

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3661291号
(P3661291)

(45) 発行日 平成17年6月15日(2005.6.15)

(24) 登録日 平成17年4月1日(2005.4.1)

(51) Int.C1.⁷

F 1

H 01 L 21/027

H 01 L 21/30 516 E

G 03 F 7/20

G 03 F 7/20 521

G 03 F 9/00

G 03 F 9/00 H

H 01 L 21/30 515 G

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平8-219193

(22) 出願日

平成8年8月1日(1996.8.1)

(65) 公開番号

特開平10-50588

(43) 公開日

平成10年2月20日(1998.2.20)

審査請求日

平成15年7月29日(2003.7.29)

(73) 特許権者 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(74) 代理人 100090413

弁理士 梶原 康穂

(72) 発明者 根井 正洋

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

審査官 岩本 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】露光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アライメントを行うための基準マーク及び位置計測のための移動鏡が設けられたテーブルと、露光基板を保持するホルダとが、ステージ上に設けられている露光装置において、前記ホルダ及び前記テーブルに、前記基準マーク及び前記移動鏡に対する熱の移動を制御するための温度制御手段を設けたことを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

アライメントを行うための基準マーク及び位置計測のための移動鏡が設けられたテーブルと、露光基板を保持するホルダとが、ステージ上に設けられている露光装置において、前記基準マーク及び前記移動鏡と前記テーブルとの間に共通基部を設けるとともに、この共通基部に、前記基準マーク及び前記移動鏡に対する熱の移動を制御するための温度制御手段を設けたことを特徴とする露光装置。

【請求項 3】

アライメントを行うための基準マーク及び位置計測のための移動鏡が設けられたテーブルと、露光基板を保持するホルダとが、ステージ上に設けられている露光装置において、前記基準マーク及び前記移動鏡と前記テーブルとの接合部周囲に、前記基準マーク及び前記移動鏡に対する熱の移動を制御するための温度制御手段を設けたことを特徴とする露光装置。

【請求項 4】

前記露光基板に対する露光量を検出する露光量検出手段と、この露光量検出手段によつ

て検出された露光量に基づいて、前記露光基板の温度変動の程度を予測する温度予測手段とを備え、

前記温度制御手段は、前記温度予測手段によって予測された温度に対応して温度制御を行うことを特徴とする請求項 1, 2 又は 3 記載の露光装置。

【請求項 5】

前記露光量検出手段は、前記露光基板側で露光量を検出する第 1 露光量検出手段と、前記露光基板に投影されるパターンが描かれたレチクル側で露光量を検出する第 2 露光量検出手段とを含むことを特徴とする請求項 4 記載の露光装置。

【請求項 6】

前記温度制御手段は、露光動作中の前記露光基板の温度上昇を予測して前記ホルダ及び前記テーブルの温度制御を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

10

【請求項 7】

前記温度制御手段は、前記ホルダ側の温度を制御する温度コントロールユニットと、前記テーブル側の温度を制御する温度コントロールユニットとを独立して備えていることを特徴とする請求項 1 又は 6 に記載の露光装置。

【請求項 8】

前記温度制御手段は、温度制御される制御対象中に設けられており、温度制御された熱媒体が循環する循環路を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のうちの何れか一項に記載の露光装置。

【請求項 9】

前記温度制御手段は、温度制御される制御対象中に設けられたペルチェ素子を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のうちの何れか一項に記載の露光装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、集積回路や液晶表示素子などの製造に使用される露光装置にかかり、更に具体的には、露光基板の保持ステージ部の熱的安定に関するものである。

【0002】

【背景技術】

露光基板、例えばウエハを保持するステージ部 100 は、概略図 6 に示すような構成となっている。同図において、ウエハ 102 はウエハホルダ 104 上に真空吸着により固定されている。このウエハホルダ 104 はウエハテーブル 106 に支持されており、ウエハテーブル 106 はベース 108 上に固定されている。これらによって、ウエハステージ部 100 が構成されている。

30

【0003】

ウエハテーブル 106 上には、他に、ウエハステージ部 100 の位置を干渉計で計測するための移動鏡 110、アライメント系（図示せず）と投影光学系 112 との相対的な位置関係を計測するためのベースラインチェックシーケンスで用いられる基準マーク 114、投影光学系 112 の倍率やフォーカスを一定に保つための制御を行うために、レチクル 116 及び投影光学系 112 を通過した露光光の光量を測定する、照射量モニタ 118 が配置されている。

40

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

露光が開始されると、露光光のエネルギーはウエハ 102 上に塗布された感光材（図示せず）に吸収される。すると、感光材に化学変化が起きるとともに、熱が発生する。この熱は、同図に矢印で示すように、ウエハ 102 からウエハホルダ 104 に伝わり、更にはウエハホルダ 104 からウエハテーブル 106 と伝わる。そして、その結果として、移動鏡 110 や基準マーク 114 が暖まることとなる。他方、露光開始前に照射量モニタ 118 で露光光の光量を測定した場合も、同じようにウエハテーブル 106 へと熱が伝達され、移動鏡 110 や基準マーク 114 の温度が上昇する。

50

【0005】

また、ウエハステージ部100は、直流モータやリニアモータなどの駆動手段（図示せず）によって駆動されるが、これらの駆動によっても発熱が生ずる。このため、露光動作に伴ってウエハステージ部100が移動することでも、ウエハテーブル106の温度が上昇し、ひいては移動鏡110や基準マーク114の温度が上昇する。

【0006】

ところで、露光動作のときに重要なことは、ウエハ102の位置が正確に計測できることである。しかし、上述した理由によりウエハステージ部100の温度が上昇し、ウエハ102、移動鏡110及び基準マーク114の間の相対的な位置関係が変化すると、ウエハ102の位置を正確に計測することができず、露光時における正確なアライメントないし位置決めを行うことができなくなってしまう。10

【0007】

この発明は、以上の点に着目したもので、ウエハステージ部に温度変動が生じても、移動鏡及び基準マークの位置関係を保持して、正確な露光動作を行うことができる露光装置を提供することを、その目的とするものである。

【0008】**【課題を解決するための手段】**

本発明は、ホルダ及びテーブルに、基準マーク及び移動鏡に対する熱の移動を制御するための温度制御手段を設けたことを特徴とする。他の発明によれば、この温度制御手段は、前記基準マーク及び前記移動鏡と前記テーブルとの間に設けられた共通基部に設けられる。あるいは、温度制御手段は、前記基準マーク及び前記移動鏡と前記テーブルとの接合部周囲に設けられる。20

【0009】

更に他の発明では、前記露光基板に対する露光量を検出する露光量検出手段と、この露光量検出手段によって検出された露光量に基づいて前記露光基板の温度変動の程度を予測する温度予測手段とが設けられ、前記温度制御手段は、前記温度予測手段によって予測された温度に対応して温度制御を行う。主要な態様によれば、前記露光量検出手段は、前記露光基板側で露光量を検出する第1露光量検出手段と、前記露光基板に投影されるパターンが描かれたレチクル側で露光量を検出する第2露光量検出手段とを含む。

他の態様によれば、前記温度制御手段が、露光動作中の前記露光基板の温度上昇を予測して前記ホルダ及び前記テーブルの温度制御を行うことを特徴とする。あるいは、前記ホルダ側の温度を制御する温度コントロールユニットと、前記テーブル側の温度を制御する温度コントロールユニットとを独立して備えていることを特徴とする。更に他の態様によれば、前記温度制御手段は、温度制御される制御対象中に設けられており、温度制御された熱媒体が循環する循環路、もしくはペルチェ素子を含むことを特徴とする。30

【0010】

本発明によれば、温度制御手段によって、基準マーク及び移動鏡に対する熱の移動が制御され、基準マークと移動鏡の位置関係が略一定に保持される。このため、基準マークを利用したベースライン計測や移動鏡を利用したステージ位置計測が良好に行われ、更には露光動作も正確に行われる。40

【0011】

この発明の前記及び他の目的、特徴、利点は、以下の詳細な説明及び添付図面から明瞭になろう。

【0012】**【発明の実施の形態】**

以下、発明の実施の形態について、実施例を参照しながら詳細に説明する。

【実施例1】

最初に、図1を参照しながら実施例1について説明する。同図において、ウエハ10はウエハホルダ12上に真空吸着により固定されている。このウエハホルダ12はウエハテーブル14に支持されており、ウエハテーブル14はベース16上に固定されている。これ50

らによって、ウエハステージ部18が構成されている。

【0013】

ウエハテーブル14上には、ウエハステージ部18の位置を干渉計で計測するための移動鏡20、アライメント系(図示せず)と投影光学系22との相対的な位置関係を計測するためのベースラインチェックシーケンスで用いられる基準マーク24、投影光学系22の倍率やフォーカスを一定に保つための制御を行うために、レチクル26及び投影光学系22を通過した露光光の光量を測定する照射量モニタ28が配置されている。以上の点は、上述した背景技術と同様である。

【0014】

更に、本実施例では、前記ウエハホルダ12及びウエハテーブル14中に熱媒体が循環する循環路30,32がそれぞれ設けられている。これらの循環路30,32は、温度コントロールユニット34,36にそれぞれ接続しており、これらの温度コントロールユニット34,36によって温度が調整された熱媒体、例えば液体や気体がそれぞれ供給されるようになっている。

10

【0015】

次に、本実施例の作用を説明する。水銀ランプなどの光源(図示せず)から射出された露光光は、照明光学系(図示せず)を通過してレチクル26に照射される。このレチクル26上には、ウエハ10上に形成しようとするデバイスに対応するパターンがクロムなどによって刻まれている。このパターンに対応してレチクル26を通過した露光光は、投影レンズ22により、例えば縮小されてウエハステージ部18にセットされているウエハ10に照射され、レチクルパターンが投影露光される。以上の動作は、一般的な露光装置と同様である。

20

【0016】

この場合において、温度コントロールユニット34からは所定温度にコントロールされた熱媒体が供給されており、これがウエハホルダ12中の循環路30を循環している。また、温度コントロールユニット36からも所定温度にコントロールされた熱媒体が供給されており、これがウエハテーブル14中の循環路32を循環している。

【0017】

まず、露光動作の開始前に露光光量を計測する場合、照射量モニタ28に露光光が入射するように、ウエハテーブル14が移動する。照射量モニタ28に露光光が照射されて計測が開始されると、照射量モニタ28の温度が上昇する。この熱は、同図に矢印F1で示すように、ウエハテーブル14に伝達される。しかし、このウエハテーブル14では循環路32中を熱媒体が循環している。このため、ウエハテーブル14に伝達された熱は外部に排出されるようになり、ウエハテーブル14上に配置された移動鏡20や基準マーク24に対する熱の移動が抑制される。

30

【0018】

次に、露光動作が開始されると、露光光のエネルギーを吸収してウエハ10の温度が上昇する。ウエハ10の熱は、矢印F2で示すようにウエハホルダ12側に徐々に伝達される。ところが、ウエハホルダ12が上述したように温度コントロールされているため、ウエハ10側から伝わった熱は、循環路30中の熱媒体に移ってホルダ外部に排出される。また、矢印F3で示すように、ウエハホルダ12からウエハテーブル14に熱が伝達されたとしても、今度はウエハテーブル14内の循環路30を循環している熱媒体によって外部に排出される。

40

【0019】

更に、以上の露光光量測定や露光動作の際には、ステージ移動を行う必要から、ウエハステージ部18がモータ(図示せず)によって駆動される。モータは駆動することにより発熱するため、ステージが移動する度にウエハステージ部18の温度が上昇し、矢印F4で示すようにウエハテーブル14に熱が伝達される。しかし、ウエハテーブル14は、上述したように温度コントロールされている。このため、モータによる熱も外部に排出されるようになり、移動鏡20や基準マーク24に対する熱の伝達は抑制される。

50

【0020】

このように、各種の動作によって発生する熱は、ウエハホルダ12中の熱媒体及びウエハテーブル14中の熱媒体によって外部に排出される。すなわち、循環路30, 32中の熱媒体によって、移動鏡20や基準マーク24に対する熱の移動が制御される。このため、熱の影響による移動鏡20, 基準マーク24の変位が抑制され、ウエハ10, 移動鏡20及び基準マーク24の相対的な位置関係が略一定に保持される。従って、ウエハステージ部18の位置計測やベースライン計測が精度よく行われるようになり、それらの計測結果に基づいて正確な露光動作を行うことが可能となる。

【0021】

【実施例2】

10

次に、図2を参照しながら実施例2について説明する。上述した実施例では、ウエハ、移動鏡及び基準マークの位置関係を保持することとしている。この点は、露光動作の際には重要である。しかし、パターンの重ね合せ露光を行う場合は、移動鏡と基準マークの位置関係が一定であればよい。これは、一度ベースラインチェックを行えば、その後にウエハと移動鏡及び基準マークとの距離が変化しても、ベースライン量が変化しなければ露光誤差は発生しないからである。

【0022】

しかしながら、移動鏡と基準マークの位置関係が変化してしまうと、ベースラインチェックを行ったとしても、そのチェックによる変化量がアライメントセンサが動いたためなのか、あるいは移動鏡と基準マークの関係が変化したためなのかの判断ができず、パターンの重ね合せ結果に誤差が生じてしまう。本実施例は、これらの点に着目したもので、移動鏡と基準マークの位置関係に熱的な影響が生じないようにしたものである。

20

【0023】

図2に示すように、この実施例では、移動鏡20と基準マーク24とが、共通基部50上に配置された構成となっている。共通基部50は、ウエハテーブル14上に固定されている。共通基部50内には循環路52が設けられており、この循環路52は温度コントロールユニット54に接続されている。温度コントロールユニット54によって、温度が調整された熱媒体が循環路52に供給されるようになっている。なお、ウエハホルダ12とウエハテーブル14に循環路を設けてもよい。その他の構成は、前記実施例と同様である。

【0024】

30

この実施例においては、移動鏡20と基準マーク24が共通基部50上に設置されており、しかもこの共通基部50が温度コントロールユニット54から供給された熱媒体によって温度コントロールされている。従って、図1に矢印F1で示した照射量モニタ側からの熱、矢印F2, F3で示したウエハ側からの熱、矢印F4で示したモータ側からの熱は、いずれも共通基部50で外部に排出され、移動鏡20や基準マーク24には伝達されない。従って、ウエハ10との関係はともかく、移動鏡20と基準マーク24との位置関係に対する熱的な影響は良好に低減され、実施例1と同様に良好な露光動作を行うことが可能となる。

【0025】

【実施例3】

40

次に、図3を参照しながら実施例3について説明する。この実施例は、前記実施例2の変形例で、移動鏡20及び基準マーク24とウエハテーブル14との接合部周囲に循環路60を設けた構成となっている。この循環路60は温度コントロールユニット62に接続されており、これによって温度が調整された熱媒体が循環路60に供給されるようになっている。

【0026】

この実施例3によれば、図1に示した矢印F1～F4方向からの熱は、移動鏡20や基準マーク24に伝わる際に循環路60中を循環する熱媒体によって吸収され、温度コントロールユニット62を介して外部に排出される。これにより、実施例2と同様に、移動鏡20と基準マーク24との位置関係に対する熱的な影響が良好に低減される。また、この実

50

施例によれば、循環路を移動鏡や基準マークの周囲に設ければよいので、簡単に取付けを行うことができる。

【0027】

【実施例4】

次に、図4及び図5を参照しながら実施例4について説明する。上述した各実施例は、いずれも、ウエハステージ部のいずれかに設けた循環路中に一定温度の熱媒体を循環させることで、熱的な影響を低減している。しかし、露光動作中のウエハ温度は必ずしも一定ではなく、通常は露光時間の経過とともに上昇する。図4にはその様子が示されており、(A)に示すように、露光光量は露光開始とともにほぼ時間に比例して増大する。これに対するウエハの温度は、(B)に示すように、露光開始とともに徐々に増大するが、やがては一定温度に近づく。してみると、熱媒体を一定温度として循環させるよりも、このような温度上昇を予測して熱媒体の温度を制御した方がより的確に熱的影響を低減できる。

10

【0028】

図5には、本実施例にかかる露光装置の主要部が示されている。同図において、光源70から出力された露光光は、照明光学系72を介してレチクル26に入射する。レチクル26は、レチクルステージ74上に保持されており、このレチクルステージ74上にはその位置計測を行うための移動鏡76が設けられている。レチクル26を透過した露光光は、投影光学系22を介してウエハ10上に照射される。

【0029】

レチクルステージ74は駆動部78によって駆動され、ウエハステージ部18は駆動部80によって駆動される。これら駆動部78, 80は、主制御部82に接続されている。主制御部82には、レチクルステージ側の干渉計84, ウエハステージ側の干渉計86が接続されている。主制御部82では、これらの計測値を参照して、各ステージの駆動制御が行われる。

20

【0030】

次に、照明光学系72中に含まれているミラー72Aの露光光透過側には、インテグレータセンサ88が設けられており、ミラー72Aのレチクル側からの反射光透過側には、反射率モニタ90が設けられている。これらインテグレータセンサ88, 反射率モニタ90は、上述した照射量モニタ28とともに、露光量制御部91に接続されている。露光量制御部91は、これらのセンサ及びモニタの出力を参照して、光源10の発光量、すなわち露光光量を制御する。なお、具体的な露光量制御の手法については、例えば特開平6-349712号公報に開示されている。

30

【0031】

ところで、本実施例では、照射量モニタ28, インテグレータセンサ88, 反射率モニタ90が温度予測装置92に接続されている。温度予測装置92では、それらから得られる情報に基づいて、ウエハステージ部18における温度上昇の程度が予測される。上述したように、照射量モニタ28では、露光前においてウエハ側に実際に照射される露光光量がモニタされる。インテグレータセンサ88では、光源70から出力される露光光の強度が検知される。また、反射率モニタ90では、レチクル26やウエハ10による露光光の反射の程度がモニタされる。これらインテグレータセンサ88及び反射率モニタ90は、露光動作の有無にかかわらず動作可能である。

40

【0032】

温度予測装置92の出力側は、温度コントロールユニット94に接続されており、この温度コントロールユニット94によって前記実施例のいずれかに相当する循環路に熱媒体が供給されるようになっている。

【0033】

次に、本実施例の作用を説明すると、まず露光開始前のウエハ側における露光光量が照射量モニタ28で計測される。また、光源70の出力光量はインテグレータセンサ88で検出され、レチクル26やウエハ10による露光光の反射量は反射率モニタ90で検出される。温度予測装置92では、これらの結果から、どの程度の露光光が光源70から出力さ

50

れているか、そしてそれらのうちのどの程度がウエハ側に照射されてどの程度が反射されているかが把握される。

【0034】

露光動作が開始されると、照射量モニタ28による計測は行われないが、インテグレータセンサ88及び反射率モニタ90による計測は続行される。温度予測装置92では、インテグレータセンサ88の出力から光源70の出力の低下の程度が把握され、反射率モニタ90の出力からどの程度の露光光が反射されて戻っているかが把握される。これらを露光開始時におけるウエハ側への照射量から差し引くと、その時点における露光光量があおよそ予測される。すなわち、図4(A)に示したグラフが予測される。すると、同図(B)に示すウエハステージ部18の温度上昇の程度も予測される。温度予測装置92では、このような温度予測が行われ、この予測結果に基づいて温度コントロールユニット94が制御される。例えば、熱媒体の温度が、同図(B)の温度上昇に対して同図(C)に示すように制御される。

【0035】

このように、本実施例によれば、ウエハステージ部18のいずれかに設けられた循環路中の熱媒体の温度が、ウエハ側で露光量を検出する手段(照射量モニタ28)と、レチクル側で露光量を検出する手段(インテグレータセンサ88、反射率モニタ90)による検出結果に基づいて予測制御される。このため、ウエハステージ部18の温度が露光動作の進行に伴って上昇するような場合にも良好に追随でき、前記実施例と同様に、ウエハ10、移動鏡20及び基準マーク24の位置的な関係が良好に保持される。

【0036】

【他の実施例】

この発明には数多くの実施の形態があり、以上の開示に基づいて多様に改変することが可能である。例えば、次のようなものも含まれる。

(1) 前記実施例では、温度コントロールの熱媒体として流体、例えば空気などの気体や液体を用いたが、ペルチェ素子などの固体を用いてもよい。

(2) 前記実施例では、ウエハに対して露光を行う場合であるが、液晶表示素子用のガラス基板など、露光基板はどのようなものでもよい。

【0037】

(3) 前記実施例1では、ホルダ側とテーブル側で独立して温度コントロールユニットを設けたが、このようにするとホルダ側とテーブル側で別個独立して熱媒体の温度をコントロールできる。しかし、その必要がないときは両者に共通に温度コントロールユニットを設けるようにしてよい。前記実施例を組み合わせるようにして、温度制御効果を更に高めるようにしてもよい。

(4) 前記実施例は、いずれも主として温度上昇の場合を扱ったが、温度が低下する場合には熱媒体から熱が供給されるため、同様の効果を得ることができる。すなわち、本発明は、温度変動全般にわたって上述した効果を得ることができる。

【0038】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、次のような効果がある。

(1) 基準マーク及び移動鏡に対する熱の移動を制御するための温度制御手段を設けることとしたので、基準マークと移動鏡の位置関係に対する熱的な影響が低減され、更には正確な露光動作を行うことが可能となる。

(2) 露光基板に対する露光量を検出するとともに、この検出結果に基づいて前記露光基板の温度上昇の程度を予測し、この予測温度に対応して前記露光基板の温度制御を行うこととしたので、露光量が変動しても基準マークと移動鏡の位置関係が良好に保持され、正確な露光動作を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1の装置構成を示す図である。

【図2】この発明の実施例2の装置構成を示す図である。

10

20

30

40

50

【図3】この発明の実施例3の装置構成を示す図である。

【図4】露光量，ウエハ温度及び実施例4における熱媒体の温度の関係を示すグラフである。

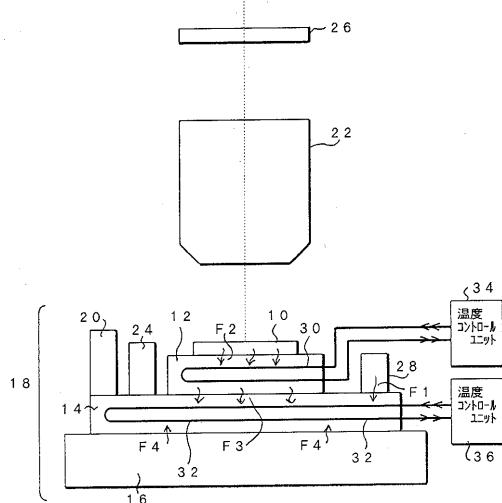
【図5】この発明の実施例4の装置構成を示す図である。

【図6】背景技術の露光装置の一例を示す図である。

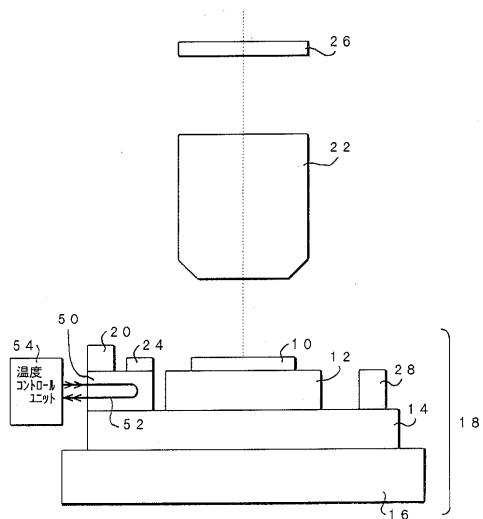
【符号の説明】

1 0	… ウエハ	10
1 2	… ウエハホルダ	
1 4	… ウエハテーブル	
1 6	… ベース	
1 8	… ウエハステージ部	
2 0 , 7 6	… 移動鏡	
2 2	… 投影光学系	
2 4	… 基準マーク	
2 6	… レチクル	
2 8	… 照射量モニタ	
3 0 , 3 2 , 5 2 , 6 0	… 循環路	
3 4 , 3 6 , 5 4 , 6 2 , 9 4	… 温度コントロールユニット	
5 0	… 共通基部	
7 0	… 光源	20
7 2	… 照明光学系	
7 4	… レチクルステージ	
7 8 , 8 0	… ステージ駆動部	
8 2	… 主制御部	
8 4 , 8 6	… 干渉計	
8 8	… インテグレータセンサ	
9 0	… 反射率モニタ	
9 1	… 露光量制御部	
9 2	… 温度予測装置	

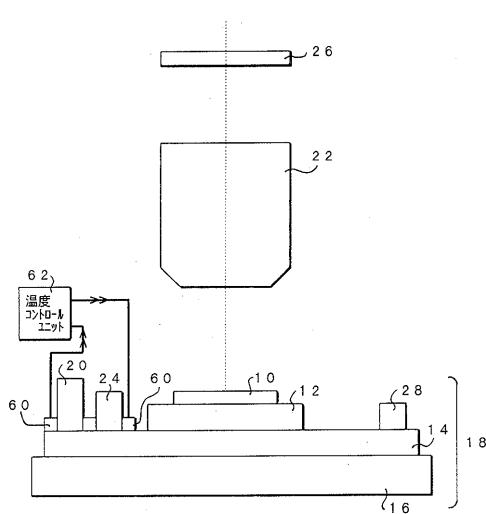
【図1】



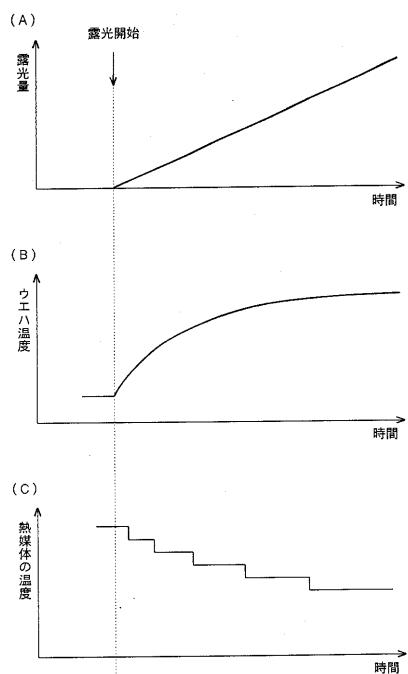
【図2】



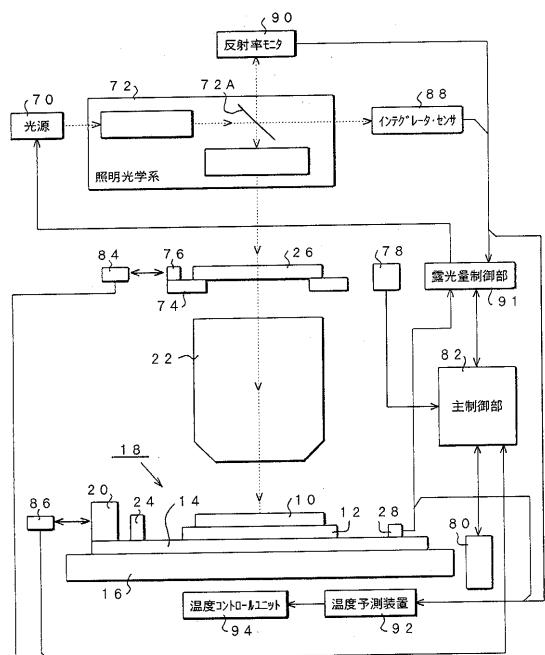
【図3】



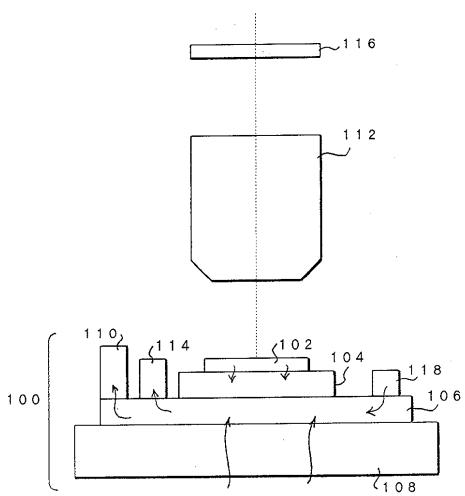
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平08-167549 (JP, A)
特開平07-130639 (JP, A)
特開平07-094402 (JP, A)
特開平07-066111 (JP, A)
特開平06-291022 (JP, A)
特開平06-037172 (JP, A)
特開平05-205998 (JP, A)
特開平05-114541 (JP, A)
特開平05-006850 (JP, A)
特開平03-091916 (JP, A)
実開平01-140818 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01L 21/027

G03F 9/00