

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：05130314

※申請日期：05.8.17

※IPC 分類：H02M 3/335

一、發明名稱：(中文/英文)

諧振轉換器及其間歇式工作模式(Burst Mode)的啟動方法

RESONANT CONVERTER AND BURST MODE
STARTING METHOD THEREOF

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

台達電子工業股份有限公司

DELTA ELECTRONICS, INC.

代表人：(中文/英文) 鄭崇華 / Bruce C. H. Cheng

住居所或營業所地址：(中文/英文)

333 桃園縣龜山鄉山頂村興邦路 31-1 號

31-1 Shien Pan Road, Kuei San Industrial Zone, Taoyuan

Hsien 333, Taiwan, R.O.C.

國籍：(中文/英文)

中華民國 / Taiwan, R.O.C.

三、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 焦德智 / De-Zhi Jiao ID : 330302197809032419

2. 吳 韜 / Tao Wu ID : 320106197804083236

3. 林 棟 / Dong Lin ID : 330103197406261634

國 籍：(中文/英文)

1~3. 中華人民共和國 / People's Republic of China

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

國 籍：(中文/英文)

1~3. 中華人民共和國 / People's Republic of China

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本案係指一種諧振轉換器及其間歇式工作模式(Burst Mode)的啟動方法，特別是指應用於電源供應器(Power Supply Apparatus)的諧振直流-直流轉換器。

【先前技術】

近年來，電源供應器的發展趨勢如同大部分的電源產品一樣，朝著高效率(High Efficiency)、高功率密度(High Power Density)、高可靠性(High Reliability)以及低成本(Low Cost)的方向發展，特別是，為了達成節能與環保的目的，對於電源供應器運作於輕載或空載狀況下之較低電力損耗的要求亦與日俱增。

對於電源供應器中的諧振轉換器來說，間歇式工作模式(Burst Mode)是越來越普遍被使用的一種節能技術；舉例而言，筆記型電腦之適配器(Adapter)中的反激式(Flyback)交流-直流轉換器或是行動電話中的降壓式(Buck)直流-直流轉換器皆常常使用該項技術。

在電源供應器運作於輕載或空載狀況下，當使用間歇式工作模式進行控制時，處於切換模式的電源供應器係先以正常工作頻率 f_s 運作一段週期時間 T_{on} ，接著停止工作另一段週期時間 T_{off} ，最後再次地運作於該正常工作頻率 f_s 之下。其中， $1/(T_{on}+T_{off})$ 係永遠小於該正常工作頻率 f_s ，而電路損耗的減少比率係為 $T_{off}/(T_{on}+T_{off})$ 。

由前段敘述可知，使用間歇式工作模式進行控制的關鍵點在於：必須產生一個信號，用以偵測出該轉換器之負載狀況到達了應該啟動間歇式工作模式的時刻。習用技術中已提出了數種用於偵測轉換器之負載狀況的方法；諸如檢測轉換器中的變壓器之二次側電流、或是檢測中間值電壓(諸如處於切換模式之電源供應器的閉迴路中的回授電壓)等。

這種使用閉迴路回授電壓作為中間值電壓以觸發間歇式工作模式的控制方法常被應用在升壓式(Boost type)拓樸(諸如升壓電路、降-升壓式電路、以及反激式電路)以及降壓式(Buck type)拓樸(諸如降壓電路、正激電路、半橋電路、以及全橋電路)之中。當具有以上這些拓樸的轉換器運作於輕載狀況下時，其工作電流係處於不連續模式(DCM)，這會使得輸出電壓相對於輸入電壓的增益產生一顯著變化，而該變化則會反映在補償回路的電壓變化上。因此，透過偵測補償回路中的回授電壓便可以正確地獲得轉換器的負載狀況。

然而，這種補償回路中偵測回授電壓的方法應用在諧振轉換器的仍然具有其缺點，以下說明之。

請參閱第一圖，其為習用諧振直流-直流轉換器的電路圖。在第一圖中，諧振直流-直流轉換器 10 係由轉換電路級 11、變壓器 Tx、整流電路級 12、以及濾波及負載電路級 13 所構成；其中，轉換電路級 11 包括了諧振電容 Cr、諧振電感 Lr、和激磁電感 Lm，整流電路級 12 包括了二極體 D1 及 D2，而濾波及負載電

路級 13 則係由濾波電容 C_{out} 及負載 R_{load} 所構成。諧振直流-直流轉換器 10 的工作原理為，一直流電壓先經過開關 Q1、Q2 的切換藉由轉換電路級 11 接受高頻截波，再經過整流電路級 12 接受整流，最後被送至濾波及負載電路級 13 接受濾波後被輸出至負載 R_{load} 。

當使用前述之偵測補償回路的回授電壓之方法於第一圖的諧振直流-直流轉換器 10 時，由於諧振直流-直流轉換器 10 係利用頻率調變(Frequency Modulation)方法所控制，因此其工作頻率在不同的負載狀況下時並不會改變太多，而若是工作頻率無須改變太多，回授電壓也不會改變太多，此時便很難僅藉由檢測中間值電壓來實行間歇式工作模式的控制；而替代的方案為，藉由檢測變壓器 Tx 的二次側電流來實行間歇式工作模式的控制，但此種方案卻又過於複雜而較不合乎製造成本。

職是之故，申請人鑑於習知技術之缺失，乃經悉心試驗與研究，並一本鍥而不捨之精神，終構思出本案，以下為本案之簡要說明。

【發明內容】

本案之主要構想為提出一種諧振轉換器及其間歇式工作模式的啟動方法，可使得該諧振轉換器所具有之補償回路的回授電壓更容易地被偵測到，而能更適切而完美地啟動該諧振轉換器的間歇式工作模式。

根據本案之主要構想，提出一種諧振轉換器，包括：一轉換電路級；一變壓器，耦接於該轉換電路級，將該轉換電路級之輸出由一次側感應至二次側；一整流電路級，耦接於該變壓器之二次側，對該變壓器之輸出進行整流；一濾波及負載電路級，耦接於該整流電路級，對該整流電路級之輸出進行濾波並輸出；以及一充電泵電路，耦接於該整流電路級，該充電泵電路對該濾波及負載電路級充電並使得該濾波及負載電路級的一電位高於一預定值，藉此使得該諧振轉換器啟動間歇式工作模式。

根據本案之主要構想，另提出一種諧振轉換器，包括：一轉換電路級；一變壓器，耦接於該轉換電路級，將該轉換電路級之輸出由一次側感應至二次側；一整流電路級，耦接於該變壓器之二次側，對該變壓器之輸出進行整流；一濾波及負載電路級，耦接於該整流電路級，對該整流電路級之輸出進行濾波並輸出；以及一充電泵電路，耦接於該變壓器，該充電泵電路對該濾波及負載電路級充電並使得該濾波及負載電路級的一電位高於一預定值，藉此使得該諧振轉換器啟動間歇式工作模式。

根據本案之主要構想，再提出一種諧振轉換器之間歇式工作模式的啟動方法，該諧振轉換器包括一轉換電路級、將該轉換電路級之輸出由一次側感應至二次側的一變壓器、對該變壓器之輸出進行整流的一整流電路級、以及對該整流電路級之輸出進行濾波並輸

出的一濾波及負載電路級，該啟動方法包括下列步驟：提升該濾波及負載電路級的一電位至高於一預定值，使得該諧振轉換器所具有的一回授電壓產生一變化；以及根據該變化使得該諧振轉換器啟動間歇式工作模式。

本案得藉由下列圖式及詳細說明，俾得更深入之了解：

【實施方式】

請參閱第二圖，其為本案諧振轉換器第一較佳實施例的電路圖，在第二圖中，與前述第一圖相同的電路元件係標示相同的圖示符號。與第一圖的習用技術相類似，諧振直流-直流轉換器 20 主要係由轉換電路級 21、變壓器 Tx、整流電路級 22、以及濾波及負載電路級 23 所構成；其中，轉換電路級 21 包括了激磁電感 Lm 以及由諧振電容 Cr 及諧振電感 Lr 彼此串聯所構成的一諧振電路，整流電路級 22 包括了二極體 D1 及 D2，而濾波及負載電路級 23 則係由濾波電容 Cout 及負載 Rload 所構成。

諧振直流-直流轉換器 20 的工作原理為，一直流電壓先經過開關 Q1、Q2 的切換藉由轉換電路級 21 接受高頻截波，再由變壓器 Tx 由一次側感應至二次側之後，經過整流電路級 22 的整流，最後被送至濾波及負載電路級 23 接受濾波後被輸出至負載 Rload。

惟不同之處在於，本案係在整流電路級 22 上耦接

了一個運作功能等同於充電泵(Charge Pump)的電路 24。在第二圖所示的實施例中，充電泵電路 24 係由一電容 Ca1 所構成，其係並聯耦接於整流電路級 22 的其中一個二極體 D1，以下說明電容 Ca1 在本案的運作方式。

在開關 Q1 關閉(OFF)且開關 Q2 開啟(ON)的半個週期之中，對電容 Ca1 充電；而在開關 Q1 開啟且開關 Q2 關閉的半個週期之中，則令電容 Ca1 放電，此時，電容 Ca1 所放出的電能會被傳送至濾波電容 Cout，這個機制則增加了每個週期中所傳送到濾波及負載電路級 23 的能量。當諧振直流-直流轉換器 20 工作於輕載時，這股被傳送至濾波電容 Cout 的額外電能使得濾波電容 Cout 被充電至其電位高於一預定值---轉換器 20 之封閉回路的電位設定點---，此時，轉換器 20 所連接的一補償回路(圖中未示出)所具有的一回授電壓將因為這個原因而增加操作頻率藉以降低輸出端電壓，此舉會使得該補償回路中的該回授電壓產生一跳變，此時，轉換器 20 即可將所偵測到的該跳變作為一觸發信號以啟動間歇性工作模式。

請參閱第三圖，其為本案諧振轉換器第二較佳實施例的電路圖，在第三圖中，與前述第二圖相同的電路元件係標示相同的圖示符號，在此實施例中，整流電路級 32 雖然同樣係採用由二極體所構成之全波整流電路的結構，但卻於二極體 D1 及 D2 上分別並聯耦接了一個電容 Ca1 及 Ca2 以構成該充電泵電路，以達

成如同前述之啟動間歇性工作模式的功能。須要注意的是，與前述的第一較佳實施例相比稍微不同之處在於，在第一較佳實施例中，被傳送至輸出端的電能在一半週期中係大於另一半週期所傳送者；而在本實施例中，被傳送至輸出端的電能在兩個半週期中皆相等。

請參閱第四圖，其為本案諧振轉換器第三較佳實施例的電路圖，在第四圖中，與前述第三圖相同的電路元件係標示相同的圖示符號，惟在此實施例中，整流電路級係改採用由二極體所構成之全橋整流電路的結構，其中於二極體 D1~D4 上分別並聯耦接了一個電容 Ca1~Ca4 以構成該充電泵電路，以達成如同前述之啟動間歇性工作模式的功能。

請參閱第五圖，其為本案諧振轉換器第四較佳實施例的電路圖，在第五圖中，與前述第四圖相同的電路元件係標示相同的圖示符號，在此實施例中，整流電路級 32 雖然同樣係採用由二極體所構成之全橋整流電路的結構，但卻僅於二極體 D1 及 D4 上分別並聯耦接了一個電容 Ca1 及 Ca4 以構成該充電泵電路，以達成如同前述之啟動間歇性工作模式的功能。

請參閱第六圖，其為本案諧振轉換器第五較佳實施例的電路圖，在第六圖中，與前述第五圖不同之處為，改為於二極體 D1 及 D2 上分別並聯耦接了一個電容 Ca1 及 Ca2 以構成該充電泵電路，以達成如同前述之啟動間歇性工作模式的功能。

請參閱第七圖，其為本案諧振轉換器第六較佳實

施例的電路圖，在第七圖中，與前述第六圖不同之處為，改為僅於二極體 D1 上並聯耦接了一個電容 Ca1 以構成該充電泵電路，以達成如同前述之啟動間歇性工作模式的功能。

值得注意的是，前述第二~七圖的各實施例雖然皆係以實體的電容進行耦接以實現本案的轉換器，但亦可以採用各整流電路級的寄生電容來取代，以達成同樣的目的。

另外，除了前述第二~七圖所提出將充電泵電路耦接至整流電路級的結構，對於熟習本項技術者來說，在滿足相同功能的前提之下，還可構思出將充電泵電路耦接至變壓器 Tx 的結構，以下對其加以說明。

請參閱第八圖，其為本案諧振轉換器第七較佳實施例的電路圖，在第八圖中，與前述第二圖相同的電路元件係標示相同的圖示符號，惟在此實施例中，係將構成充電泵電路 84 的電容 Ca 耦接至變壓器 Tx 的一次側，以達成如同前述之啟動間歇性工作模式的功能。

除了第八圖的電路結構之外，對於熟習本項技術者來說，還可以將構成充電泵電路的電容 Ca 耦接至變壓器 Tx 的二次側，以達成如同前述之啟動間歇性工作模式的功能，如第九圖的第八實施例所示；在第九圖中，電容 Ca 係耦接於具有中央抽頭(Center Tap)結構之二次側的變壓器 Tx，而第十圖則是在中央抽頭的兩側各連接一電容 Ca1、Ca2 的第九實施例。

值得注意的是，前述第八~十圖的各實施例雖然皆

係以實體的電容進行耦接以實現本案的轉換器，但亦可以採用各變壓器的寄生電容來取代，以達成同樣的目的。

以上所列各實施例中整流電路構成元件雖然都以二極體為例，但實際上其他半導體器件例如 Mosfet, IGBT 等都可以作為構成元件。

綜上所述，本案係提供一種諧振轉換器及其間歇式工作模式的啟動方法，係在傳統的諧振轉換器之整流電路級或變壓器耦接電容，使得該諧振轉換器所具有之補償回路的回授電壓更容易地被偵測到，而能更適切而完美地啟動該諧振轉換器的間歇式工作模式

本案得由熟悉本技藝之人士任施匠思而為諸般修飾，然皆不脫如附申請專利範圍所欲保護者。

【圖式簡單說明】

第一圖：習用諧振直流-直流轉換器的電路圖；

第二圖：本案諧振轉換器第一較佳實施例的電路圖；

第三圖：本案諧振轉換器第二較佳實施例的電路圖；

第四圖：本案諧振轉換器第三較佳實施例的電路圖；

第五圖：本案諧振轉換器第四較佳實施例的電路圖；

第六圖：本案諧振轉換器第五較佳實施例的電路圖

圖；

第七圖：本案諧振轉換器第六較佳實施例的電路

圖；

第八圖：本案諧振轉換器第七較佳實施例的電路

圖；

第九圖：本案諧振轉換器第八較佳實施例的電路

圖；及

第十圖：本案諧振轉換器第九較佳實施例的電路

圖。

【主要元件符號說明】

10、20、30、40、50 諧振直流-直流轉換器

60、70、80、90、100 諧振直流-直流轉換器

11、21 轉換電路級

12、22、32 整流電路級

13、23 濾波及負載電路級

24、84 充電泵電路

Ca、Ca1、Ca2、Ca3、Ca4 電容

Cout 濾波電容

Cr 諧振電容

D1、D2 二極體

Lm 激磁電感

Lr 諧振電感

Rload 負載

Q1、Q2 開關

Tx 變壓器

五、中文發明摘要：

本案係指一種諧振轉換器及其間歇式工作模式(Burst Mode)的啟動方法，該諧振轉換器包括一轉換電路級、將該轉換電路級之輸出由一次側感應至二次側的一變壓器、對該變壓器之輸出進行整流的一整流電路級、對該整流電路級之輸出進行濾波並輸出的一濾波及負載電路級、以及耦接於該變壓器或該整流電路級的一充電泵(Charge Pump)電路，該啟動方法係利用該充電泵電路提升該濾波及負載電路級的一電位至高於一預定值，使得該諧振轉換器所具有的一回授電壓產生一變化，並根據該變化使得該諧振轉換器啟動間歇式工作模式。

六、英文發明摘要：

A resonant converter and burst mode starting method thereof are provided. The resonant converter includes a converting stage, a transformer to induct the output of the converting stage from the primary side to the secondary side, a rectifying stage to rectify the output of the transformer, a filtering and load stage to filter and output the output of the rectifying stage, and a charge pump circuit coupled to the transformer or the rectifying stage. The charge pump circuit is for raising a voltage level of the filtering and load stage to higher than a predetermined

value so that a feedback voltage of the resonant converter varies. The burst mode of the resonant converter is then started in accordance with the variance.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第二圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

20 諧振直流-直流轉換器

21 轉換電路級

22 整流電路級

23 濾波及負載電路級

24 充電泵電路

Ca1 電容

Cout 濾波電容

Cr 諧振電容

D1、D2 二極體

Lm 激磁電感

Lr 諧振電感

Rload 負載

Q1、Q2 開關

Tx 變壓器

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：

1. 一種諧振轉換器，包括：

一轉換電路級；

一變壓器，耦接於該轉換電路級，將該轉換電路級之輸出由一次側感應至二次側；

一整流電路級，耦接於該變壓器之二次側，對該變壓器之輸出進行整流；

一濾波及負載電路級，耦接於該整流電路級，對該整流電路級之輸出進行濾波並輸出；以及

一充電泵(Charge Pump)電路，耦接於該整流電路級，該充電泵電路對該濾波及負載電路級充電並使得該濾波及負載電路級的一電位高於一預定值，藉此使得該諧振轉換器啟動間歇式工作模式(Burst Mode)。

2. 如申請專利範圍第 1 項之諧振轉換器，其中該轉換電路級包括一諧振電路以及一激磁電感，該激磁電感並聯於該變壓器一次側之後再與該諧振電路串聯。

3. 如申請專利範圍第 2 項之諧振轉換器，其中該諧振電路包括彼此串聯的一諧振電容及一諧振電感。

4. 如申請專利範圍第 1 項之諧振轉換器，其中該整流電路係選自一全波整流電路及一全橋整流電路其中之一，構成元件為半導體器件。

5. 如申請專利範圍第 4 項之諧振轉換器，其中該充電泵電路係由至少一電容所構成，且該電容係耦接於該整流電路的至少一構成元件。

6. 如申請專利範圍第 1 項之諧振轉換器，更連接於一

補償回路，該補償回路所具有的一回授電壓在該充電泵電路所放電能使得該濾波及負載電路級的該電位高於該預定值時產生一變化，該諧振轉換器即根據該變化啟動間歇式工作模式。

7.一種諧振轉換器，包括：

一轉換電路級；

一變壓器，耦接於該轉換電路級，將該轉換電路級之輸出由一次側感應至二次側；

一整流電路級，耦接於該變壓器之二次側，對該變壓器之輸出進行整流；

一濾波及負載電路級，耦接於該整流電路級，對該整流電路級之輸出進行濾波並輸出；以及

一充電泵(Charge Pump)電路，耦接於該變壓器，該充電泵電路對該濾波及負載電路級充電並使得該濾波及負載電路級的一電位高於一預定值，藉此使得該諧振轉換器啟動間歇式工作模式(Burst Mode)。

8.如申請專利範圍第 7 項之諧振轉換器，其中該轉換電路級包括一諧振電路以及一激磁電感，該激磁電感並聯於該變壓器一次側之後再與該諧振電路串聯。

9.如申請專利範圍第 8 項之諧振轉換器，其中該諧振電路包括彼此串聯的一諧振電容及一諧振電感。

10.如申請專利範圍第 7 項之諧振轉換器，其中該整流電路係選自一全波整流電路及一全橋整流電路其中之一，構成元件為半導體器件。

11.如申請專利範圍第 7 項之諧振轉換器，其中該充電

泵電路係由至少一電容所構成，且該電容係耦接於該變壓器的一次側。

12.如申請專利範圍第7項之諧振轉換器，其中該充電泵電路係由至少一電容所構成，且該電容係耦接於至少該變壓器二次側的一部分。

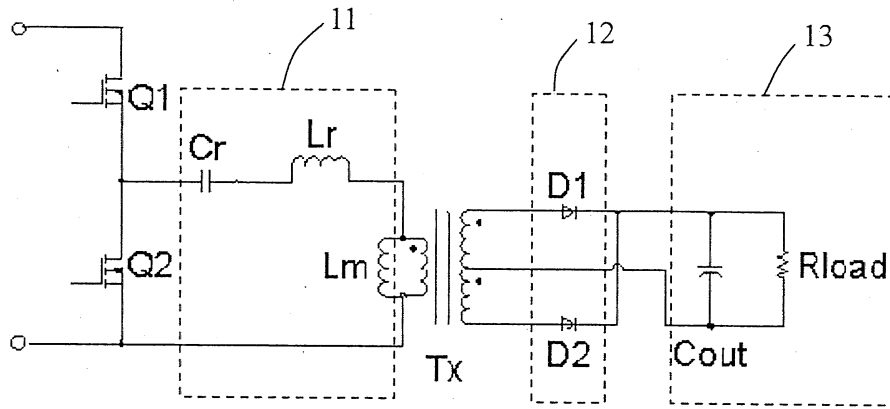
13.如申請專利範圍第7項之諧振轉換器，更連接於一補償回路，該補償回路所具有的一回授電壓在該充電泵電路所放電能使得該濾波及負載電路級的該電位高於該預定值時產生一變化，該諧振轉換器即根據該變化啟動間歇式工作模式。

14.一種諧振轉換器之間歇式工作模式(Burst Mode)的啟動方法，該諧振轉換器包括一轉換電路級、將該轉換電路級之輸出由一次側感應至二次側的一變壓器、對該變壓器之輸出進行整流的一整流電路級、以及對該整流電路級之輸出進行濾波並輸出的一濾波及負載電路級，該啟動方法包括下列步驟：

提升該濾波及負載電路級的一電位至高於一預定值，使得該諧振轉換器所具有的一回授電壓產生一變化；以及

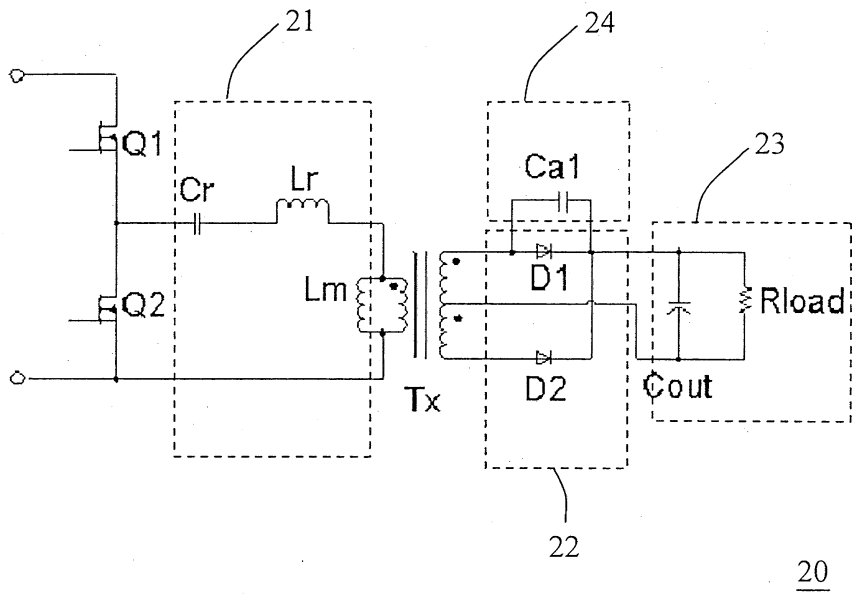
根據該變化使得該諧振轉換器啟動間歇式工作模式。

十一、圖示：

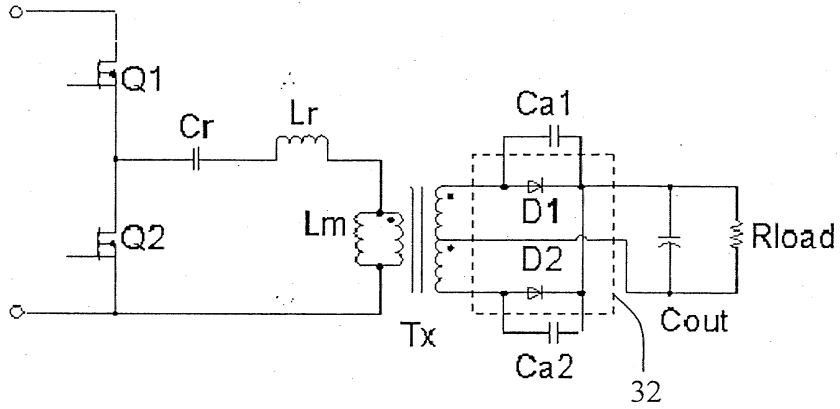


10

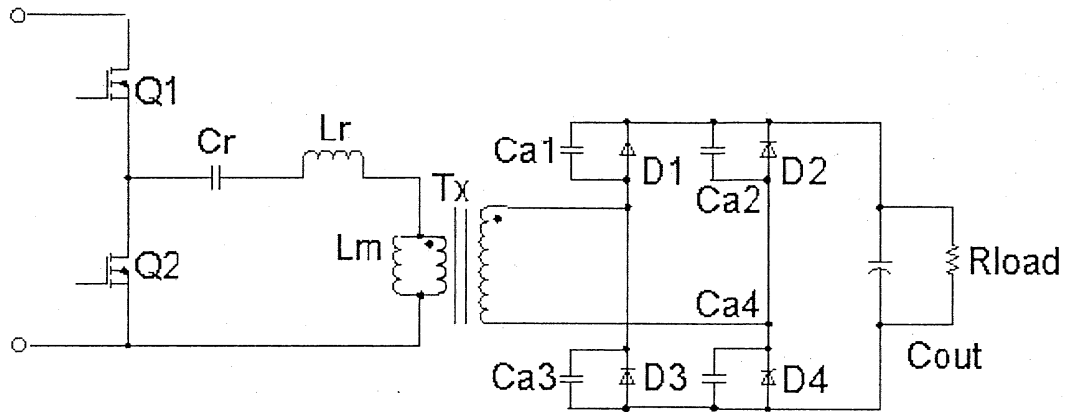
第一圖



第二圖

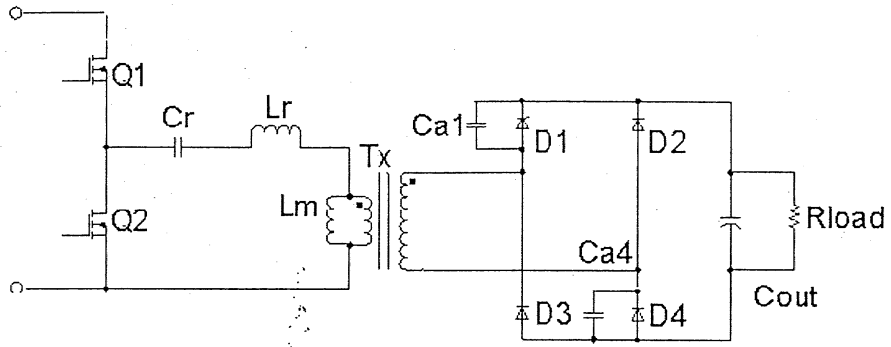


第三圖



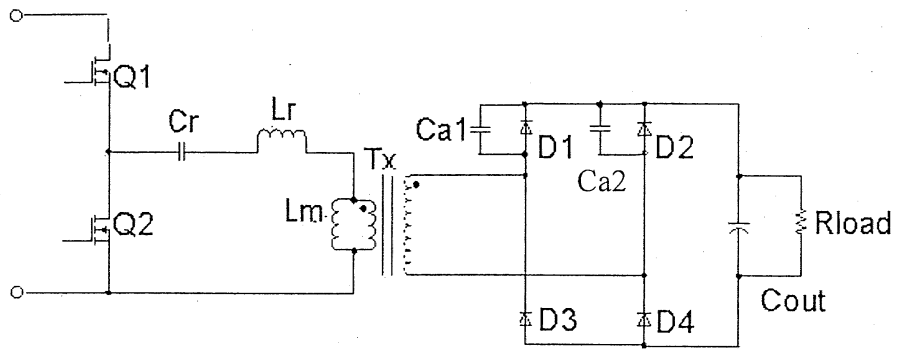
40

第四圖



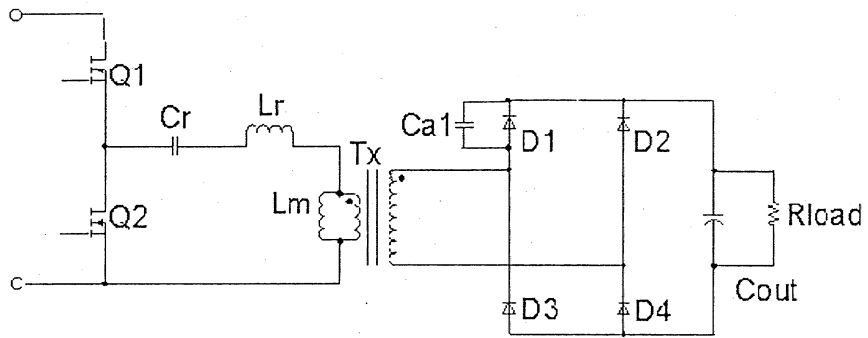
50

第五圖



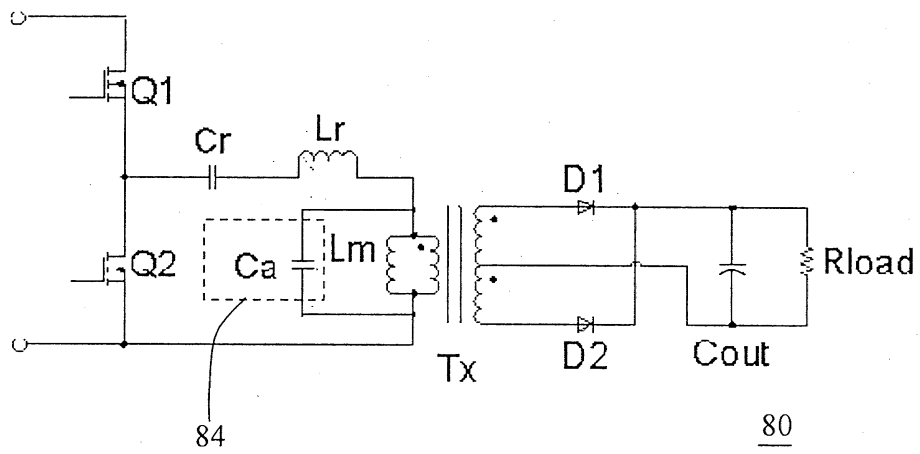
60

第六圖

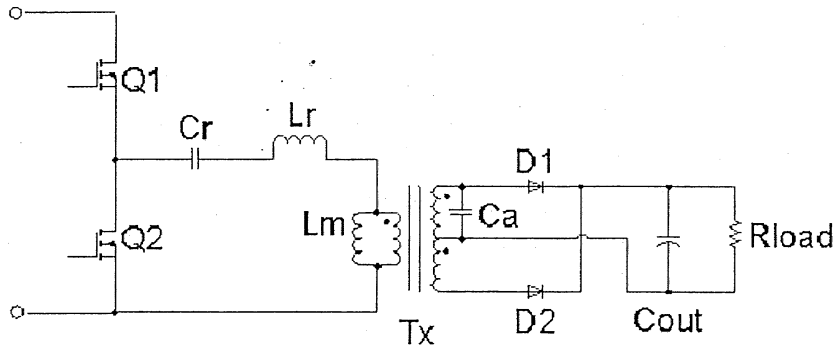


70

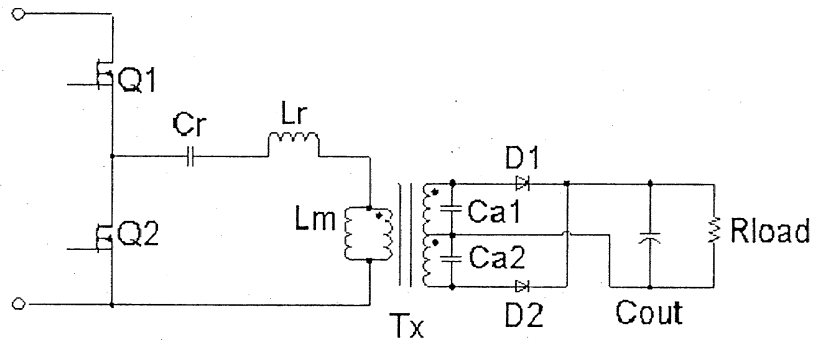
第七圖



第八圖



第九圖



100

第十圖

value so that a feedback voltage of the resonant converter varies. The burst mode of the resonant converter is then started in accordance with the variance.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第二圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

20 諧振直流-直流轉換器

21 轉換電路級

22 整流電路級

23 濾波及負載電路級

24 充電泵電路

Ca1 電容

Cout 濾波電容

Cr 諧振電容

D1、D2 二極體

Lm 激磁電感

Lr 諧振電感

Rload 負載

Q1、Q2 開關

Tx 變壓器

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：