

公告本

申請日期	89.7.28
案 號	88122944
類 別	G05F 1/40

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書 480380

一、發明 名稱	中 文	具電感電流感測之直流對直流轉換器及其相關方法
	英 文	DC-TO-DC CONVERTER WITH INDUCTOR CURRENT SENSING AND RELATED METHODS
二、發明 人	姓 名	1.邁可 沃特斯 2.查理斯 豪可思
	國 籍	均美國
	住、居所	1.美國北卡羅林那州瑞雷市加坡塢路103號 2.美國北卡羅林那州蓋利市東那區104號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商因特希耳公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國佛羅里達州龐貝市東北龐貝路2401號
	代 表 人 姓 名	霍華 E. 羅思曼

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權
美國 1998年12月24日 09/220,780 ☒有 ☐無主張優先權

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

本發明關於電子電路之範圍，特別關於直流對直流轉換器及其相關方法。

直流對直流電源轉換器被廣泛用一供應至電子裝置，如電腦，印表機，及其他裝置。此種直流對直流轉換器有不同構型以自源電壓產生理想輸出電壓。例如，一降壓轉換器產生較源電壓為小之輸出電壓。典型降壓轉換器包括一或多個電源開關，其為脈波寬調變，將源電壓連拘至一輸出電感器，再至一負載。

例如，美國佛羅里達州棕梠灣Intersil公司出品之HIP5061轉換器為一完全電源控制之積體電路，併入高功率DMOS電晶體，CMOS邏輯及低位準類比電路於同IC中。此轉換器包括開驅動器供高側開關之用，及高速峰值電流控制迴路。轉換器之DC輸出之一部份加至跨導誤差放大器，其比較回授信號與一內部參考。回授信號由跨轉換器輸出連接之電阻分壓器產生。

誤差放大器之輸出亦供至一端點以控制迴路之軟啟動及頻率補償。同一信號加至內部以程式峰值高側開關漏電流。為保證準確之電流控制，峰值電流控制迴路之響應時間小於50ns。

跨導誤差放大器將回授電壓之DC位準與內部參考比較，並利用內部電阻器及電容器提供電壓迴路補償。誤差放大器輸出轉換為一電流以程式產生理想輸出電壓之峰值高側開關電流。當偵感出之高側開關電流及補償斜率之和超過誤差電流信號，鎖存器再設定，高側開關被關閉。此迴路

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 (2)

之電流比較發生在小於50ns，因此可使一優異之250KHz轉換器作業。

與輸出電感器電流成比例之信號可用以限制輸出過荷期間組件之應力(過荷保護)。但，正常應用較過荷保護應用需要高裕恩度電流信號。直流對直流轉換器之吸熱器及熱設計，為效率計，甚為龐大，最壞情況下，過荷跳脫位準(電流信號)仍保持組件在其最大額定之下。不幸的是，波形可能不適於調整，及任何偵感電路帶寬，在切換頻率觀點下，必須足夠。

在降低轉換器中偵感輸出電感器電流之常用方法為，利用一偵感電阻器與輸出電感器並聯。當差動電壓跨過偵感電阻器時，電路將輸出電感器電流重組。大多數ICs利用此方法以電流模式控制，以調整輸出電壓，及用信號供輸出電壓回授。

偵感電阻器之值必須夠大以保持偵感信號高於雜音位準，及夠小以避免過度功率消耗。此方法在高輸出電流時有明顯之效率缺點。換言之，功率被偵感電阻器不必要的消耗，尤其當功率以電感器電流之平方增加時為甚。某些應用中，偵感電阻器之值接近MOSFET's電阻值。

在偵感電路之另一變化中，偵感電阻器與上MOSFET之汲極串聯，如資料文件MAXIM MAX1624/MAX1625所揭示者，其優點為大信號時(大電阻器值)，可降低偵感電阻器之功率消耗。

不幸的是，偵感電阻器之位置形成另一問題，其可導致

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (3)

不堅固之設計。主要問題為上MOSFET's之汲電流不連續。每次上MOSFET開啓時，電流開始自零迅速以極陡之斜率增加。此外，電流波形，在必需補充下MOSFET之電荷及/或二極體接點電容之期間，超過電感器電流。控制IC必須忽略額外之開始電流等到信號穩定。此舉可能造成控制迴路問題及限制一轉換器之輸入至輸出範圍。

電流偵感之另一方法為由美國佛州棕梠灣之Intersil公司出品之HIP6011所說明。此轉換器利用上MOSFET之電阻為電流偵感元件，作為過荷保護之用。此IC利用電壓模式控制以調整輸出電壓，及容忍電阻值之大型變化。但，一下降電路可能需要，因其修改輸出電壓為負載電流之函數。下降電路利用跨輸出電感器(一電阻器及電容器為低通濾波器)之平均電壓降以修改輸出電壓調整。跨電感器之平均電壓為DC輸出電流乘以電感器之繞組電阻。

本發明之另一目的為提供一直流對直流轉換器及相關之方法，其可提供輸出電流之準確偵測以供調整。

本發明包括一直流對流轉換器，其包含至少一電源開關，一脈波寬調變電路用以產生控制脈波供至少一電源開關之用，一電流偵感器與該電感器並聯，用以偵出通過該電感器之電流，其特徵為該電流偵感器包含一串聯之電阻器及電容器，一峰值電流控制迴路電路與該脈波寬調變器電路合作，以控制響應該電流偵感器之至少一電源開關，該電阻器及電容器各有其值，俾該電流偵感器實質上為瞬時電流偵感器。

五、發明說明(4)

直流對直流轉換器優異的包含至少一電源開關，一脈波寬調變電路用以產生控制脈波供至少一電源開關之用，一輸出電感器連接至至少一電源開關，一電流偵感器與電感器並聯，用以偵出通過電感器之電流。電流偵感器包含一串聯電阻器及一電容器。電流偵感器連接至峰值電流控制迴路電路，與脈波寬調變電路合作以控制響應電流偵感器之至少一電源開關。電阻器及電容器最好具有各別值，故電流偵感器實際上為瞬間電流偵感器。因此，以往技術電感器電流偵感技術之缺點已獲得克服。

輸出電感器之電感及直流電阻限定第一時間常數。在一實施例中電流偵感器之電阻器及電容限定實質上等於第一時間之第二時間常數。該預定的範圍可以是正負10%，例如，在室溫處在另一個實施例中，該電流感測器的電阻及電容定義一定等於第一時間常數的第二時間常數。

直流對直流轉換器亦包括一電壓調整迴路電路，與峰值電流控制電路合作，以設定峰值電流位準。電壓調整迴路電路可包括一分壓器與直流對直流轉換器之輸出連接，以產生與輸出電壓相關之信號。

方便的是脈波寬調變電路以預定之切換頻率操作。電流偵感器最好限定一實際上高於預定之切換頻率偵感帶寬。

直流對直流轉換器亦可包括一過荷保護電路與電流偵感器連接。此外，在某實施例中少一電源開關可包括一高側電源開關及連接一起之低側電源開關。

本發明亦包括一方法用以調整一直流對直流轉換器，其

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (5)

包含至少一電源開關，一脈波寬調變用以產生脈波電流供至少一電源開關之用，一輸出電感器連接至至少一電源開關，及一峰值電流控制迴路電路與脈波寬調變電路合作，此方法包含：

利用與輸出電感器並聯之電流偵感器，以偵感通過電感器之電流，電流偵感器包含一電阻與一電容器成串聯；及

操作峰值電路控制迴路電路以控制響應電流偵感器之至少一電源開關，其中之電阻器及電容器各有其值，俾偵感步驟包含偵感通過電感器中之瞬間電流。

一方法用以適合調整直流對直流轉換器，包含至少一電源開關，一脈波寬調變電路用以產生控制脈波供至少一電源開關，及輸出電感器連至至少一電源開關，及一峰值電流控制迴路電路與脈波寬調變電路合作。此方法包含下列步驟：利用與電感器並聯之電流偵感器，偵出通過電感器之電流，電流偵感器包含一電阻器與一電容器串聯；及操做一峰值電流控制迴路電路以控制響應電流偵感器之至少一電源開關。電阻器及電容器最好各有其值，故偵感步驟包含偵出通過電感器之瞬間電流。

輸出電感器有一電感及直流電阻限定第一時間常數。在一實施例中此方法亦包括一步驟，選擇電流偵感器之電阻器及電容器以限定在第一時間常數之預定範圍之第二時間常數。此預定範圍可在室溫加或減10%，或第一級第二時間常數可相等。

本發明將經由舉例及參考伴隨圖式予以說明，其中：

五、發明說明 (6)

圖1為本發明直流對直流轉換器之簡化電路圖。

圖2為圖1之電感器及電感器電流偵測電路部份之簡略電路圖。

圖中說明之直流對直流轉換器10提供一控制之電壓 V_{out} 至一負載15。在此實施例中直流對直流轉換器10包括一對電源開關，一高側開關11及一低側開關12連接至源電壓 V_{in} 。直流對直流轉換器10可以包括只有高側開關11，其具有位於低側開關12位置的二極體之位置。此外，雖然利用MOSFET說明，其他半導體開關亦可使用。

直流對直流轉換器10亦包括圖解說明之脈波寬調變電路16，其亦可包括開關驅動器。此電路部份曾揭示於美國專利號碼5,717,322及5,793,193。脈波寬調變電路16產生系列脈波寬調變之控制脈波，供電源開關11，12以調整耦合至負載15之輸出電壓。

說明之直流對直流轉換器10亦包括一輸出電感器 L_{out} 耦合至負載15及高側及低側開關11，12間之節點之間。二極體17亦連接在接地與高及低側電源開關11，12間之節點之間。一輸出電容器 C_{out} 跨負載15並聯，精於此技藝人士將易於瞭解。

本發明目的在克服已知之缺點，以偵出通過輸出電感器 L_{out} 之電流。一已知方法為配置一偵感電阻器與輸出電感器 L_{out} 串聯。此裝置可降低直流對直流轉換器之效率。

另一已知方法為配置一偵感電阻器與高側開關之汲極串聯。此方法之主要困難為高側開關電流不連續，及每次開

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明(7)

關開啓時，電流開始自零迅速增加。電流波形超過電感器電流之所需補充低側開關電荷之時間。因此，此一裝置，控制電路必須忽略額外之最初輸入電流，及等到電流偵感信號穩定。此舉限制轉換器輸入至輸出之範圍。

本發明提供一電流偵感器20與輸出電感器Lout並聯，以偵出通過電感器之電流。電流偵感器20包含一電阻器Rcs及一電容器Ccs彼此串聯。電流偵感器20連接至說明之峰值電流控制迴路電路22，與脈波調變電路16合作以控制響應電流偵感器之電源開關11，12。電阻器Rcs及電容器Ccs各有其值，俾電流偵感器20實質上為一瞬間電流偵感器。

實際上，所有電感器均含一繞組，其為一銅線，圍繞一磁材料或空氣。銅線之每單位長度之電阻構成一分布電阻，其可以直流測量，即電感器之直流電阻(DCR)。一優良電感器模式可將分布電阻集中為一單一元件，DCR，其與理想電感L成串聯如圖2所示。因此，直流對直流轉換器10之輸出電感器Lout可模造為具有一純電感L及一DCR以限定第一時間常數。在一實施例中，電流偵感器20之電阻器Rcs及電容器Ccs限定一在第一時間常數預定範圍內之第二時間常數。預定範圍可為室溫下加或減10%。在另一實施例中，電流偵感器20之電阻器Rcs及電感器Ccs限定之時間常數與第一時間常數實際上相等。

換言之，本發明提供之電流偵感器20為一瞬時電感器電流偵感器20，其具有足夠之準確度以用於峰值電流模式控制。本發明將輸出電感器Lout中之電流波形再造。本發明

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (8)

認為電流偵感器之輸出電感器Lout之集總參數模式及電阻器電容器網路，為作業於相同激勵源Vs之低通濾波器。

輸出電感器電流被再造為跨電容器Ccs上之電壓。一實際電感器及電阻器-電容器網路之直接分析指出二者均為低通濾波器。但，再構造電流波形，電阻器Rcs及電容器Ccs之值最好與下列之電感器時間常數有關；

$$1/\{Rcs \sim Ccs\} = DCR/L$$

其中之DCR/L為電感器時間常數。以此安排，跨電容器Ccs之瞬時電壓完全等於跨電感器Lout之DCR之電壓，並與瞬時電感器電流成正比。電感器時間常數之參數為與溫度及負載條件變化。電感值隨負載電流之增加而降低，DCR隨電感器溫度增加而增加。此等改變可造成時間常數之微小不匹配。但，波形可保留在預期之變化，控制迴路可調整任何直流誤差。

如圖1所示，直流對直流轉換器10包括一電壓調整迴路電路24，與峰值電流控制迴路電路22合作以設定峰值電流位準。峰值電流控制迴路電路22聯撞至電流偵感器20，如上所詳述。電流偵感信號經由圖解說明之電感器電流回授信號處理電路23予以處理，以適當調整信號以備加至比較器27。

直流對直流轉換器10亦含輸出電壓回授信號處理電路25。電壓回授信號可由電阻器30，31提供之分壓器產生。電壓調整迴路電路24有效的設定理想峰值電流位準，其與自偵感器20偵出之瞬間偵感器20電流相比較，以控制脈波寬

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (9)

調變控制器16。

直流對直流轉換器亦包含過荷偵測電路28，其利用自電流偵感器20之偵感電流信號以防止過荷，此點可由精於此技藝人士所瞭解。直流對直流轉換器10尚可含額外之特性/電路部份，未示出，包括軟開始及斜率補償電路部份。直流對直流轉換器10尚可包含磁滯比較器，未示出，用以在正常作業模式與不連續低電流需求模式間切換。

脈波寬調變電路16以預定之切換頻率作業，電流偵感器20限定一高於預定切換頻率之偵感帶寬。例如，切換頻可在100KHz-1MHz之範圍。因此，電感器電流回授信號之波形將可保留供峰值電流模式控制之用。

本發明之另一特性關於一方法，用以調整上述型式之直流對直流轉換器，其包含至少一電源開關11，一脈波寬調變器16用以產生至少一電源開關之控制脈波，一輸出電感器Lout連接至至少一電源開關，一峰值電流控制迴路電路22與脈波寬調變電路合作。此方法含下列步驟：利用與電感器並聯之電流偵感器20偵出通過電感器之電流。電流偵感器20宜含串聯之電阻器Rcs及電容器Ccs。此方法亦含操作峰值電流控制迴路電路22之步驟，以控制至少逼響應電流偵感器20之一電源開關。電阻器Rcs及電容器Ccs應各有其值，以使偵出步驟包含偵出實質上通過電感器之瞬間電流。

輸出電感器Lout之電感及直流電阻限定第一時間常數。在一實施例中，方法亦包括一步驟，即電流偵感器20之電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (10)

阻器 R_{cs} 及電容器 C_{cs} ，以限定在第一時間常數預定範圍內之第二時間常數。此預定範圍為在室溫加或減 10%，或第一與第二時間常數相等。

一直流對直流轉換器 10 包括至少一電源開關，一脈波寬調變電路用以產生控制脈波供至少一電源開關之用，一輸出電感器連接至至少一電源開關，一電流偵感器與電感器並聯以偵出通過電感器之電流。電流偵感器包括一電阻器與一電容器串聯一起。電流偵感器連接至峰值電流控制迴路電路，與波寬調變電路合作，以控制響應電流偵感器之至少一電流開關。電阻器及電容器宜各有其值，俾電流偵感器實質上為一瞬間電流偵感器。輸出電感器有一電感及直流電阻限定第一時間常數。電流偵感器之電阻器及電容器限定在彼此預定範圍之第二時間常數。或者，電流偵感器之電阻器及電容器限定一與第一時間常數相等之第二時間常數。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要（發明之名稱：具電感電流感測之直流對直流轉換器及其相關方法）

直流對直流電源轉換器包括：至少一電源開關；一脈波寬調變器電路，以為至少一電源開關產生控制脈波；一輸出電感器，連接至該至少一電源開關，及一電流偵感器與電感器並聯，以感測通過電感器之電流。電流偵感器包括一電阻器及一與之串聯在一起之電容器。電流偵感器連接至與脈波寬調變器電路合作之峰值電流控制迴路電路，以控制響應電流偵感器之至少一電源開關。電阻器及電容器各有其值，俾電流偵感器實質上為一瞬間電流偵感器。輸出電感器有一電感及一界定一第一時間常數之直流電阻。電流偵感器之電阻與電容界定第二時間常數於彼此預定之範圍。或者，電流偵感器之電阻及電容器界定一實質上與第一時間常數相等之第二時間常數。

英文發明摘要（發明之名稱：DC-TO-DC CONVERTER WITH INDUCTOR CURRENT SENSING AND RELATED METHODS）

A DC-to-DC power converter includes at least one power switch, a pulse width modulation circuit for generating control pulses for the at least one power switch, an output inductor connected to the at least one power switch, and a current sensor connected in parallel with the inductor for sensing current passing through the inductor. The current sensor includes a resistor and a capacitor connected together in series. The current sensor is connected to a peak current control loop circuit cooperating with the pulse width modulation circuit for controlling the at least one power switch responsive to the current sensor. The resistor and capacitor have respective values so that the current sensor is a substantially instantaneous current sensor. The output inductor has an inductance and a direct current (DC) resistance defining a first time constant. The resistor and capacitor of the current sensor define a second time constant within a predetermined range of each other. Alternatively, the resistor and capacitor of the current sensor define a second time constant substantially equal to the first time constant.

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種直流對直流轉換器，包含：至少一電源開關；一脈波寬調變電路，用以產生控制脈波，供至少一電源開關之用；一輸出電感器，連接至至少一電源開關；一電流偵感器，與該電感器並聯以偵出通過電感器之電流，其特徵為該電流偵感器包含：一電阻器及一與之串聯的電容器；一峰值電流控制迴路電路，與該脈波寬調變電路合作，以控制該響應電流偵感器之至少一電源開關，該電阻器及電容器有其各別值，俾該電流偵感器實質上為一瞬間電流偵感器。
2. 如申請專利範圍第1項之直流對直流轉換器，其特徵為該輸出電感器有一電感及一界定第一時間常數之直流電阻，該電流偵感器之電阻器及電容器界定一第二時間常數，第一時間常數及第二時間常數在彼此之預定範圍內，及最好該預定範圍為室溫之加或減10%。
3. 如申請專利範圍第1項之直流對直流轉換器，其特徵為該輸出電感器有一電感及一界定一第一時間常數之直流電阻；該電流偵感器之電阻器及電容器界定一第二時間常數；第二時間常數實際上等於第一時間常數。
4. 如申請專利範圍第1項之直流對直流轉換器，其特徵為與峰值電流控制迴路電路之電壓調整迴路電路用以設定峰值電流位準，其中該電壓調整迴路電路包含連接至直流對直流轉換器輸出之分壓器。
5. 如申請專利範圍第1項之直流對直流轉換器，其特徵為該脈波寬調變電路以一預定切換頻率操作；及其中該電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

流偵感器界定一實質上高於預定切換頻率之偵感帶寬，包括一過荷保護電路，其連接至該電流偵感器，該至少一電源開關包含一高側電源開關及一與之相連之低側電源開關。

6. 一種直流對直流轉換器，包含：至少一電源開關；一脈波寬調變電路用以產生供至少一電源開關之控制脈波；一輸出電感器，其連接至至少一該電源開關，該輸出電感器具有一電感及直流電阻，以界定第一時間常數；一電流偵感器與該電感器並聯，用以偵出通過該電感器之電流，該電流偵感器具有在第一時間常數之預定範圍內之第二時間常數，故電流偵感器實質上為一瞬間電流偵感器；一峰值電流控制迴路電路，其與該脈波寬調變電路合作，以控制響應電流偵感器之電源開關，預定範圍為室溫時加或減10%，其中第二時間常數實質上等於第一時間常數。
7. 如申請專利範圍第6項之直流對直流轉換器，其中該脈波寬調變電路以預定之切換頻率操作；該電流偵感器界定實質上高於預定切換頻率之偵感帶寬，包括一過荷保護電路，其連接至該電流偵感器。
8. 一種直流對直流轉換器，包含：至少一電源開關；一脈波寬調變電路，用以產生供至少一電源開關之控制脈波；一輸出電感器；其連接至該至少一電源開關；一瞬時電流偵感器，其與該電感器並聯，以偵出通過該電感器之瞬時電流；一峰值電流控制迴路電路，其與該脈波寬

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

調變電路合作以控制回應該瞬間電流偵感器之至少一電源開關，該瞬間電流偵感器包含一電阻器及一電容器，其中該輸出電感器有一電感及一界定第一時間常數之直流電阻；該瞬間電流偵感器之電阻器及電容器界定第二時間常數；及第一時間常數與第二時間常數均在彼此預定之範圍內，最好該預定範圍為室溫時加或減10%。

9. 一種用以調整直流對直流轉換器之方法，其包含；至少一電源開關；一脈波寬調變電路，用以產生供至少一電源開關之控制脈波；一輸出電感器，其連接至至少一電源開關；及一峰值電流控制迴路電路，其與脈波寬調變電路合作，此方法包含下列步驟：

利用與輸出電感器並聯之電流偵感器偵感出通過電感器之電流，電流偵感器包含成串聯之電阻器及電容器；及

操作峰值電流控制迴路電路以控制響應電流偵感器之至少一電源開關，電流偵感器中之電阻器及電容器各有其值，俾偵感步驟包含偵出通過電感器之瞬間電流。

10. 如申請專利範圍第9項之方法，其特徵為輸出電感器具有電感及一界定第一時間常數之直流電阻；及包括選擇電流偵感器之電阻器及電容器之步驟，以界定在第一時間常數之預定範圍之第二時間常數，最好預定範圍為室溫時加或減10%。

11. 如申請專利範圍第10項之方法，其特徵為輸出電感器具有一電感及一界定第一時間常數之直流電阻；及一選擇電流偵感器之電阻器及電容器之步驟，以界定實質上等

六、申請專利範圍

於第一時間常數之第二時間常數，同時一電壓調整迴路
電路與峰值電流控制迴路電路合作，以設定峰值電流位
準，及一過荷保護電路連接至電流偵感器。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

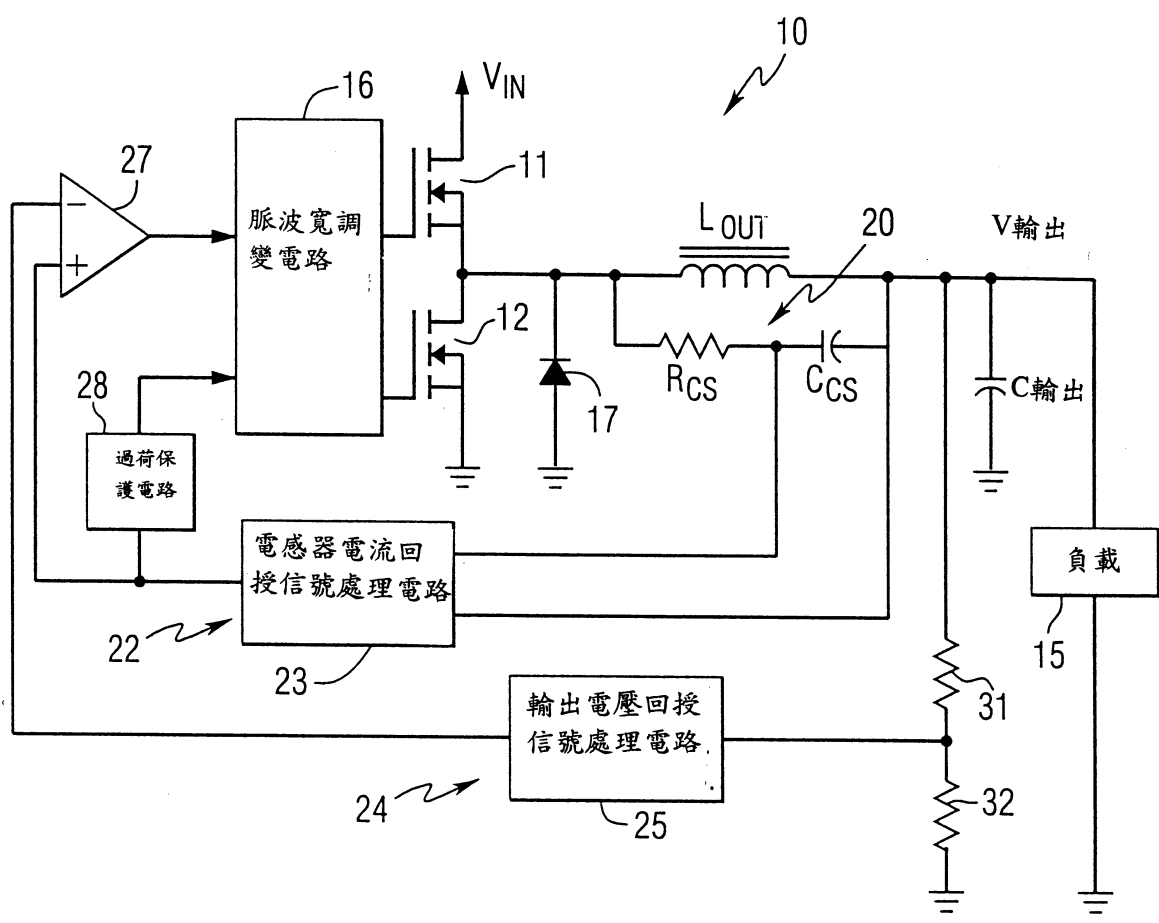


圖 1

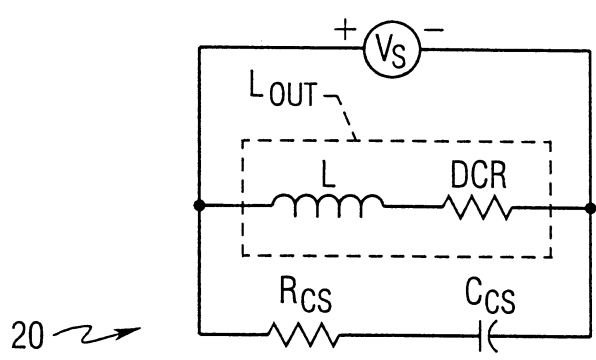


圖 2