生電流。

接著，PWM控制部7A輸入設定脈衝信號SP2，使PWM控制信號P2開啟。當PWM控制信號P2成為開啟，通電切換部3A透過位準轉換部4，使對應到PWM控制信號P2之通電相之U相的Sink電流側的電晶體Tr12鎖住。控制Source電流側的通電相之V相之電晶體Tr21也接著被開啟。

圖10說明此時馬達線圈上流的電流。當PWM控制信號P2開啟，如圖10中的實線所示一般，依電源1-電晶體Tr21-馬達線圈C2-馬達線圈C1-電晶體Tr12的方向流電流。最後流入電流檢測電阻R，產生電流檢測信號DS。圖10中虛線所示的電流，是剛才當PWM控制信號P1關閉後，流入馬達線圈之回生電流。

電流檢測信號DS的電位漸漸地增大，然後達到減少扭力指令信號TQ2的電位(圖6(c))。此時，比較部6A中之比較器62的比較結果CR2的輸出發生變化。遮蔽部9在此並不進行遮蔽處理，而將比較結果CR2直接輸出到PWM控制部7A。

PWM控制部7A輸入比較結果CR2，檢測出電流檢測信號DS的電位達到減少扭力指令信號TQ2的電位，使PWM控制信號P2關閉。藉此，電晶體Tr12被解鎖。藉著殘存在馬達線

五、發明說明 (18)

圈上之電能，依馬達線圈C2-馬達線圈C1-二極體DL1-電晶體Tr21的方向流動回生電流。

以上是假設馬達被以低扭力驅動來說明PWM信號P1及P2都不會成為開啟狀態之PWM控制。接著，假設馬達被以高扭力來驅動的情況。當馬達被以高扭力來驅動時，對馬達線圈的通電量增加。因此，PWM控制信號P1及P2都成為開啟狀態，對Source電流側或Sink電流側的2相將同時發生通電。以下，使用圖5的流程圖來說明當PWM控制信號P1及P2都開啟的狀態時之PWM控制。

當PWM控制信號P1及P2都成為開啟狀態，從步驟S4或S8前進到步驟S11。在步驟S11，以比較部6A的比較結果CR1及CR2作為遮蔽前進到步驟S12。以比較結果CR1及CR2作為遮蔽的理由如下。當PWM控制信號P1及P2都成為開啟狀態時，電流檢測信號DS成為顯示Source電流側或Sink電流側中2相同時通電時之合計電流。因此，增加扭力指令信號TQ1及減少扭力指令信號TQ2並非此時的電流檢測信號DS的比較對象，若加以比較則會輸出錯誤的比較結果。

在步驟S12中確認電流檢測信號DS的電位是否達到合計扭力指令信號TQ3的電位，在達到為止將重複步驟S12。一旦達到則前進到步驟S13。

在步驟S13使PWM控制信號P2關閉，只解除比較結果CR2的遮蔽，然後前進到步驟S14。此處，在PWM控制信號P1之前關閉PWM控制信號P2的理由如下。因為PWM控制信號P1是用來對依據增加扭力指令信號TQ1之相電流做PWM控

五、發明說明 (19)

制，另一方面，PWM控制信號P2是用來對依據減少扭力指令信號TQ2之相電流做PWM控制。因此，控制電力漸漸增大之PWM控制信號P1會較控制漸漸減少之PWM控制信號P2，需要較長的開啟時間。於是，為了使PWM控制信號P1的開啟時間盡可能長，先使PWM控制信號P2關閉。

在步驟S14，從步驟S12中電流檢測信號DS的電位達到合計扭力指令信號TQ3的電位時開始，經過特定期間tm1後，解除比較結果CR1的遮蔽後回到步驟S4。此處，直到解除比較結果CR1的遮蔽為止，間隔特定期間tm1之理由如下。在步驟S13中關閉PWM控制信號P2之後，電流檢測信號DS成為表示PWM控制信號P1開啟時通電之電流。但是，在關閉PWM控制信號P2之後，因為關閉前的電力殘留在放大器A內，可能造成比較結果CR1發生錯誤。此特定期間tm1最好是數百ns左右。

以下使用圖2中之時刻t1的前後在時間軸上放大後之圖11的時序圖來說明上述以PWM來控制對馬達線圈通電之狀態。在時刻t1所屬之電氣角60°的區間中的通電相，在Source電流側是選擇V相及W相，在Sink電流側是選擇U相。V相電流是以PWM控制信號P1進行PWM控制，W相電流是以PWM控制信號P2進行PWM控制。

圖11(a)說明設定脈衝信號SP1及SP2。此處之設定脈衝信號SP1及SP2為週期相同，相互偏移半週期所產生之脈衝。圖11(b)說明PWM控制信號P1及P2。圖11(c)說明電流

五、發明說明 (20)

檢測信號DS。圖11(d)說明V相電流，圖11(e)說明W相電流。圖11(b)(c)(d)中之期間A相當於開啟PWM控制信號P1的期間，圖11(b)(c)(e)中之期間B相當於開啟PWM控制信號P2的期間。在圖11(d)(e)中之期間C流動回生電流。圖11(c)中之期間D相當於開啟PWM控制信號P1及P2的期間。

PWM控制部7A輸入設定脈衝信號SP1，開啟PWM控制信號P1。當PWM控制信號P1開啟，通電切換部3A透過位準轉換部4，使對應到PWM控制信號P1之通電相之V相的Source電流側的電晶體Tr21鎖住，從電源1流入Source電流。控制Sink電流側的通電相之U相之電晶體Tr12在時刻t1所屬之電氣角60°的區間中被固定在開啟。

電流檢測信號DS的電位漸漸地增大，而接近增加扭力指令信號TQ1的電位(圖11(c))。但是，在達到增加扭力指令信號TQ1的電位之前，PWM控制部7A輸入設定脈衝信號SP2，使PWM控制信號P2開啟。當PWM控制信號P2開啟，通電切換部3A透過位準轉換部4，使對應到PWM控制信號P2之通電相之W相的Source電流側的電晶體Tr31鎖住，從電源1流入Source電流。從此時開始，開始同時通電V相及W相的2相。

當遮蔽部9檢測出PWM控制信號P1及P2都成為開啟狀態，以比較部6A的比較結果CR1及CR2作為遮蔽，輸出到PWM控制部7A。因為比較結果CR1及CR2被遮蔽，所以PWM控制部7A不關閉PWM控制信號P1及P2，持續對V相及W相通

五、發明說明（21）

電。

電流檢測信號DS的電位漸漸地增大，然後達到合計扭力指令信號TQ3的電位。此時，比較部6A中之比較器63的比較結果CR3的輸出發生變化。遮蔽部9輸入比較結果CR3，當檢測出電流檢測信號DS的電位達到合計扭力指令信號TQ3的電位時，解除比較結果CR2的遮蔽。

PWM控制部7A輸入比較結果CR2，當檢測出電流檢測信號DS的電位達到減少扭力指令信號TQ2的電位時，關閉PWM控制信號P2。藉此，電晶體Tr31被解鎖。以殘存在馬達線圈上之電力來流動回生電流。

遮蔽部9，從檢測出電流檢測信號DS的電位達到合計扭力指令信號TQ3的電位開始經過特定期間tm1後，解除比較結果CR1的遮蔽。此時電流檢測信號DS的電位尚未達到增加扭力指令信號TQ1。

電流檢測信號DS的電位漸漸地增大，然後達到增加扭力指令信號TQ1的電位。此時，比較部6A中之比較器61的比較結果CR1的輸出發生變化。PWM控制部7A輸入比較結果CR1，當檢測出電流檢測信號DS的電位達到增加扭力指令信號TQ1的電位時，關閉PWM控制信號P1。藉此，電晶體Tr21被解鎖。以馬達線圈上殘留的電力來流動回生電流。

接著說明圖2中時刻t2所屬之電氣角60°的區間中之PWM控制。此區間是時刻t1所屬之區間的下一個區間。在時刻t2所屬之電氣角60°的區間中的通電相，在Source電流側選擇V相，在Sink電流側選擇U相及W相。W相電流依據

五、發明說明 (22)

PWM控制信號P1來進行PWM控制，U相電流依據PWM控制信號P2來進行PWM控制。以下再次使用圖11作為將時刻t2的前後在時間軸上放大後之時序圖。圖11(d)表示W相的Sink電流，圖11(e)表示U相的Sink電流。

PWM控制部7A輸入設定脈衝信號SP1，開啟PWM控制信號P1。當PWM控制信號P1開啟，通電切換部3A透過位準轉換部4，使對應到PWM控制信號P1之通電相之W相的Sink電流側的電晶體Tr32鎖住。控制Source電流側的通電相之V相之電晶體Tr21在時刻t2所屬之電氣角60°的區間中，被固定在開啟。

電流檢測信號DS的電位漸漸地增大，接近增加扭力指令信號TQ1的電位(圖11(c))。但是在達到增加扭力指令信號TQ1的電位前，PWM控制部7A輸入設定脈衝信號SP2，使PWM控制信號P2開啟。當PWM控制信號P2開啟，通電切換部3A透過位準轉換部4，使對應到PWM控制信號P2之通電相之U相的Sink電流側的電晶體Tr12鎖住。從此時開始同時對U相及W相的2相通電。

當遮蔽部9檢測出PWM控制信號P1及P2都成為開啟狀態，以比較部6A的比較結果CR1及CR2作為遮蔽，輸出到PWM控制部7A。因為比較結果CR1及CR2被遮蔽，所以PWM控制部7A不會關閉PWM控制信號P1及P2，持續對U相及W相通電。

電流檢測信號DS的電位漸漸地增大，然後達到合計扭力指令信號TQ3的電位。此時，比較部6A中之比較器63的

五、發明說明 (23)

比較結果CR3的輸出發生變化。遮蔽部9輸入比較結果CR3，當檢測出電流檢測信號DS的電位達到合計扭力指令信號TQ3的電位時，解除比較結果CR2的遮蔽。

PWM控制部7A輸入比較結果CR2，當檢測出電流檢測信號DS的電位達到減少扭力指令信號TQ2的電位時，關閉PWM控制信號P2。藉此，電晶體Tr12被解鎖。以殘存在馬達線圈上之電力來流動回生電流。

遮蔽部9，從檢測出電流檢測信號DS的電位達到合計扭力指令信號TQ3的電位時開始經過特定期間tm1後，解除比較結果CR1的遮蔽。此時的電流檢測信號DS的電位尚未達到增加扭力指令信號TQ1。

電流檢測信號DS的電位漸漸地增大，然後達到增加扭力指令信號TQ1的電位。此時，比較部6A中之比較器61的比較結果CR1的輸出發生變化。PWM控制部7A輸入比較結果CR1，當檢測出電流檢測信號DS的電位達到增加扭力指令信號TQ1的電位時，關閉PWM控制信號P1。藉此，電晶體Tr32被解鎖。以馬達線圈上殘留的電力來流動回生電流。

以上依據本實施形態，對2相的通電相並聯地以PWM控制通電，可以使相電流平順地變化。藉此，可以抑制馬達的振動並降低馬達的噪音。且因為可以平順地控制從低扭力遷移到高扭力，對所有的扭力都可以得到相同的效果。

以上的說明中，在PWM控制信號P1及P2同時在開啟狀態之期間內，當電流檢測信號DS的電位達到合計扭力指令信號TQ3的電位時，是關閉PWM控制信號P2，但也可以使

五、發明說明 (24)

PWM控制信號P1先關閉。但若是使控制電力漸漸增加之PWM控制信號P1先關閉，會使得依據增加扭力指令信號TQ1電位的通電較不易，所以最好是使PWM控制信號P2先關閉。或者，也可以在當電流檢測信號DS的電位達到合計扭力指令信號TQ3的電位時，在合計扭力指令信號TQ3的週期的前半關閉PWM控制信號P1，在後半關閉PWM控制信號P2。

在上述的馬達驅動裝置中具有放大器A，但也可以去掉此放大器A，而將電流檢測電阻R的兩端電壓直接作為電流檢測信號DS。上述圖示中的電流檢測電阻R是連接在低電位側，但也可以連接在例如電源1之後的高電位側。

上述的比較部6A具有3個比較器61、62及63，但也可以使PWM控制信號P1及P2同步，藉著選擇與電流檢測信號DS做比較之扭力指令信號，而只用一個比較器。

上述馬達線圈的回生電流是透過半橋電路的各電晶體的源極與汲極間所連接之二極體來流動。但也可以取代二極體，對與開啟之電晶體串聯之電晶體，移動時序使得半橋電路上不會流貫通電流，來進行相位反轉同步控制。藉此，可以去掉對二極體通電時的壓降損失，以降低馬達驅動裝置的消耗電力。此處之電晶體也可以是功率BJT、功率MOS、IGBT等。

上述中，是輸入來自霍爾元件的霍爾信號來檢測轉子位置，但霍爾信號之外，也可以在使用無感測馬達時，從馬達線圈的逆起電力來檢測轉子的位置。

五、發明說明（25）

（第2實施形態）

本發明的第2實施形態中之馬達驅動裝置，具有與第1實施形態中之馬達驅動裝置中之扭力指令信號產生部8的構成不同之扭力指令信號產生部8A。其他的構成及動作因為與第1實施形態相同故省略其說明。本實施形態中之馬達驅動裝置的各構成要素及各種信號標示可以參照圖1中之符號。

本實施形態中之馬達驅動裝置是使用正弦波的相電流來驅動馬達。圖12中說明通電切換部3A所決定之通電相上通電之相電流及決定相電流的電流值之各種扭力指令信號。圖12(a)中說明U相電流、V相電流及W相電流。圖12(a)中，在時間軸的上方是通電Source電流，下方則通電Sink電流。

圖12(b)中說明相當於本發明的第1扭力指令信號之增加扭力指令信號TQ1、相當於第2扭力指令信號之減少扭力指令信號TQ2及相當於第3扭力指令信號之合計扭力指令信號TQ3。扭力指令信號TQ1、TQ2及TQ3是扭力指令信號產生部8A所產生，以相當於相電流週期的電氣角60°的期間作為週期之信號。增加扭力指令信號TQ1在電氣角60°的期間內持續增加，而減少扭力指令信號TQ2則持續減少。合計扭力指令信號TQ3是增加扭力指令信號TQ1與減少扭力指令信號TQ2的合成。

扭力指令信號產生部8A輸入相當於本發明的原扭力指令信號之扭力指令信號TQ，及經霍爾信號處理部2A波形整

五、發明說明 (26)

形後之霍爾信號DT21、DT22及DT23，產生增加扭力指令信號TQ1、減少扭力指令信號TQ2、及合計扭力指令信號TQ3。

圖3說明扭力指令信號產生部8A的內部構成。扭力指令信號產生部8A包括：區間分割部81、合成部82A、及調幅部83；直接利用霍爾信號DT21、DT22及DT23的波形來產生各種扭力指令信號。

首先，區間分割部81輸入霍爾信號DT21、DT22及DT23(圖13(a))，產生每隔電氣角60°來分割後之分割信號DT811、DT812、DT813、DT814、DT815及DT816(圖13(b))。接著，合成部82A對分割信號DT811、DT812、DT813、DT814、DT815及DT816，從霍爾信號DT21、DT22及DT23切出從電氣角0°到60°的第1正弦波DT821、從電氣角120°到180°的第2正弦波DT822及從電氣角60°到120°的第3正弦波DT823(圖13(c))。最後，調幅部83將合成部82A所產生之第1正弦波DT821、第2正弦波DT822及第3正弦波DT823，以扭力指令信號TQ加以調幅，從第1正弦波DT821來產生增加扭力指令信號TQ1，從第2正弦波DT822來產生減少扭力指令信號TQ2，從第3正弦波DT823來產生合計扭力指令信號TQ3。

如同上述，依據本實施形態可以對馬達線圈通電正弦波的相電流，進一步實現馬達的低振動化及低噪音化。

上述中，是輸入來自霍爾元件的霍爾信號來檢測轉子位置，但霍爾信號之外，也可以在使用無感測馬達時，從

五、發明說明 (27)

馬達線圈的逆起電力來檢測轉子的位置。

（第3實施形態）

本發明的第3實施形態中之馬達驅動裝置，具有與第1實施形態中之馬達驅動裝置中之扭力指令信號產生部8構成相異之扭力指令信號產生部8B。其他的構成及動作因為與第1實施形態相同故省略其說明。而且，本實施形態中之馬達驅動裝置的各構成要素及各種信號可以參照標示在圖1中的符號。

扭力指令信號產生部8B輸入相當於本發明的原扭力指令信號之扭力指令信號TQ，及經霍爾信號處理部2A波形整形後之霍爾信號DT21、DT22及DT23，來產生增加扭力指令信號TQ1、減少扭力指令信號TQ2、及合計扭力指令信號TQ3。這些扭力指令信號為步階波。

圖14說明扭力指令信號產生部8B的內部構成。扭力指令信號產生部8B包括有：區間分割部81、區間細分部84、及步階波產生部85。

首先，區間分割部81輸入霍爾信號DT21、DT22及DT23，產生每隔電氣角60°分割後之分割信號DT811、DT812、DT813、DT814、DT815及DT816。接著，區間細分部84將各分割信號DT811、DT812、DT813、DT814、DT815及DT816進一步8分割，產生細分信號$\theta 0$、$\theta 1$、$\theta 2$、$\theta 3$、$\theta 4$、$\theta 5$、$\theta 6$、及$\theta 7$。圖15是將其中的分割信號DT811及DT812取出後的時序圖。圖15(a)中說明分割信號

五、發明說明 (28)

DT811及DT812。圖15(b)說明對分割信號DT811及DT812之細分信號θ0到θ7。

圖16中說明步階波產生部85的電路構成。步階波產生部85包括有：串聯連接之複數個電阻、對這些電阻供給電流之放大器及電晶體、及用來對與細分信號00到07串聯連接之電阻供給各電壓之開關及邏輯電路；輸入細分信號θ0到θ7及扭力指令信號TQ，產生增加扭力指令信號TQ1、減少扭力指令信號TQ2及合計扭力指令信號TQ3(圖15(c))。

以上，依據本實施形態，藉著改變步階波產生部85中串聯連接之複數個電阻的電阻比，可以產生各種不同的扭力指令信號。

上述區間細分部84是將區間分割信號分別8分割後來產生細分信號，但也可以更細分為16分割或32分割等。若是更加細分割，可以產生更接近正弦波的步階波之各種扭力指令信號。先前的扭力指令信號產生部8B是輸入霍爾信號，但不限於霍爾信號，只要可以顯示轉子位置信號即可。例如，也可以在無感測馬達中，輸入馬達線圈的逆起電力。

(第4實施形態)

本發明的第4實施形態中之馬達驅動裝置，具有與第1實施形態中之馬達驅動裝置中之振盪器5A構造不同之振盪器5B。其他的構成及動作因為與第1實施形態相同故省略

五、發明說明 (29)

其說明。本實施形態中之馬達驅動裝置的各構成要素及各種信號可以參照圖1中所標示之符號。

振盪器5B產生週期相互獨立的設定脈衝信號SP1及SP2。圖17中說明振盪器5B所產生之設定脈衝信號SP1及SP2的幾個例子。圖17(a)中說明設定脈衝信號SP1及SP2為相同之例子。圖17(b)中說明設定脈衝信號SP1及SP2的頻率為相異之例。

圖17(c)中說明隨著馬達的轉速來改變設定脈衝信號SP1及SP2間的相位差之例子。當馬達的轉速為低速時，如d1一般地加大相位差，當成為高速時如d2一般地縮小相位差。藉著縮小高速轉動時的相位差，可以加長以PWM來控制2相同時通電的期間。

如以上所述，依據本實施形態，例如隨著馬達的轉速來改變設定脈衝信號SP1及P2間的相位差，可以調節以PWM來控制對2相同時通電之期間。

(第5實施形態)

本發明的第5實施形態中之馬達驅動裝置，具有與第1實施形態中之馬達驅動裝置中之PWM控制部7A構造相異之PWM控制部7B。其他的構成及動作因為與第1實施形態相同故省略其說明。本實施形態中之馬達驅動裝置的各構成要素及各種信號可以參照圖1中所標示之符號。

PWM控制部7B，關閉PWM控制信號P1(或P2)後，經過特定期間後開啟。舉例來說，圖18(a)中說明設定脈衝信號

五、發明說明（30）

SP1、圖18(b)中說明PWM控制信號P1、圖18(c)中說明計數脈衝信號CP。計數脈衝信號CP的週期較設定脈衝信號SP1的週期短許多。

PWM控制部7B，從關閉PWM控制信號P1開始，到計算計數脈衝信號CP的脈衝到特定數為止，不開啟PWM控制信號P1，間隔一定的PWM關閉期間。當計算計數脈衝信號CP的脈衝到特定數後，開啟PWM控制信號P1。

如以上所述，依據本實施形態，藉著保持一定的PWM關閉期間，可以抑制例如在低扭力控制時，當PWM開啟時間很短時所產生之馬達轉動不穩。可以進一步實現馬達的低振動化及低噪音化。

在PWM關閉期間PWM控制信號P1及P2並不需要相同。圖19(a)中PWM控制信號P1的PWM關閉期間之d3，與圖19(b)中PWM控制信號P2的PWM關閉期間之d4可以不同。

（第6實施形態）

圖20說明本發明的第6實施形態中之馬達驅動裝置的構成。本實施形態中之馬達驅動裝置，對馬達線圈的通電是以PWM控制來驅動4相（U相、V相、W相及X相）馬達，其包括有：驅動馬達之電源1、霍爾信號處理部2B、通電切換部3B、位準轉換部4A、振盪器5A、比較部6A、PWM控制部7A、扭力指令信號產生部8C、遮蔽部9、並聯連接之4組半橋電路、及將電流檢測電阻R及其兩端電壓放大之放大器A。

五、發明說明 (31)

控制對X相馬達線圈C4通電之半橋電路是由控制Source電流通電之電晶體Tr41，及控制Sink電流通電之電晶體Tr42所形成。在電晶體Tr41、Tr42的汲極與源極之間，在與加上閘極電壓之電流的相反方向上分別連接二極體D41與D42。U相、V相及W相因為與第1實施形態相同故省略其說明。振盪器5A、比較部6A、PWM控制部7A及遮蔽部9因為與第1實施形態相同，故省略其說明。

霍爾信號處理部2B輸入來自霍爾元件之霍爾信號，產生顯示轉子位置之邏輯信號。通電切換部3B輸入此邏輯信號來決定通電相。圖21(a)中說明由通電切換部3B所決定之通電相上通電之U相電流、V相電流、W相電流及X相電流。圖21(a)中，在時間軸上方為通電Source電流，在下方為通電Sink電流。

圖21(b)中說明相當於本發明的第1扭力指令信號之增加扭力指令信號TQ1、相當於第2扭力指令信號之減少扭力指令信號TQ2及相當於第3扭力指令信號之合計扭力指令信號TQ3。這些扭力指令信號TQ1、TQ2及TQ3是在扭力指令信號產生部8C產生，以相當於相電流週期的電氣角90°的期間為週期之信號。增加扭力指令信號TQ1在電氣角90°的期間持續增大，減少扭力指令信號TQ2則持續減少。合計扭力指令信號TQ3是增加扭力指令信號TQ1與減少扭力指令信號TQ2的合成。

4相馬達的驅動中，將位相差180°之相位作為1對，對合計2對進行PWM控制。亦即，在圖21(a)中，使U相及W

五、發明說明 (32)

相為第1對，V相及X相為第2對，當第1對依據增加扭力指令信號TQ1之電流值被PWM控制時，對控制U相的Source電流(或Sink電流)通電之電晶體Tr11(或Tr12)及控制W相的Sink電流(或Source電流)通電之電晶體Tr32(或Tr31)同時開關。因此，4相馬達的驅動在實質上成為2相馬達的驅動。

通電切換部3B選擇第1對作為某電氣角90°的區間中增加扭力指令信號TQ1之通電相，選擇第2對作為減少扭力指令信號TQ2之通電相。選擇第2對作為接著的電氣角90°的區間中增加扭力指令信號TQ1之通電相，選擇第1對作為減少扭力指令信號TQ2之通電相。

位準轉換部4A根據來自通電切換部3B的信號，加上4組半橋電路中之各電晶體的閘極電壓。

扭力指令信號產生部8C輸入相當於本發明的原扭力指令信號之扭力指令信號TQ，及經霍爾信號處理部2B波形整形後之霍爾信號DT21、DT22、DT23及DT24，產生增加扭力指令信號TQ1、減少扭力指令信號TQ2、及合計扭力指令信號TQ3，輸出到比較部6A。各種扭力指令信號的產生因為與第2實施形態相同故省略其說明。

在上述一般來構成之馬達驅動裝置中之PWM控制，因為與第1實施形態相同故省略其說明。

如同上述，依據本實施形態來驅動4相馬達時，對2對通電相並聯地進行PWM控制，可以使相電流平順地變化。藉此可以抑制馬達的振動，並降低來自馬達的噪音。而

五、發明說明（33）

且，因為可以平順地控制從低扭力轉移到高扭力，對所有的扭力都可以得到相同的效果。

上述的馬達驅動裝置中具有放大器A，但也可以去掉此放大器A，將電流檢測電阻R的兩端電壓直接作為電流檢測信號DS。上述圖示中的電流檢測電阻R是連接在低電位側，但也可以連接在例如電源1後的高電位側。

上述比較部6A中具有3個比較器61、62及63，但也可以使PWM控制信號P1及P2同步，藉著選擇與電流檢測信號DS做比較之扭力指令信號，可以只用一個比較器。

上述馬達線圈的回生電流是透過半橋電路的各電晶體的源極與汲極間所連接之二極體來流動。但也可以取代二極體，對與開啟之電晶體串聯之電晶體，移動時序使半橋電路上不會流通貫通電流，來進行相位反轉同步控制。藉此，可以去掉對二極體通電時的壓降損失，降低馬達驅動裝置的消耗電力。或者，此處的電晶體也可以是功率BJT、功率MOS、IGBT等。

上述中，是輸入來自霍爾元件的霍爾信號來檢測轉子位置，但霍爾信號之外，也可以在使用無感測馬達時，從馬達線圈的逆起電力來檢測轉子的位置。

此外，對多於4相的馬達，藉著使用本發明的各種扭力指令信號TQ1、TQ2及TQ3，藉由2相並聯方式以PWM來控制通電，可以平順地實現相電流的切換。因此，依據本發明，對多相馬達驅動裝置也可以降低馬達的振動及馬達的噪音。

五、發明說明（34）

發明效果

如以上所述，依據本發明，對2相的通電相並聯地以PWM來控制通電，可以避免發生相電流的急劇變化。藉由採用梯形波或正弦波的扭力指令信號，可以對馬達線圈以梯形波或正弦波來通電。藉此可以抑制馬達的振動，並降低馬達所產生的噪音。

圖式簡單說明

五、【圖式簡單說明】

[圖1]本發明的第1到第5實施形態中之馬達驅動裝置的構成圖。

[圖2(a)~(d)]說明本發明的第1、第4及第5實施形態中之馬達驅動裝置中之相電流及各種扭力指令信號之圖。

[圖3]本發明的第1及第2實施形態中之馬達驅動裝置中之扭力指令信號產生部的構成圖。

[圖4(a)~(d)]以本發明的第1實施形態中之圖3的扭力指令信號產生部來產生各種扭力指令信號時的時序圖。

[圖5]本發明的第1到第6實施形態中之馬達驅動裝置中之PWM控制的流程圖。

[圖6(a)~(e)]說明本發明的第1到第5實施形態中之馬達驅動裝置中在低扭力時的PWM控制時序圖。

[圖7]說明對本發明的第1到第5實施形態中之馬達驅動裝置中之馬達線圈的通電的狀態圖。

[圖8]說明對本發明的第1到第5實施形態中之馬達驅動裝置中之馬達線圈的通電的狀態圖。

[圖9]說明對本發明的第1到第5實施形態中之馬達驅動裝置中之馬達線圈的通電的狀態圖。

[圖10]說明對本發明的第1到第5實施形態中之馬達驅動裝置中之馬達線圈的通電的狀態圖。

[圖11(a)~(e)]說明本發明的第1到第5實施形態中之馬達驅動裝置中在高扭力時的PWM控制時序圖。

[圖12(a)~(b)]說明本發明的第2實施形態中之馬達驅

圖式簡單說明

動裝置中之相電流及各種扭力指令信號之圖。

[圖13(a)~(d)]本發明的第2實施形態中之圖3的扭力指令信號產生部所產生之各種扭力指令信號的時序圖。

[圖14]本發明的第3實施形態中之馬達驅動裝置中之扭力指令信號產生部的構成圖。

[圖15(a)~(c)]圖14的扭力指令信號產生部所產生各種扭力指令信號的時序圖。

[圖16]圖14的扭力指令信號產生部中之步階波產生部的電路圖。

[圖17(a)~(c)]說明本發明的第4實施形態中之馬達驅動裝置中之設定脈衝信號的例子之圖。

[圖18(a)~(c)]說明本發明的第5實施形態中之馬達驅動裝置中之設定脈衝信號、PWM控制信號及計數脈衝信號之圖。

[圖19(a)~(b)]說明本發明的第5實施形態中之馬達驅動裝置中之PWM控制信號之圖。

[圖20]本發明的第6實施形態中之馬達驅動裝置的構成圖。

[圖21(a)~(b)]說明本發明的第6實施形態中之馬達驅動裝置中之相電流及各種扭力指令信號之圖。

[圖22]先前的馬達驅動裝置的構成圖。

[圖23(a)~(d)]說明先前的馬達驅動裝置中之相電流及扭力指令信號之圖。

圖式簡單說明

元件符號說明：

3A、3B～通電切換部

8、8A、8B、8C～扭力指令信號產生部

6A～比較部

61、62、63～比較器

5A、5B～振盪器

7A、7B～PWM控制部

10～遮蔽部

TQ～原扭力指令信號

DS～電流檢測信號

TQ1～增加扭力指令信號(第1扭力指令信號)

TQ2～減少扭力指令信號(第2扭力指令信號)

TQ3～合計扭力指令信號(第3扭力指令信號)

CR1～比較結果(第1比較結果)

CR2～比較結果(第2比較結果)

CR3～比較結果(第3比較結果)

SP1～設定脈衝信號(第1設定脈衝信號)

SP2～設定脈衝信號(第2設定脈衝信號)

P1～PWM控制信號(第1PWM控制信號)

P2～PWM控制信號(第2PWM控制信號)

DT21、DT22、DT23～霍爾信號(轉子檢測信號)

四、中文發明摘要　(發明名稱：馬達驅動裝置及馬達驅動方法)

本發明的課題是在PWM(脈寬調變)控制的馬達驅動裝置中，當切換相電流時，避免發生相電流的急劇變化，以降低馬達的振動及噪音。

為達成前述目的，PWM控制部7A產生相互獨立之PWM控制脈衝信號P1及P2，藉由2相並聯方式以PWM來控制由通電切換部3A所決定之對於通電相的通電。比較部6A顯示此時在馬達線圈上的電流值之電流檢測信號DS，與扭力指令信號產生部8所產生之各種扭力指令信號TQ1、TQ2及TQ3做比較。遮蔽部9視必要進行比較結果CR1及CR2的遮蔽處理，以決定PWM控制脈衝信號P1及P2的開啟期間。藉此，從低扭力到高扭力的相電流的切換變得平順，不會發生相電流的急劇變化。

伍、(一)、本案代表圖為：第 1 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

六、英文發明摘要　(發明名稱：MOTOR DRIVING DEVICE AND MOTOR DRIVING METHOD)

In a PWM-controlled motor driving device, a phase current is prevented from undergoing an abrupt transition at phase current switching points, thereby reducing vibrations and noise of the motor. A PWM control section produces two independent PWM control pulse signals P1 and P2. Two energized phases, which are determined by an energization switching section, are energized with

四、中文發明摘要　（發明名稱：馬達驅動裝置及馬達驅動方法）

3A～通電切換部／8、8A、8B～扭力指令信號產生部／6A～比較部／61、62、63～比較器／5A、5B～振盪器／7A、7B～PWM控制部／9～遮蔽部／TQ～原扭力指令信號／DS～電流檢測信號／TQ1～增加扭力指令信號(第1扭力指令信號)／TQ2～減少扭力指令信號(第2扭力指令信號)／TQ3～合計扭力指令信號(第3扭力指令信號)／CR1～比較結果(第1比較結果)／CR2～比較結果(第2比較結果)／CR3～比較結果(第3比較結果)／SP1～設定脈衝信號(第1設定脈衝信號)／SP2～設定脈衝信號(第2設定脈衝信號)／P1～PWM控制信號(第1PWM控制信號)／P2～PWM控制信號(第2PWM控制信號)／DT21、DT22、DT23～霍爾信號(轉子檢測信號)

六、英文發明摘要　（發明名稱：MOTOR DRIVING DEVICE AND MOTOR DRIVING METHOD）

PWM control in parallel according to the PWM control pulse signals P1 and P2. A comparison section compares a current detection signal DS, which indicates the level of the current flowing through a motor coil, with various torque command signals TQ1, TQ2 and TQ3, which are produced by a torque command signal generation section. A masking section masks comparison results CR1 and

四、中文發明摘要　（發明名稱：馬達驅動裝置及馬達驅動方法）

六、英文發明摘要　（發明名稱：MOTOR DRIVING DEVICE AND MOTOR DRIVING METHOD）

CR2 as necessary. Thus, an ON period of the PWM control pulse signal P1 and that of the PWM control pulse signal P2 are determined. In this way, phase current switching can be done smoothly with any torque from a low torque to a high torque, thereby preventing an abrupt phase current transition.

圖式

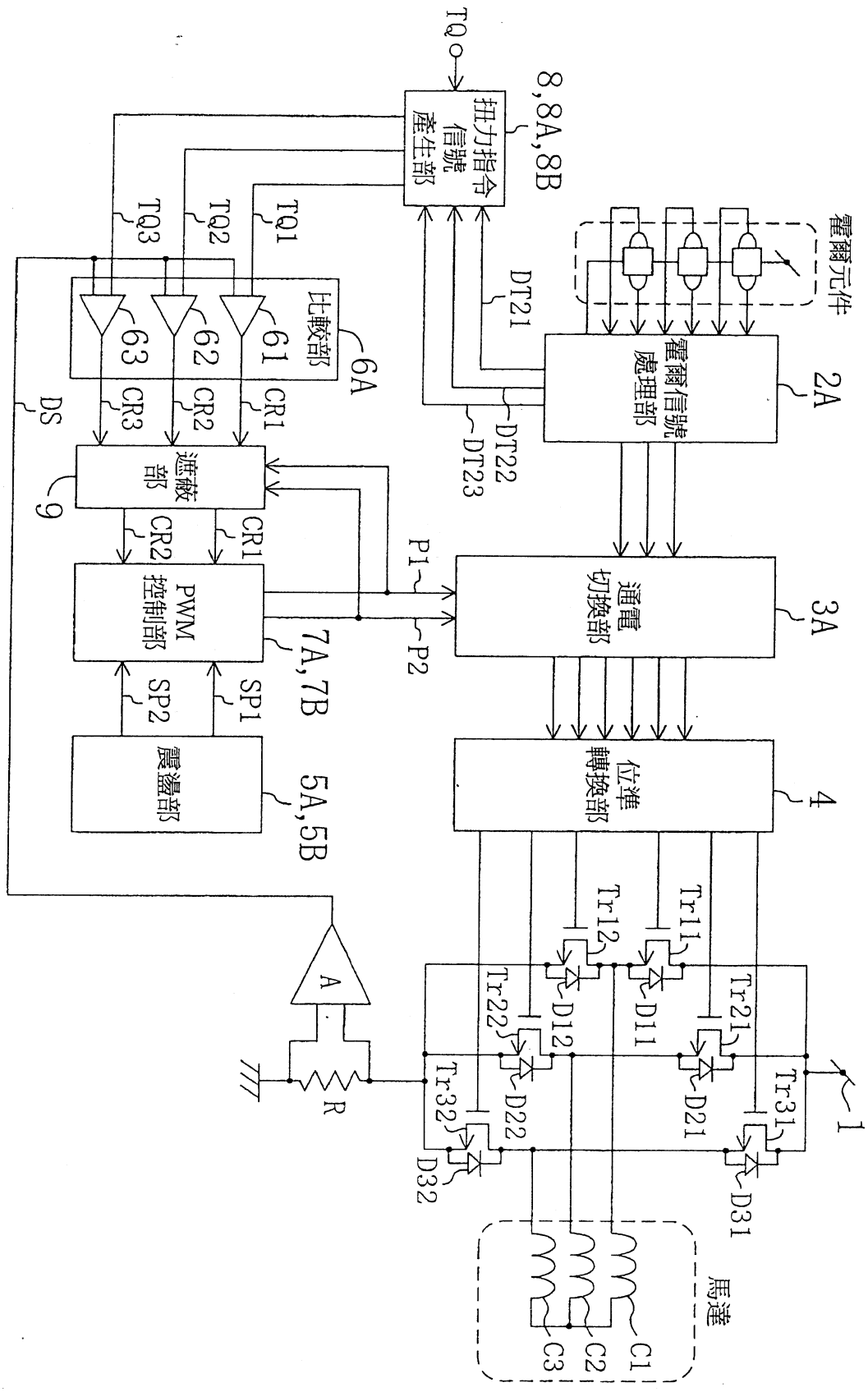
TQ
8,8A,8B
扭力指令信號產生部
霍爾元件
霍爾信號處理部
2A
DT21
DT22
DT23
TQ1
TQ2
TQ3
比較部
6A
61
62
63
CR1
CR2
CR3
DS
遮蔽部
9
PWM控制部
7A,7B
P1
P2
通電切換部
3A
位準轉換部
4
震盪部
5A,5B
SP1
SP2
A
R
Tr11
Tr12
Tr21
Tr22
Tr31
Tr32
D11
D12
D21
D22
D31
D32
1
馬達
C1
C2
C3

圖 1

圖式

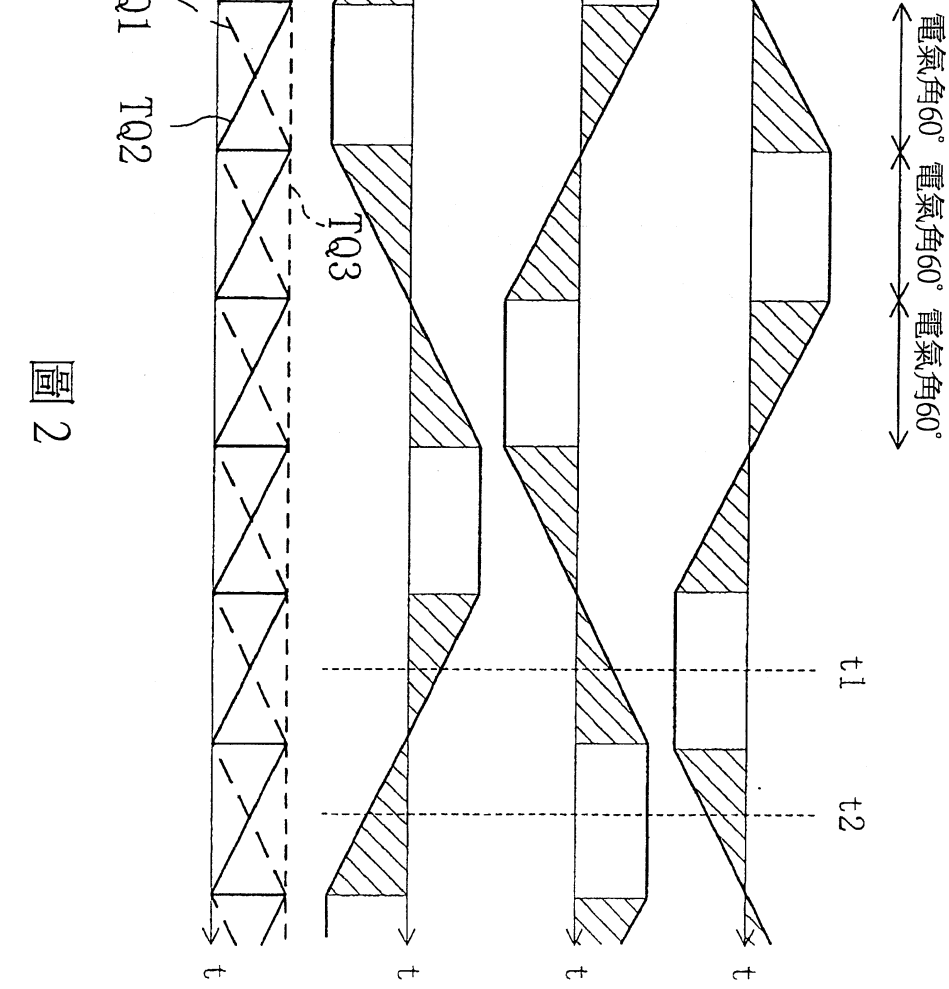

圖 2

圖式

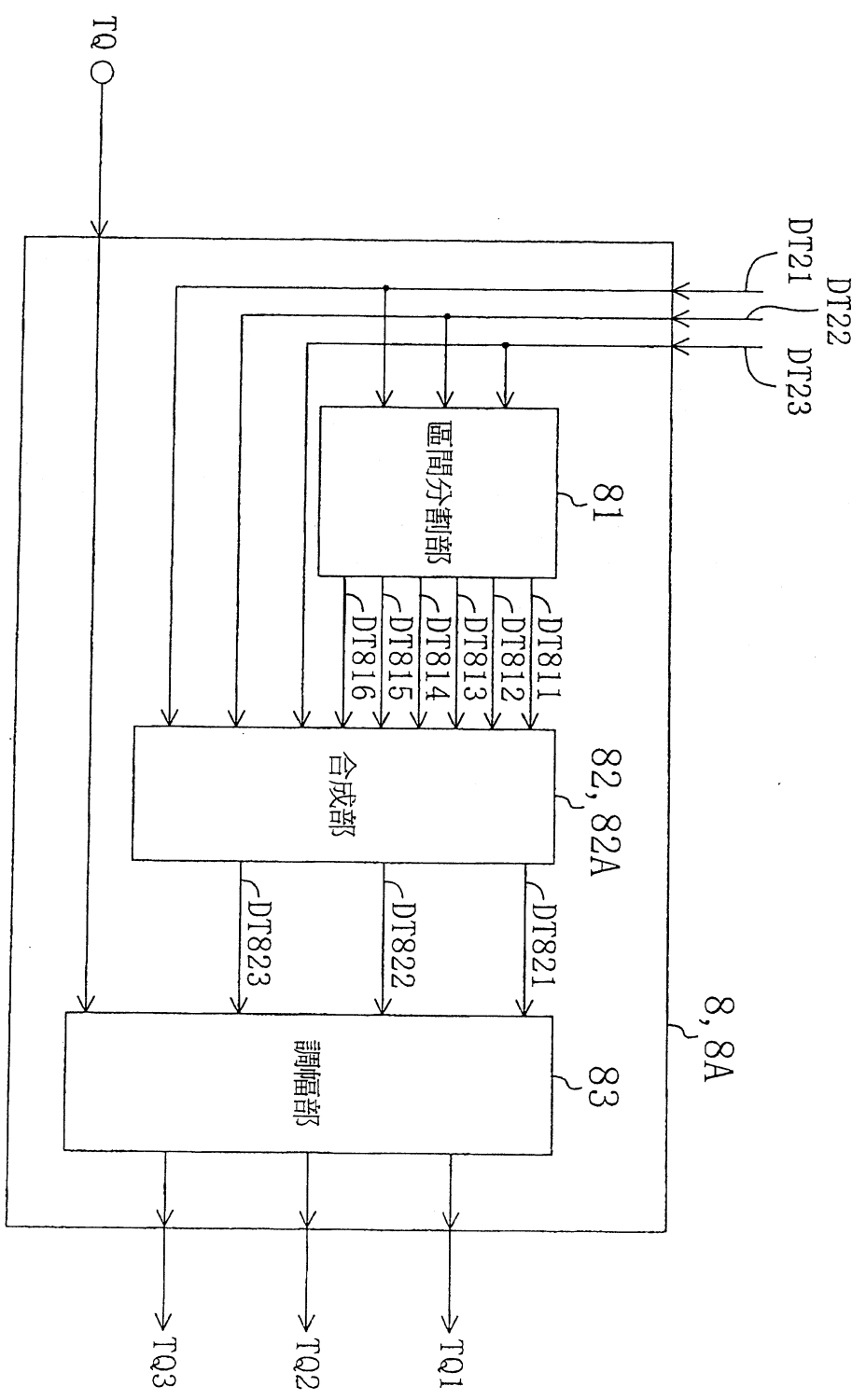
TQ
DT21
DT22
DT23
區間分割部
81
DT811
DT812
DT813
DT814
DT815
DT816
合成部
82, 82A
DT821
DT822
DT823
調幅部
83
8, 8A
TQ1
TQ2
TQ3

圖 3

圖式

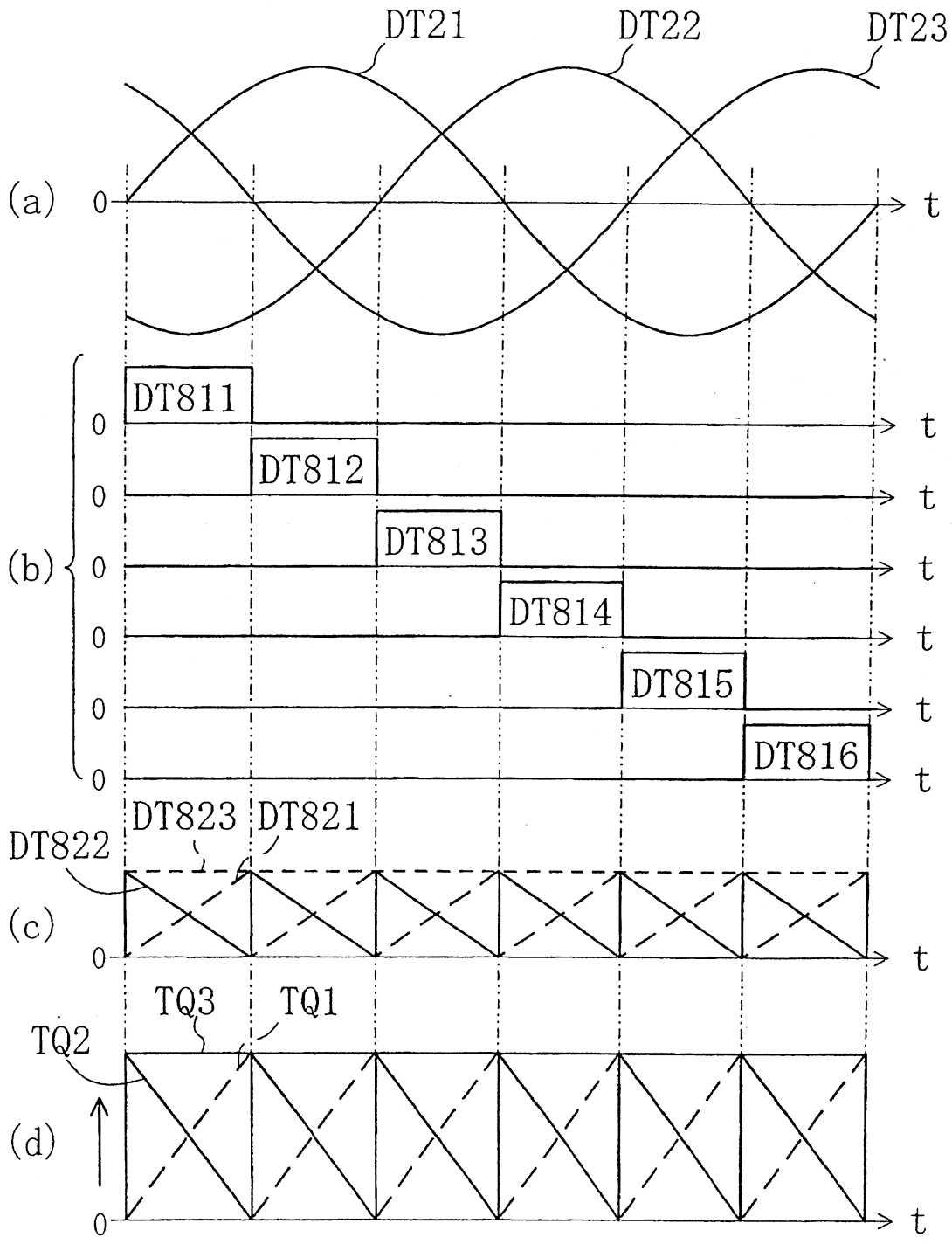
DT21
DT22
DT23
(a)
0
t
(b)
DT811
DT812
DT813
DT814
DT815
DT816
DT823
DT821
DT822
(c)
TQ3
TQ1
TQ2
(d)

圖 4

圖式

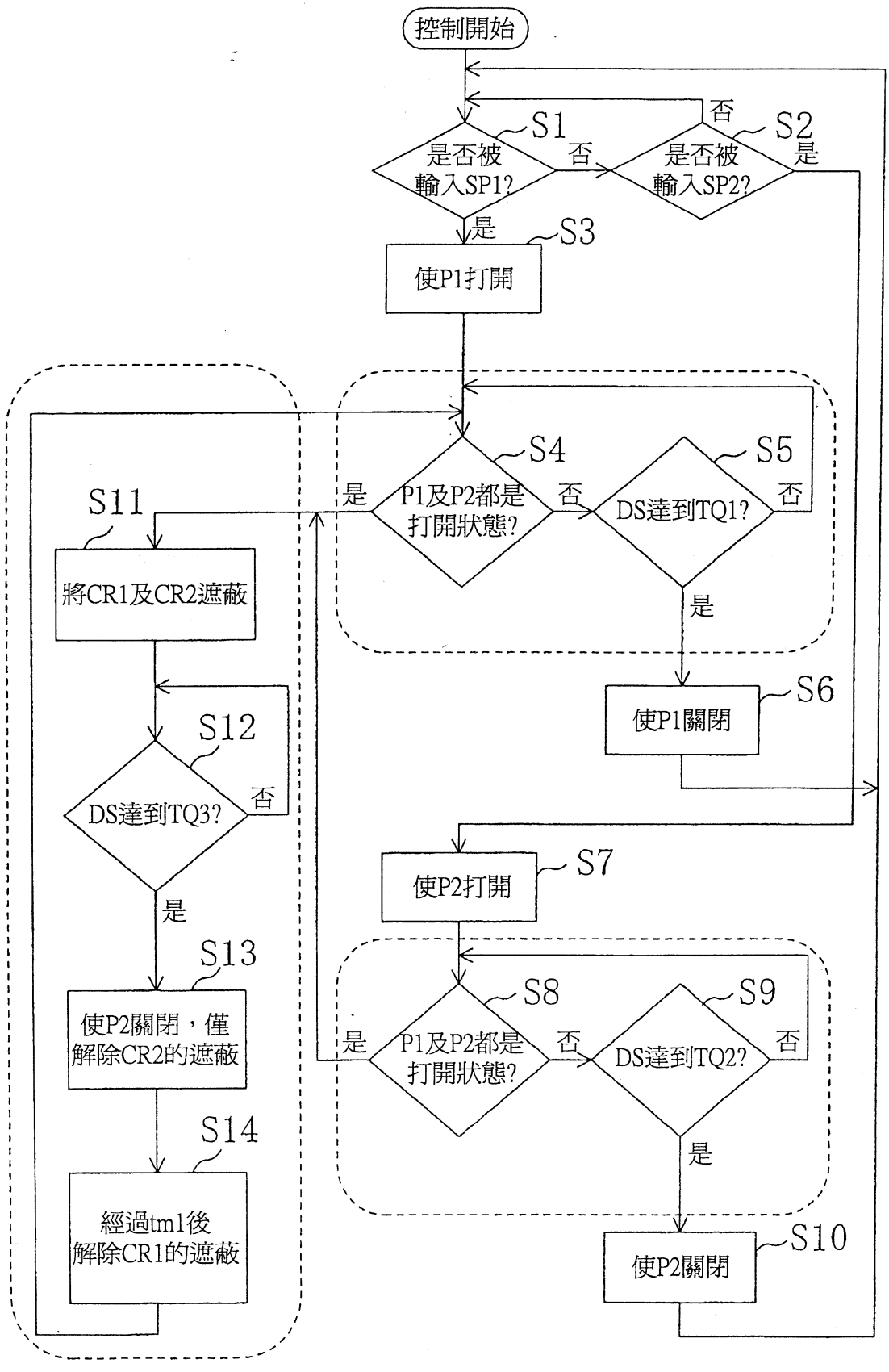
控制開始
S1
是否被輸入SP1?
否
S2
是否被輸入SP2?
否
是
是
S3
使P1打開
S4
P1及P2都是打開狀態?
是
否
S5
DS達到TQ1?
否
是
S6
使P1關閉
S7
使P2打開
S8
P1及P2都是打開狀態?
是
否
S9
DS達到TQ2?
否
是
S10
使P2關閉
S11
將CR1及CR2遮蔽
S12
DS達到TQ3?
否
是
S13
使P2關閉，僅解除CR2的遮蔽
S14
經過tm1後解除CR1的遮蔽

圖 5

圖式

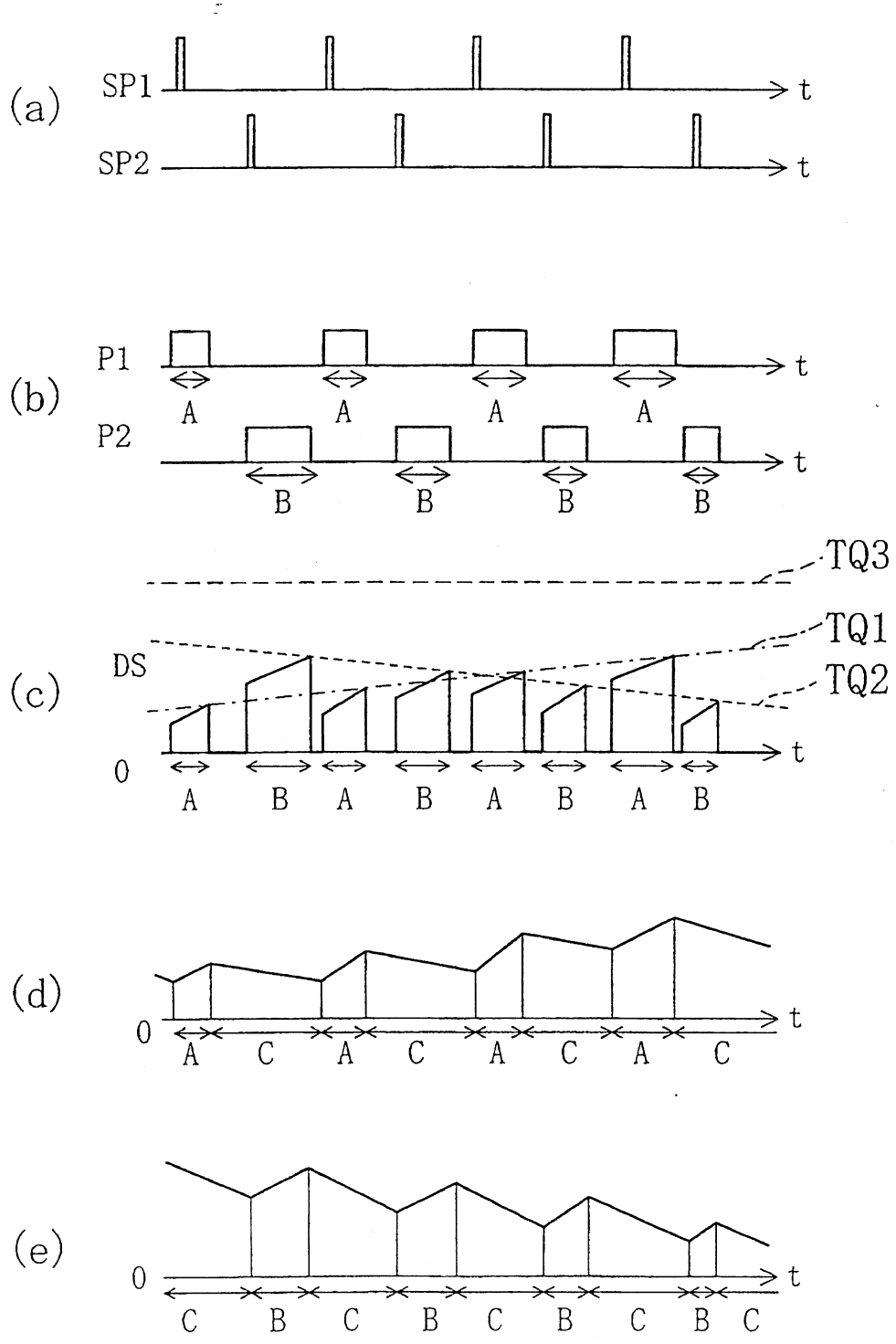
(a)
SP1
t
SP2
t
(b)
P1
t
A A A A
P2
t
B B B B
TQ3
TQ1
TQ2
(c)
DS
0
t
A B A B A B A B
(d)
0
t
A C A C A C A C
(e)
0
t
C B C B C B C B C

圖 6

圖式

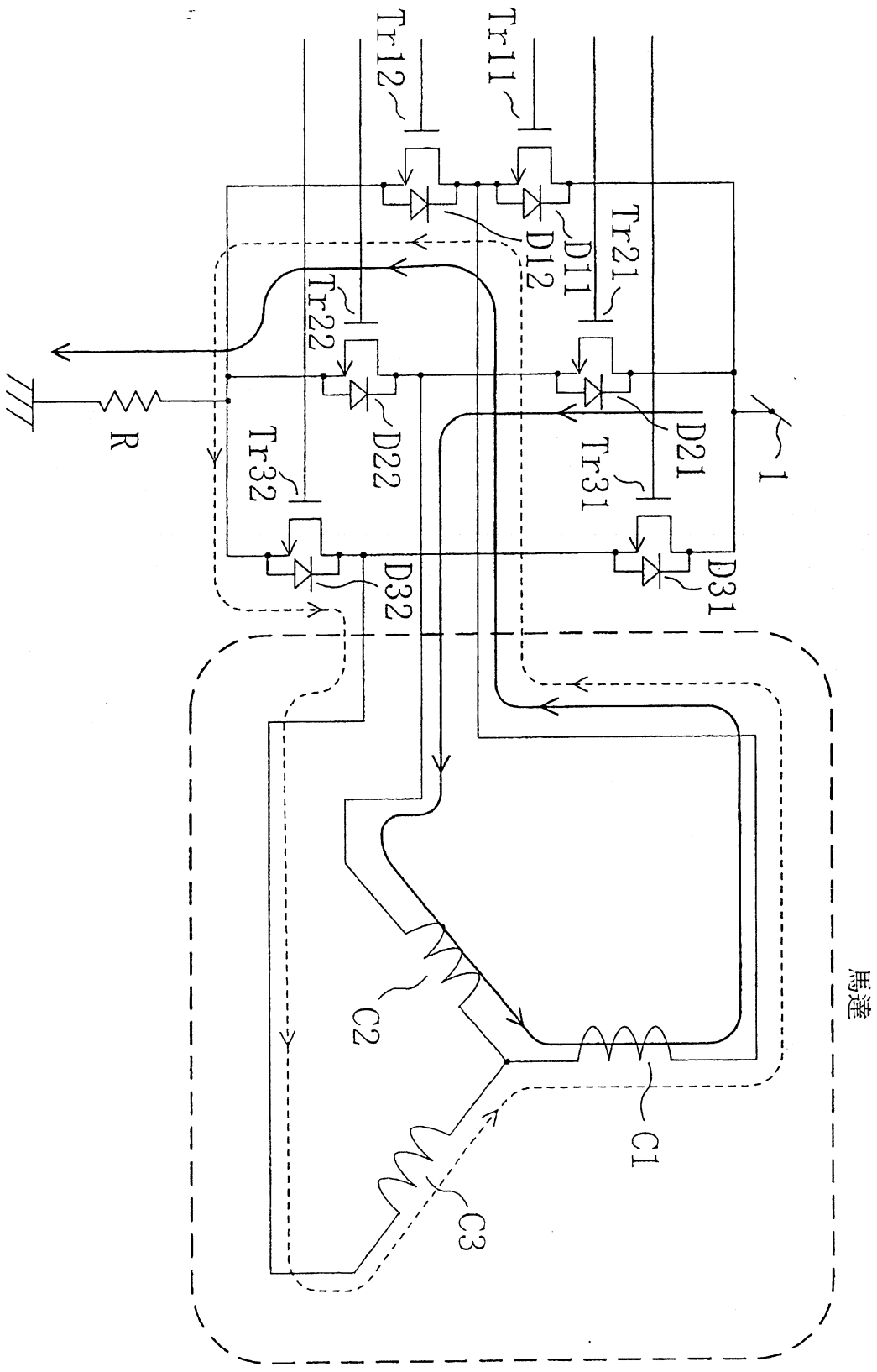
Tr12
Tr11
Tr21
D12
D11
Tr22
R
D22
Tr32
Tr31
D21
1
D32
D31
C2
C1
C3
馬達

圖7

圖式

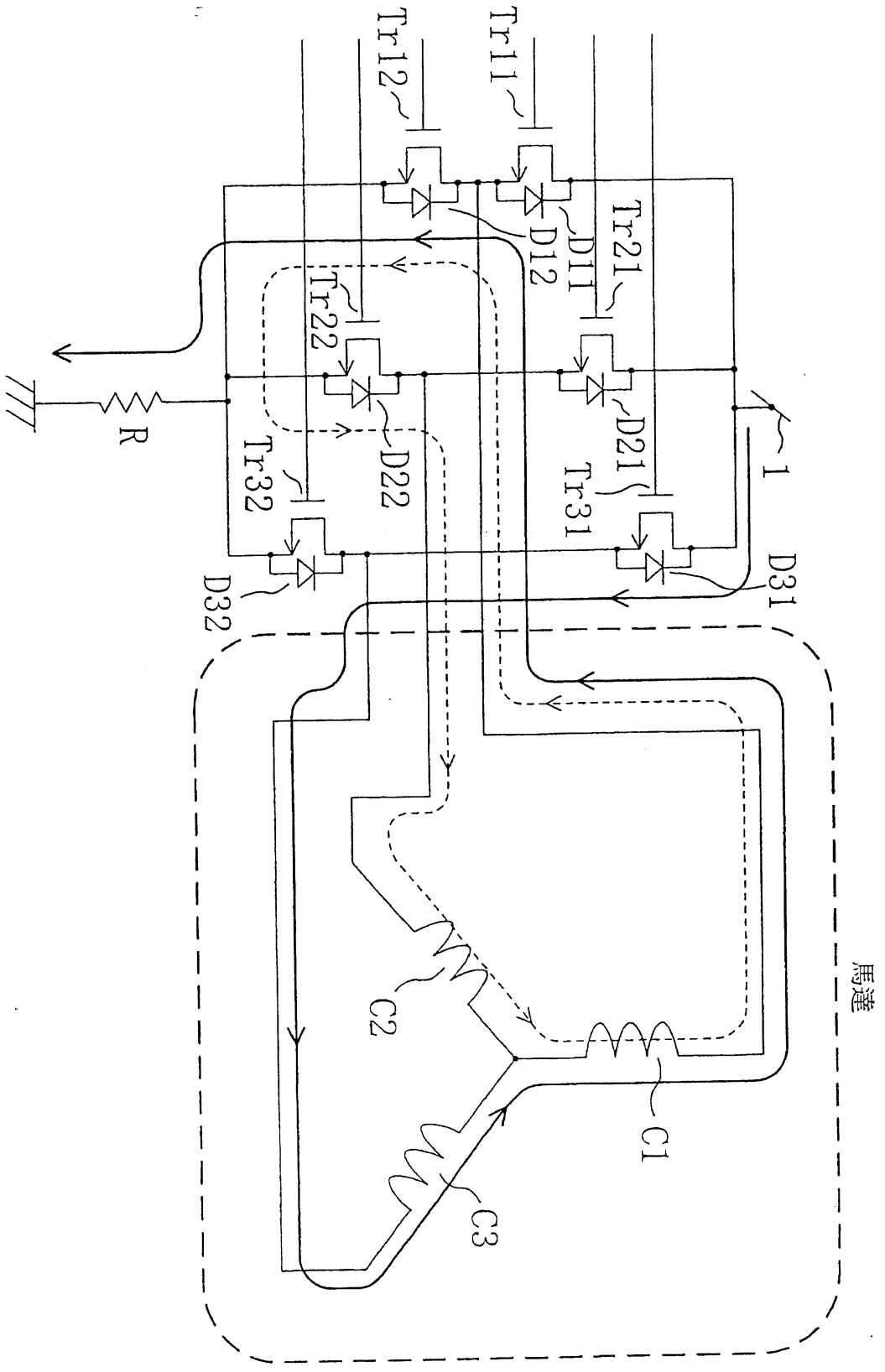
Tr12
Tr11
Tr21
D12
D11
Tr22
R
D22
D21
Tr32
Tr31
1
D32
D31
C2
C1
C3
馬達

圖 8

圖式

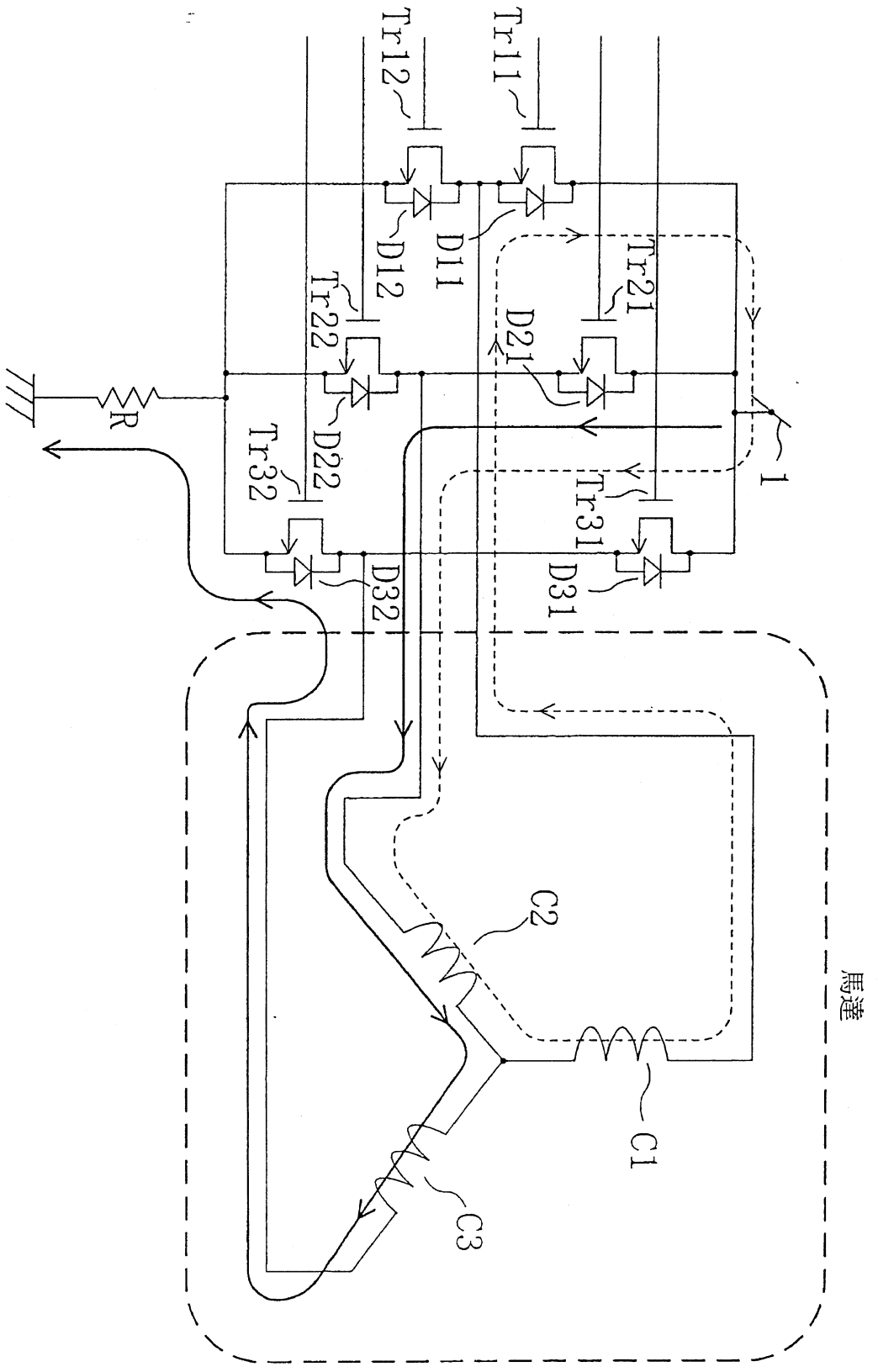
Tr12
Tr11
D12
D11
Tr22
Tr21
D22
D21
R
Tr32
Tr31
D32
D31
1
C2
C1
C3
馬達

圖 9

圖式

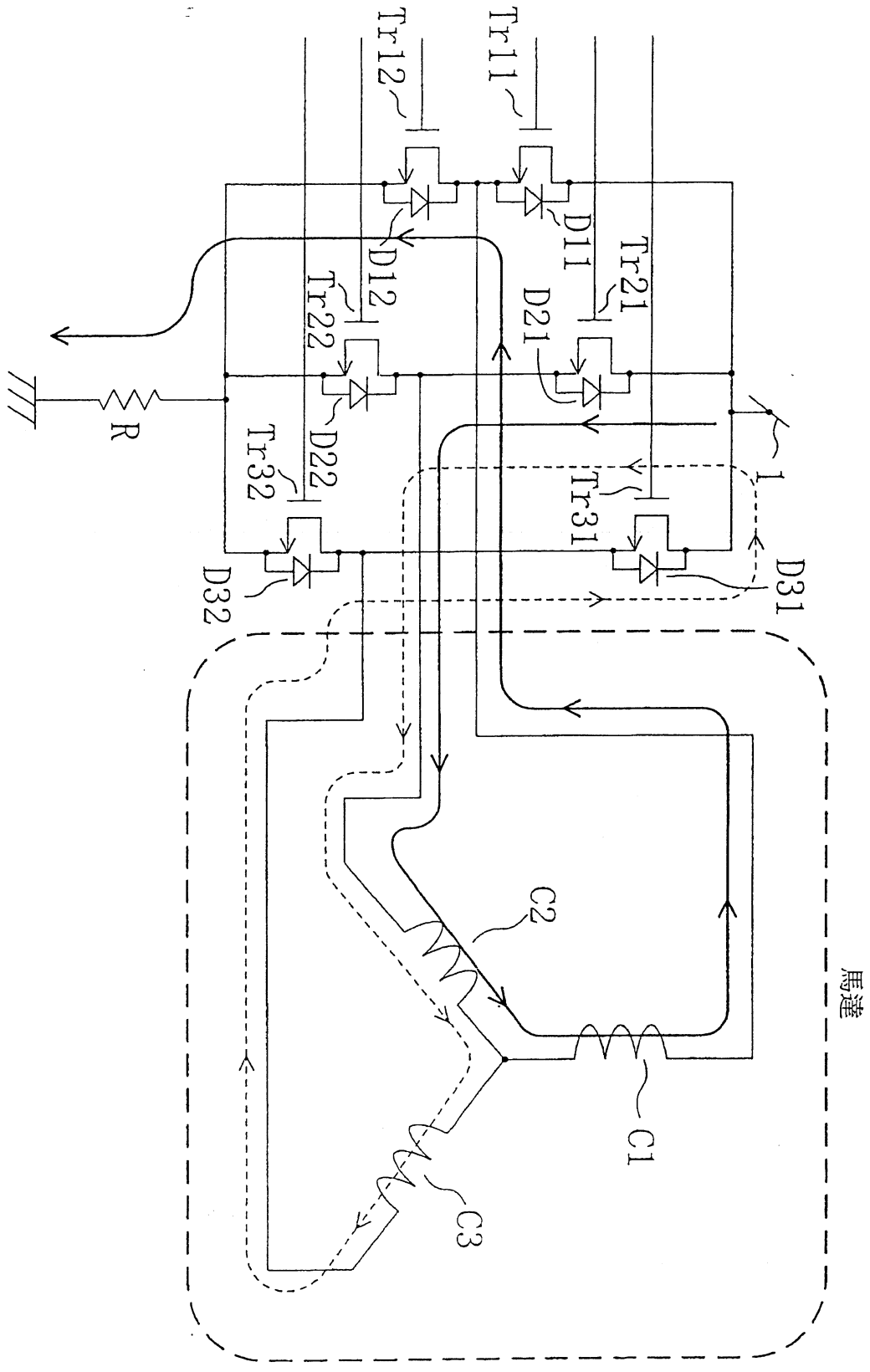
Tr12
Tr11
D11
Tr21
D12
D21
Tr22
R
D22
Tr32
Tr31
1
D31
D32
C2
馬達
C1
C3

圖 10

圖式

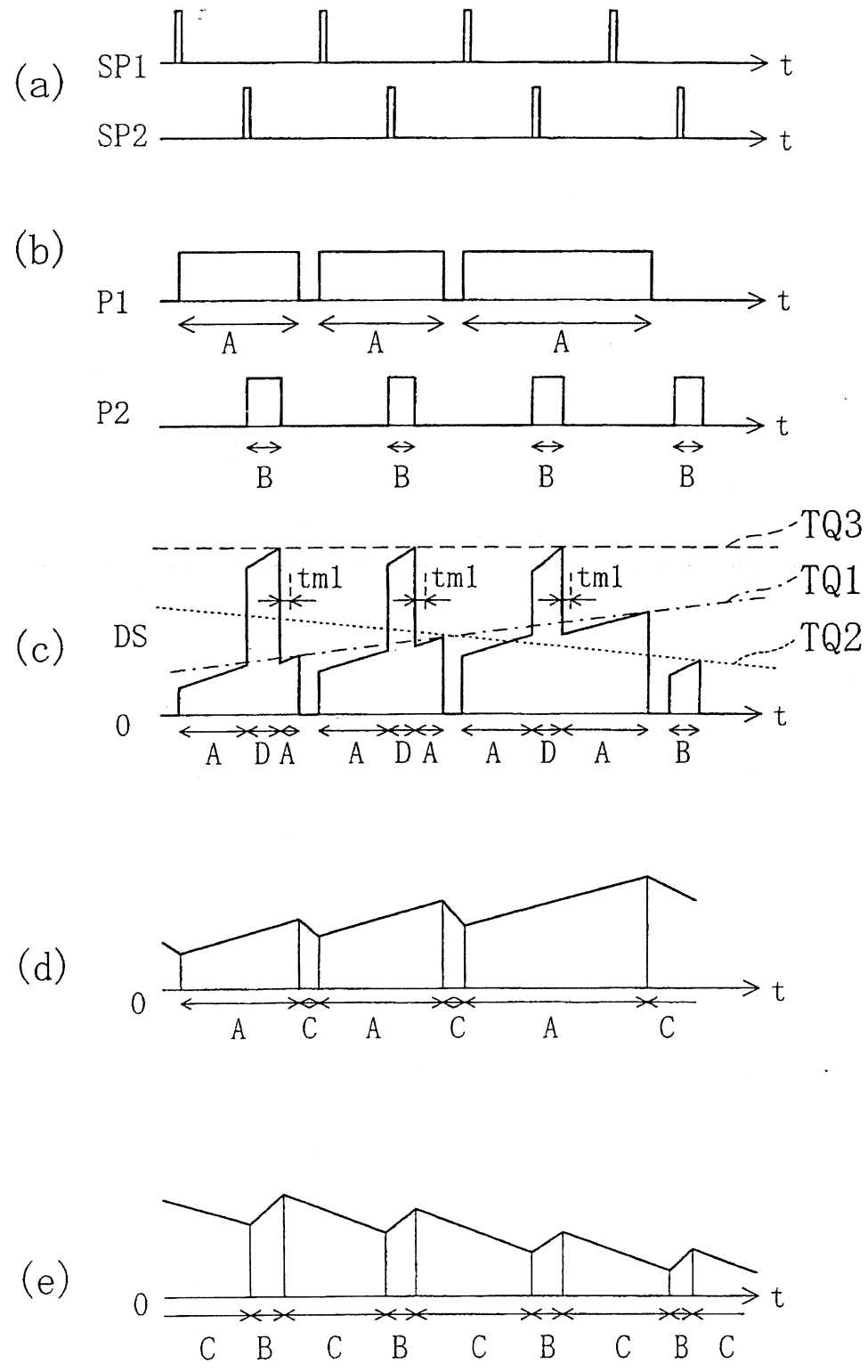
(a)
SP1
t
SP2
t
(b)
P1
t
A
A
A
P2
t
B
B
B
B
(c)
TQ3
tm1
tm1
tm1
TQ1
DS
TQ2
0
t
A
D
A
A
D
A
A
D
A
B
(d)
0
t
A
C
A
C
A
C
(e)
0
t
C
B
C
B
C
B
C
B
C

圖 11

圖式

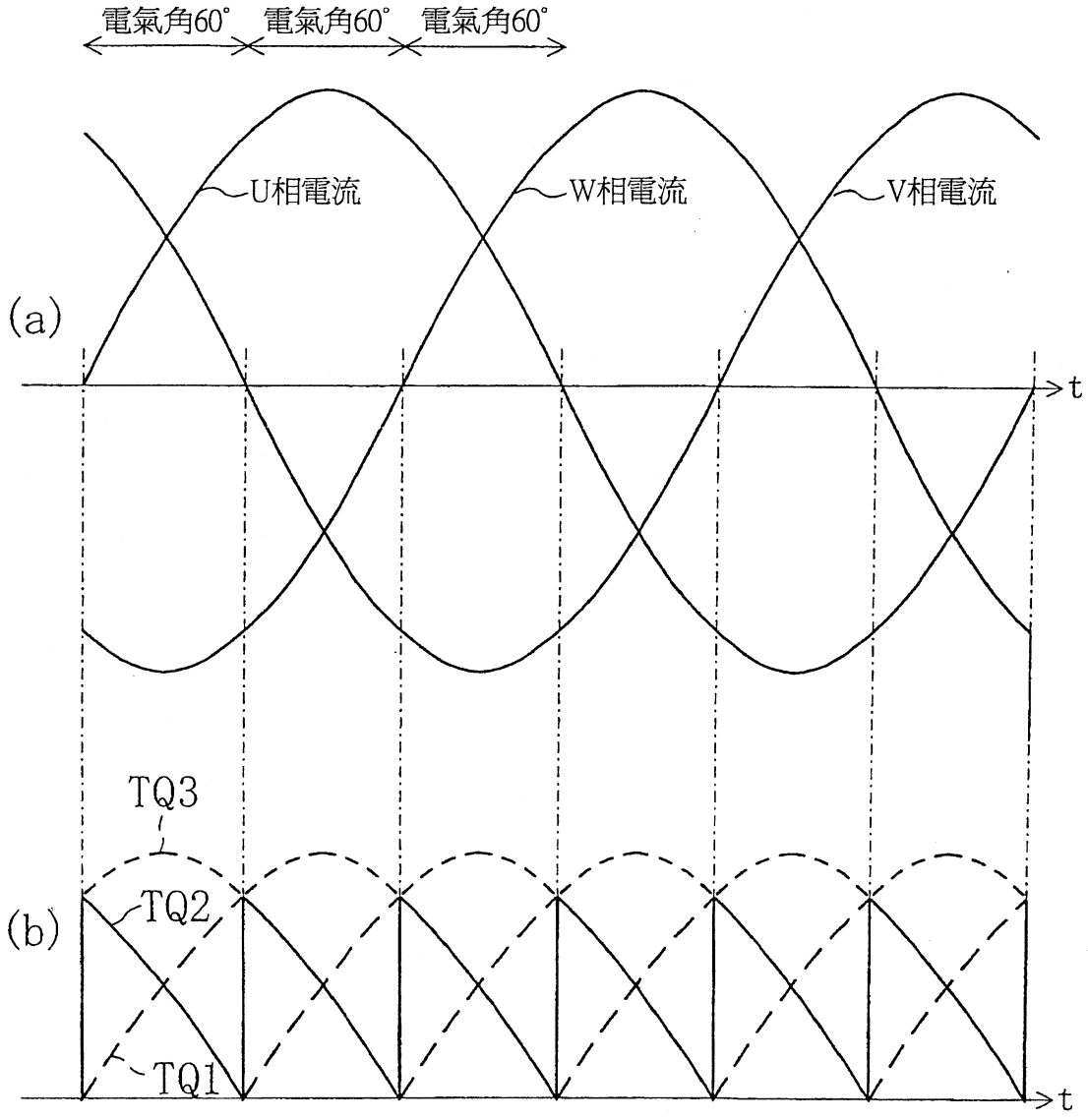

圖 12

圖式

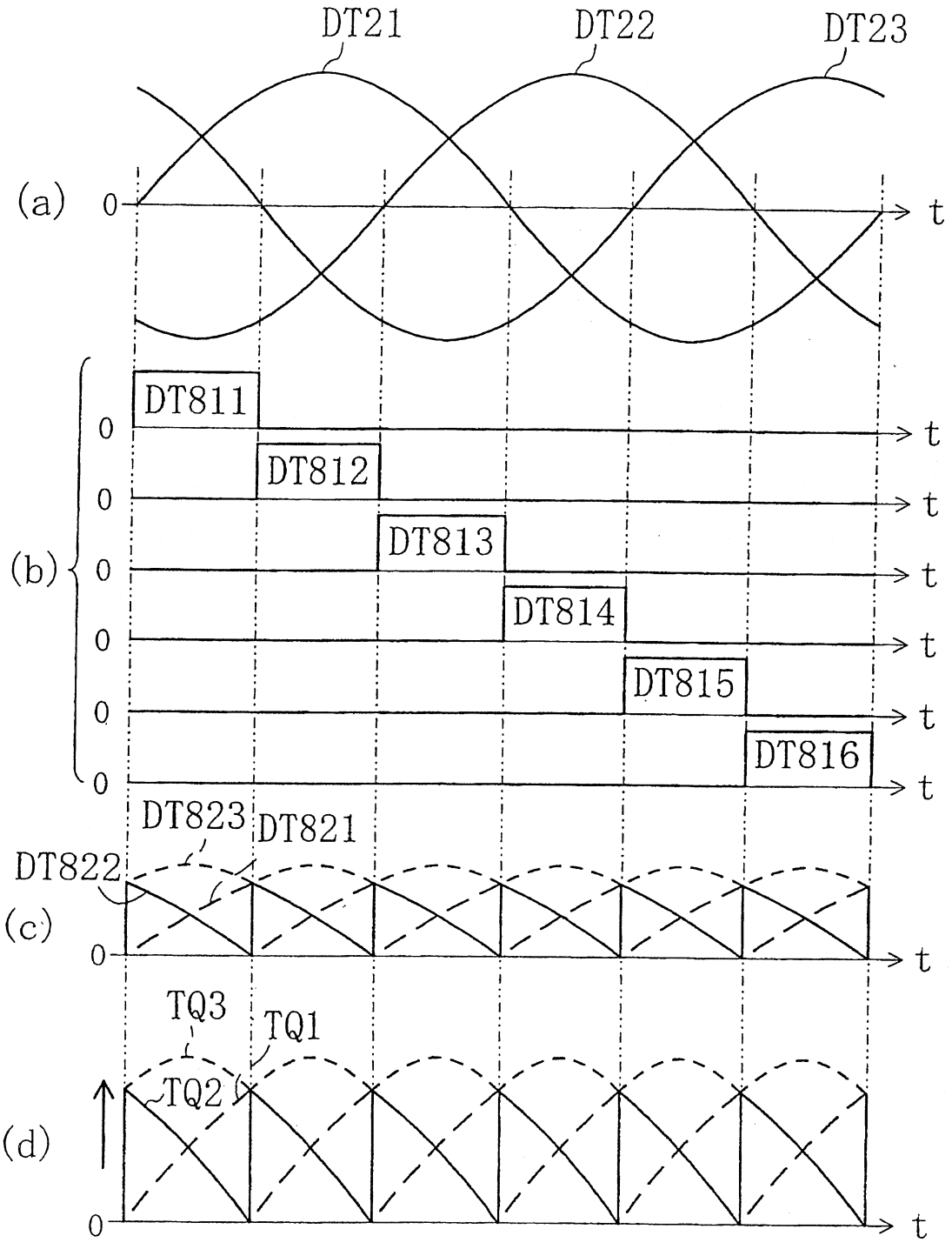
DT21
DT22
DT23
(a)
0
t
(b)
DT811
DT812
DT813
DT814
DT815
DT816
DT823
DT821
DT822
(c)
TQ3
TQ1
TQ2
(d)

圖 13

圖式

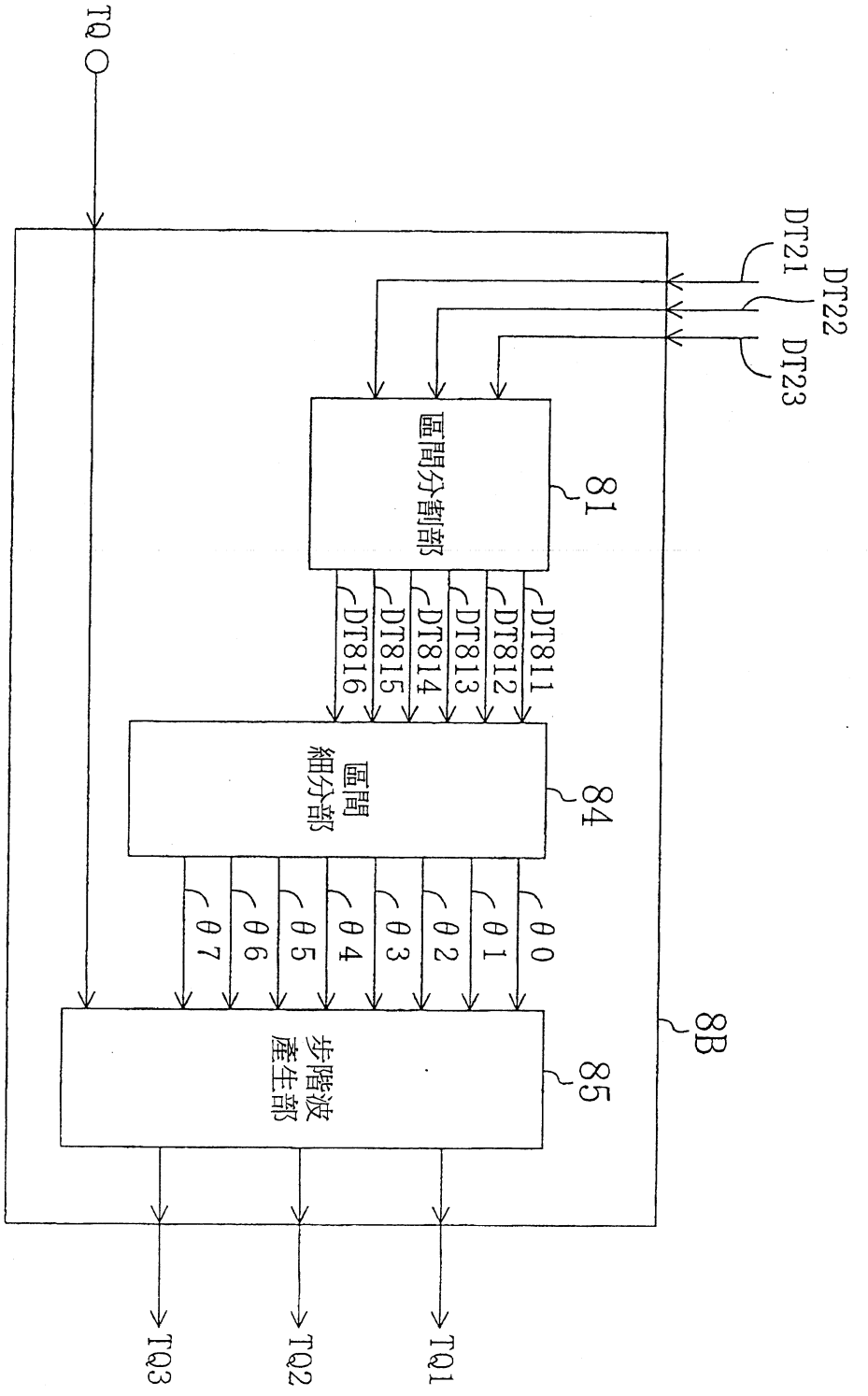
TQ
DT22
DT21
DT23
區間分割部
81
DT811
DT812
DT813
DT814
DT815
DT816
區間細分部
84
θ0
θ1
θ2
θ3
θ4
θ5
θ6
θ7
步階波產生部
85
8B
TQ3
TQ2
TQ1

圖 14

圖式

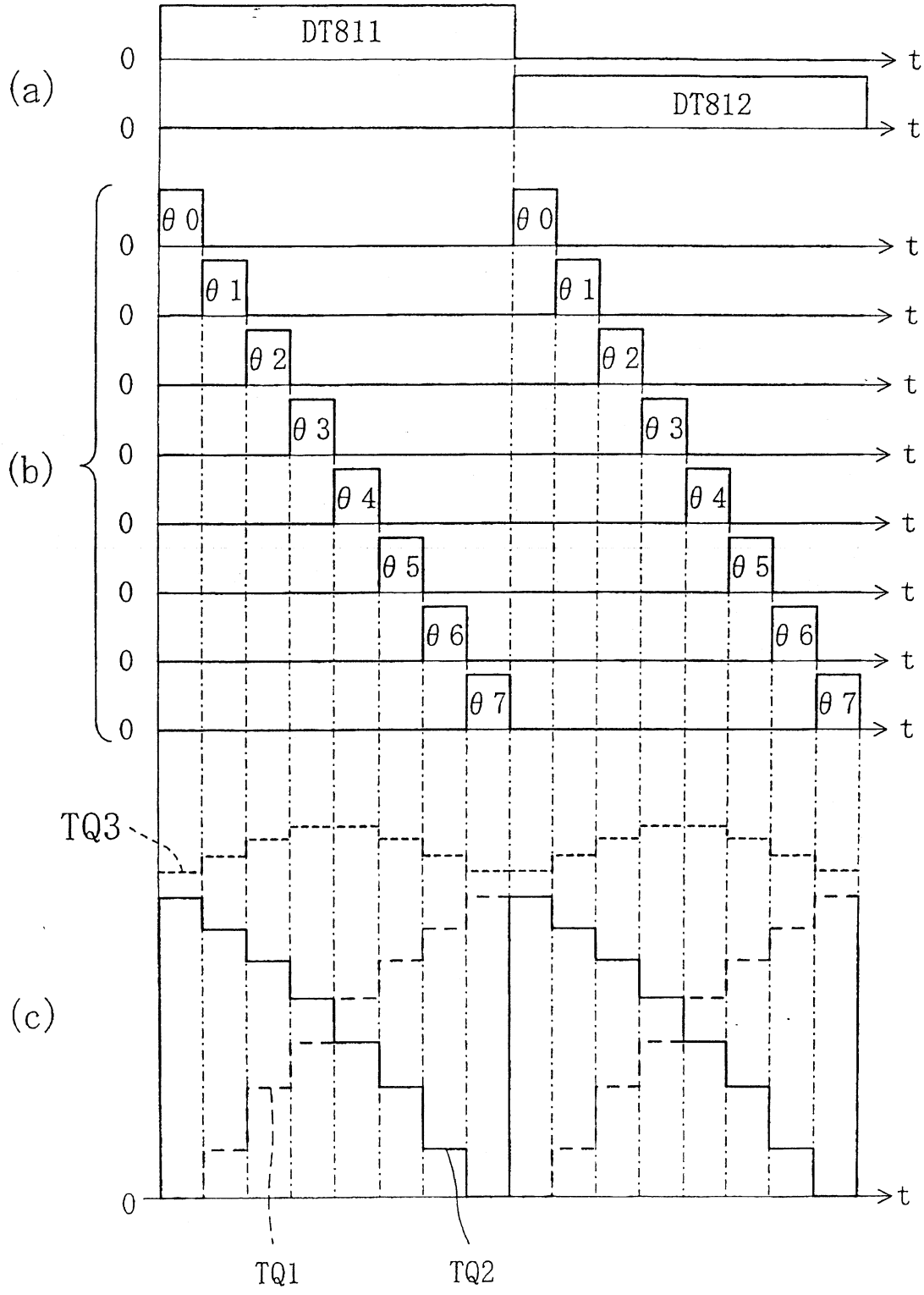

圖 15

圖式

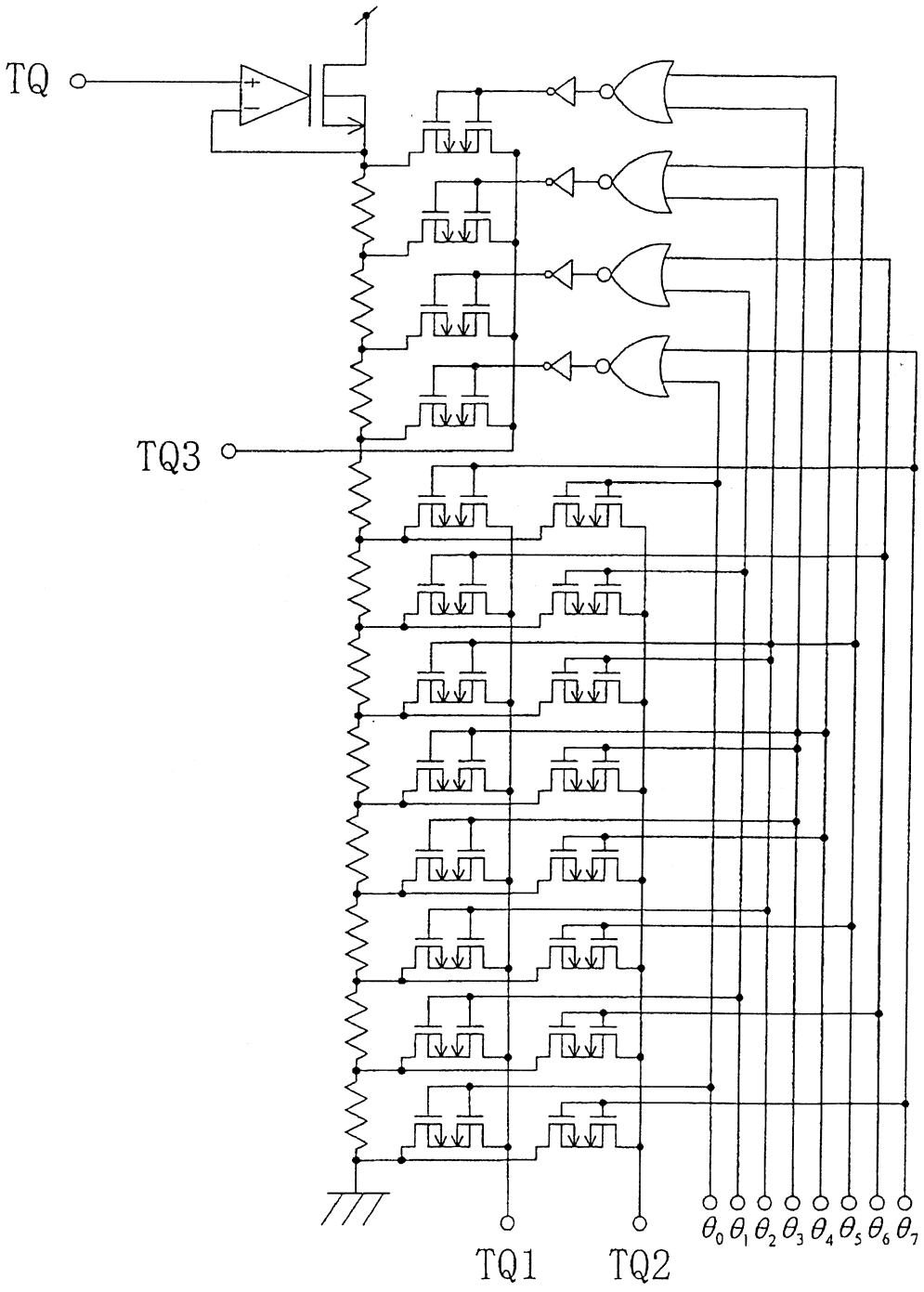

圖 16

圖式

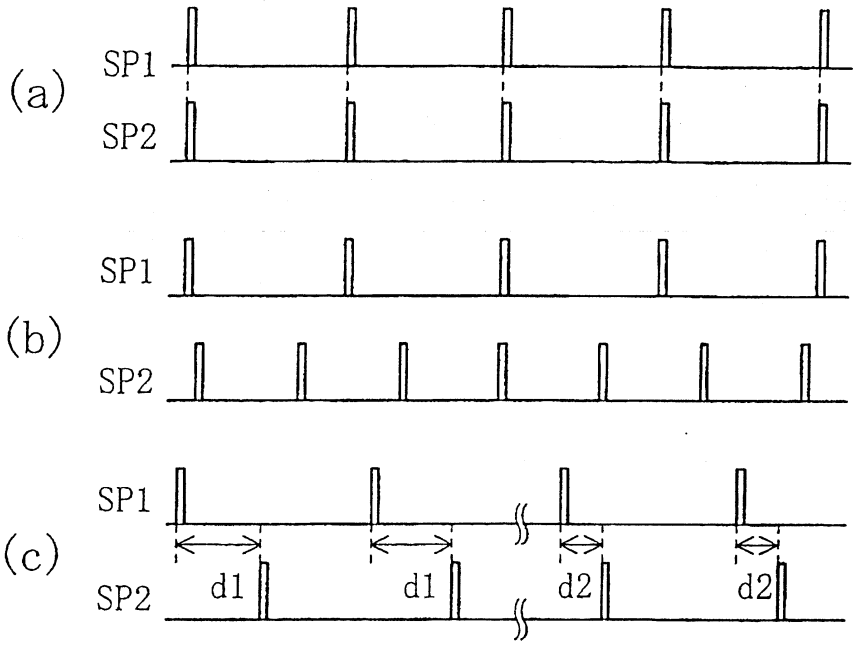

圖 17

圖式

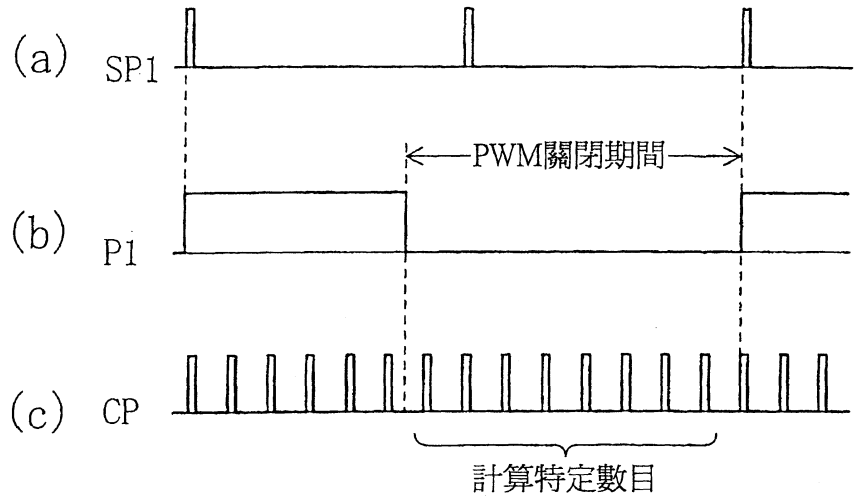
(a)
SP1
PWM關閉期間
(b)
P1
(c)
CP
計算特定數目

圖 18

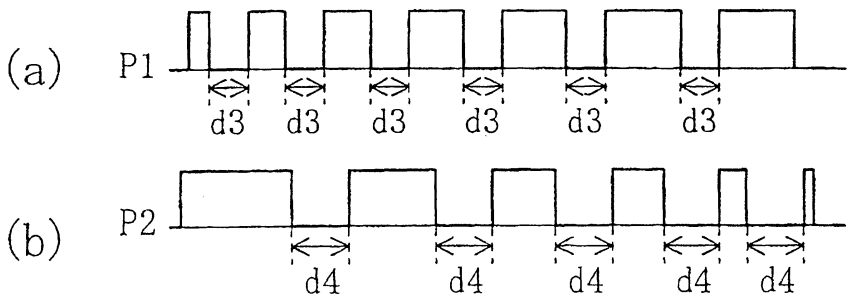
(a)
P1
d3
d3
d3
d3
d3
d3
(b)
P2
d4
d4
d4
d4
d4

圖 19

圖式

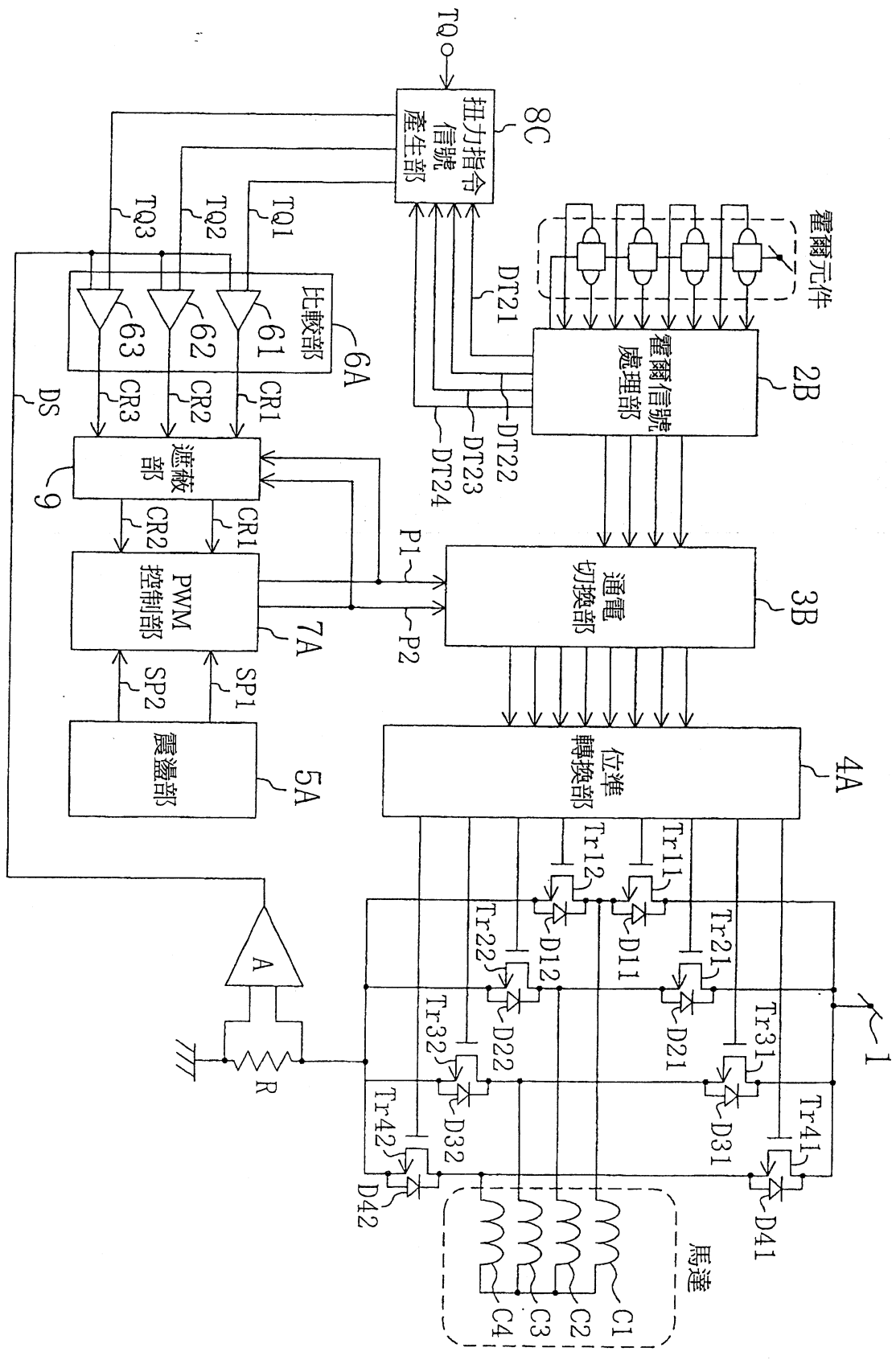
TQ
扭力指令信號產生部
8C
TQ1
TQ2
TQ3
霍爾元件
霍爾信號處理部
2B
DT21
DT22
DT23
DT24
比較部
6A
61
62
63
CR1
CR2
CR3
DS
遮蔽部
9
PWM控制部
7A
P1
P2
通電切換部
3B
位準轉換部
4A
SP1
SP2
震盪部
5A
A
R
Tr11
Tr12
Tr21
Tr22
Tr31
Tr32
Tr41
Tr42
D11
D12
D21
D22
D31
D32
D41
D42
1
馬達
C1
C2
C3
C4

圖 20

圖式

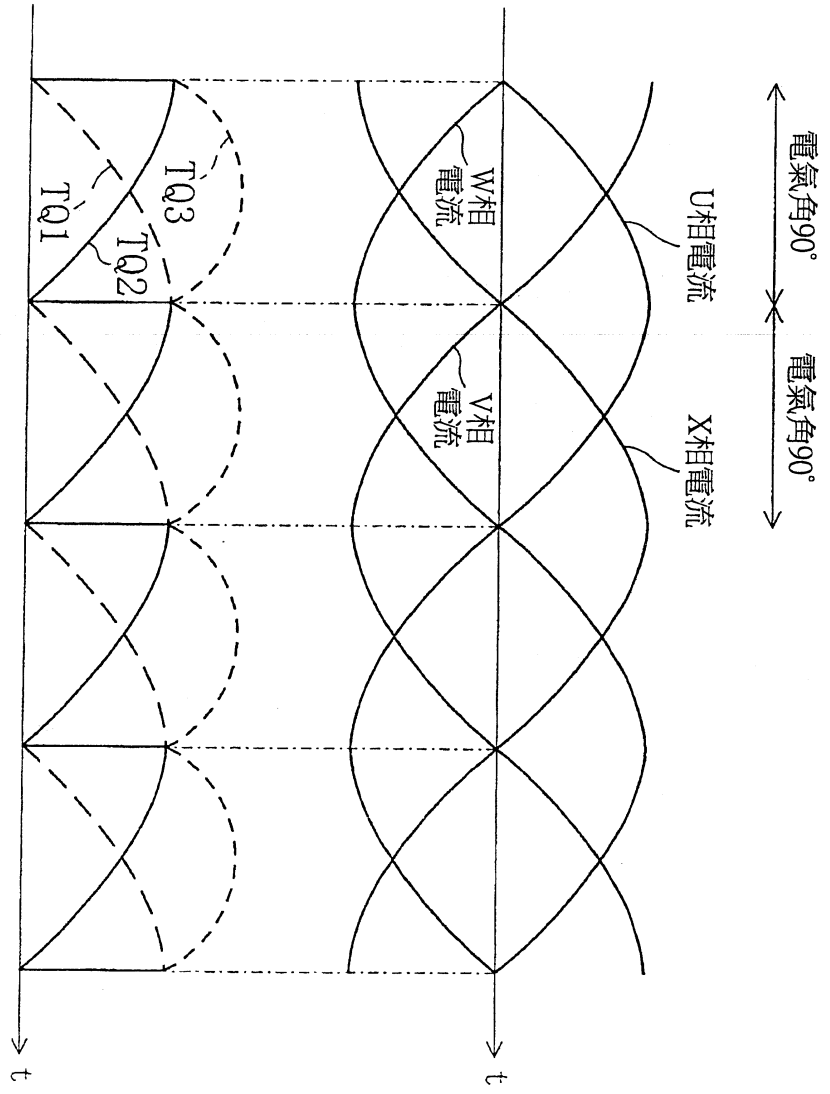

圖 21

圖式

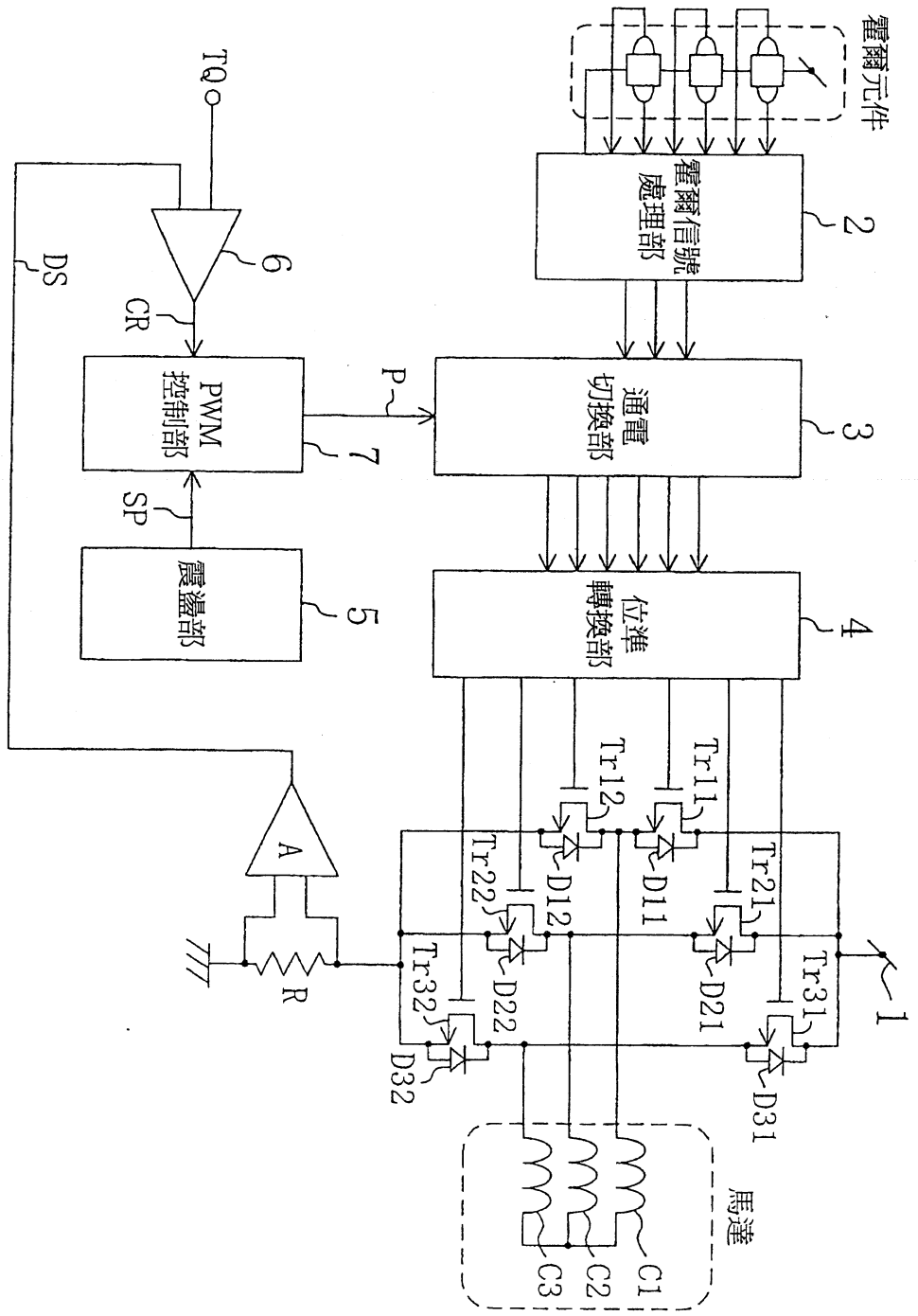
霍爾元件
霍爾信號處理部
2
通電切換部
3
位準轉換部
4
震盪部
5
PWM控制部
6
7
TQ
DS
CR
P
SP
A
R
Tr11
Tr12
Tr21
Tr22
Tr31
Tr32
D11
D12
D21
D22
D31
D32
1
馬達
C1
C2
C3

圖 22

圖式

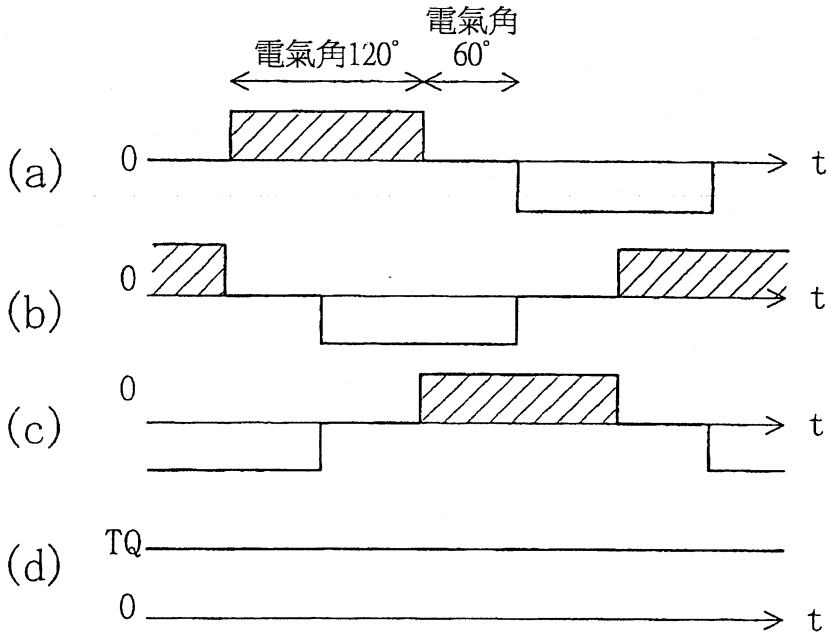

圖 23

六、申請專利範圍

1. 一種馬達驅動裝置，使用PWM(脈寬調變)來控制對馬達線圈通電以驅動馬達，包括：

通電切換部，在每個特定週期決定要進行PWM控制之第1及第2通電相；

扭力指令信號產生部，輸入原扭力指令信號，產生對應到該原扭力指令信號振幅的第1及第2扭力指令信號；

比較器，輸入該第1及第2扭力指令信號及檢測出供給到該馬達之電流之電流檢測信號，將該第1及第2扭力指令信號與該電流檢測信號分別比較，輸出第1及第2比較結果；

振盪器，產生第1及第2設定脈衝信號；及

PWM控制部，輸入該第1及第2設定脈衝信號及該第1及第2比較結果，依據該第1設定脈衝信號及該第1比較結果來產生第1PWM控制信號，依據該第2設定脈衝信號及該第2比較結果來產生第2PWM控制信號；

對該通電切換部所決定之第1及第2通電相的通電，分別依據該PWM控制部所產生之第1及第2 PWM控制信號並聯地進行PWM控制。

2. 如申請專利範圍第1項之馬達驅動裝置，其中，

該扭力指令信號產生部可以產生合成該第1及第2扭力指令信號之第3扭力指令信號，

該比較器可以比較該第3扭力指令信號與該電流檢測信號，輸出第3比較結果；

該馬達驅動裝置更具有遮蔽部，用以對其輸入該第1

六、申請專利範圍

及第2PWM控制信號及該第1、第2及第3比較結果，依據該第1及第2PWM控制信號及該第3比較結果，來控制該第1及第2的比較結果之有無遮蔽。

3. 如申請專利範圍第2項之馬達驅動裝置，其中，

該遮蔽部於該第1及第2PWM控制信號全都是開啟狀態的期間，將該第1及第2比較結果加以遮蔽。

4. 如申請專利範圍第3項之馬達驅動裝置，其中，

該遮蔽部於該第1及第2PWM控制信號都在開啟狀態的期間，從該第3比較結果檢測到該電流檢測信號的電位達到該第3扭力指令信號的電位時，即解除該第1及第2比較結果中的任一者的遮蔽，對另一邊的遮蔽則在特定的期間內不予解除。

5. 如申請專利範圍第4項之馬達驅動裝置，其中，

於該特定週期中，持續增加該第1扭力指令信號，同時持續減少該第2扭力指令信號，該遮蔽部則在該檢測時，解除該第2比較結果的遮蔽。

6. 如申請專利範圍第4項之馬達驅動裝置其中，

於該特定週期中，持續增加該第1扭力指令信號，同時持續減少該第2扭力指令信號；

該遮蔽部，於該檢測時，若此時點是在該特定週期的前半時即解除該第1比較結果的遮蔽，若此時點是在該特定週期的後半時則解除該第2比較結果的遮蔽。

7. 如申請專利範圍第2項之馬達驅動裝置，其中，

該比較器具有3個比較器，以各別的比較器將該第1、



六、申請專利範圍

第2及第3扭力指令信號與該電流檢測信號分別加以比較。

8. 如申請專利範圍第1項之馬達驅動裝置，其中，

該馬達為3相馬達；

該通電切換部對該馬達之各相的馬達線圈上所通電之相電流的週期，每隔電氣角60°即切換該第1及第2通電相。

9. 如申請專利範圍第1項之馬達驅動裝置，其中，

該馬達為4相馬達；

該通電切換部，對該馬達中之各相的馬達線圈上所通電之相電流的週期，每隔電氣角90°即切換該第1及第2通電相。

10. 如申請專利範圍第8項或第9項之馬達驅動裝置，其中，

該扭力指令信號產生部，輸入轉子檢測信號，而產生相當於該轉子檢測信號的週期中之該電氣角期間之週期的該第1及第2扭力指令信號。

11. 如申請專利範圍第8項或第9項之馬達驅動裝置，其中，

該扭力指令信號產生部，輸入轉子檢測信號，使用將該轉子檢測信號依該電氣角逐一加以分割後之信號來產生該第1及第2扭力指令信號。

12. 如申請專利範圍第1項之馬達驅動裝置，其中，

該振盪器產生週期相互獨立的該第1及第2設定脈衝信號。

六、申請專利範圍

13. 如申請專利範圍第1項之馬達驅動裝置，其中，

該振盪器，產生該第1及第2設定脈衝信號，使第1及第2設定脈衝信號的相位差隨著該馬達的轉速來變化。

14. 如申請專利範圍第1項之馬達驅動裝置，其中，

該PWM控制部，隨著該第1設定脈衝信號而開啟該第1PWM控制信號，且隨著該第2設定脈衝信號而開啟該第2PWM控制信號。

15. 如申請專利範圍第1項之馬達驅動裝置，其中，

該PWM控制部，當從該第1比較結果檢測出該電流檢測信號的電位達到該第1扭力指令信號的電位時，即關閉該第1PWM控制信號；當從該第2比較結果檢測出該電流檢測信號的電位達到該第2扭力指令信號的電位時，即關閉該第2PWM控制信號。

16. 如申請專利範圍第1項之馬達驅動裝置，其中，

該PWM控制部自關閉該第1PWM控制信號時開始經過特定期間之後，開啟該第1PWM控制信號；自關閉該第2PWM控制信號時開始經過特定期間之後，開啟該第2PWM控制信號。

17. 一種馬達驅動方法，以PWM來控制對馬達線圈的通電方式而驅動馬達，包括：

通電切換步驟，在每個特定週期決定要進行PWM控制之第1及第2通電相；

扭力指令信號產生步驟，產生對應到所加上之原扭力指令信號之第1及第2扭力指令信號；

六、申請專利範圍

比較步驟，將該第1及第2扭力指令信號與所檢測出供給到該馬達之電流之電流檢測信號分別加以比較；及

PWM控制步驟，依據第1及第2設定脈衝信號及該比較步驟的比較結果來產生第1及第2PWM控制信號；

分別依據該PWM控制步驟所產生之第1及第2PWM控制信號，並聯地PWM控制由該通電切換步驟所決定之對於第1及第2通電相之通電。

18. 如申請專利範圍第17項之馬達驅動方法，其中，

該扭力指令信號產生步驟產生將該第1及第2扭力指令信號加以合成之第3扭力指令信號；

該比較步驟將該第3扭力指令信號與該電流檢測信號加以比較；

其中，該馬達驅動方法更包括遮蔽步驟，依據該第1及第2PWM控制信號及該比較步驟的比較結果來控制有無遮蔽該比較結果。

19. 如申請專利範圍第17項之馬達驅動方法，其中，

該馬達為3相馬達；

該通電切換步驟，對該馬達中之各相的馬達線圈所通電之相電流的週期，每隔電氣角60°來切換該第1及第2通電相。

20. 如申請專利範圍第17項之馬達驅動方法，其中，

該馬達為4相馬達；

該通電切換步驟，對該馬達中之各相的馬達線圈所通電之相電流的週期，每隔電氣角90°來切換該第1及第2通

六、申請專利範圍

電 相 。