

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5371663号
(P5371663)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

(51) Int.Cl.	F 1
G03F 9/02 (2006.01)	GO 3 F 9/02 Z
G03F 7/20 (2006.01)	GO 3 F 7/20 505
G03F 7/207 (2006.01)	GO 3 F 7/207 Z
G03F 7/213 (2006.01)	GO 3 F 7/213 Z
H01L 21/027 (2006.01)	H01L 21/30 529

請求項の数 8 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2009-224348 (P2009-224348)
 (22) 出願日 平成21年9月29日 (2009.9.29)
 (65) 公開番号 特開2011-75635 (P2011-75635A)
 (43) 公開日 平成23年4月14日 (2011.4.14)
 審査請求日 平成24年3月22日 (2012.3.22)

(73) 特許権者 000207551
 大日本スクリーン製造株式会社
 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁
 目天神北町1番地の1
 (74) 代理人 100110847
 弁理士 松阪 正弘
 熱田 均
 (72) 発明者 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁
 目天神北町1番地の1 大日本スクリーン
 製造株式会社内
 (72) 発明者 陶山 武史
 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁
 目天神北町1番地の1 大日本スクリーン
 製造株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】パターン描画装置およびパターン描画方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板にパターンを描画するパターン描画装置であって、
 基板を保持する保持部と、
 前記基板の主面に変調可能なエネルギー ビームを照射するヘッドと、
 前記エネルギー ビームの合焦位置を前記主面上に合わせるフォーカス調整を行うフォーカス機構と、
 前記主面上に垂直な方向に関して前記主面との間の距離を検出距離として取得する距離検出部と、

往路および復路のそれぞれにおいて前記主面上にて主走査方向に伸びる線状領域にパターンを描画するため、前記保持部を前記ヘッドおよび前記距離検出部に対して相対的に前記主走査方向に往復移動する主走査機構と、

前記主走査方向に関して前記ヘッドおよび前記距離検出部に対する前記保持部の相対的な位置を測定する位置測定部と、

前記主走査方向に垂直かつ前記主面に平行な副走査方向に前記保持部を前記ヘッドおよび前記距離検出部に対して相対的に移動する副走査機構と、

一の主走査による線状領域へのパターンの描画が完了する毎に、前記保持部の前記副走査方向への相対移動、および、前記一の主走査時とは反対の進行方向への前記保持部の相対移動を順に行って前記線状領域に平行な他の線状領域へのパターンの描画を行うとともに、各主走査時に距離検出パルス信号および駆動開始パルス信号を前記距離検出部および

10

20

前記フォーカス機構に入力して複数の検出距離の取得および複数回のフォーカス調整を行う制御部と、
を備え、

前記主面上において前記エネルギーームの照射領域と、前記検出距離が取得される検出領域とが前記主走査方向に所定の照射 - 検出間距離だけ離れており、前記各主走査にてパターンが描画される線状領域に対する前記複数の検出距離が、前記各主走査とは反対の進行方向となるN回前の主走査（ただし、Nは1以上の奇数）にて前記距離検出部により取得されるように、前記照射領域と前記検出領域とが前記副走査方向にも離れており、

前記制御部において、前記フォーカス機構への前記駆動開始パルス信号の入力からフォーカス調整の完了までの時間に相当する前記保持部の相対移動距離が駆動遅延距離として設定されるとともに、前記主走査方向に関して前記往路における前記複数の検出距離の検出位置と、前記復路における前記複数の検出距離の検出位置とが近似するように、前記往路および前記復路におけるパルス信号入力の能動化を示す往路パルス入力ON信号、および、復路パルス入力ON信号の前記主走査方向における発生位置も設定されており、

前記制御部が、前記検出領域が前記照射領域よりも先行する前記往路において、前記往路パルス入力ON信号の発生をトリガとして前記位置測定部の出力に基づいて一定のピッチにて前記距離検出パルス信号を繰り返し発生し、前記照射 - 検出間距離から前記駆動遅延距離を減じた距離だけ各距離検出パルス信号の発生位置から進行方向前側の位置にて前記駆動開始パルス信号を発生し、前記照射領域が前記検出領域よりも先行する前記復路において、前記復路パルス入力ON信号の発生をトリガとして前記位置測定部の出力に基づいて前記一定のピッチにて前記駆動開始パルス信号を繰り返し発生し、前記照射 - 検出間距離に前記駆動遅延距離を加えた距離だけ各駆動開始パルス信号の発生位置から進行方向前側の位置にて前記距離検出パルス信号を発生することにより、前記各主走査において前記N回前の主走査にて取得される前記複数の検出距離を用いて前記複数回のフォーカス調整が行われることを特徴とするパターン描画装置。

【請求項2】

請求項1に記載のパターン描画装置であって、

前記往路および前記復路のそれぞれにおけるパルス入力ON信号の発生位置の決定処理において、前記制御部が、前記往路および前記復路の一方の経路に関して、任意に決定されたパルス入力ON信号の発生位置にて一の線状領域に対する前記複数の検出距離を取得し、前記往路および前記復路の他方の経路に関して、パルス入力ON信号の発生位置を前記一定のピッチよりも小さい間隔にて複数通りに変更して、前記パルス入力ON信号の各発生位置に関して前記一の線状領域に対する前記複数の検出距離を取得し、

前記パルス入力ON信号の前記各発生位置に関する前記複数の検出距離と、前記一方の経路における前記複数の検出距離との差に基づいて、前記他方の経路におけるパルス入力ON信号の発生位置が決定されることを特徴とするパターン描画装置。

【請求項3】

請求項2に記載のパターン描画装置であって、

前記主走査機構における移動速度を変更する際に、前記パルス入力ON信号の発生位置の決定処理が行われることを特徴とするパターン描画装置。

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれかに記載のパターン描画装置であって、

前記N回前の主走査が直前の主走査であることを特徴とするパターン描画装置。

【請求項5】

パターン描画装置を用いて基板にパターンを描画するパターン描画方法であって、

前記パターン描画装置が、

基板を保持する保持部と、

前記基板の正面に変調可能なエネルギーームを照射するヘッドと、

前記エネルギーームの合焦位置を前記主面上に合わせるフォーカス調整を行うフォーカス機構と、

10

20

30

40

50

前記主面に垂直な方向に関して前記主面との間の距離を検出距離として取得する距離検出部と、

往路および復路のそれぞれにおいて前記主面上にて主走査方向に伸びる線状領域にパターンを描画するため、前記保持部を前記ヘッドおよび前記距離検出部に対して相対的に前記主走査方向に往復移動する主走査機構と、

前記主走査方向に関して前記ヘッドおよび前記距離検出部に対する前記保持部の相対的な位置を測定する位置測定部と、

前記主走査方向に垂直かつ前記主面に平行な副走査方向に前記保持部を前記ヘッドおよび前記距離検出部に対して相対的に移動する副走査機構と、

一の主走査による線状領域へのパターンの描画が完了する毎に、前記保持部の前記副走査方向への相対移動、および、前記一の主走査時とは反対の進行方向への前記保持部の相対移動を順に行つて前記線状領域に平行な他の線状領域へのパターンの描画を行うとともに、各主走査時に距離検出パルス信号および駆動開始パルス信号を前記距離検出部および前記フォーカス機構に入力して複数の検出距離の取得および複数回のフォーカス調整を行う制御部と、
10
を備え、

前記主面上において前記エネルギーームの照射領域と、前記検出距離が取得される検出領域とが前記主走査方向に所定の照射 - 検出間距離だけ離れており、前記各主走査にてパターンが描画される線状領域に対する前記複数の検出距離が、前記各主走査とは反対の進行方向となるN回前の主走査（ただし、Nは1以上の奇数）にて前記距離検出部により取得されるように、前記照射領域と前記検出領域とが前記副走査方向にも離れており、
20

前記パターン描画方法が、

a) 前記フォーカス機構への前記駆動開始パルス信号の入力からフォーカス調整の完了までの時間に相当する前記保持部の相対移動距離を駆動遅延距離として決定する工程と、

b) 前記主走査方向に関して前記往路における前記複数の検出距離の検出位置と、前記復路における前記複数の検出距離の検出位置とが近似するように、前記往路および前記復路におけるパルス信号入力の能動化を示す往路パルス入力ON信号、および、復路パルス入力ON信号の前記主走査方向における発生位置を決定する工程と、

c) 前記基板上にパターンを描画する工程と、

を備え、
30

前記c)工程において、前記制御部が、前記検出領域が前記照射領域よりも先行する前記往路において、前記往路パルス入力ON信号の発生をトリガとして前記位置測定部の出力に基づいて一定のピッチにて前記距離検出パルス信号を繰り返し発生し、前記照射 - 検出間距離から前記駆動遅延距離を減じた距離だけ各距離検出パルス信号の発生位置から進行方向前側の位置にて前記駆動開始パルス信号を発生し、前記照射領域が前記検出領域よりも先行する前記復路において、前記復路パルス入力ON信号の発生をトリガとして前記位置測定部の出力に基づいて前記一定のピッチにて前記駆動開始パルス信号を繰り返し発生し、前記照射 - 検出間距離に前記駆動遅延距離を加えた距離だけ各駆動開始パルス信号の発生位置から進行方向前側の位置にて前記距離検出パルス信号を発生することにより、前記各主走査において前記N回前の主走査にて取得される前記複数の検出距離を用いて前記複数回のフォーカス調整が行われることを特徴とするパターン描画方法。
40

【請求項6】

請求項5に記載のパターン描画方法であって、

前記b)工程が、

b1) 前記往路および前記復路の一方の経路に関して、任意に決定されたパルス入力ON信号の発生位置にて一の線状領域に対する前記複数の検出距離を取得する工程と、

b2) 前記往路および前記復路の他方の経路に関して、パルス入力ON信号の発生位置を前記一定のピッチよりも小さい間隔にて複数通りに変更して、前記パルス入力ON信号の各発生位置に関して前記一の線状領域に対する前記複数の検出距離を取得する工程と、

b3) 前記パルス入力ON信号の前記各発生位置に関する前記複数の検出距離と、前記
50

一方の経路における前記複数の検出距離との差に基づいて、前記他方の経路におけるパルス入力ON信号の発生位置を決定する工程と、
を備えることを特徴とするパターン描画方法。

【請求項7】

請求項6に記載のパターン描画方法であって、
前記主走査機構における移動速度を変更する際に、前記b1)ないし b3)工程が行われることを特徴とするパターン描画方法。

【請求項8】

請求項5ないし7のいずれかに記載のパターン描画方法であって、
前記N回前の主走査が直前の主走査であることを特徴とするパターン描画方法。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板にパターンを描画する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、感光レジスト膜を有する基板の主面上にて、光変調素子からの光ビームの照射領域を走査することにより、マスクを用いることなく基板上にパターンを描画するパターン描画装置（マスクレス露光装置とも呼ばれる。）が実用化されている。このようなパターン描画装置においてパターンを高精度に描画するには、光ビームの合焦位置を基板の主面上に精度よく合わせる必要がある。 20

【0003】

そこで、特許文献1の装置では、スキャナの下方を通過する感光材料を、スキャナから照射されるレーザー光によって走査露光する際に、被露光面との距離を測定するフォーカス測定用の変位センサをスキャナの上流側に配置することにより、変位センサによる距離測定結果に基づいて光ビームの焦点位置を被露光面に一致させる手法が開示されている。また、特許文献1では、感光材料を走査方向に沿った方向へ往復移動させる際に、感光材料の往路移動において距離測定を行い、感光材料の復路移動において露光を行う手法も開示されている。

【先行技術文献】 30

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-266779号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、基板上に高精細なパターンを描画する際には、空間変調される光ビームの基板上における照射領域を小さくし、照射領域を所定の方向に連続的に相対移動する主走査と、照射領域を主走査の方向に垂直な方向へと間欠的に相対移動する副走査とが交互に繰り返される。この場合に、パターンを短時間にて描画するには、主走査方向に関して照射領域の往路および復路のそれぞれにてパターンの描画を行う必要があり、往路において距離測定のみを行い、復路において当該距離測定の結果を用いてフォーカス調整を行いつつパターンを描画する特許文献1の手法は採用することができない。したがって、各主走査において光ビーム等のエネルギービームの合焦位置を基板の主面上に精度よく合わせることが可能な新規な手法が必要となる。 40

【0006】

本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、各主走査においてエネルギービームの合焦位置を基板の主面上に精度よく合わせることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

10

20

30

40

50

請求項 1 に記載の発明は、基板にパターンを描画するパターン描画装置であって、基板を保持する保持部と、前記基板の主面に変調可能なエネルギーービームを照射するヘッドと、前記エネルギーービームの合焦位置を前記主面上に合わせるフォーカス調整を行うフォーカス機構と、前記主面上に垂直な方向に関して前記主面との間の距離を検出距離として取得する距離検出部と、往路および復路のそれぞれにおいて前記主面上にて主走査方向に伸びる線状領域にパターンを描画するため、前記保持部を前記ヘッドおよび前記距離検出部に対して相対的に前記主走査方向に往復移動する主走査機構と、前記主走査方向に関して前記ヘッドおよび前記距離検出部に対する前記保持部の相対的な位置を測定する位置測定部と、前記主走査方向に垂直かつ前記主面上に平行な副走査方向に前記保持部を前記ヘッドおよび前記距離検出部に対して相対的に移動する副走査機構と、一の主走査による線状領域へのパターンの描画が完了する毎に、前記保持部の前記副走査方向への相対移動、および、前記一の主走査時とは反対の進行方向への前記保持部の相対移動を順に行つて前記線状領域に平行な他の線状領域へのパターンの描画を行うとともに、各主走査時に距離検出パルス信号および駆動開始パルス信号を前記距離検出部および前記フォーカス機構に入力して複数の検出距離の取得および複数回のフォーカス調整を行う制御部とを備え、前記主面上において前記エネルギーービームの照射領域と、前記検出距離が取得される検出領域とが前記主走査方向に所定の照射 - 検出間距離だけ離れており、前記各主走査にてパターンが描画される線状領域に対する前記複数の検出距離が、前記各主走査とは反対の進行方向となるN回前の主走査（ただし、Nは1以上の奇数）にて前記距離検出部により取得されるように、前記照射領域と前記検出領域とが前記副走査方向にも離れており、前記制御部において、前記フォーカス機構への前記駆動開始パルス信号の入力からフォーカス調整の完了までの時間に相当する前記保持部の相対移動距離が駆動遅延距離として設定されるとともに、前記主走査方向に関して前記往路における前記複数の検出距離の検出位置と、前記復路における前記複数の検出距離の検出位置とが近似するように、前記往路および前記復路におけるパルス信号入力の能動化を示す往路パルス入力ON信号、および、復路パルス入力ON信号の前記主走査方向における発生位置も設定されており、前記制御部が、前記検出領域が前記照射領域よりも先行する前記往路において、前記往路パルス入力ON信号の発生をトリガとして前記位置測定部の出力に基づいて一定のピッチにて前記距離検出パルス信号を繰り返し発生し、前記照射 - 検出間距離から前記駆動遅延距離を減じた距離だけ各距離検出パルス信号の発生位置から進行方向前側の位置にて前記駆動開始パルス信号を発生し、前記照射領域が前記検出領域よりも先行する前記復路において、前記復路パルス入力ON信号の発生をトリガとして前記位置測定部の出力に基づいて前記一定のピッチにて前記駆動開始パルス信号を繰り返し発生し、前記照射 - 検出間距離に前記駆動遅延距離を加えた距離だけ各駆動開始パルス信号の発生位置から進行方向前側の位置にて前記距離検出パルス信号を発生することにより、前記各主走査において前記N回前の主走査にて取得される前記複数の検出距離を用いて前記複数回のフォーカス調整が行われる。
【0008】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載のパターン描画装置であって、前記往路および前記復路のそれぞれにおけるパルス入力ON信号の発生位置の決定処理において、前記制御部が、前記往路および前記復路の一方の経路に関して、任意に決定されたパルス入力ON信号の発生位置にて一の線状領域に対する前記複数の検出距離を取得し、前記往路および前記復路の他方の経路に関して、パルス入力ON信号の発生位置を前記一定のピッチよりも小さい間隔にて複数通りに変更して、前記パルス入力ON信号の各発生位置について前記一の線状領域に対する前記複数の検出距離を取得し、前記パルス入力ON信号の前記各発生位置に関する前記複数の検出距離と、前記一方の経路における前記複数の検出距離との差に基づいて、前記他方の経路におけるパルス入力ON信号の発生位置が決定される。

【0009】
請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載のパターン描画装置であって、前記主走査機構における移動速度を変更する際に、前記パルス入力ON信号の発生位置の決定処理が行

われる。

【0010】

請求項4に記載の発明は、請求項1ないし3のいずれかに記載のパターン描画装置であって、前記N回前の主走査が直前の主走査である。

【0011】

請求項5に記載の発明は、パターン描画装置を用いて基板にパターンを描画するパターン描画方法であって、前記パターン描画装置が、基板を保持する保持部と、前記基板の主面上に変調可能なエネルギーームを照射するヘッドと、前記エネルギーームの合焦位置を前記主面上に合わせるフォーカス調整を行うフォーカス機構と、前記主面上に垂直な方向に関する前記主面との間の距離を検出距離として取得する距離検出部と、往路および復路のそれぞれにおいて前記主面上にて主走査方向に伸びる線状領域にパターンを描画するため、前記保持部を前記ヘッドおよび前記距離検出部に対して相対的に前記主走査方向に往復移動する主走査機構と、前記主走査方向に関して前記ヘッドおよび前記距離検出部に対する前記保持部の相対的な位置を測定する位置測定部と、前記主走査方向に垂直かつ前記主面上に平行な副走査方向に前記保持部を前記ヘッドおよび前記距離検出部に対して相対的に移動する副走査機構と、一の主走査による線状領域へのパターンの描画が完了する毎に、前記保持部の前記副走査方向への相対移動、および、前記一の主走査時とは反対の進行方向への前記保持部の相対移動を順に行つて前記線状領域に平行な他の線状領域へのパターンの描画を行うとともに、各主走査時に距離検出パルス信号および駆動開始パルス信号を前記距離検出部および前記フォーカス機構に入力して複数の検出距離の取得および複数回のフォーカス調整を行う制御部とを備え、前記主面上において前記エネルギーームの照射領域と、前記検出距離が取得される検出領域とが前記主走査方向に所定の照射・検出間距離だけ離れており、前記各主走査にてパターンが描画される線状領域に対する前記複数の検出距離が、前記各主走査とは反対の進行方向となるN回前の主走査（ただし、Nは1以上の奇数）にて前記距離検出部により取得されるように、前記照射領域と前記検出領域とが前記副走査方向にも離れており、前記パターン描画方法が、a)前記フォーカス機構への前記駆動開始パルス信号の入力からフォーカス調整の完了までの時間に相当する前記保持部の相対移動距離を駆動遅延距離として決定する工程と、b)前記主走査方向に関して前記往路における前記複数の検出距離の検出位置と、前記復路における前記複数の検出距離の検出位置とが近似するように、前記往路および前記復路におけるパルス信号入力の能動化を示す往路パルス入力ON信号、および、復路パルス入力ON信号の前記主走査方向における発生位置を決定する工程と、c)前記基板上にパターンを描画する工程とを備え、前記c)工程において、前記制御部が、前記検出領域が前記照射領域よりも先行する前記往路において、前記往路パルス入力ON信号の発生をトリガとして前記位置測定部の出力に基づいて一定のピッチにて前記距離検出パルス信号を繰り返し発生し、前記照射・検出間距離から前記駆動遅延距離を減じた距離だけ各距離検出パルス信号の発生位置から進行方向前側の位置にて前記駆動開始パルス信号を発生し、前記照射領域が前記検出領域よりも先行する前記復路において、前記復路パルス入力ON信号の発生をトリガとして前記位置測定部の出力に基づいて前記一定のピッチにて前記駆動開始パルス信号を繰り返し発生し、前記照射・検出間距離に前記駆動遅延距離を加えた距離だけ各駆動開始パルス信号の発生位置から進行方向前側の位置にて前記距離検出パルス信号を発生することにより、前記各主走査において前記N回前の主走査にて取得される前記複数の検出距離を用いて前記複数回のフォーカス調整が行われる。

【0012】

請求項6に記載の発明は、請求項5に記載のパターン描画方法であって、前記b)工程が、b1)前記往路および前記復路の一方の経路に関して、任意に決定されたパルス入力ON信号の発生位置にて一の線状領域に対する前記複数の検出距離を取得する工程と、b2)前記往路および前記復路の他方の経路に関して、パルス入力ON信号の発生位置を前記一定のピッチよりも小さい間隔にて複数通りに変更して、前記パルス入力ON信号の各発生位置に関して前記一の線状領域に対する前記複数の検出距離を取得する工程と、b3)

10

20

30

40

50

) 前記パルス入力ON信号の前記各発生位置に関する前記複数の検出距離と、前記一方の経路における前記複数の検出距離との差に基づいて、前記他方の経路におけるパルス入力ON信号の発生位置を決定する工程とを備える。

【0013】

請求項7に記載の発明は、請求項6に記載のパターン描画方法であって、前記主走査機構における移動速度を変更する際に、前記b1)ないし b3)工程が行われる。

【0014】

請求項8に記載の発明は、請求項5ないし7のいずれかに記載のパターン描画方法であって、前記N回前の主走査が直前の主走査である。

【発明の効果】

10

【0015】

本発明によれば、各主走査においてエネルギービームの合焦位置を基板の主面上に精度よく合わせることができる。

【0016】

また、請求項2および6の発明では、往路および復路のパルス入力ON信号の発生位置を精度よく決定することができ、請求項3および7の発明では、主走査機構における移動速度を変更する場合に、往路および復路のパルス入力ON信号の発生位置を容易に決定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

20

【図1】パターン描画装置の側面図である。

【図2】パターン描画装置の平面図である。

【図3】距離検出部および制御部の構成を示す図である。

【図4】基板上における照射領域および検出領域を示す図である。

【図5】基板上にパターンを描画する動作の流れを示す図である。

【図6】照射領域および検出領域の相対移動を説明するための図である。

【図7】制御部によるタイミング制御を説明するための図である。

【図8】パターン描画動作の事前処理の流れを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

30

図1は本発明の一の実施の形態に係るパターン描画装置1の側面図であり、図2はパターン描画装置1の平面図である。パターン描画装置1は、基板9上上の感光材料に光ビームを照射して当該感光材料に配線等のパターンを描画するパターン描画装置である。

【0019】

図1および図2に示すように、パターン描画装置1は、(+Z)側の正面91(以下、「正面91」という。)上に感光材料の層が形成された基板9を保持する基板保持部3、基台11上に設けられて基板保持部3をZ方向に垂直なX方向およびY方向に移動する保持部移動機構2、基板保持部3および保持部移動機構2を跨ぐように基台11に固定されるフレーム12、フレーム12に取り付けられて基板9上の感光材料に変調された光を照射する光照射部4、光照射部4の(-Y)側にて基板9の正面91のZ方向の高さを検出する複数の(実際には、後述の光学ヘッド41と同数の)距離検出部5、並びに、保持部移動機構2や光照射部4等の各構成を制御する制御部6を備える。

40

【0020】

基板保持部3は、基板9が載置されるステージ31、ステージ31を回転可能に支持する支持プレート33、および、支持プレート33上において、基板9の上面91に垂直な回転軸321を中心としてステージ31を回転するステージ回転機構32を備える。

【0021】

保持部移動機構2は、基板保持部3を図1および図2中のX方向(以下、「副走査方向」という。)に移動する副走査機構23、副走査機構23を介して支持プレート33を支持するベースプレート24、並びに、基板保持部3をベースプレート24と共にX方向に

50

垂直な Y 方向（以下、「主走査方向」という。）に連続的に移動する主走査機構 25 を備える。パターン描画装置 1 では、保持部移動機構 2 により、基板 9 の上面 91 に平行な主走査方向および副走査方向に基板保持部 3 が移動される。

【 0 0 2 2 】

図 1 および図 2 に示すように、副走査機構 23 は、支持プレート 33 の下側（すなわち、(-Z) 側）において、ステージ 31 の正面に平行、かつ、主走査方向に垂直な副走査方向に伸びるリニアモータ 231、並びに、リニアモータ 231 の (+Y) 側および (-Y) 側において副走査方向に伸びる一対のリニアガイド 232 を備える。主走査機構 25 は、ベースプレート 24 の下側において、ステージ 31 の正面に平行な主走査方向に伸びるリニアモータ 251、並びに、リニアモータ 251 の (+X) 側および (-X) 側において主走査方向に伸びる一対のエアスライダ 252 を備える。10

【 0 0 2 3 】

保持部移動機構 2 は、ステージ 31 の主走査方向の位置を測定する位置測定部 26 をさらに備える。レーザー測長器である位置測定部 26 は、レーザー光源、リニア干渉系およびレシーバを有する測定部本体 261、並びに、ベースプレート 24 の (-Y) 側の側面に取り付けられるミラー 262 を有し、基台 11 上に取り付けられる測定部本体 261 のレーザー光源から出射されたレーザー光はリニア干渉系を介してミラー 262 に入射し、ミラー 262 からの反射光が測定部本体 261 に入射する。測定部本体 261 では、反射光と、リニア干渉系にて参照光として利用される元のレーザー光の一部との干渉光がレシーバにより受光される。そして、レシーバからの出力（すなわち、反射光と参照光との干渉後の強度変化）に基づいて専用の演算回路により、ベースプレート 24 上のステージ 31 の主走査方向における位置がリアルタイムにて精度よく求められる。20

【 0 0 2 4 】

図 2 に示すように、光照射部 4 は、副走査方向に沿って等ピッチにて配列されてフレーム 12 に取り付けられる複数（本実施の形態では、8 つ）の光学ヘッド 41 を備える。また、光照射部 4 は、図 1 に示すように、各光学ヘッド 41 に接続される光源光学系 42、並びに、レーザー光を出射するレーザー光源 43 および光源駆動部 44 を備える。レーザー光源 43 は固体レーザーであり、光源駆動部 44 が駆動されることにより、レーザー光源 43 からレーザー光が出射され、光源光学系 42 を介して光学ヘッド 41 へと導かれる。30

【 0 0 2 5 】

各光学ヘッド 41 は、レーザー光源 43 からの光を下方に向けて出射する出射部 45、出射部 45 からの光を反射して空間光変調器 46 へと導く光学系 451、光学系 451 を介して照射された出射部 45 からの光を変調しつつ反射する空間光変調器 46、および、空間光変調器 46 からの変調された光を基板 9 の上面 91 に設けられた感光材料上へと導く投影光学系 47 を備える。

【 0 0 2 6 】

空間光変調器 46 は、出射部 45 を介して照射されたレーザー光源 43 からの光を基板 9 の上面 91 へと導く回折格子型の複数の光変調素子を備える。光変調素子は半導体装置製造技術を利用して製造され、格子の深さを変更することができる回折格子となっている。回折格子型の光変調素子としては、例えば、G L V (Grating Light Valve : グレーティング・ライト・バルブ) (シリコン・ライト・マシーンズの登録商標) が知られている。40

【 0 0 2 7 】

図 1 に示す光照射部 4 では、レーザー光源 43 からの光が光源光学系 42 により線状光（光束断面が線状の光）とされ、出射部 45 を介して空間光変調器 46 のライン状に配列された複数の光変調素子上に照射される。光変調素子は、入射光の反射光を 0 次光（正反射光）として導出する状態と、1 次回折光（さらには、高次回折光）として導出する状態との間に遷移可能とされる。光変調素子から出射される 0 次光は投影光学系 47 へと導かれ、非 0 次回折光（主として 1 次回折光 ((+1) 次回折光および (-1) 次回折光) ）は投影光学系 47 とは異なる方向へと導かれる。なお、迷光となることを防止するため50

に1次回折光は図示を省略する遮光部により遮光される。

【0028】

光変調素子からの0次光は、投影光学系47を介して基板9の上面91へと導かれ、これにより、基板9の上面91においてX方向（すなわち、副走査方向）に沿っておよそ直線状に並ぶ複数の領域のそれぞれに変調された光（光の強度がおよそ0とされる場合を含む。）が照射される。投影光学系47には、対物レンズ472を光軸に沿って移動するアクチュエータ（例えば、ピエゾアクチュエータ）を有するフォーカス機構471が設けられており、フォーカス機構471により光変調素子からのビーム状の光（光ビーム）の合焦位置が基板9の正面91上に合わせられる。なお、光変調素子からの1次回折光が基板9の上面91へと導かれ、0次光が遮光部により遮光されてもよい。

10

【0029】

図1および図2に示すパターン描画装置1では、保持部移動機構2の主走査機構25により主走査方向に一定の速度にて移動される基板9に対し、光照射部4の光変調素子から変調された光が照射される。換言すれば、主走査機構25は、複数の光学ヘッド41を一体的に、かつ、基板9に対して相対的に連続移動して、複数の光学ヘッド41からの光が照射される複数の照射領域を、基板9に対して相対的にかつ連続的に主走査方向へと移動する移動機構となっている。

【0030】

図3は、距離検出部5および制御部6の構成を示す図である。制御部6は、位置測定部26に接続されるとともに、ステージ31の主走査方向の位置を示す情報を受け付ける受付部66を有する。受付部66はタイミング信号発生部65に接続されており、タイミング信号発生部65では、入力されるステージ31の位置情報に基づいて、後述のパルス入力ON信号、距離検出パルス信号および駆動開始パルス信号（後述の図7参照）、並びに、ステージ31の移動方向を示す信号が生成される。

20

【0031】

距離検出部5は、距離検出用の光を出射するレーザーダイオード光源51（以下、「LD光源51」という。）、および、LD光源51に接続されたLD駆動部52を有する。LD駆動部52は、制御部6の投光制御部61に接続され、投光制御部61の光量調整部611の制御によりLD光源51から所定の周期およびデューティ比にてパルス光が出射される。LD光源51からの光はレンズ531およびミラー532を介して基板9上に照射される。以下の説明では、LD光源51からの光が照射される基板9上の領域を「検出領域」という。なお、LD光源51からの光は、基板9上の感光材料を感光させない波長帯および強度となっている。

30

【0032】

当該光の検出領域における反射光は、ミラー533にて反射されてレンズ534に取り込まれ、ミラー535を介して受光部であるラインセンサ54上に照射される。ラインセンサ54は、例えば、所定の方向に複数の画素が並ぶCCD（Charge Coupled Device）イメージセンサ、または、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージセンサであり、ラインセンサ54により基板9からの反射光の光量分布（ラインセンサ54の画素の配列方向における光量分布）が取得される。このとき、ラインセンサ54における出力が適切な大きさとなるように、LD光源51からのパルス光のデューティ比が設定されている。

40

【0033】

ラインセンサ54は受光制御部55に接続されており、ラインセンサ54からのアナログ出力信号は受光制御部55内にてA/D変換されて、デジタルの受光出力データが制御部6の検出信号処理部62に出力される。実際には、受光制御部55により、ラインセンサ54からの受光出力データの出力タイミングが一定の周期となるように制御される。また、ラインセンサ54からの出力タイミングに同期して、後述の処理にて参照されるラインセンサ54の有効な画素範囲を示す有効画素範囲信号が、検出信号処理部62に出力される。

50

【 0 0 3 4 】

検出信号処理部 6 2 の重心位置算出部 6 2 1 では、タイミング信号発生部 6 5 から一定の周期にて入力される距離検出パルス信号に同期して、距離検出パルス信号の周期よりも短い周期にて順次入力される受光出力データがラッピングされ、当該受光出力データが示す光量分布のピーク部分の重心位置（すなわち、光量分布において光量が急激に増大する位置と急激に減少する位置との間の部分における重心位置）が求められる。このとき、有効画素範囲信号に基づいて、ラインセンサ 5 4 の有効な画素範囲外の光量は無視される。そして、求められた重心位置は、距離検出パルス信号の発生時における基板 9 上の検出領域の主走査方向の位置（または、ステージ 3 1 の主走査方向の位置）に対応付けられて図示省略のメモリに記憶される。

10

【 0 0 3 5 】

ここで、ラインセンサ 5 4 の画素の配列方向における重心位置は、距離検出部 5 の所定位置（例えば、ラインセンサ 5 4 ）と主面 9 1 上の検出領域との間の Z 方向の距離（以下、「検出距離」という。）に依存するため、以下の説明では、検出信号処理部 6 2 の機能が距離検出部 5 の一部であるものとみなして、距離検出パルス信号の距離検出部 5 への入力により、基板 9 の主面 9 1 に垂直な方向に関して距離検出部 5 と主面 9 1 との間の検出距離が取得されるものとする。

【 0 0 3 6 】

本実施の形態では、複数の画素が並ぶラインセンサ 5 4 の中央が参照位置とされており、光学ヘッド 4 1 からの光の照射領域が、重心位置が求められた際の検出領域の位置（基板 9 に対する相対的な位置）へと到達する直前に、タイミング信号発生部 6 5 から駆動開始パルス信号が検出信号処理部 6 2 に入力され、検出信号処理部 6 2 の移動距離算出部 6 2 2 において、ラインセンサ 5 4 の画素の配列方向における参照位置と当該重心位置との差（距離）が求められる。そして、当該重心位置の取得時における検出領域の位置において、光学ヘッド 4 1 の光変調素子からの光の合焦位置を基板 9 の主面 9 1 上に合わせる（すなわち、光変調素子の像を主面 9 1 上に形成する）ための対物レンズ 4 7 2 の目標位置が、当該差に基づいて求められる。

20

【 0 0 3 7 】

アクチュエータ駆動制御部 6 3 では、対物レンズ 4 7 2 を当該目標位置へと移動するための指令値が、フォーカス機構 4 7 1 のアクチュエータ 4 7 3 に出力される。これにより、対物レンズ 4 7 2 が当該目標位置に配置され、光学ヘッド 4 1 からの光の合焦位置が、当該重心位置の取得時における基板 9 上の検出領域の位置にて主面 9 1 上に合わせられる。このように、フォーカス機構 4 7 1 の駆動は、駆動開始パルス信号に同期して行われるため、以下の説明では、検出信号処理部 6 2 およびアクチュエータ駆動制御部 6 3 の機能がフォーカス機構 4 7 1 の一部であるものとみなして、駆動開始パルス信号のフォーカス機構 4 7 1 への入力により、対物レンズ 4 7 2 を目標位置へと移動するフォーカス調整が行われるものとする。

30

【 0 0 3 8 】

以上のように、図 3 の制御部 6 では、投光制御部 6 1 、検出信号処理部 6 2 およびアクチュエータ駆動制御部 6 3 により、パターン描画時における自動フォーカス調整に係る制御機能である A F 制御部 6 4 が実現されている。

40

【 0 0 3 9 】

図 4 は、基板 9 の主面 9 1 上における照射領域および検出領域を示す図である。図 4 では、2 つの光学ヘッド 4 1 の照射領域 9 2 a , 9 2 b （図 4 中にて平行斜線を付して示す。検出領域 9 3 a , 9 3 b において同様。）、および、2 つの距離検出部 5 の検出領域 9 3 a , 9 3 b のみを図示している。図 4 に示すように、各光学ヘッド 4 1 の照射領域 9 2 a , 9 2 b の中心位置は、当該光学ヘッド 4 1 の（ - Y ）側に設けられる距離検出部 5 の検出領域 9 3 a , 9 3 b の中心位置から主走査方向に Y 、副走査方向に X だけ離れている。また、照射領域 9 2 a , 9 2 b の副走査方向の幅も X となっている。以下の説明では、照射領域 9 2 a , 9 2 b と検出領域 9 3 a , 9 3 b との間の主走査方向の中心間距

50

離を「照射 - 検出間距離」という。

【0040】

ここで、既述のように、図2のパターン描画装置1では、複数の光学ヘッド41が副走査方向に配列されており、基板9上の描画対象範囲をX方向に幅Wにて等分割した複数の分割領域911a, 911b(図4中にて細い実線にて示す。)に対して複数の光学ヘッド41によりそれぞれパターンが描画される。なお、図4では、2つの分割領域911a, 911bのみを図示しているが、実際には複数の光学ヘッド41と同数の分割領域に対して、当該複数の光学ヘッド41によりそれぞれパターンが描画される。

【0041】

また、照射領域の1回の主走査方向への相対移動(すなわち、主走査)において、各光学ヘッド41により分割領域911a, 911b内の線状領域(図4中にて破線の矩形にて示し、符号L1a, L2a等を付している。)にパターンが描画され、線状領域へのパターンの描画が完了する毎に、照射領域の副走査方向への相対移動(すなわち、(-X)方向への副走査)、および、直前の主走査時とは反対の進行方向への照射領域の相対移動を順に行つて当該線状領域に隣接する他の線状領域へのパターンの描画が行われる。すなわち、副走査機構23がステージ31を副走査方向に間欠移動しつつ、主走査機構25がステージ31上の基板9を主走査方向に往復移動することにより、往路および復路のそれをおいて主走査方向に伸びる線状領域にパターンが描画される。

【0042】

実際のパターン描画装置1では、1つの分割領域911a, 911b(例えば、X方向の幅Wが92ミリメートル(mm))内に23個の線状領域が隙間なく配列され、各照射領域92a, 92b(X方向の幅Xが4mmとされる。)の主走査が23回行われることにより、分割領域911a, 911bの全体にパターンが描画される(すなわち、基板9の描画範囲の全体にパターンが描画される)。なお、線状領域はストライプとも呼ばれる。

【0043】

図4では、照射領域92aに対応する光学ヘッド41によりパターンの描画が行われる23個の線状領域に(+X)側から(-X)方向に向かって符号L1a, L2a, L3a, ..., L22a, L23aを付し、照射領域92bに対応する光学ヘッド41によりパターンの描画が行われる23個の線状領域に(+X)側から(-X)方向に向かって符号L1b, L2b, L3b, ..., L22b, L23bを付している。

【0044】

次に、基板9上にパターンを描画する動作の流れについて図5を参照して説明する。実際には、パターン描画動作の事前処理として、タイミング信号発生部65における各種タイミング信号の発生に係る特定のパラメータの値(後述の駆動遅延距離、並びに、往路パルス入力ON信号および復路パルス入力ON信号の発生位置)を決定する処理が行われる。当該事前処理については後述する。

【0045】

基板9上にパターンを描画する際には、まず、ステージ31上の基板9が所定の描画開始位置に配置される。具体的には、図4に示すように、各光学ヘッド41の照射領域92a, 92b、および、各距離検出部5の検出領域93a, 93bが分割領域911a, 911bの(+Y)側に配置されるとともに、検出領域93a, 93bが、X方向に関して各分割領域911a, 911b内の最も(+X)側の線状領域L1a, L1bと同じ位置に配置される。そして、基板9の(+Y)方向への移動を開始することにより、検出領域93a, 93bが線状領域L1a, L1bに向かって主走査を開始する(ステップS11)。

【0046】

図6は、照射領域および検出領域の基板9に対する相対移動を説明するための図であり、図6では、1つの照射領域92および検出領域93(平行斜線を付して示す。)、並びに、照射領域92および検出領域93が通過する一部の線状領域L1~L3(図6中にて

10

20

30

40

50

破線の矩形にて示す。)のみを図示している。また、図6では、照射領域92および検出領域93と、線状領域L1～L3との相対位置の変化を符号A1～A8を付す複数の段階にて示している。

【0047】

図6中の段階A1に示すように、検出領域93(の中心)が線状領域L1の(+Y)側の端部に到達すると、検出距離の取得に係る制御(すなわち、距離検出パルス信号の入力、および、当該信号の入力による検出距離の取得に係る処理)が開始される(ステップS12)。実際には、検出領域93が線状領域L1上を通過している間中(図6中の段階A2参照)、検出領域93が主走査方向に一定のピッチ(例えば、4mmのピッチであり、以下、「設定ピッチ」という。)だけ移動する毎に検出距離が取得される。これにより、
10 線状領域L1における基板9のうねり状態が取得される。

【0048】

図6中の段階A3のように、検出領域93が線状領域L1の(-Y)側の端部に到達すると、検出距離の取得に係る制御が終了される。そして、主走査方向に関して照射領域92(の中心)が線状領域L1の(-Y)側の端部と同じ位置となる図6中の段階A4を経て、図6中の段階A5に示すように、照射領域92および検出領域93が線状領域L1～L3よりも(-Y)側の所定位置に到達すると、基板9の主走査方向への移動が停止される(ステップS13)。なお、照射領域92および検出領域93の最初の主走査では、線状領域L1に対する複数の検出距離の取得のみが行われ、光学ヘッド41の制御(フォーカス調整を含む。)は行われない。
20

【0049】

制御部6では、次の主走査が行われることが確認されると(ステップS14)、基板9が線状領域の幅(すなわち、照射領域の幅X)だけ(+X)方向に移動する(ステップS15)。これにより、図6中の段階A6に示すように、副走査方向に関して、照射領域92が線状領域L1と同じ位置に配置され、検出領域93が線状領域L1の(-X)側に隣接する線状領域L2と同じ位置に配置される。そして、基板9の(-Y)方向への移動を開始することにより、照射領域92および検出領域93がそれぞれ線状領域L1、L2に向かって主走査を開始する(ステップS11)。

【0050】

図6中の段階A7に示すように、検出領域93よりも(+Y)側に配置される照射領域92が線状領域L1の(-Y)側の端部に到達すると、光学ヘッド41における光の照射制御が開始される。実際には、照射領域92が線状領域L1の(-Y)側の端部に到達する直前に、フォーカス調整に係る制御(すなわち、駆動開始パルス信号の入力、および、当該信号の入力によるフォーカス調整に係る処理)が開始されており、照射領域92が当該端部に到達した際に、最初のフォーカス調整が完了する。光学ヘッド41におけるフォーカス調整は、直前の主走査時に取得された複数の検出距離に基づいて、照射領域92が主走査方向に設定ピッチだけ移動する毎に行われる。
30

【0051】

その後、図6中の段階A8に示すように、検出領域93が線状領域L2の(-Y)側の端部に到達すると、検出距離の取得に係る制御が開始され、線状領域L2に対する複数の検出距離が取得される。このようにして、検出距離の取得およびフォーカス調整を行いつつ、線状領域L1にパターンが描画される(ステップS12)。なお、光学ヘッド41における光の照射制御(空間光変調器46の制御)は、設定ピッチよりも十分に短い距離毎に行われる。
40

【0052】

照射領域92が線状領域L1の(+Y)側の端部に到達すると、照射制御およびフォーカス調整に係る制御が終了され、検出領域93が線状領域L2の(+Y)側の端部に到達すると、検出距離の取得に係る制御が終了される。照射領域92および検出領域93は、(+Y)方向にさらに相対移動し、線状領域L1～L3よりも(+Y)側の所定位置に到達すると、基板9の主走査方向への移動が停止される(ステップS13)。
50

【 0 0 5 3 】

次の主走査が行われることが確認されると（ステップS14）、基板9が線状領域の幅だけ（+X）方向に移動し（ステップS15）、副走査方向に関して、照射領域92が線状領域L2と同じ位置に配置され、検出領域93が線状領域L2の（-X）側に隣接する線状領域L3と同じ位置に配置される。そして、基板9の（+Y）方向への移動が開始され（ステップS11）、線状領域L3に対する複数の検出距離の取得、および、直前の主走査時に線状領域L2に対して取得された複数の検出距離に基づく複数回のフォーカス調整を行いつつ、線状領域L2にパターンが描画される（ステップS12）。照射領域92および検出領域93が、線状領域L1～L3よりも（-Y）側に到達すると、基板9の主走査方向への移動が停止される（ステップS13）。

10

【 0 0 5 4 】

以上のように、パターン描画装置1では、上記ステップS15、S11～S13の処理が繰り返されることにより（ステップS14）、一の主走査による線状領域へのパターンの描画が完了する毎に、ステージ31の副走査方向への移動、および、直前の主走査時とは反対の進行方向へのステージ31の移動を順に行って当該線状領域に平行な他の線状領域へのパターンの描画が行われるとともに、各主走査時に、複数の検出距離の取得、および、直前の主走査時に取得された複数の検出距離に基づく複数回のフォーカス調整が行われる。そして、全ての線状領域へのパターンの描画が完了すると、パターン描画装置1におけるパターンの描画動作が完了する。

【 0 0 5 5 】

20

ここで、各主走査時に、複数の検出距離の取得および複数回のフォーカス調整を行う際の制御部6によるタイミング制御について説明する。図7は、制御部6によるタイミング制御を説明するための図である。図7中の最上段はY方向の位置を示し、上から2段目（Y軸の下側）は、往路におけるパルス入力ON信号（以下、「往路パルス入力ON信号」ともいう。）を示し、上から3段目は往路における距離検出パルス信号を示す。図7中の上から4段目は往路における駆動開始パルス信号を示し、上から5段目は往路における駆動完了パルス信号を示している。また、図7中の上から6段目は、復路におけるパルス入力ON信号（以下、「復路パルス入力ON信号」ともいう。）を示し、上から7段目は復路における距離検出パルス信号を示す。図7中の上から8段目は復路における駆動開始パルス信号を示し、最下段は復路における駆動完了パルス信号を示している。上記の駆動完了パルス信号は、対物レンズ472の目標位置への移動の完了を示す信号であり、図3のAF制御部64により生成される。

30

【 0 0 5 6 】

検出領域93が照射領域92よりも先行する往路では、ステージ31が（+Y）方向に移動して、ステージ31の所定部分が図7中の最上段にて符号1を付す主走査方向の位置へと到達すると、タイミング信号発生部65（図3参照）において、図7中の上から2段目に示すように、往路パルス入力ON信号が発生する（立ち上がる）。続いて、往路パルス入力ON信号の発生位置から設定ピッチT1（設定ピッチT1以外の距離であってもよい。）だけステージ31が移動すると、図7中の上から3段目に示すように、最初の距離検出パルス信号が発生し、検出距離が取得される。このとき、ステージ31は図7中の最上段にて符号2を付す位置に到達し、図6の段階A1に示すように、検出領域93が線状領域の（+Y）側の端部上に位置する。その後、基板9が設定ピッチT1だけ移動する毎に距離検出パルス信号がAF制御部64に繰り返し入力され、検出距離が取得される。このように、タイミング信号発生部65では、往路パルス入力ON信号の発生をトリガとして位置測定部26の出力に基づいて一定の設定ピッチT1にて距離検出パルス信号が繰り返し発生される。

40

【 0 0 5 7 】

ここで、パターン描画装置1では、後述する事前処理において、フォーカス機構471への駆動開始パルス信号の入力から、当該入力に対応するフォーカス調整の完了（すなわち、対物レンズ472の目標位置への移動の完了）までの時間に相当するステージ31の

50

移動距離（すなわち、照射領域 9 2 および検出領域 9 3 の基板 9 に対する相対的な移動距離）が駆動遅延距離 T 2 として設定されている。

【 0 0 5 8 】

タイミング信号発生部 6 5 では、図 7 中の上から 3 段目および 4 段目に示すように、照射領域 9 2 と検出領域 9 3 との間の主走査方向の照射 - 検出間距離 T 3 から駆動遅延距離 T 2 を減じた距離だけ、各距離検出パルス信号の発生位置から進行方向前側（（ + Y ）側）の位置にステージ 3 1 が移動した際に、駆動開始パルス信号が発生される。図 3 の A F 制御部 6 4 では、駆動開始パルス信号の入力により対物レンズ 4 7 2 の目標位置が求められるとともに、対物レンズ 4 7 2 を当該目標位置へと移動するための指令値がアクチュエータ 4 7 3 に出力され、対物レンズ 4 7 2 の移動が行われる。そして、図 7 中の上から 3 段目および 5 段目に示すように、各距離検出パルス信号の発生位置から基板 9 が（ + Y ）側に照射 - 検出間距離 T 3 だけ移動した際に（または、駆動開始パルス信号の発生位置から駆動遅延距離 T 2 だけ移動した際に）、対物レンズ 4 7 2 の目標位置への移動（すなわち、フォーカス調整）が完了する。10

【 0 0 5 9 】

既述のように、往路では、検出領域 9 3 が照射領域 9 2 よりも先行しており、正面 9 1 上において照射領域 9 2 と検出領域 9 3 とは主走査方向に照射 - 検出間距離 T 3 だけ離れているため、主走査方向のみに着目した場合に、各距離検出パルス信号の発生時における基板 9 上の検出領域 9 3 の位置（すなわち、検出距離が取得される基板 9 上の位置であり、以下、「検出位置」という。）と、当該距離検出パルス信号に対応する駆動開始パルス信号によるフォーカス調整が完了する際の基板 9 上の照射領域 9 2 の位置とが一致することとなる。なお、図 7 中の最上段では、往路における最初の駆動開始パルス信号によるフォーカス調整が完了する際のステージ 3 1 の位置を符号 3 を付す矢印にて示している。20

【 0 0 6 0 】

一方で、照射領域 9 2 が検出領域 9 3 よりも先行する復路では、ステージ 3 1 が（ - Y ）方向に移動して、図 7 中の最上段にて符号 1 を付す主走査方向の位置へと到達すると、タイミング信号発生部 6 5 において、図 7 中の上から 6 段目（下から 4 段目）に示すように、復路パルス入力 ON 信号が発生する（立ち上がる）。続いて、復路パルス入力 ON 信号の発生位置から設定ピッチ T 1 だけ基板 9 が移動すると、図 7 中の上から 8 段目（下から 2 段目）に示すように、最初の駆動開始パルス信号が発生し、その後、基板 9 が設定ピッチ T 1 だけ移動する毎に駆動開始パルス信号が A F 制御部 6 4 に繰り返し入力される。このように、タイミング信号発生部 6 5 では、復路パルス入力 ON 信号の発生をトリガとして位置測定部 2 6 の出力に基づいて一定の設定ピッチ T 1 にて駆動開始パルス信号が繰り返し発生される。30

【 0 0 6 1 】

そして、図 7 中の最下段に示すように、各駆動開始パルス信号の発生位置から基板 9 が（ - Y ）側に駆動遅延距離 T 2 だけ移動した際に、当該駆動開始パルス信号に対応する対物レンズ 4 7 2 の目標位置への移動が（原則として）完了する。例えば、復路における最初の駆動開始パルス信号によるフォーカス調整が完了する際の照射領域 9 2 の位置は、図 6 の段階 A 7 に示すように線状領域の（ - Y ）側の端部となり、このときのステージ 3 1 の位置を図 7 中の最上段にて符号 2 を付す矢印にて示している。40

【 0 0 6 2 】

また、タイミング信号発生部 6 5 では、図 7 中の上から 7 段目および 8 段目（下から 2 段目および 3 段目）に示すように、照射 - 検出間距離 T 3 に駆動遅延距離 T 2 を加えた距離だけ、各駆動開始パルス信号の発生位置から進行方向前側（（ - Y ）側）の位置に基板 9 が移動した際に、距離検出パルス信号が発生する。したがって、照射領域 9 2 が検出領域 9 3 よりも照射 - 検出間距離 T 3 だけ先行する復路においても、主走査方向のみに着目した場合に、各駆動開始パルス信号によるフォーカス調整が完了する際の基板 9 上の照射領域 9 2 の位置と、当該駆動開始パルス信号に対応する距離検出パルス信号の発生時における基板 9 上の検出領域 9 3 の位置（検出位置）とが一致することとなる。なお、図 7 中50

の最上段では、復路における最初の距離検出パルス信号の発生時におけるステージ31の位置を符号3を付す矢印にて示している。

【0063】

パターン描画装置1では、主走査方向に関して、往路における複数の検出距離の基板9上の検出位置（複数の検出位置）と、復路における複数の検出距離の検出位置とが近似するように、後述する事前処理において、往路におけるパルス信号入力の能動化を示す往路パルス入力ON信号、および、復路におけるパルス信号入力の能動化を示す復路パルス入力ON信号の双方の主走査方向における発生位置が設定されている。これにより、往路および復路のそれぞれにて線状領域にパターンを描画する際に、直前の主走査にて当該線状領域に対して取得された各検出距離の検出位置にて、当該検出距離を用いたフォーカス調整を行うことが可能となる。このように、パターン描画装置1では、駆動遅延距離T2、並びに、往路および復路におけるパルス入力ON信号の発生位置の設定のみで、各主走査において、取得済みの検出距離の検出位置にて当該検出距離を用いたフォーカス調整が可能となる。なお、設定ピッチT1は操作者により任意に定められるものであり、照射・検出間距離T3はパターン描画装置1の設計により予め決められるものである。10

【0064】

次に、パターン描画動作の事前処理として、駆動遅延距離、並びに、往路および復路におけるパルス入力ON信号の発生位置を決定する処理について、図8を参照して説明する。図8のステップS21の処理は、主としてパターン描画装置1の組立時や使用現場への設置時に行われるものであり、図8のステップS22～S25の処理は、ステップS21の処理が行われる場合の他、主走査機構25におけるステージ31の移動速度を変更する場合にも行われるものである。なお、図8の処理がパターン描画装置1の使用における定期的なキャリブレーション等として行われてもよい。20

【0065】

パターン描画動作の事前処理では、まず、駆動遅延距離が求められる（ステップS21）。具体的には、パターン描画装置1において、対物レンズ472の変位を測定する変位計（例えば、レーザー変位計）を一時的に設け、フォーカス機構471に駆動開始パルス信号を入力した後、任意に決定された対物レンズ472の目標位置への移動が完了するまでの時間が測定される。上記測定は、対物レンズ472の移動前の位置と目標位置との様々な組合せ（ただし、通常、基板9のうねりは緩やかであるため、移動前の位置と目標位置との差は比較的小さくされる。）に対して行われ、測定された時間の平均値等の代表値が駆動遅延時間として求められる。そして、パターン描画動作におけるステージ31の主走査方向への移動速度に駆動遅延時間を乗じることにより、フォーカス機構471への駆動開始パルス信号の入力からフォーカス調整の完了までの駆動遅延時間に相当するステージ31の移動距離が駆動遅延距離T2として決定される。既述のように、ステップS21の処理は、パターン描画装置1の組立時や使用現場への設置時に主として行われる。30

【0066】

駆動遅延距離が決定されると、操作者により復路パルス入力ON信号の発生位置が任意に決定される。そして、ステージ31が復路の開始位置へと配置された後、（-Y）方向への移動が開始され、ステージ31が当該発生位置へと到達した際に、タイミング信号発生部65にて復路パルス入力ON信号が発生する。図7中の上から6ないし9段目（下から1ないし4段目）を参照して説明したように、復路パルス入力ON信号の発生後、ステージ31が設定ピッチT1（予め定められている。）だけ移動する毎に駆動開始パルス信号が発生する。また、照射・検出間距離T3に駆動遅延距離T2を加えた距離だけ、各駆動開始パルス信号の発生位置から進行方向前側（（-Y）側）の位置にステージ31が移動した際に、距離検出パルス信号が発生する。これにより、復路に関して任意のパルス入力ON信号の発生位置にて一の線状領域（以下、「特定線状領域」という。）に対する複数の検出距離が取得される（ステップS22）。

【0067】

続いて、復路における複数の検出距離を取得した際の複数の距離検出パルス信号の発生40

50

位置のうち最も(- Y)側の発生位置から設定ピッチ T 1だけ(- Y)方向に離れた位置が基準位置として決定される。そして、設定ピッチ T 1よりも小さい予め設定された距離(例えば、設定ピッチ T 1の1 / 30以上1 / 3以下の距離)の1、2、3、……、M(ただし、Mは任意の正の整数)倍だけ、基準位置から(+ Y)方向および(- Y)方向のそれぞれに離れた位置、および、基準位置が往路パルス入力ON信号の発生位置の複数の候補として決定される。なお、発生位置の複数の候補の間隔は、設定ピッチ T 1よりも小さい幅であるならば、必ずしも一定でなくてもよい。

【 0 0 6 8 】

制御部 6 では、往路パルス入力ON信号の発生位置の複数の候補のうちの1つが選択される。そして、ステップ S 2 2 の処理にて複数の検出距離が取得された線状領域(すなわち、特定線状領域)の(+ Y)側に検出領域 9 3 が配置された後、ステージ 3 1 の(+ Y)方向への移動が開始され、ステージ 3 1 が選択された発生位置へと到達した際に、タイミング信号発生部 6 5 にて往路パルス入力ON信号が発生する。図 7 中の上から 2 ないし 5 段目を参照して説明したように、往路パルス入力ON信号の発生後、ステージ 3 1 が設定ピッチ T 1だけ移動する毎に距離検出パルス信号が発生する。これにより、往路パルス入力ON信号の選択された発生位置に基づく複数の検出距離が取得される。パターン描画装置 1 では、往路パルス入力ON信号の発生位置の複数の候補のそれぞれに対して上記動作が行われる。このようにして、往路パルス入力ON信号の発生位置を設定ピッチ T 1よりも小さい間隔にて複数通りに変更して、往路パルス入力ON信号の各発生位置に関して、同一の特定線状領域に対する複数の検出距離が取得される(ステップ S 2 3)。

10

【 0 0 6 9 】

制御部 6 では、往路パルス入力ON信号の各発生位置に関する複数の検出距離と、ステップ S 2 2 の処理にて取得された復路における複数の検出距離との差の絶対値の和(差の二乗和等であってもよい。)が求められる。詳細には、往路および復路のそれぞれにおける複数の検出距離の個数が K(K は 1 よりも大きい正の整数)である場合に、往路における複数の検出距離うち L(L は 1 以上 K 以下の正の整数)番目の距離検出パルス信号にて取得された検出距離と、復路における複数の検出距離のうち((K + 1) - L)番目に取得された検出距離との差の絶対値が求められ、これらの値の和が評価値として取得される。そして、往路パルス入力ON信号の複数の発生位置(複数の候補)と、当該複数の発生位置に対する複数の評価値とを変数とする 2 次の近似式が求められ、評価値が最小となる発生位置が当該近似式に基づいて特定される。当該発生位置は、実際のパターン描画動作での往路におけるパルス入力ON信号の発生位置として決定される(ステップ S 2 4)。

20

【 0 0 7 0 】

評価値が最小となる往路パルス入力ON信号の発生位置は、当該発生位置に関して特定線状領域に対して取得される複数の検出距離と、ステップ S 2 2 の処理にて取得された復路における複数の検出距離とが最も近似すると考えられるものであるため、当該発生位置にて往路パルス入力ON信号を発生させた際ににおける複数の検出距離の検出位置と、ステップ S 2 2 の処理の際ににおける復路パルス入力ON信号での複数の検出距離の検出位置とが近似(一致を含む。)することとなる。なお、距離検出パルス信号の発生から、ラインセンサ 5 4(図 3 参照)からの受光出力データが実際にラッチされるまでの遅れ時間の影響等、往路および復路における各種動作タイミングのずれにより、通常、ステップ S 2 4 にて決定される往路パルス入力ON信号の発生位置は、上記基準位置からはずれたものとなる。

30

【 0 0 7 1 】

以上のようにして、駆動遅延距離 T 2 、並びに、往路パルス入力ON信号、および、復路パルス入力ON信号の主走査方向における発生位置(すなわち、各種タイミング信号の発生に係る特定のパラメータの値)が決定されると、これらのパラメータの値はタイミング信号発生部 6 5 に設定され、パターン描画動作の事前処理が完了する(ステップ S 2 5)。実際のパターン描画動作では、これらのパラメータの値に基づいてタイミング信号発生部 6 5 から各種タイミング信号が出力されることにより、各主走査にて線状領域にパタ

40

50

ーンを描画する際に、直前の主走査にて当該線状領域に対して取得された各検出距離の検出位置にて、当該検出距離を用いたフォーカス調整を行うことが可能となる。なお、実際の基板9上の描画対象範囲に合わせて、往路および復路におけるパルス入力ON信号の発生位置が同じ距離だけ主走査方向にシフトされてもよい。

【0072】

ところで、仮に、駆動遅延距離T2を考慮せず、往路において各距離検出パルス信号の発生位置から照射・検出間距離T3だけ進行方向前側の位置にて駆動開始パルス信号を発生させた場合、各距離検出パルス信号に対応する駆動開始パルス信号によるフォーカス調整が完了する際の照射領域92の位置が、当該距離検出パルス信号の発生時における検出領域93の位置から(+Y)側に駆動遅延距離T2だけずれてしまう。また、復路において各駆動開始パルス信号の発生位置から照射・検出間距離T3だけ進行方向前側の位置にて距離検出パルス信号を発生させた場合、各駆動開始パルス信号によるフォーカス調整が完了する際の照射領域92の位置が、当該駆動開始パルス信号に対応する距離検出パルス信号の発生時における検出領域93の位置から(-Y)側に駆動遅延距離T2だけずれてしまう。10

【0073】

これに対し、パターン描画装置1では、検出領域93が照射領域92よりも先行する往路において、往路パルス入力ON信号の発生をトリガとして、設定ピッチT1にて距離検出パルス信号を繰り返し発生し、照射・検出間距離T3から駆動遅延距離T2を減じた距離だけ各距離検出パルス信号の発生位置から進行方向前側の位置にて駆動開始パルス信号を発生することにより、主走査方向に関して各距離検出パルス信号の発生時における検出領域93の位置と、当該距離検出パルス信号に対応する駆動開始パルス信号によるフォーカス調整が完了する際の照射領域92の位置とを一致させることができる。また、照射領域92が検出領域93よりも先行する復路において、復路パルス入力ON信号の発生をトリガとして、設定ピッチT1にて駆動開始パルス信号を繰り返し発生し、照射・検出間距離T3に駆動遅延距離T2を加えた距離だけ各駆動開始パルス信号の発生位置から進行方向前側の位置にて距離検出パルス信号を発生することにより、主走査方向に関して各駆動開始パルス信号によるフォーカス調整が完了する際の照射領域92の位置と、当該駆動開始パルス信号に対応する距離検出パルス信号の発生時における検出領域93の位置とを一致させることができる。20

【0074】

また、パターン描画装置1では、主走査方向に関して往路における複数の検出距離の検出位置と、復路における複数の検出距離の検出位置とが近似するように、往路および復路におけるパルス入力ON信号の主走査方向の発生位置が制御部6に設定される。これにより、各主走査において、直前の主走査にて取得される複数の検出距離を用いて複数回のフォーカス調整が行われる際に、光学ヘッド41からの光ビームの合焦位置を基板9のうねりに従って正面91上に精度よく合わせることが実現される。その結果、パターン描画装置1では、往路および復路の双方にて高精度なパターン描画を行って、基板9上に高精細なパターンを精度よく、かつ、短時間にて描画することが可能となる。30

【0075】

さらに、パターン描画装置1では、図8のステップS22～S25の処理において、復路に関して任意に決定されたパルス入力ON信号の発生位置にて特定線状領域に対する複数の検出距離が取得され、往路に関して、パルス入力ON信号の発生位置を設定ピッチT1よりも小さい間隔にて複数通りに変更して、往路パルス入力ON信号の各発生位置にて特定線状領域に対する複数の検出距離が取得される。そして、往路パルス入力ON信号の各発生位置での複数の検出距離と、それぞれ対応する復路の複数の検出距離との差を示す評価値を求め、当該評価値と往路パルス入力ON信号の発生位置との関係を示す関数(近似式)に基づいて、実際のパターン描画動作時の往路におけるパルス入力ON信号の発生位置が決定される。これにより、往路および復路の検出距離の検出位置が相互に近似する往路および復路のパルス入力ON信号の発生位置を容易に、かつ、精度よく決定すること4050

ができる。

【0076】

ここで、基板9上における感光材料の種類を変更する際には、当該感光材料に合わせた露光量（単位面積当たりに照射される光量）とするために、ステージ31の主走査方向への移動速度を変更する場合がある。この場合に、仮に、タイミング信号発生部65における各種タイミング信号の発生に係るパラメータの値（特に、駆動遅延距離T2）をそのまま用いると、往路および復路のそれぞれにおいて、各距離検出パルス信号の発生時における検出領域93の位置と、当該距離検出パルス信号に対応する駆動開始パルス信号によるフォーカス調整が完了する際の照射領域92の位置とが一致しなくなるとともに、往路における複数の検出距離の検出位置と、復路における複数の検出距離の検出位置とが大幅にずれてしまう。10

【0077】

これに対し、パターン描画装置1では、主走査機構25における移動速度を変更する場合に、図8のステップS21の処理にて取得される駆動遅延時間に、新たな移動速度を乗じることにより新たな駆動遅延距離が取得される。そして、往路および復路におけるパルス入力ON信号の発生位置の決定処理として、図8のステップS22～S25の処理が当該駆動遅延距離を用いて行われる。これにより、往路および復路のパルス入力ON信号の発生位置を容易に、かつ、適切に決定することができ、光学ヘッド41からの光ビームの合焦位置を基板9の正面91上に精度よく合わせることができる。なお、照射-検出間距離T3（および設定ピッチT1）は移動速度に依存しないため、そのままの値が用いられる。20

【0078】

ところで、ステージ31の主走査方向への移動速度を変更する際に、新たな移動速度に合わせて駆動遅延距離のみを更新し、往路および復路のパルス入力ON信号の発生位置をそのまま利用する場合、移動速度の変更に伴う各種動作タイミングのずれにより、往路における複数の検出距離の検出位置と、復路における複数の検出距離の検出位置との間に僅かなずれが生じるが、このずれ量は一定の範囲内となる。したがって、往路および復路におけるパルス入力ON信号の主走査方向の発生位置をそのまま利用しても、各主走査において、直前の主走査にて取得される複数の検出距離を用いて複数回のフォーカス調整が行われる際に、光学ヘッド41からの光ビームの合焦位置を正面91上にある程度の精度にて合わせることが可能となる。ただし、光ビームの合焦位置を正面91上により精度よく合わせるには、主走査機構25におけるステージ31の移動速度を変更する場合に、図8のステップS22～S25の処理が行われることが好ましい。30

【0079】

以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。

【0080】

図8のステップS22～S25の処理では、往路に関して任意のパルス入力ON信号の発生位置にて複数の検出距離を取得し、復路に関して、パルス入力ON信号の発生位置を複数通りに変更して各発生位置における複数の検出距離を取得することにより、実際のパターン描画動作時の往路および復路におけるパルス入力ON信号の発生位置が決定されてもよい。また、ステップS23の処理にて、往路パルス入力ON信号の発生位置を比較的細かい間隔にて複数通りに変更する場合には、ステップS24の処理にて、往路と復路との間の複数の検出距離の差を示す評価値が最小となる往路パルス入力ON信号の発生位置が、パターン描画動作における実際の往路パルス入力ON信号の発生位置として決定されてもよい。さらに、評価値と往路パルス入力ON信号の発生位置との関係を示す関数に基づいて、往路パルス入力ON信号の発生位置を仮決定し、当該発生位置を中心として細かい間隔にて往路パルス入力ON信号の発生位置を複数通りに変更して、各発生位置における複数の検出距離を取得し、往路パルス入力ON信号の複数通りの発生位置のうち評価値が最小となる発生位置が、パターン描画動作における実際の往路パルス入力ON信号の發4050

生位置として最終決定されてもよい。

【0081】

以上のように、パターン描画装置1では、往路および復路のそれにおけるパルス入力ON信号の発生位置の決定処理において、制御部6により、往路および復路の一方の経路に関して、任意に決定されたパルス入力ON信号の発生位置にて一の線状領域に対する複数の検出距離が取得され、往路および復路の他方の経路に関して、パルス入力ON信号の発生位置を設定ピッチT1よりも小さい間隔にて複数通りに変更して、各発生位置に関して当該線状領域に対する複数の検出距離が取得される。そして、パルス入力ON信号の各発生位置に関する複数の検出距離と、当該一方の経路における複数の検出距離との差に基づいて、当該他方の経路におけるパルス入力ON信号の発生位置が決定される。これにより、往路の検出位置と復路の検出位置とが近似する往路および復路のパルス入力ON信号の発生位置を容易に、かつ、精度よく決定することができる。10

【0082】

上記実施の形態における往路および復路は、主走査方向における進行方向を区別するためのものであり、最初の主走査が必ずしも往路とされる必要はなく、照射領域92が検出領域93よりも先行する復路が最初の主走査とされて、検出距離の取得のみが行われてもよい。

【0083】

上記実施の形態において、照射領域92と検出領域93とを副走査方向に線状領域の幅の3倍だけ離れさせ、各主走査においてN回前の主走査にて取得される複数の検出距離を用いて複数回のフォーカス調整が行われてもよい。このように、パターン描画装置1では、各主走査にてパターンが描画される線状領域に対する複数の検出距離が、当該主走査とは反対の進行方向となるN回前の主走査（ただし、Nは1以上の奇数）にて距離検出部5により取得されるように、照射領域92と検出領域93とが副走査方向に離れていればよく、これにより、各主走査においてN回前の主走査にて取得される複数の検出距離を用いて複数回のフォーカス調整を行うことが可能となる。20

【0084】

パターン描画装置の設計によっては、例えば、基板9または光学ヘッド41をZ方向に微小移動するフォーカス機構により、光ビームの合焦位置が基板9の主面91上に合わせられてもよい。また、距離検出部も、超音波等を利用して基板9の主面91に垂直な方向にに関して主面91との間の検出距離を取得するものであってもよい。30

【0085】

基板9の主面にパターン描画用の光を照射する光学ヘッド41では、回折格子型の光変調素子以外の光変調素子を有する空間光変調器（例えば、液晶シャッタ等）が設けられてもよく、また、配列された複数の光源のON/OFFを個別に制御することにより空間変調された光ビームが出射されてもよい。また、パターンの描画は、光ビーム以外の変調可能なエネルギー ビーム（例えば、電子ビームやイオンビーム等）をヘッドから基板の主面上に照射することにより行われてもよく、この場合、基板の主面上には当該エネルギー ビームの照射によりパターンの描画が可能となる他の感光材料が設けられる。

【0086】

また、パターン描画装置において、1つの光学ヘッド41により基板9の全体にパターンが描画されてもよい。ただし、パターンをより高速に描画するには、複数の光学ヘッド41が設けられることが好ましい。

【0087】

上記実施の形態では、主走査機構25および副走査機構23により、基板9を保持するステージ31が光学ヘッド41および距離検出部5に対して主走査方向および副走査方向に移動するが、ステージ31の光学ヘッド41および距離検出部5に対する移動は相対的なものであってよく、光学ヘッド41および距離検出部5がステージ31上の基板9の主面上に平行な主走査方向および副走査方向に移動してもよい。また、基板9を保持する保持部は、基板9が載置されるステージ31以外に、例えば、基板9の端部を把持するもので50

あってもよい。

【0088】

位置測定部26は、主走査方向に関して光学ヘッド41および距離検出部5に対する保持部の相対的な位置が測定可能であるならば、レーザー測長器以外の測長器が採用されてもよい。

【0089】

パターン描画装置にてパターンが描画される基板は、各種表示装置のパネル用のガラス基板以外に、半導体基板やプリント配線基板、フォトマスク用基板等であってもよい。

【0090】

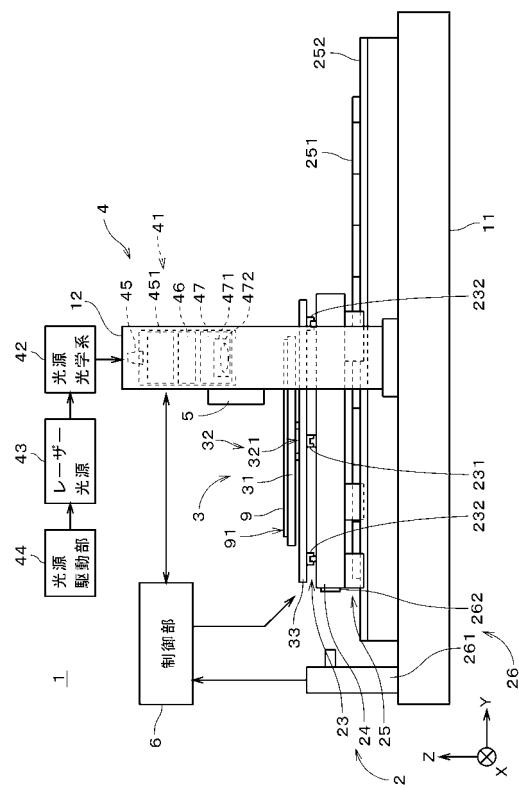
上記実施の形態および各変形例における構成は、相互に矛盾しない限り適宜組み合わせられてよい。 10

【符号の説明】

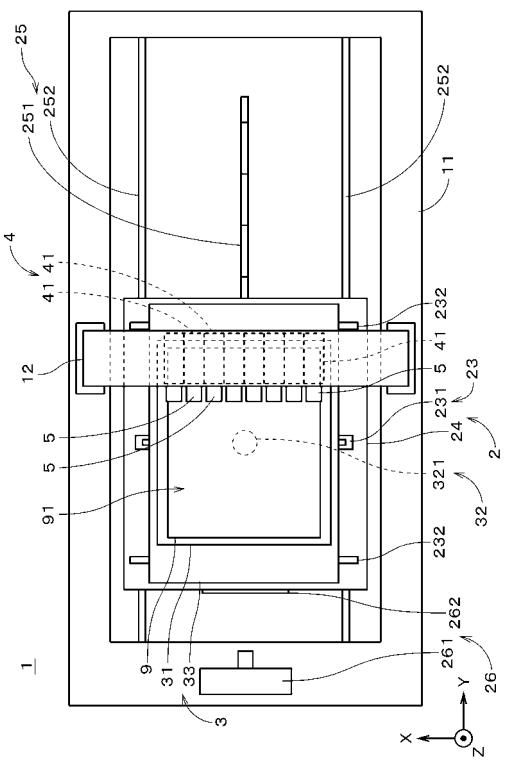
【0091】

1	パターン描画装置	
5	距離検出部	
6	制御部	
9	基板	
23	副走査機構	
25	主走査機構	
26	位置測定部	20
31	ステージ	
41	光学ヘッド	
91	上面	
92, 92a, 92b	照射領域	
93, 93a, 93b	検出領域	
471	フォーカス機構	
L1 ~ L3, L1a, L2a, L3a, L22a, L23a, L1b, L2b, L3b , L22b, L23b	線状領域	
S11 ~ S15, S21 ~ S25	ステップ	
T1	設定ピッチ	30
T2	駆動遅延距離	
T3	照射 - 検出間距離	

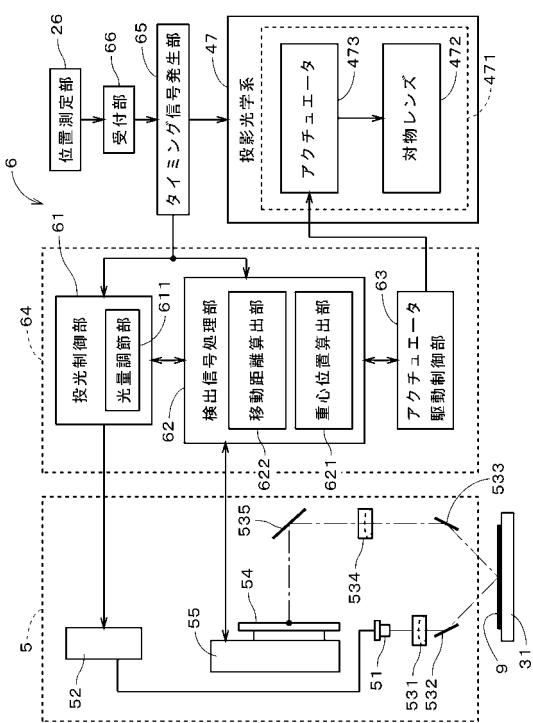
【図1】



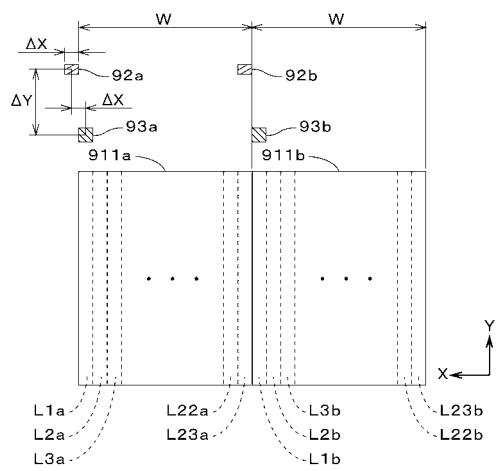
【図2】



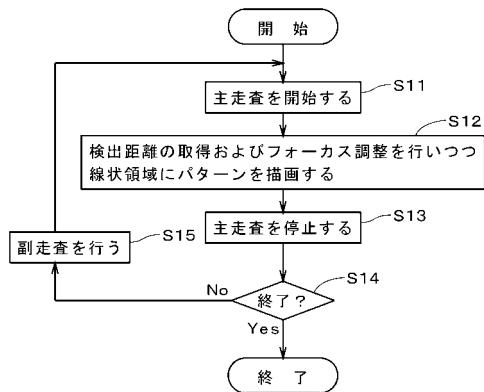
【図3】



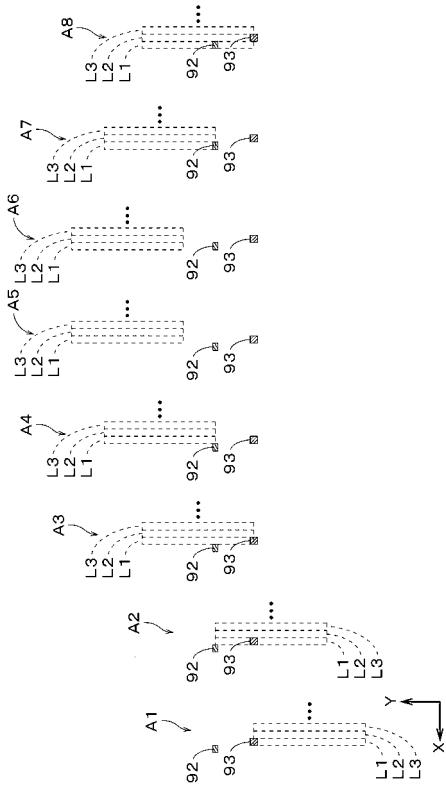
【図4】



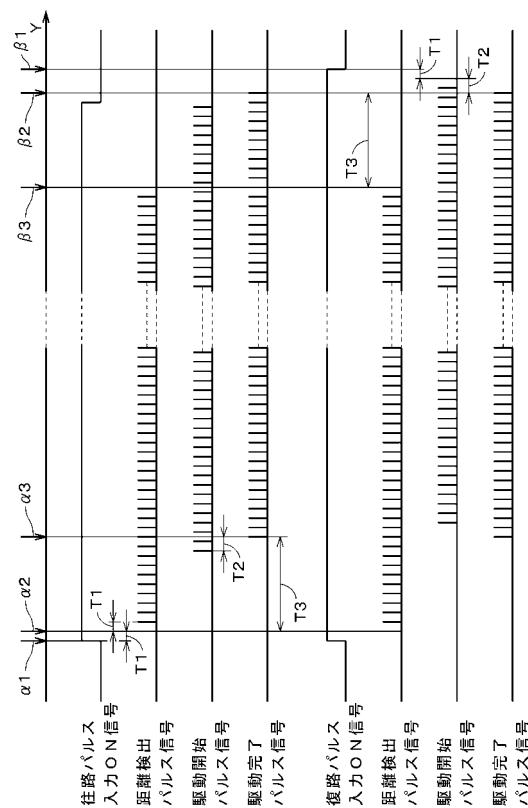
【図5】



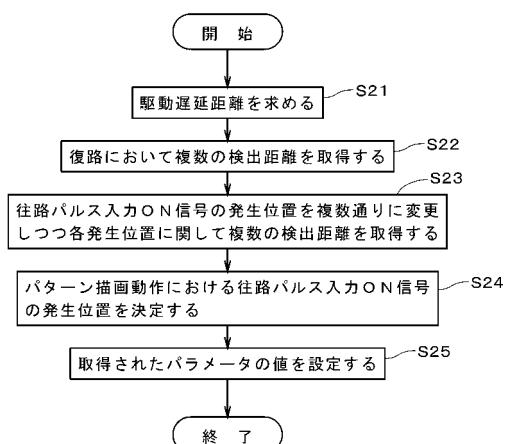
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

審査官 宮川 数正

(56)参考文献 特開平11-157120(JP,A)
特開2008-249958(JP,A)
特開昭59-178073(JP,A)
特開2005-266779(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 03 F 7 / 20 - 7 / 24 , 9 / 00 - 9 / 02
H 01 L 21 / 027