

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：**96134218**

※申請日期：**96.9.13**

※IPC 分類：**H02P 6/14 (2006.01)**

一、發明名稱：(中文/英文)

高速無刷馬達之無感測器換相電路

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

蔡 明 祺

代表人：(中文/英文)

住居所或營業所地址：(中文/英文)

台南市大學路 1 號 (國立成功大學馬達科技研究中心)

國 籍：(中文/英文)

中 華 民 國

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 蔡 明 祺

2. 曾 仁 志

3. 許 良 伊

4. 林 致 揚

國 籍：(中文/英文)

均 中 華 民 國

四、聲明事項：

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：**96134218**

※申請日期：**96.9.13**

※IPC 分類：**H02P 6/14 (2006.01)**

一、發明名稱：(中文/英文)

高速無刷馬達之無感測器換相電路

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

蔡 明 祺

代表人：(中文/英文)

住居所或營業所地址：(中文/英文)

台南市大學路 1 號 (國立成功大學馬達科技研究中心)

國 籍：(中文/英文)

中 華 民 國

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 蔡 明 祺

2. 曾 仁 志

3. 許 良 伊

4. 林 致 揚

國 籍：(中文/英文)

均 中 華 民 國

四、聲明事項：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種無感測器換相電路，尤指一種應用於高速無刷馬達之無感測器換相電路，能避免在無使用感測器情況下採用相位補償電路，使得整體電路更形精簡。

【先前技術】

目前應用在無刷馬達的換相電路概分為感應式及非感應式，其中感應式係主要於馬達驅動電路中使用三顆霍爾感測器，該霍爾感測器係檢測馬達線圈換相時的電磁變化，進而將檢測信號予以輸出至馬達驅動 I C，供馬達驅動 I C 依照換相信號，而提供電流予下一個線圈，令馬達能順利運轉。另一種非感應式換相電路即是不採用霍爾感測器，藉由抓取馬達三相線圈的端電壓及反電動勢的變化，配合相關電路的設計，取得三相線圈的換相信號，意即，藉由取得反電動勢的信號，取代霍爾感測訊號；特別是在感測到反電動勢與中性點相交處，使用零交越點來偵測出馬達轉子的區間位置，其中只要零交越點之相位只要延遲 30 度，即為有效的換相信號。

請參閱第五圖所示，係為目前常見的非感應式換相電路，其包含有：

三比較器（51a ~ 51c）；

三組三級濾波電路（可不標號），各組三級濾波電路係包含有一分壓暨切換頻率濾波電路（52a ~ 52c）、

一直流濾波器（53 a ~ 53 c）及一移相電路（54 a ~ 54 c），其中三組分壓暨切換頻率濾波電路（52 a ~ 52 c）分別連接至三相馬達線圈的端電壓，而三組移相濾波器（54 a ~ 54 c）的輸出端則連接至對應比較器（51 a ~ 51 c）的正輸入端；及

一中性點電壓產生電路（55），係提供一固定電壓，作為中性點電壓之用，係共同連接至該比較器（51 a）~（51 c）的負輸入端。

上述換相電路需取得三相線圈的端電壓，並且產生一中性點電壓，其中該中性點電壓並非馬達本體標準的輸入輸出介面，因此必需要另外經過處理才能取得，至於線圈端電壓要配合中性點電壓換算出換相脈波信號前，由於線圈端電壓信號包含有脈寬調變信號，所以為消除該脈寬調變信號對於換相信號的影響而降低信號誤差，需分別經過三道濾波器，將其濾除後再輸入至比較器，以與中性點電壓進行換相信號的比較。然而，也因為採用了三級濾波器，而使得估測出的換相脈波信號易受到馬達轉速的影響，而且由於該中性點電壓為固定電壓，故僅能應用低轉速比的無刷馬達上，較適合固定轉速的無刷馬達使用。

有鑑於此申請人於年月日提出申請第 94146452 號「三相無刷直流馬達之無感測器換相電路及三相換相信號檢測方法」發明專利申請案，本發明申請案係主要包含有三組分別連接至三相線圈之端電壓的低通濾波器（30 a ~ 30 c），以及三個比較器（31 a ~ 31 c）；其中各比

較器 (3 1 a ~ 3 1 c) 係包含有正、負輸入端，各比較器的正輸入端係連接至對應的低通濾波器 (3 0 a ~ 3 0 c) ，而負輸入端則分別與相鄰低通濾波器 (3 0 a ~ 3 0 c) 輸出端連接。由於馬達驅動電路係順序驅動三相線圈，各相驅動電流需與反電動勢保持同相位，因此相鄰線圈的端電壓係包含相差 120 度相位差的特徵，故令各比較器係取得三相線圈中的特定兩相鄰線圈的平均端電壓，進行比較後，即可取得一落後反電動勢 30 度相位的脈波信號，作為有效檢知馬達實際轉動的換相信號。是以，此一發明申請案相較於既有換相電路完全省去中性點電壓的產生電路，並僅需要一組低通濾波器，對於馬達轉速對換相電路的影響可大幅減低。

惟，申請人經幾番試驗後發現，上述發明申請案應用於微感量及低反電動勢常數之高速永磁無刷馬達上會有缺陷。由於馬達驅動電路係依換相順序邏輯驅動三相線圈，並採脈波寬度調變機制以實現馬達調速，然而，上述無感測器驅動之換相估測電路為了因應脈波寬度調變於端電壓所產生的雜訊，需採用三組分別連接至三相線圈的低通濾波器，導致馬達換相信號受操作轉速影響而發生相位落後，特別於高速化之永磁無刷馬達上，該濾波器設計所衍生的問題更是突顯，不但導致類比元件選配不易，且限制馬達的轉速比，因此必須配合使用相位補償電路。再者，以反電動勢為基礎之無感測器換相信號檢測法，需以開迴路啟動機制啟動至可估測換相信號之門檻轉速，但由於開

迴路啟動受轉矩角效應影響，而使切換至閉迴路換相瞬間參數調整不易，有待進一步修正。

【發明內容】

本發明的主要發明目的係提供一種應用於高速無刷馬達之無感測器換相電路，而不需增加相位補償電路，整體電路更形精簡。

欲達上述目的所使用的主要技術手段係令該無感測器換相電路包含有：

三組分壓器，係分別連接至三相線圈的對應端電壓，以取得各線圈的端電壓；及

三比較器，各比較器係包含有正、負輸入端，各比較器的正輸入端係連接至對應的分壓器，而負輸入端則分別與相鄰分壓器輸出端連接。

由於高速永磁無刷馬達係以脈寬調變信號進行轉速驅動時，其三相線圈的端電壓於脈寬調變截止瞬間為開路電壓，利用線對線反電動勢落後相反電動勢 30 度電氣角之特性，故令各比較器取得三相線圈中之特定兩相鄰線圈的端電壓進行比較，因此各比較器會輸出一落後反電動勢零交越點 30 度電氣角之脈波信號，而利用此一脈波信號作檢知馬達實際轉動的換相信號。

【實施方式】

首先請參閱第一圖所示，係為本發明無感測器換相電

路 (1 0) 的一較佳實施例，其包含有：

三組分壓器 (1 1 a) ~ (1 1 c) ，係分別連接至三相線圈的對應端電壓 ($V_a \sim V_c$) ，以將各線圈的端電壓比例降低至比較器可取得的範圍內；請配合參閱第二圖 A、B，係於馬達驅動電路輸出 50%週期 (DUTY CYCLE) 的脈寬調變信號下，二相位的各線圈端電壓 (V_a 、 V_c) 波形變化；及

三比較器 (1 2 a) ~ (1 2 c) ，各比較器 (1 2 a) ~ (1 2 c) 係包含有正、負輸入端，各比較器 (1 2 a) ~ (1 2 c) 的正輸入端係連接至對應的分壓器 (1 1 a) ~ (1 1 c) ，而負輸入端則分別與相鄰分壓器 (1 1 a) ~ (1 1 c) 輸出端連接。

由於馬達驅動電路係順序驅動三相線圈，因此相鄰線圈的端電壓係包含有與反電動勢相差 30 度電氣差的特性，而本發明即是藉由此一特性，令各比較器 (1 2 a) ~ (1 2 c) 係取得三相線圈中的兩相鄰線圈的端電壓 (V_a) (V_c) ，如第二圖 A、B 所示，進行比較後，即可取得一落後反電動勢 30 度電氣差的脈波信號 ($V_a - V_c$) ，如第二圖 C 所示。

請再配合第二圖 D、E 所示，係分別為虛擬及真實霍爾感應器所檢知的脈寬信號，由此圖可知，本發明取得的脈波信號相位與霍爾感應器感應出的波形相位相同。

是以，本發明係為一種非感應式的換相電路，相較於目前常用的換相電路不僅完全省去中性點電壓的產生電

路，對於處理一組端電壓亦僅只需要一組分壓器，相較之下，本發明可成功地應用於低反電動勢常數、微感量之馬達中，使無感測器驅動不因馬達體積輕薄化而受限，而且因為不採取低通濾波器，可提升馬達操作於無感測器之轉速比，此外，因估測信號不發生相位落後現象，故無需再進行相位補償，故無須相位補償電路；如此一來，本發明電路也能減少使用被動式類比元件，令整體電路更形精簡單，有效地降低系統成本及體積。

【圖式簡單說明】

第一圖：係本發明換相電路一較佳實施例的電路圖。

第二圖 A、B：係本發明應用於高速永磁無刷馬達的二相線圈端電壓波形圖。

第二圖 C 至 E：係本發明一比較器的輸出波形與虛擬及真實霍爾感應器所檢知的脈寬信號比較波形圖。

第三圖：係既有一非感應式換相電路的電路圖。

第四圖：係既有一非感應式換相電路的電路圖。

【主要元件符號說明】

(10) 無感測器換相電路

(11a) ~ (11c) 分壓器

(12a) ~ (12c) 比較器

(30a) ~ (30c) 低通濾波器

(31a) ~ (31c) 比較器

(5 0) 非感應式換相電路

(5 1 a) ~ (5 1 c) 比較器

(5 2 a) ~ (5 2 c) 分壓暨切換頻率濾波電路

(5 3 a) ~ (5 3 c) 直流濾波器

(5 4 a) ~ (5 4 c) 移相電路

(5 5) 中性點電壓產生電路

五、中文發明摘要：

本發明係一種高速無刷馬達之無感測器換相電路，係包含有三組分別連接至三相線圈之端電壓的分壓器，以及三個比較器；其中各比較器係包含有正、負輸入端，各比較器的正輸入端係連接至對應的分壓器，而負輸入端則分別與相鄰分壓器輸出端連接。由於高速永磁無刷馬達具有微感量特性，電樞電流具有高響應特性，又配合脈寬調變驅動信號，因此在脈寬調變驅動信號截止瞬間會有開路電壓的現象，是以，各比較器於比較兩相鄰線圈端電壓，而獲得一落後反電動勢零交越點 30 度電氣角的脈波信號，作為有效檢知馬達實際轉動的換相信號。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(一)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(10) 無感測器換相電路

(11a) ~ (11c) 分壓器

(12a) ~ (12c) 比較器

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

十、申請專利範圍：

一種高速無刷馬達之無感測器換相電路，其包含有：
三組分壓器，係分別連接至三相線圈的對應端電壓，
以將各線圈的端電壓比例降低至比較器可取得的範圍內；
及

三比較器，各比較器係包含有正、負輸入端，各比較器的正輸入端係連接至對應的分壓器，而負輸入端則分別與相鄰分壓器輸出端連接。

十一、圖式：

如次頁

十、申請專利範圍：

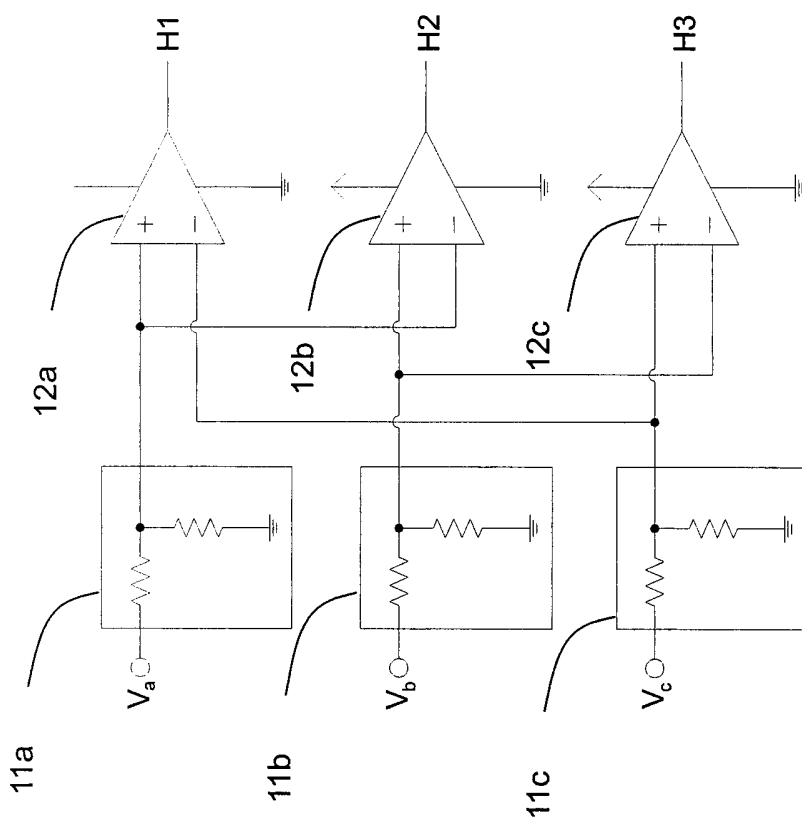
一種高速無刷馬達之無感測器換相電路，其包含有：
三組分壓器，係分別連接至三相線圈的對應端電壓，
以將各線圈的端電壓比例降低至比較器可取得的範圍內；
及

三比較器，各比較器係包含有正、負輸入端，各比較器的正輸入端係連接至對應的分壓器，而負輸入端則分別與相鄰分壓器輸出端連接。

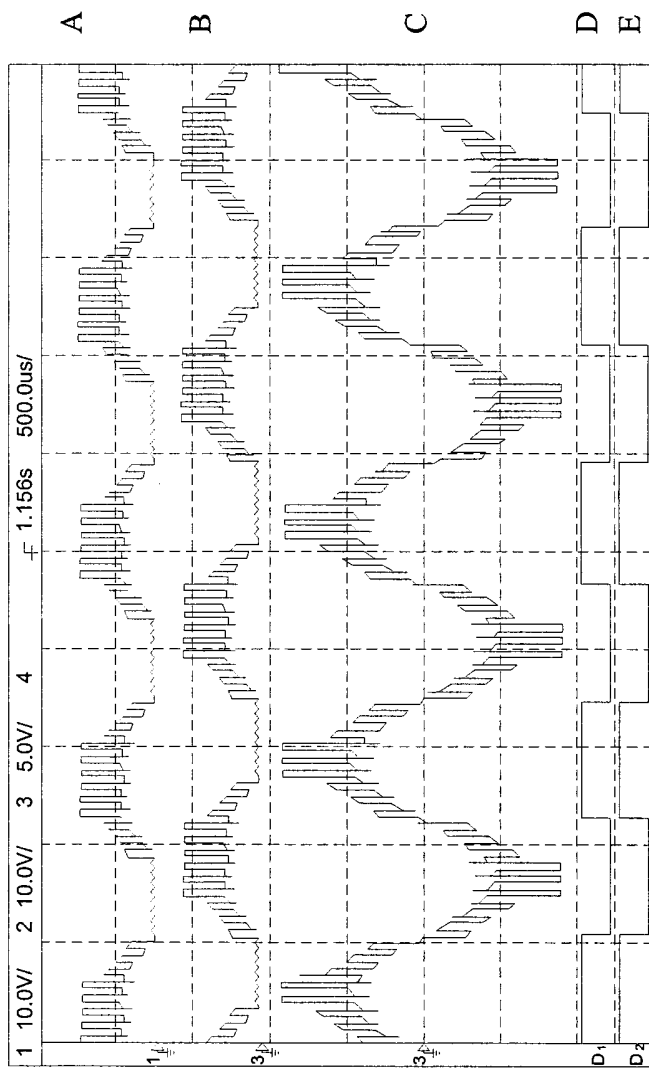
十一、圖式：

如次頁

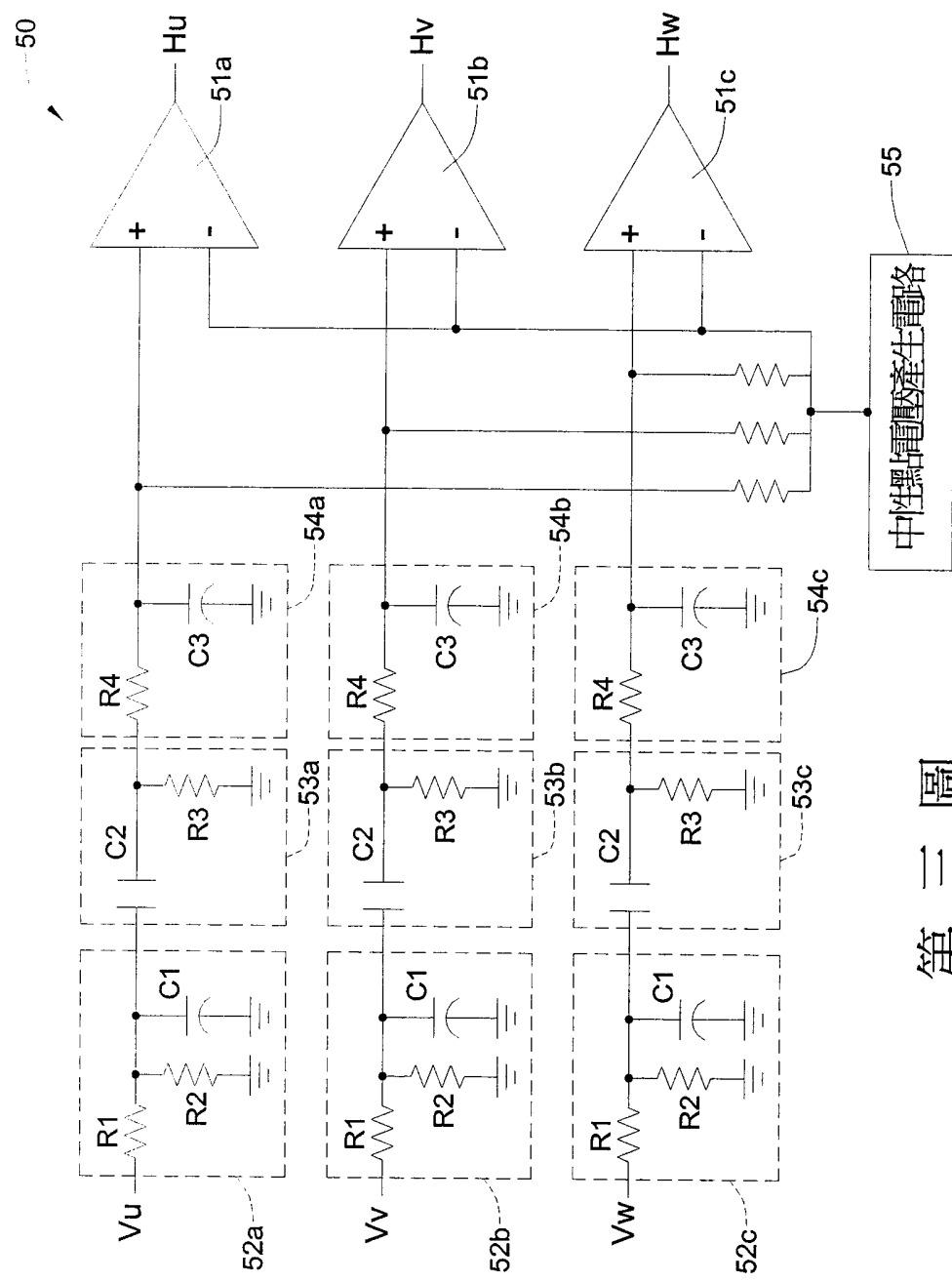
10



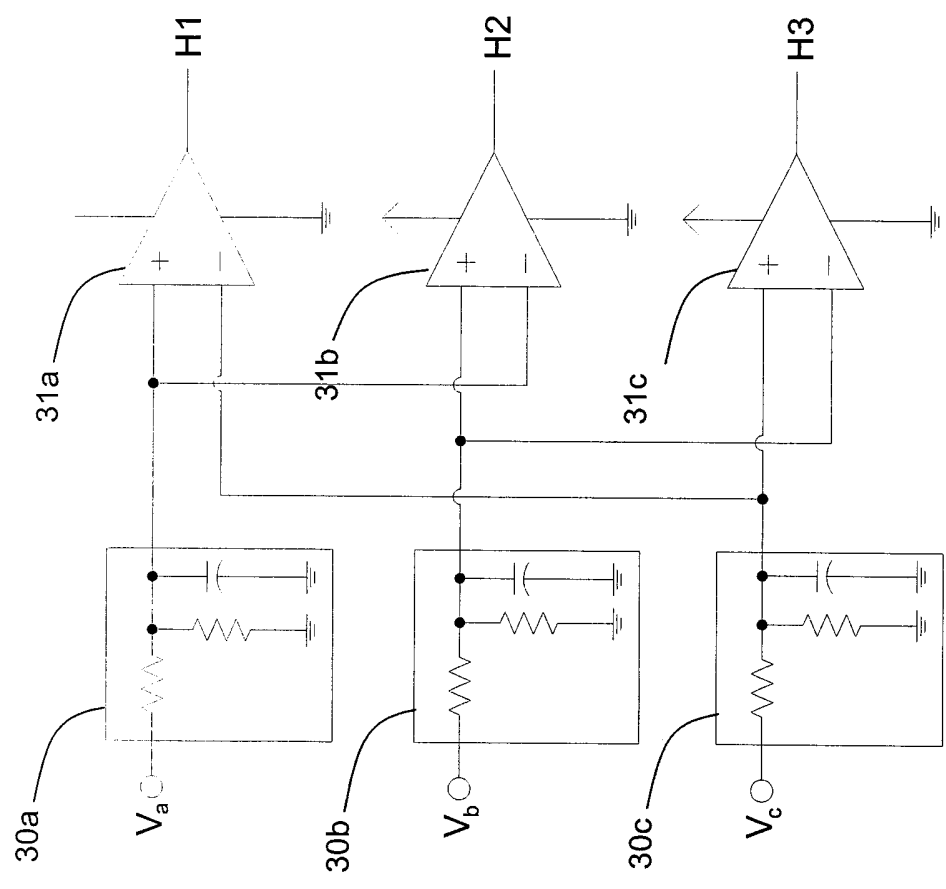
第一圖



第二圖



第三圖



第四圖

五、中文發明摘要：

本發明係一種高速無刷馬達之無感測器換相電路，係包含有三組分別連接至三相線圈之端電壓的分壓器，以及三個比較器；其中各比較器係包含有正、負輸入端，各比較器的正輸入端係連接至對應的分壓器，而負輸入端則分別與相鄰分壓器輸出端連接。由於高速永磁無刷馬達具有微感量特性，電樞電流具有高響應特性，又配合脈寬調變驅動信號，因此在脈寬調變驅動信號截止瞬間會有開路電壓的現象，是以，各比較器於比較兩相鄰線圈端電壓，而獲得一落後反電動勢零交越點 30 度電氣角的脈波信號，作為有效檢知馬達實際轉動的換相信號。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(一)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(10) 無感測器換相電路

(11a) ~ (11c) 分壓器

(12a) ~ (12c) 比較器

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：