

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)

擴散板及擴散板之設計方法

DIFFUSION PLATE AND DESIGN METHOD OF
DIFFUSION PLATE

【技術領域】

【0001】本發明係關於擴散板及擴散板之設計方法。

【先前技術】

【0002】抬頭顯示器(Head-up display)、雷射投影機等的螢幕(screen)，係採用使用了微透鏡陣列的擴散板。使用微透鏡陣列的情況，與使用半透明(translucent)板或毛玻璃等擴散板的情況相比較，具有可抑制雷射光的散斑雜訊(speckle noise)之優點。

【0003】專利文獻 1 中有記載具有擴散板的影像形成裝置，該擴散板係使用到以雷射光為光源並將以複數個畫素的配列所形成的影像投影的雷射投影機、及配列有複數個微透鏡的微透鏡陣列。使用微透鏡陣列時，可使入射的光適當的擴散，並可自由地設計所需之擴散角。

【0004】專利文獻 2 及 3 和非專利文獻 1 中記載有使用 2 片微透鏡陣列之螢幕。僅使用 1 片微透鏡陣列時，容易發生輝度不均、顏色不均。專利文獻 2 及 3 和非專利文獻 1 中記載有藉由使用 2 片微透鏡陣列，能抑制此種輝度不均的發生。

【0005】又，專利文獻 3 記載有藉由配列具有不同特性的微透鏡之 1 片微透鏡陣列，可抑制起因於因周期構造所產生之繞射光及干涉光所導致之輝度不均的發生。

【0006】專利文獻 4 記載有藉由將具有垂直側面的活塞(piston)形狀(提高部)設置於微透鏡，或使定義微細構造的形狀或位置之參數的至少一者依據預先制定的機率密度函數隨機分布，來改善因微細構造的周期性導致的繞射點所產生之輝度不均或亮度不均的方法。

先前技術文獻

專利文獻

【0007】

專利文獻 1 特開 2010-145745 號公報

專利文獻 2 特開 2012-226300 號公報

專利文獻 3 特表 2007-523369 號公報

專利文獻 4 特表 2004-505306 號公報

非專利文獻

【0008】

非專利文獻 1 H. Urey and K. D. Powell, "Microlens-array-based exit-pupil expander for full-color displays", APPLIED OPTICS Vol.44, No.23, p.4930-4936

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【0009】專利文獻 3 未記載可抑制輝度不均的發生之微透鏡的具體形狀和配列。又，若爲了使顏色不均或

輝度不均均勻，對例如微透鏡的曲率和配置位置等的複數個參數同時賦予隨機分布時，在將擴散板使用於螢幕的情況，會有容易因雷射光而產生散斑，畫質劣化之問題。

【0010】專利文獻 4 中，藉由以與基板的主面相距的高度不同的活塞形狀提高複數個微透鏡，對複數個微透鏡分別賦予不同的相位差，來抑制繞射光及干涉光的發生並使擴散板整體獲得均一的擴散特性。然而，由於活塞形狀係從基板的主面垂直地升高，所以成形性不佳，製造時容易產生脫模不良等的成形缺陷。因此，光在擴散板上的缺陷部分會散射，所以在投影影像時會有容易產生外觀不良之問題。

【0011】本發明係為了解決上述問題而完成者，目的在提供一種可得到輝度不均和顏色不均少的光學特性、及投影影像時的良好外觀品質之簡單構成的擴散板及其設計方法。

[用以解決課題之手段]

【0012】本發明的擴散板係在主面配列有複數個微透鏡之擴散板，其特徵為：

前述複數個微透鏡之垂直於前述主面的剖面形狀係彼此相異，且不具有對稱軸。

【0013】本發明中，前述複數個微透鏡的每一者的前述剖面之表面形狀係僅由曲線所構成。

【0014】本發明中，前述複數個微透鏡的頂點在垂直於前述主面的方向的位置是各自不同的。

【0015】本發明中，前述複數個微透鏡係在前述主面上配列成格子狀。

【0016】本發明中，

該擴散板係透過型擴散板，

前述複數個微透鏡係凸透鏡，

將前述複數個微透鏡的凸面的頂點之與前述主面相距之最大高度和最小高度的差設為 $\Delta H[\mu\text{m}]$ ，前述微透鏡的折射率設為 n ，入射光的波長設為 $\lambda[\text{nm}]$ 時，

滿足

$$0.2 \leq \Delta H \times (n - 1) \times 1000 / \lambda$$

的關係。

【0017】本發明中，

該擴散板為透過型擴散板，

前述複數個微透鏡為凹透鏡，

將前述複數個微透鏡的凹面的頂點之與前述主面相距之最大深度和最小深度的差設為 $\Delta D[\mu\text{m}]$ ，前述微透鏡的折射率設為 n ，入射光的波長設為 $\lambda[\text{nm}]$ 時，

滿足

$$0.2 \leq \Delta D \times (n - 1) \times 1000 / \lambda$$

的關係。

【0018】本發明中，

該擴散板為反射型擴散板，

前述複數個微透鏡為凸透鏡，

將前述複數個微透鏡的凸面的頂點之與前述主面相距之最大高度與最小高度的差設為 $\Delta H[\mu\text{m}]$ ，入射光的波長設為 $\lambda[\text{nm}]$ 時，

滿足

$$0.1 \leq \Delta H \times 1000 / \lambda$$

的關係。

【0019】本發明中，

該擴散板為反射型擴散板，

前述複數個微透鏡為凹透鏡，

將前述複數個微透鏡的凹面的頂點之與前述主面相距之最大深度與最小深度的差設為 $\Delta D[\mu\text{m}]$ ，將入射光的波長設為 $\lambda[\text{nm}]$ 時，

滿足

$$0.1 \leq \Delta D \times 1000 / \lambda$$

的關係。

【0020】本發明中，

前述複數個微透鏡的形狀係前述主面上重複配列的一基準微透鏡、和相對於前述主面具有連續變化的曲面之相位調變形狀合成而成之形狀。

【0021】本發明中，

由前述複數個微透鏡所構成之微透鏡陣列的光軸係朝向垂直於前述主面的方向。

【0022】本發明之擴散板之設計方法，係在主面配列有複數個微透鏡而成之擴散板之設計方法，其中

定出一個或複數個與前述主面垂直的剖面具有對稱軸之基準微透鏡的形狀，

在前述主面配列複數個基準微透鏡，

生成相對於前述主面具有連續變化的曲面之相位調變形狀，

藉由將配列有複數個的前述基準微透鏡的形狀和前述相位調變形狀相加，而定出前述複數個微透鏡的形狀。

【0023】本發明中，

生成複數個提高部，其係配置在配列有複數個的前述基準微透鏡和前述主面之間；

藉由將生成有複數個的前述提高部的高度進行平均化處理，而生成前述相位調變形狀。

【0024】本發明中，

在前述剖面中前述相位調變形狀係生成有複數個的前述提高部的高度之移動平均近似曲線。

【0025】本發明中，

前述複數個微透鏡係在前述主面上配列成格子狀。
[發明功效]

【0026】根據本發明，可提供能得到輝度不均和顏色不均少的光學特性、及投影影像時的良好外觀品質之簡單構成的擴散板及其設計方法。

【圖式簡單說明】

【0027】

圖 1 為顯示垂直於實施形態 1 之擴散板的主面之剖面的剖面輪廓圖。

圖 2 為顯示實施形態 1 之擴散板的主面上的形狀之圖。

圖 3 為顯示實施形態 1 之擴散板的製造方法的步驟之流程圖。

圖 4 為顯示實施形態 1 之微透鏡陣列的設計步驟之流程圖。

圖 5 為顯示實施形態 1 之複數個基準微透鏡的剖面輪廓之圖。

圖 6 為顯示實施形態 1 之相位調變形狀的剖面輪廓之圖。

圖 7 為顯示實施形態 1 之擴散板的模具製造步驟之流程圖。

圖 8 為顯示使用於實施例 1 之擴散板的製造之壓模的雷射顯微鏡觀察影像之圖。

圖 9A 為顯示實施例 1 之擴散板的投影機之透過影像觀察結果圖。

圖 9B 為顯示習知技術之擴散板的投影機之透過影像觀察結果圖。

圖 10 為顯示實施例 1 之擴散板的擴散角度分布特性之圖。

【實施方式】

[用以實施發明的形態]

【0028】[實施形態 1]

以下，參照圖式，說明本發明的實施形態。

【0029】(擴散板的形狀)

圖 1 為顯示本實施形態中之垂直於擴散板 1 的主面 S1 之剖面的剖面輪廓之圖。如圖 1 所示，擴散板 1 係在

基板的主面 S1 配列有複數個微透鏡 2 而成的光擴散板。複數個微透鏡 2 係以格子狀配置在主面 S1 上。圖 1 的縱軸係表示以基板的主面 S1 的高度為 0，透鏡形狀之與主面 S1 相距的高度。圖 1 的橫軸係表示平行於主面 S1 之方向的位置。此外，由複數個微透鏡 2 所構成之微透鏡陣列的光軸係朝向垂直於主面 S1 的方向。

【0030】如圖 1 所示，複數個微透鏡 2 之垂直於主面 S1 的剖面形狀係彼此相異，且不具有對稱軸。複數個微透鏡 2 之每一者的剖面的表面形狀僅由曲線所構成。複數個微透鏡 2 的頂點在垂直於主面 S1 的方向的位置是各自不同的。

【0031】又，圖 2 顯示約 $450\mu\text{m}\times 480\mu\text{m}$ 之單位區域的微透鏡陣列。藉由將此單位區域在基板的主面 S1 上鋪滿而形成擴散板 1。圖 2 的縱軸及橫軸係表示主面 S1 上的座標，以不同的顏色表示微透鏡之與主面 S1 相距的高度。圖 2 中，顏色愈接近黑色，離主面 S1 的高度愈小，愈接近白色，離主面 S1 的高度愈大。如圖 2 所示，較佳為將複數個微透鏡 2 以格子狀配置在主面 S1 上。圖 2 中，複數個微透鏡 2 係配置成矩形格子狀，但格子狀配置並不限定於矩形格子，亦可使用正方格子、正三角格子、菱形格子、平行體格子等。

【0032】圖 3 為顯示擴散板 1 之製造方法的工序之流程圖。本實施形態之擴散板 1 的製造方法具備：設計能呈現所期望的光擴散特性之微透鏡陣列的步驟 (ST100)；製作該微透鏡陣列的模具之步驟 (ST200)；和

使用模具將微透鏡陣列的形狀轉印在樹脂之步驟(ST300)。

以下，依序說明各步驟。

【0033】(微透鏡陣列設計步驟)

使用圖 4，就本實施形態的擴散板 1 的設計之微透鏡陣列設計步驟(ST100)進行說明。本實施形態中，分成基準微透鏡 3 的形狀(圖 5)、和對基準微透鏡 3 賦予相位差的相位調變形狀 4(圖 6)來設計。

【0034】首先，決定使用於擴散板 1 之材料的光學物性(尤其是折射率)及使用波長、和所需之擴散特性的規格(ST110)。

【0035】其次，進行基準微透鏡 3 的形狀設計(ST120)。基準微透鏡 3 的形狀，可為球面也可為非球面，只要是滿足所求之擴散特性的規格的形狀即可。雖然在擴散板 1 的設計上所使用之基準微透鏡 3 的種類為幾種皆可，但是較佳為在滿足所需特性的範圍內以較少的種類來設定。此處，圖 5 係顯示配列有具有 4 種曲率的球面透鏡之微透鏡陣列的剖面輪廓，作為基準微透鏡 3 的形狀例。

【0036】由於在擴散板 1 中，複數個微透鏡 2 以最密集的方式填充較佳，所以基準微透鏡 3 的底面係以可進行正方形、長方形或正六角形等的最密集填充之形狀較佳。然而，在欲使擴散板 1 的光學特性具有異向性的情況等則不在此限，亦可任意地設定基準微透鏡 3 的底面形狀及縱橫比。

【0037】其次，決定基準微透鏡 3 的配置(ST130)。具體而言，決定主面 S1 上的單位區域中之基準微透鏡 3 的配置圖案、間距。如圖 5 所示，亦可使用複數個形狀不同的微透鏡。又，如圖 2 所示，較佳為將基準微透鏡 3 以格子狀配置在主面 S1 上。

【0038】藉由將單位區域周期性地重複，可填埋所需要的圖案區域。藉由將單位區域設成更大的面積，進而隨機地配置複數種單位區域，可有效地降低輝度不均、顏色不均。又，由於藉由將此種單位區域重複，可抑制加工所需要的資料量，所以能獲得使資料作成的負荷降低之功效。當然，若在加工機側處理大容量資料時沒有妨礙的話，也可一次準備微透鏡陣列全面的資料。

【0039】接著，進行賦予相位差之相位調變形狀 4 的設計(ST140)。本實施形態的擴散板 1 中，相位差係將透過微透鏡 2 的光或藉由微透鏡 2 反射的光之光路長的差以波長來規格化表示。為了對複數個微透鏡 2 分別賦予相位差，不同於基準微透鏡 3 的形狀而另外定義相位調變形狀 4。相位調變形狀 4 可依據例如平均間距、高低差等生成，亦可組合數個正弦波而生成。

【0040】本實施形態中，在已設定的相位差範圍內，於複數個微透鏡 2 使用均勻隨機數隨機地設定相位差。首先，針對複數個微透鏡 2 的每一者設定以一數量值表示的相位差。在此狀態下，在各微透鏡 2 的交界相位差為不連續的狀態。因此，藉由將構成微透鏡陣列的複數個微透鏡 2 整體的相位差進行平均化處理，而生成相位

差連續變化的三維曲面的相位調變形狀 4。將相位調變形狀 4 的形狀例顯示於圖 6。

【0041】其次，生成複數個微透鏡 2 的形狀(ST150)。最終形成的微透鏡陣列的複數個微透鏡 2 的形狀，係相位調變形狀 4 和複數個基準微透鏡 3 的形狀合成而成的形狀。亦即，藉由將圖 6 所示的相位調變形狀 4 和圖 5 所示的複數個基準微透鏡 3 的形狀相加，而生成圖 1 所示之微透鏡陣列形狀。

【0042】此處，圖 5 所示複數個基準微透鏡 3 的形狀係具有對稱軸的微透鏡。相對於此，圖 6 的相位調變形狀 4 為不具有對稱軸且連續變化的三維曲面。因此，在圖 1 所示之複數個基準微透鏡 3 和相位調變形狀 4 相加而成的微透鏡陣列之與主面 S1 垂直的剖面中，複數個微透鏡 2 的剖面形狀分別成為不具有對稱軸的非對稱形狀。

【0043】亦即，複數個微透鏡 2 的剖面，其特徵為各自不同，且各自由非對稱的剖面所構成。然而，由於可隨機地偶然存在相同的透鏡，所以不該否定在複數個微透鏡 2 中存在相同微透鏡。此外，也沒有否定意圖配置相同透鏡。同一微透鏡若有數個，就不會產生特別大的問題。然而，例如，若以超過微透鏡陣列中的複數個微透鏡 2 整體的數量的 10% 的數量，配置同一透鏡時，就會對輝度不均等的特性產生影響，所以並不理想。

【0044】使用複數個微透鏡 2 具有非對稱剖面的微透鏡陣列而成之擴散板 1 的光學特性，可由基於純量理

論 (scalar theory) 的波動光學計算求得。由於最合適的相位調變形狀 4 與微透鏡陣列的設計有龐大的組合，所以較佳為藉由電腦探索最合適的組合。

【0045】 (複數個微透鏡的相位差)

具體說明使用微透鏡陣列的透過型擴散板。首先，如圖 6 所示，相位調變形狀 4 的特徵為其形狀連續地變化。相位調變形狀 4 之與主面 S1 相距的高低差係分別賦予至複數個微透鏡 2 的相位差。

【0046】 在本實施形態的擴散板 1 中，藉由使各微透鏡 2 產生相位差，謀求改善因繞射而發生之輝度不均、顏色不均。考慮擴散板 1 為透過型擴散板，複數個微透鏡 2 為凸透鏡之情況。複數個微透鏡 2 的相位差係將相位調變形狀 4 和基準微透鏡 3 的形狀相加而成，將複數個微透鏡 2 的頂點的最大高低差設為 $\Delta H[\mu\text{m}]$ 。在此，對應於最大高低差 ΔH 的相位差，係為當構成微透鏡陣列的材料的折射率設為 n ，且使用之光源的波長設為 $\lambda[\text{nm}]$ 時，表示為 $1000 \times \Delta H \times (n - 1) / \lambda$ 。

【0047】 為了發揮輝度不均、顏色不均的改善功效，複數個微透鏡 2 的相位差必須設為 0.2 以上，更佳為設為 0.5 以上。此處，在光源由複數個波長構成時，只要以所使用的波長中最長的波長代表來計算即可。

【0048】 亦即，將複數個微透鏡 2 之凸部的頂點之與主面 S1 相距之最大高度與最小高度的差 (最大高低差) 設為 $\Delta H[\mu\text{m}]$ ，微透鏡 2 的折射率設為 n ，入射光的波長設為 $\lambda[\text{nm}]$ 時，

較佳為滿足

$$0.2 \leq \Delta H \times (n - 1) \times 1000 / \lambda$$

的關係，

更佳為設為

$$0.5 \leq \Delta H \times (n - 1) \times 1000 / \lambda。$$

【0049】目前為止係以透過型凸透鏡為例來說明，惟亦可考慮擴散板 1 是透過型擴散板，複數個微透鏡 2 是凹透鏡的情況。在為透過型凹透鏡的情況，只要置換成複數個微透鏡 2 的凹面之與主面 S1 相距之最大深度與最小深度的差 $\Delta D[\mu m]$ 來取代 ΔH 即可。

【0050】亦即，將複數個微透鏡 2 凹面的頂點之與主面 S1 相距之最大深度與最小深度的差設為 $\Delta D[\mu m]$ ，微透鏡 2 的折射率設為 n ，入射光的波長設為 $\lambda[nm]$ 時，

較佳為滿足

$$0.2 \leq \Delta D \times (n - 1) \times 1000 / \lambda$$

的關係，

更佳為設為

$$0.5 \leq \Delta D \times (n - 1) \times 1000 / \lambda。$$

【0051】考慮擴散板 1 是反射型擴散板，複數個微透鏡 2 是凸透鏡的情況。此外，在為反射型擴散板的情況，由於形成於表面的擴散圖案不會透過光，所以嚴格來說不是透鏡，但是關於透鏡狀的凹凸形狀，在本案說明書中皆稱為「微透鏡」來進行說明。

【0052】藉由使入射光在複數個微透鏡 2 凸部的頂點的高度具有分布之微透鏡陣列的表面被反射，而產生

往返的光路差，而在複數個微透鏡 2 各個之間產生相位差。對應於此時之複數個微透鏡 2 的凸部的頂點之與主面 S1 相距之最大高度與最小高度的差 ΔH 之相位差，係以 $1000 \times 2\Delta H / \lambda$ 表示。

【0053】爲了發揮輝度不均、顏色不均的改善功效，與透過型的情況同樣，相位差必須設定爲 0.2 以上，更佳爲設爲 0.5 以上。

【0054】亦即，將複數個微透鏡 2 凸面的頂點之與主面 S1 相距之最大高度與最小高度的差設爲 $\Delta H[\mu m]$ ，入射光的波長設爲 $\lambda[nm]$ 時，

較佳爲滿足

$$0.1 \leq \Delta H \times 1000 / \lambda$$

的關係，

更佳爲設爲

$$0.25 \leq \Delta H \times 1000 / \lambda。$$

【0055】考慮擴散板 1 是反射型擴散板，複數個微透鏡 2 是凹透鏡的情況。在使用反射型凹透鏡的情況，只要置換成複數個微透鏡 2 的凹部之與主面 S1 相距之最大深度與最小深度的差 ΔD 來取代 ΔH 即可，這點亦與使用透過型凹透鏡的情況相同。

【0056】將複數個微透鏡 2 的凹面的頂點之與主面 S1 相距之最大深度與最小深度的差設爲 $\Delta D[\mu m]$ ，入射光的波長設爲 $\lambda[nm]$ 時，

較佳爲滿足

$$0.1 \leq \Delta D \times 1000 / \lambda$$

的關係，

更佳為設為

$$0.25 \leq \Delta D \times 1000 / \lambda。$$

【0057】關於微透鏡陣列中之最大高低差 ΔH 的設定方法，可在微透鏡陣列之圖案區域整個區域中設定，亦可在某單位區域中制定最大高低差 ΔH 並將其周期性地或隨機地重複。

【0058】由設計資料加工微透鏡陣列的方法，係可使用機械加工、使用遮罩的光微影、無光罩微影(maskless lithography)、蝕刻、雷射剝蝕(laser ablation)等諸多的加工方法。使用此等技術製造模具，並使用模具將樹脂成形，藉此製造由微透鏡陣列所構成的擴散板 1。亦可將模具作為直接反射型擴散板使用。擴散板 1 的成形方法只要由滾壓(roll-to-roll)成形、熱壓成形、使用紫外線硬化性樹脂的成形、射出成形等諸多成形方法中適當地選擇即可。當作反射型擴散板使用時，只要在具有微透鏡陣列之曲率的透鏡面形成 Al 等反射膜來使用即可。

【0059】(模具製造步驟及成形步驟)

以下，參照圖 3 及圖 7，更詳細地說明藉由雷射掃描型無光罩微影和電鑄來製作模具之模具製作步驟(ST200)、以及藉由使用該模具和紫外線硬化性樹脂的成形來成形擴散板 1 之樹脂成形步驟(ST300)。

【0060】無光罩微影係包含：在基板上塗布光阻劑之阻劑塗布步驟(ST210)；將微細圖案曝光於光阻劑之曝

光步驟(ST220)；和將曝光後的光阻劑顯影而獲得具有微細圖案之原盤的顯影步驟(ST230)。

【0061】首先，在阻劑塗布步驟(ST210)中，於基板上塗布正型光阻劑。光阻劑之塗布膜的膜厚，只要為欲形成之微細圖案的高度以上的厚度即可。較佳為對塗布膜實施 $70^{\circ}\text{C} \sim 110^{\circ}\text{C}$ 的烘烤處理。

【0062】其次，在曝光步驟(ST220)中，藉由對於在塗布步驟被塗布的光阻劑進行雷射光束的掃描及照射，而將光阻劑曝光。雷射光束的波長只要依光阻劑的種類選定即可，可選擇例如 351nm 、 364nm 、 458nm 、 488nm (Ar^{+} 雷射的振盪波長)、 351nm 、 406nm 、 413nm (Kr^{+} 雷射的振盪波長)、 352nm 、 442nm ($\text{He}-\text{Cd}$ 雷射的振盪波長)、 355nm 、 473nm (半導體激發固體雷射的脈衝振盪波長)、 375nm 、 405nm 、 445nm 、 488nm (半導體雷射)等。

【0063】在微透鏡 2 的曝光步驟(ST220)中，一邊將雷射功率調變成由微透鏡 2 的形狀和阻劑感度決定的值，一邊在阻劑上掃描雷射光束。藉由以物鏡聚光，而使雷射光的焦點聚焦於阻劑上。阻劑上的雷射光點一般是具有有限直徑之高斯分布。因此，即便使雷射功率階段地改變，曝光於阻劑的光量分布仍不會成為階段狀，而會成為具有固定傾斜之光量分布。藉由利用雷射曝光的此種性質，可形成滑順的斜面形狀。

【0064】為了使一微透鏡 2 和與其鄰接之微透鏡 2 的相位差(相當於與主面 S1 相距之透鏡高度的差)變大，

只要加大在曝光步驟中照射於鄰接之微透鏡 2 的雷射功率之差即可。然而，一旦雷射功率的差過大時，鄰接的微透鏡 2 之交界附近的透鏡形狀偏離設計值的區域便會增加。因此，爲了獲得與光學設計結果相同的擴散角度分布，較佳爲將鄰接之微透鏡 2 間的高度差收在固定範圍內。

【0065】本實施形態中，微透鏡陣列的最大高低差 ΔH ，是將相位調變形狀 4 的最大高低差、和因複數個基準微透鏡 3 之各個的形狀差而產生的高低差加總所得者。若將以前述波長經規格化的相位差設爲 1，則複數個微透鏡 2 間之相位差的平均爲 0.5。藉此，由於擴散板 1 上的複數個微透鏡 2 平均具有 $1/2$ 波長的相位差，故可抑制繞射光，所以較佳。

【0066】然後，在顯影步驟(ST230)中，將曝光後的光阻劑顯影。光阻劑的顯影係可藉由各種周知的方法實施。可使用的顯影液並無特別限制，可使用例如氫氧化四甲銨(tetramethylammonium hydroxide; TMAH)等的鹼性(alkaline)顯影液。又，在顯影步驟(ST230)中，光阻劑係因應曝光量被去除，而形成光阻劑的微細圖案形狀。例如，在曝光步驟(ST220)中，使用正型阻劑以對應於凹透鏡形狀的雷射功率進行曝光時，可獲得在光阻劑形成有凹透鏡形狀的微透鏡 2 原盤。

【0067】其次，在電鑄步驟(ST240)中，在利用以無光罩微影的曝光步驟及顯影步驟所形成之具有微細圖案的光阻劑表面，利用鍍金屬的蒸鍍等形成金屬膜，藉此來製作模具。

【0068】在電鑄步驟(ST240)中，首先，在具有微細圖案的光阻劑表面藉由鍍金屬的蒸鍍等實施導電化處理。接著，藉由電鑄，使鍍在鍍蒸鍍膜表面沉積成板狀至期望的厚度為止。

【0069】然後，在剝離步驟(ST250)中，一旦將在電鑄步驟(ST240)中形成的鍍板從光阻劑原盤剝離時，便獲得形成有凸透鏡形狀的模具(壓模(stamper))，該凸透鏡形狀反轉轉印有光阻劑上的凹透鏡形狀。需要凹透鏡形狀時，只要再進行一次電鑄步驟即可。

【0070】接著，在樹脂成形步驟(ST300)中，使用藉由模具製造步驟(ST200)所形成的壓模，來成形樹脂。

【0071】更具體而言，首先在壓模的表面，適量塗布例如光硬化樹脂。其次，使基板覆蓋於光硬化樹脂上。具體而言，一邊用手墨輥(hand roller)將基材壓在光硬化樹脂上，並將多餘的光硬化樹脂推出來，一邊使基材逐漸覆蓋在光硬化樹脂上。接著，從基材側照射紫外光，使光硬化樹脂硬化。此外，基材係使用可透過紫外光等光之材質。然後，將基材從壓模剝離。在自壓模剝離的基材上，形成有光硬化樹脂層。且，壓模的構造係反轉轉印於光硬化樹脂層。

【0072】使用微透鏡陣列作為反射型擴散板 1 時，只要例如在形成有微透鏡陣列之構件的表面真空蒸鍍鋁反射膜，使入射光藉由鋁面反射即可。又，在微透鏡陣列僅形成於基板的單面而成之構件的情況，亦可作成使光從基板的平面側射入，並使其在形成有鋁反射膜的微透鏡陣列面反射之構成。

【0073】另一方面，使光從未形成有反射膜的微透鏡陣列面射入，並使光在形成有反射膜的平面側反射之構成，亦可利用作為擴散板 1。再者，在雙面成形有微透鏡陣列的基板中，藉由作成調整入射側之反射膜的膜厚而設成半鏡(half mirror)且背面側的膜厚調整成反射率為大致 100%之構成，亦可作成由表背兩面之兩個微透鏡陣列形成的擴散板。又，根據需要，亦可塗布用以保護鋁反射膜之保護層。

【0074】在本發明的擴散板 1 中，對複數個微透鏡 2 分別賦予相位差，且將賦予該相位差的相位調變形狀 4 設成連續的形狀，藉此複數個微透鏡 2 係在與基板的主面 S1 垂直的剖面中，不具有如一般的透鏡那樣的旋轉對稱軸、如環形透鏡(toroidal lens)那樣的對稱軸，而具有非對稱的剖面。

【0075】由具有非對稱剖面的複數個微透鏡 2 所構成的微透鏡陣列，其鄰接的微透鏡 2 間係滑順地連接。藉由減少鄰接之微透鏡 2 間的連接部分的散射光，可使擴散板 1 的外觀品質提升。又，由於係對複數個微透鏡 2 分別賦予相位差，所以當微透鏡 2 的間距窄到數百 μm 以下時，可降低因繞射及干涉所導致之輝度不均或顏色不均。藉此，可提供一種兼具輝度不均或顏色不均少的光學特性、和良好的外觀品質之擴散板。

[實施例]

【0076】以下，依據本實施形態之擴散板 1 的實施例，進一步詳細說明本發明。

【0077】本實施例的擴散板 1 係如前所述，將由主面 S1 上的複數個微透鏡 2 所構成的微透鏡陣列分成相位調變形狀 4 和複數個基準微透鏡 3 來進行設計。

【0078】相位調變形狀 4 係以微透鏡陣列整體設定。在相位調變形狀 4 中，用於賦予相位差之與主面 S1 相距的最大高低差係設為 $\Delta H = 1.5 \mu\text{m}$ 。在主面 S1 上，產生與複數個微透鏡 2 之各個的位置對應之均勻隨機數，設定用以賦予相位差的提高高度(提高部)。然而，僅按複數個微透鏡 2 的每一者設定不同的提高高度會使得鄰接的微透鏡 2 間之相位差會變成不連續。因此，將設定於複數個微透鏡 2 之每一者的提高高度進行移動平均處理，而生成連續的相位調變形狀 4。於圖 6 顯示從所設計的相位調變形狀 4 的抽出一部分之構成。

【0079】接著，說明關於基準微透鏡 3 的形狀。基準微透鏡 3 的透鏡形狀亦可使用一般的旋轉對稱形狀，於此情況，基準微透鏡 3 的剖面係以下式(1)表示。此處，C 係曲率 [$1/\mu\text{m}$]，K 係圓錐係數，r 係與中心軸相距之距離，z 是以中心軸和透鏡面的交點為基準之弛垂(sag)量。曲率 C 係使用曲率半徑 R，而顯示為 $C = 1/R$ 。

【0080】

$$z = \frac{-Cr}{1 + \sqrt{1 - (K + 1)C^2 r^2}} \quad (1)$$

【0081】本實施例的擴散板 1 中所使用之基準微透鏡 3 的剖面形狀，係以下式(2)表示。在此，基準微透鏡

3 係具有長方形底面的環形透鏡，在 X 方向及 Y 方向分別定義有曲率。在此，以透鏡的中心軸為原點， r_x 係與中心軸相距之 X 方向的距離， r_y 係與中心軸相距之 Y 方向的距離， C_x 係 X 方向(XZ 平面)的曲率 $[1/\mu\text{m}]$ ， C_y 係 Y 方向的曲率 $[1/\mu\text{m}]$ ，(XZ 平面)的 K_x 係 X 方向(XZ 平面)的圓錐係數， K_y 係 Y 方向(YZ 平面)的圓錐係數。

【0082】

$$z = \frac{-C_x r_x}{1 + \sqrt{1 - (K_x + 1)C_x^2 r_x^2}} + \frac{-C_y r_y}{1 + \sqrt{1 - (K_y + 1)C_y^2 r_y^2}} \quad (2)$$

【0083】在本實施例的擴散板 1 中，複數個微透鏡 2 的間距係以 $P_x = 30\mu\text{m}$ 、 $P_y = 32\mu\text{m}$ 固定。複數個基準微透鏡 3 係在 X 方向具有 4 種曲率半徑且在 Y 方向具有 3 種曲率半徑。在本實施例的擴散板 1 上，將組合有 X 方向及 Y 方向的曲率半徑之合計 12 種基準微透鏡 3，使用均勻隨機數隨機地選擇而配置在主面 S1 上。在基準微透鏡 3 中，X 方向在球面透鏡($K_x = 0$)方面，曲率半徑 $R_x[\mu\text{m}]$ 係設為 52.9、58.5、69.8、77.4，Y 方向在非球面透鏡($K_y = -0.45$)方面，曲率半徑 $R_y[\mu\text{m}]$ 係設為 28.2、31.2、34.6。又，全部的基準微透鏡 3 中，將最低部分的高度設為基準高度。

【0084】微透鏡陣列之複數個微透鏡 2 的形狀，係將相位調變形狀 4 和複數個基準微透鏡 3 的形狀相加而得者。圖 2 係顯示在約 $450\mu\text{m} \times 480\mu\text{m}$ 的區域進行設計的情況之複數個微透鏡 2 的形狀例。此處，構成微透鏡陣列之複數個微透鏡 2 的形狀，係重疊具有複數個對稱軸

的基準微透鏡 3、和不具有對稱軸或對稱點的相位調變形狀 4 而成的形狀。因此，構成微透鏡陣列的複數個微透鏡 2，係分別具有非對稱的剖面。

【0085】依據上述內容，設計了擴散板 1 表面的約 $60\text{mm} \times 80\text{mm}$ 的微透鏡陣列區域整體(ST100)。使用此設計資料，經由前述的模具製作步驟(ST200)，而獲得形成有具有複數個凸透鏡之微透鏡陣列形狀的壓模。圖 8 係顯示此壓模的透鏡形狀藉由共焦點雷射顯微鏡所觀察到的影像。圖 8 中，可確認形成有設有相位差的複數個凸透鏡形狀。

【0086】接著，使用圖 8 所示的壓模，進行使用光硬化樹脂的成形。藉由使用厚度 0.3mm 的聚碳酸酯膜作為基材，並將折射率 1.52 的丙烯系光硬化樹脂流入壓模和基材之間而進行成形，來製作擴散板 1。

【0087】圖 9A、9B 係顯示利用投影機(Optoma 公司製 PK301)，將影像投影在藉由成形所得之本實施例的擴散板 1，並利用數位相機拍攝擴散板 1 的透過影像之結果。擴散板 1 與投影機的距離相隔 10cm ，以投影機的焦點對準在擴散板 1 的位置之方式進行調整。數位相機係由從正面於水平方向上偏移 40° 的方向，對焦在擴散板 1 上來進行拍攝。

【0088】圖 9A 係將影像投影在本實施例的擴散板 1 之結果，圖 9B 為習知技術，表示在由將相位調變形狀 4 作成依各基準微透鏡 3 之單純的提高形狀之微透鏡陣列所構成的擴散板 1 投影影像之結果。兩者相比較之下，

可知在習知技術的構成(圖 9B)中，影像的顆粒感強，在本實施例的擴散板 1(圖 9A)中，顆粒感獲得改善，所投影之影像的外觀品質得以提升。

【0089】圖 10 是顯示使用輝度計(TOPCON 公司製 BM-7)和測角平台(gonio stage)，測量擴散板 1 的透過光強度的擴散角度分布之結果。圖 10 中，H 表示水平方向，V 表示垂直方向的擴散角度分布。光源係使用白色 LED 的準直光，使光垂直地入射至擴散板 1。本實施例的擴散板 1 中，輝度不均也變少，輝度不均抑制至等同於習知技術相等或更佳，且投影的影像的外觀品質也得以提升。又，擴散板 1 的擴散特性成為接近頂帽型(top hat)的特性，且以正面方向(0 度)為中心的擴散特性，入射光與射出光的光軸大約一致。

【0090】此外，本發明並不限於上述實施形態，在不脫離本發明之旨趣的範圍內皆可適當地變更。例如，配列於擴散板 1 上的微透鏡 2 不限於透過型透鏡。反射型擴散板 1 的主面 S1 上具有與微透鏡 2 同樣的凹凸形狀的光擴散圖案，亦可與微透鏡 2 同樣地形成格子狀。

【0091】本申請案係以 2014 年 9 月 30 日提出申請之日本申請案特願 2014-201606 為基礎主張優先權，並將其全部的揭示內容引用於此。

【符號說明】

【0092】

- 1 擴散板
- 2 微透鏡

- 3 基準微透鏡
- 4 相位調變形狀

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

擴散板及擴散板之設計方法

DIFFUSION PLATE AND DESIGN METHOD OF DIFFUSION
PLATE

【中文】

本發明提供一種能得到輝度不均和顏色不均少的光學特性、及投影影像時的良好外觀品質之簡單構成的擴散板及設計方法。本發明的擴散板(1)係在主面(S1)配列有複數個微透鏡(2)之擴散板，其中複數個微透鏡(2)之垂直於主面(S1)的剖面形狀係彼此相異，且不具有對稱軸。本發明的擴散板(1)的設計方法，係在主面(S1)配列有複數個微透鏡 2 之擴散板(1)的設計方法，定出一個或複數個垂直於主面(S1)的剖面具有對稱軸之基準微透鏡(3)的形狀，在主面(S1)配列複數個基準微透鏡(3)，生成相對於主面(S1)具有連續地變化的曲面之相位調變形狀(4)，藉由將配列有複數個的基準微透鏡(3)的形狀和相位調變形狀(4)相加，而定出複數個微透鏡(2)的形狀。

【英文】

無。

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1 擴散板

2 微透鏡

S1 主面

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無。

申請專利範圍

- 1.一種擴散板，其係在主面配列有複數個微透鏡之擴散板，其特徵為：

前述複數個微透鏡之垂直於前述主面的剖面形狀係彼此相異，且不具有對稱軸。

- 2.如請求項 1 之擴散板，其中

前述複數個微透鏡的每一者的前述剖面之表面形狀係僅由曲線所構成。

- 3.如請求項 1 或 2 之擴散板，其中

前述複數個微透鏡的頂點在垂直於前述主面的方向的位置是各自不同的。

- 4.如請求項 1 或 2 之擴散板，其中

前述複數個微透鏡係在前述主面上配列成格子狀。

- 5.如請求項 1 或 2 之擴散板，其中

該擴散板係透過型擴散板，

前述複數個微透鏡係凸透鏡，

將前述複數個微透鏡的凸面的頂點之與前述主面相距之最大高度和最小高度的差設為 $\Delta H[\mu\text{m}]$ ，前述微透鏡的折射率設為 n ，入射光的波長設為 $\lambda[\text{nm}]$ 時，滿足

$$0.2 \leq \Delta H \times (n - 1) \times 1000 / \lambda$$

的關係。

- 6.如請求項 1 或 2 之擴散板，其中

該擴散板為透過型擴散板，

前述複數個微透鏡為凹透鏡，

將前述複數個微透鏡的凹面的頂點之與前述主面相距之最大深度和最小深度的差設為 $\Delta D[\mu\text{m}]$ ，前述微透鏡的折射率設為 n ，入射光的波長設為 $\lambda[\text{nm}]$ 時，
滿足

$$0.2 \leq \Delta D \times (n - 1) \times 1000 / \lambda$$

的關係。

7.如請求項 1 或 2 之擴散板，其中

該擴散板為反射型擴散板，

前述複數個微透鏡為凸透鏡，

將前述複數個微透鏡的凸面的頂點之與前述主面相距之最大高度與最小高度的差設為 $\Delta H[\mu\text{m}]$ ，入射光的波長設為 $\lambda[\text{nm}]$ 時，

滿足

$$0.1 \leq \Delta H \times 1000 / \lambda$$

的關係。

8.如請求項 1 或 2 之擴散板，其中

該擴散板為反射型擴散板，

前述複數個微透鏡為凹透鏡，

將前述複數個微透鏡的凹面的頂點之與前述主面相距之最大深度與最小深度的差設為 $\Delta D[\mu\text{m}]$ ，將入射光的波長設為 $\lambda[\text{nm}]$ 時，

滿足

$$0.1 \leq \Delta D \times 1000 / \lambda$$

的關係。

9.如請求項 1 或 2 之擴散板，其中

前述複數個微透鏡的形狀係前述主面上重複配列的一基準微透鏡、和相對於前述主面具有連續變化的曲面之相位調變形狀合成而成之形狀。

10.如請求項 1 或 2 之擴散板，其中

由前述複數個微透鏡所構成之微透鏡陣列的光軸係朝向垂直於前述主面的方向。

11.一種擴散板之設計方法，其係在主面配列有複數個微透鏡而成之擴散板之設計方法，

定出一個或複數個與前述主面垂直的剖面具有對稱軸之基準微透鏡的形狀，

在前述主面配列複數個基準微透鏡，

生成相對於前述主面具有連續變化的曲面之相位調變形狀，

藉由將配列有複數個的前述基準微透鏡的形狀和前述相位調變形狀相加，而定出前述複數個微透鏡的形狀。

12.如請求項 11 之擴散板之設計方法，其中

生成複數個提高部，其係配置在配列有複數個的前述基準微透鏡和前述主面之間，

藉由將生成有複數個的前述提高部的高度進行平均化處理，而生成前述相位調變形狀。

13.如請求項 12 之擴散板之設計方法，其中

在前述剖面中前述相位調變形狀係生成有複數個的前述提高部的高度之移動平均近似曲線。

14.如請求項 11～13 中任一項之擴散板之設計方法，其中

前述複數個微透鏡係在前述主面上配列成格子狀。

圖式

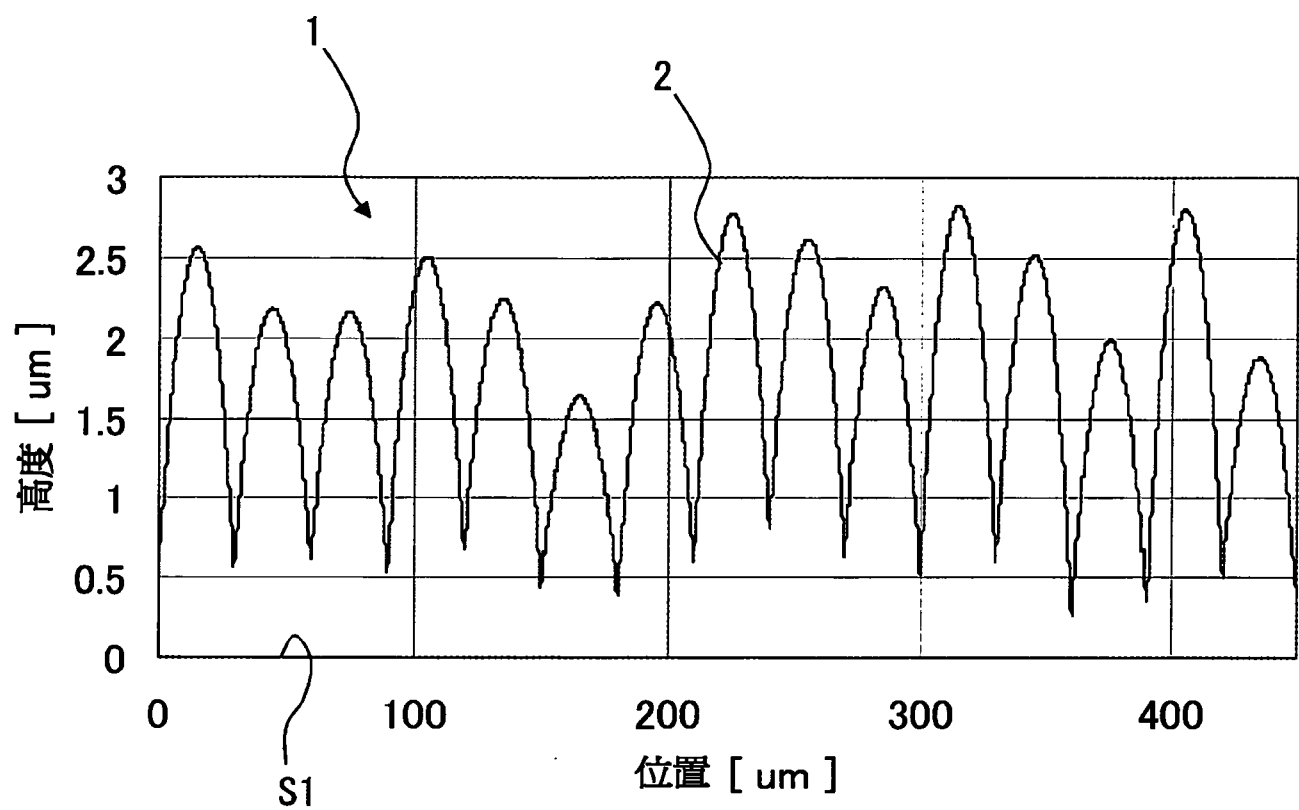


圖 1

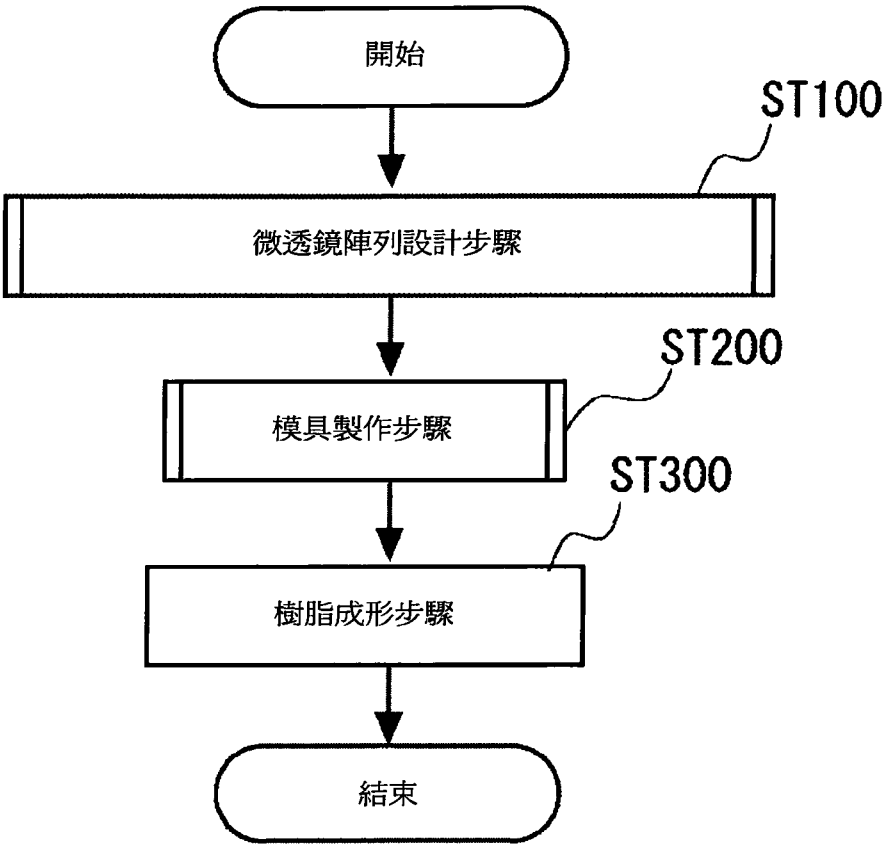


圖 3

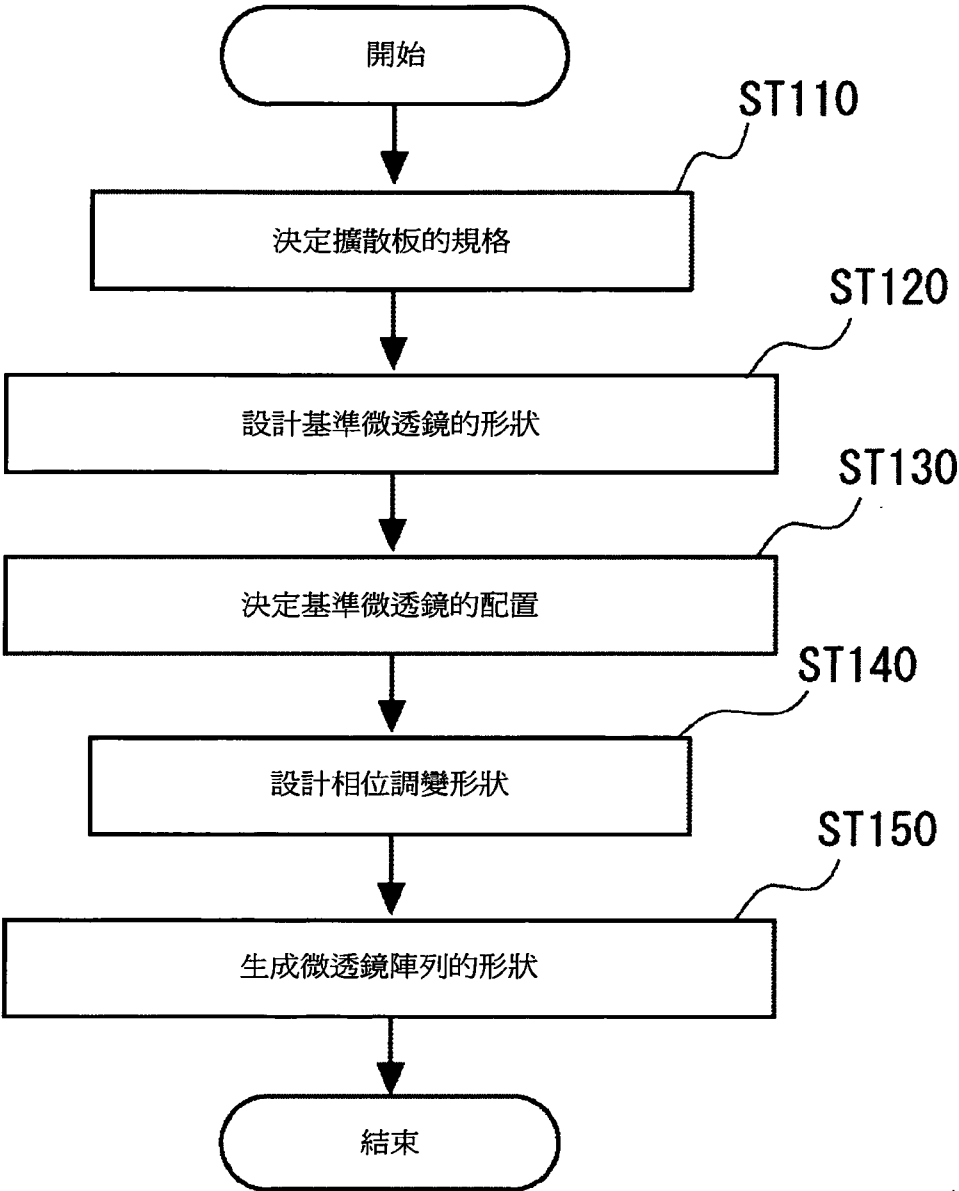


圖 4

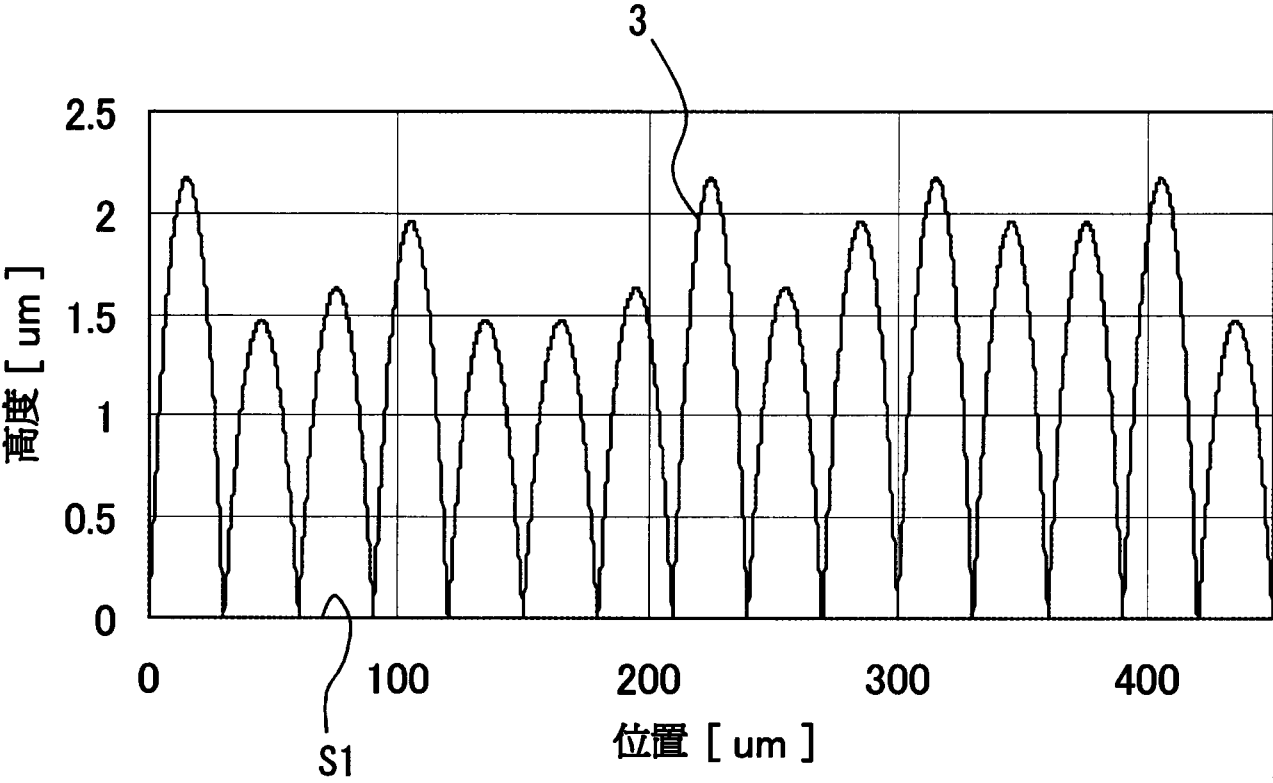


圖 5

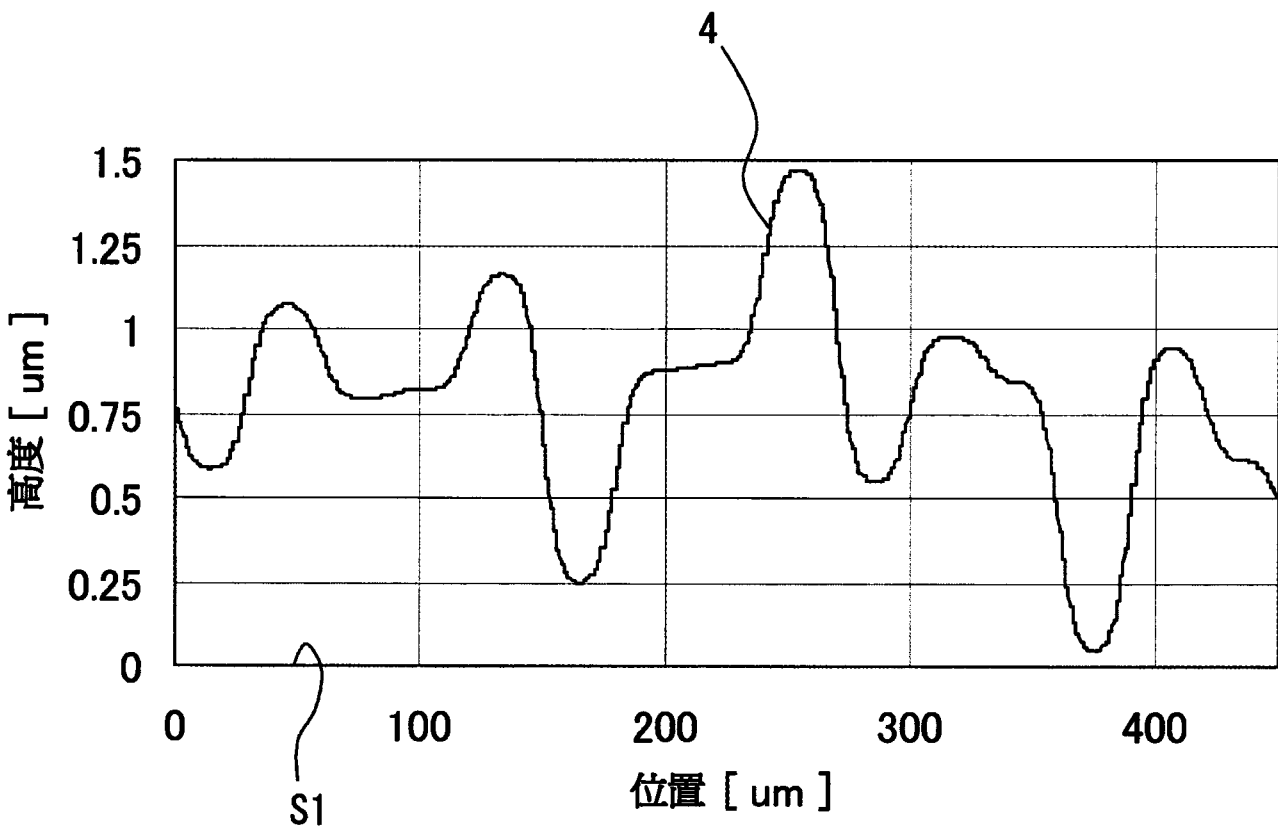


圖 6

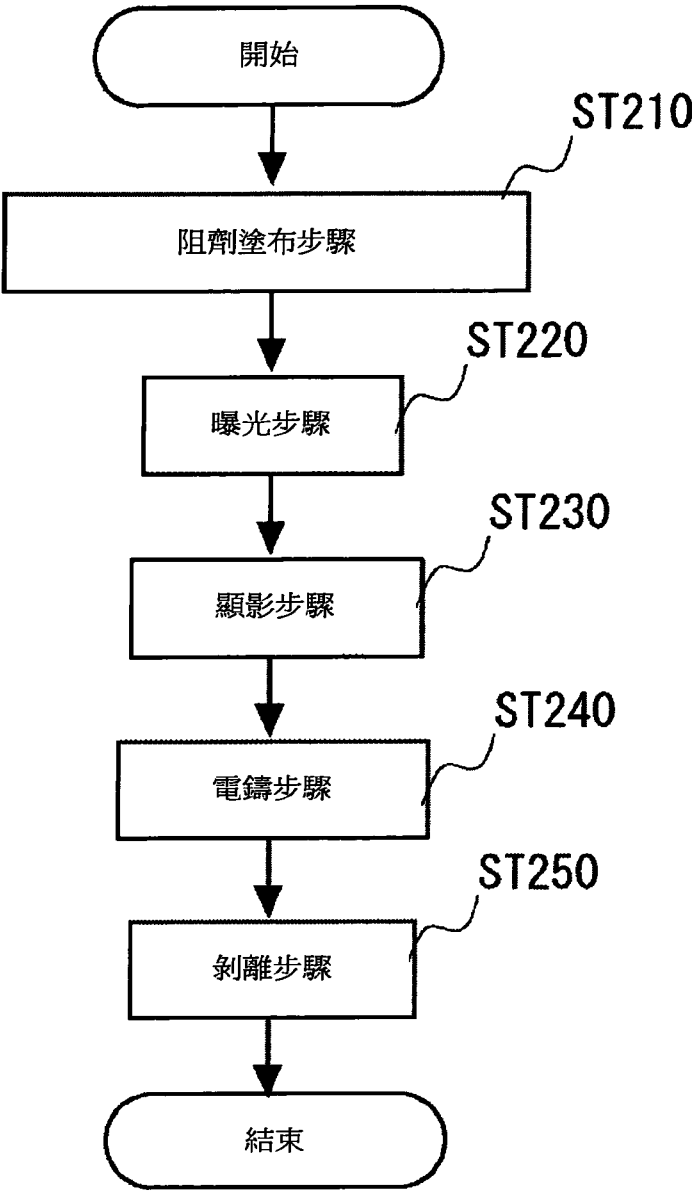


圖 7

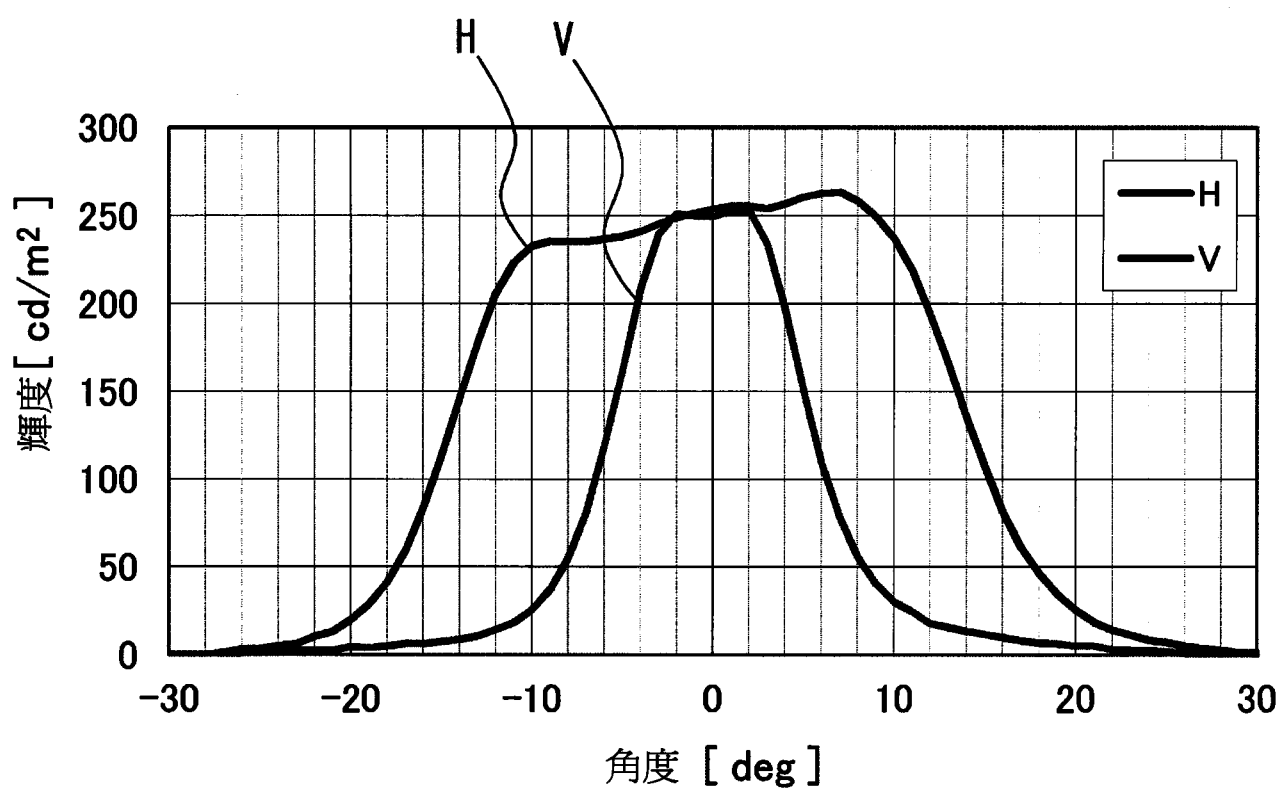


圖 10