

(21)申請案號：099123072

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 14 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/38 (2010.01)**

(30)優先權：2009/07/15 南韓

10-2009-0064320

(71)申請人：艾比維利股份有限公司 (南韓) EPIVALLEY CO., LTD. (KR)

南韓

(72)發明人：南起堦 NAM, KI HYUN (KR)；金昌台 KIM, CHANG TAE (KR)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：10 共 26 頁

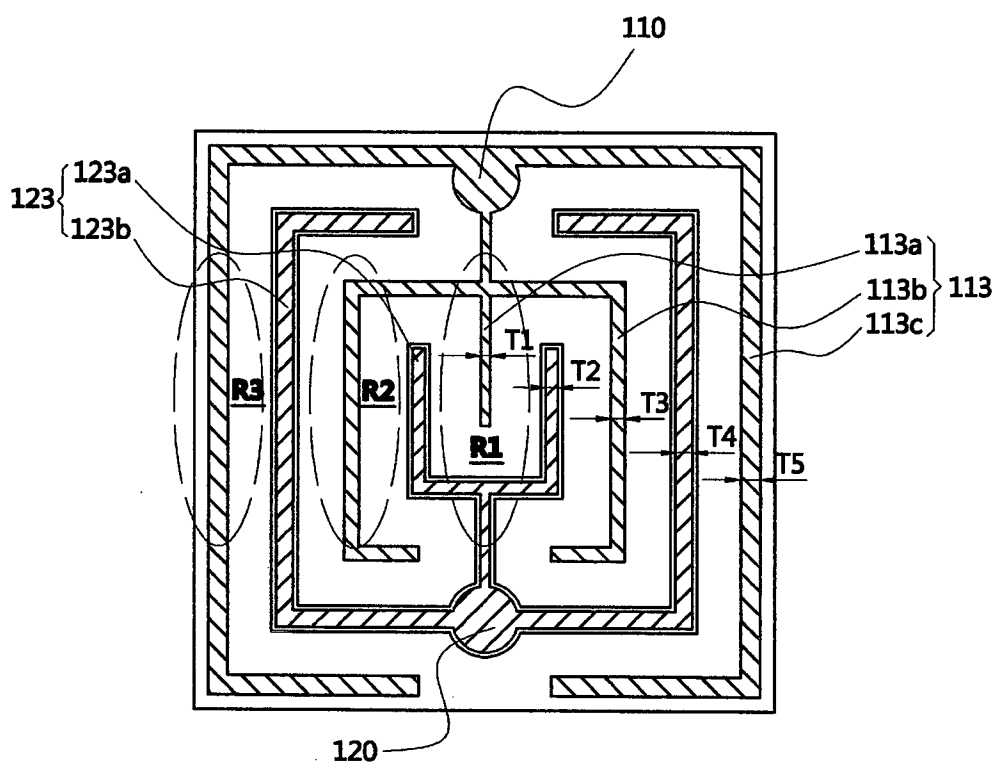
(54)名稱

三族氮化物半導體發光裝置

III-NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE

(57)摘要

本發明關於藉由電子和電洞再結合而產生光的三族氮化物半導體發光裝置。三族氮化物半導體發光裝置包括：供應電子和電洞再結合之電流的第一電極和第二電極；延伸自第一電極的第一分支電極；延伸自第二電極的第二分支電極，第二分支電極至少一部份的厚度與第一分支電極的厚度相異。



110：第一電極

113：分支電極

113a：第一分支電極

113b：第一分支電極

113c：第一分支電極

120：第二電極

123：分支電極

123a：第二分支電極

123b：第二分支電極

R1：區域

R2：區域

R3：區域

T1：厚度

T2：厚度

T3：厚度

T4：厚度

T5：厚度

(21)申請案號：099123072

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 14 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/38 (2010.01)**

(30)優先權：2009/07/15 南韓

10-2009-0064320

(71)申請人：艾比維利股份有限公司 (南韓) EPIVALLEY CO., LTD. (KR)

南韓

(72)發明人：南起堦 NAM, KI HYUN (KR)；金昌台 KIM, CHANG TAE (KR)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：10 共 26 頁

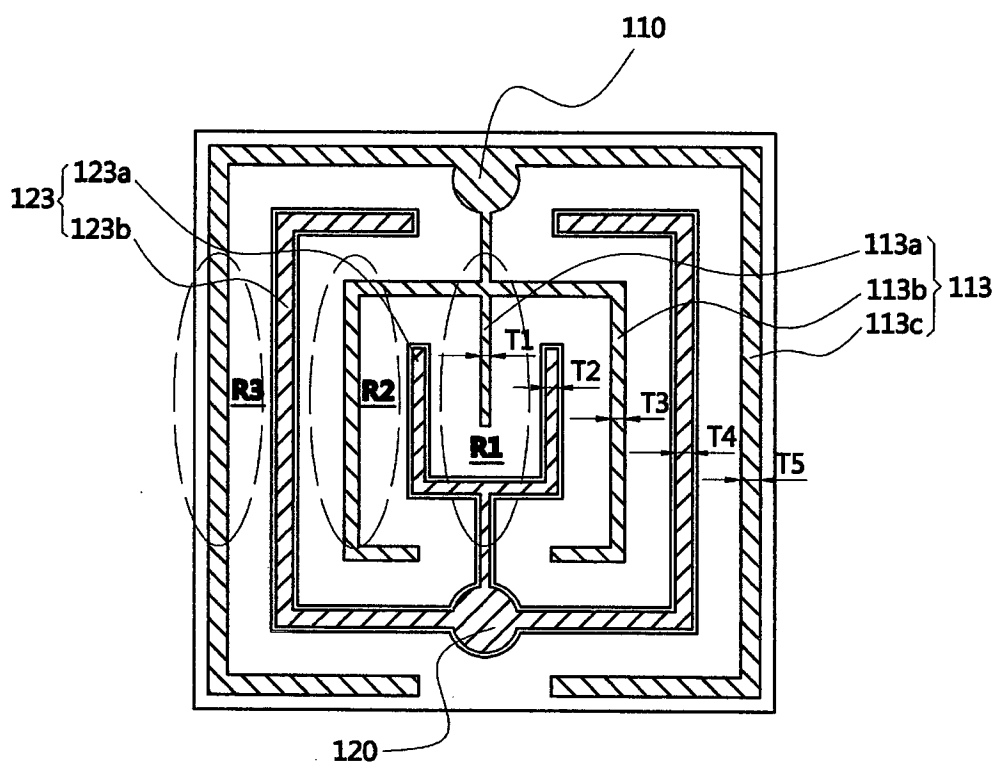
(54)名稱

三族氮化物半導體發光裝置

III-NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE

(57)摘要

本發明關於藉由電子和電洞再結合而產生光的三族氮化物半導體發光裝置。三族氮化物半導體發光裝置包括：供應電子和電洞再結合之電流的第一電極和第二電極；延伸自第一電極的第一分支電極；延伸自第二電極的第二分支電極，第二分支電極至少一部份的厚度與第一分支電極的厚度相異。



110：第一電極

113：分支電極

113a：第一分支電極

113b：第一分支電極

113c：第一分支電極

120：第二電極

123：分支電極

123a：第二分支電極

123b：第二分支電極

R1：區域

R2：區域

R3：區域

T1：厚度

T2：厚度

T3：厚度

T4：厚度

T5：厚度

六、發明說明：

【發明所屬技術領域】

本發明關於三族氮化物半導體發光裝置，特別是關於具有電流分散(current spreading)作用的電極結構之三族氮化物半導體發光裝置。

在此，三族氮化物半導體發光裝置表示一種藉由電子和電洞再結合(recombination)而產生光的三族氮化物半導體發光裝置。三族氮化物半導體由含有 $\text{Al}(x)\text{Ga}(y)\text{In}(1-x-y)\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$) 的化合物所形成。此外，三族氮化物半導體發光裝置可表示如：用於發紅色光的 GaAs-基底三族氮化物半導體發光裝置等。

【先前技術】

本節提供之本發明相關背景資訊不當然是習知技術。

第 1 圖為習知之三族氮化物半導體發光裝置的例子之視圖。三族氮化物半導體發光裝置包括：基板 10、形成於基板 10 上的緩衝層 20、形成於緩衝層 20 上的 n 型三族氮化物半導體層 30、形成於 n 型三族氮化物半導體層 30 上的活性層 40、形成於活性層 40 上的 p 型三族氮化物半導體層 50、形成於 p 型三族氮化物半導體層 50 上的 p 側電極 60、形成於 p 側電極 60 上的 p 側接合墊 70、形成於藉由台面刻蝕(mesa-etching)p 型三族氮化物半導體層 50 及活性層 40 而露出之 n 型三族氮化物半導體層 30 上的 n 側電極 80、及保護膜 90。

關於基板 10，可使用 GaN 基底基板作為同質基板(homo-substrate)，且可使用藍寶石基板、SiC 基板或 Si 基板作為異質基板(hetero-substrate)。然而，可使用任何一種三族氮化物半導體層能成長於其上的基板。若使用 SiC 基板，則 n 側電極 80 可形成於 SiC 基板側。

通常是藉由金屬有機化學蒸鍍法(MOCVD)的方式將三族氮化物半導體層形成於基板 10 上。

緩衝層 20 係為了克服異質基板 10 和三族氮化物半導體之間晶格常數及熱膨脹係數的差異。在第 5,122,845 號美國專利中描述一種在 380°C 至 800°C 下，於藍寶石基板上形成厚度為 100 Å 至 500 Å 的 AlN 緩衝層的技術，在第 5,290,393 號美國專利中描述一種在 200°C 至 900°C 下，於藍寶石基板上形成厚度為 10 Å 至 5000 Å 的 $\text{Al}(x)\text{Ga}(1-x)\text{N}$ ($0 \leq x < 1$) 緩衝層之技術，以及在美國專利公開案第 2006/154454 號中描述一種在 600°C 至 990°C 下形成 SiC 緩衝層(晶種層)，並在其上形成 $\text{In}(x)\text{Ga}(1-x)\text{N}$ ($0 < x \leq 1$) 層的技術。在形成 n 型三族氮化物半導體層 30 之前，應先形成無摻雜(undoped)的 GaN 層為佳。可將其視為緩衝層 20 或 n 型三族氮化物半導體層 30 的一部份。

關於 n 型氮化物半導體層 30，在至少有 n 側電極 80 形成於其中的區域(n 型接觸層)摻入摻雜物。n 型接觸層應由摻雜有 Si 的 GaN 形成較佳。在美國專利第 5,733,796 號中描述一種在目標摻雜濃度下，藉由調整 Si 和其他來源材料的混合比例，以摻雜 n 型接觸層的技術。

藉由電子和電洞再結合而產生光量子(light quanta)的活性層 40，最常由 $\text{In}(x)\text{Ga}(1-x)\text{N}$ ($0 < x \leq 1$) 所製成，且由單一量子井(quantum well)層或多重量子井層所構成。

p 型三族氮化物半導體層 50 摻入適當的摻雜物例如：鎂，藉由活化程序(activation process)提供 p 型導電性(conductivity)。在第 5,247,533 號美國專利中描述一種藉由電子束照射而活化 p 型三族氮化物半導體的技術，美國專利第 5,306,662 號描述一種藉由以超過 400°C 之退火(annealing)，活化 p 型三族氮化物半導體層的技術，並且在美國專利公開案第 2006/157714 號中描述一種在無活化程序下形成具有 p 型導電性的 p 型氮化物半導體層的技術，藉由使用氨(ammonia)及聯胺基底(hydrazine-based)來源材料作為氮前驅物，以形成 p 型氮化物半導體層。

提供 p 側電極 60 使電流平順地供給至整個 p 型三族氮化物半導體層 50。第 5,563,422 號美國專利中描述一種技術有關形成幾乎覆蓋整個 p 型三族氮化物半導體層 50 的表面，並與其歐姆接觸(ohmic contact)之由 Ni 和 Au 所製成的透光性電極，且在第 6,515,306 號美國專利中描述一種在 p 型三族氮化物半導體層上形成 n 型超晶格(superlattice)層，並在其上形成由氧化銦錫(ITO)所製成之透光性電極的技術。

同時，可形成夠厚的 p 側電極 60，使光不會通過而是朝基板 10 反射。此技術稱為覆晶(flip chip)技術。在第 6,194,743 號美國專利中描述一種有關電極結構之技術，

該結構包括具有厚度超過 20nm 的 Ag 層、覆蓋 Ag 層的擴散障壁(diffusion barrier)層、及覆蓋擴散障壁層且由 Au 及 Al 所製成的連接(bonding)層。

提供 p 側接合墊 70 及 n 側電極 80 用以供應電流及外部導線連接(external wire-bonding)。在第 5,563,422 號美國專利中描述一種使用 Ti 及 Al 形成 n 側電極的技術。

保護膜 90 由 SiO₂ 製成且為可省略的。

同時，n 型三族氮化物半導體層 30 或 p 型三族氮化物半導體層 50 可由單層或是多層所構成。近來，引進一種製造垂直型發光裝置的技術，係藉由雷射蝕刻或是濕式蝕刻將基板 10 從三族氮化物半導體層上分離。

第 2 圖為美國專利第 5,563,422 號中一個電極結構實例之視圖，其描述一種藉由在發光裝置相對之對角線角落的部分配置 p 側接合墊 70 和 n 側電極 80，以改善電流分佈的技術。

第 3 圖為美國專利第 6,307,218 號中一個電極結構實例之視圖，其描述一種藉由在 p 側接合墊 71 和 n 側電極 81 之間以規律的間隔提供分支電極 91，因著發光裝置傾向具有大面積，以改善電流分佈的技術。

然而，具上述電極結構的發光裝置有電流可能集中在靠近 p 側接合墊 71 或 n 側電極 81 之區域 R 的問題。

【發明內容】

(發明欲解決之課題)

在稍後本發明的較佳實施態樣中，描述藉由本發明解

決該等問題。

(解決課題之方法)

本節提供本發明一般性概要，但並非包括本發明全部的範圍或全部的特徵。

根據本發明的一個實施態樣，其係提供一種藉由電子和電洞再結合而產生光的三族氮化物半導體發光裝置，此三族氮化物半導體發光裝置包括：供應電流使電子和電洞再結合的第一電極和第二電極；延伸自第一電極的第一分支電極；及延伸自第二電極的第二分支電極，至少一部份的第二分支電極的厚度與第一分支電極的厚度相異。

(發明之功效)

將在稍後本發明的較佳實施態樣中，描述本發明之功效。

【實施方式】

藉由參考所附圖示詳細說明本發明。

在下列本發明的說明中，將會省略與習知技術類似或相同的重複敘述。

第4圖為本發明三族氮化物半導體發光裝置所提供之電極結構之一實例的視圖。本發明之三族氮化物半導體發光裝置中的電極結構包括：電極110和120，以及各自延伸出的分支電極113和123。

電極110和120包括：與三族氮化物半導體發光裝置中n型三族氮化物半導體層或p型三族氮化物半導體層其中一者電性連接的第一電極110，以及與另一者電性連接

的第二電極 120。

在此實例中，第一電極 110 和第二電極 120 各可提供作為 p 側接合墊或 n 側接合墊。

由下將可知分支電極 113 和 123 各可提供為單一支電極。在此，於下列的敘述中，則將假設提供複數個分支電極 113a、113b、113c、123a 及 123b。

亦即分支電極 113 和 123 包括：複數個延伸自第一電極的 113 的第一分支電極 113a、113b 及 113c，及複數個延伸自第二電極的第二分支電極 123a 及 123b。

此外，在此實例中，提供至少兩個彼此厚度相異的分支電極 113 和 123。

其目的欲使流經各分支電極 113 和 123 的電流強度相異。

因此，可防止電流在第一電極 110 和第二電極 120 之間不均勻地分散而集中在某些區域的現象，如：電流分佈變得不均勻的問題。

接著更詳細地加以描述。

在此實例中，第一電極 110 和第二電極 120 提供於發光裝置的外面部分並圍繞著發光裝置的中央部份形成對稱。

在延伸自第一電極 110 的第一分支電極 113a、113b、113c 當中，第一分支電極 113a 配置在第一區域 R1，第一分支電極 113b 配置在第二區域 R2，第一分支電極 113c 配置在第三區域 R3。

在延伸自第二電極 120 的第二分支電極 123a、123b 當中，第二分支電極 123a 配置在第一分支電極 113a 和第一分支電極 113b 之間，第二分支電極 123b 配置在地第一分支電極 113b 和第一分支電極 113c 之間。

既然如此，考量到第一電極 110 和第二電極的配置，其及分支電極 112 和 113 的配置，相較於第二區域 R2 和第三區域 R3，電流較集中於位在連接第一電極 110 和第二電極 120 之假想直線上的第一區域 R1，而第二區域 R2 則較第三區域 R3 更為集中。

為了預防上述的問題，在此實例中，第二分支電極 123a 厚度 T2 設定成大於第一分支電極 113a 的厚度 T1，且第一分支電極 113b 的厚度 T3 設定成大於第二分支電極 123a 的厚度 T2。

此外，分支電極距離發光裝置中央越遠，其厚度越厚。換言之，第 4 圖中分支電極的厚度滿足 ' $T1 < T2 < T3 < T4 < T5$ '。

因此，流過配置在電流相對少的區域之分支電極的電流強度，相較於流過配置在電流相對集中的區域之分支電極的電流強度變得較強，能減緩或預防電流的集中。

同時，在此實例中，由於在第一分支電極 113a、113b 和 113c 及在第二分支電極 123a 和 123b 之間產生電流流動，第一分支電極 113a、113b 和 113c 及在第二分支電極 123a 和 123b 在發光裝置中央朝外的方向上，應一個接一個交錯地排列，因此電流密度能更均勻的分佈。

此外，在此實例中，由於第一電極 110 和第二電極 120 位在連接第一電極 110 和第二電極 120 的假想直線可通過發光裝置中央的位置上，圍繞著假想直線配置成對稱的第一分支電極 113a、113b 和 113c 及第二分支電極 123a 和 123b 可具有相同的厚度。因此，在設計第一和第二分支電極的厚度時可變得較為簡單。

再者，在此實例中，第一電極 110 和第二電極 120 的形狀並不限於第 4 圖中的圓形，可為橢圓、多邊形等。

在此實例中，分支電極的厚度 T1、T2 和 T3 為藉由發光裝置的尺寸和形狀、分支電極的分佈外形、電極的位置和形狀的試驗所取決之數值。

換言之，藉由流經電流強度增加的區域之試驗來減少分支電極的厚度可達成本發明的目的。

同時，在此實例中，分支電極之間的間距可設成規律的。然而，具有相對高電流密度的第一區域 R1 之間距設定成大於具有相對低電流密度的第二區域 R2 之間距為佳。

第 5 圖為本發明三族氮化物半導體發光裝置提供之電極結構之另一實例的視圖。當本實例之電極結構相似於上述之電極結構時，兩者之差異在於第一電極 210 和第二電極 220 中至少一者為兩個或更多個相互連接的多迴路電極 (split electrode) 211 和 212，並供應分離的電流。

供應電流的接合導線偶合各多迴路電極 211 和 212。

因此，供應流過一接合導線之的電流係分別供應流過複數個接合導線，因此可穩定其供應。

特別是，由於在發光裝置此範圍的增加造成驅動發光裝置的電流強度增加。既然如此，多迴路電極即有效用。

此外，在此實例中，關於分支電極 213 和 223 的厚度，以和上述相同的原則，配置在具有相對高電流密度區域的分支電極之厚度，設定成小於配置在具有相對低電流密度區域的分支電極之厚度。

又，第一電極 210 和第二電極 220 以位在連接第一電極 210 和第二電極 220 之假想直線能通過發光裝置中央的位置上為佳。

第 6 圖為本發明三族氮化物半導體發光裝置的電極結構之又一實例的視圖。當根據本實例的電極結構相似於上述之電極結構時，兩者之差異在於第一電極 310 和第二電極 320 中至少一者為兩個或更多個彼此分開的多迴路電極 311 及 312，並供應分離的電流。

如同稍早之討論，由於在發光裝置此範圍的增加造成驅動發光裝置的電流強度增加。此驅動電流係分別地供應以穩定電流供應。

此外，各多迴路電極 311 和 312 彼此分開以達到電流密度的均勻化。

再者，在此實例中，關於分支電極 313 和 323 的厚度，配置在具有相對高電流密度之區域的分支電極之厚度設定成小於配置在具有相對低電流密度之區域的分支電極之厚度。

第 7 圖為本發明三族氮化物半導體發光裝置所提供之

電極結構之其他實例的視圖。當本實例之電極結構相似於上述之電極結構時，兩者之差異在於第一分支電極 413a、413b 和 413c 及第二分支電極 423a 和 423b 中至少一者為在縱向有厚度改變。

考量到一分支電極在各別部分根據其位置具有不同的電流密度，因此藉由各別部分具有不同的厚度，欲減緩或防止電流密度的差異。

亦即，在形成一分支電極的各別部分當中，位在具有相對高電流密度區域的部分之厚度設定成小於位在具有相對低電流密度區域的部分之厚度。

參閱第 8 圖至第 10 圖，當第二分支電極的某些部分或第一分支電極的某些部分圍繞第一電極 410 或第二電極 420，在第一電極 410 和某些部分的第二分支電極 423b 之間，或是在第二電極 420 和某些部分的第一分支電極 413b 和 413c 之間，會產生相對高電流密度。為了解決或減緩此一問題，第一分支電極或第二分支電極中某些部分的厚度 a_1 、 b_1 和 c_1 設定成小於其他部分的厚度 a_2 、 b_2 和 c_2 。

以下，將描述本發明的各種具體型態。

(1) 一種三族氮化半導體發光裝置，包括複數個具有不同厚度的分支電極。其可改善電流的集中。

(2) 一種三族氮化物半導體發光裝置，包括具有厚度在縱向改變的分支電極。其可減緩或防止電流的集中。

(3) 一種三族氮化物半導體發光裝置，包括藉由連接複數個多迴路電極所形成的電極，以便複數個接合導線連接

於其上，連同具體實施型態(1)和(2)。即使在任一多迴路電極當中有導線連接故障，依然可改善電流的集中。

(4)一種三族氮化物半導體發光裝置，包括藉由複數個彼此分開的多迴路電極所形成的電極，連同具體實施型態(1)和(2)。在大面積的發光裝置中可改善電流密度的均勻性。

根據本發明的三族氮化物半導體發光裝置，使在不同分支電極之間的電流密度均勻，如此使得發光裝置整體的電流密度能均勻。

根據本發明的三族氮化物半導體發光裝置，使在圍繞分支電極所產生之電流密度均勻，如此使得發光裝置整體的電流密度能均勻。

根據本發明的三族氮化物半導體發光裝置，即使任一多迴路電極導線連接故障，依然可改善電流的集中。

根據本發明的三族氮化物半導體發光裝置，可改善大面積發光裝置中大驅動電流所引起之電流密度的不均。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為習知三族氮化物半導體發光裝置實例之視圖。

第 2 圖為第 5,563,422 號美國專利中所描述之電極結構實例之視圖。

第 3 圖為第 6,307,218 號美國專利中所描述之電極結構實例之視圖。

第 4 圖為本發明三族氮化物半導體發光裝置所提供之電極結構之一實例的視圖。

第 5 圖為本發明三族氮化物半導體發光裝置所提供之電極結構另一實例的視圖。

第 6 圖為本發明三族氮化物半導體發光裝置所提供之電極結構又一實例的視圖。

第 7 圖為本發明三族氮化物半導體發光裝置所提供之電極結構其他實例的視圖。

第 8 圖至第 10 圖為第 7 圖中 A、B 及 C 部分的放大視圖。

【主要元件符號說明】

10	基板	20	緩衝層
30	n 型三族氮化物半導體層		
40	活性層		
50	p 型三族氮化物半導體層		
60	p 側電極	70、71	p 側接合墊
80、81	n 側電極	90	保護膜
91、113、123、213、223、323、413、423	分支電極		
110、210、310、410	第一電極		
113a、113b、113c、213a、213b、213c、413a、413b、413c	第一分支電極		
120、220、323a、323b、320、420	第二電極		
123a、123b、223a、223b、423a、423b	第二分支電極		
211、212、311、312、411、412	多迴路電極		
A、B、C 部分	R1、R2、R3 區域		
T1、T2、T3、T4、T5、a1、a2、b1、b2、c1、c2	厚度		

發明專利說明書

(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：99123072

※ 申請日：99.7.14 ※IPC 分類：H01L 33/38 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

三族氮化物半導體發光裝置

III-NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE

二、中文發明摘要：

本發明關於藉由電子和電洞再結合而產生光的三族氮化物半導體發光裝置。三族氮化物半導體發光裝置包括：供應電子和電洞再結合之電流的第一電極和第二電極；延伸自第一電極的第一分支電極；延伸自第二電極的第二分支電極，第二分支電極至少一部份的厚度與第一分支電極的厚度相異。

三、英文發明摘要：

The present disclosure relates to a III-nitride semiconductor light-emitting device generating light by recombination of electrons and holes. The III-nitride semiconductor light-emitting device includes: a first electrode and a second electrode for supplying the current for the recombination of electrons and holes; a first branch electrode extending from the first electrode; and a second branch electrode extending from the second electrode, the thickness of at least some portion of the second branch electrode being different from the thickness of the first branch electrode.

七、申請專利範圍：

1. 一種藉由電子和電洞再結合而產生光的三族氮化物半導體發光裝置，包括：

供應電子和電洞再結合之電流的第一電極和第二電極；

延伸自該第一電極的第一分支電極；

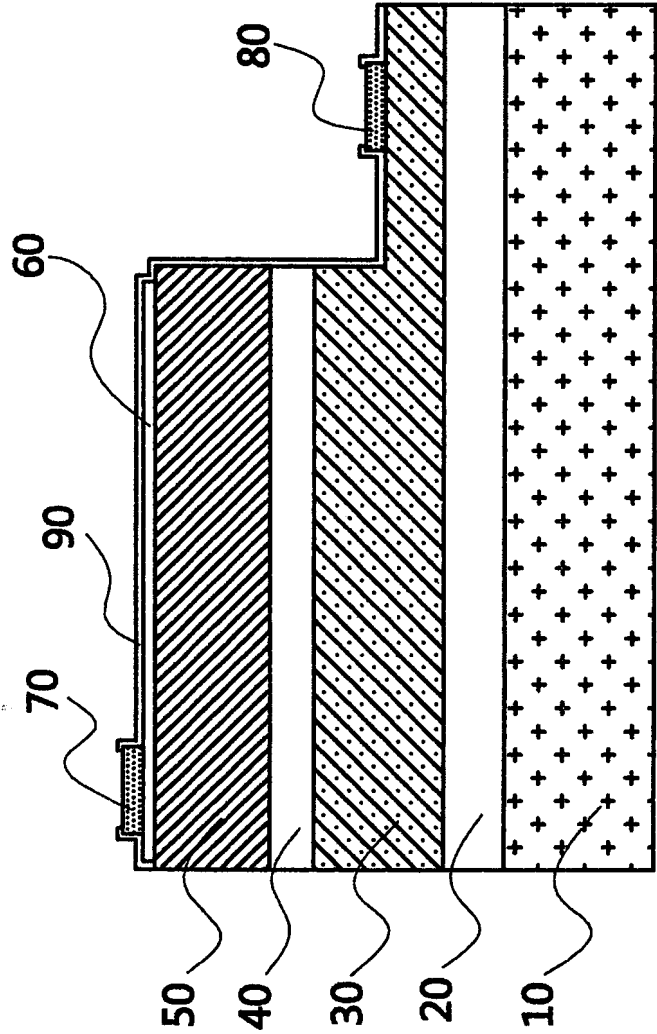
延伸自該第二電極的第二分支電極，該第二分支電極至少一部份的厚度與該第一分支電極的厚度相異。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該第二分支電極的厚度在其縱向為相同，且與該第一分支電極的厚度相異。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之三族氮化物半導體發光裝置，其中，配置於具有相對低電流密度的第二區域之該分支電極的厚度大於配置於具有相對高電流密度的第一區域之該分支電極的厚度，該發光裝置產生的電流密度通過該第一電極和第二電極。
4. 如申請專利範圍第 2 項所述之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該第一電極和第二電極，從該發光裝置中央朝外的方向一個接一個交錯地排列。
5. 如申請專利範圍第 3 項所述之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該第一電極和第二電極各以單一電極提供，且位在連結該第一電極至第二電極的假想直線會通過發光裝置中央部份的位置。
6. 如申請專利範圍第 3 項所述之三族氮化物半導體發光

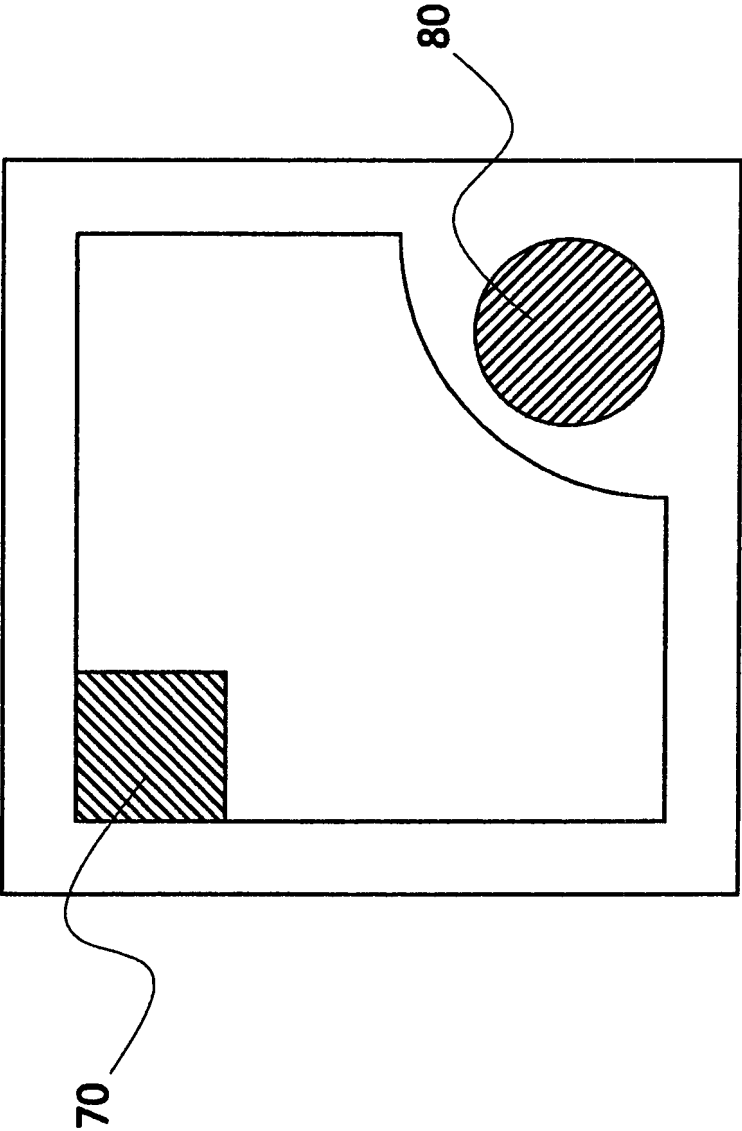
裝置，其中，該第一電極和第二電極之至少一者為兩個或更多個相互連接的多迴路電極並供應分離的電流，且位在連結第一電極至第二電極的假想直線會通過發光裝置中央部份的位置。

7. 如申請專利範圍第 3 項所述之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該第一電極和第二電極之至少一者為兩個或更多個間隔給定距離的多迴路電極，並藉由該第一分支電極或第二分支電極連接。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該第二分支電極在其縱向有厚度的變化。
9. 如申請專利範圍第 8 項所述之三族氮化物半導體發光裝置，其中，鄰接於該第一電極之該第二分支電極的一部份或鄰接於該第二電極之該第一分支電極的一部份，相較於該對應之分支電極的其他部分具有較薄的厚度。
10. 如申請專利範圍第 8 項所述之三族氮化物半導體發光裝置，其中，該第一電極和第二電極之至少一者為兩個或更多個彼此分開的多迴路電極，且鄰接於各多迴路電極之該分支電極之一部份，相較於其他部分的分支電極具有較薄的厚度。

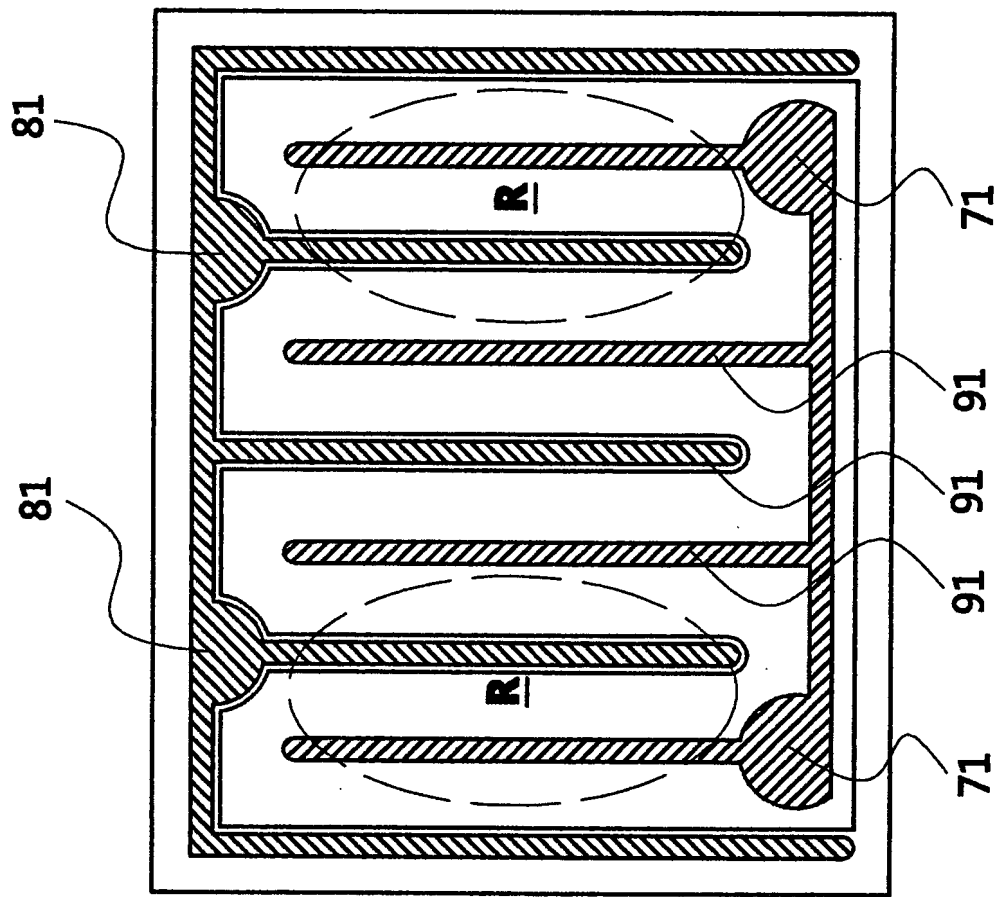
八、圖式：



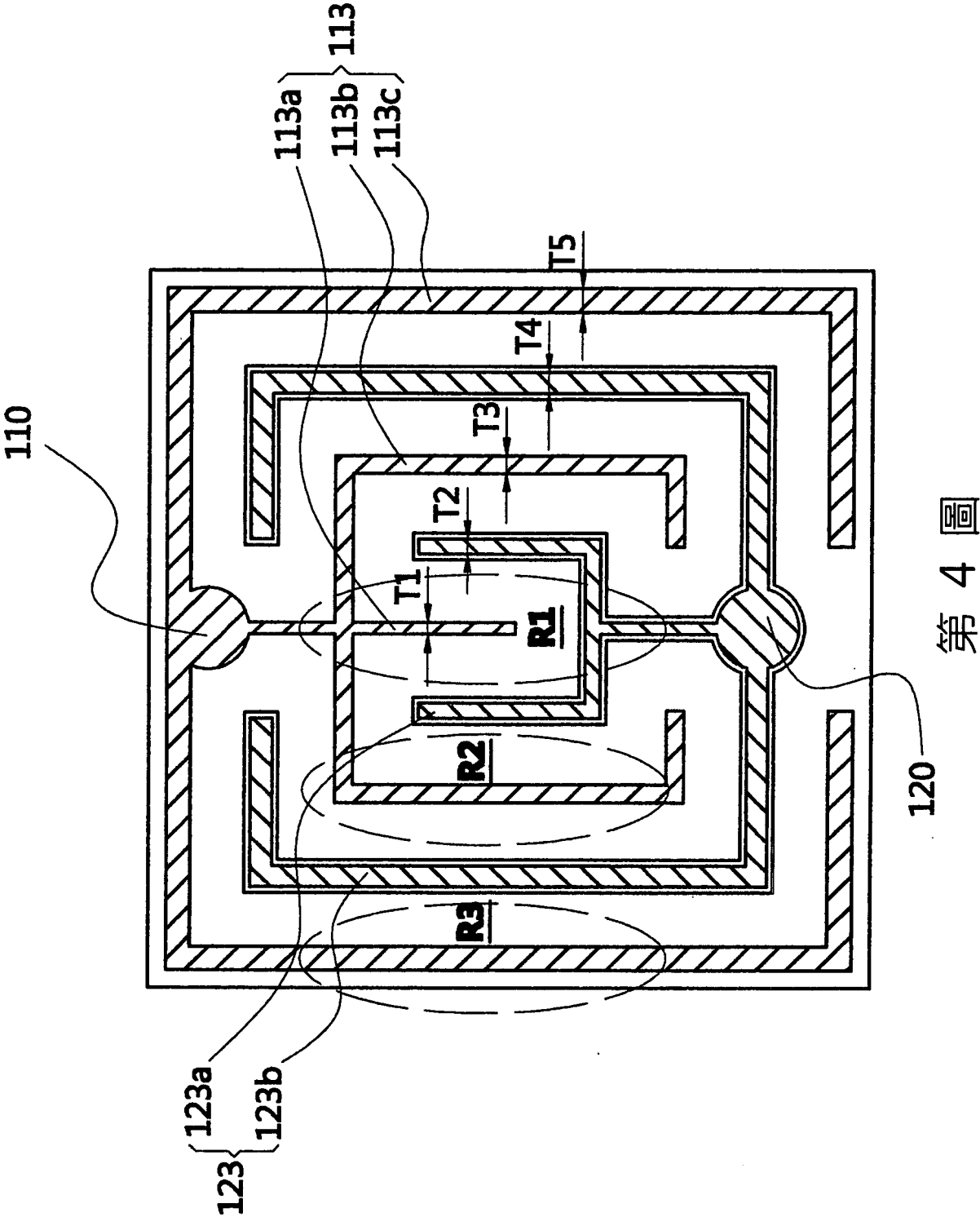
第 1 圖
(先前技術)

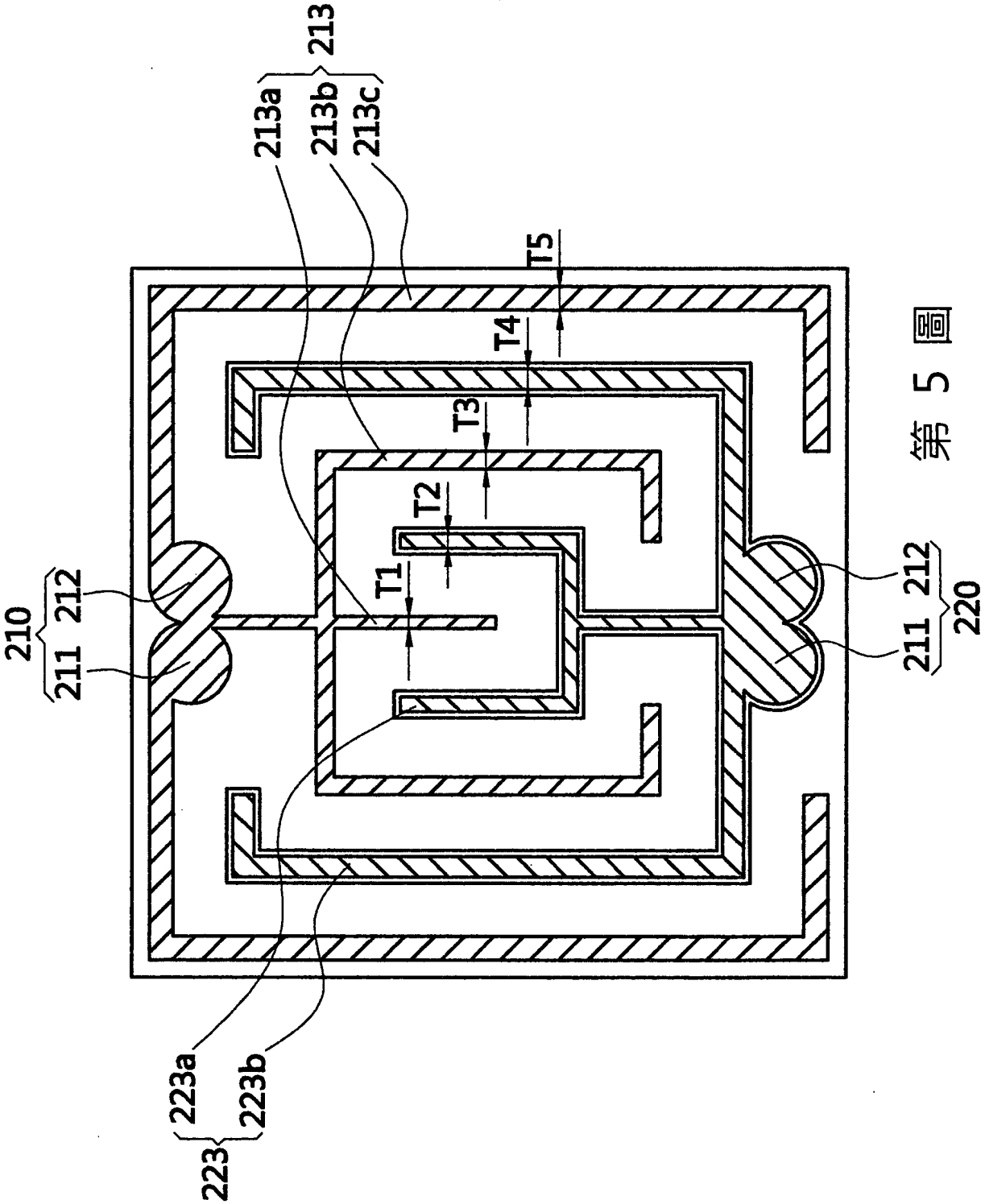


第 2 圖
(先前技術)

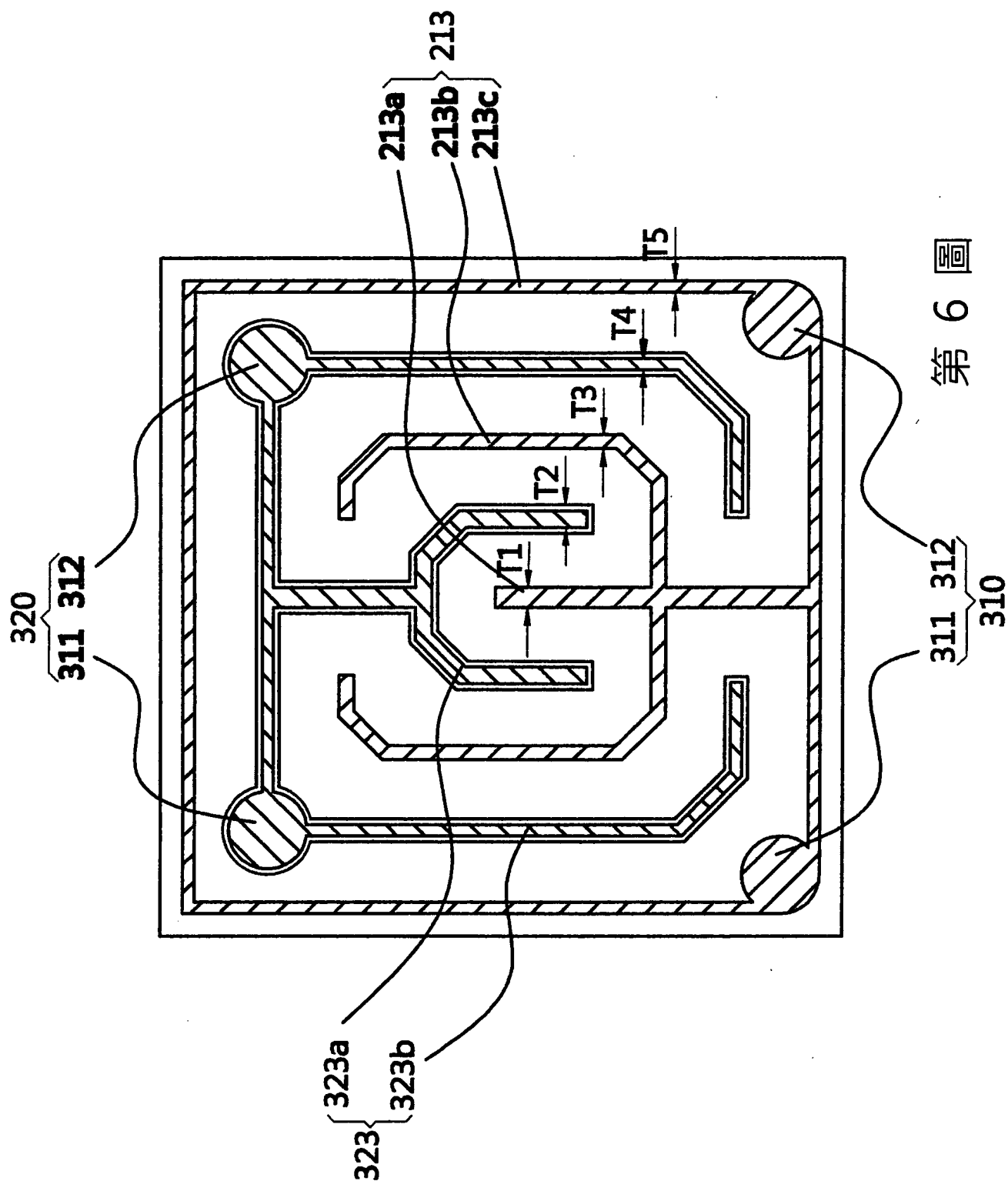


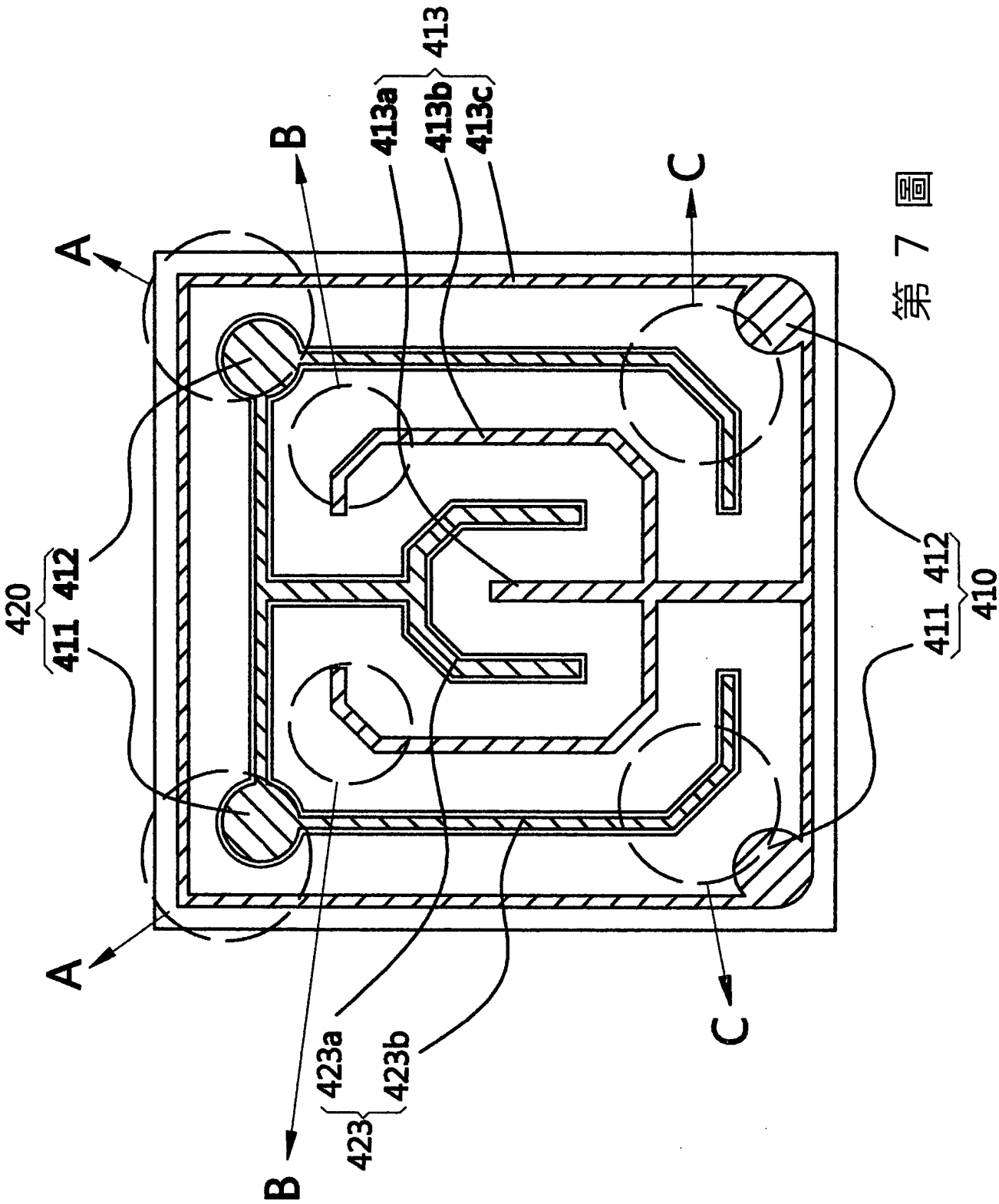
第 3 圖
(先前技術)

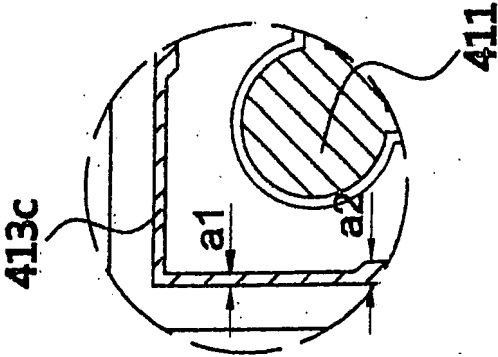




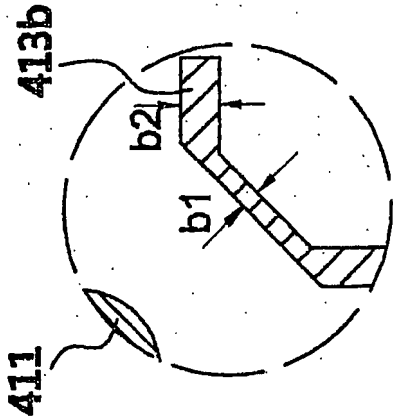
第 5 圖



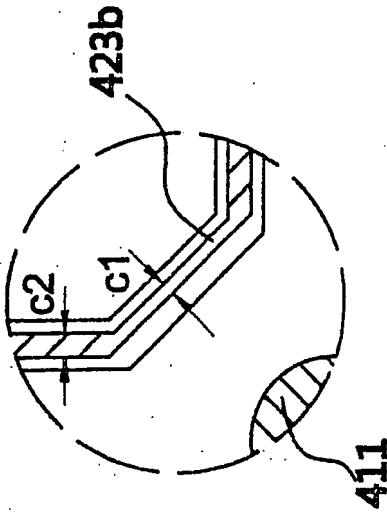




第 8 圖



第 9 圖



第 10 圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (4) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

110 第一電極

113、123 分支電極

113a、113b、113c 第一分支電極

123a、123b 第二分支電極

120 第二電極

R1、R2、R3 區域

T1、T2、T3、T4、T5 厚度

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無代表化學式