



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I493312 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 21 日

(21)申請案號：099140623

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 11 月 24 日

(51)Int. Cl. : G05F1/10 (2006.01)

(30)優先權：2009/11/24 美國 61/263,873

(71)申請人：菲爾卻德半導體公司(美國) FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION
(US)
美國

(72)發明人：葛瑞特 詹姆士 GARRETT, JAMES (US)；布里吉 克里斯多夫 D BRIDGE,
CHRISTOPHER D. (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW	200910745A	CN	1820405A
US	6979985B2	US	2009/0174380A1
WO	01/82020A1		

審查人員：吳柏鋒

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 38 頁

(54)名稱

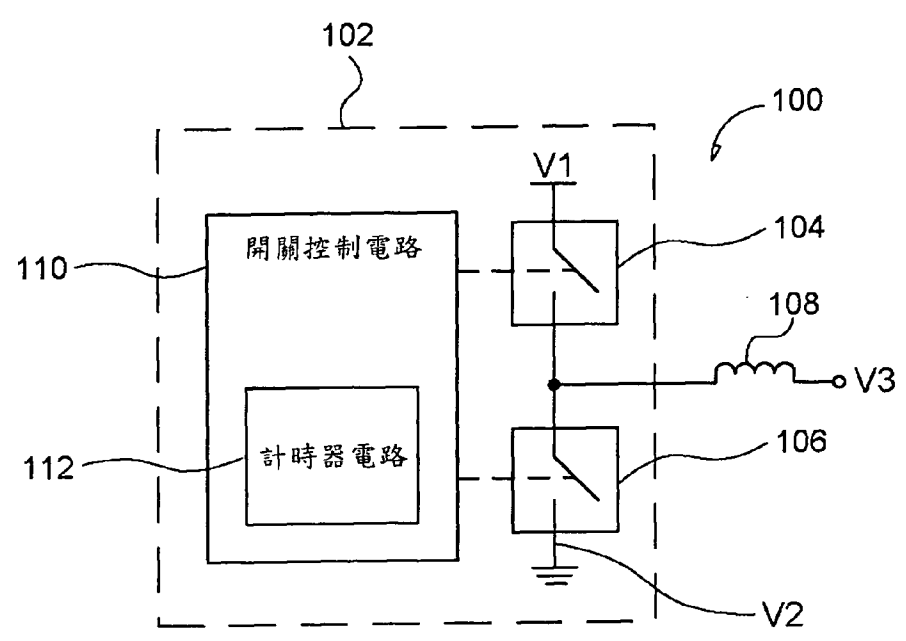
調節器電路及用於調節供應至一負載之電能量之方法

REGULATOR CIRCUIT AND METHOD FOR REGULATING ELECTRICAL ENERGY SUPPLIED TO A LOAD

(57)摘要

此文獻尤其論述一種調節器電路。該調節器電路可使用一第一開關將一第一電壓可控地連接至一電感器且可使用一第二開關將一第二電壓可控地連接至該電感器。可將該第一開關關斷且可將該第二開關接通達成比例於介於該第一電壓與一第三電壓之間之一差除以該第一電壓之一持續時間。可將該第一開關關斷且可將該第二開關接通達成比例於該第三電壓除以該第一電壓之一持續時間。該第一電壓或該第三電壓中之一者可對應於一所期望之輸出電壓。

This document discusses, among other things, a regulator circuit. The regulator circuit can controllably connect a first voltage to an inductor using a first switch and can controllably connect a second voltage to the inductor using a second switch. The first switch can be turned off and the second switch can be turned on for a duration proportional to a difference between the first voltage and a third voltage, divided by the first voltage. The first switch can be turned off and the second switch can be turned on for a duration proportional to the third voltage divided by the first voltage. One of the first or third voltages can correspond to a desired output voltage.



- 100 . . . 系統
- 102 . . . 調節器電路
- 104 . . . 第一開關
- 106 . . . 第二開關
- 108 . . . 電感器
- 110 . . . 開關控制電路
- 112 . . . 計時器電路

圖 1

發明專利說明書

中文說明書替換頁(104年3月27日)

(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：099140623

※ 申請日：99年11月24日

※IPC 分類：

G05F 1/10 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

調節器電路及用於調節供應至一負載之電能量之方法

REGULATOR CIRCUIT AND METHOD FOR REGULATING
ELECTRICAL ENERGY SUPPLIED TO A LOAD

二、中文發明摘要：

此文獻尤其論述一種調節器電路。該調節器電路可使用一第一開關將一第一電壓可控地連接至一電感器且可使用一第二開關將一第二電壓可控地連接至該電感器。可將該第一開關關斷且可將該第二開關接通達成比例於介於該第一電壓與一第三電壓之間之一差除以該第一電壓之一持續時間。可將該第一開關關斷且可將該第二開關接通達成比例於該第三電壓除以該第一電壓之一持續時間。該第一電壓或該第三電壓中之一者可對應於一所期望之輸出電壓。

三、英文發明摘要：

This document discusses, among other things, a regulator circuit. The regulator circuit can controllably connect a first voltage to an inductor using a first switch and can controllably connect a second voltage to the inductor using a second switch. The first switch can be turned off and the second switch can be turned on for a duration proportional to a difference between the first voltage and a third voltage, divided by the first voltage. The first switch can be turned off and the second switch can be turned on for a duration proportional to the third voltage divided by the first voltage. One of the first or third voltages can correspond to a desired output voltage.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	系統
102	調節器電路
104	第一開關
106	第二開關
108	電感器
110	開關控制電路
112	計時器電路

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【先前技術】

電子電路可對電源電壓之變化敏感。因此，可藉由調節或調整一輸入功率信號以提供在一指定輸出電壓範圍內之輸出功率來使用一經調節電源為電子電路提供操作能量。一經調節電源可包括一DC-DC調節器。在一實例中，該DC-DC調節器可接收一DC輸入並跨越不同之負載條件(包括負載電流之突然或暫態改變)提供一經調節之相對穩定DC輸出。

在某些電源中，可使用回饋來幫助將輸出電壓維持在指定範圍內。在一實例中，一「線性」調節器可包括在一部分導電或線性區中操作之一分流或串聯電晶體(例如)以回應於改變之負載條件而調變該調節器所供應之一電流。在某些實例中，該電晶體可由回饋電路(例如，一個或多個運算放大器)控制，以進一步改良該調節器之暫態回應及調節效能。在該線性調節器中，可將負載不需要之過多電流自該負載轉向且在別處耗散(例如，作為熱量)。該線性調節器因此可達成合理之調節效能等級，但在大小、複雜性或效率方面與其他調節器(例如，一切換模式調節器)相比成本相對高。舉例而言，在一線性調節器中，串聯或分流電晶體必須能夠以調節器之最大額定供應電流連續操作，從而與對應額定切換模式供應源相比，一相對大之分流或串聯電晶體成為必需的。

【發明內容】

此文獻尤其論述一種調節器電路。該調節器電路可使用一第一開關將一第一電壓可控地連接至一電感器且可使用一第二開關將一第二電壓可控地連接至該電感器。可將該第一開關關斷且可將該第二開關接通達成比例於介於該第一電壓與一第三電壓之間之一差除以該第一電壓之一持續時間。可將該第一開關關斷且可將該第二開關接通達成比例於該第三電壓除以該第一電壓之一持續時間。該第一電壓或該第三電壓中之一者可對應於一所期望之輸出電壓。

實例1包括標的物(例如,一種設備),其包含:一第一開關,其經組態以將一第一電壓可控地連接至一電感器;一第二開關,其經組態以將一第二電壓可控地連接至該電感器;一開關控制電路,其經組態以使用一計時器電路來控制該第一開關及該第二開關。在實例1中,該開關控制電路可經組態以將該第一開關關斷且將該第二開關接通達成比例於介於該第一電壓與一第三電壓之間之一差除以該第一電壓之一持續時間,該開關控制電路可經組態以將該第一開關接通且將該第二開關關斷達成比例於該第三電壓除以該第一電壓之一持續時間。在實例1中,該第一電壓或該第三電壓中之一者可對應於一所期望之輸出電壓,且該第二電壓可小於該第一電壓及該第三電壓。

在實例2中,實例1之標的物可視情況包括包含一數位計時器電路之一計時器電路。

在實例3中,實例1至2中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括包含供應至該調節器電路之一輸入電壓之一

第一電壓及包含一所期望之輸出電壓之一第三電壓，該第一電壓大於該第三電壓。

在實例4中，實例1至3中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括包含供應至該調節器電路之一輸入電壓之一第三電壓、包含一所期望之輸出電壓之一第一電壓，該第一電壓大於該第三電壓。

在實例5中，實例1至4中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括對應於在該調節器正驅動一指定負載時之一指定週期之該第一開關及該第二開關之一總接通時間，該指定週期對應於一所期望之穩態操作頻率。

在實例6中，實例1至5中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括一計時器電路，其包含：一第一斜坡產生器，其經組態以產生耦合至一第一比較器之一第一斜坡信號；一第二斜坡產生器，其經組態以產生耦合至一第二比較器之一第二斜坡信號，該開關控制電路經組態以使用該第一比較器及該第二比較器以及該第一斜坡產生器及該第二斜坡產生器來控制該第一開關及該第二開關。

在實例7中，實例1至6中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括包含各別第一電容器及第二電容器之各別第一斜坡產生器及第二斜坡產生器，且其中該各別第一電容器及第二電容器中之每一者係由各別第一電流源及第二電流源來充電。

在實例8中，實例1至7中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括第一電流源及第二電流源，其經組態以與電

壓輸入處之電壓成比例地驅動各別的指定之第一電流及第二電流，該第一電流源及該第二電流源經組態以控制第一斜坡信號及第二斜坡信號之各別第一轉換速率及第二轉換速率。

在實例9中，實例1至8中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括包含一設定-重設(SR)鎖存器之一開關控制電路，第一比較器輸出係耦合至該SR鎖存器之一重設輸入，第二比較器輸出係耦合至該SR鎖存器之一設定輸入，該SR鎖存器之一非反相輸出係耦合至該第一開關，該SR鎖存器之一反相輸出係耦合至該第二開關，該SR鎖存器經組態而以一互斥方式接通或關斷各別第一開關及第二開關，且該第一開關及該第二開關之該總接通時間對應於在該調節器正驅動一指定負載時之一指定週期。

在實例10中，實例1至9中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括：一第一斜坡信號，其隨時間增加；及一第一比較器，其經組態以比較該第一斜坡信號與一指定峰值臨限值，且作為回應，開關控制邏輯可經組態以在該第一斜坡信號達到該指定峰值臨限值時接通該第二開關，且將該第一斜坡信號重設為與該第一開關及該第二開關相對之一節點處之該電感器處之一電壓。

在實例11中，實例1至10中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括與該第三電壓成比例且大於該第三電壓之一指定峰值臨限值。

在實例12中，實例1至11中之一者或其任一組合之標的

物可視情況包括：一第二斜坡信號，其隨時間減小；且第二比較器可經組態以比較該第二斜坡信號與一指定谷值臨限值，且作為回應，該開關控制邏輯可經組態以在該第二斜坡信號達到該指定谷值臨限值時接通該第一開關，且將該第二斜坡信號重設為與該第一開關及該第二開關相對之一節點處之該電感器處之一電壓。

在實例 13 中，實例 1 至 12 中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括與該第三電壓成比例且小於該第三電壓之一指定谷值臨限值。

在實例 14 中，實例 1 至 13 中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括由一谷值臨限值控制電路控制之一指定谷值臨限值，該谷值臨限值控制電路經組態以比該第三電壓小成比例於介於該第一電壓與該第三電壓之間之該差之一電壓的一谷值臨限值。

在實例 15 中，實例 1 至 14 中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括包含一可調整增益之一谷值臨限值控制電路，該指定谷值臨限值可係依該可調整增益來按比例調整。

在實例 16 中，實例 1 至 15 中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括使用關於該第一電壓與該第三電壓之間之一差之資訊控制之一可調整增益。

實例 17 可包括實例 1 至 16 中之一者或其任一組合之標的物或可視情況與其組合以包括標的物(例如，一種方法、一種用於執行動作之構件或一種包括在由機器執行時致使該機器執行動作之指令之機器可讀媒體)，其包含：使用

一第一開關將一第一電壓可控地連接至一電感器；使用一第二開關將一第二電壓可控地連接至該電感器；將該第一開關關斷且將該第二開關接通達成比例於介於該第一電壓與一第三電壓之間之一差除以該第一電壓之一持續時間；及將該第一開關接通且將該第二開關關斷達成比例於該第三電壓除以該第一電壓之一持續時間，其中該第一電壓或該第三電壓中之一者對應於一所期望之輸出電壓，且其中該第二電壓小於該第一電壓及該第三電壓，其中該第一電壓或該第三電壓中之一者對應於一所期望之輸出電壓，且其中該第二電壓小於該第一電壓及該第三電壓。

在實例18中，實例17之標的物可視情況包括使用該以可控地連接該第一電壓及該以可控地連接該第二電壓來提供對應於該第三電壓之一所期望之輸出電壓，其中該第一電壓包含大於該第三電壓之一輸入電壓。

在實例19中，實例17至18中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括使用該以可控地連接該第一電壓及該以可控地連接該第二電壓來提供對應於該第一電壓之一所期望之輸出電壓，該第三電壓包含一輸入電壓，且該第一電壓大於該第三電壓。

在實例20中，實例17至19中之一者或其任一組合之標的物可視情況包括控制對應於在該電感器正驅動一指定負載時之一指定週期之該第一開關及該第二開關之總接通時間，其中該指定週期對應於一所期望之穩態操作頻率。

在實例21中，一種系統或設備可包括實例1至20中之任

何一者或多者之任何部分之任一部分或組合或可視情況與其組合以包括用於執行實例1至20之功能中之任何一者或多者之構件或一種包括在由機器執行時致使該機器執行實例1至20之功能中之任何一者或多者之指令之機器可讀媒體。

本文中及詳細說明中所述之實例可以任一排列或組合來組合。此概述打算提供本專利申請案之標的物之一概述。其並並非意欲提供本發明之一排他性或窮盡性解釋。包括該詳細說明以提供關於本專利申請案之其他資訊。

【實施方式】

在未必按比例繪製之圖式中，相同之編號可闡述不同視圖中之類似組件。具有不同字母後綴標之相同編號可表示類似組件之不同例項。該等圖式大體而言以實例方式而非限制方式圖解說明本文獻中所論述之各種實施例。

在一實例中，替代在一線性導電區中操作一分流或串聯電晶體，一切換模式調節器可藉由一電晶體或者一個或多個其他開關選擇性地連接至輸入功率。舉例而言，該開關可在一完全導電接通狀態與一不導電關斷狀態之間快速雙態切換(例如，在飽和或截止狀態之間切換)。在一實例中，可使用電壓或電流回饋來控制該開關，以便將所期望之時間平均功率提供至一負載。

在某些實例中，一切換模式調節器可使用脈衝寬度調變(PWM)來控制連接至一未經調節DC輸入之開關之接通時間。在一實例中，該開關可將該PWM調節器之一輸出選擇性地連接至該未經調節輸入，例如經由一電感器。在某些

實例中，可使用一濾波器來減少、抑制或拒絕存在於該輸出處之高頻率暫態信號，包括因循環該開關而導致之暫態信號。

在某些實例中，一PWM調節器可使用一磁滯控制電路來控制一第一開關及一第二開關。在一實例中，該第一開關可將一第一電壓(例如，輸入電壓)連接至一電感器。在此實例中，一第二開關可將一第二電壓(例如，一接地或參考電壓)連接至該電感器。在此實例中，該第一開關及該第二開關可由該磁滯控制電路控制且可以一互斥方式接通。在一實例中，該第一開關及該第二開關可在導電與不導電狀態之間雙態切換，以便一將瞬時輸出電壓保持在一指定範圍內。該指定範圍可與一所期望之輸出電壓周圍之一磁滯「窗」成比例，該窗包括一上限(例如，峰值)臨限值及一下限(例如，谷值)臨限值。

在某些實例中，(例如)當電感器電流為正且朝向一相對恆定之負載電阻流動時，該輸出電壓可在該第一開關正導電時增加，或在該第二開關正導電時減小。(例如)當調節器電路已穩定且正在驅動該相對恆定之負載時，輸出電壓之增加或減小可為週期性。在某些實例中，輸出電壓之變化係由該調節器導致，且該調節器電路因此稱為「波紋調節器」或「砰砰(bang-bang)」調節器。

在某些實例中，(例如)當該調節器電路連接至該相對恆定之負載時，該調節器電路之穩態操作頻率可控制該第一開關及該第二開關之一總接通時間。包括磁滯控制之一調

節器電路之穩態操作頻率可相依於供應至該調節器之輸入電壓，或相依於所期望之輸出電壓，或相依於一個或多個其他參數。

圖1大體圖解說明包括一調節器電路102之系統100之一實例。在某些實例中，調節器電路102可包括(例如)包括一計時器電路112之一開關控制電路110。在某些實例中，開關控制電路110可經組態以控制一第一開關104或一第二開關106之導電狀態。在某些實例中，第一開關104可連接至一第一電壓V1，且可將一電感器108可控地連接至V1，以便將來自V1之電流供應至電感器108。類似地，在某些實例中，第二開關106可將電感器108連接至一第二電壓V2，例如一參考電壓、一接地連接(例如，連接至一負載之一返回或參考節點)或者一個或多個其他節點。

在某些實例中，第一開關104及第二開關106可包括一個或多個其他類型之組件或裝置，例如一個或多個NMOS、PMOS或接面場效應電晶體(FET)、一個或多個絕緣閘極雙極電晶體(IGBT)、一個或多個雙極接面電晶體(BJT)或者一個或多個其他機械或固態開關。在某些實例中，調節器電路102及一個或多個其他組件或裝置可一起包括於一單個總成中，例如一起共同整合於一單個積體電路封裝內、一單個積體電路晶粒上或內、一多晶片模組內或者一個或多個其他整合式封裝或總成中。舉例而言，調節器電路102可係包括為一電子裝置之一部分、部件或組件之一積體電路，且一個或多個外部組件(例如，電感器108)可電連

接至調節器電路102以提供供在該電子裝置中使用之DC-DC電壓轉換器。

本發明人尤其已認識到，開關控制電路110可包括(例如)使用來自圖4之實例之方法而對一未經調節輸入電壓(例如， V_1)及一所期望之輸出電壓(例如，一第三電壓 $V_{3\text{REF}}$)兩者做出回應之一控制法則。控制電路110可(例如)根據該控制法則(例如)使用計時器電路來控制第一開關104及第二開關106之作用時間循環。舉例而言，該調節器電路可將該第一開關關斷且將該第二開關接通達成比例於介於該第一電壓與該第三電壓之間之差除以該第一電壓(例如， $(V_1 - V_{3\text{REF}})/V_1$)之一持續時間。在此實例中，然後，該調節器可將該第二開關關斷且將該第一開關接通達成比例於該第三電壓除以該第一電壓(例如， $V_{3\text{REF}}/V_1$)之一持續時間。

本發明人尤其已認識到，(例如)當流過電感器108之電流為正且正供電給一相對恆定之負載時，調節器電路102可在對應於一指定穩態操作頻率之一切換循環週期期間根據上文所論述之比例在上文所論述之兩個狀態之間變換。

在某些實例中，該第一電壓可係未經調節輸入電壓，該第三電壓可係所期望之輸出電壓，且該第一電壓可大於該第三電壓(例如，在一「降壓」調節器組態中)。以此方式，可將一瞬時輸出電壓 V_3 控制為近似該所期望之輸出電壓 $V_{3\text{REF}}$ 。類似地，在其他實例中，該第一電壓可係該所期望之輸出電壓，該第三電壓可係該未經調節輸入電壓(例如，在一「升壓」調節器組態中)。

類似地，在又一些實例中，該第一電壓可係該輸入電壓，該第二電壓(例如，連接至該第二開關)可係該輸出電壓，且該第三電壓可係一返回節點，例如一接地連接(例如，連接至一負載之一返回或參考節點)。在此實例中，(例如)當該第一電壓小於該第三電壓(例如，該第一電壓「小於接地」)時，該調節器可係在一反相「降壓-升壓」組態中。在一降壓-升壓組態之一實例中，該第二電壓之量值可大於或小於該第一電壓之量值，且在極性上與該第一電壓相反。

本發明人亦已認識到，可出於一個或多個目的(例如，與缺少一固定穩態操作頻率之調節器相比，為避免音訊頻率下之切換(例如，為減小或禁止可聽噪音)、為控制或減小電磁干擾、為針對一給定未經調節輸入電壓提供一減小之組件大小或計數、為改良穩定性或為改良暫態回應)指定所期望之固定穩態操作頻率。在一實例中，可(例如)使用計時器電路112(例如)使用上文所論述之控制法則來固定第一開關104及第二開關106之總接通時間。在一實例中，該總接通時間之一部分(例如，該第二開關之接通時間)可成比例於介於該輸入電壓與該所期望之輸出電壓之間之一差。在某些實例中，該計時器電路可係數位的且可包括一個或多個類比轉數位轉換器、計數器或其他電路，以便選擇一縮放因數以達成一所期望之固定穩態操作頻率。在其他實例中，該計時器電路可包括類比或混合信號電路，例如圖2之實例中所示，或包括一個或多個其他電路或組件。

在一實例中，可至少部分地使用該輸入電壓與該所期望之輸出電壓之間之一差或比率（例如， $(V1-V3_{REF})$ 或 $(V1/V3_{REF})$ ）或者一個或多個其他關係來選擇該穩態操作頻率。在一實例中，調節器電路102可經設計以端視所供應之輸入電壓而（例如）藉由自動選擇一適當穩態操作頻率來提供一指定輸出電壓。在其他實例中，可選擇一穩態操作頻率以供跨越各種不同輸入與輸出電壓組合使用，以便簡化或減小包括調節器電路102之一積體電路之一面積。

圖2大體圖解說明包括一調節器電路202之系統200之一實例。在此實例中，調節器電路202可包括一第一開關204、一第二開關206、一SR鎖存器216、一第一比較器218、一第二比較器220、一第一斜坡重設開關222、一第二斜坡重設開關224、一第一電流源I1、一第二電流源I2、一第一電容器C1及一第二電容器C2。在某些實例中，調節器電路202可連接至一個或多個其他組件，例如一電感器208或一電容器214。

在某些實例中，第一開關204、第二開關206、第一斜坡重設開關222或第二斜坡重設開關224中之一者或多者可包括一個或多個其他類型之組件或裝置，例如一個或多個NMOS、PMOS或接面場效應電晶體(FET)、一個或多個絕緣閘極雙極電晶體(IGBT)、一個或多個雙極接面電晶體(BJT)或者一個或多個其他機械或固態開關。在某些實例中，調節器電路202及一個或多個其他組件或裝置可一起包括於一單個總成中，例如一起共同整合於一單個積體電

路封裝內、一單個積體電路晶粒上或內、一多晶片模組內或者一個或多個其他整合式封裝或總成中。舉例而言，調節器電路202可係包括為一電子裝置之一部分、部件或組件之一積體電路，且一個或多個外部組件(例如，電感器208)可電連接至調節器電路202以提供供在該電子裝置中使用之一DC-DC電壓轉換器。

在某些實例中，第一開關204之接通時間可由(例如)包括SR鎖存器216之開關控制電路控制(例如，如在圖1中)。在圖2中，SR鎖存器216包括耦合至開關204(例如，一NMOS電晶體)之一非反相輸出(例如，「Q」)。在某些實例中，非反相輸出Q可耦合至第二斜坡重設開關224，以便重設儲存於電容器C2上之一第二斜坡信號電壓。在圖2中，第二開關206可連接至SR鎖存器216之一反相輸出(例如，「Q/」)，以便以與第一開關204互補之一方式控制第二開關206。舉例而言，當第一開關204被接通時可關斷第二開關206，且反之亦然。在某些實例中，可藉由一個或多個電路進一步處理、放大、緩衝等非反相輸出或反相輸出，以為第一或第二開關204或206提供一適當驅動信號。

在某些實例中，當(例如)藉由第一比較器218斷定SR鎖存器216之RESET輸入時，可關斷第一開關204，且可接通第二開關206。以此方式，第二開關206可將電感器208可控地連接至一第二電壓V2。在某些實例中，該第二電壓小於第一電壓V1及瞬時輸出電壓V3兩者。

在某些實例中，當(例如)藉由第二比較器220斷定SR鎖

存器 216 之 SET 輸入時，可接通第一開關 204，且可關斷第二開關 206。以此方式，第一開關 204 可將電感器 208 可控地連接至第一電壓 V_1 。

在其中輸出電壓 V_3 連接至一相對恆定之負載(例如，ILOAD)之一說明性實例中，穿過電感器 208 之電流(例如，IL)可係正(例如，調節器可正將電流供應至該負載)，例如圖 3 之說明性實例中所顯示。在此實例中，(例如)當驅動相對恆定之負載 ILOAD 時，可使用如圖 1 中所論述之一控制法則來控制第一開關 204 及第二開關 206 之總接通時間，以便提供近似一所期望之輸出電壓(例如，一第三電壓 $V_{3\text{REF}}$)之一輸出電壓 V_3 。

在圖 2 中，可使用一計時器電路(例如，包括分別驅動第一電容器 C1 及第二電容器 C2 之第一電流源 I1 及第二電流源 I2)來控制第一開關 204 及第二開關 206 之循環。例如 I1 之一電流源及例如 C1 之一電容器可包括為一斜坡產生器之一部分，此乃因分別注入至一電容器上或自一電容器移除之一恆定電流可分別提供跨越該電容器之以一恆定速率增加或減小之一電壓。在某些實例中，I1 及 C1 可作為一第一斜坡產生器操作且 I2 及 C2 作為第二斜坡產生器操作，以便分別提供隨時間增加之一第一斜坡信號 VR1 及隨時間減小之一第二斜坡信號 VR2。在某些實例中，可使用第一比較器 218 及第二比較器 220 比較第一斜坡信號 VR1 及第二斜坡信號 VR2 與各別臨限值，例如，使用連接至第一比較器 218 之一峰值臨限值(例如，PEAK)及連接至第二比較器 220 之

一谷值臨限值(例如，VALLEY)，如圖2中所示。在某些實例中，可使用一個或多個其他電路或組件作為一斜坡產生器，以便提供斜坡信號VR1及VR2中之一者或多者，例如，使用一個或多個數位計時器、計數器、類比轉數位轉換器、數位轉類比轉換器或者一個或多個其他電路或組件。

在某些實例中，在穩態操作(例如，驅動相對恆定之負載ILOAD)期間，第一斜坡重設開關222可禁止第一電容器C1斜升，例如，將VR1保持為與V3約相同之電壓(例如，在與第一開關204及第二開關206相對之一節點處之電感器208處)，直至VR2達到谷值臨限值為止。然後，在此等實例中，SR鎖存器216可自RESET狀態雙態切換至SET狀態，且第一斜坡重設開關222可關斷，從而允許C1充電，且允許VR1斜升。在此等實例中，當SR鎖存器216係SET時，第二斜坡重設開關224可防止C2斜升，從而將VR2保持為與V3約相同之電壓。

在某些實例中，可控制第一電流I1或第二電流I2以為第一斜坡信號VR1及第二斜坡信號VR1中之一者或多者提供一所期望之轉換速率。類似地，在某些實例中，可(例如)根據圖1、圖3及圖4中所論述之控制法則(例如)藉由一個或多個臨限值控制電路調整或控制一個或多個臨限值電壓(例如，PEAK或VALLEY)，以提供各別第一開關204及第二開關206之一所期望作用時間循環或絕對接通時間。

圖3顯示(例如)當將電力供應至一相對恆定之負載(例

如，圖2之ILOAD)時由圖1或圖2之調節器電路提供之各種信號之一說明性實例之一曲線圖300。在此說明性實例中，VR1可表示(例如)由一第一斜坡產生器(例如，包括電容器C1及電流源I1(如圖2中所示)或者一個或多個其他組件)提供之一第一斜坡信號。類似地，VR2可表示(例如)由一第二斜坡產生器(例如，包括電容器C2及電流源I2(如圖2中所示)或者一個或多個其他電路或組件)提供之一第二斜坡信號。在此說明性實例中，一電流IL可表示藉由一電感器(例如，圖1或圖2之電感器108或208)之正輸出電流(例如，由圖1或圖2之調節器電路102或202供應)。

在圖3中，第一斜坡信號VR1可自與瞬時輸出電壓V3約相同之一初始值開始(例如，如圖1或2中所示)且可斜升至高於V3之一電壓，(例如)直至達到一峰值臨限值為止。在圖3中，上限或峰值臨限值可由PEAK表示。類似地，在某些實例中，第二斜坡信號VR2可自與V3約相同之一初始值開始且可斜降至高於V3之一電壓，(例如)直至達到一谷值臨限值為止。在圖3中，下限或谷值臨限值可由VALLEY表示。

在圖3中，PKCOMP可表示來自一第一比較器(例如，圖2之第一比較器218)之一輸出信號，且可在VR1達到峰值臨限值(例如，PEAK)時將RESET信號提供(例如)至圖2之SR鎖存器216。類似地，在圖3中，VCOMP可表示來自一第二比較器(例如，圖2之第二比較器220)之一輸出信號，且可在VR2減小至谷值臨限值(例如，VALLEY)時將一SET信

號提供(例如)至圖2之SR鎖存器216。

在圖3中，TON可表示(例如)由圖2之SR鎖存器216提供之去往一第一開關(例如，如圖1或圖2中所示之第一開關104或204)之一開關控制信號。在某些實例中，當TON係高(例如，被斷定)時，可接通該第一開關，且關斷一第二開關(例如，第二開關106或206)。在此等實例中，當接通該第一開關時，電感器輸出電流 I_L 正以一恆定速率增加(且輸出電壓 V_3 可增加)。類似地，當TON係低(例如，被去斷定)時，可關斷該第一開關，且可接通該第二開關。在此等實例中，當接通該第二開關時，電感器輸出電流 I_L 可保持為正，但開始以一恆定速率減小(且因此輸出電壓 V_3 亦可減小)。在此說明性實例中，可藉由一切換循環週期 T 來表示第一開關及第二開關兩者之接通時間之總持續時間。

在某些實例中，可(例如)藉由(例如)根據圖1中所論述之控制法則控制第一電流源 I_1 或第二電流源 I_2 、第一電容器值 C_1 或第二電容器值 C_2 或峰值及谷值臨限值PEAK及VALLEY(如圖2中所示)中之一者或多者將 T 指定為對應於一所期望之固定穩態操作頻率。在圖3中， C_1 可被指定為約等於 C_2 (例如，在一指定組件容限內)。在某些實例中， I_1 可被指定為與 I_2 成比例或約等於 I_2 (例如，在一個或多個電流源電路(例如，一個或多個電流鏡、跨導放大器等)之準確度內)。在其他實例中， C_1 可被指定為與 C_2 成比例，或 I_1 可被指定為與 I_2 成比例，以便(例如)在調節器電路正

在一作用時間循環極端狀況處或附近操作時提供所期望之固定穩態操作頻率。一作用時間循環極端狀況可包括其中在連續切換循環期間第一或第二開關之接通時間長於其他開關之一調節器操作條件。在一實例中，包括該調節器電路之一積體電路可製作得更簡單或可藉由分別減小C1或經組態以相對於C2供應I1之一電流源或經組態以供應I2之一電流源之大小而佔據一減小之面積。在一實例中，藉由分別減小C1之大小或I1相對於C2之量值或I2之量值，包括該調節器電路之一積體電路可消耗更少之操作功率(例如，更少之偏壓電流，或者一個或多個其他電流)。

在某些實例中，一第三電壓 V_{3REF} 可表示欲由該調節器電路提供之一所期望之輸出電壓。PEAK可被指定為(例如)由一臨限值產生器電路(例如，包括一個或多個電路或組件，例如一個或多個放大器、緩衝器、電流源、電流鏡或者一個或多個其他電路)提供之與 V_{3REF} 成比例且大於 V_{3REF} 之一電壓。在例如圖3中所示之一實例中，

$$PEAK = (K_1 + 1) * V_{3REF}, \quad (1)$$

$$I1 = K_2 * V1, \quad (2)$$

且因此，

$$TON = (C1 * K_1 * V_{3REF}) / I1 = (C1 * K_1 * V_{3REF}) / (K_2 * V1). \quad (3)$$

在此實例中，TON可係在一切換循環T期間第一開關之接通時間。K₁可表示一無單位正窗或偏移比例，例如，在圖3之實例中使用K₁=0.03。因此，在此實例中，PEAK可係所期望之輸出電壓 V_{3REF} 之103%。K₂可表示一跨導常

數，且可用來控制調節器電路之操作頻率，例如，針對圖3之實例(例如，對應於調節器電路之一積體電路實施方案)使用 $K_2=0.45$ 微安培/伏。因此，在此實例中，第一開關可接通達與第三電壓 V_{3REF} 除以第一電壓 V_1 成比例之一持續時間。

VALLEY可被指定為(例如)由臨限值產生器電路提供之與 $(V_1 - V_{3REF})$ 成比例且小於 V_{3REF} 之一電壓。在例如圖3中所示之一實例中，

$$\text{VALLEY} = V_{3REF} - K_1 * (V_1 - V_{3REF}), \quad (4)$$

$$I_2 = K_2 * V_1, \quad (5)$$

且因此，第二開關之一接通時間可表示為

$$\text{TON2} = (C_2 * K_1 * (V_1 - V_{3REF})) / I_2 \quad (6)$$

$$= (C_2 * K_1 * (V_1 - V_{3REF})) / (K_2 * V_1)。$$

在此實例中，TON2亦可與第一開關之關斷時間約相同。因此，在此實例中，第二開關可接通達成比例於介於第一電壓與第三電壓之間之差除以第一電壓之一持續時間。總切換循環週期可表示為

$$T = \text{TON} + \text{TON2} = C_2 * K_1 / K_2。 \quad (7)$$

在圖3中， $C_1=C_2=20$ 微微法拉，且該切換循環週期可對應於750千赫左右之一切換頻率，例如，使用上文所論述之 K_1 、 K_2 值。

在某些實例中，可端視所期望之輸出電壓 V_{3REF} 與輸入電壓 V_1 之間之一差來按比例調整PEAK、VALLEY、TON或TON2中之一者或多者，以便增強暫態回應或穩定性，

(例如)同時仍使指定操作頻率保持固定。在圖3之實例中，可使用一增益常數K來修改谷值臨限值VALLEY(例如，使用一谷值臨限值控制電路)，且可將電流I2設定為 $I2 / K$ ，以使得

$$\text{VALLEY} = V3_{\text{REF}} - (K_1 / K) * (V1 - V3_{\text{REF}}), \quad (8)$$

$$\text{TON2} = (C2 * K_1 * ((V1 - V3_{\text{REF}}) / K)) / (I2 / K). \quad (9)$$

在此實例中，接通時間TON2可如方程式9中所表示，但K可彼此抵消，以使得TON2與方程式6相同。在某些實例中，K可(例如)端視所期望之輸出電壓 $V3_{\text{REF}}$ 與輸入電壓V1之間之一差可調整、連續或離散地變化。在一實例中，可將離散K值儲存於(例如)一查找表中，或使用一數位電路(其使用一個或多個分析函數)，以便提供對應於一指定輸入電壓範圍之一指定K值及一所期望之輸出電壓範圍。

在圖3之說明性實例中，當 $V1=12$ 伏且 $V3_{\text{REF}}=1.8$ 伏時，可藉由以下方式來選擇 $K=4$ ：(例如)自動藉由調節器電路(例如)使用 $V3_{\text{REF}}$ 與V1之間之一比率或差；或藉由使用一查找表；或藉由使用一個或多個其他離散或連續函數或者V1或 $V3_{\text{REF}}$ 至K之映射。在某些實例中，可使用包括於谷值臨限值控制電路中之一個或多個比較器或電流鏡來選擇或調整K。在某些實例中，對於 $(V1-V3_{\text{REF}})$ 之相對小之值，可(例如)藉由使用一小K值(例如，0.25或小於一之某一其他值)來減小VALLEY(例如，增加 $V3_{\text{REF}}$ 與VALLEY之間之磁滯「窗」)，以便改良穩定性或禁止「顫動」。

在某些實例中，對於 $(V1-V3_{\text{REF}})$ 之相對大之值，可(例

如)使用一較大K值(例如, $K=4$, 如圖3中所示)來增加 VALLEY(例如, 減小 PEAK 與 VALLEY 之間之磁滯「窗」), 以便以改良暫態回應。類似地, 在某些實例中, 可(例如)藉由使用一查找表或藉由使用一個或多個其他離散或連續函數或者 $V1$ 或 $V3_{REF}$ 至一個或多個其他參數(例如, $I1$ 、 $I2$ 、 K_1 或 K_2)之映射來按比例調整或選擇該一個或多個其他參數(例如, 例如使用一個或多個類比或數位電路或者記憶體)。在某些實例中, 可(例如)藉由向一記憶體電路進行寫入、熔斷一個或多個熔絲、修整或修改一個或多個金屬或其他電路特徵等來(例如)以電方式或以物理方式指定、調整或程式化由調節器電路使用之 $I1$ 、 $I2$ 、 K_1 、 K_2 、 K 中之一者或多者或者一個或多個其他操作參數。在一實例中, 可(例如)使用一串列或並行匯流排介面或者一個或多個其他介面(例如, 由包括為包括調節器電路之一積體電路封裝之一部分之一個或多個輸入或輸出接針提供)以數位方式程式化 $I1$ 、 $I2$ 、 K_1 、 K_2 、 K 中之一者或多者或者一個或多個其他操作參數。

在某些實例中, 可使用一鎖相迴路(PLL)或者一個或多個其他電路來調整 $I1$ 、 $I2$ 、 K_1 、 K_2 、 K 中之一者或多者或者一個或多個其他操作參數, 以便校正調節器電路之一所期望之操作頻率與一瞬時操作頻率之間之一誤差。在一實例中, 可藉由該 PLL(例如)在圖2之 SR 鎖存器 216 之非反相輸出 Q 處監視或在一個或多個其他節點處監視調節器電路之該瞬時操作頻率。在一實例中, 可與 PLL 之一誤差輸出

(例如，包括為該PLL之一部分、部件或組件之一相位偵測器或鑑別器之一輸出)提供之一頻率誤差成比例地按比例調整I1或I2。在一實例中，替代按比例調整或除按比例調整外，可(例如)回應於該PLL之一誤差輸出所提供之一頻率誤差而使I1或I2反相。

在圖3中，調節器電路可正給一相對恆定之負載(例如，如圖2中所示之ILOAD)供應2安培(例如表示調節器之一穩態操作條件)。在此實例中，VALLEY=1.723伏，且PEAK=1.85伏。

圖4大體圖解說明控制一調節器電路之一方法400，例如使用圖1或圖2中所示或者圖3之說明性實例中所論述之調節器電路。

在402處，一第一開關可將一第一電壓V1可控地連接至一電感器，例如，使用如圖1或圖2中所示之第一開關104或204或者電感器108或208。在404處，一第二開關可將一第二電壓(例如，一接地或參考電壓)V2可控地連接至該電感器，例如，使用如圖1或圖2中所示之第二開關106。

在406處，可使用例如圖1至圖3中所論述之一控制法則，(例如)包括將第一開關關斷且將第二開關接通達成比例於介於第一電壓V1與一第三電壓 $V3_{REF}$ 之間之一差除以第一電壓V1之一持續時間。在408處，該控制法則可包括接通第一開關且關斷第二開關達成比例於第三電壓 $V3_{REF}$ 除以第一電壓V1之一持續時間。

在某些實例中，在410處，方法400可包括控制第一開關及第二開關之對應於當電感器正驅動一指定負載時之一指定週期(例如，圖3之切換循環週期T)之一總接通時間。

在某些實例中，(例如)當電感器電流係正時，調節器電路(例如，調節器電路102或202)可在一個或多個PWM模式中操作，例如，使用如上文在圖1至4中所論述之磁滯控制。然而，在某些實例中，當電感器電流係負時，例如在指定數目之切換循環期間，調節器電路可在一脈衝頻率調變(PFM)模式中操作，以便禁止第二開關耗散儲存於電感器中之能量。以此方式，與僅使用一PWM模式(例如，包括磁滯控制)操作之一調節器電路相比，可增加該調節器電路之效率。在某些實例中，(例如)當所期望之輸出電壓(例如， $V_{3\text{REF}}$)與瞬時輸出電壓(例如， V_3)之間存在一大誤差時，可替代PWM模式或除PWM模式外使用PFM模式。

在一實例中，當調節器電路(例如，調節器電路102或202)首先啟動或經受一短路條件(例如，在 V_3 節點處)時，可使用一軟啟動電路或模式來逐漸增加 V_3 節點處之電壓。舉例而言，若該調節器電路缺少該軟啟動電路或模式，則第一開關可保持接通達比在穩態操作期間長得多之一持續時間。該長持續時間可損壞第一開關104。該軟啟動電路或模式可限制第一或第二開關104或106之接通時間，以防止對該等開關之損壞。在某些實例中，可替代該一個或多個PWM模式或除該一個或多個PWM模式外使用軟啟動電路或模式，例如使用磁滯控制，如上文在圖1至圖4中所

論述。

額外註釋

以上詳細說明包括對形成該詳細說明之一部分之附圖之參考。該等圖式以圖解說明方式顯示其中可實踐本發明之具體實施例。此等實施例在本文中亦稱作「實例」。此等實例可包括除所示或所闡述之彼等元件外之元件。然而，本發明人亦構想其中僅提供所示或所闡述之彼等元件之實例。此外，本發明人亦構想相對於一特定實例(或其一個或多個態樣)或相對於本文中所示或所闡述之其他實例(或其一個或多個態樣)使用所示或所闡述之彼等元件之任一組合或排列之實例。

此文獻中所參考之所有出版物、專利及專利文獻以全文引用之方式併入本文中，猶如以引用方式個別地併入一般。若此文獻與彼等以引用方式併入之文獻之間之使用不一致，則應將所併入之參考文獻中之使用視為對此文獻之使用之補充；對於不可調和之不一致性，以此文獻中之使用為準。

在此文獻中，如在專利文獻中所常見之那樣，使用術語「一(a)」或「一(an)」來包括一個或多於一個，與「至少一個(at least one)」或「一個或多個(one or more)」之任何其他例項或使用無關。在此文獻中，使用術語「或(or)」來指代一非排他性或，以使得「A或B」包括「A而非B」、「B而非A」以及「A及B」，除非另外指示。在隨附申請專利範圍中，使用術語「包括(including)」及「其中(in

which)」作為各別術語「包含 (comprising)」及「其中 (wherein)」之通俗易懂之等效形式。此外，在以下申請專利範圍中，術語「包括 (including)」及「包含 (comprising)」為開放性，亦即，在一請求項中包括除在一系統、裝置、物品或過程之一術語後列出之彼等元件外之元件之該系統、裝置、物品或過程仍被視為歸屬於請求項之範疇內。此外，在以下申請專利範圍中，術語「第一 (first)」、「第二 (second)」及「第三 (third)」僅用作標記，且不意欲對其物件強加數值要求。

本文中所闡述之方法實例可係至少部分地機器或電腦實施。某些實例可包括用指令編碼之一電腦可讀媒體或機器可讀媒體，該指令可操作以組態一電子裝置以執行如以上實例中所論述之方法。此等方法之一實施方案可包括碼，例如微碼、組譯語言碼、一較高階語言碼等。此種碼可包括用於執行各種方法之電腦可讀指令。該碼可形成電腦程式產品之部分。此外，該碼可在執行期間或在其他時間有形地儲存於一個或多個揮發性或非揮發性電腦可讀媒體上。此等電腦可讀媒體可包括但不限於硬磁碟、可抽換式磁碟、可抽換式光碟(例如，壓縮光碟及數位視頻光碟)、磁帶、記憶卡或棒、隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)等。

以上說明意欲為說明性而非限制性。舉例而言，上述實例(或其一個或多個態樣)可彼此組合使用。亦可例如由熟習此項技術者在審閱以上說明後使用其他實施例。提供本

摘要以符合37 C.F.R. § 1.72(b)，以便允許讀者快速獲取本技術發明之本質。提交本摘要係基於以下理解：其將不用於解釋或限制申請專利範圍之範圍或含義。此外，在以上具體實施方式中，各種特徵可聚集在一起以簡化本發明。此不應解釋為意味著未請求之所揭示特徵對任一請求項必不可少。而是，發明性標的物可在於少於一特定所揭示實施例之所有特徵。因此，特此將以下申請專利範圍併入具體實施方式中，其中每一請求項本身獨立作為一單獨實施例。本發明之範疇應參考隨附申請專利範圍連同授權於此等請求項之等效物之完全範疇一起確定。

【圖式簡單說明】

圖1大體圖解說明包括一調節器電路之系統之一實例。

圖2大體圖解說明包括一調節器電路之系統之一實例。

圖3大體圖解說明(例如)由圖2之調節器電路提供之各種信號之一說明性實例。

圖4大體圖解說明控制一調節器電路之一方法。

【主要元件符號說明】

100	系統
102	調節器電路
104	第一開關
106	第二開關
108	電感器
110	開關控制電路
112	計時器電路

200	系統
202	調節器電路
204	第一開關
206	第二開關
208	電感器
214	電容器
216	設定-重設鎖存器
218	第一比較器
220	第二比較器
222	第一斜坡重設開關
224	第二斜坡重設開關
C1	電容器
C2	電容器
I1	電流源
I2	電流源

七、申請專利範圍：

1. 一種用於調節供應至一負載之電能量之調節器電路，該調節器電路包含：

一第一開關，其經組態以將一第一電壓可控地連接至一電感器；

一第二開關，其經組態以將一第二電壓可控地連接至該電感器；

一開關控制電路，其經組態以使用一計時器電路來控制該第一開關及該第二開關；

其中該開關控制電路經組態以將該第一開關關斷且將該第二開關接通達成比例於介於該第一電壓與一第三電壓之間之一差除以該第一電壓之一持續時間；

其中該開關控制電路經組態以將該第一開關接通且將該第二開關關斷達成比例於該第三電壓除以該第一電壓之一持續時間；

其中該第一電壓或該第三電壓中之一者對應於一所期望之輸出電壓；

其中該第二電壓小於該第一電壓及該第三電壓；且

其中該開關控制電路包括一峰值臨限值控制電路及一谷值臨限值控制電路之至少一者且其中該開關循環週期可使用該峰值臨限值控制電路及該谷值臨限值控制電路之該至少一者來調整。

2. 如請求項 1 之調節器電路，其中該計時器電路包括一數位計時器電路。

3. 如請求項1或2之調節器電路，其中該第一電壓包含供應至該調節器電路之一輸入電壓；
其中該第三電壓包含一所期望之輸出電壓；且
其中該第一電壓大於該第三電壓。
4. 如請求項1或2之調節器電路，其中該第三電壓包含供應至該調節器電路之一輸入電壓；
其中該第一電壓包含一所期望之輸出電壓；且
其中該第一電壓大於該第三電壓。
5. 如請求項1或2之調節器電路，其中該第一開關及該第二開關之總接通時間對應於在該調節器正驅動一指定負載時之一指定週期；且
其中該指定週期對應於一所期望之穩態操作頻率。
6. 如請求項1或2之調節器電路，其中該計時器電路包含：
一第一斜坡產生器，其經組態以產生耦合至一第一比較器之一第一斜坡信號；
一第二斜坡產生器，其經組態以產生耦合至一第二比較器之一第二斜坡信號；且
其中該開關控制電路經組態以使用該第一比較器及該第二比較器以及該第一斜坡產生器及該第二斜坡產生器來控制該第一開關及該第二開關。
7. 如請求項6之調節器電路，其中該各別第一斜坡產生器及第二斜坡產生器包括各別第一電容器及第二電容器，且其中該各別第一電容器及第二電容器中之每一者係由各別第一電流源及第二電流源來充電。

8. 如請求項7之調節器電路，其中該第一電流源及該第二電流源經組態以與電壓輸入處之電壓成比例地驅動各別的指定之第一電流及第二電流；且

其中該第一電流源及該第二電流源經組態以控制該各別第一斜坡信號及第二斜坡信號之各別第一轉換速率及第二轉換速率。

9. 如請求項6之調節器電路，其中該開關控制電路包含：

一設定-重設(SR)鎖存器；

其中第一比較器輸出係耦合至該SR鎖存器之一重設輸入；

其中第二比較器輸出係耦合至該SR鎖存器之一設定輸入；

其中該SR鎖存器之一非反相輸出係耦合至該第一開關；

其中該SR鎖存器之一反相輸出係耦合至該第二開關；

其中該SR鎖存器經組態而以一互斥方式接通或關斷該各別第一開關及第二開關；且

其中該第一開關及該第二開關之該總接通時間對應於在該調節器正驅動一指定負載時之一指定週期。

10. 如請求項6之調節器電路，其中該第一斜坡信號隨時間增加；且

其中該第一比較器經組態以比較該第一斜坡信號與一指定峰值臨限值，且作為回應，其中開關控制邏輯經組態以在該第一斜坡信號達到該指定峰值臨限值時接通該

第二開關，且將該第一斜坡信號重設為與該第一開關及該第二開關相對之一節點處之該電感器處之一電壓。

11. 如請求項10之調節器電路，其中該指定峰值臨限值與該第三電壓成比例且大於該第三電壓。

12. 如請求項6之調節器電路，其中該第二斜坡信號隨時間減小；且

其中該第二比較器經組態以比較該第二斜坡信號與一指定谷值臨限值，且作為回應，其中該開關控制邏輯經組態以在該第二斜坡信號達到該指定谷值臨限值時接通該第一開關，且將該第二斜坡信號重設為與該第一開關及該第二開關相對之一節點處之該電感器處之一電壓。

13. 如請求項12之調節器電路，其中該指定谷值臨限值與該第三電壓成比例且小於該第三電壓。

14. 如請求項12之調節器電路，其中該指定谷值臨限值係由一谷值臨限值控制電路來控制；且

其中該谷值臨限值控制電路經組態以提供比該第三電壓小成比例於介於該第一電壓與該第三電壓之間之該差之一電壓的一谷值臨限值。

15. 如請求項14之調節器電路，其中該谷值臨限值控制電路包括一可調整增益；且

其中該指定谷值臨限值係依該可調整增益來按比例調整。

16. 如請求項15之調節器電路，其中該可調整增益係使用關於該第一電壓與該第三電壓之間之該差之資訊來控制。

17. 一種用於調節供應至一負載之電能量之方法，該方法包含：

使用一第一開關將一第一電壓可控地連接至一電感器；

使用一第二開關將一第二電壓可控地連接至該電感器；

將該第一開關關斷且將該第二開關接通達成比例於介於該第一電壓與一第三電壓之間之一差除以該第一電壓之一持續時間；

將該第一開關接通且將該第二開關關斷達成比例於介於該第三電壓除以該第一電壓之一持續時間，其中該第一電壓或該第三電壓中之一者對應於一所期望之輸出電壓，且其中該第二電壓小於該第一電壓及該第三電壓；
及

使用一峰值臨限值控制電路及一谷值臨限值控制電路之至少一者來調整一開關循環週期。

18. 如請求項17之方法，其包含使用該可控連接該第一電壓及該可控連接該第二電壓來提供對應於該第三電壓之一所期望之輸出電壓，其中該第一電壓包含大於該第三電壓之一輸入電壓。

19. 如請求項17至18中任一項之方法，其包含使用該可控連接該第一電壓及該可控連接該第二電壓來提供對應於該第一電壓之一所期望之輸出電壓，其中該第三電壓包含一輸入電壓，且其中該第一電壓大於該第三電壓。

20. 如請求項17至18中任一項之方法，其包含控制對應於在該電感器正驅動一指定負載時之一指定週期之該第一開關及該第二開關之總接通時間，其中該指定週期對應於一所期望之穩態操作頻率。

八、圖式：

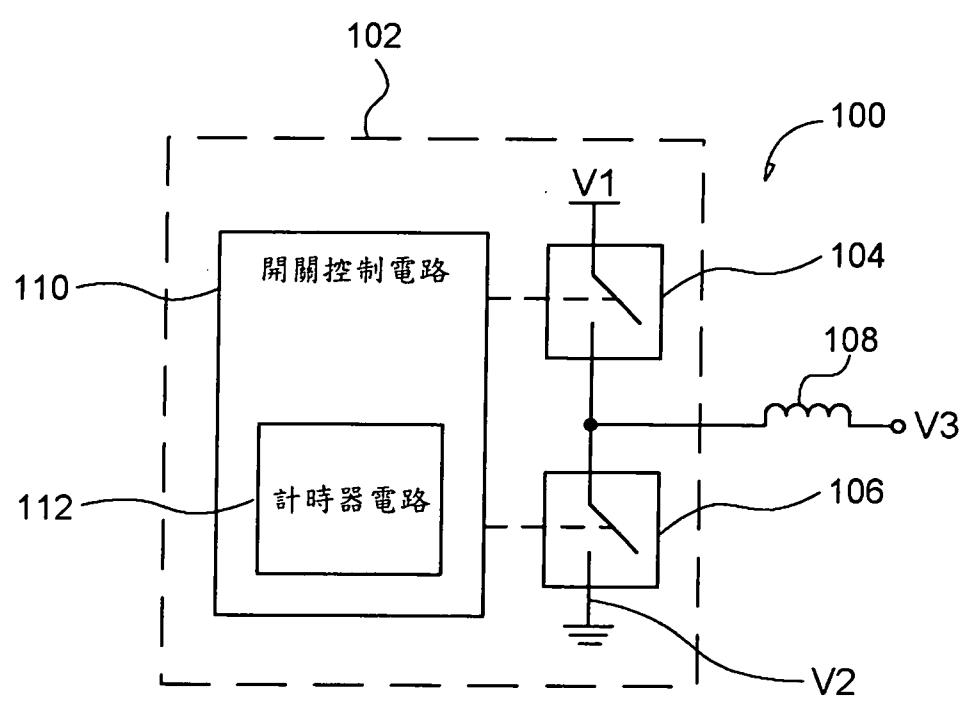


圖 1

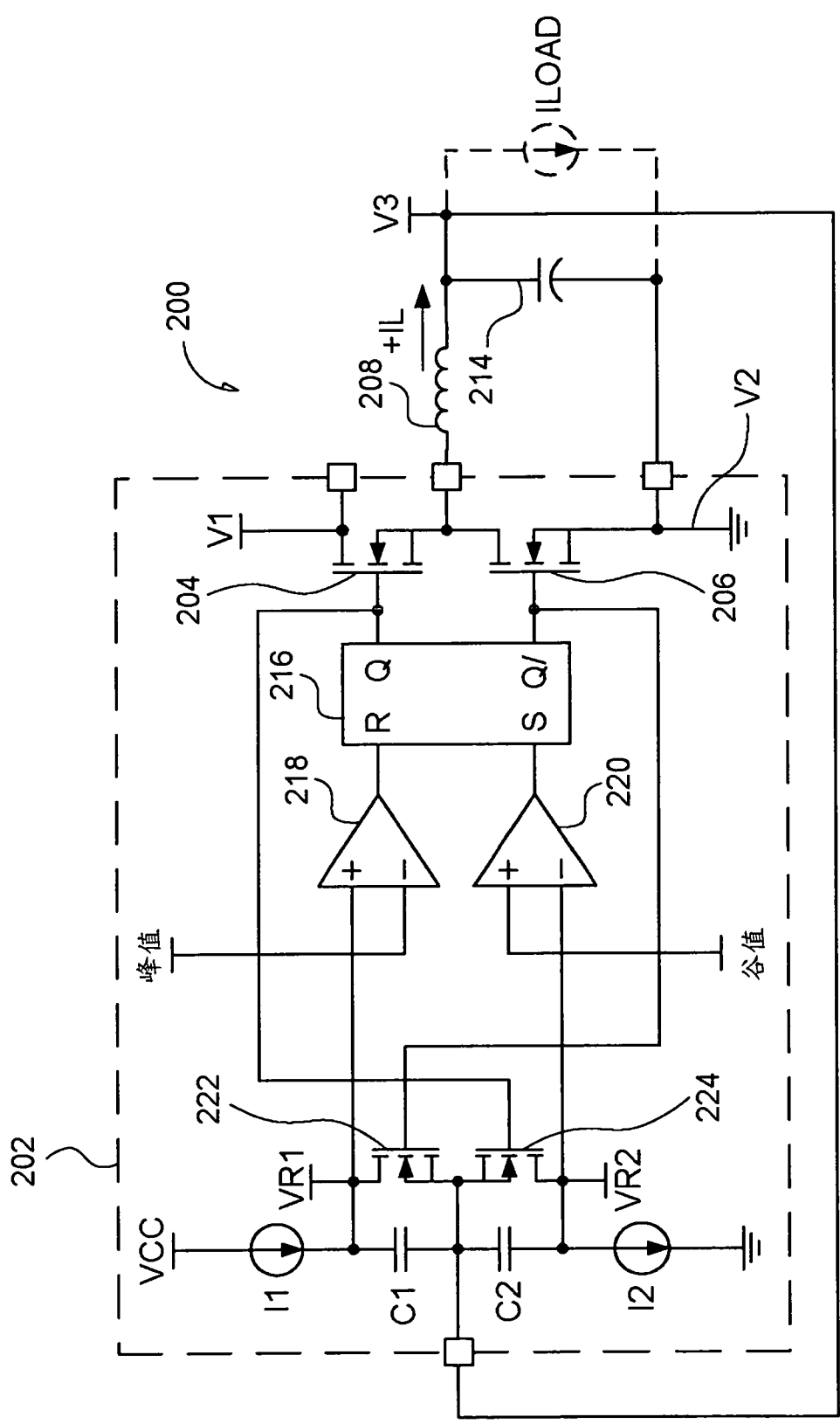


圖 2

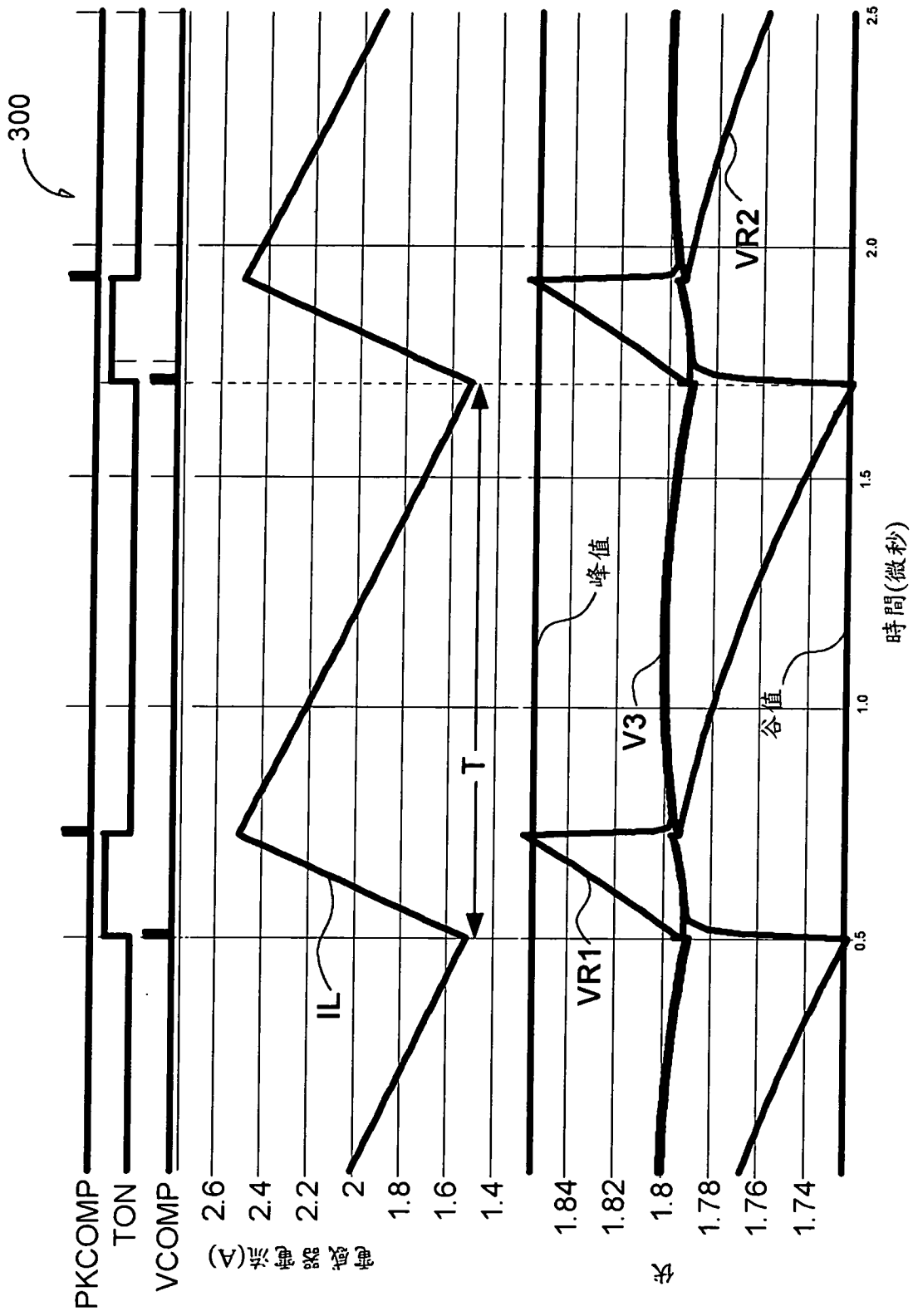


圖 3

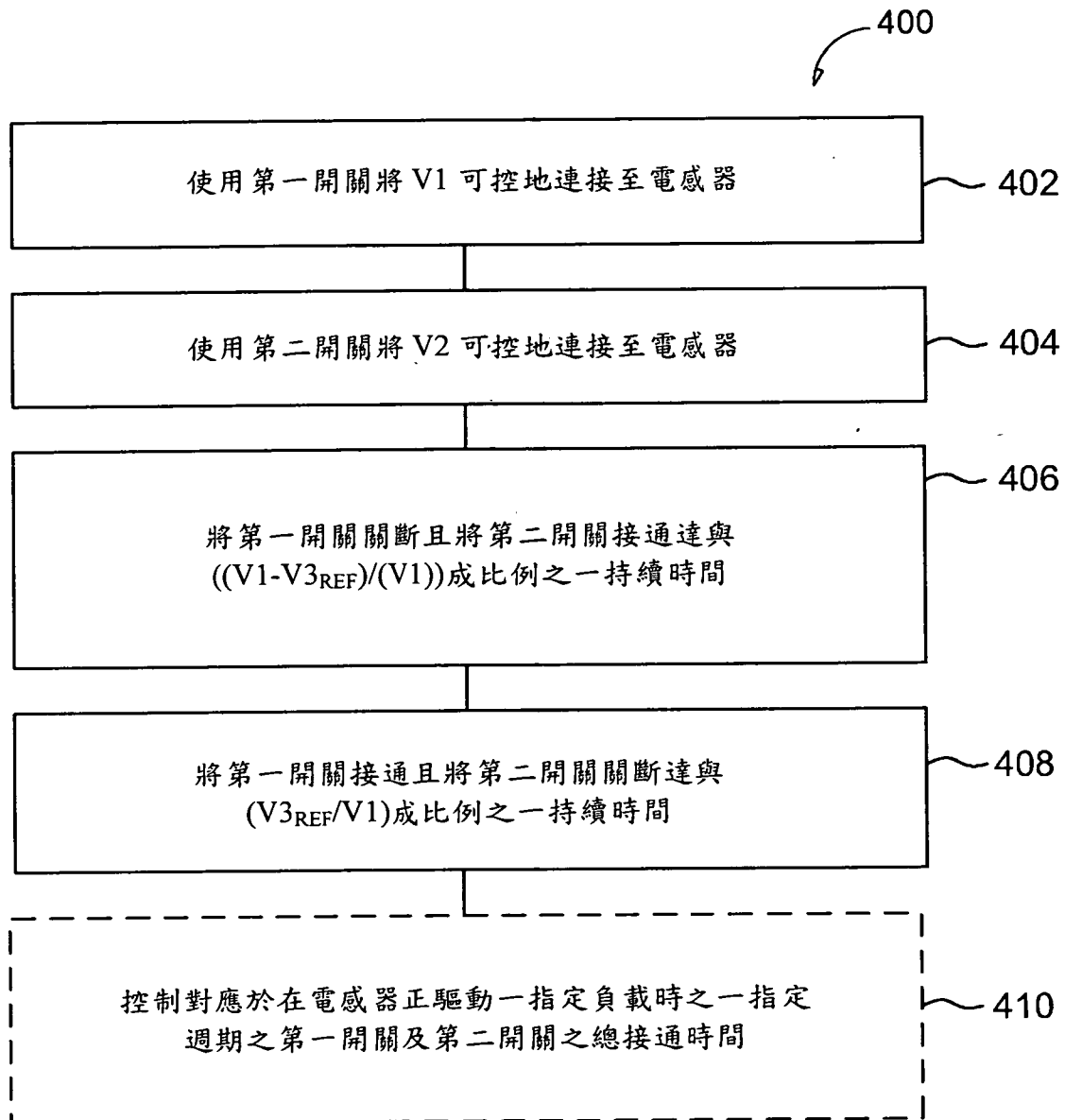


圖 4