



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 新型說明書公告本

(11) 證書號數：TW M406804U1

(45) 公告日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：100202221

(22) 申請日：中華民國 100 (2011) 年 01 月 31 日

(51) Int. Cl. : **H01L29/872 (2006.01)**

(71) 申請人：台灣半導體股份有限公司(中華民國) (TW)

臺北市信義區忠孝東路 4 段 563 號 8 樓

(72) 創作人：李永忠 (TW)；潘宗銘 (TW)

(74) 代理人：洪志文

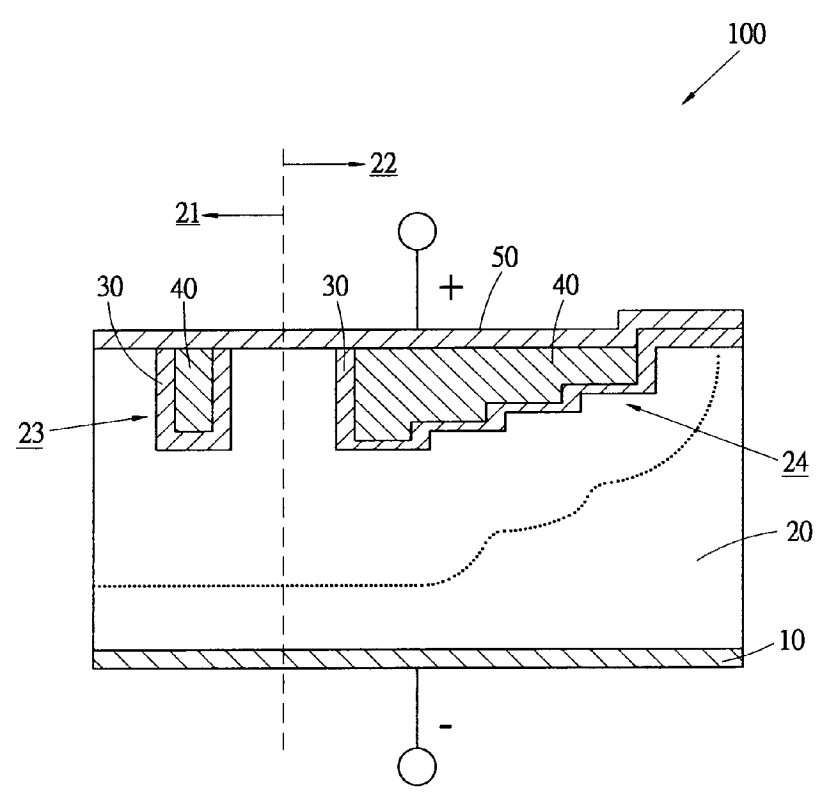
申請專利範圍項數：6 項 圖式數：9 共 18 頁

(54) 名稱

蕭特基二極體之終止區溝槽結構

(57) 摘要

一種蕭特基二極體之終止區溝槽結構，包含一半導體基層、一磊晶層(Epitaxial Layer)、複數絕緣層、多晶矽層及一導體層，其中，該半導體基層為陰極端，磊晶層結合於半導體基層之上，該磊晶層上形成一晶胞區(cell region)與一終止區(termination region)，該晶胞區蝕刻形成複數第一溝槽(trench)，該終止區形成一個以上之第二溝槽，各第二溝槽間呈函數曲線形狀排列組合關係，該絕緣層結合於第一溝槽及第二溝槽內面，該多晶矽層結合於絕緣層內面，該導體層結合於磊晶層及第一溝槽及第二溝槽上端，以使該導體層形成陽極端，以藉由各第二溝槽間所形成之函數曲線形狀排列組合結構，使該蕭特基二極體之陽極端與陰極端間，可降低其逆向漏電流與具有較高之逆向偏壓值。



- 100 . . . 蕭特基二極體之終止區溝槽結構
- 10 . . . 半導體基層
- 20 . . . 磊晶層
- 21 . . . 晶胞區
- 22 . . . 終止區
- 23 . . . 第一溝槽
- 24 . . . 第二溝槽
- 30 . . . 絕緣層
- 40 . . . 多晶矽層
- 50 . . . 導體層

第一圖

五、新型說明：

【新型所屬之技術領域】

本創作係關於一種蕭特基二極體之終止區溝槽結構，尤指一種於終止區形成一個以上且相互呈函數曲線形狀排列之溝槽，而具低逆向漏電流與高逆向偏壓值之蕭特基二極體。

【先前技術】

習知之蕭特基二極體為一種導通電壓降較低、允許高速切換的二極體，是利用蕭特基勢壘(Schottky Barrier)特性而產生的電子元件，蕭特基二極體是利用金屬-半導體界面作為蕭特基勢壘，以產生整流的效果，蕭特基勢壘的特性使得蕭特基二極體的導通電壓降較低，而且可以提高切換的速度，並廣泛被使用於如交換式電源供應器、通訊設備等需高速開關切換的場合中，但蕭特基二極體最大的缺點是其反向偏壓較低，像使用矽及金屬為材料的蕭特基二極體，其反向偏壓額定耐壓較低，且反向漏電流不但較大，而且會隨著溫度升高而增加到提高，可能會造成溫昇失控的問題，致使蕭特基二極體於實際使用時的反向偏壓必需限制比其額定值小很多，而讓蕭特基二極體的應用受到限制。

或有萌生改良者，在蕭特基二極體結構中加入溝槽結構，以期改善上述之反向偏壓值低、反向漏電流高之問題，諸如中國專利第 ZL02810570.2 號「雙掩模溝槽肖特基整流器及其製造方法」發明專利案，則揭示典型習知之溝槽式蕭特基二極體結構，在於該源半導體區及終止半導體區內均設有溝槽，但該位於終止半導體區之溝槽頂部需與諸如二氧化矽(SiO₂)的 LOCOS 區連結，使該半導體終止區的溝槽製程方面需多道光罩，致使讓生產成本偏高，而不符產業利用之經濟效益。

【新型內容】

上述習知蕭特基二極體之溝槽結構，由於半導體終止區之溝槽結構複

雜，需要諸如多道光罩之繁複製程，製造成本高，而不符產業利用之經濟效益。

有鑑於此，極需要發展一種蕭特基二極體，在於終止區部份之溝槽形成，除可具有逆向偏壓時之逆向漏電流降低與有較高之逆向偏壓電壓值之特性外，並需簡化其製程，使其製造成本降低，以提昇產業之利用價值。

緣此，本創作之主要目的，係在提供一種蕭特基二極體之終止區溝槽結構，包含一半導體基層、一磊晶層、複數絕緣層、多晶矽層及一導體層，其中，該半導體基層為陰極端，磊晶層結合於半導體基層之上，該磊晶層上形成一晶胞區與一終止區，該晶胞區蝕刻形成複數第一溝槽，該終止區形成一個以上之第二溝槽，各第二溝槽間呈函數曲線形狀排列組合關係，該絕緣層結合於第一溝槽及第二溝槽內面，該多晶矽層結合於絕緣層內面，該導體層結合於磊晶層及第一溝槽及第二溝槽上端，以使該導體層形成陽極端，以藉由各第二溝槽間所形成之函數曲線形狀排列組合結構，使該蕭特基二極體之陽極端與陰極端間，可降低其逆向漏電流與具有較高之逆向偏壓值。

本創作之蕭特基二極體之終止區溝槽結構之功效，係在於藉由該終止區之第二溝槽間所形成之函數曲線形狀排列組合，使該終止區之第二溝槽除可達成使蕭特基二極體整體具有降低其逆向漏電流與具有較高之逆向偏壓值之特性外，並可簡化光罩製程，即可形第二溝槽結構，可大幅降低其生產成本，並進而提昇其產業利用價值。

【實施方式】

請參閱第一圖所示，為本創作之蕭特基二極體之終止區溝槽結構 100 的第一實施例，其中，該蕭特基二極體之終止區溝槽結構 100 係包括一半導體基層 10，該半導體基層 10 為 N+ 基材，作為陰極端，一磊晶層 20，為低濃度摻雜 N- 磊晶結合於半導體基層 10 之上，該磊晶層 20 上形成一晶胞

區 21 與一終止區 22，該晶胞區 21 蝕刻形成複數第一溝槽 23，該終止區 22 蝕刻形成一個以上之第二溝槽 24，該第二溝槽 24 呈函數曲線形狀排列組合關係，如在第一圖中，顯示一第二溝槽 24 呈如階梯狀的函數曲線形狀。

複數絕緣層 30，係以氧化物構成，如二氧化矽，各絕緣層 30 分別結合於該第一溝槽 23 及第二溝槽 24 內面。

複數多晶矽層 40，分別結合於該結合於第一溝槽 23 之絕緣層 30 內面。

一導體層 50，結合於磊晶層 20 及第一溝槽 23 及第二溝槽 24 上端，使該導體層 50 分別與磊晶層 20、第一溝槽 23 中之絕緣層 30 與多晶矽層 40 頂端、第二溝槽 24 中之絕緣層 30 與多晶矽層 40 頂端連結，以使該導體層 50 形成陽極端。

請再配合第二圖所示，為本創作之蕭特基二極體之終止區溝槽結構 100 的第二實施例，其中，顯示該終止區 22 上蝕刻形成複數第二溝槽 24，該第二溝槽 24 間相互排列形成函數曲線形狀排列組合結構，如在第二圖中則顯示為各第二溝槽 24 間深度逐漸遞減的函數曲線形狀，但此第二溝槽 24 間之排列組合形狀或結構，並非以該第二溝槽 24 間之深度或寬度變化為限。

請再參閱第三圖、第四圖及第五圖所示，分別顯示習知蕭特基二極體、本創作第一實施及第二實施例之蕭特基二極體之終止區溝槽結構 100 的電場分佈實驗圖，其中，第三圖中所顯示之第一空乏區(Depletion region)A1 及第一空乏區邊界線 A2，係表示習知之蕭特基二極體之終止區於逆向偏壓時之電場分佈狀態，顯示該第一空乏區 A1 與第一空乏區邊界線 A2 形成較為平坦之曲線，而可看出其逆向漏電流值較高，且逆向偏壓值較低。

相對地，如第四圖所示之第二空乏區 A3 及第二空乏區邊界線 A4，以及，第五圖所示之第三空乏區 A5 及第三空乏區邊界線 A6，分別為第一圖及第二圖所示本創作之蕭特基二極體之終止區溝槽結構 100 的第一實施例及第二實施例，於逆向偏壓時之電場分佈狀態，並分別顯示出與第二溝槽 24 本身的函數曲線形狀排或各第二溝槽 24 間所形成之函數曲線排列組合形

狀相同，且該終止區 22 中之第二空乏區 A3、第三空乏區 A5，以及，該第二空乏區邊界線 A4 與第三空乏區邊界線 A6 呈現較為陡峭之形狀，而具有逆向偏壓時較低的漏電流值及較高之逆向偏壓值特性。

請再配合第六圖、第七圖及第八圖所示，分別顯示習知蕭特基二極體、本創作第一實施及第二實施例之蕭特基二極體之終止區溝槽結構 100，於逆向偏壓時之電子撞擊游離中心實驗圖，其中，第六圖中所顯示之第一撞擊區塊 S1 表示習知之蕭特基二極體之終止區於逆向偏壓時之電子撞擊游離中心狀態，顯示該第一撞擊區塊 B1 形狀與該第三圖所示之第一空乏區邊界線 A2 形狀相吻合，為較平坦曲線之區塊，而可看出其逆向漏電流值較高，且逆向偏壓值較低。

相對地，如第七圖所示之第二撞擊區塊 S2，以及，第八圖所示之第三撞擊區塊 S3，分別為第一圖及第二圖所示本創作之蕭特基二極體之終止區溝槽結構 100 的第一實施例及第二實施例，於逆向偏壓時之電子撞擊游離中心狀態，且分別顯示出與第四圖所示之第二空乏區邊界線 A4，以及，第五圖所示之第三空乏區邊界線 A6 形狀相吻合且皆呈現下端較為陡峭之區塊形狀，而具有逆向偏壓時較低的漏電流值及較高之逆向偏壓值特性。

請再參閱第九圖所示，為習知蕭特基二極體、本創作第一實施及第二實施例之蕭特基二極體之終止區溝槽結構 100 的逆向漏電流及逆向偏壓值實驗曲線圖，其中，第一曲線 C1 代表習知蕭特基二極體之終止區的逆向漏電流及逆向偏壓值曲線；第二曲線 C2 代表第一圖所示本創作之蕭特基二極體之終止區溝槽結構 100 第一實施例的逆向漏電流及逆向偏壓值曲線，以及，第三曲線 C3 代表第二圖所示本創作之蕭特基二極體之終止區溝槽結構 100 第二實施例的逆向漏電流及逆向偏壓值曲線，該橫向軸為電壓 V，縱向軸為電流 I，由該第一曲線 C1、第二曲線 C2 及第三曲線 C3 相較下，確可進一步印證，本創作之蕭特基二極體之終止區溝槽結構 100 第一實施例及第二實施例，確較習知蕭特基二極體之終止區，具有較低之逆向漏電值及

較高之逆向偏壓之耐高壓值特性，同時，本創作之蕭特基二極體之終止區溝槽結構 100 確可較如上述中國專利第 ZL02810570.2 號「雙掩模溝槽肖特基整流器及其製造方法」發明專利前案之半導體終止區的溝槽形成製程簡化，且元件製造成本也相對較低。

綜上所述，本創作之蕭特基二極體之終止區溝槽結構 100 所列舉之各圖式及說明，係為便於說明本創作之技術內容，所列舉之實施例之一隅，並非用以限制本創作之範疇，舉凡是針對本創作之結構細部或元件的等效變更與置換，當屬本創作之範疇，其範圍將由以下的申請專利範圍來界定之。

【圖式簡單說明】

第一圖為本創作之蕭特基二極體之終止區溝槽結構之第一實施例圖；

第二圖為本創作之蕭特基二極體之終止區溝槽結構之第二實施例圖；

第三圖為習知蕭特基二極體之終止區於逆向偏壓時之電場分佈實驗圖；

第四圖為本創作蕭特基二極體之終止區溝槽結構第一實施例，於逆向偏壓時之電場分佈實驗圖；

第五圖為本創作蕭特基二極體之終止區溝槽結構第二實施例，於逆向偏壓時之電場分佈實驗圖；

第六圖為習知蕭特基二極體之終止區於逆向偏壓時之電子撞擊游離中心實驗圖；

第七圖為本創作蕭特基二極體之終止區溝槽結構第一實施例，於逆向偏壓時之電子撞擊游離中心實驗圖；

第八圖為本創作蕭特基二極體之終止區溝槽結構第二實施例，於逆向偏壓時之電子撞擊游離中心實驗圖；

第九圖為本創作蕭特基二極體之終止區溝槽結構之逆向偏壓之漏電流與逆向偏壓值實驗曲線圖。

【主要元件符號說明】

100 蕭特基二極體之終止區溝槽結構

10 半導體基層

20 磊晶層

21 晶胞區

22 終止區

23 第一溝槽

24 第二溝槽

30 絕緣層

40 多晶矽層

50 導體層

A1 第一空乏區

A2 第一空乏區邊界線

A3 第二空乏區

A4 第二空乏區邊界線

A5 第三空乏區

A6 第三空乏區邊界線

B1 第一撞擊區塊

B2 第二撞擊區塊

B3 第三撞擊區塊

C1 第一曲線

C2 第二曲線

C3 第三曲線

V 電壓

I 電流

新型專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100 202 221

※申請日：100 1 31 ※IPC 分類：H01L 29/812 (2006.01)

一、新型名稱：(中文/英文)

蕭特基二極體之終止區溝槽結構

二、中文新型摘要：

一種蕭特基二極體之終止區溝槽結構，包含一半導體基層、一磊晶層 (Epitaxial Layer)、複數絕緣層、多晶矽層及一導體層，其中，該半導體基層為陰極端，磊晶層結合於半導體基層之上，該磊晶層上形成一晶胞區 (cell region) 與一終止區 (termination region)，該晶胞區蝕刻形成複數第一溝槽 (trench)，該終止區形成一個以上之第二溝槽，各第二溝槽間呈函數曲線形狀排列組合關係，該絕緣層結合於第一溝槽及第二溝槽內面，該多晶矽層結合於絕緣層內面，該導體層結合於磊晶層及第一溝槽及第二溝槽上端，以使該導體層形成陽極端，以藉由各第二溝槽間所形成之函數曲線形狀排列組合結構，使該蕭特基二極體之陽極端與陰極端間，可降低其逆向漏電流與具有較高之逆向偏壓值。

三、英文新型摘要：

六、申請專利範圍：

1.一種蕭特基二極體之終止區溝槽結構，係包括：

一半導體基層，作為陰極端；

一磊晶層，為結於半導體基層之上，形成一晶胞區與一終止區，該晶胞區蝕刻形成複數第一溝槽，該終止區蝕刻形成一個以上之第二溝槽，該第二溝槽呈函數曲線形狀排列組合關係；

複數絕緣層，分別結合於磊晶層之第一溝槽內面與第二溝槽內面；

複數多晶矽層，結合於磊晶層之第一溝槽與第二溝槽各絕緣層內面；及

一導體層，結合於磊晶層及第一溝槽、第二溝槽上端，使該導體層分別與磊晶層、第一溝槽中之絕緣層與多晶矽層頂端、第二溝槽中之絕緣層與多晶矽層頂端連結，以使該導體層形成陽極端。

2.如申請專利範圍第1項所述之蕭特基二極體之終止區溝槽結構，其中，該半導體基層為N+基材。

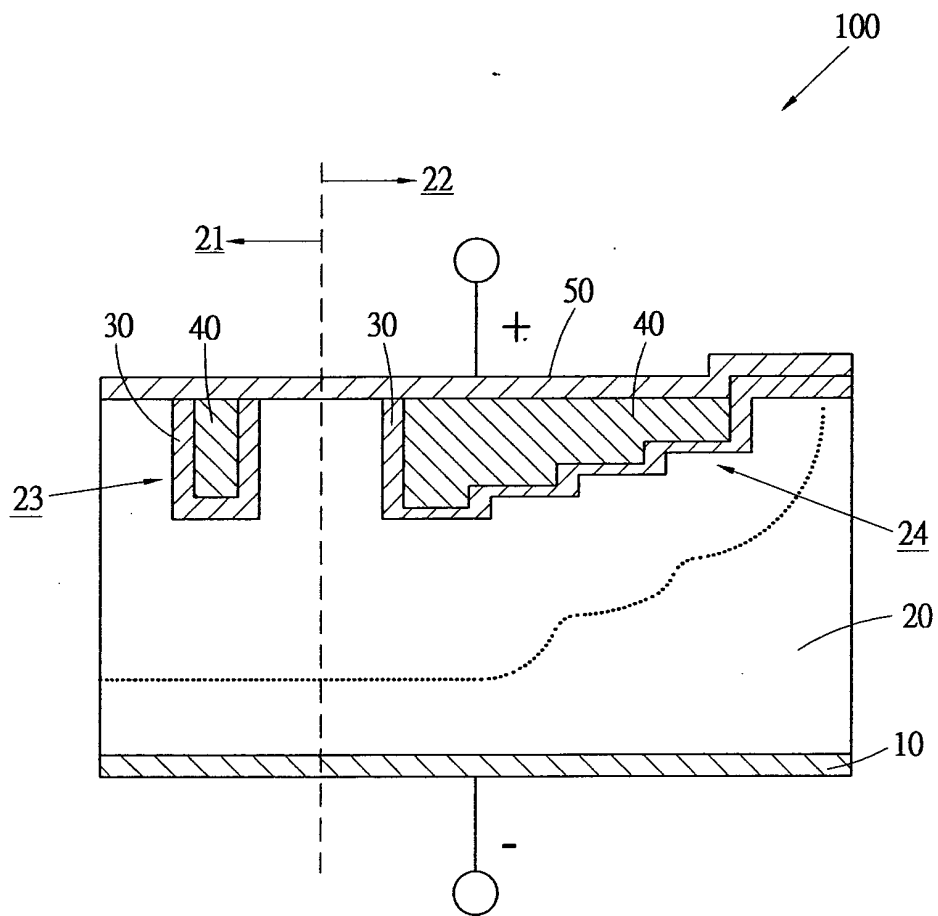
3.如申請專利範圍第1項所述之蕭特基二極體之終止區溝槽結構，其中，該磊晶層為低濃度摻雜N-磊晶。

4.如申請專利範圍第1項所述之蕭特基二極體之終止區溝槽結構，其中，該磊晶層之終止區的第二溝槽呈階梯狀的函數曲線形狀。

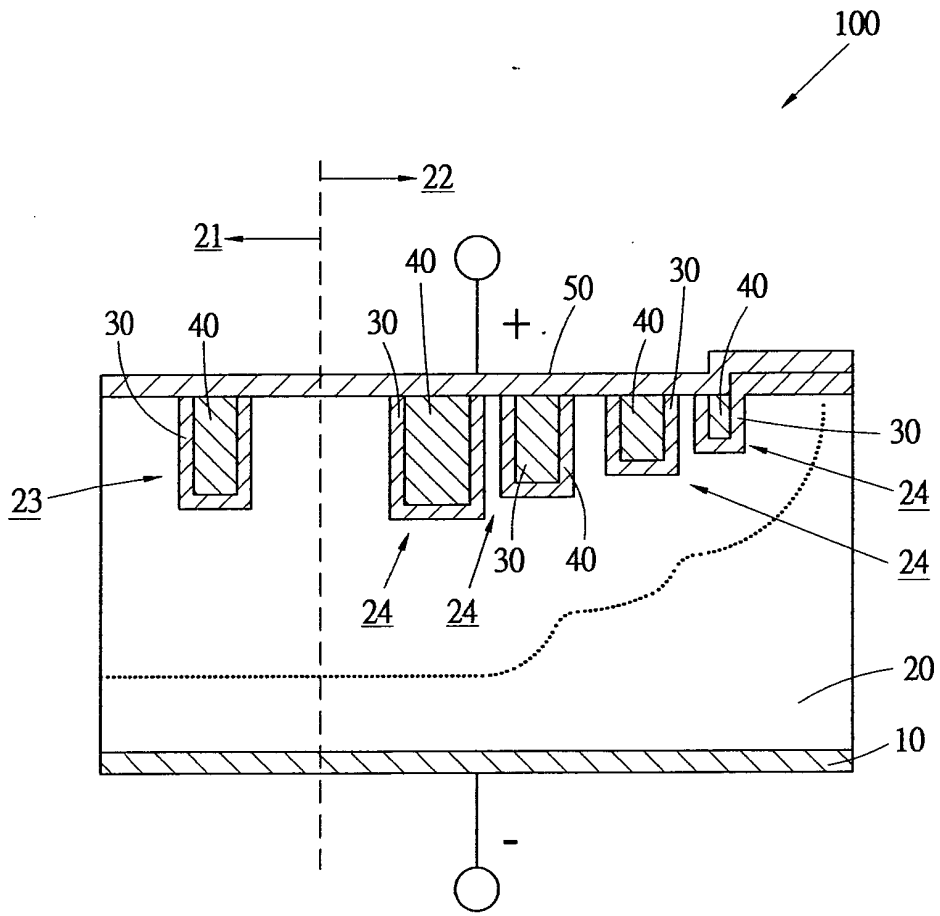
5.如申請專利範圍第1項所述之蕭特基二極體之終止區溝槽結構，其中，該磊晶層之終止區的各第二溝槽間呈深度遞減之函數曲線形狀排列組合。

6.如申請專利範圍第1項所述之蕭特基二極體之終止區溝槽結構，其中，該絕緣層為二氧化矽。

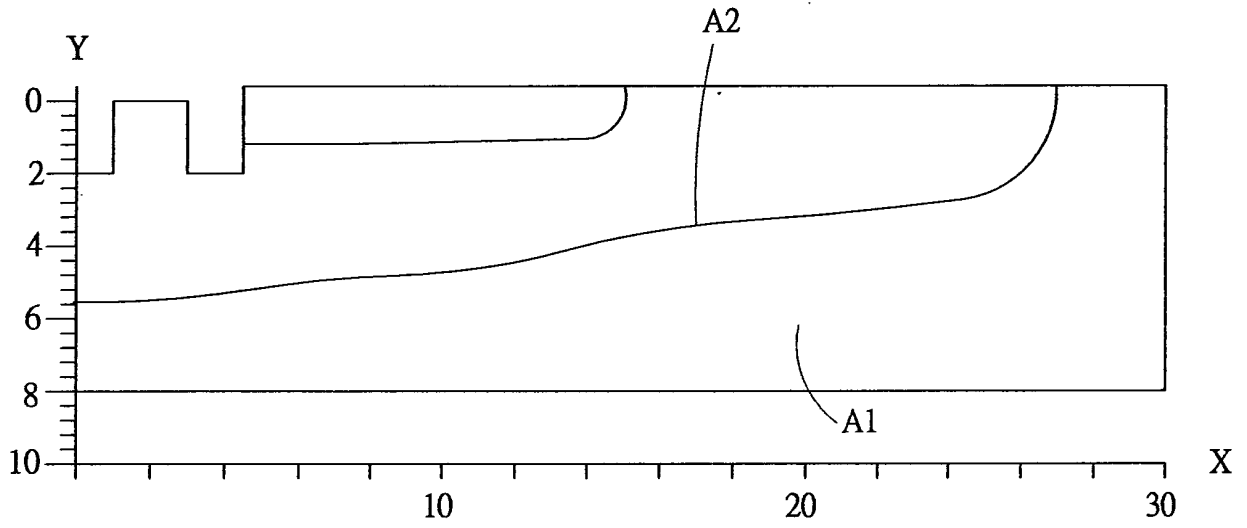
七、圖式：



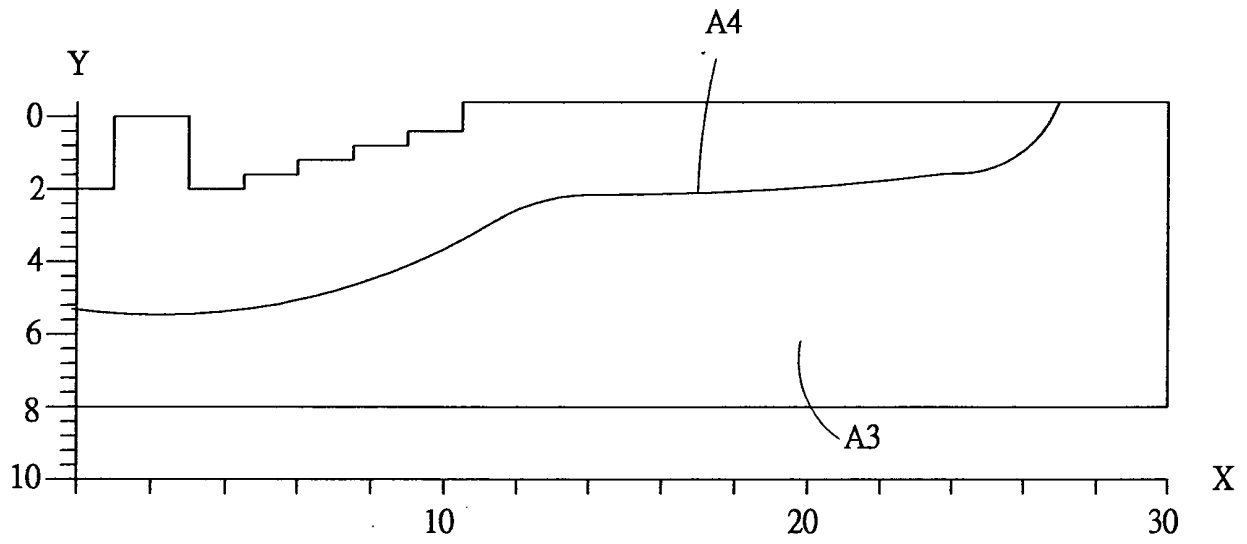
第一圖



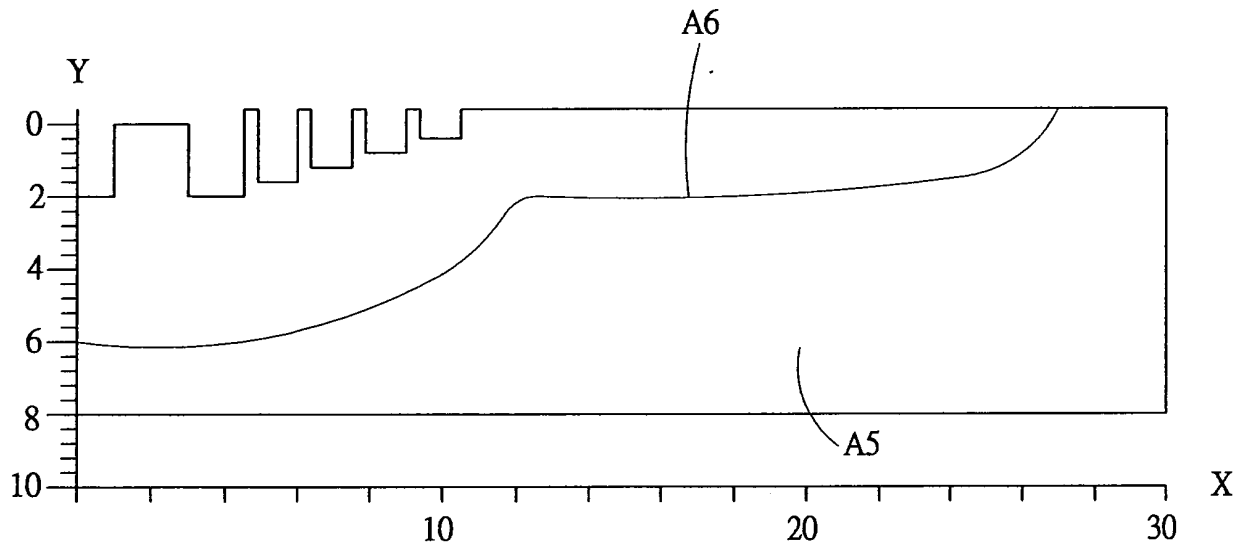
第二圖



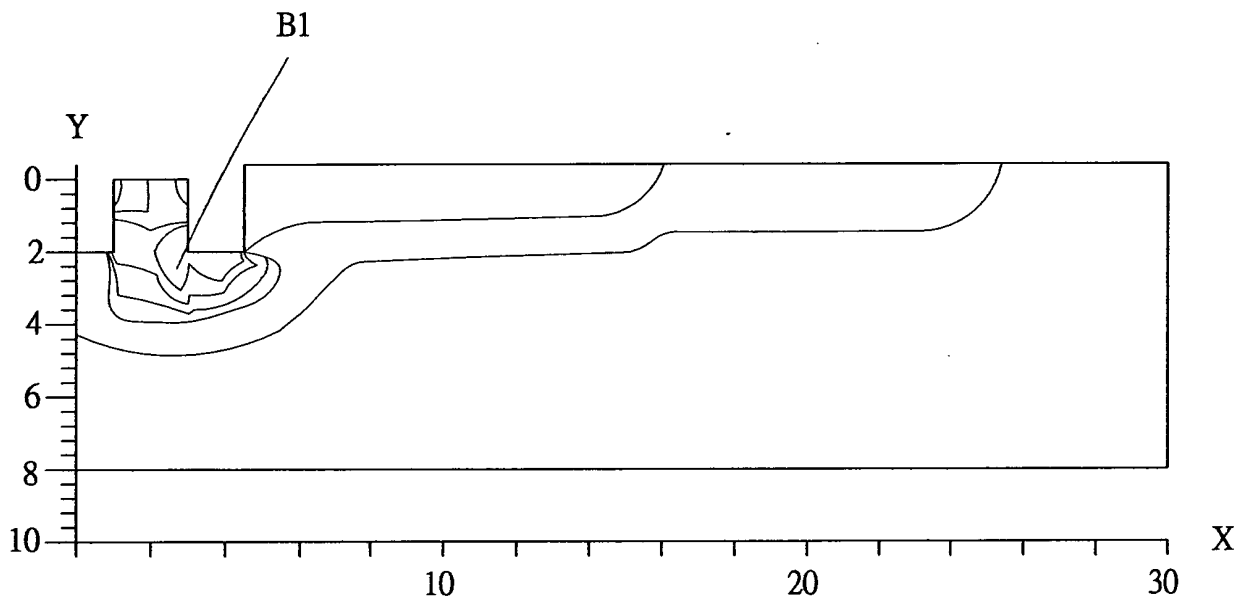
第三圖



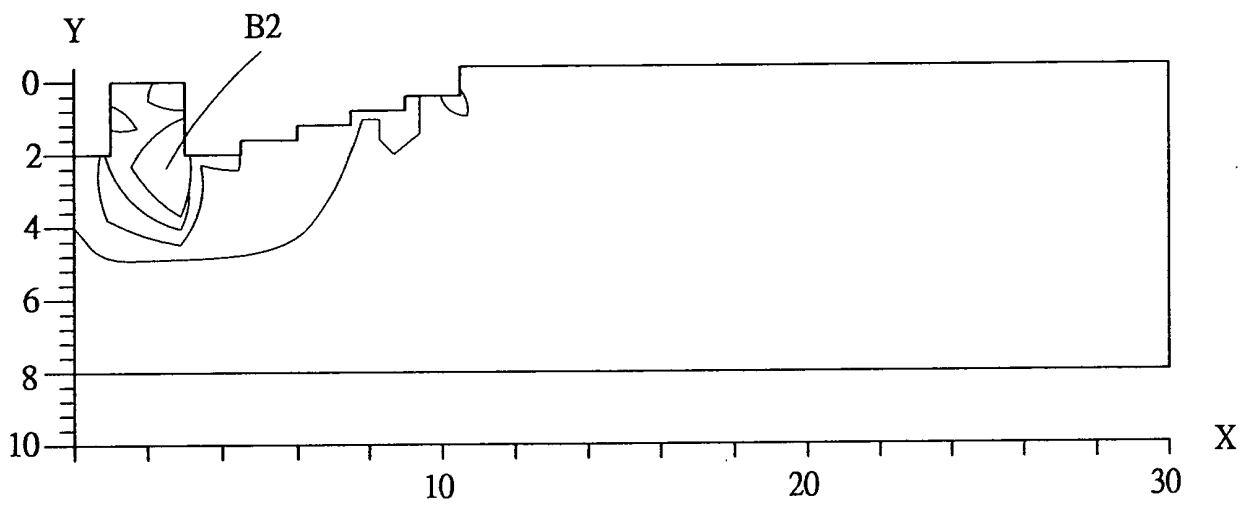
第四圖



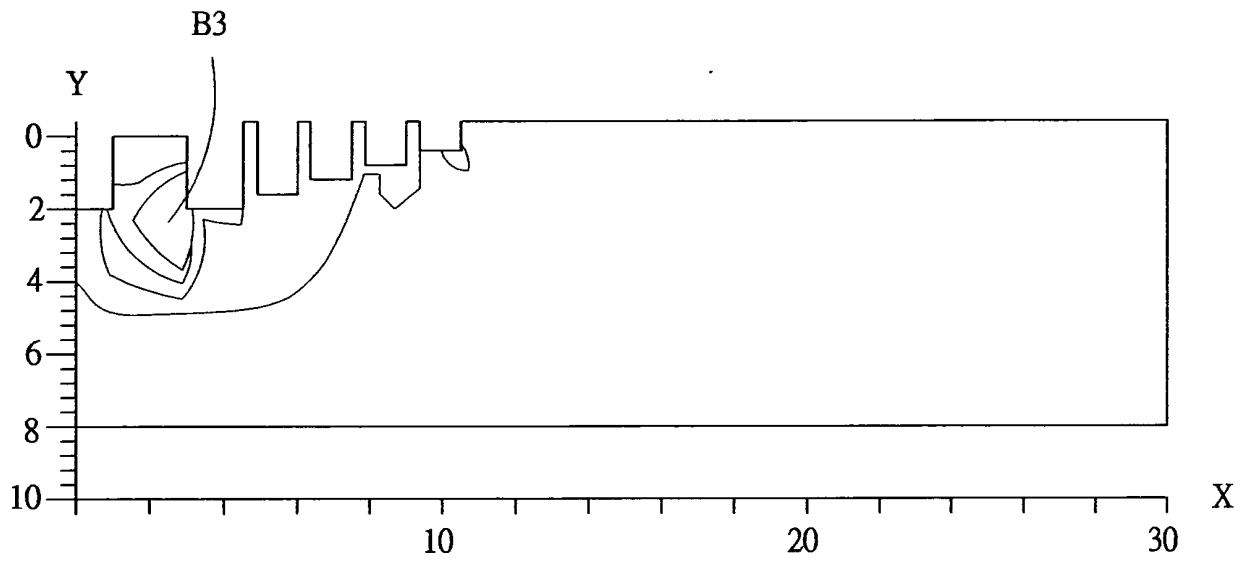
第五圖



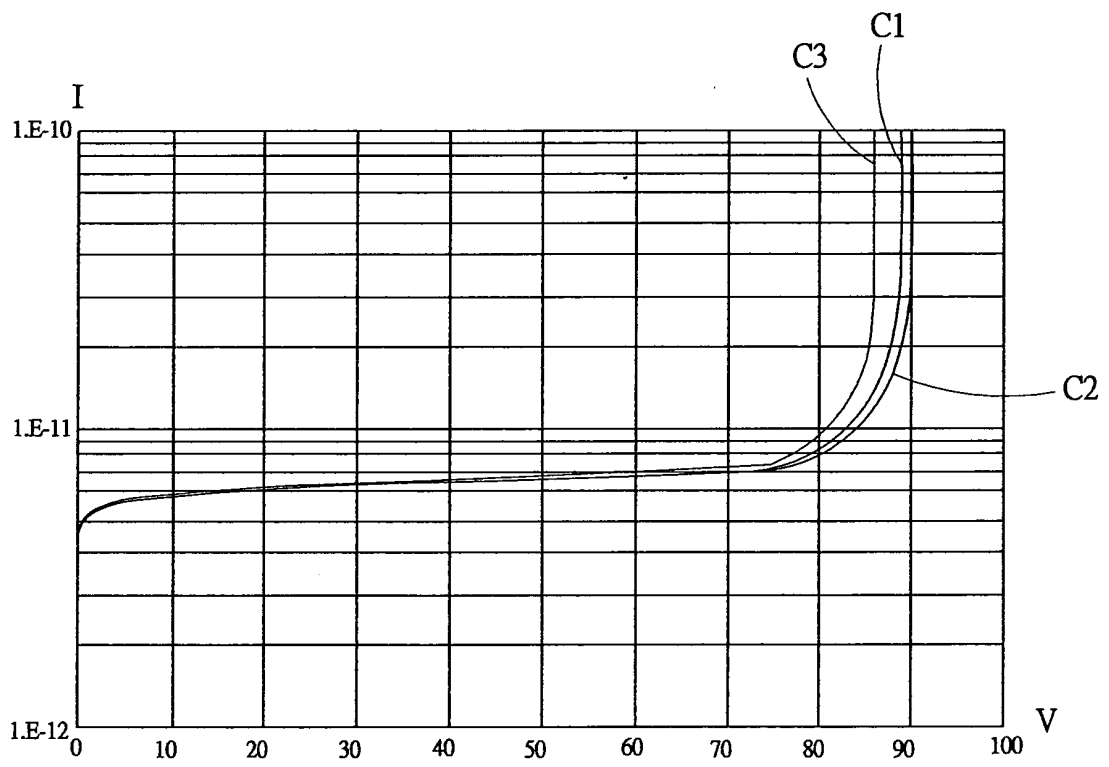
第六圖



第七圖



第八圖



第九圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(一)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 100 蕭特基二極體之終止區溝槽結構
- 10 半導體基層
- 20 磊晶層
- 21 晶胞區
- 22 終止區
- 23 第一溝槽
- 24 第二溝槽
- 30 絕緣層
- 40 多晶矽層
- 50 導體層