



(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 I876438 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：112127509

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 24 日

(51)Int. Cl. : G03F7/20 (2006.01)

(30)優先權：2022/08/18 世界智慧財產權組織 PCT/JP2022/031191

(71)申請人：日商尼康股份有限公司(日本) NIKON CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：岩永正也 IWANAGA, MASAYA (JP) ; 川戶聰 KAWADO, SATOSHI (JP)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW 201104365A

JP 2006-332077A

審查人員：林聖傑

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：7 共 30 頁

(54)名稱

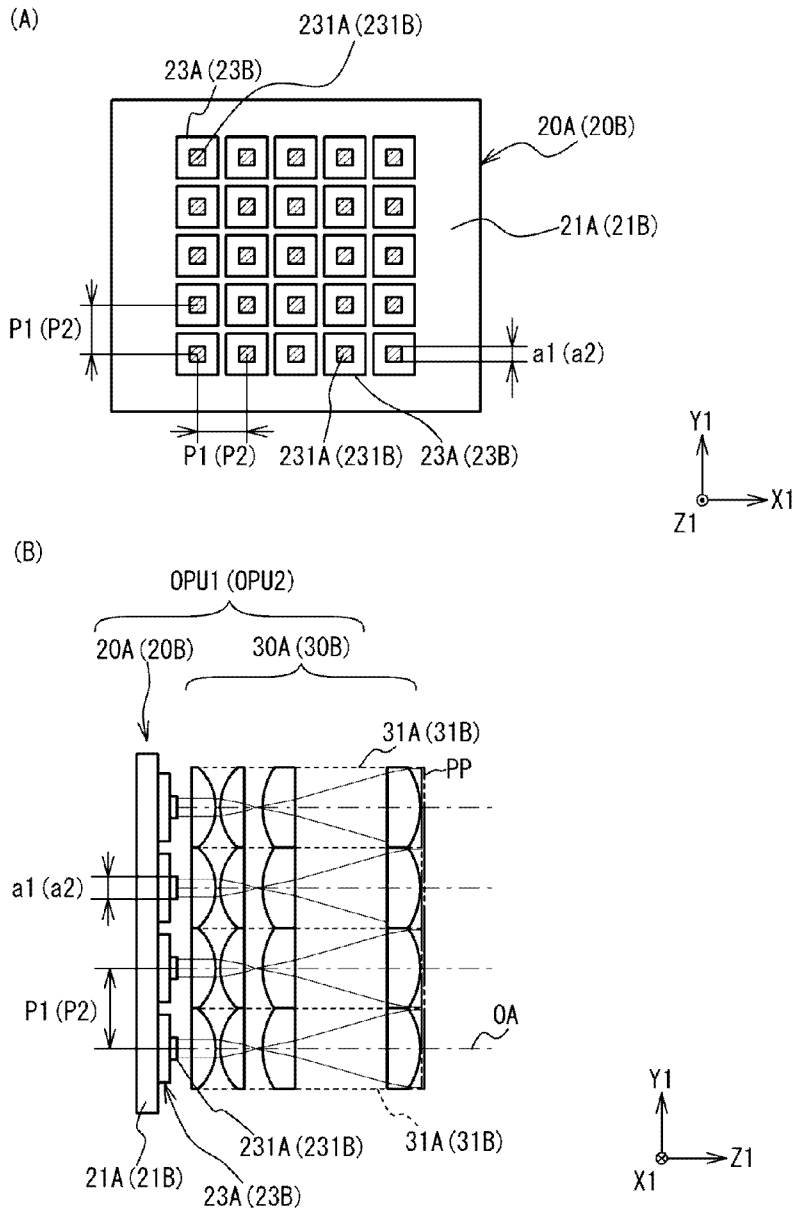
光源單元、照明單元、曝光裝置、及曝光方法

(57)摘要

本發明之光源單元具備：光源陣列，其於二維平面上排列複數個具有出射光之發光部之光源元件；以及放大光學系統，其形成上述光源元件各者之上述發光部之放大像；上述放大光學系統係以倍率  $M$  放大投影之兩側遠心光學系統，於將上述光源元件之排列間距設為  $p$ ，將上述發光部之發光面之一邊之長度設為  $a$ ，將自上述發光部出射之上述光中放射强度高於朗伯放射之光之最大出射角度設為  $\alpha$ ，將自上述放大光學系統出射之光之最大出射角度設為  $\theta$  之情形時，上述倍率  $M$  滿足  $p/a < M \leq \sin\alpha/\sin\theta$  之條件。

無

指定代表圖：



符號簡單說明：

20A:第 1 光源陣列

20B:第 2 光源陣列

21A、21B:基板

23A、23B:LED 晶片

30A:第 1 放大光學系統

30B:第 2 放大光學系統

31A、31B:透鏡部

231A、231B:發光部

a1、a2:一邊之長度

OA:光軸

OPU1:第 1 光源單元

OPU2:第 2 光源單元

P1、P2:排列間距

PP:既定面

圖3



I876438

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 光源單元、照明單元、曝光裝置、及曝光方法

【英文發明名稱】 無

## 【中文】

本發明之光源單元具備：光源陣列，其於二維平面上排列複數個具有出射光之發光部之光源元件；以及放大光學系統，其形成上述光源元件各者之上述發光部之放大像；上述放大光學系統係以倍率 $M$ 放大投影之兩側遠心光學系統，於將上述光源元件之排列間距設為 $p$ ，將上述發光部之發光面之一邊之長度設為 $a$ ，將自上述發光部出射之上述光中放射强度高於朗伯放射之光之最大出射角度設為 $\alpha$ ，將自上述放大光學系統出射之光之最大出射角度設為 $\theta$ 之情形時，上述倍率 $M$ 滿足 $p/a < M \leq \sin\alpha/\sin\theta$ 之條件。

## 【英文】

無

【指定代表圖】 圖3

【代表圖之符號簡單說明】

20A:第1光源陣列

20B:第2光源陣列

21A、21B:基板

23A、23B:LED晶片

30A:第1放大光學系統

30B:第2放大光學系統

31A、31B:透鏡部

231A、231B:發光部

a1、a2:一邊之長度

OA:光軸

OPU1:第1光源單元

OPU2:第2光源單元

P1、P2:排列間距

PP:既定面

## 【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 光源單元、照明單元、曝光裝置、及曝光方法

【英文發明名稱】 無

### 【技術領域】

【0001】 關於一種光源單元、照明單元、曝光裝置、及曝光方法。

### 【先前技術】

【0002】 近年來，經常使用液晶顯示面板作為個人電腦或電視等之顯示元件。液晶顯示面板係藉由以光微影方法於平板（玻璃基板）上形成薄膜電晶體之電路圖案而製造。使用將形成於光罩上之原畫圖案經由投影光學系統投影曝光於平板上之光阻劑層之曝光裝置作為該光微影工程用之裝置（例如專利文獻1）。

【0003】 一般而言，要求實現可應用於包含上述曝光裝置之各種光學裝置之高亮度面光源。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0004】 [專利文獻1]日本特開2000-21712號公報

### 【發明內容】

【0005】 根據第1發明態樣，光源單元具備：光源陣列，其於二維平面上排列複數個具有出射光之發光部之光源元件；以及放大光學系統，其形成上述光源元件各者之上述發光部之放大像；上述放大光學系統係以倍率M放大投影之兩側遠心光學系統，於將上述光源元件之排列間距設為p，將上述發光部之發光面之一邊之長度設為a，將自上述發光部出射之上述光中放射強度高於朗伯放射之

光之最大出射角度設為 $\alpha$ ，將自上述放大光學系統出射之光之最大出射角度設為 $\theta$ 之情形時，上述倍率 $M$ 滿足 $p/a < M \leq \sin\alpha/\sin\theta$ 之條件。

【0006】 根據第2發明態樣，照明單元具備：上述光源單元；以及照明光學系統，其將自上述光源單元出射之光引導至被照射體。

【0007】 根據第3發明態樣，照明單元具備：複數個上述光源單元；以及照明光學系統，其包含將自複數個上述光源單元出射之光進行合成之合成光學元件，將自上述合成光學元件出射之合成光引導至被照射體。

【0008】 根據第4發明態樣，曝光裝置具備：上述照明單元；以及投影光學系統，其將由上述照明單元照明之上述被照射體之圖案像投影至感光性基板上。

【0009】 根據第5發明態樣，曝光方法係使用上述曝光裝置之曝光方法，且包括：利用上述照明單元對上述被照射體進行照明；以及使用上述投影光學系統將上述被照射體之圖案像向上述感光性基板投影。

【0010】 再者，可適當改良下述實施形態之構成，又，亦可將至少一部分替換為其他構成物。進而，對於其配置無特別限定之構成要件並不限於實施形態中所揭示之配置，可配置於可達成其功能之位置。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0011】

[圖1]係表示第1實施形態之曝光裝置之構成之概略圖。

[圖2]係表示第1實施形態之照明單元之構成之概略圖。

[圖3 (A)]係概略性表示第1及第2光源陣列之構成之俯視圖，[圖3 (B)]係概略性表示第1及第2光源單元之內部構成之圖。

[圖4]係表示對分色鏡之入射角度與照度之關係之一例的圖。

[圖5]係表示LED晶片之發光部之配光特性之一例的圖。

[圖6 (A)]及[圖6 (B)]係對第2實施形態中形成於既定面之放大像進行說明之圖。

[圖7 (A)]及[圖7 (B)]係表示模擬結果之圖。

## 【實施方式】

### 【0012】 《第1實施形態》

基於圖1～圖4說明第1實施形態之曝光裝置10。

### 【0013】 （曝光裝置之構成）

首先，使用圖1對第1實施形態之曝光裝置10之構成進行說明。圖1係概略性表示第1實施形態之曝光裝置10之構成之圖。

【0014】 曝光裝置10係藉由相對於投影光學系統PL沿相同方向以相同速度驅動光罩MSK及玻璃基板（以下稱為「基板」）P，而將形成於光罩MSK之圖案轉印至基板P上之掃描步進器（掃描器）。基板P例如為液晶顯示裝置（平板顯示器）中所使用之矩形玻璃基板，至少一邊之長度或對角長度為500 mm以上。

【0015】 以下，將掃描曝光時驅動光罩MSK及基板P之方向（掃描方向）設為X軸方向，將與其正交之水平面內之方向設為Y軸方向，將與X軸及Y軸正交之方向設為Z軸方向，將繞X軸、Y軸及Z軸之旋轉（傾斜）方向分別設為 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 及 $\theta_z$ 方向。

【0016】 曝光裝置10具備照明系統IOP、保持光罩MSK之光罩平台MST、投影光學系統PL、支持該等之主體70、保持基板P之基板平台PST、及該等之控制系統等。控制系統統括控制曝光裝置10之構成各部。

【0017】 主體70具備底座（防振台）71、柱72A、72B、光學壓盤73、支持體74及滑件導座75。底座（防振台）71配置於地板F上，消除來自地板F之振動而

支持柱72A、72B等。柱72A、72B分別具有框體形狀，於柱72B之內側配置有柱72A。光學壓盤73具有平板形狀，固定於柱72A之頂部。支持體74經由滑件導座75支持於柱72B之頂部。滑件導座75具備空氣球升降器及定位機構，將支持體74（即下述光罩平台MST）相對於光學壓盤73定位於X軸方向之適當位置。

**【0018】** 照明系統IOP配置於主體70之上方。照明系統IOP將照明光IL照射至光罩MSK。關於照明系統IOP之詳細構成將於下文敘述。

**【0019】** 光罩平台MST支持於支持體74。具有形成有電路圖案之圖案面（圖1中之下表面）之光罩MSK例如利用真空吸附（或靜電吸附）固定於光罩平台MST。光罩平台MST例如由包含線性馬達之驅動系統沿著掃描方向（X軸方向）以既定衝程（stroke）驅動，並且沿著非掃描方向（Y軸方向及 $\theta z$ 方向）微量驅動。

**【0020】** 光罩平台MST之XY平面內之位置資訊（包含 $\theta z$ 方向之旋轉資訊）由干涉儀系統測量。干涉儀系統藉由對設於光罩平台MST之端部之移動鏡（或經鏡面加工之反射面（未圖示））照射測長光束，接收來自移動鏡之反射光，而測量光罩平台MST之位置。其測量結果供給於控制裝置（未圖示），控制裝置根據干涉儀系統之測量結果，經由驅動系統驅動光罩平台MST。

**【0021】** 投影光學系統PL於光罩平台MST之下方（-Z側）支持於光學壓盤73。投影光學系統PL例如以與美國專利第5,729,331號說明書所揭示之投影光學系統相同之方式構成，包含光罩MSK之圖案像之投影區域例如呈鋸齒狀配置之複數個（例如7個）投影光學單元100（多透鏡投影光學單元），形成將Y軸方向作為長度方向之矩形形狀之像場。此處，4個投影光學單元100沿著Y軸方向以既定間隔配置，其餘3個投影光學單元100於+X側自4個投影光學單元100隔開，沿著Y軸方向以既定間隔配置。作為複數個投影光學單元100之各者，例如使用於兩側遠心之等倍系統形成正立像者。再者，將呈鋸齒狀配置之投影光學單元100之複數個投影區域總稱為曝光區域。

【0022】 若利用來自照明系統IOP之照明光IL對光罩MSK上之照明區域進行照明，則藉由透過光罩MSK之照明光IL，經由投影光學系統PL，該照明區域內之光罩MSK之電路圖案之投影像（部分正立像）形成於配置於投影光學系統PL之像面側之基板P上之照射區域（曝光區域（與照明區域共軛））。此處，於基板P之表面塗佈有光阻劑（感應劑）。同步驅動光罩平台MST及基板平台PST，即相對於照明區域（照明光IL）沿著掃描方向（X軸方向）驅動光罩MSK，並且相對於曝光區域（照明光IL）沿著相同掃描方向驅動基板P，藉此基板P被曝光而光罩MSK之圖案轉印至基板P上。

【0023】 基板平台PST配置於投影光學系統PL之下方（-Z側）之底座（防振台）71上。基板P經由基板架（未圖示）保持於基板平台PST上。

【0024】 基板平台PST之XY平面內之位置資訊（旋轉資訊（包含平擺量（ $\theta_z$ 方向之旋轉量 $\theta_z$ ）、縱搖量（ $\theta_x$ 方向之旋轉量 $\theta_x$ ）、橫搖量（ $\theta_y$ 方向之旋轉量 $\theta_y$ ））由干涉儀系統測量。干涉儀系統藉由自光學壓盤73對設於基板平台PST之端部之移動鏡（或經鏡面加工之反射面（未圖示））照射測長光束，接收來自移動鏡之反射光，而測量基板平台PST之位置。其測量結果供給於控制裝置（未圖示），控制裝置根據干涉儀系統之測量結果驅動基板平台PST。

【0025】 於曝光裝置10，先於曝光進行對準測量（例如EGA等），使用其結果，按照以下順序對基板P進行曝光。首先，按照控制裝置之指示，沿著X軸方向同步驅動光罩平台MST及基板平台PST。藉此，對基板P上之第1個照射區域進行掃描曝光。當針對第1個照射區域之掃描曝光結束時，控制裝置將基板平台PST向與第2個照射區域對應之位置移動（步進）。而且，對第2個照射區域進行掃描曝光。同樣地，控制裝置重複進行基板P之照射區域間之步進及對照射區域之掃描曝光，將光罩MSK之圖案轉印至基板P上之全部照射區域。

【0026】 （照明系統IOP之構成）

其次，對本實施形態中之照明系統IOP之構成進行說明。照明系統IOP具備與投影光學系統PL所具備之複數個投影光學單元100分別對應之複數個照明單元90。

【0027】 圖2係概略性表示照明單元90之構成之圖。如圖2所示，照明單元90具備第1光源單元OPU1、第2光源單元OPU2及照明光學系統80。

【0028】 (光源單元之構成)

第1光源單元OPU1具備第1光源陣列20A、及第1放大光學系統30A，第2光源單元OPU2具備第2光源陣列20B、及第2放大光學系統30B。

【0029】 圖3(A)係概略性表示第1光源陣列20A及第2光源陣列20B之構成之俯視圖。第1光源陣列20A具備例如排列於基板21A上之複數個(圖3(A)中為 $5 \times 5$ ) LED (Light Emitting Diode) 晶片23A。LED晶片23A之個數可視需要適當進行變更。複數個LED晶片23A各自具有發光部231A，自該發光部231A出射之光之峰值波長處於 $380 \sim 390 \text{ nm}$ 之範圍內。即，發光部231A為紫外線LED (UV LED)。自發光部231A出射之光之峰值波長更佳為 $385 \text{ nm}$ 。發光部231A之發光面為正方形，其一邊之長度為 $a_1$ 。LED晶片23A以間距P1排列。間距P1為相鄰之LED晶片23A之中心間之距離。

【0030】 第2光源陣列20B具備例如排列於基板21B上之複數個(圖3(A)中為 $5 \times 5$ ) LED晶片23B。LED晶片23B之個數可視需要適當進行變更。複數個LED晶片23B各自具有發光部231B，自該發光部231B出射之光之峰值波長處於 $360 \sim 370 \text{ nm}$ 之範圍內。即，發光部231B為UV LED。自發光部231B出射之光之峰值波長更佳為 $365 \text{ nm}$ 。發光部231B之發光面為正方形，其一邊之長度為 $a_2$ 。LED晶片23B以間距P2排列。

【0031】 LED晶片23A之排列間距P1、與LED晶片23B之排列間距P2可相同，亦可不同。又，發光部231A之發光面之一邊之長度 $a_1$ 、與發光部231B之發

光面之一邊之長度 $a_2$ 可相同，亦可不同。再者，LED晶片23A及23B例如可排列於散熱片上而非基板上。

【0032】 圖3(B)係概略性表示第1光源單元OPU1及第2光源單元OPU2之內部構成之圖。再者，第1光源單元OPU1及第2光源單元OPU2之內部構成相同，因此，此處代表性說明第1光源單元OPU1之構成。此處，將排列有LED晶片23A之2個方向設為X1方向及Y1方向。X1方向與Y1方向正交。又，將與X1方向及Y1方向正交之方向設為Z1方向。Z1方向與發光部231A所出射之光的光軸OA大致平行。於圖3(B)中，為了圖式之明確化，僅示出沿著Y1方向排成一系列之4個LED晶片23A。

【0033】 如圖3(B)所示，第1放大光學系統30A係用於將各LED晶片23A之發光部231A之放大像分別形成於既定面PP之放大光學系統。第1放大光學系統30A具備以與LED晶片23A之排列對應之方式排列之複數個透鏡部31A。透鏡部31A各自為以倍率 $M_1$ 將發光部231A放大投影之兩側遠心光學系統。

【0034】 於本實施形態中，各透鏡部31A具備4片平凸透鏡，但並不限定於此，各透鏡部31A例如可具備2片雙凸透鏡，亦可具備3片雙凸透鏡。又，各透鏡部31A例如亦可具備平凸透鏡及雙凸透鏡。

【0035】 於本實施形態中，透鏡部31A以倍率 $M_1 = (\text{LED晶片23A之排列間距}P_1) / (\text{發光部231A之發光面之一邊之長度}a_1)$ 將發光部231A放大投影。另一方面，第2放大光學系統30B所具備之透鏡部31B以倍率 $M_2 = (\text{LED晶片23B之排列間距}P_2) / (\text{發光部231B之發光面之一邊之長度}a_2)$ 將發光部231B放大投影。藉此，複數個發光部231A(231B)之放大像於既定面PP幾乎互相相接。

【0036】 (照明光學系統80之構成)

再次參照圖2，對照明光學系統80之構成進行說明。照明光學系統80具備包含第1分色鏡DM1而構成之第1聚光光學系統(第1光學系統)81A、第2聚光光學

系統（第2光學系統）81B、第2分色鏡DM2、成像光學系統83、複眼透鏡FEL、孔徑光闌85及聚光（condenser）光學系統84。

【0037】 第1聚光光學系統81A形成由第1放大光學系統30A形成之發光部231A之放大像之光瞳。即，第1聚光光學系統81A之後側焦點位置為光瞳之位置。第1聚光光學系統81A於光路中途具有第1分色鏡DM1，將峰值波長385 nm之光之至少一部分進行反射。藉此，光束入射至第2分色鏡DM2。再者，第1聚光光學系統81A亦可為不具備第1分色鏡DM1之構成，於該情形時，可構成為適當調整第1光源單元OPU1之配置及第1聚光光學系統81A之各透鏡之配置而使光束入射至第2分色鏡DM2。又，第1聚光光學系統81A可由1片透鏡構成，亦可由包含多片透鏡之透鏡組構成。

【0038】 第2聚光光學系統81B形成由第2放大光學系統30B形成之發光部231B之放大像之光瞳。即，第2聚光光學系統81B之後側焦點位置為光瞳之位置。第2聚光光學系統81B可由1片透鏡構成，亦可由包含多片透鏡之透鏡組構成。

【0039】 第2分色鏡DM2透過峰值波長385 nm之光之至少一部分，並反射峰值波長365 nm之光之至少一部分。藉此，形成有將由第1聚光光學系統81A形成之光瞳像、與由第2聚光光學系統81B形成之光瞳像重疊之合成像。

【0040】 於本實施形態中，第2分色鏡DM2將由第1聚光光學系統81A形成之光瞳像、與由第2聚光光學系統81B形成之光瞳像重疊而形成合成像。即，第2分色鏡DM2配置於作為第1聚光光學系統81A之後側焦點位置且作為第2聚光光學系統81B之後側焦點位置之位置。藉此，第2分色鏡DM2被自第1光源單元OPU1出射之光、及自第2光源單元OPU2出射之光柯勒照明。藉由柯勒照明，可減小由第1聚光光學系統81A形成之光瞳像之光束之照度變化及由第2聚光光學系統81B形成之光瞳像之光束之照度變化。再者，第2分色鏡DM2可不一定配置於作為第1聚光光學系統81A之後側焦點位置且作為第2聚光光學系統81B之後側焦點位置

之位置，亦可以位於各自之後側焦點位置附近之方式配置。此處，附近係指沿著光軸距後側焦點位置 $\pm 100$  mm以內，較佳為 $\pm 50$  mm以內，更佳為 $\pm 20$  mm。再者，此處之符號將來自光源之光沿著光軸前進之方向設為正，將其相反方向設為負。

【0041】 圖4係表示對分色鏡之入射角度與照度之關係之一例的圖。於圖4中，橫軸表示對分色鏡之入射角度，縱軸表示反射光之照度。縱軸之照度將光以設計入射角度 $\alpha$ 入射至分色鏡時之反射光之照度設為1。

【0042】 如圖4所示，於對分色鏡進行臨界照明之情形時（即，使光源之像成像於分色鏡之位置之情形時），光束對分色鏡之入射角度成為設計入射角度 $\alpha \pm 8^\circ$ 左右之範圍，導致產生3%以上之照度變化。另一方面，於對分色鏡進行柯勒照明之情形時，光束對分色鏡之入射角度成為設計入射角度 $\alpha \pm 4^\circ$ 左右之範圍，可使照度變化為1%以下。如此，藉由對第2分色鏡DM2進行柯勒照明，可減小入射至第2分色鏡DM2之光之照度、與被第2分色鏡DM2反射之光之照度的差，因此可實現具有高亮度且照度不均較少之照明光IL。

【0043】 於本實施形態中，將來自第2聚光光學系統81B之光對第2分色鏡DM2之入射角度 $\theta$ 設為 $35^\circ$ 。入射角度 $\theta$ 為 $35^\circ$ 意指入射角度 $\theta$ 處於 $35^\circ \pm 5^\circ$ 之範圍內。再者，入射角度 $\theta$ 較佳為 $25^\circ$ 以上且未達 $45^\circ$ ，更佳為 $25^\circ$ 以上 $42^\circ$ 以下，進而較佳為 $35^\circ \pm 5^\circ$ 。藉此，第2分色鏡DM2能夠以較高之效率反射由第2聚光光學系統81B形成之光瞳像之光束。

【0044】 返回圖2，於照明單元90設有用於監測峰值波長385 nm之光之檢測器DT10、用於監測峰值波長365 nm之光之檢測器DT20、及用於監測峰值波長385 nm之光和峰值波長365 nm之光之檢測器DT30。

【0045】 具體而言，檢測器DT10檢測被第1分色鏡DM1反射之峰值波長385 nm之光之照度。檢測器DT20檢測被第2分色鏡DM2反射之峰值波長365 nm之光之照度。檢測器DT30檢測被第2分色鏡DM2無意地反射之385 nm之光之照

度、及第2分色鏡DM2無意地透過之365 nm之光之照度。

【0046】 檢測器DT10~DT30之檢測結果輸出至未圖示之控制裝置，控制裝置基於檢測器DT10~DT30之檢測結果，控制供給至第1光源單元OPU1及第2光源單元OPU2分別所具備之LED晶片23A及23B之電流之值等。

【0047】 成像光學系統83為將第2分色鏡DM2所合成之合成像等倍投影至複眼透鏡FEL之入射端之兩側遠心光學系統。再者，成像光學系統83亦可將第2分色鏡DM2所合成之合成像縮小投影至複眼透鏡FEL之入射端。

【0048】 複眼透鏡FEL藉由將例如具有正折射力之複數個透鏡元件以其光軸與基準光軸AX平行之方式縱橫且稠密地排列而構成。構成複眼透鏡FEL之各透鏡元件具有與於光罩MSK上應形成之照射野之形狀（進而於基板P上應形成之曝光區域之形狀）相似之矩形剖面。

【0049】 因此，入射至複眼透鏡FEL之光束被複數個透鏡元件波面分割，於各透鏡元件之後側焦點面（出射面）或其附近分別形成有1個光源像。即，於複眼透鏡FEL之後側焦點面（出射面）或其附近，形成有由複數個光源像構成之實質性面光源即二次光源。來自形成於複眼透鏡FEL之後側焦點面（出射面）或其附近之二次光源之光束入射至其附近配置之孔徑光闌85。再者，於本實施形態中，複眼透鏡FEL之後側焦點面（出射面）、與第1光源陣列20A及第2光源陣列20B光學共軛。

【0050】 孔徑光闌85配置於與投影光學單元100之入射光瞳面大致光學共軛之位置，具有用於既定有助於二次光源之照明之範圍之可變開口部。而且，孔徑光闌85藉由使可變開口部之開口徑變化，而將決定照明條件之 $\sigma$ 值（光瞳面上之二次光源像之口徑相對於投影光學單元100之該光瞳面之開口徑的比）設定為所需之值。經由孔徑光闌85之來自二次光源之光受到聚光光學系統84之聚光作用後，疊加照明形成有既定圖案之光罩MSK。

【0051】 以上，如詳細說明所示，第1實施形態之照明單元90具備：第1光源陣列20A，其排列複數個具有出射峰值波長385 nm之光之發光部231A之LED晶片23A；第1放大光學系統30A，其形成LED晶片23A各者之發光部231A之放大像；及第1聚光光學系統81A，其形成由第1放大光學系統30A形成之放大像之光瞳。又，照明單元90具備：第2光源陣列20B，其排列複數個具有出射峰值波長365 nm之光之發光部231B之LED晶片23B；第2放大光學系統30B，其形成LED晶片23B各者之發光部231B之放大像；及第2聚光光學系統81B，其形成由第2放大光學系統30B形成之放大像之光瞳。進而，照明單元90具備：第2分色鏡DM2，其將由第1聚光光學系統81A形成之光瞳像、與由第2聚光光學系統81B形成之光瞳像重疊而形成合成像。

【0052】 由第1聚光光學系統81A形成之光瞳像之光束、及由第2聚光光學系統81B形成之光瞳像之光束對第2分色鏡DM2進行柯勒照明，因此如圖4中說明所示，與對第2分色鏡DM2進行臨界照明之情形相比，可實現具有高亮度且照度不均較少之照明光IL。

【0053】 又，於本第1實施形態中，第1放大光學系統30A為具有以與發光部231A各者對應之方式配置之複數個透鏡部31A之透鏡陣列，第2放大光學系統30B為具有以與發光部231B各者對應之方式配置之複數個透鏡部31B之透鏡陣列。而且，第1放大光學系統30A之透鏡部31A各自為以 $(LED晶片23A之排列間距P1) / (發光部231A之發光面之一邊之長度a1)$ 之倍率將發光部231A放大投影之兩側遠心光學系統。又，第2放大光學系統30B之透鏡部31B各自為以 $(LED晶片23B之排列間距P2) / (發光部231B之發光面之一邊之長度a2)$ 之倍率將發光部231B放大投影之兩側遠心光學系統。藉此，可形成複數個發光部231A（231B）之放大像於既定面PP幾乎互相相接之面光源。

【0054】 又，於本第1實施形態中，照明單元90具備使第2分色鏡DM2所合

成之合成像之光束為均勻之照度分布之光束而出射之複眼透鏡FEL、及將第2分色鏡DM2所合成之合成像等倍投影至複眼透鏡FEL之入射端之兩側遠心之成像光學系統83。藉此，可均勻地照明光罩MSK。

【0055】 又，於本第1實施形態中，由第2聚光光學系統81B形成之光瞳像之光束對第2分色鏡DM2之入射角度為 $35^\circ$ 。藉此，可以較高之效率反射由第2聚光光學系統81B形成之光瞳像之光束。

【0056】 再者，於上述第1實施形態中，使自第1光源單元OPU1出射之峰值波長385 nm之光被第1分色鏡DM1反射而入射至第2分色鏡DM2，但亦可省略第1分色鏡DM1，使自第1光源單元OPU1出射之峰值波長385 nm之光直接入射至第2分色鏡DM2。

【0057】 又，於上述第1實施形態中，LED晶片23A之發光部231A出射峰值波長385 nm之光，LED晶片23B之發光部231B出射峰值波長365 nm之光，但亦可為LED晶片23A之發光部231A出射峰值波長365 nm之光，而LED晶片23B之發光部231B出射峰值波長385 nm之光。於該情形時，可構成為第1分色鏡DM1反射峰值波長365 nm之光之至少一部分，第2分色鏡DM2透過峰值波長365 nm之光之至少一部分，並反射峰值波長385 nm之光之至少一部分。

【0058】 再者，第1光源單元OPU1及第2光源單元OPU2所出射之光之波長並不限於上述者，亦可適當組合出射於360~440 nm之範圍內具有峰值波長之光之LED晶片而構成第1光源單元OPU1及第2光源單元OPU2。例如，亦可構成為第1光源單元OPU1出射峰值波長405 nm之光，且第2光源單元OPU2出射峰值波長385 nm之光。又，亦可構成為第1光源單元OPU1出射峰值波長395 nm之光，且第2光源單元OPU2出射峰值波長385 nm之光。自第1光源單元OPU1出射之光之波長與第2光源單元OPU2所出射之光之波長之組合並不限於該等例示。再者，於使第1光源單元OPU1所出射之光之波長與第2光源單元OPU2所出射之光之波長之

組合為除本第1實施形態以外之組合之情形時，較佳為根據所使用之波長適當變更分色鏡之材料。

**【0059】** 《第2實施形態》

其次，對第2實施形態進行說明。第2實施形態之第1放大光學系統30A及第2放大光學系統30B之發光部231A及231B之放大倍率M1及M2與第1實施形態不同。

**【0060】** （關於LED晶片）

圖5係表示LED晶片23A之發光部231A之配光特性之一例的圖。圖5中，實線表示發光部231A之理論上之配光特性（朗伯（Lambert）放射），虛線為實際測量自發光部231A出射之光之放射強度，以6次多項式對測量結果進行近似而得之曲線。

**【0061】** 於圖5之例中，自發光部231A出射之光中，出射角度大於 $-50^\circ$ 且未達 $50^\circ$ 之範圍之光之放射強度高於朗伯放射之放射強度，出射角度為 $-50^\circ$ 以下之範圍及 $50^\circ$ 以上之範圍之光之放射強度低於朗伯放射之放射強度。如此，自發光部231A出射之光中，存在其放射強度高於朗伯放射之放射強度之出射角度之範圍。因此，認為藉由使用自發光部231A出射之光中之出射角度為該範圍內（於圖5之例中，為 $\pm 50^\circ$ 之範圍）之光，可提高自第1光源單元OPU1出射之光之亮度。

**【0062】** 對此，於第2實施形態中，將第1放大光學系統30A放大投影發光部231A時之倍率M1以滿足以下式（1）之方式進行設定。

$$P1/a1 < M1 \leq \sin\alpha_1/\sin\theta_1 \dots (1)$$

**【0063】** 此處，P1為LED晶片23A之排列間距，a1為發光部231A之發光面之一邊之長度， $\alpha_1$ 為自發光部231A出射之光中放射強度高於朗伯放射之光之最

大出射角度。 $\theta_1$ 為自第1放大光學系統30A出射之光之最大出射角度。再者， $\sin\theta_1$ 為使照明光學系統80之數值孔徑相對於投影光學單元100之數值孔徑之比( $\sigma$ )為1之值。再者，於圖3中之X1方向上之LED晶片23A之排列間距P1及發光部231A之發光面之一邊之長度a1、與Y1方向上之LED晶片23A之排列間距P1及發光部231A之發光面之一邊之長度a1不同之情形時，只要於X1方向及Y1方向上分別以滿足式(1)之方式進行設定即可。

【0064】 又，將第2放大光學系統30B放大投影發光部231B時之倍率M2以滿足以下式(2)之方式進行設定。

$$P2/a2 < M2 \leq \sin\alpha_2/\sin\theta_2 \dots (2)$$

【0065】 此處，P2為LED晶片23B之排列間距，a2為發光部231B之發光面之一邊之長度， $\alpha_2$ 為自發光部231B出射之光中放射強度高於朗伯放射之光之最大出射角度， $\theta_2$ 為自第2放大光學系統30B出射之光之最大出射角度。再者， $\sin\theta_2$ 為使照明光學系統80之數值孔徑相對於投影光學單元100之數值孔徑之比( $\sigma$ )為1之值。再者，於圖3中之X1方向上之LED晶片23B之排列間距P2及發光部231B之發光面之一邊之長度a2、與Y1方向上之LED晶片23B之排列間距P2及發光部231B之發光面之一邊之長度a2不同之情形時，只要於X1方向及Y1方向上分別以滿足式(2)之方式進行設定即可。

【0066】 藉由以此種滿足式(1)之倍率M1及滿足式(2)之倍率M2分別放大發光部231A及231B，於既定面PP，發光部231A及231B之發光面中除周緣部以外之區域之放大像互相相接。對該方面進行說明。

【0067】 圖6(A)及圖6(B)係對第2實施形態中形成於既定面PP之放大像進行說明之圖。更具體而言，圖6(A)係表示所排列之LED晶片23A之俯視圖，

圖6 (B) 係表示形成於既定面PP之放大像之俯視圖。為了使圖簡化，使用2×2行之LED晶片23A進行說明。

**【0068】** 如圖6 (A) 所示，於LED晶片23A之發光部231A之發光面中，將周緣部定義為周緣區域231b，將除周緣區域231b以外之區域定義為中央區域231a。於該情形時，若以滿足式(1)之倍率M1形成發光部231A之放大像，則如圖6 (B) 所示，於既定面PP，中央區域231a之放大像MI1彼此相接，包含中央區域231a及周緣區域231b之發光部231A之放大像MI2以一部分重疊之方式形成放大像。

**【0069】** 由於藉由以分別滿足式(1)及(2)之倍率M1及M2分別放大發光部231A及231B，而由放射強度高於朗伯放射之光於既定面PP形成面光源，因此可提高自第1光源單元OPU1及第2光源單元OPU2出射之光之強度。換言之，由自發光部231A及231B之發光面中出射放射強度高於朗伯放射之光之區域(中央區域231a)出射的光形成面光源，藉此可提高自第1光源單元OPU1及第2光源單元OPU2出射之光之強度。

**【0070】** [模擬1]

改變第1放大光學系統30A之發光部231A之放大倍率M1，模擬由第1放大光學系統30A形成之放大像之既定面上之照度。模擬條件如下所示。

LED晶片23A：日亞化學工業股份有限公司製造之NVSU233B

發光部231A之發光面之一邊之長度：1.4 mm

排列間距P1：4 mm

$\alpha_1$ ：50°

$\theta_1$ ：8°

**【0071】** 於該情形時，倍率M1之條件為 $4 \text{ mm}/1.4 \text{ mm} = 2.9 < M1 \leq \sin 50^\circ / \sin 8^\circ = 5.5$ 。對此，於倍率M1 = 2.79、倍率M1 = 3.6倍之情形時模擬照度。

【0072】 圖7 (A) 係表示模擬結果之圖。於圖7 (A) 中，橫軸表示倍率，縱軸為將倍率 $M1 = 2.79$ 時之照度設為1時之照度比率。如圖7 (A) 所示，確認藉由使倍率 $M1$ 大於 $P1/a1$ ，照度較將倍率 $M1$ 設為 $P1/a1$ 之情形時得以提昇。

【0073】 [模擬2]

使用與模擬1中所使用之LED晶片23A不同之LED晶片23A，以與模擬1相同之方式變更倍率 $M1$ 而模擬照度。模擬條件如下所示。

LED晶片23A：日亞化學工業股份有限公司製造之NWSU333B

發光部231A之發光面之一邊之長度：1.9 mm

排列間距 $P1$ ：7 mm

$\alpha_1$ ：50°

$\theta_1$ ：8°

【0074】 於該情形時，倍率 $M1$ 之條件為 $7 \text{ mm}/1.9 \text{ mm} = 3.68 < M1 \leq \sin 50^\circ / \sin 8^\circ = 5.5$ 。對此，於倍率 $M1 = 3.68$ 、倍率 $M1 = 4.38$ 、倍率 $M1 = 4.65$ 之情形時模擬照度。

【0075】 圖7 (B) 係表示模擬結果之圖。於圖7 (B) 中，橫軸為倍率，縱軸為將倍率 $M1 = 4.38$ 時之照度設為1時之照度比率。如圖7 (B) 所示，確認藉由使倍率 $M1$ 大於 $P1/a1$ ，照度較將倍率 $M1$ 設為 $P1/a1$ 之情形時得以提昇。

【0076】 以上，如詳細說明所示，根據第2實施形態，第1放大光學系統30A將發光部231A放大投影時之倍率 $M1$ 滿足 $P1/a1 < M1 \leq \sin \alpha_1 / \sin \theta_1$ ，第2放大光學系統30B將發光部231B放大投影時之倍率 $M2$ 滿足 $P2/a2 < M2 \leq \sin \alpha_2 / \sin \theta_2$ 。

【0077】 由於藉由以此方式既定倍率 $M1$ 及 $M2$ ，可由放射強度高於朗伯放射之光形成二次光源，因此可提高自第1光源單元OPU1及第2光源單元OPU2出射之光之強度。

【0078】 又，於第1光源陣列20A及第2光源陣列20B之製造步驟中，將LED

晶片23A及23B配置於基板時，有時會產生LED晶片23A及23B之位置偏移。由於位置偏移，第1光源陣列20A及第2光源陣列20B之照度可能會降低。於本實施形態中，由於藉由使倍率M1及倍率M2分別大於 $P1/a1$ 及 $P2/a2$ ，可僅使用發光部231A、231B之發光面之內側之區域（除周緣部以外之區域），因此即便LED晶片23A及23B位置偏移，亦可抑制第1光源陣列20A及第2光源陣列20B之照度降低。

【0079】 又，於第2實施形態中， $\sin\theta_1$ 及 $\sin\theta_2$ 係將照明光學系統80之數值孔徑相對於投影光學單元100之數值孔徑之比（ $\sigma$ ）設為1之值。藉此，可實現與曝光裝置10中要求之數值孔徑相應之亮度之照明光IL。

【0080】 上述實施形態為本發明之較佳實施例。但是並不限定於此，可於不脫離本發明主旨之範圍內實施各種變形。

#### 【符號說明】

##### 【0081】

10:曝光裝置

20A:第1光源陣列

20B:第2光源陣列

21A、21B:基板

23A、23B:LED晶片

231a:中央區域

231b:周緣區域

30A:第1放大光學系統

30B:第2放大光學系統

31A、31B:透鏡部

70:主體

71:底座（防振台）  
72A、72B:柱  
73:光學壓盤  
74:支持體  
75:滑件導座  
80:照明光學系統  
81A:第1聚光光學系統  
81B:第2聚光光學系統  
83:成像光學系統  
84:聚光光學系統  
85:孔徑光闌  
90:照明單元  
100:投影光學單元  
AX:基準光軸  
a1、a2:一邊之長度  
DM1:第1分色鏡  
231A、231B:發光部  
DM2:第2分色鏡  
DT10、DT20、DT30:檢測器  
F:地板  
FEL:複眼透鏡  
IL:照明光  
IOP:照明系統  
MI1、MI2:放大影像

MSK:光罩

MST:光罩平台

OA:光軸

OPU1:第1光源單元

OPU2:第2光源單元

P:基板

PP:既定面

P1、P2:排列間距

PL:投影光學系統

PST:基板平台

$\theta$ :入射角度

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種光源單元，其具備：

光源陣列，其於二維平面上排列複數個具有出射光之發光部之光源元件；以及

放大光學系統，其形成上述光源元件各者之上述發光部之放大像；

上述放大光學系統係以倍率 $M$ 放大投影之兩側遠心光學系統，

於將上述光源元件之排列間距設為 $p$ ，將上述發光部之發光面之一邊之長度設為 $a$ ，將自上述發光部出射之上述光中放射强度高於朗伯放射之光之最大出射角度設為 $\alpha$ ，將自上述放大光學系統出射之光之最大出射角度設為 $\theta$ 之情形時，上述倍率 $M$ 滿足 $p/a < M \leq \sin\alpha/\sin\theta$ 之條件。

【請求項2】如請求項1之光源單元，其中

上述發光部為紫外線發光二極體。

【請求項3】如請求項1或2之光源單元，其中

自上述發光部出射之光之峰值波長處於360~440 nm之範圍內。

【請求項4】如請求項1或2之光源單元，其

用於曝光裝置，該曝光裝置具有將自光源出射之光引導至被照射體之照明光學系統、及將由上述照明光學系統照明之上述被照射體之圖案之像投影於感光性基板上的投影光學系統，

上述 $\sin\theta$ 係使上述照明光學系統之數值孔徑相對於上述投影光學系統之數值孔徑之比為1之值。

【請求項5】一種照明單元，其具備：

如請求項1至3中任一項之光源單元；以及

照明光學系統，其將自上述光源單元出射之光引導至被照射體。

【請求項6】一種照明單元，其具備：

複數個如請求項1至3中任一項之光源單元；以及  
照明光學系統，其包含將自複數個上述光源單元出射之光進行合成之合成光學元件，將自上述合成光學元件出射之合成光引導至被照射體。

**【請求項7】**一種曝光裝置，其具備：

如請求項5或6之照明單元；以及

投影光學系統，其將由上述照明單元照明之上述被照射體之圖案像投影至感光性基板上。

**【請求項8】**如請求項7之曝光裝置，其中

上述感光性基板之至少一邊之長度或對角長度為500 mm以上。

**【請求項9】**如請求項7或8之曝光裝置，其中

上述 $\sin\theta$ 係使上述照明光學系統之數值孔徑相對於上述投影光學系統之數值孔徑之比為1之值。

**【請求項10】**一種曝光方法，其係使用了如請求項7至9中任一項之曝光裝置之曝光方法，且包括：

利用上述照明單元對上述被照射體進行照明；以及

使用上述投影光學系統將上述被照射體之圖案像向上述感光性基板投影。

【發明圖式】

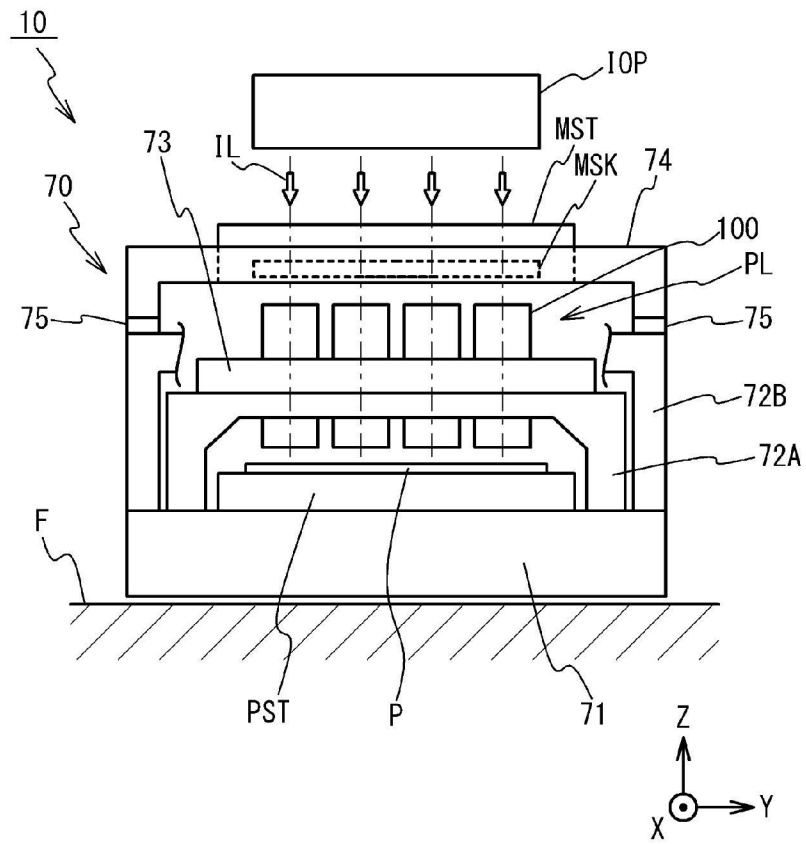


圖 1

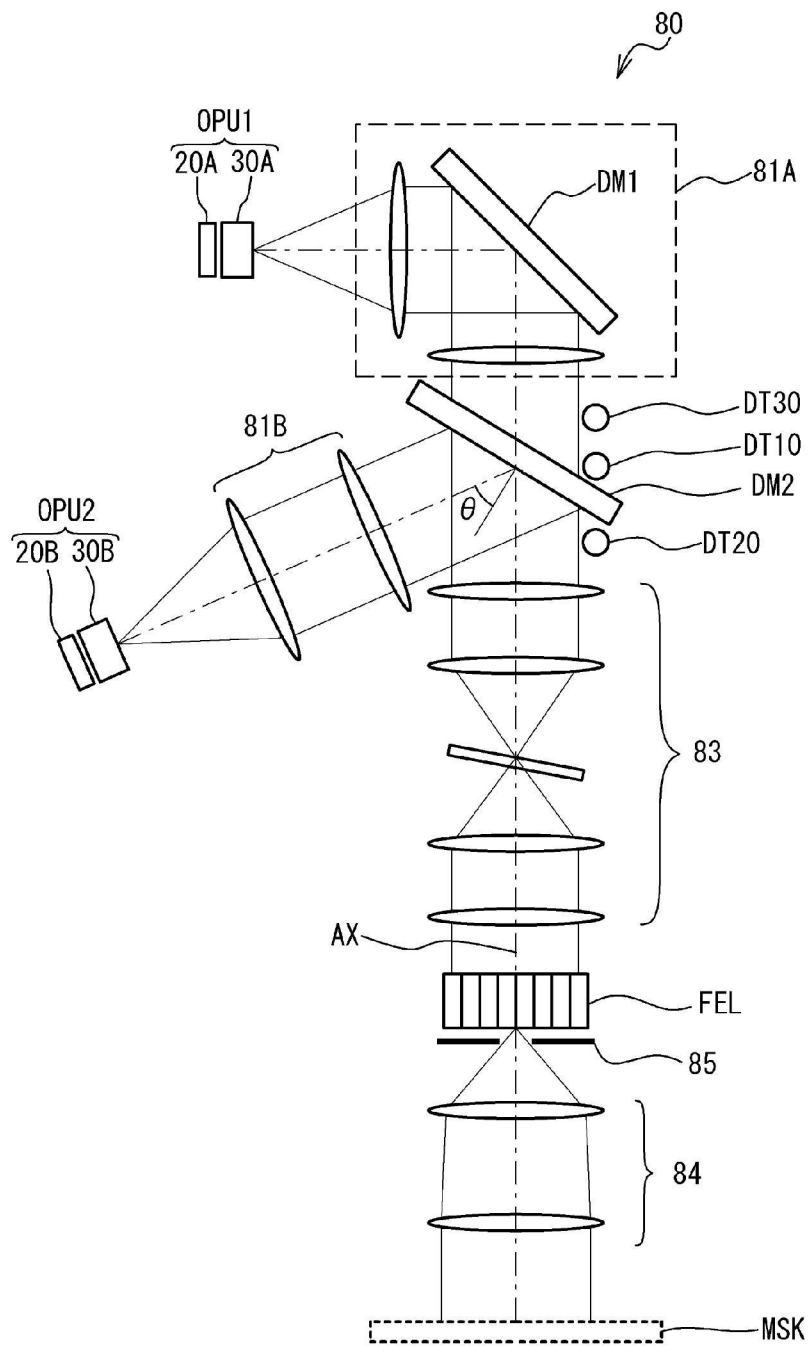


圖2

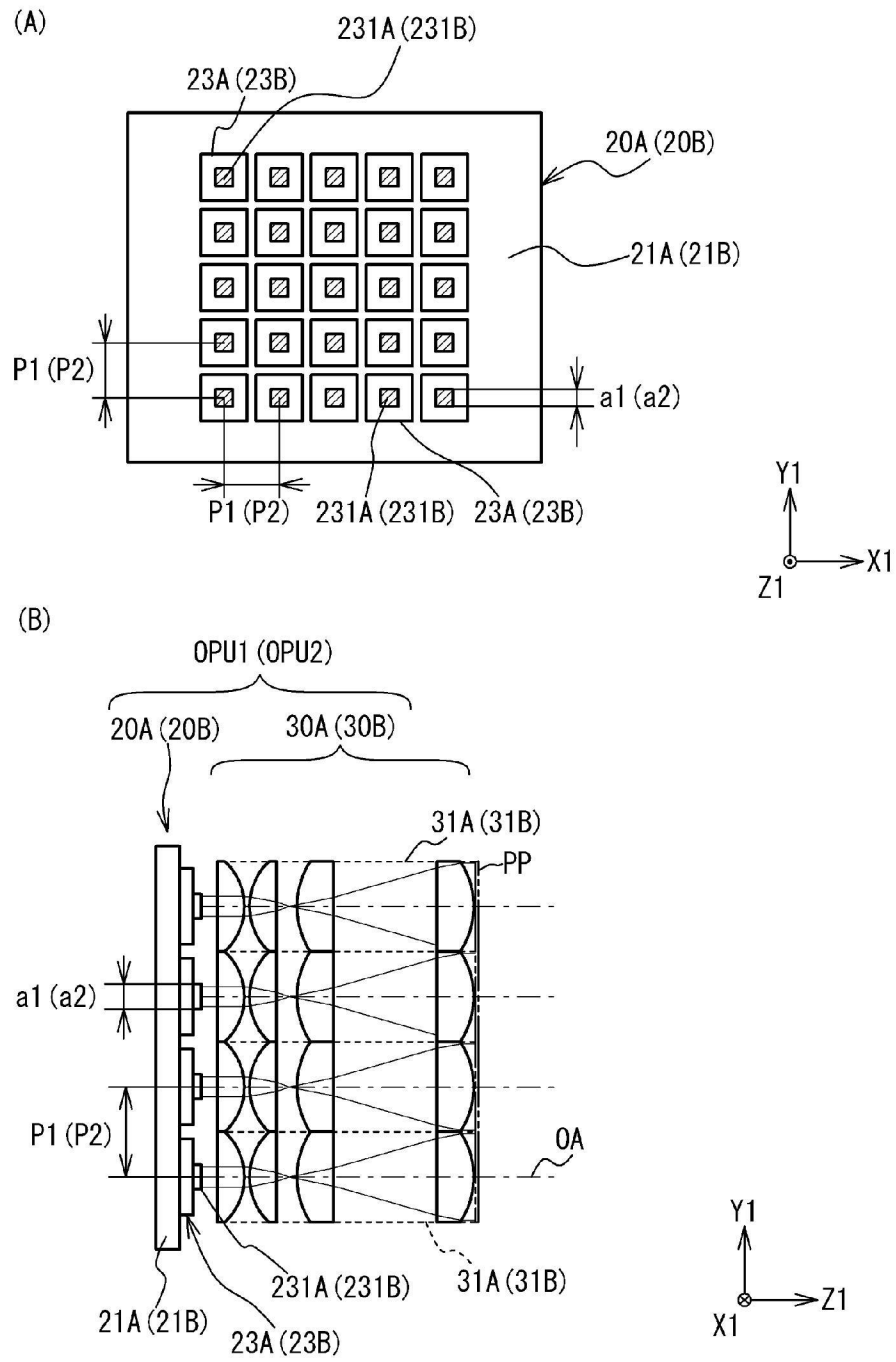


圖3

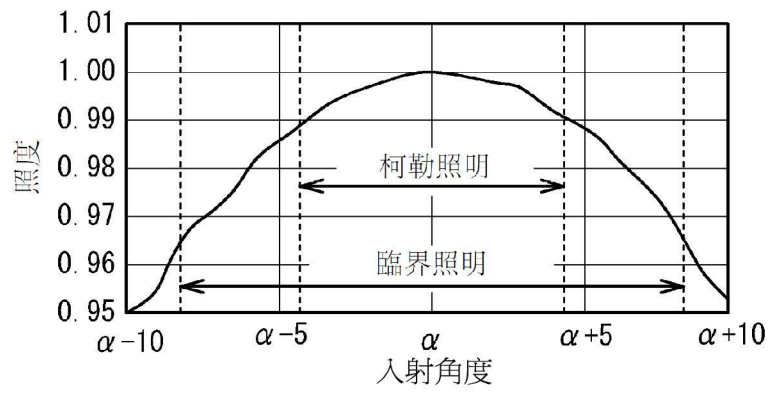


圖4

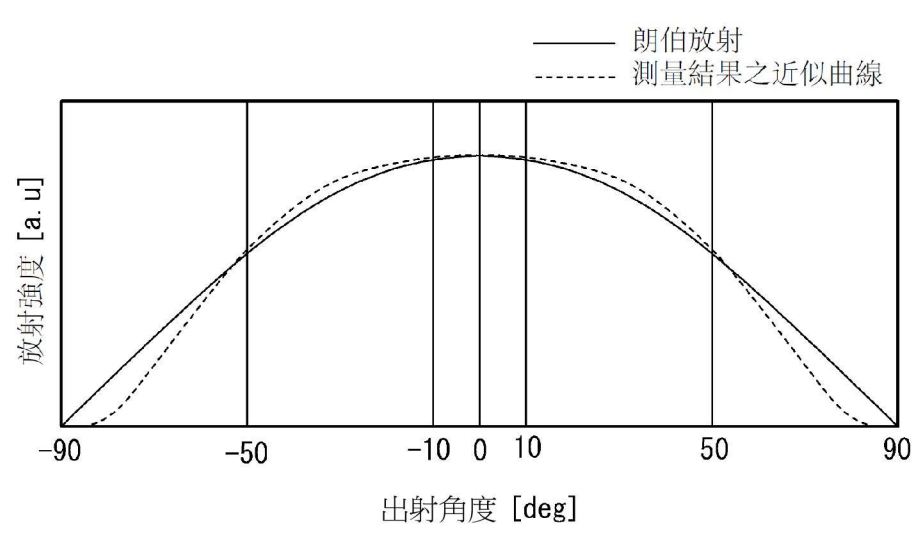


圖5

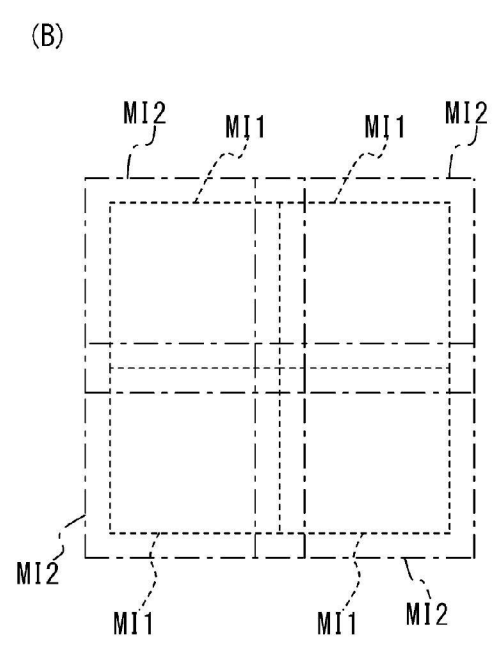
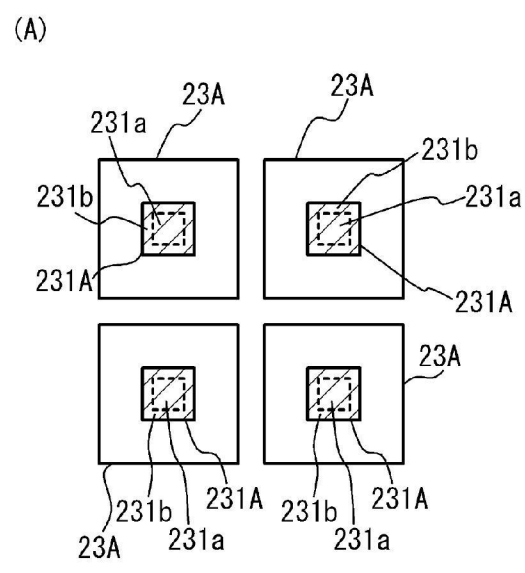
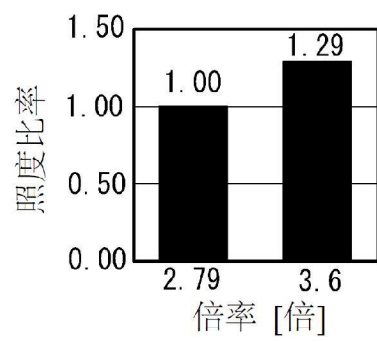


圖6

(A)



(B)

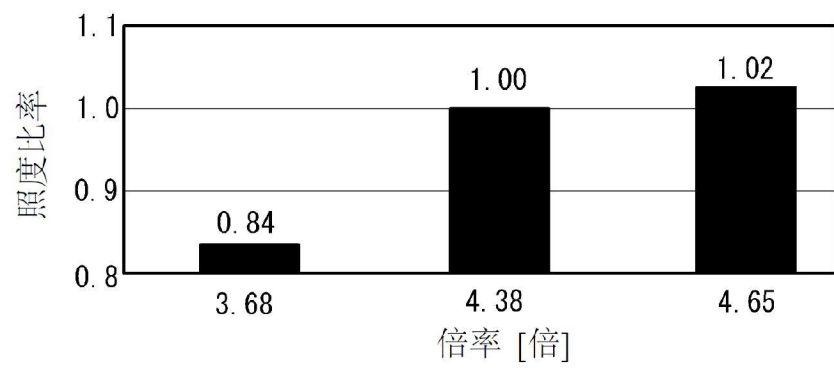


圖7