



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201630319 A

(43)公開日：中華民國 105 (2016) 年 08 月 16 日

(21)申請案號：104138609

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 20 日

(51)Int. Cl. : *H02M1/36 (2007.01)* *H02M1/42 (2007.01)*

(30)優先權：2014/11/20 美國 62/082,317

2015/11/19 美國 14/945,729

(71)申請人：微晶片科技公司 (美國) MICROCHIP TECHNOLOGY INCORPORATED (US)  
美國

(72)發明人：奎葛雷 湯馬士 QUIGLEY, THOMAS (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：39 項 圖式數：4 共 34 頁

(54)名稱

用於一功率轉換器之起動控制器

START-UP CONTROLLER FOR A POWER CONVERTER

(57)摘要

功率轉換器(例如 AC/DC 及 DC/DC)通常具有用於一合適平穩之起動及發展正確操作電壓偏壓的獨特電路。通常將此獨特電路併入至一主側控制器。此主側控制器亦可為一旦起動功率轉換器便控制該功率轉換器的主要構件。然而，通常需要一副側控制器來更準確輸出電壓調節，複製已出現在主側控制器中的電路。通常跨一隔離障壁之兩個控制器之間的線性通信增加複雜性。可預見一簡化之主側起動控制器提供最小電路以供電給一轉換器直至一副側控制器啟動，且由跨該隔離障壁發送離散脈衝寬度調變(PWM)命令而非一線性信號控制。若副側控制器失效，則該起動控制器可提供電壓及電流保護。該副側控制器可為用於精密轉換器控制之一類比及/或數位設計。

Power converters, e.g., AC/DC and DC/DC, typically have unique circuitry for a proper graceful start-up and to develop correct operating voltage biases. Typically this unique circuitry is incorporated in a primary-side controller. This primary-side controller could also be the primary means of control of the power converter once started. However, a secondary-side controller is typically needed for more exact output voltage regulation, duplicating circuitry already present in the primary-side controller. Complication is typically added by linear communication between the two controllers across an isolation barrier. A simplified primary-side start-up controller is envisioned providing minimal circuitry to power up a converter until a secondary-side controller activates and takes control by sending discrete PWM commands across the isolation barrier instead of a linear signal. The start-up controller can provide voltage and current protection if the secondary-side controller fails. The secondary-side controller can be an analog and/or digital design for sophisticated converter control.

指定代表圖：

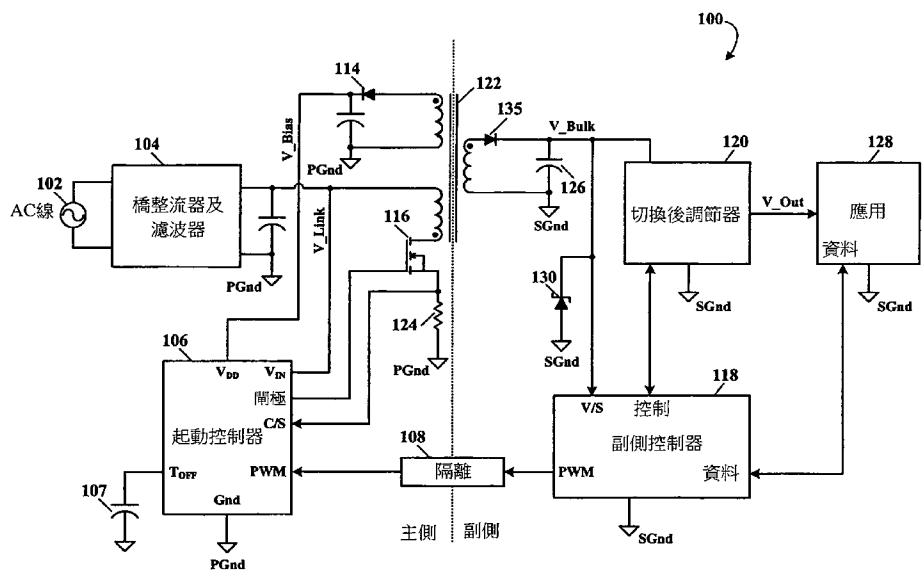


圖 1

- 符號簡單說明：
- 100 . . . 返馳功率轉換器
  - 102 . . . AC 線電源
  - 104 . . . 主側功率整流器及濾波器/橋整流器及濾波器
  - 106 . . . 起動控制器/起動轉換器
  - 107 . . . 電容器
  - 108 . . . 隔離電路
  - 114 . . . 偏壓電壓整流器
  - 116 . . . MOSFET 開關
  - 118 . . . 副側控制器
  - 120 . . . 切換後調節器
  - 122 . . . 變壓器
  - 124 . . . 電流感測電阻器
  - 126 . . . 電容器
  - 128 . . . 應用負載
  - 130 . . . 齊納二極體
  - 135 . . . 功率整流器

## 發明摘要

※ 申請案號： 104138609

※ 申請日： 104.11.20

※IPC 分類：

H02M 1/36 (2007.01)

H02M 1/42 (2007.01)

## 【發明名稱】

用於一功率轉換器之起動控制器

START-UP CONTROLLER FOR A POWER CONVERTER

## 【中文】

功率轉換器(例如AC/DC及DC/DC)通常具有用於一合適平穩之起動及發展正確操作電壓偏壓的獨特電路。通常將此獨特電路併入至一主側控制器。此主側控制器亦可為一旦起動功率轉換器便控制該功率轉換器的主要構件。然而，通常需要一副側控制器來更準確輸出電壓調節，複製已出現在主側控制器中的電路。通常跨一隔離障壁之兩個控制器之間的線性通信增加複雜性。可預見一簡化之主側起動控制器提供最小電路以供電給一轉換器直至一副側控制器啟動，且由跨該隔離障壁發送離散脈衝寬度調變(PWM)命令而非一線性信號控制。若副側控制器失效，則該起動控制器可提供電壓及電流保護。該副側控制器可為用於精密轉換器控制之一類比及/或數位設計。

## 【英文】

Power converters, *e.g.*, AC/DC and DC/DC, typically have unique circuitry for a proper graceful start-up and to develop correct operating voltage biases. Typically this unique circuitry is incorporated in a primary-side controller. This primary-side controller could also be the primary means of control of the power converter once started. However, a secondary-side controller is typically needed for more exact output voltage regulation, duplicating circuitry already present in the primary-side controller. Complication is typically added by linear communication between the two controllers across an isolation barrier. A simplified primary-side start-up controller is envisioned providing minimal circuitry to power up a converter until a secondary-side controller activates and takes control by sending discrete PWM commands across the isolation barrier instead of a linear signal. The start-up controller can provide voltage and current protection if the secondary-side controller fails. The secondary-side controller can be an analog and/or digital design for sophisticated converter control.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

|     |                      |
|-----|----------------------|
| 100 | 返馳功率轉換器              |
| 102 | AC線電源                |
| 104 | 主側功率整流器及濾波器/橋整流器及濾波器 |
| 106 | 起動控制器/起動轉換器          |
| 107 | 電容器                  |
| 108 | 隔離電路                 |
| 114 | 偏壓電壓整流器              |
| 116 | MOSFET開關             |
| 118 | 副側控制器                |
| 120 | 切換後調節器               |
| 122 | 變壓器                  |
| 124 | 電流感測電阻器              |
| 126 | 電容器                  |
| 128 | 應用負載                 |
| 130 | 齊納二極體                |
| 135 | 功率整流器                |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

# 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】

用於一功率轉換器之起動控制器

START-UP CONTROLLER FOR A POWER CONVERTER

## 【相關申請案之交叉參考】

本申請案主張 Thomas Quigley 在 2014 年 11 月 20 日申請之共同擁有之名為「Start-Up AC/DC Converter」之美國臨時專利申請案第 62/082,317 號之優先權，該案出於所有目的以引用之方式併入本文中。

## 【技術領域】

本發明係關於功率轉換器，且特定言之，本發明係關於用於 DC 至 DC 及 AC 至 DC 功率轉換器之起動控制器方法及設備。

## 【先前技術】

功率轉換器(例如 DC 至 DC 及 AC 至 DC)通常具有用於一合適平穩之起動(軟起動)且發展正確操作電壓偏壓之獨特電路。此獨特電路可能需要可增加此等功率轉換器之成本及交貨日程之自訂積體電路及/或周邊設計。圖 3 繪示一先前技術返馳轉換器之一示意圖。變壓器 T1 經展示具有一主側偏壓繞組 302。此用於經由主側控制器裝置 301 之 VDD 埠加偏壓於主側控制器裝置 301。經由變壓器耦合將 VDD 處之電壓交叉調節至輸出電壓  $V_o$ 。因此，可藉由一控制器 301 監測其 VDD 埠處之電壓而調節  $V_o$  之電壓。通常，對於大多數應用，使用至控制器 301 之變壓耦合來調節  $V_o$  係不夠精確的，因此需要自返馳轉換器 300 之副側至其主側之一額外反饋路徑。電壓參考 304 (U3) 係提供一精準參考(比較  $V_o$  與該精準參考)、一電壓誤差放大器(其之補償組件係用於穩定)

及用於驅動一光學隔離耦合器(光耦合器) 303之一驅動器之裝置。控制器301亦含有一精準參考及電壓放大器，但當包含額外反饋路徑時不使用此等電路。線性地驅動光耦合器303。因此光耦合器303之電流轉移比率(CTR)係一問題。CTR將增益增加至額外反饋路徑。此增益在各裝置中可係不同的，且一裝置之CTR可隨著其之老化而改變。

控制器301定位於返馳轉換器300之主側上。負載(應用)在返馳轉換器300之副側上耦合。應用裝置(圖中未展示)通常含有具有可程式化能力之一微處理器。控制器301無經程式化可提供更精密之返馳轉換器控制技術之優點。功率MOSFET開關Q1係一外部裝置，電阻器R6係按比例調整電壓(其類似於通過MOSFET開關Q1之電流)之一外部電阻器且由控制器301用於電流感測。

#### 【發明內容】

因此，需要一低成本解決方法來使用主側上之一習知低成本積體電路(IC)解決方法起動功率轉換器，該習知低成本積體電路(IC)解決方法不複製一副側控制器之資源且最小化主側電子裝置上之離散組件。

根據一實施例，一種用於起動一功率轉換器之方法可包括以下步驟：將一第一DC電壓施加至一起動控制器；利用該起動控制器開啟且關閉一功率開關，其中該第一DC電壓及功率開關可耦合至一變壓器之一初級繞組，藉以可在該變壓器之一次級繞組上產生一AC電壓；利用一第二整流器整流來自變壓器之次級繞組的AC電壓以提供一第二DC電壓來供電給一副側控制器及一負載；及當該第二DC電壓可為一所欲電壓值時，將功率開關之控制自起動控制器傳遞至副側控制器。

根據該方法之一進一步實施例，可最初直接自第一DC電壓供電給起動控制器，且接著自變壓器之一第三繞組供電給起動控制器。根

據該方法之一進一步實施例，利用起動控制器開啟且關閉功率開關之步驟可包括以下步驟：開啟功率開關直至可達到通過變壓器之初級繞組之一最大電流；及隨後在一固定時間週期內關閉該功率開關。根據該方法之一進一步實施例，可由耦合至起動控制器之一電容器之一電容值判定該固定時間週期。

根據該方法之一進一步實施例，解除耦合負載與第二DC電壓直至被要求將該負載耦合至該第二DC電壓。根據該方法之一進一步實施例，在該副側控制器開始控制該功率開關之後，該負載可耦合至該第二DC電壓。根據該方法之一進一步實施例，可藉由跨第二DC電壓耦合一電壓分路提供防止第二DC電壓之一過電壓。根據該方法之一進一步實施例，該電壓分路可為具有比第二DC電壓之一所欲值更高之一崩潰電壓之一齊納(Zener)二極體。

根據該方法之一進一步實施例，將功率開關之控制自起動控制器傳遞至副側控制器之步驟可包括以下步驟：當第二DC電壓可為所欲電壓值時，將PWM信號自副側控制器發送至起動控制器；利用該起動控制器偵測來自副側控制器之PWM信號；及利用來自副側控制器之該等所偵測之PWM信號開啟且關閉功率開關。

根據該方法之一進一步實施例，在該起動控制器偵測來自該副側控制器之該等PWM信號之後，可由該副側控制器調節第二DC電壓。根據該方法之一進一步實施例，控制功率開關之步驟進一步包括以下步驟：利用起動控制器以一低頻率開啟且關閉功率開關以節約用電；及利用副側控制器以一較高頻率開啟且關閉功率開關。

根據該方法之一進一步實施例，將PWM信號自該副側控制器發送至該起動控制器之步驟進一步包括透過一電壓隔離電路發送PWM信號之步驟。根據該方法之一進一步實施例，該電壓隔離電路可為一光耦合器。根據該方法之一進一步實施例，該電壓隔離電路可為一脈

衝變壓器。根據該方法之一進一步實施例，AC至DC功率轉換器可包括一AC至DC返馳功率轉換器。根據該方法之一進一步實施例，AC至DC功率轉換器可包括一AC至DC正向功率轉換器。

根據該方法之一進一步實施例，起動控制器可保護一功率開關驅動器以防低電壓及過電壓。根據該方法之一進一步實施例，可提供利用該起動控制器來限制一最大允許變壓器初級繞組電流的步驟。根據該方法之一進一步實施例，可提供利用一電流感測比較器來防止返馳功率轉換器進入一持續導電模式太深的步驟，從而該返馳功率轉換器可受保護以防一過電流故障。

根據該方法之一進一步實施例，其可包括以下步驟：將偏壓電壓自該變壓器之一主側第三繞組提供至該起動控制器，其中該偏壓電壓可經耦合至第二DC電壓且提供其之電壓反饋；當該副側控制器無法適當操作時，偵測來自偏壓電壓之一過電壓狀況；及當可偵測到該過電壓狀況時，鎖斷該起動控制器。

根據該方法之一進一步實施例，於變壓器之一主側第三繞組之一輸出與該起動控制器之一偏壓輸入之間提供一線性調節器。根據該方法之一進一步實施例，箝制該變壓器之一副側重設繞組以提供一變壓器重設。根據該方法之一進一步實施例，自一主動箝位電路提供用於該副側控制器之初始偏壓直至可建立來自一輸出濾波器電感器之一第三繞組之一偏壓。根據該方法之一進一步實施例，將AC功率施加至一第一整流器，以提供第一DC電壓。

根據另一實施例，一種功率轉換器可包括：一起動控制器，其經耦合至一第一DC電壓；一變壓器，其具有初級及次級繞組，其中該變壓器初級繞組可經耦合至第一DC電壓；一電流量測電路，用於量測通過該變壓器之初級繞組的電流，且將該經量測之初級繞組電流提供至該起動控制器；一功率開關，其經耦合至該變壓器初級繞組，

且經耦合至該起動控制器，且由該起動控制器控制；一副側整流器，其經耦合至該變壓器次級繞組以提供一第二DC電壓；一副側控制器，其經耦合至該起動控制器及該副側整流器；其中當該起動控制器接收第一DC電壓時，其開始控制該功率開關之開啟及關閉，從而一電流流動通過該變壓器初級繞組，一AC電壓跨變壓器次級繞組發展，來自該副側整流器之一DC電壓供電給該副側控制器，且當該第二DC電壓達到一所欲等級時，該副側控制器自該起動控制器控制該功率開關。

根據一進一步實施例，該功率轉換器可包括一返馳功率轉換器。根據一進一步實施例，該功率轉換器可包括一正向功率轉換器。根據一進一步實施例，一切換後調節器可經耦合於該副側整流器與一負載之間，其中可由該副側控制器控制該切換後調節器。根據一進一步實施例，該功率開關可為一功率金屬氧化物半導體場效電晶體(MOSFET)。

根據一進一步實施例，該副側控制器可透過一隔離電路耦合至該起動控制器且控制該起動控制器。根據一進一步實施例，該隔離電路可為一光耦合器。根據一進一步實施例，該隔離電路可為一脈衝變壓器。

根據一進一步實施例，可提供一固定關斷時間控制電路，用於在起動控制器已關閉功率開關之後之一特定時間週期內關閉該功率開關。根據一進一步實施例，可由經耦合至該固定關斷時間控制電路之一電容器之一電容值判定該特定時間週期。根據一進一步實施例，一AC至DC整流器及濾波器經調適以用於耦合至一AC電源，且用於提供第一DC電壓。根據一進一步實施例，一種微控制器積體電路可包括該功率轉換器。

根據另一實施例，一種起動控制器可包括：一高壓調節器，其

具有一輸入及一輸出；內部偏壓電壓電路，其耦合至該高壓調節器輸出；低電壓及過電壓鎖斷電路，其耦合至該高壓調節器輸出；一電流調節器；邏輯電路，其用於產生脈衝寬度調變(PWM)控制信號；一固定關斷時間控制電路，其耦合至該等邏輯電路；一功率驅動器，其耦合至該等邏輯電路且提供PWM控制信號以用於控制一外部功率開關；一外部閘極命令偵測電路，其耦合至邏輯電路且經調適以接收一外部PWM控制信號，其中當可偵測到該外部PWM控制信號時，該外部閘極命令偵測電路引起該外部功率開關對自該等邏輯電路變更至該外部PWM控制信號之控制；及第一電壓比較器及第二電壓比較器，其具有耦合至內部電流調節器之輸出及耦合至一電流感測輸入之輸入。

根據一進一步實施例，一消隱電路可耦合在電流感測輸入與第一電壓比較器及第二電壓比較器輸入之間。根據一進一步實施例，可由一電容器之一電容值判定固定關斷時間控制電路時間週期。

#### 【圖式簡單說明】

可藉由參考結合隨附圖式之下列描述獲取對本發明之一更完整之理解，其中：

圖1繪示根據本發明之一特定實例性實施例之包括一主側起動技術之一返馳功率轉換器之一示意性方塊圖；

圖2繪示根據本發明之特定實例性實施例之一起動控制器之一示意性方塊圖；

圖3繪示一先前技術返馳轉換器之一示意圖；及

圖4繪示根據本發明之另一特定實例性實施例之包括一主側起動技術之一正向功率轉換器之一示意性方塊圖。

儘管本發明接受各種修改及替代形式，但已經在圖式中展示且在本文中詳細描述本發明之特定實例性實施例。然而應瞭解，特定實

例性實施例之本文中之描述不意欲將本發明限制於本文中揭示之特定形式。

### 【實施方式】

電源供應器(尤其係DC至DC及AC至DC功率轉換器)通常具有獨有電路以起動。根據本發明之各種實施例，一功率轉換器可包括一起動控制器及一副側控制器，其中當電力(電壓)首次施加至功率轉換器之主側時，該起動控制器用於將電力發送至該副側控制器。此提供一低成本積體電路(IC)解決方法來使用主側上之習知裝置起動一功率轉換器，該解決方法不複製一副側控制器之資源且最小化主側上之離散組件。

起動控制器經特別設計用於起動一功率轉換器，其中該起動控制器係定位於該功率轉換器之主側上，且一副側控制器係定位於功率轉換器(變壓器)之一電隔離副側上。起動控制器可具有兩種操作模式：1)起動控制器充當一開放迴路電流調節器；及2)該起動控制器自副側控制器接收外部PWM命令以控制功率開關。在開放迴路電流調節器模式中，最初直接自一DC源電壓(例如電池或整流AC線)供電給起動控制器。在將DC或整流AC線電壓耦合至變壓器之功率開關之一接通期間，允許變壓器之初級繞組中之電流上升至由起動控制器監測之一最大電流等級。由一外部電容器設定功率開關的關斷時間，使得功率轉換器僅輸出額定功率容量之一小分率。額定輸出功率之此小分率為功率轉換器之一輸出電容器充電且供電給副側控制器。在此時間期間可斷接功率轉換器上之負載。

當功率轉換器之輸出充電至一充足電壓等級時，副側控制器將啟動，且自起動控制器控制功率開關。當功率轉換器供電時，起動控制器可接收來自變壓器之一主側第三繞組的偏壓。由於輸出功率僅係功率轉換器之額定功率之一小分率，其中若副側控制器無法操作，則

可藉由簡單電壓分路技術(諸如一功率齊納二極體)輕易保護該輸出電壓以防過電壓。

當起動控制器接收來自副側控制器之外部PWM命令(信號)，於偵測到來自副側控制器之該外部PWM命令時，該起動控制器切換至一外部PWM命令模式。其中由副側控制器判定功率開關之接通及關斷時間，使得功率轉換器可將其之額定功率或調節輸出電壓所需之功率遞送至負載。在常態操作中，副側控制器調節自功率轉換器至負載之輸出電壓。副側控制器可將負載連接至功率轉換器(經由一開關或經由一切換後調節器)。

經由一隔離電路(例如，一光耦合器或一脈衝變壓器)將來自副側控制器之PWM命令發送至起動控制器。若使用線性控制，則隔離電路不需要線性地操作，藉此緩解由光耦合器之電流轉移比率(CTR)問題所引起的問題。副側控制器可利用經定位於供電給功率轉換器之負載(應用)中的微控制器資源，使得可採用精密功率轉換器控制技術。

若起動控制器停止接收外部PWM命令，則其將回復至開放迴路電流調節器模式。在各模式中，起動控制器保護功率開關驅動器以防低電壓及過電壓。起動控制器限制最大允許變壓器主要電流。起動控制器可用於起動一返馳功率轉換器或一正向功率轉換器。當用於一返馳功率轉換器應用中時，起動控制器具有一些額外特徵，諸如(例如但不限於)防止返馳功率轉換器進入一持續導電操作模式太深之一額外電流感測比較器，藉此保護返馳功率轉換器之輸出免於陷入一過電流故障狀況中。

用於加偏壓於起動控制器之來自變壓器之主側第三繞組的電壓可被耦合至返馳轉換器的輸出電壓。因此，該第三繞組上之電壓可用作為一輸出電壓反饋機制，若副側控制器無法適當操作，則起動控制器之過電壓鎖斷(OVLO)電路將該機制用作為過電壓保護之一額外等

級。

當用於一正向轉換器應用中時，正向轉換器設計可需要：在變壓器之主側第三繞組之輸出與起動控制器之偏壓輸入之間需要一線性調節器。此係由於第三繞組耦合至整流AC電壓而非轉換器之輸出電壓之事實。正向轉換器之變壓器之重設繞組定位於功率轉換器之副側上，且經主動箝制以提供一變壓器重設。此外，該主動箝制可經設計以提供用於副側控制器之初始偏壓，直至自正向轉換器之輸出濾波器電感器之第三繞組建立用於副側控制器之偏壓之主要源。

現在參考圖式，其示意地繪示實例性實施例之細節。將由相同元件符號表示圖式中之相同元件，且由具有一不同小寫字母後綴之相同元件符號表示類似元件。

現在參考圖1，其描繪根據本發明之一特定實例性實施例之包括一主側起動技術之一返馳功率轉換器之一示意性方塊圖。一返馳功率轉換器(通常由元件符號100表示)可包括耦合至一AC線電源102之一主側功率整流器及濾波器104、一起動控制器106、一電容器107、一變壓器122、MOSFET開關116、一電流感測電阻器124、一偏壓電壓整流器114、一功率整流器135、一齊納二極體130、一副側控制器118、一切換後調節器120及一隔離電路108。返馳功率轉換器100在起動後將經調節之電壓提供至一應用負載128。AC線電源102可在自大約47 Hz至大約63 Hz之一頻率之自大約85至265伏特交流電(AC)之一通用範圍中。應考量，在本發明之範疇內，本文所揭示之實施例可經調適以用於其他電壓及頻率。可使用一DC源而非使用耦合至一AC源之主側功率整流器及濾波器104。

當將AC線功率102施加至主側功率整流器及濾波器104時，產生一DC電壓 $V_{Link}$ 。此DC電壓( $V_{Link}$ )耦合至變壓器122之主側及起動控制器106之 $V_{IN}$ 輸入。當電壓( $V_{Link}$ )達到用於其之合適操作之一充

足電壓時，起動控制器106變為在作用中。一旦啟動，起動控制器106開始自其閘極節點(輸出接腳)驅動MOSFET開關116。起動控制器106基於對通過MOSFET開關116之峰值電流之調節以一開放迴路方式控制MOSFET開關116之切換。一電壓跨與MOSFET開關116及變壓器122之初級繞組串聯的電阻器124發展，該電壓與通過其之峰值電流成比例。此電壓耦合至起動控制器106之C/S (電流感測)輸入，起動控制器106感測該電壓且調整MOSFET開關116之接通時間以將峰值電流限制於一特定設計值。起動控制器106 (其之輸入係DC電壓 $V_{Link}$ )中之一內部線性調節器(見圖2，調節器230)調節可由起動轉換器106之內部電路使用之一電壓 $V_{DD}$ 。 $V_{DD}$ 係起動控制器106之閘極節點處之峰值電壓。最初，內部線性調節器供應用於操作起動控制器106之 $V_{DD}$ ，但一旦自變壓器122之一主側第三繞組透過功率二極體114提供一DC電壓，則此內部線性調節器即停止將電流供應至起動控制器106之內部電路。此允許減少起動控制器106中之內部熱耗散。

驅動MOSFET開關116開啟且關閉將引起變壓器122透過整流器135將一電容器126充電至一電壓 $V_{Bulk}$ 。關閉切換後調節器120，因此無來自其之輸出電壓 $V_{Out}$ 。因此，應用負載128與變壓器122之輸出隔離。隨著電壓 $V_{Bulk}$ 增加，副側控制器118變為作用中。當副側控制器118之V/S輸入處之電壓 $V_{Bulk}$ 達到一所欲值時，副側控制器118將開始藉由將脈衝寬度調變(PWM)命令經由一隔離電路108發送至起動控制器106之PWM輸入而控制自起動控制器106之閘極輸出。現在，副側控制器118控制MOSFET開關116。

變壓器122亦經由二極體114提供偏壓電壓 $V_{Bias}$ 。 $V_{Bias}$ 可藉由變壓器耦合而交叉調節至起動控制器106。變壓器122之繞組匝數比率，使得 $V_{Bias}$ 高於起動控制器106之內部線性電壓調節器230 (圖2)之輸出電壓設定點，藉此有效地關閉此內部線性電壓調節器230且減

少其之內部熱耗散。一旦 $V_{Bulk}$ 已經上升至其之設計電壓，副側控制器118將控制切換後調節器120，將 $V_{Out}$ 提供至應用負載128，藉此功率載入返馳轉換器100。

現在參考圖2，其描繪根據本發明之特定實例性實施例之一起動控制器之一示意性方塊圖。起動控制器106可包括一高壓調節器230、內部偏壓電壓電路232、一第一電壓比較器234、一第二電壓比較器238、一固定消隱時間控制電路240、內部電流調節器及邏輯電路236、一外部閘極命令偵測電路242、一信號緩衝器244、由邏輯電路236控制之一開關246、一MOSFET驅動器248、一固定關斷時間控制計時器250及低電壓及過電壓鎖斷電路252。

$V_{IN}$ 輸入耦合至自橋整流器及濾波器104 (圖1)提供之一電壓且用作為取決於AC線電壓102的至高壓調節器230之一輸入電壓。高壓調節器230可為提供用於供電給MOSFET驅動器248之一較低電壓 $V_{DD}$ 及其他內部偏壓電壓(偏壓電路232)之一線性調節器。亦可自一外部源提供 $V_{DD}$  (例如，來自變壓器122 (圖1)之 $V_{Bias}$ )使得可關閉內部高壓調節器230，藉此節省起動控制器106內之內部功率耗散。可由低電壓及過電壓鎖斷電路252監測電壓 $V_{DD}$ 以保護起動控制器106內之電路以防超出設計規格電壓。可由內部偏壓電壓電路232提供內部偏壓及電壓參考，內部偏壓電壓電路232可接收來自高壓調節器230或用於 $V_{DD}$ 之一外部源(例如變壓器122)的其之輸入操作電壓。

至閘極驅動器248之閘極驅動命令可使用可由邏輯電路236控制之開關246在兩個源之間切換。第一源可為內部電流調節器及邏輯電路236，且第二源可為來自耦合至PWM輸入且由信號緩衝器244內部緩衝之一外部源。

可由跨耦合至起動控制器106之電流感測(C/S)輸入之電阻器124發展之一類比電壓監測流動通過MOSFET開關116之電流。該

MOSFET電流相同於變壓器之主要電流。當閘極驅動器248開始驅動MOSFET開關時，邏輯電路236起動固定消隱時間控制電路240，接著固定消隱時間控制電路240瞬間在電流感測(C/S)節點處消隱信號，以防到達內部電流調節器及邏輯電路236，使得此處之內部電流調節器可忽略通過MOSFET開關116之初始開啟電流尖波。第一比較器234及第二比較器238監測電流感測(C/S)輸入處之電壓。第一比較器234在已完成固定消隱時間控制電路240之消隱時間週期之後之一短暫時間間隔內監測C/S節點處之電壓。若C/S節點處之電壓在此短暫時間間隔期間超過一第一電壓參考( $V_{REF1}$ )，則終止閘極驅動。第二比較器238設定在電流感測(C/S)輸入處允許之最大電壓(通過MOSFET開關116之電流)。若電流感測(C/S)輸入處之電壓大於一第二電壓參考( $V_{REF2}$ )，則亦終止閘極驅動。當終止該閘極驅動時，其在由固定關斷時間控制電路250判定之一時間週期內維持關閉。可由在起動控制器106之 $T_{OFF}$ 節點的一電容器107之電容值處外部選擇此關斷時間週期。

當一外部信號施加至脈衝寬度調變(PWM)輸入節點時，其可由外部閘極命令偵測電路242偵測。當已偵測到一外部PWM信號時，邏輯電路236內之邏輯使得開關246耦合此外部PWM信號從而驅動MOSFET驅動器248，藉此自起動控制器106之外之一PWM源控制功率MOSFET開關116。PWM信號頻率可為(例如但不限制於)自大約20 kHz至大約65 kHz。若PWM輸入節點處之PWM信號在大於數個特定切換週期內(例如，20 kHz之5個切換週期(250微米))停止切換(例如，維持在一高或低狀態)，則邏輯電路236內之邏輯使得開關246切換回邏輯電路236之PWM輸出，藉以接著自邏輯電路236之PWM輸出驅動MOSFET驅動器248。接地節點(Gnd)係用於起動控制器106中之電路之電路接地或共同點。此接地節點可提供一返回點，用於至外部MOSFET開關116之PWM驅動電流及用於在 $V_{IN}$ 及 $V_{DD}$ 節點處之電壓之偏壓返回電流兩

者。

返回參考圖1，起動控制器106不係可經由變壓器耦合線性地調節一返馳功率轉換器之輸出之一主側電源供應控制器。起動控制器106不複製一副側控制器118之精準參考及電壓誤差放大器。起動控制器106基本上具有兩種操作模式：在第一模式中，在返馳功率轉換器100之起動期間，起動控制器106充當一開放迴路電流調節器，其驅動MOSFET開關116直至副側控制器118控制(命令)驅動MOSFET開關116之PWM信號。在第二模式中，一旦副側控制器118完全進入操作，其開始透過隔離電路108將PWM信號命令發送至起動控制器106。一旦由起動控制器106接收來自副側控制器118 (經由隔離電路108)之外部PWM信號命令，則其之內部閘極驅動器248可耦合至外部PWM信號，藉以副側控制器118現在控制MOSFET開關116。

副側控制器118可為一類比控制器或一數位控制器(或一類比/數位混合)。可由副側控制器118使用十分精密之控制方法，只要此等控制方法之輸出提供一PWM信號(為典型)。副側控制器118可與應用負載128 (經由切換後調節器120載入返馳功率轉換器100)通信以用於額外控制精密性。

由於來自副側控制器118之PWM信號命令(PWM脈衝)驅動隔離電路108 (例如，光耦合器、脈衝變壓器)開啟或關閉，且不需要任何電路線性，根據本發明之教示，光耦合器CTR顧慮不成問題。包括起動控制器106之開放迴路電流調節器經設計以在一高度斷續操作模式中操作返馳功率轉換器100，該高度斷續操作模式將少量起動功率提供至變壓器122之次級繞組，藉以為一輸出電容器126充電且將操作電壓供應至副側控制器118。

通常由起動控制器106之C/S節點處之PWM信號自0伏升至第二比較器238之 $V_{REF2}$ 電壓所需之時間量判定接通時間(驅動外部MOSFET開

關116接通)。可由固定關斷時間控制計時器250判定關斷時間(關斷外部MOSFET開關116)。可由耦合至起動控制器106之 $T_{OFF}$ 節點之一電容器107之值判定固定關斷時間控制計時器250之持續時間。例如，額定20瓦特功率之一返馳轉換器可經製造以使用開放迴路電流調節器技術及由耦合至 $T_{OFF}$ 節點之電容器107設定之一足夠長之關斷時間遞送大約一(1)瓦特輸出功率。

當一外部PWM信號施加至起動控制器106之PWM節點且由外部閘極命令偵測電路242偵測時，開關246將自內部電流調節器及邏輯電路236至閘極驅動器248之輸入變更至外部源(自PWM節點經由信號緩衝器244)。此允許副側控制器118以合適頻率及PWM工作循環驅動返馳轉換器112以達成額定輸出功率及輸出電壓調節。在此模式中，起動控制器106簡單地係一基於主側之閘極驅動器。然而，起動控制器106仍然提供由第一電壓比較器234及第二電壓比較器238給予之電流保護。若第一電壓比較器234或第二電壓比較器238跳脫(改變輸出狀態)，則開關246接著將變更回其自內部電流調節器及邏輯電路236獲得其之命令之位置，其中由固定關斷時間控制計時器250設定關斷時間。其中開關246不可改變位置返回至經由信號緩衝器244接收命令，直至由固定關斷時間控制計時器250設定之時間週期結束。當自副側控制器118經由隔離電路108之外部PWM信號停止超過250  $\mu s$ 之一時間週期(維持在一高狀態或一低狀態)(不再由外部閘極命令偵測電路242偵測)時，開關246將變回其自內部電流調節器及邏輯電路236獲得其之命令之位置。

低電壓及過電壓鎖斷電路252保證閘極節點處之峰值電壓在返馳轉換器112之外部功率MOSFET開關116之合適範圍內。低電壓鎖斷(UVLO)電路保證可得足夠電壓以適當增強MOSFET 116之閘極。過電壓鎖斷(OVLO)電路保證電壓不超過功率MOSFET 116之典型額定閘極

電壓。OVLO電路252亦提供另一重要功能：其必須保護以防副側控制器118起動及調節之失效。若副側控制器118不接受命令，則起動控制器106將繼續為輸出電容器126充電直至其達到過電壓臨限值。輸出電容器126上之此電壓經由變壓器122繞組耦合而被反射回起動控制器106之 $V_{DD}$ 節點且將使起動控制器106中的OVLO電路跳脫。當電路252之OVLO部分之高壓限制超過MOSFET驅動器248時，將禁止輸出。OVLO電路252可具有(例如但不限制於)一兩(2)伏磁滯帶。因此，暫停MOSFET開關116之閘控直至起動控制器106之 $V_{DD}$ 節點處之電壓衰減至低於OVLO電路252磁滯帶之較低限制。為了一層額外過電壓保護(在副側控制器118失效之情況中)，一功率齊納二極體130 (或主動分路調節器之一些其他形式)可放置成跨變壓器122之輸出(例如，跨電容器126)。由於可藉由選擇一長關斷時間以及起動控制器106之 $T_{OFF}$ 節點上之電容器107，而將返馳功率轉換器100之輸出功率被設定為低，其中可藉由使用自其並聯橫跨DC輸出之一功率齊納二極體130而合理地保護經由整流器135之變壓器122之輸出以防過電壓。

現在參考圖4，其描繪根據本發明之另一特定實例性實施例之包括一主側起動技術之一正向功率轉換器之一示意性方塊圖。一正向功率轉換器(通常由元件符號400表示)可包括耦合至一AC線電源402之一主側功率整流器及濾波器404、一起動控制器106、一電容器107、一調節器430、一MOSFET開關416、用於電流感測之一電阻器424、一偏壓電壓整流器414、一變壓器422、一副側控制器418、功率整流器435及436、一主動箝位電路440、一電流感測變壓器445、一電感器450、一二極體455、一箝位齊納二極體465、一開關460、一隔離電路408及一應用負載428。可使用一DC源，而非使用耦合至一AC源之主側功率整流器及濾波器404。

變壓器422可包括四個(4)繞組：1)耦合至 $V_{Link}$ 之一初級繞組；

2)耦合至功率整流器435及436之一次級繞組；3)耦合至主動箝位電路440之一重設繞組；及4)耦合至整流器414之一第三繞組。AC線402可在自大約47 Hz至大約63 Hz之一頻率之自大約85至265伏交流電流(AC)之一通用範圍中。可設想且在本發明之範疇內，本文所揭示之實施例可經調適以用於其他電壓及頻率。當將AC線電源102施加至主側功率整流器及濾波器404時，產生一DC電壓 $V_{Link}$ 。此DC電壓( $V_{Link}$ )耦合至變壓器422之一初級繞組及起動控制器106之 $V_{IN}$ 輸入。在施加AC線電源402後，最初藉由 $V_{Link}$  (經由其之 $V_{IN}$ 節點)加偏壓於起動控制器106。當電壓( $V_{Link}$ )達到用於其之合適操作之一充足電壓時，起動控制器106變為在作用中。一旦加偏壓，起動控制器106閘控MOSFET開關416之開啟及關閉。起動控制器106藉由監測跨耦合至其之C/S節點之電流感測電阻器424發展之電壓而提供通過變壓器422之初級繞組之電流之迴路調節。

當MOSFET開關416經閘控開啟時，變壓器422繞組之點側(定相(phasing))係允許電流流動通過初級繞組、次級繞組及第三繞組之正極。電流流動通過整流器414且通過電壓調節器430，以將偏壓提供至起動控制器106之 $V_{DD}$ 埠。電流亦流動通過整流器435、電流感測變壓器445、電感器450之主要繞組且為電容器426充電。此時，隔離應用負載428，此係因為開關460係斷開的。當MOSFET 416開關經閘控關閉時，電流流動通過重設繞組至主動箝位電路440。主動箝位電路440藉由其之PNP電晶體之閘極上之齊納二極體箝制重設繞組電壓。PNP電晶體之集極上之齊納二極體箝制電壓 $V_{CCS}$ 。 $V_{CCS}$ 係用於副側控制器418之偏壓電壓。自變壓器422之重設之磁化能量可用於幫助加偏壓於副側控制器418。當MOSFET開關416經閘控關閉時，電流流動通過耦合至二極體455之電感器450之第三繞組。此亦允許能量流動以提供電壓 $V_{CCS}$ 。一旦正向功率轉換器400處於操作中，經由二極體455流動至

電壓 $V_{CCS}$ 之電流將為副側控制器418之操作功率之主要源。

當 $V_{CCS}$ 達到一充足電壓時，副側控制器418可經由隔離電路408將閘控命令發送至起動控制器106。現在由副側控制器418控制MOSFET開關416之閘控。副側控制器418接著可調節電壓 $V_{OUT}$ ，關閉開關460且將功率施加至應用負載428。

當使用一起動控制器106起動一返馳功率轉換器100或一正向功率轉換器400時存在一些主要差異。例如，變壓器422之第三繞組上之電壓不耦合至正向轉換器400之輸出電壓。而是，變壓器422之第三繞組上之電壓耦合至 $V_{Link}$ 。因此，無經由變壓器耦合之第二電壓資訊。此係為何需要電壓調節器430來調節起動控制器106之 $V_{DD}$ 埠上之電壓。再者，因為缺少經由變壓器422第三繞組之電壓資訊，所以假使副側控制器418失效時，過電壓保護策略係不同的。在起動期間，運用耦合至起動控制器106之 $T_{OFF}$ 節點(埠)之一所選擇值之電容器107(見圖2)，遞送至輸出之功率被設定為低。主動箝位電路440之PNP電晶體之集極上之齊納二極體箝制 $V_{CCS}$ 上之電壓且保護副側控制器418以防過電壓。可由齊納二極體465保護跨正向轉換器400之輸出之組件。此等齊納二極體充當為保護分路調節器。在正向功率轉換器400設計中無需圖2中展示之比較器234。比較器234之目的係使得返馳功率轉換器100免於進入一連續導電操作模式。然而，一正向功率轉換器400之電感器450之主要繞組通常在一連續導電模式中。

一功率齊納二極體130/465可與電容器126/426並聯放置，其中齊納二極體130/465之陰極耦合至電容器126/426之正極側，且齊納二極體130/465之陽極可耦合至電容器126/426之負極側。在此組態中，齊納二極體130/465並聯橫跨返馳功率轉換器100或正向功率轉換器400之輸出。齊納二極體130/465崩潰電壓高於電容器126/426上之一標準電壓輸出。若發生一副側控制器118失效且導致一過電壓，則輸出電

壓降上升直至齊納二極體130/465折轉(break over)且箝制該過電壓。齊納二極體130/465將分別耗散返馳功率轉換器100或正向功率轉換器400之輸出功率，此由起動控制器106之 $T_{OFF}$ 接腳處之電容器107之電容值判定。齊納二極體130/465應針對至少功率耗散進行額定。可設想且在本發明之範疇內，可由執行此並聯箝制功能之主動電路替代齊納二極體130/465之功能。若需要一更精確之崩潰電壓時通常可如此做。

基本上，起動控制器106之一目的係藉由具有一開放迴路電流調節器而起動一功率轉換器100/400，該開放迴路電流調節器具有一短接通時間(閘控MOSFET開關116/416開啟)及一十分長之關斷時間(由放置於圖2中之起動控制器106之T-off節點上之電容器值判定該關斷時間)。依次方式，具有自大約20瓦特至60瓦特範圍之額定功率之一功率轉換器100/400可具有大約一(1)瓦特之一起動功率。所以，依一開放迴路方式，一(1)瓦特之功率可遞送至次級繞組以為轉換器之輸出電容器126/426充電且起動副側控制器118/418。通常，副側控制器118/418將及時起動以防止輸出電容器126/426過度充電(過電壓)。然而，若副側控制器118/418無法起動，則開放迴路起動控制器106接著將繼續為輸出電容器126/426充電(其之開放迴路意謂其不獲得電壓反饋)。所以，有必要將跨電容器126/426之輸出之電壓箝制至為標準額定輸出電壓之大約125%之一電壓以用於保護。此可簡單地使用具有合適崩潰電壓之一齊納二極體130/465完成。此齊納二極體130/465需要被額定以處置起動功率。例如，額定為兩(2)瓦特之一齊納二極體將易於處置一(1)瓦特起動功率。具有一失效副側控制器118/418之一功率轉換器100/400將維持在此齊納箝制狀態中直至移除AC線電源102/402。對於一正向轉換器400，若副側控制器418無法起動，則此係以防過電壓之唯一方式。對於一返馳轉換器100，假使副側控制器

118失效，亦可採用起動控制器106之OVLO鎖斷電路252來防止過電壓。在此情況中，齊納130箝位提供一層額外保護。

**【符號說明】**

|     |                      |
|-----|----------------------|
| 100 | 返馳功率轉換器              |
| 102 | AC線電源                |
| 104 | 主側功率整流器及濾波器/橋整流器及濾波器 |
| 106 | 起動控制器/起動轉換器          |
| 107 | 電容器                  |
| 108 | 隔離電路                 |
| 114 | 偏壓電壓整流器              |
| 116 | MOSFET開關             |
| 118 | 副側控制器                |
| 120 | 切換後調節器               |
| 122 | 變壓器                  |
| 124 | 電流感測電阻器              |
| 126 | 電容器                  |
| 128 | 應用負載                 |
| 130 | 齊納二極體                |
| 135 | 功率整流器                |
| 230 | 高壓調節器                |
| 232 | 內部偏壓電壓電路             |
| 234 | 第一電壓比較器              |
| 236 | 內部電流調節器及邏輯電路         |
| 238 | 第二電壓比較器              |
| 240 | 固定消隱時間控制電路           |
| 242 | 外部開極命令偵測電路           |

|     |               |
|-----|---------------|
| 244 | 信號緩衝器         |
| 246 | 開關            |
| 248 | MOSFET驅動器     |
| 250 | 固定關斷時間控制計時器   |
| 252 | 低電壓及過電壓鎖斷電路   |
| 300 | 返馳轉換器         |
| 301 | 主側控制器裝置       |
| 302 | 主側偏壓繞組        |
| 303 | 光學隔離耦合器(光耦合器) |
| 304 | 電壓參考          |
| 400 | 正向功率轉換器       |
| 402 | AC線電源         |
| 404 | 主側功率整流器及濾波器   |
| 408 | 隔離電路          |
| 414 | 偏壓電壓整流器       |
| 416 | MOSFET開關      |
| 418 | 副側控制器         |
| 422 | 變壓器           |
| 424 | 電阻器           |
| 426 | 電容器           |
| 428 | 應用負載          |
| 430 | 調節器           |
| 435 | 功率整流器         |
| 436 | 功率整流器         |
| 440 | 主動箝位電路        |
| 445 | 電流感測變壓器       |

|     |         |
|-----|---------|
| 450 | 電感器     |
| 455 | 二極體     |
| 460 | 開關      |
| 465 | 箝位齊納二極體 |

# 申請專利範圍

1. 一種用於起動一功率轉換器之方法，該方法包括以下步驟：  
 將一第一DC電壓施加至一起動控制器；  
 利用該起動控制器來開啟且關閉一功率開關，其中該第一DC電壓及該功率開關經耦合至一變壓器之一初級繞組，藉以在該變壓器之一次級繞組上產生一AC電壓；  
 利用一第二整流器整流來自該變壓器之該次級繞組之該AC電壓，以提供一第二DC電壓來供電給一副側控制器及一負載；及  
 當該第二DC電壓為一所欲電壓值時，將該功率開關之控制自該起動控制器傳遞至該副側控制器。
2. 如請求項1之方法，其中最初直接自該第一DC電壓供電給該起動控制器，且接著自該變壓器之一第三繞組供電給該起動控制器。
3. 如請求項1之方法，其中利用該起動控制器來開啟且關閉該功率開關之步驟包括以下步驟：  
 開啟該功率開關直至達到通過該變壓器之該初級繞組之一最大電流；及  
 隨後在一固定時間週期內關閉該功率開關。
4. 如請求項3之方法，其中係由經耦合至該起動控制器之一電容器之一電容值來判定該固定時間週期。
5. 如請求項1之方法，進一步包括解除耦合該負載與該第二DC電壓直至被要求將該負載耦合至該第二DC電壓的步驟。
6. 如請求項1之方法，其中在該副側控制器開始控制該功率開關之後，將該負載耦合至該第二DC電壓。
7. 如請求項1之方法，進一步包括藉由跨第二DC電壓耦合一電壓分

路來防止該第二DC電壓之一過電壓的步驟。

8. 如請求項7之方法，其中該電壓分路為具有比該第二DC電壓之一所欲值更高之一崩潰電壓之一齊納二極體。

9. 如請求項1之方法，其中將該功率開關之控制自該起動控制器傳遞至該副側控制器的步驟包括以下步驟：

當該第二DC電壓係該所欲電壓值時，將脈衝寬度調變(PWM)信號自該副側控制器發送至該起動控制器；

利用該起動控制器偵測來自該副側控制器之該等PWM信號；及  
利用來自該副側控制器之該等所偵測之PWM信號來開啟與關閉該功率開關。

10. 如請求項9之方法，其中在該起動控制器偵測來自該副側控制器之該等PWM信號之後，由該副側控制器調節該第二DC電壓。

11. 如請求項1之方法，其中控制該功率開關之步驟進一步包括以下步驟：

利用該起動控制器以一低頻率來開啟與關閉該功率開關以節約用電；及

利用該副側控制器以一較高頻率來開啟與關閉該功率開關。

12. 如請求項9之方法，其中將PWM信號自該副側控制器發送至該起動控制器之步驟進一步包括：透過一電壓隔離電路發送PWM信號之步驟。

13. 如請求項12之方法，其中該電壓隔離電路係一光耦合器。

14. 如請求項12之方法，其中該電壓隔離電路係一脈衝變壓器。

15. 如請求項1之方法，其中該AC至DC功率轉換器包括一AC至DC返馳功率轉換器。

16. 如請求項1之方法，其中該AC至DC功率轉換器包括一AC至DC正向功率轉換器。

17. 如請求項1之方法，其中該起動控制器保護一功率開關驅動器以防低電壓及過電壓。
18. 如請求項1之方法，進一步包括利用該起動控制器來限制一最大允許變壓器初級繞組電流的步驟。
19. 如請求項15之方法，進一步包括利用一電流感測比較器來防止該返馳功率轉換器進入一持續導電模式太深的步驟，從而該返馳功率轉換器受保護以防一過電流故障。
20. 如請求項15之方法，進一步包括以下步驟：

將偏壓電壓自該變壓器之一主側第三繞組提供至該起動控制器，其中該偏壓電壓經耦合至該第二DC電壓且提供其之電壓反饋；

當該副側控制器無法適當操作時，偵測來自該偏壓電壓之一過電壓狀況；及

當偵測到該過電壓狀況時，鎖斷該起動控制器。

21. 如請求項16之方法，進一步包括於該變壓器之一主側第三繞組之一輸出與該起動控制器之一偏壓輸入之間提供一線性調節器的步驟。
22. 如請求項16之方法，進一步包括箝制該變壓器之一副側重設繞組以提供一變壓器重設的步驟。
23. 如請求項22之方法，進一步包括自一主動箝位電路提供用於該副側控制器之初始偏壓直至建立來自一輸出濾波器電感器之一第三繞組之一偏壓的步驟。
24. 如請求項1之方法，進一步包括將AC功率施加至一第一整流器以提供該第一DC電壓的步驟。
25. 一種功率轉換器，其包括：  
一起動控制器，其經耦合至一第一DC電壓；

一變壓器，其具有初級及次級繞組，其中該變壓器初級繞組經耦合至該第一DC電壓；

一電流量測電路，用於量測通過該變壓器之該初級繞組之電流，且將該經量測之初級繞組電流提供至該起動控制器；

一功率開關，其經耦合至該變壓器初級繞組，且經耦合至該起動控制器，且由該起動控制器控制；

一副側整流器，其經耦合至該變壓器次級繞組以提供一第二DC電壓；

一副側控制器，其經耦合至該起動控制器及該副側整流器；

其中

當該起動控制器接收該第一DC電壓時，其開始控制該功率開關之開啟及關閉，從而一電流流動通過該變壓器初級繞組，

一AC電壓跨該變壓器次級繞組發展，

來自該副側整流器之一DC電壓供電給該副側控制器，且

當該第二DC電壓達到一所欲等級時，該副側控制器自該起動控制器控制該功率開關。

26. 如請求項25之功率轉換器，其中該功率轉換器包括一返馳功率轉換器。
27. 如請求項25之功率轉換器，其中該功率轉換器包括一正向功率轉換器。
28. 如請求項25之功率轉換器，進一步包括該副側整流器與一負載之間之一切換後調節器，其中由該副側控制器控制該切換後調節器。
29. 如請求項25之功率轉換器，其中該功率開關係一功率金屬氧化物半導體場效電晶體(MOSFET)。

30. 如請求項25之功率轉換器，其中該副側控制器係透過一隔離電路耦合至該起動控制器且控制該起動控制器。
31. 如請求項30之功率轉換器，其中該隔離電路係一光耦合器。
32. 如請求項30之功率轉換器，其中該隔離電路係一脈衝變壓器。
33. 如請求項25之功率轉換器，進一步包括一固定關斷時間控制電路，用於在該起動控制器已關閉該功率開關之後之一特定時間週期內關閉該功率開關。
34. 如請求項33之功率轉換器，其中由經耦合至該固定關斷時間控制電路之一電容器之一電容值來判定該特定時間週期。
35. 如請求項25之功率轉換器，進一步包括一AC至DC整流器及濾波器，其經調適以用於耦合至一AC電源與用於提供該第一DC電壓。
36. 一種微控制器積體電路，其包括如請求項25之功率轉換器。
37. 一種起動控制器，其包括：
  - 一高壓調節器，其具有一輸入及一輸出；
  - 內部偏壓電壓電路，其經耦合至該高壓調節器輸出；
  - 低電壓及過電壓鎖斷電路，其經耦合至該高壓調節器輸出；
  - 一電流調節器；
  - 邏輯電路，用於產生脈衝寬度調變(PWM)控制信號；
  - 一固定關斷時間控制電路，其經耦合至該等邏輯電路；
  - 一功率驅動器，其經耦合至該等邏輯電路且提供PWM控制信號，用於控制一外部功率開關；
  - 一外部閘極命令偵測電路，其經耦合至該等邏輯電路，且經調適以接收一外部PWM控制信號，其中當偵測到該外部PWM控制信號時，該外部閘極命令偵測電路引起該外部功率開關自對該等邏輯電路變更至對該外部PWM控制信號的控制；及

第一電壓比較器及第二電壓比較器，其具有經耦合至該內部電流調節器之輸出及經耦合至一電流感測輸入之輸入。

38. 如請求項37之起動控制器，進一步包括在該電流感測輸入與該等第一電壓比較器及第二電壓比較器輸入之間耦合之一消隱電路。
39. 如請求項37之起動控制器，其中由一電容器之一電容值判定該固定關斷時間控制電路時間週期。



