

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2008年11月13日 (13.11.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/136404 A1

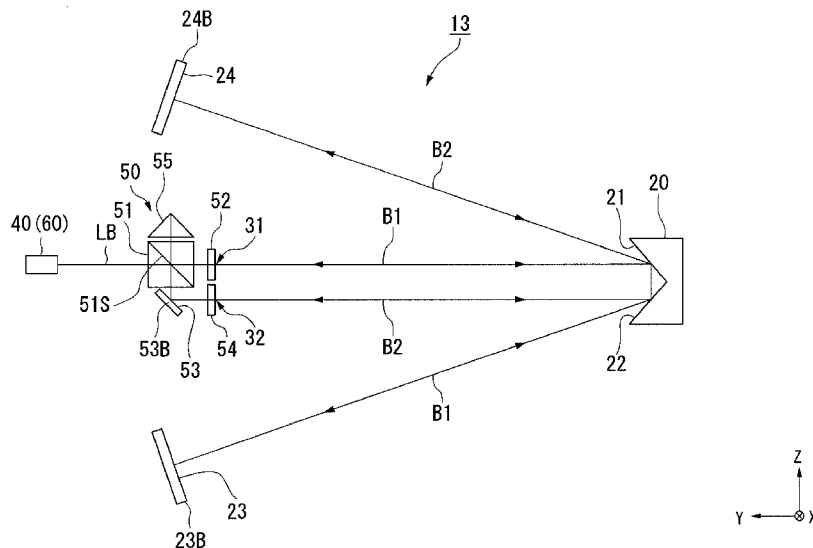
- (51) 国際特許分類:
G01B 9/02 (2006.01) G02B 5/08 (2006.01)
G01B 11/00 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/058058
- (22) 国際出願日: 2008年4月25日 (25.04.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-120335 2007年4月27日 (27.04.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 栗山 要助 (KURIYAMA, Yosuke) [JP/JP]; 〒1008331 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL MEMBER, INTERFEROMETER SYSTEM, STAGE APPARATUS, EXPOSURE APPARATUS AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 光学部材、干渉計システム、ステージ装置、露光装置、及びデバイス製造方法

[図5]



(57) Abstract: An optical member is irradiated with light for measuring positional information relating to a first direction. The optical member is provided with a first reflection surface where light traveling in a second direction intersecting the first direction enters, and a second reflection surface where light traveling in the second direction enters. The first reflection surface and the second reflection surface are optically connected, and light reflected by one of the first reflection surface and the second reflection surface enters the other reflection surface.

(57) 要約: 光学部材は、第1方向に関する位置情報を計測するために光が照射される。光学部材は、第1方向と交差する第2方向に進行する光が入射する第1反射面と、第2方向に進行する光が入射する第2反射面とを備える。第1反射面と第2反射面とは光学的に接続

[続葉有]

WO 2008/136404 A1



SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

光学部材、干渉計システム、ステージ装置、露光装置、及びデバイス製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光学部材、干渉計システム、ステージ装置、露光装置、及びデバイス製造方法に関するものである。

本願は、2007年4月27日に出願された特願2007-120335号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] リソグラフィ工程で用いられる露光装置は、露光光が照射される感光性の基板を保持しながら移動するステージを備えている。ステージの位置情報は、干渉計システムによって計測される場合が多い。下記特許文献には、干渉計システムに関する技術の一例が開示されている。

特許文献1:特開2005-233966号公報

特許文献2:国際公開第2007/001017号パンフレット

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] 干渉計システムは、ステージに配置された光学部材の反射面に光(ビーム)を照射し、その反射面で反射した光を用いて、ステージの位置情報を計測する。ステージに配置される光学部材が大型化すると、ステージの重量が増える可能性が高くなる。その結果、例えばステージの加速性能が低下したり、ステージを移動するための駆動装置にかかる負荷が大きくなったりする可能性がある。

[0004] 本発明の態様は、大型化を抑制でき、ステージ等の移動体の位置計測を良好に実行できる光学部材を提供することを目的とする。別の目的は、大型化を抑制でき、移動体の位置計測を良好に実行できる干渉計システム、及びその干渉計システムを備えたステージ装置、露光装置を提供することを目的とする。他の目的は、デバイスを良好に製造できるデバイス製造方法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

- [0005] 上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す各図に対応付けした以下の構成を採用している。但し、各要素に付した括弧付き符号はその要素の例示に過ぎず、各要素を限定するものではない。
- [0006] 本発明の第1の態様に従えば、第1方向(Z)に関する位置情報を計測するために光(B1、B2)が照射される光学部材であって、第1方向(Z)と交差する第2方向(Y)に進行する光(B1)が入射する第1反射面(21)と、第2方向(Y)に進行する光(B2)が入射する第2反射面(22)と、を備え、第1反射面(21)と第2反射面(22)とは光学的に接続され、第1反射面(21)及び第2反射面(22)の一方で反射した光は他方に入射する光学部材(20)が提供される。
- [0007] 本発明の第1の態様によれば、大型化を抑制でき、移動体の位置計測を良好に実行できる。
- [0008] 本発明の第2の態様に従えば、第1方向(Z)に関する移動体(2)の位置情報を計測する干渉計システムであって、測定光(B1)を射出する第1射出部(31)と、参照光(B2)を射出する第2射出部(32)と、移動体(2)に配置され、第1方向(Z)と交差する第2方向(Y)に進行する第1射出部(31)からの測定光(B1)が入射する第1反射面(21)と、移動体(2)に配置され、第2方向(Y)に進行する第2射出部(32)からの参照光(B2)が入射する第2反射面(22)と、第2反射面(22)と光学的に接続され、第1位置で実質的に動かない第3反射面(23)と、第1反射面(21)と光学的に接続され、第2位置で実質的に動かない第4反射面(24)と、を備え、第1反射面(21)と第2反射面(22)とは光学的に接続され、第1反射面(21)及び第2反射面(22)の一方で反射した光は他方に入射する干渉計システム(13)が提供される。
- [0009] 本発明の第2の態様によれば、大型化を抑制でき、移動体の位置計測を良好に実行できる。
- [0010] 本発明の第3の態様に従えば、第1方向(Z)と実質的に垂直な所定面内(XY平面内)を移動可能なステージ(2)と、ステージ(2)に配置された第1の態様の光学部材(20)と、を備えたステージ装置が提供される。
- [0011] 本発明の第3の態様によれば、ステージが良好に移動できる。

- [0012] 本発明の第4の態様に従えば、第1方向(Z)と実質的に垂直な所定面内(XY平面内)を移動可能なステージ(2)と、第1方向(Z)に関してステージ(2)の位置情報を計測するために、第2の態様の干渉計システム(13)と、を備えたステージ装置が提供される。
- [0013] 本発明の第4の態様によれば、ステージが良好に移動できる。
- [0014] 本発明の第5の態様に従えば、パターンを有するマスク(M)を介した露光光(EL)で基板(P)を露光する露光装置であって、マスク(M)を保持しながら移動するマスクステージ(1)と、基板(P)を保持しながら移動する基板ステージ(2)と、を備え、マスクステージ(1)及び基板ステージ(2)の少なくとも一方は、第3及び第4の態様のステージ装置を含む露光装置(EX)が提供される。
- [0015] 本発明の第5の態様によれば、良好に移動できるステージ装置を用いて基板を露光できる。
- [0016] 本発明の第6の態様に従えば、第5の態様の露光装置(EX)を用いて基板(P)を露光することと、露光された基板(P)を現像することと、を含むデバイス製造方法が提供される。
- [0017] 本発明の第6の態様によれば、デバイスを良好に製造できる。
- [0018] 本発明の第7の態様に従えば、第1軸に沿った移動体の位置を計測する干渉計システムが提供される。干渉計システムは、前記第1軸、前記第1軸と交差する第2軸、及び前記第1軸及び前記第2軸と交差する第3軸を含む座標系と;前記移動体に配置された第1部材と;前記第2軸に沿って前記移動体から離間して配置された第2部材及び第3部材と;測定ビーム用の第1ルートであり、前記第3軸周りに前記測定ビームが曲がる、前記第1部材での連続する2回の反射と、前記第1部材からの前記測定ビームが前記第1部材に戻る、前記第2部材での少なくとも1回の反射と、を含む前記第1ルートと;参照ビーム用の第2ルートであり、前記第3軸周りに前記参照ビームが曲がる、前記第1部材での連続する2回の反射と、前記第1部材からの前記参照ビームが前記第1部材に戻る、前記第3部材での少なくとも1回の反射と、を含む前記第2ルートと;を備える。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、装置の大型化を抑制でき、移動体の位置計測を良好に実行でき、所望のデバイスを製造できる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本実施形態に係る露光装置の一例を示す模式図である。

[図2]本実施形態に係る干渉計システムを説明するための斜視図である。

[図3]本実施形態に係る光学部材を示す図である。

[図4]本実施形態に係るZ干渉計システムを示す斜視図である。

[図5]本実施形態に係るZ干渉計システムを示す概略構成図である。

[図6]比較例を示す図である。

[図7]本実施形態に係る光学部材の変形例を示す図である。

[図8]Z干渉計システムの他の例を模式的に示す斜視図である。

[図9A]ルーフミラーの一例を示す模式図である。

[図9B]ルーフミラーの他の例を示す模式図である。

[図9C]ルーフミラーの他の例を示す模式図である。

[図10]基板ステージの姿勢が変化したときの干渉計システムにおけるビームの光路の変化を模式的に示す図である。

[図11]マイクロデバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

符号の説明

[0021] 1…マスキステージ、2…基板ステージ、3…計測システム、3M…マスキステージ側干渉計システム、3P…基板ステージ側干渉計システム、4…制御装置、13…Z干渉計システム、20…光学部材、21…第1反射面、22…第2反射面、23…第3反射面、24…第4反射面、40…光源、50…光学系、51…偏光ビームスプリッタ、60…光検出器、B1…測定ビーム、B2…参照ビーム、EL…露光光、EX…露光装置、M…マスク、P…基板

発明を実施するための最良の形態

[0022] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。なお、以下の説明においては、XYZ直交座標系を設定し、このXYZ直交座標系を参照しつつ各部材の位置関係について説明する。そして、水平面内

の所定方向をX軸方向、水平面内においてX軸方向と直交する方向をY軸方向、X軸方向及びY軸方向のそれぞれと直交する方向(すなわち鉛直方向)をZ軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわりの回転(傾斜)方向をそれぞれ、 θX 、 θY 、及び θZ 方向とする。

[0023] 図1は、本実施形態に係る露光装置EXの一例を示す概略構成図である。図1において、露光装置EXは、パターンを有するマスクMを保持しながら移動可能なマスクステージ1と、基板Pを保持しながら移動可能な基板ステージ2と、マスクステージ1を移動可能な第1駆動システム1Dと、基板ステージ2を移動可能な第2駆動システム2Dと、マスクステージ1及び基板ステージ2の位置情報を計測するレーザ干渉計を含む計測システム3と、マスクMを露光光ELで照明する照明系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターンの像を基板Pに投影する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を制御する制御装置4とを備えている。

[0024] なお、ここでいう基板Pは、デバイスを製造するための基板であって、例えばシリコンウエハのような半導体ウエハ等の基材に感光膜が形成されたものを含む。感光膜は、感光材(フォトリソ)の膜である。また、基板Pには、感光膜とは別に保護膜(トップコート膜)等の各種の膜が形成されていてもよい。マスクMは、基板Pに投影されるデバイスパターンが形成されたレチクルを含み、例えばガラス板等の透明板部材上にクロム等の遮光膜を用いて所定のパターンが形成されたものである。この透過型マスクは、遮光膜でパターンが形成されるバイナリーマスクに限られず、例えばハーフトーン型、あるいは空間周波数変調型などの位相シフトマスクも含む。また、本実施形態においては、マスクMとして透過型のマスクを用いるが、反射型のマスクを用いてもよい。

[0025] 本実施形態においては、露光装置EXが、液体LQを介して露光光ELで基板Pを露光する液浸露光装置である場合を例にして説明する。本実施形態においては、投影光学系PLの複数の光学素子のうち、投影光学系PLの像面に最も近い終端光学素子5の像面側の露光光ELの光路空間を液体LQで満たすように液浸空間LSが形成される。なお、露光光ELの光路空間は、露光光ELが通過する光路を含む空間である。液浸空間LSは、液体LQで満たされた空間である。本実施形態においては、

液体LQとして、水(純水)を用いる。

- [0026] 露光装置EXは、液浸空間LSを形成するための液浸部材6を備えている。液浸部材6は、終端光学素子5の近傍に配置されている。液浸部材6としては、例えば国際公開第2006/106907号パンフレット等の開示されているものを用いることができる。液浸空間LSは、終端光学素子5及び液浸部材6と、終端光学素子5及び液浸部材6と対向する位置に配置された物体との間に形成される。本実施形態においては、終端光学素子5及び液浸部材6と対向する位置に配置可能な物体は、基板ステージ2、あるいは基板ステージ2に保持されている基板Pを含む。
- [0027] 本実施形態においては、露光装置EXは、投影光学系PLの投影領域PRを含む基板P上の一部の領域が液体LQで覆われるように液浸空間LSを形成する局所液浸方式を採用する。
- [0028] 本実施形態において、露光装置EXは、マスクMと基板Pとを所定の走査方向に同期移動しつつ、マスクMのパターンの像を基板Pに投影する走査型露光装置(所謂スキャニングステッパ)である。基板Pの露光時において、マスクM及び基板Pは、Z軸とほぼ平行な投影光学系PLの光軸AX(露光光ELの光路)と交差するXY平面内の所定の走査方向に移動される。本実施形態においては、基板Pの走査方向(同期移動方向)をY軸方向とし、マスクMの走査方向(同期移動方向)もY軸方向とする。露光装置EXは、基板Pを投影光学系PLの投影領域PRに対してY軸方向に移動するとともに、その基板PのY軸方向への移動と同期して、照明系ILの照明領域IRに対してマスクMをY軸方向に移動しつつ、投影光学系PLと基板P上の液浸空間LSの液体LQとを介して基板Pに露光光ELを照射する。これにより、マスクMのパターンの像が基板Pに投影され、基板Pは露光光ELで露光される。
- [0029] 照明系ILは、マスクM上の所定の照明領域IRを均一な照度分布の露光光ELで照明する。照明系ILから射出される露光光ELとしては、例えば水銀ランプから射出される輝線(g線、h線、i線)及びKrFエキシマレーザ光(波長248nm)等の遠紫外光(DUV光)、ArFエキシマレーザ光(波長193nm)及びF₂レーザ光(波長157nm)等の真空紫外光(VUV光)等が用いられる。本実施形態においては、露光光ELとして、紫外光(真空紫外光)であるArFエキシマレーザ光が用いられる。

- [0030] マスクステージ1は、リニアモータ等のアクチュエータを含む第1駆動システム1Dにより、マスクMを保持しながら移動可能である。マスクステージ1は、照明系ILからの露光光ELが照射される位置を含むXY平面内を移動可能である。本実施形態においては、照明系ILからの露光光ELが照射される位置は、投影光学系PLの光軸AXと交わる位置を含む。また、マスクステージ1に保持されているマスクMも、照明系ILからの露光光ELが照射される位置を含むXY平面内を移動可能である。本実施形態においては、マスクステージ1は、X軸、Y軸、及び θ Z方向に移動可能である。
- [0031] 投影光学系PLは、マスクMのパターンの像を所定の投影倍率で基板Pに投影する。投影光学系PLの複数の光学素子は、鏡筒PKに保持されている。本実施形態の投影光学系PLは、その投影倍率が例えば $1/4$ 、 $1/5$ 、又は $1/8$ 等の縮小系である。なお、投影光学系PLは縮小系、等倍系及び拡大系のいずれでもよい。本実施形態においては、投影光学系PLの光軸AXはZ軸と平行である。また、投影光学系PLは、反射光学素子を含まない屈折系、屈折光学素子を含まない反射系、反射光学素子と屈折光学素子とを含む反射屈折系のいずれであってもよい。また、投影光学系PLは、倒立像と正立像とのいずれを形成してもよい。
- [0032] 基板ステージ2は、リニアモータ等のアクチュエータを含む第2駆動システム2Dにより、基板Pを保持しながら移動可能である。基板ステージ2は、ベース部材7上を移動する。ベース部材7は、基板ステージ2を移動可能に支持するガイド面7Gを有する。ガイド面7Gは、XY平面とほぼ平行である。基板ステージ2は、終端光学素子5(投影光学系PL)からの露光光ELが照射される位置を含むXY平面内を移動可能である。本実施形態においては、終端光学素子5からの露光光ELが照射される位置は、終端光学素子5の射出面5Kと対向する位置を含み、終端光学素子5の光軸(投影光学系PLの光軸AX)と交わる位置を含む。また、基板ステージ2に保持されている基板Pも、終端光学素子5(投影光学系PL)からの露光光ELが照射される位置を含むXY平面内を移動可能である。本実施形態においては、基板ステージ2は、X軸、Y軸、Z軸、 θ X、 θ Y、及び θ Z方向の6つの方向に移動可能である。
- [0033] 基板ステージ2は、基板Pを保持する基板ホルダ2Hと、基板ホルダ2Hの周囲に配置された上面2Tとを有する。基板ステージ2の上面2Tは、XY平面とほぼ平行な平

坦面である。基板ホルダ2Hは、基板ステージ2上に設けられた凹部2Cに配置されている。基板ホルダ2Hは、基板Pの表面とXY平面とがほぼ平行となるように、基板Pを保持する。基板ホルダ2Hに保持された基板Pの表面と基板ステージ2の上面2Tとは、ほぼ同一平面内に配置され、ほぼ面一である。

[0034] 次に、計測システム3について説明する。計測システム3は、マスクステージ1の位置情報、及び基板ステージ2の位置情報を計測する。計測システム3は、複数のレーザ干渉計を含む。計測システム3は、マスクステージ1の位置情報を計測するマスクステージ用干渉計システム3Mと、基板ステージ2の位置情報を計測する基板ステージ用干渉計システム3Pとを含む。

[0035] 図2は、基板ステージ2及び基板ステージ用干渉計システム3Pを示す概略斜視図である。基板ステージ用干渉計システム3Pは、X軸方向に関する基板ステージ2の位置情報を計測するX干渉計システム11と、Y軸方向に関する基板ステージ2の位置情報を計測するY干渉計システム12と、Z軸方向に関する基板ステージ2の位置情報を計測するZ干渉計システム13とを有する。

[0036] 基板ステージ2は、X軸方向に関する位置情報を計測するためにX干渉計システム11からのレーザビームBXが照射されるX反射面14と、Y軸方向に関する位置情報を計測するためにY干渉計システム12からのレーザビームBYが照射されるY反射面15と、Z軸方向に関する位置情報を計測するためにZ干渉計システム13からのレーザビームが照射される光学部材20とを備えている。

[0037] X反射面14は、X軸と垂直な面である。換言すれば、X反射面14は、YZ平面と平行な面である。X干渉計システム11は、X軸を計測軸とする。X干渉計システム11からのレーザビームBXは、X軸方向に進行して、X反射面14に入射する。X干渉計システム11は、X反射面14で反射したレーザビームBXを受光して、X軸方向に関するX反射面14の位置情報を計測する。

[0038] Y反射面15は、Y軸と垂直な面である。換言すれば、Y反射面15は、XZ平面と平行な面である。Y干渉計システム12は、Y軸を計測軸とする。Y干渉計システム12からのレーザビームBYは、Y軸方向に進行して、Y反射面15に入射する。Y干渉計システム12は、Y反射面15で反射したレーザビームBYを受光して、Y軸方向に関する

Y反射面15の位置情報を計測する。

[0039] Z干渉計システム13は、Z軸方向に関する位置情報を計測するために、光学部材20にレーザビームを照射する。Z干渉計システム13からのレーザビームは、測定ビームB1及び参照ビームB2を含む。本実施形態においては、光学部材20は、基板ステージ2の+Y側の側面に配置されている。

[0040] 図3は、光学部材20の側面図である。光学部材20は、Y軸方向に進行する測定ビームB1が入射する第1反射面21と、Y軸方向に進行する参照ビームB2が入射する第2反射面22とを備えている。第1反射面21と第2反射面22とは光学的に接続されており、第1反射面21及び第2反射面22の一方で反射した光は他方に入射する。

[0041] 具体的には、第1反射面21は、X軸とZ軸とを含むXZ平面をX軸周りに第1の角度 θ_1 を傾けた面と平行である。第2反射面22は、X軸とZ軸とを含むXZ平面をX軸周りに第2の角度 θ_2 を傾けた面と平行である。第1反射面21と第2反射面22とがなす角度 θ （第1反射面21と第2反射面22との間の角度）は、90度以外であって、180度よりも小さい。本実施形態においては、角度 θ は、例えば、90度を除き、10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、110、120、130、140、150、160、170、又は180度未満にできる。好ましくは、角度 θ は、90度以外であって、80度以上100、110、120、又は130度以下にできる。より好ましくは、角度 θ は、約91度以上100度以下にできる。例えば、角度 θ は、約91、92、93、94、95、96、97、98、99、又は100度にできる。上記数値は一例であって、所定範囲内で、他の数値を適用可能である。

[0042] 本実施形態において、 θ_1 と θ_2 は同じにできる。他の実施形態において、 θ_1 と θ_2 とを互いに異なるようにできる。 θ_1 及び θ_2 は、例えば、5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、又は90度未満にできる。好ましくは、その角度は、25、30、35、又は40度以上かつ50度以下にできる。より好ましくは、その角度は、約40度以上45度以下にできる。例えば、その角度は、約40、40.5、41、41.5、42、42.5、43、43.5、44、44.5、又は45度にできる。上記数値は一例であって、所定範囲内で、他の数値を適用可能である。

[0043] 本実施形態において、光学部材20での連続する2回のビーム反射は、好ましくは、

X軸周りの合計回転量が 180° を除き、 160° 以上 260° 以下にできる。より好ましくは、合計回転量は、 182° 以上 200° 以下にできる。例えば、 θ は、約 182 、 184 、 186 、 188 、 190 、 192 、 194 、 196 、 198 、又は 200° にできる。上記数値は一例であって、所定範囲内で、他の数値を適用可能である。

[0044] 図4は、Z干渉計システム13を示す概略斜視図、図5は、Z干渉計システム13を示す概略構成図である。図4及び図5において、Z干渉計システム13は、測定ビームB1を射出する第1射出部31と、参照ビームB2を射出する第2射出部32と、光学部材20の第2反射面22と光学的に接続され、第1位置でほぼ動かない第3反射面23と、光学部材20の第1反射面21と光学的に接続され、第2位置でほぼ動かない第4反射面24とを備えている。第1位置は、光学部材20に対して-Z側であって、第1反射面21と対向する位置を含む。第2位置は、光学部材20に対して+Z側であって、第2反射面22と対向する位置を含む。換言すると、第3反射面23及び第4反射面24は、Z軸に沿った光学部材20の光学的な中心位置を通るXY面を挟んで、両側に分かれて配置されている。Z干渉計システム13は、光学部材20に測定ビームB1及び参照ビームB2を照射し、光学部材20からの測定ビームB1及び参照ビームB2を受光して、測定ビームB1及び参照ビームB2に基づく干渉情報を取得する。

[0045] 第1射出部31から射出される測定ビームB1は、Y軸方向(-Y方向)に進行し、光学部材20の第1反射面21に入射する。第2射出部32から射出される参照ビームB2は、Y軸方向(-Y方向)に進行し、光学部材20の第2反射面22に入射する。

[0046] 第3反射面23は、第1位置でほぼ動かないように配置されている。本実施形態においては、第3反射面23は、ほぼ動かないように所定の支持機構に固定された固定部材23Bに配置されている。

[0047] 第3反射面23は、X軸とZ軸とを含むXZ平面をX軸周りに所定角度を傾けた面と平行である。第3反射面23は、第1反射面21と対向し、第2反射面22と光学的に接続されている。

[0048] 第4反射面24は、第2位置でほぼ動かないように配置されている。本実施形態においては、第4反射面24は、ほぼ動かないように所定の支持機構に固定された固定部材24Bに配置されている。

- [0049] 第4反射面24は、X軸とZ軸とを含むXZ平面をX軸周りに所定角度を傾けた面と平行である。第4反射面24は、第2反射面22と対向し、第1反射面21と光学的に接続されている。
- [0050] 本実施形態においては、Z干渉計システム13は、所謂ダブルパス方式のレーザ干渉計システムであって、レーザビームLBを射出する光源40と、第3反射面23との間で測定ビームB1を少なくとも2往復させるとともに、第4反射面24との間で参照ビームB2を少なくとも2往復させる光学系50と、光検出器60とを備えている。
- [0051] 光学系50は、光源40より射出されたレーザビームLBを測定ビームB1と参照ビームB2とに分離する偏光ビームスプリッタ51と、偏光ビームスプリッタ51と第1反射面21との間の光路上に配置された $\lambda/4$ 板52(52A、52B)と、偏光ビームスプリッタ51と第2反射面22との間の光路上に配置された $\lambda/4$ 板54(54A、54B)と、偏光ビームスプリッタ51の+Z側に配置されたコーナーキューブ55と、偏光ビームスプリッタ51の-Z側に配置された反射面53を有する反射ミラー53Bとを備えている。
- [0052] 光源40から射出されたレーザビームLBは、偏光ビームスプリッタ51に入射する。偏光ビームスプリッタ51は、入射したレーザビームLBを、第1偏光状態の測定ビームB1と、第2偏光状態の参照ビームB2とに分離する偏光分離面51Sを有する。光源40より射出され、偏光ビームスプリッタ51に入射したレーザビームLBは、第1偏光状態の測定ビームB1と、第2偏光状態の参照ビームB2とに分離される。参照ビームB2は、偏光分離面51Sで反射して、偏光ビームスプリッタ51の-Z側の面より射出される。測定ビームB1は、偏光分離面51Sを通過して、偏光ビームスプリッタ51の-Y側の面より射出される。以下の説明では、一例として、偏光ビームスプリッタ51(偏光分離面51S)が、光源40からのレーザビームLBを、P偏光状態の測定ビームB1と、S偏光状態の参照ビームB2とに分離する場合を例にして説明する。
- [0053] 偏光分離面51Sを通過して、-Y方向に進行するP偏光状態の測定ビームB1は、 $\lambda/4$ 板52(52A)を通過して、円偏光状態の光に変換された後、第1反射面21に照射される。
- [0054] 第1反射面21に照射され、第1反射面21で反射した測定ビームB1は、第2反射面22に入射する。第2反射面22に入射し、第2反射面22で反射した測定ビームB1は

、第3反射面23に入射する。

[0055] 第3反射面23は、平面であり、第2反射面22からの測定ビームB1は、第3反射面23にほぼ垂直に入射する。第3反射面23に入射した測定ビームB1は、第3反射面23で反射し、第2反射面22に入射する。第2反射面22に照射され、第2反射面22で反射した測定ビームB1は、第1反射面21に入射する。第1反射面21に入射し、第1反射面21で反射した測定ビームB1は、+Y方向に進行し、 $\lambda/4$ 板52(52A)を再び通過して、S偏光状態の光に変換された後、偏光ビームスプリッタ51の-Y側の面より偏光ビームスプリッタ51に再入射する。

[0056] 偏光ビームスプリッタ51に再入射したS偏光状態の測定ビームB1は、偏光分離面51Sで反射して、+Z方向に進行し、偏光ビームスプリッタ51の+Z側の面より射出され、コーナーキューブ55に入射する。コーナーキューブ55に入射した測定ビームB1は、コーナーキューブ55の内部で+X方向に進行した後、-Z方向に進行して、コーナーキューブ55の-Z側の面より射出される。コーナーキューブ55の-Z側の面より射出された測定ビームB1は、偏光ビームスプリッタ51の+Z側の面に入射し、偏光分離面51Sで反射した後、-Y方向に進行して、偏光ビームスプリッタ51の-Y側の面より射出される。偏光分離面51Sで反射して、-Y方向に進行するS偏光状態の測定ビームB1は、 $\lambda/4$ 板52(52B)を通過して、円偏光状態の光に変換された後、第1反射面21に照射される。

[0057] 第1反射面21に照射され、第1反射面21で反射した測定ビームB1は、第2反射面22に入射する。第2反射面22に入射し、第2反射面22で反射した測定ビームB1は、第3反射面23に入射する。第3反射面23に入射した測定ビームB1は、第3反射面23で反射し、第2反射面22に入射する。第2反射面22に照射され、第2反射面22で反射した測定ビームB1は、第1反射面21に入射する。第1反射面21に入射し、第1反射面21で反射した測定ビームB1は、+Y方向に進行し、 $\lambda/4$ 板52(52B)を再び通過して、P偏光状態の光に変換された後、偏光ビームスプリッタ51の-Y側の面より偏光ビームスプリッタ51に再入射する。

[0058] 偏光ビームスプリッタ51に再入射したP偏光状態の測定ビームB1は、偏光分離面51Sを通過して、+Y側の面より射出され、光検出器60に入射する。

- [0059] 一方、光源40より射出され、偏光分離面51Sで反射したS偏光状態の参照ビームB2は、 $-Z$ 方向に進行し、偏光ビームスプリッタ51の $-Z$ 側の面より射出され、反射面53で反射して、 $-Y$ 方向に進行して、 $\lambda/4$ 板54(54A)に入射する。 $-Y$ 方向に進行するS偏光状態の参照ビームB2は、 $\lambda/4$ 板54(54A)を通過して、円偏光状態の光に変換された後、第2反射面22に照射される。
- [0060] 第2反射面22に照射され、第2反射面22で反射した参照ビームB2は、第1反射面21に入射する。第1反射面21に入射し、第1反射面21で反射した参照ビームB2は、第4反射面24に入射する。
- [0061] 第4反射面24は、平面であり、第1反射面21からの参照ビームB2は、第4反射面24にほぼ垂直に入射する。第4反射面24に入射した参照ビームB2は、第4反射面24で反射し、第1反射面21に入射する。第1反射面21に照射され、第1反射面21で反射した参照ビームB2は、第2反射面22に入射する。第2反射面22に入射し、第2反射面22で反射した参照ビームB2は、 $+Y$ 方向に進行し、 $\lambda/4$ 板54(54A)を再び通過して、P偏光状態の光に変換された後、反射面53を介して、偏光ビームスプリッタ51の $-Z$ 側の面より偏光ビームスプリッタ51に再入射する。
- [0062] 偏光ビームスプリッタ51に再入射したP偏光状態の参照ビームB2は、偏光分離面51Sを通過して、 $+Z$ 方向に進行し、偏光ビームスプリッタ51の $+Z$ 側の面より射出され、コーナーキューブ55に入射する。コーナーキューブ55に入射した参照ビームB2は、コーナーキューブ55の内部で $+X$ 方向に進行した後、 $-Z$ 方向に進行して、コーナーキューブ55の $-Z$ 側の面より射出される。コーナーキューブ55の $-Z$ 側の面より射出された参照ビームB2は、偏光ビームスプリッタ51の $+Z$ 側の面に入射し、偏光分離面51Sを通過した後、偏光ビームスプリッタ51の $-Z$ 側の面より射出される。偏光分離面51Sを通過して、 $-Z$ 方向に進行するP偏光状態の参照ビームB2は、反射面53で反射して、 $-Y$ 方向に進行する。 $-Y$ 方向に進行する参照ビームB2は、 $\lambda/4$ 板54(54B)を通過して、円偏光状態の光に変換された後、第2反射面22に照射される。
- [0063] 第2反射面22に照射され、第2反射面22で反射した参照ビームB2は、第1反射面21に入射する。第1反射面21に入射し、第1反射面21で反射した参照ビームB2は

、第4反射面24に入射する。第4反射面24に入射した参照ビームB2は、第4反射面24で反射し、第1反射面21に入射する。第1反射面21に照射され、第1反射面21で反射した参照ビームB2は、第2反射面22に入射する。第2反射面22に入射し、第2反射面22で反射した参照ビームB2は、+Y方向に進行し、 $\lambda/4$ 板54(54B)を再び通過して、S偏光状態の光に変換された後、反射面53を介して、偏光ビームスプリッタ51の-Z側の面より偏光ビームスプリッタ51に再入射する。

[0064] 偏光ビームスプリッタ51に再入射したS偏光状態の参照ビームB2は、偏光分離面51Sで反射して、+Y側の面より射出され、光検出器60に入射する。

[0065] 光検出器60は、偏光ビームスプリッタ51からの測定ビームB1及び参照ビームB2を受光する。Z干渉計システム13は、光検出器60に入射した測定ビームB1と参照ビームB2とに基づいて、Z軸方向に関する基板ステージ2(光学部材20)の位置情報を計測する。Z軸方向に関する基板ステージ2(光学部材20)の位置が変化すると、測定ビームB1、参照ビームB2の光路長が変化する。Z干渉計システム13は、その光路長の変化に基づいて、Z軸方向に関する基板ステージ2(光学部材20)の位置情報を計測する。

[0066] 基板Pを露光するとき、制御装置4は、計測システム3を用いて、マスクステージ1及び基板ステージ2の位置情報を計測しつつ、マスクM及び基板Pを移動しながら、基板P上のショット領域を露光する。制御装置4は、マスクステージ用干渉計システム3Mの計測結果に基づいて第1駆動システム1Dを駆動し、マスクステージ1に保持されているマスクMの位置制御を行うとともに、基板ステージ側干渉計システム3Pの計測結果に基づいて第2駆動システム2Dを駆動し、基板ステージ2に保持されている基板Pの位置制御を行いながら、基板Pを露光する。

[0067] 以上説明したように、本実施形態によれば、Z干渉計システム13及び光学部材20を用いて、Z軸方向に関する基板ステージ2の位置情報を計測することができる。また、本実施形態によれば、光学部材20の大型化が抑制される。

[0068] 図6は、比較例を示す図である。図6において、光学部材20Jの第1反射面21Jと第2反射面22Jとがなす角度 θ は180度よりも大きい。図6に示す例においても、光学系50が配置されており、測定ビームB1及び参照ビームB2は、光学部材20Jとの間

で2往復する。図6に示す例において、例えば、基板ステージ2(光学部材20J)が θ X方向に回転した場合、第1反射面21Jに1回目に照射される測定ビームB1の位置に対して、2回目に照射される測定ビームB1の位置が、大きく変化する可能性がある。同様に、基板ステージ2(光学部材20J)が θ X方向に回転した場合、第2反射面22Jに1回目に照射される参照ビームB2の位置に対して、2回目に照射される参照ビームB2の位置が、大きく変化する可能性がある。その場合、測定ビームB1、参照ビームB2を、第1反射面21J、第2反射面22Jで良好に反射するために、光学部材20Jを大型化する必要がある。その場合、基板ステージ2の重量が増え、基板ステージ2の加速性能が低下したり、第2駆動システム2Dにかかる負荷が大きくなったりする可能性がある。また、偏光ビームスプリッタ51等を含む光学系50を大型化する必要がある可能性もある。

[0069] 本実施形態においては、第1反射面21と第2反射面22とがなす角度 θ が180度よりも小さい光学部材20、所謂ループ型の光学部材20を用いているので、光学部材20の大型化を抑制しつつ、光学部材20(基板ステージ2)の位置計測を良好に実行できる。

[0070] また、本実施形態において、Z干渉計システム13は、所謂ダブルパス方式であり、コーナーキューブ55を用いて、入射した測定ビームB1及び参照ビームB2をX軸方向にシフトする。ダブルパス方式を採用することにより、X軸方向に関して測定ビームB1及び参照ビームB2が大きくシフトすることを抑制でき、Z干渉計システム13の大型化を抑制できる。

[0071] なお、図7に示すように、光学部材20Bが、第1反射面21と、第2反射面22と、Y軸に垂直な反射面(XZ面にある)15Bとを備えていてもよい。このような光学部材20Bを用いることによって、Y干渉計システム12Bは、光学部材20BのY反射面15Bを用いて、Y軸方向に関する位置計測を実行できる。基板ステージ2に、光学部材20Bとは別に反射面を設け、それに対応したY干渉計システムで得られたY軸方向に関する位置に関する情報と、反射面15Bとそれに対応したY干渉計システム12Bで得られた計測結果とに基づいて、基板ステージ2の θ X方向の変位を求めるようにしてもよい。Z干渉計システム13は、光学部材20Bの第1反射面21及び第2反射面22を用

いて位置計測処理を実行できる。また、反射面15BがX軸と垂直となるように光学部材20Bを配置することによって、X軸方向に関する位置計測を実行できる。

[0072] 図8は、図7に示すような光学部材20Bを用いたZ干渉計システム13を示す模式的な斜視図である。

[0073] 本実施形態において、Z干渉計システム13は、図8に示すように、偏光ビームスプリッタ51、1/4波長板52、54、反射ミラー53B、コーナーキューブ55、移動鏡としての光学部材20B、及び固定鏡としてのルーフミラー254、255を含み、さらに必要に応じて、ビームの光軸を調整するための調整機構256、257、258、259を含む。

[0074] 本実施形態において、調整機構256、257、258はそれぞれ、対面配置される2つの光学素子と、各光学素子を保持・固定するための固定具(不図示)とを含む。各調整機構256、257、258において、2つの光学素子(偏角レンズなど)の相対的な位置(光軸を中心とする回転位置など)を変化させ、ビームの光軸などを調整することができる。調整機構259は、調整機構256、257、258と同様の形態、又は異なる形態を有する。例えば、調整機構259は、光軸シフト機能、及び縮小機能の少なくとも1つを有することができる。なお、調整機構の形態、数、及び配置位置は図8の例に限定されない。

[0075] 光源40からのレーザビーム250は、波長が安定化された互いに偏光方向が直交する一対の偏光成分を含む。以下の説明では、光源40からのレーザビーム250が、偏光ビームスプリッタ51(偏光分離面51S)において、P偏光状態の参照ビーム240と、S偏光状態の測定ビーム241とに分離される場合を一例とする。これらは逆にすることもできる。

[0076] Z干渉計システム13は、光学部材20Bに参照ビーム240及び測定ビーム241を照射し、光学部材20Bからの参照ビーム240及び測定ビーム241を受光して干渉情報を取得することができる。

[0077] 本実施形態において、光源40と偏光ビームスプリッタ51との間におけるレーザビーム250の光路上には必要に応じて調整機構256が配設されており、レーザビーム250の光軸が調整される。調整機構256は、例えば、参照ビーム240の垂直度調整等のために用いられる。

- [0078] レーザビーム250は、XY面内を-Y方向に進んで偏光ビームスプリッタ51の偏光分離面51Sに入射し、その偏光分離面51Sによって直交する偏光成分、すなわち2つの周波数成分(P偏光成分、S偏光成分)に分割される。
- [0079] 参照ビーム240(P偏光成分)は、偏光ビームスプリッタ51における偏光分離面51Sを透過して-Y方向に進むとともに、第1面51bの出射位置P11から出射する。測定ビーム241(S偏光成分)は、偏光ビームスプリッタ51における偏光分離面51Sで反射して折り曲げられ、-Z方向に進むとともに、第2面51cの出射位置P12から出射する。
- [0080] 偏光ビームスプリッタ51からの参照ビーム240は、1/4波長板52によって円偏光状態の光に変換された後、光学部材20Bの第1反射面21に照射される。偏光ビームスプリッタ51からの測定ビーム241は、反射ミラー53Bの反射面53で折り曲げられて-Y方向に進む。反射ミラー53Bと光学部材20Bとの間における測定ビーム241の光路上には必要に応じて調整機構257が配設されており、測定ビーム241の光軸が調整される。調整機構257は、例えば、測定ビーム241の垂直度調整等のために用いられる。反射ミラー53Bからの測定ビーム241は、1/4波長板54によって円偏光状態の光に変換された後、調整機構257を経由して、光学部材20Bの第2反射面22に照射される。なお、1/4波長板52、54は、偏光ビームスプリッタ51から離間して配置でき、又は偏光ビームスプリッタ51に接触して配置できる。
- [0081] 本実施形態において、光学部材20Bは、XZ面に平行に配される反射面15Bと、X軸と平行かつXZ平面から傾けて配される第1反射面21と、X軸と平行かつXZ平面から第1反射面21とは逆方向に傾けて配される第2反射面22とを含む。第1反射面21と第2反射面22とは光学的に接続されており、第1反射面21及び第2反射面22の一方で反射したビームは他方に入射することができる。本実施形態において、光学部材20Bに入射したビームは、第1反射面21及び第2反射面22で連続して2回反射する。
- [0082] 具体的には、第1反射面21は、X軸とZ軸とを含むXZ面をX軸周りに第1の角度 θ_1 を傾けた面と平行である。第2反射面22は、X軸とZ軸とを含むXZ面をX軸周りに第1反射面21とは逆方向に、第2の角度 θ_2 を傾けた面と平行である。第1反射面21

と第2反射面22とがなす角度 θ (第1反射面21と第2反射面22との間の角度)は、90度以外であって、180度よりも小さい。本実施形態において、 θ は、例えば、90度を除き、10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、110、120、130、140、150、160、170、又は180度未満にできる。好ましくは、 θ は、90度以外であって、80度以上100、110、120、又は130度以下にできる。より好ましくは、 θ は、約91度以上100度以下にできる。例えば、 θ は、91、92、93、94、95、96、97、98、99、又は100度にできる。上記数値は一例であって、所定範囲内で、他の数値を適用可能である。

[0083] 本実施形態において、 θ_1 と θ_2 は同じにできる。他の実施形態において、 θ_1 と θ_2 とを互いに異なるようにできる。 θ_1 及び θ_2 は、例えば、5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、又は90度未満にできる。好ましくは、その角度は、25、30、35、又は40度以上かつ50度以下にできる。より好ましくは、その角度は、約40度以上45度以下にできる。例えば、その角度は、約40、40.5、41、41.5、42、42.5、43、43.5、44、44.5、又は45度にできる。上記数値は一例であって、所定範囲内で、他の数値を適用可能である。

[0084] 本実施形態において、光学部材20Bでの連続する2回の反射は、好ましくは、X軸周りの合計回転量が180°を除き、160°以上260°以下にできる。より好ましくは、合計回転量は、約182°以上200°以下にできる。例えば、 θ は、約182、184、186、188、190、192、194、196、198、又は200°にできる。上記数値は一例であって、所定範囲内で、他の数値を適用可能である。

[0085] 光学部材20Bに入射した参照ビーム240は、第1反射面21及び第2反射面22で反射する。すなわち、参照ビーム240のルートは、X軸周りに参照ビーム240が曲がる光学部材20Bでの連続した2回の反射を含む。光学部材20Bの第2反射面22からの参照ビーム240は、ルーフミラー254に入射する。一方、光学部材20Bに入射した測定ビーム241は、第2反射面22及び第1反射面21で反射する。すなわち、測定ビーム241のルートは、X軸周りに測定ビーム241が曲がる光学部材20Bでの連続した2回の反射を含む。光学部材20Bの第1反射面21からの測定ビーム241は、ルーフミラー255に入射する。

[0086] 本実施形態において、ルーフミラー254, 255は、実質的に動かないように露光装置EX(図1参照)の本体に対して固定される。本実施形態において、ルーフミラー254は、偏光ビームスプリッタ51に対して下方位置(−Z方向)に離間して配置され、ルーフミラー255は、偏光ビームスプリッタ51に対して上方位置(+Z方向)に離間して配置される。換言すると、ルーフミラー254及びルーフミラー255は、Z軸に沿った光学部材20Bの光学的な中心位置を通るXY面を挟んで、両側に分かれて配置されている。ルーフミラー254は、互いに90°の狭角をなす2つの反射面254a, 254bを有する。ルーフミラー255は、互いに90°の狭角をなす2つの反射面255a, 255bを有する。反射面254a, 254bの交線254c、及び反射面255a, 255bの交線255cは、YZ面内にあり、かつ光学部材20Bからのビームの進行方向に対して垂直に配置できる。なお、基板ステージ2(図7参照)のZ軸に沿った移動に加え、基板ステージ2のY軸に沿った移動に伴って、ルーフミラー254(255)に対するビームの照射位置が交線254c(255c)に沿った方向に変化する。基板ステージ2のY軸に沿った移動範囲に基づいて、ルーフミラー254, 255の交線方向における延在長さが定められている。

[0087] 図9A、図9B、及び図9Cは、ルーフミラー254, 255の形態例を示している。

[0088] 図9Aにおいて、ルーフミラー254(255)は、2つのミラーが組み合わされた構成を有する。ミラーの各反射面254a, 254b(255a, 255b)が90°の狭角をなしている。2つのミラーは互いに固定できる。ミラーは接着剤や金属バネ等で不図示の支持体に固定することができる。代替的に、2つのミラーは互いに離間でき、この場合、2つの反射面254a, 254b(255a, 255b)の交線254c(255c)は仮想線となる。各ミラーの形態は図9Aの例に限定されない。

[0089] 図9Bにおいて、ルーフミラー254(255)は、一体構造を有する。図9Bに示すように、ルーフミラー254(255)には、互いに90°の狭角をなす2つの反射面254a, 254b(255a, 255b)が形成されている。

[0090] 図9Cにおいて、ルーフミラー254(255)は、ルーフプリズムから構成される。ルーフプリズムには、互いに90°の狭角をなす2つの反射面254a, 254b(255a, 255b)が形成されている。ルーフプリズムの形成材料としては、ガラス、あるいは石英ガラス

が用いられ、相対屈折率の温度変化率の低いものが好ましく用いられる。

[0091] 図8に戻り、ルーフミラー254に入射した参照ビーム240は、光軸シフトを伴う再帰反射を経てルーフミラー254から光学部材20Bに戻る。具体的には、光学部材20Bからの参照ビーム240は、ルーフミラー254における反射面254aで90° 折り曲げられて+X方向に進み、反射面254bに入射する。そして、参照ビーム240は、反射面254bで90° 折り曲げられ、光学部材20Bに向かって-Y方向かつ斜め上方に向けて進む。参照ビーム240のルートは、ルーフミラー254での連続する2回の反射を含む。この連続する2回の反射は、Z軸周りの合計回転量が実質的に180° である。ルーフミラー254に入射する参照ビーム240とルーフミラー254から出射する参照ビーム240とは互いに実質的に平行であり、入射ビームの光軸に対して出射ビームの光軸が平行に+X方向にシフトしている。すなわち、ルーフミラー254は、参照ビーム240の光軸(光路)を、2つの反射面254a, 254bの交線254cと交差する方向である+X方向にシフトさせる。

[0092] ルーフミラー254からの参照ビーム240は、光学部材20Bの第2反射面22及び第1反射面21で反射する。参照ビーム240のルートは、X軸周りに参照ビーム240が曲がる光学部材20Bでの別の連続する2回の反射を含む。光学部材20Bからの参照ビーム240は、1/4波長板52及び偏光ビームスプリッタ51に向かって+Y方向に進む。1/4波長板52を通過することにより、参照ビームは、元の偏光方向とは直交する方向を有する、S偏光状態の光に変換される。変換された参照ビーム240は、第1面51bの入射位置P13において、偏光ビームスプリッタ51に入射する。入射した参照ビーム240は、偏光ビームスプリッタ51の偏光分離面51Sで反射し、コーナーキューブ(コーナーキューブリトロリフレクター、Corner Cube Retro Reflector)55に入射する。

[0093] 参照ビーム240は、X軸に沿った光軸のシフトを伴う反射を経てコーナーキューブ55から偏光ビームスプリッタ51に戻る。コーナーキューブ55に入射する参照ビーム240とコーナーキューブ55から出射する参照ビーム240とは互いに平行であり、入射ビームの光軸に対して出射ビームの光軸が平行に-X方向にシフトしている。

[0094] コーナーキューブ55からの参照ビーム240は、偏光ビームスプリッタ51における偏

光分離面51Sで反射して-Y方向に進み、偏光ビームスプリッタ51の第1面51bから出射する。偏光ビームスプリッタ51の第1面51bにおける参照ビーム240の2回目の出射位置P11は、1回目のそれと実質的に同じである。偏光ビームスプリッタ51からの2回目の参照ビーム240は、1回目の参照ビーム240と同じルート(1/4波長板52、光学部材20B、ルーフミラー254、光学部材20B、及び1/4波長板52)をたどり、偏光ビームスプリッタ51に戻る。光学部材20Bからの2回目の参照ビーム240は、1/4波長板52を通ることで、元の偏光方向と同じ方向を有する、P偏光状態の光に変換される。そして、参照ビーム240は、偏光ビームスプリッタ51を透過して+Y方向にさらに進み、光検出器60に入射する。

[0095] 一方、ルーフミラー255に入射した測定ビーム241は、光軸シフトを伴う再帰反射を経てルーフミラー255から光学部材20Bに戻る。具体的には、光学部材20Bからの測定ビーム241は、ルーフミラー255における反射面255aで90° 折り曲げられて+X方向に進み、反射面255bに入射する。そして、測定ビーム241は、反射面255bで90° 折り曲げられ、光学部材20Bに向かって-Y方向かつ斜め下方に向けて進む。測定ビーム241のルートは、ルーフミラー255での連続する2回の反射を含む。この連続する2回の反射は、Z軸周りの合計回転量が実質的に180° である。ルーフミラー255に入射する測定ビーム241とルーフミラー255から出射する測定ビーム241とは互いに実質的に平行であり、入射ビームの光軸に対して出射ビームの光軸が平行に+X方向にシフトしている。すなわち、ルーフミラー255は、測定ビーム241の光軸(光路)を、2つの反射面255a、255bの交線255cと交差する方向である+X方向にシフトさせる。

[0096] ルーフミラー255からの測定ビーム241は、光学部材20Bの第1反射面21及び第2反射面22で反射する。測定ビーム241のルートは、X軸周りに測定ビーム241が曲がる光学部材20Bでの別の連続する2回の反射を含む。光学部材20Bからの測定ビームは、1/4波長板54及び偏光ビームスプリッタ51に向かって+Y方向に進む。光学部材20Bと1/4波長板54との間における測定ビーム241の光路上には必要に応じて調整機構258が配設されており、測定ビーム241の光軸が調整される。調整機構258は、例えば、測定ビーム241の合致調整等のために用いられる。1/4波長板

54を通過することにより、測定ビーム241は、元の偏光方向とは直交する方向を有する、P偏光状態の光に変換される。変換された測定ビーム241は、反射ミラー53Bで反射して、第2面51cの入射位置P14において、偏光ビームスプリッタ51に入射する。入射した測定ビーム241は、偏光ビームスプリッタ51の偏光分離面51Sを透過し、コーナーキューブ55に入射する。

[0097] 測定ビーム241は、X軸に沿った光軸のシフトを伴う反射を経てコーナーキューブ55から偏光ビームスプリッタ51に戻る。コーナーキューブ55に入射する測定ビーム241とコーナーキューブ55から出射する測定ビーム241とは互いに平行であり、入射ビームの光軸に対して出射ビームの光軸が平行に-X方向にシフトしている。

[0098] コーナーキューブ55からの測定ビーム241は、偏光ビームスプリッタ51における偏光分離面51Sを透過して、偏光ビームスプリッタ51の第2面51cから出射する。偏光ビームスプリッタ51の第2面51cにおける測定ビーム241の2回目の出射位置P12は、1回目のそれと実質的に同じである。偏光ビームスプリッタ51からの2回目の測定ビーム241は、1回目の測定ビーム241と同じルート(反射ミラー53B、1/4波長板54、光学部材20B、ルーフミラー255、光学部材20B、1/4波長板54、及び反射ミラー53B)をたどり、偏光ビームスプリッタ51に戻る。光学部材20Bからの2回目の測定ビーム241は、1/4波長板54を通過することで、元の偏光方向と同じ方向を有する、S偏光状態の光に変換される。そして、測定ビーム241は、偏光ビームスプリッタ51の偏光分離面51Sで反射して+Y方向に進み、光検出器60に入射する。

[0099] 偏光ビームスプリッタ51と光検出器60との間における、参照ビーム240及び測定ビーム241を含むビームの光路上には、必要に応じて調整機構259が配設されている。調整機構259は、ビームの光軸シフト、及び縮小の少なくとも1つのために用いられる。

[0100] 図10は、基板ステージ2(図1参照)の姿勢が変化したときのZ干渉計システム13における測定ビーム241の光路の変化を模式的に示す図である。なお、図10において、基準姿勢における測定ビーム241の光路が実線で描かれている。

[0101] 図10に示すように、基板ステージ2のZ軸を中心とする回転方向の位置が変化した場合(ヨーイング、回転量: T_z)、光学部材20Bで反射した測定ビーム241は、図10

に破線で示すように、基板ステージ2のZ軸周りの回転量 T_z に応じて、基準の光路に対して傾いてルーフミラー255に入射する。ルーフミラー255の各反射面255a, 255bに対する測定ビーム241の入射角度は、基準の光路におけるそれとは異なる。しかしながら、ルーフミラー255で2回反射することで、ルーフミラー255から光学部材20Bに戻る測定ビーム241の方向は、光学部材20Bからルーフミラー255に向かう測定ビーム241の方向と平行となる。すなわち、基板ステージ2のZ軸周りの位置が変化しても、ルーフミラー255における光軸シフトを伴う再帰反射により、ルーフミラー255に対する入射ビームと出射ビームとの平行状態が維持される。光学部材20Bからの戻りの測定ビーム241は、基準の光路と同じ角度で光検出器60に入射する。このように、Z干渉計システム13では、基板ステージ2(光学部材20B)のZ軸周りの位置が変化しても、戻りの測定ビーム241の角度ずれが実質的に防止される。

[0102] また、光学部材20Bの反射面(第1反射面21及び第2反射面22)は、前述したように、X軸と平行かつXZ面から傾けて配されている(図8参照)。したがって、ルーフミラー255による再帰反射の角度ずれに関する効果は、Z軸周りの回転量 T_z (ヨーイング)に加え、Y軸周りの回転量 T_y (ローリング)にも適用され得る。

[0103] これは参照ビーム240(図8参照)についても適用される。すなわち、基板ステージ2(光学部材20B)のZ軸又はY軸周りの位置が変化しても、ルーフミラー254で2回反射することで、戻りの参照ビーム240の角度ずれが実質的に防止される。

[0104] なお、基板ステージ2(光学部材20B)のヨーイングに伴い、光学部材20Bからの戻りの測定ビーム241(参照ビーム240)について、図10に示すように、基準の光路に対してX軸に沿った位置ずれ dx が生じる。図8に示す調整機構259は、この位置ずれ dx を縮小する構成を有することができる。追加的に、図8に示す調整機構259は、ローリングに伴うZ軸に沿ったビームの位置ずれを縮小する構成を有することができる。

[0105] X軸周りの回転量 T_x (ピッチング)に関しては、図8に示すように、第1反射面21及び第2反射面22を有する光学部材20Bでの2回反射によって角度ずれが実質的に防止される。すなわち、基板ステージ2(光学部材20B)のX軸周りの位置が変化しても、2回反射によって、光学部材20Bからルーフミラー255に向かう測定ビーム241に

ついて基準からの角度ずれは生じず、また、光学部材20Bから偏光ビームスプリッタ51に向かう戻りの測定ビーム241について角度ずれは生じない。さらに、基板ステージ2(光学部材20B)のピッチングに伴い、ルーフミラー255における、光学部材20Bからの測定ビーム241のZ軸に沿った照射位置が基準の光路に対してずれても、Z軸に関して同じ経路をたどるルーフミラー255からの戻りの測定ビーム241がその位置ずれを相殺する。このように、Z干渉計システム13では、ピッチングに伴うZ軸に沿ったビームの位置ずれ、及びX軸周りの角度ずれが実質的に回避される。

[0106] 本実施形態において、上記のピッチングに伴うビームの角度ずれや位置ずれが実質的に生じない、固定鏡としてのルーフミラー254、255の姿勢変動による合致ずれが実質的に生じない、及び、ダブルパス方式の採用に伴って高い分解能が得られる、などの利点をZ干渉計システム13が有することができる。

[0107] 本実施形態において、Z軸に関する光学部材20Bの中心位置を挟んで、測定ビーム241用の固定鏡であるルーフミラー255のZ軸に関する対称位置に、参照ビーム240用の固定鏡であるルーフミラー254が配置されている。そのため、光学部材20B(基板ステージ2)のZ軸に沿った移動に対して、測定ビーム241の光路長と参照ビーム240の光路長との相対変化量が比較的大きく、基板ステージ2の微小な位置変動を高精度に検出することができる。

[0108] また、本実施形態において、測定ビーム241及び参照ビーム240は互いに似た光学ルートをたどるから、測定ビーム241の光路長(第1ルート距離)と、参照ビーム240の光路長(第2ルート距離)とが同程度である。そのため、計測対象物である基板ステージ2の傾きが変化した場合に、測定ビーム241及び参照ビーム240の各戻りビームの位置ずれが同程度である。両ビームを確実に干渉させることは、検出不良及び計測誤差の低減に有利である。

[0109] 図8に戻り、光検出器60は、偏光ビームスプリッタ51からの参照ビーム240(戻りビーム)及び測定ビーム241(戻りビーム)を受光する。Z干渉計システム13は、光検出器60に入射した参照ビーム240と測定ビーム241とに基づいて、Z軸方向に関する光学部材20B(基板ステージ2(図1参照))の位置情報を計測する。Z軸方向に関する光学部材20B(基板ステージ2)の位置が変化すると、参照ビーム240及び測定ビ

ーム241の光路長が変化する。Z干渉計システム13は、その光路長の変化に基づいて、Z軸方向に関する光学部材20B(基板ステージ2)の位置情報を計測することができる。すなわち、光学部材20B(基板ステージ2)のZ軸に沿った移動に伴い、測定ビーム241の光路長(第1ルート距離)と、参照ビーム240の光路長(第2ルート距離)との差が変動する。Z干渉計システム13は、基準信号と変動分に基づく測定信号とに基づき、Z軸に沿った光学部材20B(基板ステージ2)の位置を計測することができる。

[0110] なお、本実施形態においては、基板ステージ2に光学部材20(光学部材20B)が配置された場合を例にして説明したが、もちろん、マスクステージ1に光学部材20(光学部材20B)を配置することができる。その場合、マスクステージ用干渉計システム3Mが、図4及び図5を参照して説明したような、Z干渉計システム13を備える。

[0111] なお、上述の各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスク又はレチクルの原版(合成石英、シリコンウエハ)、又はフィルム部材等が適用される。また、基板はその形状が円形に限られるものでなく、矩形など他の形状でもよい。

[0112] 露光装置EXとしては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置(スキャニングステッパ)の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを一括露光し、基板Pを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置(ステッパ)にも適用することができる。

[0113] さらに、ステップ・アンド・リピート方式の露光において、第1パターンと基板Pとをほぼ静止した状態で、投影光学系を用いて第1パターンの縮小像を基板P上に転写した後、第2パターンと基板Pとをほぼ静止した状態で、投影光学系を用いて第2パターンの縮小像を第1パターンと部分的に重ねて基板P上に一括露光してもよい(ステッチ方式の一括露光装置)。また、ステッチ方式の露光装置としては、基板P上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写し、基板Pを順次移動させるステップ・アンド・ステッチ方式の露光装置にも適用できる。

- [0114] また、例えば米国特許第6, 611, 316号に開示されているように、2つのマスクのパターンを、投影光学系を介して基板上で合成し、1回の走査露光によって基板上の1つのショット領域をほぼ同時に二重露光する露光装置などにも本発明を適用することができる。
- [0115] また、本発明は、米国特許6, 341, 007号、米国特許6, 400, 441号、米国特許6, 549, 269号、米国特許6, 590,634号、米国特許6, 208, 407号、米国特許6, 262, 796号などに開示されているような複数の基板ステージを備えたツインステージ型の露光装置にも適用できる。
- [0116] また、例えば特開平11-135400号公報(対応国際公開第1999/23692号パンフレット)、米国特許第6, 897, 963号等を開示されているように、基板を保持する基板ステージと基準マークが形成された基準部材及び／又は各種の光電センサを搭載した計測ステージとを備えた露光装置にも、本発明を適用することができる。また、複数の基板ステージと計測ステージとを備えた露光装置にも適用することができる。
- [0117] 露光装置EXの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置、薄膜磁気ヘッド、撮像素子(CCD)、マイクロマシン、MEMS、DNAチップ、あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。
- [0118] 上述の各実施形態においては、投影光学系PLを備えた露光装置を例に挙げて説明してきたが、投影光学系PLを用いない露光装置及び露光方法に本発明を適用することができる。このように投影光学系PLを用いない場合であっても、露光光ELはレンズ等の光学部材を介して基板に照射される。
- [0119] 本願実施形態において、露光装置EXは、各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム

相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

[0120] 半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図11に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク(レチクル)を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態に従って、マスクのパターンの像で基板に露光し、露光した基板を現像する基板処理(露光処理)を含む基板処理ステップ204、デバイス組み立てステップ(ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程などの加工プロセスを含む) 205、検査ステップ206等を経て製造される。

[0121] なお、法令で許容される限りにおいて、上述の各実施形態及び変形例で引用した露光装置等に関する全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

[0122] なお、上述のように本発明の実施形態を説明したが、本発明は上述した全ての構成要素を適宜組み合わせて用いる事が可能であり、また、一部の構成要素を用いない場合もある。

請求の範囲

- [1] 第1方向に関する位置情報を計測するために光が照射される光学部材であって、
前記第1方向と交差する第2方向に進行する光が入射する第1反射面と、
前記第2方向に進行する光が入射する第2反射面と、を備え、
前記第1反射面と前記第2反射面とは光学的に接続され、前記第1反射面及び前記第2反射面の一方で反射した光は他方に入射する光学部材。
- [2] 前記第1反射面は、前記第1方向及び前記第2方向に直交する第3方向と平行な第3軸と前記第1方向と平行な第1軸とを含む平面を前記第3軸周りに第1角度傾けた面と実質的に平行であり、
前記第2反射面は、前記第3軸と前記第1軸とを含む前記平面を前記第3軸周りに第2角度傾けた面と実質的に平行であり、
前記第1反射面と前記第2反射面とがなす角度は、90度以外であって、180度よりも小さい請求項1記載の光学部材。
- [3] 第1方向に関する移動体の位置情報を計測する干渉計システムであって、
測定光を射出する第1射出部と、
参照光を射出する第2射出部と、
前記移動体に配置され、前記第1方向と交差する第2方向に進行する前記第1射出部からの前記測定光が入射する第1反射面と、
前記移動体に配置され、前記第2方向に進行する前記第2射出部からの前記参照光が入射する第2反射面と、
前記第2反射面と光学的に接続され、第1位置で実質的に動かない第3反射面と、
前記第1反射面と光学的に接続され、第2位置で実質的に動かない第4反射面と、
を備え、
前記第1反射面と前記第2反射面とは光学的に接続され、前記第1反射面及び前記第2反射面の一方で反射した光は他方に入射する干渉計システム。
- [4] 前記第1反射面は、前記第1方向及び前記第2方向に直交する第3方向と平行な第3軸と前記第1方向と平行な第1軸とを含む平面を前記第3軸周りに第1角度傾けた面と実質的に平行であり、

前記第2反射面は、前記第3軸と前記第1軸とを含む前記平面を前記第3軸周りに第2角度傾けた面と実質的に平行であり、

前記第1反射面と前記第2反射面とがなす角度は、90度以外であって、180度よりも小さい請求項3記載の干渉計システム。

- [5] 前記第1反射面及び前記第2反射面は、所定の光学部材に形成され、
前記光学部材が前記移動体に配置されている請求項3又は4記載の干渉計システム。
- [6] 前記第1反射面で反射し、前記第2反射面を介した前記測定光が前記第3反射面に入射し、
前記第2反射面で反射し、前記第1反射面を介した前記参照光が前記第4反射面に入射する請求項3～5のいずれか一項記載の干渉計システム。
- [7] 前記第3反射面及び前記第4反射面のそれぞれは平面であり、
前記第2反射面からの前記測定光は、前記第3反射面に実質的に垂直に入射し、
前記第1反射面からの前記参照光は、前記第4反射面に実質的に垂直に入射する請求項6記載の干渉計システム。
- [8] 前記第3反射面及び前記第4反射面のそれぞれは平面であり、
前記第3反射面を含むルートで前記測定光を少なくとも2往復させるとともに、前記第4反射面を含むルートで前記参照光を少なくとも2往復させる光学系を有する請求項3～6のいずれか一項記載の干渉計システム。
- [9] 前記第3反射面で反射し、前記第2反射面を介した前記測定光が前記第1反射面に入射し、
前記第4反射面で反射し、前記第1反射面を介した前記測定光が前記第2反射面に入射する請求項3～8のいずれか一項記載の干渉計システム。
- [10] 前記第3反射面で反射し、前記第2反射面で反射した後、前記第1反射面で反射した前記測定光、及び前記第4反射面で反射し、前記第1反射面で反射した後、前記第2反射面で反射した前記参照光のそれぞれが入射される光検出器を備える請求項3～9のいずれか一項記載の干渉計システム。
- [11] 前記第1方向と実質的に垂直な所定面内を移動可能なステージと、

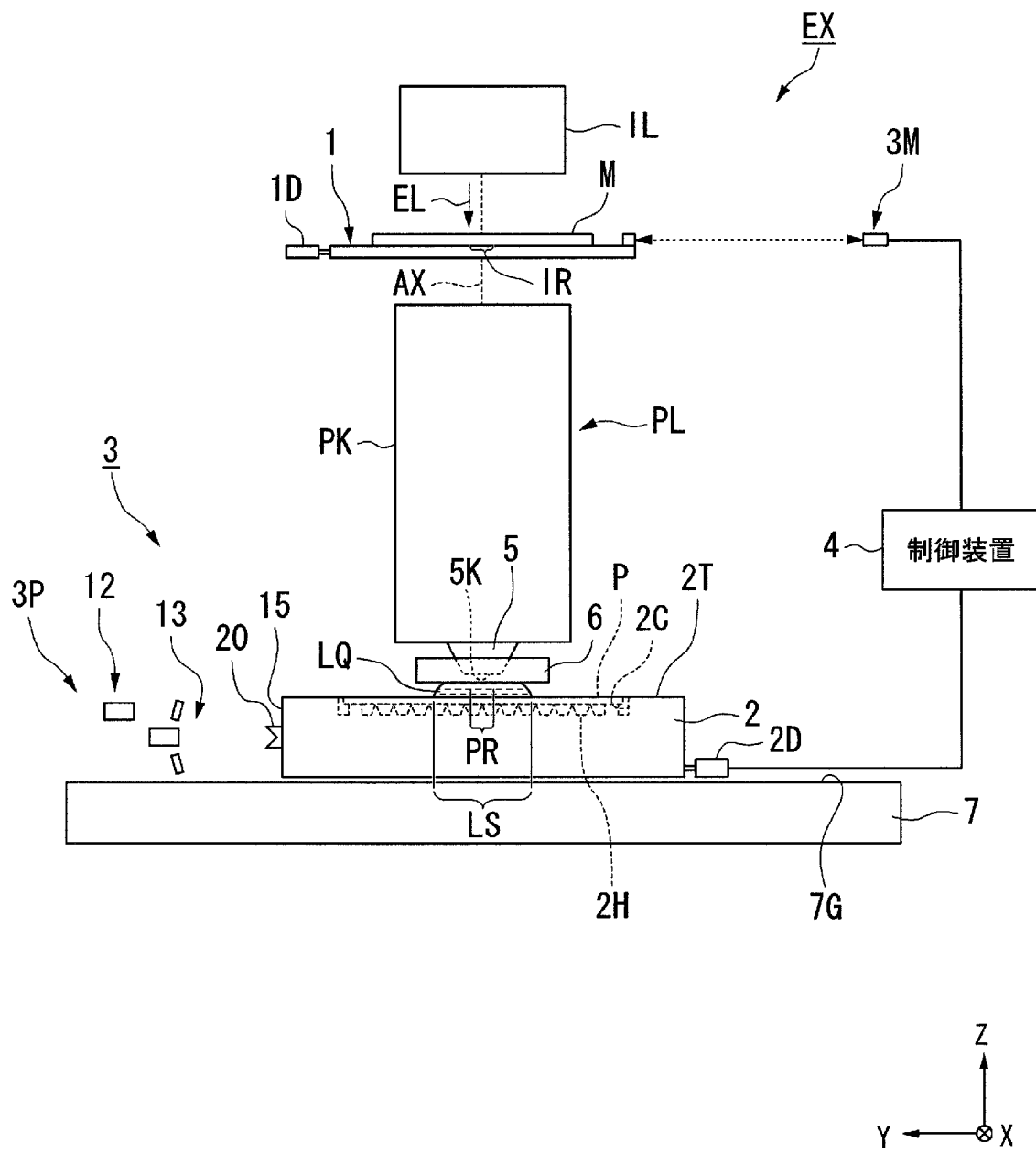
前記ステージに配置された請求項1又は2記載の光学部材と、を備えたステージ装置。

- [12] 前記第1方向と実質的に垂直な所定面内を移動可能なステージと、
前記第1方向に関して前記ステージの位置情報を計測するために、請求項3～10のいずれか一項記載の干渉計システムと、を備えたステージ装置。
- [13] パターンを有するマスクを介した露光光で基板を露光する露光装置であって、
前記マスクを保持しながら移動するマスクステージと、
前記基板を保持しながら移動する基板ステージと、を備え、
前記マスクステージ及び前記基板ステージの少なくとも一方は、請求項11又は12記載のステージ装置を含む露光装置。
- [14] 請求項13記載の露光装置を用いて基板を露光することと、
露光された基板を現像することと、を含むデバイス製造方法。
- [15] 第1軸に沿った移動体の位置を計測する干渉計システムであって、
前記第1軸、前記第1軸と交差する第2軸、及び前記第1軸及び前記第2軸と交差する第3軸を含む座標系と；
前記移動体に配置された第1部材と；
前記第2軸に沿って前記移動体から離間して配置された第2部材及び第3部材と；
測定ビーム用の第1ルートであり、前記第3軸周りに前記測定ビームが曲がる、前記第1部材での連続する2回の反射と、前記第1部材からの前記測定ビームが前記第1部材に戻る、前記第2部材での少なくとも1回の反射と、を含む前記第1ルートと；
参照ビーム用の第2ルートであり、前記第3軸周りに前記参照ビームが曲がる、前記第1部材での連続する2回の反射と、前記第1部材からの前記参照ビームが前記第1部材に戻る、前記第3部材での少なくとも1回の反射と、を含む前記第2ルートと；
を備えた干渉計システム。
- [16] 前記移動体の前記第1軸に沿った移動に伴い、前記第1ルートの距離と前記第2ルートの距離との差が変動する請求項15に記載の干渉計システム。
- [17] 前記第1ルート及び前記第2ルートの少なくとも1つは、前記第3軸周りに前記測定ビーム又は前記参照ビームが曲がる、前記第1部材での連続する別の2回の反射を

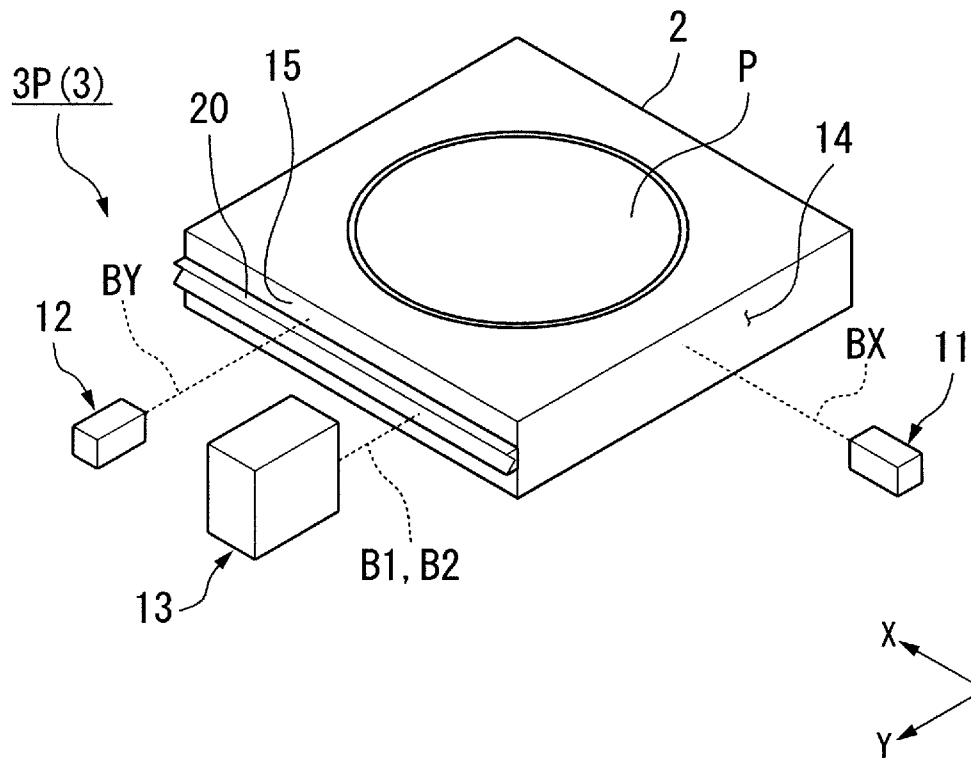
さらに含む請求項15又は16に記載の干渉計システム。

- [18] 前記第2部材及び前記第3部材は、前記第1軸に沿った前記光学部材の光学的な中心位置を通りかつ前記第2軸と前記第3軸とを含む面を挟んで、両側に分かれて配置されている請求項15～17のいずれか一項に記載の干渉計システム。
- [19] 前記測定ビーム及び前記参照ビームは、前記第1ルート又は前記第2ルートを2回通る請求項15～18のいずれか一項に記載の干渉計システム。
- [20] 前記測定ビーム及び前記参照ビームの少なくとも1つの光軸を前記第3軸に沿って平行シフトさせる第4部材をさらに備える請求項15～19のいずれか一項に記載の干渉計システム。
- [21] 前記第1ルート及び前記第2ルートの少なくとも1つにおける、前記第1部材での連続する前記2回の反射は、前記第3軸周りの合計回転量が 160° 以上かつ 260° 以下である請求項15～20のいずれか一項に記載の干渉計システム。
- [22] 前記第2部材での前記少なくとも1回の反射及び前記第3部材での前記少なくとも1回の反射は、前記第2部材又は前記第3部材での連続する2回の反射を含む請求項15～21のいずれか一項に記載の干渉計システム。
- [23] 前記第2部材又は前記第3部材での連続する前記2回の反射は、前記第1軸周りの合計回転量が実質的に 180° である請求項22に記載の干渉計システム。

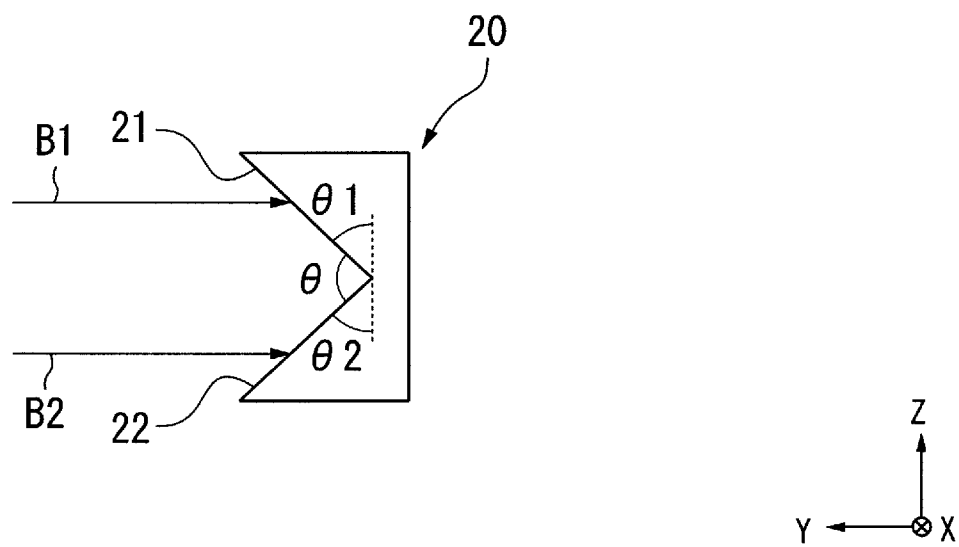
[図1]



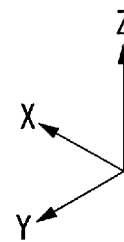
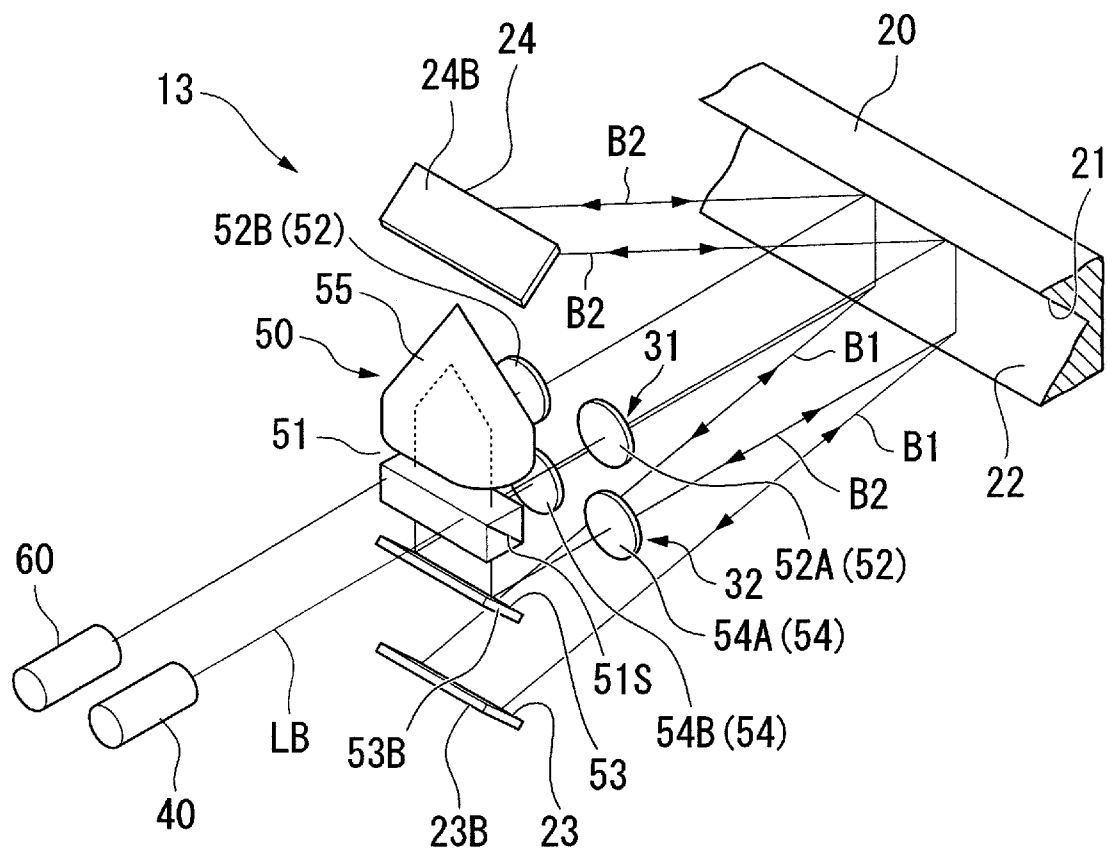
[図2]



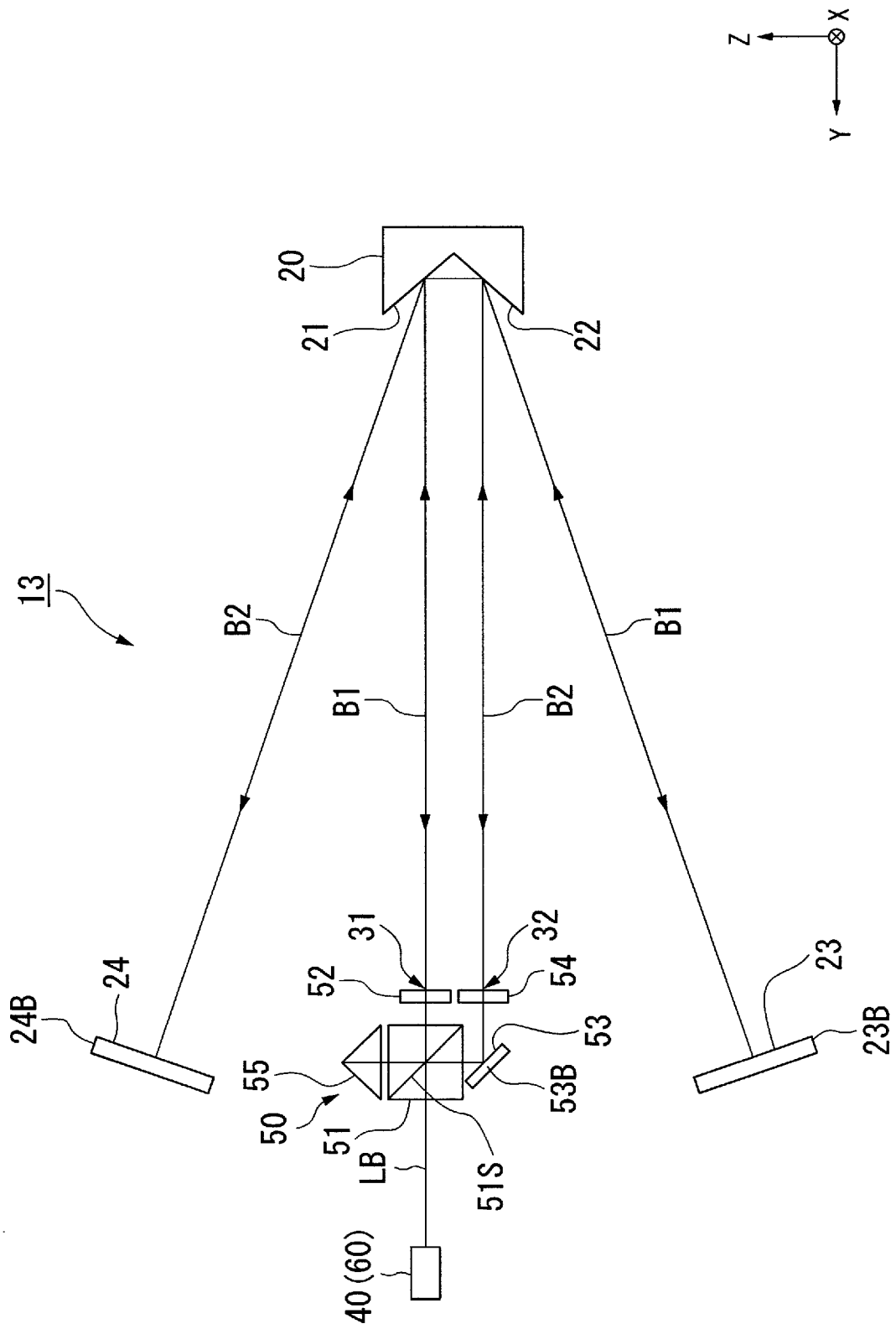
[図3]



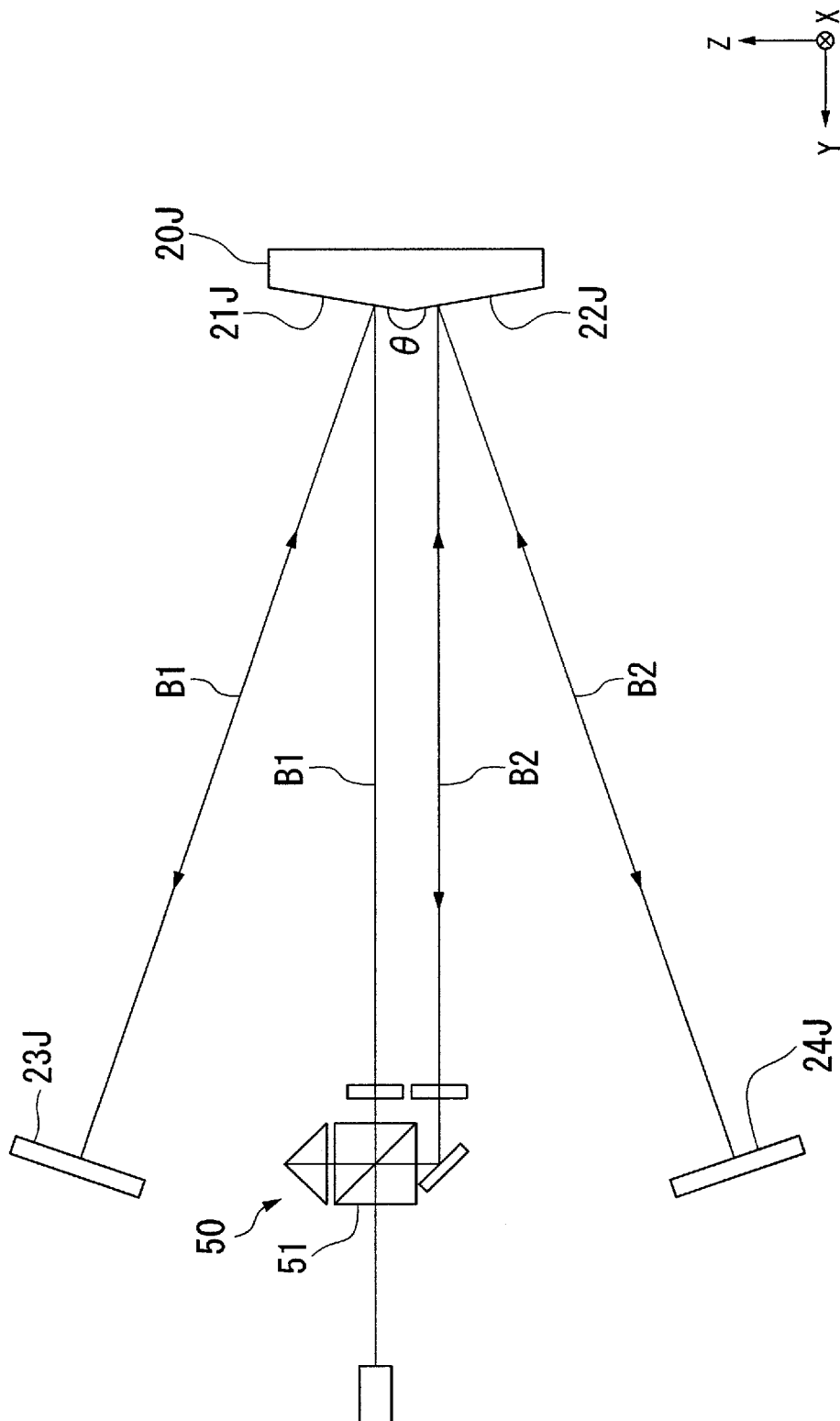
[図4]



[図5]

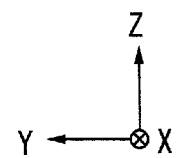
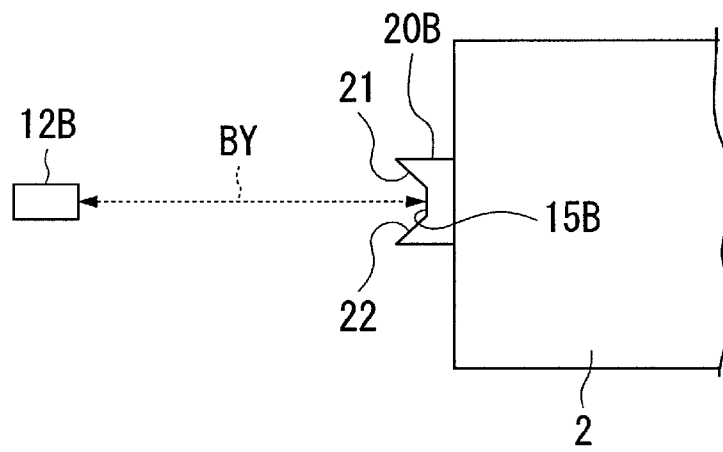


[図6]

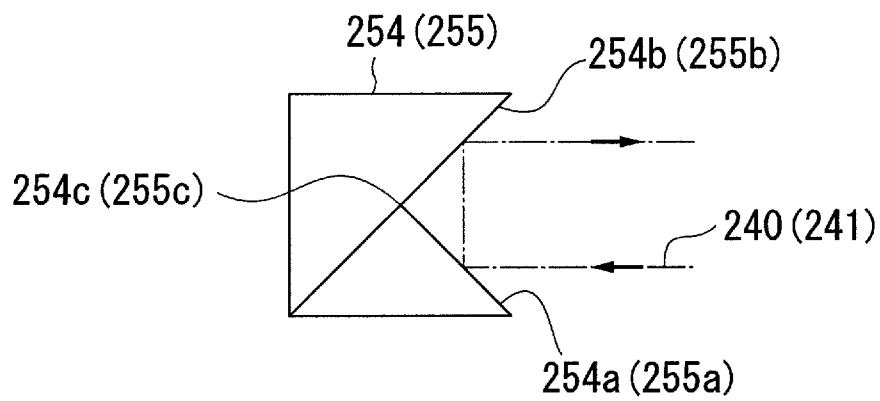


<比較例>

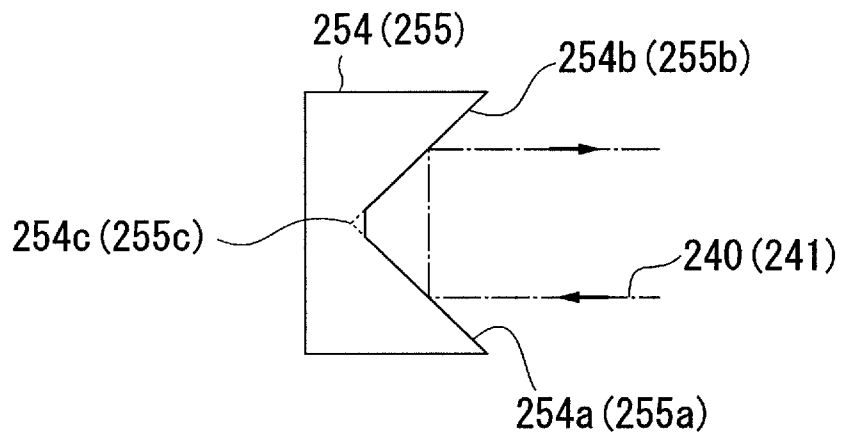
[図7]



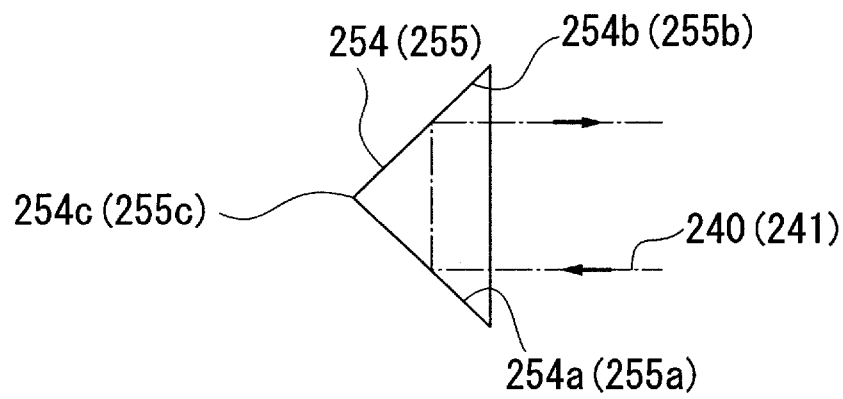
[図9A]



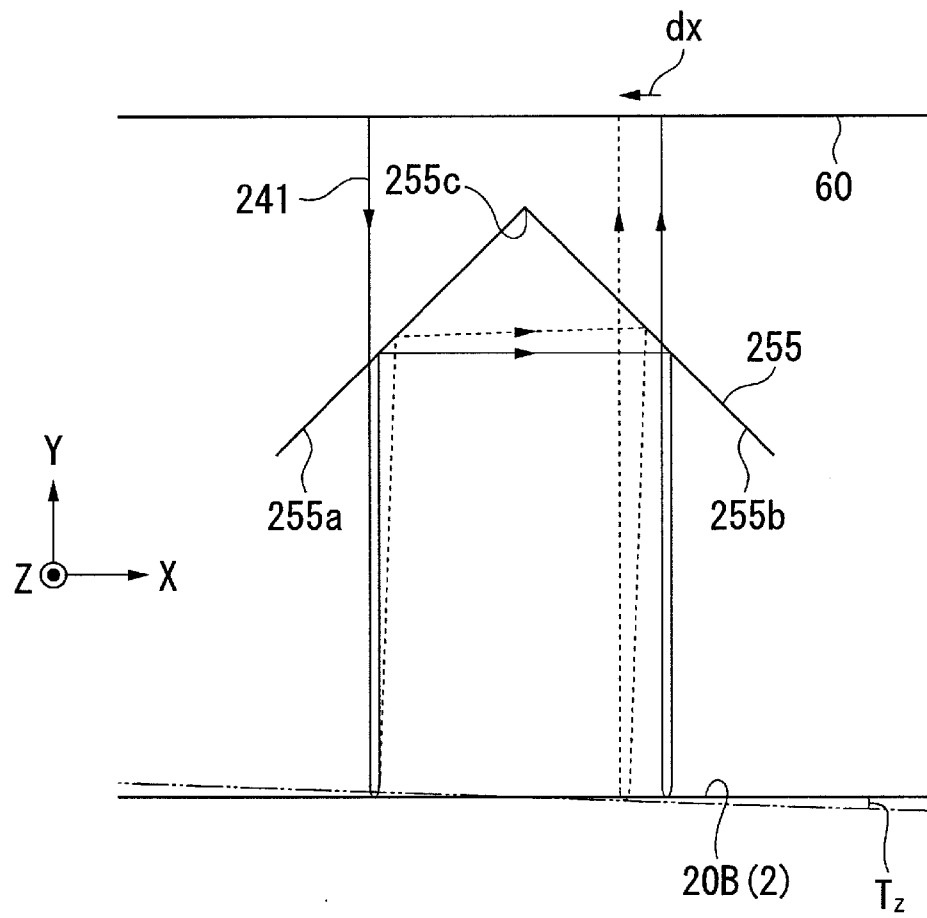
[図9B]



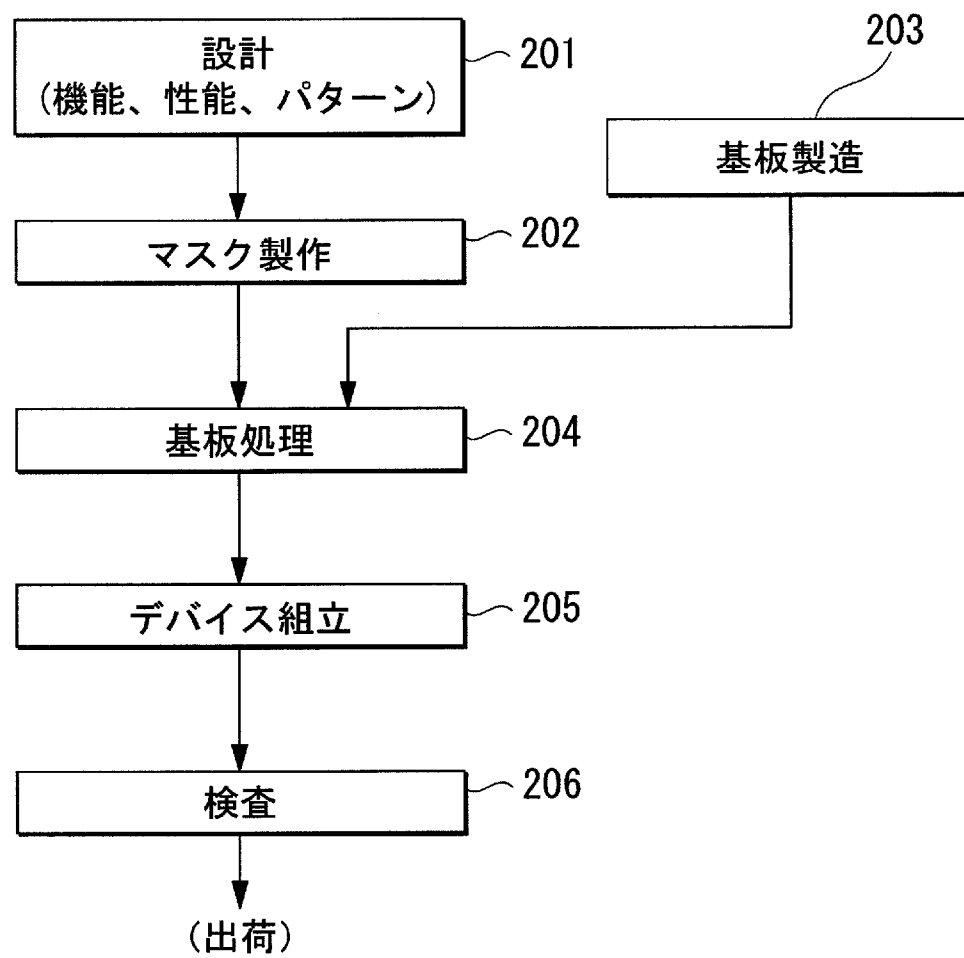
[図9C]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/058058

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B9/02(2006.01)i, G01B11/00(2006.01)i, G02B5/08(2006.01)i, H01L21/027(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B9/02, G01B11/00, G02B5/08, H01L21/027

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 10-170217 A (Mitsubishi Electric Corp.), 26 June, 1998 (26.06.98), Par. Nos. [0023], [0027], [0028]; Figs. 6, 7 (Family: none)	1, 2 3-23
Y	WO 2007/001017 A1 (Nikon Corp.), 04 January, 2007 (04.01.07), Par. Nos. [0008] to [0019]; Figs. 1, 12, 21 & US 2007/0008548 A1	3-23

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 July, 2008 (14.07.08)

Date of mailing of the international search report
22 July, 2008 (22.07.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01B9/02(2006.01)i, G01B11/00(2006.01)i, G02B5/08(2006.01)i, H01L21/027(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01B9/02, G01B11/00, G02B5/08, H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 10-170217 A (三菱電機株式会社) 1998.06.26 段落 23, 27, 28、図 6, 7 (ファミリーなし)	1, 2 3-23
Y	WO 2007/001017 A1 (株式会社ニコン) 2007.01.04 段落 8-19、図 1, 12, 21 & US 2007/0008548 A1	3-23

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 4 . 0 7 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 7 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

後藤 昌夫

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

2 S

3 1 0 3