201619663

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201619663 A

(43)公開日： 中華民國 105 (2016) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：104132109 (22)申請日： 中華民國 104 (2015) 年 09 月 30 日

(51)Int. Cl.： *G02B27/01 (2006.01)* *G02B27/10 (2006.01)*
G02B3/00 (2006.01)

(30)優先權：2014/09/30 日本 2014-201607

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

(72)發明人：內田厚 UCHIDA, ATSUSHI (JP) ；平井政至 HIRAI, MASASHI (JP) ；唐井賢 KARAI, MASARU (JP)

(74)代理人：丁國隆；黃政誠

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：38 共 82 頁

(54)名稱

擴散板及擴散板之製造方法

DIFFUSION PLATE AND MANUFACTURING METHOD OF DIFFUSION PLATE

(57)摘要

本發明係提供一種可以用簡單的構成改善透過光或反射光的輝度不均，並使設計及製造容易的擴散板及擴散板之製造方法。本發明的擴散板係複數個微透鏡配列於主面而成的擴散板，其特徵為：在複數個微透鏡與主面之間插入有相位差生成部；複數個微透鏡具有 2 種以上的透鏡形狀，以 2 種以上的透鏡形狀的數量比成為特定值的方式，分別決定 2 種以上之透鏡形狀的微透鏡的個數；與配列複數個微透鏡的底面的中心之主面上的各座標對應，分別選擇透鏡形狀的種類；擴散光強度成為大致固定的角度範圍係在所期望的角度範圍的+10%至-10%的範圍內。

指定代表圖：

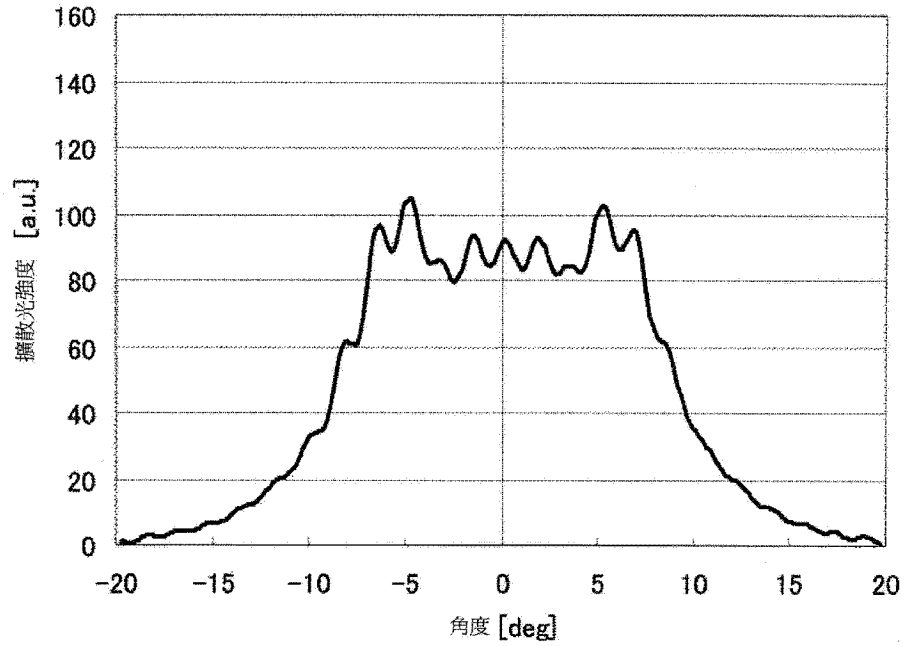


圖 12

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）

擴散板及擴散板之製造方法

DIFFUSION PLATE AND MANUFACTURING METHOD OF DIFFUSION PLATE

【技術領域】

【0001】本發明係有關擴散板及擴散板之製造方法。

【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爲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】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週期性導致的繞射點所產生之輝度不均或顏色不均的方法。

【0006】專利文獻4記載有光學設計方法，其係進行以下的步驟：(a)定義形成於基板表面之微透鏡等微細構造的形狀；(b)指定所選擇之微細構造的配列位置；(c)計算擴散光的強度分布；及(d)重複進行 (a)～(c)的步驟直到獲得所期望的擴散光強度分布爲止。再者，專利文獻4記載有藉由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，用以改善因微細構造的週期性導致的繞射點所產生之輝度不均的方法。

【0007】又，專利文獻5記載有藉由將透鏡形狀的至少一部分不同但開口數相同之經線性調頻(chirped)的各種微透鏡隨機配列，或依透鏡大小的順序依序配列在基準面上，而將放射光均質化之裝置。

先前技術文獻

專利文獻

【0008】

專利文獻1　日本特開2010-145745號公報
專利文獻2　日本特開2012-226300號公報
專利文獻3　日本特表2007-523369號公報
專利文獻4　日本特表2004-505306號公報
專利文獻5　美國專利第07839573號公報

非專利文獻

【0009】

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]

【0010】由於專利文獻 4 及 5 記載的設計方法必須進行重複計算，所以必須計算好幾次直到計算結果收斂於所期望的結果爲止，會有作業負荷大之問題。再者，會有在所設計的微透鏡形狀和所製造的擴散板的微透鏡形狀之間產生誤差，而無法完全地獲得所期望的光學特性之問題。尤其，當藉由使用雷射光束的光微影法形成微透鏡形狀時，若所設計之微透鏡的間距變窄，雷射光束直徑的影響就會相對地變大，所以會有誤差進一步變大之可能性。因此，用以製造接近設計形狀之形狀的擴散板的作業負荷會變大。又，若對複數個微透鏡的曲率及配列位置等複數個參數賦予隨機分布時，在使用擴散板作爲螢幕的情況，會變得容易產生散斑(speckle)，所以會有畫質劣化之問題。

【0011】又，在專利文獻 5 中，將不同形狀之複數種微透鏡隨機地配列或依微透鏡的大小順序配列。在配列有間距或透鏡高度等形狀大幅相異之微透鏡的擴散板中，關於微透鏡間之連接部的形狀，難以精度良好地照設計值製造。

【0012】本發明係有鑑於上述問題而完成者，目的在提供一種能以簡易的構成改善透過光或反射光的輝度不均，並且設計及製造容易進行之擴散板及擴散板之製造方法。

[用以解決課題之手段]

【0013】本發明的擴散板係複數個微透鏡配列於主面而成的擴散板，其特徵爲：

在前述複數個微透鏡與前述主面之間插入有相位差生成部；

前述複數個微透鏡係具有 2 種以上的透鏡形狀，且以前述 2 種以上的透鏡形狀的數量比成爲特定值的方式，分別決定前述 2 種以上之透鏡形狀的微透鏡的個數；

與配列前述複數個微透鏡的底面的中心之前述主面上的各座標對應，分別選擇前述透鏡形狀的種類；

將前述擴散板中之所期望的角度範圍內之擴散光強度的加算平均設爲 1 時，前述所期望的角度範圍內之擴散光強度的相對強度的標準偏差爲 9.00×10^{-2} 以下；

在前述擴散板的某一方向之擴散光強度的角度分布中，當沿著光入射光方向的方向設爲擴散角度 0 度，角度分布測定方向的一方向設爲正，其相反方向設爲負時，將相對於前述所期望的角度範圍之擴散光強度的加算平均成爲 90%的相對強度的擴散角度中，在正側絕對值爲最大的擴散角度和在負側絕對值爲最大的擴散角度之差設爲擴散光強度成爲大致固定的角度範圍時，前述擴散光強度成爲大致固定的角度範圍係在前述所期望之角度範圍的+10%至-10%的範圍內。

【0014】本發明中，由前述相位差生成部所產生之相位差的最大值，較佳爲比所使用之光的波長的 0.2 倍還大。

【0015】本發明中，前述所期望的角度範圍 AngA 宜爲 $0° \leqq AngA \leqq 40$。

【0016】本發明中，較佳爲前述相位差生成部之與前述主面相距的高度，係依據以配列前述複數個微透鏡的座標作爲獨立變數之代數函數、初等函數或其等的合成函數而改變。

【0017】本發明中，前述相位差生成部之與前述主面相距的係隨機地設定。

【0018】本發明中，較佳爲前述微透鏡的種類係依據以配列前述微透鏡的座標作爲獨立變數之代數函數、初等函數或其等的合成函數來選擇。

【0019】本發明中，較佳爲前述微透鏡的種類係針對配列前述微透鏡的座標，隨機地選擇。

【0020】本發明的擴散板之製造方法，係複數個微透鏡配列於主面而成之擴散板的製造方法，其特徵爲具備：

設計複數種微透鏡組的步驟，該等微透鏡組係爲具有可得到接近所期望的角度範圍之擴散光強度的角度分布之 1 種透鏡形狀的前述複數個微透鏡配列於前述主面上，且在前述複數個微透鏡與前述主面之間插入有相位差生成部而成；

將具有與前述複數種微透鏡組之每一者對應之形狀的樣品模具製造前述複數種之步驟；

使用前述樣品模具，將 1 種前述微透鏡組的形狀轉印於樹脂，並將具有 1 種前述微透鏡組的擴散圖案之樣品擴散板製造前述複數種之步驟；

進行前述複數種樣品擴散板之每一者的光學特性的評價之步驟；

依據前述複數種樣品擴散板之每一者的評價結果，設計組合有前述複數種微透鏡組的微透鏡陣列之步驟；

製造具有與前述微透鏡陣列對應的形狀之擴散圖案模具之步驟；及

使用前述擴散圖案模具將前述擴散圖案轉印於樹脂之步驟。

[發明的效果]

【0021】根據本發明，可提供一種能夠以簡單構成改善透過光或反射光的輝度不均，並且設計及製造容易的擴散板及擴散板之製造方法。

【圖式簡單說明】

【0022】

圖 1 爲顯示在第 1 實施形態之擴散板的製造步驟中設計之微透鏡組(凸透鏡)的剖面輪廓的例子之圖。

圖 2 爲顯示在第 1 實施形態之擴散板的製造步驟中設計之微透鏡組(凹透鏡)的剖面輪廓的例子之圖。

圖 3 爲顯示本發明之微透鏡組的剖面輪廓的例子之圖。

圖 4 爲顯示擴散板的凸透鏡的剖面輪廓測定結果的例子之圖(曲率半徑 42μm，間距 13μm，ΔH=1.5μm 的情況)。

圖 5 爲顯示所期望的角度範圍的定義之圖。

圖 6 爲顯示擴散光強度成爲大致固定的角度範圍的定義之圖。

圖 7 爲顯示僅配列有複數個微透鏡 A 之樣品擴散板在 X 軸方向的擴散光強度的角度分布之實測值(比較例 1)之圖。

圖 8 爲顯示僅配列有複數個微透鏡 B 之樣品擴散板在 X 軸方向的擴散光強度的角度分布之實測值(比較例 1)之圖。

圖 9 爲顯示僅配列有複數個微透鏡 C 之樣品擴散板在 X 軸方向的擴散光強度的角度分布之實測值之圖。

圖 10 爲顯示僅配列有複數個微透鏡 D 之樣品擴散板在 X 軸方向的擴散光強度的角度分布之實測值之圖。

圖 11 爲顯示依據僅配列有複數個微透鏡 A、B、C、D 中的 1 種而形成的各擴散板在 X 軸方向的擴散光強度的角度分布之實測值，將 4 種擴散板之擴散光強度的角度分布以 0：1：1：0 的數量比進行加算平均所得之擴散光強度的角度分布的計算值之圖。

圖 12 爲顯示依據僅配列有複數個微透鏡 A、B、C、D 中的 1 種而形成的各擴散板在 X 軸方向的擴散光強度的角度分布之實測值，將 4 種擴散板之擴散光強度的角度分布以 0：1：1：1 的數量比進行加算平均所得之擴散光強度的角度分布的計算值之圖。

圖 13 爲顯示依據僅配列有複數個微透鏡 A、B、C、D 中的 1 種而形成的各擴散板在 X 軸方向的擴散光強度的角度分布之實測值，將 4 種擴散板之擴散光強度的角度分布以 0：1：3：2 的數量比進行加算平均所得之擴散光強度的角度分布的計算值之圖。

圖 14 爲顯示依據僅配列有複數個微透鏡 A、B、C、D 中的 1 種而形成的各擴散板在 X 軸方向的擴散光強度的角度分布之實測值，將 4 種擴散板之擴散光強度的角度分布以 1：0：1：1 的數量比進行加算平均所得之擴散光強度的角度分布的計算值之圖。

圖 15 爲顯示依據僅配列有複數個微透鏡 A、B、C、D 中的 1 種而形成的各擴散板在 X 軸方向的擴散光強度的角度分布之實測值，將 4 種擴散板之擴散光強度的角度分布以 1：1：1：1 的數量比進行加算平均所得之擴散光強度的角度分布的計算值之圖。

圖 16 爲顯示實施例 1 的微透鏡陣列的高度分布之圖。

圖 17 爲顯示實施例 2 的微透鏡陣列的高度分布之圖。

圖 18 爲顯示實施例 3 的微透鏡陣列的高度分布之圖。

圖 19 爲顯示實施例 4 的微透鏡陣列的高度分布之圖。

圖 20 爲顯示比較例 1 的微透鏡陣列的高度分布之圖。

圖 21 爲顯示比較例 2 的微透鏡陣列的高度分布之圖。

圖 22 爲顯示比較例 3 的微透鏡陣列的高度分布之圖。

圖 23 爲顯示實施例 1 的擴散板在 X 軸方向之擴散光強度的角度分布之圖。

圖 24 爲顯示實施例 2 的擴散板在 X 軸方向之擴散光強度的角度分布之圖。

圖 25 爲顯示實施例 3 的擴散板在 X 軸方向之擴散光強度的角度分布之圖。

圖 26 爲顯示實施例 4 的擴散板在 X 軸方向之擴散光強度的角度分布之圖。

圖 27 爲顯示比較例 3 的擴散板在 X 軸方向之擴散光強度的角度分布之圖。

圖 28 爲顯示實施例 1 的擴散板的 He-Ne 雷射擴散影像之圖。

圖 29 爲顯示實施例 2 的擴散板的 He-Ne 雷射擴散影像之圖。

圖 30 爲顯示實施例 3 的擴散板的 He-Ne 雷射擴散影像之圖。

圖 31 爲顯示實施例 4 的擴散板的 He-Ne 雷射擴散影像之圖。

圖 32 爲顯示比較例 1 的擴散板的 He-Ne 雷射擴散影像之圖。

圖 33 爲顯示比較例 2 的擴散板的 He-Ne 雷射擴散影像之圖。

圖 34 爲顯示比較例 3 的擴散板的 He-Ne 雷射擴散影像之圖。

圖 35 爲顯示第 1 實施形態的擴散板之製造方法之流程圖。

圖 36 爲顯示第 1 實施形態的擴散板之製造方法中之微透鏡組的設計方法的流程圖。

圖 37 爲顯示第 1 實施形態的擴散板之製造方法中之樣品模具的製造方法的流程圖。

圖 38 爲顯示第 1 實施形態的擴散板之製造方法中之微透鏡陣列的設計方法之流程圖。

【實施方式】

[用以實施發明的形態]

【0023】以下，參照圖式，說明本發明的實施形態。

[第 1 實施形態]

【0024】本實施形態的擴散板 10 係複數個微透鏡配列於主面而成的擴散板。圖 1 係表示複數個微透鏡 31 配列於基準面 S1 上而成的狀態之剖面圖。圖 1 中，基準面 S1 爲擴散板 10 的基板主面。

【0025】在本實施形態的擴散板 10 中，如圖 1 所示，在複數個微透鏡 31 和基準面 S1(主面)之間插入有提高部 41(相位差生成部)。藉由在複數個微透鏡 31 設置高部彼此相異的提高部 41，而在透過複數個微透鏡 31 的光線產生各微透鏡 31 的相位差。藉由提高部 41 所產生之相位差的最大值，係以大於所使用之光的波長的 0.2 倍較佳。

【0026】圖 1 中，配列有具有同一透鏡形狀的微透鏡 31。然而，在本實施形態的擴散板 10 中，複數個微透鏡 31 具有 2 種以上的透鏡形狀。且，以 2 種以上之透鏡形狀的數量比成爲特定值的方式，定出 2 種以上之透鏡形狀之各自的微透鏡 31 的個數。對應於供複數個微透鏡 31 的底面中心配列之基準面 S1 上的各座標，而分別選擇了形狀的種類。

【0027】當本實施形態的擴散板 10 中之所期望的角度範圍內的擴散光強度的加算平均設爲 1 時，所期望的角度範圍內之擴散光強度的相對強度的標準偏差必須爲 9.00×10^{-2} 以下。此外，所期望的角度範圍 AngA 宜爲 $0° \leqq AngA \leqq 40°$。

【0028】在本實施形態的擴散板 10 中，擴散光強度成爲大致固定的角度範圍 AngB，係以在所期望的角度範圍之+10%至-10%的範圍內較佳。惟，擴散光強度成爲大致固定的角度範圍 AngB 係爲，在擴散板 10 的某一方向的擴散光強度分布中，設沿著光入射光方向的方向爲擴散角度 0 度，設角度分布測定方向的一方向爲正，設其相反方向爲負時，相對於所期望的角度範圍的擴散光強度的加算平均成爲 90%的相對強度的擴散角度中，在正側絕對值成爲最大的擴散角度和在負側絕對值成爲最大的擴散角度之差。

【0029】使用圖 35 的流程圖，說明關於本實施形態之擴散板 10 的製造方法。如圖 35 所示。首先，設計複數種微透鏡組(ST100)，該等微透鏡組係爲，具有可獲得

接近所期望的角度範圍之擴散光強度的角度分布之 1 種透鏡形狀的複數個微透鏡 31 配列於主面上，且在複數個微透鏡 31 與主面之間插入有提高部 41 而形成者。其次，製造複數種具有對應於複數種微透鏡組之每一者的形狀之樣品模具(ST200)。

【0030】接著，使用樣品模具將 1 種微透鏡組的形狀轉印於樹脂，製造複數種具有微透鏡組的擴散圖案之樣品擴散板(ST300)。然後，進行複數種樣品擴散板之每一者的光學特性的評價(ST400)。依據複數種樣品擴散板之每一者的評價結果，設計組合有複數種微透鏡組的微透鏡陣列(ST500)。接著，製造具有對應於微透鏡陣列的形狀之擴散圖案的模具(ST600)。然後，使用擴散圖案模具將擴散圖案轉印於樹脂(ST700)。

【0031】以下，依序說明 ST100 至 ST700 的各步驟。(複數種微透鏡組的設計)

【0032】首先，說明複數種微透鏡組的設計步驟(ST100)。

關於 ST100 的步驟，作業者只要使用電腦來進行即可。亦即，只要使用將基於幾何光學的透鏡設計用程式安裝於具有 CPU、ROM、RAM、輸入手段(鍵盤、滑鼠)及輸出手段(監視器、印表機、資料輸出埠)之一般的電腦而成者即可。

【003-3】參照圖 36，說明複數種微透鏡組的設計步驟之流程。設計微透鏡組時，最先進行的是，進行微透鏡 31 的形狀設計，並準備微透鏡 31 的透鏡資料

(ST110)。要在所期望的角度範圍內實現擴散光強度大致固定時，首先重要的是微透鏡 31 形狀的設計。接著必須考量的是，即便排列有多數個微透鏡 31，也不易發生因繞射・干涉所致之輝度不均。若微透鏡 31 的形狀只有 1 種，當 1 種微透鏡 31 排列有多數個時，會有容易發生因繞射・干涉所致之輝度不均的疑慮。然而，爲了準備複數個微透鏡 31 的形狀，藉由一個一個的模擬(simulation)來實施設計是相當辛苦的。

【0034】本實施形態中，未進行利用模擬的設計，首先，藉由使用幾何光學的光學設計，來設計具有接近所期望的擴散光強度的角度分布之擴散特性的數種微透鏡 31 的透鏡形狀。當然，不妨礙利用模擬進行設計。

【0035】構成微透鏡組的微透鏡 31 亦可選擇凸透鏡或凹透鏡之任一者。圖 1 係表示經設計之凸形狀的複數個微透鏡 31 及提高部 41 的剖面輪廓之例。圖 2 係表示經設計之凹形狀的複數個微透鏡 31 及提高部 41 的剖面輪廓之例。

【0036】微透鏡 31 的高度 h 或深度 d 並無特別限定，惟爲了使在成爲最終製品時難以從人的眼睛看到擴散板 10 的表面凹凸，以設爲 30μm 以下較佳。又，考量到製造時之三維形狀的製作容易度時，微透鏡 31 的高度 h 或深度 d 係以設爲 1μm 以上較佳。

【0037】本實施形態的微透鏡 31 亦可使用球面、非球面、圓柱形(cylindrical)、環形(toroidal)、菲涅耳(fresnel)的任一者。

【0038】微透鏡 31 的底面形狀係以可規則地重複的形狀較佳，例如，只要從三角形、四角形、六角形、其他各種多角形中選擇任一種即可。

【0039】如圖 36 所示，在 ST110 步驟的下一個步驟，將在 ST110 步驟設計所得的微透鏡 31 配列於基準面 S1 上(ST120)。然後，爲了對各個微透鏡 31 賦予相位差，而在複數個微透鏡 31 的每一者與基準面 S1 之間，插入提高部 41(相位差生成部)(ST130)。

【0040】僅配列同一形狀的微透鏡 31，會發生因微透鏡 31 的週期性產生的繞射・干涉所導致的輝度不均。於是，在本實施形態的微透鏡組中，使來自各微透鏡 31 的透過光或反射光的擴散光強度的角度分布相同，使彼此相異之微透鏡 31 間的相位差分布在所設定的範圍內。在此，微透鏡 31 的相位差係將透過或反射微透鏡 31 的光之光路長的差以波長進行規格化來表示。

【0041】欲使相位差改變時，可選擇微透鏡 31 整體的高度、曲率、間距、配列、折射率等各式各樣的要素，而在本實施形態的微透鏡組中，爲了對各微透鏡 31 賦予相位差，在複數個微透鏡 31 的每一者和基準面 S1 之間插入有提高部 41。微透鏡組的特徵在於：使提高部 41 的高度改變，各微透鏡 31 的曲率相同。此結果，由於可使單一微透鏡 31 的光學設計結果反映於整個微透鏡組的光學特性，所以可將設計步驟單純化。

【0042】構成 ST100 步驟的微透鏡組的微透鏡 31 係爲，關於透鏡形狀的基本要素，例如除提高部 41 以外

的透鏡高度 h 或深度 d、透鏡間距、透鏡的曲率半徑、透鏡底面的形狀、透鏡的開口數相同，擴散光強度的角度分布亦相等。其後，將滿足此等要件的微透鏡 31 記載爲單一微透鏡 31。

【0043】在 ST110 步驟中，將單一微透鏡 31 以規則地重複的方式配列於基準面 S1 上。如圖 3 所示，此時，爲了使各微透鏡 31 之每一者的相位改變，在各微透鏡 31 的底面下設置提高部 41。本說明書中的基準面 S1 宜爲與光入射的面平行的面。又，亦可將設計時的基準面 S1 視爲擴散板 10 的主面。

【0044】在微透鏡 31 爲凸透鏡之透過型擴散板的情況，與基準面 S1 相距之微透鏡 31 凸部的最大高度和最小高度之差 $\Delta H[\mu m]$，係以滿足以數學式(1)賦予的關係之方式進行控制。

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

其中，設爲 n：微透鏡 31 的折射率，λ：光的波長[nm]。

【0045】欲產生輝度不均的改善效果時，複數個微透鏡 31 具有之相位差的最大值係以設定爲 0.2 以上較佳。再者，從減弱因相位差所致之干涉的觀點來看，更佳爲將相位差的平均值設定於 0.5 左右。在此，在光源由複數個波長所構成的情況，只要以使用的波長中最長的波長代表並計算相位差即可。

【0046】又，在微透鏡 31 爲凹透鏡的透過型擴散板的情況，與基準面 S1 相距之微透鏡 31 凹部的最大深度

和最小深度之差 ΔD[μm]，係以滿足以數學式(2)賦予的關係進行控制。

$$0.2 \leqq 1000 \times \Delta D \times (n-1)/\lambda \qquad (2)$$

其中，設爲 n：微透鏡 31 的折射率，λ：光的波長[nm]。

【0047】另一方面，在微透鏡 31 爲凸透鏡的反射型擴散板 10 的情況，與基準面 S1 相距之微透鏡 31 凸部的最大高度和最小高度的差 ΔH[μm]，係以滿足以數學式(3)賦予的關係之方式進行控制。

$$0.1 \leqq \Delta H \times 1000/\lambda \qquad (3)$$

其中，設爲 λ：光的波長[nm]。

【0048】欲產生輝度不均的改善效果時，與透過型的情況同樣，相位差係以設定爲 0.2 以上較佳，更佳爲將相位差的平均值設爲 0.5 左右。

【0049】又，在微透鏡 31 爲凹透鏡的反射型擴散板 10 的情況，與基準面 S1 相距之微透鏡 31 凹部的最大深度和最小深度之差 ΔD[μm]，係以滿足以數學式(4)賦予的關係之方式進行控制。

$$0.1 \leqq \Delta D \times 1000/\lambda \qquad (4)$$

其中，設爲 λ：光的波長[nm]。

【0050】在 ST100 步驟中，以某微透鏡組之各微透鏡 31 的提高部 41 的高度分布而言，只要以上述方式設定最大高低差 ΔH 或 ΔD，並在該範圍內將提高部 41 的高度設定爲均勻隨機配列、擬隨機配列、規則配列等任意的分布即可。

【0051】藉由以上說明的方法，可準備具有單一形狀的複數個微透鏡 31 之微透鏡組的設計資料。

【0052】藉由改變定義微透鏡 31 的透鏡形狀之基本要素的一部分並重複執行上述方法，可準備複數種改變擴散光強度的角度分布之微透鏡組的資料。亦可將決定對複數個微透鏡 31 賦予相位差之提高部 41 的高度之條件進行變更，即使不變更，也不會特別產生問題。藉由重複此作業，可準備擴散光強度的角度分布不同之 2 種以上的形狀的微透鏡組。

【0053】爲了變更微透鏡 31 的擴散光強度的角度分布，要變更哪個基本要素並無特別限制，惟考量準備設計資料時的作業負荷時，較佳爲改變微透鏡 31 的曲率或透鏡高度(透鏡深度)。

(樣品模具的製造)

【0054】在 ST200 步驟中，由在 ST100 步驟所作成的設計資料，製作已加工有與微透鏡組對應的形狀之樣品模具。加工方法只要適當地選擇自機械加工、使用遮罩的光微影、無遮罩光微影(maskless photolithography)、蝕刻、雷射剝蝕(laser ablation)等的加工方法即可。本實施形態中，關於利用無遮罩光微影所進行之樣品模具的製造步驟，係參照圖 37 簡單地說明。

【0055】如圖 37 所示，首先，在基板上塗布光阻劑(ST210)。只要例如藉由旋轉塗布等在基板上塗布正型光阻劑即可。經塗布之阻劑膜的膜厚，只要爲形成作爲擴

散圖案之微透鏡組的透鏡高度以上即可。在接下來的曝光步驟之前，較佳爲對經塗布的阻劑膜，事先以 70～110℃實施烘烤處理。

【0056】接著，藉由照射雷射光束對光阻劑進行曝光(ST220)。雷射光束的波長並無特別限制，可因應光阻劑的種類適當地選擇。雷射光束的波長係可選擇例如：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(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。

【0057】在帶有提高部 41 的微透鏡 31 的曝光步驟中，依據微透鏡組的設計資料，一邊將雷射功率調變成由透鏡形狀和阻劑感度決定的值，一邊使雷射掃描於阻劑上。由於在某微透鏡 31 和其鄰接的微透鏡 31 中提高部 41 的高度不同，所以在其等的交界使雷射功率階段地改變。使用於雷射曝光的雷射係以物鏡聚光且使焦點聚焦於阻劑。由於雷射光點一般是具有有限的直徑的高斯分布，所以即便使雷射功率階段地改變，曝光於阻劑的光量分布也不會變成階段狀，在微透鏡 31 交界部也會成爲具有一定傾斜的曝光量分布，此部分的形狀會偏離設計形狀。在焦點位置之雷射光束點大小 φ 一般是以 $\varphi=k\times\lambda/NA$(k：比例常數，λ：波長，NA：透鏡開口數)表示。

【0058】欲使某微透鏡 31 和與其鄰接之微透鏡 31 的提高部 41 的高度差變大，只要加大鄰接的微透鏡 31 間之雷射功率的差即可。然而，一旦雷射功率的差過大時，接近鄰接的透鏡交界的部分之透鏡形狀偏離藉由光學設計所設定的形狀之區域便會增加。因此，擴散光強度的角度分布與其他微透鏡 31 相同的微透鏡 31 的比率會降低。因此，爲了獲得與光學設計盡量相同之擴散光強度的角度分布，較佳爲鄰接之微透鏡 31 間的提高部 41 的高度差收在固定範圍內。

【0059】本實施形態中，當各微透鏡 31 的高度固定時，各微透鏡 31 之凸部的頂點的高度的最大高低差 ΔH 係與提高部 41 的高度的最大高低差一致。在將以前述波長規格化的相位差設爲 1，提高部 41 的高度設爲均勻的隨機分布的情況下，各微透鏡 31 間的相位差的平均爲 0.5。藉此，微透鏡組變成平均具有 1/2 波長的相位差，從可更有效地抑制干涉或繞射的影響之觀點來看，是更佳的。

【0060】接著，將曝光後的光阻劑顯影(ST230)。光阻劑的顯影只要採用例如塗布顯影液或浸漬於顯影液等的方法即可。作爲顯影液，係可使用例如氫氧化四甲銨(tetramethylammonium hydroxide；TMAH)等的鹼性(alkaline)顯影液，惟應依光阻劑的種類來決定，不應侷限於鹼性顯影液。在將正型阻劑顯影之情況，係依據曝光量去除光阻劑，而在光阻劑形成凹凸圖案。

【0061】藉由電鑄製作鎳模具(ST240)。亦即，對於具有凹凸圖案的光阻劑表面，藉由電鑄(電解鍍敷)使鎳成長成板狀。電鑄後，藉由將鎳板自光阻劑原版剝離，而獲得反轉轉印有光阻劑上的凹凸圖案之鎳模具(壓模)。

(樣品擴散板的製造)

【0062】如圖 35 所示，接著 ST200 步驟，將在 ST200 步驟所獲得之模具的表面凹凸圖案轉印於樹脂基材，而製造具有一種微透鏡組的擴散圖案之樣品擴散板(ST300)。關於成形法，係可適當地採用滾壓(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。

【0063】雖依據作爲最終製品之擴散板 10 的用途而異，惟以樹脂基材而言，可使用具有電離輻射的透過性及可撓性之樹脂片。樹脂基材的厚度並未限定，亦可爲 50～500μm 左右的薄型。

【0064】作爲製造透過型擴散板時的樹脂基材的材料，舉例可列舉：聚對苯二甲酸乙二酯、聚萘二甲酸乙二酯等的聚酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯酸甲酯(polymethyl acrylate)、聚丙烯酸乙酯等的甲基丙烯酸或丙烯酸酯的共聚物(所謂的丙烯酸樹脂)、聚碳酸酯、三乙酸纖維素、聚苯乙烯、聚丙烯、或者適當地混合有在分子中具有聚合性不飽和鍵或環氧基的預聚合物、寡聚物或單體而成的組成物。

【0065】作爲預聚合物或寡聚物，可列舉：不飽和二羧酸與多元醇的縮合物等的不飽和聚酯類、環氧樹脂、聚酯甲基丙烯酸酯(polyester methacrylate)、聚醚甲基丙烯酸酯(polyether methacrylate)等的甲基丙烯酸類、聚酯丙烯酸酯、環氧丙烯酸酯、胺基甲酸酯丙烯酸酯(urethane acrylate)、聚醚丙烯酸酯(polyether acrylate)、多元醇丙烯酸酯(polyol acrylate)、或三聚氰胺丙烯酸酯(melamine acrylate)等，作爲例子。

【0066】熱壓成形的情況，是藉由使用前述壓模將丙烯酸片(acrylic sheet)一邊加熱一邊加壓，而將凸透鏡形狀的微細圖案轉印於丙烯酸片。其結果，可製造由凹透鏡形成的微透鏡組構件。若採用在雙面配置有壓模的雙面成形，亦可成形在雙面形成有微透鏡組的構件。使用於成形的樹脂不限於丙烯酸，只要依據成形條件來選定可使用於擴散板 10 的樹脂即可。

【0067】圖 4 是將本實施形態之鎳壓模的微透鏡組的一部分的微透鏡 31 的剖面輪廓(profile)以雷射顯微鏡進行量測的結果之圖。圖 4 中，以點線表示透鏡形狀的設計值，以實線表示實測值。在圖 4 中的一部分微透鏡 31 中，藉由影線(hatching)表示提高部 41 的設計值。在此例中，微透鏡 31 的透鏡部爲曲率半徑 42μm 的球面透鏡，透鏡間距爲 13μm，微透鏡 31 之凸部的頂點的最大高低差爲 ΔH=1.5μm。

【0068】在圖 4 之微透鏡組的各微透鏡 31 中，與光學設計形狀不一致之透鏡部的比率的最大值爲剖面輪廓

的約 30%，可知在設計與實際的製造物之間有誤差。尤其，一旦微透鏡 31 的間距變窄，雷射光束直徑的影響會相對地變大，所以爲了製造如設計形狀的擴散板 10，會有重複進行從設計至試作的循環(loop)之可能性，有作業負荷容易變大的傾向。

(樣品擴散板的評價)

【0069】如圖 35 所示，在 ST300 步驟的下一個步驟，進行在 ST300 步驟所製得之複數種樣品擴散板之每一者的光學特性的評價(ST400)。擴散板的光學特性、尤其是擴散光強度的角度分布的評價係以下述的方法進行。不僅是樣品擴散板的評價，最終製造的擴散板 10 亦可同樣地進行評價。

【0070】使將 He-Ne 雷射光源準直(collimate)而獲得的平行光射入所製得的擴散板，將自擴散板射出的射出光朝向螢幕的擴散影像設爲 He-Ne 雷射擴散影像。擴散板之擴散光強度的角度分布是由 He-Ne 雷射擴散影像所獲得。作爲一例，只要拍攝 He-Ne 雷射擴散影像的照片，讀取照片上的擴散光強度即可。又，亦可利用以鹵素燈的白色光作爲光源的輝度計和測角平台 (gonio stage)，量測擴散板的擴散光強度的角度分布特性。在擴散板是利用由單一種微透鏡 31 所構成的微透鏡組形成的樣品擴散板的情況，可觀察到不少因繞射・干涉產生的強度不均(輝度變動)。

【0071】根據本發明的發明人等的實驗結果得知，若微透鏡 31 的透鏡面的形狀相同，即使改變利用提高部

41賦予相位差的方式，產生此強度不均之山與谷的角度位置也幾乎不會變化。另一方面，上述之山與谷的角度位置係可藉由改變微透鏡 31 的形狀例如曲率或高度等來使其改變。本實施形態中，準備了複數個改變定義微透鏡 31 的形狀之基本要素的一部分之微透鏡組的結果，可準備複數個擴散光強度的角度分布之山和谷的位置不同的樣品擴散板。

【0072】此外，關於微透鏡組或擴散板中的由 He-Ne 雷射擴散影像所獲得之擴散光強度的角度分布，係如圖 5 所示，將與入射光相同的光軸方向設爲擴散角度 0 度，角度分布測定方向的一方向設爲正，其相反方向設爲負。將設計者考量希望在擴散板中將擴散光強度保持大致固定的以光軸爲中心的角度範圍設爲所期望的角度範圍。在擴散板中之所期望的角度範圍是正側與負側夾著光軸成爲對稱的形狀之情況，若將正側的最大值與負側的最小值的絕對值設爲｜AngA/2｜時，則定義爲 AngA。AngA 的值，係依據擴散板的使用用途、目的，按各擴散板來設定。本實施形態的擴散板 10 中之 AngA 的範圍係爲 $0° \leqq AngA \leqq 40°$。在設計者考量之所期望的角度範圍不明確的情況，將某角度範圍內的擴散光強度的加算平均設爲 1 時，前述某角度範圍內之擴散光強度的相對強度的標準偏差設爲 9.00×10^{-2} 以下之最大角度範圍設爲所期望的角度範圍。

【0073】所期望的角度範圍(AngA)之光強度的加算平均 L_{ave}，係以下述的數學式(5)定義。此處，關於與 L_i：

第 i 角度對應的擴散光強度，假設 i=1 時，會成爲 L_1：所期望的角度範圍(AngA)中的負的最大值(=-AngA/2)，i=n 時，則成爲 L_n：所期望的角度範圍(AngA)中的正的最大值(=+AngA/2)。

【0074】

$$L_{ave}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{i=n}L_i \qquad (5)$$

【0075】相對於所期望的角度範圍(AngA)的光強度的加算平均 L_{ave}之 90%的相對強度 L_{ave}'，係以下述數學式(6)定義。

$$L_{ave}'=0.9\times L_{ave} \qquad (6)$$

【0076】如圖 6 所示，擴散板 10 中的擴散光強度成爲大致固定的角度範圍(AngB)係爲，在相對於所期望的角度範圍(AngA)之擴散光強度的加算平均 L_{ave}成爲 90%的相對強度 L_{ave}'的擴散角度中，在正側絕對值成爲最大的擴散角度和在負側絕對值成爲最大的擴散角度之差。(設計組合有所選擇之樣品擴散板的微透鏡組之微透鏡陣列的步驟)

【0077】如圖 35 所示，在 ST400 步驟的下一個步驟，依據複數種樣品擴散板之各個的評價結果，設計組合有複數種微透鏡組的微透鏡陣列(ST500)。在 ST500 步驟中，爲了改善擴散板 10 之擴散光強度的角度分布，而設計將構成上述複數種微透鏡組的微透鏡 31 組合複數種而成的微透鏡陣列。參照圖 38，詳細說明關於 ST500 步驟。

【0078】如圖 38 所示，首先，由複數種微透鏡組選擇使用於微透鏡陣列之微透鏡 31 的形狀種類(ST510)。在此，比較 ST400 步驟中之複數種樣品擴散板的評價結果，選擇將 2 種以上的樣品擴散板之擴散光強度的角度分布加算平均時的強度不均，比單獨的樣品擴散板之擴散光強度的角度分布的強度不均更加改善的組合。將所選擇之樣品擴散板的微透鏡 31 形狀使用於微透鏡陣列的設計。此時，依據各個樣品擴散板之擴散光強度的角度分布的評價結果，選擇所期望的角度範圍(AngA)中之擴散光強度的山與谷的位置相抵消之組合。

【0079】此處，將擴散板之擴散光強度的角度分布的強度不均、即本實施形態中的輝度不均以下述方式定量地定義。

【0080】就具有某一種微透鏡組的擴散板之擴散光強度的角度分布來考量。當所期望的角度範圍(AngA)之擴散光強度的加算平均(L_{ave})設爲 1 時，輝度不均係定義爲所期望的角度範圍內之擴散光強度的相對強度的標準偏差。亦即，輝度不均(L_{STD})係以下述的數學式(7)定義。此處，設爲 L_i/L_{ave}：擴散光強度的相對強度。

【0081】

$$L_{STD}=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{i=n}\left(1-\frac{L_i}{L_{ave}}\right)^2} \qquad (7)$$

【0082】在組合有 2 種以上的透鏡形狀的微透鏡 31 之微透鏡陣列的設計中，由於所有的微透鏡 31 的間距及

底面形狀相同比較可以簡單地設計，故較理想。於此情況，在定義微透鏡 31 形狀的基本要素中，組合曲率或透鏡的高度 h(凹透鏡的情況爲深度 d)不同的微透鏡 31 是較理想的。

【0083】如圖 38 所示，在 ST510 步驟的下一個步驟，將在 ST510 步驟所選擇之 2 種以上的透鏡形狀的微透鏡 31 配列於基準面 S1(ST520)。將所選擇之 2 種以上的透鏡形狀的微透鏡 31 配列於平面(基準面 S1)內時的配列方法，亦可隨機地選擇微透鏡 31 的透鏡形狀來配列，對於配置的位置，亦可依據一定的規則選擇微透鏡 31 的種類來配列。

【0084】對於配置微透鏡 31 的位置，較佳爲依據一定的規則選擇微透鏡 31 的種類，並將所選擇的微透鏡 31 分別配列在基準面 S1 上的預定位置。於此情況，例如，能夠將配列的微透鏡 31 的底面的中心座標(x,y)作爲代表點，依據代數函數、初等函數或作爲其等的合成函數之函數 $U_{x,y}$ 的值，從複數種微透鏡中選擇一種微透鏡 31。

【0085】此處，代數函數是指有理函數及無理函數。初等函數是指，可藉由以複數作爲變數的多項式函數、指數函數或對數函數主值的四則演算及合成來表示之函數。三角函數或雙曲線函數、以及兩者的反函數主值皆包含於初等函數。又，該等的合成函數是指，在包含於代數函數及初等函數的函數中，將至少兩個函數藉由四則演算加以組合而得的函數。又，在進行微透鏡 31 的選

擇及配列之際，亦可使用在 x 方向及 y 方向各不相同的函數 U_x 及 U_y，選擇微透鏡 31，來取代以合成了 x 座標及 y 座標的值作爲獨立變數的函數 $U_{x,y}$。

【0086】例如，選擇三種(A1、A2、A3)擴散光強度的角度分布分別相異的微透鏡 31 來製作微透鏡陣列時，使用下述數學式(8)的函數 $U_{x,y}$，在 $U_{x,y}$ 的值成爲-1～-0.33 的座標(x,y)中選擇微透鏡 A1 來配列，在 $U_{x,y}$ 的值成爲-0.33～0.33 的座標(x,y)中選擇微透鏡 A2 來配列，在 $U_{x,y}$ 的值成爲 0.33～1.00 的座標(x,y)中選擇微透鏡 A3 來配列。此處，在下述的數學式(8)中，p1、p2、p3、Xb1、Yb1 分別爲常數，(x,y)是微透鏡底面的中心座標。

【0087】

$$U_{x,y}=\cos\left(p1\sqrt{p2\times(x-Xb1)^2+p3(y-Yb1)^2}\right) \quad (8)$$

【0088】如圖 38 所示，在 ST520 步驟的下一個步驟，於在 ST520 步驟所配置的 2 種以上的微透鏡 31 和基準面 S1 之間插入提高部 41(ST530)。各微透鏡 31 中之提高部 41 的高度 $H_{x,y}$ 或深度 $D_{x,y}$，係在預定之最大高低差 ΔH 或 ΔD 的範圍內，隨機或規則地變化。藉此，可對複數個微透鏡 31 賦予相位差。例如，在使複數個微透鏡 31 的相位差規則地變化之情況，依據以配列微透鏡 31 的座標作爲獨立變數的代數函數、初等函數或其等的的合成函數，使提高部 41 的高度 $H_{x,y}$ 或深度 $D_{x,y}$ 改變。藉此，可簡單地抑制因繞射・干涉而產生之所謂的繞射點的輝度不均。

【0089】具體而言，首先，只要在基準面 S1 設定由 x 軸和 y 軸所構成的座標(x,y)，並使電腦計算對於(x,y)的 $H_{x,y}$ 或 $D_{x,y}$ 即可。就決定各微透鏡 31 之提高部 41 的高度 $H_{x,y}$ 或深度 $D_{x,y}$ 之函數而言，只要適當地選擇自代數函數、初等函數或其等的合成函數即可。此時，亦可在 x 方向及 y 方向各相異的函數選擇 H_x、H_y、D_x、D_y，亦可選擇以合成了 x 座標及 y 座標的值作爲獨立變數之函數 $H_{x,y}$、$D_{x,y}$。

【0090】例如，藉由以微透鏡 31 底面的中心座標(x,y)作爲代表點，以下述的數學式(9)或數學式(10)定義微透鏡 31 的 $H_{x,y}$ 或 $D_{x,y}$，可決定在各座標的 $H_{x,y}$ 及 $D_{x,y}$(參照圖 1 及圖 2)。在此，設 a1、a2、b1、b2、c1、c2、Xa1、Ya1、Xa2、Ya2 爲常數，設(x,y)爲微透鏡 31 的底面的中心座標。

【0091】

$$H_{x,y}(D_{x,y}) = a1 \times \sin\left(b1\sqrt{(x-Xa1)^2+(y-Ya1)^2}+c\right)+d \quad (9)$$

【0092】

$$H_{x,y}(D_{x,y}) = a1 \times \sin\left(b1\sqrt{(x-Xa1)^2+(y-Ya1)^2}+c\right) + a2 \times \sin\left(b2\sqrt{(x-Xa2)^2+(y-Ya2)^2}+c2\right) + d \quad (10)$$

【0093】又，爲了使最大高低差 ΔH 或 ΔD 改變，不僅插入提高部 41，亦可使用厚度可依據函數 $H_{x,y}$ 或 $D_{x,y}$ 改變的基板來取代平板狀的基板，亦可將厚度可變的基板與提高部 41 組合來使用。

【0094】確認以上述方式設計之由本實施形態之 2 種以上的形狀的微透鏡 31 的組合所構成的微透鏡陣列，是否以滿足至少以下的(A)～(C)的條件之方式設計。

【0095】(A)由 2 種以上的透鏡形狀的微透鏡 31 的組合所構成之微透鏡陣列的輝度不均(L_{STD})，係小於以由 1 種微透鏡組所構成的各樣品擴散板實際測量所得的輝度不均(L_{STD})。

【0096】(B)由 2 種以上的透鏡形狀的微透鏡 31 的組合所構成之微透鏡陣列的輝度不均(L_{STD})爲 9.00×10^{-2} 以下。

【0097】(C)由 2 種以上的形狀的微透鏡 31 的組合所構成之微透鏡陣列中的擴散光強度成爲大致固定的角度範圍(AngB)，係滿足下述的數學式(11)。

$$0.9\times AngA(度)\leqq AngB(度)\leqq 1.1\times AngA(度) \qquad (11)$$

【0098】條件(A)係表示藉由組合 2 種以上的透鏡形狀的微透鏡 31 來改善輝度不均。條件(B)爲本實施形態之擴散板 10 中的輝度不均的目標值，由 2 種以上的形狀的微透鏡 31 的組合所構成之微透鏡陣列的輝度不均 L_{STD} 較佳爲 9.00×10^{-2} 以下，更佳爲 7.00×10^{-2} 以下。

【0099】又，本實施形態中，是以在所期望的角度範圍獲得輝度不均少的擴散板 10 爲目的。因此，一旦擴散光強度成爲大致固定的角度範圍(AngB)大幅偏離所期望的角度範圍(AngA)時，作爲製品，是較不理想的。因此，在本實施形態中，以滿足條件(C)爲基準。在上述的條件(A)～(C)中，若沒有滿足至少 1 個以上的條件，就重新設計，若滿足全部的條件，就移到下一個步驟。

【0100】如圖 35 所示，在 ST500 步驟的下一個步驟，製作具有與微透鏡陣列對應的形狀之擴散圖案模具

(ST600)。藉由與上述的樣品模具製造步驟(ST200)同樣的無遮罩光微影，製造與由在 ST500 步驟所設計之 2 種以上的形狀之微透鏡 31 的組合所構成的微透鏡陣列對應之形狀的擴散圖案模具。

【0101】其次，使用在 ST600 步驟所製得的擴散圖案模具，將擴散圖案轉印於樹脂(ST700)。藉此，可製造在設計時已確認之期望的角度範圍內，擴散光強度大致固定之擴散板 10。

【0102】欲獲得凸透鏡的微透鏡陣列構件，只要以在電鑄步驟獲得之凸透鏡形狀的壓模作爲模子進行複製電鑄，來製作形成有凹透鏡的微透鏡陣列形狀之壓模，並使用此壓模將樹脂熱壓成形即可。在無遮罩微影的曝光步驟中，亦可使用因應凸透鏡之曝光功率的調變來將阻劑曝光之方法，惟在電鑄步驟中將壓模進行複製電鑄之上述方法比較簡便。

【0103】製造反射型擴散板時，只要例如在形成有微透鏡陣列之樹脂構件的表面真空蒸鍍鋁反射膜即可。藉此，可使入射光在鋁面反射。又，亦可作成微透鏡陣列僅形成於基板的單面，在微透鏡陣列面形成有鋁反射膜之構成。於此情況，使光自基板的平面側射入，且使光在微透鏡陣列面的鋁反射膜反射。

【0104】另一方面，亦可爲不在微透鏡陣列面形成有鋁反射膜，而是在平面側形成有鋁反射膜之構成。使光從未形成反射膜的微透鏡陣列面射入且使光在形成有反射膜的平面側反射之構成，亦可被利用作爲擴散板。

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)，且背面側是設成反射率大約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，如有必要，爲了保護鋁反射膜，亦可塗布保護層。

實施例

(使用樣品擴散板的預備實驗)

【0105】以下，描述設將所期望的角度範圍(AngA)設爲14度之本實施形態的透過型擴散板10的實施例。首先，依據上述步驟，製得4種樣品擴散板。4種樣品擴散板的微透鏡組，係分別由具有x方向及y方向的曲率半徑不同的環形透鏡的形狀之單一微透鏡31所構成。關於4種樣品擴散板的複數個微透鏡31的全部，設x方向的間距爲Px=22μm，設y方向的間距爲Py=22μm，設微透鏡31的底面爲正方形。

【0106】使用形狀相異的微透鏡A、B、C、D，作爲微透鏡31。曲率半徑設爲，在微透鏡A中Rx=39μm、Ry=41μm，在微透鏡B中Rx=42μm、Ry=44μm，在微透鏡C中Rx=35μm、Ry=37μm，在微透鏡D中Rx=32μm、Ry=34μm。在此，Rx爲x方向的曲率半徑，Ry爲y方向的曲率半徑。關於提高部41的高度，假設構件折射率n=1.5，使用波長λ=750nm時，係以藉由複數個微透鏡的最大高低差ΔH產生的光路差爲1波長的方式，由1000×ΔH×(n-1)÷λ=1，獲得ΔH=1.5μm。

【0107】由於微透鏡A、B、C、D的形狀分別相異，所以將微透鏡A、B、C、D中的一個微透鏡配列於主面上而成之樣品擴散板的擴散光強度的角度分布係分別相異。圖7～圖10係分別表示只有微透鏡A、B、C、D中的一種配列於主面上而成之4種不同的樣品擴散板在X軸方向上之擴散光強度的角度分布的實測值。圖7～圖10中之各微透鏡的數量比爲，在圖7中A：B：C：D=1：0：0：0，在圖8中A：B：C：D=0：1：0：0，在圖9中A：B：C：D=0：0：1：0，在圖10中A：B：C：D=0：0：0：1。

【0108】亦即，圖7表示具有微透鏡A的微透鏡組之樣品擴散板之擴散光強度的角度分布的實測值，圖8表示具有微透鏡B的微透鏡組之樣品擴散板之擴散光強度的角度分布的實測值，圖9表示具有微透鏡C的微透鏡組之樣品擴散板之擴散光強度的角度分布的實測值，圖10表示具有微透鏡D的微透鏡組之樣品擴散板之擴散光強度的角度分布的實測值。

【0109】此外，各樣品擴散板在X軸方向之擴散光強度的角度分布，係由針對各樣品擴散板分別進行拍攝所得之He-Ne雷射擴散影像照片求得。在由He-Ne雷射擴散影像照片上的y=0.5度至y=-0.5度的範圍中，算出擴散角x(度)的擴散光強度。關於擴散角x，一邊使x每次改變0.1度，一邊算出擴散光強度。

【0110】亦即，將x=0.1×n'度(n'：任意的整數)中的y=-0.5、-0.4、-0.3、-0.2、-0.1、0、0.1、0.2、0.3、0.4、

0.5 度之 11 點的擴散光強度值的加算平均值設爲 x=0.1×n'度中的擴散光強度。在 x=-20 度～20 度的範圍內算出擴散光強度，作成 X 軸方向之擴散光強度的角度分布。本發明中之擴散光強度的角度分布的輪廓的算出方法不受限於上述方法。

【0111】藉由將以上述方式得到之 4 種樣品擴散板之擴散光強度的角度分布以微透鏡 A～D 的數量比進行加算平均，而得到圖 11～圖 15。圖 11～圖 15 中之微透鏡 A～D 的數量比爲，在圖 11 中 A：B：C：D=0：1：1：0，在圖 12 中 A：B：C：D=0：1：1：1，在圖 13 中 A：B：C：D=0：1：3：2，在圖 14 中 A：B：C：D=1：0：1：1，在圖 15 中 A：B：C：D=1：1：1：1。

【0112】又，表 1 係表示使微透鏡 A、B、C、D 的個數的比改變時之輝度不均 L_{STD}、和擴散光強度成爲大致固定的角度範圍(AngB)、和所對應之擴散光強度的角度分布圖。

【0113】表 1

使用微透鏡 A:B:C:D	輝度不均(L_{STD}) [a.u]	擴散光強度爲大致固定 的角度範圍 （AngB）[度]	對應的圖
1:0:0:0	13.3×10^{-2}	13.7	圖 7
0:1:0:0	14.6×10^{-2}	11.7	圖 8
0:0:1:0	14.8×10^{-2}	14.8	圖 9
0:0:0:1	19.7×10^{-2}	17.7	圖 10
0:1:1:0	8.17×10^{-2}	14.1	圖 11
0:1:1:1	6.81×10^{-2}	14.3	圖 12
0:1:3:2	10.3×10^{-2}	14.7	圖 13
1:0:1:1	8.97×10^{-2}	14.5	圖 14
1:1:1:1	7.12×10^{-2}	14.5	圖 14

【0114】得知比起僅由微透鏡 A、B、C、D 中的 1 種形狀所構成的各樣品擴散板之擴散光強度的角度分布(圖 7～圖 10)，將 2 種以上的微透鏡以特定的數量比選擇並進行加算平均所得之擴散光強度的角度分布(圖 11～圖 15)，因繞射・干涉所導致的強度不均(輝度不均)比較小(表 1 中的 L_{STD})。

【0115】又，如表 1 所示，與圖 11～圖 15 對應之擴散板的擴散光強度成爲大致固定的角度範圍(AngB)，係滿足 12.6°≦AngB≦15.4°的範圍。在此，當所期望的角度範圍(AngA)爲 14°時，AngA 的+10%的角度爲 15.4°，AngA 的-10%的角度爲 12.6°。與僅由 1 種形狀的微透鏡所構成之樣品擴散板的擴散光強度大致固定的擴散角度(AngB)相比較，收在所期望的角度範圍(AngA)的±10%以內。此外，雖未詳細記載，惟若將微透鏡 A～D 的數量比進一步適當化，則可使擴散板的擴散光強度成爲大致固定的角度範圍(AngB)更接近所期望的角度範圍(AngA)。

[實施例 1～4]

【0116】依據上述的預備實驗結果，在本發明的實施例 1～4 中，以輝度不均(表 1 的 L_{STD})最小的 A：B：C：D=0：1：1：1 的數量比選擇微透鏡 A、B、C、D。如上述般隨機地或依據數學式(8)的函數決定微透鏡陣列中之各微透鏡的選擇及配列 $U_{x,y}$。隨機地或依據數學式(10)的函數決定各微透鏡的提高部 41 的高度 $H_{x,y}$。

【0117】表2係表示實施例1～4及比較例1～3中之微透鏡陣列的設計條件、輝度不均(L_{STD})及擴散光強度成爲大致固定的角度範圍(AngB)的計算值。

【0118】表2

	使用微透鏡 A:B:C:D	透鏡選擇/配列 $U_{x,y}$	提高部的高度 $U_{x,y}$	輝度不均 (L_{STD}) [a.u]	擴散光強度爲大致固定的角度範圍（AngB）[度]
實施例1	0:1:1:1	隨機	隨機	6.75×10^{-2}	14.3
實施例2	0:1:1:1	隨機	數學式(10)	7.36×10^{-2}	14.2
實施例3	0:1:1:1	數學式⑧	隨機	6.09×10^{-2}	14.2
實施例4	0:1:1:1	數學式⑧	數學式(10)	7.38×10^{-2}	13.9
比較例1	1:0:0:0	-	隨機	13.3×10^{-2}	13.7
比較例2	0:0:0:1	-	隨機	19.7×10^{-2}	17.7
比較例3	0:1:1:1	數學式⑧	固定值	49.4×10^{-2}	21.5

【0119】在比較例1的微透鏡陣列中，僅使用微透鏡A，隨機地決定提高部41的高度$H_{x,y}$。又，在比較例2的微透鏡陣列中，僅使用微透鏡D，隨機地決定提高部41的高度$H_{x,y}$。在比較例3的微透鏡陣列中，與實施例1～4同樣將微透鏡的數量比設爲A：B：C：D=0：1：1：1。然而，在比較例3的微透鏡陣列中，提高部41的高度在全部微透鏡中爲固定值，依據數學式(8)的函數決定各微透鏡的透鏡形狀的選擇及配列$U_{x,y}$。此外，關於提高部41的高度，與預備實驗同樣設爲最大高低差$\Delta H=1.5\mu m$。

【0120】由表2得知，實施例1～4的擴散板10係滿足全部的條件(A)～(C)。

(A)實施例1～4的微透鏡陣列的輝度不均(L_{STD})小於比較例1～3的輝度不均(L_{STD})。

(B)實施例1～4的微透鏡陣列的輝度不均(L_{STD})爲9.00×10^{-2}以下。

(C)實施例 1～4 的微透鏡陣列中擴散光強度成爲大致固定的擴散角度(AngB)，係在所期望的角度範圍(AngA)的±10%以內。亦即，滿足 12.6°≦AngB≦15.4°的範圍。

【0121】此外，雖未詳細記載，惟若將微透鏡 A～D 的數量比進一步適當化，也可使將 2 種以上的形狀的微透鏡以特定的數量比選擇並進行加算平均所得之微透鏡陣列的輝度不均(L_{STD})比實施例 1～4 更小。

【0122】將實施例 1～4 及比較例 1～3 中之約 350μm×約 350μm 的單位區域的微透鏡陣列的設計結果顯示於圖 16～圖 22。在圖 16～圖 22 中，以灰階(gray scale)表示與底面相距的高度，與底面相距的高度愈高，則上愈亮的顏色。將此等的單位區域排列複數個，而設計出約 30mm×30mm 的微透鏡陣列區域。

【0123】使用上述的微透鏡陣列區域的設計資料，經由前述的無遮罩微影步驟、電鑄步驟，而得到形成有由凸透鏡構成的微透鏡陣列之壓模。使用此壓模，利用熱壓法(加熱 150℃、壓力 0.9MPa、加壓時間 300 秒)在厚度 1mm 的丙烯酸片轉印微透鏡陣列的凹凸圖案。成形係可在沒有脫模不良等問題的情況下實施，可獲得微透鏡陣列形成於單面的擴散板。

【0124】將針對實施例 1～4 及比較例 1～3 的擴散板，由 He-Ne 雷射擴散影像獲得之 X 軸方向之擴散光強度的角度分布分別顯示於圖 23～圖 26、圖 7、圖 10、圖 27。圖 23～圖 26、圖 7、圖 10、圖 27 中的 X 軸方向之

擴散光強度的角度分布，係針對各擴散板分別拍攝He-Ne雷射擴散影像照片，將與各照片上的y=0±0.5度對應的各擴散角x(度)中之擴散光強度以每次x=0.1度的方式取出，將x=0.1×n'度(n'：任意的整數)中之y=-0.5、-0.4、-0.3、-0.2、-0.1、0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5度之11點的擴散光強度值的加算平均值設爲x=0.1×n度中的擴散光強度。將x=-20～20度之擴散光強度的分布設爲X軸方向之擴散光強度的角度分布。

【0125】在習知技術的比較例1及2的X軸方向之擴散光強度的角度分布(圖7、圖10)中，觀察到在-5度～+5度附近因繞射點所致之大的輝度變動。又，在比較例3的X軸方向之擴散光強度的角度分布(圖27)中，可確認到依每數度週期性的輝度變動。另一方面，在實施例1～4的擴散板(圖23～圖26)中，可確認可緩和繞射，改善了輝度不均。

【0126】對於實施例1～4及比較例1～3的擴散板，將He-Ne雷射擴散影像分別顯示於圖28～圖34。在習知技術的擴散板(圖32、圖33)中，於X、Y方向分別確認有各兩條大的暗線，發生了因繞射所致的輝度不均。又，當確認使白色LED的光從不具有微透鏡陣列的面側隔著約4cm的距離射入時的擴散影像時，亦確認了顏色不均。再者，在比較例3中，確認到在擴散影像整面有顯著繞射點(圖34)。然而，得知在本發明之擴散板的He-Ne雷射擴散影像(圖28～圖31)中，大幅改善了因繞射所致的輝度不均。又，在白色LED朝本發明之擴散板照射而產生的擴散影像中，確認了顏色不均的降低。

【0127】根據本發明，可提供一種藉由在所期望的角度範圍將擴散光強度容易地設成大致固定，而改善了因1片微透鏡陣列所產生之透過光或反射光的輝度不均之擴散板。

【0128】此外，本發明並不受限於上述實施形態，在不脫離旨趣的範圍內亦可適當地變更。例如，在上述實施形態中，微透鏡係以凸透鏡爲前提來說明，惟凹透鏡亦可同樣發揮作爲擴散板之功能。又，上述實施形態中，係以透過型擴散板爲前提來說明，惟在反射型擴散板中，本發明也同樣成立。反射型擴散板的「微透鏡」是指在凹凸形狀的表面形成有反射膜者。

【0129】本申請案係主張以2014年9月30日提出申請的日本申請案特願2014-201607爲基礎之優先權，並將其全部揭示內容引入於此。

【符號說明】

【0130】

10　擴散板

31　微透鏡

41　提高部

S1　基準面

ΔH　凸形狀的複數個微透鏡的頂點的最大高低差

ΔD　凹形狀的複數個微透鏡的底部的最大高低差

AngA　所期望的角度範圍

AngB　擴散光強度成爲大致固定的角度範圍

L_{ave}　所期望的角度範圍的光強度的加算平均

L_{ave}' 相對於所期望的角度範圍的光強度的加算平均爲90%的相對強度

201619663

發明摘要

※ 申請案號：104132109

※ 申請日：104.9.30

※IPC 分類：G02B 27/01 (2006.01)
G02B 27/10 (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

擴散板及擴散板之製造方法

DIFFUSION PLATE AND MANUFACTURING METHOD OF DIFFUSION PLATE

【中文】

本發明係提供一種可以用簡單的構成改善透過光或反射光的輝度不均，並使設計及製造容易的擴散板及擴散板之製造方法。本發明的擴散板係複數個微透鏡配列於主面而成的擴散板，其特徵爲：在複數個微透鏡與主面之間插入有相位差生成部；複數個微透鏡具有 2 種以上的透鏡形狀，以 2 種以上的透鏡形狀的數量比成爲特定值的方式，分別決定 2 種以上之透鏡形狀的微透鏡的個數；與配列複數個微透鏡的底面的中心之主面上的各座標對應，分別選擇透鏡形狀的種類；擴散光強度成爲大致固定的角度範圍係在所期望的角度範圍的+10%至-10%的範圍內。

【英文】

無。

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 12。

【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。

申請專利範圍

1.一種擴散板，係複數個微透鏡配列於主面而成的擴散板，

其特徵爲：

在前述複數個微透鏡與前述主面之間插入有相位差生成部；

前述複數個微透鏡係具有 2 種以上的透鏡形狀，且以前述 2 種以上的透鏡形狀的數量比成爲特定值的方式，分別決定前述 2 種以上之透鏡形狀的微透鏡的個數；

與配列前述複數個微透鏡的底面的中心之前述主面上的各座標對應，分別選擇前述透鏡形狀的種類；

將前述擴散板中之所期望的角度範圍內之擴散光強度的加算平均設爲 1 時，前述所期望的角度範圍內之擴散光強度的相對強度的標準偏差爲 9.00×10^{-2} 以下；

在前述擴散板的某一方向之擴散光強度的角度分布中，當沿著光入射光方向的方向設爲擴散角度 0 度，角度分布測定方向的一方向設爲正，其相反方向設爲負時，將相對於前述所期望的角度範圍之擴散光強度的加算平均成爲 90%的相對強度的擴散角度中，在正側絕對值成爲最大的擴散角度和在負側絕對值成爲最大的擴散角度之差設爲擴散光強度成爲大致固定的角度範圍時，前述擴散光強度成爲大致固定的角度範圍係在前述所期望之角度範圍的+10%至-10%的範圍內。

2.如請求項 1 之擴散板，其中

由前述相位差生成部所產生之相位差的最大值，係大於所使用之光的波長的 0.2 倍。

3.如請求項 1 或 2 之擴散板，其中

前述所期望的角度範圍 AngA 爲 $0° \leqq AngA \leqq 40°$。

4.如請求項 1 或 2 之擴散板，其中，

前述相位差生成部之與前述主面相距的高度，係依據以配列前述複數個微透鏡的座標作爲獨立變數之代數函數、初等函數或其等的合成函數而改變。

5.如請求項 1 或 2 之擴散板，其中，

前述相位差生成部之與前述主面相距的係隨機地設定。

6.如請求項 1 或 2 之擴散板，其中，

前述微透鏡的種類係依據以配列前述微透鏡的座標作爲獨立變數之代數函數、初等函數或其等的合成函數來選擇。

7.如請求項 1 或 2 之擴散板，其中，

前述微透鏡的種類係針對配列前述微透鏡的座標，隨機地選擇。

8.一種擴散板的製造方法，係複數個微透鏡配列於主面而成之擴散板的製造方法，其特徵爲具備：

設計複數種微透鏡組的步驟，該等微透鏡組係爲具有可得到接近所期望的角度範圍之擴散光強度的角度分布之 1 種透鏡形狀的前述複數個微透鏡配列於前述主面上，且在前述複數個微透鏡與前述主面之間插入有相位差生成部而成；

將具有與前述複數種微透鏡組之每一者對應之形狀的樣品模具製造前述複數種之步驟；

使用前述樣品模具，將 1 種前述微透鏡組的形狀轉印於樹脂，並將具有 1 種前述微透鏡組的擴散圖案之樣品擴散板製造前述複數種之步驟；

進行前述複數種樣品擴散板之每一者的光學特性的評價之步驟；

依據前述複數種樣品擴散板之每一者的評價結果，設計組合有前述複數種微透鏡組的微透鏡陣列之步驟；

製造具有與前述微透鏡陣列對應的形狀之擴散圖案模具之步驟；及

使用前述擴散圖案模具將前述擴散圖案轉印於樹脂之步驟。

圖式

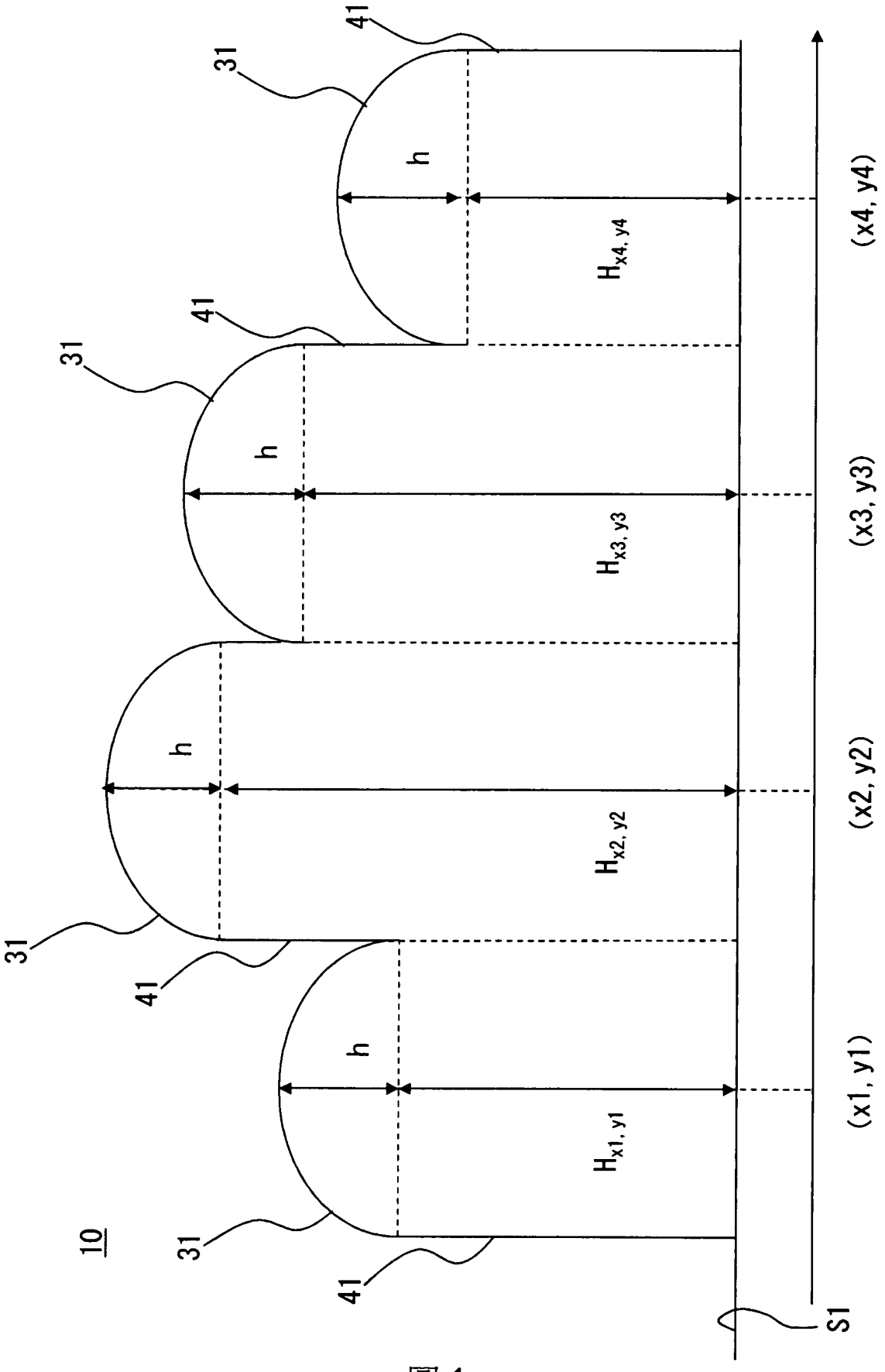


圖 1

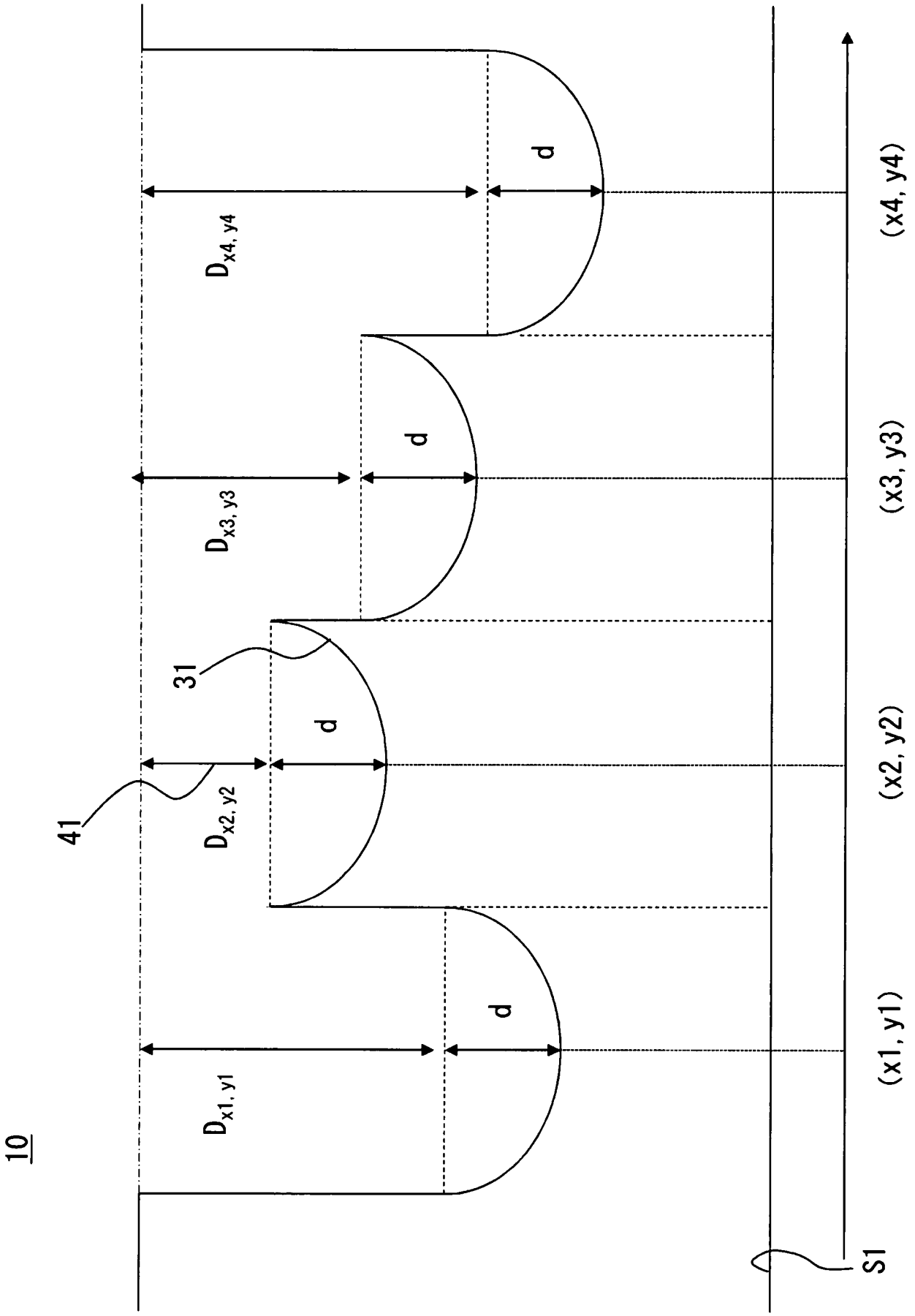


圖 2

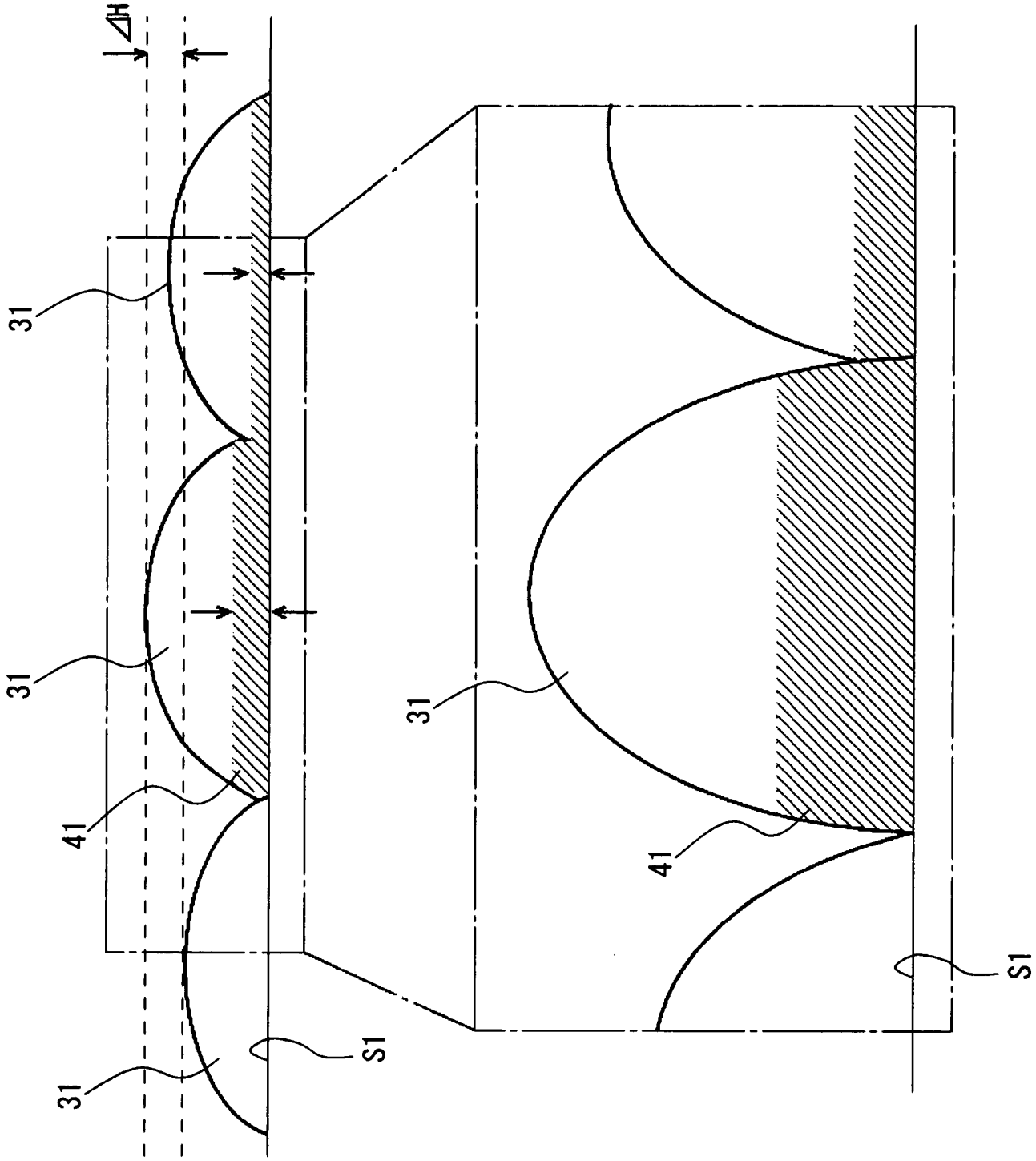


圖 3

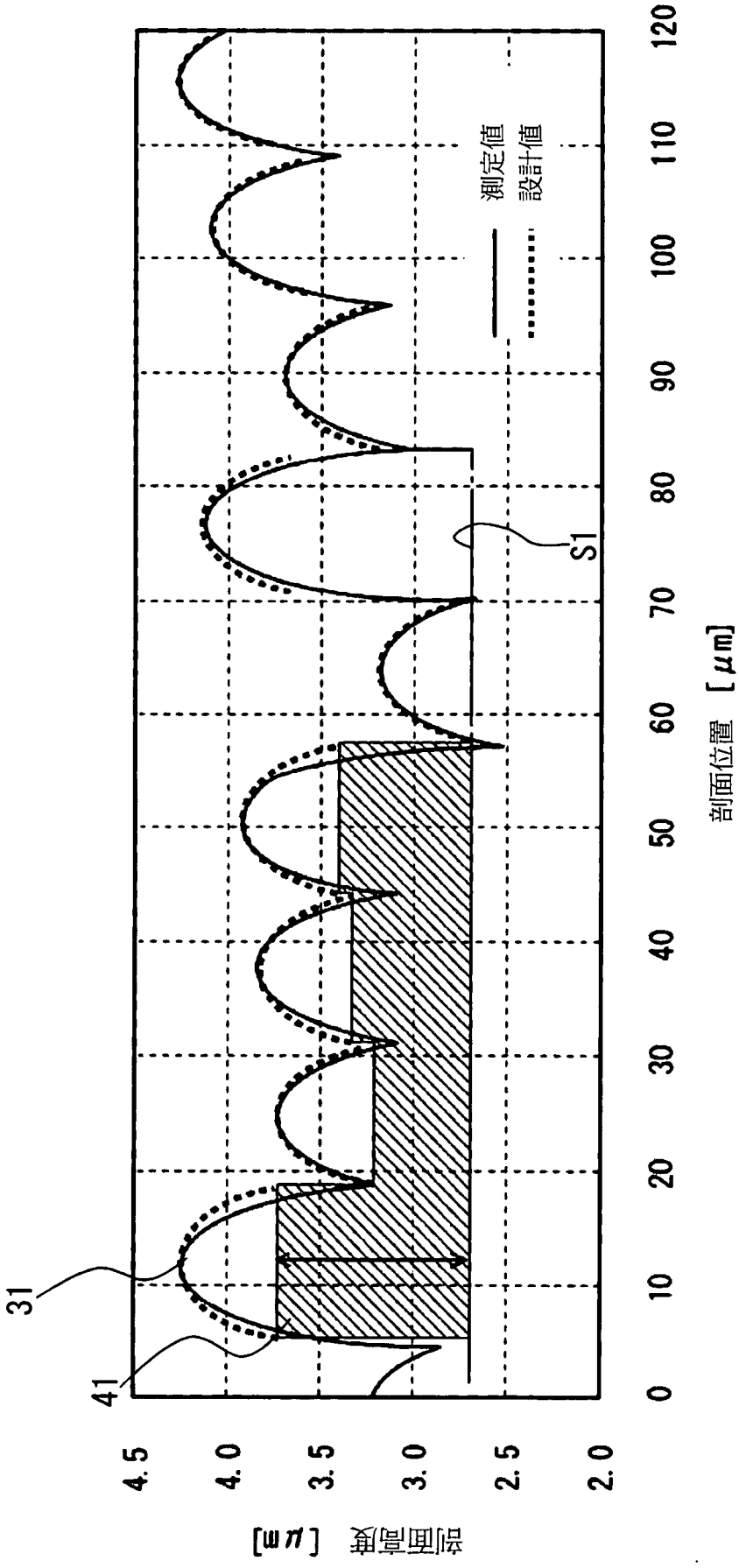

測定值
設計值
S1
31
41
剖面位置 [μm]
剖面高度 [μm]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0

圖 4

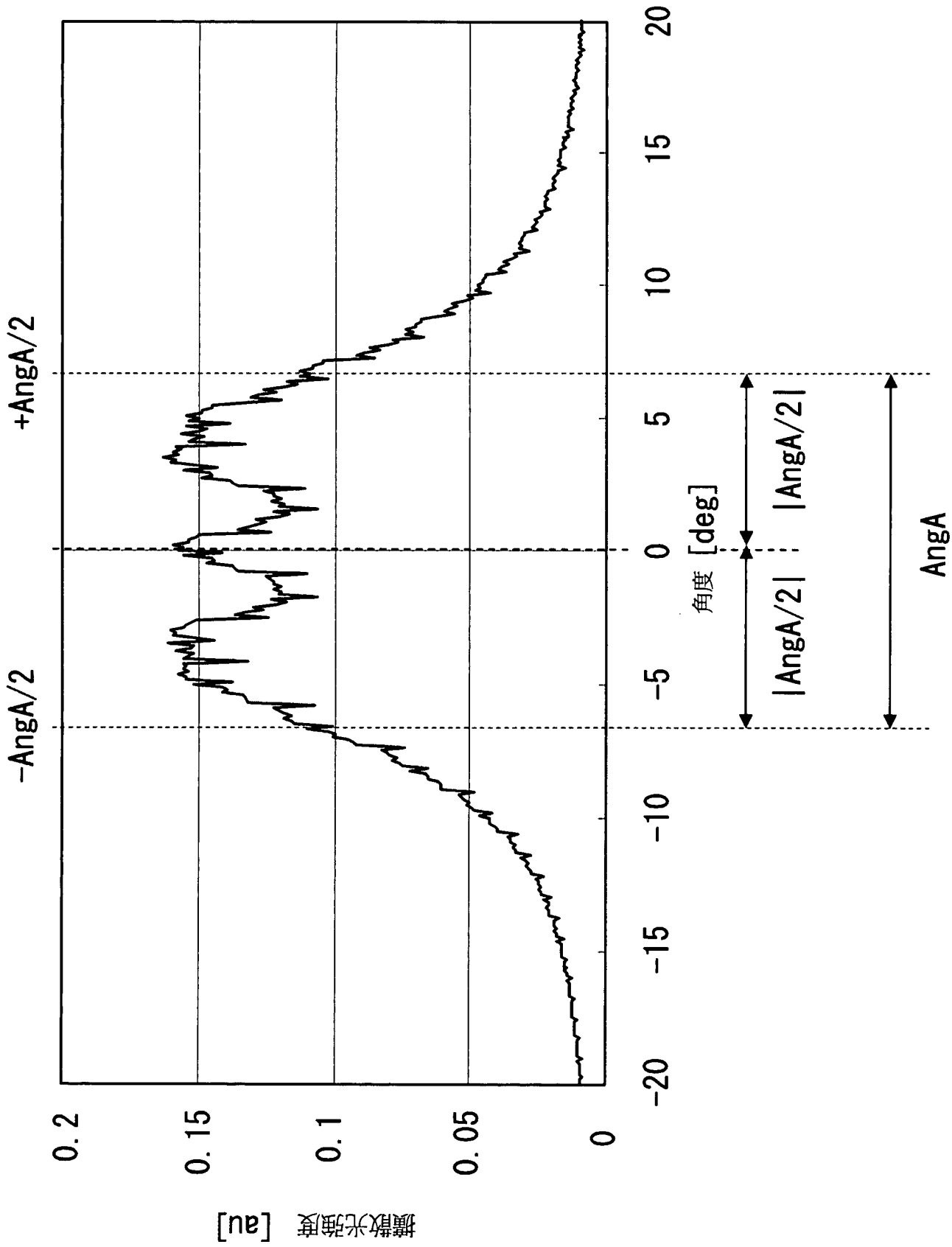

擴散光強度 [au]
0.2
0.15
0.1
0.05
0
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
角度 [deg]
+AngA/2
-AngA/2
|AngA/2|
|AngA/2|
AngA

圖 5

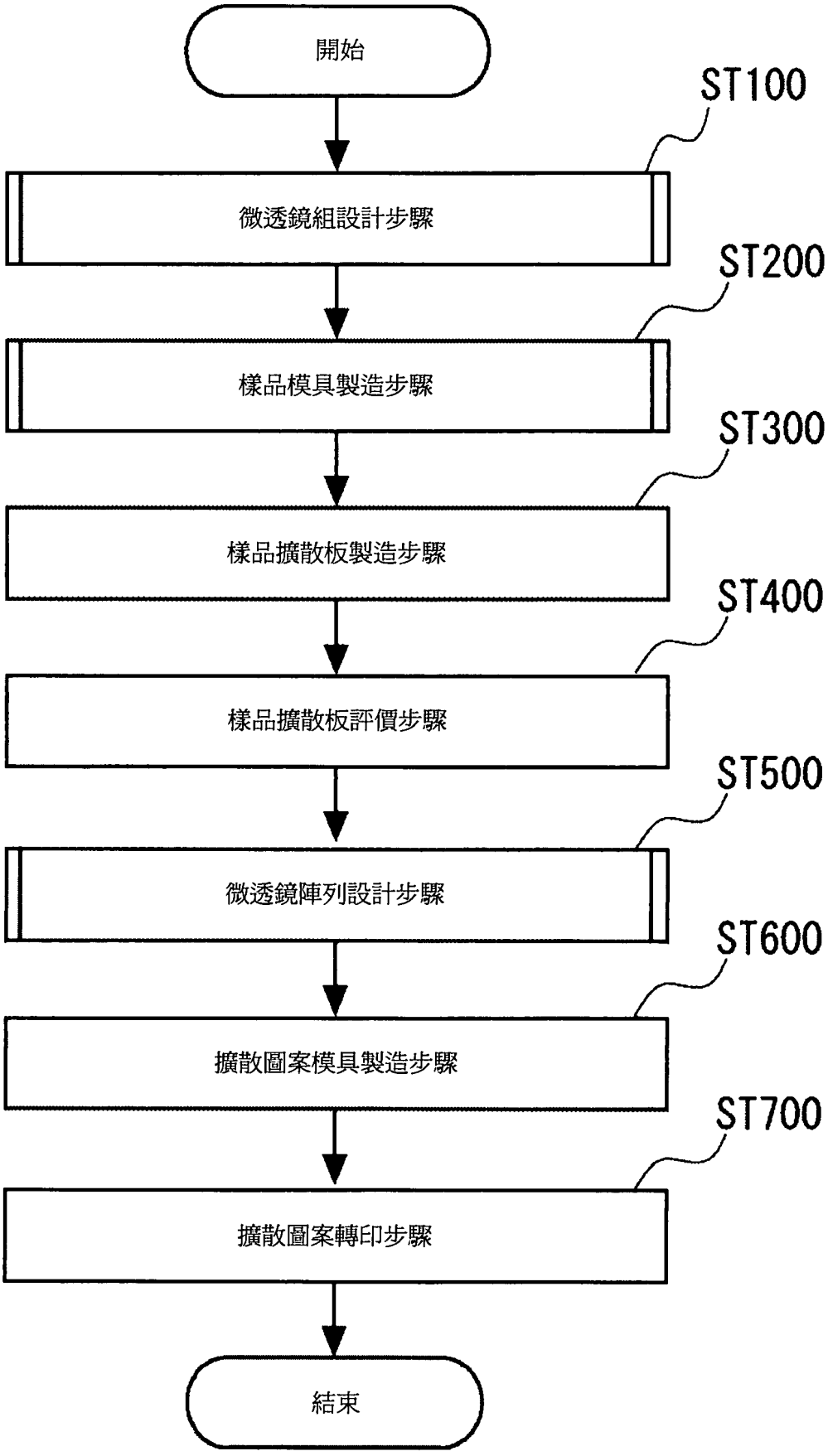

開始
ST100
微透鏡組設計步驟
ST200
樣品模具製造步驟
ST300
樣品擴散板製造步驟
ST400
樣品擴散板評價步驟
ST500
微透鏡陣列設計步驟
ST600
擴散圖案模具製造步驟
ST700
擴散圖案轉印步驟
結束

圖 35

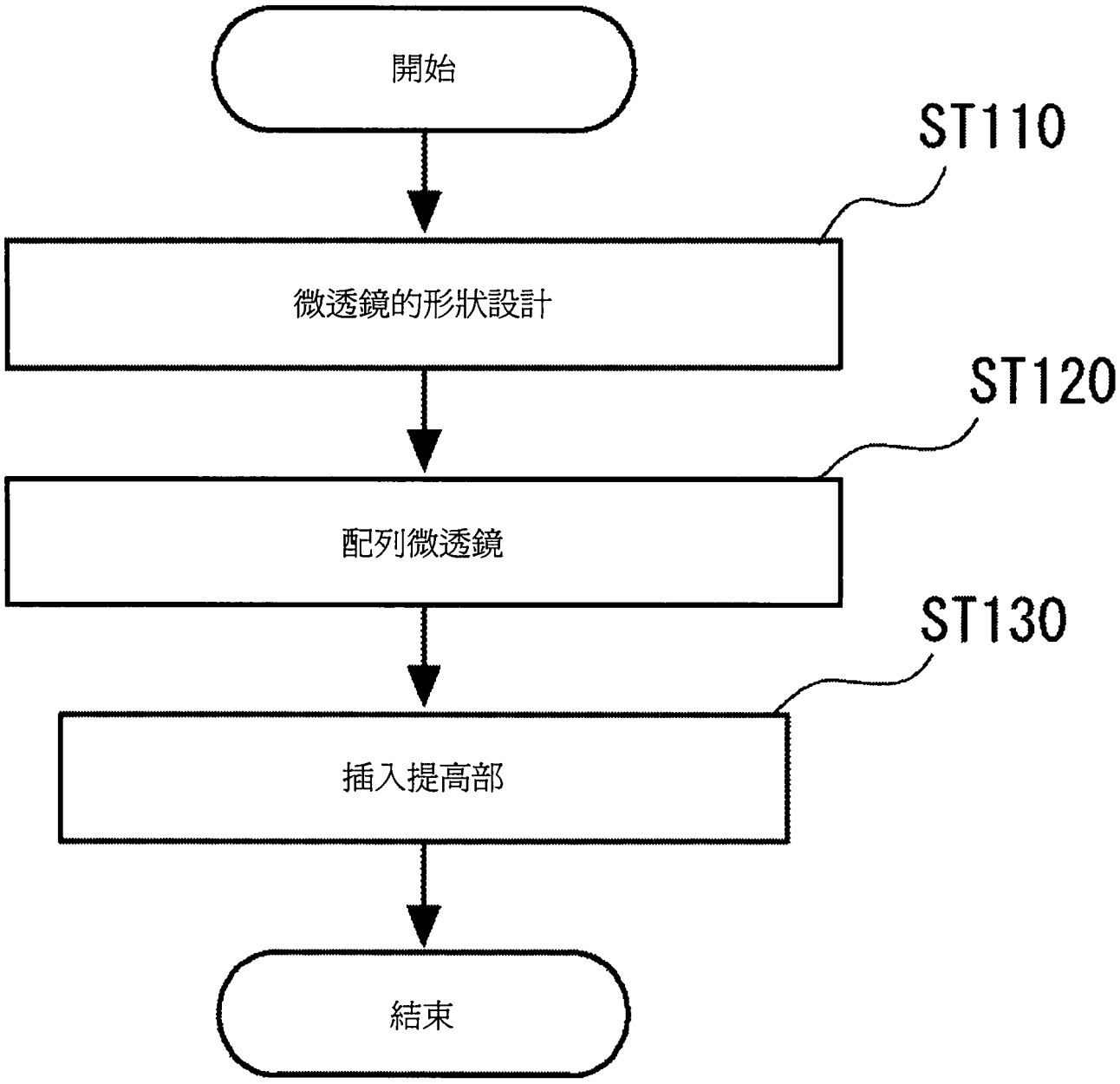


圖 36

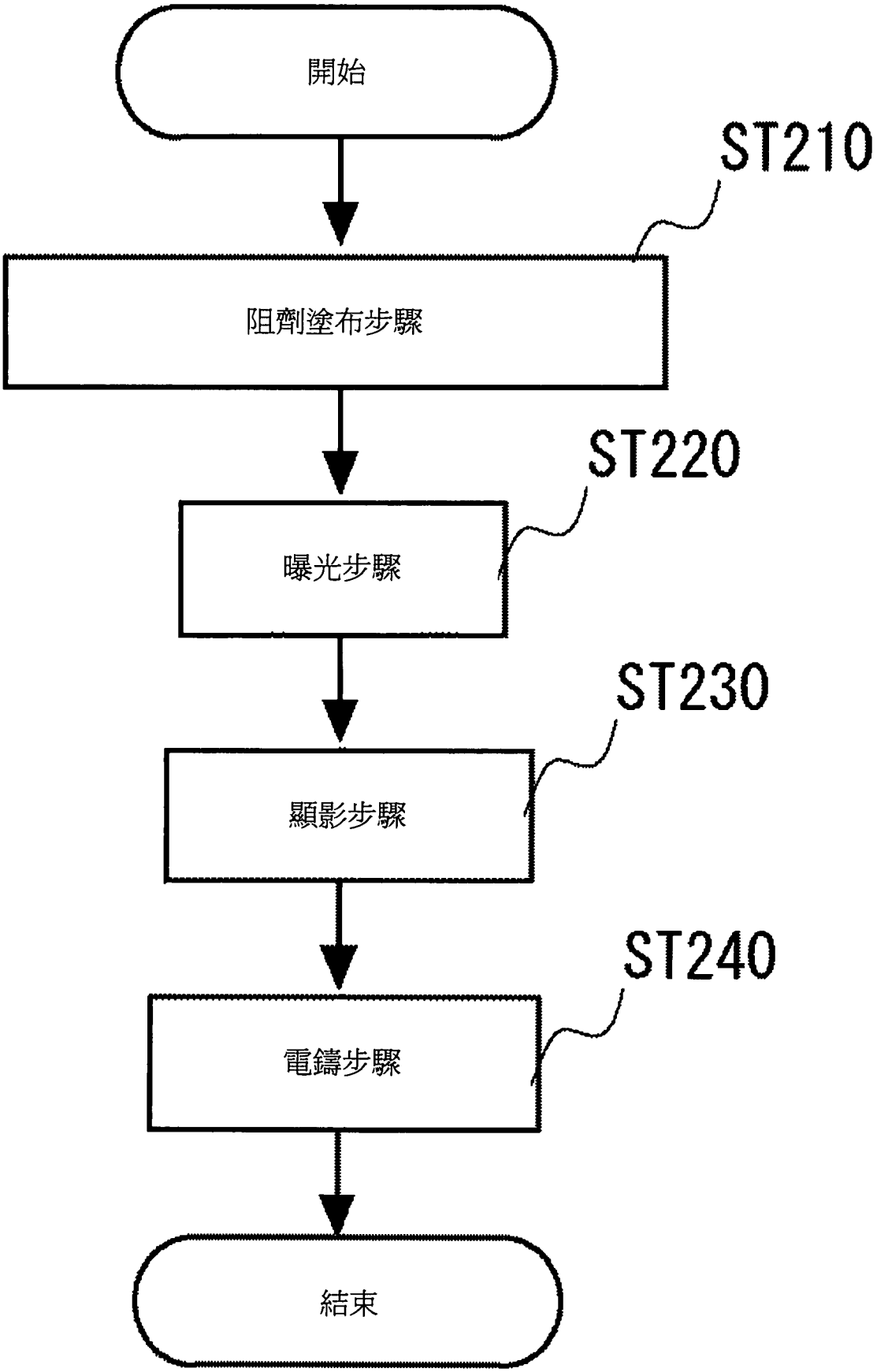


圖 37

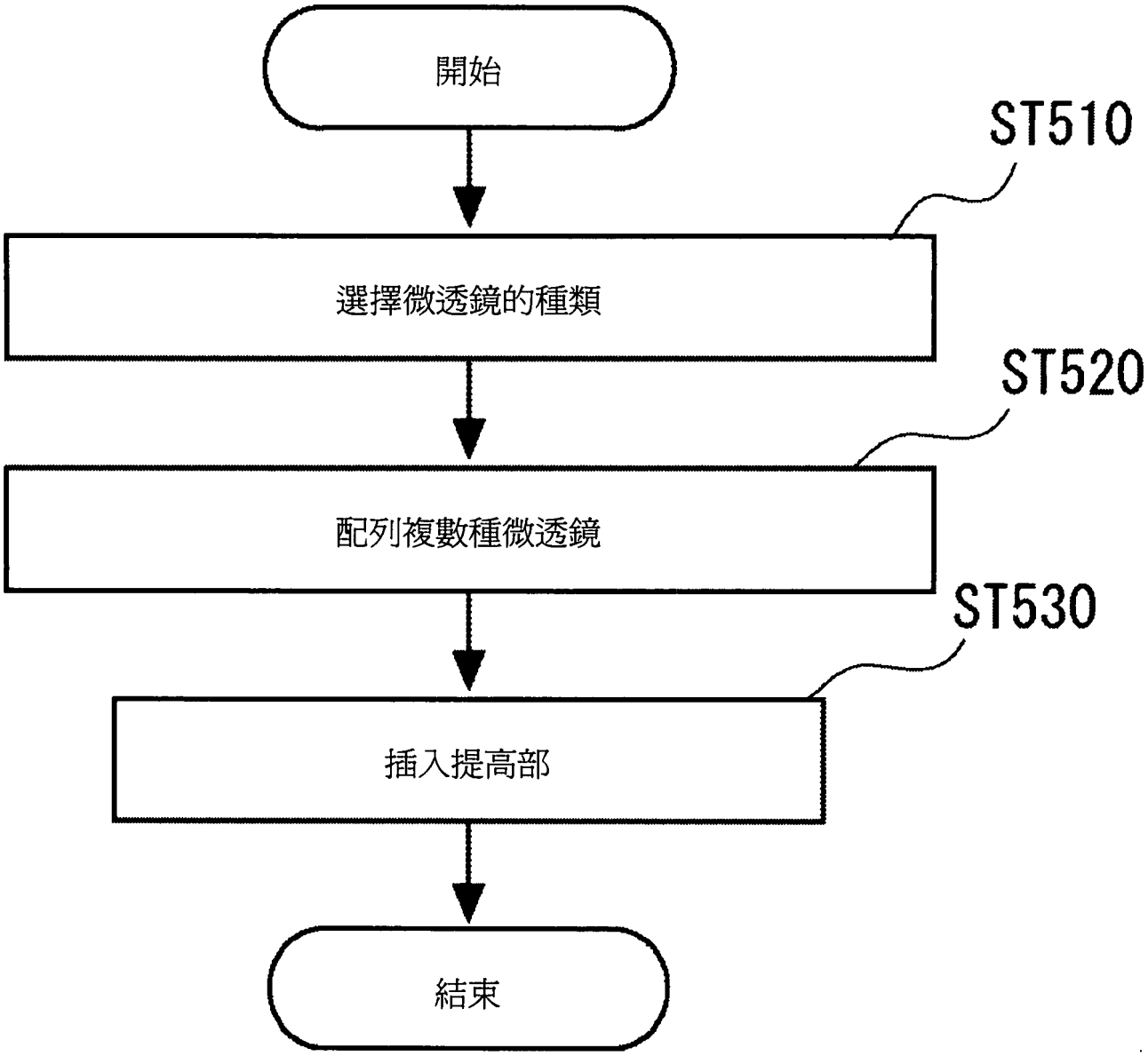


圖 38