



(43) 国際公開日
2006 年 12 月 28 日 (28.12.2006)

PCT

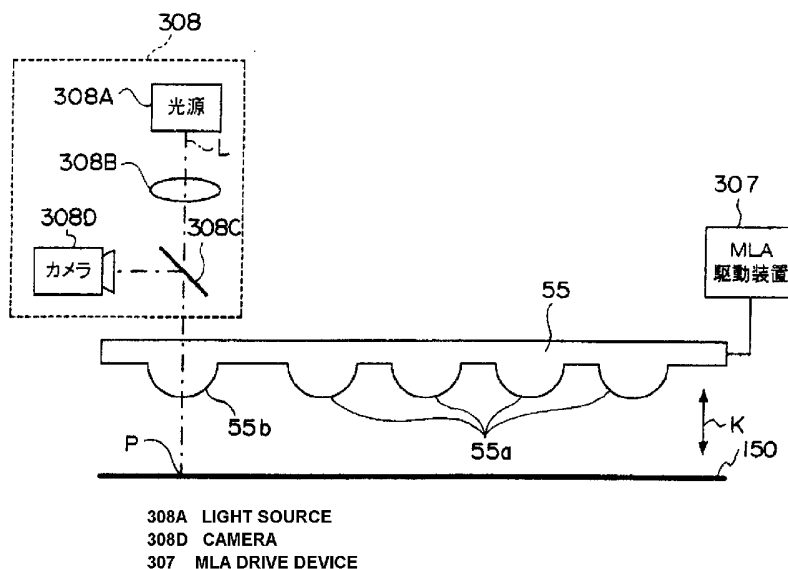
(10) 国際公開番号
WO 2006/137486 A1

- (51) 国際特許分類:
G03F 7/207 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/312518
- (22) 国際出願日: 2006 年 6 月 22 日 (22.06.2006)
- (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2005-183900 2005 年 6 月 23 日 (23.06.2005) 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]; 〒2500123 神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 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): 江尻 鉄平 (EJIRI, Teppei) [JP/JP]; 〒2580023 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内 Kanagawa
- (JP). 松山 敏伸 (MATSUYAMA, Toshinobu) [JP/JP]; 〒2500111 神奈川県南足柄上市竹松 1 2 5 0 番地 富士フイルムテクノプロダクツ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 中島 淳, 外 (NAKAJIMA, Jun et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿 4 丁目 3 番 1 7 号 H K 新宿ビル 7 階 太陽国際特許事務所 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, 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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE EXPOSURE DEVICE

(54) 発明の名称: 画像露光装置



(57) Abstract: An image exposure device includes: a spatial light modulation element; a light source for applying light to the spatial light modulation element; an image formation optical system for forming an image by the light modulated by the spatial light modulation element directly on a surface-to-be-exposed by a micro lens array; and a detection unit for detecting information on the positional relationship between the micro lens of the micro lens array and the surface to be exposed in the optical axis direction of the light. Furthermore, there is provided an adjustment unit for adjusting the position of the micro lens array according to the detection result of the detection unit, so that the position of the micro lens array with respect to the surface-to-be-exposed is at a position within a predetermined range.

[続葉有]

WO 2006/137486 A1



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

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。

(57) 要約: 画像露光装置において、空間光変調素子と、この空間光変調素子に光を照射する光源と、前記空間光変調素子により変調された光による像を前記マイクロレンズアレイによって直接被露光面上に結像する結像光学系と、前記マイクロレンズアレイのマイクロレンズと被露光面との前記光の光軸方向における位置関係に関する情報を検出する検出ユニットとが設けられている。さらに、前記検出ユニットによる検出結果に基づいて、前記被露光面に対する前記マイクロレンズアレイの位置が予め定めた所定範囲内の位置となるように、前記マイクロレンズアレイの位置を前記光軸方向に調整する調整ユニットが設けられている。

明 細 書

画像露光装置

技術分野

- [0001] 本発明は、画像露光装置に係り、特に、空間光変調素子で変調された光をマイクロレンズアレイを含む結像光学系に通し、この光による像を感光材料上に結像させて該感光材料を露光する画像露光装置に関する。

背景技術

- [0002] 従来、空間光変調素子で変調された光を結像光学系に通し、この光による像を所定の感光材料上に結像して該感光材料を露光する画像露光装置が公知となっている。この種の画像露光装置は、基本的に、照射された光を各々制御信号に応じて変調する多数の画素部が2次元状に配列されてなる空間光変調素子と、この空間光変調素子に光を照射する光源と、前記空間光変調素子により変調された光による像を感光材料上に結像する結像光学系とを備えてなるものである。
- [0003] この種の画像露光装置において、上記空間光変調素子としては、例えばLCD(液晶表示素子)やDMD(デジタル・マイクロミラー・デバイス)等が好適に用いられ得る。なお上記のDMDは、制御信号に応じて反射面の角度を変化させる多数の矩形のマイクロミラーが、シリコン等の半導体基板上に2次元状に配列されてなるミラーデバイスである。
- [0004] 上述のような画像露光装置においては、感光材料に投影する画像を拡大したいという要求が伴うことも多く、その場合には、結像光学系として拡大結像光学系が用いられる。そのようにする際、空間光変調素子を経た光をただ拡大結像光学系に通しただけでは、空間光変調素子の各画素部からの光束が拡大して、投影された画像において画素サイズが大きくなり、画像の鮮鋭度が低下してしまう。
- [0005] そこで、空間光変調素子で変調された光の光路に第1の結像光学系を配し、この結像光学系による結像面には、空間光変調素子の各画素部にそれぞれ対応するマイクロレンズがアレイ状に配されてなるマイクロレンズアレイを配置し、そしてこのマイクロレンズアレイを通過した光の光路には、変調された光による像を感光材料やスクリ

ーン上に結像する第2の結像光学系を配置して、これら第1および第2の結像光学系によって像を拡大投影することが考えられている。この構成においては、感光材料やスクリーン上に投影される画像のサイズは拡大される一方、空間光変調素子の各画素部からの光はマイクロレンズアレイの各マイクロレンズによって集光されるので、投影画像における画素サイズ(スポットサイズ)は絞られて小さく保たれるので、画像の鮮鋭度も高く保つことができる。

[0006] なお特許文献1には、空間光変調素子としてDMDを用い、それとマイクロレンズアレイとを組み合わせる画像露光装置の一例が示されている。

[0007] また、DMD及びマイクロレンズアレイを組み合わせる画像露光装置において、露光精度を高めるために前記第2の結像光学系を省略し、マイクロレンズアレイを透過した光を直接感光材料等の被露光面に露光する装置も提案されている。

特許文献1:特開2001-305663号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] 上記のような画像露光装置においてマイクロレンズの焦点位置が被露光面上となるようにオートフォーカス制御するには、マイクロレンズアレイの被露光面における集光状態を直接検出することができる光学系を備えたオートフォーカス機構をマイクロレンズアレイと被露光面との間に設ける方法もあるが、マイクロレンズアレイを透過した光を直接感光材料等の被露光面に露光する画像露光装置では、通常はマイクロレンズアレイと被露光面側との距離が微小であるため不可能である。

[0009] 本発明は上記事実を考慮してなされたものであり、マイクロレンズアレイを透過した光を直接被露光面上に露光する画像露光装置において、精度良く焦点位置を合わせることができる画像露光装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の1つの態様は、照射された光を各々変調する多数の画素部が2次元状に配列されてなる空間光変調素子と;この空間光変調素子に光を照射する光源と;前記空間光変調素子の各画素部からの光をそれぞれ集光するマイクロレンズがアレイ状に配されてなるマイクロレンズアレイを含み、前記空間光変調素子により変調され

た光による像を前記マイクロレンズアレイによって直接被露光面上に結像する結像光学系と;前記マイクロレンズアレイの近傍に設けられ、前記マイクロレンズと前記被露光面との前記光の光軸方向における位置関係に関する情報を検出する検出ユニットと;前記検出ユニットによる検出結果に基づいて、前記被露光面に対する前記マイクロレンズアレイの位置が予め定めた所定範囲内の位置となるように、前記マイクロレンズアレイの位置を前記光軸方向に調整する調整ユニットと、を備えた画像露光装置である。

- [0011] 本発明の他の態様は、照射された光を各々変調する多数の画素部が2次元状に配列されてなる空間光変調素子と;この空間光変調素子に光を照射する光源と;前記空間光変調素子の各画素部からの光をそれぞれ集光するマイクロレンズがアレイ状に配されてなるマイクロレンズアレイを含み、前記空間光変調素子により変調された光による像を前記マイクロレンズアレイによって直接被露光面上に結像する結像光学系と;前記マイクロレンズアレイの近傍に設けられ、前記マイクロレンズと前記被露光面との前記光の光軸方向における位置関係に関する情報を検出する検出ユニットと;前記検出ユニットによる検出結果に基づいて、前記被露光面に対する前記マイクロレンズアレイの位置が予め定めた所定範囲内の位置となるように、前記マイクロレンズアレイの位置を前記光軸方向に調整する調整ユニットとを備え;前記検出ユニットは、前記マイクロレンズアレイに一体形成された焦点位置検出用としての検出用マイクロレンズと、当該検出用マイクロレンズに光を照射する光源と、前記検出用マイクロレンズによって前記被露光面上に結像された像を撮像する撮像ユニットと、を含んで構成され;前記調整ユニットは、前記撮像ユニットにより撮像された画像に基づいて、前記マイクロレンズアレイの位置を調整し;前記検出ユニットは、前記被露光面との距離を検出する距離検出センサであり、前記マイクロレンズアレイを露光ヘッドに保持するための基板に設けられており;前記距離検出センサを複数備えると共に異なる位置に各々配置し、前記調整ユニットは、前記距離検出センサに対応した位置毎に前記マイクロレンズアレイの位置を調整し;前記被露光面上の予め定めた危険凹凸を検出する危険凹凸検出センサを備え、前記危険凹凸を検出した場合に、前記被露光面に対する露光を禁止する禁止ユニットをさらに備え;前記空間光変調素子が、前

記画素部としての微小ミラーが2次元状に配列されてなるデジタル・マイクロミラー・デバイスである、画像露光装置である。

発明の効果

- [0012] 本発明によれば、マイクロレンズアレイを透過した光を直接被露光面上に露光する画像露光装置において、精度良く焦点位置を合わせることができる、という効果を有する。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明の一実施形態である画像露光装置の外観を示す斜視図である。
[図2]図1の画像露光装置のスキマナの構成を示す斜視図である。
[図3A]感光材料に形成される露光済み領域を示す平面図である。
[図3B]各露光ヘッドによる露光エリアの配列を示す図である。
[図4]図1の画像露光装置の露光ヘッドの概略構成を示す斜視図である。
[図5]上記露光ヘッドの断面図である。
[図6]デジタルマイクロミラーデバイス(DMD)の構成を示す部分拡大図である。
[図7A]DMDの動作を説明するための説明図である。
[図7B]DMDの動作を説明するための説明図である。
[図8A]DMDを傾斜配置しない場合の露光ビームの配置および走査線を示す平面図である。
[図8B]DMDを傾斜配置する場合の露光ビームの配置および走査線を示す平面図である。
[図9A]ファイバアレイ光源の構成を示す斜視図である。
[図9B]ファイバアレイ光源のレーザ出射部における発光点の配列を示す正面図である。
[図10]マルチモード光ファイバの構成を示す図である。
[図11]合波レーザ光源の構成を示す平面図である。
[図12]レーザモジュールの構成を示す平面図である。
[図13]図12に示すレーザモジュールの構成を示す側面図である。
[図14]図12に示すレーザモジュールの構成を示す部分正面図である。

[図15]上記画像露光装置の電氣的構成を示すブロック図である。

[図16A]DMDの使用領域の例を示す図である。

[図16B]DMDの使用領域の例を示す図である。

[図17]検出装置、マイクロレンズアレイ、及びMLA駆動装置を示す図である。

[図18]感光材料との距離を検出する検出センサとマイクロレンズアレイを示す図である。

[図19]マイクロレンズアレイ及び検出センサが設けられた基板の平面図である。

[図20]マイクロレンズアレイ及び複数の検出センサが設けられた基板の平面図である。

[図21]危険凹凸用のセンサが設けられた構成を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0014] 以下、図面を参照して本発明の実施形態に係る画像露光装置について説明する。

[0015] (画像露光装置の構成)

この画像露光装置は、図1に示すように、シート状の感光材料150を表面に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。移動ステージ152は、その長手方向が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、この画像露光装置には、副走査手段としての移動ステージ152をガイド158に沿って駆動する後述のステージ駆動装置304(図15参照)が設けられている。

[0016] 設置台156の中央部には、移動ステージ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、他方の側には感光材料150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160に各々取り付けられて、移動ステージ152の移動経路の上方に固定配置されている。なお、スキャナ162およびセンサ164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。

- [0017] スキャナ162は、図2および図3B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14個)の露光ヘッド166を備えている。この例では、感光材料150の幅との関係で、3行目には4個の露光ヘッド166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166_{mn}と表記する。
- [0018] 露光ヘッド166による露光エリア168は、副走査方向を短辺とする矩形状である。従って、移動ステージ152の移動に伴い、感光材料150には露光ヘッド166毎に帯状の露光済み領域170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168_{mn}と表記する。
- [0019] また、図3Aおよび3Bに示すように、帯状の露光済み領域170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168₁₁と露光エリア168₁₂との間の露光できない部分は、2行目の露光エリア168₂₁と3行目の露光エリア168₃₁により露光することができる。
- [0020] 露光ヘッド166₁₁～166_{mn}の各々は、図4および図5に示すように、入射された光ビームを画像データに応じて各画素毎に変調する空間光変調素子として、米国テキサス・インスツルメンツ社製のデジタル・マイクロミラー・デバイス(DMD)50を備えている。このDMD50は、データ処理部とミラー駆動制御部とを備えた後述のコントローラ302(図15参照)に接続されている。このコントローラ302のデータ処理部では、入力された画像データに基づいて、各露光ヘッド166毎にDMD50の制御すべき領域内の各マイクロミラーを駆動制御する制御信号を生成する。なお、制御すべき領域については後述する。また、ミラー駆動制御部では、画像データ処理部で生成した制御信号に基づいて、各露光ヘッド166毎にDMD50の各マイクロミラーの反射面の角度を制御する。なお、反射面の角度の制御については後述する。
- [0021] DMD50の光入射側には、光ファイバの出射端部(発光点)が露光エリア168の長辺方向と対応する方向に沿って一列に配列されたレーザ出射部を備えたファイバアレイ光源66、ファイバアレイ光源66から出射されたレーザ光を補正してDMD上に集

光させるレンズ系67、このレンズ系67を透過したレーザ光をDMD50に向けて反射するミラー69がこの順に配置されている。なお図4では、レンズ系67を概略的に示してある。

[0022] 上記レンズ系67は、図5に詳しく示すように、ファイバアレイ光源66から出射した照明光としてのレーザ光Bを集光する集光レンズ71、この集光レンズ71を通過した光の光路に挿入されたロッド状オプティカルインテグレータ(以下、ロッドインテグレータという)72、およびこのロッドインテグレータ72の前方つまりミラー69側に配置された結像レンズ74から構成されている。集光レンズ71、ロッドインテグレータ72および結像レンズ74は、ファイバアレイ光源66から出射したレーザ光を、平行光に近くかつビーム断面内強度が均一化された光束としてDMD50に入射させる。このロッドインテグレータ72の形状や作用については、後に詳しく説明する。

[0023] 上記レンズ系67から出射したレーザ光Bはミラー69で反射し、TIR(全反射)プリズム70を介してDMD50に照射される。なお図4では、このTIRプリズム70は省略してある。

[0024] またDMD50の光反射側には、DMD50で反射されたレーザ光Bを、感光材料150上に結像する結像光学系51が配置されている。この結像光学系51は図4では概略的に示してあるが、図5に詳細を示すように、レンズ系52、54からなる結像光学系と、マイクロレンズアレイ55と、から構成されている。

[0025] マイクロレンズアレイ55は、DMD50の各画素に対応する多数のマイクロレンズ55aが2次元状に配列されてなると共に、詳細は後述するが、図17に示すように焦点位置(焦点深度)検出用のマイクロレンズ55bが一体形成されたものである。本例では、後述するようにDMD50の1024個×768列のマイクロミラーのうち1024個×256列だけが駆動されるので、それに対応させてマイクロレンズ55aは1024個×256列配置されている。またマイクロレンズ55aの配置ピッチは縦方向、横方向とも $41\mu\text{m}$ である。さらに、マイクロレンズ55a、55bは同一のものであり、一例として焦点距離が0.23mm、NA(開口数)が0.07である。

[0026] 上記結像光学系は、DMD50による像を3倍に拡大してマイクロレンズアレイ55上に結像する。マイクロレンズアレイ55を経た像は、直接感光材料150上に結像、投影

される。なお同図中において、感光材料150は矢印F方向に副走査送りされる。

- [0027] DMD50は図6に示すように、SRAMセル(メモリセル)60上に、各々画素(ピクセル)を構成する多数(例えば1024個×768個)の微小ミラー(マイクロミラー)62が格子状に配列されてなるミラーデバイスである。各ピクセルにおいて、最上部には支柱に支えられた矩形のマイクロミラー62が設けられており、マイクロミラー62の表面に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、マイクロミラー62の反射率は90%以上であり、その配列ピッチは縦方向、横方向とも一例として $13.7\mu\text{m}$ である。また、マイクロミラー62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60が配置されており、全体はモノリシックに構成されている。
- [0028] DMD50のSRAMセル60にデジタル信号が書き込まれると、支柱に支えられたマイクロミラー62が、対角線を中心としてDMD50が配置された基板側に対して $\pm\alpha$ 度(例えば ± 12 度)の範囲で傾けられる。図7Aは、マイクロミラー62がオン状態である $+\alpha$ 度に傾いた状態を示し、図7Bは、マイクロミラー62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、DMD50の各ピクセルにおけるマイクロミラー62の傾きを、図6に示すように制御することによって、DMD50に入射したレーザ光Bはそれぞれのマイクロミラー62の傾き方向へ反射される。
- [0029] なお図6には、DMD50の一部を拡大し、マイクロミラー62が $+\alpha$ 度又は $-\alpha$ 度に制御されている状態の一例を示す。それぞれのマイクロミラー62のオンオフ制御は、DMD50に接続された前記コントローラ302によって行われる。また、オフ状態のマイクロミラー62で反射したレーザ光Bが進行する方向には、光吸収体(図示せず)が配置されている。
- [0030] また、DMD50は、その短辺が副走査方向と所定角度 θ (例えば、 $0.1^\circ \sim 5^\circ$)を成すように僅かに傾斜させて配置するのが好ましい。図8AはDMD50を傾斜させない場合の各マイクロミラーによる反射光像(露光ビーム)53の走査軌跡を示し、図8BはDMD50を傾斜させた場合の露光ビーム53の走査軌跡を示している。
- [0031] DMD50には、長手方向にマイクロミラーが多数個(例えば1024個)配列されたマイクロミラー列が、短手方向に多数組(例えば756組)配列されているが、図8Bに示

すように、DMD50を傾斜させることにより、各マイクロミラーによる露光ビーム53の走査軌跡(走査線)のピッチ P_1 が、DMD50を傾斜させない場合の走査線のピッチ P_2 より狭くなり、解像度を大幅に向上させることができる。一方、DMD50の傾斜角は微小であるので、DMD50を傾斜させた場合の走査幅 W_2 と、DMD50を傾斜させない場合の走査幅 W_1 とは略同一である。

[0032] また、異なるマイクロミラー列により同じ走査線上が重ねて露光(多重露光)されることになる。このように、多重露光されることで、露光位置の微少量をコントロールすることができ、高精細な露光を実現することができる。また、主走査方向に配列された複数の露光ヘッドの間のつなぎ目を微少量の露光位置制御により段差無くつなぐことができる。

[0033] なお、DMD50を傾斜させる代わりに、各マイクロミラー列を副走査方向と直交する方向に所定間隔ずらして千鳥状に配置しても、同様の効果を得ることができる。

[0034] ファイバレイ光源66は図9Aに示すように、複数(例えば14個)のレーザモジュール64を備えており、各レーザモジュール64には、マルチモード光ファイバ30の一端が結合されている。マルチモード光ファイバ30の他端には、コア径がマルチモード光ファイバ30と同一で且つクラッド径がマルチモード光ファイバ30より小さい光ファイバ31が結合されている。図9Bに詳しく示すように、光ファイバ31のマルチモード光ファイバ30と反対側の端部は副走査方向と直交する主走査方向に沿って7個並べられ、それが2列に配列されてレーザ出射部68が構成されている。

[0035] 光ファイバ31の端部で構成されるレーザ出射部68は、図9Bに示すように、表面が平坦な2枚の支持板65に挟み込まれて固定されている。また、光ファイバ31の光出射端面には、その保護のために、ガラス等の透明な保護板が配置されるのが望ましい。光ファイバ31の光出射端面は、光密度が高いため集塵し易く劣化し易いが、上述のような保護板を配置することにより、端面への塵埃の付着を防止し、また劣化を遅らせることができる。

[0036] 本例では図10に示すように、クラッド径が大きいマルチモード光ファイバ30のレーザ光出射側の先端部分に、長さ1〜30cm程度のクラッド径が小さい光ファイバ31が同軸的に結合されている。それらのマルチモード光ファイバ30、光ファイバ31は、そ

れぞれのコア軸が一致する状態で光ファイバ31の入射端面をマルチモード光ファイバ30の出射端面に融着することにより結合されている。上述した通り、光ファイバ31のコア31aの径は、マルチモード光ファイバ30のコア30aの径と同じ大きさである。

[0037] マルチモード光ファイバ30および光ファイバ31としては、ステップインデックス型光ファイバ、グレーテッドインデックス型光ファイバ、および複合型光ファイバの何れも適用可能である。例えば、三菱電線工業株式会社製のステップインデックス型光ファイバを用いることができる。本例において、マルチモード光ファイバ30および光ファイバ31はステップインデックス型光ファイバであり、マルチモード光ファイバ30は、クラッド径=125 μ m、コア径=50 μ m、NA=0. 2、入射端面コートの透過率=99. 5%以上であり、光ファイバ31は、クラッド径=60 μ m、コア径=50 μ m、NA=0. 2である。

[0038] ただし、光ファイバ31のクラッド径は60 μ mには限定されない。従来のファイバ光源に使用されている多くの光ファイバのクラッド径は125 μ mであるが、クラッド径が小さくなるほど焦点深度がより深くなるので、マルチモード光ファイバのクラッド径は80 μ m以下が好ましく、60 μ m以下がより好ましい。一方、シングルモード光ファイバの場合、コア径は少なくとも3~4 μ m必要であることから、光ファイバ31のクラッド径は10 μ m以上が好ましい。また、マルチモード光ファイバ30のコア径と光ファイバ31のコア径を一致させることが、結合効率の点から好ましい。

[0039] なお本発明においては、上述のようにクラッド径が互いに異なる2つのマルチモード光ファイバ、光ファイバ31を融着（いわゆる異径融着）して用いることは必ずしも必要ではなく、クラッド径が一定の光ファイバ（例えば図9Aの例ならばマルチモード光ファイバ30）を複数本そのままバンドル状に束ねてファイバアレイ光源を構成してもよい。

[0040] レーザモジュール64は、図11に示す合波レーザ光源（ファイバ光源）によって構成されている。この合波レーザ光源は、ヒートブロック10上に配列固定された複数（例えば7個）のチップ状の横マルチモード又はシングルモードのGa_{0.5}N_{0.5}系半導体レーザLD1, LD2, LD3, LD4, LD5, LD6, およびLD7と、Ga_{0.5}N_{0.5}系半導体レーザLD1~LD7の各々に対応して設けられたコリメータレンズ11, 12, 13, 14, 15, 16および17と、1つの集光レンズ20と、1本のマルチモード光ファイバ30とから構成されている。な

お、半導体レーザの個数は7個に限定されるものではなく、その他の個数が採用されてもよい。また、上述のような7個のコリメータレンズ11～17に代えて、それらのレンズが一体化されてなるコリメータレンズアレイを用いることもできる。

[0041] GaN系半導体レーザLD1～LD7は、発振波長がほぼ共通(例えば、405nm)であり、最大出力も総てほぼ共通(例えばマルチモードレーザでは100mW、シングルモードレーザでは50mW程度)である。なお、GaN系半導体レーザLD1～LD7の各出力は、最大出力以下で、互いに異なっても構わない。また、GaN系半導体レーザLD1～LD7としては、350nm～450nmの波長範囲において、上記405nm以外の波長で発振するレーザを用いてもよい。

[0042] 上記の合波レーザ光源は、図12および図13に示すように、他の光学要素と共に、上方が開口した箱状のパッケージ40内に収納されている。パッケージ40は、その開口を閉じるように作成されたパッケージ蓋41を備えており、脱気処理後に封止ガスを導入し、パッケージ40の開口をパッケージ蓋41で閉じることにより、それらによって形成される閉空間(封止空間)内に上記合波レーザ光源が気密封止されている。

[0043] パッケージ40の底面にはベース板42が固定されており、このベース板42の上面には、前記ヒートブロック10と、集光レンズ20を保持する集光レンズホルダー45と、マルチモード光ファイバ30の入射端部を保持するファイバホルダー46とが取り付けられている。マルチモード光ファイバ30の出射端部は、パッケージ40の壁面に形成された開口からパッケージ外に引き出されている。

[0044] また、ヒートブロック10の側面にはコリメータレンズホルダー44が取り付けられており、そこにコリメータレンズ11～17が保持されている。パッケージ40の横壁面には開口が形成され、この開口を通してGaN系半導体レーザLD1～LD7に駆動電流を供給する配線47がパッケージ外に引き出されている。

[0045] なお、図13においては、図の煩雑化を避けるために、複数のGaN系半導体レーザのうちGaN系半導体レーザLD7にのみ番号を付し、複数のコリメータレンズのうちコリメータレンズ17にのみ番号を付している。

[0046] 図14は、上記コリメータレンズ11～17の取り付け部分の正面形状を示すものである。

- [0047] コリメータレンズ11～17の各々は、非球面を備えた円形レンズの光軸を含む領域を平行な平面で細長く切り取った形状に形成されている。この細長形状のコリメータレンズは、例えば、樹脂又は光学ガラスをモールド成形することによって形成することができる。コリメータレンズ11～17は、長さ方向がGaN系半導体レーザLD1～LD7の発光点の配列方向(図14の左右方向)と直交するように、上記発光点の配列方向に密接配置されている。
- [0048] 一方GaN系半導体レーザLD1～LD7としては、発光幅が $2\mu\text{m}$ の活性層を備え、活性層と平行な方向、直角な方向の拡がり角が各々例えば 10° 、 30° の状態で作成されたレーザ光B1～B7を発するレーザが用いられている。これらGaN系半導体レーザLD1～LD7は、活性層と平行な方向に発光点が一列に並ぶように配設されている。
- [0049] したがって、各発光点から発せられたレーザ光B1～B7は、上述のように細長形状の各コリメータレンズ11～17に対して、拡がり角度が大きい方向が長さ方向と一致し、拡がり角度が小さい方向が幅方向(長さ方向と直交する方向)と一致する状態で入射することになる。つまり、各コリメータレンズ11～17の幅が1.1mm、長さが4.6mmであり、それらに入射するレーザ光B1～B7の水平方向、垂直方向のビーム径は各々0.9mm、2.6mmである。また、コリメータレンズ11～17の各々は、焦点距離 $f_1 = 3\text{mm}$ 、 $\text{NA} = 0.6$ 、レンズ配置ピッチ $= 1.25\text{mm}$ である。
- [0050] 集光レンズ20は、非球面を備えた円形レンズの光軸を含む領域を平行な平面で細長く切り取って、コリメータレンズ11～17の配列方向、つまり水平方向に長く、それと直角な方向に短い形状に形成されている。この集光レンズ20は、焦点距離 $f_2 = 23\text{mm}$ 、 $\text{NA} = 0.2$ である。この集光レンズ20も、例えば樹脂又は光学ガラスをモールド成形することにより形成される。
- [0051] 次に図15を参照して、本例の画像露光装置における電氣的な構成について説明する。
- ここに示されるように全体制御部300には変調回路301が接続され、該変調回路301にはDMD50を制御するコントローラ302が接続されている。また全体制御部300には、レーザモジュール64を駆動するLD駆動回路303が接続されている。さらにこの全体制御部300には、前記移動ステージ152を駆動するステージ駆動装置304、

MLA駆動装置307、及び検出装置308が接続されている。

- [0052] なお、MLA駆動装置307及び検出装置308は、マイクロレンズアレイ55毎、即ち、露光ヘッド166毎に設けられる。
- [0053] MLA駆動装置307は、全体制御部300の指示により、光軸方向、すなわち図17に示す矢印K方向に、露光ヘッド166内に設けられたマイクロレンズアレイ55を駆動する。
- [0054] MLA駆動装置307は、例えばピエゾ素子及びこれを駆動する駆動装置を含んで構成することができるが、マイクロレンズアレイ55を光軸方向に駆動することができるものであればこれに限られるものではない。
- [0055] 検出装置308は、図17に示すように、光源308A、レンズ系308B、ハーフミラー308C、及びカメラ308Dを含んで構成されている。
- [0056] 光源308Aは、感光材料150が感光する波長以外の波長のレーザ光を出射する光源である。例えば感光材料の感度波長が405nmであった場合、光源308Aとしては、例えば波長が650nmのレーザ光源を用いることができる。
- [0057] 図7に示すように、光源308Aから出射されたレーザ光Lは、レンズ系308B及びハーフミラー308Cを透過して焦点位置検出用のマイクロレンズ55bに入射し、このマイクロレンズ55bによって感光材料150上に結像される。
- [0058] なお、マイクロレンズ55bが設けられる位置は、各マイクロレンズ55aのピントのずれが許容範囲となるような位置、すなわち、なるべくマイクロレンズ55aに近い位置が好ましい。
- [0059] レンズ系308Bは、焦点位置検出用のマイクロレンズ55bに入射するレーザ光Lが、画像露光用のマイクロレンズ55aに入射するレーザ光と略同一となるように構成されたレンズ系である。これにより、マイクロレンズ55aによって感光材料150上に結像された像とマイクロレンズ55bによって感光材料150上に結像された像とが略同一となり、精度良く焦点位置の検出を行うことが可能となる。
- [0060] なお、焦点位置検出用のマイクロレンズ、光源、及びレンズ系を別個独立に設けるのではなく、マイクロレンズ55aの一部及びレーザ出射部68の一部の光ファイバ31を焦点位置検出用にとすると共に、DMD50の一部のマイクロミラーを焦点位置検出

用に割り当てても良い。

[0061] マイクロレンズ55bによって感光材料150上の図17に示す結像位置Pに結像された像は、反射してマイクロレンズ55bを再び透過して、ハーフミラー308Cによってカメラ308Dの方向に反射される。

[0062] カメラ308Dは、CCD等の撮像素子を含んで構成され、入射した結像位置Pの像を撮影する。撮影画像の画像データは、全体制御部300に出力される。

[0063] 全体制御部300では、カメラ308Dによって撮影された画像に基づいて、オートフォーカス制御を行う。すなわち、カメラ308Dによって撮影された画像に基づいて、ピントが合っているか否かを判断し、ピントが合っていない場合には、ピントが合うようにMLA駆動装置307に指示してマイクロレンズアレイ55を光軸方向に移動させる。なお、オートフォーカス制御としては、例えば公知のコントラスト検出方式等を用いてピントが合っているか否かの判断をすることができる。

[0064] (画像露光装置の動作)

次に、上記画像露光装置の動作について説明する。スキャナ162の各露光ヘッド166において、ファイバアレイ光源66の合波レーザ光源を構成するGaN系半導体レーザLD1～LD7(図11参照)の各々から発散光状態で出射したレーザ光B1, B2, B3, B4, B5, B6, およびB7の各々は、対応するコリメータレンズ11～17によって平行光化される。平行光化されたレーザ光B1～B7は、集光レンズ20によって集光され、マルチモード光ファイバ30のコア30aの入射端面上で収束する。

[0065] 本例では、コリメータレンズ11～17および集光レンズ20によって集光光学系が構成され、その集光光学系とマルチモード光ファイバ30とによって合波光学系が構成されている。すなわち、集光レンズ20によって上述のように集光されたレーザ光B1～B7が、このマルチモード光ファイバ30のコア30aに入射して光ファイバ内を伝搬し、1本のレーザ光Bに合波されてマルチモード光ファイバ30の出射端部に結合された光ファイバ31から出射する。

[0066] 各レーザモジュールにおいて、レーザ光B1～B7のマルチモード光ファイバ30への結合効率が0.9で、GaN系半導体レーザLD1～LD7の各出力が50mWの場合には、アレイ状に配列された光ファイバ31の各々について、出力315mW(=50m

$W \times 0.9 \times 7$ の合波レーザ光Bを得ることができる。したがって、14本の光ファイバ31全体では、 $4.4W (= 0.315W \times 14)$ の出力のレーザ光Bが得られる。

[0067] 画像露光に際しては、図15に示す変調回路301から露光パターンに応じた画像データがDMD50のコントローラ302に入力され、そのフレームメモリに一旦記憶される。この画像データは、画像を構成する各画素の濃度を2値(ドットの記録の有無)で表したデータである。

[0068] 感光材料150を表面に吸着した移動ステージ152は、図15に示すステージ駆動装置304により、ガイド158に沿ってゲート160の上流側から下流側に一定速度で移動される。移動ステージ152がゲート160下を通過する際に、ゲート160に取り付けられたセンサ164により感光材料150の先端が検出されると、フレームメモリに記憶された画像データが複数ライン分ずつ順次読み出され、データ処理部で読み出された画像データに基づいて各露光ヘッド166毎に制御信号が生成される。そして、ミラー駆動制御部により、生成された制御信号に基づいて各露光ヘッド166毎にDMD50のマイクロミラーの各々がオンオフ制御される。なお本例の場合、1画素部となる上記マイクロミラーのサイズは $13.7 \mu\text{m} \times 13.7 \mu\text{m}$ である。

[0069] ファイバアレイ光源66からDMD50にレーザ光Bが照射されると、DMD50のマイクロミラーがオン状態のときに反射されたレーザ光は、結像光学系51により感光材料150上に結像される。このようにして、ファイバアレイ光源66から出射されたレーザ光が画素毎にオンオフされて、感光材料150がDMD50の使用画素数と略同数の画素単位(露光エリア168)で露光される。また、感光材料150が移動ステージ152と共に一定速度で移動されることにより、感光材料150がスキャナ162によりステージ移動方向と反対の方向に副走査され、各露光ヘッド166毎に帯状の露光済み領域170が形成される。

[0070] なお本例では、図16Aおよび16Bに示すように、DMD50には、主走査方向にマイクロミラーが1024個配列されたマイクロミラー列が副走査方向に768組配列されているが、本例では、コントローラ302により一部のマイクロミラー列(例えば、1024個 $\times$ 256列)だけが駆動するように制御がなされる。

[0071] この場合、図16Aに示すようにDMD50の中央部に配置されたマイクロミラー列を

使用してもよく、図16Bに示すように、DMD50の端部に配置されたマイクロミラー列を使用してもよい。また、一部のマイクロミラーに欠陥が発生した場合は、欠陥が発生していないマイクロミラー列を使用するなど、状況に応じて使用するマイクロミラー列を適宜変更してもよい。

[0072] DMD50のデータ処理速度には限界があり、使用する画素数に比例して1ライン当りの変調速度が決定されるので、一部のマイクロミラー列だけを使用することで1ライン当りの変調速度が速くなる。一方、連続的に露光ヘッドを露光面に対して相対移動させる露光方式の場合には、副走査方向の画素を全部使用する必要はない。

[0073] スキャナ162による感光材料150の副走査が終了し、センサ164で感光材料150の後端が検出されると、移動ステージ152は、ステージ駆動装置304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、再度、ガイド158に沿ってゲート160の上流側から下流側に一定速度で移動される。

[0074] 次に、図5に示したファイバアレイ光源66、集光レンズ71、ロッドインテグレータ72、結像レンズ74、ミラー69およびTIRプリズム70から構成されてDMD50に照明光としてのレーザ光Bを照射する照明光学系について説明する。ロッドインテグレータ72は例えば四角柱状に形成された透光性ロッドであり、その内部をレーザ光Bが全反射しながら進行するうちに、該レーザ光Bのビーム断面内強度分布が均一化される。なお、ロッドインテグレータ72の入射端面、出射端面には反射防止膜がコートされて、透過率が高められている。以上のようにして、照明光であるレーザ光Bのビーム断面内強度分布を高度に均一化できれば、照明光強度の不均一を無くして、高精細な画像を感光材料150に露光可能となる。

[0075] また、上記の画像露光動作中に、全体制御部300では、カメラ308Dによって撮影された画像に基づいて、オートフォーカス制御を行う。すなわち、画像露光動作中に光源308Aからレーザ光Lを出射させて感光材料150上に結像させる。このとき、前述したように、レーザ光Lの波長はレーザ光Bの波長と異なり、感光材料150が感光しない波長であるため、レーザ光Lを感光材料150上に照射しても特に問題はない。

[0076] そして、レーザ光Lによって感光材料150の結像位置Pに結像された像は、カメラ308Dによって撮影され、全体制御部300では、カメラ308Dによって撮影された画像

に基づいて、ピントが合っているか否かを判断する。すなわち、光軸方向における感光材料150の位置が遠すぎてピントが合っていない場合には、マイクロレンズアレイ55を感光材料150に近づけるように光軸方向に移動させ、光軸方向における感光材料150の位置が近すぎてピントが合っていない場合には、マイクロレンズアレイ55を感光材料150から遠ざけるように光軸方向に移動させる。

[0077] このように、マイクロレンズアレイ55に一体形成されたマイクロレンズ55bによって実際に感光材料150上に結像される像を撮影してピントを合わせるので、精度良くピントを合わせることができる。また、画像露光中にリアルタイムでピントを合わせるので、常にピントが合った状態で画像を露光することができ、露光精度を高めることができる。また、焦点位置検出用のマイクロレンズ55bをマイクロレンズアレイ55に一体形成した構成としたので、感光材料150とマイクロレンズアレイ55との距離が微小であっても精度良くピントを合わせることができる。

[0078] なお、焦点位置検出用のマイクロレンズアレイ55bをマイクロレンズアレイ55と一体形成するのではなく、マイクロレンズアレイ55を露光ヘッド166に保持するための基板上であってマイクロレンズアレイ55の近傍に設けた構成としてもよい。

[0079] また、上記では、カメラ308Dによって実際に感光材料150上に結像される像を撮影してピントを合わせる場合について説明したが、これに限らず、感光材料150との距離を検出し、この検出した距離に基づいてマイクロレンズアレイ55の位置を光軸方向に調整してピントを合わせるようにしてもよい。

[0080] 例えば、図18に示すように、検出装置308に代えて、マイクロレンズアレイ55の近傍に感光材料150との距離 d を検出する検出センサ310を設ける。そして、全体制御部300において、検出センサ310によって検出した距離 d が予め定めた所定範囲内か否かを判断する。なお、所定範囲は、距離 d がその範囲内であれば感光材料150がマイクロレンズ55aの焦点深度の範囲となる範囲である。そして、全体制御部300は、距離 d が所定範囲内でない場合には、所定範囲内となるようにマイクロレンズアレイ55を光軸方向に移動させる。これにより、ピントを合わせることができる。

[0081] なお、検出センサ310としては、例えば公知の近接センサやレーザ変位計、静電容量センサ等の微小な距離を計測するのに適したセンサを用いることができる。

- [0082] 近接センサは、磁界や電界の変化を利用し、被測定物(感光材料150)までの距離を非接触で検出することができるセンサである。レーザ変位計は、レーザ光を被測定物に照射し、反射したレーザ光に基づき距離を検出することができるセンサである。なお、レーザ変位計の場合は、感光材料150が感光しない波長のレーザ光を出射するものを用いる。静電容量センサは、プローブと被測定物とが静電容量を形成し、距離の変化により静電容量が変化することを用いて被測定物までの距離を検出するセンサである。静電容量センサを用いた場合、所定領域の平均値として距離が検出されるため、被測定物に凹凸がある場合でも微小な変位を安定して高精度で測定することができる。
- [0083] このように検出センサ310を用いた場合、マイクロレンズアレイ55と感光材料150との距離を直接測定するのではないため、あまりマイクロレンズアレイ55と離れた位置で感光材料150との距離を検出したのでは、精度良くピントを合わせることができない場合もある。従って、検出センサ310の位置は、検出センサ310によって検出される感光材料150との距離と、実際のマイクロレンズアレイ55と感光材料150との距離との差がある場合でも、各マイクロレンズ55aのピントのずれが許容範囲となるような位置、すなわち、なるべくマイクロレンズアレイ55に近いことが好ましい。
- [0084] 具体的には、例えば図19に示すように、マイクロレンズアレイ55を円筒形状の露光ヘッド166内に保持するためのブラケット312に検出センサ310を設ける。この場合の検出センサ310の位置としては、図19に示すように、マイクロレンズアレイ55の長手方向の両端部からの距離が略同一となる位置に設けることが好ましい。これにより、例えばマイクロレンズアレイ55の長手方向の片方の端部側に検出センサ310を設けた場合と比較して、各マイクロレンズ55a間におけるピント合わせの精度のずれを小さくすることができる。
- [0085] なお、MLA駆動装置307は、マイクロレンズアレイ55及び検出センサ310が設けられたブラケット312自体を光軸方向に移動させる構成としてもよいし、ブラケット312にマイクロレンズアレイ55を保持しつつマイクロレンズアレイ55のみを光軸方向に移動させる構成としてもよい。また、検出センサ310は必ずしもブラケット312上に設ける必要はなく、ブラケット312の上方に設けてもよい。この場合、ブラケット312上の検

出センサ310に対応した位置に検出用の検出孔を設け、この検出孔を介して感光材料150との距離を検出すればよい。

[0086] また、複数の検出センサ310を設け、各検出センサ310が設けられた各位置の距離を測定して、マイクロレンズアレイ55の姿勢を調整するようにしてもよい。

[0087] 例えば図20に示すように、2つの検出センサ310R、310Lをマイクロレンズアレイ55の両端部側に設ける。この場合、MLA駆動装置307は、マイクロレンズアレイ55の両端部を独立して光軸方向に駆動させることができる構成とする。そして、全体制御部300は、各検出センサ310R、310Lによって検出された距離に基づいて、各マイクロレンズ55aのピントが合うように、マイクロレンズアレイ55の両端部を光軸方向に駆動する。これにより、各マイクロレンズ55aのピントが合うようにマイクロレンズアレイ55の傾きを補正することができる。なお、3個以上の検出センサ310を設けて、さらに細かくマイクロレンズアレイ55の姿勢を制御できるように構成してもよい。

[0088] また、図21に示すように、移動ステージ152のステージ移動方向上流側に危険凹凸を検出するためのセンサ314を設け、全体制御部300において、センサ314によって感光材料150上の危険凹凸が検出された場合には、移動ステージ152の移動を停止させて画像の露光を中止するように構成してもよい。この場合、危険凹凸とは、ピント合わせの制御を行った場合にマイクロレンズアレイ55の光軸方向における予め定めた移動範囲を越え、感光材料150とマイクロレンズアレイ55とが接触する可能性のある凹凸をいう。なお、センサ314は、例えば高精度のファイバーセンサ等で構成する。このように、予め危険凹凸を検出することにより、安全に画像露光装置を動作させることができる。

[0089] なお、本実施形態では、マイクロレンズアレイ55の近傍に検出センサ310を設ける形態として、露光ヘッド166内のマイクロレンズアレイ55を保持する基板に検出センサ310を設けた場合について説明したが、これに限らず、露光ヘッド166の外側、例えば露光ヘッド166の外周部に取り付けられた構成としてもよい。

符号の説明

[0090] 30 マルチモード光ファイバ

31 光ファイバ

- 50 デジタル・マイクロミラー・デバイス(DMD)
- 51 結像光学系
- 55 マイクロレンズアレイ
- 55a マイクロレンズ
- 55b マイクロレンズ
- 150 感光材料
- 162 スキャナ
- 166 露光ヘッド
- 300 全体制御部
- 304 ステージ駆動装置
- 307 MLA駆動装置
- 308 検出装置
- 308A 光源
- 308D カメラ
- 308C ハーフミラー
- 308B レンズ系
- 310 検出センサ
- 312 基板
- 314 センサ

請求の範囲

- [1] 照射された光を各々変調する多数の画素部が2次元状に配列されてなる空間光変調素子と、
この空間光変調素子に光を照射する光源と、
前記空間光変調素子の各画素部からの光をそれぞれ集光するマイクロレンズがアレイ状に配されてなるマイクロレンズアレイを含み、前記空間光変調素子により変調された光による像を前記マイクロレンズアレイによって直接被露光面上に結像する結像光学系と、
前記マイクロレンズアレイの近傍に設けられ、前記マイクロレンズと前記被露光面との前記光の光軸方向における位置関係に関する情報を検出する検出ユニットと、
前記検出ユニットによる検出結果に基づいて、前記被露光面に対する前記マイクロレンズアレイの位置が予め定めた所定範囲内の位置となるように、前記マイクロレンズアレイの位置を前記光軸方向に調整する調整ユニットと、
を備えた画像露光装置。
- [2] 前記検出ユニットは、前記マイクロレンズアレイに一体形成された焦点位置検出用としての検出用マイクロレンズと、当該検出用マイクロレンズに光を照射する光源と、前記検出用マイクロレンズによって前記被露光面上に結像された像を撮像する撮像ユニットと、を含んで構成され、
前記調整ユニットは、前記撮像ユニットにより撮像された画像に基づいて、前記マイクロレンズアレイの位置を調整する、請求項1記載の画像露光装置。
- [3] 前記検出ユニットは、前記被露光面との距離を検出する距離検出センサであり、前記マイクロレンズアレイを露光ヘッドに保持するための基板に設けられている、請求項1記載の画像露光装置。
- [4] 前記距離検出センサを複数備えると共に異なる位置に各々配置し、前記調整ユニットは、前記距離検出センサに対応した位置毎に前記マイクロレンズアレイの位置を調整する、請求項3記載の画像露光装置。
- [5] 前記被露光面上の予め定めた危険凹凸を検出する危険凹凸検出センサを備え、前記危険凹凸を検出した場合に、前記被露光面に対する露光を禁止する禁止ユニ

ットをさらに備えた、に記載の画像露光装置。

- [6] 前記被露光面上の予め定めた危険凹凸を検出する危険凹凸検出センサを備え、前記危険凹凸を検出した場合に、前記被露光面に対する露光を禁止する禁止ユニットをさらに備えた、請求項2に記載の画像露光装置。
- [7] 前記被露光面上の予め定めた危険凹凸を検出する危険凹凸検出センサを備え、前記危険凹凸を検出した場合に、前記被露光面に対する露光を禁止する禁止ユニットをさらに備えた、請求項3に記載の画像露光装置。
- [8] 前記被露光面上の予め定めた危険凹凸を検出する危険凹凸検出センサを備え、前記危険凹凸を検出した場合に、前記被露光面に対する露光を禁止する禁止ユニットをさらに備えた、請求項4に記載の画像露光装置。
- [9] 前記空間光変調素子が、前記画素部としての微小ミラーが2次元状に配列されてなるデジタル・マイクロミラー・デバイスである、請求項1に記載の画像露光装置。
- [10] 前記空間光変調素子が、前記画素部としての微小ミラーが2次元状に配列されてなるデジタル・マイクロミラー・デバイスである、請求項2に記載の画像露光装置。
- [11] 前記空間光変調素子が、前記画素部としての微小ミラーが2次元状に配列されてなるデジタル・マイクロミラー・デバイスである、請求項3に記載の画像露光装置。
- [12] 前記空間光変調素子が、前記画素部としての微小ミラーが2次元状に配列されてなるデジタル・マイクロミラー・デバイスである、請求項4に記載の画像露光装置。
- [13] 前記空間光変調素子が、前記画素部としての微小ミラーが2次元状に配列されてなるデジタル・マイクロミラー・デバイスである、請求項5に記載の画像露光装置。
- [14] 照射された光を各々変調する多数の画素部が2次元状に配列されてなる空間光変調素子と、
この空間光変調素子に光を照射する光源と、
前記空間光変調素子の各画素部からの光をそれぞれ集光するマイクロレンズがアレイ状に配されてなるマイクロレンズアレイを含み、前記空間光変調素子により変調された光による像を前記マイクロレンズアレイによって直接被露光面上に結像する結像光学系と、
前記マイクロレンズアレイの近傍に設けられ、前記マイクロレンズと前記被露光面と

の前記光の光軸方向における位置関係に関する情報を検出する検出ユニットと、

前記検出ユニットによる検出結果に基づいて、前記被露光面に対する前記マイクロレンズアレイの位置が予め定めた所定範囲内の位置となるように、前記マイクロレンズアレイの位置を前記光軸方向に調整する調整ユニットと、

を備え、

前記検出ユニットは、前記マイクロレンズアレイに一体形成された焦点位置検出用としての検出用マイクロレンズと、当該検出用マイクロレンズに光を照射する光源と、前記検出用マイクロレンズによって前記被露光面上に結像された像を撮像する撮像ユニットと、を含んで構成され、

前記調整ユニットは、前記撮像ユニットにより撮像された画像に基づいて、前記マイクロレンズアレイの位置を調整し、

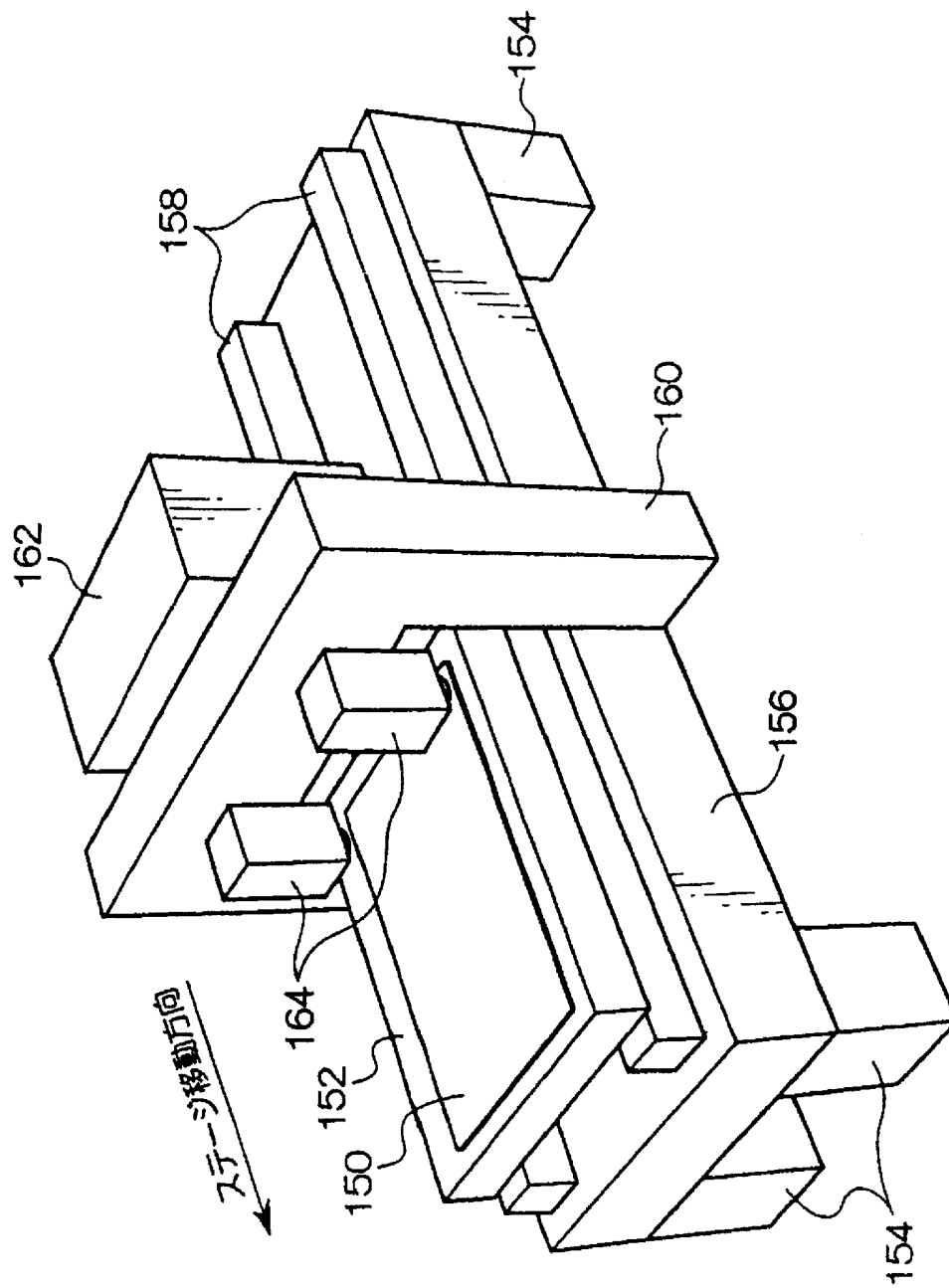
前記検出ユニットは、前記被露光面との距離を検出する距離検出センサであり、前記マイクロレンズアレイを露光ヘッドに保持するための基板に設けられており、

前記距離検出センサを複数備えると共に異なる位置に各々配置し、前記調整ユニットは、前記距離検出センサに対応した位置毎に前記マイクロレンズアレイの位置を調整し、

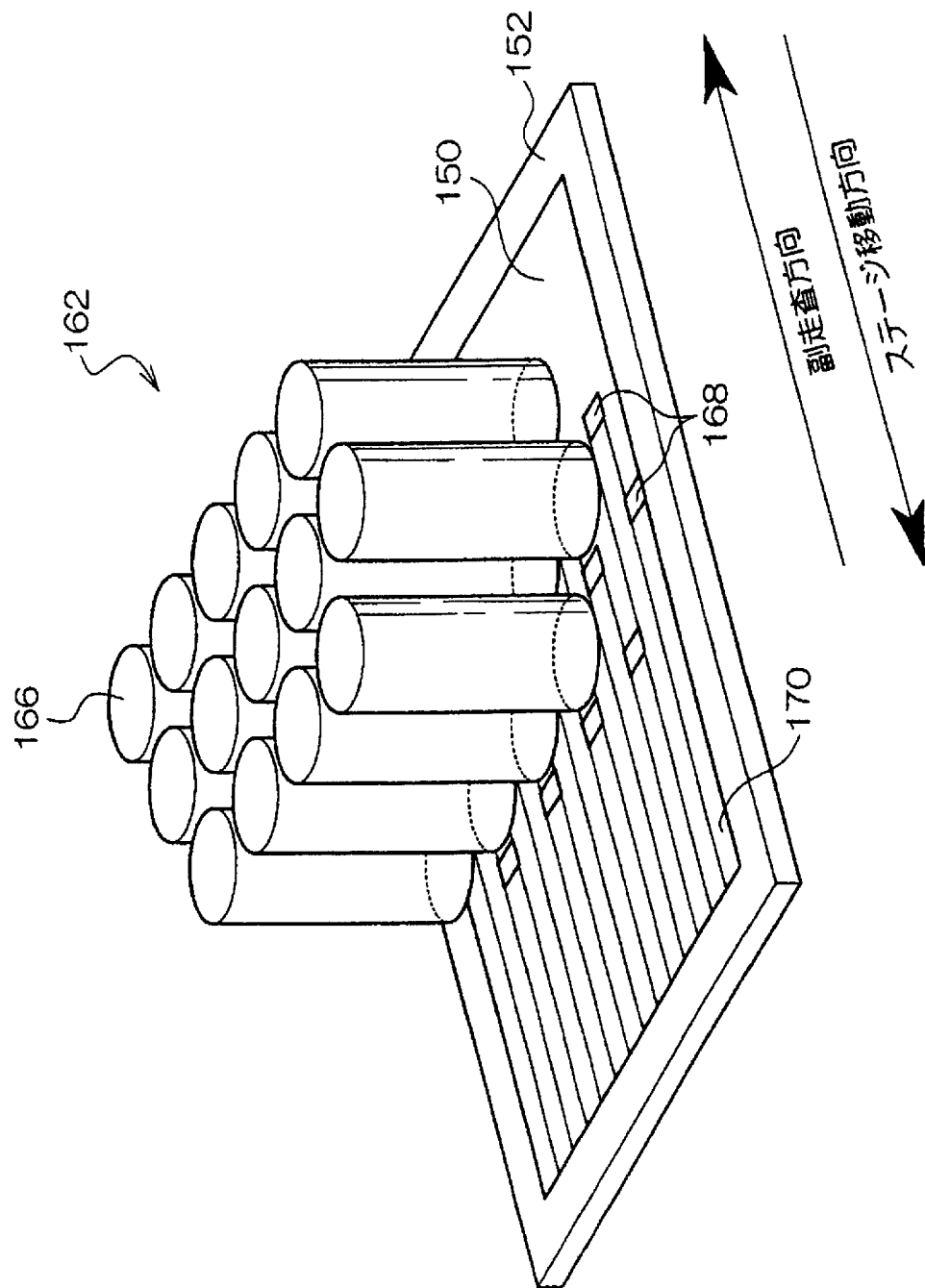
前記被露光面上の予め定めた危険凹凸を検出する危険凹凸検出センサを備え、前記危険凹凸を検出した場合に、前記被露光面に対する露光を禁止する禁止ユニットをさらに備え、

前記空間光変調素子が、前記画素部としての微小ミラーが2次元状に配列されるデジタル・マイクロミラー・デバイスである、画像露光装置。

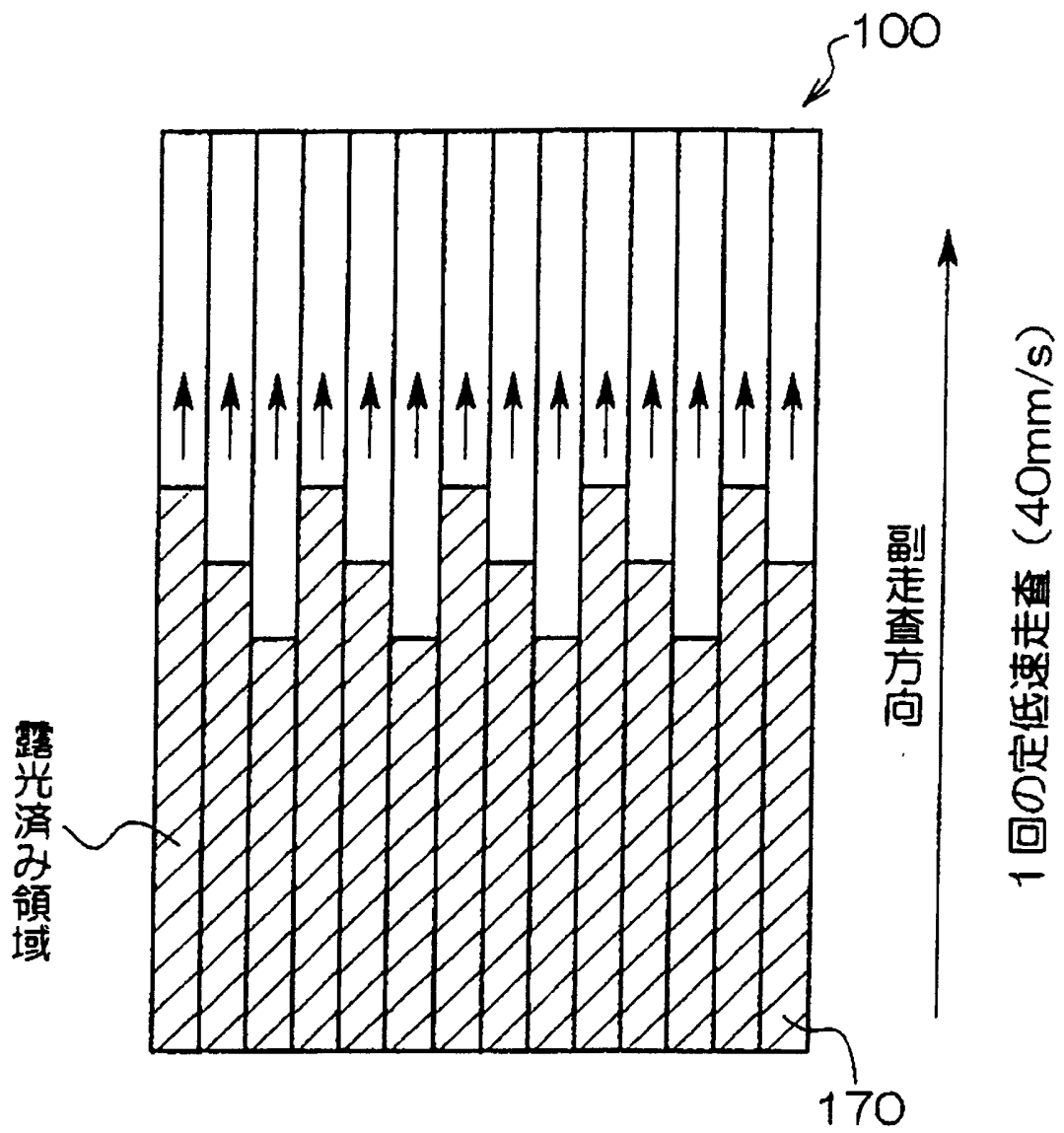
[図1]



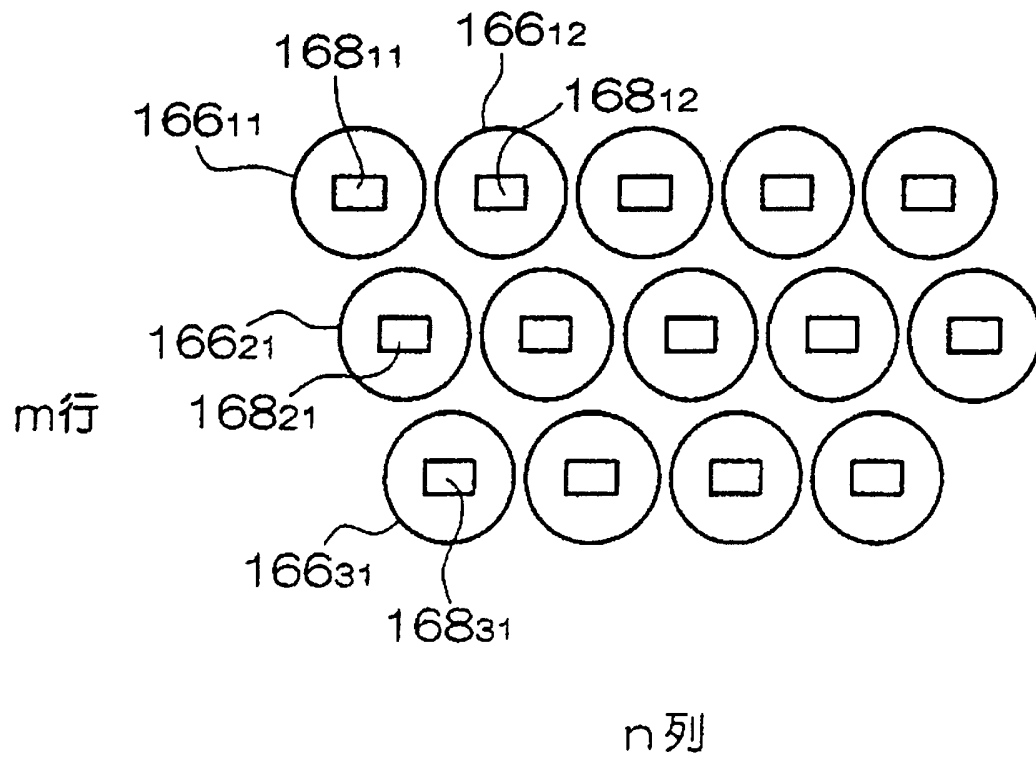
[図2]



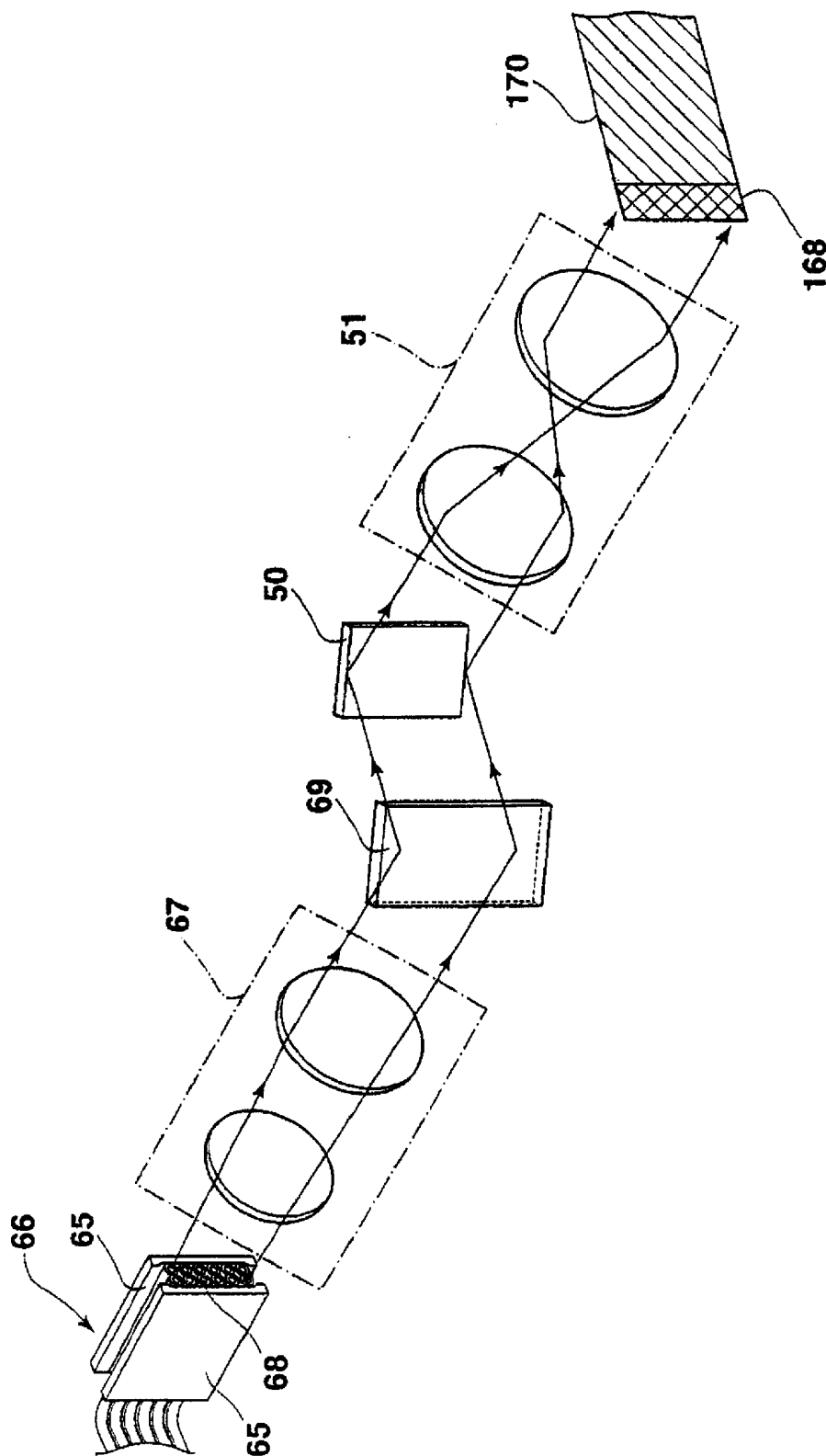
[図3A]



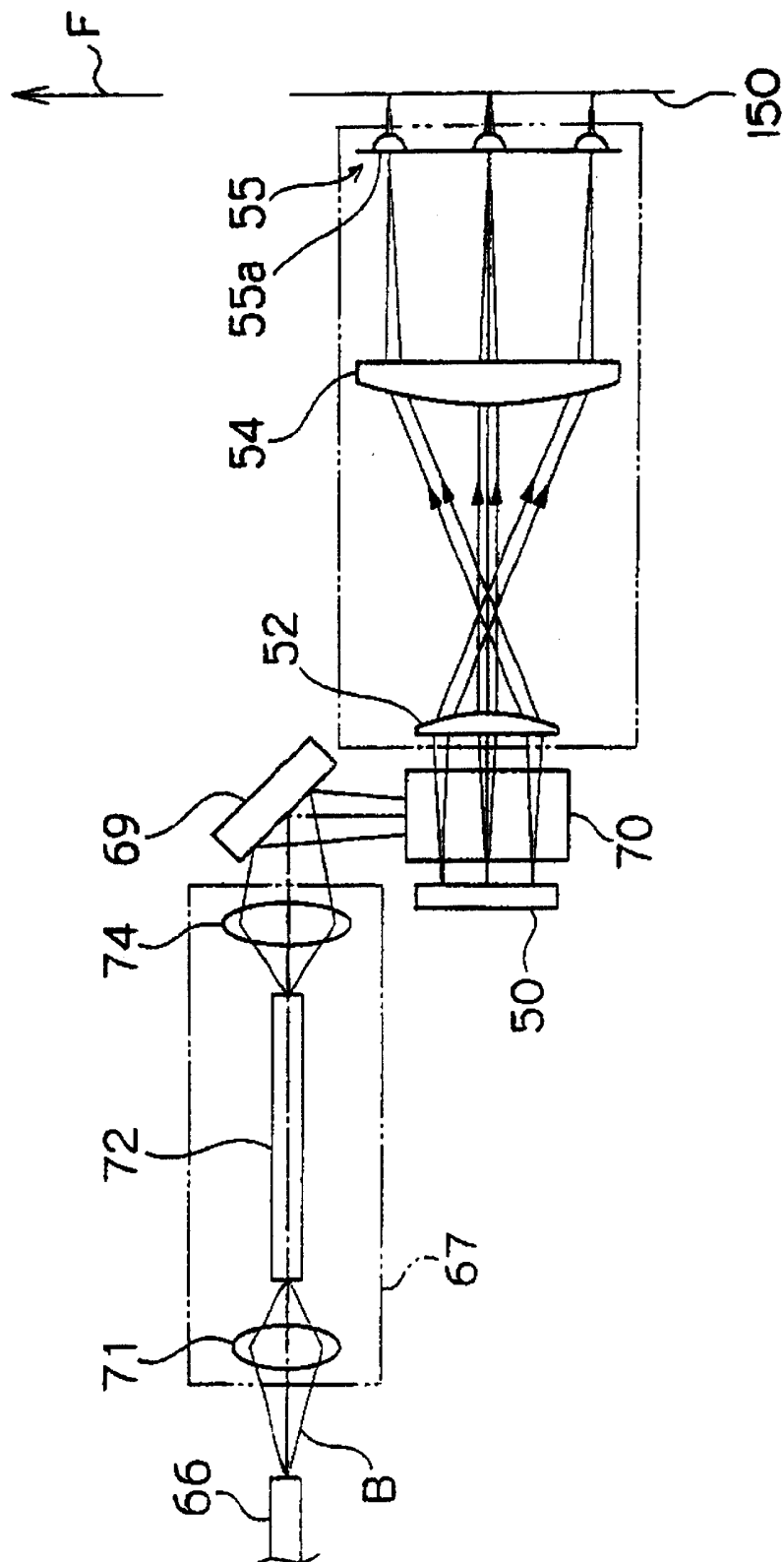
[図3B]



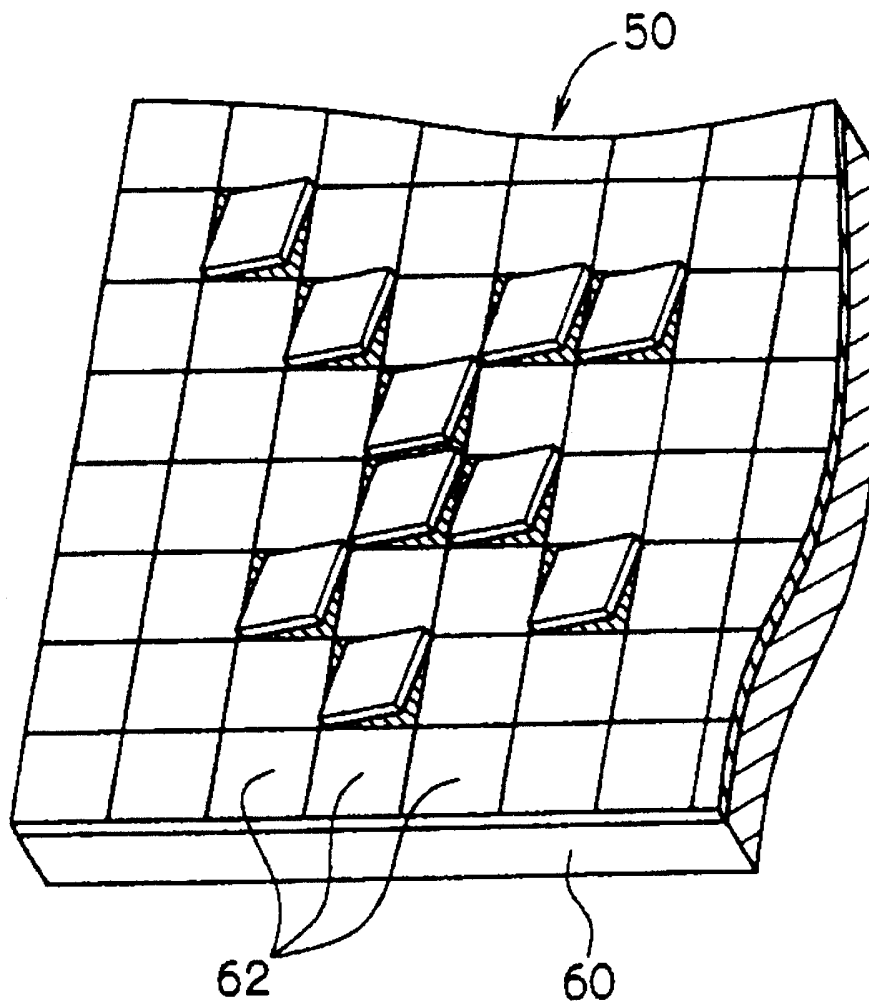
[図4]



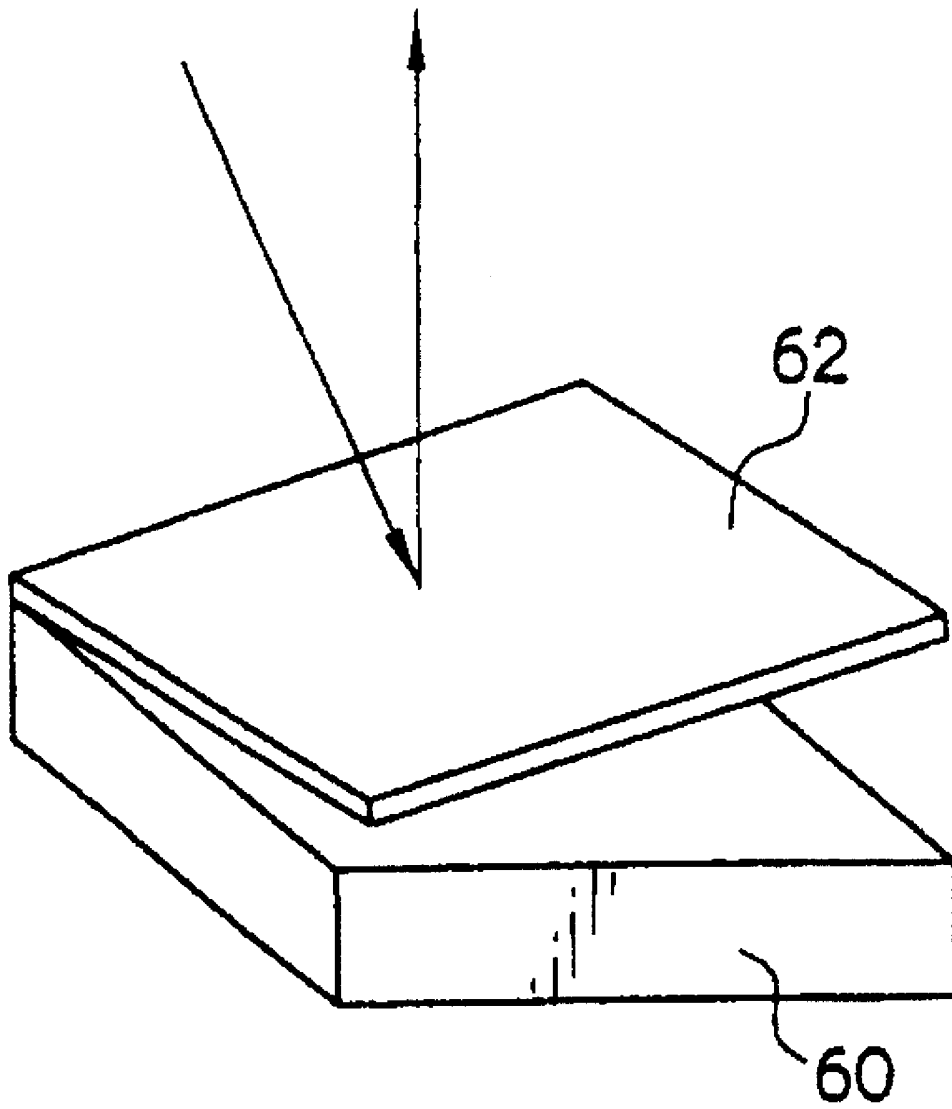
[図5]



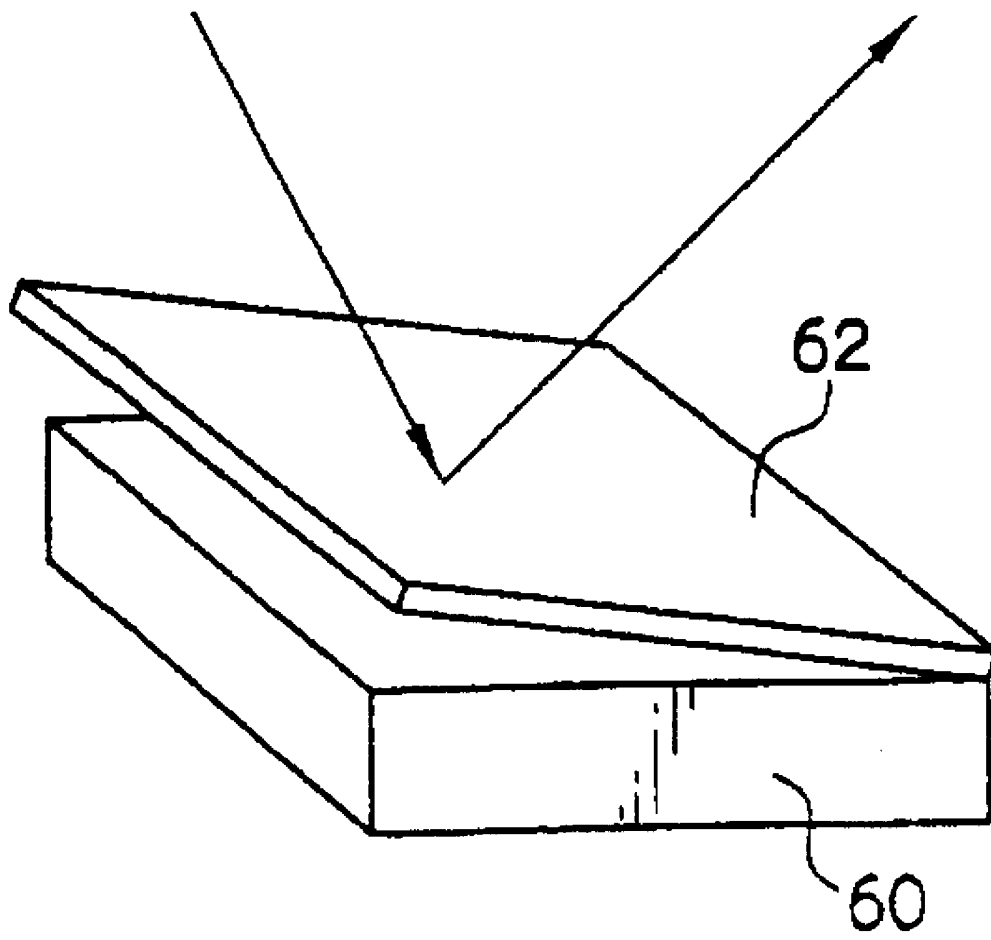
[図6]



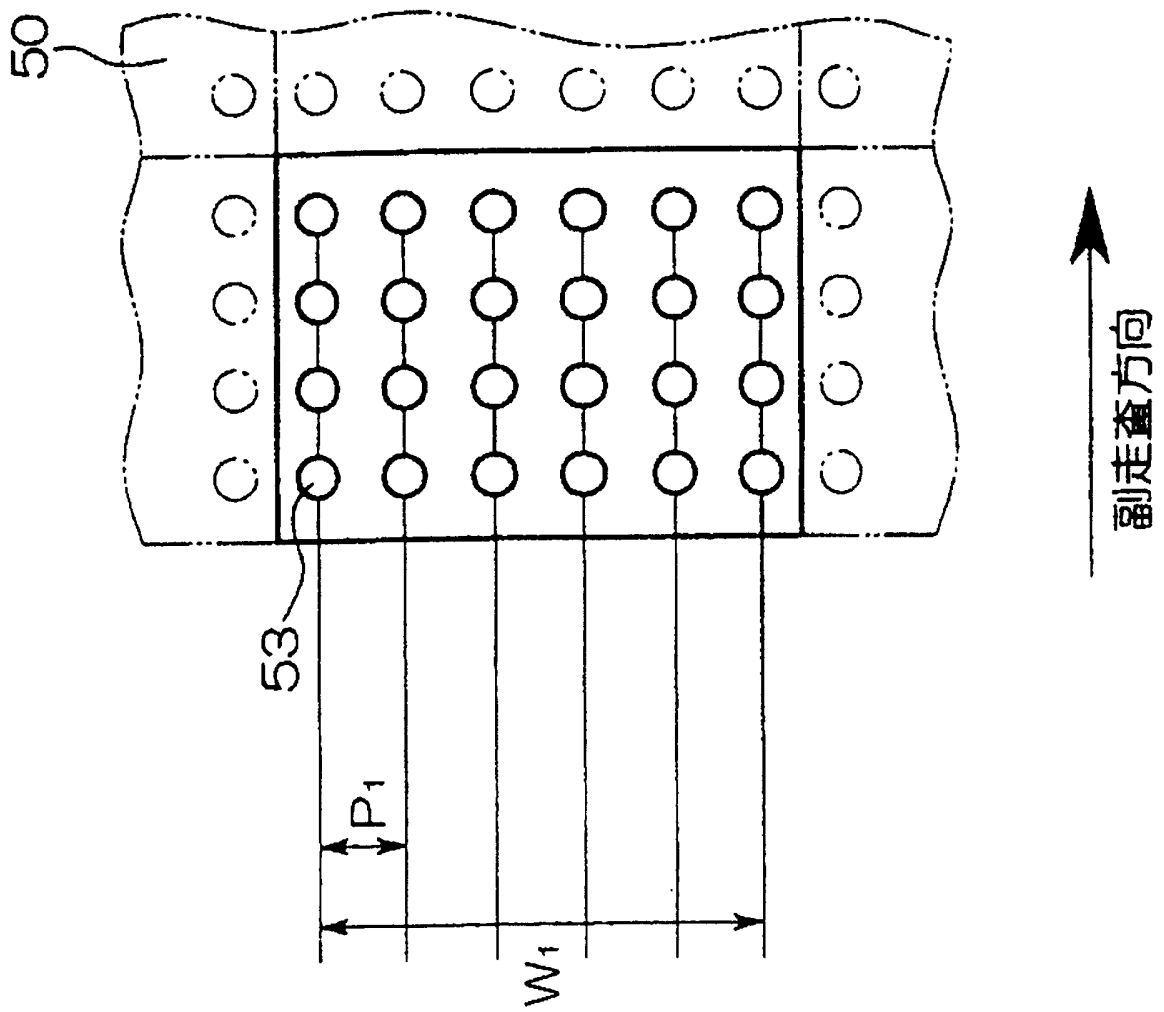
[図7A]



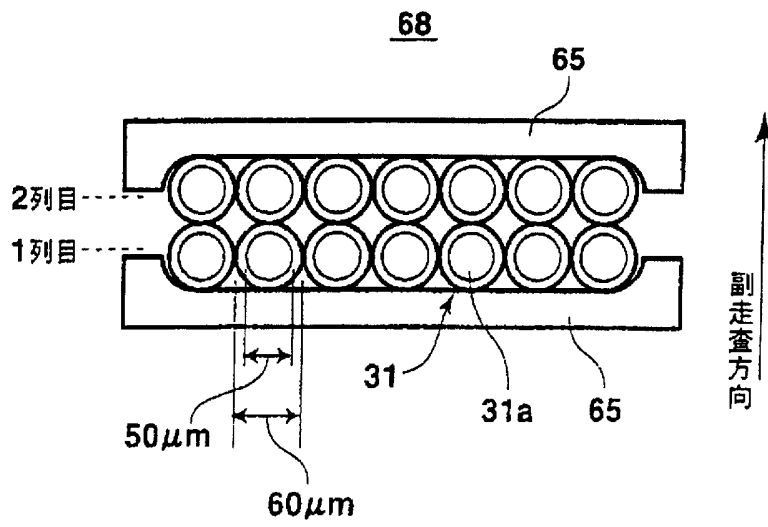
[図7B]



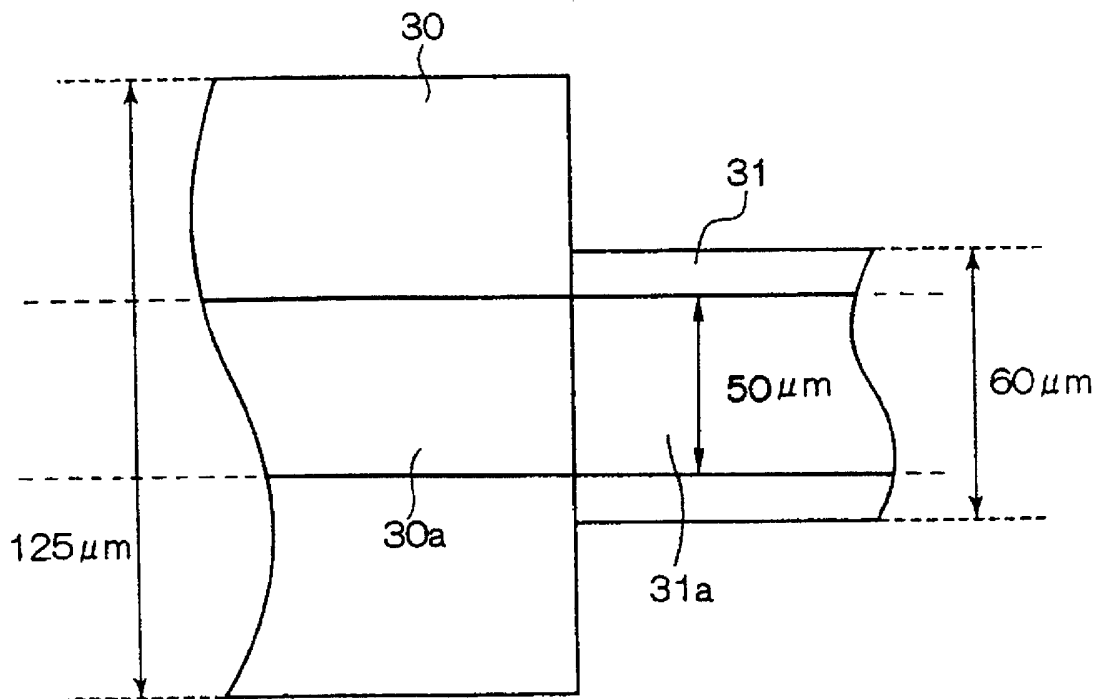
[図8A]



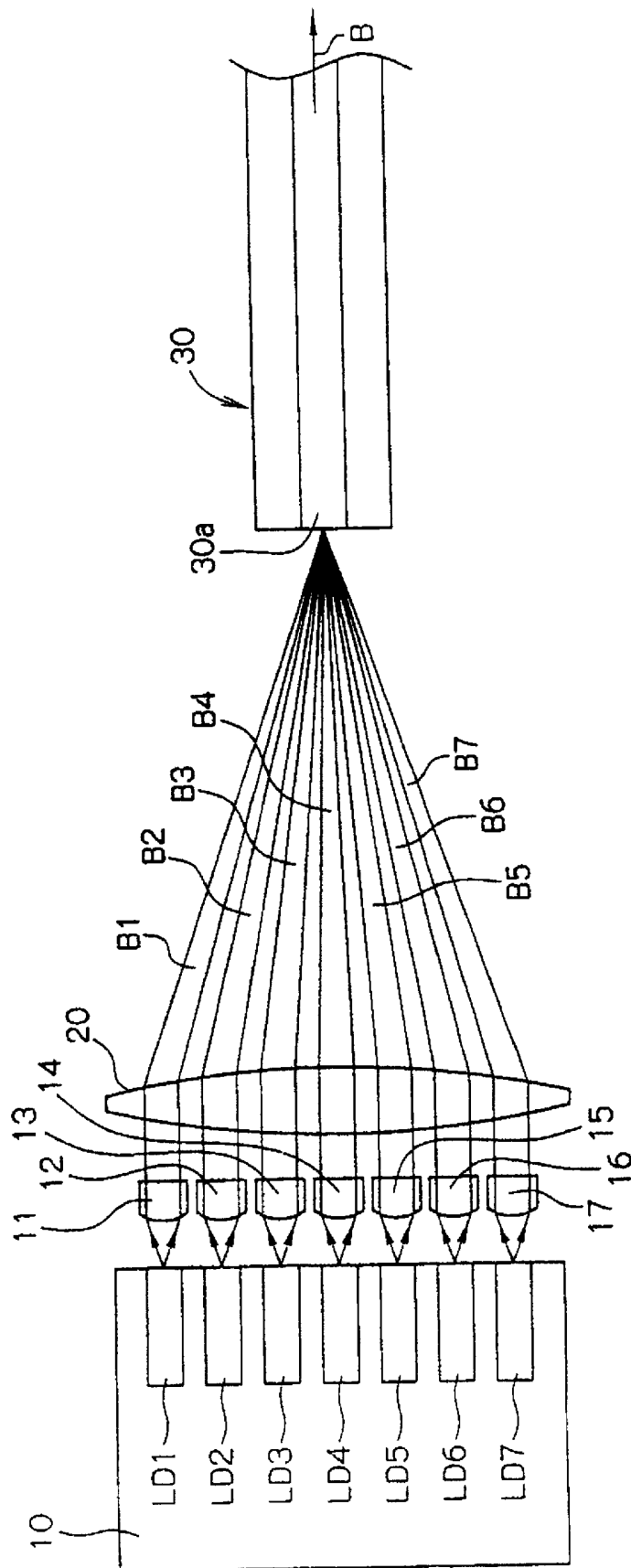
[図9B]



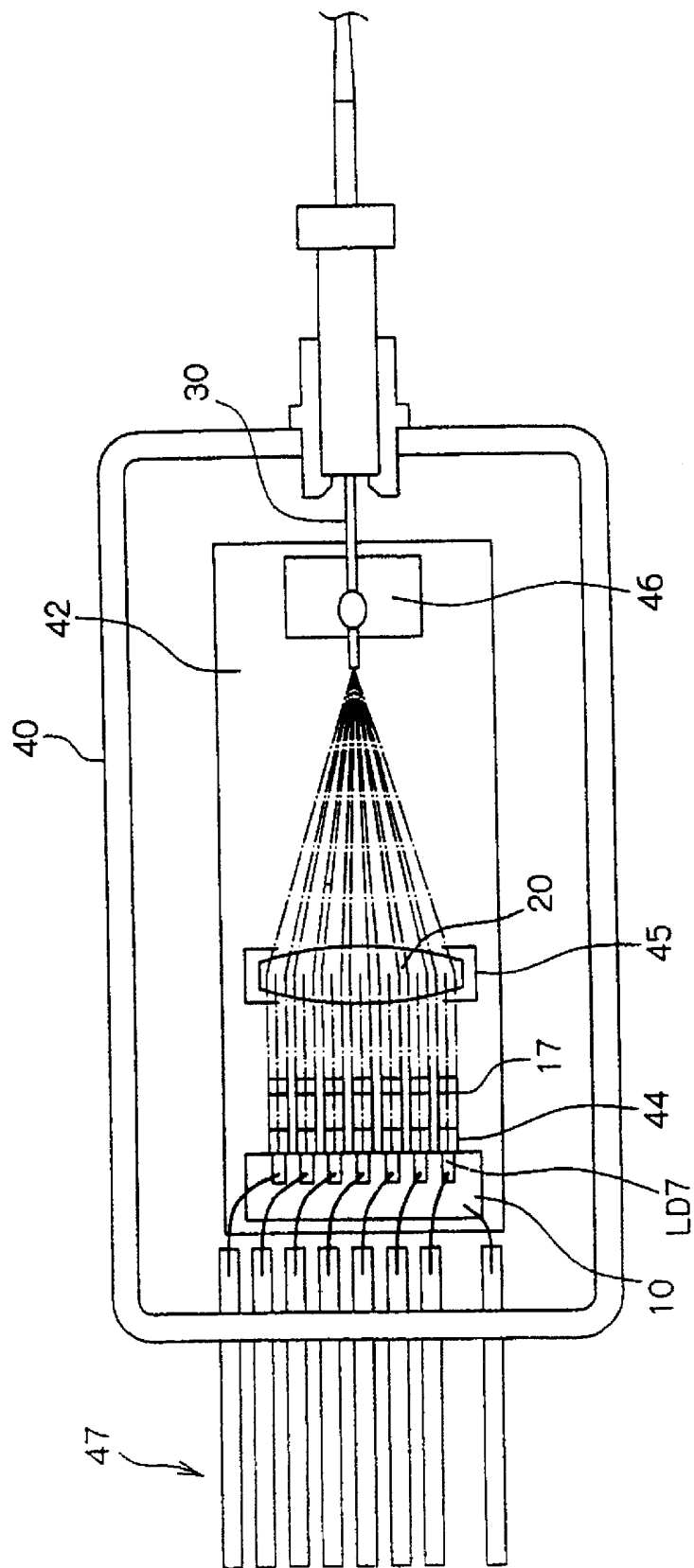
[図10]



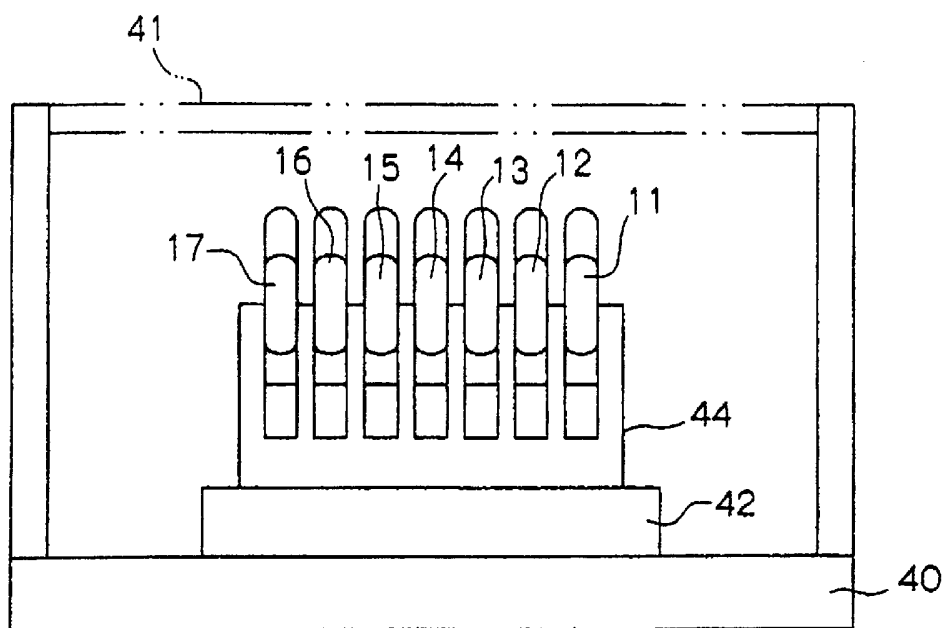
[図11]



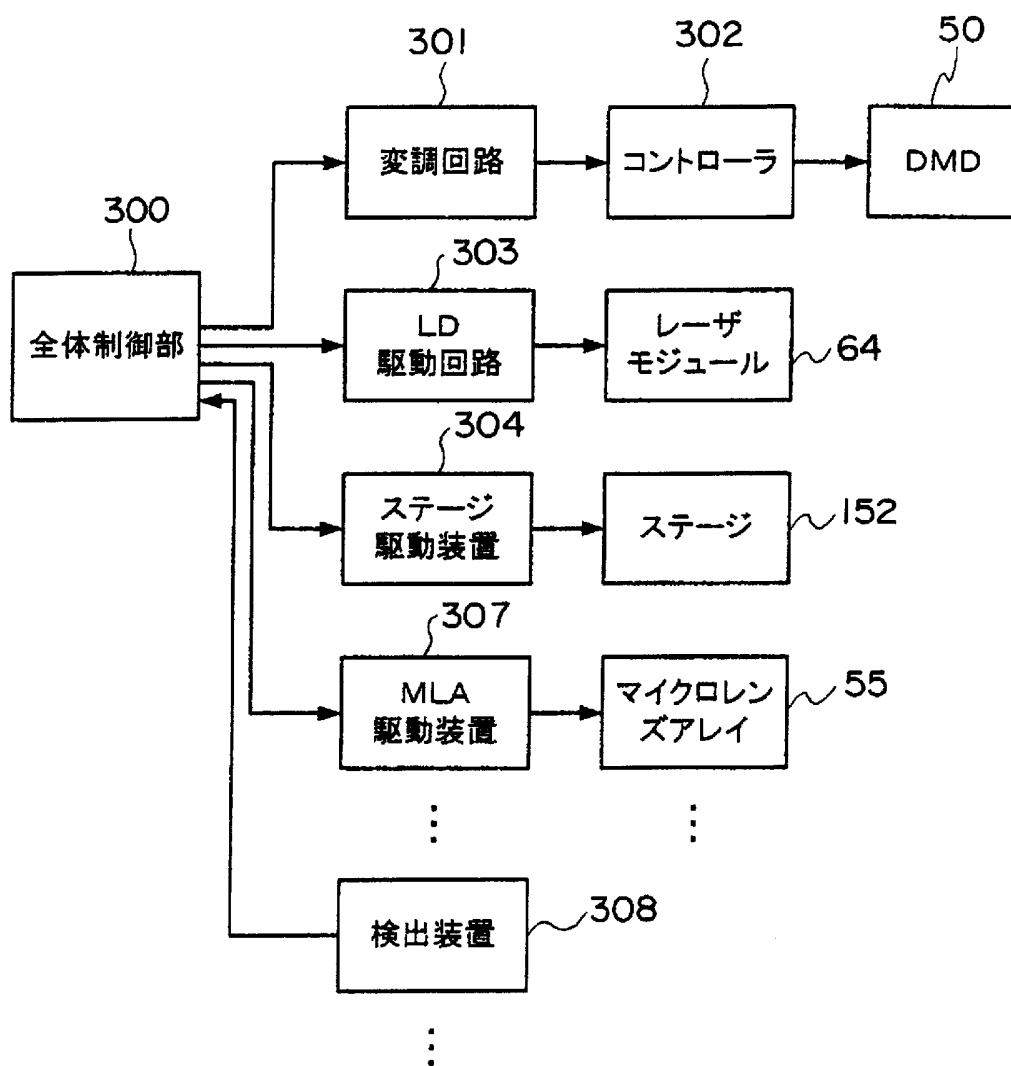
[図12]



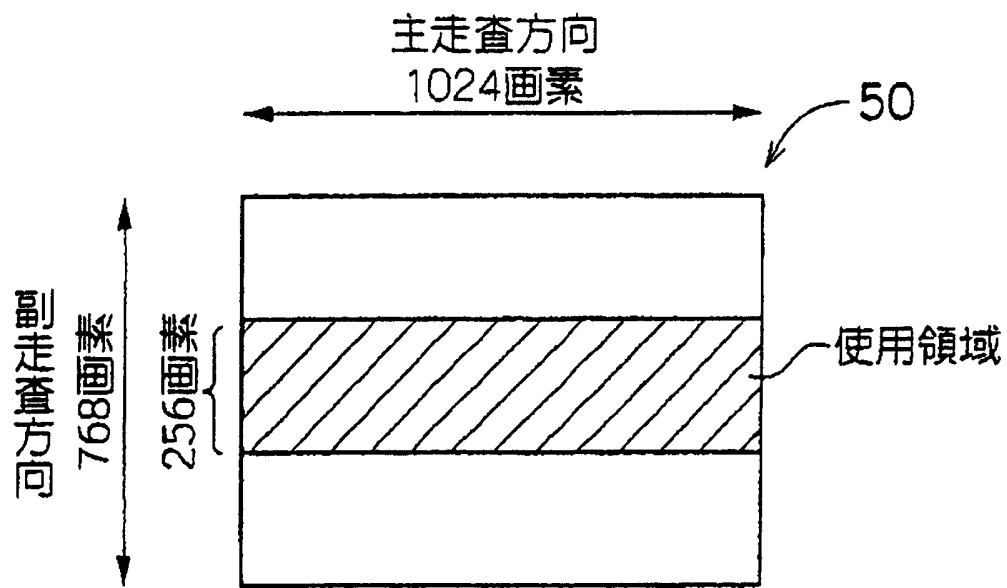
[図14]



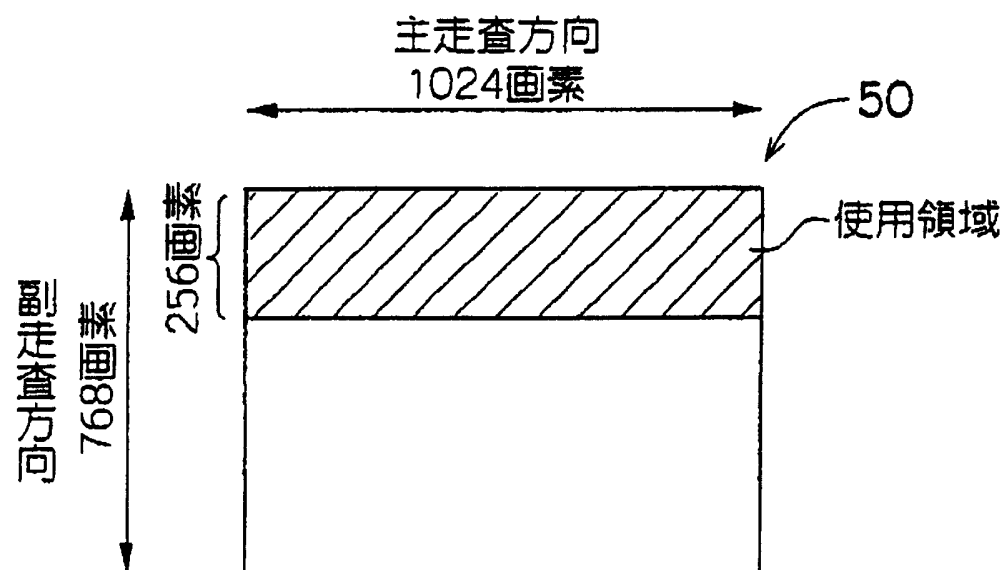
[図15]



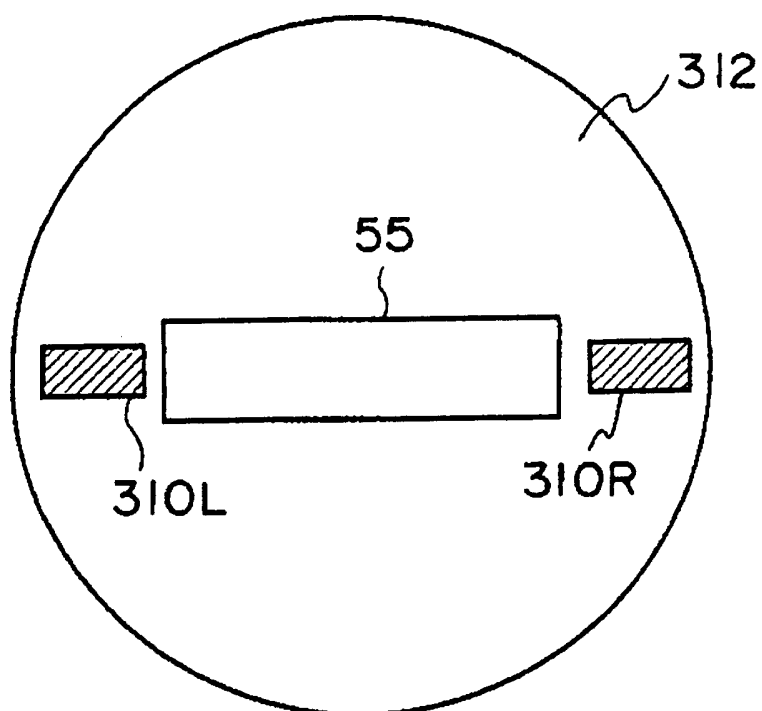
[図16A]



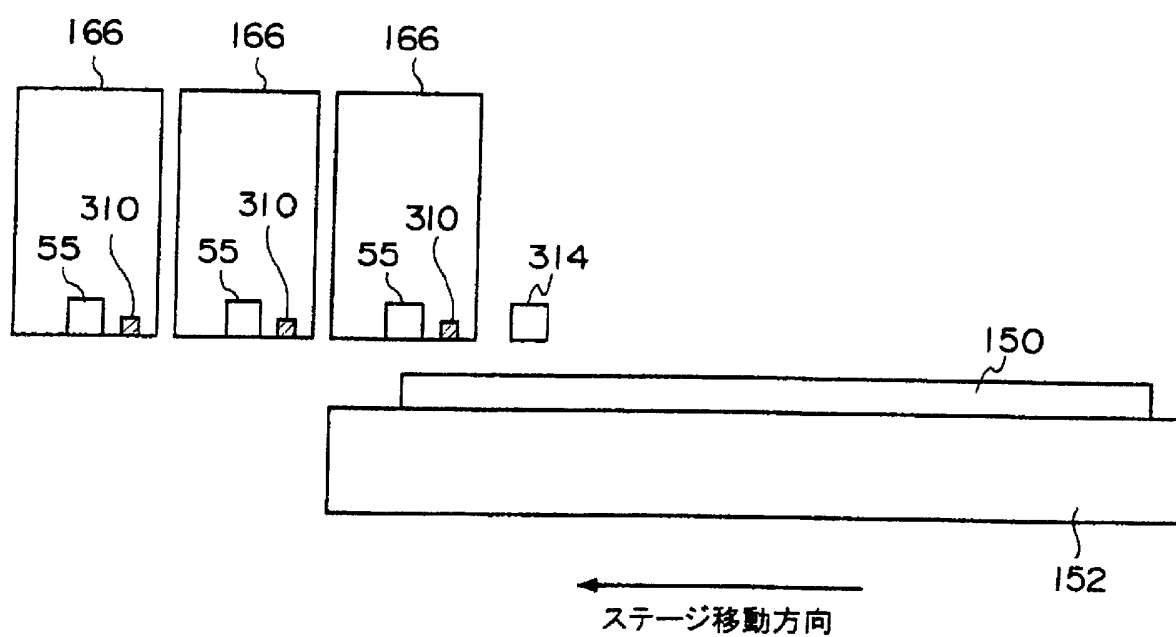
[図16B]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/312518

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F7/207(2006.01) i

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)

G03F7/207, 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.
X	WO 2005/001914 A (YONSEI UNIVERSITY), 06 January, 2005 (06.01.05), Whole documents & JP 2006-514784 A & KR 2005001086 A & AU 2003248145 A1	1, 2, 9, 10
P, X	JP 2005-244238 A (ASML Netherlands B.V.), 08 September, 2005 (08.09.05), Full text; all drawings & EP 1569035 A1 & US 2005/190353 A1 & SG 114755 A & CN 1684002 A	1, 2, 9, 10
P, X	JP 2005-277153 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 06 October, 2005 (06.10.05), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2, 9, 10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 September, 2006 (08.09.06)

Date of mailing of the international search report
19 September, 2006 (19.09.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/312518

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-296531 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 21 October, 2004 (21.10.04), Fig. 9 & US 2004/189970 A1 & CN 1532577 A & KR 2004084744 A	1,2,9,10
A	JP 2005-62847 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 10 March, 2005 (10.03.05), Fig. 5 & US 2005/024477 A1 & CN 1580864 A & KR 2005014766 A	1,2,9,10
A	JP 2004-62155 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 26 February, 2004 (26.02.04), Fig. 20 & EP 1369731 A2 & US 2004/027681 A1 & CN 1467532 A	1,2,9,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/312518

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1-14 share the configuration described in claim 1.

However, the search has revealed that the configuration described in claim 1 is a conventionally-known prior art (although WO 2005/001914 A does not describe explicitly a unit for detecting information on the positional relationship between the micro lens array and the surface to be exposed, it is obvious for those skilled in the art that in order to adjust the positional relationship between the micro lens array and the surface to be exposed, a unit for detecting the positional relationship is indispensable.)

(Continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1, 2, 9, 10

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/312518

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

As a result, the configuration described in claim 1 cannot be a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

Accordingly, the inventions of claims 1-14 do not satisfy the requirement of unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G03F7/207(2006.01)i			
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）） Int.Cl. G03F7/207, 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	
X	WO 2005/001914 A (YONSEI UNIVERSITY) 2005.01.06, whole documents & JP 2006-514784 A & KR 2005001086 A & AU 2003248145 A1	1, 2, 9, 10	
P, X	JP 2005-244238 A (エイエスエムエル ネザランドズ ベスローテ ン フェンノートシャップ) 2005.09.08, 全文全図 & EP 1569035 A1 & US 2005/190353 A1 & SG 114755 A & CN 1684002 A	1, 2, 9, 10	
☒ 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 08.09.2006		国際調査報告の発送日 19.09.2006	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 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	2M 8808 電話番号 03-3581-1101 内線 3274

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
P, X	JP 2005-277153 A (富士写真フイルム株式会社) 2005. 10. 06, 全文全図 (ファミリーなし)	1, 2, 9, 10
A	JP 2004-296531 A (富士写真フイルム株式会社) 2004. 10. 21, 図 9 & US 2004/189970 A1 & CN 1532577 A & KR 2004084744 A	1, 2, 9, 10
A	JP 2005-62847 A (富士写真フイルム株式会社) 2005. 03. 10, 図 5 & US 2005/024477 A1 & CN 1580864 A & KR 2005014766 A	1, 2, 9, 10
A	JP 2004-62155 A (富士写真フイルム株式会社) 2004. 02. 26, 図 2 O & EP 1369731 A2 & US 2004/027681 A1 & CN 1467532 A	1, 2, 9, 10

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2) (a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1－14は、請求の範囲1に記載された構成を共有している。

しかし、請求の範囲1に記載された構成は、調査の結果、従来から知られている先行技術であることが明らかになった。(W0 2005/001914 Aには、マイクロレンズアレイと被露光面の位置関係に関する情報を検出するユニットについての明記はないが、マイクロレンズアレイと被露光面の位置関係を調整するには、該位置関係を検出するユニットが必要であることは、当業者には自明のことである。)

結果として、請求の範囲1に記載された構成は、P C T規則13.2の第2文の意味において、特別な技術的特徴ではない。

したがって、請求の範囲1－14は単一性を有さない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

1, 2, 9, 10

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。