



(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 I414059 B

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：097151100

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 12 月 26 日

(51)Int. Cl. : **H01L27/146 (2006.01)**

(30)優先權：2007/12/28	美國	61/009,454
2008/01/28	美國	61/062,773
2008/02/01	美國	61/063,301
2008/03/14	美國	61/069,344
2008/07/16	美國	12/218,749

(71)申請人：邵祐南 (新加坡) TAY, HIOK-NAM (SG)

新加坡

堪德拉微系統有限公司 (新加坡) CANDELA MICROSYSTEMS (S) PTE. LTD. (SG)

新加坡

(72)發明人：邵祐南 TAY, HIOK-NAM (SG)；杜天仲 DO, THANH-TRUNG (VN)

(74)代理人：林秋琴；何愛文

(56)參考文獻：

US 2006/0081898A1

審查人員：陳志遠

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：68 共 0 頁

(54)名稱

用於影像感測器之光導陣列

LIGHT GUIDE ARRAY FOR AN IMAGE SENSOR

(57)摘要

一種影像感測器像素，其包含一由一基板支撐的光電轉換單元以及一位於該基板鄰近的絕緣體。該像素包含一串聯式光導，該串聯式光導位於該絕緣體的一開口內且延伸在該絕緣體上方，俾使該串聯式光導的一部分具有一空氣介面。該空氣介面會改進該串聯式光導的內反射。該串聯式光導可包含一自動對準彩色濾光片，其在相鄰彩色濾光片之間具有間隙。該光導的前述特徵不需要用到微透鏡。除此之外，一抗反射堆疊係插設在該基板與該光導之間，用以降低來自該影像感測器的向後反射。具有不同彩色濾光片的兩個像素對於在該抗反射堆疊內的一抗反射膜可有不同的厚度。

An image sensor pixel that includes a photoelectric conversion unit supported by a substrate and an insulator adjacent to the substrate. The pixel includes a cascaded light guide that is located within an opening of the insulator and extends above the insulator such that a portion of the cascaded light guide has an air interface. The air interface improves the internal reflection of the cascaded light guide. The cascaded light guide may include a self-aligned color filter having air-gaps between adjacent color filters. These characteristics of the light guide eliminate the need for a microlens. Additionally, an anti-reflection stack is interposed between the substrate and the light guide to reduce backward reflection from the image sensor. Two pixels of having different color filters may have a difference in the thickness of an anti-reflection film within the anti-reflection stack.

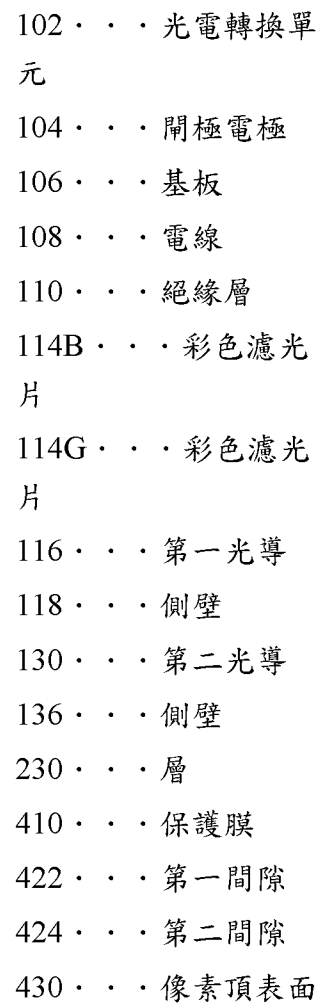


圖 2

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： 97151100

※ 申請日： 97.12.26 ※IPC 分類：H01L 27/146(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於影像感測器之光導陣列

LIGHT GUIDE ARRAY FOR AN IMAGE SENSOR

二、中文發明摘要：

一種影像感測器像素，其包含一由一基板支撐的光電轉換單元以及一位於該基板鄰近的絕緣體。該像素包含一串聯式光導，該串聯式光導位於該絕緣體的一開口內且延伸在該絕緣體上方，俾使該串聯式光導的一部分具有一空氣介面。該空氣介面會改進該串聯式光導的內反射。該串聯式光導可包含一自動對準彩色濾光片，其在相鄰彩色濾光片之間具有間隙。該光導的前述特徵不需要用到微透鏡。除此之外，一抗反射堆疊係插設在該基板與該光導之間，用以降低來自該影像感測器的向後反射。具有不同彩色濾光片的兩個像素對於在該抗反射堆疊內的一抗反射膜可有不同的厚度。

三、英文發明摘要：

An image sensor pixel that includes a photoelectric conversion unit supported by a substrate and an insulator adjacent to the substrate. The pixel includes a cascaded



light guide that is located within an opening of the insulator and extends above the insulator such that a portion of the cascaded light guide has an air interface. The air interface improves the internal reflection of the cascaded light guide. The cascaded light guide may include a self-aligned color filter having air-gaps between adjacent color filters. These characteristics of the light guide eliminate the need for a microlens. Additionally, an anti-reflection stack is interposed between the substrate and the light guide to reduce backward reflection from the image sensor. Two pixels of having different color filters may have a difference in the thickness of an anti-reflection film within the anti-reflection stack.

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：

102	光電轉換單元
104	閘極電極
106	基板
108	電線
110	絕緣層
114B	彩色濾光片
114G	彩色濾光片
116	第一光導
118	側壁
130	第二光導
136	側壁
230	層
410	保護膜
422	第一間隙
424	第二間隙
430	像素頂表面

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：

【交互相關申請案之參考】

本申請案主張 2007 年 12 月 28 日提申的美國專利申請案 61/009,454 號；2008 年 1 月 28 日提申的申請案 61/062,773 號；2008 年 2 月 1 日提申的申請案 61/063,301 號；2008 年 3 月 14 日提申的申請案 61/069,344 號；以及 2008 年 7 月 16 日提申的申請案 12/218,749 號的優先權。

【發明所屬之技術領域】

本發明主要內容大體上和用於製造固態影像感測器的結構與方法有關。

【先前技術】

攝影設備(例如數位相機與數位攝錄影機)可含有電子影像感測器，它們會擷取光以處理成靜態或視訊影像。電子影像感測器通常含有數百萬個光擷取元件，例如光二極體。

固態影像感測器可為電荷耦合裝置(CCD)型或互補式金屬氧化物半導體(CMOS)型。於任一類型的影像感測器中，光感測器會形成在一基板中且以二維陣列來排列。影像感測器通常含有數百萬個像素，用以提供一高解析度影像。

圖 1A 所示的係一先前技術固態影像感測器 1 的剖面圖，圖中在一 CMOS 型感測器中顯示多個相鄰像素，其係

揭露於美國專利案 7,119,319 號。每一個像素具有一光電轉換單元 2。每一個轉換單元 2 位於一傳輸電極 3 鄰近，其會將電荷傳輸至一浮動擴散單元(未顯示)。該結構包含埋置在一絕緣層 5 中的多條電線 4。該感測器通常包含一位於彩色濾光片 8 下方的平坦化層 6，用以補償因該等電線 4 所導致的頂表面不平整，因為平坦表面對藉微影術來進行的習知彩色濾光片構成方式來說相當重要。一第二平坦化層 10 被設置在該彩色濾光片 8 上方，用以提供一平坦表面來形成微透鏡 9。平坦化層 6 與 10 加上彩色濾光片 8 的總厚度約為 2.0um。

光導 7 被整合至該感測器之中，以便將光引導至該等轉換單元 2 上。該等光導 7 係由折射率高於絕緣層 5 的氮化矽之類的材料所構成。各光導 7 皆具有一比該等轉換單元 2 旁面的區域還寬的入口。感測器 1 亦可具有一彩色濾光片 8 與一微透鏡 9。

微透鏡 9 將光聚焦在光電轉換單元 2 上。如圖 1B 中所示，由於光學繞射的關係，微透鏡 9 可造成繞射光，傳導至附近的光電轉換單元 2 並且產生光學串訊(crosstalk)與光損。當彩色濾光片的上方或下方有一平坦化層時，會讓該微透鏡定位在比較遠離該光導處，串訊的數量便會增加。藉由通過平坦化層(彩色濾光片的上方或下方)或彩色濾光片的側壁，光可串訊至鄰近的像素中。金屬屏蔽有時候會被整合至該等像素中，用以阻隔串訊光。此外，微透鏡、彩色濾光片、以及光導之間的對準誤差也會造成串訊。雖

然可改變微透鏡的形成、尺寸、以及形狀以降低串訊。不過，其必須增加精密微透鏡形成製程的額外成本，串訊卻仍無法消除。

來自基板介面處之影像感測器的向後反射係造成光接收損失的另一項問題。如圖 1A 中所示，光導會與矽直接接觸。此介面可能會造成遠離該感測器的非所期望的向後反射。用於影像感測器的習知抗反射結構包含在該矽基板上直接插入一氧化物加氮化物雙層膜堆疊 (oxide-plus-nitride dual-layer film stack)、或是具有不同氮氧比例的氮氧化物層，不過僅能減少該矽基板與一高氧化物絕緣體之間的反射。當該介面為矽基板與氮化物光導時，此方式便不適用。

【發明內容】

一影像感測器像素，其包含一由一基板所支撐的光電轉換單元以及一位於該基板鄰近的絕緣體。該像素可具有一串聯式光導，其中，該串聯式光導的一部分位於該絕緣體內，而另一部分延伸在該絕緣體上方。該串聯式光導可包含一自動對準彩色濾光片。該像素可在該基板與該串聯式光導之間具有一抗反射堆疊。

【實施方式】

本文揭示一種影像感測器像素，其包含一由一基板所支撐的光電轉換單元以及一位於該基板鄰近的絕緣體。該

像素包含一位於該絕緣體的一開口內且延伸在該絕緣體上方的光導，俾使該光導的一部分具有一空氣介面。該空氣介面改善該光導的內反射。除此之外，用來建構該光導與一相鄰彩色濾光片的製程會最佳化該光導的上孔徑且降低串訊。該光導的前述特徵不需要用到微透鏡。除此之外，在該光電轉換單元的上方及該光導的下方建構一抗反射堆疊，用以降低經由來自該影像感測器的向後反射造成的光損。可藉由修正該抗反射堆疊內之一層膜的厚度以針對抗反射來個別最佳化兩個不同顏色的像素。

該像素可包含兩個光導，其中一者位於另一者上方。第一光導係位於該基板鄰近的絕緣體的第一開口內。第二光導係位於一支撐膜的第二開口內，該支撐膜最後可在該像素的製造期間被移除或被部分移除。一彩色濾光片可被設置在相同的開口內且因而會自動對準該第二光導。該第二光導在該像素陣列的外角落處可偏離該第一光導，以便擷取以相對於垂直軸為非零角度入射的光。

一間隙會因移除該濾光片鄰近的支撐膜材料而產生在相鄰彩色濾光片之間。空氣的折射率低於該支撐膜並且會增強該彩色濾光片與該光導內的內反射。此外，該間隙係經組構以用以將入射在該間隙上的光「彎折」至該彩色濾光片之中並且提高被提供給該感測器的光的數量。

該矽-光導(silicon-light-guide)介面處的反射係以在該第一光導下方形成一氮化物膜與一第一氧化物膜而降低。一第二氧化物膜可額外被插入在該氮化物膜下方，用以增

寬有效抗反射的光頻率範圍。該第一氧化物可在施加該光導材料之前被沉積在一已蝕刻的凹槽之中。於一替代實施例中，在蝕刻一凹槽之前形成所有的抗反射膜，而一額外的光導蝕刻停止膜則會覆蓋該等抗反射膜，用以保護它們，以免受到該凹槽蝕刻劑破壞。

參考圖式，尤其是圖 2、4A 至 L、5 以及 6A 至 B，圖中所示的係影像感測器 100 中的兩個相鄰像素的實施例。每一個像素均包含一光電轉換單元 102，其會將光能量轉換成電荷。於一習知的 4T 像素中，閘極電極 104 可為一傳輸電極，用以將該等電荷傳輸至一分離的感測節點(未顯示)。或者，於一習知的 3T 像素中，閘極電極 104 可為一重置電極，用以重置該光電轉換單元 102。該等閘極電極 104 與轉換單元 102 係形成在一基板 106 上。感測器 100 還包含被埋置在一絕緣層 110 之中的電線 108。

每一像素皆具有一第一光導 116。第一光導 116 係由折射率高於絕緣層 110 的透明材料所構成。如圖 4B 中所示，每一第一光導 116 可具有一相對於垂直軸傾斜角度 α 的側壁 118。角度 α 係被選為小於 $90 - \text{asin}(n_{\text{insulating layer}} / n_{\text{light guide}})$ ，較佳的係 0，俾使在該光導內會有完全內反射，其中， $n_{\text{insulating layer}}$ 與 $n_{\text{light guide}}$ 分別為絕緣層材料與光導材料的折射率。光導 116 會在內部將光從第二光導 130 反射至轉換單元 102。

第二光導 130 係位於第一光導 116 上方並且可由和第一光導 116 相同的材料製成。第二光導 130 的頂端寬於該

第二光導 130 與該第一光導 116 接合的底端。因此，在該底端處，相鄰的第二光導 130 等之間的間隙(後文稱為「第二間隙」)大於頂端處的間隙，而且會大於第二光導 130 上方的彩色濾光片 114B、114G 之間的間隙 422。該等第二光導 130 可橫向偏離第一光導 116 及/或轉換單元 102，如圖 6A 中所示，其中，第二光導 130 的中線 C2 偏離第一光導 116 或光電轉換單元 102 的中線 C1。該偏離可根據一陣列內的像素位置而改變。舉例來說，位於該陣列之外部處的像素的偏離可能會比較大。該偏離可為與入射光相同的橫向方向，以最佳化該第一光導的接收。對以相對於垂直軸為非零角度抵達的入射光來說，偏離第二光導 130 會讓更多光傳遞至第一光導 116。實際上，第二光導 130 與第一光導 116 會共同構成一在不同像素處具有不同垂直剖面形狀的光導。該形狀會依照每一個像素處的入射光線角度被最佳化。

圖 5 與 6B 所示的分別係追蹤一陣列之中央及該陣列的一角落處的一像素的射線。在圖 5 中，入射光線垂直進入。第二光導 130 置中於第一光導 116 處。光線 a 與 b 會在第二光導 130 中反射一次，接著會進入第一光導 116，反射一次(射線 a)或兩次(射線 b)，且接著會進入轉換單元 102。在圖 6B 中，第二光導 130 偏離至右邊，遠離該陣列的中央(其係在左邊)。以相對於垂直軸高達 25 度的角度來自左邊的光線 c 會在第二光導 130 的右側壁反射，照射且穿過其左下方側壁，進入第一光導 116，且最後會抵達轉換單元 102。

該偏離會讓該第一光導 116 重新擷取離開該第二光導 130 左下方側壁的光線。每當跨越光導側壁，不論係離開第二光導或進入第一光導，光線 c 的每一次折射皆會讓折射射線相對於該垂直軸的角度變得更小，強化朝該光電轉換單元的傳導效果。因此，利用一第一光導 116 與一第二光導 130 來建立一光導可讓該光導的垂直剖面形狀隨著像素而改變，用以最佳化傳送光至光電轉換單元 102 的效果。

利用兩個分別的光導 116、130 來建立一光導的第二項優點係減少每一光導 116、130 的蝕刻深度。結果，側壁斜角控制便能達到更高的精確性。其還可讓光導材料的沉積比較不會產生不想要的鍵孔(keyholes)，該等鍵孔經常出現在沉積薄膜至深凹穴中時，其會導致光在碰到該等鍵孔時會從該光導處散射。

彩色濾光片 114B、114G 係位於第二光導 130 的上方。在該等彩色濾光片處(與鄰近)的側壁上方部分的垂直性大於第二光導的其餘部分。

該等彩色濾光片之間的第一間隙 422 的寬度為 0.45um 或更小，深度為 0.6um 或更大。具有上述維度限制の間隙會讓該間隙內的光轉向進入該等彩色濾光片之中且最後會抵達感測器。因通過該間隙所造成之入射至該像素上的光損百分比(後文稱為「像素損失」)因此會大大地降低。

入射在較高折射率之兩個半透明區域之間の間隙上的光會在該間隙足夠窄時轉向至其中一個區域或另一個區域。明確地說，入射在兩個彩色濾光片之間の間隙上的光

會在該間隙寬度足夠小時轉向至一彩色濾光片或另一彩色濾光片。圖 3A 所示的係兩個彩色濾光片區域之間填充低折射率介質(舉例來說，空氣)的垂直間隙。進入該間隙且比較靠近其中一側壁的入射光線會轉向進入該側壁，而其餘的入射光則會轉向進入另一側壁。圖 3B 所示的係相隔一個波長的多個波前。波前在較高折射率介質中的前進速度較慢，於本範例中，彩色濾光片的折射率 n 約為 1.6。因此，該間隙中(假設填充著空氣)介於波前之間的分隔距離為該彩色濾光片的分隔距離的 1.6 倍，從而會導致波前在該彩色濾光片與間隙之間的介面處彎折並且導致光線轉向進入彩色濾光片。圖 3C 為沿著間隙之垂直軸 z 的傳導光功率 $P(z)$ 除以入射光功率 $P(0)$ 相對於距離 z 的關係圖。如圖 3C 所示，光功率在不同的間隙寬度中皆會於深入該間隙中時下降，在小至約為波長左右的間隙寬度下降越快，而且對 0.4 倍波長或更小的間隙寬度來說，在 1.5 倍波長的深度處為趨於基本上可被忽略的。從圖 3C 中，深度最佳為感興趣的波長(於此可見光影像感測器的實施例中，其為 650nm)之最長者的至少 1 倍。於此深度處，入射在該間隙上且損失於更下方空間中的光功率百分比(後面稱為「間隙損失」)會小於 15%。因此，彩色濾光片的厚度必須為該波長的至少 1 倍，以便過濾進入該間隙的入射光，避免未經過濾的光通過光導 130、116 且最後進入轉換單元 102。倘若該間隙填充著空氣以外的透明介質(折射率 $n_{\text{gap}} > 1.0$)，則可推測該間隙必須縮窄至 $0.45\text{um}/n_{\text{gap}}$ 或更小，因為以波長為基準的有效距

離保持相同但絕對距離則縮小 $1/n_{\text{gap}}$ 。

參考圖 3C，對空氣中波長為 650nm 的紅光，以及寬度為空氣中波長之 0.6 倍(也就是，0.39 μm)的間隙來說，在深度 0.65 μm 處(也就是，空氣中波長的 1.0 倍)，間隙功率通量衰減至 0.15(15%)。衰減會在 1 μm 的深度附近達到最大值。波長越短隨著深度的衰減會越陡峭。

圖 3D 所示的分別係在深度 0.6 μm 與 1.0 μm 處三種顏色(450nm 波長的藍色，550nm 波長的綠色，以及 650nm 波長的紅色)的間隙損失相對於間隙寬度 W 的關係圖。對 1.0 μm 的深度來說，3 個顏色中的最高間隙損失以及 0.2 μm 至 0.5 μm 間隙寬度的最大間隙損失係繪製在圖 3E 中。圖 3F 中為間隙損失與間隙寬度的關係列表。在圖 3G 中為以像素面積百分比來表示之間隙面積相對於像素間距及間隙寬度的列表。圖 3G 之表格中的每一個項目(百分比間隙面積)乘以對應的列項目(也就是，間隙損失)便會產生圖 3H 中表列的像素損失。圖 3I 繪製的係在不同間隙寬度(範圍從 0.2 μm 至 0.5 μm)之下像素損失相對於像素間距的關係圖。

圖 3I 顯示出對 1.0 μm 的彩色濾光片厚度以及介於 1.8 μm 與 2.8 μm 之間的像素間距(小型相機與相機電話的像素尺寸範圍)來說，間隙寬度保持在 0.45 μm 以下會造成小於 8% 的像素損失。若要小於 3%，則需要 0.35 μm 以下的間隙寬度；若要小於 1.5%，則間隙寬度要在 0.3 μm 以下；而若要小於 0.5%，則間隙寬度要在 0.25 μm 以下。圖 3I 亦顯示出，在相同間隙寬度前提下，較大像素的像素損失較小。

因此，對大於 5 μ m 的像素來說，上述方針可導致減少至少一半的像素損失。

再次參考圖 2 與 5，可以清楚看見，第一間隙 422 藉內反射防止從其中一像素的彩色濾光片傳至相鄰像素的串訊。因此，彩色濾光片 114B、114G 每一者的功能如同一光導。圖 5 中沿著射線 a 的彩色濾光片、第二光導、以及第一光導係串聯在一起，用以擷取入射光且傳遞至光電轉換單元 102，同時將損失與串訊最小化。和在彩色濾光片之間使用金屬壁或光吸收壁來降低串訊的先前技術不同，其不會損失照射在此等壁部的光，第一間隙 422 藉由將光轉向至最近的彩色濾光片達到可被忽略的間隙損失。且因該等彩色濾光片下方並沒有類似於先前技術(參見圖 1B)的平坦化層在相鄰光導之間作橋接，所以也會消除相關的串訊。

空氣介面可從該彩色濾光片側壁沿著第二光導側壁延伸至保護膜 410 上方，從而產生第二間隙 424。第二間隙 424 與第二光導 130 之間的空氣介面會增強第二光導 130 的內反射。

可在絕緣層 110 上方以氮化矽形成一保護膜 410，以防止鹼金屬離子進入矽之中。鹼金屬離子(通常可在彩色濾光片材料中發現)可造成 MOS 電晶體的不穩定。保護膜 410 亦可隔離濕氣。保護膜 410 可由厚度介於 10,000 埃與 4,000 埃之間的氮化矽(Si_3N_4)所製成，較佳的係，7,000 埃。若第一光導 116 或第二光導 130 係由氮化矽製成，則由氮化矽製成的保護膜 410 便會接續跨越且位於絕緣層 110 上方，

以密封該等電晶體隔離鹼金屬離子與濕氣。若第一光導 116 與第二光導 130 並非由氮化矽製成，則保護膜 410 可覆蓋第一光導 116 的頂表面以提供類似的密封效果，或者，覆蓋第一光導 116 的側壁與底部。

5 第一間隙 422 與第二間隙 424 在該影像感測器的頂表面上方共同構成一連接至空氣的開口。另一種觀點係，從該保護膜 410 至彩色濾光片 114B、114G 的頂表面存在一連續的空氣介面。明確地說，在該等像素的頂表面 430 之間會有一間隙。製造期間有此開口存在可在該影像感測器之製造期間移除於第一間隙 422 與第二間隙 424 之構成期間所形成的廢料。若因某種理由於後面使用堵塞材料來密封第一間隙 422，則此堵塞材料的折射率應該低於該彩色濾光片，俾使(i)在該彩色濾光片內會有內反射，以及(ii)入射在第一間隙 422 內的光會轉向至彩色濾光片 114B、114G。同樣地，若某種填充材料填充第二間隙 424，則此填充材料的折射率要低於第二光導 130。

20 彩色濾光片 114 與光導 130 及 116 會共同構成一「串聯式光導」，其會運用和外部介質(例如絕緣層 110 和間隙 422 與 424)連接之介面處的完全內反射將光導向光電轉換單元 102。不同於先前技術構造，進入彩色濾光片的光不會跨越至下一個像素的彩色濾光片，而僅能夠向下傳導至第二光導 130。這使其上方不需要有微透鏡來將光聚焦至該像素區的中心以防止光線從一像素的彩色濾光片跑到相鄰像素。除了降低製造成本之外，移除微透鏡的好處還有排除

前述可能造成串訊的微透鏡與彩色濾光片之間的對準誤差問題。

如前面所提，串聯式光導優於在彩色濾光片之間使用不透明壁部材料之先前技術的另一項優點係因為落在彩色濾光片 114B 與 114G 之間的第一間隙 422 中的入射光會轉向至任一彩色濾光片，因此不會損失任何光，和光會損失在該等濾光片間的不透明壁部中的先前技術像素不同。

此種彩色濾光片構成方法優於先前技術方法的優點為彩色濾光片側壁並非由構成該等彩色濾光片的光阻及染料材料來界定。在先前技術彩色濾光片構成方法中，所構成的彩色濾光片必須在顯影(developing)後產生筆直側壁。此必要條件會限制光阻及染料材料的選擇，因為染料不可以吸收使該光阻感光的光，否則彩色濾光片的底部將會接收較少的光，導致彩色濾光片的底部會窄於其頂端。本發明的彩色濾光片構成方法藉由被蝕入支撐膜 134 中的凹部 210 來構成彩色濾光片側壁且與彩色濾光片材料的特徵及微影術的精確性無關，從而產生較便宜的製程。

優於先前技術彩色濾光片構成方法的另一項優點係所有像素之間的間隙分隔距離控制非常一致且可以低成本達到很高的精確性。此處，間隙分隔距離為用以在支撐膜中蝕刻開口的單一微影步驟中的線寬(line-width)加上乾式蝕刻期間的側向蝕刻控制，兩者皆很容易控制均勻且無須增加成本便可非常精確。若此等間隙係藉由如同先前技術在 3 道不同微影步驟中放置 3 個不同顏色的彩色濾光片而產

生，則很難達到間隙寬度的一致性，微影步驟會變得非常昂貴，且側壁輪廓控制會變得更嚴峻。

在支撐膜 134 中的相同開口中形成一彩色濾光片 114 與一光導 130 的串聯式光導(後面稱為「自動對準串聯式光導」)優於先前技術的優點係：彩色濾光片 114 與光導 130 之間沒有任何對準誤差。彩色濾光片 114 的側壁會自動對準光導 130 的側壁。

圖 4A 至 L 係顯示用以形成根據本發明之一實施例之影像感測器的過程。該影像感測器會被處理成如圖 4A 中所示這樣，即該等轉換單元 102 與閘極電極 104 係形成在矽基板 106 之上而電線 108 係埋置在絕緣體材料 110 中。絕緣體 110 可由低折射率(RI)材料(例如(二氧化矽)(RI=1.46))所構成。可以利用一化學機械研磨製程(CMP)來平坦化絕緣體 110 的頂端。

如圖 4B 中所示，絕緣材料可被移除以形成光導開口 120。開口 120 具有角度 α 的傾斜側壁。可以使用例如反應離子蝕刻(RIE)製程來形成該等開口 120。對以氧化矽作為絕緣材料來說，合宜的蝕刻劑為流量比 1:2 的 $\text{CF}_4 + \text{CHF}_3$ ，其係攜載於 125mTorr、45°C 的氬氣中。可藉由以 13.56MHz 於 300W 與 800W 之間調整 RF 功率來調整該側壁角度。

圖 4C 所示的係加入光導材料 122。舉例來說，光導材料 122 可為折射率 2.0(大於絕緣材料 110 的折射率(舉例來說，氧化矽 RI=1.46))的氮化矽。除此之外，氮化矽還提供一擴散屏障，阻止 H_2O 與鹼金屬離子。可藉由例如電漿增

強化學氣相沉積(PECVD)來加入該光導材料。

該光導材料可被蝕除而留下一較薄且較平坦的保護膜 410 來覆蓋該絕緣體並密封轉換單元 102、閘極電極 104 以及電線 108，用以在後續製程期間阻止 H₂O 與鹼金屬離子。或者，若該第一光導材料 122 並非氮化矽，則可在蝕刻該光導材料 122 以平坦化該頂表面之後，於光導材料 122 的頂端沉積氮化矽膜，以形成一保護膜 410，其會密封轉換單元 102、閘極電極 104 以及電線 108，用以阻止 H₂O 與鹼金屬離子。該保護膜 410 的厚度可介於 10,000 埃與 4,000 埃之間，較佳的係 7,000 埃。

如圖 4D 中所示，支撐膜 134 係形成在該氮化矽的頂端。支撐膜 134 可為藉由高密度電漿(HDP)所沉積的氧化矽。

在圖 4E 中，該支撐膜被蝕刻以形成開口。該等開口可包含傾斜角度 β 的側壁 136。角度 β 係經選擇俾使 $\beta < 90 - \arcsin(1/n_{2\text{light guide}})$ ，以便在第二光導 130 內會有完全內反射，其中， $n_{2\text{light guide}}$ 為第二光導材料 130 的折射率。結合兩個分離的光導會縮減每一光導的蝕刻深度。因此，比較容易達到更高精確性的斜側壁蝕刻效果。支撐膜 134 與第二光導 130 分別可由和絕緣層 110 及第一光導 116 相同的材料與相同的製程來製成。

如圖 4E 中所示，側壁可具有一垂直部分與一傾斜部分。該垂直部分與傾斜部分可藉由在蝕刻製程期間改變蝕刻化學作用或電漿條件來達成。垂直部分蝕刻期間的蝕刻

方式係經選擇以便有利於形成垂直側壁 162，接著會改變成有利於形成傾斜側壁的方式。

圖 4F 係顯示光導材料的加入。舉例來說，該光導材料可為藉由電漿增強化學氣相沉積(PECVD)所沉積的氮化矽。

圖 4G 顯示每一第二光導 130 皆具有一凹部 210。該等凹部 210 係由一支撐壁 212(其為支撐膜 134 的一部分)隔開。凹部 210 的形成係藉由蝕刻光導材料以露出壁部 212 並且進一步蝕刻至光導頂表面低於壁部 212 頂表面 0.6um 至 1.2um 之間。對於待被吸收的顏色(不會太厚而達到小於最大透射係數的 85%)，只要形成於每一凹部 210 的彩色濾光片之最終厚度足夠厚以提供足夠低的透射係數(例如低於 10%)，則亦可使用較深的深度。

如圖 4H 中所示，一具有某一顏色染料的有色膜材料 114B 可被施加，以便填充該等凹部 210 並且延伸在支撐膜 134 上方。於此範例中，該有色材料可含有藍色染料。彩色濾光片材料可由負光阻製成，其會構成在曝光後變成不可溶於光阻顯影劑中的聚合物。一遮罩(未顯示)會被放置在材料 114B 上方，其具有開口用以露出當其餘部分被蝕除時仍會留下的區域。

圖 4I 顯示蝕刻步驟之後的感測器。該製程可利用不同顏色(例如綠色或紅色)的材料來重覆進行，用以產生不同像素的彩色濾光片，如圖 4J 中所示。最後施加的有色材料會填充剩餘的凹部 210，因此不需要遮罩步驟。換言之，曝光

光(exposure light)可被施加在該影像感測器晶圓上的每一個地方，用以曝光每一個地方的最後彩色濾光片膜。於烘乾步驟期間，該最後彩色濾光片形成一重疊所有像素(包含其它顏色的像素)的膜。其它像素的最後彩色濾光片之重疊係在圖 4K 中所示的後續彩色濾光片蝕除製程期間被移除。

參考圖 4G，該等凹部 210 提供一自動對準特徵，用以自動對準該彩色濾光片材料與第二光導 130。該等凹部 210 可寬於對應的遮罩開口。為一給定像素間距與所要的第二光導開口來縮減該支撐壁 212 的厚度，可提高電漿反應室中的壓力，用以增強側向(也就是，等向性)蝕刻作用(藉由提高離子散射)，以便下切該遮罩。

如圖 4K 中所示，彩色濾光片 114B、114G 會被蝕刻而露出支撐壁 212，其為支撐膜 134 的一部分。接著會如圖 4L 中所示般地移除該支撐膜 134 的一部分，俾使對於該等彩色濾光片 114B、114G 而言，有一空氣/材料介面。可如圖 4L 中所示般地移除該支撐膜 134 的另一部分，俾使對於第二光導 130 而言，有一空氣/材料介面，以便更有助於內反射(藉由讓較靠近該介面之法線的光線產生完全內反射)。第一間隙 422 具有足夠小的寬度， $0.45\mu\text{m}$ 或更小，使得照射在第一間隙 422 中的入射紅光及更小波長的光轉向至彩色濾光片 114B 或 114G，從而會改進光接收效果。光會沿著彩色濾光片 114B、114G 及光導 130 與 116 進行內反射。彩色濾光片 114B、114G 的折射率高於空氣，因此彩色濾光片 114B、114G 提供內反射。同樣地，第二光導 130

具有會改進光導之內反射性質的空氣介面。若支撐膜 134 未被完全移除，只要該支撐膜的折射率(舉例來說，氧化矽，1.46)低於光導材料(舉例來說，氮化矽，2.0)，則第二光導 130 與支撐膜 134 之間的介面具有良好的內反射。同樣地，第一光導 116 與第一絕緣膜 110 之間的介面也會有良好的內反射。圖 7 為一像素陣列的四個像素 200 的俯視圖。對包含第一光導與第二光導兩者的實施例來說，區域 B 可為第二光導頂表面的區域，而區域 C 則代表第一光導底表面的區域。區域 A 扣除區域 B 則可為彩色濾光片之間的第一間隙 422 的區域。

圖 8 所示的係一替代實施例，其於形成該支撐膜 134 之後使用同一遮罩來蝕刻第二與第一光導兩者且在一步驟中利用光導材料填充兩者。圖 9A 至 M 中所示的係用於製造此替代實施例的過程。該過程類似於圖 4A 至 L 中所示的過程，除了，第一光導的開口係在第二光導的開口之後形成，如圖 9F 中所示，其中不需要任何額外遮罩，因為保護膜 410 與上方的支撐膜 134 會充當硬遮罩，用以阻隔蝕刻劑。兩個光導皆在圖 9G 中所示的相同步驟中被填充。

圖 10A 至 H 為用以曝光影像感測器之黏著墊 214 的過程。一開口 216 可形成在覆蓋一黏著墊 214 的第一絕緣材料 110 中，如圖 10A 至 B 中所示。如圖 10C 至 D 中所示，第一光導材料 116 可被施加且大部分的材料 116 會被移除，留下一較薄層，用以密封下面的第一絕緣材料 110。支撐膜材料 134 會被施加且會在其中形成一對應開口 218，如

圖 10E 至 F 中所示。第二光導材料 130 會被施加，如圖 10G 中所示。如圖 10H 中所示，其可使用一無遮罩蝕刻步驟來形成一會露出黏著墊 214 的開口 220。該蝕刻劑較佳的係具有侵蝕光導材料 116 與 130(舉例來說，氮化矽)的速度快過絕緣材料 110 與 134(舉例來說，氧化矽)及彩色濾光片 114(光阻)的特性。在 $\text{CH}_3\text{F}/\text{O}_2$ 中對氮化矽進行乾式蝕刻的蝕刻速率會比對彩色濾光片或氧化矽進行乾式蝕刻大 5 至 10 倍。

圖 11 所示的係一抗反射(AR)堆疊的實施例，其包含一頂端 AR 膜 236、一第二 AR 膜 234、以及一覆蓋轉換單元 102 的第三 AR 膜 232。該抗反射堆疊會改進光從第一光導 116 至該等轉換單元 102 的透射。AR 堆疊中的部件可共同構成層 230，其亦會包覆基板 106、轉換單元 102、以及閘極電極 104，用以保護該等元件，防止化學污染物與濕氣。舉例來說，第二 AR 膜 234 可為 CMOS 晶圓製造中為阻止接觸孔的氧化物蝕刻常用的接觸蝕刻停止氮化物膜，用以防止多晶矽接點(其接觸孔通常會比源極/汲極接點淺 2,000 埃)的過度蝕刻。第三 AR 膜 232 可為氧化矽。該氧化矽膜可為閘極電極 104 下方的閘極電極絕緣膜；或是在常用的深次微米 CMOS 製程中在該閘極電極與分隔體(未顯示)之間，延著閘極電極 104 之側邊向下延伸的分隔體襯墊氧化物(spacer liner oxide)膜；在接點矽化之前所沉積的矽化物阻隔(silicide-blocking)氧化物膜，用以阻止接點矽化；或是前述之組合；或是在矽化物阻隔氧化物蝕刻(其會蝕除和光

導 116 之底部一致的區域中的所有氧化物)之後所沉積的一
包覆氧化物膜。使用既有的氮化矽接觸蝕刻停止膜作為 AR
堆疊的一部分會節省成本。相同的接觸蝕刻停止膜亦可在
該光導的製造中用來阻止蝕刻絕緣體 110 中的開口。最後，
5 頂端 AR 膜 236 可在以光導材料填充絕緣體 110 中的開口
之前先形成在該開口之中。

頂端 AR 膜 236 的折射率低於光導 116。第二 AR 膜 234
的折射率高於頂端 AR 膜 236。第三 AR 膜 232 的折射率低
於第二 AR 膜 234。

10 頂端 AR 膜 236 可為氧化矽或氮氧化矽，其折射率約
為 1.46，厚度介於 750 埃與 2000 埃之間，較佳的係 800 埃。
第二 AR 膜 234 可為氮化矽(Si_3N_4)，其折射率約為 2.0，厚
度介於 300 埃與 900 埃之間，較佳的係 500 埃。第三 AR
膜 232 可為氧化矽或氮氧化矽(SiO_xN_y ，其中， $0 < x < 2$ 且
15 $0 < y < 4/3$)，其折射率約為 1.46，厚度介於 25 埃與 170 埃之
間，較佳的係 75 埃。第三 AR 膜 232 可包含圖 2 閘極電極
104 下方和基板 106 上方的閘極電極氧化物，如美國專利申
請號第 61/009,454 號圖 3 中所示。第三 AR 膜 232 可進一
步包含同案圖 3 中所示的閘極電極襯墊氧化物。或者，第
20 三 AR 膜 232 可藉由在矽化物阻隔蝕刻移除美國專利申請
案第 61/009,454 號的圖 2 中所示之矽化物阻隔氧化物 64、
閘極電極襯墊氧化物 55、以及閘極電極氧化物 54 之後(其
係使用具有和光導 116 之底部一致的遮罩開口的矽化物阻
隔蝕刻遮罩)，包覆氧化矽沉積(blanket silicon oxide

deposition)於晶圓的每一個地方而形成。

圖 11 中所示的抗反射結構可藉由在該基板上分別形成第三 AR 膜 232 與第二 AR 膜 234 來製成。接著可在第二 AR 膜 234 之上形成絕緣體 110。氮化矽膜可藉由 PECVD 被沉積在該第一絕緣體 110 之上，其沉積的方式會覆蓋與密封該絕緣體和下方的層，用以形成一厚度介於 10,000 埃與 4,000 埃之間，較佳的係 7,000 埃的保護膜 410。舉例來說，支撐膜 134 可藉由 HDP 氧化矽沉積被形成在保護膜 410 之上。

支撐膜 134 會被遮罩且第一蝕刻劑會被施加以蝕刻支撐膜 134 中的開口。第一蝕刻劑可被選為對保護膜材料具有很高的選擇性。舉例來說，若支撐膜 134 包含 HDP 氧化矽而保護膜 410 包含氮化矽，則第一蝕刻劑便可為 CHF_3 ，其蝕刻 HDP 氧化矽會比氮化矽快 5 倍。接著，第二蝕刻劑被施加以蝕穿氮化矽保護膜 410。第二蝕刻劑可為 $\text{CH}_3\text{F}/\text{O}_2$ 。接著，第一蝕刻劑會再次被施加以蝕刻第一絕緣體 110 並且停止在包含氮化矽的接觸蝕刻停止膜 234 上。接觸蝕刻停止層 234 係充當一蝕刻劑停止層，用以界定開口的底部。接著藉由各向異性沉積法(舉例來說，PECVD 或 HDP 氧化矽沉積)在該開口中形成頂端 AR 膜 236，其主要係沉積至開口的底部而非側壁。可施加一蝕刻劑以蝕除延伸在該開口之側壁中的任何殘留的頂端 AR 膜材料，舉例來說，使用第一蝕刻劑進行乾式蝕刻並且讓晶圓基板保持一傾角且繞著平行於外來離子束的軸線旋轉。接著藉由

例如氮化矽 PECVD 在該等開口中形成光導材料。彩色濾光片可形成在該光導上方，而相鄰彩色濾光片之間的一部分支撐膜及相鄰光導之間的另一部分則可被蝕刻以產生圖 5 中所示的結構。

5 圖 12A 至 E 所示的係用以在光導 116 與基板 202 之間製造另一抗反射堆疊實施例的過程。參考圖 12E，於此實施例中，在光導 116 以及包含頂端 AR 膜 236、第二 AR 膜 234、和第三 AR 膜 232 的抗反射(AR)堆疊之間插設一蝕刻停止膜 238。該光導蝕刻停止膜 238 可為由和光導 116 相同的材料所構成，且可為氮化矽，其厚度介於 100 埃與 300 埃之間，較佳的係 150 埃。本實施例中形成該 AR 堆疊的優點為：可更精確控制第二 AR 膜 234 的厚度，其代價為多一道沉積步驟以及蝕穿接觸孔開口(未顯示)的氧化物-氮化物-氧化物-氮化物-氧化物堆疊而非氧化物-氮化物-氧化物堆疊的複雜度會略增。先前實施例使用第二 AR 膜 234 作為光導蝕刻停止膜並且會在最後的絕緣體凹槽蝕刻過度蝕刻步驟中損失部分厚度。

20 如圖 12A 至 B 中所示，第三 AR 膜 232 和第二 AR 膜 234 會被施加於基板 106 上且接著一頂端 AR 膜 236 會被施加在第二 AR 膜 234 之上，之後則施加由氮化矽製成的光導蝕刻停止膜 238。如圖 12C 中所示，絕緣層 110 與電線連接電線 108 係形成在 AR 膜 232、234、236、以及光導蝕刻停止膜 238 上方。圖 12D 顯示被蝕入絕緣體 110 中的一開口，其會停止在光導蝕刻停止膜 238 的頂端。圖 12E

顯示填充著光導材料的開口。

圖 13A 為圖 11 與圖 12E 的抗反射堆疊的透射係數相對於光波長的關係圖，頂端 AR 膜 236(氧化物)標稱厚度為 800 埃，變異為 $\pm 10\%$ ；而第二 AR 膜 234(氮化物)標稱厚度為 500 埃；以及第三 AR 膜 232(氧化物)厚度為 75 埃。透射曲線在紫色區(400nm 至 450nm)中呈現陡峭的下垂。構成 AR 堆疊的 AR 膜 232、234、236 的標稱厚度係被選為將該透射曲線的最大值設置在藍色區(450nm 至 490nm)中而非綠色區(490nm 至 560nm)，俾使因製造公差所造成的任何膜厚度偏移皆不會導致透射係數在紫色區中的下降會遠大於紅色區(630nm 至 700nm)中。

圖 13B 為圖 11 與圖 12E 的抗反射堆疊的透射係數相對於光波長的關係圖，標稱的第二 AR 膜(氮化物)厚度為 500 埃，變異為 $\pm 10\%$ 。

圖 13C 為圖 11 與圖 12E 的抗反射堆疊的透射係數相對於光波長的關係圖，第三 AR 膜 232(氮化物)標稱厚度為 75 埃，變異為 $\pm 10\%$ 。

圖 14A 至 G 所示的係用以在光導 116 與基板 202 之間製造另一抗反射堆疊實施例的過程，用以在兩個不同像素處提供兩個不同 AR 堆疊，其個別最佳化一不同顏色的區域。第三 AR 膜 232 和第二 AR 膜 234 係被設於圖 14A 中的光電轉換單元 201 上方，類似於圖 12A 中所示之實施例。在圖 14A 中，頂端 AR 膜 236 係沉積至圖 14B 中所示之較厚的頂端 AR 膜 236b 的厚度。接著會套用一微影遮罩(未顯

示)，用以在使用較薄頂端 AR 膜 236a 的像素上方產生遮罩開口。一蝕刻步驟會被套用以將該遮罩開口下方的頂端 AR 膜 236 薄化至圖 14B 中頂端 AR 膜 236a 的較小厚度。圖 14C 至 14G 中所示的後續步驟類似於圖 12B 至 E。綠色彩色濾光片 114G 可被套用在具有較薄頂端 AR 膜 236a 的像素上，而藍色與紅色彩色濾光片則會被套用在具有較厚頂端 AR 膜 236b 的像素上。

圖 15A 為圖 14G 的抗反射堆疊的透射係數相對於光波長的關係圖，標稱較薄頂端 AR 膜 236a 的標稱厚度為 0.12um，第二 AR 膜 234 的標稱厚度為 500 埃，而第三 AR 膜 232 的標稱厚度為 75 埃。此關係圖尖峰值約 99% 係在綠色區域處，緩慢地降至紅色區域中心處的約 93%。此關係圖顯示出頂端 AR 膜 236a 可被使用於紅色像素以及綠色像素。

圖 15B 為圖 14G 的抗反射堆疊的透射係數相對於光波長的關係圖，頂端 AR 膜 236b 的標稱厚度為 0.20um，第二 AR 膜 234 的標稱厚度為 500 埃，而第三 AR 膜 232 的標稱厚度為 75 埃。此關係圖尖峰值在兩個不同顏色區域中，也就是，紫色與紅色。此關係圖顯示出頂端 AR 膜 236b 可被使用於紫色像素以及紅色像素。

一像素陣列可使用較薄的頂端 AR 膜 236a 僅於綠色像素而使用較厚的頂端 AR 膜 236b 於藍色與紅色像素兩者。若使用紫紅色(magenta)彩色濾光片於特定像素，則這些像素可使用較厚的頂端 AR 膜 236b。或者，該像素陣列可使

用較薄的頂端 AR 膜 236a 於綠色與紅色像素兩者而使用較厚的頂端 AR 膜 236b 僅於藍色像素。

藉由產生不同的第二 AR 膜厚度同時保持相同的頂端 AR 膜厚度，可提供另一實施例，其係提供兩個不同 AR 堆疊，每一堆疊係最佳化一不同顏色的區域。其會決定出兩個不同厚度，每一個顏色區域一種厚度。第二 AR 膜會先被沉積至較大厚度。接著會套用一微影遮罩，以在使用較小第二 AR 膜厚度的像素上方產生一遮罩開口。一蝕刻步驟會被套用以將該遮罩開口下方的第二 AR 膜薄化至較小厚度。後續步驟類似於圖 12B 至 E。

雖然在隨附圖式中已說明及顯示特定的示範性實施例，不過，應該瞭解的係，此等實施例僅解釋而非限制本廣義發明，且本發明並不受限於所示和所述的特定構造及排列，因為熟習本技術的人士便可進行各種其它修正。

【圖式簡單說明】

圖 1A 為顯示先前技術的兩個影像感測器像素的示意圖；

圖 1B 為顯示先前技術的相鄰像素之間的光串訊之示意圖；

圖 2 為顯示本發明之一實施例的兩個影像感測器像素的示意圖；

圖 3A 為顯示沿著兩個彩色濾光片之間的間隙前進的光之示意圖；

圖 3B 為顯示從該間隙處將光再導向至該等彩色濾光片之中的示意圖；

圖 3C 為光功率相對於該間隙中之距離的關係圖；

5 圖 3D 為三種不同顏色之光在間隙中深度為 $0.6\mu\text{m}$ 與 $1.0\mu\text{m}$ 之處之間隙功率損失相對於間隙寬度的關係圖；

圖 3E 為最大間隙功率損失相對於深度為 $1.0\mu\text{m}$ 處之間隙寬度的關係圖；

圖 3F 為深度為 $1.0\mu\text{m}$ 處之不同間隙寬度的最大間隙功率損失表；

10 圖 3G 為以像素面積百分比來表示不同間隙寬度與不同像素間距之間隙面積的表格；

圖 3I 為不同間隙寬度之像素功率損失相對於像素間距的關係圖；

15 圖 4A 至 L 為顯示用以製造圖 2 中所示之像素的過程之示意圖；

圖 5 為顯示圖 2 之像素內的射線路徑之示意圖；

圖 6A 為顯示該陣列的一角落處的一像素之示意圖；

圖 6B 為顯示圖 6A 的像素內的光線路徑之示意圖；

圖 7 為顯示一陣列內四個像素之俯視示意圖；

20 圖 8 為感測器像素的一替代實施例，圖中有射線路徑；

圖 9A 至 M 為顯示用以製造圖 8 中所示之像素的過程之示意圖；

圖 10A 至 H 為顯示用以曝光一黏著墊的過程之示意圖；

圖 11 為顯示本發明之一實施例之感測器內的一抗反射堆疊之示意圖；

圖 12A 至 E 為顯示本發明之一實施例之用以在該感測器內形成一抗反射堆疊的替代過程之示意圖；

5 圖 13A 為一抗反射堆疊的透射係數相對於光波長的關係圖；

圖 13B 為該抗反射堆疊的透射係數相對於光波長的關係圖；

10 圖 13C 為該抗反射堆疊的透射係數相對於光波長的關係圖；

圖 14A 至 G 為本發明之一實施例之用以在該感測器內形成兩個抗反射堆疊的替代過程之示意圖；

圖 15A 為圖 14G 左手邊部分上的第一抗反射堆疊的透射係數相對於光波長的關係圖；

15 圖 15B 為圖 14G 右手邊部分上的第二抗反射堆疊的透射係數相對於光波長的關係圖。

【主要元件符號說明】

1	固態影像感測器
2	轉換單元
3	傳輸電極
4	電線
5	絕緣層
6	平坦化層

7	光導
8	彩色濾光片
9	微透鏡
10	平坦化層
100	影像感測器
102	光電轉換單元
104	閘極電極
106	基板
108	電線
110	絕緣層
114B	彩色濾光片
114G	彩色濾光片
116	第一光導
118	側壁
120	開口
122	光導材料
130	第二光導
134	支撐膜
136	側壁
162	垂直側壁
200	像素
201	光電轉換單元
202	基板
210	凹部

212	支撐壁
214	黏著墊
216	開口
218	開口
220	開口
230	層
232	第三抗反射膜
234	第二抗反射膜
236	頂端抗反射膜
236a	較薄的頂端抗反射膜
236b	較厚的頂端抗反射膜
238	蝕刻停止膜
410	保護膜
422	第一間隙
424	第二間隙
430	像素頂表面

七、申請專利範圍：

年 月 日修正替換頁
101. 9. 26

1. 一種製造一影像感測器的方法，其包含：

形成一支撐膜，其具有相鄰的一第一開口和第二開口且位於一基板上方，該基板支撐一光電轉換單元與另一光電轉換單元；

在該第一開口中形成一第一彩色濾光片；

在該第二開口中形成一第二彩色濾光片；以及

移除在該第一和第二彩色濾光片之間的該支撐膜的至少一部分，

其中，在該第一和第二彩色濾光片之間留下一寬度為 $0.45\mu\text{m}/n_{\text{gap}}$ 或更小的間隙，並且一透明介質填補了該間隙，該透明介質的折射率 n_{gap} 低於該第一和第二彩色濾光片的折射率。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其進一步包含在該第一和第二開口之每一之中形成一透明光導。
3. 如申請專利範圍第 1 或第 2 項之方法，其中，在該彩色濾光片的頂表面上留下一平面的空氣介面。
4. 如申請專利範圍第 1 或第 2 項之方法，其中，該透明介質為空氣。
5. 一種影像感測器，其包含：

一基板；

一對光電轉換單元，由該基板所支撐；

一對相鄰的彩色濾光片，其是設置以之向該對光電轉換單元之每一傳輸一不同顏色的可見光；

其中，在該對彩色濾光片之間有一寬度為 $0.45\mu\text{m}/n_{\text{gap}}$ 或更小的間隙，並且一透明介質填補了該間隙，該透明介質的折射率 n_{gap} 低於該第一和第二彩色濾光片的折射率。

- 5 6. 如申請專利範圍第 5 項之影像感測器，其中，該透明介質為空氣。
7. 如申請專利範圍第 5 或第 6 項之影像感測器，其中，在該對彩色濾光片之每一和該對光電轉換單元之與其對應之一之間有一透明光導。

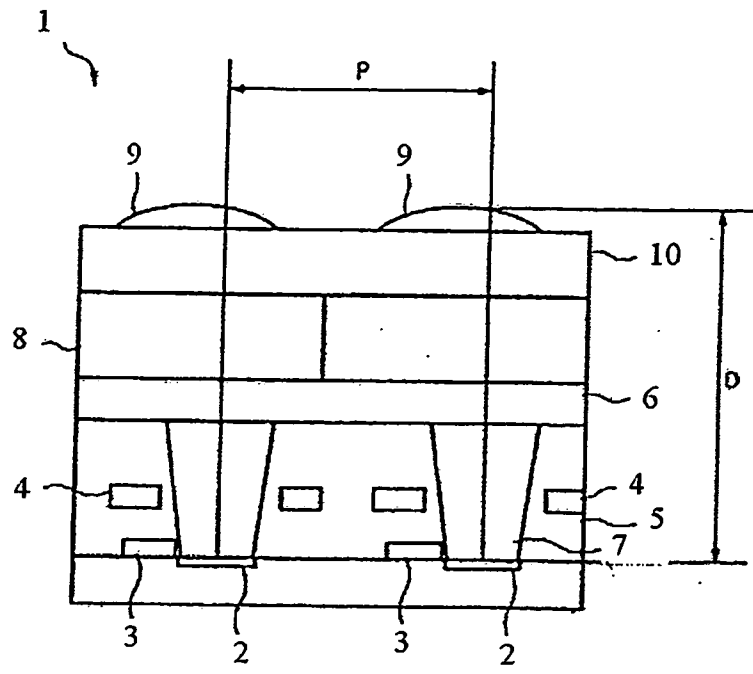


圖 1A

先前技術

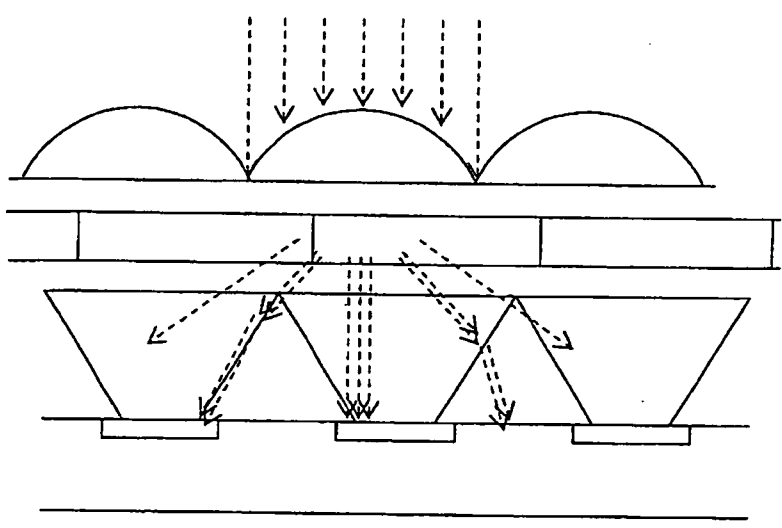


圖 1B

先前技術

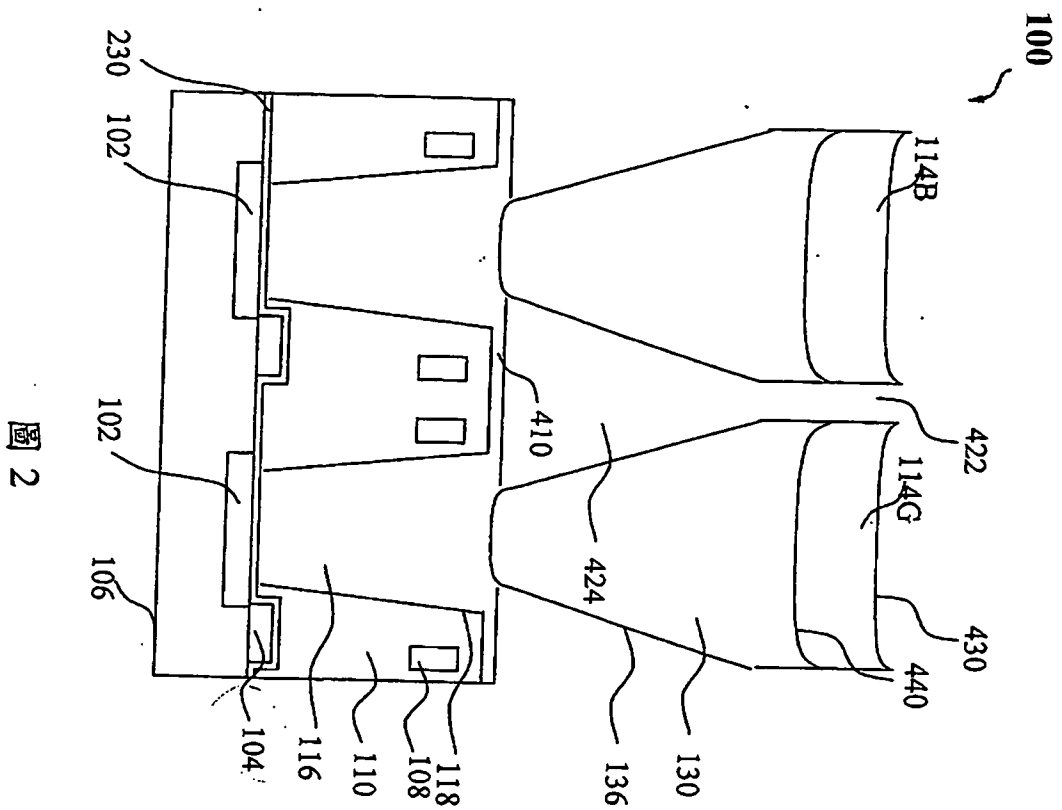


圖 2

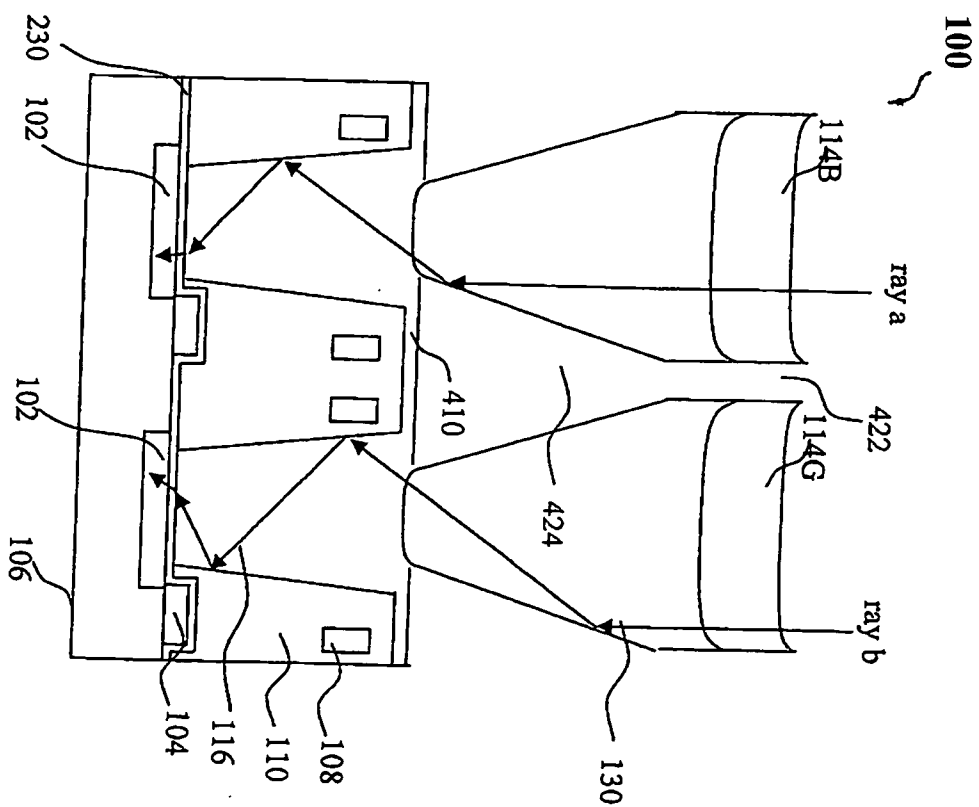


圖 5

3 / 23

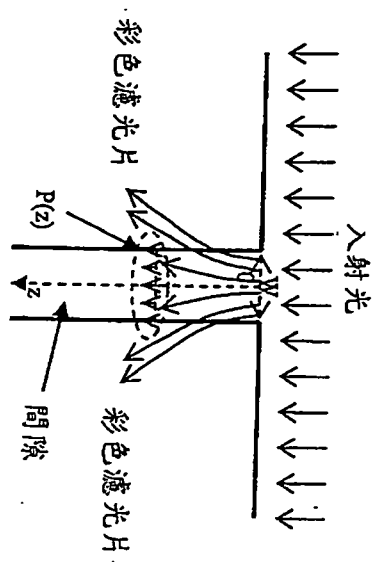


圖 3A

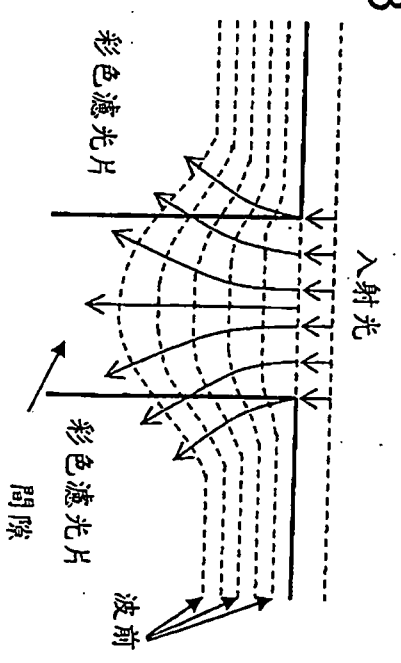


圖 3B

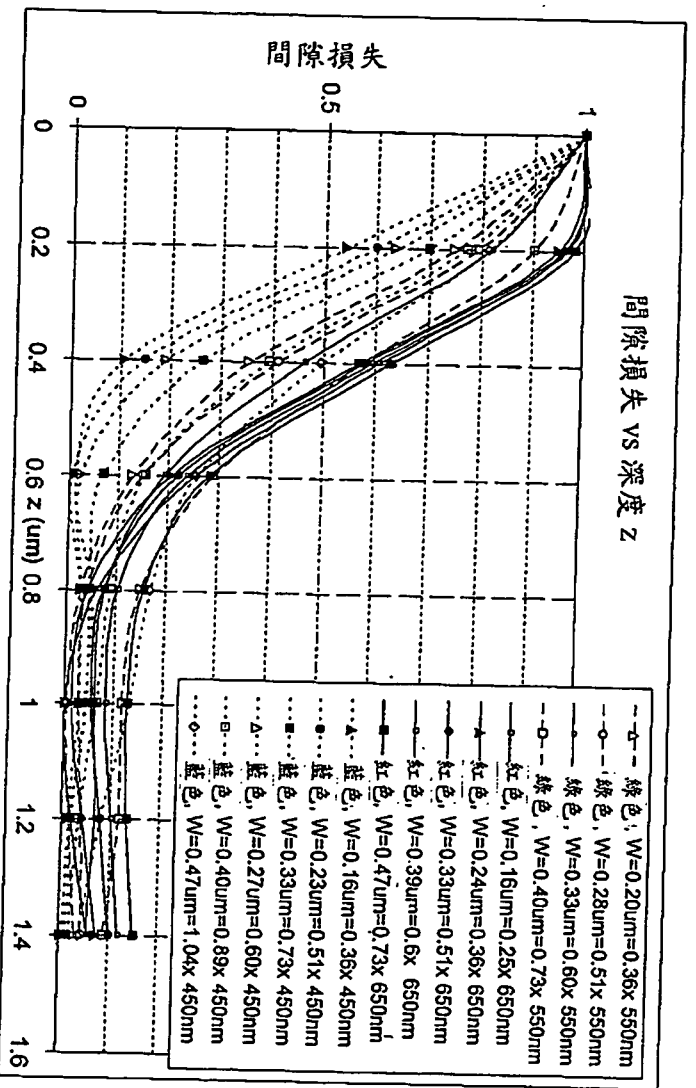


圖 3C

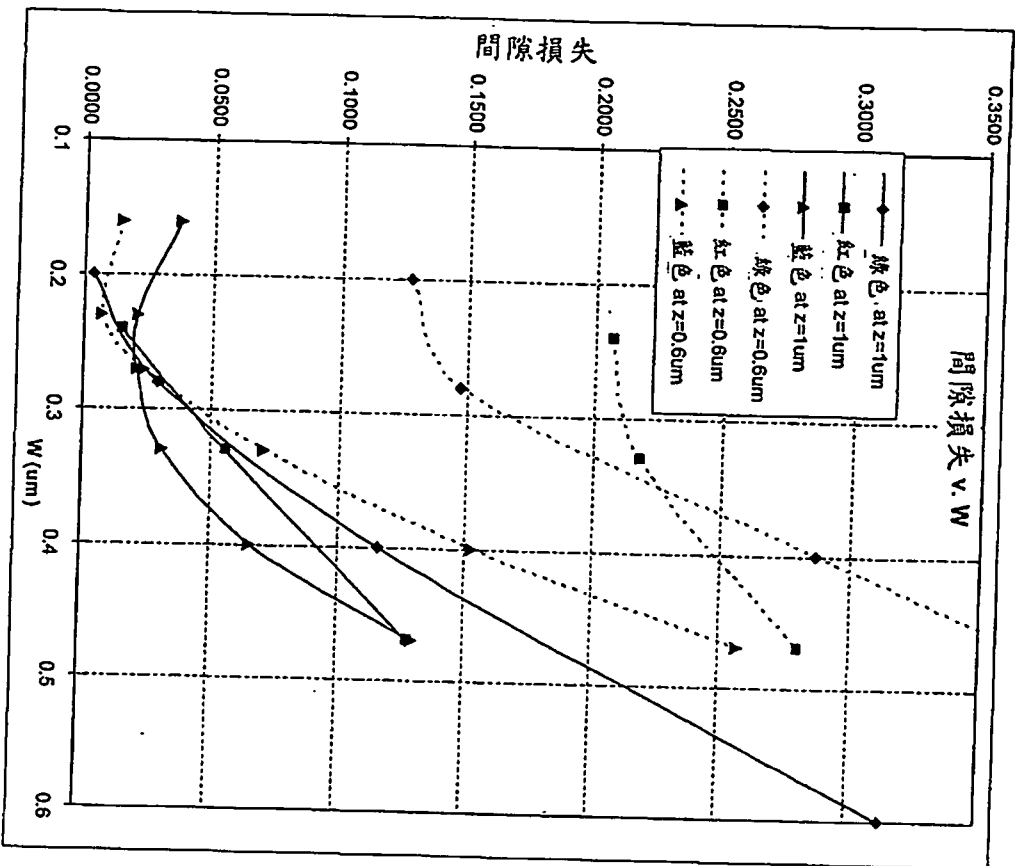


圖 3D

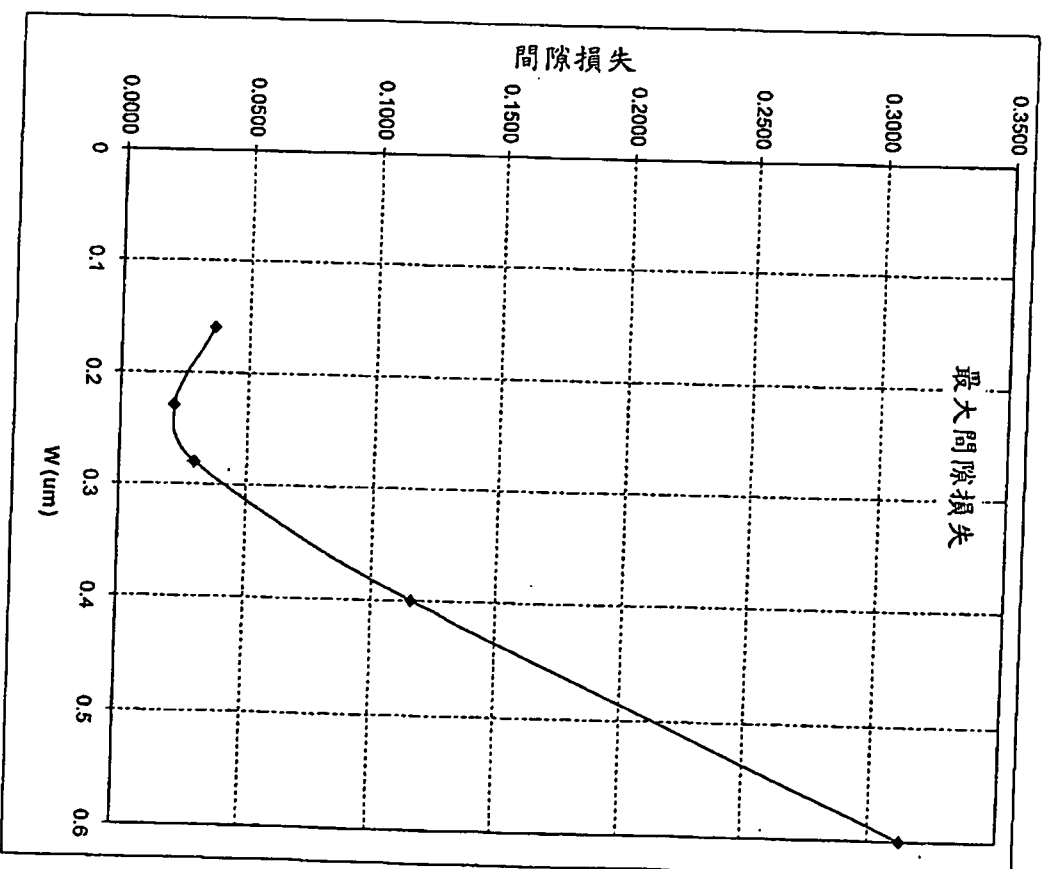


圖 3E

間隙寬度: (um)									
0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5			
2.5%	2.1%	4.0%	7.0%	12%	17%	22%			

圖 3F

間距 (um)	間隙寬度 (um)									
	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5			
1.8	21%	26%	31%	35%	40%	44%	48%			
2.2	17%	21%	25%	29%	33%	37%	40%			
2.8	14%	17%	20%	23%	27%	30%	33%			
4	10%	12%	14%	17%	19%	21%	23%			
5.6	7.0%	8.7%	10%	12%	14%	15%	17%			

圖 3G

間距 (um)	間隙寬度 (um)									
	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5			
1.8	0.52%	0.54%	1.2%	2.5%	4.6%	7.2%	10.3%			
2.2	0.43%	0.45%	1.0%	2.1%	3.8%	6.1%	8.7%			
2.8	0.34%	0.36%	0.81%	1.6%	3.1%	4.9%	7.0%			
4	0.24%	0.25%	0.58%	1.2%	2.2%	3.5%	5.0%			
5.6	0.18%	0.18%	0.42%	0.85%	1.6%	2.5%	3.7%			

圖 3H

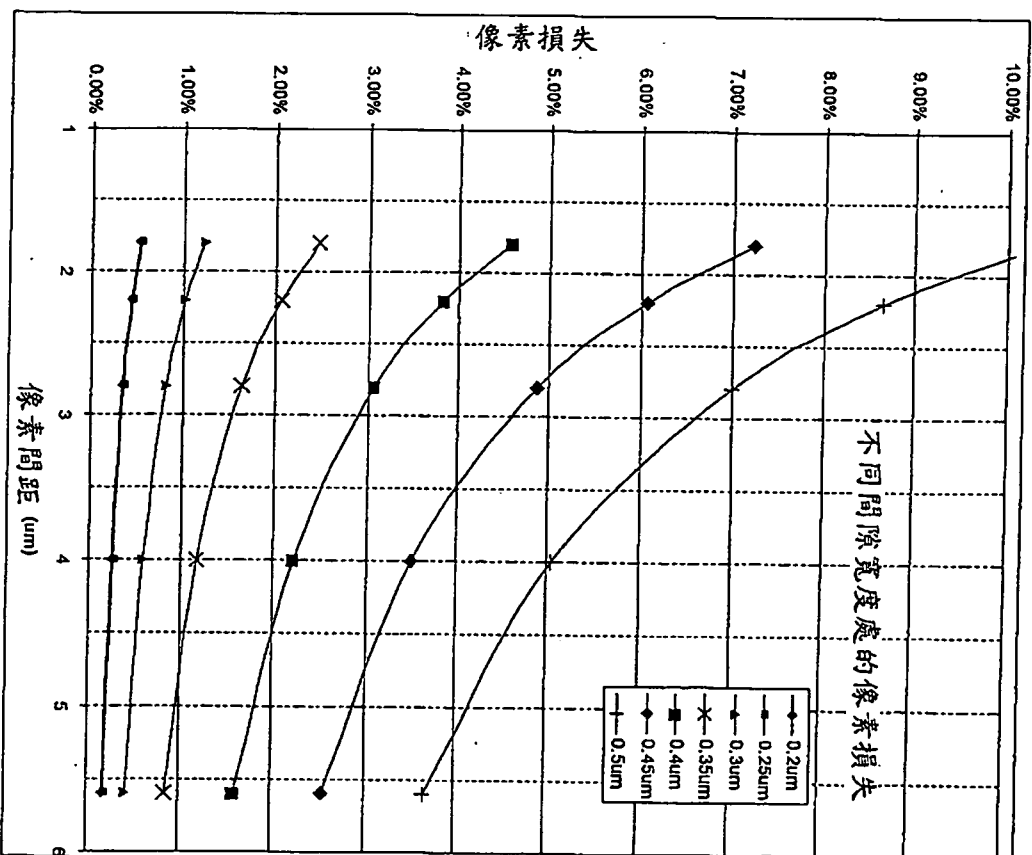


圖 3I

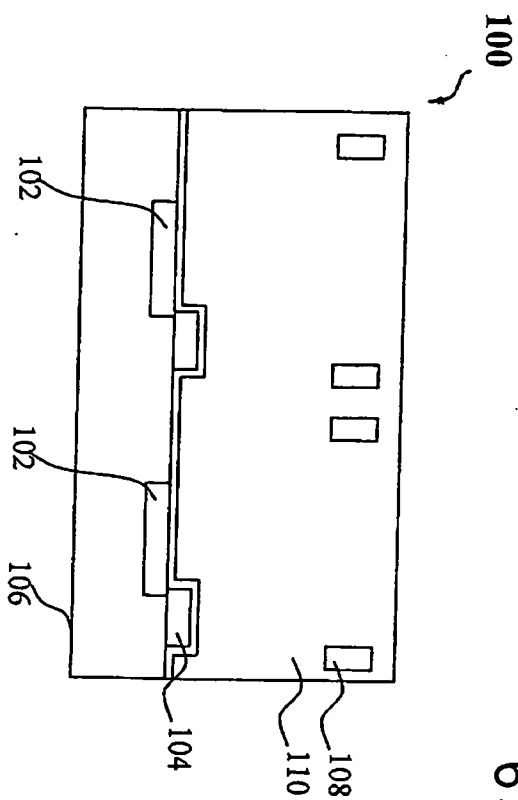


圖 4A

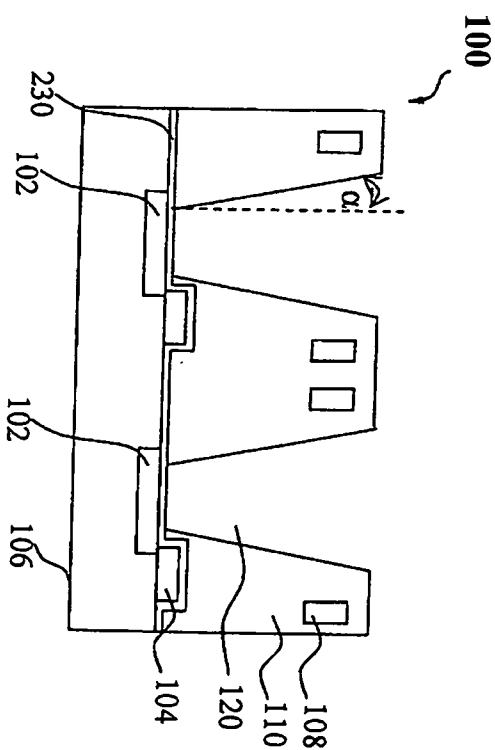


圖 4B

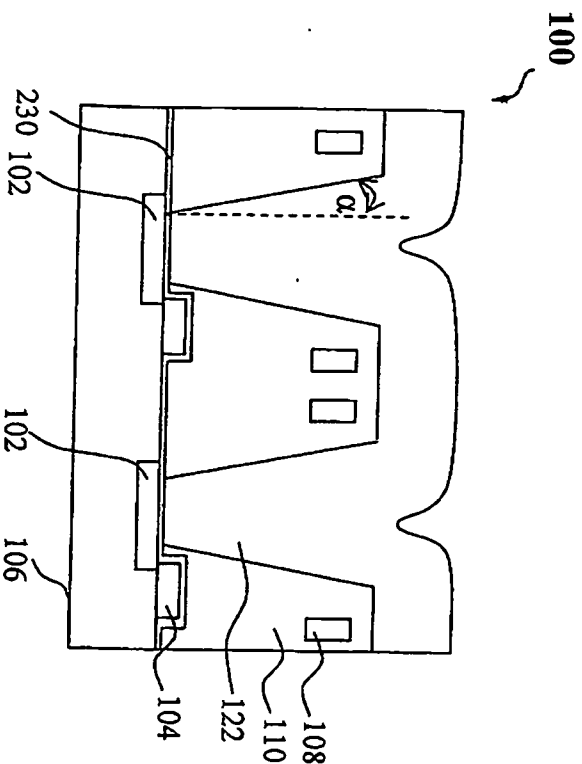


圖 4C

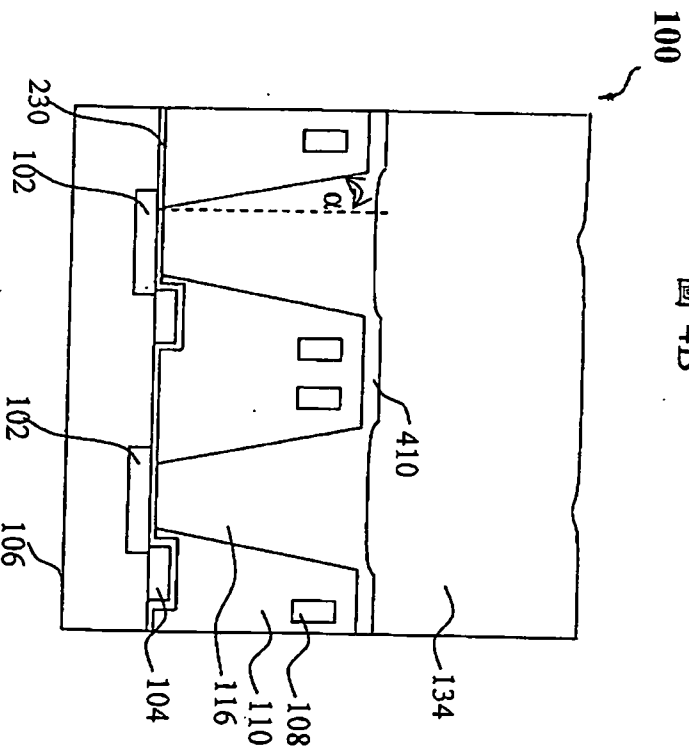
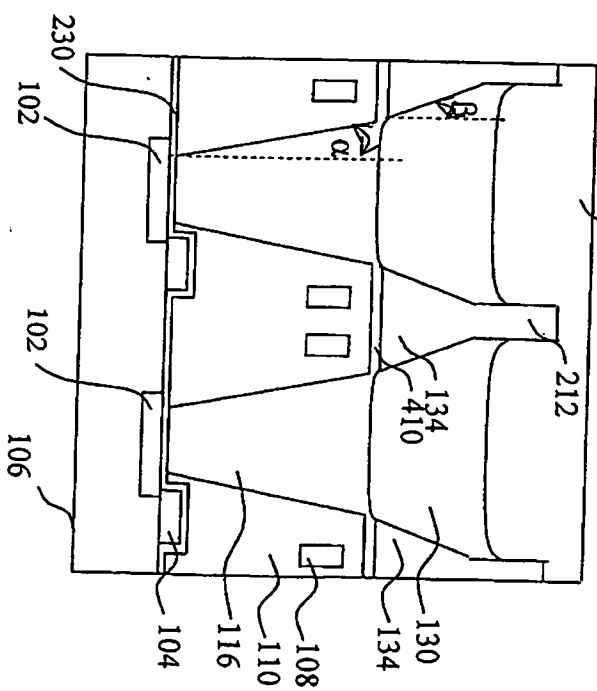
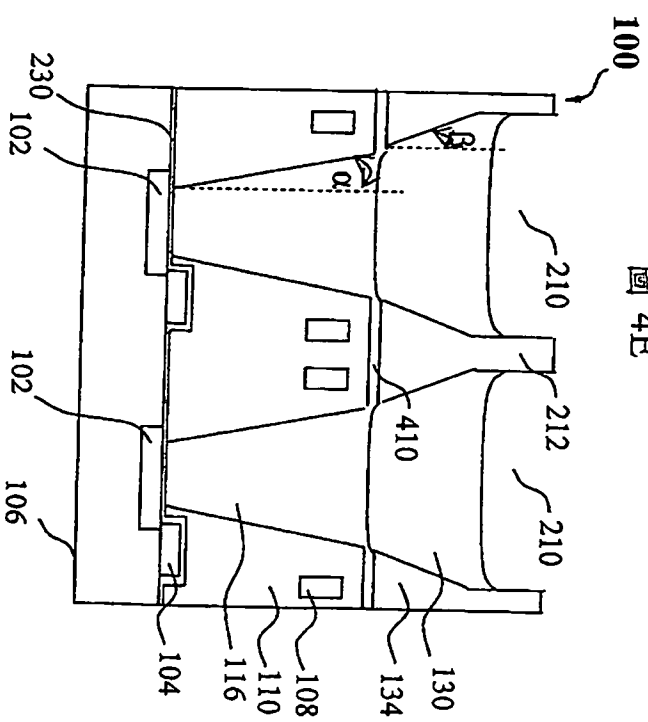
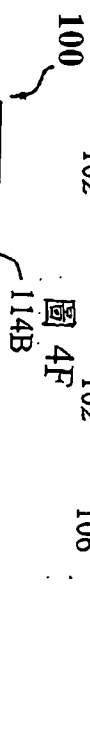
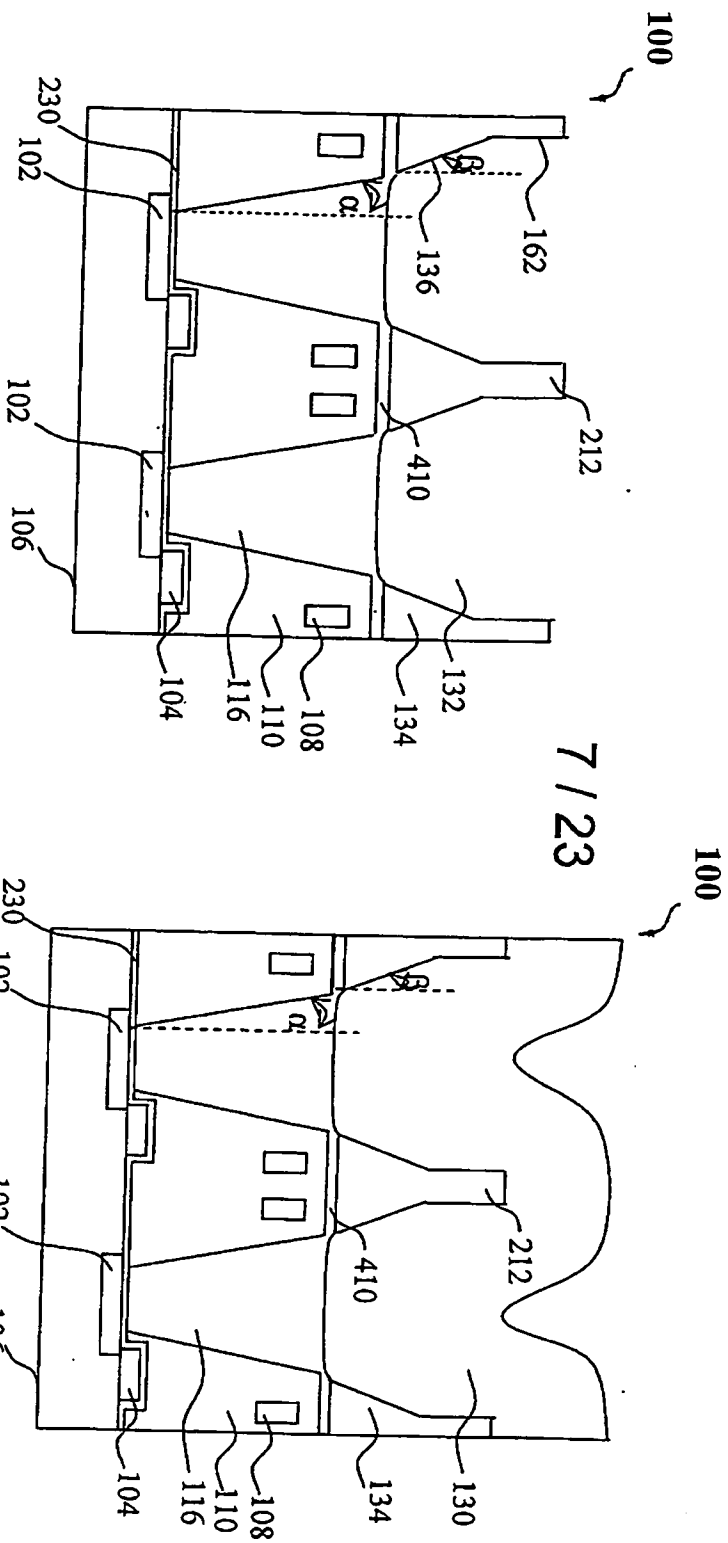


圖 4D



8 / 23

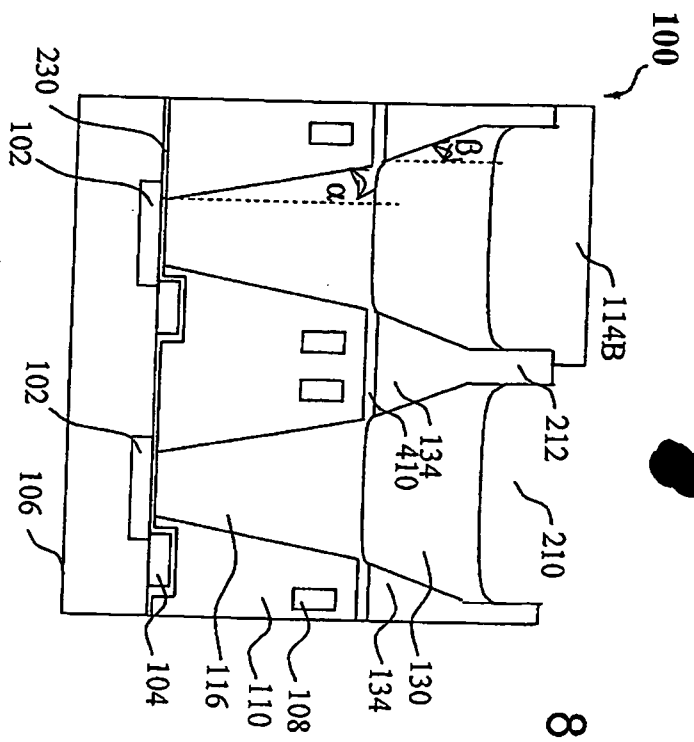


圖 4I

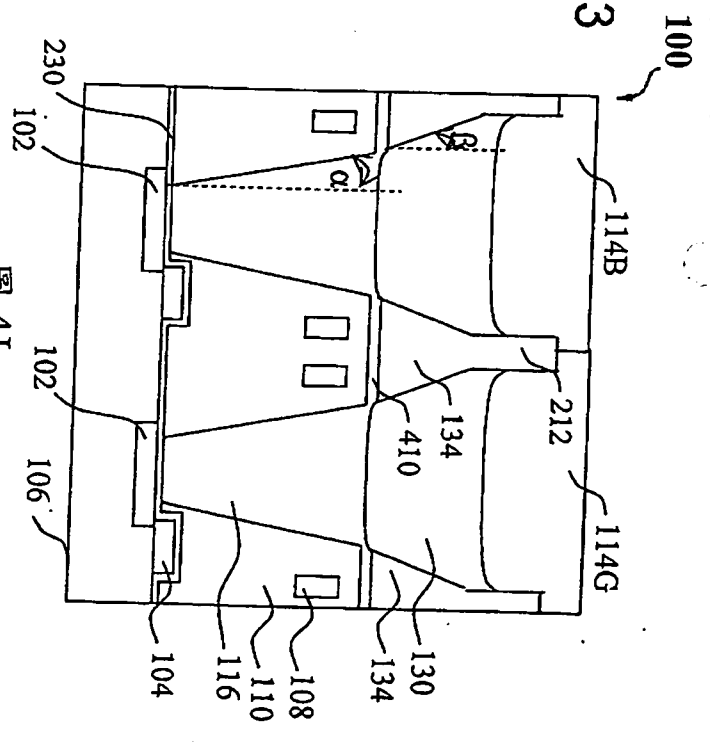


圖 4J

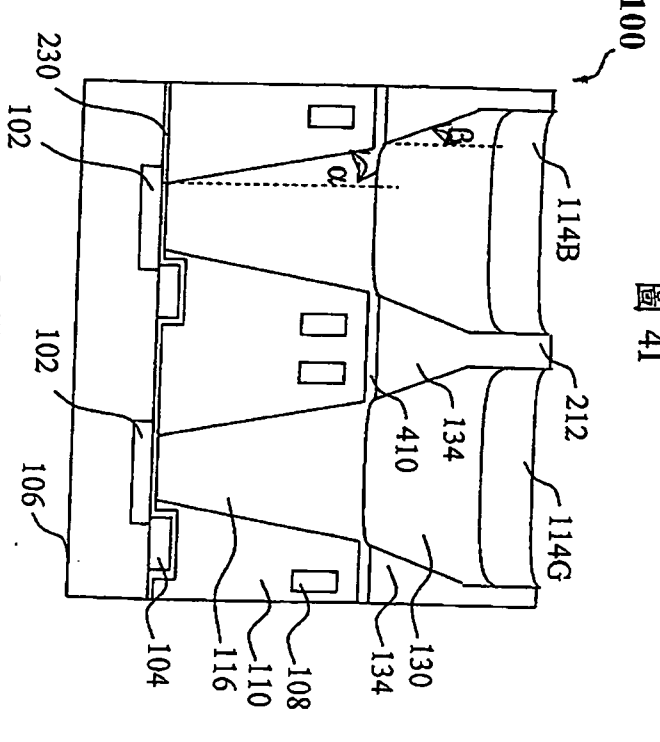


圖 4K

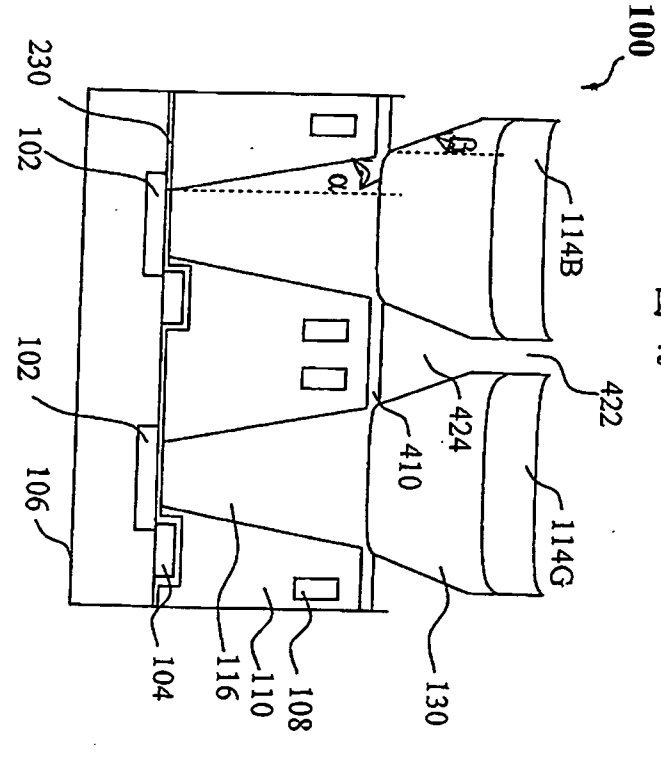


圖 4L

9/23

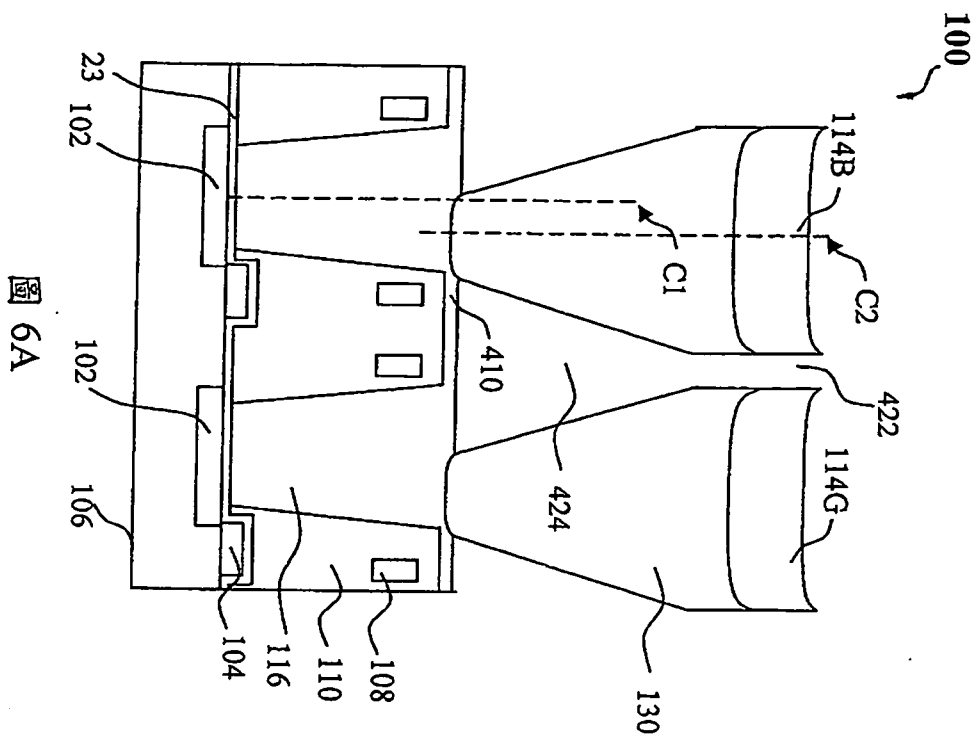


圖 6A

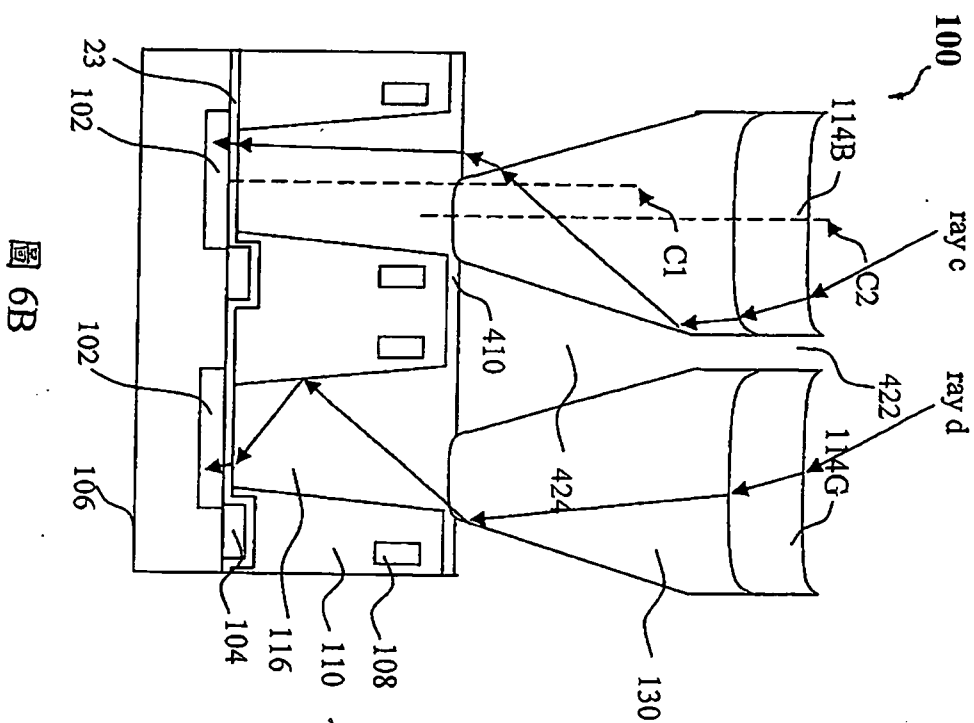


圖 6B

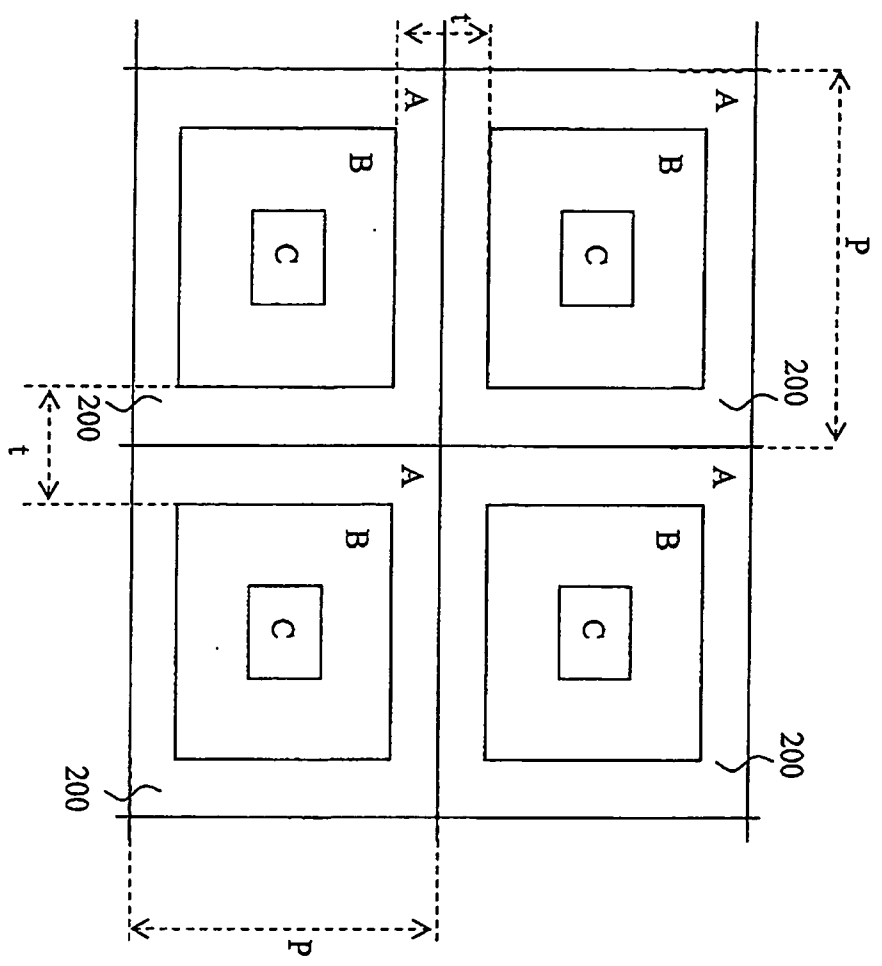


圖 7

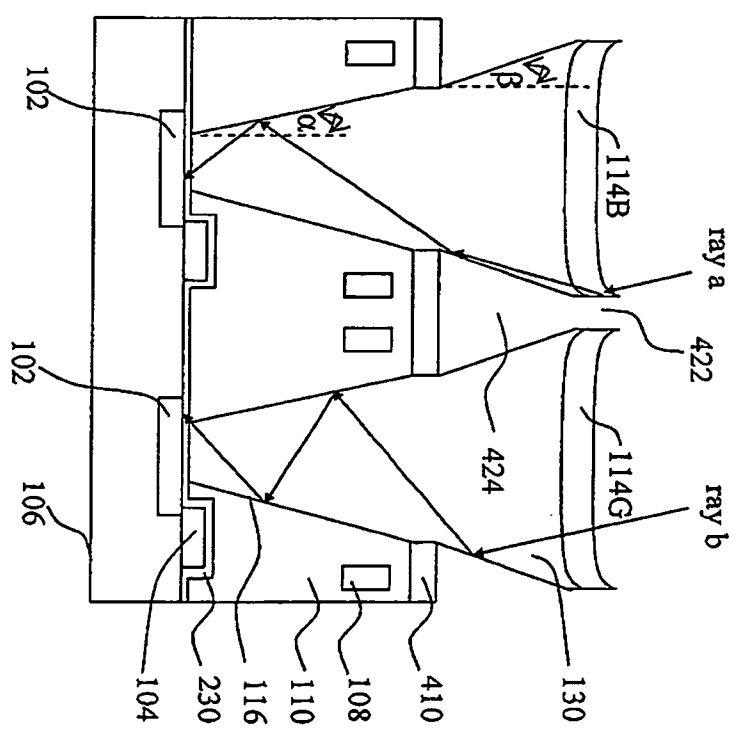


圖 8

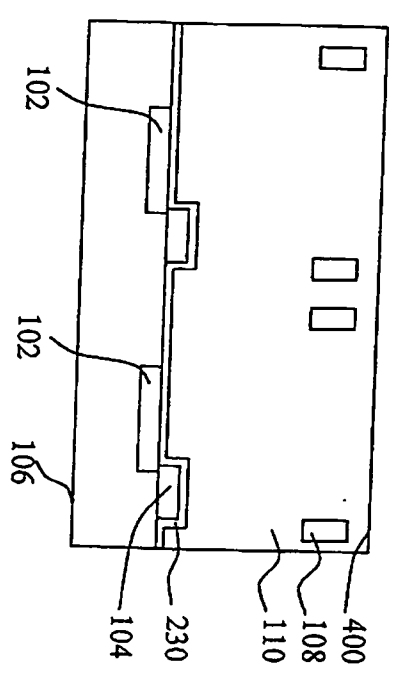


圖 9A

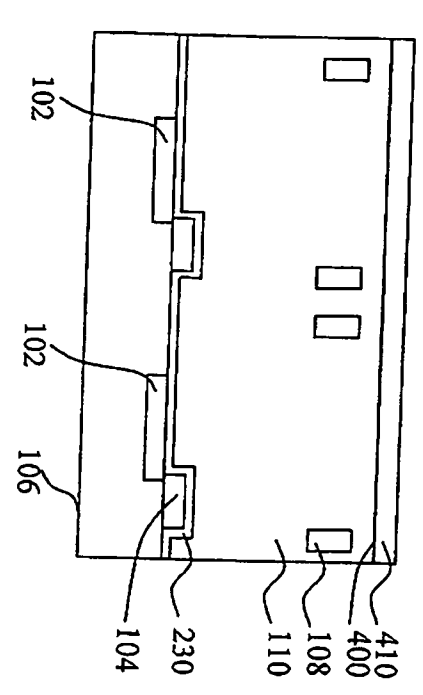


圖 9B

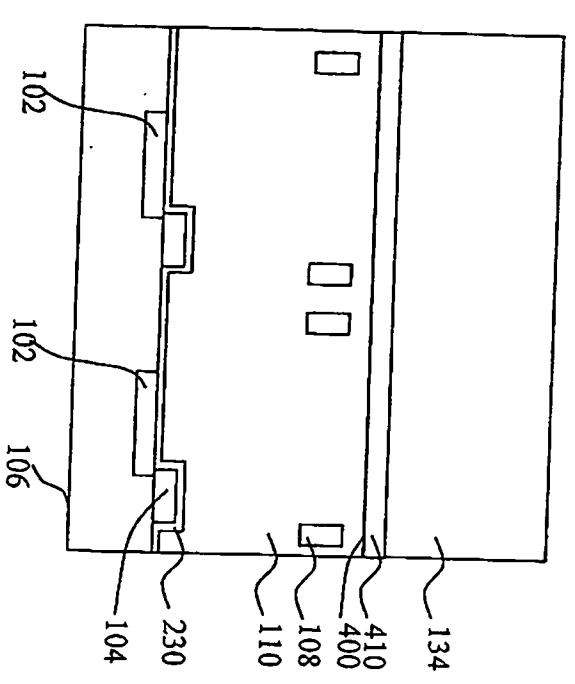


圖 9C

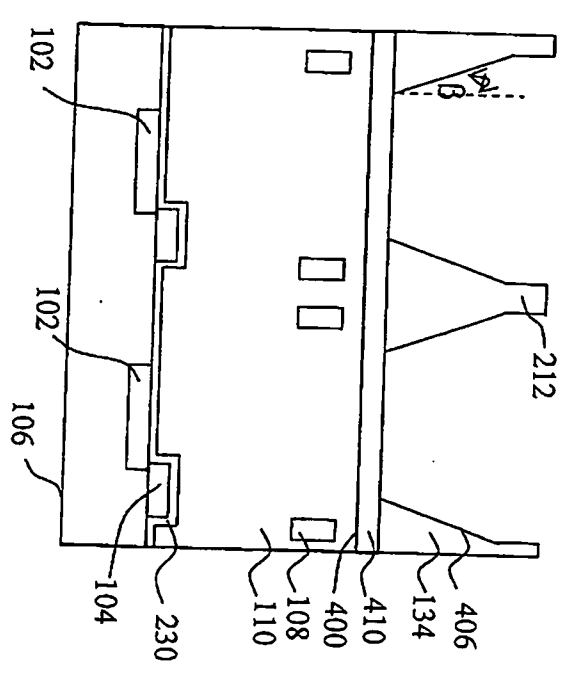


圖 9D

12 / 23

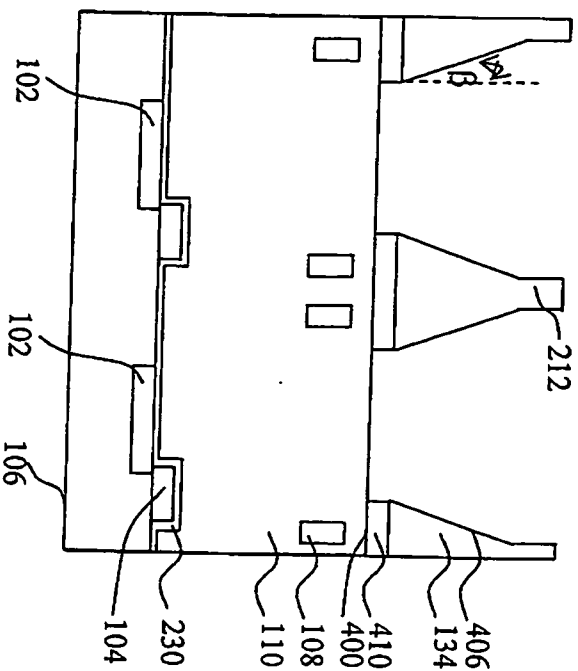


圖 9E

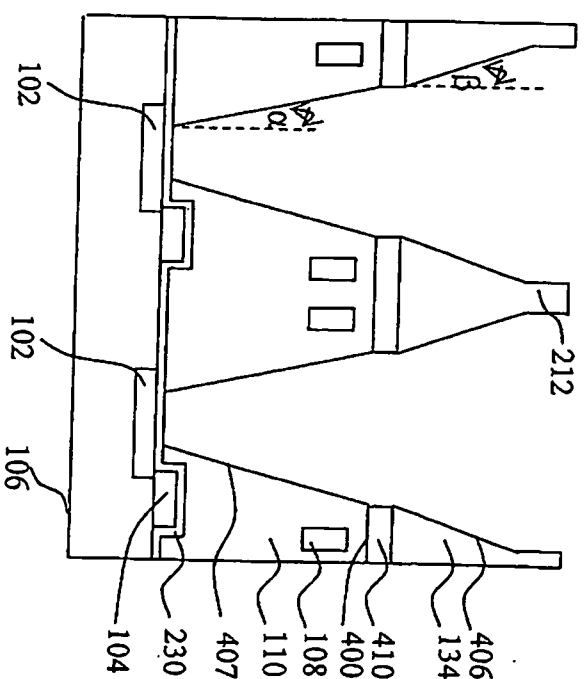


圖 9F

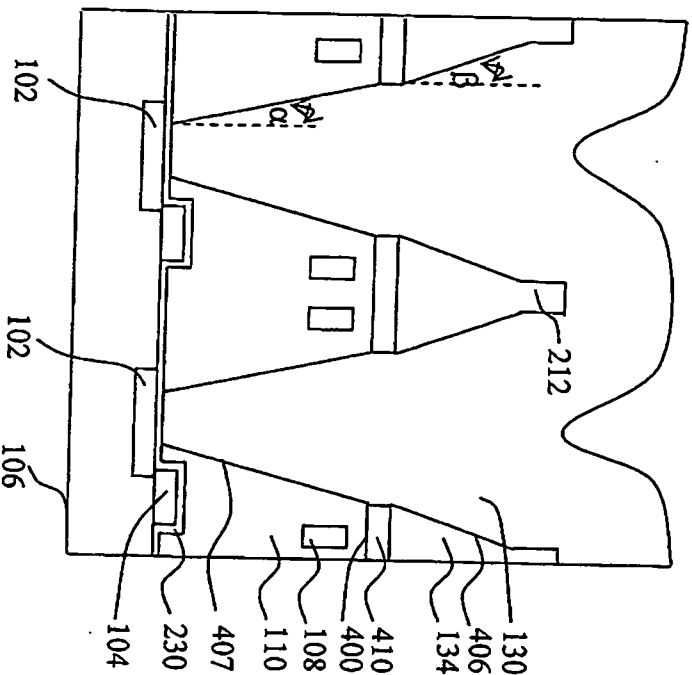


圖 9G

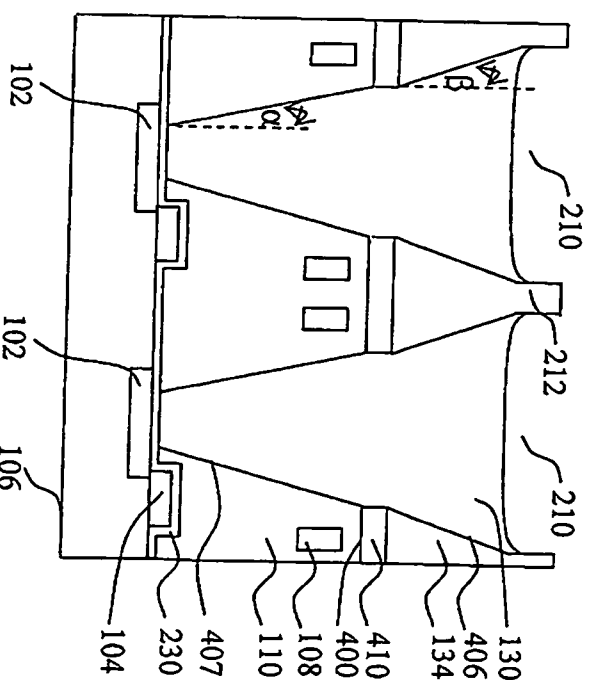


圖 9H

13 / 23

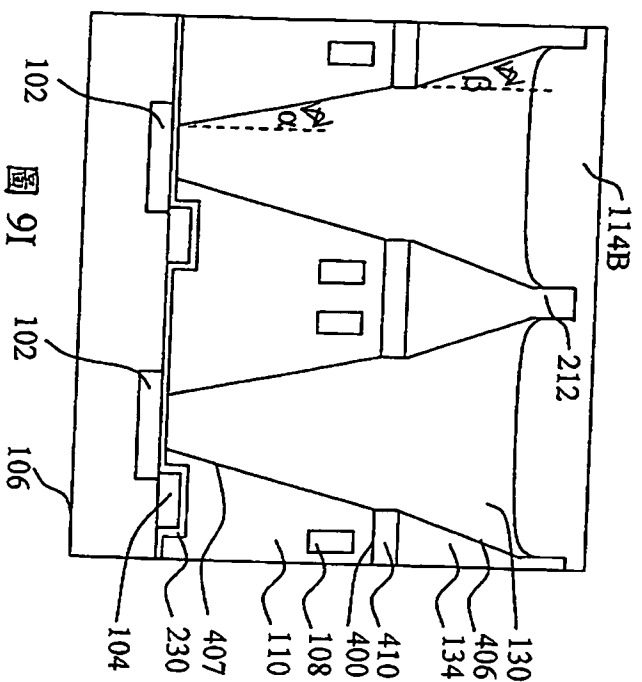


圖 9I

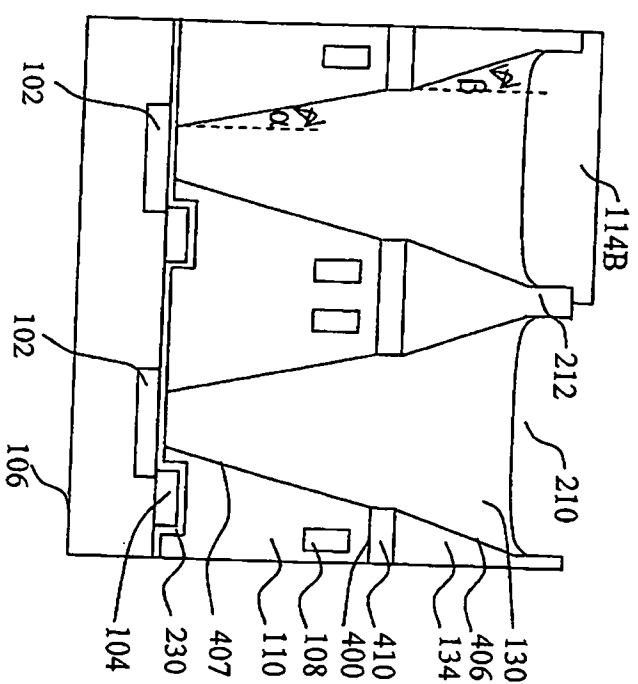


圖 9J

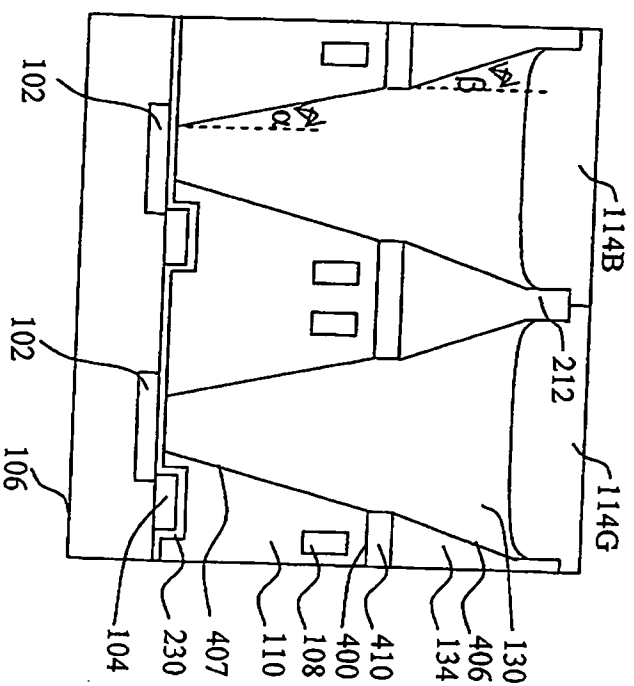


圖 9K

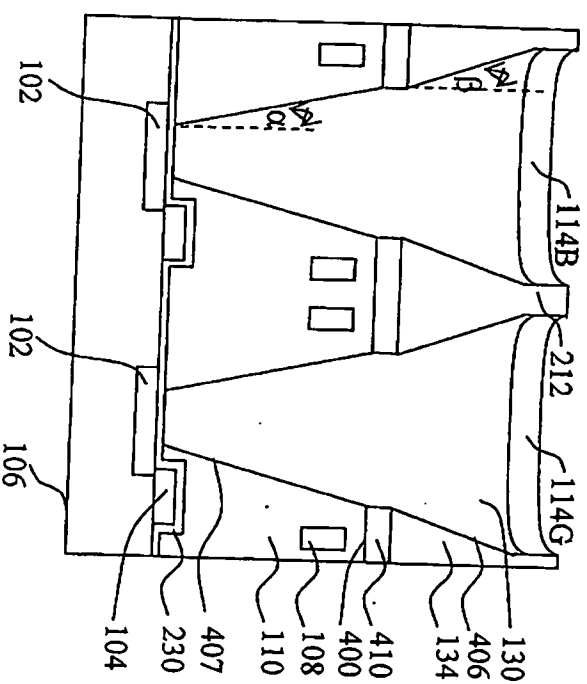


圖 9L



⑤

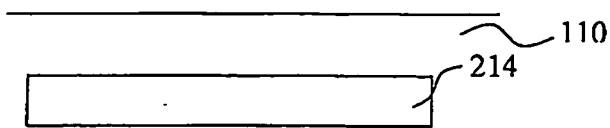


圖 10A

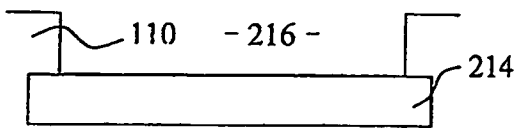


圖 10B



圖 10C

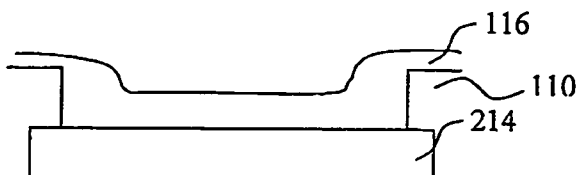


圖 10D

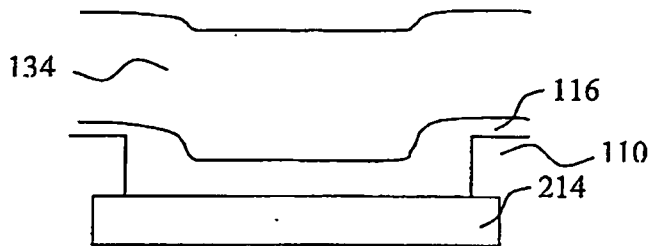


圖 10E

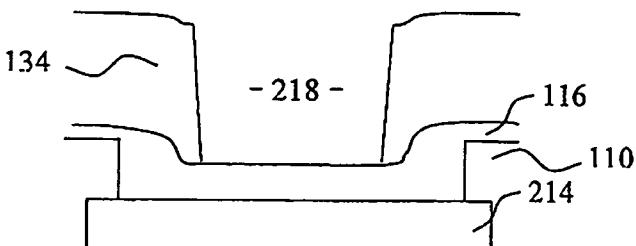


圖 10F

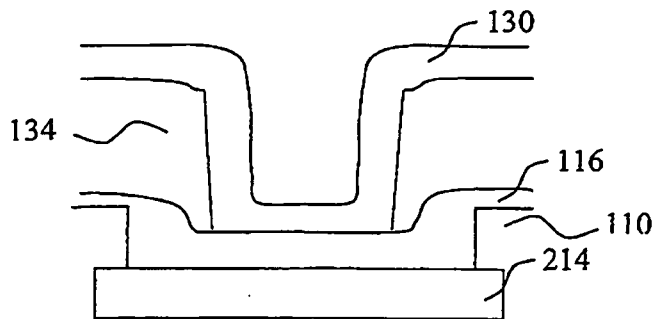


圖 10G

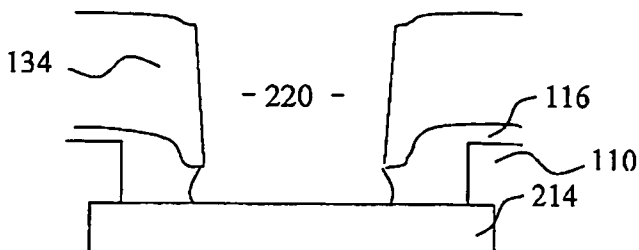


圖 10H

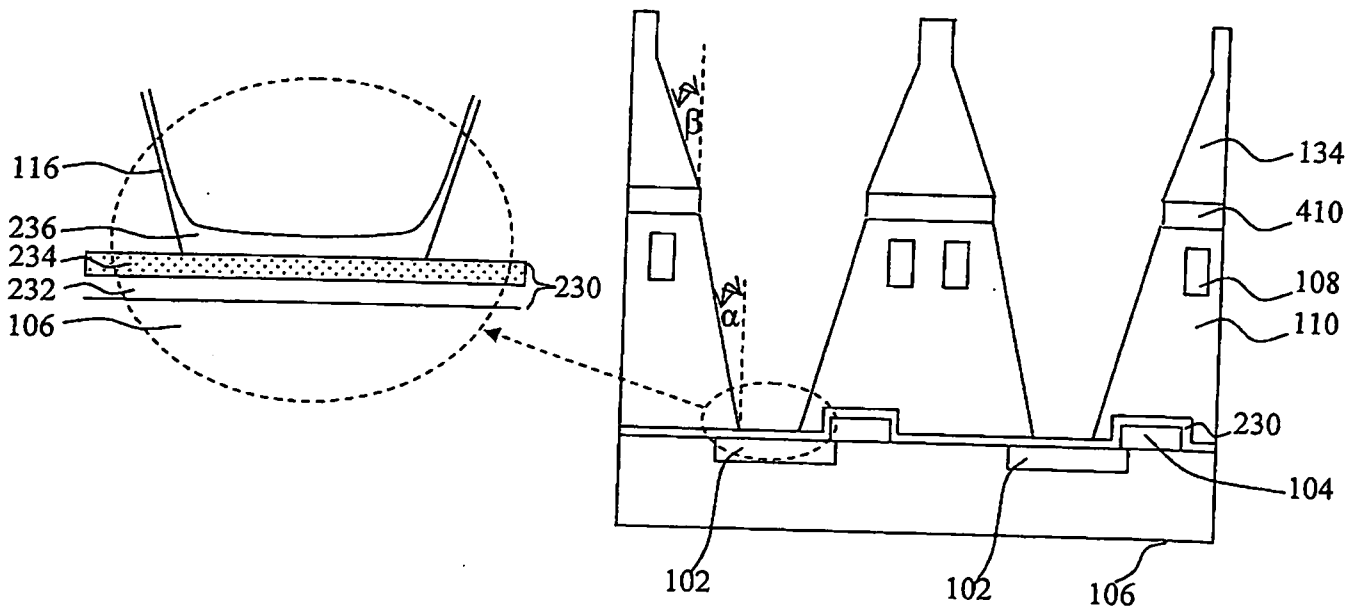
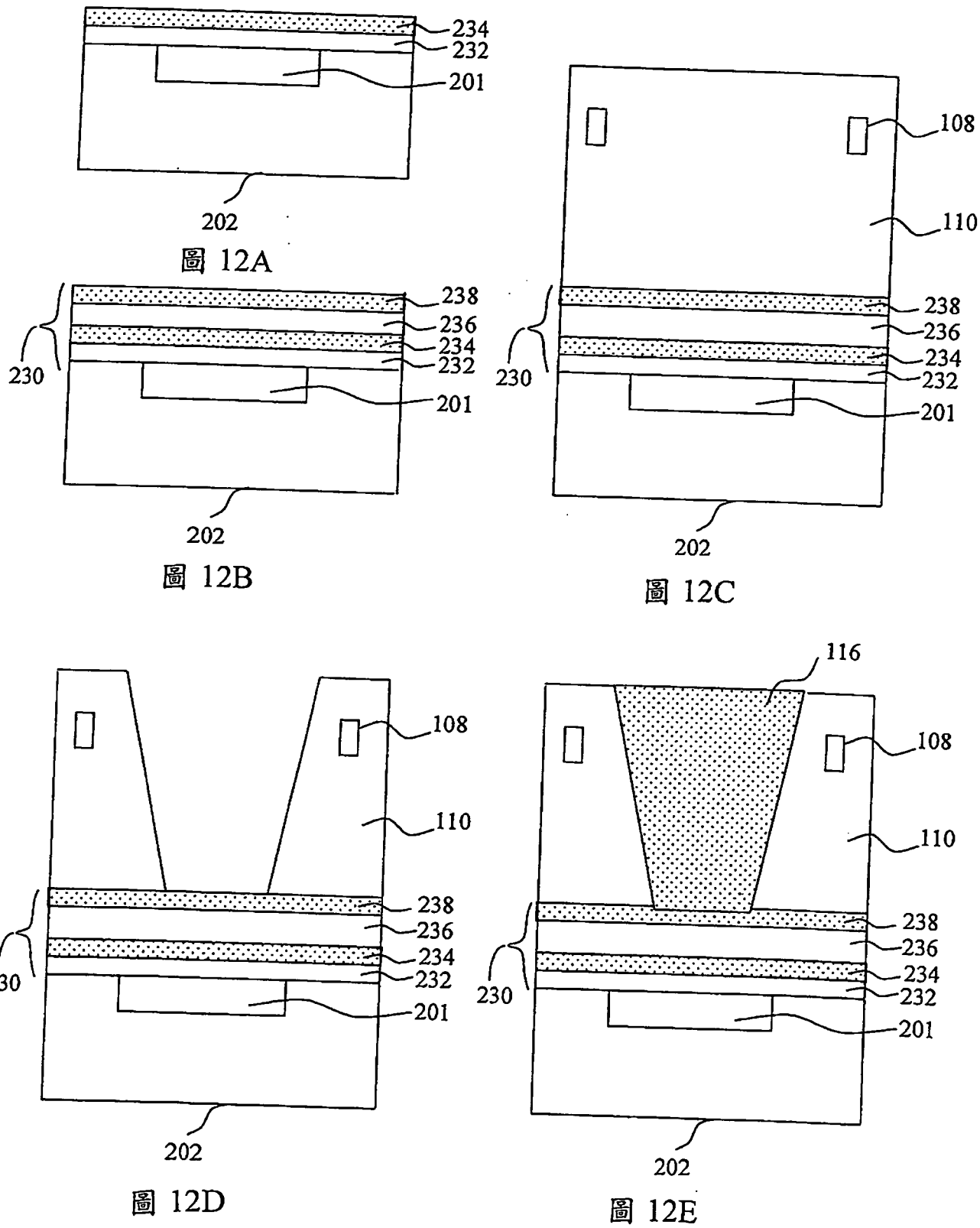


圖 11



18 / 23

透射 vs 波長

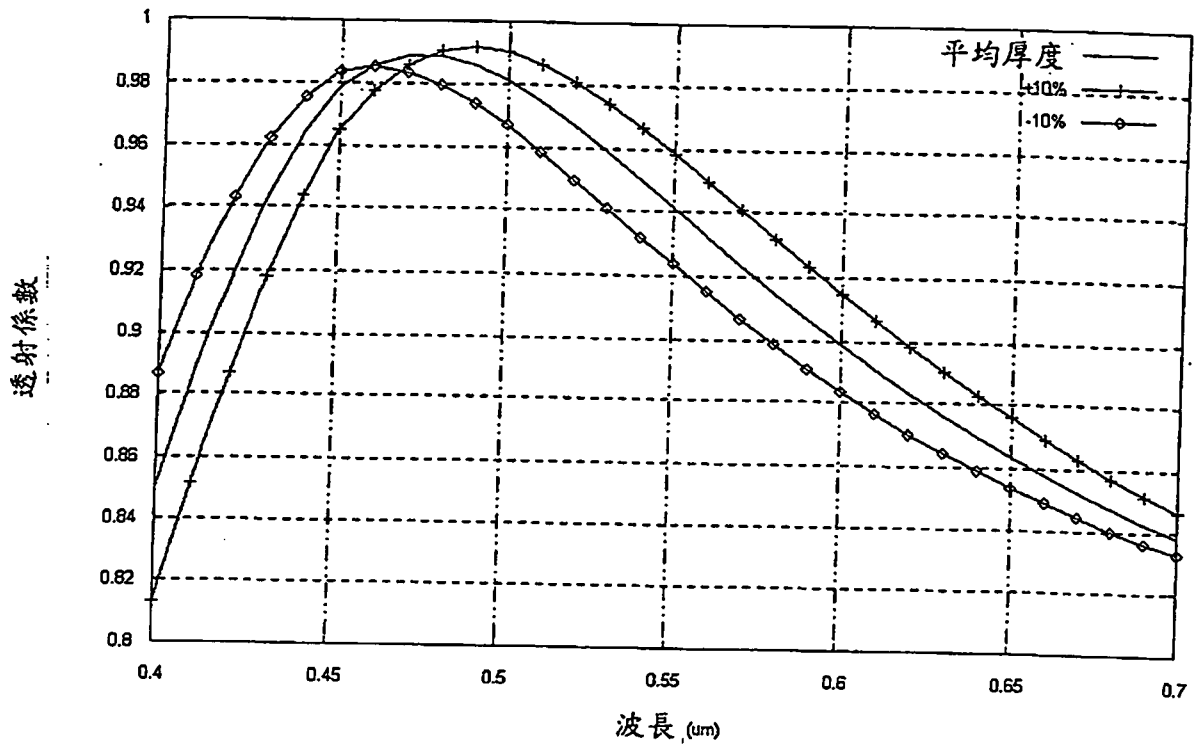


圖 13A

透射 vs 波長

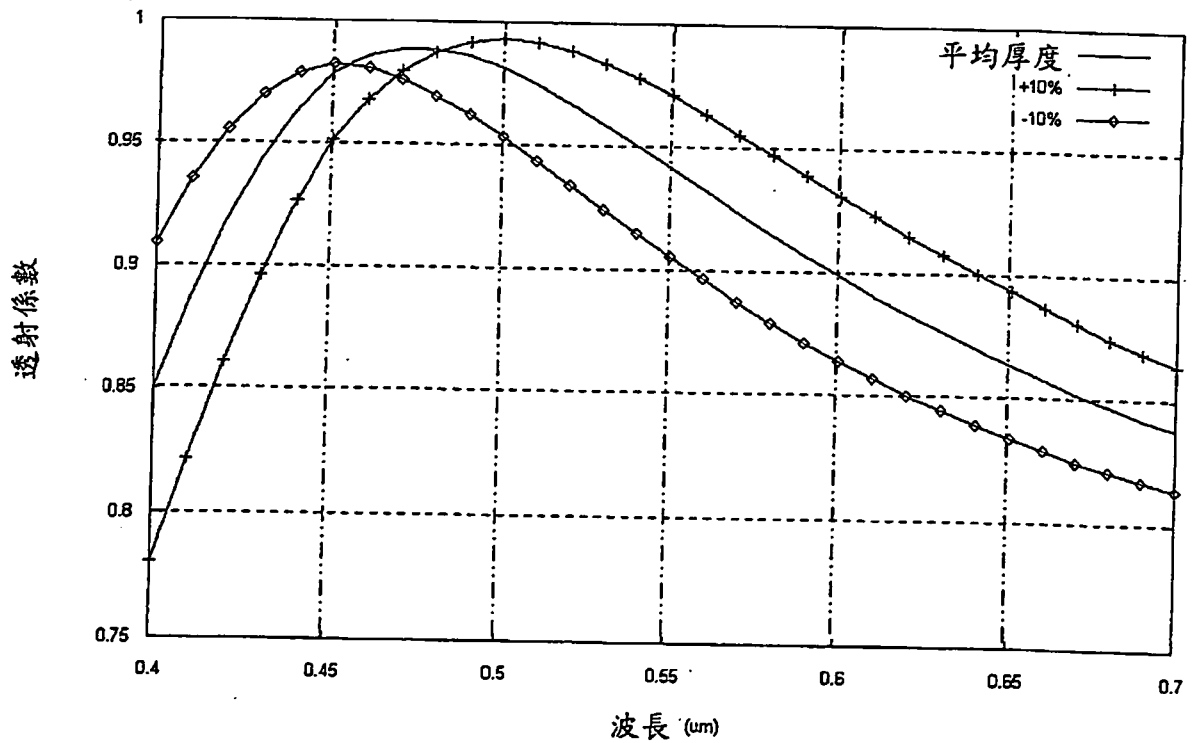


圖 13B

19 / 23

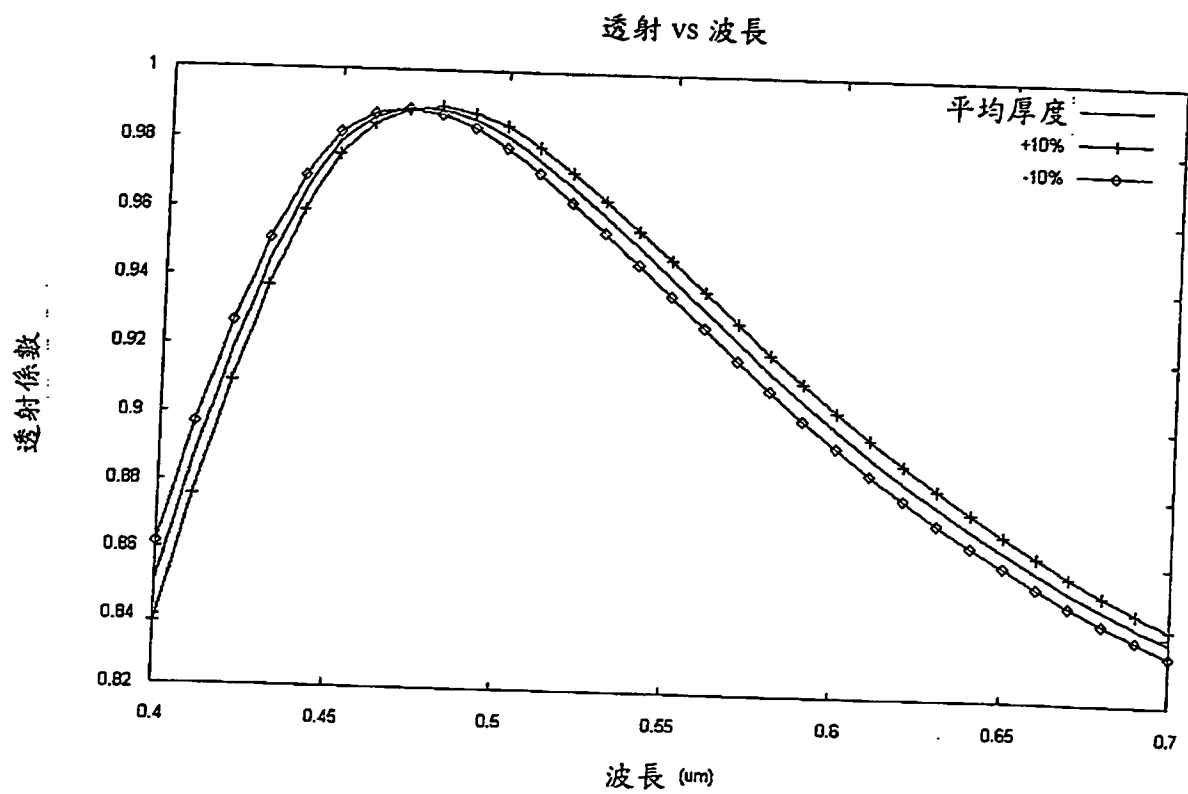


圖 13C

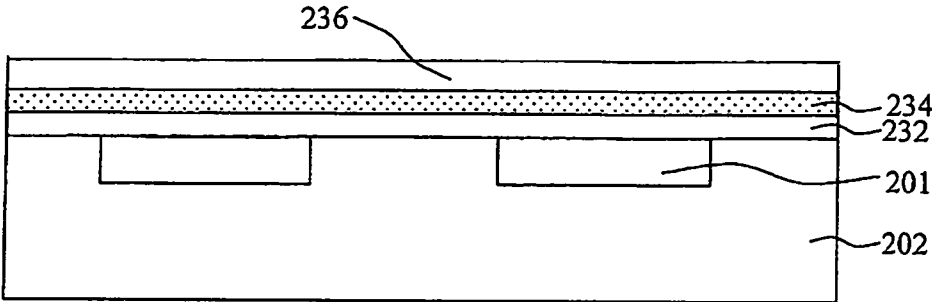


圖 14A

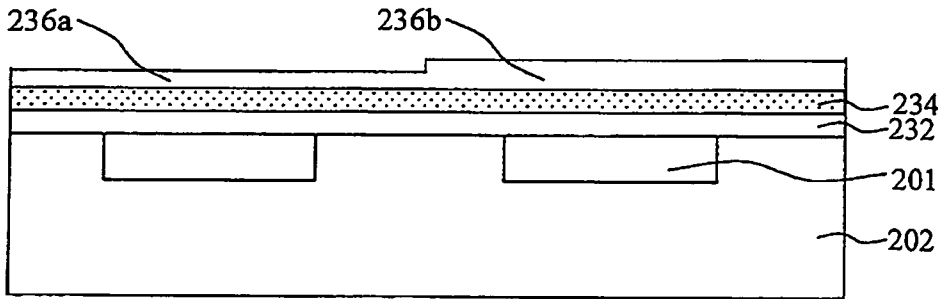


圖 14B

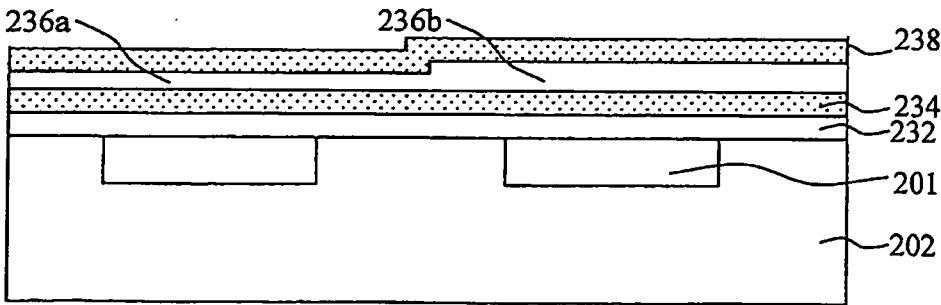


圖 14C

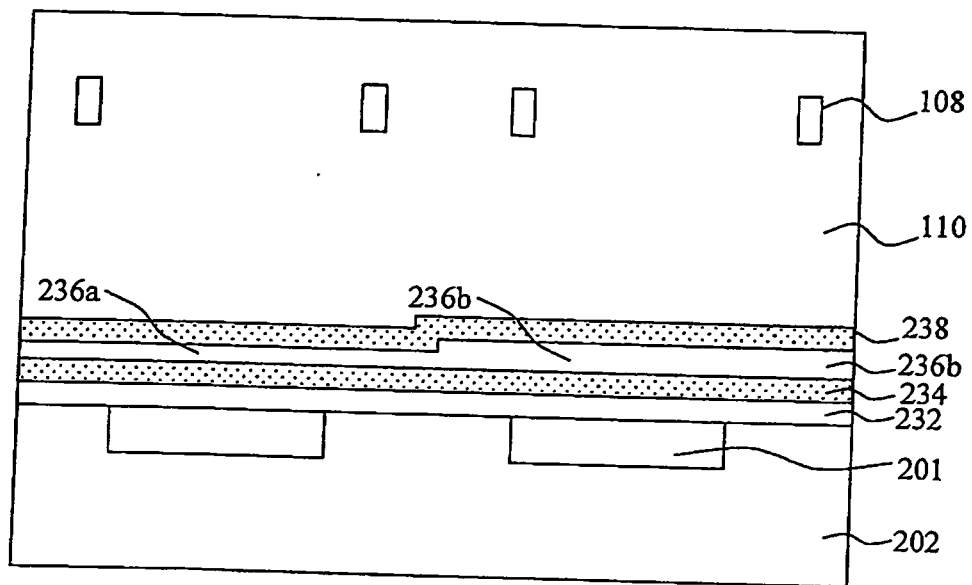


圖 14D

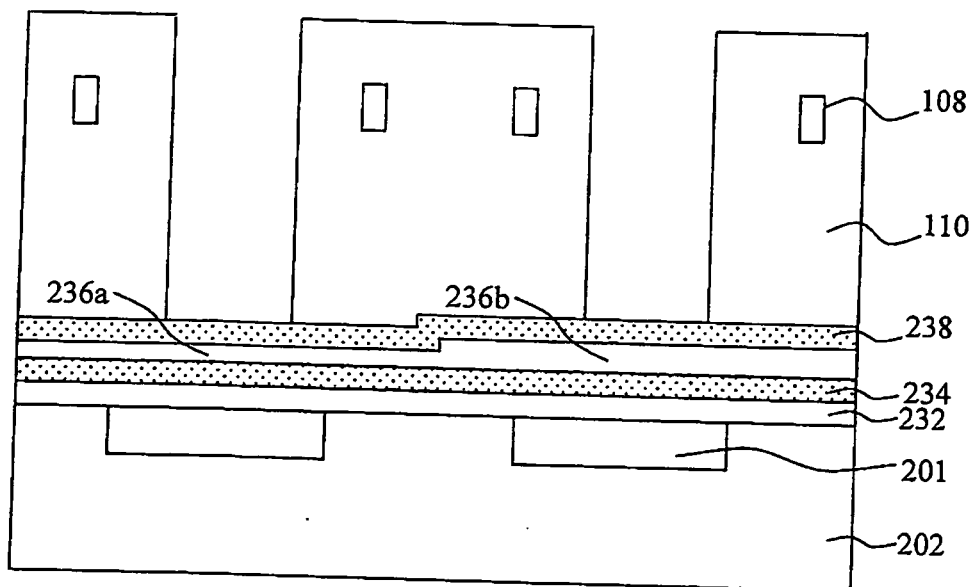


圖 14E

22 / 23

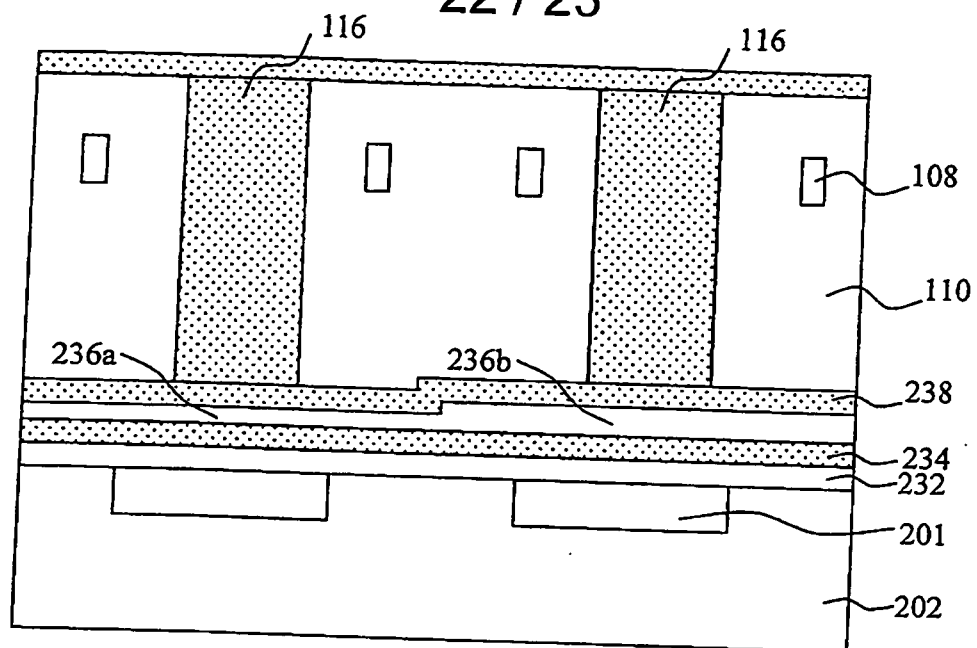


圖 14F

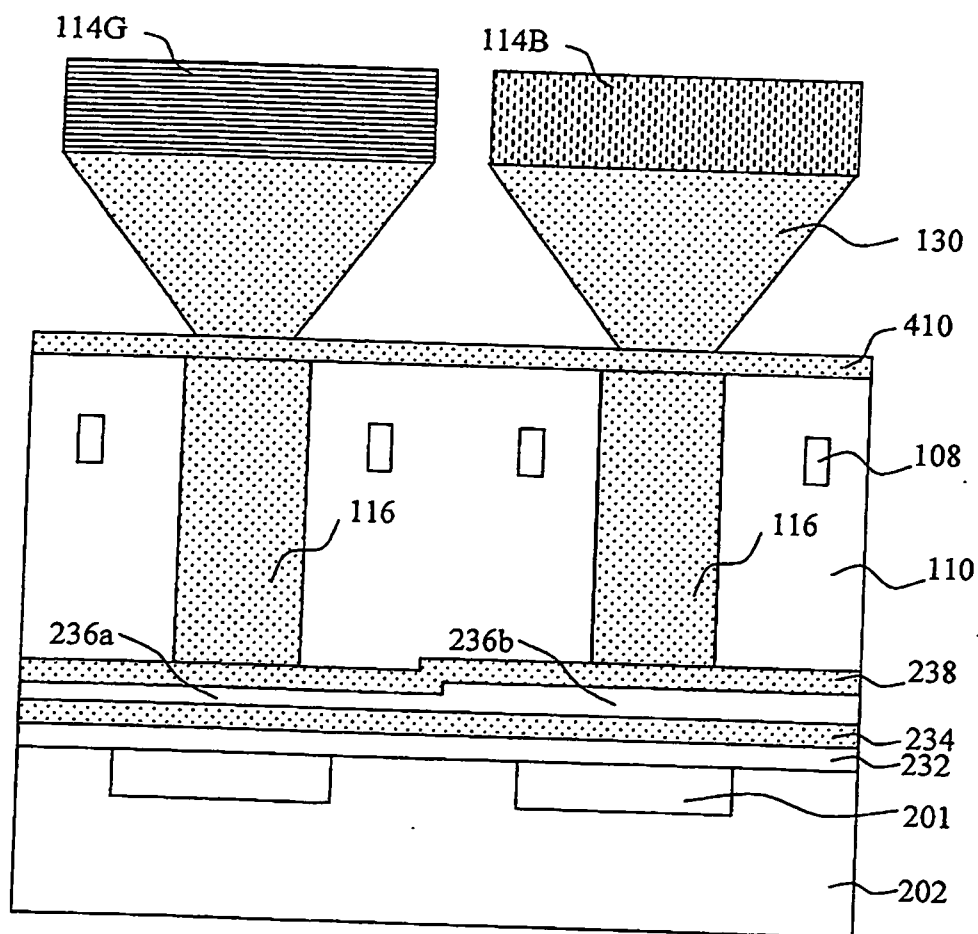


圖 14G

23 / 23

透射 vs 波長

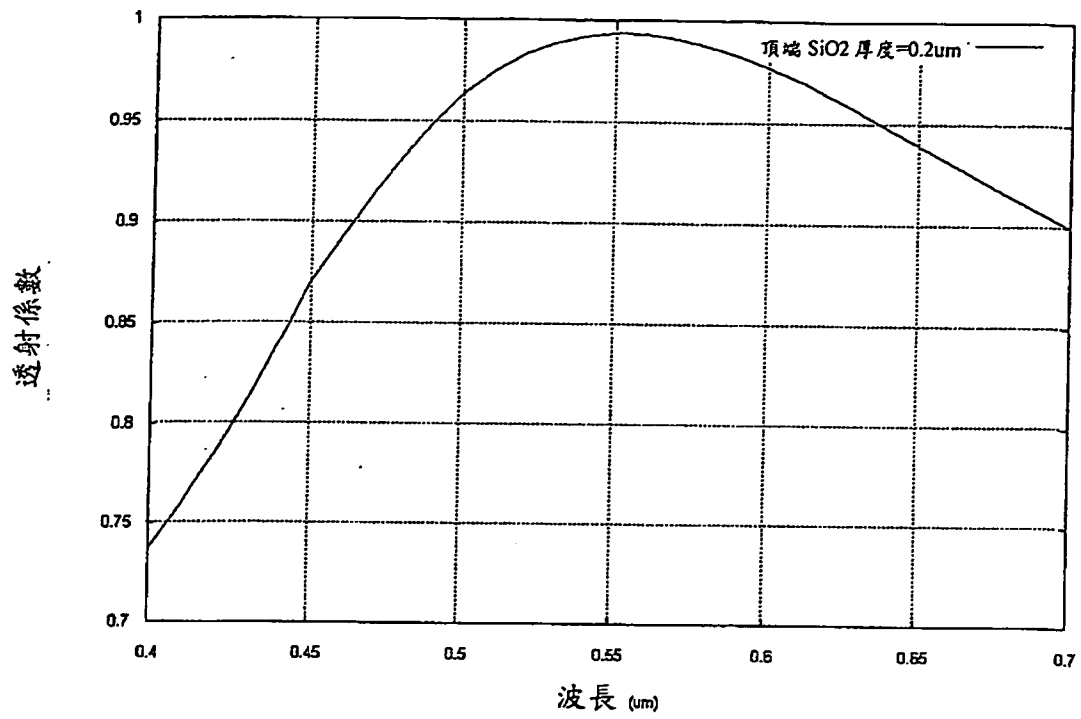


圖 15A

透射 vs 波長

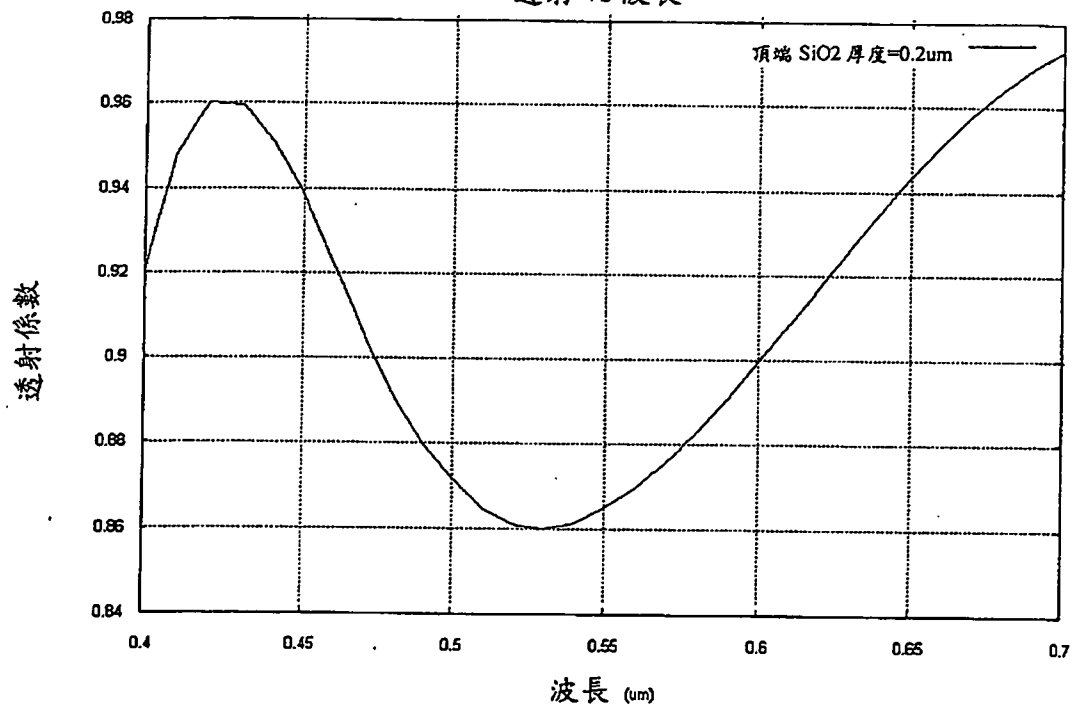


圖 15B