



(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 I492259 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：098122170

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 07 月 01 日

(51)Int. Cl. : *H01H50/16 (2006.01)**H01H49/00 (2006.01)**B81B5/00 (2006.01)*

(30)優先權：2008/07/11 美國

12/218,368

(71)申請人：國家半導體公司 (美國) NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION (US)
美國

(72)發明人：奈布拉克 崔佛 NIBLOCK, TREVOR (GB)

(74)代理人：桂齊恆；閻啟泰

(56)參考文獻：

TW I294138

TW 200522347A

US 6094116

審查人員：郭炎淋

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：28 共 83 頁

(54)名稱

具有一透過開關自電路徑所去耦之通量路徑和一不依賴核心結構之懸浮結構的微機電系統繼電器以及形成其之方法

MEMS RELAY WITH A FLUX PATH THAT IS DECOUPLED FROM AN ELECTRICAL PATH THROUGH THE SWITCH AND A SUSPENSION STRUCTURE THAT IS INDEPENDENT OF THE CORE STRUCTURE AND A METHOD OF FORMING THE SAME

(57)摘要

一微機電系統繼電器透過開關結構自電路徑將通量路徑去耦，以排除起因於磁通量波動之訊號下降。該磁通量波動是由在磁性作用期間透過於核心附近的線圈產生的電流波動所導致。

A micro-electromechanical system (MEMS) relay decouples a flux path from an electrical path through a switch structure to eliminate signal degradations that result from fluctuations in the magnetic flux. The fluctuations in the magnetic flux are caused by fluctuations in a current through a coil around a core that occur during magnetic actuation.

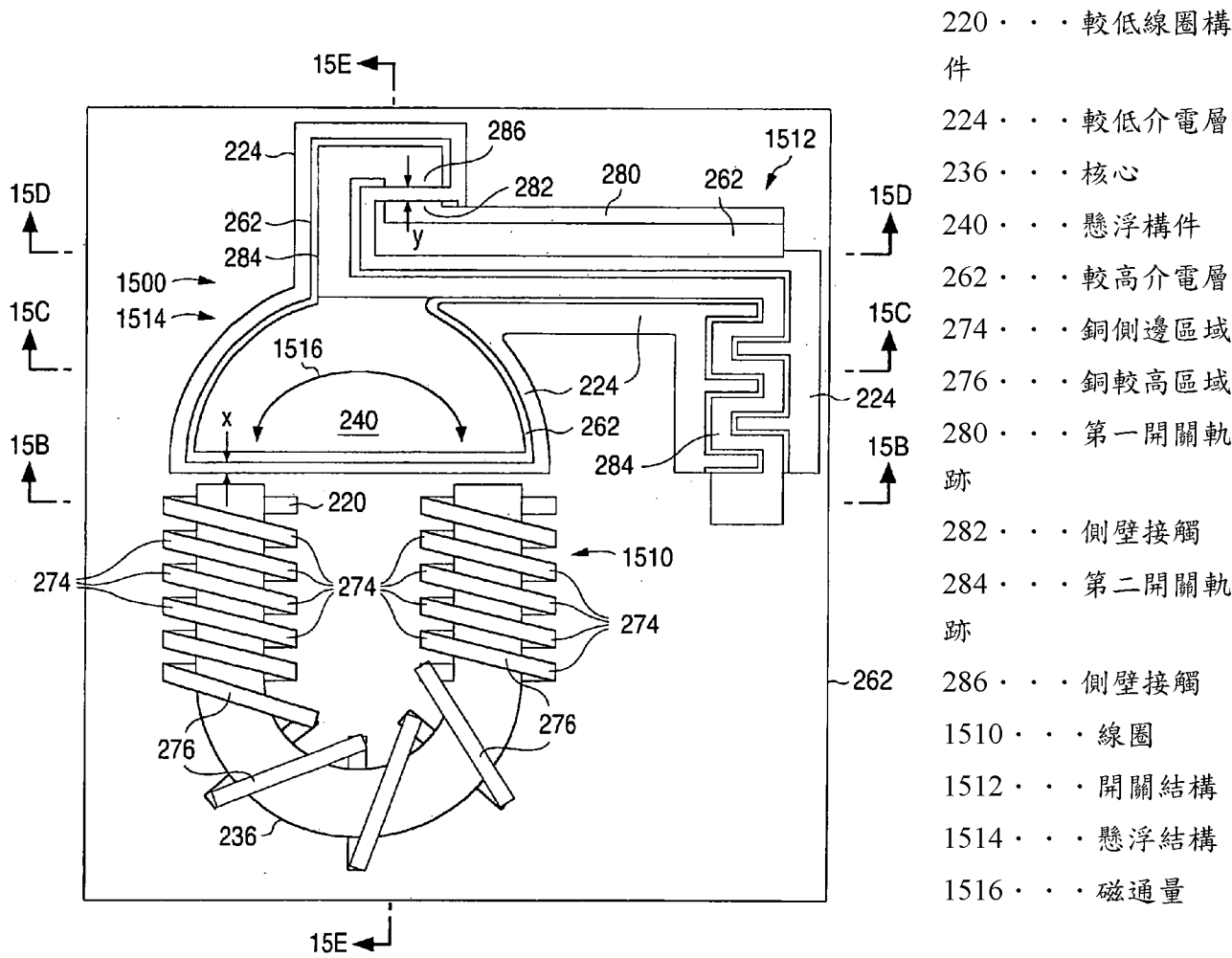
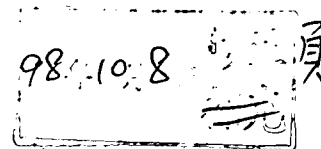


圖15A



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：98122170

※申請日：98.7.1

※IPC 分類：H01H 5/16 (2006.01)

H01H 49/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有一透過開關自電路徑所去耦之通量路徑和一不依賴核心結構之懸浮結構的微機電系統繼電器以及形成其之方法

MEMS RELAY WITH A FLUX PATH THAT IS DECOUPLED FROM AN ELECTRICAL PATH THROUGH THE SWITCH AND A SUSPENSION STRUCTURE THAT IS INDEPENDENT OF THE CORE STRUCTURE AND A METHOD OF FORMING THE SAME

二、中文發明摘要：

一微機電系統繼電器透過開關結構自電路徑將通量路徑去耦，以排除起因於磁通量波動之訊號下降。該磁通量波動是由在磁性作用期間透過於核心附近的線圈產生的電流波動所導致。

三、英文發明摘要：

A micro-electromechanical system (MEMS) relay decouples a flux path from an electrical path through a

switch structure to eliminate signal degradations that result from fluctuations in the magnetic flux. The fluctuations in the magnetic flux are caused by fluctuations in a current through a coil around a core that occur during magnetic actuation.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 15A ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

220	較低線圈構件
224	較低介電層
236	核心
240	懸浮構件
262	較高介電層
274	銅側邊區域
276	銅較高區域
280	第一開關軌跡
282	側壁接觸
284	第二開關軌跡
286	側壁接觸
1510	線圈
1512	開關結構
1514	懸浮結構
1516	磁通量

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

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明相關於繼電器，尤其是相關於具有一透過開關自電路徑所去耦的自磁性作用之通量路徑和一不依賴核心結構之懸浮結構的 MEMS 繼電器，以及形成其之方法。

【先前技術】

一開關是一眾所皆知的在元件中的連接、不連接或改變連接的元件。一電開關是當該開關呈現「關閉」時，該開關提供一低阻抗電路徑；並且當該開關呈現「打開」時，提供一高阻抗電路徑。一機械電開關是一種藉由將兩電連接器以物理的方式連結在一起所形成的低阻抗電路徑和藉由將該兩電連接器以物理的方式相互分隔所形成的高阻抗電路徑的開關型態。

一作用器是一眾所皆知的用於移除或控制一機械構件以移除或控制另一元件的機械元件。該作用器通常與機械電開關一同使用以移除或控制關閉和打開該開關的一機械構件，因此提供個別對應於該作用器的低阻抗或高阻抗電路徑。

一繼電器由一開關和一作用器所組成，其中在該作用器內的機械構件回應於在一電流狀況中的電磁改變而移動。例如，由於在線圈中的電流顯現或空乏所致的電磁改變可能導致在該作用器中的機械構件關閉或打開該開關。

某一執行作用器與繼電器的途徑是使用微機電系統

(micro-electromechanical system, MEMS) 技術。使用用來形成傳統半導體結構(諸如該互連結構)的相同製造製程來形成 MEMS 元件,致使其提供與一晶粒上的電晶體電連接。

傳統的 MEMS 繼電器的某一弊端是促使該元件的通量路徑也典型依循透過該開關的電路徑。傳統地,繼電器是當作於電力開關使用,並且由於在該線圈附近的電流中的波動(也就是通量)所致,因此透過該開關的信號下降已不是值得關心的。

然而,當 MEMS 繼電器透過該開關通過具有非常微小的振幅的信號時,在該線圈附近的電流波動(也就是通量)能導致透過該開關通過一不接受程度的信號。因此有用於具有一透過開關自電路徑所去耦的通量路徑的 MEMS 繼電器的需要。

另一傳統 MEMS 繼電器的弊端是該懸浮結構典型是作為部分該核心結構以形成。然而,該懸浮與核心結構一般具有相衝突的要求。理想的核​​心結構形貌是以一具有大橫截面積的短通量路徑。然而,理想的懸浮結構形貌是以一具有小橫截面積的長通量路徑,因為其減少了傳動杆的彈簧剛度,並且因此其作用力被要求關閉該開關。因此,也有用於一不依賴核心結構之具有一懸浮結構的 MEMS 繼電器的需要。

【發明內容】

一微機電系統繼電器透過開關結構自電路徑將通量路

徑去耦，以排除起因於磁通量波動之訊號下降。該磁通量波動是由在磁性作用期間透過於核心附近的線圈產生的電流波動所導致。

在某一實施例中，一種 MEMS 繼電器包含：一觸碰一介電結構的核心，該核心具有導磁性材料；一觸碰該介電結構的線圈，該線圈纏繞著該核心；一觸碰該介電結構的開關構件；以及一觸碰該介電結構的懸浮構件，該懸浮結構具有一導磁性材料，當沒有電流透過該線圈流動時，懸浮構件沒有任何部份觸碰到該核心，該懸浮構件可回應於透過該線圈的電流流動而朝向該線圈移動。

在另一實施例中，一種形成一 MEMS 繼電器之方法包含：形成一些相分隔的較低線圈構件，其形成該線圈的一些較低水平部份；形成一觸碰該相分隔的較低線圈構件之較低介電層；形成一觸碰該較低介電層之犧牲結構；形成觸碰該較低介電層的一核心、一開關構件和一懸浮構件，該懸浮構件觸碰該犧牲層，開關構件沒有任何部份觸碰該核心。

【實施方式】

較佳詳細地描述將顯示於下，本發明是一種 MEMS 繼電器和一種形成該繼電器的方法，其具有一透過開關自電路徑所去耦的自磁性作用的通量路徑。此外，該 MEMS 繼電器具有一不依賴核心結構之懸浮結構。

圖 1 顯示根據本發明的一種形成該 MEMS 繼電器的方

法 100 的範例。如圖 1 所示，在 110 中，方法 100 藉形成一些相分隔的較低線圈構件而開始，該較低線圈構件形成一待形成的線圈的較低水平部份。此外，一對輸入/輸出構件可隨意地在該較低線圈構件形成的同時來形成。

圖 2A-15A、2B-15B、2C-15C 和 2E-15E 顯示根據本發明說明方法 100 的範例的一組圖。圖 2A-3A、2B-3B、2C-3C、2D-3D 和 2E-3E 顯示根據本發明說明形成一些相分隔的較低線圈構件的方法 100 的範例的一組圖。

如圖 2A-2E 所示，方法 100 利用傳統形成的一具有重疊基本介電層 212 的單晶矽半導體晶圓 210。基本介電層 212 可以一未包含金屬結構的介電層或一包含金屬結構的介電層（諸如一金屬互連結構的介電層）為代表。

當形成如一金屬互連結構的介電層時，基本介電層 212 包含典型的鋁之金屬軌跡的位準、將底部金屬軌跡與在晶圓 210 上的區域相電連接的一大量的接觸和將鄰近層間的金屬軌跡相連接一起的一大量的金屬內部通孔。進一步，在頂部金屬層中的金屬軌跡的頂部表面上的所選區域是如提供外部連接點的墊般運作。

在本範例中，基本介電層 212 以也包含墊 P1-P4 的金屬互連結構的介電質為代表。墊 P1 和 P2 為提供用於一待形成的線圈的電連接的在金屬頂部層中的兩個金屬軌跡的頂部表面上的所選區域，同時墊 P3 和 P4 為提供用於一待形成的線圈的電輸入/輸出連接的在金屬軌跡的頂部表面上的所選區域。（只有墊 P1-P4 並且沒有整個金屬互連結構是為

清楚說明以橫截面所示。)

再次參照圖 2A-2E，方法 100 藉在基本介電層 212 的頂部表面上形成一金屬層 214 而開始。在本範例中，由於基本介電層 212 以一金屬互連結構的介電層為代表，所以金屬層 214 也形成在墊 P1-P4 的頂部表面上。

例如，金屬層 214 可包含一層鈦(例如 100 埃的厚度)、一層氮化鈦(例如 200 埃的厚度)、一層鋁銅(例如 1.2 微米的厚度)、一層鈦(例如 44 埃的厚度)和一層氮化鈦(例如 250 埃的厚度)。一旦金屬層 214 已形成，一較低遮罩 216 在金屬層 214 的頂部表面上形成並圖案化。

如圖 3A-3E 所示，接著是遮罩 216 的形成和圖案化，蝕刻金屬層 214 以移除金屬層 214 的已曝露區域並且形成一些相分隔的較低線圈構件 220。該具有一馬蹄鐵形狀的較低線圈構件 220 形成該待形成的線圈的較低側邊。在本範例中，由於基本介質層 212 以一金屬互連結構的介電層為代表，所以與該待形成的線圈的相反末端相符的較低線圈構件 220 的末端是以物理與電連接到墊 P1 和 P2。

此外，該蝕刻可隨意地形成與該輸入/輸出墊 P3 和 P4 相電連接的一對較低輸入/輸出構件 222。在該較低線圈構件 220 和該對較低輸入/輸出構件 222 已形成之後，移除遮罩 216。

回至圖 1，一旦該較低線圈構件和該對較低輸入/輸出構件已形成之後，方法 100 移動到 112 以形成一觸碰該較低線圈構件和該對輸入/輸出構件的較低介電層。圖 4A、

4B、4C、4D 和 4E 顯示根據本發明說明形成一較低介電層的方法 100 的範例的一組圖。

如圖 4A-4E 所示，諸如一氧化層的較低介電層 224 將形成在基本介電層 212、較低線圈構件 220 和該對較低輸入/輸出構件 222 上。例如，可藉沉積一氧化物以形成較低介電層，並且然後化學機械拋光氧化物以具有例如在基本介電層 212 上的一目標厚度，例如 2000 埃。

參照回圖 1，在已形成較低介電層之後，方法 100 移動到 114 以形成一觸碰到該較低介電層的犧牲結構。圖 5A-6A、5B-6B、5C-6C、5D-6D 和 5E-6E 顯示根據本發明說明形成一犧牲結構的方法 100 的範例的一組圖。

如圖 5A-5E 所示，一旦較低介電層 224 已形成，一犧牲結構 226 將形成在較低介電層 224 的頂部表面上。例如，具有例如 2000 埃的厚度的一層非晶矽能形成在較低介電層 224 的頂部表面上。一旦犧牲層 226 已形成，一遮罩 228 在犧牲層 226 的頂部表面上形成並圖案化。

如圖 6A-6E 所示，接著是遮罩 228 的形成和圖案化，蝕刻犧牲層 226 以移除犧牲層 226 的已曝露區域並且形成一犧牲結構 230。在已蝕刻犧牲層 226 以形成犧牲結構 230 之後，移除遮罩 228。

再次參照圖 1，在已形成該犧牲結構之後，方法 100 移動到 116 以形成一核心、一開關構件和一觸碰該較低介電層的懸浮結構，開關構件沒有任何部份觸碰該核心。圖 7A-9A、7B-9B、7C-9C、7D-9D 和 7E-9E 顯示根據本發明

說明形成一核心、一開關構件和一犧牲構件的方法 100 的範例的一組圖。

如圖 7A-7E 所示，在犧牲結構 230 形成之後，一晶種層 232 形成在較低介電層 224 和犧牲結構 230 的頂部表面上。例如，晶種層可藉沉積 300 埃的鈦、3000 埃的銅和 300 埃的鈦而形成。在已形成晶種層 232 之後，一電鍍鑄模 234（以斜線顯示）在晶種層 232 的頂部表面上形成並圖案化。

再來，接著是電鍍鑄模的形成，如圖 8A-8E 所說明，剝除該頂部鈦層並且藉電鍍一例如 10 微米的厚度以沉積諸如一鎳和鐵的合金的類似永久的磁性材料以形成一核心 236、一開關構件 238 和一懸浮構件 240。

在這之後，移除電鍍鑄模 234，接著將晶種層 232 的底部區域移除。如圖 9A-9E 所示，反映該待形成的線圈的形狀的核心 236 也具有置於該較低線圈構件 220 上的馬蹄鐵形狀，同時開關構件 238 具有一接觸側壁 244。

進一步如圖 9A-9E 所示，懸浮構件 240 具有一中間構件 246。中間構件 246 置在核心 236 和開關構件 238 之間，並且置於鄰近開關構件 238 的接觸側壁 244。結果，中間構件 246 藉一作用溝槽 250 與核心 236 分隔，同時中間構件 246 藉一接觸溝槽 252 與該開關構件 238 的接觸側壁 244 分隔。

作用溝槽 250 可做的比接觸溝槽 252 明顯大點，因此確保當繼電器作用時，一電連接將總是形成著。該作用溝槽 250 和接觸溝槽 252 的大小藉由在電鍍鑄模 234 中圖案

化以界定之。進一步，在本範例中，也形成中間構件 246 以具有一半圓形狀，並且指向核心 236 以形成一軌道形狀。懸浮構件 240 也包含一彈簧構件 254。在本範例中，如圖 9A-9E 所示，彈簧構件 254 以提供懸浮構件 240 與較低介電層 224 觸碰的唯一點的基本區域 256 和沿著中間構件 246 與介電層 224 分隔的延伸區域 260 所執行。

再次參照圖 1，在已形成該核心、開關構件和懸浮構件之後，方法 100 移動到 118 以形成接觸該較低線圈構件的頂部與側邊以形成一核心、一位在該開關構件上之導電第一開關軌跡和一位在該懸浮構件上並且乘騎之導電第二開關軌跡，線圈沒有任何部份纏繞著該懸浮構件。

圖 10A-14A、10B-14B、10C-14C、10D-14D 和 10E-14E 顯示根據本發明說明形成接觸該較低線圈構件的頂部與側邊以形成一核心、一位在該開關構件上之導電第一開關軌跡和一位在該懸浮構件上並且乘騎之導電第二開關軌跡的方法 100 的範例的一組圖。

如圖 10A-10E 所示，在已形成該核心 236、開關構件 238 和懸浮構件 240 之後，並且在將電鍍鑄模 234 和晶種層 232 的底部區域移除之後，諸如一氧化層的較高介電層形成在較低介電層 224、核心 236、開關構件 238 和懸浮構件 240 上。例如，較高介電層 262 可藉在較低介電層 224 上沉積一致的例如 1 微米的厚度的氧化物而形成。在已形成較高介電層 262 之後，然後諸如一層光阻的一遮罩 264 在較高介電層 262 的頂部表面上形成並圖案化。

如圖 11A-11E 所示，接著是遮罩 264 的形成和圖案化，蝕刻該較高介電層 262 和底部較低介電層 224 的已曝光區域以形成一些垂直開口 266。該垂直開口 266 包含形成待形成的線圈的較低側邊的所曝露的較低線圈構件 220 的末端的頂部表面的通孔型開口。該垂直開口也曝露該對較低輸入/輸出構件 222。此外，該垂直開口 266 也形成自懸浮構件 240 周圍的基本區域 256 延伸並再次回到基本區域 256 的一溝渠。

根據本發明，該犧牲結構 230 的已曝露區域在此次蝕刻期間未被移除。結果，垂直開口 266 以對用於形成犧牲結構 230 的材料具有高度選擇的蝕刻來形成。此外，形成具有一如較低介電層 224 相同厚度的犧牲結構 230 也可以形成比較低介電層 224 厚，以確保在該蝕刻之後，特定部分的犧牲結構 230 的已曝露區域仍舊保留。接著是該蝕刻，然後移除該遮罩 264。

如圖 12A-12E 所示，一旦已移除遮罩 264，一晶種層 270 是形成在該較低線圈構件 220 的已曝露區域、該已曝露的輸入/輸出構件 222、較低介電層 224、犧牲結構 230 和較高介電層 262 的頂部表面。例如，晶種層 270 可藉沉積 300 埃的鈦、3000 埃的銅和 300 埃的鈦而形成。在已形成晶種層 270 之後，一電鍍鑄模 272（以斜線顯示）在晶種層 270 的頂部表面上形成並圖案化。在電鍍鑄模 272 中的圖案化在圖 12A 中以斜線顯示。

再者，如圖 13A-13E 所示，接著是電鍍鑄模 272 的形

成和圖案化，剝除該頂部鈦層並且藉由電鍍以沉積銅以形成一些線圈的銅側邊部分 274 和一些線圈的銅較高部分 276。此外，該電鍍也形成具有一側壁接觸 282 的第一開關軌跡 280 和具有一側壁接觸 286 的第二開關軌跡 284。該第一和第二開關軌跡 280 和 284 也觸碰到該輸入/輸出構件 222 以達到一電連接。進一步如圖 13A-13E 所示，較低線圈構件 220-1、側邊區域 274-1 和較高區域 276-1 形成某一線圈迴圈的三側邊。如圖 14A-14E 所示，接著是此動作，移除電鍍鑄模 272 和晶種層 270 的底部區域。

再次參照圖 1，在已形成該線圈、導電第一開關軌跡和導電第二開關軌跡之後，方法 100 移動到 120 以移除該犧牲結構，致使該懸浮構件回應於透過該線圈的電流流動的變化而移動。

換言之，當該懸浮構件回應於透過該線圈的電流流動的變化而移動時，該第二導電軌跡製造和破壞與該第一導電軌跡的電接觸。此外，當一電流透過該線圈流動時，一磁通量通過部份的懸浮構件並且實質上沒有磁通量通過該第一和第二導電軌跡。

圖 15A-15E 顯示根據本發明說明移除犧牲結構 230 的方法 100 的範例的一組圖。如圖 15A-15E 所示，在已形成該核心、第一開關軌跡 280 和第二開關軌跡 284 之後，移除犧牲結構 230。犧牲結構 230 的移除使得中間構件 246 和彈簧構件 254 的延伸區域 260 漂浮。例如，在如圖 15A-15E 所示的範例中，中間構件 246 和延伸構件 260 彼此漂浮，

其僅透過基本區域 256 連接到較低介電層 224。

漂浮的延伸區域 260 藉底部犧牲結構 230 與較低介電層 224 垂直地相分隔，所以在已移除底部犧牲結構 230 之後漂浮。結果，犧牲結構 230 的厚度決定一偏移溝槽 290，其置於在較低介電層 224 和漂浮的延伸區域 260 之前的垂直間隔。

因此，如圖 15A-15E 所示，本發明的方法所形成的 MEMS 繼電器 1500 包含核心 236 和圍繞該核心 236 的線圈 1510。線圈 1510 可藉較低線圈構件 220、銅側邊區域 274 和銅較高區域 276 所執行。此外，核心 236 和線圈 1510 皆接觸較低介電層 224。

進一步如圖 15A-15E 所示，MEMS 繼電器 1500 也包含一開關結構 1512 和一懸浮結構 1514。開關結構 1512 可藉觸碰到較低介電層 224 的開關構件 1512 和較高介電層 262 所執行。懸浮結構 1514 可藉觸碰到較低介電層 224 的懸浮構件 240 和較高介電層 262 所執行。進一步，沒有部分線圈 1510 纏繞著懸浮結構 1514。

另外如圖 15A-15E 所示，MEMS 繼電器 1500 包含沿開關結構 1512 所觸碰和延伸的第一開關軌跡 280，和沿懸浮結構 1514 所觸碰和延伸的第二開關軌跡 284。進一步，第一開關軌跡 280 具有一第一側壁接觸 282 並且第二開關軌跡 284 具有一第二側壁接觸 286。

在操作中，當在線圈 1510 中沒有電流顯現時，懸浮結構 1514 如圖 15A 所示置於一靜止位置。此外，當線圈 1510

中沒有電流顯現時，懸浮結構 1514 和核心 236 以一最小距離 X 所分隔，同時，當線圈 1510 中沒有電流顯現時，第一側壁接觸 282 和第二側壁接觸 286 以一等於或小於該最小距離 X 的最小距離 Y 所分隔。依次，該最小距離 Y 提供一高阻抗電路徑。

因此，MEMS 繼電器 1500 的某一優勢是懸浮構件 1514 不依賴核心 236（即，當沒有電流透過線圈 1510 流動時，沒有部分懸浮結構 1514 觸碰核心 236）。因此，當核心 236 可作為一短通量路徑而改善時，可改善該懸浮結構 1514 以減少該彈簧的剛度。

在另一方面，當電流透過線圈 1510 流動並產生一比懸浮結構 1514 的彈簧作用力強的電磁場，該懸浮結構 1514 朝著核心 236 移動以致使該第一和第二側壁接觸 282 和 286 相觸碰，所以提供一低阻抗電路徑。

因此，當電流透過線圈 1510 流動時，該第二開關軌跡 284 的第二側壁接觸 286 朝著該第一開關軌跡 280 的第一側壁接觸 282 移動並觸碰之，並且當沒有電流透過線圈 1510 流動時，其朝遠離該第一開關軌跡 280 的第一側壁接觸 282 移動。因此，當沒有電流透過線圈 1510 流動時，沒有部分懸浮結構 1514 觸碰核心 236。

進一步，如圖 15A 所示，根據本發明，當電流透過線圈 1510 流動時，一磁通量 1516 通過部份的懸浮構件 240，並且同時，當電流透過線圈 1510 流動時，實質上沒有磁通量通過該第一和第二導電軌跡 280 和 284。因此，本發明的

某一優勢是 MEMS 繼電器 1500 對在該核心附近的電流的波動（也就是通量）敏感。結果，具有非常小振幅的信號可以無通量基（flux-based）的破壞來通過繼電器 1500。

因此，根據本發明的形成一 MEMS 繼電器的方法已描述之。顯示於圖 1 的組件能以一些不同方式執行。例如，形成描述於圖 1 的組件 110 中的線圈的較低水平區域之相分隔的較低線圈構件可以替代形成之。

圖 16A-18A、16B-18B、16C-18C、16D-18D 和 16E-18E 顯示根據本發明說明方法 100 的執行組件 110 的替代方式的第一範例的一組圖，其形成該待形成的線圈的一些相分隔的較低線圈構件。

如圖 2A-3E 所示的範例，在圖 16A-18E 所示的範例也利用具有重疊基本介電層 212 的單晶矽半導體晶圓 210。該圖 16A-18E 的範例由在基本介電層 212 上形成一晶種層 1610 和透過在基本介電層 212 中的開口曝露墊 P1-P4 而開始。

一旦已形成晶種層 1610，一電鍍鑄模 1612 將形成在晶種層 1610 的頂部表面上。如圖 17A-17E 所示，接著是電鍍鑄模 1612 的形成，藉電鍍將銅沉積以形成一些分隔的較低線圈構件 220 和該對較低輸入/輸出構件 222。

如圖 18A-18E 所示，在已形成該較低線圈構件 220 和該對較低輸入/輸出構件 222 之後，隨著藉晶種層 1610 的底部區域的移除將電鍍鑄模 1612 移除。如所示，在圖 18A-18E 所說明的結構相似於在圖 3A-3E 所示的結構。

圖 19A-21A、19B-21B、19C-21C、19D-21D 和 19E-21E 顯示根據本發明說明方法 100 的執行組件 110 的替代方式的第二範例的一組圖，其形成該待形成的線圈的一些相分隔的較低線圈構件。

如圖 2A-3E 所示的範例，在圖 19A-21E 所示的範例也利用具有重疊基本介電層 212 的單晶矽半導體晶圓 210。該圖 19A-21E 的範例由在基本介電層 212 的頂部表面上形成一遮罩 1910 而開始。接著是這動作，在基本介電層 212 的頂部表面中蝕刻該基本介電層 212 的已曝露區域以形成一些相分隔的溝渠 1912，其將界定該待形成的線圈的相分隔較低線圈構件。某一溝渠 1912 曝露成墊 P1，同時另一溝渠 1912 曝露成墊 P2。此外，該蝕刻也在基本介電層 212 中形成一對曝露該對墊 P3 和 P4 的開口 1914。

如圖 20A-20E 所示，接著在適當的位置以遮罩 1910 蝕刻，一銅結構 1916 形成在基本介電層 212、墊 P1-P4 和遮罩 1910 的已曝露區域上的該溝渠 1912 和開口 1914 中。例如，銅結構 1916 可藉蒸鍍依序形成 300 埃的鈦、1 微米的銅和 300 埃的鈦。

再者，如圖 21A-21E 所示，在已形成銅結構 1916 之後，剝除遮罩 1910，依次，移除該銅結構 1916 的重疊層。該遮罩 1910 的移除使得僅在基本介電層 212 上留下該銅結構 1916，因此形成一些相分隔較低線圈構件 220 和該對較低輸入/輸出構件 222。如所示，除了重新排列，在圖 21A-21E 所說明的結構相似於在圖 3A-3E 所示的結構。

圖 22A-26A、22B-26B、22C-26C、22D-26D 和 22E-26E 顯示根據本發明說明方法 100 的執行組件 118 的替代方式的範例的一組圖，其形成該待形成的線圈的頂部和側邊並且用於開關的軌跡。

圖 22A-26E 的範例是與圖 2A-15E 的範例中透過晶種層 270 的形成是相同的，在電鍍鑄模 272 的場所中的該晶種層 270 的頂部表面上形成一電鍍鑄模 2210 是不同的。電鍍鑄模 2210 不同於電鍍鑄模 272，電鍍鑄模 2210 防止該第一和第二側壁接觸 282 和 286 自該待形成的銅形成之。該鑄模 2210 中的圖案在圖 22A 中以斜線顯示。

再者，接著是鑄模 2210 的形成，藉蒸鍍沉積銅以形成一些該線圈的銅側邊區域 274 和一些該線圈的銅較高區域 276。此外，該電鍍也形成一除了沒有側壁接觸 282 外皆與開關結構 280 相同的的第一開關軌跡 2212 和一除了沒有側壁接觸 286 外皆與開關結構 284 相同的第二開關軌跡 2214。接著是這動作，如圖 23A-23E 所示，移除鑄模 2210 和晶種層 270 的底部區域。

接著是這個動作，如圖 24A-24E 所示，在較高介電層 262、銅較高區域 276、第一開關軌跡 2212 和第二開關軌跡 2214 上形成一遮罩 2216 並圖案化。一旦已形成遮罩 216 並圖案化，諸如一層鈦、鎳或鉻的導電層 2220 和一金的重疊層將沉積在開關構件 238 周圍的較高介電層 262 的已曝露區域、懸浮構件 262 周圍的較高介電層 262 的已曝露區域、犧牲結構 230 的已曝露區域和遮罩 2216 上。當濺射時，鈦、

鎳、鉻和金提供在彼此面對的開關構件 238 和懸浮構件 240 的高度高寬比（垂直）側壁上一良好的聚集。依序，鈦、鎳和鉻改善金的黏著。

如圖 25A-25E 所示，在已形成導電層 2220 之後，剝除遮罩 2216，其依序移除導電層 2220 的重疊層。遮罩 2216 的移除使得導電層 2220 保留在開關構件 238 和第一開關軌跡 2212 上的較高介電層 262 的側壁和在懸浮構件 240 和第二開關軌跡 2214 上的較高介電層 262 的射側壁上，因此形成第一開關軌跡 2212 的側壁接觸 2222 和面對側壁接觸 2222 的第二開關軌跡 2214 的側壁接觸 2224。

接著是這個動作，如圖 26A-26 所示，移除犧牲結構 230。犧牲結構 230 的移除使得中間構件 246 和如之前漂浮的彈簧構件 254 的延伸區域 260，但有金屬接觸。

除上述之外，該結構可以有不同形狀而形成。例如，可形成遮罩 228 以具有不同的形狀，致使犧牲結構 230 具有不同形狀。此外，可形成電鍍鑄模 234 以具有與犧牲結構 230 的形狀相符的不同形狀，致使核心 236、開關構件 238 和懸浮構件 240 具有不同形狀。

例如，圖 27A-27E 顯示根據本發明說明具有不同形狀的犧牲結構 230 和彈簧構件 254 的範例的一組圖。在圖 27A-27E 的範例中，彈簧構件 254 以一對各包含一基本區域 256 和一 C 形延伸區域 260 的相面對結構而形成。

進一步，圖 28A-28E 顯示根據本發明說明具有不同形狀的犧牲結構 230、核心 254、中間構件 246 和彈簧構件 254

的範例的一組圖。在圖 28A-28E 的範例中，核心 236 以近似完美的甜甜圈形而形成，同時中間構件 246 以楔形或派形而形成，其適用於在近似完美的甜甜圈形中的開口。此外，彈簧構件 254 以一對各包含一基本區域 256 和一 C 形延伸區域 260 的相面對結構而形成。

當注意上述，介電層 212 可以排除金屬結構的介電層為代表。當排除金屬結構時，該與線圈 1510 電連接可以藉例如將代表線圈 1510 的相反末端的銅較高區域 276 上的點線接合來達成。此外，與第一和第二開關軌跡 280 和 284 的連接可藉例如線接合來達成。本發明的另一優勢是本發明要求相對較低的處理溫度。結果，本發明適用於傳統的後端 COMS 製程。

應可明瞭，本發明的範例中的上述描述，和可以實踐本發明的描述於此的本發明的各種替代物。例如，該各種晶種層可如銅晶種層來執行，如需要或如鎢、鉻或組成物晶種層，以提供該正確的歐姆和機械（剝）的特點。此外，一雙拋開關可藉使用如彼此相對映的影像定位的兩 MEMS 繼電器 1500 簡單製造。因此，本發明意圖藉下述申請專利範圍界定本發明範疇和該些申請專利範圍的範疇內的結構和方法 and 因此涵蓋的其等效物。

【圖式簡單說明】

圖 1 是根據本發明說明一種形成一 MEMS 繼電器的方法 100 的範例圖。

圖 2A-15A、2B-15B、2C-15C 和 2E-15E 是根據本發明說明方法 100 的範例的一組圖。圖 2A-15A 是一平面圖。圖 2B-15B 是一分別取自於沿著圖 2A 的 2B-2B 線到圖 15A 的 15B-15B 線的橫截面圖。圖 2C-15C 是一分別取自於沿著圖 2A 的 2C-2C 線到圖 15A 的 15C-15C 線的橫截面圖。圖 2D-15D 是一分別取自於沿著圖 2A 的 2D-2D 線到圖 15A 的 15D-15D 線的橫截面圖。圖 2E-15E 是一分別取自於沿著圖 2A 的 2E-2E 線到圖 15A 的 15E-15E 線的橫截面圖。

圖 16A-18A、16B-18B、16C-18C、16D-18D 和 16E-18E 是根據本發明說明方法 100 的執行組件 100 的替代方法的第一範例的一組圖。圖 16A-18A 是一平面圖。圖 16B-18B 是一分別取自於沿著圖 16A 的 16B-16B 線到圖 18A 的 18B-18B 線的橫截面圖。圖 16C-18C 是一分別取自於沿著圖 16A 的 16C-16C 線到圖 18A 的 18C-18C 線的橫截面圖。圖 16D-18D 是一分別取自於沿著圖 16A 的 16D-16D 線到圖 18A 的 18D-18D 線的橫截面圖。圖 16E-18E 是一分別取自於沿著圖 16A 的 16E-16E 線到圖 18A 的 18E-18E 線的橫截面圖。

圖 19A-21A、19B-21B、19C-21C、19D-21D 和 19E-21E 是根據本發明說明方法 100 的執行組件 100 的替代方法的第二範例的一組圖。圖 19A-21A 是一平面圖。圖 19B-21B 是一分別取自於沿著圖 19A 的 19B-19B 線到圖 21A 的 21B-21B 線的橫截面圖。圖 19C-21C 是一分別取自於沿著圖 19A 的 19C-19C 線到圖 21A 的 21C-21C 線的橫截面圖。

圖 19D-21D 是一分別取自於沿著圖 19A 的 19D-19D 線到圖 21A 的 21D-21D 線的橫截面圖。圖 19E-21E 是一分別取自於沿著圖 19A 的 19E-19E 線到圖 21A 的 21E-21E 線的橫截面圖。

圖 22A-26A、22B-26B、22C-26C、22D-26D 和 22E-26E 是顯示根據本發明說明方法 100 的執行組件 118 的替代方式的範例的一組圖。圖 22A-26A 是一平面圖。圖 22B-26B 是一分別取自於沿著圖 22A 的 22B-22B 線到圖 26A 的 26B-26B 線的橫截面圖。圖 22C-26C 是一分別取自於沿著圖 22A 的 22C-22C 線到圖 26A 的 26C-26C 線的橫截面圖。圖 22D-26D 是一分別取自於沿著圖 22A 的 22D-22D 線到圖 26A 的 26D-26D 線的橫截面圖。圖 22E-26E 是一分別取自於沿著圖 22A 的 22E-22E 線到圖 26A 的 26E-26E 線的橫截面圖。

圖 27A-27E 是根據本發明說明具有不同形狀的犧牲結構 230 和彈簧構件 254 的範例的一組圖。

圖 28A-28E 是根據本發明說明具有不同形狀的犧牲結構 230、核心 254、中間構件 246 和彈簧構件 254 的範例的一組圖。

【主要元件符號說明】

100	方法
110-120	方法 100 之步驟
210	晶圓

212	基本介電層
214	金屬層
216	較低遮罩
220	較低線圈構件
220-1	較低線圈構件
222	較低輸出/輸入構件
224	較低介電層
226	犧牲層
228	遮罩
230	犧牲層
232	晶種層
234	電鍍鑄模
236	核心
238	開關構件
240	懸浮構件
244	接觸側壁
246	中間構件
250	作用溝槽
252	接觸溝槽
254	彈簧構件
256	基本區域
260	延伸區域
262	較高介電層
264	遮罩

266	垂直開口
270	晶種層
272	電鍍鑄模
274	銅側邊區域
274-1	側邊區域
276	銅較高區域
276-1	較高區域
280	第一開關軌跡
282	側壁接觸
284	第二開關軌跡
286	側壁接觸
290	偏移溝槽
1500	MEMS 繼電器
1510	線圈
1512	開關結構
1514	懸浮結構
1516	磁通量
1610	晶種層
1612	電鍍鑄模
1910	遮罩
1912	溝渠
1914	開口
1916	銅結構
2210	電鍍鑄模

2212	第一開關軌跡
2214	第二開關軌跡
2216	遮罩
2220	導電層
2222	側壁接觸
2224	側壁接觸
P1-P4	墊

七、申請專利範圍：

1. 一種微機電系統 (micro-electromechanical system, MEMS) 繼電器，其包含：

- 一觸碰一介電結構的核心，該核心具有導磁性材料；
- 一觸碰該介電結構的線圈，該線圈纏繞著該核心；
- 一觸碰該介電結構的開關構件；以及
- 一觸碰該介電結構的懸浮構件，該懸浮構件具有一導磁性材料，當沒有電流透過該線圈流動時，該懸浮構件沒有任何部份觸碰到該核心，該懸浮構件可回應於透過該線圈的電流流動而朝向該線圈移動。

2. 根據申請專利範圍第 1 項之微機電系統繼電器，進一步包括：

- 一觸碰該開關構件的第一導電軌跡，該第一導電軌跡具有在該開關構件的垂直側壁上的一第一側壁接觸；以及
- 一觸碰該懸浮構件的第二導電軌跡，該第二導電軌跡具有在該懸浮構件的垂直側壁上的一第二側壁接觸。

3. 根據申請專利範圍第 2 項之微機電系統繼電器，其中，當該懸浮構件回應於透過該線圈的電流流動的變化而移動時，該第二導電軌跡製造和破壞與該第一導電軌跡的電接觸。

4. 根據申請專利範圍第 3 項之微機電系統繼電器，其中，當一電流透過該線圈流動時，一磁通量通過部份的該懸浮構件並且實質上沒有磁通量通過該第一和第二導電軌跡。

5. 根據申請專利範圍第 2 項之微機電系統繼電器，其中，該第一導電軌跡具有一第一接觸表面並且該第二導電軌跡具有一第二接觸表面。

6. 根據申請專利範圍第 5 項之微機電系統繼電器，其中，當一電流透過該線圈流動時，該第二導電軌跡的第二接觸表面朝向該第一導電軌跡的第一接觸表面移動並且觸碰之，並且當沒有電流透過該線圈流動時，朝遠離該第一導電軌跡的第一接觸表面移動。

7. 根據申請專利範圍第 6 項之微機電系統繼電器，其中，當一電流透過該線圈流動時，一磁通量通過部份的該懸浮構件並且實質上沒有磁通量通過該第一和第二導電軌跡。

8. 根據申請專利範圍第 7 項之微機電系統繼電器，其中，當沒有電流透過該線圈流動時，該懸浮構件和該核心具有一第一最小分隔距離，並且，當沒有電流透過該線圈流動時，該第一導電軌跡的第一接觸表面和該第二導電軌跡的第二接觸表面具有一第二最小分隔距離，該第二最小分隔距離是等於或小於該第一最小分隔距離。

9. 根據申請專利範圍第 6 項之微機電系統繼電器，其中，該核心具有一 U 形。

10. 根據申請專利範圍第 6 項之微機電系統繼電器，其中，線圈沒有任何部份纏繞著該懸浮構件。

11. 一種形成一微機電系統 (micro-electromechanical system, MEMS) 繼電器之方法，其包含：

形成一些相分隔的較低線圈構件，其形成該線圈的一些較低水平部份；

形成一觸碰該相分隔的較低線圈構件之較低介電層；

形成一觸碰該較低介電層之犧牲結構；

形成觸碰該較低介電層的一核心、一開關構件和一懸浮構件，該懸浮構件觸碰該犧牲層，該開關構件沒有任何部份觸碰該核心；以及形成觸碰該較低線圈構件的頂部和側邊以形成一線圈、一位在該開關構件上之第一導電軌跡和一位在該懸浮構件上之第二導電軌跡，該線圈沒有任何部份纏繞著該懸浮構件；其中，形成該第一導電軌跡包括於該開關構件上垂直地形成用於該第一導電軌跡的一第一側壁接觸，以及形成該第二導電軌跡包括於該懸浮構件上垂直地形成用於該第二導電軌跡的一第二側壁接觸。

12. 根據申請專利範圍第 11 項之方法，進一步包括在已形成該線圈、該第一導電軌跡和該第二導電軌跡之後，將該犧牲結構移除，致使該懸浮構件回應於透過該線圈的電流流動的變化而移動。

13. 根據申請專利範圍第 12 項之方法，其中，當該懸浮構件回應於透過該線圈的電流流動的變化而移動時，該第二導電軌跡製造和破壞與該第一導電軌跡的電接觸。

14. 根據申請專利範圍第 13 項之方法，當一電流透過該線圈流動時，一磁通量通過部份的懸浮構件並且實質上沒有磁通量通過該第一和第二導電軌跡。

八、圖式：

(如次頁)

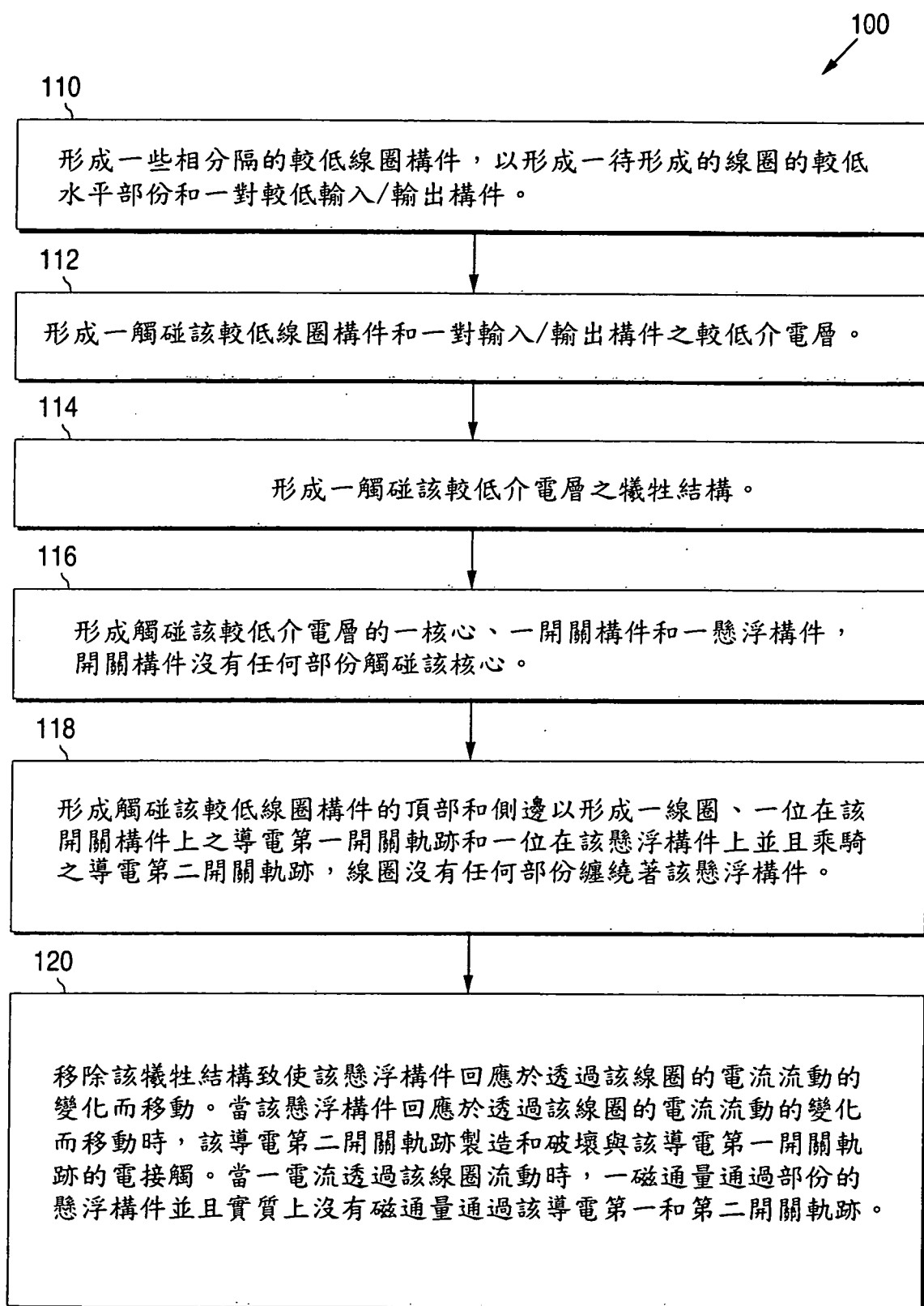


圖 1

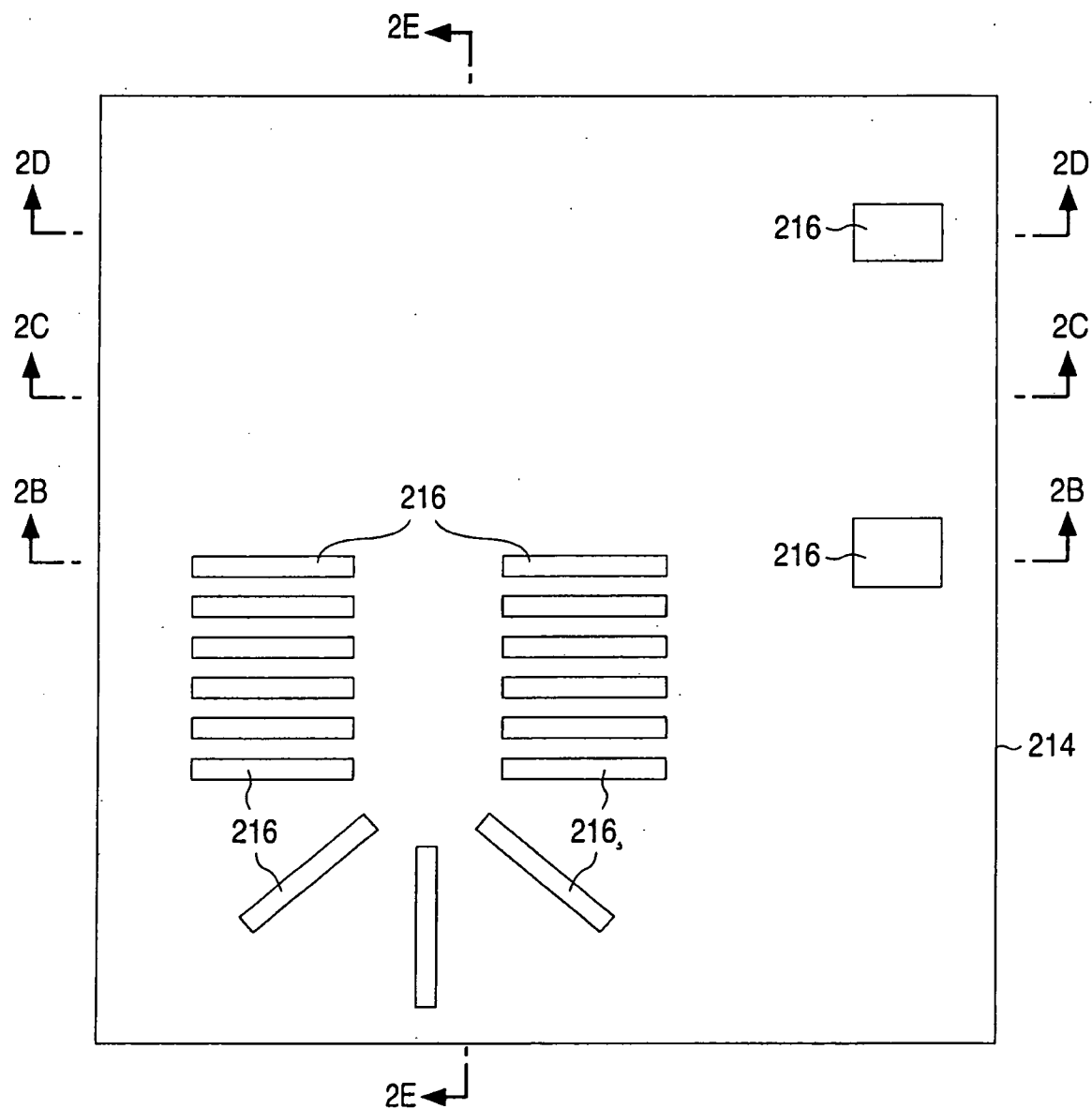


圖 2A

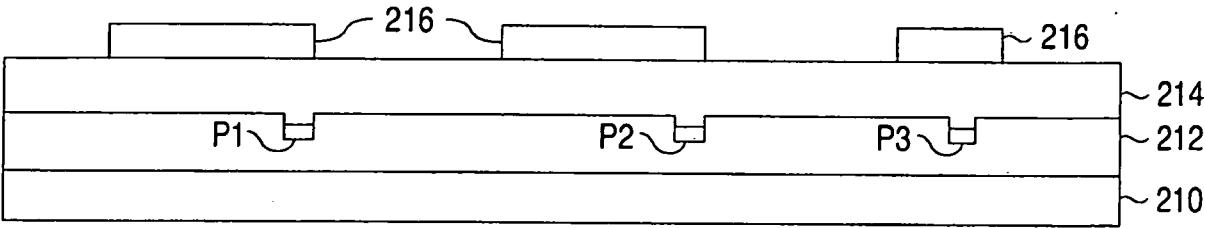


圖 2B

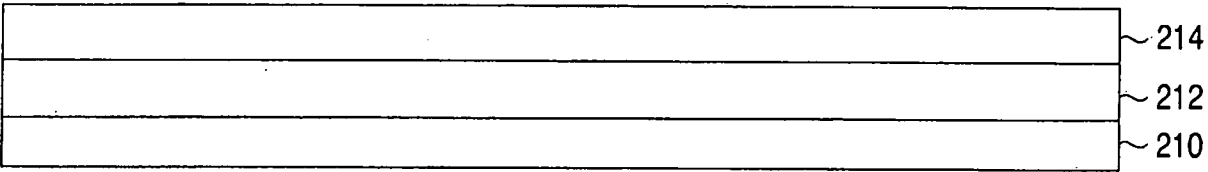


圖 2C

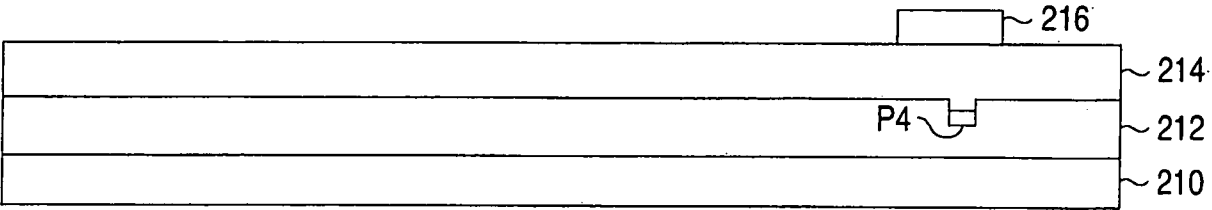


圖 2D

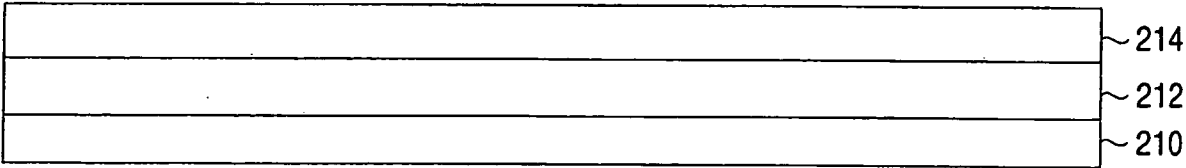


圖 2E

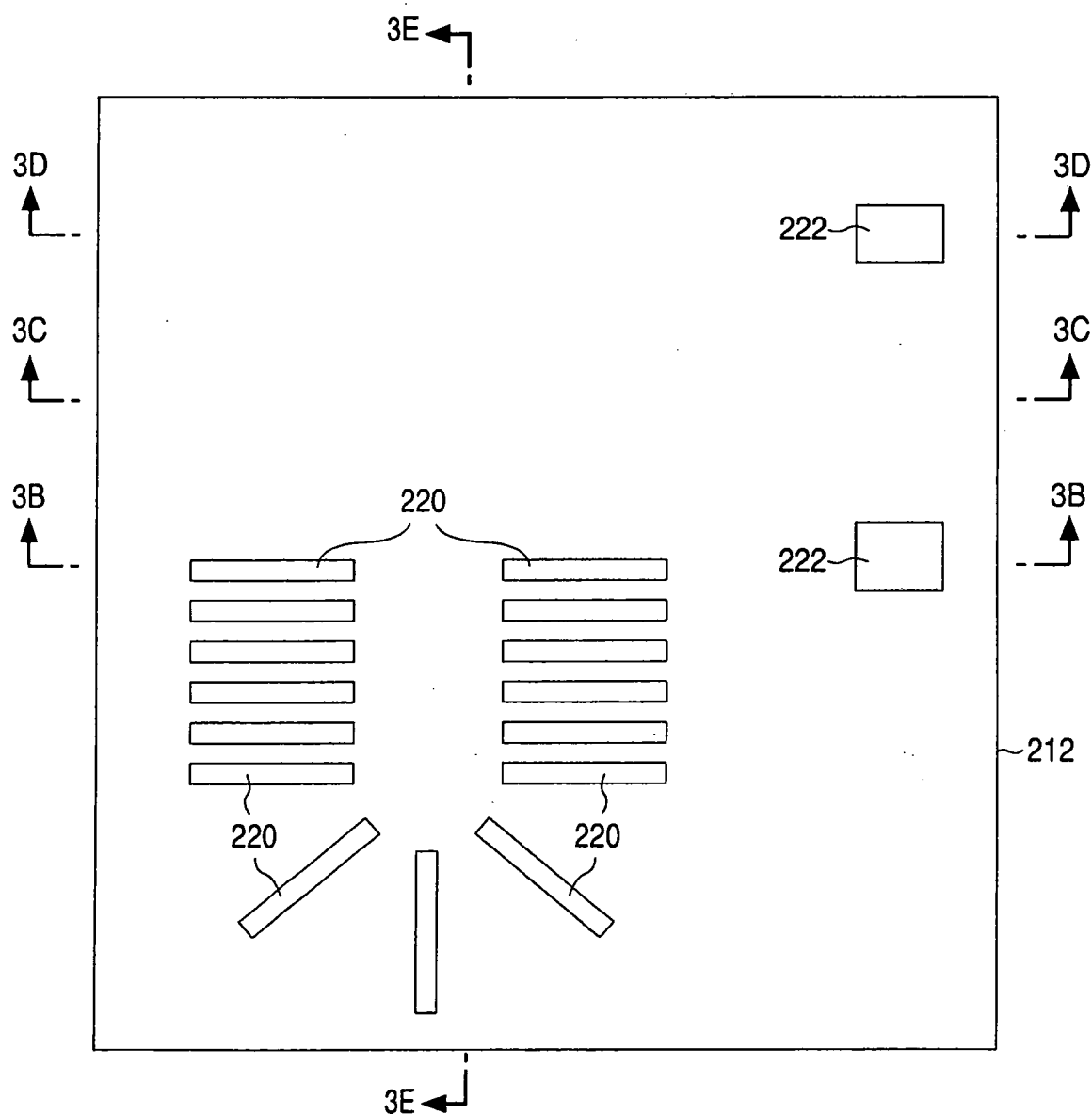


圖 3A

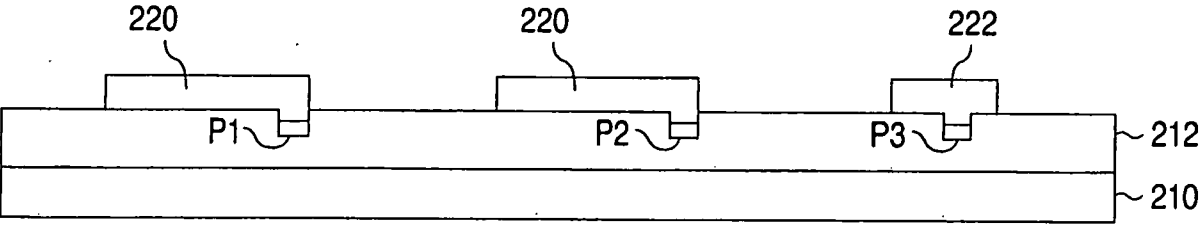


圖 3B

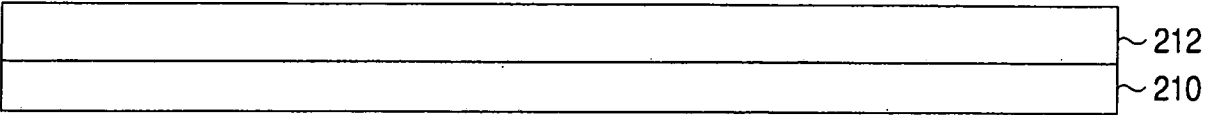


圖 3C

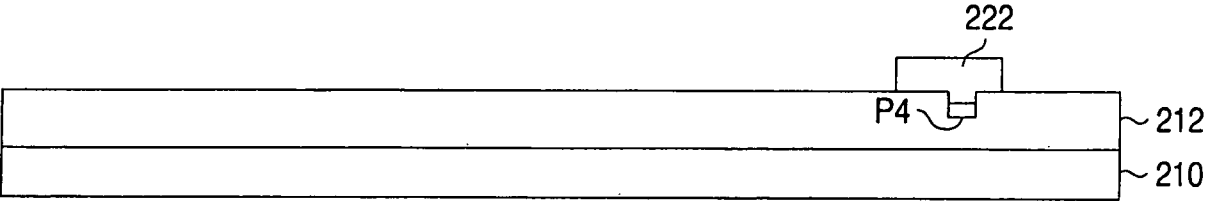


圖 3D

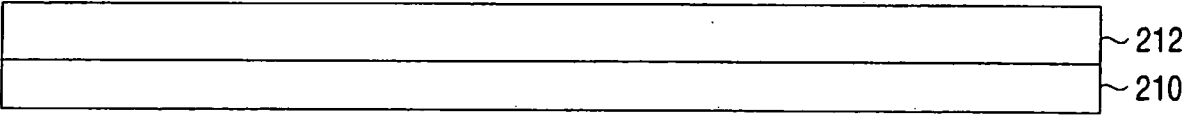


圖 3E

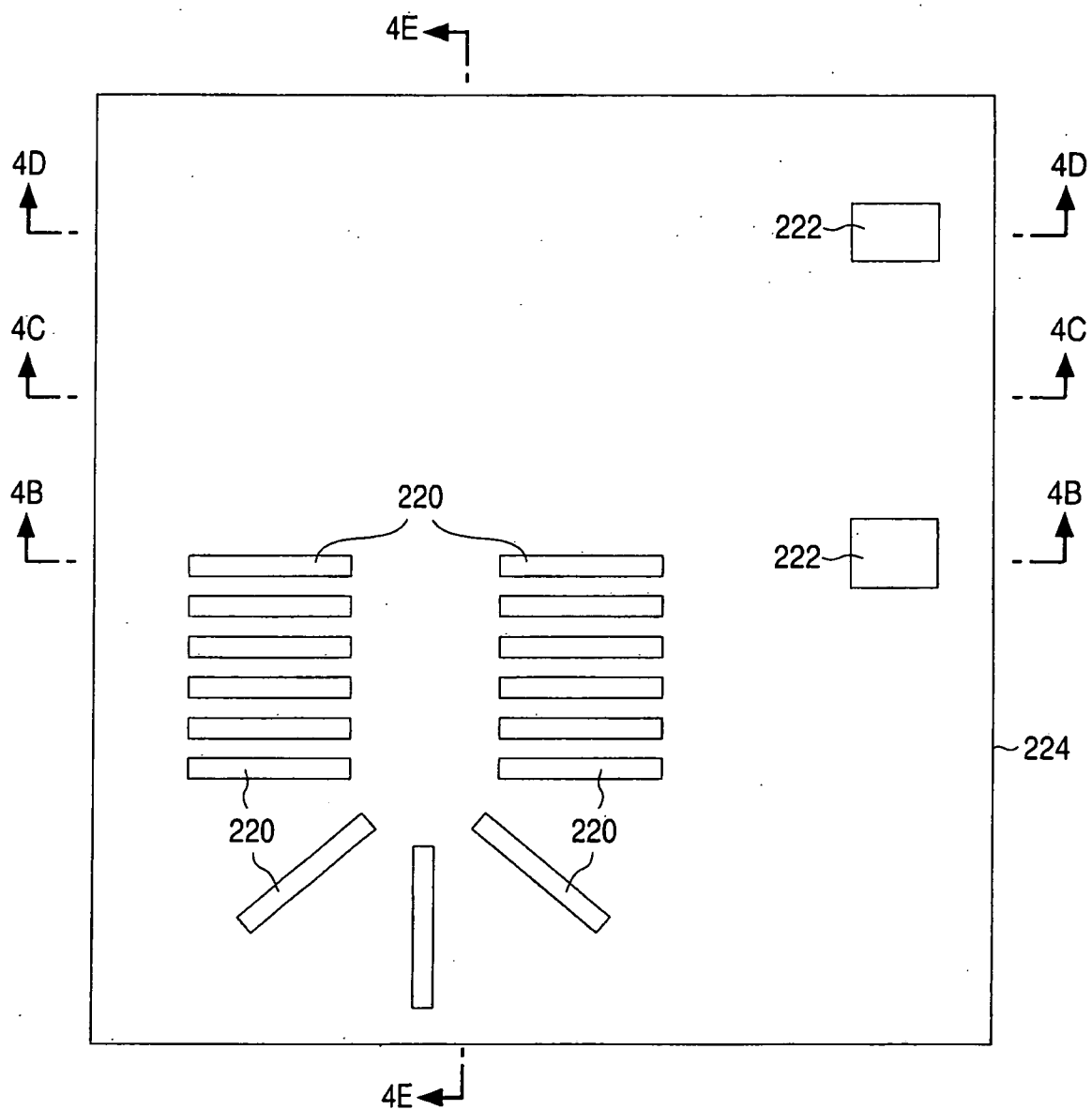


圖 4A

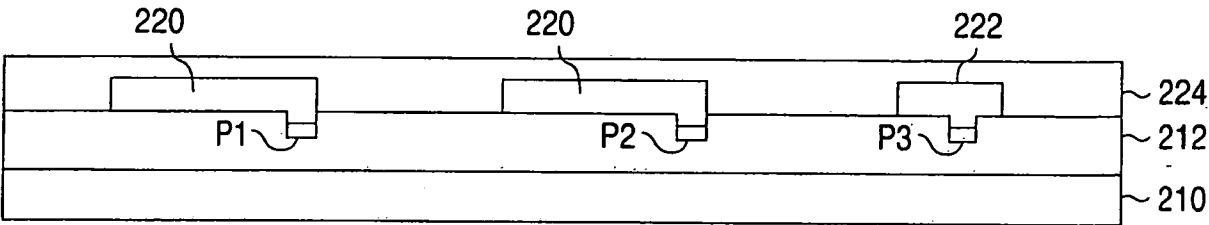


圖 4B

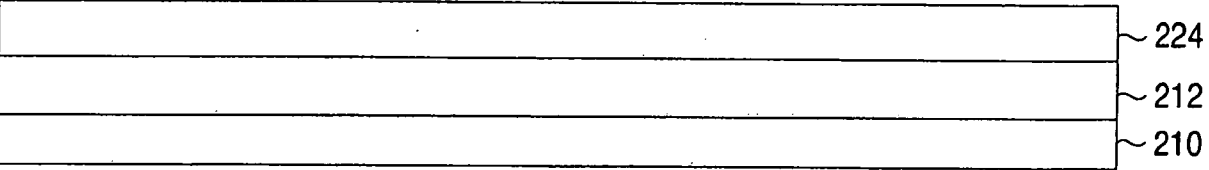


圖 4C

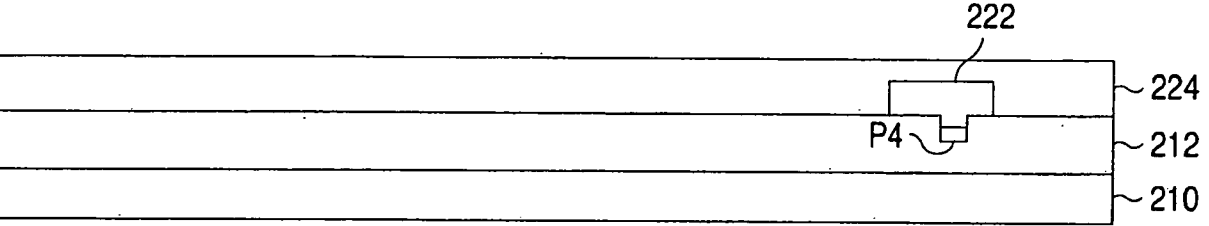


圖 4D

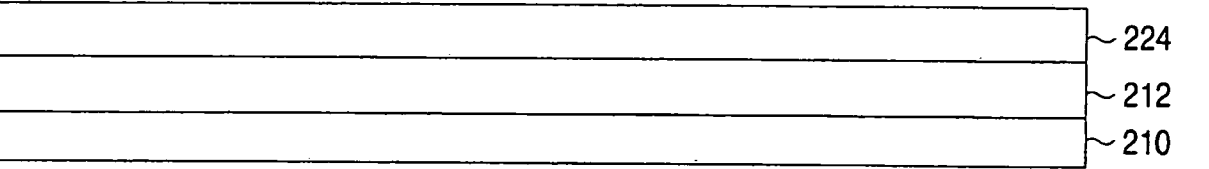


圖 4E

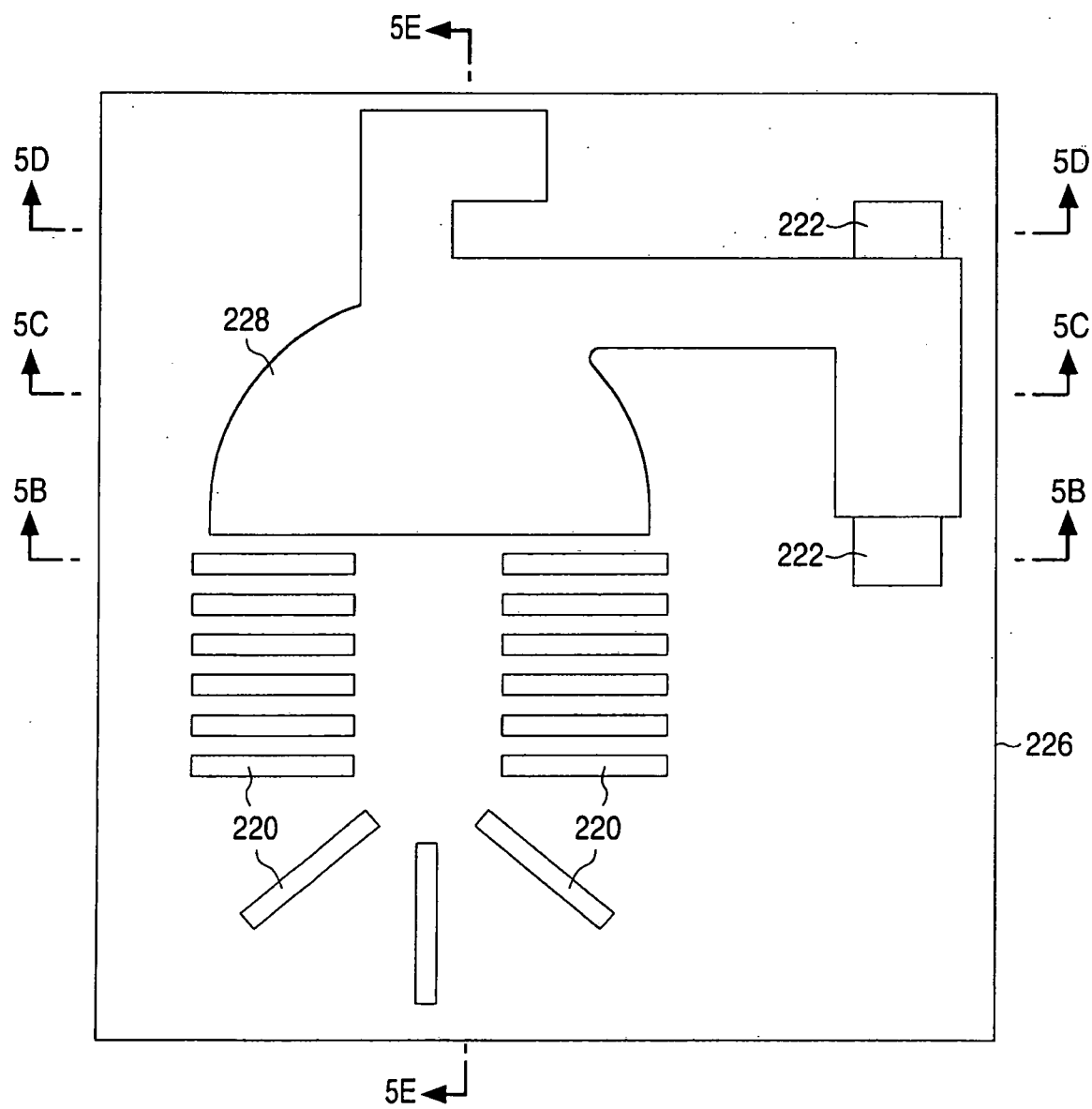


圖5A

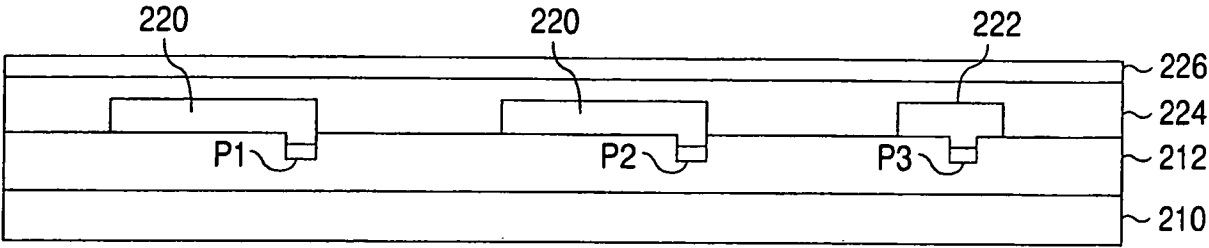


圖 5B

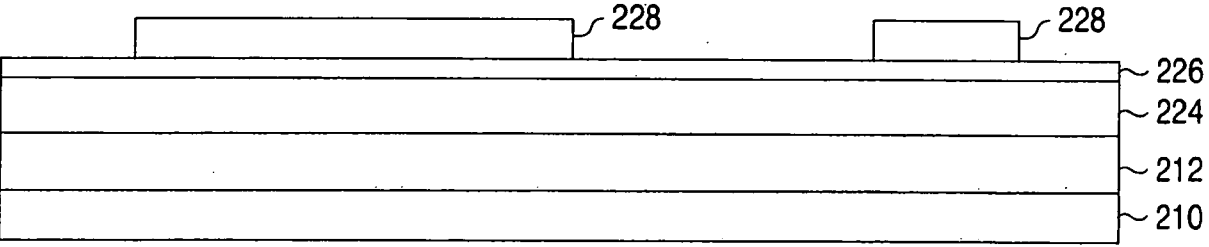


圖 5C

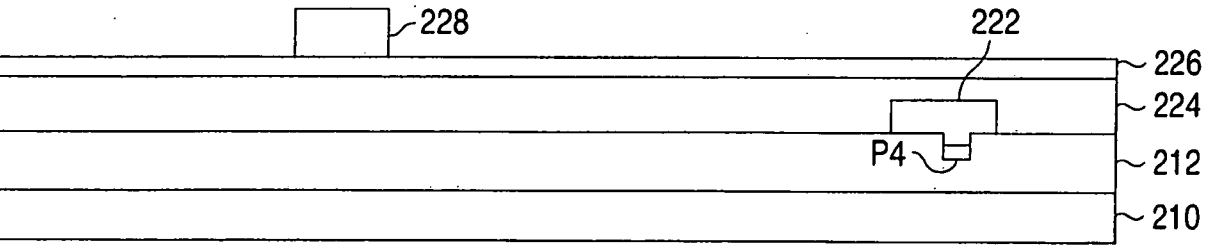


圖 5D

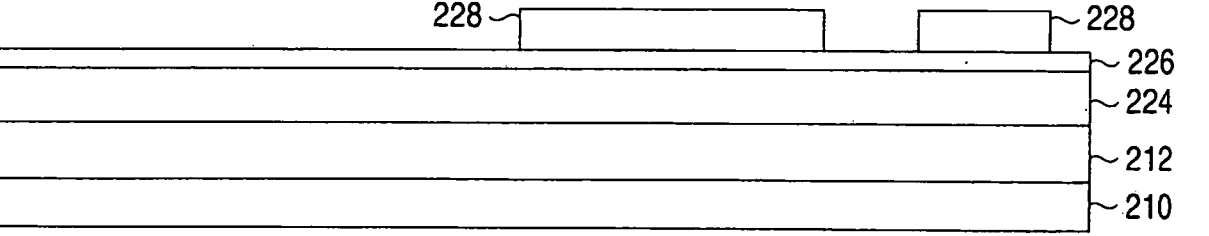


圖 5E

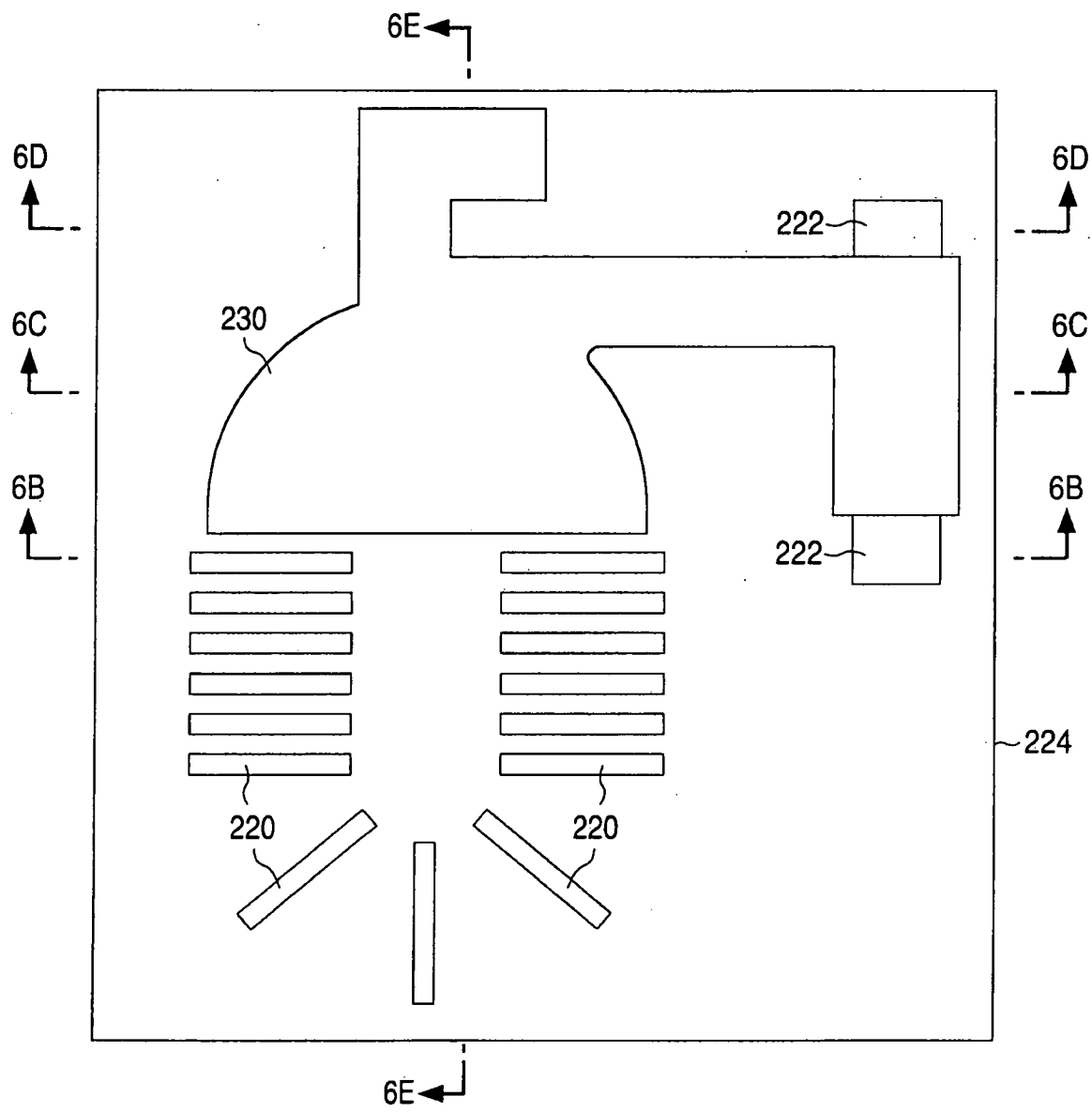


圖 6A

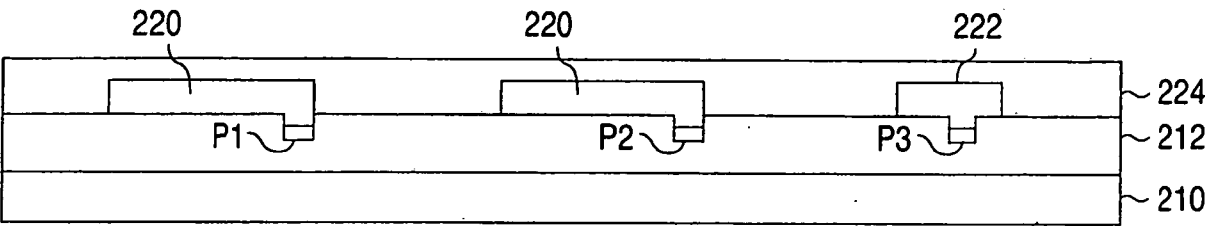


圖 6B

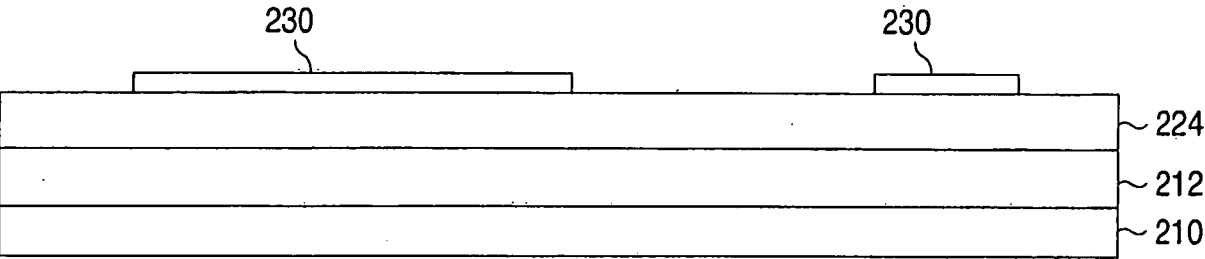


圖 6C

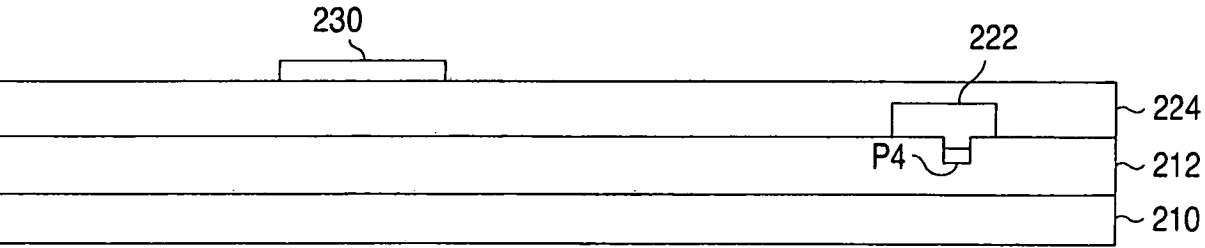


圖 6D

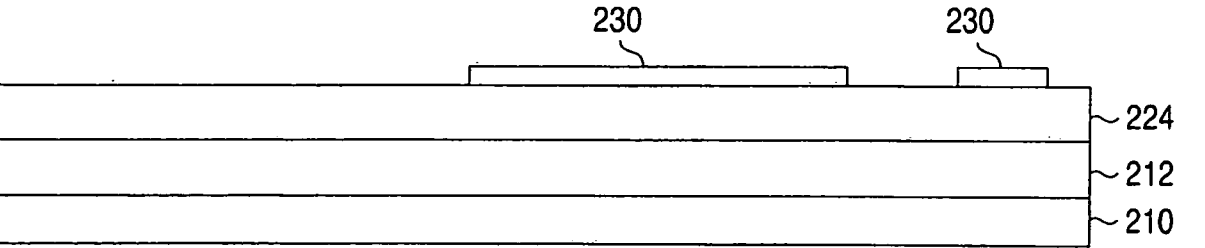


圖 6E

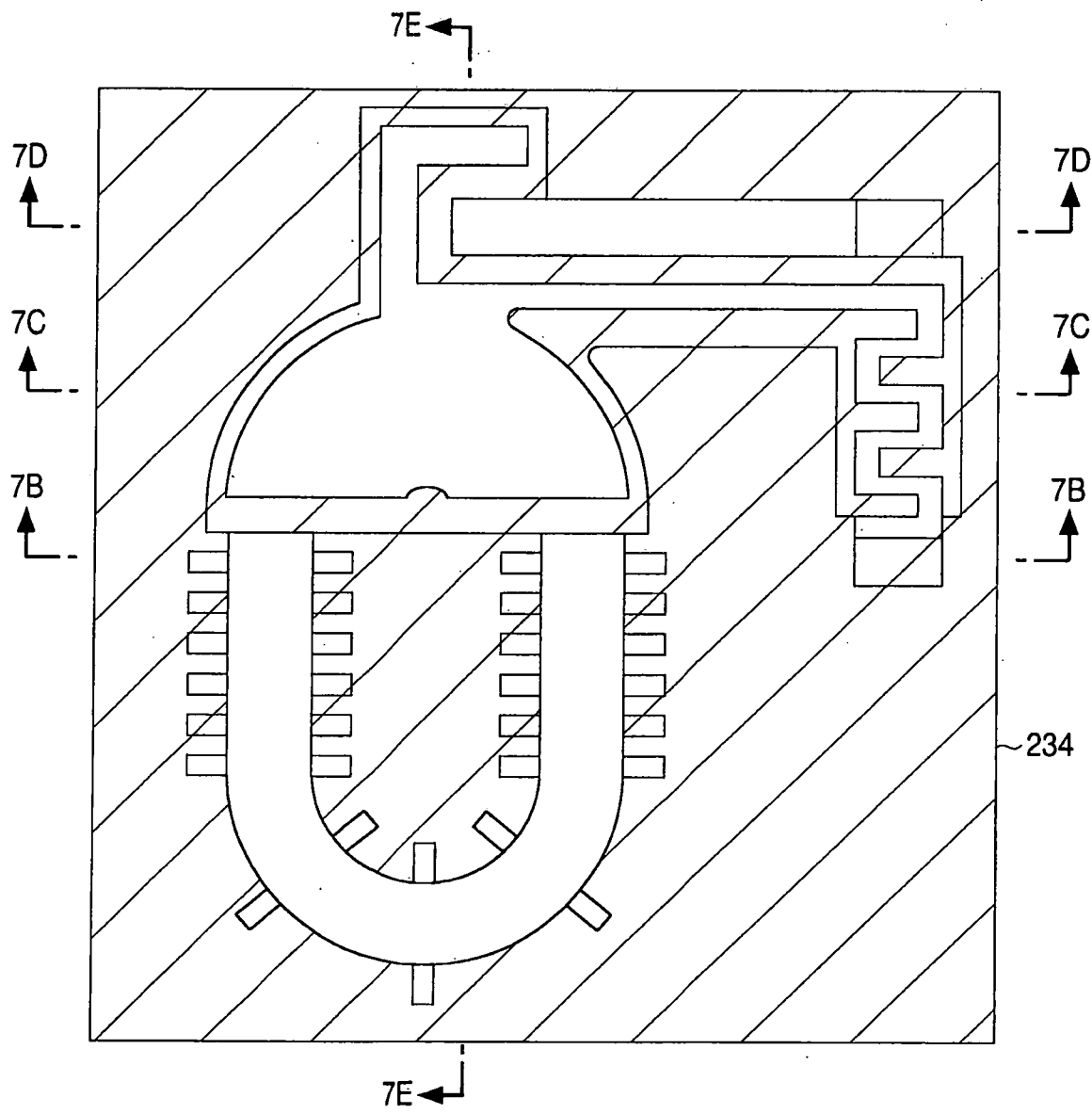


圖 7A

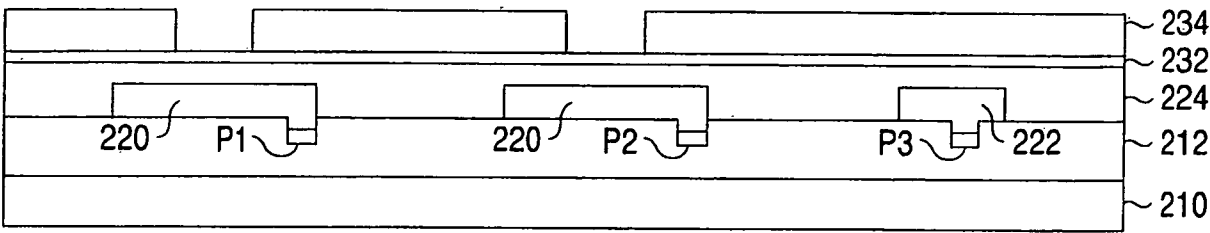


圖 7B

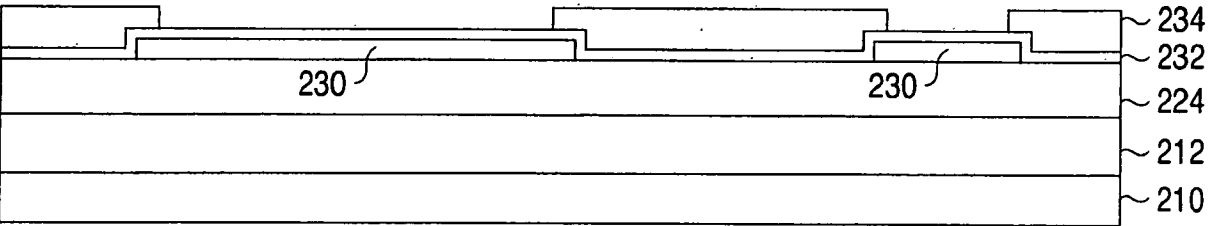


圖 7C

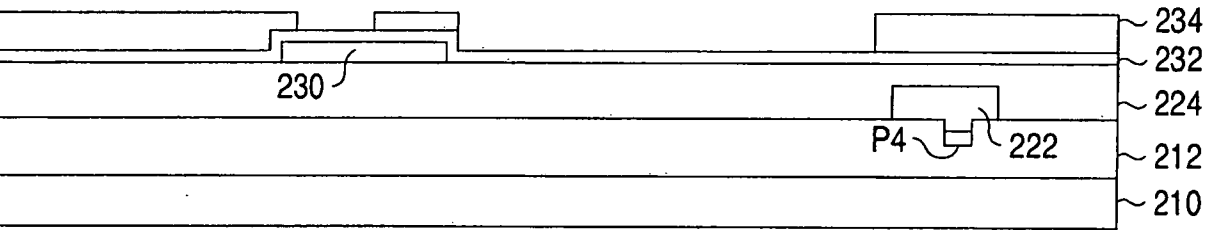


圖 7D

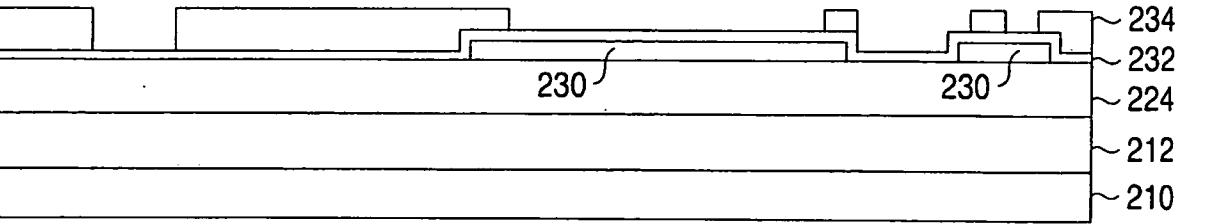


圖 7E

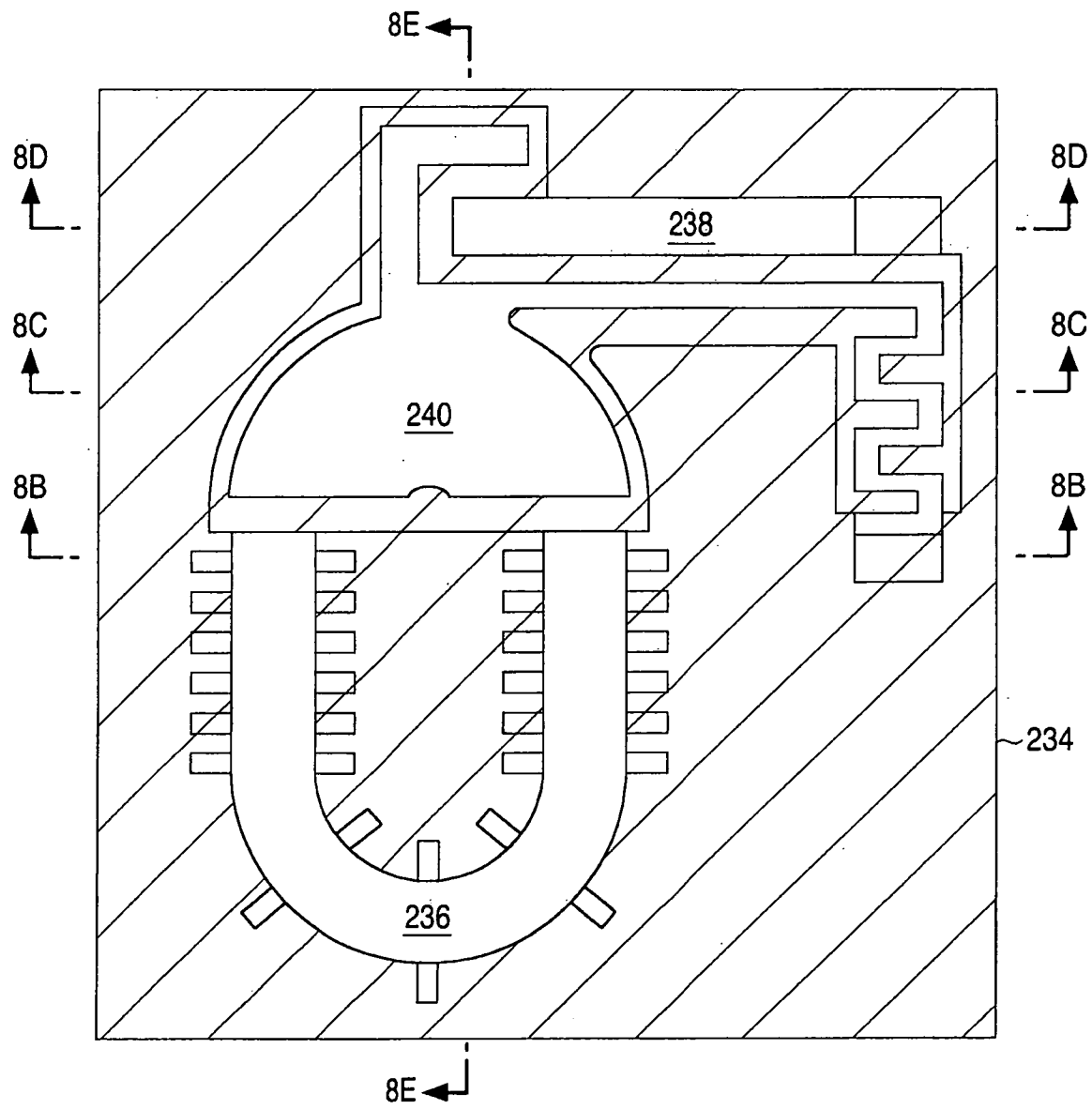


圖 8A

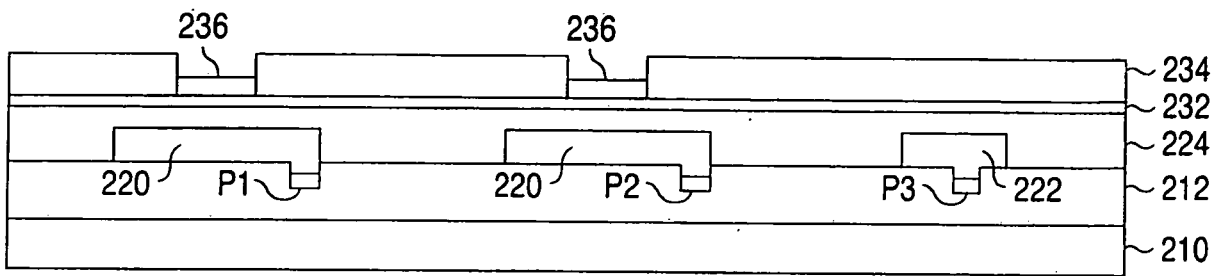


圖 8B

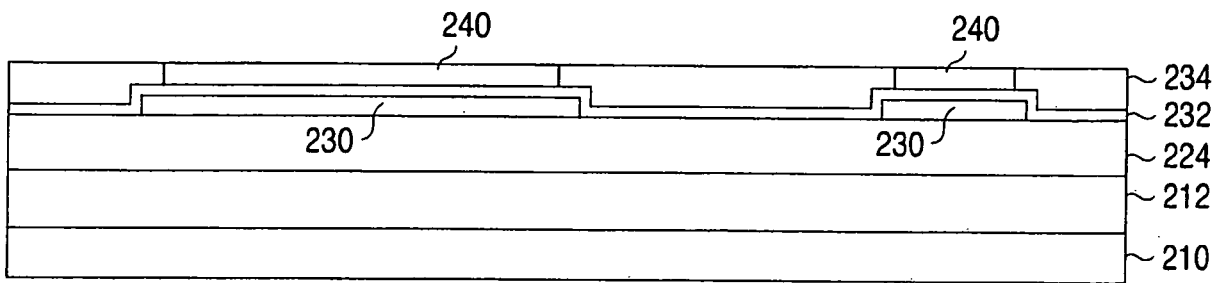


圖 8C

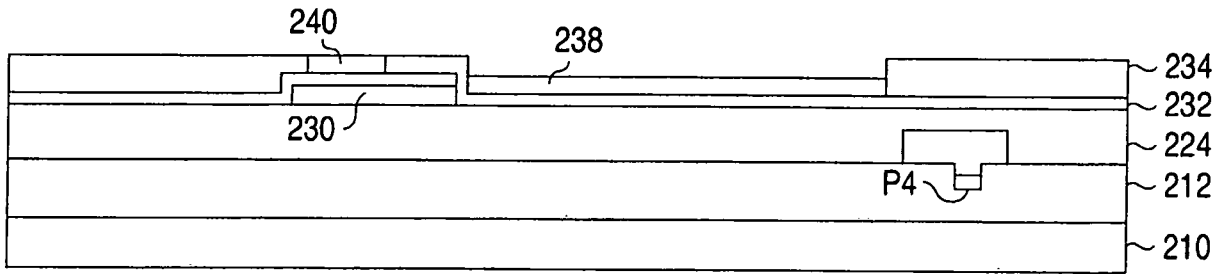


圖 8D

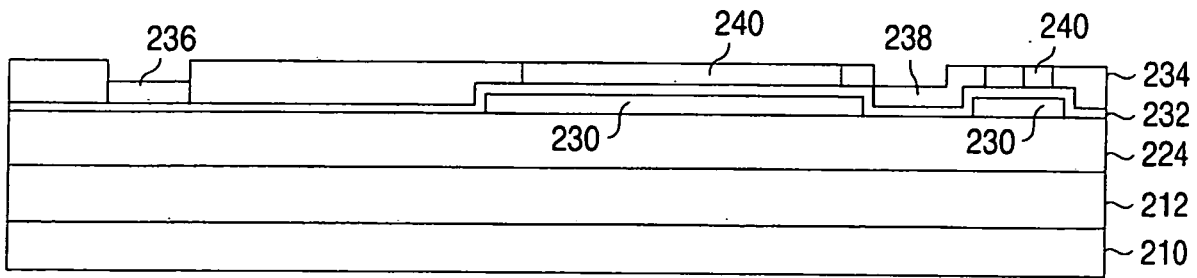


圖 8E

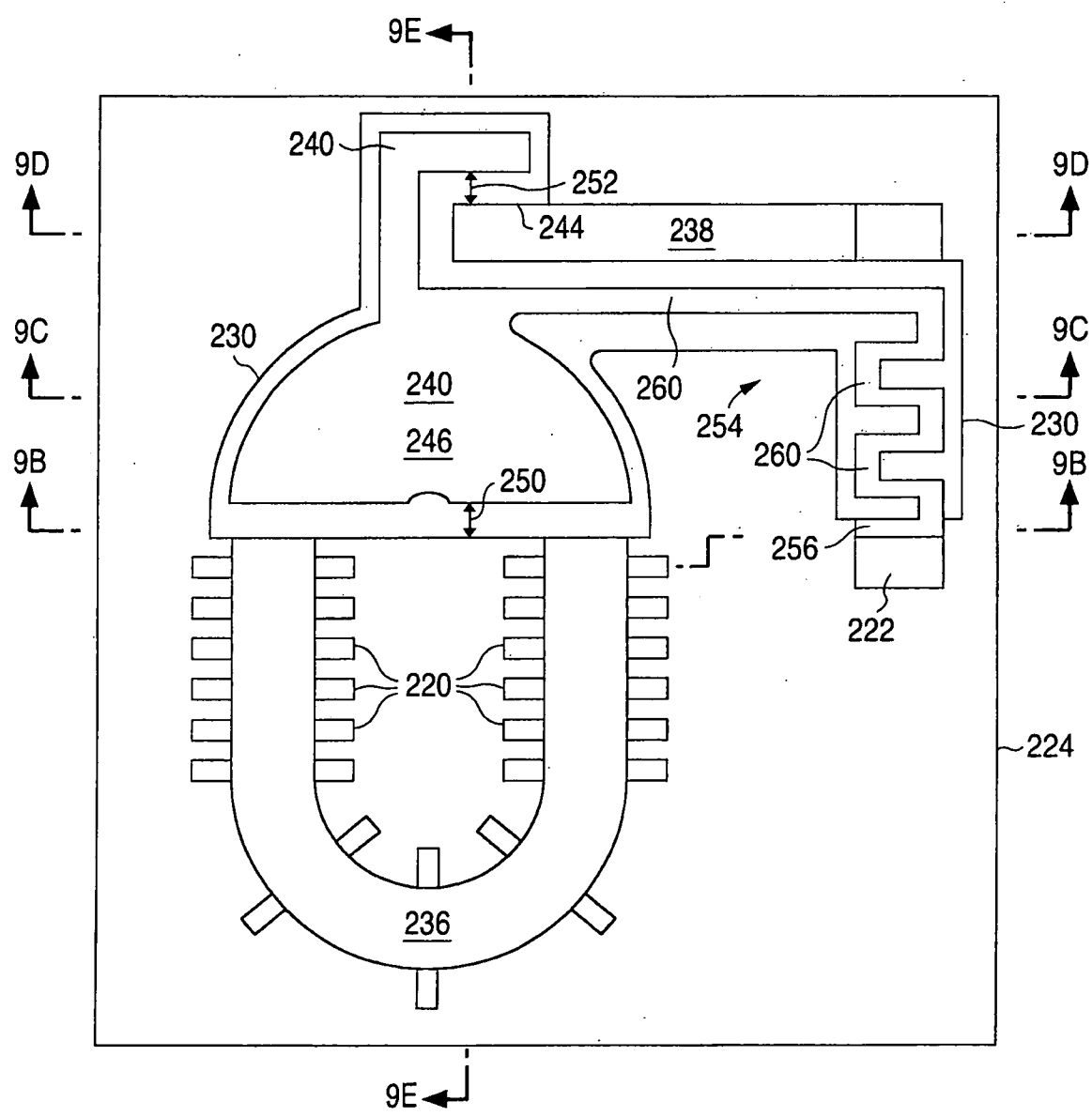


圖 9A

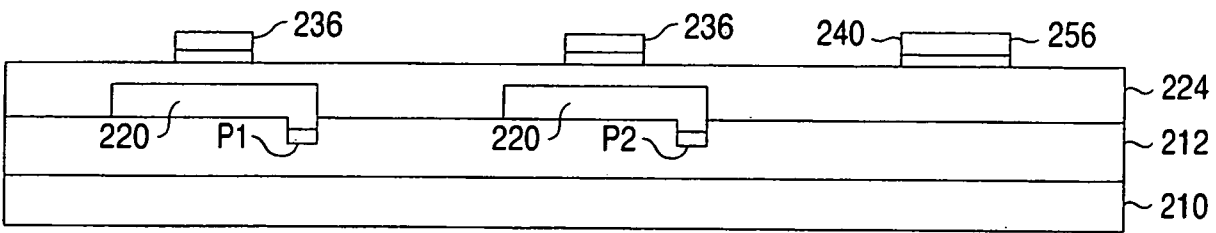


圖 9B

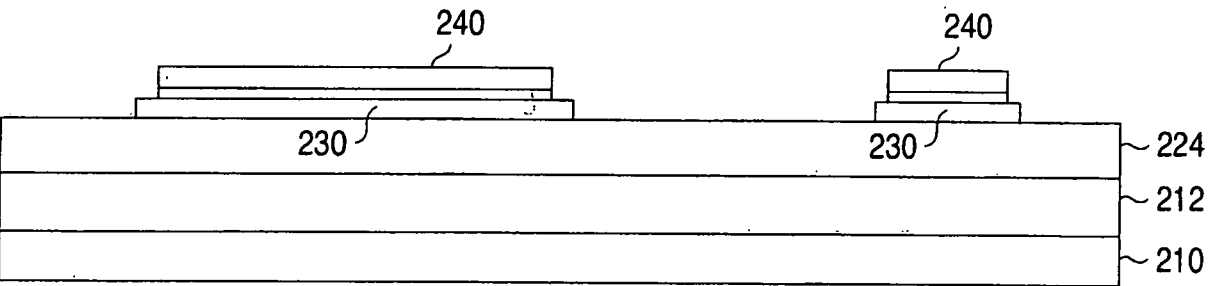


圖 9C

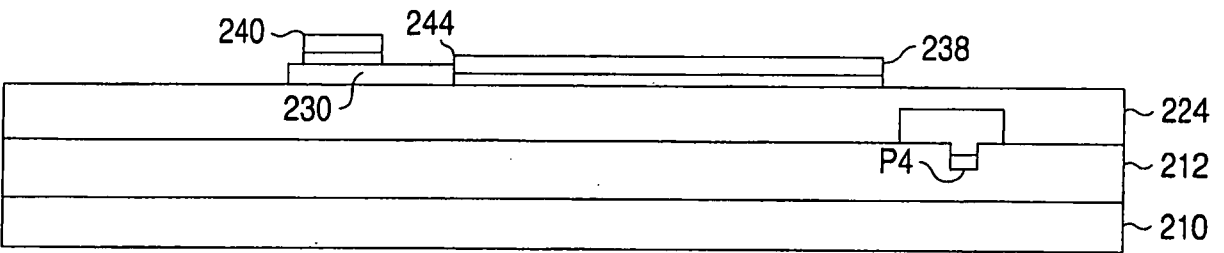


圖 9D

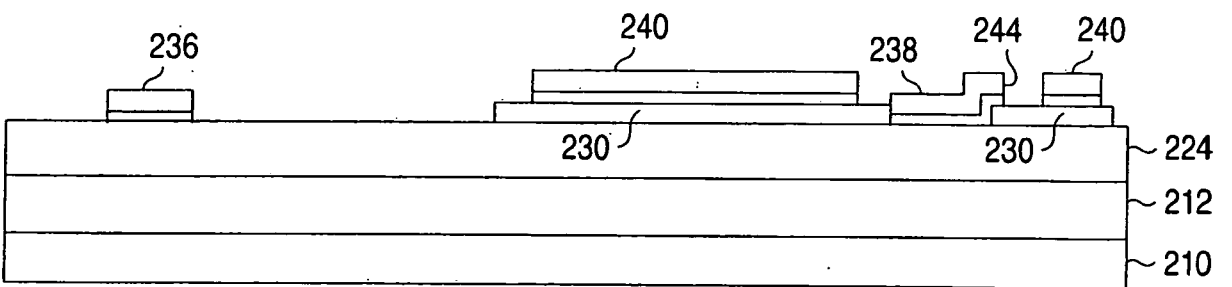


圖 9E

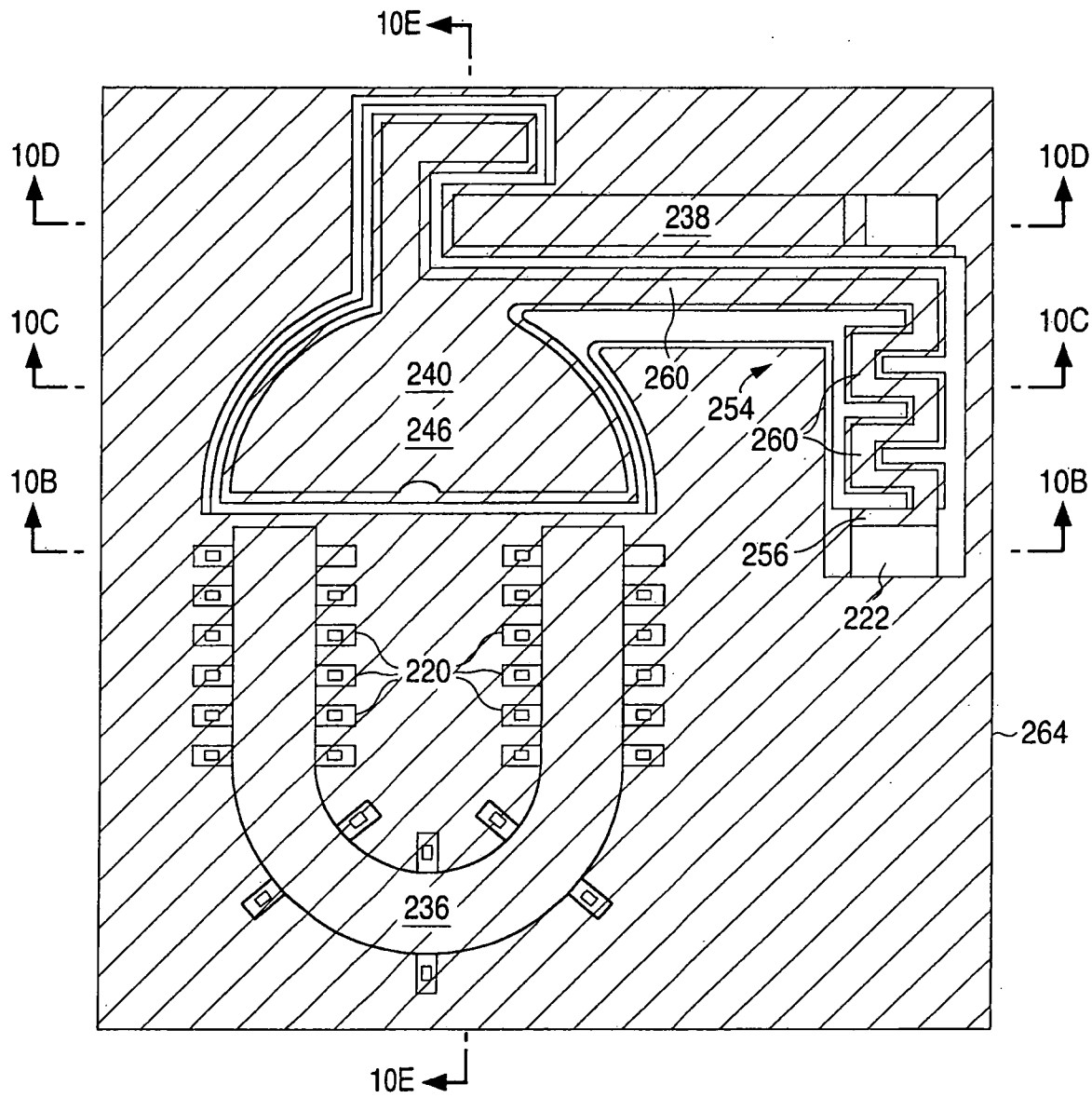


圖 10A

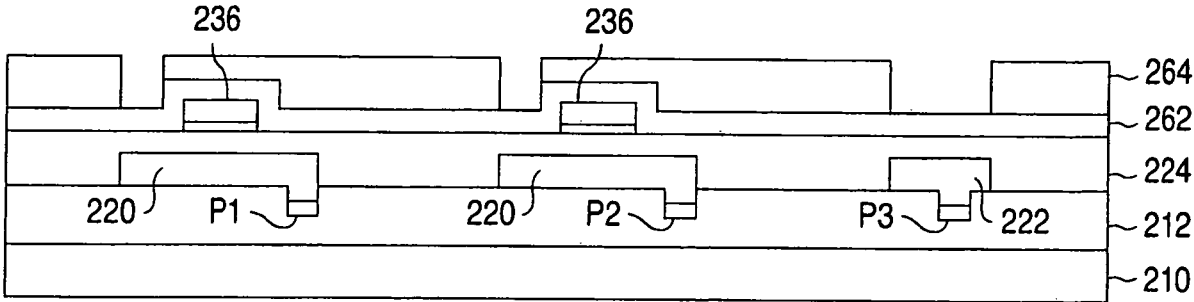


圖 10B

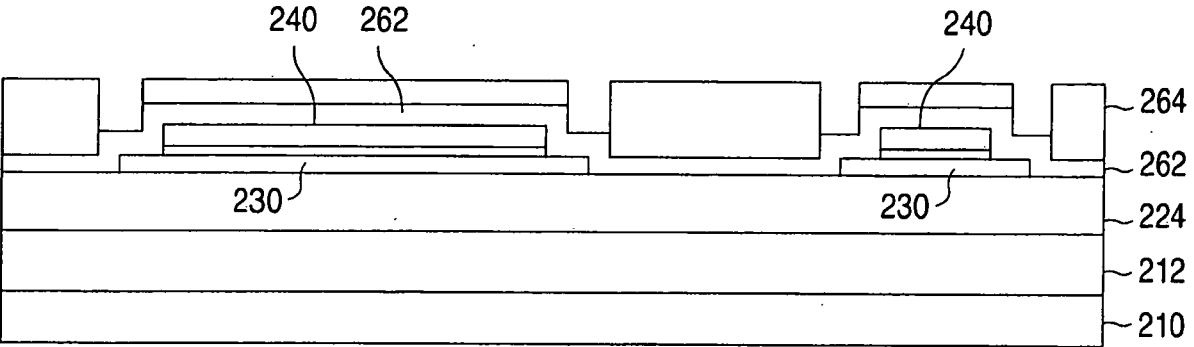


圖 10C

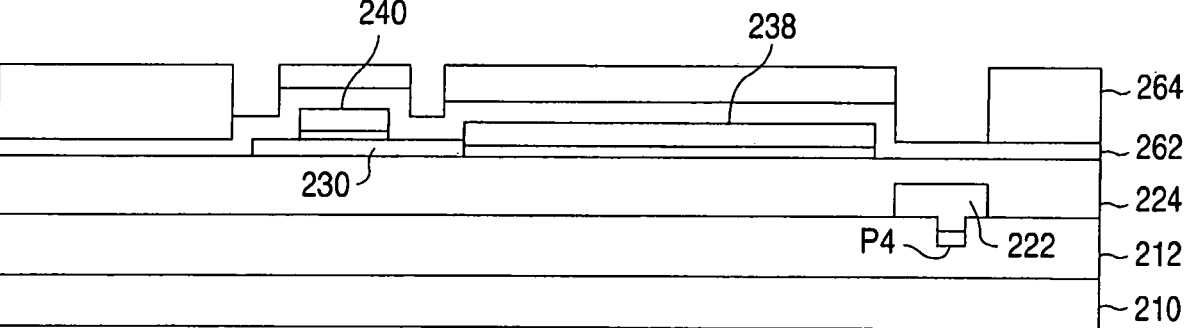


圖 10D

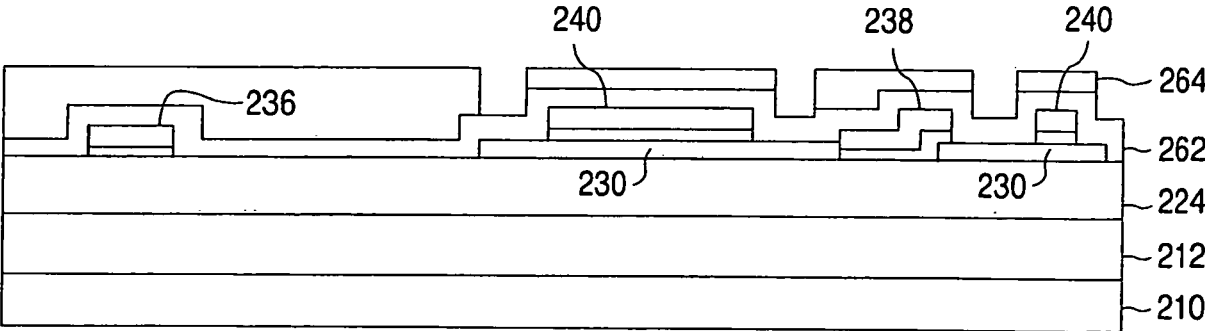


圖 10E

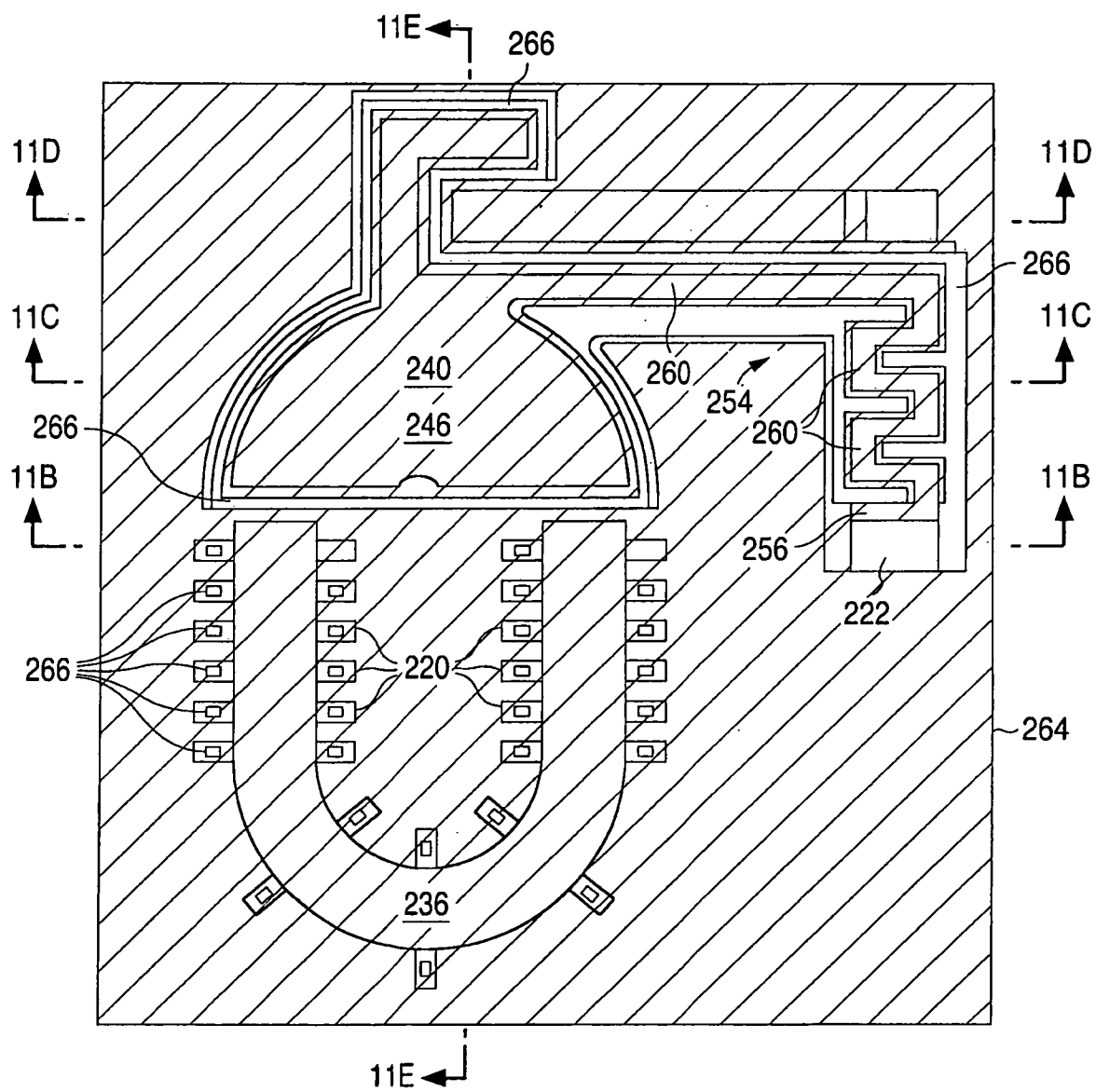


圖 11A

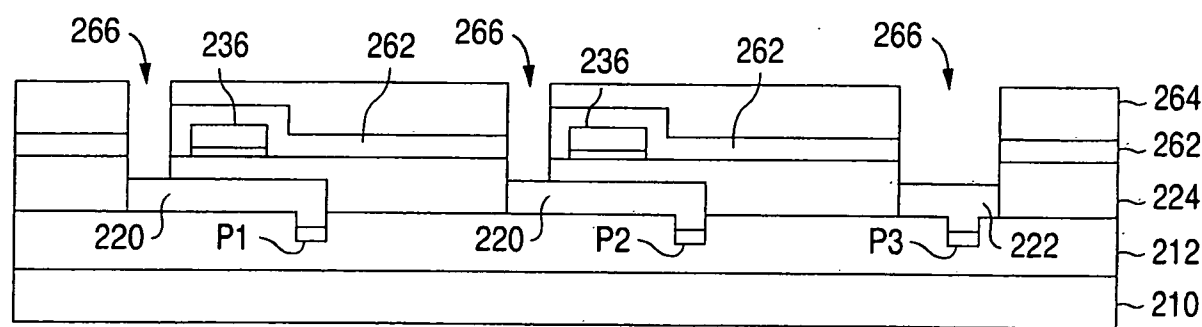


圖 11B

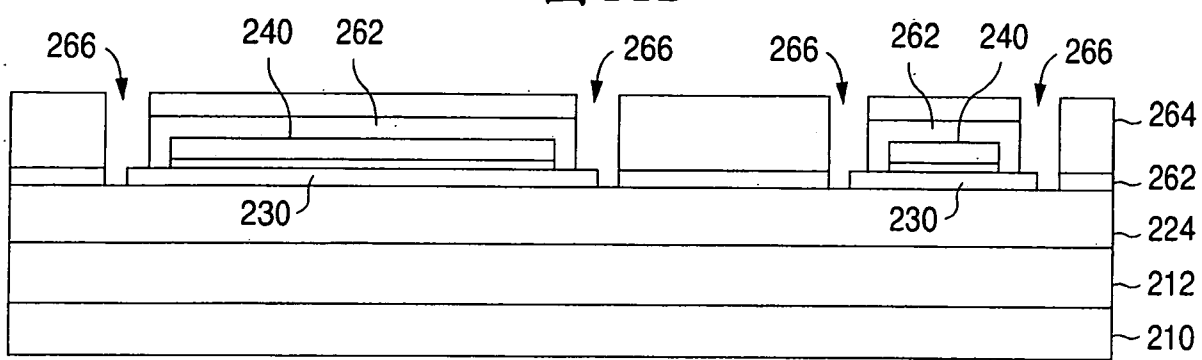


圖 11C

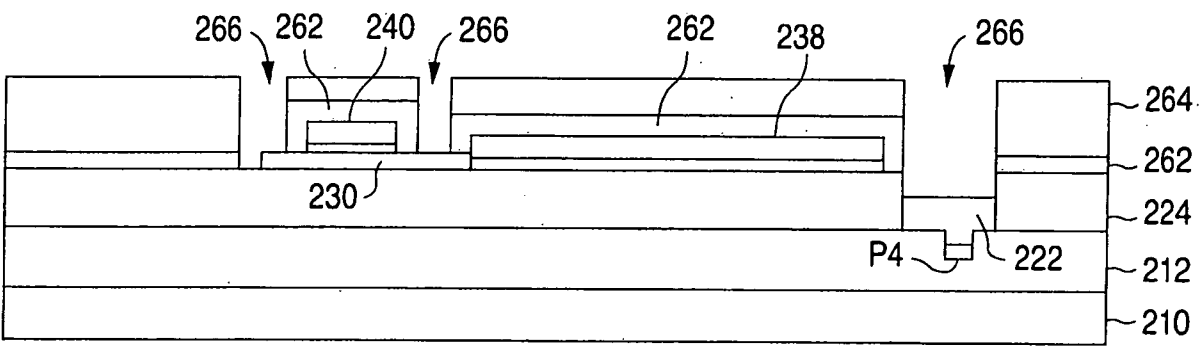


圖 11D

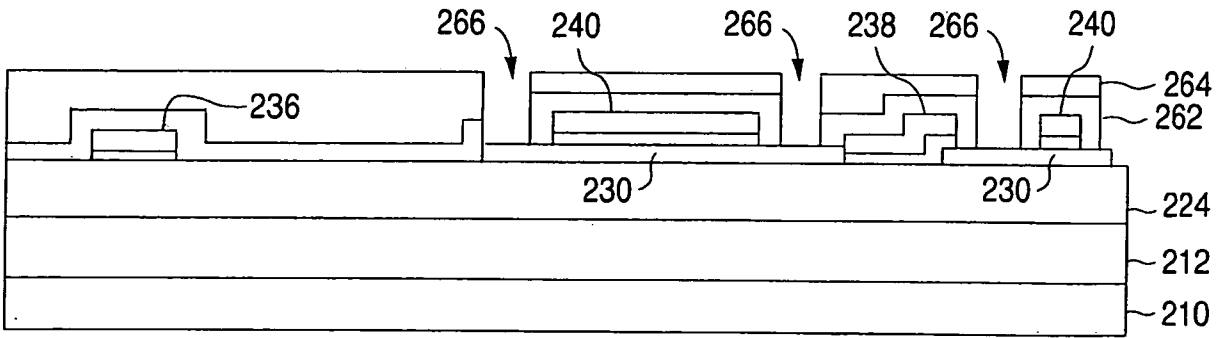


圖 11E

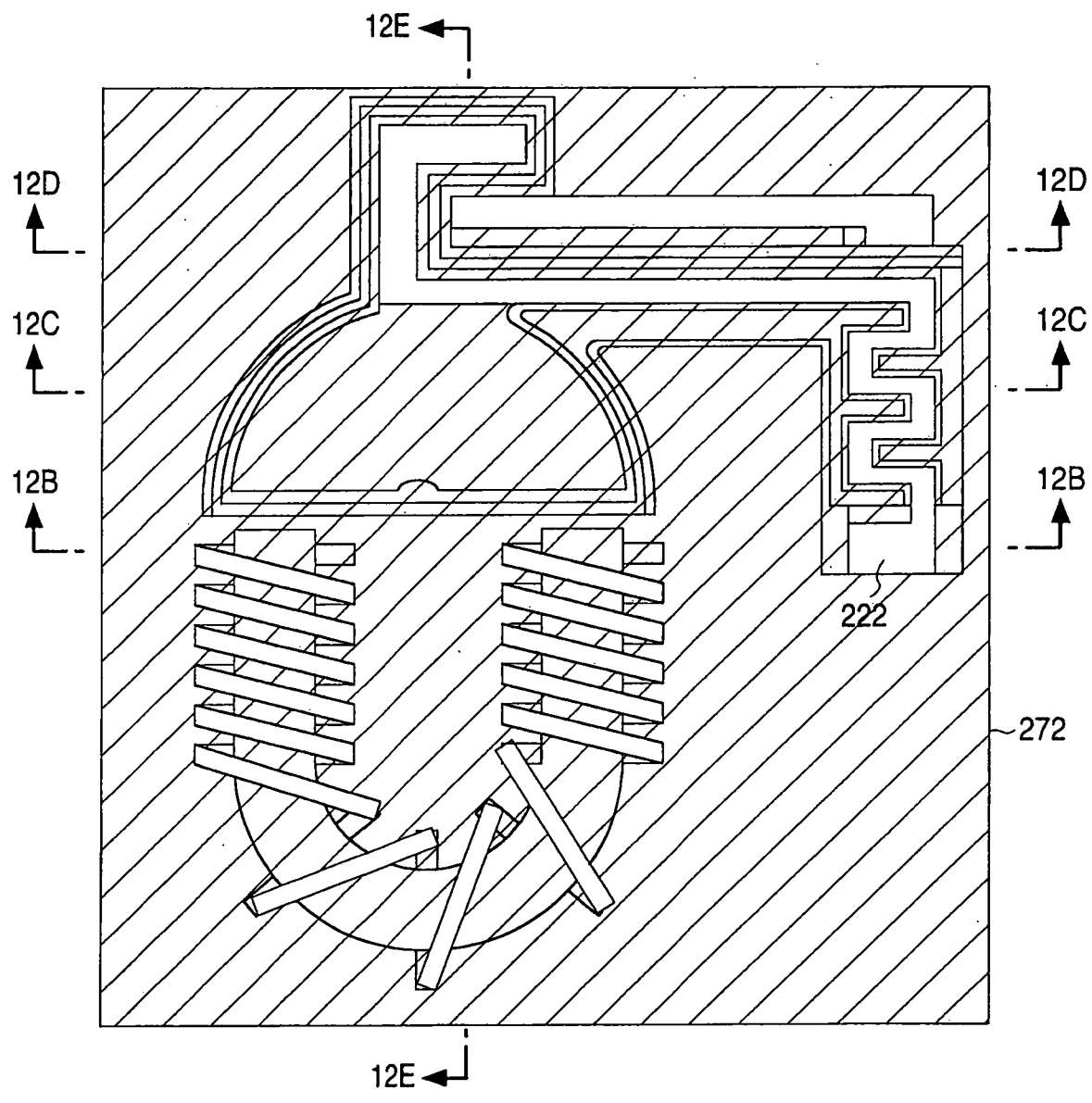


圖 12A

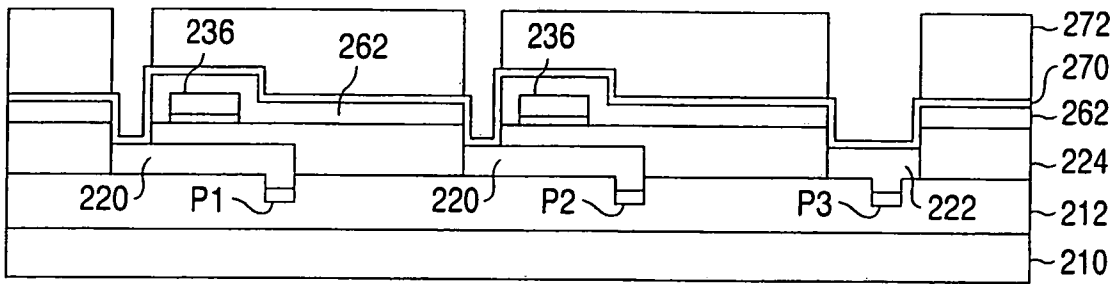


圖 12B

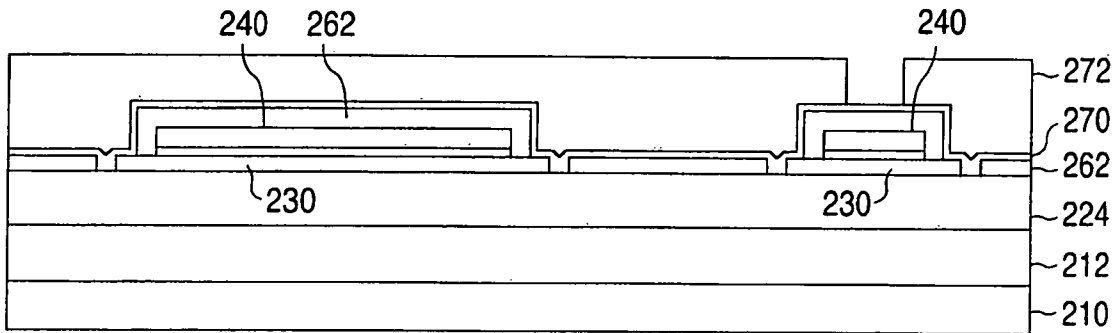


圖 12C

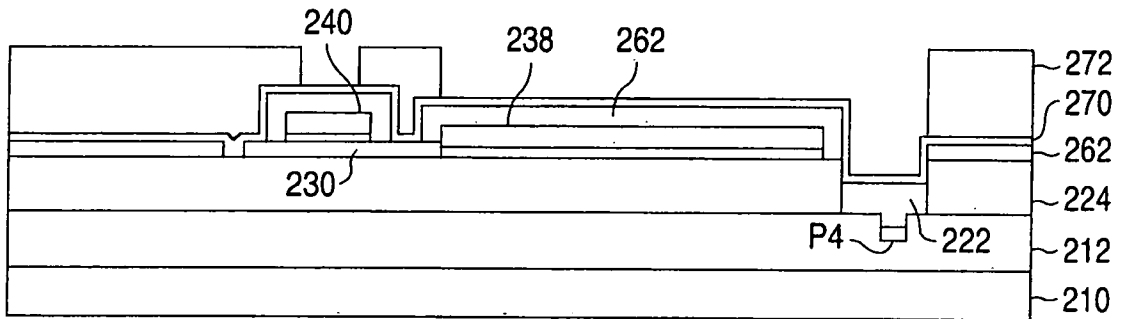


圖 12D

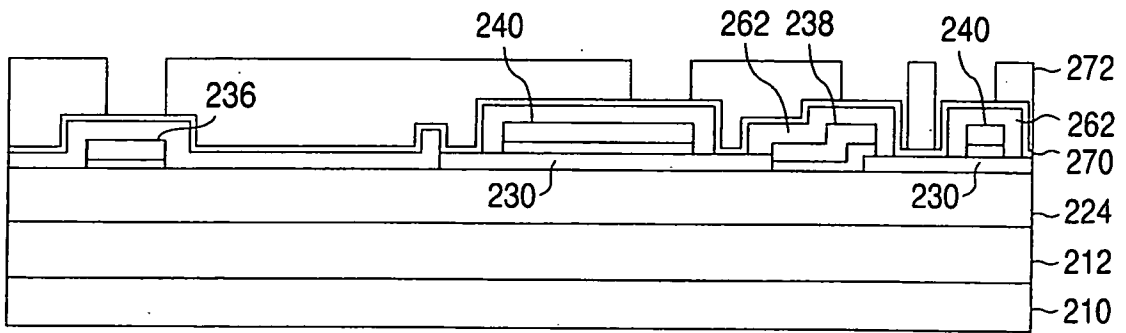


圖 12E

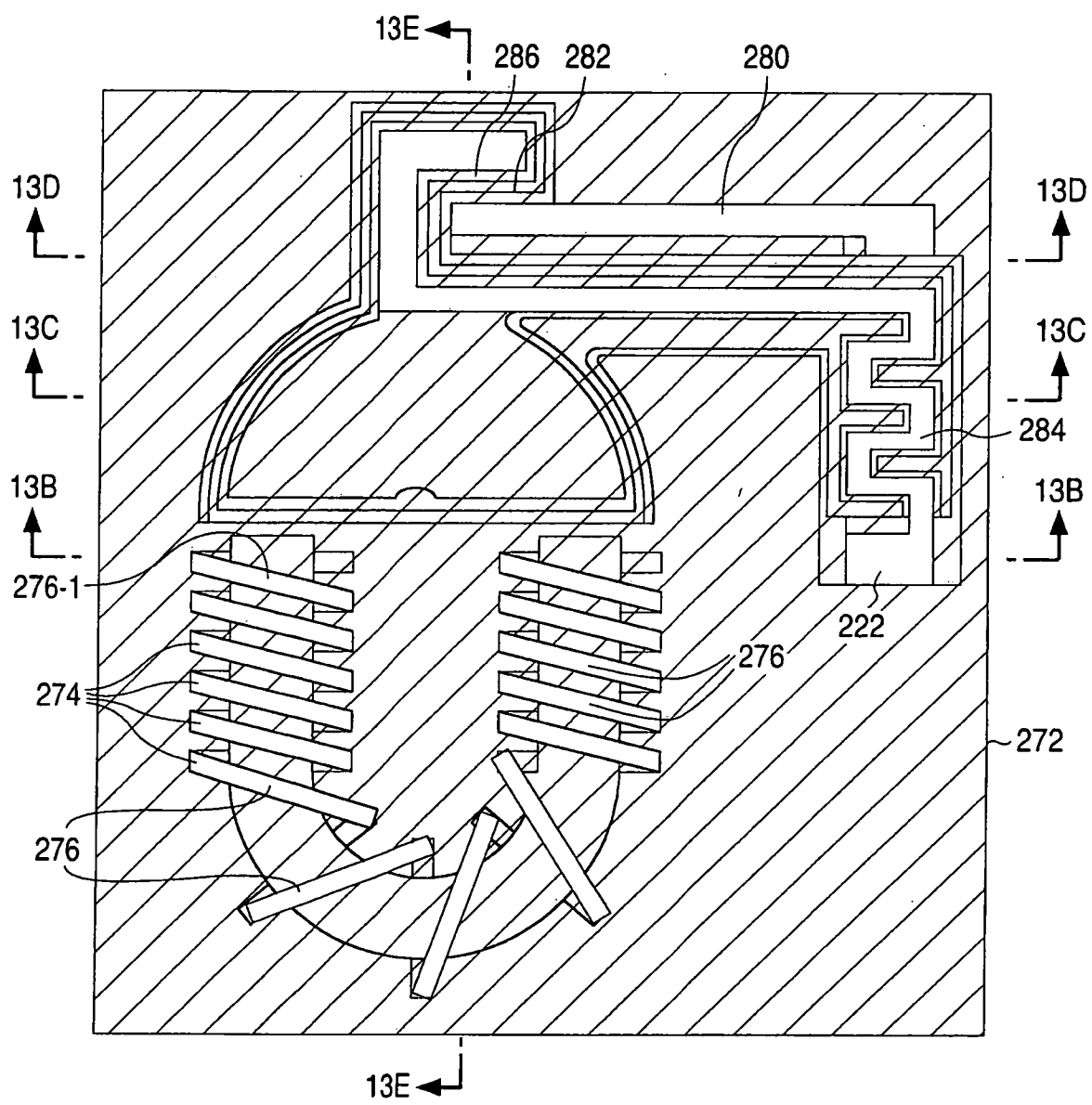


圖 13A

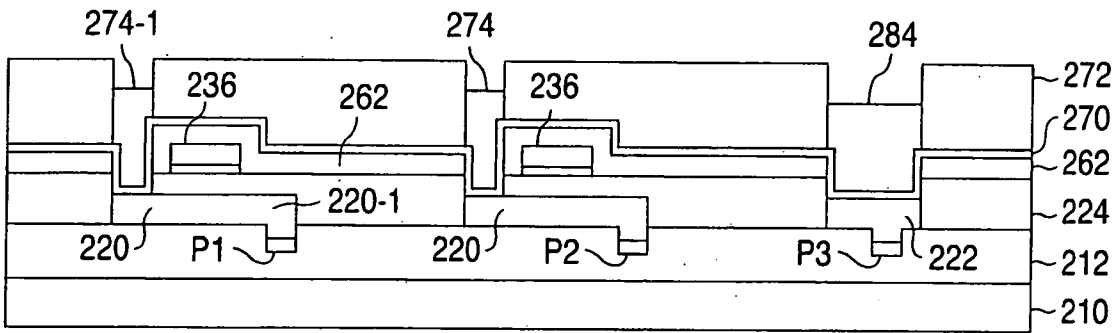


圖 13B

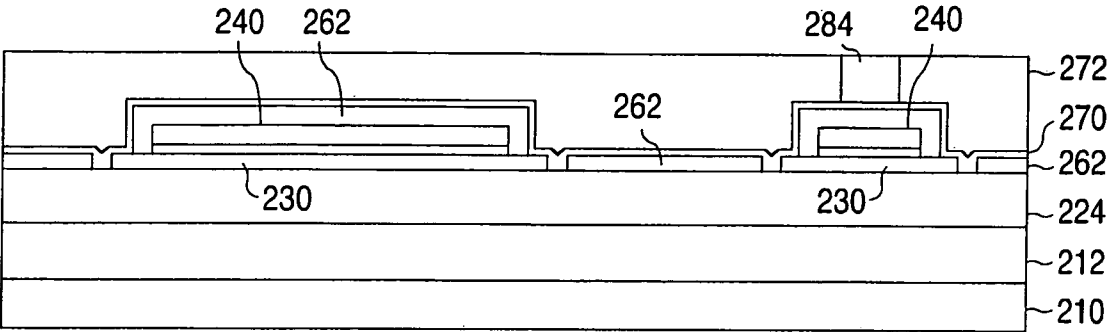


圖 13C

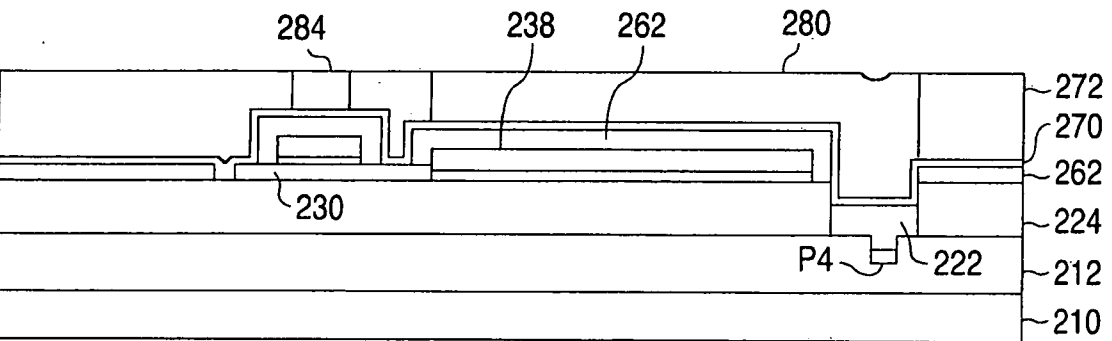


圖 13D

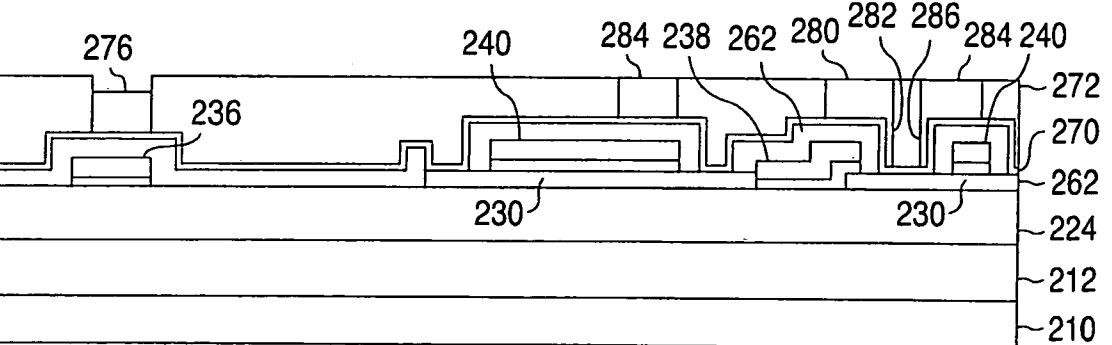


圖 13E

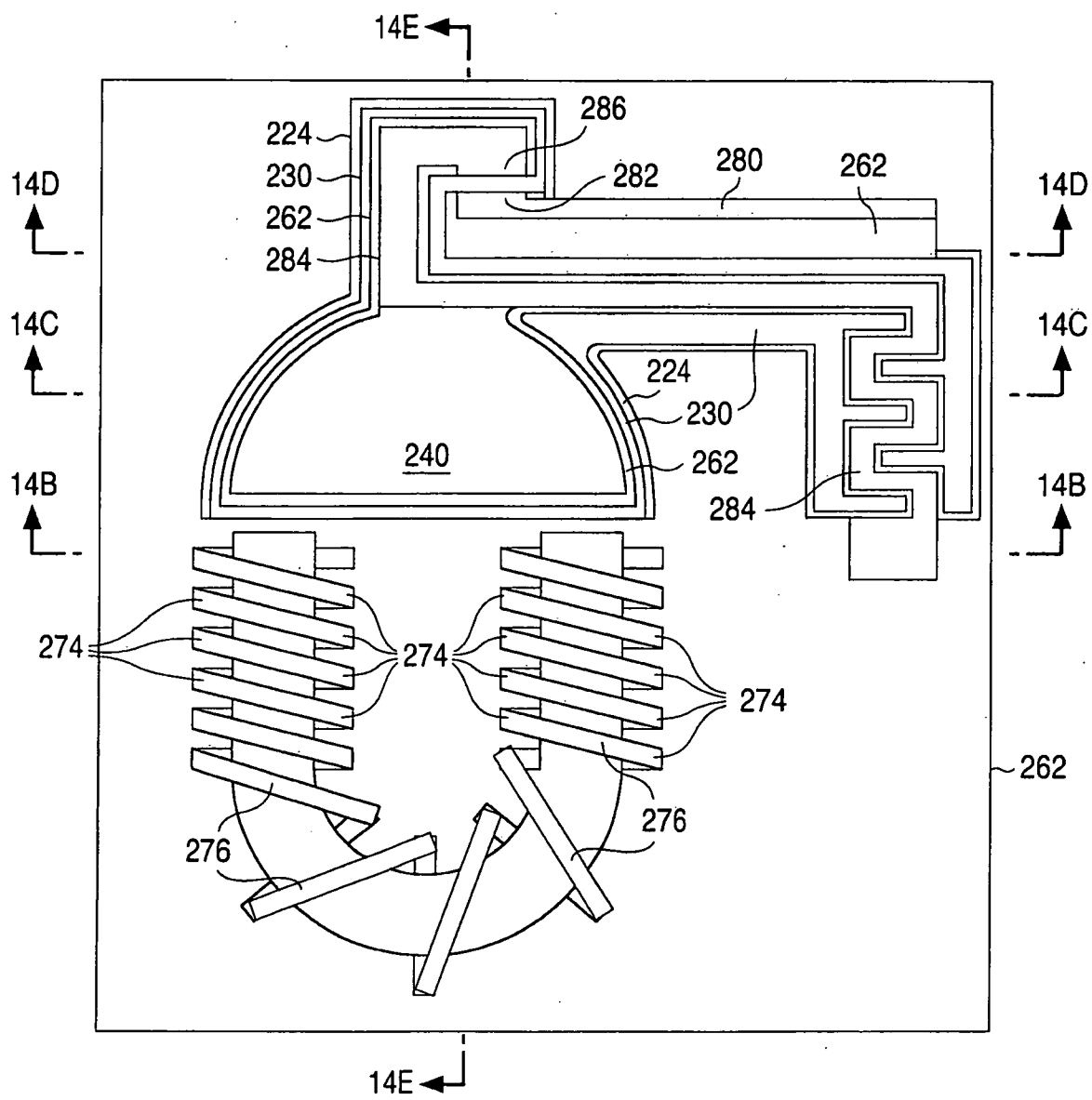


圖14A

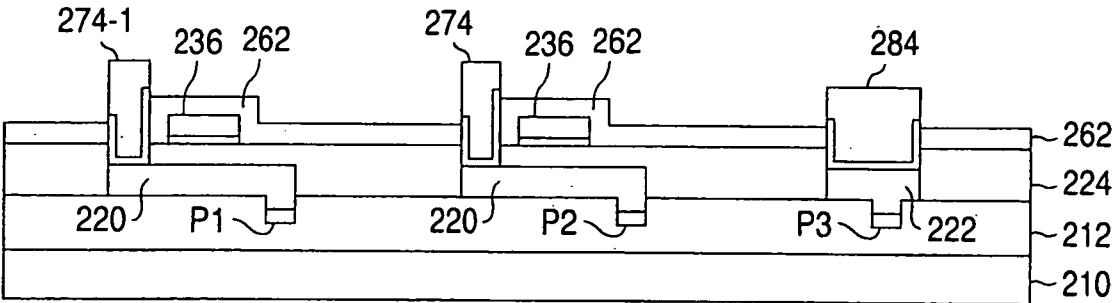


圖 14B

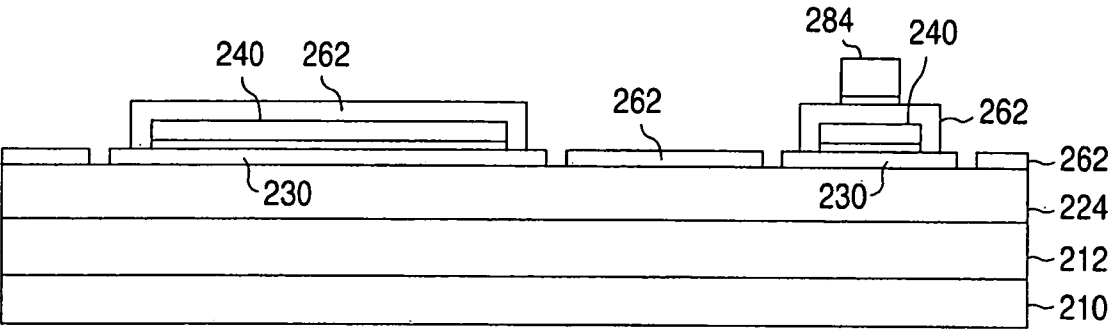


圖 14C

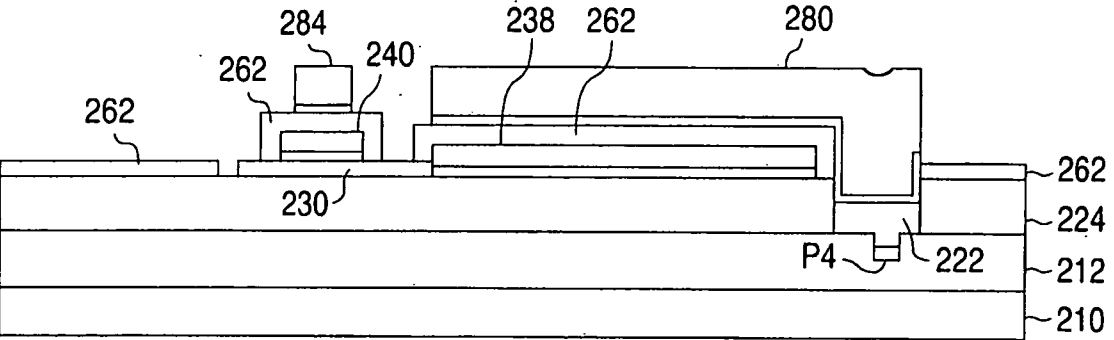


圖 14D

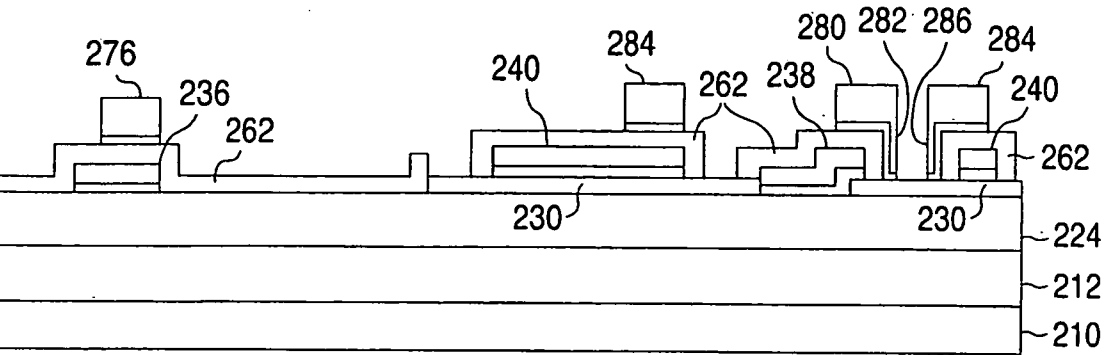


圖 14E

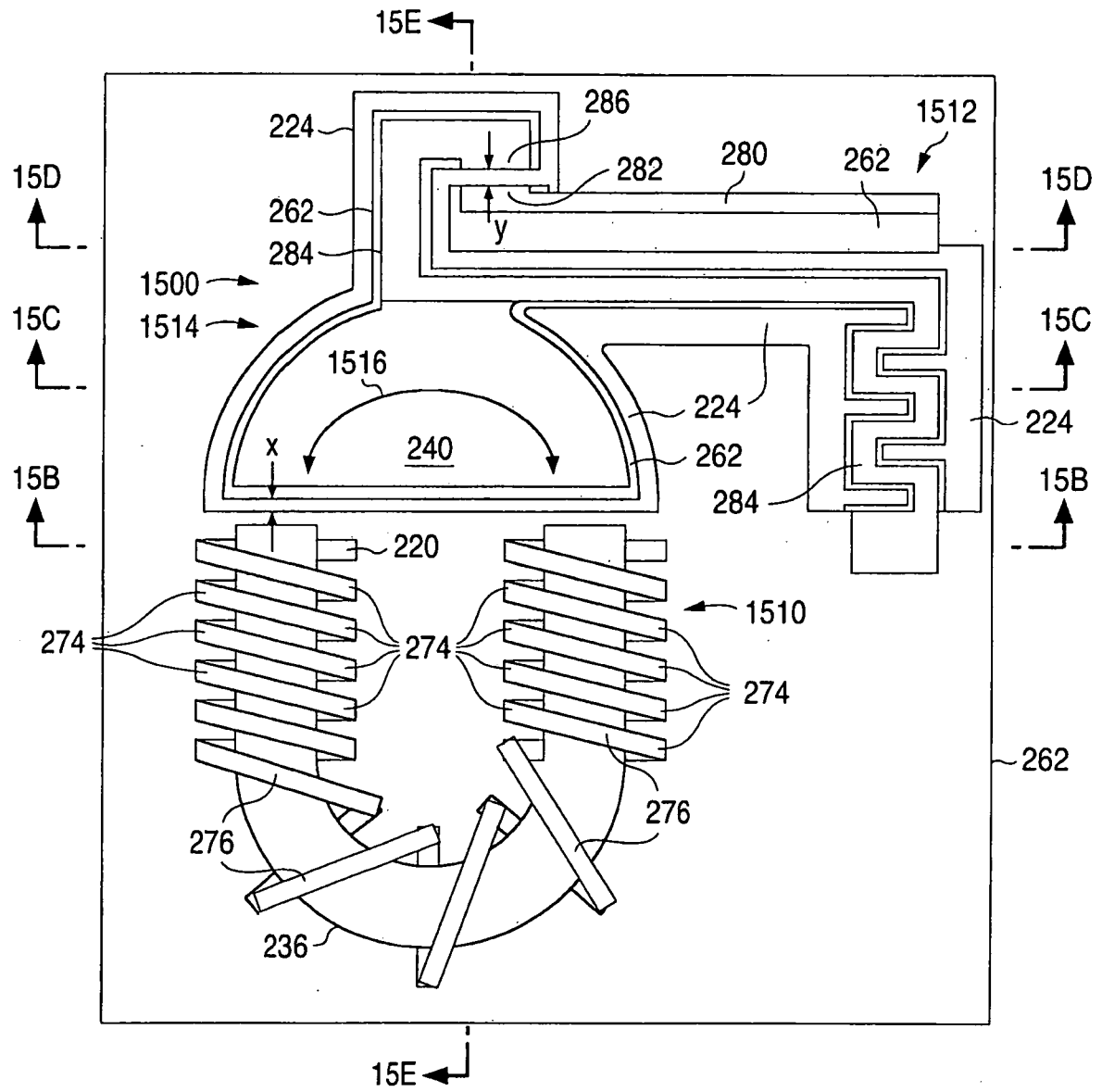


圖15A

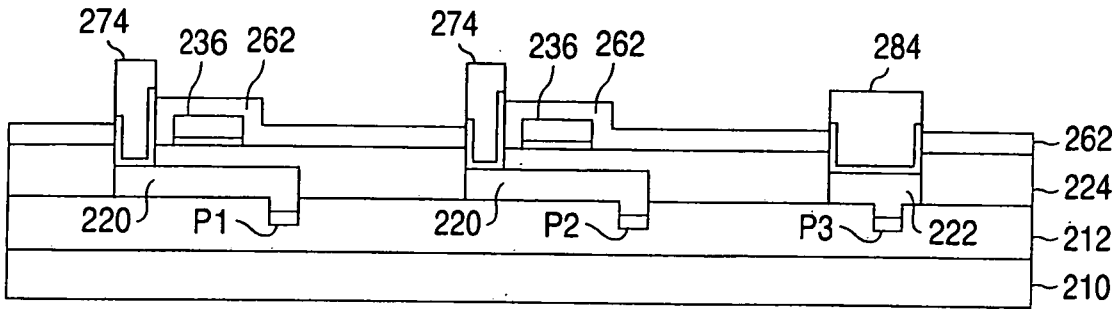


圖 15B

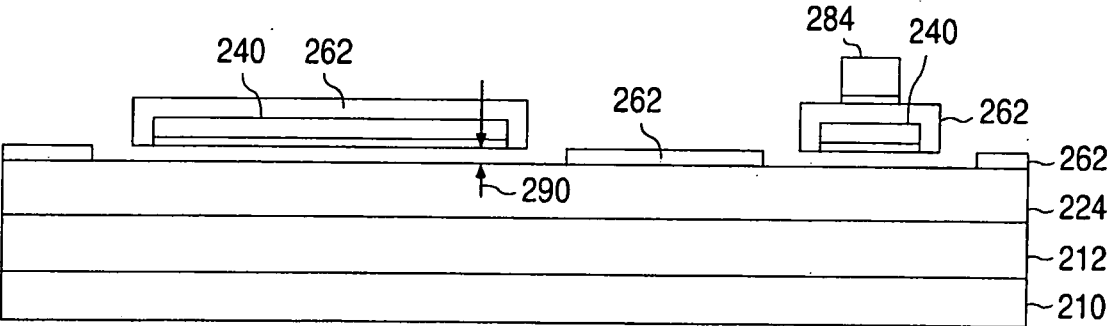


圖 15C

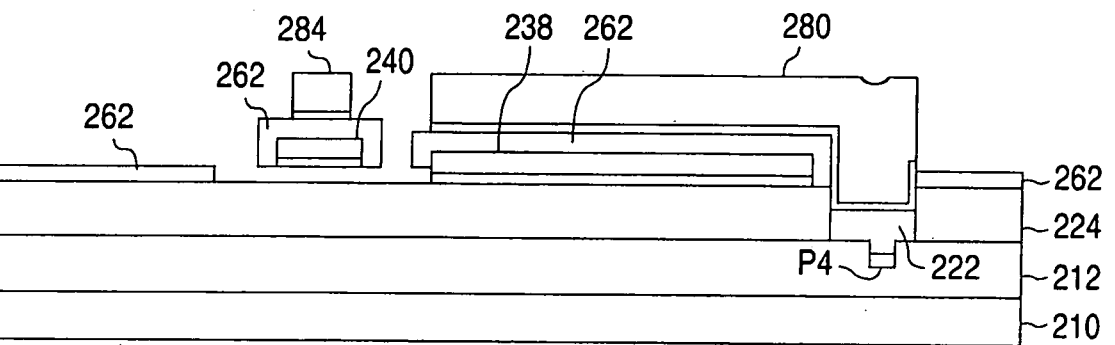


圖 15D

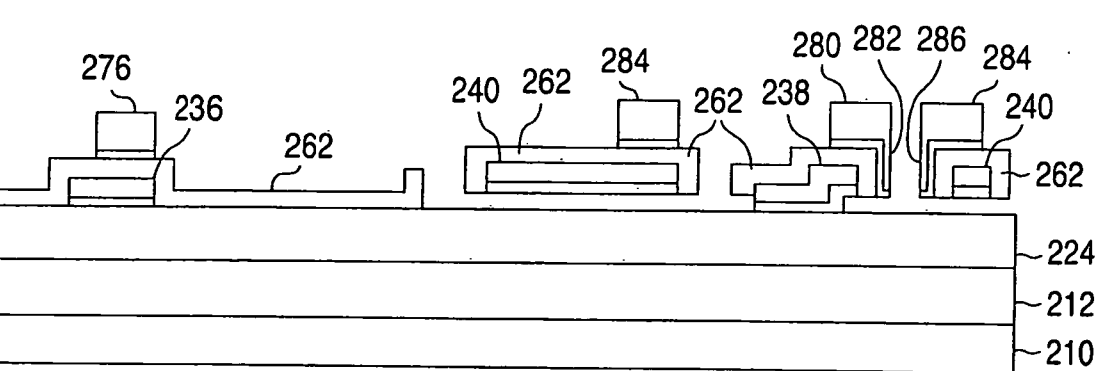


圖 15E

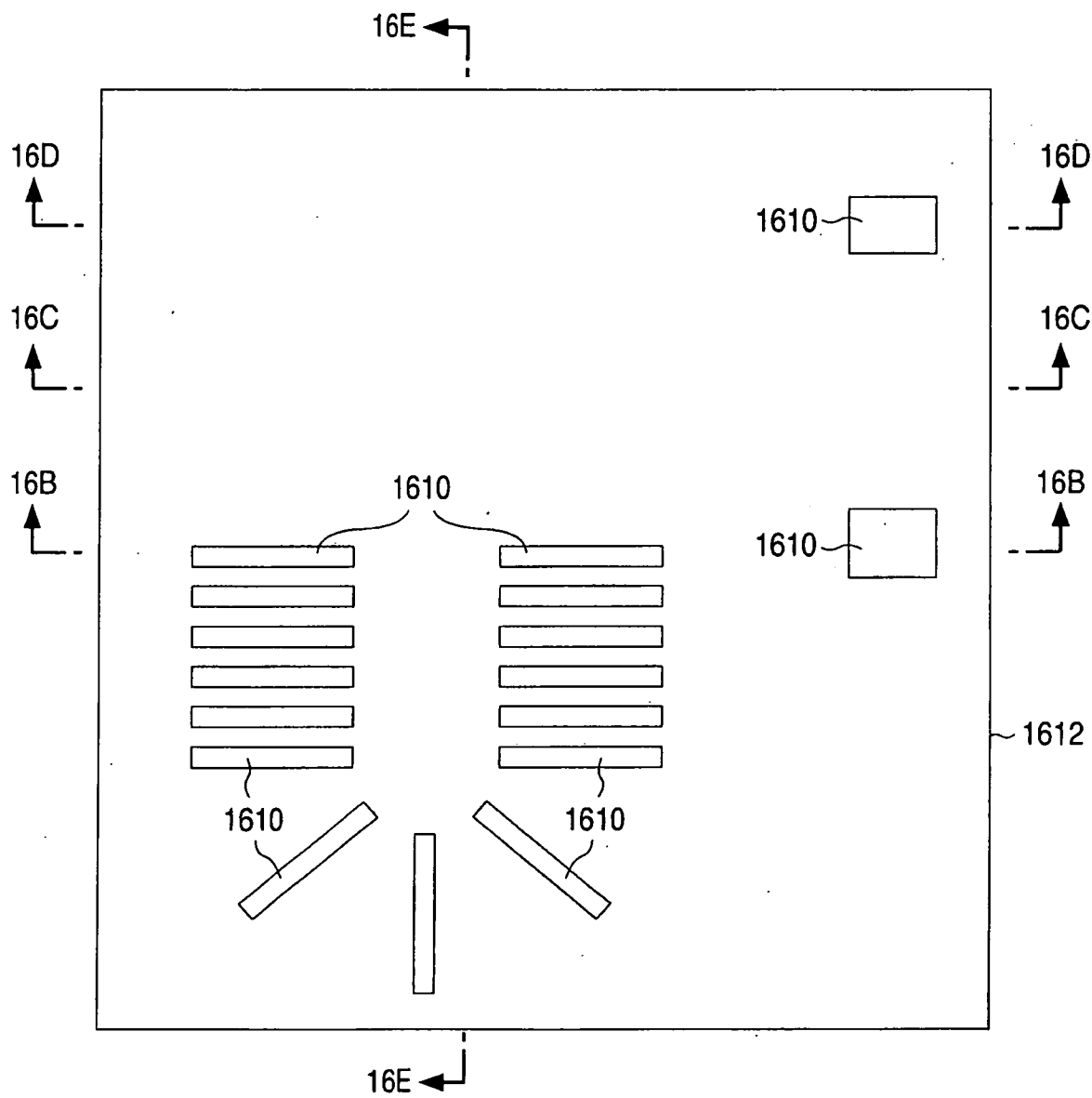


圖 16A

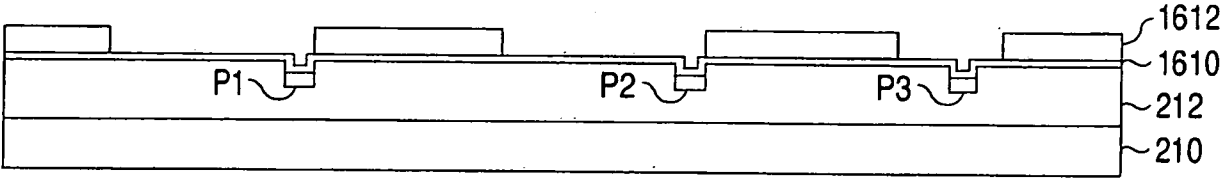


圖 16B

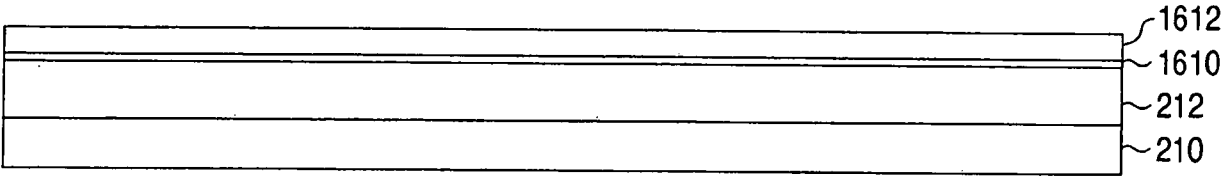


圖 16C

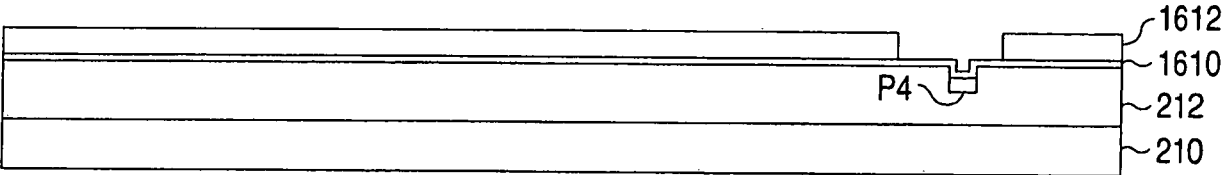


圖 16D

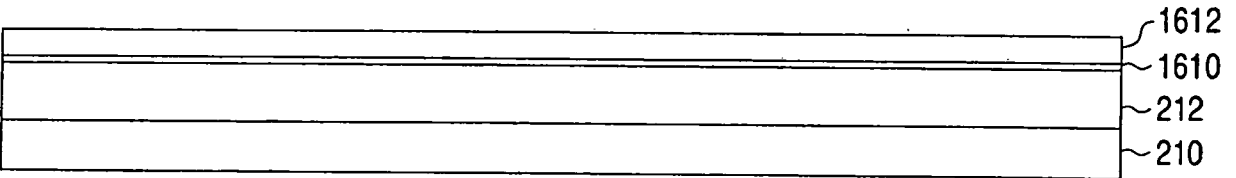


圖 16E

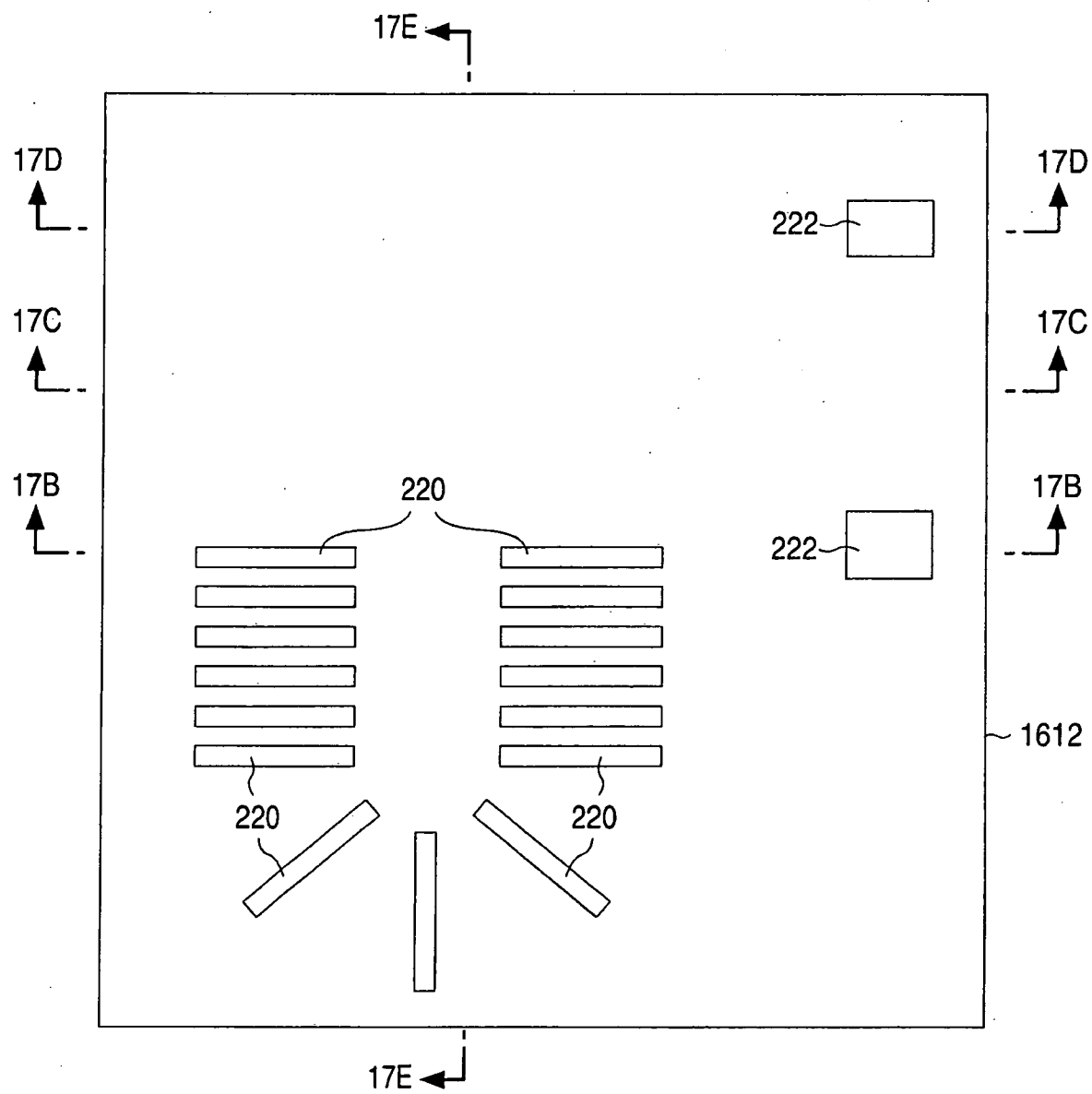


圖17A

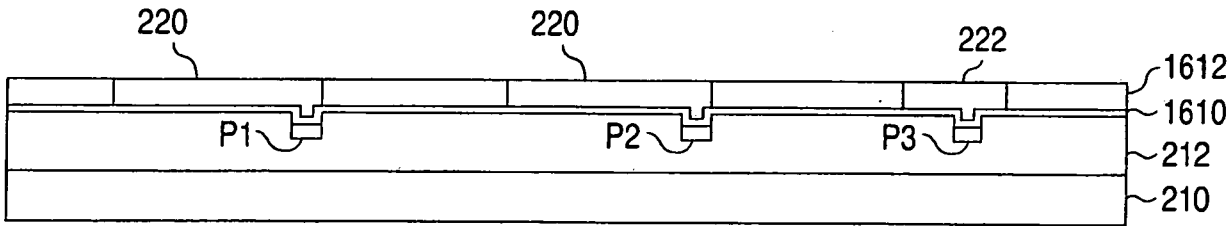


圖 17B

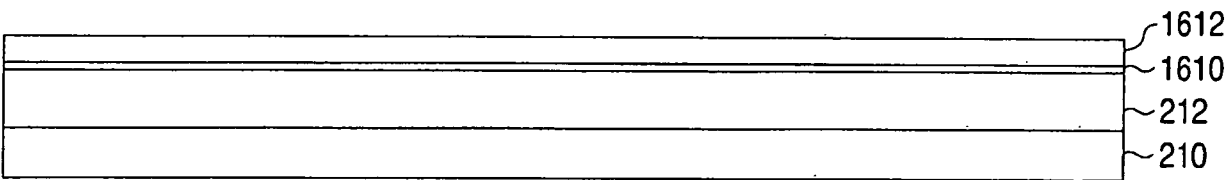


圖 17C

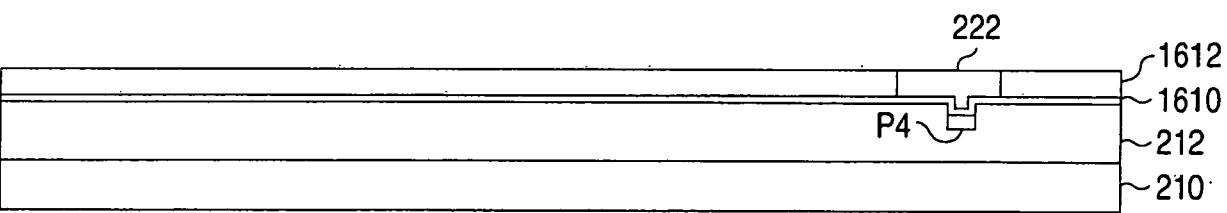


圖 17D

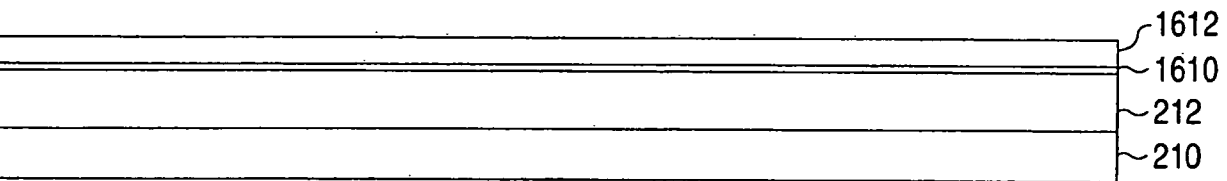


圖 17E

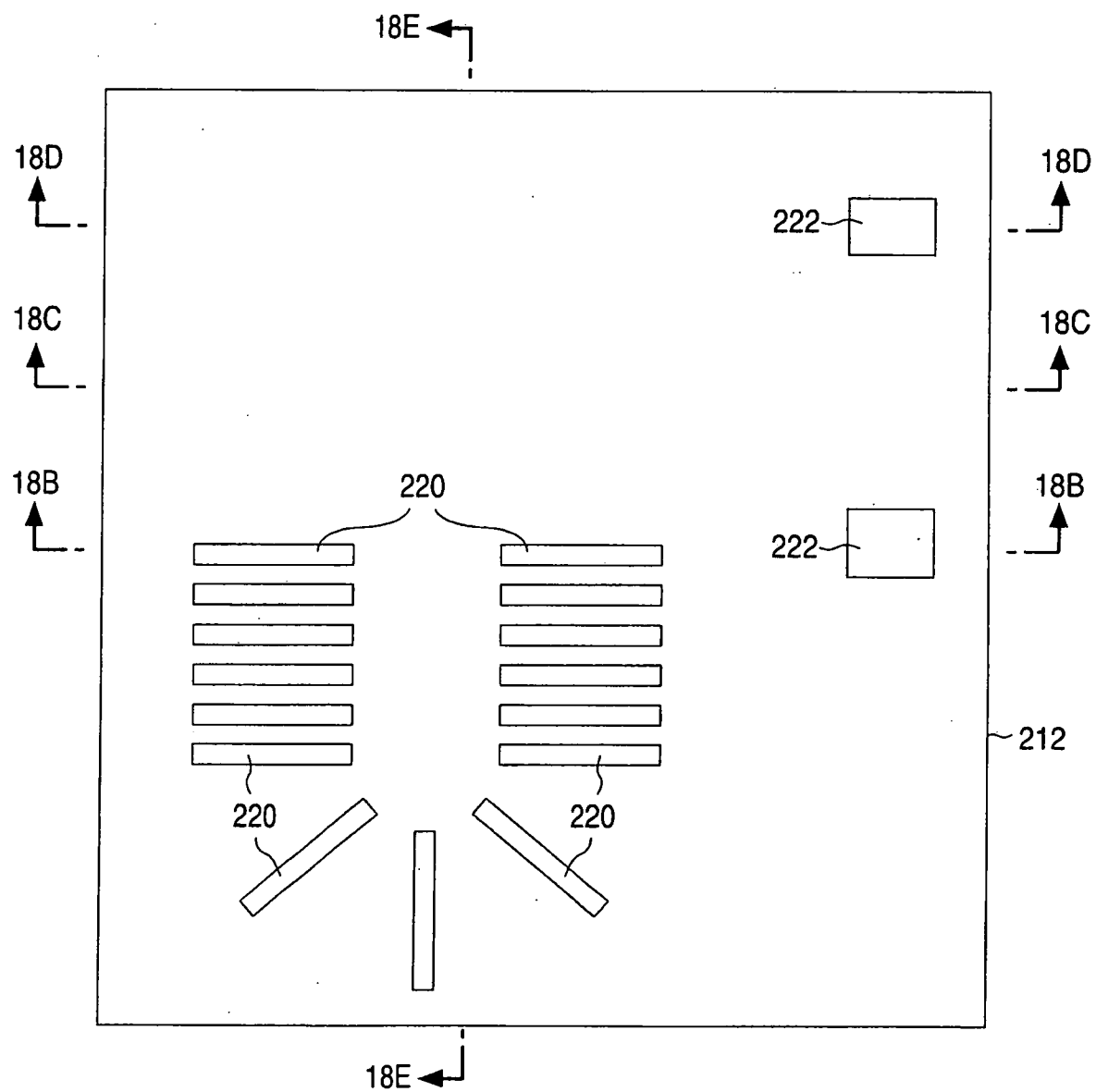


圖18A

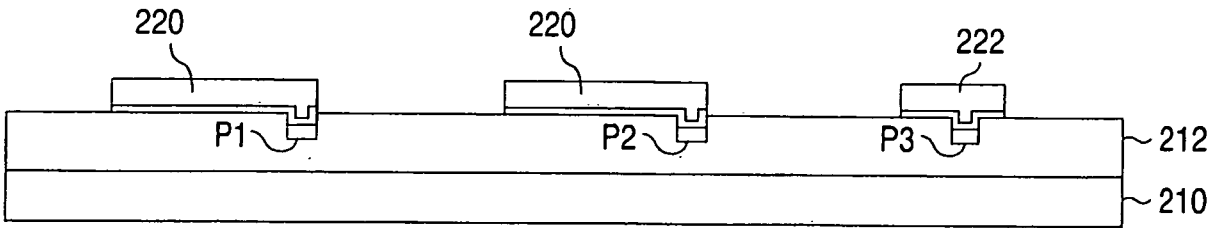


圖 18B

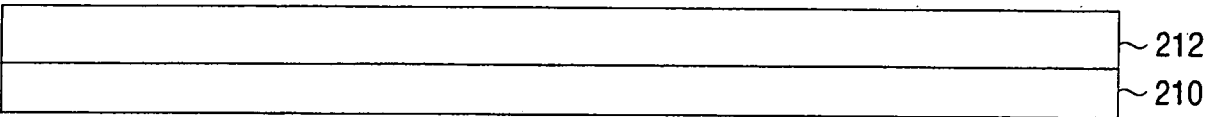


圖 18C

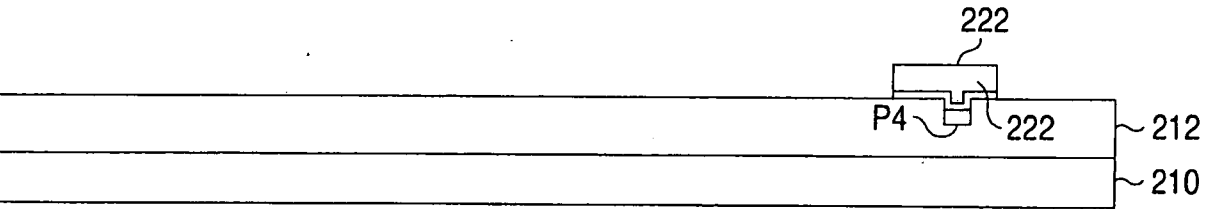


圖 18D

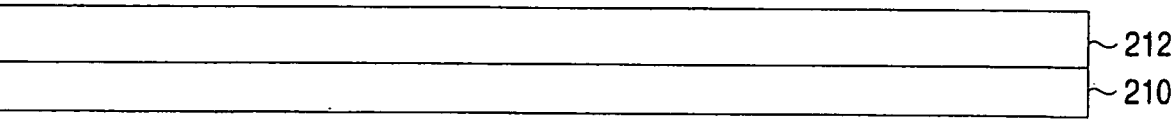


圖 18E

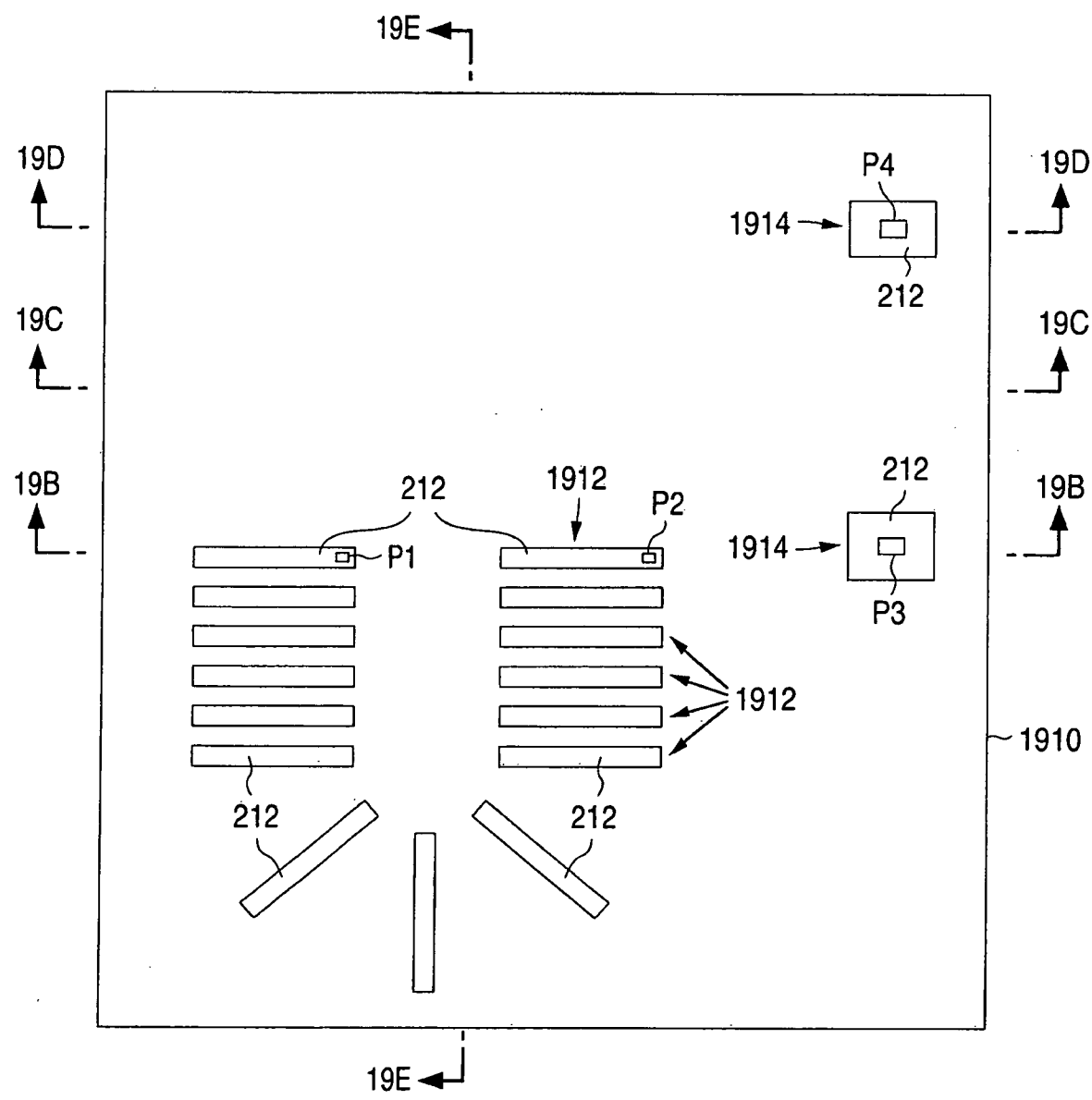


圖 19A

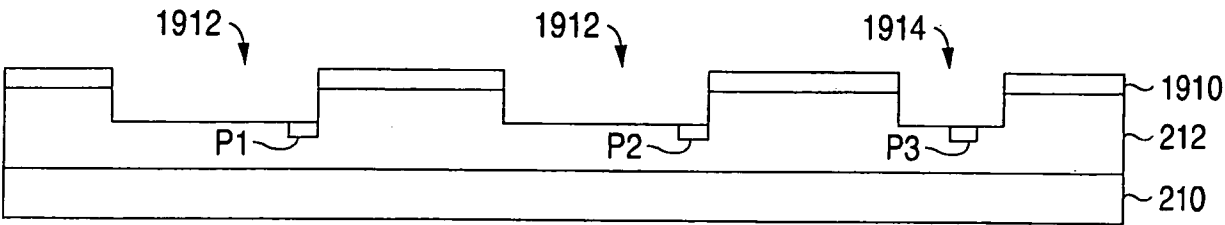


圖 19B

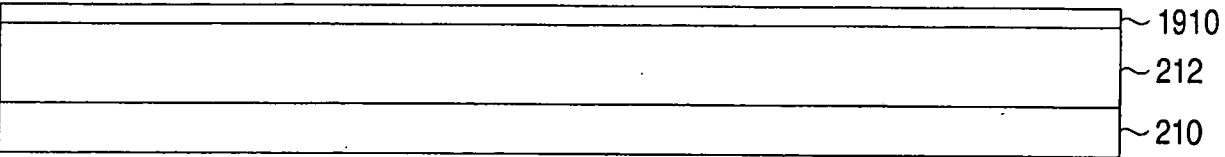


圖 19C

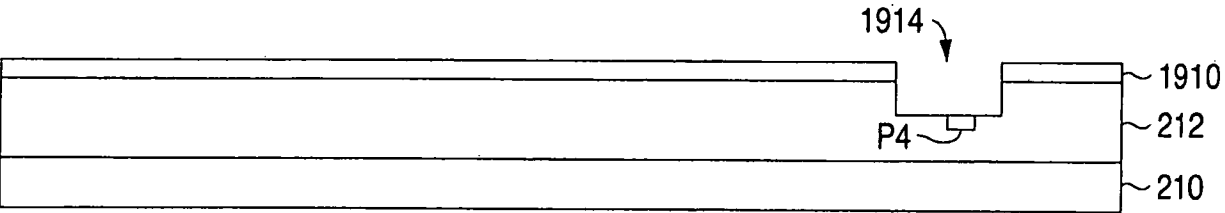


圖 19D

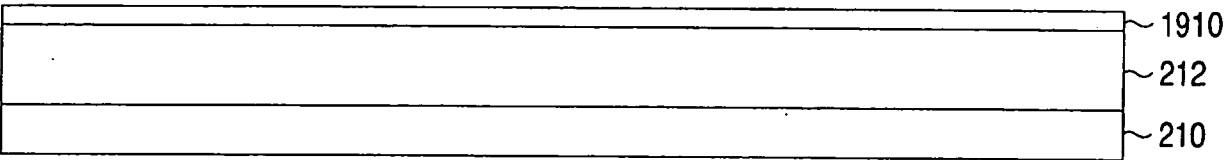


圖 19E

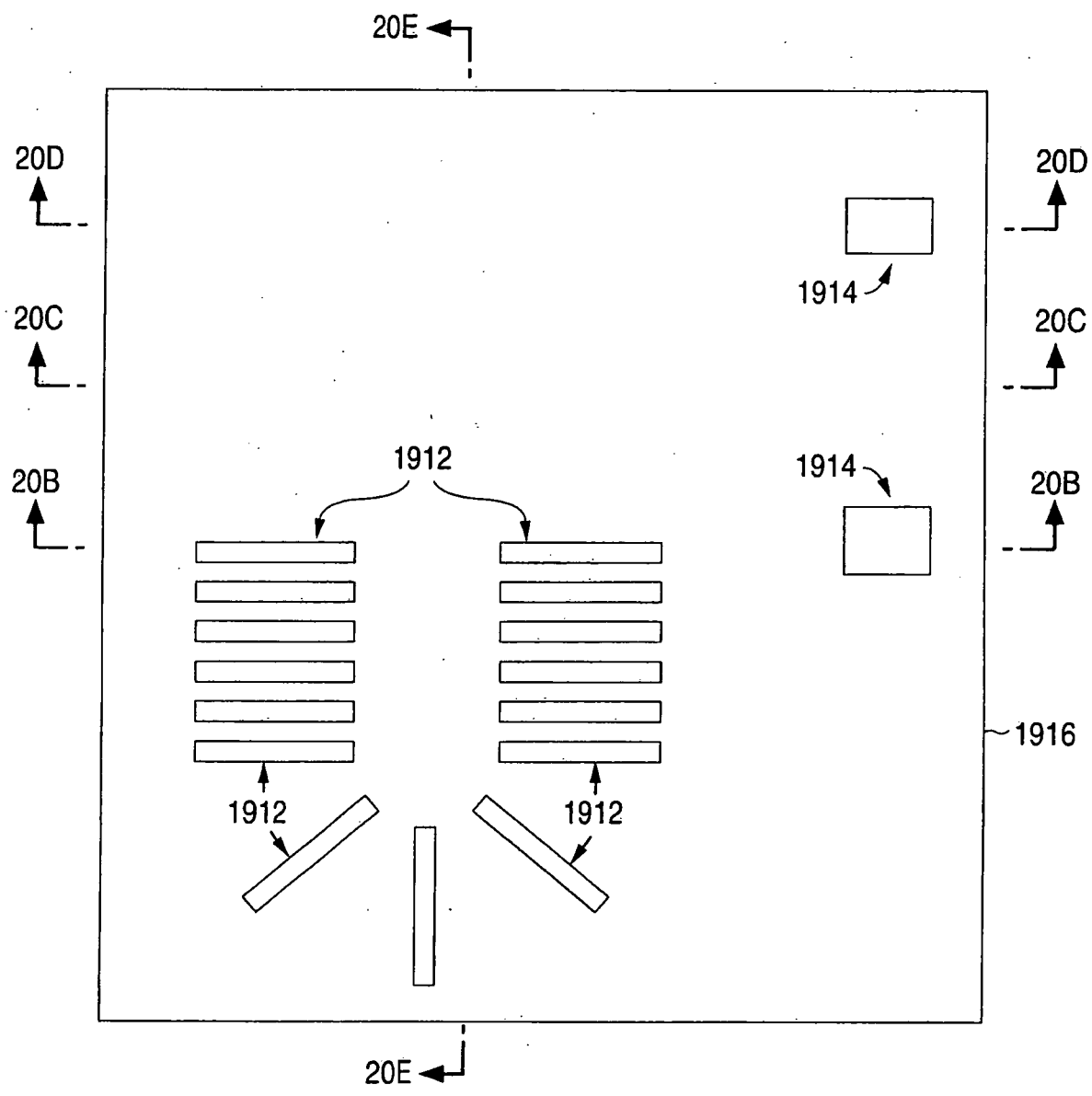


圖 20A

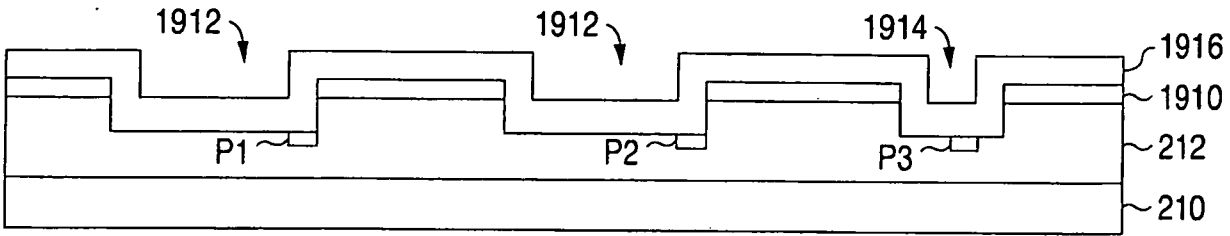


圖 20B

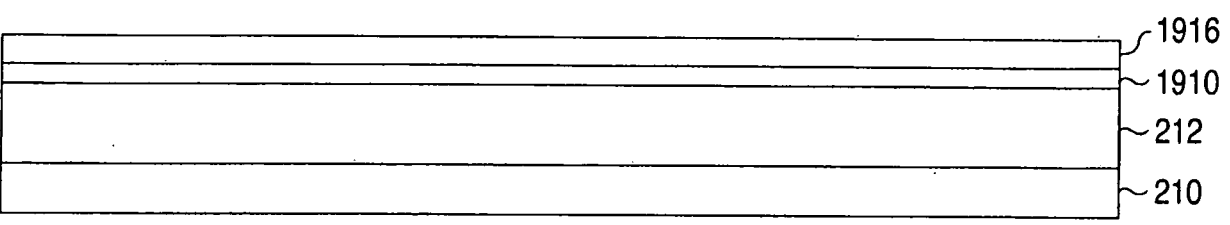


圖 20C

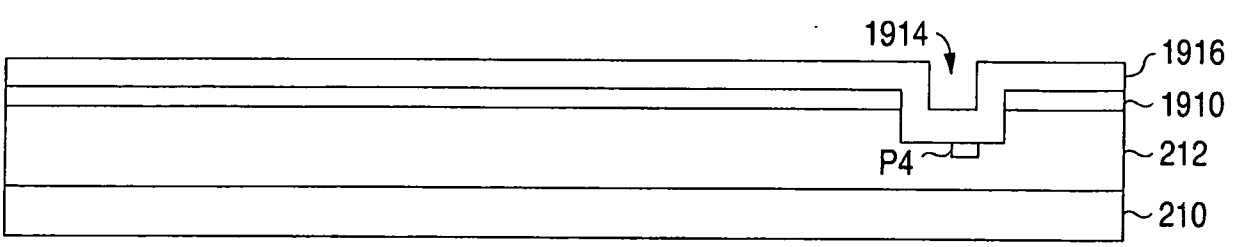


圖 20D

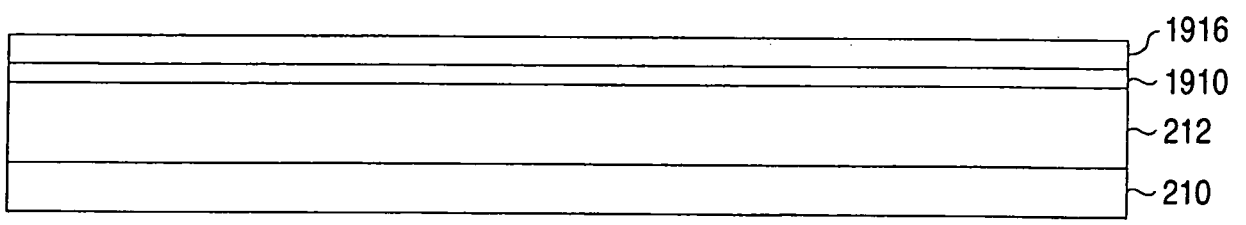


圖 20E

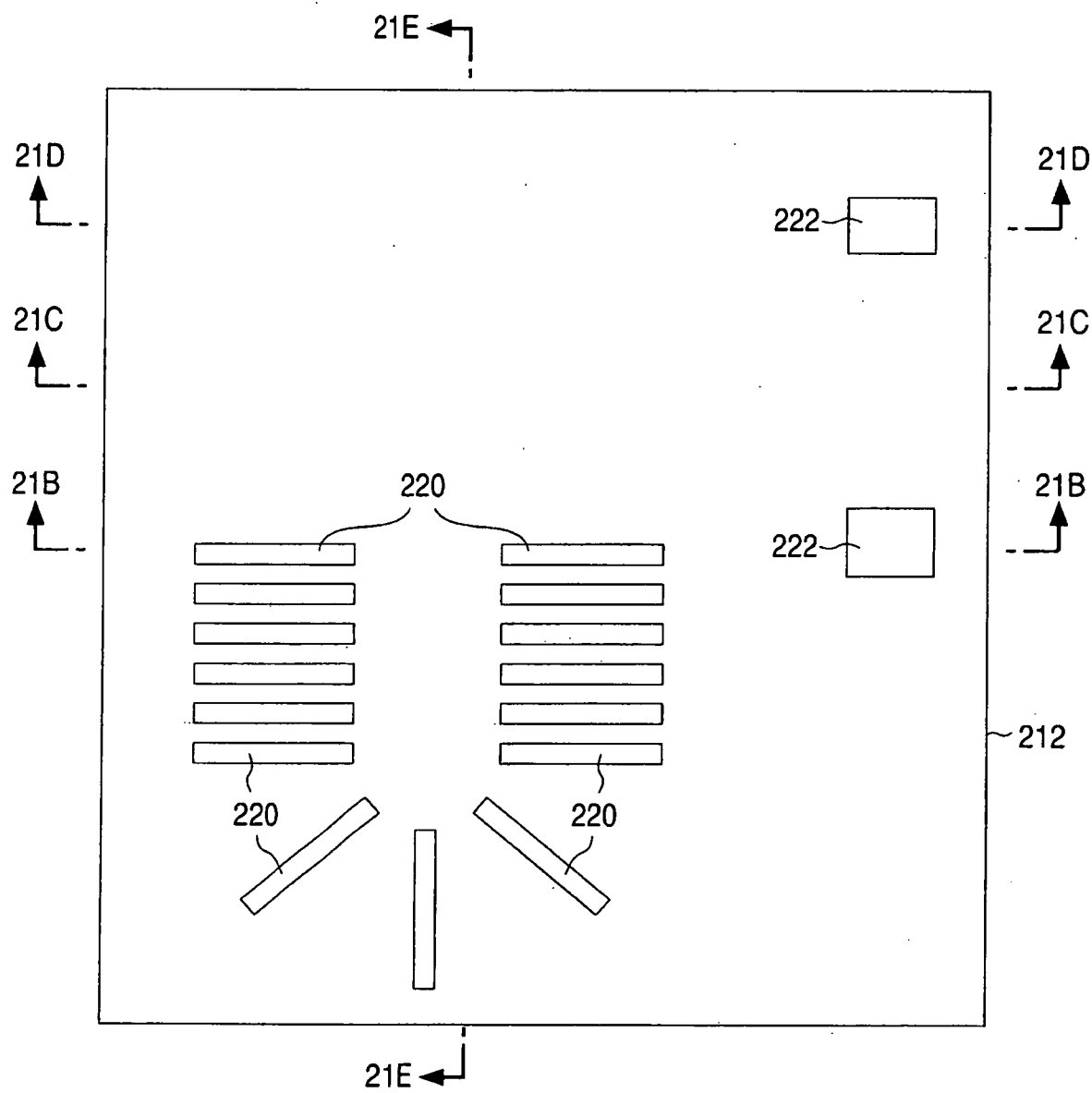


圖 21A

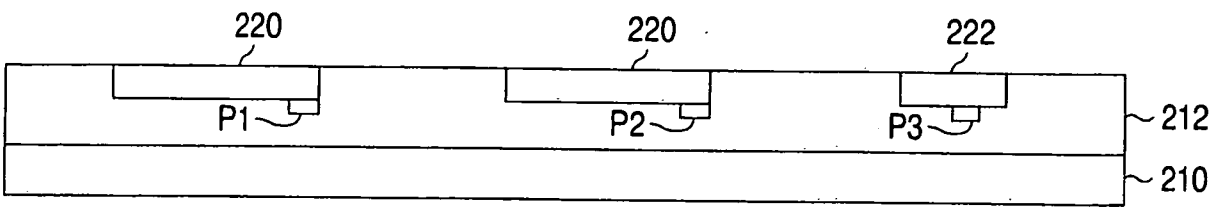


圖21B

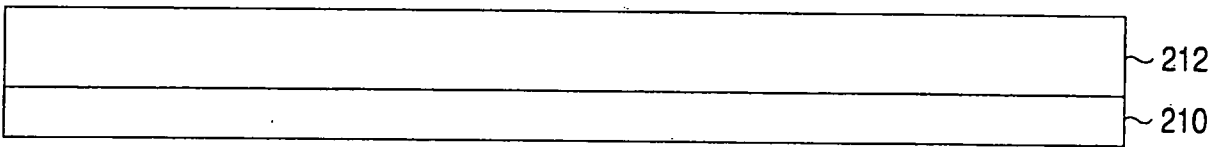


圖21C

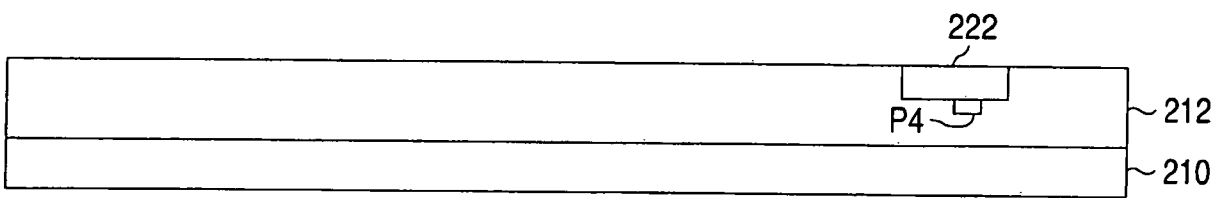


圖21D

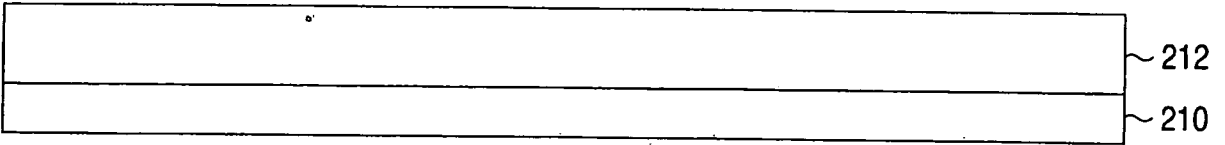


圖21E

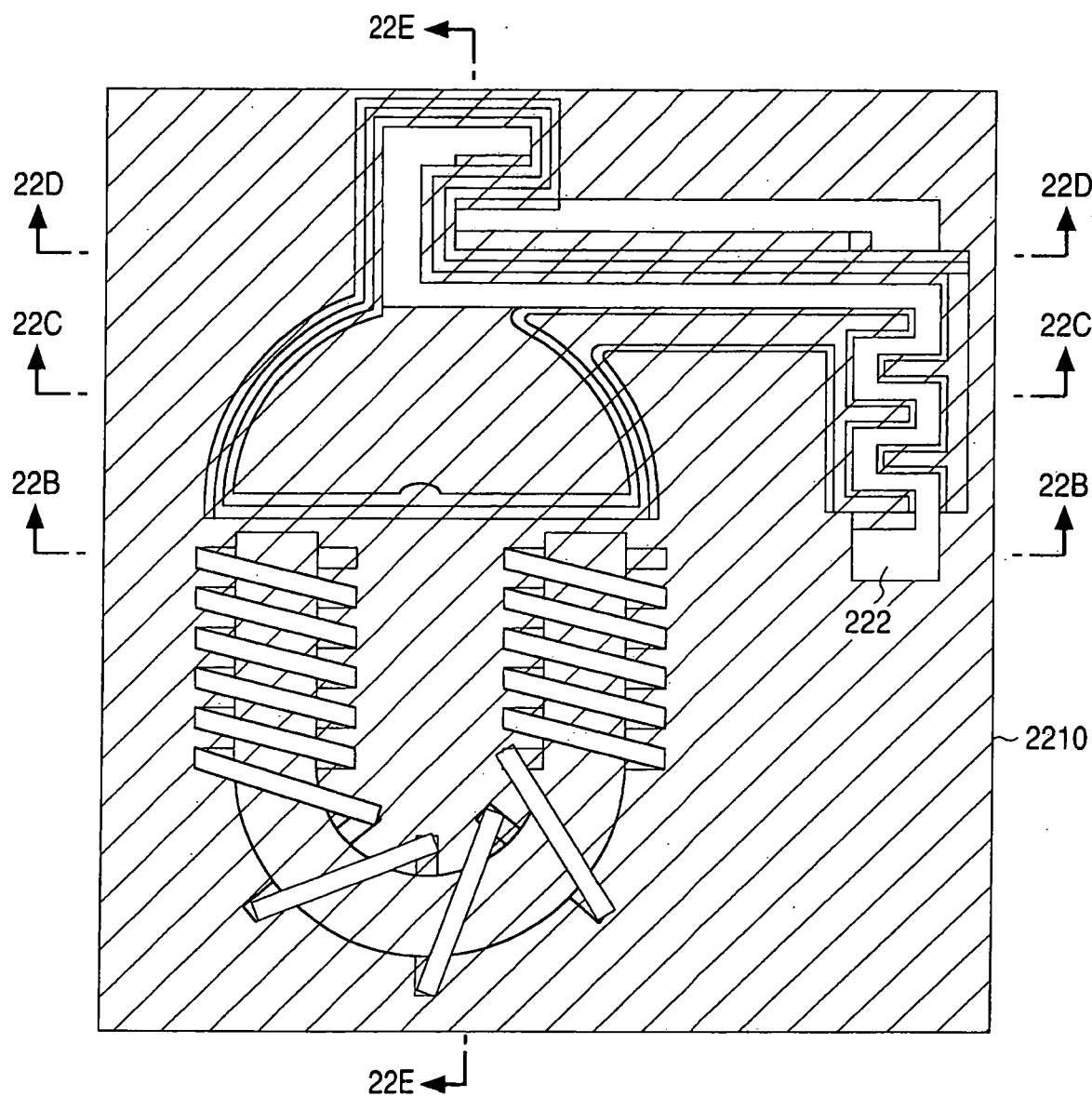


圖 22A

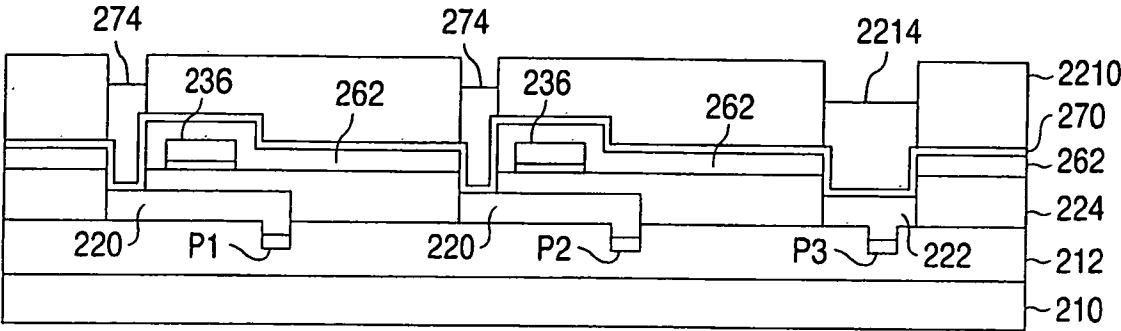


圖 22B

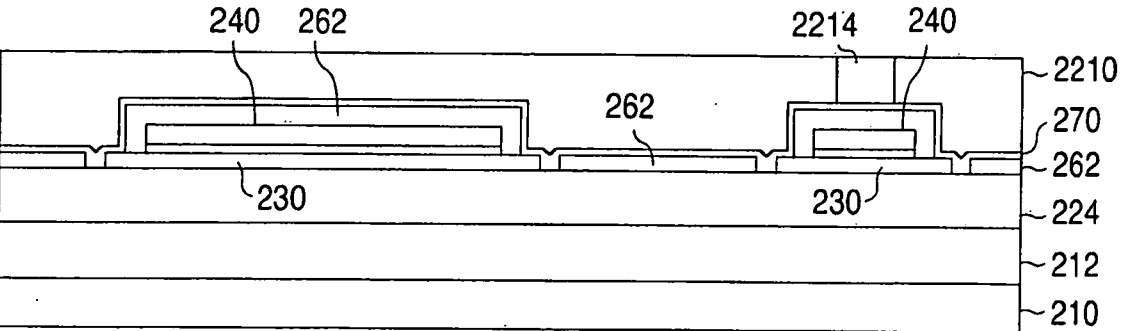


圖 22C

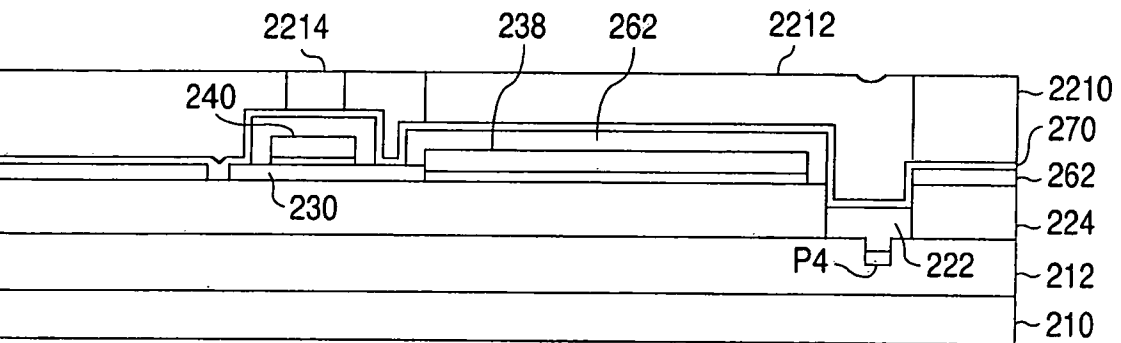


圖 22D

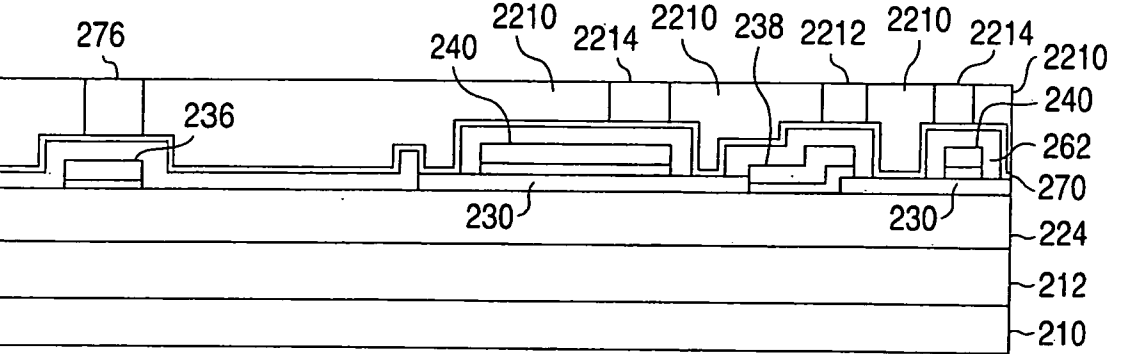


圖 22E

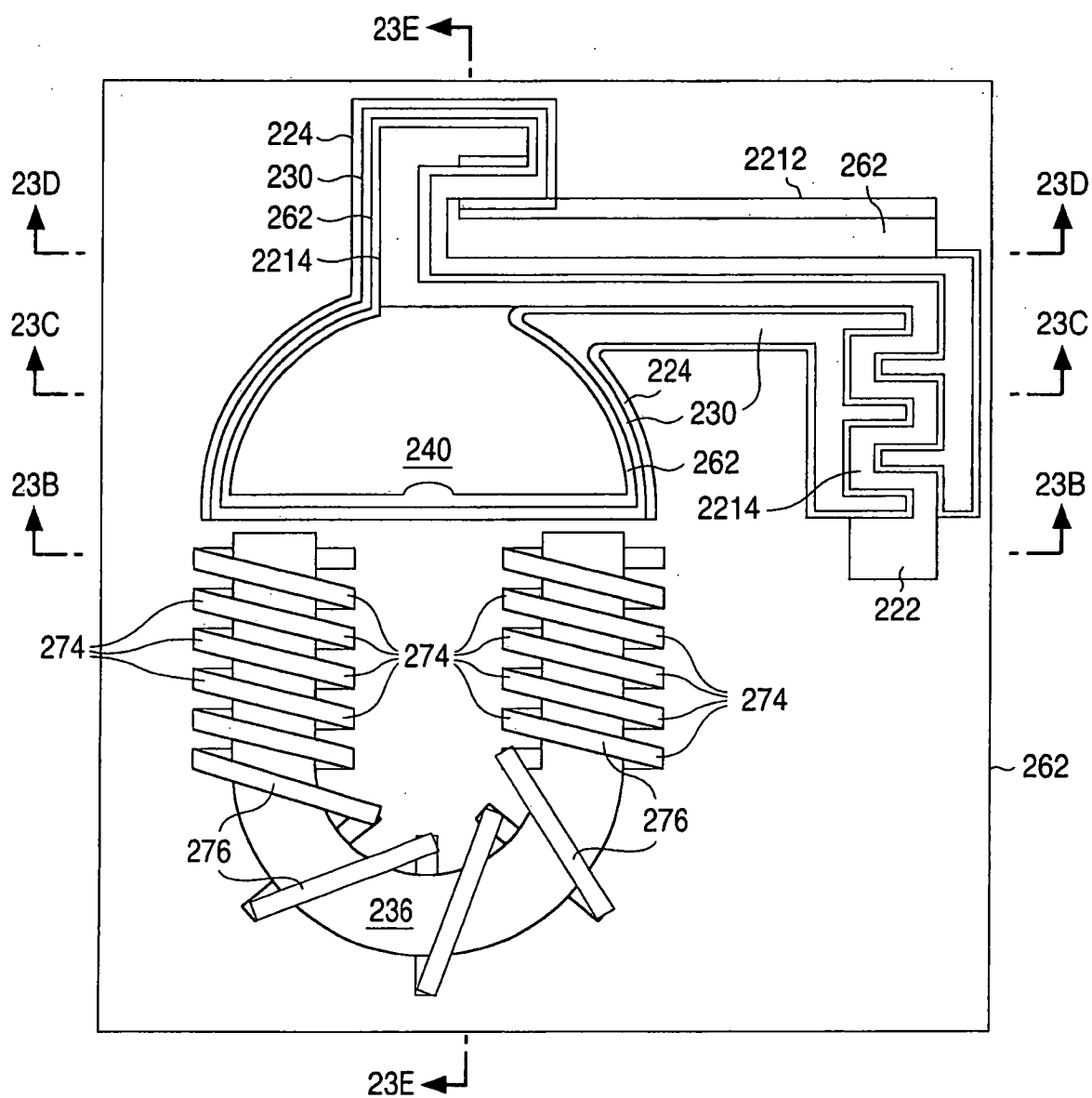


圖 23A

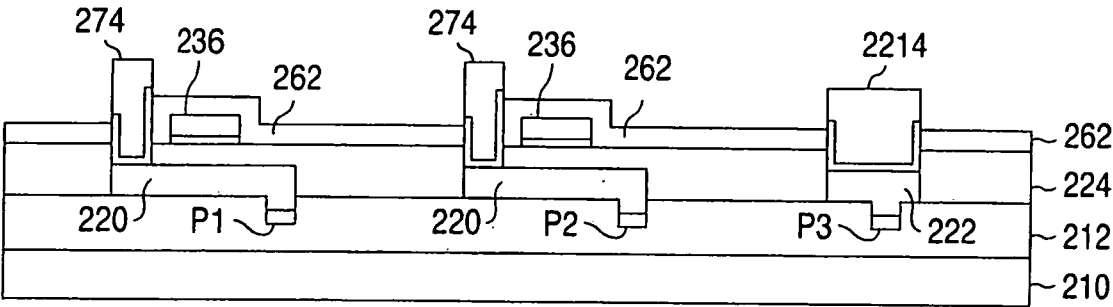


圖 23B

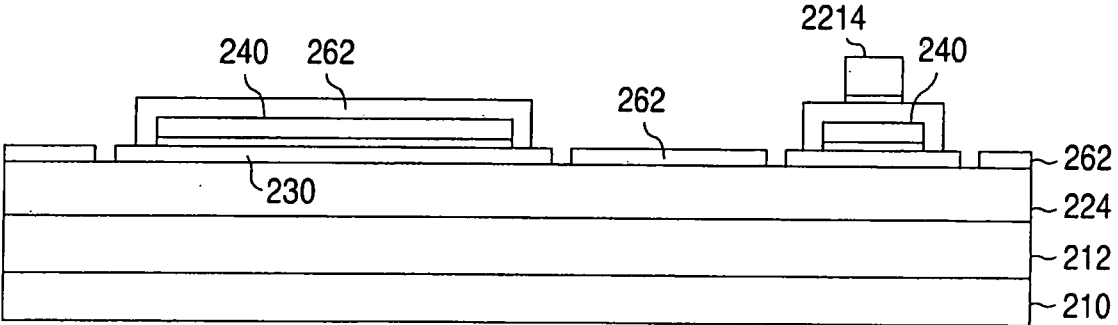


圖 23C

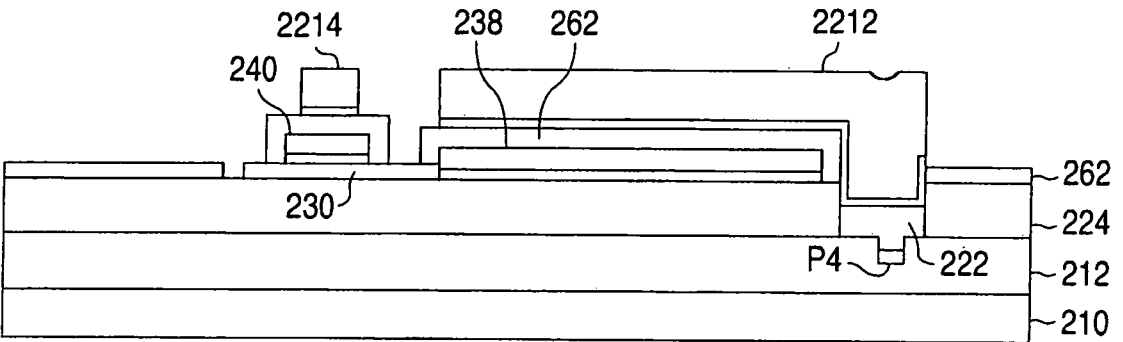


圖 23D

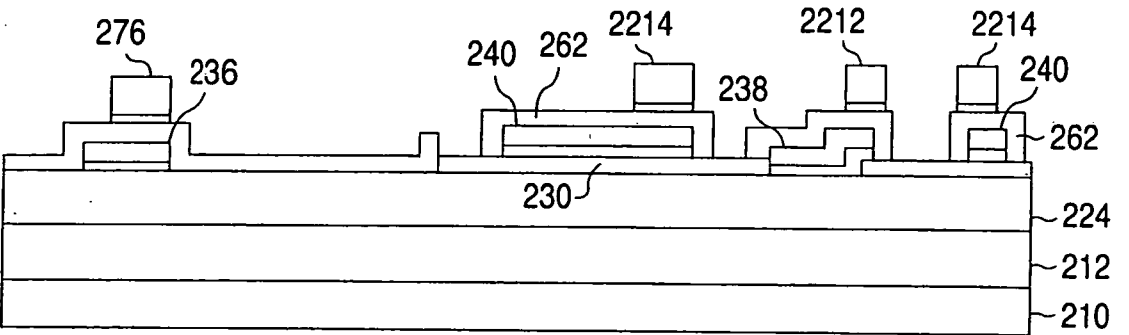


圖 23E

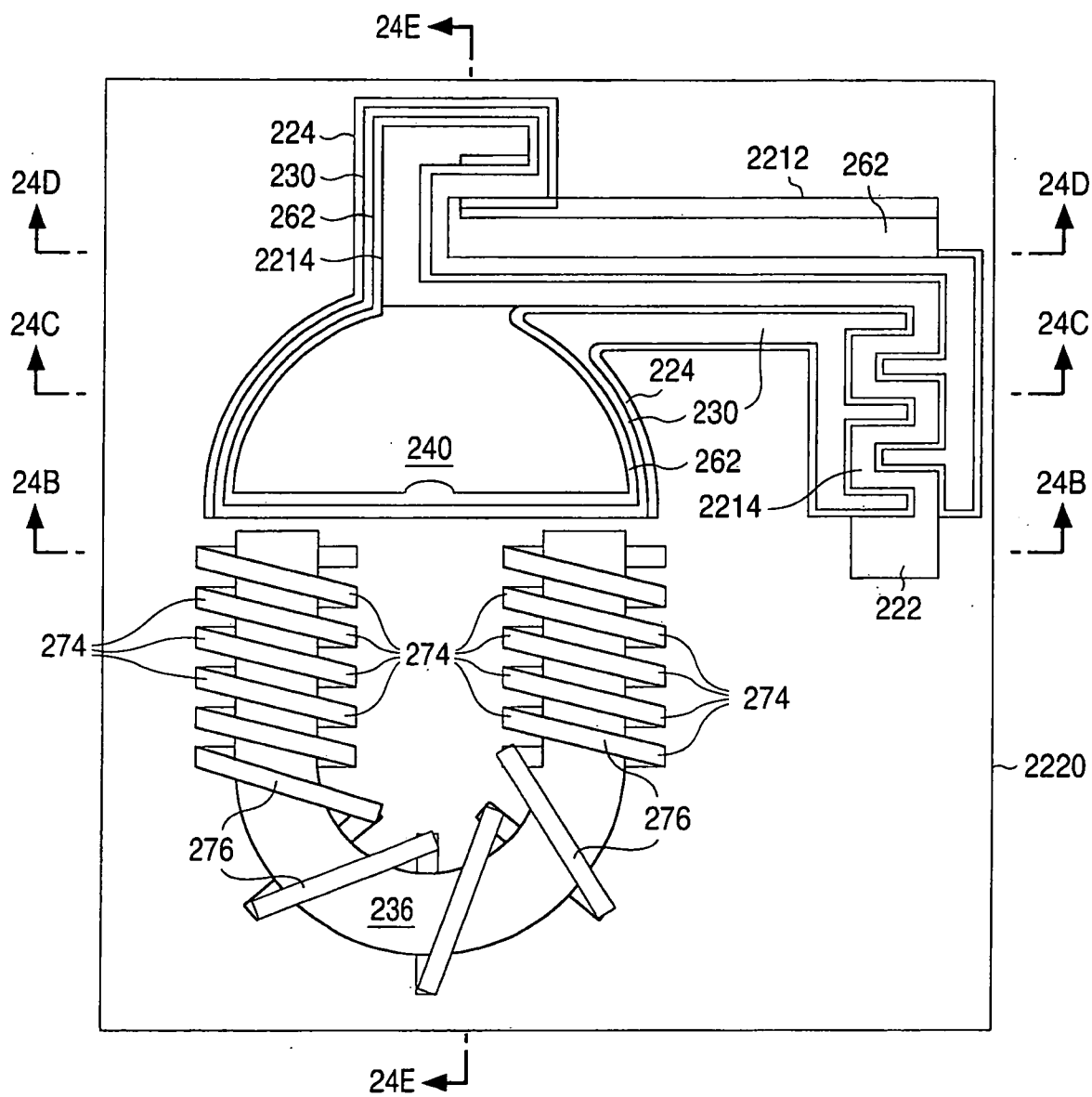


圖 24A

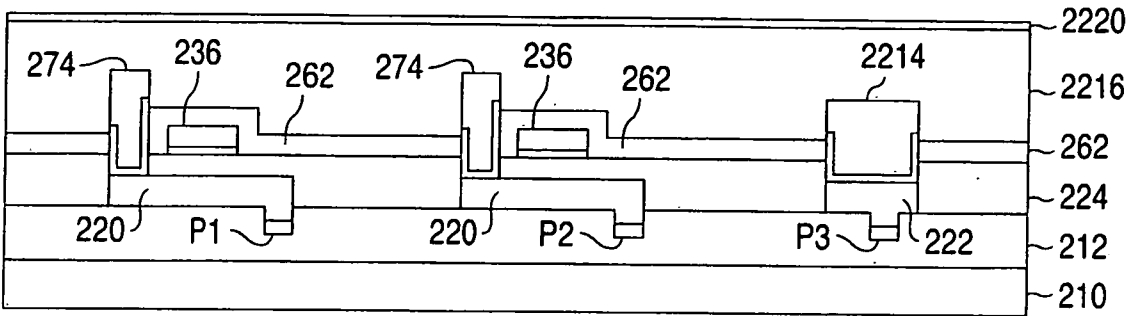


圖 24B

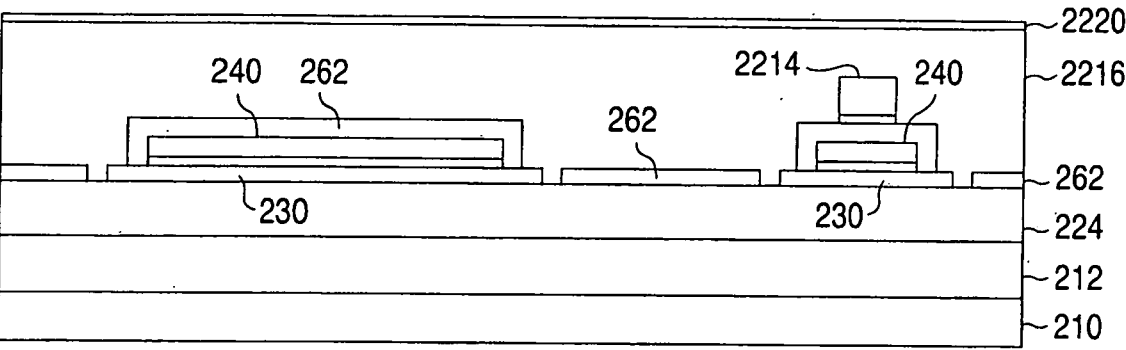


圖 24C

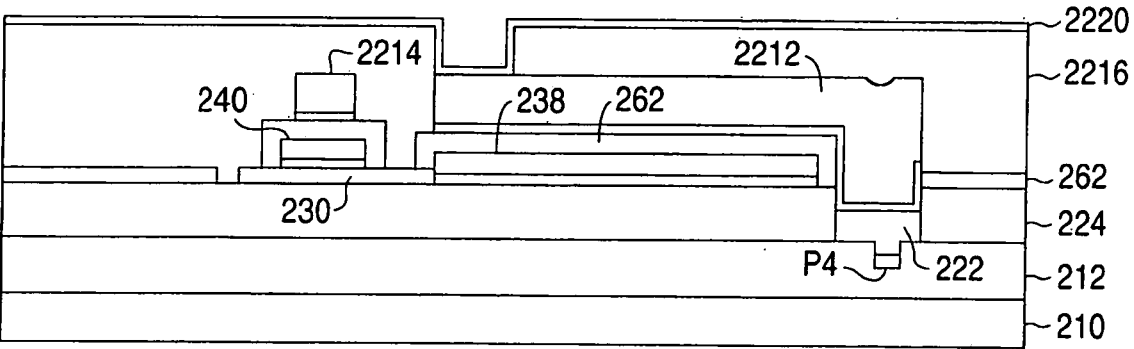


圖 24D

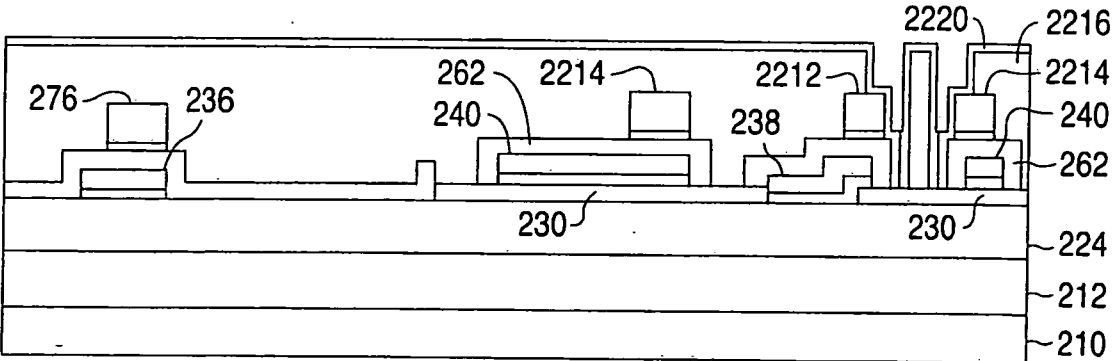


圖 24E

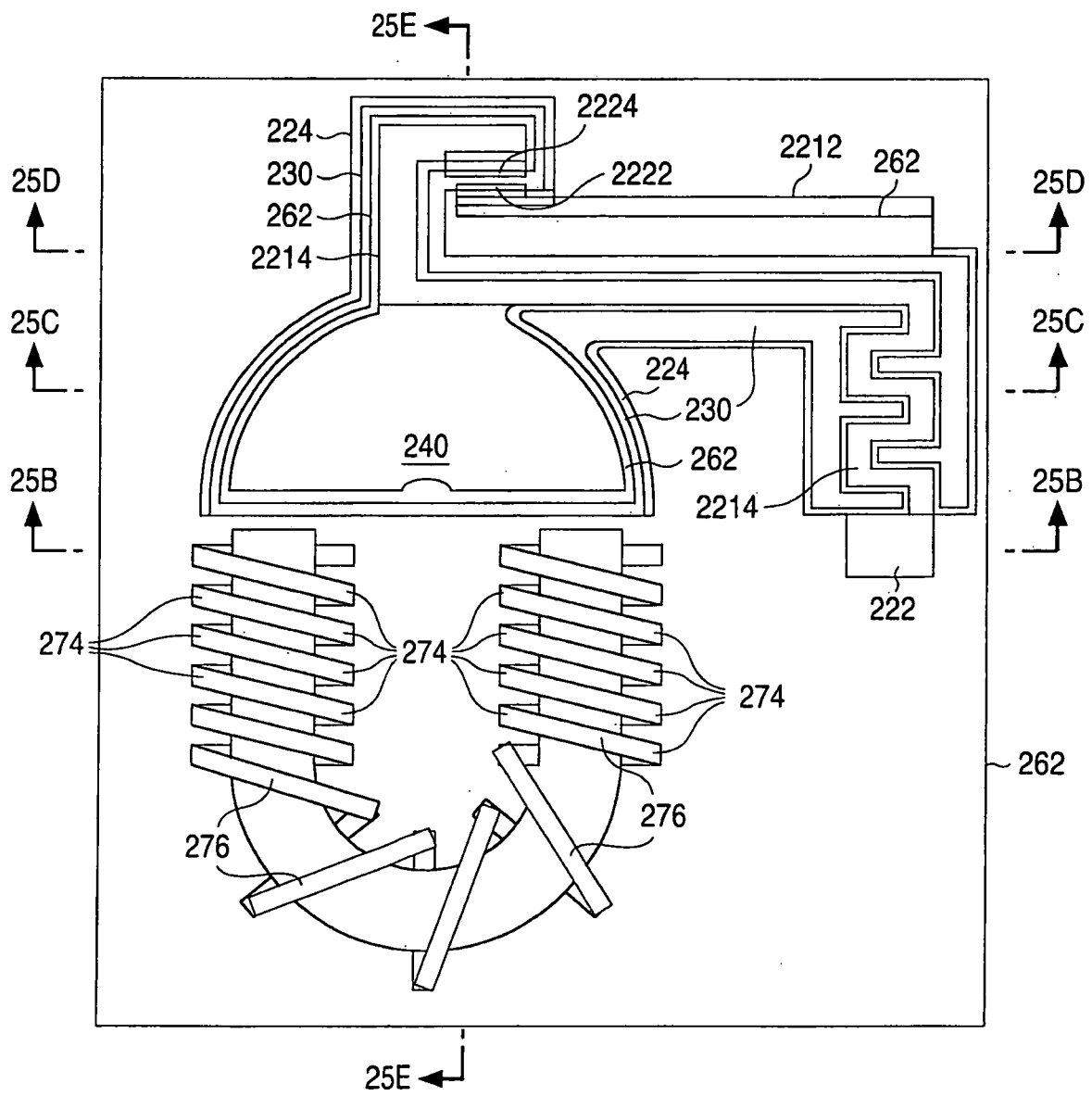


圖 25A

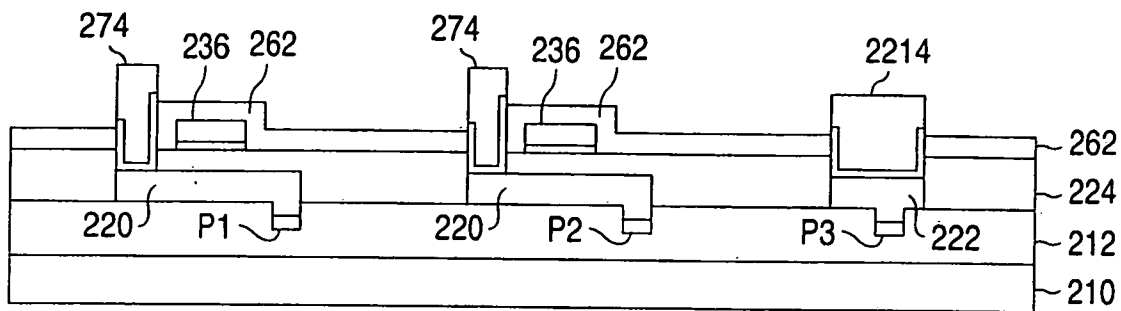


圖 25B

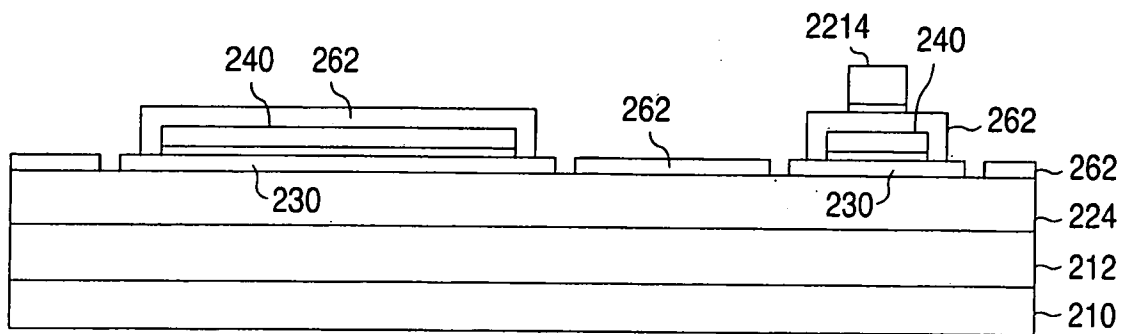


圖 25C

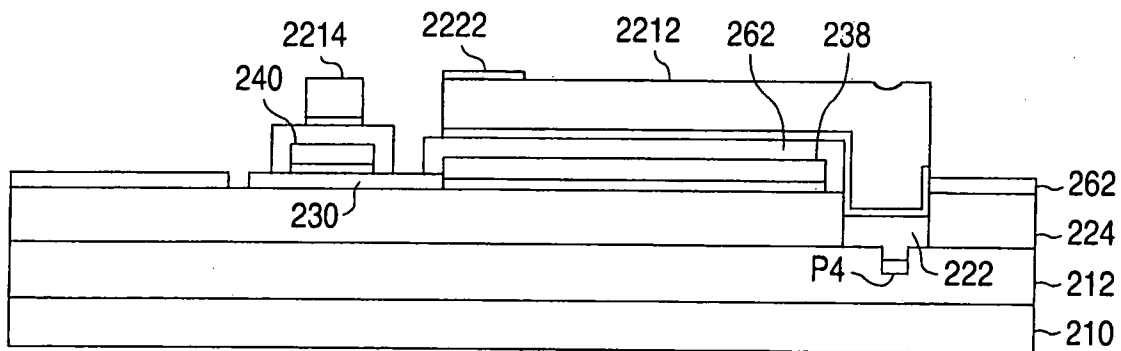


圖 25D

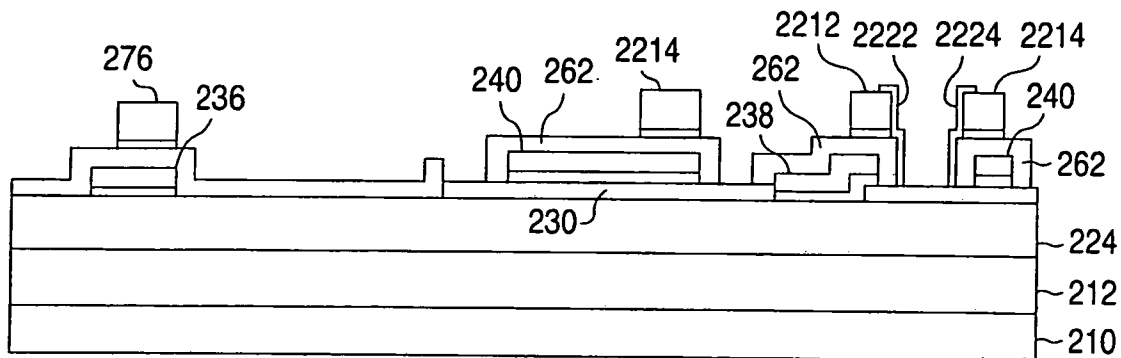


圖 25E

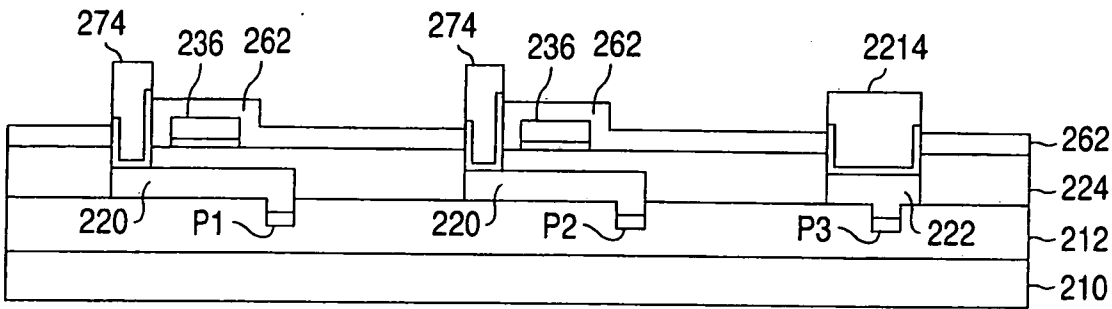


圖 26B

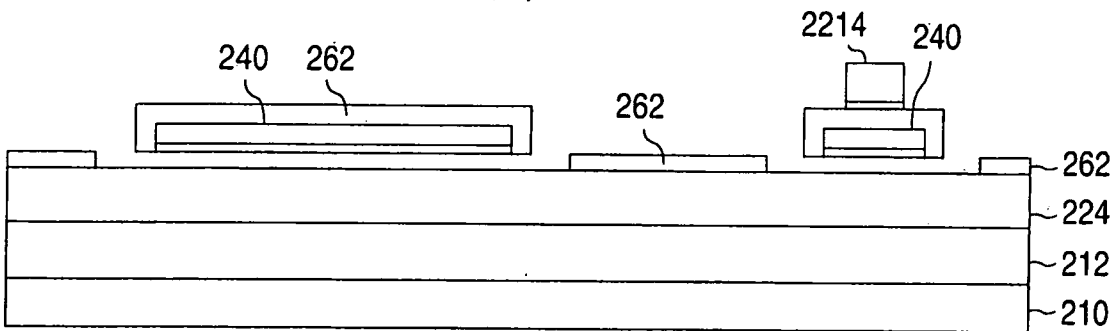


圖 26C

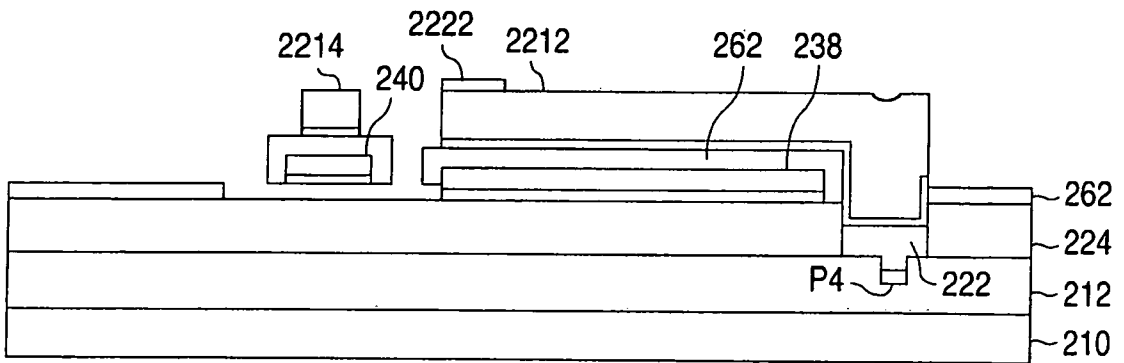


圖 26D

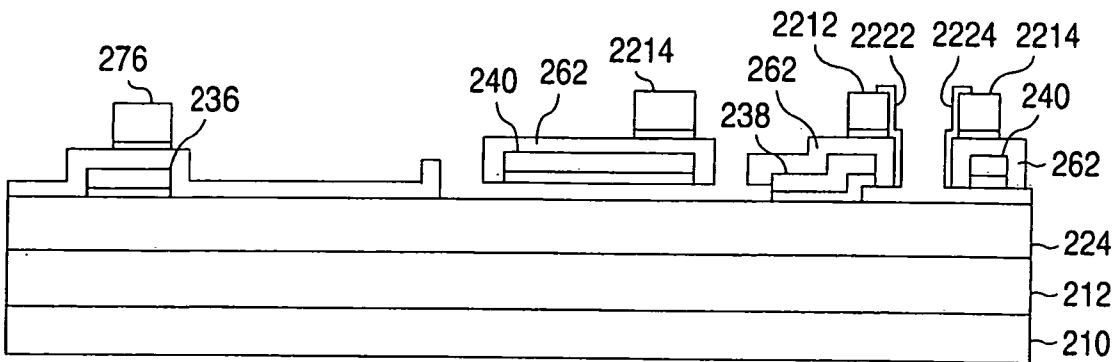


圖 26E

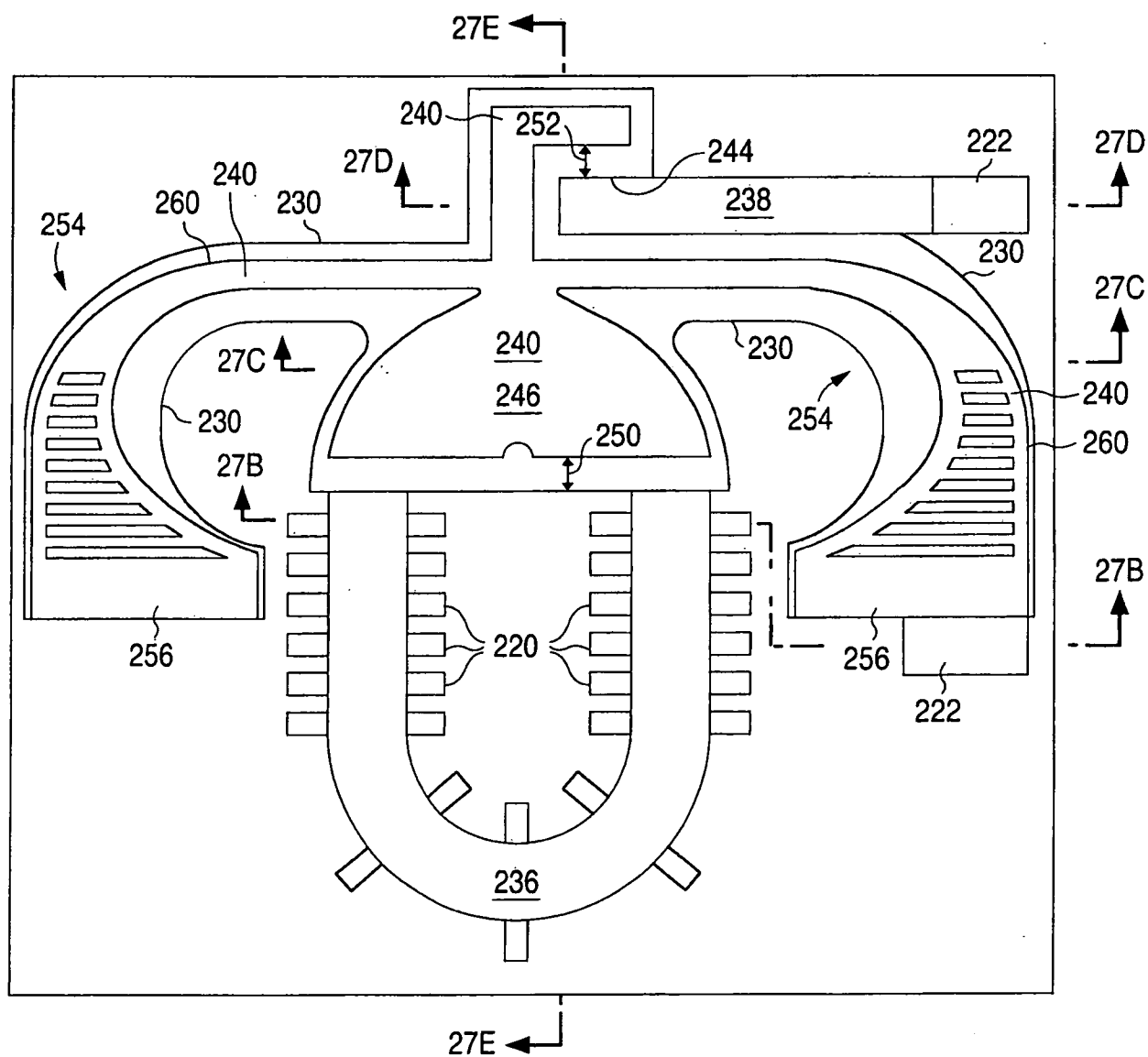


圖 27A

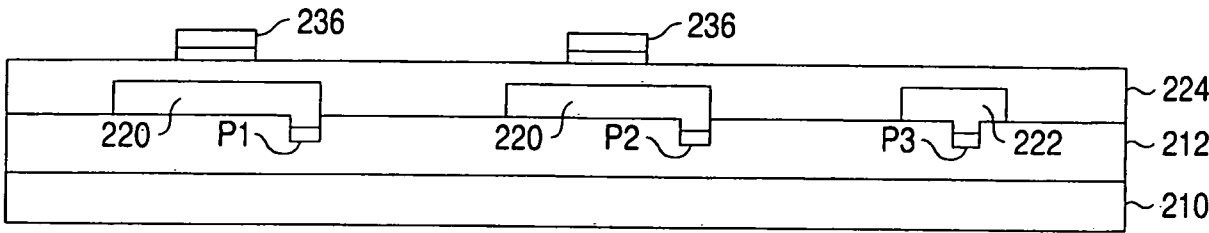


圖 27B

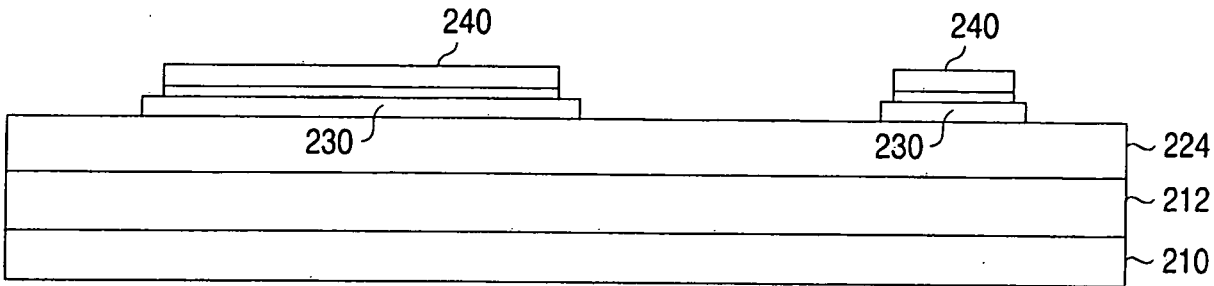


圖 27C

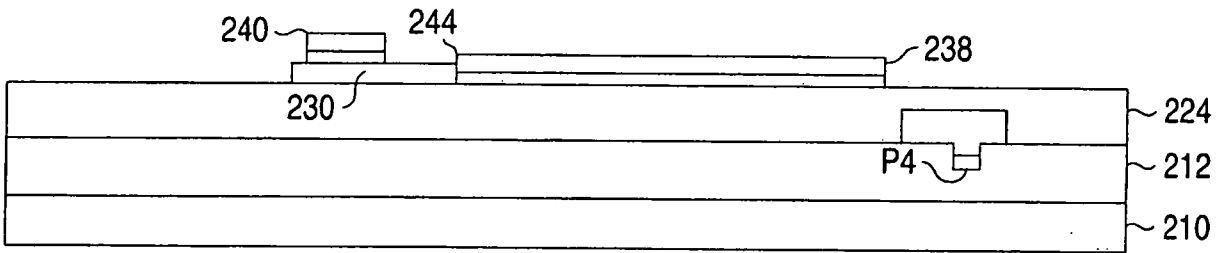


圖 27D

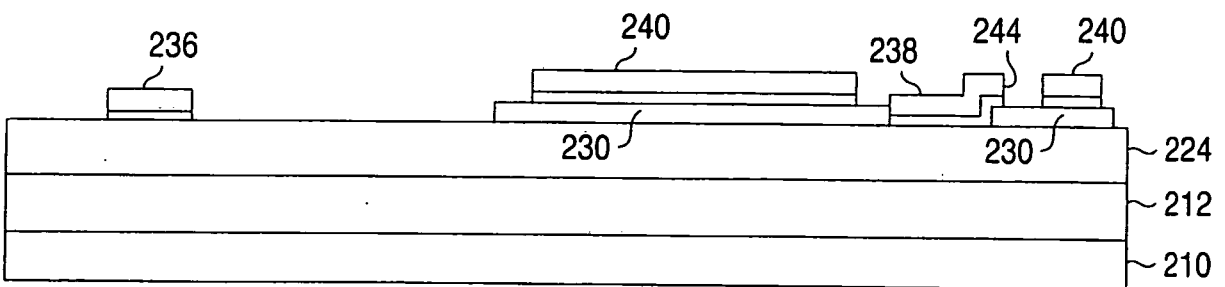


圖 27E

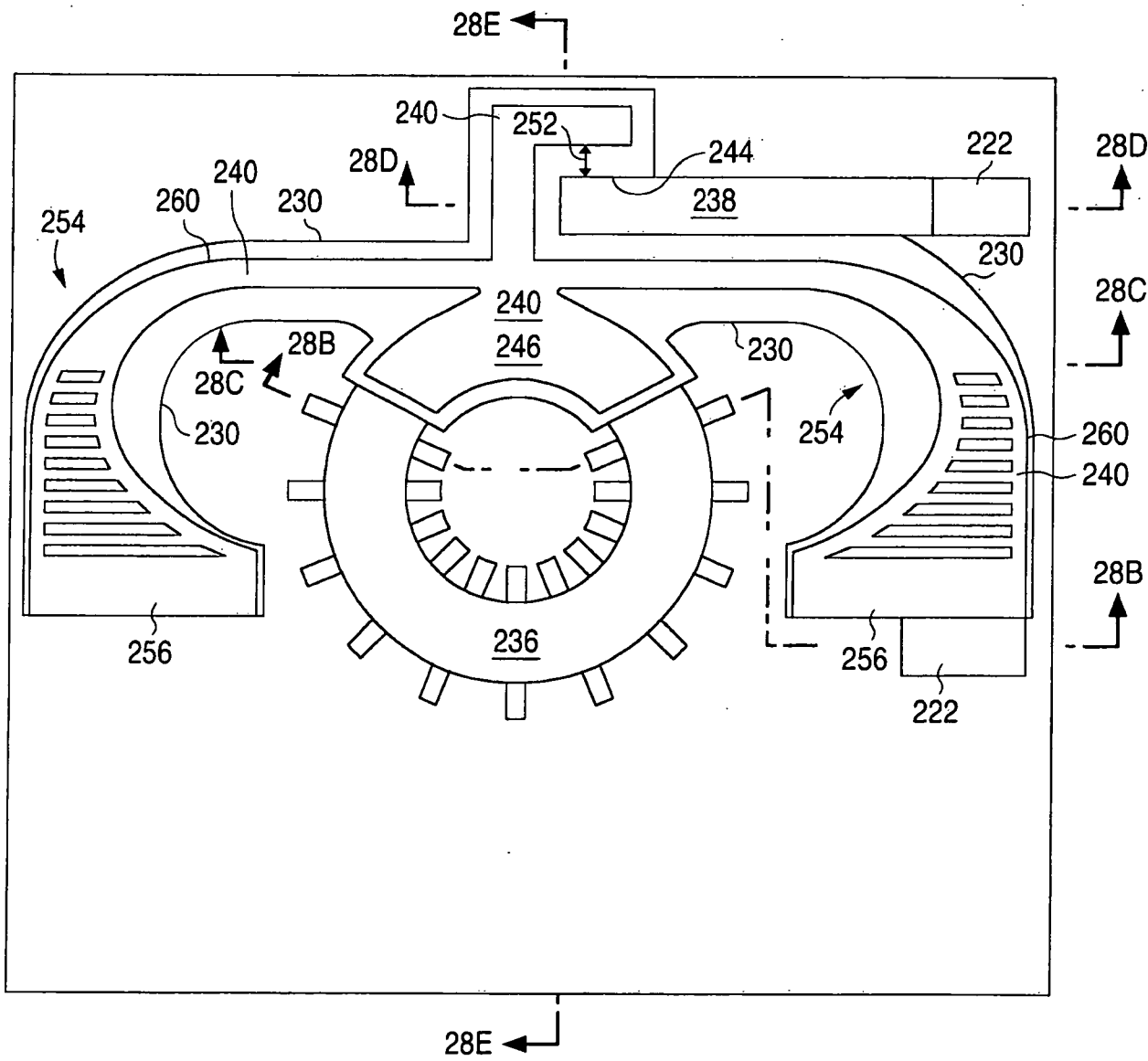


圖 28A

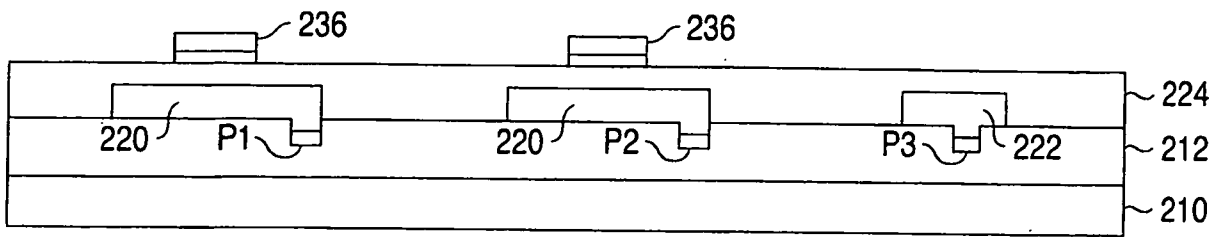


圖 28B

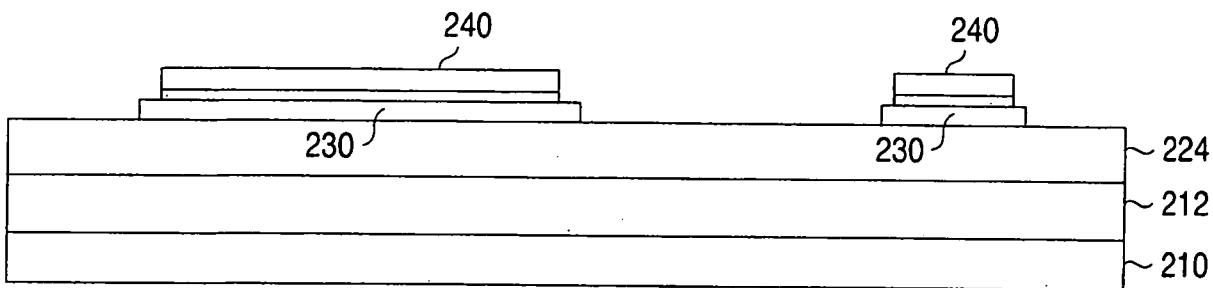


圖 28C

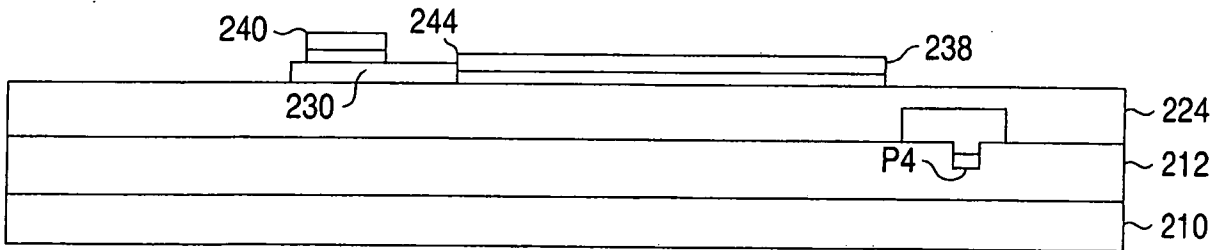


圖 28D

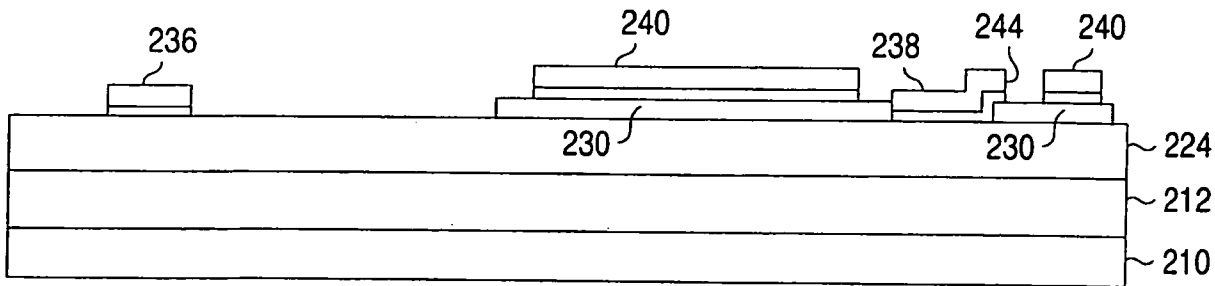


圖 28E