



(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 I867448 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 12 月 21 日

(21)申請案號：112106730

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 23 日

(51)Int. Cl. : G02B6/13 (2006.01)

G02B6/42 (2006.01)

(30)優先權：2022/03/23 美國

17/701,918

(71)申請人：美商格芯（美國）集成電路科技有限公司（美國）GLOBALFOUNDRIES U.S. INC.
(US)

美國

(72)發明人：卞宇生 BIAN, YUSHENG (CN)

(74)代理人：李宗德

(56)參考文獻：

US 2019/0154919A1

US 2019/0243066A1

審查人員：劉人維

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：14 共 27 頁

(54)名稱

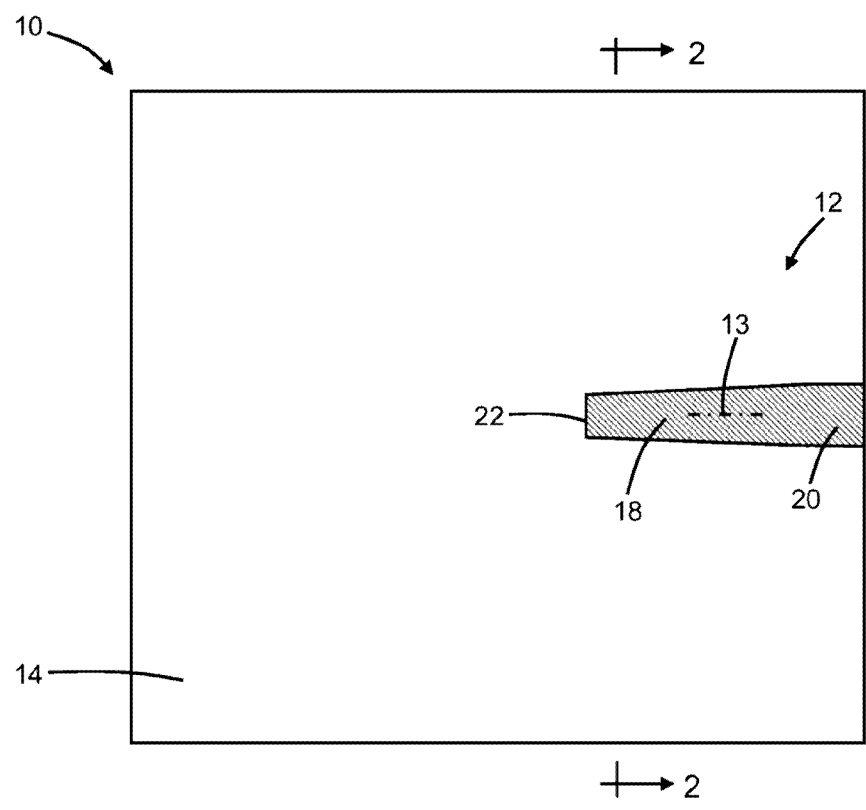
具有連續配置之錐形物的邊緣耦合件

(57)摘要

用於一邊緣耦合器的結構與製造此結構的方法。該結構包括一基板、一第一波導芯、以及一第二波導芯，其定位在該第一波導芯與該基板之間的一垂直方向上。該第二波導芯包括一錐形以及與該錐形相鄰縱向定位的一倒錐形。

Structures for an edge coupler and methods of fabricating such structures. The structure includes a substrate, a first waveguide core, and a second waveguide core positioned in a vertical direction between the first waveguide core and the substrate. The second waveguide core includes a taper and an inverse taper longitudinally positioned adjacent to the taper.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 10: 結構
- 12: 波導芯
- 13: 縱軸
- 14: 介電層
- 18: 倒錐形
- 20: 區段
- 22: 端面

【圖1】



I867448

【發明摘要】

【中文發明名稱】

具有連續配置之錐形物的邊緣耦合件

【英文發明名稱】

EDGE COUPLERS WITH CONSECUTIVELY-ARRANGED TAPERS

【中文】

用於一邊緣耦合器的結構與製造此結構的方法。該結構包括一基板、一第一波導芯、以及一第二波導芯，其定位在該第一波導芯與該基板之間的一垂直方向上。該第二波導芯包括一錐形以及與該錐形相鄰縱向定位的一倒錐形。

【英文】

Structures for an edge coupler and methods of fabricating such structures. The structure includes a substrate, a first waveguide core, and a second waveguide core positioned in a vertical direction between the first waveguide core and the substrate. The second waveguide core includes a taper and an inverse taper longitudinally positioned adjacent to the taper.

【指定代表圖】圖1

【代表圖之符號簡單說明】

10：結構

12：波導芯

13：縱軸

14：介電層

18：倒錐形

20：區段

22：端面

【發明說明書】

【中文發明名稱】

具有連續配置之錐形物的邊緣耦合件

【英文發明名稱】

EDGE COUPLERS WITH CONSECUTIVELY-ARRANGED TAPERS

【技術領域】

【0001】 本揭露有關於光子晶片，且特別是有關於用於一邊緣耦合器的結構與製造此結構的方法。

【先前技術】

【0002】 光子晶片用於許多應用和系統，包括但不限於資料通訊系統和資料計算系統。光子晶片將諸如波導、光電偵測器、調變器和光功率分配器等光學組件以及諸如場效電晶體等電子組件整合到一個統一的平台中。在其他因素中，佈局面積、成本和操作開銷可以通過將兩種類型的組件整合在同一晶片上來減少。

【0003】 邊緣耦合器，也稱為光斑尺寸轉換器，通常用於將來自光源（例如雷射或光纖）的已知模式之光耦合到光子晶片上的光學組件。邊緣耦合器可包括一段波導芯，其界定具有尖端的倒錐形。在邊緣耦合器結構中，倒錐形的窄端在靠近光源的尖端處提供一個切面，並且該倒錐形的寬端連接到該波導芯的另一區段，將光路由到光子晶片的光學組件。

【0004】 當光從光源傳輸到邊緣耦合器時，倒錐形逐漸變化的剖面積支援與模式轉換相關的模式轉換和模式尺寸變化。倒錐形的尖端無法完全侷限從光源接收到的入射模式，因為尖端的剖面積遠小於模式尺寸。因此，很大比例入

射模式的電磁場分佈在倒錐形的尖端周圍。隨著其寬度增加，倒錐形可支援整個入射模式並侷限電磁場。

【0005】 傳統的邊緣耦合器在使用期間可能容易受到光到基板的顯著洩漏損失之影響。該洩漏損耗可能包括大模式尺寸與邊緣耦合器尖端的小尺寸間之失配。當橫向磁極化模式的光從單模光纖耦合到氮化矽波導芯時，洩漏損耗可能特別高。

【0006】 因此需要用於邊緣耦合器的改良結構以及製造這種結構之方法。

【發明內容】

【0007】 在本發明一實施例中，提供用於一邊緣耦合器的一結構。該結構包括一基板、一第一波導芯、以及一第二波導芯，其定位在該第一波導芯與該基板之間的一垂直方向上。該第二波導芯包括一錐形以及與該錐形相鄰縱向定位的一倒錐形。

【0008】 在本發明一實施例中，提供形成用於一邊緣耦合器的一結構的方法。該方法包括形成一第一波導芯；以及形成一第二波導芯，其定位在該第一波導芯與一基板之間的一垂直方向上。該第二波導芯包括一錐形以及與該錐形相鄰縱向定位的一倒錐形。

【圖式簡單說明】

【0009】 包含在本說明書中並構成本說明書的一部分的附圖說明了本發明的各種實施例，並且與上述對於本發明的一般描述和下述實施例的詳細描述一起用於解釋本發明的實施例。在附圖中，相同的附圖標號表示各個圖式中的相同特徵。

【0010】 圖1為根據本發明具體實施例在製程方法的初始製造階段上結構之俯視圖。

【0011】 圖2為大體上採取沿著圖1之線2-2的剖視圖。

【0012】圖3為在接續圖1之製程方法的製造階段的結構的俯視圖。

【0013】圖4為大體上採取沿著圖3之線4-4的剖視圖。

【0014】圖5為在接續圖3之製程方法的製造階段的結構的俯視圖。

【0015】圖6為大體上採取沿著圖5之線6-6的剖視圖。

【0016】圖7為在接續圖5之製程方法的製造階段的結構的俯視圖。

【0017】圖8為大體上採取沿著圖7之線8-8的剖視圖。

【0018】圖9為根據本發明另外實施例之結構的俯視圖。

【0019】圖10為根據本發明另外實施例之結構的俯視圖。

【0020】圖11為根據本發明另外實施例之製程方法的製造階段的結構的俯視圖。

【0021】圖12為大體上採取沿著圖11之線12-12的剖視圖。

【0022】圖13為在接續圖12之製程方法的製造階段的結構的剖視圖。

【0023】圖14為根據本發明另外實施例之結構的剖視圖。

【實施方式】

【0024】參考圖1、圖2並根據本發明的具體實施例，用於邊緣耦合器的結構10包括位於一介電層14和一基板16上方的波導芯12。在一個具體實施例中，介電層14可由諸如二氧化矽的介電材料構成，並且基板16可由諸如單晶矽的半導體材料構成。在一個具體實施例中，介電層14可為絕緣體上矽基板的掩埋氧化物層，並且介電層14可將波導芯12與基板16分開。在替代具體實施例中，由諸如二氧化矽的介電材料組成之額外介電層可位於介電層14與波導芯12之間。

【0025】波導芯12可沿縱軸13對齊。波導芯12可包括倒錐形18、連接到倒錐形18的區段20和終止倒錐形18的端面22。倒錐形是指波導芯的錐形部分，其特徵在於寬度沿模式傳播方向逐漸增加。就此而言，倒錐形18的寬度隨著沿縱軸13距端面22的距離增加而增加。波導芯12的區段20可連接到其他光學組件。

【0026】波導芯12可由折射率大於二氧化矽的折射率之介電材料構成，例如氮化矽。在替代具體實施例中，波導芯12可由氮氧化矽構成。在一個具體實施例中，波導芯12可通過化學氣相沉積，在介電層14上沉積一層其組成材料，並通過微影和蝕刻處理圖案化該已沉積層來形成。

【0027】請參閱圖3、圖4，其中相同參考編號代表圖1、圖2內相同部件並且在後續製程階段上，介電層24形成於波導芯12之上。介電材料24可由一介電材料，例如二氧化矽來構成。波導芯12嵌入介電層24中，因為介電層24比波導芯12的高度還要厚。介電層24的厚度和波導芯12的高度可為可調變量，構成介電層24的介電材料可具有比構成波導芯12的介電材料低之折射率。

【0028】多錐形波導芯26形成於介電層24上。波導芯26可包括區段28、倒錐形30以及可通過倒錐形30連接到區段28的錐形32。區段28具有終止波導芯26的端面29，並且錐形32另具有終止波導芯26的端面33。波導芯26的寬度W1在其端面29與端面33之間的總長度上變化。區段28可具有長度L1並且寬度W1可在長度L1之上恆定，倒錐形30可具有長度L2並且寬度W1可隨與區段28的距離增加而在長度L2之上增加，並且錐形32可具有長度L3並且寬度W1可隨與區段28的距離增加而在長度L3之上減小。相對端面29、33之間波導芯26的總長度可等於長度L1、長度L2和長度L3之和。

【0029】波導芯26可由折射率大於二氧化矽的折射率之介電材料構成，例如矽碳氮化物或氮化矽碳氮化物。在替代具體實施例中，波導芯26可由氮化矽或氮氧化矽構成。在一個具體實施例中，波導芯26可通過化學氣相沉積，在介電層24上沉積一層其組成材料，並通過微影和蝕刻處理圖案化該已沉積層來形成。在替代具體實施例中，平板層可在其整個長度或部分長度上連接到波導芯26的下部。該平板層可在波導芯26圖案化時形成，其位於介電層24上，具有厚度小於波導芯26的厚度。

【0030】波導芯26可沿縱軸25對齊。倒錐形30縱向定位成與錐形32相鄰，使得背靠背或連續錐形設置為波導芯26的錐形區段。在一個具體實施例中，倒

錐形30可鄰接（即附接）到錐形32。倒錐形30沿著縱軸25在與錐形32的錐形相反的方向上逐漸錐形化。在一個具體實施例中，波導芯26的縱軸25可平行對準波導芯12的縱軸13。

【0031】波導芯12在垂直方向上位於波導芯26的一部分與基板16之間。在一個具體實施例中，基板16可為波導芯12下方的固體。在一個具體實施例中，波導芯26的錐形32可與波導芯12的倒錐形18部分重疊。在一個具體實施例中，波導芯26的錐形32和波導芯12的倒錐形18可具有相同長度。在一個具體實施例中，波導芯26的錐形32可與波導芯12的倒錐形18部分重疊，並且波導芯26的錐形32和波導芯12的倒錐形18可具有相等長度。在一個具體實施例中，波導芯26的錐形32可在波導芯12的倒錐形18之上置中。在一個具體實施例中，波導芯26的倒錐形30可與波導芯12具有非部分重疊關係。在一個具體實施例中，波導芯12的倒錐形18可加長，使得波導芯12的端面22與波導芯28的端面29對準，這導致區段28、倒錐形30、錐形32與波導芯12部分重疊。

【0032】參考圖5、圖6，其中相同的參考編號代表圖3、圖4中相同的部件，並且在隨後的製造階段，可在介電層24和波導芯26之上形成後端線堆疊31的介電層34、36。波導芯26內嵌於介電層34內。介電層34、36可由介電材料組成，例如二氧化矽、原矽酸四乙酯二氧化矽或氟化原矽酸四乙酯二氧化矽。

【0033】邊緣耦合器可包括額外的波導芯38、40、42，其形成於波導芯26上方的後端線堆疊31的位準中。波導芯38、40、42在介電層36上具有橫向間隔的並列配置。波導芯38、40、42可由折射率大於二氧化矽的折射率之介電材料構成，例如氮化矽。在一個具體實施例中，波導芯38、40、42可通過化學氣相沉積，在介電層34上沉積一層其組成材料，並通過微影和蝕刻處理圖案化該已沉積層來形成。在一個具體實施例中，波導芯38、40、42可由與波導芯26不同的介電材料構成。在一個具體實施例中，波導芯38、40、42可由在其成分中不含碳的介電材料構成。

【0034】每一波導芯38、40、42可沿縱軸35對齊。波導芯38可在相對端39處截斷，以限定波導芯38的長度，波導芯40可在相對端41處截斷，以限定波導芯40的長度，並且波導芯40可在相對端43處截斷，以限定波導芯38的長度。波導芯40橫向位於波導芯38與波導芯42之間，波導芯40可與波導芯26部分重疊。在一個具體實施例中，波導芯38、40、42可相對於波導芯26以對稱配置橫向定位。

【0035】在替代具體實施例中，周邊波導芯38可遠離中心波導芯40彎曲，使得波導芯38和波導芯40之間的距離隨著距波導芯12的距離減小而增加，並且周邊波導芯42可在與波導芯38相反的曲率方向上遠離中心波導芯40彎曲，使得波導芯42和波導芯40之間的距離隨與波導芯12的距離減小而增加。

【0036】參考圖7、圖8，其中相同的參考編號代表圖5、圖6中相同的部件，並且在隨後的製造階段，可在波導芯38、40、42之上形成後端線堆疊31的介電層44、46。介電層44、46可由介電材料組成，例如二氧化矽、原矽酸四乙酯二氧化矽或氟化原矽酸四乙酯二氧化矽。波導芯38、40、42內嵌於介電層44內。

【0037】邊緣耦合器可包括波導芯48，其形成於波導芯38、40、42上方的後端線堆疊(back-end-of-line stack)31的位準中。在一個具體實施例中，波導芯48可與波導芯40部分重疊。波導芯48可沿縱軸45對齊。在一個具體實施例中，波導芯48的縱軸45可平行對準波導芯38、40、42的縱軸35。波導芯48可在相對端49處截斷，使得波導芯48具有一定長度。在一個具體實施例中，波導芯48和波導芯40可具有相等或基本相等的長度。在替代具體實施例中，波導芯48的長度可比波導芯40的長度還要短。

【0038】波導芯48可由折射率大於二氧化矽的折射率之介電材料構成，例如氮化矽。在一個具體實施例中，波導芯48可通過化學氣相沉積，在介電層46上沉積一層其組成材料，並通過微影和蝕刻處理圖案化該已沉積層來形成。在一個具體實施例中，波導芯48可由與波導芯38、40、42相同的介電材料構成。

在一個具體實施例中，波導芯48可由與波導芯26不同的介電材料構成。在一個具體實施例中，波導芯38、40、42可由在其成分中不含碳的介電材料構成。

【0039】在替代具體實施例中，邊緣耦合器可在包括波導芯48的位準中包括額外的波導芯。在替代具體實施例中，邊緣耦合器可在包括波導芯38、40、42的位準中包括額外的波導芯。在替代具體實施例中，一對波導芯38、40、42可去除，同時在包括波導芯48的層級中添加額外的波導芯。

【0040】可在波導芯48上方形成後端線堆疊31的額外介電質層56（以虛線示意性示出），包括提供防潮層的介電層56。

【0041】光（例如，雷射光）可在模式傳播方向51上從光源50導向邊緣耦合器。光可具有已知波長、強度、模式形狀和模式尺寸，並且邊緣耦合器可提供光斑尺寸轉換給光。在一個具體實施例中，光源50可為位於邊緣耦合器鄰近的單模光纖。在替代具體實施例中，光源50可為半導體雷射，並且半導體雷射可附接在形成於基板16中的空腔內。

【0042】結構10，在本文描述的其任何具體實施例中，可整合到包括電子組件和額外光學組件的光子晶片。例如，電子組件可包括通過CMOS處理製造的場效電晶體。

【0043】結構10的多錐形波導芯26可具有減少從洩漏到基板16的轉換和傳播損失之作用，即使在邊緣耦合器下方的基板16中不存在底切的情況下。由波導芯26提供的耦合或洩漏損耗減少可允許消除作為洩漏損耗測量的底切，並且可在邊緣耦合器下方產生無底切的固體基板16。消除底切簡化用於形成邊緣耦合器的處理流程，以及由於去除介電層14下方的一部分基板16，並因此消除邊緣耦合器下方的支撐部分而導致的潛在機械問題。

【0044】包括波導芯26的邊緣耦合器之部件另可在於更快的模式轉換，以及以更少的模式波動為特徵之模式轉換。包括波導芯26的結構10也可促進減少邊緣耦合器的佔地面積。此外，橫向電偏振模式和橫向磁偏振模式的光之耦合損耗可基本上相等，使得耦合損耗基本上與偏振模式無關。

【0045】 參考圖9並根據本發明的替代具體實施例，多錐形波導芯26可修改為包括分別代替倒錐形30和錐形32的錐形60和倒錐形62，從而改變波導芯26的錐形變化。錐形60將倒錐形62連接到區段28。倒錐形62具有終止波導芯26的端面63。波導芯26的寬度W1在其端面29與端面33之間的總長度上變化。錐形60可具有長度L2並且寬度W1可隨與區段28的距離增加而在長度L2之上減少，並且倒錐形62可具有長度L3並且寬度W1可隨與區段28的距離增加而在長度L3之上增加。

【0046】 倒錐形62縱向定位成與錐形60相鄰，使得背靠背或連續錐形設置為波導芯26的區段。在一個具體實施例中，倒錐形62可鄰接到錐形60。倒錐形62沿著縱軸25在與錐形60的錐形相反的方向上逐漸錐形化。在一個具體實施例中，波導芯26的倒錐形62可與波導芯12的倒錐形18部分重疊。在一個具體實施例中，波導芯26的倒錐形62和波導芯12的倒錐形18可具有相同長度。在一個具體實施例中，波導芯26的倒錐形62可與波導芯12的倒錐形18部分重疊，並且波導芯26的倒錐形62和波導芯12的倒錐形18可具有相等長度。在一個具體實施例中，波導芯26的倒錐形62可在波導芯12的倒錐形18之上置中。在一個具體實施例中，波導芯26的倒錐形62和波導芯12的倒錐形18可具有不同的錐角。例如，倒錐形62的錐角可大於倒錐形18的錐角。

【0047】 通過分別用錐形60和倒錐形62替換倒錐形30和錐形32來反轉連續錐形的錐形變化，可允許改變光模式轉換。

【0048】 參考圖10並根據本發明的替代具體實施例，多錐形波導芯26可修改為新增類似於倒錐形30的倒錐形64和類似於錐形32的錐形66，作為界定波導芯26的區段之連續配置錐形。錐形66具有與端面29相對的端面65，其終止已改良的波導芯26。錐形66可鄰接倒錐形64，倒錐形64可鄰接錐形32，並且錐形66可通過倒錐形64連接到錐形32。倒錐形64沿縱軸25的錐形變化在方向上與錐形66的錐形變化相反。在一個具體實施例中，波導芯26的倒錐形64和錐形66可與

波導芯12的區段20部分重疊。在一個具體實施例中，波導芯26的倒錐形64和錐形66可在波導芯12的區段20上方置中。

【0049】 在一個具體實施例中，倒錐形64和錐形66可與倒錐形30和錐形32同時形成。在一個具體實施例中，倒錐形64和錐形66可由與倒錐形30和錐形32相同的介電材料構成。

【0050】 參考圖11、圖12並根據本發明的替代具體實施例，介電層78可形成於波導芯26上方。介電層78可由一介電材料，例如二氧化矽來構成。波導芯26嵌入介電層78中，因為介電層78比波導芯26的高度還要厚。介電層78的厚度和波導芯26的高度可為可調變量，構成介電層78的介電材料可具有比構成波導芯26的材料低之折射率。

【0051】 波導芯80可添加到結構10，並且可定位在包括波導芯26的層和包括波導芯38、40、42的層間之後端線堆疊31的層中。波導芯80可包括區段68、倒錐形70以及可通過倒錐形70連接到區段68的錐形72。區段68具有終止波導芯80的端面69，並且錐形72另具有終止波導芯80的端面73。波導芯80的寬度 W_2 在其端面69與端面73之間的總長度上變化。區段68可具有長度 L_4 並且寬度 W_2 可在長度 L_4 之上恆定，倒錐形70可具有長度 L_5 並且寬度 W_2 可隨與區段68的距離增加而在長度 L_5 之上增加，並且錐形72可具有長度 L_6 並且寬度 W_2 可隨與區段68的距離增加而在長度 L_6 之上減小。波導芯80的總長度可等於長度 L_4 、長度 L_5 和長度 L_6 之和。在一個具體實施例中，各個長度 L_4 、 L_5 、 L_6 可分別等於或基本上等於波導芯26的各個長度 L_1 、 L_2 、 L_3 。

【0052】 波導芯80可由折射率大於二氧化矽的折射率之介電材料構成，例如矽碳氮化物或氫化矽碳氮化物。在一個具體實施例中，波導芯80可通過化學氣相沉積，在介電層78上沉積一層其組成材料，並通過微影和蝕刻處理圖案化該已沉積層來形成。在替代具體實施例中，波導芯80可由氮化矽或氮氧化矽構成。在一個具體實施例中，波導芯26和波導芯80可由相同的介電材料構成。

【0053】 倒錐形70縱向定位成與錐形72相鄰，使得背靠背或連續錐形設置為波導芯80的區段。在一個具體實施例中，倒錐形70可鄰接到錐形72。波導芯80可沿縱軸75對齊。倒錐形70沿縱軸75的錐形變化在方向上與錐形72的錐形變化相反。在一個具體實施例中，縱軸75可平行對準波導芯26的縱軸25。

【0054】 在一個具體實施例中，波導芯80的錐形72可與波導芯26的錐形32部分重疊，並且錐形32、72可與波導芯12的倒錐形18部分重疊。在一個具體實施例中，錐形32、72和波導芯12的倒錐形18可具有相同長度。在一個具體實施例中，波導芯80的區段68可與波導芯26的區段28部分重疊，並且波導芯80的倒錐形70可與波導芯26的倒錐形30部分重疊。在一個具體實施例中，波導芯80的錐形72可在波導芯26的錐形32之上置中。

【0055】 請參考圖13，其中相同的參考編號代表圖12中的相同部件，並且在隨後的製造階段，處理如上所述繼續，以完成包括已添加波導芯80的結構10。

【0056】 參考圖14並根據本發明的替代具體實施例，底切76可形成於波導芯12底下的基板16中。底切76可通過構圖穿透介電層14的引導開口，然後使用以橫向和垂直蝕刻分量為特徵的非等向性蝕刻處理，以引導開口提供通路來蝕刻基板16。底切76可進一步減少到基板16的洩漏損失。

【0057】 上述方法用於積體電路晶片的製造。所得積體電路晶片可以由製造商以原始晶圓形式（例如，作為具有多個未封裝晶片的單個晶圓）、作為裸晶片或以封裝形式分發。該晶片可以與其他晶片、離散電路元件和/或其他信號處理設備整合，作為中間產品或最終產品的一部分。最終產品可以是任何包含積體電路晶片的產品，例如具有中央處理器的電腦產品或智慧手機。

【0058】 本文中對用近似語言修飾的術語的引用，例如「大約」、「近似」和「基本上」，不限於指定的精確值。近似值的語言可以對應於用於測量值的儀器的精度，並且除非另外依賴於儀器的精度，否則可表示規定值範圍的正負10%。

【0059】本文中對諸如「垂直」、「水平」等術語的引用是通過示例而非限制的方式來建立參考框架。本文所用的術語「水平」被定義平面，其平行於半導體基板的常規平面，而不管實際的三維空間指向。術語「垂直」和「法線」指的是垂直於水平的方向，如剛才定義的那樣。術語「橫向」是指水平面內的方向。

【0060】「連接」或「耦合」到另一個構件或與另一個構件「連接」或「耦合」的構件可以直接連接或耦合到另一個構件或與另一個構件「連接」或「耦合」。或者替代地，可以存在一個或多個中間構件。如果不存在中間構件，則構件可以「直接連接」或「直接耦合」到另一個構件或與另一個構件「直接連接」或「直接耦合」。如果存在至少一個中間構件，則構件可以「間接連接」或「間接耦合」到另一構件或與另一構件「間接連接」或「間接耦合」。「在」另一個構件上或「接觸」另一個構件的構件可以直接在另一個構件上或與另一個構件直接接觸，或者取而代之，可以存在一個或多個中間構件。如果沒有中間構件，則一個構件可能「直接位於」或「直接接觸」另一個構件。如果存在至少一個中間構件，則一個構件可能「間接位於」或「間接接觸」另一個構件。如果一個構件延伸並覆蓋另一個構件的一部分，則不同的構件可能會「部分重疊」。

【0061】對於本發明的各種實施例的描述是出於進行說明，但並不旨在窮舉或限制所揭示的實施例。在不脫離所描述的實施例的範圍和精神的情況下，許多修改和變化對於本領域的一般技術人員來說將是顯而易見的。本發明所選擇使用的術語是為能以最好的方式來解釋實施例的原理、實際應用方法或對市場中所發現技術的技術改良，或者使本領域的其他一般技術人員能夠理解本發明所揭示的實施例。

【符號說明】

10：結構

- 12、26、38、40、42、48、80：波導芯
- 13、25、35、45、75：縱軸
- 14、24、34、36、44、46、56、78：介電層
- 16：基板
- 18、30、62、64、70：倒錐形
- 20、28：區段
- 22、29、33、63、65、69、73：端面
- 31：後端線堆疊
- 32、60、66、72：錐形
- 39、41、43、49：相對端
- 50：光源
- 51：模式傳播方向
- 76：底切
- L1、L2、L3、L4、L5、L6：長度
- W1、W2：寬度

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於一邊緣耦合器的結構，該結構包括：

一基板；

一第一波導芯；以及

一第二波導芯，其定位在該基板與該第一波導芯之間的一垂直方向上，該第二波導芯包括一第一錐形以及與該第一錐形相鄰縱向定位的一第一倒錐形；

其中該基板包括一底切，並且該第一波導芯和該第二波導芯具有與該基板中該底切部分重疊的一配置。

【請求項2】 如請求項1之結構，其中該第二波導芯的該第一錐形相鄰於該第二波導芯的該第一倒錐形。

【請求項3】 如請求項1之結構，另包括：

一第三波導芯，其定位在該第二波導芯與該基板之間的該垂直方向上。

【請求項4】 如請求項3之結構，其中該第二波導芯的該第一錐形與該第三波導芯部分重疊。

【請求項5】 如請求項3之結構，其中該第三波導芯包括一倒錐形，並且該第二波導芯的該第一錐形與該第三波導芯的該倒錐形部分重疊。

【請求項6】 如請求項3之結構，其中該第二波導芯的該第一倒錐形與該第三波導芯部分重疊。

【請求項7】 如請求項3之結構，其中該第三波導芯包括一倒錐形，並且該第二波導芯的該第一倒錐形與該第三波導芯的該倒錐形部分重疊。

【請求項8】 如請求項1之結構，其中該第二波導芯終止於一端面，並且該第二波導芯的該第一倒錐形縱向定位在該第一錐形與該端面之間。

【請求項9】 如請求項1之結構，其中該第二波導芯終止於一端面，並且該第二波導芯的該第一錐形縱向定位在該第一倒錐形與該端面之間。

【請求項10】 如請求項1之結構，其中該第二波導芯包括一第二錐形和一第二倒錐形，並且該第二錐形縱向定位在該第一錐形與該第二錐形之間。

【請求項11】如請求項10之結構，其中該第二波導芯的該第一錐形鄰接該第二波導芯的該第一倒錐形，該第二波導芯的該第二倒錐形鄰接該第二波導芯的該第一錐形，並且該第二波導芯的該第二錐形鄰接該第二波導芯的該第二倒錐形。

【請求項12】如請求項1之結構，其中該第一波導芯包含氮化矽，並且該第二波導芯包含矽碳氮化物或氮化矽碳氮化物。

【請求項13】如請求項1之結構，其中該第一波導芯包含氮化矽，並且該第二波導芯包含氮化矽或氮氧化矽。

【請求項14】如請求項1之結構，其中該基板在該第一波導芯和該第二波導芯下方是實心的。

【請求項15】如請求項1之結構，另包括：

一光源，其鄰近該第一波導芯定位，該光源設置成在一模式傳播方向上提供光給該邊緣耦合器。

【請求項16】如請求項1之結構，另包括：

一第三波導芯，其在一橫向方向上與該第一波導芯相鄰。

【請求項17】一種方法，包括：

形成一第一波導芯；以及

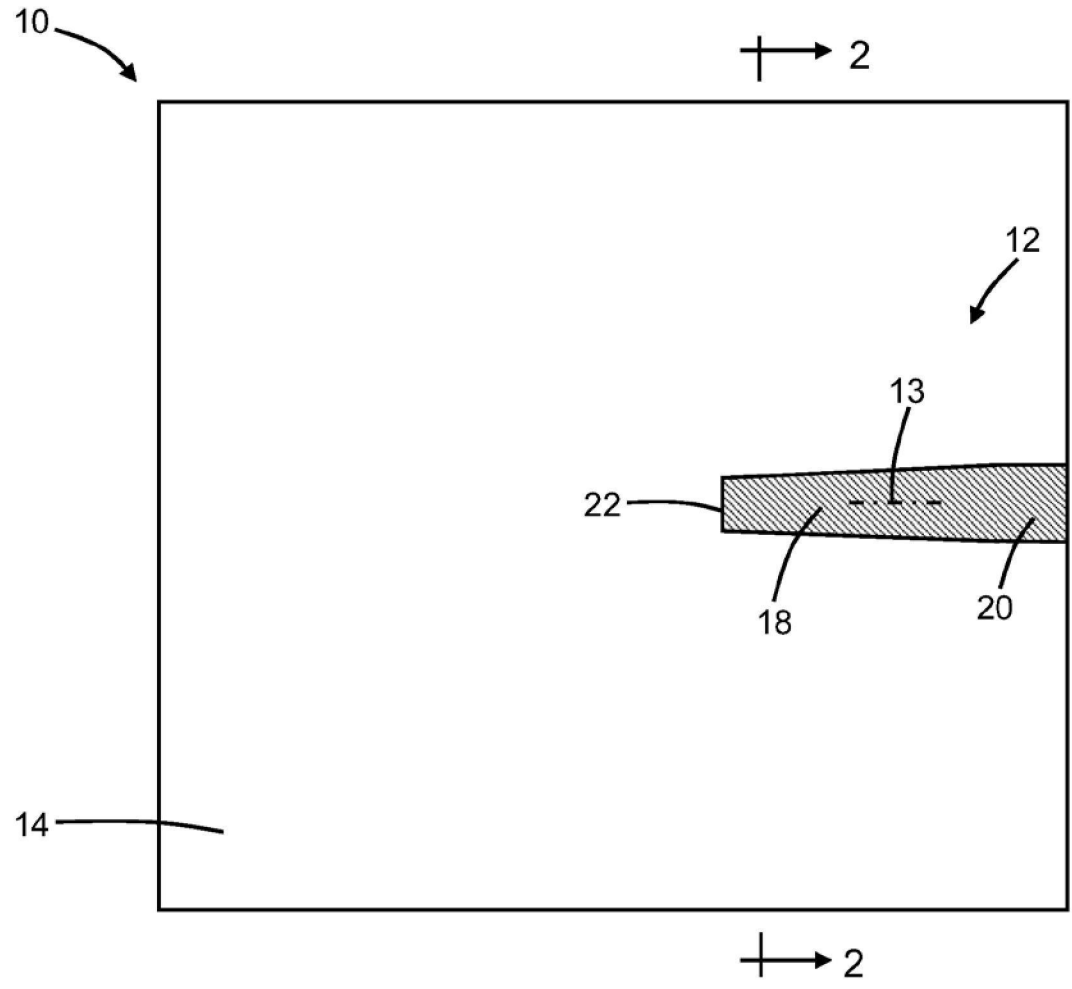
形成一第二波導芯，其定位在該第一波導芯與一基板之間的一垂直方向上，其中該第二波導芯包括一錐形以及與該錐形相鄰縱向定位的一倒錐形；

其中該基板包括一底切，並且該第一波導芯和該第二波導芯具有與該基板中該底切部分重疊的一配置。

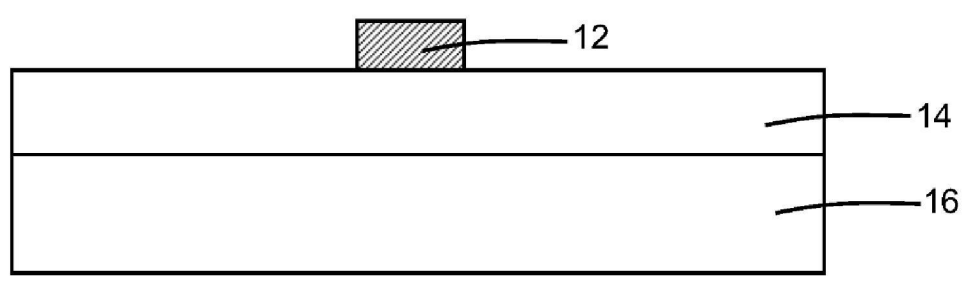
【請求項18】如請求項17之方法，其中該第二波導芯終止於一端面，並且該第二波導芯的該倒錐形縱向定位在該錐形與該端面之間。

【請求項19】如請求項17之方法，其中該第二波導芯終止於一端面，並且該第二波導芯的該錐形縱向定位在該倒錐形與該端面之間。

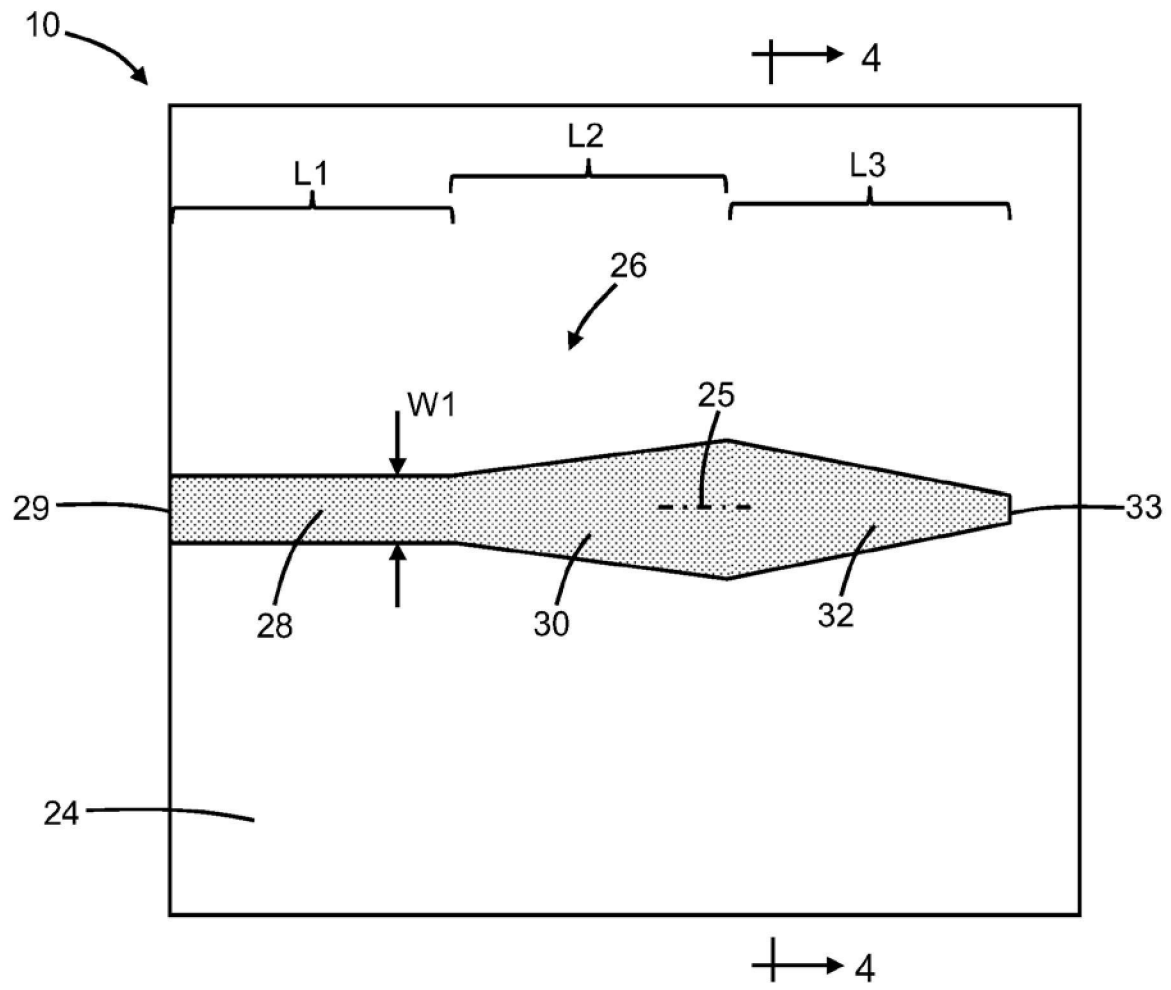
【發明圖式】



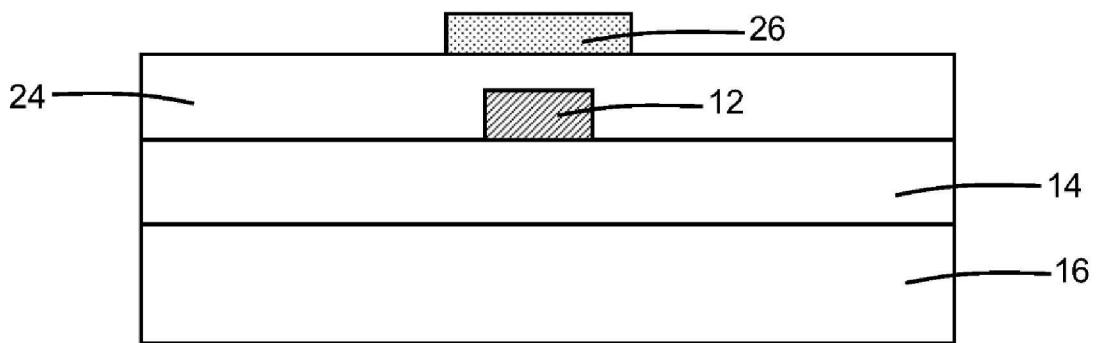
【圖1】



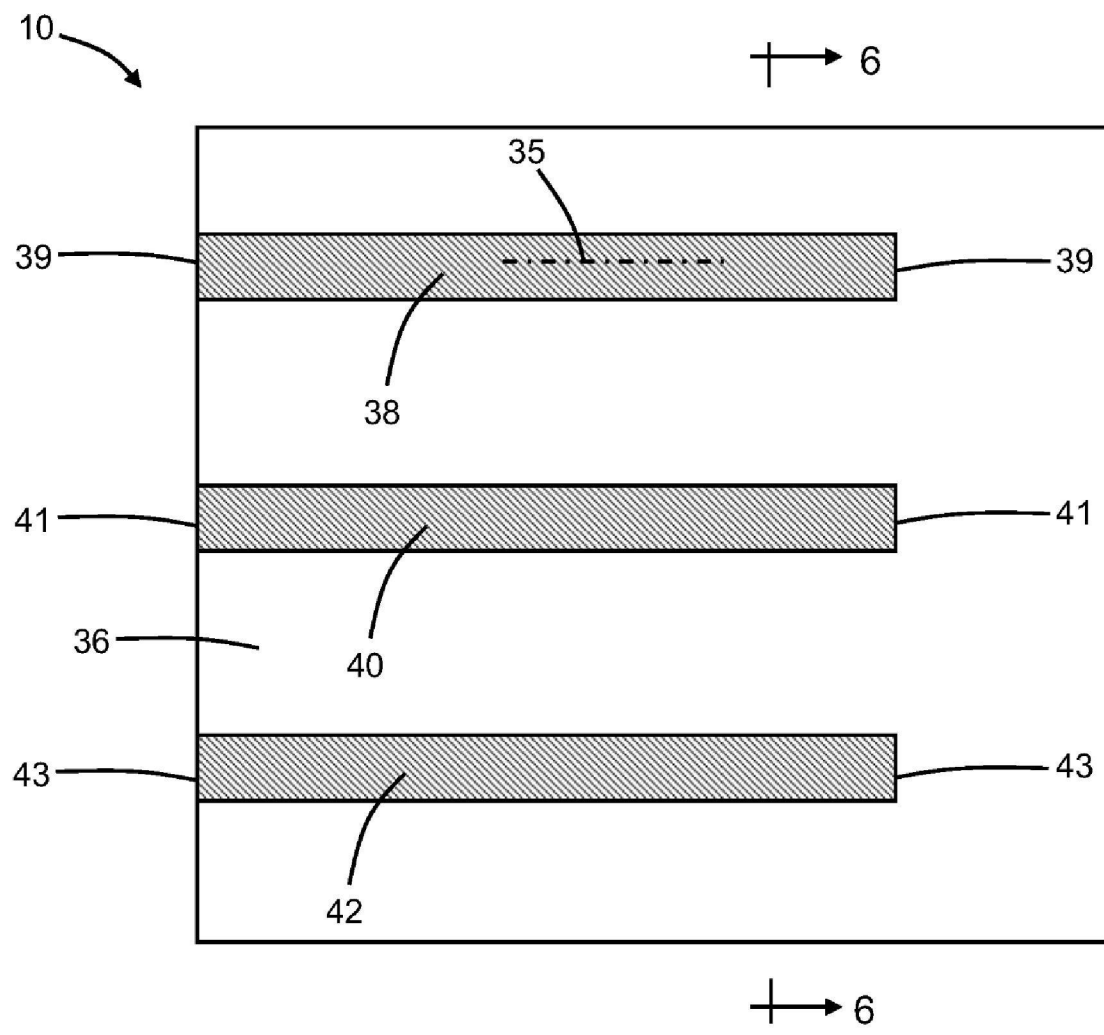
【圖2】



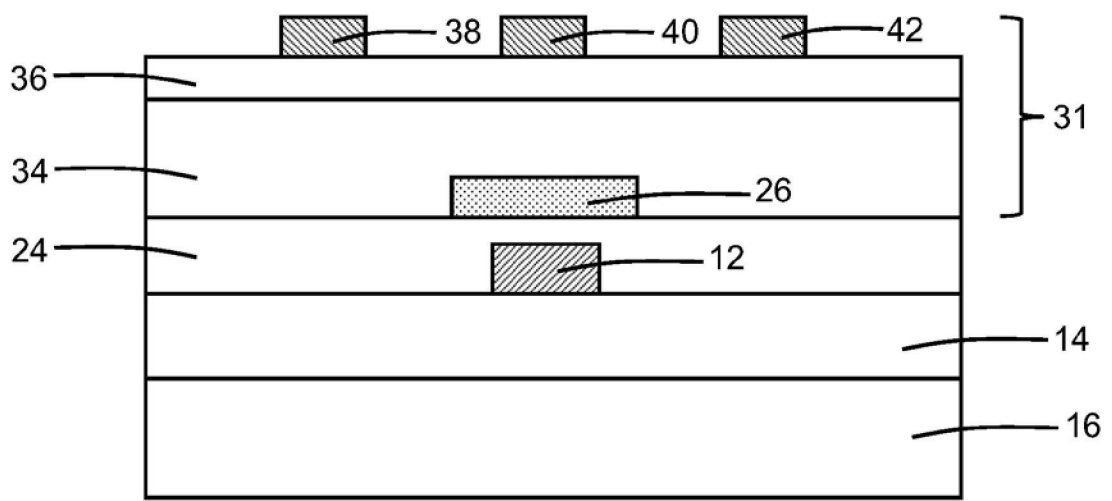
【圖3】



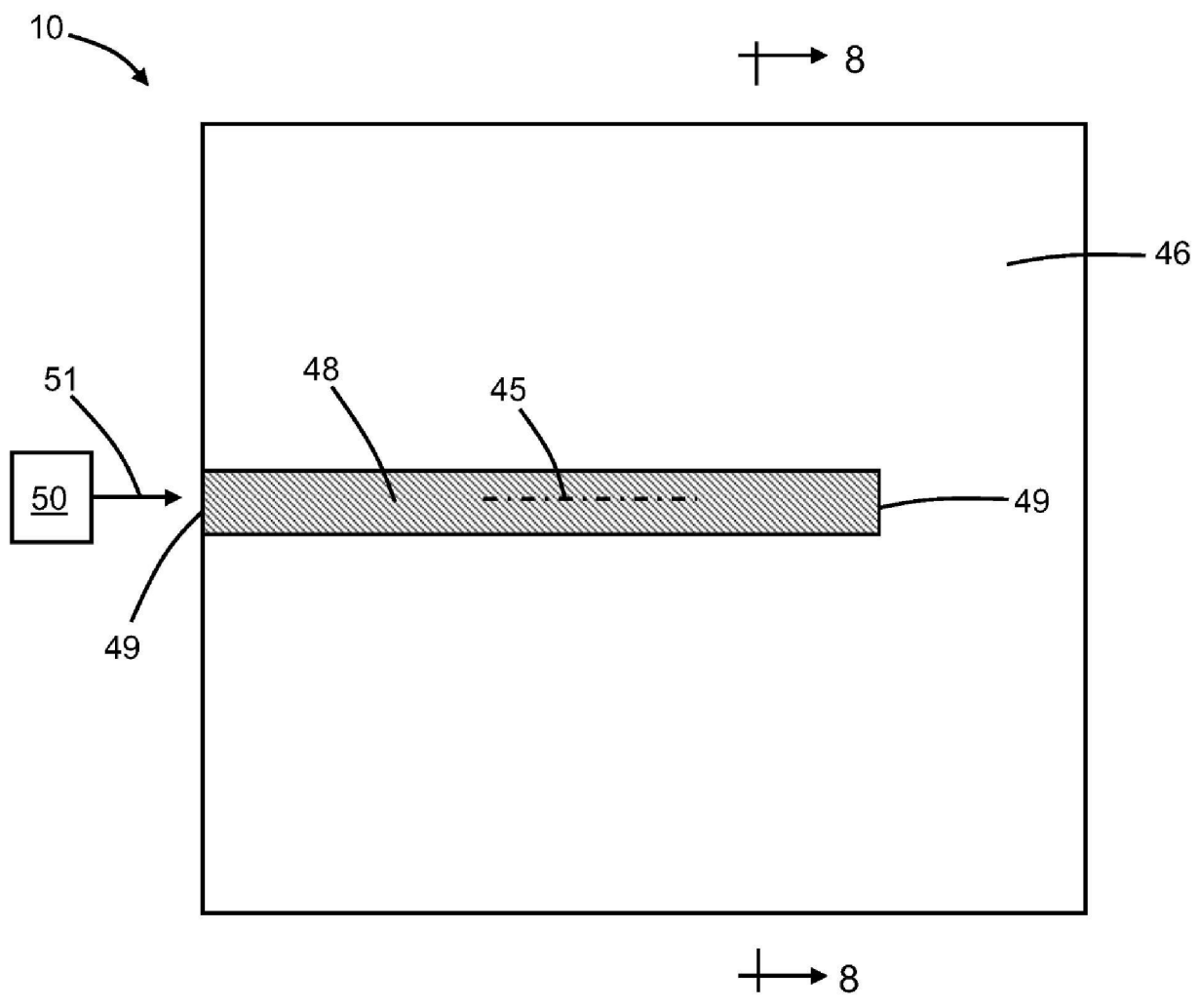
【圖4】



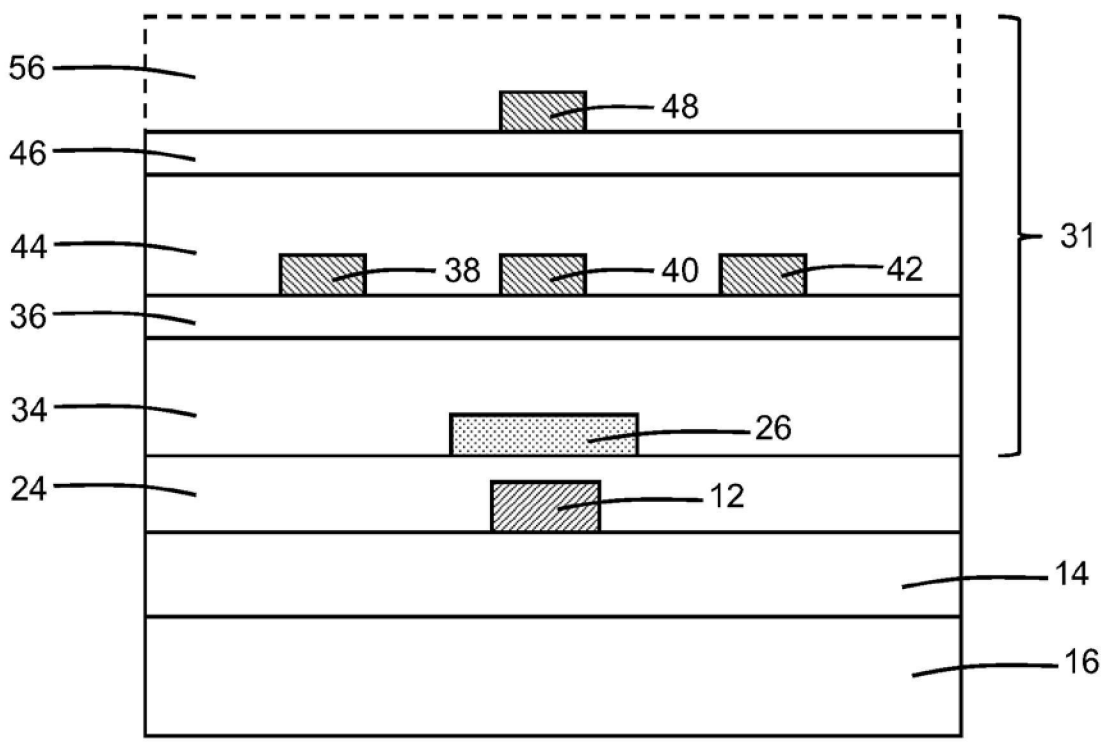
【圖5】



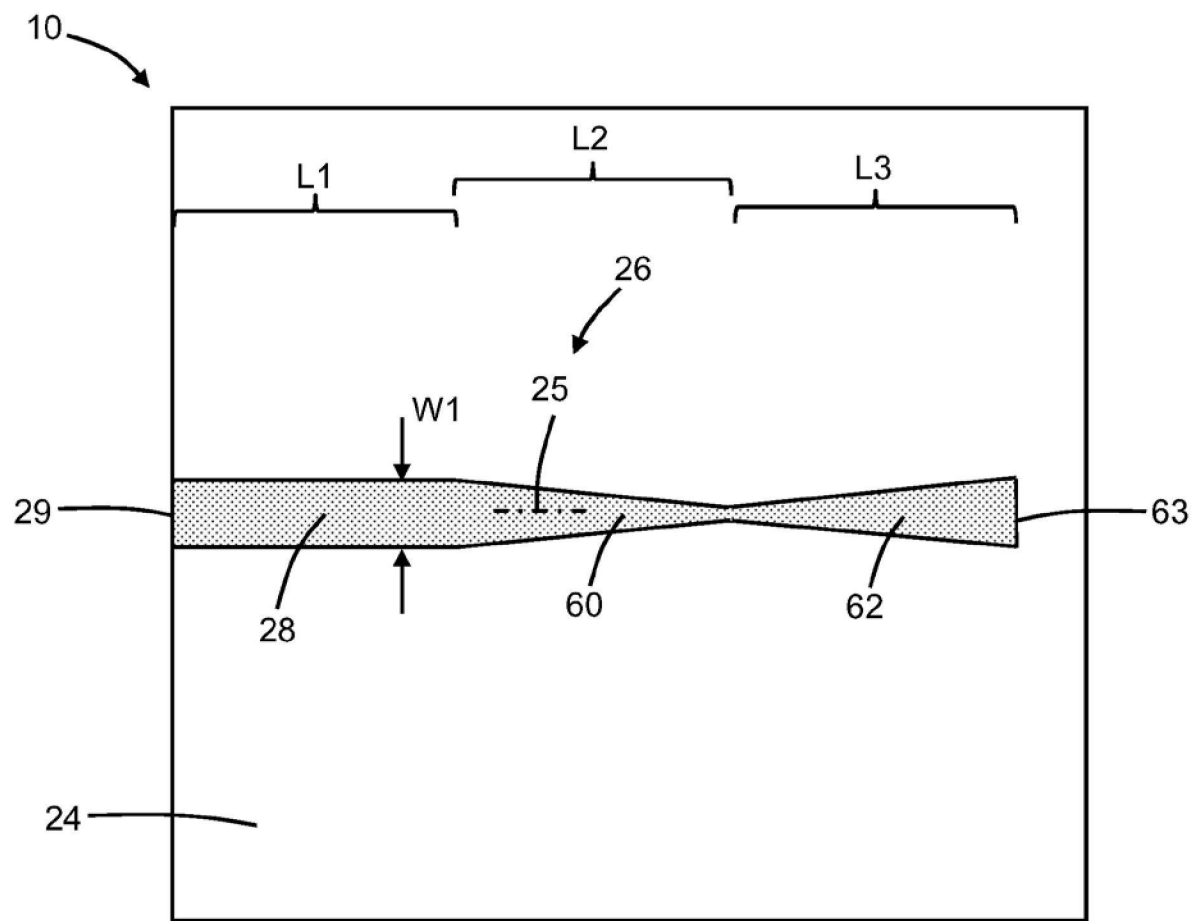
【圖6】



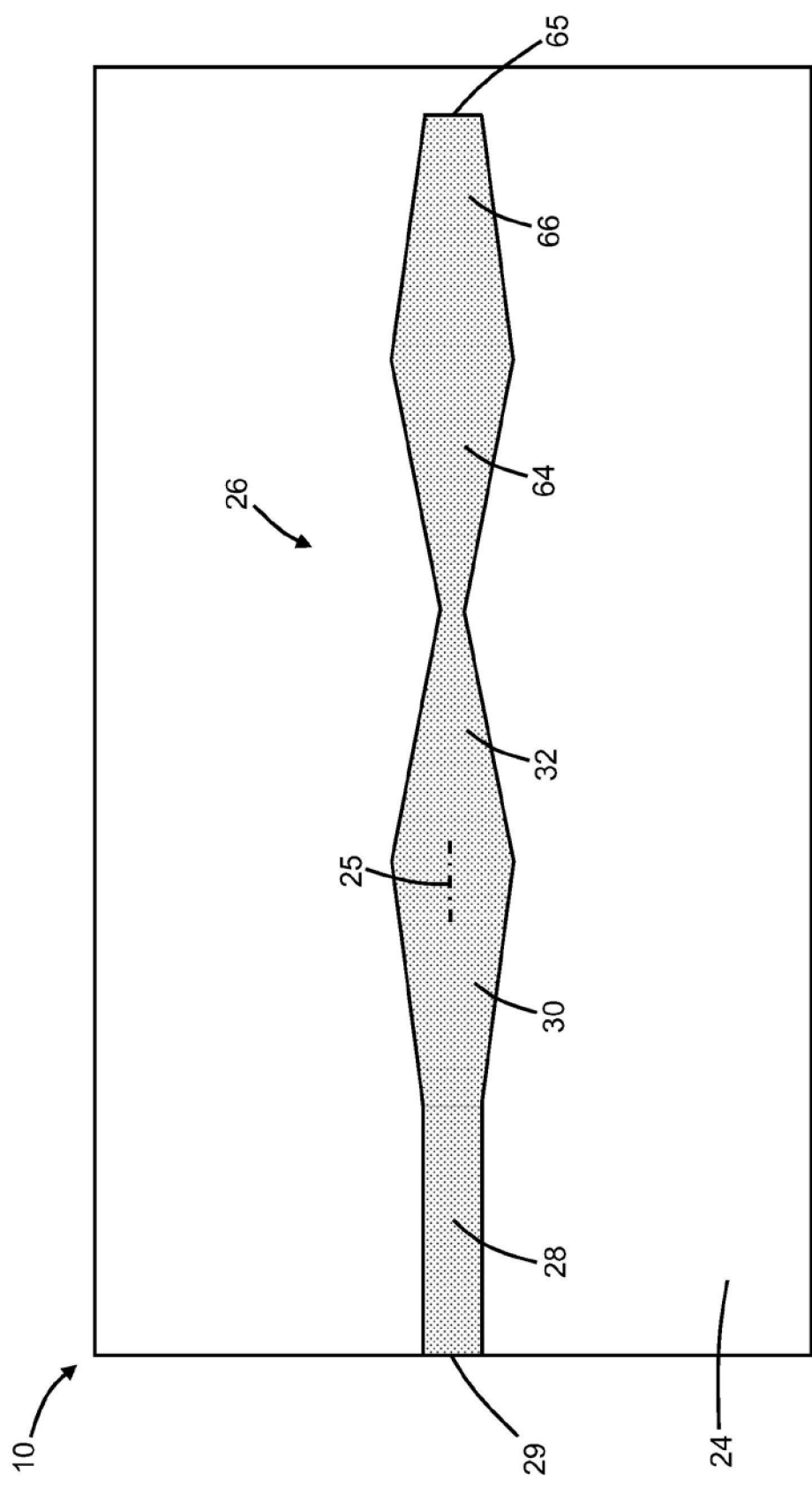
【圖7】



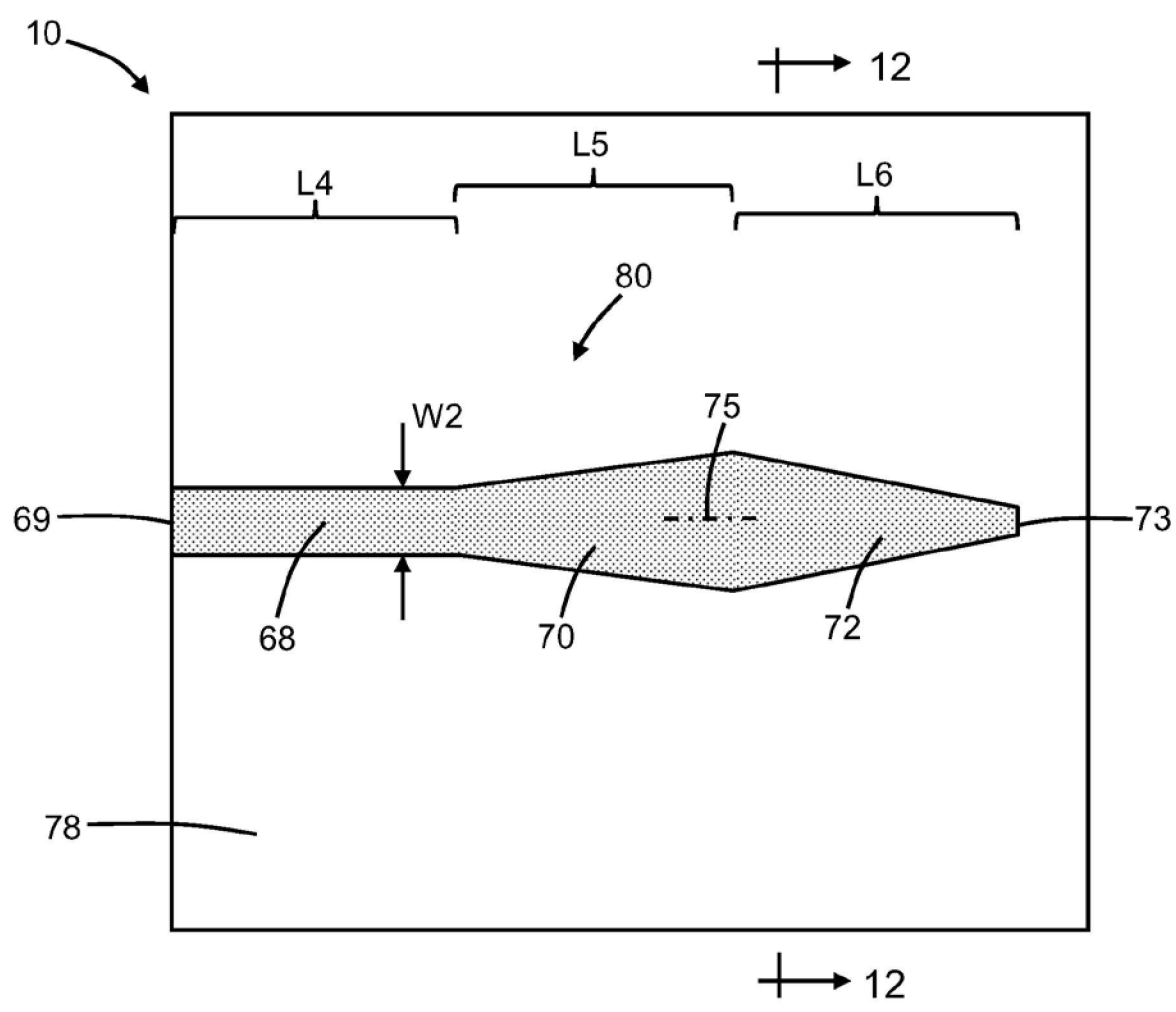
【圖8】



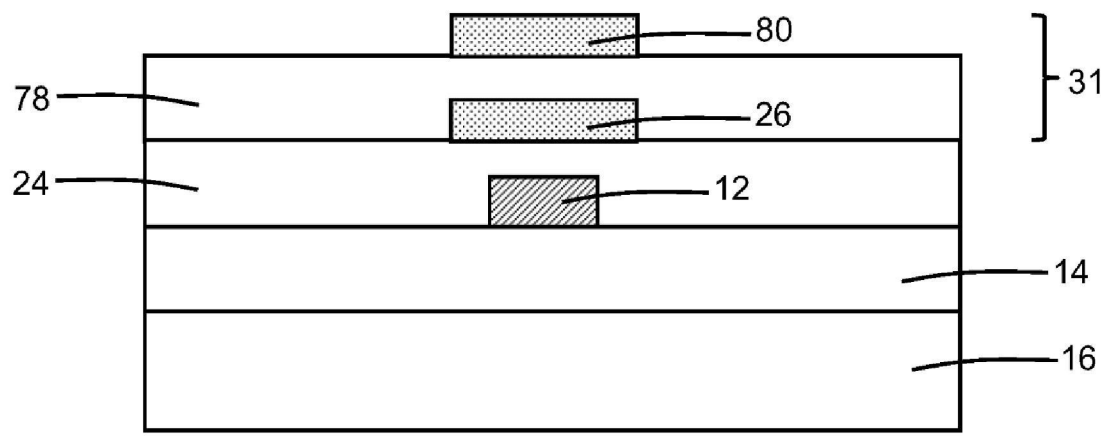
【圖9】



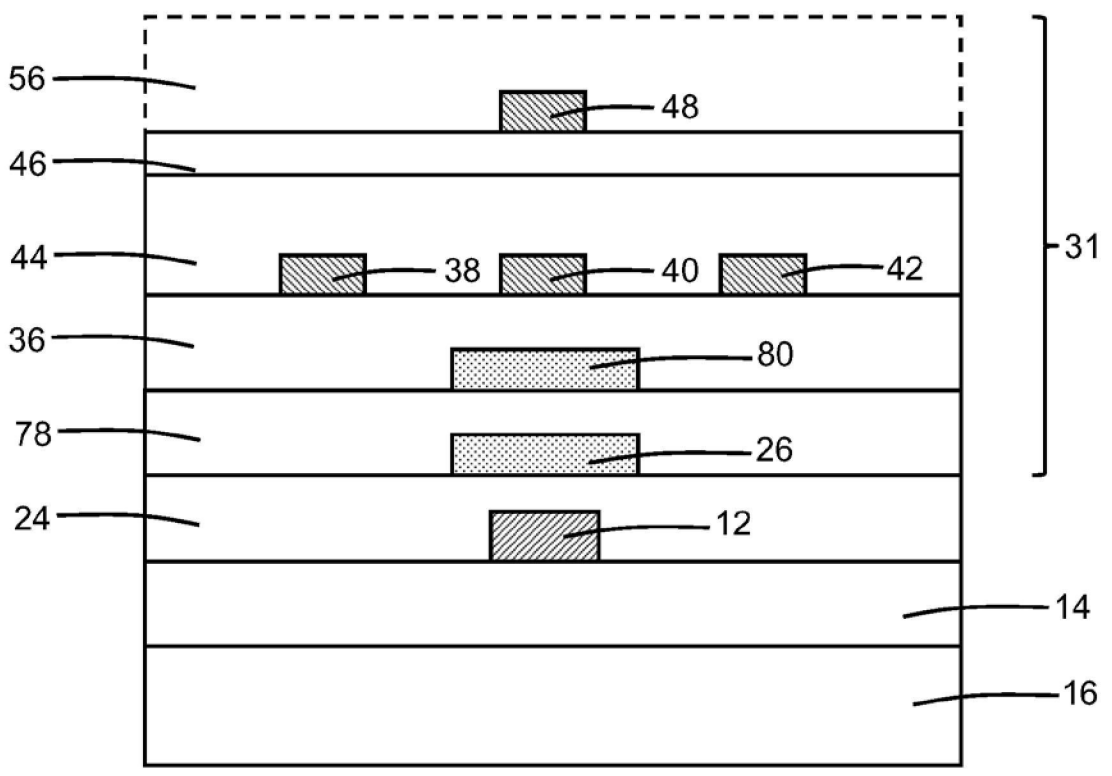
【圖10】



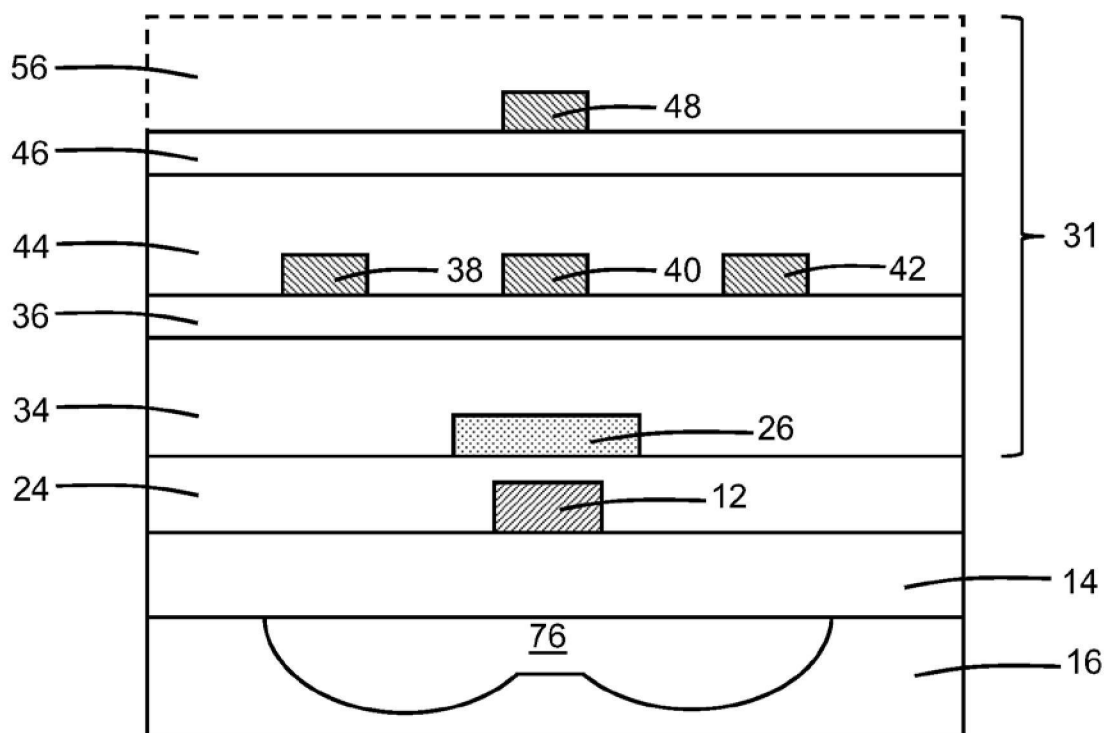
【圖11】



【圖12】



【圖13】



【圖14】