

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：照明ユニット、露光装置、及び露光方法

技術分野

[0001] 照明ユニット、露光装置、及び露光方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、パソコンやテレビ等の表示素子として、液晶表示パネルが多用されている。液晶表示パネルは、プレート（ガラス基板）上にフォトリソグラフィの手法で薄膜トランジスタの回路パターンを形成することによって製造される。このフォトリソグラフィ工程のための装置として、マスク上に形成された原画パターンを、投影光学系を介してプレート上のフォトレジスト層に投影露光する露光装置が用いられている。このような露光装置として、LED（Light Emitting Diode）を光源として用いた露光装置が提案されている（例えば、特許文献1）。

[0003] LEDを光源として用いる露光装置においても、マスクを照明する照明ユニットは小型であることが望ましい。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2016-184127号公報

発明の概要

[0005] 第1の開示の態様によれば、照明ユニットは、光源と、前記光源の中間像を形成する第1の光学系と、前記中間像の位置またはその近傍に減光部材が配置された第1の状態と、前記減光部材が配置されていない第2の状態と、を切り換え可能な制御機構と、を備える。

[0006] 第2の開示の態様によれば、照明ユニットは、複数の光源と、前記複数の光源から射出された光を合成する合成光学素子と、前記合成光学素子から射出された合成光によって前記複数の光源の中間像を形成する第1の光学系と、前記中間像の位置またはその近傍に減光部材が配置された状態と、前記減

光部材が配置されていない状態と、を切り換え可能な制御機構と、を備える。

[0007] 第3の開示の態様によれば、露光装置は、上記照明ユニットと、前記照明ユニットにより照明されるマスクのパターン像を感光性基板上に投影する投影光学系と、を備える。

[0008] 第4の開示の態様によれば、露光方法は、上記露光装置を用いた露光方法であって、前記照明ユニットによりマスクを照明することと、前記投影光学系を用いて前記マスクのパターン像を感光性基板へ投影することと、を含む。

[0009] なお、後述の実施形態の構成を適宜改良しても良く、また、少なくとも一部を他の構成物に代替させても良い。更に、その配置について特に限定のない構成要件は、実施形態で開示した配置に限らず、その機能を達成できる位置に配置することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、一実施形態に係る露光装置の構成を示す概略図である。

[図2]図2は、実施形態に係る照明ユニットの構成を示す概略図である。

[図3]図3（A）は、光源アレイの構成を概略的に示す平面図であり、図3（B）は、光源ユニットの内部構成を概略的に示す図である。

[図4]図4は、空間像計測装置の構成について説明するための図である。

[図5]図5は、空間像計測装置について説明するための図である。

[図6]図6は、モジュールシャッタの構成を示す平面図である。

[図7]図7（A）及び図7（B）は、モジュールシャッタの構成の別例を示す平面図である。

[図8]図8は、変形例1に係る照明ユニットの構成を示す概略図である。

[図9]図9は、変形例2に係る露光装置の構成を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0011] 一実施形態に係る露光装置10について、図1～図6に基づいて説明する。

[0012] (露光装置の構成)

図1は、本実施形態に係る露光装置10の構成を概略的に示す図である。

[0013] 露光装置10は、マスクMSKとガラス基板(以下、「プレート」と呼ぶ)Pとを投影光学系PLに対して同一方向に同一速度で駆動することで、マスクMSKに形成されたパターンをプレートP上に転写するスキャニング・ステッパ(スキャナ)である。プレートPは、例えば液晶表示装置(フラットパネルディスプレイ)に用いられる矩形のガラス基板であり、少なくとも一辺の長さ又は対角長が500mm以上である。

[0014] 以下においては、走査露光の際にマスクMSK及びプレートPが駆動される方向(走査方向)をX軸方向とし、これに直交する水平面内での方向をY軸方向、X軸及びY軸に直交する方向をZ軸方向、X軸、Y軸、及びZ軸回りの回転(傾斜)方向をそれぞれ θ_x 、 θ_y 、及び θ_z 方向とする。

[0015] 露光装置10は、照明光学系IOP、マスクMSKを保持するマスクステージMST、投影光学系PL、これらを支持するボディ70、プレートPを保持する基板ステージPST、及びこれらを制御する制御装置CNT等を備える。制御装置CNTは、露光装置10の構成各部を統括制御する。また、露光装置10は、高精度な露光を行うため、マスクMSKのパターンの位置と、プレートP上に投影されるパターンの位置との関係を求める空間像計測装置(AIS: Airial Image Sensor)40(図1では不図示)を備える。

[0016] ボディ70は、ベース(防振台)71、コラム72A、72B、光学定盤73、支持体74、及びスライドガイド75を備える。ベース(防振台)71は、床F上に配置され、床Fからの振動を除振してコラム72A、72B等を支持する。コラム72A、72Bはそれぞれ枠体形状を有し、コラム72Bの内側にコラム72Aが配置されている。光学定盤73は、平板形状を有し、コラム72Aの天井部に固定されている。支持体74は、コラム72Bの天井部にスライドガイド75を介して支持されている。スライドガイド75は、エアボールリフタと位置決め機構とを備え、支持体74(すなわち後述するマスクステージMST)を光学定盤73に対してX軸方向の適当な

位置に位置決めする。

- [0017] 照明光学系 IOP は、ボディ 70 の上方に配置されている。照明光学系 IOP は、照明光 IL をマスク MSK に照射する。照明光学系 IOP の詳細な構成については、後述する。
- [0018] マスクステージ MST は、支持体 74 に支持されている。マスクステージ MST には、回路パターンが形成されたパターン面（図 1 における下面）を有するマスク MSK が、例えば真空吸着（あるいは静電吸着）により固定されている。マスクステージ MST は、例えばリニアモーターを含む駆動系により走査方向（X 軸方向）に所定のストロークで駆動されるとともに、非走査方向（Y 軸方向及び θz 方向）に微少駆動される。
- [0019] マスクステージ MST の XY 平面内の位置情報（ θz 方向の回転情報を含む）は、干渉計システムにより計測される。干渉計システムは、マスクステージ MST の端部に設けられた移動鏡（又は鏡面加工された反射面（不図示））に測長ビームを照射し、移動鏡からの反射光を受光することにより、マスクステージ MST の位置を計測する。その計測結果は制御装置 CNT に供給され、制御装置 CNT は、干渉計システムの計測結果に従って、駆動系を介してマスクステージ MST を駆動する。
- [0020] 投影光学系 PL は、マスクステージ MST の下方（-Z 側）において、光学定盤 73 に支持されている。投影光学系 PL は、例えば米国特許第 5,729,331 号明細書に開示された投影光学系と同様に構成され、マスク MSK のパターン像の投影領域が例えば千鳥状に配置された複数（例えば 7）の投影光学ユニット 100（マルチレンズ投影光学ユニット）を含み、Y 軸方向を長手方向とする矩形形状のイメージフィールドを形成する。ここでは、4 つの投影光学ユニット 100 が Y 軸方向に所定間隔で配置され、残りの 3 つの投影光学ユニット 100 が、4 つの投影光学ユニット 100 から +X 側に離間して、Y 軸方向に所定間隔で配置されている。複数の投影光学ユニット 100 のそれぞれとして、例えば両側テレセントリックな等倍系で正立正像を形成するものが用いられる。なお、千鳥状に配置された投影光学ユニ

ット100の複数の投影領域をまとめて露光領域と呼ぶ。

[0021] 照明光学系10Pからの照明光1LによってマスクMSK上の照明領域が照明されると、マスクMSKを透過した照明光1Lにより、投影光学系PLを介して、その照明領域内のマスクMSKの回路パターンの投影像（部分正立像）が、投影光学系PLの像面側に配置されるプレートP上の照射領域（露光領域（照明領域に共役））に形成される。ここで、プレートPの表面にはレジスト（感応剤）が塗布されている。マスクステージMSTと基板ステージPSTとを同期駆動する、すなわちマスクMSKを照明領域（照明光1L）に対して走査方向（X軸方向）に駆動するとともに、プレートPを露光領域（照明光1L）に対して同じ走査方向に駆動することで、プレートPが露光されてプレートP上にマスクMSKのパターンが転写される。

[0022] 基板ステージPSTは、投影光学系PLの下方（-Z側）のベース（防振台）71上に配置されている。基板ステージPST上に、プレートPが、基板ホルダ（不図示）を介して保持されている。

[0023] 基板ステージPSTのXY平面内の位置情報（回転情報（ヨーイング量（ θ_z 方向の回転量 θ_z ）、ピッチング量（ θ_x 方向の回転量 θ_x ）、ローリング量（ θ_y 方向の回転量 θ_y ）を含む）は、干渉計システムによって計測される。干渉計システムは、光学定盤73から基板ステージPSTの端部に設けられた移動鏡（又は鏡面加工された反射面（不図示））に測長ビームを照射し、移動鏡からの反射光を受光することにより、基板ステージPSTの位置を計測する。その計測結果は制御装置CNTに供給され、制御装置CNTは、干渉計システムの計測結果に従って基板ステージPSTを駆動する。

[0024] 露光装置10では、露光に先立ってアライメント計測（例えば、EGA等）を行い、その結果を用いて、以下の手順で、プレートPを露光する。まず、制御装置CNTの指示に従い、マスクステージMST及び基板ステージPSTをX軸方向に同期駆動する。これにより、プレートP上の1つめのショット領域への走査露光を行う。1つめのショット領域に対する走査露光が終

了すると、制御装置CNTは、基板ステージPSTを2つめのショット領域に対応する位置へ移動（ステッピング）する。そして、2つめのショット領域に対する走査露光を行う。制御装置CNTは、同様に、プレートPのショット領域間のステッピングとショット領域に対する走査露光とを繰り返して、プレートP上の全てのショット領域にマスクMSKのパターンを転写する。

[0025] （照明光学系IOPの構成）

次に、本実施形態における照明光学系IOPの構成について説明する。照明光学系IOPは、投影光学系PLが備える複数の投影光学ユニット100それぞれに対応する複数の照明ユニット90を備える。

[0026] 図2は、照明ユニット90の構成を概略的に示す図である。図2に示すように、照明ユニット90は、光源ユニットOPUと、照明光学系80と、を備える。

[0027] （光源ユニットの構成）

光源ユニットOPUは、光源アレイ20と、拡大光学系30と、を備える。

[0028] 図3（A）は、光源アレイ20の構成を概略的に示す平面図である。光源アレイ20は、例えば基板21上にアレイ状に並べられた複数（図3（A）では、 5×5 ）のLED（Light Emitting Diode）チップ23を備える。すなわち、光源ユニットOPUは、LED光源である。LEDチップ23の個数は必要に応じて適宜変更してもよい。

[0029] 複数のLEDチップ23は各々、発光部231を有し、当該発光部231から出射する光のピーク波長は、例えば、 $360 \sim 370 \text{ nm}$ の範囲内、 $380 \sim 390 \text{ nm}$ の範囲内、または、 $400 \sim 410 \text{ nm}$ の範囲内にある。すなわち、発光部231は、紫外線LED（UV LED）である。発光部231の発光面は正方形であり、その一辺の長さはLである。LEDチップ23は、ピッチP1で配列されている。ピッチP1は、隣り合うLEDチップ23の中心間の距離である。なお、LEDチップ23は、基板上ではなく

、例えばヒートシンク上に配列されていてもよい。

[0030] 図3(B)は、光源ユニットOPUの内部構成を概略的に示す図である。ここでLEDチップ23が配列された2方向を、X1方向及びY1方向とする。X1方向とY1方向とは直交している。また、X1方向及びY1方向に直交する方向をZ1方向とする。Z1方向は、発光部231が出射する光の光軸OAと略平行である。

[0031] 図3(B)に示すように、拡大光学系30は、各LEDチップ23の発光部231の拡大像を所定面PPにそれぞれ形成するための拡大光学系である。拡大光学系30は、LEDチップ23の配列と対応するように配列された複数のレンズ部31を備える。レンズ部31は各々、発光部231を、(LEDチップ23の配列ピッチP1) / (発光部231の発光面の一边の長さL) 以上の倍率Mで拡大投影する両側テレセントリックな光学系である。

[0032] 本実施形態では、レンズ部31は4枚の平凸レンズを備えているが、これに限定されるものではなく、レンズ部31は、例えば2枚の両凸レンズを備えていてもよいし、3枚の両凸レンズを備えていてもよい。また、レンズ部31は、例えば、平凸レンズと両凸レンズとを備えていてもよい。

[0033] (照明光学系80の構成)

再び図2を参照し、照明光学系80の構成について説明する。照明光学系80は、結像光学系81と、フライアイレンズFELと、開口絞り85と、コンデンサー光学系86と、照度補正フィルタ87と、を備える。

[0034] 結像光学系81は、光源ユニットOPU(光源アレイ20)の像をフライアイレンズFELの入射端に等倍投影する両側テレセントリックな光学系である。結像光学系81は、光源ユニットOPUの中間像を形成する第1の光学系81aと、モジュールシャッタ81bと、照明ウェッジ81cと、光源ユニットOPUの中間像をフライアイレンズFELに結像させる第2の光学系81dと、を含む。

[0035] フライアイレンズFELは、たとえば正の屈折力を有する多数のレンズエレメントをその光軸が基準光軸AX1と平行になるように縦横に且つ稠密に

配列することによって構成されている。フライアイレンズF E Lを構成する各レンズエレメントは、マスクM S K上において形成すべき照野の形状（ひいてはプレートP上において形成すべき露光領域の形状）と相似な矩形状の断面を有する。

[0036] したがって、フライアイレンズF E Lに入射した光束は多数のレンズエレメントにより波面分割され、各レンズエレメントの後側焦点面（出射面）またはその近傍には1つの光源像がそれぞれ形成される。すなわち、フライアイレンズF E Lの後側焦点面（出射面）またはその近傍には、多数の光源像からなる実質的な面光源すなわち二次光源が形成される。フライアイレンズF E Lの後側焦点面（出射面）またはその近傍に形成された二次光源からの光束は、その近傍に配置された開口絞り85に入射する。なお、本実施形態においてフライアイレンズF E Lの後側焦点面（出射面）と、光源アレイ20とは、光学的に共役である。

[0037] 開口絞り85は、投影光学系P Lの入射瞳面と光学的にほぼ共役な位置に配置され、二次光源の照明に寄与する範囲を規定するための可変開口部を有する。そして、開口絞り85は、可変開口部の開口径を変化させることにより、照明条件を決定する σ 値（投影光学系の瞳面の開口径に対するその瞳面上での二次光源像の口径の比）を所望の値に設定する。開口絞り85を介した二次光源からの光は、コンデンサー光学系86の集光作用を受けた後、照度補正フィルタ87によりその照度が補正され、所定のパターンが形成されたマスクM S Kを重畳的に照明する。

[0038] なお、光源ユニットO P Uが出射する光の波長は上述したものに限られず、360～440nmの範囲内にピーク波長を有する光を出射するLEDチップを適宜組み合わせて光源ユニットO P Uを構成してもよい。

[0039] （空間像計測装置40の構成）

次に、空間像計測装置40の構成について図4を参照して説明する。

[0040] 図4に示すように、空間像計測装置40は、基準部材43と、A I S受光系（計測装置）46とを有している。基準部材43は、基板ステージP S T

の投影光学ユニット１００側における表面に配置されている。より具体的には、基準部材４３は、基板ステージＰＳＴの走査方向の端部（－Ｘ側）の所定位置に配置され、Ｙ軸方向に沿って延在している。なお、基準部材４３が配置される位置はこれに限定されるものではない。

[0041] 基準部材４３にはＹ軸方向に所定間隔で並ぶ基準マークＭ１が形成されている。なお、以下の説明において、基板ステージＰＳＴの基準部材４３に形成された基準マークＭ１を適宜「基板側ＡＩＳマーク（基準マーク）」と称する。

[0042] 図４に示すように、基準部材４３に形成された基板側ＡＩＳマークＭ１のＺ軸方向における形成位置（高さ）はプレートＰの表面（露光面）と略一致するように設定されている。基準部材４３の下方には、基板ステージＰＳＴに埋設されるように、基準部材４３を通過した光を受光可能なＡＩＳ受光系４６が設けられている。ＡＩＳ受光系４６は、レンズ系４４と、レンズ系４４を介した光を受光するＣＭＯＳ（Complementary Metal-Oxide-Semiconductor）またはＣＣＤ（Charge Coupled Device）等の撮像素子４５と、を備えている。ＡＩＳ受光系４６（撮像素子４５）の受光結果は制御装置ＣＮＴに対して出力される。

[0043] マスクＭＳＫの走査方向両側（±Ｘ側）には複数のマーク（マーク群）を有するマーク形成領域が設けられている。－Ｘ側のマーク形成領域にはＹ軸方向に所定間隔で並ぶ複数の第１マスクマークＭ２が形成されている。一方、＋Ｘ側のマーク形成領域にはＹ軸方向に所定間隔で並ぶ複数の第２マスクマークＭ３が形成されている。なお、以下の説明において、マスクＭＳＫに形成された第１マスクマークＭ２、第２マスクマークＭ３を適宜「マスク側ＡＩＳマーク」と称する。

[0044] 図５は、ＡＩＳ受光系４６がＡＩＳマーク検出を行っている状態を示す図である。図５に示すように、制御装置ＣＮＴは、いわゆるスルー・ザ・レンズ（ＴＴＬ）方式により、ＡＩＳ受光系４６（撮像素子４５）でマスク側ＡＩＳマークＭ２（Ｍ３）と基板側ＡＩＳマークＭ１とを検出し、この検出結

果に基づいてマスクMSKと基板ステージPSTとの相対位置を求める。具体的には、制御装置CNTは、撮像素子45でマスク側AISマークM2（M3）の像と基板側AISマークM1の像とが一致するようにマスクステージMST及び基板ステージPSTを移動し、照明光学系IOPでマスク側AISマークM2（M3）を照明する。マスクMSKを通過した照明光（露光光）は投影光学ユニット100を通過するとともに基板側AISマークM1を通過し撮像素子45に導かれる。制御装置CNTは投影光学ユニット100を介してマスク側AISマークM2（M3）及び基板側AISマークM1の相対位置（位置ずれ量）を計測することにより、投影光学ユニット100の各結像特性（シフト、スケーリング、ローテーション）を計測する。制御装置CNTは求めた結像特性の計測結果に基づいて、投影光学ユニット100の結像特性が精度保証範囲内になるように補正量を求め、求めた補正量に基づいて結像特性を補正する。

[0045] このような空間像計測を行う場合、光源アレイ20からの光の光量を所定の光量まで減光する必要がある。例えば減光フィルタを用いることで、光源アレイ20からの光の光量を所定の光量まで減光することができる。しかしながら、図2に示す照明ユニット90の構成では、減光フィルタを設けるスペースがない。また、例えば、図2に示す照明ユニット90において、リレー光学系を増やせば、減光フィルタを設けるスペースを確保できるが、照明ユニット90が大型化し、また、照明ユニット90の製造コスト（部品コスト）も増加する。

[0046] そこで、本実施形態に係る照明ユニット90では、モジュールシャッタ81bに、減光フィルタとしての機能も持たせている。本実施形態において、モジュールシャッタ81bは、第1の光学系81aが形成した光源アレイ20の中間像の位置IIM（図2参照）の近傍に配置されている。なお、モジュールシャッタ81bを光源アレイ20の中間像の位置IIMに配置してもよい。

[0047] 図6は、本実施形態に係るモジュールシャッタ81bの構成を示す平面図

である。モジュールシャッタ81bは、基準光軸AX1（第1の光学系81aの光軸）と略平行な回転軸AX2を有し、光透過性の基材811に、光源ユニットOPUからの光を減光する減光部材として機能する減光部812と、光源ユニットOPUからの光を遮光する遮光部材として機能する遮光部813と、中間像の光束を透過する透過部814と、が形成されている。なお、光透過性の基材811を省略してもよい。この場合、例えば、円形の枠体が減光部812と、遮光部813と、を図6に示すように保持するようにすればよい。この場合、透過部814に相当する部分には、何も存在しない（空隙である）。

[0048] 図6に示すように、減光部812は、光を透過しない遮光部分812aと、遮光部分812a内に形成され、光を透過する4つの孔部812bと、を有し、光源アレイ20からの光の光量を、例えば、 1.2 mW/cm^2 以下に減光する。なお、減光される光量は、撮像素子45が検出可能な範囲内で調整されてよい。遮光部分812aの光の透過率は0%である。

[0049] 遮光部813は、光を透過しない。すなわち、遮光部813の光の透過率は0%である。遮光部813は、シャッタとして機能する。一方、透過部814は、光源アレイ20からの光を減光しない。すなわち、透過部814の光の透過率は100%である。

[0050] また、モジュールシャッタ81bは、円形状の外形を有し、減光部812と、遮光部813と、透過部814とは各々扇形状を有する。本実施形態において、回転軸AX2を中心とする円の周方向において、減光部812と、遮光部813とはそれぞれ、2つの透過部814の間に配置されている。

[0051] 制御装置CNTは、モジュールシャッタ81bを回転軸AX2まわりに回転させて、光源アレイ20の中間像の位置IIMの近傍に減光部812が配置された状態と、中間像の位置IIMの近傍に透過部814が配置された状態と、中間像の位置IIMの近傍に遮光部813が配置された状態と、を切り替える。

[0052] すなわち、制御装置CNTは、空間像計測時には、モジュールシャッタ8

1 bを回転軸A X 2まわりに回転させて、光源アレイ20の中間像の位置I I Mの近傍に減光部812が配置された状態を実現する。なお、撮像素子45の分光感度を補正するために、レンズ系44内、又は、レンズ系44と撮像素子45との間のいずれか1箇所以上に色補正フィルタを配置してもよい。この場合、光源アレイ20からの光は、減光部812によりその光量が、例えば 1.2 mW/cm^2 以下に減光された後、さらに色補正フィルタにより減光されてから、撮像素子45に入射する。

[0053] また、制御装置CNTは、マスクMSKのパターンをプレートPに露光するときには、光源アレイ20の中間像の位置I I Mの近傍に透過部814が配置された状態を実現する。

[0054] また、制御装置CNTは、プレートPの交換中等に、光源アレイ20の中間像の位置I I Mの近傍に遮光部813が配置された状態を実現する。

[0055] このように、モジュールシャッタ81bに、減光部材としての機能を持たせることで、照明ユニット90を大型化することなく、空間像計測時に光源アレイ20からの光の光量を減光することができる。

[0056] 以上詳細に説明したように、本実施形態によれば、照明ユニット90は、光源ユニットOPUと、光源ユニットOPUの中間像を形成する第1の光学系81aと、中間像の位置I I Mの近傍に減光部812が配置された状態と、減光部812が配置されていない状態と、を切り換え可能な制御装置CNTと、を備える。中間像の位置I I Mの近傍に減光部812が配置されるため、平行光の位置に減光部812を配置する場合と比較して、減光部812のサイズを小さくできる。これにより、照明ユニット90を大型化することなく、空間像計測時に光源アレイ20からの光の光量を減光することができる。

[0057] また、本実施形態において、照明ユニット90は、基準光軸A X 1（第1の光学系81aの光軸）と略平行な回転軸A X 2を有し、光透過性の基材811に減光部材として機能する減光部812と、遮光部材として機能する遮光部813と、中間像の光束を透過する透過部814と、が形成されたモジ

ジュールシャッタ 8 1 b を備える。制御装置 C N T は、モジュールシャッタ 8 1 b を回転軸 A X 2 まわりに回転させることにより、中間像の位置 I I M の近傍に減光部 8 1 2 が配置された状態と、遮光部 8 1 3 が配置された状態と、透過部 8 1 4 が配置された状態と、を切り替える。これにより、光源ユニット O P U からの光の状態を、露光装置 1 0 で実行される処理に応じた適切な状態にすることができる。

[0058] また、本実施形態において、透過部 8 1 4 は 2 つ設けられ、回転軸 A X 2 を中心とする円の周方向において、減光部 8 1 2 と、遮光部 8 1 3 とはそれぞれ、2 つの透過部 8 1 4 の間に配置されている。これにより、透過部 8 1 4 が配置された状態から、減光部 8 1 2 が配置された状態または遮光部 8 1 3 が配置された状態に素早く切り換えることができる。

[0059] なお、上記実施形態では、回転軸 A X 2 を中心とする円の周方向において、減光部 8 1 2 と、遮光部 8 1 3 とはそれぞれ、2 つの透過部 8 1 4 の間に配置されていたが、これに限られるものではない。例えば、図 7 (A) 及び図 7 (B) に示すモジュールシャッタ 8 1 b ' , 8 1 b ' ' のように、減光部 8 1 2 と遮光部 8 1 3 とを、回転軸 A X 2 を中心とする円の周方向において隣接して設けるようにしてもよい。

[0060] また、上記実施形態では、減光部 8 1 2 は、4 つの孔部 8 1 2 b を有していたが、これに限られるものではない。光源アレイ 2 0 からの光の光量を、 1.2 mW/cm^2 以下に減光できれば、孔部 8 1 2 b の数、配置、各孔部 8 1 2 b の形状、大きさ等は適宜変更できる。

[0061] また、上記実施形態において、モジュールシャッタ 8 1 b は、円形の外形を有していたが、これに限られるものではない。モジュールシャッタ 8 1 b は、例えば矩形状の外形を有していてもよい。また、例えば、モジュールシャッタは、減光部 8 1 2、遮光部 8 1 3、及び透過部 8 1 4 が一列に並んで配置されたものでもよい。

[0062] (変形例 1)

上記モジュールシャッタ 8 1 b が適用される照明ユニットは、上記実施形

態に限られるものではない。図8は、変形例1に係る照明ユニット90Aの構成を示す概略図である。

[0063] 照明ユニット90Aは、第1光源ユニットOPU1と、第2光源ユニットOPU2と、照明光学系80Aと、を備える。第1光源ユニットOPU1は、第1の光源アレイ20Aと、第1の拡大光学系30Aとを含み、第2光源ユニットOPU2は、第2の光源アレイ20Bと、第2の拡大光学系30Bと、を含む。第1の光源アレイ20A及び第2の光源アレイ20Bの構成は、上記実施形態に係る光源アレイ20と同一であるため、詳細な説明を省略する。また、第1の拡大光学系30A及び第2の拡大光学系30Bの構成は、上記実施形態に係る拡大光学系30と同一であるため、詳細な説明を省略する。

[0064] 照明光学系80Aは、第1のダイクロイックミラーDM1を含んで構成される第1の集光光学系83Aと、第2の集光光学系83Bと、第2のダイクロイックミラーDM2と、結像光学系81Aと、フライアイレンズFELと、開口絞り85と、コンデンサー光学系86と、照度補正フィルタ87と、を備える。

[0065] 第1の集光光学系83Aは、第1の拡大光学系30Aによって形成される発光部231の拡大像の瞳を形成する。すなわち、第1の集光光学系83Aの後側焦点位置が瞳の位置となる。第1の集光光学系83Aは、光路の途中に第1のダイクロイックミラーDM1を有し、ピーク波長385nmの光の少なくとも一部を反射する。これにより、第2のダイクロイックミラーDM2に光束が入射する。なお、第1の集光光学系83Aは、第1のダイクロイックミラーDM1を備えない構成としてもよく、その場合は、第1光源ユニットOPU1の配置と第1の集光光学系83Aの各レンズの配置を適宜調整して第2のダイクロイックミラーDM2に光束が入射するように構成すればよい。また、第1の集光光学系83Aは、1枚のレンズで構成されていてもよいし、複数枚のレンズを含むレンズ群で構成されていてもよい。

[0066] 第2の集光光学系83Bは、第2の拡大光学系30Bによって形成される

発光部 231 の拡大像の瞳を形成する。すなわち、第 2 の集光光学系 83B の後側焦点位置が瞳の位置となる。第 2 の集光光学系 83B は、1 枚のレンズで構成されていてもよいし、複数枚のレンズを含むレンズ群で構成されていてもよい。

[0067] 第 2 のダイクロイックミラー DM2 は、ピーク波長 385 nm の光の少なくとも一部を透過し、ピーク波長 365 nm の光の少なくとも一部を反射する。これにより、第 1 の集光光学系 83A によって形成された瞳像と、第 2 の集光光学系 83B によって形成された瞳像とを重ね合わせた合成像が形成される。

[0068] 結像光学系 81A の第 1 の光学系 81aA は、第 2 のダイクロイックミラー DM2 から射出された合成光によって第 1 光源ユニット OPU1（第 1 の光源アレイ 20A）及び第 2 光源ユニット OPU2（第 2 の光源アレイ 20B）の中間像を形成する。モジュールシャッタ 81b は、第 1 光源ユニット OPU1 及び第 2 光源ユニット OPU2 の中間像の位置 IIM の近傍に配置されている。

[0069] その他の構成は、上記実施形態と同一であるため、詳細な説明を省略する。このように、複数の光源ユニットを有する露光装置においても、モジュールシャッタ 81b を使用することで、照明ユニット 90A を大型化することなく、空間像計測時に第 2 のダイクロイックミラー DM2 から射出された合成光の光量を減光することができる。

[0070] （変形例 2）

図 9 は、変形例 2 に係る露光装置 10B の構成を示す概略図である。

[0071] 露光装置 10B において、照明ユニット 90B は、第 1 光源ユニット OPU1 と、第 2 光源ユニット OPU2 と、照明光学系 80B と、を備える。第 1 光源ユニット OPU1 と、第 2 光源ユニット OPU2 と、は、変形例 1 と同一であるため、詳細な説明を省略する。

[0072] 照明光学系 80B は、第 1 の集光光学系 83A1 と、第 2 の集光光学系 83B1 と、第 3 のダイクロイックミラー DM3 と、結像光学系 81B と、フ

ライアイレンズF E Lと、開口絞り8 5と、コンデンサー光学系8 6 Bと、照度補正フィルタ8 7と、を備える。

[0073] 第1の集光光学系8 3 A 1は、上述の所定面P Pまたはその近傍に配置されて、第1の拡大光学系3 0 Aによって形成される発光部2 3 1の拡大像の瞳を形成する。第1の集光光学系8 3 A 1は、1枚のレンズで構成されていてもよいし、複数枚のレンズを含むレンズ群で構成されていてもよい。

[0074] 第2の集光光学系8 3 B 1は、上述の所定面P Pまたはその近傍に配置されて、第2の拡大光学系3 0 Bによって形成される発光部2 3 1の拡大像の瞳を形成する。第2の集光光学系8 3 B 1は、1枚のレンズで構成されていてもよいし、複数枚のレンズを含むレンズ群で構成されていてもよい。

[0075] 第3のダイクロイックミラーDM 3は、ピーク波長3 8 5 n mの光の少なくとも一部を透過し、ピーク波長3 6 5 n mの光の少なくとも一部を反射する。これにより、第1の集光光学系8 3 A 1によって形成された瞳像と、第2の集光光学系8 3 B 1によって形成された瞳像とを重ね合わせた合成像が形成される。

[0076] 結像光学系8 1 Bは、第3のダイクロイックミラーDM 3が合成した合成像をフライアイレンズF E Lの入射端に等倍投影する両側テレセントリックな光学系である。なお、結像光学系8 1 Bは、第3のダイクロイックミラーDM 3が合成した合成像をフライアイレンズF E Lの入射端に縮小投影してもよい。

[0077] 結像光学系8 1 Bは、第1の光学系8 1 a Bと、モジュールシャッタ8 1 bと、第2の光学系8 1 d Bと、を備える。

[0078] 結像光学系8 1 Bの第1の光学系8 1 a Bは、第3のダイクロイックミラーDM 3から射出された合成光によって第1の光源アレイ2 0 A及び第2の光源アレイ2 0 Bの中間像を形成する。モジュールシャッタ8 1 bは、第1光源ユニットO P U 1及び第2光源ユニットO P U 2の中間像の位置I I Mの近傍に配置されている。第2の光学系8 1 d Bは、第1光源ユニットO P U 1及び第2光源ユニットO P U 2の中間像をフライアイレンズF E Lに結

像させる。

[0079] フライアイレンズF E Lに入射した光束は多数のレンズエレメントにより波面分割され、各レンズエレメントの後側焦点面またはその近傍には1つの光源像がそれぞれ形成される。フライアイレンズF E Lの後側焦点面またはその近傍に形成された二次光源からの光束は、その近傍に配置された開口絞り85に入射する。

[0080] 開口絞り85を介した二次光源からの光は、コンデンサー光学系86Bの集光作用を受けた後、照度補正フィルタ87によりその照度が補正され、所定のパターンが形成されたマスクMSKを重畳的に照明する。

[0081] また、露光装置10Bにおいて、投影光学系PLは、マスクステージMSTの下方（-Z側）において、光学定盤73に支持されたオフナー型の光学系である。投影光学系PLは、例えば、Y軸方向を長手方向とする円弧形状のイメージフィールドを形成する。

[0082] 照明光学系IOPからの照明光ILによってマスクMSK上の照明領域が照明されると、マスクMSKを透過した照明光ILにより、投影光学系PLを介して、その照明領域内のマスクMSKの回路パターンの投影像（部分正立像）が、投影光学系PLの像面側に配置されるプレートP上の照射領域（露光領域（照明領域に共役））に形成される。これにより、プレートPが露光されてプレートP上にマスクMSKのパターンが転写される。

[0083] 変形例2に示すように、オフナー型の投影光学系PLを備える露光装置にモジュールシャッタ81bを適用してもよい。

[0084] なお、第1光源ユニットOPU1及び第2光源ユニットOPU2が出射する光の波長は上述したものに限られず、360～440nmの範囲内にピーク波長を有する光を出射するLEDチップを適宜組み合わせで第1光源ユニットOPU1と第2光源ユニットOPU2とを構成してもよい。

[0085] 例えば、第1光源ユニットOPU1がピーク波長405nmの光を出射し、かつ、第2光源ユニットOPU2がピーク波長365nmの光を出射するように構成してもよい。また、第1光源ユニットOPU1がピーク波長39

5 nmの光を出射し、かつ、第2光源ユニットOPU2がピーク波長385 nmの光を出射するように構成してもよい。第1光源ユニットOPU1から出射する光の波長と第2光源ユニットOPU2が出射する光の波長の組み合わせは、これらの例示には限られない。なお、第1光源ユニットOPU1が出射する光の波長と第2光源ユニットOPU2が出射する光の波長の組み合わせを、本実施形態以外の組み合わせとする場合は、使用する波長に応じて適宜ダイクロイックミラーの材料を変更することが好ましい。

[0086] 上記実施形態及びその変形例では、露光装置が液晶表示装置（フラットパネルディスプレイ）の製造に使用されるものとして説明したが、露光装置はシリコンウエハを露光して半導体を製造するものであってもよい。

[0087] 上述した実施形態は本発明の好適な実施の例である。但し、これに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変形実施可能である。

符号の説明

- [0088] 10, 10B 露光装置
- 20 光源アレイ
- 20A 第1の光源アレイ
- 20B 第2の光源アレイ
- 21 基板
- 23 LEDチップ
- 80, 80A, 80B 照明光学系
- 81a, 81aA, 81aB 第1の光学系
- 81b モジュールシャッタ
- 811 基材
- 812 減光部
- 813 遮光部
- 814 透過部
- 90, 90A, 90B 照明ユニット

1 0 0 投影光学ユニット
A X 1 基準光軸
A X 2 回転軸
C N T 制御装置
D M 2 第2のダイクロイックミラー
D M 3 第3のダイクロイックミラー
F E L フライアイレンズ
I I M 中間像の位置
M S K マスク
O P U 光源ユニット
O P U 1 第1光源ユニット
O P U 2 第2光源ユニット
P L 投影光学系
P ガラス基板

請求の範囲

- [請求項1] 光源と、
 前記光源の中間像を形成する第1の光学系と、
 前記中間像の位置またはその近傍に減光部材が配置された第1の状態と、前記減光部材が配置されていない第2の状態と、を切り換え可能な制御機構と、
 を備える照明ユニット。
- [請求項2] 前記第2の状態では、前記中間像の光束は減光されない、請求項1に記載の照明ユニット。
- [請求項3] 前記第2の状態は、前記中間像の位置またはその近傍に遮光部材が配置された第3の状態と、前記中間像の位置またはその近傍に前記減光部材及び前記遮光部材のいずれもが配置されていない第4の状態と、のいずれかである、
 請求項1に記載の照明ユニット。
- [請求項4] 前記第1の光学系の光軸と略平行な回転軸を有し、光透過性の基材に前記減光部材として機能する減光部と、前記遮光部材として機能する遮光部と、前記中間像の光束を透過する透過部と、が形成されたシャッタを備え、
 前記制御機構は、前記シャッタを前記回転軸まわりに回転させることにより、前記第1の状態と、前記第3の状態と、前記第4の状態とを切り替える、請求項3に記載の照明ユニット。
- [請求項5] 前記シャッタは、円形状の外形を有し、
 前記減光部と、前記遮光部と、前記透過部とは各々扇形状を有する、
 請求項4に記載の照明ユニット。
- [請求項6] 前記透過部は2つ設けられ、
 前記回転軸を中心とする円の周方向において、前記減光部と、前記遮光部とはそれぞれ、2つの前記透過部の間に配置されている、

請求項4 または請求項5 に記載の照明ユニット。

[請求項7] 前記減光部材は、前記光源からの光の光量を、 1.2 mW/cm^2 以下に減光する、

請求項1 から請求項6 のいずれか一項記載の照明ユニット。

[請求項8] 前記光源は、LED光源である、

請求項1 から請求項7 のいずれか一項記載の照明ユニット。

[請求項9] 前記LED光源は、アレイ状に並べられた複数のLED素子を有する、

請求項8 に記載の照明ユニット。

[請求項10] 前記光源から射出される光のピーク波長は、 $360 \sim 370 \text{ nm}$ の範囲内にある、

請求項1 から請求項9 のいずれか一項記載の照明ユニット。

[請求項11] 前記光源から射出される光のピーク波長は、 $380 \sim 390 \text{ nm}$ の範囲内にある、

請求項1 から請求項9 のいずれか一項記載の照明ユニット。

[請求項12] 前記光源から射出される光のピーク波長は、 $400 \sim 410 \text{ nm}$ の範囲内にある、

請求項1 から請求項9 のいずれか一項記載の照明ユニット。

[請求項13] 複数の光源と、

前記複数の光源から射出された光を合成する合成光学素子と、

前記合成光学素子から射出された合成光によって前記複数の光源の中間像を形成する第1の光学系と、

前記中間像の位置またはその近傍に減光部材が配置された状態と、前記減光部材が配置されていない状態と、を切り換え可能な制御機構と、

を備える照明ユニット。

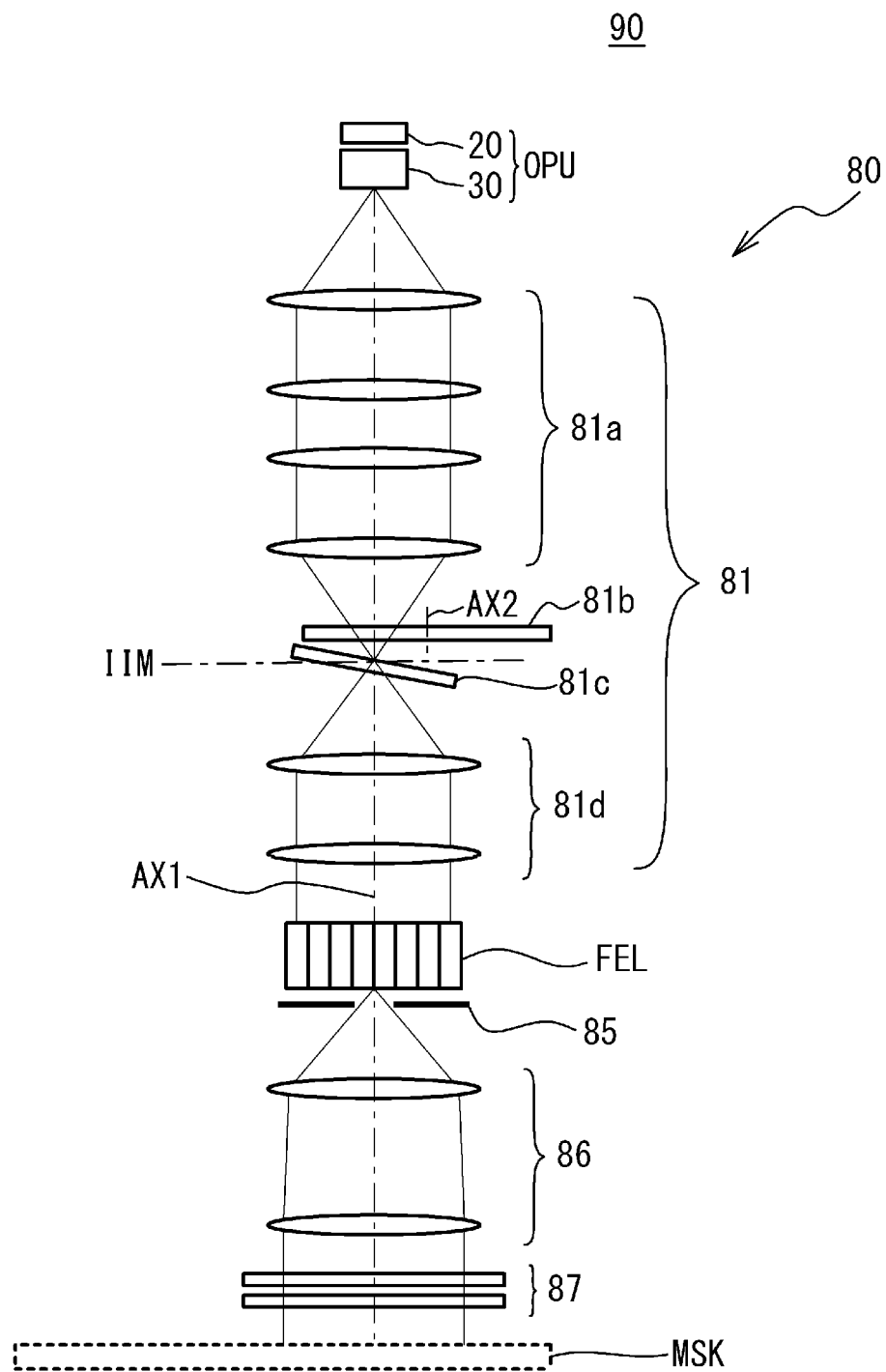
[請求項14] 請求項1 から請求項13 のいずれか一項に記載の照明ユニットと、前記照明ユニットにより照明されるマスクのパターン像を感光性基

板上に投影する投影光学系と、
を備える露光装置。

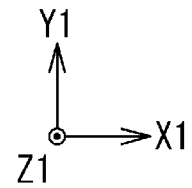
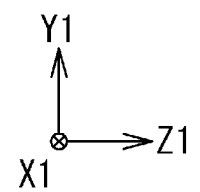
[請求項15] 前記感光性基板は、少なくとも一辺の長さ又は対角長が500mm以上である、
請求項14に記載の露光装置。

[請求項16] 請求項14または請求項15に記載の露光装置を用いた露光方法であって、
前記照明ユニットによりマスクを照明することと、
前記投影光学系を用いて前記マスクのパターン像を感光性基板へ投影することと、
を含む露光方法。

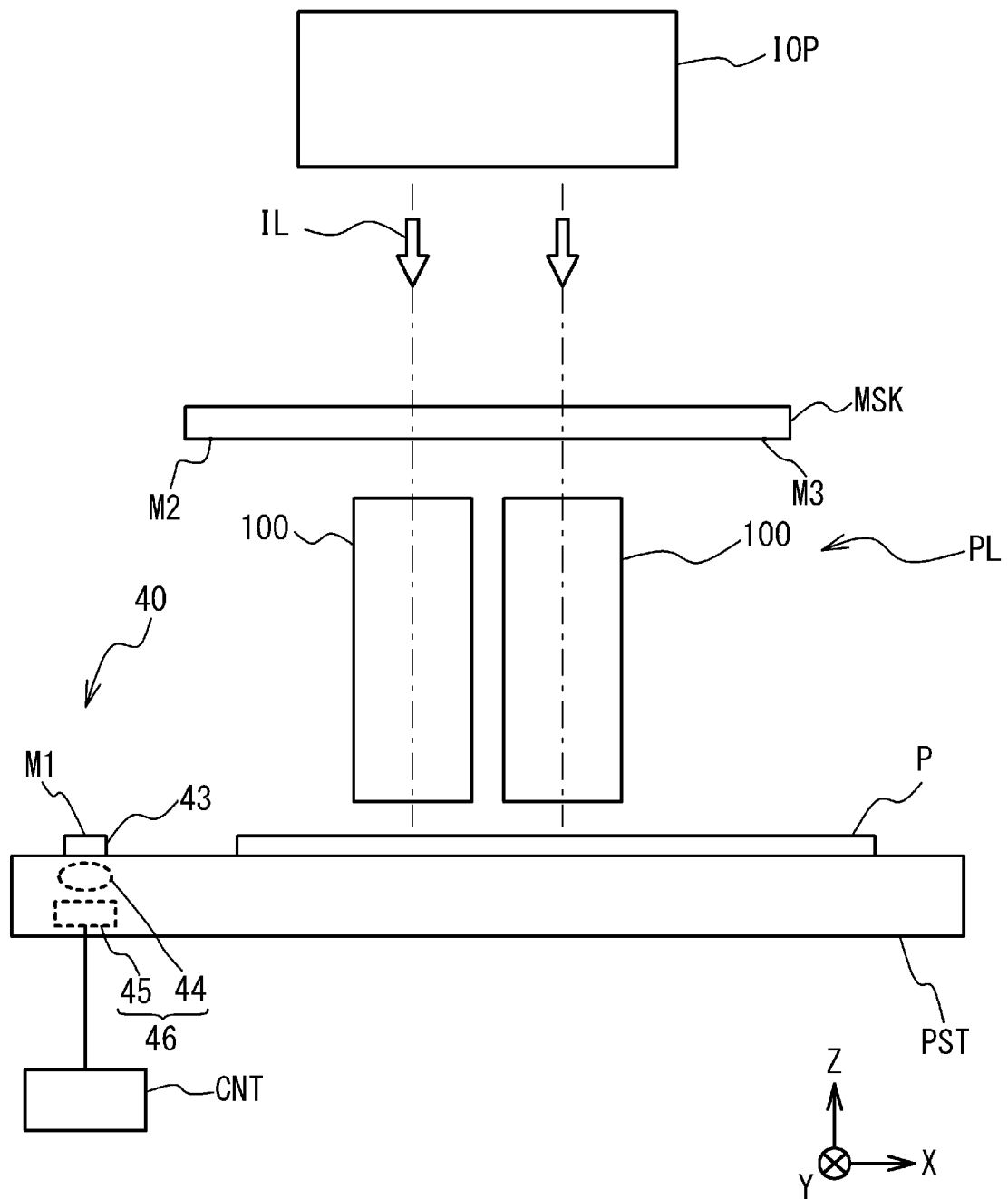
[図2]



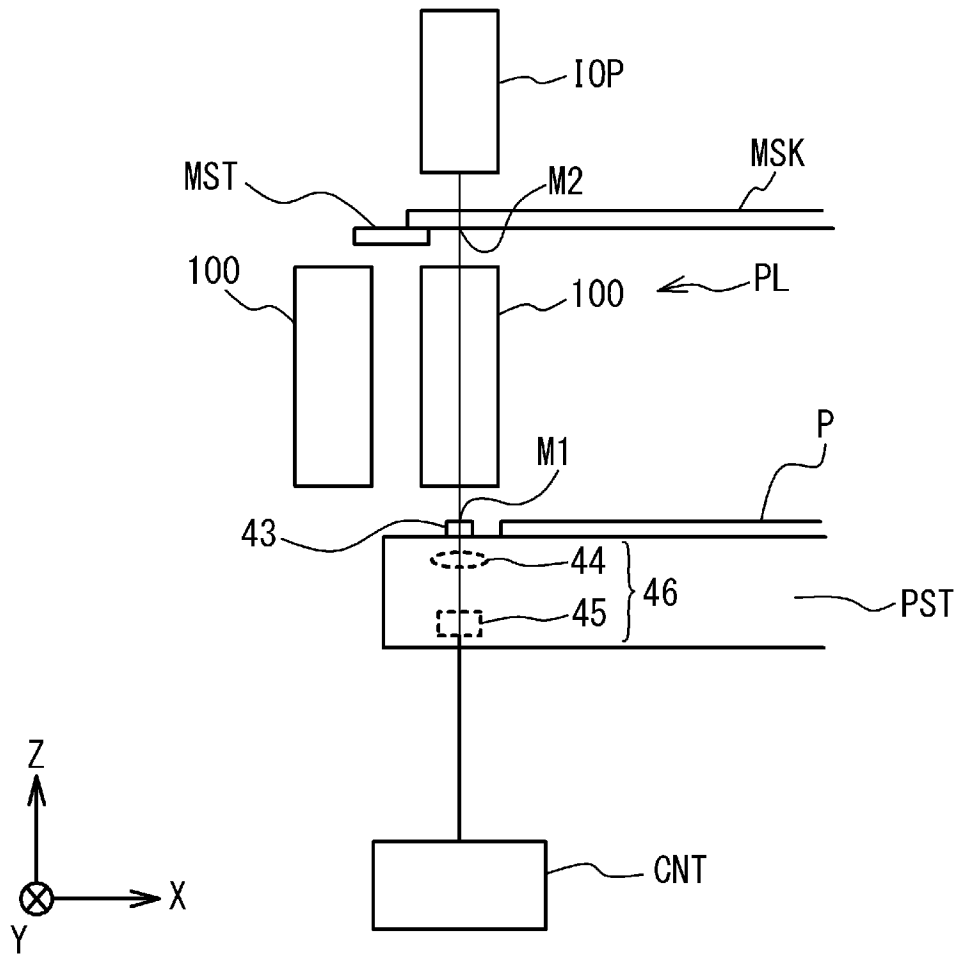
(A)

[illegible]

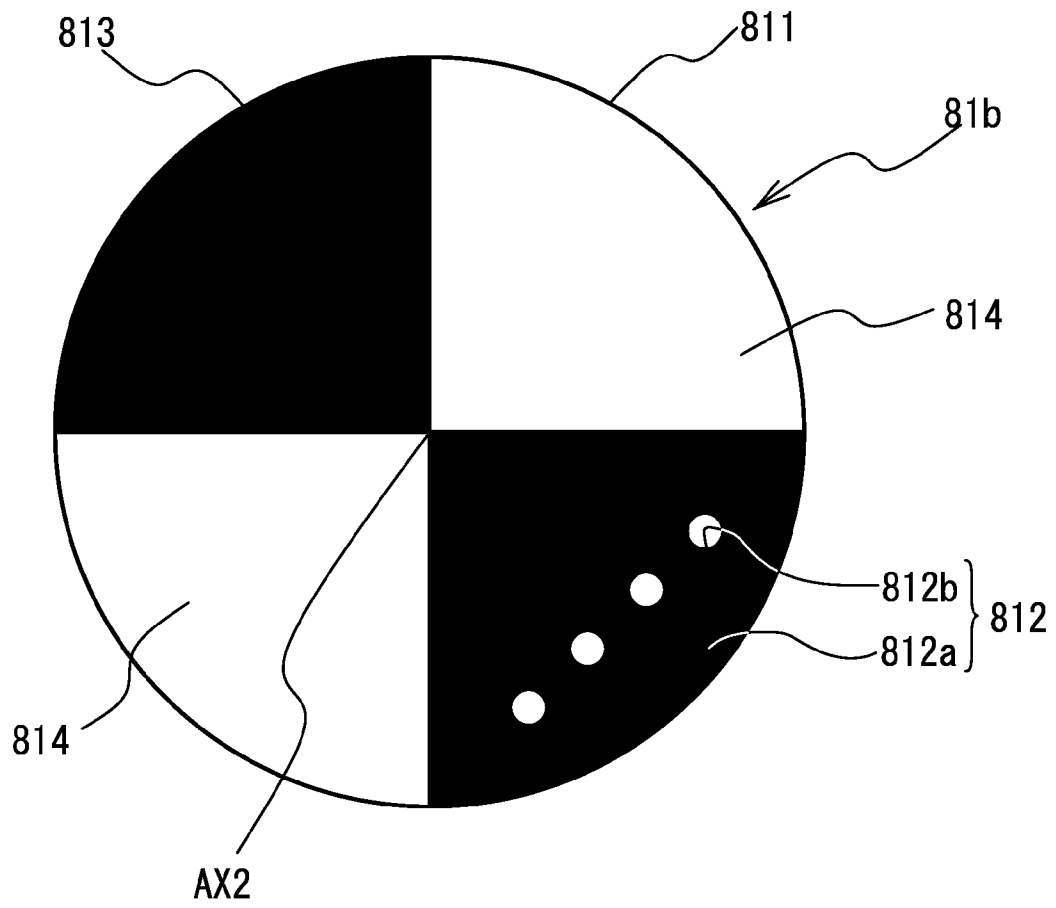
[図4]



[図5]

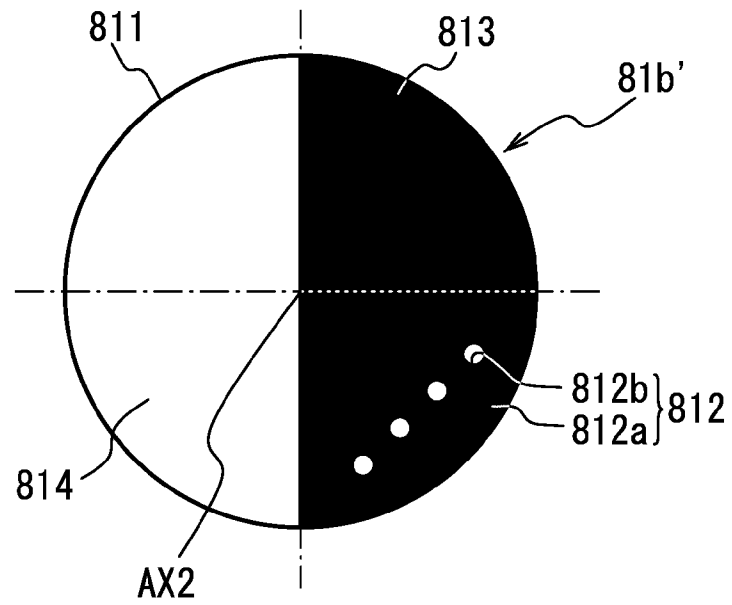


[図6]

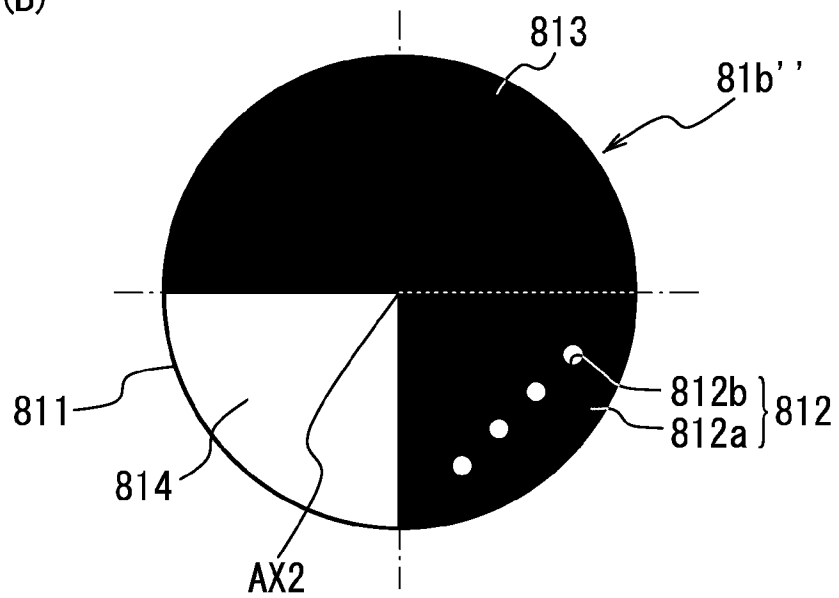


[図7]

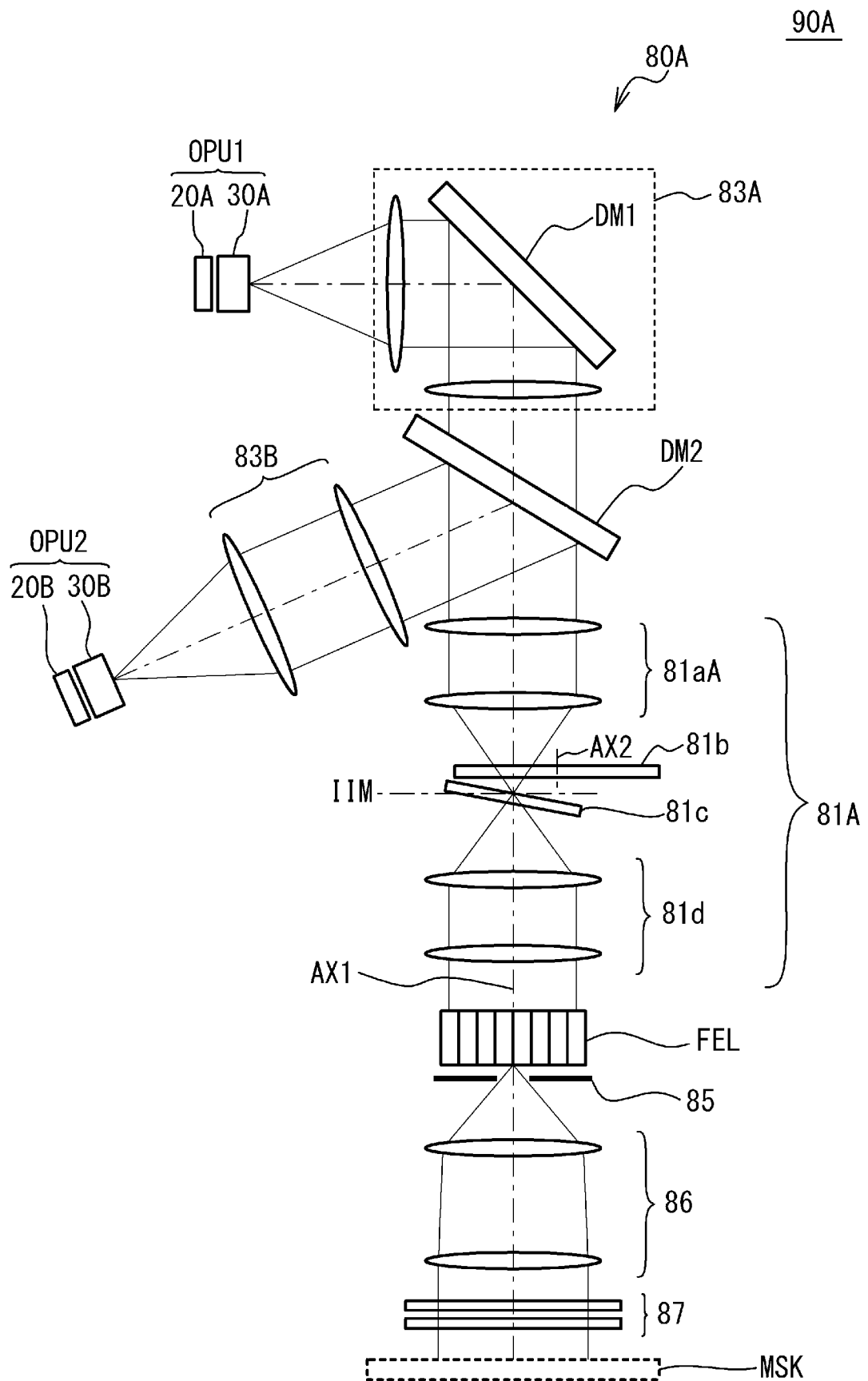
(A)



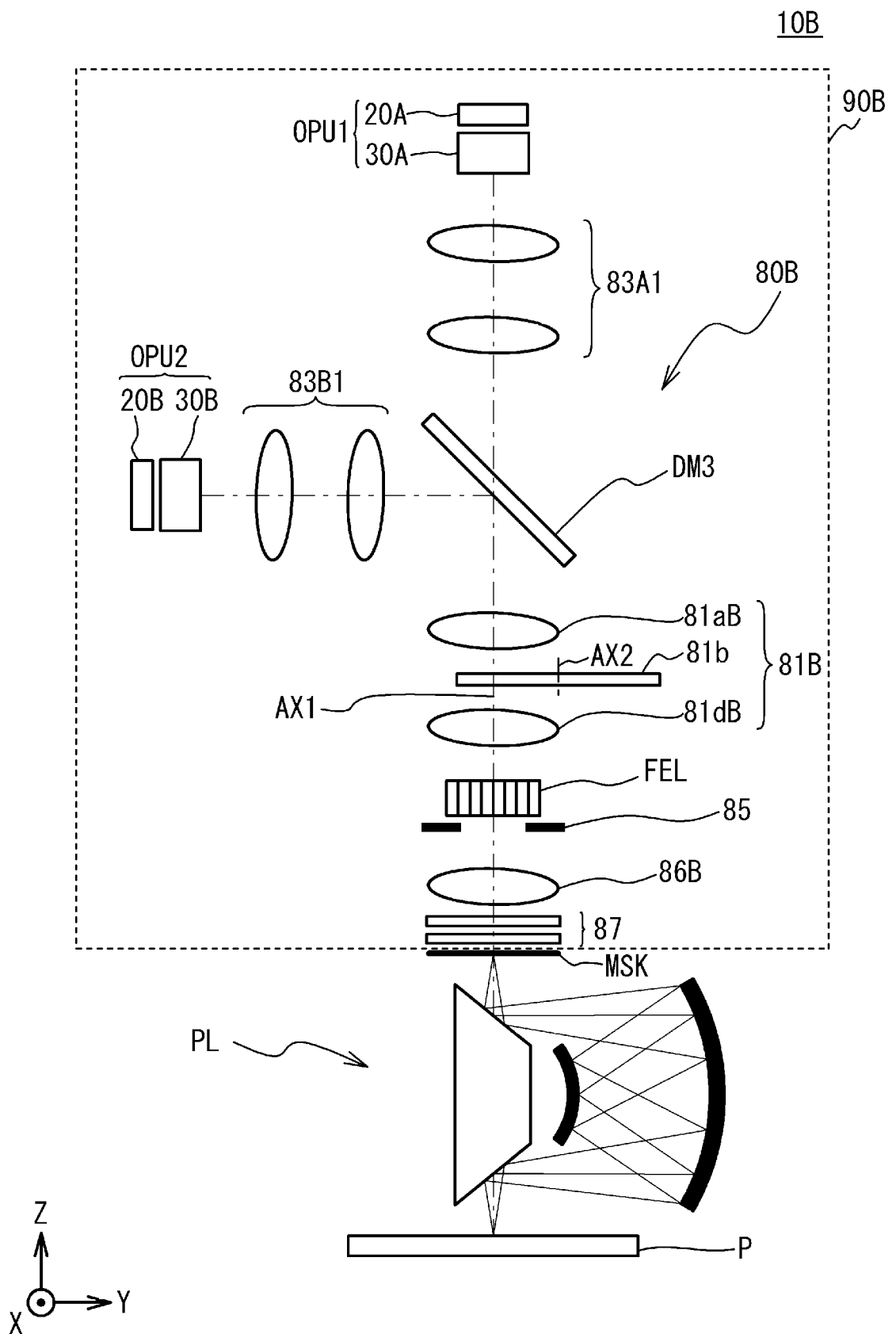
(B)



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/025895

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G03F 7/20**(2006.01)i

FI: G03F7/20 501

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2023-86568 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 22 June 2023 (2023-06-22)	1-2, 7
Y	paragraphs [0094]-[0098], fig. 15-16	4-13
X	JP 2012-238673 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 06 December 2012 (2012-12-06)	1-3, 14-16
Y	paragraphs [0014]-[0022], fig. 1	4-13
Y	JP 2023-096984 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 07 July 2023 (2023-07-07)	8-13
	paragraphs [0025]-[0035], fig. 3-4	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 August 2023

Date of mailing of the international search report

22 August 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/025895

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2023-86568	A	22 June 2023	US 2023/185208 A1 paragraphs [0112]-[0116], fig. 15-16	
JP	2012-238673	A	06 December 2012	US 2012/0287412 A1 paragraphs [0021]-[0029], fig. 1	
JP	2023-096984	A	07 July 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G03F 7/20(2006.01)i FI: G03F7/20 501		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G03F7/20 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2023-86568 A（キヤノン株式会社）22.06.2023（2023-06-22） 段落0094-0098，図15-16	1-2，7
Y		4-13
X	JP 2012-238673 A（キヤノン株式会社）06.12.2012（2012-12-06） 段落0014-0022，図1	1-3，14-16
Y		4-13
Y	JP 2023-096984 A（キヤノン株式会社）07.07.2023（2023-07-07） 段落0025-0035，図3-4	8-13
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 08.08.2023	国際調査報告の発送日 22.08.2023	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 田中 秀直 2G 3409 電話番号 03-3581-1101 内線 3226	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/025895

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2023-86568	A	22.06.2023	US 2023/185208 A1 段落0112-0116, 図15-16	
JP	2012-238673	A	06.12.2012	US 2012/0287412 A1 段落0021-0029, 図1	
JP	2023-096984	A	07.07.2023	(ファミリーなし)	