

# 公告本

修正替換頁  
93.5.21  
年 月 日

年 月 日 修正

申請日期：92-04-25

IPC分類

申請案號：92109668

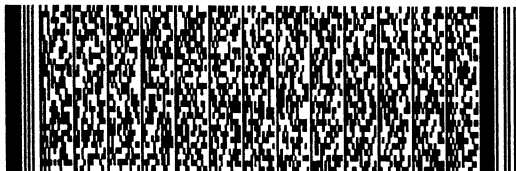
H02P 5/06

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

I222782

一、 發明名稱	中文	三相無刷直流馬達鎖相式速度控制裝置及其方法
	英文	
二、 發明人 (共2人)	姓名 (中文)	1. 王振宇 2. 鄒應嶼
	姓名 (英文)	1. 2.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 彰化縣秀水鄉彰水路二段102巷58弄6號 2. 新竹市武陵路173號18樓之6
	住居所 (英文)	1. 2.
三、 申請人 (共1人)	名稱或姓名 (中文)	1. 國立交通大學
	名稱或姓名 (英文)	1.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹市大學路1001號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1.
	代表人 (中文)	1. 張俊彥
代表人 (英文)	1.	



正格換頁  
08 5 21

案號 92109668

年 月 日 修正

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
------------	------	----	------------------

無

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：

無

寄存機構：

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：

無

寄存日期：

寄存號碼：

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。



四、中文發明摘要 (發明名稱：三相無刷直流馬達鎖相式速度控制裝置及其方法)

本發明係揭露一種三相無刷直流馬達鎖相式速度控制裝置及其方法，其係將馬達轉速回授訊號與轉速命令訊號經過自動頻率修正電路與自動相位修正電路後，分別產生頻率誤差量與相位誤差量，再利用一加法器將該二誤差量相加，經過迴路濾波器運算而得到新的控制訊號；且該轉速回授訊號係經過除頻電路處理，得以避免造成轉速回授誤差；另外，迴路濾波器產生的新控制訊號，經由脈波寬度調變器與定序器後產生開關訊號，以控制馬達的電樞電壓大小，修正馬達轉速，達到控制馬達轉速之目的者。

(一)、本案代表圖為：第一圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

10 鎖相式速度控制裝置

12 三倍頻解碼電路

16 自動頻率修正電路

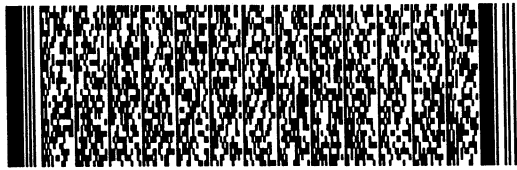
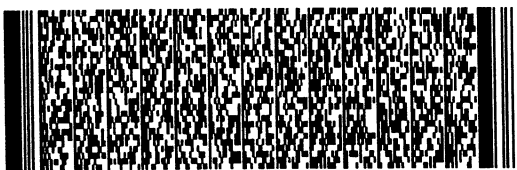
20 換相控制器

14 除頻電路

18 自動相位修正電路

22 加法器

六、英文發明摘要 (發明名稱：)



四、中文發明摘要 (發明名稱：三相無刷直流馬達鎖相式速度控制裝置及其方法)

- 24 迴路濾波器
- 30 三相無刷直流馬達
- 32 脈波寬度調變器與定序器
- 34 馬達控制器

六、英文發明摘要 (發明名稱：)



五、發明說明 (1)

一、【發明所屬之技術領域】

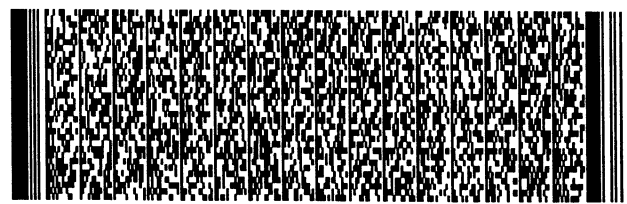
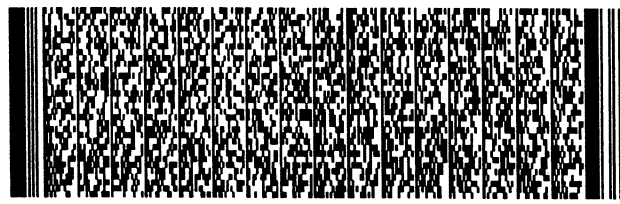
本發明係有關一種應用在三相無刷直流馬達 (Three-Phase Brushless DC Motors) 之控制技術，特別是關於一種三相無刷直流馬達之鎖相式速度控制裝置及其方法。

二、【先前技術】

按，無刷直流 (BLDC) 馬達具有高效率、低價格的優點，已廣泛應用於如相機鏡頭自動對焦的壓電馬達、光碟機讀取頭的音圈馬達、光碟機的主軸馬達等資訊設備及家電產品、電動車輛等產業中。何謂無刷直流馬達，是指以霍爾元件等電子電路取代原有直流馬達之電刷與整流子功能者，它具備有直流馬達與交流馬達優點。

三相無刷直流馬達是藉由霍爾感測元件回授馬達轉子位置，所以僅能藉由霍爾感測元件的回授訊號HU、HV與HW，估算馬達的轉速，以進行速度控制。然而，回授訊號HU、HV與HW為三個相位差120度的方波訊號，經過XOR數位邏輯電路後，可得一個三倍頻率的脈衝波訊號，一般稱此訊號為FG。一般習知的三項無刷直流馬達控制方式，即是利用一計數器計數FG訊號的脈衝波，作為轉速回授訊號，其精密度相當差，所以控制的效果亦不好，因此，如何處理FG訊號以得到較高的速度回授精密度，係成為一重要的發展趨勢。

如我國專利公告第485339號之碟片徑向速度的估測裝置，其係針對三相無刷直流馬達提出轉速控制的方式，此專利前案係利用計數器計數FG訊號的脈衝波寬度，且其精密度由計數器的參考時脈所決定，當應用在較高精密度的



五、發明說明 (2)

場合，可藉由提高計數器的參考時脈，達成提高精密度之目的。但是，專利前案第485339號僅是利用FG訊號的頻率資訊進行轉速控制，一旦FG訊號的頻率與速度命令訊號FR相同時，即完成轉速控制，但是此種控制方式並無法保證馬達很平順、穩定的運轉，且在突然有外力干擾時，需要花較長的時間，方能回復。

因此，本發明係在在針對上述之困擾，提出一種三相無刷直流馬達鎖相式速度控制裝置及其方法，以有效克服存在於先前技術中的該等缺失。

三、【發明內容】

本發明之主要目的係在提供一種三相無刷直流馬達鎖相式速度控制裝置及其方法，其係利用特殊電路處理霍爾感測元件的回授訊號，提高轉速回授的精確度，並搭配鎖相式轉速控制的技術，提高三相無刷直流馬達轉速控制的精密度與穩定性。

本發明之另一目的係在提供一種三相無刷直流馬達鎖相式速度控制裝置及其方法，其係可確保馬達運轉的很平順、穩定，且訊號亦不會任意飄移。

本發明之再一目的係在提供一種三相無刷直流馬達鎖相式速度控制裝置及其方法，其係在有外力干擾時，由於本發明以數位鎖相之方式偵測相位誤差，較習知的頻率誤差檢測法能夠更精確與快速的檢測微小速度變化的響應，因此在相同的條件下，速度控制迴路可達到更快的響應，快速完成速度補償控制之動作。

為達到上述之目的，本發明係包括一三倍頻解碼電路



五、發明說明 (3)

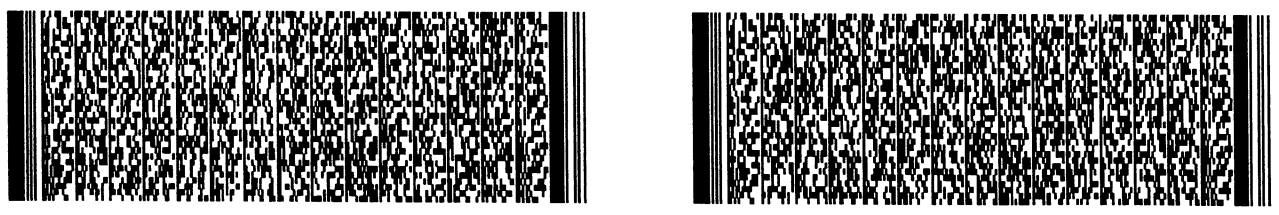
將該霍爾感測元件的回授訊號解碼成一個相對於該霍爾感測元件回授訊號三倍頻率之脈衝波訊號；並利用一除頻電路對該脈衝波訊號除頻，以得到一轉速回授訊號；再藉由一自動頻率修正電路與一自動相位修正電路分別修正一命令訊號與該轉速回授訊號之頻率誤差與相位誤差；並有一換相控制器根據自動頻率修正電路產生的頻率誤差量，控制是否啟動該自動相位修正電路；將輸出之頻率誤差與相位誤差量利用一加法器相加而得到一總誤差量；以及一迴路濾波器，其係根據此總誤差量進行運算，以產生一新的控制訊號，進而達到控制馬達轉速之目的者。

底下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

四、【實施方式】

三相無刷直流馬達通常係採用霍爾感測元件偵測轉子磁極位置，然後根據霍爾感測元件之回授訊號估測馬達轉速，並與轉速命令比較，以進行速度控制；而估測馬達轉速的方式與轉速控制方法決定了控制精密度之高低。目前常用的轉速控制方式有兩種，分別是利用計數器計數三倍頻率解碼電路輸出脈波的脈衝波數目與脈波寬度，估算轉子轉速，然後與轉速命令比較，進行速度控制。但是，此種估測方式之控制精密度不高，而本發明提出之鎖相式速度控制裝置與方法將使得轉速控制精密度大幅提升，以解決存在於先前技術中之缺失者。

第一圖為本發明之鎖相式速度控制裝置的結構方塊

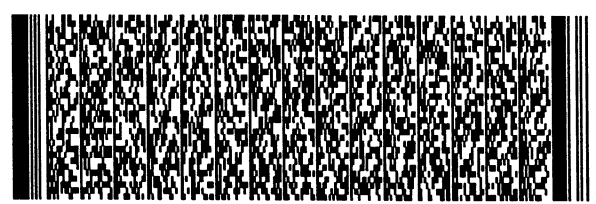
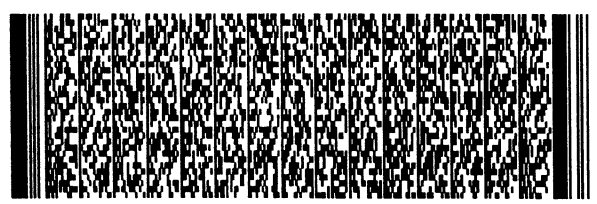


五、發明說明 (4)

圖，以下將藉由此圖式詳細說明本發明之速度控制裝置與方法。如第一圖所示，一鎖相式速度控制裝置10係連接並控制一個三相無刷直流馬達30之轉速，並利用霍爾感測元件的回授訊號 (HU、HV及HW) 估算馬達30的轉速，以進行速度控制，此鎖相式速度控制裝置10包括一三倍頻解碼電路 (3X decoder) 12，其係接收該霍爾感測元件的回授訊號 (HU、HV及HW)，並將該回授訊號解碼成一個相對於該霍爾感測元件回授訊號三倍頻率之脈衝波訊號；並有一除頻電路 (frequency divider) 14連接該三倍頻解碼電路12，除頻電路14係對脈衝波訊號進行除頻，以得到一轉速回授訊號 (FG)，且由於此除頻處理，使得脈衝波訊號不受霍爾感測元件擺放位置的誤差而影響脈衝波訊號的脈波寬度。

其中，該轉速回授訊號之訊號形式為一種脈衝波訊號，其係藉由該霍爾感測元件偵測該馬達磁極位置，產生三個相位差120度之方波訊號，並經過該三倍頻解碼電路12與除頻電路14而得到此轉速回授訊號，且其頻率為該馬達30電氣角度變化頻率的二分之一。

該除頻電路14係連接至一自動頻率修正電路 (auto frequency correction) 16及一自動相位修正電路 (auto phase correction) 18，該二修正電路16、18除了接收系統傳入之時脈訊號 (CLK) 與轉速命令訊號 (FR) 之外，亦同時接收除頻電路14輸出的轉速回授訊號；其中，自動頻率修正電路16係修正該命令訊號 (FR) 與轉速回授訊號 (FG) 之頻率誤差，以輸出一頻率誤差量，而該自動相位



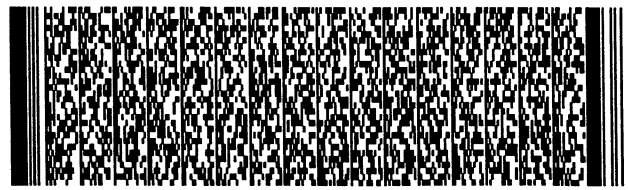
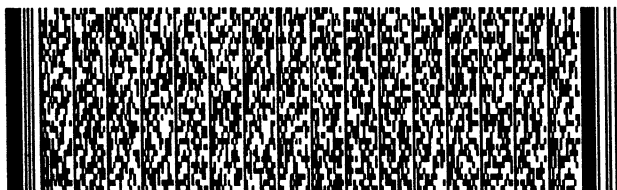


## 五、發明說明 (5)

修正電路18則修正該命令訊號與轉速回授訊號之相位誤差，並輸出一相位誤差量。另有一換相控制器 (switch controller) 20，其係連接自動頻率修正電路16與自動相位修正電路18，此換相控制器20根據該自動頻率修正電路16所產生的頻率誤差量，控制是否啟動該自動相位修正電路18。

接著，利用一加法器 (adder) 22將該自動頻率修正電路16輸出的頻率誤差量與該自動相位修正電路18輸出的相位誤差量相加而得到一總誤差量；並根據加法器22得到的頻率與相位的總誤差量，經過一迴路濾波器 (loop filter) 24進行運算，以產生新的控制訊號。迴路濾波器24產生新的該控制訊號係可再經由一脈波寬度調變器與定序器 (PWM & sequencer) 32，以藉此根據霍爾感測元件回授的三相訊號，經由其內部之解碼電路，產生六個開關訊號給馬達控制器34，進而控制該三相無刷直流馬達30之電樞電壓大小，以達到控制馬達30轉速之目的者。

說明完整個鎖相式速度控制裝置之結構與方法之後，接續再說明上述之自動頻率修正電路與自動相位修正電路的詳細結構。如第二圖所示，此自動頻率修正電路係包括一邊緣觸發偵測電路 (edge trigger) 162，其係偵測該轉速回授訊號 (FG) 與該命令訊號 (FR) 上升緣發生時間；然後利用一頻率誤差判斷電路 (phase locked detector) 164判斷是否進入設定之頻率誤差範圍內；另有一偵測電路166，其係由數位式計數器所構成者，用以偵測命令訊號與轉速回授訊號脈波寬度的差異，此一差異

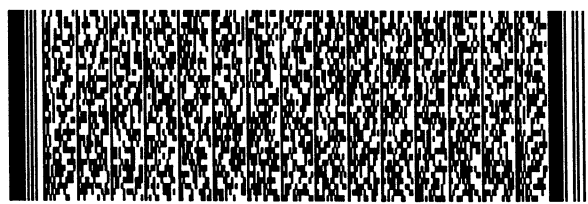
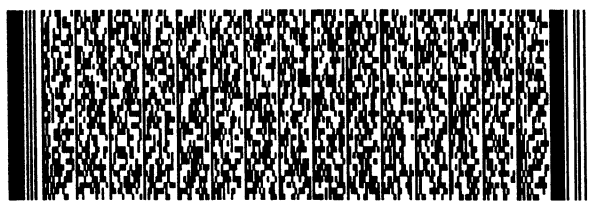


五、發明說明 (6)

即為同頻率條件時的相位誤差。而自動相位修正電路18則請參閱第三圖所示，其係包括一邊緣觸發偵測電路182，偵測該轉速回授訊號與該命令訊號上升緣發生時間；然後利用一相位偵測電路184偵測該轉速回授訊號與命令訊號間之相位領先落後的關係，此相位偵測電路184係由D型正反器所組成；以及一偵測電路186，用以偵測該轉速回授訊號與命令訊號之間的相位誤差量。

本發明係利用三倍頻解碼電路與除頻電路處理，使得轉速回授訊號的頻率不受霍爾感測元件位置擺放誤差的影響，故可有效提高轉速回授訊號的精確度；並搭配鎖相式轉速控制的技術，提高三相無刷直流馬達轉速控制的精密度與穩定性。另外，本發明在轉速回授訊號與轉速命令訊號同頻率且同相時，係可確保馬達運轉的很平順、穩定，訊號亦不會任意飄移，且在有外力干擾時，由於本發明以數位鎖相之方式偵測相位誤差，較習知的頻率誤差檢測法能夠更精確與快速的檢測微小速度變化的響應，因此在同樣的條件下，速度控制迴路可達到更快的響應，以快速完成速度補償控制之動作。

以上所述之實施例僅係為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。



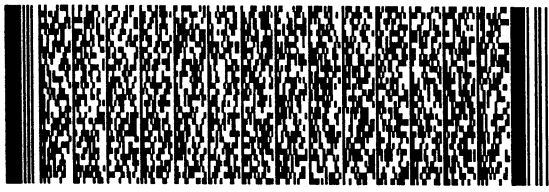
圖式簡單說明

圖式說明：

第一圖為本發明之鎖相式速度控制裝置的結構方塊圖。  
 第二圖為本發明使用之自動頻率修正電路的結構示意圖。  
 第三圖為本發明使用之自動相位修正電路的結構示意圖。

圖號說明：

- |     |             |     |          |
|-----|-------------|-----|----------|
| 10  | 鎖相式速度控制裝置   |     |          |
| 12  | 三倍頻解碼電路     | 14  | 除頻電路     |
| 16  | 自動頻率修正電路    | 162 | 邊緣觸發偵測電路 |
| 164 | 頻率誤差判斷電路    | 166 | 偵測電路     |
| 18  | 自動相位修正電路    | 182 | 邊緣觸發偵測電路 |
| 184 | 相位偵測電路      | 186 | 偵測電路     |
| 20  | 換相控制器       | 22  | 加法器      |
| 24  | 迴路濾波器       |     |          |
| 30  | 三相無刷直流馬達    |     |          |
| 32  | 脈波寬度調變器與定序器 |     |          |
| 34  | 馬達控制器       |     |          |



## 六、申請專利範圍

1、一種三相無刷直流馬達鎖相式速度控制裝置，其係控制三相無刷直流馬達之轉速，並利用霍爾感測元件的回授訊號估算馬達的轉速，以進行速度控制，該鎖相式速度控制裝置包括：

一三倍頻解碼電路，將該霍爾感測元件的回授訊號解碼成一個相對於該霍爾感測元件回授訊號三倍頻率之脈衝波訊號；

一除頻電路，連接該三倍頻解碼電路，並對該脈衝波訊號除頻，以得到一轉速回授訊號；

一自動頻率修正電路，其係修正一命令訊號與該轉速回授訊號之頻率誤差；

一自動相位修正電路，其係修正該命令訊號與該轉速回授訊號之相位誤差；

一換相控制器，其係連接該自動頻率修正電路與該自動相位修正電路，並根據該自動頻率修正電路所產生的頻率誤差量，控制是否啟動該自動相位修正電路；

一加法器，用以將該自動頻率修正電路與該自動相位修正電路的輸出誤差量相加而得到一總誤差量；及

一迴路濾波器，其係根據該總誤差量進行運算，以產生新的控制訊號，以控制馬達之轉速。

2、如申請專利範圍第1項所述之鎖相式速度控制裝置，其中該轉速回授訊號之訊號形式為一種脈衝波訊號，其係藉由該霍爾感測元件偵測該馬達磁極位置，產生三個相位差120度之方波訊號，並經過該三倍頻解碼電路及該除頻電



六、申請專利範圍

路而得到此轉速回授訊號，且其頻率為該馬達電氣角度變化頻率的二分之一。

3、如申請專利範圍第1項所述之鎖相式速度控制裝置，其中該自動頻率修正電路係包括：

一 邊緣觸發偵測電路，其係偵測該轉速回授訊號與該命令訊號上升緣發生時間；

一 頻率誤差判斷電路，用以判斷是否進入設定之頻率誤差範圍內；及

一 偵測電路，偵測該轉速回授訊號與該命令訊號的頻率，並產生該二訊號間的頻率誤差量。

4、如申請專利範圍第3項所述之鎖相式速度控制裝置，其中該偵測電路係由計數器所構成者。

5、如申請專利範圍第1項所述之鎖相式速度控制裝置，其中該自動相位修正電路係包括：

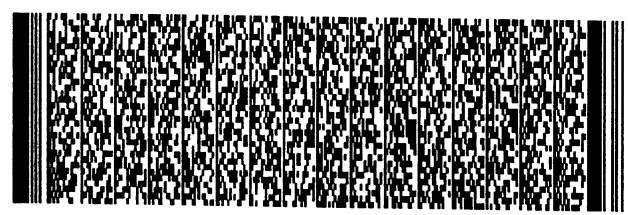
一 邊緣觸發偵測電路，其係偵測該轉速回授訊號與該命令訊號上升緣發生時間；

一 相位偵測電路，用以偵測該轉速回授訊號與該命令訊號間之相位領先落後的關係；及

一 偵測電路，其係偵測該轉速回授訊號與該命令訊號之間的相位誤差量。

6、如申請專利範圍第5項所述之鎖相式速度控制裝置，其中該相位偵測電路係由D型正反器所組成者。

7、如申請專利範圍第5項所述之鎖相式速度控制裝置，其中該偵測電路係由數位式計數器所構成者，以偵測該命令



六、申請專利範圍

訊號與該轉速回授訊號脈波寬度的差異，此一差異即為同頻率條件時的相位誤差。

8、如申請專利範圍第1項所述之鎖相式速度控制裝置，其中該迴路濾波器產生新的該控制訊號係可經由一脈波寬度調變器與定序器，產生六個開關訊號，進而控制該三相無刷直流馬達之電樞電壓大小。

9、一種三相無刷直流馬達鎖相式速度控制方法，用以控制三相無刷直流馬達之轉速，並利用霍爾感測元件的回授訊號估算馬達的轉速，以進行速度控制，該鎖相式控制方法係包括下列步驟：

將該霍爾感測元件的回授訊號解碼成一個相對於該霍爾感測元件回授訊號三倍頻率之脈衝波訊號；

對該脈衝波訊號進行除頻，以產生一轉速回授訊號；

接收一命令訊號，並修正該命令訊號與該轉速回授訊號之頻率誤差；

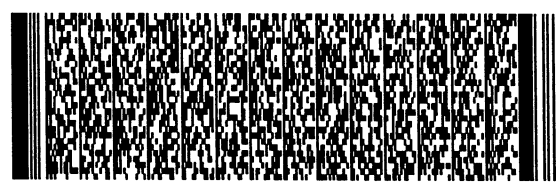
根據該頻率誤差量，決定是否要修正該命令訊號與該轉速回授訊號之相位誤差；

將該頻率誤差與該相位誤差量相加而得到一總誤差量；

及

根據該總誤差量進行運算，以產生新的控制訊號，用以控制該馬達之轉速。

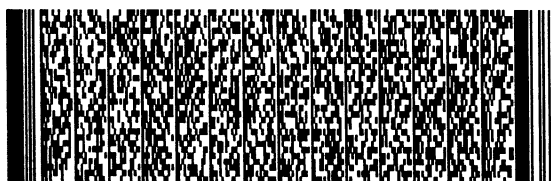
10、如申請專利範圍第9項所述之鎖相式速度控制方法，其中該轉速回授訊號之訊號形式為一種脈衝波訊號，其係藉由該霍爾感測元件偵測該馬達磁極位置，產生三個相位

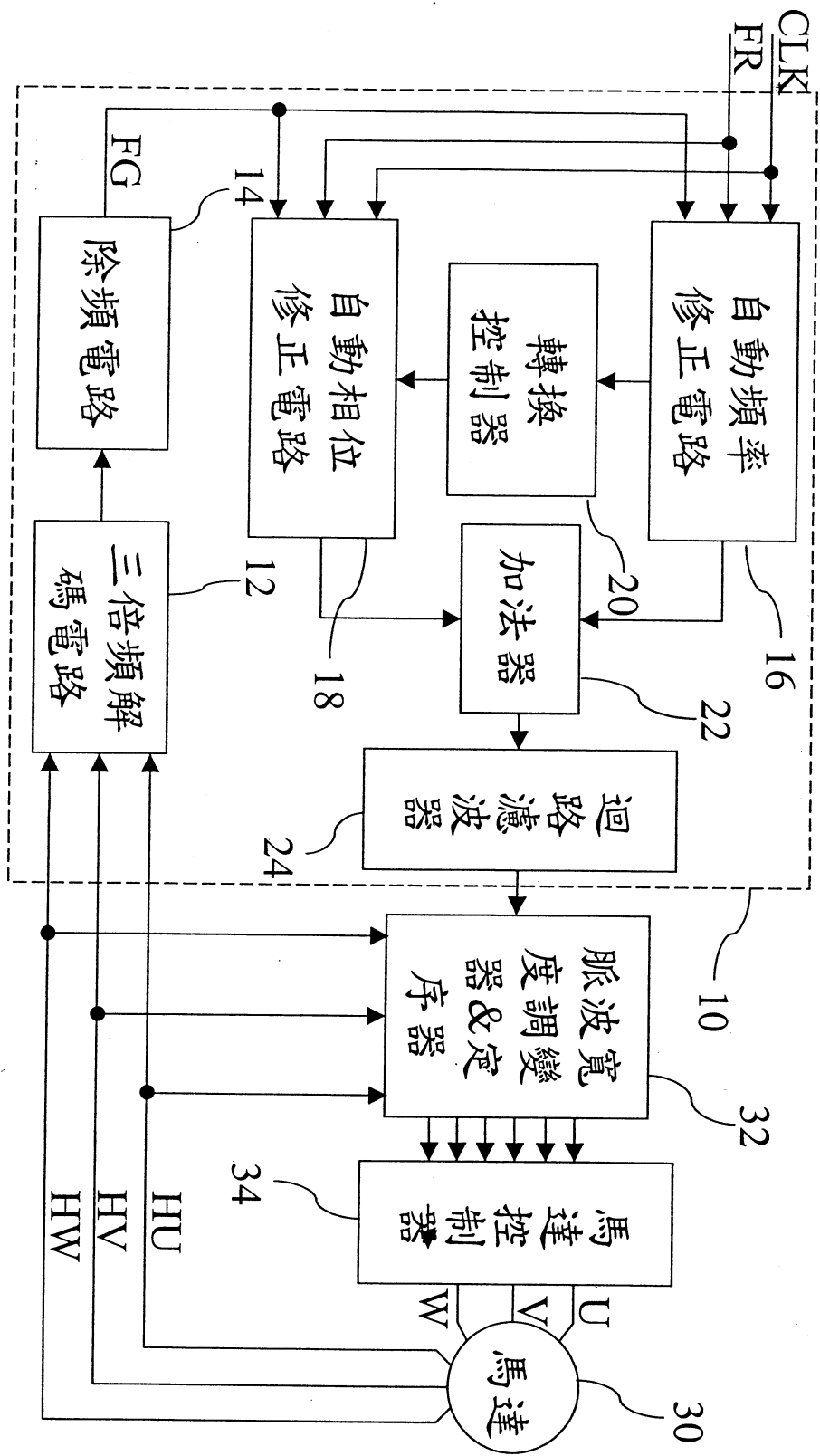


## 六、申請專利範圍

差120度之方波訊號，並經過該解碼及除頻步驟而得到此轉速回授訊號，且其頻率為該馬達電氣角度變化頻率的二分之一。

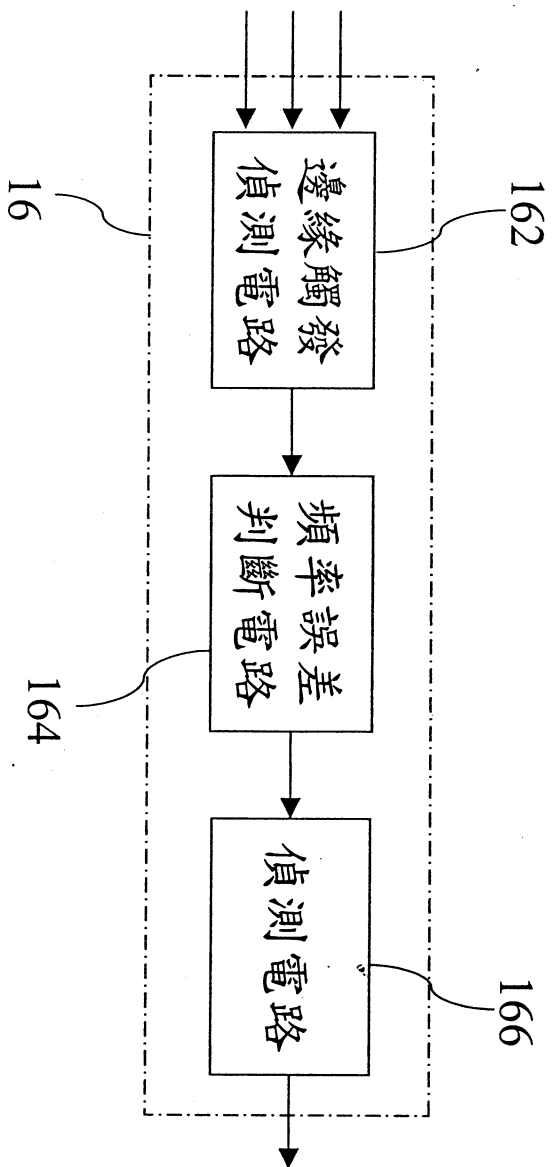
11、如申請專利範圍第9項所述之鎖相式速度控制方法，其中該新的控制訊號係可經由一脈波寬度調變器及一定序器，該定序器根據該霍爾感測元件回授的三相訊號，來產生六個開關訊號，進而控制該三相無刷直流馬達之電樞電壓大小。



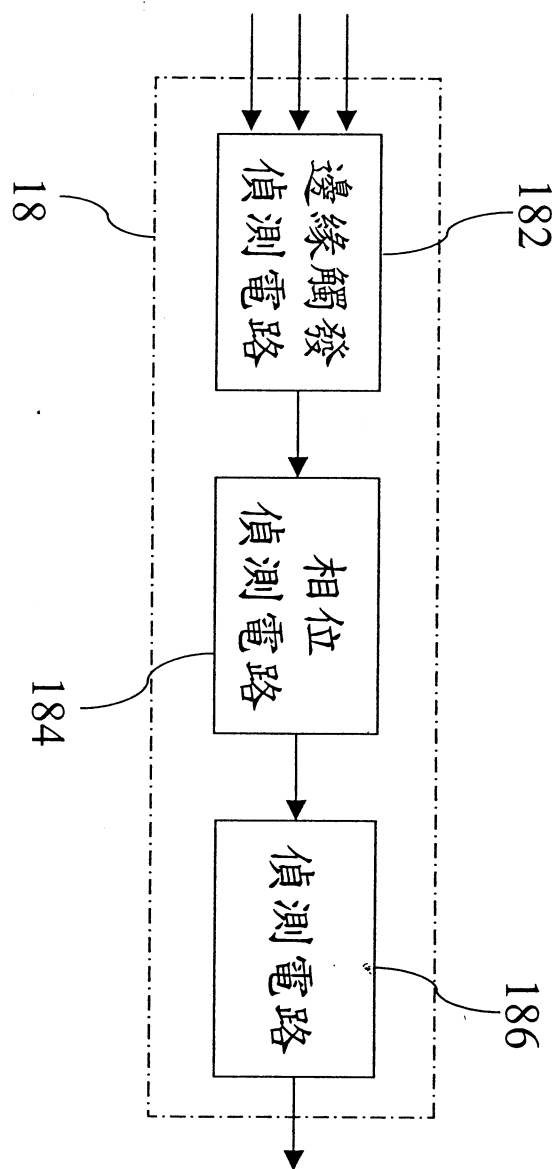


第一圖





第二圖



第三圖