



(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 I575859 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：104135600

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 10 月 29 日

(51)Int. Cl. : **H02M3/158 (2006.01)**

(71)申請人：光寶電子(廣州)有限公司(中國大陸) LITE-ON ELECTRONICS (GUANGZHOU) LIMITED (CN)

中國大陸

光寶科技股份有限公司(中華民國) LITE-ON TECHNOLOGY CORPORATION (TW)

臺北市內湖區瑞光路 392 號 22 樓

(72)發明人：林景源 LIN, JING YUAN (TW)；趙哲煒 CHAO, TSE WEI (TW)；謝耀慶 HSIEH, YAO CHING (TW)；邱煌仁 CHIU, HUANG JEN (TW)；羅有綱 LO, YU KANG (TW)；曾柏榮 TSENG, PO JUNG (TW)

(74)代理人：惲軼群

(56)參考文獻：

TW 201130211A

TW 201315119A

TW 201503561A

TW 201526498A

TW 201539954A

審查人員：陳丙寅

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：14 共 31 頁

(54)名稱

交錯式降壓轉換器

INTERLEAVED BUCK CONVERTER

(57)摘要

一個交錯式降壓轉換器藉由控制其兩個開關中的每一個在導通與不導通之間的切換來進行降壓轉換。這些開關具有相同的切換週期及相同的導通時段，且一個從其中一個開關切換為導通到其中另一個開關切換為導通的時間延遲等於這些開關的導通時段減去一個預設時段。

An interleaved buck converter performs buck conversion by controlling operation of each of two switches thereof between an ON state and an OFF state. The switches have the same switching period and the same ON time interval, and a time delay from switching of one of the switches into the ON state to switching of the other one of the switches into the ON state equals the ON time interval of the switches minus a predetermined time interval.

指定代表圖：

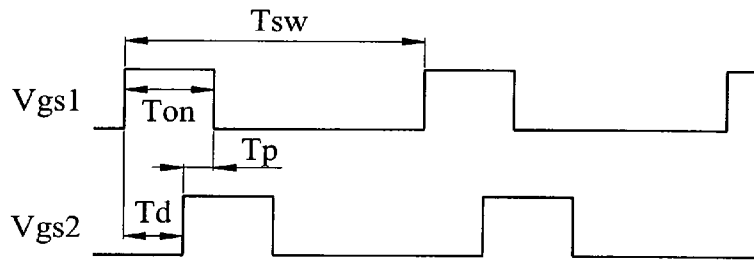


圖2

符號簡單說明：

Td . . . 時間延遲的
長度

Tsw . . . 切換週期
的長度

Ton . . . 導通時段的
長度

Vgs1 . . . 第一控制
信號

Tp . . . 預設時段的
長度

Vgs2 . . . 第二控制
信號

【發明摘要】

H02M 3/158 (2006.01)

【中文發明名稱】 交錯式降壓轉換器

【英文發明名稱】 interleaved buck converter

【中文】

一個交錯式降壓轉換器藉由控制其兩個開關中的每一個在導通與不導通之間的切換來進行降壓轉換。這些開關具有相同的切換週期及相同的導通時段，且一個從其中一個開關切換為導通到其中另一個開關切換為導通的時間延遲等於這些開關的導通時段減去一個預設時段。

【英文】

An interleaved buck converter performs buck conversion by controlling operation of each of two switches thereof between an ON state and an OFF state. The switches have the same switching period and the same ON time interval, and a time delay from switching of one of the switches into the ON state to switching of the other one of the switches into the ON state equals the ON time interval of the switches minus a predetermined time interval.

【指定代表圖】 圖(2)。

【代表圖之符號簡單說明】

T_d	時間延遲的長度	T_{sw}	切換週期的長度
T_{on}	導通時段的長度	V_{gs1}	第一控制信號

T_p

預設時段的長度

V_{gs2}

第二控制信號

【發明說明書】

【中文發明名稱】 交錯式降壓轉換器

【英文發明名稱】 interleaved buck converter

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於電源轉換技術，特別是指一種交錯式降壓轉換器。

【先前技術】

【0002】 一個習知的交錯式降壓轉換器藉由控制其兩個開關中的每一個在導通與不導通之間的切換來進行降壓轉換。這些開關具有相同的切換週期及相同的工作比，且一個從其中一個開關切換為導通到其中另一個開關切換為不導通的時間延遲等於這些開關的切換週期的一半。這些開關在其工作比大於 50% 時，都能以零電壓切換方式切換為導通，而在其工作比小於 50% 時，都不能以零電壓切換方式切換為導通。因此，習知的交錯式降壓轉換器在這些開關的工作比小時有轉換效率相對較低的缺點。

【發明內容】

【0003】 因此，本發明之目的即在提供一種可以改善先前技術缺點的交錯式降壓轉換器。

【0004】 於是，本發明交錯式降壓轉換器包含一個第一開關、一個第二開關、一個第三開關、一個第四開關、一

個第一電感、一個第二電感、一個第三電感、一個輸出電容及一個控制器。該第一開關具有一個適用於接收一個輸入電壓的第一端、一個第二端及一個控制端。該第二開關具有一個耦接到該第一開關的該第一端的第一端、一個第二端及一個控制端。該第三開關具有一個耦接到該第一開關的該第二端的第一端，及一個耦接到一個參考節點的第二端。該第四開關具有一個耦接到該第二開關的該第二端的第一端，及一個耦接到該參考節點的第二端。該第一電感具有一個耦接到該第一開關的該第二端的第一端，及一個適用於提供一個輸出電壓的第二端。該第二電感耦接在該第二開關的該第二端及該第一電感的該第二端之間。該第三電感耦接在該第一開關的該第二端及該第二開關的該第二端之間。該輸出電容耦接在該第一電感的該第二端及該參考節點之間。該控制器耦接到該第一開關的該控制端及該第二開關的該控制端，且控制該第一開關及該第二開關中的每一個在導通與不導通之間的切換，使得該第一開關及該第二開關具有相同的切換週期及相同的導通時段，且一個從該第一開關切換為導通到該第二開關切換為導通的時間延遲等於該第一開關及該第二開關的該導通時段減去一個預設時段。

【0005】 本發明之功效在於：藉由讓從該第一開關切換為導通到該第二開關切換為導通的該時間延遲等於該第一開關及該第二開關的該導通時段減去該預設時段，可以使得該交錯式降壓轉換器在該第一開關及該第二開關的

該工作比小時具有相對較高的轉換效率。

【圖式簡單說明】

【0006】 本發明之其他的特徵及功效，將於參照圖式的實施方式中清楚地呈現，其中：

圖 1 是一個電路方塊圖，說明本發明交錯式降壓轉換器的實施例；

圖 2 是一個時序圖，說明實施例的一個用於控制一個第一開關的第一控制信號及一個用於控制一個第二開關的第二控制信號在第一開關及第二開關的一個工作比為 30% 時的情況；

圖 3 是一個時序圖，說明實施例的第一控制信號及第二控制信號在第一開關及第二開關的工作比為 50% 時的情況；

圖 4 是一個時序圖，說明實施例的第一控制信號及第二控制信號在第一開關及第二開關的工作比為 62.5% 時的情況；

圖 5 是一個時序圖，說明實施例的操作；及

圖 6 至圖 14 是等效電路圖，分別說明實施例操作在第一模式至第九模式時的情況。

【實施方式】

【0007】 參閱圖 1，本發明交錯式降壓轉換器 1 的實施例適用於接收一個來自一個電壓源 2 的輸入電壓 V_{in} ，將

輸入電壓 V_{in} 轉換成一個小於輸入電壓 V_{in} 的輸出電壓 V_{out} ，且適用於將輸出電壓 V_{out} 輸出到一個負載 3。

【0008】 本實施例的交錯式降壓轉換器 1 包括一個第一開關 11、一個第二開關 12、一個第三開關 13、一個第四開關 14、一個第一電感 15、一個第二電感 16、一個第三電感 17、一個輸出電容 18 及一個控制器 19。

【0009】 第一開關 11 具有一個適用於耦接到電壓源 2 以接收輸入電壓 V_{in} 的第一端、一個第二端及一個控制端。在本實施例中，第一開關 11 是一個 N 型金氧半場效電晶體，且此 N 型金氧半場效電晶體具有一個充當第一開關 11 的第一端的汲極、一個充當第一開關 11 的第二端的源極，及一個充當第一開關 11 的控制端的閘極。

【0010】 第二開關 12 具有一個耦接到第一開關 11 的第一端的第一端、一個第二端及一個控制端。在本實施例中，第二開關 12 是一個 N 型金氧半場效電晶體，且此 N 型金氧半場效電晶體具有一個充當第二開關 12 的第一端的汲極、一個充當第二開關 12 的第二端的源極，及一個充當第二開關 12 的控制端的閘極。

【0011】 第三開關 13 具有一個耦接到第一開關 11 的第二端的第一端，及一個耦接到一個參考節點 4（例如地）的第二端。在本實施例中，第三開關 13 是一個二極體，且此二極體具有一個充當第三開關 13 的第一端的陰極，及一個充當第三開關 13 的第二端的陽極。

【0012】 第四開關 14 具有一個耦接到第二開關 12 的第

二端的第一端，及一個耦接到參考節點 4 的第二端。在本實施例中，第四開關 14 是一個二極體，且此二極體具有一個充當第四開關 14 的第一端的陰極，及一個充當第四開關 14 的第二端的陽極。

【0013】 第一開關 11、第二開關 12、第三開關 13 及第四開關 14 中的每一個可以在導通與不導通之間切換。

【0014】 第一電感 15 具有一個耦接到第一開關 11 的第二端的第一端，及一個適用於耦接到負載 3 以提供輸出電壓 V_{out} 的第二端。第二電感 16 耦接在第二開關 12 的第二端及第一電感 15 的第二端之間。第三電感 17 耦接在第一開關 11 的第二端及第二開關 12 的第二端之間。輸出電容 18 耦接在第一電感 15 的第二端及參考節點 4 之間。

【0015】 參閱圖 1 至圖 4，控制器 19 耦接到第一電感 15 的第二端以接收輸出電壓 V_{out} ，還耦接到第一開關 11 的控制端及第二開關 12 的控制端，且根據輸出電壓 V_{out} 產生分別給第一開關 11 及第二開關 12 的一個第一控制信號 V_{gs1} 及一個第二控制信號 V_{gs2} ，來控制第一開關 11 及第二開關 12 中的每一個在導通與不導通之間的切換，以穩定輸出電壓 V_{out} 在一個預設目標值。在控制器 19 的控制下，第一開關 11 及第二開關 12 具有相同的切換週期（其長度為 T_{sw} ）及相同的導通時段（其長度為 T_{on} ），一個從第一開關 11 切換為導通到第二開關 12 切換為導通的時間延遲（其長度為 T_d ）等於第一開關 11 及第二開關 12 的導通時段減去一個預設時段（其長度為 T_p ）

(即 $T_d = T_{on} - T_p$)，且第一開關 11 及第二開關 12 的切換週期及導通時段中的至少一個是可變的。換句話說，第一開關 11 及第二開關 12 具有相同的工作比 (即 $T_{on}/T_{sw} \times 100\%$)，且第一開關 11 及第二開關 12 在其切換週期中至少同時導通預設時段。在本實施例中，控制器 19 使用比例積分微分 (proportional-integral-derivative, PID) 控制技術來根據輸出電壓 V_{out} 控制第一開關 11 及第二開關 12 中的每一個在導通與不導通之間的切換；且在控制器 19 的控制下，如圖 3 及圖 4 所示，當第一開關 11 及第二開關 12 的工作比大於一個預設值 (例如 50%) 時，第一開關 11 及第二開關 12 的切換週期是可變的，而如圖 2 及圖 3 所示，當第一開關 11 及第二開關 12 的工作比小於預設值 (即 50%) 時，第一開關 11 及第二開關 12 的導通時段是可變的。

【0016】 參閱圖 5 至圖 14，當第一開關 11 及第二開關 12 的工作比小於 $50\% \times (1 + T_p/T_{sw})$ 時，本實施例的交錯式降壓轉換器 1 循環地操作在第一模式至第九模式。在圖 6 至圖 14 中，第一開關 11 及第二開關 12 中的每一個的一個本質二極體 111、121 及一個寄生電容 112、122 被畫出，控制器 19 沒被畫出，且導通的元件以實線畫出，而不導通的元件以虛線畫出。圖 5 畫出第一控制信號 V_{gs1} 、第一開關 11 的跨壓 V_{ds1} 、流經第一電感 15 的電流 I_{L1} 、流經第一開關 11、其本質二極體 111 或其寄生電容 112 的電流 I_{Q1} 、流經第三開關 13 的電流 I_{D1} 、

流經第三電感 17 的電流 I_{L3} 、第二控制信號 V_{gs2} 、第二開關 12 的跨壓 V_{ds2} 、流經第二電感 16 的電流 I_{L2} 、流經第二開關 12、其本質二極體 121 或其寄生電容 122 的電流 I_{Q2} 及流經第四開關 14 的電流 I_{D2} 中的每一個對時間 t 的關係。需注意的是，在圖 5 中，電流 I_{L1} 、 I_{Q1} 、 I_{D1} 、 I_{L3} 、 I_{L2} 、 I_{Q2} 、 I_{D2} 中的每一個的波形同時傳達了關於此電流的大小及方向的資訊（即此電流的正值及負值指示此電流的相反方向），而在圖 6 至圖 14 中，電流 I_{L1} 、 I_{Q1} 、 I_{D1} 、 I_{L3} 、 I_{L2} 、 I_{Q2} 、 I_{D2} 中的每一個的方向由一個相對應的箭頭表示。

【0017】參閱圖 5 與圖 6，本實施例的交錯式降壓轉換器 1 在時點 t_0 到時點 t_1 期間操作在第一模式。在第一模式中，第一開關 11 不導通，且第二開關 12 導通。第三開關 13 切換為導通，使得第一開關 11 的跨壓 V_{ds1} 維持在 V_{in} 。第四開關 14 不導通。第二開關 12 的跨壓 V_{ds2} 為零。流經第一電感 15 的電流 I_{L1} 的大小逐漸下降。流經第二電感 16 的電流 I_{L2} 的大小逐漸上升。流經第三電感 17 的電流 I_{L3} 的大小從等於流經第二電感 16 的電流 I_{L2} 的大小逐漸下降到零，然後其方向反轉且其大小從零逐漸上升到等於流經第一電感 15 的電流 I_{L1} 的大小。圖 6 只畫出流經第三電感 17 的電流 I_{L3} 的方向反轉後的情況。

【0018】參閱圖 5 與圖 7，本實施例的交錯式降壓轉換器 1 在時點 t_1 到時點 t_2 期間操作在第二模式。在第二模

式中，第一開關 11 維持在不導通，且第二開關 12 維持在導通。第三開關 13 切換為不導通。第四開關 14 維持在不導通。第一開關 11 的寄生電容 112 及第三電感 17 諧振，使得第一開關 11 的跨壓 V_{ds1} 從 V_{in} 下降到零。第二開關 12 的跨壓 V_{ds2} 維持在零。流經第一電感 15 的電流 I_{L1} 的大小逐漸上升。流經第二電感 16 的電流 I_{L2} 的大小逐漸上升。流經第三電感 17 的電流 I_{L3} 的大小逐漸上升。

【0019】 參閱圖 5 與圖 8，本實施例的交錯式降壓轉換器 1 在時點 t_2 到時點 t_3 期間操作在第三模式。在第三模式中，第一開關 11 維持在不導通，且第二開關 12 維持在導通。第三開關 13 維持在不導通。第四開關 14 維持在不導通。第一開關 11 的本質二極體 111 導通，使得第一開關 11 的跨壓 V_{ds1} 維持在零。第二開關 12 的跨壓 V_{ds2} 維持在零。流經第一電感 15 的電流 I_{L1} 的大小逐漸上升。流經第二電感 16 的電流 I_{L2} 的大小逐漸上升。流經第三電感 17 的電流的大小不變。

【0020】 參閱圖 5 與圖 9，本實施例的交錯式降壓轉換器 1 在時點 t_3 到時點 t_4 期間操作在第四模式。在第四模式中，第一開關 11 維持在不導通，且第二開關 12 切換為不導通。第三開關 13 維持在不導通。第四開關 14 維持在不導通。第一開關 11 的本質二極體 111 導通，使得第一開關 11 的跨壓 V_{ds1} 維持在零。第二開關 12 的寄生電容 122 被充電，使得第二開關 12 的跨壓 V_{ds2} 從零上升

到 V_{in} 。流經第一電感 15 的電流 I_{L1} 的大小逐漸上升。流經第二電感 16 的電流 I_{L2} 的大小逐漸上升。流經第三電感 17 的電流 I_{L3} 的大小逐漸下降至小於流經第一電感 15 的電流 I_{L1} 的大小。

【0021】 參閱圖 5 與圖 10，本實施例的交錯式降壓轉換器 1 在時點 t_4 到時點 t_5 期間操作在第五模式。在第五模式中，第一開關 11 維持在不導通，且第二開關 12 維持在不導通。第三開關 13 切換為導通，使得第一開關 11 的跨壓 V_{ds1} 從零上升到 V_{in} 。第四開關 14 切換為導通，使得第二開關 12 的跨壓 V_{ds2} 維持在 V_{in} 。流經第一電感 15 的電流 I_{L1} 的大小逐漸下降至等於流經第三電感 17 的電流 I_{L3} 的大小。流經第二電感 16 的電流 I_{L2} 的大小逐漸下降。流經第三電感 17 的電流 I_{L3} 的大小不變。

【0022】 參閱圖 5 與圖 11，本實施例的交錯式降壓轉換器 1 在時點 t_5 到時點 t_6 期間操作在第六模式。在第六模式中，第一開關 11 切換為導通，且第二開關 12 維持在不導通。第三開關 13 切換為不導通。第四開關 14 維持在導通，使得第二開關 12 的跨壓 V_{ds2} 維持在 V_{in} 。第一開關 11 的跨壓 V_{ds1} 從 V_{in} 下降到零。流經第一電感 15 的電流 I_{L1} 的大小逐漸上升。流經第二電感 16 的電流 I_{L2} 的大小逐漸下降。流經第三電感 17 的電流 I_{L3} 的大小從等於流經第一電感 15 的電流 I_{L1} 的大小逐漸下降到零，然後其方向反轉且其大小從零逐漸上升到等於流經第二電感 16 的電流 I_{L2} 的大小。圖 11 只畫出流經第三電

感 17 的電流 I_{L3} 的方向反轉後的情況。

【0023】 參閱圖 5 與圖 12，本實施例的交錯式降壓轉換器 1 在時點 t_6 到時點 t_7 期間操作在第七模式。在第七模式中，第一開關 11 維持在導通，且第二開關 12 維持在不導通。第三開關 13 維持在不導通。第四開關 14 切換為不導通。第一開關 11 的跨壓 V_{ds1} 維持在零。第二開關 12 的寄生電容 122 及第三電感 17 諧振，使得第二開關 12 的跨壓 V_{ds2} 從 V_{in} 下降到零。流經第一電感 15 的電流 I_{L1} 的大小逐漸上升。流經第二電感 16 的電流 I_{L2} 的大小逐漸上升。流經第三電感 17 的電流 I_{L3} 的大小逐漸上升。

【0024】 參閱圖 5 與圖 13，本實施例的交錯式降壓轉換器 1 在時點 t_7 到時點 t_8 期間操作在第八模式。在第八模式中，第一開關 11 維持在導通，且第二開關 12 先維持在不導通，然後切換為導通。第三開關 13 維持在不導通。第四開關 14 維持在不導通。第一開關 11 的跨壓 V_{ds1} 維持在零。第二開關 12 的本質二極體 121 導通，使得第二開關 12 的跨壓 V_{ds2} 維持在零，且第二開關 12 以零電壓切換方式切換為導通。流經第一電感 15 的電流 I_{L1} 的大小逐漸上升。流經第二電感 16 的電流 I_{L2} 的大小逐漸上升。流經第三電感 17 的電流 I_{L3} 的大小不變。

【0025】 參閱圖 5 與圖 14，本實施例的交錯式降壓轉換器 1 在時點 t_8 到時點 t_9 期間操作在第九模式。在第九模式中，第一開關 11 切換為不導通，且第二開關 12 維持在

導通。第三開關 13 維持在不導通。第四開關 14 維持在不導通。第一開關 11 的寄生電容 112 被充電，使得第一開關 11 的跨壓 V_{ds1} 從零上升到 V_{in} 。第二開關 12 的本質二極體 121 導通，使得第二開關 12 的跨壓 V_{ds2} 維持在零。流經第一電感 15 的電流 I_{L1} 的大小逐漸上升。流經第二電感 16 的電流 I_{L2} 的大小逐漸上升。流經第三電感 17 的電流 I_{L3} 的大小逐漸下降。

【0026】 參閱圖 1，值得注意的是，本領域中具有通常知識者可以由上述內容推知，在第一開關 11 及第二開關 12 的工作比大於 $50\% \times (1 + T_p / T_{sw})$ 時，本實施例的交錯式降壓轉換器 1 的操作，及第一開關 11 與第二開關 12 都能以零電壓切換方式切換為導通，因此將不多加說明。

【0027】 綜上所述，本實施例的交錯式降壓轉換器 1 藉由讓從第一開關 11 切換為導通到第二開關 12 切換為導通的時間延遲等於第一開關 11 及第二開關 12 的導通時段減去預設時段，可以使得在第一開關 11 及第二開關 12 的工作比小於 $50\% \times (1 + T_p / T_{sw})$ 時，第二開關 12 能以零電壓切換方式切換為導通。所以，本實施例的交錯式降壓轉換器 1 在第一開關 11 及第二開關 12 的工作比小時具有相對較高的轉換效率。

【0028】 值得注意的是，在其它實施例中，第三開關 13 及第四開關 14 中的每一個可以是一個 N 型金氧半場效電晶體。此時，控制器 19 還耦接到第三開關 13 及第四開關 14，且控制第三開關 13 及第四開關 14 中的每一個在導

通與不導通之間的切換。

【0029】 惟以上所述者，僅為本發明之實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍，凡是依本發明申請專利範圍及專利說明書內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【符號說明】

【0030】

1	交錯式降壓轉換器	ID2	流過第四開關的電流
11	第一開關	IL1	流過第一電感的電流
111	本質二極體	IL2	流過第二電感的電流
112	寄生電容	IL3	流過第三電感的電流
12	第二開關	IQ1	流過第一開關、其本質二
121	本質二極體		極體或其寄生電容的電
122	寄生電容		流
13	第三開關	IQ2	流過第二開關、其本質二
14	第四開關		極體或其寄生電容的電
15	第一電感		流
16	第二電感	t	時間
17	第三電感	t0-t9	時點
18	輸出電容	Td	時間延遲的長度
19	控制器	Ton	導通時段的長度
2	電壓源	Tp	預設時段的長度
3	負載	Tsw	切換週期的長度

4	參考節點	Vgs1	第一控制信號
ID1	流過第三開關的電流	Vgs2	第二控制信號

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種交錯式降壓轉換器，包含：

一個第一開關，具有一個適用於接收一個輸入電壓的第一端、一個第二端及一個控制端；

一個第二開關，具有一個耦接到該第一開關的該第一端的第一端、一個第二端及一個控制端；

一個第三開關，具有一個耦接到該第一開關的該第二端的第一端，及一個耦接到一個參考節點的第二端；

一個第四開關，具有一個耦接到該第二開關的該第二端的第一端，及一個耦接到該參考節點的第二端；

一個第一電感，具有一個耦接到該第一開關的該第二端的第一端，及一個適用於提供一個輸出電壓的第二端；

一個第二電感，耦接在該第二開關的該第二端及該第一電感的該第二端之間；

一個第三電感，耦接在該第一開關的該第二端及該第二開關的該第二端之間；

一個輸出電容，耦接在該第一電感的該第二端及該參考節點之間；及

一個控制器，耦接到該第一開關的該控制端及該第二開關的該控制端，且控制該第一開關及該第二開關中的每一個在導通與不導通之間的切換，使得該第一開關及該第二開關具有相同的切換週期及相同的導通時段，且一個從該第一開關切換為導通到該第二開關切換

為導通的時間延遲等於該第一開關及該第二開關的該導通時段減去一個預設時段。

【第2項】如請求項第 1 項所述的交錯式降壓轉換器，其中，該控制器還電連接到該第一電感的該第二端以接收該輸出電壓，且根據該輸出電壓控制該第一開關及該第二開關中的每一個在導通與不導通之間的切換，使得該第一開關及該第二開關的該切換週期及該導通時段中的至少一個是可變的。

【第3項】如請求項第 2 項所述的交錯式降壓轉換器，其中，當該第一開關及該第二開關的一個工作比大於一個預設值時，該第一開關及該第二開關的該切換週期是可變的，而當該第一開關及該第二開關的該工作比小於該預設值時，該第一開關及該第二開關的該導通時段是可變的。

【第4項】如請求項第 2 項所述的交錯式降壓轉換器，其中，該控制器使用比例積分微分控制技術來根據該輸出電壓控制該第一開關及該第二開關中的每一個在導通與不導通之間的切換。

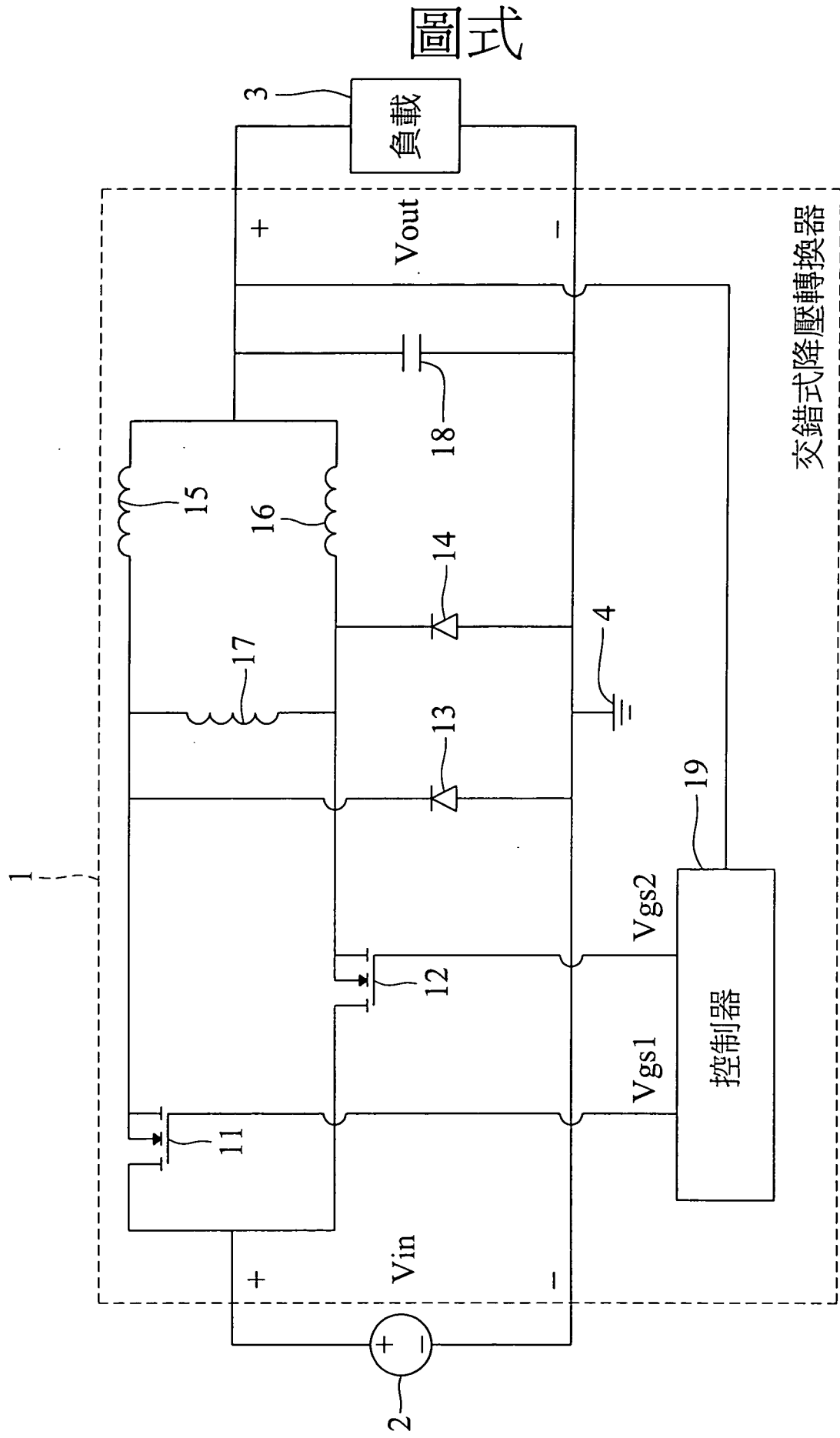
【第5項】如請求項第 1 項所述的交錯式降壓轉換器，其中，該第一開關及該第二開關中的每一個是一個 N 型金氧半場效電晶體。

【第6項】如請求項第 5 項所述的交錯式降壓轉換器，其中，該 N 型金氧半場效電晶體具有一個充當該相對應開關的該第一端的汲極、一個充當該相對應開關的該第二端

的源極，及一個充當該相對應開關的該控制端的閘極。

【第7項】如請求項第 1 項所述的交錯式降壓轉換器，其中，該第三開關及該第四開關中的每一個是一個二極體。

【第8項】如請求項第 7 項所述的交錯式降壓轉換器，其中，該二極體具有一個充當該相對應開關的該第一端的陰極，及一個充當該相對應開關的該第二端的陽極。



圖式

交錯式降壓轉換器

圖1

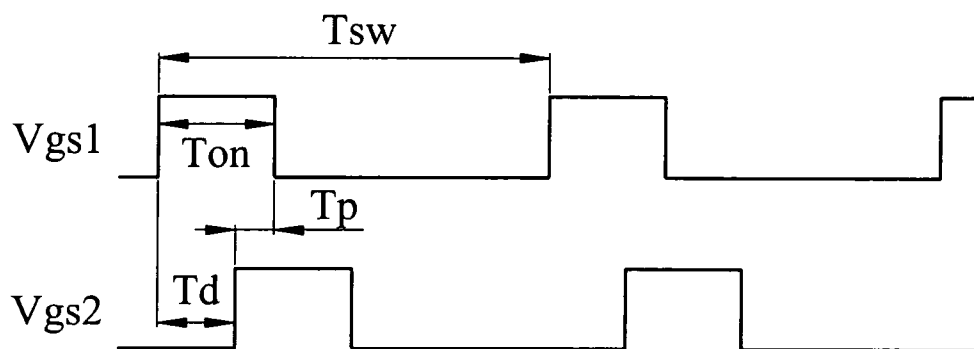


圖2

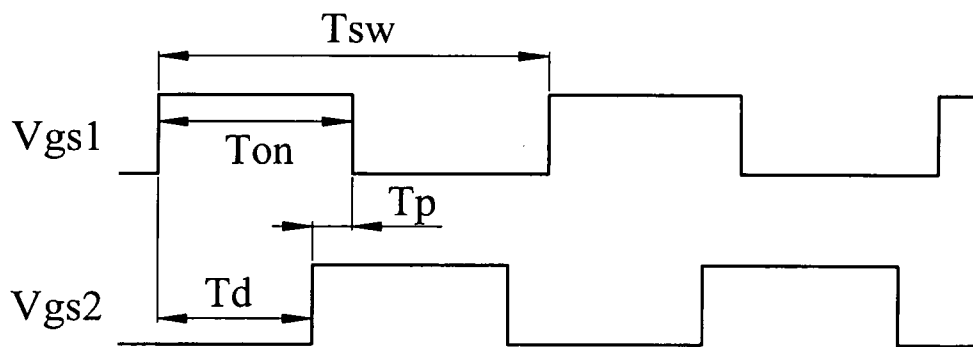


圖3

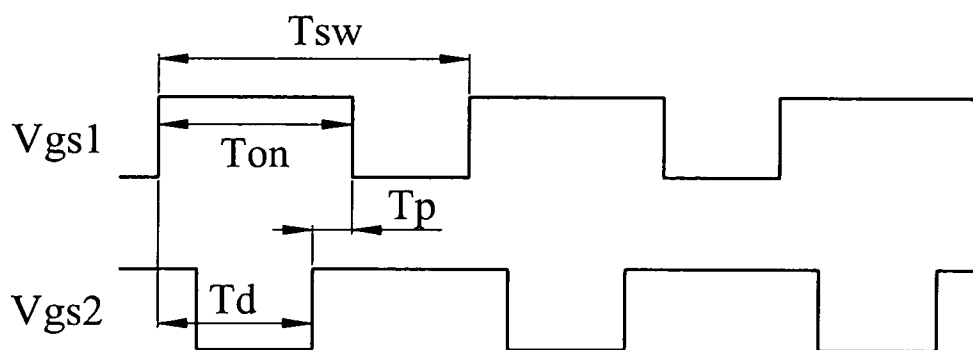


圖4

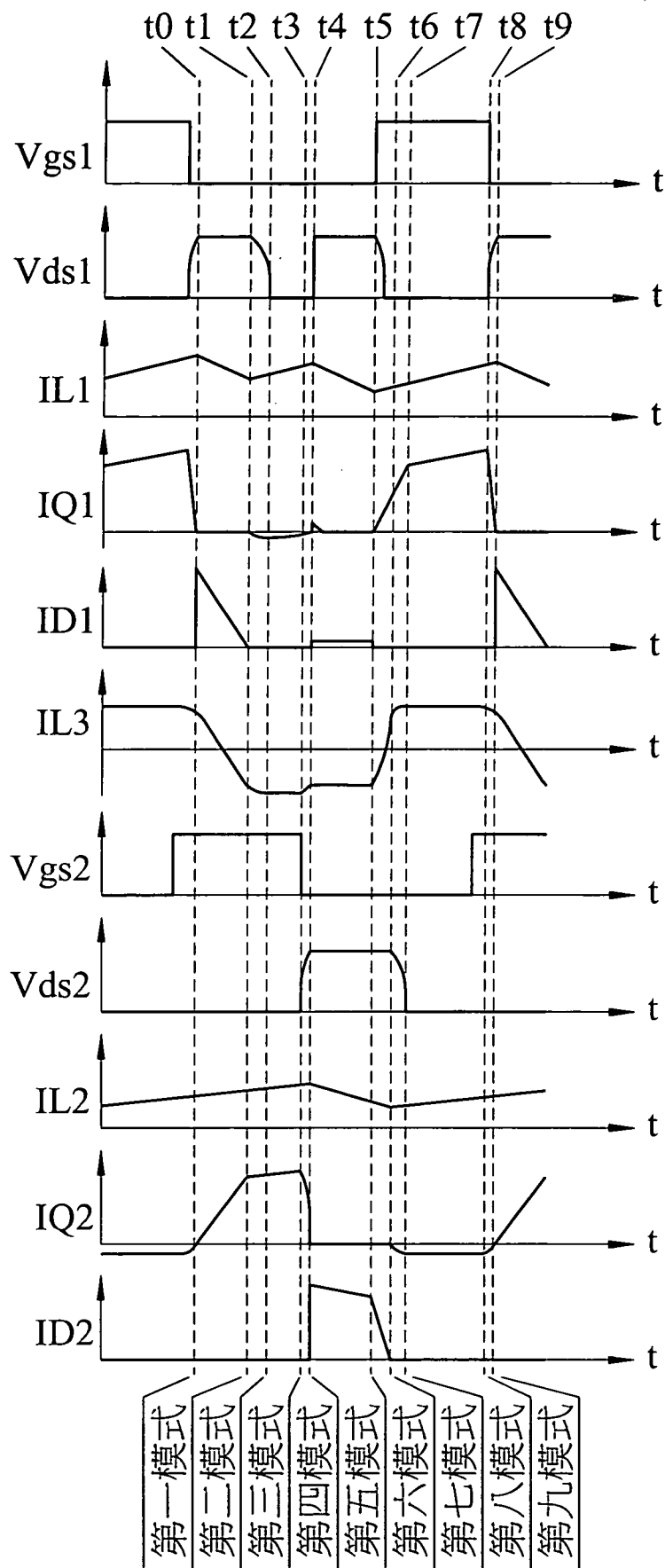


圖5

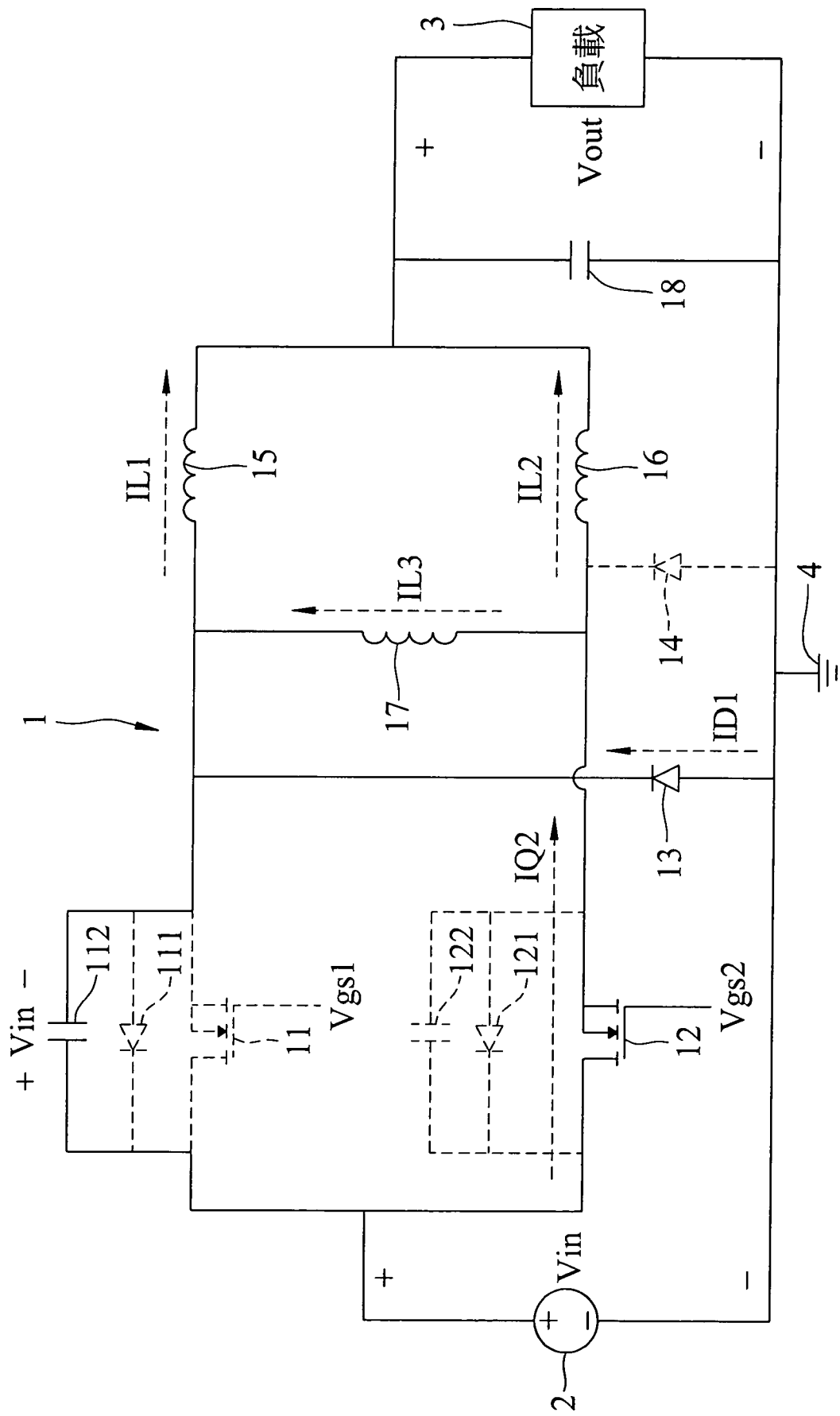


圖6

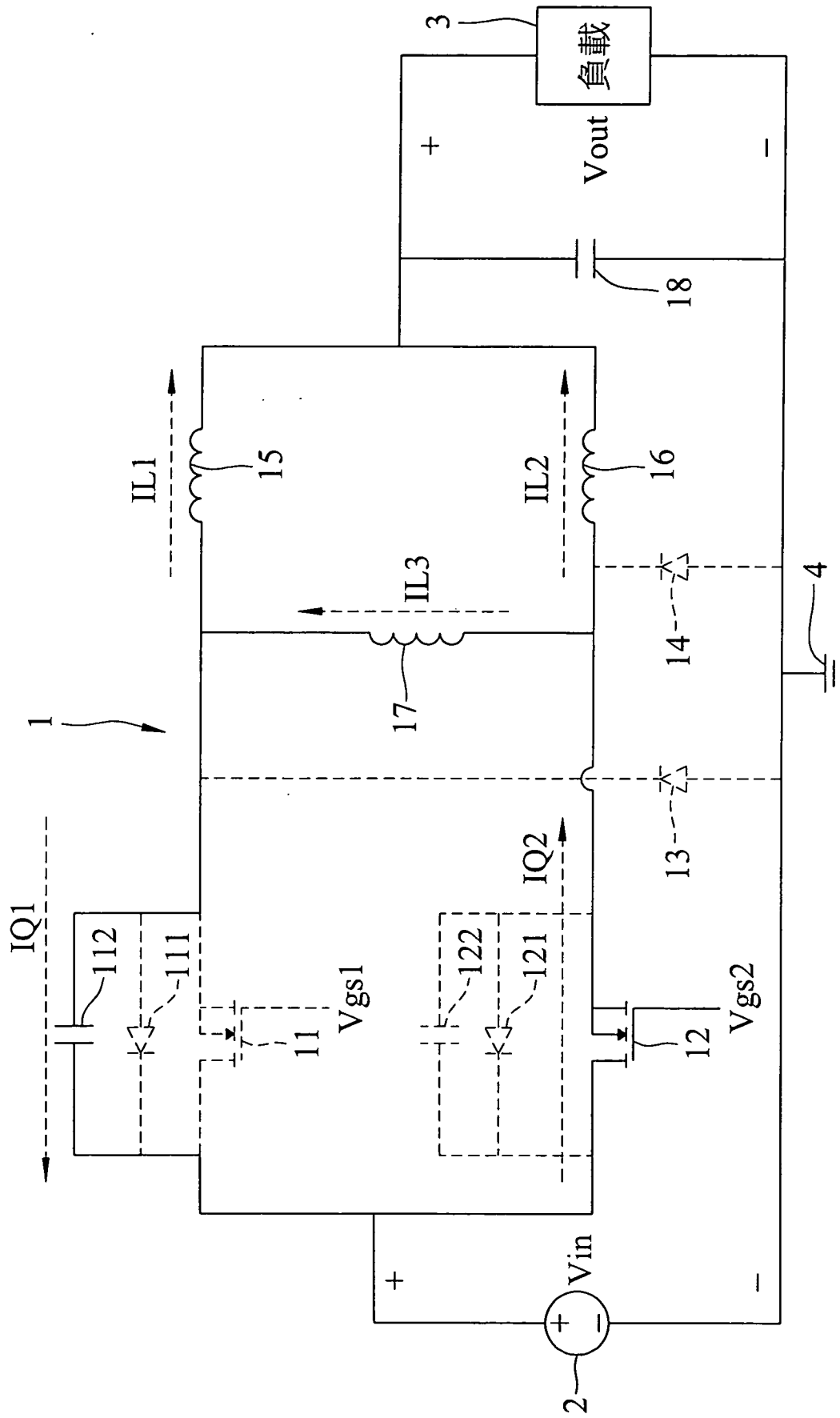


圖7

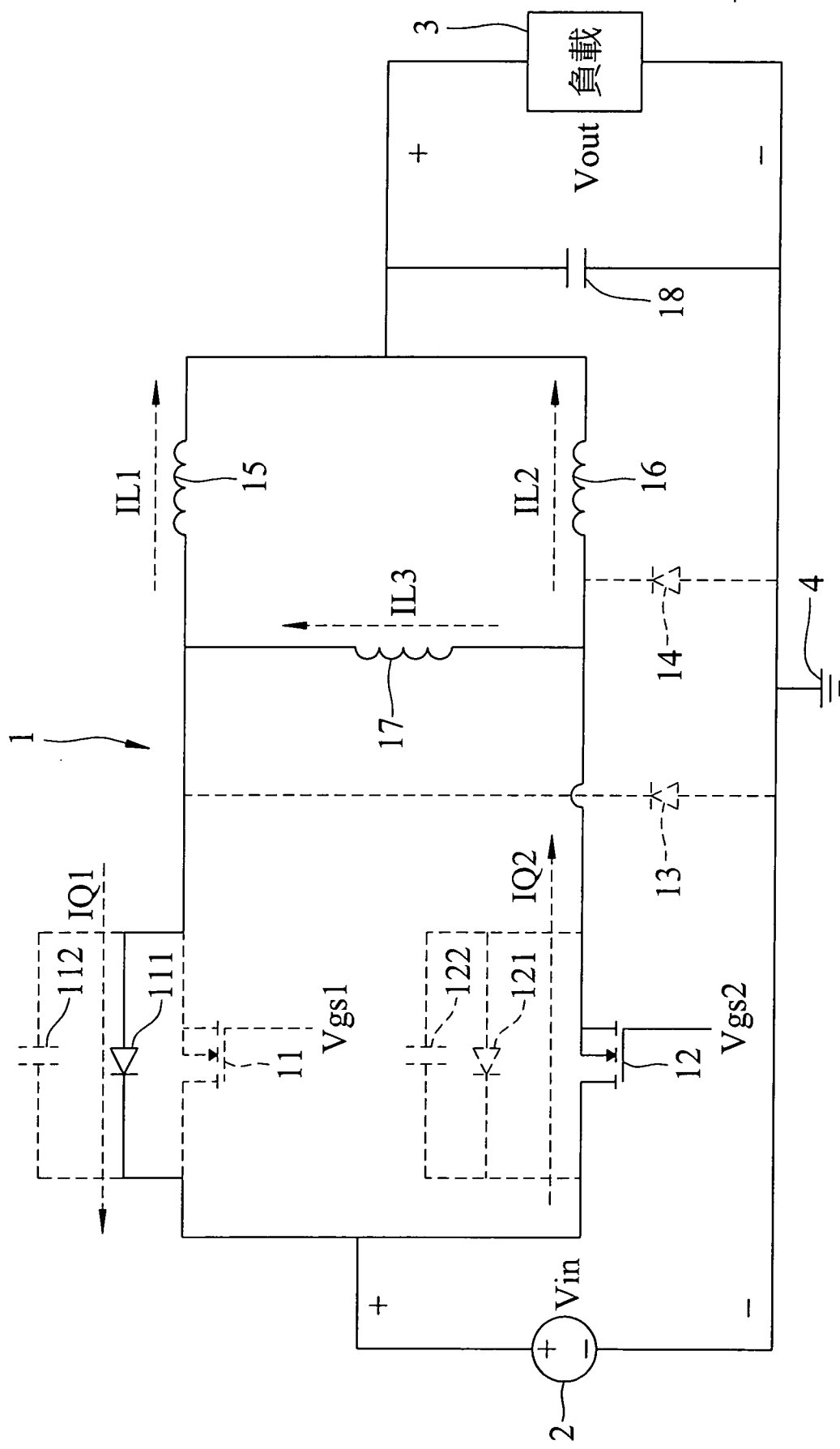


圖8

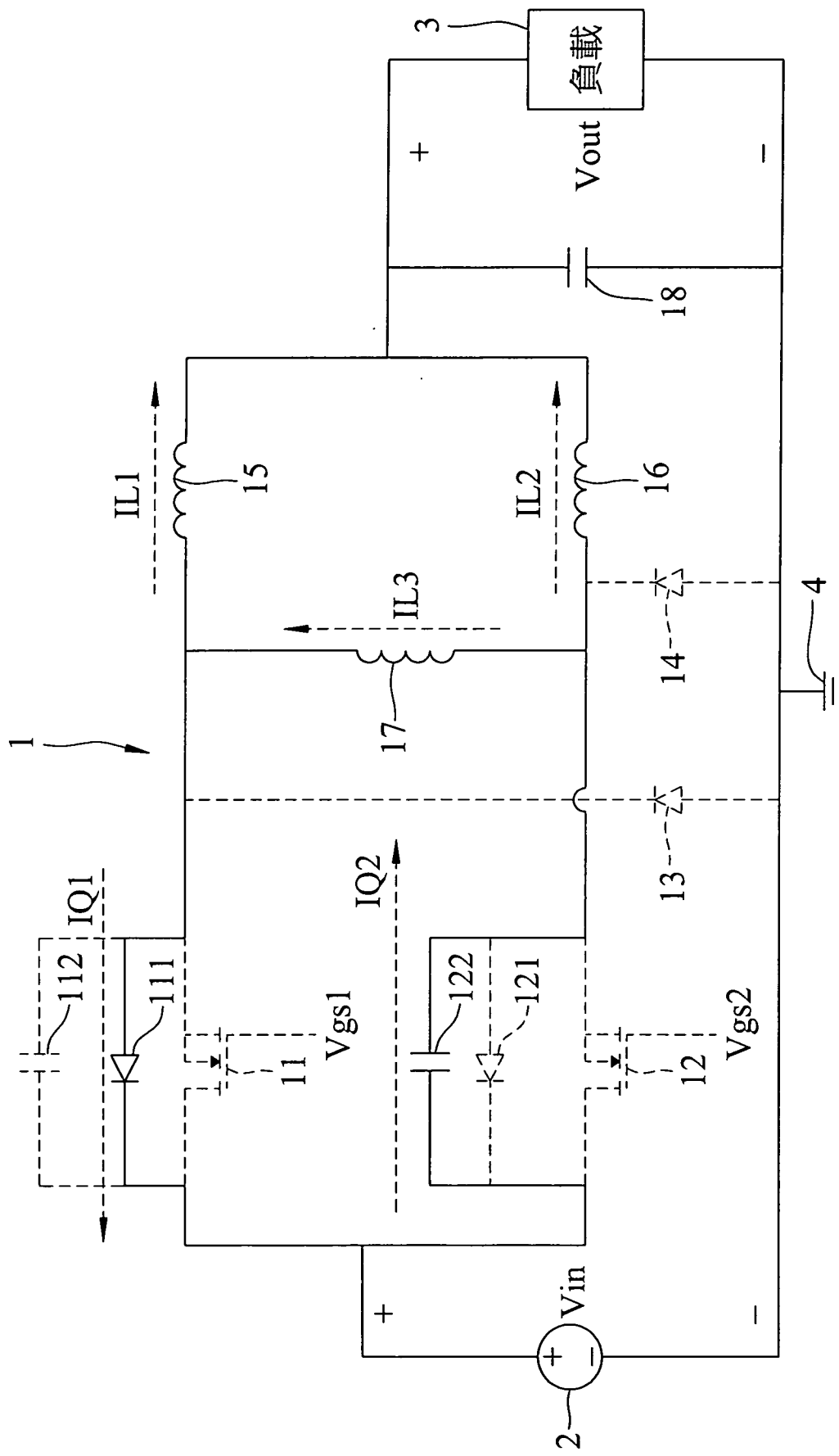


圖9

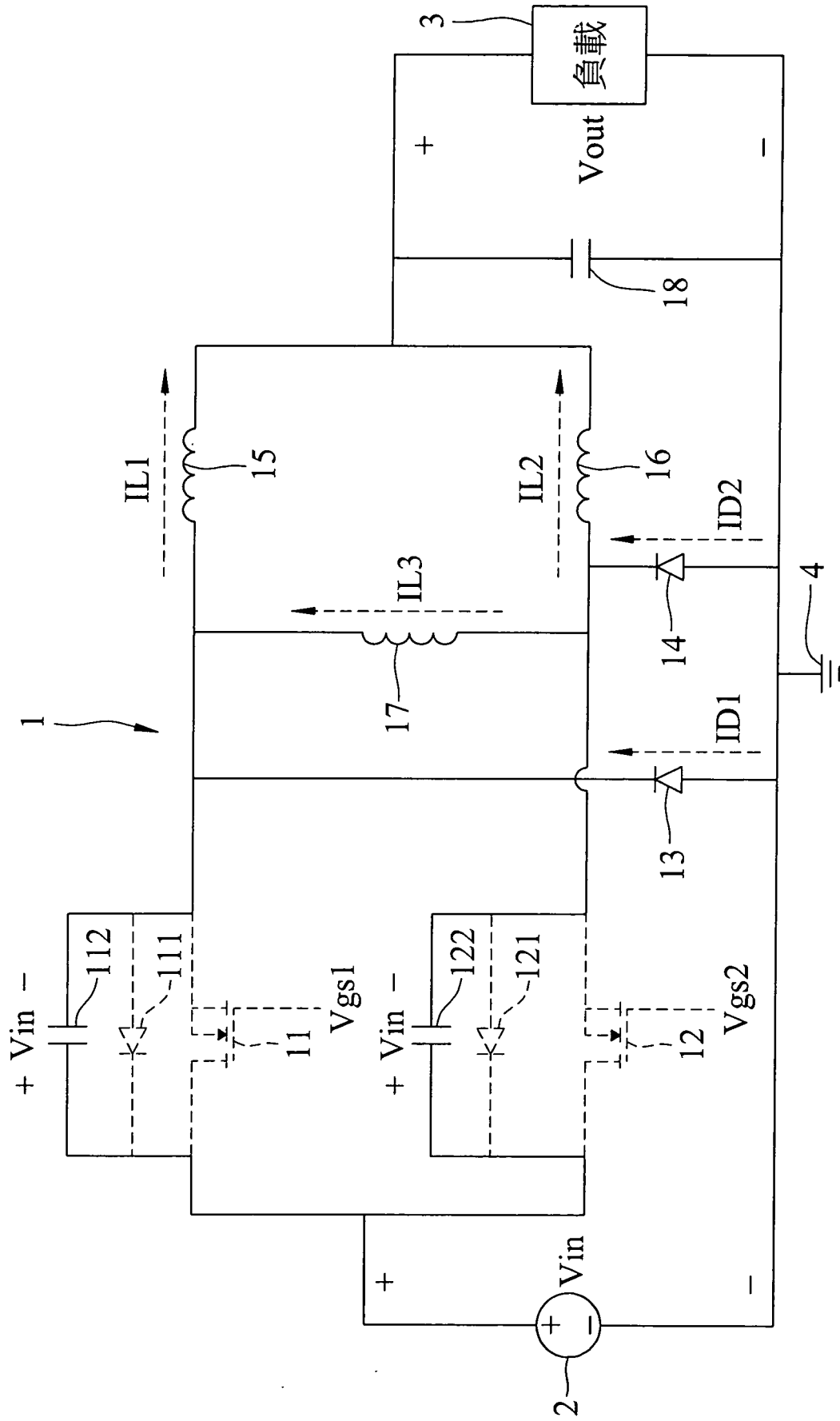


圖10

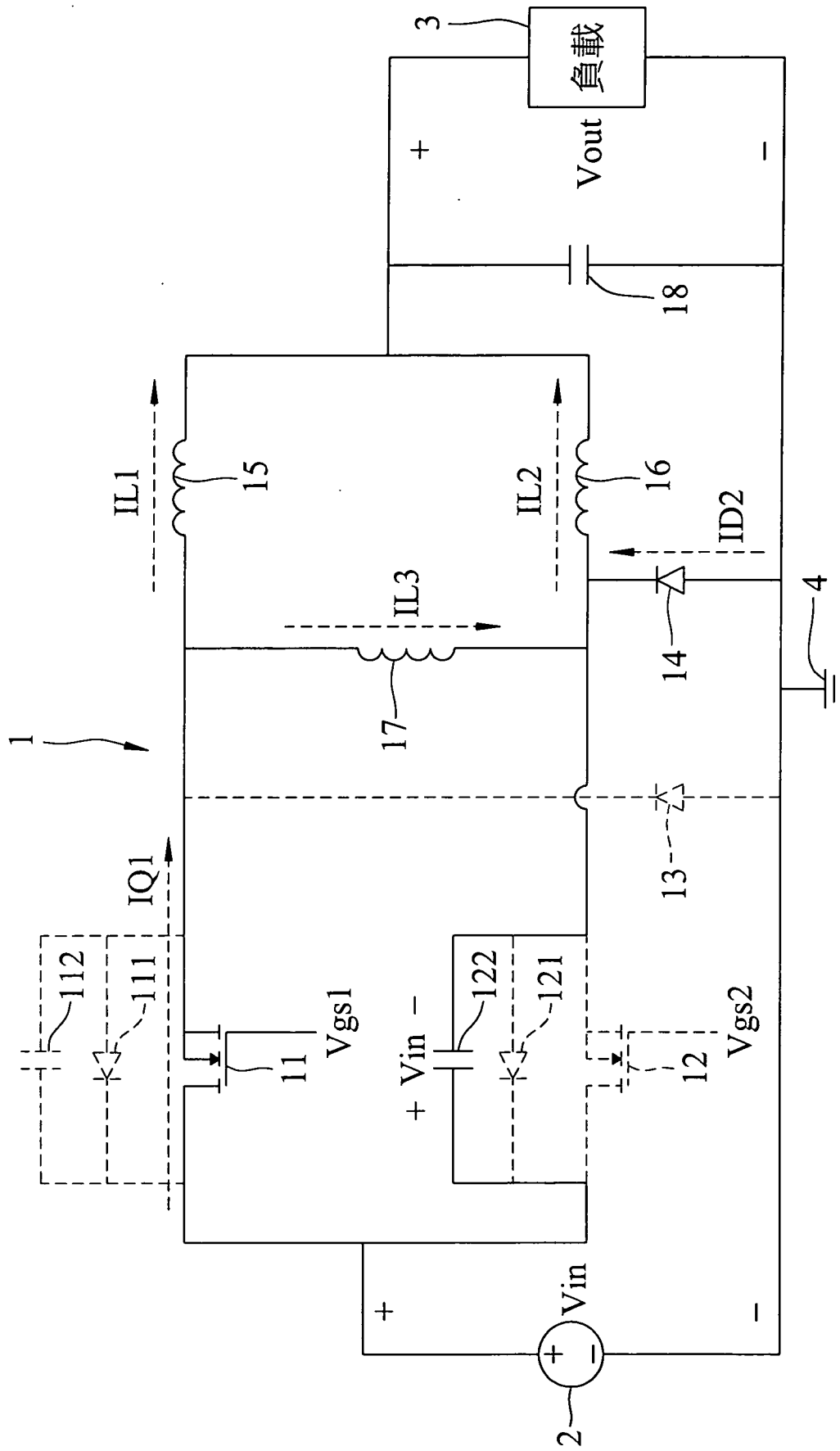


圖11

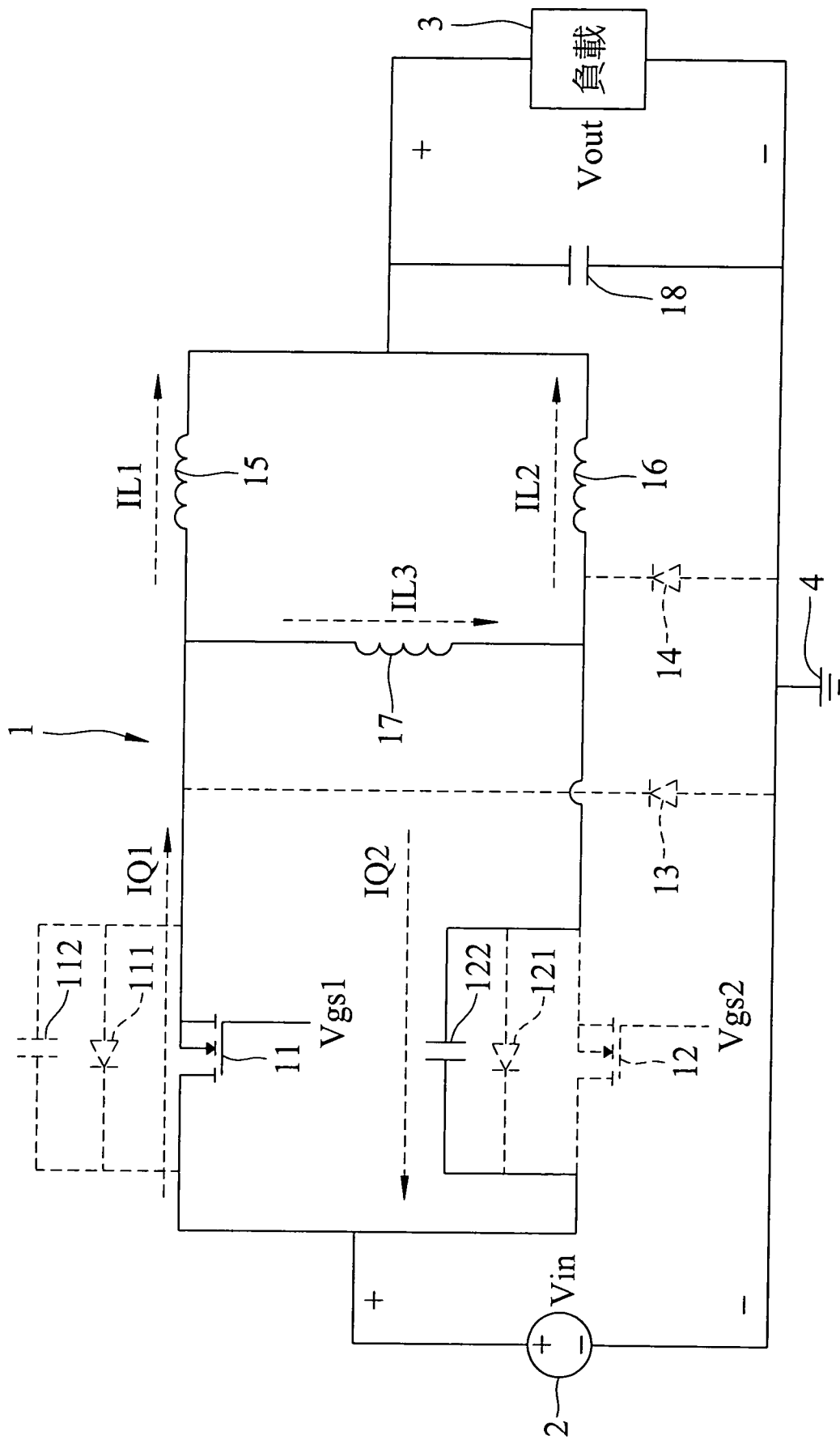


圖12

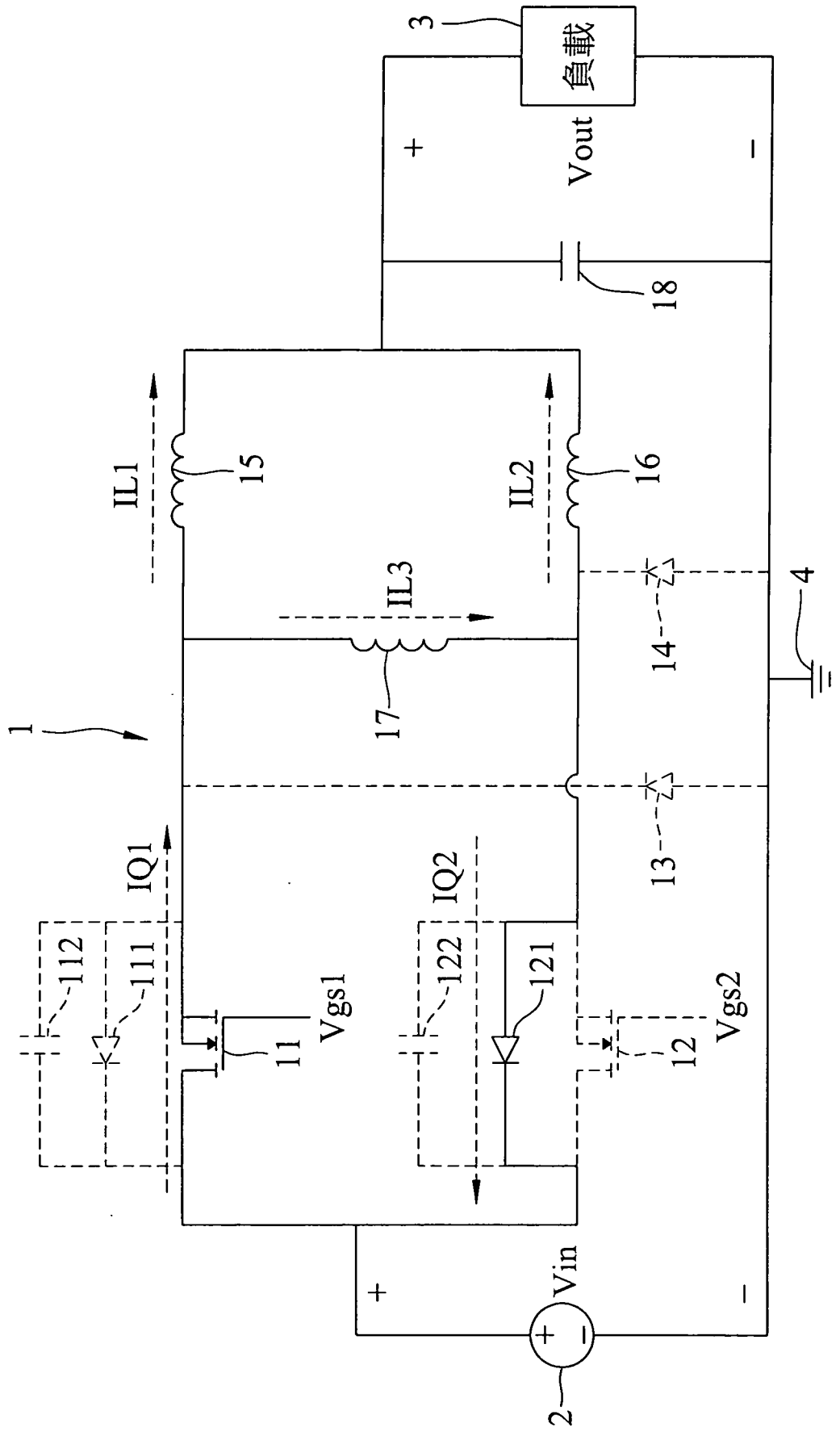


圖13

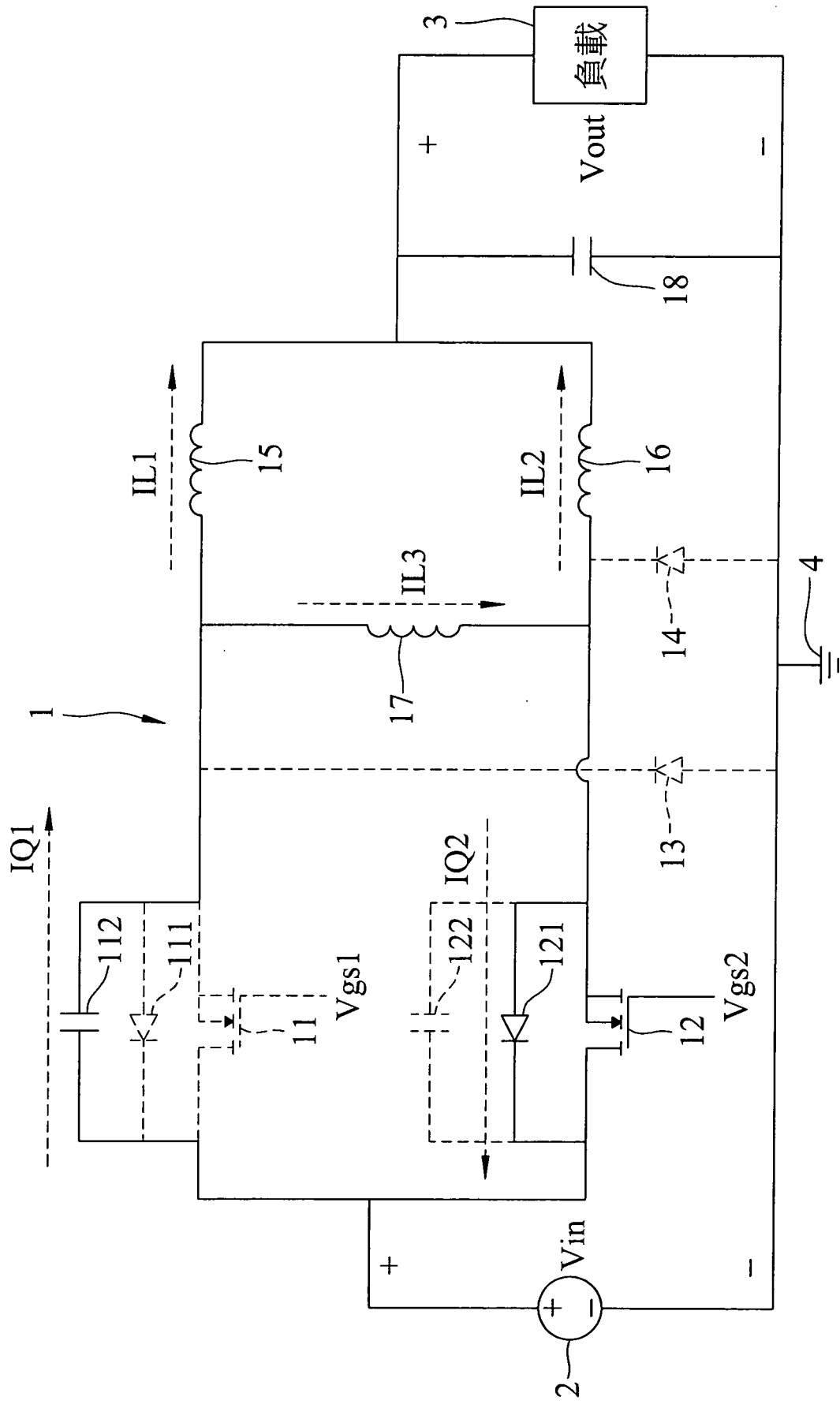


圖14