



(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 I740592 B

(45) 公告日：中華民國 110 (2021) 年 09 月 21 日

(21) 申請案號：109125853

(22) 申請日：中華民國 109 (2020) 年 07 月 30 日

(51) Int. Cl. : H02P7/29 (2016.01)

H02P25/16 (2006.01)

H02M7/48 (2007.01)

H02P5/74 (2006.01)

(71) 申請人：新代科技股份有限公司 (中華民國) SYNTEC TECHNOLOGY CO. LTD (TW)  
 新竹市東區研發二路 25 號

(72) 發明人：林孟勳 LIN, MENG HSUN (TW)；劉思伶 LIU, SZU LIN (TW)

(74) 代理人：陳瑞田；金玉書

(56) 參考文獻：

TW M604080

TW 201312926A

TW 202019081A

CN 101969291A

CN 102273058A

US 7466086B2

US 9627994B2

審查人員：郭明璋

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：3 共 20 頁

(54) 名稱

多軸馬達控制系統及其方法

(57) 摘要

一種多軸馬達控制系統及其方法，透過產生對多軸馬達的控制命令、PWM 週期設定與 PWM 命令更新時間設定給多軸馬達驅動器，該 PWM 載波模組接收前述 PWM 週期設定與 PWM 命令更新時間設定後，產生相位差為 180 度的第一組載波信號與第二組載波信號，且該第一組載波信號與該第二組載波信號的 PWM 命令更新時間同步，以避免數位延遲並減少漏電流。

A multi-axis motor control system and method for generating multi-axis motor control commands, PWM period settings and PWM command update time settings for a multi-axis motor drive, the PWM carrier module receives the aforementioned PWM cycle settings and PWM command update time settings after setting, the first group of carrier signals and the second group of carrier signals with a phase difference of 180° are generated, and the PWM command update time of the first group of carrier signals and the second group of carrier signals is synchronized to avoid digit delay and reduction leakage current.

指定代表圖：

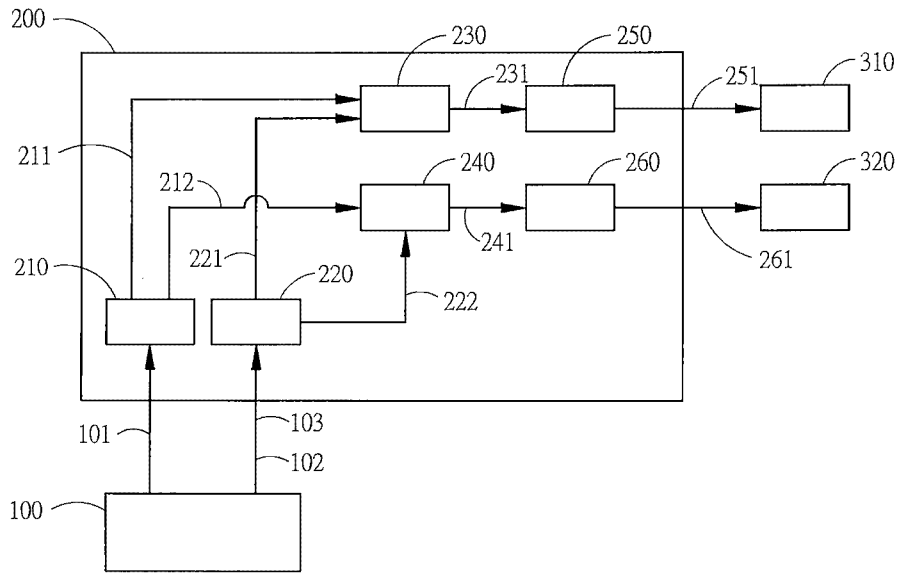


圖 1

符號簡單說明：

100:控制裝置

101:控制命令

102:PWM 週期設定

103:PWM 命令更新時間設定

200:多軸馬達驅動器

210:控制模組

211:第一組電壓命令

212:第二組電壓命令

220:PWM 載波模組

221:第一組載波信號

222:第二組載波信號

230:第一組比較器

231:第一組調變電壓

240:第二組比較器

241:第二組調變電壓

250:第一組 PWM 逆變器

251:第一組交流電壓

260:第二組 PWM 逆變器

261:第二組交流電壓

310:第一組馬達

320:第二組馬達

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

**【發明名稱】(中文/英文)**

多軸馬達控制系統及其方法 / MULTI-AXIS MOTOR  
CONTROL SYSTEM AND METHOD

**【中文】**

一種多軸馬達控制系統及其方法，透過產生對多軸馬達的控制命令、PWM週期設定與PWM命令更新時間設定給多軸馬達驅動器，該PWM載波模組接收前述PWM週期設定與PWM命令更新時間設定後，產生相位差為180度的第一組載波信號與第二組載波信號，且該第一組載波信號與該第二組載波信號的PWM命令更新時間同步，以避免數位延遲並減少漏電流。

**【英文】**

A multi-axis motor control system and method for generating multi-axis motor control commands, PWM period settings and PWM command update time settings for a multi-axis motor drive, the PWM carrier module receives the aforementioned PWM cycle settings and PWM command update time settings after setting, the first group of carrier signals and the second group of carrier signals with a phase difference of 180° are generated, and the PWM command update time of the first group of carrier signals and the second group of carrier signals is synchronized to avoid digit delay and reduction leakage current.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】：**圖1。

**【本代表圖之符號簡單說明】：**

- 100：控制裝置
- 101：控制命令
- 102：PWM週期設定
- 103：PWM命令更新時間設定
- 200：多軸馬達驅動器
- 210：控制模組
- 211：第一組電壓命令
- 212：第二組電壓命令
- 220：PWM載波模組
- 221：第一組載波信號
- 222：第二組載波信號
- 230：第一組比較器
- 231：第一組調變電壓
- 240：第二組比較器
- 241：第二組調變電壓
- 250：第一組PWM逆變器
- 251：第一組交流電壓
- 260：第二組PWM逆變器
- 261：第二組交流電壓

310：第一組馬達

320：第二組馬達

# 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】(中文/英文)

多軸馬達控制系統及其方法/ MULTI-AXIS MOTOR CONTROL SYSTEM AND METHOD

## 【技術領域】

【0001】 本發明是關於一種多軸馬達控制系統及其方法，尤其針對多軸馬達控制，減少漏電流問題及避免數位延遲的控制系統及其方法。

## 【先前技術】

【0002】 通常脈寬調變(Pulse Width Modulation, PWM)變頻器驅動馬達時，因PWM的切換都會產生高頻洩漏電流，且載波頻率愈高，其洩漏電流愈明顯，主因是因共模電壓變化時即產生高頻洩漏電流，其電流流向由馬達繞組，經馬達框架到地，有時其峰值可達額定值，它將會產生電磁干擾和變頻器電流誤動作等嚴重的問題，有時也會影響馬達壽命。

【0003】 又，由於驅動器整體電路對地(FG)存在多個寄生電容，在馬達控制過程中，逆變開關的ON-OFF訊號切換的頻率，等同將DC BUS電壓對此寄生電容充電、放電的頻率，此寄生電容高頻充放電的過程，產生之交流電訊號即視為漏電流。而多合一驅動器在多軸同動過程中，各軸逆變開關有較高機會以同步方式設計，導致漏電流累加，造成產品可靠度問題。

【0004】 一般要解決寄生電容高頻充放電所產生的漏電問

題，常用方法如下：1.利用額外的硬體裝置(電路)處理漏電電流，2.調整單一軸的三相UVW的PWM輸出相位，3.調整不同軸之PWM輸出相位差。

**【0005】** 利用額外的硬體裝置(電路)處理漏電電流的技術有：中國專利(CN105024620A)設計一電路量測經LC濾波電路中電容的漏電流，採樣並放大漏電訊號，並將此漏電電流補償回驅動電路中。或台灣專利(TW449955B)設計一共模變壓器結構，功用類似阻尼電阻，將此共模變壓器接在驅動器與馬達之間，使共模電壓變化產生的電位差不會引發漏電流。

**【0006】** 調整單一軸的三相UVW的PWM輸出相位的技術有：日本專利(JP2016214038A)設計在U相輸出PWM訊號時，將V相與W相延遲觸發，達到錯開切換的效果。或日本專利(JP2005051959A)技術特徵為利用開關元件，控制UVW三相的電壓輸出時機，避免同時進行多個相位的切換。

**【0007】** 調整不同軸之PWM輸出相位差的技術有：日本專利(JP2007336634A)技術特徵在於將多軸驅動器的軸數分為兩組，若總軸數為偶數則平分，若總軸數為奇數則兩組最多差1軸，將兩組軸設計PWM相位差180度，達到減少漏電的效果。或美國專利(US20190363600A1) 技術特徵在於將多軸驅動器的軸數分成M組，設計每組軸的PWM相位差 $360/M$ 度(即兩軸差180度、三軸差120度)，達到減少漏電的效果。

**【0008】** 前述，無論透過軟體或硬體方式，只要設計各軸逆

變開關訊號互相存在相位差，藉由調整不同軸之PWM輸出相位差的方式減少漏電，讓交流電訊號在系統內可相互抵銷，即可有效抑制漏電問題。但各軸逆變開關訊號存在相位差可能會導致數位延遲，進而影響馬達控制結果，造成加工問題。

### 【發明內容】

【0009】 於是，為解決習知在馬達控制過程中漏電流累加，造成產品可靠度問題，及各軸逆變開關訊號存在相位差可能會導致數位延遲，本案透過將各軸PWM載波訊號相位相差180度，則對相位不同的兩軸電路系統之寄生電容，在充放電過程產生之交流電訊號即為反向訊號，並將各軸PWM命令更新時間同步，不但能有效消除漏電流，且不會導致數位延遲而影響馬達控制結果。

【0010】 為達上述目的，本發明揭露一種多軸馬達控制系統，應用於兩個以上的馬達驅動控制，其包括：一控制裝置用以產生對多軸馬達的一控制命令、一PWM週期設定與一PWM命令更新時間設定；一多軸馬達驅動器，其包含有：一控制模組接收前述控制命令後產生一第一組電壓命令與一第二組電壓命令；一PWM載波模組接收該PWM週期設定後產生一第一組載波信號與一第二組載波信號，該第一組載波信號與該第二組載波信號的相位差為180度，且根據該PWM命令更新時間設定將該第一組載波信號與該第二組載波信號的PWM命令更新時間同步；一第一組比較器接收前述第一組電壓命令與第一組載波信號後產生一第一組調變電壓；一第二組比較器接收前述第二組電壓命令與第二組載波



信號後產生一第二組調變電壓；一第一組PWM逆變器接收該第一組調變電壓後產生一第一組交流電壓，且傳送所述第一組交流電壓至一第一組馬達以驅動該第一組馬達；一第二組PWM逆變器接收該第二組調變電壓後產生一第二組交流電壓，且傳送所述第二組交流電壓至一第二組馬達以驅動該第二組馬達。

【0011】 其控制方法包括：透過控制裝置產生對多軸馬達的控制命令、PWM週期設定與PWM命令更新時間設定給該多軸馬達驅動器，該多軸馬達驅動器內的控制模組接收前述控制命令後產生第一組電壓命令與第二組電壓命令；且該PWM載波模組接收前述PWM週期設定與PWM命令更新時間設定後產生第一組載波信號與第二組載波信號，該第一組載波信號與該第二組載波信號的相位差為180度，且根據該PWM命令更新時間設定將該第一組載波信號與該第二組載波信號的PWM命令更新時間同步；再透過該第一組比較器及第二組比較器，分別接收前述電壓命令與載波信號後產生調變電壓；以及該第一組PWM逆變器及第二組PWM逆變器分別接收前述調變電壓後產生交流電壓且藉此分別驅動該第一組馬達與該第二組馬達。

【0012】 進一步在實施上，該些馬達總數量為偶數軸時，將該些馬達依據總數平均分配為第一組馬達及第二組馬達。該些馬達總數量為奇數軸時，該第一組馬達和該第二組馬達其中一組的軸數多分配1個。

【0013】 進一步在實施上，該控制命令用以控制該些馬達做

出所需對應的動作。

**【0014】** 進一步在實施上，該PWM載波模組包含一PWM載波產生元件、一控制元件、一PWM命令更新元件；該控制元件負責控制兩組載波之間的相位差設定、PWM週期設定與PWM命令更新時間設定，該PWM載波產生元件根據該控制元件提供的相位差設定與接收的PWM週期設定產生第一組載波信號與第二組載波信號，PWM命令更新元件根據該控制元件接收的PWM命令更新時間設定進行同步PWM命令更新。

**【0015】** 透過本案驅動系統及方法，透過將各軸PWM載波互相存在相位差180度之設計，讓逆變開關高頻充放電產生的交流電訊號在系統內可相互抵銷，有效降低多合一驅動器進行多軸同動時的漏電問題，並設計搭配同步PWM命令更新時間的方式以避免數位延遲。

#### **【圖式簡單說明】**

##### **【0016】**

圖1為本案多軸馬達控制系統示意圖。

圖2為本案PWM載波模組示意圖。

圖3為本案兩軸同動之PWM載波、逆變開關訊號之示意圖。

#### **【實施方式】**

**【0017】** 為了使本技術領域的人員更好地理解本發明方案，下面將結合本發明實施例中的附圖，對本發明實施例中的技術方案進行清楚、完整地描述，顯然，所描述的實施例僅僅是本發明

一部分的實施例，而不是全部的實施例。基於本發明中的實施例，本領域普通技術人員所做的等效變化與修飾前提下所獲得的所有其他實施例，都應當屬於本發明保護的範圍。

**【0018】** 請參閱圖1為本案多軸馬達控制系統示意圖。本發明揭露一種多軸馬達控制系統及控制方法，應用於兩個以上的馬達驅動控制，該些馬達總數量為偶數軸時，將該些馬達依據總數平均分配為第一組馬達310及第二組馬達320。該些馬達總數量為奇數軸時，該第一組馬達310和該第二組馬達320其中一組的軸數多分配一個。

**【0019】** 本案多軸馬達控制系統包括：一控制裝置100用以產生對多軸馬達的一控制命令101、一PWM週期設定102與一PWM命令更新時間設定103，該控制命令101用以控制該些馬達(第一組馬達310及第二組馬達320)做出所需對應的動作。其中，第一組馬達310及第二組馬達320根據該控制命令101改變轉速、位置或扭力等。

**【0020】** 一多軸馬達驅動器200，該多軸馬達驅動器200內包含有：一控制模組210用以接收前述控制命令101後產生一第一組電壓命令211與一第二組電壓命令212；一PWM載波模組220用以接收該PWM週期設定102後產生一第一組載波信號221與一第二組載波信號222，該第一組載波信號221與該第二組載波信號222的相位差為180度，且根據該PWM命令更新時間設定103，將該第一組載波信號221與該第二組載波信號222的PWM命令更新時間同步；一

第一組比較器230接收前述第一組電壓命令211與第一組載波信號221後產生一第一組調變電壓231；一第二組比較器240接收前述第二組電壓命令212與第二組載波信號222後產生一第二組調變電壓241；一第一組PWM逆變器250接收該第一組調變電壓231後產生一第一組交流電壓251，且傳送所述第一組交流電壓251至該第一組馬達310，用以驅動該第一組馬達310；一第二組PWM逆變器260接收該第二組調變電壓241後產生一第二組交流電壓261，且傳送所述第二組交流電壓261至該第二組馬達320，用以驅動該第二組馬達320。

【0021】 該控制裝置100可以是加工機台(未在圖中表示)的控制器、桌上型電腦、筆記型電腦、智慧型手機或遠端伺服器等裝置，且該控制裝置100與該多軸馬達驅動器200可以透過有線或無線方式連接。

【0022】 請再參閱圖2為本案PWM載波模組示意圖，進一步在實施上，該PWM載波模組220包含一PWM載波產生元件420、一控制元件410、一PWM命令更新元件430。該控制元件410負責控制兩組載波之間的相位差設定、PWM週期設定與PWM命令更新時間設定。

【0023】 該PWM載波產生元件420根據該控制元件410提供的相位差設定與該控制元件410接收的PWM週期設定102產生前述第一組載波信號221與第二組載波信號222，使該第一組載波信號221與該第二組載波信號222的相位差為180度；且該PWM命令更新元

件430根據該控制元件410接收的PWM命令更新時間設定103同步PWM命令更新時間。

【0024】 同步PWM命令更新時間方面，本案藉由將此相位差設計方法搭配同步PWM命令更新時間以避免數位延遲。如圖3為本案兩軸同動之PWM載波、逆變開關訊號之示意圖。黑色虛線代表逆變開關訊號252及262(分別為第一組PWM逆變器250及第二組PWM逆變器260的逆變開關訊號)的命令更新時間，即PWM命令更新時間設定103，設計使PWM載波(第一組載波信號221與第二組載波信號222)上數至波峰以及下數至波谷時皆會更新訊號，因此該第一組馬達310與第二組馬達320取得資料的時刻相同，不會產生數位延遲。且逆變開關訊號252及262差別只在週期的前半段還是後半段更新，不影響訊號本身。又，因為該第一組載波信號221與該第二組載波信號222的相位差為180度的設計，該第一組PWM逆變器250及第二組PWM逆變器260的逆變開關訊號ON-OFF的時間將會被錯開，使逆變開關充放電產生的交流電訊號在系統內可相互抵銷，減少漏電流問題。

【0025】 綜合上述，本案多軸馬達控制方法為：透過控制裝置100產生對多軸馬達的控制命令101、PWM週期設定102與PWM命令更新時間設定103給該多軸馬達驅動器200，該多軸馬達驅動器200內的控制模組210接收前述控制命令101後產生第一組電壓命令211與第二組電壓命令212；且該PWM載波模組220接收前述PWM週期設定102與PWM命令更新時間設定103後產生第一組載

波信號221與第二組載波信號222，該第一組載波信號221與該第二組載波信號222的相位差為180度，且根據該PWM命令更新時間設定103將該第一組載波信號221與該第二組載波信號222的PWM命令更新時間同步；再透過該第一組比較器250及第二組比較器260分別接收前述電壓命令(211及212)與載波信號(221及222)後產生調變電壓(231及241)；以及該第一組PWM逆變器250及第二組PWM逆變器260分別接收前述調變電壓後產生交流電壓(251及261)且藉此分別驅動該第一組馬達310與第二組馬達320。

**【0026】** 本案同步PWM更新時間搭配PWM載波相位差之技術設計，可使各軸(第一組馬達310與第二組馬達320)逆變開關訊號互相存在有相位差關係，讓交流電訊號在系統內可相互抵銷，有效抑制漏電問題，且因各軸PWM命令更新時間相同，不會導致數位延遲而影響馬達控制結果。

**【0027】** 本案的優點在於，透過本案驅動技術，將各軸PWM載波互相存在相位差180度之設計，讓逆變開關高頻切換產生的交流電訊號在系統內可相互抵銷，有效降低多合一驅動器進行多軸同動時的漏電問題，並設計搭配同步PWM載波更新時間的方式，使此相位差設計不會造成數位延遲而影響馬達控制結果。

**【0028】** 惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍，即大凡依本發明申請專利範圍及發明說明內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

**【符號說明】****【0029】**

- 100：控制裝置
- 101：控制命令
- 102：PWM週期設定
- 103：PWM命令更新時間設定
- 200：多軸馬達驅動器
- 210：控制模組
- 211：第一組電壓命令
- 212：第二組電壓命令
- 220：PWM載波模組
- 221：第一組載波信號
- 222：第二組載波信號
- 230：第一組比較器
- 231：第一組調變電壓
- 240：第二組比較器
- 241：第二組調變電壓
- 250：第一組PWM逆變器
- 251：第一組交流電壓
- 260：第二組PWM逆變器
- 261：第二組交流電壓
- 310：第一組馬達

320：第二組馬達

410：控制元件

420：PWM載波產生元件

430：PWM命令更新元件

252、262：逆變開關訊號



## 申請專利範圍

1. 一種多軸馬達控制系統，應用於兩個以上的馬達驅動控制，其包括：
  - 一控制裝置，用以產生對多軸馬達的一控制命令、一PWM週期設定與一PWM命令更新時間設定；
  - 一多軸馬達驅動器，其包含有：
    - 一控制模組，接收前述控制命令後產生一第一組電壓命令與一第二組電壓命令；
    - 一PWM載波模組，接收該PWM週期設定後產生一第一組載波信號與一第二組載波信號，該第一組載波信號與該第二組載波信號的相位差為180度，且根據該PWM命令更新時間設定將該第一組載波信號與該第二組載波信號的PWM命令更新時間同步，使第一組載波信號與第二組載波信號上數至波峰以及下數至波谷時皆會更新訊號；
    - 一第一組比較器，接收前述第一組電壓命令與第一組載波信號後產生一第一組調變電壓；
    - 一第二組比較器，接收前述第二組電壓命令與第二組載波信號後產生一第二組調變電壓；
    - 一第一組PWM逆變器，接收該第一組調變電壓後產生一第一組交流電壓，且傳送所述第一組交流電壓至一第一組馬達以驅動該第一組馬達；
    - 一第二組PWM逆變器，接收該第二組調變電壓後產生一第二組交流電壓，且傳送所述第二組交流電壓至一第二組馬達以驅動該第二組馬達。
2. 如請求項1所述之多軸馬達控制系統，其中，該些馬達總數量為

偶數軸時，將該些馬達依據總數平均分配為第一組馬達及第二組馬達。

3. 如請求項1所述之多軸馬達控制系統，其中，該些馬達總數量為奇數軸時，該第一組馬達和該第二組馬達其中一組的軸數多分配一個。
4. 如請求項1所述之多軸馬達控制系統，其中，該控制命令用以控制該些馬達做出所需對應的動作。
5. 如請求項1所述之多軸馬達控制系統，其中，該PWM載波模組包含一PWM載波產生元件、一控制元件、一PWM命令更新元件；該控制元件負責控制兩組載波之間的相位差設定、PWM週期設定與PWM命令更新時間設定，該PWM載波產生元件根據該控制元件提供的相位差設定與接收的PWM週期設定產生第一組載波信號與第二組載波信號，PWM命令更新元件根據該控制元件接收的PWM命令更新時間設定進行同步PWM命令更新。
6. 一種多軸馬達控制方法，應用於兩個以上的馬達驅動控制，其方法包括：

透過產生對多軸馬達的控制命令、PWM週期設定與PWM命令更新時間設定給一多軸馬達驅動器，該多軸馬達驅動器內包括一控制模組、一PWM載波模組、一第一組比較器、一第二組比較器、一第一組PWM逆變器及一第二組PWM逆變器；

該控制模組接收前述控制命令後產生一第一組電壓命令與一第二組電壓命令；且該PWM載波模組接收前述PWM週期設定與PWM命令更新時間設定後產生一第一組載波信號與一第二組載波信號，該第一組載波信號與該第二組載波信號的相位差為180度，且根據該PWM命令更新時間設

(10年4月16日替換頁)
---------------

定將該第一組載波信號與該第二組載波信號的PWM命令更新時間同步，使第一組載波信號與第二組載波信號上數至波峰以及下數至波谷時皆會更新訊號；

再透過該第一組比較器及第二組比較器，分別接收前述電壓命令與載波信號後產生調變電壓；以及

該第一組PWM逆變器及第二組PWM逆變器，分別接收前述調變電壓後產生交流電壓且藉此分別驅動一第一組馬達與一第二組馬達。

7. 如請求項6所述之多軸馬達控制方法，其中，該些馬達總數量為偶數軸時，將該些馬達依據總數平均分配為該第一組馬達及該第二組馬達。
8. 如請求項6所述之多軸馬達控制方法，其中，該些馬達總數量為奇數軸時，該第一組馬達和第二組馬達其中一組的軸數多分配一個。
9. 如請求項6所述之多軸馬達控制方法，其中，該控制命令用以控制該些馬達做出所需對應的動作。
10. 如請求項6所述之多軸馬達控制方法，其中，該PWM載波模組包含一PWM載波產生元件、一控制元件、一PWM命令更新元件；該控制元件負責控制兩組載波之間的相位差設定、PWM週期設定與PWM命令更新時間設定，該PWM載波產生元件根據該控制元件提供的相位差設定與接收的PWM週期設定產生第一組載波信號與第二組載波信號，PWM命令更新元件根據該控制元件接收的PWM命令更新時間設定進行同步PWM命令更新。

圖式

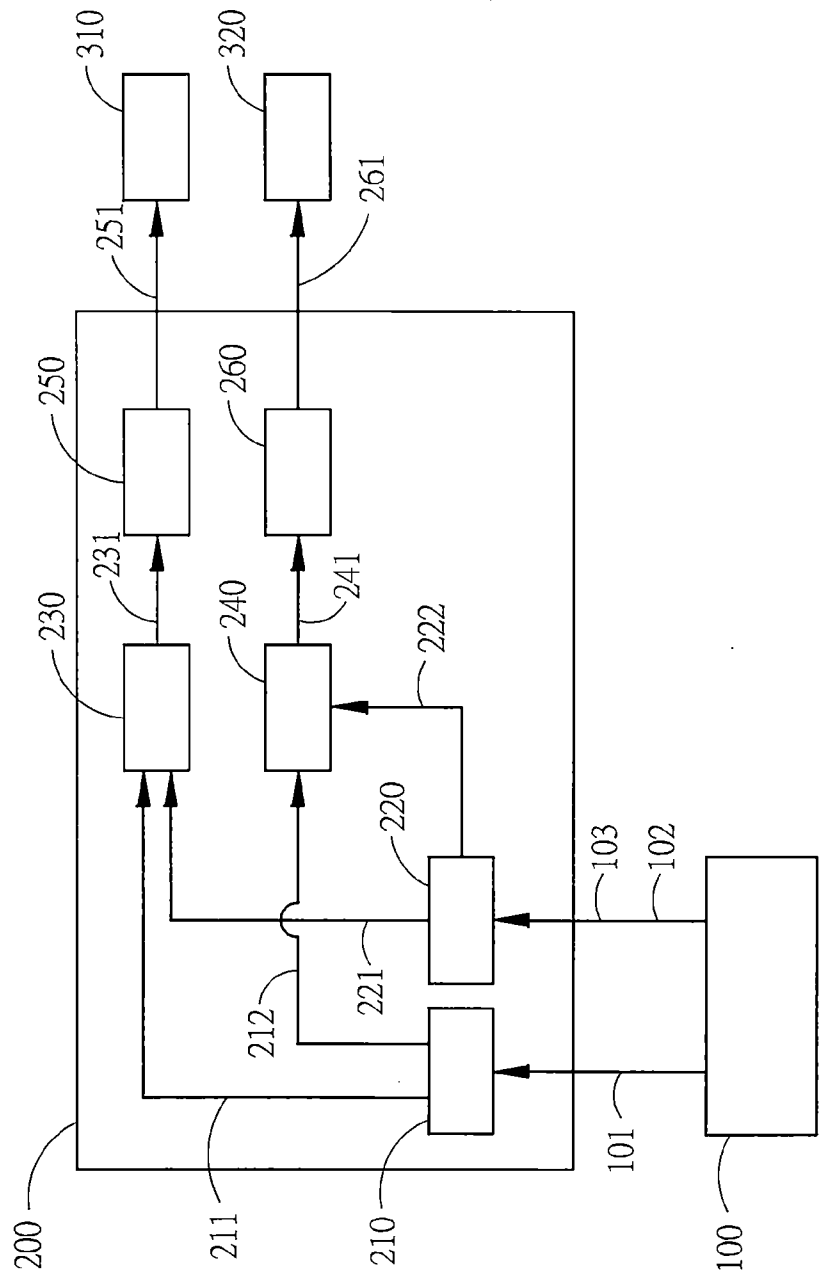


圖 1

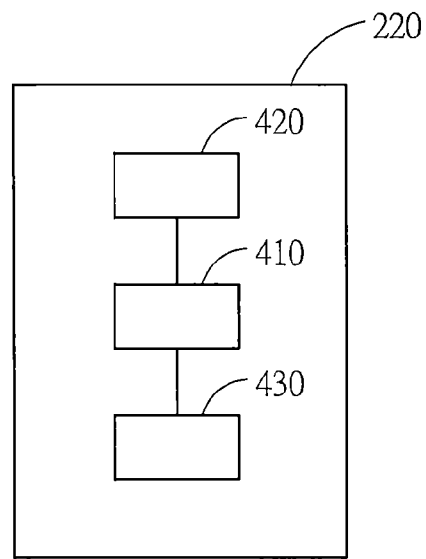


圖 2

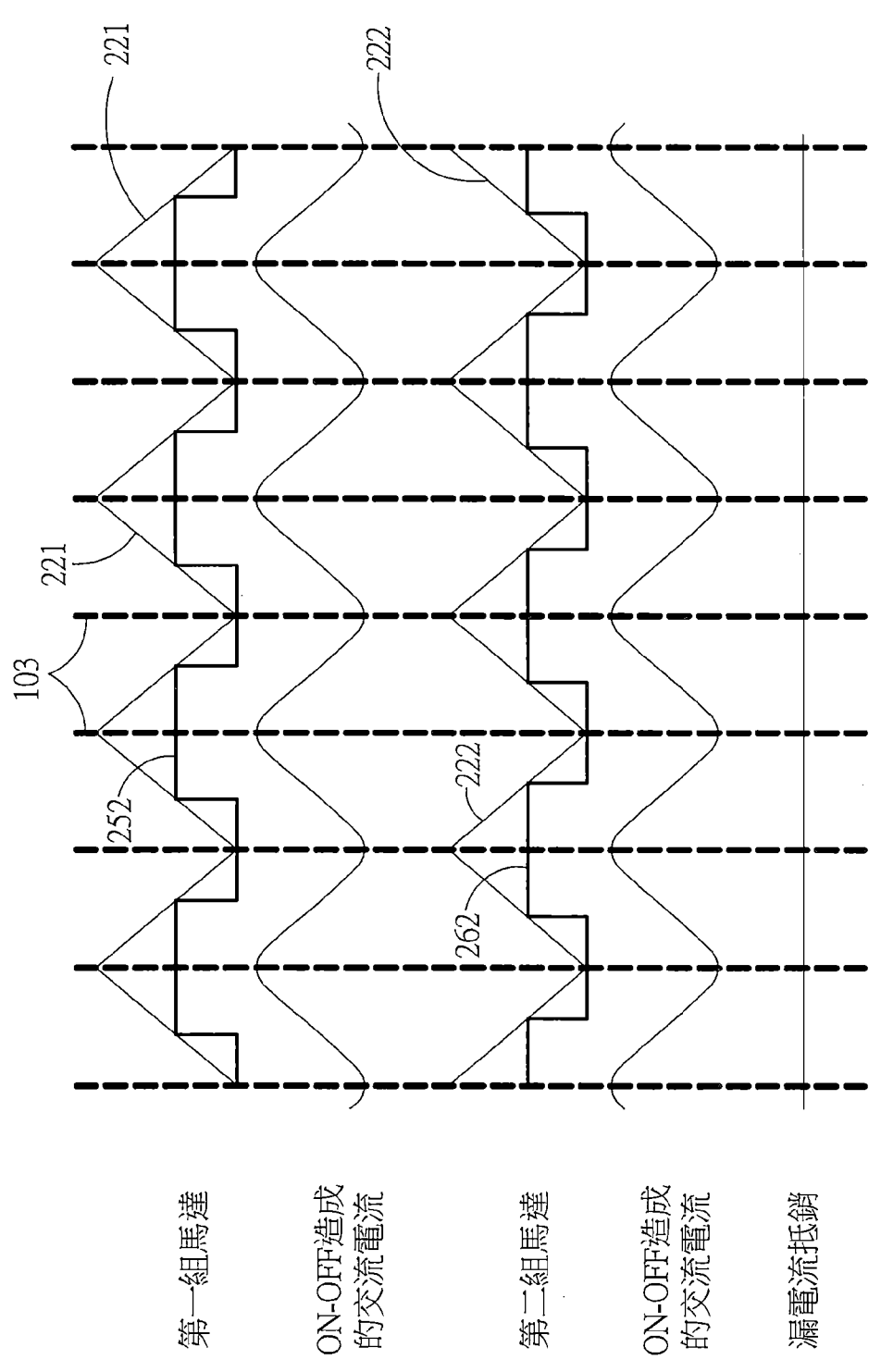


圖 3