



(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 I734716 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：105137076

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 14 日

(51)Int. Cl. : H01L27/14 (2006.01)

H04N5/335 (2011.01)

G02B3/00 (2006.01)

G02B5/20 (2006.01)

(30)優先權：2015/11/13 日本

2015-222937

2016/03/28 日本

2016-063186

(71)申請人：日商凸版印刷股份有限公司(日本) TOPPAN PRINTING CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：熊井晃一 KUMAI, KOICHI (JP)；五來亮平 GORAI, RYOHEI (JP)

(74)代理人：黃政誠；丁國隆

(56)參考文獻：

TW 200810098A

TW 201129860A

TW 201527879A

CN 104808266A

審查人員：林君濤

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：13 共 45 頁

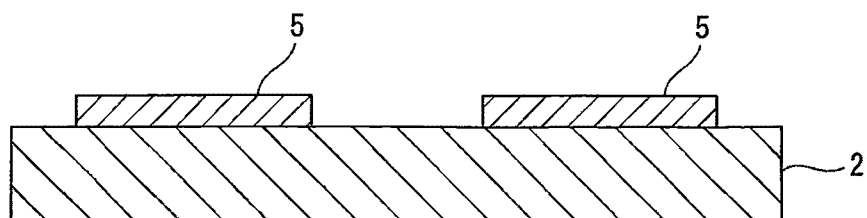
(54)名稱

固態攝影元件及其製造方法

(57)摘要

本發明係提供一種可更低成本地形成固態攝影元件之固態攝影元件及固態攝影元件之製造方法。本實施形態之具備基板(2)、在基板(2)之一方的面側形成之多個微透鏡(6)、及多個微透鏡(6)中之形成於相鄰的微透鏡(6)之間的邊界部且在基板(2)之一方的面側凹陷之凹透鏡(7)的固態攝影元件(1a)之製造方法，其具備藉由使用灰階遮罩(50)之光微影法而一次性形成微透鏡(6)及凹透鏡(7)的透鏡形成步驟。

指定代表圖：



第2(a)圖

符號簡單說明：

2' . . . 矽晶圓

5 . . . (色彩分離用)

彩色濾光片

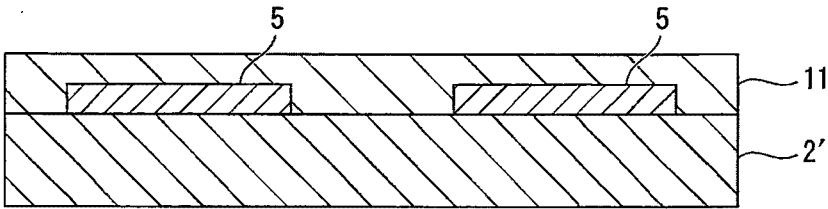
6 . . . 微透鏡

8 . . . 透鏡模組

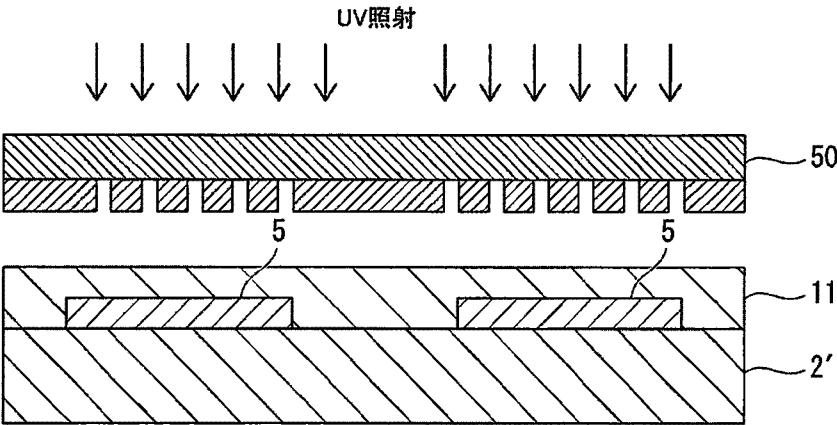
11 . . . 感光性微透

鏡材

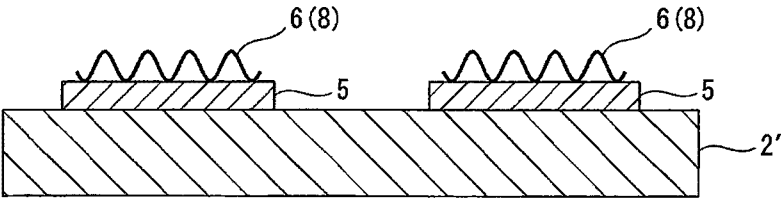
50 . . . 灰階遮罩



第2(b)圖



第2(c)圖



第2(d)圖

I734716

發明摘要

※ 申請案號：105137076

※ 申請日：105/11/14

※IPC 分類：
H01L 27/14 (2006.01)
H04N 5/335 (2011.01)
G02B 3/00 (2006.01)
G02B 5/20 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

固態攝影元件及其製造方法

【中文】

本發明係提供一種可更低成本地形成固態攝影元件之固態攝影元件及固態攝影元件之製造方法。本實施形態之具備基板(2)、在基板(2)之一方的面側形成之多個微透鏡(6)、及多個微透鏡(6)中之形成於相鄰的微透鏡(6)之間的邊界部且在基板(2)之一方的面側凹陷之凹透鏡(7)的固態攝影元件(1a)之製造方法，其具備藉由使用灰階遮罩(50)之光微影法而一次性形成微透鏡(6)及凹透鏡(7)的透鏡形成步驟。

【英文】

無。

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第 2 圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 2' 矽晶圓
- 5 (色彩分離用)彩色濾光片
- 6 微透鏡
- 8 透鏡模組
- 11 感光性微透鏡材
- 50 灰階遮罩

【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】(中文/英文)

固態攝影元件及其製造方法

【技術領域】

【0001】本發明係關於一種固態攝影元件及其製造方法。

【先前技術】

【0002】作為關於固態攝影元件及其製造方法之以往技術，例如，有專利文獻1～3所記載者。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本特開2000-260969號公報

[專利文獻2]日本特開2000-260970號公報

[專利文獻3]日本特開2006-165162號公報

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【0004】以往技術的固態攝影元件之製造方法中，形成固態攝影元件所具備的多個微透鏡之際，有需要將構成微透鏡的材料經多次進行圖案成形。因此，需要準備多個圖案形成用遮罩等之步驟治具，且有製造成本變高的課題。

【0005】因此，本發明為鑑於如前述的事情而成者，

目的在於提供一種可更低成本地形成固態攝影元件之固態攝影元件及其製造方法。

[解決課題之手段]

【0006】為了解決上述的課題，本發明之一態樣的固態攝影元件，其特徵為具備基板、在前述基板之一方的面側形成之多個微透鏡、及前述多個微透鏡中之形成於相鄰的微透鏡之間的邊界部且在前述基板之一方的面側凹陷之凹透鏡。

又，本發明之一態樣的固態攝影元件之製造方法，其係具備基板、在前述基板之一方的面側形成之多個微透鏡、及前述多個微透鏡中之形成於相鄰的微透鏡之間的邊界部且在前述基板之一方的面側凹陷之凹透鏡的固態攝影元件之製造方法，其特徵為具備透鏡形成步驟，該透鏡形成步驟係藉由使用灰階遮罩之光微影法，一次性形成前述微透鏡及前述凹透鏡。

[發明之效果]

【0007】根據本發明之一態樣，可更低成本地形成固態攝影元件。

【圖式簡單說明】

【0008】

[第1圖]為表示本發明之第一實施形態的固態攝影元件之構成例的剖面圖。

[第2圖]為表示本發明之實施例1-1的固態攝影元件之製造方法的說明圖。

[第3圖]為表示本發明之實施例1-1的固態攝影元件

之製造方法的說明圖。

[第4圖]為表示本發明之實施例1-1的微透鏡之X方向剖面及XY方向對角剖面的AFM輪廓之圖。

[第5圖]為表示本發明之實施例1-2的固態攝影元件之製造方法的說明圖。

[第6圖]為表示本發明之實施例2-1的固態攝影元件之製造方法的說明圖。

[第7圖]為表示本發明之第二實施形態的固態攝影元件之構成例的剖面圖。

[第8圖]為表示本發明之第二實施形態的固態攝影元件中之彩色濾光片及光電轉換元件的配置之平面圖。

[第9圖]為表示本發明之第二實施形態的固態攝影元件之構成例的剖面圖。

[第10圖]為第9圖的部分擴大剖面圖。

[第11圖]為表示溝間之曲率半徑大的情況之微透鏡間的入射光之光路的說明圖。

[第12圖]為表示溝間之曲率半徑小的情況之微透鏡間的入射光之光路的說明圖。

[第13圖]為表示本發明之第二實施形態的固態攝影元件之製造方法的說明圖。

【實施方式】

[實施發明之形態]

【0009】以下針對用於實施本發明之形態(以下為實施形態)，使用圖式進行說明。但是，在以下進行說明的各圖中，對相互對應的部分賦予同一符號，在重複部分

中適當省略在後述之說明。又，本發明之各實施形態為例示用於將本發明的技術思想具體化之構成者，並沒有將各部份的材質、形狀、結構、配置、尺寸等限定於下述者。本發明的技術思想，在專利申請範圍所記載之請求項所界定的技術範圍內，可加入種種之變更。

【0010】[第一實施形態]

< 構成 >

以下針對本發明之第一實施形態的固態攝影元件之主要的構成部分進行說明。再者，針對固態攝影元件之詳細構成，以後述之本發明的第二實施形態進行說明。

第1圖為表示本發明之第一實施形態的固態攝影元件之構成例的剖面圖。詳細而言，第1(a)圖為表示第一實施形態的固態攝影元件全體之構成例的剖面圖，第1(b)圖為擴大表示第一實施形態的微透鏡之構成例的剖面圖。

如第1(a)圖所示，本實施形態的固態攝影元件1(1a)具備半導體基板(基板)2、及在半導體基板2之一方的面(第1(a)圖中，上面)側形成之透鏡模組8。如第1(a)及(b)圖所示，透鏡模組8具有在俯視觀察縱方向及橫方向各自以一定的間隔所配置的多個微透鏡6、及多個凹透鏡7。多個微透鏡6各自成為自透鏡模組8的表面(第1(a)及(b)圖中為上面)突出的凸形狀(亦即為凸透鏡)。又，多個凹透鏡7各自成為自透鏡模組8的表面，在半導體基板2之一方的面側凹陷的凹形狀。多個凹透鏡7各自位於多個微透鏡6中之相鄰的微透鏡6之間的邊界部。

【0011】雖沒有圖示，但在半導體基板2之一方的面側中，形成有多數的光電轉換元件。作為光電轉換元件，可例示光二極體。又，作為經光電轉換的電荷之傳送方式，可例示CMOS或CCD。又，在半導體基板2之一方的面上，形成有色彩分離用彩色濾光片(以下也簡稱為「彩色濾光片」)5與集光用的微透鏡6。多數的光電轉換元件係藉由彩色濾光片5與集光用之微透鏡6進行覆蓋。例如，在1個光電轉換元件之上方配置彩色濾光片5中之一著色層(著色為綠色(G)、藍色(B)、紅色(R)的3色中之一色的層)，並於其上方配置1個微透鏡6，藉由此組合構成1個畫素。

【0012】再者，第1(a)圖中表示彩色濾光片5，省略其下部之光電轉換元件，但本說明書中，包含半導體基板2、多個光電轉換元件、彩色濾光片5、及透鏡模組8，均稱為固態攝影元件1a。

如第1(a)圖所示，在半導體基板2，設置有由其一方之面到達另一方之面(第1(a)圖中為下面)的貫通孔。然後，藉由在該貫通孔填充導電物質或是被覆內壁，而形成貫通孔電極9。又，在半導體基板2之另一方的面，形成有利用BGA方式之連接凸塊10。

連接凸塊10也稱為外部連接墊。1個貫通孔電極9係與1個連接凸塊10電性連接。

【0013】在固態攝影元件1a所得到的圖像情報之電訊號，經由在半導體基板2之一方的面側形成之電極(未圖示)與貫通孔電極9，傳導至半導體基板2之背面，介由連

接凸塊10，輸出至外部電路等。

本實施形態的固態攝影元件1a中，另外，亦可在透鏡模組8之側壁施加防閃光用之具有遮光性之無電鍍沉積層。其材質，例如，除了選自於鎳、鉻、鈷、鐵、銅、金等之金屬的單一電鍍層以外，可舉出選自於鎳-鐵、鈷-鐵、銅-鐵等之組合的合金之無電鍍沉積層。除此以外，也可將銅等之金屬進行無電鍍沉積，此後，將其表面進行化學處理或氧化處理而作為金屬化合物，且作為表面之光反射率低的金屬遮光層。

【0014】< 製造方法 >

本實施形態的固態攝影元件1a之製造方法中，藉由後述之使用灰階遮罩50之光微影法，一次性形成多個微透鏡6、及多個凹透鏡7。本說明書中，針對此點，以實施例詳細說明。

【0015】< 實施例 1-1 >

第2(a)圖～第3(e)圖為將本發明之實施例1-1的固態攝影元件1a之製造方法依步驟順序表示的剖面圖。第2(a)圖中，準備厚度0.75mm、直徑20cm的矽晶圓2'。矽晶圓2'為分離前的矽基板。在此矽晶圓2'之一方的面(第2圖及第3圖中為上面)，形成光電轉換元件或遮光膜、鈍化膜，並於最上層，使用熱硬化型的丙烯酸樹脂塗布液，以旋轉塗布形成平坦化層。接著，在平坦化層上，採用G、B、R之3色，以3次光微影的手法各自形成彩色濾光片5。再者，第2(a)圖中，省略光電轉換元件與平坦化層之圖示。

【0016】綠色光阻，作為色材，例如，使用C.I.顏料黃139、C.I.顏料綠36、C.I.顏料藍15：6，並且使用添加環己酮、PGMEA等之有機溶劑、聚合物清漆、單體、起始劑之構成的彩色光阻。

藍色光阻，作為色材，例如，使用C.I.顏料藍15：6、C.I.顏料紫23，並且使用添加環己酮、PGMEA等之有機溶劑、聚合物清漆、單體、起始劑之構成的彩色光阻。

紅色光阻的色材係定為C.I.顏料紅117、C.I.顏料紅48：1、C.I.顏料黃139。色材以外之組成係與綠色光阻定為相同。

著色畫素之配置設定為每隔一畫素設置G(綠)濾光片，且在G濾光片之間每隔一行設置R(紅)濾光片與B(藍)濾光片之所謂的拜耳陣列。

【0017】接著，如第2(b)圖所示，以覆蓋彩色濾光片5之方式，在矽晶圓2'之一方的面上形成感光性微透鏡材11。在此，在彩色濾光片5上，塗布1 μ m的膜厚之具有鹼可溶性、感光性、熱回流性的苯乙烯樹脂，形成感光性微透鏡材11。實施例1-1為將第1(a)及(b)圖所示的透鏡模組8，以感光性微透鏡材11構成的例。感光性微透鏡材11為感光性透明樹脂，且使用正型的感光性樹脂。

【0018】接著，如第2(c)圖所示，對感光性微透鏡材11實施曝光處理。在此，為了將微透鏡6的凸形狀與凹透鏡7的凹形狀以曝光法控制，使用稱為灰階遮罩50之特殊的曝光用遮罩。具體而言，將感光性微透鏡材11，藉由使用灰階遮罩50之利用紫外線(i射線)的光微影之程序進

行圖案化後，在 250°C 進行熱處理，形成微透鏡6。微透鏡6為厚度約 $0.6\mu\text{m}$ 之平緩的半拋物線形狀。又，關於相鄰的微透鏡6間之凹透鏡7，其凹形狀的曲率直徑 d (參照第1(b)圖)為 $0.3\mu\text{m}$ 。

【0019】灰階遮罩50係針對與欲作成之透鏡要素的薄膜之部分相對應的部分，將已提高透光率的遮光膜形成於石英基板上而成者。可說是對遮光膜賦予濃淡之階度(gradation)的遮罩。此階度之濃淡係依據每單位面積中之未因曝光所使用的光而解析之直徑小的點之個數的局部差異(粗密)而達成。

如前述進行，如第2(d)圖所示，得到在矽晶圓2'上安裝多面的固態攝影元件1a。

【0020】接著，在上述矽晶圓2'之背面塗布光阻，藉由既有方法之光微影法，在應形成貫通孔電極9的部位形成開口部。接著，將光阻膜作為遮罩，進行反應性離子蝕刻，將矽晶圓2'蝕刻直到所定的深度而形成貫通孔。

接著，為了將矽晶圓2'與之後形成的配線層絕緣，利用CVD法，在貫通孔之內壁、底部及背面全體形成 SiO_2 絕緣膜。在此，絕緣膜之膜厚，係以貫通孔之底部(為矽晶圓2'之表面側，形成有由鋁等導電性高的金屬所構成之墊的部分)變得較矽晶圓2'之背面側更薄之方式而形成。以前述進行為前提，再度進行反應性離子蝕刻，去除貫通孔的底部之絕緣膜。接著，利用濺鍍法，形成導電膜，並形成貫通孔之埋設及矽晶圓2'背面之配線層。亦即，如第3(a)圖所示，形成貫通孔電極9。

【0021】接著，藉由既有方法之光微影法，使以配線層之一部分與外部連接的部分露出。在該露出部位，藉由網版印刷塗布焊料糊劑，並搭載焊球。實施回焊處理，去除殘留助焊劑，即如第3(b)圖所示，得到具有連接凸塊10的固態攝影元件基板。

接著，藉由使用450網格之樹脂刀的切割裝置，如第3(c)圖所示，將在矩陣狀安裝多面的固態攝影元件1a之中間部作為裁切線，由表面形成裁切溝。此後，分離成個別的固態攝影元件1a，得到成為第3(d)圖之狀態的完成品。

又，亦可視需要實施脫色等之步驟而控制微透鏡6的形狀與透光性。

【0022】將藉由實施例1-1所得到的微透鏡6之X方向的剖面之AFM(原子力顯微鏡)輪廓、及以往之微透鏡之X方向的剖面之AFM輪廓重疊而示於第4(a)圖。又，將藉由實施例1-1所得到的微透鏡6之XY方向的對角剖面之AFM輪廓、及以往之微透鏡之XY方向的對角剖面之AFM輪廓重疊而示於第4(b)圖。又，將利用X方向與XY方向之俯視觀察的關係示於第4(c)圖。以往之微透鏡中，在相鄰的微透鏡6間形成有以實線表示之V形狀7a、7c的溝間。相對於此，實施例1-1中，在相鄰的微透鏡6間形成有以虛線表示之凹形狀7b、7d。

【0023】< 實施例1-2 >

第5(a)圖～第6(e)圖為將本發明之實施例1-2的固態攝影元件1a之製造方法依步驟順序表示的剖面圖。第

5(a)圖中，準備厚度0.75mm、直徑20cm的矽晶圓2'。此矽晶圓2'與實施例1-1所說明的矽晶圓2'相同，因此在此省略說明。

【0024】接著，如第5(b)圖所示，以覆蓋彩色濾光片5之方式，在矽晶圓2'之一方的面上，塗布將苯環導入至樹脂骨架的丙烯酸樹脂之塗布液，形成1 μ m之膜厚的透明樹脂層12，在180℃加熱3分鐘，進行硬膜化處理。

再者，如第5(c)圖所示，在經實施硬膜化處理的透明樹脂層12上，塗布具有鹼可溶性、感光性、熱回流性之苯乙烯樹脂，而形成感光性犧牲層13。

之後，將感光性犧牲層13，藉由使用灰階遮罩50之利用KrF雷射的光微影之程序進行圖案化後，在250℃進行熱處理，以單側0.1 μ m之利用熱流的透鏡節距，形成透鏡鑄型13a。透鏡鑄型13a為厚度約0.7 μ m之平緩的半拋物線形狀。又，關於相鄰的透鏡鑄型13a間之凹透鏡7，其凹形狀的曲率直徑d為0.2 μ m。

【0025】接著，如第5(d)圖所示，使用為氟氫烷系氣體之CF₄與C₃F₈的混合系氣體，對感光性犧牲層13實施乾式蝕刻，將透鏡鑄型13a的圖案轉印至包含丙烯酸樹脂的透明樹脂層12，形成微透鏡6。此微透鏡6的高度，較透鏡鑄型13a之高度更低，約為0.6 μ m。再者，乾式蝕刻時間定為5分鐘。再者，微透鏡6為厚度約0.6 μ m之平緩的半拋物線形狀。又，關於相鄰的微透鏡6間之凹透鏡7，其凹形狀的曲率直徑d(參照第1(b)圖)為0.2 μ m。

【0026】在使用灰階遮罩50的光微影法中，使用KrF

雷射時，根據KrF雷射之波長極限解析度，可將凹透鏡7(參照第1圖)之凹形狀的曲率直徑 d 控制於120nm至248nm的範圍內。

如前述進行，如第6(a)圖所示，作成在矽晶圓2'上安裝多面的固態攝影元件1a。

【0027】接著，與實施例1-1同樣地進行，形成貫通孔。

接著，與實施例1-1同樣地進行，形成配線層。如前述進行，形成如第6(b)圖所示之貫通孔電極9。

【0028】接著，與實施例1-1同樣地進行，搭載焊球，並去除殘留助焊劑。如前述進行，得到第6(c)圖所示之具有連接凸塊10的固態攝影元件基板。

接著，與實施例1-1同樣地進行，以第6(d)圖所示之裁切線進行切割。如前述進行，分離成個別的固態攝影元件1a，與實施例1-1同樣地進行，得到第6(e)圖所示的完成品。

又，也可視需要實施脫色等之步驟而控制微透鏡6的形狀與透光性。

【0029】<本實施形態的效果>

(1)如以上說明，根據本實施形態，可藉由使用灰階遮罩50之光微影法，將微透鏡6及凹透鏡7一次性形成。根據前述，因為微透鏡材料(例如，感光性微透鏡材11、透明樹脂層12)不需要具有熱流性，且不需要使用耐熱性高的微透鏡材料，所以可減低材料費。又，因為不需要在微透鏡材料經多次形成圖案，所以可削減步驟數。因此，可更低成本地形成固態攝影元件。

【0030】(2)又，藉由以使用灰階遮罩50之光微影法，將微透鏡6及凹透鏡7一次性形成，而不會產生微透鏡6之融接，可有效活用入射至相鄰的微透鏡6間之邊界部(間隙區域)的光，且可製造更高感度的固態攝影元件1a。特別是有效地提升透鏡節距6微米以下的高精細微透鏡之集光效率。

【0031】(3)又，根據為紫外光之i射線的極限解析度，有可輕易在相鄰的微透鏡6間形成凹形狀之曲率直徑d為180nm以上365nm以下的凹透鏡7之效果。再者，根據KrF雷射之極限解析度，有可輕易在相鄰的微透鏡6間形成凹形狀之曲率直徑d為120nm以上248nm以下的凹透鏡7之效果。

【0032】(參考例)

針對未具備上述本實施形態的固態攝影元件1a及其製造方法所具備的技術特徵之固態攝影元件及其製造方法，作為本實施形態的固態攝影元件1a及其製造方法的參考例，以下簡單地進行說明。

近期中，以相機模組之小型、薄型化為目的，有人提出能以晶圓程序製作的模組結構(參照專利文獻1~3)。在形成固態攝影元件的矽晶圓，於其上面的光電轉換元件面，將色彩分離用之彩色濾光片或集光用微透鏡製成各畫素。

以固態攝影元件所得到的圖像情報之電訊號，藉由在形成於矽晶圓的貫通孔內填充或被覆其內壁之導電物質，傳導至矽晶圓之背面。然後，上述之電訊號可以利

用球柵陣列(BGA)方式之連接端子輸出至外部電路基板等。

【0033】相機模組，準備利用矽晶圓之加工程序所製作之直徑20~30cm的矽晶圓、及利用玻璃板之加工程序所製作之相同直徑20~30cm的玻璃板，將該等進行對齊而積層後，最後利用切割步驟進行個別的裁切，藉此成為1個相機模組。

作為一般裝設於行動電話之相機時，因相機模組之矽晶圓的大小為3mm四方形左右，故可自直徑20cm之一片晶圓形成3500~4300個左右。

【0034】微透鏡，為了提升對固態攝影元件之集光效率而有需要使鄰接的透鏡間之間隙(以下為透鏡間間隙)接近為0。然而，將透鏡間間隙定為0時，相鄰的微透鏡會相接合，一般而言，難以將微透鏡間的形狀以nm單位的精度進行控制。

又，設置透鏡間間隙時，自透鏡間間隙進入入射光，產生相鄰的畫素間之串擾，使微透鏡之集光效率劣化。

為了解決該進行的課題，有人提出在相鄰的透鏡間形成凹透鏡，在透鏡間也可將入射光集光(專利文獻1~3)。

【0035】上述的專利文獻1~3中，記載有藉由熱流方式或蝕刻方式，一邊形成微透鏡，一邊在透鏡間形成凹透鏡。但是，該進行的製造方法中，構成微透鏡的材料(以下為微透鏡材料)需要具有熱流性，因此無法使用耐熱性高的微透鏡材料。又，因為有需要在熱流前之微透鏡

母材經多次形成圖案，所以需要準備多個圖案形成用遮罩等之步驟治具，且製造成本變高。

【0036】[第二實施形態]

<構成>

本發明之第二實施形態的固態攝影元件1(1b)之構成，與第一實施形態的固態攝影元件1a之構成幾乎相同，但在使固態攝影元件1b所具備之凹透鏡7的曲率半徑 r 成為100nm以下之方面與固態攝影元件1a不同。以下針對本實施形態的固態攝影元件1b之構成，詳細地說明。

如第7圖及第8圖所示，本發明之第二實施形態的固態攝影元件1b具備半導體基板2、多個光電轉換元件3、平坦化層4、多個彩色濾光片5、及多個微透鏡6。再者，第7圖為第8圖之I-I線方向視圖。又，第8圖中，為了容易了解多個光電轉換元件3(3a~3i)及多個彩色濾光片5(5a~5i)之配置，省略關於固態攝影元件1b中之其它的構成。固態攝影元件1b，如第7圖所示，在半導體基板2上，多個光電轉換元件3、平坦化層4、由多個彩色濾光片5所構成之彩色濾光片層、及由多個微透鏡6所構成之微透鏡層係依此順序積層而形成。再者，此構成與上述第一實施形態的固態攝影元件1a之構成相同。

【0037】半導體基板2係用於安裝光電轉換元件3的基板。

多個光電轉換元件3，經由微透鏡6將入射的光轉換成電荷。多個光電轉換元件3，如第8圖所示，與第8圖之上下方向及左右方向平行排列，配置成二維正方格子狀

。第8圖所示的例為表示固態攝影元件1b之一部分者，在第8圖所示的例中，9個光電轉換元件3a~3i配置成正方格子狀。

【0038】平坦化層4係將為微透鏡6的安裝面之半導體基板2的上面(第7圖之上方向的面)平坦化。

多個彩色濾光片5，介由平坦化層4，在多個光電轉換元件3上各自形成。多個彩色濾光片5，在入射至光電轉換元件3的光之通道中，有使特定波長的光透射過的作用。多個彩色濾光片5，為了在配置成二維正方格子狀的多個光電轉換元件3以1：1進行對應並形成，而在半導體基板2上配置成二維正方格子狀。本實施形態中，多個彩色濾光片5為透射過紅色(R)、綠色(G)及藍色(B)的3色中之任1色者，且3色為拜耳陣列。例如，第8圖所示的例中，因應9個光電轉換元件3a~3i，各自設置此彩色濾光片5a~5i。其中，彩色濾光片5a~5c、5g、5h使綠色的光透射，彩色濾光片5d、5e使紅色的光透射，彩色濾光片5f、5i使藍色的光透射。

【0039】多個微透鏡6各自形成於多個彩色濾光片5上。多個微透鏡6，以透明樹脂構成，且其材料通常為丙烯酸樹脂等之樹脂，較佳為透明。多個微透鏡6，如第7圖所示，與半導體基板2之厚度方向平行的剖面之表面形狀為拋物線形狀，但亦可為圓弧形狀或正弦波形狀。多個微透鏡6，為了在配置成二維正方格子狀的多個彩色濾光片5以1：1進行對應並形成，而在半導體基板2上配置成二維正方格子狀。又，多個微透鏡6係與鄰接的微透鏡6

之間的下方側連接。再者，在橫剖面及45度剖面中，多個微透鏡6間的溝間之曲率半徑成爲100nm以下。在此，橫剖面係爲與配置成二維正方格子狀的多個微透鏡6之配置方向(第8圖的上下方向或左右方向)平行，且與半導體基板2之厚度方向(相對於第8圖之紙面的前後方向)平行的平面之剖面，例如爲第7圖所示的剖面。另一方面，45度剖面係與相對於多個微透鏡6之配置方向在半導體基板2上傾斜45度之方向平行，且與半導體基板2之厚度方向平行的平面之剖面，例如爲第8圖的II-II線方向視圖之第9圖所示之剖面。多個微透鏡6間的溝間之曲率半徑係最低點的曲率半徑，該最低點爲鄰接之微透鏡6間的溝間之最低落的點。例如，在第9圖所示的45度剖面中，如第10圖之擴大圖所示，在微透鏡6d與微透鏡6b之間的溝間中，最低點係以符號61表示，最低點61之曲率半徑係以符號r表示。又，曲率半徑r係以下述(1)式表示。在(1)式中，f(a)表示微透鏡6間的溝間之形狀曲線，a表示微透鏡6間的溝間之最低點。

【0040】

$$r = \frac{\sqrt{(1 + f'(a)^2)^3}}{f''(a)} \quad \dots (1)$$

【0041】鄰接之微透鏡6間的溝間之曲率半徑r大至超過100nm時，例如，如爲第8圖的III-III線方向視圖之第11圖所示，入射至著色透明畫素的藍色(彩色濾光片5f)上之鄰接附近的微透鏡6之光，因爲串擾之影響而變更光路至在彩色濾光片層內較藍色之折射率更大的綠色(彩

色濾光片5b)之著色透明畫素。另一方面，鄰接之微透鏡6間的溝間之曲率半徑 r 小至100nm以下時，例如，如爲第8圖的III-III線方向視圖之第12圖所示，入射至著色透明畫素的藍色(彩色濾光片5f)上之鄰接附近的微透鏡之光，因爲串擾之影響減輕，光大多沒有變更光路地通過彩色濾光片5f、及平坦化層4而進入光電轉換元件3。

【0042】< 製造方法 >

接著，參照第13圖，對於涉及本實施形態的固態攝影元件1b之製造方法進行說明。

首先，在表面形成有多個光電轉換元件3的半導體基板2(第13圖中，未經圖示)上，依序積層平坦化層4(第13圖中未圖示)、及由多個彩色濾光片5所構成之彩色濾光片層(濾光片形成步驟)。濾光片形成步驟中，在多個光電轉換元件3上，以例如成爲如第8圖所示之所定的圖案之方式，配置對應於RGB中的任一者之3種類的彩色濾光片5並予以積層。

【0043】濾光片形成步驟之後，在多個彩色濾光片5上形成多個微透鏡6(透鏡形成步驟)。透鏡形成步驟中，首先，如第13(a)圖所示，在多個彩色濾光片5上將有感光性之透明樹脂塗布爲所定的厚度，形成透明樹脂層62。接著，如第13(b)圖及第13(c)圖所示，對於成爲透明樹脂層62之表面側的上方側，基於使用灰階遮罩(第13圖中未圖示)的光微影法，進行曝光、顯影、及烘烤，形成微透鏡6的鑄型63。此時，配合所需的微透鏡形狀，藉由使用可任意改變遮罩透過率階度之灰階遮罩，而可輕易控

制微透鏡6的鑄型63之形狀。再者，如第13(d)圖及第13(e)圖所示，以乾式蝕刻轉印法，將在透明樹脂層62之上層所形成的微透鏡6之鑄型63，轉印於同一透明樹脂層62。此時，爲了將微透鏡層作成爲單層，因可以同一蝕刻速率轉印至透明樹脂層62之下層，故可將上層所形成的鑄型63忠實地轉印。又，藉由調整蝕刻條件，特別是調整氣體種類、氣壓、腔室壓力、施加電壓，可形成鄰接的微透鏡6間之溝間經狹小化的微透鏡6。

【0044】<本實施形態的效果>

(1)本發明之一態樣的固態攝影元件1b，在半導體基板2上具備配置成二維正方格子狀而形成的多個光電轉換元件3、在多個光電轉換元件3上各自形成的多個彩色濾光片5、及在多個彩色濾光片5上各自形成的多個微透鏡6，在與多個微透鏡6之配置方向平行且與半導體基板之厚度方向平行的橫剖面、及與相對於多個微透鏡6之配置方向，在半導體基板2上傾斜45度之方向平行且與半導體基板2之厚度方向平行的45度剖面中，多個微透鏡6間的溝間(凹透鏡)之曲率半徑 r 爲100nm以下。

【0045】只要爲此種構成，則藉由將橫剖面與45度剖面之微透鏡6間的溝間之曲率半徑 r 作成爲100nm以下，可減輕由在橫剖面與45度剖面之微透鏡形狀的曲率之不同所產生的像差，且可提高集光效率。又，可減輕微透鏡6間的溝間中之串擾的影響，且可提高集光效率。

【0046】(2)又，本發明之一態樣的固態攝影元件1b所含之多個微透鏡6，其等與半導體基板2之厚度方向平行

的剖面之表面形狀，可為圓弧形狀、拋物線形狀、正弦波形狀中之任一種形狀。

【0047】(3)又，本發明之一態樣的固態攝影元件1b之製造方法，其具備在半導體基板2上配置成二維正方格子狀所形成的多個光電轉換元件3上，各自形成多個彩色濾光片5的濾光片形成步驟；及濾光片形成步驟之後，在多個彩色濾光片5上各自形成多個微透鏡6的透鏡形成步驟；透鏡形成步驟中，在多個彩色濾光片5上塗布透明樹脂而形成透明樹脂層62，藉由使用灰階遮罩的光微影法，而在成為透明樹脂層62之表面側的上層側形成多個微透鏡6的鑄型63，以乾式蝕刻轉印法將多個微透鏡6之鑄型63轉印至透明樹脂層62之下層側，藉此方式而形成多個微透鏡6。

【0048】只要為此種構成，則對於微透鏡6之上層藉由使用灰階遮罩的光微影法形成微透鏡6的鑄型63，藉此方式可比在熱回流的微透鏡形狀之形成更輕易地控制微透鏡形狀。因此，由於可選擇每一個固態攝影元件最適當的微透鏡形狀而予以形成，所以有提高對光電轉換元件3之集光效率的效果。

又，因為藉由以乾式蝕刻轉印法將微透鏡6的鑄型63轉印直到微透鏡6之下層，可使相鄰的微透鏡6間的溝間狹小化，所以有提高對光電轉換元件3之集光效率的效果。

又，只要為此種構成，則可將微透鏡6藉由使用灰階遮罩之光微影法一次性形成。根據前述，因為微透鏡材料(例如，透明樹脂層62)不需要具有熱流性，且不需要

使用耐熱性高的微透鏡材料，所以可減低材料費。又，因為亦不需要在微透鏡材料經多次形成圖案，所以可削減步驟數。因此，可更低成本地形成固態攝影元件。

【0049】(4)又，本發明之一態樣的固態攝影元件1b之製造方法所含的透鏡形成步驟中，亦可藉由光微影法形成多個微透鏡之鑄型，藉此方式而控制多個微透鏡6之鑄型63的形狀。

【0050】(5)又，本發明之一態樣的固態攝影元件1b之製造方法所含的透鏡形成步驟中，在將多個微透鏡6的鑄型63轉印至下層側之際，在與多個微透鏡6之配置方向平行且與半導體基板2之厚度方向平行的橫剖面、及與相對於多個微透鏡6之配置方向，在半導體基板2上傾斜45度之方向平行且與半導體基板2之厚度方向平行的45度剖面中，亦能以多個微透鏡6間的溝間之曲率半徑 r 成為100nm以下之方式進行控制。

【0051】(6)又，本發明之一態樣的固態攝影元件1b之製造方法所含的透鏡形成步驟中，亦可藉由光微影法形成多個微透鏡6之上層側，並利用乾式蝕刻轉印法形成多個微透鏡6之下層側。

【0052】[實施例2-1]

以下說明實施例2-1。

實施例2-1中，作為半導體基板2，使用厚度0.75mm、直徑20cm的矽晶圓。在該矽晶圓之表面上部形成光電轉換元件3，並於最上層，使用熱硬化型之丙烯酸樹脂塗布液，以旋轉塗布形成平坦化層4。

接著，在平坦化層4上，使用紅色(R)、綠色(G)、藍色(B)3色之彩色光阻，藉由光微影法，依序形成由3色的彩色濾光片5所構成之彩色濾光片層。各自的彩色濾光片層之膜厚設為 $0.5\mu\text{m} \sim 0.8\mu\text{m}$ 。彩色濾光片層的畫素之配置，設為每隔一畫素設置綠色(G)濾光片，且在綠色(G)濾光片之間每隔一行設置紅(R)濾光片與藍(B)濾光片之所謂的拜耳陣列。

【0053】再者，在彩色濾光片層上將具有鹼可溶性、感光性的丙烯酸系透明樹脂塗布為膜厚 $1.4\mu\text{m}$ ，在 180°C 加熱3分鐘，進行硬膜化處理。如此進行，而形成丙烯酸系透明樹脂層62。

之後，對於丙烯酸系透明樹脂層62，以使用灰階遮罩的光微影法形成微透鏡6的鑄型63。灰階遮罩為對於與欲製作之微透鏡要素的薄膜之部分對應的部分，將提高透光率的遮光膜形成於石英基板上者，且為對遮光膜賦予濃淡之階度的光罩。該階度之濃淡係根據使用於曝光的光中，每一沒有解析之小徑的點之單位面積的粗密之部分的差而達成。實施例2-1之灰階遮罩係使用使微透鏡6之鑄型63成為拋物線形狀而進行光罩設計者。因此，微透鏡6的鑄型63成為高度 $0.6\mu\text{m}$ 的拋物線形狀。

【0054】接著，以乾式蝕刻轉印法，將拋物線形狀之微透鏡6的鑄型63，轉印至下層的丙烯酸系透明樹脂層62。此時，實施乾式蝕刻直到微透鏡6的高度成為 $0.45\mu\text{m}$ 。此時的乾式蝕刻，使用為氟氫烷系氣體之 CF_4 與 C_3F_8 的混合系氣體、為稀有氣體之Ar，進行2分鐘乾式蝕刻處

理。

【0055】採用掃描型探針顯微鏡，將實施例 2-1 所形成的微透鏡 6 進行形狀測定時，確認實施例 2-1 所形成的微透鏡 6 形成為拋物線形狀，且鄰接之微透鏡 6 間的溝間之曲率半徑 r 係橫剖面方向成為 50nm，45 度剖面方向成為 24nm。

又，計測實施例 2-1 所形成的固態攝影元件 1b 與以往品的受光效率，將比較例 2-1 之固態攝影元件的感度作為 100%，比較兩者的結果，如表 1 所示，確認實施例 2-1 所形成的固態攝影元件 1b 之感度為 105.1%，且實施例 2-1 為約 5.1% 左右之良好的結果。再者，與實施例 2-1 比較的比較例 2-1 為藉由使用灰階遮罩之光微影法形成微透鏡 6 者，微透鏡 6 的形狀為拋物線形狀，微透鏡 6 間的溝間之曲率半徑 r 係橫剖面方向為 124nm，45 度剖面方向為 74nm。

【0056】[表 1]

	微透鏡 形狀	曲率半徑[nm]		感度
		橫剖面	45 度剖面	
實施例 2-1	拋物線形狀	50	24	105.1%
比較例 2-1		124	74	100.0%

【0057】[實施例 2-2]

以下說明實施例 2-2。

實施例 2-2 中，與實施例 2-1 同樣地進行，在矽晶圓之表面上部形成光電轉換元件 3，並於其最上層形成平坦化層 4。

接著，與實施例 2-1 同樣地進行，在平坦化層 4 上，形成由紅色(R)、綠色(G)、藍色(B)3 色的彩色濾光片 5 所

構成之彩色濾光片層。

【0058】再者，與實施例 2-1 同樣地進行，在彩色濾光片層上塗布丙烯酸系透明樹脂，進行硬膜化處理。如此進行，而形成丙烯酸系透明樹脂層 62。

之後，對於丙烯酸系透明樹脂層 62，以使用灰階遮罩的光微影法形成微透鏡 6 的鑄型 63。實施例 2-2 之灰階遮罩係使用以微透鏡 6 之鑄型 63 成為圓弧形狀之方式而進行光罩設計者。因此，微透鏡 6 的鑄型 63 成為高度 $0.6\mu\text{m}$ 的圓弧形狀。

【0059】接著，與實施例 2-1 同樣地進行，以乾式蝕刻轉印法，將拋物線形狀之微透鏡 6 的鑄型 63，轉印至下層的丙烯酸系透明樹脂層 62。

【0060】採用掃描型探針顯微鏡，將實施例 2-2 所形成的微透鏡 6 進行形狀測定時，如表 2 所示，確認實施例 2-2 所形成的微透鏡 6 形成為圓弧形狀，且鄰接之微透鏡 6 間的溝間之曲率半徑 r 係橫剖面方向成為 67nm ，45 度剖面方向成為 35nm 。

又，計測實施例 2-2 所形成的固態攝影元件 1b 與以往品的受光效率，將比較例 2-2 之固態攝影元件的感度作為 100%，比較兩者的結果，如表 2 所示，確認實施例 2-2 所形成的固態攝影元件 1b 之感度為 104.7%，且實施例 2-2 為約 4.7% 左右之良好的結果。再者，與實施例 2-2 比較的比較例 2-2 為藉由使用灰階遮罩之光微影法而形成微透鏡 6 者，微透鏡 6 的形狀為圓弧形狀，微透鏡 6 間的溝間之曲率半徑 r 係橫剖面方向為 158nm ，45 度剖面方向為 87nm 。

【0061】[表 2]

	微透鏡 形狀	曲率半徑[nm]		感度
		橫剖面	45 度剖面	
實施例 2-2	圓弧形狀	67	35	104.7%
比較例 2-2		158	87	100.0%

【0062】[實施例 2-3]

以下說明實施例 2-3。

實施例 2-3 中，與實施例 2-1 同樣地進行，在矽晶圓之表面上部形成光電轉換元件 3，並於其最上層形成平坦化層 4。

【0063】接著，與實施例 2-1 同樣地進行，在平坦化層 4 上，形成由紅色(R)、綠色(G)、藍色(B)3 色的彩色濾光片 5 所構成之彩色濾光片層。

【0064】再者，與實施例 2-1 同樣地進行，在彩色濾光片層上塗布丙烯酸系透明樹脂，進行硬膜化處理。如此進行，而形成丙烯酸系透明樹脂層 62。

之後，對於丙烯酸系透明樹脂層 62，以使用灰階遮罩的光微影法形成微透鏡 6 的鑄型 63。實施例 2-3 之灰階遮罩係使用以微透鏡 6 之鑄型 63 成為正弦波形狀之方式而進行光罩設計者。因此，微透鏡 6 的鑄型 63 成為高度 $0.6\mu\text{m}$ 的正弦波形狀。

【0065】接著，與實施例 2-1 同樣地進行，以乾式蝕刻轉印法，將拋物線形狀之微透鏡 6 的鑄型 63，轉印至下層的丙烯酸系透明樹脂層 62。

【0066】採用掃描型探針顯微鏡，將實施例 2-3 所形成的微透鏡 6 進行形狀測定時，如表 3 所示，確認形成為正

弦波形狀，且鄰接之微透鏡6間的溝間之曲率半徑r係橫剖面方向成爲89nm，45度剖面方向成爲56nm。

又，計測實施例2-3所形成的固態攝影元件1b與以往品的受光效率，將比較例2-3之固態攝影元件的感度作爲100%，比較兩者的結果，如表3所示，確認實施例2-3所形成的固態攝影元件1b之感度爲103.9%，且實施例2-3爲約3.9%左右之良好的結果。再者，與實施例2-3比較的比較例2-3爲藉由使用灰階遮罩之光微影法而形成微透鏡6者，微透鏡6的形狀爲拋物線形狀，微透鏡6間的溝間之曲率半徑r係橫剖面方向爲177nm，45度剖面方向爲99nm。

【0067】[表 3]

	微透鏡 形狀	曲率半徑[nm]		感度
		橫剖面	45 度剖面	
實施例 2-3	正弦波形狀	89	56	103.9%
比較例 2-3		177	99	100.0%

【0068】(參考例)

針對未具備上述本實施形態的固態攝影元件1b及其製造方法所具備的技術特徵之固態攝影元件及其製造方法，以下簡單地進行說明以作爲本實施形態的固態攝影元件1b及其製造方法的參考例。

近年來拍攝裝置係伴隨圖像之記錄、通信、廣播的內容之擴大而被廣泛使用。作爲拍攝裝置，可提出各種形式者，但組裝有成爲可穩定製造小型、輕量且高性能者之固態攝影元件的拍攝裝置係作爲數位相機或數位攝影機而普及。

固態攝影元件具有接收來自攝影對象物的光學像而將入射的光轉換為電訊號之多個光電轉換元件。光電轉換元件的種類係分類為CCD(電荷耦合元件)型與CMOS(互補型金屬氧化膜半導體)型。又，自光電轉換元件之配置形態，分類為將光電轉換元件配置成1列的直線感測器(線感測器)、及將光電轉換元件縱橫2維地配置之區域感測器(面感測器)之2種類。在任何感測器中，光電轉換元件的數(畫素數)越多，攝影的圖像越為精密，因此近年來特別探討可便宜地製造大畫素數之固態攝影元件的方法。

【0069】又，作為可藉由在入射至光電轉換元件的光之途徑設置透射特定波長之光的彩色濾光片機能，而得到對象物之顏色資訊的單板式之顏色感測器的彩色固態攝影元件也已普及。彩色固態攝影元件，藉由對應於1個光電轉換元件，圖案形成利用特定的著色透明畫素之1畫素，且規則性多數配置，而可收集色彩分離的圖像資訊。作為著色透明畫素的顏色，一般為由紅色(R)、綠色(G)、藍色(B)的3色所構成之3原色系、或由深藍色(C)、品紅色(M)、黃色(Y)所構成之補色系，特別是常使用3原色系。

【0070】固態攝影元件所需要的性能且為重要的課題之一，可舉出使對於入射的光之感度提升。為了使以小型化的固態攝影元件所攝影的圖像之資訊量增多，需要將成為受光部之光電轉換元件進行微細化並高密集化。但是，將光電轉換元件高密度化時，因為各光電轉換元

件的面積變小，作為受光部可利用的面積比例也減少，所以導入至光電轉換元件的受光部之光量變小，且實效的感度係下降。

【0071】作為用於防止如前述之細微化的固態攝影元件之感度下降的手段，有人提出為了有效率地將光導入至光電轉換元件之受光部，而於光電轉換元件上將微透鏡形成為均勻形狀之技術，其中該微透鏡將自對象物入射的光，集光於每1畫素，並導入至光電轉換元件之受光部。藉由以微透鏡將光進行集光而導入至光電轉換元件之受光部，可將受光部之視覺上的開口率變大，且可提升固態攝影元件之感度。

【0072】在此，作為微透鏡的形成方法，有流動透鏡型或乾式蝕刻轉印型。流動透鏡型的形成方法中，在將成為微透鏡的素材之透明的丙烯酸系感光性樹脂藉由光微影法而選擇性地進行圖案形成後，利用材料之熱回流性，作成透鏡形狀。乾式蝕刻轉印型之形成方法中，在成為微透鏡的素材之丙烯酸系透明樹脂的平坦化層上，使用具有鹼可溶性、感光性及熱流性的光阻材料，藉由光微影法與熱回流而形成透鏡鑄型。然後，藉由乾式蝕刻法，將透鏡鑄型的形狀轉印至丙烯酸系透明樹脂層而形成透鏡形狀(例如，日本特開2014-174456號公報)。

【0073】近年來的固態攝影元件進行多畫素化，變得需要超過數百萬畫素之高精細的固態攝影元件，且有因為附屬於高精細的固態攝影元件的微透鏡之感度下降、及閃光等之雜訊增加而畫質下降的情形。

自微透鏡導入至光電轉換元件之受光部的光量，相較於微透鏡，更會視配置於下層的層之種類或厚度而產生變動，因此若使用單一微透鏡形狀的固態攝影元件之構成，會有引起感度下降的情形。

【0074】又，鄰接之微透鏡間的橫剖面、及45度剖面的溝間之曲率半徑大時，有光量從其微透鏡間的溝間漏出至鄰接的彩色濾光片層之所謂串擾的現象之影響會大量產生的情形。在此，所謂串擾係指原本應入射至某色的光，因為各色顏料之折射率差的影響，而入射至隔壁色的現象。由於串擾之影響，折射率低的色會因隔壁之折射率高的色而失去光，故往受光部之光量減少，因而引起感度下降。

【0075】再者，鄰接之微透鏡間的橫剖面、45度剖面的溝間之曲率半徑大時，在俯視觀察呈大致矩形之畫素的橫剖面與45度剖面，微透鏡形狀的曲率變不同，因此有產生像差、集光效率下降的情形。

欲解決該等之課題，只要能要求因應各固態攝影元件之最適當的微透鏡形狀，且微透鏡間的溝間之曲率半徑經狹小化的微透鏡，則藉此可減輕串擾之影響，且與固態攝影元件之感度提升相關。

【0076】然而，上述的2個微透鏡形成方法為利用熱回流者，因此雖可狹小化微透鏡間的溝間之曲率半徑，但任意調整形狀至最適當的微透鏡形狀之形狀控制係為困難。

【0077】< 本發明的技術思想 >

本發明的技術思想，並沒有限定於以上所記載之各實施形態或各實施例。也可基於該所屬技術領域中具有通常知識者之知識，在各實施形態或各實施例加入設計之變更等，又，也可任意地組合各實施形態或各實施例，且加入此種變更之態樣也包含於本發明的技術思想。

【符號說明】

【0078】

1、1a～1b	固態攝影元件
2	半導體基板(矽基板)
2'	矽晶圓
3、3a～3e	光電轉換元件
4	平坦化層
5、5a～5i	(色彩分離用)彩色濾光片
6、6a～6f	微透鏡
7	凹透鏡
7a、7c	V形狀
7b、7d	凹形狀
8	透鏡模組
9	貫通孔電極
10	連接凸塊
11	感光性微透鏡材
12	透明樹脂層
13	感光性犧牲層
13a	透鏡鑄型
50	灰階遮罩

61	最低點
62	透明樹脂層
63	鑄型
d	曲率直徑
r	曲率半徑

申請專利範圍

- 1.一種固態攝影元件，其特徵為具備基板、在該基板之一方的面側形成之多個微透鏡、及該多個微透鏡中之形成於相鄰的微透鏡之間的邊界部且在該基板之一方的面側凹陷之凹透鏡，在與該凹透鏡之配置方向平行且與該基板之厚度方向平行的橫剖面、及與相對於該凹透鏡之配置方向在該基板上傾斜45度之方向平行且與該基板之厚度方向平行的45度剖面中，該凹透鏡的曲率半徑為100nm以下。
- 2.一種固態攝影元件，其特徵為在基板上具備配置成二維正方格子狀而形成的多個光電轉換元件、在該多個光電轉換元件上各自形成的多個彩色濾光片、及在該多個彩色濾光片上各自形成的多個微透鏡，在與該多個微透鏡之配置方向平行且與該基板之厚度方向平行的橫剖面、及與相對於該多個微透鏡之配置方向在該基板上傾斜45度之方向平行且與該基板之厚度方向平行的45度剖面中，該多個微透鏡間的溝間之曲率半徑為100nm以下。
- 3.如請求項1或2之固態攝影元件，其中該多個微透鏡之與該基板之厚度方向平行的剖面之表面形狀為圓弧形狀、拋物線形狀、正弦波形狀中之任一種形狀。
- 4.一種固態攝影元件之製造方法，其係具備基板、在該基板之一方的面側形成之多個微透鏡、及該多個微透鏡中之形成於相鄰的微透鏡之間的邊界部且在該基板之一方的面側凹陷之凹透鏡的固態攝影元件之製造方

2021 年 1 月 27 日修正本

法，其特徵為具備藉由使用灰階遮罩之光微影法一次性形成該微透鏡及該凹透鏡的透鏡形成步驟，在與該凹透鏡之配置方向平行且與該基板之厚度方向平行的橫剖面、及與相對於該凹透鏡之配置方向在該基板上傾斜45度之方向平行且與該基板之厚度方向平行的45度剖面中，該凹透鏡的曲率半徑為100nm以下。

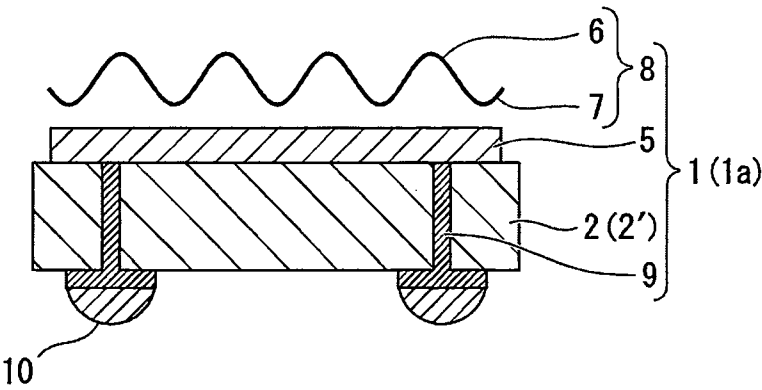
- 5.如請求項4之固態攝影元件之製造方法，其具備在該透鏡形成步驟之前，於該基板之一方的面側形成光電轉換元件的步驟。
- 6.如請求項4或5之固態攝影元件之製造方法，其中該透鏡形成步驟包含在該基板之一方的面側設置感光性微透鏡材的步驟；及藉由使用該灰階遮罩之光微影法而將該感光性微透鏡材進行圖案成形，一次性形成該微透鏡及該凹透鏡的步驟。
- 7.如請求項4或5之固態攝影元件之製造方法，其中該透鏡形成步驟包含在該基板之一方的面上形成透明樹脂層的步驟；在該透明樹脂層上形成感光性犧牲層的步驟；藉由使用該灰階遮罩之光微影法而將該感光性犧牲層進行圖案成形，形成該微透鏡之鑄型的步驟；及自該微透鏡之鑄型上蝕刻該微透鏡之鑄型與該透明樹脂層，在該透明樹脂層一次性轉印該微透鏡與該凹透鏡的步驟。
- 8.如請求項5之固態攝影元件之製造方法，其係於形成該光電轉換元件的步驟之後，在該透鏡形成步驟之前，於該多個光電轉換元件上，進一步具備各自形成多個

2021 年 1 月 27 日修正本

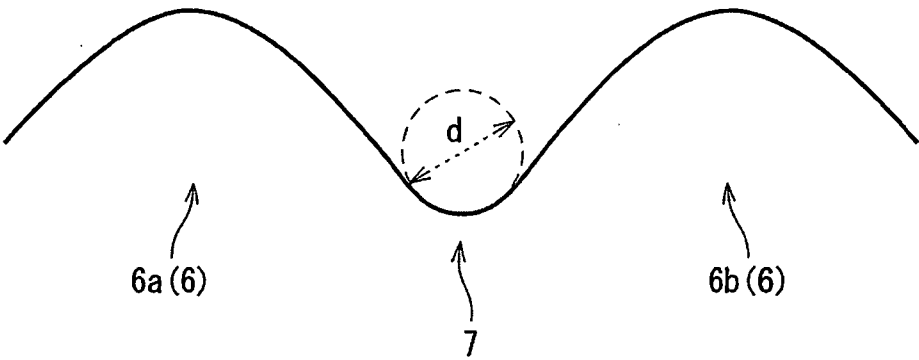
彩色濾光片之濾光片形成步驟，在形成該光電轉換元件的步驟中，在該基板上將該多個光電轉換元件配置成二維正方格子狀，在該透鏡形成步驟中，藉由在該多個彩色濾光片上形成透明樹脂層，使用灰階遮罩的光微影法，而在成為該透明樹脂層之表面側的上層側形成該多個微透鏡的鑄型，以乾式蝕刻轉印法將該多個微透鏡之鑄型轉印至該透明樹脂層之下層側，藉此方式而在該多個彩色濾光片上形成該多個微透鏡。

- 9.如請求項7之固態攝影元件之製造方法，其中在該透鏡形成步驟中，藉由該光微影法而形成該多個微透鏡的鑄型，藉此控制該多個微透鏡的鑄型之形狀。
- 10.如請求項7之固態攝影元件之製造方法，其中在該透鏡形成步驟中，於將該多個微透鏡的鑄型轉印至下層側之際，在與該多個微透鏡之配置方向平行且與該基板之厚度方向平行的橫剖面、及與相對於該多個微透鏡之配置方向在該基板上傾斜45度之方向平行且與該基板之厚度方向平行的45度剖面中，以該多個微透鏡間的溝間之曲率半徑成為100nm以下之方式進行控制。
- 11.如請求項7之固態攝影元件之製造方法，其中在該透鏡形成步驟中，藉由該光微影法而形成該多個微透鏡之上層側，並以乾式蝕刻轉印法形成該多個微透鏡之下層側。
- 12.如請求項4或5之固態攝影元件之製造方法，其於該光微影法中使用為紫外光之i射線或KrF雷射。

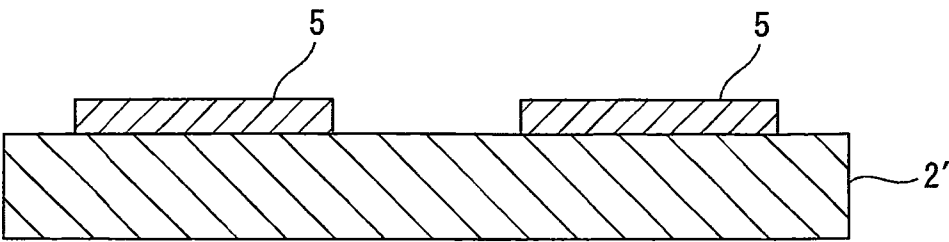
圖式



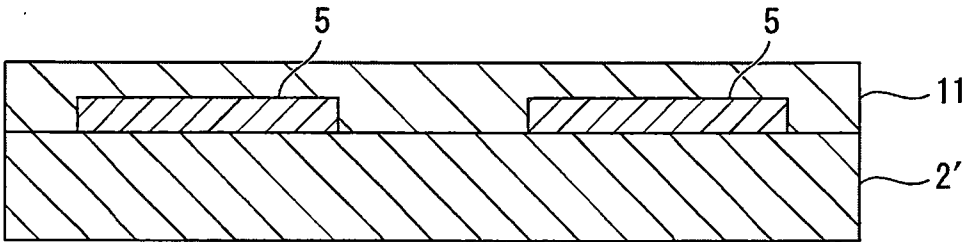
第1(a)圖



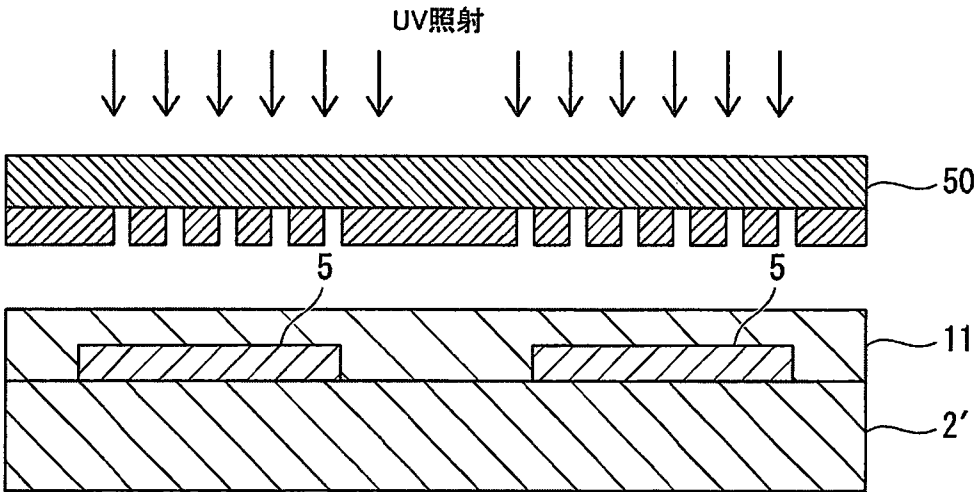
第1(b)圖



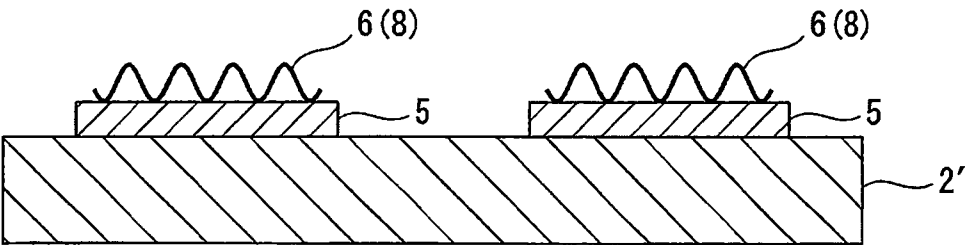
第2(a)圖



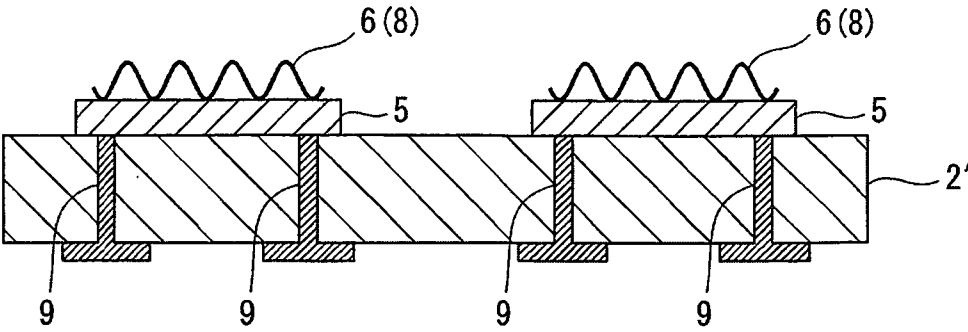
第2(b)圖



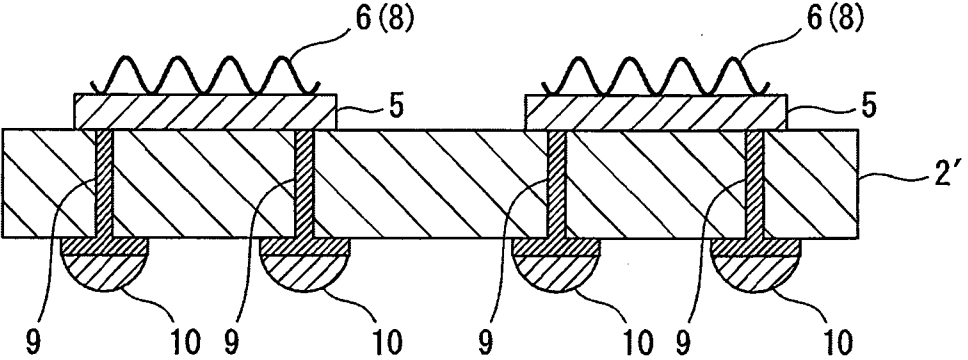
第2(c)圖



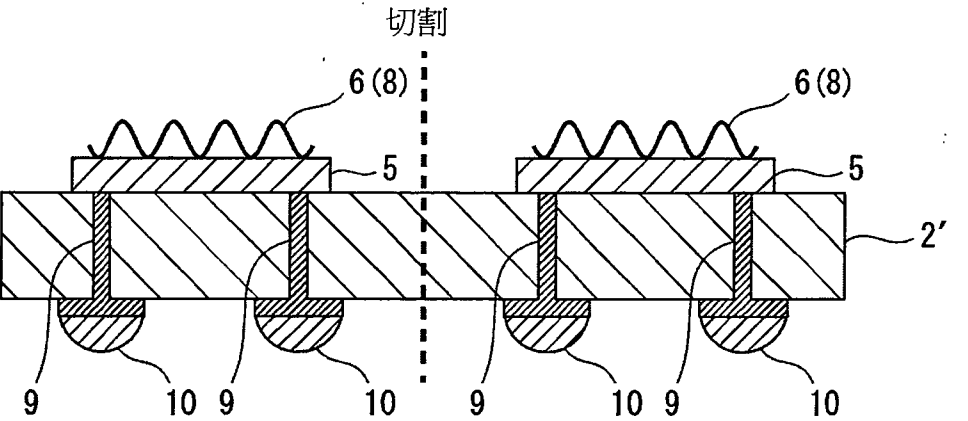
第2(d)圖



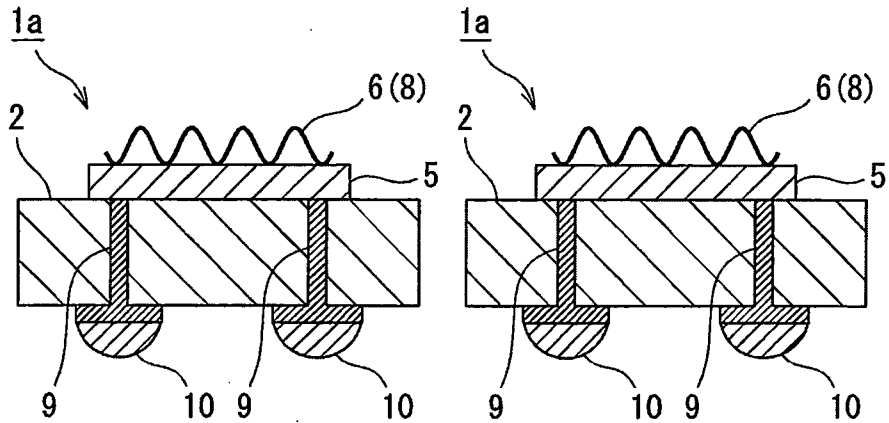
第3(a)圖



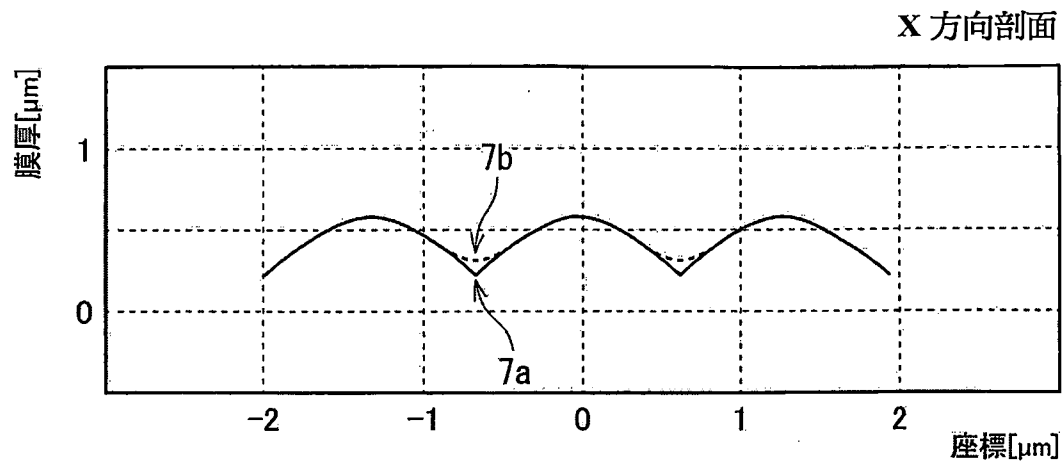
第3(b)圖



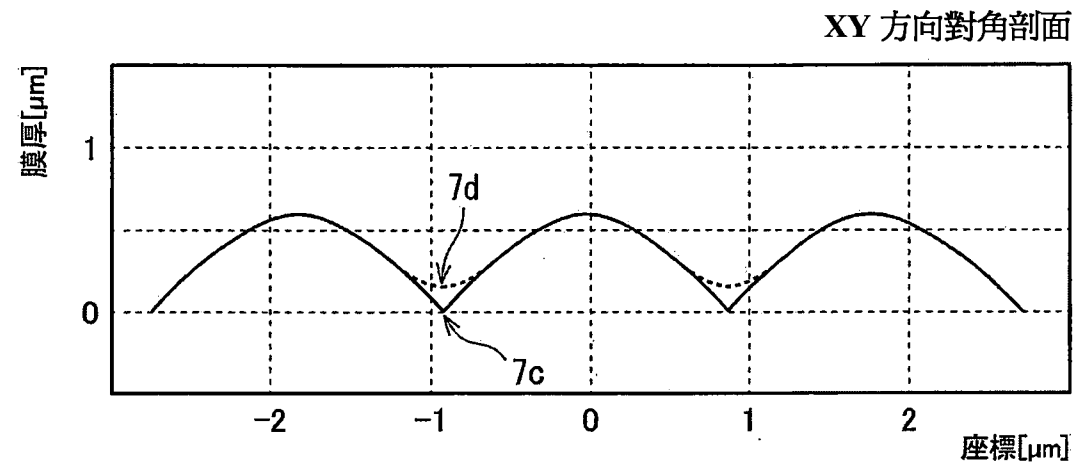
第3(c)圖



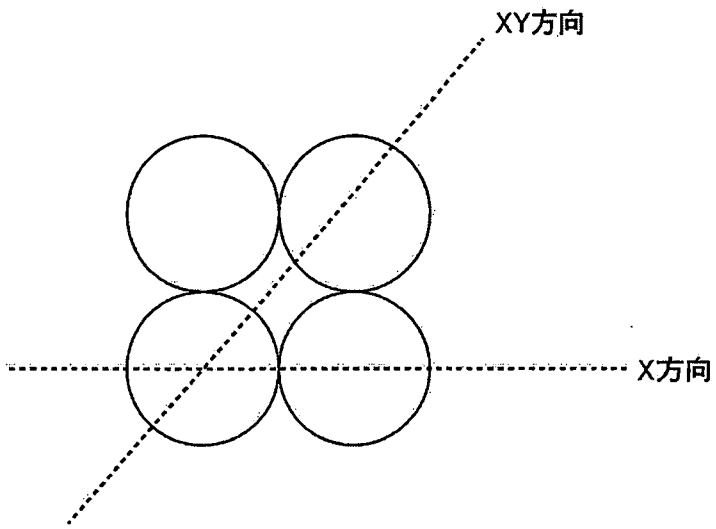
第3(d)圖



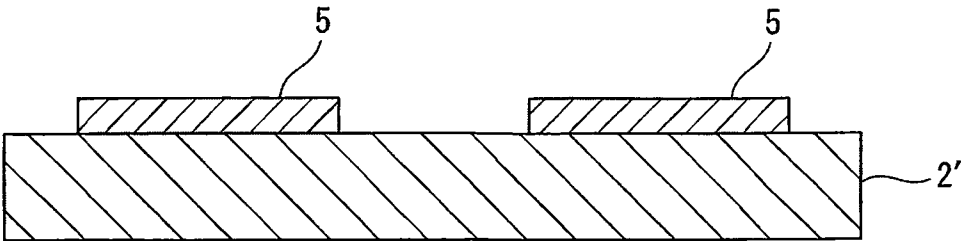
第4(a)圖



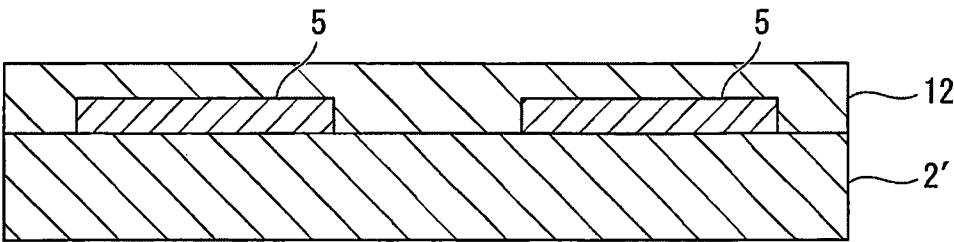
第4(b)圖



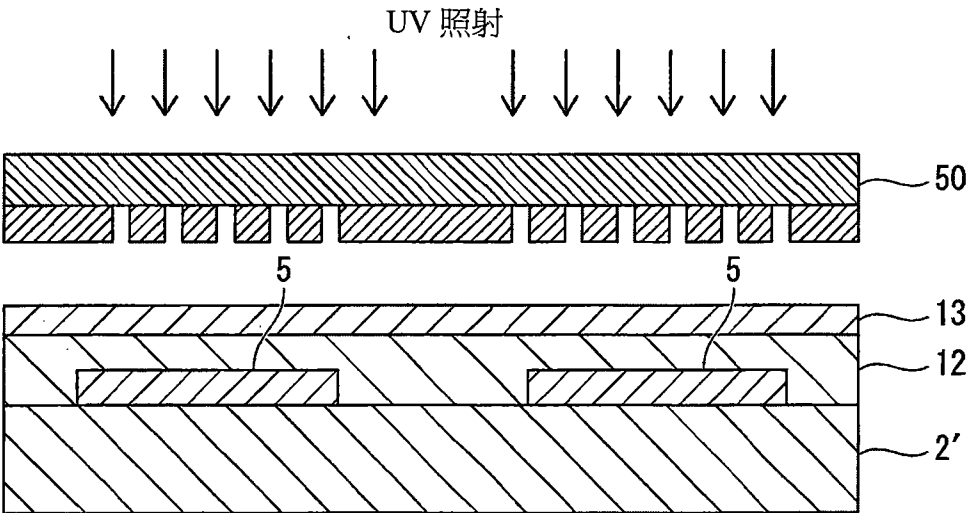
第4(c)圖



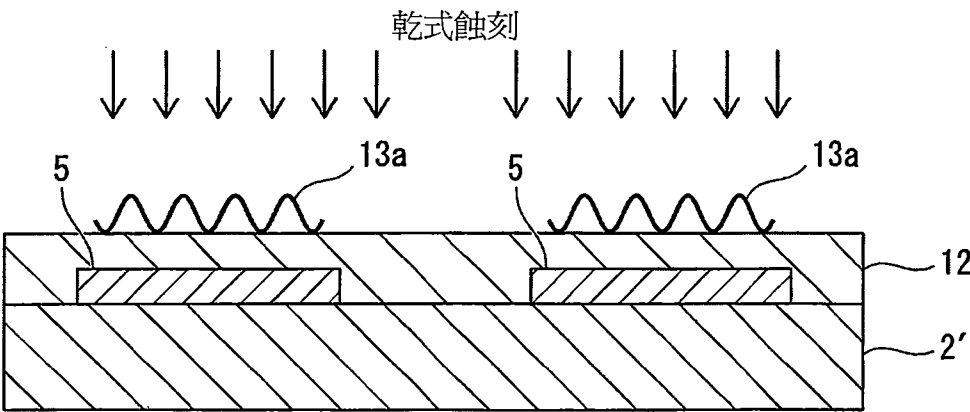
第5(a)圖



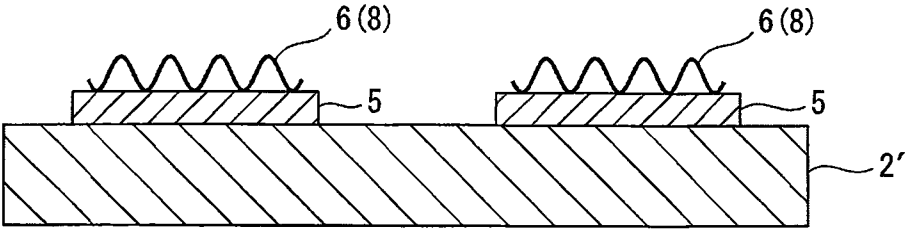
第5(b)圖



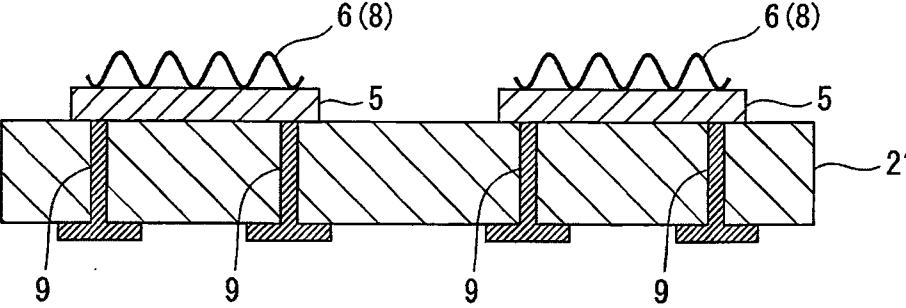
第5(c)圖



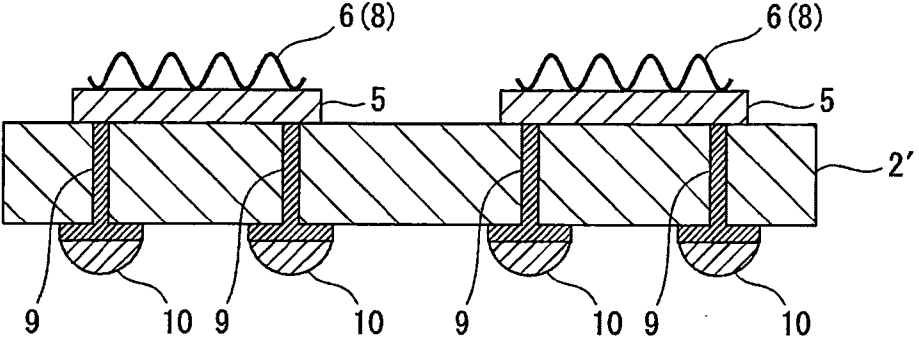
第5(d)圖



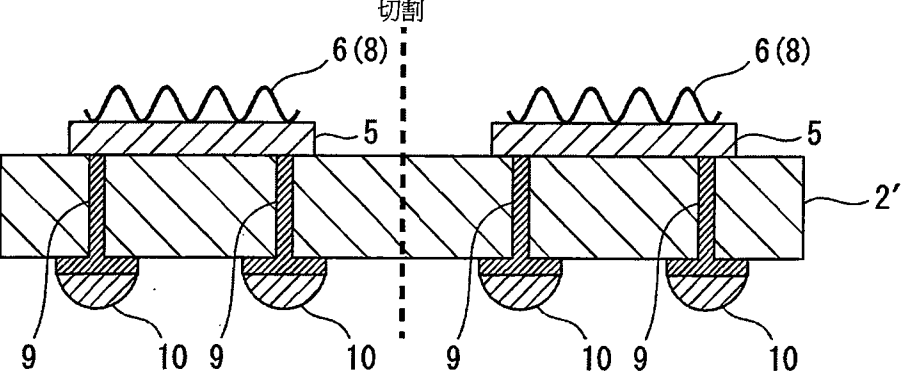
第6(a)圖



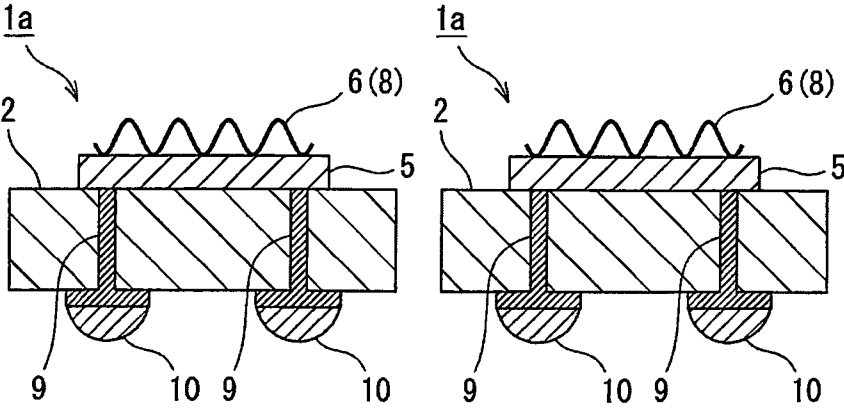
第6(b)圖



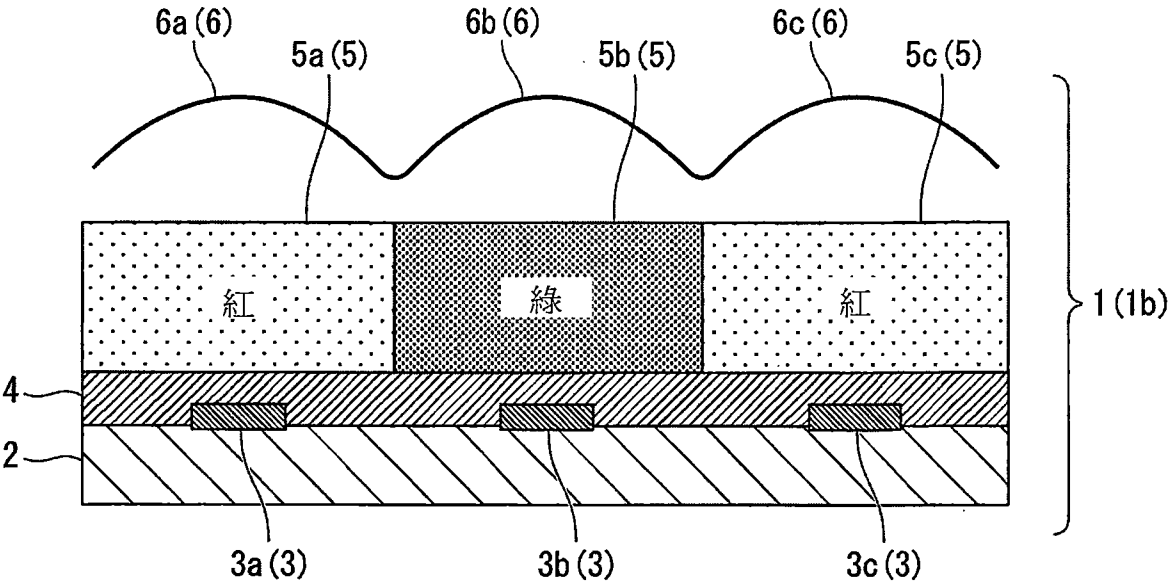
第6(c)圖



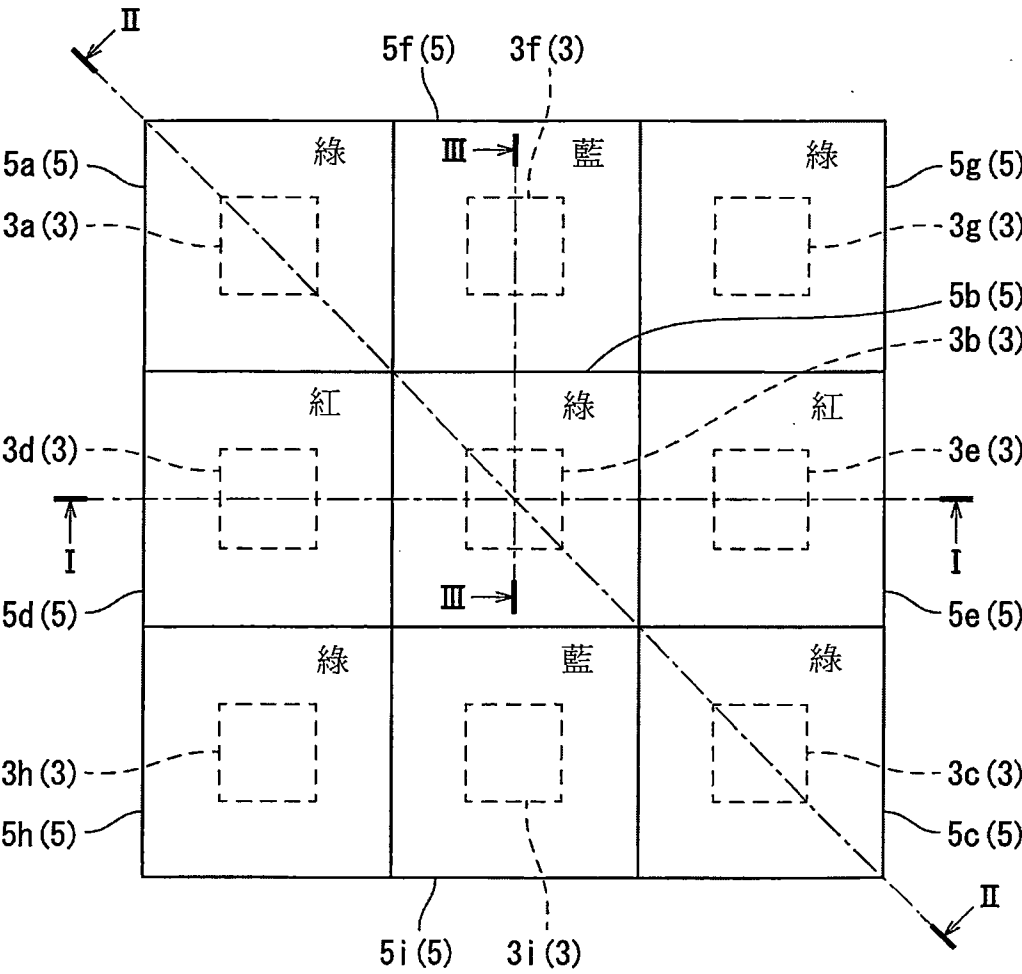
第6(d)圖



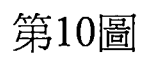
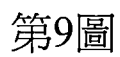
第6(e)圖

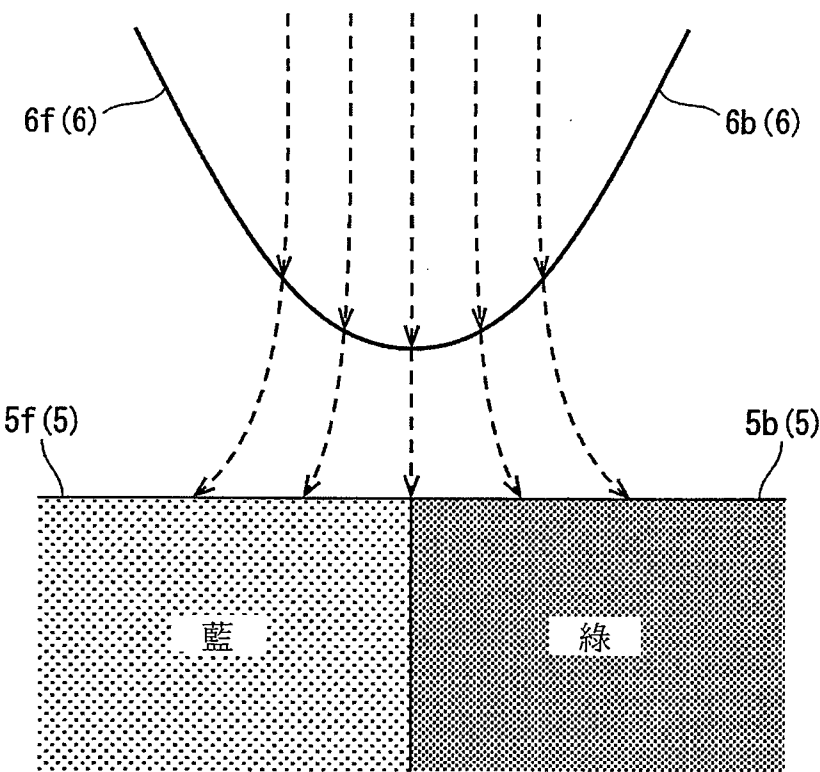


第7圖

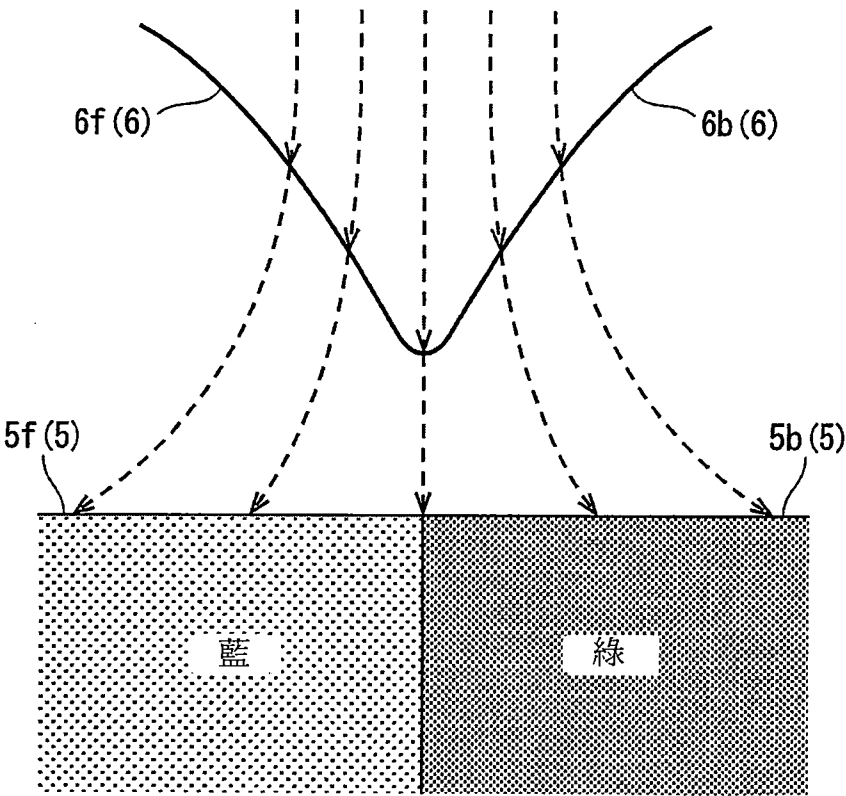


第8圖

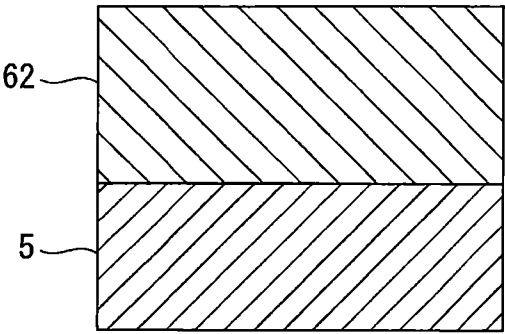




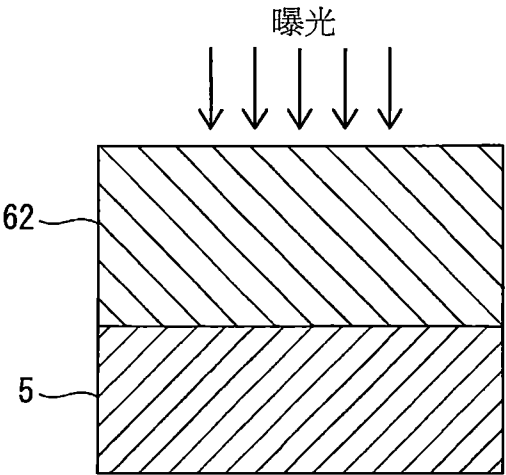
第11圖



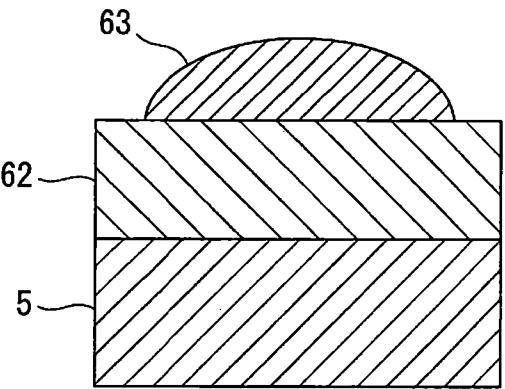
第12圖



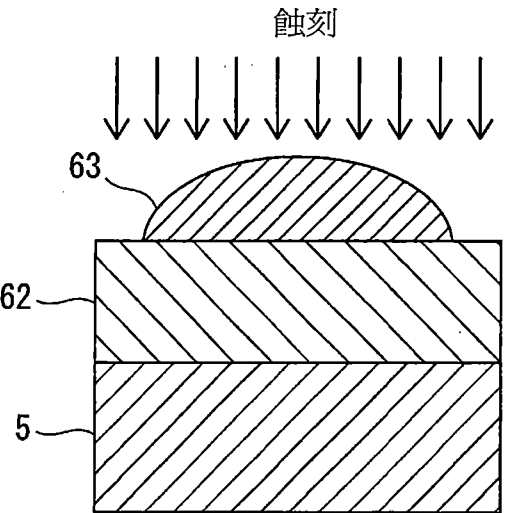
第13(a)圖



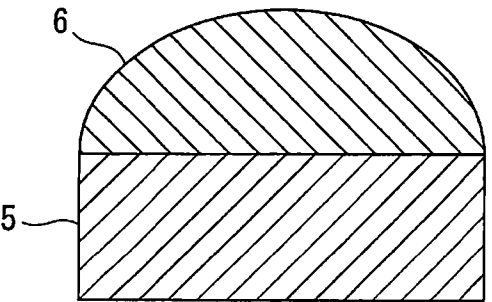
第13(b)圖



第13(c)圖



第13(d)圖



第13(e)圖