



(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 I442691 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：100106827

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 03 月 01 日

(51)Int. Cl. : H02M7/537 (2006.01)

H02J17/00 (2006.01)

(30)優先權：2010/03/01 美國

61/339,166

2011/02/25 美國

13/034,975

(71)申請人：國家半導體公司(美國) NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION (US)  
美國

(72)發明人：布朗 詹姆士 史蒂芬 BROWN, JAMES STEVEN (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

CN 1402902A

CN 1739320A

US 6271651B1

US 6838860B2

US 7256568B2

WO 2010/014634A2

審查人員：林賜敬

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：10 共 0 頁

(54)名稱

用於無線功率轉換應用和其它應用的四分之三橋式功率轉換器

THREE-QUARTER BRIDGE POWER CONVERTERS FOR WIRELESS POWER TRANSFER  
APPLICATIONS AND OTHER APPLICATIONS

(57)摘要

一種四分之三橋式功率轉換器，包含一第一開關，被組構成將一開關節點選擇性地耦接至一較高電壓。該功率轉換器同時亦包含一第二開關，被組構成將該開關節點選擇性地耦接至一較低電壓。該功率轉換器更包含一第三開關，被組構成在該第一及第二開關未將該開關節點耦接至該較高及較低電壓之時選擇性地使一第三電壓被提供至該開關節點。該第三開關可以是被組構成將該開關節點選擇性地耦接至一能量儲存或能量源，諸如一電容器。該第三開關亦可以被組構成將一能量儲存或能量源選擇性地耦接至接地端，其中該能量儲存或能量源耦接至該開關節點。

A three-quarter bridge power converter includes a first switch configured to selectively couple a switch node to a higher voltage. The power converter also includes a second switch configured to selectively couple the switch node to a lower voltage. The power converter further includes a third switch configured to selectively cause a third voltage to be provided to the switch node when the first and second switches are not coupling the switch node to the higher and lower voltages. The third switch may be configured to selectively couple the switch node to an energy storage or energy source, such as a capacitor. The third switch may also be configured to selectively couple an energy storage or energy source to ground, where the energy storage or energy source is coupled to the switch node.

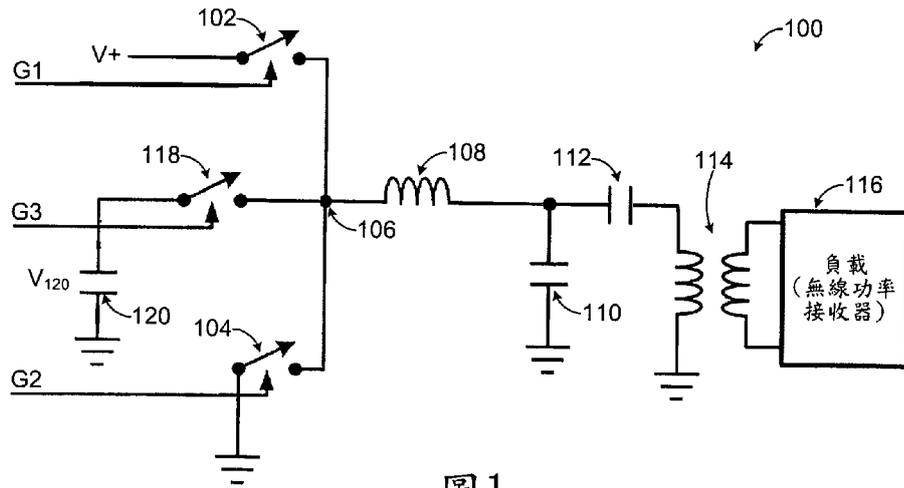


圖1

- 100 . . . 四分之三橋式功率轉換器
- 102 . . . 開關
- 104 . . . 開關
- 106 . . . 開關節點
- 108 . . . 電感器
- 110 . . . 輸出電容器
- 112 . . . 直流阻隔電容器
- 114 . . . 變壓器
- 116 . . . 負載
- 118 . . . 開關
- 120 . . . 電容器
- G1-G3 . . . 控制信號
- V<sub>120</sub> . . . 電容器
- 120 上的電壓
- V+ . . . 供應電壓

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100106827

Hom 7/537 (2006.01)

※申請日：100.3.1

※IPC 分類：H02M 17/00 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

用於無線功率轉換應用和其它應用的四分之三橋式功率轉換器

THREE-QUARTER BRIDGE POWER CONVERTERS  
FOR WIRELESS POWER TRANSFER APPLICATIONS  
AND OTHER APPLICATIONS

## 二、中文發明摘要：

一種四分之三橋式功率轉換器，包含一第一開關，被組構成將一開關節點選擇性地耦接至一較高電壓。該功率轉換器同時亦包含一第二開關，被組構成將該開關節點選擇性地耦接至一較低電壓。該功率轉換器更包含一第三開關，被組構成在該第一及第二開關未將該開關節點耦接至該較高及較低電壓之時選擇性地使一第三電壓被提供至該開關節點。該第三開關可以是被組構成將該開關節點選擇性地耦接至一能量儲存或能量源，諸如一電容器。該第三開關亦可以被組構成將一能量儲存或能量源選擇性地耦接至接地端，其中該能量儲存或能量源耦接至該開關節點。

### 三、英文發明摘要：

A three-quarter bridge power converter includes a first switch configured to selectively couple a switch node to a higher voltage. The power converter also includes a second switch configured to selectively couple the switch node to a lower voltage. The power converter further includes a third switch configured to selectively cause a third voltage to be provided to the switch node when the first and second switches are not coupling the switch node to the higher and lower voltages. The third switch may be configured to selectively couple the switch node to an energy storage or energy source, such as a capacitor. The third switch may also be configured to selectively couple an energy storage or energy source to ground, where the energy storage or energy source is coupled to the switch node.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

|                  |              |
|------------------|--------------|
| 100              | 四分之三橋式功率轉換器  |
| 102              | 開關           |
| 104              | 開關           |
| 106              | 開關節點         |
| 108              | 電感器          |
| 110              | 輸出電容器        |
| 112              | 直流阻隔電容器      |
| 114              | 變壓器          |
| 116              | 負載           |
| 118              | 開關           |
| 120              | 電容器          |
| G1-G3            | 控制信號         |
| V <sub>120</sub> | 電容器 120 上的電壓 |
| V+               | 供應電壓         |

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

相關申請案之交叉參考及優先權主張

本申請案主張在 35 U.S.C. §119(e) 的規範下於 2010 年 3 月 1 日所提出之美國臨時專利申請案第 61/339,166 號之優先權，本文以引用的方式將該案併入。

本揭示基本上係有關於功率轉換器(power converter)。更具體言之，本揭示係有關於用於無線功率轉換應用和其它應用的四分之三橋式功率轉換器(three-quarter bridge power converter)。

### 【先前技術】

許多功率轉換架構已被開發出來並使用於為數眾多的應用之中。常用的二種功率轉換架構係半橋式(half bridge)架構和全橋式(full bridge)架構。

在使用對稱驅動的半橋式架構之中，其缺點之一在於，在任何小於一最大驅動工作因數(duty factor)的情形下，均存在"空檔時間(dead time)"，半橋式中的開關在此期間內不工作(導通)。此可以致使電流流過該等開關的內接二極體(body diode)，造成巨大的漏損(通常是一等於或大於  $I^2R$  漏損之等級)。將蕭特基二極體(Schottky diode)與該等開關並聯可以有所幫助，但仍可能在某些運作條件期間造成巨大的蕭特基漏損。雖然不對稱的驅動可以解決上述的空檔時間問題，但缺點之一在於其通常導致不良的波形品質，而可能在一匹配網路之中需要低甚多的阻抗。此增加

半橋式循環 RMS 電流，同樣地增加漏損。

具備相位調變的全橋式架構可以解決空檔時間問題，因為電流永遠流過二個啟動之開關。然而，全橋式架構迫使一負載在一高共模電壓 (common mode voltage) 處被差動式地驅動，此在某些應用之中可能是一大缺點。

#### 【發明內容】

本揭示係有關於用於無線功率轉換應用和其它應用的四分之三橋式功率轉換器。

在第一態樣中，一種四分之三橋式功率轉換器包含一第一開關，被組構成將一開關節點選擇性地耦接至一較高電壓，以及一第二開關，被組構成將該開關節點選擇性地耦接至一較低電壓。該功率轉換器也包含一第三開關，被組構成在該第一及第二開關未將該開關節點耦接至該較高及較低電壓之時選擇性地使一第三電壓被提供至該開關節點。

在第二態樣中，一種系統包含一負載以及一四分之三橋式功率轉換器，被組構成提供功率至該負載。該功率轉換器包含一第一開關，被組構成將一開關節點選擇性地耦接至一較高電壓，以及一第二開關，被組構成將該開關節點選擇性地耦接至一較低電壓。該功率轉換器也包含一第三開關，被組構成在該第一及第二開關未將該開關節點耦接至該較高及較低電壓之時選擇性地使一第三電壓被提供至該開關節點。

在第三態樣中，一種方法包含利用第一及第二開關反

復地分別將一開關節點耦接至一較高電壓及一較低電壓。該方法也包含在該第一及第二開關未將該開關節點耦接至該較高及較低電壓之時利用一第三開關選擇性地提供一第三電壓至該開關節點。

### 【實施方式】

以下所述之圖 1 至圖 10，以及用以說明此專利文件中之本發明之原理的各種實施例均僅係用以例示，故不應以任何方式將其解讀為對本發明範疇之限制。熟習相關技術者應能理解，本發明之原理可以被實施於任何形式之經過適當配置的裝置或系統之中。

圖 1 至圖 6 例示依據本揭示之示範性四分之三橋式功率轉換器及相關細節。此等新型四分之三橋式功率轉換器拓樸架構可以被使用於眾多應用之中。一四分之三橋式功率轉換器可以大幅降低或大致排除關聯於對稱式脈衝寬度調變 (PWM) 半橋式功率轉換器之整流二極體 (commutating diode) 傳導漏損，同時維持一基本半橋式架構的許多優點。

適用此方式之一實例係在磁性耦合無線功率傳輸環境之中。在此等形式的環境中，一功率"發射器"(一變壓器之初級側)與一功率"接收器"(該變壓器之次級側)彼此實體分離。該功率發射器代表用以發送功率的任何適當結構，而該功率接收器代表用以接收功率的任何適當結構。實務上，上述變壓器之初級側位於一實體裝置之中，而上述變壓器之次級側則位於一完全分離的不同裝置之中。此外，接收器(次級)線圈可以是各種不同之形狀及尺寸，而發射器

及接收器可以是由不同公司製造。綜而言之，相較於其他隔離式(isolated)功率傳輸機制，此環境顯現出一些獨特的挑戰性：

- 確切的耦合係數  $k$  係未知的，且基本上低於一隔離式功率轉換器，故轉換比率可能難以預測；

- 為了最小化電磁干擾(electro-magnetic interference；EMI)並致能反應阻抗匹配之使用，波形應該盡可能是正弦波；

- 初級及次級側並非位於同一鐵芯(core)之上，且發射器線圈可以比接收器線圈大甚多，故可能存在不包含於鐵芯之中的磁通線(magnetic flux line)；且

- 為了簡化裝置並促進在一多重發射線圈之矩陣中之切換，其可能需要將發射(初級)線圈之一側耦接至接地端。

以下所顯示及所描述之四分之三橋式功率轉換器可以被使用於該等或其他環境以在運作期間降低功率漏損。

圖 1 例示一第一示範性四分之三橋式功率轉換器 100。如圖 1 所示，功率轉換器 100 包含開關 102-104，其可以代表使用於一半橋式功率轉換器架構中的典型開關。開關 102 耦接以接收一供應電壓  $V+$ ，而開關 104 耦接至接地端。上述之  $V+$  及接地電壓代表軌線電壓(rail voltage)。開關 102 可以在一控制信號 G1 的控制下選擇性地將供應電壓  $V+$  耦接至一開關節點 106。開關 104 可以在一控制信號 G2 的控制下選擇性地將開關節點 106 耦接至接地端。開關 102-104 各自均包含任何適當的開關結構，諸如一 MOSFET 或其他

電晶體元件。

開關節點 106 耦接至一電感器 108，其在此實例之中係耦接至一輸出電容器 110 以及一直流(DC)阻隔電容器 112。電感器 108 代表具有任何適當電感器值之任何適當感應結構。電容器 110-112 各自均代表具有任何適當電容值之任何適當電容性結構。

電容器 112 亦耦接至一線圈，其在此實例之中代表一變壓器 114 之初級側。變壓器 114 之次級側耦接至一負載 116。變壓器 114 包含用於以一隔離方式傳輸功率之任何適當結構。變壓器 114 的每一側可以具有任何適當結構，諸如一具有任何繞圈數目的線圈。如上所述，變壓器 114 之初級側可以包含一個不同發射線圈之矩陣，可被切換至或切離功率轉換器 100。

一第三開關 118 被加入功率轉換器 100 以形成四分之三橋式架構。該第三開關 118 選擇性地將開關節點 106 耦接至一能量儲存或能量源。此例中，上述之能量儲存或能量源係由一電容器 120 構成的功率儲存組件，雖然其可以使用任何其他適當之能量源或儲存組件。電容器 120 包含具有任何適當電容值之任何適當電容性結構。在一些實施例之中，漣波(ripple)可以是開關 118 導通期間電流流量之一嚴密函數(strict function)。實務上，將電容器 120 中之漣波限制在數百毫伏特可以是有效益性的，以降低或最小化電容器 120 中的介電漏損。此可以藉由增加電容器 120 的尺寸達成。

開關 118 可以在一控制信號 G3 的控制下選擇性地將開關節點 106 耦接至能量儲存或能量源。開關 118 包含用以將一能量儲存或能量源耦接至一特定節點之任何適當結構。舉例而言，開關 118 可以代表一提供雙向阻隔功能之結構。在一些實施例之中，開關 118 可以利用串聯之 MOSFET 電晶體(或其他種類之電晶體)實施而成。例如，開關 118 之構成可以是利用二個源極端耦接在一起的 MOSFET 並將其閘極接頭組構成接收該控制信號 G3。該等 MOSFET 之汲極端可以耦接至該能量儲存或能量源及該開關節點 106。在特定的實施例之中，功率轉換器 100 可以使用總共四個 MOSFET 或其他開關。

運作期間，控制信號 G1 及 G2(用於開關 102-104 之控制)可以與使用於半橋式結構中者完全相同。其可以在控制信號 G1 及 G2 二者均未被確立發出(停用)時確立發出(啟用)控制信號 G3(用於開關 118 之控制)。因此，當開關 102-104 二者均被切斷(不導通)之時，開關 118 被連通(導通)。開關節點 106 上的電壓因此可以與半橋式之情況類似，除了在開關 118 的導通期間，該電壓被箝制至一儲存於電容器 120 上的電壓  $V_{120}$ (或是一來自另一能量儲存或能量源之電壓)。取決於實施方式，上述之電壓  $V_{120}$  平均可以是供應電壓  $V+$  的一半。

以此方式，該四分之三橋式功率轉換器 100 可以在其運作期間降低或排除"空檔時間"，使得開關節點 106 隨時均連接至一電源軌線、一功率儲存組件、或一些其他能量儲

存或能量源。此可以大致排除整流二極體傳導漏損。

負載 116 代表用以自功率轉換器 100 接收電力之任何適當結構。例如，負載 116 可以包含一無線功率接收器，用於以無線的方式自功率轉換器 100 接收電力。該無線功率接收器可以構成一更大裝置的一部分，諸如一行動電話、可攜式電腦、或其他電子裝置。負載 116 亦可以代表一馬達(motor)，諸如一可逆型 DC 或 AC 馬達。任何其他適當之負載 116 均可以使用，諸如一 RL 負載。

圖 2 例示有關圖 1 之四分之三橋式功率轉換器 100 之示範模擬波形。如圖 2 所示，控制信號 G1 及 G2 包含用以連通開關 102-104 之脈衝。若控制信號 G1 及 G2 定義一 50% 工作因數，則在開關 102-104 均未導通時將不會出現空檔時間。然而，如圖 2 所示，在較低工作因數時，控制信號 G1 和 G2 的脈衝之間可以有顯著的空檔時間。如上所述，控制信號 G3 在控制信號 G1 及 G2 二者均係低位準時具有高位準脈衝，從而啟用開關 118 以將節點 106 耦接至電容器 120。此有助於降低或排除功率轉換器 100 中的空檔時間。

圖 2 同時亦例示位於開關節點 106 上的電壓( $V_{106}$ )、通過電感器 108 的電流( $I_L$ )、以及位於電容器 120 上的電壓( $V_{120}$ ) 此外，圖 2 例示通過三開關 102、104、118 之電流( $I_{102}$ 、 $I_{104}$ 、及  $I_{118}$ )。如圖 2 所示，當開關 102-104 將開關節點 106 交替地耦接至源電壓  $V+$  及接地端時，開關節點 106 上的電壓  $V_{106}$  不僅只是在高低位準之間擺盪。在該等時點之間(此在其他方式之中將形成空檔時間)，開關節點 106 係

耦接至電容器 120 且，在此實例之中，接收一大約等於源電壓  $V$  一半的電壓。

此處模擬的波形顯示出一個特別的控制信號對電感器電流  $I_L$  的相位關係。其係一針對該模擬所選擇之一諧振頻率與一運作頻率之函數。不同的選擇可以造成不同的相位關係。該四分之三橋式功率轉換器 100 之運作並未特別要求在所有開關電流 ( $I_{102}$ 、 $I_{104}$ 、和  $I_{118}$ ) 處之一諧振電路包辦導通電流  $I_L$  的整個  $360^\circ$  範圍，故理論上電流  $I_L$  可以一直在一低電阻路徑中流動。實務上，開關動作間的一些非交疊時間基本上被用以確保其中並無電流突然流過。

圖 3 例示一第二示範性四分之三橋式功率轉換器 300。如圖 3 所示，功率轉換器 300 包含耦接至一開關節點 306 之開關 302-304、一電感器 308、以及一輸出電容器 310。電容器 310 耦接至一線圈，其在此實例之中代表一變壓器 314 之初級側。一負載 316 耦接至變壓器 314 之次級側並可以代表一無線功率接收器。一開關 318 將諸如一電容器 320 之能量儲存或能量源耦接至該開關節點 306。在圖 3 之中，功率轉換器 300 之運作係利用由電感器 308、輸出電容器 310、以及變壓器 314 之初級側所構成之一串聯諧振架構。

圖 4 例示一第三示範性四分之三橋式功率轉換器 400。如圖 4 所示，功率轉換器 400 包含耦接至一開關節點 406 之開關 402-404。一輸出電容器 410 耦接至開關節點 406 及一線圈，該線圈在此實例之中代表一變壓器 414 之初級側。一負載 416 耦接至變壓器 414 之次級側並可以代表一無線

功率接收器。一開關 418 將諸如一電容器 420 之能量儲存或能量源耦接至該開關節點 406。在圖 4 之中，功率轉換器 400 之運作係利用由輸出電容器 410 以及變壓器 414 之初級側之漏電感 (leakage inductance) 所構成之一串聯諧振架構。

圖 5 例示一第四示範性四分之三橋式功率轉換器 500。如圖 5 所示，功率轉換器 500 包含耦接至一開關節點 506 之開關 502-504。一 DC 阻隔電容器 512 耦接至開關節點 506 及一線圈，該線圈在此處係代表一變壓器 514 之初級側。一負載 516 耦接至變壓器 514 之次級側。一開關 518 耦接至一介於該 DC 阻隔電容器 512 及變壓器 514 之間的節點 522。開關 518 選擇性地將節點 522 耦接至接地端。在圖 5 之中，功率轉換器 500 以一非諧振之方式運作。然而，開關 518 仍然可以在開關 502-504 的非導通時段期間被連通以避免有關空檔時間的問題。在此實施例之中，電容器 512 實際上係做為耦接至開關節點 506 之能量儲存或能量源，且開關 518 使得電容器 512 上的電壓可以在開關節點 506 處看見。

圖 6 例示一第五示範性四分之三橋式功率轉換器 600。如圖 6 所示，功率轉換器 600 包含耦接至一開關節點 606 之開關 602-604。一 DC 阻隔電容器 612 耦接至開關節點 606 以及一負載 616，其在此實例之中表示為一電感器 614 及一電阻器 615。一開關 618 耦接至一介於該 DC 阻隔電容器 612 及負載 616 之間的節點 622。開關 618 選擇性地將節點 622 耦接至接地端。在圖 6 之中，功率轉換器 600 對一電感式

負載而非一無線功率傳輸系統以一非諧振及非隔離式之方式運作。然而，同樣地，開關 618 仍然可以在開關 602-604 的非導通時段期間被連通以避免有關空檔時間的問題。在此實施例之中，電容器 612 實際上係做為耦接至開關節點 606 之能量儲存或能量源，且開關 618 使得電容器 612 上的電壓可以在開關節點 606 處看見。

相較於傳統之半橋式架構，四分之三橋式功率轉換器可以在不犧牲波形對稱性下增進效率。相較於傳統之全橋式架構，四分之三橋式功率轉換器可以具有一初級側連接至接地端之變壓器，可以有助於發射線圈矩陣之容易切換以及變壓器電壓及電流之容易量測。

雖然圖 1 至圖 6 例示示範性四分之三橋式功率轉換器及相關細節，但其可以對圖 1 至圖 6 進行許多修改。舉例而言，上述的四分之三橋式功率轉換器中的每一組件均可以實施成任何適當的形式。並且，顯示於圖 2 之波形僅係用以例示，且一四分之三橋式功率轉換器可以隨其實施方式利用不同的波形運作。此外，使用一電容器在功率轉換器運作期間做為提供/消耗能量之機制僅係用以例示。其亦可以採用其他能量儲存構件或能量源。例如，在其他的實施例之中，該電容器可以被置換成一雙向轉換器，其輸出一大約  $V+/2$  之電壓。該雙向轉換器可以藉由運作於一同步降壓模式而提供能量至第三開關 118、318、418，並藉由運作於一同步升壓模式而自開關 118、318、418 耗取能量(並將其返回至  $V+$ )。並且，圖 1 至圖 6 中的各個組件均可以被

結合、省略、或者進一步再細分，且可以依據特定之需求加入額外的組件。此外，此專利文件中的任一功率轉換器均可以在正常的半橋式運作期間使用多重開關以選擇性地將一開關節點耦接至不同的電壓軌線，諸如一較高之電壓  $V+$  及一較低之電壓(不一定是接地端)。

圖 7 例示依據本揭示之四分之三橋式功率轉換器之一示範性控制電路 700。其可以使用控制電路 700 以，舉例而言，對以上所述或以下所述的任一種四分之三橋式功率轉換器產生控制信號 G1-G3。在此實例之中，控制電路 700 使用一混合式類比及數位方式以產生該等控制信號。

如圖 7 所示，控制電路 700 包含一頻率字組單元 (frequency word unit) 702 以及一工作字組單元 (duty word unit) 704。此等單元 702-704 輸出代表用以驅動功率轉換器之一控制信號之頻率及工作週期 (duty cycle) 之數值。該等數值可以代表 24 位元之數值。一相位累積器 (phase accumulator) 706 利用頻率字組單元 702 之輸出運作。相位累積器 706 之一輸出被提供至一加法器 708，其將相位累積器 706 之輸出與工作字組單元 704 之輸出相加。

其辨識該相位累積器之輸出之一高次位元 (high-order bit)，並利用一最高有效位元 (MSB) 抽取單元 710 將其抽取出來。該相位累積器之輸出之高次位元被用以做為一參考相位。其辨識該加法器之輸出之一高次位元，並利用一 MSB 抽取單元 712 將其抽取出來。該加法器之輸出之高次位元被用以做為一可變相位。

介於上述的參考及可變相位之間的差異被用以產生控制信號 G1 及 G2(此處其係 PWM 信號)。特別是，MSB 抽取單元 710 之輸出被提供至一反相器 714 及一邏輯及閘(AND gate)720，而反相器 714 之輸出被提供至一邏輯及閘 716。MSB 抽取單元 712 之輸出被提供至一反相器 718 及邏輯及閘 716，而反相器 718 之輸出被提供至邏輯及閘 720。邏輯及閘 716 和 720 分別輸出控制信號 G1 和 G2。藉由利用一邏輯非或閘(NOR gate)722 執行 G1 及 G2 信號之邏輯 NOR 運算而產生控制信號 G3。信號 G3 因此在 G1 及 G2 均未確立發出時被確立發出。在此實例之中，工作因數解析度可以是大約  $1.2 \times 10^{-7}$ ，此可能遠較所需為佳。

控制信號 G1、G2、和 G3 在此例中可以具有低相位碎動(phase jitter)，諸如一時脈周期之相位碎動。對於一個 100 MHz 的時脈而言，此僅造成一 10 ns 的相位碎動。此方法，其在數學上係與直接數位合成(direct digital synthesis; DDS)相關，本質上可以實施一擾動添加(dithering)機制，強制使得工作因數之平均恰等於：

$$\text{工作因數} = (2 \times \text{工作字組}) / 2^{24}$$

(假定其係使用 24 位元之數值)。對於諧振式轉換器，由於諧振網路的高頻衰減(high frequency roll-off)，負載中的碎動可以為之縮減。

儘管圖 7 例示四分之三橋式功率轉換器之一示範性控制電路 700 之實例，但其可以對圖 7 進行許多修改。例如，其可以使用任何其他適當之組合邏輯或其他機制以產生適

當之控制信號。並且，圖 7 中的各個組件均可以被結合、省略、或者進一步再細分，且可以依據特定之需求加入額外的組件。

上述之功率轉換器拓樸結構可以使用於各種不同的應用。舉例而言，一四分之三橋式功率轉換器可以適用於可能使用半橋式轉換器的任何應用。此四分之三橋式轉換器對於半橋式轉換器中可能造成空檔時間的任何工作因數均具有較佳之效率(小於 50%工作因數)。

該四分之三橋式轉換器之另一應用係做為全橋式轉換器中需要將負載之一側或變壓器之一側連接至接地端之情況之一替代。此可以包含，舉例而言，使用多重發射線圈之應用，以及一或多個線圈可以選擇性地被耦接至該橋式電路之應用，此中之一實例顯示於圖 8 之中，其例示依據本揭示之具有多重發射線圈之一示範性四分之三橋式功率轉換器 800。

如圖 8 所示，功率轉換器 800 包含二開關 802-804，選擇性地將一節點 806 分別耦接至一源電壓  $V+$  及接地端。節點 806 同時亦耦接至一開關 818，其選擇性地將節點 806 耦接至一能量儲存或能量源(諸如一電容器 820)。在此實例之中，節點 806 耦接至多重串列，其中每一串列均包含彼此串聯之一線圈 814a-814n(諸如一電感器)及一電晶體 815a-815n(諸如一 MOSFET)。線圈 814a-814n 代表用以發送功率至一負載 816 之多重線圈。舉例言之，線圈 814a-814n 可以構成一多線圈功率發射台的一部分，其使得將負載 816

之一接收線圈 822 相對於該發射台置放之方式可以具有較大的自由度。

電容器 810a-810n 與電晶體 815a-815n 之內接二極體的串聯組合在每一串列之中容許一 DC 位準偏移，其等同於將該串列自圖 8 電路的其餘部分分離。其中存在一微小偏壓電流(諸如 FET 漏電流)之流動以維持該分離。此允許使用單一 MOSFET 做為電晶體 815a-815n 以在線圈 814a-814n 之間進行選擇。

儘管圖 8 例示具有多重發射線圈之四分之三橋式功率轉換器之一實例 800，但其可以對圖 8 進行許多修改。例如，功率轉換器 800 可以包含任何數目之發射線圈。

另一四分之三橋式功率轉換器可以包含使用電流及電壓感測裝置，圖 9 顯示一實例。在圖 9 之中，一四分之三橋式功率轉換器 900 包含耦接至一節點 906 之開關 902-904，該節點 906 同時亦耦接至一電容器 910。電容器 910 耦接至一線圈 914，其可以是一電感器或者是一變壓器的一部分(諸如一無線功率傳輸線圈)。一開關 918 將一能量儲存或能量源(諸如一電容器 920)耦接至該開關節點 906。

在此實例之中，一電壓感測單元 924 跨線圈 914 耦接，且一電流感測單元 926 與線圈 914 串聯。電壓感測單元 924 包含用以量測一電壓之任何適當結構，而電流感測單元 926 包含用以量測一電流之任何適當結構。在此實例之中，該四分之三橋式架構有助於將感測單元 924-926 使用於一單端模式，表示此等單元不必使用差動式信號。此可以促使

此等單元中的高共模排斥(common-mode rejection)需求之降低或排除。

儘管圖 9 例示具有電流及電壓感測裝置之四分之三橋式功率轉換器之一實例 900，但其可以對圖 9 進行許多修改。例如，感測單元 924-926 可以配合上述四分之三橋式電路的任一實施例使用。並且，功率轉換器 900 可以包含感測單元 924-926 中的其中一個而省略另一個。

顯示於以上電路中的每一組件均可以利用任何適當之結構實施。此外，該等圖式例示該等電路的示範性實施方式。在該等電路之中，均可以依據特定之需求加入、省略、結合、進一步細分、或移動組件。另一方面，以上所顯示的波形均僅係例示，用以表示電路之特定實施方式之可能或模擬之表現。

圖 10 例示依據本揭示之一利用四分之三橋式功率轉換器以進行功率轉換之示範性方法 1000。如圖 10 所示，在步驟 1002，接收一四分之三橋式功率轉換器之至少一驅動信號。此可以包含，舉例而言，一外部組件提供指定一預定頻率及工作因數之用以驅動四分之三橋式功率轉換器之一或多個信號。該外部組件可以表示用以控制該功率轉換器之任何適當來源，諸如一外部處理裝置或控制器。

該四分之三橋式功率轉換器中之開關的控制信號產生於步驟 1004。此可以包含，舉例而言，一控制電路產生功率轉換器的 G1-G3 控制信號。在一特別的實例中，此可以包含該控制電路產生 G1 及 G2 控制信號以在一預定之工作

因數下驅動該功率轉換器。此亦可以包含該控制電路產生 G3 控制信號，使得其在 G1 及 G2 控制信號均無效(低位準)之時變成有效(高位準)。

該四分之三橋式功率轉換器中之第一及第二開關在步驟 1006 被連通及切斷。如此進行以將該功率轉換器中之一開關節點耦接至較高及較低之軌線電壓，諸如  $V+$  及接地。該開關節點耗費於耦接至較高軌線電壓的總時間相對於較低電壓軌線的總時間定義出工作因數，且在第一及第二開關均被切斷時可能存在一些空檔時間。其可以透過 G1 及 G2 控制信號控制該第一及第二開關。

步驟 1008 之中，在該第一及第二開關的切斷期間，其使用一第三開關以將該開關節點耦接至一電壓。此可以包含，舉例而言，該第三開關關合，使得該開關節點處接收一位於一電容器上之電壓。該第三開關可以在上述之開關節點藉由該第一或第二開關耦接至一軌線時被斷開。此大致降低或排除四分之三橋式功率轉換器中之空檔時間。該第三開關可以由 G3 控制信號控制。

儘管圖 10 例示利用一四分之三橋式功率轉換器以進行功率轉換之一方法之實例 1000，但其可以對圖 10 進行許多修改。舉例而言，雖然其顯示為一連串循序之步驟，但圖 10 中的許多步驟可以重疊、並行發生、進行多次、或者是以不同之順序進行。

對於本專利文件中使用的特定單字及片語加以定義應有所助益。"耦接"一語及其衍生詞係表示組件之間的任何直

接或間接之通連，無論該等組件彼此之間是否有實體接觸。"包含"及"包括"等用語及其衍生用詞意味非局限性之含納。"或"一語係包容性的，表示"及/或"之意。"關聯"及"與其關聯"等語及其衍生用詞可以表示包含、被包含於其內、互連、含納、被含納於其內、連接至或連接於、耦接至或耦接於、可與其通連、配合、交錯、並列、接近、黏結至或黏結於、具有、具有某性質、有關或相關、或類似涵義。

雖然本揭示之說明係透過特定實施例以及基本上相關聯之方法，但此等實施例及方法之改造及變異對於熟習相關技術者應係顯而易見的。因此，上述示範性實施例之說明並非對本揭示加以界定或限制。其他變化、替換、及改造均有可能在未脫離本揭示之精神和範疇下達成，如同以下申請專利範圍所界定。

#### 【圖式簡單說明】

配合所附圖式之說明有助於對本揭示及其特徵之更加完整之理解，其中：

圖 1 至圖 6 例示依據本揭示之示範性四分之三橋式功率轉換器及相關細節；

圖 7 例示依據本揭示之四分之三橋式功率轉換器之一示範性控制電路；

圖 8 例示依據本揭示之具有多重發射線圈之一示範性四分之三橋式功率轉換器；

圖 9 例示依據本揭示之具有電流及電壓感測裝置之一示範性四分之三橋式功率轉換器；以及

圖 10 例示依據本揭示之一利用四分之三橋式功率轉換器以進行功率轉換之示範性方法。

【主要元件符號說明】

|     |             |
|-----|-------------|
| 100 | 四分之三橋式功率轉換器 |
| 102 | 開關          |
| 104 | 開關          |
| 106 | 開關節點        |
| 108 | 電感器         |
| 110 | 輸出電容器       |
| 112 | 直流阻隔電容器     |
| 114 | 變壓器         |
| 116 | 負載          |
| 118 | 開關          |
| 120 | 電容器         |
| 300 | 四分之三橋式功率轉換器 |
| 302 | 開關          |
| 304 | 開關          |
| 306 | 開關節點        |
| 308 | 電感器         |
| 310 | 輸出電容器       |
| 314 | 變壓器         |
| 316 | 負載          |
| 318 | 開關          |
| 320 | 電容器         |

|     |             |
|-----|-------------|
| 400 | 四分之三橋式功率轉換器 |
| 402 | 開關          |
| 404 | 開關          |
| 406 | 開關節點        |
| 410 | 輸出電容器       |
| 414 | 變壓器         |
| 416 | 負載          |
| 418 | 開關          |
| 420 | 電容器         |
| 500 | 四分之三橋式功率轉換器 |
| 502 | 開關          |
| 504 | 開關          |
| 506 | 開關節點        |
| 512 | 直流阻隔電容器     |
| 514 | 變壓器         |
| 516 | 負載          |
| 518 | 開關          |
| 522 | 節點          |
| 600 | 四分之三橋式功率轉換器 |
| 602 | 開關          |
| 604 | 開關          |
| 606 | 開關節點        |
| 612 | 直流阻隔電容器     |
| 614 | 電感器         |

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| 615       | 電阻器             |
| 616       | 負載              |
| 618       | 開關              |
| 622       | 節點              |
| 700       | 控制電路            |
| 702       | 頻率字組單元          |
| 704       | 工作字組單元          |
| 706       | 相位累積器           |
| 708       | 加法器             |
| 710       | 最高有效位元(MSB)抽取單元 |
| 712       | 最高有效位元(MSB)抽取單元 |
| 714       | 反相器             |
| 716       | 邏輯及閘            |
| 718       | 反相器             |
| 720       | 邏輯及閘            |
| 722       | 邏輯非或閘           |
| 800       | 四分之三橋式功率轉換器     |
| 802       | 開關              |
| 804       | 開關              |
| 806       | 節點              |
| 810a-810n | 電容器             |
| 814a-814n | 線圈              |
| 815a-815n | 電晶體             |
| 816       | 負載              |

|           |               |
|-----------|---------------|
| 818       | 開關            |
| 820       | 電容器           |
| 822       | 線圈            |
| 900       | 四分之三橋式功率轉換器   |
| 902       | 開關            |
| 904       | 開關            |
| 906       | 節點            |
| 910       | 電容器           |
| 914       | 線圈            |
| 918       | 開關            |
| 920       | 電容器           |
| 924       | 電壓感測單元        |
| 926       | 電流感測單元        |
| 1000      | 功率轉換之方法       |
| 1002-1008 | 步驟            |
| G1-G3     | 控制信號          |
| $I_L$     | 通過電感器 108 的電流 |
| $I_{102}$ | 通過開關 102 之電流  |
| $I_{104}$ | 通過開關 104 之電流  |
| $I_{118}$ | 通過開關 118 之電流  |
| $V_{106}$ | 開關節點 106 上的電壓 |
| $V_{120}$ | 電容器 120 上的電壓  |
| $V+$      | 供應電壓          |

## 七、申請專利範圍：

### 1. 一種四分之三橋式功率轉換器，包含：

一第一開關，被組構成將一開關節點選擇性地耦接至一較高電壓；

一第二開關，被組構成將該開關節點選擇性地耦接至一較低電壓；

一第三開關，被組構成在該第一及第二開關未將該開關節點耦接至該較高及較低電壓之時選擇性地使一第三電壓被提供至該開關節點；以及

一控制電路，被組構成產生該第一、第二、及第三開關之控制信號，其中該控制電路包含：

一相位累積器，被組構成接收一關聯一驅動頻率之數值；

一加法器，被組構成將該相位累積器之一輸出與一關聯一驅動工作因數之數值相加；

至少一抽取單元，被組構成識別在該相位累積器之一輸出中之一最高有效位元以及在該加法器之一輸出中之一最高有效位元；以及

組合邏輯，被組構成利用所述最高有效位元產生該控制信號。

2. 如申請專利範圍第1項所述之功率轉換器，其中該第三開關被組構成將該開關節點選擇性地耦接至一能量儲存或能量源。

3. 如申請專利範圍第2項所述之功率轉換器，其中該

第三開關被組構成將該開關節點選擇性地耦接至一電容器。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率轉換器，其中該第三開關被組構成將一能量儲存或能量源選擇性地耦接至接地端，該能量儲存或能量源耦接至該開關節點。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率轉換器，更包含：  
一電路，耦接至該開關節點並被組構成提供功率至一負載，該電路包含至少一線圈或變壓器繞組 (transformer winding)。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之功率轉換器，更包含下列項目中的至少一項：

一單端式電壓感測器，被組構成量測一跨該線圈或變壓器繞組之電壓；以及

一單端式電流感測器，被組構成量測一通過該線圈或變壓器繞組之電流。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率轉換器，其中：

該較高電壓包含一供應電壓；

該較低電壓包含接地；以及

該第三電壓大約是該供應電壓的一半。

8. 一種系統，包含：

一負載；以及

一四分之三橋式功率轉換器，被組構成提供功率至該負載，該功率轉換器包含：

一第一開關，被組構成將一開關節點選擇性地耦接至

一較高電壓；

一第二開關，被組構成將該開關節點選擇性地耦接至一較低電壓；

一第三開關，被組構成在該第一及第二開關未將該開關節點耦接至該較高及較低電壓之時選擇性地使一第三電壓被提供至該開關節點；以及

一控制電路，被組構成產生該第一、第二、及第三開關之控制信號，其中該控制電路包含：

一相位累積器，被組構成接收一關聯一驅動頻率之數值；

一加法器，被組構成將該相位累積器之一輸出與一關聯一驅動工作因數之數值相加；

至少一抽取單元，被組構成識別在該相位累積器之一輸出中之一最高有效位元以及在該加法器之一輸出中之一最高有效位元；以及

組合邏輯，被組構成利用所述最高有效位元產生該控制信號。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之系統，其中該第三開關被組構成將該開關節點選擇性地耦接至一能量儲存或能量源。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之系統，其中該第三開關被組構成將該開關節點選擇性地耦接至一電容器。

11. 如申請專利範圍第 8 項所述之系統，其中該第三開關被組構成將一能量儲存或能量源選擇性地耦接至接地

端，該能量儲存或能量源耦接至該開關節點。

12. 如申請專利範圍第 8 項所述之系統，其中該功率轉換器更包含：

一電路，耦接至該開關節點並被組構成提供功率至一負載，該電路包含至少一線圈或變壓器繞組。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之系統，其中該功率轉換器更包含以下項目中的至少一項：

一單端式電壓感測器，被組構成量測一跨該線圈或變壓器繞組之電壓；以及

一單端式電流感測器，被組構成量測一通過該線圈或變壓器繞組之電流。

14. 如申請專利範圍第 8 項所述之系統，其中：

該四分之三橋式功率轉換器包含一無線功率發射器的一部分；且

該負載包含一無線功率接收器。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之系統，其中該四分之三橋式功率轉換器耦接至一包含多重發射線圈或變壓器繞組之矩陣。

八、圖式：

(如次頁)

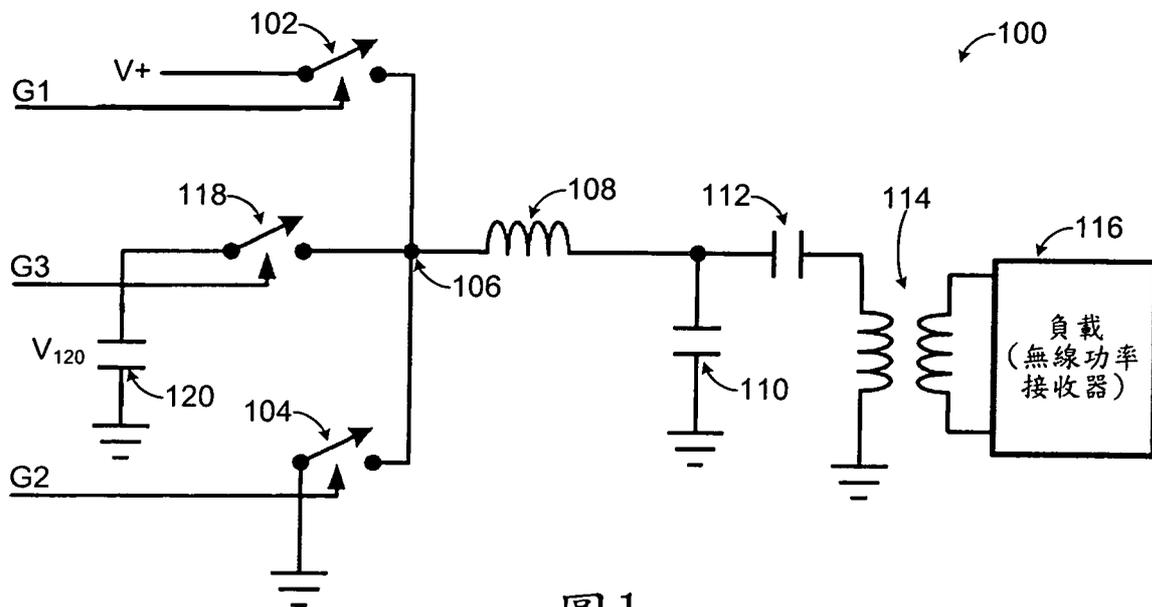


圖 1

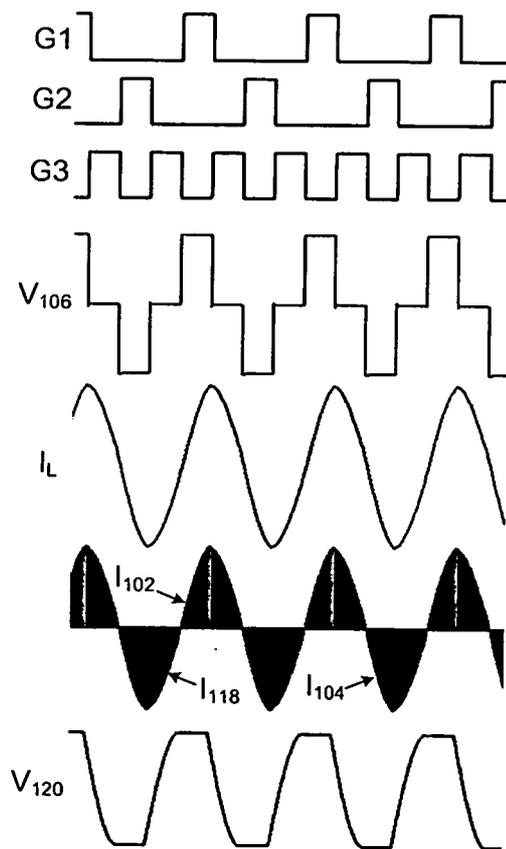


圖 2

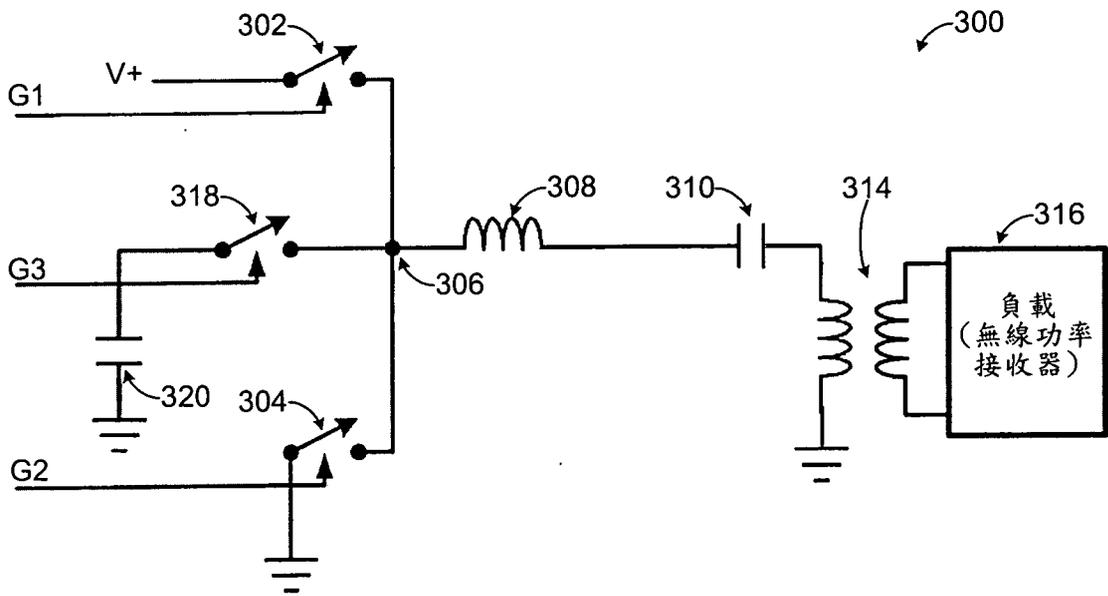


圖3

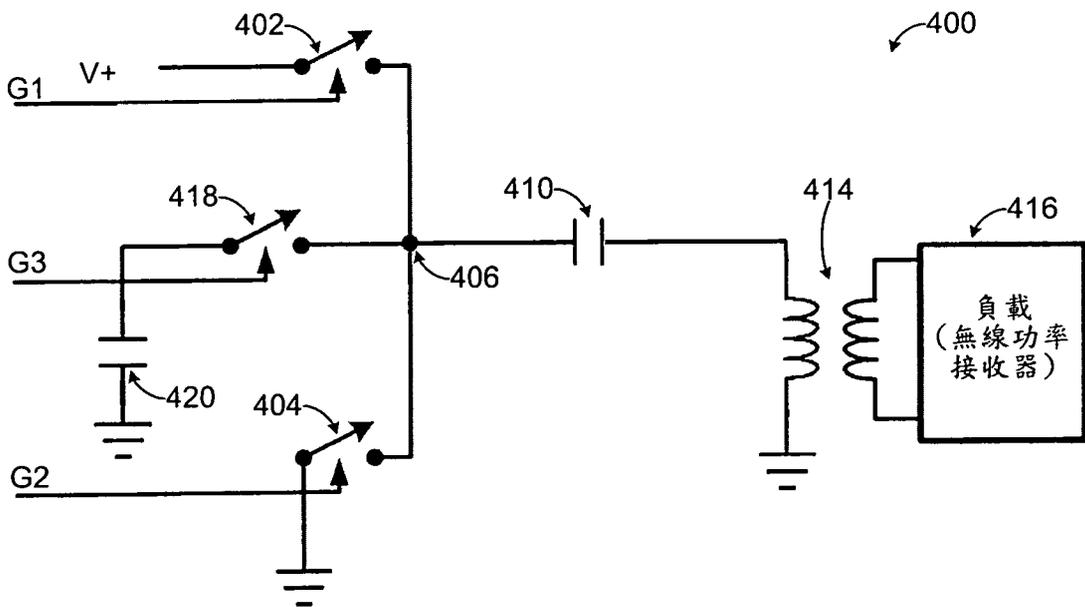


圖4

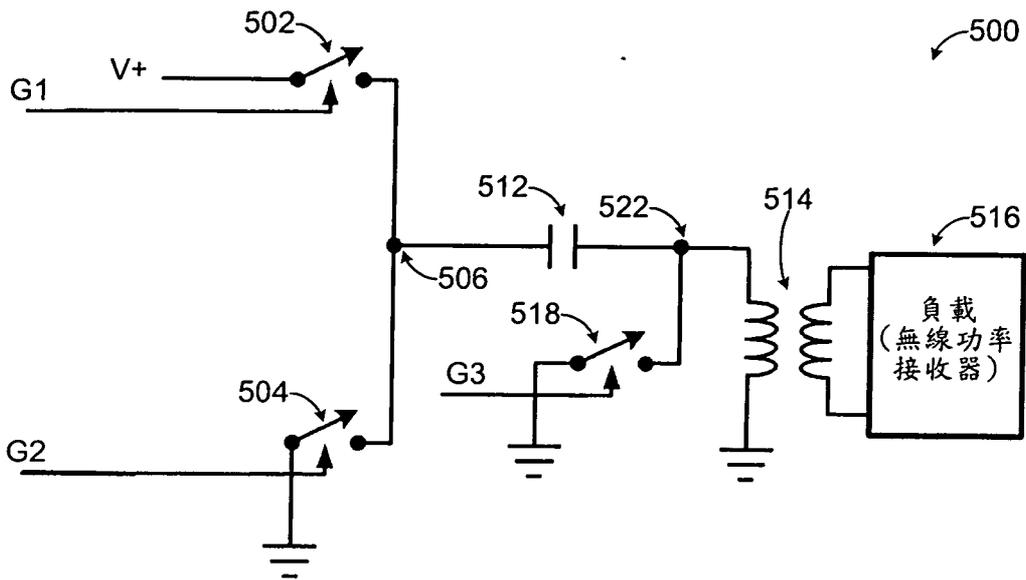


圖5

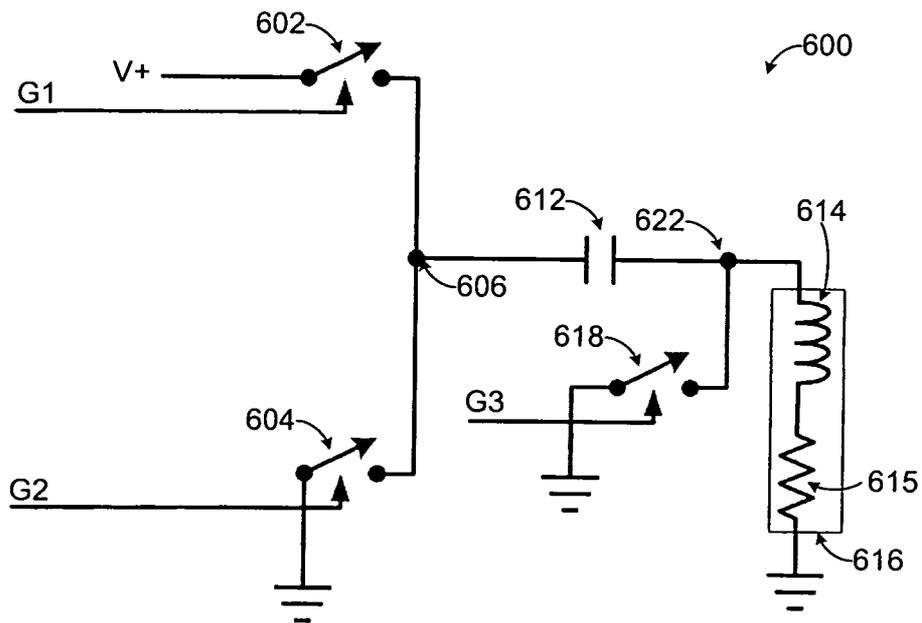


圖6

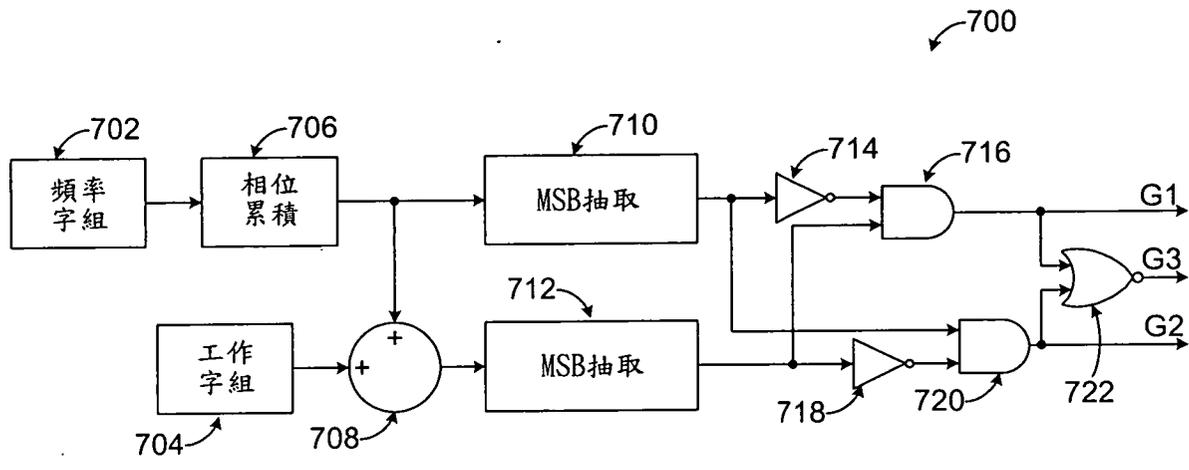


圖 7

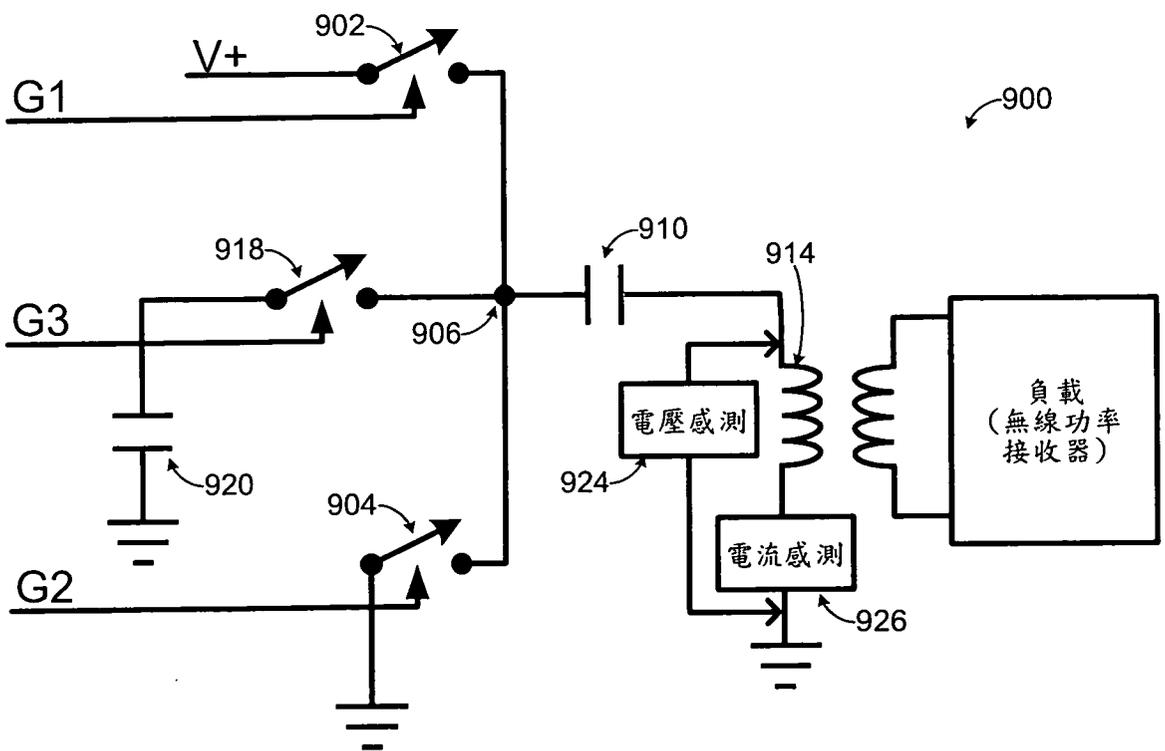
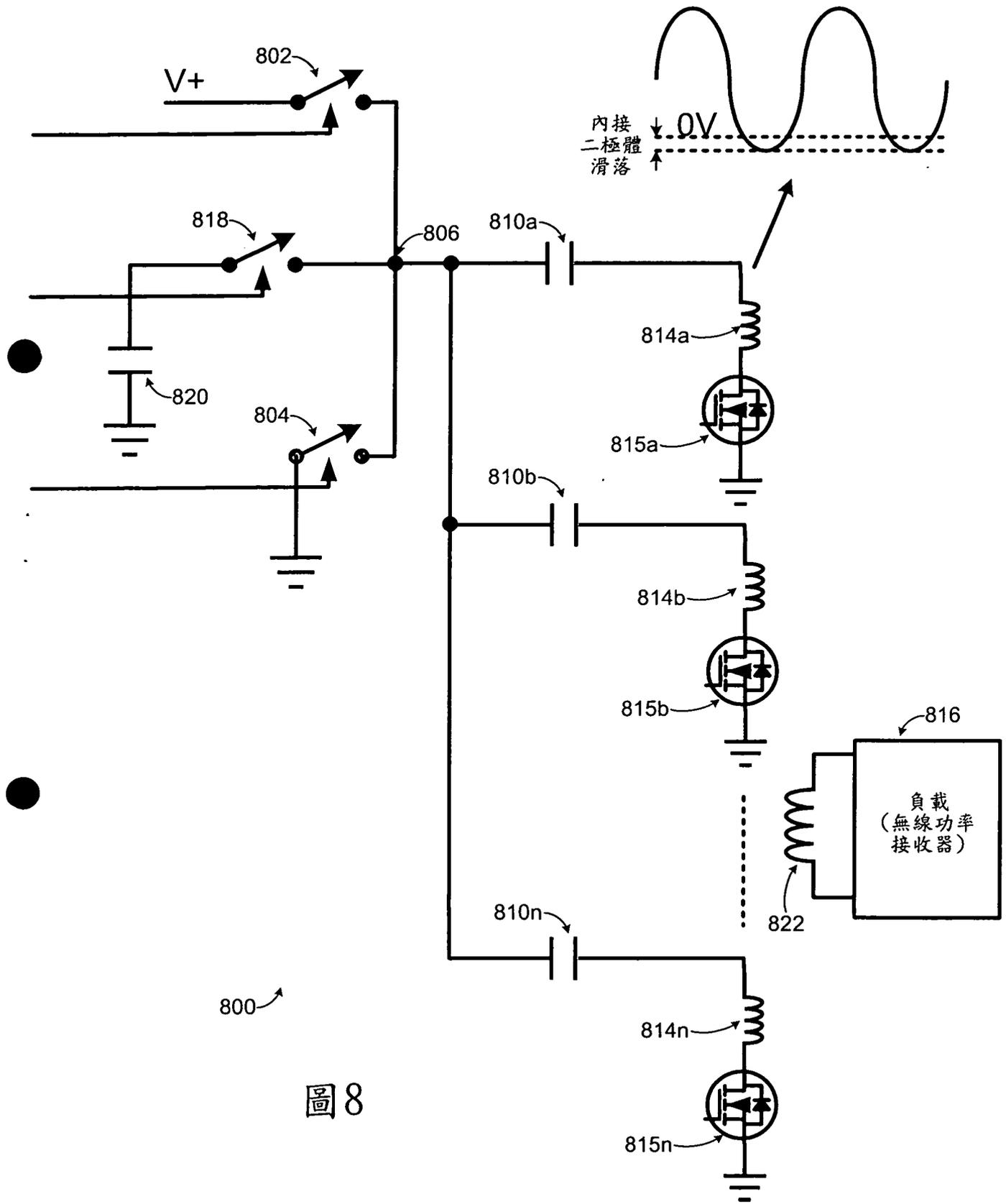


圖 9



800

圖 8

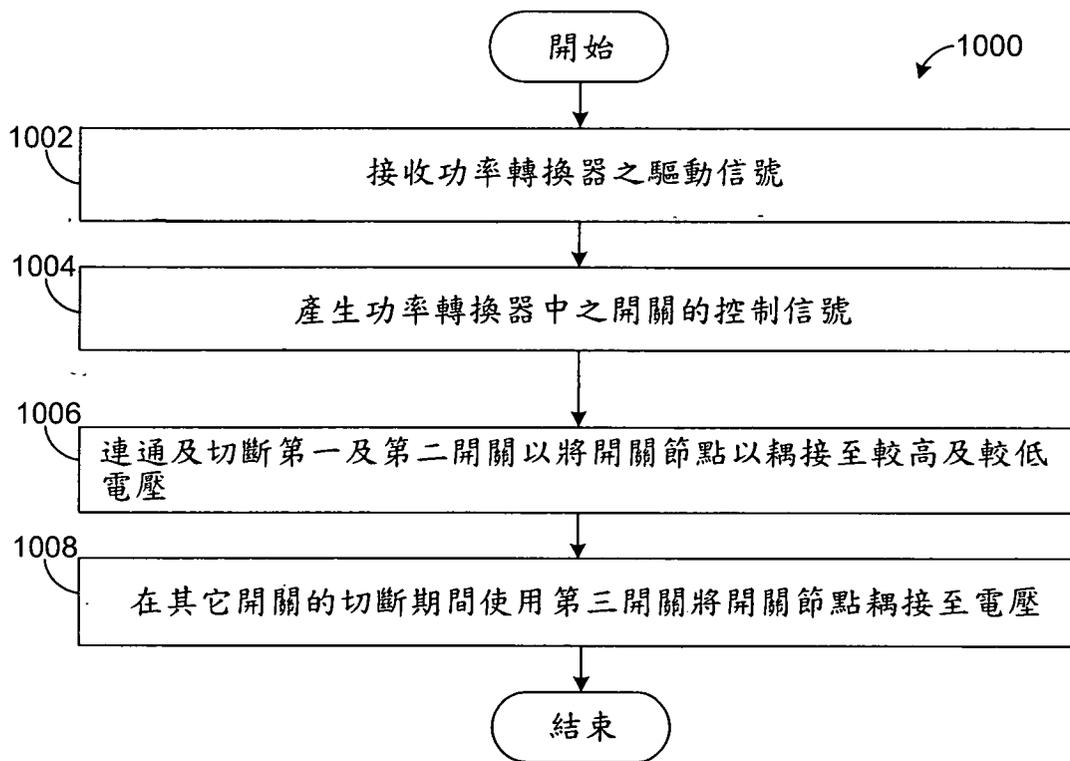


圖10