

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5376707号
(P5376707)

(45) 発行日 平成25年12月25日(2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(51) Int.Cl.

H01L 21/268 (2006.01)

F 1

H01L 21/268

J

H01L 21/268

T

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-13766 (P2008-13766)
 (22) 出願日 平成20年1月24日 (2008.1.24)
 (65) 公開番号 特開2009-176934 (P2009-176934A)
 (43) 公開日 平成21年8月6日 (2009.8.6)
 審査請求日 平成23年1月10日 (2011.1.10)

(73) 特許権者 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 川上 隆介
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
 社IHI内
 (72) 発明者 河口 紀仁
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
 社IHI内
 審査官 豊田 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】レーザアニール装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ発振器から発振されたレーザビームをビーム整形光学系により線状の断面形状をもつビームに整形し、この線状ビームを被照射物に照射して前記被照射物をアニール処理するレーザアニール装置において、

前記ビーム整形光学系を通過する前のレーザビームについて、前記線状ビームの短軸方向に対応する方向に関する基準位置からの位置ずれを検出する位置ずれ検出器と、

前記ビーム整形光学系を通過する前のレーザビームについて、前記線状ビームの短軸方向に対応する方向に関する基準角度からの角度ずれを検出する角度ずれ検出器と、

前記レーザ発振器と前記被照射物の間の光路上に配置され前記レーザビームを偏向させる偏向ミラーと、

前記位置ずれ検出器及び前記角度ずれ検出器で検出した検出データに基づいて、被照射面での前記線状ビームの短軸方向の基準照射位置からの位置ずれをなくすように、前記偏向ミラーの向きを制御するミラー制御手段と、

を備えるレーザアニール装置であって、

前記ミラー制御手段は、前記偏向ミラーを揺動させるミラー駆動装置と、該ミラー駆動装置の動作を制御するミラー角度制御装置とを備え、

該ミラー角度制御装置は、前記レーザビームの位置ずれに対する被照射面での基準照射位置からの位置ずれを示す位置用補正テーブル、前記レーザビームの角度ずれに対する被照射面での基準照射位置からの位置ずれを示す角度用補正テーブル及び前記偏向ミラーの

10

20

配向角度に対する被照射面でのビーム移動量を示すミラー用補正テーブルを記憶しており、前記位置用補正テーブル、前記角度用補正テーブル及び前記ミラー用補正テーブルを用いて、被照射面での線状ビームの短軸方向の位置ずれをなくすための前記偏向ミラーの配向角度を算出することを特徴とするレーザアニール装置。

【請求項 2】

前記偏向ミラーは、前記ビーム整形光学系よりも上流側の光路上に配置されている請求項1に記載のレーザアニール装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、線状ビームを被照射物に照射して被照射物をアニール処理するレーザアニール装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶・半導体装置用の薄膜トランジスタの製造工程において、基板（半導体基板またはガラス基板）にレーザビームを照射し基板を改質するためにレーザアニール装置が用いられる。基板の改質には、アモルファスシリコンのような非晶質半導体薄膜の結晶化や、半導体膜に注入した不純物の活性化がある。

【0003】

図5に、従来のレーザアニール装置30の概略図を示す。レーザアニール装置30は、レーザ発振器31から発振されたレーザビーム32をビーム整形光学系33により線状の断面形状をもつビームに整形し、この線状ビームを被照射物である基板34に対してビーム短軸方向（図でX方向）に走査することにより、基板34上の所望の領域にレーザビームを照射する（例えば、下記特許文献1を参照）。これにより、基板34を改質する。

20

【0004】

このようなレーザアニール装置30では、通常、ビーム位置を固定し、基板34を基板ステージ上に載せ、線状ビームの短軸方向に基板を移動させることによりビームの走査が行われる。ここで、レーザビーム32の指向度安定性、位置度安定性はゼロではなく、基準光線に対して出射位置や出射角度がずれる。図5では、角度ずれ光線35及び位置ずれ光線36が模式的に示されている。このような位置ずれ、角度ずれが線状ビームの短軸方向に生じると、被照射面でのビーム位置がビーム短軸方向（X方向）に時間的に往復移動することになる（以下、この現象を「ドリフト」という）。ビーム短軸方向にドリフトが起きると、基板34上の照射領域において、レーザビーム32の照射時間が相対的に長い領域と短い領域とが発生する。

30

【0005】

この結果、図6に示すように、目視でも観測できるビーム短軸方向（基板移動方向）に沿った照射ムラが生じる。このムラは数ミリメートル程度の領域で観測されるため、ビームは数秒間というオーダで角度ずれあるいは位置ずれが起きていると考えられる。このようなムラが生じた基板を使って製作される薄膜トランジスタはムラに応じて結晶の品質が異なるため、トランジスタ性能がばらついてしまうという問題がある。

40

【0006】

このような問題に対し、下記特許文献2では、ドリフトを最小限に抑えるための技術が提案されている。

【0007】

図7に、特許文献2で提案されているレーザ加工装置40のドリフト補正装置41の構成を示す。図7において、ドリフト補正装置41は、光共振器を形成する一対の反射鏡43, 44を備えたレーザ発振器42と、レーザ発振器42からのレーザビームを細長い断面形状のビームに変換するビーム整形器51と、ビーム整形器51を通ったビームの幅方向の中心位置を検出するビーム中心位置検出装置（ラインセンサ45, プロファイル位置演算装置46）と、ビームのドリフトにより検出中心位置Pがずれた場合、該ズレPを

50

なくすように、光共振器の少なくとも一方の反射鏡の配向 f , r を変える配向制御機構（ドリフト量演算装置 47, ミラー角度演算装置 48, リアミラー回転駆動装置 49, フロントミラー回転駆動装置 50）とを有する。また、図 7においてレーザ加工装置 40 は、レーザビームを整形して基板 53 の表面に細長い断面形状の線状ビームを集光するためのビームホモジナイザ 52 を有する。

【0008】

このように構成されたドリフト補正装置 41 により、ラインセンサ 45 で検出されたビーム中心位置に基づいて、ズレ P を演算し、このズレ P をなくすように光共振器の少なくとも一方の反射鏡の配向 f , r を変える。これにより、基板 53 の表面におけるレーザビームのドリフトが抑制される。

10

【0009】

【特許文献 1】特開 2006-287183 号公報

【特許文献 2】特開 2000-42777 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上記特許文献 2 のドリフト補正装置 41 では、ビームの中心位置を測定するために、基板照射用のビームホモジナイザ 52 とは別系統のビーム整形器 51 を備える必要がある。このため、レーザアニール装置の大型化や製造コストの大幅な増大が避けられない。

また、上記特許文献 2 のドリフト補正装置 41 では、光共振器の少なくとも一方の反射鏡の配向を変えるが、このような操作では光共振器内のビームの伝搬特性が変化し、例えばレーザ出力に大きな影響を与えるため、実現性に乏しい。

20

【0011】

本発明は上記の諸問題に鑑みてなされたものであり、新たなビーム整形器を追加することなく、しかも光共振器内のビーム伝搬特性に影響を与えることなく、ビーム短軸方向に生じるドリフトに起因する照射ムラを低減することができるレーザアニール装置及び方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記の課題を解決するため、本発明のレーザアニール装置及び方法は、以下の技術的手段を採用する。

30

【0013】

本発明は、レーザ発振器から発振されたレーザビームをビーム整形光学系により線状の断面形状をもつビームに整形し、この線状ビームを被照射物に照射して被照射物をアニール処理するレーザアニール装置において、前記ビーム整形光学系を通過する前のレーザビームについて、線状ビームの短軸方向に対応する方向に関しての基準位置からの位置ずれを検出する位置ずれ検出器と、前記ビーム整形光学系を通過する前のレーザビームについて、線状ビームの短軸方向に対応する方向に関しての基準角度からの角度ずれを検出する角度ずれ検出器と、前記レーザ発振器と前記被照射物の間の光路上に配置されレーザビームを偏向させる偏向ミラーと、前記位置ずれ検出器及び前記角度ずれ検出器で検出した検出データに基づいて、被照射面での線状ビームの短軸方向の基準照射位置からの位置ずれをなくすように、前記偏向ミラーの向きを制御するミラー制御手段と、を備えることを特徴とする。

40

【0014】

また、本発明は、レーザビームをビーム整形光学系により線状の断面形状をもつビームに整形し、この線状ビームを被照射物に照射して被照射物をアニール処理するレーザアニール方法において、前記ビーム整形光学系を通過する前のレーザビームについて、線状ビームの短軸方向に対応する方向に関しての基準位置からの位置ずれと、線状ビームの短軸方向に対応する方向に関しての基準角度からの角度ずれを検出し、検出した位置ずれ及び角度ずれの各ずれ量に基づいて、被照射面での線状ビームの短軸方向の基準照射位置から

50

の位置ずれをなくすように、レーザ発振器と被照射物の間の光路上に配置された偏向ミラーの向きを制御する、ことを特徴とする。

【0015】

上記のレーザアニール装置及び方法によれば、レーザビームの位置ずれ及び角度ずれを検出し、検出した位置ずれ及び角度ズレの各データに基づいて被照射面での位置ずれをなくすように偏向ミラーの向きを制御する。すなわち、位置ずれ及び角度ずれの各ずれ量に応じて偏向ミラーの向きを変化させ、光線の方向を制御する。これにより、被照射面での位置ずれ(ドリフト)の発生を抑制することができるため、ビーム短軸方向に生じるドリフトに起因する照射ムラを大幅に低減することができる。

また、上記特許文献2の手段と異なり、ビーム整形光学系を通過する前のレーザビームについて位置ずれと角度ずれを検出するので、基板照射用のビームホモジナイザとは別系統のビーム整形器を備える必要がなく、比較的簡単な機器構成で位置ずれと角度ずれを検出することができる。

また、上記特許文献2の手段と異なり、レーザ発振器と被照射物の間の光路上に配置された偏向ミラーを動作させてドリフトを補正するので、光共振器内のビーム伝搬特性に影響を与えることがない。

【0016】

上記のレーザアニール装置において、好ましくは、前記ミラー制御手段は、前記偏向ミラーを揺動させるミラー駆動装置と、該ミラー駆動装置の動作を制御するミラー角度制御装置とを備え、該ミラー角度制御装置は、前記レーザビームの位置ずれに対する被照射面での基準照射位置からの位置ずれを示す位置用補正テーブル、前記レーザビームの角度ずれに対する被照射面での基準照射位置からの位置ずれを示す角度用補正テーブル及び前記偏向ミラーの配向角度に対する被照射面でのビーム移動量を示すミラー用補正テーブルを記憶しており、前記位置用補正テーブル、前記角度用補正テーブル及び前記ミラー用補正テーブルを用いて、被照射面での線状ビームの短軸方向の位置ずれをなくすための前記偏向ミラーの配向角度を算出する。

【0017】

上記構成によれば、ミラー角度制御装置により、位置用補正テーブル、角度用補正テーブル及びミラー用補正テーブルを用いて、被照射面での位置ずれをなくすための偏向ミラーの配向角度が算出されるので、高精度のドリフト補正を行うことができる。

【0018】

上記のレーザアニール装置において、好ましくは、前記偏向ミラーは、前記ビーム整形光学系よりも上流側の光路上に配置されている。

【0019】

ビーム整形光学系よりも上流側の位置では、レーザビームのビーム径は小さいため、当該位置に配置される偏向ミラーは、ビーム整形光学系よりも下流側に配置されるものよりも小型のもので済む。このため、上記の位置に配置された偏向ミラーの配向角度を変える機構を比較的小さく構成することができる。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、新たなビーム整形器を追加することなく、しかも光共振器内のビーム伝搬特性に影響を与えることなく、ビーム短軸方向に生じるドリフトに起因する照射ムラを低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の好ましい実施形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

【0022】

図1は、本発明の実施形態にかかるレーザアニール装置10の全体概略構成を示す図である。

10

20

30

40

50

図1において、レーザアニール装置10は、レーザ発振器1と、導入ミラー8と、ビーム整形光学系5と、落射ミラー9と、基板ステージ6とを備える。

【0023】

レーザ発振器1は、レーザ媒質2と、光共振器3とを有する。

レーザ媒質2としては、固体レーザ媒質、ガスレーザ媒質、レーザダイオードが例示される。固体レーザ媒質としては、YAG、YLF、YVO₄等が例示される。ガスレーザ媒質としては、エキシマ、CO₂等が例示される。

光共振器3は、レーザ媒質2の両側に配置された一対の反射鏡3a, 3bからなる。後側の反射鏡3aは全反射ミラーであり、出射側の反射鏡3bはハーフミラーである。

上記構成のレーザ発振器1により、一対の反射鏡3a, 3bの間で光が増幅されレーザビームBが発振される。レーザビームBは、連続発振ビーム、パルス発振ビームのいずれでもよい。
10

【0024】

導入ミラー8は、レーザビームBを偏向する偏向ミラー8a, 8bからなり、レーザ発振器1から発振されたレーザビームBをビーム整形光学系5まで導く。

【0025】

ビーム整形光学系5は、レーザ発振器1から発振されたレーザビームBを、被照射面において線状の断面形状をもつビーム（以下、「線状ビームLB」という）に整形する。図1において、線状ビームLBの長軸方向は、紙面に垂直な方向と一致する。

このような線状ビームLBを整形するビーム整形光学系5としては、従来周知の構成を採用することができる。ビーム整形光学系5は、例えば、ビームエキスパンダ、シリンドリカルレンズ、シリンドリカルレンズアレイ等で構成することができる。
20

【0026】

また、ビーム整形光学系5は、線状ビームLBの長軸方向のエネルギー分布（光強度分布）を均一化するための長軸用ビームホモジナイザと、線状ビームLBの短軸方向のエネルギー分布を均一化するための短軸用ビームホモジナイザの両方又は一方の機能を備えることが好ましい。この場合、長軸用、短軸用の各ホモジナイザは、シリンドリカルレンズアレイを用いたレンズアレイ方式、導波路を用いた導波路方式、回折光学素子を用いた方式など、各種の形態を採用できる。なお、レンズアレイ方式、導波路方式については例えば特開2007-214527号公報に、回折光学素子については例えば特開2005-217209号公報に開示されている。
30

【0027】

落射ミラー9は、レーザビームBを被照射物である基板7の方向へ反射させる。

基板ステージ6は、基板7を載せる上面を有し、線状ビームLBの短軸方向と一致する図中の矢印X方向に移動可能に構成されている。したがって、基板7を基板ステージ6上面に載せて、X方向に移動させることにより、所望の領域に線状ビームLBを走査することができる。

【0028】

レーザビームBの被照射物である基板7は、半導体基板又はガラス基板である。半導体基板の場合、イオンが注入された表層部を有し、レーザ照射によって表層部のイオンが活性化される。ガラス基板の場合、表面に非晶質半導体膜（例えばアモルファスシリコン膜）が形成され、レーザ照射によって非晶質半導体膜が結晶性半導体膜に改質される。
40

【0029】

レーザ発振器1によるレーザビームBの発振や、基板ステージ6の動作は、図示しない制御装置によって制御される。これにより、基板7に対するレーザ照射時間（パルスレーザの場合、照射される単位領域あたりの総照射回数及び総照射時間）が制御される。

【0030】

図1において、レーザアニール装置10は、さらに、位置ずれ検出器12と、角度ずれ検出器16と、ミラー制御手段（21, 22）とを備える。

【0031】

10

20

30

40

50

位置ずれ検出器 12 は、ビーム整形光学系 5 を通過する前のレーザビーム B について、線状ビーム L B の短軸方向に対応する方向に関する基準位置からの位置ずれを検出する。

角度ずれ検出器 16 は、ビーム整形光学系 5 を通過する前のレーザビーム B について、線状ビーム L B の短軸方向に対応する方向に関する基準角度からの角度ずれを検出する。

ミラー制御手段(21, 22)は、位置ずれ検出器 12 及び角度ずれ検出器 16 で検出した検出データに基づいて、被照射面での線状ビーム L B の短軸方向の基準照射位置からの位置ずれをなくすように、偏向ミラー 8 b の向きを制御する。

【0032】

10

図 2 を参照して、位置ずれ検出器 12 の一構成例を説明する。ビーム整形光学系 5 の上流側には、レーザ発振器 1 から発振されたレーザビーム B の一部を分岐するビームスプリッタ 19 a が設置されており、ビームスプリッタ 19 a で分岐されたレーザビーム B が位置ずれ検出器 12 に入射する。図 2 において、ビームスプリッタ 19 a で分岐されたレーザビーム B は偏向ミラー 20 a で偏向されているが、偏向ミラー 20 a は位置ずれ検出器 12 の設置位置によっては省略可能である。

【0033】

20

図 2 において、破線で示された B p は実線で示されたレーザビーム B を基準光線とした場合の位置ずれ光線のイメージであり、一点鎖線で示された B a はレーザビーム B を基準光線とした場合の角度ずれ光線のイメージである。

【0034】

図 2 において、位置ずれ検出器 12 は、第 1 焦点距離 f 1 をもつ第 1 レンズ 13 と、第 2 焦点距離 f 2 をもつ第 2 レンズ 14 と、位置ずれ検出用の第 1 撮像装置 15 とを有する。第 1 レンズ 13 は、その主点と物体面(この例では、レーザ発振器 1 の出射端面)との距離が f 1 となる位置に配置されている。第 2 レンズ 14 は、その主点と第 1 レンズ 13 の主点との距離が f 1 + f 2 となる位置に配置されている。第 1 撮像装置 15 は、その撮像面と第 2 レンズ 14 の主点との距離が f 2 となる位置に配置されている。第 1 撮像装置 15 としては、CCD イメージセンサや CMOS イメージセンサが例示される。

【0035】

30

これにより、第 1 レンズ 13 と第 2 レンズ 14 が像転写光学系を形成し、物体面における像が、第 2 レンズ 14 の主点から f 2 だけ離れた位置の結像面に拡大転写される。このときの拡大倍率は、 $d_1 / d_2 = f_1 / f_2$ である。第 1 撮像装置 15 の撮像面は上記の結像面の位置と一致するので、第 1 撮像装置 15 により結像面での転写像を観察することができる。この転写像を観察することで、位置ずれ量は検出されるが、角度ずれ量は検出されない。位置ずれ検出器 12 で取得した検出データは、ミラー角度制御装置 22 に送信される。

【0036】

40

図 3 を参照して、角度ずれ検出器 16 の一構成例を説明する。ビームスプリッタ 19 a により分岐されたレーザビーム B は、第 2 レンズ 14 の出側に設置されたビームスプリッタ 19 b により更に分岐されて、角度ずれ検出器 16 に入射する。図 3 において、ビームスプリッタ 19 b により分岐されたレーザビーム B は偏向ミラー 20 b で偏向されているが、偏向ミラー 20 b は角度ずれ検出器 16 の設置位置によっては省略可能である。

【0037】

40

図 3 において、角度ずれ検出器 16 は、第 1 焦点距離 f 1 をもつ第 1 レンズ 13 と、第 2 焦点距離 f 2 をもつ第 2 レンズ 14 と、第 3 焦点距離をもつ第 3 レンズ 17 と、角度ずれ検出用の第 2 撮像装置 18 とを有する。図 3 において、角度ずれ検出器 16 は、第 1 レンズ 13 と第 2 レンズ 14 を位置ずれ検出器 12 と共有しているが、位置ずれ検出器 12 とは独立した第 1 レンズ 13 と第 2 レンズ 14 を備えても良い。第 2 撮像装置 18 は、その撮像面と第 3 レンズ 17 の主点との距離が、第 3 レンズ 17 の焦点距離である f 3 となる位置に配置されている。第 2 撮像装置 18 としては、CCD イメージセンサや CMOS

50

イメージセンサが例示される。

【0038】

このような構成において、 θ を角度ずれ量、 D_a を角度ずれ量に基づく撮像面での位置ずれ量とした場合、 $D_a = f_3 \cdot \tan \theta$ という関係が成立する。したがって、第2撮像装置18により撮像面での位置ずれ量 D_a を観察することにより、物体面での角度ずれ量 θ を検出することができる。このとき、位置ずれ量は検出されない。角度ずれ検出器16で取得した検出データは、ミラー角度制御装置22に送信される。

【0039】

なお、像転写の対象となる物体面の位置は、ビーム整形光学系5より上流側であれば、レーザ発振器1の出射端面に限られない。したがって、上記の物体面の位置は、レーザ発振器1の内部（ただし、出射側の反射鏡3bの外側）でもよいし、偏向ミラー8bの下流側であってもよい。また、上記の物体面の位置をレーザ発振器1の内部に設定する場合、可能であれば、位置ずれ検出器12と角度ずれ検出器16をレーザ発振器1の内部に設置してもよい。10

【0040】

図1において、ミラー制御手段（21, 22）は、偏向ミラーを揺動させるミラー駆動装置21と、ミラー駆動装置21の動作を制御するミラー角度制御装置22とを備える。

偏向ミラー8bは、線状ビームLBの長軸方向と一致する軸心aまわりに揺動自在に支持されている。ミラー駆動装置21は、この偏向ミラー8bに作用してその配向角度を変化させる。ミラー駆動装置21は、例えばACサーボモータで構成することができる。20

【0041】

なお、ミラー駆動装置21により揺動させる偏向ミラーは、レーザ発振器1と被照射物である基板7との間の光路上に配置されたものであれば、図1において駆動対象として示されている偏向ミラー8bに限定されない。したがって、別の偏向ミラー8aを揺動させててもよいし、落射ミラー9も偏向ミラーとしての機能を有するから落射ミラー9を揺動させてもよい。

【0042】

ミラー角度制御装置22は、位置ずれ検出器12と角度ずれ検出器16で検出された検出データに基づいて、被照射面での線状ビームLBの短軸方向の位置ずれをなくすための偏向ミラー8bの配向角度を算出し、算出した配向角度に対応する制御信号をミラー駆動装置21に送信する。30

【0043】

図4において、(A)はレーザビームBの位置ずれに対する被照射面での基準照射位置からの位置ずれを示し、(B)はレーザビームBの角度ずれに対する被照射面での基準照射位置からの位置ずれを示し、(C)は偏向ミラーの配向角度に対する被照射面でのビーム移動量を示している。(A)～(C)は計算あるいは実験により求めることができ、これをテーブル化することで、被照射面での位置ずれをなくすための偏向ミラー8bの配向角度を算出することができる。

【0044】

具体的には、ミラー角度制御装置22は、レーザビームBの位置ずれに対する被照射面での基準照射位置からの位置ずれを示す位置用補正テーブル、レーザビームBの角度ずれに対する被照射面での基準照射位置からの位置ずれを示す角度用補正テーブル及び偏向ミラーの配向角度に対する被照射面でのビーム移動量を示すミラー用補正テーブルを記憶しており、位置用補正テーブル、角度用補正テーブル及びミラー用補正テーブルを用いて、被照射面での線状ビームLBの短軸方向の位置ずれをなくすための偏向ミラー8bの配向角度を算出する。さらに、ミラー角度制御装置22は、算出した配向角度に対応する制御信号をミラー駆動装置21に送信する。40

【0045】

ミラー駆動装置21は、ミラー角度制御装置22からの制御信号に従って偏向ミラー8bの配向角度を変化させる。

50

上記の構成により、レーザビームBの位置ずれ及び角度ずれをリアルタイムで検出し、偏向ミラー8bの配向角度を自動制御するので、被照射面でのドリフト補正をリアルタイムで実行することができる。

【0046】

上述した本発明のレーザアニール装置10及び方法によれば、位置ずれ及び角度ずれの各ずれ量に応じて偏向ミラー8bの向きを変化させ、偏向ミラー8b以降のレーザビームBの方向を制御する。これにより、被照射面での位置ずれ（ドリフト）の発生を抑制することができるため、ビーム短軸方向に生じるドリフトに起因する照射ムラを大幅に低減することができる。

【0047】

10

また、上記特許文献2の手段と異なり、ビーム整形光学系5を通過する前のレーザビームBについて位置ずれと角度ずれを検出するので、基板照射用のビームホモジナイザ（実施形態ではビーム整形光学系5）とは別系統のビーム整形器を備える必要がなく、比較的簡単な機器構成で位置ずれと角度ずれを検出することができる。

【0048】

また、上記特許文献2の手段と異なり、レーザ発振器1と被照射物である基板7との間の光路上に配置された偏向ミラー8bを動作させてドリフトを補正するので、光共振器3内のビーム伝搬特性に影響を与えることがない。

【0049】

また、本実施形態によれば、ミラー角度制御装置22により、位置用補正テーブル、角度用補正テーブル及びミラー用補正テーブルを用いて、被照射面での位置ずれをなくすための偏向ミラー8bの配向角度が算出されるので、高精度のドリフト補正を行うことができる。

20

【0050】

また、本実施形態によれば、ビーム整形光学系5よりも上流側の光路上に配置された偏向ミラー8bを揺動させる構成を採用している。ビーム整形光学系5よりも上流側の位置では、レーザビームBのビーム径は小さいため、この位置に配置される偏向ミラーは、ビーム整形光学系5よりも下流側に配置されるミラー（本実施形態では落射ミラー9）よりも小型である。したがって、ミラー駆動装置21を比較的小さく構成することができる。

【0051】

30

なお、上述した実施形態では、ビーム照射位置を固定し、基板7をビーム短軸方向に移動させることにより、ビーム走査を行う構成であったが、このような構成に代えて、基板位置を固定し、ビームを短軸方向に振ることにより、ビーム走査を行う構成を採用してもよい。この場合、例えば特開2003-45820に開示されているように、ガルバノスキャナまたはポリゴンミラーと、fレンズとの組み合わせによってビーム短軸方向にビームを振る手段を構成することができる。

【0052】

上記において、本発明の実施形態について説明を行ったが、上記に開示された本発明の実施の形態は、あくまで例示であって、本発明の範囲はこれら発明の実施の形態に限定されない。本発明の範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

40

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】本発明の実施形態にかかるレーザアニール装置の全体概略構成を示す図である。

【図2】位置ずれ検出器の一構成例を説明する図である。

【図3】角度ずれ検出器の一構成例を説明する図である。

【図4】(A)はレーザビームの位置ずれに対する被照射面での基準照射位置からの位置ずれを示す図である。(B)はレーザビームの角度ずれに対する被照射面での基準照射位置からの位置ずれを示す図である。(C)は偏向ミラーの配向角度に対する被照射面でのビーム移動量を示す図である。

50

【図5】従来のレーザアニール装置の概略図を示す図である。

【図6】ドリフトに起因する照射ムラを説明する図である。

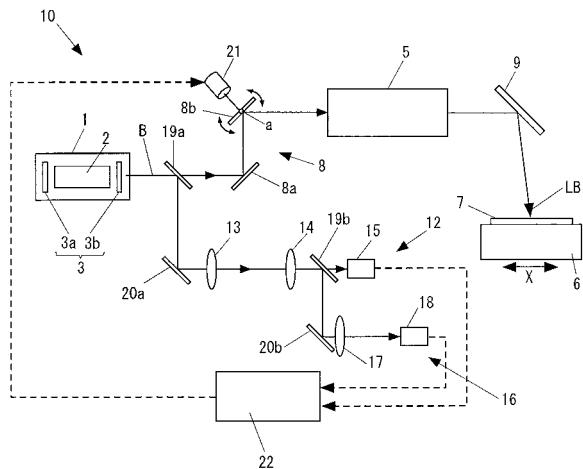
【図7】特許文献2で提案されているレーザ加工装置のドリフト補正装置の全体構成を示す図である。

【符号の説明】

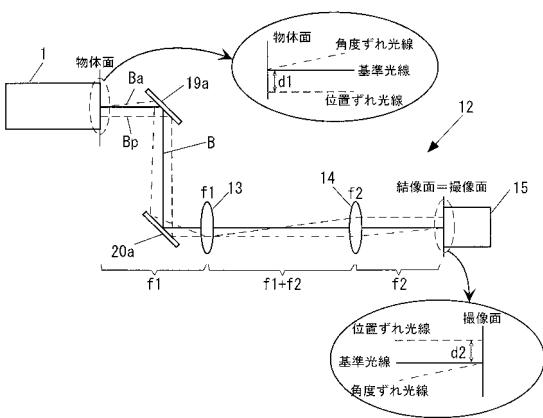
【0054】

B	レーザビーム	
L B	線状ビーム	
1	レーザ発振器	10
2	レーザ媒質	
3	光共振器	
3 a , 3 b	反射鏡	
5	ビーム整形光学系	
6	基板ステージ	
7	基板(被照射物)	
8	導入ミラー	
8 a , 8 b	偏向ミラー	
9	落射ミラー	
10	レーザアニール装置	20
12	位置ずれ検出器	
13	第1レンズ	
14	第2レンズ	
15	第1撮像装置	
16	角度ずれ検出器	
17	第3レンズ	
18	第2撮像装置	
19 a , 19 b	ビームスプリッタ	
20 a , 20 b	偏向ミラー	
21	ミラー駆動装置	
22	ミラー角度制御装置	30

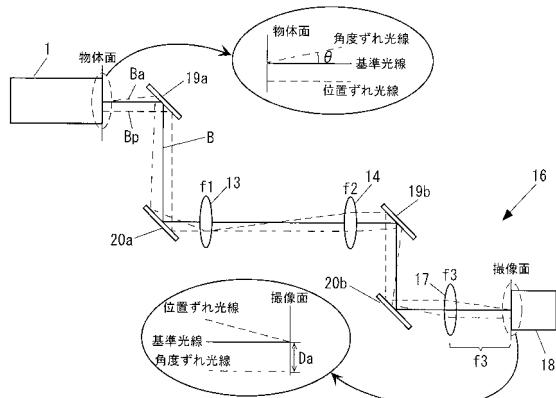
【図1】



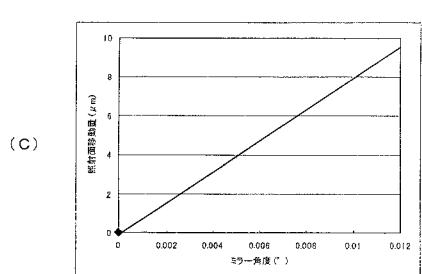
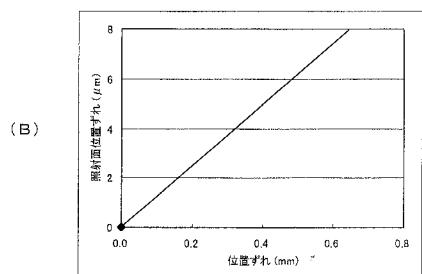
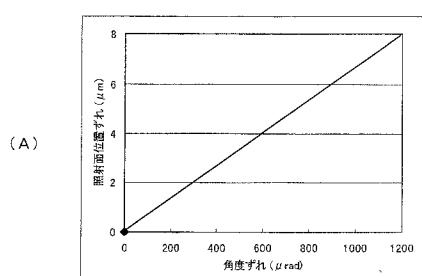
【図2】



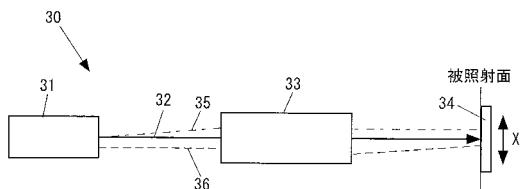
【図3】



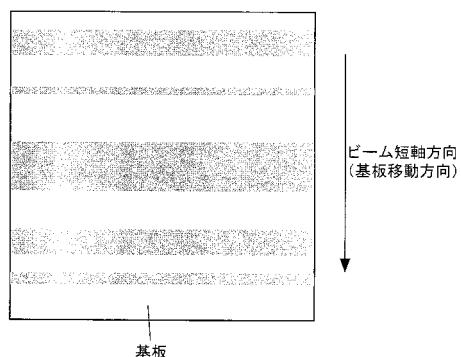
【図4】



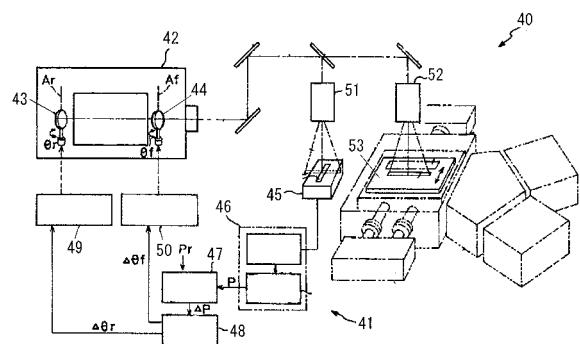
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-217210(JP,A)
特開平11-251220(JP,A)
特開平04-171717(JP,A)
特開平03-073914(JP,A)
特開平11-162868(JP,A)
特開2001-102323(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/268
H01L 21/20