



(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 I730868 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 11 日

(21)申請案號：109126736

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 06 日

(51)Int. Cl. : **H01L27/146 (2006.01)**(71)申請人：力晶積成電子製造股份有限公司 (中華民國) POWERCHIP SEMICONDUCTOR
MANUFACTURING CORPORATION (TW)

新竹市力行一路十八號

(72)發明人：蔡博安 TSAI, BO-AN (TW)；李世平 LEE, SHIH-PING (TW)

(74)代理人：吳豐任；戴俊彥

(56)參考文獻：

TW 201309005A

TW 201608690A

TW 201727193A

TW 201817223A

US 2010/0308209A1

審查人員：陳憶緣

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：11 共 29 頁

(54)名稱

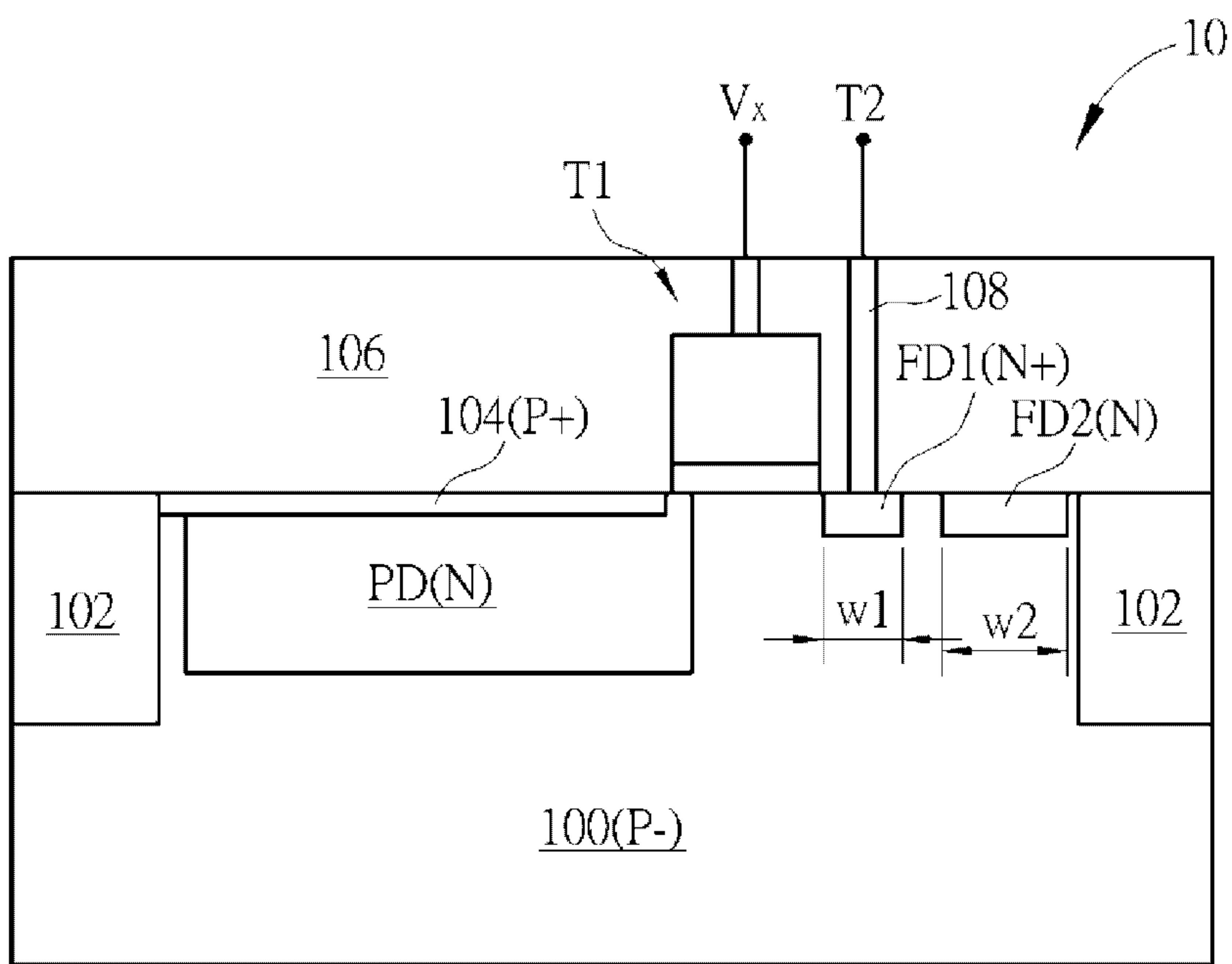
互補式金氧半導體影像感測器

(57)摘要

一種互補式金氧半導體影像感測器，包含一基底、一光電二極體位於該基底中、一第一浮動擴散區位於該基底中且與一重置電晶體相接、一轉移電晶體位於該基底上且介於該光電二極體與該第一浮動擴散區之間、一第二浮動擴散區位於該基底中且與該第一浮動擴散區相隔一段距離，其中該第二浮動擴散區與該第一浮動擴散區的摻雜類型相同，且該第二浮動擴散區的摻雜濃度比該第一浮動擴散區的摻雜濃度低。

A CMOS image sensor, including a substrate, a photodiode formed in the substrate, a first floating diffusion region formed in the substrate and connecting with a reset transistor, a transfer transistor formed on the substrate and between the photodiode and the first floating diffusion region, a second floating diffusion region formed in the substrate and spaced apart from the first floating diffusion region, wherein doping types of the first floating diffusion region and the second floating diffusion region are the same, and the doping concentration of second floating diffusion region is lower than the doping concentration of first floating diffusion region

指定代表圖：



第2圖

符號簡單說明：

10: CIS 元件

100: 半導體基底

102: 元件隔離結構

104: P+型摻雜層

106: 層間介電層

108: 接觸件

FD1: 第一浮動擴散區

FD2: 第二浮動擴散區

PD: 光電二極體

T1: 轉移電晶體

T2: 重置電晶體

Vx: 控制訊號

w1, w2: 寬度



I730868

【發明摘要】

【中文發明名稱】互補式金氧半導體影像感測器

【英文發明名稱】CMOS Image Sensor

【中文】

一種互補式金氧半導體影像感測器，包含一基底、一光電二極體位於該基底中、一第一浮動擴散區位於該基底中且與一重置電晶體相接、一轉移電晶體位於該基底上且介於該光電二極體與該第一浮動擴散區之間、一第二浮動擴散區位於該基底中且與該第一浮動擴散區相隔一段距離，其中該第二浮動擴散區與該第一浮動擴散區的摻雜類型相同，且該第二浮動擴散區的摻雜濃度比該第一浮動擴散區的摻雜濃度低。

【英文】

A CMOS image sensor, including a substrate, a photodiode formed in the substrate, a first floating diffusion region formed in the substrate and connecting with a reset transistor, a transfer transistor formed on the substrate and between the photodiode and the first floating diffusion region, a second floating diffusion region formed in the substrate and spaced apart from the first floating diffusion region, wherein doping types of the first floating diffusion region and the second floating diffusion region are the same, and the doping concentration of second floating diffusion region is lower than the doping concentration of first floating diffusion region

【指定代表圖】第(2)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

10	CIS元件
100	半導體基底
102	元件隔離結構
104	P+型摻雜層
106	層間介電層
108	接觸件
FD1	第一浮動擴散區
FD2	第二浮動擴散區
PD	光電二極體
T1	轉移電晶體
T2	重置電晶體
V _x	控制訊號
w1, w2	寬度

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】互補式金氧半導體影像感測器

【英文發明名稱】CMOS Image Sensor

【技術領域】

【0001】 本發明大體上與一種互補式金氧半導體影像感測器(CMOS image sensor, CIS)結構有關，更具體言之，其係關於一種具有兩個浮動擴散區的互補式金氧半導體固態影像感測器結構。

【先前技術】

【0002】 對於現代人而言，具有半導體元件的各種電子裝置已是生活中不可或缺的用品。具備感光、攝像等功能的電子裝置普遍都會涉及到使用固態(半導體)影像感測器等部件，其中，互補式金氧半導體影像感測器(CMOS image sensor, 簡稱為CIS)被廣泛地應用在多種領域，諸如數位相機以及行動電話的攝像頭，其較傳統的CCD（電荷耦合元件）影像感測器耗電更少、驅動電壓更低，且速度更快。CIS一般會包含排成陣列型態的圖像元件(像素)，每個像素會含有電晶體、電容以及光電二極體，其中光電二極體暴露在光環境下會誘發電能，其所產生的電子與落在像素單元上的光量呈一定比例。這些電子在像素中會被轉換成電壓訊號的形式並再進一步轉換為數位訊號。

【0003】 在實際的運用中，攝影或感光場景會有大量的亮度變化的情形發生，不同光照環境下的光量差異會對CIS的感測造成不良的影響，這是因為現今一般經高度微縮化後的四電晶體4T CIS元件運作是將所接收到的影像光經由光電二極體轉換成電子載體儲存在一個具有固定導帶能階、電容量較小的浮動擴

散區(floating diffusion)中，並透過一轉移電晶體來控制該些電子的讀出/轉移至浮動擴散區，之後再讀取浮動擴散區中所累積的電子來獲得影像訊號。當光線較強或曝光時間過長時，所轉換成的電子容易超出浮動擴散區較小的固有容量而從浮動擴散區溢出至周圍像素，造成讀取出的影像有高光溢出(blooming)現象。另一方面，如果為了解決此問題而加大浮動擴散區的容量，其又會導致CIS原有的轉換增益下降，如此在弱光環境下其浮動擴散區中所累積的電子在讀取中所能產生的輸出電壓不足，讀取出的影像容易因為雜訊而有過暗或對比不足的問題。上述問題都會造成實際讀取出的影像失真、品質不佳。

【0004】 為了解決上述問題，現今業界的解決方案為在原有的浮動擴散區旁邊再外接一個浮動擴散區與電容器，並設置額外的轉移電晶體來控制光電二極體處所累積的電子的轉移，此即所謂的橫向溢出整合電容(lateral overflow integration capacitor, LOFIC)之做法，來擴增原有浮動擴散區的儲存容量，以此增加CIS的動態範圍。然而這類做法需要增設額外的轉移電晶體與電容器，使得固有製程複雜化並增加製作成本。故此，目前業界仍需持續改良現有的CIS結構，特別是針對像素尺寸不斷微縮化的影像感測器元件，以解決上述強光/弱光失真等動態範圍不佳的問題。

【發明內容】

【0005】 為了克服上述影像感測器的感光問題，本發明提出了一種具有兩個浮動擴散區作為載子保存區的CIS元件，其兩個浮動擴散區相鄰且具有不同摻雜濃度的特徵使其可以同時兼顧不同光照環境下的感光需求，不須增設額外的電晶體與電容結構，以節省製程複雜度與成本，又可結合不同的元件隔離結構來達成不同的功能性變體。

【0006】 本發明的其一面向為提出一種互補式金氧半導體影像感測器，包含

一基底、一光電二極體位於該基底中、一第一浮動擴散區位於該基底中且與一重置電晶體相接、一轉移電晶體位於該基底上且介於該光電二極體與該第一浮動擴散區之間、一第二浮動擴散區位於該基底中且與該第一浮動擴散區相隔一段距離，其中該第二浮動擴散區與該第一浮動擴散區的摻雜類型相同，且該第二浮動擴散區的摻雜濃度比該第一浮動擴散區的摻雜濃度低。

【0007】 本發明的這類目的與其他目的在閱者讀過下文中以多種圖示與繪圖來描述的較佳實施例之細節說明後應可變得更加明瞭顯見。

【圖式簡單說明】

【0008】

本說明書含有附圖併於文中構成了本說明書之一部分，俾使閱者對本發明實施例有進一步的瞭解。該些圖示係描繪了本發明一些實施例並連同本文描述一起說明了其原理。在該些圖示中：

第1圖為根據本發明較佳實施例中一互補式金氧半導體影像感測器(CIS)的電路設置圖；

第2圖為根據本發明較佳實施例中CIS元件的截面示意圖；

第3圖為根據本發明較佳實施例中CIS元件的截面示意圖與其相關部位在重置(reset)運作時所對應的導帶能階圖；

第4圖為根據本發明較佳實施例中CIS元件的截面示意圖與其相關部位在弱光環境下所對應的導帶能階圖；

第5圖為根據本發明較佳實施例中CIS元件的截面示意圖與其相關部位在強光環境下所對應的導帶能階圖；

第6圖為根據本發明較佳實施例中CIS元件的感光響應(ΔV)對曝光時間(ms)的折線圖。

第7圖為根據本發明較佳實施例中CIS元件的兩個浮動擴散區FD1, FD2在不同的偏壓下所對應的導帶能階圖；

第8圖為根據本發明較佳實施例中CIS元件的截面示意圖與其相關部位在不同的偏壓下所對應的導帶能階圖；

第9圖為根據本發明另一實施例中一CIS元件的截面示意圖與其相關部位所對應的導帶能階圖；

第10圖為根據本發明又一實施例中一CIS元件的截面示意圖與其相關部位所對應的導帶能階圖；以及

第11圖為根據本發明又一實施例中一CIS元件的截面示意圖與其相關部位所對應的導帶能階圖。

須注意本說明書中的所有圖示皆為圖例性質，為了清楚與方便圖示說明之故，圖示中的各部件在尺寸與比例上可能會被誇大或縮小地呈現，一般而言，圖中相同的參考符號會用來標示修改後或不同實施例中對應或類似的元件特徵。

【實施方式】

【0009】 現在下文將詳細說明本發明的示例性實施例，其會參照附圖示出所描述之特徵以便閱者理解並實現技術效果。閱者將可理解文中之描述僅透過例示之方式來進行，而非意欲要限制本案。本案的各種實施例和實施例中彼此不衝突的各種特徵可以以各種方式來加以組合或重新設置。在不脫離本發明的精神與範疇的情況下，對本案的修改、等同物或改進對於本領域技術人員來說是可以理解的，並且旨在包含在本案的範圍內。

【0010】 閱者應能容易理解，本案中的「在…上」、「在…之上」和「在…上方」的含義應當以廣義的方式被解讀，以使得「在…上」不僅表示「直接在」

某物「上」而且還包括在某物「上」且其間有居間特徵或層的含義，並且「在…之上」或「在…上方」不僅表示「在」某物「之上」或「上方」的含義，而且還可以包括其「在」某物「之上」或「上方」且其間沒有居間特徵或層（即，直接在某物上）的含義。

【0011】 此外，為了描述方便，諸如「在…之下」、「在…下方」、「下部」、「在…之上」、「上部」等空間相關的術語在本文中可以用於描述一個元件或特徵與另一個或多個元件或特徵之間的關係，如在附圖中示出的。

【0012】 如本文中使用的，術語「層」是指包括具有厚度的區域的材料部分。層可以在下方或上方結構的整體之上延伸，或者可以具有小於下方或上方結構範圍的範圍。此外，層可以是厚度小於連續結構的厚度的均質或非均質連續結構的區域。例如，層可以位於在連續結構的頂表面和底表面之間或在頂表面和底表面處的任何水平面對之間。層可以水準、豎直和/或沿傾斜表面延伸。基底可以是層，其中可以包括一個或多個層，和/或可以在其上、其上方和/或其下方具有一個或多個層。層可以包括多個層。例如，互連層可以包括一個或多個導體和接觸層（其中形成觸點、互連線和/或通孔）和一個或多個介電層。

【0013】 在下文的描述中，「基底」與「晶圓」兩詞是可以互換的，其可包含內部中或表面上有電路形成的任何半導體結構。這些結構可包含矽、覆矽絕緣基底(SOI)、覆矽藍寶石基底(SOS)、摻雜或未摻雜的半導體、被半導體基材所支撐的矽質磊晶層、或是其他半導體結構等。半導體不一定要矽質的，其也可為矽鍺、鍺、或是砷化鎵。當下文中提到基底時，其半導體基材中或上方可能已經有進行過製程步驟形成層、區域或接面等結構。

【0014】 文中描述會使用「N」與「P」等稱號，一般以「N型」與「P型」的方式，來指稱會促發電子與電洞作為主要載體的施體與受體類摻質。一個摻質類型後綴有「++」符號代表了其摻雜濃度是高於那些後綴為「+」符號的摻質的

摻雜濃度。反之，後綴為「-」符號的摻質類型代表了其摻質的摻雜濃度是低於那些沒有後綴符號的摻質的摻雜濃度。

【0015】 「像素」(pixel)一詞指的是含有光感測器與元件的圖像單元，例如將電磁輻射轉換為電子訊號的電晶體等。一個成像裝置會含有以多條行與列的形式排成二維陣列型態的多個像素，像素陣列的四周會具有週邊電路與其他部件，其可能包含達成影像感測器運作與處理的各種電路。為了描述的目的，圖中與文中的描述都會以一個代表性的像素為主，閱者須了解整體的結構與製程是以同樣的方式包括成像裝置中的所有像素的，且發明中的像素單元可以任何設置與位向與半導體裝置的其他部件整合。

【0016】 現在下文的實施例將根據第1圖至第5圖來說明本發明較佳實施例中互補式金氧半導體影像感測器(CMOS image sensor, CIS)的電路佈局、截面結構以及其在不同運作模式下的導帶能階變化。經由該些圖示與相關說明，閱者將可以清楚地理解本發明CIS結構中各個電路部件之間的連接關係與相關運作，以及該些運作所導致的各部位間的導帶能階變化以及其所能達到之發明功效。

【0017】 首先請同時參照第1圖與第2圖，其分別為根據本發明較佳實施例中一CIS元件10的電路設置圖與截面示意圖。須注意在圖示中，一個CIS元件10即為一個像素單元，每個像素單元都具有重複、類似的元件部位且會接收其對應區域的入射光。由於本發明的重點在於CIS元件10的光電二極體與浮動擴散區的運作，故第2圖的截面結構僅會示出第1圖電路設置中與該兩部位的運作相關的元件部分與範圍。

【0018】 如第1圖所示，本發明的CIS元件10包含了一光電二極體PD、一轉移電晶體T1、一重置電晶體T2、一源極隨耦電晶體T3、以及一選擇電晶體T4。光電二極體PD的陽極接地，陰極則經由轉移電晶體T1連接至一第一浮動擴散區FD1，或稱為浮動擴散結點，其可累積載子並將其轉換為電壓訊號。重置電晶體

T2的汲極連接至第一浮動擴散區FD1，源極隨耦電晶體T3的閘極也連接至第一浮動擴散區FD1，重置電晶體T2與源極隨耦電晶體T3的源極則連接至一可調之高電位 V_{cc} 。再者，第一浮動擴散區FD1的一端在高電壓時與第二浮動擴散區FD2的一端連接以使兩者並聯，第一浮動擴散區FD1與第二浮動擴散區FD2的另一端則分別接地。源極隨耦電晶體T3與選擇電晶體T4串聯，其會根據轉移至浮動擴散區的載子的電位來放大並產生影像輸出訊號。此外，CIS元件10還可能包含用來保留訊號的記憶電路與電容或是差動放大器等部件（未圖示）。

【0019】 轉移電晶體T1、重置電晶體T2、以及選擇電晶體T4都會被經由訊號線路供至其閘極部位的控制訊號來控制其開關，當高電位的閘極訊號供至閘極，其對應之電晶體就處於開啟態（導通態ON），當低電位的閘極訊號供至閘極，其對應之電晶體就處於關閉態（非導通態OFF）。在圖示中，轉移電晶體T1、重置電晶體T2、以及選擇電晶體T4的控制訊號分別以 V_x 、 V_{rst} 以及 V_s 來表示。就該些控制訊號而言，控制訊號 V_x 控制了光電二極體PD所累積的載子是否轉移至第一浮動擴散區FD1，控制訊號 V_{rst} 控制了是否要將第一浮動擴散區FD1的電位重置成供電電位 V_{cc} （例如+5V），控制訊號 V_s 則控制了該像素的選擇運作。

【0020】 [第一實施例]

【0021】 現在請參照第2圖。從CIS元件10的截面結構來看，CIS元件10形成在一半導體基底100上，例如一已形成有P型井(P-)的半導體基底100，作為像素所形成的區域。半導體基底100上也形成有元件隔離結構102，如以氧化矽形成的淺溝渠隔離結構(STI)、深溝渠隔離結構(DTI)或是矽局部氧化隔離結構(LOCOS)，其界定分隔出了像素單元用來轉換累積載子的部位。元件隔離結構102的電位能障會高於光電轉換區域的能障，使得載子能在區域內累積一定的量並避免載子漏到鄰近的像素。在一些實施例中，元件隔離結構102也可以摻入摻質來形成P+摻

雜層，作為通道停止區。

【0022】 半導體基底100上的元件隔離結構102所界定出的區域內形成有一光電二極體PD，如一嵌入在基底表面下的淺N型摻雜針扎光電二極體(pinned photodiode)，亦即此光電二極體PD的電壓被固定在一最大值 V_{pin} 。光電二極體PD通常會具有或與其他區域構成P-N-P結構，例如位於基底表面的P+型摻雜層104加上自身N型摻雜的光電二極體PD以及下方的半導體基底100的P-摻雜井。由於PN接面的存在，光電二極體PD可以根據所接收到的光進行光電轉換來生成等量的光電子。光子在光電二極體PD被吸收後會生成電子-電洞對，當轉移電晶體處於關閉態時，生成的電子會被收集在N型摻雜的光電二極體PD區域，而P+型摻雜層104可以起到抑制暗電流生成的效果。

【0023】 復參照第2圖。光電二極體PD的一端會透過轉移電晶體T1與第一浮動擴散區FD1連接。轉移電晶體T1包含摻雜多晶矽材質的閘極以及該閘極與半導體基底100之間的一層氧化矽材質的閘極介電層。第一浮動擴散區FD1可為一N+型摻雜區，意味著其N型摻雜濃度比光電二極體PD還高，浮動擴散區的摻雜濃度與其厚度都會影響到該區的歐姆值。轉移電晶體T1與第一浮動擴散區FD1分別經由接觸件108連接至控制訊號 V_x 與重置電晶體T2的汲極。當光電二極體PD的光電子積累一定時間後，轉移電晶體T1會被開啟(ON)，此時光電二極體PD所收集累積的就會經由開啟後的通道轉移至第一浮動擴散區FD1保存。另一方面，本發明的一大重點即為第一浮動擴散區FD1的旁邊還會形成有一個第二浮動擴散區FD2，如一N型摻雜區，第二浮動擴散區FD2其N型摻雜濃度比旁邊的第一浮動擴散區FD1低。第一浮動擴散區FD1與第二浮動擴散區FD2不同的摻雜濃度會導致其受偏壓時導帶能階不同，此點對於本發明結構的運作非常重要，後續實施例中會有詳細的說明。

【0024】 在本發明實施例中，第一浮動擴散區FD1與第二浮動擴散區FD2會相

隔一段間距，且第二浮動擴散區FD2不會與任何控制電壓或電晶體連接。第二浮動擴散區FD2的寬度 w_2 （如 $1\mu\text{m}$ ）可以設計得比第一浮動擴散區FD1的寬度 w_1 （如 $0.25\mu\text{m}$ ）還大，以具備較大的電容量，深度的話兩者可相同。除了上述的元件部位，整個像素區域上還可覆蓋一層透明或半透明的層間介電層106，其中可形成用以連接各導電區域或部件的接觸件108。層間介電層106的材質可為氧化矽、磷矽玻璃(PSG)、硼矽玻璃(BSG)、硼磷矽玻璃(BPSG)或是四乙氧基矽烷(TEOS)、氮化矽(SiN)、氮氧化矽(SiON)、低介電常數(low-k)材料等。

【0025】 接下來請參照第3圖，其同時繪示出了上述CIS元件10的截面示意圖與其相關部位在重置運作時所對應的導帶能階圖。從圖中可以看到，在轉移電晶體T1未開啟導通(OFF)的時候，N型摻雜的光電二極體PD與第一浮動擴散區FD1的導帶中間會被P-型摻雜的半導體基底P型井的能帶所阻隔，使得該兩區域不導通。同樣地，N型摻雜的第一浮動擴散區FD1與第二浮動擴散區FD2的導帶中間也被P-型摻雜的半導體基底P型井的能帶所阻隔，儘管兩者間的距離不大。另一方面，由於各區域的N型摻雜濃度不同，在重置電晶體T2呈關閉態未有供壓的時候，N+型摻雜的第一浮動擴散區FD1本質上會具有較低的導帶能階，第二浮動擴散區FD2的導帶能階則高於第一浮動擴散區FD1的導帶能階。

【0026】 復參照第3圖，當進行重置運作時，即重置電晶體T2進行一次開啟又關閉的運作，開啟後的重置電晶體T2會讓其源極端所連接的供電電壓 V_{cc} 供至第一浮動擴散區FD1，清空其內部原先保存的光電子來完成重置動作。另一方面，在重置動作後，重置電晶體T2會被關閉並使第一浮動擴散區FD1維持在 V_{cc} 電位，如此使第一浮動擴散區FD1保持在浮動態。從圖中可以看到，由於偏壓的關係，第一浮動擴散區FD1的導帶能階變得比原先的還低。同時，對於鄰近的第二浮動擴散區FD2來說，儘管沒有直接接觸到第一浮動擴散區FD1，其導帶能階也會受到此偏壓的影響而些微下降，並且第二浮動擴散區FD2與第一浮動擴散區

FD1兩者之間的P型井的導帶能階也會受影響被下拉至無法阻隔兩者之間的導帶能階，使得第一浮動擴散區FD1與第二浮動擴散區FD2的導帶能階呈如圖中所示連續且導通的態樣。對此合併導通後的導帶能階來說，下半部(僅第一浮動擴散區FD1)的有效能階寬度 w_1 較小，上半部(第一浮動擴散區FD1加上第二浮動擴散區FD2)的有效能階寬度 w_1+w_2 較大。由於浮動擴散區所能儲存的電容量正比於其電位乘以寬度(即導帶能階圖中對應區域的面積)，故此合併浮動擴散區的電容量會明顯大於第一浮動擴散區FD1的電容量並且電壓與儲存電荷呈非線性變化，於後續第4圖與第5圖詳細說明。

【0027】 接下來請參照第4圖，其同時繪示出了上述CIS元件10的截面示意圖與其相關部位在弱光環境下所對應的導帶能階圖。從圖中可以看到，在感光期間，光電二極體PD會將所接收到的入射光進行光電轉換，轉換成對應數量的光電子。當曝光達一定時間，光電二極體PD中會積累一定量的光電子，此時便會對CIS元件10進行讀出(read out)的動作。此動作即為對光電二極體PD與第一浮動擴散區FD1之間的轉移電晶體T1的閘極進行高電位的控制訊號 V_x 供壓，如此轉移電晶體T1便會被開啟，光電二極體PD與第一浮動擴散區FD1的導帶能階之間的阻隔會暫時被消除而產生通道，讓光電二極體PD中積累的光電子流至電位能較低的合併浮動擴散區。光電子轉移後，轉移電晶體T1會被關閉而消除光電二極體PD與第一浮動擴散區FD1之間的通道，讓光電子留在合併浮動擴散區中保存。

【0028】 從第4圖中可以看到，弱光環境下所產生的光電子數量較少，所以僅用合併浮動擴散區下半部的電容即可滿足光電子保存。再者，由於該下半部特意設計成具有較小的有效能階寬度，如此雖然其電容量較小，但會具有較高的轉換增益，意即在一定的光電子數量下所能產生的電位差 ΔV 越大。此特徵對於弱光環境這種光電子數量較少的情況來說可以改善其感測出之影像有過暗、雜訊或對比不足等問題。合併浮動擴散區下半部的電位與尺寸之設計即為了滿足

弱光環境之感光。

【0029】 接下來請參照第5圖，其同時繪示出了上述CIS元件10的截面示意圖與其相關部位在強光環境下所對應的導帶能階圖。從圖中可以看到，在一樣的曝光時間的情況下，強光環境下所產生的光電子數量會較多，當這些光電子讀出轉移到浮動擴散區時，若超出合併浮動擴散區下半部的電容量，則會來到合併浮動擴散區上半部的電容區域。由於合併浮動擴散區下半部具有較第一浮動擴散區FD1更大的電容量，其可滿足強光環境下過多的光電子的保存，且在合併浮動擴散區上半部的電容區域對應儲存電荷而產生的電位變化小，而不會發生讀取出的影像有高光溢出(blooming)的現象。

【0030】 接下來請參照第6圖，其繪示出了本發明較佳實施例中CIS元件10的感光響應(ΔV)對曝光時間(ms)的折線圖。從圖中可以看到，一開始轉移的光電子是占用合併浮動擴散區下半部的電容量C1，其具有較高的轉換增益（斜率較大）而能以較少的光量產生較多的響應。隨著曝光時間的增加，轉移的光電子的數量會超出合併浮動擴散區下半部的電容量C1，開始占用合併浮動擴散區上半部的電容量C2。合併浮動擴散區上半部雖然具有較低的轉換增益（斜率較小），但其電容量C2大於合併浮動擴散區下半部的電容量C1，故可以滿足強光環境的感光需求。曝光達到一段時間後整體的響應會達到飽和，代表此兩區域的電容量已滿。從圖中可以看到，結合了合併浮動擴散區的上半部與下半部兩個針對不同光照環境的設計，本發明的CIS元件可以達到較高的動態範圍。

【0031】 就上述弱光環境與強光環境的整合應用來說，如果只有設置一個浮動擴散區，一般習知技術為了解決高光溢出問題會加大浮動擴散區的寬度（即容量），但此做法會降低固有的轉換增益而有弱光失真的問題，無法兼顧弱光環境與強光環境的應用。另一方面，有些習知技術會採用在原有浮動擴散區旁設置額外的轉移電晶體與電容來控制強光環境下的光電子的排渠疏導與保存，但

這樣的做法會使固有的製程複雜化、電路設計複雜化(如LOFIC)並增加製作成本。本發明透過在原有的浮動擴散區旁增設另一個摻雜濃度較低的浮動擴散區，不須設置額外的轉移電晶體與電容，其不僅可以同時滿足弱光與強光環境的應用，又有著製程及電路簡單與節省成本之優點，是為一兼具進步性與功效性之發明。

【0032】 接下來請參照第7圖，其繪示出了本發明CIS元件10的兩個浮動擴散區FD1, FD2在不同的電壓下所對應的導帶能階圖。前述實施例中有提到，在重置運作後，原先分隔的第一浮動擴散區FD1與第二浮動擴散區FD2會合併成同一電容區。對於N型摻雜的浮動擴散區而言，其導帶能階下降的幅度會隨著偏壓的增大而增大。其中，第一浮動擴散區FD1的導帶能階下降的幅度會遠高於旁邊的第二浮動擴散區FD2的導帶能階下降的幅度，這是因為第一浮動擴散區FD1直接受到偏壓且具有較高的N型摻雜濃度(N+)，鄰近且未直接受到偏壓的第二浮動擴散區FD2的導帶能階下降幅度小的多。

【0033】 上述不同偏壓在兩浮動擴散區所帶來的導帶能階的變化特性可以為本發明實施例提供不同的變化與應用。接下來請參照第8圖，其同時繪示出了上述CIS元件10的截面示意圖與其相關部位在不同偏壓下所對應的導帶能階圖。如圖所示，當進行重置運作時，如果對第一浮動擴散區FD1所施加的偏壓 $\gg 0$ （例如10V），其導帶能階的變化會如前述第3圖實施例所示，第一浮動擴散區FD1與第二浮動擴散區FD2的導帶能階整體被下拉且合併，呈現如圖中所示連續且導通的態樣。此態樣下的CIS元件10同時具備了對弱光環境或強光環境良好的感光性能。另一方面，如果所施加的偏壓不大（例如5V），這樣的偏壓能使直接受壓的第一浮動擴散區FD1的導帶能階整體下降，但是其力道卻不足以完全打開第一浮動擴散區FD1與第二浮動擴散區FD2的P并能障。在這樣的狀態下，CIS元件10仍為具備溢流緩衝功能的高感光模式運行。例如在一些弱光環境但是會有突然的

強光變化或突兀亮區的場景中，轉換增益大的第一浮動擴散區FD1可以針對弱光環境來達到高感度感光，而第二浮動擴散區FD2可以吸收並緩衝場景亮區部位所產生過多、從第一浮動擴散區FD1溢流而出的光電子。此做法的好處同樣在於不需如習知技術一般設置額外的電容器與轉移電晶體來做為溢流緩衝。故根據上述說明，本發明的CIS元件10可以透過控制對第一浮動擴散區FD1的重置偏壓來達到不同感光模式的運作。

【0034】 [第二實施例]

【0035】 現在請參照第9圖，其為根據本發明另一實施例中一CIS元件的截面示意圖與其相關部位在運作時所對應的導帶能階圖。在本發明中，除了額外設置第二浮動擴散區FD2來解決高光溢流問題以外，第二浮動擴散區FD2上還可以透過接觸件108外接一個電容110來進一步增加第二浮動擴散區FD2的電容大小。電容110可為金屬-絕緣層-金屬(MIM)電容、多晶矽-絕緣層-多晶矽(PIP)電容、或是MOS電容等。從圖中可以看到，外接電容110後的第二浮動擴散區FD2的有效能階寬度 w_2 變得更大，可以保存更多電子，進一步增加CIS元件10的動態範圍。

【0036】 [第三實施例]

【0037】 現在請參照第10圖，其為根據本發明又一實施例中一CIS元件的截面示意圖與其相關部位在運作時所對應的導帶能階圖。第10圖的實施例與前述實施例的差異在於，其使用了P+摻雜井112來取代CIS元件10原本以氧化矽材質為主的元件隔離結構102。再者，第二浮動擴散區FD2可以設計成其一側會與P+摻雜井112直接接觸並沿著與P+摻雜井112接觸的側壁面垂直向下延伸。P+摻雜井112可使得CIS元件10具有較低的暗電流(dark current)。另一方面，第二浮動擴散區FD2的垂直部位114沿著P+摻雜井112的側壁垂直分布並與之接觸，因此可延伸電容面

積而增加第二浮動擴散區FD2的電容量。這樣的設計也可以使得第二浮動擴散區FD2的有效能階寬度 w_2 變得更大，可以保存更多電子，進一步增加CIS元件10的動態範圍。

【0038】 [第四實施例]

【0039】 最後請參照第11圖，其為根據本發明又一實施例中一CIS元件的截面示意圖與其相關部位在運作時所對應的導帶能階圖。第11圖的實施例與前述實施例的差異在於，其保留了以氧化矽材質為主的元件隔離結構102部位，但是對於靠近第二浮動擴散區FD2一側的元件隔離結構102來說，其內部被掏出空間並填入了導電的摻雜多晶矽116，元件隔離結構102僅留下一外層部位。與第10圖實施例相同的是，第二浮動擴散區FD2同樣具有一垂直部位114沿著殘留的元件隔離結構102外層部位側壁垂直分布並與之接觸。以如此的設計，第二浮動擴散區FD2的垂直部位114、元件隔離結構102以及摻雜多晶矽116會構成一電容結構118，其一端與第二浮動擴散區FD2相接，另一端透過接觸件108接地。這樣的設計同樣也可以使得第二浮動擴散區FD2的有效能階寬度 w_2 變得更大，可以保存更多電子，進一步增加CIS元件10的動態範圍。

【0040】 根據上述多個實施例，本發明提出了一種具有兩個浮動擴散區作為載子保存區的CIS元件，此兩浮動擴散區相鄰且具有不同摻雜濃度的特徵使其可以同時兼顧不同光照環境下的感光需求，不須增設額外的電晶體與電容結構，以節省製程複雜度與成本。此結構又可結合不同的元件隔離結構來達成不同的功能性變體，是為一具有新穎性、進步性、以及功效性之發明設計。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

【符號說明】

【0041】

10	CIS元件
100	半導體基底
102	元件隔離結構
104	P+型摻雜層
106	層間介電層
108	接觸件
110	電容
112	P+型摻雜井
114	垂直部位
116	摻雜多晶矽
118	電容結構
C1, C2	電容量
e^-	光電子
eV1, eV2	電位
FD1	第一浮動擴散區
FD2	第二浮動擴散區
PD	光電二極體
T1	轉移電晶體
T2	重置電晶體
T3	源極隨耦電晶體
T4	選擇電晶體
Vcc	供電電位（偏壓）

V_{rst}, V_s, V_x 控制訊號

w_1, w_2 寬度

ΔV 電位差 (響應)

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種互補式金氧半導體影像感測器，包含：

一基底；

一光電二極體，位於該基底中；

一第一浮動擴散區，位於該基底中，其中該第一浮動擴散區與一重置電晶體相接；

一轉移電晶體，位於該基底上且介於該光電二極體與該第一浮動擴散區之間；

一第二浮動擴散區，位於該基底中且與該第一浮動擴散區相隔一段距離，其中該第二浮動擴散區與該第一浮動擴散區的摻雜類型相同，且該基底的摻雜類型與該第一浮動擴散區以及該第二浮動擴散區不同，使得該第一浮動擴散區與該第二浮動擴散區的導帶中間被該基底的能帶所阻隔，其中該第二浮動擴散區的摻雜濃度比該第一浮動擴散區的摻雜濃度低，使得該第一浮動擴散區與該第二浮動擴散區的導帶能階有高低差異。

【請求項2】 根據申請專利範圍第1項所述之互補式金氧半導體影像感測器，其中該第二浮動擴散區更連接到一電容結構。

【請求項3】 根據申請專利範圍第1項所述之互補式金氧半導體影像感測器，其中該光電二極體、該第一浮動擴散區以及該第二浮動擴散區被元件隔離結構所圍繞。

【請求項4】 根據申請專利範圍第3項所述之互補式金氧半導體影像感測器，其中該第二浮動擴散區具有一垂直部位接觸該元件隔離結構。

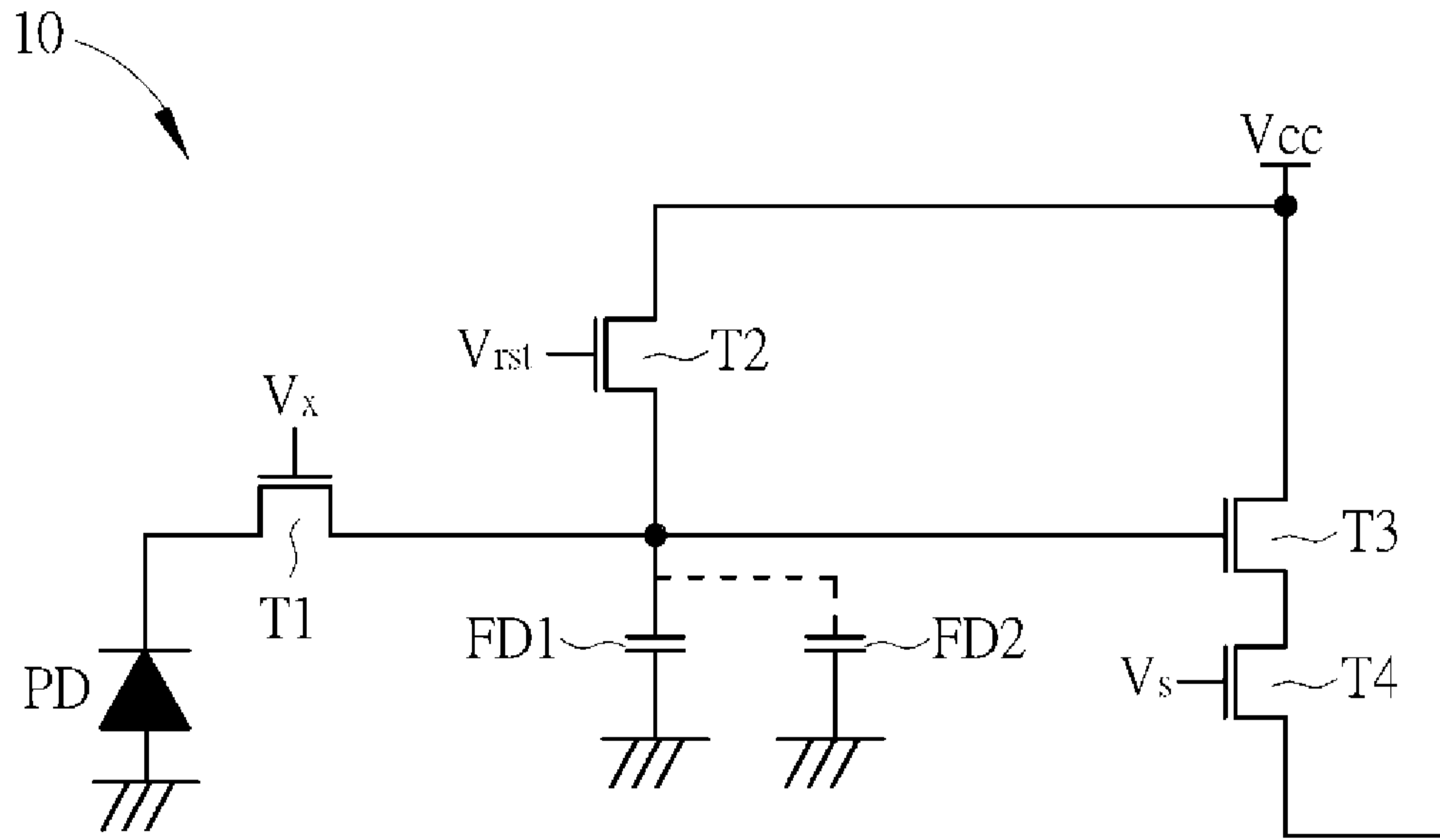
【請求項5】 根據申請專利範圍第3項所述之互補式金氧半導體影像感測器，其中該元件隔離結構為P+型摻雜井。

【請求項6】 根據申請專利範圍第3項所述之互補式金氧半導體影像感測器，其中該元件隔離結構具有連接至一固定電位的摻雜多晶矽部位，該第二浮動擴散區的該垂直部位、該元件隔離結構以及該摻雜多晶矽部位構成一個電容結構。

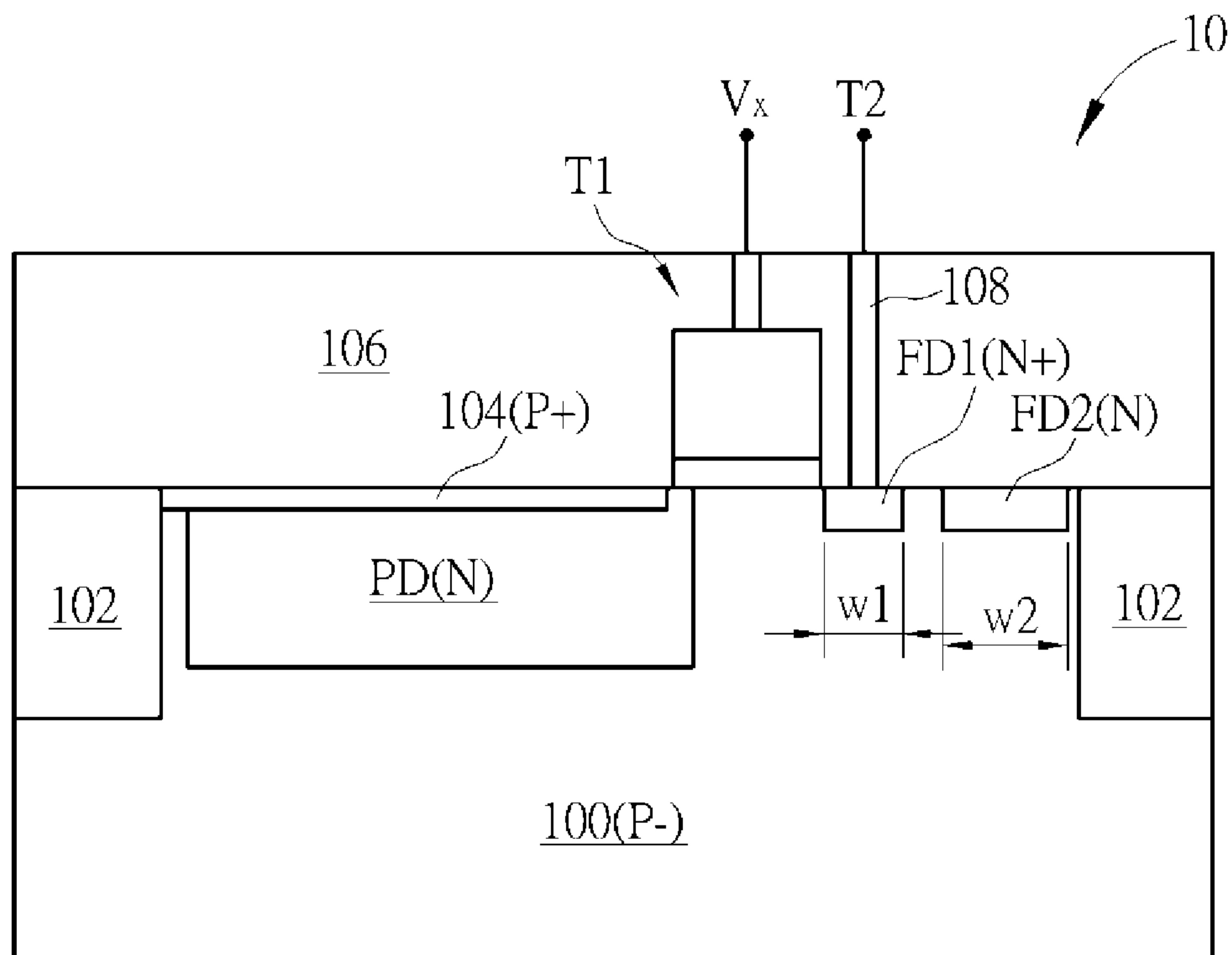
【請求項7】 根據申請專利範圍第1項所述之互補式金氧半導體影像感測器，其中該基底為P-型摻雜井，該光電二極體與該第二浮動擴散區為N型摻雜區，該第一浮動擴散區為N+型摻雜區。

【請求項8】 根據申請專利範圍第7項所述之互補式金氧半導體影像感測器，其中更包含一P+型摻雜層位於該光電二極體上。

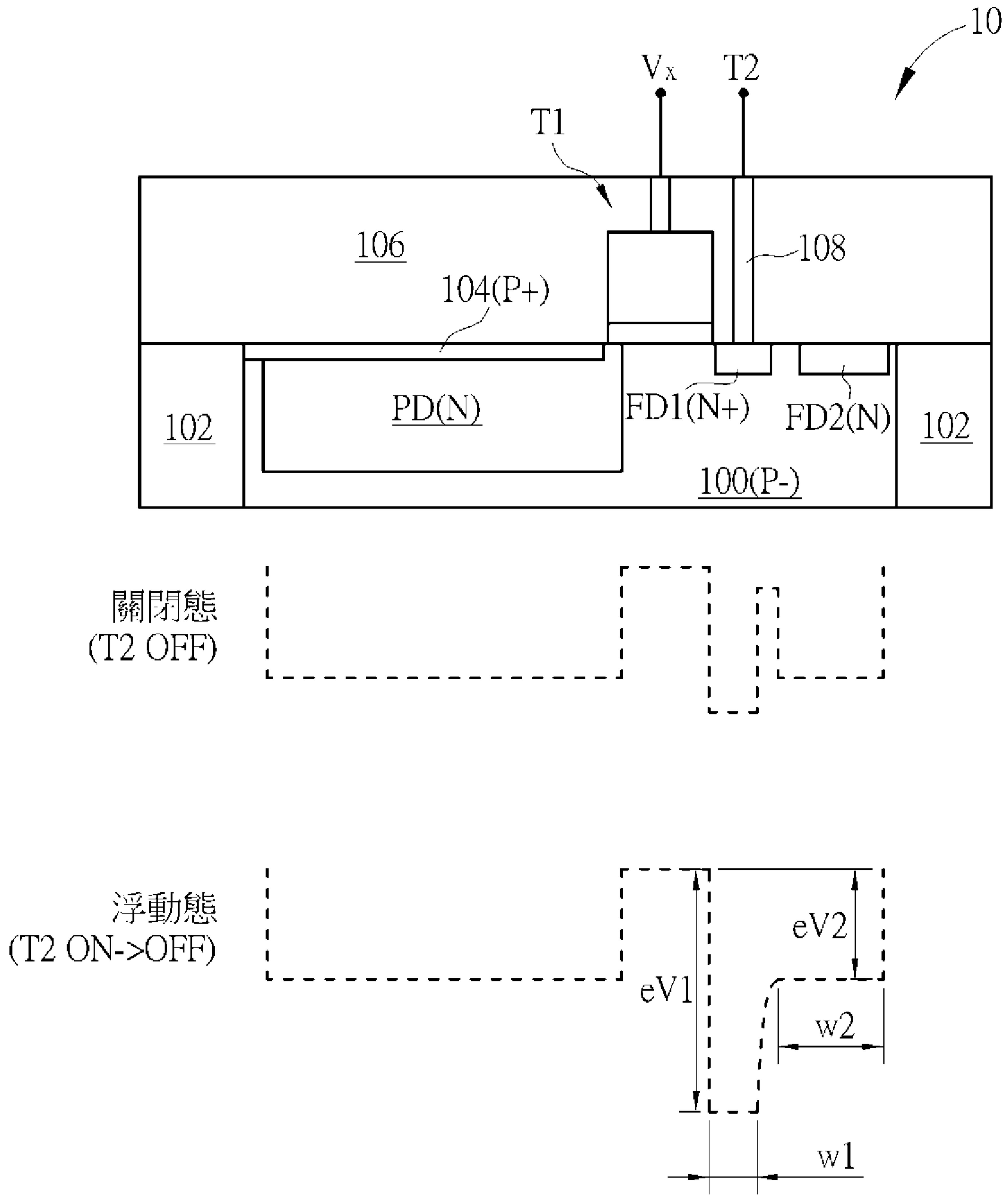
【發明圖式】



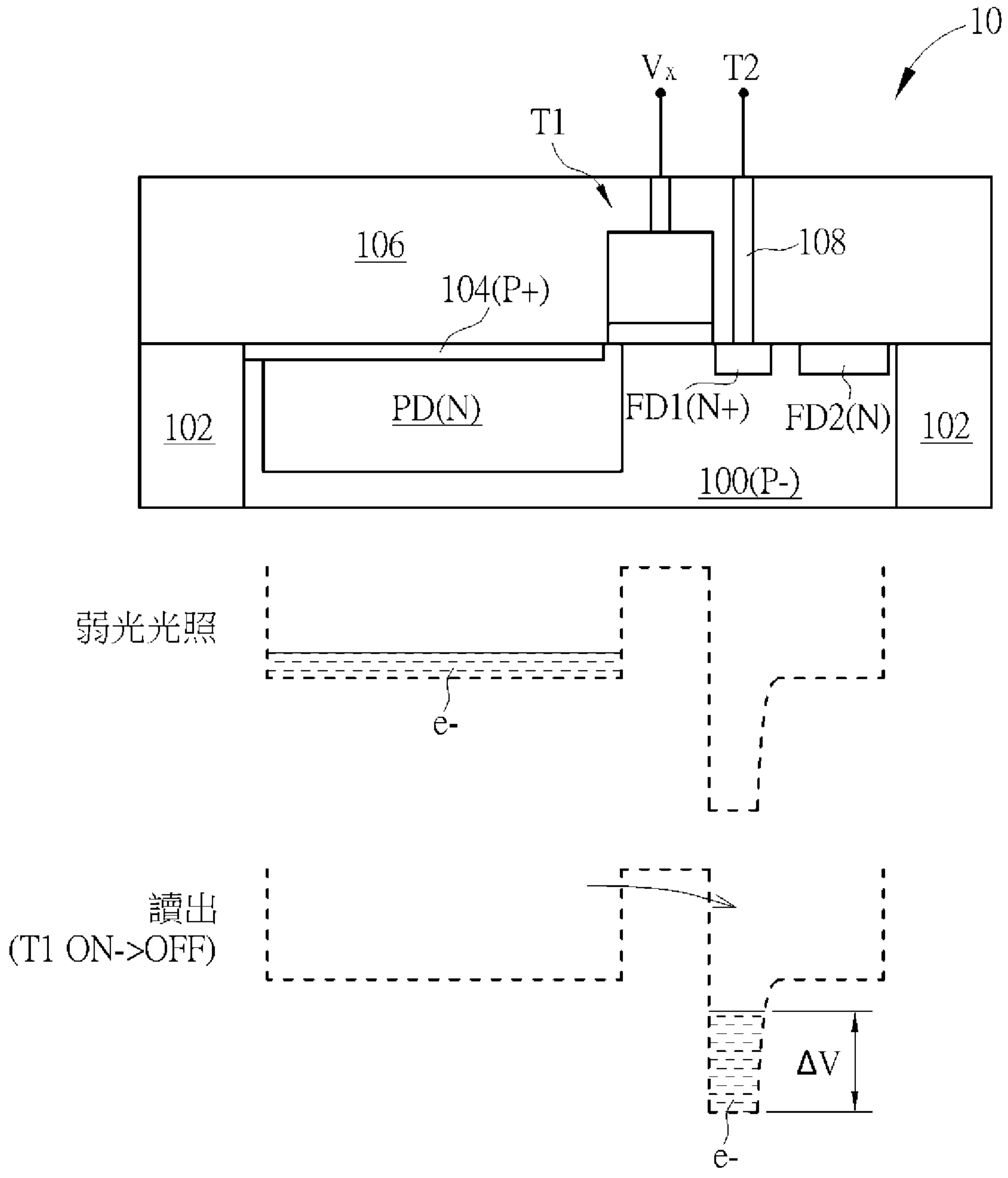
第1圖



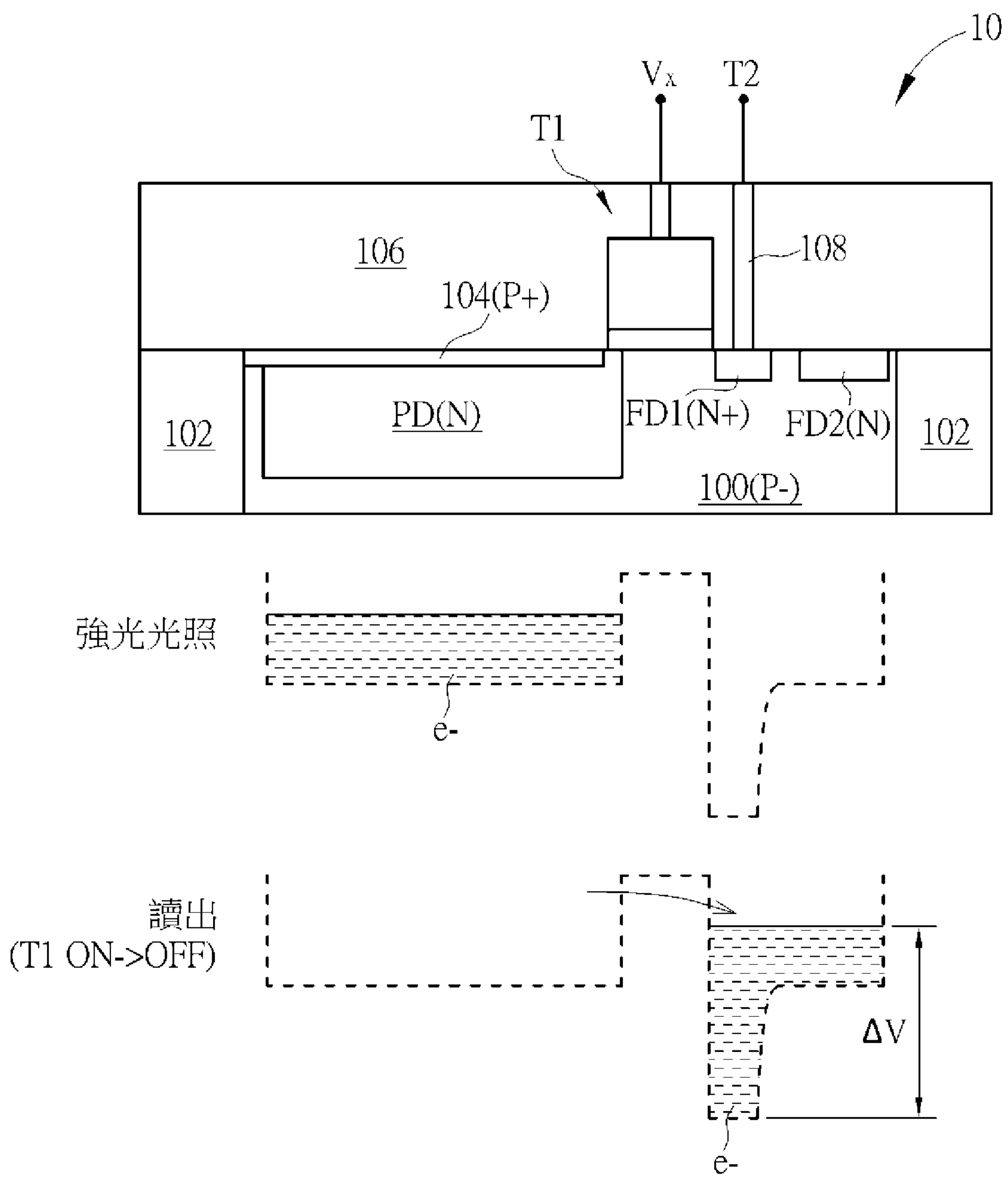
第2圖



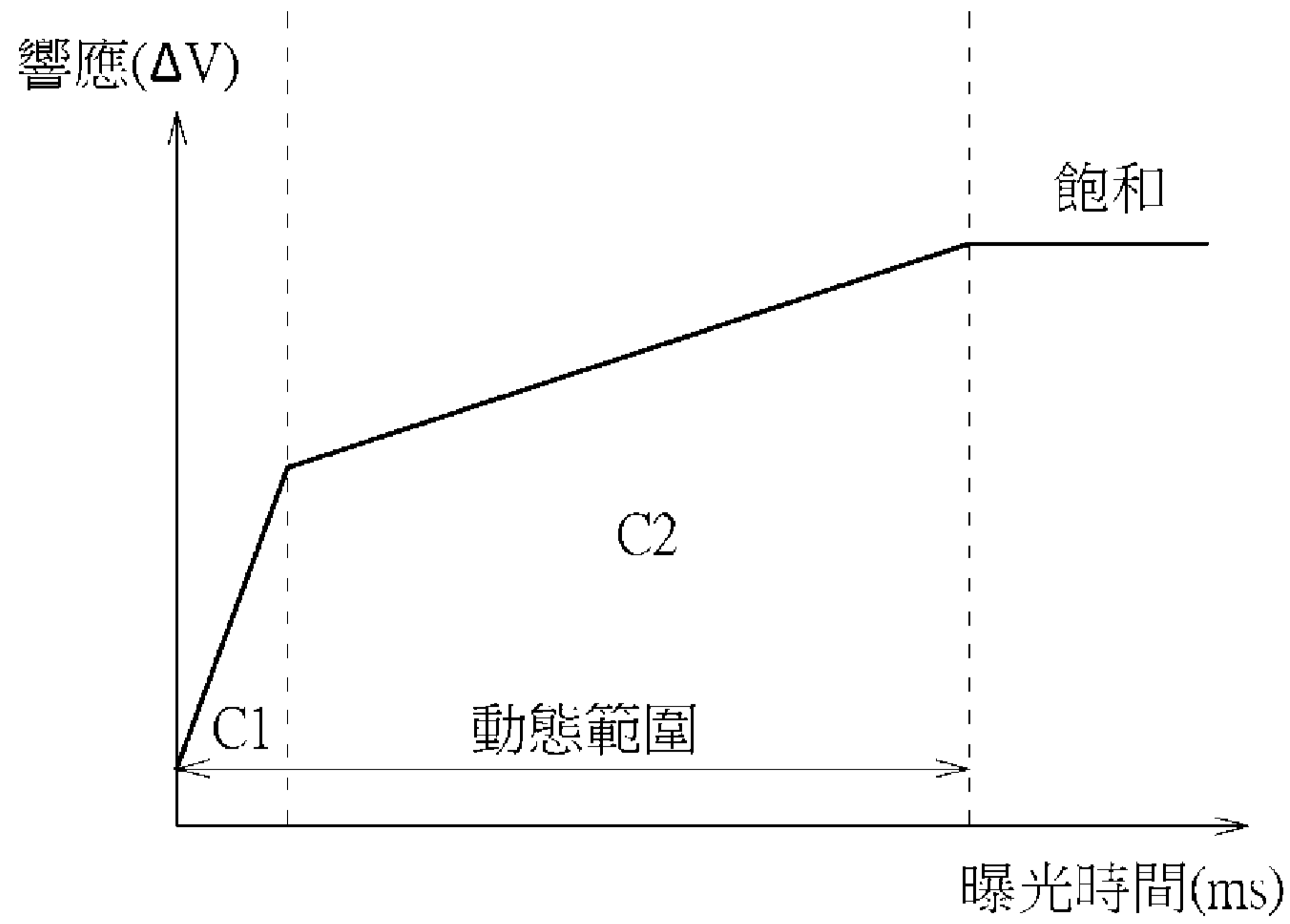
第3圖



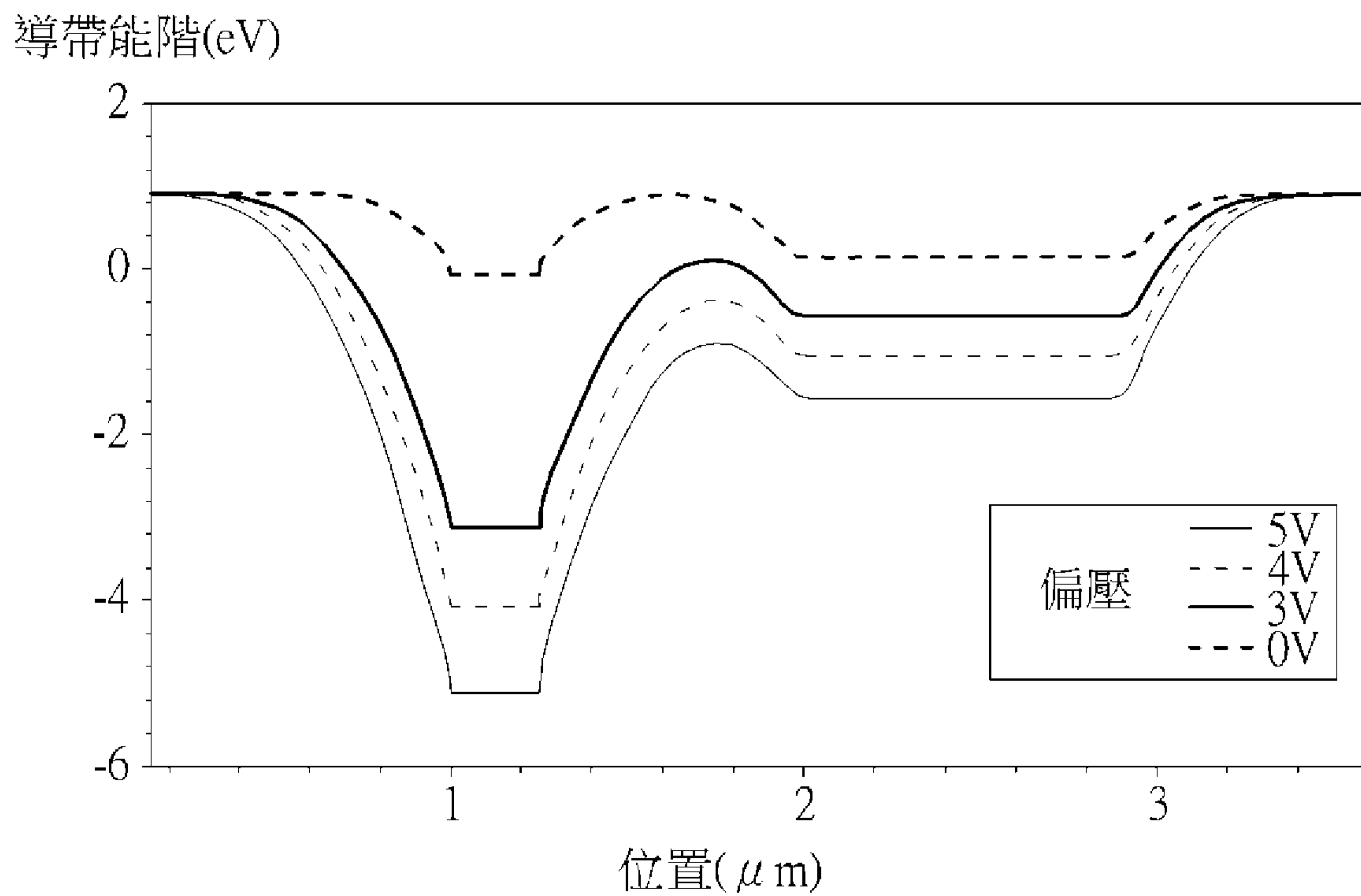
第4圖



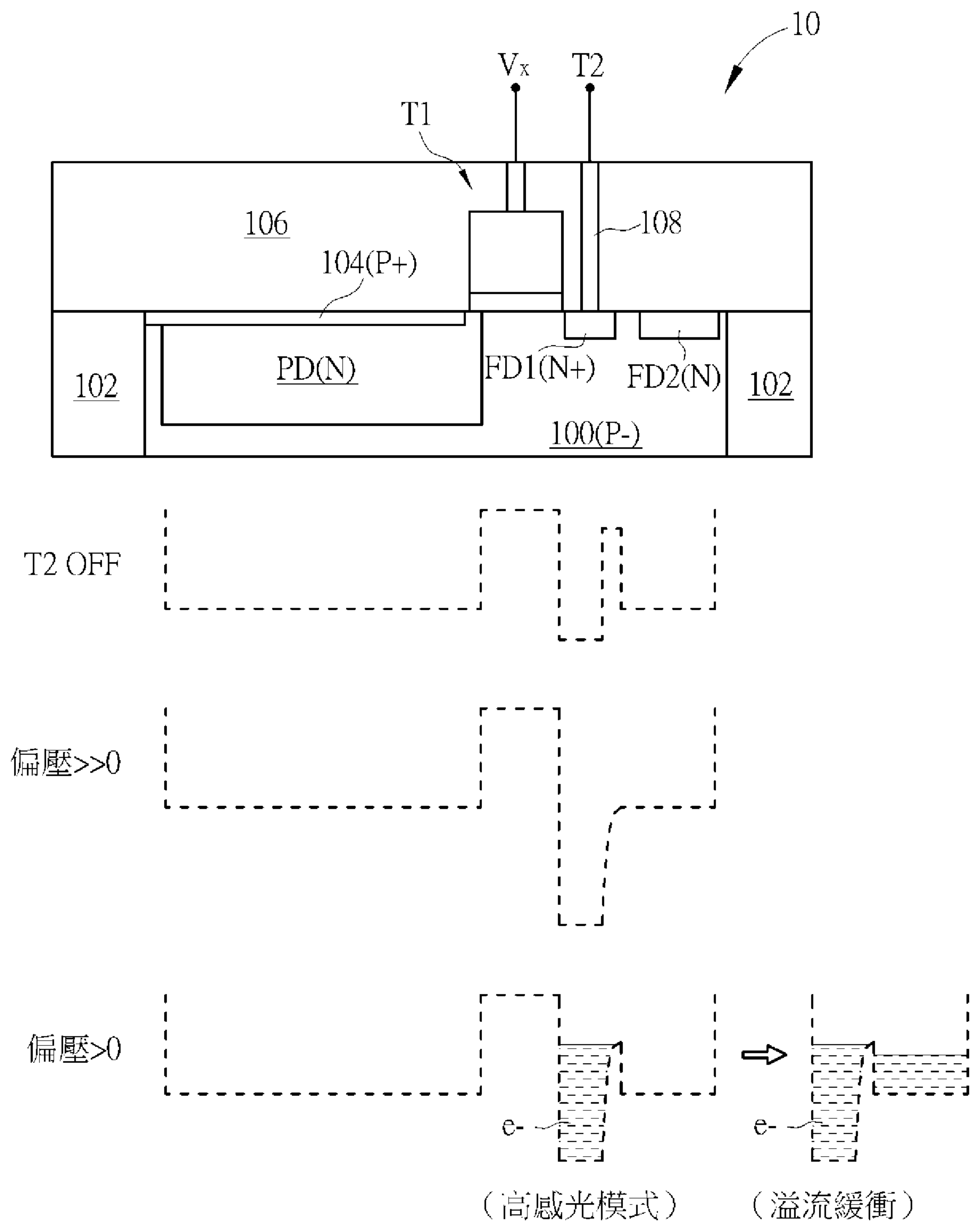
第5圖



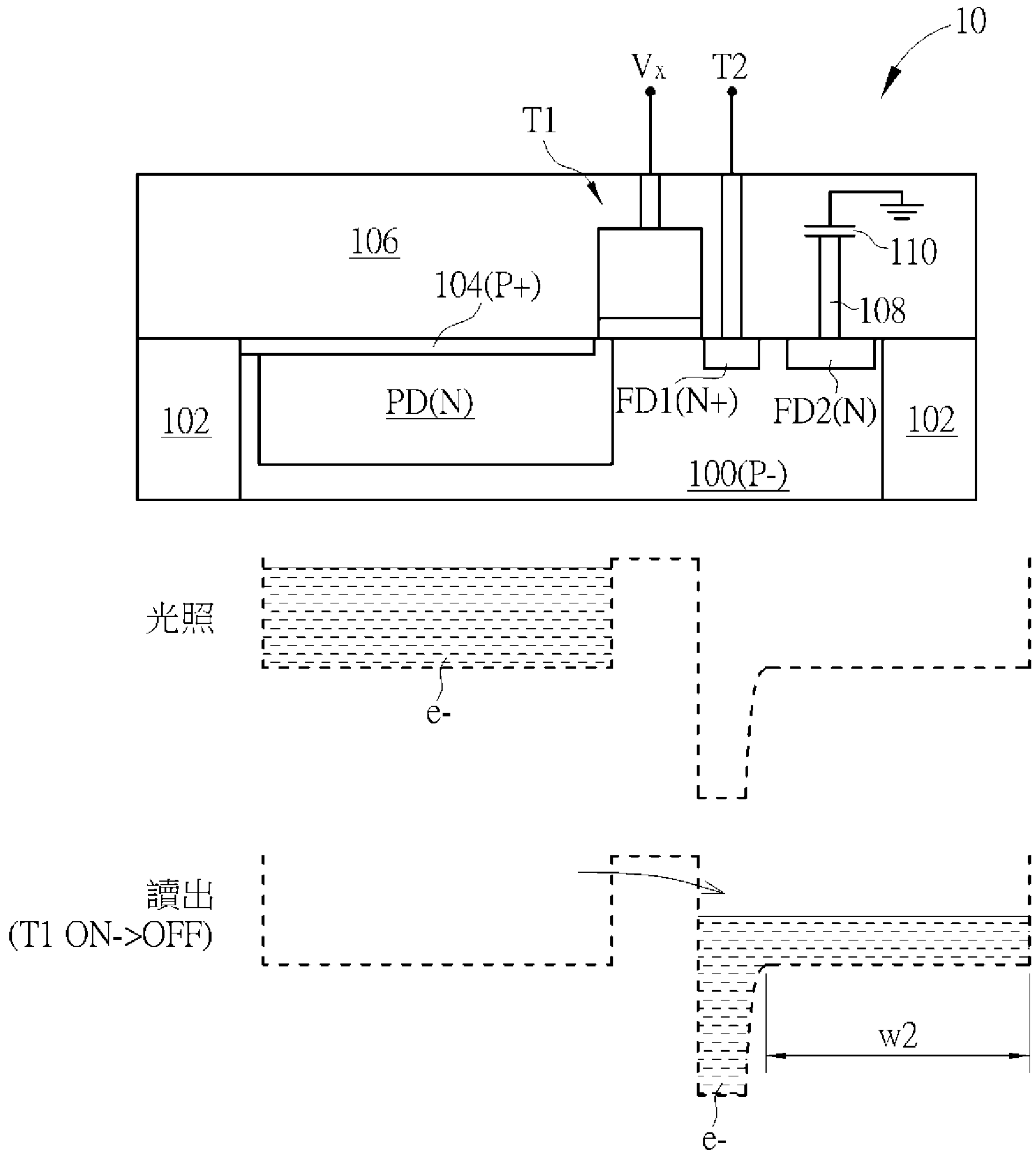
第6圖



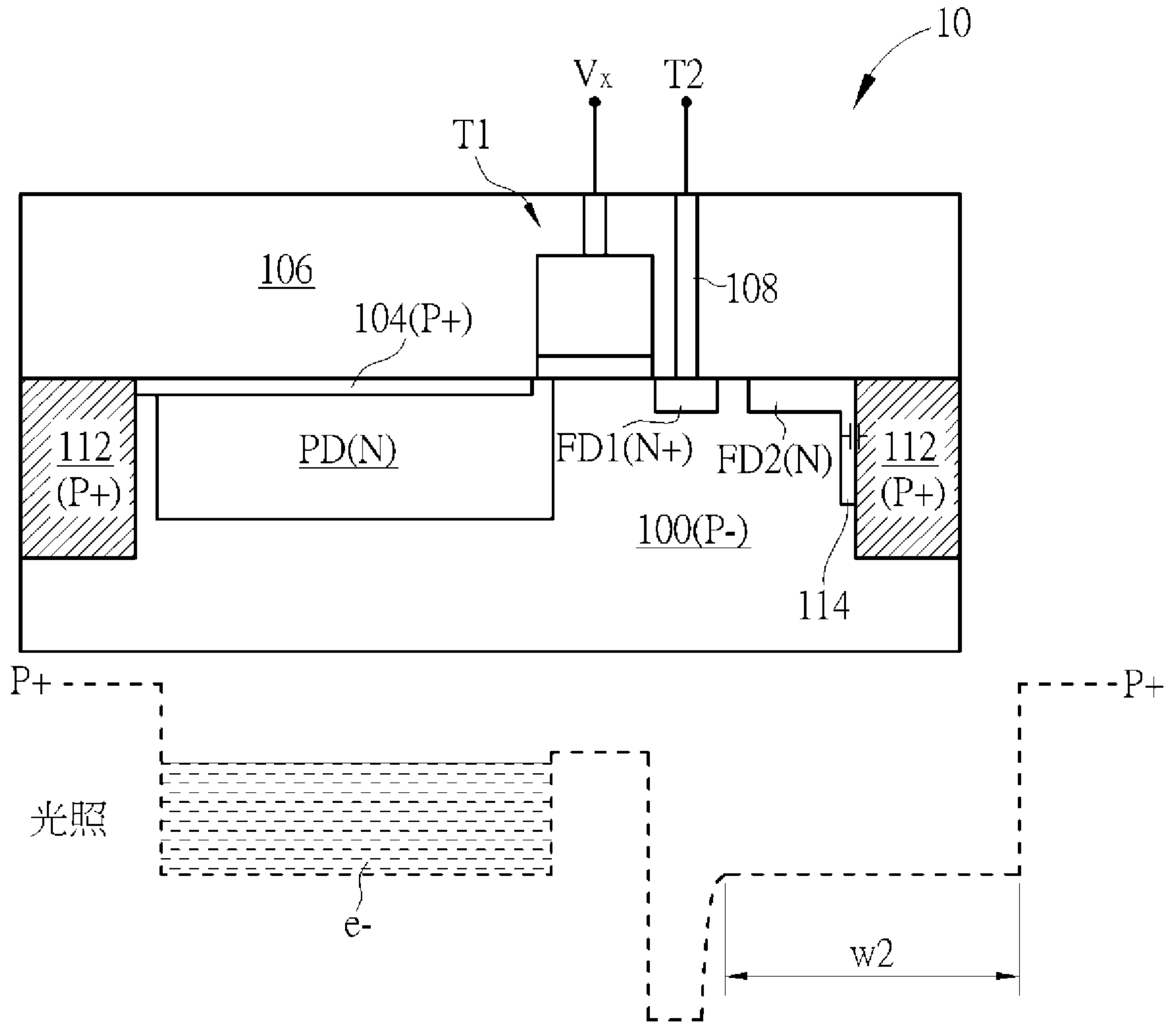
第7圖



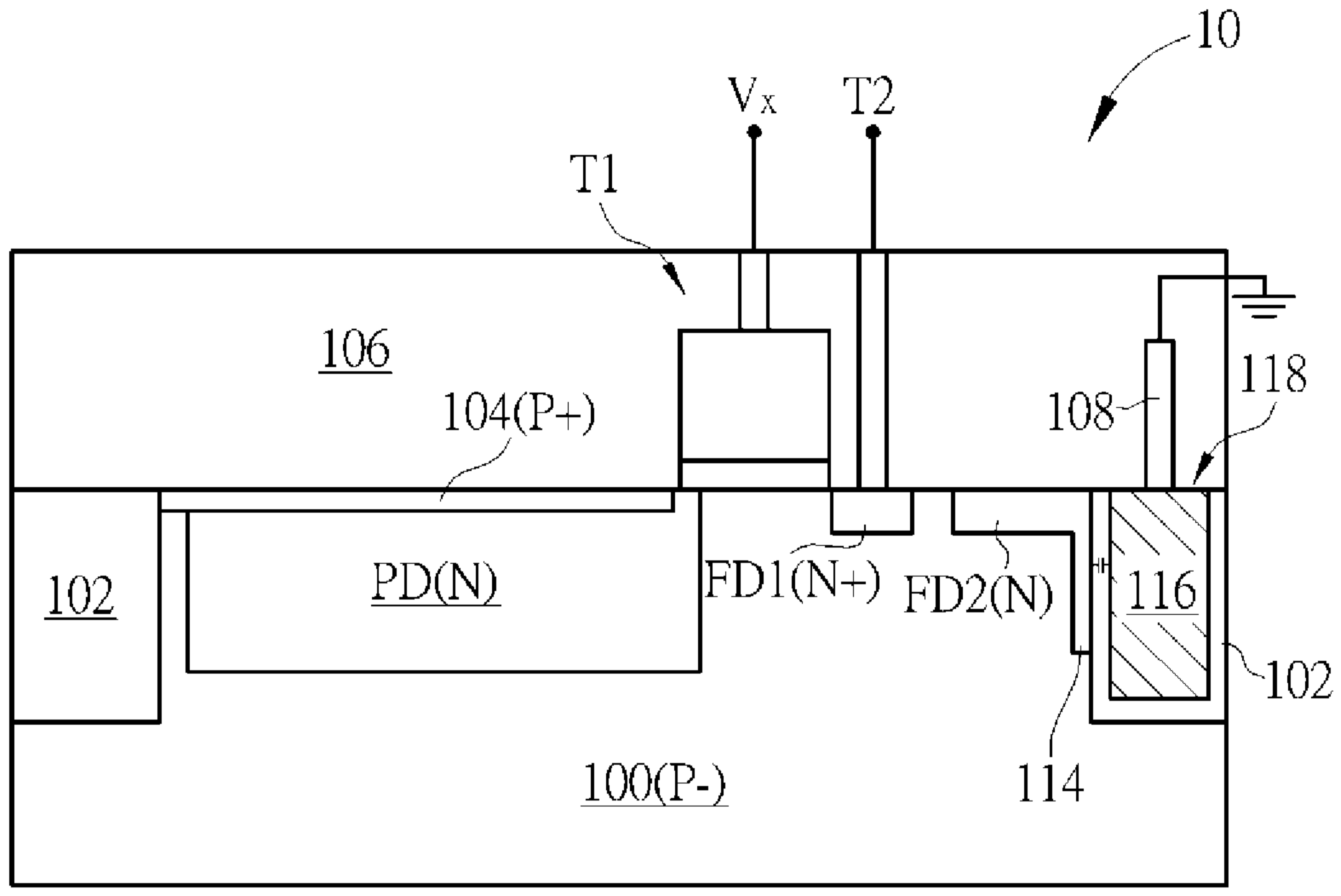
第8圖



第9圖



第10圖



第11圖