

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のマイクロレンズが 2 次元的に配置された単位マイクロレンズアレイが複数枚相互に積層されて構成されたマイクロレンズアレイにおいて、

前記単位マイクロレンズアレイ間の反転結像位置には、6 角形の開口を有する 6 角視野絞りが配置され、

前記単位マイクロレンズアレイ間の露光光の最大拡大部には、その少なくとも一部に、円形の開口を有する開口視野絞りが配置されており、

前記 6 角視野絞り及び開口視野絞りは、前記単位マイクロレンズアレイ間で、特定の一方

向に傾斜する方向及び直交する方向に線上に列をなして配置されており、
前記反転結像位置の 6 角視野絞りは、その一部の線上の一部のものが 6 角形ではなく円形をなしており、この反転結像位置の円形視野絞りは、前記 6 角視野絞りの 6 角形の外接円よりも大きく、前記開口視野絞りの円よりも小さいか同一の直径を有していることを特徴とするマイクロレンズアレイ。

【請求項 2】

露光すべき基板の上方に配置され、夫々複数のマイクロレンズが 2 次元的に配置された単位マイクロレンズアレイが複数枚相互に積層されて構成されたマイクロレンズアレイと、このマイクロレンズアレイの上方に配置され所定の露光パターンが形成されたマスクと、このマスクに対して露光光を照射する露光光源と、前記マイクロレンズアレイと前記基板及び前記マスクとを相対的に一方向に移動させる移動装置と、を有し、

前記単位マイクロレンズアレイ間の反転結像位置には、6 角形の開口を有する 6 角視野絞りが配置され、

前記単位マイクロレンズアレイ間の露光光の最大拡大部には、その少なくとも一部に、円形の開口を有する開口視野絞りが配置されており、

前記 6 角視野絞り及び開口視野絞りは、前記単位マイクロレンズアレイ間で、特定の一方

向に傾斜する方向及び直交する方向に線上に列をなして配置されており、
前記反転結像位置の 6 角視野絞りは、その一部の線上の一部のものが 6 角形ではなく円形をなしており、この反転結像位置の円形視野絞りは、前記 6 角視野絞りの 6 角形の外接円よりも大きく、前記開口視野絞りの円よりも小さいか同一の直径を有していることを特徴とするマイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置。

【請求項 3】

前記マイクロレンズアレイを傾斜可能に支持する支持基板と、前記各マイクロレンズアレイを前記支持基板に対して傾動駆動する駆動部材と、を有し、前記複数のマイクロレンズアレイを基板の面に平行の方向から傾斜させることにより、基板上の露光位置を調整することを特徴とする請求項 2 に記載のマイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置。

【請求項 4】

前記基板の画像を検出する画像検出部と、この画像の検出信号を基に画像処理して基板上に形成されている基準パターンを得る画像処理部と、この基準パターンと露光しようとする前記マスクの露光パターンとの間のずれを演算して前記基準パターンと前記露光パターンとのずれを解消するように前記駆動部材を介して前記マイクロレンズアレイを傾動させる制御部と、を有し、前記複数のマイクロレンズアレイを基板の面に平行の方向から傾斜させることにより、基板上の露光位置を調整して、露光パターンを前記基準パターンに一致させることを特徴とする請求項 3 に記載のマイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置。

【請求項 5】

前記単位マイクロレンズアレイの少なくとも一部を他の単位マイクロレンズアレイに対してその構成マイクロレンズの光軸が偏倚するように移動させる移動部材を有し、

前記単位マイクロレンズアレイ間の反転結像位置にて、そのマイクロレンズの光軸を偏倚させることにより、マイクロレンズアレイによる基板上の露光位置を調整することを特徴

10

20

30

40

50

とする請求項 2 に記載のマイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置。

【請求項 6】

前記基板の画像を検出する画像検出部と、この画像の検出信号を基に画像処理して基板上に形成されている基準パターンを得る画像処理部と、この基準パターンと露光しようとする前記マスクの露光パターンとの間のずれを演算して前記基準パターンと前記露光パターンとのずれを解消するように前記移動部材を介して前記マイクロレンズアレイの光軸を偏倚させる制御部と、を有し、前記複数のマイクロレンズアレイのマイクロレンズの光軸を偏倚させることにより、基板上の露光位置を調整して、露光パターンを前記基準パターンに一致させることを特徴とする請求項 5 に記載のマイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置。

10

【請求項 7】

前記画像検出部は、画像を線状に検出するラインセンサであり、このラインセンサはその検出領域が前記一方向に対して鋭角をなすように傾斜して配置されており、1 本のラインセンサで複数のマイクロレンズ内の画像を検出することを特徴とする請求項 4 又は 6 に記載のマイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置。

【請求項 8】

前記画像検出部は、画像を線状に検出する複数のラインセンサであり、この複数のラインセンサはその検出領域が前記一方向に対して直交する方向に配置されており、複数のラインセンサの全体で複数のマイクロレンズ内の画像を検出することを特徴とする請求項 4 又は 6 に記載のマイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロレンズを 2 次元的に配列したマイクロレンズアレイによりマスクパターンを基板上に露光する露光装置、及びそれに使用するマイクロレンズアレイに関する。

【背景技術】

【0002】

薄膜トランジスタ液晶基板及びカラーフィルタ基板等は、ガラス基板上に形成されたレジスト膜等を、数回、重ね合わせ露光して、所定のパターンを形成する。これらの被露光基板は、その膜形成過程で、伸び縮みすることがあり、重ね合わせ露光の下層パターンが、製造条件（露光装置特性及び温度条件）により、設計上のピッチと異なってくることがある。このような重ね合わせ露光において、露光位置のピッチの変化が生じると、このピッチの変化は、露光装置側で倍率補正をして、吸収せざるを得なかった。即ち、被露光基板の寸法変動が生じた場合、ピッチがずれた分を、像の倍率を調整することにより、この像を変動後のピッチの基板上の所定位置の中央に配置する必要がある。

30

【0003】

一方、近時、マイクロレンズを 2 次元的に配置したマイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置が提案されている（特許文献 1）。このスキャン露光装置においては、複数のマイクロレンズアレイを一方向に配列し、この配列方向に垂直の方向に基板及びマスクを、マイクロレンズアレイ及び露光光源に対して、相対的に移動させることにより、露光光がマスクをスキャンして、マスクの孔に形成された露光パターンを基板上に結像させる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2007-3829

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

しかしながら、この従来のスキャン露光装置においては、以下に示す問題点がある。通常のレンズを組み合わせて使用した投影光学系を使用した露光装置においては、レンズの間隔を調整する等により、倍率を調整することは容易である。しかし、マイクロレンズの場合は、厚さが例えば4 mmの板の中に、8個のレンズを光軸方向に配置することにより、正立等倍像を基板上に結像させるようにしたものであるもので、倍率の調整ができない。即ち、従来のマイクロレンズアレイによる場合は、正立等倍像しか露光することができない。よって、従来のマイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置においては、被露光基板のピッチ変更に対応することができないという問題点がある。

【0006】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、マイクロレンズアレイを使用した露光装置において、露光パターンの基準パターンからのずれが発生しても、露光中にこのずれを検出して、露光パターンの位置ずれを防止することができ、重ね露光における露光パターンの精度を向上させることができるマイクロレンズアレイ及びそれを使用したスキャン露光装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係るマイクロレンズアレイは、複数個のマイクロレンズが2次元的に配置された単位マイクロレンズアレイが複数枚相互に積層されて構成されたマイクロレンズアレイにおいて、

前記単位マイクロレンズアレイ間の反転結像位置には、六角形の開口を有する六角視野絞りが配置され、

前記単位マイクロレンズアレイ間の露光光の最大拡大部には、その少なくとも一部に、円形の開口を有する開口視野絞りが配置されており、

前記六角視野絞り及び開口視野絞りは、前記単位マイクロレンズアレイ間で、特定の一方に傾斜する方向及び直交する方向に線上に列をなして配置されており、

前記反転結像位置の六角視野絞りは、その一部の線上の一部のものが六角形ではなく円形をなしており、この反転結像位置の円形視野絞りは、前記六角視野絞りの六角形の外接円よりも大きく、前記開口視野絞りの円よりも小さいか同一の直径を有していることを特徴とする。

【0008】

本発明に係るマイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置は、露光すべき基板の上方に配置され、夫々複数個のマイクロレンズが2次元的に配置された単位マイクロレンズアレイが複数枚相互に積層されて構成されたマイクロレンズアレイと、このマイクロレンズアレイの上方に配置され所定の露光パターンが形成されたマスクと、このマスクに対して露光光を照射する露光光源と、前記マイクロレンズアレイと前記基板及び前記マスクとを相対的に一方向に移動させる移動装置と、を有し、

前記単位マイクロレンズアレイ間の反転結像位置には、六角形の開口を有する六角視野絞りが配置され、

前記単位マイクロレンズアレイ間の露光光の最大拡大部には、その少なくとも一部に、円形の開口を有する開口視野絞りが配置されており、

前記六角視野絞り及び開口視野絞りは、前記単位マイクロレンズアレイ間で、特定の一方に傾斜する方向及び直交する方向に線上に列をなして配置されており、

前記反転結像位置の六角視野絞りは、その一部の線上の一部のものが六角形ではなく円形をなしており、この反転結像位置の円形視野絞りは、前記六角視野絞りの六角形の外接円よりも大きく、前記開口視野絞りの円よりも小さいか同一の直径を有していることを特徴とする。

【0009】

このマイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置において、例えば、前記マイクロレンズアレイを傾斜可能に支持する支持基板と、前記各マイクロレンズアレイを前記支持基板に対して傾動駆動する駆動部材と、を有し、前記複数個のマイクロレン

ズアレイを基板の面に平行の方向から傾斜させることにより、基板上の露光位置を調整することを特徴とする。

【0010】

この場合に、このマイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置において、更に、前記基板の画像を検出する画像検出部と、この画像の検出信号を基に画像処理して基板上に形成されている基準パターンを得る画像処理部と、この基準パターンと露光しようとする前記マスクの露光パターンとの間のずれを演算して前記基準パターンと前記露光パターンとのずれを解消するように前記駆動部材を介して前記マイクロレンズアレイを傾動させる制御部と、を有し、前記複数個のマイクロレンズアレイを基板の面に平行の方向から傾斜させることにより、基板上の露光位置を調整して、露光パターンを前記基準パターンに一致させるように構成することができる。

10

【0011】

又は、前記マイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置において、例えば、前記単位マイクロレンズアレイの少なくとも一部を他の単位マイクロレンズアレイに対してその構成マイクロレンズの光軸が偏倚するように移動させる移動部材を有し、前記単位マイクロレンズアレイ間の反転結像位置にて、そのマイクロレンズの光軸を偏倚させることにより、マイクロレンズアレイによる基板上の露光位置を調整することを特徴とする。

【0012】

この場合に、このマイクロレンズアレイを使用したスキャン露光装置において、更に、前記基板の画像を検出する画像検出部と、この画像の検出信号を基に画像処理して基板上に形成されている基準パターンを得る画像処理部と、この基準パターンと露光しようとする前記マスクの露光パターンとの間のずれを演算して前記基準パターンと前記露光パターンとのずれを解消するように前記移動部材を介して前記マイクロレンズアレイの光軸を偏倚させる制御部と、を有し、前記複数個のマイクロレンズアレイのマイクロレンズの光軸を偏倚させることにより、基板上の露光位置を調整して、露光パターンを前記基準パターンに一致させるように構成することができる。

20

【0013】

なお、前記画像検出部は、画像を線状に検出するラインセンサであり、このラインセンサはその検出領域が前記一方向に対して鋭角をなすように傾斜して配置されており、1本のラインセンサで複数列のマイクロレンズ内の画像を検出するように構成することができる。

30

【0014】

また、前記画像検出部は、画像を線状に検出する複数個のラインセンサであり、この複数個のラインセンサはその検出領域が前記一方向に対して直交する方向に配置されており、複数個のラインセンサの全体で複数列のマイクロレンズ内の画像を検出するように構成することができる。

【発明の効果】

【0015】

本件発明によれば、マイクロレンズアレイを使用した露光装置において、露光中に、基板の画像を検出してその基準パターンを検出することにより、基準パターンと露光パターンとの位置ずれを、露光中に検出し、複数のマイクロレンズアレイの傾斜角度を調節することにより、この位置ずれを解消することができる。このように、オンラインで露光の位置ずれをリアルタイムで検出し、解消するので、重ね合わせ露光における露光位置の寸法精度を効率的に向上させることができる。また、本発明においては、反転結像位置の6角視野絞りは、その一部の線上の一部のものが6角形ではなく円形をなしており、この反転結像位置の円形視野絞りは、前記6角視野絞りの6角形の外接円よりも大きく、前記開口視野絞りの円よりも小さいか同一の直径を有しているから、マイクロレンズによる観察領域を広くすることができ、基板上の規準パターンを認識しやすい。

40

【図面の簡単な説明】

50

【0016】

【図1】本発明の実施形態に係る露光装置を示す模式図である。

【図2】本発明の実施形態に係る露光装置の1個のマイクロレンズアレイの部分を示す縦断面図である。

【図3】このマイクロレンズアレイが複数個配列されている状態を示す斜視図である。

【図4】マイクロレンズを示す図である。

【図5】(a)、(b)はその絞りを示す図である。

【図6】マイクロレンズの6角視野絞りの配置を示す平面図である。

【図7】本発明の実施形態に係る露光装置を示す斜視図である。

【図8】CCDカメラによる露光像の検出方法を示す平面図である。

10

【図9】本発明の実施形態に係るマイクロレンズアレイの反転結像位置の絞りの形状を示す図である。

【図10】基板上に形成されている基準パターンの例を示す図である。

【図11】マイクロレンズアレイの反転結像位置の絞りを通してみた基板上的パターンを示す図である。

【図12】基板上的基準パターンと反転結像位置の絞りの開口形状とを重ねて示す図である。

【図13】(a)、(b)は簡略化した露光パターンを示す図である。

【図14】マスクとマイクロレンズアレイとの配置関係を示す斜視図である。

【図15】マイクロレンズアレイの配置を示す断面図である。

20

【図16】アクチュエータである圧電素子によりマイクロレンズアレイを傾動させる動作を示す断面図である。

【図17】マイクロレンズアレイの傾斜と露光態様との関係を示す図である。

【図18】光軸偏倚の変形例におけるマイクロレンズアレイの照射領域を示す図である。

【図19】同じく光軸偏倚がない状態のマイクロレンズアレイを示す断面図である。

【図20】同じく光軸を偏倚させた状態のマイクロレンズアレイを示す断面図である。

【図21】同じく光軸偏倚がない状態のマイクロレンズアレイを示す斜視図である。

【図22】同じく光軸を偏倚させた状態のマイクロレンズアレイを示す斜視図である。

【図23】同じく光軸偏倚により露光位置が偏倚し、露光領域が拡大されたときのマイクロレンズアレイを示す図である。

30

【図24】本発明の第2実施形態に係る露光装置のマイクロレンズアレイの反転結像位置の絞りを示す図である。

【図25】(a)は同じく第2実施形態の露光装置のマイクロレンズアレイの反転結像位置の絞りに見える基板パターンを示す図、(b)は(a)の2点鎖線にて囲む部分の拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態について、添付の図面を参照して具体的に説明する。図1は、本発明の実施形態に係る露光装置を示す模式図、図2は同じくその1個のマイクロレンズアレイの部分を示す縦断面図、図3はこのマイクロレンズアレイが複数個配列されている状態を示す斜視図、図4はマイクロレンズを示す図、図5(a)、(b)はその絞りを示す図、図6はマイクロレンズの6角視野絞りの配置を示す平面図、図7は本発明の実施形態に係る露光装置を示す斜視図、図8は、CCDカメラによる露光像の検出方法を示す平面図、図9は6角視野絞りの配置を示す平面図、図10は基板上的基準パターンを示す図である。

40

【0018】

図1に示すように、露光光源4から出射された露光光は、平面ミラーを含む光学系21を介して、マスク3に導かれ、マスク3を透過した露光光は、マイクロレンズアレイ2に照射され、マスク3に形成されたパターンがマイクロレンズアレイ2により、基板1上に結像する。この光学系21の光路上にダイクロイックミラー22が配置されており、カメ

50

ラ 2 3 からの観察光が、ダイクロイックミラー 2 2 で反射して、露光光源 4 からの露光光と同軸的にマスク 3 に向かう。また、この観察光はマイクロレンズアレイ 2 にて基板 1 上に収束し、基板 1 に既に形成されている基準パターンを反射して、この基準パターンの反射光がマイクロレンズアレイ 2、マスク 3 及びダイクロイックミラー 2 2 を介してカメラ 2 3 に入射するようになっている。カメラ 2 3 は、この基準パターンの反射光を検出し、この検出信号を画像処理部 2 4 に出力する。画像処理部 2 4 は基準パターンの検出信号を画像処理し、基準パターンの検出画像を得る。画像処理部 2 4 にて得られた基準パターンの画像信号は制御部 2 5 に入力され、制御部 2 5 がマスク 3 の現在位置（即ち、マスク 3 の露光しようとする露光パターンの位置）と検出された基準パターンの位置との間のずれを演算し、このずれ量を解消するためのマイクロレンズアレイ 2 の傾斜角度を演算する。そして、制御部 2 5 は、このマイクロレンズアレイ 2 の傾斜角度に応じた信号を、このマイクロレンズアレイ 2 の傾斜を駆動するピエゾ圧電素子 1 4、1 5 からなるアクチュエータ 2 0 に出力し、アクチュエータ 2 0（圧電素子 1 4、1 5）はこの信号に基づいてマイクロレンズアレイ 2 を傾斜駆動する。基板 1 とマスク 3 は、一体となって一定の方向に移動することができ、マイクロレンズアレイ 2 と露光光源 4 及び光学系 2 1 は、固定的に配置されている。そして、基板 1 及びマスク 3 が一方向に移動することにより、露光光が基板上で走査され、ガラス基板から 1 枚の基板が製造される所謂 1 枚取りの基板の場合は、上記一走査により、基板の全面が露光される。

【0019】

次に、マイクロレンズアレイによる露光態様について、更に詳細に説明する。図 2 に示すように、ガラス基板等の被露光基板 1 の上方に、マイクロレンズ 2 a が 2 次元的に配置されて構成されたマイクロレンズアレイ 2 が配置され、更に、このマイクロレンズアレイ 2 の上にマスク 3 が配置され、マスク 3 の上方に露光光源 4 が配置されている。マスク 3 は透明基板 3 a の下面に Cr 膜 3 b からなる遮光膜が形成されていて、露光光はこの Cr 膜 3 b に形成された孔を透過してマイクロレンズアレイ 2 により基板上に収束する。上述のごとく、本実施形態においては、例えば、マイクロレンズアレイ 2 及び露光光源 4 が固定されていて、基板 1 及びマスク 3 が同期して矢印 5 方向に移動することにより、露光光源 4 からの露光光がマスク 3 を透過して基板 1 上を矢印 5 方向にスキャンされる。この基板 1 及びマスク 3 の移動は、適宜の移動装置の駆動源により駆動される。なお、基板 1 及びマスク 3 を固定して、マイクロレンズアレイ 2 及び露光光源 4 を移動させることとしてもよい。

【0020】

図 3 に示すように、マイクロレンズアレイ 2 は、支持基板 6 に、スキャン方向 5 に垂直の方向に例えば 4 個ずつ 2 列に配置されており、これらのマイクロレンズアレイ 2 は、スキャン方向 5 にみて、前段の 4 個のマイクロレンズアレイ 2 の相互間に、後段の 4 個のマイクロレンズアレイ 2 のうち 3 個が夫々配置されて、2 列のマイクロレンズアレイ 2 が千鳥になるように配列されている。これにより、2 列のマイクロレンズアレイ 2 により、基板 1 におけるスキャン方向 5 に垂直の方向の露光領域の全域が露光される。

【0021】

図 4 に示すように、各マイクロレンズアレイ 2 の各マイクロレンズ 2 a は、例えば、4 枚 8 レンズ構成であり、4 枚のマイクロレンズアレイ 2-1、2-2、2-3、2-4 が積層された構造を有する。各マイクロレンズアレイ 2-1 等は 2 個のレンズから構成されている。これにより、露光光はマイクロレンズアレイ 2-2 とマイクロレンズアレイ 2-3 との間に一旦収束し、更にマイクロレンズアレイ 2-4 の下方の基板上で結像する。そして、マイクロレンズアレイ 2-2 とマイクロレンズアレイ 2-3 との間に 6 角視野絞り 1 2 が配置され、マイクロレンズアレイ 2-3 とマイクロレンズアレイ 2-4 との間に開口絞り 1 1 が配置されている。これらの 6 角視野絞り 1 2 及び開口絞り 1 1 はマイクロレンズ 2 a 毎に設けられており、各マイクロレンズ 2 a について基板上の露光領域を 6 角に整形している。6 角視野絞り 1 2 は、例えば、図 5 (a) に示すように、マイクロレンズ 2 a のレンズ視野領域 1 0 の中に 6 角形状の開口として形成され、開口絞り 1 1 は、図 5

(b) に示すように、マイクロレンズ 2 a のレンズ視野領域 1 0 の中に円形の開口として形成されている。

【0022】

図 6 は、各マイクロレンズアレイ 2 における各マイクロレンズ 2 a の配置態様を示すために、マイクロレンズ 2 a の配置態様を、マイクロレンズ 2 a の 6 角視野絞り 1 2 の位置として示す図である。この図 6 は後述のマイクロレンズ 2 a の光軸の偏倚（シフト）は行っていない状態である。この図 6 に示すように、マイクロレンズ 2 a は、スキャン方向 5 について、順次、若干横方向にずれて配置されている。6 角視野絞り 1 2 は、中央の矩形部分 1 2 a と、そのスキャン方向 5 に見て両側の三角形部分 1 2 b、1 2 c とに分かれる。図 6 において、破線は、6 角視野絞り 1 2 の 6 角形の各角部をスキャン方向 5 に結ぶ線分である。この図 6 に示すように、スキャン方向 5 に垂直の方向の各列に関し、スキャン方向 5 について 3 列の 6 角視野絞り 1 2 の列をみると、ある特定の 1 列目の 6 角視野絞り 1 2 の右側の三角形部分 1 2 c が、スキャン方向後方に隣接する 2 列目の 6 角視野絞り 1 2 の左側の三角形部分 1 2 b と重なり、1 列目の 6 角視野絞り 1 2 の左側の三角形部分 1 2 b が、3 列目の 6 角視野絞り 1 2 の右側の三角形部分 1 2 c と重なるように、これらのマイクロレンズ 2 a が配置されている。このようにして、スキャン方向 5 に関し、3 列のマイクロレンズ 2 a が 1 セットとなって配置される。つまり、4 列目のマイクロレンズ 2 a は、スキャン方向 5 に垂直の方向に関し、1 列目のマイクロレンズ 2 a と同一位置に配置される。このとき、3 列の 6 角視野絞り 1 2 において、隣接する 2 列の 6 角視野絞り 1 2 の三角形部分 1 2 b の面積と三角形部分 1 2 c の面積とを加算すると、このスキャン方向 5 に重なる 2 個の三角形部分 1 2 b、1 2 c の合計面積の線密度は、中央の矩形部分 1 2 a の面積の線密度と同一になる。なお、この線密度とは、スキャン方向 5 に垂直の方向における単位長あたりの 6 角視野絞り 1 2 の開口面積である。つまり、三角形部分 1 2 b、1 2 c の合計面積は、三角形部分 1 2 b、1 2 c の底辺を長さとし、三角形部分 1 2 b、1 2 c の高さを幅とする矩形部分の面積になる。この矩形部分は、矩形部分 1 2 a の長さと同じ長さであるから、スキャン方向 5 に垂直の方向に関する単位長あたりの開口面積（線密度）で比べると、三角形部分 1 2 b、1 2 c の線密度と、矩形部分 1 2 a の線密度とは同一になる。このため、基板 1 が 3 列のマイクロレンズ 2 a のスキャンを受けると、このスキャン方向 5 に垂直の方向に関し、その全域で均一な光量の露光を受けたことになる。従って、各マイクロレンズアレイ 2 には、スキャン方向 5 に関し、3 の整数倍の列のマイクロレンズ 2 a が配置されており、これにより、基板は、1 回のスキャンによりその全域で均一な光量の露光を受けることになる。

【0023】

このように構成されたマイクロレンズアレイ 2 においては、露光光源 4 から露光光が照射されている間に、基板 1 をマイクロレンズアレイ 2 に対して相対的に移動させて、露光光により基板を走査することにより、基板 1 の露光対象領域の全域で、基板 1 は均一な光量の露光を受ける。つまり、基板 1 はマイクロレンズ 2 a の位置に応じてスポット的な露光を受けるのではなく、1 列のマイクロレンズ 2 a の相互間の領域は、他列のマイクロレンズ 2 a により露光されて、基板 1 は、あたかも、平面露光を受けた場合と同様に、露光対象領域の全域で均一な露光を受ける。そして、基板 1 上に投影されるパターンは、マイクロレンズ 2 a の 6 角視野絞り 1 2 及び開口絞り 1 1 の形状ではなく、マスク 3 の Cr 膜（遮光膜）3 b の孔に形成されたマスクパターン（露光パターン）により決まるパターンである。

【0024】

図 1 4 に示すように、マイクロレンズアレイ 2 は、支持板 6 に、マイクロレンズアレイ 2 b 及びマイクロレンズアレイ 2 c の 2 列に分かれて配置されており、スキャン方向 5 に垂直の方向に列をなすように、またマイクロレンズアレイ 2 b とマイクロレンズアレイ 2 c とがスキャン方向 5 に相互にずれて配置されている。マイクロレンズアレイ 2 は、図 1 5 及び図 1 6 に示すように、支持板 6 に設けた孔 6 a 内に嵌合して配置されており、各孔 6 a は各マイクロレンズアレイ 2 の外形に見合う大きさを有している。マイクロレンズア

レイ 2 は、そのスキャン方向 5 に直交する方向については、隣接するマイクロレンズアレイ 2 同士（マイクロレンズアレイ 2 b とマイクロレンズアレイ 2 c）が相互に接近するように連なって配置されている。そして、このスキャン方向 5 に直交する方向に隣接するマイクロレンズアレイ 2 間の支持板 6 の部分は、極めて細く、また、マイクロレンズアレイ 2 におけるスキャン方向 5 に直交する方向の端部はこの端部のマイクロレンズ 2 a と端縁との間の間隔がマイクロレンズ 2 a の配列ピッチの $1/2$ 未満に短くなっている。このため、各マイクロレンズアレイ 2 は、図 1 4 に示すように、スキャン方向 5 に直交する方向に連なっている、このスキャン方向 5 に直交する方向の全てのマイクロレンズアレイ 2 のマイクロレンズ 2 a 間の間隔を同一にすることができる。即ち、マイクロレンズ 2 a のスキャン方向 5 に直交する方向のピッチは、全てのマイクロレンズアレイ 2 について一定である。スキャン方向 5 については、1 個のマイクロレンズアレイ 2 が配置されており、そのマイクロレンズアレイ 2 内のマイクロレンズ 2 a のピッチは一定である。

【0025】

なお、マイクロレンズアレイ 2 は、支持板 6 に対し、図 3 に示すように、スキャン方向 5 及びスキャン方向 5 に直交する方向の双方に相互に離隔するように配置することもできる。この場合は、スキャン方向 5 に見た場合に、マイクロレンズアレイ 2 をその端部同士が重なるように設けることができ、従って、スキャン方向 5 に直交する方向に関し、各マイクロレンズアレイ 2 の端部におけるマイクロレンズ 2 a と端縁との間隔をマイクロレンズ 2 a のピッチの $1/2$ 未満になるように、短くする必要がなく、各マイクロレンズアレイ 2 の端部の幅を十分大きくとることができる。また、支持板 6 の孔 6 a は、スキャン方向 5 に直交する方向の相互間隔を、図 1 4 に示すような短いものにする必要がなく、十分広くとることができる。なお、図 1 4 及び図 3 は、マイクロレンズアレイ 2 をスキャン方向 5 に直交する方向について、千鳥状に配置しているが、図 1 4 に示すように、マイクロレンズアレイ 2 が相互に近接している場合は、マイクロレンズアレイ 2 をスキャン方向 5 に一直線状に整列させて配置することも可能である。

【0026】

図 1 4 に示す実施形態では、各マイクロレンズアレイ 2 b は、例えば、スキャン方向 5 に対向する 2 辺で、一方は 2 個の圧電素子 1 4 a、1 4 b に支持され、他方は 1 個の圧電素子 1 5 a に支持されており、マイクロレンズアレイ 2 c は、例えば、スキャン方向 5 に対向する 2 辺で、一方は 1 個の圧電素子 1 4 c に支持され、他方は 2 個の圧電素子 1 5 b、1 5 c に支持されている。

【0027】

図 1 5 及び図 1 6 に示すように、支持板 6 におけるマイクロレンズアレイ 2 の配置位置には、前述のごとく、マイクロレンズアレイ 2 の形状に対応する形状の孔 6 a が形成されており、マイクロレンズアレイ 2 はこの孔 6 a 内に嵌合されている。また、この孔 6 a の周囲は、支持板 6 の上面が切り欠かれて、段差 6 b が形成されており、この段差 6 b の低い部分、即ち、孔 6 a の周辺部分に、圧電素子 1 4（1 4 a、1 4 b、1 4 c）、1 5（1 5 a、1 5 b、1 5 c）が配置されている。そして、マイクロレンズアレイ 2 はその上方部分に水平方向に張り出すフランジ部 9 が形成されており、このフランジ部 9 が、支持板 6 の孔 6 a の周囲部分の段差 6 b に位置する。

【0028】

圧電素子 1 4、1 5 は、夫々、その基部 1 4 1、1 5 1 が支持板 6 の段差 6 b の低い部分に固定されており、その先端 1 4 2、1 5 2 がマイクロレンズアレイ 2 のフランジ部 9 の下面に固定されている。そして、圧電素子 1 4、1 5 は引出線 7 により適宜の制御装置（図示せず）に接続されており、圧電素子 1 4、1 5 は、この引出線 7 を介して制御装置から駆動電圧を供給されて、図 1 6 に示すように、変形する。即ち、図 1 5 においては、圧電素子 1 4、1 5 が変形していないので、マイクロレンズアレイ 2 の光軸は垂直（支持板 6 の表面に垂直）方向を向いているが、図 1 6 においては、図示の左側の圧電素子 1 4 がその先端 1 4 2 が上向くように変形しており、これにより、マイクロレンズアレイ 2 はその光軸が垂直方向に対し傾斜する方向に向いている。このようにして、マイクロレンズ

アレイ 2 の光軸の方向を、圧電素子に対する印加電圧を調整することにより調整できるので、仮に、基板上の基準パターンと露光パターンとの間に位置ずれがある場合は、露光中に位置ずれを検出し、1 又は複数のマイクロレンズアレイの傾斜角度を調節することにより、この位置ずれを解消することができる。なお、圧電素子 14, 15 による支持点は、上述の 3 点に限らず、4 点以上設けても良いことは勿論である。この場合、4 点以上の圧電素子の変形量は、相互に規制する必要がある。

【0029】

このように構成されたマイクロレンズアレイ 2 の支持機構においては、圧電素子 14, 15 に印加する電圧を制御することにより、圧電素子 14, 15 の変形量を制御することができ、3 点で支持されたマイクロレンズアレイ 2 の圧電素子 14, 15 の変形量の組合せを調整することにより、マイクロレンズアレイ 2 を任意の方向に傾斜させることができる。

【0030】

カメラ 23 は、ライン CCD カメラであり、1 次元の線状に像を検出する。図 8 は、マイクロレンズアレイ 2 のマイクロレンズ 2a の配置と、ライン CCD カメラ 23 の検出領域 17 とを示す図である。マイクロレンズ 2a の 6 角視野絞り 12 は、前述のように、スキャン方向 5 に関し、最も近傍に隣接するものが、スキャン方向 5 に対して平行ではなく、傾斜している。ライン CCD カメラは、その線状の検出領域 17 が、コーナー部のマイクロレンズ 2a の 6 角視野領域 12 から、スキャン方向 5 に対し最も近傍に隣接するマイクロレンズ 2a の 6 角視野領域 12 を結ぶ直線上に、一致するように、検出領域 17 をスキャン方向 5 に対して傾斜させて、配置されている。

【0031】

基板 1 をスキャン方向 5 に移動させつつ、ライン CCD カメラ 23 により基板 1 上の画像を検出すると、1 回のラインスキャンにより、検出領域 17 の線上で、画像が検出される。この検出信号は、画像処理部 24 に入力されて画像処理される。このライン CCD カメラ 23 の検出領域 17 は、例えば、マイクロレンズアレイ 2 のコーナー部のマイクロレンズ 2a からマイクロレンズアレイ 2 の幅方向の他端部までである。即ち、スキャン方向 5 に垂直の方向に関し、一方の端部のコーナー部から他方の端部までのマイクロレンズアレイ 2 の幅方向の全域について、傾斜した線上に位置するマイクロレンズ 2a の 6 角視野領域 12 の画像を検出する。このとき、ライン CCD カメラのスキャン性能が 1 回のスキャンに要する時間が 10 msec であるとする、基板及びマスクの移動速度は、例えば、100 mm/sec であるから、10 msec のスキャン時間の間に、基板及びマスクは、1 mm 移動する。従って、ライン CCD カメラ 23 の一方の端部にて、マイクロレンズアレイ 2 のコーナー部のマイクロレンズ 2a の画像を検出した後、ライン CCD カメラ 23 の他方の端部にてマイクロレンズアレイ 2 の幅方向の他方の端部のマイクロレンズ 2a の画像を検出したときには、この他方の端部のマイクロレンズ 2a の画像は、コーナー部のマイクロレンズ 2a の画像の位置よりも、1 mm 後方の位置の画像である。基板及びマスクの幅方向の大きさは、例えば、1 m であるから、基板 1 mにつき、1 mm のずれが生じる。よって、隣接するマイクロレンズ 2a 間では、この 1 mm をマイクロレンズ 2a の数で除した分だけ、検出画像は、スキャン方向 5 にずれが生じている。

【0032】

また、ライン CCD カメラ 23 によるスキャン画像は、コーナー部のマイクロレンズ 2a の画像を検出した後、その基板スキャン方向 5 の斜め前方のマイクロレンズ 2a の画像を検出する。このように、ライン CCD カメラ 23 の 1 次元のスキャン画像において、基板スキャン方向 5 について、斜め前方に配置されたマイクロレンズ 2a の画像を順次読み込んでいく。従って、基板スキャン方向 5 についてのマイクロレンズ 2a の配列ピッチを Δd とすると、ライン CCD カメラ 23 により 1 回のスキャンで読み込まれた画像信号は、基板スキャン方向 5 について、その前方に Δd だけずれたマイクロレンズ 2a の画像を順次読み込んだことになる。よって、このレンズピッチ Δd が 150 μm であるとする、そして、前述のごとく、基板の移動速度が 100 mm/sec であるとする、このレ

ンズピッチ Δd ($= 150 \mu\text{m} = 0.15 \text{mm}$) を基板が移動するのに、 1.5ms にかかる。従って、ライン CCD カメラ 23 の 1 回のスキャンで、コーナー部のマイクロレンズ 2a の画像を検出した後、次順のマイクロレンズ 2a の画像を検出したときは、この画像は、コーナー部のマイクロレンズ 2a の画像のスキャン方向 5 に垂直の方向に隣接する位置の画像よりも、基板のスキャン方向 5 に Δd だけ進んだ位置の画像である。よって、ある時点でコーナー部のマイクロレンズ 2a の画像のスキャン方向 5 に垂直の方向に隣接する位置の画像は、その時点でコーナー部のマイクロレンズ 2a の次順のマイクロレンズ 2a の画像を取得した時点よりも、 1.5ms 後にこの 2 番目のマイクロレンズ 2a にて検出された画像である。

【0033】

画像処理部 24 は、ライン CCD カメラ 23 の取得信号から、以上の 2 点の時間遅延及び位置調整に関する補正の画像処理を行うと、基板が移動している間のある特定の時点の画像を得ることができる。例えば、本実施形態の露光装置に搬入されてくる基板 1 に、図 13 (a) に示すように第 1 層の露光パターン L1 (基準パターン) が形成されている場合、露光装置の所定位置に停止した基板 1 を走査させて、ライン CCD カメラ 23 により基板 1 上の画像を検出し、この基準パターン L1 の検出信号を画像処理部 24 が画像処理すると、図 13 (a) に示す基準パターン L1 の検出画像が得られる。制御部 25 は、この画像処理されたパターン L1 の画像検出信号に基づき、この第 1 層パターン L1 の基準位置と、マスク 3 に形成され第 2 層パターン L2 として露光すべき露光パターン L2 の基準位置との間のずれを演算し、このずれ量を解消するためのマイクロレンズアレイ 2 の傾斜角度を演算する。そして、制御部 25 は、このマイクロレンズアレイ 2 の傾斜角度に応じた信号を、このマイクロレンズアレイ 2 の傾斜を駆動するピエゾ圧電素子 14, 15 からなるアクチュエータ 20 に出力し、アクチュエータ 20 (圧電素子 14, 15) はこの信号に基づいてマイクロレンズアレイを傾斜駆動する。即ち、アクチュエータ 20 (圧電素子 14, 15) はこのマイクロレンズアレイ 2 の傾斜角度に基づき、圧電素子 14, 15 に印加する電圧を調整して、マイクロレンズアレイ 2 を所定の傾斜角度になるように駆動する。

【0034】

図 17 は、マイクロレンズアレイ 2 を、隣接するマイクロレンズアレイ 2 に対して徐々にその傾斜角度を大きくしていった場合の露光光と基板 1 との関係を示す図である。この図 17 に示すように、マイクロレンズアレイ 2 の傾斜角度が大きくなると、基板 1 に対する露光光の入射角度が 90° から次第に小さくなっていく (鋭角になっていく)。これにより、隣接するマイクロレンズアレイ 2 間の露光領域の間隔 b_1 , b_2 , b_3 が徐々に大きくなり、水平配置のマイクロレンズアレイ 2 の端部 (基準点) のパターンに対して、傾斜角度が最も大きなマイクロレンズアレイ 2 の最も前記基準点から離れた位置のパターンは、全てのマイクロレンズアレイ 2 が水平の場合の露光位置に比して、基準点から遠いものとなる。このように、一列に並んだマイクロレンズアレイ 2 の傾斜角度を徐々に大きくしていただくだけで、基板上の露光位置を調整することができ、基板上の露光領域を拡大することができる。逆に、露光領域を縮小する場合も、マイクロレンズアレイ 2 を逆方向に傾斜させればよい。

【0035】

ところで、図 6 のように配置されたマイクロレンズに対し、図 8 に示すライン CCD カメラによる検出領域 17 (検出幅は $2 \mu\text{m}$ 程度) で基板上のマークを見た場合、マイクロレンズにより見える領域は、図 6 に示す 6 角視野絞り 12 の 6 角形の領域であるので、スキャン方向 5 にスキャンしていても、基板上のマークの一部はラインカメラにより見ることができない。即ち、図 8 において、スキャン方向 5 に隣接する (スキャン方向の間隔が Δd) 2 個のマイクロレンズ間において、その 6 角視野絞り 12 の開口領域に対し、検出領域 17 が重なる領域については、下方の基板上のマークを見る (カメラで検出) ことができるが、図 8 に Δe で示す幅の領域、即ち、スキャン方向 5 に直交する方向の Δe の領域は、スキャン方向 5 について、検出領域 17 と 6 角視野絞り 12 の開口領域とが重なら

10

20

30

40

50

ない。よって、全ての隣接するマイクロレンズ間において、この Δe の領域については、その下方の基板上のマークの一部が検出されない。

【0036】

そこで、本発明においては、図9に示すように、スキャン方向5に対して傾斜する方向に延びるラインCCDカメラの検出領域17に対応して、直線上に配置された複数の6角視野絞りの一部を、6角形ではなく、開口視野絞り11と同様に、円形の絞り18aに形成する。このラインCCDカメラの検出領域17aがスキャン方向5に垂直の方向に延びている場合（検出領域17aは2点鎖線にて示す）は、それに対応して、スキャン方向5に垂直の方向の直線上に配置された複数の6角視野絞りの一部を、6角形ではなく、開口視野絞り11と同様に、円形の絞り18b（2点鎖線にて示す）に成形する。検出領域17aに対応する円形絞り18bの場合は、隣接する3列を円形絞り18bにすることにより、下方の基板上のマークを全て検出することができる。なお、ラインCCDカメラは、通常、1個設けられるので、検出領域17か、又は検出領域17aのいずれか一方が設けられる。検出領域17が設けられる場合は、円形絞り18bは不要であり、6角形の6角視野絞り12のままである。

【0037】

6角視野絞り12は、各単位マイクロレンズアレイ間の反転結像位置に設けられた絞りであり、本発明においては、その絞りの一部を6角形から、円形絞り18a、18bに変更するものである。この円形絞り18a、18bの直径は、開口絞り11の直径か、又はそれより小さい。また、円形絞り18a、18bの直径は、6角視野絞り12の6角形の外接円の直径よりも大きい。このように、反転結像位置における円形絞り18a、18bの直径が、6角視野絞り12の外接円の直径より大きいことにより、ラインCCDカメラ23がマイクロレンズの絞りを介して見える下方の基板上のマークの視認可能範囲が、6角視野絞り12の場合よりも大きくなる。即ち、絞りが6角形の場合は、図8に示す Δe の範囲は下方の基板上のマークを視認することができない（カメラが検出することができない）。これに対し、本発明においては、円形絞り18a、18bの形状が、6角形の外接円の直径よりも大きいことにより、6角形の場合よりも、下方の基板上のマークの視認可能範囲が広がり、 Δe は6角視野絞り12の場合よりも小さくなり、絞り18a、18bの直径が更に大きくなれば、 Δe が0となるような絞り18a、18bの直径が存在する。

【0038】

一方、この円形絞り18a、18bの直径は、開口絞り11の直径以下である。開口絞り11は、マイクロレンズの各凸レンズにおいて、入射露光光が最大に拡大される箇所に設けられて、この凸レンズ以外の部分を透過する露光光を遮断する絞りである。よって、この開口絞り11により成形された露光光が、マイクロレンズの凸レンズにより光学処理を受けたものとなる。よって、6角視野絞り12の孔面積を拡大するために円形絞り18a、18bにしたとしても、その最大径は、この開口絞り11の直径以下となる。なお、円形絞り18a、18bが、開口絞り11の直径と同一であるということは、反転結像位置における絞りを取り除くということを意味する。即ち、説明の便宜上、直径が開口絞り11の直径と同一の円形絞り18a、18bを設けるとしているが、実際は、この反転結像位置における絞りを取り除くだけで、露光光は、開口絞り11によってのみ露光領域を規制される。

【0039】

次に、上述のごとく構成された本実施形態の露光装置の動作について説明する。先ず、図1に示すように、露光装置の所定の露光位置に基板1が搬入される。この基板1には、基準パターンとして、図13(a)に示すようなパターンL1が露光されている。この基準パターンは、TFTの場合は、實際上、図10に示すようなものであるが、図13(a)においては、単純化して示してある。この基準パターンL1は第1層パターンであり、この第1層パターンを基準として、露光装置において、第2層パターン乃至第4層パターンが露光されて、例えば、5層のパターンが重ね合わせ露光される。

【0040】

このとき、薄膜トランジスタ液晶基板及びカラーフィルタ基板等のガラス基板に、製造過程で寸法の変化が生じた場合に、重ね露光における露光パターンが下層パターンに対してずれてしまう。そこで、搬入された基板1に対し、これをマスク3と共にマイクロレンズアレイ2に対して走査し、ラインCCDカメラ23により基板1上の画像を検出する。このラインCCDカメラ23は、その光検出部は1次元のセンサであり、図8に示すように、基板スキャン方向5に対して傾斜する領域を検出するように設置されている。このように、ラインCCDカメラ23の検出領域17を、基板スキャン方向5に垂直の方向にせず、この方向に対して傾斜する方向としたのは、仮に、基板スキャン方向5に垂直の方向に線状の検出領域17を配置すると、隣接するマイクロレンズ2aの6角視野絞り12間に不連続の部分が存在するため、基板1上の画像を連続的に検出できないからである。そこで、本実施形態においては、検出領域17をスキャン方向5に最も近傍に隣接するマイクロレンズアレイ2の6角視野絞り12を通るように傾斜して配置している。これにより、この検出領域17を傾斜して配置したことによる遅延時間に基づく補正と、CCDセンサの1スキャン時間の時間遅れによる補正とを、画像処理により行うことにより、マイクロレンズアレイ2の基準となるコーナー部のマイクロレンズ2aの検出画像を基準として、基板1上の画像を検出することができる。即ち、画像処理部24は、カメラ23の検出信号に基づいて、図13(a)に示す基板1上の第1層パターンL1を求める。

10

【0041】

制御部25は、この第1層パターンL1と、マスク3に形成されこれから露光しようとする第2層パターンL2とが一致している場合は、この第2層パターンL2を基板上に露光する。即ち、基板1及びマスク3を一体としてマイクロレンズアレイ2及び光源に対して移動させ、マスク3に形成されている露光パターンL2を第1層パターンL1上に重ね露光する。これにより、図13(b)に示すように、第1層パターンL1の基準となるコーナー部から、設計値の Δx 及び Δy だけ離隔した位置に第2層パターンL2を形成することができる。

20

【0042】

このとき、図2乃至図4に示すように、露光光源4から露光光がマスク3を介してマイクロレンズアレイ2に入射すると、倒立等倍の像が6角視野絞り12に結像する。そして、この6角視野絞り12により、各マイクロレンズ2aを透過する露光光が、図5(a)等に示す6角形に整形され、基板1上に正立等倍像として、投影される。このとき、マイクロレンズ2aによる露光領域は、基板上で図6に示すように配置される。

30

【0043】

そして、図3に示すように、8枚のマイクロレンズアレイ2により、基板1のスキャン方向5に垂直の方向の全露光領域が均一光量で露光される。そして、基板1及びマスク3を、スキャン方向5に、マイクロレンズアレイ2に対して走査すると、基板1の全面の露光領域が均一光量で露光される。これにより、マスク3に形成されたマスクパターンが基板1上に結像する。

【0044】

一方、ラインCCDカメラ23により検出した第1層パターンL1に対し、現在の位置のマスク3の露光パターンL2の位置がずれていた場合は、制御部25が演算したマイクロレンズアレイ2の傾斜角度に基づいて、アクチュエータ20が圧電素子14、15に電圧を供給し、マイクロレンズアレイ2を傾動させて、マスク3の露光パターンL2の基準位置が第1層パターンL1の基準位置と一致するように、基板1に対する露光光の入射角度を調整する。例えば、図17に示すように、基板スキャン方向に垂直の方向に並んだ4枚のマイクロレンズアレイ2をその傾斜角度が徐々に大きくなるように傾斜させると、基板1上において、1個のマイクロレンズアレイ2の各マイクロレンズ2aによる露光光の基板に対する傾斜角度は変化しないが、隣接するマイクロレンズアレイ2間で、その露光角度が変化し、図17の右端の水平のマイクロレンズアレイ2に対して、より左側になるにつれてマイクロレンズアレイ2からの露光光の基板に対する傾斜が大きくなる。

40

50

【0045】

これにより、各マイクロレンズアレイ2から基板1上に投影されたマスク3のマスクパターン（図17中、□で示す）は、各マイクロレンズアレイ2についてaの領域に投影される。この場合に、露光光の傾斜角度は各マイクロレンズアレイ2について異なるが、露光領域aは、傾斜角度自体が極めて小さいものであるから、各マイクロレンズアレイ2について実質的に同寸である。しかし、隣接するマイクロレンズアレイ2間ではそのマスクパターンの間隔b1, b2, b3, は次第に大きくなる。

【0046】

このようにして、図17の左端のマイクロレンズアレイ2の基板に対する露光領域は、全てのマイクロレンズアレイ2が水平である場合よりも左側にシフトする。これにより、第1層パターンL1と第2層パターンL2とのずれを解消することができる。なお、 Δx 及び Δy が70 μm の場合、右端のマイクロレンズアレイ2に対して、その左隣のマイクロレンズアレイ2を若干（数度の1/1000程度）傾斜させると、1 μm 程度露光位置をずらすことができる。従って、マイクロレンズアレイ2を極めて僅かな角度で傾斜させるだけで、70 μm の間隔のパターンを1 μm ずらすことができる。なお、パターンの位置ずれを解消するためのマイクロレンズアレイ2の傾動方法は、図17に示すものに限らず、種々の態様がある。

【0047】

前述のごとく、基板上の基準パターンは、實際上、図10に一例を示すように、複雑な形状を有する。そして、この基板上の基準パターンと、図9に示す反転結像位置に設けた絞り（6角視野絞り12及び円形絞り18a）とを重ねると、図12に示すようなパターンになる。従って、マイクロレンズアレイの絞りの開口から、下方の基板上の基準パターンをみると、図11に示すように、絞りの開口内に、基板上の基準パターンが見える。このパターンを、ラインCCDカメラ23が観察している。

【0048】

この図11に示すように、ラインCCDカメラ23が見える基板上の基準パターンは、絞りが6角形開口の6角視野絞り12であると、ラインCCDカメラ23では検出できない部分が存在するが、本発明のように、検出領域17上の1列について、6角視野絞り12の開口より大きな円形絞り12aとすることにより、このラインCCDカメラ23により検出できない領域が小さくなるか、又は検出できない領域がなくなる。このため、基板上の基準パターンが絞りに隠れてしまう部分が少なく、この基準パターンの位置とマスク3における露光パターンの位置とを確実に位置合わせすることができ、その結果、マスク3の位置を基準パターンに合わせて高精度で調整することができる。

【0049】

なお、反転結像位置における絞りの一部を、6角視野絞り12から円形絞り18aに変更することにより、そのマイクロレンズ2aにおいて、露光のムラが発生する可能性がある。しかし、図9に示す絞りのパターンにおいて、スキャン方向5に垂直の方向の1列に関し、露光に関与するマイクロレンズ2aの数は通常100個以上存在する。このため、この各列のマイクロレンズ2aのうち、1個のマイクロレンズ2aの反転結像位置の絞りを6角視野絞り12より大きな（最大で、円形の開口視野絞り11）円形絞り18aとしても、ムラが発生することはない。

【0050】

このように、本実施形態においては、重ね合わせ露光において、基板の寸法の変動が生じて、これをリアルタイムで検出して、その露光位置を下層の露光パターンに高精度で合わせることができる。即ち、本実施形態においては、露光装置内で、露光中に下層パターンと露光パターンとの位置ずれを、マイクロレンズアレイの傾動により修正することができ、リアルタイムに位置ずれを修正して、高精度の重ね露光を行うことができる。

【0051】

また、露光光は、パルスレーザ光又は水銀ランプ等の連続光等、種々のものを使用することができる。更に、ラインCCDカメラ23は、基板上を照射する光照射部と反射光を

10

20

30

40

50

検出するラインCCDセンサとを有するものを使用し、ダイクロイックミラー22によりカメラ23からの観察光を基板に照射したが、基板の下方から光照射して、基板に形成された第1層露光パターンの像をラインCCDセンサに入力してこれを検出することとしてもよい。更に、基板上の画像は、ラインCCDセンサにより検出する場合に限らず、2次元センサにより、基板上の画像を検出することもできる。

【0052】

更に、例えば、上記実施形態では、図8に示すように、ラインCCDカメラ23のラインセンサをその検出領域17がスキャン方向5に対して傾斜するように配置することにより、画像処理することによって、スキャン方向5に垂直の方向の全域において途切れることなく連続する6角視野絞り12内の画像を検出しているが、図8に二点鎖線にて示すように、ラインセンサをスキャン方向5に垂直の方向に配置し、このラインセンサを3列設けることにより、同様に、スキャン方向5に垂直の方向の全域において途切れることなく連続する6角視野絞り12内の画像を検出することもできる。

【0053】

更にまた、上記実施形態においては、図17に示すように、マイクロレンズアレイを傾斜させることにより、本来、正立等倍像の露光しかできないマイクロレンズアレイにおいて、その倍率の調整又は露光位置の調整を可能としているが、本発明はこれに限らず、図18乃至図23に示すように、マイクロレンズの光軸を偏倚させることによっても、マイクロレンズアレイの倍率の調整及び露光位置の調整を行うことができる。

【0054】

図18は、この複数個のマイクロレンズアレイ2が配列された状態を示し、このマイクロレンズアレイ2により、基板上には、マスク3のマスクパターンの像が投影される。但し、図18においては、マイクロレンズアレイ2は縦断面視で示し、投影像は平面視で示している。支持板6に、例えば41枚のマイクロレンズアレイ2（図示の都合上11枚として示す）が並置されており、例えば、このマイクロレンズアレイ2の幅は30mm、支持板6の幅及びマスク3の透明基板3aの幅は、例えば、1220mmである。

【0055】

図19は、単位マイクロレンズアレイ2-1、2-2、2-3、2-4の積層状態を示す模式図である。これらの4枚の単位マイクロレンズアレイ2-1等の各マイクロレンズ2aの構成は、図4に示すように、各単位マイクロレンズアレイ2-1毎に2枚の凸レンズからなるものである。常態では、図19に示すように、単位マイクロレンズアレイ2-1、2-2、2-3、2-4の各マイクロレンズ2aの光軸は、いずれも一致している。従って、露光光は図21に示すように、基板に対して垂直に入射する。

【0056】

而して、本変形例においては、図20に示すように、第1層目の単位マイクロレンズアレイ2-1及び第2層目の単位マイクロレンズアレイ2-2のマイクロレンズ2aの光軸と、第3層目の単位マイクロレンズアレイ2-3及び第4層目の単位マイクロレンズアレイ2-4のマイクロレンズ2aの光軸とを、dの大きさに偏倚（シフト）させることができるようになっている。この偏倚量dは例えば0.3μmである。このように、単位マイクロレンズアレイ2-3、2-4のマイクロレンズの光軸が偏倚することにより、図22に示すように、露光光は単位マイクロレンズアレイ2-2と単位マイクロレンズアレイ2-3との間で屈曲し、この露光光は、図21に比して、若干ずれた位置で基板に入射する。第3層の単位マイクロレンズアレイ2-3のマイクロレンズの光軸の偏倚量dに対し、最下層の第4の単位マイクロレンズアレイ2-4を出射する露光光の光軸は約2倍の2dだけ偏倚し、露光光の基板上における偏倚量は約2dとなる。即ち、マイクロレンズの光軸を偏倚量dだけ偏倚させると、投影パターンは基板上で約2dだけ偏倚し、上述のd=0.3μmの場合には、基板上の投影パターンは0.6μmだけ偏倚する。

【0057】

このようにして、単位マイクロレンズアレイ2-1等のマイクロレンズ2aの光軸を偏倚（シフト）させることにより、マイクロレンズアレイによる基板上の露光位置を調整す

ることができる。

【0058】

マイクロレンズの光軸の偏倚は、一部の単位マイクロレンズアレイを他の単位マイクロレンズアレイに対して光軸に垂直の方向に移動させればよい。この単位マイクロレンズアレイの移動は、例えば、圧電素子に電圧を印加することにより、その電圧変化で圧電素子が歪んだ量だけ単位マイクロレンズアレイを光軸に垂直の方向に押し出すようにすれば良い。この場合は、圧電素子が移動部材となるが、移動部材としては、圧電素子に限らず、種々の装置又は部材を使用することができる。

【0059】

このマイクロレンズアレイ2の単位マイクロレンズアレイ2-1等の移動によるマイクロレンズ2aの光軸の偏倚（シフト）により、上述のごとく、例えば、1枚のマイクロレンズアレイ2で0.6 μmだけ露光位置をずらすことができる。従って、図23に示すように、例えば41枚並置されたマイクロレンズアレイ2による露光位置を、1枚のマイクロレンズアレイ2について0.6 μmずらした場合、全体で、24.4 μmだけ投影位置をずらすことができる。即ち、図23の右端のマイクロレンズアレイ2の露光位置が、図18の場合と同一であるとした場合、図23の左端のマイクロレンズアレイ2の露光位置は、図18の場合よりも24.4 μmだけ、左方に移動し、全体で、投影パターンの投影領域が、24.4 μmだけ拡大する。この拡大量は、マスク幅が1220 mmであるから、 $24.4 \times 10^{-3} \text{ (mm)} / 1220 \text{ (mm)} = 20 \times 10^{-6}$ となり、20 ppmの拡大倍率補正ができたことになる。

【0060】

なお、倍率を縮小する場合も、同様に露光位置の調整で行うことができる。また、上記実施形態では、第1及び第2層の単位マイクロレンズアレイ2-1、2-2と、第3及び第4層の単位マイクロレンズアレイ2-3、2-4との間で、そのマイクロレンズ2aの光軸を偏倚させることにより、露光位置調整を行ったが、これは、マイクロレンズアレイの反転結像位置で単位マイクロレンズアレイのマイクロレンズの光軸をずらすものである。このため、マイクロレンズアレイ2における単位マイクロレンズアレイの枚数も、上記実施形態のように、4枚に限定されるものではないが、その場合も、単位マイクロレンズアレイのマイクロレンズの光軸の偏倚は、マイクロレンズアレイの反転結像位置で行う必要がある。

【0061】

本変形例においても、重ね合わせ露光において、基板の寸法の変動が生じて、これをリアルタイムで検出して、その露光位置を下層の露光パターンに高精度で合わせることができる。即ち、本変形例においては、露光装置内で、露光中に下層パターンと露光パターンとの位置ずれを、マイクロレンズアレイにおける単位マイクロレンズアレイの移動によるマイクロレンズの光軸の位置調整により修正することができ、リアルタイムに位置ずれを修正して、高精度の重ね露光を行うことができる。

【0062】

しかも、本変形例においては、マイクロレンズ2aの光軸を偏倚（シフト）させることにより、基板上における露光位置の調整、ひいては露光パターンの倍率調整を行っている。露光光の焦点深度は各マイクロレンズアレイについて変動しない。即ち、全てのマイクロレンズの焦点深度の範囲内に、基板上の露光すべき面を位置させることができる。通常、マイクロレンズアレイの焦点深度は50 μmであるが、この焦点深度内に、基板上の露光面を位置させることができるという利点がある。

【0063】

次に、本発明の第2実施形態について説明する。本実施形態は、図24に示すように、反転結像位置に、6角視野絞りの代わりに設けた円形絞り18a、18bに、基準マーク50を形成するものである。前述の第1実施形態は、視野領域が広い円形絞り18a、18b内にラインCCDカメラ23が見える基板上の基準パターンと、マスク3に形成された露光パターンとを、画像処理部24で画像処理して、制御部25がその基準パターンの

基準となる線分と露光パターンの基準となる線分とが一致するように、アクチュエータ 20 を駆動するものであるが、この場合に、基板上の基準パターンと、マスク上の露光パターンとは、TFT（薄膜トランジスタ）の設計上、重なる部分が多いため、基板上の基準パターンと、マスク上の露光パターンとのずれを確認しにくい状態が出現する可能性がある。本実施形態は、これを回避するために、反転結像位置に設けた円形絞り 18a、18b に基準マーク 50 を設けて、この基準マーク 50 と、基板上の基準パターンの基準となる線分と、マスク上の露光パターンの基準となる線分との一致及び不一致を、ライン CCD カメラ 23 で確認することにより、マスク上の露光パターンと基板上の基準パターンとが重なる部分が多くても、マスクの基板に対する位置ずれを検出しやすくなる。これにより、マイクロレンズの位置が、基板の基準ラインと同じ位置関係になるように、マイクロレンズの倍率補正をすることができる。

10

【符号の説明】

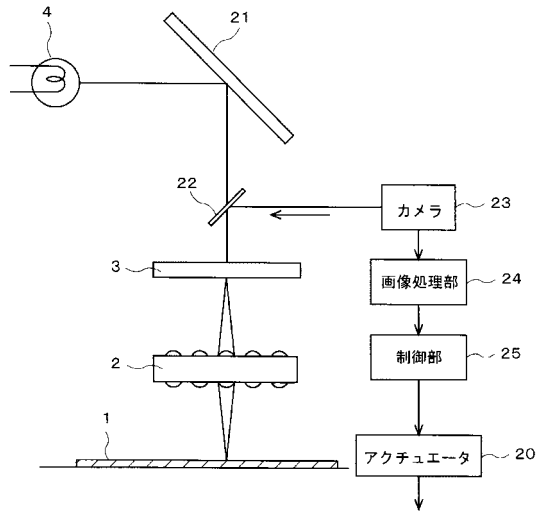
【0064】

- 1：基板
- 2：マイクロレンズアレイ
- 2a：マイクロレンズ
- 2-1～2-4：（構成）マイクロレンズアレイ
- 3：マスク
- 3a：透明基板
- 3b：Cr 膜
- 4：露光光源
- 5：スキャン方向
- 6：支持基板
- 10：レンズ視野領域
- 11：開口絞り
- 12：6角視野絞り
- 12a：矩形部分
- 12b、12c：三角形部分
- 14（14a、14b、14c）、15（15a、15b、15c）：圧電素子
- 17、17a：検出領域
- 18a、18b：円形絞り
- 20：アクチュエータ
- 21：光学系
- 22：ダイクロイックミラー
- 23：ライン CCD カメラ
- 24：画像処理部
- 25：制御部
- 50：基準マーク

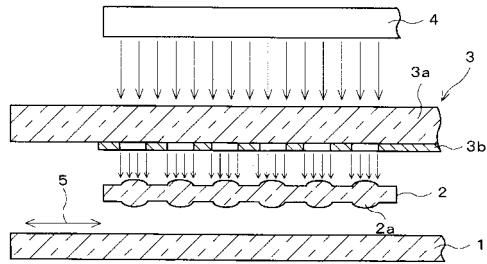
20

30

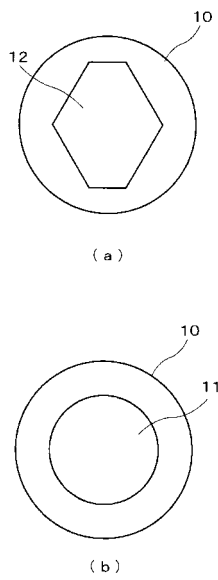
【図 1】



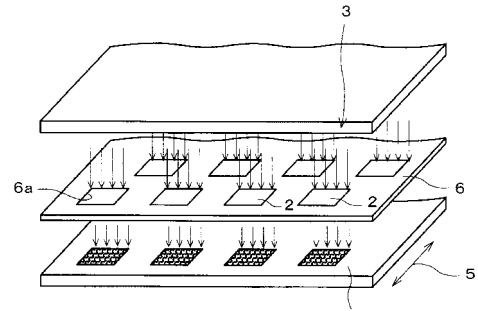
【図 2】



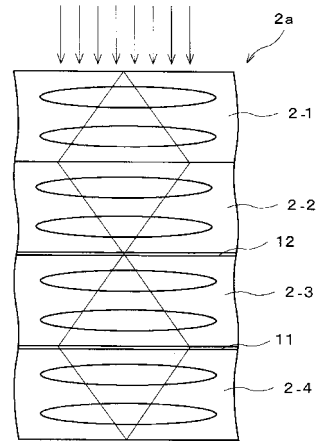
【図 5】



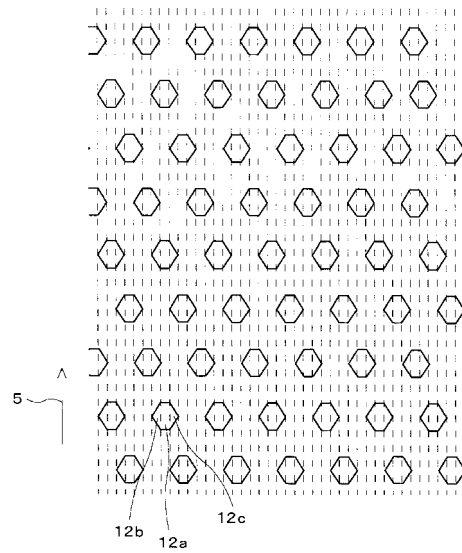
【図 3】



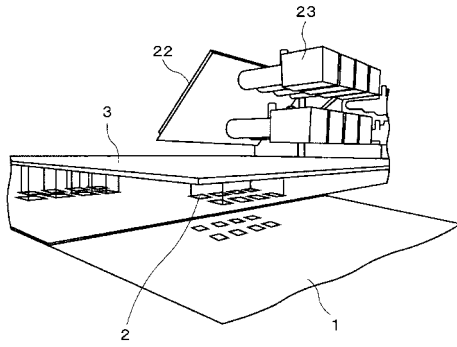
【図 4】



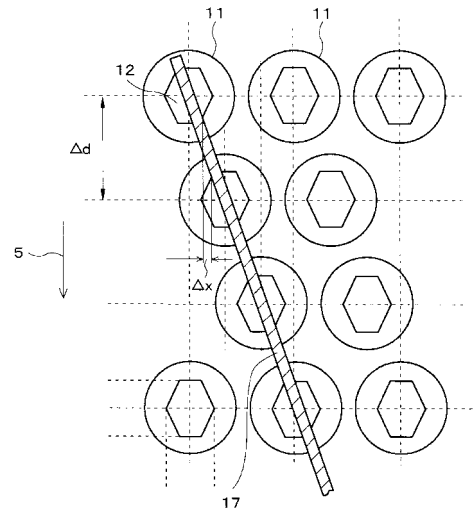
【図 6】



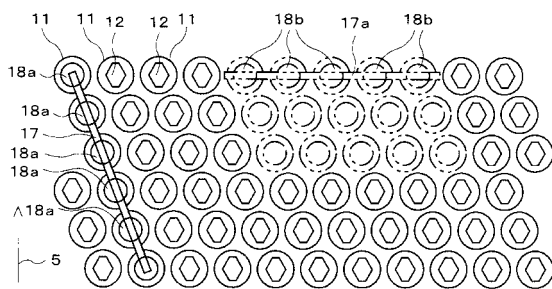
【図 7】



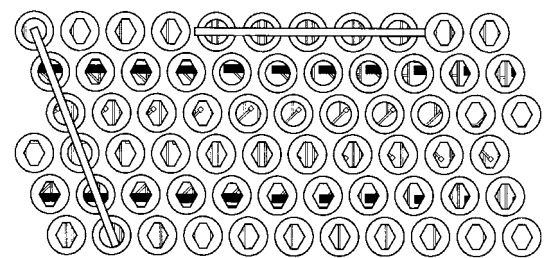
【図 8】



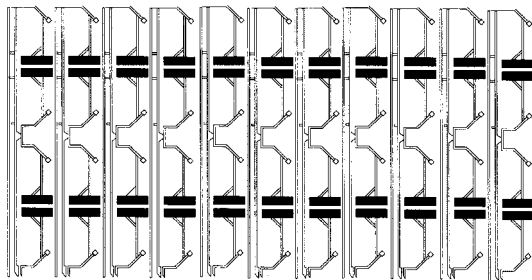
【図 9】



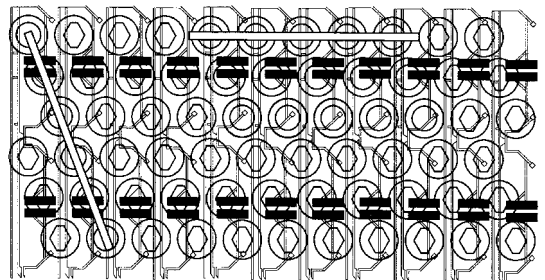
【図 11】



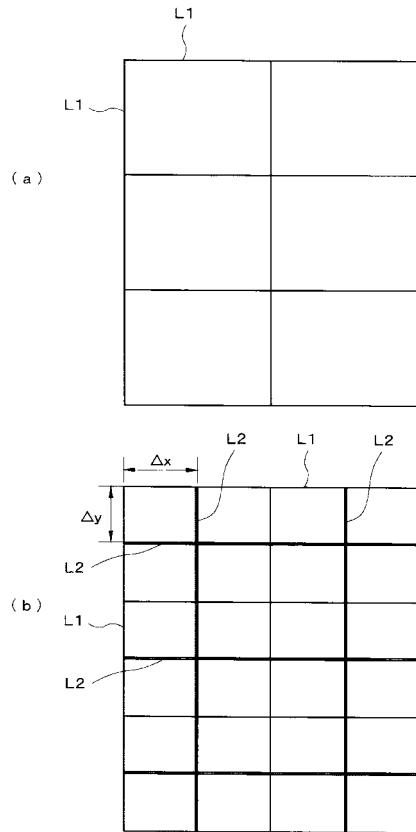
【図 10】



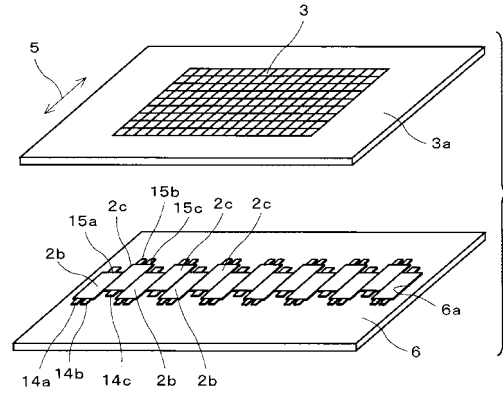
【図 12】



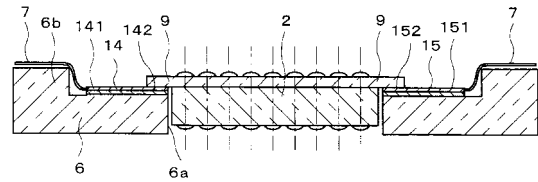
【図 13】



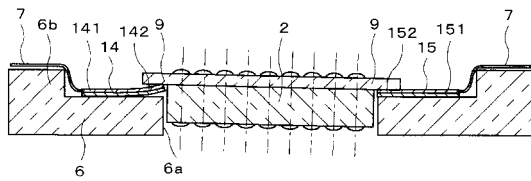
【図 14】



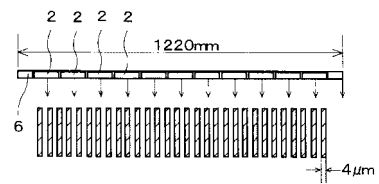
【図 15】



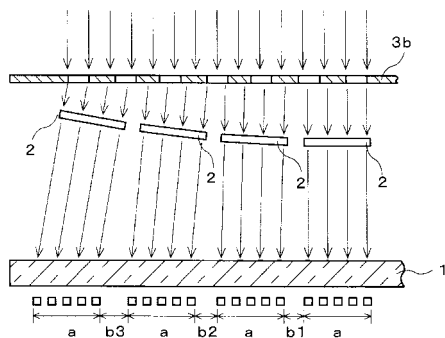
【図 16】



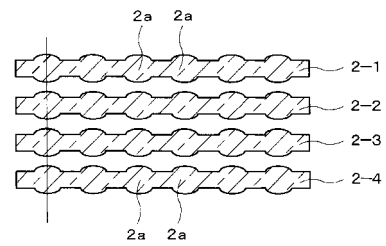
【図 18】



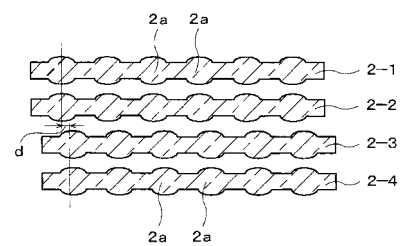
【図 17】



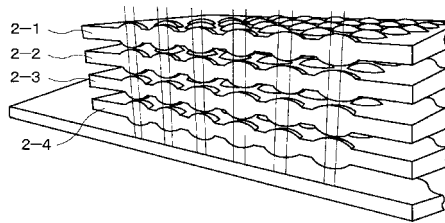
【図 19】



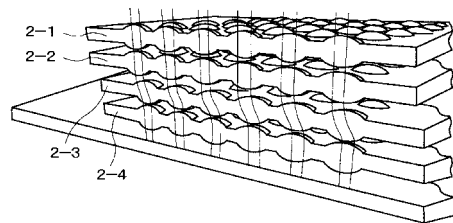
【図 20】



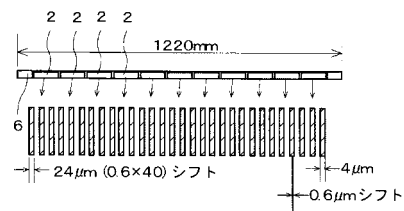
【図 2 1】



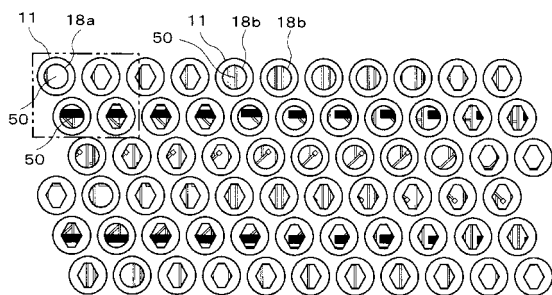
【図 2 2】



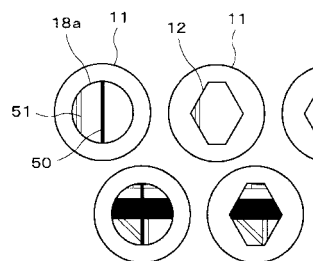
【図 2 3】



【図 2 5】



(a)



(b)

【図 2 4】

