



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I760185 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：110113467

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 04 月 14 日

(51)Int. Cl.：

G01R31/382 (2019.01)**G01R31/36 (2020.01)****G01R33/02 (2006.01)****B60L50/60 (2019.01)****B60L58/10 (2019.01)**

(71)申請人：愛盛科技股份有限公司 (中華民國) ISENTEK INC. (TW)

新北市汐止區新台五路一段 77 號 21 樓之 4

(72)發明人：張剛碩 CHANG, KANG-SHUO (TW)；陸奕成 LU, I-CHENG (TW)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

TW 200600808A

TW 200842389A

TW 201521132A

TW 201636624A

TW 201643450A

JP 2006-177973A

US 2004/0070899A1

US 2014/0117995A1

US 2019/0006020A1

WO 2020/218443A1

審查人員：李景松

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：7 共 33 頁

(54)名稱

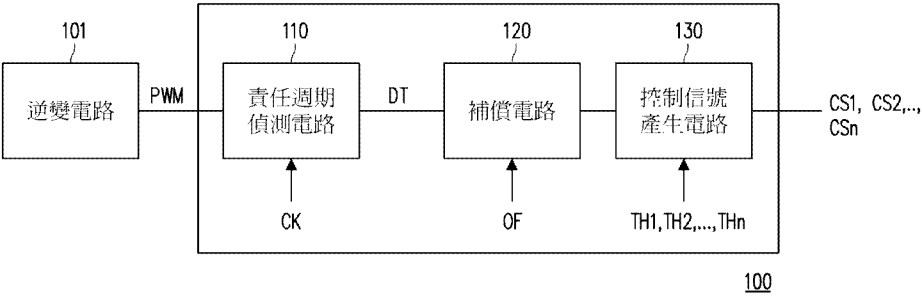
漏電流偵測電路與磁通門驅動器

(57)摘要

一種漏電流偵測電路與磁通門驅動器被提出。漏電流偵測電路適用於磁通門裝置。漏電流偵測電路包括責任週期偵測電路、補償電路以及控制信號產生電路。責任週期偵測電路由逆變電路接收脈寬調變信號，利用時脈信號取樣脈寬調變信號來偵測脈寬調變信號的責任週期，並輸出計數信號。補償電路在自我測試期間，依據偏移信號調整計數信號的脈波數。控制信號產生電路計算計數信號的平均值，使平均值與多個臨界值進行比較以分別產生多個控制信號，其中控制信號用以指示磁通門裝置的漏電流狀態。

A leakage current detection circuit and a fluxgate driver are provided. The leakage current detection circuit is suitable for a fluxgate device. The leakage current detection includes a duty cycle detection circuit, a compensation circuit, and a control signal generation circuit. The duty cycle detection circuit receives a pulse width modulation (PWM) signal from an inverter circuit. The duty cycle detection circuit detects a duty cycle of the PWM signal by sampling the PWM signal with a clock signal to output a count signal. The compensation circuit adjusts a pulse number of the count signal according to an offset signal during a self-test period. The control signal generation circuit calculates an average value of the count signal, and compares the average value with a plurality of threshold values to generate a plurality of control signals respectively, wherein the control signals indicate a leakage current state of the fluxgate device.

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 100:漏電流偵測電路
- 101:逆變電路
- 110:責任週期偵測電路
- 120:補償電路
- 130:控制信號產生電路
- CK:時脈信號
- CS1~CSn:控制信號
- DT:計數信號
- OF:偏移信號
- PWM:脈寬調變信號
- TH1~THn:臨界值



I760185

【發明摘要】

【中文發明名稱】漏電流偵測電路與磁通門驅動器

【英文發明名稱】LEAKAGE CURRENT DETECTION CIRCUIT

AND FLUXGATE DRIVER

【中文】一種漏電流偵測電路與磁通門驅動器被提出。漏電流偵測電路適用於磁通門裝置。漏電流偵測電路包括責任週期偵測電路、補償電路以及控制信號產生電路。責任週期偵測電路由逆變電路接收脈寬調變信號，利用時脈信號取樣脈寬調變信號來偵測脈寬調變信號的責任週期，並輸出計數信號。補償電路在自我測試期間，依據偏移信號調整計數信號的脈波數。控制信號產生電路計算計數信號的平均值，使平均值與多個臨界值進行比較以分別產生多個控制信號，其中控制信號用以指示磁通門裝置的漏電流狀態。

【英文】A leakage current detection circuit and a fluxgate driver are provided. The leakage current detection circuit is suitable for a fluxgate device. The leakage current detection includes a duty cycle detection circuit, a compensation circuit, and a control signal generation circuit. The duty cycle detection circuit receives a pulse width modulation (PWM) signal from an inverter circuit. The duty cycle detection circuit detects a duty cycle of the PWM signal by sampling the PWM signal with a clock signal to output a count signal. The compensation circuit adjusts a pulse number of the count signal

according to an offset signal during a self-test period. The control signal generation circuit calculates an average value of the count signal, and compares the average value with a plurality of threshold values to generate a plurality of control signals respectively, wherein the control signals indicate a leakage current state of the fluxgate device.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

100:漏電流偵測電路

101:逆變電路

110:責任週期偵測電路

120:補償電路

130:控制信號產生電路

CK:時脈信號

CS1~CSn:控制信號

DT:計數信號

OF:偏移信號

PWM:脈寬調變信號

TH1~THn:臨界值

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】漏電流偵測電路與磁通門驅動器

【英文發明名稱】LEAKAGE CURRENT DETECTION CIRCUIT
AND FLUXGATE DRIVER

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種漏電流偵測電路與磁通門驅動器，且特別是有關於一種適用於磁通門裝置的漏電流偵測電路。

【先前技術】

【0002】 為了增加電動車的性能與續航力，必須使用多顆電池串並聯的高壓電來驅動電動車。但在電動車行駛或在充電的過程中，可能會因為道路、天氣或車輛狀況造電動車發生漏電流的情形，且漏電流會對駕駛人與周遭環境產生不容小覷的危險。因此漏電流偵測器的需求與日俱增，也一直是本領域技術人員努力的方向。

【發明內容】

【0003】 有鑑於此，本發明提供一種漏電流偵測電路，可以依據脈寬調變信號來檢測磁通門裝置的漏電流狀態。

【0004】 在本發明的一實施例中，所述漏電流偵測電路適用於磁通門裝置。漏電流偵測電路包括責任週期偵測電路、補償電路以及控制信號產生電路。責任週期偵測電路由逆變電路接收脈寬調變

信號，利用時脈信號取樣脈寬調變信號來偵測脈寬調變信號的責任週期，並輸出計數信號。補償電路耦接至責任週期偵測電路，在自我測試期間，依據偏移信號調整計數信號的脈波數。控制信號產生電路耦接至補償電路，計算計數信號的平均值，使平均值與多個臨界值進行比較以分別產生多個控制信號，其中控制信號用以指示磁通門裝置的漏電流狀態。

【0005】 在本發明的一實施例中，所述磁通門驅動器包括逆變電路以及漏電流偵測電路。逆變電路耦接至磁通門裝置的第一側，依據第一側上的感應電流產生脈寬調變信號。漏電流偵測電路耦接至逆變電路，接收脈寬調變信號來產生多個控制信號。其中漏電流偵測電路包括責任週期偵測電路、補償電路以及控制信號產生電路。責任週期偵測電路利用時脈信號取樣脈寬調變信號來偵測脈寬調變信號的責任週期，並輸出計數信號。補償電路耦接至責任週期偵測電路，在自我測試期間依據偏移信號調整計數信號的脈波數。控制信號產生電路耦接至補償電路，計算計數信號的平均值，使平均值與多個臨界值進行比較以分別產生多個控制信號，其中控制信號用以指示磁通門裝置的漏電流狀態。

【0006】 基於上述，本發明提出的漏電流偵測電路。可以適用於任何具有磁通門裝置的設備（例如電動車），並依據逆變電路產生的脈寬調變信號，計算出脈寬調變信號的責任週期與輸出計數信號，再依據計數信號的平均值產生控制信號，以指示磁通門裝置的漏電流狀態。如此一來，可以增加使用設備的安全度。

【0007】 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】

【0008】

圖 1 繪示本發明一實施例的磁通門驅動器的示意圖。

圖 2 繪示本發明一實施例的漏電流偵測電路的示意圖。

圖 3 繪示本發明另一實施例的漏電流偵測電路的示意圖。

圖 4 繪示本發明一實施例的逆變電路的示意圖。

圖 5 繪示本發明一實施例的逆變電路的動作波形圖。

圖 6 繪示本發明一實施例的脈寬調變信號的動作波形圖。

圖 7 繪示本發明一實施例的自我測試期間的動作波形圖。

【實施方式】

【0009】 請參照圖 1。圖 1 繪示本發明一實施例的漏電流偵測電路的示意圖。於圖 1 所示實施例中，逆變電路 101 可以依據磁通門裝置的輸出信號產生脈寬調變信號 PWM，漏電流偵測電路 100 可以依據脈寬調變信號 PWM 產生控制信號 CS1~CSn，以指示磁通門裝置的漏電流狀態。在本實施例中，漏電流偵測電路 100 包括責任週期偵測電路 110、補償電路 120 以及控制信號產生電路 130。責任週期偵測電路 110 可以耦接至逆變電路 101，並利用時脈信號 CK 取樣脈寬調變信號 PWM 來偵測脈寬調變信號 PWM 的責任週

期，並輸出計數信號 DT。其中，時脈信號 CK 的頻率大於脈寬調變信號 PWM 的頻率。在一些實施例中，補償電路 120 可以耦接至責任週期偵測電路 110，並在自我測試期間，依據偏移信號 OF 調整計數信號 DT 的脈波數。在一些實施例中，控制信號產生電路 130 可以耦接至補償電路 120，以計算經補償電路 120 調整後的計數信號 DT 的平均值，並可以將平均值分別與臨界值 TH1~THn 進行比較後產生控制信號 CS1~CSn，以指示磁通門裝置的漏電流狀態。

【0010】 在一些實施例中，逆變電路 101 可以使用橋式逆變電路或其他逆變電路或組合。責任週期偵測電路 110 可以使用取樣電路與運算電路的組合來實施。補償電路 120 可以使用濾波器、感測器以及運算電路的組合來實施。控制信號產生電路 130 可以使用絕對值運算電路、平均值濾波器以及比較電路的組合來實施。

【0011】 值得一提的是，在本實施例中，逆變電路 101 可以依據磁通門裝置的輸出信號來產生以週期性方波表示的脈寬調變信號 PWM。一般而言，在磁通門裝置未產生漏電流時，逆變電路 101 可以輸出具有責任週期 (duty cycle) (高/低電位占比) 50%/50% 的脈寬調變信號 PWM。相對地，在磁通門裝置出現漏電流情況時，磁通門裝置會產生磁場，而使逆變電路 101 輸出的脈寬調變信號 PWM 的責任週期發生變化。在一些實施例中，漏電流的電流值越大，脈寬調變信號 PWM 的責任週期的變化值越大，呈現線性關係。如此一來，本發明所述的漏電流偵測電路 100，可以偵測脈寬調變

信號 PWM 的責任週期，並產生控制信號 CS1～CSn，以指示磁通門裝置的漏電流狀態。

【0012】 請參照圖 2。圖 2 繪示本發明另一實施例的漏電流偵測電路的示意圖。於圖 2 所示實施例中，漏電流偵測電路 200 可以耦接至逆變電路 201，並產生控制信號 CS1～CS3 與經調整後的計數信號 DT'。其中控制信號 CS1、CS2 與 CS3 分別用以指示磁通門裝置的漏電流狀態與異常狀態。在一些實施例中，漏電流偵測電路 200 可以耦接至錯誤信號輸出電路 203 及/或信號格式轉換電路 204，以依據控制信號 CS1～CS3 輸出提示信號 ALA1～ALA3 及/或類比輸出信號 AS，來提供提示、判讀或其他應用。在本實施例中，漏電流偵測電路 200 包括責任週期偵測電路 210、補償電路 220、控制信號產生電路 230 以及異常狀態偵測器 240。其中責任週期偵測電路 210 用以接收脈寬調變信號 PWM，並利用時脈信號 CK 取樣脈寬調變信號 PWM 來偵測脈寬調變信號 PWM 的責任週期，再輸出計數信號 DT。

【0013】 在本實施例中，補償電路 220 可以接收計數信號 DT，並產生經調整脈波數後的計數信號 DT'。在一些實施例中，補償電路 220 可以包括偏移值校正電路 221、濾波器 222 以及溫度補償電路 223 中的至少一個。在一些實施例中，偏移值校正電路 221 可以耦接至責任週期偵測電路 210 以接收計數信號 DT，並可以在自我測試期間，依據偏移信號 OF 來調整計數信號 DT 的脈波數。在一些實施例中，偏移值校正電路 221 可以為動態偏移校正（Dynamic

Offset Correlation，DOC）電路。其中偏移信號 OF 例如可以是預先被設置或提供使用者輸入，或可以在磁通門裝置開機通電（power ON）後的一段初始時間內依據脈寬調變信號 PWM 來動態設置。

【0014】 在一些實施例中，濾波器 222 可以耦接至偏移值校正電路 221，以濾除計數信號 DT 的雜訊。溫度補償電路 223 可以耦接至濾波器 222，並透過設置在漏電流偵測電路 200 周圍（或內部）的溫度感測器 224 來接收環境溫度 TE，再依據環境溫度 TE 調整（例如加減運算）計數信號 DT 的脈波數，以產生計數信號 DT'。

【0015】 在本實施例中，控制信號產生電路 230 可以耦接至補償電路 220 以接收經調整後的計數信號 DT'，並產生控制信號 CS1、CS2。在一些實施例中，控制信號產生電路 230 可以僅包括絕對值運算電路 231、平均值濾波器 232 以及比較電路 233。絕對值運算電路 231 可以對計數信號 DT' 取絕對值運算，以產生非負值的第一信號 S1。平均值濾波器 232 可以耦接至絕對值運算電路 231，並對第一信號 S1 進行低通濾波以獲得第一信號 S1 的平均值。例如，當輸入信號為具有正負值的交流（AC）信號時，可以先透過絕對值運算電路 231 將交流信號中的負值取正，再透過平均值濾波器 232 輸出類直流（DC）的平均值信號。比較電路 233 可以耦接至平均值濾波器 232，並依據臨界值 TH1 與第一信號 S1 的平均值進行比較後產生控制信號 CS1。例如，可以在輸入信號大於或等於臨界值 TH1 時輸出邏輯高電位，反之亦然。

【0016】 在一些實施例中，控制信號產生電路 230 還可以包括平均值濾波器 234、絕對值運算電路 235 以及比較電路 236。平均值濾波器 234 可以對計數信號 DT'進行低通濾波，以獲得計數信號 DT'的平均值。絕對值運算電路 235 可以耦接至平均值濾波器 234，並對平均值取絕對值。例如，當輸入信號為直流信號時，可以先透過平均值濾波器 234 輸出平均值，再透過絕對值運算電路 235 取絕對值。比較電路 236 可以耦接至絕對值運算電路 235，並依據臨界值 TH2 與非負值的輸入信號平均值產生控制信號 CS2。其中，臨界值 TH1、TH2 可以預先被設置或提供使用者輸入。在一些實施例中，臨界值 TH1 可以被設定為 30 毫安培 (mA)，臨界值 TH2 可以被設定為 6 毫安培 (mA)。

【0017】 在一些實施例中，異常狀態偵測器 240 可以耦接至責任週期偵測電路 210 及/或控制信號產生電路 230，並產生控制信號 CS3。在一些實施例中，異常狀態偵測器 240 可以包括振盪偵測電路 241、頻率偵測電路 242 以及過電流偵測電路 243 中的至少一個，在一些實施例中還可以包括邏輯電路 LG。其中振盪偵測電路 241、頻率偵測電路 242 以及過電流偵測電路 243 可以預先設置或由使用者輸入不同判斷條件的臨界值，以進行異常狀態的判斷。在本實施例中，振盪偵測電路 241 可以耦接至磁通門裝置的時脈源，以偵測磁通門裝置是否發生振盪異常。例如，當振盪偵測電路 241 偵測到時脈源沒有輸出頻率或頻率比預設的臨界值低時，可能代表磁通門裝置沒接好或電路沒焊好，而造成沒有振盪或停止振盪

的異常狀態，此時振盪偵測電路 241 可以產生振盪異常信號。

【0018】 在一些實施例中，頻率偵測電路 242 可以耦接至責任週期偵測電路 210，並依據計數信號 DT 判斷磁通門裝置是否發生頻率異常。例如，當頻率偵測電路 242 判斷出磁通門裝置的輸出頻率比預設的臨界值高（或低）時，可以產生頻率異常信號。在一些實施例中，過電流偵測電路 243 可以耦接至控制信號產生電路 230，以偵測磁通門裝置的過電流狀態。例如，過電流偵測電路 243 可以耦接至控制信號產生電路 230 中的絕對值運算電路 231，以接收經調整脈波數與經絕對值運算後的第一信號 S1，當過電流偵測電路 243 判斷出第一信號 S1 的電流比預設的臨界值大時，可以產生電流異常信號。在本實施例中，邏輯電路 LG 可以耦接至振盪偵測電路 241、頻率偵測電路 242 以及過電流偵測電路 243 中的輸出端，並依據振盪異常信號、頻率異常信號以及電流異常信號來產生控制信號 CS3。例如，邏輯電路 LG 可以為或邏輯閘（OR gate）電路、非或邏輯閘（NOR gate）電路或其他邏輯閘電路或其組合來取代。

【0019】 在一些實施例中，漏電流偵測電路 200 可以耦接至錯誤信號輸出電路 203。錯誤信號輸出電路 203 可以依據控制信號 CS1～CS3 中的任一信號產生對應的提示信號 ALA1～ALA3，以在磁通門裝置發生漏電流或異常狀態時發出警告。例如，錯誤信號輸出電路 203 可以為多個緩衝電路（例如上拉電路、下拉電路或其組合）。錯誤信號輸出電路 203 可更包括蜂鳴器、發光二極體或其他

警示電路，以產生聲音及/或光形式的提示信號。

【0020】 在一些實施例中，漏電流偵測電路 200 可以耦接至信號格式轉換電路 204。信號格式轉換電路 204 可以將經補償電路 220 調整後的計數信號 DT'由數位格式轉換為類比格式，並輸出類比電壓信號 AS，以供後續其他處理的判讀或運用。在其他實施例中，錯誤信號輸出電路 203 及/或信號格式轉換電路 204 也可以設置在漏電流偵測電路 200 內，本實施例並不設限。

【0021】 請參照圖 3。圖 3 繪示本發明一實施例的磁通門驅動器的示意圖。於圖 3 所示實施例中，磁通門裝置 FG 具有第一側 SID1 與第二側 SID2 兩組線圈。磁通門驅動器 300 具有輸入端 EC1、EC2 可以耦接至磁通門裝置 FG 的第一側 SID1，以接收第一側 SID1 上的感應電流 IS。在一些實施例中，磁通門驅動器 300 還可以具有輸出端 ST1、ST2 並可以耦接至磁通門裝置 FG 的第二側 SID2，以輸出自我測試電流 IT 至第二側 SID2，使磁通門裝置 FG 可以依據第二側 SID2 上的自我測試電流 IT，在第一側 SID1 上產生感應電流 IS。在本實施例中，磁通門驅動器 300 包括逆變電路 301、漏電流偵測電路 302、錯誤信號輸出電路 303、信號格式轉換電路 304、穩壓器 305、振盪器 306、自我測試電流產生電路 307 以及參考電壓產生器 308。其中，圖 3 所示漏電流偵測電路 302、錯誤信號輸出電路 303、信號格式轉換電路 304 的實施方式可以參照圖 2 所示的漏電流偵測電路 200、錯誤信號輸出電路 203、信號格式轉換電路 204 的相關說明，於此不加以贅述。

【0022】 在本實施例中，逆變電路 301 可以接收感應電流 IS 並產生脈寬調變信號。漏電流偵測電路 302 可以依據脈寬調變信號產生多個控制信號。在一些實施例中，錯誤信號輸出電路 303 及/或信號格式轉換電路 304 可以分別依據漏電流偵測電路 302 輸出的多個控制信號來產生提示信號 ALA 及/或類比輸出信號 AS，以指示磁通門裝置 FG 的漏電流及/或異常狀態。在一些實施例中，穩壓器 305 可用以對磁通門驅動器 300 中的任一電壓信號進行穩壓。例如，穩壓器 305 可以為低壓差線性穩壓器（Low-Dropout Regulator，LDO）。在一些實施例中，振盪器 306 可用以產生時脈信號，以供漏電流偵測電路 302 進行漏電流狀態的判斷。

【0023】 在一些實施例中，自我測試電流產生電路 307 可用以產生自我測試電流 IT，並透過磁通門驅動器 300 的輸出端 ST1、ST2 輸出至磁通門裝置 FG 的第二端 SID2。在一些實施例中，自我測試電流產生電路 307 可以在第一自我測試期間產生直流信號，並在第二自我測試期間產生交流信號。其中第一自我測試期間與第二自我測試期間的啟動時間、時間長度、實施順序或期間間隔，本實施例並不設限。例如可以在磁通門裝置 FG 開機通電後的一段期間（或一段時間後或其他任意的設定期間）進行自我測試，並先進行第一自我測試期間，再進行第二自我測試期間，反之亦然。第一自我測試期間與第二自我測試期間可以連續或不連續地進行。在一些實施例中，參考電壓產生器 308 可用以產生並輸出參考電壓 VOUT。

【0024】 請參照圖 4 與圖 5。圖 4 繪示本發明一實施例的逆變電路的示意圖。圖 5 繪示本發明一實施例的逆變電路的動作波形圖。於圖 4 所示實施例中，逆變電路 401 可以透過輸入端 EC1、EC2 接收磁通門裝置 FG 的第一側 SID1 上的輸出信號，並產生脈寬調變信號 PWM 至責任週期偵測電路 400。在本實施例中，逆變電路 401 包括斬波器開關（chopper switch）電路 410、H 橋（H-bridge）電路 420 以及脈寬調變信號產生器 430。斬波器開關電路 410 可以耦接在磁通門裝置 FG 與 H 橋電路 420 之間，用以切換輸入信號的極性。H 橋電路 420 可以利用多個開關電路和脈寬調變信號 PWM 切換不同的導電路徑 PH1 與 PH2，以依據磁通門裝置 FG 的輸出信號產生斜坡信號 VRs。脈寬調變信號產生電路 430 可以耦接至 H 橋電路 420，並依據斜坡信號 VRs 產生脈寬調變信號 PWM。在細節上，H 橋電路 420 包括電晶體 M0~M3、電阻 Rs 與開關 SW，並具有電源端、接地端以及負載端，以分別接收操作電源 VDD、接地電源 GND 以及輸出斜坡信號 VRs。其中電晶體 M0~M3、電阻 Rs 與開關 SW 的實際元件數量並不用以限制本實施例。在一些實施例中，電阻 Rs 耦接在 H 橋電路 420 的負載端與接地端之間。在一些實施例中，電阻 Rs 與 H 橋電路 420 的接地端之間可以具有開關 SW，以調整偵測漏電流的感度。在本實施例中，電晶體 M0、M1 的第一端共同耦接至電源端。電晶體 M0、M1 的第二端分別耦接至斬波器開關電路 410 的兩個輸出端。電晶體 M2 的第一端耦接至電晶體 M0 的第二端。電晶體 M3 的第一端耦接至電晶體 M1

的第二端。電晶體 M2、M3 的第二端共同耦接至負載端。電晶體 M0、M2 的控制端共同接收脈寬調變信號 PWM。電晶體 M1、M3 的控制端共同接收操作信號 PWMB。在本實施例中，電晶體 M0、M1 的導電型態為 P 型，電晶體 M2、M3 的導電型態為 N 型，使電晶體 M0、M3 的導通狀態與電晶體 M1、M2 的導通狀態相反，在其他實施例中也可以使用別種組合，本實施例並不設限。

【0025】 在本實施例中，脈寬調變信號產生器 430 可以包括比較器 OP、切換電路 DFF 以及反相器 N1、N2。比較器 OP、切換電路 DFF、反相器 N1 與 N2 可以依序耦接至 H 橋電路 420 的輸出端，並接收斜坡信號 VRs 與參考電壓信號 VREF。在本實施例中，比較器 OP 可以比較出斜坡信號 VRs 與參考電壓信號 VREF 的電壓差。其中參考電壓信號 VREF 可以預先被設置或提供使用者輸入。在本實施例中，切換電路 DFF 可以依據比較器 OP 的輸出來產生輸出信號。反相器 N1 與 N2 可以對切換電路 DFF 的輸出信號分別進行一次與二次的反相處理，以輸出邏輯位準相反的操作信號 PWMB 與脈寬調變信號 PWM。如此一來，H 橋電路 420 可以依據操作信號 PWMB 與脈寬調變信號 PWM 輪流切換電晶體 M0~M3 的開關狀態，以切換 H 橋電路 420 的導電路徑 PH1 和 PH2。例如在本實施例中，當脈寬調變信號 PWM 為邏輯低電位且操作信號 PWMB 為邏輯高電位時，電晶體 M0、M3 導通（電晶體 M1、M2 截止），則 H 橋電路 420 的電源端、電晶體 M0、M3 以及負載端之間可以形成導電路徑 PH1。相對地，當脈寬調變信號 PWM 為邏輯

高電位且操作信號 PWMB 為邏輯低電位時，電晶體 M1、M2 導通（電晶體 M0、M3 截止），則 H 橋電路 420 的電源端、電晶體 M1、M2 以及負載端之間可以形成導電路徑 PH2。

【0026】關於上述動作的波形圖可參照圖 5，為了方便說明，在此假設切換電路 DFF 的初始輸出為邏輯低電位，此時脈寬調變信號 PWM 為邏輯低電位且操作信號 PWMB 為邏輯高電位，磁通門裝置 FG 的輸出信號可以先經由導電路徑 PH1 對 H 橋電路 420 的負載端充電，使負載端上的斜坡信號 VRs 的電壓值從初始低電壓值（例如為大於接地電源 GND 且小於參考電壓信號 VREF 的電壓值，本實施例並不設限）逐漸上升。當斜坡信號 VRs 的電壓值等於參考電壓信號 VREF 的電壓值時，切換電路 DFF 可以依據比較器 OP 輸出的變化將輸出信號由邏輯低電位轉為邏輯高電位，則操作信號 PWMB 與脈寬調變信號 PWM 的邏輯電位會反轉，且斜坡信號 VRs 會由充電狀態轉為放電狀態。此時 H 橋電路 420 的導電路徑會由導電路徑 PH1 轉態為導電路徑 PH2，並產生反相電流以對 H 橋電路 420 的負載端再次充電。如此形成周而復始的斜坡信號 VRs。

【0027】在本實施例中，斬波器開關電路 410 可以在脈寬調變信號 PWM 輸出一個完整週期（即邏輯位準切換兩次）後，切換磁通門裝置 FG 的輸出信號的極性（如時脈信號 CPCK 所示）。責任週期偵測電路 400 可以利用時脈信號 CK 對脈寬調變信號 PWM 進行取樣，以計算脈寬調變信號 PWM 的脈波數。假設在不同責任週期

期間 T_p 與 T_n 下的取樣結果分別為脈波數 DT_p+DOF 與 $-DT_n+DOF$ 。

其中脈波數 DT_p 與 $-DT_n$ 對應的脈寬調變信號 PWM 互為反相，偏移數 DOF 表示逆變電路 401 的電路雜訊（例如溫飄）所造成的脈波數偏移且為同相。如此一來，責任週期偵測電路 400 可以將不同責任週期 T_p 與 T_n 下的脈寬調變信號 PWM 的脈波數相減（ $(DT_p+Doffset)-(-DT_n+Doffset)=DT_p+DT_n$ ），以消除電路雜訊所造成的脈波偏移數 DOF ，並計算出責任週期的脈波數 DT_p 與 DT_n 。

【0028】 請參照圖 6。圖 6 繪示本發明一實施例的脈寬調變信號的動作波形圖。於圖 6 所示實施例中，磁通門裝置在開機通電後，其電壓端的電壓值 $VD5A$ 會逐漸上升。假設在剛開機通電時並無漏電流輸出，且在開機一段時間後，逆變電路開始輸出脈寬調變信號 PWM。則本發明所述的漏電流偵測電路可以測量脈寬調變信號 PWM 的責任週期次數 AVG 與平均脈波數來產生偏移信號 OF 。例如，在本實施例中，以自我測試脈衝信號 $TEST$ 示例開始進入自我測試期間，漏電流偵測電路可以量測出脈寬調變信號 PWM 在自我測試期間前的一段初始期間內的責任週期次數 AVG 為 16 次，並計算出平均脈波數為 10 個，則漏電流偵測電路可以將偏移信號 OF 設為 10 個。在一些實施例中，漏電流偵測電路可以在自我測試期間依據偏移信號 OF 調整計數信號的脈波數，並於自我測試期間結束後將偏移信號 OF 歸零。

【0029】 圖 7 繪示本發明一實施例的自我測試期間的動作波形示意圖。於圖 7 所示實施例中，在自我測試脈衝信號 $TEST$ 示例開始

進入自我測試期間後，自我測試電流產生電路可以產生自我測試電流 I_T 至磁通門裝置，以進行漏電流檢測。例如可以分別在自我測試期間 t_1 中產生直流信號 I_{Td} ，以及在自我測試期間 t_2 中產生交流信號 I_{Ta} 。則在自我測試期間 (t_1+t_2) 中，若磁通門裝置有產生漏電流，漏電流偵測電路可以輸出控制信號 $CS1$ 與 $CS2$ 。例如在本實施例中，可以分別在時間間隔 t_3 與 t_4 後分別輸出上拉（或下拉）信號，以指示磁通門裝置的漏電流狀態。

【0030】 綜上所述，本發明提出的漏電流偵測電路以及磁通門驅動器，可以接收逆變電路依據磁通門裝置的輸出信號所產生的脈寬調變信號，偵測脈寬調變信號的責任週期來產生多個控制信號，以指示磁通門裝置的漏電流狀態。如此一來，可以增加使用設備的安全度。

【0031】 雖然本發明已以實施例揭露如上，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】

【0032】

100、200、302：漏電流偵測電路

101、201、301、401：逆變電路

110、210、400：責任週期偵測電路

120、220：補償電路

130、230：控制信號產生電路

203、303：錯誤信號輸出電路

204、304：信號格式轉換電路

221：偏移值校正電路

222：濾波器

223：溫度補償電路

224：溫度感測器

231、235：絕對值運算電路

232、234：平均值濾波器

233、236：比較電路

240：異常狀態偵測器

241：振盪偵測電路

242：頻率偵測電路

243：過電流偵測電路

300：磁通門驅動器

305：穩壓器

306：振盪器

307：自我測試電流產生電路

308：參考電壓產生器

410：斬波器開關電路

420：H 橋電路

430：脈寬調變信號產生器

ALA、ALA1～ALA3：提示信號

AS：類比輸出信號

AVG：責任週期次數

CK、CPCCK：時脈信號

CS1～CSn：控制信號

DFF：切換電路

DT、DT'：計數信號

DTp、DTn、DOF：脈波數

EC1、EC2：輸入端

FG：磁通門裝置

GND、VD5V、VDD、VREF、VRs、VOUT：電壓

IS：感應電流

IT：自我測試電流

ITa：交流信號

ITd：直流信號

LG、N1、N2：邏輯電路

M0～M3：電晶體

OF：偏移信號

OP：比較器

PH1、PH2：導電路徑

PWM：脈寬調變信號

PWMB：操作信號

R_s ：電阻

SID1、SID2：側邊

ST1、ST2：輸出端

SW：開關

$t_1 \sim t_4$ 、 T_p 、 T_n ：時間

TE：環境溫度

TEST：自我測試脈衝信號

TH1~THn：臨界值

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種漏電流偵測電路，適用於一磁通門裝置，包括：

一責任週期偵測電路，由一逆變電路接收一脈寬調變信號，利用一時脈信號取樣該脈寬調變信號來偵測該脈寬調變信號的責任週期，並輸出一計數信號；

一補償電路，耦接至該責任週期偵測電路，在一自我測試期間，依據一偏移信號調整該計數信號的脈波數；以及

一控制信號產生電路，耦接至該補償電路，計算該計數信號的一平均值，使該平均值與多個臨界值進行比較以分別產生多個控制信號，

其中該些控制信號用以指示該磁通門裝置的漏電流狀態。

【請求項2】 如請求項1所述的漏電流偵測電路，其中該補償電路包括：

一偏移值校正電路，耦接至該責任週期偵測電路，在一初始期間依據該脈寬調變信號的平均脈波數以產生該偏移信號，並在該自我測試期間依據該偏移信號調整該計數信號的脈波數；以及

一濾波器，耦接至該偏移值校正電路，用以濾除該計數信號的一雜訊。

【請求項3】 如請求項2所述的漏電流偵測電路，其中該補償電路更包括：

一溫度補償電路，耦接至該濾波器，透過一溫度感測器接收一環境溫度，並依據該環境溫度以調整該計數信號的脈波數。

【請求項4】 如請求項1所述的漏電流偵測電路，其中該控制信號產生電路包括：

- 一第一絕對值運算電路，耦接至該補償電路；
- 一第一平均值濾波器，耦接至該第一絕對值運算電路；以及
- 一第一比較電路，耦接至該第一平均值濾波器，依據一第一臨界值產生一第一控制信號。

【請求項5】 如請求項4所述的漏電流偵測電路，其中該控制信號產生電路更包括：

- 一第二平均值濾波器，耦接至該補償電路；
- 一第二絕對值運算電路，耦接至該第二平均值濾波器；以及
- 一第二比較電路，耦接至該第二絕對值運算電路，依據一第二臨界值產生一第二控制信號。

【請求項6】 如請求項1所述的漏電流偵測電路，更包括：

一異常狀態偵測器，耦接至該責任週期偵測電路，該異常狀態偵測器包括：

- 一振盪偵測電路，偵測一時脈源是否發生異常以產生一振盪異常信號；

- 一頻率偵測電路，依據該計數信號判斷是否發生異常以產生一頻率異常信號；

- 一過電流偵測電路，偵測該磁通門裝置的一過電流狀態以產生一電流異常信號；以及

- 一邏輯電路，耦接至該振盪偵測電路、該頻率偵測電路

以及該過電流偵測電路，依據該振盪異常信號、該頻率異常信號以及該電流異常信號產生一第一控制信號。

【請求項7】 一種磁通門驅動器，包括：

一逆變電路，耦接至一磁通門裝置的一第一側，依據該第一側上的一感應電流產生一脈寬調變信號；以及

一漏電流偵測電路，耦接至該逆變電路，接收該脈寬調變信號來產生多個控制信號，其中該漏電流偵測電路包括：

一責任週期偵測電路，利用一時脈信號取樣該脈寬調變信號來偵測該脈寬調變信號的責任週期，並輸出一計數信號；

一補償電路，耦接至該責任週期偵測電路，在一自我測試期間，依據一偏移信號調整該計數信號的脈波數；以及

一控制信號產生電路，耦接至該補償電路，計算該計數信號的一平均值，使該平均值與多個臨界值進行比較以分別產生該些控制信號，其中該些控制信號用以指示該磁通門裝置的漏電流狀態。

【請求項8】 如請求項7所述的磁通門驅動器，其中該逆變電路包括：

一斬波器開關電路，耦接至該磁通門裝置的該第一側，用以切換該感應電流的相位；

一 H 橋電路，具有一電源端接收一操作電源，具有一負載端耦接至一電阻，該 H 橋電路基於該脈寬調變信號，依據該感應電流以產生一斜坡信號；以及

一脈寬調變信號產生器，依據該斜坡信號產生該脈寬調變信號。

【請求項9】 如請求項8所述的磁通門驅動器，其中該H橋電路包括：

一第一電晶體與一第二電晶體，該第一電晶體與該第二電晶體的第一端共同接收該操作電源；

一第三電晶體，其第一端與該第一電晶體的第二端共同耦接至該斬波器開關電路的一第一端，該第一電晶體與該第三電晶體的控制端共同接收該脈寬調變信號；以及

一第四電晶體，其第一端與該第二電晶體的第二端共同耦接至該斬波器開關電路的一第二端，該第二電晶體與該第四電晶體的控制端共同接收一操作信號，該第三電晶體與第四電晶體的第二端共同耦接至該負載端，

其中該電阻耦接在該第四電晶體的第二端與一接地端間。

【請求項10】 如請求項8所述的磁通門驅動器，其中該脈寬調變信號產生器包括：

一比較器，其第一端接收該斜坡信號，該比較器的第二端接收一參考電壓信號；

一切換電路，耦接至該比較器；

一第一反相器，耦接至該切換電路；以及

一第二反相器，耦接至該第一反相器。

【請求項11】 如請求項7所述的磁通門驅動器，更包括：

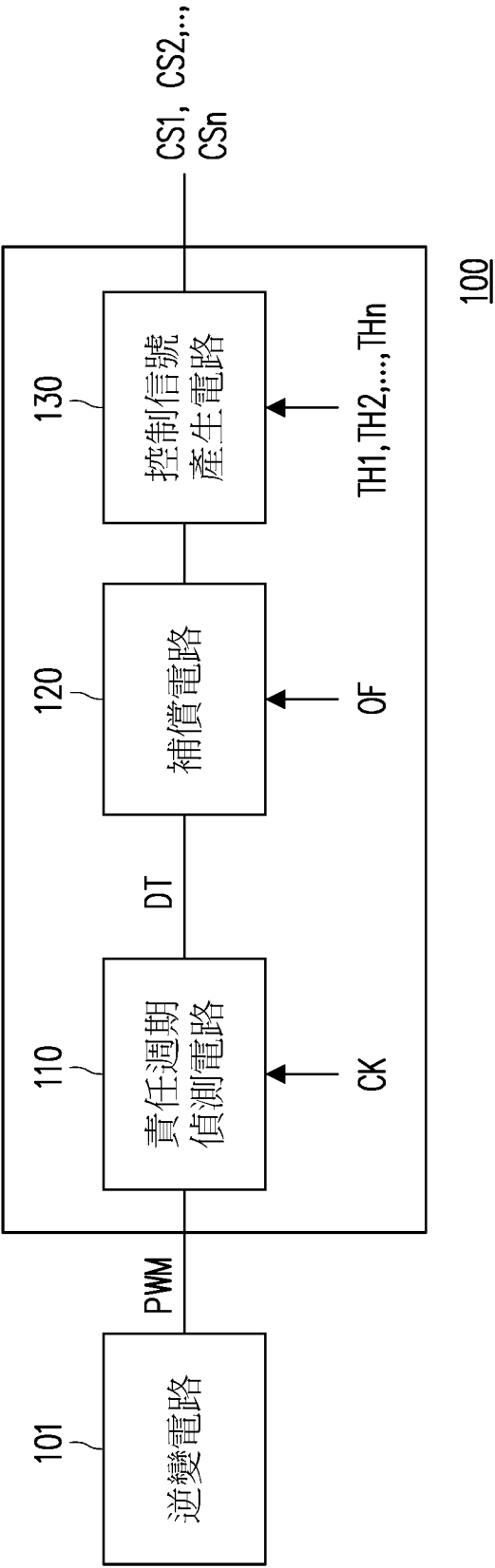
一自我測試電流產生電路，耦接至該磁通門裝置的一第二側，並用以產生一自我測試電流，使該磁通門裝置依據該自我測試電流在該第二側上產生該感應電流。

【請求項12】 如請求項11所述的磁通門驅動器，其中該自我測試電流產生電路可以在一第一自我測試期間產生一直流信號，並在一第二自我測試期間產生一交流信號。

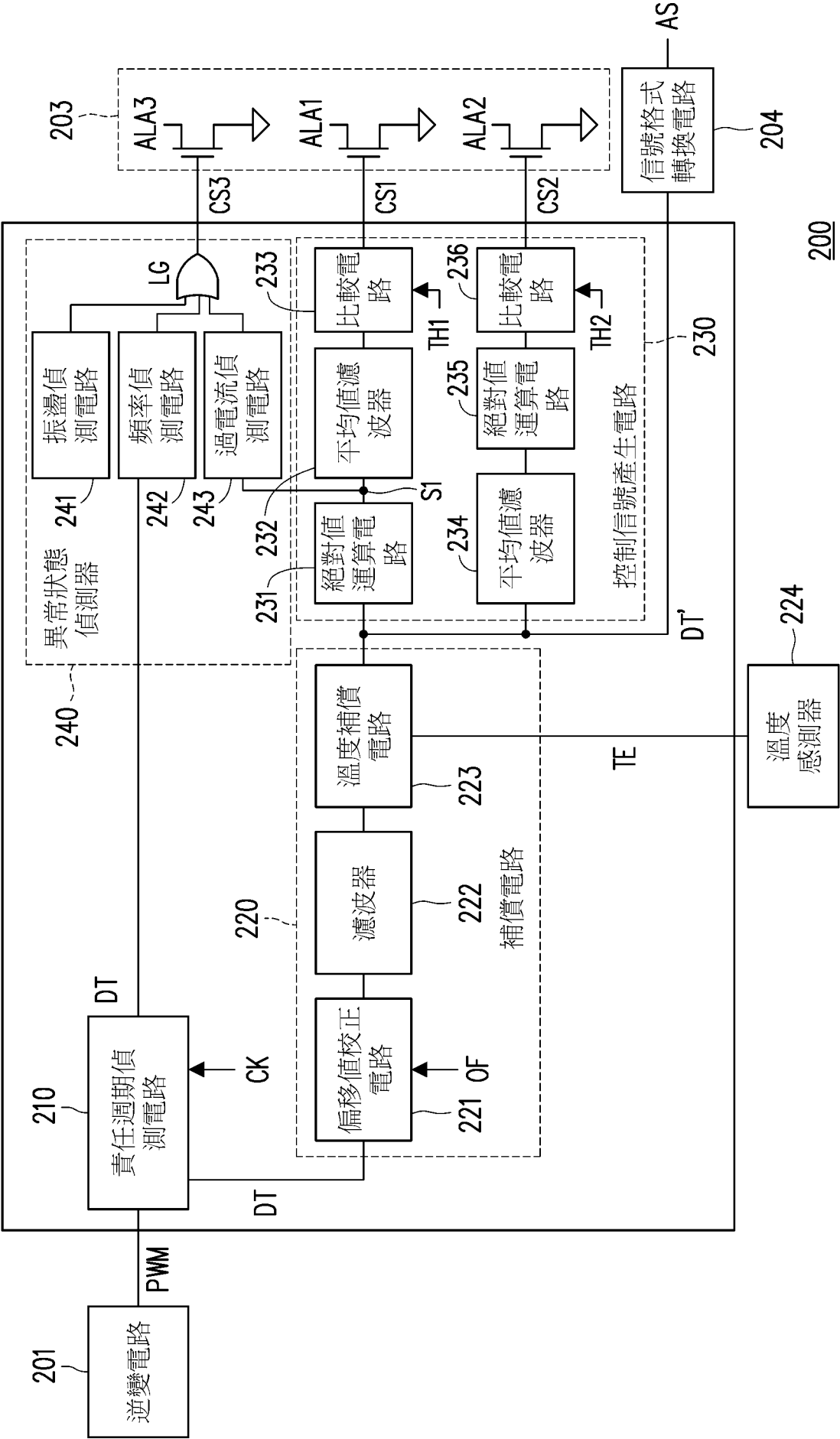
【請求項13】 如請求項7所述的磁通門驅動器，更包括：
一錯誤信號輸出電路，耦接至該漏電流偵測電路，依據該些控制信號產生多個提示信號。

【請求項14】 如請求項7所述的磁通門驅動器，更包括：
一信號格式轉換電路，耦接至該漏電流偵測電路，將該計數信號由數位格式轉換為類比格式。

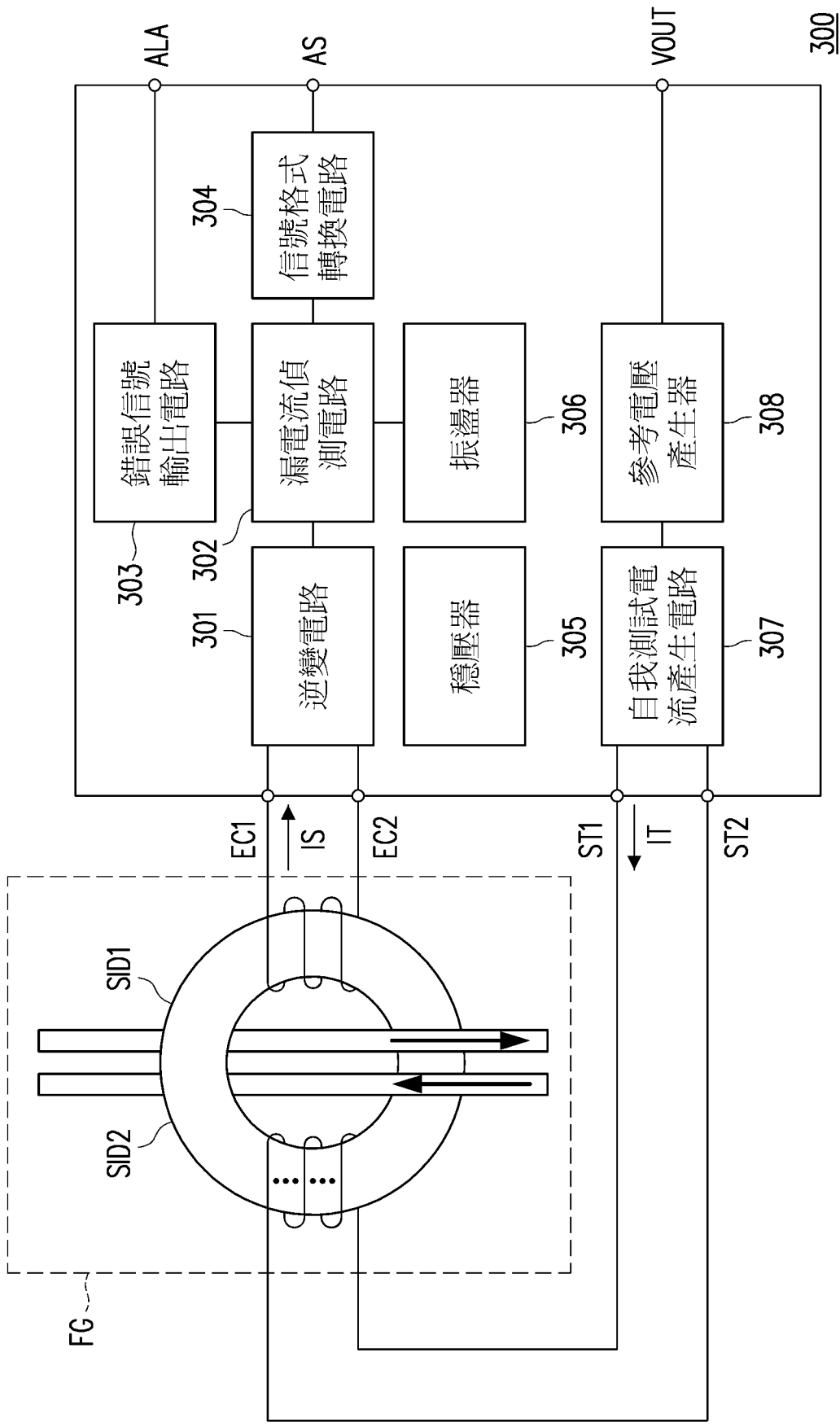
【發明圖式】



【圖1】

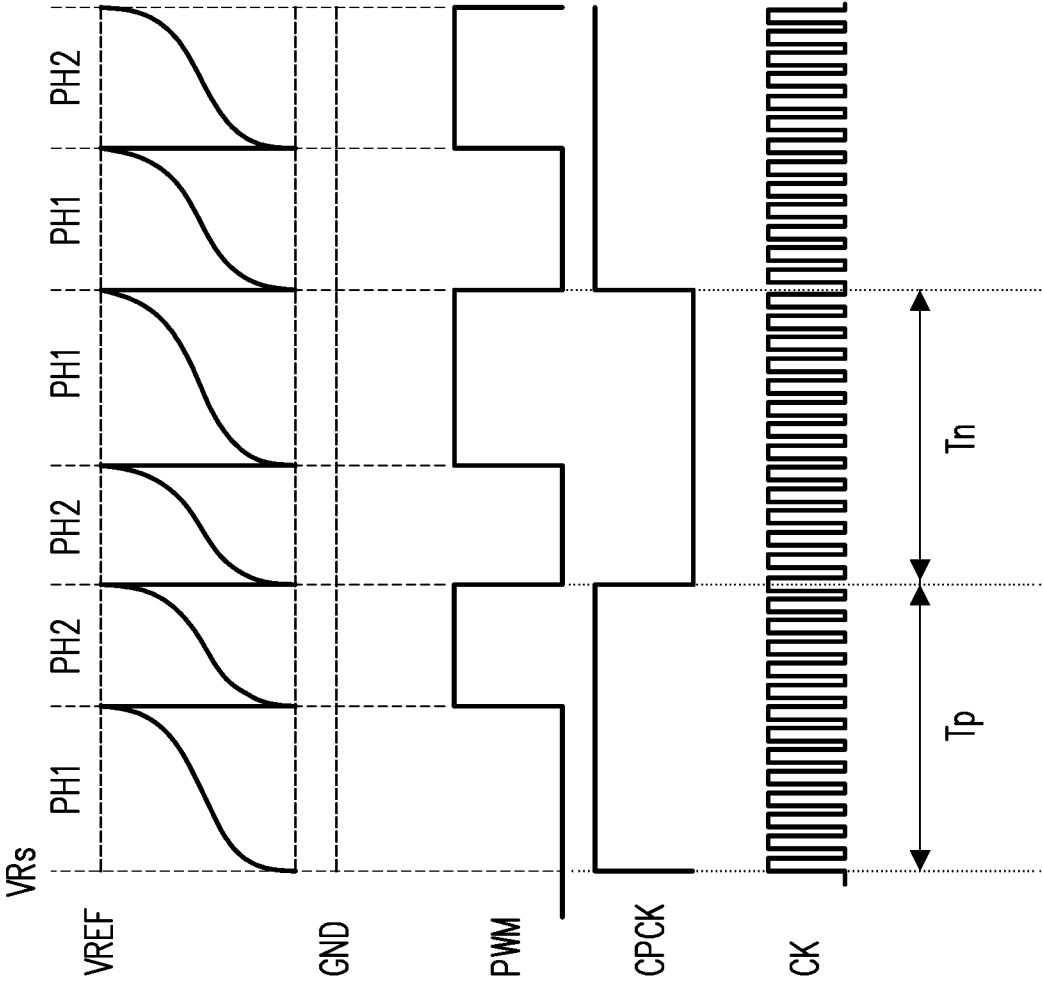


【圖2】

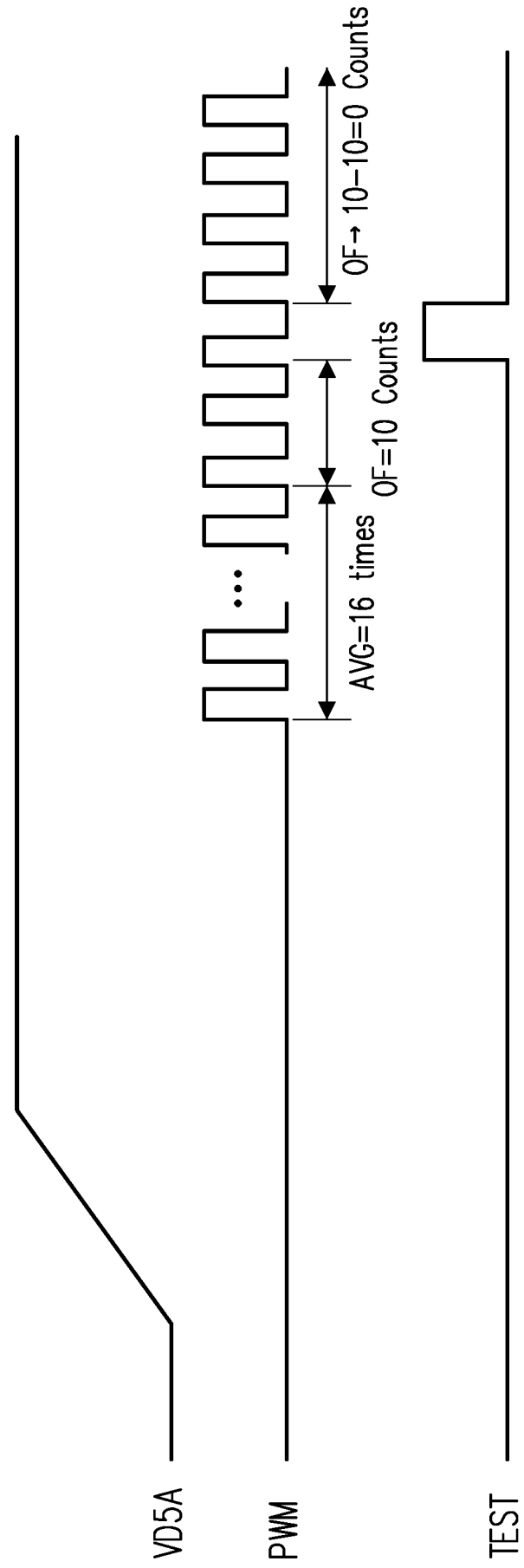


【圖3】

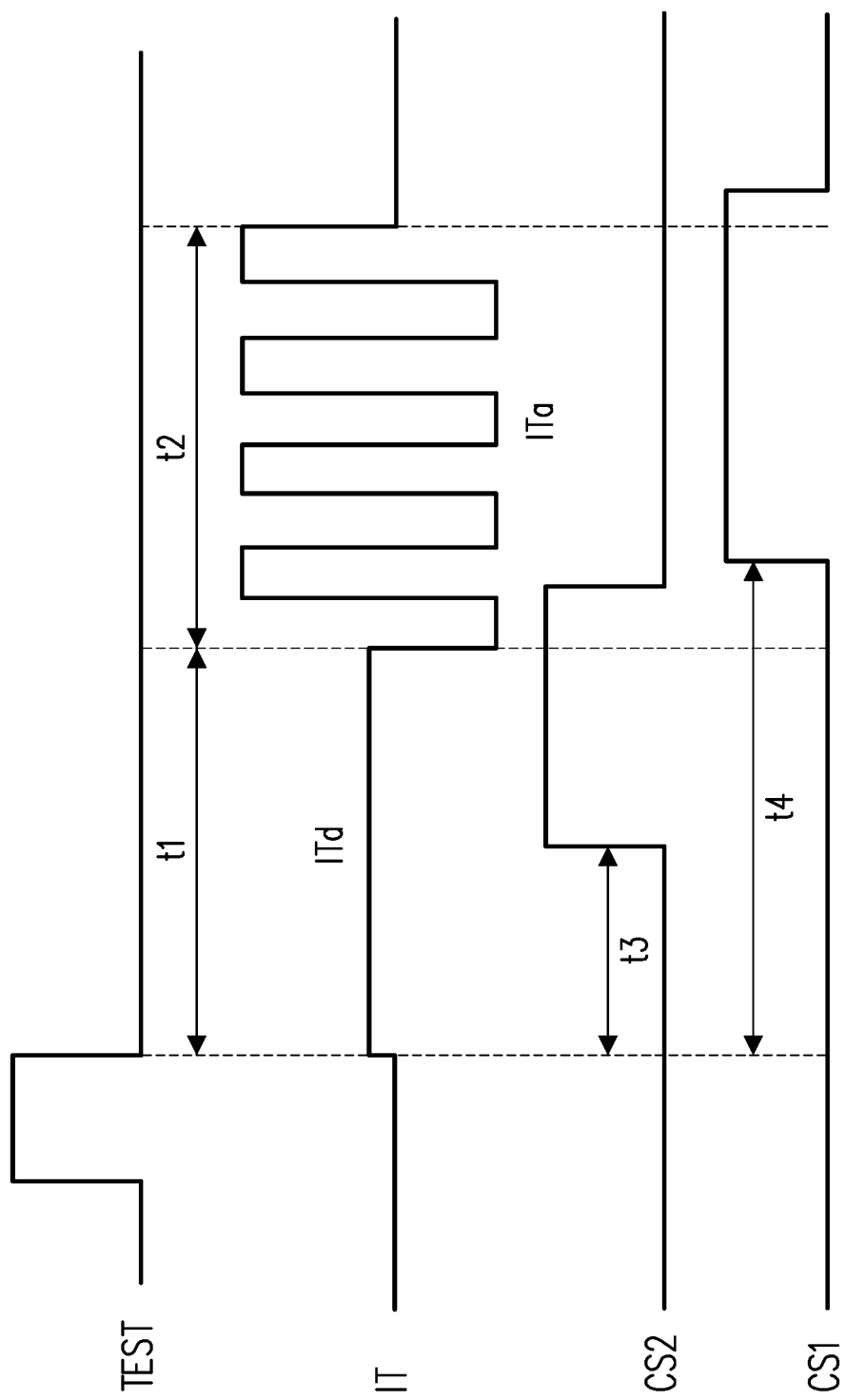




【圖5】



【圖6】



【圖7】