



(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 201924202 A

(43) 公開日：中華民國 108 (2019) 年 06 月 16 日

(21) 申請案號：107136229

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 10 月 15 日

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

H02M7/155 (2006.01)

H02M7/217 (2006.01)

(30) 優先權：2017/10/26 美國

15/795,025

(71) 申請人：美商半導體組件工業公司 (美國) SEMICONDUCTOR COMPONENTS INDUSTRIES L.L.C. (US)

美國

(72) 發明人：哈里 阿賈伊 卡西克 HARI, AJAY KARTHIK (IN) ; 卡瑪 尼克利許 S KAMATH, NIKHILESH S. (AU)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：11 共 41 頁

(54) 名稱

具有功率因數校正的無橋式 AC-DC 轉換器及用於其之方法

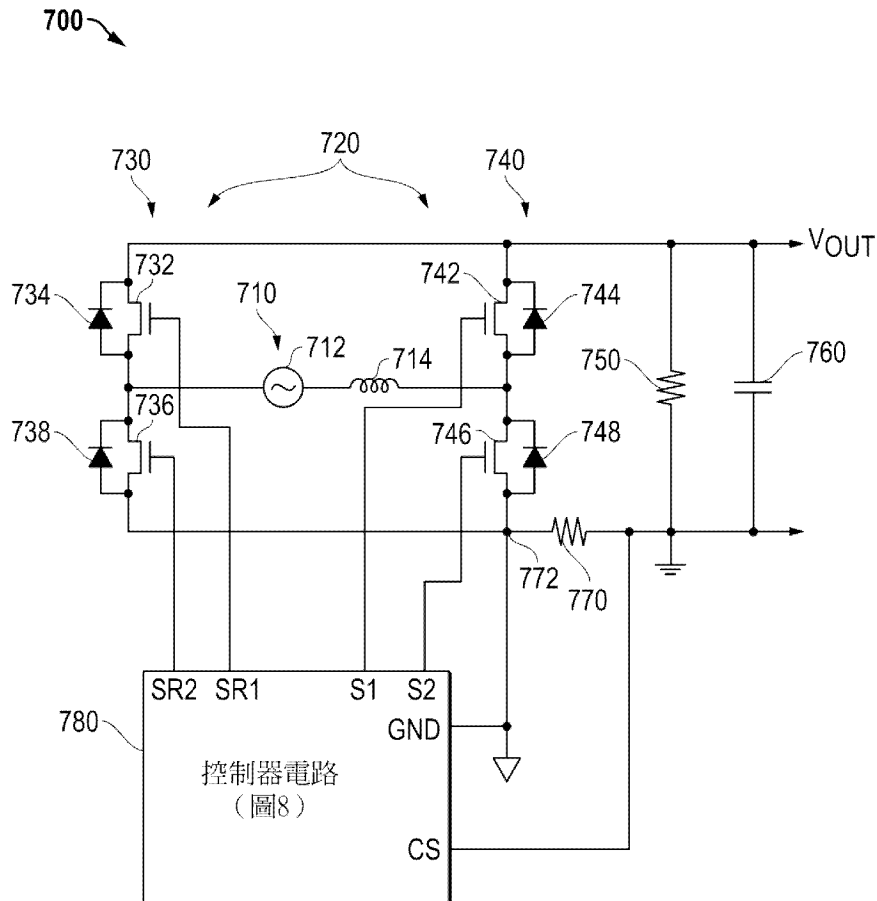
BRIDGELESS AC-DC CONVERTER WITH POWER FACTOR CORRECTION AND METHOD THEREFOR

(57) 摘要

在一種形式中，一種無橋式 AC-DC 轉換器包括：一推拉輸出電路網路，其具有經調適以耦接至一 AC 電壓源之一第二端子之一第一輸入、經調適以透過一電感器耦接至該 AC 電壓源之一第一端子之一第二輸入、用於提供一輸出電壓的一輸出端子、及一回路端子；一輸出電容器，其耦接在該輸出端子與一輸出接地端子之間；一感測元件，其耦接在該回路端子與該輸出接地端子之間；及一控制器電路，其耦接至該推拉輸出電路網路之該回路端子。該控制器電路藉由縮短該推拉輸出電路網路中之一主動開關之一導通時間而在一逐循環基礎上調變該導通時間，該導通時間對應於從通過該感測元件之一電流衍生的一電流感測信號超過一電流限制臨限的一時間量。

In one form, a bridgeless AC-DC converter includes a totem pole network having a first input adapted to be coupled to a second terminal of an AC voltage source, a second input adapted to be coupled to a first terminal of the AC voltage source through an inductor, an output terminal for providing an output voltage, and a return terminal, an output capacitor coupled between the output terminal and an output ground terminal, a sense element coupled between the return terminal and the output ground terminal, and a controller circuit coupled to the return terminal of the totem pole network. The controller circuit modulates an on time of an active switch in the totem pole network on a cycle-by-cycle basis by shortening the on time corresponding to an amount of time a current sense signal derived from a current through the sense element exceeds a current limit threshold.

指定代表圖：



【圖 7】

符號簡單說明：

700 ··· 無橋式 AC-DC 轉換器

710 ··· 輸入電壓部

712 ··· AC 電壓源

714 ··· 電感器

720 ··· 推拉輸出電路網路

730 ··· 整流臂

732 ··· 電晶體

734 ··· 相關聯本體二極體

736 ··· 電晶體

738 ··· 相關聯本體二極體

740 ··· 切換臂

742 ··· 電晶體

744 ··· 相關聯本體二極體

746 ··· 電晶體

748 ··· 相關聯本體二極體

750 ··· 負載

760 ··· 輸出電容器

770 ··· 電阻器

772 ··· 回路端子

780 ··· 控制器電路
CS ··· 第二輸入端子

GND ··· 第一輸入端子

S1 ··· 信號

S2 ··· 信號

SR1 ··· 信號

SR2 ··· 信號

【發明說明書】

【中文發明名稱】

具有功率因數校正的無橋式AC-DC轉換器及用於其之方法

【英文發明名稱】

BRIDGELESS AC-DC CONVERTER WITH POWER FACTOR CORRECTION AND METHOD THEREFOR

【技術領域】

【0001】 本揭露大致上係關於電力轉換器，且更具體地，係關於無橋式AC-DC轉換器。

【先前技術】

【0002】 切換模式電力供應器能藉由切換通過元件（諸如，電感器）的電流而用於從交流(AC)電壓產生直流(DC)電壓。離線轉換器接收來自AC電源或幹線的電壓且形成體電壓(bulk voltage)，然後該體電壓可轉換為供低電壓電路系統使用的不同電壓。一般而言，AC輸入電壓在二極體橋式整流器中被轉換為全波整流電壓，且在轉換為較低電壓前被平滑化。離線轉換器的一個特別有用的特徵係功率因數校正。功率因數控制器可使用在離線轉換器中，以藉由將電壓及電流波形保持同相而確保電力以高功率因數有效地遞送至負載。

【0003】 然而，此種典型的AC-DC拓撲要求使用二極體橋式整流器。二極體橋式整流器需要四個離散的高功率二極體，彼等不昂貴；然而在系統中產生損耗且產生熱，從而影響效率及電力密度。為了克服此等問題，一些最近的轉換器已採用無橋式推拉輸出電路架構(bridgeless, totem-pole architecture)。無橋式推拉輸出電路轉換器使用不同的電路路

徑以基於AC輸入信號的相位將電流遞送至負載，且在無橋式推拉輸出電路轉換器的低成本已難以保持的同時，在其中提供功率因數校正。

【發明內容】

【0004】 在一實施例中，一種無橋式AC-DC轉換器包含：一推拉輸出電路網路，其具有經調適以耦接至一AC電壓源之一第二端子的一第一輸入、經調適以透過一電感器耦接至該AC電壓源之一第一端子的一第二輸入、用於提供一輸出電壓的一輸出端子、及一回路端子；一輸出電容器，其具有耦接至該輸出端子的一第一端子、及耦接至一體接地端子的一第二端子；一感測元件，其耦接在該回路端子與該體接地端子之間；及一控制器電路，其耦接至該推拉輸出電路網路的該回路端子，其中該控制器電路藉由縮短該推拉輸出電路網路中之一主動開關的一導通時間而在一逐循環基礎上調變該導通時間，該導通時間對應於從通過該感測元件之一電流衍生的一電流感測信號超過一電流限制臨限的一時間量。

【0005】 在另一實施例中，一種無橋式AC-DC轉換器包含：一第一電晶體，其具有耦接至一輸出端子的一第一電流電極、一控制電極、及經調適以耦接至一AC電壓源之一第二端子的一第二電流電極；及一第二電晶體，其具有經調適以耦接至該AC電壓源之該第二端子的一第一電流電極、一控制電極、及耦接至一回路端子的一第二電流電極；一第三電晶體，其具有耦接至該輸出端子的一第一電流電極、一控制電極、及經調適以透過一電感器耦接至該AC電壓源之一第一端子的一第二電流電極；及一第四電晶體，其具有經調適以透過該電感器耦接至該AC電壓源之該第一端子的一第一電流電極、一控制電極、及耦接至一回路端子的一第二電流電極；一輸出電容器，其具有耦接至該輸出端子的一第一端子、及耦接

至一體接地端子的一第二端子；一感測元件，其耦接在該回路端子與該體接地端子之間；及一控制器電路，其耦接至該回路端子且耦接至該第一電晶體、該第二電晶體、該第三電晶體、及該第四電晶體之各者的該控制電極，其中該控制器電路藉由縮短該第四電晶體之一主動開關的一導通時間而在一逐循環基礎上在一正半循環期間調變該導通時間及在一負半循環期間調變該第三電晶體，該導通時間對應於該回路端子上的一電壓超過一電流限制臨限的一時間量。

【0006】 在另一實施例中，一種用於在具有與一電感器串聯的一AC電壓源之一無橋式AC-DC轉換器中整流一AC信號的方法，其包含：將該AC電壓源的一第二端子交替地在該AC電壓源的一負半循環期間切換至一輸出端子且在該AC電壓源的一正半循環期間切換至一回路端子；將該電感器的一第一端子耦接至該AC電壓源的一第一端子；在該AC電壓源的正半循環期間，將該電感器的一第二端子在一工作週期期間以一切換頻率耦接至一回路端子而在該工作週期的一互補期間以該切換頻率耦接至該輸出端子；在該AC電壓源的負半循環期間，將該電感器的該第二端子在該工作週期期間以該切換頻率耦接至該輸出端子而在該工作週期的一互補期間以該切換頻率耦接至該回路端子；將一感測元件耦接在該回路端子與一體接地端子之間；比較橫跨該感測元件的一電壓與一電流限制臨限；及回應於該比較而在一逐循環基礎上縮短一工作循環。

【圖式簡單說明】

【0007】 所屬技術領域中具有通常知識者而更佳地瞭解可藉由參考附圖本揭露，並且本揭露之許多特徵及優點變得顯而易見，在附圖中：

圖1以部分方塊圖且以部分示意形式繪示根據先前技術之具有功率因

數控制之使用橋式整流器的AC-DC轉換器；

圖2以部分方塊圖且以部分示意形式繪示根據先前技術之具有功率因數控制的無橋式AC-DC轉換器；

圖3以示意形式繪示圖2的無橋式AC-DC轉換器在AC輸入電壓之正半循環的第一部分期間的電流流動圖。

圖4以示意形式繪示圖2的無橋式AC-DC轉換器在AC輸入電壓之正半循環的第二部分期間的電流流動圖；

圖5以示意形式繪示圖2的無橋式AC-DC轉換器在AC輸入電壓之負半循環的第一部分期間的電流流動圖；

圖6以示意形式繪示圖2的無橋式AC-DC轉換器在AC輸入電壓之負半循環的第二部分期間的電流流動圖；

圖7以部分方塊圖且以部分示意形式繪示根據本發明實施例之具有功率因數控制的無橋式AC-DC轉換器；

圖8以部分方塊圖且以部分示意形式繪示圖7的控制器電路；

圖9繪示在瞭解圖7的控制器電路之操作時有用的時序圖；

圖10以部分方塊圖且以部分示意形式繪示根據本發明另一實施例之具有功率因數控制的無橋式AC-DC轉換器的一部分及對應於該無橋式AC-DC轉換器的時序圖；且

圖11以部分方塊圖且以部分示意形式繪示根據又一實施例之具有功率因數控制的無橋式AC-DC轉換器。

【0008】 不同圖式中使用相同參考符號指示相似或等同的組件。除非另外說明，辭「耦接」及其關聯動辭形式包括直接連接及藉由本領域中已知的手段間接電連接二者，且除非另外說明，直接連接的任何描述也隱

含使用合適形式之間接電連接的替代實施例。

【實施方式】

【0009】圖1以部分方塊圖且以部分示意形式繪示根據先前技術之具有功率因數校正之使用橋式整流器的AC-DC轉換器100。AC-DC轉換器100大致上包括AC電壓源110、橋式整流器120、體電容器(bulk capacit 或) 130、電感器140、電晶體150、電阻器152、二極體160及170、輸出電容器180、及功率因數控制(PFC)控制器190。AC電壓源110具有第一端子及第二端子，且提供標記為「 V_{AC} 」的電壓。

【0010】橋式整流器120包括二極體122、124、126、及128。二極體122具有連接至AC電壓源110之第一端子的陽極、及用於提供標記為「 V_{IN} 」之輸入電壓的陰極。二極體124具有連接至體接地(bulk ground)的陽極、及連接至AC電壓源110之第一端子的陰極。二極體126具有連接至AC電壓源110之第二端子的陽極、及連接至二極體122之陰極的陰極。二極體128具有連接至體接地的陽極、及連接至AC電壓源110之第二端子的陰極。

【0011】體電容器130具有連接至二極體122及126之陰極的第一端子、及連接至體接地的第二端子。電感器140具有主繞組及耦接的副繞組。主繞組具有連接至二極體122及126之陰極的第一端、及第二端。副繞組具有連接至體接地的第一端、及用於提供標記為「ZCD」之信號的第二端。

【0012】電晶體150係具有連接至電感器140的主繞組之第二端的汲極、用於接收標記為「DRV」之信號的閘極、及源極的N-通道功率金屬氧化物半導體(MOS)電晶體。電阻器152具有連接至電晶體150之源極且

提供標記為「CS」之電流感測信號的第一端子、及連接至體接地的第二端子。

【0013】 二極體160具有連接至二極體122及126之陰極的陽極、及用於提供標記為「 V_{OUT} 」之電壓的陰極。二極體170具有連接至電感器140的主繞組之第二端的陽極、及連接至二極體160之陰極的陰極。電容器180具有連接至二極體160及170之陰極的第一端子、及連接至體接地的第二端子。PFC控制器190具有連接至電感器140之副繞組的第二端之用於接收ZCD信號的輸入、連接至電阻器152之用於提供CS信號的第一端子的輸入、及連接至電晶體150的閘極之用於提供DRV信號的輸出。

【0014】 在操作中，AC電壓源110係以例如50赫茲(Hz)或60 Hz提供正弦波形的電壓源，諸如，AC幹線。橋式整流器120將AC信號輸入轉換為全波整流信號（亦即，半正矢信號）。體電容器130將半正矢信號中的漣波平滑化。電感器140使ZCD信號逐漸形成且將該ZCD信號提供至PFC控制器190，且其在ZCD下降至零時指示電感器140的核心重設。二極體160及170提供 V_{OUT} 為 V_{IN} 與在電感器140之主繞組的第二端之電壓中的較大者，且輸出電阻器180使用其以將 V_{BULK} 平滑化。

【0015】 PFC控制器190導通及關斷電晶體150以使電流波形與電壓波形同相，且因此實現高功率因數。

【0016】 雖然AC-DC轉換器100使用常見的離線(AC-DC)拓撲，然而橋式整流器120增加可觀的電力損耗。例如，一般的115伏特系統，具有160 W負載的橋式整流120能消耗將近2瓦特(W)。此外，橋式整流器120由於所需的四個功率二極體及散熱器而係龐大的。

【0017】 圖2以部分方塊圖且以部分示意形式繪示根據先前技術之

具有功率因數校正的無橋式AC-DC轉換器200。無橋式AC-DC轉換器200是無橋的，並且使用推拉輸出電路拓撲。無橋式AC-DC轉換器200大致上包括AC電壓源210、電感器220、整流臂230、切換臂240、負載250、及輸出電容器260。

【0018】 AC電壓源210具有第一端子及第二端子。電感器220具有連接至AC電壓源210之第一端子的第一端子、及第二端子。

【0019】 整流臂230包括電晶體232及236。電晶體232係具有用於提供標記為「 V_{OUT} 」之輸出電壓的汲極、用於接收標記為SR1之信號的閘極、及連接至AC電壓源210的第二端子之源極的N通道功率MOS電晶體。電晶體232具有相關聯本體二極體234，該本體二極體具有連接至電晶體232之源極的陽極、及連接至電晶體232之汲極的陰極。電晶體236係具有連接至AC電壓源210之第二端子的汲極、用於接收標記為「SR2」之信號的閘極、及連接至體接地之源極的N-通道功率MOS電晶體。電晶體236具有相關聯本體二極體238，該本體二極體具有連接至體接地的陽極、及連接至電晶體236之汲極的陰極。

【0020】 切換臂240包括電晶體242及246。電晶體242係具有連接至電晶體232之汲極的汲極、用於接收標記為「S1」之信號的閘極、及連接至電感器220的第二端子之源極的N-通道功率MOS電晶體。電晶體242具有相關聯本體二極體244，該本體二極體具有連接至電晶體242之源極的陽極、及連接至電晶體242之汲極的陰極。電晶體246係具有連接至電感器220之第二端子的汲極、用於接收標記為「S2」之信號的閘極、及連接至體接地之源極的N-通道功率MOS電晶體。電晶體246具有相關聯本體二極體248，該本體二極體具有連接至體接地的陽極、及連接至電晶體246

之汲極的陰極。

【0021】 負載電阻器250具有連接至電晶體232及242之汲極的第一端子、及連接至體接地的第二端子。電容器260具有連接至電晶體232及242之汲極的第一端子、及連接至體接地的第二端子。

【0022】 在操作中，控制器（未展示於圖2中）基於由AC電壓源210輸出之AC信號的相位啟動而整流臂230中的經選擇電晶體。當AC電壓源210的輸出在其第一端子與第二端子之間係負輸出時，控制器使電晶體236導電，同時使電晶體232保持不導電。控制器選擇性地且交替地切換電晶體242及246而以高功率因數提供 V_{OUT} 。當AC電壓源210在其第一端子與第二端子之間提供正電壓時，控制器使電晶體232導電，同時使電晶體236保持不導電。控制器選擇性地且交替地切換電晶體242及246而以高功率因數提供 V_{OUT} 。現在將描述無橋式AC-DC轉換器200之操作的額外細節。

【0023】 圖3以示意形式繪示圖2的無橋式AC-DC轉換器在AC輸入電壓之正半循環的第一部分期間的電流流動圖300。電流流動圖300展示控制器已使電晶體232及242處於非作用中且已使電晶體236及246處於作用中，且無橋式AC-DC轉換器200在電流環路310中傳導電流。在此相位期間，電感器220在其第二端子與第一端子之間積累通量且儲存能量，且輸出電容器260藉由將能量提供至負載而維持 V_{OUT} 。能藉由將電流感測電阻器置於電晶體246的源極與體接地之間而偵測電流。

【0024】 圖4以示意形式繪示圖2的無橋式AC-DC轉換器在AC輸入電壓之正半循環的第二部分期間的電流流動圖400。電流流動圖400展示控制器已使電晶體232及246處於非作用中且已使電晶體236及242處於作

用中，且AC電壓源210及電感器220將電流傳導至電流環路410中的負載中。

【0025】圖5以示意形式繪示圖2的無橋式AC-DC轉換器在AC輸入電壓之負半循環的第一部分期間的電流流動圖500。電流流動圖500展示控制器已使電晶體232及242處於作用中且已使電晶體236及246處於非作用中，且無橋式AC-DC轉換器200在電流環路510中傳導電流。在此相位期間，電感器220在其第二端子與第一端子之間積累通量且儲存能量，且輸出電容器260藉由將能量提供至負載而維持 V_{OUT} 。然而，在此相位中，電流環路相對於體接地浮動，且連接在電晶體246的汲極與體接地之間的電阻器不提供接地參考信號，使逐循環電流限制的實作變得困難。

【0026】圖6以示意形式繪示圖2的無橋式AC-DC轉換器在AC輸入電壓之負半循環的第二部分期間的電流流動圖600。電流流動圖600展示控制器已使電晶體232及246處於作用中且已使電晶體236及242處於非作用中，且無橋式AC-DC轉換器200在電流環路610中傳導電流。在此相位期間，AC電壓源210及電感器220將能量提供至負載。

【0027】一些已知的推拉輸出電路PFC轉換器藉由將電流傳感器或霍爾效應感測器置於電感器220之第一端子與AC電壓源210的第一端子之間而克服浮動電流環路問題，且已將其用於實作平均電流模式控制策略。然而，此等感測器係昂貴、龐大、且頻寬有限。

【0028】圖7以部分方塊圖且以部分示意形式繪示根據本發明實施例之具有功率因數校正的無橋式AC-DC轉換器700。無橋式AC-DC轉換器700使用推拉輸出電路拓撲。無橋式AC-DC轉換器700大致上包括輸入電壓部710、推拉輸出電路網路720、負載750、輸出電容器760、電阻器

770、及控制器電路780。

【0029】 輸入電壓部710包括AC電壓源712及電感器714。AC電壓源712具有第一端子及第二端子。電感器714具有連接至AC電壓源712之第一端子的第一端子、及第二端子。

【0030】 推拉輸出電路網路720包括整流臂730及切換臂740。整流臂730包括電晶體732及736。電晶體732係具有用於提供輸出電壓 V_{OUT} 的汲極、用於接收信號SR1的閘極、及連接至AC電壓源712的第二端子之源極的N通道功率MOS電晶體。電晶體732具有相關聯本體二極體734，該本體二極體具有連接至電晶體732之源極的陽極、及連接至電晶體732之汲極的陰極。電晶體736係具有連接至AC電壓源712之第二端子的汲極、用於接收信號SR2的閘極、及源極的N-通道功率MOS電晶體。電晶體736具有相關聯本體二極體738，該本體二極體具有連接至電晶體736之源極的陽極、及連接至電晶體736之汲極的陰極。

【0031】 切換臂740包括電晶體742及746。電晶體742係具有連接至電晶體732之汲極的汲極、用於接收信號S1的閘極、及連接至電感器714的第一端子之源極的N-通道功率MOS電晶體。電晶體742具有相關聯本體二極體744，該本體二極體具有連接至電晶體742之源極的陽極、及連接至電晶體742之汲極的陰極。電晶體746係具有連接至電感器714之第二端子的汲極、用於接收信號S2的閘極、及連接至電晶體736的源極之源極的N-通道功率MOS電晶體。電晶體746具有相關聯本體二極體748，該本體二極體具有連接至回路端子772的陽極、及連接至電晶體746之汲極的陰極。

【0032】 負載電阻器750具有連接至電晶體732及742之汲極的第一

端子、及連接至體接地的第二端子。電容器760具有連接至電晶體732及742之汲極的第一端子、及連接至體接地的第二端子。電阻器770具有連接至回路端子772且連接至電晶體736及746之源極的第一端子、及連接至體接地的第二端子。控制器電路780具有形成信號接地端子且連接至回路端子772之標記為「GND」的第一輸入端子、形成電流感測輸入端子且連接至體接地端子之標記為「CS」的第二輸入端子、及分別連接至電晶體732、736、742、及746的閘極之用於提供信號SR1、SR2、S1、及S2的輸出端子。

【0033】 無橋式AC-DC轉換器700將電阻器770置於回路路徑中，以允許控制器電路780在AC信號的二相位期間測量電流的位準。對於如圖所示的升壓轉換器架構，平均二極體電流指示負載電流。控制器電路780連接回路端子772至其GND輸入，且CS與GND之間的電壓差係與此電流成比例的電壓。控制器電路780在內部比較此電壓差與電流限制臨限，且進一步判定此電壓超過電流限制臨限的時間量。控制器電路780使用電流感測電壓超過電流限制臨限時間的時間量而以將於現在描述的方式實作電流限制保護。

圖8以部分方塊圖且以部分示意形式繪示圖7的控制器電路780。在此實例中，將控制器電路780實作為單一積體電路晶片，且大致上包括一組積體電路端子810、脈衝寬度調變電路820、及電流限制電路830。積體電路端子810包括標記為「FB」的回授端子811、標記為「 V_{LINE} 」的線電壓輸入端子812、電流感測端子813 (CS)、接地端子814 (GND)、標記為「 V_{CTRL} 」的控制電壓端子815、第一驅動端子816 (S1)、及第二驅動端子817 (S2)、第一整流端子818 (SR1)、及第二整流端子819 (SR2)

【0034】脈衝寬度調變電路820包括跨導放大器821、脈衝寬度調變(PWM)振盪器822、比較器823、或閘824、PWM鎖存器825、相位邏輯及驅動器電路826、及反相器827。跨導放大器821具有連接至回授端子811的輸入、及連接至控制電壓端子815之用於提供標記為「 $V_{CONTROL}$ 」的電壓的輸出。PWM振盪器822具有用於接收標記為「 \overline{DRV} 」之互補驅動信號的控制輸入、用於提供標記為「PWM CLOCK」之時脈信號的第一輸出、及用於提供標記為「PWM RAMP」之斜坡信號的第二輸出。比較器823具有連接至振盪器822的輸出之用於接收PWM RAMP信號的正輸入、連接至跨導放大器821的輸出之用於接收 $V_{CONTROL}$ 信號的負輸入、及輸出。或閘824具有連接至比較器823之輸出的第一輸入、用於接收標記為「 CL_{TRIP} 」之信號的第二輸入、及輸出。PWM鎖存器825係具有用於接收PWM CLOCK之S輸入、連接至或閘824之輸出的R輸入、及用於提供標記為「DRV」的真驅動信號之輸出的SR型鎖存器。相位邏輯及驅動器電路826具有用以接收DRV信號的第一輸入、用於接收標記為「LINE PHASE」之信號的第二輸入、連接至第一驅動端子816的第一輸出、連接至第二驅動端子817的第二輸出、連接至第一整流端子818的第三輸出、及連接至第二整流端子819的第四輸出。反相器827具有用於接收真驅動信號DRV的輸入、及用於提供 \overline{DRV} 信號的輸出。

【0035】電流限制電路830包括電流限制斜坡產生器831、比較器832、積分器833、求和裝置834、及比較器835。電流限制斜坡產生器831具有用於接收 \overline{DRV} 信號的第一輸入、連接至線電壓輸入端子812的第二輸入、及用於提供標記為「CURRENT LIMIT RAMP」之信號的輸出。比較器832具有連接至電流感測端子813的正輸入、用於接收標記為

「VCS_LIMIT」之參考電壓的負輸入端子、及用於提供標記為「OVERSHOOT」之信號的輸出。積分器833具有用於接收OVERSHOOT信號的輸入、及用於提供標記為「V_{OFFSET}」之信號的輸出。求和裝置834具有用於接收標記為「V_{MAX}」之信號的正輸入、用於接收V_{OFFSET}信號的負輸入、及輸出。比較器835具有用於接收CURRENT LIMIT RAMP信號的正輸入、連接至求和裝置834之輸出的負輸入、及連接至或閘824的第二輸入之用於提供CL_{TRIP}信號的輸出。

【0036】 在操作中，脈衝寬度調變電路820提供信號以基於由LINE PHASE信號指示之AC線路電壓的相位而使用DRV信號或DRV信號之互補的其中一者來驅動電晶體742及746之一合適者。當在正半循環中時，將SR1信號保持非作用中且將SR2信號保持作用中，且在由DRV信號識別的時期間，S1信號係在作用中且S2信號係在非作用中。因此相位邏輯及驅動器電路826回應於DRV信號而將其第一輸出保持在作用中且將其第二輸出保持在非作用中。當在負半循環中時，將SR1信號保持作用中且將SR2信號保持非作用中，且在由DRV信號識別的時期間，S1信號係在作用中且S2信號係在非作用中。因此相位邏輯及驅動器電路826回應於DRV信號而將其第一輸出保持在作用中且將其第二輸出保持在非作用中。脈衝寬度調變電路820在PWM時脈信號啟動時啟動DRV信號，且基於二個控制環路的其中一者撤消DRV信號。

【0037】 第一控制環路係電壓控制環路。FB信號指示輸出電壓的狀態。控制器電路780接收係輸出電壓之一比例的FB信號，且使用連接至在積體電路外部的電壓控制接針815之用於輸出濾波及補償的補償網路。比較器823比較V_{CONTROL}信號與PWM RAMP，以選擇性地重設PWM鎖存器

625。

【0038】 第二控制環路係電流限制控制環路。電流控制環路根據CS信號調變導通時間，且因此調變遞送至負載的電力。比較器832比較CS信號（橫跨電阻器770的電壓）與 V_{CS_LIMIT} 信號，以當CS信號超過 V_{CS_LIMIT} 信號時，以高態提供OVERSHOOT信號。積分器833積分OVERSHOOT信號，使得 V_{OFFSET} 信號與OVERSHOOT信號在作用中的時間量成比例。求和裝置834從 V_{MAX} 信號減去此量以提供用於比較器835的比較位準。電流限制斜坡產生器831提供斜坡信號，其斜率與 V_{LINE} 信號上的線路電壓感測成比例。

【0039】 積分器833積分OVERSHOOT持續時間以提供 V_{OFFSET} ，且控制器電路780使用 V_{OFFSET} 限制後續循環中的工作循環。脈衝寬度調變電路820形成用於臨界導通模式(CrM) PFC控制的常規PWM路徑。電流限制路徑係由電流限制電路830提供。CURRENT LIMIT RAMP信號具有基於線饋電正向電壓(V_{LINE})且與PWM電路820同步的可變斜率。隨著電流越過限制之標記為「 $T_{OVERSHOOT}$ 」的時間增加， V_{OFFSET} 增加。在常規PWM路徑重設PWM鎖存器825且終止DRV信號之前， V_{MAX} 與 V_{OFFSET} 之間的差減少，直到CURRENT LIMIT RAMP信號與其相交。因此在此時，電流限制電路830接管。

【0040】 因此，控制器電路780使用回路路徑中的電流感測電阻器770，在該回路路徑中電流感測信號所參考的控制器接地與體接地不同。控制器電路780能夠簡單地提供無橋式功率因數且不需要多個昂貴的電流感測元件。

【0041】 圖9繪示在瞭解圖7的控制器電路780之操作時有用的時序

圖900。在時序圖900中，水平軸表示以微秒(μsec)為單位的時間，且垂直軸表示以伏特為單位之CS信號及 V_{LINE} 信號二者。時序圖900包括表示CS信號的波形910、表示 $V_{\text{CS_LIMIT}}$ 的電壓位準920、及表示 V_{LINE} 信號的波形930。需注意，與一般的50/60 Hz系統相比，圖9誇大 V_{LINE} 信號的斜率以有助於討論。 $T_{\text{OVERSHOOT}}$ 係CS超過 $V_{\text{CS_LIMIT}}$ 的時間量。從圖9中應顯而易見，隨著 V_{LINE} 增加， $T_{\text{OVERSHOOT}}$ 及 V_{OFFSET} 增加，減少DRV在作用中的時間量。

【0042】 圖10以部分方塊圖且以部分示意形式繪示根據本發明的另一實施例之具有功率因數控制的無橋式AC-DC轉換器1000的一部分及對應於無橋式AC-DC轉換器1000的時序圖1020。在圖10中，控制器電路780的CS端子連接至電阻器770的第一端子，且控制器電路780的GND端子透過新連接件1010連接至電阻器770的第二端子。在時序圖1020中，水平軸表示以 μsec 為單位的時間，且垂直軸表示以伏特為單位之橫跨電阻器770的電壓，亦即，CS信號。波形1030展示 V_{770} 的極性與圖9的極性相反，且電流限制電路830將 $T_{\text{OVERSHOOT}}$ 判定為 V_{770} 小於對應電流限制信號的量。否則，控制器電路780的操作如上文所述。

【0043】 請注意在實際實施例中，控制器電路780可具有其他特徵且回應於其他信號以判定故障的存在、建置某些操作模式等，但此等特徵係習知的，且不係瞭解控制器電路780的相關操作之所需。

【0044】 圖11以部分方塊圖且以部分示意形式繪示根據又一實施例之具有功率因數控制的無橋式AC-DC轉換器1100。無橋式AC-DC轉換器1100與圖7之無橋式AC-DC轉換器700相同，惟其使用不同的整流臂1130除外。整流臂1130包括二極體1132及1136。二極體1132具有用於提供輸

出電壓 V_{OUT} 的陰極、及連接至AC電壓源712之第二端子的陽極。二極體1136具有連接至AC電壓源712之第二端子的陰極、及連接至電阻器770之第一端子的陽極。無橋式AC-DC轉換器1100的操作與無橋式AC-DC轉換器700相同，惟以二極體1132及1136替換圖7的電晶體732及736除外。因此，控制器電路1080需要較少的積體電路端子，但代價係二極體1132及1136中的較高功率消耗。

【0045】 因此已描述具有功率因數校正之無橋式AC-DC轉換器的各種實施例。該轉換器使用回路路徑中的單一電阻器作為電流感測元件，避免對多個接針及電流感測電阻器或昂貴的電流感測元件的需求。

【0046】 上文揭示的課題被視為係闡釋性，且非限制性的，且隨附申請專利範圍企圖涵蓋落在申請專利範圍之真正範圍內的所有此種修改、強化、及其他實施例。例如，控制器電路能具有在所屬技術領域已為人所知但未特別於本文描述的各種其他保護機制。相反導電類型的電晶體能與合適反相之各別控制信號一起使用。此外，可顛倒回路路徑中之感測電阻器的極性。在一些實施例中，整流臂能用二極體取代電晶體予以實作。也能使用電阻器以外的其他類型感測元件，諸如，電流感測變壓器、及霍爾效應感測器等。

【0047】 在一種形式中，一種無橋式AC-DC轉換器包含一推拉輸出電路網路、一輸出電容器、一感測元件、及一控制器電路，其中該推拉輸出電路網路包含：一整流臂，該整流臂具有耦接至一輸出端子的一第一端子、經調適以耦接至一AC電壓源之一第二端子的一第二端子、及耦接至一電流感測端子之一第三端子的一整流臂；及一切換臂，該切換臂具有耦接至該輸出端子的一第一端子、經調適以透過該電感器耦接至該AC電壓

源之一第一端子的一第二端子、及耦接至該電流感測端子之一第三端子。

【0048】 根據一個態樣，該控制器電路包含：一電流感測輸入端子，其經調適以耦接至該回路端子；一斜坡產生器，其具有用於提供一斜坡信號之一輸出端子；一第一比較器，其具有耦接至該電流感測輸入端子的一第一端子、用於接收該電流限制臨限的一第二端子、及一輸出端子；一積分器，其具有耦接至該第一比較器之該輸出端子的一輸入端子、及一輸出端子，其中該積分器積分該第一比較器之該輸出端子處於作用中的一時間量以提供一偏移信號；一求和裝置，其用於回應於一預定電壓與該偏移信號之間的一差而形成一電流感測限制信號；一第二比較器，其具有用於接收該斜坡信號的一正輸入、用於接收該電流感測限制信號的一負輸入、及用於提供一電流限制跳脫信號之一輸出端子；及一脈衝寬度調變電路，其回應於一回授信號以判定該主動開關的一導通時間，且回應於該電流限制跳脫信號而在一逐循環基礎上終止該主動開關之該導通時間。根據此態樣，該斜坡產生器可產生其斜率回應於一線電壓而變化的一斜坡信號。

【0049】 根據另一態樣，該整流臂包含一第一電晶體及一第二電晶體。該第一電晶體具有：一第一電流電極，其耦接至該輸出端子；一控制電極，其耦接至該控制器電路；及一第二電流電極，其耦接至該AC電壓源之該第二端子。該第二電晶體具有：一第一電流電極，其耦接至該AC電壓源之該第二端子；一控制電極，其耦接至該控制器電路；及一第二電流電極，其耦接至該電流感測端子。該控制器電路在該AC電壓源的一正半循環期間啟動該第二電晶體且保持該第一電晶體處於非作用中，且在該AC電壓源的一負半循環期間啟動該第一電晶體且保持該第二電晶體處於

非作用中。根據此態樣，該整流臂的該第一電晶體可包含一第一本體二極體，該第一本體二極體具有由該第一電晶體之該第二電流電極形成的一陽極、及由該第一電晶體的該第一電極形成耦接之一陰極，且該整流臂的該第二電晶體可包含一第二二極體，該第二二極體具有耦接至該第二電晶體之該第二電極的一陽極、及耦接至該第一電晶體的該第一電極之一陰極。

【0050】 根據又另一態樣，該整流臂包含：一第一二極體，其具有耦接至該輸出端子的一陰極、及耦接至該AC電壓源的該第二端子之一陽極；及一第二二極體，其具有耦接至該AC電壓源之該第二端子的一陰極、及耦接至該電流感測端子之一陽極。

【0051】 根據又另一態樣，該切換臂包含一第一電晶體及一第二電晶體。該第一電晶體具有耦接至該輸出端子的一第一電流電極、耦接至該控制器電路的一控制電極、及耦接至該AC電壓源之該第一端子的一第二電流電極。該第二電晶體具有耦接至該AC電壓源之該第一端子的一第一電流電極、耦接至該控制器電路的一控制電極、及耦接至該電流感測端子的一第二電流電極。該控制器電路在該AC電壓源的一正半循環期間，在一工作週期期間以一切換頻率導通該第二電晶體，且在該工作週期的一互補期間導通該第一電晶體，且在該AC電壓源的一負半循環期間，在該工作週期的該互補期間以該切換頻率導通該第二電晶體，且在該工作週期期間導通該第一電晶體。根據此態樣，該切換臂的該第一電晶體包含一第一本體二極體，該第一本體二極體具有由該第一電晶體之該第二端子形成的一陽極、及由該第一電晶體的該第一端子形成耦接之一陰極，且該切換臂的該第二電晶體包含一第二二極體，該第二二極體具有耦接至該第二電晶體之該第二端子的一陽極、及耦接至該第一電晶體的該第一端子之一陰

極。

【0052】 根據又另一態樣，該感測元件包含一感測電阻器。

【0053】 在另一種形式中，一種無橋式AC-DC轉換器包含一第一電晶體、一第二電晶體、一第三電晶體、一第四電晶體、一輸出電容器、一感測元件、及一控制器電路。根據一態樣，該控制器電路在該AC電壓源的一正半循環期間啟動該第二電晶體且保持該第一電晶體處於非作用中，且該控制器電路在該AC電壓源的一負半循環期間啟動該第一電晶體且保持該第二電晶體處於非作用中。

【0054】 根據另一態樣，該無橋式AC-DC轉換器進一步包含一第一飛輪二極體及一第二飛輪二極體。該第一飛輪二極體具有耦接至該第三電晶體之該第二電流電極的一陽極、及耦接至該第三電晶體之該第一電流電極的一陰極。該第二飛輪二極體具有耦接至該第四電晶體之該第二電流電極的一陽極、及耦接至該第四電晶體之該第一電流電極的一陰極。該控制器電路在該AC電壓源的一正半循環期間，在一工作週期期間以一切換頻率導通該第二電晶體，且在該工作週期的一互補期間導通該第一電晶體，且在該AC電壓源的一負半循環期間，在該工作週期的該互補期間以該切換頻率導通該第二電晶體，且在該工作週期期間導通該第一電晶體。

【0055】 在又另一種形式中，揭示一種用於在具有與一電感器串聯的一AC電壓源之一無橋式AC-DC轉換器中整流一AC信號的方法。該方法包括：將該AC電壓源的一第二端子交替地在該AC電壓源的一負半循環期間切換至一輸出端子且在該AC電壓源的一正半循環期間切換至一回路端子；將該電感器的一第一端子耦接至該AC電壓源的一第一端子；在該AC電壓源的正半循環期間，將該電感器的一第二端子在一工作週期期間以一

切換頻率耦接至一回路端子，而在該工作週期的一互補期間以該切換頻率耦接至該輸出端子；在該AC電壓源的負半循環期間，將該電感器的該第二端子在該工作週期期間以該切換頻率耦接至該輸出端子，而在該工作週期的一互補期間以該切換頻率耦接至該回路端子；將一感測元件耦接在該回路端子與一體接地端子之間；比較橫跨該感測元件的一電壓與一電流限制臨限；及回應於該比較而在一逐循環基礎上縮短一工作循環。

【0056】 根據一態樣，縮短該工作循環包含：產生一斜坡信號；積分該回路端子上的該電壓超過該電流限制臨限的一時間量以提供一偏移信號；從一預定電壓減去該偏移信號以提供一電流感測限制信號；當該斜坡信號超過該電流感測限制信號時提供一電流限制跳脫信號；及回應於該電流限制跳脫信號而在該逐週期基礎上縮短該工作循環。

【0057】 根據另一態樣，將該感測元件耦接在該體接地端子與該回路端子之間包含：將一電阻器耦接在該體接地端子與該回路端子之間。

【0058】 根據又另一態樣，將該感測元件耦接在該體接地端子與該回路端子之間包含：將一電流感測變壓器耦接在該體接地端子與該回路端子之間。

【0059】 因此，在法律允許的最大程度內，本發明的範圍待由下述申請專利範圍的最廣泛可容許解釋及彼等的等效解釋判定，且不應由上述實施方式所侷限或限制。

【符號說明】

【0060】

100... AC-DC轉換器

110... AC電壓源

- 120... 橋式整流器
- 122... 二極體
- 124... 二極體
- 126... 二極體
- 128... 二極體
- 130... 體電容器
- 140... 電感器
- 150... 電晶體
- 152... 電阻器
- 160... 二極體
- 170... 二極體
- 180... 電容器
- 190... 功率因數控制(PFC)控制器
- 200... 無橋式AC-DC轉換器
- 210... AC電壓源
- 220... 電感器
- 230... 整流臂
- 232... 電晶體
- 234... 關聯本體二極體
- 236... 電晶體
- 238... 關聯本體二極體
- 240... 切換臂
- 242... 電晶體

- 244... 關聯本體二極體
- 246... 電晶體
- 248... 關聯本體二極體
- 250... 負載/負載電阻器
- 260... 電容器
- 300... 電流流動圖
- 310... 電流環路
- 400... 電流流動圖
- 410... 電流環路
- 500... 電流流動圖
- 510... 電流環路
- 600... 電流流動圖
- 610... 電流環路
- 700... 無橋式AC-DC轉換器
- 710... 輸入電壓部
- 712... AC電壓源
- 714... 電感器
- 720... 推拉輸出電路網路
- 730... 整流臂
- 732... 電晶體
- 734... 關聯本體二極體
- 736... 電晶體
- 738... 關聯本體二極體

- 740... 切換臂
- 742... 電晶體
- 744... 關聯本體二極體
- 746... 電晶體
- 748... 關聯本體二極體
- 750... 負載/負載電阻器
- 760... 電容器
- 770... 電阻器
- 772... 回路端子
- 780... 控制器電路
- 810... 積體電路端子
- 811... 回授端子
- 812... 線電壓輸入端子
- 813... 電流感測端子
- 814... 接地端子
- 815... 控制電壓端子/電壓控制接針
- 816... 第一驅動端子
- 817... 第二驅動端子
- 818... 第一整流端子
- 819... 第二整流端子
- 820... 脈衝寬度調變電路
- 821... 跨導放大器
- 822... 振盪器

- 823... 比較器
- 824... 或閘
- 825... PWM鎖存器
- 826... 相位邏輯及驅動器電路
- 827... 反相器
- 830... 電流限制電路
- 831... 電流限制斜坡產生器
- 832... 比較器
- 833... 積分器
- 834... 求和裝置
- 835... 比較器
- 900... 時序圖
- 910... 波形
- 920... 電壓位準
- 930... 波形
- 1000... 無橋式AC-DC轉換器
- 1010... 新連接件
- 1020... 時序圖
- 1030... 波形
- 1080... 控制器電路
- 1100... 無橋式AC-DC轉換器
- 1130... 整流臂
- 1132... 二極體

1136... 二極體

CL_{TRIP}... 信號

CS... 電流感測信號/電流感測端子

CURRENT LIMIT RAMP... 信號

DRV... 信號/真驅動信號

$\overline{\text{DRV}}$... 互補驅動信號

FB... 回授端子

GND... 第一輸入端子/接地端子

LINE PHASE... 線相位

OVERSHOOT... 信號

PWM CLOCK... 時脈信號

PWM RAMP... 斜坡信號

S1... 第一驅動端子

S2... 第二驅動端子

SR1... 信號/第一整流端子

SR2... 信號/第二整流端子

T_{OVERSHOOT}... 時間

V₇₇₀...

V_{AC}... 電壓

V_{BULK}... 電壓

V_{CONTROL}... 電壓

V_{CS_LIMIT}... 參考電壓

V_{CTRL}... 控制電壓端子

V_{IN} ... 輸入電壓

V_{LINE} ... 線電壓輸入端子

V_{MAX} ... 信號

V_{OFFSET} ... 信號

V_{OUT} ... 電壓

ZCD... 信號



201924202

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

具有功率因數校正的無橋式AC-DC轉換器及用於其之方法

【英文發明名稱】

BRIDGELESS AC-DC CONVERTER WITH POWER FACTOR CORRECTION AND METHOD THEREFOR

【中文】

在一種形式中，一種無橋式AC-DC轉換器包括：一推拉輸出電路網路，其具有經調適以耦接至一AC電壓源之一第二端子的一第一輸入、經調適以透過一電感器耦接至該AC電壓源之一第一端子的一第二輸入、用於提供一輸出電壓的一輸出端子、及一回路端子；一輸出電容器，其耦接在該輸出端子與一輸出接地端子之間；一感測元件，其耦接在該回路端子與該輸出接地端子之間；及一控制器電路，其耦接至該推拉輸出電路網路之該回路端子。該控制器電路藉由縮短該推拉輸出電路網路中之一主動開關的一導通時間而在一逐循環基礎上調變該導通時間，該導通時間對應於從通過該感測元件之一電流衍生的一電流感測信號超過一電流限制臨限的一時間量。

【英文】

In one form, a bridgeless AC-DC converter includes a totem pole network having a first input adapted to be coupled to a second terminal of an AC voltage source, a second input adapted to be coupled to a first terminal of the AC voltage source through an inductor, an output terminal for providing an output voltage, and a return terminal, an

output capacitor coupled between the output terminal and an output ground terminal, a sense element coupled between the return terminal and the output ground terminal, and a controller circuit coupled to the return terminal of the totem pole network. The controller circuit modulates an on time of an active switch in the totem pole network on a cycle-by-cycle basis by shortening the on time corresponding to an amount of time a current sense signal derived from a current through the sense element exceeds a current limit threshold.

【指定代表圖】

圖7

【代表圖之符號簡單說明】

- 700 無橋式AC-DC轉換器
- 710 輸入電壓部
- 712 AC電壓源
- 714 電感器
- 720 推拉輸出電路網路
- 730 整流臂
- 732 電晶體
- 734 相關聯本體二極體
- 736 電晶體
- 738 相關聯本體二極體
- 740 切換臂
- 742 電晶體

744	相關聯本體二極體
746	電晶體
748	相關聯本體二極體
750	負載
760	輸出電容器
770	電阻器
772	回路端子
780	控制器電路
CS	第二輸入端子
GND	第一輸入端子
S1	信號
S2	信號
SR1	信號
SR2	信號

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種無橋式AC-DC轉換器，其包含：

一推拉輸出電路網路，其具有經調適以耦接至一AC電壓源之一第二端子之一第一輸入、經調適以透過一電感器耦接至該AC電壓源之一第一端子之一第二輸入、用於提供一輸出電壓的一輸出端子、及一回路端子；

一輸出電容器，其具有耦接至該輸出端子之一第一端子、及耦接至一體接地端子之一第二端子；

一感測元件，其耦接在該回路端子與該體接地端子之間；及

一控制器電路，其耦接至該推拉輸出電路網路的該回路端子，其中該控制器電路藉由對應於從通過該感測元件之一電流衍生的一電流感測信號超過一電流限制臨限的一時間量而縮短該推拉輸出電路網路中之一主動開關的一導通時間而在一逐循環基礎上調變該導通時間。

【第2項】

如請求項1之無橋式AC-DC轉換器，其中該控制器電路包含：

一電流感測輸入端子，其經調適以耦接至該回路端子；

一斜坡產生器，其具有用於提供一斜坡信號的一輸出端子；

一第一比較器，其具有耦接至該電流感測輸入端子之一第一端子、用於接收該電流限制臨限之一第二端子、及一輸出端子；

一積分器，其具有耦接至該第一比較器之該輸出端子之一輸入端子、及一輸出端子，其中該積分器積分該第一比較器之該輸出端子

係作用中的一時間量以提供一偏移信號；

一求和裝置，其用於回應於一預定電壓與該偏移信號之間的一差而形成一電流感測限制信號；

一第二比較器，其具有用於接收該斜坡信號的一正輸入、用於接收該電流感測限制信號的一負輸入、及用於提供一電流限制跳脫信號的一輸出端子；及

一脈衝寬度調變電路，其回應於一回授信號以判定該主動開關的一導通時間，且回應於該電流限制跳脫信號而在一逐循環基礎上終止該主動開關的該導通時間。

【第3項】

如請求項2之無橋式AC-DC轉換器，其中該積分器積分該第一比較器的該輸出端子在該AC電壓源之一半線循環上係作用中的該時間量。

【第4項】

如請求項1之無橋式AC-DC轉換器，其中該推拉輸出電路網路包含：

一整流臂，其具有耦接至一輸出端子的一第一端子、經調適以耦接至一AC電壓源之一第二端子的一第二端子、及耦接至一電流感測端子的一第三端子；及

一切換臂，其具有耦接至該輸出端子的一第一端子、經調適以透過該電感器耦接至該AC電壓源之一第一端子的一第二端子、及耦接至該電流感測端子的一第三端子。

【第5項】

如請求項1之無橋式AC-DC轉換器，其中該控制器電路及該回路端子耦接至一信號接地端子，且該電流感測信號係該感測元件的該第二端子與

該信號接地端子之間的一電壓。

【第6項】

如請求項1之無橋式AC-DC轉換器，其中該體接地端子耦接至一信號接地端子，且該電流感測信號係該感測元件的該第一端子與該信號接地端子之間的一電壓。

【第7項】

一種無橋式AC-DC轉換器，其包含：

一第一電晶體，其具有耦接至一輸出端子的一第一電流電極、一控制電極、及經調適以耦接至一AC電壓源之一第二端子的一第二電流電極；及

一第二電晶體，其具有經調適以耦接至該AC電壓源之該第二端子的一第一電流電極、一控制電極、及耦接至一回路端子的一第二電流電極；

一第三電晶體，其具有耦接至該輸出端子的一第一電流電極、一控制電極、及經調適以透過一電感器耦接至該AC電壓源之一第一端子的一第二電流電極；及

一第四電晶體，其具有經調適以透過該電感器耦接至該AC電壓源之該第一端子的一第一電流電極、一控制電極、及耦接至一回路端子的一第二電流電極；

一輸出電容器，其具有耦接至該輸出端子的一第一端子、及耦接至一體接地端子的一第二端子；

一感測元件，其耦接在該回路端子與該體接地端子之間；及

一控制器電路，其耦接至該回路端子且耦接至該第一電晶體、該

第二電晶體、該第三電晶體、及該第四電晶體之各者的該控制電極，其中該控制器電路藉由對應於該回路端子上的一電壓超過一電流限制臨限的一時間量而縮短該第四電晶體及該第三電晶體之一主動開關的一導通時間而在一逐循環基礎上在一正半循環期間調變該第四電晶體之該主動開關之該導通時間及在一負半循環期間調變該第三電晶體之該主動開關之該導通時間。

【第8項】

如請求項7之無橋式AC-DC轉換器，其中該控制器電路藉由根據該回路端子上的該電壓超過一電流限制臨限的一時間量縮短該主動開關的該導通時間而在一逐循環基礎上調變該導通時間。

【第9項】

如請求項7之無橋式AC-DC轉換器，其中：

該第三電晶體的該第二電流電極及該第四電晶體之該第一電流電極透過一升壓電感器耦接至該AC電壓源的該第一端子。

【第10項】

一種用於在具有與一電感器串聯的一AC電壓源之一無橋式AC-DC轉換器中整流一AC信號的方法，其包含：

將該AC電壓源的一第二端子交替地在該AC電壓源的一負半循環期間切換至一輸出端子且在該AC電壓源的一正半循環期間切換至一回路端子；

將該電感器的一第一端子耦接至該AC電壓源的一第一端子；

在該AC電壓源的正半循環期間，將該電感器的一第二端子在一工作週期期間以一切換頻率耦接至一回路端子而在該工作週期的一補

集期間以該切換頻率耦接至該輸出端子；

在該AC電壓源的負半循環期間，將該電感器的該第二端子在該工作週期期間以該切換頻率耦接至該輸出端子而在該工作週期的一補集期間以該切換頻率耦接至該回路端子；

將一感測元件耦接在該回路端子與一體接地端子之間；

比較橫跨該感測元件的一電壓與一電流限制臨限；及

回應於該比較而在一逐循環基礎上縮短一工作循環。

