



(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 I595650 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：104116283

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 05 月 21 日

(51)Int. Cl. : H01L29/66 (2006.01)

H01L29/786 (2006.01)

(71)申請人：蘇炯光 (中華民國) SU, JIONG GUANG (TW)

新竹縣竹北市勝利一路 122 號 4 樓

周鴻文 (中華民國) CHOU, HUNG WEN (TW)

新竹縣竹北市文興路 321 號

(72)發明人：蘇炯光 SU, JIONG GUANG (TW) ; 周鴻文 CHOU, HUNG WEN (TW)

(74)代理人：葉璟宗；詹東穎；劉亞君

(56)參考文獻：

TW	I267896	JP	03-220773A
JP	2003-115595A	JP	2014-241404A
US	5937283	US	6316296
US	6472258	US	7176089
WO	2006/079964A2		

審查人員：王榮華

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：5 共 27 頁

(54)名稱

適應性雙閘極金氧半場效電晶體

ADAPTIVE DUO-GATE MOSFET

(57)摘要

一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體，包括溝渠式金氧半場效電晶體與適應性裝置。所述溝渠式金氧半場效電晶體包括源極、汲極、第一閘極、第二閘極以及介於第一閘極與第二閘極之間的介電層。其中，第一閘極能產生電荷耦合，且第二閘極能在溝渠式金氧半場效電晶體形成通道(channel)。所述適應性裝置是分別電性耦合至第一、第二閘極與源極。在第二閘極與源極之間的電位差高於一定值時，使第一閘極與源極斷路，然後使第一與第二閘極導通。在經過一預定時間後，使第一與第二閘極斷路，然後使第一閘極與源極導通。

An adaptive duo-gate MOSFET includes a trench MOSFET and an adaptive element. The trench MOSFET includes a source, a drain, a first gate, a second gate, and a dielectric layer between the first and second gates. Herein, the first gate may generate charge-coupling, and the second gate may form channel in the trench MOSFET. The adaptive element is electrically coupled to the first gate, the second gate, and the source respectively. When a potential difference between the second gate and the source is larger than a predetermined value, the first gate and the source are open and then the first gate and the second gate are electrically connected. After a predetermined time, the first gate and the second gate are open and then the first gate and the source are electrically connected.

指定代表圖：

符號簡單說明：

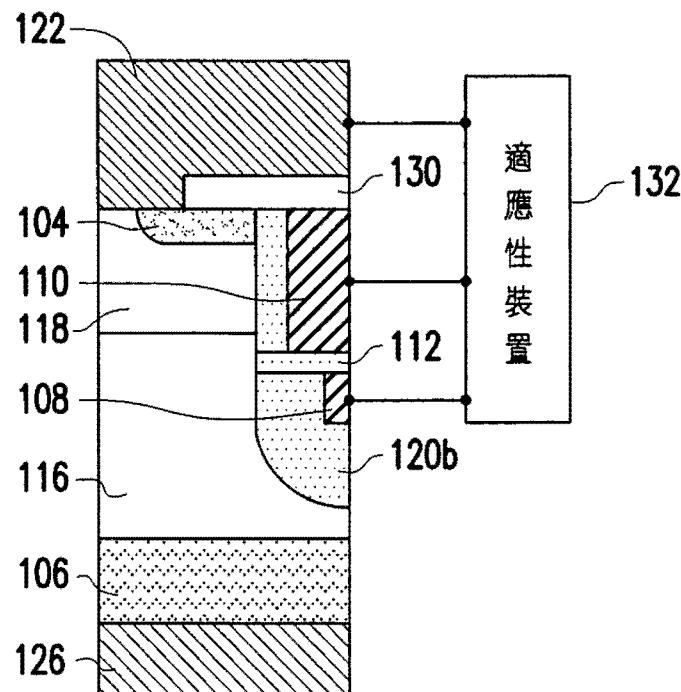


圖 1C

發明摘要

※ 申請案號：104116283

※ 申請日： 104/05/21

※IPC 分類：
H01L 29/66 (2006.01)
H01L 29/786 (2006.01)

【發明名稱】適應性雙閘極金氧半場效電晶體

ADAPTIVE DUO-GATE MOSFET

【中文】

一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體，包括溝渠式金氧半場效電晶體與適應性裝置。所述溝渠式金氧半場效電晶體包括源極、汲極、第一閘極、第二閘極以及介於第一閘極與第二閘極之間的介電層。其中，第一閘極能產生電荷耦合，且第二閘極能在溝渠式金氧半場效電晶體形成通道(channel)。所述適應性裝置是分別電性耦合至第一、第二閘極與源極。在第二閘極與源極之間的電位差高於一定值時，使第一閘極與源極斷路，然後使第一與第二閘極導通。在經過一預定時間後，使第一與第二閘極斷路，然後使第一閘極與源極導通。

【英文】

An adaptive duo-gate MOSFET includes a trench MOSFET and an adaptive element. The trench MOSFET includes a source, a drain, a first gate, a second gate, and a dielectric layer between the first and second gates. Herein, the first gate may generate charge-coupling, and the second gate may form channel in the trench MOSFET. The adaptive element is electrically coupled to the first

gate, the second gate, and the source respectively. When a potential difference between the second gate and the source is larger than a predetermined value, the first gate and the source are open and then the first gate and the second gate are electrically connected. After a predetermined time, the first gate and the second gate are open and then the first gate and the source are electrically connected.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1C。

【本代表圖之符號簡單說明】：

104：源極

106：汲極

108：第一閘極

110：第二閘極

112：介電層

116：N-型磊晶層

118：P 型井

120b：介電層

122：源極金屬

126：汲極金屬

130：絕緣層

132：適應性裝置

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】適應性雙閘極金氧半場效電晶體

ADAPTIVE DUO-GATE MOSFET

【技術領域】

【0001】本發明是有關於一種溝渠式金氧半場效電晶體(trench MOSFET)，且特別是有關於一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體。

【先前技術】

【0002】切換式(switching-mode)線路憑藉其優越的功率效率(efficiency)廣泛地被應用在電源供應器的控制。欲達最佳的功率效率則必須降低輸入功率損耗(input power loss)與輸出功率損耗(output power loss)，而輸出級功率金氧半場效電晶體的導通損耗(conduction loss)與其切換損耗(switching loss)是貢獻於輸出功率損耗的兩個主要因子。

【0003】近年來溝渠式金氧半場效電晶體由於其單位晶片面積下具高元件密度的特點而被廣泛應用。此一特點可以於相同晶片面積下有效地降低金氧半場效電晶體的導通電阻。然而，欲使溝渠式金氧半場效電晶體應用於高電壓的操作，其汲極(drain)的N型磊晶層(epitaxial layer)必須同時增加厚度與降低摻雜濃度(doping concentration)，因而使溝渠式金氧半場效電晶體的導通電阻提高。

【0004】近來一種稱為電荷耦合金氧半場效電晶體(CC-MOSFET,

Charge-Coupling MOSFET)之改良型溝渠式金氧半場效電晶體，能解決上述問題。這種電晶體延伸閘極至 N-型磊晶層來改變位於汲極的 N-型磊晶層電場，使電晶體在截止(blocking)操作時，該區具有二維電荷平衡(two-dimensional charge balance)的電場從而增加金氧半場效電晶體的崩潰電壓(breakdown voltage)。由於此結構可將原本備製於低崩潰電壓應用下的較高摻雜濃度的 N-型磊晶層，得以被採用於較高崩潰電壓應用，因此對於較高崩潰電壓的電荷耦合金氧半場效電晶體而言，其導通電阻將較傳統的具相同崩潰電壓的溝渠式金氧半場效電晶體低。

【0005】然而，因為閘極延伸至 N-型磊晶層的部分會與其周圍的氧化層(隔離結構)與 N-型磊晶層之間產生電容，故而增加閘極至汲極電容，並因此使得電荷耦合金氧半場效電晶體的切換時間增加，因此增加了切換損耗。

【0006】所以，目前發展出一種稱為分離閘金氧半場效電晶體(split-gate MOSFET)或稱為遮蔽閘極金氧半場效電晶體(shielded-gate MOSFET)的改良型電荷耦合金氧半場效電晶體。這種電晶體是把閘極延伸至 N-型磊晶層的部分與原本存在於 P 型井的部分，以多晶矽間介電層(IPD, inter-poly-dielectric)分隔開，藉此分開閘極的兩部分的電位。而位於 N-型磊晶層內的閘極部分會以金屬內連線電性耦合至源極(source)電位，用於截止(blocking)操作下二維電荷平衡的生成，並藉由多晶矽間介電層來改善電荷耦合金氧半場效電晶體所導致的高電容從而降低切換損耗。

【0007】然而，由於位於N型磊晶層內的閘極部分之電位與源極相同，當元件操作在導通狀態，這個部分的閘極會與源極一樣處於最低電位，而無法聚積電子，因此導通電阻將較比電荷耦合金氧半場效電晶體要高。

【發明內容】

【0008】本發明提供一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體，可同時降低其導通損耗與其切換損耗的適應性做法，藉由適應性雙閘極金氧半場效電晶體的提出將可提高系統的功率效率。

【0009】本發明另提供一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體之操作方法，可適應性調控電晶體而在不同狀態下達到降低導通損耗與切換損耗的效果。

【0010】本發明的適應性雙閘極金氧半場效電晶體包括溝渠式金氧半場效電晶體與適應性裝置。所述溝渠式金氧半場效電晶體包括基板、源極與汲極、第一閘極、第二閘極以及介於第一閘極與第二閘極之間的介電層。其中，源極與汲極是分別位於基板內之溝渠的兩端，而第一與第二閘極以及介電層均位於所述溝渠內。第一閘極能在基板中產生電荷耦合，且第二閘極能在溝渠式金氧半場效電晶體形成通道(channel)。至於上述適應性裝置是分別電性耦合至第一、第二閘極與源極，並在第二閘極與源極之間的電位差高於一第一定值時，使第一閘極與源極斷路，然後使第一與第二閘極導通。另外，在經過一預定時間後，使第一與第二閘極

斷路，然後使第一閘極與源極導通。

【0011】在本發明的一實施例中，上述適應性裝置包括第一開關元件、第二開關元件與控制電路。上述第一開關元件分別耦接至第一與第二閘極，而第二開關元件則是分別耦接至第一閘極與源極。控制電路根據第二閘極與源極之間的所述電位差決定第一與第二開關元件的開啓與斷接。

【0012】在本發明的一實施例中，上述適應性裝置還可包括一電位偵測元件，偵測第二閘極與源極的電位，並產生一電位差訊號至上述控制電路。

【0013】在本發明的一實施例中，上述適應性雙閘極金氧半場效電晶體還可包括計時器(clock)，耦接至上述適應性裝置，在第一閘極與第二閘極導通後，開始計時上述預定時間，並在預定時間計時完畢時，使第一閘極與第二閘極斷路。

【0014】在本發明的一實施例中，上述預定時間之結束時點為第二閘極與源極之間的電位差低於一第二定值的時候。

【0015】在本發明的一實施例中，上述第二定值大於第一定值。

【0016】在本發明的一實施例中，上述第二定值等於第一定值。

【0017】在本發明的一實施例中，上述介電層包括多晶矽間介電層(IPD)。

【0018】在本發明的一實施例中，上述第二閘極位於第一閘極上且接近源極。

【0019】在本發明的一實施例中，上述第一閘極位於溝渠內並自

溝渠的頂面露出，而上述第二閘極是分別位於第一閘極兩側的多個導電層。

【0020】 本發明的上述適應性雙閘極金氧半場效電晶體之操作方法包括取得溝渠式金氧半場效電晶體的第二閘極與源極之間的電位差，在所述電位差高於一第一定值時，使第一閘極與源極斷路，並在第一閘極與源極斷路後，導通第一與第二閘極。而在經過一預定時間後，使第一與第二閘極斷路，並在第一與第二閘極斷路後，導通第一閘極與源極。

【0021】 在本發明的另一實施例中，上述操作方法還可包括在所述電位差低於第一定值時，維持第一閘極與源極的導通狀態以及第一閘極與第二閘極的斷路狀態。

【0022】 在本發明的另一實施例中，在導通上述第一與第二閘極後，還可括開始計時上述預定時間，並在預定時間計時完畢時，使上述第一與第二閘極斷路。

【0023】 在本發明的另一實施例中，上述預定時間之結束時點為上述電位差低於一第二定值的時候。

【0024】 基於上述，本發明藉由適應性裝置，能使第一閘極於切換時期與截止時期具有低電位，以降低閘極至汲極電容減少切換損耗與增加崩潰電壓；於電晶體導通狀態時，使第一閘極處於高電位，以降低導通電阻從而減少導通損耗。因此，本發明之適應性雙閘極金氧半場效電晶體可同時降低切換損耗與導通損耗。

【0025】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉

實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0026】

圖 1A 是依照本發明的第一實施例的一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體之溝渠式金氧半場效電晶體的示意圖。

圖 1B 是圖 1A 之 B-B 線段的剖面示意圖。

圖 1C 是第一實施例的適應性雙閘極金氧半場效電晶體之示意圖。

圖 1D 是圖 1C 的適應性雙閘極金氧半場效電晶體之另一例示意圖。

圖 2 是圖 1C 之適應性雙閘極金氧半場效電晶體的波形，其說明依照本發明的第二實施例之操作情形。

圖 3 是本發明之第三實施例的一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體之示意圖。

圖 4 是本發明之第四實施例的一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體之示意圖。

圖 5 是本發明之第五實施例的一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體之示意圖。

【實施方式】

【0027】

以下實施例是作為示例性地說明本發明的概念，並不用

以侷限其應用與實施範圍。

【0028】 圖 1A 是依照本發明的第一實施例的一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體之溝渠式金氧半場效電晶體的示意圖，圖 1B 是圖 1A 之 B-B 線段的剖面示意圖。

【0029】 第一實施例的適應性雙閘極金氧半場效電晶體包括有溝渠式金氧半場效電晶體 100 與適應性裝置。請先參照圖 1A 與圖 1B 來了解溝渠式金氧半場效電晶體 100。溝渠式金氧半場效電晶體 100 包括基板 102、源極 104 與汲極 106、第一閘極 108、第二閘極 110 以及介於第一閘極 108 與第二閘極 110 之間的介電層 112，其中介電層 112 例如多晶矽間介電層(IPD)。上述源極 104 與汲極 106 是分別位於基板 102 內之溝渠 114 的兩端，而第一與第二閘極 108 與 110 以及介電層 112 均位於所述溝渠 114 內，第二閘極 110 是位於第一閘極 108 上且接近源極 104。另外，基板 102 還可包括 N-型磊晶層 116 與 P 型井 118，其中 N-型磊晶層 116 與 P 型井 118 之間的交接部位與介電層 112 接近，但本發明並不限於此。至於溝渠 114 內的第一與第二閘極 108 與 110 和基板 102 之間具有介電層 120a 和 120b。此外，可藉由源極金屬 122、閘極金屬 124 與汲極金屬 126 分別導通至源極 104、第二閘極 110 與汲極 106。另外，還可選擇性地設置與第一閘極 108 電性耦接的導電金屬 128。而在上述源極金屬 122、閘極金屬 124 與導電金屬 128 之間及其相對於基板 102 的其他構件之間可設置絕緣層 130，來進行電性隔絕。

【0030】 圖 1C 是第一實施例的適應性雙閘極金氧半場效電晶體之示意圖，其中只顯示圖 1B 虛線所定義的半結構以簡化說明。

【0031】 在圖 1C 中，適應性裝置 132 分別電性耦合至第一閘極 108、第二閘極 110 與源極 104，並在第二閘極 110 與源極 104 之間的電位差高於一第一定值時，使第一閘極 108 與源極 104 斷路，然後使第一與第二閘極 108 與 110 導通。另外，在經過一預定時間後，可使第一與第二閘極 108 與 110 斷路，然後使第一閘極 108 與源極 104 導通。第一閘極 108 能在基板 102 中產生電荷耦合，且第二閘極 110 能在溝渠式金氧半場效電晶體形成通道 (channel)。詳細的操作可參照圖 2。

【0032】 圖 1D 是圖 1C 的適應性雙閘極金氧半場效電晶體之另一例示意圖，其中使用與圖 1C 相同的元件符號來代表相同或類似的構件。

【0033】 在圖 1D 中，適應性裝置 132 還耦接至一計時器(clock) 134，在第一閘極 108 與第二閘極 110 導通後，開始計時上述預定時間，並在預定時間計時完畢時，使第一閘極 108 與第二閘極 110 斷路。這段預定時間可與第二閘極 110 與源極 104 之間的電位差相關；也可與第二閘極 110 與源極 104 之間的電位差不相關。如果不考慮第二閘極 110 與源極 104 之間的電位差，則只要預定第一閘極 108 與第二閘極 110 斷路的時間。反之，如果能精準地校正適應性雙閘極金氧半場效電晶體，則可使上述預定時間精確對應所述電位差的變化，而選擇性地直接利用計時器 134 控制第一

閘極 108 與第二閘極 110 之間的導通與斷路。

【0034】 圖 2 是圖 1C 之適應性雙閘極金氧半場效電晶體的波形，其說明依照本發明的第二實施例之操作情形。

【0035】 在圖 2 中， V_{GS} (gate to source voltage)表示溝渠式金氧半場效電晶體在操作期間的第二閘極至源極電壓、 V_{DS} (drain to source voltage)表示溝渠式金氧半場效電晶體在操作期間的汲極至源極電壓、 I_{DS} (drain to source current)表示溝渠式金氧半場效電晶體在操作期間的汲極至源極電流。至於圖 2 下方的 S1 狀態代表第一閘極與第二閘極的連接狀態(ON 是導通狀態、OFF 是斷路狀態)以及 S2 狀態代表第一閘極與源極的連接狀態(ON 是導通狀態、OFF 是斷路狀態)。

【0036】 搭配圖 1C 的適應性雙閘極金氧半場效電晶體來看，在取得溝渠式金氧半場效電晶體的第二閘極 110 與源極 104 之間的電位差後，若是電位差高於 $V_{GP1} + \Delta V1$ 時，使 S2 狀態為 OFF，即第一閘極 108 與源極 104 呈斷路狀態，然後 S1 狀態為 ON，即第一閘極 108 與第二閘極 110 呈導通狀態。而在經過一預定時間後，使 S1 狀態為 OFF，然後 S2 狀態為 ON。這段預定時間可在時序的 t_6 以後。此外，在上述電位差低於 $V_{GP1} + \Delta V1$ 時，S1 狀態與 S2 狀態可分別維持 OFF 及 ON。上述 $V_{GP2} + \Delta V2$ 可大於或者等於 $V_{GP1} + \Delta V1$ 。關於圖 2 的操作對於金氧半場效電晶體的影響將詳述於下文。

【0037】 首先，在切換傳統的金氧半場效電晶體於導通狀態前的

轉換區(transition region)內，位於時序的 t1 至 t3 區間，由於偏高的汲極至源極電流 I_{DS} 與汲極至源極電壓 V_{DS} 會致使輸出切換損耗偏高。而本實施例的 S1 狀態與 S2 狀態分別為斷路狀態(OFF)及導通狀態(ON)，因此至少在 t2 至 t3 時間區間內，圖 1C 之適應性雙閘極金氧半場效電晶體的第一閘極 108 與源極 104 同電位，致使適應性雙閘極金氧半場效電晶體的第一閘極 108 至汲極 106 的電容將不會加總至適應性雙閘極金氧半場效電晶體的總閘極至汲極電容(gate-to-drain capacitance)。由於總閘極至汲極電容的縮減，相同跨電壓的條件之下，累積於總閘極至汲極電容因而減少，致使 t2 至 t3 時間縮短進而降低平均切換功率而改善切換損耗。

【0038】 同理，在切換傳統的溝渠式金氧半場效電晶體於斷路狀態前的轉換區內，位於時序的 t10 至 t12 區間，由於偏高的汲極至源極電流 I_{DS} 與汲極至源極電壓 V_{DS} 會致使輸出切換損耗偏高。而圖 1C 之適應性雙閘極金氧半場效電晶體的 S1 狀態與 S2 狀態，在 t10 至 t12 區間分別為斷路狀態(OFF)及導通狀態(ON)，因此至少在 t10 至 t12 時間區間內，適應性雙閘極金氧半場效電晶體的第一閘極 108 與源極 104 同電位，致使適應性雙閘極金氧半場效電晶體的第一閘極 108 至汲極 106 的電容將不會加總至適應性雙閘極金氧半場效電晶體的總閘極至汲極電容。由於總閘極至汲極電容的縮減，相同跨電壓的條件之下，累積於總閘極至汲極電容因而減少，並使得 t10 至 t11 時間縮短進而降低平均切換功率而改善切換損耗。

【0039】在 t6 至 t7 區間內，圖 1C 之適應性雙閘極金氧半場效電晶體的 S1 狀態與 S2 狀態如果分別為導通狀態(ON)及斷路狀態(OFF)，第一閘極 108 與第二閘極 110 由於均具有高於源極 104 與汲極 106 電位，致使 N-型磊晶層 116 與絕緣層 120b 的介面聚積電子，而能進一步降低導通電阻。

【0040】在本實施例中，S1 狀態的 ON 起始點僅需發生於第二閘極 110 至源極 104 電位(V_{GS})高於 V_{GP1} 加上 $\Delta V1$ 之後與晚於 S2 狀態的 OFF 起始點，例如可晚於時序 t6，並不需侷限於 t4 至 t6 的短暫區間。

【0041】另外，在 S1 狀態為 ON 後，上述預定時間之結束時點還可設定為第二閘極 110 與源極 104 之間的電位差低於 $V_{GP2} + \Delta V2$ 的時候。由於切換 S1 與 S2 狀態後，適應性雙閘極金氧半場效電晶體的第一閘極 108 至汲極 106 的電容將不會加總至適應性雙閘極金氧半場效電晶體的總閘極至汲極電容，所以隨著總閘極至汲極電容的縮減，相同跨電壓的條件之下，累積於總閘極至汲極電容因而減少，致使 t10 至 t11 時間縮短進而降低平均切換功率而改善切換損耗。

【0042】另外，在 S1 狀態為 ON 之後，還可通過如計時器之類的裝置，開始計時預定時間，並在預定時間計時完畢時，使 S1 狀態為 OFF。上述預定時間之結束時點可以是晚於時序 t6 的任何時間；或者也可反映第二閘極 110 與源極 104 之間的電位差；亦即，如果維持時間可精確對應所述電位差的變化，還可選擇直接以計

時器控制 S1 狀態的導通與斷路。

【0043】 圖 3 是本發明之第三實施例的一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體之示意圖，其中使用與第一實施例相同的元件符號來代表相同或類似的構件。

【0044】 請參照圖 3，本實施例中的適應性裝置 300 可包括第一開關元件 302、第二開關元件 304 和控制電路 306。上述第一開關元件 302 分別耦接至第一閘極 108 與第二閘極 110，而第二開關元件 304 則是分別耦接至第一閘極 108 與源極 104，其通過源極金屬 122 連接至源極 104。控制電路 306 可根據第二閘極 110 與源極 104 之間的電位差，決定第一與第二開關元件 302 與 304 的開啓與斷接。

【0045】 此外，本發明之溝渠式金氧半場效電晶體除了上述實施例所繪示的類型，還可使用其他類型的溝渠式金氧半場效電晶體，並不限於圖式的例子。

【0046】 圖 4 是本發明之第四實施例的一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體之示意圖。

【0047】 請參照圖 4，第四實施例的適應性雙閘極金氧半場效電晶體 400 中的溝渠式金氧半場效電晶體 402 包括基板 404、位於基板 404 內的溝渠 406、分別位於溝渠 406 兩端的源極 408 與汲極 410、以及位於溝渠 406 內的第一閘極 412、第二閘極 414 以及介於第一閘極 412 與第二閘極 414 之間的介電層 416，其中介電層 416 例如多晶矽間介電層(IPD)。第一閘極 412 位於溝渠 406 內並自溝渠 406 的頂面 406a 露出，故可將第一閘極 412 的金屬接觸置於主動區而

降低整個晶片面積。而第二閘極 414 是分別位於第一閘極 412 兩側的導電層。另外，基板 404 還可包括 N-型磊晶層 418 與 P 型井 420，其中 N-型磊晶層 418 與 P 型井 420 之間的交接部位 422 與第二閘極 414 之底部 414a 接近，但本發明並不限於此。至於溝渠 406 內則還有其他介電層 424 用來隔開第一閘極 412、第二閘極 414 與 N-型磊晶層 418、P 型井 420。此外，可藉由源極金屬 426 與汲極金屬 428 分別導通至源極 408 與汲極 428。而在上述源極金屬 426 及其相對於基板 404 其他構件之間可設置絕緣層 430，來進行電性隔絕。

【0048】 至於適應性雙閘極金氧半場效電晶體 400 中的適應性裝置 432 分別電性耦合至第一閘極 412、第二閘極 414 與源極 408，並在第二閘極 414 與源極 408 之間的電位差高於一第一定值時，使第一閘極 412 與源極 408 斷路，然後使第一與第二閘極 412 與 414 導通，此時適應性雙閘極金氧半場效電晶體 400 處於導通狀態，將使第一閘極 412 亦處於高電位而致使 N-型磊晶層 418 與介電層 424 的介面聚積電子而進一步降低導通電阻。另外，在第二閘極 414 與源極 408 之間的電位差低於一第二定值時，使第一與第二閘極 412 與 414 斷路，然後使第一閘極 412 與源極 408 導通，此時適應性雙閘極金氧半場效電晶體 400 的第一閘極 412 至汲極 410 的電容將不會加總至適應性雙閘極金氧半場效電晶體 400 的總閘極至汲極電容，致使適應性雙閘極金氧半場效電晶體 400 的總閘極至汲極電容降低從而降低切換損耗。詳細的操作同樣可參

照圖 2，故不再贅述。

【0049】 圖 5 是本發明之第五實施例的一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體之示意圖，其中使用與第四實施例相同的元件符號來代表相同或類似的構件。

【0050】 在圖 5 中，第五實施例的適應性雙閘極金氧半場效電晶體 500 中的溝渠式金氧半場效電晶體與第四實施例一樣，而適應性裝置 502 則包括有第一開關元件 504、第二開關元件 506、電位偵測元件 508 和控制電路 510。上述第一開關元件 504 分別耦接至第一閘極 412 與第二閘極 414，而第二開關元件 506 則是分別耦接至第一閘極 412 與源極 408，其中第二開關元件 506 可通過源極金屬 426 連接至源極 408。電位偵測元件 508 可偵測第二閘極 414 與源極 408 的電位，並產生一電位差訊號至控制電路 510，使控制電路 510 根據上述電位差訊號，決定第一與第二開關元件 504 與 506 的開啓與斷接。

【0051】 綜上所述，本發明藉由耦接至溝渠式金氧半場效電晶體的適應性裝置，能分別在電晶體不同的狀態下，適應性變化第一閘極的電位，以兼顧切換損耗的降低與導通損耗的降低。

【0052】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】**【0053】**

- 100、402：溝渠式金氧半場效電晶體
102、404：基板
104、408：源極
106、410：汲極
108、412：第一閘極
110、414：第二閘極
112、120a、120b、416、424：介電層
114、406：溝渠
116、418：N-型磊晶層
118、420：P型井
122、426：源極金屬
124：閘極金屬
126、428：汲極金屬
128：導電金屬
130、430：絕緣層
132、300、432、502：適應性裝置
134：計時器
302、504：第一開關元件
304、506：第二開關元件
306、510：控制電路
400、500：適應性雙閘極金氧半場效電晶體
508：電位偵測元件

申請專利範圍

1. 一種適應性雙閘極金氧半場效電晶體，包括：

溝渠式金氧半場效電晶體，包括基板、位於該基板內的溝渠、分別位於該溝渠兩端的源極與汲極、以及位於該溝渠內的第一閘極、第二閘極以及介於該第一閘極與該第二閘極之間的介電層，其中該第一閘極能在該基板中產生電荷耦合且該第二閘極能在該溝渠式金氧半場效電晶體形成通道(channel)；以及適應性裝置，分別電性耦合至該第一閘極、該第二閘極與該源極，在該第二閘極與該源極之間的電位差高於一第一定值時，使該第一閘極與該源極斷路，然後使該第一閘極與該第二閘極導通；在經過一預定時間後，使該第一閘極與該第二閘極斷路，然後使該第一閘極與該源極導通，其中該適應性裝置包括：

第一開關元件，分別耦接至該第一閘極與該第二閘極；

第二開關元件，分別耦接至該第一閘極與該源極；

控制電路，根據該第二閘極與該源極之間的該電位差決定該第一開關元件與該第二開關元件的開啟與斷接；以及

電位偵測元件，偵測該第二閘極與該源極的電位，並產生一電位差訊號至該控制電路。

2. 如申請專利範圍第1項所述的適應性雙閘極金氧半場效電晶體，更包括計時器(clock)，耦接至該適應性裝置，在該第一閘極與該第二閘極導通後，開始計時該預定時間，並在該預定時間計時完畢時，使該第一閘極與該第二閘極斷路。

3. 如申請專利範圍第1項所述的適應性雙閘極金氧半場效電晶體，其中該預定時間之結束時點為該第二閘極與該源極之間的該電位差低於一第二定值的時候。

4. 如申請專利範圍第3項所述的適應性雙閘極金氧半場效電晶體，其中該第二定值大於該第一定值。

5. 如申請專利範圍第3項所述的適應性雙閘極金氧半場效電晶體，其中該第二定值等於該第一定值。

6. 如申請專利範圍第1項所述的適應性雙閘極金氧半場效電晶體，其中該介電層包括多晶矽間介電層(IPD)。

7. 如申請專利範圍第1項所述的適應性雙閘極金氧半場效電晶體，其中該第二閘極位於該第一閘極上且接近該源極。

8. 如申請專利範圍第1項所述的適應性雙閘極金氧半場效電晶體，其中該第一閘極位於該溝渠內並自該溝渠的頂面露出，而該第二閘極是分別位於該第一閘極兩側的多個導電層。

9. 一種如申請專利範圍第1~8項中任一項所述的適應性雙閘極金氧半場效電晶體之操作方法，包括：

取得該溝渠式金氧半場效電晶體的該第二閘極與該源極之間的該電位差；

在該電位差高於一第一定值時，使該第一閘極與該源極斷路；

在該第一閘極與該源極斷路後，導通該第一閘極與該第二閘極；

在經過一預定時間後，使該第一閘極與該第二閘極斷路；以

105-9-30

及

在該第一閘極與該第二閘極斷路後，導通該第一閘極與該源極。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述的操作方法，更包括在該電位差低於該第一定值時，維持該第一閘極與該源極的導通狀態以及該第一閘極與該第二閘極的斷路狀態。

11. 如申請專利範圍第 9 項所述的操作方法，其中在導通該第一閘極與該第二閘極後，更包括開始計時該預定時間，並在該預定時間計時完畢時，使該第一閘極與該第二閘極斷路。

12. 如申請專利範圍第 9 項所述的操作方法，其中該預定時間之結束時點為該電位差低於一第二定值的時候。

圖式

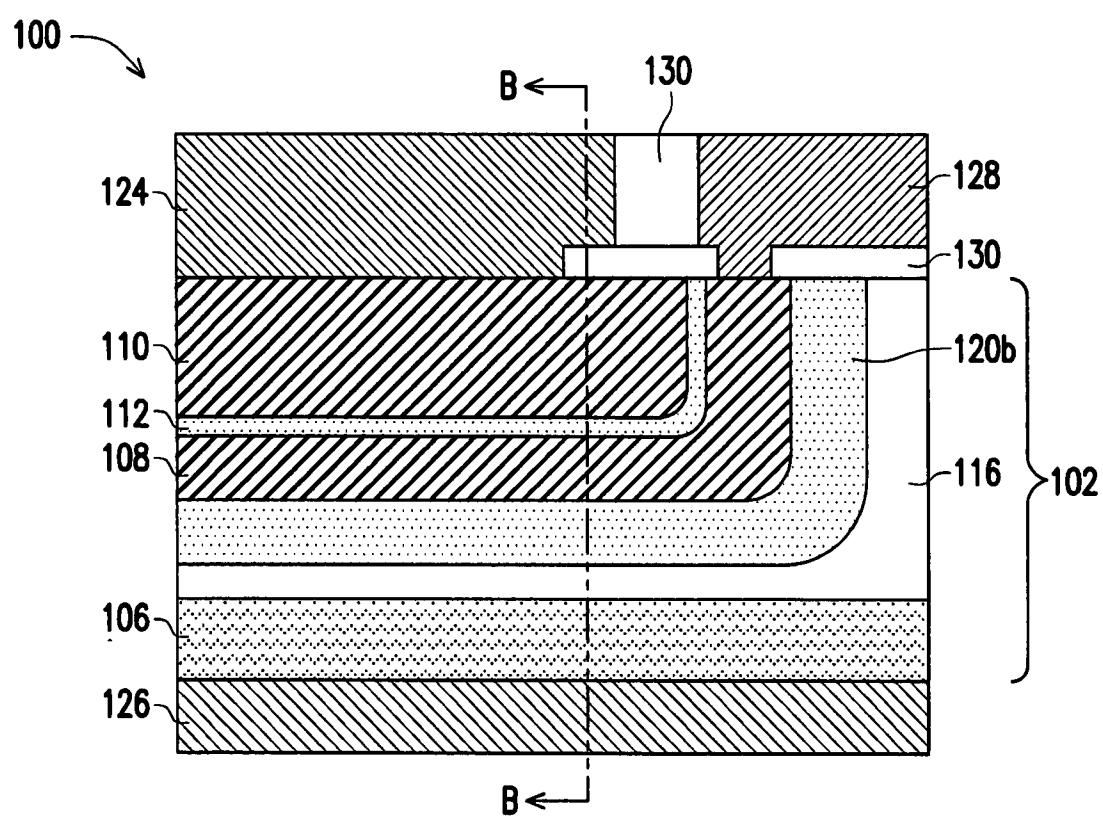


圖 1A

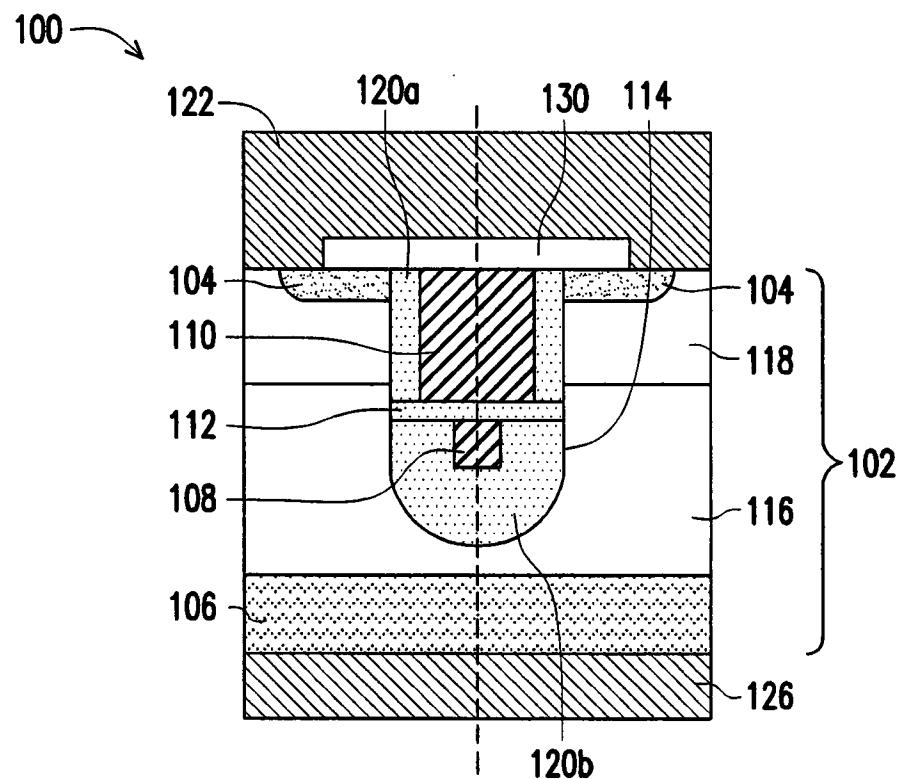


圖 1B

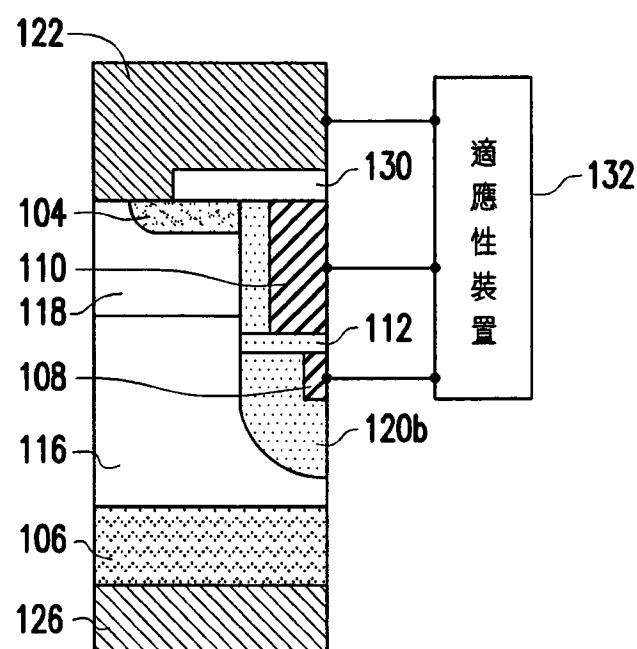


圖 1C

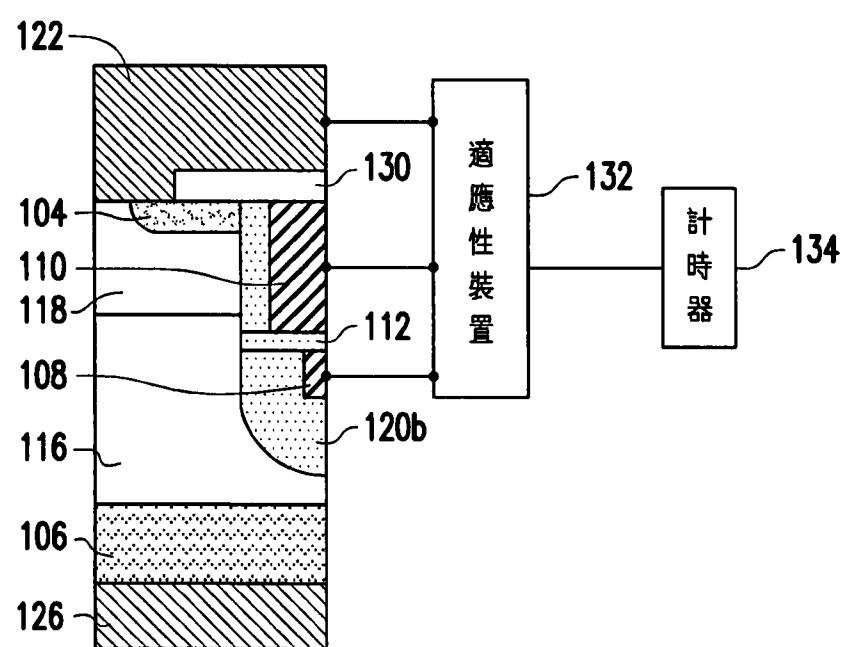


圖 1D

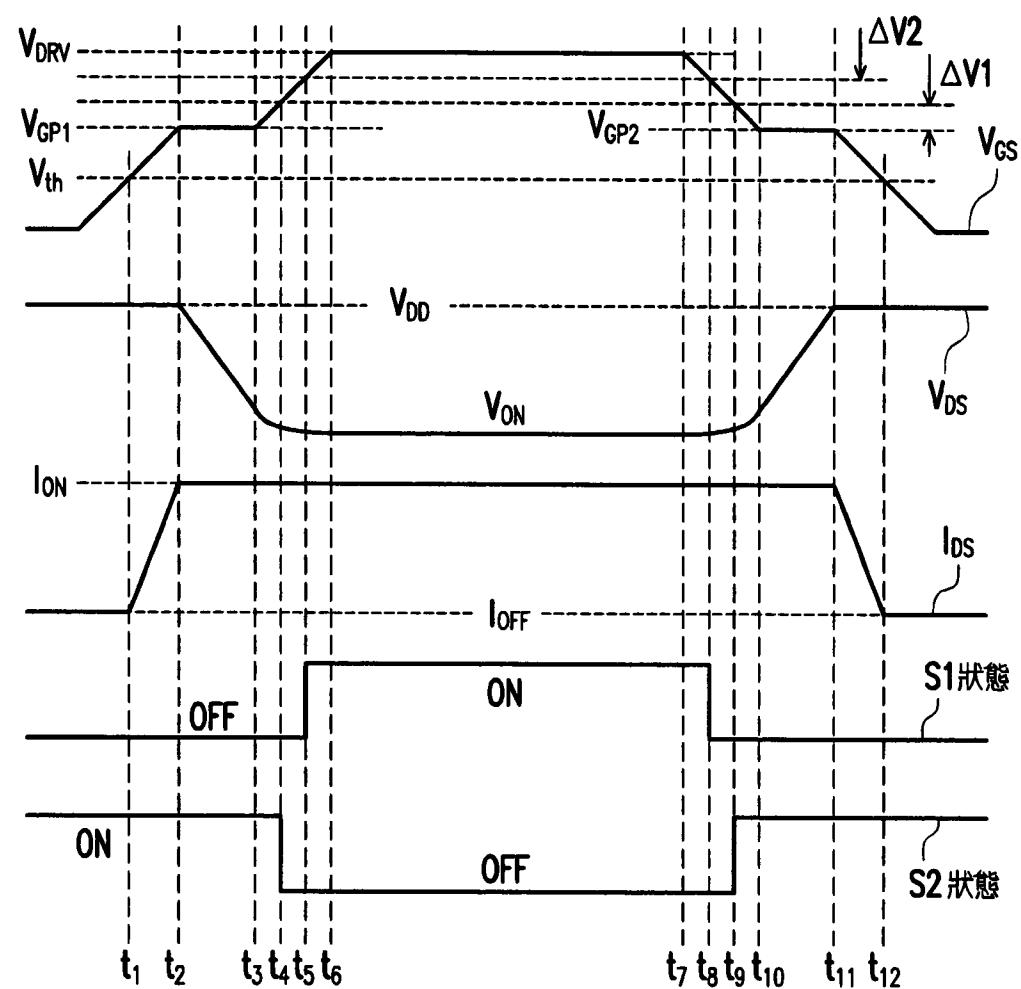


圖 2

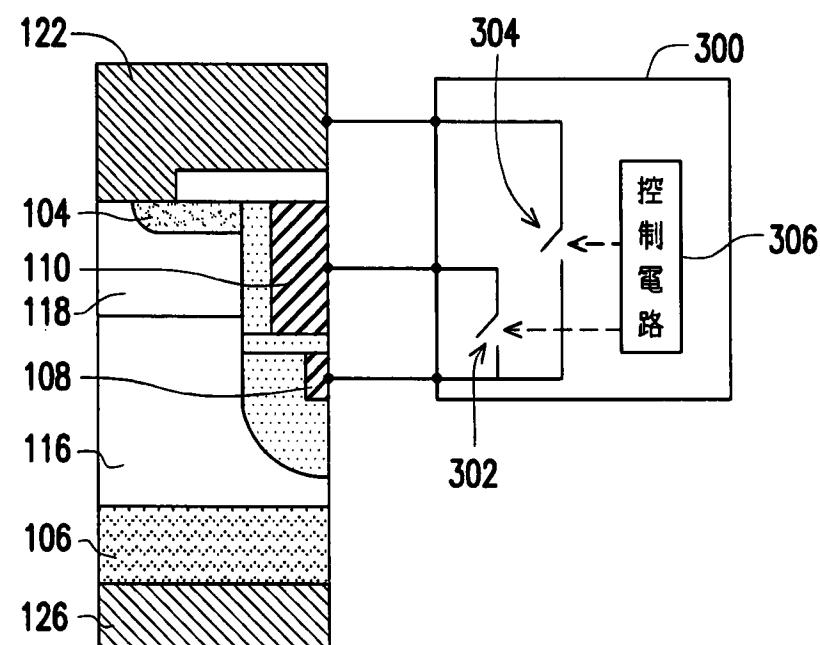


圖 3

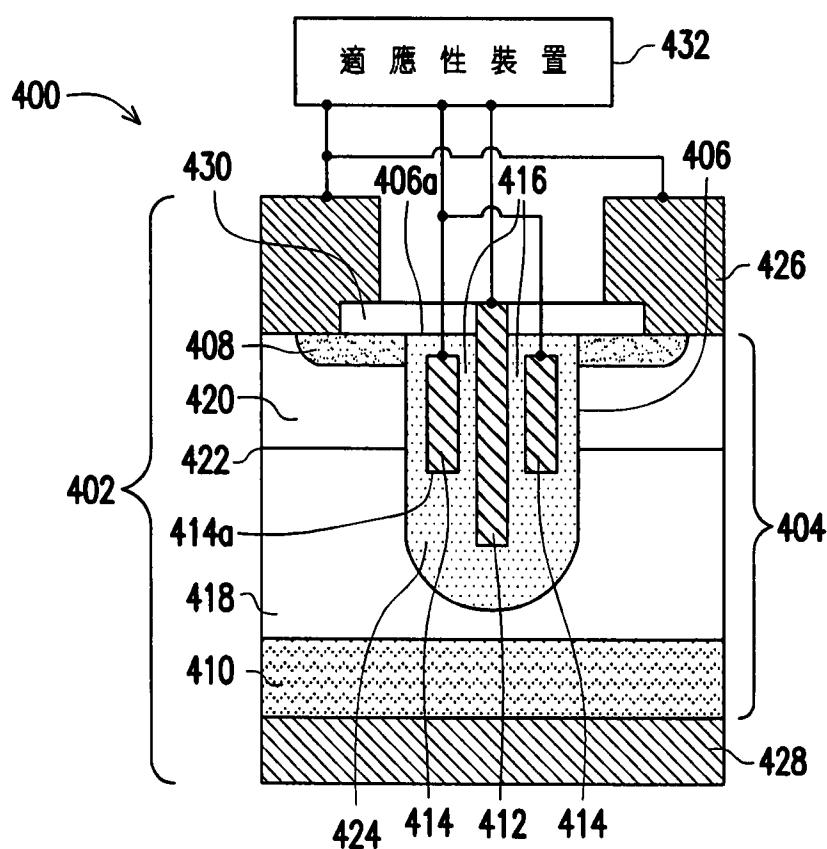


圖 4

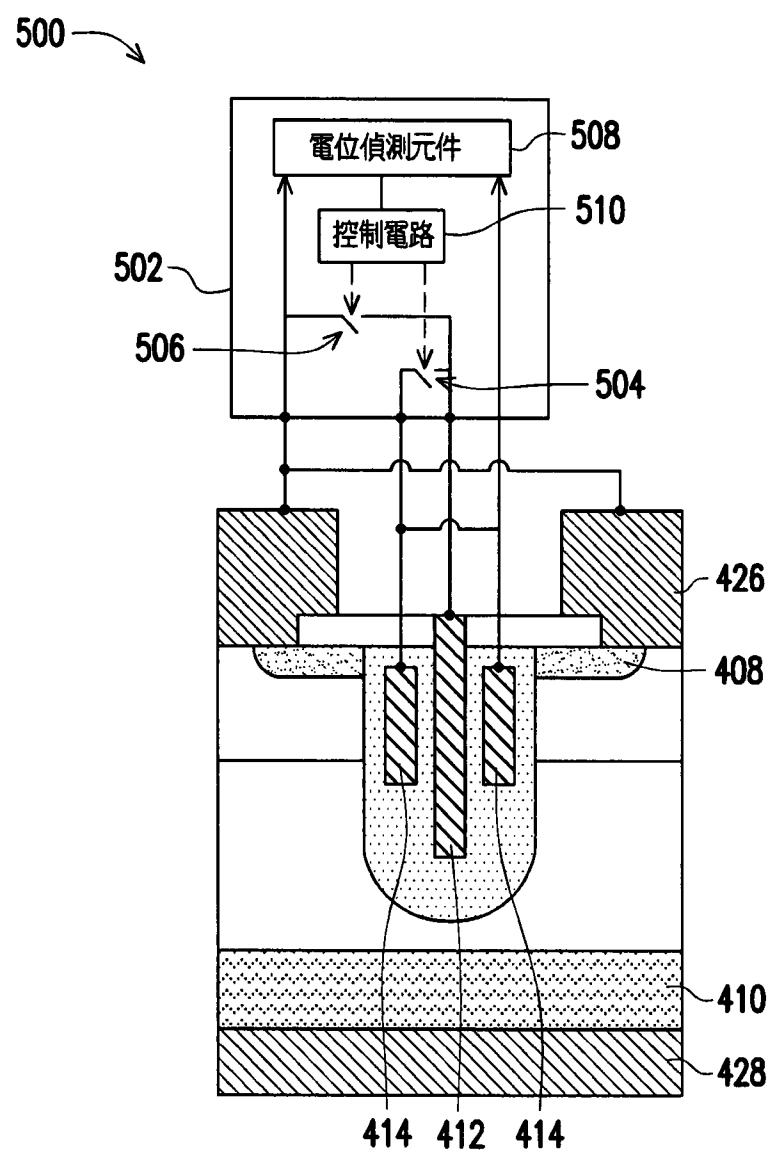


圖5