



(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 I559487 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 21 日

(21) 申請案號：103134477

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 02 日

(51) Int. Cl. : H01L23/52 (2006.01)

H01L21/027 (2006.01)

(71) 申請人：旺宏電子股份有限公司 (中華民國) MACRONIX INTERNATIONAL CO., LTD.

(TW)

新竹市東區新竹科學工業園區力行路 16 號

(72) 發明人：彭及聖 PENG, CHI-SHENG (TW)

(74) 代理人：詹銘文；葉璟宗

(56) 參考文獻：

TW 201232741A

US 2009/0146322A1

US 2011/0018146A1

US 2013/0307166A1

US 2014/0239512A1

審查人員：陳建丞

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：4 共 38 頁

(54) 名稱

線路佈局及其間隙壁自對準四重圖案化的方法

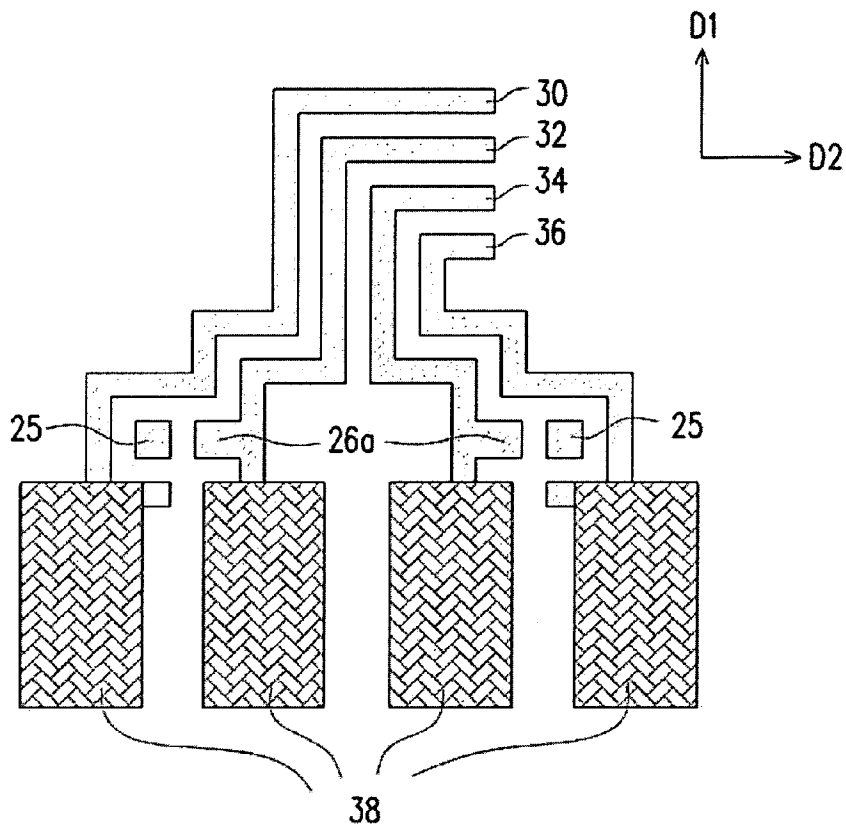
LINE LAYOUT AND METHOD OF SPACER SELF-ALIGNED QUADRUPLE PATTERNING FOR THE SAME

(57) 摘要

一種線路佈局及其間隙壁自對準四重圖案化的方法。線路佈局包括第一線路、第二線路、第三線路與第四線路。第二線路與第三線路位於第一線路與第四線路之間，且第一線路、第二線路、第三線路與第四線路分別沿著第一方向延伸。第二線路的末段以及第三線路的末段分別具有沿著第二方向延伸的第一凸出部。第二線路的末段的第一凸出部朝向第一線路凸出。第三線路的末段的第一凸出部朝向第四線路凸出

A line layout and a spacer self-aligned quadruple patterning method thereof are provided. The line layout includes a first line, a second line, a third line, and a fourth line. The second line and the third line are disposed between the first line and the fourth line. The first line, the second line, the third line, and the fourth line respectively extend in a first direction. An end segment of the second line and an end segment of the third line respectively include a first protrusion portions that extend in a second direction. The first protrusion portion of the end segment of the second line protrudes toward the first line. The first protrusion portion of the end segment of the third line protrudes toward the fourth line.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 25 . . . 孤島
- 26a . . . 第一凸出部
- 30 . . . 第一線路
- 32 . . . 第二線路
- 34 . . . 第三線路
- 36 . . . 第四線路
- 38 . . . 鐳墊
- D1 . . . 第一方向
- D2 . . . 第二方向

【圖1G】



申請日:

IPC分類:

公告本

發明摘要

※ 申請案號: 103134477

H01L 23/52 (2006.01)

※ 申請日: 103.10.2

※ IPC 分類: H01L 21/027 (2006.01)

【發明名稱】線路佈局及其間隙壁自對準四重圖案化的方法

LINE LAYOUT AND METHOD OF SPACER
SELF-ALIGNED QUADRUPLE PATTERNING FOR THE SAME

【中文】

一種線路佈局及其間隙壁自對準四重圖案化的方法。線路佈局包括第一線路、第二線路、第三線路與第四線路。第二線路與第三線路位於第一線路與第四線路之間，且第一線路、第二線路、第三線路與第四線路分別沿著第一方向延伸。第二線路的末段以及第三線路的末段分別具有沿著第二方向延伸的第一凸出部。第二線路的末段的第一凸出部朝向第一線路凸出。第三線路的末段的第一凸出部朝向第四線路凸出。

【英文】

A line layout and a spacer self-aligned quadruple patterning method thereof are provided. The line layout includes a first line, a second line, a third line, and a fourth line. The second line and the third line are disposed between the first line and the fourth line. The first line, the second line, the third line, and the fourth line respectively extend in a first direction. An end segment of the second line and an end segment of the third line respectively include a first

protrusion portions that extend in a second direction. The first protrusion portion of the end segment of the second line protrudes toward the first line. The first protrusion portion of the end segment of the third line protrudes toward the fourth line.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1G。

【本代表圖之符號簡單說明】：

25：孤島

26a：第一凸出部

30：第一線路

32：第二線路

34：第三線路

36：第四線路

38：鍍墊

D1：第一方向

D2：第二方向

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】 線路佈局及其間隙壁自對準四重圖案化的方法

LINE LAYOUT AND METHOD OF SPACER
SELF-ALIGNED QUADRUPLE PATTERNING FOR THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種線路佈局以及線路佈局方法，且特別是有關於一種間隙壁自對準四重圖案化 (spacer self-aligned quadruple patterning, SAQP) 製程以及線路佈局。

【先前技術】

【0002】 隨著半導體元件的尺寸不斷縮小，目前提出了使用具有 13.5 nm 的短波長的極紫外光 (extreme ultraviolet, EUV) 的曝光技術。然而，上述曝光技術卻無法用於大量生產而且需要高昂的設備成本。因此，目前期待採用間隙壁自對準雙重圖案化 (spacer self-aligned double patterning, SADP) 技術，以克服極紫外光的曝光技術所具有的問題。

【0003】 間隙壁自對準雙重圖案化是一種藉由在第一罩幕圖案的側壁上形成間隙壁，並在上述間隙壁之間形成第二罩幕圖案，最後將上述間隙壁移除的技術。藉由自對準雙重圖案化，可以使所得到的線距縮小至一般的微影蝕刻製程的線距的一半。

【0004】 此外，目前在自對準雙重圖案化的基礎上又提出了可以

進一步縮小線距的間隙壁自對準四重圖案化技術。間隙壁自對準四重圖案化是進行兩次自對準雙重圖案化的技術。然而，使用自對準四重圖案化技術所製造的線路普遍會存在線路末端之間の間隔距離過小，從而導致這些線路之間的不當電性連接。為了解決上述問題，目前大多在間隙壁自對準四重圖案化製程中使用多次微影蝕刻製程。多次微影蝕刻製程雖然可以有效增加線路末端之間の間隔距離，卻也增加了製造成本以及製程的複雜度。

【0005】 基於上述，目前亟需一種能夠在使用較少次數的微影製程的情況下，有效增加線路末端之間の間隔距離的製程技術。

【發明內容】

【0006】 本發明提供一種線路佈局以及線路佈局方法，其能夠在使用較少次數的微影製程的情況下，有效增加線路末端之間の間隔距離。

【0007】 本發明提供一種線路佈局之間隙壁自對準四重圖案化的方法，所述線路佈局方法包括：形成核心層，所述核心層包括：主體層，包括末端部，沿著第一方向延伸；第一輔助層，與所述主體層的所述末端部連接；以及兩個第二輔助層，與所述第一輔助層的兩側連接，且沿著第二方向延伸。形成第一間隙壁，於所述核心層的側壁。移除所述核心層。形成第二間隙壁與第三間隙壁，於所述第一間隙壁的側壁，所述第二間隙壁位於所述第三間隙壁之中，且具有對應於所述第二輔助層的兩個第一凸出部。移

除所述第一間隙壁。移除部分所述第二間隙壁、以及部分所述第一凸出部，以形成第一線路以及第二線路。移除部分所述第三間隙壁並進行圖案轉移製程，以形成第三線路以及第四線路，所述第一線路與所述第二線路位於所述第三線路與所述第四線路之間。

【0008】 在本發明的一實施例中，移除部分所述第二間隙壁、以及部分所述第一凸出部的步驟以及移除部分所述第三間隙壁的步驟包括：移除位於 U 型的預定區的所述第二間隙壁、所述第三間隙壁、以及所述第一凸出部。所述預定區涵蓋對應於第一輔助層底部與下側壁的部分所述第二間隙壁及其周圍的部分所述第三間隙壁、以及部分所述第一凸出部。

【0009】 在本發明的一實施例中，每一第二輔助層包括：兩個第一延伸部，與所述第一輔助層的兩側連接，且沿著所述第二方向延伸；以及兩個第二延伸部，與所述第一輔助層的兩側連接，且沿著所述第二方向延伸，其中所述第二延伸部位於所述第一輔助層的底部。

【0010】 在本發明的一實施例中，所述第三間隙壁更具有沿著所述第二方向延伸且朝向所述第二間隙壁凸出的兩個第二凸出部。

【0011】 在本發明的一實施例中，移除部分所述第二間隙壁、以及部分所述第一凸出部的步驟以及移除部分所述第三間隙壁的步驟包括：移除位於 U 型的預定區的所述第二間隙壁、所述第三間隙壁、以及所述第二凸出部；其中所述預定區涵蓋對應於所述第

一輔助層底部與下側壁的部分所述第二間隙壁及其周圍的部分所述第三間隙壁、以及部分所述第二凸出部，且在所述第一方向上延伸至所述第一凸出部的邊緣。

【0012】 本發明又提供一種線路佈局，包括：第一線路、第二線路、第三線路以及第四線路，所述第二線路與所述第三線路位於所述第一線路與所述第四線路之間，且所述第一線路至所述第四線路分別沿著第一方向延伸；其中所述第二線路的末段以及所述第三線路的末段分別具有沿著所述第二方向延伸的第一凸出部。所述第二線路的末段的所述第一凸出部朝向所述第一線路凸出。所述第三線路的末段的所述第一凸出部朝向所述第四線路凸出。

【0013】 在本發明的一實施例中，所述第一線路的末段的端點與所述第二線路的末段的端點在所述第二方向上的間隔距離分別大於等於所述第一線路的寬度、以及所述第一線路起始段的端點與所述第二線路起始段的端點之間隔距離的總和，所述第四線路的末段的端點與所述第三線路的末段的端點在所述第二方向上的間隔距離分別大於等於所述第四線路的寬度、以及所述第四線路起始段的端點與所述第三線路起始段的端點之間隔距離的總和。

【0014】 在本發明的一實施例中，所述第二線路的末段的端點與所述第三線路的末段的端點在所述第二方向上的間隔距離大於所述第一線路的末段的端點與所述第二線路的末段的端點在所述第二方向上的間隔距離，且大於所述第三線路的末段的端點與所述第四線路的末段的端點在所述第二方向上的間隔距離。

【0015】 在本發明的一實施例中，所述第一線路的末段以及所述第四線路的末段分別具有沿著所述第二方向延伸的兩個第二凸出部。所述第一線路的末段的所述兩個第二凸出部朝向所述第二線路凸出。所述第四線路的末段的所述兩個第二凸出部朝向所述第三線路凸出。

【0016】 本發明又提供一種線路佈局，包括：末段均呈階梯狀的第一線路至第四線路，所述第二線路與所述第三線路位於所述第一線路與所述第四線路之間，且所述第二線路與所述第三線路的末段的階梯數少於所述第一線路與所述第四線路的末段的階梯數。

【0017】 在本發明的一實施例中，所述第一線路末段的階梯和所述第二線路末段的階梯的走向相同，且與所述第二線路末段的階梯和所述第三線路的末段的階梯走向相反。

【0018】 在本發明的一實施例中，所述第一線路至所述第四線路分別沿著第一方向延伸。所述第二線路的末段以及所述第三線路的末段分別具有沿著所述第二方向延伸且朝向所述第一線路以及所述第四線路凸出的兩個第一凸出部。所述第一線路的末段以及所述第四線路的末段分別具有沿著所述第二方向延伸且朝向所述第二線路以及所述第三線路凸出的兩個第二凸出部。

【0019】 基於上述，本發明藉由形成具有朝向兩側凸出的輔助層的核心層，而可在使用較少次數的微影製程的情況下，有效增加線路末端之間的時間距離。

【0020】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0021】

圖 1A 至圖 1G 為依照本發明的第一實施例所繪示的線路佈局方法的流程的上視示意圖。

圖 2A 至圖 2F 分別為沿圖 1A 至圖 1F 之 A-A 線以及 B-B 線的剖面示意圖。

圖 3A 至圖 3G 為依照本發明的第二實施例所繪示的線路佈局方法的流程的上視示意圖。

圖 4A 至圖 4F 分別為沿圖 3A 至圖 3F 之 C-C 線以及 D-D 線的剖面示意圖。

【實施方式】

【0022】 圖 1A 至圖 1G 為依照本發明的第一實施例所繪示的線路佈局方法的流程的上視示意圖。圖 2A 至圖 2F 分別為沿圖 1A 至圖 1F 之 A-A 線以及 B-B 線的剖面示意圖。圖 3A 至圖 3G 為依照本發明的第二實施例所繪示的線路佈局方法的流程的上視示意圖。圖 4A 至圖 4F 分別為沿圖 3A 至圖 3F 之 C-C 線以及 D-D 線的剖面示意圖。

【0023】 本發明第一實施例以及第二實施例是採用間隙壁自對準

四重圖案化的方法來形成線路佈局。

【0024】 請同時參照圖 1A 以及圖 2A，首先形成核心層 10。在一實施例中，核心層 10 的形成方法可以是先形成核心材料層（未繪示），然後經過光阻削薄（photoresist trimming）而形成。核心層 10 包括：主體層 12、第一輔助層 16、以及兩個第二輔助層 18。主體層 12 包括沿著第一方向 D1 延伸的末端部 14。第一輔助層 16 與主體層 12 的末端部 14 連接。兩個第二輔助層 18 與第一輔助層 16 的兩側連接，且沿著第二方向 D2 延伸。第一方向 D1 例如是 Y 方向；第二方向 D2 例如是 X 方向。主體層 12 的寬度 W1 例如是 40 nm~50 nm。主體層 12 的末端部 14 在第一方向 D1 上的長度 L1 例如是 100 nm~3000 nm。第一輔助層 16 在第一方向 D1 上的長度 L2 大於主體層 12 的寬度 W1，例如是 150 nm~400 nm，在第二方向 D2 上的長度 L3 大於主體層 12 的寬度 W1，例如是 100 nm~500 nm。第二輔助層 18 在第一方向 D1 上的長度 L4 例如是 30 nm~60 nm，在第二方向 D2 上的長度 L5 例如是 100 nm~500 nm。第一輔助層 16 以及第二輔助層 18 在第二方向 D2 上的長度也不限於以上列舉的範圍，其可以根據所欲形成的線路間隔距離而自由調整。核心層 10 的材料例如是正型光阻、負型光阻或其他可以經由圖案化製程而形成圖案的任何材料。核心層 10 例如是先形成核心材料層（未繪示），並對核心材料層進行圖案化製程而形成。圖案化製程可以是先利用黃光、極紫外光、ArF 準分子雷射、KrF 準分子雷射等，對所形成的核心材料層進行曝光，之後進行顯影。

【0025】請同時參照圖 1B 以及圖 2B，接著，於核心層 10 的側壁形成第一間隙壁 20。第一間隙壁 20 的材料例如是二氧化矽、氮化矽或其組合。第一間隙壁 20 的寬度例如是 15 nm~30 nm。第一間隙壁 20 例如是先形成間隙壁材料層（未繪示），之後利用非等向蝕刻製程。

【0026】請同時參照圖 1C 以及圖 2C，之後移除核心層 10。移除核心層 10 的方法可以是進行乾式剝除製程、乾式蝕刻製程、濕式剝除製程或濕式蝕刻製程。

【0027】請同時參照圖 1D 以及圖 2D，於第一間隙壁 20 的側壁形成第二間隙壁 22 與第三間隙壁 24。第二間隙壁 22 與第三間隙壁 24 分別為一個迴路。第二間隙壁 22 位於第三間隙壁 24 之中，並且具有對應於第二輔助層 18（圖 1A）的兩個第一凸出部 26。第二間隙壁 22 以及第三間隙壁 24 兩者的材料可以與第一間隙壁 20 的材料不同。第二間隙壁 22 以及第三間隙壁 24 的材料包括二氧化矽、氮化矽或其組合。第二間隙壁 22 與第三間隙壁 24 的寬度分別例如是 15 nm~30 nm。第一間隙壁 20、第二間隙壁 22、以及第三間隙壁 24 的寬度彼此之間可以相同也可以不同。在一實施例中，第二間隙壁 22 的 2 倍寬度大於等於第二輔助層 18 在第一方向 D1 的長度 L4。藉此可以確保第一凸出部 26 之中不會存在空隙。第二間隙壁 22 以及第三間隙壁 24 形成方法可以與形成第一間隙壁 20 的方法相同。

【0028】請同時參照圖 1E 以及圖 2E，之後進行蝕刻製程，以移

除第一間隙壁 20。當第一間隙壁 20 的材料與第二間隙壁 22 以及第三間隙壁 24 的材料不同時，可以直接透過材料之間的蝕刻速率差異，來進行非等向性蝕刻製程。

【0029】 請同時參照圖 1E 以及圖 2E，接著將第一預定區 28 以及第二預定區 29 中的部分第二間隙壁 22、部分第三間隙壁 24、以及部分第一凸出部 26 移除，以切斷第二間隙壁 22 迴路的兩個末端以及第三間隙壁 24 迴路的兩個末端。具體地來說，進行蝕刻製程，以移除第一預定區 28 中的第二間隙壁 22、第三間隙壁 24 以及第一凸出部 26、以及第二預定區 29 中的第二間隙壁 22 以及第三間隙壁 24。

【0030】 第一預定區 28 例如是 U 型，其對應於第二間隙壁 22 以及第三間隙壁 24 迴路的第一個末端以及部分第一凸出部 26。更具體地說，第一預定區 28 包括底部區 28a 與延伸區 28b。底部區 28a 在第二方向 D2 上延伸；延伸區 28b 在第一方向 D1 上延伸。第一預定區 28 的底部區 28a 需要完全覆蓋對應於第一輔助層 16（圖 1B）底部的第二間隙壁 22 及其周圍的部分第三間隙壁 24，以確保所形成的線路之間具有足夠的間隔距離。第一預定區 28 的延伸區 28b 涵蓋對應於第一輔助層 16（圖 1B）底部與下側壁的部分第二間隙壁 22 及其周圍的部分第三間隙壁 24、以及部分第一凸出部 26。值得注意的是，第一預定區 28 的延伸區 28b 在第一方向 D1 上必須跨越過第一凸出部 26，以確保第一凸出部 26 可以斷開，從而避免起因於後續的鐳整製程的誤差所導致的線路間的短路。第

一預定區 28 只要滿足上述的條件，則其尺寸可以根據需要而任意調整。第一預定區 28 的底部區 28a 在第一方向 D1 上的長度 L6 例如是 75 nm~200 nm，在第二方向 D2 上的長度 L7 例如是 300 nm~1500 nm。第一預定區 28 的延伸區 28b 在第一方向 D1 上的長度 L8 例如是 130 nm~500 nm，在第二方向 D2 上的長度 L9 例如是 50 nm~450 nm。第二預定區 29 對應於第二間隙壁 22 以及第三間隙壁 24 迴路的第二個末端，其尺寸只要能夠使線路之間彼此確實分開，則並無特別限制。第二預定區 29 在第一方向 D1 上的長度 L10 例如是 150 nm~300 nm，在第二方向 D2 上的長度 L11 例如是 100 nm~150 nm。

【0031】請同時參照圖 1F 以及圖 2F，經由上述移除步驟之後，再進行圖案轉移，以形成第一線路 30、第二線路 32、第三線路 34 以及第四線路 36。依據移除區 28 延伸區 28b 的位置或在第二方向 D2 上的長度 L9 的調整，經由上述移除步驟與圖案轉移之後，除形成第一線路 30 至第四線路 36 之外，可以更包括第一凸出部 26a 或/以及孤島 25。形成的第一線路 30 的末段的端點與所形成的第二線路 32 的末段的端點在第二方向 D2 上的間隔距離 P1a、以及所形成的第三線路 34 的末段的端點與所形成的第四線路 36 的末段的端點在第二方向 D2 上的間隔距離 P2a 大於等於第一間隙壁 20 的寬度與第三間隙壁 24 的寬度的總和。第一線路 30 至第四線路 36 的材料包括金屬或是金屬合金，例如是銅或銅鎳合金。

【0032】請參照圖 1G，進一步形成分別與第一線路 30 至第四線

路 36 連接的多個鐳墊 38。鐳墊 38 的材料包括金屬或是金屬合金，例如是銅或銅鎳合金。鐳墊 38 例如是先藉由化學氣相沉積法或物理氣相沉積法先形成鐳墊材料層（未繪示），再利用微影與蝕刻製程來形成。

【0033】請同時參照圖 1F、圖 2F 以及圖 1G，本發明的第一實施例的線路佈局包括第一線路 30 至第四線路 36 以及與第一線路 30 至第四線路 36 連接的多個鐳墊 38。第一線路 30 至第四線路 36 分別沿著第一方向 D1 延伸。第二線路 32 與第三線路 34 位於第一線路 30 與第四線路 36 之間。在一實施例中，第二線路 32 的末段以及第三線路 34 的末段分別具有沿著第二方向 D2 延伸且朝向第一線路 30 以及第四線路 36 凸出的兩個第一凸出部 26a。在另一實施例中，第一凸出部 26a 與第一線路 32 之間以及第一凸出部 26a 與第四線路 36 之間分別具有孤島 25。第一凸出部 26a 在第二方向 D2 上的長度、以及在第一方向 D1 上的長度分別對應於第二輔助層 18。第一凸出部 26a 與孤島 25 均是本發明以間隙壁自對準四重圖案化的方法形成之線路佈局的特徵之一。在後續形成鐳墊 38 時，縱使發生縱向錯誤對準，而導致連接第二線路 32 的鐳墊 38 與第一凸出部 26a 接觸時，或導致連接第一線路 30 的鐳墊 38 與孤島 25 接觸時，製程仍在容許的範圍內。因此，第一凸出部 26a 與孤島 25 的存在，可以提升製程的容忍度（tolerance）。

【0034】第一線路 30 至第四線路 36 與鐳墊 38 連接的末段均分別呈階梯狀。第二線路 32 與第三線路 34 末段的階梯數少於第一線

路 30 與第四線路 36 末段的階梯數。第二線路 32 與第三線路 34 末段的階梯例如是一階，第一線路 30 與第四線路 36 末段的階梯例如是二階。換言之，第二線路 32 與第三線路 34 末段的階梯數少於第一線路 30 與第四線路 36 末段一階。另外，第一線路 30 與第二線路 32 末段的階梯例如是以 -X 方向與鐸墊 38 連接；第三線路 34 與第四線路 36 末段的階梯例如是以 X 方向與鐸墊 38 連接。簡言之，第一線路 30 末段的階梯與第二線路 32 末段的階梯的走向相同，第三線路 34 末段的階梯與第四線路 36 末段的階梯的走向相同，但前兩者的走向與後兩者的走向相反。特別值得一提的是，第二線路 32 末段的階梯的走向與第三線路 34 末段的階梯的走向相反，因此，第二線路 32 的末段的端點與第三線路 34 的末段的端點在第二方向 D2 上的間隔距離 P23 大於第一線路 30 的末段的端點與第二線路 32 的末段的端點在第二方向 D2 上的間隔距離 P1a，且大於第三線路 34 的末段的端點與第四線路 36 的末段的端點在第二方向 D2 上的間隔距離 P2a。故，可以提供足夠的空間設置連接第二線路 32 的鐸墊 38 與連接第三線路 34 的鐸墊 38，增加製程的容忍度。

【0035】另外，第一線路 30 的末段的端點與第二線路 32 的末段的端點在第二方向 D2 上的間隔距離 (spacing) P1a 大於等於第一線路 30 的寬度、以及第一線路 30 起始段的端點與第二線路 32 起始段的端點之間隔距離 P1b 的總和。第四線路 36 的末段的端點與第三線路 34 的末段的端點在第二方向 D2 上的間隔距離 P2a 大於

等於第四線路 36 的寬度以及第四線路 36 起始段的端點與第三線路 34 起始段的端點之間隔距離 P2b 的總和。間隔距離 P1a 例如是 65 nm~465 nm。間隔距離 P2a 例如是 65 nm~465 nm。間隔距離 P1b、P2b 例如是 15 nm~30 nm。由於間隔距離 P1a、P2a 大於間隔距離 P1b、P2b，因此，在形成鍍墊 38 時，可以提供足夠的製程容忍度。

【0036】 以下將針對本發明的第二實施例進行說明。在以下的說明中，將省略與第一實施例相同或類似的構件的說明。

【0037】 請同時參照圖 3A 以及圖 4A，首先形成核心層 110。核心層 110 包括：主體層 112、第一輔助層 116、以及兩個第二輔助層 118。主體層 112 包括沿著第一方向 D1 延伸的末端部 114。第一輔助層 116 與主體層 112 的末端部 114 連接。與第一實施例不同的是，所述兩個第二輔助層 118 包括兩個第一延伸部 118a 以及兩個第二延伸部 118b。兩個第一延伸部 118a 與第一輔助層 116 的兩側連接，且沿著第二方向 D2 延伸。兩個第二延伸部 118b 與第一輔助層 116 的兩側連接，且沿著第二方向 D2 延伸，其中第一延伸部 118a 位於第一輔助層 116 的側壁；第二延伸部 118b 位於第一輔助層 116 的側壁底部。第一延伸部 118a 在第一方向 D1 上的長度 L14 例如是 30 nm~60 nm，在第二方向 D2 上的長度 L15 例如是 100 nm~500 nm。第二延伸部 118b 在第一方向 D1 上的長度 L14a 例如是 150 nm~200 nm，兩個第二延伸部 118b 與第一輔助層 116 在第二方向 D2 上的長度總和 L14b 例如是 300 nm~1500 nm。在一

實施例中，第二延伸部 118b 在第一方向 D1 上的長度 L14a 大於等於第一延伸部 118a 在第一方向 D1 上的長度 L14。另外，第一輔助層 116、第一延伸部 118a、以及第二延伸部 118b 在第二方向 D2 上的長度也不限於以上列舉的範圍，其可以根據所欲形成的線路間隔距離而自由調整。此外，儘管本實施例中列舉了第二輔助層 118 具有兩組延伸部的情況，但本發明當然不限定於此，本領域中具有通常知識者自然可以根據需要選擇形成兩組以上的延伸部。除了上述不同點之外，關於核心層 110 的材料種類、主體層 112 的尺寸範圍、第一輔助層 116 的尺寸範圍、以及核心層 110 的形成方法均可與第一實施例相同，於此不再贅述。

【0038】請同時參照圖 3B、圖 4B、圖 3C、圖 4C、圖 3D、以及圖 4D，之後以與第一實施例相同的方式依序進行形成第一間隙壁 120 的步驟、移除核心層 110 的步驟、形成第二間隙壁 122 與第三間隙壁 124 的步驟。請同時參照圖 3B、3D、以及圖 4B、圖 4D，在一實施例中，第二間隙壁 122 的 2 倍寬度大於等於第一延伸部 118a 在第一方向 D1 上的長度 L14，且各第一延伸部 118a 與相鄰的第二延伸部 118b 在第一方向 D1 上的間隔距離 P3 小於等於第一間隙壁 120 的 2 倍寬度與第三間隙壁 124 的 2 倍寬度的總和。藉此可以確保兩個第一凸出部 126、以及兩個第二凸出部 127 之中不會存在空隙。值得注意的是，第三間隙壁 124 更具有沿著第二方向 D2 延伸且朝向第二間隙壁 122 凸出的兩個第二凸出部 127。除此之外，關於第一間隙壁 120 的材料、第一間隙壁 120 的寬度、

第二間隙壁 122 以及第三間隙壁 124 的材料、以及第二間隙壁 122 與第三間隙壁 124 的寬度均可與第一實施例相同，於此不再贅述。

【0039】 請同時參照圖 3E、圖 3F、圖 4E 以及圖 4F，接著以與第一實施例相同的方式移除部分第二間隙壁 122、部分第三間隙壁 124、以及部分第二凸出部 127，切斷第二間隙壁 122 迴路的兩個末端以及第三間隙壁 124 迴路的兩個末端。

【0040】 與第一實施例不同的是，被移除的部分是位於 U 型的第一預定區 128 的第二間隙壁 122、第三間隙壁 124 以及第二凸出部 127、以及位於第二預定區 129 的第二間隙壁 122 以及第三間隙壁 124。更具體地說，U 型的第一預定區 128 包括底部區 128a 以及延伸區 128b。底部區 128a 在第二方向 D2 上延伸；延伸區 128b 在第一方向 D1 上延伸。第一預定區 128 的底部區 128a 需要完全覆蓋對應於第一輔助層 116 底部的部分第二間隙壁 122 及其周圍的部分第三間隙壁 124，以確保所形成的線路之間具有足夠的間隔距離。第一預定區 128 的延伸區 128b 涵蓋對應於第一輔助層 116 底部與下側壁的部分第二間隙壁 122 及其周圍以及部分第二凸出部 127，且在第一方向 D1 上延伸至第一凸出部 126 的邊緣。值得注意的是，第一預定區 128 的延伸區 128b 在第一方向 D1 上至少必須橫越過第二凸出部 127，甚至還延伸到部分第一凸出部 126 上，以確保第二凸出部 127 在第二方向 D2 上可以斷開，從而避免起因於後續的鐳墊製程的誤差所導致的線路間的短路。第一預定區 128 只要滿足上述的條件，則其尺寸可以根據需要而任意調整。

藉由形成第一凸出部 126 以及第二凸出部 127，可有效提高進行移除部分第二間隙壁 122、部分第三間隙壁 124、以及部分第二凸出部 127 的步驟時的容許誤差。第一預定區 128 的底部區 128a 在第一方向 D1 上的長度 L16 例如是 150 nm~300 nm，在第二方向 D2 上的長度 L17 例如是 355 nm~2455 nm。第一預定區 128 的延伸區 128b 在第一方向 D1 上的長度 L18 例如是 120 nm~150 nm，在第二方向 D2 上的長度 L19 例如是 50 nm~450 nm。第二預定區 129 的尺寸範圍與第一實施例第二預定區 29 的尺寸範圍相同，於此不再贅述。

【0041】 請參照圖 3F 與 4F，之後，再進行圖案轉移，以形成第一線路 130、第二線路 132、第三線路 134 以及第四線路 136。請參照圖 1E，藉由預定區域 128 的延伸區 128b 的位置或在第二方向 D2 上的長度 L19 的調整，經由上述移除步驟與圖案轉移之後，除形成第一線路 130 至第四線路 136 之外，第二線路 132 與第三線路 134 可以分別更包括第一凸出部 126a、126b；第一線路 130 與第四線路 136 可以分別更包括第二凸出部 127a、127b。此外，還可更包括兩個孤島 125。之後，請參照圖 3G，進一步形成分別與第一線路 130 至第四線路 136 連接的多個鐳墊 138。鐳墊 138 的材料以及鐳墊 138 的形成方法均與第一實施例相同，於此不再贅述。

【0042】 請同時參照圖 3F、圖 3G 以及圖 4F，在經由上述移除步驟後，所形成的第一線路 130 的末段的端點與所形成的第二線路 132 的末段的端點在第二方向 D2 上具有間隔距離 P4a；所形成的

第三線路 134 的末段的端點與所形成的第四線路 136 的末段的端點在第二方向 D2 上具有間隔距離 P5a。間隔距離 P4a 為連接第一線路 130 之鐳墊 138 與連接第二線路 132 之鐳墊 138 之間的製程容許度。間隔距離 P5a 為連接第三線路 134 之鐳墊 138 與連接第四線路 136 之鐳墊 138 之間的製程容許度。請參照圖 1E，只要藉由增加第一預定區域 128 的底部 128a 在第二方向 D2 上的長度 L17 以及延伸區 128b 在第二方向 D2 上的長度 L19，即可以增加間隔距離 P4a 與間隔距離 P5a。

【0043】請同時參照圖 3F 與 3G，依照本發明的第二實施例所形成的第一線路 130 至第四線路 136 與第一實施例的第一線路 30 至第四線路 36 相似，線路的末段均為階梯狀，階梯的走向、階梯數也相同。在一實施例中，第二線路 132 與第三線路 134 末段也可分別具有第一凸出部 126a。不同點在於，在本第二實施例中，第二線路 132 的末段以及第三線路 134 的末段可以分別具有沿著第二方向 D2 延伸且朝向第一線路 130 以及第四線路 136 凸出的第一凸出部 126a、126b。第一線路 130 的末段以及第四線路 136 的末段還可分別具有沿著第二方向 D2 延伸且朝向第二線路 132 以及第三線路 134 凸出的第二凸出部 127a 與 127b。在第二凸出部 127a 與第二線路 132 之間以及第二凸出部 127a 與第三線路 134 之間分別具有孤島 125。第二凸出部 127a 與 127b 在第二方向 D2 上的長度為 5 nm~50 nm，在第一方向 D1 上的長度為 15 nm~60 nm。在一實施例中，第一凸出部 126a 與 126b 在第二方向 D2 上的長度大

於第二凸出部 127a 在第二方向 D2 上的長度。

【0044】 由於與鐳墊 138 連接的第一線路 130、第二線路 132、第三線路 134、第四線路 136 末段的末端之間隔距離遠大於未與鐳墊 138 連接的第一線路 130、第二線路 132、第三線路 134、第四線路 136 之起始段的端點之間隔距離，而且第一線路 130 至第四線路 136 的末段均呈階梯狀，且第二線路 132、第三線路 134 末段的階梯的走向不同於第一線路 130、第四線路 136 末段的階梯的走向，因此，縱使發生錯誤對準時，不論是在橫向上或是縱向上均可以提供足夠的製程容忍度。

【0045】 綜上所述，本發明藉由形成具有朝向兩側凸出的輔助層的核心層，可在使用較少次數的微影製程的情況下，有效增加線路末端之間隔距離，從而可以降低製造成本以及製程的複雜度。藉由在核心層具有朝向兩側凸出的輔助層，可在橫向上提供足夠的距離，從而可有效提高對線路進行圖案化以及形成鐳墊時的容忍度。此外，若在核心層的延伸方向形成多組具有朝向兩側凸出的輔助層，則除了可提供橫向的製程容忍度之外，在縱向上可提供更大的製程容忍度。

【0046】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0047】

10、110：核心層	30、130：第一線路
12、112：主體層	32、132：第二線路
14、114：末端部	34、134：第三線路
16、116：第一輔助層	36、136：第四線路
18、118：第二輔助層	38、138：鍍墊
20、120：第一間隙壁	118a：第一延伸部
22、122：第二間隙壁	118b：第二延伸部
24、124：第三間隙壁	126、126a、126b：第一凸出部
25、125：孤島	127、127a、127b：第二凸出部
26、26a：第一凸出部	128：第二預定區
28：第一預定區	D1：第一方向
28a、128a：底部區	D2：第二方向
28b、128b：延伸區	L1~L11、L14~L19：長度
29、129：預定區	W1：寬度
P1a~P2a、P23、P3、P4a~P5a、P1b~P2b、P4b~P5b：間隔距離	

申請專利範圍

1. 一種線路佈局之間隙壁自對準四重圖案化的方法，包括：
形成一核心層，該核心層包括：
 - 一主體層，包括一末端部，沿著一第一方向延伸；
 - 一第一輔助層，與該主體層的該末端部連接；以及
 - 兩個第二輔助層，與該第一輔助層的兩側連接，且沿著一第二方向延伸；形成一第一間隙壁，於該核心層的側壁；
移除該核心層；
形成一第二間隙壁與一第三間隙壁，於該第一間隙壁的側壁，該第二間隙壁位於該第三間隙壁之中，且具有對應於該些第二輔助層的兩個第一凸出部；
移除該第一間隙壁；
移除部分該第二間隙壁、以及部分該些第一凸出部，以形成一第一線路以及一第二線路；以及
移除部分該第三間隙壁並進行一圖案轉移製程，以形成一第三線路以及一第四線路，該第一線路與該第二線路位於該第三線路與該第四線路之間。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述的線路佈局之間隙壁自對準四重圖案化的方法，其中移除部分該第二間隙壁、以及部分該些第一凸出部的步驟以及移除部分該第三間隙壁的步驟包括：
移除位於 U 型的一預定區的該第二間隙壁、該第三間隙壁、

以及該些第一凸出部，

其中該預定區涵蓋對應於該第一輔助層底部與下側壁的部分該第二間隙壁及其周圍的部分該第三間隙壁、以及部分該些第一凸出部。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的線路佈局之間隙壁自對準四重圖案化的方法，其中該些第二輔助層包括：

兩個第一延伸部，與該第一輔助層的兩側連接，且沿著該第二方向延伸；以及

兩個第二延伸部，與該第一輔助層的兩側連接，且沿著該第二方向延伸，其中該些第二延伸部位於該第一輔助層的底部。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述的線路佈局之間隙壁自對準四重圖案化的方法，其中該第三間隙壁更具有沿著該第二方向延伸且朝向該第二間隙壁凸出的兩個第二凸出部。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述的線路佈局之間隙壁自對準四重圖案化的方法，其中移除部分該第二間隙壁、以及部分該些第一凸出部的步驟以及移除部分該第三間隙壁的步驟包括：

移除位於 U 型的一預定區的該第二間隙壁、該第三間隙壁、以及該些第二凸出部，

其中該預定區涵蓋對應於該第一輔助層底部與下側壁的部分該第二間隙壁及其周圍的部分該第三間隙壁、以及部分該些第二凸出部，且在該第一方向上延伸至該些第一凸出部的邊緣。

6. 一種線路佈局，包括：

一第一線路、一第二線路、一第三線路以及一第四線路，該第二線路與該第三線路位於該第一線路與該第四線路之間，且該第一線路至該第四線路分別沿著一第一方向延伸，

其中該第二線路的末段以及該第三線路的末段分別具有沿著一第二方向延伸的一第一凸出部，該第二線路的末段的該第一凸出部朝向該第一線路凸出；以及該第三線路的末段的該第一凸出部朝向該第四線路凸出。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述的線路佈局，其中：

該第一線路的末段的端點與該第二線路的末段的端點在該第二方向上的間隔距離大於等於該第一線路的寬度、以及該第一線路的起始段的端點與該第二線路的起始段的端點之間隔距離的總和；以及

該第四線路的末段的端點與該第三線路的末段的端點在該第二方向上的間隔距離大於等於該第四線路的寬度、以及該第四線路起始段的端點與該第三線路起始段的端點之間隔距離的總和。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述的線路佈局，其中：

該第二線路的末段的端點與該第三線路的末段的端點在該第二方向上的間隔距離大於該第一線路的末段的端點與該第二線路的末段的端點在該第二方向上的間隔距離，且大於該第三線路的末段的端點與該第四線路的末段的端點在該第二方向上的間隔距離。

9. 如申請專利範圍第 6 項所述的線路佈局，其中該第一線路

的末段以及該第四線路的末段分別具有沿著該第二方向延伸的兩個第二凸出部，

該第一線路的末段的所述兩個第二凸出部朝向該第二線路凸出；以及

該第四線路的末段的所述兩個第二凸出部朝向該第三線路凸出。

10. 一種線路佈局，包括：

末段均呈階梯狀的一第一線路至一第四線路，該第二線路與該第三線路位於該第一線路與該第四線路之間，其中該第二線路與該第三線路的末段的階梯數少於該第一線路與該第四線路的末段的階梯數。

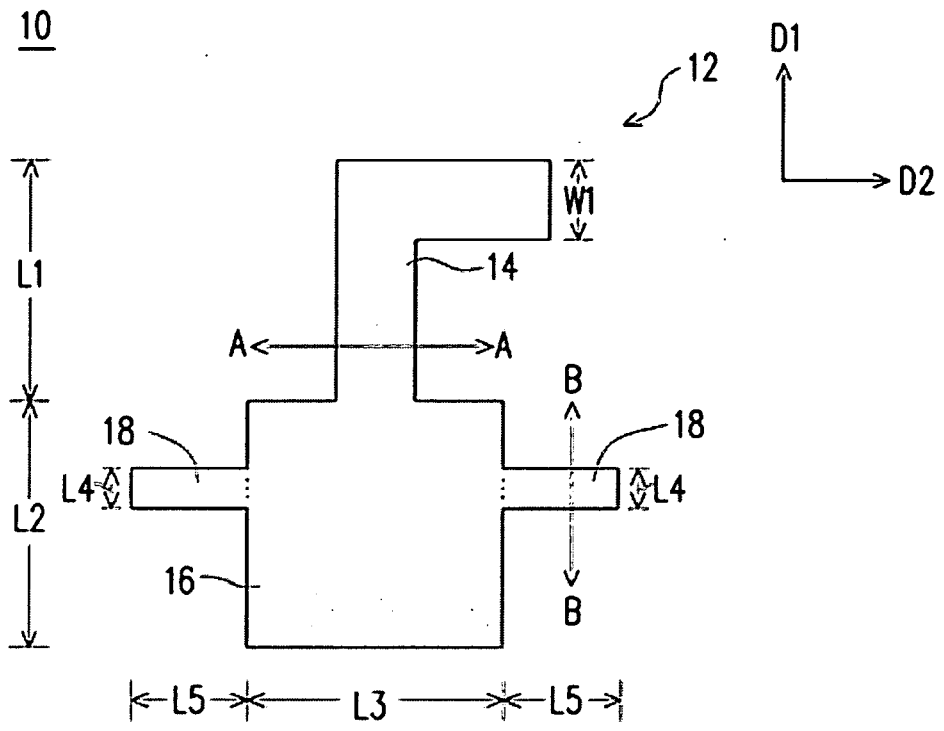
11. 如申請專利範圍第 10 項所述的線路佈局，其中該第一線路末段的階梯和該第二線路末段的階梯的走向相同，且與該第二線路末段的階梯和該第三線路的末段的階梯走向相反。

12. 如申請專利範圍第 10 項所述的線路佈局，其中該第一線路至該第四線路分別沿著一第一方向延伸；

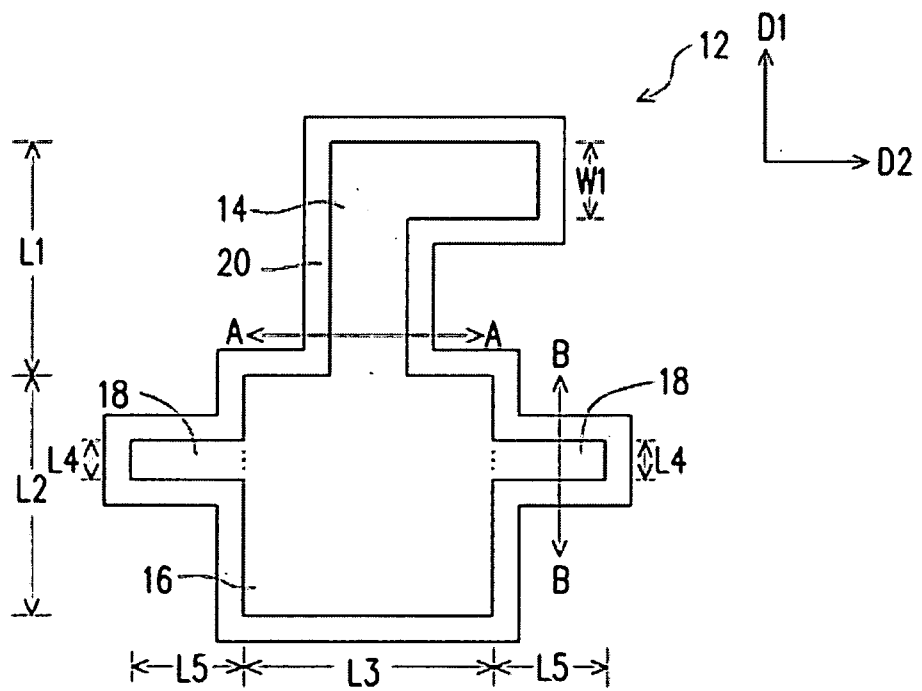
該第二線路的末段以及該第三線路的末段分別具有沿著一第二方向延伸且朝向該第一線路以及該第四線路凸出的兩個第一凸出部；以及

該第一線路的末段以及該第四線路的末段分別具有沿著該第二方向延伸且朝向該第二線路以及該第三線路凸出的兩個第二凸出部。

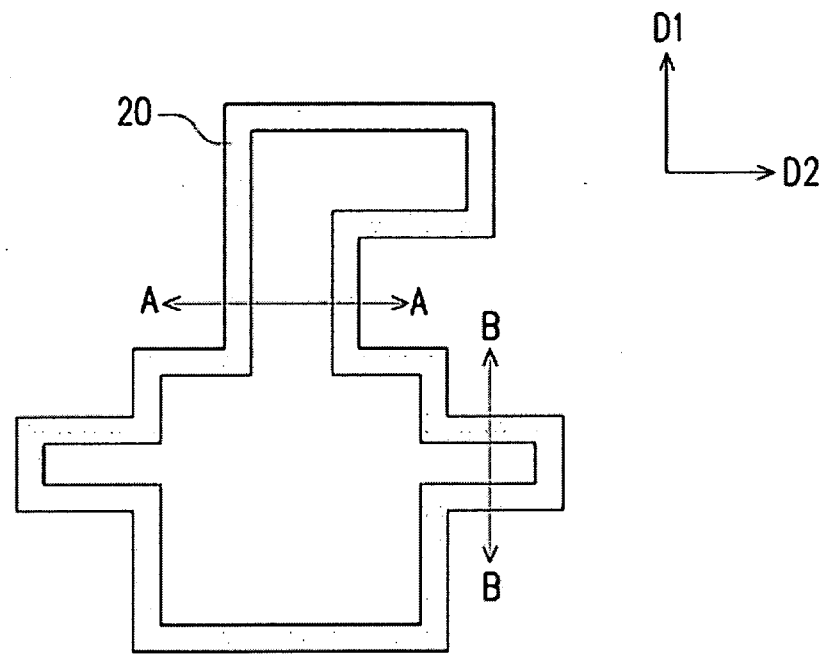
【發明圖式】



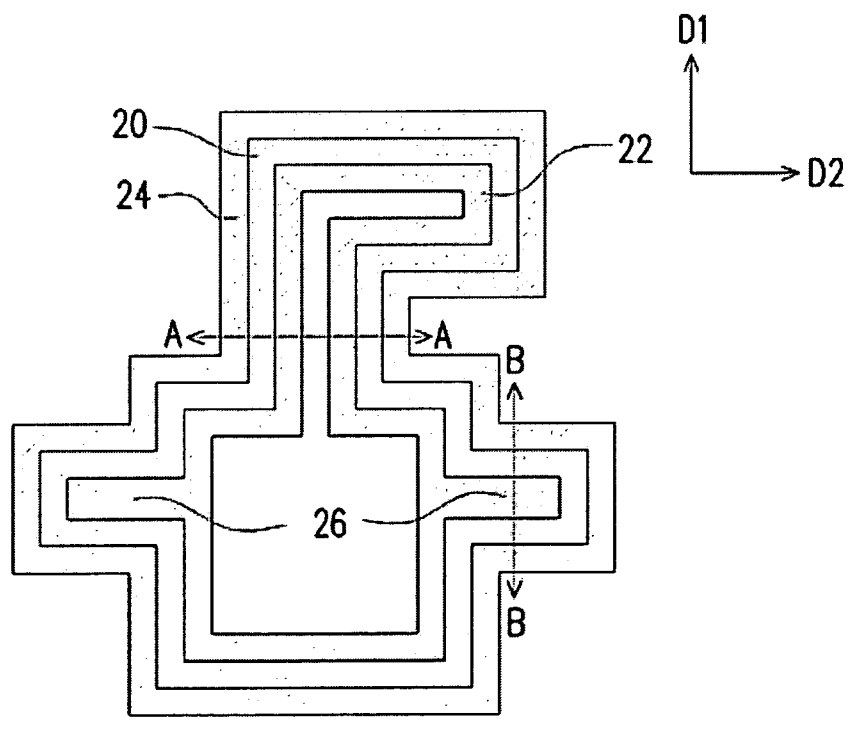
【圖1A】



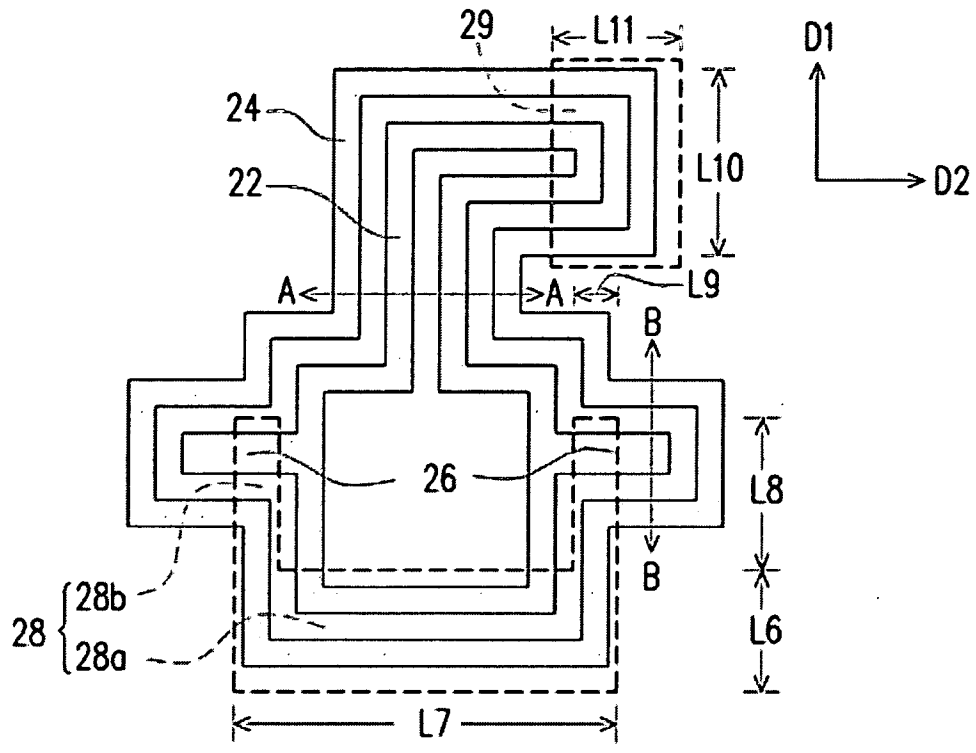
【圖1B】



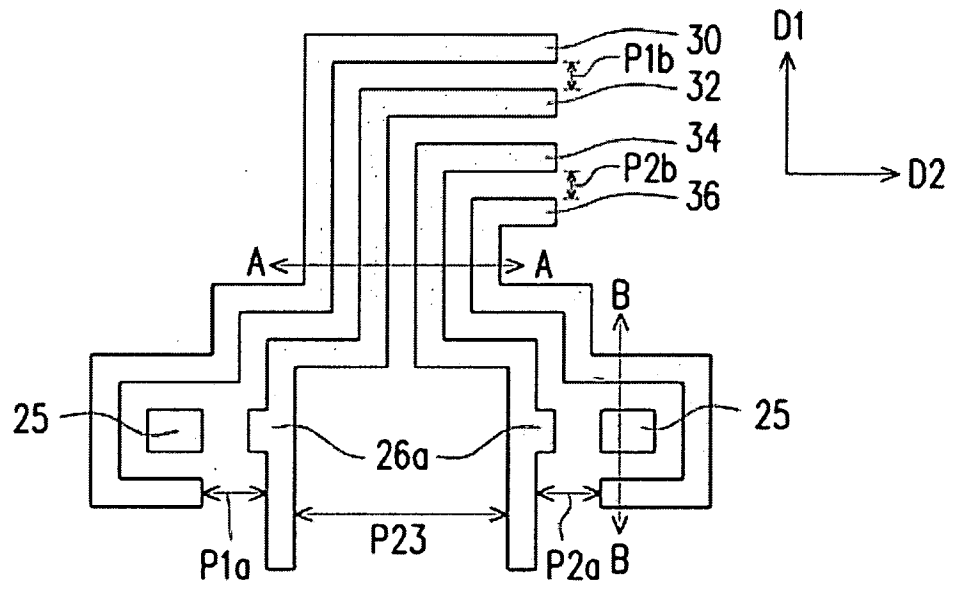
【圖1C】



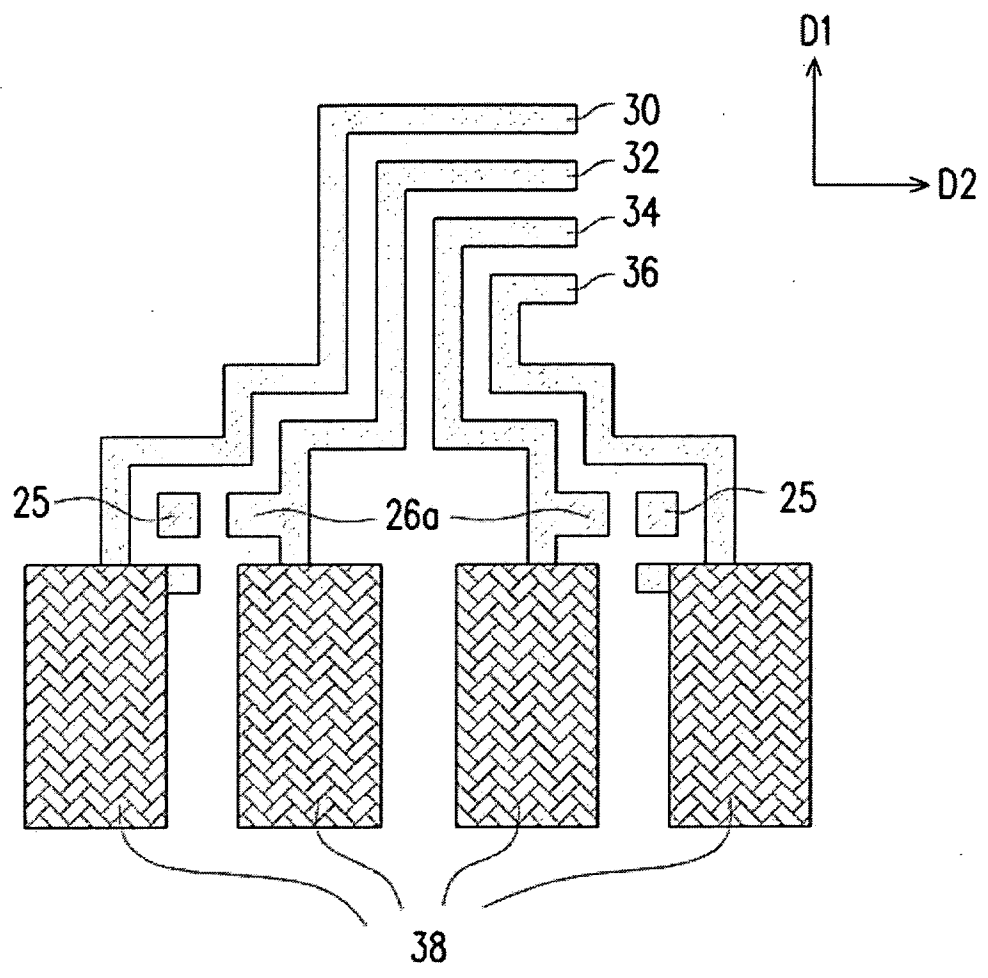
【圖1D】



【圖1E】



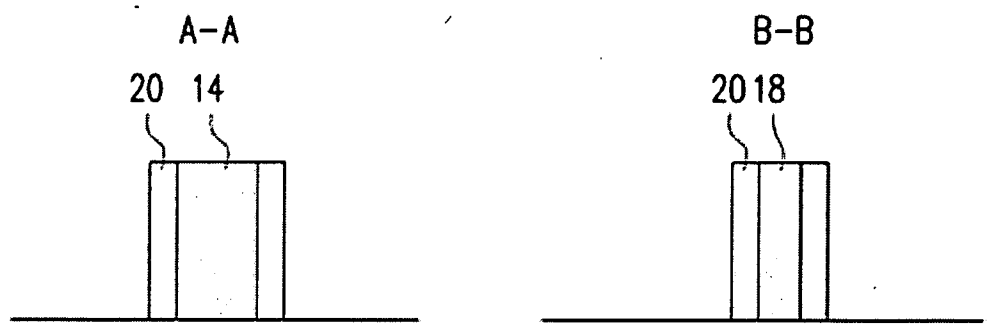
【圖1F】



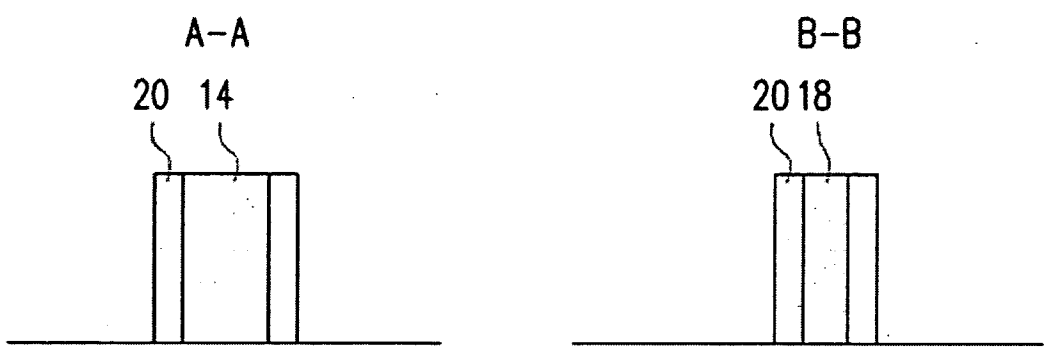
【圖1G】



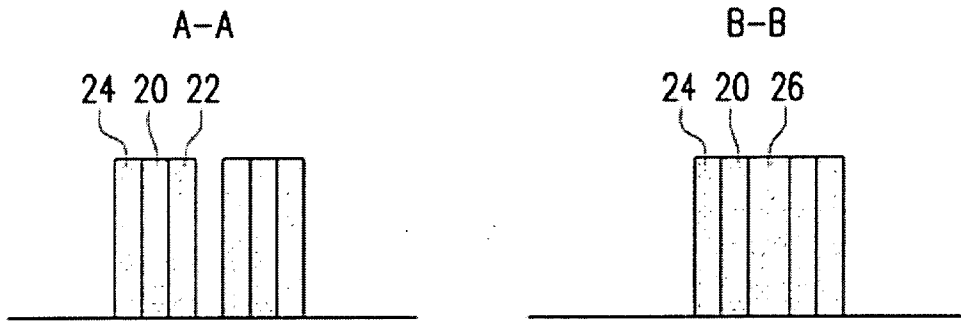
【圖2A】



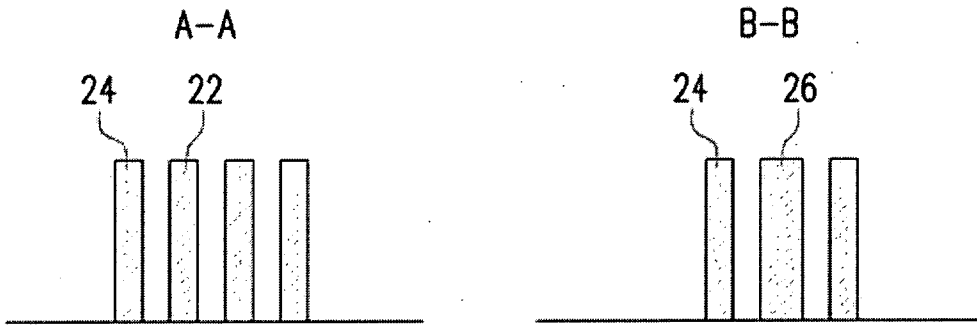
【圖2B】



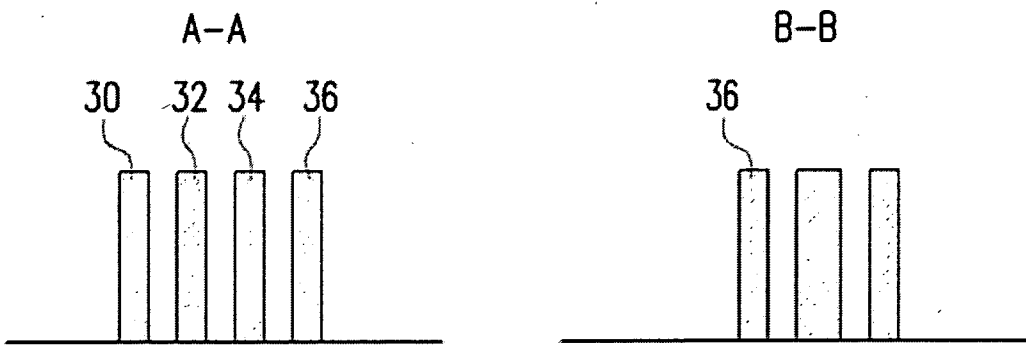
【圖2C】



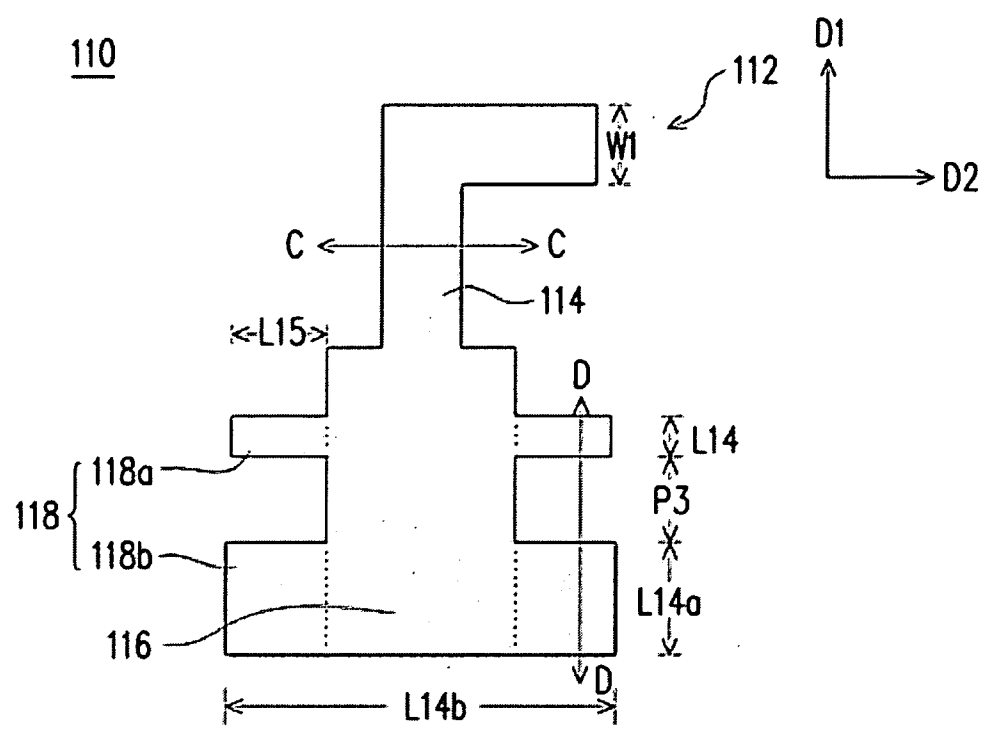
【圖2D】



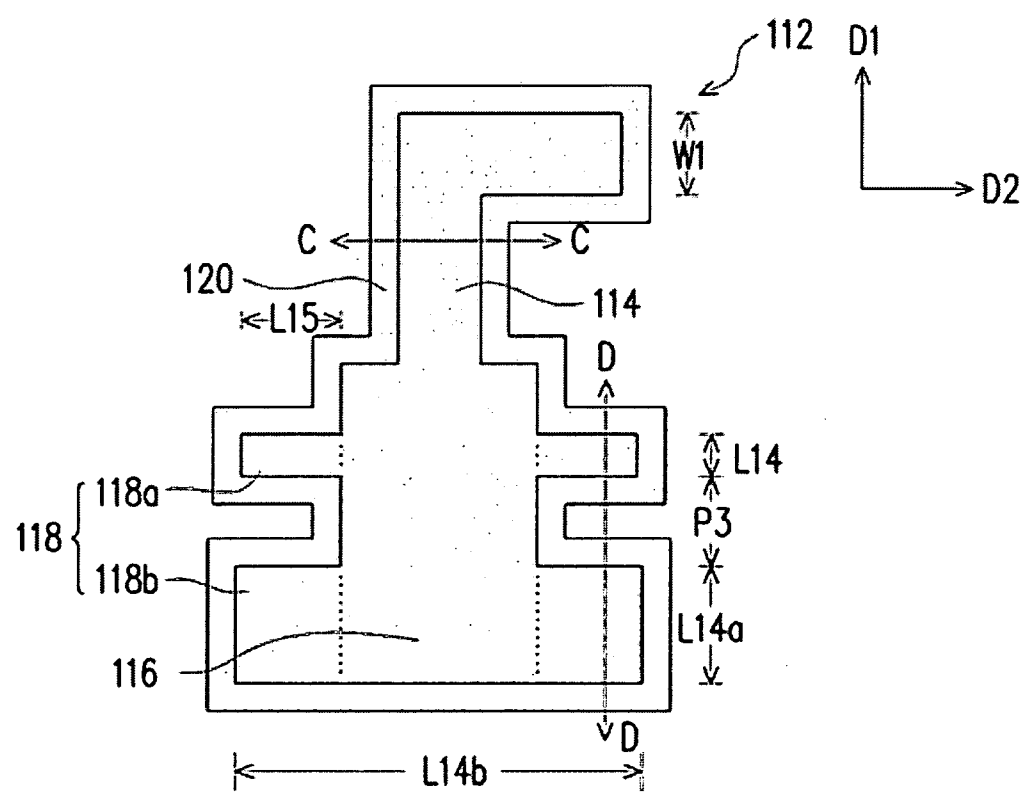
【圖2E】



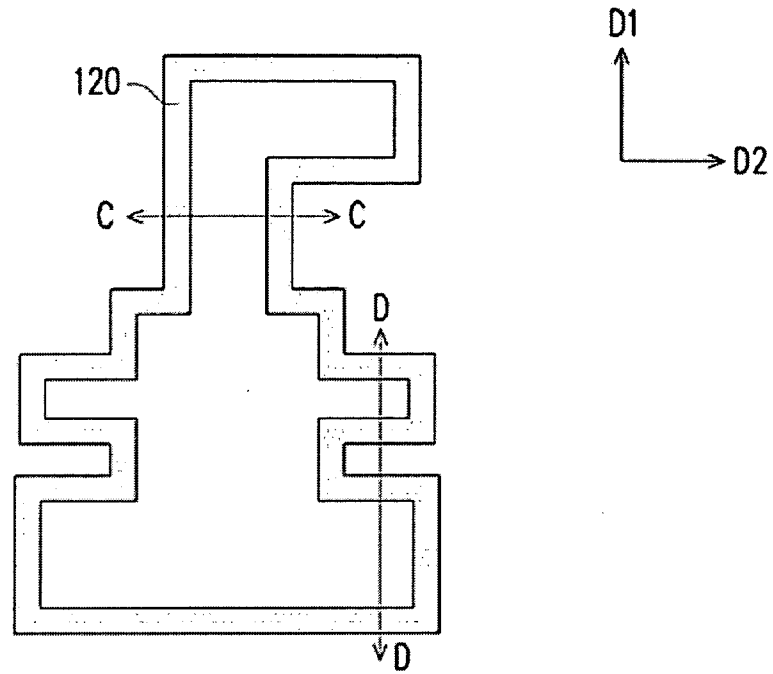
【圖2F】



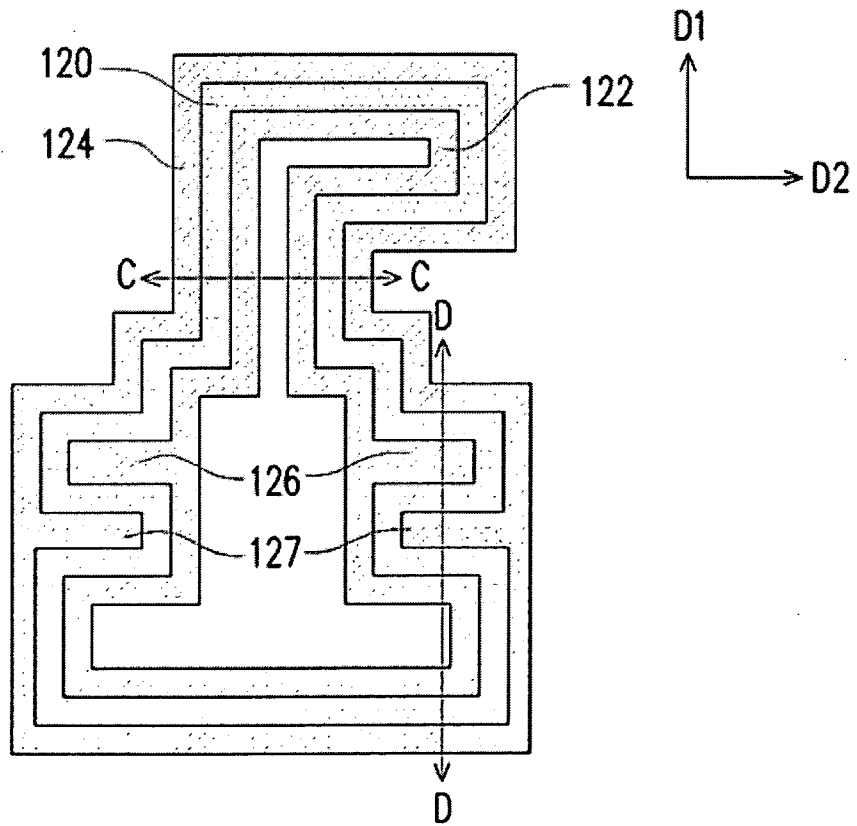
【圖3A】



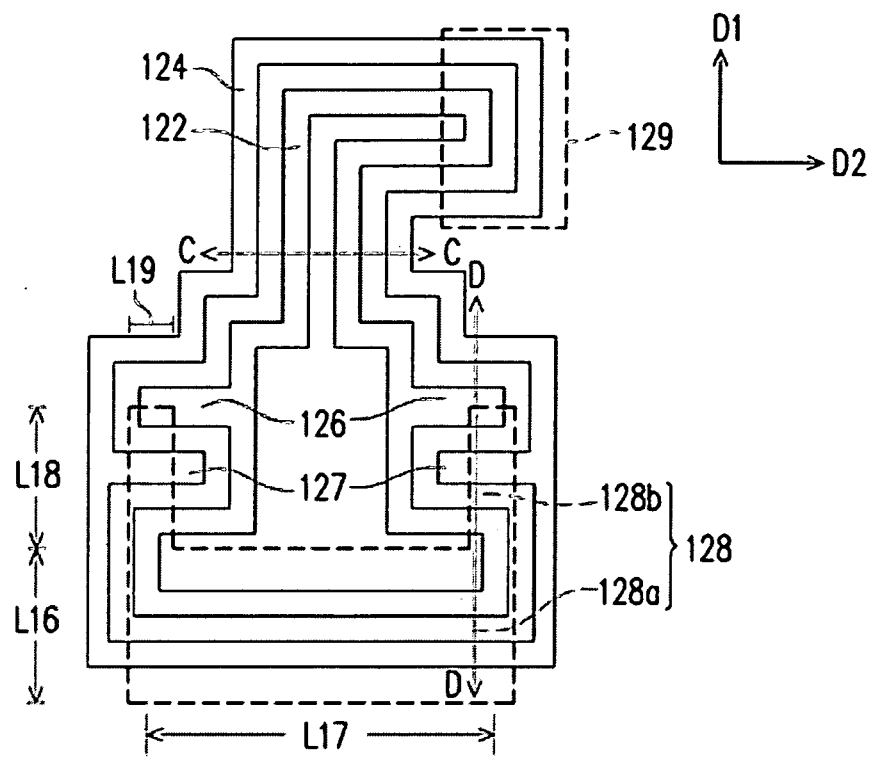
【圖3B】



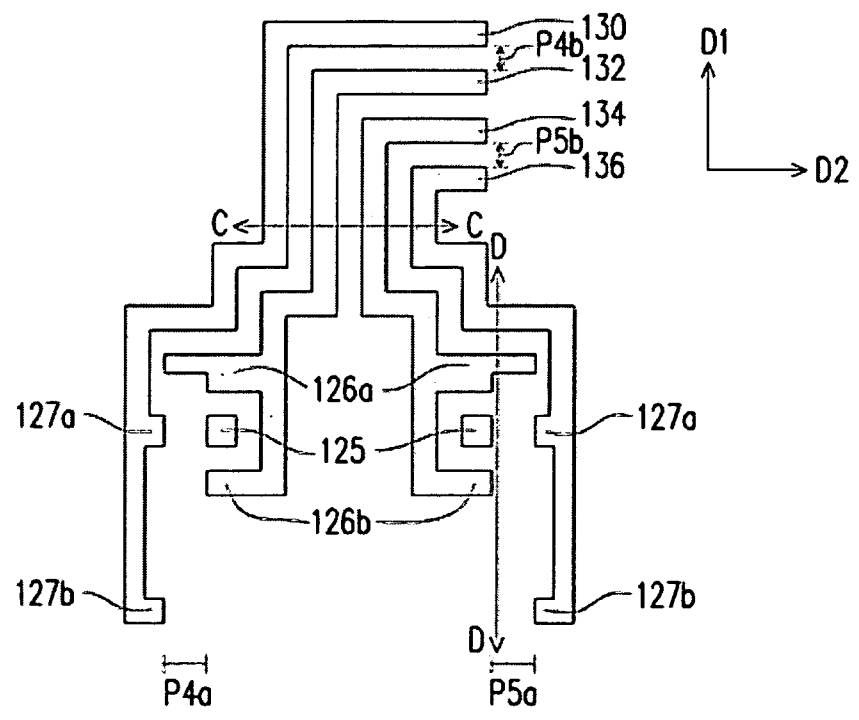
【圖3C】



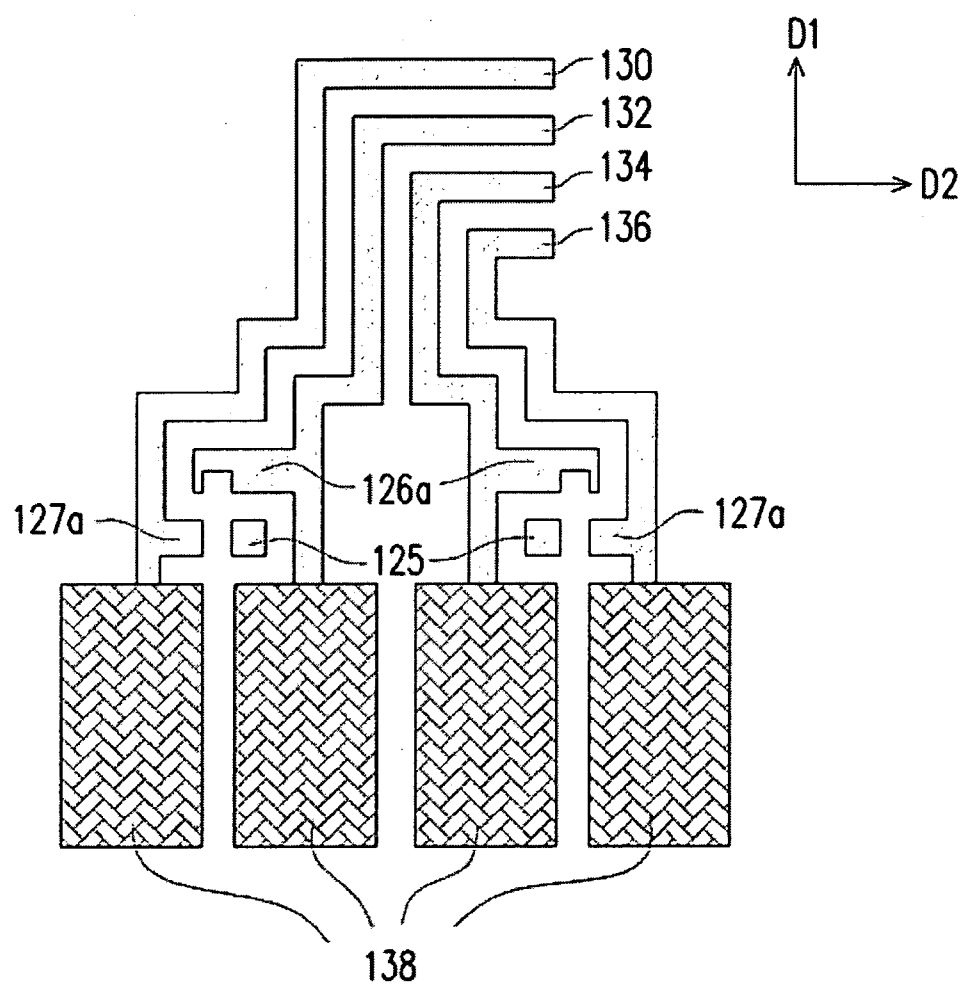
【圖3D】



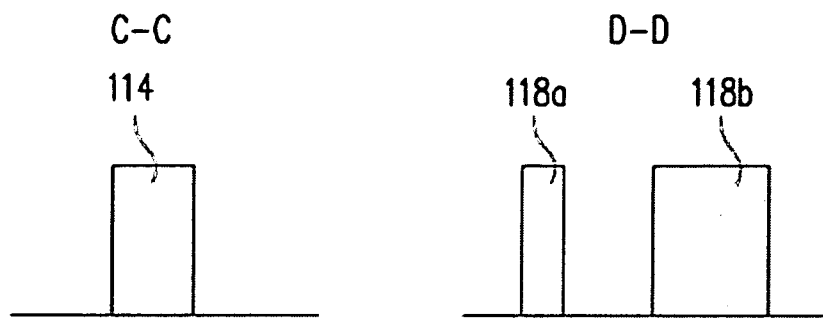
【圖3E】



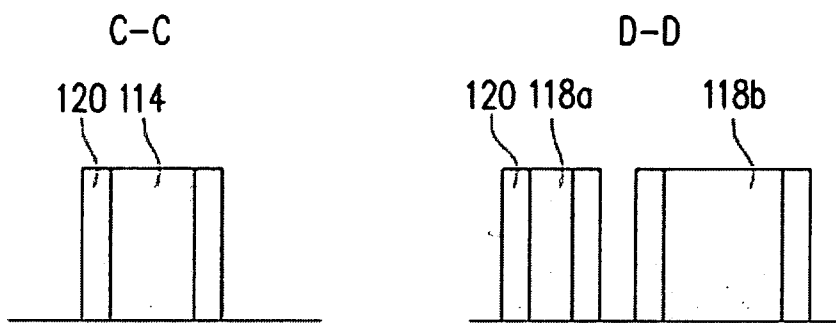
【圖3F】



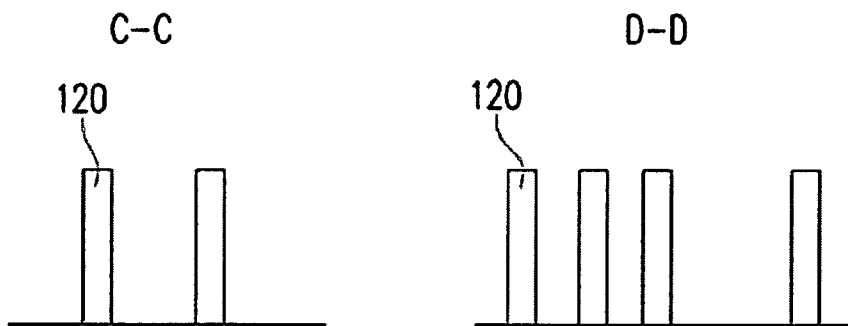
【圖3G】



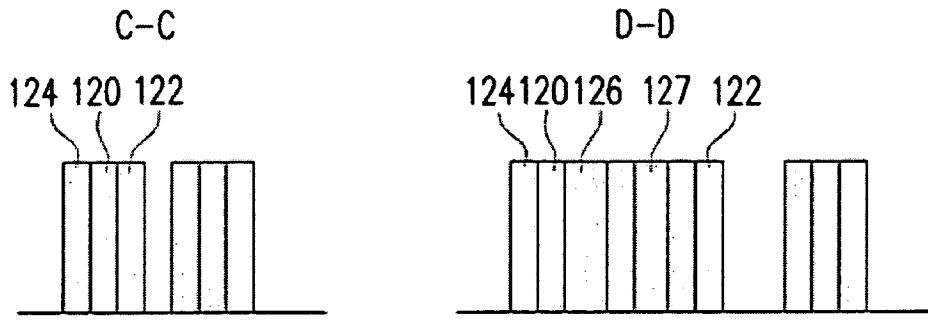
【圖4A】



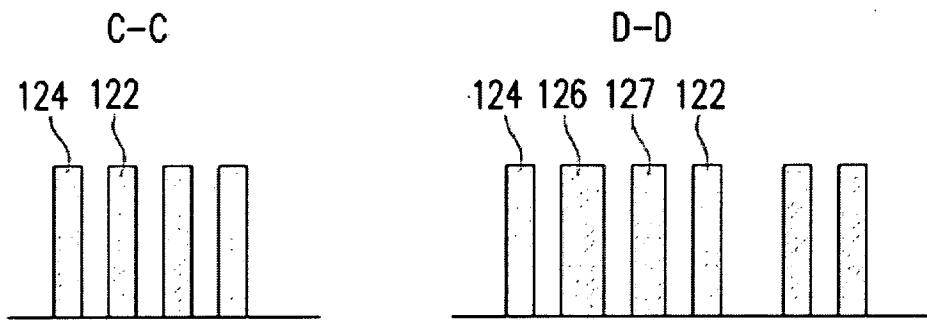
【圖4B】



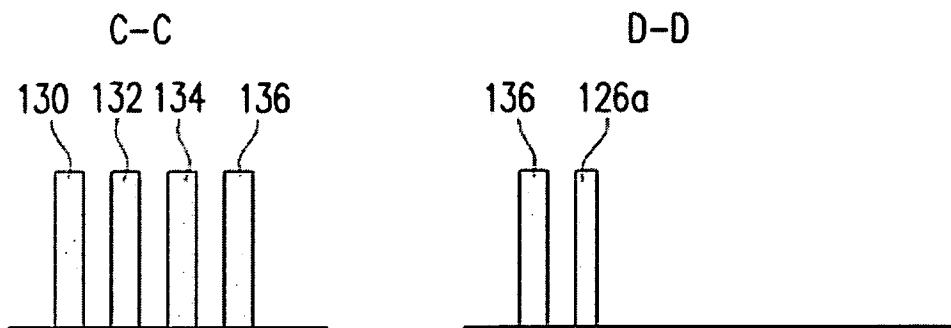
【圖4C】



【圖4D】



【圖4E】



【圖4F】