



(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 I675552 B

(45) 公告日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 21 日

(21) 申請案號：106124179

(22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 19 日

(51) Int. Cl. : **H03K17/687 (2006.01)**

(30) 優先權：2016/07/20 美國 15/214,750

(71) 申請人：美商半導體組件工業公司 (美國) SEMICONDUCTOR COMPONENTS INDUSTRIES
L.L.C. (US)
美國

(72) 發明人：皮塔西克 卡瑞爾 PTACEK, KAREL (CZ)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

TW 351013 US 20150349637A1
WO 2014094115A1

審查人員：蘇齊賢

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：7 共 35 頁

(54) 名稱

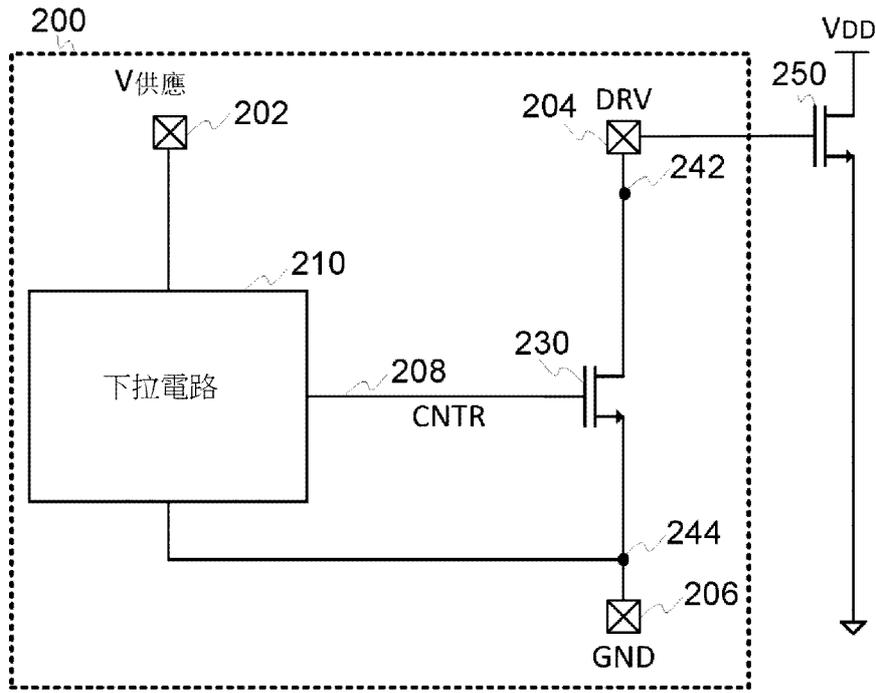
具有下拉能力的輸出驅動器

(57) 摘要

一種輸出驅動器，其包括一切換裝置，該切換裝置具有經耦接至一電力開關之一閘極的一第一節點並且下拉該電力開關之該閘極的一電壓位準以防止過早地導通該電力開關。一下拉電路係經耦接至該切換裝置，並且保持該切換裝置不被導通以防止過早地導通該電力開關。

An output driver includes a switching device having a first node coupled to a gate of a power switch and pulling down a voltage level of the gate of the power switch to prevent a premature turn-on of the power switch. A pull-down circuit is coupled to the switching device and keeping the switching device from being turned on to prevent the premature turn-on of the power switch.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 200 . . . 輸出驅動器
- 202 . . . 第一焊墊
- 204 . . . 第二焊墊
- 206 . . . 第三焊墊
- 210 . . . 下拉電路
- 230 . . . 切換裝置
- 242 . . . 第一節點
- 244 . . . 第二節點
- 250 . . . 外部 MOSFET 開關

【圖 2】

【發明說明書】

【中文發明名稱】

具有下拉能力的輸出驅動器

【英文發明名稱】

OUTPUT DRIVER HAVING PULL-DOWN CAPABILITY

【技術領域】

本揭示是關於積體電路裝置，並且更具體來說是關於包括輸出驅動器電路的積體電路裝置。

【先前技術】

輸出驅動器接收來自一控制器的低電力輸入信號並且產生高電力驅動信號來控制另一個電路或元件，例如功率金屬氧化物半導體場效電晶體(MOSFET)。當在該功率MOSFET的汲極處供應高比值的汲極-源極電壓(dv/dt)時，跨於該功率MOSFET汲極與閘極間之閘極-汲極寄生電容上的電壓可能會造成位移電流從該功率MOSFET的汲極流到閘極。位移電流可能會造成閘極-源極電壓超過功率MOSFET的臨限電壓並且導致錯誤地導通功率MOSFET。

一種習知的輸出驅動器包括耦接至功率MOSFET之閘極與源極間的下拉電阻器，藉此來解決此錯誤導通。該下拉電阻器通常具備低的電阻值，例如當功率MOSFET的臨限電壓為低時、閘極-源極寄生電容之值為大時，或是兩者。不過，具有低電阻值的下拉電阻器會因溢漏電流而有高耗電量。

【發明內容】

本揭示是關於輸出驅動器電路。在一實施例中，一輸出驅動器包括

一切換裝置，該切換裝置具有一經耦接至一電力開關之閘極的第一節點，並且下拉該電力開關之閘極的電壓位準以防止過早地導通該電力開關；以及一下拉電路，該下拉電路係經耦接至該切換裝置，並且保持該切換裝置不致導通以防止過早地導通該電力開關。

在一實施例中，該切換裝置包括一空乏型(depletion type)n-通道金屬氧化物半導體場效電晶體，該空乏型n-通道金屬氧化物半導體場效電晶體具有經耦接至該第一節點的一汲極，其中當該電力開關處於電力開啟模式或轉變至電力開啟模式時，該下拉電路會關斷該切換裝置。

在一實施例中，其中該下拉電路包括一控制電路，其可基於供應電壓、第一參考電壓和回授信號來產生一啟動信號；以及一負電荷泵，其根據該啟動信號來產生一控制信號並且將該控制信號輸出至該切換裝置。

在一實施例中，該回授信號為該控制信號。該控制電路包括一第一比較器，其比較該供應電壓和該第一參考電壓以輸出第一輸入信號；一第二比較器，其比較該回授信號與一第二參考電壓以輸出第二輸入信號；以及一邏輯閘，其對該等第一及第二輸入信號執行邏輯運算以輸出該啟動信號。

在一實施例中，當該供應電壓小於該第一參考電壓時，該電力開關處於電力關閉模式，並且於該電力關閉模式與該電力開啟模式之間的時間間隔中，該電力開關處於中間模式，並且其中藉由該切換裝置防止過早地導通該電力開關涉及在該電力關閉模式與該中間模式期間保持該電力開關為關斷。

在一實施例中，該邏輯閘為AND邏輯閘，並且其中當該電力開關在中間模式下時，該邏輯閘輸出指示邏輯高值的啟動信號，而當該電力開關

在電力關閉模式或電力開啟模式下時，該邏輯閘輸出指示邏輯低值的啟動信號。

在一實施例中，該切換裝置為一第一切換裝置。該控制電路包括一第一比較器，其比較該供應電壓和該第一參考電壓以輸出第一輸入信號；一第二切換裝置，其耦接至一第二節點與一接地之間並且接收該回授信號，而在該第二節點處的一電壓對應於第二輸入信號；一電阻器，其耦接至該供應電壓與該第二節點之間；以及一邏輯閘，其對反向版本的第一輸入信號和第二輸入信號執行邏輯運算以輸出該啟動信號。

在一實施例中，當該供應電壓小於該第一參考電壓時，該電力開關處於電力關閉模式，並且於該電力關閉模式與該電力開啟模式之間的時間間隔，該電力開關處於中間模式，並且其中當該電力開關在中間模式下時，該邏輯閘輸出指示邏輯低值的啟動信號，而且當該電力開關在電力關閉模式或電力開啟模式下時，該邏輯閘輸出指示邏輯高值的啟動信號。

在一實施例中，該控制信號為一控制電壓，並且其中該負電荷泵降低該控制電壓，直到該控制電壓在第二時間間隔期間變成實質上等於該切換裝置的臨限電壓為止。

在一實施例中，一種設備包括一控制器；以及一輸出驅動器。該輸出驅動器包括一切換裝置，該切換裝置具有一經耦接至一電力開關之閘極的第一節點，並且下拉該電力開關之閘極的電壓位準以防止過早地導通該電力開關；以及一下拉電路，該下拉電路係經耦接至該切換裝置，並且保持該切換裝置不致導通以防止過早地導通該電力開關。

【圖式簡單說明】

圖1繪示根據一實施例之一切換模式電力供應(SMPS)設備的部分。

圖2繪示根據一實施例之一適合用作為圖1輸出驅動器之輸出驅動器的部分。

圖3繪示根據一實施例之一包括適合用作為圖2下拉電路的下拉電路之輸出驅動器的部分。

圖4繪示根據一實施例之一適合用作為圖3下拉電路的下拉電路。

圖5繪示根據另一實施例之一適合用作為圖3下拉電路的下拉電路。

圖6A繪示根據一實施例之一供應電壓的輪廓。

圖6B繪示根據一實施例之在一第一節點處之電壓的輪廓。

圖6C繪示根據一實施例之在一第二節點處之電壓的輪廓。

圖6D繪示根據一實施例之在一輸出節點處之電壓的輪廓。

圖6E繪示根據一實施例之在一輸出驅動器之輸出電壓的輪廓。

圖7繪示根據一實施例之由輸出驅動器所執行的程序。

【實施方式】

圖1說明一切換模式電力供應(SMPS)設備100的部分。SMPS設備100包括一控制器110、一輸出驅動器130以及一開關150。

該控制器110將一切換信號SS輸出該輸出驅動器130來控制開關150。在一實施例中，該控制器110為同步整流器(SR)控制器。

輸出驅動器130接收切換信號SS，並且將輸入信號IS施加於該開關150。該輸入信號IS具有的規模足夠地大以達到開關150的所欲切換時間。雖然圖1顯示輸出驅動器130為分離於控制器110的裝置，然本揭示的實施例並不受限於此。例如，輸出驅動器130可提供作為控制器110的一部分，並且在其他的實施方案中，控制器110可提供作為一封裝裝置的一部分。

開關150根據來自該輸出驅動器130的輸入信號IS而導通或關斷。在一實施例中，開關150為一電力開關或是包括電力開關的電路。在另一實施例中，開關150為功率MOSFET電晶體，其可取代一共振模式轉換器內的二次側二極體，或是包括此一電力開關的電路。

圖2繪示根據一實施例之一適合用作為圖1之輸出驅動器130之輸出驅動器200的一部分。該輸出驅動器200係經耦接至一外部開關250，例如MOSFET開關，以驅動該MOSFET開關250。在一實施例中，輸出驅動器200係經組態以防止因dv/dt觸發而過早地導通外部MOSFET開關250。輸出驅動器200包括下拉電路210、切換裝置230、第一焊墊202、第二焊墊204、第三焊墊206、第一節點242和第二節點244。

該下拉電路210經由該第一焊墊202接收一供應電壓 $V_{供應}$ 並且將控制信號CNTR輸出至切換裝置230。下拉電路210可根據該控制信號CNTR使該切換裝置230導通或關斷。

切換裝置230係經提供在該第二焊墊204與該第三焊墊206之間。當切換裝置230為導通時，切換裝置230拉下耦接至該第二焊墊204之第一節點242處的電壓，且因此拉下耦接至第二焊墊204之外部MOSFET開關250的閘極電壓。在一實施例，切換裝置230為空乏型n-通道MOSFET電晶體，其具有負的臨限電壓。在此一實施例中，切換裝置230的汲極係經耦接至第一節點242，並因此可使用下拉電路210來下拉外部MOSFET開關250的閘極電壓。因此，外部MOSFET開關250的閘極-源極電壓能夠維持在足夠低的位準處，以防止因dv/dt觸發而過早地導通外部MOSFET開關250。

當該控制電壓CNTR的負性變成足夠大時，就會關斷該切換裝置230。因此，可使用下拉電路210來停止下拉該外部MOSFET開關250的閘

極電壓，並且該輸出驅動器的另一部分(未圖示)開始經由第二焊墊204將輸入信號IS提供給外部MOSFET開關250的閘極。

圖3繪示根據一實施例之一包括適合用作為圖2下拉電路210的下拉電路310之輸出驅動器300的一部分。該輸出驅動器300也包括切換裝置330、第一節點342、第二節點344、第一焊墊304和第二焊墊306。在一實施例中，第一焊墊304係經耦接至一外部MOSFET開關（參見例如圖2中的開關250）的閘極電壓。該等第一和第二節點342及344係分別地耦接至切換裝置330的汲極和源極。

下拉電路310包括一電荷泵控制電路332及一負電荷泵312。該下拉電路310接收一供應電壓 $V_{\text{供應}}$ 和一參考信號（例如參考電壓） V_{REF} ，並且輸出一控制信號（例如控制電壓）CNTR，藉以根據該等供應和參考電壓 $V_{\text{供應}}$ 及 V_{REF} 來導通或關斷切換裝置330。在一實施例中，參考電壓 V_{REF} 包括複數個參考電壓。

電荷泵控制電路332是分別地經由第一和第二路徑318與320來接收供應電壓 $V_{\text{供應}}$ 和參考電壓 V_{REF} 。電荷泵控制電路332經由一第三路徑324自該負電荷泵312接收一回授信號（例如回授電壓）FB。

電荷泵控制電路332根據該供應電壓 $V_{\text{供應}}$ 、該參考電壓 V_{REF} 以及該回授信號FB產生啟動信號AT。所產生的啟動信號AT會被提供給負電荷泵312。在一實施例中，該回授信號FB是與該控制信號CNTR實質上為相同的信號。例如，電荷泵控制電路332產生該啟動信號AT，該信號可在當該啟動信號AT分別地指示一第一邏輯值（例如邏輯高值）和一第二邏輯值（例如邏輯低值）時使負電荷泵312啟動或停用。在另一實施例中，該回授信號FB則是與該控制信號CNTR相異的信號。例如，電荷泵控制電路

332產生該啟動信號AT，該信號在當該啟動信號AT分別地指示該第二邏輯值和該第一邏輯值時使負電荷泵312啟動或停用。

負電荷泵312接收該啟動信號AT並且產生控制信號（例如控制電壓）CNTR，而根據所收到的啟動信號AT，該控制信號為負性。在一實施例中，負電荷泵312在當該啟動信號AT指示邏輯高值時降低該控制電壓CNTR，並且當該啟動信號AT指示邏輯低值時，負電荷泵312停止降低該控制電壓CNTR。在另一實施例中，負電荷泵312在當該啟動信號AT指示邏輯低值時降低該控制電壓CNTR，且當該啟動信號AT指示邏輯高值時負電荷泵312停止降低該控制電壓CNTR。

圖4繪示根據一實施例之一適合用作為圖3下拉電路310的下拉電路400。下拉電路400包括一電荷泵控制電路432及一負電荷泵412。

在一實施例中，電荷泵控制電路432包括一第一比較器406、一邏輯閘408、一切換裝置（或是一第一切換裝置）423，以及一電阻器421。電荷泵控制電路432接收一供應電壓 $V_{供應}$ 、一第一參考電壓 V_{REF1} 和一回授信號FB，並且將啟動信號AT輸出至負電荷泵412。

第一比較器406具有一正終端連接到第一路徑418，及一負終端連接到第二路徑420。第一比較器406比較供應電壓 $V_{供應}$ 和第一參考電壓 V_{REF1} ，並且將指示該比較結果的第一輸入信號IN1輸出至邏輯閘408。第一參考電壓 V_{REF1} 具有足夠高的位準以使一輸出驅動器（例如圖1中的輸出驅動器130）執行一或更多項預定操作（例如同步化操作、下拉操作或類似者）。在一實施例中，該第一參考電壓 V_{REF1} 的位準是在2.5V到3V的範圍內。

該第一切換裝置423可根據接收自該負電荷泵412的回授信號FB而導

通或關斷，並且下拉或上拉在連接至電阻器421的第一端之節點419處（亦即第一節點N1）的電壓位準。一對應於該第一節點處N1處之電壓的第二輸入信號IN2可根據該回授信號FB來指示第一邏輯值（例如邏輯高值）或是第二邏輯值（例如邏輯低值）。

在一實施例中，切換裝置423為空乏型n-通道MOSFET電晶體，其具有負的臨限電壓。在此一實施例中，切換裝置423的汲極係經連接至電阻器421的第一端，切換裝置423的源極連接至接地，而切換裝置423的閘極則是耦接至負電荷泵412。

當切換裝置423為導通時，切換裝置423下拉位在電阻器421之第一端處的電壓位準，並因此第二輸入信號IN2指示一邏輯低值。當該切換裝置423為關斷時，位在電阻器421之第一端處的電壓位準則會變成實質上等於該供應電壓 $V_{供應}$ 的位準，並因此該二輸入信號IN2指示一邏輯高值。

邏輯閘408根據該等第一及第二輸入信號IN1和IN2來輸出該啟動信號AT。在一實施例中，該邏輯閘408為具有一反向輸入的OR邏輯閘，並且該反向輸入接收該第一輸入信號IN1。因此，該邏輯閘408輸出指示該邏輯低值的啟動信號AT，在當該第一輸入信號IN1具有邏輯高值且該第二輸入信號IN2具有邏輯低值時，該啟動信號AT使該負電荷泵412啟動。否則，邏輯閘408輸出指示邏輯高值的啟動信號AT，其使該負電荷泵412停用。

雖然圖4所示之下拉電路410包括具有一個反向輸入的OR邏輯閘408，然本揭示的實施例並不受限於此。在一實施例中（未圖示），第一比較器406具有的正終端連接到第二路徑420，且負終端連接到第一路徑418。在此一實施例中，邏輯閘408係一不含反向輸入的OR閘，且因此在

當該等第一和第二輸入信號IN1及IN2是指示邏輯低值時，該邏輯閘輸出指示邏輯低值的啟動信號AT。否則，該邏輯閘408輸出指示邏輯高值的啟動信號AT。

負電荷泵412包括振盪器442，第一、第二、第三和第四電容元件403、405、407和409，第一、第二、第三和第四二極體411、413、415和417，節點441（即第二節點N2），以及節點416（即輸出節點ON）。後文中將會參照圖6A-6E以及圖3和4以進一步詳細說明該負電荷泵412的一項操作。

圖6A-6E繪示根據一實施例之相關於圖4之負電荷泵412之操作的輪廓。特定地說，圖6A繪示該供應電壓 $V_{供應}$ 的輪廓602；圖6B繪示在該第一節點N1處之電壓 V_{N1} 的輪廓604；圖6C繪示在該第二節點N2處之電壓 V_{N2} 的輪廓606；圖6D繪示在該輸出節點ON處之電壓 V_{ON} 的輪廓608；圖6E繪示一輸出驅動器（例如圖1的輸出驅動器130、圖2的200或是圖3的300）之輸出電壓的輪廓610。

在一第一時間間隔 t_1 期間，該供應電壓 $V_{供應}$ 具有的位準低於該第一參考電壓 V_{REF1} 的位準，且因此該第一比較器406輸出指示該邏輯低值的第一輸入信號IN1。由於第一切換裝置423具有負臨限電壓，因此該第一切換裝置423被導通並且下拉在該第一節點N1處的電壓 V_{N1} ，如圖6B所示。從而，對應於在該第一節點N1處之電壓 V_{N1} 的第二輸入信號IN2指示該低邏輯值。該邏輯閘408對反向版本的第一信號IN1和第二輸入信號IN2執行OR運算，並且輸出指示該邏輯高值的啟動信號AT，該啟動信號使該負電荷泵412停用。由於該負電荷泵412並不運作，如圖6D所示，因此在該輸出節點ON處的電壓 V_{ON} 維持實質上相同。在該輸出節點ON處的電壓 V_{ON}

會大於一耦接至該輸出節點ON之第二切換裝置（例如圖3的切換裝置330）的負臨限電壓，並因而導通該第二切換裝置。

在一實施例中，在第一時間間隔 t_1 期間，於該輸出節點ON處的控制電壓CNTR實質上等於0V。在此一實施例中，將該控制電壓CNTR施加於該切換裝置的閘極，並因而可藉由下列等式來表示流經該切換裝置之汲極-源極電流 I_{DS} 的量：

$$I_{DS} = \frac{1}{2} k_n' \frac{W}{L} V_t^2$$

在上述等式中， k_n' 表註該切換裝置的製程跨導參數， W 表註該切換裝置內之通道的寬度， L 表註該切換裝置內之通道的長度，並且 V_t 為該切換裝置的臨限電壓。當一外部MOSFET開關（例如圖1的開關150）的閘極係經連接至該切換裝置的汲極時，可使用該汲極-源極電流 I_{DS} 來下拉該外部MOSFET開關的閘極電壓。如上列等式所述，可藉由調整該切換裝置的設計參數（例如寬度對長度比例， W/L ）來改變該汲極-源極電流 I_{DS} 的量。

而在第二時間間隔 t_2 期間，該供應電壓 $V_{供應}$ 的位準超過該第一參考電壓 V_{REF1} 的位準，且因此該第一比較器406輸出指示該邏輯高值的第一輸入信號IN1。由於該第一切換裝置423保持導電以下拉該第一節點N1處的電壓 V_{N1} ，因此該第二輸入信號IN2指示邏輯低值。因為該第一輸入信號IN1具有邏輯高值並且第二輸入信號IN2具有邏輯低值，因此邏輯閘408（例如具有一個反向輸入的OR閘）輸出指示該邏輯低值的啟動信號AT，該啟動信號使負電荷泵412啟動。從而，負電荷泵412會在跨於該第四電容器C4上產生負電壓。

當振盪器442收到指示該邏輯低值的啟動信號AT時，振盪器442產生

一個週期性且振盪性的信號。當該振盪器442的輸出信號指示邏輯高值時，第一及第三二極體411和415為導通。因此，該第一電容器403的第一端是連接到第一二極體411的第一端以該第二電容器405的第一端。第二電容器405的第二端是連接到第三二極體415的第一端，並且第三二極體415的第二端連接到第三電容器407的第一端。而第三電容器407的第二端和第一二極體411的第二端連接至接地。當振盪器442之指示邏輯高值的輸出信號施加於第一電容器403的第二端時，第二電容器405會被充電使得該第二電容器405的第二端具有第一負電壓，而且第三電容器407會被充電使得該第三電容器407的第一端具有對應於在該第二節點N2處之電壓 V_{N2} 的第二負電壓。

接著，當振盪器442的輸出信號指示邏輯低值時，第二及第四二極體413和417就會導通。第一電容器403的第一端是連接到該第二電容器405的第一端，並且經由第二二極體413耦接到第三電容器407的第一端。該第二電容器405的第二端是經由第四二極體417耦接到第四電容器409的第一端。而第四電容器409的第二端連接到接地。當振盪器442之指示邏輯低值的輸出信號施加於該第一電容器403的第二端時，第二電容器405會被充電使得第二電容器405的第二端相較於當該輸出電壓指示邏輯高值時具有更大的負性，而且第四電容器409被充電使得該第四電容器409的第一端具有對應於位在該輸出節點ON處之電壓 V_{ON} 的第三負電壓。

據此，隨著來自該振盪器442之輸出信號的循環數增加，在該第二節點N2處的電壓 V_{N2} 以及在該輸出節點ON處的電壓 V_{ON} 下降，如分別於圖6C和6D所示。在第二時間間隔 t_2 結束時，在該第二節點N2處的電壓 V_{N2} 會變成足夠負性以關斷第一切換裝置423，並且在該輸出節點ON處的電壓

V_{ON} 具有實質上為該第二節點N2處的電壓 V_{N2} 絕對量值兩倍大的絕對量值。由於在該輸出節點ON處的電壓 V_{ON} 具有比在該第二節點N2處的電壓 V_{N2} 更低的負值，因此當該第一切換裝置423關斷時，在該輸出節點ON處的電壓 V_{ON} 會足夠低以關斷連接至該輸出節點ON的第二切換裝置（例如圖3的切換裝置330）。因此，第一切換裝置423與該第二切換裝置之間的精確匹配並非必要，造成製作第一切換裝置423和第二切換裝置之足夠的設計邊際空間。

在第一及第二時間間隔 t_1 和 t_2 期間，該輸出節點ON處的電壓 V_{ON} 並不會足夠地低而關斷連接至該輸出節點ON的第二切換裝置（例如圖3的切換裝置330）。所以，該第二切換裝置維持導通並下拉外部MOSFET裝置（例如圖2的MOSFET開關250）的閘極電壓，藉以防止其過早地導通，這可能導致電流溢漏和功率損失。

而在第三時間間隔 t_3 期間，第一切換裝置423維持關斷並且非導電狀態。在該第一節點N1處的電壓 V_{N1} 會被上拉，例如圖6B中所示，且因此該第二輸入信號IN2指示邏輯高值。由於該第一輸入信號IN1也指示邏輯高值，因此該邏輯閘408輸出指示邏輯高值的啟動信號AT，導致該負電荷泵412停止操作。

參照圖6A、6D及6E，在第一時間間隔 t_1 期間，該供應電壓 $V_{供應}$ 具有的位準低於該第一參考電壓 V_{REF1} 的位準，所以該輸出驅動器（例如圖2的輸出驅動器200或是圖3中的300）下拉該外部MOSFET裝置（例如圖2的MOSFET開關250）的閘極電壓，並且該外部MOSFET裝置會被置於電力關閉模式下。在第二時間間隔 t_2 期間，該第二切換裝置維持導通並且輸出驅動器繼續下拉該外部MOSFET裝置的閘極電壓，且該外部MOSFET裝

置被置於中間模式下。在一實施例中，包括下拉電路（例如下拉電路310、400）的輸出驅動器下拉該外部MOSFET裝置的閘極電壓位準以防止過早地導通，例如當該外部MOSFET裝置處於電力關閉模式或者中間模式時。

在第三時間間隔 t_3 期間，該輸出驅動器停止下拉該外部MOSFET裝置的閘極電壓，同時該外部MOSFET裝置轉變至電力開啟模式下。在第四時間間隔 t_4 期間，該輸出驅動器將驅動信號（例如圖1的輸入信號IS）經由一焊墊（例如圖2的第一焊墊204）提供給該外部MOSFET裝置的閘極（例如圖2的MOSFET開關250），而且該MOSFET裝置處於電力開啟模式。在一實施例中，該外部MOSFET裝置是用來作為一同步整流器(SR)電力調節器內的電力開關。

圖5繪示根據一實施例之一適合用作為圖3下拉電路310的下拉電路500。下拉電路500包括一電荷泵控制電路532及一負電荷泵512。

在一實施例中，電荷泵控制電路532包括一第一比較器506、一邏輯閘508以及一第二比較器514。電荷泵控制電路532接收一供應電壓 $V_{供應}$ 、一第一參考電壓 V_{REF1} 和一第二參考電壓 V_{REF2} ，並且將一啟動信號AT輸出至負電荷泵512。

第一比較器506具有一正終端連接到第一路徑518，及一負終端連接到第二路徑520。該第一比較器506的比較該供應電壓 $V_{供應}$ 和該第一參考電壓 V_{REF1} ，並且將指示該比較結果的第一輸入信號IN1輸出至邏輯閘508。

該第二比較器514具有一正終端連接到第三路徑524，及負終端連接到第四路徑522。該第二比較器514的比較一控制信號(或控制電壓) CNTR

和該第二參考電壓 V_{REF2} ，並且將指示該比較結果的第二輸入信號IN2輸出至邏輯閘508。該第二參考電壓 V_{REF2} 具有實質上等於一切換裝置（例如圖3的切換裝置330）的臨限電壓的位準。

邏輯閘508根據該等第一及第二輸入信號IN1和IN2來輸出該啟動信號AT。在一實施例中，邏輯閘508係一AND邏輯閘，並因此輸出指示一第一邏輯值（例如邏輯高值）的啟動信號AT，在當該等第一及第二輸入信號IN1和IN2指示邏輯高值時，該啟動信號AT使該負電荷泵512啟動。或者，邏輯閘508輸出指示一第二邏輯值（例如邏輯低值）的啟動信號AT，其使該負電荷泵512停用。

負電荷泵512包括振盪器542，第一、第二、第三和第四電容元件503、505、507和509，第一、第二、第三和第四二極體511、513、515和517，以及節點516（即輸出節點ON）。負電荷泵512將該控制信號CNTR輸出至一執行下拉操作的切換裝置（例如圖3的切換裝置330）。負電荷泵512也可將該控制信號CNTR作為一回授信號FB經由該第三路徑524輸出至第二比較器514的正終端。

在一第一時間間隔期間，該供應電壓 $V_{供應}$ 具有的位準低於該第一參考電壓 V_{REF1} 的位準，且因此該第一比較器506輸出指示該邏輯低值的第一輸入信號IN1。該控制電壓CNTR高於該第二參考電壓 V_{REF2} ，其為該切換裝置（例如圖3的切換裝置330）的負臨限電壓，並因此第二比較器514輸出指示邏輯高值的第二輸入信號IN2。邏輯閘508對該等第一及第二輸入信號IN1和IN2執行AND運算，並因而輸出指示該邏輯低值的啟動信號AT，該啟動信號AT使該負電荷泵512停用。

在第二時間間隔期間，該供應電壓 $V_{供應}$ 的位準超過該第一參考電壓

V_{REF1} 的位準，且因此第一比較器506輸出指示該邏輯高值的第一輸入信號IN1。由於該第二比較器514輸出指示邏輯高值的第二輸入信號IN2，因此邏輯閘508輸出指示該邏輯高值的啟動信號AT，該啟動信號AT使該負電荷泵512啟動。從而，負電荷泵512會在跨第四電容器C4產生負電壓。負電荷泵512增加該負電壓的絕對量值，直到在該輸出節點ON處的控制電壓CNTR變成低於該第二參考電壓 V_{REF2} 為止。負電荷泵512的操作類似於前文中參照圖4和6A-6E所描述的負電荷泵412的操作，並因而為簡化起見在此將省略該負電荷泵512操作的詳細說明。

在第一及第二時間間隔期間，該輸出節點ON處的控制電壓CNTR並不會足夠低而關斷具有連接至該輸出節點ON之閘極的切換裝置(例如圖3的切換裝置330或圖2中的230)。所以，該切換裝置維持導通，並且下拉具有連接至該切換裝置之汲極之閘極的外部MOSFET（例如圖2的MOSFET開關250）的閘極電壓。

在第三時間間隔期間，該輸出節點ON處的控制電壓CNTR會低於該第二參考電壓 V_{REF2} 的位準，其為具有連接該輸出節點ON之閘極的切換裝置的臨限電壓，且該切換裝置關斷且變成非導電。因此，該切換裝置停止下拉該外部MOSFET的閘極電壓。從而，根據一實施例，當該切換裝置並未執行下拉操作時，流經該切換裝置之溢漏電流的量會小於流經傳統下拉電阻器的電流的量，造成輸出驅動器的較低耗電量。

圖7為繪示根據一實施例之由一輸出驅動器所執行之製程的流程圖700。在一實施例中，該輸出驅動器包括一切換裝置（例如圖2的切換裝置230）以及一下拉電路（例如圖2的下拉電路210），並且該切換裝置包括一經耦接至電力開關（例如圖2中的MOSFET開關250）之閘極的節

點。

在S710處，該輸出驅動器下拉位在經耦接至該電力開關之閘極的節點（例如圖2的第一節點242）處的電壓位準，以防止當該電力開關並非在電力啟動模式下時過早地導通該電力開關。例如，當該電力開關處於對應於第一時間間隔的電力關閉模式時（例如圖6A的第一時間間隔 t_1 ），並且當該電力開關處於對應於使用該切換裝置之第二時間間隔的中間模式時（例如圖6A的第二時間間隔 t_2 ），該輸出驅動器會下拉閘極電壓位準。在一實施例中，該切換裝置為空乏型NMOSFET，並且在該等第一及第二時間間隔期間為關斷。

在S750處，當該電力開關轉變至電力開啟模式或在電力開啟模式下時，該輸出驅動器使用該下拉電路來關斷該切換裝置。例如，該輸出驅動器在第三時間間隔（例如圖6A的第三時間間隔 t_3 ）和第四時間間隔（例如圖6A的第四時間間隔 t_4 ）期間會關斷該切換裝置。在一實施例中，該下拉電路輸出一實質上等於或小於該切換裝置之臨限電壓的控制電壓（例如圖2的控制信號CNTR），以關斷該切換裝置。

在S790處，該輸出驅動器輸出一驅動信號（例如圖1的輸入信號IS），以使用不同於該下拉電路的部分來驅動該電力開關。例如，該輸出驅動器在第四時間間隔（例如圖6A的第四時間間隔 t_4 ）期間根據該驅動信號使該電力開關導通或關斷。

本揭示的實施例包括電子裝置，其等包括經組態設定以執行一或更多本文所述操作之封裝裝置。然實施例並非受限於此。

A1. 本揭露之一實施例包括一輸出驅動器，其包含：

一切換裝置，其具有經耦接至電力開關之閘極的第一節點並且下拉

該電力開關之閘極的電壓位準以防止過早地導通該電力開關；以及

一下拉電路，其耦接至該切換裝置，並且保持該切換裝置不被導通以防止過早地導通該電力開關。

A2. 如A1之輸出驅動器，其中該切換裝置包括一空乏型n-通道金屬氧化物半導體場效電晶體，該空乏型n-通道金屬氧化物半導體場效電晶體具有耦接至該第一節點的一汲極，且

其中當該電力開關處於電力開啟模式或轉變至電力開啟模式時，該下拉電路會關斷該切換裝置。

A3. 如A2之輸出驅動器，其中該下拉電路包括：

一控制電路，其基於供應電壓、第一參考電壓和回授信號來產生一啟動信號；以及

一負電荷泵，其根據該啟動信號來產生一控制信號並且將該控制信號輸出至該切換裝置。

A4. 如A3之輸出驅動器，其中該切換裝置係一第一切換裝置。該控制電路包括一第一比較器，其比較該供應電壓和該第一參考電壓以輸出第一輸入信號；一第二切換裝置，其耦接至一第二節點與一接地之間並且接收該回授信號，而在該第二節點處的一電壓對應於第二輸入信號；一電阻器，其耦接至該供應電壓與該第二節點之間；以及一邏輯閘，其對反向版本的第一輸入信號和第二輸入信號執行邏輯運算以輸出該啟動信號。

A5. 如A4之輸出驅動器，其中當該供應電壓小於該第一參考電壓時，該電力開關處於電力關閉模式，並且於該電力關閉模式與該電力開啟模式之間的時間間隔，該電力開關處於中間模式，並且其中當該電力開關處於中間模式時，該邏輯閘輸出指示邏輯低值的啟動信號，而且當該電力

開關在電力關閉模式或電力開啟模式下時，該邏輯閘輸出指示邏輯高值的啟動信號。

A6. 如A3之輸出驅動器，其中該控制信號為一控制電壓，並且其中該負電荷泵降低該控制電壓，直到該控制電壓在第二時間間隔期間變成實質上等於該切換裝置的臨限電壓為止。

A7. 如A3之輸出驅動器，其中該切換裝置係一第一切換裝置，並且其中該控制電路包括：

一第一比較器，其比較該供應電壓和該第一參考電壓以輸出第一輸入信號；

一第二切換裝置，其耦接至一第二節點與一接地之間並且接收該回授信號，而在該第二節點處的電壓對應於第二輸入信號；

一電阻器，其耦接至該供應電壓與該第二節點之間；以及

一邏輯閘，其對反向版本的第一輸入信號和第二輸入信號執行邏輯運算以輸出該啟動信號。

A8. 如A7之輸出驅動器，其中該負電荷泵使該控制信號的絕對量值實質上為該回授信號在該中間模式結束處之絕對量值的兩倍大。

A9. 如A8之輸出驅動器，其中該第二切換裝置為一空乏型n-通道金屬氧化物半導體場效電晶體。

A10. 如A8之輸出驅動器，其中該負電荷泵包括：

一振盪器，其耦接至該邏輯閘並且在該第二時間間隔期間產生一振盪信號；

一第一電容器，其耦接至該振盪器；

一第一二極體，其耦接至該第一電容器與接地之間；

一第二二極體，其耦接至該第一電容器與一第三節點之間，該第三節點則耦接至該第二切換裝置的閘極；

一第二電容器，其耦接至該第二二極體；

一第三二極體，其耦接至該第二電容器與該第三節點之間；

一第三電容器，其耦接至該第三節點與接地之間；

一第四電容器，其耦接至一第四節點與接地之間，在該第四節點處的電壓對應於該控制信號；以及

一第四二極體，其耦接至該第二電容器與該第四節點之間。

A11. 如A3之輸出驅動器，其中該輸出驅動器是包括在一控制器內，而該控制器在一封裝中。

B1. 在一實施例中，一種設備包括一控制器；以及一輸出驅動器，其包括一切換裝置，該切換裝置具有一經耦接至一電力開關之閘極的第一節點，並且下拉該電力開關之閘極的電壓位準以防止過早地導通該電力開關；以及一下拉電路，該下拉電路係經耦接至該切換裝置，並且保持該切換裝置不致導通以防止過早地導通該電力開關。

C1. 本揭露之一實施例包括一種用於控制一輸出驅動器的方法，該方法包含：

下拉在一第一節點處之一電壓的位準以防止經耦接至該輸出驅動器的電力開關過早地導通，該第一節點係經耦接至一切換裝置和該電力開關的閘極；

使用一下拉電路來關斷該切換裝置；以及

將一驅動信號輸出至該電力開關。

C2. 如C1之方法，其中該切換裝置為一空乏型n-通道金屬氧化物半

導體場效電晶體，該空乏型n-通道金屬氧化物半導體場效電晶體具有耦接至該第一節點的一汲極，該方法進一步包含：

基於一供應電壓、一第一參考電壓和一回授信號來產生一啟動信號；且

根據該啟動信號來產生一控制信號並且將該控制信號輸出至該切換裝置。

C3. 如C2之方法，其中該切換裝置係一第一切換裝置，該方法進一步包含：

比較該供應電壓和該第一參考電壓以輸出一第一輸入信號；

根據該回授信號使用一第二切換裝置產生一第二輸入信號；且

對反向版本的第一輸入信號和第二輸入信號執行邏輯運算以輸出該啟動信號。

C4. 如C3之方法，其中當該供應電壓小於該第一參考電壓時，該電力開關處於電力關閉模式，並且於該電力關閉模式與該電力開啟模式之間的時間間隔中，該電力開關處於中間模式，該方法進一步包含：

使該控制信號的絕對量值實質上為該回授信號在該中間模式結束處之絕對量值的兩倍大。

本揭露之若干態樣已結合經提議為實例之本揭露特定實施例來描述。可製作本文中前述的多項實施例之數個的替代方式、修改和變化，而不致悖離如後述申請專利範圍的範疇。因此，本文中所陳述的實施例屬說明意圖為說明性質而非限制性。

【符號說明】

100 切換模式電力供應(SMPS)設備

110	控制器
130	輸出驅動器
150	開關
200	輸出驅動器
202	第一焊墊
204	第二焊墊
206	第三焊墊
210	下拉電路
230	切換裝置
242	第一節點
244	第二節點
250	外部MOSFET開關；MOSFET開關
300	輸出驅動器
304	第一焊墊
306	第二焊墊
310	下拉電路
312	負電荷泵
318	第一路徑
320	第二路徑
324	第三路徑
330	切換裝置
332	電荷泵控制電路
342	第一節點

344	第二節點
400	下拉電路
403	第一電容元件
405	第二電容元件
406	第一比較器
407	第三電容元件
408	OR邏輯閘/邏輯閘
409	第四電容元件
410	下拉電路
411	第一二極體
412	負電荷泵
413	第二二極體
415	第三二極體
416	節點/輸出節點ON
417	第四二極體
418	第一路徑
419	節點
420	第二路徑
421	電阻器
423	切換裝置/第一切換裝置
432	電荷泵控制電路
441	節點/第二節點N2
442	振盪器

500	下拉電路
503	第一電容元件
505	第二電容元件
506	第一比較器
507	第三電容元件
508	邏輯閘
509	第四電容元件
511	第一二極體
512	負電荷泵
513	第二二極體
514	第二比較器
515	第三二極體
516	節點/輸出節點ON
517	第四二極體
518	第一路徑
520	第二路徑
522	第四路徑
524	第三路徑
532	電荷泵控制電路
542	振盪器
602	輪廓
604	輪廓
606	輪廓

608	輪廓
700	流程圖
S710	步驟
S750	步驟
S790	步驟



I675552

【發明摘要】

申請日：

IPC分類：

公告本

【中文發明名稱】

具有下拉能力的輸出驅動器

【英文發明名稱】

OUTPUT DRIVER HAVING PULL-DOWN CAPABILITY

【中文】

一種輸出驅動器，其包括一切換裝置，該切換裝置具有經耦接至一電力開關之一閘極的一第一節點並且下拉該電力開關之該閘極的一電壓位準以防止過早地導通該電力開關。一下拉電路係經耦接至該切換裝置，並且保持該切換裝置不被導通以防止過早地導通該電力開關。

【英文】

An output driver includes a switching device having a first node coupled to a gate of a power switch and pulling down a voltage level of the gate of the power switch to prevent a premature turn-on of the power switch. A pull-down circuit is coupled to the switching device and keeping the switching device from being turned on to prevent the premature turn-on of the power switch.

【指定代表圖】

圖2

【代表圖之符號簡單說明】

- 200 輸出驅動器
- 202 第一焊墊
- 204 第二焊墊

206	第三焊墊
210	下拉電路
230	切換裝置
242	第一節點
244	第二節點
250	外部MOSFET開關

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種輸出驅動器，其包含：

一切換裝置，其具有經耦接至一電力開關之一閘極之一第一節點並且下拉該電力開關之該閘極之一電壓位準以防止該電力開關之一過早導通；及

一下拉電路，其耦接至該切換裝置且產生用以控制該切換裝置之一控制信號，

其中該切換裝置包括一空乏型金屬氧化物半導體場效電晶體，及其中該下拉電路根據一供應電壓及一第一參考電壓而調整該控制信號之一值。

【第2項】

如請求項1之輸出驅動器，其中該空乏型金屬氧化物半導體場效電晶體為一空乏型n-通道金屬氧化物半導體場效電晶體，該空乏型n-通道金屬氧化物半導體場效電晶體具有耦接至該第一節點之一汲極，

其中當該電力開關處於一電力開啟模式或轉變至一電力開啟模式時，該下拉電路關斷該切換裝置，及

其中當該供應電壓之一位準超過該第一參考電壓之一位準時，該下拉電路開始降低該控制信號之一值。

【第3項】

如請求項1之輸出驅動器，其中該下拉電路包括：

一控制電路，其基於該供應電壓、該第一參考電壓及一回授信號來產生一啟動信號；及

一負電荷泵，其根據該啟動信號來產生該控制信號並且將該控制信號輸出至該切換裝置，其中該回授信號與該控制信號相關聯。

【第4項】

如請求項3之輸出驅動器，其中該回授信號為該控制信號，並且其中該控制電路包括：

一第一比較器，其比較該供應電壓與該第一參考電壓以輸出一第一輸入信號；

一第二比較器，其比較該回授信號與一第二參考電壓以輸出一第二輸入信號；及

一邏輯閘，其對該等第一輸入信號及第二輸入信號執行一邏輯運算以輸出該啟動信號。

【第5項】

如請求項4之輸出驅動器，其中當該供應電壓小於該第一參考電壓時，該電力開關處於一電力關閉模式，並且於該電力關閉模式與該電力開啟模式之間的一時間間隔，該電力開關處於一中間模式，且

其中藉由該切換裝置來防止該電力開關之該過早導通涉及在該電力關閉模式與該中間模式期間保持該電力開關為關斷。

【第6項】

如請求項5之輸出驅動器，其中該邏輯閘為一AND邏輯閘，並且其中當該電力開關處於該中間模式時，該邏輯閘輸出指示一邏輯高值的該啟動信號，且當該電力開關處於該電力關閉模式或該電力開啟模式時，該邏輯閘輸出指示一邏輯低值的該啟動信號。

【第7項】

一種用於控制一輸出驅動器之方法，該方法包含：

下拉在一第一節點處之一電壓的一位準以防止經耦接至該輸出驅動器之一電力開關之一過早導通，該第一節點係經耦接至一切換裝置及該電力開關之一閘極；

使用一下拉電路來控制該切換裝置；及

將一驅動信號輸出至該電力開關，

其中控制該切換裝置包含：

基於一供應電壓、一第一參考電壓及一回授信號來產生一啟動信號；及

根據該啟動信號來產生一控制信號並且將該控制信號輸出至該切換裝置，其中該回授信號與該控制信號相關聯。

【第8項】

如請求項7之方法，其中該切換裝置為一空乏型n-通道金屬氧化物半導體場效電晶體，該空乏型n-通道金屬氧化物半導體場效電晶體具有耦接至該第一節點的一汲極。

【第9項】

如請求項8之方法，其進一步包含：

當該電力開關處於一電力關閉模式時，提高該供應電壓的一位準直到該供應電壓的該位準變成實質上等於該第一參考電壓的一位準為止。

【第10項】

如請求項8之方法，其中該回授信號為該控制信號，並且該方法進一步包含：

比較該供應電壓與該第一參考電壓以輸出一第一輸入信號；
比較該回授信號與一第二參考電壓以輸出一第二輸入信號；及
對該等第一輸入信號及第二輸入信號執行一邏輯運算以輸出該啟動信號。