

(43) 国際公開日
2007 年 10 月 4 日 (04.10.2007)

PCT

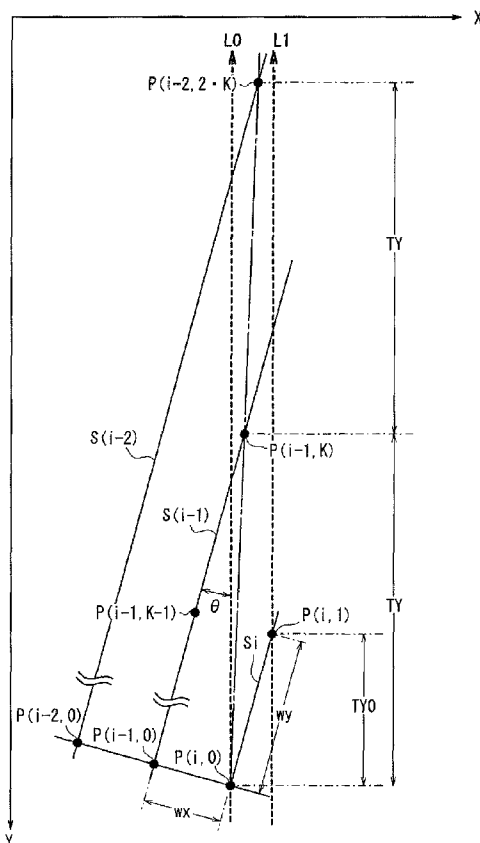
(10) 国際公開番号
WO 2007/111173 A1

- (51) 国際特許分類:
G03F 7/20 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)
B41J 2/01 (2006.01) H04N 1/113 (2006.01)
B41J 2/445 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/055441
- (22) 国際出願日: 2007 年 3 月 16 日 (16.03.2007)
- (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2006-085145 2006 年 3 月 27 日 (27.03.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布 2 丁目 2 6 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 金城直人 (KINJO, Naoto) [JP/JP]; 〒2588538 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 角克人 (SUMI, Katsuto) [JP/JP]; 〒2588538 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 北野亮 (KITANO, Ryo) [JP/JP]; 〒2588538 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 千葉剛宏, 外 (CHIBA, Yoshihiro et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木 2 丁目 1 番 1 号 新宿マインズタワー 1 6 階 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, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK,

[続葉有]

(54) Title: PLOTTING STATE ADJUSTING METHOD AND DEVICE

(54) 発明の名称: 描画状態調整方法及び装置



(57) Abstract: It is possible to set an optical magnification β capable of making a recording position shift amount LER (β) with respect to Y direction of the plotting point formed by a micro mirror (40) within an allowance range from the relationship between a Y-direction distance (TY0) between mirror images obtained by projecting micro mirrors (40) constituting a DMD (36) onto a substrate (F), an inclination angle θ of the DMD (36), an image pattern recording pitch ΔY , and an optical magnification β .

(57) 要約: DMD 36 を構成するマイクロミラー 40 を基板 F 上に射影したミラー像間の Y 方向の距離 TY0 と、DMD 36 の傾斜角度 θ と、画像パターンの記録ピッチ ΔY と、光学倍率 β との関係から、マイクロミラー 40 により形成される描画点の Y 方向に対する記録位置のずれ量 LER (β) を許容範囲内とすることのできる光学倍率 β を設定する。



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

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, 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).

(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,

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

描画状態調整方法及び装置

技術分野

- [0001] 本発明は、二次元状に配列された複数の描画要素を描画面に沿って所定の走査方向に相対移動させ、前記各描画要素を描画データに従って制御することで描画を行う描画装置における描画状態調整方法及び装置に関する。

背景技術

- [0002] 描画装置の一例として、デジタル・マイクロミラー・デバイス(DMD)等の空間光変調素子を利用し、画像データに応じて変調された光ビームにより記録媒体に画像を露光する露光装置が種々提案されている。DMDは、画像データに基づく制御信号に応じて反射面の角度が変化する多数のマイクロミラーをシリコン等の半導体基板上に二次元状に配列したミラーデバイスであり、このDMDを備えた露光ヘッドを記録媒体の走査方向に相対移動させることで、二次元画像を露光記録することができる。
- [0003] ここで、記録媒体に記録される画像の解像性を向上させるため、多数のマイクロミラーが二次元状に配列されたDMDを走査方向に対して傾斜させて配置し、近接するマイクロミラーにより記録媒体上に形成される露光点を一部重なるようにした露光装置が提案されている(特表2001-500628号公報参照)。このように、複数の露光点を記録媒体上で重ね合わせて多重露光することにより、例えば、各マイクロミラーに対応して設けられたマイクロレンズ等の光学系や、マイクロミラー自体の欠陥、あるいは、各マイクロミラーによって反射されて記録媒体に導かれる光ビームの光量むらに起因する画質劣化を抑制することが可能となる。

発明の開示

- [0004] ところで、DMDを前記のように傾斜させて多重露光を行う場合、近接するマイクロミラーにより記録媒体上に形成される露光点の配列方向が、記録しようとする画像パターンの方に近接して設定されていると、露光記録された前記画像パターンにジャギーが生じ画質が劣化してしまう。
- [0005] 同様の問題は、DMDを用いた露光装置に限られるものではなく、例えば、インク滴

を記録媒体の描画面に吐出して画像を記録するインクジェットプリンタ等においても生じる。

[0006] 本発明の一般的な目的は、二次元状に配列された複数の描画要素を用いて画像記録媒体に画像パターンを描画する際、画像パターンに生じるジャギーを確実に低減させることのできる描画状態調整方法及び装置を提供することにある。

[0007] 本発明の主たる目的は、描画要素の配列パターンと描画される画像パターンとの間の干渉によって生じるジャギーの視認を低下させることのできる描画状態調整方法及び装置を提供することにある。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本実施形態の露光装置の外観斜視図である。

[図2]本実施形態の露光装置における露光ステージの平面図である。

[図3]本実施形態の露光装置における露光ヘッドの概略構成図である。

[図4]本実施形態の露光装置における露光ヘッドに使用されるデジタル・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5]図4に示すDMDを構成するマイクロミラーがオン状態に設定されている場合の説明図である。

[図6]図4に示すDMDを構成するマイクロミラーがオフ状態に設定されている場合の説明図である。

[図7]本実施形態の露光装置における露光ヘッドと、露光ステージに位置決めされた基板との関係説明図である。

[図8]本実施形態の露光装置における露光ヘッドと、基板上の露光エリアとの関係説明図である。

[図9]図4に示すDMDを構成するマイクロミラーの配置状態の説明図である。

[図10]本実施形態の露光装置の制御回路のブロック図である。

[図11]本実施形態の露光装置における描画状態を調整する処理フローチャートである。

[図12]本実施形態の露光装置において、走査方向に延在する直線を記録したときに生じる線幅ばらつきの説明図である。

[図13]本実施形態の露光装置におけるDMDの傾斜角度と線幅ばらつきとの関係を示す特性概念図である。

[図14]シミュレーションにより線幅ばらつきを求めるための画像データの説明図である。

[図15]他の実施形態に係る制御回路のブロック図である。

[図16]本実施形態の露光装置におけるDMDの基板上でのミラー像の配置説明図である。

[図17]本実施形態の露光装置におけるDMDによって基板上に記録される描画点の配置説明図である。

[図18]本実施形態の露光装置におけるDMDミラー像の基板に対する光学倍率と、隣接するミラー像によって記録される描画点位置のずれ量との関係説明図である。

[図19]本実施形態の露光装置におけるDMDミラー像の基板に対する光学倍率と、隣接して記録される描画点位置のずれ量との関係説明図である。

[図20]本実施形態の露光装置における露光ヘッドによる記録ピッチの調整方法の説明図である。

[図21]記録する直線パターンが走査方向に対して傾斜している場合における調整方法の説明図である。

[図22]記録する直線パターンが走査方向に対して傾斜している場合における調整方法の説明図である。

[図23]本実施形態の露光装置において調整されたパラメータの評価方法の説明図である。

[図24]本実施形態の露光装置において調整されたパラメータの評価方法の説明図である。

発明を実施するための最良の形態

[0009] 図1は、本発明の描画状態調整方法及び装置が適用される描画装置であるフラットベッドタイプの露光装置10を示す。露光装置10は、複数の脚部12によって支持された変形の極めて小さい定盤14を備え、この定盤14上には、2本のガイドレール16を介して露光ステージ18が矢印方向に往復移動可能に設置される。なお、露光ステー

ジ18には、感光材料が塗布された基板Fが吸着保持される。

[0010] 定盤14の中央部には、ガイドレール16を跨ぐようにして門型のコラム20が設置される。このコラム20の一方の側部には、露光ステージ18に対する基板Fの装着位置を検出するCCDカメラ22a、22bが固定され、他方の側部には、基板Fに対して画像を露光記録する複数の露光ヘッド24a～24jが位置決め保持されたスキャナ26が固定される。露光ヘッド24a～24jは、基板Fの走査方向(露光ステージ18の移動方向)と直交する方向に2列で千鳥状に配列される。CCDカメラ22a、22bには、ロッドレンズ62a、62bを介してストロボ64a、64bが装着される。ストロボ64a、64bは、基板Fを感光することのない赤外光からなる照明光をCCDカメラ22a、22bの撮像域に照射する。

[0011] 定盤14の一方の端部には、露光ステージ18の移動方向と直交する方向に延在するガイドテーブル66が装着されており、このガイドテーブル66には、露光ヘッド24a～24jから出力されたレーザビームLの光量を検出するフォトセンサ68がX方向に移動可能に配設される。

[0012] また、定盤14の他方の端部には、図2に示すように、ガイドテーブル67に沿ってX方向に移動可能な状態でフォトセンサ69が配設される。フォトセンサ69の上部には、複数のスリット71がX方向に配列して形成されたスリット板73が配設される。スリット71は、露光ステージ18の移動方向(Y方向)に対して45°の角度で傾斜する2つのスリット片75a、75bを有するV字形状に形成される。この場合、各スリット片75a、75bを通過したレーザビームLをフォトセンサ69により検出して、各露光ヘッド24a～24jに組み込まれる各空間光変調素子の傾斜角度を算出することができる。なお、露光ヘッド24a～24jは、前記傾斜角度の調整のため、レーザビームLの光軸を中心として回転可能に構成される。

[0013] 図3は、各露光ヘッド24a～24jの構成を示す。露光ヘッド24a～24jには、例えば、光源ユニット28を構成する複数の半導体レーザから出力されたレーザビームLが合波され光ファイバ30を介して導入される。レーザビームLが導入された光ファイバ30の出射端には、ロッドレンズ32、反射ミラー34、及びデジタル・マイクロミラー・デバイス(DMD) 36(空間光変調素子)が順に配列される。

- [0014] ここで、DMD36は、図4に示すように、SRAMセル(メモリセル)38の上に格子状に配列された多数のマイクロミラー40を揺動可能な状態で配置したものであり、各マイクロミラー40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。SRAMセル38に描画データに従ったデジタル信号が書き込まれると、その信号の状態に応じて、図5及び図6に示すように、各マイクロミラー40が対角線を中心とする所定方向に傾斜する。図5は、マイクロミラー40がオン状態の方向に傾斜した場合を示し、図6は、マイクロミラー40がオフ状態の方向に傾斜した場合を示す。従って、制御ユニット42から供給される描画データに基づく変調信号に従ってDMD36の各マイクロミラー40の傾きを制御することにより、描画データに応じてレーザビームLを選択的に基板Fに導き、所望の画像パターンを描画することができる。
- [0015] オン状態のマイクロミラー40によって反射されたレーザビームLの射出方向には、拡大光学系である第1結像光学レンズ44、46、DMD36の各マイクロミラー40に対応して多数のレンズを配設したマイクロレンズアレー48、倍率調整光学系である第2結像光学レンズ50、52が順に配列される。第2結像光学レンズ50、52は、光学倍率を調整するため矢印方向に移動可能に構成される。なお、マイクロレンズアレー48の前後には、迷光を除去するとともに、レーザビームLを所定の径に調整するためのマイクロアパーチャアレー54、56が配設される。
- [0016] 各露光ヘッド24a～24jに組み込まれるDMD36は、図7及び図8に示すように、高い解像度を実現すべく、基板Fの移動方向に対して所定角度傾斜した状態に設定される。すなわち、図9に示すように、DMD36を走査方向(Y方向)に対して傾斜させることにより、DMD36を構成するマイクロミラー40の走査方向と直交する方向(X方向)に対する間隔 ΔX が狭くなり、これによって、X方向に対する解像度を高くすることができる。
- [0017] ここで、図9に示すように、走査方向(Y方向)の同一の走査線57上、あるいは、走査線57の近傍には、複数のマイクロミラー40(図9では、2個又は3個)が配置されており、基板Fには、これらの複数のマイクロミラー40によって略同一位置に導かれたレーザビームLにより画像パターンが多重露光される。これにより、例えば、各マイクロミラー40に対応して設けられたマイクロレンズアレー48やマイクロミラー40自体の欠陥

、あるいは、マイクロミラー40によって基板Fに導かれるレーザビームLの光量むら等に起因する画質劣化を抑制することができる。また、露光ヘッド24a～24jは、継ぎ目が生じることのないよう、露光エリア58a～58jが走査方向と直交する方向に重畳するように設定される(図8参照)。

[0018] 図10は、露光装置10の処理回路の要部構成ブロック図である。処理回路は、基板Fに対して所望の画像を露光するために、図9に示すY方向に対するDMD36の適切な傾斜角度 θ と、ズーム光学系である第2結像光学レンズ50、52の適切な光学倍率 β とを演算する演算部76を備える。なお、演算部76は、傾斜角度 θ 及び光学倍率 β を演算する際に露光装置10に接続される外部演算装置に組み込んで構成してもよい。また、処理回路は、演算部76によって算出された傾斜角度 θ に従って露光ヘッド24a～24jを回転させ、DMD36を傾斜角度 θ に調整する傾斜角度調整部77と、演算部76によって算出された光学倍率 β に従ってズーム光学系を構成する第2結像光学レンズ50、52を変位させて光学倍率 β を調整する光学倍率調整部79とを備える。

[0019] 演算部76は、DMD36を構成する各マイクロミラー40を基板Fに射影したミラー像の中心のX方向の座標であるX座標を算出するX座標算出部78と、DMD36の各ミラー像のX座標を昇順にソートし、隣り合うX座標間の距離の最大値を傾斜角度 θ 毎に算出する最大値算出部80とを備える。

[0020] 演算部76は、最大値算出部80により算出された最大値を、基板Fに記録される画像パターンのX方向に対する線幅ばらつき範囲の許容上限値と比較し、許容できる傾斜角度 θ の第1安全域を算出する傾斜角度第1安全域算出部82と、第1安全域の範囲でシミュレーションを行い、基板Fに記録される画像のX方向の線幅ばらつき範囲を前記許容上限値と比較し、許容できる傾斜角度 θ の第2安全域を算出する傾斜角度第2安全域算出部84と、各マイクロミラー40からスリット板73を介して導かれるレーザビームLをフォトセンサ69で検出するとともに、露光ステージ18のY方向の位置情報をエンコーダ81で検出することで、図9のy方向に配列される複数のマイクロミラー40の列である各スワスSiの傾斜角度 θ_i を算出し、前記傾斜角度 θ_i の振れ幅を許容する範囲内とする傾斜角度 θ を設定する傾斜角度設定部86とを備える。設

定された傾斜角度 θ は、傾斜角度調整部77に供給される。

[0021] 演算部76は、傾斜角度設定部86で設定された傾斜角度 θ において、同一のスワスSiを構成する隣り合うマイクロミラー40により基板Fに記録される各描画点のY方向の描画位置関係によって生じる画像パターンのY方向のずれであるジャギーが極大となる光学倍率 β_{t1} を算出し、前記光学倍率 β_{t1} の前後を回避した許容できる光学倍率の第1安全域を算出する光学倍率第1安全域算出部88と、傾斜角度設定部86で設定された傾斜角度 θ 及び前記第1安全域の範囲において、異なるスワスSiのマイクロミラー40により基板Fに多重露光される各描画点のY方向の描画位置関係によって生じる画像のY方向のジャギーが極大となる光学倍率 β_{t2} を算出し、前記光学倍率 β_{t2} の前後を回避した許容できる光学倍率の第2安全域を算出する光学倍率第2安全域算出部90と、第2安全域内で光学倍率 β を設定する光学倍率設定部91とを備える。設定された第2安全域内の光学倍率 β は、光学倍率調整部79に供給される。

[0022] 本実施形態の露光装置10は、基本的には以上のように構成されるものであり、次に、露光装置10の調整方法につき、図11に示すフローチャートに従って説明する。

[0023] 複数のマイクロミラー40を用いてY方向に延在する直線を基板Fに記録する場合、X方向における直線の記録位置によってX方向の線幅にばらつきが生じる。例えば、図12に示すように、X方向の線幅が同一である画像データDを用いて画像パターンを記録する場合、DMD36のマイクロミラー40の位置に対する画像パターンのX方向の記録位置が異なると、黒丸で示すように、画パターンG1は、マイクロミラー40の基板F上でのミラー像P1～P3に従って形成されるのに対して、画像パターンG2は、画像パターンG1とは異なる個数のミラー像P2、P3に従って形成されるため、画像パターンG1、G2の線幅にばらつきが生じてしまう。このような線幅のばらつきを許容範囲内とするためには、DMD36の傾斜角度 θ を調整して、ミラー像P1～P3のX方向に対する間隔を調整する必要がある。

[0024] そこで、まず、X座標算出部78において、DMD36上でのマイクロミラー40のx方向の間隔dxと、y方向の間隔dyと、マイクロミラー40と基板F上でのミラー像との間の設計上の比率である光学倍率 β_0 とを用いて、全てのマイクロミラー40のミラー像の

中心をX軸上に射影したX座標 $X(i, k, \theta)$ をDMD36の傾斜角度 θ 毎に算出する(ステップS1)。なお、X座標 $X(i, k, \theta)$ は、図9に示すx方向のマイクロミラー40の位置をi、y方向のマイクロミラー40の位置をkとした場合における傾斜角度 θ でのX軸上の座標を表す。

[0025] 次いで、最大値算出部80において、傾斜角度 θ 別にX座標 $X(i, k, \theta)$ を昇順にソートし、隣り合うX座標 $X(i, k, \theta)$ 間の距離の最大値 $\Delta X_max(\theta)$ をDMD36の傾斜角度 θ 毎に算出する(ステップS2)。なお、最大値 $\Delta X_max(\theta)$ は、極めて少ない演算量で求めることができる。図13の破線で示すグラフは、傾斜角度 θ を横軸、最大値 $\Delta X_max(\theta)$ を縦軸としてプロットした特性概念図である。この場合、傾斜角度 θ に応じて最大値 $\Delta X_max(\theta)$ が極大、極小を繰り返す、且つ、特定域で極大値が増大するパターンが出現する。

[0026] 次に、傾斜角度第1安全域算出部82において、算出された最大値 $\Delta X_max(\theta)$ を、基板Fに記録される画像のX方向に対する線幅ばらつき範囲の許容上限値である閾値 TH_LWV と比較し、閾値 TH_LWV 以下となる許容できる傾斜角度 θ の第1安全域 $R1(\theta)$ を算出する(ステップS3)。なお、第1安全域 $R1(\theta)$ は、最大値 $\Delta X_max(\theta)$ の変化が小さく、傾斜角度 θ が連続する所定の範囲で $\Delta X_max(\theta) \leq TH_LWV$ の条件を満たす範囲とする。

[0027] 第1安全域 $R1(\theta)$ を設定した後、傾斜角度第2安全域算出部84において、第1安全域 $R1(\theta)$ の範囲でシミュレーションを行い、線幅ばらつき範囲 $LWV(\theta)$ を算出する(ステップS4)。例えば、各マイクロミラー40から基板Fに導かれるレーザビームLのパワー分布をガウス分布で仮定し、図14に示すように、Y方向に平行でX方向の異なる位置に一定幅からなる複数の直線92を記録する画像データと、X方向に平行な1本の直線94を記録する画像データとを設定する。次いで、直線94が所定の線幅となるようにパワー累積値に対する閾値を設定し、画像データに基づいて各直線92を記録するときのレーザビームLのパワー累積分布を傾斜角度 θ 毎に計算し、パワー累積分布を前記閾値と比較することで各直線92の線幅 $LW(X)$ を求める。そして、その線幅 $LW(X)$ の最大値と最小値との差データから線幅ばらつき範囲 $LWV(\theta)$ を算出する。なお、複数の直線92の画像データを設定して線幅ばらつき範囲 $LWV(\theta)$

)を算出する代わりに、1本の直線92の画像データとDMD36の各マイクロミラー40との位置関係をX方向の微少量ずつずらせながら線幅LW(X)を求め、それから各線幅ばらつき範囲LWV(θ)を算出するようにしてもよい。

[0028] 図13の実線で示すグラフは、傾斜角度 θ を横軸、線幅ばらつき範囲LWV(θ)を縦軸としてプロットしたシミュレーション結果の特性概念図である。線幅ばらつき範囲LWV(θ)は、レーザビームLのパワー分布をガウス分布として設定しているため、最大値 $\Delta X_max(\theta)$ の特性よりも大きい値となる。この場合、最大値 $\Delta X_max(\theta)$ が閾値TH_LWV以下となる第1安全域R1(θ)の範囲で線幅ばらつき範囲LWV(θ)を算出するため、シミュレーションに要する時間を短縮することができる。

[0029] そして、線幅ばらつき範囲LWV(θ)と閾値TH_LWVとを比較し、閾値TH_LWV以下となる許容できる傾斜角度 θ の第2安全域R2(θ)を算出する(ステップS5)。なお、第2安全域R2(θ)は、第1安全域R1(θ)の場合と同様、線幅ばらつき範囲LWV(θ)の変化が小さく、傾斜角度 θ が連続する所定の範囲で $LWV(\theta) \leq TH_LWV$ の条件を満たす範囲とする。

[0030] ここで、DMD36のy方向に配列される複数のマイクロミラー40の列である各スワスSiの傾斜角度 θ_i (図9参照)は、DMD36の製造上の誤差や露光ヘッド24a~24jを構成する光学系の影響により、スワスSi毎に異なる場合がある。

[0031] そこで、露光ステージ18に配設されたスリット板73を露光ヘッド24a~24jの下部まで移動させた後、DMD36を構成する各マイクロミラー40を介してスリット板73にレーザビームLを導き、スリット板73に形成された各スリット片75a、75bを通過したレーザビームLをフォトセンサ69によって検出する。そして、フォトセンサ69のX方向の位置情報と、エンコーダ81から得られる露光ステージ18のY方向の位置情報とに基づき、スワスSiを構成する複数のマイクロミラー40の位置を算出し、その位置から各スワスSiの傾斜角度 θ_i を算出し、この傾斜角度 θ_i の最大値と最小値との差を、DMD36を構成するスワスSiの傾斜角度 θ_i の振れ幅 $\Delta \theta$ として算出する(ステップS6)。

[0032] 次いで、傾斜角度設定部86において、傾斜角度第2安全域算出部84で求めた第2安全域R2(θ)から、振れ幅 $\Delta \theta$ の範囲を許容する傾斜角度 θ を選択して設定する(ステップS7)。このようにして傾斜角度 θ を設定することにより、DMD36の全範囲

における線幅ばらつき範囲 $LWV(\theta)$ を許容範囲内として、Y方向に延在する画像パターンのX方向に対する線幅のばらつきを許容範囲内とすることができる。

[0033] なお、傾斜角度 θ は、ステップS4のシミュレーションで算出した線幅ばらつき範囲 $LWV(\theta)$ の変動が小さい範囲から選択することが望ましい。また、前記線幅ばらつき範囲 $LWV(\theta)$ が小さい程大きくなる重み付け係数を線幅ばらつき範囲 $LWV(\theta)$ に割り付け、前記重み付け係数の大きい範囲から傾斜角度 θ を優先的に選択するようにしてもよい。

[0034] また、図13に示すように、第2安全域 $R2(\theta)$ が複数域ある場合、傾斜角度 θ が大きく、多重露光における多重度が大きくなる第2安全域 $R2(\theta)$ を優先して設定することが望ましい。

[0035] さらに、図15に示すように、ステップS4のシミュレーションで算出した線幅ばらつき範囲 $LWV(\theta)$ (図13の実線で示す関係)を線幅ばらつき範囲テーブルとして線幅ばらつき範囲テーブル記憶部100に記憶させておき、例えば、メンテナンス等を行う際、所望の閾値 TH_LWV に従って前記線幅ばらつき範囲テーブル記憶部100から読み出した線幅ばらつき範囲 $LWV(\theta)$ の第2安全域 $R2(\theta)$ の範囲内において、計測した傾斜角度 θ を適切な傾斜角度 θ に変更するようにしてもよい。

[0036] 一方、図9は、走査線57上に2個又は3個のマイクロミラー40が配設される多重度2又は3の状態を示している。この場合、複数のマイクロミラー40が同一の走査線57上に配列され、隣接する走査線57間にマイクロミラー40が配置されない状態になると、走査線57間の間隙の影響で線幅ばらつき範囲 $LWV(\theta)$ が大きくなってしまう。

[0037] そこで、線幅ばらつき範囲 $LWV(\theta)$ を小さくするため、多重露光による各描画点が走査線57間に均等に配置されるように傾斜角度 θ を設定する。

[0038] 図16は、図9の(i, k)の位置にあるマイクロミラー40を基板F上に射影したミラー像 $P(i, k)$ の配置関係を示す。また、図17は、露光装置10によりY方向に記録ピッチ ΔY で基板Fに描画される描画点の配置関係を示す。なお、グループJ0は、多重度Nのミラー像 $P(i, 0)$ 、 $P(i-1, K)$ 、 $P(i-2, 2 \cdot K)$ 、 $\dots$ 、 $P(i-N+1, (N-1) \cdot K)$ によって記録される描画点である。また、グループJ1は、隣接するミラー像 $P(i, 1)$ 、 $P(i-1, K+1)$ 、 $P(i-2, 2 \cdot K+1)$ 、 $\dots$ 、 $P(i-N+1, (N-1) \cdot K+1)$ によって記録さ

れる描画点である。なお、説明の便宜上、ミラー像 $P(i, k)$ によって記録される描画点を $P(i, k)$ として示している。

[0039] この場合、多重露光の多重度を N として、ミラー像 $P(i, 0)$ を通り Y 方向に平行な直線 $L0$ 上に配列される N 個のミラー像 $P(i, 0)$ 、 $P(i-1, K)$ 、 $P(i-2, 2 \cdot K)$ 、 $\dots$ 、 $P(i-N+1, (N-1) \cdot K)$ の X 座標の位置を、直線 $L0$ と、ミラー像 $P(i, 1)$ を通り直線 $L0$ に平行な直線 $L1$ との間に均等に配置すれば、直線 $L0$ 、 $L1$ 間の間隙による線幅ばらつき範囲 $LWV(\theta)$ を小さくすることができる。すなわち、直線 $L0$ 、 $L1$ 間を q/N 分割($q:1$ を含み、 N と共通の公約数を持たない N 未満の整数)した位置に各ミラー像 $P(i, k)$ が配置されるように傾斜角度 θ を設定すればよい。

[0040] 傾斜角度調整部77は、以上のようにして設定された傾斜角度 θ となるように、露光ヘッド24a~24jを回転させて調整する(ステップS8)。

[0041] ところで、複数のマイクロミラー40を用いて多重露光を行う場合、例えば、図17に示すように、各グループ $J0$ 、 $J1$ を構成する描画点が X 方向に一系列に配列されていると、この描画点の配列方向に沿った直線、あるいは、配列方向に対して僅かに傾斜した直線を描画するとき、描画点の配列方向と直交する方向に分断された直線パターン96a、96bが形成されるおそれがある。また、グループ $J0$ 及びグループ $J1$ が X 方向に一系列に配列されている場合には、グループ $J0$ 、 $J1$ 内の描画点が一系列に配列されているときよりも長い周期で分断された直線が形成されるおそれがある。このように、描画点が X 方向に配列されると、記録しようとする画像パターンが Y 方向に分断されたジャギーが発生してしまう。

[0042] 本実施例では、基板 F に対するマイクロミラー40の光学倍率 β を調整することにより、グループ $J0$ 、 $J1$ 内の描画点の Y 方向の配置を調整し、これによって前記の課題を解決することができる。

[0043] そこで、光学倍率 β の調整に際して、まず、グループ $J0$ の描画点とグループ $J1$ の描画点とが X 方向に配列されるとき条件を求める。これは、同一のスワス Si 上で隣合うマイクロミラー40によって基板 F に記録される描画点が X 方向に配列されるとき条件であり、図17では、ミラー像 $P(i, 0)$ による描画点とミラー像 $P(i, 1)$ による描画点とが X 方向に配列される場合に相当する。

[0044] ミラー像P(i, 0)、P(i, 1)間の基板F上でのスワス列方向(ミラー像P(i, 0)、P(i, 1)を結ぶ直線の方)の距離をwy、光学倍率を β_{t1} 、マイクロミラー40のスワス列方向の距離をdyとすると、ミラー像P(i, 0)、P(i, 1)間のY方向の距離TY0(図16参照)は、

$$TY0 = wy \cdot \cos \theta = \beta_{t1} \cdot dy \cdot \cos \theta \quad (1)$$

である。また、露光装置10による各描画点のY方向の記録ピッチを ΔY 、Hを整数とすると、ミラー像P(i, 0)、P(i, 1)による描画点がX方向に配列される条件は、

$$TY0 = H \cdot \Delta Y \quad (2)$$

である。従って、(1)、(2)式から、光学倍率 β_{t1} が、

$$\beta_{t1} = \Delta Y \cdot H / (dy \cdot \cos \theta) \quad (3)$$

であるとき、ミラー像P(i, 0)、P(i, 1)による描画点がX方向に配列される。

[0045] そこで、光学倍率第1安全域算出部88は、傾斜角度設定部86で設定された傾斜角度 θ を(3)式に代入して光学倍率 β_{t1} を算出し、この光学倍率 β_{t1} の前後の所定範囲の光学倍率 α_1 を除いた許容できる光学倍率 β の第1安全域 $Q1(\beta)$ を算出する(ステップS9)。

[0046] 図18は、長周期の光学倍率 β と、Y方向の直線のずれ量 $LER(\beta)$ との関係をプロットした後述するシミュレーション結果の特性概念図である(β_{t1_C1} 、 β_{t1_C2} 、 β_{t1_C3} は、異なる光学倍率 β_{t1} を表す。)。この場合、第1安全域 $Q1(\beta)$ は、ずれ量 $LER(\beta)$ が許容上限値である閾値 TH_LER 以下となる範囲に設定される。

[0047] 次に、グループJ0、J1を構成する隣接する描画点、例えば、ミラー像P(i, 0)による描画点とミラー像P(i-1, K)による描画点とがX方向に配列されるとき条件を求める。

[0048] 図16に示すように、ミラー像P(i, 0)及びミラー像P(i-1, K)を結ぶ直線は、X方向の線幅ばらつき範囲 $LWV(\theta)$ を小さくするため、Y方向に所定量傾斜して設定されている。この直線の傾き量 tK を、

$$tK = (wx / wy) \cdot (1 / \tan \theta) \quad (4)$$

と定義する。なお、wxは、ミラー像P(i, 0)、P(i-1, 0)間の基板F上でのスワス行方向(ミラー像P(i, 0)、P(i-1, 0)を結ぶ直線の方)の距離である。 $K0 = \text{INT}(tK)$

($\text{INT}:tK$ の整数部分)として、傾斜角度 θ を複数の角度分類に分ける。この場合、例えば、多重度 $N=8$ とすると、角度分類は、次の3ケースとすることができる。

[0049] <ケース1>

$(K0 + 2/3) \leq tK < (K0 + 1)$ ならば、 $K = K0 + 1$ 、 $\text{stp} = 1$

<ケース2>

$(K0 + 1/3) \leq tK < (K0 + 2/3)$ ならば、 $K = \text{stp} \cdot K0 + 1$ 、
 $\text{stp} = 2$

<ケース3>

$K0 \leq tK < (K0 + 1/3)$ ならば、 $K = K0$ 、 $\text{stp} = 1$

なお、角度分類は、上記の3ケースに限られるものではなく、多重度 N 及びシミュレーションの結果に応じて最適な角度分類とする。また、角度分類は、 X 方向に連続的に配列される描画点の数が増える(多重度が大となる程増える)と、その分、ずれ量 $L_{ER}(\beta)$ が大きくなってしまうため、描画点の数に応じて適宜設定することが望ましい。さらに、描画点数を調整するため、DMD36を構成するマイクロミラー40の y 方向の全行数を Y_{num} として、描画に有効なマイクロミラー40の行数 $Valid$ を、

$$Valid = Y_{\text{num}} - \text{INT}(Y_{\text{num}} - tK \cdot N) \quad (5)$$

とし、図9の斜線部分に示すように、それ以外のマイクロミラー40を常時オフ状態に設定することが望ましい。

[0050] ミラー像 $P(i, 0)$ 、 $P(i-1, K)$ の基板 F 上における Y 方向の距離 TY (図16参照)は、光学倍率を β_{t2} として、

$$TY = \beta_{t2} \cdot (K \cdot dy \cdot \cos \theta + dx \cdot \text{stp} \cdot \sin \theta) \quad (6)$$

である。また、 M を整数として、ミラー像 $P(i, 0)$ 、 $P(i-1, K)$ による描画点が X 方向に配列される条件は、

$$TY = \Delta Y \cdot M \quad (7)$$

である。従って、(6)、(7)式から、光学倍率 β_{t2} が、

$$\beta_{t2} = \Delta Y \cdot M / (K \cdot dy \cdot \cos \theta + dx \cdot \text{stp} \cdot \sin \theta) \quad (8)$$

であるとき、ミラー像 $P(i, 0)$ 、 $P(i-1, K)$ による描画点が X 方向に配列される。ここで

、傾斜角度 θ は、時計回り方向を正としている(図16では、 $\theta > 0$)。

[0051] そこで、光学倍率第2安全域算出部90は、傾斜角度設定部86で設定された傾斜角度 θ から、該当する角度分類のケースを選択して、K及びstpの値を決定した後、(8)式に傾斜角度 θ を代入して光学倍率 β_{t2} を算出する。そして、この光学倍率 β_{t2} の前後の所定範囲の光学倍率 $\pm \alpha_2$ を除いた許容できる光学倍率 β の第2安全域 $Q2(\beta)$ を算出する(ステップS10)。

[0052] 図19は、第1安全域 $Q1(\beta)$ における短周期の光学倍率 β と、Y方向の直線のずれ量 $LER(\beta)$ との関係をプロットした後述するシミュレーション結果の特性概念図である(β_{t2_C1} 、 β_{t2_C2} 、 β_{t2_C3} は、異なる光学倍率 β_{t2} を表す)。この場合、第2安全域 $Q2(\beta)$ は、ずれ量 $LER(\beta)$ が許容上限値である閾値 TH_LER 以下となる範囲に設定される。

[0053] 次いで、光学倍率設定部91において、光学倍率第2安全域算出部90で求めた第2安全域 $Q2(\beta)$ 内で光学倍率 β を設定する(ステップS11)。この場合、光学倍率 β は、露光装置10の設置精度や露光装置10間のばらつきを考慮し、第2安全域 $Q2(\beta)$ 内の中間値となるように設定することが望ましい。また、図17に示す各グループJ0、J1内において、Y方向に描画点の位置がばらけるよう、例えば、

$$TY = \Delta Y \cdot M + q \cdot \Delta Y / N' \quad (9)$$

の関係を満足する光学倍率 β を設定することが望ましい。なお、(9)式において、 q は、1を含み、 $\text{mod}(N', q) \neq 0$ でない N' 未満の整数、 N' は、X方向に配列されるグループJ0、J1内の描画点の数であり、前述した<ケース1>又は<ケース3>では、 $N' = N$ (多重度)、<ケース2>では、 $N' = N/2$ である。

[0054] このようにして光学倍率 β を設定することにより、ずれ量 $LER(\beta)$ を許容範囲内として、X方向に延在する画像パターンのY方向に対するずれであるジャギーを許容範囲内とすることができる。

[0055] また、光学倍率 β は、傾斜角度設定部86で設定された傾斜角度 θ 、あるいは、傾斜角度第2安全域算出部84で算出された第2安全域 $R2(\theta)$ 内の傾斜角度 θ に従い、ステップS4の場合と略同様にして、シミュレーションにより求めることもできる。

[0056] 例えば、レーザビームLのパワー分布をガウス分布で仮定し、X方向に平行な直線

を形成する画像データに基づいて基板F上にこの直線を描画するときのレーザビームLのパワー累積分布を光学倍率 β 毎に計算し、パワー累積分布を所定の閾値と比較して直線のY方向の記録位置を求め、その記録位置のずれ量 $LER(\beta)$ を算出する。図18及び図19は、このシミュレーションによる結果を示す。この処理は、傾斜角度設定部86で設定された傾斜角度 θ 、あるいは、傾斜角度第2安全域算出部84で算出された第2安全域 $R2(\theta)$ 内の傾斜角度 θ 毎に行う。そして、ずれ量 $LER(\beta)$ が所定の閾値 TH_LER 以下となる光学倍率 β を決定する。

[0057] なお、光学倍率 β は、露光装置10の精度やばらつきを考慮し、第2安全域 $Q2(\beta)$ 内の中間値として設定することが望ましい。また、光学倍率 β は、第2安全域 $Q2(\beta)$ 内でのずれ量 $LER(\beta)$ の変化が最も小さくなる値として設定してもよい。

[0058] さらに、図15に示すように、シミュレーションで算出したずれ量 $LER(\beta)$ (図19に示す関係)を傾斜角度 θ 毎にずれ量テーブルとしてずれ量テーブル記憶部102に記憶させておき、例えば、メンテナンス等を行う際、所望の閾値 TH_LER 及び傾斜角度 θ に従って前記ずれ量テーブル記憶部102から読み出したずれ量 $LER(\beta)$ の第2安全域 $Q2(\beta)$ の範囲内において、適切な光学倍率 β を設定するようにしてもよい。

[0059] 光学倍率調整部79は、以上のようにして設定された光学倍率 β に基づき、第2結像光学レンズ50、52を変位させ、光学倍率 β の調整を行う(ステップS12)。

[0060] なお、光学倍率 β を調整する代わりに、あるいは、光学倍率 β の調整と合わせて、記録ピッチ ΔY を調整して描画点の位置をY方向にばらけさせることにより、X方向に延在する直線のずれ量が小さくなるようにすることもできる。

[0061] すなわち、(7)式の条件が成立する記録ピッチ ΔY のとき、図17に示すように、描画点がX方向に横並びの状態となってずれ量 $LER(\beta)$ が大きくなってしまう。そこで、図20に示すように、ステップS10で算出した光学倍率 β_{t2} の前後の光学倍率 $\pm \alpha_2$ に対応して、記録ピッチ ΔY の前後に所定範囲 $\pm t\alpha$ を設定し、この所定範囲 $\pm t\alpha$ を除く範囲として記録ピッチ ΔY の安全域を設定する。

[0062] 記録ピッチ ΔY が所定範囲 $\pm t\alpha$ 内にあるときの条件は、ミラー像 $P(i, 0)$ 、 $P(i-1, K)$ 間に記録する描画点の記録ステップ数をMとして、

$$-t\alpha \leq (TY - \Delta Y \cdot M) \leq t\alpha \quad (t\alpha \geq 0) \quad (10)$$

である。設定可能な記録ステップ数Mの最小ステップ数M0が固定されているものとする、 $M=M0$ としたときの(10)式の条件を除外した記録ピッチ ΔY を設定することにより、グループJ0又はJ0'内の描画点が所定範囲 $\pm t\alpha$ を除く範囲に描画されることとなり、これによって、X方向に延在する直線のY方向に対するずれ量の増大を抑制することができる。

[0063] また、図20に示すミラー像 $P(i, 0)$ 、 $P(i-1, K)$ 、 $\dots$ 、 $P(i-N+1, (N-1) \cdot K)$ により形成される描画点がグループJ0内でY方向に均等にばらけるためには、

$$\Delta Y = TY / (M0 - p / N') \quad (11)$$

として記録ピッチ ΔY を設定すればよい。(11)式において、 p は、1を含み、 $\text{mod}(N', p) \neq 0$ でない N' 未満の整数、 N' は、X方向に配列されるグループJ0内の描画点の数であり、前述した<ケース1>又は<ケース3>では、 $N' = N$ (多重度)、<ケース2>では、 $N' = N/2$ となる。

[0064] なお、記録ピッチ ΔY は、基板Fの生産性に影響を与えるパラメータであり、大きく変更することができない場合がある。このような場合には、記録ピッチ ΔY を調整する代わりに、(10)式に基づいて記録ステップ数Mを増減させるようにしてもよい。記録ピッチ ΔY 又は記録ステップ数Mの調整は、DMD36に供給される画像データのリセットタイミング、あるいは、露光ステージ18の送り速度によって調整することができる。

[0065] さらに、光学倍率 β 、記録ピッチ ΔY 、あるいは、記録ステップ数Mを調整する代わりに、傾斜角度第2安全域算出部84で算出した第2安全域 $R2(\theta)$ 内の傾斜角度 θ を(8)式の条件が成立しない範囲で微調整することにより、X方向に延在する直線のずれ量を小さくすることもできる。

[0066] なお、直線パターン96a、96bがX方向に平行であるときのY方向のずれ量が小さくなるように調整する場合について説明したが、例えば、図21及び図22に示すように、直線パターン98がX方向に傾斜角度 $\phi (\neq 0)$ で傾斜している場合には、第1安全域 $Q1(\beta)$ 及び第2安全域 $Q2(\beta)$ を次のようにして調整することが望ましい。

[0067] すなわち、ミラー像 $P(i, 0)$ 及び $P(i, 1)$ に基づいて記録される描画点同士を結ぶ直線が直線パターン98と同一方向に配列されるときは、光学倍率を $\beta 1$ として

、図16及び図21から、(3)式を導いた場合と略同様にして、

$$\beta 1 = \Delta Y \cdot H / (dy \cdot (\cos \theta + \sin \theta \cdot \tan \phi)) \quad (12)$$

となる。ここで、傾斜角度 ϕ は、時計回り方向を正としている(図21では、 $\phi < 0$)。なお、Hは、ミラー像P(i, 0)及びP(i, 1)のY方向の距離を d_pY0 として、

$$wy \cdot \cos \theta + d_pY0 = H \cdot \Delta Y \quad (13)$$

の関係を満たす整数である。

[0068] (12)式の関係から得られる光学倍率 $\beta 1$ の前後の所定範囲を除いた光学倍率 β の範囲を第1安全域 $Q1(\beta)$ として設定することにより、ミラー像P(i, 0)及びP(i, 1)による描画点が傾斜角度 ϕ の直線パターン98と略同一方向に傾斜している際に発生するY方向のジャギーを抑制することができる。

[0069] また、ミラー像P(i, 0)及びP(i-1, K)に基づいて記録される描画点同士を結ぶ直線が直線パターン98と同一方向に配列されるときは、光学倍率を $\beta 2$ として、図16及び図22から、(8)式を導いた場合と略同様にして、

$$\begin{aligned} \beta 2 = \Delta Y \cdot M / (K \cdot dy \cdot \cos \theta + dx \cdot stp \cdot \sin \theta \\ + (K \cdot dy \cdot \sin \theta - dx \cdot stp \cdot \cos \theta) \cdot \tan \phi) \end{aligned} \quad (14)$$

となる。なお、Mは、ミラー像P(i, 0)及びP(i-1, K)のY方向の距離を d_pY として、

$$TY + d_pY = M \cdot \Delta Y \quad (15)$$

の関係を満たす整数であり、stpは、前述した傾斜角度 θ の角度分類、例えば、多重度 $N=8$ とした場合における<ケース1>～<ケース3>で定義される数である。

[0070] (14)式の関係から得られる光学倍率 $\beta 2$ の前後の所定範囲を除いた光学倍率 β の範囲を第2安全域 $Q2(\beta)$ として設定することにより、ミラー像P(i, 0)及びP(i-1, K)による描画点が傾斜角度 ϕ の直線パターン98と略同一方向に傾斜している際に発生するY方向のジャギーを抑制することができる。

[0071] なお、描画すべき直線パターン98の傾斜角度 ϕ に応じて描画点の位置を調整するため、光学倍率 β の調整に代えて、記録ピッチ ΔY 、記録ステップ数M、又は、傾斜角度 θ を直線パターン98の傾斜角度 ϕ に応じて調整するようにしてもよい。

[0072] ここで、以上のようにして光学倍率 β 、記録ピッチ ΔY 、記録ステップ数 M 、又は、傾斜角度 θ のパラメータを最適に設定するための評価方法の一例を説明する。

[0073] 例えば、図23に示すように、記録したい直線パターン98の延在する方向のサイズを t_1 、延在する方向と直交する方向のサイズを t_2 とし、直線パターン98をサイズ t_2 の方向に対して複数のブロック $B_1 \sim B_s$ に分割し、各ブロック $B_1 \sim B_s$ 内の描画点(黒丸で示す)の個数 $\text{cnt}(B_1) \sim \text{cnt}(B_s)$ をカウントする。そして、カウント値の最大値を $\max(\text{cnt}(B_1), \dots, \text{cnt}(B_s))$ 、最小値を $\min(\text{cnt}(B_1), \dots, \text{cnt}(B_s))$ として、描画点の偏在度 D を、

$$D = \max(\text{cnt}(B_1), \dots, \text{cnt}(B_s)) - \min(\text{cnt}(B_1), \dots, \text{cnt}(B_s))$$

(16)

として算出することにより、パラメータの評価を行う。この場合、図23の配置では偏在度 $D=4$ 、図24の配置では偏在度 $D=0$ であり、図24の配置となるようにパラメータを設定することが望ましいと判断することができる。

[0074] また、基板 F に描画される直線パターン98傾斜角度 ϕ は、必ずしも一定方向のみであるとは限らず、複数の傾斜角度 ϕ からなる直線パターン98が混在している場合がある。その場合、例えば、各直線パターン98の各傾斜角度 ϕ に対して算出された各第2安全域 $Q_2(\beta)$ の共通となる範囲から光学倍率 β 等のパラメータを設定する。また、共通の範囲を見出すことができない場合には、直線パターン98毎に算出した偏在度 D の最大値が所定値以下となるように、光学倍率 β 等のパラメータを設定する。

[0075] 以上のようにして、傾斜角度 θ 、光学倍率 β 、あるいは、記録ピッチ ΔY 又は記録ステップ数 M を調整した後、基板 F に対する所望の画像の露光処理が行われる。なお、記録ピッチ ΔY 又は記録ステップ数 M は、制御ユニット42において調整することができる。

[0076] そこで、露光ステージ18に基板 F を吸着保持させた後、制御ユニット42は、露光ステージ18を駆動し、露光ステージ18を定盤14のガイドレール16に沿って一方の方向に移動させる。露光ステージ18がコラム20間を通過する際、CCDカメラ22a、22bが基板の所定位置に形成されているアラインメントマークを読み取る。制御ユニット4

2は、読み取ったアラインメントマークの位置データに基づき、基板Fの位置補正データを算出する。

[0077] 位置補正データが算出された後、制御ユニット42は、露光ステージ18を他方の方向に移動させ、スキャナ26により基板Fに対する画像の露光記録を開始する。

[0078] すなわち、光源ユニット28から出力されたレーザビームLは、光ファイバ30を介して各露光ヘッド24a～24jに導入される。導入されたレーザビームLは、ロッドレンズ32から反射ミラー34を介してDMD36に入射する。

[0079] DMD36を構成する各マイクロミラー40は、描画データに従いオンオフ制御される。図4及び図5に示すように、DMD36を構成する各マイクロミラー40により所望の方向に選択的に反射されたレーザビームLは、第1結像光学レンズ44、46によって拡大された後、マイクロアパーチャアレー54、マイクロレンズアレー48及びマイクロアパーチャアレー56を介して所定の径に調整され、次いで、第2結像光学レンズ50、52により所定の倍率に調整されて基板Fに導かれる。

[0080] この場合、露光ステージ18は、定盤14に沿って移動し、基板Fには、露光ステージ18の移動方向と直交する方向に配列される複数の露光ヘッド24a～24jにより所望の二次元画像が描画される。

[0081] なお、反射型空間光変調素子であるDMD36に代えて、LCD等の透過型空間光変調素子を使用することもできる。また、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)タイプの空間光変調素子、あるいは、電気光学効果により透過光を変調する光学素子(PLZT素子)や液晶光シャッタ(FLC)等の液晶シャッターアレイ等、MEMSタイプ以外の空間光変調素子を用いることも可能である。なお、MEMSとは、IC製造プロセスを基盤としたマイクロマシニング技術によるマイクロサイズのセンサ、アクチュエータ、制御回路を集積化した微細システムの総称であり、MEMSタイプの空間光変調素子とは、静電気力、電磁力等を利用した電気機械動作により駆動される空間光変調素子を意味している。さらに、グレーティングライトバルブ(GLV:Grating Light Valve)を複数ならべて二次元状に構成したものを用いることもできる。光源としては、上記したレーザの他にランプ等も使用可能である。

[0082] また、上述した実施形態では、半導体レーザを光源として説明したが、固体レーザ

、紫外LD、赤外LD等を用いることもできる。さらに、空間光変調素子の代わりとして、複数の発光点が二次元状に配列された光源(例えば、LDアレイ、LEDアレイ等)を使用することもできる。

[0083] 上述した実施形態では、フラットベッドタイプの露光装置10を例に挙げたが、感光材料がドラムの外周面に巻きつけられるアウトードラムタイプの露光装置、感光材料がシリンダの内周面に装着されるインナードラムタイプの露光装置であってもよい。

[0084] また、上述した露光装置10は、例えば、プリント配線基板(PWB:Printed Wiring Board)の製造工程におけるドライ・フィルム・レジスト(DFR:Dry Film Resist)や液状レジストの露光、液晶表示装置(LCD)の製造工程におけるカラーフィルタの形成、TFTの製造工程におけるDFRの露光、プラズマ・ディスプレイ・パネル(PDP)の製造工程におけるDFRの露光等の用途に好適に用いることができる。なお、感光材料が基板上に塗布されたものを本発明の対象としてもよい。

[0085] また、上述した露光装置10には、露光による光で直接情報が記録されるフォトンモード感光材料、露光により発生した熱で情報が記録されるヒートモード感光材料のいずれも使用することができる。フォトンモード感光材料を使用する場合、レーザ光源としてGa_N系半導体レーザ、波長変換固体レーザ等が使用され、ヒートモード感光材料を使用する場合、レーザ光源として赤外半導体レーザ、固体レーザが使用される。

[0086] また、本発明では、露光装置に限らず、例えば、インクジェット記録ヘッドに同様の構成を採用することが可能である。すなわち、一般にインクジェット記録ヘッドでは、記録媒体(例えば、記録用紙やOHPシート等)に対向するノズル面に、インク滴を吐出するノズルが形成されているが、インクジェット記録ヘッドのなかには、このノズルを格子状に複数配置し、ヘッド自体を走査方向に対して傾斜させて、高解像度で画像を記録可能なものがある。このような二次元配列が採用されたインクジェット記録ヘッドにおいて、各インクジェット記録ヘッドを構成する複数のノズルのパラメータを調整することで、画像上でのジャギーの発生を抑制することができる。

請求の範囲

- [1] 二次元状に配列された複数の描画要素(40)を描画面(F)に沿って所定の走査方向に相対移動させ、前記各描画要素(40)を描画データに従って制御することで描画を行う描画装置における描画状態調整方法であって、
- 前記描画要素(40)による前記描画面(F)上での描画点が描画パターンと略同一方向に配列される状態を回避すべく、前記描画点の描画倍率(β)を調整することを特徴とする描画状態調整方法。
- [2] 請求項1記載の方法において、
- 隣接する複数の前記描画要素(40)による前記描画面(F)上での前記描画点が描画パターンと略同一方向に配列される状態を回避すべく、前記描画倍率(β)を調整することを特徴とする描画状態調整方法。
- [3] 請求項1記載の方法において、
- 前記描画面(F)上の同一位置又は近傍位置に前記描画点を描画する複数の前記描画要素(40)による前記描画面(F)上での前記描画点が描画パターンと略同一方向に配列される状態を回避すべく、前記描画倍率(β)を調整することを特徴とする描画状態調整方法。
- [4] 請求項1記載の方法において、
- 隣接する複数の前記描画要素(40)による前記描画倍率(β)の安全域を設定した後、前記安全域内において、前記描画面(F)上の同一位置又は近傍位置に前記描画点を描画する複数の前記描画要素(40)による描画倍率(β)を調整することを特徴とする描画状態調整方法。
- [5] 二次元状に配列された複数の描画要素(40)を描画面(F)に沿って所定の走査方向に相対移動させ、前記各描画要素(40)を描画データに従って制御することで描画を行う描画装置における描画状態調整方法であって、
- 前記描画要素(40)の前記描画面(F)に対する配置と、前記描画要素(40)による前記描画面(F)上での描画点が描画パターンと略同一方向に配列される状態を回避すべく設定された前記描画点の描画倍率(β)との関係をテーブル(102)として備え、前記テーブル(102)から前記配置に応じた前記描画倍率(β)を選択して前記

描画倍率(β)を調整することを特徴とする描画状態調整方法。

- [6] 二次元状に配列された複数の描画要素(40)を描画面(F)に沿って所定の走査方向に相対移動させ、前記各描画要素(40)を描画データに従って制御することで描画を行う描画装置における描画状態調整方法であって、

前記描画要素に(40)による前記描画面(F)上での描画点が描画パターンと略同一方向に配列される状態を回避すべく、前記描画点の前記走査方向に対する描画ピッチ(ΔY)を調整することを特徴とする描画状態調整方法。

- [7] 二次元状に配列された複数の描画要素(40)を描画面(F)に沿って所定の走査方向に相対移動させ、前記各描画要素(40)を描画データに従って制御することで描画を行う描画装置における描画状態調整方法であって、

前記描画要素(40)による前記描画面(F)上での描画点が描画パターンと略同一方向に配列される状態を回避すべく、前記走査方向に対する前記描画要素(40)の配列方向(θ)を調整することを特徴とする描画状態調整方法。

- [8] 二次元状に配列された複数の描画要素(40)を描画面(F)に沿って所定の走査方向に相対移動させ、前記各描画要素(40)を描画データに従って制御することで描画を行う描画装置における描画状態調整装置であって、

前記描画要素(40)による前記描画面(F)上での描画点が描画パターンと略同一方向に配列される状態を回避すべく、前記描画点の描画倍率(β)を調整する描画倍率調整手段(79)を備えることを特徴とする描画状態調整装置。

- [9] 請求項8記載の装置において、

前記描画倍率調整手段(79)は、隣接する複数の前記描画要素(40)による前記描画面(F)上での前記描画点の前記描画倍率(β)を調整することを特徴とする描画状態調整装置。

- [10] 請求項8記載の装置において、

前記描画倍率調整手段(79)は、前記描画面(F)上の同一位置又は近傍位置に描画される複数の前記描画点の前記描画倍率(β)を調整することを特徴とする描画状態調整装置。

- [11] 二次元状に配列された複数の描画要素(40)を描画面(F)に沿って所定の走査方

向に相対移動させ、前記各描画要素(40)を描画データに従って制御することで描画を行う描画装置における描画状態調整装置であって、

前記描画要素(40)の前記描画面(F)に対する配置と、前記描画要素(40)による前記描画面(F)上での描画点が描画パターンと略同一方向に配列される状態を回避すべく設定された前記描画点の描画倍率(β)との関係をテーブルとして記憶するテーブル記憶手段(102)と、

前記テーブルから前記配置に応じた前記描画倍率(β)を選択して前記描画倍率を調整する描画倍率調整手段(79)と、

を備えることを特徴とする描画状態調整装置。

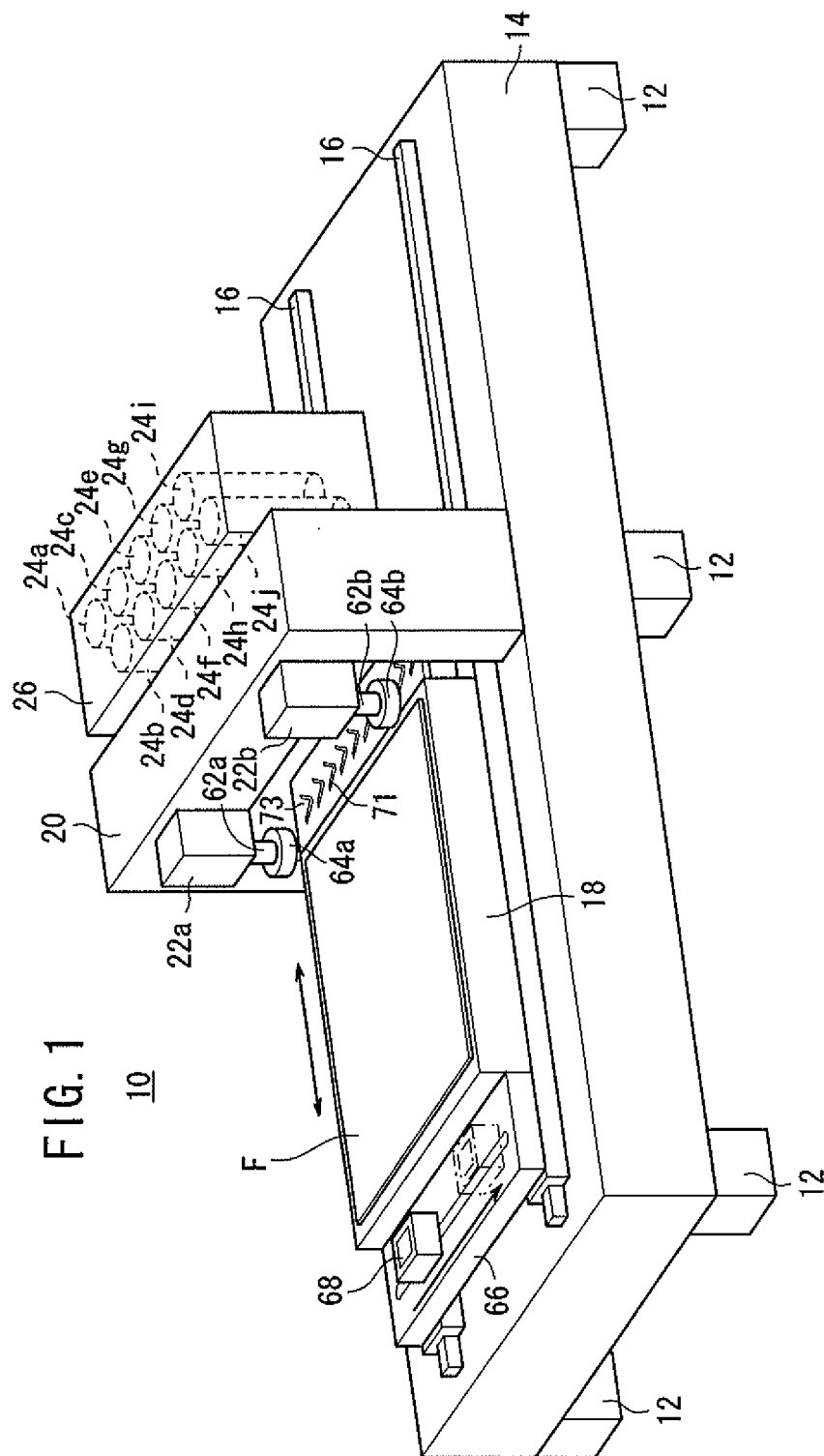
- [12] 二次元状に配列された複数の描画要素(40)を描画面(F)に沿って所定の走査方向に相対移動させ、前記各描画要素(40)を描画データに従って制御することで描画を行う描画装置における描画状態調整装置であって、

前記描画要素(40)による前記描画面(F)上での描画点が描画パターンと略同一方向に配列される状態を回避すべく、前記描画点の前記走査方向に対する描画ピッチ(ΔY)を調整する描画ピッチ調整手段(42)を備えることを特徴とする描画状態調整装置。

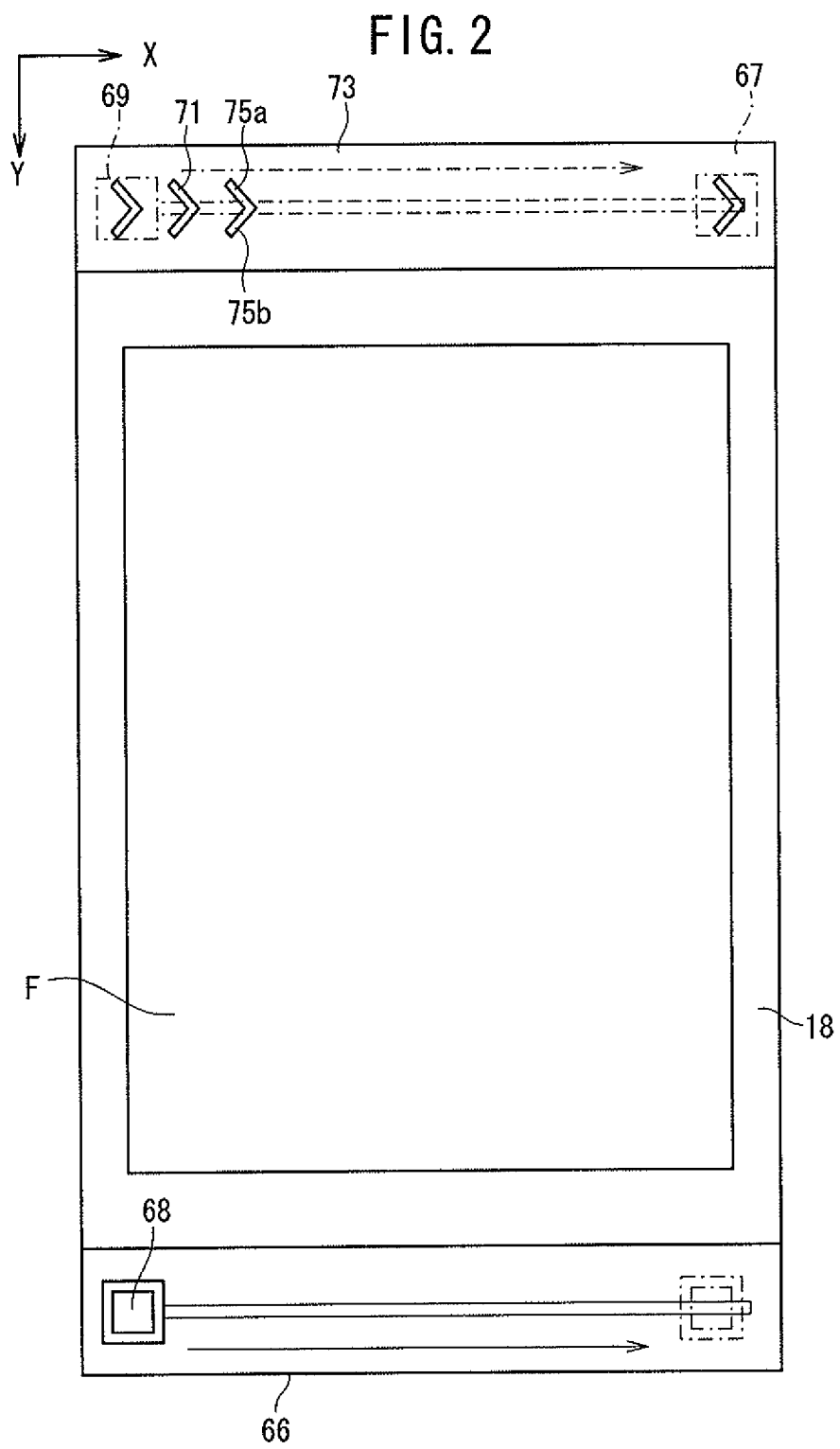
- [13] 二次元状に配列された複数の描画要素(40)を描画面(F)に沿って所定の走査方向に相対移動させ、前記各描画要素(40)を描画データに従って制御することで描画を行う描画装置における描画状態調整装置であって、

前記描画要素(40)による前記描画面(F)上での描画点が描画パターンと略同一方向に配列される状態を回避すべく、前記走査方向に対する前記描画要素(40)の配列方向を調整する配列方向調整手段(77)を備えることを特徴とする描画状態調整装置。

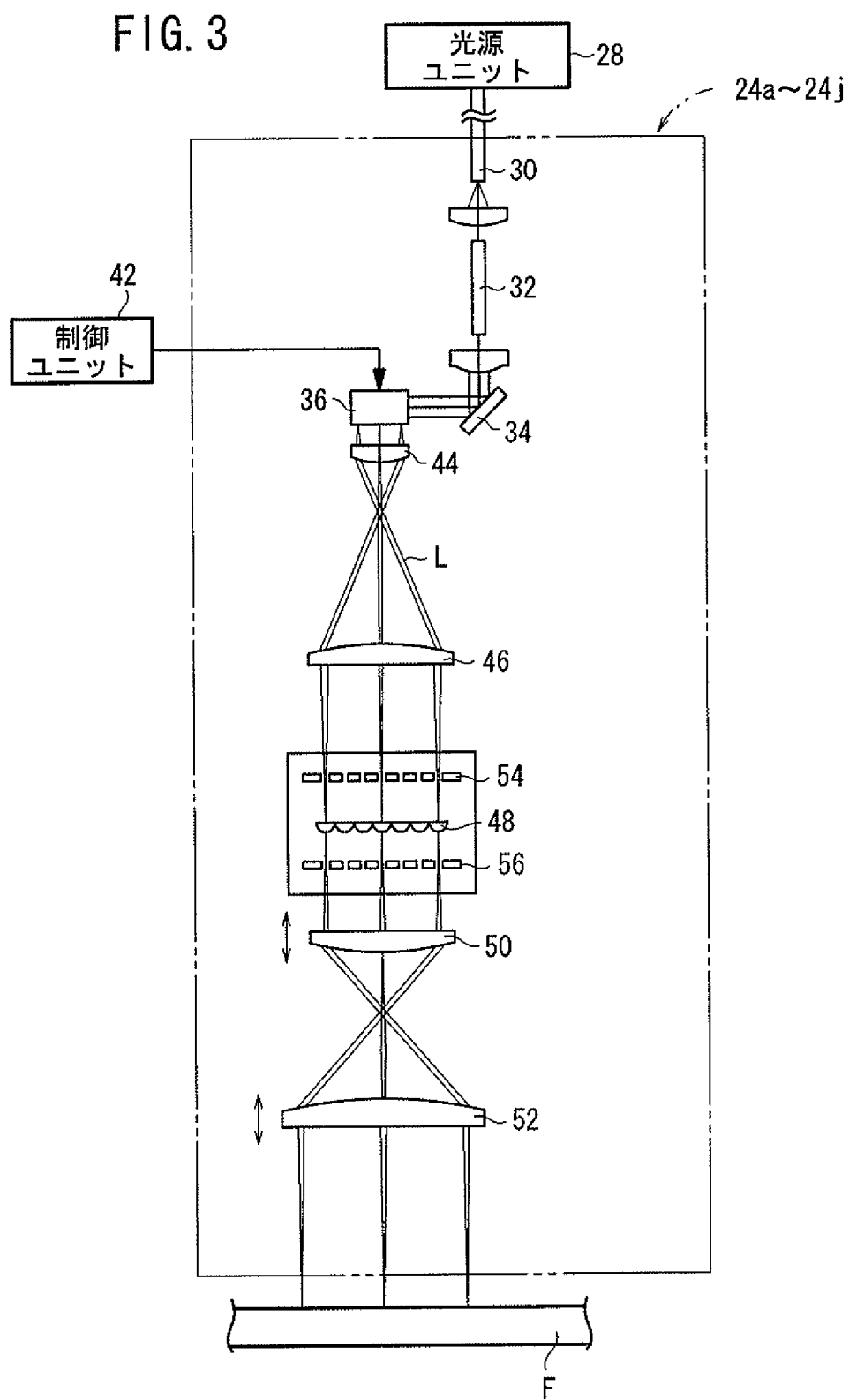
[図1]



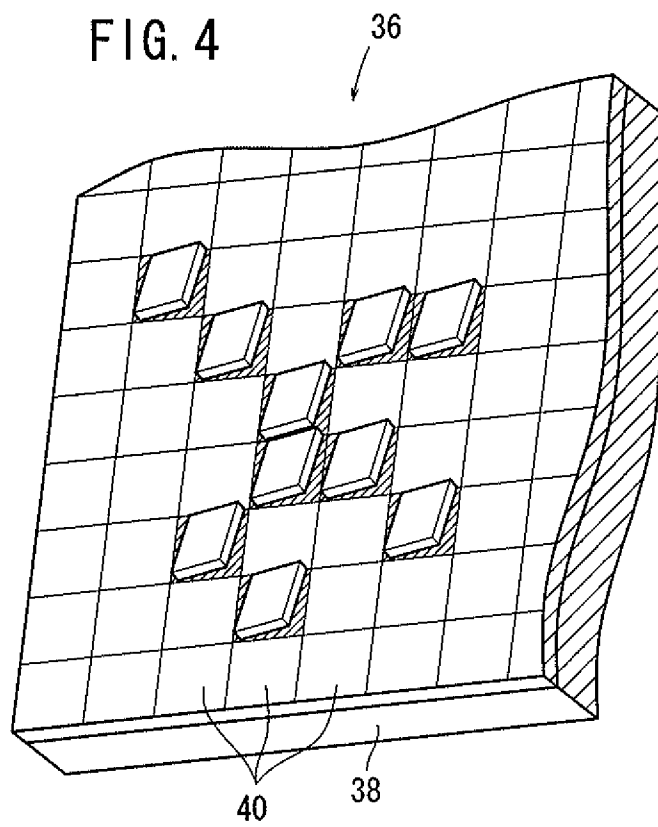
[図2]



[図3]

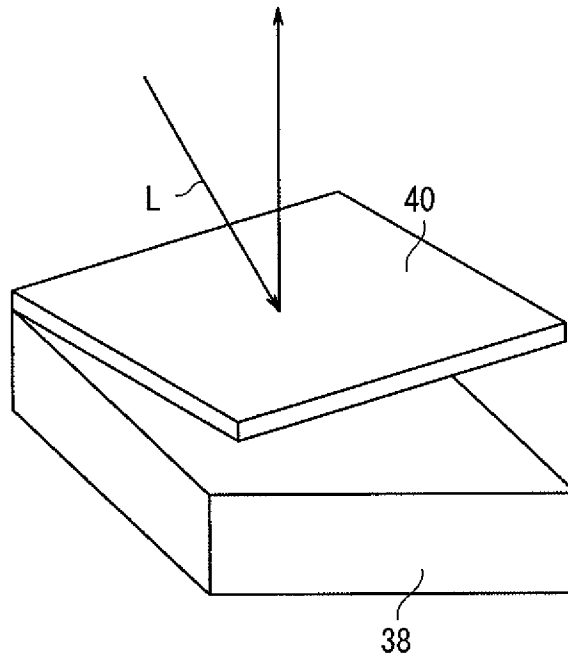


[図4]



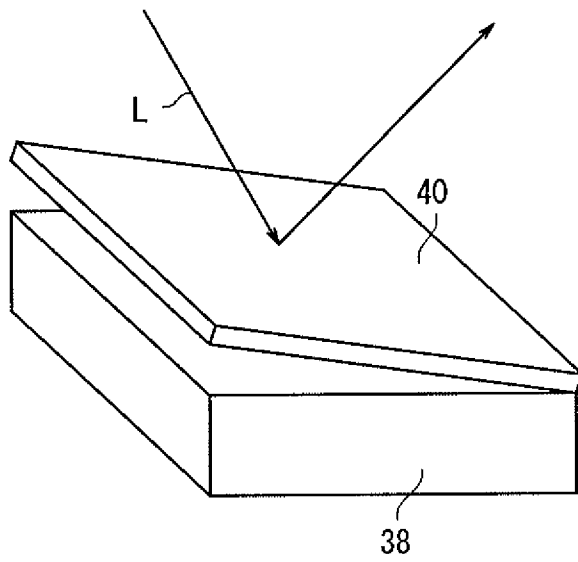
[図5]

FIG. 5



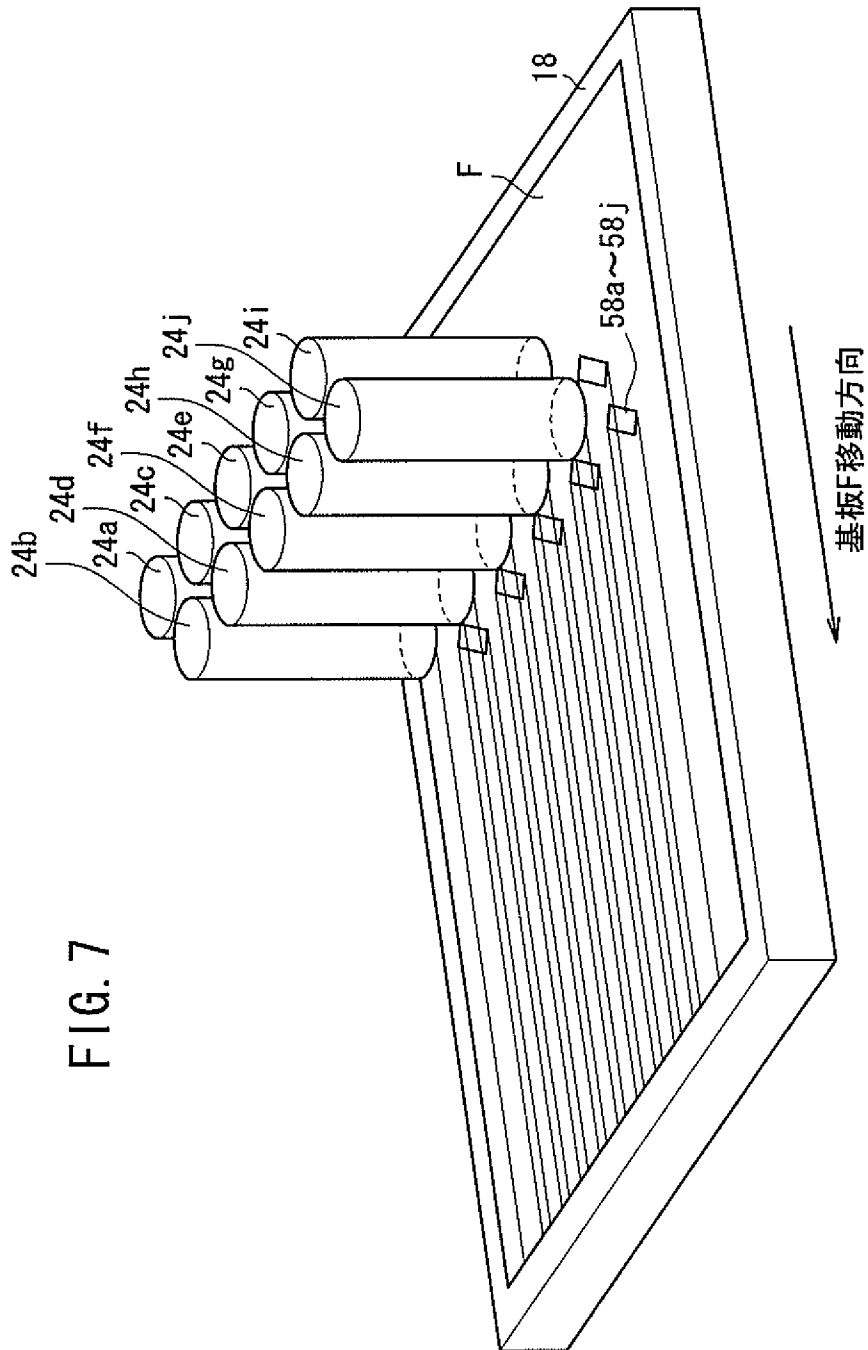
[図6]

FIG. 6



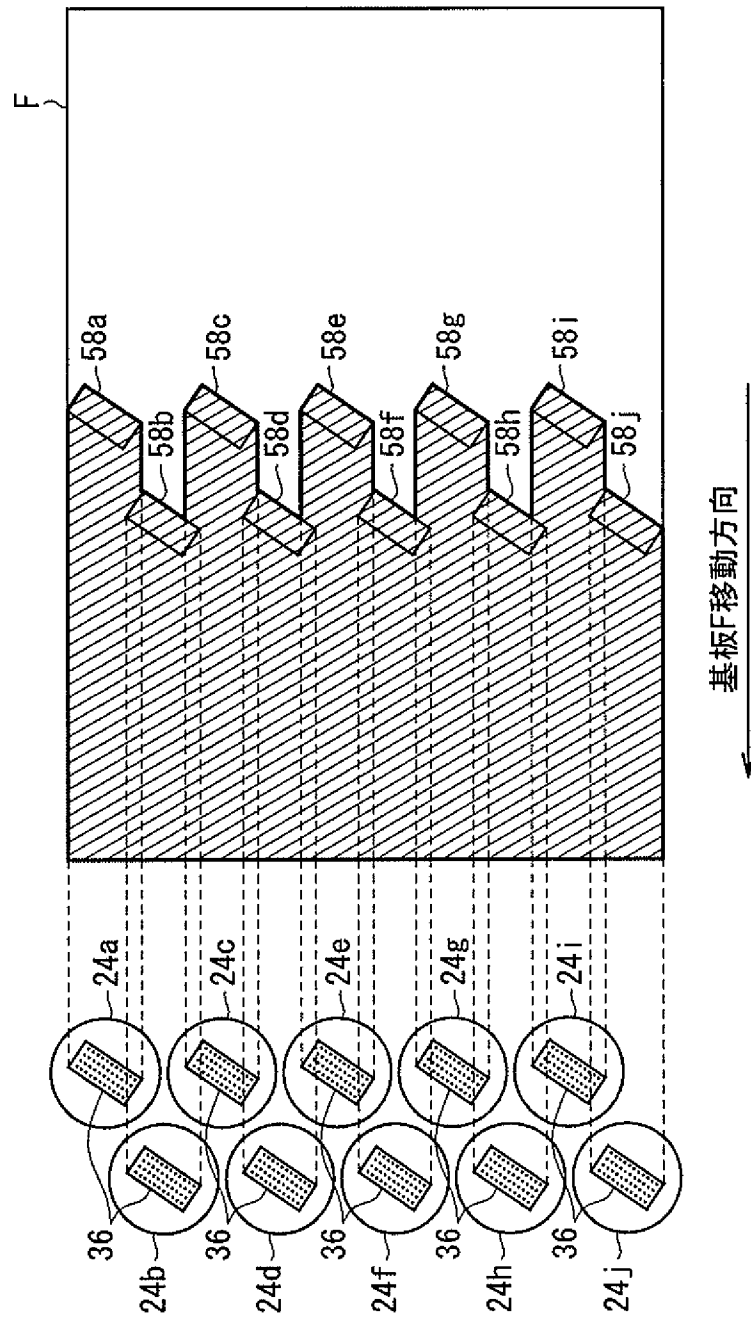
[図7]

FIG. 7



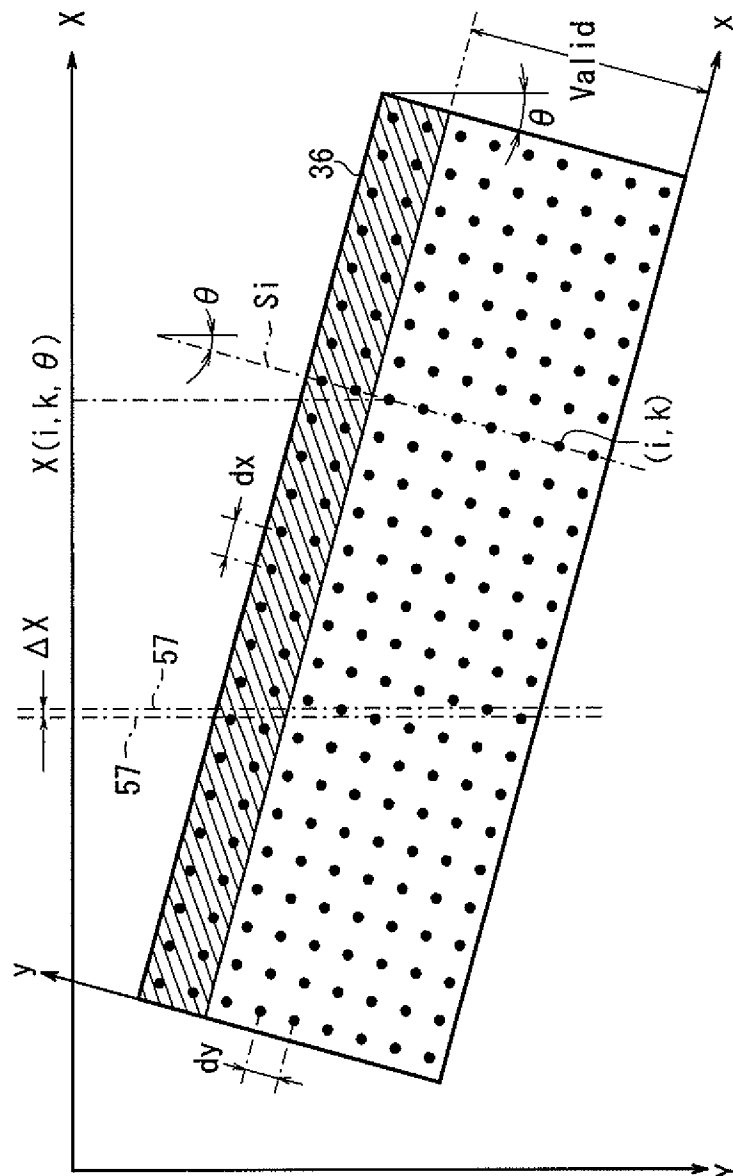
[図8]

FIG. 8



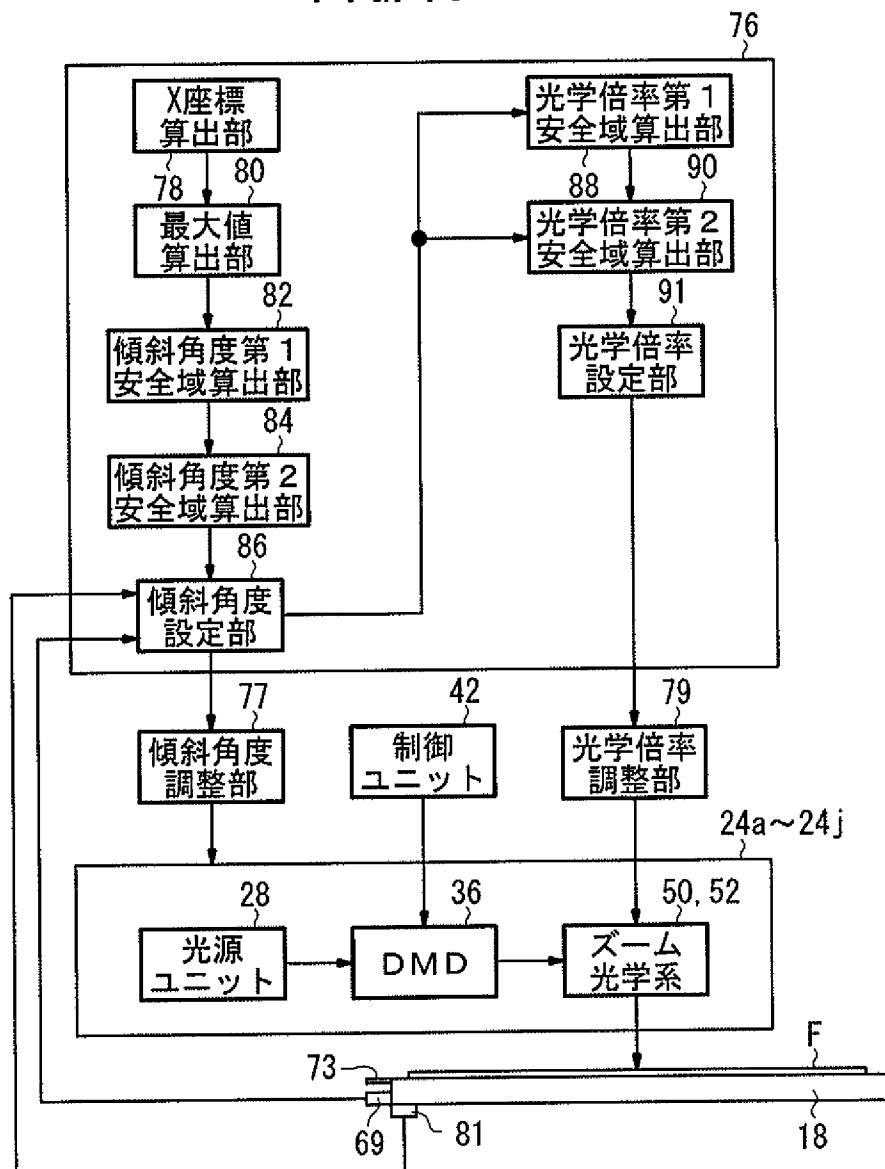
[図9]

FIG. 9



[図10]

FIG. 10



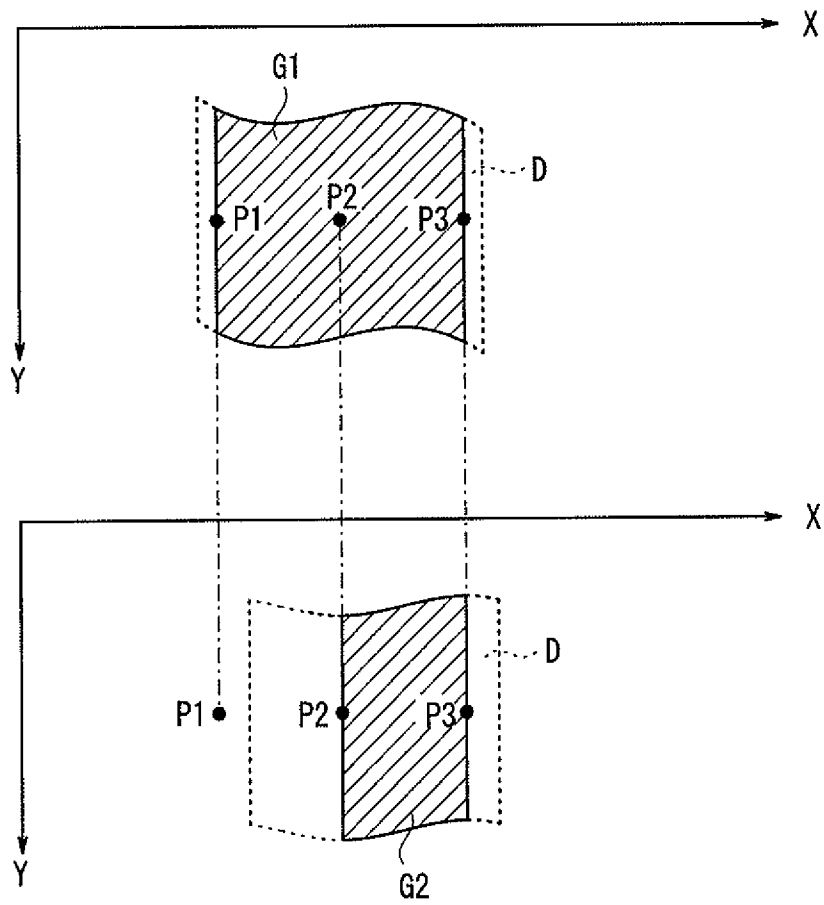
[図11]

FIG. 11



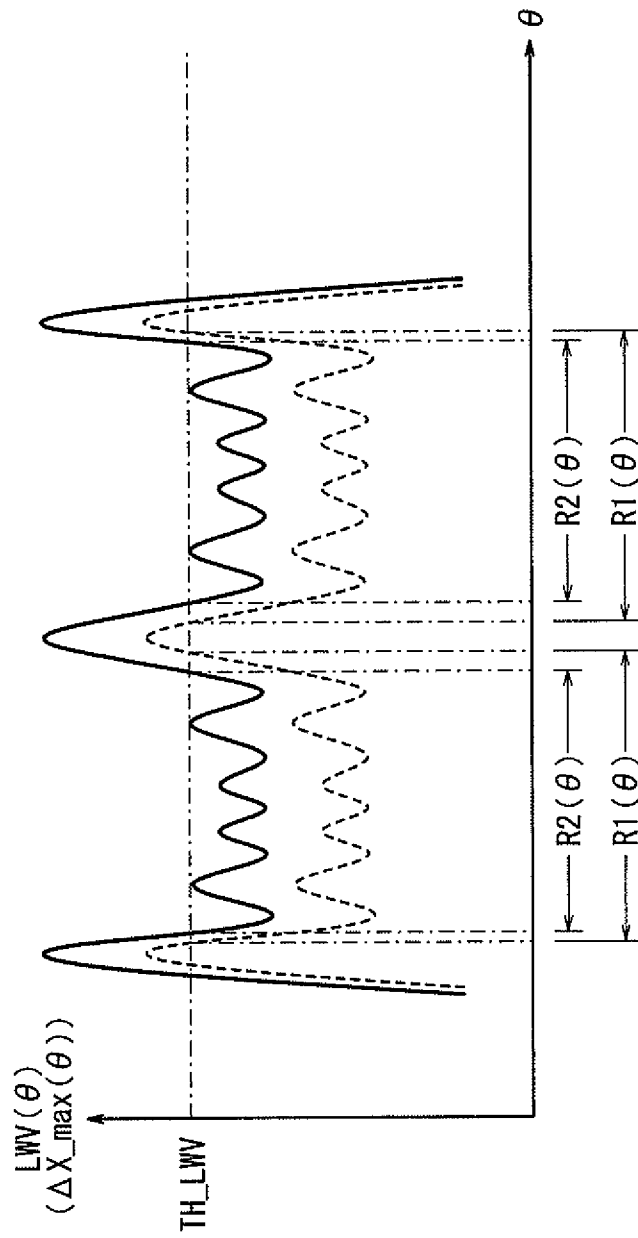
[図12]

FIG. 12



[図13]

FIG. 13



[図14]

FIG. 14

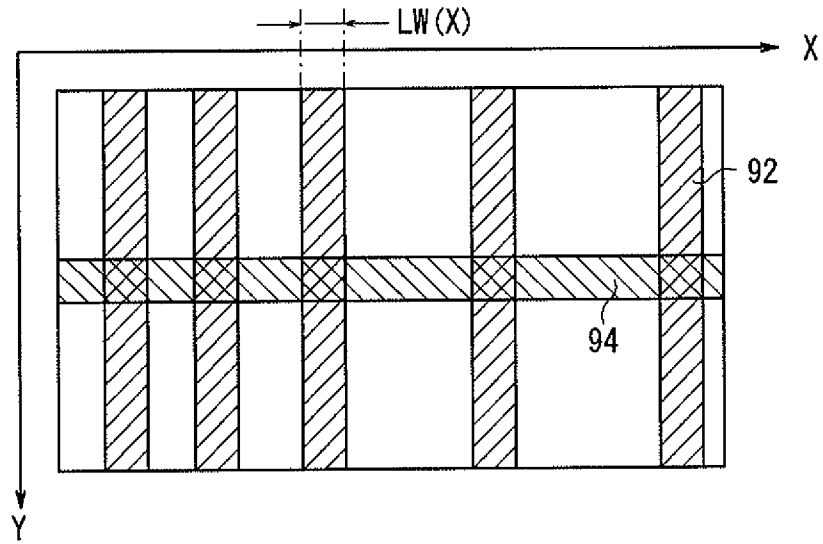
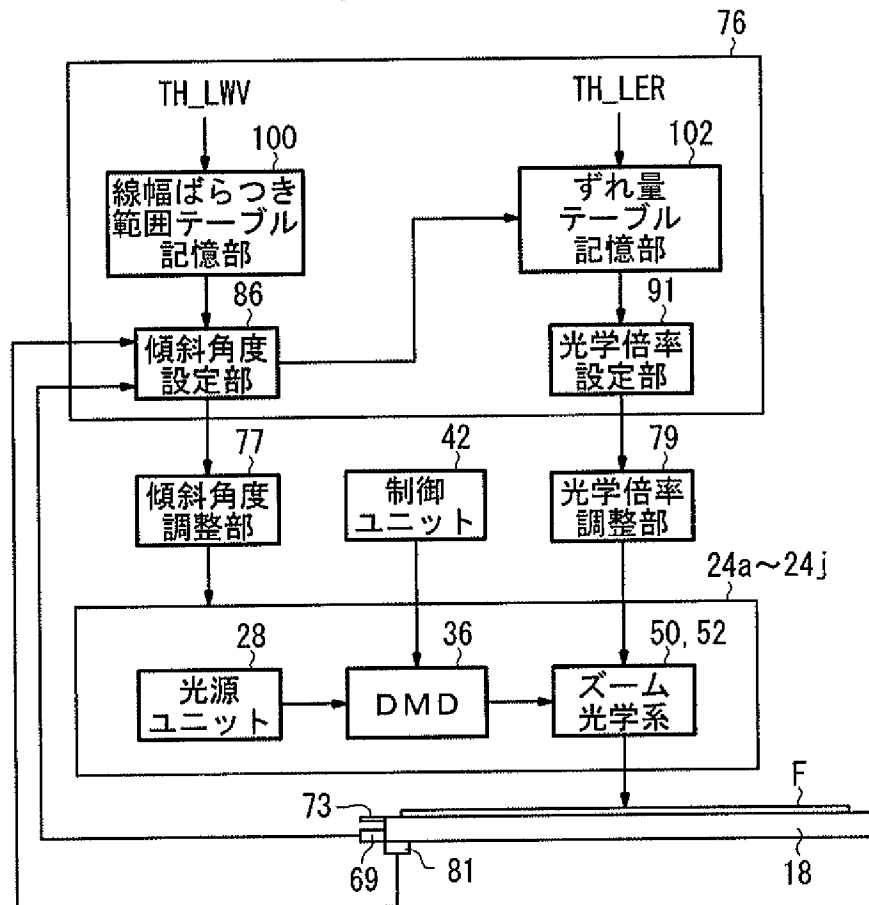
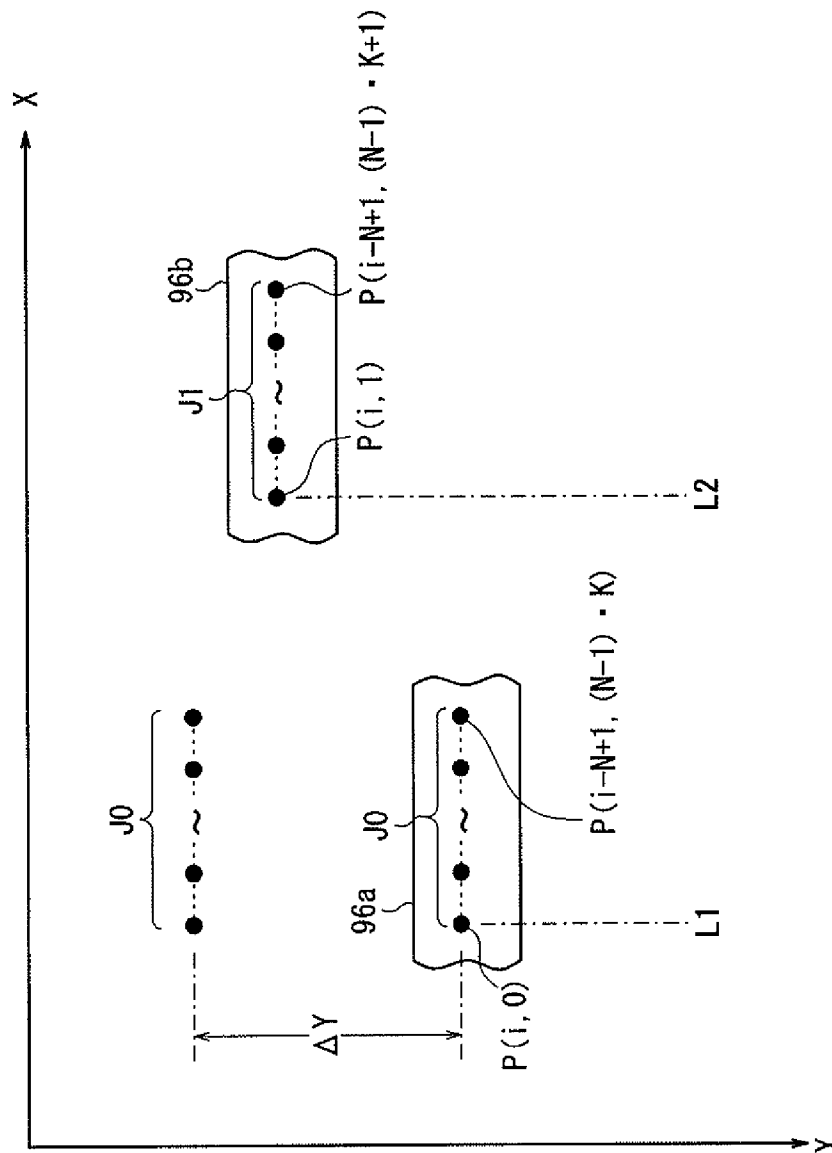


FIG. 15



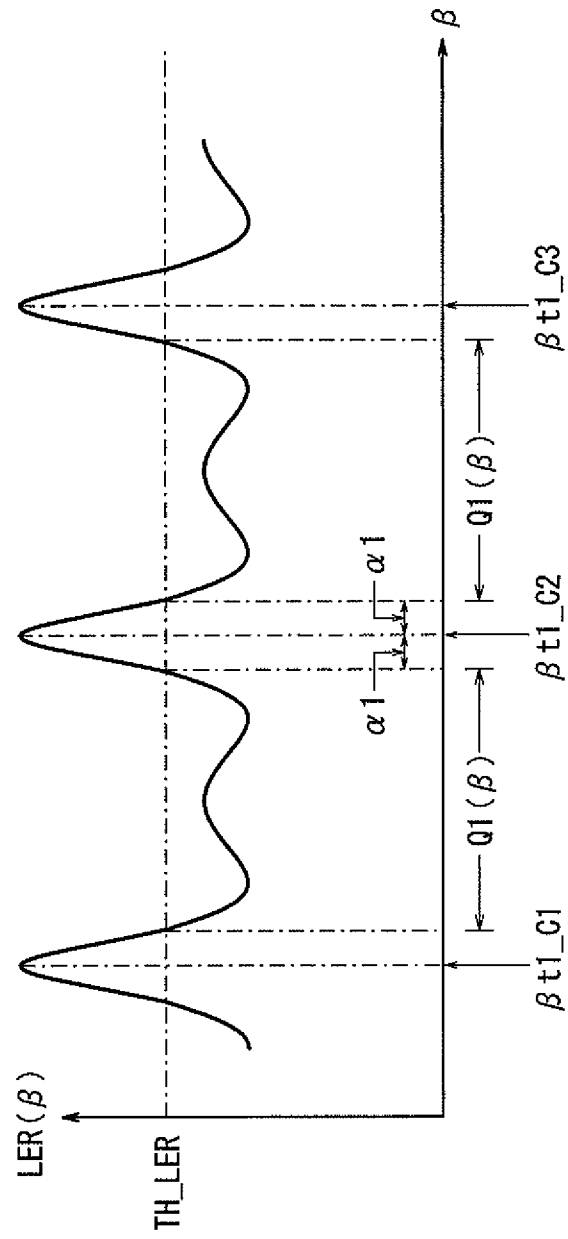
[図17]

FIG. 17



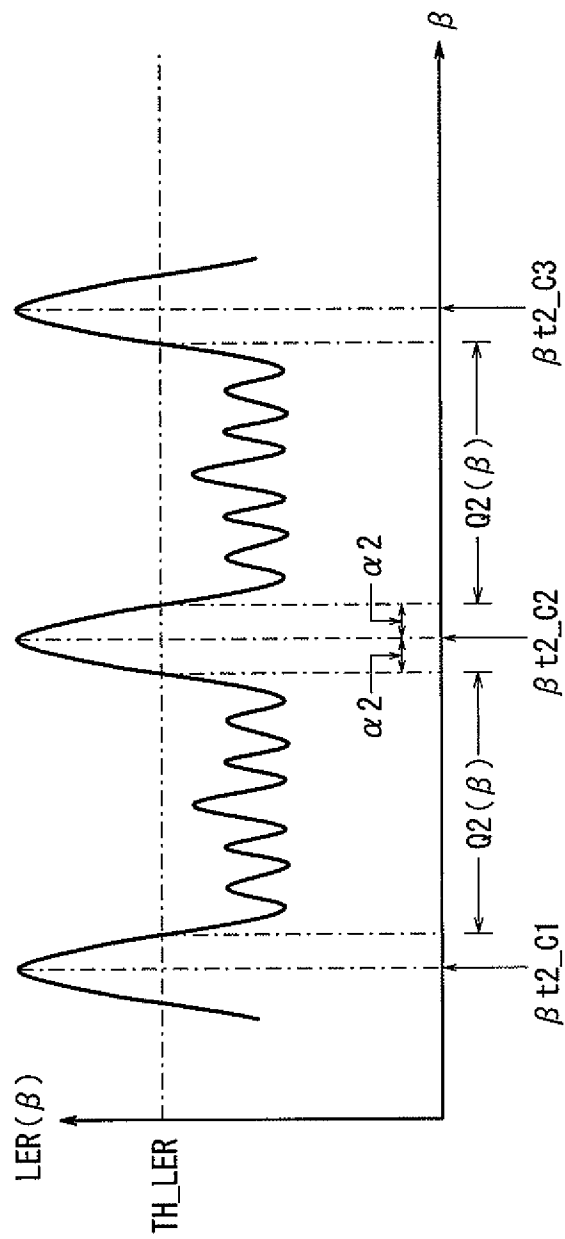
[図18]

FIG. 18



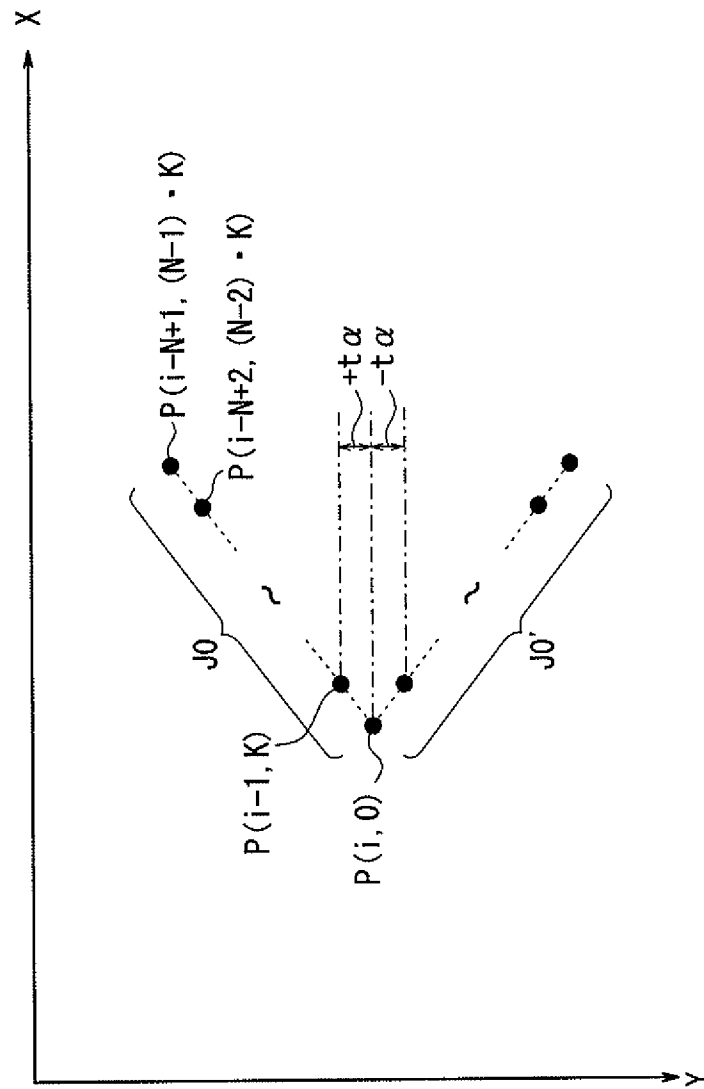
[図19]

FIG. 19

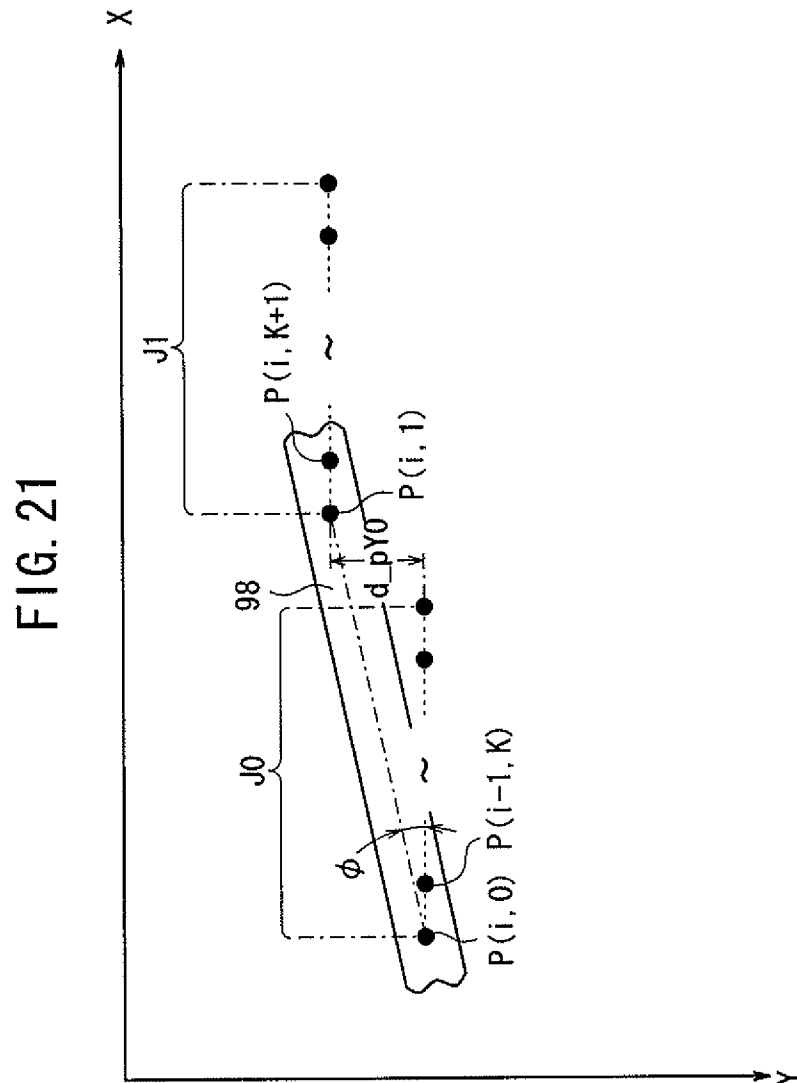


[図20]

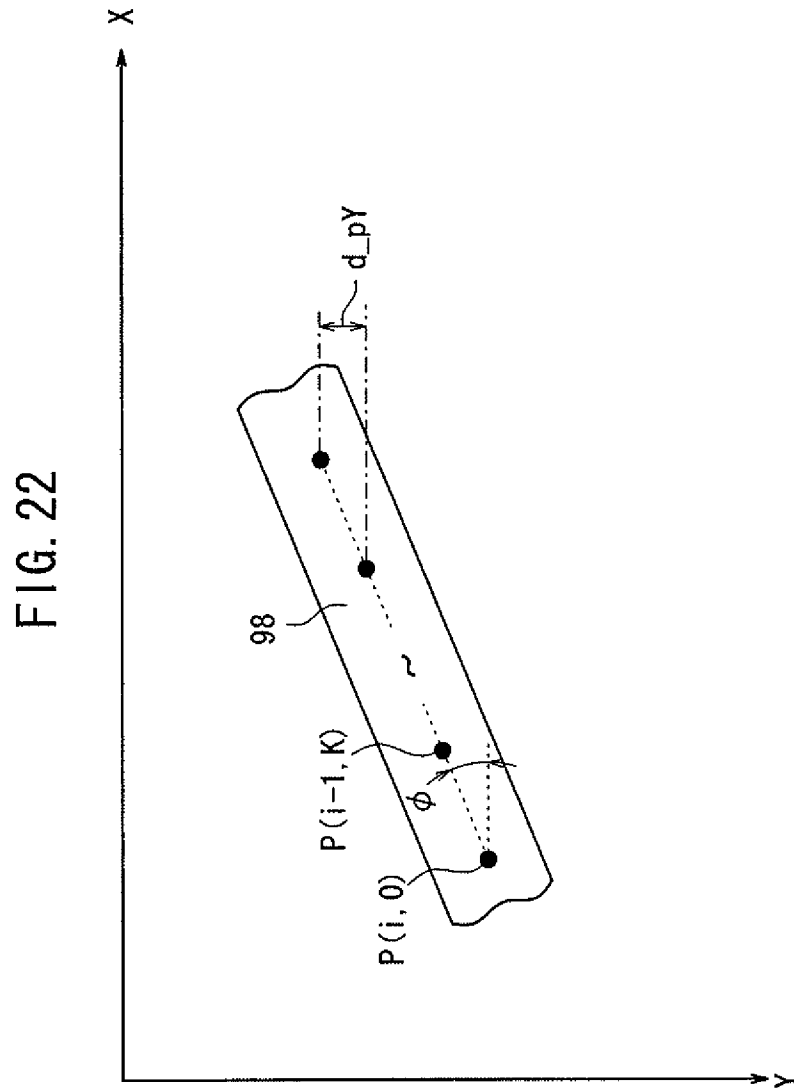
FIG. 20



[図21]

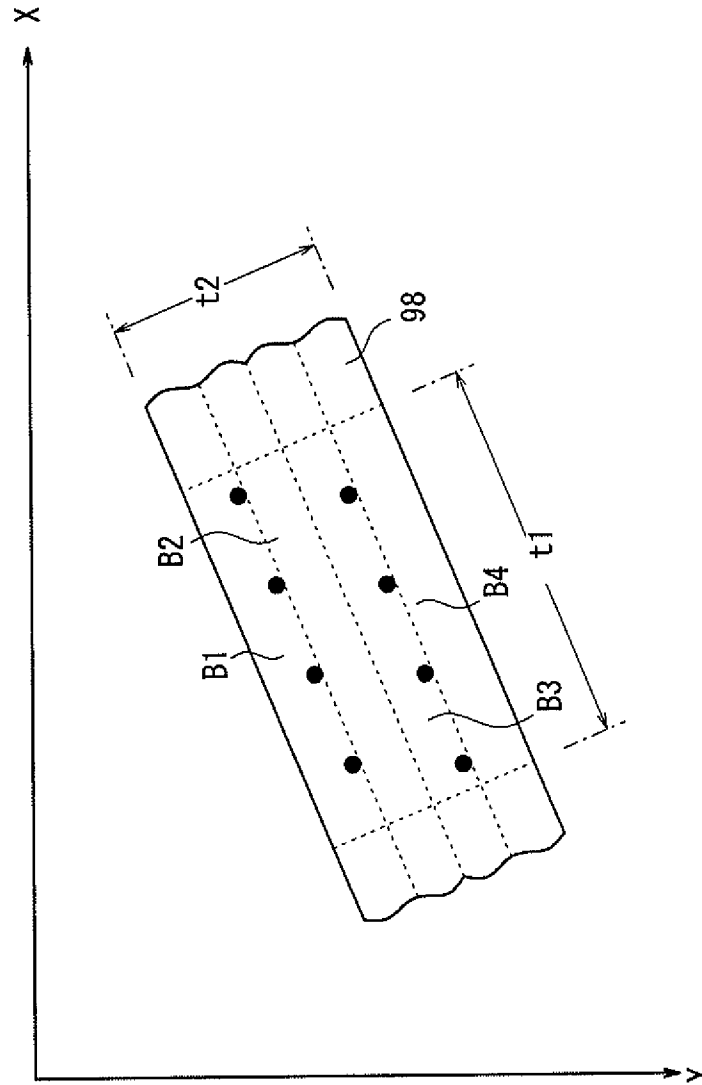


[図22]



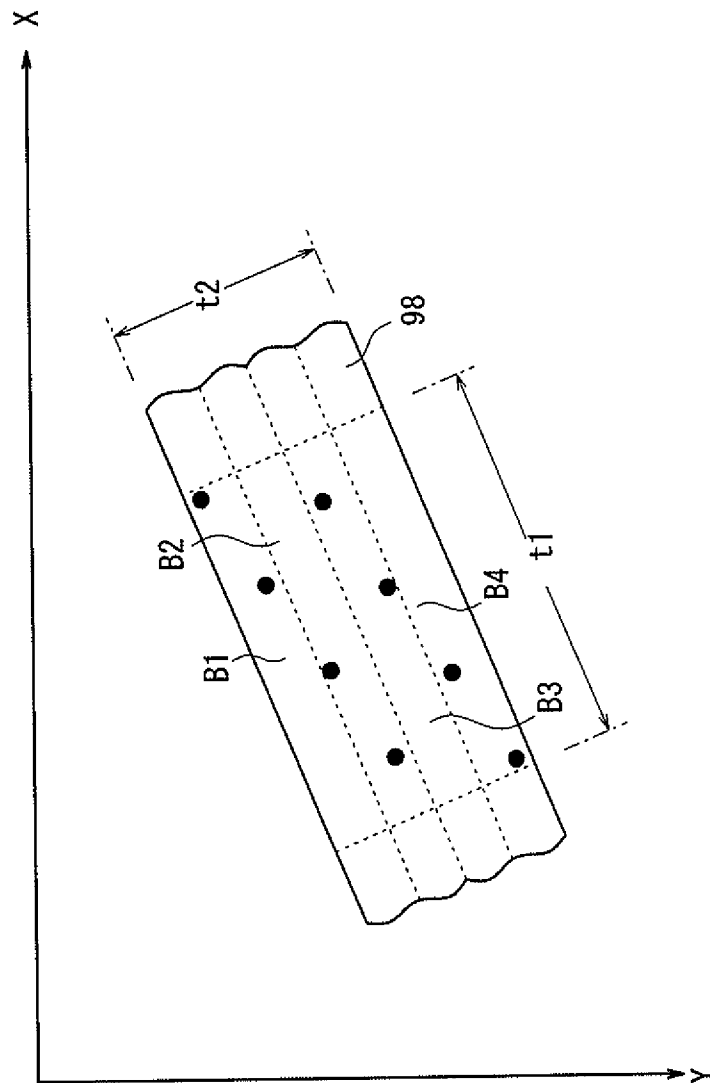
[図23]

FIG. 23



[図24]

FIG. 24



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/055441

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F7/20(2006.01)i, B41J2/01(2006.01)i, B41J2/445(2006.01)i, H01L21/027(2006.01)i, H04N1/113(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)

G03F7/20, B41J2/01, B41J2/445, H01L21/027, H04N1/113

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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.
A	JP 2004-226520 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 12 August, 2004 (12.08.04), Par. Nos. [0025] to [0042]; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2006-030986 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 02 February, 2006 (02.02.06), Par. Nos. [0066] to [0101]; all drawings & US 2005/286093 A1 & CN 1721996 A & KR 2006049397 A	1-13
A	JP 2004-062155 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 26 February, 2004 (26.02.04), Par. Nos. [0019], [0030] to [0032]; Fig. 8 & EP 1369731 A2 & US 2004/027681 A1 & JP 2004-062156 A & CN 1467532 A & US 7068414 B2	1-13

☒ 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
18 May, 2007 (18.05.07)

Date of mailing of the international search report
29 May, 2007 (29.05.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/055441

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 2005-031232 A (Pentax Corp.), 03 February, 2005 (03.02.05), Claims; Figs. 4 to 7 (Family: none)	1-13
P,A	JP 2006-245556 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 14 September, 2006 (14.09.06), Claims; Par. Nos. [0033] to [0060]; Figs. 7 to 10 & WO 2006/083004 A2	1-13
P,A	JP 2006-337601 A (Fujifilm Holdings Corp.), 14 December, 2006 (14.12.06), Claims; Figs. 5 to 7 & WO 2006/129582 A1	1-13
P,A	JP 2007-025398 A (Fuji Film Kabushiki Kaisha), 01 February, 2007 (01.02.07), Claims; Figs. 10 to 24, 46 (Family: none)	1-13
P,A	JP 2006-085074 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 30 March, 2006 (30.03.06), Claims; all drawings (Family: none)	1-13

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)i, B41J2/01(2006.01)i, B41J2/445(2006.01)i, H01L21/027(2006.01)i, H04N1/113(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（I P C）） Int.Cl. G03F7/20, B41J2/01, B41J2/445, H01L21/027, H04N1/113			
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 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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	
A	JP 2004-226520 A（富士写真フイルム株式会社）2004.08.12, 段落[0025]-[0042], 全図（ファミリーなし）	1-13	
A	JP 2006-030986 A（富士写真フイルム株式会社）2006.02.02, 段落[0066]-[0101], 全図 & US 2005/286093 A1 & CN 1721996 A & KR 2006049397 A	1-13	
A	JP 2004-062155 A（富士写真フイルム株式会社）2004.02.26, 段落[0019], [0030]-[0032], 図8	1-13	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「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		「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	
「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		「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	
「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）		「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	
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献	
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 18.05.2007		国際調査報告の発送日 29.05.2007	
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） 渡戸 正義	2M 9023
		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
	& EP 1369731 A2 & US 2004/027681 A1 & JP 2004-062156 A & CN 1467532 A & US 7068414 B2	
A	JP 2005-031232 A (ペンタックス株式会社) 2005. 02. 03, 特許請求の範囲, 図 4-7 (ファミリーなし)	1-13
P, A	JP 2006-245556 A (富士写真フイルム株式会社) 2006. 09. 14, 特許請求の範囲, 段落[0033]-[0060], 図 7-10 & WO 2006/083004 A2	1-13
P, A	JP 2006-337601 A (富士フイルムホールディングス株式会社) 2006. 12. 14, 特許請求の範囲, 図 5-7 & WO 2006/129582 A1	1-13
P, A	JP 2007-025398 A (富士フイルム株式会社) 2007. 02. 01, 特許請求の範囲, 図 10-24, 46 (ファミリーなし)	1-13
P, A	JP 2006-085074 A (富士写真フイルム株式会社) 2006. 03. 30, 特許請求の範囲, 全図 (ファミリーなし)	1-13