

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：94127542

※ 申請日期：94.8.12

※IPC 分類：

G05F 1/13, 1/10 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

使用雙向常動裝置之具有湧入電流保護之自驅同步整流升壓轉換器

SELF-DRIVEN SYNCHRONOUS RECTIFIED BOOST CONVERTER WITH INRUSH CURRENT

PROTECTION USING BIDIRECTIONAL NORMALLY ON DEVICE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國際整流器公司/INTERNATIONAL RECTIFIER CORPORATION

代表人：(中文/英文)

丹瑟 唐納德 R./DANCER, DONALD R.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州愛爾斯詹道·堪薩斯街233號

233 Kansas Street, El Segundo, CA 90245, USA

國 籍：(中文/英文)

美國/USA

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

薩達諾 馬可/SOLDANO, MARCO

國 籍：(中文/英文)

義大利/Italy

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：

1. 美國; 2004,08,12; 60/600,914

2. 美國; 2005,08,11; 11/202,134

☐ 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】

相關申請案之交互參照

5 本案係基於美國臨時專利申請案第60/600,914號，申請日2004年8月12日且請求其優先權，該案全部內容以引用方式併入此處。

發明領域

本發明係有關同步整流升壓轉換器，特別係有關此種裝置其中習知升壓二極體係由一雙向半導體開關所置換。

10 【先前技術】

發明背景

功率因數校正(PFC)為國際標準(EN61000-3-2)所需來減少AC供電系統之諧波放射。最常見之習知解決之道係採用輸入整流器電橋，接著為升壓開關轉換器，其係由電壓及電流迴路所控制。第1圖顯示一典型PFC整流平台，通常標示為10，包括一輸入電路12、一二極體電橋整流器14饋送一MOSFET 16通過一升壓控流圈18，以及一升壓二極體20其經由一電容器22而提供輸出功率。示意顯示為電阻器24之負載電路係跨電容器22而連結。

20 MOSFET 16之閘極控制及PFC係由適當邏輯電路26提供。使用此電路，於轉換器輸入12之電壓及電流隨時成比例，而於系統之輸入產生預定之電阻表現。

典型有兩項問題出現於升壓拓樸結構組態，換言之該二問題為高回溯回復損失及於啟動時之湧入電流之控制。

至於第一問題，於正常操作期間當MOSFET 16轉為開時，升壓二極體20之回溯回復電荷造成顯著切換損失，而嚴重限制最大切換頻率。

第二項問題典型係發生於系統啟動時，輸出電容器22
5 放電時：輸出電容器係由整流後之交流電線來充電。充電電流之振幅係受到輸入迴路之阻抗所限，結果導致顯著湧入電流，顯著湧入電流可能造成組成元件的故障。

於習知拓樸結構中，於充電電流路徑上並無可控制之開關，藉該開關當需要時可關閉電流路徑。習知此項問題
10 之解決之道係呈負溫度係數(NTC)形式，或帶有繼電器之標準電阻器SCR形式，如第1圖之整流器電橋之輸入端所示。

於升壓轉換器之PFC之特定習知實作可參考下列美國專利案：核發給Matsumoto等人之US 6,285,170 B1，名稱「切換功率供應源」；核發給Bernstein等人之US 5,420,780，名
15 稱「用來限制湧入電流之裝置」；核發給Ma之US 5,994,882，名稱「升壓轉換器用之同步整流器」。但於全部，解決之道只解決兩大問題之一(亦即湧入損失及回溯回復損失之一)，解決之道全部皆使用額外元件，該等額外元件可能不方便製作為轉換器IC之一部分。顯然，需要有更佳
20 解決之道，其可解決兩項問題，同時也允許方便整合。

【發明內容】

發明概要

本發明經由使用一雙向常動半導體開關取代第1圖所示之升壓二極體，而尋求可滿足前述需求。此種已知裝置

可於二方向導通電流及遮斷電流，偶爾稱作為四象限開關，原因在於該裝置可於二方向導通電流及遮斷電壓，如此可於VI平面之四個象限工作。此種裝置之示意圖概略標示於32，顯示於第2圖。

- 5 此處，雙向電流路徑係介於一第一源極端子34與第二源極端子36間。控制係藉偏壓電壓提供，該偏壓電壓係由連結於第一閘極端子40與源極端子34間之一第一電壓源38、以及連結於一第二閘極端子44與源極端子36間之一第二電壓源42提供。此種裝置之特徵為當負偏壓係跨閘極-源極對之一者或二者施加時，裝置將被關閉。唯有於二閘極之電壓為零時，電流才可流動於二源極端子間。
- 10

根據本發明之第一方面，同步整流功能及電流湧入限制功能係於一升壓轉換器使用單一雙向常動開關實作。較佳根據本發明之此一方面，升壓轉換器採用自驅拓撲結構。較佳，該雙向開關及相關電路構成實作升壓轉換器之IC之一部分。

15

根據本發明之第二方面，具有湧入電流限制保護功能之一種自驅升壓轉換器之實作，係經由使用具有低電壓蕭特基二極體連結於饋線端對之閘極端子與源極端子間之一種常動雙向半導體開關來置換習知升壓二極體而實作。

20

根據本發明之第三方面，於升壓轉換器中，湧入電流限制保護之實作方式，係經由以常動雙向半導體開關置換習知升壓二極體，當負載電流到達危險程度時，於適當邏輯電路之控制之下，使用一個(較佳)負載端閘極來關閉該雙

向開關。藉此方式可提供短路保護及過載保護二者。

此外，根據本發明之第三方面，可提供一低電壓蕭特
基二極體連結於雙向開關之閘極及源極端子對較佳為饋線
端之閘極及源極端子對間，第二蕭特基二極體連結負載端
5 閘極端子至電路保護邏輯電路。

根據本發明之各方面之電路要求極少增加額外組件，
讓裝置可呈一個IC而經濟容易地實作，帶有升壓轉換器之
其餘部分。也可獲得優於習知實務之功能改良。用於同步
整流功能，唯有低電壓蕭特基二極體(0.2-0.3伏特)之小正向
10 電壓及開關之RDSon損失促成導通損失，因而電路極有效
率。如此表示比較具有高導通損失之最先進寬帶隙整流器
二極體(SiC及GaAs)之優勢。此外無回溯回復損失，反而只
有開關電容的電容放電。

用於限制湧入電流功能，一項重要優點為電流路徑可
15 於任何指定時間操作，提供固態熔合功能。因此完全準確
之湧入電流控制變可能。

其它本發明之特色及優點由後文發明之說明參照附圖
將顯然自明。

圖式簡單說明

20 第1圖為一種具有升壓轉換器拓樸結構之典型PFC整
流器平台之示意電路圖。

第2圖為示意圖表示一種雙向常動開關之功能。

第3圖為根據本發明實作之一種具有湧入電流限制功
能之同步升壓轉換器之簡化示意代表圖。

第4圖為根據本發明之一種自驅同步整流器升壓轉換器之示意圖。

第5圖為第4圖之裝置提供湧入電流保護作用之電路圖。

5 各圖間，類似之部分標示以相同之參考號碼。

【實施方式】

詳細說明

現在參照第3圖，概略標示為50之一種同步升壓轉換器之基本構想具有與第1圖之習知電路之相同概略架構，具有一二極體整流器電橋14、一高端MOSFET 16、一升壓抗流
10 圈18、及一輸出電容器22，與其並聯連結一負載電路24。但第1圖之升壓二極體係由前文說明之型別且舉例說明於第2圖之一種雙向常動開關52所置換。由邏輯單元54提供湧入控制及同步整流控制，該邏輯單元54可為任何適當或期望之型別，或如下具體實施例說明，產生開關52之適當控制信號。MOSFET 16係以習知方式由適當脈寬調變邏輯(圖
15 中未顯示)而驅動。

一種較佳範例但非限制性實作，係採用蕭特基二極體58連結於雙向開關64之饋線端閘極與源極端子60與62間。
20 於本實作，負載端閘極66未被驅動，因而直接連結至負載端源極68。

開關64需要可於二方向阻斷電壓。於升壓轉換器，當輸出電容器22放電時，輸出電壓係低於輸入電壓。但當電路操作時，輸出電壓經常性係高於輸入電壓。相對地，開

關64係至少可於一方向導通電流。

此項功能係經由使用低電壓蕭特基二極體58獲得，蕭特基二極體58產生閘極信號來導通開關64。當MOSFET 16導通時，電流將分路流入其汲極。一旦電壓開始跨蕭特基二極體58積聚，開關64關閉，遮斷輸出電壓。當MOSFET 16關閉時，進行相反程序。

如先前注意，於第4圖之電路，未使用第二閘極66，且不影響操作。但因閘極66可用來獨立控制開關64之操作，故可用於實作湧入電流保護作用，如第5圖所示。

第5圖所示湧入電流保護實作電路70與電路56之差異在於第二蕭特基二極體72設於開關64之負載端閘極與汲極端子66與68間，由MOSFET 16之低端軌80之電流路徑經由一系列電阻器74及電容器76之組合而提供。此外，開關78係跨電容器76而連結。由PFC邏輯電路78操作來控制於閘極66之電壓。此外，如後文說明，也可提供與湧入電阻器84串接之一湧入二極體82。

操作中，於系統啟動時，當交流電源跨電橋14施加至系統時，輸出電容器22仍然放電。與開關78之位置無關，有0伏特偏壓施加至閘極66，故開關68將為「導通」。

當電流開始流經電感器18、二極體58及開關68(假設湧入二極體82及電阻器84不存在)，電壓開始積聚於輸出電容器22上。控制開關78為關閉，相同輸出電壓將存在於箝制二極體72上，因而施加至開關68之閘極66。當輸出電壓到達開關68之臨界電壓時，開關將關閉，遮斷充電電流路徑。

當控制開關78為開時，電容器76將開始朝向on電容器22之相同電壓充電，開極66將於電容器76充電時追蹤電壓。充電時間係由電阻器74及電容器76之RC時間常數決定，充電時間可為任意長度，來限制湧入電流至一期望值。

- 5 另外，開關78可經脈寬調變(PWM)，來控制輸入電流之升高速率。湧入二極體82及湧入電阻器84也可用來提供充電輸出電容器22之額外路徑。

開關78可於操作期間之任何時間閉合，來開放由輸入至輸出之電流路徑。PFC控制通常可監視匯流排電流。當到
10 達設定之電流極限時，開關78將閉合造成負偏壓on開極66以及導通之開關68。

雖然已經就其特定具體例說明本發明，但熟諳技藝人士鑑於此處說明顯然易知多種其它變化及修改及其它用途。因此意圖本發明非僅限於此處之特定揭示，反而係提
15 供根據隨附之申請專利範圍容許之完整範圍。

【圖式簡單說明】

第1圖為一種具有升壓轉換器拓樸結構之典型PFC整流器平台之示意電路圖。

第2圖為示意圖表示一種雙向常動開關之功能。

- 20 第3圖為根據本發明實作之一種具有湧入電流限制功能之同步升壓轉換器之簡化示意代表圖。

第4圖為根據本發明之一種自驅同步整流器升壓轉換器之示意圖。

第5圖為第4圖之裝置提供湧入電流保護作用之電路

圖。

【主要元件符號說明】

10…PFC整流器平台	52…雙向常動開關
12…輸入電路	54…邏輯單元
14…二極體電橋整流	56…電路
16…MOSFET	58…蕭特基二極體
18…升壓抗流圈	60…饋線閘極端子
20…升壓二極體	62…饋線源極端子
22…電容器、輸出電容器	64…雙向開關
24…電阻器、負載電路	66…負載端閘極
26…邏輯電路	68…負載端源極
32…裝置	70…湧入電流保護實作電路
34…第一源極端子	72…第二蕭特基二極體
36…第二源極端子	74…電阻器
38…第一電壓源	76…電容器
40…第一閘極端子	78…開關
42…第二電壓源	80…低端軌
44…第二閘極端子	82…湧入二極體
50…同步升壓轉換器	84…湧入電阻器

五、中文發明摘要：

一種升壓轉換器，其中習知升壓二極體係藉一雙向常動半導體開關置換。該電路可實作為該雙向開關係藉連結一低電壓蕭特基 (Schottky) 二極體介於一第一閘極-源極端子對間來自驅。湧入電流保護功能可如下提供，利用一第二閘極-源極端子對，響應於預定過負載電流情況，來將該開關開或關而與該自驅操作無關而提供湧入電流保護功能。該湧入電流保護功能係經由使用一第二蕭特基二極體連結於該第二閘極端子與源極端子間，以及一RC電路連接該第二閘極端子至該轉換器功率輸出電晶體之迴送軌，有一外部控制開關連接至RC電路來根據負載電流控制偏壓而實作。

六、英文發明摘要：

A boost converter in which the conventional boost diode is replaced by a bidirectional normally conducting semiconductor switch. The circuit may be implemented so the bidirectional switch is self-driven by connecting a low voltage Schottky diode between a first gate-source terminal pair. An inrush current protection function may be provided by utilizing a second gate-source terminal pair to turn the switch on and off independent of the self-driven operation in response to predetermined excessive load current conditions. The inrush current protection function is implemented by use of a second Schottky diode connected between the second gate and source terminals, and an RC circuit connecting the second gate terminal to the return rail for the converter power output transistor with an externally controlled switch connected to the RC circuit to control the bias according to the load current.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (4) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

14…二極體電橋整流器

16…MOSFET

18…升壓抗流圈

22…電容器

24…電阻器

56…電路

58…蕭特基二極體

60…饋線閘極端子

62…饋線源極端子

64…雙向開關

66…負載端閘極

68…負載端源極

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：

第94127542號申請案申請專利範圍修正本 97.11.12.

1. 一種升壓轉換器，係包含：

一功率輸出開關；

5 耦接至該功率輸出開關用來連接至一負載電路之一輸出電容器；

耦接於該輸出電容器與該功率輸出開關間之一正常開啟半導體開關；以及

10 連接於該正常開啟半導體開關的一閘極端子及一第一源極端子間之一蕭特基(Schottky)二極體，該閘極端子連接於該功率輸出開關，

藉此，該正常開啟半導體開關為自驅式，以及在該正常開啟半導體開關於導通狀態下經由該第一源極端子及一第二源極端子而於該功率輸出開關及該輸出電
15 容器間提供一條電流路徑。

2. 一種升壓轉換器，係包含：

一功率輸出開關；

耦接至該功率輸出開關用來連接至一負載電路之一輸出電容器；

20 耦接於該輸出電容器與該功率輸出開關間之一正常開啟半導體開關；以及

進一步包括用於該正常開啟半導體開關之控制電路，該控制電路可實現同步整流及湧入電流限制保護功能。

3. 如申請專利範圍第1項之升壓轉換器，其中該正常開啟
半導體開關是雙向的，且包括：
- 連接於該功率輸出開關之一第一開極端子；以及
- 介於該正常開啟半導體開關之一第二開極端子與
- 5 一第二源極端子間之一直接連接。
4. 如申請專利範圍第3項之升壓轉換器，其中該正常開啟
半導體開關之第一源極端子及第一開極端子係於該開
關之饋線端，以及該第二源極端子及該第二開極端子係
於該開關之負載端。
- 10 5. 如申請專利範圍第1項之升壓轉換器，其中該功率輸出
開關為一功率金氧半導體場效電晶體。
6. 如申請專利範圍第1項之升壓轉換器，其中該正常開啟
半導體開關及該升壓轉換器之其它部分係製造於一個
單一積體電路上。
- 15 7. 一種具有湧入電流限制保護功能之自驅升壓轉換器，係
包含：
- 一功率輸出電晶體；
- 耦接至該輸出電晶體用來連接至一負載電路之一
輸出電容器；
- 20 耦接於該輸出電容器與該功率輸出開關之一電流
路徑之一第一端間之一雙向正常開啟半導體開關；
- 連接於該雙向正常開啟半導體開關之一第一開極
端子與一第一源極端子間之一第一偏壓電路；
- 連接於該雙向正常開啟半導體開關之一第二開極

端子與一第二源極端子間之一第二偏壓電路；以及

控制該第二偏壓電路之一控制電路。

8. 如申請專利範圍第7項之升壓轉換器，其中該第一偏壓電路為連接於該第一閘極端子與該第一源極端子間之一蕭特基二極體，藉此該雙向正常開啟半導體開關為自驅式。

9. 如申請專利範圍第8項之升壓轉換器，其中該第二偏壓電路係包含：

連接於該第二閘極端子與該第二源極端子間之一第二蕭特基二極體；

連接於該第二閘極端子與該輸出電晶體之電流路徑之一第二端子間之一串接RC電路；以及

一控制開關，其可操作至一第一狀態，來允許於該第二閘極端子上之一偏壓電壓採取一數值以關閉該正常開啟半導體開關。

10. 如申請專利範圍第9項之升壓轉換器，其中該控制開關係操作於該第一狀態以繞過該串接RC電路中之一電容器。

11. 如申請專利範圍第9項之升壓轉換器，進一步包括用於該第二偏壓電路之一控制電路，該控制電路係可響應於負載電流之一預定情況而操作來將該控制開關置於該第一狀態。

12. 如申請專利範圍第9項之升壓轉換器，其中該RC電路之一時間常數經設定來決定最大容許湧入電流。

13. 如申請專利範圍第7項之升壓轉換器，其中該第二偏壓電路係包含：

連接於該第二開極端子與該第二源極端子間之一蕭特基二極體；

5 連接於該第二開極端子與該輸出電晶體之該電流路徑之一第二端子間之一串接RC電路；以及

一外部控制之開關，其可操作至一第一狀態，來允許第二開極端子上之一偏壓電壓採取一數值以關閉該雙向正常開啟半導體開關。

10 14. 如申請專利範圍第13項之升壓轉換器，其中該控制開關係操作於該第一狀態以繞過該串接RC電路中之一電容器。

15 15. 如申請專利範圍第13項之升壓轉換器，進一步包括用於該第二偏壓電路之一控制電路，該控制電路係可響應於負載電流之一預定情況而操作來將該控制開關置於該第一狀態。

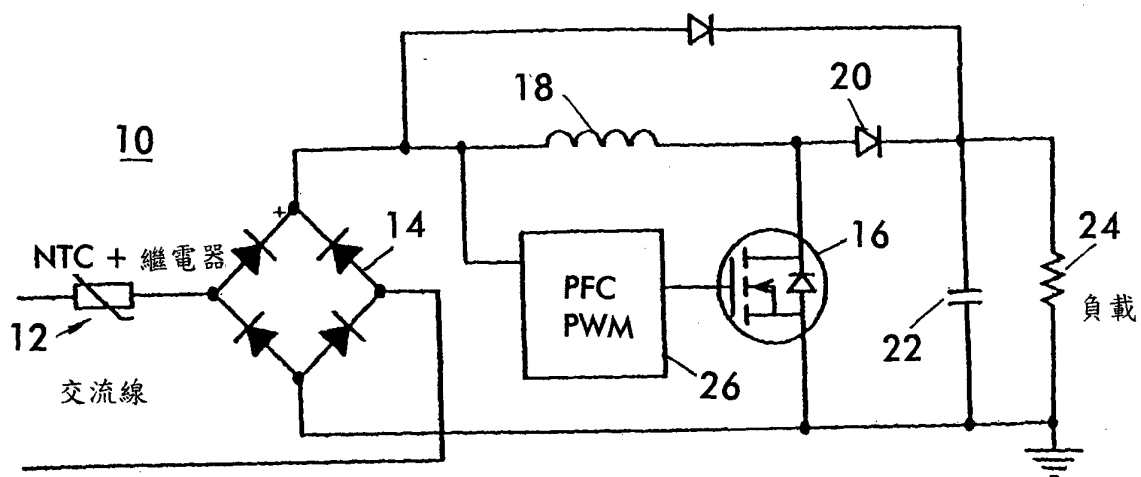
16. 如申請專利範圍第13項之升壓轉換器，其中該RC電路之一時間常數經設定來決定最大容許湧入電流。

20 17. 如申請專利範圍第13項之升壓轉換器，進一步包括一個二極體串接一電阻器而連接於該雙向正常開啟半導體開關之饋線端與負載端間。

18. 如申請專利範圍第13項之升壓轉換器，其中該外部控制之開關經脈寬調變來控制輸入電流的上升。

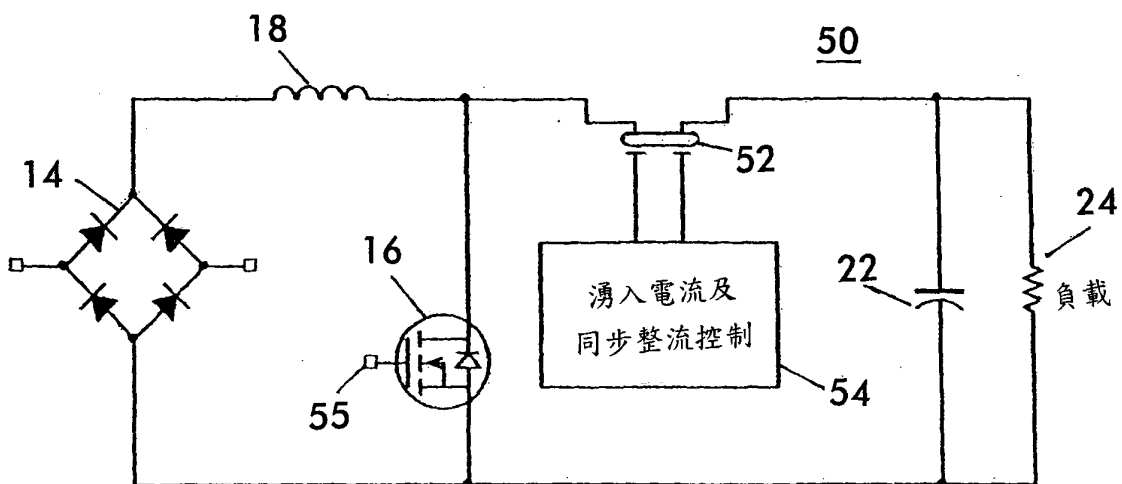
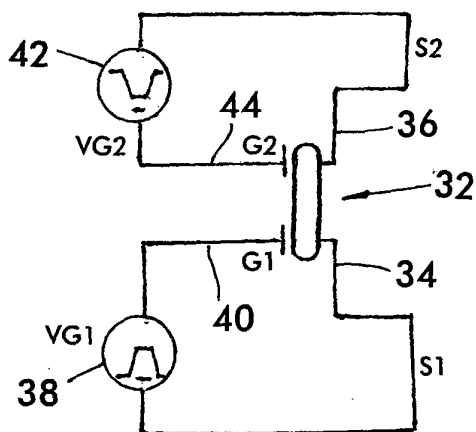
19. 如申請專利範圍第7項之升壓轉換器，其中該雙向正常

開啟半導體開關及該升壓轉換器之其它部分係製造於
一單一積體電路上。

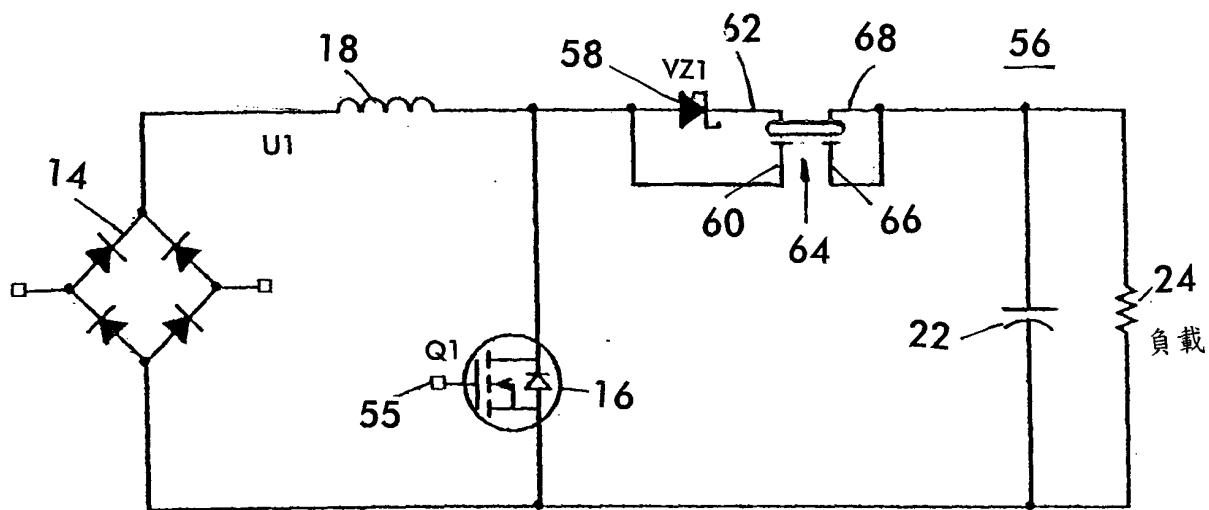


第 1 圖

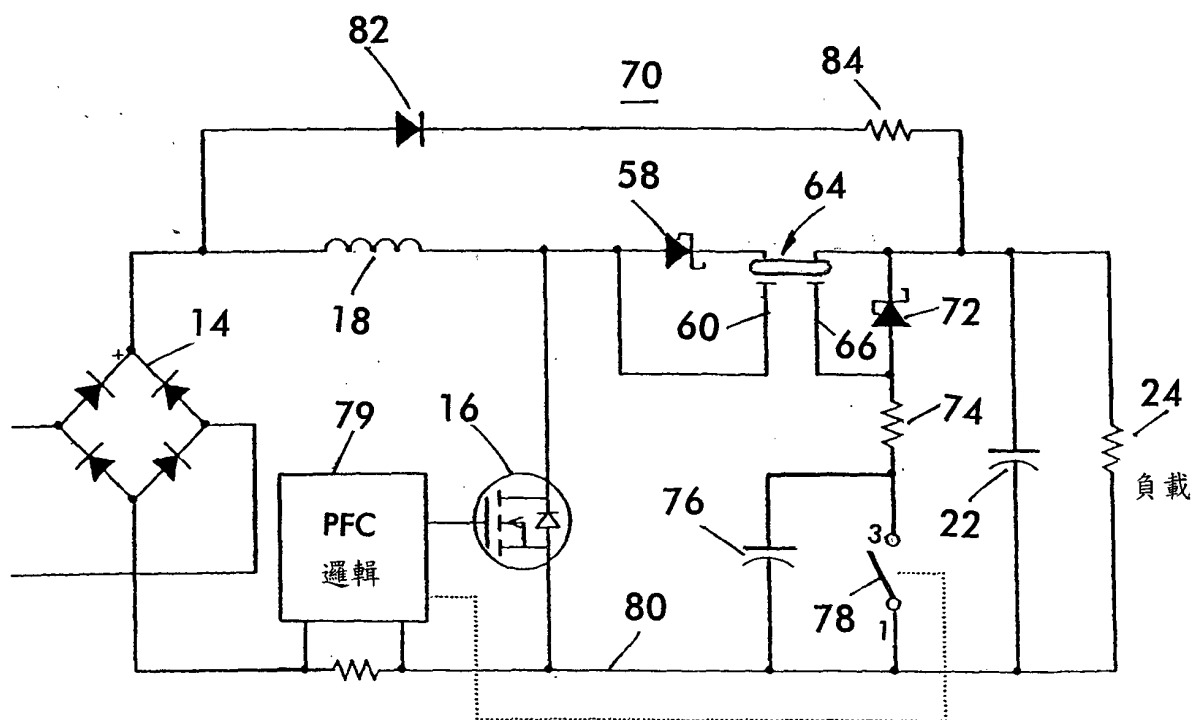
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖