

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年10月10日(10.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/209586 A1

(51) 国際特許分類:
G03F 7/20 (2006.01) H01L 33/64 (2010.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/014075

(22) 国際出願日: 2023年4月5日(05.04.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 吉田亮平 (YOSHIDA, Ryohei); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 鈴木智也 (SUZUKI, Tomonari); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 阿部文彦 (ABE, Fumihiko); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 松村信孝 (MATSUMURA, Nobutaka); 〒1086290 東京都

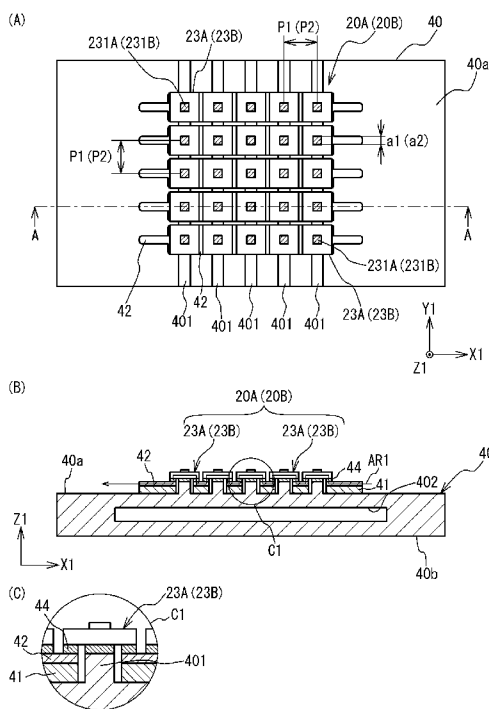
港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 犬童真成 (INDO, Masanari); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 片山修平 (KATAYAMA, Shuhei); 〒1040031 東京都中央区京橋1-6-1 三井住友海上テプコビル Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, 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.

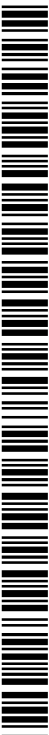
(54) Title: LIGHT SOURCE UNIT, ILLUMINATION UNIT, EXPOSURE DEVICE, AND EXPOSURE METHOD

(54) 発明の名称: 光源ユニット、照明ユニット、露光装置、及び露光方法



(57) Abstract: A light source unit provided with a heat sink and a plurality of light source elements arranged two-dimensionally on a first surface of the heat sink, wherein a plurality of protrusions that protrude from the first surface and respectively overlap with at least one of the plurality of light source elements in plan view are formed on the first surface of the heat sink.

(57) 要約: 光源ユニットは、ヒートシンクと、前記ヒートシンクの第1面上に2次元配列された複数の光源素子と、を備え、前記ヒートシンクの前記第1面には、前記第1面から突出し、平面視において、それぞれ前記複数の光源素子のうちの少なくとも1つと重複する複数の突出部が形成されている。



WO 2024/209586 A1

(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：

光源ユニット、照明ユニット、露光装置、及び露光方法

技術分野

[0001] 光源ユニット、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。

[0003] 上述の露光装置を含む様々な光学装置において、発光ダイオードを用いた光源を使用することが提案されている（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-201476号公報

発明の概要

[0005] 第1の開示の態様によれば、光源ユニットは、ヒートシンクと、前記ヒートシンクの第1面上に2次元配列された複数の光源素子と、を備え、前記ヒートシンクの前記第1面には、前記第1面から突出し、平面視において、それぞれ前記複数の光源素子のうちの少なくとも1つと重複する複数の突出部が形成されている。

[0006] 第2の開示の態様によれば、照明ユニットは、上記光源ユニットと、前記光源ユニットから出射された光を被照射体に導く照明光学系と、を備える。

[0007] 第3の開示の態様によれば、照明ユニットは、複数の上記光源ユニットと、複数の前記光源ユニットから出射された光を合成する合成光学素子を含み

、前記合成光学素子から出射された合成光を被照射体に導く照明光学系と、を備える。

[0008] 第4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。

[0009] 第5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。

[0010] 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

[0011] [図1]図1は、第1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、照明ユニットの構成を示す概略図である。

[図3]図3(A)は、ヒートシンクの構成を概略的に示す平面図であり、図3(B)は、図3(A)のA-A線断面図である。

[図4]図4(A)は、第1光源アレイ及び第2光源アレイをヒートシンクに実装した状態を概略的に示す平面図であり、図4(B)は、図4(A)のA-A線断面図であり、図4(C)は、図4(B)において円C1で囲まれた部分を拡大した図である。

[図5]図5は、第1及び第2拡大光学系について説明するための図である。

[図6]図6(A)は、第1実施形態の変形例1に係るヒートシンクを示す平面図であり、図6(B)は、変形例1に係るヒートシンクに第1光源アレイ及び第2光源アレイを実装した状態を示す平面図である。

[図7]図7(A)は、第1実施形態の変形例2に係るヒートシンクを示す平面図であり、図7(B)は、変形例2に係るヒートシンクに第1光源アレイ及

び第2光源アレイを実装した状態を示す平面図である。

[図8]図8(A)は、第2実施形態に係るヒートシンクを例示する平面図であり、図8(B)は、図8(A)のA-A線断面図である。

[図9]図9(A)は、第2実施形態の変形例1に係るヒートシンクを例示する平面図であり、図9(B)は、図9(A)のA-A線断面図である。

[図10]図10(A)は、第2実施形態の変形例2に係るヒートシンクを例示する平面図であり、図10(B)は、図10(A)のA-A線断面図である。

。

[図11]図11は、第3実施形態に係るヒートシンクを例示する断面図である。

。

[図12]図12は、第3実施形態に係るヒートシンクを使用する場合において好ましい照明ユニットの構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 《第1実施形態》

第1実施形態に係る露光装置10について、図1～図5に基づいて説明する。

[0013] (露光装置の構成)

図1は、第1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。

。

[0014] 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ンング・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。

[0015] 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。

[0016] 露光装置10は、照明系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、及びこれらの制御系等を備える。制御系は、露光装置10の構成各部を統括制御する。

[0017] 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はそれぞれ柱体形状を有し、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。

[0018] 照明系IOPは、ボディ70の上方に配置されている。照明系IOPは、照明光ILをマスクMSKに照射する。照明系IOPの詳細な構成については、後述する。

[0019] 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 θ_z 方向）に微小駆動される。

[0020] マスクステージMSTのXY平面内の位置情報（ θ_z 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（不図示）に供給され、制御装置は、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。

[0021] 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。

[0022] 照明系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IL）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IL）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。

[0023] 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。

[0024] 基板ステージP S TのX Y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P S T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P S Tの位置を計測する。その計測結果は制御装置（不図示）に供給され、制御装置は、干渉計システムの計測結果に従って基板ステージP S Tを駆動する。

[0025] 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、制御装置の指示に従い、マスクステージM S T及び基板ステージP S T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、制御装置は、基板ステージP S T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M S Kのパターンを転写する。

[0026] （照明系10Pの構成）

次に、本実施形態における照明系10Pの構成について説明する。照明系10Pは、投影光学系P L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。図2は、照明ユニット90の構成を概略的に示す図である。

[0027] 照明ユニット90は、第1光源ユニットO P U 1と、第2光源ユニットO P U 2と、照明光学系80と、を備える。

[0028] （光源ユニットの構成）

第1光源ユニットO P U 1は、ヒートシンク40と、第1光源アレイ20Aと、第1拡大光学系30Aとを備え、第2光源ユニットO P U 2は、ヒ-

トシンク40と、第2光源アレイ20Bと、第2拡大光学系30Bとを備える。

[0029] 図3(A)は、ヒートシンク40の構成を概略的に示す平面図であり、図3(B)は、図3(A)のA-A線断面図である。本実施形態において、ヒートシンク40は、矩形状の平面形状を有する。以後の説明において、ヒートシンク40の長手方向をX1方向、短手方向をY1方向、厚さ方向をZ1方向と規定する。X1方向、Y1方向、及びZ1方向は互いに直交する。

[0030] 本実施形態において、ヒートシンク40は、例えば銅などの金属製であり、厚みが7mm以下のマイクロチャネルヒートシンクである。

[0031] ヒートシンク40は、内部に冷媒を通す流路402と、流路402に冷媒を供給する冷媒入口403と、流路402を通過した冷媒を排出する冷媒出口404と、を有する。図3(A)では、流路402を点線で示している。本実施形態において、流路402は、ヒートシンク40の内部において蛇行している。

[0032] 図3(B)に示すように、ヒートシンク40は、互いに対向する第1面40aと第2面40bとを有し、第1面40aには、第1面40aから突出し、Y1方向に延伸する複数の突出部401が形成されている。本実施形態において、各突出部401は、ヒートシンク40の一部からなる。すなわち、突出部401は、銅などの金属製である。突出部401は、例えば、フォトリソグラフィ工程によりパターン形成されたレジストをマスクとして、ヒートシンク40の第1面40aをエッチングすることによって形成することができる。突出部401は、ヒートシンク40の第1面40aを機械加工することにより形成してもよい。

[0033] 各突出部401のX1方向の両側の第1面40a上には、絶縁層41と、配線層42とがこの順に形成されている。

[0034] 図4(A)は、第1光源アレイ20A及び第2光源アレイ20Bをヒートシンク40に実装した状態を概略的に示す平面図であり、図4(B)は、図4(A)のA-A線断面図であり、図4(C)は、図4(B)において円C

1で囲まれた部分を拡大した図である。なお、図4(B)及び図4(C)では、後述するLEDチップ23A、23Bのハッチングを省略している。

[0035] 図4(A)に示すように、第1光源アレイ20Aは、ヒートシンク40の第1面40a上に2次元配列された複数(図4(A)では、5×5)のLED(Light Emitting Diode)チップ23Aを備える。LEDチップ23Aの個数は必要に応じて適宜変更してもよい。

[0036] 各LEDチップ23Aは、複数の突出部401のいずれかと平面視において重複するように配置されている。言い換えると、各突出部401は、複数のLEDチップ23Aの少なくとも1つと平面視において重複する。

[0037] 図4(C)に示すように、各LEDチップ23Aは、はんだ44を介して、配線層42と接続される。本実施形態では、X1方向において互いに隣接するLEDチップ23Aが配線層42により直列に接続され、図4(B)において矢印AR1で示すように、配線層42及びLEDチップ23Aを通して、例えば-X1方向に電流が流れる。

[0038] LEDチップ23Aは、ピッチP1で配列されており、ピッチP1は、隣り合うLEDチップ23Aの中心間の距離である。

[0039] 複数のLEDチップ23Aは各々、発光部231Aを有し、当該発光部231Aから出射する光のピーク波長は380~390nmの範囲内にある。すなわち、発光部231Aは、紫外線LED(UV LED)である。発光部231Aから出射する光のピーク波長は385nmであることがより好ましい。発光部231Aの発光面は正方形であり、その一辺の長さはa1である。Z1方向は、発光部231Aが出射する光の光軸と略平行である。

[0040] 第2光源アレイ20Bは、ヒートシンク40の第1面40a上に2次元配列された複数(図4(A)では、5×5)のLEDチップ23Bを備える。LEDチップ23Bの個数は必要に応じて適宜変更してもよい。

[0041] 各LEDチップ23Bは、複数の突出部401のいずれかと平面視において重複するように配置されている。言い換えると、各突出部401は、複数のLEDチップ23Bの少なくとも1つと平面視において重複する。

- [0042] 図4 (C) に示すように、各LEDチップ23Bは、はんだ44を介して、配線層42と接続される。本実施形態では、X1方向において互いに隣接するLEDチップ23Bが配線層42により直列に接続され、図4 (B) において矢印AR1で示すように、配線層42及びLEDチップ23Bを通して、例えば-X1方向に電流が流れる。
- [0043] LEDチップ23Bは、ピッチP2で配列されており、ピッチP2は、隣り合うLEDチップ23Bの中心間の距離である。LEDチップ23Aの配列ピッチP1と、LEDチップ23Bの配列ピッチP2とは、同一でもよいし、異なってもよい。
- [0044] 複数のLEDチップ23Bは各々、発光部231Bを有し、当該発光部231Bから出射する光のピーク波長は360~370nmの範囲内にある。すなわち、発光部231Bは、UV LEDである。発光部231Bから出射する光のピーク波長は365nmであることがより好ましい。発光部231Bの発光面は正方形であり、その一辺の長さはa2である。発光部231Bの発光面の一辺の長さa2は、発光部231Aの発光面の一辺の長さa1と同一でもよいし、異なってもよい。
- [0045] LEDチップ23Aが備える発光部231Aからの光の輝度及びLEDチップ23Bが備える発光部231Bからの光の輝度は、LEDチップ23A及び23Bの温度が上昇すると低下する。換言すると、LEDチップ23A及び23Bは、温度が上昇すると発光効率が低下する。
- [0046] 本実施形態では、図4 (B) に示すように、LEDチップ23Aはヒートシンク40上に直接実装されている。これにより、LEDチップ23Aを例えば基板上に配列し、LEDチップ23Aが配列された基板をヒートシンクに実装する場合と比較して、LEDチップ23Aを効率的に冷却することができる。このため、第1光源アレイ20Aから出射される光の輝度の低下を抑制することができる。また、LEDチップ23Aが配列された基板をヒートシンクに実装する場合と比較して、第1光源ユニットOPU1のZ1方向のサイズを小さくすることができる。

[0047] 同様に、LEDチップ23Bはヒートシンク40上に直接実装されているため、LEDチップ23Bが配列された基板をヒートシンクに実装する場合と比較して、LEDチップ23Bを効率的に冷却することができる。このため、第2光源アレイ20Bから出射される光の輝度の低下を抑制することができる。また、第2光源ユニットOPU2のZ1方向のサイズを小さくすることができる。

[0048] 次に、第1拡大光学系30A及び第2拡大光学系30Bについて説明する。図5は、第1光源ユニットOPU1及び第2光源ユニットOPU2がそれぞれ備える第1拡大光学系30A及び第2拡大光学系30Bについて説明するための図である。

[0049] 図5に示すように、第1拡大光学系30Aは、各LEDチップ23Aの発光部231A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。第1拡大光学系30Aは、LEDチップ23Aの配列と対応するように配列された複数のレンズ部31Aを備える。レンズ部31Aは各々、発光部231Aを、 $(\text{LEDチップ23Bの配列ピッチ}P1) / (\text{発光部231Aの発光面の一辺の長さ}a1)$ 以上の倍率M1で拡大投影する両側テレセントリックな光学系である。なお、図5では、図面の明瞭化のために、Y1方向に沿って一列に並んだ4つのLEDチップ23A(23B)だけを示している。

[0050] 第2拡大光学系30Bは、各LEDチップ23Bの発光部231B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。第2拡大光学系30Bは、LEDチップ23Bの配列と対応するように配列された複数のレンズ部31Bを備える。レンズ部31Bは各々、発光部231Bを、 $(\text{LEDチップ23Aの配列ピッチ}P2) / (\text{発光部231Bの発光面の一辺の長さ}a2)$ 以上の倍率M2で拡大投影する両側テレセントリックな光学系である。

[0051] 本実施形態では、レンズ部31A、31Bは各々、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31A、31B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31A、31B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。

[0052] (照明光学系80の構成)

図2に戻り、照明光学系80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81Aと、第2の集光光学系81Bと、第2のダイクロイックミラーDM2と、結像光学系83と、フライアイレンズFELと、コンデンサー光学系84と、を備える。

[0053] 第1の集光光学系81Aは、第1拡大光学系30Aによって形成される発光部231Aの拡大像の瞳を形成する。すなわち、第1の集光光学系81Aの後側焦点位置が瞳の位置となる。第1の集光光学系81A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81A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81A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81Aは、1枚のレンズで構成されていてもよいし、複数のレンズを含むレンズ群で構成されていてもよい。

[0054] 第2の集光光学系81Bは、第2拡大光学系30Bによって形成される発光部231Bの拡大像の瞳を形成する。すなわち、第2の集光光学系81Bの後側焦点位置が瞳の位置となる。第2の集光光学系81B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。

[0055] 第2のダイクロイックミラーDM2は、ピーク波長385nmの光の少なくとも一部を透過し、ピーク波長365nm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81Aによって形成された瞳像と、第2の集光光学系81B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。

[0056] 本実施形態において、第2のダイクロイックミラーDM2は、第1の集光光学系81Aによって形成された瞳像と、第2の集光光学系81Bによって形成された瞳像とを重ね合わせて合成像を形成する。すなわち、第2のダイクロイックミラーDM2は、第1の集光光学系81Aの後側焦点位置であって、第2の集光光学系81Bの後側焦点位置である位置に配置される。これにより、第2のダイクロイックミラーDM2は、第1光源ユニットOPU1から出射した光と、第2光源ユニットOPU2から出射した光と、にケーラー照明される。ケーラー照明することにより、第1の集光光学系81Aによって形成された瞳像の光束の照度変化及び第2の集光光学系81Bによって形成された瞳像の光束の照度変化を小さくすることができる。なお、本実施形態の構成に限定されず、第1の集光光学系81Aと第2の集光光学系81Bとが、それぞれ第2のダイクロイックミラーDM2に第1光源ユニットOPU1の像と第2光源ユニットOPU2の像とを形成するクリティカル照明を行うように構成されてもよい。

[0057] 照明ユニット90には、ピーク波長385nmの光をモニタリングするための検出器DT10と、ピーク波長365nmの光をモニタリングするための検出器DT20と、ピーク波長385nmの光とピーク波長365nmの光とをモニタリングするための検出器DT30とが設けられている。

[0058] 具体的には、検出器DT10は、第1のダイクロイックミラーDM1に反射されたピーク波長385nmの光の照度を検出する。検出器DT20は、第2のダイクロイックミラーDM2に反射されたピーク波長365nmの光の照度を検出する。検出器DT30は、第2のダイクロイックミラーDM2により意図せず反射された385nmの光の照度と、第2のダイクロイックミラーDM2が意図せず透過した365nmの光の照度と、を検出する。

[0059] 検出器DT10～DT30の検出結果は不図示の制御装置に出力され、制御装置は検出器DT10～DT30の検出結果に基づいて、第1光源ユニットOPU1及び第2光源ユニットOPU2がそれぞれ備えるLEDチップ2

3 A 及び 2 3 B に供給する電流の値等を制御する。

[0060] 結像光学系 8 3 は、第 2 のダイクロイックミラー DM 2 が合成した合成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。なお、結像光学系 8 3 は、第 2 のダイクロイックミラー DM 2 が合成した合成像をフライアイレンズ FEL の入射端に縮小投影してもよい。

[0061] 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 AX 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 FEL を構成する各レンズエレメントは、マスク MSK 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。

[0062] したがって、フライアイレンズ FEL 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 FEL 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 FEL 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 8 5 に入射する。なお、本実施形態においてフライアイレンズ FEL の後側焦点面（出射面）と、第 1 光源アレイ 2 0 A 及び第 2 光源アレイ 2 0 B とは、光学的に共役である。

[0063] 開口絞り 8 5 は、投影光学系 PL 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 8 5 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 8 5 を介した二次光源からの光は、コンデンサー光学系 8 4 の集光作用を受けた後、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。

- [0064] 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て第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。
- [0065] 例えば、LEDチップ23Aの発光部231Aから出射する光のピーク波長が400～410nmの範囲内にあってもよい。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395nmの光を出射し、かつ、第2光源ユニットOPU2がピーク波長385nm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、本第1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ミックミラーの材料を変更することが好ましい。
- [0066] 以上詳細に説明したように、第1光源ユニットOPU1は、ヒートシンク40と、ヒートシンク40の第1面40a上に2次元配列された複数のLEDチップ23Aと、を備える。ヒートシンク40の第1面40aには、第1面40aから突出し、平面視において、それぞれ複数のLEDチップ23Aのうちの少なくとも1つと重複する複数の突出部401が形成されている。これにより、LEDチップ23Aをヒートシンク40に直接実装することができるため、LEDチップ23Aが配列された基板をヒートシンクに実装する場合と比較して、LEDチップ23Aを効率的に冷却することができる。このため、第1光源ユニットOPU1から出射される光の輝度の低下を抑制することができる。また、LEDチップ23Aが配列された基板をヒートシンクに実装する場合と比較して、第1光源ユニットOPU1のZ1方向のサイズを小さくすることができる。

[0067] なお、上記第1実施形態において、突出部401はY1方向に延伸していたが、突出部401はX1方向に延伸していてもよい。突出部401がX1方向に延伸する場合、Y1方向において隣り合うLEDチップ23Aが直列に接続され、Y1方向において隣り合うLEDチップ23Bが直列に接続される。

[0068] (変形例1)

図6(A)は、第1実施形態の変形例1に係るヒートシンク40Aを示す平面図であり、図6(B)は、変形例1に係るヒートシンク40Aに第1光源アレイ20A及び第2光源アレイ20Bを実装した状態を示す平面図である。

[0069] 図6(A)に示すように、ヒートシンク40Aは、第1面40a上に、第1面40aから突出し互いに離間した複数の突出部(ポスト)401Aを有する。複数の突出部401Aは、平面視においてLEDチップ23Aとそれぞれ重複する。

[0070] 変形例1において、突出部401Aは円形状の平面形状を有するが、突出部401Aの平面形状は、楕円形状や、正方形又は五角形などの多角形状であってもよい。その他の構成は、第1実施形態と同様であるため詳細な説明を省略する。

[0071] 変形例1のような互いに離間した突出部401Aを用いて、LEDチップ23Aをヒートシンク40Aに直接実装してもよい。これにより、複数のLEDチップ23Aが配列された基板をヒートシンクに実装する場合と比較して、LEDチップ23Aを効率的に冷却できるとともに、第1光源ユニットOPU1のZ1方向のサイズを小さくすることができる。

[0072] (変形例2)

図7(A)は、第1実施形態の変形例2に係るヒートシンク40Bを示す平面図であり、図7(B)は、変形例2に係るヒートシンク40Bに第1光源アレイ20A及び第2光源アレイ20Bを実装した状態を示す平面図である。

[0073] 図7(A)に示すように、ヒートシンク40Bは、第1面40aから突出し互いに離間する複数の突出部(ポスト)401Aと、第1面40aから突出しY1方向に延伸する複数の突出部401と、を第1面40a上に有する。

[0074] 複数の突出部401Aは、平面視において複数のLEDチップ23Aとそれぞれ重複する。突出部401は、平面視において複数のLEDチップ23Aの各々と重複する。図7(A)では、突出部401Aと、突出部401とは、X1方向において交互に配置されているが、突出部401Aと、突出部401との配列方法は、図7(A)に限られるものではない。例えば、複数の突出部401Aをまとめて+X1側に設け、複数の突出部401をまとめて-X1側に設けるようにしてもよい。また、突出部401の数は、1つでもよいし、3つ以上でもよい。その他の構成は、第1実施形態と同様であるため、詳細な説明を省略する。

[0075] 変形例2のように、平面視において複数のLEDチップ23Aとそれぞれ重複する突出部401Aと、平面視において複数のLEDチップ23Aの各々と重複する突出部401とを組み合わせてもよい。

[0076] なお、変形例2において、突出部401は、Y1方向に延伸していたが、X1方向に延伸していてもよい。この場合、Y1方向において隣接するLEDチップ23Aが直列に接続される。

[0077] 《第2実施形態》

図8(A)は、第2実施形態に係るヒートシンク40Cを例示する平面図であり、図8(B)は、図8(A)のA-A線断面図である。

[0078] ヒートシンク40Cは、X1方向に延伸し、ヒートシンク40CのX1方向における一端側に設けられた冷媒入口403AからX1方向における他端側に設けられた冷媒出口404Aに向かって内部に冷媒が流れる流路402Aを有する。

[0079] 本実施形態では、ヒートシンク40CはLEDチップ23Aの各行に対応するように複数の流路402Aを有するが、LEDチップ23Aの複数行ご

とに、流路402Aが1つずつ設けられていてもよい。

[0080] ヒートシンク40Cは、第1面40a上に、第1面40aから突出し、Y1方向に延伸し、X1方向において離間して配置されている5つの突出部401を有する。5つの突出部401を、冷媒入口403Aが設けられた一端側から順に、突出部401a、突出部401b、突出部401c、突出部401d、及び突出部401eと称する。突出部401a、突出部401b、突出部401c、突出部401d、及び突出部401eそれぞれのX1方向における幅をWa、Wb、Wc、Wd、及びWeとすると、 $Wa < Wb < Wc < Wd < We$ となっている。すなわち、第2実施形態では、冷媒入口403Aに近いほど、突出部401のX1方向における幅が狭くなっている。

[0081] 図8(B)において矢印AR2で示すように、冷媒は、流路402A内を-X1方向に流れるため、冷媒によるLEDチップ23Aの冷却効果は、冷媒入口403Aに近い位置ほど高い。一方、冷媒入口403Aに近い突出部401ほどX1方向の幅が狭いため、突出部401によるLEDチップ23Aの冷却効果は、冷媒入口403に近い突出部401ほど低い。そのため、冷媒によるLEDチップ23Aの冷却効果が高い冷媒入口403A付近に、X1方向の幅が狭く冷却効果が低い突出部401を配置し、冷媒によるLEDチップ23Aの冷却効果が低い冷媒出口404A付近に、X1方向の幅が広く冷却効果が高い突出部401を配置することで、LEDチップ23Aの冷却ムラを低減し、LEDチップ23Aを略均一に冷却できる。

[0082] (変形例1)

図9(A)は、第2実施形態の変形例1に係るヒートシンク40Dを例示する平面図であり、図9(B)は、図9(A)のA-A線断面図である。

[0083] 変形例1では、ヒートシンク40Dの第1面40a上に、第1面40aから突出し、平面視においてLEDチップ23Aとそれぞれ重複する突出部401Aが設けられている。変形例1において、突出部401Aの平面形状は、正方形であるとする。

[0084] 図9(A)及び図9(B)に示すように、複数の突出部401Aのうち、

冷媒入口403Aに最も近い位置に配置された複数の突出部401Aを突出部401Aaとし、 $-X$ 方向に向かって順に、突出部401Ab、突出部401Ac、突出部401Ad、及び突出部401Aeとする。突出部401Aa、突出部401Ab、突出部401Ac、突出部401Ad、及び突出部401Aeそれぞれの一辺の長さを L_a 、 L_b 、 L_c 、 L_d 、及び L_e とすると、 $L_a < L_b < L_c < L_d < L_e$ となっている。したがって、変形例1では、冷媒入口403Aが設けられた一端側に近いほど、突出部401Aの上面の面積が小さくなっている。その他の構成は、第2実施形態と同様であるため、詳細な説明を省略する。

[0085] 図9(B)において矢印AR2で示すように、冷媒は、流路402A内を $-X_1$ 方向に流れるため、冷媒によるLEDチップ23Aの冷却効果は、冷媒入口403Aに近い位置ほど高い。一方、冷媒入口403Aに近い突出部401Aほど上面の面積が小さいため、突出部401AによるLEDチップ23Aの冷却効果は、冷媒入口403Aに近い突出部401Aほど低い。そのため、冷媒によるLEDチップ23Aの冷却効果が高い冷媒入口403A付近に、上面の面積が小さく冷却効果が低い突出部401Aを配置し、冷媒によるLEDチップ23Aの冷却効果が低い冷媒出口404A付近に、上面の面積が大きく冷却効果が高い突出部401Aを配置することで、LEDチップ23Aの冷却ムラを低減し、LEDチップ23Aを略均一に冷却できる。なお、突出部401Aの平面形状は、円形状等、他の形状でもよい。

[0086] (変形例2)

図10(A)は、第2実施形態の変形例2に係るヒートシンク40Eを例示する平面図であり、図10(B)は、図10(A)のA-A線断面図である。

[0087] 図10(A)に示すように、ヒートシンク40Eは、第1面40a上に、平面視において複数のLEDチップ23Aとそれぞれ重複する突出部(ポスト)401Aと、 Y_1 方向に延伸し、平面視において複数のLEDチップ23Aの各々と重複する突出部401と、を有する。

[0088] 突出部401Aは、正形状の平面形状を有し、一辺の長さがLである。突出部401のX1方向の幅は、Wである。本実施形態では、突出部401Aの一辺の長さLと、突出部401のX1方向の幅Wとは等しくなっている。そのため、突出部401Aの上面の面積は、突出部401の上面の面積よりも小さい。

[0089] 突出部401Aと、突出部401とは、冷媒入口403Aが設けられた一端側から冷媒出口404Aが設けられた他端側に向かって、この順に設けられている。その他の構成は、第2実施形態と同様であるため、詳細な説明を省略する。

[0090] 上述したように、突出部401Aの上面の面積は、突出部401の上面の面積よりも小さい。したがって、突出部401AによるLEDチップ23Aの冷却効果は、突出部401によるLEDチップ23Aの冷却効果よりも低い。一方、図10(B)において矢印AR2で示すように、冷媒は、流路402A内を-X1方向に流れるため、冷媒によるLEDチップ23Aの冷却効果は、冷媒入口403Aに近い位置ほど高い。

[0091] そのため、冷媒によるLEDチップ23Aの冷却効果が高い冷媒入口403A付近に、上面の面積が小さく冷却効果が低い突出部401Aを配置し、冷媒によるLEDチップ23Aの冷却効果が低い冷媒出口404A付近に、上面の面積が大きく冷却効果が高い突出部401を配置することで、LEDチップ23Aの冷却ムラを低減し、LEDチップ23Aを略均一に冷却できる。なお、突出部401Aの平面形状は、円形状等の他の形状でもよい。

[0092] 《第3実施形態》

図11は、第3実施形態に係るヒートシンク40Fを例示する断面図である。図11に示すように、ヒートシンク40Fは、内部空間410と、内部空間410に保持される作動流体411と、を有する。内部空間410は、第1面40aと流路402Aとの間に配置されている。すなわち、ヒートシンク40Eにおいて、第1面40aと流路402Aの間には、ベイパーチャンバが形成されている。

- [0093] 内部空間410内に保持された作動流体411は、LEDチップ23Aからの熱により蒸発する。蒸発した作動流体411が、矢印AR3で示すように、内部空間410内を移動することで熱が拡散する。拡散した作動流体411は、流路402Aに流れる冷媒により冷却され液化する。このように、作動流体411が、気化と液化とを繰り返すことにより、熱源（LEDチップ23A及び23B）を冷却することができる。
- [0094] ベイパーチャンバは熱伝導性が高く、平面状のため広い面積に瞬時に熱を拡散できる。そのため、ヒートシンク40Fは、ベイパーチャンバを有さないヒートシンクよりも効率的にLEDチップ23Aを冷却することができる。
- [0095] その他の構成は、第2実施形態に係るヒートシンク40Cと同様であるため、詳細な説明を省略する。なお、第1及び第2実施形態ならびにその変形例に係るヒートシンク40、40A～40Eがベイパーチャンバを有していてもよい。
- [0096] 図12は、第3実施形態に係るヒートシンク40Fを使用する場合に好ましい照明ユニット90Aの構成を示す図である。ベイパーチャンバを備えるヒートシンクにLEDチップを直接実装する場合、液化した作動流体411が重力によりLEDチップ23A及び23B側へと移動するように、図12に示すよう、LEDチップ23Aの発光部231Aの発光面及びLEDチップ23Bの発光部231Bの発光面を重力方向側とすることが好ましい。
- [0097] そのため、照明ユニット90Aの照明光学系80Aは、第3の集光光学系81Cと、第3のダイクロイックミラーDM3を含んで構成される第4の集光光学系81Dと、第2のダイクロイックミラーDM2と、結像光学系83と、フライアイレンズFELと、コンデンサー光学系84と、を備える。
- [0098] 第3の集光光学系81Cは、第1拡大光学系30Aによって形成される発光部231Aの拡大像の瞳を形成する。すなわち、第3の集光光学系81Cの後側焦点位置が瞳の位置となる。第1光源ユニットOPU1の配置と第3の集光光学系81Cの各レンズの配置は、第2のダイクロイックミラーDM

2に光束が入射するように調整されている。

[0099] 第4の集光光学系81Dは、第2拡大光学系30Bによって形成される発光部231Bの拡大像の瞳を形成する。すなわち、第4の集光光学系81Dの後側焦点位置が瞳の位置となる。第4の集光光学系81Dは、光路の途中に第3のダイクロイックミラーDM3を有し、ピーク波長365nm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。

[0100] 第2のダイクロイックミラーDM2、結像光学系83、フライアイレンズFEL、及びコンデンサー光学系84の構成及び機能は、図2と同様であるため詳細な説明を省略する。

[0101] なお、上記実施形態およびその変形例において、第1光源アレイ20A及び第2光源アレイ20Bを、同一の構成を有するヒートシンク40、40A～40E上にそれぞれ実装する場合について説明したが、これに限られるものではない。第1光源アレイ20Aが実装されるヒートシンクの構成と、第2光源アレイ20Bが実装されるヒートシンクの構成とは、異なってもよい。例えば、第1光源アレイ20Aを第1実施形態に係るヒートシンク40に実装し、第2光源アレイ20Bを第2実施形態に係るヒートシンク40Cに実装してもよい。

[0102] また、上記実施形態およびその変形例において、ヒートシンクは、内部に冷媒が流通する流路402、402Aを有していたが、これに限られるものではない。ヒートシンクは、例えば、フィンタイプのヒートシンクであってもよい。また、ヒートシンクは、マイクロチャネルヒートシンクでなくてもよい。また、上記実施形態およびその変形例において、冷媒入口403、403Aと冷媒出口404、404Aがヒートシンクの側面に設けられていたが、それぞれヒートシンクの第1面40aまたは第2面40bに設けられてもよい。

[0103] また、上記実施形態及びその変形例において、ヒートシンクの厚みは7mm以下であるとしたが、本明細書におけるヒートシンクの厚みとは、ヒート

シンクの第1面40aに形成された突出部401および／または突出部401Aの上面から第2面40bまでの長さのことである。そして、突出部401および／または突出部401Aの上面から第1面40aまでの長さは500 μ m以下であることが好ましく、150~200 μ mであることがより好ましい。例えば、基板上に配線層を形成する装置においては、搬入できる基板の厚さ上限が7mm程度に制限されている場合があり、厚い基板上に配線層を形成できないことがあるが、ヒートシンクの厚みを7mm以下とすることでヒートシンク上に配線層を形成しやすくなる。なお、光源ユニットの製造上の制限がなければ、ヒートシンクの厚みが7mm以上であってもよい。

[0104] なお、上記実施形態およびその変形例では、突出部401、401Aが、ヒートシンクの一部からなる場合について説明したが、これに限られるものではない。例えば、突出部401、401Aは、ヒートシンクの第1面40aと接触する、ヒートシンクとは異なる部材（ヒートシンクと別体の部材）であってもよい。すなわち、ヒートシンクと異なる部材を第1面40aに固定（半田づけ、接着）することによって、突出部401、401Aを形成してもよい。この場合、突出部401、401Aはヒートシンクと同一の材料から形成されていてもよいし、異なる材料から形成されていてもよい。なお、突出部401、401Aがヒートシンクと異なる材料から形成される場合、突出部401、401Aは、熱伝導率が高い金属製であることが好ましい。

[0105] また、上記実施形態およびその変形例では、照明ユニット90、90Aは、第1光源ユニットOPU1と、第2光源ユニットOPU2と、第2のダイクロイックミラーDM2を含む照明光学系80、80Aと、を備えていたがこれに限られるものではない。例えば、照明ユニット90、90Aは、第1光源ユニットOPU1と第2光源ユニットOPU2とのいずれか一方のみを有していてもよい。この場合、照明光学系80、80Aは、第1光源ユニットOPU1又は第2光源ユニットOPU2から出射された光をマスクMSKに導くことができれば、任意の構成を有することができる。

- [0106] なお、上記第1実施形態およびその変形例において、流路402は蛇行形状を有していたが、第2実施形態における流路402Aを第1実施形態およびその変形例に適用してもよい。
- [0107] なお、上述した光源ユニットは、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露光装置に用いられるものとして説明したが、シリコンウエハを露光して半導体装置を製造する露光装置の光源ユニットとして用いてもよい。
- [0108] 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

- [0109] 10 露光装置
- 20A 第1光源アレイ
- 20B 第2光源アレイ
- 40a 第1面
- 40b 第2面
- 23A, 23B LEDチップ
- 40, 40A, 40B, 40C, 40D, 40E, 40F ヒートシンク
- 80, 80A 照明光学系
- 90, 90A 照明ユニット
- 100 投影光学ユニット
- 231A, 231B 発光部
- 401, 401A 突出部
- 402, 402A 流路
- 403, 403A 冷媒入口
- 404, 404A 冷媒出口
- DM2 第2のダイクロイックミラー
- MSK マスク

OPU1 第1光源ユニット

OPU2 第2光源ユニット

PL 投影光学系

P ガラス基板

請求の範囲

- [請求項1] ヒートシンクと、
前記ヒートシンクの第1面上に2次元配列された複数の光源素子と、
、
を備え、
前記ヒートシンクの前記第1面には、前記第1面から突出し、平面視において、それぞれ前記複数の光源素子のうちの少なくとも1つと重複する複数の突出部が形成されている、
光源ユニット。
- [請求項2] 前記複数の光源素子は、
第1方向に配列された複数の第1の光源素子と、
前記第1方向と直交する第2方向において前記複数の第1の光源素子と離間し、前記第1方向に配列された複数の第2の光源素子と、
を含み、
前記複数の突出部は、
前記第1方向に延伸し、平面視において、前記複数の第1の光源素子の各々と重複する第1の突出部と、
前記第1方向に延伸し、平面視において、前記複数の第2の光源素子の各々と重複する第2の突出部と、
を含む、
請求項1に記載の光源ユニット。
- [請求項3] 前記複数の第1の光源素子と前記複数の第2の光源素子とのうち、
前記第2方向において隣り合う第1の光源素子と第2の光源素子とは直列に接続されている、
請求項2に記載の光源ユニット。
- [請求項4] 前記ヒートシンクは、前記第2方向に延伸し前記ヒートシンクの前記第2方向における一端側に設けられた冷媒入口から前記第2方向における他端側に設けられた冷媒出口に向かって内部に冷媒が流れる流

路を有し、

前記第2の突出部と、前記第1の突出部とは、前記一端側から前記他端側に向かってこの順に設けられ、

前記第2の突出部の前記第2方向における幅は、前記第1の突出部の前記第2方向における幅よりも小さい、
請求項2または3に記載の光源ユニット。

[請求項5] 前記複数の突出部は互いに離間し、平面視において前記複数の光源素子とそれぞれ重複する位置に設けられている、
請求項1に記載の光源ユニット。

[請求項6] 前記ヒートシンクは、第1方向に延伸し前記ヒートシンクの前記第1方向における一端側に設けられた冷媒入口から前記第1方向における他端側に設けられた冷媒出口に向かって内部に冷媒が流れる流路を有し、

前記複数の突出部の上面の面積は、前記一端側に近いほど小さい、
請求項5に記載の光源ユニット。

[請求項7] 前記複数の光源素子は、
第1方向に配列された複数の第1の光源素子と、
前記第1方向と直交する第2方向において前記複数の第1の光源素子と離間し、前記第1方向に配列された複数の第2の光源素子と、
を含み、

前記複数の突出部は、

前記第1方向に延伸し、平面視において前記複数の第1の光源素子の各々と重複する第1の突出部と、

平面視において前記複数の第2の光源素子とそれぞれ重複する複数の第2の突出部と、

を含む、

請求項1に記載の光源ユニット。

[請求項8] 前記ヒートシンクは、前記第2方向に延伸し前記ヒートシンクの前

記第2方向における一端側に設けられた冷媒入口から前記第2方向における他端側に設けられた冷媒出口に向かって内部に冷媒が流れる流路を有し、

前記複数の第2の突出部の各々の前記第2方向における幅と、前記第1の突出部の前記第2方向における幅とは略同一であり、

前記複数の第2の突出部と、前記第1の突出部とは、前記一端側から前記他端側に向かってこの順に設けられている、

請求項7に記載の光源ユニット。

[請求項9] 前記ヒートシンクは、内部空間と、前記内部空間に保持される作動流体と、を有する、

請求項1から請求項8のいずれか一項に記載の光源ユニット。

[請求項10] 前記複数の突出部は、前記ヒートシンクの一部からなる、

請求項1から請求項9のいずれか一項に記載の光源ユニット。

[請求項11] 前記ヒートシンクは、マイクロチャネルヒートシンクである、

請求項1から請求項10のいずれか一項に記載の光源ユニット。

[請求項12] 前記複数の光源素子は、複数のLED素子である、

請求項1から請求項11のいずれか一項に記載の光源ユニット。

[請求項13] 前記複数の光源素子から出射する光のピーク波長は、360～370nmの範囲内にある、

請求項1から請求項12のいずれか一項に記載の光源ユニット。

[請求項14] 前記複数の光源素子から出射する光のピーク波長は、380～390nmの範囲内にある、

請求項1から請求項12のいずれか一項に記載の光源ユニット。

[請求項15] 前記複数の光源素子から出射する光のピーク波長は、400～410nmの範囲内にある、

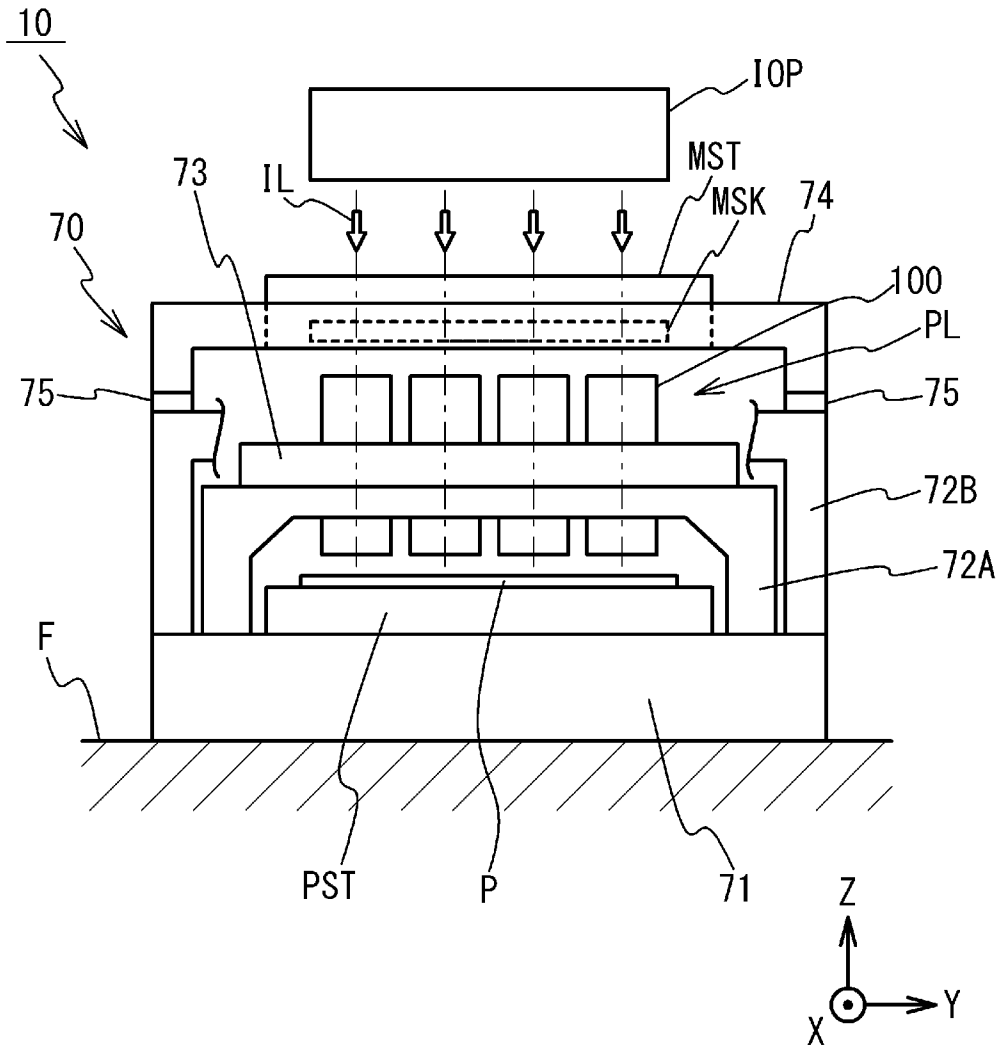
請求項1から請求項12のいずれか一項に記載の光源ユニット。

[請求項16] 前記光源ユニットは露光装置用である、

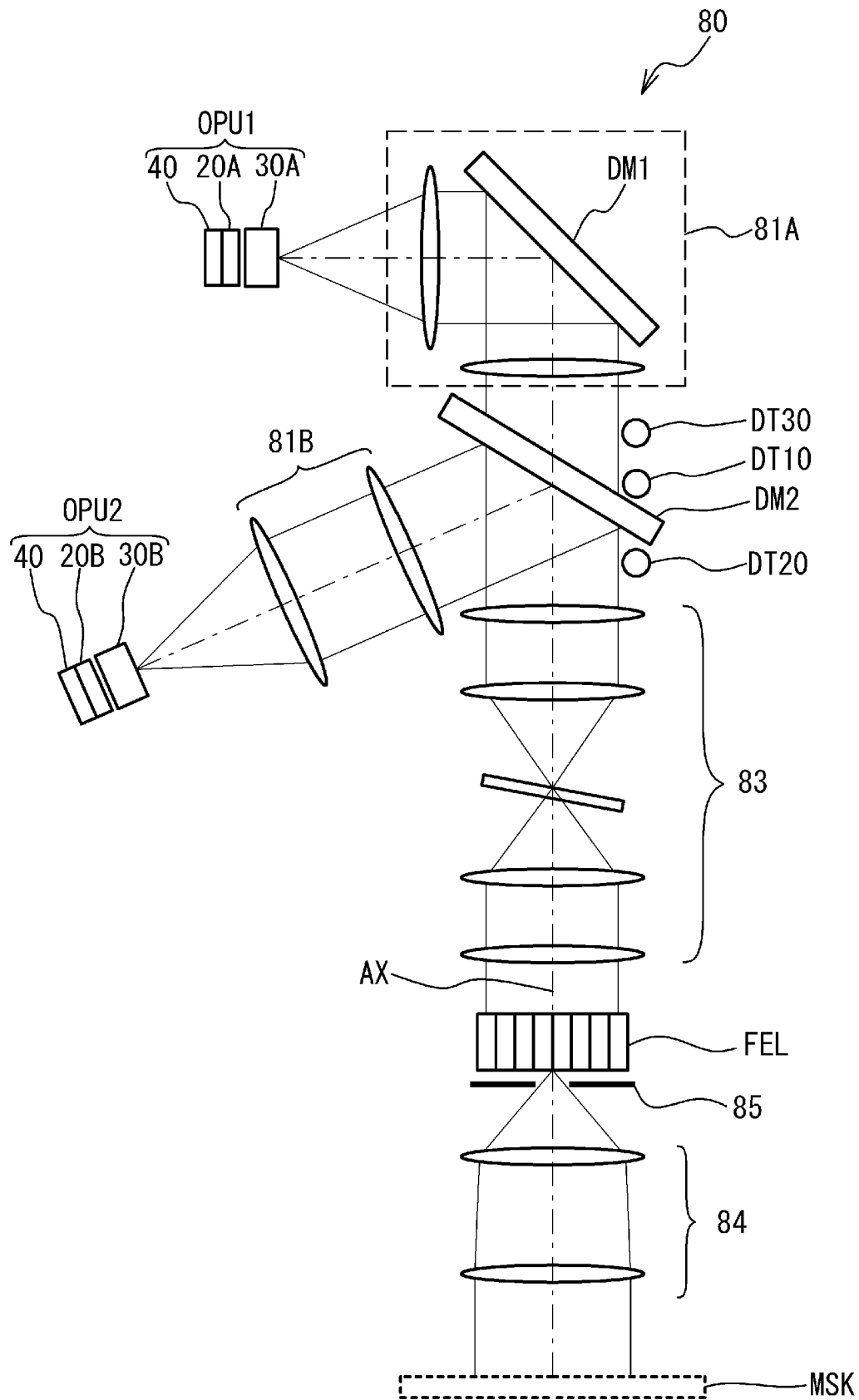
請求項1から請求項15のいずれか一項に記載の光源ユニット。

- [請求項17] 請求項1から請求項16のいずれか一項に記載の光源ユニットと、前記光源ユニットから出射された光を被照射体に導く照明光学系と、
、
を備える照明ユニット。
- [請求項18] 複数の請求項1から請求項16のいずれか一項に記載の光源ユニットと、
複数の前記光源ユニットから出射された光を合成する合成光学素子を含み、前記合成光学素子から出射された合成光を被照射体に導く照明光学系と、
を備える照明ユニット。
- [請求項19] 請求項17又は請求項18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20] 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19に記載の露光装置。
- [請求項21] 請求項19または請求項20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1]

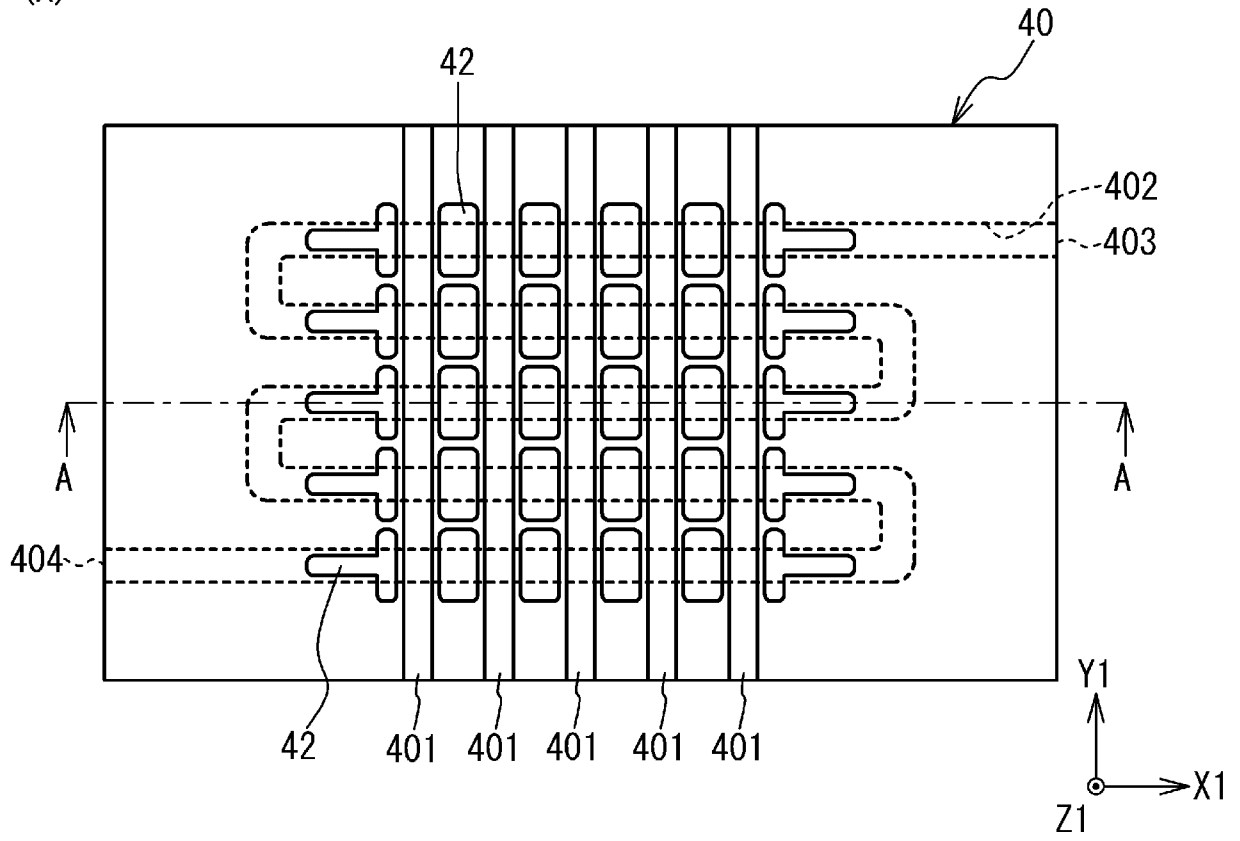


[図2]

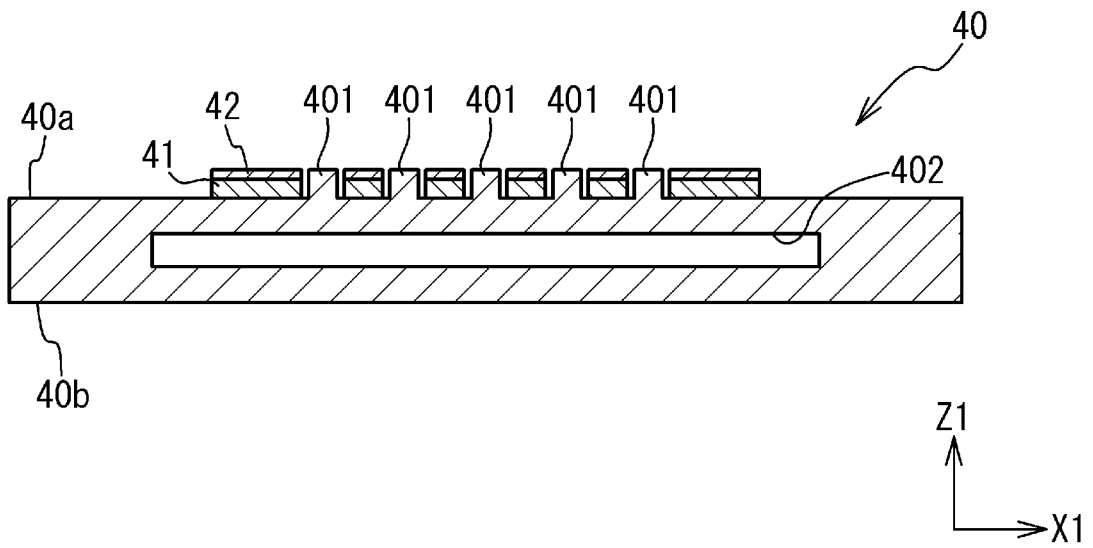


[図3]

(A)

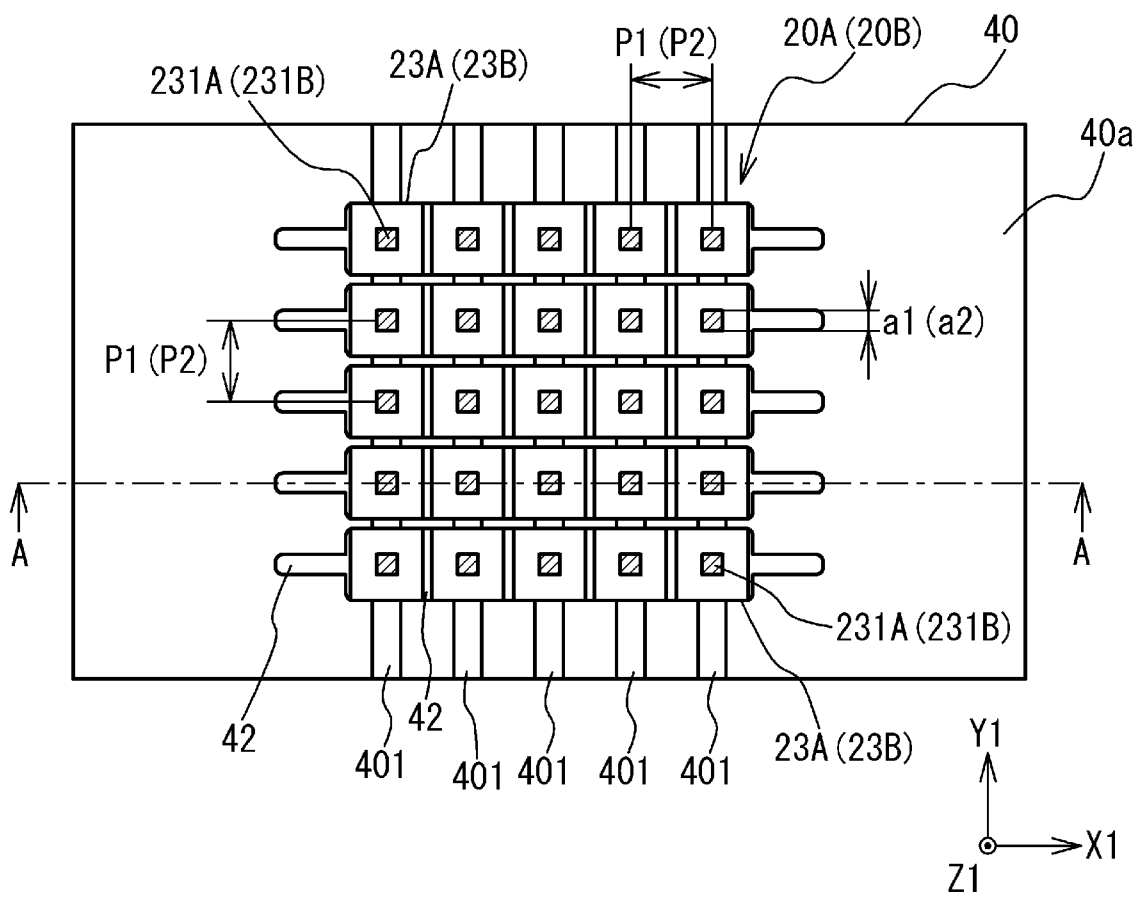


(B)

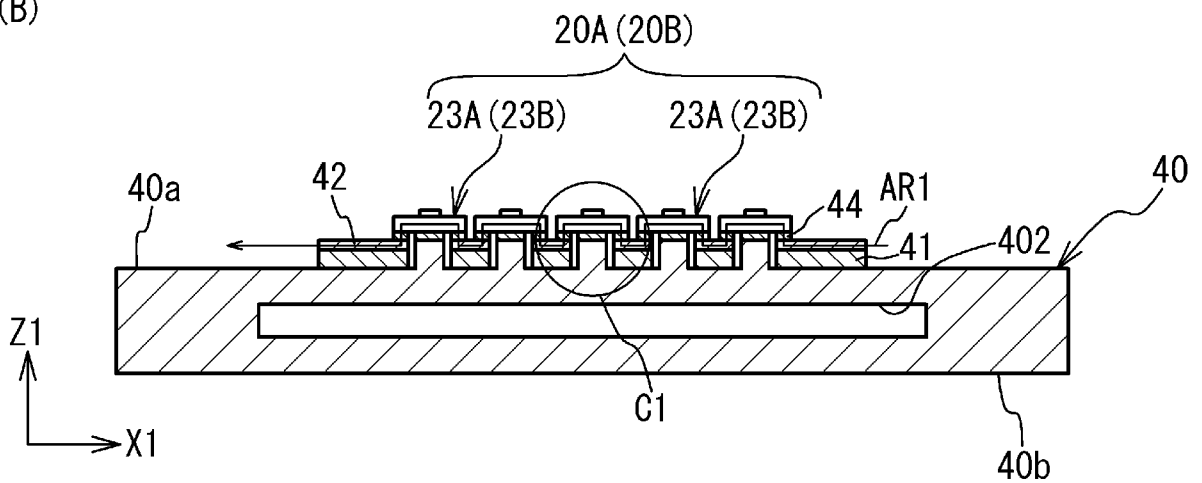


[図4]

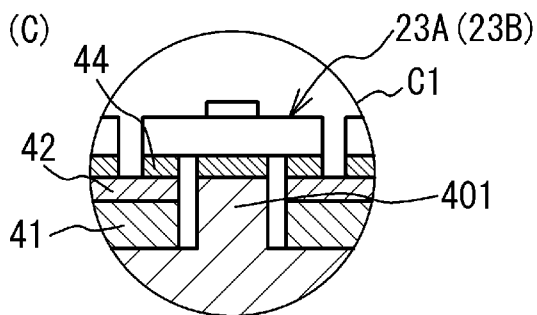
(A)



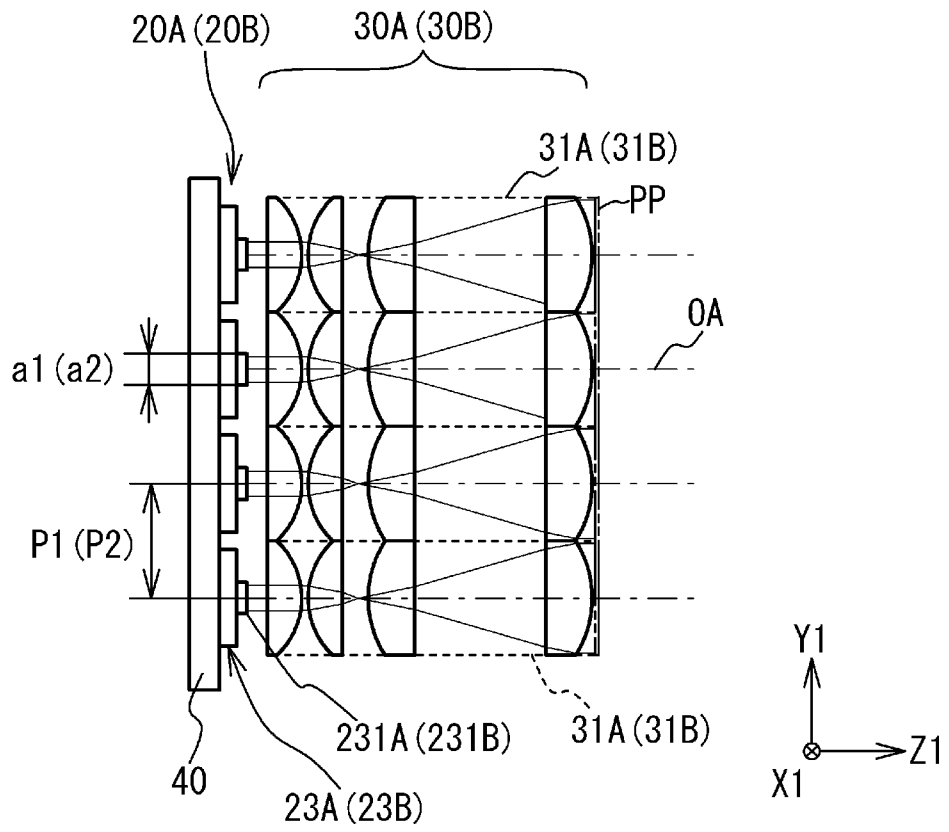
(B)



(C)

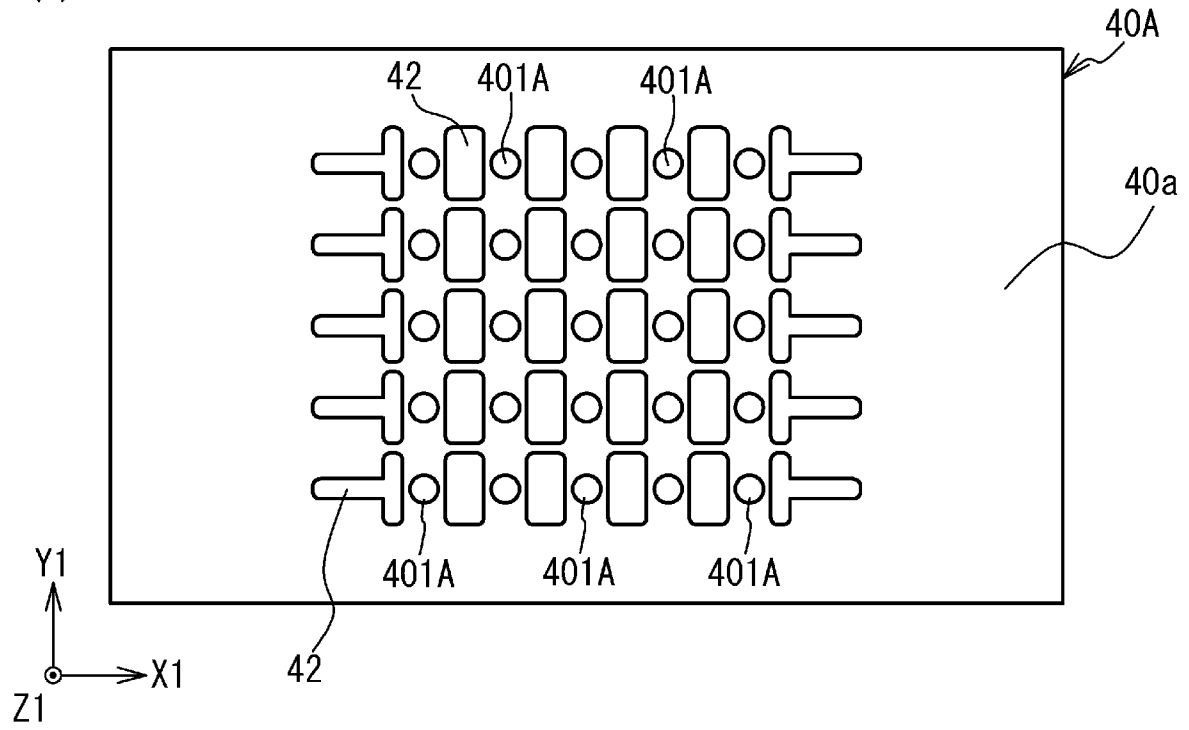


[図5]

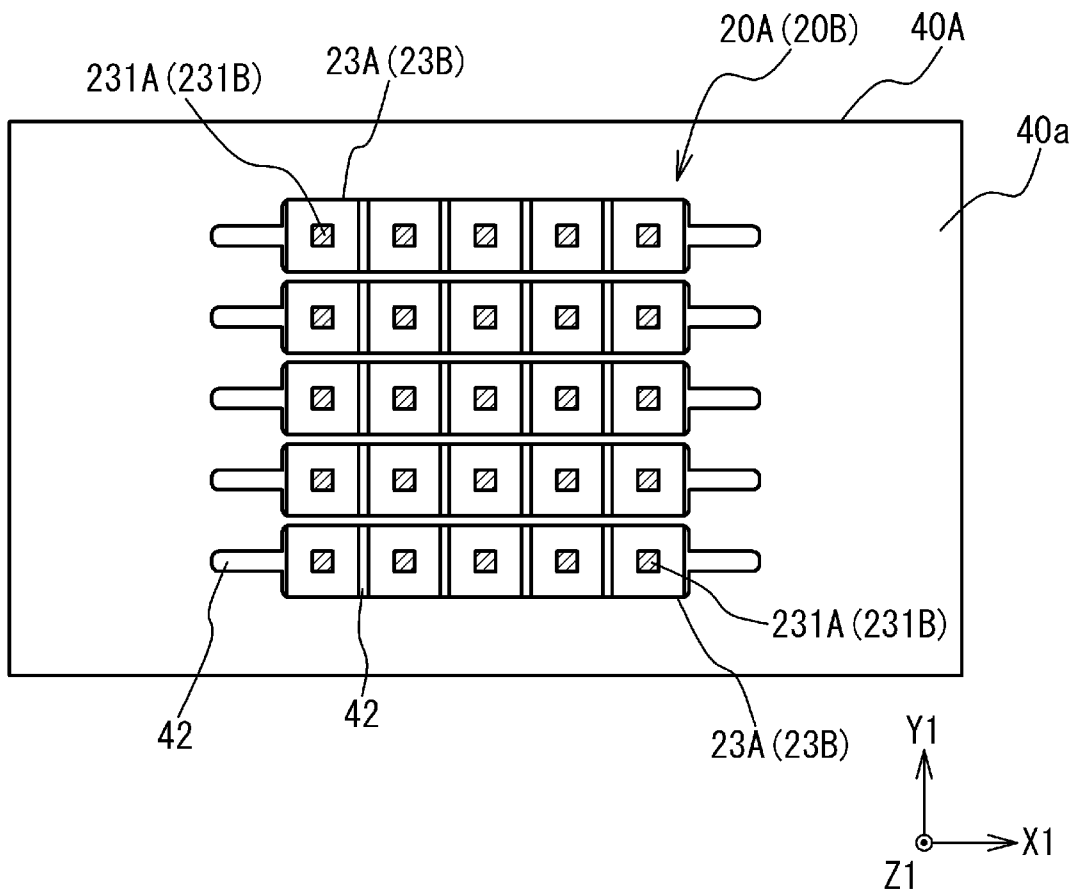


[図6]

(A)

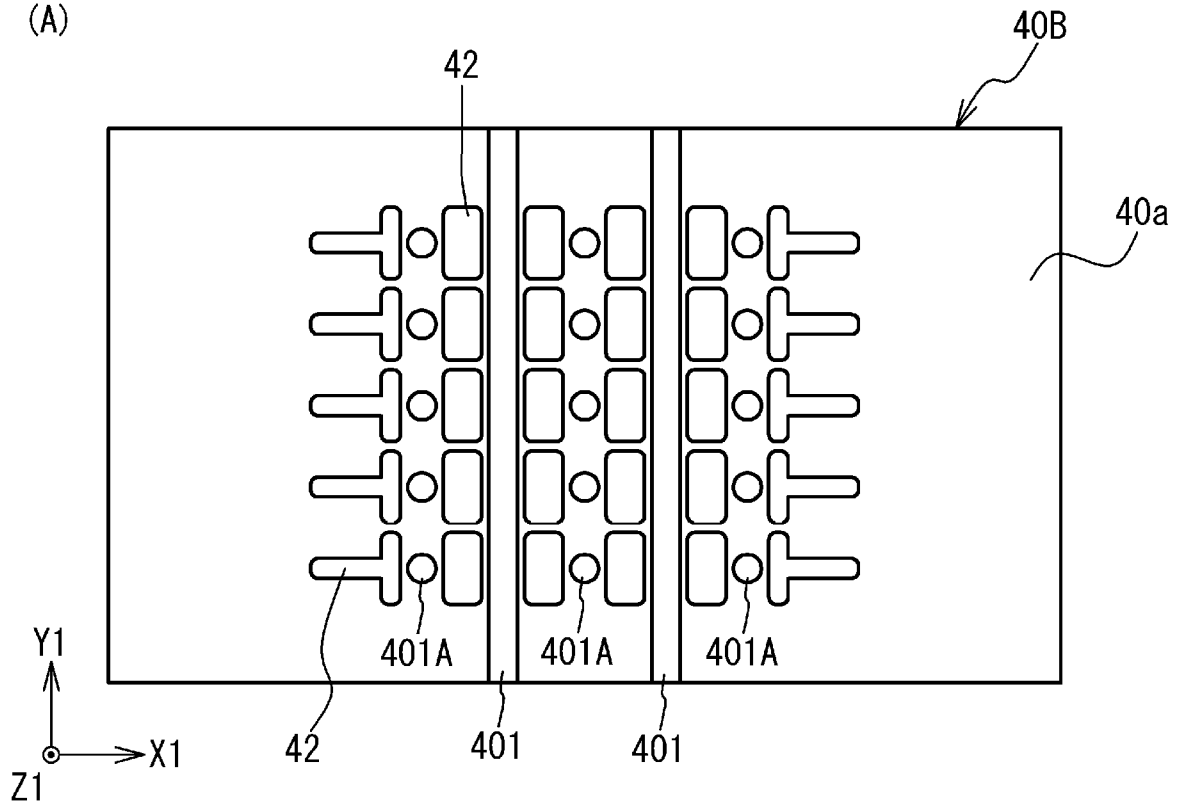


(B)

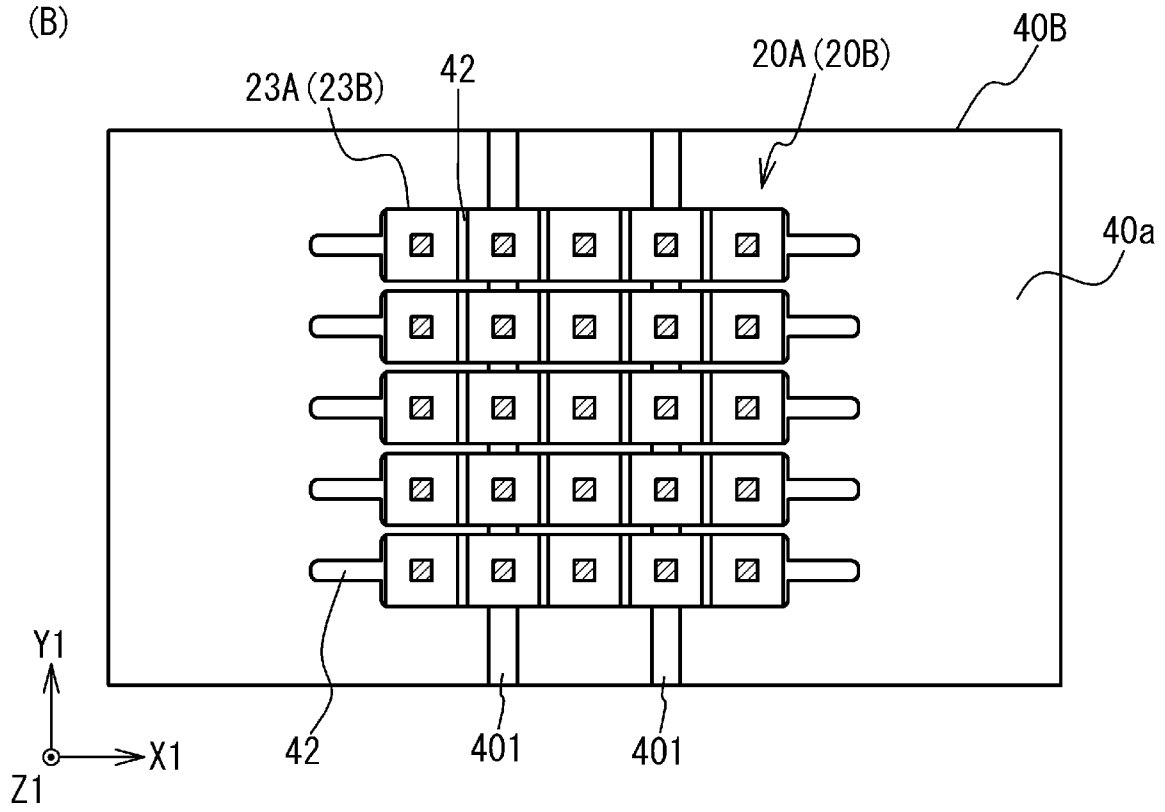


[図7]

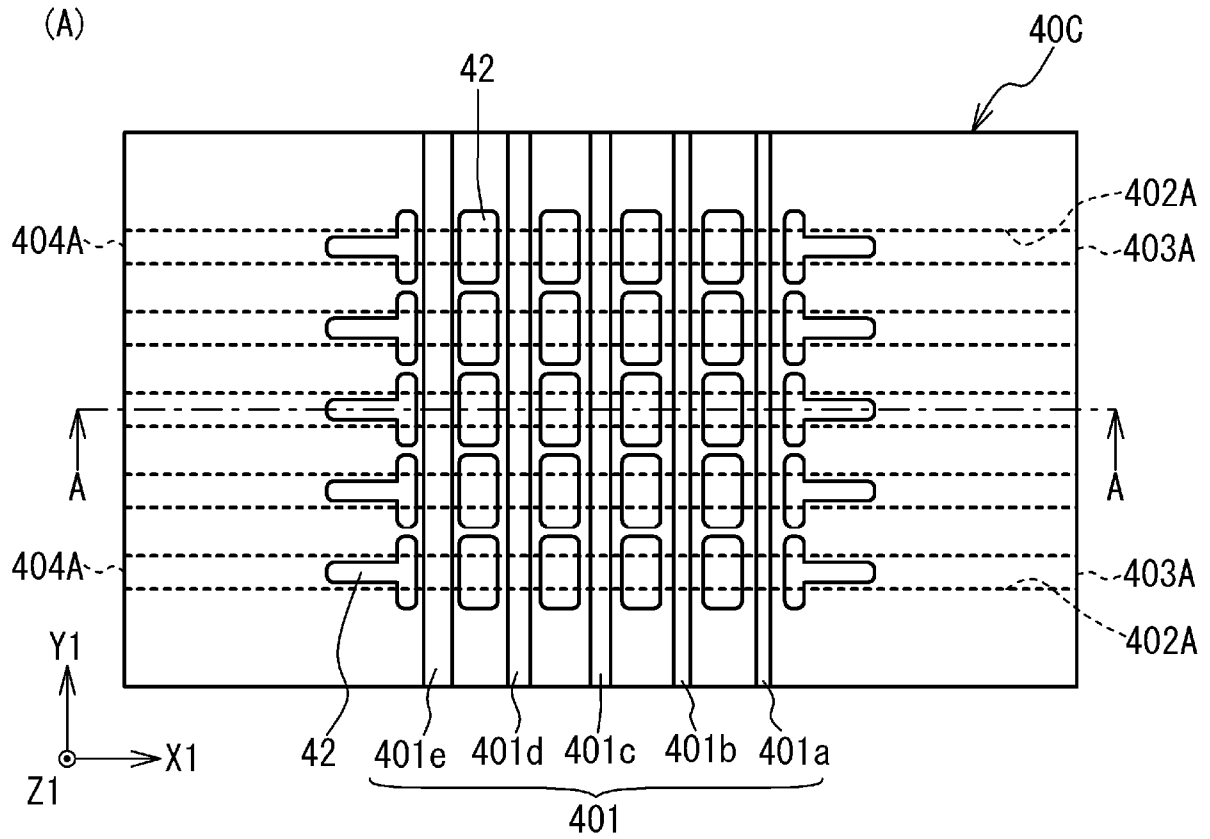
(A)



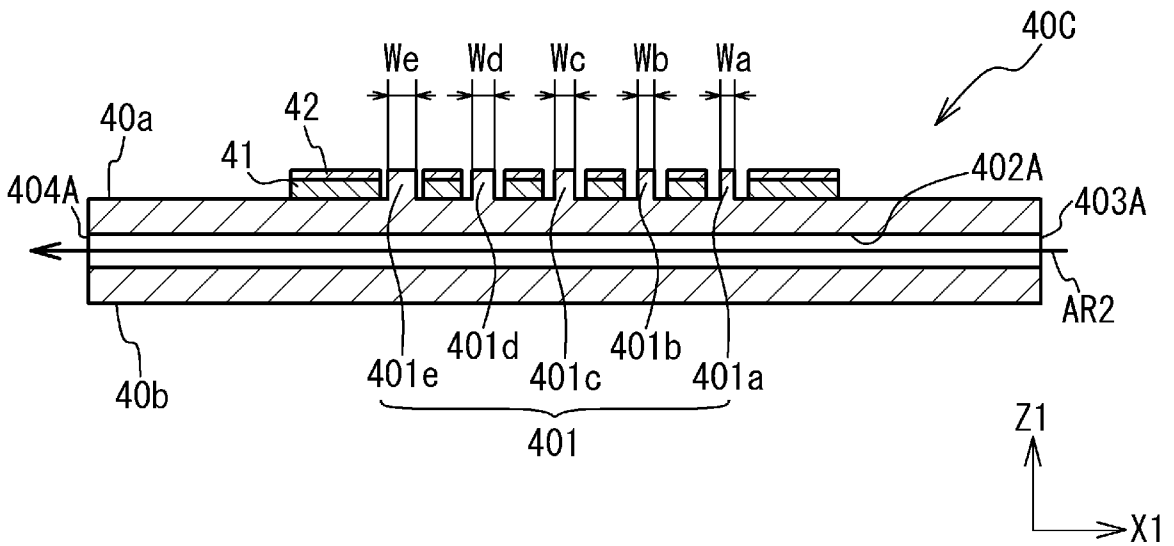
(B)



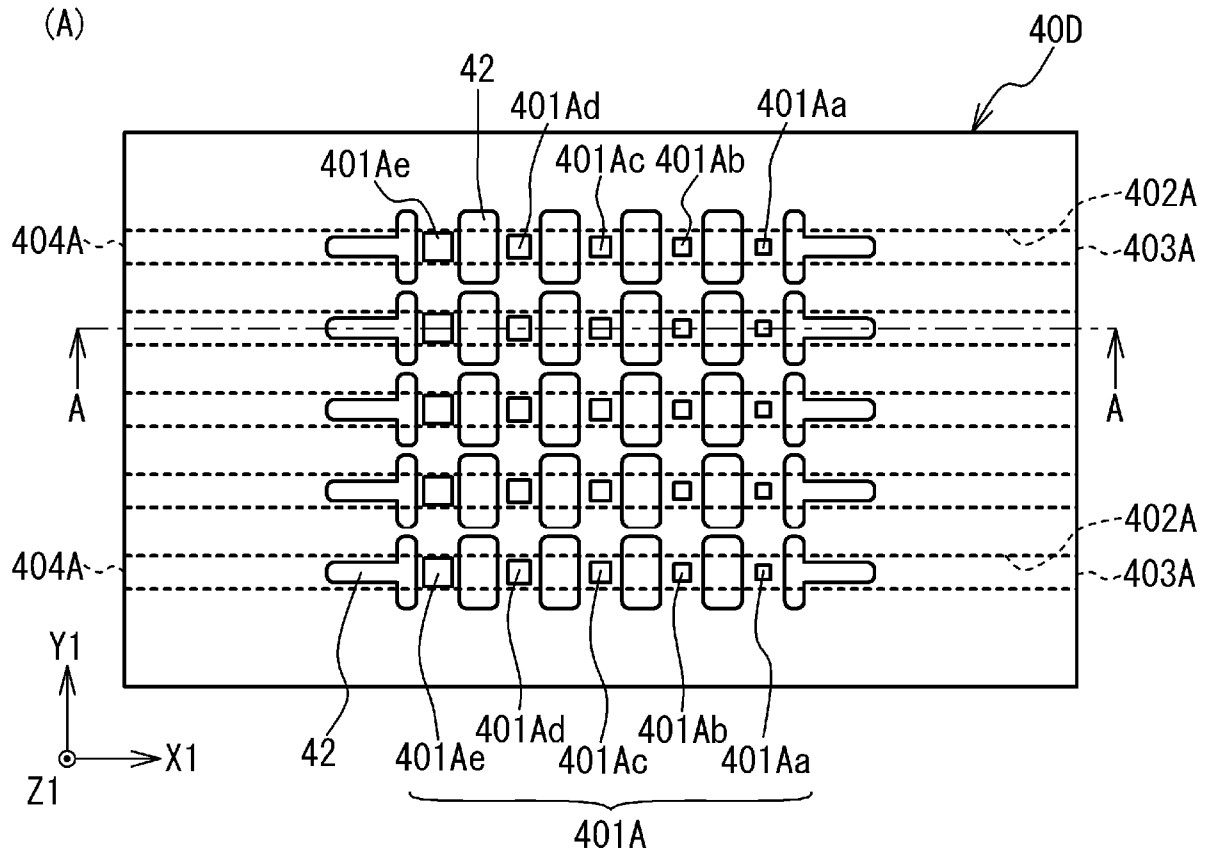
[図8]



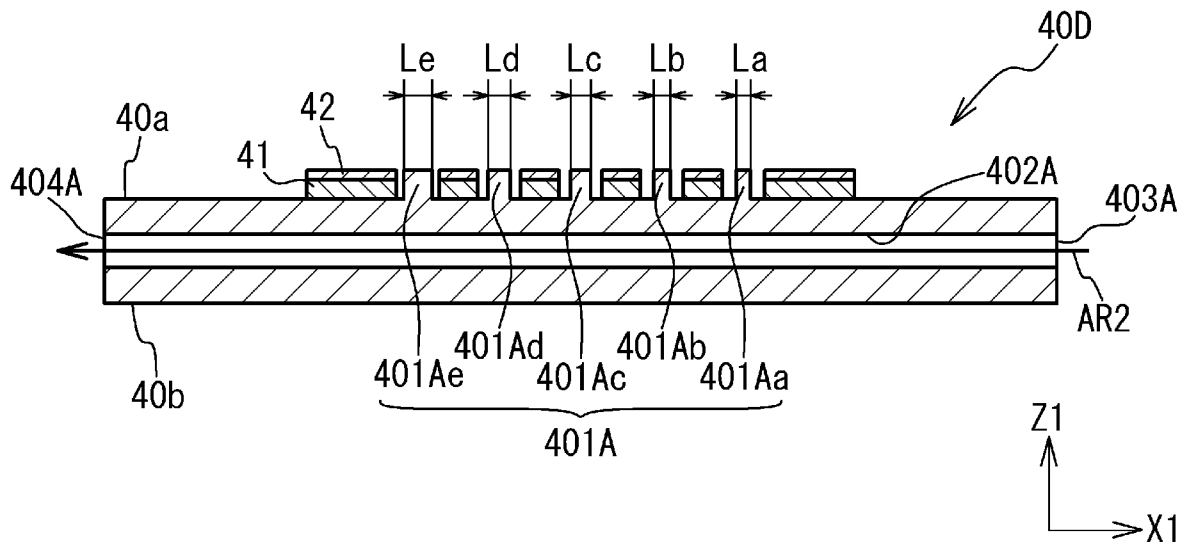
(B)



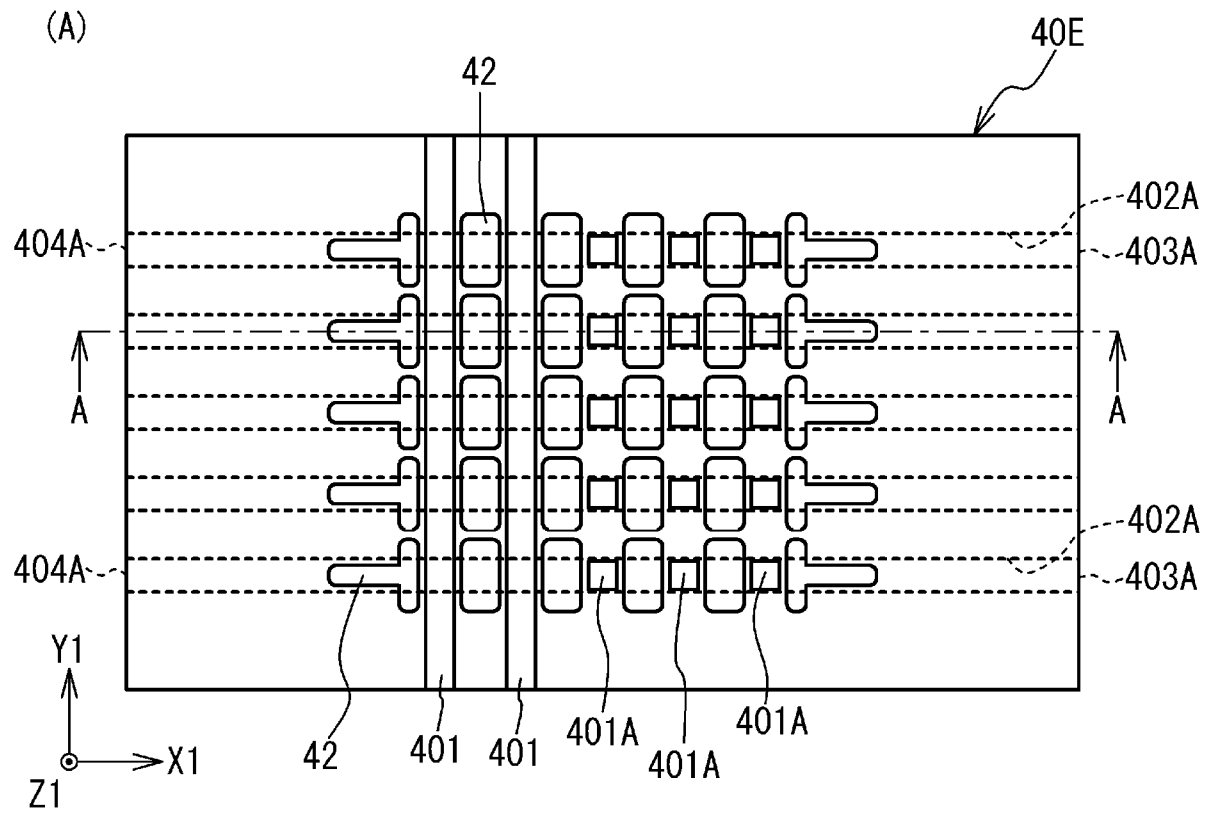
[図9]



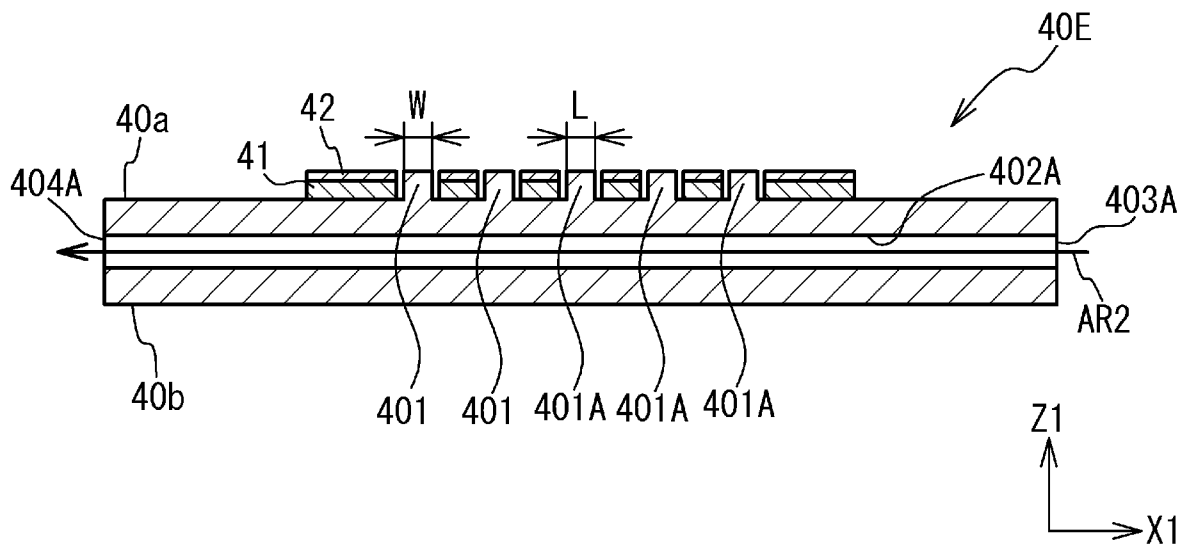
(B)



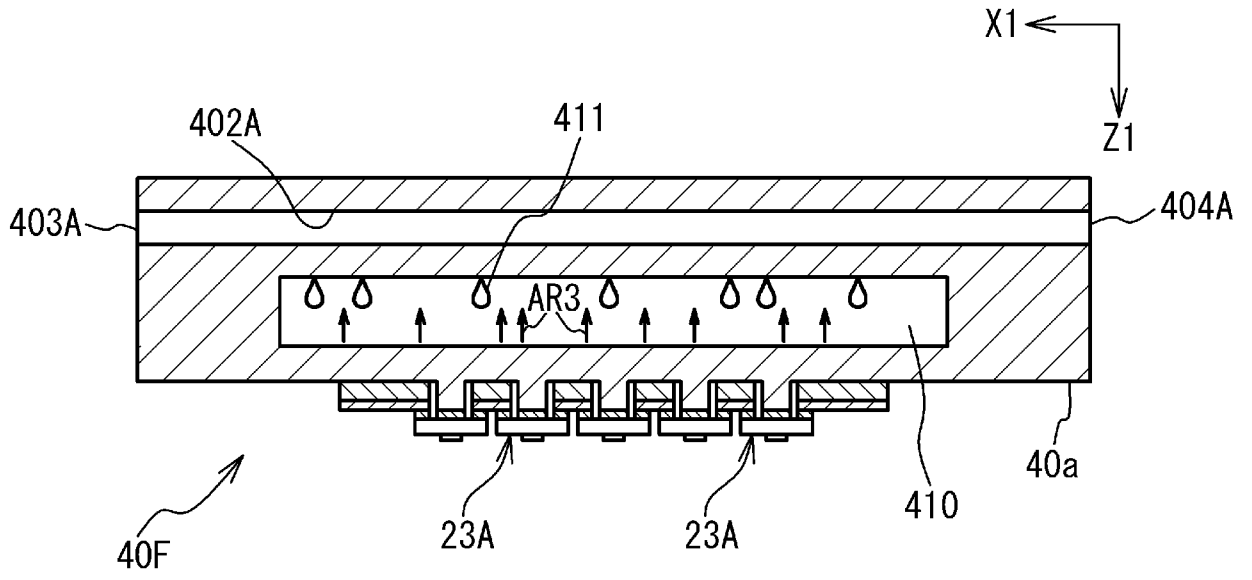
[図10]



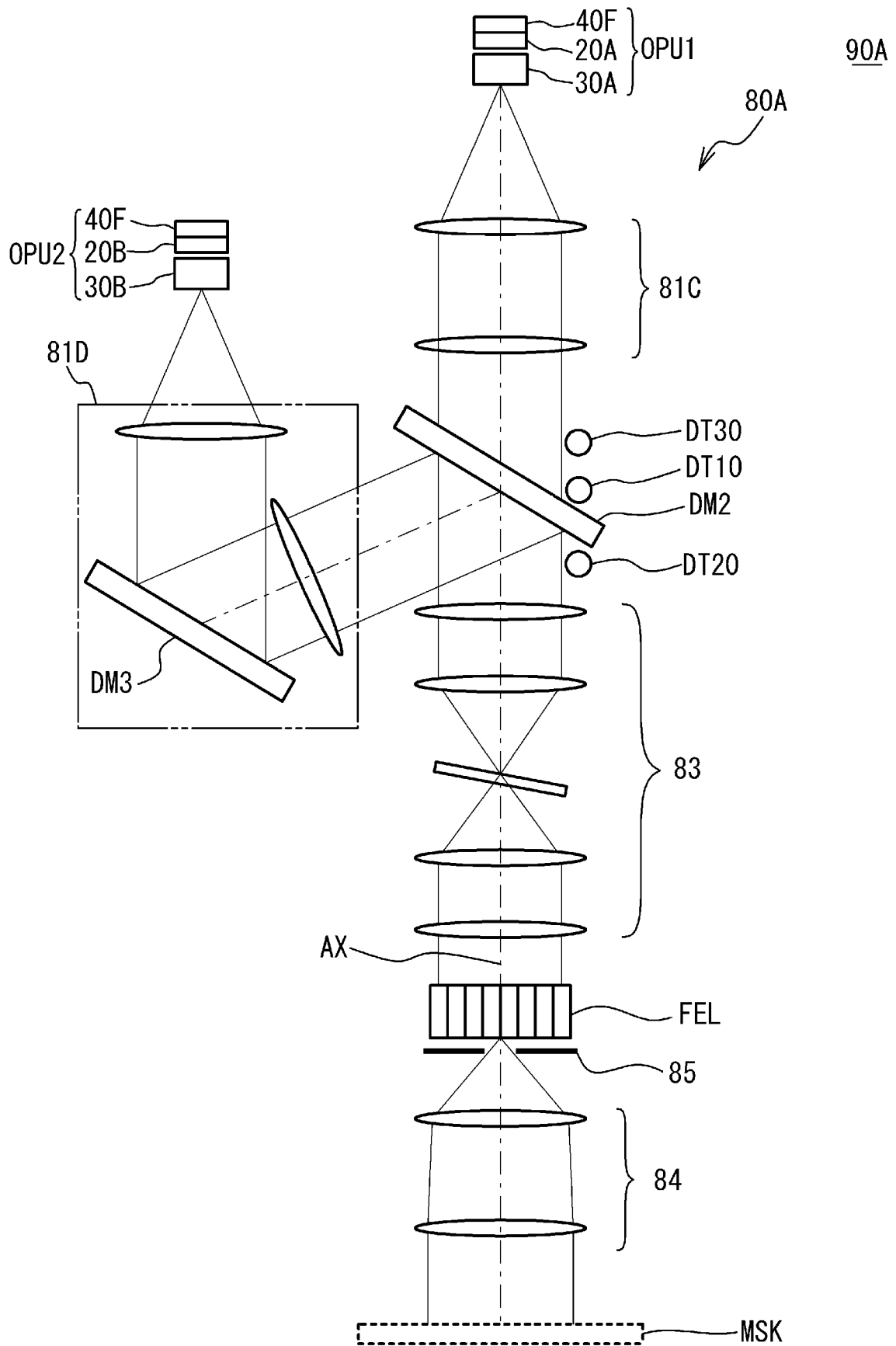
(B)



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/014075

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G03F 7/20</i> (2006.01)i; <i>H01L 33/64</i> (2010.01)i FI: G03F7/20 501; H01L33/64 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; H01L33/64		
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.
Y A	JP 2017-187545 A (CCS INC.) 12 October 2017 (2017-10-12) claim 1, paragraphs [0023], [0031], [0032], fig. 1, 2, 6, 7	1-3, 5, 7, 9-21 4, 6, 8
Y A	JP 2012-134564 A (SEOUL SEMICONDUCTOR CO., LTD.) 12 July 2012 (2012-07-12) claim 8, paragraphs [0028]-[0031], fig. 3	1-3, 5, 7, 9-21 4, 6, 8
Y	JP 2015-529396 A (FLEX-N-GATE ADVANCED PRODUCT DEVELOPMENT, LLC) 05 October 2015 (2015-10-05) claim 19, paragraphs [0015], [0016], fig. 1, 3	11
Y	WO 2021/251090 A1 (V TECHNOLOGY CO., LTD.) 16 December 2021 (2021-12-16) claim 1, paragraphs [0052], [0053], [0057], fig. 10	13-21
Y	JP 2006-332077 A (NIKON CORPORATION) 07 December 2006 (2006-12-07) paragraphs [0001], [0019]-[0025], fig. 1-2, 7	20-21
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 01 June 2023		Date of mailing of the international search report 13 June 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/JP2023/014075

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-187545	A	12 October 2017	WO 2017/170092 A1 claim 1, paragraphs [0023], [0031], [0032], fig. 1, 2, 6, 7 CN 108885405 A	
JP	2012-134564	A	12 July 2012	US 2008/0023721 A1 claim 8, paragraphs [0044]- [0048], fig. 3 WO 2006/059828 A1 KR 10-2006-0023663 A CN 101015071 A TW 200614553 A	
JP	2015-529396	A	05 October 2015	US 2015/0252997 A1 claim 60, paragraphs [0025]- [0027], fig. 1, 3 WO 2014/031849 A2 CN 104755836 A	
WO	2021/251090	A1	16 December 2021	JP 2021-193429 A TW 202202950 A	
JP	2006-332077	A	07 December 2006	(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; H01L 33/64(2010.01)i FI: G03F7/20 501; H01L33/64		
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; H01L33/64 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
Y A	JP 2017-187545 A (シーシーエス株式会社) 12.10.2017 (2017-10-12) [請求項1]、[0023]、[0031]-[0032]、図1-2、図6-7	1-3, 5, 7, 9-21 4, 6, 8
Y A	JP 2012-134564 A (ソウル セミコンダクター カンパニー リミテッド) 12.07.2012 (2012-07-12) [請求項8]、[0028]-[0031]、図3	1-3, 5, 7, 9-21 4, 6, 8
Y	JP 2015-529396 A (フレックス-エヌ-ゲート アドバンスト プロダクト デイベ ロップメント エルエルシー) 05.10.2015 (2015-10-05) [請求項19]、[0015]-[0016]、図1、図3	11
Y	WO 2021/251090 A1 (株式会社ブイ・テクノロジー) 16.12.2021 (2021-12-16) [請求項1]、[0052]-[0053]、[0057]、図10	13-21
Y	JP 2006-332077 A (株式会社ニコン) 07.12.2006 (2006-12-07) [0001]、[0019]-[0025]、図1-2、7	20-21
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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 01.06.2023	国際調査報告の発送日 13.06.2023	
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） 植木 隆和 2G 3706 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/JP2023/014075

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2017-187545	A	12.10.2017	WO	2017/170092	A1	
				[請求項1]、[0023]、 [0031]-[0032]、 図1-2、図6-7			
				CN	108885405	A	

JP	2012-134564	A	12.07.2012	US	2008/0023721	A1	
				[請求項8]、[0044]- [0048]、図3			
				WO	2006/059828	A1	
				KR	10-2006-0023663	A	
				CN	101015071	A	
				TW	200614553	A	

JP	2015-529396	A	05.10.2015	US	2015/0252997	A1	
				[請求項60]、[0025]- [0027]、図1、図3			
				WO	2014/031849	A2	
				CN	104755836	A	

WO	2021/251090	A1	16.12.2021	JP	2021-193429	A	
				TW	202202950	A	

JP	2006-332077	A	07.12.2006	(ファミリーなし)			
