



(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 I794413 B

(45) 公告日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 01 日

(21) 申請案號：108105564

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 02 月 20 日

(51) Int. Cl. : G02B3/00 (2006.01)

G02B5/02 (2006.01)

(30) 優先權：2018/02/22 日本

2018-029694

(71) 申請人：日商可樂麗股份有限公司 (日本) KURARAY CO., LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：池田啓輔 IKEDA, KEISUKE (JP) ; 內田厚 UCHIDA, ATSUSHI (JP) ; 唐井賢

KARAI, MASARU (JP)

(74) 代理人：黃政誠；丁國隆

(56) 參考文獻：

TW 201100869A

TW 201643474A

CN 101405637A

CN 101424767A

CN 101866057A

CN 107250911A

JP 2011-30213A

US 7248407B2

US 7808706B2

審查人員：廖天佑

申請專利範圍項數：3 項 圖式數：5 共 37 頁

(54) 名稱

擴散板

(57) 摘要

提供可一面抑制透射光或反射光的散斑雜訊，一面改善亮度不均或顏色不均的擴散板。

本發明的擴散板係由有效徑相同且具有對入射光或反射光產生光路長度差之構造的微透鏡陣列所構成。微透鏡陣列係構成以有效徑的整數倍作周期性配置的基塊構造，前述基塊則藉由重複配列而構成相對於前述基本周期構造內的微透鏡陣列的周期帶有 N 倍周期的 2 維型第 2 周期構造，在該基塊構造內，係設定成各微透鏡會產生根據特定排列的光路長度差。

指定代表圖：

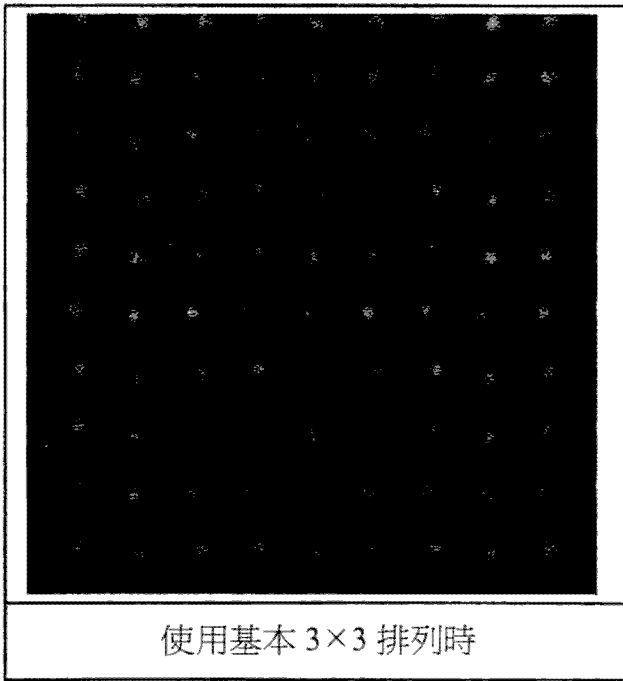


圖 1B

## 發明摘要

## 【發明名稱】(中文/英文)

擴散板

DIFFUSION PLATE

## 【中文】

提供可一面抑制透射光或反射光的散斑雜訊，一面改善亮度不均或顏色不均的擴散板。

本發明的擴散板係由有效徑相同且具有對入射光或反射光產生光路長度差之構造的微透鏡陣列所構成。微透鏡陣列係構成以有效徑的整數倍作周期性配置的基塊構造，前述基塊則藉由重複配列而構成相對於前述基本周期構造內的微透鏡陣列的周期帶有N倍周期的2維型第2周期構造，在該基塊構造內，係設定成各微透鏡會產生根據特定排列的光路長度差。

## 【英文】

無。

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：圖 1 B。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

無。

**【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)

擴散板

DIFFUSION PLATE

## 【技術領域】

【0001】本發明係關於使用微透鏡陣列的擴散板。

## 【先前技術】

【0002】習知技術上，在抬頭顯示器或雷射投影機等中，已有將使用微透鏡陣列的擴散板應用作為螢幕之技術的提案。在使用微透鏡陣列的情況中，和使用半乳白板或毛玻璃等擴散板的情況相比較，具有可抑制散斑雜訊 (speckle noise) 的優點。

【0003】例如專利文獻 1 中即已提案了一種影像形成裝置，其具有擴散板，該擴散板係以雷射光作為光源，且使用將由複數畫素排列形成的映像進行投影的雷射投影機、及配列有複數個微透鏡的微透鏡陣列。使用微透鏡陣列時，可使入射的光適當地擴散，並且可自由地設計所需的擴散角。

【0004】專利文獻 2 已提案一種藉由使定義微透鏡等微細構造之形狀或位置之參數的至少一個依照預定的機率密度函數作無規分布，以改善因微細構造的周期性引起的繞射光導致亮度不均或顏色不均的方法。

【0005】專利文獻 3 及 4 則提出藉由可將帶有相對於

透射各個微透鏡的光產生光路長度差之功能的第 2 周期構造賦予微透鏡陣列，俾可在習知繞射光的間隙產生新的繞射光，並改善亮度不均或顏色不均的方法。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

**【0006】**

[專利文獻 1] 日本特開 2010-145745 號公報

[專利文獻 2] 日本特表 2004-505306 號公報

[專利文獻 3] 國際公開 2016/139769 號

[專利文獻 4] 日本特開 2017-122773 號公報

**【發明內容】**

[發明欲解決之課題]

**【0007】**本申請案發明人等發現了以下的課題。

專利文獻 2 中係記載使用一般的微透鏡陣列時，雖會產生因其周期性產生的繞射光點導致的亮度不均，但可藉由使定義透鏡的形狀或位置之參數的至少一個按照預定的機率密度函數作無規分布，以改善亮度不均。然而，對透鏡的形狀或位置賦予隨機性時，由於在透射透鏡陣列的光會產生無規的相位差，所以有容易產生散斑雜訊、畫質惡化的問題。此外，雖藉無規分布可在微透鏡陣列的整體平均上改善亮度不均，但仍會有殘留局部未改善的部分之問題。

**【0008】**專利文獻 3 及 4 中記載了藉由將帶有相對於透射各個微透鏡的光產生光路長度差之功能的第 2 周期構造賦予微透鏡陣列以改善亮度不均的作法。然而，專

利文獻 3 及 4 所提案的之字形配置或以垂直的 2 軸所規定的周期構造中，會有繞射光的密度僅增大數倍左右，或因各繞射光產生亮度差而無法充分改善亮度不均的情形。

【0009】對於這些習知技術的課題，本發明係以提供可一面抑制透射光或反射光的散斑雜訊，一面進一步改善亮度不均或顏色不均的擴散板為目的。

[解決課題之手段]

【0010】本發明的擴散板為，在光射入面或光射出面中至少一面形成有由複數個微透鏡組成的微透鏡陣列的透射型或反射型的擴散板中，

前述複數個微透鏡具有有效徑相同、曲率大致相同，且可對透射光或反射光產生光路長度差的構造，

前述複數個微透鏡之各個係藉由以根據前述有效徑的間隔加以配置，而構成 2 維型基本周期構造，

前述複數個微透鏡係構成由具有產生前述光路長度差之構造的  $N \times N$  個 ( $N$  為 2 以上的整數)透鏡排列組成的基塊，

前述基塊則藉由重複排列，構成相對於前述基本周期構造內的微透鏡之周期具  $N$  倍周期的 2 維型第 2 周期構造，

前述基塊為  $p$  列  $q$  行 ( $p$  及  $q$  滿足  $1 \leq p, q \leq N$  的整數) 的要素以下式 (1) 定義的  $N \times N$  排列  $C$

$$C(p, q) = (p-1)(q-1) \pmod{N} \quad (1)$$

、或對前述排列  $C$  施以任意列置換或行置換的  $N \times N$  排

列 D，

依照前述排列 C 或 D 而相對於 1 列 1 行的透鏡是位於 p 列 q 行的透鏡產生的光路長度差係設定為入射光波長  $\lambda$  的  $C(p,q)/N$  倍、或  $D(p,q)/N$  倍。

【0011】再者，前述基塊較佳為前述排列 C。

【0012】此外，前述複數個微透鏡較佳為構成由具有產生前述光路長度差之構造的  $N \times N$  個 ( $2 \leq N \leq 11$ ) 透鏡排列組成的基塊。

[發明之效果]

【0013】若依據本發明，可提供能夠一面抑制透射光或反射光的散斑雜訊，一面改善亮度不均或顏色不均的擴散板。

【圖式簡單說明】

【0014】

圖 1A 為  $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

圖 1B 為  $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

圖 2A 為  $60\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光實驗結果圖。

圖 2B 為  $60\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光實驗結果圖。

圖 3 為微透鏡陣列的高度控制方法圖。

圖 4A 為實施例 1 之  $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

圖 4B 為實施例 2 之  $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

圖 4C 為實施例 3 之  $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

圖 4D 為實施例 4 之  $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

圖 4E 為實施例 5 之  $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

圖 4F 為實施例 6 之  $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

圖 4G 為實施例 7 之  $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

圖 4H 為實施例 8 之  $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

圖 5A 為比較例 1 之  $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

圖 5B 為比較例 2 之  $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

圖 5C 為比較例 3 之  $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

圖 5D 為比較例 4 之  $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果圖。

### **【實施方式】**

[實施發明之形態]

### **【0015】**

(微透鏡陣列的設計方法)

從用於擴散板之材料的光學物性(特別是折射率)、及期望的擴散角度分布來設計作為基準的透鏡形狀。透鏡形狀可為球面，也可為非球面。光學設計係使用光線追蹤法等習知技術來進行。此外，希望擴散特性具有各向異性時則不受此限，透鏡的縱橫比可任意設定。

**【0016】**

(設定於微透鏡的光路長度差的原理)

當平行光(波長  $\lambda$ )射入以周期  $L$  配置四角透鏡而成的微透鏡陣列時，在各透鏡不具有產生光路長度差之構造的情況中，由於公知的繞射光柵作用，射出光的亮度分布會以正弦間隔  $\lambda/L$  朝縱橫方向離散化(稱為繞射光)。在入射光非為平行光且為視直徑 (apparent diameter) $\omega$  的圓錐狀時，離散化的各方向即為視直徑  $\omega$  的圓錐狀。 $\omega$  比  $2\lambda/L$  值大時，離散化狀態實質上會被解除。但， $\omega$  比  $2\lambda/L$  小時，在離散化的餘緒方面，亮度分布中會殘留正弦間隔  $\lambda/L$  的周期性，此種現象即成為明暗的亮度不均。

**【0017】**圖 1A 係顯示透射  $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的繞射光模擬結果。如前所述，在各透鏡不具有產生光路長度差的構造時，會產生以正弦間隔  $\lambda/L$  朝縱橫方向離散化的繞射光。再者，實際上射入  $60\mu\text{m}\times 60\mu\text{m}$  周期型微透鏡陣列的雷射光的射出光投影到垂直平面的像係顯示在圖 2A。以此方式射出的雷射光已被離散化，和模擬結果很一致。

【0018】為了克服這種亮度不均，必須將繞射光的間隔縮小。作為其解決手段，有具備使入射於各透鏡的光產生光路長度差之構造的方法。因此，此處考慮將  $N \times N$  個的透鏡 ( $N$  為 2 以上的整數) 視為基塊，並以  $N \times N$  排列賦予光路長度差的作法。在實際的微透鏡產生光路長度差的作法，可藉例如以下詳述的方法將各微透鏡配置在沿著光路之軸方向的不同位置來實現。

【0019】就  $N \times N$  排列而言，可將繞射光的正弦間隔縮小到最小  $\lambda/NL$ ，繞射光的密度在縱橫的各方向設到最大  $N$  倍，兩方向相加則達到  $N^2$  倍。此時， $N \times N$  排列的複共軛自我相關 (complex conjugate autocorrelation)  $cc_N(x/\lambda, y/\lambda)$ ，對於任意的整數  $m, n$ ，應滿足如下的性質。

$m$  為  $N$  的整數倍，且  $n$  為  $N$  的整數倍時：

$$cc_N(mL/\lambda, nL/\lambda) = N^2 \quad (2)$$

$m$  或  $n$  的至少一方為  $N$  的非整數倍時：

$$cc_N(mL/\lambda, nL/\lambda) = 0 \quad (3)$$

式(2)為縱橫周期  $NL$  之情況的必然結果。式(3)為具有能以  $N \times N$  排列實現的可能性的最高性質。習知技術中，僅針對  $N=2$  時知道滿足式(3)的解(專利文獻 4)。

【0020】本發明係提供即使對於  $N \geq 3$  以上，也可利用滿足式(3)之解的微透鏡陣列。為了讓因微透鏡陣列的繞射光所致之亮度不均不明顯，在  $N=2$  的情況中，必須使入射光的視直徑  $\omega$  比  $2\lambda/(2L)$  更大。在  $N=3$  的情況中，必須使入射光的視直徑  $\omega$  比  $2\lambda/(3L)$  更大。因此，在  $N=$

3 的情況中，和  $N=2$  的情況相比，容許將入射光的視直徑  $\omega$  縮小到  $2/3$  倍。或者，可將  $L$  值本身縮小，俾將微透鏡陣列的解析度界限改善到  $1.5$  倍。因此，若使用本發明，可構成比習知技術效率更優異的系統。

【0021】式(3)並不易求解。因此，發明人設定了以下的充足條件來替代式(3)。

「 $N \times N$  排列的任意行向量和其餘  $(N-1)$  個的任意行向量及其循環替換向量正交」

滿足此要求的  $N \times N$  排列即為以式(4)定義的基本  $N \times N$  正交排列。此處， $g_{pq}$  為行列的第  $p$  列  $q$  行要素。

$$g_{pq} = \exp [ j2\pi(p-1)(q-1)/N ] \quad (4)$$

【0022】在以  $x$ 、 $y$  作為平面位置座標，並以  $g(x/\lambda, y/\lambda)$  作為複數透射率時，射出光的指向特性係和其傅立葉轉換  $G(\sin\theta_x, \sin\theta_y)$  之絕對值的平方一致。而且， $G(\sin\theta_x, \sin\theta_y)$  之絕對值的平方係和  $g(x/\lambda, y/\lambda)$  之複共軛自我相關  $cc(x/\lambda, y/\lambda)$  的傅立葉轉換一致。

【0023】首先，就各透鏡不具有產生光路長度差之構造的  $3 \times 3$  微透鏡陣列加以思考。此時， $g(x/\lambda, y/\lambda)$  係成為以下的情況。此處，為了簡化式子，而採取以左上方的要素作為原點  $(0, 0)$  的矩陣表現。

【0024】

$$g = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

此傅立葉轉換  $G(\sin\theta_x, \sin\theta_y)$  之絕對值的平方如下。

【0025】

$$|G|^2 = \begin{pmatrix} 81 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

藉由將此  $|G|^2$  作逆傅立葉轉換，即求得複共軛自我相關  $cc(pL/\lambda, qL/\lambda)$ 。

【0026】

$$cc = \begin{pmatrix} 9 & 9 & 9 \\ 9 & 9 & 9 \\ 9 & 9 & 9 \end{pmatrix}$$

因此，各透鏡不具有產生光路長度差的構造時，即不滿足式(3)。

【0027】接著，考量有關各透鏡具有產生光路長度差之構造的  $3 \times 3$  微透鏡陣列。N=3 時，根據式(1)的排列 C 如下。

【0028】

$$C = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

由此導出的相位差  $\Delta P$  如下。

【0029】

$$\Delta P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{3}\lambda & \frac{2}{3}\lambda \\ 0 & \frac{2}{3}\lambda & \frac{1}{3}\lambda \end{pmatrix} \quad (5)$$

再者，根據式(4)的  $g(pL/\lambda, qL/\lambda)$  如下。

【0030】

$$g = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \exp(\frac{2i\pi}{3}) & \exp(\frac{4i\pi}{3}) \\ 1 & \exp(\frac{4i\pi}{3}) & \exp(\frac{2i\pi}{3}) \end{pmatrix}$$

此傅立葉轉換  $G(\sin\theta_x, \sin\theta_y)$  之絕對值的平方如下。

【0031】

$$|G|^2 = \begin{pmatrix} 9 & 9 & 9 \\ 9 & 9 & 9 \\ 9 & 9 & 9 \end{pmatrix}$$

此為繞射光的射出角度經均等地作 9 分割，意即，表示繞射光密度成為 9 倍。藉由將該  $|G|^2$  作逆傅立葉轉換即求得複共軛自我相關  $cc(pL/\lambda, qL/\lambda)$ 。

【0032】

$$cc = \begin{pmatrix} 9 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

因此，滿足式 (3)，且為充分條件。關於  $N \geq 4$ ，也可相同樣地確認。

【0033】圖 1B 係顯示透射具有  $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$  周期且可藉  $N=3$  的上述排列產生光路長度差之構造的微透鏡陣列的繞射光之模擬結果。如同上述的計算結果，和圖 1A 相較，繞射光的密度成為 9 倍，可確認亮度不均已降低。再者，實際上射入藉有具有  $60\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$  周期且  $N=3$  的上述排列所產生的光路長度差之構造的微透鏡陣列之雷射光的射出光投影至垂直平面的像係顯示於圖 2B。該微

透鏡陣列中因會產生對應前述式(5)的光路長度差，所以可對透鏡高度賦予高低差  $\Delta H$ 。在構成微透鏡陣列之材料的折射率為 1.5，使用之光源的波長為 630nm 的情況中， $\Delta H$  係如下。

【0034】

$$\Delta H = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.42 \mu m & 0.84 \mu m \\ 0 & 0.84 \mu m & 0.42 \mu m \end{pmatrix}$$

如圖 2B 所示，射出的雷射光的密度為 9 倍，和模擬結果很一致。

【0035】再者，即使施予式(4)所定義之排列的任意行置換及列置換，式(3)的性質仍可保持。因此，經此種行或列置換的變形  $N \times N$  正交排列對周期的亮度不均也有用。

【0036】對微透鏡陣列同時射入相干性 (coherence) 的光時，因和基塊內的透鏡數對應的  $N$  越大，繞射光的密度也越大，故亮度不均降低效果甚大。但，相干性的光射入的透鏡區域受到限定時，使基塊的大小配合該透鏡區域較合適。例如，使不進行掃描的雷射光擴散時，只要在雷射光束徑的大小程度中設定基塊的大小即可。另一方面，在雷射光一邊掃描一邊使顯示影像的投影機光線擴散的情況中，只要配合將基塊加大設定即可，亦即，只要將基塊的大小設定為雷射光點徑的數倍程度或者 10 幾倍程度即可。特別是雷射光束光掃描整個微透鏡陣列時，也可將整個區域作為基塊，此時，如前所述， $N$  越

大越合適。但，如後所述，因為所決定的相位差的最小值會伴隨 N 的加大而變小，故將 N 極端加大的意義很低。

【0037】接著，敘述有關相位差的設定方法。本發明中，相位差為將透射或反射自微透鏡之光的光路長之差以波長予以規格化來表示。欲使相位差變化時，可選擇透鏡高度或曲率、間距、配置、折射率等各種因子。本發明中，為了對各個透鏡賦予相位差，在僅使透鏡的加高高度變化，且各個透鏡的曲率大致相同方面有特徵。

【0038】茲具體說明有關用於透射型擴散板的微透鏡陣列。如圖 3 所示，各個透鏡的剖面輪廓係設為相同，藉由對陰影部分所示的透鏡加高部分的高度進行控制，即可對微透鏡的凸部最大高度賦予變化。意即，微透鏡的凸部最大高度係由藉光學設計所決定的透鏡高度及加高部分的高度之和來決定。本發明中，透鏡高度為固定值，藉由依各個透鏡使加高部分的高度變化，即可在各微透鏡產生相位差，而謀求改善因繞射因素產生的亮度不均或顏色不均。將各微透鏡的凸部最大高度的高低差設為  $\Delta H$  時，若構成微透鏡陣列之材料的折射率設為  $n$ ，使用光源的波長設為  $\lambda$  [ nm ]，則對應  $\Delta H$  的相位差係以

$$\{ 1000 \times \Delta H \times (n-1) \} / \lambda$$

來表示。此處，光源由複數種波長組成的情況中，只要以使用波長中最長的波長、或辨識性最高的波長為代表進行計算即可。

【0039】以上雖以凸透鏡為例來說明，但在凹透鏡的

情況中，只要考慮置換為各微透鏡的凹部最大深度之高低差  $\Delta D$  以取代  $\Delta H$  即可。

**【0040】** 在是用作反射型擴散板且微透鏡陣列為凸透鏡的情況中，入射光會在凸部最大高度具有分布之微透鏡的表面被反射且產生通過空氣中的光路差，而產生各微透鏡間的相位差。和此時各微透鏡間的凸部最大高度的最大高低差  $\Delta H$  對應的相位差，係表示作

$$\{ 1000 \times 2\Delta H \} / \lambda$$

此處，在光源是由複數種波長組成時，和透射型的情況同樣地，只要以使用波長中的最長波長、或辨識性最高的波長為代表來計算即可。

**【0041】** 在反射型使用凹透鏡的情況中，只要考慮置換為各微透鏡的凹部最大深度的最大高低差  $\Delta D$  以取代  $\Delta H$  即可，這點也和透射型的情況相同。

**【0042】** 從設計數據加工微透鏡陣列的方法可使用機械加工、使用光罩的光刻法、無罩光刻法、蝕刻、雷射融蝕等諸多加工方法。使用這些技術製造模具，將樹脂成形即可製得具有微透鏡陣列的擴散板構件。也可將前述模具使用作為直接反射型的擴散板。成形方法則只要從卷對卷成形、熱壓成形、使用紫外線硬化性樹脂的成形、射出成形等為數眾多的成形方法中適當選擇即可。使用作為反射型擴散構件時，只要在表面或背面形成鋁蒸鍍膜等反射膜來使用即可。

**【0043】** 以下，更詳細說明有關藉雷射掃描型無罩光刻法及電鑄法製作模具，並藉使用該模具的熱壓成形擴

散板的方法。

【0044】無罩光刻法包括：阻劑塗佈製程，在基板上塗佈光阻劑；曝光製程，將微細圖案曝光在光阻劑上；及顯影製程，將曝光後的光阻劑顯影而獲得具有微細圖案的原版。阻劑塗佈製程中，係在基板上塗佈正型光阻劑。光阻劑的塗佈膜之膜厚只要是微細圖案之高度以上厚度即可。較佳為對塗佈膜施以 70 至 110℃ 的烘烤處理。曝光製程中，係雷射光束對在所述塗佈製程所塗佈的光阻劑一面掃描照射一面使光阻劑曝光。雷射光束的波長只要按照光阻劑的種類來選定即可，例如可選擇 351nm、364nm、458nm、488nm(Ar<sup>+</sup>雷射的振盪波長)、351nm、406nm、413nm(Kr<sup>+</sup>雷射的振盪波長)、352nm、442nm(He-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。

【0045】在具有加高部的微透鏡的曝光製程中，係將雷射功率一邊調變為由透鏡形狀及阻劑靈敏度所決定的值，一邊使雷射在阻劑上掃描。用於雷射曝光的雷射係以物鏡聚光，使焦點形成於阻劑。要將某微透鏡與和其鄰接的微透鏡的加高高度之差擴大時，只要將鄰接的微透鏡間的雷射功率之差加大即可。但，因雷射光點一般係屬於具有有限徑的高斯分布，故若將雷射功率的差過於加大，和鄰接的透鏡邊界接近之部分的透鏡形狀偏離由光學設計所設定形狀的區域會增加，擴散角度分布相同於其他透鏡之透鏡部分的比例會降低。因此，為了獲

得和光學設計盡量相同的擴散角度分布，鄰接的微透鏡間的加高部高度之差較佳為收斂在一定範圍內。本發明中，因各微透鏡之透鏡部的高度為一定，故各微透鏡的凸部最大高度的最大高低差  $\Delta H$  係和加高高度的最大高低差一致。因此，較佳為使以前述的波長規格化的相位差收斂於 0 至 1 之間的方式設定加高高度。

【0046】顯影製程中，係將曝光後的光阻劑施行顯影。光阻劑的顯影可以公知的方法實施。顯影液並無特別限制，可使用四甲基氫氧化銨(TMAH)等鹼性顯影液。顯影製程中，係依照曝光量去除光阻劑，俾形成光阻劑的微細圖案形狀。在曝光製程中使用正型阻劑，且用和凹透鏡型微透鏡形狀相應的雷射功率曝光時，即可獲得光阻劑中形成有凹透鏡的微透鏡原版。

【0047】接著，電鑄製程中，係在具有藉曝光、顯影形成的前述微細圖案的光阻劑表面，藉鍍金屬的蒸鍍等方法施以導電化處理。更進一步在前述蒸鍍膜表面藉電鑄將鍍堆積成板狀至期望的厚度，接著將該鍍板從光阻劑原版剝離時，即獲得模具(壓模)，其上則形成有由光阻劑的凹透鏡形狀反轉轉印而得的凸透鏡所構成的微透鏡陣列。

【0048】成形製程中，係藉由使用前述壓模一面將丙烯酸片加熱一面加壓的熱壓法，凸透鏡形狀的微細圖案即可轉印到丙烯酸片。結果，可製得凹透鏡構成的微透鏡陣列構件。如果採用兩面配置有壓模的兩面成形，也可製得兩面形成有微透鏡陣列的構件。成形所使用的樹

脂不限於丙烯酸，只要按照成形條件選定能夠使用於擴散板的樹脂即可。要獲得凸透鏡構成的微透鏡陣列構件時，只要以前述電鑄製程所得的壓模(凸透鏡)作為模具進行複製電鑄，藉以製作形成有由凹透鏡構成的微透鏡陣列的壓模，再使用該壓模進行熱壓成形即可。無罩光刻法的曝光製程中，當然也可採用藉由和凸透鏡對應的曝光功率之調變使阻劑曝光的方法，但藉電鑄製程複製電鑄壓模的上述方法更為簡便。

【0049】在用作為反射型的擴散板的情況中，只要將鋁反射膜真空蒸鍍在例如形成有微透鏡陣列的構件表面，並使入射光在鋁面反射即可。再者，在微透鏡陣列為只形成於基板單面的構件時，也可為從基板的鏡面側射入光線且使之在成膜有鋁反射膜的微透鏡陣列面反射的構成。另一方面，即使是從未形成有反射膜的微透鏡陣列面射入光線並使之在形成有反射膜的鏡面側反射之構成也可利用作為擴散板。而且，在兩面成形有微透鏡陣列的基板，將入射側的反射膜膜厚加以調整作為半鏡，背面側則藉由將反射率設為幾乎 100% 的構成，也可作為由表背兩面的二片微透鏡陣列構成的擴散板。此外，如有必要，也可為了保護鋁反射膜而塗覆保護層。

[實施例]

【0050】以下，根據本發明的實施例將本發明更詳細地說明。

< 實施例 1 > 基本  $2 \times 2$  排列

式(4)中，使用設為  $N = 2$  之基本  $2 \times 2$  排列的

40 μm × 40 μm 周期的微透鏡陣列所產生的相位差 ΔP 係如下所示。

【0051】

$$\Delta P = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2}\lambda \end{pmatrix}$$

此時的繞射光模擬結果係顯示於圖 4A。和圖 1A 相較，繞射光的密度成爲 4 倍，可確認亮度不均業已降低。

【0052】

< 實施例 2 > 基本 4 × 4 排列

式 (4) 中，使用設爲 N = 4 之基本 4 × 4 排列的 40 μm × 40 μm 周期的微透鏡陣列所產生的相位差 ΔP 係成爲如下所示。

【0053】

$$\Delta P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{4}\lambda & \frac{2}{4}\lambda & \frac{3}{4}\lambda \\ 0 & \frac{2}{4}\lambda & 0 & \frac{2}{4}\lambda \\ 0 & \frac{3}{4}\lambda & \frac{2}{4}\lambda & \frac{1}{4}\lambda \end{pmatrix}$$

此時的繞射光模擬結果係顯示於圖 4B。和圖 1A 相較，繞射光的密度成爲 16 倍，可確認亮度不均業已降低。

【0054】

< 實施例 3 > 基本 5 × 5 排列

式 (4) 中，使用設爲 N = 5 之基本 5 × 5 排列的

$40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$  周期的微透鏡陣列所產生的相位差  $\Delta P$  係成爲如下所示。

【0055】

$$\Delta P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{5}\lambda & \frac{2}{5}\lambda & \frac{3}{5}\lambda & \frac{4}{5}\lambda \\ 0 & \frac{2}{5}\lambda & \frac{4}{5}\lambda & \frac{1}{5}\lambda & \frac{3}{5}\lambda \\ 0 & \frac{3}{5}\lambda & \frac{1}{5}\lambda & \frac{4}{5}\lambda & \frac{2}{5}\lambda \\ 0 & \frac{4}{5}\lambda & \frac{3}{5}\lambda & \frac{2}{5}\lambda & \frac{1}{5}\lambda \end{pmatrix} \quad (12)$$

此時的繞射光模擬結果係顯示於圖 4C。和圖 1A 相較，繞射光的密度成爲 25 倍，可確認亮度不均業已降低。

【0056】

< 實施例 4 > 基本  $7 \times 7$  排列

式 (4) 中，使用設爲  $N = 7$  之基本  $7 \times 7$  排列的  $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$  間距的微透鏡陣列所產生的相位差  $\Delta P$  係成爲如下所示。

【0057】

$$\Delta P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{7}\lambda & \frac{2}{7}\lambda & \frac{3}{7}\lambda & \frac{4}{7}\lambda & \frac{5}{7}\lambda & \frac{6}{7}\lambda \\ 0 & \frac{2}{7}\lambda & \frac{4}{7}\lambda & \frac{6}{7}\lambda & \frac{1}{7}\lambda & \frac{3}{7}\lambda & \frac{5}{7}\lambda \\ 0 & \frac{3}{7}\lambda & \frac{6}{7}\lambda & \frac{2}{7}\lambda & \frac{5}{7}\lambda & \frac{1}{7}\lambda & \frac{4}{7}\lambda \\ 0 & \frac{4}{7}\lambda & \frac{1}{7}\lambda & \frac{5}{7}\lambda & \frac{2}{7}\lambda & \frac{6}{7}\lambda & \frac{3}{7}\lambda \\ 0 & \frac{5}{7}\lambda & \frac{3}{7}\lambda & \frac{1}{7}\lambda & \frac{6}{7}\lambda & \frac{4}{7}\lambda & \frac{2}{7}\lambda \\ 0 & \frac{6}{7}\lambda & \frac{5}{7}\lambda & \frac{4}{7}\lambda & \frac{3}{7}\lambda & \frac{2}{7}\lambda & \frac{1}{7}\lambda \end{pmatrix} \quad (13)$$

此時的繞射光模擬結果係顯示於圖 4D。和圖 1A 相較，繞射光的密度成爲 49 倍，可確認亮度不均業已降低。

【0058】

< 實施例 5 > 變形 5×5 排列

茲考量對基本 5×5 排列施以行置換的變形 5×5 排列。

將前述式 (12) 所示的 5×5 排列的 2 行與 3 行、及 4 行與 5 行實施行置換後，將 2 行與 5 行施以行置換所得的變形 5×5 排列所產生的相位差  $\Delta P$  係成爲如下所示。

【0059】

$$\Delta P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{3}{5}\lambda & \frac{1}{5}\lambda & \frac{4}{5}\lambda & \frac{2}{5}\lambda \\ 0 & \frac{1}{5}\lambda & \frac{2}{5}\lambda & \frac{3}{5}\lambda & \frac{4}{5}\lambda \\ 0 & \frac{4}{5}\lambda & \frac{3}{5}\lambda & \frac{2}{5}\lambda & \frac{1}{5}\lambda \\ 0 & \frac{2}{5}\lambda & \frac{4}{5}\lambda & \frac{1}{5}\lambda & \frac{3}{5}\lambda \end{pmatrix}$$

使用變形 5×5 排列的 40 $\mu\text{m}$ ×40 $\mu\text{m}$  間距的微透鏡陣列

之繞射光模擬結果係顯示於圖 4E。和圖 1A 相較，繞射光的密度成爲 25 倍，和基本 5×5 排列同樣的，可確認亮度不均業已降低。變形 5×5 排列並不限於上述的行置換，相當於施以任意的行置換或列置換的排列，均可獲得同樣的亮度不均降低效果。

### 【0060】

#### < 實施例 6 > 變形 7×7 排列

再考量對基本 7×7 排列施以行置換的變形 7×7 排列。

前述式 (13) 所示的 7×7 排列的 2 行與 5 行、及 4 行與 7 行經行置換後，3 行與 5 行、及 4 行與 6 行施以行置換所得的變形 7×7 排列所產生的相位差  $\Delta P$  係成爲如下所示。

### 【0061】

$$\Delta P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{4}{7}\lambda & \frac{1}{7}\lambda & \frac{5}{7}\lambda & \frac{2}{7}\lambda & \frac{6}{7}\lambda & \frac{3}{7}\lambda \\ 0 & \frac{1}{7}\lambda & \frac{2}{7}\lambda & \frac{3}{7}\lambda & \frac{4}{7}\lambda & \frac{5}{7}\lambda & \frac{6}{7}\lambda \\ 0 & \frac{5}{7}\lambda & \frac{3}{7}\lambda & \frac{1}{7}\lambda & \frac{6}{7}\lambda & \frac{4}{7}\lambda & \frac{2}{7}\lambda \\ 0 & \frac{2}{7}\lambda & \frac{4}{7}\lambda & \frac{6}{7}\lambda & \frac{1}{7}\lambda & \frac{3}{7}\lambda & \frac{5}{7}\lambda \\ 0 & \frac{6}{7}\lambda & \frac{5}{7}\lambda & \frac{4}{7}\lambda & \frac{3}{7}\lambda & \frac{2}{7}\lambda & \frac{1}{7}\lambda \\ 0 & \frac{3}{7}\lambda & \frac{6}{7}\lambda & \frac{2}{7}\lambda & \frac{5}{7}\lambda & \frac{1}{7}\lambda & \frac{4}{7}\lambda \end{pmatrix}$$

使用變形 7×7 排列的 40 $\mu\text{m}$ ×40 $\mu\text{m}$  間距的微透鏡陣列之繞射光模擬結果係顯示於圖 4F。和圖 1A 相較，繞射光的密度成爲 49 倍，和基本 7×7 排列同樣地，可確認亮

度不均業已降低。變形 7×7 排列不限於上述的行置換，相當於施以任意的行置換或列置換的排列，均可獲得同樣的亮度不均降低效果。

**【0062】**

< 實施例 7 > 基本 9×9 排列

式 (4) 中，使用設為  $N = 9$  之基本 9×9 排列的  $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$  間距的微透鏡陣列所產生的相位差  $\Delta P$  係成為如下所示。

**【0063】**

$$\Delta P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{9}\lambda & \frac{2}{9}\lambda & \frac{3}{9}\lambda & \frac{4}{9}\lambda & \frac{5}{9}\lambda & \frac{6}{9}\lambda & \frac{7}{9}\lambda & \frac{8}{9}\lambda \\ 0 & \frac{2}{9}\lambda & \frac{4}{9}\lambda & \frac{6}{9}\lambda & \frac{8}{9}\lambda & \frac{1}{9}\lambda & \frac{3}{9}\lambda & \frac{5}{9}\lambda & \frac{7}{9}\lambda \\ 0 & \frac{3}{9}\lambda & \frac{6}{9}\lambda & 0 & \frac{3}{9}\lambda & \frac{6}{9}\lambda & 0 & \frac{3}{9}\lambda & \frac{6}{9}\lambda \\ 0 & \frac{4}{9}\lambda & \frac{8}{9}\lambda & \frac{3}{9}\lambda & \frac{7}{9}\lambda & \frac{2}{9}\lambda & \frac{6}{9}\lambda & \frac{1}{9}\lambda & \frac{5}{9}\lambda \\ 0 & \frac{5}{9}\lambda & \frac{1}{9}\lambda & \frac{6}{9}\lambda & \frac{2}{9}\lambda & \frac{7}{9}\lambda & \frac{3}{9}\lambda & \frac{8}{9}\lambda & \frac{4}{9}\lambda \\ 0 & \frac{6}{9}\lambda & \frac{3}{9}\lambda & 0 & \frac{6}{9}\lambda & \frac{3}{9}\lambda & 0 & \frac{6}{9}\lambda & \frac{3}{9}\lambda \\ 0 & \frac{7}{9}\lambda & \frac{5}{9}\lambda & \frac{3}{9}\lambda & \frac{1}{9}\lambda & \frac{8}{9}\lambda & \frac{6}{9}\lambda & \frac{4}{9}\lambda & \frac{2}{9}\lambda \\ 0 & \frac{8}{9}\lambda & \frac{7}{9}\lambda & \frac{6}{9}\lambda & \frac{5}{9}\lambda & \frac{4}{9}\lambda & \frac{3}{9}\lambda & \frac{2}{9}\lambda & \frac{1}{9}\lambda \end{pmatrix}$$

此時的繞射光模擬結果係顯示於圖 4G。和圖 1A 相較，繞射光的密度成為 81 倍，可確認亮度不均業已降低。

**【0064】**

< 實施例 8 > 基本 11×11 排列

式(4)中，使用設為  $N = 11$  之基本  $11 \times 11$  排列的  $40 \mu\text{m} \times 40 \mu\text{m}$  間距的微透鏡陣列所產生的相位差  $\Delta P$  係成爲如下所示。

**【0065】**

$$\Delta P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{11}\lambda & \frac{2}{11}\lambda & \frac{3}{11}\lambda & \frac{4}{11}\lambda & \frac{5}{11}\lambda & \frac{6}{11}\lambda & \frac{7}{11}\lambda & \frac{8}{11}\lambda & \frac{9}{11}\lambda & \frac{10}{11}\lambda \\ 0 & \frac{2}{11}\lambda & \frac{4}{11}\lambda & \frac{6}{11}\lambda & \frac{8}{11}\lambda & \frac{10}{11}\lambda & \frac{1}{11}\lambda & \frac{3}{11}\lambda & \frac{5}{11}\lambda & \frac{7}{11}\lambda & \frac{9}{11}\lambda \\ 0 & \frac{3}{11}\lambda & \frac{6}{11}\lambda & \frac{9}{11}\lambda & \frac{1}{11}\lambda & \frac{4}{11}\lambda & \frac{7}{11}\lambda & \frac{10}{11}\lambda & \frac{2}{11}\lambda & \frac{5}{11}\lambda & \frac{8}{11}\lambda \\ 0 & \frac{4}{11}\lambda & \frac{8}{11}\lambda & \frac{1}{11}\lambda & \frac{5}{11}\lambda & \frac{9}{11}\lambda & \frac{2}{11}\lambda & \frac{6}{11}\lambda & \frac{10}{11}\lambda & \frac{3}{11}\lambda & \frac{7}{11}\lambda \\ 0 & \frac{5}{11}\lambda & \frac{10}{11}\lambda & \frac{4}{11}\lambda & \frac{9}{11}\lambda & \frac{3}{11}\lambda & \frac{8}{11}\lambda & \frac{2}{11}\lambda & \frac{7}{11}\lambda & \frac{1}{11}\lambda & \frac{6}{11}\lambda \\ 0 & \frac{6}{11}\lambda & \frac{1}{11}\lambda & \frac{7}{11}\lambda & \frac{2}{11}\lambda & \frac{8}{11}\lambda & \frac{3}{11}\lambda & \frac{9}{11}\lambda & \frac{4}{11}\lambda & \frac{10}{11}\lambda & \frac{5}{11}\lambda \\ 0 & \frac{7}{11}\lambda & \frac{3}{11}\lambda & \frac{10}{11}\lambda & \frac{6}{11}\lambda & \frac{2}{11}\lambda & \frac{9}{11}\lambda & \frac{5}{11}\lambda & \frac{1}{11}\lambda & \frac{8}{11}\lambda & \frac{4}{11}\lambda \\ 0 & \frac{8}{11}\lambda & \frac{5}{11}\lambda & \frac{2}{11}\lambda & \frac{10}{11}\lambda & \frac{7}{11}\lambda & \frac{4}{11}\lambda & \frac{1}{11}\lambda & \frac{9}{11}\lambda & \frac{6}{11}\lambda & \frac{3}{11}\lambda \\ 0 & \frac{9}{11}\lambda & \frac{7}{11}\lambda & \frac{5}{11}\lambda & \frac{3}{11}\lambda & \frac{1}{11}\lambda & \frac{10}{11}\lambda & \frac{8}{11}\lambda & \frac{6}{11}\lambda & \frac{4}{11}\lambda & \frac{2}{11}\lambda \\ 0 & \frac{10}{11}\lambda & \frac{9}{11}\lambda & \frac{8}{11}\lambda & \frac{7}{11}\lambda & \frac{6}{11}\lambda & \frac{5}{11}\lambda & \frac{4}{11}\lambda & \frac{3}{11}\lambda & \frac{2}{11}\lambda & \frac{1}{11}\lambda \end{pmatrix}$$

此時的繞射光模擬結果係顯示於圖 4H。和圖 1A 相較，繞射光的密度成爲 121 倍，可確認亮度不均業已降低。

**【0066】**

< 比較例 1 >  $2 \times 2$  之字形排列

考量專利文獻 3 所示的  $2 \times 2$  排列。該例中，產生光路長度差的構造係以之字形配置的  $2 \times 2$  排列作爲基塊，且認爲光路長度差以設定爲波長的 0.283 倍較合適。意

即， $2 \times 2$  之字形排列所產生的相位差  $\Delta P$  係表示如下。

【0067】

$$\Delta P = \begin{pmatrix} 0 & 0.283\lambda \\ 0.283\lambda & 0 \end{pmatrix}$$

使用該  $2 \times 2$  之字形排列的  $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$  周期的微透鏡陣列的繞射光模擬結果係顯示於圖 5A。和圖 1A 相較，繞射光的密度變大，亮度不均有所降低。但，若和圖 1B 的基本  $3 \times 3$  排列比較，因繞射光的密度甚小，其亮度不均降低效果比本發明還差。

【0068】

< 比較例 2 >  $4 \times 4$  之字形排列

考量專利文獻 3 所示的  $4 \times 4$  排列。該例中，產生光路長度差的構造係以之字形配置的  $4 \times 4$  排列作為基塊光路長度差以設定為波長的 0.377 倍較合適。意即， $2 \times 2$  之字形排列所產生的相位差  $\Delta P$  係表示如下。

【0069】

$$\Delta P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.377\lambda & 0.377\lambda \\ 0 & 0 & 0.377\lambda & 0.377\lambda \\ 0.377\lambda & 0.377\lambda & 0 & 0 \\ 0.377\lambda & 0.377\lambda & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

使用該  $4 \times 4$  之字形排列的  $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$  間距的微透鏡陣列的繞射光模擬結果係顯示於圖 5B。和圖 1A 相較，繞射光的密度變大，亮度不均已降低。但，若和圖 1B 的基本  $3 \times 3$  排列比較，因繞射光的密度較小，其亮度不均降低效果比本發明還差。

【0070】

< 比較例 3 > 2×2 排列(專利文獻 4)

考量專利文獻 4 所示的 2×2 排列。該例中，係以 x 方向的周期相位構造及 y 方向的周期相位構造所生的各個光路長度差之和規定的 2×2 排列作為基塊，且認為光路長度差以設定為波長的 1/4 較合適。意即，該 2×2 排列所產生的相位差  $\Delta P$  係表示如下。

【0071】

$$\Delta P = \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{4}\lambda \\ \frac{1}{4}\lambda & \frac{2}{4}\lambda \end{pmatrix}$$

使用該 2×2 排列的 40 $\mu\text{m}$ ×40 $\mu\text{m}$  間距的微透鏡陣列的繞射光模擬結果係顯示於圖 5C。和圖 1A 相較，繞射光的密度變大，亮度不均已降低。但，和實施例 1 的 2×2 排列相比，所設的相位差的水準增加，且不論透鏡的構成是否需要更複雜，其亮度不均降低效果的程度則與圖 4A 所示的本發明 2×2 基本排列相同。

【0072】

< 比較例 4 > 4×4 排列(專利文獻 4)

考量專利文獻 4 所示的 4×4 排列。該例中，係以藉 x 方向的周期相位構造及 y 方向的周期相位構造所生的各個光路長度差的和所規定的 4×4 排列作為基塊，且認為光路長度差以設定為波長的 1/2 較合適。意即，該 4×4 排列所產生的相位差  $\Delta P$  係表示如下。

【0073】

$$\Delta P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{2}\lambda & \frac{1}{2}\lambda \\ 0 & 0 & \frac{1}{2}\lambda & \frac{1}{2}\lambda \\ \frac{1}{2}\lambda & \frac{1}{2}\lambda & 0 & 0 \\ \frac{1}{2}\lambda & \frac{1}{2}\lambda & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

使用該 4×4 排列的 40μm×40μm 間距的微透鏡陣列的繞射光模擬結果係顯示於圖 5D。和圖 1A 相較，繞射光的密度變大，亮度不均已降低。但，若和圖 1B 的基本 3×3 排列比較，因繞射光的密度較小，其亮度不均降低效果比本發明還差。

**【0074】**

本申請案主張以 2018 年 2 月 22 日申請的日本特願 2018-029694 為基礎的優先權，且將其全部揭露內容納入本文中。

**【符號說明】**

無。

## 申請專利範圍

1. 一種擴散板，在光射入面或光射出面中至少一面形成有由複數個微透鏡構成的微透鏡陣列的透射型或反射型擴散板中，

前述複數個微透鏡的有效徑相同，曲率大致相同，且具有對透射光或反射光產生光路長度差的構造，

前述複數個微透鏡的每一者係藉由以根據前述有效徑的間隔進行配置，而構成 2 維型基本周期構造，

前述複數個微透鏡係構成由具有產生前述光路長度差之構造的  $N \times N$  個 ( $N$  為 3 以上的整數) 透鏡排列組成的基塊，

前述基塊係藉由重複排列而構成 2 維型第 2 周期構造，該 2 維型第 2 周期構造相對於前述基本周期構造內的微透鏡周期帶有  $N$  倍周期，

前述基塊為  $p$  列  $q$  行 ( $p$  及  $q$  為滿足  $1 \leq p, q \leq N$  的整數) 的要素係以下式 (1) 所定義的  $N \times N$  排列  $C$

$$C(p, q) = (p-1)(q-1) \pmod{N} \quad (1)$$

、或對前述排列  $C$  施以任意列置換或行置換的  $N \times N$  排列  $D$ ，

按照前述排列  $C$  或  $D$ ，相對於 1 列 1 行的透鏡位在  $p$  列  $q$  行的透鏡所產生的光路長度差係設定為入射光波長的  $C(p, q)/N$  倍、或  $D(p, q)/N$  倍。

2. 如請求項 1 之擴散板，其中，前述基塊為前述排列  $C$ 。
3. 如請求項 1 或 2 之擴散板，其中，前述複數個微透鏡係

構成由具有產生前述光路長度差之構造的  $N \times N$  個  
( $3 \leq N \leq 11$ ) 的透鏡排列組成的基塊。

# 圖式

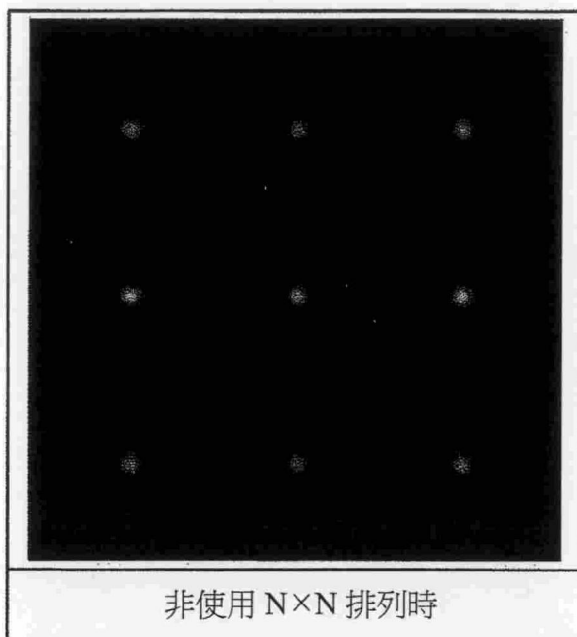


圖1A

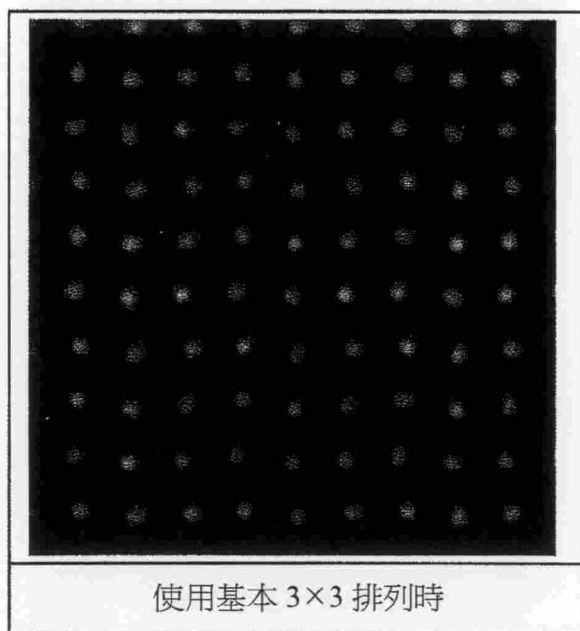


圖1B

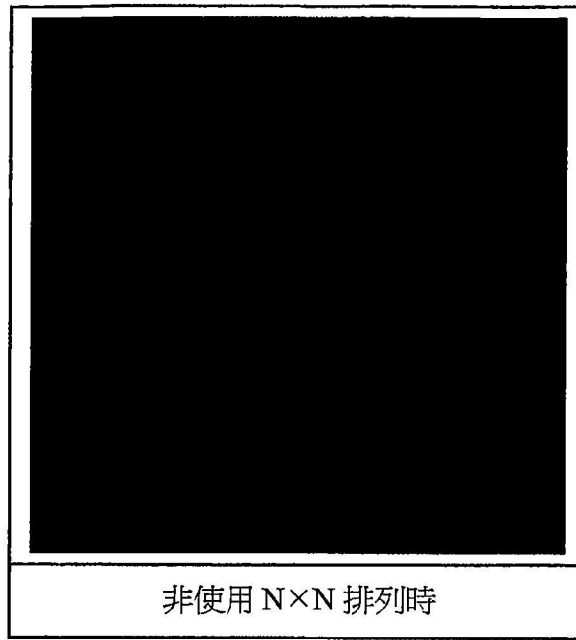


圖2A

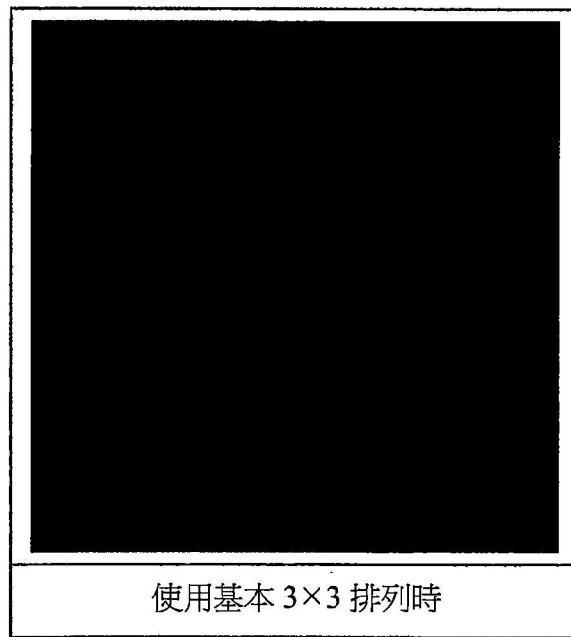


圖2B

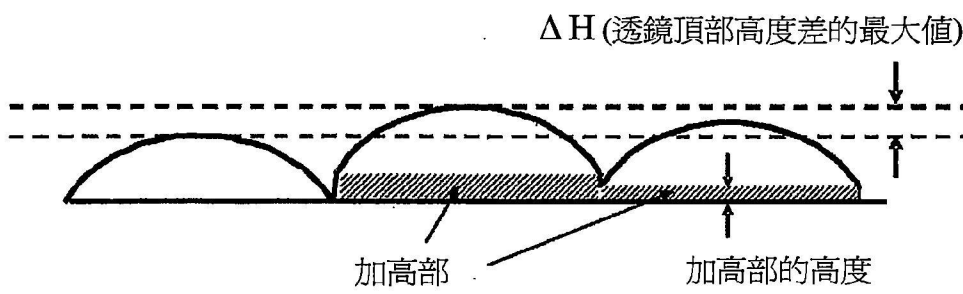


圖3

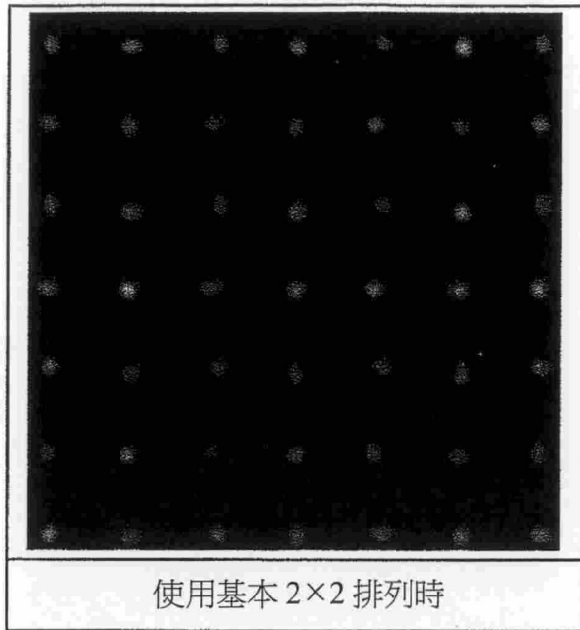


圖4A

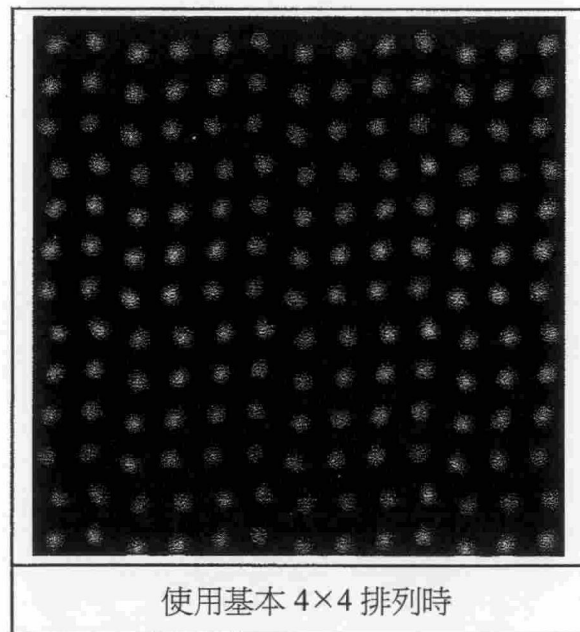


圖4B

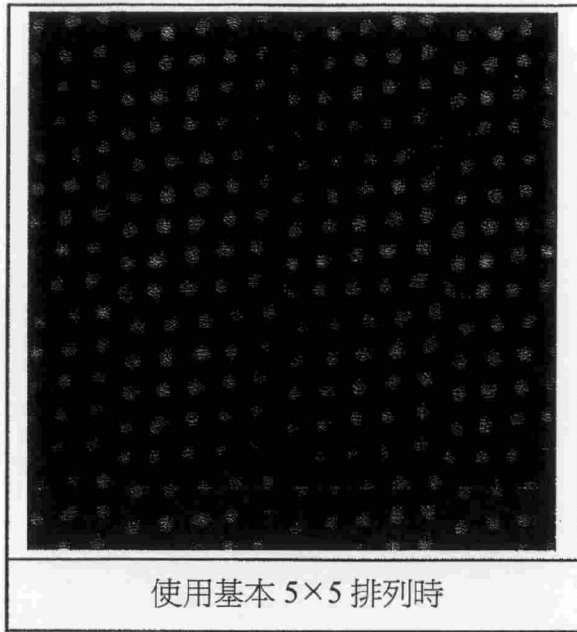


圖4C

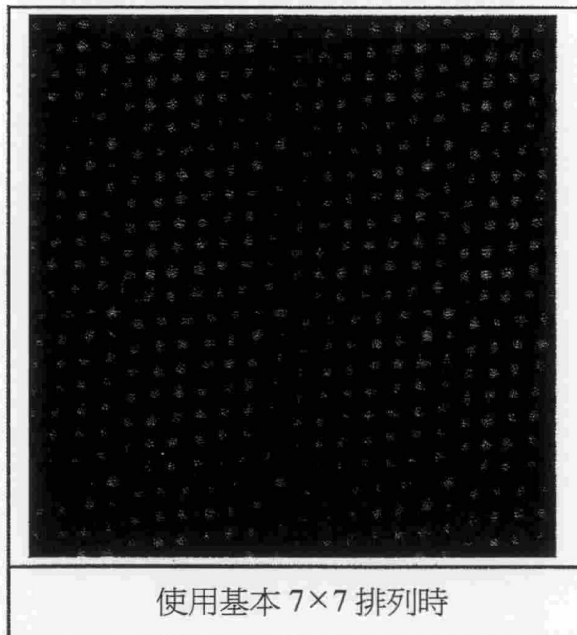


圖4D

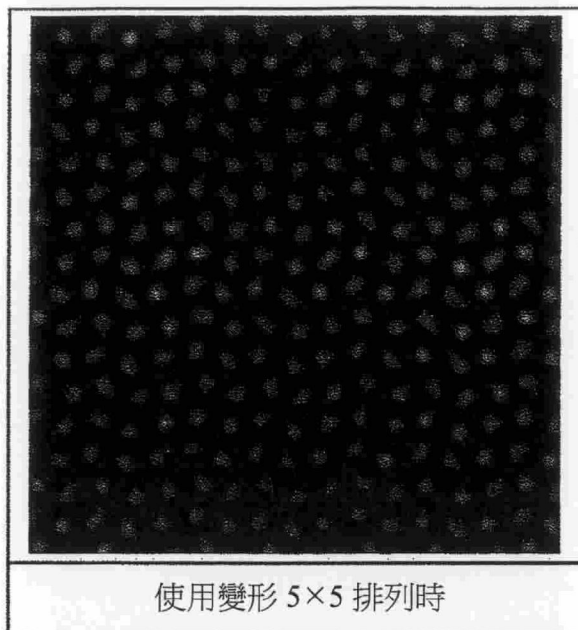


圖4E

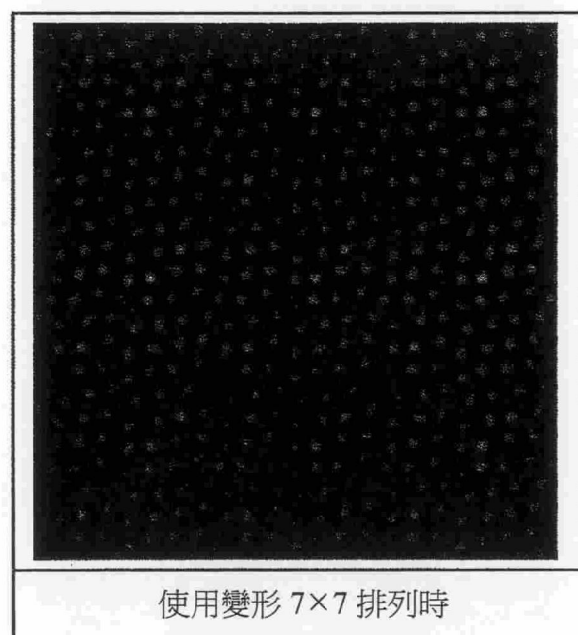


圖4F

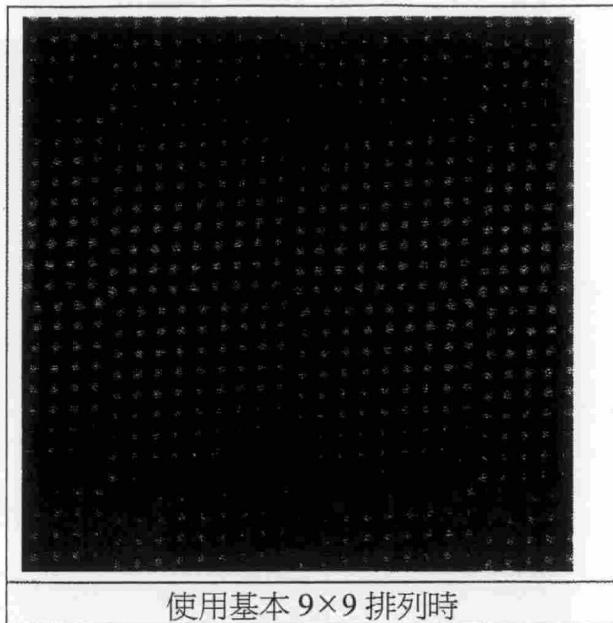


圖4G

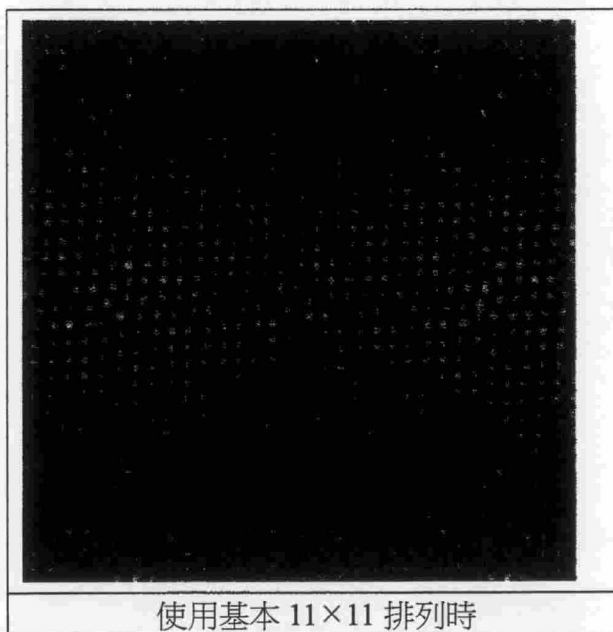


圖4H

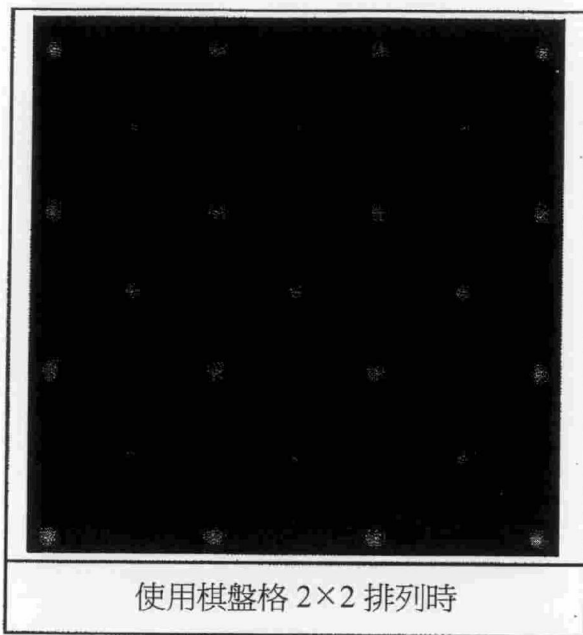


圖5A

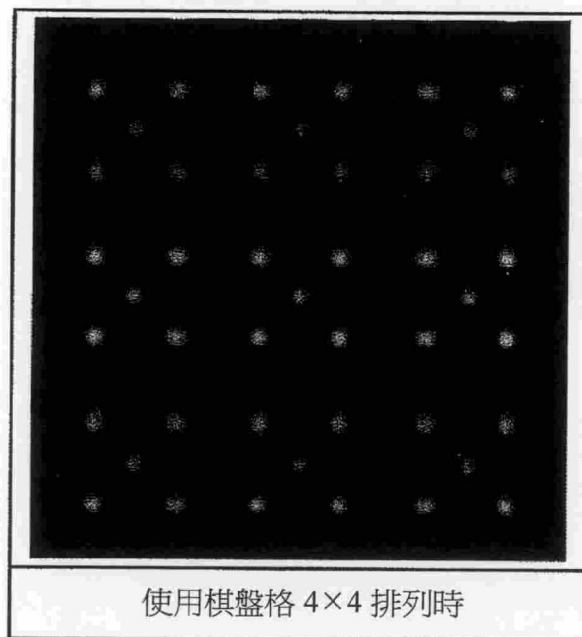


圖5B

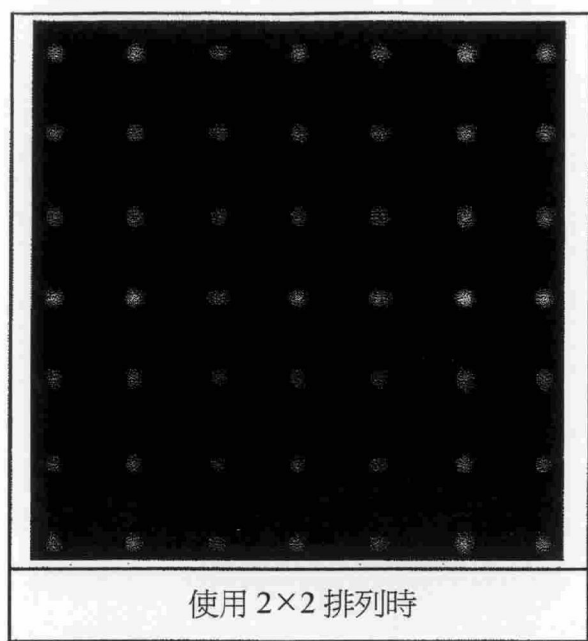


圖5C

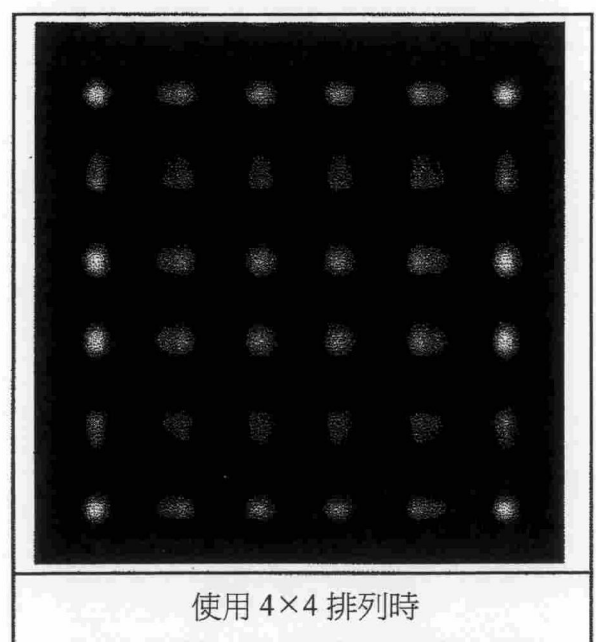


圖5D