



(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 I558102 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 11 日

(21) 申請案號：101106565

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 02 月 29 日

(51) Int. Cl. : **H03K17/04 (2006.01)**

(30) 優先權：2011/02/28 美國 61/447,519

(71) 申請人：全斯法姆公司 (美國) TRANSPHORM INC. (US)  
美國

(72) 發明人：荷尼亞詹姆斯 HONEA, JAMES (US) ; 吳毅鋒 WU, YIFENG (CN)

(74) 代理人：蔡坤財；李世章

(56) 參考文獻：

TW	I305423	TW	200835126A
TW	200941920A1	CN	101272096A
US	7639064B2	US	7965126B2
US	2008/0136390A1	US	2009/0278513A1

審查人員：范士隆

申請專利範圍項數：82 項 圖式數：5 共 40 頁

(54) 名稱

具有電抗性濾波器之電子部件

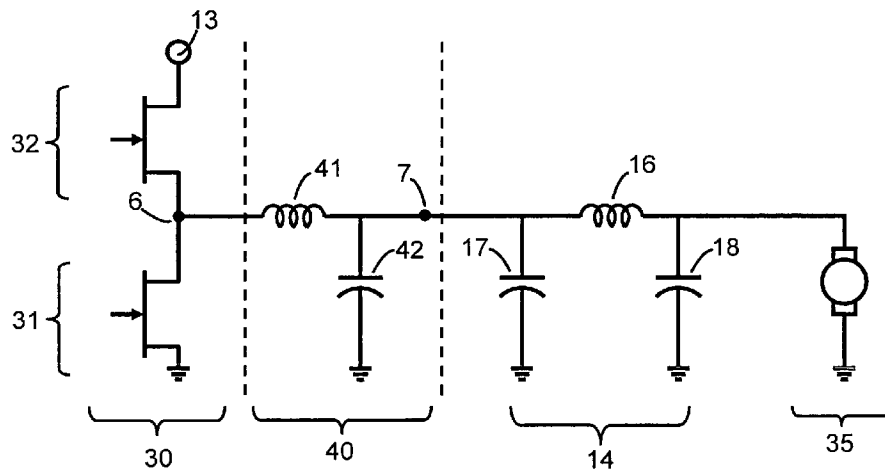
ELECTRONIC COMPONENTS WITH REACTIVE FILTERS

(57) 摘要

本發明說明一種電子部件，包含經調適以與電氣負載操作的半橋接電路，電氣負載具有操作頻率。半橋接電路包含第一切換器與第二切換器，第一切換器與第二切換器之每一者具有切換頻率並包含第一端子、第二端子與控制端子，其中第一切換器的第一端子與第二切換器的第二端子兩者皆電連接至節點。電子部件進一步包含濾波器，濾波器具有 3dB 滾邊頻率，3dB 滾邊頻率係小於切換器的切換頻率，但大於電氣負載的操作頻率。濾波器的第一端子係電子式耦合至節點，且濾波器的 3dB 滾邊頻率係大於 5kHz。

An electronic component comprising a half bridge adapted for operation with an electrical load having an operating frequency is described. The half bridge comprises a first switch and a second switch each having a switching frequency, the first switch and the second switch each including a first terminal, a second terminal, and a control terminal, wherein the first terminal of the first switch and the second terminal of the second switch are both electrically connected to a node. The electronic component further includes a filter having a 3dB roll-off frequency, the 3dB roll-off frequency being less than the switching frequency of the switches but greater than the operating frequency of the electrical load. The first terminal of the filter is electrically coupled to the node, and the 3dB roll-off frequency of the filter is greater than 5 kHz.

指定代表圖：



第 3 圖

符號簡單說明：

- 6 . . . 半橋接電路輸出
- 7 . . . 濾波器輸出
- 13 . . . 高電壓供應
- 14 . . . 電氣連接器
- 16 . . . 電感器
- 17 . . . 電容器
- 18 . . . 電容器
- 30 . . . 半橋接電路
- 31 . . . 切換器
- 32 . . . 切換器
- 35 . . . 電氣負載
- 40 . . . 濾波器
- 41 . . . 電感性元件
- 42 . . . 電容性元件



申請日：

IPC分類：

公告本

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：101106565

※ 申請日期：101 年 2 月 29 日

※IPC 分類：H03K 17/04 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

具有電抗性濾波器之電子部件/ELECTRONIC COMPONENTS  
WITH REACTIVE FILTERS

## 二、中文發明摘要：

本發明說明一種電子部件，包含經調適以與電氣負載操作的半橋接電路，電氣負載具有操作頻率。半橋接電路包含第一切換器與第二切換器，第一切換器與第二切換器之每一者具有切換頻率並包含第一端子、第二端子與控制端子，其中第一切換器的第一端子與第二切換器的第二端子兩者皆電連接至節點。電子部件進一步包含濾波器，濾波器具有 3dB 滾邊頻率，3dB 滾邊頻率係小於切換器的切換頻率，但大於電氣負載的操作頻率。濾波器的第一端子係電子式耦合至節點，且濾波器的 3dB 滾邊頻率係大於 5 kHz。

## 三、英文發明摘要：

An electronic component comprising a half bridge adapted for operation with an electrical load having an operating frequency is described. The half bridge comprises a first switch and a second switch each having a switching frequency, the first switch and the second switch each including a first terminal, a second terminal, and a control terminal, wherein the first terminal of the first switch and

the second terminal of the second switch are both electrically connected to a node. The electronic component further includes a filter having a 3dB roll-off frequency, the 3dB roll-off frequency being less than the switching frequency of the switches but greater than the operating frequency of the electrical load. The first terminal of the filter is electrically coupled to the node, and the 3dB roll-off frequency of the filter is greater than 5 kHz.

#### 四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第 ( 3 ) 圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

6	半橋接電路輸出	7	濾波器輸出
13	高電壓供應	14	電氣連接器
16	電感器	17	電容器
18	電容器	30	半橋接電路
31	切換器	32	切換器
35	電氣負載	40	濾波器
41	電感性元件	42	電容性元件

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特性的化學式：

無

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

#### 對相關申請案的交互參照

本申請案主張對在 2011 年 2 月 28 日提出之美國臨時申請案第 61/447,519 號的優先權。該臨時申請案所揭露內容被視為本申請案的部分，並在此作為參考而併入本說明書。

本發明相關於涉及濾除電壓訊號的電子部件與模組。

### 【先前技術】

橋接電路被常見地用於將 AC 電壓波形傳遞至電氣負載。第 1 圖圖示此種半橋接反相器電路的常見配置。半橋接電路 10 包含兩個切換器 11 與 12，每一切換器分別包含電晶體 2 與 4，諸如 IGBT 或 MOSFET，電晶體 2 與 4 分別連接至二極體 3 與 5，如圖示。使用脈衝調變 (PWM) 電壓源來控制切換器 11 與 12 的每一電晶體的閘極電壓，在半橋接電路的輸出 6 處產生切換波形。隨後使用濾波器 20 以濾除切換波形，在輸出處產生所期望傳遞至電氣負載 15 的低頻電壓或電流波形，濾波器 20 包含電感性元件 21 與電容性元件 22。電氣負載 15 由電氣連接器 14 連接至反相器電路，電氣連接器 14 諸如纜線，在第 1 圖中由電感器 16 與電容器 17 與 18 代表，如圖示般連接。

在電氣負載 15 具有實質電感(且因此具有實質電抗)的應用中，例如在電氣負載為馬達時，可省略濾波器 20，且電氣負載 15 的電抗可用以濾除切換波形。然而，此技術具有數個缺點。在纜線 14 與馬達 15 中的寄生諧振(resonance)可被切換波形激發，而產生傷害馬達 15 的高電壓突波，並需要過度指定各種部件的電壓承受度。此外，纜線 14 或馬達 15 中的任何電容將以切換速率被充電並放電，代表將損失能量。再者，相關於馬達及纜線電容充電與放電的電流突波，組成成為電磁干擾發射器的電流偶極(dipoles)或電流迴路。

在半橋接電路 10 與纜線 14 之間插入濾波器 20，可消除前述的問題。然而，濾波器 20 必須具有足夠的低截止頻率，以有效地弱化(attenuate)切換波形。對於用於半橋接電路 10 中的傳統的切換器 11 與 12 而言，切換頻率通常為約 12 kHz，且切換頻率被限制為不超過約 50 kHz，50 kHz 大約為傳統的切換器 11 與 12 可有效地切換而不產生不可被接受的高切換損失的最大頻率。因此，最大頻率(亦即濾波器的截止頻率)必須為約 10 kHz 或更少(對應於約 1 kHz 的濾波器 3dB 滾邊頻率)，在最大頻率處濾波器的比例導納(fractional admittance)過高而無法防止位於切換頻率的實質輸出漣波。第 2 圖圖示說明濾波器的頻率響應。如於濾波器比例導納圖中可見(作為對頻率的函數)，比例導納在接近 1 kHz 的頻率處實質減少，並在恰於 10 kHz 之上的頻率處接近小值。此

種濾波器需要過度大的電感器及/或電容器，造成電路的成本實質增加。再者，半橋接反相器被限制於所傳遞至電氣負載 15 的訊號頻率相當小於 1 kHz 的應用中。存在許多需要更小，更精簡之反相器電路的應用。

### 【發明內容】

本發明的一個態樣說明一種電子部件，包含經調適以與電氣負載操作的半橋接電路，該電氣負載具有操作頻率。該半橋接電路包含第一切換器與第二切換器，該第一切換器與該第二切換器之每一者具有切換頻率並包含第一端子、第二端子與控制端子，其中該第一切換器的該第一端子與該第二切換器的該第二端子兩者皆電連接至節點。該電子部件進一步包含濾波器，該濾波器具有 3dB 滾邊頻率，該 3dB 滾邊頻率係小於該等切換器的該切換頻率，但大於該電氣負載的該操作頻率。該濾波器的該第一端子係電子式耦合至該節點，且該濾波器的該 3dB 滾邊頻率係大於 5 kHz。

本發明的另一態樣說明一種電子部件，包含經調適以與電氣負載操作的半橋接電路，該電氣負載具有操作頻率。該半橋接電路包含第一切換器與第二切換器，該第一切換器與該第二切換器之每一者具有切換頻率並包含第一端子、第二端子與控制端子，其中該第一切換器的該第一端子與該第二切換器的該第二端子兩者皆電連接

至節點。該電子部件進一步包含濾波器，該濾波器的第一端子係電子式耦合至該節點。該半橋接電路與該濾波器形成模組，且該模組的容積除以該電子部件的最大輸出功率係小於  $6 \text{ cm}^3/\text{瓦特 (Watt)}$ 。

本發明之另一態樣說明一種電子部件，包含經調適以與電氣負載操作的半橋接電路，該電氣負載具有操作頻率。該半橋接電路包含第一切換器與第二切換器，該第一切換器與該第二切換器之每一者具有切換頻率並包含第一端子、第二端子與控制端子，其中該第一切換器的該第一端子與該第二切換器的該第二端子兩者皆電連接至節點。該電子部件進一步包含濾波器，該濾波器具有 3dB 滾邊頻率，該 3dB 滾邊頻率係小於該等切換器的該切換頻率，但大於該電氣負載的該操作頻率，且該濾波器的該第一端子係電子式耦合至該節點。該第一切換器與該第二切換器之每一者能夠被以約 80 kHz 或更高的頻率切換，而不經受實質切換損失。

本文所說明的電子部件之每一者，可包含以下特徵結構之一者或多者。該濾波器的該 3dB 滾邊頻率可至少為 10 kHz。該第一切換器可為第一電晶體，且該第二切換器可為第二電晶體。該半橋接電路可由該第一電晶體與該第二電晶體組成。該第一電晶體與該第二電晶體可為 III-N 裝置。該第一電晶體或該第二電晶體可為切換電晶體。該第一電晶體或該第二電晶體可能夠被以約 80 kHz 或更高的頻率切換，而不經受實質切換損失。該第一電

晶體與該第二電晶體可為場效電晶體。該第一電晶體的該第一端子可為汲極端子，且該第二電晶體的該第二端子可為源極端子。該第二電晶體的該第一端子可為汲極端子，且該第二電晶體的該汲極端子可係電連接至高電壓供應。該第一電晶體與該第二電晶體的該等控制端子可為閘極端子。該半橋接電路可不具有二極體。該電子部件可進一步包含電氣連接器，該電氣連接器將電氣負載連接至該濾波器的第二端子。該電氣連接器可為纜線。該電氣負載可包含馬達。該濾波器可包含電感性元件與電容性元件。該濾波器的該電感性元件可為第一電感性元件，且該電氣負載可包含第二電感性元件。該電氣負載可包含光伏打電池。該電氣負載可具有約 1 kHz 或更高的操作頻率。該電子部件可為反相器電路的部分。該電子部件可能夠輸出實質上正弦 AC 電壓訊號。該 AC 電壓訊號的頻率可約為 1 kHz 或更高。該電子部件可能夠輸出實質上正弦 AC 電流。該 AC 電流的頻率可約為 1 kHz 或更高。該濾波器的截止頻率可係高於 50 kHz。

該模組的該容積可係小於  $360,000 \text{ cm}^3$  或小於  $1800 \text{ cm}^3$ 。該模組的佔據面積可係小於  $11,250 \text{ cm}^2$  或小於  $225 \text{ cm}^2$ 。該電子部件的該最大輸出功率可為至少 100 瓦特。該電子部件可進一步包含電氣連接器，該電氣連接器將電氣負載連接至該濾波器的第二端子。該電氣連接器可為纜線。該電氣負載可包含馬達。該濾波器的該電感性

元件可為第一電感性元件，且該電氣負載可包含第二電感性元件。該電氣負載可包含光伏打電池。該電氣負載可具有約 1 kHz 或更高的操作頻率。該電子部件可為反相器電路的部分。該半橋接電路與該濾波器可係位於通用基板上。該通用基板可包含印刷電路板。該濾波器的該 3dB 滾邊頻率可係高於 5 kHz。該濾波器的截止頻率可係高於 50 kHz。

### 【實施方式】

第 3 圖圖示說明反相器電路，該反相器電路可於大於 1 kHz 之頻率，輸出正弦波 AC 波形至電氣負載，而不使波形實質失真或弱化。反相器電路包含連接至濾波器 40 的半橋接電路 30。半橋接電路 30 包含兩個切換器 31 與 32，如圖示般連接。切換器 31 的低側端子連接至地，而切換器 32 的高側端子連接至高電壓供應 13，如圖示。濾波器 40 包含電感性元件 41 與電容性元件 42。濾波器 40 的輸出 7 由電氣連接器 14 連接至電氣負載 35，電氣連接器 14 (諸如纜線) 在第 3 圖中由電感器 16 與電容器 17 與 18 代表，如圖示般連接。

切換器 31 與 32 之每一者能夠阻擋的電壓，至少等於高電壓供應 13 的電壓。換言之，在切換器關閉時，切換器可阻擋任何低於或等於高電壓供應之電壓的電壓。在一些實施中，每一切換器可阻擋的電壓，至少為高電壓

供應 13 的電壓的兩倍。本文中使用的用語「阻擋電壓」，指稱在跨切換器、電晶體、裝置或部件施加電壓時，切換器、電晶體、裝置或部件能夠防止實質電流(諸如大於在一般導通期間之平均開啟狀態操作電流的 0.001 倍的電流)流過切換器、電晶體、裝置或部件的能力。換言之，在切換器、電晶體、裝置或部件阻擋跨於該切換器、該電晶體、該裝置或該部件上施加之電壓的同時，通過切換器、電晶體、裝置或部件的總電流，將不會大於在一般導通期間之平均開啟狀態操作電流的 0.001 倍。

切換器 31 與 32 亦能夠被於至少 80 kHz (或更高)的頻率被切換，而不經受實質切換損失。能夠如前述阻擋高電壓的傳統高功率切換裝置(諸如絕緣閘極雙極性電晶體(IGBT)與功率金氧半場效電晶體(MOSFET)(為通常以矽為基礎的裝置))，在這些頻率處經受不能被容忍的切換損失。另一方面，三族氮化物(III-Nitride) (或 III-N) 場效電晶體(諸如 III-N 快速電子遷移電晶體(HEMT))，已知能夠阻擋所需的高電壓，同時固有地能夠在比傳統 IGBT 或功率 MOS 裝置更高的速度切換。高電壓 III-N 裝置(例如 III-N HEMT)與傳統 IGBT 或功率 MOSFET 相較，在半導體部分中具有較低的反向回復電荷以及較低的接面電容，並已被證明為能夠於在一些情況中至少高至 1 MHz(1000 kHz)，並通常高於 80 kHz、高於 100 kHz、高於 300 kHz 或高於 500 kHz(取決於特定設計)的頻率切換。再者，在對切換器 31 或 32 使用 III-N 電晶體時，

切換器不需要二極體，諸如在第 1 圖中半橋接切換器 11 與 12 之每一者所需要的二極體。此係因為在使用 III-N 電晶體時，經配置以通過第 1 圖半橋接電路中之二極體的空轉電流，可反而通過 III-N 電晶體的通道，如說明於在 2009 年 2 月 9 日提出、並公開為公開號 US 2009/0201072 A1 的美國專利申請號第 12/368,200 號，該申請案在此做為參考併入全文。如此，切換器 31 與 32 之每一者可不需要二極體，且半橋接電路 30 可不需要二極體。

在本文中使用的用語 III-Nitride 或 III-N 材料、層、裝置、結構等等，指稱由根據化學計量方程式  $Al_xIn_yGa_zN$  之複合半導體材料所構成的材料、裝置或結構，其中  $x+y+z$  約為 1。在 III-Nitride 或 III-N 裝置中，導電通道的部分(或全部)可被包含在 III-N 材料層內。

第 4 圖圖示濾波器 40 頻率響應的代表圖，在切換器 31 與 32 被以高於 80 kHz 的頻率(在此情況中為 350 kHz) 切換時，濾波器 40 可用以濾除切換波形。如圖示，濾波器可為低通濾波器，3dB 滾邊頻率 51 為約 30 kHz，且截止頻率 52 為約 300 kHz。3dB 滾邊頻率被界定為輸出電壓訊號被弱化 3dB (相對於輸入訊號)的頻率。濾波器的弱化隨著頻率單調性地增加。如此，具有高於 3dB 滾邊頻率的頻率的訊號，被弱化多於 3dB，且具有低於 3dB 滾邊頻率的頻率的訊號，被弱化少於 3dB。對於第 3 圖中的濾波器 40，3dB 滾邊頻率  $f_{3dB}$  係由以下方程式給定：

$$f_{3dB} = (4\pi^2 LC)^{-1/2}$$

其中 L 為電感器 41 的電感，而 C 為電容器 42 的電容。

濾波器的截止頻率，為在該頻率以上濾波器的比例導納(亦即，施加至輸入的電壓訊號，與施加至輸出的電壓訊號的比例)足夠低以防止在切換頻率處的實質輸出漣波的頻率。截止頻率通常約為 3dB 滾邊頻率的 10 倍，但在僅容許非常小的輸出漣波的應用中，或對於具有小於 40dB (每十倍)之頻率滾邊的濾波器，截止頻率可為較高，例如約為 3dB 滾邊頻率的 20 倍。

對於具有較高 3B 滾邊頻率(且因此具有較高截止頻率)的濾波器，電感器及/或電容器的尺寸可被減少。在切換器 31 與 32 被以約 80 kHz 或更高的頻率切換時，濾波器的截止頻率可至少高至 50 kHz，且 3dB 滾邊頻率可至少高至 5 kHz 或 10 kHz。在切換器 31 與 32 被以較高的頻率切換時(例如至少 100 kHz、至少 200 kHz、至少 350 kHz、至少 500 kHz 或至少 1 MHz (1000 kHz))，濾波器的截止頻率可為較高，例如至少 80 kHz、至少 150 kHz、至少 300 kHz、至少 450 kHz 或至少 900 kHz。3dB 滾邊頻率可為至少 12 kHz、至少 20 kHz、至少 30 kHz、至少 50 kHz 或至少 100 kHz。

再次參照第 3 圖，因為濾波器 40 在結合半橋接電路 30 時可被設計而具有的高 3dB 滾邊頻率與截止頻率(半

橋接電路 30 以這些較高的頻率切換)，施加至電氣負載 35 的電壓及/或電流訊號的頻率可為高。例如，可施加至少 1 kHz、至少 2 kHz、至少 5 kHz、至少 10 kHz、至少 50 kHz 或至少 100 kHz 的正弦波形。結合具有高 3dB 頻率與截止頻率的濾波器，致能非常高的切換頻率的額外益處，為輸出波形不被限於單一頻率正弦波。在基礎激發頻率與切換頻率之間使用適當的間隔，可如實地在輸出波形中包含基礎頻率的多重較高諧波。在現時，有時會在採用三相馬達時使用三階諧波，以作為利用完整可用電壓的方式。使用第 3 圖的配置，可引入甚至更高階的諧波，諸如五階諧波或七階諧波。例如，可對波形施加諧波預失真，以補償馬達的磁化電感的非線性。在磁性電路操作於(或接近)磁性材料之飽和區的設計中，此可為特別有用。

使用具有如此高的 3dB 頻率與截止頻率之濾波器 40，以及分別對應的小電感性元件 41 與電容性元件 42 的另一優點為，濾波器及/或電路整體可被製成為極精簡。對於被設計為傳遞約 1 kW 功率至電氣負載的傳統反相器電路而言，單獨濾波器的總容積可為約  $10^4 \text{ cm}^3$  或更高。再者，濾波器的總容積約隨著輸出功率線性縮放。因此，較高的輸出功率需要甚至較大的濾波器部件，造成過高的濾波器成本，且防止反相器電路被使用於需要更精簡設計的應用中。

使用第 3 圖的配置，對於經設計為操作於大於 100 W

(例如約 0.3 至 2 kW)的反相器而言，濾波器可被製成夠小以與半橋接電路整合為單一模組，該模組的總容積小於約  $1800 \text{ cm}^3$ ，諸如小於  $1200 \text{ cm}^3$  或小於  $800 \text{ cm}^3$ 。半橋接電路與濾波器可(例如)被安裝在模組內的通用基板上，諸如印刷電路板(PCB)。因為模組的總容積約隨著輸出功率線性縮放，所以模組的容積除以最大輸出功率可少於  $6 \text{ cm}^3/\text{瓦特}$ ，諸如少於  $5 \text{ cm}^3/\text{瓦特}$ 、少於  $4 \text{ cm}^3/\text{瓦特}$  或少於  $2 \text{ cm}^3/\text{瓦特}$ 。對於較大的輸出功率(例如約 200 kW 或更大或約 500 kW 或更大)，模組的總容積可仍小於約  $360,000 \text{ cm}^3$ ，諸如小於  $300,000 \text{ cm}^3$ 、小於  $200,000 \text{ cm}^3$  或小於  $100,000 \text{ cm}^3$ 。

再者，模組的佔據面積(亦即從上往下看模組佔用的區域)，在使用第 3 圖配置時可被製成為極小並精簡。例如，在對約 200 kW 或更大的輸出功率設計的反相器中的模組佔據面積，可為約  $11,250 \text{ cm}^2$  或更少，諸如少於  $10,000 \text{ cm}^2$  或少於  $8,000 \text{ cm}^2$ 。在對約 100 W 或更大的輸出功率(諸如 0.3 kW 與 2 kW 之間)設計的反相器中的模組佔據面積，可為約  $225 \text{ cm}^2$  或更少，諸如少於  $200 \text{ cm}^2$  或少於  $150 \text{ cm}^2$ 。

儘管在第 3 圖中的切換器 31 與 32 之每一者被圖示為由單一電晶體形成，但可替代性地使用可固有地在高頻切換的其他裝置。例如圖示於第 5A 圖與第 5B 圖，可對切換器 31 與 32 使用混合裝置 107。通常優選的是切換器 31 與 32 為增強模式(或 E-mode)裝置。換言之，在控

制端子被保持在與低側端子相同的電壓時，切換器位於關閉狀態，且藉由將控制端子的電壓切換至相對於低側端子足夠高的正值電壓切換器開啟。因為單一高電壓增強模式電晶體可難以可靠地製造，所以對於單一高電壓 E-mode 電晶體的一種替代方案為結合高電壓空乏模式 (D-mode) 電晶體 108 與低電壓 E-mode 電晶體 109，於第 5A 圖與第 5B 圖的配置中，以形成混合裝置 107。混合裝置 107 可被以相同方式操作為單一高電壓 E-mode 電晶體，且在許多情況中達成與單一高電壓 E-mode 電晶體相同或類似的輸出特性。第 5A 圖圖示混合裝置 107 的平面簡圖，且第 5B 圖圖示混合裝置 107 的電路示意圖。混合裝置 107 包含高電壓 D-mode 電晶體 108 與低電壓 E-mode 電晶體 109。在圖示說明於第 5A 圖與第 5B 圖的配置中，E-mode 電晶體 109 為縱向電晶體，E-mode 電晶體 109 的汲極電極 113 位於與源極電極 111 與閘極電極 112 相對的裝置側，而 D-mode 電晶體 108 為橫向電晶體，D-mode 電晶體 108 的源極電極 114、閘極電極 115 與汲極電極 116 皆位於裝置的相同側。然而，亦可能對電晶體 108 與 109 之每一者使用其他配置。

低電壓 E-mode 電晶體 109 的源極電極 111 與高電壓 D-mode 電晶體 108 的閘極電極 115 兩者係電連接在一起 (例如使用接合線 69)，並一起形成混合裝置 107 的源極 121。低電壓 E-mode 電晶體 109 的閘極電極 112 形成混合裝置 107 的閘極 122。高電壓 D-mode 電晶體 108 的汲

極電極 116 形成混合裝置 107 的汲極 123。高電壓 D-mode 電晶體 108 的源極電極 114 係電連接至低電壓 E-mode 電晶體 109 的汲極電極 113。如見於第 5A 圖，位於低電壓 E-mode 電晶體 109 分別與源極電極 111 與汲極電極 112 相對側上的汲極電極 113，藉由將低電壓 E-mode 電晶體 109 直接安裝在源極電極 114 的頂端且汲極電極 113 直接接觸源極電極 114(例如藉由使用導電焊料或合成樹脂)，可電連接至源極電極 114。如此，低電壓 E-mode 電晶體 109 的佔據面積(且因此，截面區域)，可小於高電壓 D-mode 電晶體 108 的佔據面積，且尤其是在低電壓 E-mode 電晶體 109 的佔據面積可小於高電壓 D-mode 電晶體 108 的源極電極 114 的佔據面積時。

在本文中使用的「混合增強模式電子裝置或部件」(或簡稱為「混合裝置或部件」，為由空乏模式電晶體與增強模式電晶體形成的電子裝置或部件，其中空乏模式電晶體能夠承受較高的操作電壓及/或崩潰電壓，相較於增強模式電晶體，而混合裝置或部件經配置以類似於單一增強模式電晶體而操作，且具有約如空乏模式電晶體般高的崩潰電壓及/或操作電壓。換言之，混合增強模式裝置或部件包含具有下列性質的至少三個節點。在第一節點(源極節點)與第二節點(閘極節點)被保持在相同的電壓時，混合增強模式裝置或部件可阻擋施加至第三節點(汲極節點)之相對於源極節點的正值高電壓(亦即大於增強模式電晶體能夠阻擋之最大電壓的電壓)。在閘極節點被

保持在充足之相對於源極節點的正值電壓時(亦即，大於增強模式電晶體的臨界電壓)，電流從源極節點流至汲極節點，或在對汲極節點施加充足之相對於源極節點的正值電壓時，電流從汲極節點流至源極節點。在增強模式電晶體為低電壓裝置且空乏模式電晶體為高電壓裝置時，混合裝置可類似於單一高電壓增強模式電晶體來操作。空乏模式電晶體的崩潰電壓及/或最大操作電壓，可為增強模式電晶體的崩潰電壓及/或最大操作電壓的至少兩倍、至少三倍、至少五倍、至少十倍或至少二十倍。

在本文中使用的「高電壓裝置」(諸如高電壓電晶體)，為最佳化為用於高電壓切換應用的電子裝置。換言之，在電晶體關閉時，電晶體能夠阻擋高電壓，諸如約 300 V 或更高、約 600 V 或更高、約 1200 V 或更高或約 1700 V 或更高，且在電晶體開啟時，電晶體的導通電阻( $R_{ON}$ )對於使用電晶體的應用而言為足夠低。高電壓裝置能夠阻擋的電壓，可至少等於使用高電壓裝置之電路的高壓供應或最大電壓。高電壓裝置可能夠阻擋 300 V、600 V、1200 V、1700 V 或其他應用所需之適合的阻擋電壓。換言之高電壓裝置可阻擋在 0 V 與至少  $V_{max}$  之間的任何電壓，其中  $V_{max}$  為電路或功率供應所能供應的最大電壓。在一些實施中，高電壓裝置可阻擋在 0 V 與至少  $2 * V_{max}$  之間的任何電壓。在本文中使用的「低電壓裝置」(諸如低電壓電晶體)，為能夠阻擋低電壓(諸如在 0 V 與  $V_{low}$  之間，其中  $V_{low}$  低於  $V_{max}$ )，但無法阻擋高於  $V_{low}$  之電

壓的電子裝置。在一些實施中， $V_{low}$  約等於  $|V_{th}|$ 、大於  $|V_{th}|$ 、約等於  $2*|V_{th}|$ 、約等於  $3*|V_{th}|$ ，或約在  $|V_{th}|$  與  $3*|V_{th}|$  之間，其中  $|V_{th}|$  為高電壓電晶體的臨界電壓的絕對值，該高電壓電晶體諸如包含在使用低電壓電晶體於其中之混合部件內的高電壓空乏模式電晶體。在其他實施中， $V_{low}$  約等於 10 V、約等於 20 V、約等於 30 V、約等於 40 V 或約在 5 V 與 50 V 之間，諸如約在 10 V 與 40 V 之間。在其他實施中， $V_{low}$  約小於  $0.5*V_{max}$ 、約小於  $0.3*V_{max}$ 、約小於  $0.1*V_{max}$ 、約小於  $0.05*V_{max}$  或約小於  $0.02*V_{max}$ 。

在第 5A 圖與第 5B 圖中，D-mode 電晶體 108 可為 III-Nitride 電晶體，諸如 III-N HEMT，而 E-mode 電晶體 109 可為以矽為基礎的裝置，諸如 Si MOSFET。或者，E-mode 電晶體 109 亦可為 III-N 電晶體。因為 E-mode 電晶體 109 為低電壓裝置，且因此不需要能夠阻擋全體電路的高電壓，所以 E-mode 電晶體 109 可被製成為切換得比由相同材料形成的高電壓裝置要快得多。混合裝置 107 可因此能夠操作在濾波器 40 設計所針對的較高切換頻率。

已說明了數種實施。但是，將瞭解到可進行各種修改，而不脫離本文所說明之技術與裝置的精神與範疇。例如，可使用替代性的濾波器配置。或，第 3 圖的切換器 31 低側端子可連接至通用 AC 迴路，迴路在一些情況中可於負值電壓，而非連接至地。或，第 5A 圖與第 5B 圖

中的混合裝置 107 可使用替代性的配置。例如，兩個電晶體 108 與 109 可被形成在通用基板上，而非為第 5A 圖的堆疊配置。在彼情況中，電晶體 109 的源極 111 將不必須要被線接合至電晶體 108 的閘極 115。電極 111 與 115 可由替代性手段被連接，例如藉由互連接金屬。因此，其他實施係位於以下申請專利範圍的範疇內。

### 【圖式簡單說明】

第 1 圖為先前技術反相器電路的電路示意圖。

第 2 圖為第 1 圖電路中元件之頻率相關性的代表圖。

第 3 圖為反相器電路實施的電路示意圖。

第 4 圖為第 3 圖電路中元件之頻率相關性的代表圖。

第 5A 圖為可用作橋接電路中之切換器的混合電子裝置的平面圖。

第 5B 圖為代表第 5A 圖之裝置的電路示意圖。

在各個圖式中，類似的元件符號指示類似的元件。

### 【主要元件符號說明】

2	電晶體	3	二極體
4	電晶體	5	二極體
6	輸出	10	半橋接電路
11	切換器	12	切換器
13	高電壓供應	14	電氣連接器

15	電氣負載	16	電感器
17	電容器	18	電容器
20	濾波器	21	電感性元件
22	電容性元件	30	半橋接電路
31	切換器	32	切換器
35	電氣負載	40	濾波器
41	電感性元件	42	電容性元件
51	3dB 滾邊頻率	52	截止頻率
69	接合線	107	混合裝置
108	D-mode 電晶體	109	E-mode 電晶體
111	源極電極	112	汲極電極
113	汲極電極	114	源極電極
115	閘極電極	116	汲極電極
121	源極	122	閘極
123	汲極	7	濾波器輸出

## 七、申請專利範圍：

### 1. 一種具有電抗性濾波器之電子部件，該電子部件包含：

一半橋接電路，該半橋接電路經調適以與一電氣負載操作，該電氣負載具有一操作頻率，該半橋接電路包含一第一切換器與一第二切換器，該第一切換器與該第二切換器之每一者具有一切換頻率並包含一第一端子、一第二端子與一控制端子，其中該第一切換器的該第一端子與該第二切換器的該第二端子兩者皆電連接至一節點；以及

一濾波器，該濾波器具有一 3dB 滾邊頻率，該 3dB 滾邊頻率係小於該等切換器的該切換頻率，但大於該電氣負載的該操作頻率，且該濾波器的該第一端子係電子式耦合至該節點；

其中該第一切換器或該第二切換器包含一高電壓空乏模式電晶體與一低電壓增強模式電晶體，該高電壓空乏模式電晶體包含一源極電極，而該低電壓增強模式電晶體直接安裝在該高電壓空乏模式電晶體的該源極電極的頂端；以及

該濾波器的該 3dB 滾邊頻率係大於 5 kHz。

### 2. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該濾波器的該 3dB 滾邊頻率至少為 10 kHz。

3. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體為一 III-N 裝置。
4. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體係為一切換電晶體。
5. 如請求項 4 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體經配置以約 80 kHz 或更高的一頻率切換，而不經受實質切換損失。
6. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體為一場效電晶體。
7. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該第一切換器的該第一端子為一汲極端子，且該第二切換器的該第二端子為一源極端子。
8. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該第二切換器的該第一端子為一汲極端子，且該第二切換器的該汲極端子係電連接至一高電壓供應。
9. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該第一切換器與該第二切換器的該等控制端子為閘極端子。

10. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該半橋接電路不具有二極體。
11. 如請求項 1 所述之電子部件，進一步包含一電氣連接器，該電氣連接器將該電氣負載連接至該濾波器的一第二端子。
12. 如請求項 11 所述之電子部件，其中該電氣連接器為一纜線。
13. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該電氣負載包含一馬達。
14. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該濾波器包含一電感性元件與一電容性元件。
15. 如請求項 14 所述之電子部件，其中該濾波器的該電感性元件為一第一電感性元件，且該電氣負載包含一第二電感性元件。
16. 如請求項 11 所述之電子部件，其中該電氣負載包含一光伏打電池。

17. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該電氣負載具有約 1 kHz 或更高的一操作頻率。
18. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該電子部件為一反相器電路的部分。
19. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該電子部件能夠輸出一實質上正弦 AC 電壓訊號。
20. 如請求項 19 所述之電子部件，其中該 AC 電壓訊號的一頻率約為 1 kHz 或更高。
21. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該電子部件能夠輸出一實質上正弦 AC 電流。
22. 如請求項 21 所述之電子部件，其中該 AC 電流的一頻率約為 1 kHz 或更高。
23. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該濾波器的一截止頻率係高於 50 kHz。
24. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體與該低電壓增強模式電晶體經配置以操作為一單一高電壓增強模式電晶體。

25. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體的一源極電極係電連接至該低電壓增強模式電晶體的一汲極電極。
26. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體係為一三族氮化物電晶體，而該低電壓增強模式電晶體係為一矽 MOSFET。
27. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體係為一橫向電晶體，而該低電壓增強模式電晶體係為一縱向電晶體。
28. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該半橋接電路與該濾波器係位於一通用基板上。
29. 如請求項 1 所述之電子部件，其中該基板包含一印刷電路板。
30. 一種具有電抗性濾波器之電子部件，該電子部件包含：  
一半橋接電路，該半橋接電路經調適以與一電氣負載操作，該電氣負載具有一操作頻率，該半橋接電路包含一第一切換器與一第二切換器，該第一切換器與該第二切換器之每一者具有一切換頻率並包含一第一端子、一

第二端子與一控制端子，其中該第一切換器的該第一端子與該第二切換器的該第二端子兩者皆電連接至一節點；以及

一濾波器，該濾波器的一第一端子係電子式耦合至該節點；

其中該第一切換器或該第二切換器包含一高電壓空乏模式電晶體與一低電壓增強模式電晶體，該高電壓空乏模式電晶體包含一源極電極，而該低電壓增強模式電晶體直接安裝在該高電壓空乏模式電晶體的該源極電極的頂端；以及

該半橋接電路與該濾波器形成一模組，且該模組的一容積除以該電子部件的一最大輸出功率係小於  $6 \text{ cm}^3/\text{瓦特}$ 。

31. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該模組的該容積係小於  $360,000 \text{ cm}^3$ 。

32. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該模組的佔據面積係小於  $11,250 \text{ cm}^2$ 。

33. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該模組的該容積係小於  $1800 \text{ cm}^3$ 。

34. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該模組的佔據面積係小於  $225 \text{ cm}^2$ 。
35. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該電子部件的該最大輸出功率為至少 100 瓦特。
36. 如請求項 30 所述之電子部件，進一步包含一電氣連接器，該電氣連接器將一電氣負載連接至該濾波器的一第二端子。
37. 如請求項 36 所述之電子部件，其中該電氣連接器為一纜線。
38. 如請求項 36 所述之電子部件，其中該電氣負載包含一馬達。
39. 如請求項 36 所述之電子部件，其中該濾波器的該電感性元件為一第一電感性元件，且該電氣負載包含一第二電感性元件。
40. 如請求項 36 所述之電子部件，其中該電氣負載包含一光伏打電池。

41. 如請求項 36 所述之電子部件，其中該電氣負載具有約 1 kHz 或更高的一操作頻率。
42. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該電子部件為一反相器電路的部分。
43. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該電子部件能夠輸出一實質上正弦 AC 電壓訊號。
44. 如請求項 43 所述之電子部件，其中該 AC 電壓訊號的一頻率約為 1 kHz 或更高。
45. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該電子部件能夠輸出一實質上正弦 AC 電流。
46. 如請求項 45 所述之電子部件，其中該 AC 電流的一頻率約為 1 kHz 或更高。
47. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該半橋接電路與該濾波器係位於一通用基板上。
48. 如請求項 47 所述之電子部件，其中該基板包含一印刷電路板。

49. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該濾波器包含一電感性元件與一電容性元件。
50. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體與該低電壓增強模式電晶體經配置以操作為一單一高電壓增強模式電晶體。
51. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體的一源極電極係電連接至該低電壓增強模式電晶體的一汲極電極。
52. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體係為一三族氮化物電晶體，而該低電壓增強模式電晶體係為一矽 MOSFET。
53. 如請求項 30 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體係為一橫向電晶體，而該低電壓增強模式電晶體係為一縱向電晶體。
54. 一種具有電抗性濾波器之電子部件，該電子部件包含：  
一半橋接電路，該半橋接電路經調適以與一電氣負載操作，該電氣負載具有一操作頻率，該半橋接電路包含一第一切換器與一第二切換器，該第一切換器與該第二切換器之每一者具有一切換頻率並包含一第一端子、一

第二端子與一控制端子，其中該第一切換器的該第一端子與該第二切換器的該第二端子兩者皆電連接至一節點；以及

一濾波器，該濾波器具有一 3dB 滾邊頻率，該 3dB 滾邊頻率係小於該等切換器的該切換頻率，但大於該電氣負載的該操作頻率，且該濾波器的該第一端子係電子式耦合至該節點；

其中該第一切換器或該第二切換器包含一高電壓空乏模式電晶體與一低電壓增強模式電晶體，該高電壓空乏模式電晶體包含一源極電極，而該低電壓增強模式電晶體直接安裝在該高電壓空乏模式電晶體的該源極電極的頂端；以及

該第一切換器與該第二切換器之每一者經配置在該電子部件的操作期間以約 80 kHz 或更高的一頻率切換，而不經受實質切換損失。

55. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該濾波器的該 3dB 滾邊頻率係高於 5 kHz。

56. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該濾波器的一截止頻率係高於 50 kHz。

57. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體係為一 III-N 裝置。

58. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體係為一場效電晶體。
59. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該第一切換器包含該高電壓空乏模式電晶體與該低電壓增強模式電晶體，該第二切換器包含一第二高電壓空乏模式電晶體與一第二低電壓增強模式電晶體，該第一切換器的該第一端子為該高電壓空乏模式電晶體的一汲極端子，且該第二切換器的該第二端子為該第二低電壓增強模式電晶體的一源極端子。
60. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該第一切換器的該第二端子為該低電壓增強模式電晶體一源極端子，且該低電壓增強模式電晶體的該源極端子係電連接至地。
61. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該第二切換器的該第一端子為該高電壓空乏模式電晶體的一汲極端子，且該高電壓空乏模式電晶體的該汲極端子係電連接至一高電壓供應。
62. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該第一切換器包含該高電壓空乏模式電晶體與該低電壓增強模式電晶體，該第二切換器包含一第二高電壓空乏模式電晶體與

- 一第二低電壓增強模式電晶體，而該第一切換器與該第二切換器的該等控制端子，分別為該低電壓增強模式電晶體與該第二低電壓增強模式電晶體的閘極端子。
63. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該半橋接電路不具有二極體。
64. 如請求項 54 所述之電子部件，該電子部件進一步包含一電氣連接器，該電氣連接器將一電氣負載連接至該濾波器的一第二端子。
65. 如請求項 64 所述之電子部件，其中該電氣連接器為一纜線。
66. 如請求項 64 所述之電子部件，其中該電氣負載包含一馬達。
67. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該濾波器包含一電感性元件與一電容性元件。
68. 如請求項 67 所述之電子部件，其中該濾波器的該電感性元件為一第一電感性元件，且該電氣負載包含一第二電感性元件。

69. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該電氣負載包含一  
光伏打電池。
70. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該電氣負載具有約  
1 kHz 或更高的一操作頻率。
71. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該電子部件為一反  
相器電路的部分。
72. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該電子部件能夠輸  
出一實質上正弦 AC 電壓訊號。
73. 如請求項 72 所述之電子部件，其中該 AC 電壓訊號的  
一頻率約為 1 kHz 或更高。
74. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該電子部件能夠輸  
出一實質上正弦 AC 電流。
75. 如請求項 74 所述之電子部件，其中該 AC 電流的一頻  
率約為 1 kHz 或更高。
76. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式  
電晶體與該低電壓增強模式電晶體經配置以操作為一  
單一高電壓增強模式電晶體。

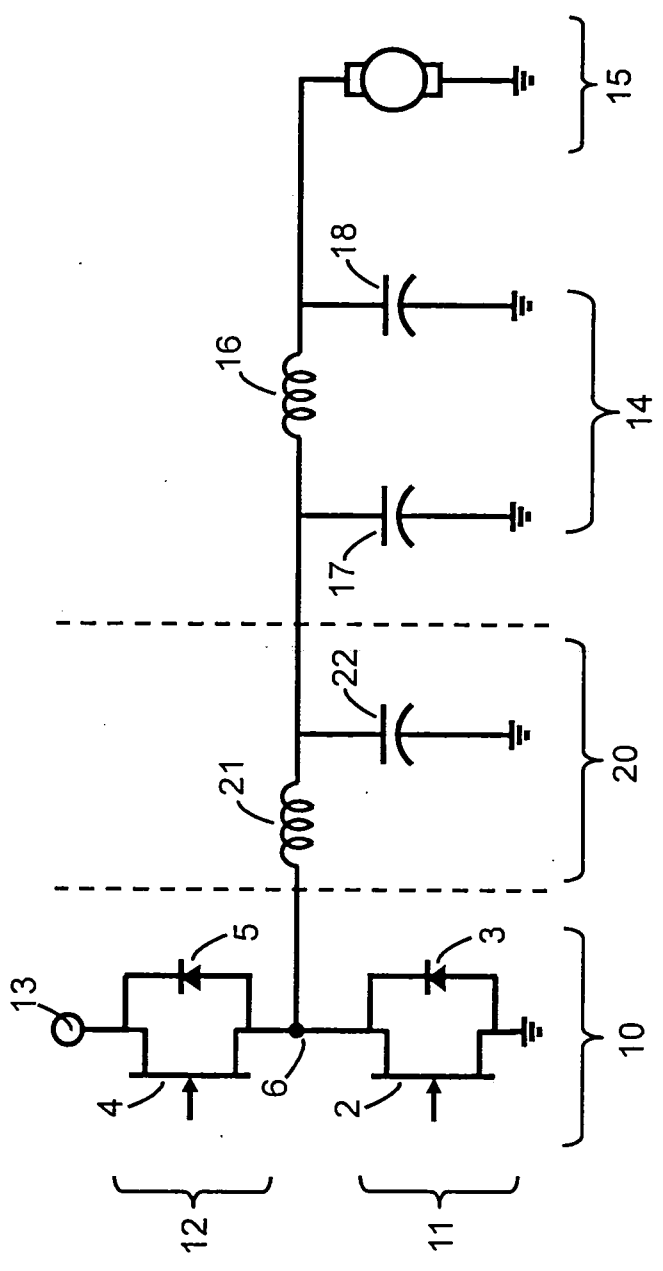
77. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體的一源極電極係電連接至該低電壓增強模式電晶體的一汲極電極。
78. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體係為一三族氮化物電晶體，而該低電壓增強模式電晶體係為一矽 MOSFET。
79. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該高電壓空乏模式電晶體係為一橫向電晶體，而該低電壓增強模式電晶體係為一縱向電晶體。
80. 如請求項 54 所述之電子部件，其中該半橋接電路與該濾波器係位於一通用基板上。
81. 如請求項 80 所述之電子部件，其中該基板包含一印刷電路板。
82. 一種具有電抗性濾波器之電子部件，該電子部件包含：  
一半橋接電路，該半橋接電路經調適以與一電氣負載操作，該電氣負載具有一操作頻率，該半橋接電路包含一第一切換器與一第二切換器，該第一切換器與該第二切換器之每一者具有一切換頻率並包含一第一端子、一

第二端子與一控制端子，其中該第一切換器的該第一端子與該第二切換器的該第二端子兩者皆電連接至一節點；以及

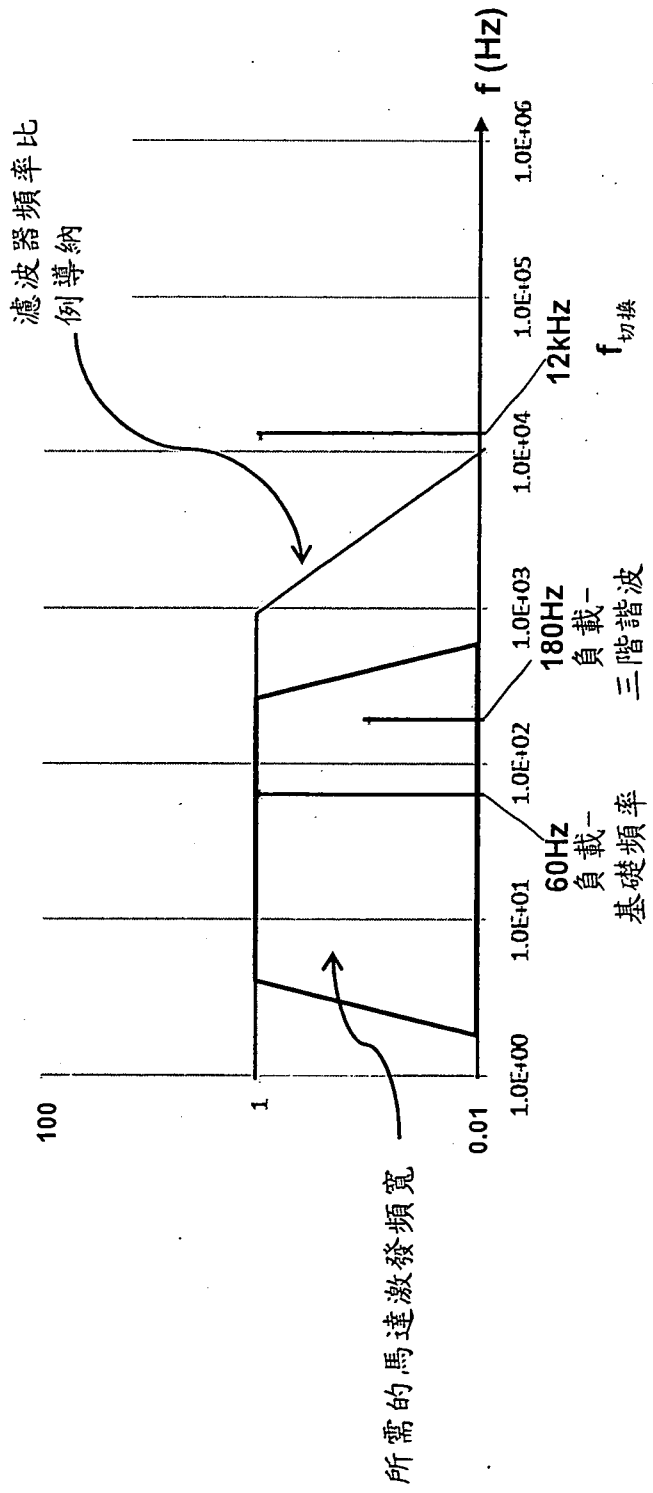
一濾波器，該濾波器具有一 3dB 滾邊頻率，該 3dB 滾邊頻率係小於該等切換器的該切換頻率，但大於該電氣負載的該操作頻率，且該濾波器的該第一端子係電耦合至該節點；

其中該第一切換器或該第二切換器包含一高電壓空乏模式電晶體與一低電壓增強模式電晶體，該高電壓空乏模式電晶體包含一源極電極，而該低電壓增強模式電晶體直接安裝在該高電壓空乏模式電晶體的該源極電極的頂端。

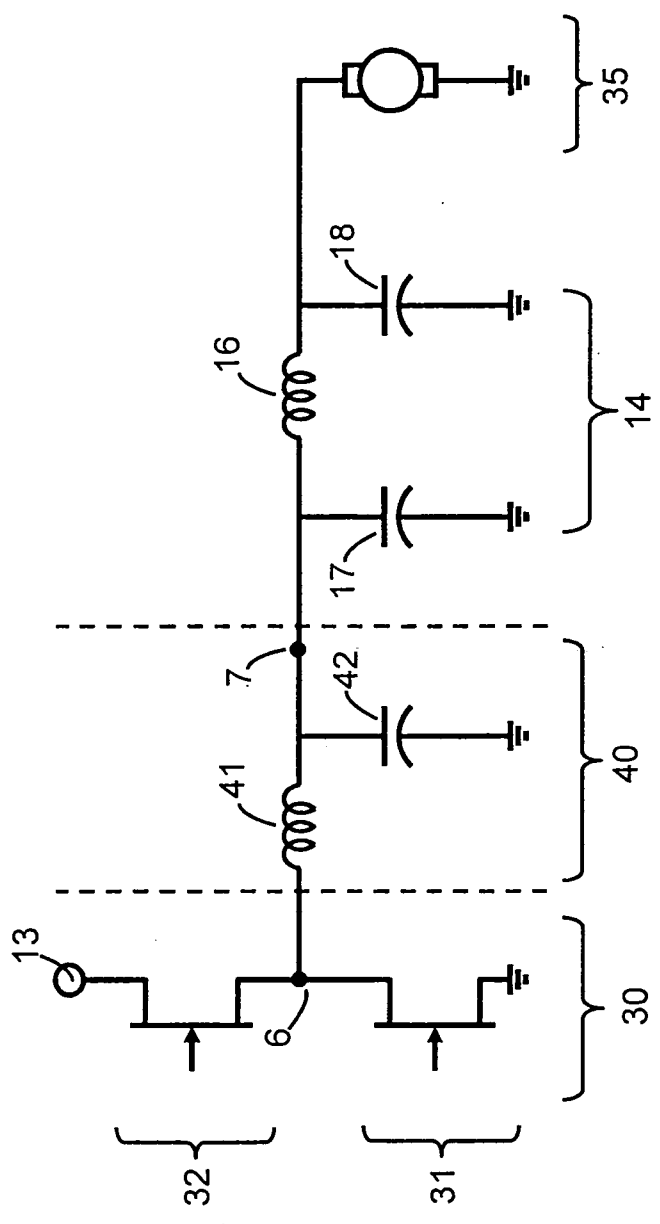
八、圖式：



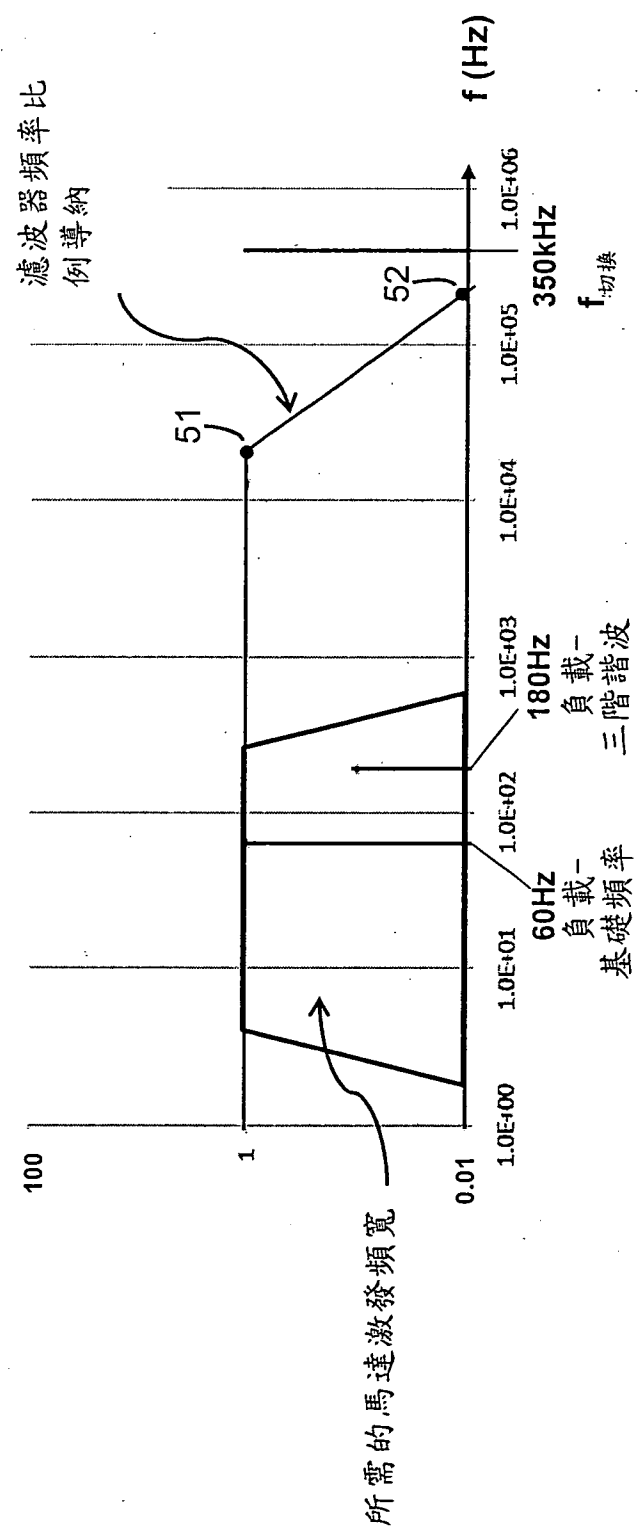
第 1 圖(先前技術)



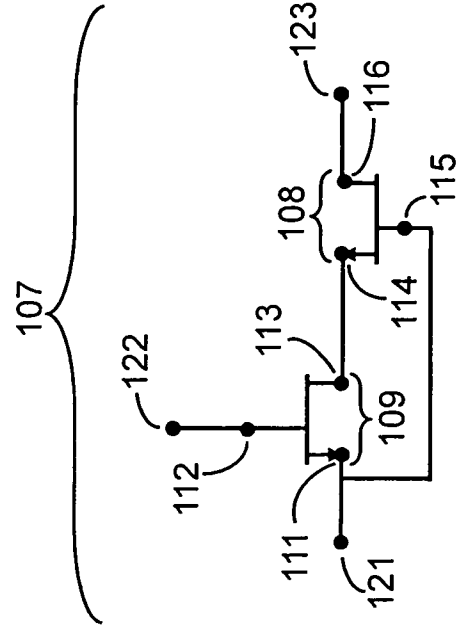
第 2 圖(先前技術)



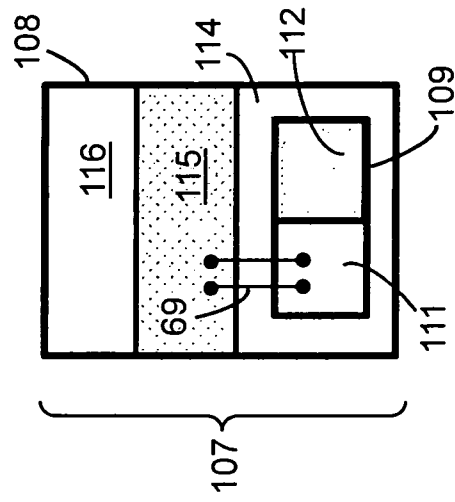
第 3 圖



第 4 圖



第 5B 圖



第 5A 圖