

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：94141901

※ 申請日期：94. 11. 29

※IPC 分類：G02B27/46

一、發明名稱：(中文/英文)

光學元件與製造光學元件的方法

OPTICAL COMPONENT AND METHOD OF MANUFACTURE OF
OPTICAL COMPONENT

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

小原股份有限公司

代表人：(中文/英文)

油谷 純正

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本神奈川縣相模原市小山 1 丁目 15 番 30 號

國 籍：(中文/英文)

日本

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

橋本 智弘

國 籍：(中文/英文)

日本

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，
其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

日本、2004.12.03、JP2004-351632

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

脂薄膜接受使用光罩的遮罩曝光或干擾曝光，之後顯影，以於玻璃上製造出感光性薄膜圖樣。然後，藉由從上進行乾蝕刻，可同時於暴露在表面的玻璃和感光性薄膜中蝕刻出圖樣，當蝕刻完最後的感光性薄膜時，已經藉由蝕刻於玻璃表面形成凹陷，而從頭到尾的結果便是形成由玻璃基板構成的繞射光柵。

另外，以上面的方式在金屬或單晶中創造圖樣之方法，而其可被用來在熱壓或射出成形中作為印模，以轉移圖樣；以及將光塑性樹脂倒入這樣的印模、而經由紫外線或類似物的照射將樹脂硬化成為印模的形狀之方法也是習知的（請見日本未審查專利申請第一次公開號 6-308430）。

在日本未審查專利申請第一次公開號 6-242404 和 7-5395 中揭露一種方法，其中在研磨中使用鑽石輪，以於基板表面上切割出具有規則突出物和凹陷之條狀結構。

在日本未審查專利申請第一次公開號 61-149923 中揭露一種方法，其中使用離子交換方法或類似方法於玻璃表面上形成多個具有不同折射率的部位，以製造出相位型繞射光柵。

另一方面，近年來在雷射脈衝壓縮技術上的進展已經伴隨有各種使用超短脈衝雷射光製造透明材料的報告，尤其，習知具有千萬億分之一秒等級的脈沖持續時間的雷射光之高尖峰功率已經可以利用多光子吸收在透明材料的內部製作三維的構造。在日本未審查專利申請第一次公開號 9-311237 中揭露一種方法，其中使用雷射光輻射在玻璃內

部形成高折射率區域，以形成三維的光學波導。此外，日本未審查專利申請第一次公開號 2000-56112 揭露一種使用雷射光輻射於玻璃材料內誘生永久三維分佈的折射率之方法，以創作一種光學繞射元件。

關於千萬億分之一秒雷射光之照射方法，已知有一種製造方法，其中藉由透鏡來聚焦脈衝光束，並掃瞄焦點（除了以上之外請見 PCT 國際刊物公開的日文譯本 No.2003-506731），而且在日本未審查專利申請第一次公開號 2004-196585 中，揭露一種方法，其中使用雷射光束而不用掃瞄機制於玻璃或其他一些透明材料內立刻形成具有二維或三維形狀的折射率修飾區。

使用石英的雙折射之光學低通濾波器會帶來昂貴的石英原料花費，尤其是當思考將其用於使用固態影像擷取元件的彩色攝影機時，其需要多個石英片來變厚，使得在光學系統的緊密度上有所限制。此外，當將石英片結合在一起時，精確光學軸對準與拉緊的問題，以及其他各種與製造相關的問題都會使這樣的元件不適用於大量生產。

另一方面，傳統運用相位型繞射光柵的光學低通濾波器，相位型繞射光柵係藉由構造材料的表面所獲得，從裝置製造的觀點有以下的問題：

例如，當使用微影時，有各種如上所解說的程序，而所需的時間導致製造成本增加。另一方面，當例如嘗試製造帶有大的步階高度差的長方形光柵時，考量到製造的容易性，按規定尺寸製作深度在垂直方向的溝槽並不容易。

此外，可能必須視材料選擇最適合的乾蝕刻環境條件，而在其他方面，控制也是複雜的，且選擇材料的自由度並不多。另外，由於製造方法的天性，表面製造僅限於二維，使得結構設計的自由度很少。

另一方面，當使用利用微影製作的模型時，與利用微影直接製作基板的例子相比可改善大量生產，使得有可維持低成本的優點。然而，限制則被強加於材料的選擇上，亦即在熱壓複製的案例中，製造用的材料僅限制為玻璃和樹脂，同樣的在日本未審查專利申請第一次公開號 6-308430 中所描述的光聚合物方法案例中，材料僅限制為感光性樹脂。此外，在熱壓複製的案例中，當選擇製造用模型和材料時，模型的耐久性相關玻璃的軟化溫度是一個問題，相反地，較佳應以這種記住的概念來選擇材料。

當使用鑽石輪切割時，與玻璃模塑或使用模型的樹脂相比，大量生產的性質是不好的，而且有製造多角度或彎曲濾波器圖樣的困難。因此，在設計階段的選擇形狀上有很少的自由度，而且形狀的精確度不佳。此外，材料的機械強度會變成一個問題，使得在選擇材料上的自由度也不多。

使用離子交換技巧或類似技巧在玻璃表面上形成具不同折射率部分的方法在本質上是材料表面的構造方法，所以圖樣設計的自由度並不多。在離子交換方法的案例中，必須以上述光微影技術形成金屬遮罩或類似物，以得到所需圖樣，此可藉由沈浸於熔鹽反應器中來進行，而其所牽

涉程序是複雜的。

另一方面，關於使用以上超短脈衝雷射光的內部建構，上述的日本未審查專利申請第一次公開號 2004-196585 描述了許多的光通訊用光學元件之範例，其係藉由形成折射率依據三維形狀改變的區域所製造的。此外，上述的日本未審查專利申請第一次公開號 2000-56112 描述一種製造三維體積類型繞射光柵的方法，且其係應用於作為運用折射率隨不同層而改變的區域之 Bragg 繞射光柵。然而，這些揭露中沒有任何一個是應用於控制經其傳送的光之相位，尤其是應用於所討論的光學低通濾波器之光學元件。

【發明內容】

本發明之目的為提供可容易製造的光學元件或光學低通濾波器，而且從材料選擇、結構或類似物之觀點來看，其可使設計具有高的自由度。

本發明之發明人將焦點集中於藉由利用異質相引起的折射率變化區域而可以實現光的相位控制之事實，而異質相係以脈衝雷射光束形成於透明材料內的二維或三維空間，並發現到應用於可控制所傳送光線的相位的光學元件之可能性，尤其是這樣的元件適合作為光學低通濾波器之事實。

亦即，假使於使用此構造方法之構造波長下材料是透明的，則於材料內部之三維構造經由多光子吸收程序是可能的，使得即使是在難以使用傳統方法裁切的複雜圖樣設計之案例中，經由修飾照射的光學系統，裁切是容易的。

藉由減少構造程序的數量並縮短構造時間，可以降低在製造階段帶來的成本。另外，吾人發現到例如當將元件整合於固態影像擷取元件時，可以適當地選擇具有所需光學、機械以及熱特性的材料，而達成本發明。

本發明之光學元件或光學低通濾波器具有二個或更多的、以不同折射率的事實來區分的區域，在這些區域中，將具有與具最大體積的連續區域的折射率不同折射率之區域形成於透明材料內部。

在此說明書中，”二個或更多的、以不同折射率的事實來區分的區域”係指當將特定的折射率值視為臨界值時，二個或更多的、以其折射率來區分的區域。因此，在一個區分的區域中，折射率並非必需具有定值。當透明材料在以脈衝雷射光束照射之前已經具有折射率分佈時，可依據透明材料中的位置設定複數個折射率臨界值。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，具有不同折射率之區域在相同連續區域中可具有週期性變化的形狀。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，可於複數個不連續區域中形成具有不同折射率之區域，而且可將這些複數個所形成的區域週期性地排列於二維或三維空間中。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，具有不同折射率之區域在相同連續區域中可具有週期性變化的形狀，而且此週期性的形狀變化可以是週期性的形狀變化，

使得在等於或大於截止頻率的高空間頻率區域中，MTF 值 ≤ 0.5 。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，可於複數個不連續區域中形成具有不同折射率之區域，而且可將這些複數個所形成的區域週期性地排列於二維或三維空間中，而且此週期性排列可以是週期性排列，使得在等於或大於截止頻率的高空間頻率區域中，MTF 值 ≤ 0.5 。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，具有不同折射率之區域在相同連續區域中可具有週期性變化的形狀，而且此週期性的形狀變化可以是週期性的形狀變化，使得在等於或大於截止頻率的高空間頻率區域中，MTF 值 ≤ 0.5 ，使得光學元件具有光學低通濾波器的功能。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，形狀之週期性變化可分散成入射之光束，而且可以是形狀之週期性變化，使得在等於或大於截止頻率的高空間頻率區域中，MTF 值 ≤ 0.5 。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，可於複數個不連續區域中形成具有不同折射率之區域，而且可將這些複數個所形成的區域週期性地排列於二維或三維空間中，而且此週期性排列可以是週期性排列，使得在等於或大於截止頻率的高空間頻率區域中，MTF 值 ≤ 0.5 ，使得光學元件具有光學低通濾波器的功能。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，週期性排列可分散成入射之光束，而且可以是週期性排列，使得在

等於或大於截止頻率的高空間頻率區域中，MTF 值 ≤ 0.5 。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，形成於透明材料內部之區域於 0.1 至 $2 \mu\text{m}$ 之波長下可具有與具有最大體積的區域之折射率相差 0.0001 或更多之折射率。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，透明材料可以是單晶、玻璃、玻璃陶瓷、陶瓷、或有機樹脂。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，較佳的，在以具有等於或大於千萬億分之 10 秒 (10×10^{-15} 秒)、但小於或等於兆分之 10 秒 (10×10^{-12} 秒) 的脈衝持續期間之脈衝雷射光束照射透明材料之案例中，對於從脈衝雷射光束的入射面至脈衝雷射光束的聚焦區之脈衝雷射光束，透明材料之透射比 T 滿足以下關於聚焦功率 M 之方程式 (a) 和 (b)：

$$T \geq 100/M^2 \quad \dots(a)$$

$$T \geq (I_{th} \times 2 \times 10^{-4}) / (I_0 \times M^2) \quad \dots(b)$$

M ：($\pi/4$)^{1/2} x (入射於透明材料之脈衝雷射光束直徑)/(材料中聚焦體積之立方根)；

I_{th} ：於一體積中形成具有不同折射率的區域必需的脈衝雷射光束之空間功率密度 (W/cm^3)，於該體積中脈衝雷射光束聚焦於透明材料；以及

I_0 ：脈衝光於該材料之入射表面之脈衝雷射光束功率密度 (W/cm^2)。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，透明材料

可以是紅外線截止濾波器，其於厚度 0.5 mm、波長範圍 400 nm 至 550 nm 下之透射比為 50%或以上，而於波長範圍 800 nm 至 1000 nm 下之透射比為 30%或以下。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，較佳的，從透明材料發射出的 α 射線劑量為 0.02 計數/cm²·hr 或更少。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，較佳的，從透明材料發射出的 β 射線劑量為 100 計數/cm²·hr 或更少。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，透明材料可以是折射率分散型光學元件。

於本發明之光學元件或光學低通濾波器中，不是表面的一部份，就是全部的表面可以具有凸面部份和/或凹面部份。

本發明之影像擷取光學系統具有具上述任一結構之光學元件或光學低通濾波器。

於本發明之影像擷取光學系統中，較佳的，在等於或大於截止頻率之高空間頻率區域中，MTF 值 ≤ 0.5 。

於本發明之光學元件或低通濾波器之製造方法中，為了製造具上述任一結構之光學元件或光學低通濾波器，以脈衝雷射光束或聚焦光照射透明材料，以於內部形成具不同折射率之區域。

於本發明之製造方法中，較佳的，所照射的脈衝雷射光束具有千萬億分之 10 秒 (10×10^{-15} 秒) 或以上、但兆分

之 10 秒 (10×10^{-12} 秒) 或以下之脈衝持續期間。

於本發明之製造方法中，較佳的，所照射的脈衝雷射光束於透明材料內部中的聚焦位置具有介於 0.2×10^{11} 至 0.9×10^{24} W/cm³ 之間的空間功率密度。

本發明之製造方法可具有將所照射的脈衝雷射光束區分為複數個光束之步驟。

於本發明之製造方法中，複數個脈衝雷射光束可於複數個位置聚焦並照射透明材料，以一次形成複數個具不同折射率之區域。

於本發明之製造方法中，可製造複數個脈衝雷射光束於透明材料內部干涉，以於內部形成具不同折射率之區域，該具不同折射率之區域之形狀視干涉所形成之脈衝雷射光束之光學強度分佈而定。

於本發明之製造方法中，形成於內部的、具不同折射率的區域之形狀可於連續區域內週期性地變化。

於本發明之製造方法中，可將形成於內部的、具不同折射率之區域於二維或三維空間中週期性地排列。

於本發明之製造方法中，較佳的，形成於內部的、具不同折射率的區域之形狀係於連續區域內週期性地變化，而形狀的週期性變化為形狀的週期性變化，使得在等於或大於截止頻率之高空間頻率區域中，MTF 值 ≤ 0.5 。

於本發明之製造方法中，較佳的，將形成於內部的、具不同折射率之區域於二維或三維空間中週期性地排列，而將這些區域排列為使得在等於或大於截止頻率之高空間

頻率區域中，MTF 值 ≤ 0.5 。

於本發明之製造方法中，較佳的，於 0.1 至 $2 \mu m$ 之波長範圍下，形成於內部的、具有不同折射率的區域之折射率，與照射脈衝雷射光束或聚焦光之前的透明材料之折射率相比，相差 0.0001 或更多。

於本發明之製造方法中，較佳的，對於從脈衝雷射光束的入射面至脈衝雷射光束的聚焦區之脈衝雷射光束，透明材料之透射比 T 滿足以下關於聚焦功率 M 之方程式(a)和(b)：

$$T \geq 100/M^2 \quad \dots(a)$$

$$T \geq (I_{th} \times 2 \times 10^{-4}) / (I_0 \times M^2) \quad \dots(b)$$

M ： $(\pi/4)^{1/2} \times (\text{入射於透明材料之脈衝雷射光束直徑}) / (\text{材料中聚焦體積之立方根})$ ；

I_{th} ：於一體積中形成具有不同折射率的區域必需的脈衝雷射光束之空間功率密度 (W/cm^3)，於該體積中脈衝雷射光束聚焦於透明材料；以及

I_0 ：脈衝光於該材料之入射表面之脈衝雷射光束功率密度 (W/cm^2)。

以下將解說本發明之光學元件或光學低通濾波器之結構。

藉由於具有折射率 n_0 之透明材料中不連續地形成折射率為與 n_0 不同的 N 之區域，於是建構出光學元件或光學低通濾波器。從製造程序中效率的觀點來看，以盡可能小區

域的雷射光照射可產生更大的效率。較佳的，具折射率 n_0 之區域於光學元件或光學低通濾波器中具有最大的體積。

此光學元件或光學低通濾波器利用相變化發生於通過折射率 N 的區域的光與通過折射率 n_0 的區域的光之間之事實，或由於具折射率 N 的區域之形狀改變導致光學路徑改變，變化發生於有關傳送光的相中之事實。

另外，本發明利用藉由在折射率 N 的連續區域之形狀引起週期性變化，或藉由週期性地形成、並於二維或三維空間中排列複數個折射率 N 的區域於透明材料內部，而建構光學元件或光學低通濾波器。

較佳的，這些形狀的週期性變化或此週期性排列為形狀的週期性變化或週期性排列，使得入射光被分成數個光束，而且在等於或大於固態影像擷取元件或類似物用的取樣理論所決定的截止頻率 f_c 之高空間頻率區域中，MTF 值為 0.5 或更低（於空間頻率為 0（線/mm）之 MTF 值為 1），更佳的 MTF 值為 0.3 或更低，而且最佳的 MTF 值為 0.1 或更低。

帶有此折射率 N 之區域所排列之週期性於二維或三維空間中可以是固定的週期，或者此週期可以是調整的。

較佳的，對於波長從 400 nm 至 700 nm 之光，其 MTF 值係於以上範圍中。

至於光束分離，在光學影像 21 經由本發明之透鏡光學系統 22 與光學元件 23 聚焦於固態影像擷取元件 24 的畫素平面之光學系統中，如圖 19 所示，例如當考慮排列於

如圖 20 所示的一個方向、畫素大小為 x' 的畫素時，光束可被分成三個方向，使得第 0 階光 25 和第 1 階光 26 和 / 或第 -1 階光 27 之間的時間隔是相等的。這些分離光束的強度，亦即第 0 個光束的強度 I_0 與第 ± 1 階光束的強度 $I_{\pm 1}$ (I_1, I_{-1}) 可具有在 $0.5 < R < 2$ 範圍內的相對強度 ($R = I_{\pm 1} / I_0$)。光束分離的方法並不限於此，而且可視畫素的排列方法與視覺上的喜好而定，可以使用還要更高階的分離光束，而且可選擇其適合的相對強度。

較佳的，這些形狀的週期性變化或此週期性排列為形狀的週期性變化或週期性排列，使得當本發明之光學元件或光學低通濾波器與含有其他以相關方式運作的光學元件之光學系統結合時，等於或大於低通濾波器的 r_c 之 MTF 值是在上述範圍內。被包含於與本發明之光學元件或光學低通濾波器結合的光學系統之光學元件例如可以是透鏡、鏡子、稜鏡、防止反射的元件、二色性元件、極性元件、相位盤、鏡頭孔徑、彩色濾光片、及其類似物，但這樣的元件並不限於這些範例。

此外，上述週期性結構本身可作為透鏡，而且可以是週期性的結構使得 MTF 在上述範圍內。

具有折射率 N 的區域之形狀可以是任意的形狀，例如，其形狀可以是圓柱形的、三角形的、四邊形的或其他稜柱體形狀、球面體、橢球體、立方體、長方體、圓錐體、三角形的、四邊形的、或其他三角錐，或可以是一些其他的多面體。此外，具有折射率 N 的區域之形狀可以是使得形

狀於連續區域內週期性地變化，當形成並排列複數個折射率 N 的區域時，可使每一個排列區域的形狀相同，或者可週期性地變化或隨意地變化區域的厚度和大小。

本發明之透明材料為這樣的材料，使得對於從照射以形成折射率 N 的區域的脈衝雷射光束之入射面至脈衝雷射光束的聚焦區之脈衝雷射光束，關於聚焦功率 M ，透射比 T 滿足以下之方程式(a)和(b)。

$$T \geq 100/M^2 \quad \dots(a)$$

$$T \geq (I_{th} \times 2 \times 10^{-4})/(I_0 \times M^2) \quad \dots(b)$$

M ：($\pi / 4$)^{1/2} x (入射於材料之脈衝雷射光束直徑)/(材料中聚焦體積之立方根)；

I_{th} ：於一體積中形成具有不同折射率的區域必需的脈衝雷射光束之空間功率密度(W/cm³)，於該體積中脈衝雷射光束聚焦於材料；以及

I_0 ：脈衝光於該材料之入射表面之脈衝雷射光束功率密度(W/cm²)。

在形成折射率 N 的區域之程序中，較佳的材料關於所照射雷射光的波長之線性吸收係數是小的，特別地，較佳為可滿足以上方程式(a)和(b)。另外，仍為較佳的，代替以上方程式(b)，方程式(c)可被滿足，而且最佳的，代替以上方程式(c)，方程式(d)可被滿足。

$$T \geq (I_{th} \times 3 \times 10^{-4})/(I_0 \times M^2) \quad \dots(c)$$

$$T \geq (I_{th} \times 5 \times 10^{-4})/(I_0 \times M^2) \quad \dots(d)$$

在以上範圍內，可使對於聚焦區以外的區域之破壞變小，而且可以有良好精密度的構造。

較佳的，本發明之透明材料為單晶、玻璃、玻璃陶瓷、陶瓷、或有機樹脂。材料的形狀不需要是大塊的，但是可以是大塊基材上的薄膜。另外，材料的形狀不限於平行板，但是可以例如是具有凹面或凸面的彎曲表面，像是透鏡的例子，或更高階的彎曲表面。

本發明之透明材料本身可以具有某種特性，例如，將消除紅外線之紅外光截止濾波器，以及保護固態影像擷取元件之遮蓋玻璃裝備於 CCDs 與其他固態影像擷取元件之前面。本發明之透明材料可以是具有像是紅外光截止濾波器和/或遮蓋玻璃之功能之材料，較佳的，這樣的紅外光截止濾波器在厚度 0.5 mm、波長範圍 400 nm 至 550 nm 下，具有 50% 或以上之透射比，而於波長範圍 800 nm 至 1000 nm 下，透射比為 30% 或以下；還要更佳的，在波長範圍 400 nm 至 550 nm 下，透射比為 50% 或以上，而於波長範圍 800 nm 至 1000 nm 下，透射比為 10% 或以下；而且最佳的，在波長範圍 400 nm 至 550 nm 下，透射比為 50% 或以上，而於波長範圍 800 nm 至 1000 nm 下，透射比為 5% 或以下。

假使從位於 CCDs 或其他固態影像擷取元件前面的遮蓋玻璃本身發射出的 α 射線劑量是高的，則此發射可能會成為噪音的來源，所以較佳為 α 射線發射量是低的，較佳的，其劑量為 0.02 計數/cm²·hr 或更少；還要更佳的，其劑量為 0.01 計數/cm²·hr 或更少。同樣地， β 射線發射可

能會是噪音的來源，所以較佳為 β 射線劑量為 100 計數/cm²·hr 或更少；還要更佳的，其劑量為 50 計數/cm²·hr 或更少。

關於本發明之透明材料，由於每一個過渡金屬成分 Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ag、Mo、以及其類似物不是單獨地就是組合地，即使當僅含少量時也會致使材料本身著色，而造成在可見光範圍的特定波長下產生吸收，使得當在可見光波長範圍使用本發明之光學元件時，較佳為透明材料中實際上不含這樣的成分。另外，當不是單獨地就是組合地含有每一個稀土成分也會造成著色，而且傾向於在可見光範圍的特定波長下造成吸收，因此當在可見光波長範圍使用本發明之光學元件時，時常較佳為透明材料中實際上不含這樣的成分。

另外，近年來已經有減少使用每一個有害化學物質成分 Be、Pb、Th、Cd、Tl、As、Os、S、Se、Te、Bi、F、Br、Cl、I、以及其類似物的趨勢，而且已經在玻璃生產程序、構造程序、生產後處理以及類似程序採用各種環境相關的措施，因此當強調環境衝擊時，較佳為透明材料中實際上不含這樣的成分。

然而，當使用具有色彩過濾功能的材料時，尤其是具有紅外光截止濾波器功能的材料，像是本發明之透明材料，時常較佳為本發明之透明材料中含有 Cu、Ni、V、Fe、Ce、Pb、Sn、或其他成分。

傳統的光學低通濾波器是藉由於基板表面上形成具不

同折射率的部分或凸面、凹面和類似物之圖樣而獲得的。在本發明中，藉由於內部形成具折射率 N 的部分，可將其排列於三維空間，使得經由傳統材料表面的構造，與傳統材料表面構造所獲得的低通濾波器相比，有較大的圖樣形成之自由度。

此處，折射率 n_0 和 N 表示在 $0.1 \mu\text{m}$ 至 $2 \mu\text{m}$ 之間任意波長的折射率，較佳為 n_0 和 N 之差為 0.0001 或以上，還要更佳的，其差為 0.001 或以上，最佳為其差為 0.01 或以上。

在單一濾波器中的複數個區域中， N 可不具有單一個值，而是複數個值。另外，在單一連續區域中， M 可具有複數個值，或是可以連續地變化。

以下解說本發明之光學元件或光學低通濾波器之製造方法。

經由脈衝雷射光束照射或聚焦光照射本發明之透明材料內部，可於材料內部形成異質相，而且藉由從雷射光照射之前的狀態的異質相之折射率中永久的變化，可形成具不同折射率的區域，以產生光學元件。

在本發明中，“異質相”大體上指稱經由以雷射光照射所引發的光誘導變化所形成的異質相，光誘導變化包括例如結晶產生和/或結晶生長、密度增加或減少、相分離、由於非線性效應產生之空隙形成和類似物、以及由於劇烈的光電磁場、加熱、化學反應、由於雷射光聚焦產生的材料氧化還原反應、非線性效應、或各種其他光的效應致使

材料內分子結構的變化產生的各種其他效應，在本發明中，利用來自於這些的永久性折射率變化。

當雷射光照射之後材料內部發生應力時，或是當著色發生時，較佳的，可於適當溫度範圍內進行熱處理，而使材料不會軟化，以減輕或移除此應力或著色。

較佳的，照射的脈衝雷射光束具有千萬億分之 10 秒 (10×10^{-15} 秒) 或以上、但兆分之 10 秒 (10×10^{-12} 秒) 或以下之脈衝持續期間；尤其，還要更佳的，在玻璃的案例中，脈衝持續期間為千萬億分之 15 秒或以上、但千萬億分之 500 秒或以下；最佳的，脈衝持續期間為千萬億分之 20 秒或以上、但千萬億分之 300 秒或以下。

當以雷射光照射材料內部時，由於材料內部焦點的空間分散之困難，尤其是具有三維形狀的聚焦形狀之空間分散，較佳為使用空間功率密度的概念來調整照射的雷射光，空間功率密度定義如下。

空間功率密度 (W/cm^3) = 輸入特定無限小的體積之能量 (J) \div 照射時間 (s) \div 無限小的體積 (cm^3)

在本發明中，較佳的，當於空間功率密度中形成折射率修飾區域結果時，在材料內部中聚焦位置的雷射功率為從 0.2×10^{11} 至 0.9×10^{24} W/cm^3 之間；尤其還要更佳的，空間功率密度為從 0.2×10^{15} 至 0.9×10^{20} W/cm^3 之間；而且最佳的，空間功率密度為從 0.5×10^{15} 至 0.5×10^{20} W/cm^3 之間。

當以複數個脈衝照射材料時，可以這些脈衝或聚焦光脈衝照射材料內部，以引起干涉，而形成有關干涉的結果

所形成的光學強度分佈的形狀之折射率修飾區域，在此案例中，較佳的，此於干涉圖樣中帶有最高光學強度的區域中的空間功率密度是在上述範圍內。也是較佳的，雷射脈衝持續期間是在千萬億分之 100 秒至兆分之 10 秒內；還要更佳的，脈衝持續期間是在千萬億分之 300 秒至兆分之 1 秒之間；而且最佳的，脈衝持續期間是在千萬億分之 400 秒至千萬億分之 900 秒之間。當在以上範圍內時，於材料內部中干涉的位置可以是精確建構的，而不會對表面造成破壞。

本發明之光學元件之製造方法可具有將脈衝雷射光束分成複數個光束之步驟，而且藉由以這些複數個脈衝雷射光束聚焦照射複數個位置，可於材料內部一次形成複數個具不同折射率之區域，使得可以改善建構的生產量。在將光束區分為複數個光束之步驟中，可以使用光束分離器、繞射光柵、微透鏡陣列、或其他光學元件，但是所使用的工具並不限於這些。

另外，此方法可具有改變一個或複數個區分的脈衝雷射光束的脈衝相位、振幅、波長、極性、或脈衝時間寬度中的一個或一個以上之步驟，而且藉由適當地結合這些改變的脈衝雷射光束，高自由度的建構是有可能的，而非取決於折射率、折射率分佈、或照射材料的形狀。

為了一次於透明材料內所需的位置形成還要更寬廣範圍的折射率變化區域，可將聚焦的脈衝雷射光束的焦點相對於材料移動。

本發明之光學元件或低通濾波器利用以脈衝雷射光束照射形成於材料內部的折射率修飾區域，而且此折射率修飾區域可具有改善彎曲強度或其他機械性質的作用。

本發明之光學元件或低通濾波器利用以脈衝雷射光束照射形成於材料內部的折射率修飾區域，而且較佳的，在雷射光照射的時候，材料形狀為可使得雷射光的入射表面為平面，但此表面不需要一定是個平面，例如可以是具曲率的凸的或凹的表面，像是透鏡的例子，或者可以是更高階的彎曲表面。

另外，較佳的，在脈衝雷射光束照射之前的透明材料是光學等向的，但是此材料可以具有雙折射性，或者，此元件可以是折射性分佈型的光學元件，這樣的折射性分佈型光學元件包括 GRIN 透鏡、微透鏡陣列、光學波導、以及繞射光柵，但不限於這些範例。

本發明之光學元件或低通濾波器可以藉由經由雷射光照射構造材料內部來建構，之後，例如使用後切割或研磨步驟來將材料裁切成需要的形狀，例如，此形狀可以是凸的或凹的彎曲表面，或更高階的彎曲表面，或者可以是具有多邊形的步階或溝槽之結構。

【實施方式】

以下，參考圖示來解說本發明的光學元件和光學低通濾波器之具體實例。

圖 1 為顯示經由以千萬億分之一秒的脈衝雷射光束 2 通過透鏡 3 在折射率 n_0 的透明基質內部中所需的位置之聚

因此，當得到三角形的光學距離差 $\Delta L(x)$ 之特性時，像是如圖 3 所示，則區域 7 例如可以是形成為具有任意的截面形狀 $l(x)$ ，像是如圖 5 所示。另外，將 $\Delta L(x)$ 設定為使得在等於或大於截止頻率 r_c 的高空間頻率區域中，MTF 值為 0.5 或更低，可藉由與光學低通濾波器一起使用的影像擷取元件用之取樣理論來決定。假使 $MTF \leq 0.5$ ，則可在視覺容忍度下充分地壓抑假訊號。從壓抑假訊號的觀點來看，更佳的， $MTF \leq 0.3$ ，而且最佳的， $MTF \leq 0.1$ 。因此，為了設定 $\Delta L(x)$ ，選擇 ΔL_{max} 在方程式(2)中以週期長度 p 與寬度 a 來表示是足夠的，亦即形狀以及在異質相的最大厚度之位置 x_{max} ， $\Delta L = \Delta L_{max}$ 。

$$\Delta L_{max} = \int_{l_{in}(x_{max})}^{l_{out}(x_{max})} N(x, y) dy - n_0 l_{max} \quad \dots(2)$$

例如，藉由將方程式(2)中的 ΔL_{max} 保持為常數並改變區域 7 的形狀，而且以 $a=p$ 來關聯寬度 a 與週期長度 p ，而揭露顯示於上圖 3 的三角形光學距離差 $\Delta L(x)$ 之特性，可產生圖 6 中以虛線表示的 MTF 特性。另外，當揭露顯示於圖 4 的正弦曲線形光學距離差 $\Delta L(x)$ 時，可產生圖 6 中以實線指示的 MTF 特性。在圖 6 中，水平軸單位(線/mm)中的線是線的數目，將一條線當作一組白的和黑的。

在本具體實例中，使用折射率 n_{633} 為 1.51462 的硼矽酸鹽玻璃作為 CCD 用低通濾波器之透明材料，其中在一個方向的畫素排列為使得這些畫素為寬度 $3 \mu m$ ，而且週期為 $6 \mu m$ ，脈衝雷射光束具有千萬億分之 150 秒的脈衝持

續期間，在波長 800 nm，具有 250 kHz 的重複頻率與 100 mW 的雷射功率，聚焦以照射距離使用焦距 9 cm 的透鏡 (N.A. = 0.4) 的表面 100 μm 深度之區域，並藉由以相對運動中 100 mm/sec 的掃瞄速度移動玻璃，而建構出長條結構的折射率修飾區域，如圖 2 所示，其中線寬約為 10 μm ，而且線之間的間隔約為 12 μm 。在 633 nm 測量到的折射率差約為 0.0018。此低通濾波器於波長 633 nm 用之 MTF 曲線顯露於圖 7，在截止頻率 $r_c=83$ (線/mm) 之 MTF 值為 0.04，而且甚至是在高於 r_c 的高空間頻率區域中，MTF 為 0.3 或更低。在圖 7 中，水平單位(線/mm)中的一條線是一組黑的和白的。

另外，當使以上光學距離差 $\Delta L(x)$ 特性形狀為長方形時，可維持相似的效能，如圖 8 所示，當使用梯形時，如圖 9，當使用弧形時，如圖 10 所示，而且當使梯形的斜邊變為弧形時，如圖 11。在以上方程式(1)中選擇折射率 $N(x,y)$ 和形狀 $l(x)$ 是足夠的，以獲得所需的光學距離差 $\Delta L(x)$ 。

在以上具體實例中，將折射率 $N(x,y)$ 的區域 7 以長條形形成於折射率 n_0 的基質內，其在透明基質 6 內部中 x 方向上具有週期性，但是本發明之光學低通濾波器並不限於以上具體實例，而且可以將具體實例 1 中異質相的週期性結構形成於相同基質中不同的深度處，以具有不同方向的週期性。

另外，可以實現光學低通濾波器 9，其中將折射率 $N(x,y,z)$ 的區域 10 形成並排列於二維空間，以在二個或更

多方向上運作，其在折射率 n_0 的基質 8 內部具有週期性，而使得折射率 $N(x,y,z)$ 或形狀 $l(x,y,z)$ 也在圖 2 中的 z 方向中改變，圖 12 顯示這樣的光學低通濾波器之第二具體實例。

第二具體實例的光學低通濾波器 9 為使得具折射率 $N(x,y,z)$ 的區域 10 在 x 方向和 z 方向具有週期性，使得具有如下面方程式 (3) 所表示的光學距離差 $\Delta L(x,z)$ 特性，並於標的物影像的二個或更多方向上作為光學低通濾波器。

$$\Delta L(x) = \int_{l_{in}(x)}^{l_{out}(x)} N(x,y,z) dy - n_0 l(x,z) \quad \dots (3)$$

在本具體實例中，作為具有畫素排列的 CCD 用低通濾波器，其中將畫素排列為在垂直方向上寬 $3 \mu\text{m}$ 、間隔 $6 \mu\text{m}$ ，在水平方向上寬 $3 \mu\text{m}$ 、間隔 $6 \mu\text{m}$ ，並使用折射率 $n_{633} = 1.51462$ 的硼矽酸鹽玻璃作為透明材料，之後使用焦距 9 cm 的透鏡 ($\text{N.A.} = 0.4$) 來聚焦脈衝持續期間為千萬億分之 150 秒、波長 800 nm 、重複頻率 1 kHz 、與雷射功率 150 mW 的脈衝雷射光束，以照射距離表面 $100 \mu\text{m}$ 深度之區域，並經由玻璃中的相對運動以 12 mm/sec 的掃描速度建構光學低通濾波器。此光學低通濾波器具有二維晶格的折射率修飾區域之結構，如圖 12 所示，其點直徑約為 10 至 $12 \mu\text{m}$ ，相鄰的點的中心之間間隔在垂直方向約為 $12 \mu\text{m}$ ，在水平方向約為 $12 \mu\text{m}$ ，於 633 nm 測量之折射率差約為 0.0015 。在圖 13 中以虛線表示此低通濾波器於 633 nm 垂直方向上之 MTF 曲線，而實線表示水平

方向上之 MTF 曲線，由圖 13，在每一方向上截止頻率 $r_c=83$ (線/mm)之 MTF 值在垂直方向上為 0.02，在水平方向上為 0.06，在二個方向上，在高於 r_c 的高空間頻率範圍中，MTF 小於 0.3，在圖 13 中，水平軸單位(線/mm)中的線是作為黑的和白的的組之線的數目。

在折射率為 n_0 的基質中，折射率為 N 的異質相之形狀和位置並不限於以上所述那些。

在圖 14 所示的光學低通濾波器中，將在基質 11 中具有圓形的截面形狀、折射率為 N 的異質相 12 之區域排列於晶格中。

在圖 15 所示的光學低通濾波器中，將形狀為連結複數個橫截面的圓形、折射率為 N 的異質相 13 之區域排列於基質 11 中。

在圖 16 所示的光學低通濾波器中，將在基質 11 中具有橢圓形的截面形狀、折射率為 N 的異質相 14 之區域以大體上相等的間隔排列於晶格中，且週期性地變化橢圓的橫截面形狀。

在圖 17 所示的光學元件中，將在基質 11 中具有圓的截面形狀、折射率為 N 的異質相 16 之區域以大體上相等的間隔排列於基質 15 中，基質 15 是透鏡。

參照圖 18，使用圖 17 所示的光學元件還建構光學系統，且透鏡 17, 18, 19 位於光軸上。

本發明可被使用於光學低通濾波器以及其他光學元件，例如可用於相位遮罩、極性濾光片、相位盤、相位式

繞射光柵、繞射透鏡、固態影像擷取元件、及其類似物。

依據本發明，可提供一種光學低通濾波器，其中異質相區域係形成於具有雙折射之材料內，使得單一材料可以得到材料本身的雙折射優點，以及來自於異質相的折射率變化。

例如，藉由在傳統作為固態影像擷取元件用的光學低通濾波器的材料之石英或鋰鈮酸鹽單晶片內不形成折射率修飾區域，並加上由於這些材料中與生俱來的雙折射可在有關光束分離方向的相同或不同方向上分離光束的有利結果，因而可以減少傳統的單晶光學低通濾波器的厚度，並減少單晶片的數量，使得影像擷取光學系統可以做得更小巧。

較佳的，可以將本發明的光學低通濾波器整合於具有固態影像擷取元件之影像擷取光學系統，以用於作為防止由於容納於比截止頻率更高的高空間頻率區域中的頻率元件失真而出現假訊號的目的可由 CCD、CMOS、或其他固態影像擷取元件中畫素的寬度與高度來決定。除了用來作為光學低通濾波器之外，藉由本發明，可將異質相區域形成於 CCD、CMOS、或其他固態影像擷取元件的遮蓋玻璃或紅外線截止濾波器中，以加入光學低通濾波器的功能。

在影像擷取裝置或類似裝置中，藉由修飾傳統透鏡系統的一部份或全部以作為本發明的光學元件，可以建構出影像擷取光學系統，使得可以省略傳統的光學低通濾波器。

另外，不僅可以將本發明的光學低通濾波器整合作為固態影像擷取元件的低通濾波器，而且例如在液晶、電漿、EL、或 SED 顯示器中、在液晶投影機中、以及其他點矩陣顯示元件中，可用於防止由於顯示元件中點的高度與彩色濾光片陣列的高度而出現的雲紋和假色訊號。

依據本發明，在製造程序中可得到高的建構自由度，使得需要先前技藝中呈現嚴重困難的複雜圖樣設計的光學元件或光學低通濾波器可以容易被獲得，而且可以減少建構步驟的數量與建構時間，以降低製造成本。此外，由於選擇材料上的高自由度，故可以適當地選擇具有整合於固態影像擷取元件所需的光學、機械、以及熱特性的材料，以獲得具有這些種類的優異特性之光學低通濾波器。

另外，也可以在為了建構於固態影像擷取裝置的前面的基質整合之後建構，以減輕建置期間位移的困難，以改善生產率。

雖然以上已經描述並說明本發明的較佳具體實例，吾人應當瞭解到這些是本發明的範例，且不可將其認為是限制。在不背離本發明之精神或範疇下可以做增加、省略、取代、以及其他修飾。因此，不可以之前的描述來限制本發明，本發明僅可以隨附申請專利範圍之範疇來限定。

【圖式簡單說明】

圖 1 為顯示於折射率 n_0 的透明基質內需要的位置中藉由本發明形成折射率 N 的異質相的方法之範例示意圖；

圖 2 為顯示本發明的第一具體實例之光學低通濾波器

之示意圖；

圖 3 為顯示本發明的第一具體實例的光學低通濾波器中光學距離差 $\Delta L(x)$ 之特性圖；

圖 4 為顯示本發明的第一具體實例的光學低通濾波器中光學距離差 $\Delta L(x)$ 之特性圖；

圖 5 為顯示在本發明的第一具體實例的光學低通濾波器之 $x-y$ 平面中，折射率 N 的區域之範例示意圖；

圖 6 為顯示本發明的第一具體實例的光學低通濾波器中 MTF 曲線之範例圖；

圖 7 為顯示本發明的第一具體實例的光學低通濾波器中 MTF 曲線之另一範例圖；

圖 8 為顯示本發明的光學低通濾波器中光學距離差 $\Delta L(x)$ 的特性之第一範例圖；

圖 9 為顯示本發明的光學低通濾波器中光學距離差 $\Delta L(x)$ 的特性之第二範例圖；

圖 10 為顯示本發明的光學低通濾波器中光學距離差 $\Delta L(x)$ 的特性之第三範例圖；

圖 11 為顯示本發明的光學低通濾波器中光學距離差 $\Delta L(x)$ 的特性之第四範例圖；

圖 12 為顯示本發明的第二具體實例之光學低通濾波器之立體圖；

圖 13 為顯示本發明的第二具體實例的光學低通濾波器之 MTF 曲線圖；

圖 14 為顯示本發明的第三具體實例之光學低通濾波器

之橫截面圖；

圖 15 為顯示本發明的第四具體實例之光學低通濾波器之橫截面圖；

圖 16 為顯示本發明的第五具體實例之光學低通濾波器之橫截面圖；

圖 17 為顯示本發明的光學元件的範例之橫截面圖；

圖 18 為顯示本發明的光學系統的範例之橫截面圖；

圖 19 為顯示本發明中光束分離的範例之示意圖；以及

圖 20 為顯示本發明中光束分離的範例之橫截面圖。

【主要元件符號說明】

1	透明基質	2	脈衝雷射光束
3	透鏡	4	區域
5	光學低通濾波器	6	內部
7	區域	8	基質
9	光學低通濾波器	10	區域
11	基質	12	異質相
13	異質相	14	異質相
15	基質	16	異質相
17	透鏡	18	透鏡
19	透鏡	21	光學影像
22	透鏡光學系統	23	光學元件
24	固態影像擷取元件	25	第 0 階光
26	第 1 階光	27	第 -1 階光

五、中文發明摘要：

一種具有二或更多的以折射率差異來區分的區域之光學元件或光學低通濾波器，其中將具有與該二個或更多的區域中具最大體積的連續區域的折射率不同折射率之區域形成於透明材料內部，此光學元件或光學低通濾波器具有藉由透明材料之脈衝雷射照射或聚焦照射，而形成於內部之具不同折射率之區域。

六、英文發明摘要：

An optical component or optical low-pass filter has two or more regions demarcated by differences in refractive indexes, in which a region having a refractive index different from the refractive index of the continuous region with the largest volume among the two or more regions is formed in the interior of a transparent material. This optical component or optical low-pass filter has regions with different refractive indexes formed in the interior by pulsed laser irradiation or focused irradiation of the transparent material.

圖 1

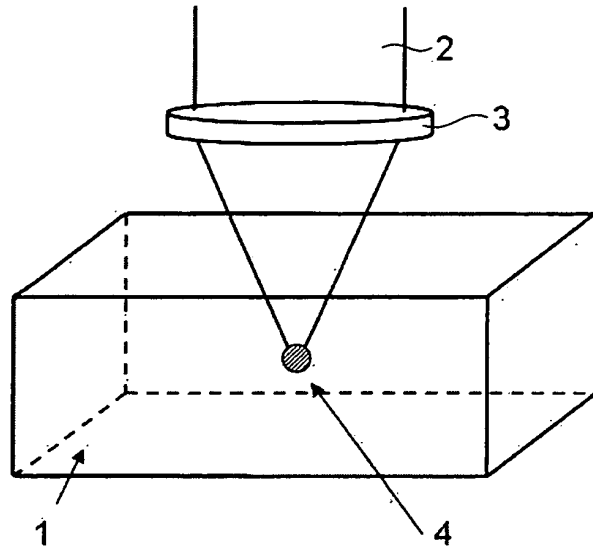


圖 2

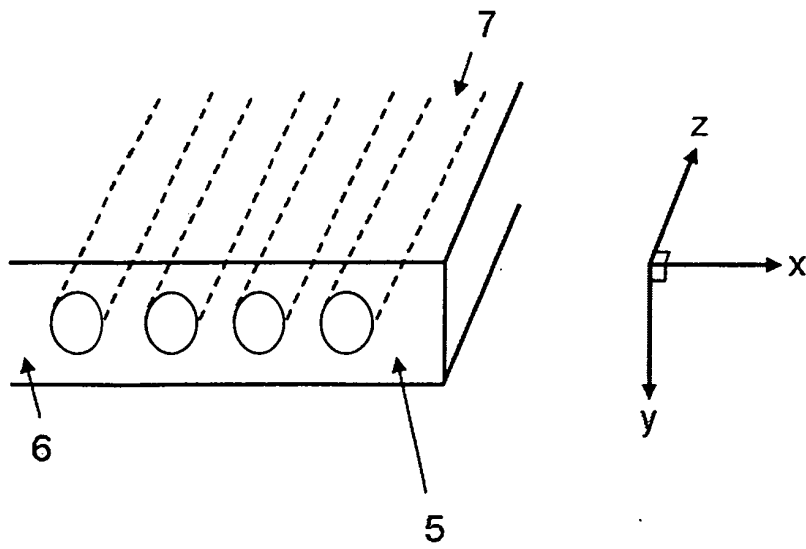


圖 3

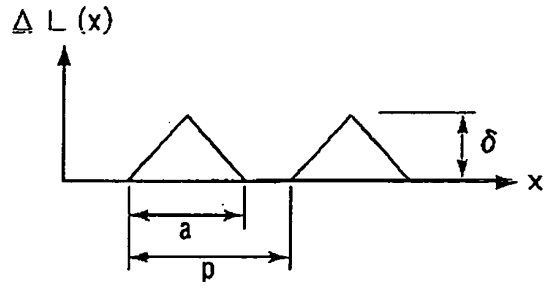


圖 4

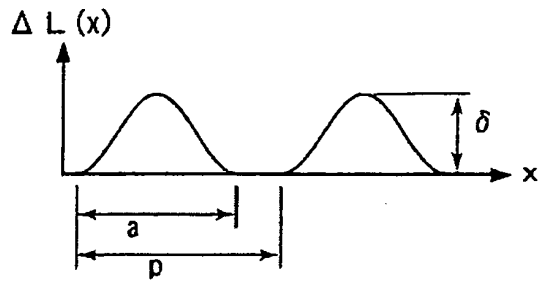


圖 5

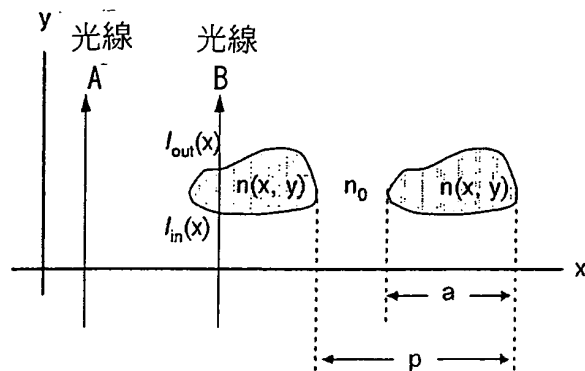


圖 6

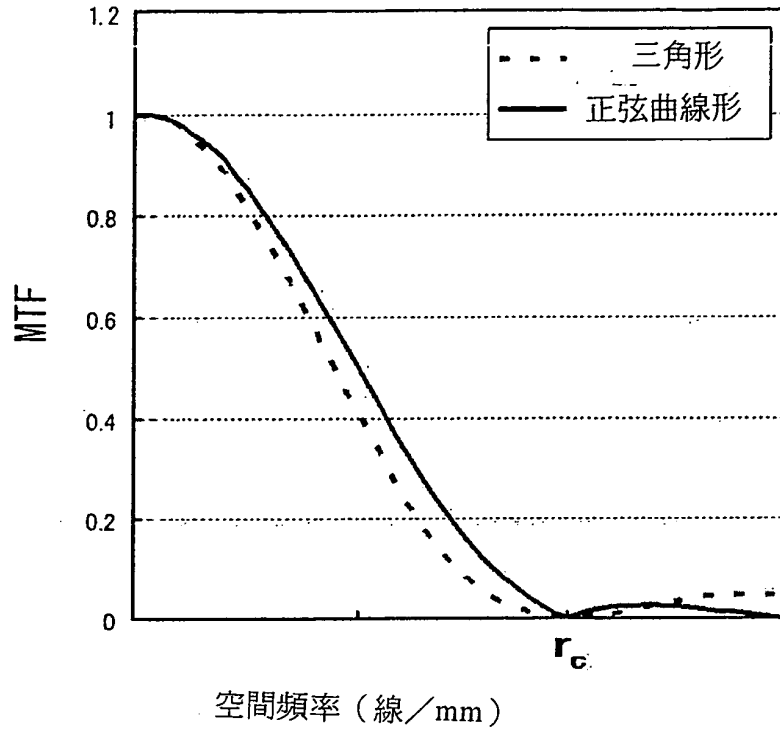


圖 7

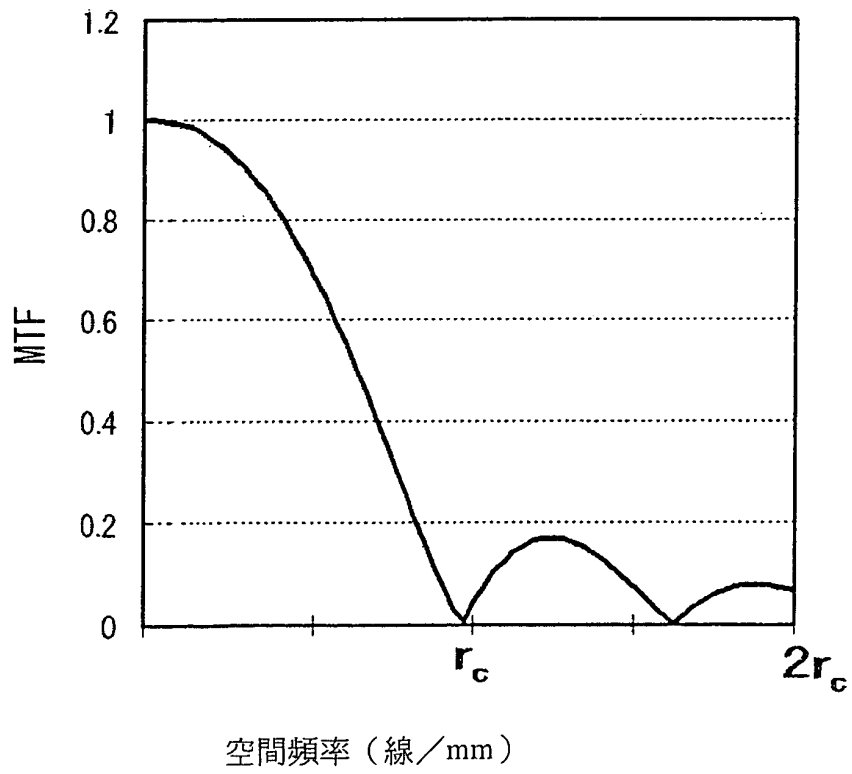


圖 8

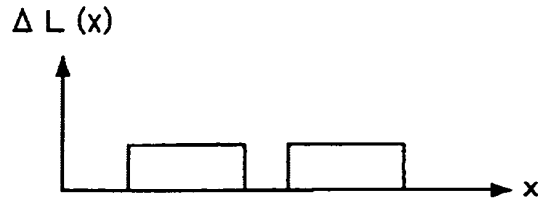


圖 9

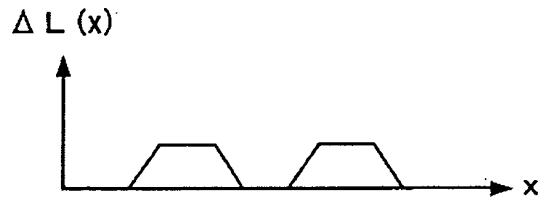


圖 10

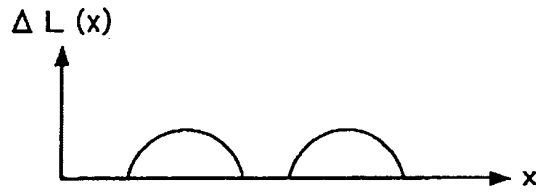


圖 11

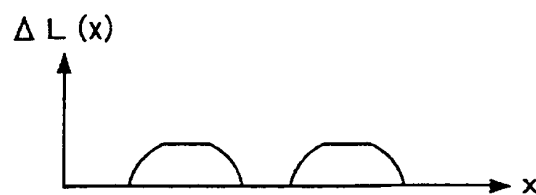


圖 12

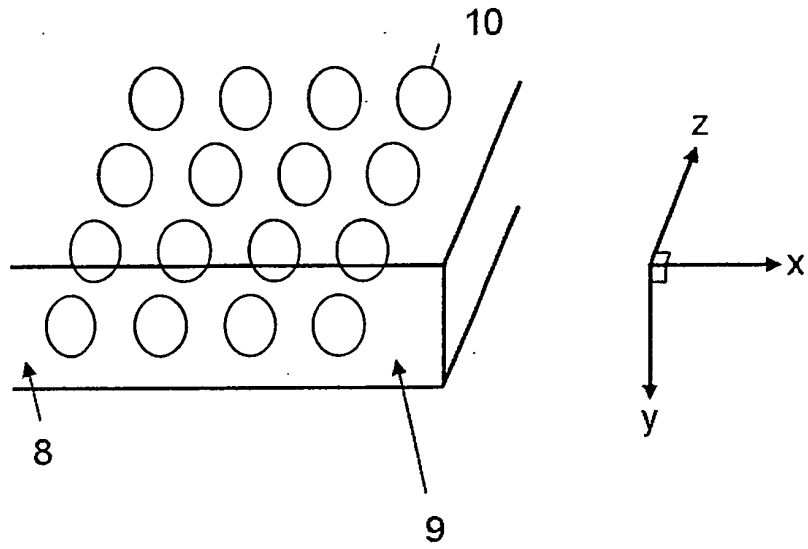


圖 13

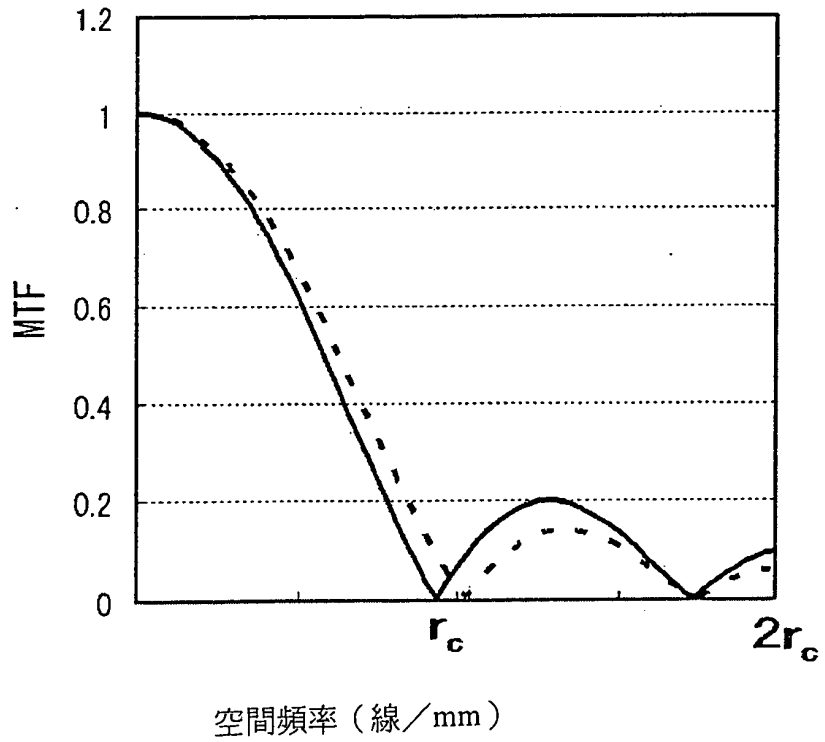


圖 14

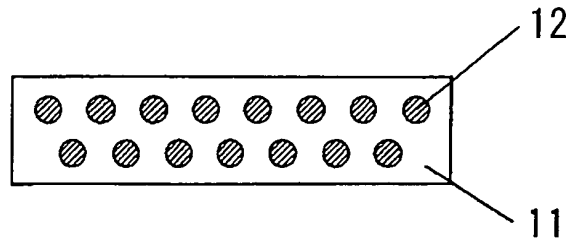


圖 15

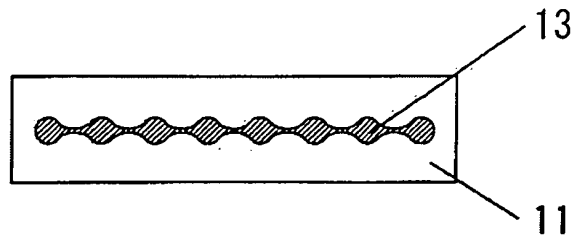


圖 16

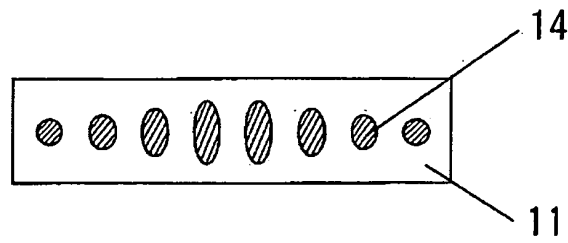


圖 17

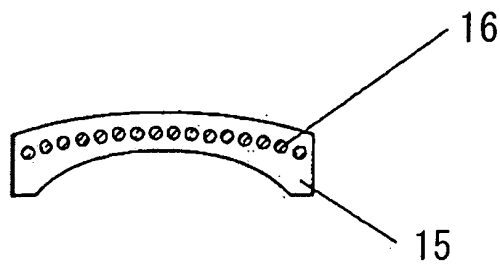


圖 18

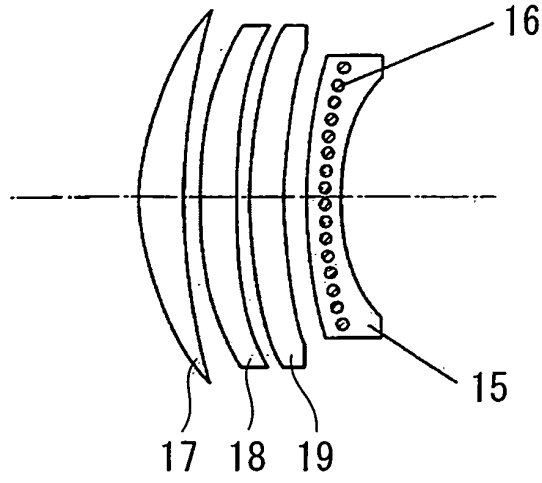


圖 19

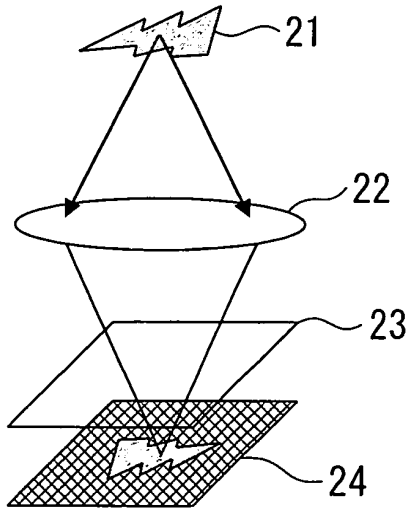
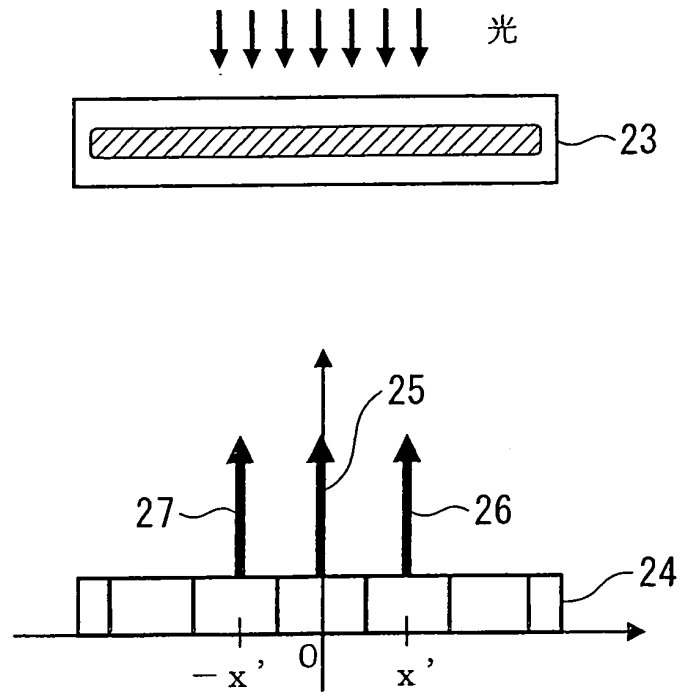


圖 20



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1 透明基質

2 脈衝雷射光束

3 透鏡

4 區域

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種使用脈衝雷射光束所製造的光學元件，而且特別地脈衝雷射光束的時間持續期間為 10^{-12} 秒或更短，像是千萬億分之一秒（ 10^{-15} 秒）的脈衝，尤其本發明係關於一種光學低通濾波器，其適用於固態影像擷取元件，故可被使用於攝影機、數位相機、光纖內視鏡及其類似之物，以及一種光學低通濾波器用製造方法。這樣的元件也適合使用來作為液晶、電漿、EL、SED 和其他顯示器、以及其他點矩陣顯示裝置中的光學低通濾波器。

【先前技術】

近年來數位攝影機與數位相機的普及已經伴隨有朝向更小巧的光學系統與更高的畫素密度方面的進展。

數位攝影機與數位相機具有固態影像擷取元件，其畫素是以不連續但規則的陣列排列，經由目標影像的空間光學取樣，可得到有關目標影像的各個畫素之影像擷取輸出。

在以此光學方式對目標影像取樣之固態影像擷取元件中，可被處理的圖樣之精緻度是取決於有關取樣頻率，假使目標影像中包含處於高於奈奎斯頻率（此後稱為“截止頻率”）的頻率之空間頻率成分，奈奎斯頻率為一又二分之一的取樣頻率，則由於假頻瑕疵可能會發生假訊號，使得，例如在彩色攝影機中，與標的物的顏色無關的顏色可能會在重製影像中以這樣的假訊號出現。因此，在具有這種固

態影像擷取元件的裝置中，便將限制標的物的高空間頻率成分之光學低通濾波器放置於影像擷取光學系統中，以防止由於假頻瑕疵而出現假訊號。

就光學低通濾波器本身而論，傳統的濾波器習知為利用石英的雙折射來關於低空間頻率成分維持盡可能比截止頻率高的對比。

同樣在先前技藝中，將焦點放在聚焦光學系統的瞳孔功能之自動關連功能可提供系統轉換功能的事實（此後將其絕對值縮寫為”MTF”），已經提出一種相位型的光學低通濾波器，其中故意提供有像差的瞳孔功能，以獲得目標的光學特性，亦即，MTF 表示帶有空間頻率的對比，使得藉由將光學元件插入光學系統中，光學元件可提供 MTF 特性，使得在截止頻率之上、取決於畫素孔洞的寬度和高度之高空間頻率區域中的對比變低，而使得由於失真而出現的假訊號影像較不明顯。

由於這樣的相位型光學低通濾波器具有，例如，玻璃、樹脂或類似之物之透明基板、且於其表面上形成有條狀的週期性結構、而且被插入光學系統中之元件，可藉由條狀的週期性結構來傳授傳輸光的光學距離之間的差異，亦即相位差，改變瞳孔功能的相位期，以實現光學低通濾波器的特性。

已經有關於製造這種相位型光學低通濾波器的方法之各種方法被揭露，舉例來說，已知為使用半導體製造技術的微影方法，於此，使塗覆於玻璃或其他基板的感光性樹

焦照射，而於透明基質 1 內部形成區域 4 的方法之示意圖，且折射率 N 與基質的折射率 n_0 不同。藉由在相對於基質的 x, y, z 方向中任意掃瞄雷射光的焦點，並且藉由以雷射光一次照射複數個位置，或是藉由結合這些方法可以形成所需形狀的折射率修飾區域。在本發明中，係利用這種方式所形成的折射率 N 的區域。

作為光學濾波器的第一具體實例，圖 2 顯示光學低通濾波器 5。在此，於此結構中，將與基質的折射率 n_0 不同的折射率 $N(x, y)$ 之區域 7 形成於具折射率 n_0 的透明基質之內部 6，使用圖 1 的方法所形成，為具有寬度 a 和間隔 p 的長條狀，且僅在 x 方向具有週期性，其中此元件係作為光學低通濾波器，此元件關於在一個方向具有高空間頻率成分的標的物作為光學低通濾波器。

在本具體實例中，假使區域 7 在光學低通濾波器的 x - y 平面之截面形狀為 $y=l(x)$ ，則僅穿過具折射率 n_0 的基質之光線 A 以及穿過座標軸 x 的光線 B 所行進的光學距離差 $\Delta L(x)$ 可由以下方程式 (1) 來表示：

$$\Delta L(x) = \int_{l_{in}(x)}^{l_{out}(x)} N(x, y) dy - n_0 l(x) \quad \dots (1)$$

假使將區域 7 的折射率 $N(x, y)$ 保持為常數並等於 n_c ，而且改變區域 7 的形狀 $l(x)$ ，或者假使將區域 7 的形狀 $l(x)$ 保持為常數並並給定區域 7 的折射率分佈，則可任意地將光學距離中差異 $\Delta L(x)$ 的特性決定為例如三角形、正弦曲線形、或類似形狀。

十、申請專利範圍：

1.一種光學元件，其具有二或更多的以折射率差異來區分的區域，其中藉由脈衝雷射光束之照射或聚焦光照射將具有與該些區域中具最大體積的連續區域的折射率不同折射率之區域形成於透明材料內部，其使用在放置於影像擷取光學系統中且限制標的物的高空間頻率成分之光學低通濾波器。

2.如申請專利範圍第1項之光學元件，其中該具有不同折射率之區域為相同連續區域，其形狀係週期性變化。

3.如申請專利範圍第1項之光學元件，其中不連續地形成複數個該具有不同折射率之區域，而且將所形成的複數個區域於二維或三維空間中週期性地排列。

4.如申請專利範圍第2項之光學元件，其中該些具有不同折射率之區域為相同連續區域，其形狀係週期性變化，而且此形狀之週期性變化為形狀之週期性變化，使得在等於或大於截止頻率的高空間頻率區域中，MTF值 ≤ 0.5 。

5.如申請專利範圍第4項之光學元件，其中該形狀之週期性變化分散入射之光束，而且為形狀之週期性變化，使得在等於或大於截止頻率的高空間頻率區域中，MTF值 ≤ 0.5 。

6.如申請專利範圍第3項之光學元件，其中不連續地形成複數個該具有不同折射率之區域，而且將所形成的複數個區域於二維或三維空間中週期性地排列，而且週期性排列為週期性排列，使得在等於或大於截止頻率的高空間頻

率區域中，MTF值 ≤ 0.5 。

7.如申請專利範圍第6項之光學元件，其中該週期性排列分散入射之光束，而且為週期性排列，使得在等於或大於截止頻率的高空間頻率區域中，MTF值 ≤ 0.5 。

8.如申請專利範圍第1至7項任一項之光學元件，其中形成於該透明材料內部之區域於0.1至2 μm 之波長下具有與具有最大體積的區域之折射率相差0.0001或更多之折射率。

9.如申請專利範圍第1至7項任一項之光學元件，其中該透明材料為單晶、玻璃、玻璃陶瓷、陶瓷、或有機樹脂。

10.一種如申請專利範圍第1至7項任一項之光學元件，其中以脈衝雷射光束照射該透明材料，該脈衝雷射光束之脈衝持續期間等於或大於千萬億分之10秒（ 10×10^{-15} 秒），但小於或等於兆分之10秒（ 10×10^{-12} 秒），對於從該脈衝雷射光束的入射面至該脈衝雷射光束的聚焦區之該脈衝雷射光束，該透明材料之透射比T滿足以下關於聚焦功率M之方程式(a)和(b)：

$$T \geq 100/M^2 \quad \dots(a)$$

$$T \geq (I_{th} \times 2 \times 10^{-4}) / (I_0 \times M^2) \quad \dots(b)$$

M： $(\pi/4)^{1/2} \times$ (入射於透明材料之脈衝雷射光束直徑)/(材料中聚焦體積之立方根)；

I_{th} ：於一體積中形成具有不同折射率的區域必需的脈衝雷射光束之空間功率密度(W/cm^3)，於該體積中脈衝雷射

光束聚焦於透明材料；以及

I_0 ：脈衝光於該材料之入射表面之脈衝雷射光束功率密度 (W/cm^2)。

11. 如申請專利範圍第 1 至 7 項任一項之光學元件，其中該透明材料為紅外線截止濾波器，其於厚度 0.5 mm、波長範圍 400 nm 至 550 nm 下之透射比為 50% 或以上，而於波長範圍 800 nm 至 1000 nm 下之透射比為 30% 或以下。

12. 如申請專利範圍第 1 至 7 項任一項之光學元件，其中該透明材料具有 0.02 計數/cm²·hr 或更少之 α 射線發射劑量。

13. 如申請專利範圍第 1 至 7 項任一項之光學元件，其中該透明材料具有 100 計數/cm²·hr 或更少之 β 射線發射劑量。

14. 如申請專利範圍第 1 至 7 項任一項之光學元件，其中該透明材料為折射率分散型光學元件。

15. 如申請專利範圍第 1 至 7 項任一項之光學元件，其中全部表面或其一部份具有凸面部份和/或凹面部份。

16. 一種影像擷取光學系統，具有如申請專利範圍第 1 至 7 項任一項之光學元件。

17. 如申請專利範圍第 16 項之影像擷取光學系統，其中在等於或大於截止頻率之高空間頻率區域中，MTF 值 ≤ 0.5 。

18. 一種如申請專利範圍第 1 至 7 項任一項之光學元件之製造方法，其中藉由以脈衝雷射光束或聚焦光照射透明材料而於內部形成具不同折射率之區域。

19.如申請專利範圍第 18 項之光學元件之製造方法，其中所照射的脈衝雷射光束具有千萬億分之 10 秒 (10×10^{-15} 秒) 或以上、但兆分之 10 秒 (10×10^{-12} 秒) 或以下之脈衝持續期間。

20.如申請專利範圍第 18 項之光學元件之製造方法，其中所照射的脈衝雷射光束於該透明材料內部中的聚焦位置具有介於 0.2×10^{11} 至 0.9×10^{24} W/cm³ 之間的空間功率密度。

21.如申請專利範圍第 18 項之光學元件之製造方法，其進一步具有將所照射的脈衝雷射光束區分為複數個光束之步驟。

22.如申請專利範圍第 18 項之光學元件之製造方法，其中複數個脈衝雷射光束一次於複數個位置聚焦並照射該透明材料，而形成複數個具不同折射率之區域。

23.如申請專利範圍第 18 項之光學元件之製造方法，其中製造複數個脈衝雷射光束於該透明材料內部干涉，以於內部形成具不同折射率之區域，該具不同折射率之區域之形狀視干涉所形成之脈衝雷射光束之光學強度分佈而定。

24.如申請專利範圍第 18 項之光學元件之製造方法，其中形成於內部的具不同折射率的區域之形狀係於連續區域內週期性地變化。

25.如申請專利範圍第 18 項之光學元件之製造方法，其中將形成於內部的具不同折射率之區域於二維或三維空間中週期性地排列。

26.如申請專利範圍第 24 項之光學元件之製造方法，其

中形成於內部的具不同折射率的區域之形狀係於連續區域內週期性地變化，而形狀的週期性變化為形狀的週期性變化，使得在等於或大於截止頻率之高空間頻率區域中，MTF值 ≤ 0.5 。

27.如申請專利範圍第 25 項之光學元件之製造方法，其中將形成於內部的具不同折射率之區域於二維或三維空間中週期性地排列，而週期性排列為使得在等於或大於截止頻率之高空間頻率區域中，MTF 值 ≤ 0.5 。

28.如申請專利範圍第 18 項之光學元件之製造方法，其中於 0.1 至 2 μm 之波長範圍下，形成於內部的具有不同折射率的區域之折射率，與照射脈衝雷射光束或聚焦光之前的透明材料之折射率相比，相差 0.0001 或更多。

29.如申請專利範圍第 18 項之光學元件之製造方法，其中對於從該脈衝雷射光束的入射面至該脈衝雷射光束的聚焦區之該脈衝雷射光束，該透明材料之透射比 T 滿足以下關於聚焦功率 M 之方程式(a)和(b)：

$$T \geq 100/M^2 \quad \dots(a)$$

$$T \geq (I_{th} \times 2 \times 10^{-4}) / (I_0 \times M^2) \quad \dots(b)$$

M： $(\pi/4)^{1/2} \times (\text{入射於透明材料之脈衝雷射光束直徑}) / (\text{材料中聚焦體積之立方根})$ ；

I_{th} ：於一體積中形成具有不同折射率的區域必需的脈衝雷射光束之空間功率密度(W/cm^3)，於該體積中脈衝雷射光束聚焦於透明材料；以及

I_0 : 脈衝光於該材料之入射表面之脈衝雷射光束功率密度 (W/cm^2)。

30. 如申請專利範圍第 18 項之光學元件之製造方法，其中將該透明材料裝備於固態影像擷取元件之前面之狀態下，以脈衝雷射光束照射或聚焦光照射。

十一、圖式：

如次頁。