

(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
2021年7月1日(01.07.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/132401 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 3/00 (2006.01) *F21V 5/04* (2006.01)
F21Y 115/30 (2016.01) *H01S 5/022* (2021.01)
F21V 5/00 (2018.01)

番 1 号 Yamanashi (JP). シチズン時計株式会社 (CITIZEN WATCH CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1888511 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/048301

(22) 国際出願日: 2020年12月23日(23.12.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2019-233380 2019年12月24日(24.12.2019) JP

(71) 出願人: シチズン電子株式会社 (CITIZEN ELECTRONICS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4030001 山梨県富士吉田市上暮地 1 丁目 2 3

(72) 発明者: 荻原 健 (OGIHARA, Takeshi); 〒4030001 山梨県富士吉田市上暮地 1 丁目 2 3 番 1 号 シチズン電子株式会社内 Yamanashi (JP).

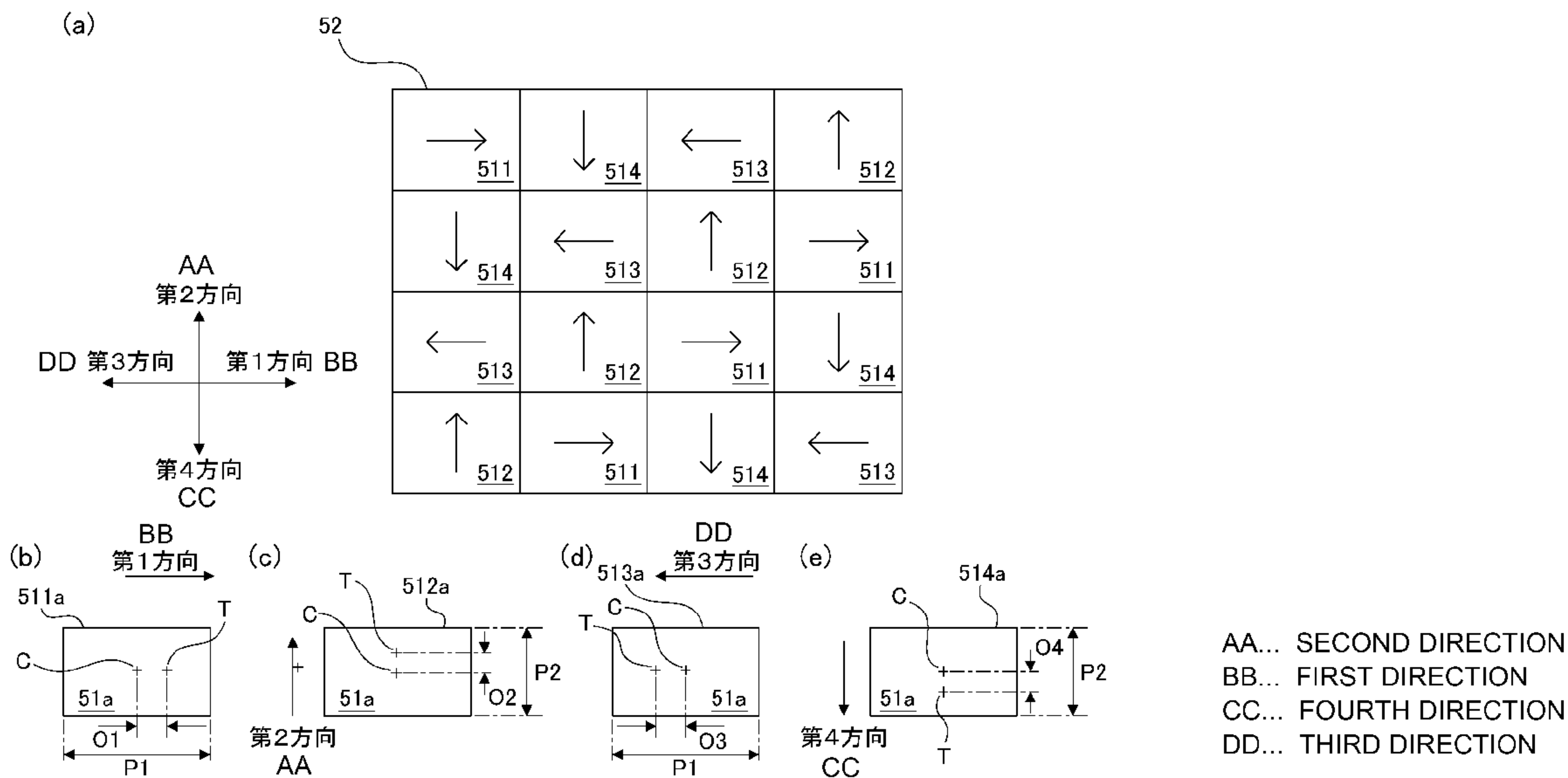
(74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 2 3 番 1 号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: MICRO-LENS ARRAY AND LIGHT-EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称: マイクロレンズアレイ及び発光装置

[図4]



(57) Abstract: A micro-lens array having: a base material having a planar rectangular shape that has parallel sides that extend in a first direction and a second direction; and a plurality of micro lenses disposed on the base material. The bottom surface of the three-dimensional shape of the micro lenses is rectangular. The micro lenses are disposed so as to be aligned in the first direction and the second direction on the base material. The vertex of each micro lens is disposed offset from the center point of the rectangle that forms the bottom surface of that single lens, by a prescribed amount and in one direction out of the first direction, the second direction, a third direction in the opposite direction to the first direction, and a fourth direction in the opposite direction to the second direction. The plurality of micro lenses are formed such that a standard

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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.

(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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

pattern that includes a plurality of micro lenses is repeated in the first direction and the second direction.

(57) 要約: マイクロレンズアレイは、第1方向及び第2方向に伸延する平行に配置された辺を有する矩形形状の平面形状を有する基材と、基材に配置された複数のマイクロレンズとを有し、マイクロレンズの立体形状の底面は矩形形状であり、マイクロレンズは基材に第1方向及び第2方向に整列して配置され、マイクロレンズのそれぞれの頂点は、当該単体レンズの底面を形成する矩形形状の中心点より第1方向、第2方向、第1方向と逆方向の第3方向、及び、第2方向と逆方向の第4方向の何れか一方向に所定量だけオフセットして配置され、複数のマイクロレンズは、マイクロレンズを複数含む基準パターンが、第1方向及び第2方向に繰り返し出現するように形成されている。

明 細 書

発明の名称： マイクロレンズアレイ及び発光装置

技術分野

[0001] 本開示は、マイクロレンズアレイ及び発光装置に関する。

背景技術

[0002] T O F (Time Of Flight) カメラに搭載される発光装置に搭載するディフューザとして、マイクロレンズをアレイ状に配置したマイクロレンズアレイを使用する技術が知られている（例えば、特許文献 1 を参照）。マイクロレンズアレイは、ディフューザ以外にも、ホモジェナイザ等のビーム形成素子として使用される。

[0003] マイクロレンズアレイを有する発光装置は、マイクロレンズアレイによって光源から出射された光を成形及び均一化することで、所望の配光分布を有する光を出射することができる。しかしながら、V C S E L (Vertical Cavity Surface Emitting LASER) とも称される垂直共振器面発光レーザを光源とした発光装置において、マイクロレンズアレイを使用すると、発光装置が出射した光により照射される照射領域に干渉縞が発生することがある。

[0004] マイクロレンズアレイをビーム形成素子として使用する発光装置において、マイクロレンズの曲率及び頂点の位置をランダムに相違させることによって、照射される照射領域に干渉縞が発生することを防止する技術が知られている（例えば、特許文献 2 ～ 4 を参照）。

[0005] 特許文献 2 ～ 4 を参照に記載される技術は、マイクロレンズの曲率及び頂点の位置を相違させることで干渉縞の発生を抑制することができるが、曲面及び頂点の位置が異なるマイクロレンズの成形加工は加工難易度が高く、製造コストが増加するおそれがある。

[0006] 特許文献 5 には、干渉縞の発生を抑制するために、マイクロレンズの曲率を変化させることなく、マイクロレンズの頂点の位置をランダムに変位させる技術が記載されている。特許文献 5 に記載される技術は、マイクロレンズ

の曲率を変化させることなく頂点の位置をランダムに変位させるので、製造コストを増加させることなく干渉縞の発生を抑制することができる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2002-049326号公報

特許文献2：特開2006-500621号公報

特許文献3：特許第4981300号公報

特許文献4：特開2017-54017号公報

特許文献5：特開2018-200489号公報

発明の概要

[0008] しかしながら、特許文献5に記載される技術では、マイクロレンズの頂点の位置をランダムに変位させるため、マイクロレンズの頂点が偏在して、照射される照射領域に干渉縞が偏在し、照射領域に照射される光強度の均一性が低下するおそれがある。

[0009] 本開示は、照射領域に照射される光の強度の均一性を向上させるマイクロレンズアレイを提供することを目的とする。

[0010] 本開示に係るマイクロレンズアレイは、第1方向に伸延する平行に配置された一対の辺、及び第1方向と直交する第2方向に伸延する平行に配置された一対の辺を有する矩形状の平面形状を有する基材と、基材に配置された複数のマイクロレンズと、を有し、複数のマイクロレンズのそれぞれの立体形状の底面は、矩形状であり、複数のマイクロレンズは、基材に第1方向及び第2方向に整列して配置され、複数のマイクロレンズのそれぞれの頂点は、底面の中心点より第1方向、第2方向、第1方向と逆方向の第3方向、及び、第2方向と逆方向の第4方向の何れか1つのオフセット方向に所定量だけオフセットして配置され、複数のマイクロレンズは、マイクロレンズを複数含む基準パターンが、第1方向及び第2方向に繰り返し出現するように形成されている。

[0011] さらに、本開示に係るマイクロレンズアレイでは、基準パターンにおいて

、隣接するマイクロレンズは、オフセット方向が相違することが好ましい。

[0012] さらに、本開示に係るマイクロレンズアレイでは、基準パターンは、オフセット方向が同一である複数のマイクロレンズによりそれぞれが形成される複数のマイクロレンズ群を含み、隣接するマイクロレンズ群に含まれるマイクロレンズは、オフセット方向が相違することが好ましい。

[0013] さらに、本開示に係るマイクロレンズアレイでは、基準パターンにおいて、マイクロレンズ群のそれぞれは、第1方向、2方向、第3方向及び第4方向に隣接するマイクロレンズ群のオフセット方向とオフセット方向が直交するように配置されることが好ましい。

[0014] さらに、本開示に係るマイクロレンズアレイでは、中心点と第1方向にオフセットした頂点との間の第1オフセット距離は、中心点と第3方向にオフセットした頂点との間の第3オフセット距離と同一であり、中心点と第2方向にオフセットした頂点との間の第2オフセット距離は、中心点と第4方向にオフセットした頂点との間の第4オフセット距離と同一であることが好ましい。

[0015] さらに、本開示に係るマイクロレンズアレイでは、第1方向に配列されるマイクロレンズの配置ピッチである第1ピッチに対する第1オフセット距離の比率である第1オフセット比率は、第2方向に配列されるマイクロレンズの配置ピッチである第2ピッチに対する第2オフセット距離の比率である第2オフセット比率と同一であることが好ましい。

[0016] さらに、本開示に係るマイクロレンズアレイでは、第1オフセット比率及び第2オフセット比率は、5%以上であり且つ20%以下であることが好ましい。

[0017] さらに、本開示に係るマイクロレンズアレイでは、基準パターンにおいて、第1方向に配列されるマイクロレンズ群は、第1オフセット距離の一行当たりの合計値が第3オフセット距離の一行当たりの合計値と同一になり、且つ、第2オフセット距離の一行当たりの合計値が第4オフセット距離の一行当たりの合計値と同一になるように、配置されることが好ましい。

- [0018] さらに、本開示に係るマイクロレンズアレイでは、基準パターンにおいて、第2方向に配列されるマイクロレンズ群は、第1オフセット距離の一行当たりの合計値が第3オフセット距離の一行当たりの合計値と同一になり、且つ、第2オフセット距離の一行当たりの合計値が第4オフセット距離の一行当たりの合計値と同一になるように、配置されることが好ましい。
- [0019] さらに、本開示に係るマイクロレンズアレイでは、基準パターンは、少なくとも16個のマイクロレンズ群を含み、基準パターンにおいて、第1方向に配列されるマイクロレンズ群の数は4以上の偶数であり、且つ、第2方向に配列される一群のマイクロレンズ群の数は4以上の偶数であることが好ましい。
- [0020] さらに、本開示に係るマイクロレンズアレイでは、基準パターンにおいて、第1方向及び第2方向のそれぞれに配列されるマイクロレンズ群の数は、4又は8であることが好ましい。
- [0021] また、本開示に係る発光装置は、基板と、基板に配置され、格子状に配置されたエミッタからレーザ光を出射する複数の半導体レーザを有する光源と、光源の上方に配置されたマイクロレンズアレイと、を有し、マイクロレンズアレイは、第1方向に伸延する平行に配置された一対の辺、及び、第1方向と直交する第2方向に伸延する平行に配置された一対の辺を有する矩形形状の平面形状を有する基材と、基材に配置された複数のマイクロレンズと、を有し、複数のマイクロレンズを形成する単体のマイクロレンズの立体形状の底面は、それぞれ矩形形状であり、複数のマイクロレンズは、基材に第1方向及び第2方向に整列して配置され、複数のマイクロレンズを形成する単体のマイクロレンズのそれぞれの頂点は、当該単体レンズの底面を形成する矩形形状の中心点より第1方向、第2方向、第1方向と逆方向の第3方向、及び、第2方向と逆方向の第4方向の何れか一方向に所定量だけオフセットして配置され、複数のマイクロレンズの内、隣接するマイクロレンズの頂点がそれぞれ所定方向にオフセットする基準パターンが、第1方向及び第2方向に繰り返し出現するように形成されている。

[0022] さらに、本開示に係る発光装置では、光源が出射するレーザ光が頂点に達するときのビーム径は、複数のマイクロレンズの第1方向及び第2方向の配置ピッチのそれぞれの1.7倍以上であり且つ1.6倍以下であることが好ましい。

[0023] 本開示に係るマイクロレンズアレイは、照射領域に照射される光の強度の均一性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]実施形態に係る発光装置の斜視図である。

[図2]図1に示す発光装置の分解斜視図である。

[図3] (a)は図1に示すA-A線に沿う発光装置の断面図であり、(b)は図3(a)に示すマイクロレンズの斜視図である。

[図4] (a)は複数のマイクロレンズを含む基準パターンを示す図であり、(b)は第1マイクロレンズの平面図であり、(c)は第2マイクロレンズの平面図であり、(d)は第3マイクロレンズの平面図であり、(e)は第4マイクロレンズの平面図である。

[図5]図1に示すVCSELとマイクロレンズアレイとの間の好適な位置関係を説明するための図であり、(a)は発光装置の部分断面図であり、(b)はマイクロレンズアレイの部分平面図である。

[図6]発光装置においてマイクロレンズの頂点におけるVCSELのビーム光の分布を示す図である。

[図7]第1ピッチ及び第2ピッチとの比率が4:3の場合のシミュレーションにより演算された照度分布を示す図であり、(a)はビーム径が第1ピッチの1.04倍であり且つ第2ピッチの1.39倍である場合の照度分布を示し、(b)はビーム径が第1ピッチの1.22倍であり且つ第2ピッチの1.63倍である場合の照度分布を示し、(c)はビーム径が第1ピッチの1.40倍であり且つ第2ピッチの1.89倍である場合の照度分布を示し、(d)はビーム径が第1ピッチの1.58倍であり且つ第2ピッチの2.11倍である場合の照度分布を示し、(e)はビーム径が第1ピッチの1.7

4倍であり且つ第2ピッチの2.32倍である場合の照度分布を示し、(f)はビーム径が第1ピッチの1.92倍であり且つ第2ピッチの2.56倍である場合の照度分布を示す。

[図8]第1ピッチ及び第2ピッチとの比率が1:1の場合のシミュレーションにより演算された照度分布を示す図であり、(a)はビーム径が第1ピッチ及び第2ピッチの1.04倍である場合の照度分布を示し、(b)はビーム径が第1ピッチ及び第2ピッチの1.22倍である場合の照度分布を示し、(c)はビーム径が第1ピッチ及び第2ピッチの1.40倍である場合の照度分布を示し、(d)はビーム径が第1ピッチ及び第2ピッチの1.58倍である場合の照度分布を示し、(e)はビーム径が第1ピッチ及び第2ピッチの1.74倍である場合の照度分布を示し、(f)はビーム径が第1ピッチ及び第2ピッチの1.92倍である場合の照度分布を示す。

[図9]マイクロレンズの底面の中心点からの頂点のオフセット率を変化させたときの照度分布の変化を示す図であり、(a)は第1オフセット率及び第2オフセット率がゼロの場合を示し、(b)は第1オフセット率及び第2オフセット率が第1ピッチ及び第2ピッチの5%である場合を示し、(c)は第1オフセット率及び第2オフセット率が第1ピッチ及び第2ピッチの10%である場合を示し、(d)は第1オフセット率及び第2オフセット率が第1ピッチ及び第2ピッチの15%である場合を示し、(e)は第1オフセット率及び第2オフセット率が第1ピッチ及び第2ピッチの20%である場合を示し、(f)は第1オフセット率及び第2オフセット率が第1ピッチ及び第2ピッチの25%である場合を示す。

[図10]マイクロレンズの底面の中心点からの頂点のオフセット率を変化させたときの干渉縞の分布の変化を示す図であり、(a)は第1オフセット率及び第2オフセット率がゼロの場合を示し、(b)は第1オフセット率及び第2オフセット率が第1ピッチ及び第2ピッチの5%である場合を示し、(c)は第1オフセット率及び第2オフセット率が第1ピッチ及び第2ピッチの10%である場合を示し、(d)は第1オフセット率及び第2オフセット率

が第1ピッチ及び第2ピッチの15%である場合を示し、(e)は第1オフセット率及び第2オフセット率が第1ピッチ及び第2ピッチの20%である場合を示し、(f)は第1オフセット率及び第2オフセット率が第1ピッチ及び第2ピッチの25%である場合を示す。

[図11]第1変形例に係る基準パターンを示す図である。

[図12]第2変形例に係る基準パターンを示す図である。

[図13]実施形態に係る基準パターン、第1変形例に係る基準パターン及び第2変形例に係る基準パターンのそれぞれの照度分布の比較結果を示す図であり、(a)は第1変形例に係る基準パターンの配列を示し、(b)は実施形態に係る基準パターンの配列を示し、(c)は第2変形例に係る基準パターンの配列を示し、(d)は第1変形例に係る基準パターンの照度分布を示し、(e)は実施形態に係る基準パターンの照度分布を示し、(f)は第2変形例に係る基準パターンの照度分布を示す。

[図14](a)第3変形例に係る基準パターンを示す図であり、(b)は第3変形例に係る基準パターンを有するマイクロレンズアレイのシミュレーションにより演算された照度分布を示す図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、図面を参照して、本開示に係るマイクロレンズアレイ及び発光装置について説明する。ただし、本開示の技術的範囲はそれらの実施の形態には限定されず、特許請求の範囲に記載された発明とその均等物に及ぶ点に留意されたい。

[0026] (実施形態に係るマイクロレンズアレイの概要)

実施形態に係るマイクロレンズアレイは、所定の基準パターンが隣接しながら繰り返し出現するように、底面の中心点から頂点がオフセットしたマイクロレンズを配置することで、干渉縞の偏在を是正し、照射領域に照射される光の強度の均一性を向上させる。

[0027] (実施形態に係る発光装置の構成および機能)

図1は実施形態に係る発光装置の斜視図であり、図2は、図1に示す発光

装置の分解斜視図であり、図3（a）は図1に示すA－A線に沿う発光装置の断面図であり、図3（b）は図3（a）に示すマイクロレンズの斜視図である。なお、図3（a）に示す断面図は、発光装置の構造を説明するためのものであり、発光装置のそれぞれの構成要素の縮尺は、実際の発光装置の構成要素の縮尺とは相違する。

[0028] 発光装置1は、キャビティ構造基板2と、VCSEL3と、フォトダイオード4と、マイクロレンズアレイ5とを有する。キャビティ構造基板2は、実装基板21及び枠材22によって形成され、VCSEL3及びフォトダイオード4が実装される凹部20を有する。実装基板21は、例えば窒化アルミニウム基板であり、VCSEL3及びフォトダイオード4に電力を供給する配線パターンが表面に配置されると共に、VCSEL3に電力を供給するアノード23及びカソード24が裏面に配置される。枠材22は、例えばアルミナ等の高反射性部材により形成され、貫通孔が形成された枠状の部材であり、実装基板21と共に凹部20を形成する。

[0029] VCSEL3は、垂直共振器面発光レーザ（Vertical Cavity Surface Emitting Laser）とも称され、レーザ光を出射する複数のエミッタが表面に等間隔にアレイ状に配置される。VCSEL3は、例えば364（ 26×14 ）個のエミッタを有し、364個のエミッタは、0.0385mmのピッチで六方配列される。

[0030] VCSEL3は、アノード23とカソード24との間に印加される電圧に応じて、コヒーレントなレーザ光をエミッタからマイクロレンズアレイ5に向けて出射する。エミッタから出射されるレーザ光の発散角は、 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 程度であり、例えば27度である。VCSEL3は、微粒子金属粉末を含有するDBペースト6を介してキャビティ構造基板2に実装され、カソード24に電氣的に接続される。また、VCSEL3は、ボンディングワイヤ7を介してアノード23に電氣的に接続される。

[0031] フォトダイオード4は、VCSEL3が出射したレーザ光を受光して、受光したレーザ光に応じた電流を、フォトダイオード用電極を介して発光装置

1の外部に配置される不図示の制御装置に出力する。フォトダイオード4から電流が入力された制御装置は、VCSEL3が出射するレーザ光の光強度を所望の強度にするようにVCSEL3に供給する電力を制御する。

[0032] マイクロレンズアレイ5は、VCSEL3が出射したレーザ光をビーム成形するディフューザ等のビーム成形素子である。マイクロレンズアレイ5は、UVエポキシ高チクソ形の接着剤8によって外縁が枠材22の上面に接着されることで、キャビティ構造基板2に固定される。マイクロレンズアレイ5を平面視したときの面積は、枠材22の外縁の面積よりも小さい。

[0033] 高チクソ形の接着剤8は、毛細管現象の発生が抑制されるので、接着剤8がマイクロレンズ51の間に流れ込むことなくマイクロレンズアレイ5を枠材22の上面に接着できる。高チクソ形の接着剤8を使用してマイクロレンズアレイ5を枠材22に接着することで、マイクロレンズアレイ5の外縁に接着剤を配置するための接着用平面を形成しなくてもよい。マイクロレンズアレイ5は、接着用平面を外縁に形成しなくてもよいので、製造が容易であり、且つ、製造コストが抑制可能である。

[0034] マイクロレンズアレイ5を平面視したときの面積は、枠材22の外縁の面積よりも小さいので、マイクロレンズアレイ5の辺の延伸方向と枠材22の辺の延伸方向がずれて接着された場合でも、マイクロレンズアレイ5が枠材22の外縁から突出するおそれが低い。マイクロレンズアレイ5の辺の延伸方向が枠材22の辺の延伸方向からずれてもマイクロレンズアレイ5が枠材22の外縁から突出するおそれが低いので、マイクロレンズアレイ5の枠材22への接着精度は低くてもよく、製造コストが低くなる。また、マイクロレンズアレイ5は外縁まで複数のマイクロレンズ51が配置されるので、接着するときにマイクロレンズアレイ5の配置した場合でもの凹部20の全体を覆うように配置可能であり、レンズの位置ずれ等による光学ロスの発生が抑制される。

[0035] マイクロレンズアレイ5は、基材50と、基材50に第1方向及び第2方向に整列して配置される複数のマイクロレンズ51とを有する。基材50は

、例えばガラスで形成され、第1方向に延伸する一対の辺、及び第1方向に直交する第2方向に延伸する一対の辺により形成された矩形の平面形状を有する。

[0036] 複数のマイクロレンズ51のそれぞれは、例えばポリアリレート樹脂等の熱可塑性樹脂、シリコン樹脂等の熱硬化性樹脂、及びエポキシ樹脂等の紫外線硬化樹脂で形成された凸レンズである。なお、マイクロレンズアレイ5では、基材50と複数のマイクロレンズ51とは別個の部材として形成されるが、実施形態に係るマイクロレンズアレイでは、基材とマイクロレンズとは一体成形されてもよい。例えば、実施形態に係るマイクロレンズアレイでは、基材とマイクロレンズとは、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂及紫外線硬化樹脂等を射出成形することによって一体成形されてもよい。マイクロレンズ51は、さらに小さなレンズの集合体として形成されてもよい。

[0037] 複数のマイクロレンズ51のそれぞれの底面51aは、複数のマイクロレンズ51のそれぞれの曲面51bが起立を開始する曲面51bの端部により囲まれた平面であり、それぞれが矩形状の平面形状を有する。マイクロレンズ51では、それぞれの頂点Tは、第1方向、第2方向、第1方向の反対の第3方向、及び第2方向の反対の第4方向の何れか一方のオフセット方向に、底面51aの中心点Cよりオフセットする。マイクロレンズ51の頂点Tはマイクロレンズ51の曲面51bの底面51aから最も離隔した部分であり、マイクロレンズ51の底面51aの中心点Cは底面51aの対角線の交点であり、複数のマイクロレンズ51のそれぞれは、オフセット方向が同一である4行×4列の合計16個のマイクロレンズを含むマイクロレンズ群510に区分される。複数のマイクロレンズ51では、隣接するマイクロレンズ群510に含まれるマイクロレンズ51のオフセット方向が相違する基準パターンが、第1方向及び第2方向に繰り返し出現するように形成されている。

[0038] 第1方向に配列される複数のマイクロレンズ51のそれぞれの配置ピッチである第1ピッチP1は例えば0.075mmであり、第2方向に配列され

る複数のマイクロレンズ51の配置ピッチである第2ピッチP2は例えば0.050mmである。また、第1方向に配列されるマイクロレンズ51の数は、例えば256(=16×16)個である。

[0039] 図4(a)は、16個のマイクロレンズ群510が含まれる基準パターン52を示す図である。図4(b)は基準パターン52に含まれる第1マイクロレンズの平面図であり、図4(c)は基準パターン52に含まれる第2マイクロレンズの平面図であり、図4(d)は基準パターン52に含まれる第3マイクロレンズの平面図であり、図4(e)は基準パターン52に含まれる第4マイクロレンズの平面図である。

[0040] 基準パターン52は、第1マイクロレンズ群511と、第2マイクロレンズ群512と、第3マイクロレンズ群513と、第4マイクロレンズ群514とを有する。第1マイクロレンズ群511、第2マイクロレンズ群512、第3マイクロレンズ群513及び第4マイクロレンズ群514のそれぞれは、4行×4列の合計16個のマイクロレンズ51を含むマイクロレンズ群510である。第1マイクロレンズ群511に含まれる第1マイクロレンズ511aは底面51aの中心点Cから第1方向に頂点Tがオフセットし、第2マイクロレンズ群512に含まれる第2マイクロレンズ512aは底面51aの中心点Cから第2方向に頂点Tがオフセットする。また、第3マイクロレンズ群513に含まれる第3マイクロレンズ513aは底面51aの中心点Cから第3方向に頂点Tがオフセットし、第4マイクロレンズ群514に含まれる第4マイクロレンズ514aは底面51aの中心点Cから第4方向に頂点Tがオフセットする。なお、マイクロレンズ群510は、第1マイクロレンズ群511、第2マイクロレンズ群512、第3マイクロレンズ群513及び第4マイクロレンズ群514の総称である。また、マイクロレンズ51は、第1マイクロレンズ511a、第2マイクロレンズ512a、第3マイクロレンズ513a及び第4マイクロレンズ514aの総称である。

[0041] 第1マイクロレンズ511aにおいて、底面51aの中心点Cと頂点Tとの間の離隔距離は、第1オフセット距離O1であり、第2マイクロレンズ51

2aにおいて、底面51aの中心点Cと頂点Tとの間の離隔距離は、第2オフセット距離O2である。第3マイクロレンズ513aにおいて、底面51aの中心点Cと頂点Tとの間の離隔距離は、第3オフセット距離O3であり、第4マイクロレンズ514aにおいて、底面51aの中心点Cと頂点Tとの間の離隔距離は、第4オフセット距離O4である。第1オフセット距離O1は第3オフセット距離O3と同一であり、第2オフセット距離O2は第4オフセット距離O4と同一である。

[0042] 第1マイクロレンズ群511において、第1オフセット比率R1は第1ピッチP1に対する第1オフセット距離O1の比率で示され、第2マイクロレンズ群512において、第2オフセット比率R2は第2ピッチP2に対する第2オフセット距離O2の比率で示される。第3マイクロレンズ群513において、第3オフセット比率R3は第1ピッチP1に対する第3オフセット距離O3の比率で示され、第4マイクロレンズ群514において、第4オフセット比率R4は第2ピッチP2に対する第4オフセット距離O4の比率で示される。第1オフセット比率R1は、第2オフセット比率R2、第3オフセット比率R3及び第4オフセット比率R4と同一である。

[0043] 基準パターン52は、第1方向及び第2方向に4列ずつ計16個のマイクロレンズ群510を含む。基準パターン52の第1方向の長さは0.30mm (=0.075mm×4) であり、基準パターン52の第2方向の長さは0.20mm (=0.050mm×4) である。

[0044] 第1マイクロレンズ群511の第1方向及び第4方向には、第4マイクロレンズ群514が隣接して配置され、第1マイクロレンズ群511の第2方向及び第3方向には、第2マイクロレンズ群512が隣接して配置される。第1マイクロレンズ群511の第1方向、第2方向、第3方向及び第4方向に隣接する第2マイクロレンズ群512及び第4マイクロレンズ群514に含まれるマイクロレンズ51のオフセット方向は、第1マイクロレンズ群511に含まれるマイクロレンズ51のオフセット方向と直交する。

[0045] 第2マイクロレンズ群512の第1方向及び第4方向には、第1マイクロ

レンズ群5 1 1が隣接して配置され、第2マイクロレンズ群5 1 2の第2方向及び第3方向には、第3マイクロレンズ群5 1 3が隣接して配置される。第2マイクロレンズ群5 1 2の第1方向、第2方向、第3方向及び第4方向に隣接する第1マイクロレンズ群5 1 1及び第3マイクロレンズ群5 1 3に含まれるマイクロレンズ5 1のオフセット方向は、第2マイクロレンズ群5 1 2に含まれるマイクロレンズ5 1のオフセット方向と直交する。

[0046] 第3マイクロレンズ群5 1 3の第1方向及び第4方向には、第2マイクロレンズ群5 1 2が隣接して配置され、第3マイクロレンズ群5 1 3の第2方向及び第3方向には、第4マイクロレンズ群5 1 4が隣接して配置される。第3マイクロレンズ群5 1 3の第1方向、第2方向、第3方向及び第4方向に隣接する第2マイクロレンズ群5 1 2及び第4マイクロレンズ群5 1 4に含まれるマイクロレンズ5 1のオフセット方向は、第3マイクロレンズ群5 1 3に含まれるマイクロレンズ5 1のオフセット方向と直交する。

[0047] 第4マイクロレンズ群5 1 4の第1方向及び第4方向には、第3マイクロレンズ群5 1 3が隣接して配置され、第4マイクロレンズ群5 1 4の第2方向及び第3方向には、第1マイクロレンズ群5 1 1が隣接して配置される。第4マイクロレンズ群5 1 4の第1方向、第2方向、第3方向及び第4方向に隣接する第1マイクロレンズ群5 1 1及び第3マイクロレンズ群5 1 3に含まれるマイクロレンズ5 1のオフセット方向は、第4マイクロレンズ群5 1 4に含まれるマイクロレンズ5 1のオフセット方向と直交する。

[0048] また、基準パターン5 2では、第1マイクロレンズ群5 1 1、第2マイクロレンズ群5 1 2、第3マイクロレンズ群5 1 3及び第4マイクロレンズ群5 1 4のそれぞれが一行に1つずつ第1方向に配列される。基準パターン5 2では、第1マイクロレンズ群5 1 1～第4マイクロレンズ群5 1 4のそれぞれが一行に1つずつ第1方向に配列されるので、第1方向に配列される第1オフセット距離の一行当たりの合計値と第3オフセット距離の一行当たりの合計値とが同一になる。さらに、基準パターン5 2では、第1方向に配列される第2オフセット距離の一行当たりの合計値と第4オフセット距離の一

列当たりの合計値とが同一になる。

[0049] また、基準パターン 5 2 では、第 1 マイクロレンズ群 5 1 1、第 2 マイクロレンズ群 5 1 2、第 3 マイクロレンズ群 5 1 3 及び第 4 マイクロレンズ群 5 1 4 のそれぞれが一行に 1 つずつ第 2 方向に配列される。基準パターン 5 2 では、第 1 方向と同様に、第 2 方向に配列される第 1 オフセット一行当たりの距離の合計値と第 3 オフセット距離の一行当たりの合計値とが同一になると共に、第 2 方向に一行に配列される第 2 オフセット距離の一行当たりの合計値と第 4 オフセット距離の一行当たりの合計値とが同一になる。

[0050] 図 5 は、V C S E L 3 とマイクロレンズアレイ 5 との間の好適な位置関係を説明するための図であり、図 5 (a) は発光装置 1 の部分断面図であり、図 5 (b) はマイクロレンズアレイ 5 の部分平面図である。

[0051] 光源である V C S E L 3 の 1 点から出射されたレーザ光が頂点に達するときのビーム径 Φ は、V C S E L 3 の表面とマイクロレンズ 5 1 の頂点との間の鉛直方向の離隔距離 h 、及び V C S E L 3 が出射するレーザ光の発散角 θ から

[0052] [数 1]

$$\Phi = 2 h \times \tan \frac{\theta}{2} \quad (1)$$

[0053] により示される。ビーム径 Φ とのマイクロレンズ群 5 1 0 の第 1 方向のピッチである第 1 ピッチ P G 1 及びのマイクロレンズ群の第 2 方向のピッチである第 2 ピッチ P G 2 とは、

$$1.7 \times P G 1 \leq \Phi \leq 1.6 \times P G 1$$

$$1.7 \times P G 2 \leq \Phi \leq 1.6 \times P G 2$$

との関係を有することが好ましい。

[0054] 図 6 は、発光装置 1 においてマイクロレンズ 5 1 の頂点における V C S E L 3 のビーム光の分布を示す図である。図 6 において、破線は、枠材 2 2 の内壁を示す。

[0055] 図 6 に示す例では、V C S E L 3 とマイクロレンズ 5 1 の頂点との間の離

隔距離は、0.4 mmである。マイクロレンズ51の頂点におけるVCSEL3から出射されるレーザ光515のビーム径は0.192 mmである。また、基準パターン52のタイリング数は16 ($=4 \times 4$) 個であり、タイリングされる領域の面積は0.96 ($=1.2 \text{ mm} \times 0.8 \text{ mm}$) mm^2 である。

[0056] 図7及び8を参照して、レーザ光が頂点に達するときのビーム径中の最小値と第1方向及び第2方向のマイクロレンズ群510のピッチである第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2との関係を説明する。

[0057] 図7は、第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2との比率が4:3の場合のシミュレーションにより演算された照度分布を示す図である。図7(a)は、ビーム径Φが第1ピッチPG1の1.04倍であり且つ第2ピッチPG2の1.39倍である場合の照度分布を示す。図7(b)は、ビーム径Φが第1ピッチPG1の1.22倍であり且つ第2ピッチPG2の1.63倍である場合の照度分布を示す。図7(c)は、ビーム径Φが第1ピッチPG1の1.40倍であり且つ第2ピッチPG2の1.89倍である場合の照度分布を示す。図7(d)は、ビーム径Φが第1ピッチPG1の1.58倍であり且つ第2ピッチPG2の2.11倍である場合の照度分布を示す。図7(e)は、ビーム径Φが第1ピッチPG1の1.74倍であり且つ第2ピッチPG2の2.32倍である場合の照度分布を示す。図7(f)は、ビーム径Φが第1ピッチPG1の1.92倍であり且つ第2ピッチPG2の2.56倍である場合の照度分布を示す。図7(a)～7(f)において、上図は発光装置1から出射されるレーザ光の照度分布を示す2次元画像であり、下図は第1方向の照度分布を示す図である。

[0058] 図7(a)～7(d)に示されるように、ビーム径Φが第1ピッチPG1の1.7倍未満では、照度分布が矩形にならない。一方、図7(e)～7(f)に示されるように、ビーム径Φが第1ピッチPG1の1.7倍以上では、照度分布が矩形になる。発光装置1は、TOFセンサの光源として使用される場合、照度分布が矩形になることが好ましい。

[0059] 図8は、第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2との比率が1：1の場合のシミュレーションにより演算された照度分布を示す図である。図8（a）は、ビーム径Φが第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2の1.04倍である場合の照度分布を示す。図8（b）は、ビーム径Φが第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2の1.22倍である場合の照度分布を示す。図8（c）は、ビーム径Φが第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2の1.40倍である場合の照度分布を示す。図8（d）は、ビーム径Φが第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2の1.58倍である場合の照度分布を示す。図8（e）は、ビーム径Φが第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2の1.74倍である場合の照度分布を示す。図8（f）は、ビーム径Φが第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2の1.92倍である場合の照度分布を示す。図8（a）～8（f）において、上図は発光装置1から出射されるレーザ光の照度分布を示す2次元画像であり、下図は第1方向の照度分布を示す図である。

[0060] 図8（a）～8（d）に示されるように、ビーム径Φが第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2の1.7倍未満では、照度分布が矩形にならない。一方、図8（e）～8（f）に示されるように、ビーム径Φが第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2の1.7倍以上では、照度分布が矩形になる。

[0061] VCSEL3から出射されるレーザ光の発散角は 15° ～ 30° 程度であり、製造可能な第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2の最小値は $20\mu\text{m}$ 程度である。また、VCSEL3とマイクロレンズ51の頂点との間の離隔距離hは、 0.2mm ～ 0.6mm 程度である。VCSEL3とマイクロレンズ51の頂点との間の離隔距離hの最小値である 0.2mm は、マイクロレンズ51がボンディングワイヤ7に接触しない距離である。VCSEL3とマイクロレンズ51の頂点との間の離隔距離hの最大値である 0.6mm は、小型化の観点から決定される距離である。なお、VCSEL3とマイクロレンズ51の頂点との間の離隔距離hの好適値は、 0.4mm である。

[0062] ビーム径Φは、VCSEL3とマイクロレンズ51の頂点との間の離隔距離hの最大値である 0.6mm 、VCSEL3から出射されるレーザ光の発

散角の最大値である 30° を式(1)に代入することにより演算される。ビーム径中の第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2の最大倍数である16は、式(1)により演算されたビーム径を、第1ピッチPG1及び第2ピッチPG2の最小値である $20\mu\text{m}$ で除することにより演算される。

[0063] 図9及び10を参照して、マイクロレンズ51の中心点から第1方向に頂点がオフセットするオフセット率の好適な範囲について説明する。

[0064] 図9は、マイクロレンズ51の底面の中心点からの頂点のオフセット率を変化させたときの照度分布の変化を示す図である。図9(a)は第1オフセット率R1及び第2オフセット率R2がゼロの場合を示し、図9(b)は第1オフセット率R1及び第2オフセット率R2が第1ピッチP1及び第2ピッチP2の5%である場合を示す。図9(c)は第1オフセット率R1及び第2オフセット率R2が第1ピッチP1及び第2ピッチP2の10%である場合を示し、図9(d)は第1オフセット率R1及び第2オフセット率R2が第1ピッチP1及び第2ピッチP2の15%である場合を示す。図9(e)は第1オフセット率R1及び第2オフセット率R2が第1ピッチP1及び第2ピッチP2の20%である場合を示し、図9(f)は第1オフセット率R1及び第2オフセット率R2が第1ピッチP1及び第2ピッチP2の25%である場合を示す。図9(a)～9(f)において、上図は発光装置1から出射されるレーザ光が照射される照射領域であるスクリーン上に表示される画像の照度分布を示す2次元画像であり、下図は第1方向の照度分布を示す図である。

[0065] 図9に示す照度分布は、発光装置1と、画像が表示されるスクリーンとの間の離隔距離は50cmであり、画像が表示されるスクリーンは、一辺の長さが100cmの正形状を有する。

[0066] 第1方向及び第2方向への中心点からの頂点のオフセット率がゼロから増加するに従って、スクリーンに表示される画像の照度分布は、略矩形の形状から角が丸くなり、略楕円形の形状に変形していく。

[0067] 表1は、発散角が第1方向の 60° の範囲内であり且つ第2方向が 45°

の範囲内である領域の平均照射照度を示す。表 1 において、放射照度比は、第 1 方向及び第 2 方向への中心点からの頂点のオフセット率がゼロのときを 100%としたときのオフセット率の変化に応じた放射照度の比率を示す。

[0068] [表1]

	0%	5%	10%	15%	20%	25%
平均放射照度 [$\mu\text{W}/\text{mm}^2$]	256.8	255.4	251.4	245.5	238.8	229.8
放射照度比 [%]	100.0	99.5	97.9	95.6	93.0	89.5

[0069] 放射照度比は、オフセット率が第 1 ピッチ P 1 及び第 2 ピッチ P 2 の 20%以下であるとき、90%となり略矩形の形状を維持している。しかしながら、放射照度比は、オフセット率が第 1 ピッチ P 1 及び第 2 ピッチ P 2 の 25%であるとき、90%未満となり略矩形の形状から略楕円の形状に変化している。したがって、オフセット率は、第 1 ピッチ P 1 及び第 2 ピッチ P 2 の 20%以下であることが好ましい。

[0070] 図 10 は、マイクロレンズ 5 1 の底面の中心点からの頂点のオフセット率を変化させたときの干渉縞の分布の変化を示す図である。図 10 (a) は第 1 オフセット率 R 1 及び第 2 オフセット率 R 2 がゼロの場合を示し、図 10 (b) は第 1 オフセット率 R 1 及び第 2 オフセット率 R 2 が第 1 ピッチ P 1 及び第 2 ピッチ P 2 の 5%である場合を示す。図 10 (c) は第 1 オフセット率 R 1 及び第 2 オフセット率 R 2 が第 1 ピッチ P 1 及び第 2 ピッチ P 2 の 10%である場合を示し、図 10 (d) は第 1 オフセット率 R 1 及び第 2 オフセット率 R 2 が第 1 ピッチ P 1 及び第 2 ピッチ P 2 の 15%である場合を示す。図 10 (e) は第 1 オフセット率 R 1 及び第 2 オフセット率 R 2 が第 1 ピッチ P 1 及び第 2 ピッチ P 2 の 20%である場合を示し、図 10 (f) は第 1 オフセット率 R 1 及び第 2 オフセット率 R 2 が第 1 ピッチ P 1 及び第 2 ピッチ P 2 の 25%である場合を示す。図 10 (a) ~ 10 (f) において、上図は発光装置 1 から出射されるレーザ光によりスクリーンに表示される画像の干渉縞の分布を示す 2 次元画像であり、下図は第 1 方向の干渉縞の

強度分布を示す図である。

[0071] 第1方向及び第2方向への中心点からの頂点のオフセット率がゼロであるとき、スクリーンに表示される画像は、干渉縞が全面に亘って強い強度で分布している。一方、オフセット率が第1ピッチP1及び第2ピッチP2の5%以上であるとき、頂点のオフセット率がゼロであるときよりも干渉縞の強度が大幅に減少している。頂点のオフセット率が増加するに従って、干渉縞は徐々に減少している。

[0072] 発光装置1では、マイクロレンズ51のオフセット率が5%以上であるとき、干渉縞は大幅に減少し、マイクロレンズ51のオフセット率が20%以下であるとき、放射照度比は90%以上となる。したがって、マイクロレンズ51のオフセット率は、5%以上20%以下であることが好ましい。さらに、マイクロレンズ51のオフセット率が5%以上であるとき、干渉縞は更に減少するので、マイクロレンズ51のオフセット率は、15%以上20%以下であることが更に好ましい。

[0073] (実施形態に係るマイクロレンズアレイの作用効果)

マイクロレンズアレイ5は、基準パターン52が隣接しながら繰り返し出現するように中心点から頂点がオフセットしたマイクロレンズ51を配置することで、照射領域に照射される光の強度の均一性を向上させることができる。

[0074] 引用文献3等に記載される電子計算機により生成される乱数等によりレンズの頂点をランダムに配置する技術では、ランダムという不確定な要素に設計を依存することになり、設計者の意図しない結果が得られる場合があるから、設計者の意図した結果を得るためには、光学シミュレーションを繰り返す必要があり、設計負荷が膨大なものとなる恐れがある。つまり、レンズの頂点の配置を厳密に制御することは容易ではなく、ランダムに頂点を配置するレンズの指向性の制御は容易ではない。マイクロレンズアレイ5は、基準パターン52が隣接しながら繰り返し出現するように配置することで、指向性を高精度且つ簡便に制御できる。さらに、ランダムに頂点を配置するレン

ズでは、光学シミュレーションを繰り返し実行して光学特性を最適化するために、設計コストが上昇するおそれがある。一方、マイクロレンズアレイ5では、基準パターン52の設計により光学特性の最適化が図れるため、ランダムに頂点を配置するレンズよりも設計コストを抑制できる。

[0075] また、基準パターン52において、マイクロレンズ群510は、第1方向、第2方向、第3方向及び第4方向に隣接するマイクロレンズ群510と頂点Tがオフセットする方向が直交するように配置されることで、照射領域に照射される光の強度の均一性を更に向上できる。

[0076] また、マイクロレンズアレイ5では、第1マイクロレンズ群511における中心点Cと頂点Tとの間の第1オフセット距離O1は、第3マイクロレンズ群513における中心点Cと頂点Tとの間の第3オフセットO3距離と同一である。さらに、第2マイクロレンズ群512における中心点Cと頂点Tとの間の第2オフセット距離O2は、第4マイクロレンズ群514における中心点Cと頂点Tとの間の第4オフセット距離O4と同一である。マイクロレンズアレイ5は、反対方向にオフセットする第1オフセット距離O1と第3オフセット距離O3、及び第2オフセット距離O2と第4オフセット距離O4を同一にしてオフセットの規則性を高めることで、照射領域に照射される光の強度の均一性を更に向上できる。

[0077] また、第1マイクロレンズ群511及び第3マイクロレンズ群513における第1オフセット比率R1及び第3オフセット比率R3は、第2マイクロレンズ群512及び第4マイクロレンズ群514における第2オフセット比率R2及び第4オフセット比率R4と同一である。マイクロレンズアレイ5は、第1オフセット比率R1及び第3オフセット比率R3と第2オフセット比率R2及び第4オフセット比率R4を同一としてオフセットの規則性を高めることで、照射領域に照射される光の強度の均一性を更に向上できる。

[0078] さらに、マイクロレンズアレイ5は、第1オフセット比率R1及び第2オフセット比率R2を5%以上であり且つ20%以下とすることで、干渉縞が抑制され照射領域に均一な強度を照射可能なレーザ光を出射することができ

る。

[0079] さらに、基準パターン52において、第1方向に配列されるマイクロレンズ51は、第1オフセット距離O1の一行当たりの合計値が第3オフセット距離O3の一行当たりの合計値と同一になり、且つ、第2オフセット距離O2の一行当たりの合計値が第4オフセット距離O4の一行当たりの合計値と同一になる。マイクロレンズアレイ5は、第1方向に配列される第1オフセット距離O1及び第3オフセット距離O3の一行当たりの合計値、及び第2オフセット距離O2及び第4オフセット距離O4の一行当たりの合計値を同一とすることで、照射領域に照射される光の強度の均一性を更に向上できる。

[0080] さらに、基準パターン52において、第2方向に配列されるマイクロレンズ51は、第1オフセット距離O1の一行当たりの合計値が第3オフセット距離O3の一行当たりの合計値と同一になり、且つ、第2オフセット距離O2の一行当たりの合計値が第4オフセット距離O4の一行当たりの合計値と同一になる。マイクロレンズアレイ5は、第2方向に配列される第1オフセット距離O1及び第3オフセット距離O3の一行当たりの合計値、及び第2オフセット距離O2及び第4オフセット距離O4の一行当たりの合計値を同一とすることで、照射領域に照射される光の強度の均一性を更に向上できる。

[0081] また、発光装置1は、レーザ光がマイクロレンズ51に達するときのビーム径は、マイクロレンズ群510の第1方向及び第2方向の配置ピッチの1.7倍以上であり且つ1.6倍以下であるので、干渉縞が偏在せず、照射領域に均一な強度を照射できる。

[0082] (実施形態に係るマイクロレンズアレイの変形例)

図1～10を参照して実施形態に係る発光装置及びマイクロレンズアレイの一例である発光装置1及びマイクロレンズアレイ5が説明されたが、実施形態に係るマイクロレンズアレイは、図1～10を参照して説明された実施形態に限定されるものではない。

[0083] 例えば、第1マイクロレンズ群511の第1オフセット距離O1は第3マイクロレンズ群513の第3オフセット距離O3と相違してもよく、第2マイクロレンズ群512の第2オフセット距離O2は第4マイクロレンズ群514の第4オフセット距離O4と相違してもよい。

[0084] また、複数のマイクロレンズ51は、凸レンズであるが、実施形態に係るマイクロレンズアレイでは、複数のマイクロレンズは、凹レンズであってもよい。

[0085] また、マイクロレンズアレイ5では、基準パターン52は、4行4列の合計16個のマイクロレンズ群510を含むが、実施形態に係るマイクロレンズアレイでは、基準パターンに含まれるマイクロレンズ群の数は、4行4列の合計16個に限定されない。

[0086] 図11は、第1変形例に係る基準パターンを示す図である。

[0087] 基準パターン53は、第1方向及び第2方向に3列ずつ計9個のマイクロレンズ群510を含む。基準パターン53には、2個の第1マイクロレンズ群511、3個の第2マイクロレンズ群512、2個の第3マイクロレンズ群513及び2個の第4マイクロレンズ群514が含まれる。

[0088] 基準パターン53において、第1マイクロレンズ群511～第4マイクロレンズ群514のそれぞれは、第1方向、第2方向、第3方向及び第4方向に隣接するマイクロレンズ群と頂点がオフセットする方向が直交するように配置される。

[0089] 図12は、第2変形例に係る基準パターンを示す図である。

[0090] 基準パターン54は、第1方向及び第2方向に5列ずつ計25個のマイクロレンズ群510を含む。基準パターン54には、6個の第1マイクロレンズ群511、7個の第2マイクロレンズ群512、6個の第3マイクロレンズ群513及び6個の第4マイクロレンズ群514が含まれる。

[0091] 基準パターン54において、第1マイクロレンズ群511～第4マイクロレンズ群514のそれぞれは、第1方向、第2方向、第3方向及び第4方向に隣接するマイクロレンズ群と頂点がオフセットする方向が直交するように

配置される。

[0092] なお、基準パターン52～54は、第1方向及び第2方向に同一数のマイクロレンズ群510が配列されるが、実施形態に係るマイクロレンズアレイでは、第1方向に配列されるマイクロレンズ群510の数は、第2方向に配列されるマイクロレンズ群510の数と異なってもよい。

[0093] 図13は、実施形態に係る基準パターン52、第1変形例に係る基準パターン53及び第2変形例に係る基準パターン54のそれぞれの照度分布の比較結果を示す図である。図13(a)は3行3列のマイクロレンズ群510を含む基準パターン53の配列を示し、図13(b)は4行4列のマイクロレンズ群510を含む基準パターン52の配列を示し、図13(c)は5行5列のマイクロレンズ群510を含む基準パターン54の配列を示す。図13(d)は基準パターン53の照度分布を示し、図13(e)は基準パターン52の照度分布を示し、図13(f)は基準パターン54の照度分布を示す。

[0094] 図13(a)の矢印Aで示されるように、基準パターン53では、隣接する基準パターン53のマイクロレンズ群510と一辺が接するマイクロレンズ群510のオフセット方向は、互いに反対方向に向くように配置されて、互いに直交しない。基準パターン53では、隣接する基準パターン53のマイクロレンズ群510と一辺が接するマイクロレンズ群510のオフセット方向が互いに直交せずに配置されるので、基準パターン52よりも干渉縞が生じ易い。

[0095] 図13(c)の矢印Bで示されるように、基準パターン54では、隣接する基準パターン54のマイクロレンズ群510と一辺が接するマイクロレンズ群510のオフセット方向は、同一方向に向く、又は互いに反対方向に向くように配置されて、互いに直交しない。基準パターン54では、隣接する基準パターン54のマイクロレンズ群510と一辺が接するマイクロレンズ群510のオフセット方向が同一方向に向くように配置されるパターンを含むので、基準パターン53よりも更に干渉縞が生じ易い。

- [0096] 図13(b)の矢印Cで示されるように、基準パターン52では、隣接する基準パターン53に含まれるマイクロレンズ群510のオフセット方向は、全て直交するように配置されるので、基準パターン53及び54よりも干渉縞が生じ難い。
- [0097] 偶数列のマイクロレンズ群510を含む基準パターン52の照度分布は、奇数列のマイクロレンズ群510を含む基準パターン53及び基準パターン54の照度分布よりも歪みが小さく、基準パターンは、奇数列よりも偶数列のマイクロレンズ群510を含む方が好ましい。
- [0098] また、基準パターンにおいて、第1方向及び第2方向のそれぞれに配列されるマイクロレンズ群の数は、4以上の偶数であることが好ましい。基準パターンにおいて、第1方向及び第2方向のそれぞれに配列されるマイクロレンズ群の数は、4又は8であることが更に好ましい。第1方向及び第2方向のそれぞれに配列されるマイクロレンズ群の数が8である基準パターンは、基準パターン52を4つ配置することで形成される。
- [0099] また、複数のマイクロレンズ51では、隣接するマイクロレンズ群510の頂点がそれぞれ所定方向にオフセットする基準パターンが、第1方向及び第2方向に繰り返し出現するように形成されている。しかしながら、実施形態に係るマイクロレンズアレイでは、隣接するマイクロレンズ51の頂点がそれぞれ所定方向にオフセットする基準パターンが、第1方向及び第2方向に繰り返し出現するように形成されてもよい。
- [0100] 図14(a)は第3変形例に係る基準パターンを示す図であり、図14(b)は第3変形例に係る基準パターンを有するマイクロレンズアレイのシミュレーションにより演算された照度分布を示す図である。
- [0101] 第3変形例に係る基準パターン55は、第1方向及び第2方向に4列ずつ計16個のマイクロレンズ51を含む。基準パターン55には、2個の第1マイクロレンズ群511、3個の第2マイクロレンズ群512、2個の第3マイクロレンズ群513及び2個の第4マイクロレンズ群514が含まれる。

[0102] 基準パターン 5 5 では、基準パターン 5 2 ～ 5 4 と同様に、強度の均一性が高い光を照射領域に照射することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 第1方向に伸延する平行に配置された一对の辺、及び前記第1方向と直交する第2方向に伸延する平行に配置された一对の辺を有する矩形形状の平面形状を有する基材と、
- 前記基材に配置された複数のマイクロレンズと、を有し、
- 前記複数のマイクロレンズのそれぞれの立体形状の底面の形状は、矩形形状であり、
- 前記複数のマイクロレンズは、前記基材に前記第1方向及び前記第2方向に整列して配置され、
- 前記複数のマイクロレンズのそれぞれの頂点は、前記底面の中心点より前記第1方向、前記第2方向、前記第1方向と逆方向の第3方向、及び前記第2方向と逆方向の第4方向の何れか1つのオフセット方向に所定量だけオフセットして配置され、
- 前記複数のマイクロレンズは、前記マイクロレンズを複数含む基準パターンが、前記第1方向及び前記第2方向に繰り返し出現するように形成されている、
- ことを特徴とするマイクロレンズアレイ。
- [請求項2] 前記基準パターンにおいて、隣接する前記マイクロレンズは、前記オフセット方向が相違する、請求項1に記載のマイクロレンズアレイ。
- [請求項3] 前記基準パターンは、前記オフセット方向が同一である前記複数のマイクロレンズによりそれぞれが形成される複数のマイクロレンズ群を含み、
- 隣接する前記マイクロレンズ群に含まれる前記マイクロレンズは、前記オフセット方向が相違する、請求項1に記載のマイクロレンズアレイ。
- [請求項4] 前記基準パターンにおいて、前記マイクロレンズ群のそれぞれは、前記第1方向、前記第2方向、前記第3方向及び前記第4方向に隣接

する前記マイクロレンズ群の前記オフセット方向と前記オフセット方向が直交するように配置される、請求項3に記載のマイクロレンズアレイ。

[請求項5] 前記中心点と前記第1方向にオフセットした前記頂点との間の第1オフセット距離は、前記中心点と前記第3方向にオフセットした前記頂点との間の第3オフセット距離と同一であり、

前記中心点と前記第2方向にオフセットした前記頂点との間の第2オフセット距離は、前記中心点と前記第4方向にオフセットした前記頂点との間の第4オフセット距離と同一である、請求項4に記載のマイクロレンズアレイ。

[請求項6] 前記第1方向に配列される前記マイクロレンズの配置ピッチである第1ピッチに対する第1オフセット距離の比率である第1オフセット比率は、前記第2方向に配列される前記マイクロレンズの配置ピッチである第2ピッチに対する第2オフセット距離の比率である第2オフセット比率と同一である、請求項5に記載のマイクロレンズアレイ。

[請求項7] 前記第1オフセット比率及び前記第2オフセット比率は、5%以上であり且つ20%以下である、請求項6に記載のマイクロレンズアレイ。

[請求項8] 前記基準パターンにおいて、前記第1方向に配列される前記マイクロレンズ群は、前記第1オフセット距離の一行当たりの合計値が前記第3オフセット距離の一行当たりの合計値と同一になり、且つ、前記第2オフセット距離の一行当たりの合計値が前記第4オフセット距離の一行当たりの合計値と同一になるように、配置される、請求項5～7の何れか一項に記載のマイクロレンズアレイ。

[請求項9] 前記基準パターンにおいて、前記第2方向に配列される前記マイクロレンズ群は、前記第1オフセット距離の一行当たりの合計値が前記第3オフセット距離の一行当たりの合計値と同一になり、且つ、前記第2オフセット距離の合一行当たりの計値が前記第4オフセット距離

の一行当たりの合計値と同一になるように、配置される、請求項 8 に記載のマイクロレンズアレイ。

[請求項10] 前記基準パターンは、少なくとも 16 個の前記マイクロレンズ群を含み、

前記基準パターンにおいて、前記第 1 方向に配列される前記マイクロレンズ群の数は 4 以上の偶数であり、且つ、前記第 2 方向に配列される前記マイクロレンズ群の数は 4 以上の偶数である、請求項 3 ～ 9 の何れか一項に記載のマイクロレンズアレイ。

[請求項11] 前記基準パターンにおいて、前記第 1 方向及び前記第 2 方向のそれぞれに配列される前記マイクロレンズ群の数は、4 又は 8 である、請求項 10 に記載のマイクロレンズアレイ。

[請求項12] 基板と、

前記基板に配置され、格子状に配置されたエミッタからレーザ光を出射する複数の半導体レーザを有する光源と、

前記光源の上方に配置されたマイクロレンズアレイと、を有し、

前記マイクロレンズアレイは、

第 1 方向に伸延する平行に配置された一対の辺、及び前記第 1 方向と直交する第 2 方向に伸延する平行に配置された一対の辺を有する矩形形状の平面形状を有する基材と、

前記基材に配置された複数のマイクロレンズと、を有し、

前記複数のマイクロレンズのそれぞれの立体形状の底面は、矩形形状であり、

前記複数のマイクロレンズは、前記基材に前記第 1 方向及び前記第 2 方向に整列して配置され、

前記複数のマイクロレンズのそれぞれの頂点は、底面の中心点より前記第 1 方向、前記第 2 方向、前記第 1 方向と逆方向の第 3 方向、及び、前記第 2 方向と逆方向の第 4 方向の何れか 1 つのオフセット方向に所定量だけオフセットして配置され、

前記複数のマイクロレンズは、前記マイクロレンズを複数含む基準パターンが、前記第 1 方向及び前記第 2 方向に繰り返し出現するように形成されている、ことを特徴とする発光装置。

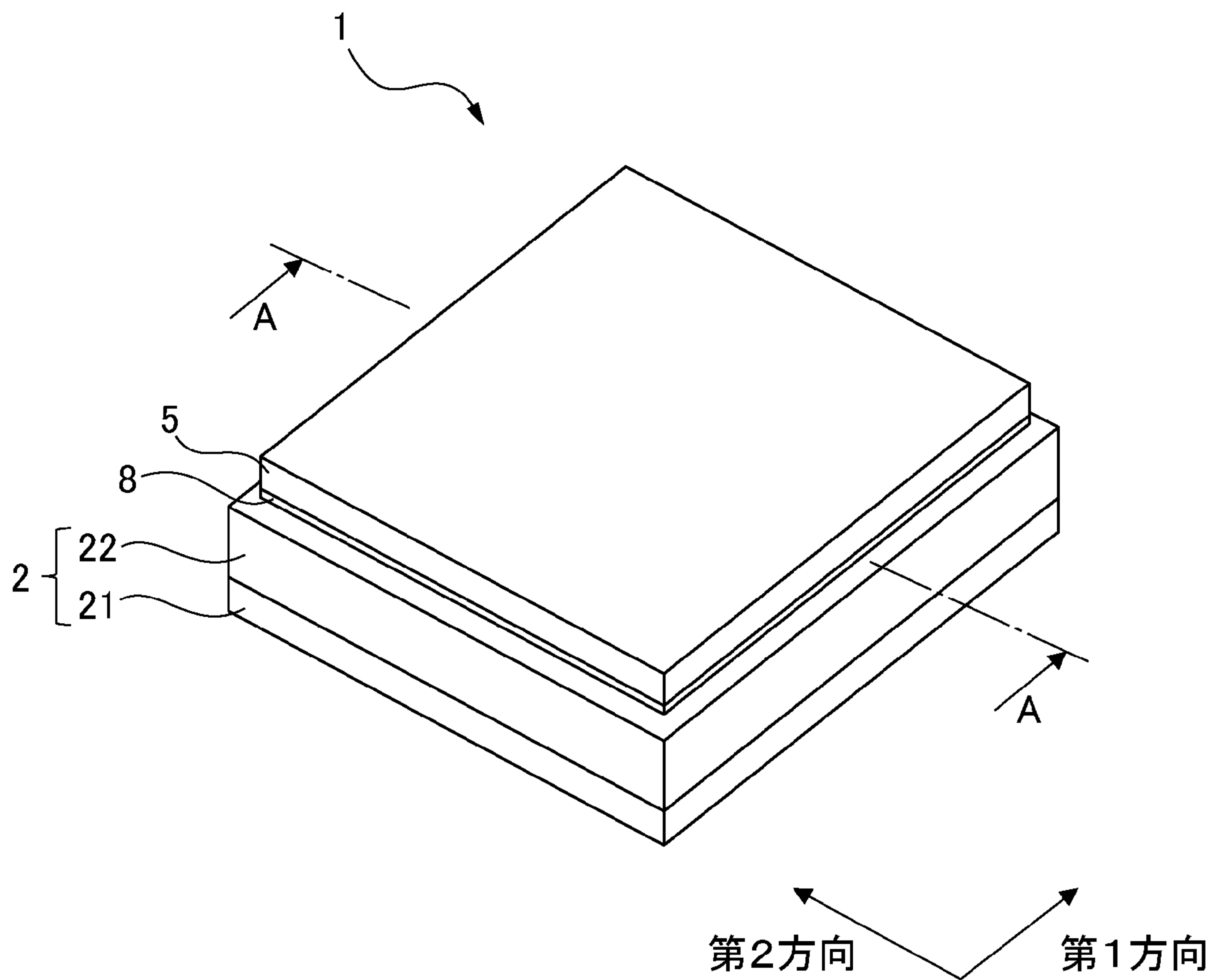
[請求項13] 前記基準パターンにおいて、隣接するマイクロレンズは、前記オフセット方向が相違する、請求項 1 2 に記載の発光装置。

[請求項14] 前記基準パターンは、オフセット方向が同一である前記マイクロレンズによりそれぞれが形成される複数のマイクロレンズ群を含み、
隣接する前記マイクロレンズ群に含まれるマイクロレンズは、オフセット方向が相違する、請求項 1 2 に記載の発光装置。

[請求項15] 前記光源が出射するレーザ光が前記頂点に達するときのビーム径は、前記マイクロレンズ群の前記第 1 方向及び前記第 2 方向の配置ピッチのそれぞれの 1.7 倍以上であり且つ 1.6 倍以下である、請求項 1 4 に記載の発光装置。

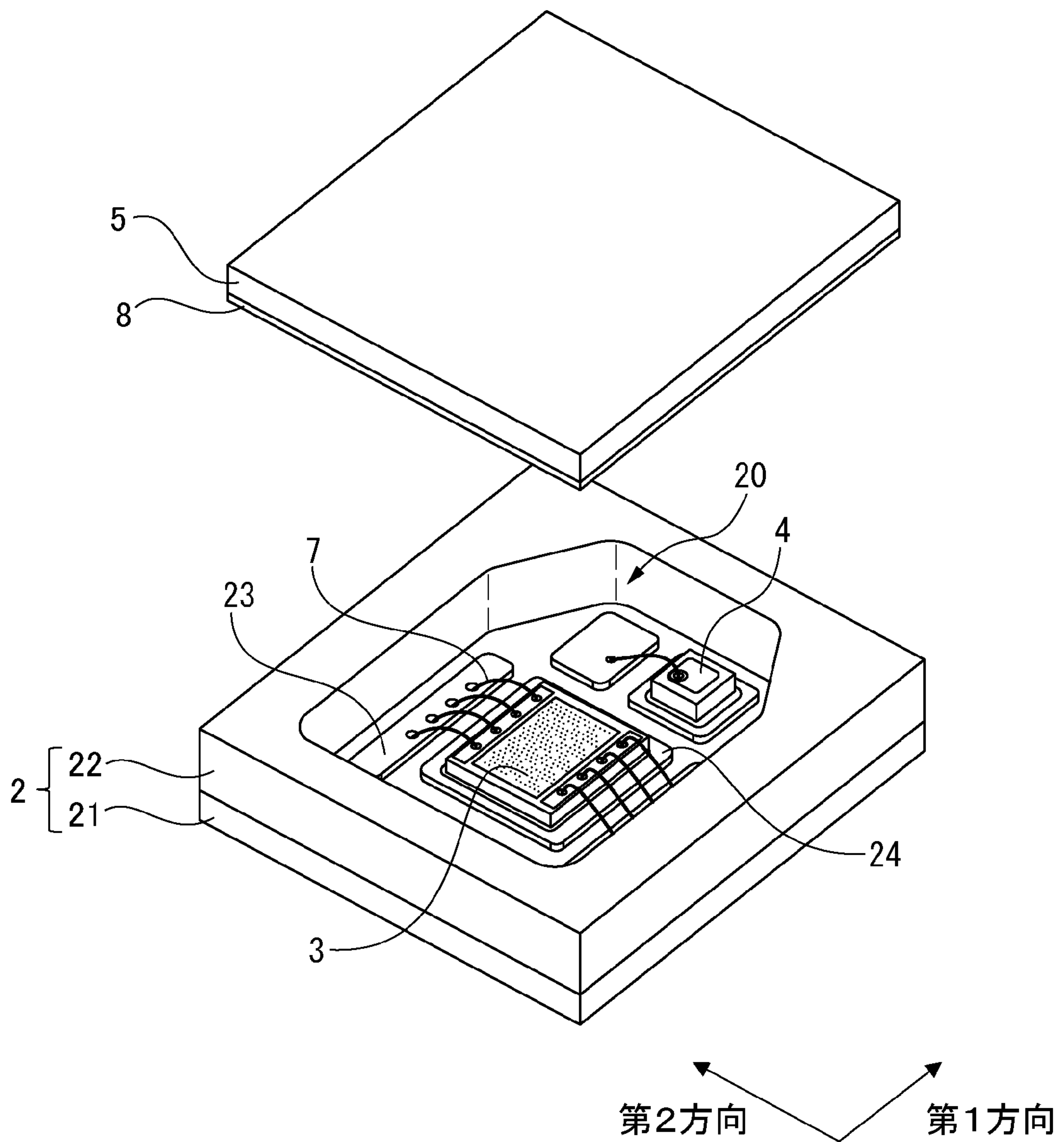
[図1]

図1

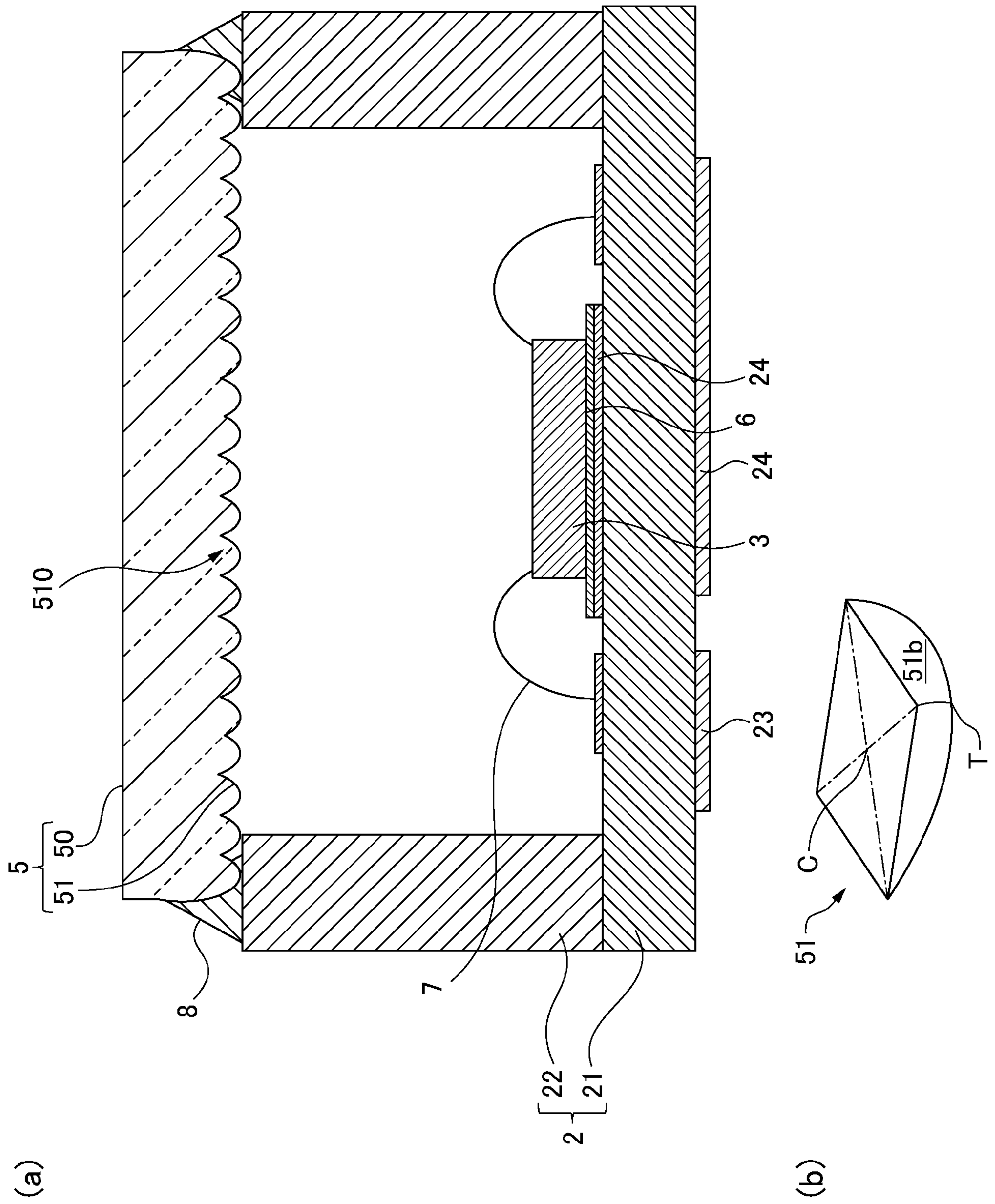


[図2]

図2



【図3】



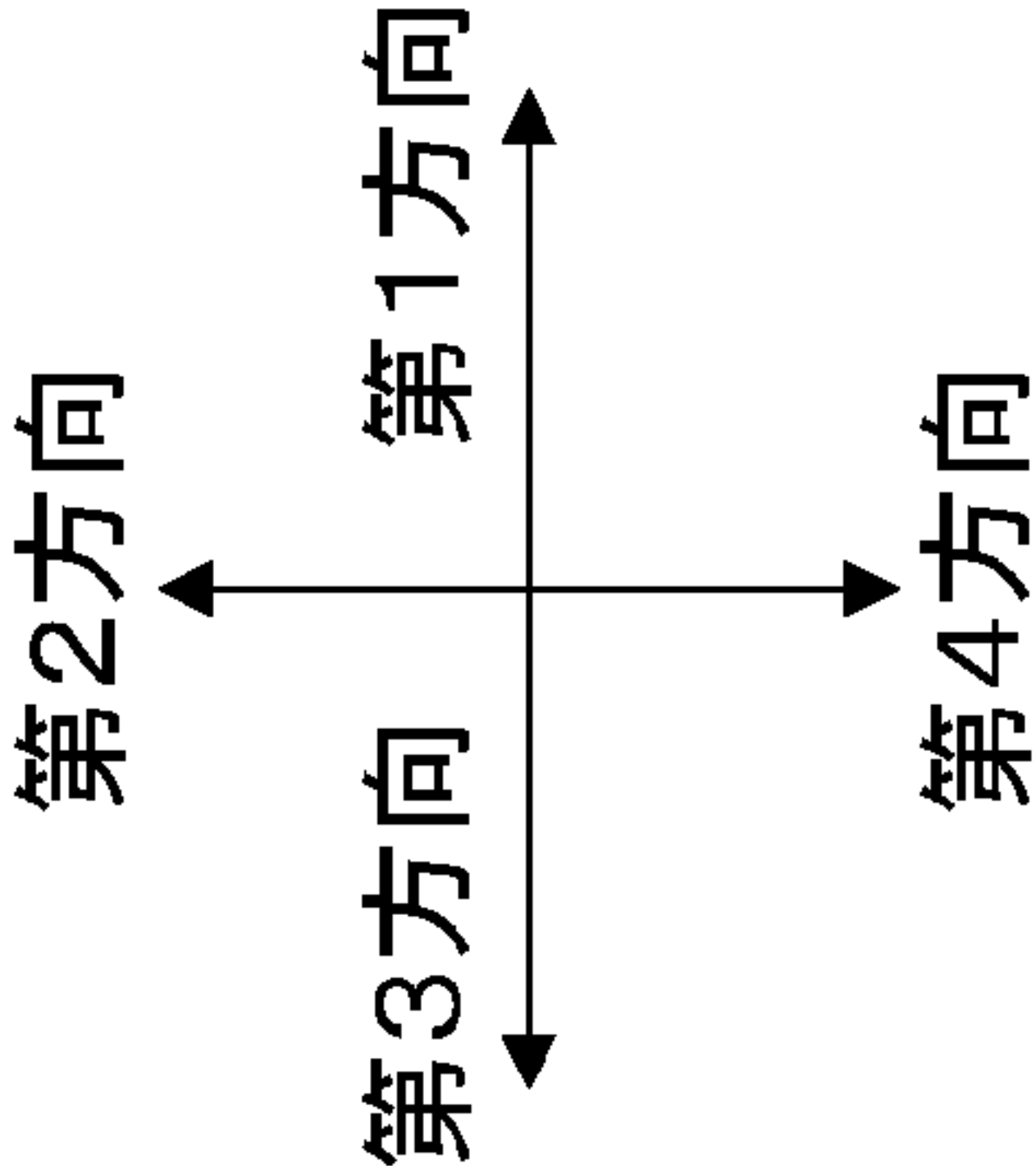
[図4]

図4

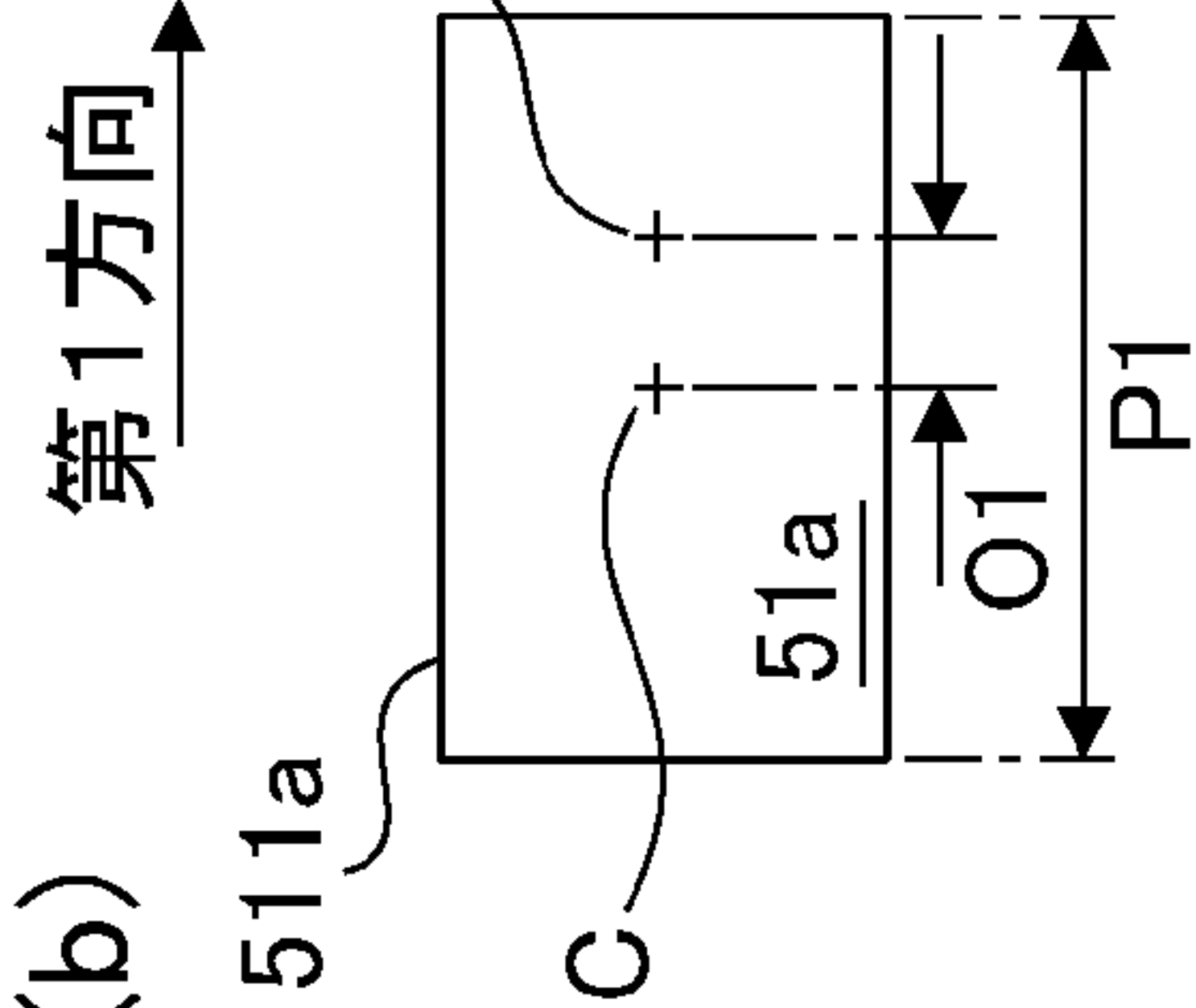
(a)

52

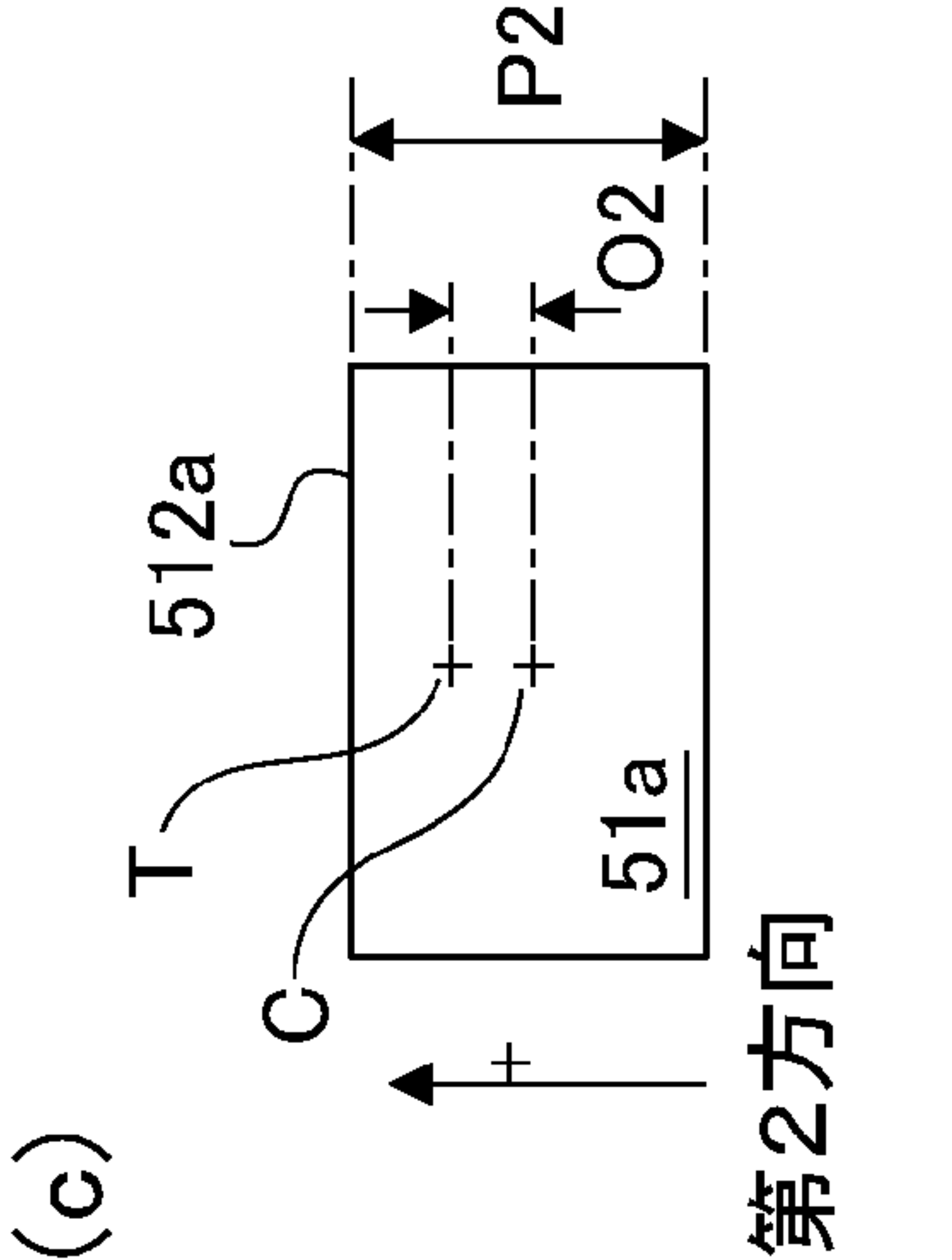
<u>511</u> →	<u>514</u> ↓	<u>513</u> ←	<u>512</u> ↑
<u>514</u> ↓	<u>513</u> ←	<u>512</u> ↑	<u>511</u> →
<u>513</u> ←	<u>512</u> ↑	<u>511</u> →	<u>514</u> ↓
<u>512</u> ↑	<u>511</u> →	<u>514</u> ↓	<u>513</u> ←



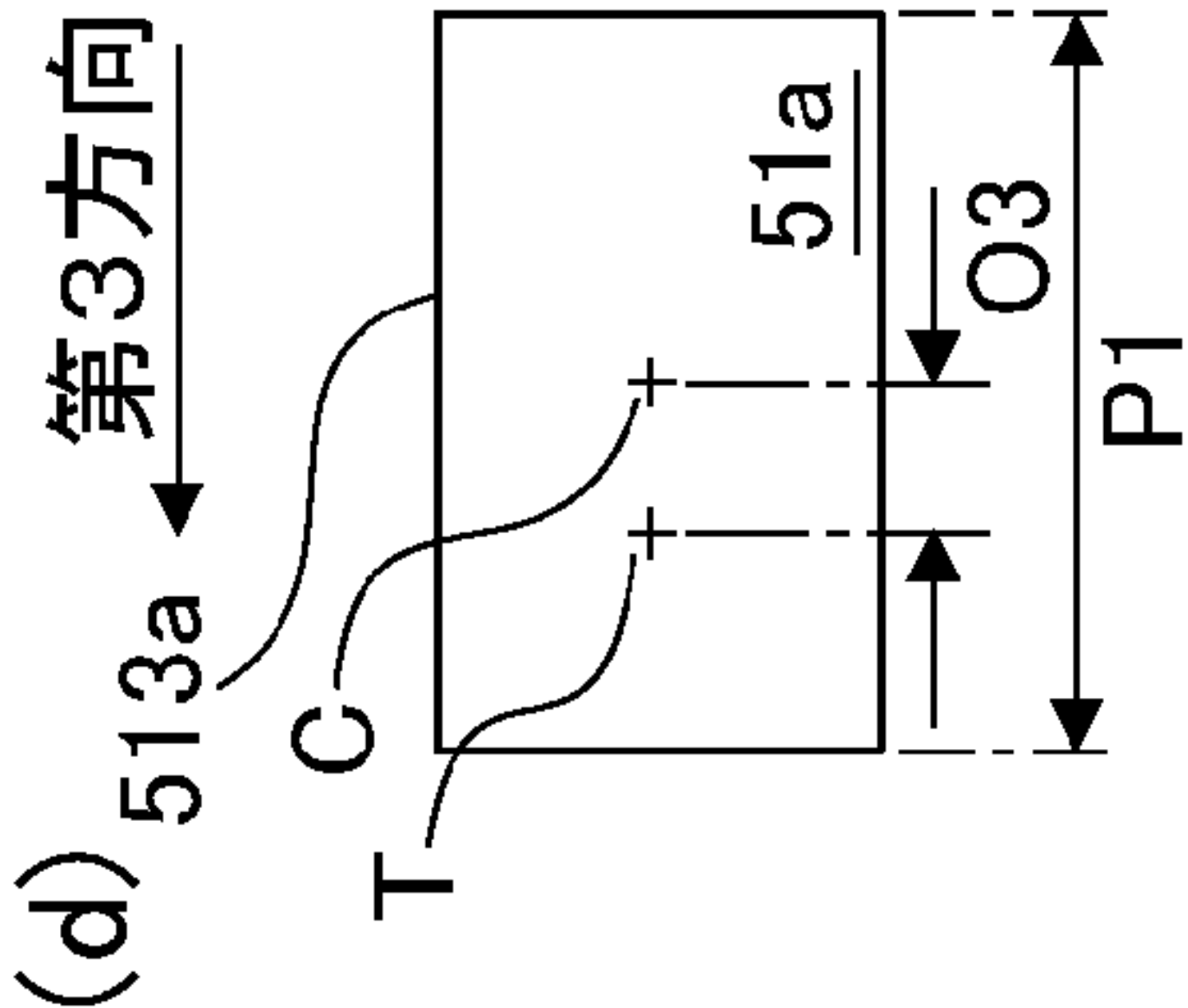
(b)



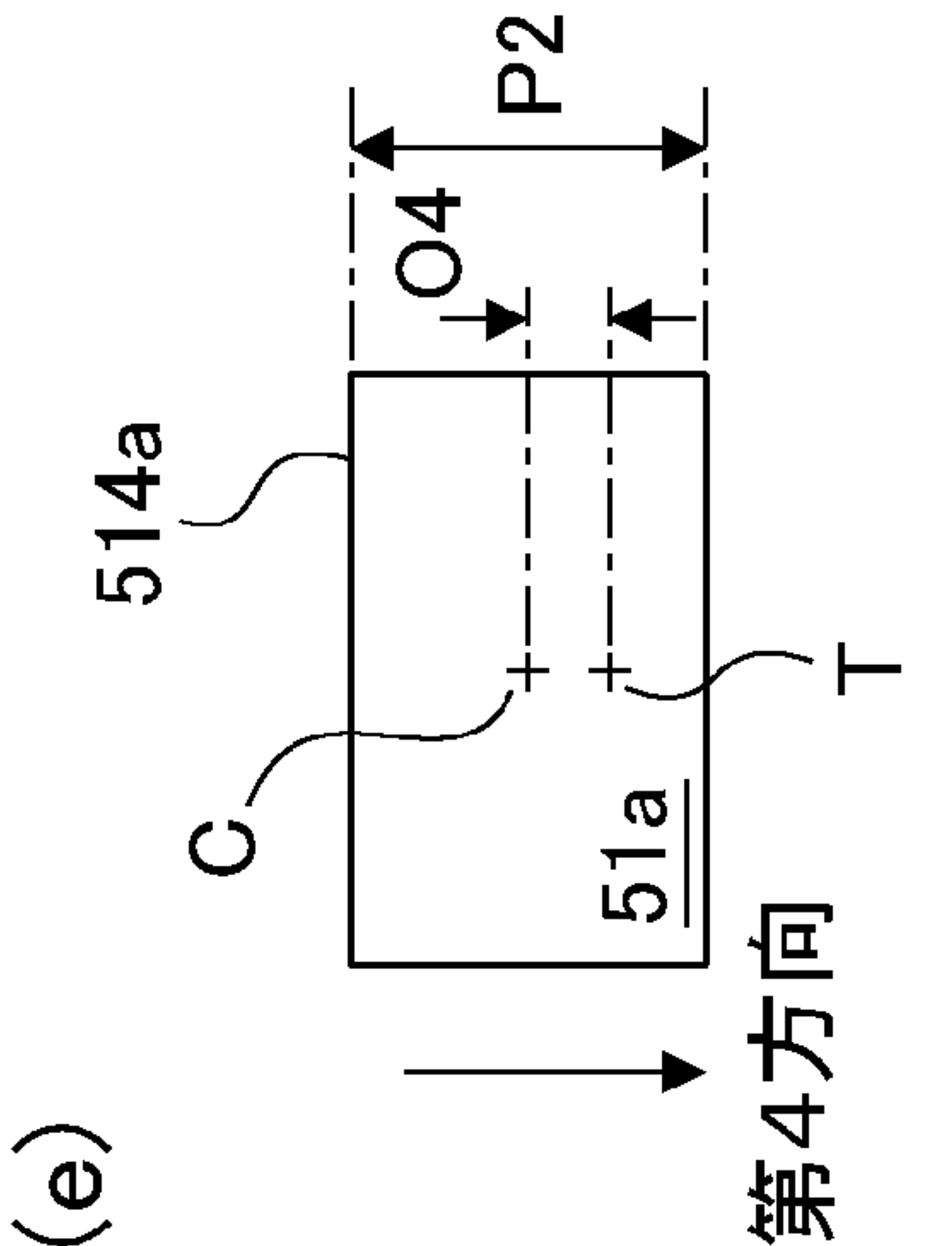
(c)



(d)



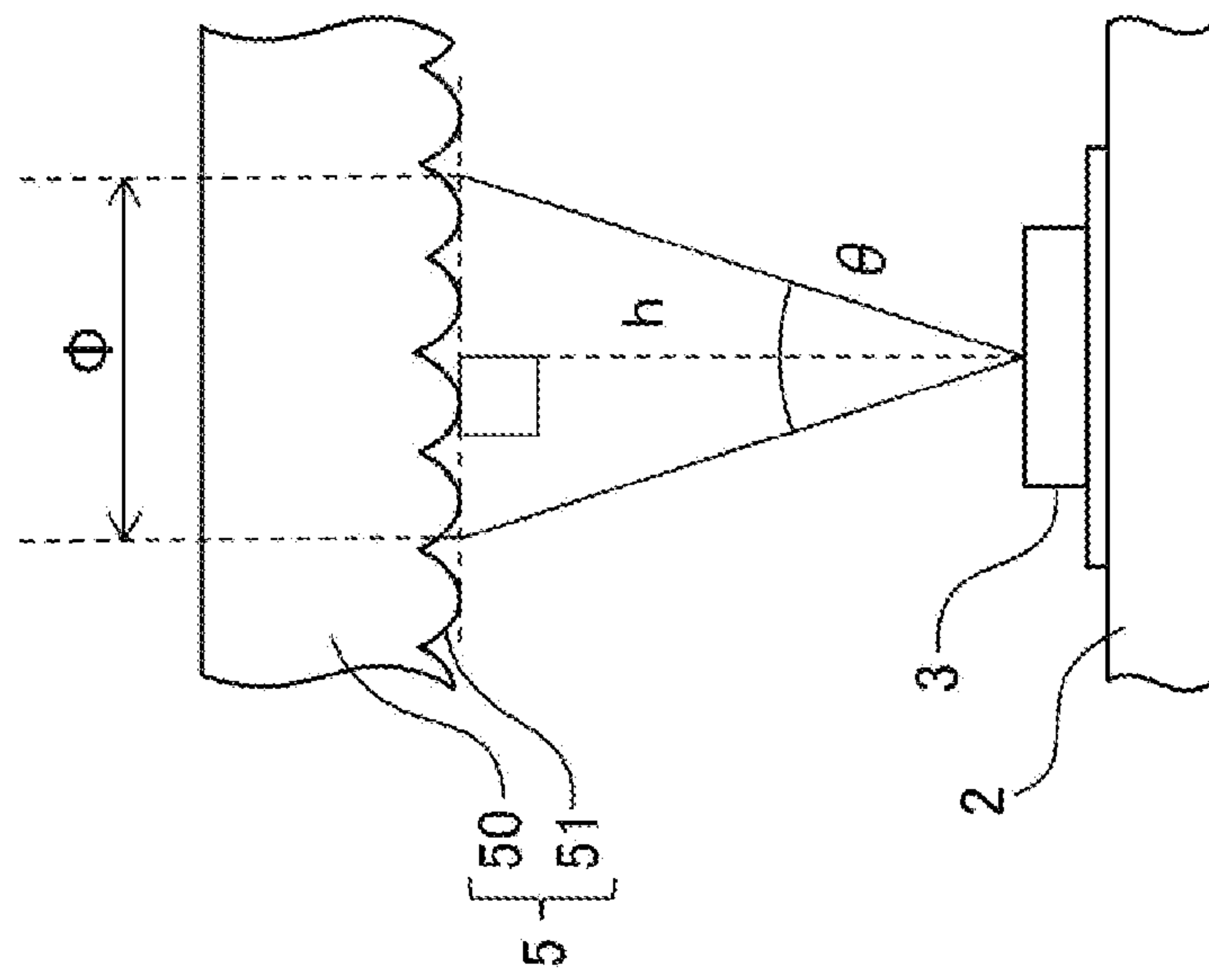
(e)



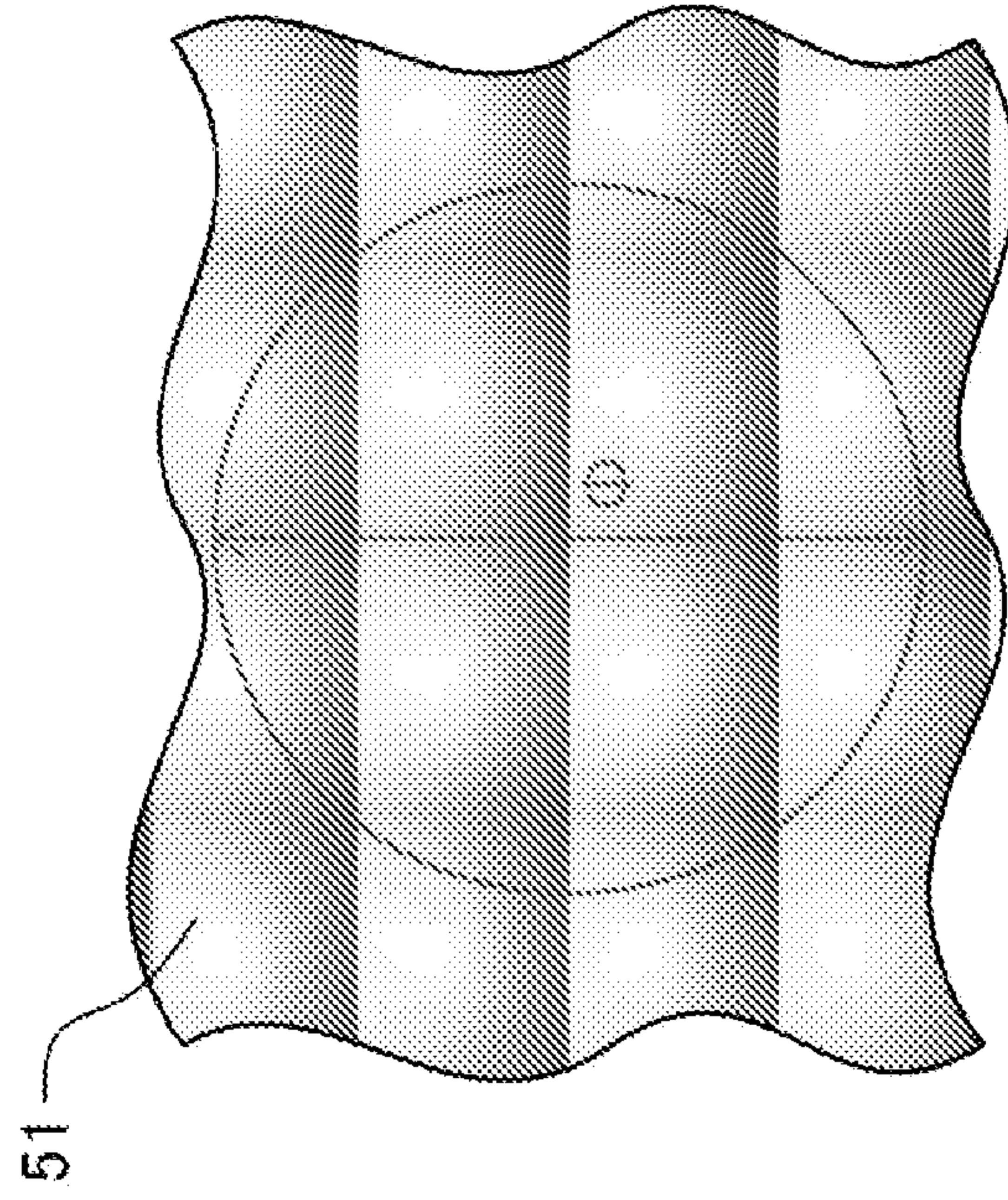
[図5]

図5

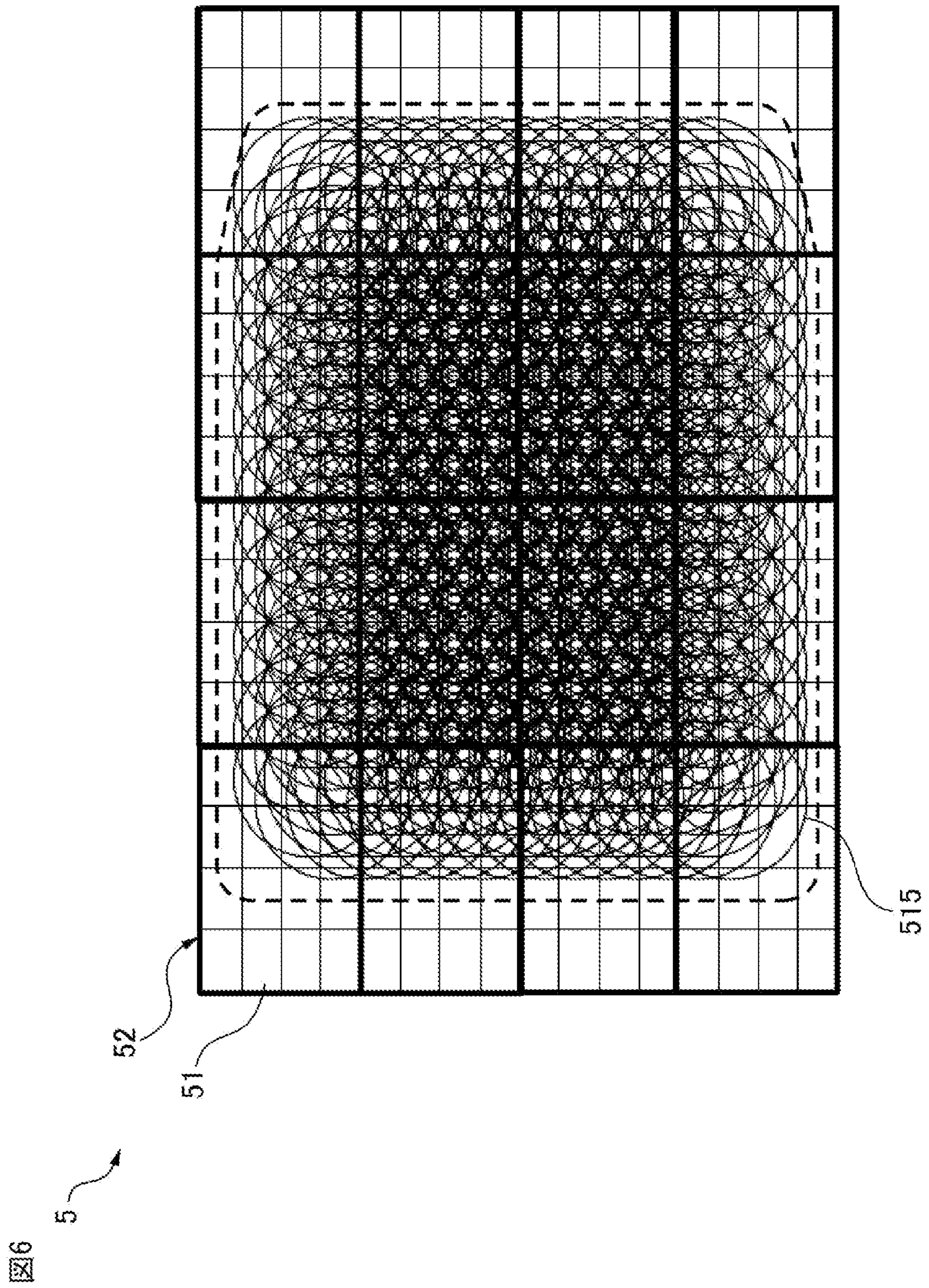
(a)



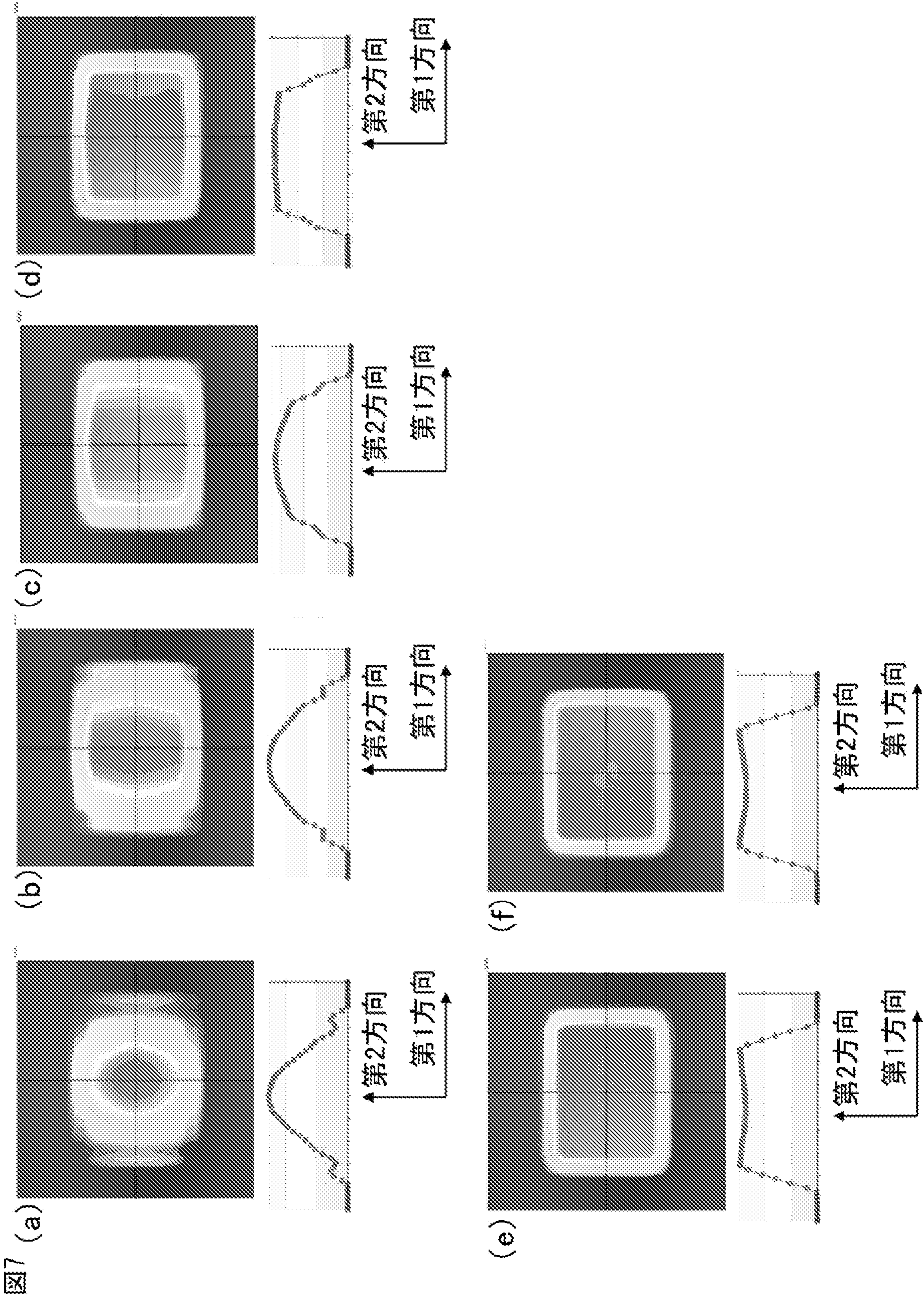
(b)



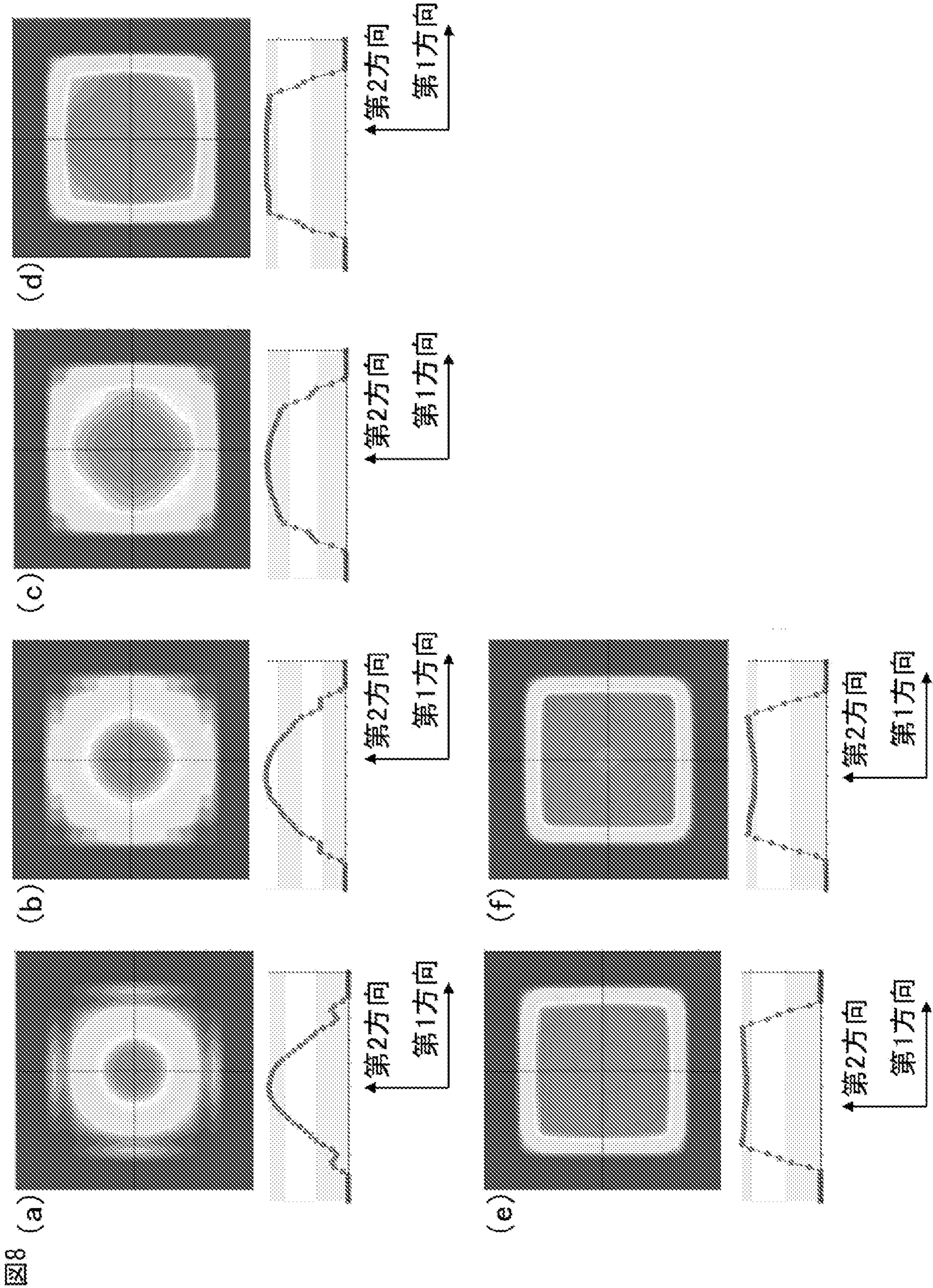
[図6]



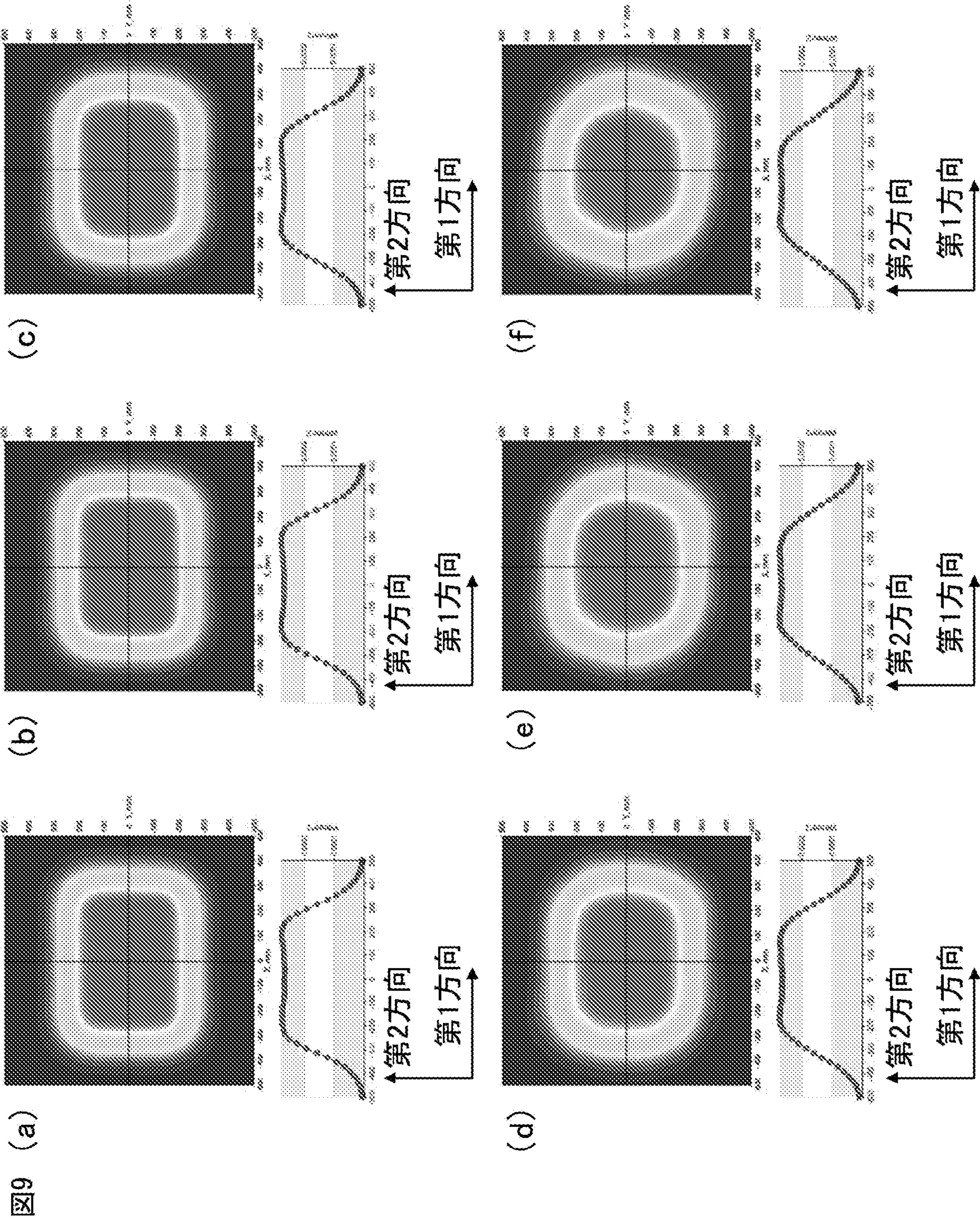
[图7]



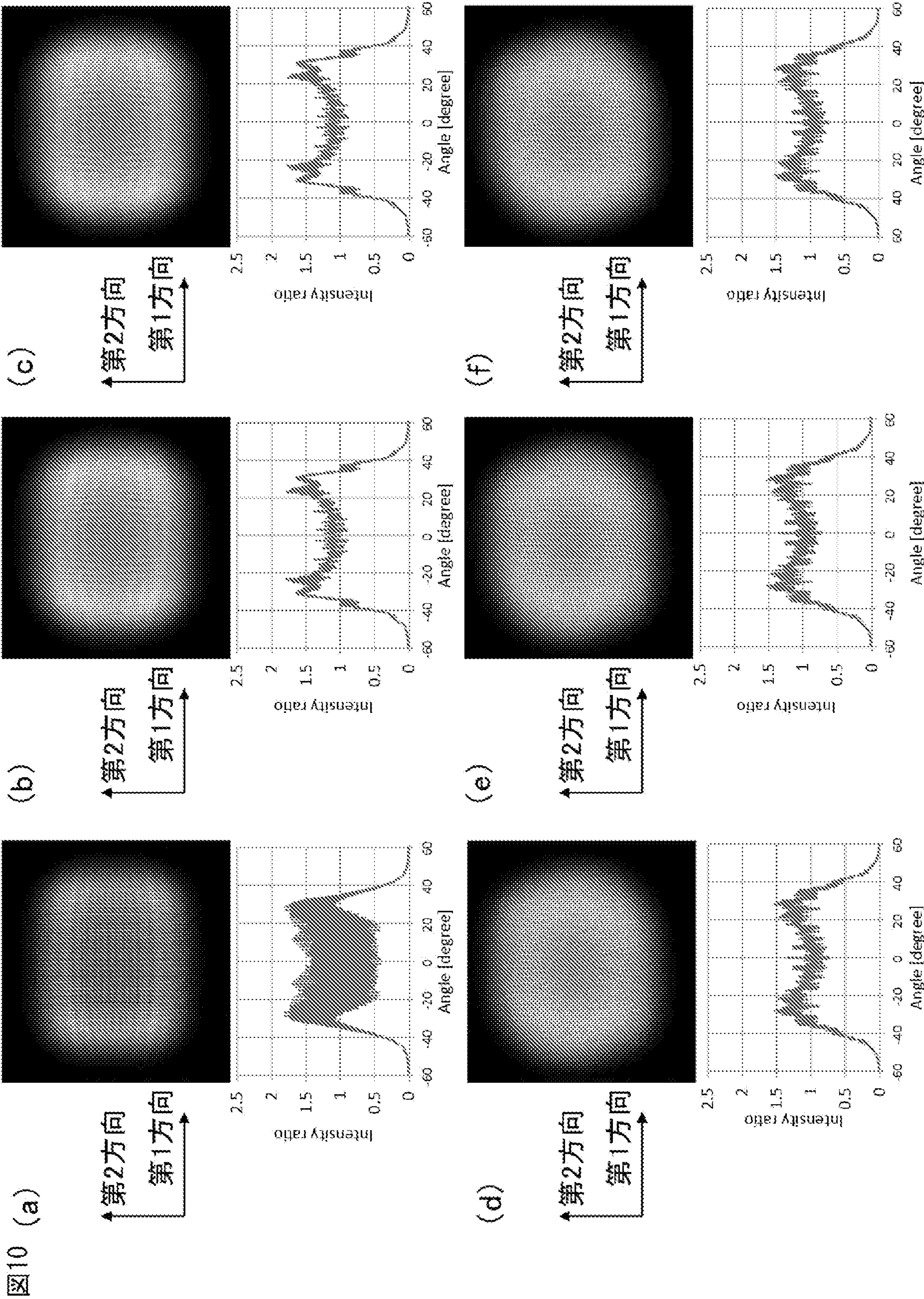
[图8]



[図9]

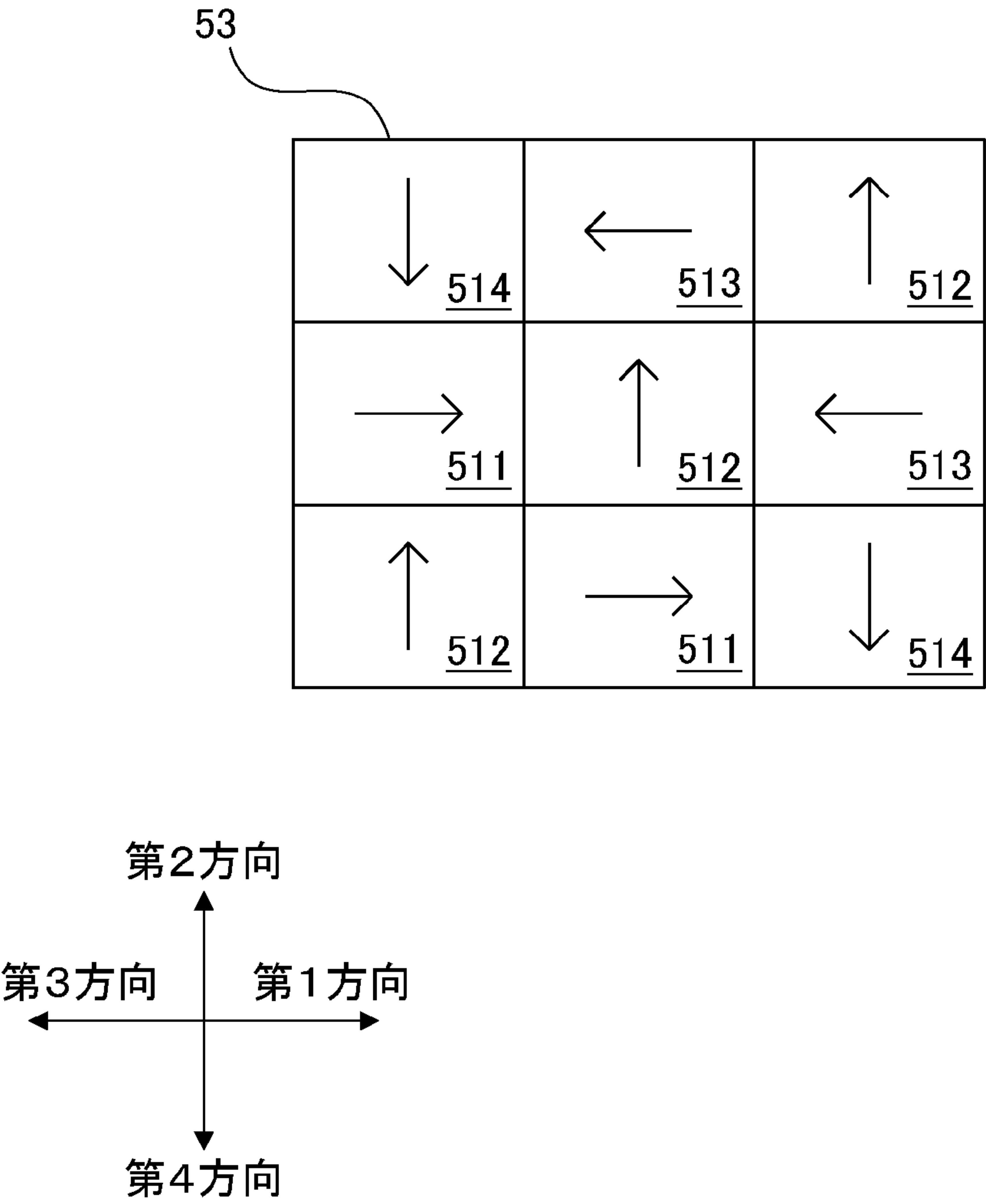


[図10]



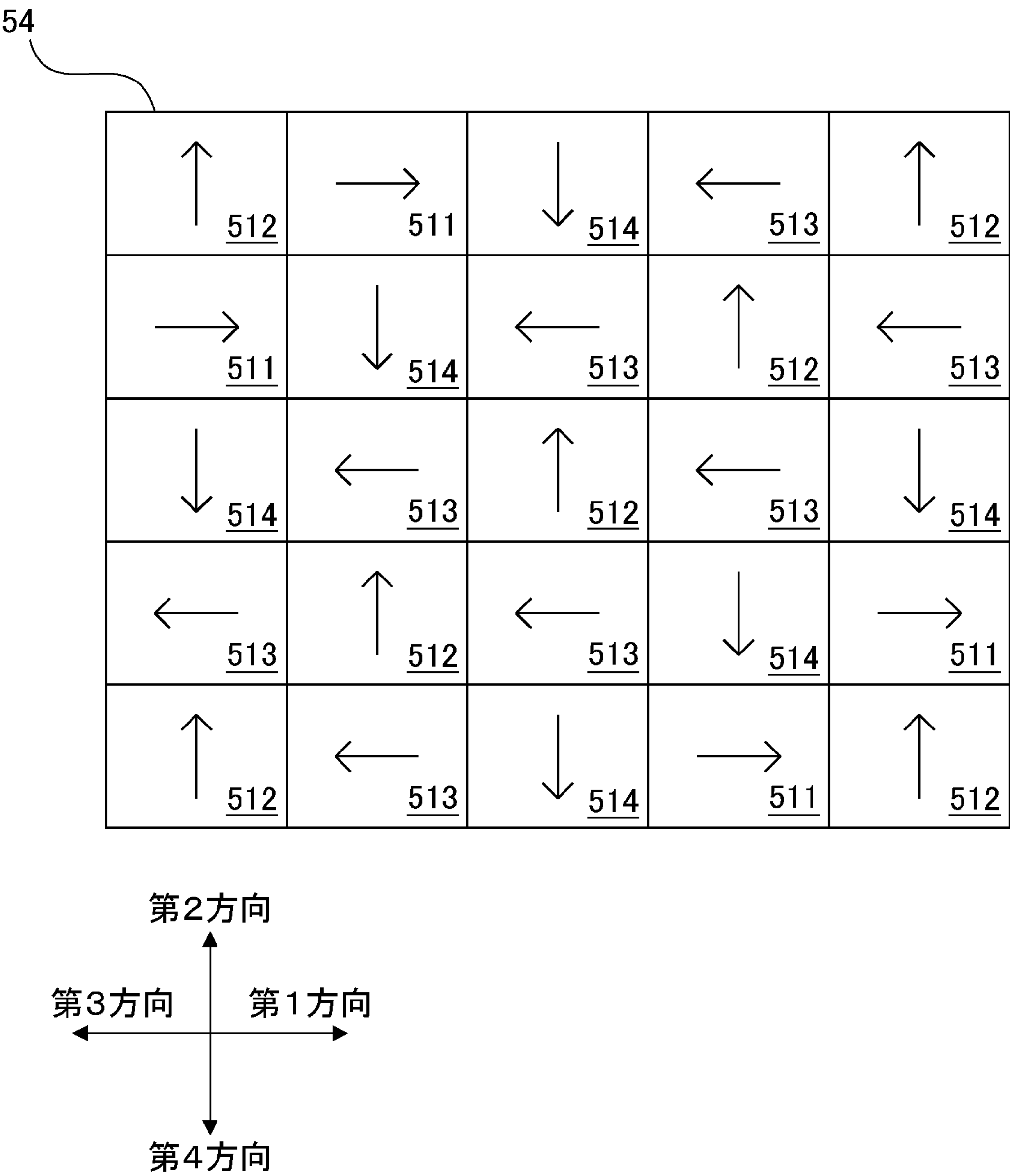
[図11]

図11



[図12]

図12



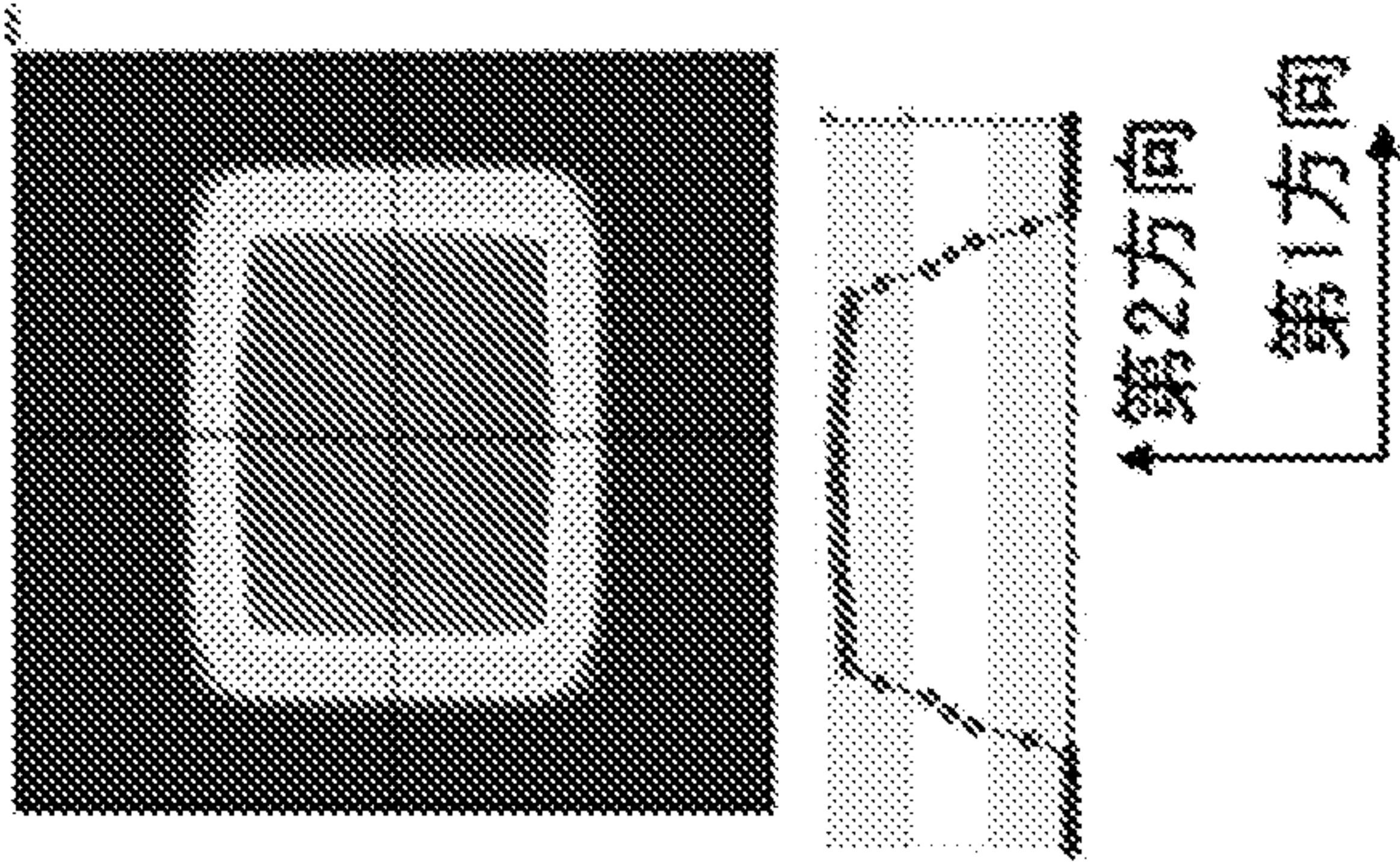
[図14]

図14

(a)

$\begin{matrix} C & + & T \\ \hline 511a \end{matrix}$	$\begin{matrix} & & +C & +T \\ \hline 514a \end{matrix}$	$\begin{matrix} T & + & C \\ \hline 513a \end{matrix}$	$\begin{matrix} & & +T & +C \\ \hline 512a \end{matrix}$
$\begin{matrix} & & +C & +T \\ \hline 514a \end{matrix}$	$\begin{matrix} T & + & C \\ \hline 513a \end{matrix}$	$\begin{matrix} & & +T & +C \\ \hline 512a \end{matrix}$	$\begin{matrix} C & + & T \\ \hline 511a \end{matrix}$
$\begin{matrix} T & + & C \\ \hline 513a \end{matrix}$	$\begin{matrix} & & +T & +C \\ \hline 512a \end{matrix}$	$\begin{matrix} C & + & T \\ \hline 511a \end{matrix}$	$\begin{matrix} & & +C & +T \\ \hline 514a \end{matrix}$
$\begin{matrix} +T & +C \\ \hline 512a \end{matrix}$	$\begin{matrix} C & + & T \\ \hline 514a \end{matrix}$	$\begin{matrix} & & +C & +T \\ \hline 513a \end{matrix}$	$\begin{matrix} T & + & C \\ \hline 511a \end{matrix}$

(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/048301

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 3/00(2006.01)i; F21Y 115/30(2016.01)n; F21V 5/00(2018.01)i; F21V 5/04(2006.01)i; H01S 5/022(2021.01)i

FI: G02B3/00 A; H01S5/022; F21V5/00 510; F21V5/04 350; F21Y115:30

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)

G02B3/00; F21Y115/30; F21V5/00; F21V5/04; H01S5/022

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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 2019-92145 A (VISERA TECHNOLOGIES COMPANY LIMITED) 13 June 2019 (2019-06-13) paragraphs [0001], [0021]-[0066], fig. 7, 9	1-11
Y	paragraphs [0001], [0021]-[0066], fig. 7, 9	12-15
Y	JP 2016-224212 A (MITSUMI ELECTRIC CO., LTD.) 28 December 2016 (2016-12-28) paragraphs [0001], [0007], [0015]-[0050], fig. 1, 6	12-15
Y	JP 2018-200489 A (RICOH CO., LTD.) 20 December 2018 (2018-12-20) claim 1, paragraphs [0001], [0008]-[0305], fig. 1-14	12-15



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

25 February 2021 (25.02.2021)

Date of mailing of the international search report

09 March 2021 (09.03.2021)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/048301

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011/0284725 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERISTY OF CALIFORNIA) 24 November 2011 (2011-11-24) fig. 1-7	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/048301

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-92145 A	13 Jun. 2019	US 2019/0148433 A1 paragraphs [0001], [0041]-[0086], fig. 7, 9 CN 109803129 A TW 201924318 A	
JP 2016-224212 A	28 Dec. 2016	US 2018/0149860 A1 paragraphs [0001], [0006], [0025]- [0061], fig. 1, 6 WO 2016/194515 A1 EP 3282302 A1 CN 107533239 A	
JP 2018-200489 A	20 Dec. 2018	(Family: none)	
US 2011/0284725 A1	24 Nov. 2011	WO 2009/111583 A1	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2020/048301
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 3/00(2006.01)i; F21Y 115/30(2016.01)n; F21V 5/00(2018.01)i; F21V 5/04(2006.01)i; H01S 5/022(2021.01)i FI: G02B3/00 A; H01S5/022; F21V5/00 510; F21V5/04 350; F21Y115:30		
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）） G02B3/00; F21Y115/30; F21V5/00; F21V5/04; H01S5/022		
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 - 2021年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2021年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2021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 2019-92145 A (VISERA TECHNOLOGIES COMPANY LIMITED) 13.06.2019 (2019 - 06 - 13)	1 - 11
Y	段落[0001], [0021]-[0066], 図7, 図9	
Y	段落[0001], [0021]-[0066], 図7, 図9	12 - 15
Y	JP 2016-224212 A (ミツミ電機株式会社) 28.12.2016 (2016 - 12 - 28)	12 - 15
	段落[0001], [0007], [0015]-[0050], 図1, 図6	
Y	JP 2018-200489 A (株式会社リコー) 20.12.2018 (2018 - 12 - 20)	12 - 15
	請求項1, 段落[0001], [0008]-[0305], 図1 - 図14	
A	US 2011/0284725 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERISTY OF CALIFORNIA) 24.11.2011 (2011 - 11 - 24)	1 - 15
	図1 - 図7	
☐ 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 25.02.2021		国際調査報告の発送日 09.03.2021
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） 池田 博一 20 3491 電話番号 03-3581-1101 内線 3271

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-92145	A	13.06.2019	US 2019/0148433 A1 段落[0 0 0 1], [0 0 4 1]-[0 0 8 6], 図 7, 図 9 CN 109803129 A TW 201924318 A	
JP	2016-224212	A	28.12.2016	US 2018/0149860 A1 段落[0 0 0 1], [0 0 0 6], [0 0 2 5]-[0 0 6 1], 図 1, 図 6 WO 2016/194515 A1 EP 3282302 A1 CN 107533239 A	
JP	2018-200489	A	20.12.2018	(ファミリーなし)	
US	2011/0284725	A1	24.11.2011	WO 2009/111583 A1	