

# 公告本

申請日期	Po. 5. P
案 號	8P126712
類 別	H02P6/18

A4  
C4

512584

(以上各欄由本局填註)

## 發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	供對直流馬達同步之正弦波式之波寬調變(PWM)驅動之方法及裝置
	英 文	METHOD AND APPARATUS FOR SYNCHRONIZING PWM SINUSOIDAL DRIVE TO A DC MOTOR
二、發明 創作人	姓 名	1.白柏雀 Bertram J. White 2.金麥克 Michael (nmi) Arkin 3.吳文森 Vincent (nmi) Ng
	國 籍	1-3 美國籍
三、申請人	住、居所	1.美國加州桑德瑞愛路 5 號 5 Cedar Ridge Irvine, California 92612, USA 2. 美國德州達拉斯城伊柏路 7120 號 7120 Echo Bluff Dr., Dallas, Texas 75248, USA 3.美國加州艾伯瑞城南加伯街 30 號 30 South Chapel Avenue #F Alhambra California 91801, USA
	姓 名 (名稱)	美商德州儀器公司 Texas Instruments Incorporated
代 表 人 姓 名	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國德克薩斯州達拉斯市丘爾奇路 7839 號 7839 Churchill Way, Mail Station 3999, Dallas, TX 75251, U.S.A.
代 表 人 姓 名	代 表 人 姓 名	康威廉 (William B. Kempler)

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：

A6

大類：

B6

IPC分類：

本案已向：

美 國 ( 地區 ) 申請專利，申請日期： 案號：  有  無主張優先權  
西元1999年11月23日 09/448,571

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 五、發明說明 ( 1 )

### 發明領域

本發明與驅動多相磁鐵馬達的電子電路有關。更明確地說，本發明與驅動無刷多相永久磁鐵馬達的驅動電路有關。

### 發明背景

硬式磁碟機內通常包括堆疊的旋轉碟片或轉盤，一軸馬達帶動碟片旋轉，讀/寫頭在碟片的表面來回移動，一致動馬達(如"音圈馬達"或VCM)控制讀/寫頭的位置，電源電路提供電力給軸馬達、音圈馬達及控制電路，用以控制軸馬達及音圈馬達的操作。

當讀/寫頭下方的碟片通過讀/寫頭時，讀/寫頭藉感應碟片磁性表面之磁通量的改變讀取碟片上的資料。為使讀取碟片上的資料與資料處理電路的操作能同步，需要很仔細地控制碟片的旋轉，並提供很平順且寧靜的操作。這通常是經由控制送給軸馬達的電流來達成。

有效控制電流的方法有兩種。第一種是波寬調變，其中的驅動電壓是使用方波調變。施加於軸馬達上的平均電壓是由波寬調變信號的工作周期決定。依次，電壓決定傳送給軸馬達的電流量。另一種控制電流的模式是所熟知的線性電流控制。在此模式中，提供一類比電壓輸入信號，它正比於要送給軸馬達的電流。軸馬達控制電路處理輸入的信號，並據以調整電源電路所送出的電流位準。

3-相無刷馬達是最常使用的一種軸馬達，它使用全波

91. 9. 30  
年 月 日  
A7  
修正  
B7  
補充專利申請案第 89124712 號  
ROC Patent Appln. No. 89124712  
中文說明書修正頁-附件(一)  
Amended Page of Chinese Specification- Ecnl. (I)  
(91 年 9 月 30 日送呈)  
(Submitted on September 30, 2002)

## 五、發明說明 (2)

電橋結構以電流激勵各線圈。每一個相位的電橋包括 2 個電源級，因此，典型上有 6 個電源級，每一個有一個電源裝置。其中 3 個電源級與它們的電源裝置稱為"低側"級與裝置，因為它們連接於馬達線圈與接地之間。另 3 個電源級與它們的電源裝置稱為"高側"級與裝置，因為它們連接於電源與馬達線圈之間。

電源裝置如同一順序操作的開關，允許電流脈衝從電源流過高側電源裝置，3 個級中的第一個線圈，3 個級中的第二個線圈，接著通過低側電源級到接地。電源裝置包括電源驅動器或 FET。其它的電源裝置與線圈對也按此過程以一般熟知的方式不斷重複，以從單一的直流電源得到 3 相的激勵。電源裝置的轉換或換向特徵，對於獲得性能良好及其它良好特性的馬達非常重要。

習用的控制電路，在驅動器的輸出產生長方形的驅動脈衝，致使繞組電流脈衝的電流路徑視驅動脈衝的振幅、繞組的電感及馬達電壓(emf 電壓)而定。長方形驅動脈衝致使驅動器輸出的電壓與電流快速改變，電感器突然轉向的磁場急速釋放會產生回掃脈衝(flyback pulses)為吾人所熟知。

電流快速改變及回掃脈衝導致問題發生。一方面，它們造成很大的馬達噪音會干擾到硬式磁碟機的使用者。另一方面，由於它們的高頻，回掃脈衝會產生很強的電磁輻射。這對使用馬達的裝置及其它裝置會產生相當大的干擾。讀/寫頭的位置與這些干擾很近。為反制這些干擾，

### 五、發明說明 ( 3 )

在每一個驅動器輸出與相關的馬達繞組端點間，連接一具有RLC濾波器的無刷馬達控制電路。藉著這些濾波器，它可以使到達馬達繞組之驅動脈衝的邊緣呈傾斜。按此方法，可避免進入馬達繞組的引線及馬達繞組上出現電磁干擾。不過，由於RLC濾波器的電感，在控制電路的驅動器輸出上還是會出現回掃脈衝。因此，在驅動器輸出的位置仍會出現電磁輻射的干擾。

此外，有效率的馬達驅動需要馬達3個相位中的激勵電流與3個相位所產生的BEMF對齊。做到對齊的設計之一是使用鎖相迴路(PLL)。PLL調整換向的相位及頻率，以使未被驅動(3態)之繞組的BEMF零電位，越往能從適當換相狀態的中央通過。當換向波形的形狀中包括未被驅動的區域時，此種電路設計的運作良好，如習用的6-態，+1、+1、0、-1、-1、0的順序。除了不受歡迎的噪音外，未被驅動的馬達相位之此階躍函數的3態，連同階躍函數的波形，會在馬達中產生某種程度的扭力波動。此扭力波動造成馬達轉動的不平均或顫動，它也會在馬達中激發共振，產生不受歡迎的噪音。

因此，吾人欲降低噪音，正弦波形的激勵信號更適合6-態序列。如果馬達的驅動器是由正弦的電流源構成，可以使用上述相同的電壓感應PLL。在PWM正弦驅動的情況，馬達相位在接地與電源間被重複地驅動。結果是，無法從其擷取BEMF資訊做為PLL的輸入。儘管如此，為使驅動器IC中的電力消耗降至最低，PWM驅動仍受高度歡

## 五、發明說明 ( 4 )

迎。如此可以降低整個系統的成本。

近來，磁碟機製造商的重點放在降低與碟片驅動馬達相關的噪音。因此，吾人需要的磁碟機及操作它們的方法能減少與驅動相關的噪音或將其完全消除。

### 發明概述

本發明提供一種當以波寬調變(PWM)波形驅動馬達時，使驅動電壓與DC永久磁鐵馬達同步的方法。當波形是正弦或能使馬達噪音降低之其它波形時該電路十分有用。當驅動波形被精確地同步時，驅動波形致使馬達繞組中的電流與馬達的反電磁力(back EMF)同相位。

### 圖式簡單說明

- 圖1說明DC馬達；
- 圖2說明正弦波形及圓拱波形組；
- 圖3說明波寬調變型的圓拱波形；
- 圖4說明鎖相迴路；
- 圖5說明波形產生器；
- 圖6說明輸出驅動器的方塊圖；
- 圖7說明本發明的優點；
- 圖8說明習知技術的波形；
- 圖9說明本發明的波形；
- 圖10說明相位檢知器與VCO；
- 圖11說明驅動波形；

## 五、發明說明 ( 5 )

圖12說明其它的驅動波形；以及

圖13說明相位檢知器的波形。

### 發明詳細說明

如圖1所示，由於馬達繞組的電感，驅動電壓的相位傾向領先繞組電流。相位領先的量視電感的值或大小而定。本發明的電路同步驅動電壓，因此，它們相對於反電磁力(BEMF：Back Electromagnetic Force)領先一指定或既定相位。如果是按照既定的相位領先保持相位的領先，基本上，繞組電流就與BEMF同相位。既定的相位領先可以被稍加修改以補償高-阻抗不連續期間所觀察的馬達電壓與馬達實際之反EMF間的差異。本發明將輸入信號稱為PHADJ，選擇驅動電壓與繞組電流之相位間的相位領先量。

圖1說明的DC馬達100具有3個端點及3個繞組102、104及106。馬達中的電流視跨於每一個繞組102、104及106上的電壓而定。雖然所顯示的是3個相位，但本發明也適用於其它的相位數量。如果是正弦的驅動電壓，在端點112、114及116上所選擇的相位電壓要使跨於3個繞組或它們之間的電壓基本上是正弦的。典型上，中央抽頭CT節點不驅動，並假設所有繞組的結構都相同，中央抽頭的電壓是3個端點112、114及116的平均電壓。很多的波形組施加到端點112、114及116都可得到正弦的繞組電壓。

圖2顯示2種波形組，分別是第一波形組202及第二波形組204。每一個波形組202及204施加到繞組102、104及

## 五、發明說明 ( 6 )

106上都可產生正弦電壓。第一組202近似正弦，它包括3個相互分開120度的正弦。如果VMAG代表正弦的振幅，則波形組202可以方程式1表示。

$$\begin{aligned} \text{PHA} &= \text{VMAG} \sin(\omega t) \\ \text{PHB} &= \text{VMAG} \sin(\omega t + 240) \\ \text{PHC} &= \text{VMAG} \sin(\omega t - 240) \end{aligned} \quad (1)$$

其中PHA是施加在端點112上的電壓

PHB是施加在端點114上的電壓

PHC是施加在端點116上的電壓

正弦組202減去3個正弦中的最小者即可得到第二波形組。此電壓組有時稱為圓拱波形204。圓拱波形組的優點是其中一個馬達相位總是為0，因此，使馬達端點中PWM換向的量減至最小。方程式2描述圓拱波形組的電壓。

$$\begin{aligned} \text{PHA} &= \text{VMAG} (\sin(\omega t) - \min\{\sin(\omega t), \sin(\omega t - 120), \sin(\omega t - 240)\}) \\ \text{PHB} &= \text{VMAG} (\sin(\omega t - 120) - \min\{\sin(\omega t), \sin(\omega t - 120), \sin(\omega t - 240)\}) \\ \text{PHC} &= \text{VMAG} (\sin(\omega t - 240) - \min\{\sin(\omega t), \sin(\omega t - 120), \sin(\omega t - 240)\}) \end{aligned} \quad (2)$$

其中PHA是施加在端點112上的電壓

PHB是施加在端點114上的電壓

PHC是施加在端點116上的電壓

如圖2所示，當預期每一個相位的BEMF要通過0時，經由關閉驅動器(使驅動器的阻抗變為高)一小段時間，以在每一個電壓波形中插入寬度為W及時間延遲為T之小的不連續。在本實施例中，使用者將T指定為PHADJ以及將W指定為HIZ。對正弦而言，波形PHC的不連續以單元210

## 五、發明說明 ( 7 )

表示，波形PHA的不連續以單元214表示，波形PHB的不連續以單元212表示。以相同的方式，對圓拱波形而，波形PHA的不連續以單元220表示，波形PHB的不連續以單元222表示，波形PHC的不連續以單元224表示。當驅動器在高阻抗時，每一個相位之電壓與中央抽頭間的電壓差即是繞組的反EMF電壓。於是，相位檢知器監視反EMF電壓，並為驅動電壓的相位調整速率，以使BEMF通過零時正好在不連續的中央。

須注意，施加到端點112、114及116上的電壓領先繞組電流。由電路試圖使BEMF與繞組電流對齊，當施加於端點112、114及116上的電壓為零時，不連續之位置的時間較落後。

如果圖2所示的波形202及204施加到馬達的端點112、114及116，有很多功率會在驅動器放大器中消耗掉。以波寬調變波形，可使放大器的功率損失降至最低。

圖3說明PHC中的不連續單元310及PHB中的不連續單元312。圖3說明PWM型式的圓拱波形組。在線性放大器on(低阻抗)的期間，波形PHC被迫到高(如單元320所示)或低(如單元322所示)。在每一個PWM周期期間的平均值，對應於線性放大器所產生的電壓。當在線性的情況，當預期BEMF要通過零時，引進裝置阻抗為高時所致使的不連續。在不連續期間，相位的電壓是BEMF的值加上CT的電壓。

圖4說明本發明的鎖相迴路。鎖相迴路包括一波形產

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 8 )

生器430，它連接到相位驅動器420、422及424，它再依次連接到馬達410；相位檢知器及VCO 440連接到波形產生器430、馬達410及相位驅動器420、422及424。波形產生器430包括圓拱波形產生器432，連接到波寬調變器450、波寬調變器452及波寬調變器454。輸入到圓拱波形產生器432中的信號包括：VMAG信號，用以控制輸入到相位驅動器420、422及424之電壓的振幅，PHADJ信號及HIZ信號，它決定QVCO周期中RCEN窗口的寬度，以及NPWM信號，它是每一個COMSTATE信號之時計信號QVCO的數量。從圓拱波形產生器432輸出的信號有VA信號、VB信號及VC信號，它們是類比驅動電壓，它們被波寬調變器450、452及454轉換成信號PHA、PHB及PHC。此外，另一個來自圓拱波形產生器432的輸出信號是PHSLOPE信號，它是一數位信號，用於指示相位檢知器預期BEMF電壓正在上升或下降。波形產生器430包括波寬調變器450，它的輸入是VA信號以及VPWM信號，它是從相位檢知器及VCO 440輸出的三角波，做為所有波寬調變電路的參考輸入。同樣地，波寬調變器452的輸入是VB信號及VPWM信號。最後，波寬調變器454的輸入是VC信號及VPWM信號。此外，圓拱波形產生器其它的輸出信號是RCENA信號、RCENB信號、及RCENC信號。這些是相位檢知器的起動信號。當這些信號為高時，相位檢知器440監視PHA、PHB或PHC的反EMF電壓零交叉。這些信號也致使相位驅動器420、422及424進入它們的高阻抗狀態。從相

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 9 )

位驅動器420、422及424輸出的信號PHA、PHB及PHC輸入到馬達410。更明確地說，UPA信號及RECNA信號輸入相位驅動器420並輸出PHA信號給馬達410。UPB信號及RECNB信號輸入相位驅動器422並輸出PHB信號給馬達410。UPC信號及RECNC信號輸入相位驅動器424並輸出PHC信號給馬達410。此外，RCENA信號、RCENB信號、及RCENC信號輸入到相位檢知器及VCO電路440。PHA信號、PHB信號及PHC信號也輸入到相位檢知器及VCO電路440。相位檢知器及VCO電路440從VCO輸出端點輸出QVCO信號。QVCO信號是一時計信號，它輸入到波形產生器430。相位驅動器電路420、相位驅動器電路422及相位驅動器電路424連接到偵測電阻器426，用以偵測流過馬達的電流，允許經由電流及對應的電壓降來控制馬達。

圖5說明波形產生器430。波形產生器430從VCO信號產生UPA信號、UPB信號及UPC信號，輸入到波形產生器430的信號包括VPWM信號、PHADJ信號、HIZ信號、QVCO信號及NPWM信號。對波形產生器430的描述只是對波形產生器實施之功能的描述，但它不是必要的實施。典型上，其中一個圓拱波形接地，且波形產生器的等效電路可以使用兩個MDAC(倍增DAC)電路及兩個波寬調變器構成。其結果是，可以使用另一方法計算VA信號、VB信號及VC信號，而不需要使用查閱ROM。

波形產生器430包括一預純量計數電路528，連接到狀態計數電路526及RCEN產生器電路510，RCEN產生器電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(10)

路510連接到RCEN解多工器電路512。預純量計數電路528及狀態計數電路526連接到查閱ROM 514，它連接到MDAC電路520、MDAC電路518、MDAC電路516，它們再分別連接到波寬調變器電路450、波寬調變器電路452及波寬調變器電路454。

RCEN產生器電路510的輸入為PHADJ信號與HIZ信號，輸出RCEN信號，它是一般的相位檢知器起動信號。當為高時，相位檢知器電路440監視與PHA信號、PHB信號或PHC信號的BEMF零交叉。這些信號致使相位驅動器電路420、422及424進入它們的高阻抗狀態。從RCEN產生器電路510輸出的RCEN信號輸入到RCEN解多工器電路512。從預純量計數電路528輸出的預純量信號輸入到RCEN產生器電路510。此外，PRESTATE信號輸入到查閱ROM 514。RCEN信號指示RCENA信號、RCENB信號、及RCENC信號其中一個被宣告。PRESTATE信號是查閱ROM 514之ROM位址的一部分。輸入預純量計數電路528的NPWM信號是每一個COMSTATE信號之QVCO時計信號的數量。此外，輸入預純量計數電路528的QVCO信號是從VCO輸出。QVCO信號是波形產生器的時計輸入。預純量計數電路的輸出是COMCLK信號，它是輸入狀態計數器電路526的時計信號。狀態計數器順序通過6個COMSTATE信號如圖2及圖11所示。狀態計數器電路526的輸出是COMSTATE信號，它輸入到RCEN解多工器電路512。RCEN解多工器電路512的輸出是RCENA信號、

## 五、發明說明(11)

RCENB 信號、及 RCENC 信號。這些信號乃是根據 COMSTATE 信號選擇 RCEN 信號所得到的信號。查閱 ROM 514 的輸出被輸入到 MDAC 電路 520、MDAC 電路 518、MDAC 電路 516。MDAC 電路 520 的輸出是 VA 信號，它輸入到波寬調變器 450。MDAC 電路 518 的輸出是 VB 信號，它輸入到波寬調變器 452。MDAC 電路 516 的輸出是 VC 信號，它輸入到波寬調變器 454。PRESTATE 信號是構成查閱 ROM 514 之 ROM 位址的一部分。COMSTATE 信號構成 ROM 位址的剩餘部分。信號 RCENA、RCENB 及 RCENC 迫使相位驅動器電路 420、422 及 424 到高阻抗，且起動相位檢知器充電泵。查閱 ROM 電路 514 與 MDAC 電路 520、518、516 產生圓拱波形 VA 信號、VB 信號及 VC 信號。接著，這些波形被 PWM 電路 450、PWM 電路 452 及 PWM 電路 454 波寬調變，以分別產生 UPA 信號、UPB 信號及 UPC 信號。

圖 6 說明輸出驅動器的方塊圖。輸出驅動器由若干小電路構成，圖中說明的輸出驅動器 420 也可用於驅動器 422 及驅動器 424。典型的輸出緩衝器包括 2 個大的輸出裝置，如典型的 DMOS。這些裝置在圖中顯示為元件 610 及 612。視邏輯輸入而定，緩衝器可將輸出信號 PH 拉高或將它拉低或讓它浮動。PH 信號可以是 PHA 信號、PHB 信號或 PHC 信號。電路 420 的邏輯是當 HIZ 信號被宣告時，PH 信號被浮動。否則，它將根據 UP 信號被拉上或拉下。輸出驅動器的其它特徵典型上還包括控制 PH 信號的上升與下降時

## 五、發明說明(12)

間及提供其它轉軸模式期間的操作，如起動、制動及緊急縮回。輸出驅動器包括2個串聯的FET，即高側FET 610及低側FET 612。UP信號可以包括UPA、UPB、或UPC，是類比驅動電壓的波寬調變器。典型上，這些UP信號是數位信號，當為高時，致使它們各自的PH信號被迫到高。UP信號被輸入到反相器602及AND電路606。HIZ信號輸入到反相器604。反相器604的輸出是被反相的HIZ信號，輸入到AND電路606及ADN電路608。反相器602的輸出是被反相的UP信號，輸入到AND電路608。AND電路606的輸出被輸入到FET 610的閘極，用來控制FET 610。同樣地，AND電路608的輸出被輸入到FET 612的閘極，用來控制FET 612。

圖10說明相位檢知器及VCO電路440。相位檢知器的目的是決定驅動波形與馬達之BEMF間的相位差。檢知BEMF相位的方法是將高阻抗的不連續插輸入相位驅動器的波形中。這些不連續如圖11的說明。當驅動波形與馬達BEMF精確地鎖定时，每一個相位的BEMF，它的零將從相位不連續的中央通過。經由調整RC的電壓，相位檢知器可調整驅動器的相位。在每一個不連續期間，相位檢知器在發生零交叉之前將RC放電，並在零交叉之後對其充電。在不連續以外的位置不會發生充電或放電。由於充電與放電的速率相同，如果零交叉提前，則充電將多於放電，則RC電壓將上升。此將致使VCO加速，並使驅動波形的相位超前。因此，不連續將提早發生，且使零交叉變

## 五、發明說明(13)

得較在中央。

相位檢知器電路440的實施方式有很多種，它們檢知相對於RCEN信號之窗口的反EMF的相位。圖10說明此種實施。無論何時其中一個RCEN信號(即RCENA信號、RCENB信號、及RCENC信號)上升指示不連續，RC電流源1010或1011其中一個被起動。電流源的極性(升或降)是經由選擇電流源1010或電流源1011所選擇的相位來控制，無論預期它是在上升或下降。RC電流被環路濾波器1050的阻抗濾波。從電容器1014所得到環路濾波器1050的電壓用來控制QVCO信號的頻率。信號RCENA、RCENB及RCENC輸入到OR電路1002。此外，RCENA信號被輸入到AND電路1028。RCENB信號被輸入到AND電路1026，以及RCENC信號被輸入到AND電路1024。中央抽頭電壓輸入到比較器1034以及輸入到比較器1032以及輸入到比較器1030。PHA信號被輸入到比較器1034。PHB信號被輸入到比較器1032，PHC信號被輸入到比較器1030。比較器1034的輸出被輸入到AND電路1028。比較器1032的輸出被輸入到AND電路1026，比較器1030的輸出被輸入到AND電路1024。當中央抽頭CT的電壓超過相位電壓(即PHA、PHB或PHC)時，比較器1030、1032、1034輸出邏輯1。AND電路1028的輸出，AND電路1026的輸出及AND電路1024的輸出輸入到NOR電路1022。NOR電路1022的輸出被輸入到OR電路1036。此外，PHSLOPE信號輸入到XOR電路1036。XOR電路1036的輸出是UP/ND信號，它輸入到

## 五、發明說明(14)

AND 電路 1004 及輸入到反相器 1008。從反相器 1008 輸出之被反相的 UP/ND 信號輸入到 AND 電路 1006。AND 電路 1004 的輸出是 UP 信號，AND 電路 1006 的輸出是 DN 信號，分別用來控制開關 1040 及 1042。當 UP 信號閉路開關 1040 時，電流源 1010 被輸入到 RC 電路 1050。此傾向對濾波器電路 1050 充電。濾波器電路 1050 包括電容器 1040，與電阻器 1016 及電容器 1018 並聯。濾波器電路的輸出是 VCO 電路 1020，它輸出 QVCO 信號。XOR 電路 1022 的輸出是被選擇的相位，大於中央抽頭。充電泵 1011 與開關 1042 共同操作，對濾波器電路 1050 向下充電。

圖 7 說明本發明的優點。設計  $\sin 10$  與  $\sin 30$  分別對應  $10^\circ$  與  $30^\circ$  的不連續。根據所使用的條件， $\sin 10$  的扭力波動優於其它設計。事實上，它近乎平坦，它是性能理想、無不連續的正弦驅動系統。

現請參閱圖 10，相位檢知器視 RCEN 信號、bemf 信號及 PHSLOPE 泵升 RC 上的電壓。在本實施例中，相位檢知器持續地比較 3 個 bemf 電壓與它們的中央抽頭。在兩不連續之間，比較器的結果不會對 RC 電壓造成影響。當由於 RCENA、RCENB、或 RCENC 信號出現一個不連續時，相位檢知器視對應的比較器輸出泵升 RC。對應的比較器輸出產生信號  $PH > CT$ 。如果 PHSLOPE 為高，每當信號為 1 時，RC 將被泵升。如果 PHSLOPE 為低，每當信號為 0 時，RC 將被泵升。PHSLOPE 指示在 COMSTATE B、D 及 F 期間那一個 COMSTATES 具有上升的 bemf 零交叉且為高。

## 五、發明說明 (15)

例如，在COMSTATE C或F期間，由RCENA信號產生不連續。如果在COMSTATE C期間發出不連續信號，當PHA大於CT時，RC被泵降，當PHA小於CT時，RC被泵升。

圖12顯示bemf波形與驅動波形。bemf波形的零交叉在RCEN窗口的中央，顯示驅動器波形與馬達的bemf間沒有相位誤差。結果是，RC充電電流泵升與降的時間相等，致使RC電壓沒有淨改變，且VCO頻率也沒有淨改變。

圖13是當驅動器波形稍落後時之PHB與PHC零交叉的展開圖。結果是，在RCEN窗口中的bemf零交叉提前，泵升的時間較泵降的時間長，因此在RC節點有淨泵升。增加的RC電壓將加速VCO，致使RCEN不連續提早，因此，將bemf的零交叉移往不連續的中央。

圖8說明6-級系統的扭力波動，以及，圖9中的panel 2說明10°HIZ信號的相同結果。

雖然所使用不連續也可以少於6個，但所實施的是每一個電氣周期6個不連續。不連續的寬度可以選擇一既定寬度，且可以是PWM周期的整數倍。在本實施例中，使用者以HIZ選擇不連續的寬度，它選擇的不連續寬度為1、2、3或4個PWM周期。驅動電壓與bemf電壓間的相位差也可以選擇成PWM半周期的整數倍。在本實施例中，使用者以PHADJ選擇相位差，它選擇1到16個PWM半周期。

## 五、發明說明(16)

本發明的不連續典型上小於 $60^\circ$ 。

圖11顯示不連續由RCENB信號與RCENC信號控制。  
(A相位未顯示)這些信號RCENA、RCENB、及RCENC源自於各自的相位驅動器電路被打開到高阻抗狀態，它產生PHA、PHB及PHC中的不連續。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(17)

圖式之代號說明：

代表 符號	名 稱	代表 符號	名 稱
100	DC馬達	518	MDAC電路
102	繞組	520	MDAC電路
104	繞組	526	狀態計數電路
106	繞組	528	預純量計數電路
112	端點	602	反相器
114	端點	604	反相器
116	端點	606	AND電路
CT	中央抽頭	608	AND電路
202	第一波形組	610	高側FET
204	第二波形組	612	低側FET
210	波形PHC的不連續單元	1002	OR電路
212	波形PHB的不連續單元	1004	AND電路
214	波形PHA的不連續單元	1006	AND電路
220	波形PHA的不連續單元	1008	反相器
222	波形PHB的不連續單元	1010	電流源
224	波形PHC的不連續單元	1011	電流源
310	波形PHC的不連續單元	1014	電容器
312	波形PHB的不連續單元	1016	電阻器
410	馬達	1018	電容器
420	相位驅動器	1020	VCO電路
422	相位驅動器	1022	NOR電路
424	相位驅動器	1024	AND電路
426	偵測電阻器	1026	AND電路
430	波形產生器	1028	AND電路
432	圓拱波形產生器	1030	比較器
440	相位檢知器及VCO電路	1032	比較器
450	波寬調變器	1034	比較器
452	波寬調變器	1036	OR電路
454	波寬調變器	1040	開關
510	RCEN產生器電路	1042	開關
512	RCEN解多工器電路	1050	環路濾波器
514	查閱ROM		
516	MDAC電路		

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱： 供對直流馬達同步之正弦波<sup>式</sup>之波寬調變(PWM)驅動之方法及裝置 )

一種操作多相直流馬達的方法及電路，其中，不連續的正弦驅動電壓以既定的相位施加到馬達的繞組。調節正弦中不連續的部分配合bemf零交叉。bemf零交叉被檢知，且驅動電壓的相位被調整到零交叉實質上在驅動電壓的不連續中。該方法與電路使馬達以極低的馬達噪音工作。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

英文發明摘要 (發明之名稱： Method and Apparatus for Synchronizing PWM Sinusoidal Drive to a DC Motor )

A method and circuit for operating a polyphase dc motor in which discontinuous sinusoidal drive voltages are applied to the windings of the motor in predetermined phases. The discontinuous portion of the sinusoid is timed with the bemf zero crossings. Bemf zero crossings are detected, and phases of the drive voltages are adjusted to have zero crossings substantially in the discontinuities of the drive voltages. The method and circuit result in motor operation with significantly reduced acoustic motor noise.

## 六、申請專利範圍

1. 一種用於馬達的驅動電路，包括：  
一電路，用以檢知施加到該馬達之端點的驅動電壓與來自馬達之BEMF間的相位差；  
該驅動電路具有一高阻抗狀態，以將不連續施加於該馬達；以及  
該驅動電路反應該相位差以保持該驅動電壓與該馬達之該BEMF間一既定的相位差。
2. 如申請專利範圍第1項的驅動電路，其中該馬達是無刷直流馬達。
3. 如申請專利範圍第1項的驅動電路，其中該不連續是每電氣周期6個。
4. 如申請專利範圍第1項的驅動電路，其中該相位差是由PLL保持。
5. 如申請專利範圍第1項的驅動電路，其中該驅動電路產生正弦波形。
6. 如申請專利範圍第1項的驅動電路，其中該驅動電路是PWM。
7. 如申請專利範圍第1項的驅動電路，其中該驅動電路產生圓拱波形。
8. 如申請專利範圍第1項的驅動電路，其中該不連續的寬度是可改變的。
9. 如申請專利範圍第1項的驅動電路，其中該相位差是可改變的。
10. 一種操作多相直流馬達的方法，其步驟包括：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 六、申請專利範圍

將既定相位的不連續正弦驅動電壓施加到馬達的繞組；

檢知馬達各繞組中之電流的零交叉；以及

將驅動電壓的相位調整到零交叉實質上與所檢知到之馬達各繞組中的電流零交叉同時。

11. 如申請專利範圍第10項的方法，進一步包括在施加到該驅動器電路之前，先波寬調變不連續的正弦馬達驅動電壓。

12. 如申請專利範圍第10項的方法，其中將既定相位的不連續正弦驅動電壓施加到馬達的繞組之步驟包括使在所檢知到馬達各繞組中之該電流的該零交叉處不連續。

13. 如申請專利範圍第10項的方法，其中將既定相位的不連續正弦驅動電壓施加到馬達的繞組包括使在所檢知到馬達各繞組中之該電流的該零交叉的5%內不連續。

14. 一種降低操作中之多相直流馬達之噪音的方法，其步驟包括：

將既定相位的不連續正弦驅動電壓施加到馬達的繞組；

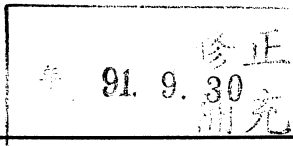
檢知該驅動電壓在馬達各繞組中所造成之電流的零交叉；以及

同時地將驅動電壓的相位調整到零交叉實質上與所檢知到之馬達各繞組中的電流零交叉。

15. 如申請專利範圍第14項的方法，進一步包括在施加到

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

A8  
B8  
C8  
D8

專利申請案第 89124712 號  
 ROC Patent Appln. No. 89124712  
 中文申請專利範圍修正頁-附件(二)  
 Amended Pages of Claims in Chinese- Ecnl. (II)  
 (91 年 9 月 30 日送呈)  
 (Submitted on September 30, 2002)

## 六、申請專利範圍

該驅動器電路之前，先波寬調變不連續的正弦馬達驅動電壓。

### 16. 一種操作多相直流馬達的電路，包括：

驅動器電路，用以提供驅動信號給馬達，該驅動信號是用以施加到驅動器電路的不連續正弦馬達驅動電壓；

一電路，用以檢知不連續正弦馬達驅動電壓在驅動器電路中所產生之電流的零交叉；

一電路，用以改變與驅動器電路中之電流相關之正弦馬達驅動電壓的相位，以使驅動器電路中之電流的零交叉與正弦馬達驅動電壓的零交叉對齊。

### 17. 如申請專利範圍第16項操作多相直流馬達的電路，其中該不連續的正弦馬達驅動電壓源包括在驅動電路中該檢知到的電流零交叉處具有一不連續的不連續正弦馬達驅動電壓源。

### 18. 如申請專利範圍第16項操作多相直流馬達的電路，其中該不連續的正弦馬達驅動電壓源包括在驅動電路中離該檢知到之電流零交叉 $5^{\circ}$ 處具有一不連續的不連續正弦馬達驅動電壓源。

### 19. 一種具有用以旋轉資料儲存媒體之直流無刷無霍爾效應3相馬達的磁碟機裝置，包括：

3個驅動器電路，用以提供驅動信號給馬達中所選擇的線圈組，該驅動信號是施加到驅動器電路的不連續正弦馬達驅動電壓；

## 六、申請專利範圍

一電路，用以檢知正弦馬達驅動電壓在驅動器電路中所產生之電流的零交叉；以及

一電路，用以改變與驅動器電路中之電流相關之正弦馬達驅動電壓的相位，以使驅動器電路中之電流的零交叉與正弦馬達驅動電壓的零交叉對齊。

20. 如申請專利範圍第19項的磁碟機裝置，進一步包括一電路，用以在將不連續的正弦馬達驅動電壓施加到該驅動器電路之前，先對其波寬調變。
21. 如申請專利範圍第19項的磁碟機裝置，其中該不連續的正弦馬達驅動電壓源包括在驅動電路中該檢知到的電流零交叉處具有一不連續的不連續正弦馬達驅動電壓源。
22. 如申請專利範圍第19項的磁碟機裝置，其中該不連續的正弦馬達驅動電壓源包括在驅動電路中離該檢知到之電流零交叉 $5^{\circ}$ 處具有一不連續的不連續正弦馬達驅動電壓源。

T1-29091  
1 of 9

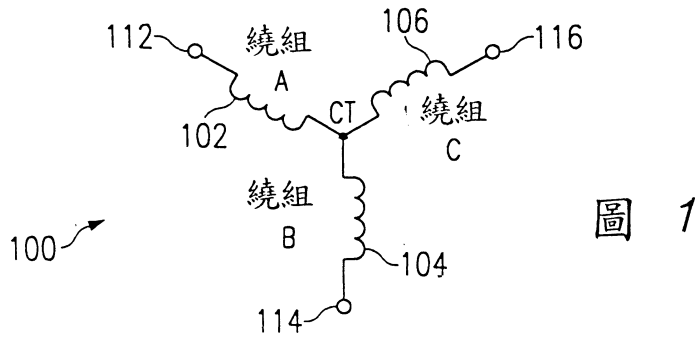


圖 1

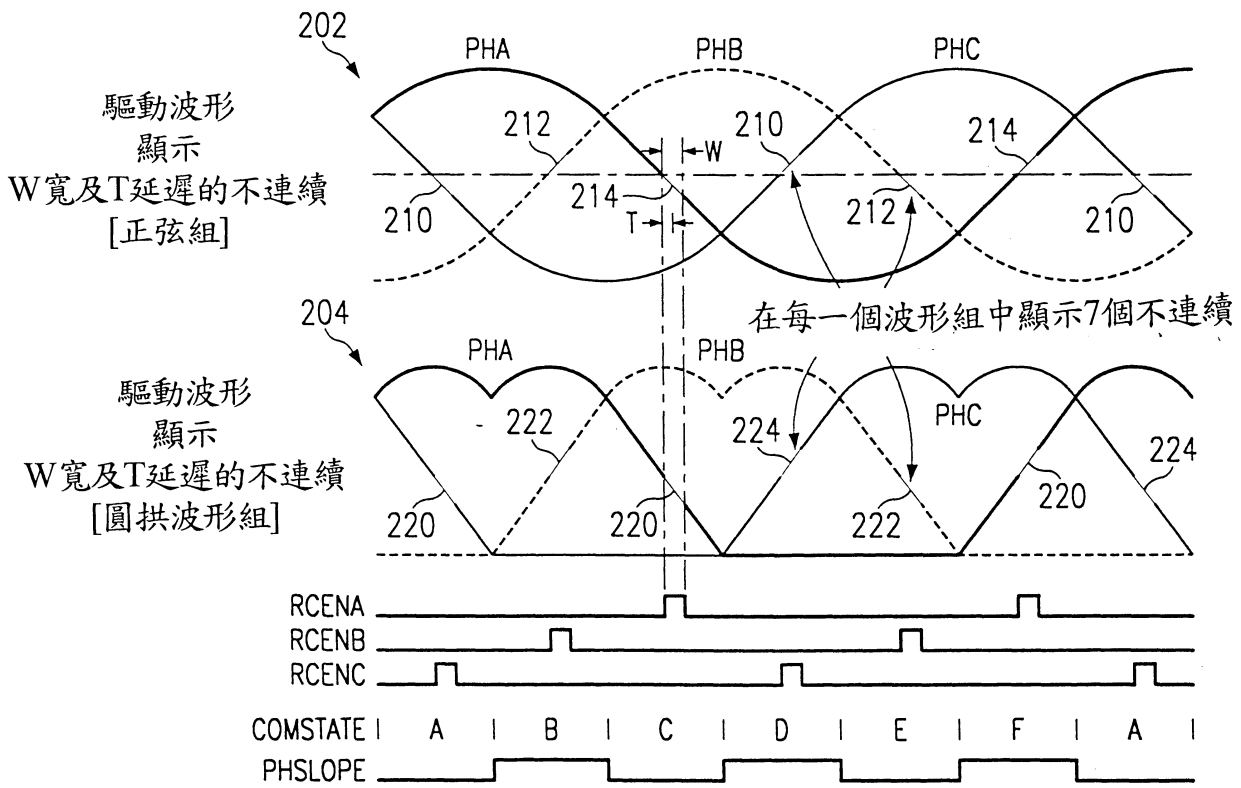


圖 2

TI-29091  
2 of 9

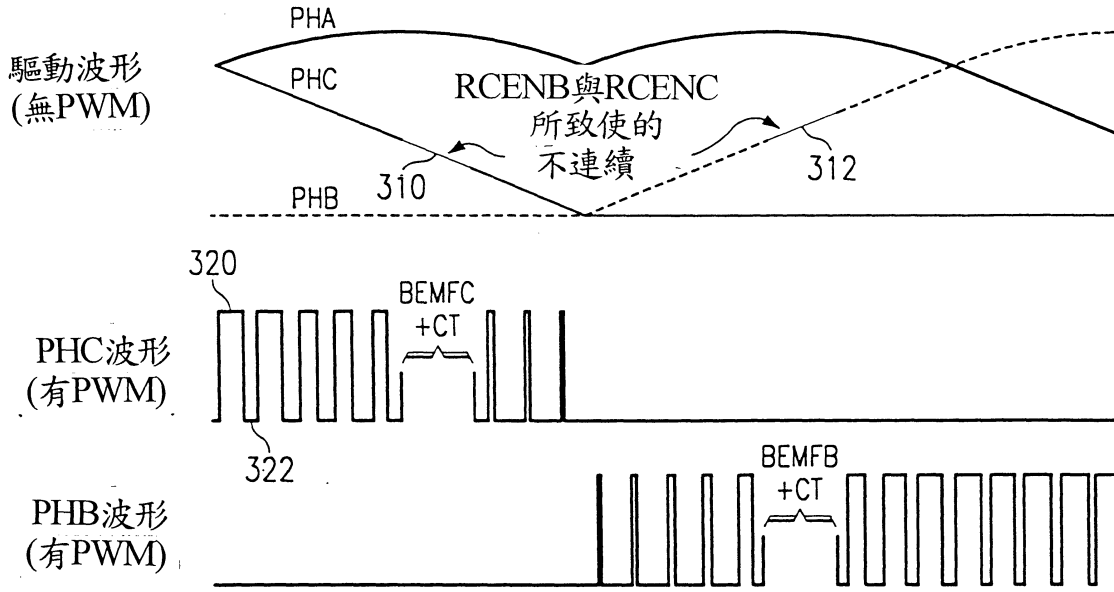


圖 3

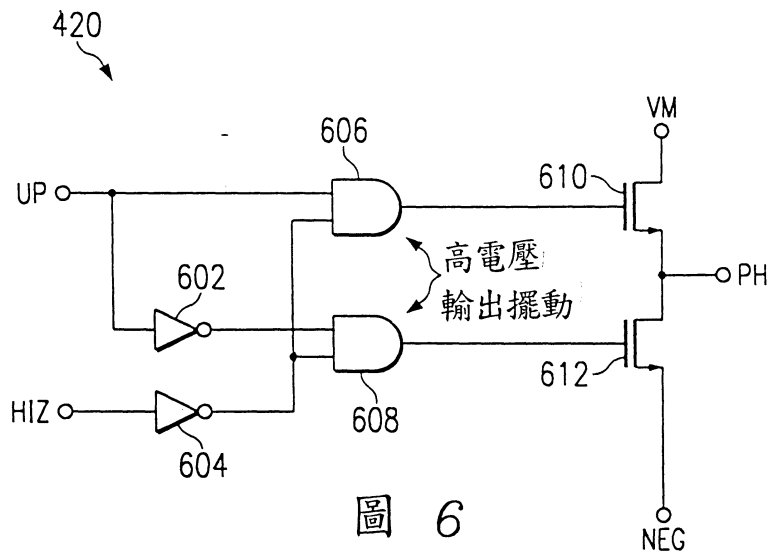


圖 6

TI-29091  
3 of 9

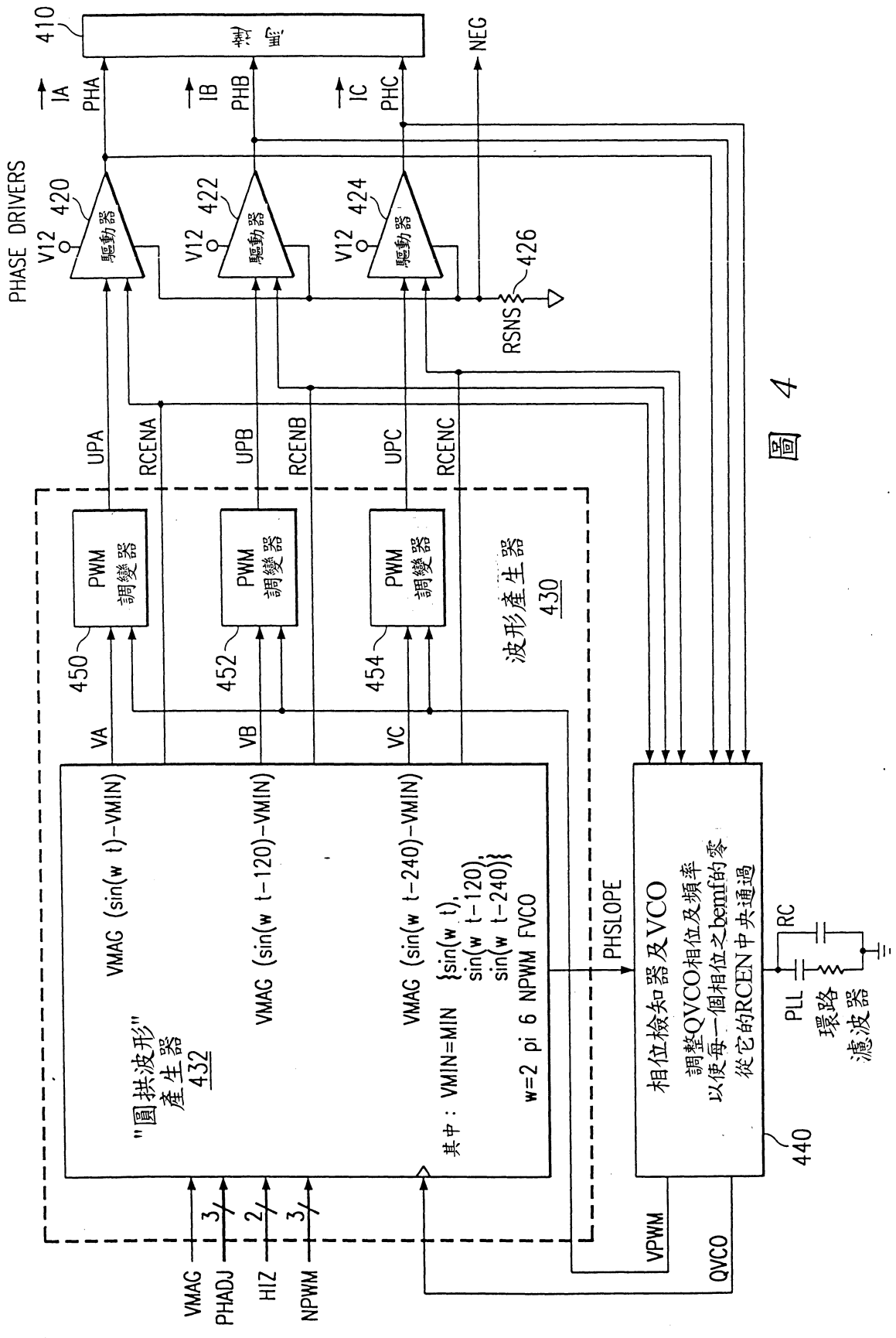


圖 4

TI-29091  
4 of 9

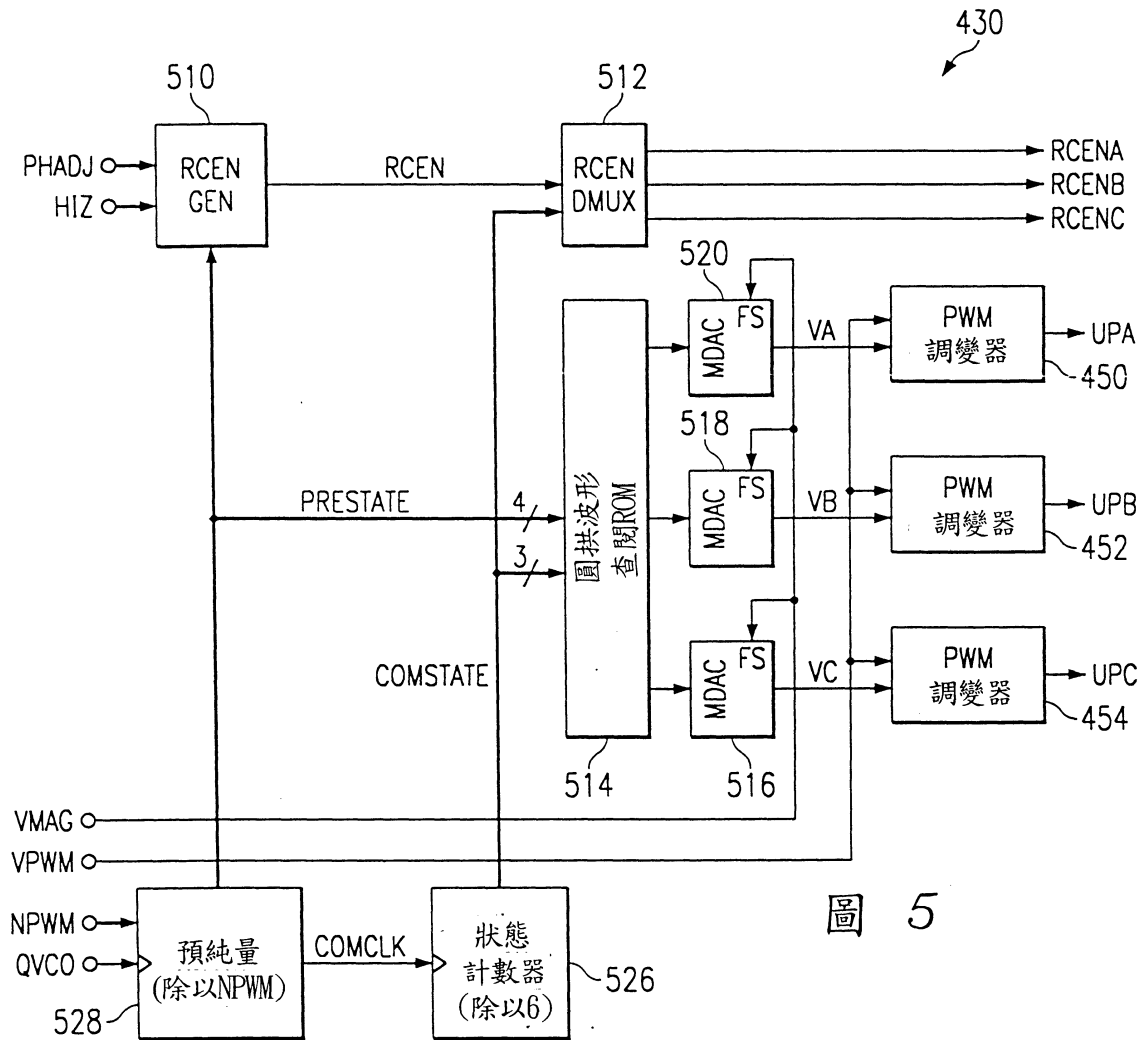


圖 5

設計	快速 VMAG	
	扭力波動	d/dt 扭力
Sin 10	2.5%	1.9K
Sin 30	5.5%	3.6K
Trap-60-120 10	11%	2.2K
Trap-60-120 30	14%	3.8K
Trap-90-30-30-30 30	17%	4.8K
Six State	25%	7.1K

\* (d/dt扭力)的單位為伏特-安培/秒

圖 7

TI-29091  
5 of 9

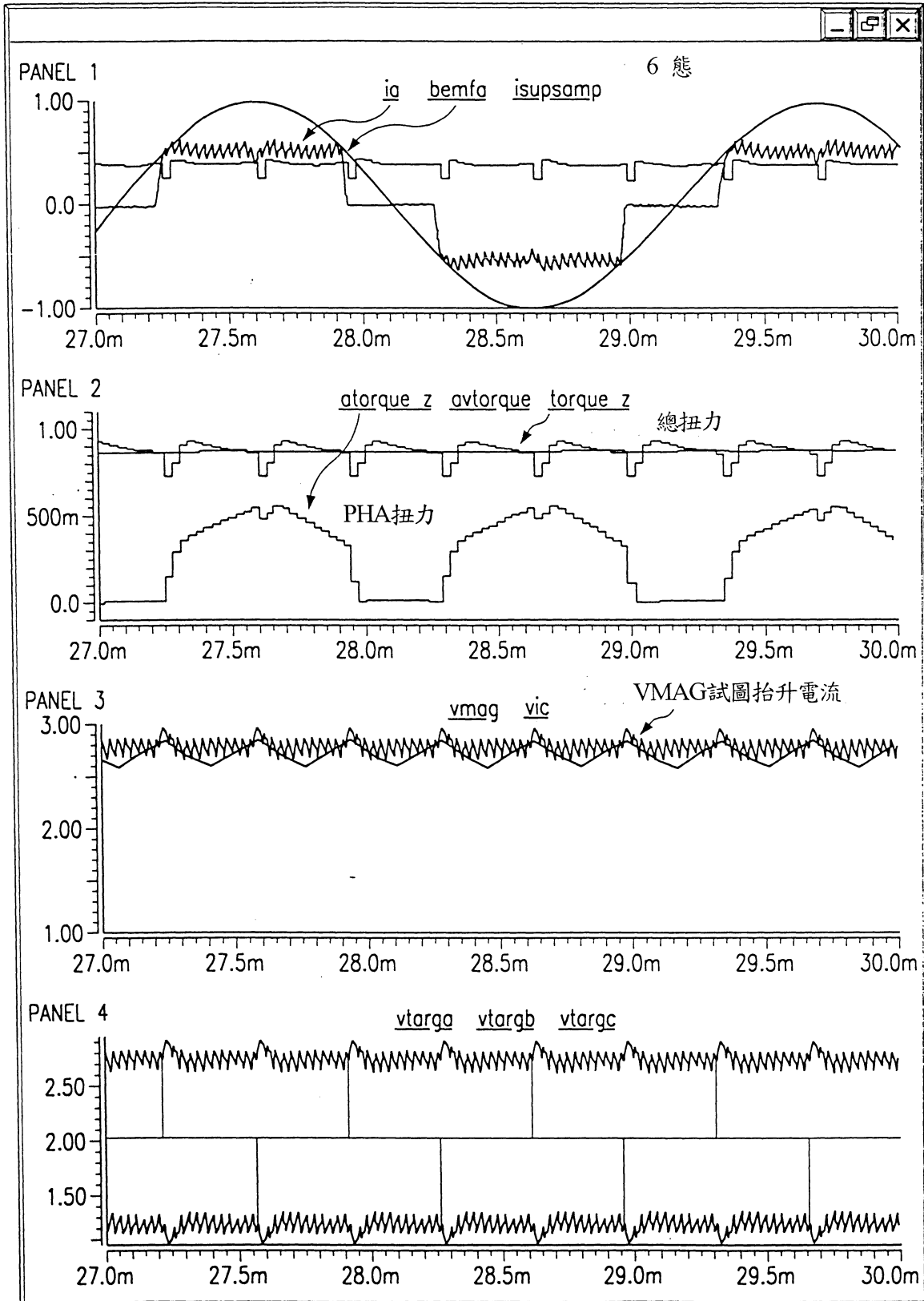


圖 8

TI-29091  
6 of 9

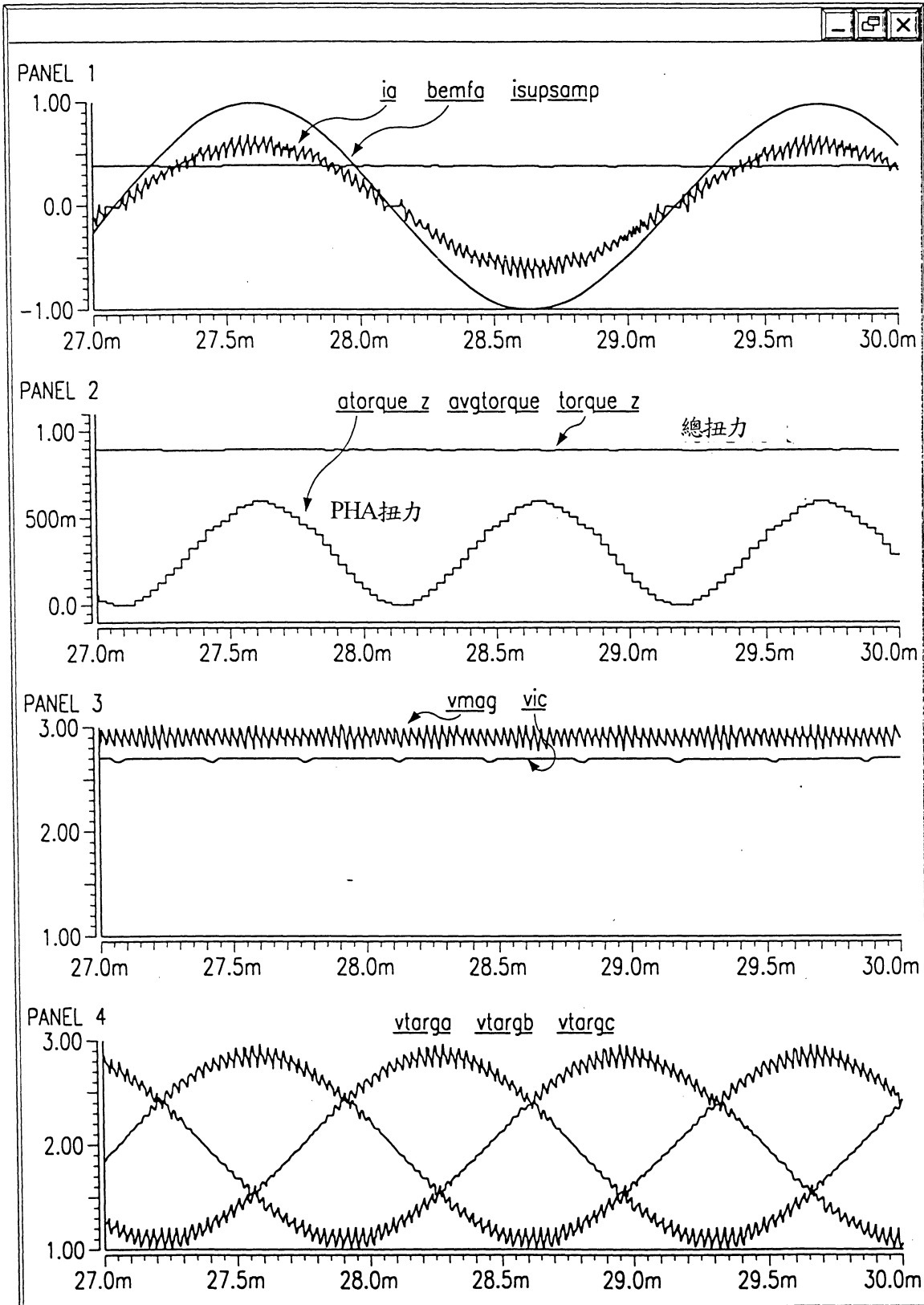


圖 9

TI-29091  
7 of 9

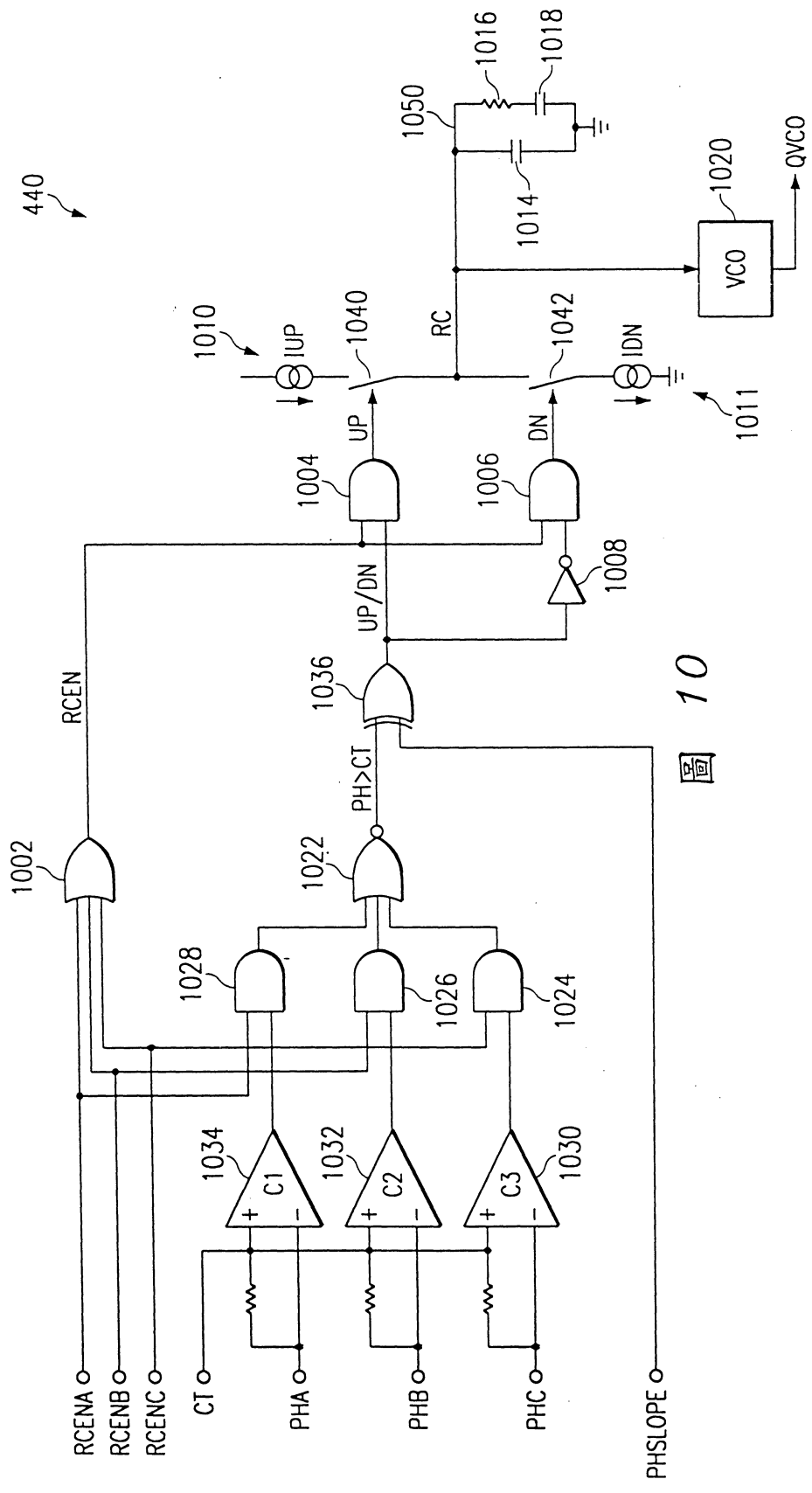


圖 10

TI-29091  
8 of 9

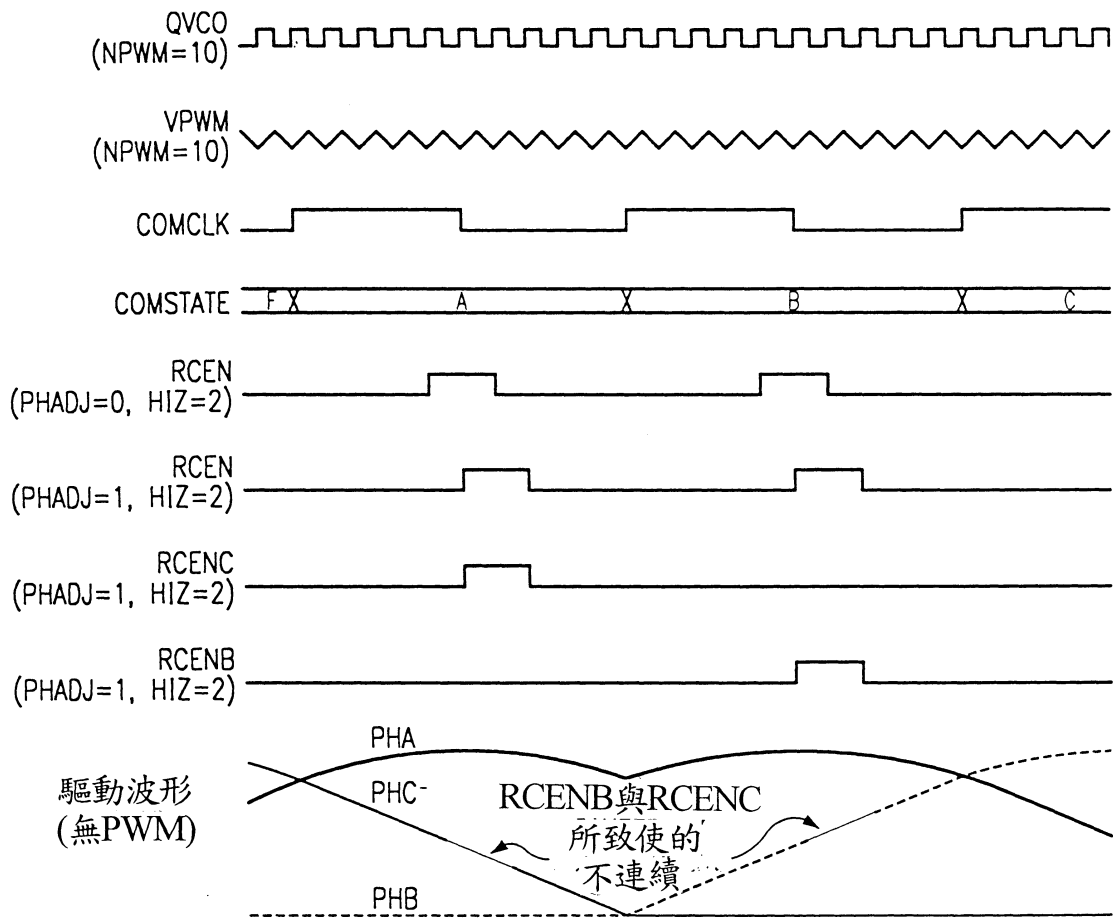


圖 11

TI-29091  
9 of 9

圖 12

驅動波形  
顯示  
W寬及T延遲的不連續  
[正弦組]

典型的BEMF波形,  
比驅動波形稍延遲  
且零從不連續  
的中央通過

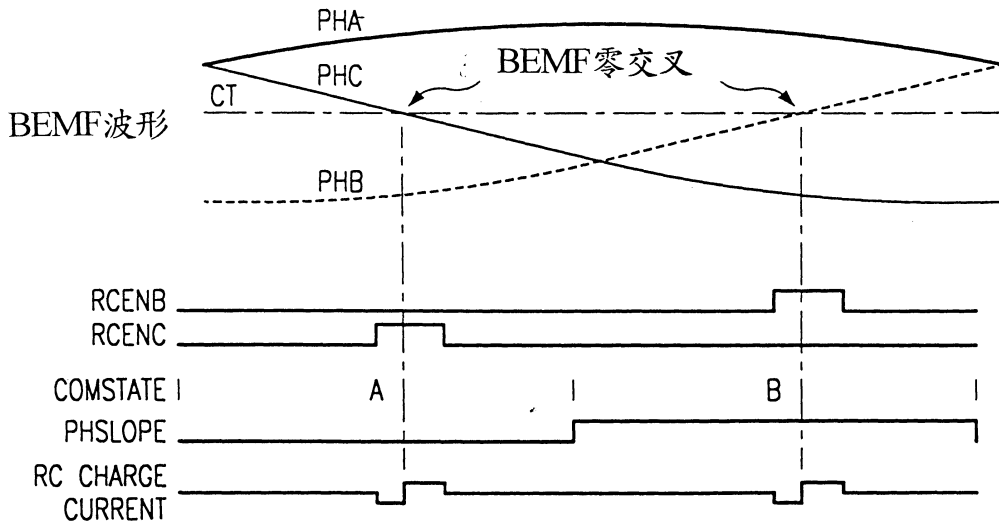
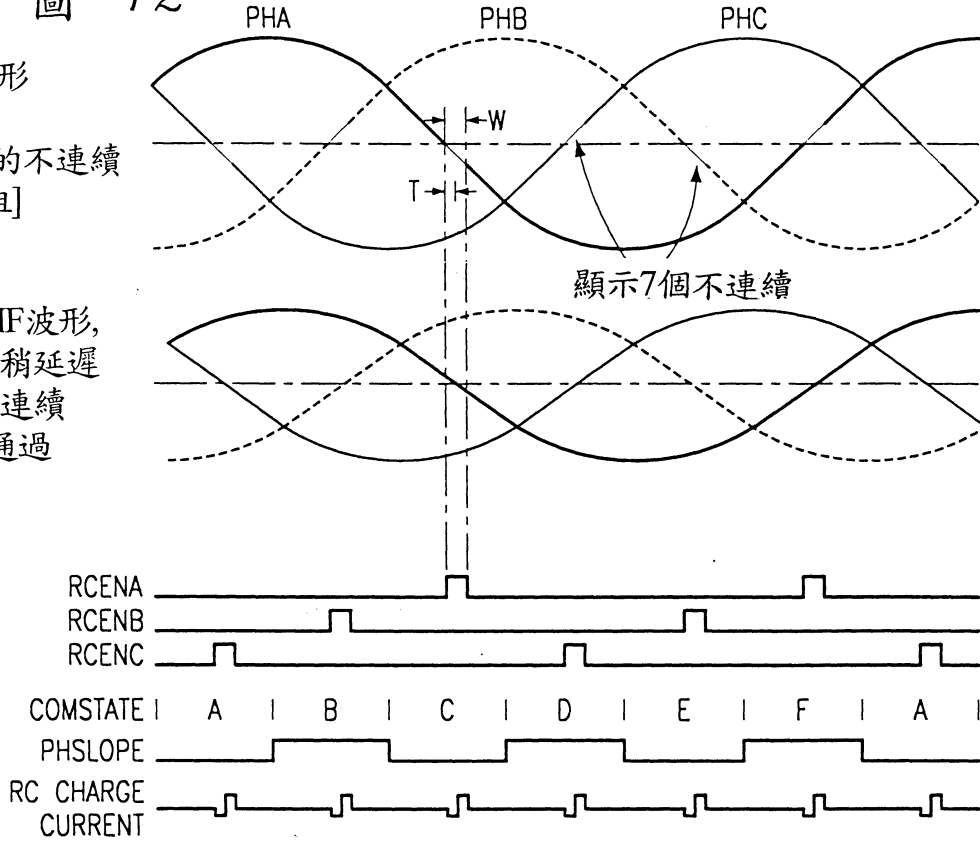


圖 13