

C: 定子繞組

DATA_BUS：資料匯
流排

S_A：感測信號

S_B：感測信號

S_C：感測信號

U：脈衝寬度調製
(PWM)信號

V：脈衝寬度調製
(PWM)信號

V_A：電壓信號

V_B：電壓信號

V_C：電壓信號

V_{IN}：輸入電源

W：脈衝寬度調製
(PWM)信號

X：脈衝寬度調製
(PWM)信號

Y：脈衝寬度調製
(PWM)信號

Z：脈衝寬度調製
(PWM)信號

(21)申請案號：102136998

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 14 日

(51)Int. Cl. : **H02P6/18 (2006.01)**

(30)優先權：2012/10/17 美國

61/714,905

(71)申請人：崇貿科技股份有限公司(中華民國) SYSTEM GENERAL CORP. (TW)

新北市新店區寶興路45巷8弄1號3樓

(72)發明人：林奕圻 LIN, YI CHI (TW)；吳永盛 WU, YUNG SHENG (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：10 共 23 頁

(54)名稱

用於檢測電動機的位置之電路及方法

CIRCUIT AND METHOD FOR DETECTING POSITIONS FOR MOTOR

(57)摘要

一種用於檢測電動機的位置的方法和電路。所述電路包含用於產生脈衝寬度調製信號的控制電路、高側電晶體以及低側電晶體、電阻器以及微控制器。高側電晶體以及低側電晶體產生經配置以驅動電動機的電壓信號。耦接到低側電晶體的電阻器回應於電動機電流以及反電動勢信號而產生感測信號。微控制器控制所述控制電路。脈衝寬度調製信號用以控制高側電晶體以及低側電晶體以用於產生電壓信號。高側電晶體耦接到輸入電源。低側電晶體經由電阻器而耦接到接地。控制電路根據感測信號而決定電動機位置。

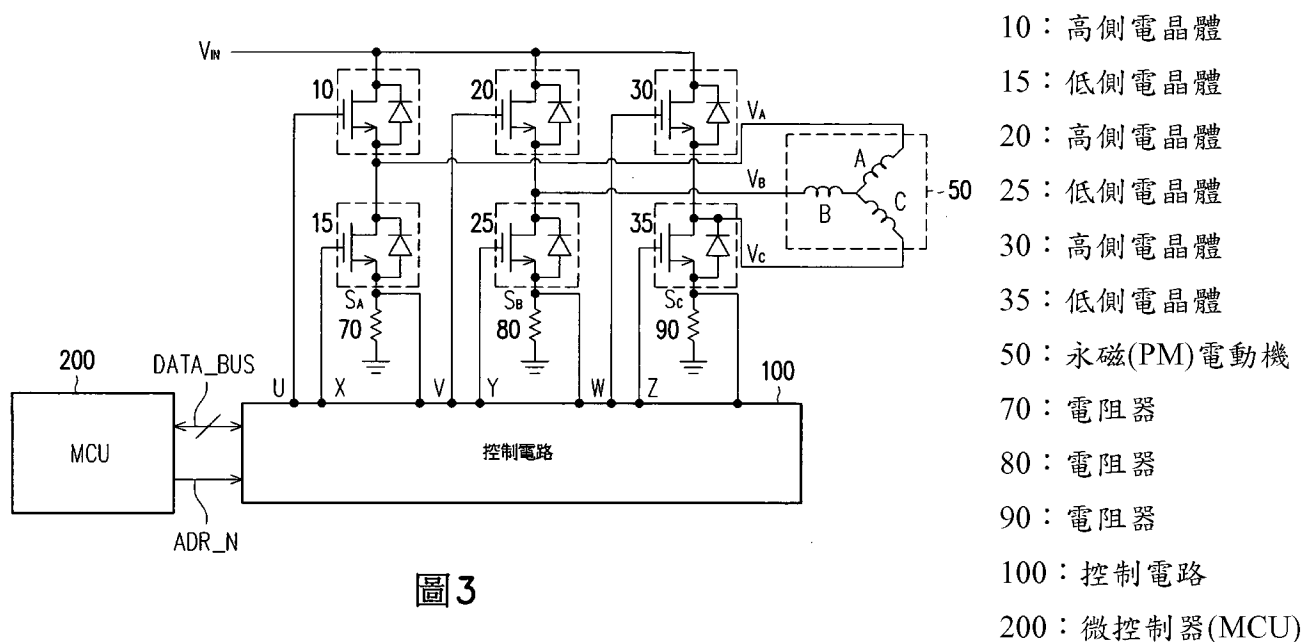


圖 3

10：高側電晶體

15：低側電晶體

20：高側電晶體

25：低側電晶體

30：高側電晶體

35：低側電晶體

50：永磁(PM)電動機

70：電阻器

80：電阻器

90：電阻器

100：控制電路

200：微控制器(MCU)

A: 定子繞組

ADR_N：地址信號

B：定子繞組

C: 定子繞組

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】 用於檢測電動機的位置之電路及方法

CIRCUIT AND METHOD FOR DETCETING
POSITIONS FOR MOTOR

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種永磁 (permanent magnet ; PM) 電動機控制技術，且特別是有關於一種用於檢測無感測器永磁電動機 (例如，無刷永磁同步電動機 (permanent magnet synchronous motors ; PMSM)) 的電動機位置的方法和設備。

【先前技術】

【0002】 無刷永磁同步電動機 (PMSM) 為一種無感測器永磁電動機，且為由交流 (AC) 電輸入驅動的電動機。如果可檢測到無感測器永磁電動機的啟動位置，那麼電動機可毫無衝擊地啟動。

【0003】 PMSM 包括繞線定子 (wound stator)、永磁轉子組零件以及用以感測轉子位置的裝置。感測裝置提供用於按恰當序列以電子方式切換定子繞組 (stator winding) 以維持磁體組零件的旋轉的信號 (電動機位置)。一般而言，感測裝置為霍爾感測器 (hall-sensor)。然而，所述霍爾感測器將會增加電動機的成本以及具備可靠性問題。因此，無感測器控制變成對市場上的永磁電動機控制的主要條件。

【發明內容】

【0004】 本發明提供一種用於檢測電動機的位置的電路。所述電路包括用於產生脈衝寬度調製（PWM）信號的控制電路、高側電晶體以及低側電晶體、電阻器以及微控制器。所述高側電晶體以及所述低側電晶體產生經配置以驅動所述電動機的電壓信號。耦接到所述低側電晶體的所述電阻器回應於電動機電流以及反電動勢（back-EMF）信號而產生感測信號。所述微控制器經配置以控制所述控制電路。所述脈衝寬度調製信號經配置以控制所述高側電晶體以及所述低側電晶體以用於產生所述電壓信號。所述高側電晶體耦接到輸入電源。所述低側電晶體經由所述電阻器而耦接到接地。所述控制電路經配置以根據所述感測信號而決定電動機位置。

【0005】 從另一方面來看，本發明進一步提供一種用於檢測電動機的位置的方法。所述方法包括以下步驟：產生脈衝寬度調製信號；經由切換高側電晶體以及低側電晶體而產生經配置以驅動所述電動機的電壓信號；響應於所述電動機的反電動勢信號而產生流經電阻器的感測信號。所述方法更包括：經由利用控制所述高側電晶體以及所述低側電晶體的所述脈衝寬度調製信號而產生所述電壓信號；根據所述感測信號而決定所述電動機的所述位置。

【0006】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0007】 包含附圖以提供對本發明的進一步理解，且附圖併入本說明書中並構成本說明書的一部分。所述圖式說明本發明的示範性實施例，且與描述一起用以解釋本發明的原理。

圖 1 和圖 2 繪示說明永磁電動機的示意圖。

圖 3 繪示說明根據本發明實施例的電動機控制設備的電路圖。

圖 4 繪示根據本發明實施例的三相電動機電壓信號 V_A 、 V_B 以及 V_C 的波形。

圖 5 繪示說明根據本發明實施例的永磁電動機的等效模型示意圖。

圖 6 繪示說明根據本發明實施例的控制電路之電路圖。

圖 7 繪示根據本發明實施例之電動機控制設備的等效電路，其用於檢測電動機的反電動勢。

圖 8 繪示根據本發明實施例的反電動勢（例如， EMF_A 、 EMF_B 以及 EMF_C ）的波形。

圖 9 繪示根據本發明實施例的反電動勢（ EMF_A 、 EMF_B 、 EMF_C ）波形，以及輸出信號 OA 、 OB 、 OC 。

圖 10 繪示一流程圖，其說明根據本發明實施例用於檢測電動機的位置的方法。

【實施方式】

【0008】 永磁電動機提供高效率、小尺寸、快速動態回應、低噪音以及高可靠性等優勢。通常利用磁場定向控制（field oriented control；FOC）以及 DQ 控制來驅動永磁電動機。

【0009】 圖 1 和圖 2 繪示說明永磁電動機的示意圖。參看圖 1，相位角 θ 存在於定子磁通量（stator flux）40 與轉子磁通量（rotor flux）45 之間。爲了實現高效率無感測器電動機控制，當永磁電動機速度高於特定值時，磁場定向控制（FOC）將相位角 θ 調節爲約等於 90° （圖 2 所示的定子磁場與轉子磁場爲正交的）。

【0010】 圖 3 繪示說明根據本發明實施例的電動機控制設備的電路圖。圖 3 所示的電動機控制設備經配置以用於控制永磁（PM）電動機 50。電動機控制設備包括控制電路 100、高側電晶體 10、20 和 30 以及低側電晶體 15、25 和 35、電阻器 70、80 和 90 以及微控制器（microcontroller；MCU）200。永磁（PM）電動機 50 包括定子繞組 A、B 和 C。電晶體 10、15、20、25、30 和 35 形成經配置以分別驅動定子的繞組 A、B 和 C 的三相橋式驅動器。高側電晶體（例如，電晶體 10、20 和 30）耦接到輸入電源 V_{IN} 。低側電晶體（例如，電晶體 15、25 和 35）經由電流感測電阻器 70、80 和 90 而耦接到接地。電流感測電阻器 70、80 和 90 經配置以檢測電動機電流以及反電動勢（稱爲 back-EMF）。電阻器 70 的一端與定子繞組 A 經由電晶體 15 而彼此串聯耦接。電阻器 70 的另一端連接到接地。電阻器 80 的一端與定子繞組 B 經由電晶體 25 而

彼此串聯耦接。電阻器 80 的另一端連接到接地。電阻器 90 的一端與定子繞組 C 經由電晶體 35 而彼此串聯耦接。電阻器 90 的另一端連接到接地。電阻器 70、80 和 90 回應於電動機電流以及反電動勢信號而分別產生感測信號 S_A 、 S_B 、 S_C 。

【0011】控制電路 100 產生脈衝寬度調製 (pulse width modulation; PWM) 信號 U、X、V、Y、W 和 Z，所述 PWM 信號經配置以分別驅動/控制電晶體 10、15、20、25、30 和 35。PWM 信號 U、X、V、Y、W 和 Z 經配置以控制高側電晶體 10、20 和 30 以及低側電晶體 15、25 和 35，以用於產生感測信號（例如， S_A 、 S_B 和 S_C ）/電壓信號（例如， V_A 、 V_B 和 V_C ）。微控制器 (MCU) 200 經由資料匯流排 DATA_BUS 以及位址信號 ADR_N 來控制所述控制電路 100。微控制器 200 包括程式記憶體、資料記憶體以及用於運行程式指令的振盪器。根據微控制器 200 的程式指令，控制電路 100 將產生 PWM 信號 U、X、V、Y、W 和 Z，以產生用於驅動電動機 50 的三相電動機電壓信號 V_A 、 V_B 和 V_C 。PWM 信號 U、X、V、Y、W 和 Z 是根據圖 4 所示的元素“責任 (Duty)”以及 θ_x 而產生。

【0012】圖 4 繪示根據本發明實施例的三相電動機電壓信號 V_A 、 V_B 以及 V_C 的波形。三相電動機電壓信號 V_A 、 V_B 以及 V_C 的振幅由元素“責任”進行程式設計。三相電動機電壓信號 V_A 、 V_B 以及 V_C 的角度由元素 θ_x 決定。

【0013】圖 5 繪示說明根據本發明實施例的永磁電動機的等效模

型 500 示意圖。永磁電動機的等效模型 500 包括用於產生電動機電壓信號 V_s 的電動機電壓信號源、繞組電阻 R 、繞組電感 L 以及電動勢源 EMF （例如，反電動勢）。施加電動機電壓信號 VS 以驅動永磁電動機。電動機相位電流 I_s 、繞組電感 L 、繞組電阻 R 、電動機電壓信號 VS 與 EMF 之間的關係可表達為方程式（1）。

$$\frac{d(I_s)}{dt} = -\frac{R}{L} \times I_s + \frac{1}{L} \times (V_s - EMF) \quad \dots\dots (1)$$

【0014】 其中 I_s 為電動機相位電流； EMF 為永磁電動機的反電動勢。

【0015】 一旦將電壓 V_s （其產生電動勢）施加到電動機的電樞（armature），電動機的電樞便開始旋轉，且電阻的量值將經由旋轉的磁場而對應地產生。此反衝力稱作“反電動勢”或“back-EMF”。電動機的電樞轉動得越快，產生的反電動勢越多。電動機的電樞的速度的定義由“伏特/千 RPM”或“伏特/（弧度/秒）”描述。

【0016】 圖 6 繪示說明根據本發明實施例的控制電路 100 之電路圖。控制電路 100 包含脈衝寬度調製（PWM）電路 110、比較器 150、160 和 170、偏壓源 151、161 和 171 以及三態（tri-state）緩衝器 190。PWM 電路 110 從資料匯流排 DATA_BUS 以及位址信號 ADR_1 接收命令（指令），以產生 PWM 信號 U 、 X 、 V 、 Y 、 W 和 Z 。比較器 150 經配置以經由閾值 VT_A （偏壓源 151 的交叉電壓）接收信號 S_A ，從而產生輸出信號 OA 。如果信號 S_A 的準位低於閾

值 VT_A ，那麼輸出信號 OA 將處於邏輯低值（logic low）。比較器 160 經配置藉由閾值 VT_B （偏壓源 161 的交叉電壓）接收信號 S_B ，從而產生輸出信號 OB。如果信號 S_B 的準位低於閾值 VT_B ，那麼輸出信號 OB 將處於邏輯低值。比較器 170 經配置以通過閾值 VT_C （偏壓源 171 的交叉電壓）接收信號 S_C ，從而產生輸出信號 OC。如果信號 S_C 的準位低於閾值 VT_C ，那麼輸出信號 OC 將處於邏輯低值。輸出信號 OA、OB 和 OC 通過三態緩衝器 190 而耦接到資料匯流排 DATA_BUS。三態緩衝器 190 由位址信號 ADR_2 觸發。

【0017】圖 7 繪示根據本發明實施例之電動機控制設備的等效電路，其用於檢測電動機 50 的反電動勢。參看圖 7，當圖 1 中與三相橋式驅動器（電晶體 10、15、20、25、30 和 35）相關聯的控制電路 100 產生經配置以驅動電動機 50 的電動機電壓信號 V_A 、 V_B 、 V_C 時，電動機 50 將產生反電動勢，例如 EMF_A、EMF_B、EMF_C（圖 7 所示）。一旦產生反電動勢，電晶體 10、20 和 30（高側電晶體）將截止（turned off），且電晶體 15、25 和 35（低側電晶體）將導通（turned on），以用於檢測反電動勢。舉例而言，電阻器 70 中的感測信號 S_A 的準位可表達為方程式（2）。

$$V_{SA} = \frac{R_{70}}{R_A + R_{70}} \times (EMF_A) \quad \dots\dots (2)$$

其中 V_{SA} 為信號 S_A 的電壓； R_{70} 為電阻器 70 的電阻值； R_A 、 R_B 和 R_C 為電動機 50 中繞組 A 到繞組 C 的電阻。

【0018】圖 8 繪示根據本發明實施例的反電動勢（例如，EMF_A、

EMF_B 以及 EMF_C) 的波形。參看圖 8，可參考方程式 (2) 而獲得 EMF_A、EMF_B 以及 EMF_C。圖 8 的 X 軸以伏特為單位，且圖 8 的 Y 軸以秒為單位。

【0019】 圖 9 繪示根據本發明實施例的反電動勢 (EMF_A、EMF_B、EMF_C) 波形，以及輸出信號 OA、OB、OC。可經由電動機的反電動勢 (EMF_A、EMF_B、EMF_C) 來檢測電動機位置。可用電流感測電阻器 70、80 和 90 以及感測信號 SA、SB 和 SC 來檢測電動機的反電動勢。根據輸出信號 OA、OB 和 OC 的狀態，微控制器 200 可獲得用以毫無衝擊地啟動電動機的電動機位置資訊。

【0020】 圖 10 繪示一流程圖，其說明根據本發明實施例用於檢測電動機的位置的方法。在本實施例中，用於檢測電動機的位置的方法適用於圖 3 的電動機控制設備。本文描述了用於檢測電動機位置的方法的步驟。參看圖 3 和圖 10，在步驟 S1010 中，控制電路 100 產生 PWM 信號，其中微控制器 100 經配置以控制所述控制電路 100。在步驟 S1020 中，高側電晶體 (例如，電晶體 10、20 和 30) 以及低側電晶體 (例如，電晶體 15、25 和 35) 經由利用 PWM 信號來產生經配置以驅動電動機 50 的電壓信號 (例如，VA、VB 和 VC)。在步驟 S1030 中，耦接到低側電晶體 15、25 和 35 的電阻器 (例如，電阻器 70、80 和 90) 響應於電動機 50 的反電動勢信號而產生流經電阻器 70、80 和 90 的感測信號 (例如，SA、SB 和 SC)。在步驟 S1040 中，控制電路 100 經由利用 PWM 信號

來控制高側電晶體以及低側電晶體以用於產生電壓信號（例如，VA、VB 和 VC）。此外，在步驟 S1050 中，控制電路 100 根據感測信號 SA、SB 和 SC 來決定電動機 50 的位置。本發明的上述實施例已對應於電子元件的詳細致動技術而加以描述。

【0021】 雖然本發明已根據實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0022】

10、20、30：高側電晶體

15、25、35：低側電晶體

40：定子磁通量

45：轉子磁通量

50：永磁（PM）電動機

70、80、90：電阻器

100：控制電路

110：脈衝寬度調製（PWM）電路

150、160、170：比較器

151、161、171：偏壓源

190：三態緩衝器

200：微控制器（MCU）

500：永磁電動機的等效模型

S1010~S1050：步驟

A、B、C：定子繞組

ADR_1、ADR_2、ADR_N：位址信號

DATA_BUS：資料匯流排

EMF_A、EMF_B、EMF_C：反電動勢

I_s ：電動機相位電流

L：繞組電感

OA、OB、OC：輸出信號

R：繞組電阻

R_A 、 R_B 、 R_C ：電阻

S_A 、 S_B 、 S_C ：感測信號

U、V、W、X、Y、Z：脈衝寬度調製（PWM）信號

V_A 、 V_B 、 V_C ：電壓信號

V_{IN} ：輸入電源

V_s ：電動機電壓信號

VT_A 、 VT_B 、 VT_C ：閾值

θ ：相位角

發明摘要

※ 申請案號： 102136993

※ 申請日： 102. 10. 14

※IPC 分類： H02P 6/18 (2006.01)

【發明名稱】 用於檢測電動機的位置之電路及方法

CIRCUIT AND METHOD FOR DETECTING
POSITIONS FOR MOTOR

【中文】

一種用於檢測電動機的位置的方法和電路。所述電路包含用於產生脈衝寬度調製信號的控制電路、高側電晶體以及低側電晶體、電阻器以及微控制器。高側電晶體以及低側電晶體產生經配置以驅動電動機的電壓信號。耦接到低側電晶體的電阻器回應於電動機電流以及反電動勢信號而產生感測信號。微控制器控制所述控制電路。脈衝寬度調製信號用以控制高側電晶體以及低側電晶體以用於產生電壓信號。高側電晶體耦接到輸入電源。低側電晶體經由電阻器而耦接到接地。控制電路根據感測信號而決定電動機位置。

【英文】

A method and a circuit for detecting positions for a motor are provided. The circuit includes a control circuit for generating PWM signals, high-side transistors and low-side transistors, resistors and a microcontroller. The high-side transistors and the low-side transistors generate voltage signals configured to drive the motor.

The resistors coupled to the low-side transistors generate sensing signals in response to motor currents and back-EMF signals. The microcontroller controls the control circuit. the PWM signals are utilized to control the high-side transistors and the low-side transistor for generating the voltage signals. The high-side transistors are coupled to the input power source. The low-side transistors are coupled to the ground via the resistors. The control circuit determines the motor position in accordance with the sensing signals.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 3。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10、20、30：高側電晶體

15、25、35：低側電晶體

50：永磁（PM）電動機

70、80、90：電阻器

100：控制電路

200：微控制器（MCU）

A、B、C：定子繞組

DATA_BUS：資料匯流排

ADR_N：地址信號

S_A、S_B、S_C：感測信號

U、V、W、X、Y、Z：脈衝寬度調製（PWM）信號

V_A、V_B、V_C：電壓信號

V_{IN}：輸入電源

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種用於檢測電動機的位置之電路，包括：

一控制電路，產生一脈衝寬度調製信號；

一高側電晶體以及一低側電晶體，產生經配置以驅動所述電動機的電壓信號；

一電阻器，耦接到所述低側電晶體，用於回應於一電動機電流以及一反電動勢信號而產生一感測信號；

一微控制器，經配置以控制所述控制電路；

其中所述脈衝寬度調製信號經配置以控制所述高側電晶體以及所述低側電晶體以用於產生所述電壓信號；高側電晶體耦接到一輸入電源；所述低側電晶體經由所述電阻器而耦接到接地；所述控制電路經配置以根據所述感測信號而決定一電動機位置。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的電路，其中所述感測信號是響應於所述電動機的所述反電動勢信號而產生，用於決定所述電動機位置。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的電路，其中所述感測信號是經由在所述高側電晶體截止且所述低側電晶體導通時，檢測所述電動機的所述反電動勢信號而產生。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述的電路，其中所述控制電路包括：

一比較器，經配置以檢測所述感測信號，

其中所述微控制器經配置以接收所述比較器的一輸出信號。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述的電路，其中所述微控制器包括一程式記憶體、一資料記憶體以及一振盪器。

6. 一種用於檢測電動機的位置之方法，包括：

產生一脈衝寬度調製信號；

經由切換一高側電晶體以及一低側電晶體而產生經配置以驅動所述電動機的一電壓信號；以及

響應於所述電動機的一反電動勢信號而產生流經電阻器的一感測信號；

經由利用控制所述高側電晶體以及所述低側電晶體的所述脈衝寬度調製信號而產生所述電壓信號；以及

根據所述感測信號而決定所述電動機的位置。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述的方法，其中所述電阻器耦接到所述低側電晶體，以檢測一電動機電流。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述的方法，其中所述脈衝寬度調製信號由一控制電路產生；所述控制電路由一微控制器控制。

9. 如申請專利範圍第 6 項所述的方法，其中所述感測信號是經由在所述高側電晶體截止且所述低側電晶體導通時檢測所述電動機的所述反電動勢信號而產生。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述的方法，其中所述控制電路包括：

一比較器，經配置以檢測所述感測信號，

其中所述微控制器經耦接以接收所述比較器的一輸出信號。

圖式

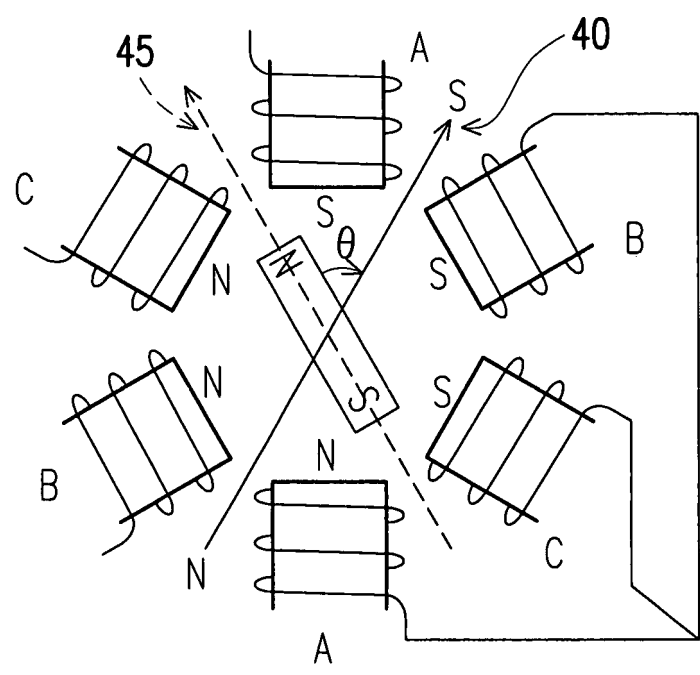


圖 1

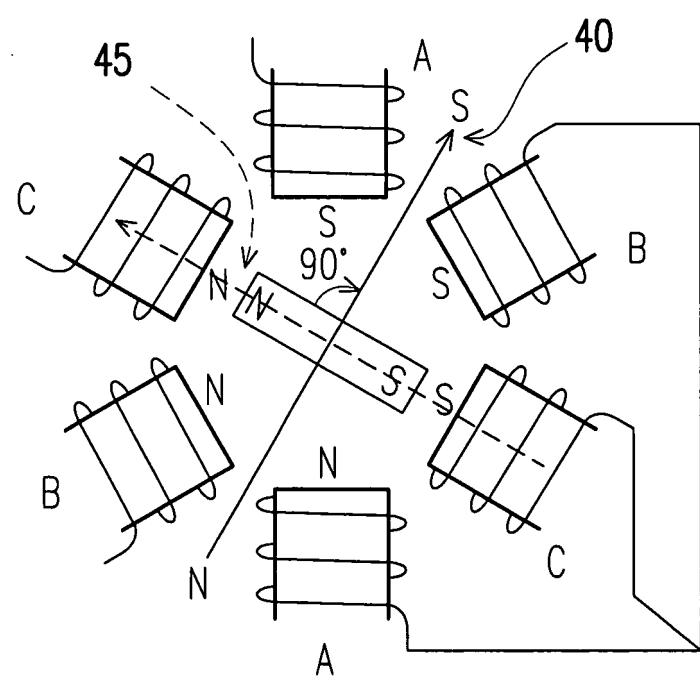
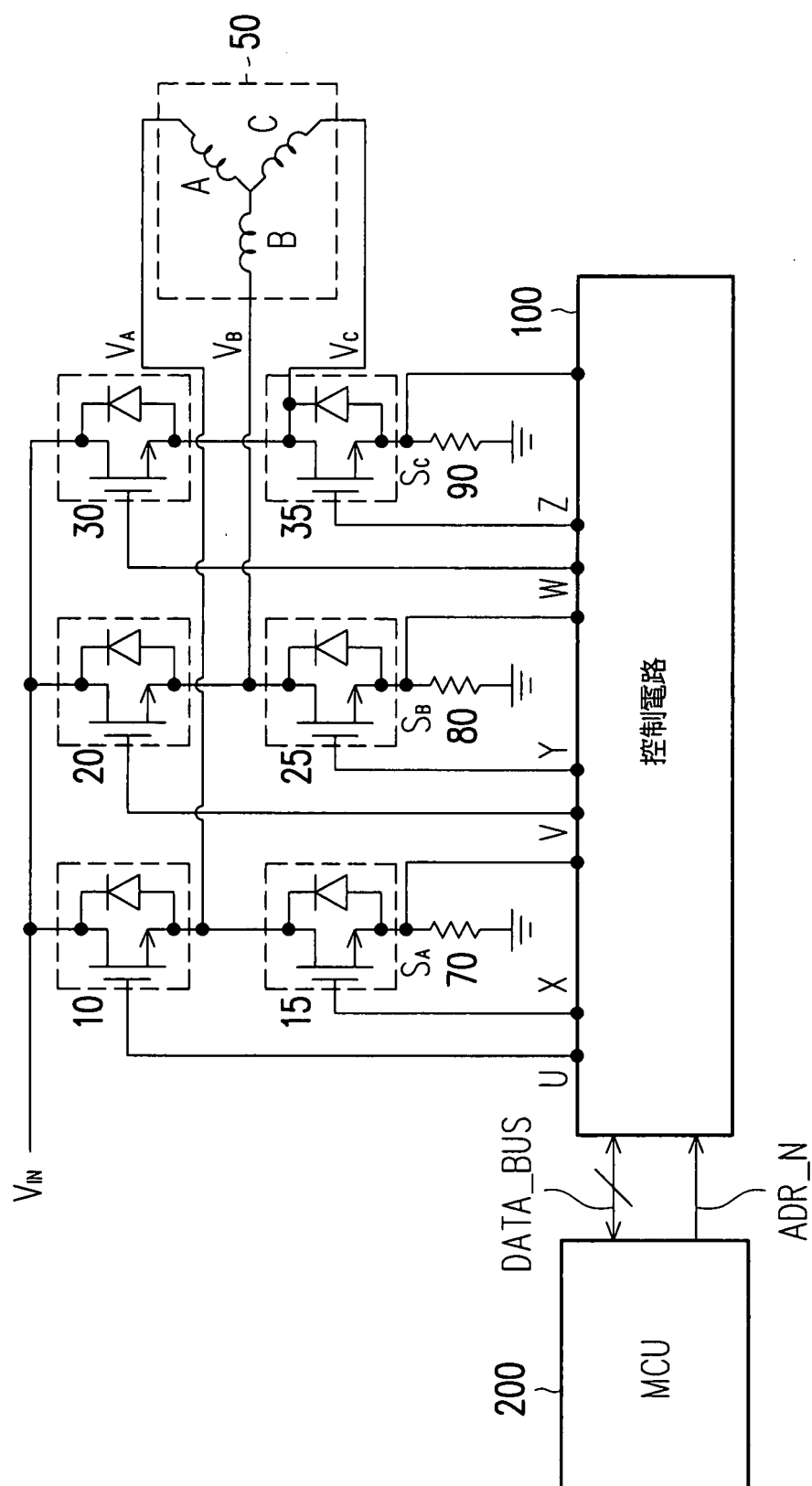


圖 2



三回

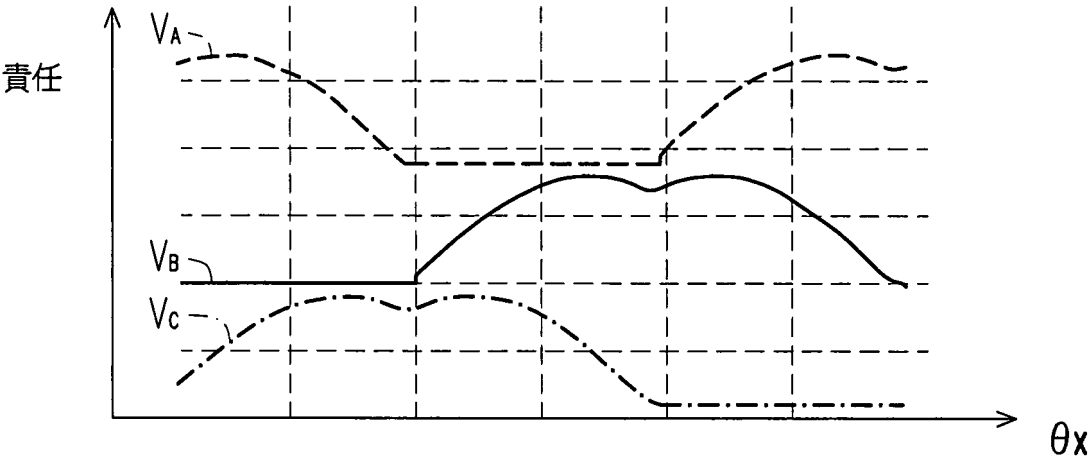
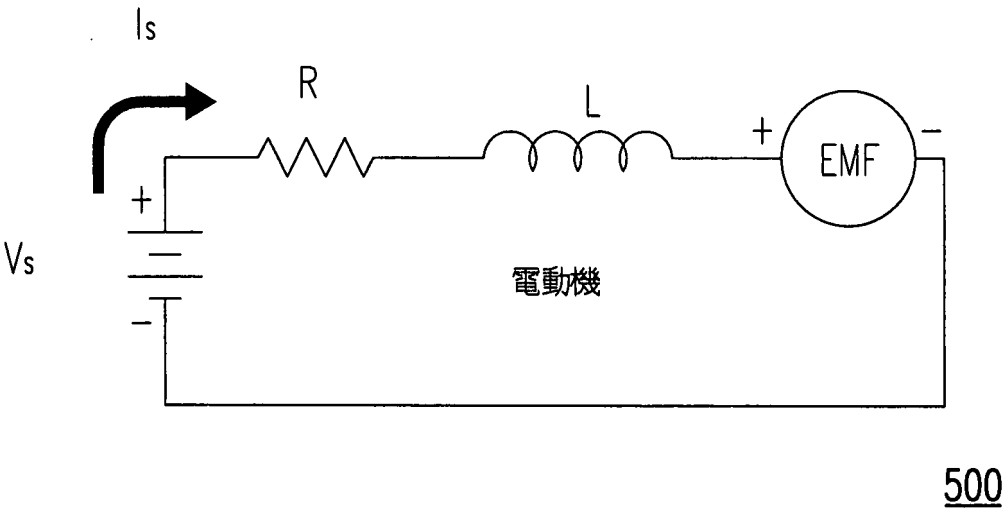


圖 4



500

圖 5

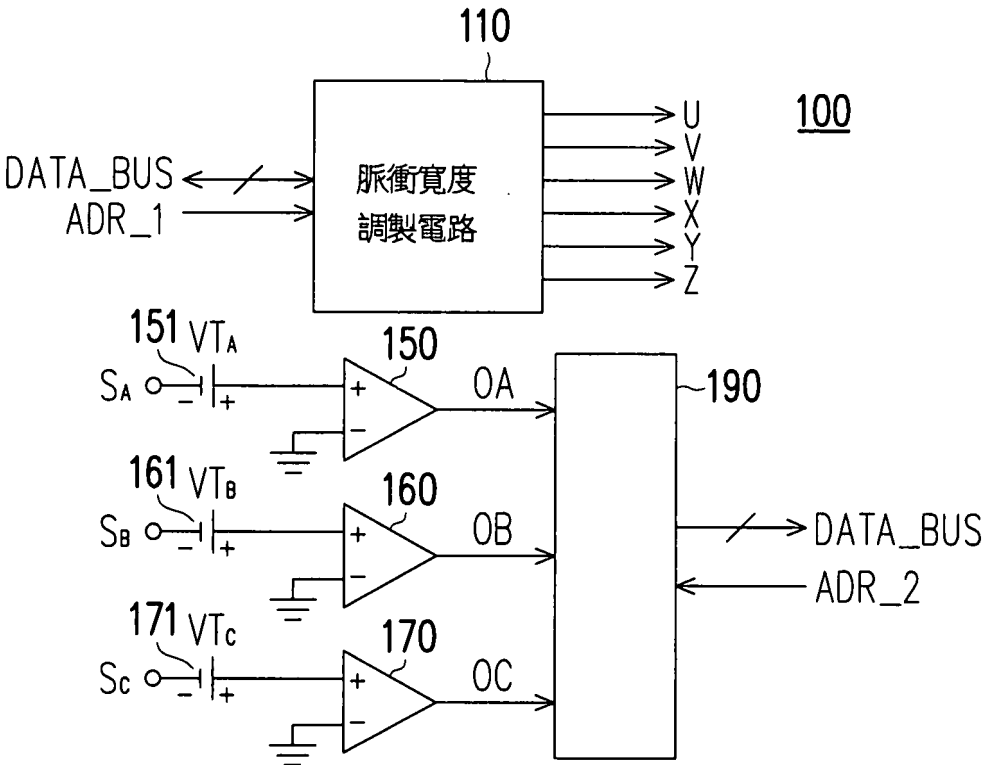


圖 6

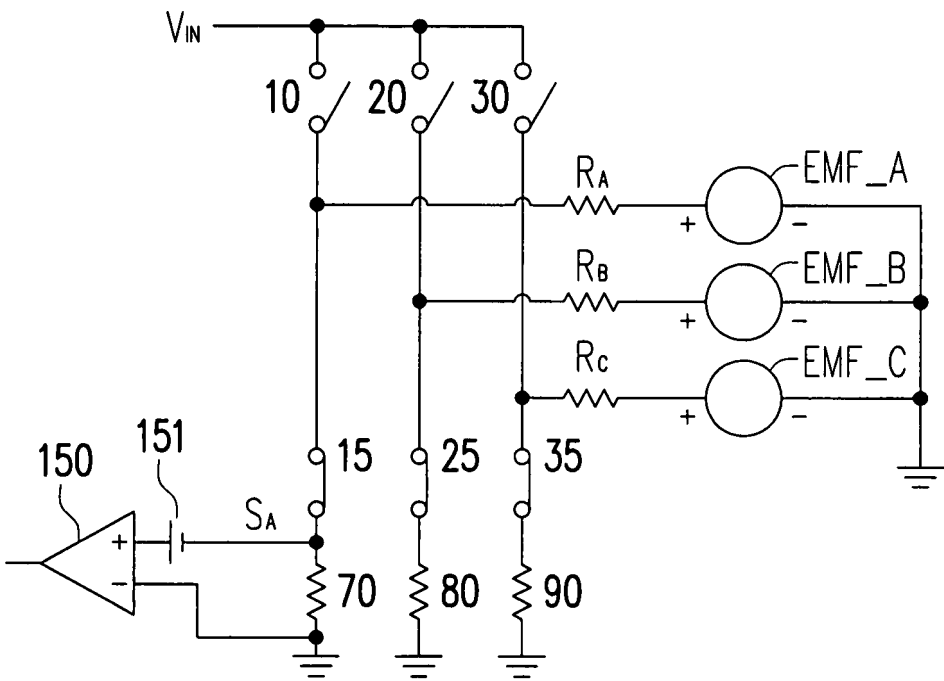


圖 7

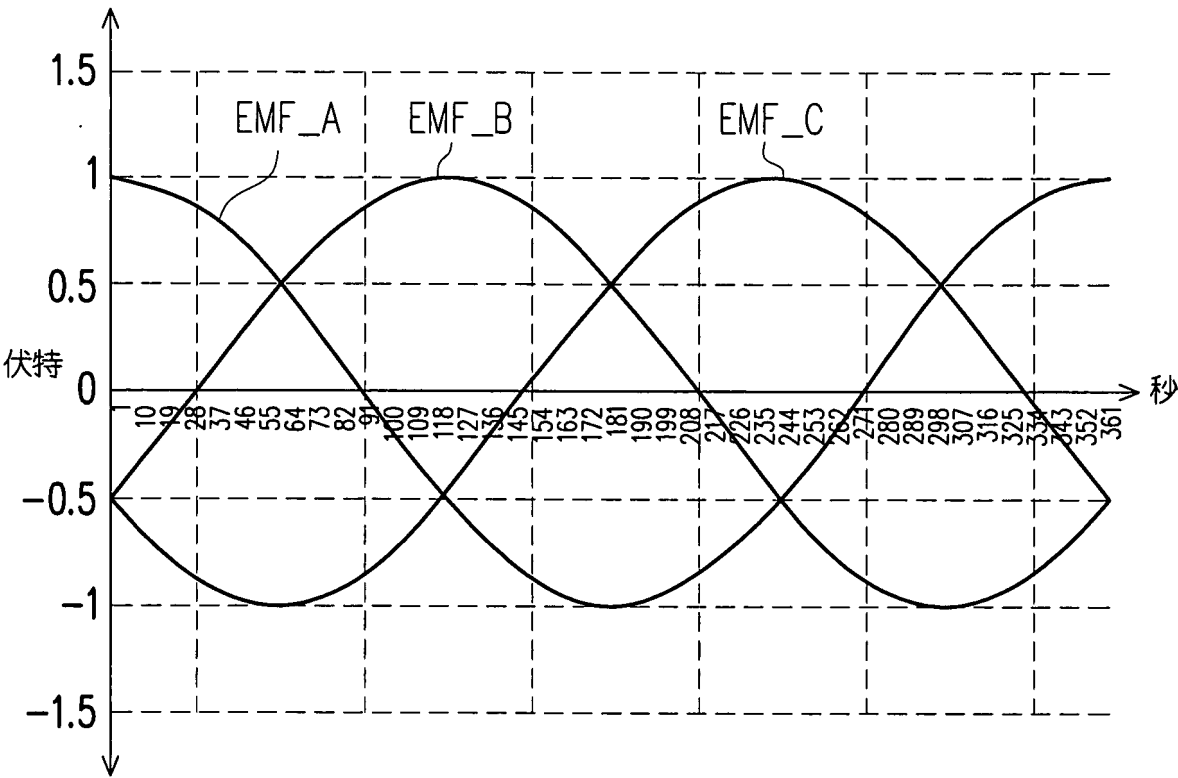


圖 8

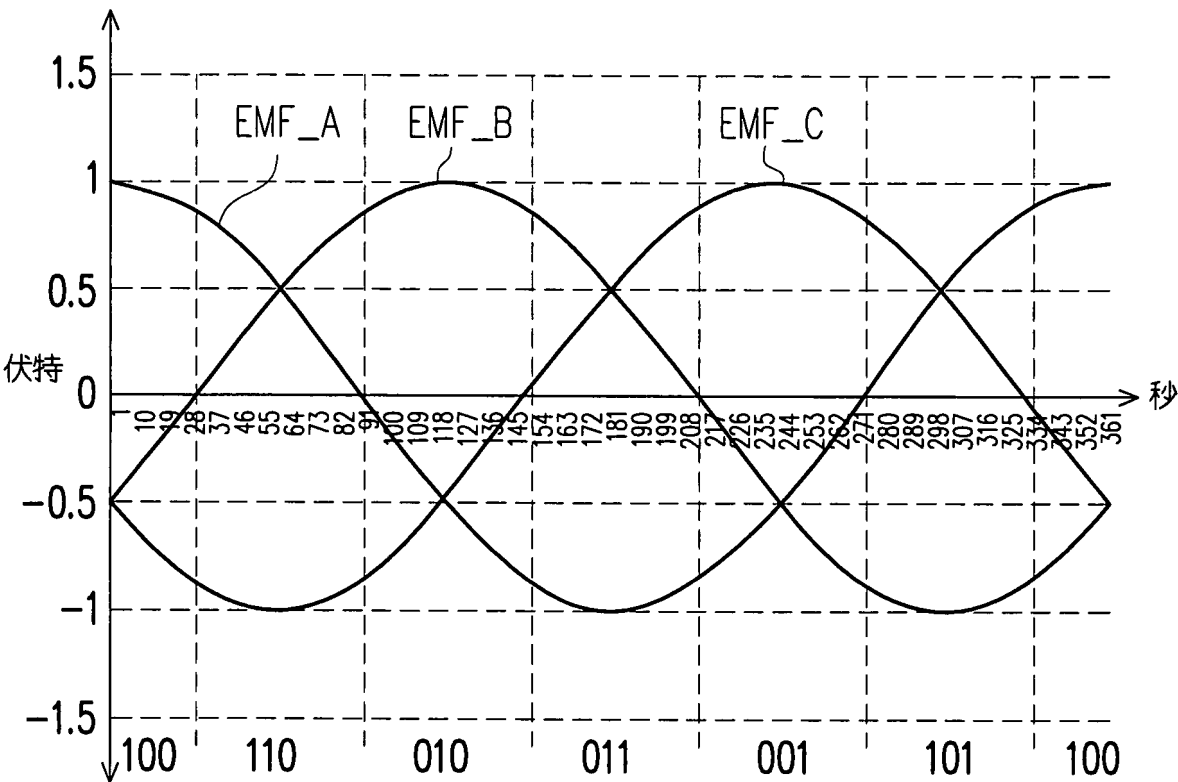


圖 9

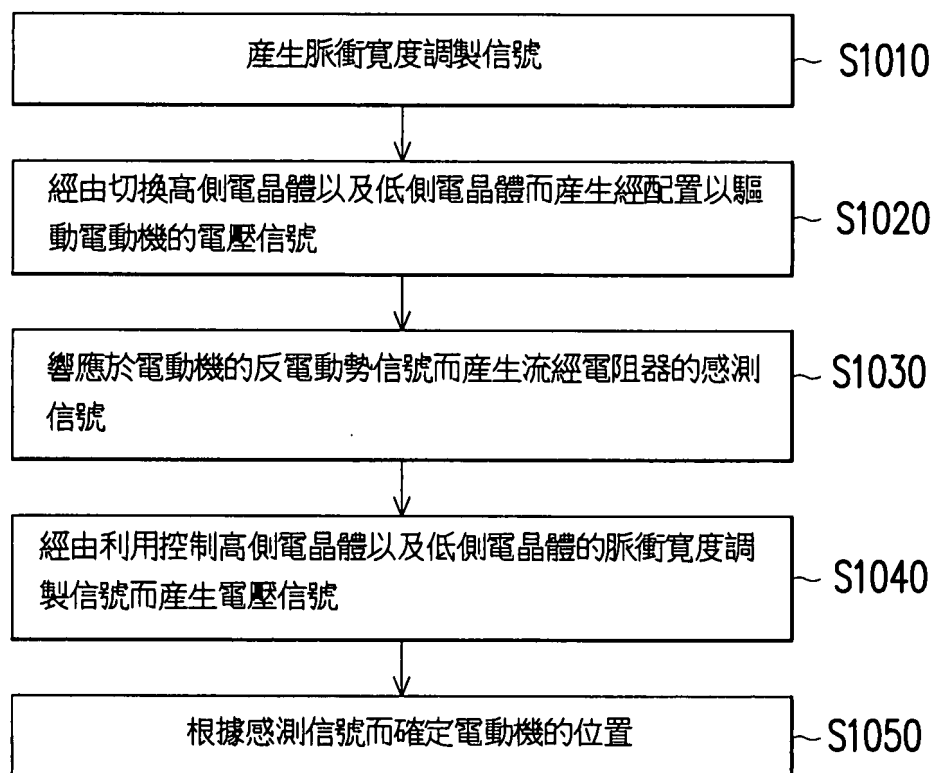


圖 10

The resistors coupled to the low-side transistors generate sensing signals in response to motor currents and back-EMF signals. The microcontroller controls the control circuit. the PWM signals are utilized to control the high-side transistors and the low-side transistor for generating the voltage signals. The high-side transistors are coupled to the input power source. The low-side transistors are coupled to the ground via the resistors. The control circuit determines the motor position in accordance with the sensing signals.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 3。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10、20、30：高側電晶體

15、25、35：低側電晶體

50：永磁（PM）電動機

70、80、90：電阻器

100：控制電路

200：微控制器（MCU）

A、B、C：定子繞組

DATA_BUS：資料匯流排

ADR_N：地址信號

S_A、S_B、S_C：感測信號

U、V、W、X、Y、Z：脈衝寬度調製（PWM）信號

V_A、V_B、V_C：電壓信號

V_{IN}：輸入電源

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無