

(21)申請案號：099136590

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 10 月 26 日

(51)Int. Cl. : **H01L35/32 (2006.01)**

(71)申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：黃義佑 HUANG, I YU (TW)；陳冠銘 CHEN, GUAN MING (TW)

(74)代理人：蔡東賢

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：10 共 25 頁

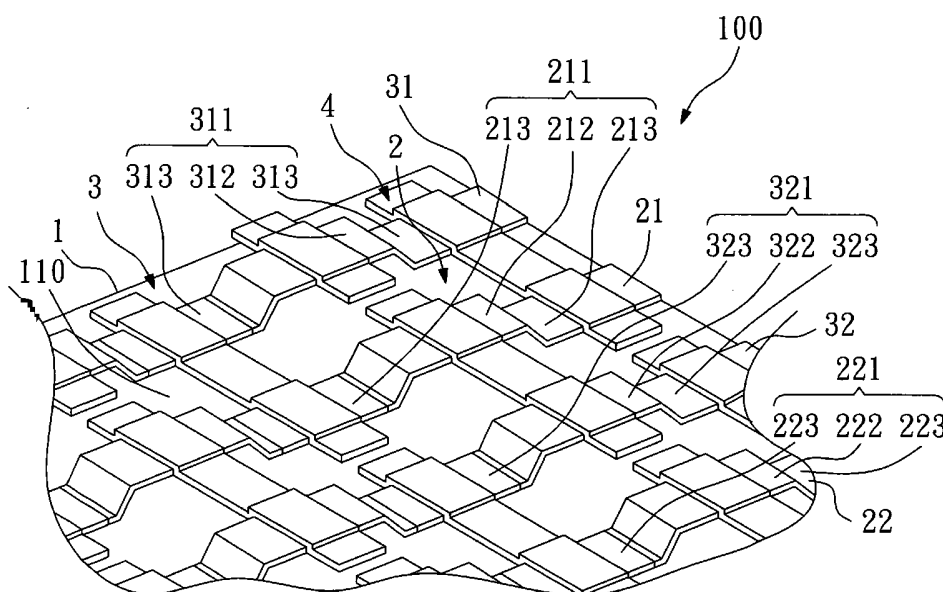
(54)名稱

可透光式熱電能量轉換裝置

TRANSPARENT THERMOELECTRIC ENERGY CONVERSION DEVICE

(57)摘要

在本發明之可透光式熱電能量轉換裝置中，係將至少一可透光 P 型半導體元件及至少一可透光 N 型半導體元件設置於一可透光載體上，再以可透光導電材料串接每二相鄰 P 型半導體元件之第一橋式結構和 N 型半導體元件之第二橋式結構之冷端或熱端。藉此，本發明之可透光式熱電能量轉換裝置可有效利用光/熱源以產生電能、有效降低第一橋式結構和第二橋式結構之冷端及端熱之熱量傳遞，並且具有較佳之結構強度、較低之製造成本，且其製程可與 CMOS IC 製程相容。此外，即使其中一第一橋式結構或第二橋式結構失去作用，也不會影響整個可透光式熱電能量轉換裝置的運作。



1：可透光載體

2：可透光 P 型半導體元件

3：可透光 N 型半導體元件

4：可透光導電材料

21：P 型半導體長條結構

22：P 型半導體長條結構

31：N 型半導體長條結構

32：N 型半導體長條結構

100：本發明之可透光式熱電能量轉換裝置

110：承載面

211：第一橋式結構

212：第一橋式結構之
冷端

213：第一橋式結構之
熱端

221：第一橋式結構

222：第一橋式結構之
冷端

223：第一橋式結構之
熱端

311：第二橋式結構

312：第二橋式結構之
冷端

313：第二橋式結構之
熱端

321：第二橋式結構

322：第二橋式結構之
冷端

323：第二橋式結構之
熱端

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種熱電能量轉換裝置，詳言之，係關於一種可透光式熱電能量轉換裝置。

【先前技術】

一般習知的熱電元件大都採用串聯的方式，以獲得較大的輸出電壓，然而串聯方式的缺點就是當組成積體式的熱電元件陣列中只要有一個熱電元件損壞，整個元件陣列便會斷路而失去作用。另外，習知的熱電元件只有一端與基板相接，另一端完全懸空的，故結構的強度會大大減弱，極易受到應力(Stress)的影響。

習知塊才型熱電致冷器(Bulk thermoelectric coolers)，其尺寸大小從數十平方公釐(mm²)一直到數百平方公釐，有單層(Single Stage)結構，也有多層疊接(Multi-Stage Cascade)結構，其中多層疊接式致冷器可以提高熱端(Hot Side)和冷端(Cold Side)的最大溫差($\Delta T_{\max}$)，但由於受到習知致冷器尺寸的限制，難以和現今的積體電路製程整合。

另有以半導體製程所開發之習知熱電致冷器，該習知熱電致冷器製作方式可以分為共平面(In-plane)式及垂直(Cross-plane)式。其中，共平面式所產生之冷端與熱端位於同一平面且距離甚為接近，導致散熱的效果不佳。

關於微熱電致冷器(μ -TEC)與微熱電發電器(μ -TEG)，其係結構與材料極為相似的元件，只是能量轉換機制恰好相反，微熱電致冷器是將電能轉換為熱能，而微熱電發電器

則是將元件冷端與熱端的溫度差轉換成可用之電能。Wulf Glatz 等人 (參考 Wulf Glatz, Simon Muntwyler and Christofer Hierold, Optimization and fabrication of thick flexible polymer based micro thermoelectric generator, Sensors and Actuators A: Physical Vol. 132, Issue 1, The 19th European Conference on Solid-State Transducers, 8 November 2006, Pages 337-345.)所開發之三種 μ -TEG, 分別為側面/側面 (Lateral/Lateral)型、垂直/側面 (Vertical/Lateral)型與垂直/側面 (Vertical/Vertical)型, 其以碲化物為熱電材料, 其功率可達到 $0.29\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{K}^{-2}$, 但是整體元件皆為無法透光之材質, 無法應用於需透光之物件上。

因此, 有必要提供一創新且富有進步性之可透光式熱電能量轉換裝置, 以解決上述問題。

【發明內容】

本發明提供一種可透光式熱電能量轉換裝置, 其包括: 一可透光載體、至少一可透光P型半導體元件、至少一可透光N型半導體元件及一可透光導電材料。該可透光載體具有一承載面。每一可透光P型半導體元件具有至少一第一橋式結構, 每一第一橋式結構具有至少一冷端及至少一熱端, 每一第一橋式結構設置於該承載面且其一部分與該承載面之間具有一間距。每一可透光N型半導體元件具有至少一第二橋式結構, 每一第二橋式結構具有至少一冷端及至少一熱端, 每一第二橋式結構設置於該承載面且其一

部分與該承載面之間具有一間距。該可透光導電材料串接每二相鄰之第一橋式結構和第二橋式結構相應之冷端或熱端。

本發明之可透光式熱電能量轉換裝置可應用於建築物之外表(例如：窗戶玻璃)或車用玻璃等需透光之物件上，其不僅可保留透光功能，且可有效利用光/熱源以產生電能。並且，該等第一橋式結構和該等第二橋式結構係為懸浮式結構，因該等第一橋式結構和該等第二橋式結構之一部分不與該可透光載體直接接觸，可有效降低第一橋式結構和第二橋式結構之冷端及端熱之熱量傳遞。並且，該可透光導電材料串接每二相鄰之第一橋式結構和第二橋式結構之冷端或熱端，故可大幅增加結構的強度，而不易受到應力的影響。此外，在本發明之可透光式熱電能量轉換裝置中，即使其中一第一橋式結構或第二橋式結構失去作用，也不會影響整個可透光式熱電能量轉換裝置的運作。

再者，本發明之可透光式熱電能量轉換裝置可利用低壓化學氣相沉積系統(Low Pressure Chemical Vapor Deposition, LPCVD)進行多晶矽薄膜之沉積，以製造該等P型半導體元件及該等N型半導體元件，其中以LPCVD沉積之多晶矽薄膜其薄膜均勻性較佳，且較可以進行大面積之沉積，而LPCVD系統是CMOS IC製程中相當重要的設備，其價格明顯低於(Molecular Beam Epitaxy, MBE)系統，且其製程為批次製造，所以製造成本相當低，因此本發明之可透光式熱電能量轉換裝置之製造成本低且製程可

與CMOS IC製程相容。

【實施方式】

圖1顯示本發明可透光式熱電能量轉換裝置之俯視圖；圖2顯示本發明可透光式熱電能量轉換裝置之局部放大圖。配合參考圖1及圖2，該可透光式熱電能量轉換裝置100包括：一可透光載體1、至少一可透光P型半導體元件2、至少一可透光N型半導體元件3及一可透光導電材料4。

該可透光載體1具有一承載面110。該至少一可透光P型半導體元件2設置於該承載面110，每一可透光P型半導體元件2具有至少一第一橋式結構。每一第一橋式結構具有至少一冷端及至少一熱端，每一第一橋式結構設置於該承載面110且其一部分與該承載面110之間具有一間距。

較佳地，該至少一可透光P型半導體元件2係為多晶矽薄膜，且該多晶矽薄膜較佳之厚度係為2至5微米。在本實施例中，該至少一可透光P型半導體元件2包括複數個P型半導體長條結構21、22(僅以二個標號表示)，每一P型半導體長條結構21、22具有複數個相連接之第一橋式結構211、221，每一第一橋式結構211、221分別具有一冷端212、222及二熱端213、223。其中，該等第一橋式結構211、221之結構相同，以下僅以第一橋式結構211為例說明。

在本實施例中，每一第一橋式結構211之該等熱端213設置於該承載面110，該冷端212之二側連接該等熱端213，且與該承載面110之間具有一間距。可理解的是，在其他

實施例中，每一第一橋式結構211可具有二冷端212及一熱端213，該等冷端212設置於該承載面110，該熱端213之二側連接該等冷端212且與該承載面110之間具有一間距。

該至少一可透光N型半導體元件3設置於該承載面110，每一可透光N型半導體元件3具有至少一第二橋式結構。每一第二橋式結構具有至少一冷端及至少一熱端，每一第二橋式結構設置於該承載面110且其一部分與該承載面110之間具有一間距。

較佳地，該至少一可透光N型半導體元件3係為多晶矽薄膜，且該多晶矽薄膜較佳之厚度係為2至5微米。在本實施例中，該至少一可透光N型半導體元件3包括複數個N型半導體長條結構31、32(僅以二個標號表示)，該等N型半導體長條結構31、32實質上平行該等P型半導體長條結構21、22，且該等P型半導體長條結構21、22及該等N型半導體長條結構31、32係間隔地設置於該承載面110。每一N型半導體長條結構31、32具有複數個相連接之第二橋式結構311、321，每一第二橋式結構311、321分別具有一冷端312、322及二熱端313、323。其中，該等第二橋式結構311、321之結構相同，以下僅以第二橋式結構311為例說明。

在本實施例中，每一第二橋式結構311之該等熱端313設置於該承載面110，該冷端312之二側連接該等熱端313，且與該承載面110之間具有一間距。可理解的是，在其他實施例中，每一第二橋式結構可具有二冷端312及一熱端

313，該等冷端312設置於該承載面110，該熱端313之二側連接該等冷端312且與該承載面110之間具有一間距。

在本實施例中，該可透光導電材料4串接每二相鄰之第一橋式結構和第二橋式結構相應之冷端或熱端。例如：N型半導體長條結構31之第二橋式結構311之熱端313連接P型半導體長條結構21之第一橋式結構211之熱端213，P型半導體長條結構21之第一橋式結構211之冷端212再連接N型半導體長條結構32之第二橋式結構321之冷端322。較佳地，該可透光導電材料4係為氧化銦錫(ITO)。

在本實施例中，該等P型半導體長條結構21之第一橋式結構211、221與該等N型半導體長條結構31之第二橋式結構311、321係設置於該承載面110。要強調的是，在本實施例中，每二相鄰之第一橋式結構和第二橋式結構之冷端以及每二相鄰之第一橋式結構和第二橋式結構之熱端間之部分可透光導電材料更設置於該承載面。例如，每二相鄰之第一橋式結構211、221之冷端212、222和第二橋式結構311、321之冷端312、322間以及每二相鄰之第一橋式結構211、221之熱端213、223和第二橋式結構311、321之熱端313、323間之部分可透光導電材料4係設置於該承載面110。

其中，在陣列式之該等P型半導體長條結構21之第一橋式結構211及該等N型半導體長條結構31之第二橋式結構311中，若其中一第一橋式結構211、221或第二橋式結構311、321失去作用，因為其他相鄰P型半導體長條結構21

之第一橋式結構211、221及N型半導體長條結構31之第二橋式結構311、321間之仍然具有正常之連接，因此也不會影響整個元件陣列(可透光式熱電能量轉換裝置100)的正常運作。

另外，在本實施例中，該可透光式熱電能量轉換裝置100中，該等第一橋式結構211、221之熱端213、223及該等第二橋式結構311、321之熱端313、323設置於該承載面110，每二相鄰之第一橋式結構211、221之冷端212、222和第二橋式結構311、321之冷端312、322間之部分可透光導電材料4設置於該承載面110，且每二相鄰之第一橋式結構211、221之熱端213、223和第二橋式結構311、321之熱端313、323間之部分可透光導電材料4設置於該承載面110，故可大幅增加結構的強度，而不易受到應力的影響。

圖3至圖10顯示本發明可透光式熱電能量轉換裝置之第一橋式結構、第二橋式結構及可透光導電材料之製作步驟示意圖。其中，圖3至圖10中之(a)部分係顯示沿圖1中A-A(平行第一橋式結構或第二橋式結構)之剖面示意圖；圖3至圖10中之(b)部分係顯示沿圖1中B-B(垂直第一橋式結構或第二橋式結構)之剖面示意圖。

參考圖3，利用電漿輔助化學氣相沈積(PECVD)系統，於一可透光載體1之表面沉積200Å之氮化矽(Nitride)層5，作為犧牲層釋放時之蝕刻保護層。

參考圖4，利用射頻磁控濺鍍系統於該氮化矽層5之表

面，全面地沉積2000Å之ITO熱端薄膜，並在SNDL塗佈2 μm之AZ5214光阻，再使用光罩對準與曝光系統及反應式離子蝕刻系統(STS-RIE)定義出熱端接觸面6。

參考圖5，利用電漿輔助化學氣相沈積系統全面地沉積2 μm的氧化矽(Oxide)薄膜，並再塗佈2 μm之AZ4620光阻，接著使用光罩對準與曝光系統及反應式離子蝕刻系統定義出二氧化矽犧牲層7。

參考圖6，利用電漿輔助化學氣相沈積系統全面地沉積3 μm的非晶矽薄膜，再使用以下不同熱氧化方式將非晶矽薄膜轉化為多晶矽薄膜，以達到本發明所需之高優質多晶矽熱電材料。

利用電漿輔助化學氣相沈積系統沉積非晶矽所需之溫度約為300℃，在沉積過程中通入N₂及SiH₄氣體，該二種氣體會藉由化學反應的方式，在反應器內，生成固態的生成物並沉積於一基板表面，而此固態的生成物即為本發明所需之非晶矽薄膜。接著利用紅外線快速熱退火系統，將非晶矽薄膜轉變成為多晶矽熱電薄膜材料。接著塗佈5 μm之AZ4620光阻，再使用光罩對準與曝光系統及反應式離子蝕刻系統定義出多晶矽薄膜8。

參考圖7，利用離子佈植機台並使用一第一遮罩9定義與佈植(例如磷離子佈植)N型(N-type)多晶矽熱電材料10(可對應圖2之N型半導體長條結構32之第二橋式結構321)，接著移除第一遮罩9。

參考圖8，利用離子佈植機台並使用一第二遮罩11定義

與佈植(例如硼離子佈植)P型(P-type)多晶矽熱電材料12(可對應圖2之P型半導體長條結構21之第二橋式結構211)，接著移除第二遮罩11。

參考圖9，利用射頻磁控濺鍍系統沉積2000Å之ITO熱端薄膜，並在SNDL塗佈2 μm之AZ5214光阻，再使用光罩對準與曝光系統及反應式離子蝕刻系統定義出冷端接觸面13(可對應圖2之可透光導電材料4)。

參考圖10，以HF溶液蝕刻二氧化矽犧牲層7，以釋放懸浮式多晶矽薄膜層。再配合參考圖1、2及圖10，其中移除二氧化矽犧牲層7後，即形成本發明可透光式熱電能量轉換裝置100。

該可透光式熱電能量轉換裝置100具有可透光之特性，因此可應用於建築物之外表(例如：窗戶玻璃)或車用玻璃等需透光之物件上，將光/熱源(例如：太陽熱能)造成需透光物件之二側面的溫差轉換成可用之電能，再將形成之電能做進一步的轉換、儲存或利用。藉此，本發明之可透光式熱電能量轉換裝置100不僅可保留透光功能，且可有效利用光/熱源以產生電能。

舉例而言，臺灣地處亞熱帶區域，經實地量測顯示，夏日尖峰日照量可達800-1000 W/m²。經過初步估算，當窗戶兩側溫差5°C時，本發明之可透光式熱電能量轉換裝置之熱電轉換效率約為0.1%，以每扇窗戶面積為1 m²的條件下，將可獲得0.8-1.0瓦特之電能。因此，本發明之可透光式熱電能量轉換裝置若應用於居家大樓(每戶玻璃面積>15

m²)或大面積帷幕玻璃建築(整棟玻璃面積>1200 m²)時，所產生的電能應足以供應住家或辦公室之小功率照明或電子產品之電力所需。

並且，在該可透光式熱電能量轉換裝置100中，第一橋式結構211、221和第二橋式結構311、321係為懸浮式結構，因冷端212、222及冷端312、322不與該可透光載體1直接接觸，可有效降低第一橋式結構211、221之冷端212、222及熱端213、223和第二橋式結構311、321之冷端312、322及熱端313、323之熱量傳遞。

再者，本發明之可透光式熱電能量轉換裝置100可利用低壓化學氣相沉積系統(Low Pressure Chemical Vapor Deposition, LPCVD)進行多晶矽薄膜之沉積，以製造該等P型半導體長條結構21、22及該等N型半導體長條結構31、32。其中以LPCVD沉積之多晶矽薄膜其薄膜均勻性較佳，且較可以進行大面積之沉積，而LPCVD系統是CMOS IC製程中相當重要的設備，其價格明顯低於(Molecular Beam Epitaxy, MBE)系統，且其製程為批次製造，所以製造成本相當低，因此本發明之可透光式熱電能量轉換裝置100之製造成本低且製程可與CMOS IC製程相容。

上述實施例僅為說明本發明之原理及其功效，並非限制本發明。因此習於此技術之人士對上述實施例進行修改及變化仍不脫本發明之精神。本發明之權利範圍應如後述之申請專利範圍所列。

【圖式簡單說明】

圖1顯示本發明可透光式熱電能量轉換裝置之俯視圖；

圖2顯示本發明可透光式熱電能量轉換裝置之局部放大圖；及

圖3至圖10顯示本發明可透光式熱電能量轉換裝置之第一橋式結構、第二橋式結構及可透光導電材料之製作步驟示意圖。

【主要元件符號說明】

1	可透光載體
2	可透光P型半導體元件
3	可透光N型半導體元件
4	可透光導電材料
5	氮化矽層
6	熱端接觸面
7	二氧化矽犧牲層
8	多晶矽薄膜
9	第一遮罩
10	N型多晶矽熱電材料
11	第二遮罩
12	P型多晶矽熱電材料
13	冷端接觸面
21、22	P型半導體長條結構
31、32	N型半導體長條結構
100	本發明之可透光式熱電能量轉換裝置
110	承載面

211、221	第一橋式結構
212、222	第一橋式結構之冷端
213、223	第一橋式結構之熱端
311、321	第二橋式結構
312、322	第二橋式結構之冷端
313、323	第二橋式結構之熱端

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99 136590

※申請日：

※IPC 分類：H01L 35/32 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

可透光式熱電能量轉換裝置

TRANSPARENT THERMOELECTRIC ENERGY CONVERSION
DEVICE

二、中文發明摘要：

在本發明之可透光式熱電能量轉換裝置中，係將至少一可透光P型半導體元件及至少一可透光N型半導體元件設置於一可透光載體上，再以可透光導電材料串接每二相鄰P型半導體元件之第一橋式結構和N型半導體元件之第二橋式結構之冷端或熱端。藉此，本發明之可透光式熱電能量轉換裝置可有效利用光/熱源以產生電能、有效降低第一橋式結構和第二橋式結構之冷端及端熱之熱量傳遞，並且具有較佳之結構強度、較低之製造成本，且其製程可與CMOS IC製程相容。此外，即使其中一第一橋式結構或第二橋式結構失去作用，也不會影響整個可透光式熱電能量轉換裝置的運作。

三、英文發明摘要：

A transparent thermoelectric energy conversion device is provided. At least one transparent P-type semiconductor element and at least one transparent P-type semiconductor element are disposed on a transparent carrier, and each two neighboring cold sides or hot sides of a first bridge structure of the transparent P-type semiconductor element and a second bridge structure of the transparent N-type semiconductor element are connected by a transparent conductive material. Whereby, the transparent thermoelectric energy conversion device of the invention can convert light/heat source into electricity more efficiently and reduce the heat transfer between neighboring cold sides and between neighboring hot sides of each two first bridge structure and second bridge structure. In addition, the transparent thermoelectric energy conversion device of the invention has excellent structural sturdiness and low production cost, and its manufacturing process has compatibility with CMOS IC process. Furthermore, even if one of the first bridge structures or the second bridge structures is out of order, the transparent thermoelectric energy conversion device still runs normally.

七、申請專利範圍：

1. 一種可透光式熱電能量轉換裝置，包括：

一可透光載體，具有一承載面；

至少一可透光P型半導體元件，每一可透光P型半導體元件具有至少一第一橋式結構，每一第一橋式結構具有至少一冷端及至少一熱端，每一第一橋式結構設置於該承載面且其一部分與該承載面之間具有一間距；

至少一可透光N型半導體元件，每一可透光N型半導體元件具有至少一第二橋式結構，每一第二橋式結構具有至少一冷端及至少一熱端，每一第二橋式結構設置於該承載面且其一部分與該承載面之間具有一間距；及

一可透光導電材料，串接每二相鄰之第一橋式結構和第二橋式結構相應之冷端或熱端。

2. 如請求項1之可透光式熱電能量轉換裝置，其中該可透光載體係為矽基可透光基板。

3. 如請求項1之可透光式熱電能量轉換裝置，其中該可透光基板係為康寧玻璃或石英玻璃。

4. 如請求項1之可透光式熱電能量轉換裝置，其中該可透光載體之厚度係為300至500微米(μm)。

5. 如請求項1之可透光式熱電能量轉換裝置，其中該至少一可透光P型半導體元件及該至少一可透光N型半導體元件係為多晶矽薄膜。

6. 如請求項5之可透光式熱電能量轉換裝置，其中該多晶矽薄膜之厚度係為2至5微米。

7. 如請求項1之可透光式熱電能量轉換裝置，其中該可透光導電材料係為氧化銦錫(ITO)。
8. 如請求項1之可透光式熱電能量轉換裝置，其中該至少一可透光P型半導體元件係為複數個P型半導體長條結構，該至少一可透光N型半導體元件係為複數個N型半導體長條結構，該等P型半導體長條結構及該等N型半導體長條結構實質上平行地間隔設置於該承載面，每一P型半導體長條結構具有複數個第一橋式結構，每一N型半導體長條結構具有複數個第二橋式結構。
9. 如請求項1之可透光式熱電能量轉換裝置，其中每二相鄰之第一橋式結構和第二橋式結構之冷端以及每二相鄰之第一橋式結構和第二橋式結構之熱端間之部分可透光導電材料係設置於該承載面。
10. 如請求項1之可透光式熱電能量轉換裝置，其中每一第一橋式結構具有一冷端及二熱端，該等熱端設置於該承載面，該冷端之二側連接該等熱端且與該承載面之間具有一間距；每一第二橋式結構具有一冷端及二熱端，該等熱端設置於該承載面，該冷端之二側連接該等熱端且與該承載面之間具有一間距。
11. 如請求項1之可透光式熱電能量轉換裝置，其中每一第一橋式結構具有二冷端及一熱端，該等冷端設置於該承載面，該熱端之二側連接該等冷端且與該承載面之間具有一間距；每一第二橋式結構具有二冷端及一熱端，該等冷端設置於該承載面，該熱端之二側連接該等冷端且與該承載面之間具有一間距。

八、圖式：

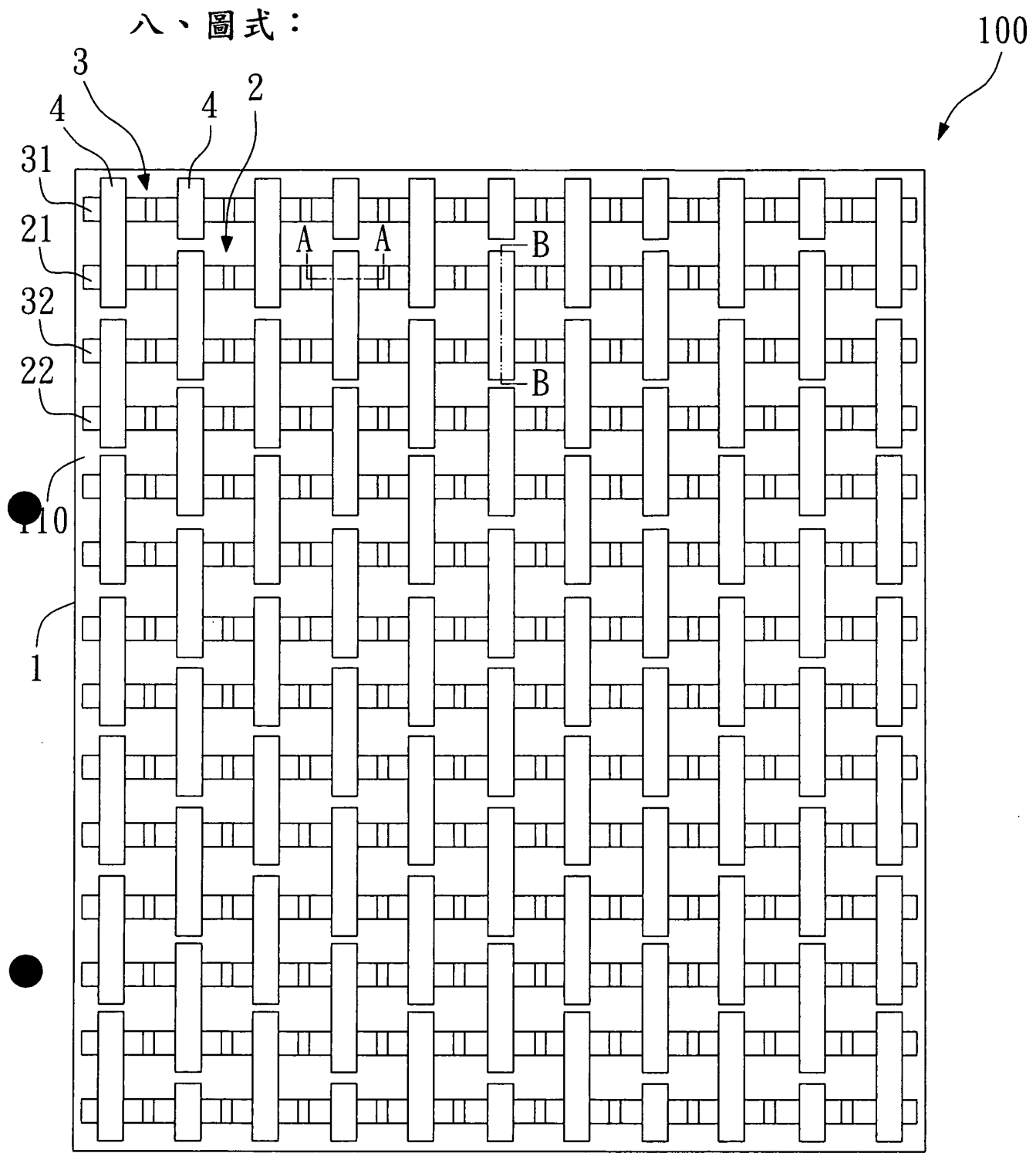


圖 1

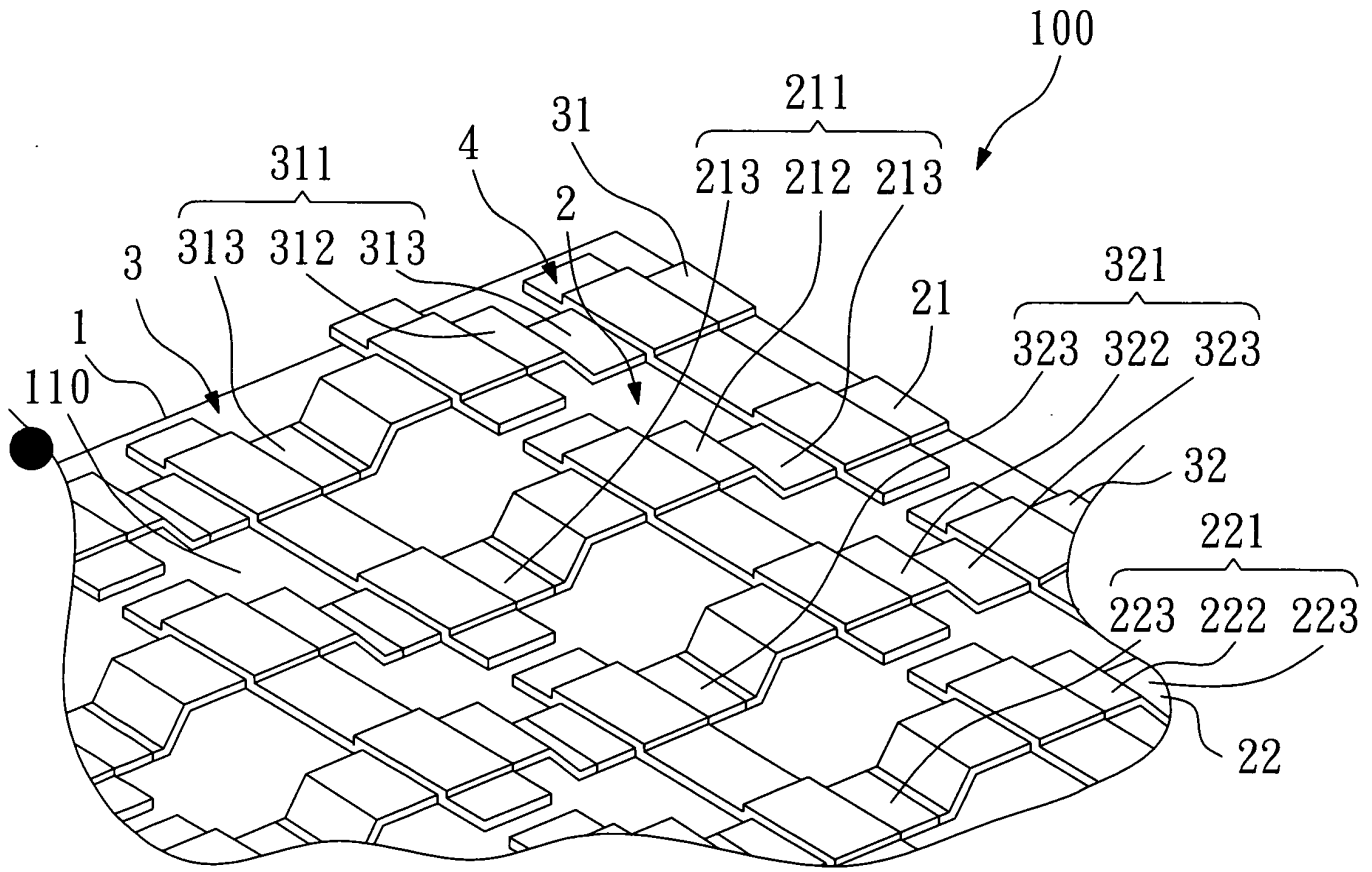
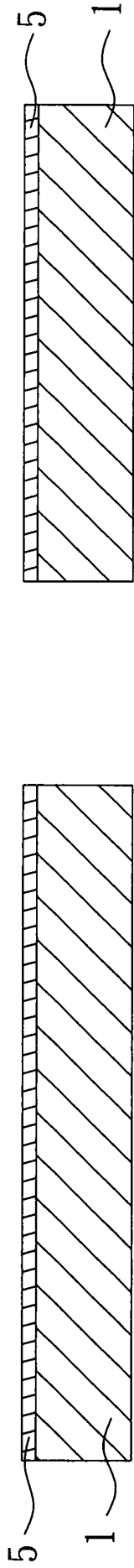


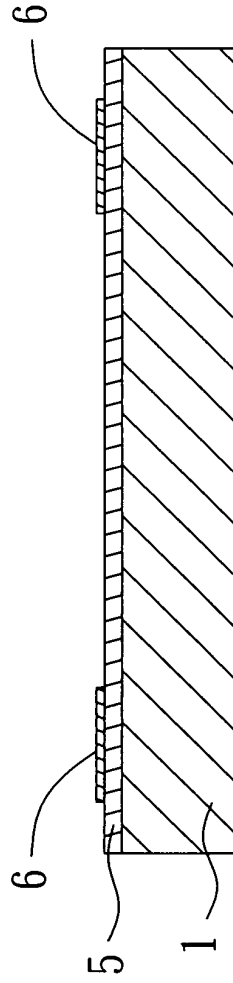
圖 2



(a)

(b)

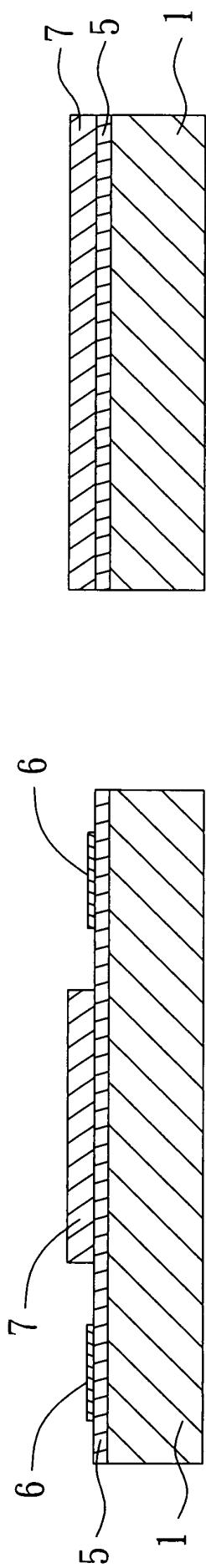
圖 3



(a)

(b)

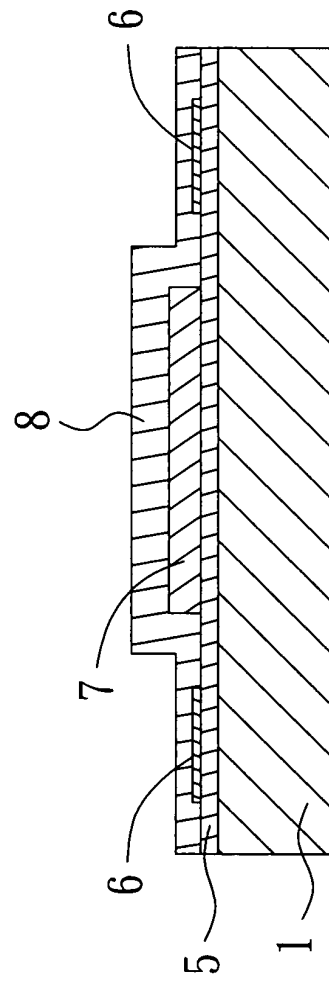
圖 4



(a)

(b)

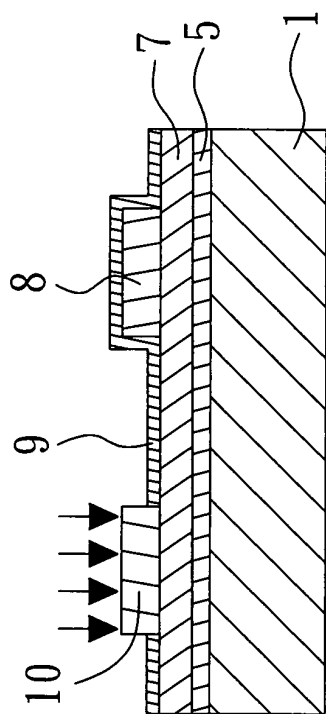
圖 5



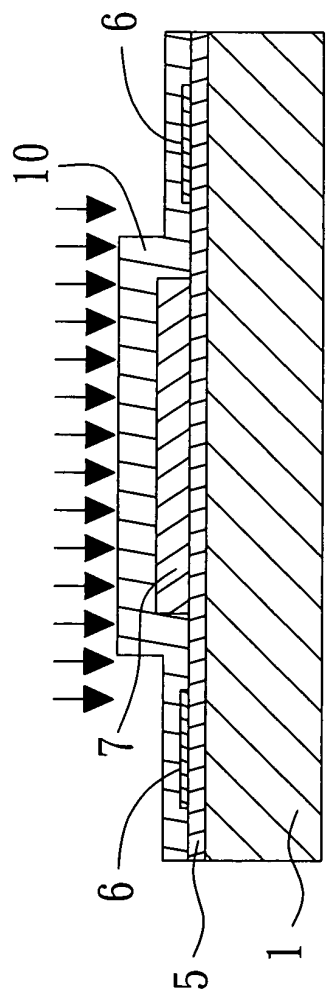
(a)

(b)

圖 6

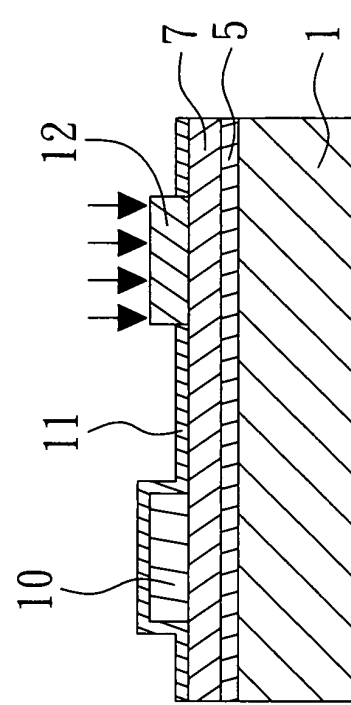


(b)

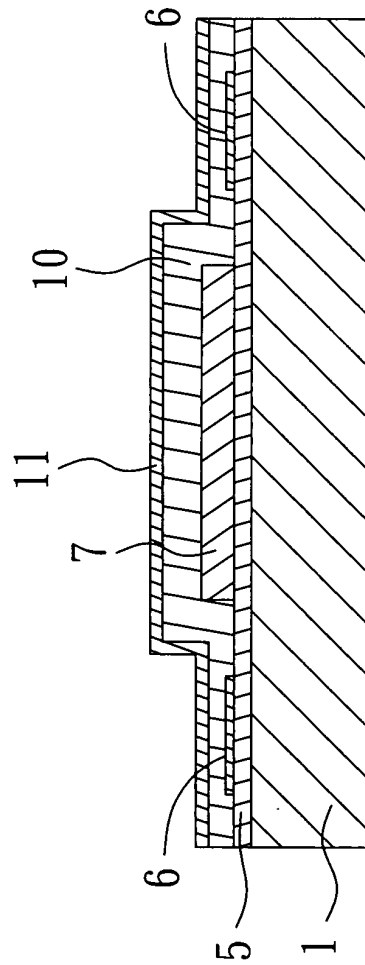


(a)

七

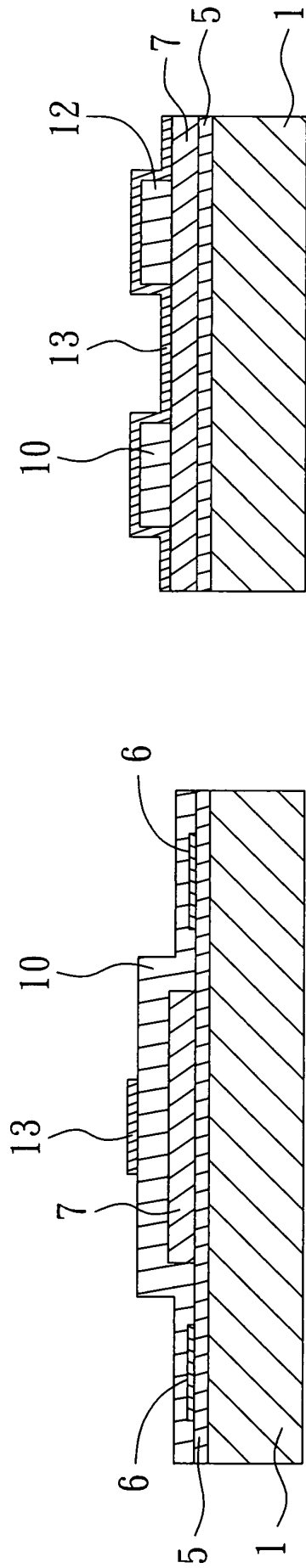


(b)

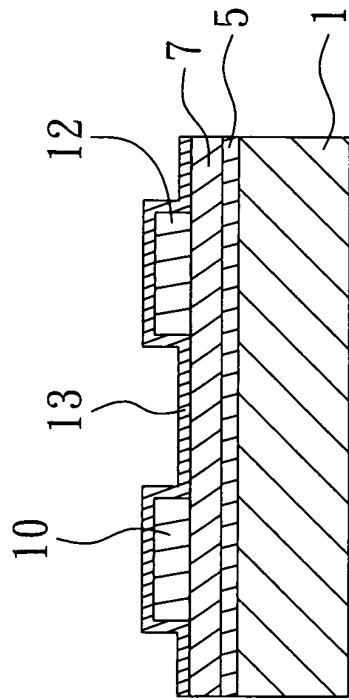


(a)

8
回

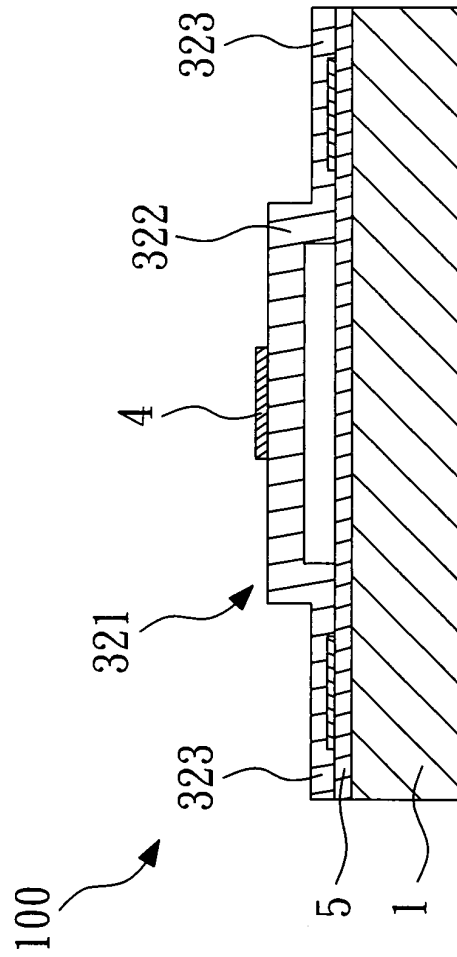


(a)

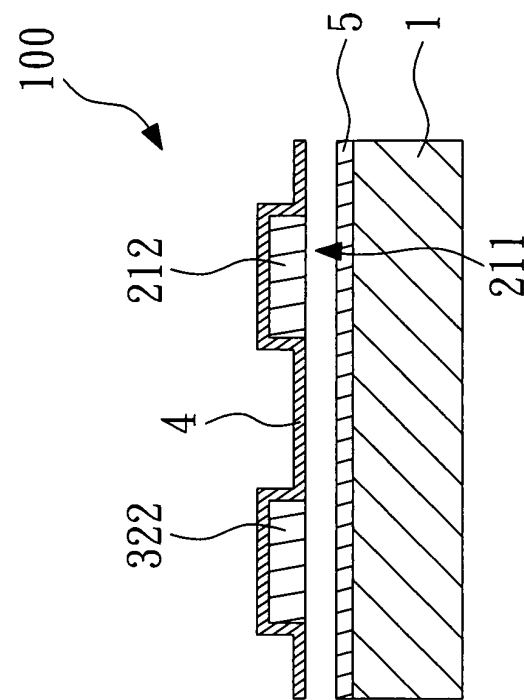


(b)

圖 9



(a)



(b)

圖 10

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	可透光載體
2	可透光P型半導體元件
3	可透光N型半導體元件
4	可透光導電材料
21、22	P型半導體長條結構
31、32	N型半導體長條結構
100	本發明之可透光式熱電能量轉換裝置
110	承載面
211、221	第一橋式結構
212、222	第一橋式結構之冷端
213、223	第一橋式結構之熱端
311、321	第二橋式結構
312、322	第二橋式結構之冷端
313、323	第二橋式結構之熱端

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)