

(43) 国際公開日
2006年8月3日 (03.08.2006)

PCT

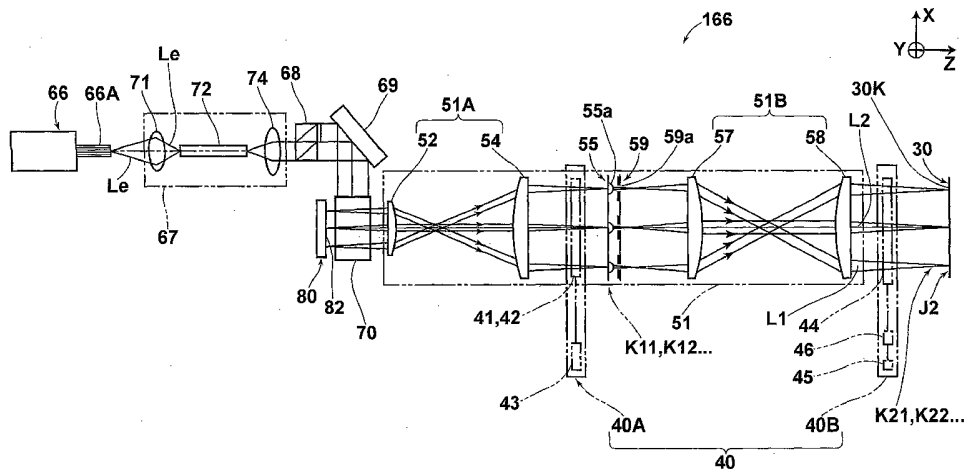
(10) 国際公開番号
WO 2006/080474 A1

- (51) 国際特許分類:
G03F 7/20 (2006.01) H05K 3/00 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/301386
- (22) 国際出願日: 2006年1月24日 (24.01.2006)
- (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2005-016448 2005年1月25日 (25.01.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士写真フイルム株式会社 (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼210番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 尾崎 多可雄 (OZAKI, Takao) [JP/JP]; 〒2580023 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 柳田 征史, 外 (YANAGIDA, Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-3 新横浜KSビル7階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,

[続葉有]

(54) Title: EXPOSURE SYSTEM AND DEVICE

(54) 発明の名称: 露光方法および装置



(57) Abstract: An exposure system which more easily corrects the imaging positions of respective light beams when a two-dimensional pattern image is formed on a photosensitive material, and which corrects - when a light (Le) emitted from a light source (66) is subjected to spatial light modulation by a spatial light modulating means (80) arranged with many pixel units (82), respective modulated light beams (L1, L2 ---) corresponding to the respective pixel unit (82) are imaged by a first imaging optical system (51A) and then imaged by a second imaging optical system (51B), and a two-dimensional pattern image is formed on a photosensitive material (30K) - the imaging positions by the first imaging optical system (51A) of respective light beams individually and light beam by light beam by means of a first imaging position correction unit (40A), and corrects the imaging positions by the second imaging optical system (51B) of respective light beams individually and light beam by light beam by means of a second imaging position correction unit (40B) to thereby allow a two-dimensional pattern image formed on the photosensitive material (30K) to agree with a targeted two-dimensional pattern.

(57) 要約: 感光材料上に2次元パターンの像を形成するときの各光束の結像位置の補正をより容易に行う露光装置は、光源(66)から発せられた光(Le)を、画素部(82)が多数配列された空間光変調手段(80)により空間光変調し、上記空間光変調させた各画素部(82)に対応する各光束(L1, L2...)のそれぞれを第1の結像光学系(51A)によって結像させた後、第2の結像光学系(51B)によって結像させるようにして2次元パターンの像を感光材料(30K)上に形成する際に、各光束の第1の結像光学系(51A)による結像位置を第1の結像位置補正部(40A)によって各光束毎に個別に補正するとともに、各光束の第2の結像光学系(51B)

[続葉有]

WO 2006/080474 A1



MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

露光方法および装置

5 技術分野

本発明は、露光方法および装置に関し、詳しくは、光源から発せられた光を多数の画素部で反射させて空間光変調した各画素部に対応する各光束のそれぞれを結像させて感光材料上に2次元パターンの像を形成しこの感光材料を露光する露光方法および装置に関するものである。

10

背景技術

従来より、空間光変調されたレーザ光を基板の表面に積層された感光材料上に結像させてこの感光材料を露光し、プリント配線基板を作成する露光装置が知られている。上記露光装置は、光源と、この光源から発せられたレーザ光を空間光変調する空間光変調手段であるDMD（デジタル・マイクロミラー・デバイス）と、上記DMDにより空間光変調されたレーザ光を結像させる結像光学系とを備えている。なお、上記DMDは、半導体製造プロセスを用いることにより、シリコン等の半導体基板上に多数の微小ミラーを2次元状に配列させるように形成し、外部から入力される制御信号に応じて各微小ミラーの反射面の角度を変化させるようにしたものである。このDMDは、入射された光を上記多数の微小ミラーで反射させることにより上記光を空間光変調する。

20

上記露光装置は、レーザ光をDMDで空間光変調して得られた配線パターンの像を感光材料上に直接形成（投影）することができるので、遮光マスク等を用意することなくプリント基板を作成することができる（石川明人“マスクレス露光による開発短縮と量産適用化”、「エレクトロニクス実装技術」、株式会社技術調査会、Vol. 18、No. 6、2002年、pp. 74-79、および特開2004-001244号公報参照）。

25

また、DMDに入射され上記多数の微小ミラーにより空間光変調せしめられた各微小

ミラーに対応する各光束のそれぞれを結像光学系に通して結像させ感光材料上に配線パターンの像を形成するときに、DMDや結像光学系等の光学部品の位置のずれにより各光束の結像位置が、上記配線パターンの像を形成するための光路の光軸方向あるいは上記光軸方向と直交する方向にずれることがある。このような位置ずれを補正する手法として、DMDにより、予め上記位置ずれを見込んだ空間光変調を行って感光材料上に上記配線パターンの像を形成する手法が提案されている（特開2003-057834号公報参照）。

しかしながら、上記各光束の結像位置の位置ずれを見込んで空間光変調を行う方式は、DMDを制御する制御信号を作成し直す必要があるため必ずしも効率の良い方式とは言えず、制御信号を作成し直すことなくより容易に上記各光束の結像位置を補正したいという要請がある。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、感光材料上に2次元パターンの像を形成するときの各光束の結像位置の補正をより容易に行うことができる露光方法および装置を提供することを目的とするものである。

発明の開示

本発明の第1の露光方法は、入射された光を所定の制御信号に応じて変調する画素部を2次元状に多数配列してなる空間光変調手段により、光源から発せられた光を空間光変調させ、空間光変調手段により空間光変調させた各画素部に対応する各光束のそれぞれを第1の結像光学系に通して結像させるとともに、第1の結像光学系を通して結像させた各光束の結像位置の近傍において、該各光束を、2次元状に多数配列されたマイクロレンズのそれぞれに個別に通し、マイクロレンズのそれぞれに個別に通した各光束を第2の結像光学系によって感光材料上に結像させるようにして2次元パターンの像を感光材料上に形成し、この感光材料に目的とする2次元パターンを露光する露光方法において、前記感光材料上に形成される2次元パターンの像を前記目的とする2次元パターンに一致させるように、各光束の第1の結像光学系および／または第2の結像光学系による結像位置を各光束毎に個別に制御することを特徴とするものである。

本発明の第2の露光方法は、入射された光を所定の制御信号に応じて変調する画素部を2次元状に多数配列してなる空間光変調手段により、光源から発せられた光を空間光変調させ、空間光変調手段により空間光変調させた各画素部に対応する各光束のそれぞれを第1の結像光学系に通して結像させるとともに、第1の結像光学系を通して結像させた各光束の結像位置の近傍において、該各光束を、2次元状に多数配列されたマイクロレンズのそれぞれに個別に通して直接、感光材料上に結像させるようにして2次元パターン

5

の像を感光材料上に形成し、この感光材料に目的とする2次元パターンを露光する露光方法において、前記感光材料上に形成される2次元パターンの像を前記目的とする2次元パターンに一致させるように、各光束の第1の結像光学系による結像位置を各

10

光束毎に個別に制御することを特徴とするものである。

本発明の第1の露光装置は、光源と、光源から発せられた光を所定の制御信号に応じて変調する画素部を2次元状に多数配列してなり、前記光を空間光変調させる空間光変調手段と、前記空間光変調手段により空間光変調させた各画素部に対応する各光束のそれぞれを結像させる第1の結像光学系と、第1の結像光学系を通して結像させた各光束

15

の結像位置の近傍に配設された、該各光束を個別に通すマイクロレンズを2次元状に多数配列してなるマイクロレンズアレイと、マイクロレンズのそれぞれに個別に通した各光束を感光材料上に結像させるようにして2次元パターンの像を感光材料上に形成する第2の結像光学系とを備え、感光材料に目的とする2次元パターンを露光する投影露光装置において、前記感光材料上に形成される2次元パターンの像を前記目的とする2次

20

元パターンに一致させるように、各光束の第1の結像光学系および／または第2の結像光学系による結像位置を各光束毎に個別に制御する結像位置制御手段を備えたことを特徴とするものである。

前記結像位置制御手段は、各光束それぞれの結像位置を、前記感光材料上に前記2次元パターンの像を形成するための光路の光軸方向へ移動させたり、この光軸方向と直交

25

する方向へ移動させたりするものとしてすることができる。

本発明の第2の露光装置は、光源と、光源から発せられた光を所定の制御信号に応じて変調する画素部を2次元状に多数配列してなり、前記光を空間光変調させる空間光変

調手段と、前記空間光変調手段により空間光変調させた各画素部に対応する各光束のそれぞれを結像させる第１の結像光学系と、第１の結像光学系を通して結像させた各光束の結像位置の近傍に配設された、該各光束を個別に通すマイクロレンズを２次元状に多数配列してなるマイクロレンズアレイとを備え、マイクロレンズのそれぞれに個別に通した各光束を直接、感光材料上に結像させるようにして２次元パターンの像を感光材料上に形成し、感光材料に目的とする２次元パターンを露光する投影露光装置において、前記感光材料上に形成される２次元パターンの像を前記目的とする２次元パターンに一致させるように、各光束の第１の結像光学系による結像位置を各光束毎に個別に制御する結像位置制御手段を備えたことを特徴とするものである。

前記結像位置制御手段は、各光束それぞれの結像位置を、前記感光材料上に前記２次元パターンの像を形成するための光路の光軸方向へ移動させたり、この光軸方向と直交する方向へ移動させたりするものとすることができる。

前記結像位置制御手段は、電氣的な制御により屈折率分布が生じる液晶素子とすることが出来る。

前記感光材料上に形成される２次元パターンの像を目的とする２次元パターンに一致させるとは、前記２次元パターンの像を構成する各画素の位置、大きさ、濃度のうちの少なくともいずれか１つを、これらの画素に対応する前記目的とする２次元パターンを構成する各画素のそれぞれに一致させることを意味するものである。なお、前記感光材料上に形成される２次元パターンは、この２次元パターンを構成する各画素の位置、大きさ、濃度の全てを、これらの画素に対応する前記目的とする２次元パターンを構成する各画素のそれぞれに一致させることが望ましい。

本発明の第１の露光方法および装置によれば、感光材料上に形成される２次元パターンの像を目的とする２次元パターンに一致させるように、各光束の第１の結像光学系および／または第２の結像光学系による結像位置を、各光束毎に個別に制御するようにしたので、例えば、空間光変調手段を制御するための制御信号を作成し直す等のことなく、より容易に各光束の結像位置の補正を行うことができる。さらに、上記光束の結像位置を各光束毎に個別に制御することにより、例えば、感光材料上に形成する２次元パタ

ーンの輪郭を構成するエッジ部における露光光量の変化を滑らかにするように、逆に、光束の位置をずらして各光束を感光材料上に結像させるようにすることもできる。

本発明の第2の露光方法および装置によれば、感光材料上に形成される2次元パターンの像を目的とする2次元パターンに一致させるように、各光束の第1の結像光学系による結像位置を、各光束毎に個別に制御するようにしたので、例えば、空間光変調手段を制御するための制御信号を作成し直す等のことなく、より容易に各光束の結像位置の補正を行うことができる。さらに、上記光束の結像位置を各光束毎に個別に制御することにより、例えば、感光材料上に形成する2次元パターンの輪郭を構成するエッジ部における露光光量の変化を滑らかにするように、逆に、光束の位置をずらして各光束を感光材料上に結像させるようにすることもできる。

また、結像位置制御手段を、各光束それぞれの結像位置を、感光材料上に2次元パターンの像を形成するための光路の光軸方向へ移動させたり、各光束それぞれの結像位置を上記光軸方向と直交する方向へ移動させたりするものとすれば、上記各光束の結像位置をより正確に移動させることができ、上記各光束の結像位置の位置制御をより正確に行うことができる。

また、結像位置制御手段を、電気的な制御により屈折率分布が生じる液晶素子とすれば、光学部品を機械的に移動させることなく各光束それぞれの結像位置を移動させることができるので、さらに容易に各光束の結像位置の制御を行うことができる。

20 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態の露光装置が備える露光ヘッドの光学系の光路を示す図

図2は、上記露光ヘッドの光学系の概略構成を示す斜視図

図3は、光源から発せられた光の偏光方向をそろえる偏光部の拡大図

図4は、2次元状に多数配列された微小ミラーの一部分を拡大して示す図

25 図5Aは、微小ミラーで光を反射する動作を示す図

図5Bは、上記図5Aとは異なる角度に傾けられた微小ミラーで光を反射する動作を示す図

図 6 A は、多数配列された微小ミラー中の使用領域の例を示す図

図 6 B は、多数配列された微小ミラー中の上記図 6 A とは異なる使用領域の例を示す図

図 7 は、第 1 の結像位置補正部の概略構成を拡大して示す斜視図

5 図 8 A は、シフト方向補正素子の一部分を光束が伝播する光路の上流側から見た図

図 8 B は、上記図 8 A の断面を示す図

図 8 C は、図 8 A の断面であって上記図 8 B とは異なる断面を示す図

図 9 A は、フォーカス方向補正素子の一部分を光束の光路の上流側から見た図

図 9 B は、上記図 9 A の断面を示す図

10 図 10 は、第 2 の結像位置補正部の概略構成を拡大して示す斜視図である。

図 11 は、露光装置の外観を示す斜視図

図 12 は、露光ヘッドを用いて感光材料を露光する様子を示す斜視図

図 13 A は感光材料上に形成される露光領域を示す平面図、図 13 B は各露光ヘッドによる露光エリアの位置関係を示す図

15 図 14 は、露光装置の電氣的構成を示すブロック図である。

図 15 は、本発明の実施の形態の露光装置が備える露光ヘッドの光学系の光路を示す図

発明を実施するための最良の形態

20 以下、本発明の第 1 の実施の形態について、図面を用いて説明する。図 1 は露光装置が備える露光ヘッドの光学系の光路を示す図、図 2 は上記光学系の概略構成を示す斜視図、図 3 は光源から発せられたレーザ光の偏光方向が偏光部により 1 方向に揃えられる様子を示す図、図 4 は 2 次元状に多数配列された微小ミラーの一部分を拡大して示す図、図 5 A および図 5 B は微小ミラーが光を反射する動作を示す図、図 6 A および図 6 B
25 は、DMD 中の微小ミラーの使用領域の例を示す図である。

本発明の露光方法を実施する露光装置は、プリント配線基板の作成に用いられるものであり、基板上に感光材料を積層してなるプリント配線基板用素材に 2 次元パターンで

ある配線パターンを露光するものである。

上記露光装置の露光ヘッド166は、光源66と、光源66から発せられたレーザ光Leを所定の制御信号に応じて変調する画素部である微小ミラー82を2次元状に多数配列してなり、レーザ光Leを空間光変調させるDMD80と、DMD80により空間光変調させた各微小ミラー82に対応する各光束L1, L2・・・のそれぞれを結像させる第1の結像光学系51Aと、第1の結像光学系51Aにより結像させた各光束L1, L2・・・の結像位置の近傍に配設された、各光束L1, L2・・・を個別に通すマイクロレンズ55aを2次元状に配列してなるマイクロレンズアレイ55と、マイクロレンズ55aのそれぞれに個別に通した各光束を、再び感光材料30K上に結像させるようにして2次元パターンの像J2を感光材料30K上に形成する第2の結像光学系51Bと、上記感光材料30K上に形成される2次元パターンの像J2を目的とする2次元パターンに一致させるように、各光束L1, L2・・・の第1の結像光学系51Aによる結像位置K11、K12・・・を各光束L1, L2・・・毎に個別に補正したり、上記感光材料上に形成される2次元パターンの像J2を目的とする2次元パターンに一致させるように、各光束L1, L2・・・の第2の結像光学系51Bによる結像位置K21、K22・・・を各光束L1, L2・・・毎に個別に補正したりする結像位置制御手段である結像位置補正手段40とを備えている。

なお、第1の結像光学系51および第2の結像光学系51Bは像側にテレセントリックな光学系であることが望ましい。

この露光ヘッド166は、さらに、光源66から発せられたレーザ光Leを入射させ概略均一な光強度分布を持つレーザ光Leに補正して射出する光強度分布補正光学系67、光強度分布補正光学系67から射出されたレーザ光Leを通してその偏光方向を1方向にそろえる偏光部68、偏光部68から射出されたレーザ光を反射して光路の向きを折り曲げるミラー69、およびミラー69で反射させたレーザ光を全反射させてDMD80に入射させるとともに、DMD80により空間光変調され射出された各光束を透過させるTIR（全反射）プリズム70を備えている。

<<露光装置を構成する各構成要素の説明>>

<光源 6 6>

光源 6 6 は、波長 4 0 5 n m の光を発する複数の G a N 系半導体レーザから射出された各レーザ光を 1 本の合波用光ファイバ中に合波させる合波ユニット（図示は省略）を複数備えており、各合波ユニットの合波用光ファイバを複数本束ねてなる光ファイバ束 6 6 A から上記波長 4 0 5 n m のレーザ光を射出させるものである。なお、光源 6 6 から射出する光は波長 4 0 5 n m のレーザ光に限らず、感光材料 3 0 K を露光可能であればどのような波長の光、あるいは、どのような方式で発生させた光であってもよい。

<光強度分布補正光学系 6 7>

光強度分布補正光学系 6 7 は、図 1 に示すように、光源 6 6 の光ファイバ束 6 6 A から射出されたレーザ光 L e を集光する集光レンズ 7 1、この集光レンズ 7 1 を通過したレーザ光 L e の光路に挿入された後述するロッドインテグレータ 7 2、およびこのロッドインテグレータ 7 2 の下流側つまりミラー 6 9 の側に配置されたコリメートレンズ 7 4 から構成されている。ロッドインテグレータ 7 2 は、一端に入射されたレーザ光 L e を、光束の断面における光強度分布がより一定となるようにして他端から射出させる。これにより、光ファイバ束 6 6 A から射出され光強度分布補正光学系 6 7 を通ったレーザ光 L e は、その光束の断面の光強度分布が概略一定な平行光束となる。

<偏光部 6 8>

図 3 に示すように、偏光部 6 8 は、直角プリズムを 2 枚張り合わせてなる P 偏光を透過し S 偏光を反射させるプリズム型の偏光ビームスプリッタ B s 1、B s 2 と、1/2 波長板 H c 2 を備えている。偏光ビームスプリッタ B s 1 と偏光ビームスプリッタ B s 2 とは 2 段に重ねられて配置したものである。光強度分布補正光学系 6 7 から射出されたレーザ光 L e は、偏光ビームスプリッタ B s 1 に入射され、上記レーザ光 L e の P 偏光成分（図中記号 P で示す）がこの偏光ビームスプリッタ B s 1 を透過し、上記レーザ光 L e の S 偏光成分（図中記号 S で示す）がビームスプリット面 M b 1 で反射せしめられる。ビームスプリット面 M b 1 で反射せしめられた S 偏光成分を持つレーザ光 L e は偏光ビームスプリッタ B s 2 へ入射しこの偏光ビームスプリッタ B s 2 のビームスプリット面 M b 2 で反射せしめられる。このビームスプリット面 M b 2 で反射せしめられた

レーザ光 L_e は、偏光ビームスプリッタ $B_s 2$ の射出面に配置された $1/2$ 波長板 $H_c 2$ を通って偏光方向が 90 度回転させられて P 偏光となって射出される。そして、偏光ビームスプリッタ $B_s 1$ および光ビームスプリッタ $B_s 2$ のそれぞれを通して射出された偏光方向の揃ったレーザ光 L_e はミラー 69 に向けて射出される。

5 <DMD 80>

DMD 80 は、1 画素を構成するための微小ミラー 82 を多数格子状に（例えば 1024 個 $\times$ 768 個等）配列して構成したものである。この装置では、各微小ミラー 82 がプリント配線基板用素材 30 に露光する 2 次元パターンの各画素に対応し、各微小ミラー 82 は各画素毎に作成したデータの値に基づいて個別に制御される。この制御により、各微小ミラー 82 に入射したレーザ光 L_e が、プリント配線基板用素材 30 を露光する光路に向かう露光方向、またはこの露光方向から外れた非露光方向のいずれかの方向に反射せしめられ、露光方向に向かうレーザ光のみが、所定の光路を通してプリント配線基板用素材 30 の感光材料 30K の露光に用いられる。すなわち、レーザ光 L_e を露光方向に反射させたり（オン）、あるいはレーザ光を非露光方向に反射させたり（オフ）するように多数の微小ミラー 82 のそれぞれを制御することにより感光材料 30K 上に所望の 2 次元パターンを露光する。

図 4 に示すように、上記多数の微小ミラー 82 は、SRAM セル（メモリセル）83 上に、各微小ミラー（マイクロミラー）82 が支柱により支持されて配置されたものであり、2 次元パターンの画像の各画素（ピクセル）を構成するための多数（例えば 1024 個 $\times$ 768 個）の微小ミラーを格子状に配列してなるものである。微小ミラー 82 の表面はアルミニウム等の反射率の高い材料が蒸着されている。なお、微小ミラー 82 の反射率は 90% 以上である。また、微小ミラー 82 の直下には、ヒンジおよびヨークを含む支柱を介して通常の半導体メモリの製造ラインで製造されるシリコンゲートの CMOS の SRAM セル 83 が配されており、全体はモノリシックに構成されている。

DMD 80 の SRAM セル 83 にデジタル信号が書き込まれると、支柱に支えられた微小ミラー 82 が、この微小ミラー 82 の対角線の回りに $\pm \alpha$ 度（例えば ± 10 度）の範囲で傾けられる。図 5 A は、微小ミラー 82 がオン状態である $+\alpha$ 度に傾いた状態を

示し、図5Bは、微小ミラー82がオフ状態である $-\alpha$ 度に傾いた状態を示す。したがって、画像信号に応じて、DMD80の各ピクセルにおける微小ミラー82の傾きを、図5に示すように制御することによって、DMD80に入射したレーザ光Leはそれぞれの微小ミラー82の傾きに応じた方向、すなわち上記露光方向、非露光方向へ反射させられる。

上記微小ミラー82のオン／オフ制御は、DMD80に接続された後述するコントローラ302によって行われる。また、プリント配線基板用素材30の感光材料30Kへのレーザ光の照射光量は、単位時間当たりにおける微小ミラーをオンにしておく時間とオフにしておく時間との比率を変えることにより制御することができる。

次に、微小ミラー82の部分使用について説明する。図6AおよびBに示すように、DMD80は、露光する際の主走査方向、すなわち列方向に1024個（画素）配置された微小ミラーが、露光する際の副走査方向、すなわち行方向に756個（画素列）配列されているが、本例では、コントローラにより一部の微小ミラーの列（例えば、1024列×300行）だけを駆動するように制御がなされる。

例えば、図6Aに示すように、微小ミラー82中の756行の行方向の中央部に配置された行列領域80Cのみを制御してもよく、図6Bに示すように、微小ミラー82中の行方向の端部に配置された行列領域80Tのみを制御してもよい。DMD80を制御する際のデータ処理速度には限界があり、制御する微小ミラーの数（画素数）が多くなるにしたがって各微小ミラー82の変調速度が低下するので、微小ミラー82中的一部分だけを使用することで、この部分が含むそれぞれの微小ミラー82の変調速度を速くすることができる。

<結像光学系>

結像光学系51は、図1に示すように、レンズ系52、54からなる上記第1結像光学系51A、マイクロレンズアレイ55、アパーチャアレイ59、レンズ系57、58からなる上記第2結像光学系51Bがこの順に光路の上流側から下流側に並べられて構成されている。上記マイクロレンズアレイ55は、DMD80の各微小ミラー82で反射され上記第1結像光学系51Aを通った、上記各微小ミラー82に対応する各光束の

それぞれを通す各マイクロレンズ55aが配置されてなるものである。このマイクロレンズ55aは、例えば、焦点距離が0.19mm、NA（開口数）が0.11のものを
用いることができる。また、アパーチャアレイ59は、マイクロレンズアレイ55の各
マイクロレンズ55aに対応させて形成した多数のアパーチャ59aからなるものであ
る。

第1の結像光学系は、空間光変調手段(80)により空間光変調させた各画素部に対応する各光束のそれぞれを、感光材料30K上に2次元パターンの像を形成するための光路の光軸方向と直交する同一平面上に結像させるものであり、第2の結像光学系は、第1の結像光学系により結像させた各光束を、再度、上記光軸方向と直交する同一平面上に
結像させるものとするのが望ましい。

上記第1結像光学系51Aは、DMD80による像を3倍に拡大してマイクロレンズアレイ55中に結像する。そして第2結像光学系51Bは、マイクロレンズアレイ55中に結像させた像を1.67倍に拡大してプリント配線基板用素材30の感光材料30K上に結像させる。したがって、結像光学系51全体としては、DMD80によって空間光変調された2次元パターンを5倍に拡大してプリント配線基板用素材30の感光材料30K上に結像させる。

なお、上記プリント配線基板用素材30は、後述するステージ駆動装置により副走査方向（図1の紙面に垂直な方向、図中Y方向）に搬送される。

<結像位置補正手段40>

結像位置補正手段40は、第1の結像光学系51Aにより結像させる各光束の結像位置を補正する液晶素子である第1の結像位置補正部40Aと、第2の結像光学系51Bにより結像させる各光束の結像位置を補正する液晶素子である第2の結像位置補正部40Bとからなる。なお、結像位置補正手段40は、第1の結像位置補正部40A、あるいは第2の結像位置補正部40Bのいずれか一方のみで構成されたものであってもよい。

図7は、第1の結像位置補正部40Aの概略構成を拡大して示す斜視図である。

第1の結像位置補正部40Aは、第1の結像光学系51Aとマイクロレンズアレイ55との間に配置されており、2つの液晶層41C、41Gを積層して構成されるシフト

方向補正素子 4 1、および 1 つの液晶層 4 2 B で構成されるフォーカス方向補正素子 4 2 と、上記シフト方向補正素子 4 1 およびフォーカス方向補正素子 4 2 の各液晶層中に電界を形成するための電圧を印加する電圧印加部 4 3 とを備えている。なお、上記シフト方向補正素子 4 1 およびフォーカス方向補正素子 4 2 は、図 7 に示すように間隔を開けて配置するようにしてもよいし、互いに密接させて配置させてもよい。さらに、これらの素子は、互いに接着剤等により接合して一体化させてもよい。

図 8 A はシフト方向補正素子 4 1 の一部分を上記光束が伝播する光路の上流側から見た図、図 8 B は図 8 A の 8 b - 8 b 断面を示す図、図 8 C は図 8 A の 8 c - 8 c 断面を示す図である。

図示のように、シフト方向補正素子 4 1 は、マイクロレンズアレイ 5 5 の各マイクロレンズ 5 5 a に対応させた各開口 4 1 m を有するアパーチャアレイ板 4 1 A、ガラス板 4 1 B、液晶からなる液晶層 4 1 C、ガラス板 4 1 D、90° 旋光板 4 1 E、ガラス板 4 1 F、液晶からなる液晶層 4 1 G、ガラス板 4 1 H がこの順に光路の上流側から積層されたものである。

ガラス板 4 1 B の液晶層 4 1 C の側の表面には、各開口 4 1 m に対応させた各電極 D 1 1 が配置されており、ガラス板 4 1 D の液晶層 4 1 C の側の表面には、上記各電極 D 1 1 (各開口 4 1 m) に対応させた各電極 D 1 2 が配置されている。電圧印加部 4 3 が、電極 D 1 1、D 1 2 間に電圧を印加し液晶層 4 1 C 中に電界を形成することによって、互いに対応する電極間に存在する液晶の配向方向を変化させ上記各電極間の液晶領域に屈折率の勾配を生じさせる。

また、上記と同様に、ガラス板 4 1 F の液晶層 4 1 G の側の表面には、上記各開口 4 1 m に対応させた各電極 D 1 3 が配置され、ガラス板 4 1 H の液晶層 4 1 G の側の表面には、上記電極 D 1 3 (各開口 4 1 m) に対応させた各電極 D 1 4 が配置されている。電圧印加部 4 3 が、各電極 D 1 3、D 1 4 間に電圧を印加し液晶層 4 1 G 中に電界を形成することによって、互いに対応する各電極間に存在する液晶の配向方向を変化させ上記各電極間の液晶領域に屈折率の勾配を生じさせる。すなわち、上記液晶領域中に屈折率分布を生じさせる。

これにより、たとえば、開口 4 1 m の中心 O に、かつ、ガラス板 4 1 B の表面に対して垂直（図中矢印 Z 方向）に入射させた光束 L n を、上記ガラス板 4 1 B の表面と平行な方向（図中矢印 X—Y 平面方向）、すなわち、感光材料 3 0 K 上に 2 次元パターンの像を形成するための光路の光軸方向と直交する方向にシフトさせてガラス板 4 1 H から
5 射出させることができる。なお、これに使われる液晶としては、垂直配向されたものが知られている。

図 9 A はフォーカス方向補正素子 4 2 の一部分を上記光束の光路の上流側から見た図、図 9 B は図 9 A の 9 b—9 b 断面を示す図である。

シフト方向補正素子 4 1 の下流側に配置されているフォーカス方向補正素子 4 2 は、
10 図示のように、マイクロレンズアレイ 5 5 の各マイクロレンズ 5 5 a に対応させた各開口 4 2 m を有するアパーチャアレイ板 4 2 A、ガラス板 4 2 B、液晶からなる液晶層 4 2 C、ガラス板 4 2 D がこの順に光路の上流側から積層されたものである。なお、上記シフト方向補正素子 4 1 がアパーチャアレイ板 4 1 A を備えているので、フォーカス方向補正素子 4 2 にはアパーチャアレイ板 4 2 A を備えなくてもよい。

15 ガラス板 4 2 B の液晶層 4 2 C の側の表面には、上記各開口 4 2 m に対応する各位置に各電極 D 2 1 が配置されている。ガラス板 4 2 D の液晶層 4 1 C の側の表面には、各電極 D 2 1（各開口 4 2 m）に対応する各位置に各電極 D 2 2 が配置されている。各電極 D 2 1、D 2 2 のそれぞれは、輪帯状に区分された複数の電極部分を有しており、電圧印加部 4 3 が、互いに対応する電極 D 2 1、D 2 2 間の各電極部分に電圧を印加して
20 これらの電極部分の間に互いに異なる電界を形成し、各電極間に存在する液晶の配向方向を変化させて上記電極間の液晶領域に凸レンズあるいは凹レンズ機能を持たせるように屈折率分布を生じさせることができる。

これにより、開口 4 2 m に入射する光束の結像位置を、ガラス板 4 2 B の表面と垂直な方向（図中矢印 Z 方向）、すなわち、感光材料 3 0 K 上に 2 次元パターンの像を形成
25 するための光路の光軸方向に移動させることができる。これにより、例えば、開口 4 2 m に集束しながら入射する光束 L n の結像位置を位置 P 1 から位置 P 2 へ光軸方向（図中矢印 Z 方向）に沿って移動させることができる。なお、これに使われる液晶としては、

垂直配向されたものが知られている。

5 なお、上記シフト方向補正素子 4 1 およびフォーカス方向補正素子 4 2 は、E E x
p r e s s 2 0 0 4 年 4 月 1 5 日号、2 4 ~ 2 7 頁 (TECHNOLOGY FOC
US) や、R i c h o T e c h n i c a l R e p o r t N o . 2 8 D E C E M B
5 E R 2 0 0 2 (垂直配向強誘電性液晶を用いた光路シフト素子) に記載されている構
成および作用を有するもの等を採用することができる。

10 上記のように、DMD 8 0 で空間光変調されて第 1 の結像光学系 5 1 A を通った各光
束 L 1、L 2 . . . の結像位置を、第 1 の結像位置補正部 4 0 A により、上記光軸方向
あるいは光軸方向と直交する方向へ移動させることにより、各光束 L 1、L 2 . . . を
10 各マイクロレンズ 5 5 a へ正確に入射させることができる。

 なお、各光束 L 1、L 2 . . . を各マイクロレンズ 5 5 a へ正確に入射させるように、
シフト方向補正素子 4 1、およびフォーカス方向補正素子 4 2 の各電極間に印加する電
圧を電圧印加部 4 3 によって定めた後、電圧印加部 4 3 により上記各電圧が固定され上
記各光束の結像位置が固定される。

15 図 1 0 は、第 2 の結像位置補正部 4 0 B の概略構成を拡大して示す斜視図である。

 第 2 の結像位置補正部 4 0 B は、第 2 の結像光学系 5 1 B と感光材料 3 0 K との間に
配置された 1 つの液晶層 4 4 C からなるフォーカス方向補正素子 4 4 と、第 2 の結像光
学系 5 1 B により各光束 L 1、L 2 . . . を結像させる予め設定された結像面、すなわ
ち、プリント配線基板素材 3 0 の感光材料 3 0 K を位置させる予め定められた配置面
20 (図中記号 M e で示す) からの、感光材料 3 0 K の上記光軸方向への位置の変動 (図中
記号 δ で示す) を測定する位置変動測定部 4 5、上記位置変動測定部 4 5 による上記位
置変動の測定結果に基づいて、感光材料 3 0 K 上に形成する 2 次元パターンの像を目的
とする 2 次元パターンに一致させるように、各光束の第 2 の結像光学系による結像位置
を各光束毎に個別に補正するフォーカス制御部 4 6 とを備えている。

25 なお、位置変動測定部 4 5 による感光材料 3 0 K の位置の変動 δ の測定は、レーザ光
L x を感光材料 3 0 K に照射してこの感光材料 3 0 K で反射せしめられた上記レーザ光
L x の反射成分を分析することによって上記位置の変動 δ を測定する公知のレーザ側長

手法等を採用することができる。

なお、上記フォーカス方向補正素子 4 4 は、既に説明した上記フォーカス方向補正素子 4 2 と概略同様の構成、および機能を有するものである。すなわち、このフォーカス方向補正素子 4 4 は、第 2 の結像光学系 5 1 B から射出された各光束 L 1、L 2・・・
5 が通る位置に対応させて配置した各開口 4 4 m を有するアパーチャレイ板 4 4 A、ガラス板 4 4 B、液晶からなる液晶層 4 4 C、ガラス板 4 4 D がこの順に光路の上流側から積層されたものであり、ガラス板 4 4 B、およびガラス板 4 4 D の液晶層 4 4 C の側の表面には、上記各開口 4 4 m に対応する各電極が配置されている。フォーカス制御部 4 6 が、上記各電極間に電圧を印加して電界を形成することにより、上記と同様に各電
10 極間に存在する液晶の配向方向を変化させこの液晶領域に凸レンズあるいは凹レンズ機能を持たせるような屈折率分布を生じさせる。

上記位置変動測定部 4 5 による上記位置変動の測定結果に基づいて、フォーカス制御部 4 6 がフォーカス方向補正素子 4 4 を制御して開口 4 4 m に入射される各光束 L 1、L 2 の結像位置を個別に光軸方向に移動させ、感光材料 3 0 K 上に形成する 2 次元パ
15 ーンの像 J 2 を目的とする 2 次元パターンに一致させる。

なお、感光材料 3 0 K の光軸方向への位置の変動量が感光材料 3 0 K 上の部位によって異なる場合、すなわち感光材料 3 0 K に皺が寄るような場合であっても、位置変動測定部 4 5 を感光材料 3 0 K の互いに異なる複数の位置の変動を測定するものとする
20 ことにより、上記と同様に感光材料 3 0 K 上に形成する 2 次元パターンの像 J 2 を目的とする 2 次元パターンに一致させることができる。すなわち、上記位置変動測定部 4 5 による感光材料 3 0 K 上の互いに異なる複数の位置の変動の測定結果に基づいて、フォーカス制御部 4 6 がフォーカス方向補正素子 4 4 を制御して開口 4 4 m に入射される各光束 L 1、L 2 の結像位置を個別に光軸方向に移動させ、感光材料 3 0 K 上に形成する 2 次元パターンの像 J 2 を目的とする 2 次元パターンに一致させることができる。上記位置
25 変動測定部 4 5 は、上記感光材料 3 0 K の位置の変動を、上記各光束 L 1、L 2・・・の感光材料 3 0 K への入射位置毎に測定するものとしてもよいし、感光材料 3 0 K 上を区分した各ブロック毎に測定するものとしてもよい。

また、感光材料 30 K の位置の変動がわずかである場合には、フォーカス方向補正素子 44 を動的に制御することなく、既に説明した上記フォーカス方向補正素子 42 と同様に、感光材料の露光前にフォーカス方向補正素子 44 により各光束 L1、L2・・・のフォーカス位置を調節しその位置を固定するようにしてもよい。すなわち、第2の結像光学系 51 B によって結像される各光束 L1、L2・・・によって感光材料上に形成される2次元パターンの像の像面湾曲収差等を、フォーカス方向補正素子 44 により補正するようにしてもよい。このような場合には、位置変動測定部 45 およびフォーカス制御部 46 の代わりに、フォーカス方向補正素子 44 の各開口 44 m に対応する各電極間に電圧を印加する電圧印加部を備えるようにすればよい。

10 <<露光装置の全体についての説明>>

以下、露光装置の全体について説明する。図 11 は露光装置の外観を示す斜視図、図 12 は露光ヘッドを用いて感光材料を露光する様子を示す斜視図、図 13 A は感光材料上に形成される露光領域を示す平面図、図 13 B は各露光ヘッドによる露光エリアの位置関係を示す図である。

15 上記露光装置 200 は、プリント配線基板用素材 30 の裏面（感光材料 30 K の側とは反対側の面）を吸着して保持する平板状の移動ステージ 152 を備えている。4本の脚部 154 に支持された厚い板状の設置台 156 の上面には、ステージ移動方向に沿って延びた2本のガイド 158 が設置されている。ステージ 152 は、その長手方向が上記ステージ移動方向を向くように配置されると共に、ガイド 158 によって往復移動可能に支持されている。なお、この露光装置には、副走査手段としてのステージ 152 を
20 ガイド 158 に沿ってステージ移動方向に駆動するステージ駆動装置（図示せず）が設けられている。

設置台 156 の中央部には、ステージ 152 の移動経路を跨ぐようにコ字状のゲート 160 が設けられている。コ字状のゲート 160 の端部の各々は、設置台 156 の両側
25 面に固定されている。このゲート 160 を挟んで一方の側にはスキャナ 162 が設けられ、他方の側にはプリント配線基板用素材 30 の先端および後端を検知する複数（例えば2個）のセンサ 164 が設けられている。スキャナ 162 およびセンサ 164 はゲー

ト 1 6 0 に各々取り付けられて、ステージ 1 5 2 の移動経路の上方に固定配置されている。なお、スキャナ 1 6 2 およびセンサ 1 6 4 は、これらを制御する図示しないコントローラに接続されている。

5 スキャナ 1 6 2 は、図 1 2 および図 1 3 B に示すように、 m 行 n 列（例えば 3 行 5 列）の略マトリックス状に配列された複数（例えば 1 4 個）の露光ヘッド 1 6 6 を備えている。この例では、プリント配線基板用素材 3 0 の幅との関係で、1 行目および 2 行目には 5 個、3 行目には 4 個の露光ヘッド 1 6 6 を配置してある。なお、 m 行目の n 列目に配列された個々の露光ヘッドを示す場合は、露光ヘッド 1 6 6 mn と表記する。

10 露光ヘッド 1 6 6 による露光エリア 1 6 8 は、副走査方向を短辺とする矩形状である。従って、ステージ 1 5 2 の移動に伴い、プリント配線基板用素材 3 0 には露光ヘッド 1 6 6 ごとに帯状の露光済み領域 1 7 0 が形成される。なお、 m 行目の n 列目に配列された個々の露光ヘッドによる露光エリアを示す場合は、露光エリア 1 6 8 mn と表記する。

15 また、図 1 3 A および B に示すように、帯状の露光済み領域 1 7 0 が副走査方向と直交する方向に隙間無く並ぶように、ライン状に配列された各行の露光ヘッドの各々は、配列方向に所定間隔（露光エリアの長辺の自然数倍、本例では 2 倍）ずらして配置されている。このため、1 行目の露光エリア 1 6 8 11 と露光エリア 1 6 8 12 との間の露光できない部分は、2 行目の露光エリア 1 6 8 21 と 3 行目の露光エリア 1 6 8 31 とにより露光することができる。

20 露光ヘッド 1 6 6 11 ~ 1 6 6 mn 各々は、上述のように入射されたレーザ光を画像データに応じて画素ごとに変調する DMD 8 0 を備えている。各露光ヘッド 1 6 6 は、データ処理部とミラー駆動制御部とを備えた後述するコントローラ 3 0 2 に接続されている。このデータ処理部では、入力された配線パターンを示すデータに基づいて、DMD 8 0 の各微小ミラーを制御するための制御信号を生成する。また、ミラー駆動制御部では、
25 データ処理部で生成した制御信号に基づいて、DMD 8 0 の各微小ミラーをオン／オフさせる。

<< 露光装置の電氣的な構成に関する説明 >>

次に、露光装置 200 の電氣的な構成について説明する。図 14 は露光装置の電氣的構成を示すブロック図である。

図に示すように全体制御部 300 には変調回路 301 が接続されている。変調回路 301 は、配線パターンを示す画像データを取得する。また、その変調回路 301 には DMD 80 を制御するコントローラ 302 が接続されている。さらに、全体制御部 300 には、光源 66 に配されたレーザモジュールを駆動する LD (Laser Diode) 駆動回路 303 が接続されている。また、全体制御部 300 には、ステージ 152 を駆動するステージ駆動装置 304 が接続されている。

<<露光装置の動作についての説明>>

10 次に、上記露光装置 200 の動作について説明する。

露光装置 200 を用いてプリント配線基板用素材 30 中に積層されている感光材料 30K を露光するときには、予め、第 1 の結像位置補正部 40A の電圧印加部 43 により、各光束 L1、L2・・・を各マイクロレンズ 55a へ正確に入射させるように、シフト方向補正素子 41、およびフォーカス方向補正素子 42 の各電極間に印加する電圧を定め、各電極間に印加する電圧を固定する。

その後、スキャナ 162 の各露光ヘッド 166 の光源 66 が有する GaN 系半導体レーザの各々から発せられた合波された各レーザ光の光束を光ファイバ束 66A の端面から射出させる。

配線パターンの露光に際しては、上記画像データが変調回路 301 から DMD 80 のコントローラ 302 に入力され、コントローラ 302 のフレームメモリに一旦記憶される。

プリント配線基板用素材 30 を表面に吸着したステージ 152 は、ステージ駆動装置 304 の駆動により、ガイド 158 に沿ってこのガイド 158 の上流側から下流側に一定速度で移動する。ステージ 152 がゲート 160 の下を通過する際に、ゲート 160 に取り付けられたセンサ 164 によりプリント配線基板用素材 30 の先端が検出されると、フレームメモリに記憶された上記配線パターンを作成するための画像データがコントローラ 302 のデータ処理部によって読み出され、データ処理部がその画像データに

基づいて露光ヘッド166ごとの制御信号を生成する。そして、ミラー駆動制御部が、上記生成された制御信号に基づいて露光ヘッド166ごとにDMD80の微小ミラーの各々をオン／オフ制御する。なお、本例の場合、上記微小ミラーのサイズは $14\mu\text{m} \times 14\mu\text{m}$ である。

- 5 光源66から発せられたレーザ光をDMD80に入射させると、DMD80の微小ミラー82がオン状態のときにこの微小ミラー82で反射した光束は、結像光学系51を
通って結像され、プリント配線基板用素材30の感光材料30K上に配線パターンの像
が形成され、感光材料30K上の各露光エリア168を露光する。また、プリント配線
基板用素材30をステージ152と共に一定速度でステージ移動方向に移動させること
10 により、このプリント配線基板用素材30は上記ステージ移動方向とは反対の副走査方
向に順次露光され、感光材料30K上に露光ヘッド166ごとの帯状の露光済み領域1
70が形成される。

- なお、上記プリント配線基板用素材30に積層されている感光材料30Kを露光する
際に、第2の結像位置補正部40Bの位置変動測定部45が、上記予め設定されている
15 感光材料30Kの配置面Meからの、感光材料30Kの位置の変動を測定し、その測定
結果に基づいて、フォーカス制御部46が、感光材料30K上に形成する配線パターンの
像を目的とする配線パターンに一致させるように、各光束の第2の結像光学系51B
による結像位置を各光束毎に個別に補正する。

- スキャナ162によるプリント配線基板用素材30への露光が終了し、センサ164
20 がプリント配線基板用素材30の後端を検出すると、ステージ152は、ステージ駆動
装置304の駆動により、ガイド158に沿ってゲート160の最上流側にある原点に
復帰し、次の露光への使用が可能となる。

- 上記第1の結像位置補正部40A、および第2の結像位置補正部40Bにより、上記
空間光変調された各光束の結像位置を各光束毎に個別に補正する作用により、感光材料
25 上に形成される配線パターンの像を構成する各画素の位置、大きさ、濃度を、目的とす
る配線パターンを構成する各画素の位置、大きさ、濃度に一致させることができる。

上記のように本発明は、感光材料上に配線パターンの像を形成するときの各光束の結像

位置をより容易に補正することができる。

なお、上記第 1 の結像位置補正部 40A、および第 2 の結像位置補正部 40B による上記空間光変調された各光束の結像位置の補正は、各光束毎に個別に行う場合に限らず、複数の光束からなるブロック毎に行うようにしてもよい。すなわち、各光束の結像位置の補正を上記ブロック毎に行うことにより、第 1 の結像位置補正部 40A、および第 2 の結像位置補正部 40B による上記光束の結像位置の補正をより容易に行うことができる。このような場合には、特定のブロックに属する各光束それぞれの結像位置の、第 1 の結像位置補正部 40A による移動方向および移動量、および第 2 の結像位置補正部 40B による移動方向および移動量が互いに等しくなる。

また、上記のような補正動作を、2次元パターン、すなわち露光パターンを修正して行う、エッジラフネス（露光パターンの輪郭の凹凸）を滑らかにするための各光束の位置制御の実施を目的として使用してもよい。

以下、本発明の露光方法を実施する第 2 の実施の形態の露光装置について、図面を用いて説明する。図 15 は第 2 の実施の形態の露光装置が備える露光ヘッドの光学系の光路を示す図である。

第 2 の実施の形態の露光装置は、上記第 1 の実施の形態における構成から第 2 の結像光学系、および第 2 の結像位置補正部を除いたものである。すなわち、第 2 の実施の形態の露光装置は、第 1 の結像光学系を通った後、マイクロレンズのそれぞれに個別に通した各光束を、直接、感光材料上に結像させるようにして、上記第 2 の結像光学系を通すことなく 2次元パターンの像を感光材料上に形成し、感光材料に目的とする 2次元パターンを露光するものであって、感光材料上に形成される 2次元パターンの像を目的とする 2次元パターンに一致させるように、各光束の第 1 の結像光学系による結像位置を各光束毎に個別に補正する結像位置補正手段を備えたものである。

上記第 2 の実施の形態の露光装置は、露光ヘッドの光学系以外は上記第 1 の実施の形態と同様の構成を有するので、上記光学系以外の図示は省略する。また、上記図 15 に示した光学系において、上記第 1 の実施の形態と同様の機能を有するものについては同じ符号を使用し説明を省略する。

図15に示すように、第2の実施の形態の露光装置における結像位置補正手段40は、第1の結像光学系51Aにより結像させる各光束の結像位置を補正する液晶素子である第1の結像位置補正部40Aのみからなる。上記第1の結像位置補正部40Aは、既に説明したように、シフト方向補正素子41、およびフォーカス方向補正素子42と、上記シフト方向補正素子41およびフォーカス方向補正素子42の各液晶層中に電界を形成するための電圧を印加する電圧印加部43とを備えている。なお、DMD80で空間光変調された各光束を、プリント配線基板用素材30の感光材料30K上に結像させる結像光学系51は、既に説明済みの第1結像光学系51Aのみから構成されている。

- 10 第1の結像位置補正部40Aは、既に説明した上記第1の実施の形態と同様に、DMD80で空間光変調されて第1の結像光学系51Aを通った各光束L1、L2・・・の結像位置を、光軸方向あるいは光軸方向と直交する方向へ移動させることにより、各光束L1、L2・・・を各マイクロレンズ55aへ正確に入射させ、マイクロレンズのそれぞれに個別に通した各光束を、直接、プリント配線基板用素材30の感光材料30K
15 上に結像させる。これにより、感光材料30K上に形成される2次元パターンJ2の像を目的とする2次元パターンに一致させる。

また、上記のような補正動作を、2次元パターン、すなわち露光パターンを修正して行う、エッジラフネス（露光パターンの輪郭の凹凸）を滑らかにするための各光束の位置制御の実施を目的として使用してもよい。

- 20 上記のようにして、感光材料30K上に形成される2次元パターンJ2の像を目的とする2次元パターンに一致させるように、シフト方向補正素子41、およびフォーカス方向補正素子42の各電極間に印加する電圧を電圧印加部43によって定めた後、電圧印加部43により上記各電圧が固定され上記各光束の結像位置が固定される。その後、上記プリント配線基板用素材30は、上記第1の実施の形態のステージ駆動装置により
25 副走査方向に搬送され、感光材料30K上に所望の2次元パターンが露光される。

なお、上記実施の形態では、露光装置200で使用する光源は、GaN系半導体レーザーとしたが、例えば、固体レーザー、ガスレーザーなども採用できる。具体的には、波長約

355 nmのYAGレーザとSHGを組み合わせたレーザ、波長約355 nmのYLFレーザとSHGを組み合わせたレーザ、波長約266 nmのYAGレーザとSHGを組み合わせたレーザ、波長約248 nmのエキシマレーザ、波長約193 nmのエキシマレーザなどを採用することもできる。さらに、上記光源として、レーザ光源ではなく水銀ランプ等を採用することもできる。

また、上記露光方式は、配線パターンを露光する場合に限らず、どのようなパターンあるいは画像を露光する場合にも適用することができる。

また、上記実施の形態においては、結像位置制御手段である結像位置補正手段を、電氣的な制御により屈折率分布が生じる液晶素子としたが、このような場合に限らない。

10 感光材料上に形成される2次元パターンの像を目的とする2次元パターンに一致させるように、各光束の結像位置を各光束毎に個別に制御するものであれば、上記結像位置制御手段にはどのような方式を採用してもよい。

なお、上記実施の形態においては、光束、すなわち光ビームの位置に関する制御について記述しているが、液晶ディスプレイに使用される液晶素子と偏光板を組み合わせることにより、個々の光ビームのパワーを変更することも可能となる。これを利用すれば、15 比較的低速な個々の光ビームの露光光量制御が可能になり、露光ヘッドのパワーシェーディング（出力変動）の補正なども可能になる。

請求の範囲

1. 入射された光を所定の制御信号に応じて変調する画素部(82)を2次元状に多数配列してなる空間光変調手段(80)により、光源(66)から発せられた光(L_e)を空間光変調させ、

前記空間光変調手段(80)により空間光変調させた各画素部(82)に対応する各光束のそれぞれを第1の結像光学系(51A)に通して結像させるとともに、前記第1の結像光学系(51A)を通して結像させた各光束の結像位置の近傍において、該各光束を、2次元状に多数配列されたマイクロレンズ(55a)のそれぞれに個別に通し、

10 前記マイクロレンズ(55a)のそれぞれに個別に通した各光束を第2の結像光学系(51B)によって感光材料(30K)上に結像させるようにして2次元パターンの像を該感光材料(30K)上に形成し、前記感光材料(30K)に目的とする2次元パターンを露光する露光方法において、

15 前記感光材料(30K)上に形成される前記2次元パターンの像を前記目的とする2次元パターンに一致させるように、各光束の前記第1の結像光学系(51A)および/または前記第2の結像光学系(51B)による結像位置を各光束毎に個別に制御することを特徴とする露光方法。

2. 入射された光を所定の制御信号に応じて変調する画素部(82)を2次元状に多数配列してなる空間光変調手段(80)により、光源(66)から発せられた光を空間光変調させ、

20 前記空間光変調手段(80)により空間光変調させた各画素部(82)に対応する各光束のそれぞれを第1の結像光学系(51A)に通して結像させるとともに、前記第1の結像光学系(51A)を通して結像させた各光束の結像位置の近傍において、該各光束を、2次元状に多数配列されたマイクロレンズ(55a)のそれぞれに個別に通して直接、感光材料(30K)上に結像させるようにして2次元パターンの像を該感光材料(30K)上に形成し、前記感光材料(30K)に目的とする2次元パターンを露光する露光方法において、

前記感光材料(30K)上に形成される前記2次元パターンの像を前記目的とする2次元パターンに一致させるように、各光束の前記第1の結像光学系(51A)による結像位置を各光束毎に個別に制御することを特徴とする露光方法。

3. 光源(66)と、

- 5 前記光源(66)から発せられた光を所定の制御信号に応じて変調する画素部(82)を2次元状に多数配列してなり、前記光を空間光変調させる空間光変調手段(80)と、
前記空間光変調手段(80)により空間光変調させた各画素部(82)に対応する各光束のそれぞれを結像させる第1の結像光学系(51A)と、

- 前記第1の結像光学系(51A)を通して結像させた各光束の結像位置の近傍に配設された、該各光束を個別に通すマイクロレンズ(55a)を2次元状に多数配列してなるマイクロレンズアレイ(55)と、
- 10

- 前記マイクロレンズ(55a)のそれぞれに個別に通した各光束を感光材料(30K)上に結像させるようにして2次元パターンの像を該感光材料(30K)上に形成する第2の結像光学系(51B)とを備え、前記感光材料(30K)に目的とする2次元パターンを露光する投影露光装置において、
- 15

前記感光材料(30K)上に形成される前記2次元パターンの像を前記目的とする2次元パターンに一致させるように、各光束の前記第1の結像光学系(51A)および/または前記第2の結像光学系(51B)による結像位置を各光束毎に個別に制御する結像位置制御手段(40)を備えたことを特徴とする露光装置。

- 20 4. 光源(66)と、

前記光源(66)から発せられた光を所定の制御信号に応じて変調する画素部(82)を2次元状に多数配列してなり、前記光を空間光変調させる空間光変調手段(80)と、
前記空間光変調手段(80)により空間光変調させた各画素部(82)に対応する各光束のそれぞれを結像させる第1の結像光学系(51A)と、

- 25 前記第1の結像光学系(51A)を通して結像させた各光束の結像位置の近傍に配設された、該各光束を個別に通すマイクロレンズ(55a)を2次元状に多数配列してなるマイクロレンズアレイ(55)とを備え、前記マイクロレンズ(55a)のそれぞれに個別に

通した各光束を直接、感光材料(30K)上に結像させるようにして2次元パターンの像を該感光材料(30K)上に形成し、前記感光材料(30K)に目的とする2次元パターンを露光する投影露光装置において、

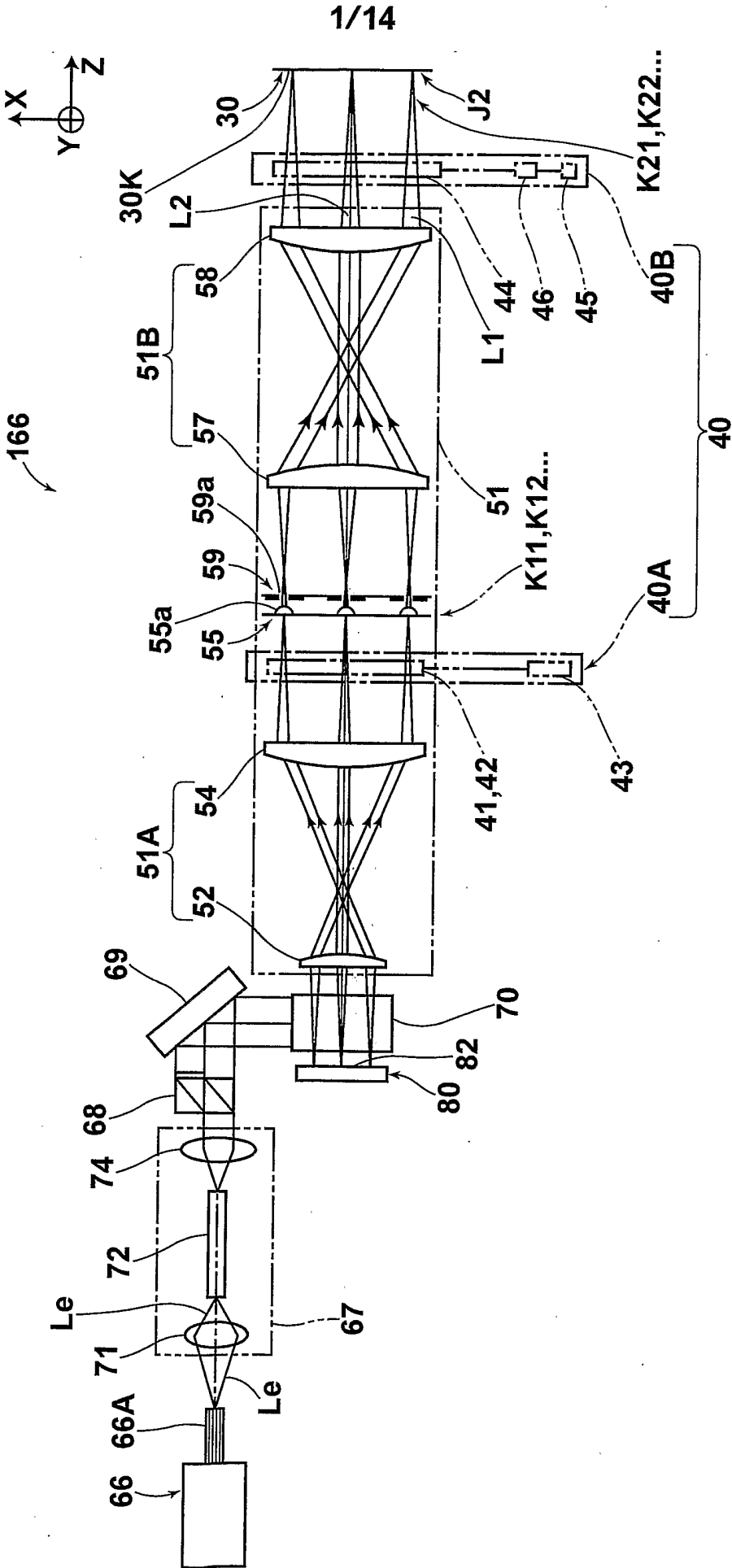
前記感光材料(30K)上に形成される前記2次元パターンの像を前記目的とする2次元パターンに一致させるように、各光束の前記第1の結像光学系(51A)による結像位置を各光束毎に個別に制御する結像位置制御手段(40')を備えたことを特徴とする露光装置。

5 5. 前記結像位置制御手段(40/40')が、各光束それぞれの結像位置を、前記2次元パターンの像を形成するための光路の光軸方向へ移動させるものであることを特徴とする請求項3または4記載の露光装置。

6. 前記結像位置制御手段(40/40')が、各光束それぞれの結像位置を、前記2次元パターンの像を形成するための光路の光軸方向と直交する方向へ移動させるものであることを特徴とする請求項3から5のいずれか1項記載の露光装置。

15 7. 前記結像位置制御手段(40/40')が、電氣的な制御により屈折率分布が生じる液晶素子(40A、40B/40A)であることを特徴とする請求項3から6のいずれか1項記載の露光装置。

FIG.1



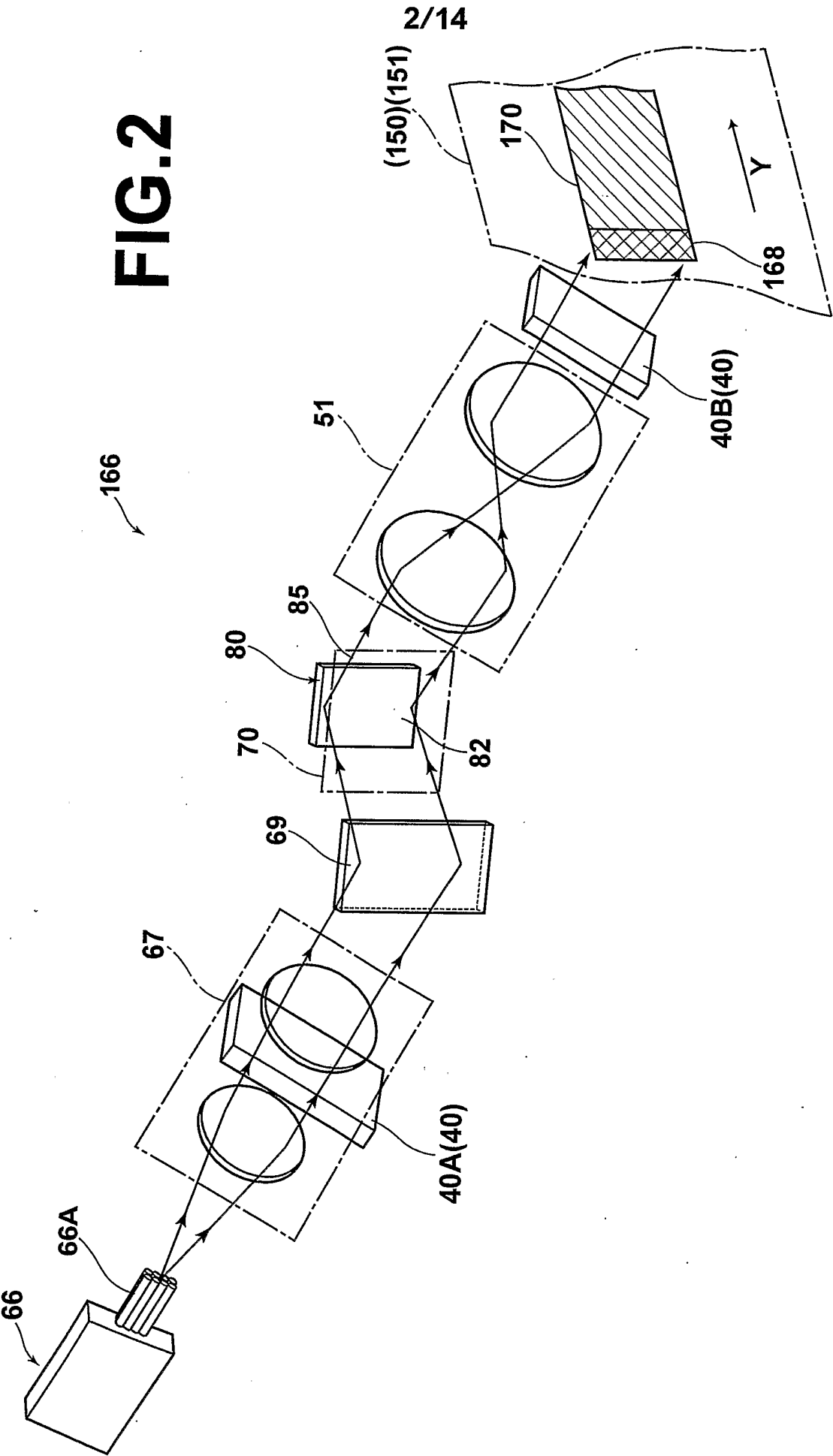


FIG.3

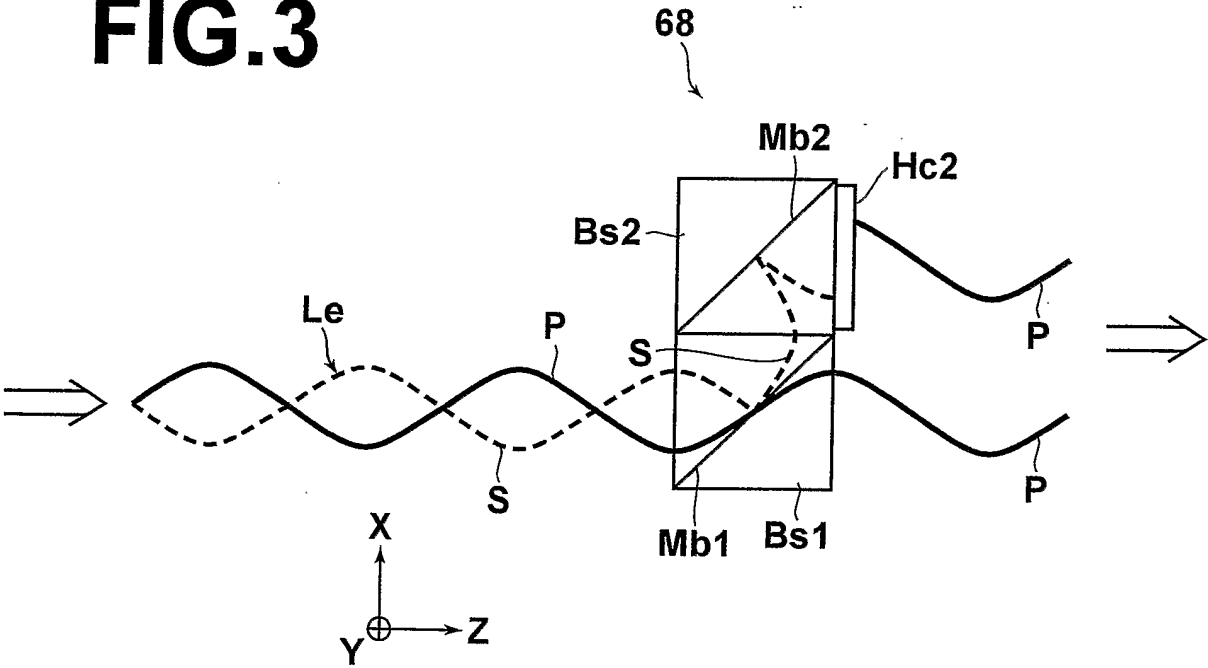


FIG.4

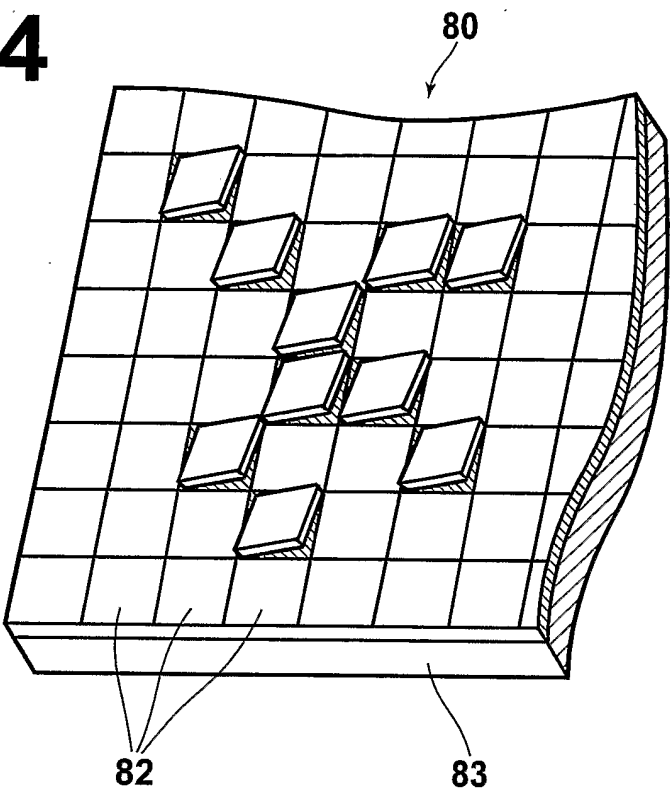


FIG.5A

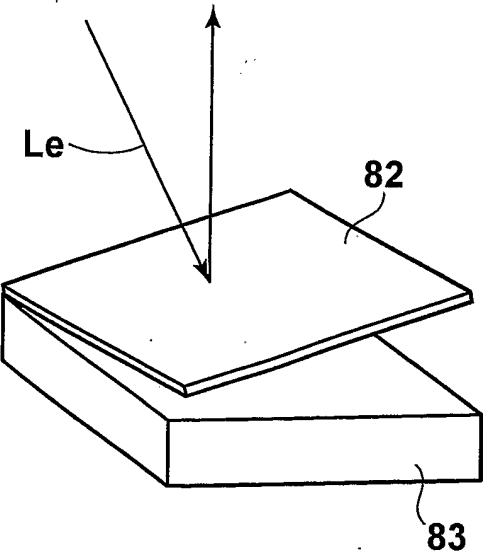


FIG.5B

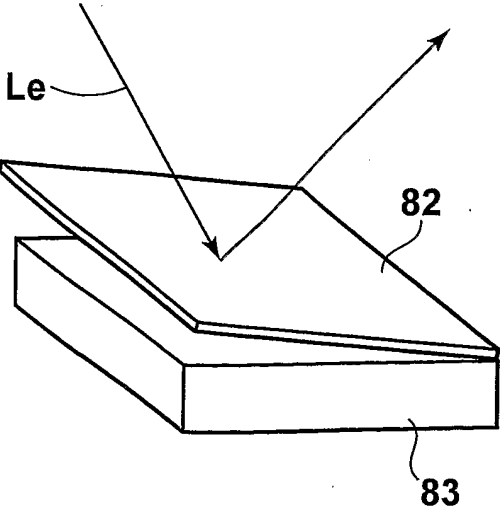


FIG.6A

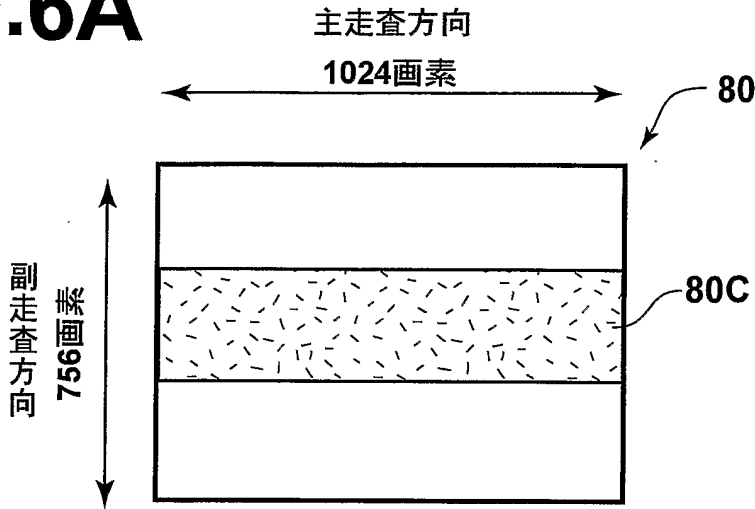


FIG.6B

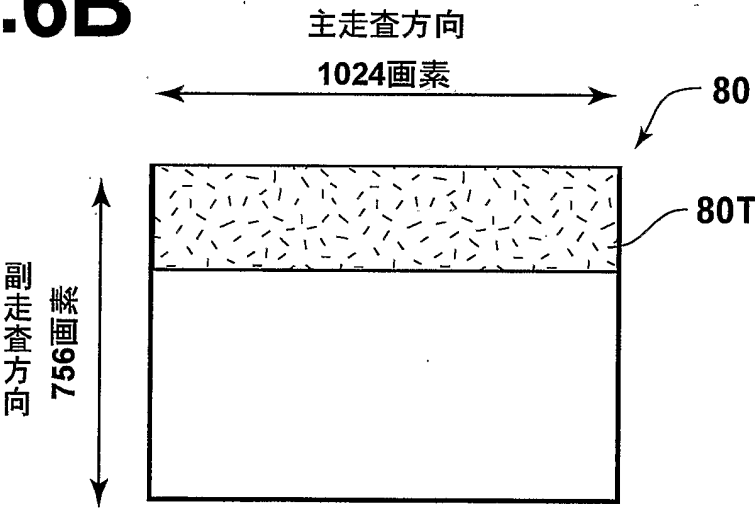
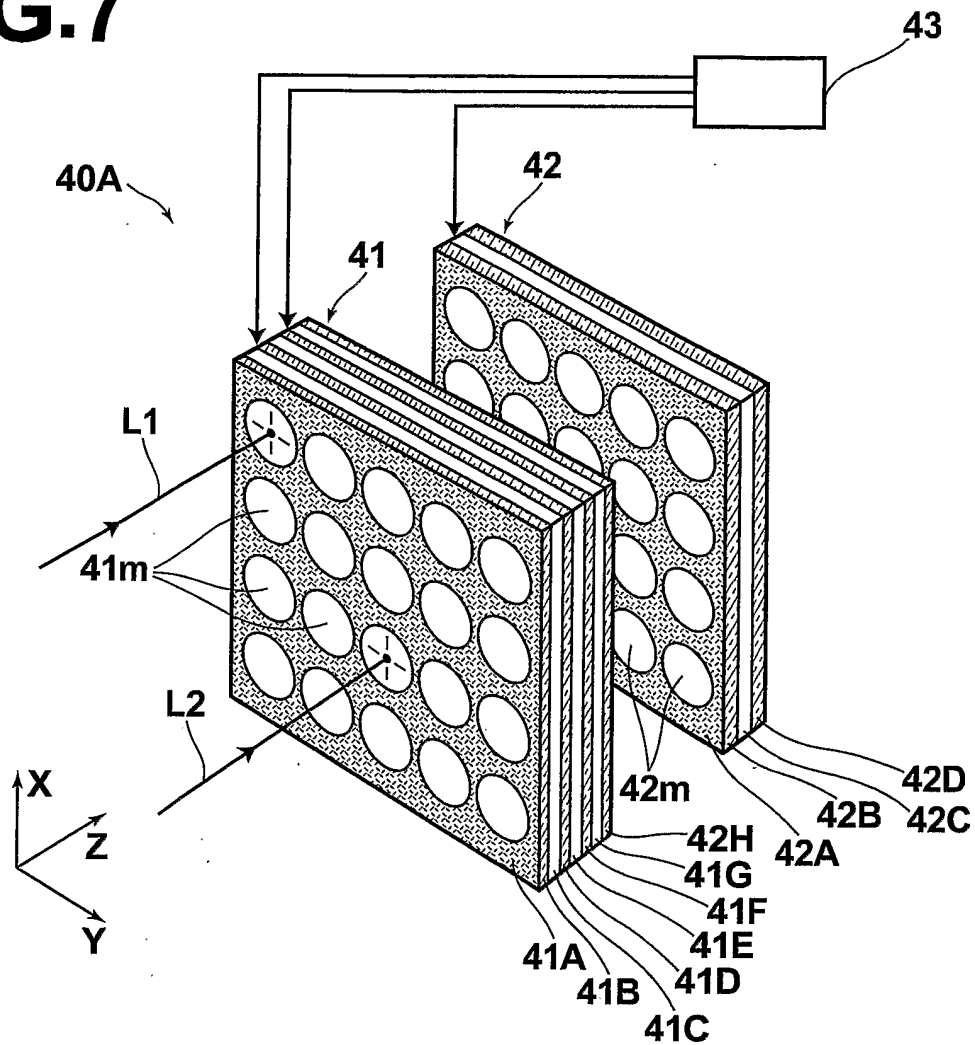
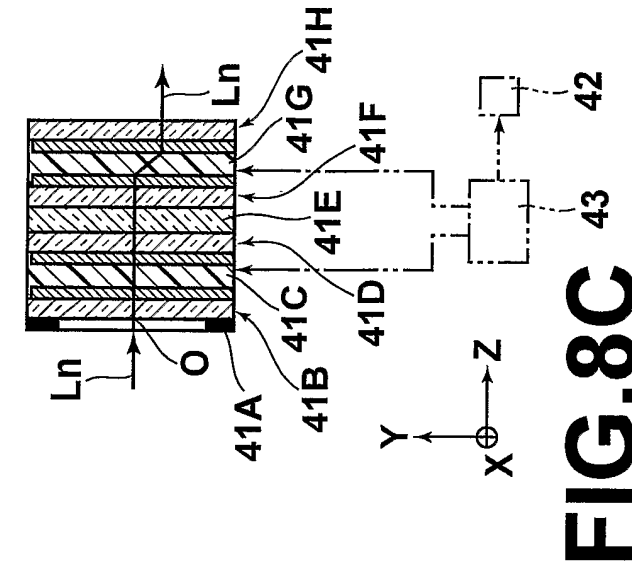
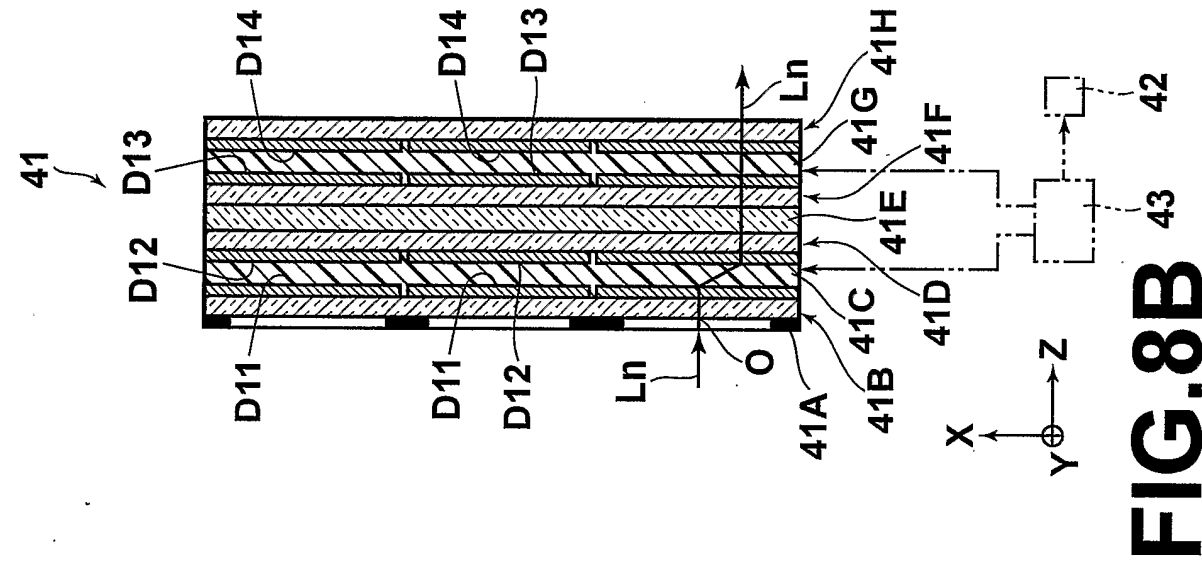
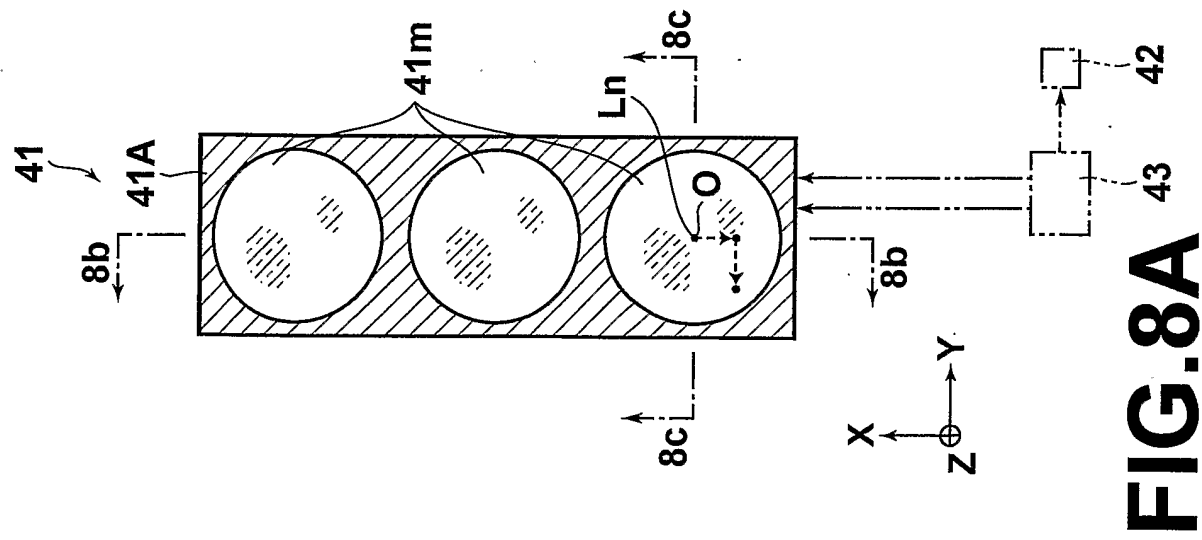


FIG.7





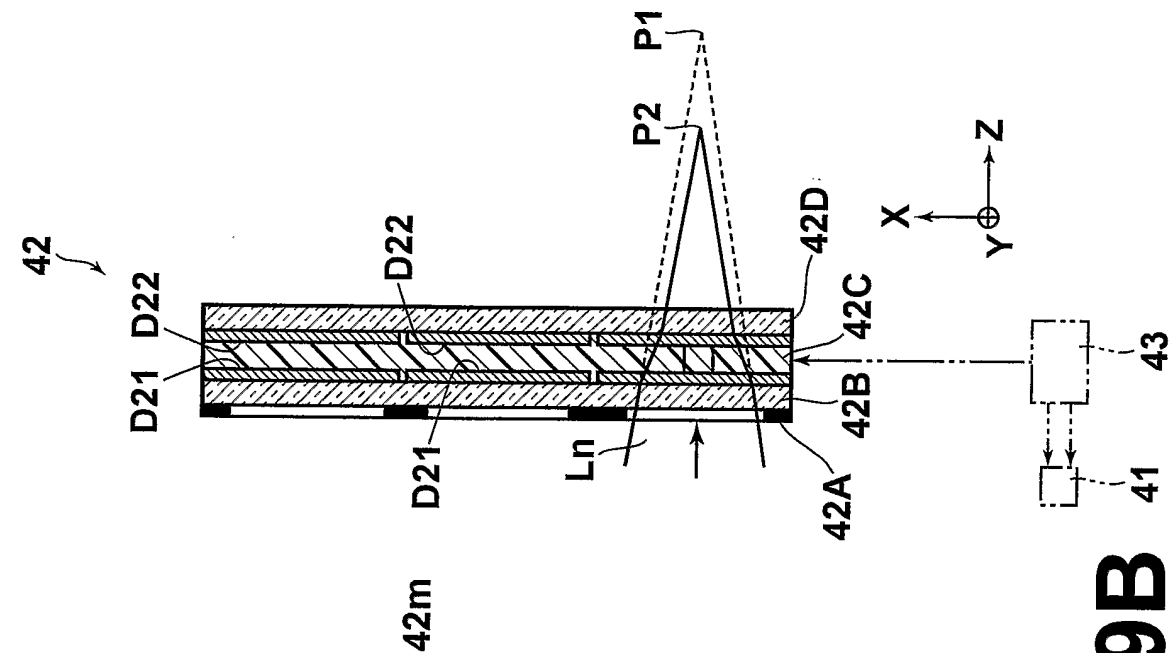


FIG. 9A

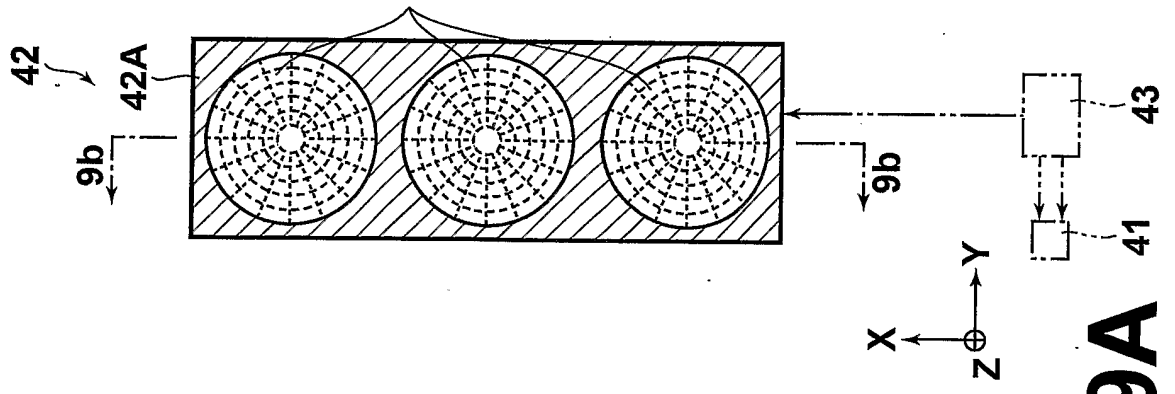
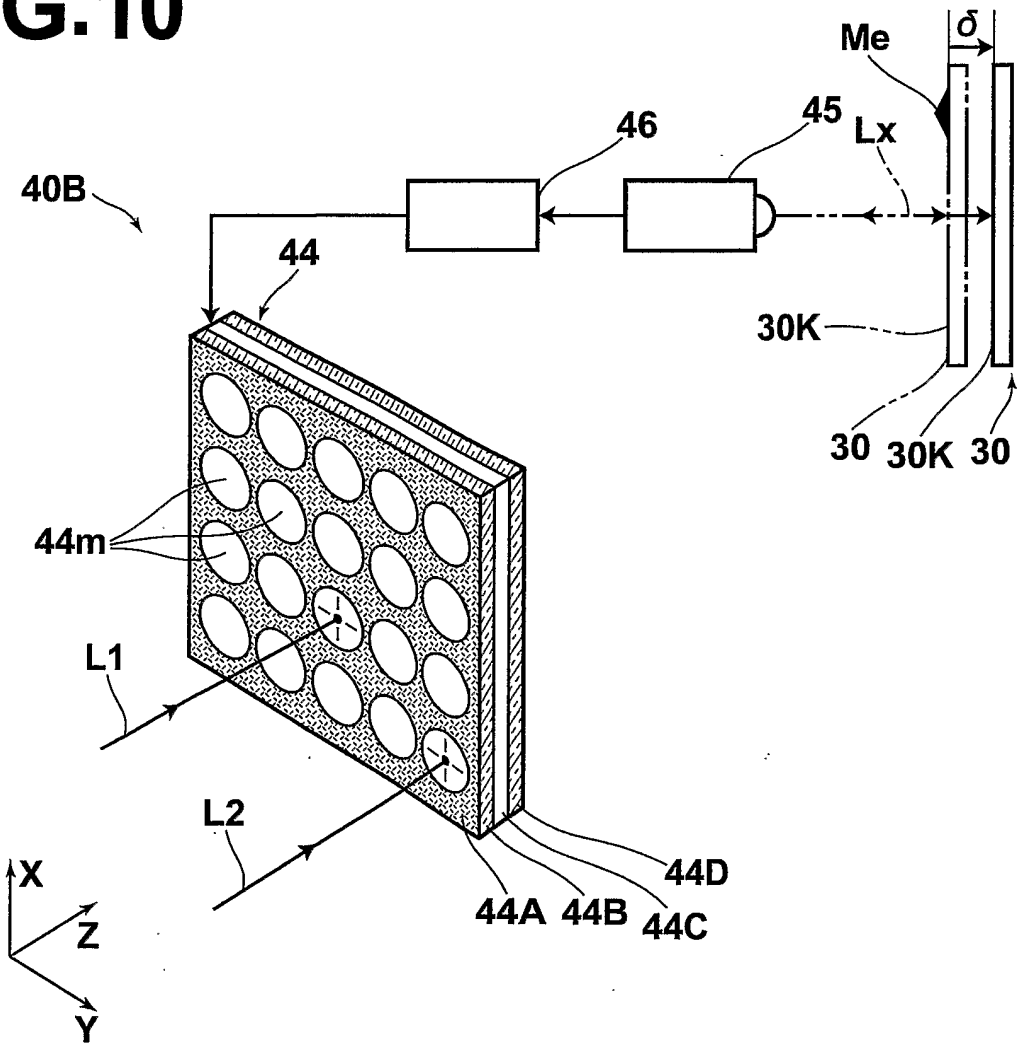


FIG. 9B

FIG.10



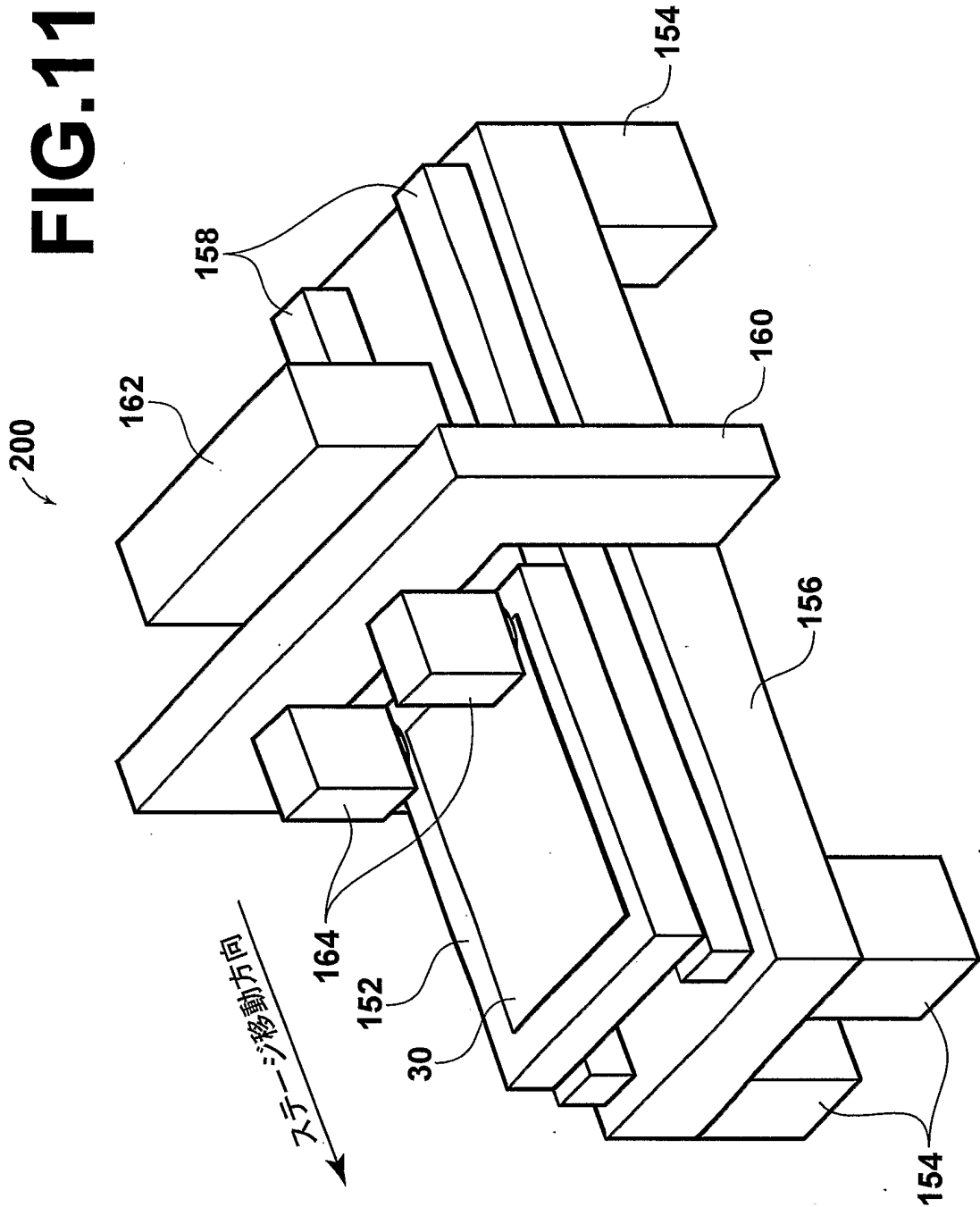


FIG.12

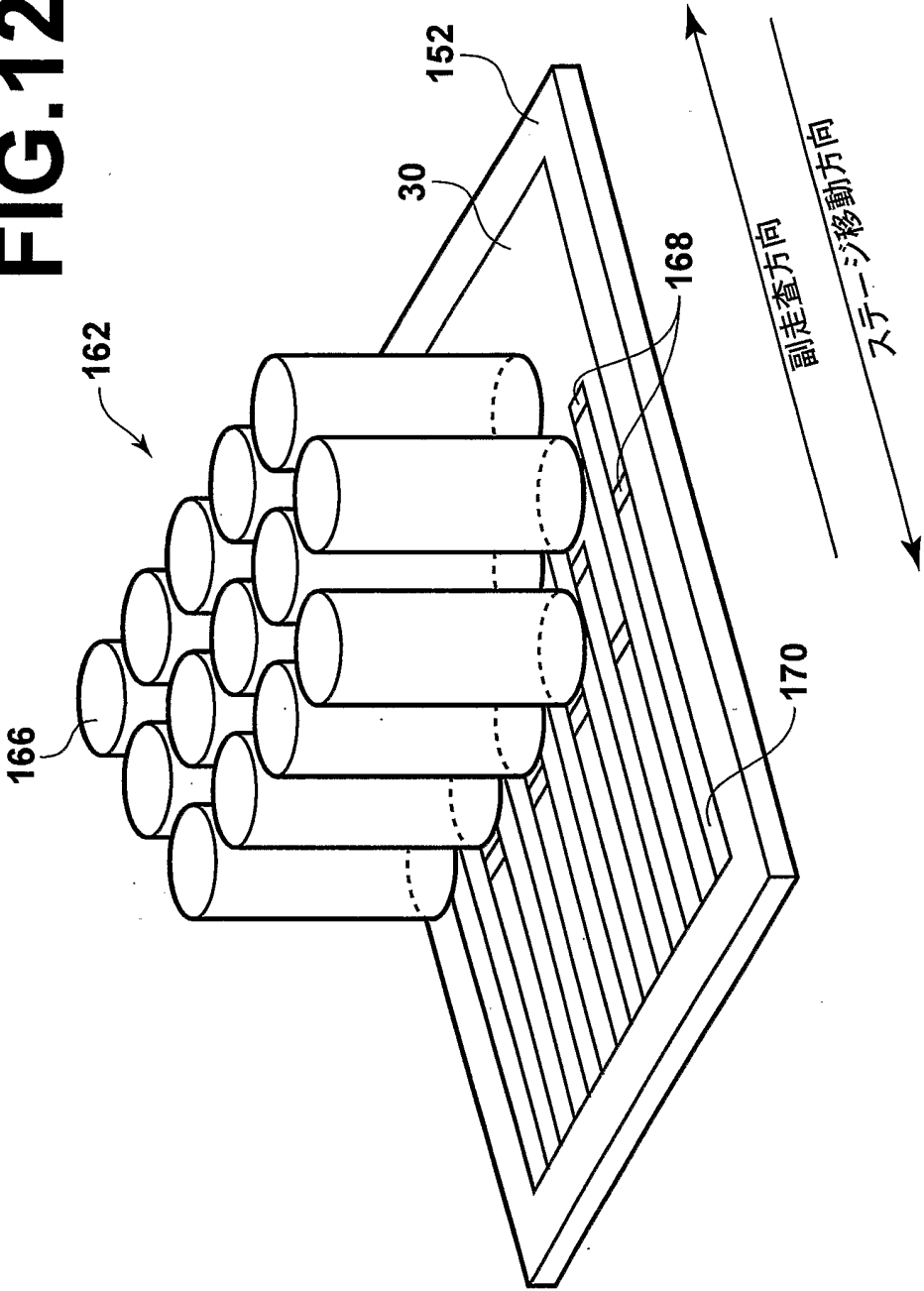


FIG.13A

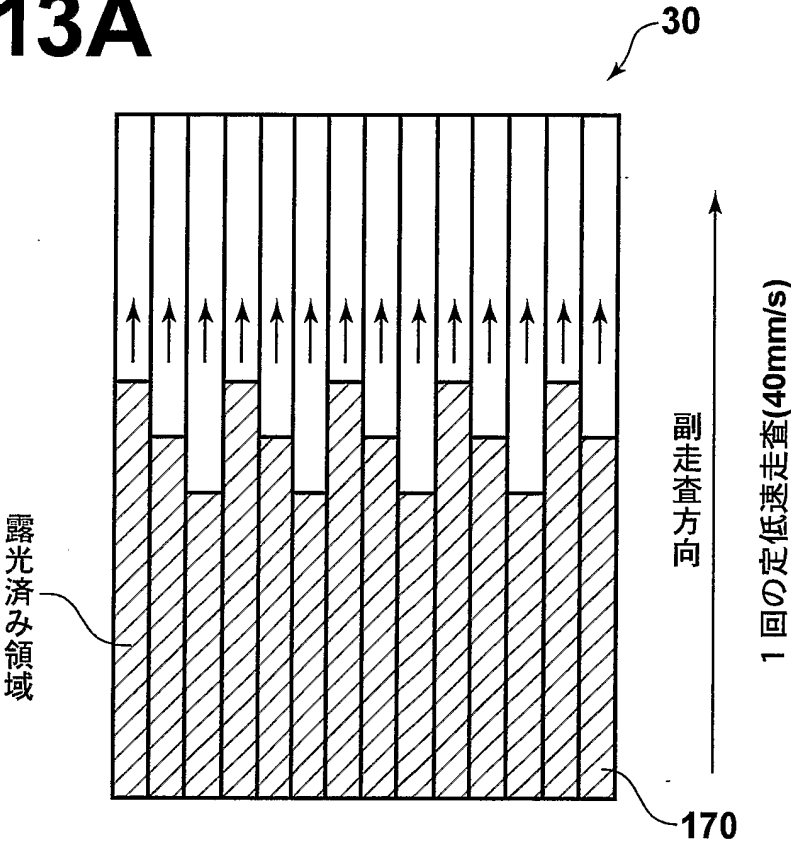


FIG.13B

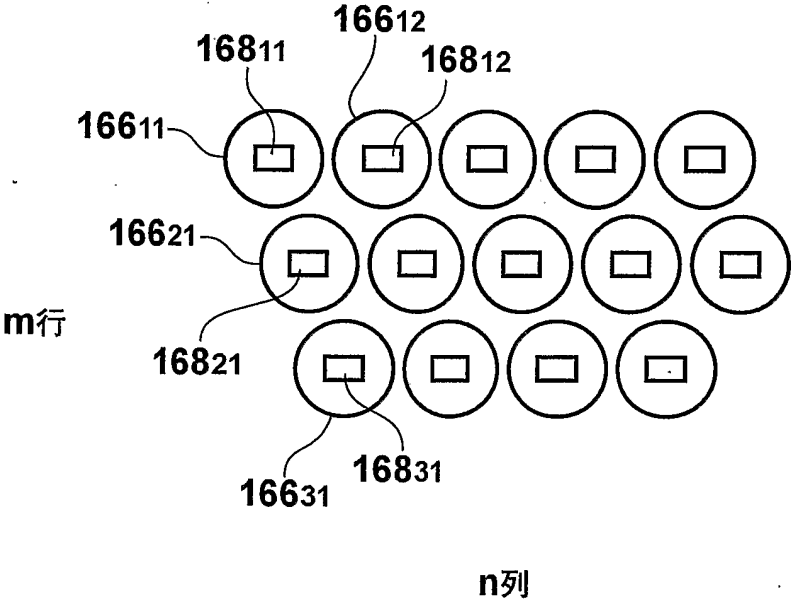


FIG.14

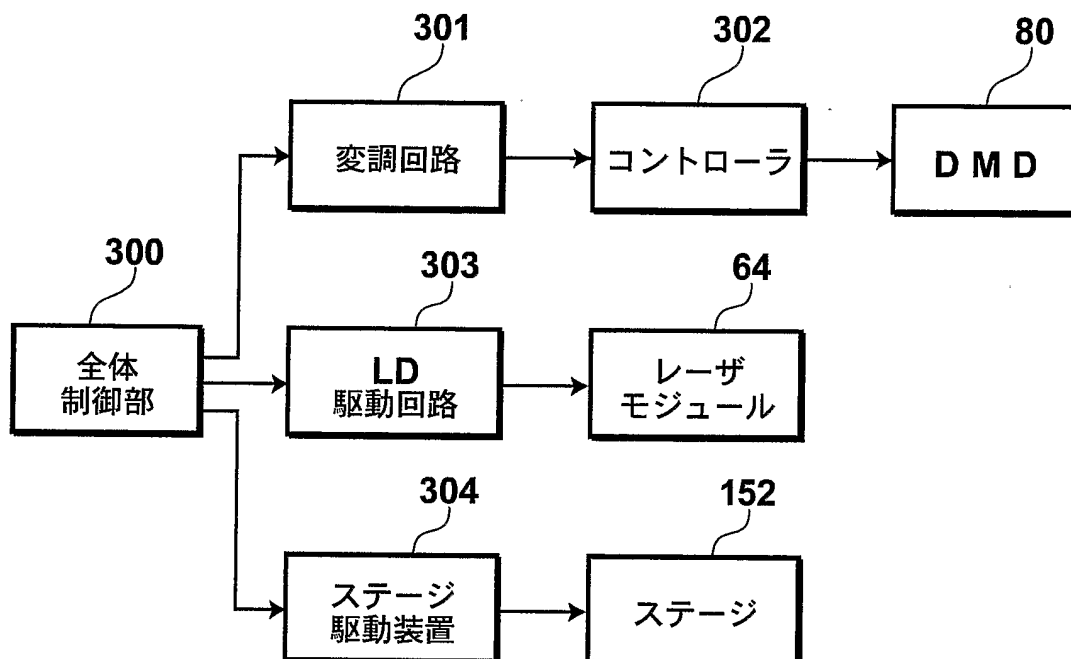
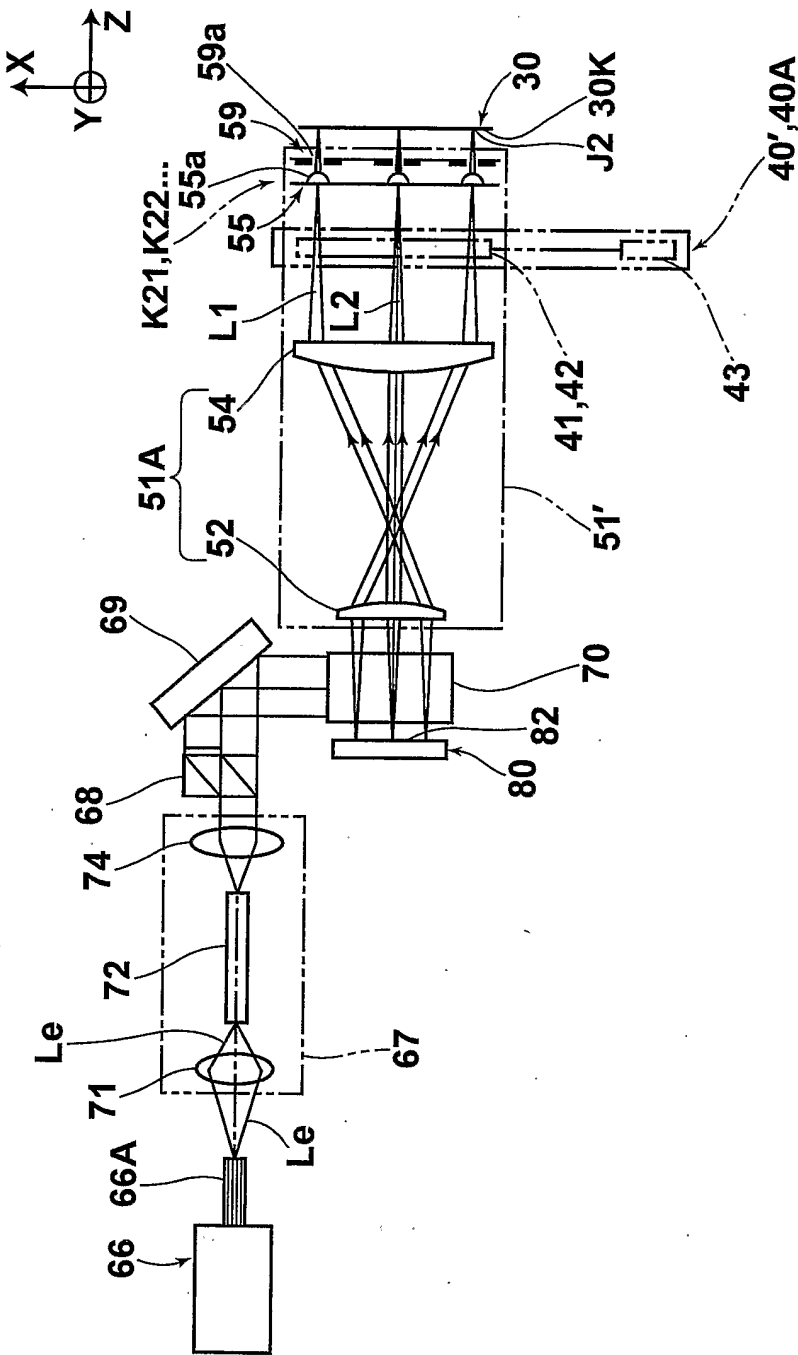


FIG.15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/301386

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F7/20 (2006.01), H01L21/027 (2006.01), H05K3/00 (2006.01)

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, H01L21/027

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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	JP 2004-62156 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 26 February, 2004 (26.02.04), Par. Nos. [0054] to [0059], [0084] to [0089]; Figs. 5, 20, 21 & EP 1369731 A2 & US 2004/027681 A1 & CN 1467532 A	1-7
Y	JP 2003-241130 A (Ricoh Co., Ltd.), 27 August, 2003 (27.08.03), Par. Nos. [0072] to [0159]; Figs. 4 to 11 & US 2003/156310 A1	1-7
Y	JP 2004-21098 A (Ricoh Co., Ltd.), 22 January, 2004 (22.01.04), Par. Nos. [0054] to [0108]; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
17 April, 2006 (17.04.06)

Date of mailing of the international search report
25 April, 2006 (25.04.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/301386

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-356314 A (Sharp Corp.), 26 December, 2001 (26.12.01), Par. Nos. [0039] to [0048]; Figs. 3 to 6 (Family: none)	1-7
Y	JP 2004-1396 A (Ricoh Co., Ltd.), 08 January, 2004 (08.01.04), Par. Nos. [0052] to [0210]; Figs. 1 to 31 & US 2004/036829 A1	1-7
Y	JP 2000-214429 A (Director General of Communications Research Laboratory), 04 August, 2000 (04.08.00), Par. Nos. [0024] to [0066]; Figs. 1 to 20 & US 2004/036829 A1	1-7
Y	JP 4-240817 A (Seiko Epson Corp.), 28 August, 1992 (28.08.92), Full text; all drawings & US 5497254 A & US 5682214 A & EP 451681 A2 & DE 69128103 D	1-7
Y	JP 2003-43443 A (Minolta Co., Ltd.), 13 February, 2003 (13.02.03), Par. Nos. [0033] to [0054]; Figs. 2 to 9 (Family: none)	1-7
A	JP 2004-335692 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 25 November, 2004 (25.11.04), Abstract & US 204/223129 A1 & US 2005/185157 A1 & CN 1550875 A & KR 2004095721 A	1-7
P,A	JP 2005-202095 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 28 July, 2005 (28.07.05), Abstract (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G03F7/20(2006.01), H01L21/027(2006.01), H05K3/00(2006.01)

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 (I P C))

Int.Cl. G03F7/20, H01L21/027

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	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006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 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-62156 A (富士写真フイルム株式会社) 2004.02.26, 段落【0054】-【0059】、【0084】-【0089】、 図5、20、21 & EP 1369731 A2 & US 2004/027681 A1 & CN 1467532 A	1-7
Y	JP 2003-241130 A (株式会社リコー) 2003.08.27, 段落【0072】-【0159】、図4-11 & US 2003/156310 A1	1-7

☒ 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矛盾するものではなく、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

17.04.2006

国際調査報告の発送日

25.04.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

伊藤 昌哉

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

2M

8808

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-21098 A (株式会社リコー) 2004. 01. 22, 段落【0054】－【0108】、図1－8 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 2001-356314 A (シャープ株式会社) 2001. 12. 26, 段落【0039】－【00048】、図3－6 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 2004-1396 A (株式会社リコー) 2004. 01. 08, 段落【0052】－【0210】、図1－31 & US 2004/036829 A1	1-7
Y	JP 2000-214429 A (郵政省通信総合研究所長) 2000. 08. 04, 段落【0024】－【0066】、図1－20 & US 2004/036829 A1	1-7
Y	JP 4-240817 A (セイコーエプソン株式会社) 1992. 08. 28, 全文、全図 & US 5497254 A & US 5682214 A & EP 451681 A2 & DE 69128103 D	1-7
Y	JP 2003-43443 A (ミノルタ株式会社) 2003. 02. 13, 段落【0033】－【0054】、図2－9 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2004-335692 A (富士写真フイルム株式会社) 2004. 11. 25, 要約 & US 2004/223129 A1 & US 2005/185157 A1 & CN 1550875 A & KR 2004095721 A	1-7
P, A	JP 2005-202095 A (富士写真フイルム株式会社) 2005. 07. 28, 要約 (ファミリーなし)	1-7