(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 5 月 15 日(15.05.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/073535 A1

(51) 国際特許分類:
G03F 7/24 (2006.01) *G02B 5/30* (2006.01)
G02B 5/04 (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)
G02B 5/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/079911

(22) 国際出願日: 2013 年 11 月 5 日(05.11.2013)

(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 2012-244731 2012 年 11 月 6 日(06.11.2012) JP
特願 2013-128877 2013 年 6 月 19 日(19.06.2013) JP

(71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 加藤　正紀(KATO, Masaki); 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号　株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 鈴木　哲男(SUZUKI, Tetsuo); 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号　株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 鎌田　剛忠(KAMATA, Yoshitada); 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号　株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 荒井　正範(ARAI, Masanori); 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号　株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 北　紘典(KITA, Kosuke); 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号　株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

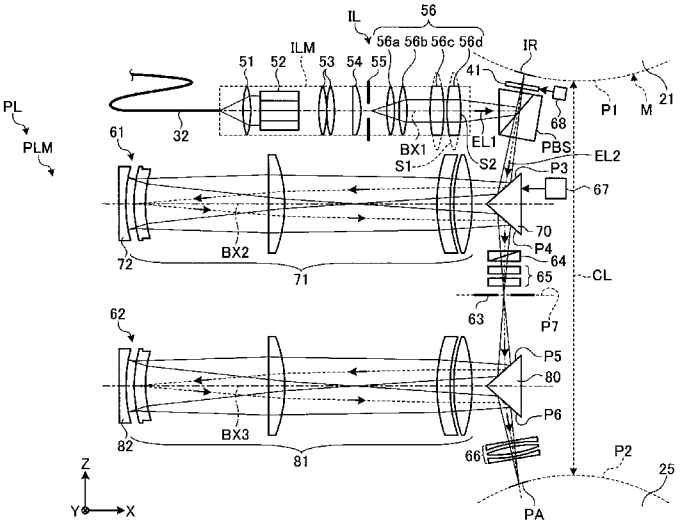
(74) 代理人: 酒井　宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目２番５号　霞が関ビルディング　酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) **Title**: POLARIZATION BEAM SPLITTER, SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS, DEVICE MANUFACTURING SYSTEM, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称 : 偏光ビームスプリッタ、基板処理装置、デバイス製造システム及びデバイス製造方法



(57) **Abstract**: The present invention is provided with: a mask holding drum (21) that holds a reflective mask (M); a beam splitter (PBS), which reflects an inputted lighting luminous flux (EL1) toward the mask (M), and which passes through a projection luminous flux (EL2) obtained by having the lighting luminous flux (EL1) reflected by means of the mask (M); a lighting optical module (ILM) that inputs the lighting luminous flux (EL1) to the beam splitter (PBS); and a projection optical module (PLM) that performs projection exposure with respect to a substrate (P) using the projection luminous flux (EL2) that has passed through the beam splitter (PBS). The lighting optical module (ILM) and the beam splitter (PBS) are provided between the mask (M) and the projection optical module (PLM). Furthermore, the beam splitter (PBS) is provided with a first prism, a second prism, and a polarization film, and the polarization film (93) has a silicon dioxide first film body, and a hafnium oxide second film body laminated therein in the film thickness direction.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/073535 A1

(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

反射型のマスクＭを保持するマスク保持ドラム２１と、入射する照明光束ＥＬ１をマスクＭへ向けて反射する一方で、照明光束ＥＬ１がマスクＭにより反射されることで得られる投影光束ＥＬ２を透過するビームスプリッタＰＢＳと、照明光束ＥＬ１をビームスプリッタＰＢＳへ入射させる照明光学モジュールＩＬＭと、ビームスプリッタＰＢＳを透過した投影光束ＥＬ２を基板Ｐに投影露光する投影光学モジュールＰＬＭと、を備え、照明光学モジュールＩＬＭ及びビームスプリッタＰＢＳは、マスクＭと投影光学モジュールＰＬＭとの間に設けられている。また、ビームスプリッタＰＢＳは、第１プリズムと、第２プリズムと、偏光膜と、を備え、偏光膜９３は、二酸化ケイ素の第１膜体と酸化ハフニウムの第２膜体とが膜厚方向に積層される。

明　細　書

発明の名称 ：

偏光ビームスプリッタ、基板処理装置、デバイス製造システム及びデバイス製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、偏光ビームスプリッタ、基板処理装置、デバイス製造システム及びデバイス製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、基板処理装置として、反射型の円筒状のレチクル（マスク）に露光光を照射し、マスクから反射した露光光を感光基板（ウェハ）上に投影する露光装置が知られている（例えば、特許文献１参照）。特許文献１の露光装置は、マスクから反射した露光光をウェハに投影する投影光学系を有し、投影光学系は、入射してくる露光光の偏光状態に応じて、結像光路中で露光光を透過させたり反射させたりする偏光ビームスプリッタを含んで構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００７－２２７４３８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１の露光装置において、照明光学系からの照明光束は投影光学系とは別の方向から円筒状のマスク上に斜めに照射され、マスクで反射した露光光（投影光束）が投影光学系に入射するように構成されている。照明光学系と投影光学系を特許文献１のような配置にすると、照明光束の利用効率が低く、また感光基板（ウェハ）上に投影されるマスクパターンの像質も余り好ましくないといった問題がある。効率的で像質を良好に保つ照明形態とし

て、同軸落射照明方式がある。これは、ハーフミラーやビームスプリッタ等の光分割素子を投影光学系による結像光路中に配置し、その光分割素子を介して照明光束をマスクに照射すると共に、マスクで反射した投影光束も光分割素子を介して感光基板に導く方式である。

[0005] 落射照明方式により、マスクに向かう照明光束とマスクからの投影光束とを分離する場合、光分割素子として偏光ビームスプリッタを用いることで、照明光束と投影光束の光量損失を低く抑えた効率的な露光ができる。

[0006] しかしながら、偏光ビームスプリッタにより、例えば照明光束を反射（又は透過）し、投影光束を透過（又は反射）する場合、照明光学系及び投影光学系において偏光ビームスプリッタが共有されることになるため、照明光学系と投影光学系とが物理的に干渉する可能性がある。

[0007] また、特許文献１の露光装置において偏光ビームスプリッタを使用する場合、偏光ビームスプリッタの偏光膜は、入射する入射光束の一部を反射して反射光束とし、一部を透過して透過光束とする。このとき、反射光束または透過光束は、分離されることでエネルギーロスが生じる。このため、分離による反射光束または透過光束のエネルギーロスを抑制すべく、偏光膜に入射する入射光束は、波長及び位相が揃ったレーザ光にすることが好ましい。

[0008] しかしながら、レーザ光はエネルギー密度が高い。このため、入射光束をレーザ光とする場合、偏光膜における反射光束の反射率及び透過光束の透過率が低いと、偏光膜でレーザ光のエネルギーが吸収され、偏光膜に与えられる負荷が大きくなってしまう。これにより、レーザ光などのエネルギー密度が高い光を入射光束として用いる場合、偏光ビームスプリッタの偏光膜の耐性が低下し易くなることから、入射光束を好適に分離することが困難になる可能性がある。

[0009] 本発明の態様は、上記課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、偏光ビームスプリッタにより照明光束と投影光束とを分離する場合であっても、照明光学系及び投影光学系の物理的な干渉を抑制し、照明光学系及び投影光学系を容易に配置することができる偏光ビームスプリッタ、基板処理装

置（露光装置）、デバイス製造システム及びデバイス製造方法を提供することにある。

[0010] また、本発明の態様は、上記課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、エネルギー密度が高い入射光束であっても、偏光膜に加わる負荷を低減しつつ、入射光束の一部を反射させて反射光束とし、入射光束の一部を透過させて透過光束とする偏光ビームスプリッタ、基板処理装置、デバイス製造システム及びデバイス製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の第１の態様に従えば、反射型のマスクを保持するマスク保持部材と、入射する照明光束を前記マスクへ向けて反射する一方で、前記照明光束が前記マスクにより反射されることで得られる投影光束を透過するビームスプリッタと、前記照明光束を前記ビームスプリッタへ入射させる照明光学モジュールと、前記ビームスプリッタを透過した前記投影光束を光感応性の基板に投影する投影光学モジュールと、を備え、前記照明光束を前記マスクへ導く照明光学系は、前記照明光学モジュールと前記ビームスプリッタとを含み、前記投影光束を前記基板へ導く投影光学系は、前記投影光学モジュールと前記ビームスプリッタとを含み、前記照明光学モジュール及び前記ビームスプリッタは、前記マスクと前記投影光学モジュールとの間に設けられている基板処理装置（露光装置）が提供される。

[0012] 本発明の第２の態様に従えば、本発明の第１の態様に係る基板処理装置と、前記基板処理装置に前記基板を供給する基板供給装置と、を備えるデバイス製造システムが提供される。

[0013] 本発明の第３の態様に従えば、本発明の第１の態様に係る基板処理装置を用いて前記基板を投影露光することと、投影露光された前記基板を処理することにより、前記マスクのパターンを前記基板上に形成することと、を含むデバイス製造方法が提供される。

[0014] 本発明の第４の態様に従えば、反射型のマスクを保持するマスク保持部材と、入射する照明光束を前記マスクへ向けて透過する一方で、前記照明光束

が前記マスクにより反射されることで得られる投影光束を反射するビームスプリッタと、前記照明光束を前記ビームスプリッタへ入射させる照明光学モジュールと、前記ビームスプリッタで反射した前記投影光束を光感応性の基板に投影する投影光学モジュールと、を備え、前記照明光束を前記マスクへ導く照明光学系は、前記照明光学モジュールと前記ビームスプリッタとを含み、前記投影光束を前記基板へ導く投影光学系は、前記投影光学モジュールと前記ビームスプリッタとを含み、前記照明光学モジュール及び前記ビームスプリッタは、前記マスクと前記投影光学モジュールとの間に設けられている基板処理装置（露光装置）が提供される。

[0015] 本発明の第５の態様に従えば、第１プリズムと、前記第１プリズムの１つの面と対向した面を有する第２プリズムと、前記第１プリズムから前記第２プリズムに向かう入射光束を、偏光状態に応じて、前記第１プリズム側に反射する反射光束、又は前記第２プリズム側に透過する透過光束に分離する為に、前記第１プリズムと前記第２プリズムとの対向する面の間に設けられ、二酸化ケイ素を主成分とする第１膜体と酸化ハフニウムを主成分とする第２膜体とを膜厚方向に積層した偏光膜と、を備える偏光ビームスプリッタが提供される。

[0016] 本発明の第６の態様に従えば、照明光束をマスクに照射し、前記マスクに形成されたパターンの像を被投影体である光感応性の基板に投影露光する基板処理装置であって、反射型の前記マスクを保持するマスク保持部材と、前記照明光束を前記マスクへ導く照明光学モジュールと、前記マスクから反射された前記投影光束を前記被投影体（基板）に投影する投影光学モジュールと、前記照明光学モジュールと前記マスクとの間であって、且つ前記マスクと前記投影光学モジュールとの間に配置される、本発明の第１の態様に係る偏光ビームスプリッタと、波長板と、を有し、前記照明光束は、前記偏光ビームスプリッタの前記偏光膜に対する入射角が、５２．４°～５７．３°のブリュースター角を含む所定の角度範囲となっており、前記偏光ビームスプリッタが、前記照明光束を前記マスクに向けて反射させると共に、前記投影

光束を前記投影光学モジュールに向けて透過させるように、前記波長板は、前記偏光ビームスプリッタからの前記照明光束を偏光すると共に、前記マスクからの前記投影光束をさらに偏光する基板処理装置が提供される。

[0017] 本発明の第７の態様に従えば、本発明の第６の態様に係る基板処理装置と、前記基板処理装置に前記被投影体を供給する基板供給装置と、を備えるデバイス製造システムが提供される。

[0018] 本発明の第８の態様に従えば、本発明の第６の態様に係る基板処理装置を用いて前記被投影体に投影露光をすることと、投影露光された前記被投影体を処理することにより、前記マスクのパターンを形成することと、を含むデバイス製造方法が提供される。

発明の効果

[0019] 本発明の態様によれば、照明光学系と投影光学系とで供用されるビームスプリッタによって照明光束と投影光束とを分離する場合であっても、照明光学系及び投影光学系の物理的な干渉を抑制し、照明光学系及び投影光学系を容易に配置することが可能な偏光ビームスプリッタ、基板処理装置、デバイス製造システム及びデバイス製造方法を提供することができる。

[0020] また、本発明の態様によれば、偏光膜に加わる負荷を低減しつつ、入射光束の一部を反射させて反射光束とし、入射光束の一部を透過させて透過光束とする偏光ビームスプリッタ、基板処理装置、デバイス製造システム及びデバイス製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図１は、第１実施形態のデバイス製造システムの構成を示す図である。

[図2]図２は、第１実施形態の露光装置（基板処理装置）の全体構成を示す図である。

[図3]図３は、図２に示す露光装置の照明領域及び投影領域の配置を示す図である。

[図4]図４は、図２に示す露光装置の照明光学系及び投影光学系の構成を示す図である。

[図5A]図５Ａは、マスクにおける照明光束及び投影光束を示す図である。

[図5B]図５Ｂは、偏光ビームスプリッタから見た第４リレーレンズを示す図である。

[図6]図６は、偏光ビームスプリッタにおける照明光束及び投影光束を示す図である。

[図7]図７は、照明光学系の配置が可能な配置領域を示す図である。

[図8]図８は、第１実施形態の偏光ビームスプリッタの偏光膜周りの構成を示す図である。

[図9]図９は、第１実施形態に対する比較例の偏光ビームスプリッタの偏光膜周りの構成を示す図である。

[図10]図１０は、図８に示す偏光ビームスプリッタの透過特性及び反射特性を示すグラフである。

[図11]図１１は、図９に示す偏光ビームスプリッタの透過特性及び反射特性を示すグラフである。

[図12]図１２は、第１実施形態のデバイス製造方法を示すフローチャートである。

[図13]図１３は、第２実施形態の露光装置（基板処理装置）の全体構成を示す図である。

[図14]図１４は、第３実施形態の露光装置（基板処理装置）の構成を示す図である。

[図15]図１５は、第４実施形態の露光装置（基板処理装置）の全体構成を示す図である。

[図16]図１６は、第５実施形態の露光装置（基板処理装置）の構成を示す図である。

[図17]図１７は、第６実施形態の偏光ビームスプリッタの偏光膜周りの構成を示す図である。

[図18]図１８は、図１７に示す偏光ビームスプリッタの透過特性及び反射特性を示すグラフである。

[図19]図１９は、第７実施形態の偏光ビームスプリッタの偏光膜周りの構成を示す図である。

[図20]図２０は、図１９に示す偏光ビームスプリッタの透過特性及び反射特性を示すグラフである。

[図21]図２１は、第８実施形態の偏光ビームスプリッタの偏光膜周りの構成を示す図である。

[図22]図２２は、図２１に示す偏光ビームスプリッタの透過特性及び反射特性を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0022] 本発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の実施形態に記載した内容により本発明が限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。また、本発明の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換または変更を行うことができる。

[0023] ［第１実施形態］

第１実施形態の偏光ビームスプリッタは、被投影体である光感応性の基板に露光処理を施す基板処理装置としての露光装置に設けられている。また、露光装置は、露光後の基板に各種処理を施してデバイスを製造するデバイス製造システムに組み込まれている。先ず、デバイス製造システムについて説明する。

[0024] ＜デバイス製造システム＞

図１は、第１実施形態のデバイス製造システムの構成を示す図である。図１に示すデバイス製造システム１は、デバイスとしてのフレキシブル・ディスプレーを製造するライン（フレキシブル・ディスプレー製造ライン）である。フレキシブル・ディスプレーとしては、例えば有機ＥＬディスプレー等がある。このデバイス製造システム１は、可撓性の基板Ｐをロール状に巻回した供給用ロールＦＲ１から、該基板Ｐが送り出され、送り出された基板Ｐ

に対して各種処理を連続的に施した後、処理後の基板Ｐを可撓性のデバイスとして回収用ロールＦＲ２に巻き取る、いわゆるロール・ツー・ロール（Ｒｏｌｌ　ｔｏ　Ｒｏｌｌ）方式となっている。第１実施形態のデバイス製造システム１では、フィルム状のシートである基板Ｐが供給用ロールＦＲ１から送り出され、供給用ロールＦＲ１から送り出された基板Ｐが、順次、ｎ台の処理装置Ｕ１，Ｕ２，Ｕ３，Ｕ４，Ｕ５，…Ｕｎを経て、回収用ロールＦＲ２に巻き取られるまでの例を示している。先ず、デバイス製造システム１の処理対象となる基板Ｐについて説明する。

[0025] 基板Ｐは、例えば、樹脂フィルム、ステンレス鋼等の金属または合金からなる箔（フォイル）等が用いられる。樹脂フィルムの材質としては、例えば、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリエステル樹脂、エチレンビニル共重合体樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、セルロース樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスチレン樹脂、酢酸ビニル樹脂のうち１または２以上を含んでいる。

[0026] 基板Ｐは、例えば、基板Ｐに施される各種処理において受ける熱による変形量が実質的に無視できるように、熱膨張係数が顕著に大きくないものを選定することが望ましい。熱膨張係数は、例えば、無機フィラーを樹脂フィルムに混合することによって、プロセス温度等に応じた閾値よりも小さく設定されていてもよい。無機フィラーは、例えば、酸化チタン、酸化亜鉛、アルミナ、酸化ケイ素等でもよい。また、基板Ｐは、フロート法等で製造された厚さ１００μｍ程度の極薄ガラスの単層体であってもよいし、この極薄ガラスに上記の樹脂フィルム、箔等を貼り合わせた積層体であってもよい。

[0027] このように構成された基板Ｐは、ロール状に巻回されることで供給用ロールＦＲ１となり、この供給用ロールＦＲ１が、デバイス製造システム１に装着される。供給用ロールＦＲ１が装着されたデバイス製造システム１は、デバイスを製造するための各種の処理を、供給用ロールＦＲ１から送り出される基板Ｐに対して繰り返し実行する。このため、処理後の基板Ｐは、複数のデバイスが連なった状態となる。つまり、供給用ロールＦＲ１から送り出さ

れる基板Ｐは、多面取り用の基板となっている。なお、基板Ｐは、予め所定の前処理によって、その表面を改質して活性化したもの、或いは、表面に精密パターニングの為の微細な隔壁構造（凹凸構造）を形成したものでも良い。

[0028] 処理後の基板Ｐは、ロール状に巻回されることで回収用ロールＦＲ２として回収される。回収用ロールＦＲ２は、図示しないダイシング装置に装着される。回収用ロールＦＲ２が装着されたダイシング装置は、処理後の基板Ｐを、デバイスごとに分割（ダイシング）することで、複数個のデバイスにする。基板Ｐの寸法は、例えば、幅方向（短尺となる方向）の寸法が１０ｃｍ～２ｍ程度であり、長さ方向（長尺となる方向）の寸法が１０ｍ以上である。なお、基板Ｐの寸法は、上記した寸法に限定されない。

[0029] 図１を参照し、引き続きデバイス製造システムについて説明する。図１では、Ｘ方向、Ｙ方向及びＺ方向が直交する直交座標系となっている。Ｘ方向は、水平面内において供給用ロールＦＲ１及び回収用ロールＦＲ２を結ぶ方向である。Ｙ方向は、水平面内においてＸ方向に直交する方向である。Ｙ方向は、供給用ロールＦＲ１及び回収用ロールＦＲ２の軸方向となっている。Ｚ方向は、Ｘ方向とＹ方向とに直交する方向（鉛直方向）である。

[0030] デバイス製造システム１は、基板Ｐを供給する基板供給装置２と、基板供給装置２によって供給された基板Ｐに対して各種処理を施す処理装置Ｕ１～Ｕｎと、処理装置Ｕ１～Ｕｎによって処理が施された基板Ｐを回収する基板回収装置４と、デバイス製造システム１の各装置を制御する上位制御装置５とを備える。

[0031] 基板供給装置２には、供給用ロールＦＲ１が回転可能に装着される。基板供給装置２は、装着された供給用ロールＦＲ１から基板Ｐを送り出す駆動ローラＲ１と、基板Ｐの幅方向（Ｙ方向）における位置を調整するエッジポジションコントローラＥＰＣ１とを有する。駆動ローラＲ１は、基板Ｐの表裏両面を挟持しながら回転し、基板Ｐを供給用ロールＦＲ１から回収用ロールＦＲ２へ向かう搬送方向に送り出すことで、基板Ｐを処理装置Ｕ１～Ｕｎに

供給する。このとき、エッジポジションコントローラＥＰＣ１は、基板Ｐの幅方向の端部（エッジ）における位置が、目標位置に対して±十数μｍ～数十μｍ程度の範囲に収まるように、基板Ｐを幅方向に移動させて、基板Ｐの幅方向における位置を修正する。

[0032] 基板回収装置４には、回収用ロールＦＲ２が回転可能に装着される。基板回収装置４は、処理後の基板Ｐを回収用ロールＦＲ２側に引き寄せる駆動ローラＲ２と、基板Ｐの幅方向（Ｙ方向）における位置を調整するエッジポジションコントローラＥＰＣ２とを有する。基板回収装置４は、駆動ローラＲ２により基板Ｐの表裏両面を挟持しながら回転し、基板Ｐを搬送方向に引き寄せると共に、回収用ロールＦＲ２を回転させることで、基板Ｐを巻き上げる。このとき、エッジポジションコントローラＥＰＣ２は、エッジポジションコントローラＥＰＣ１と同様に構成され、基板Ｐの幅方向の端部（エッジ）が幅方向においてばらつかないように、基板Ｐの幅方向における位置を修正する。

[0033] 処理装置Ｕ１は、基板供給装置２から供給された基板Ｐの表面に感光性機能液を塗布する塗布装置である。感光性機能液としては、例えば、フォトレジスト、感光性シランカップリング材、ＵＶ硬化樹脂液等が用いられる。処理装置Ｕ１は、基板Ｐの搬送方向の上流側から順に、塗布機構Ｇｐ１と乾燥機構Ｇｐ２とが設けられている。塗布機構Ｇｐ１は、基板Ｐが巻き付けられる圧胴ローラＤＲ１と、圧胴ローラＤＲ１に対向する塗布ローラＤＲ２とを有する。塗布機構Ｇｐ１は、供給された基板Ｐを圧胴ローラＤＲ１に巻き付けた状態で、圧胴ローラＤＲ１及び塗布ローラＤＲ２により基板Ｐを挟持する。そして、塗布機構Ｇｐ１は、圧胴ローラＤＲ１及び塗布ローラＤＲ２を回転させることで、基板Ｐを搬送方向に移動させながら、塗布ローラＤＲ２により感光性機能液を塗布する。乾燥機構Ｇｐ２は、熱風またはドライエアー等の乾燥用エアーを吹き付け、感光性機能液に含まれる溶質（溶剤または水）を除去し、感光性機能液が塗布された基板Ｐを乾燥させることで、基板Ｐ上に感光性機能層を形成する。

[0034] 処理装置Ｕ２は、基板Ｐの表面に形成された感光性機能層を安定にすべく、処理装置Ｕ１から搬送された基板Ｐを所定温度（例えば、数１０～１２０℃程度）まで加熱する加熱装置である。処理装置Ｕ２は、基板Ｐの搬送方向の上流側から順に、加熱チャンバＨＡ１と冷却チャンバＨＡ２とが設けられている。加熱チャンバＨＡ１は、その内部に複数のローラ及び複数のエア・ターンバーが設けられており、複数のローラ及び複数のエア・ターンバーは、基板Ｐの搬送経路を構成している。複数のローラは、基板Ｐの裏面に転接して設けられ、複数のエア・ターンバーは、基板Ｐの表面側に非接触状態で設けられる。複数のローラ及び複数のエア・ターンバーは、基板Ｐの搬送経路を長くすべく、蛇行状の搬送経路となる配置になっている。加熱チャンバＨＡ１内を通る基板Ｐは、蛇行状の搬送経路に沿って搬送されながら所定温度まで加熱される。冷却チャンバＨＡ２は、加熱チャンバＨＡ１で加熱された基板Ｐの温度が、後工程（処理装置Ｕ３）の環境温度と揃うようにすべく、基板Ｐを環境温度まで冷却する。冷却チャンバＨＡ２は、その内部に複数のローラが設けられ、複数のローラは、加熱チャンバＨＡ１と同様に、基板Ｐの搬送経路を長くすべく、蛇行状の搬送経路となる配置になっている。冷却チャンバＨＡ２内を通る基板Ｐは、蛇行状の搬送経路に沿って搬送されながら冷却される。冷却チャンバＨＡ２の搬送方向における下流側には、駆動ローラＲ３が設けられ、駆動ローラＲ３は、冷却チャンバＨＡ２を通過した基板Ｐを挟持しながら回転することで、基板Ｐを処理装置Ｕ３へ向けて供給する。

[0035] 処理装置（基板処理装置）Ｕ３は、処理装置Ｕ２から供給された、表面に感光性機能層が形成された基板（感光基板）Ｐに対して、ディスプレー用の回路または配線等のパターンを投影露光する走査型の露光装置である。詳細は後述するが、処理装置Ｕ３は、反射型の円筒状のマスクＭに照明光束を照明し、照明光束がマスクＭにより反射されることで得られる投影光束を、回転可能な基板支持ドラム２５の外周面に支持される基板Ｐに投影露光する。処理装置Ｕ３は、処理装置Ｕ２から供給された基板Ｐを搬送方向の下流側に

送る駆動ローラＲ４と、基板Ｐの幅方向（Ｙ方向）における位置を調整するエッジポジションコントローラＥＰＣ３とを有する。駆動ローラＲ４は、基板Ｐの表裏両面を挟持しながら回転し、基板Ｐを搬送方向の下流側に送り出すことで、基板Ｐを露光位置へ向けて供給する。エッジポジションコントローラＥＰＣ３は、エッジポジションコントローラＥＰＣ１と同様に構成され、露光位置における基板Ｐの幅方向が目標位置となるように、基板Ｐの幅方向における位置を修正する。

[0036] また、処理装置Ｕ３は、露光後の基板Ｐにたるみを与えた状態で、基板Ｐを搬送方向の下流側へ送る２組の駆動ローラＲ５、Ｒ６を有する。２組の駆動ローラＲ５、Ｒ６は、基板Ｐの搬送方向に所定の間隔を空けて配置されている。駆動ローラＲ５は、搬送される基板Ｐの上流側を挟持して回転し、駆動ローラＲ６は、搬送される基板Ｐの下流側を挟持して回転することで、基板Ｐを処理装置Ｕ４へ向けて供給する。このとき、基板Ｐは、たるみが与えられているため、駆動ローラＲ６よりも搬送方向の下流側において生ずる搬送速度の変動を吸収でき、搬送速度の変動による基板Ｐへの露光処理の影響を縁切りすることができる。また、処理装置Ｕ３内には、マスクＭのマスクパターンの一部分の像と基板Ｐとを相対的に位置合せ（アライメント）する為に、基板Ｐに予め形成されたアライメントマーク等を検出するアライメント顕微鏡ＡＭ１、ＡＭ２が設けられている。

[0037] 処理装置Ｕ４は、処理装置Ｕ３から搬送された露光後の基板Ｐに対して、湿式による現像処理、無電解メッキ処理等を行なう湿式処理装置である。処理装置Ｕ４は、その内部に、鉛直方向（Ｚ方向）に階層化された３つの処理槽ＢＴ１、ＢＴ２、ＢＴ３と、基板Ｐを搬送する複数のローラとを有する。複数のローラは、３つの処理槽ＢＴ１、ＢＴ２、ＢＴ３の内部を、基板Ｐが順に通過する搬送経路となるように配置される。処理槽ＢＴ３の搬送方向における下流側には、駆動ローラＲ７が設けられ、駆動ローラＲ７は、処理槽ＢＴ３を通過した基板Ｐを挟持しながら回転することで、基板Ｐを処理装置Ｕ５へ向けて供給する。

[0038] 図示は省略するが、処理装置Ｕ５は、処理装置Ｕ４から搬送された基板Ｐを乾燥させる乾燥装置である。処理装置Ｕ５は、処理装置Ｕ４において湿式処理された基板Ｐに付着する水分含有量を、所定の水分含有量に調整する。処理装置Ｕ５により乾燥された基板Ｐは、幾つかの処理装置を経て、処理装置Ｕｎに搬送される。そして、処理装置Ｕｎで処理された後、基板Ｐは、基板回収装置４の回収用ロールＦＲ２に巻き上げられる。

[0039] 上位制御装置５は、基板供給装置２、基板回収装置４及び複数の処理装置Ｕ１～Ｕｎを統括制御する。上位制御装置５は、基板供給装置２及び基板回収装置４を制御して、基板Ｐを基板供給装置２から基板回収装置４へ向けて搬送させる。また、上位制御装置５は、基板Ｐの搬送に同期させながら、複数の処理装置Ｕ１～Ｕｎを制御して、基板Ｐに対する各種処理を実行させる。

[0040] ＜露光装置（基板処理装置）＞

次に、第１実施形態の処理装置Ｕ３としての露光装置（基板処理装置）の構成について、図２から図７を参照して説明する。図２は、第１実施形態の露光装置（基板処理装置）の全体構成を示す図である。図３は、図２に示す露光装置の照明領域及び投影領域の配置を示す図である。図４は、図２に示す露光装置の照明光学系及び投影光学系の構成を示す図である。図５Ａは、マスクにおける照明光束及び投影光束を示す図である。図５Ｂは、偏光ビームスプリッタから見た第４リレーレンズを示す図である。図６は、偏光ビームスプリッタにおける照明光束及び投影光束を示す図である。図７は、照明光学系の配置が可能な配置領域を示す図である。

[0041] 図２に示す露光装置Ｕ３は、いわゆる走査露光装置であり、基板Ｐを搬送方向（走査方向）に搬送しながら、円筒状のマスクＭの外周面に形成されたマスクパターンの像を、基板Ｐの表面に投影露光する。なお、図２及び図４～図７では、Ｘ方向、Ｙ方向及びＺ方向が直交する直交座標系となっており、図１と同様の直交座標系となっている。

[0042] 先ず、露光装置Ｕ３に用いられるマスクＭについて説明する。マスクＭは

、例えば金属製の円筒体を用いた反射型の円筒マスクとなっている。マスクＭは、Ｙ方向に延びる第１軸ＡＸ１を中心とする曲率半径Ｒｍとなる外周面（円周面）を有する円筒体に形成され、径方向に一定の肉厚を有している。マスクＭの円周面は、所定のマスクパターンが形成されたマスク面Ｐ１となっている。マスク面Ｐ１は、所定方向に光束を高い効率で反射する高反射部と、所定方向に光束を反射しないまたは低い効率で反射する反射抑制部（或いは光吸収部）とを含み、マスクパターンは、高反射部及び反射抑制部により形成されている。このようなマスクＭは、金属製の円筒体であることから、安価に作成することができる。

[0043] なお、マスクＭは、１個の表示デバイスに対応するパネル用パターンの全体または一部が形成されていてもよいし、複数個の表示デバイスに対応するパネル用パターンが形成された多面取りであってもよい。また、マスクＭには、パネル用パターンが第１軸ＡＸ１の周りの周方向に繰り返し複数個形成されていてもよいし、小型のパネル用パターンが第１軸ＡＸ１に平行な方向に繰り返し複数形成されていてもよい。さらに、マスクＭは、第１の表示デバイスのパネル用パターンと、第１の表示デバイスとサイズ等が異なる第２の表示デバイスのパネル用パターンとが形成されていてもよい。また、マスクＭは、第１軸ＡＸ１を中心とする曲率半径Ｒｍとなる円周面を有していればよく、円筒体の形状に限定されない。例えば、マスクＭは、円周面を有する円弧状の板材であってもよい。また、マスクＭは薄板状であってもよく、薄板状のマスクＭを湾曲させて、円周面を有するように円柱状の母材や円筒状のフレームに貼り付けてもよい。

[0044] 次に、図２に示す露光装置Ｕ３について説明する。露光装置Ｕ３は、上記した駆動ローラＲ４～Ｒ６、エッジポジションコントローラＥＰＣ３及びアライメント顕微鏡ＡＭ１、ＡＭ２の他に、マスク保持機構１１と、基板支持機構１２と、照明光学系ＩＬと、投影光学系ＰＬと、下位制御装置１６とを有する。露光装置Ｕ３は、光源装置１３から射出された照明光束ＥＬ１を、照明光学系ＩＬ及び投影光学系ＰＬで案内することで、マスク保持機構１１

で保持したマスクＭのマスクパターンの像を、基板支持機構１２で支持した基板Ｐに投射する。

[0045] 下位制御装置１６は、露光装置Ｕ３の各部を制御し、各部に処理を実行させる。下位制御装置１６は、デバイス製造システム１の上位制御装置５の一部または全部であってもよい。また、下位制御装置１６は、上位制御装置５に制御され、上位制御装置５とは別の装置であってもよい。下位制御装置１６は、例えば、コンピュータを含む。

[0046] マスク保持機構１１は、マスクＭを保持するマスク保持ドラム（マスク保持部材）２１と、マスク保持ドラム２１を回転させる第１駆動部２２とを有している。マスク保持ドラム２１は、マスクＭの第１軸ＡＸ１が回転中心となるようにマスクＭを保持する。第１駆動部２２は、下位制御装置１６に接続され、第１軸ＡＸ１を回転中心にマスク保持ドラム２１を回転させる。

[0047] なお、マスク保持機構１１は、円筒体のマスクＭをマスク保持ドラム２１で保持したが、この構成に限らない。マスク保持機構１１は、マスク保持ドラム２１の外周面に倣って薄板状のマスクＭを巻き付けて保持してもよい。また、マスク保持機構１１は、円弧状の板材となるマスクＭをマスク保持ドラム２１の外周面において保持してもよい。

[0048] 基板支持機構１２は、基板Ｐを支持する円筒状の基板支持ドラム（基板支持部材）２５と、基板支持ドラム２５を回転させる第２駆動部２６と、一対のエア・ターンバーＡＴＢ１、ＡＴＢ２と、一対のガイドローラ２７、２８とを有している。基板支持ドラム２５は、Ｙ方向に延びる第２軸ＡＸ２を中心とする曲率半径Ｒｆａとなる外周面（円周面）を有する円筒形状に形成されている。ここで、第１軸ＡＸ１と第２軸ＡＸ２とは互いに平行になっており、第１軸ＡＸ１及び第２軸ＡＸ２を通る面を中心面ＣＬとしている。基板支持ドラム２５の円周面の一部は、基板Ｐを支持する支持面Ｐ２となっている。つまり、基板支持ドラム２５は、その支持面Ｐ２に基板Ｐが巻き付けられることで、基板Ｐを支持する。第２駆動部２６は、下位制御装置１６に接続され、第２軸ＡＸ２を回転中心に基板支持ドラム２５を回転させる。一対

のエア・ターンバーＡＴＢ１，ＡＴＢ２は、基板支持ドラム２５を挟んで、基板Ｐの搬送方向の上流側及び下流側にそれぞれ設けられている。一対のエア・ターンバーＡＴＢ１，ＡＴＢ２は、基板Ｐの表面側に設けられ、鉛直方向（Ｚ方向）において基板支持ドラム２５の支持面Ｐ２よりも下方側に配置されている。一対のガイドローラ２７、２８は、一対のエア・ターンバーＡＴＢ１，ＡＴＢ２を挟んで、基板Ｐの搬送方向の上流側及び下流側にそれぞれ設けられている。一対のガイドローラ２７、２８は、その一方のガイドローラ２７が駆動ローラＲ４から搬送された基板Ｐをエア・ターンバーＡＴＢ１に案内し、その他方のガイドローラ２８がエア・ターンバーＡＴＢ２から搬送された基板Ｐを駆動ローラＲ５に案内する。

[0049] 従って、基板支持機構１２は、駆動ローラＲ４から搬送された基板Ｐを、ガイドローラ２７によりエア・ターンバーＡＴＢ１に案内し、エア・ターンバーＡＴＢ１を通過した基板Ｐを、基板支持ドラム２５に導入する。基板支持機構１２は、第２駆動部２６により基板支持ドラム２５を回転させることで、基板支持ドラム２５に導入した基板Ｐを、基板支持ドラム２５の支持面Ｐ２で支持しながら、エア・ターンバーＡＴＢ２へ向けて搬送する。基板支持機構１２は、エア・ターンバーＡＴＢ２に搬送された基板Ｐを、エア・ターンバーＡＴＢ２によりガイドローラ２８に案内し、ガイドローラ２８を通過した基板Ｐを、駆動ローラＲ５に案内する。

[0050] このとき、第１駆動部２２及び第２駆動部２６に接続された下位制御装置１６は、マスク保持ドラム２１と基板支持ドラム２５とを所定の回転速度比で同期回転させることによって、マスクＭのマスク面Ｐ１に形成されたマスクパターンの像が、基板支持ドラム２５の支持面Ｐ２に巻き付けられた基板Ｐの表面（円周面に倣って湾曲した面）に連続的に繰り返し投影露光される。

[0051] 光源装置１３は、マスクＭに照明される照明光束ＥＬ１を出射する。光源装置１３は、光源３１と導光部材３２とを有する。光源３１は、基板Ｐの表面に形成された光感応層に化学的な作用を与える所定の波長の光を射出する

光源である。光源３１には、例えば水銀ランプ等のランプ光源、又はレーザーダイオード、発光ダイオード（ＬＥＤ）等が用いられる。光源３１が射出する照明光は、例えばランプ光源から射出される輝線（ｇ線、ｈ線、ｉ線）、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）等である。ここで、光源３１は、ｉ線（３６５ｎｍの波長）以下の波長を含む照明光束ＥＬ１を射出することが好ましい。ｉ線以下の波長となる照明光束ＥＬ１を発生する光源３１として、波長３５５ｎｍのレーザ光を射出するＹＡＧの第３高調波レーザ、波長２６６ｎｍのレーザ光を射出するＹＡＧの第４高調波レーザ、または波長２４８ｎｍのレーザ光を射出するＫｒＦエキシマレーザ等を用いることができる。

[0052] ここで、光源装置１３から出射された照明光束ＥＬ１は、後述の偏光ビームスプリッタＰＢＳに入射する。照明光束ＥＬ１は、偏光ビームスプリッタＰＢＳによる照明光束ＥＬ１の分離によってエネルギーロスが生じることを抑制すべく、入射される照明光束ＥＬ１が偏光ビームスプリッタＰＢＳにおいてほぼ全て反射するような光束にすることが好ましい。偏光ビームスプリッタＰＢＳは、Ｓ偏光の直線偏光となる光束を反射し、Ｐ偏光の直線偏光となる光束を透過する。このため、光源装置１３は、偏光ビームスプリッタＰＢＳに入射する照明光束ＥＬ１が直線偏光（Ｓ偏光）の光束となる照明光束ＥＬ１を出射する。よって、光源装置１３は、偏光ビームスプリッタＰＢＳに波長及び位相が揃った偏光レーザ光を出射する。

[0053] 導光部材３２は、光源３１から出射された照明光束ＥＬ１を照明光学系ＩＬに導く。導光部材３２は、光ファイバ、またはミラーを用いたリレーモジュール等で構成される。なお、導光部材３２は、照明光学系ＩＬが複数設けられている場合、光源３１からの照明光束ＥＬ１を複数に分離し、複数の照明光束ＥＬ１を複数の照明光学系ＩＬに導く。また、導光部材３２は、例えば光源３１から射出される光束が偏光レーザ光である場合、光ファイバとして偏波保持ファイバ（偏波面保存ファイバ）を用い、偏波保持ファイバによ

り偏光レーザ光の偏光状態を維持したまま導光してもよい。

[0054] ここで、図３に示すように、第１実施形態の露光装置Ｕ３は、いわゆるマルチレンズ方式を想定した露光装置である。なお、図３には、マスク保持ドラム２１に保持された円筒マスクＭ上の照明領域ＩＲを－Ｚ側から見た平面図（図３の左図）と、基板支持ドラム２５に支持された基板Ｐ上の投影領域ＰＡを＋Ｚ側から見た平面図（図３の右図）とが図示されている。図３の符号Ｘｓは、マスク保持ドラム２１及び基板支持ドラム２５の移動方向（回転方向）を示す。マルチレンズ方式の露光装置Ｕ３は、マスクＭ上の複数（第１実施形態では例えば６つ）の照明領域ＩＲ１～ＩＲ６に照明光束ＥＬ１をそれぞれ照明し、各照明光束ＥＬ１が各照明領域ＩＲ１～ＩＲ６に反射されることで得られる複数の投影光束ＥＬ２を、基板Ｐ上の複数（第１実施形態では例えば６つ）の投影領域ＰＡ１～ＰＡ６に投影露光する。

[0055] 先ず、照明光学系ＩＬにより照明される複数の照明領域ＩＲ１～ＩＲ６について説明する。図３に示すように、複数の照明領域ＩＲ１～ＩＲ６は、中心面ＣＬを挟んで回転方向に２列に配置され、回転方向の上流側のマスクＭ上に奇数番の第１照明領域ＩＲ１、第３照明領域ＩＲ３及び第５照明領域ＩＲ５が配置され、回転方向の下流側のマスクＭ上に偶数番の第２照明領域ＩＲ２、第４照明領域ＩＲ４及び第６照明領域ＩＲ６が配置される。各照明領域ＩＲ１～ＩＲ６は、マスクＭの軸方向（Ｙ方向）に延びる平行な短辺及び長辺を有する細長い台形状（矩形状）の領域となっている。このとき、台形状の各照明領域ＩＲ１～ＩＲ６は、その短辺が中心面ＣＬ側に位置し、その長辺が外側に位置する領域となっている。第１照明領域ＩＲ１、第３照明領域ＩＲ３及び第５照明領域ＩＲ５は、軸方向に所定の間隔を空けて配置されている。また、第２照明領域ＩＲ２、第４照明領域ＩＲ４及び第６照明領域ＩＲ６は、軸方向に所定の間隔を空けて配置されている。このとき、第２照明領域ＩＲ２は、軸方向において、第１照明領域ＩＲ１と第３照明領域ＩＲ３との間に配置される。同様に、第３照明領域ＩＲ３は、軸方向において、第２照明領域ＩＲ２と第４照明領域ＩＲ４との間に配置される。第４照明領

域ＩＲ４は、軸方向において、第３照明領域ＩＲ３と第５照明領域ＩＲ５との間に配置される。第５照明領域ＩＲ５は、軸方向において、第４照明領域ＩＲ４と第６照明領域ＩＲ６との間に配置される。各照明領域ＩＲ１～ＩＲ６は、マスクＭの周方向からみて、隣り合う台形状の照明領域ＩＲの斜辺部の三角部が重なるように（オーバーラップするように）配置されている。なお、第１実施形態において、各照明領域ＩＲ１～ＩＲ６は、台形状の領域としたが、長方形状の領域であってもよい。

[0056] また、マスクＭは、マスクパターンが形成されるパターン形成領域Ａ３と、マスクパターンが形成されないパターン非形成領域Ａ４とを有する。パターン非形成領域Ａ４は、照明光束ＥＬ１を吸収する反射し難い領域であり、パターン形成領域Ａ３を枠状に囲んで配置されている。第１～第６照明領域ＩＲ１～ＩＲ６は、パターン形成領域Ａ３のＹ方向の全幅をカバーするように、配置されている。

[0057] 照明光学系ＩＬは、複数の照明領域ＩＲ１～ＩＲ６に応じて複数（第１実施形態では例えば６つ）設けられている。複数の照明光学系ＩＬ１～ＩＬ６には、光源装置１３からの照明光束ＥＬ１がそれぞれ入射する。各照明光学系ＩＬ１～ＩＬ６は、光源装置１３から入射された各照明光束ＥＬ１を、各照明領域ＩＲ１～ＩＲ６にそれぞれ導く。つまり、第１照明光学系ＩＬ１は、照明光束ＥＬ１を第１照明領域ＩＲ１に導き、同様に、第２～第６照明光学系ＩＬ２～ＩＬ６は、照明光束ＥＬ１を第２～第６照明領域ＩＲ２～ＩＲ６に導く。複数の照明光学系ＩＬ１～ＩＬ６は、中心面ＣＬを挟んでマスクＭの周方向に２列に配置される。複数の照明光学系ＩＬ１～ＩＬ６は、中心面ＣＬを挟んで、第１、第３、第５照明領域ＩＲ１、ＩＲ３、ＩＲ５が配置される側（図２の左側）に、第１照明光学系ＩＬ１、第３照明光学系ＩＬ３及び第５照明光学系ＩＬ５が配置される。第１照明光学系ＩＬ１、第３照明光学系ＩＬ３及び第５照明光学系ＩＬ５は、Ｙ方向に所定の間隔を空けて配置される。また、複数の照明光学系ＩＬ１～ＩＬ６は、中心面ＣＬを挟んで、第２、第４、第６照明領域ＩＲ２、ＩＲ４、ＩＲ６が配置される側（図２

の右側）に、第２照明光学系ＩＬ２、第４照明光学系ＩＬ４及び第６照明光学系ＩＬ６が配置される。第２照明光学系ＩＬ２、第４照明光学系ＩＬ４及び第６照明光学系ＩＬ６は、Ｙ方向に所定の間隔を空けて配置される。このとき、第２照明光学系ＩＬ２は、軸方向において、第１照明光学系ＩＬ１と第３照明光学系ＩＬ３との間に配置される。同様に、第３照明光学系ＩＬ３は、軸方向において、第２照明光学系ＩＬ２と第４照明光学系ＩＬ４との間に配置される。第４照明光学系ＩＬ４は、軸方向において、第３照明光学系ＩＬ３と第５照明光学系ＩＬ５との間に配置される。第５照明光学系ＩＬ５は、軸方向において、第４照明光学系ＩＬ４と第６照明光学系ＩＬ６との間に配置される。また、第１照明光学系ＩＬ１、第３照明光学系ＩＬ３及び第５照明光学系ＩＬ５と、第２照明光学系ＩＬ２、第４照明光学系ＩＬ４及び第６照明光学系ＩＬ６とは、Ｙ方向からみて中心面ＣＬを中心に対称に配置されている。

[0058] 次に、図４を参照して、各照明光学系ＩＬ１～ＩＬ６について説明する。なお、各照明光学系ＩＬ１～ＩＬ６は、同様の構成となっているため、第１照明光学系ＩＬ１（以下、単に照明光学系ＩＬという）を例に説明する。

[0059] 照明光学系ＩＬは、照明領域ＩＲ（第１照明領域ＩＲ１）を照射する照明光束ＥＬ１が均一な照度分布となるように、ケーラー照明法を適用している。また、照明光学系ＩＬは、偏光ビームスプリッタＰＢＳを用いた落射照明系となっている。照明光学系ＩＬは、光源装置１３からの照明光束ＥＬ１の入射側から順に、照明光学モジュールＩＬＭと、偏光ビームスプリッタＰＢＳと、１／４波長板４１とを有する。

[0060] 図４に示すように、照明光学モジュールＩＬＭは、照明光束ＥＬ１の入射側から順に、コリメータレンズ５１と、フライアイレンズ５２と、複数のコンデンサーレンズ５３と、シリンドリカルレンズ５４と、照明視野絞り５５と、複数のリレーレンズ５６とを含んでおり、第１光軸ＢＸ１上に設けられている。コリメータレンズ５１は、光源装置１３の導光部材３２の出射側に設けられている。コリメータレンズ５１の光軸は、第１光軸ＢＸ１上に配置

される。コリメータレンズ５１は、フライアイレンズ５２の入射側の面全体を照射する。フライアイレンズ５２は、コリメータレンズ５１の出射側に設けられている。フライアイレンズ５２の出射側の面の中心は、第１光軸ＢＸ１上に配置される。フライアイレンズ５２は、コリメータレンズ５１からの照明光束ＥＬ１を、多数の点光源像の各々から発散する光束に分割する。このとき、点光源像が生成されるフライアイレンズ５２の出射側の面は、フライアイレンズ５２から照明視野絞り５５を介して後述する投影光学系ＰＬの第１凹面鏡７２に至る各種レンズによって、第１凹面鏡７２の反射面が位置する瞳面と光学的に共役となるように配置される。

[0061] コンデンサーレンズ５３は、フライアイレンズ５２の出射側に設けられている。コンデンサーレンズ５３の光軸は、第１光軸ＢＸ１上に配置される。コンデンサーレンズ５３は、フライアイレンズ５２で分割された照明光束ＥＬ１の各々を、シリンドリカルレンズ５４を介して照明視野絞り５５上で重畳させる。それによって、照明光束ＥＬ１は照明視野絞り５５上で均一な照度分布となる。シリンドリカルレンズ５４は、入射側が平面となり出射側が凸となる平凸シリンドリカルレンズである。シリンドリカルレンズ５４は、コンデンサーレンズ５３の出射側に設けられている。シリンドリカルレンズ５４の光軸は、第１光軸ＢＸ１上に配置される。

[0062] シリンドリカルレンズ５４は、図４中のＸＺ面内において第１光軸ＢＸ１に直交する方向に、照明光束ＥＬ１の主光線を収れんさせる。シリンドリカルレンズ５４は、照明視野絞り５５の入射側に隣接して設けられている。照明視野絞り５５の開口部は、照明領域ＩＲと同様の形状となる台形状または長方形等の矩形状に形成されており、照明視野絞り５５の開口部の中心は、第１光軸ＢＸ１上に配置される。このとき、照明視野絞り５５は、照明視野絞り５５からマスクＭに至る各種レンズによって、マスクＭ上の照明領域ＩＲと光学的に共役な面に配置される。リレーレンズ５６は、照明視野絞り５５の出射側に設けられている。リレーレンズ５６の光軸は、第１光軸ＢＸ１上に配置される。リレーレンズ５６は、照明視野絞り５５からの照明光束Ｅ

Ｌ１を偏光ビームスプリッタＰＢＳに入射させる。

[0063] 照明光学モジュールＩＬＭに照明光束ＥＬ１が入射すると、照明光束ＥＬ１は、コリメータレンズ５１によりフライアイレンズ５２の入射側の面全体を照射する光束となる。フライアイレンズ５２に入射した照明光束ＥＬ１は、多数の点光源像に分割された照明光束ＥＬ１となって、コンデンサーレンズ５３を介してシリンドリカルレンズ５４に入射する。シリンドリカルレンズ５４に入射した照明光束ＥＬ１は、ＸＺ面内において第１光軸ＢＸ１に直交する方向に収れんする。シリンドリカルレンズ５４を通った照明光束ＥＬ１は、照明視野絞り５５に入射する。照明視野絞り５５に入射した照明光束ＥＬ１は、照明視野絞り５５の開口部（台形または長方形等の矩形状）を通過し、リレーレンズ５６を介して偏光ビームスプリッタＰＢＳに入射する。

[0064] 偏光ビームスプリッタＰＢＳは、照明光学モジュールＩＬＭと中心面ＣＬとの間に配置されている。偏光ビームスプリッタＰＢＳは、照明光学モジュールＩＬＭからの照明光束ＥＬ１を反射する一方で、マスクＭで反射された投影光束ＥＬ２を透過している。すなわち、照明光学モジュールＩＬＭからの照明光束ＥＬ１をＳ偏光の直線偏光とすることで、偏光ビームスプリッタＰＢＳに入射する投影光束ＥＬ２は、１／４波長板４１の作用によって、Ｐ偏光の直線偏光となって偏光ビームスプリッタＰＢＳを透過する。

[0065] なお、偏光ビームスプリッタＰＢＳの詳細については後述するが、図６に示すように、偏光ビームスプリッタＰＢＳは、第１プリズム９１と、第２プリズム９２と、第１プリズム９１及び第２プリズム９２の間に設けられた偏光膜（波面分割面）９３とを有している。第１プリズム９１及び第２プリズム９２は、石英ガラスで構成され、ＸＺ面内において三角形状の三角プリズムとなっている。そして、偏光ビームスプリッタＰＢＳは、三角形状の第１プリズム９１と第２プリズム９２とが偏光膜９３を挟んで接合されることで、ＸＺ面内において四角形状となる。

[0066] 第１プリズム９１は、照明光束ＥＬ１及び投影光束ＥＬ２が入射する側のプリズムである。第２プリズム９２は、偏光膜９３を透過する投影光束ＥＬ

２が出射する側のプリズムである。偏光膜９３には、第１プリズム９１から第２プリズム９２へ向かう照明光束ＥＬ１が入射する。偏光膜９３は、Ｓ偏光（直線偏光）の照明光束ＥＬ１を反射し、Ｐ偏光（直線偏光）の投影光束ＥＬ２を透過する。

[0067] 偏光ビームスプリッタＰＢＳは、偏光膜（波面分割面）９３に達する照明光束ＥＬ１の大部分を反射すると共に、投影光束ＥＬ２の大部分を透過することが好ましい。偏光ビームスプリッタＰＢＳの波面分割面での偏光分離特性は消光比で表されるが、その消光比は波面分割面に向かう光線の入射角によっても変わる為、波面分割面の特性は、実用上の結像性能への影響が問題にならないように、照明光束ＥＬ１や投影光束ＥＬ２のＮＡ（開口数）も考慮して設計される。

[0068] １／４波長板４１は、偏光ビームスプリッタＰＢＳとマスクＭとの間に配置されている。１／４波長板４１は、偏光ビームスプリッタＰＢＳで反射された照明光束ＥＬ１を直線偏光（Ｓ偏光）から円偏光に変換する。円偏光の照明光束ＥＬ１の照射によってマスクＭで反射した光（円偏光）は、１／４波長板４１によってＰ偏光（直線偏光）の投影光束ＥＬ２に変換される。

[0069] 図５Ａは、マスクＭ上の照明領域ＩＲに照射される照明光束ＥＬ１と、照明領域ＩＲで反射された投影光束ＥＬ２との振る舞いを、ＸＺ面（第１軸ＡＸ１と垂直な面）内で誇張して示した図である。図５Ａに示すように、上記した照明光学系ＩＬは、マスクＭの照明領域ＩＲで反射される投影光束ＥＬ２の主光線がテレセントリック（平行系）となるように、マスクＭの照明領域ＩＲに照射される照明光束ＥＬ１の主光線を、ＸＺ面（第１軸ＡＸ１と垂直な面）内では意図的に非テレセントリックな状態にし、ＹＺ面（中心面ＣＬと平行）内ではテレセントリックな状態にする。照明光束ＥＬ１のそのような特性は、図４中に示したシリンドリカルレンズ５４によって与えられる。具体的には、マスク面Ｐ１上の照明領域ＩＲの周方向の中央の点Ｑ１を通って第１軸ＡＸ１に向かう線と、マスク面Ｐ１の半径Ｒｍの１／２の円との交点Ｑ２を設定したとき、照明領域ＩＲを通る照明光束ＥＬ１の各主光線が

、ＸＺ面では交点Ｑ２に向かうように、シリンドリカルレンズ５４の凸円筒レンズ面の曲率を設定する。このようにすると、照明領域ＩＲ内で反射した投影光束ＥＬ２の各主光線は、ＸＺ面内では、第１軸ＡＸ１、点Ｑ１、交点Ｑ２を通る直線と平行（テレセントリック）な状態となる。

[0070] 次に、投影光学系ＰＬにより投影露光される複数の投影領域ＰＡ１～ＰＡ６について説明する。図３に示すように、基板Ｐ上の複数の投影領域ＰＡ１～ＰＡ６は、マスクＭ上の複数の照明領域ＩＲ１～ＩＲ６と対応させて配置されている。つまり、基板Ｐ上の複数の投影領域ＰＡ１～ＰＡ６は、中心面ＣＬを挟んで搬送方向に２列に配置され、搬送方向の上流側の基板Ｐ上に奇数番の第１投影領域ＰＡ１、第３投影領域ＰＡ３及び第５投影領域ＰＡ５が配置され、搬送方向の下流側の基板Ｐ上に偶数番の第２投影領域ＰＡ２、第４投影領域ＰＡ４及び第６投影領域ＰＡ６が配置される。各投影領域ＰＡ１～ＰＡ６は、基板Ｐの幅方向（Ｙ方向）に延びる短辺及び長辺を有する細長い台形状（矩形状）の領域となっている。このとき、台形状の各投影領域ＰＡ１～ＰＡ６は、その短辺が中心面ＣＬ側に位置し、その長辺が外側に位置する領域となっている。第１投影領域ＰＡ１、第３投影領域ＰＡ３及び第５投影領域ＰＡ５は、幅方向に所定の間隔を空けて配置されている。また、第２投影領域ＰＡ２、第４投影領域ＰＡ４及び第６投影領域ＰＡ６は、幅方向に所定の間隔を空けて配置されている。このとき、第２投影領域ＰＡ２は、軸方向において、第１投影領域ＰＡ１と第３投影領域ＰＡ３との間に配置される。同様に、第３投影領域ＰＡ３は、軸方向において、第２投影領域ＰＡ２と第４投影領域ＰＡ４との間に配置される。第４投影領域ＰＡ４は、第３投影領域ＰＡ３と第５投影領域ＰＡ５との間に配置される。第５投影領域ＰＡ５は、第４投影領域ＰＡ４と第６投影領域ＰＡ６との間に配置される。各投影領域ＰＡ１～ＰＡ６は、各照明領域ＩＲ１～ＩＲ６と同様に、基板Ｐの搬送方向からみて、隣り合う台形状の投影領域ＰＡの斜辺部の三角部が重なるように（オーバーラップするように）配置されている。このとき、投影領域ＰＡは、隣り合う投影領域ＰＡの重複する領域での露光量が、重複しない

領域での露光量と実質的に同じになるような形状になっている。そして、第１～第６投影領域ＰＡ１～ＰＡ６は、基板Ｐ上に露光される露光領域Ａ７のＹ方向の全幅をカバーするように、配置されている。

[0071] ここで、図２において、ＸＺ面内で見たとき、マスクＭ上の照明領域ＩＲ１(及びＩＲ３，ＩＲ５)の中心点から照明領域ＩＲ２（及びＩＲ４，ＩＲ６）の中心点までの周長は、支持面Ｐ２に倣った基板Ｐ上の投影領域ＰＡ１（及びＰＡ３，ＰＡ５）の中心点から投影領域ＰＡ２（及びＰＡ４，ＰＡ６）の中心点までの周長と、実質的に等しく設定されている。

[0072] 投影光学系ＰＬは、複数の投影領域ＰＡ１～ＰＡ６に応じて複数（第１実施形態では例えば６つ）設けられている。複数の投影光学系ＰＬ１～ＰＬ６には、複数の照明領域ＩＲ１～ＩＲ６から反射された複数の投影光束ＥＬ２がそれぞれ入射する。各投影光学系ＰＬ１～ＰＬ６は、マスクＭで反射された各投影光束ＥＬ２を、各投影領域ＰＡ１～ＰＡ６にそれぞれ導く。つまり、第１投影光学系ＰＬ１は、第１照明領域ＩＲ１からの投影光束ＥＬ２を第１投影領域ＰＡ１に導き、同様に、第２～第６投影光学系ＰＬ２～ＰＬ６は、第２～第６照明領域ＩＲ２～ＩＲ６からの各投影光束ＥＬ２を第２～第６投影領域ＰＡ２～ＰＡ６に導く。複数の投影光学系ＰＬ１～ＰＬ６は、中心面ＣＬを挟んでマスクＭの周方向に２列に配置される。複数の投影光学系ＰＬ１～ＰＬ６は、中心面ＣＬを挟んで、第１、第３、第５投影領域ＰＡ１、ＰＡ３、ＰＡ５が配置される側（図２の左側）に、第１投影光学系ＰＬ１、第３投影光学系ＰＬ３及び第５投影光学系ＰＬ５が配置される。第１投影光学系ＰＬ１、第３投影光学系ＰＬ３及び第５投影光学系ＰＬ５は、Ｙ方向に所定の間隔を空けて配置される。また、複数の投影光学系ＰＬ１～ＰＬ６は、中心面ＣＬを挟んで、第２、第４、第６投影領域ＰＡ２、ＰＡ４、ＰＡ６が配置される側（図２の右側）に、第２投影光学系ＰＬ２、第４投影光学系ＰＬ４及び第６投影光学系ＰＬ６が配置される。第２投影光学系ＰＬ２、第４投影光学系ＰＬ４及び第６投影光学系ＰＬ６は、Ｙ方向に所定の間隔を空けて配置される。このとき、第２投影光学系ＰＬ２は、軸方向において、第

１投影光学系ＰＬ１と第３投影光学系ＰＬ３との間に配置される。同様に、第３投影光学系ＰＬ３は、軸方向において、第２投影光学系ＰＬ２と第４投影光学系ＰＬ４との間に配置される。第４投影光学系ＰＬ４は、第３投影光学系ＰＬ３と第５投影光学系ＰＬ５との間に配置される。第５投影光学系ＰＬ５は、第４投影光学系ＰＬ４と第６投影光学系ＰＬ６との間に配置される。また、第１投影光学系ＰＬ１、第３投影光学系ＰＬ３及び第５投影光学系ＰＬ５と、第２投影光学系ＰＬ２、第４投影光学系ＰＬ４及び第６投影光学系ＰＬ６とは、Ｙ方向からみて中心面ＣＬを中心に対称に配置されている。

[0073] 再び、図４を参照して、各投影光学系ＰＬ１～ＰＬ６について説明する。なお、各投影光学系ＰＬ１～ＰＬ６は、同様の構成となっているため、第１投影光学系ＰＬ１（以下、単に投影光学系ＰＬという）を例に説明する。

[0074] 投影光学系ＰＬは、マスクＭ上の照明領域ＩＲ（第１照明領域ＩＲ１）におけるマスクパターンの像を、基板Ｐ上の投影領域ＰＡに投影する。投影光学系ＰＬは、マスクＭからの投影光束ＥＬ２の入射側から順に、上記の１／４波長板４１と、上記の偏光ビームスプリッタＰＢＳと、投影光学モジュールＰＬＭとを有する。

[0075] １／４波長板４１及び偏光ビームスプリッタＰＢＳは、照明光学系ＩＬと兼用となっている。換言すれば、照明光学系ＩＬ及び投影光学系ＰＬは、１／４波長板４１及び偏光ビームスプリッタＰＢＳを共有している。

[0076] 図５Ａで説明したように、照明領域ＩＲで反射された投影光束ＥＬ２は、テレセントリックな光束（主光線が互いに平行な状態）となって、投影光学系ＰＬに入射する。照明領域ＩＲで反射された円偏光となる投影光束ＥＬ２は、１／４波長板４１により円偏光から直線偏光（Ｐ偏光）に変換された後、偏光ビームスプリッタＰＢＳに入射する。偏光ビームスプリッタＰＢＳに入射した投影光束ＥＬ２は、偏光ビームスプリッタＰＢＳを透過した後、投影光学モジュールＰＬＭに入射する。

[0077] 投影光学モジュールＰＬＭは、照明光学モジュールＩＬＭに対応して設けられている。つまり、第１投影光学系ＰＬ１の投影光学モジュールＰＬＭは

、第１照明光学系ＩＬ１の照明光学モジュールＩＬＭによって照明される第１照明領域ＩＲ１のマスクパターンの像を、基板Ｐ上の第１投影領域ＰＡ１に投影する。同様に、第２～第６投影光学系ＰＬ２～ＰＬ６の投影光学モジュールＰＬＭは、第２～第６照明光学系ＩＬ２～ＩＬ６の照明光学モジュールＩＬＭによって照明される第２～第６照明領域ＩＲ２～ＩＲ６のマスクパターンの像を、基板Ｐ上の第２～第６投影領域ＰＡ２～ＰＡ６に投影する。

[0078] 図４に示すように、投影光学モジュールＰＬＭは、照明領域ＩＲにおけるマスクパターンの像を中間像面Ｐ７に結像する第１光学系６１と、第１光学系６１により結像した中間像の少なくとも一部を基板Ｐの投影領域ＰＡに再結像する第２光学系６２と、中間像が形成される中間像面Ｐ７に配置された投影視野絞り６３とを備える。また、投影光学モジュールＰＬＭは、フォーカス補正光学部材６４と、像シフト用光学部材６５と、倍率補正用光学部材６６と、ローテーション補正機構６７と、偏光調整機構（偏光調整手段）６８とを備える。

[0079] 第１光学系６１及び第２光学系６２は、例えばダイソン系を変形したテレセントリックな反射屈折光学系である。第１光学系６１は、その光軸（以下、第２光軸ＢＸ２という）が中心面ＣＬに対して実質的に直交する。第１光学系６１は、第１偏向部材７０と、第１レンズ群７１と、第１凹面鏡７２とを備える。第１偏向部材７０は、第１反射面Ｐ３と第２反射面Ｐ４とを有する三角プリズムである。第１反射面Ｐ３は、偏光ビームスプリッタＰＢＳからの投影光束ＥＬ２を反射させ、反射させた投影光束ＥＬ２を第１レンズ群７１を通って第１凹面鏡７２に入射させる面となっている。第２反射面Ｐ４は、第１凹面鏡７２で反射された投影光束ＥＬ２が第１レンズ群７１を通って入射し、入射した投影光束ＥＬ２を投影視野絞り６３へ向けて反射する面となっている。第１レンズ群７１は、各種レンズを含み、各種レンズの光軸は、第２光軸ＢＸ２上に配置されている。第１凹面鏡７２は、第１光学系６１の瞳面に配置され、フライアイレンズ５２により生成される多数の点光源像と光学的に共役な関係に設定される。

[0080] 偏光ビームスプリッタＰＢＳからの投影光束ＥＬ２は、第１偏向部材７０の第１反射面Ｐ３で反射され、第１レンズ群７１の上半分の視野領域を通って第１凹面鏡７２に入射する。第１凹面鏡７２に入射した投影光束ＥＬ２は、第１凹面鏡７２で反射され、第１レンズ群７１の下半分の視野領域を通って第１偏向部材７０の第２反射面Ｐ４に入射する。第２反射面Ｐ４に入射した投影光束ＥＬ２は、第２反射面Ｐ４で反射され、フォーカス補正光学部材６４及び像シフト用光学部材６５を通過し、投影視野絞り６３に入射する。

[0081] 投影視野絞り６３は、投影領域ＰＡの形状を規定する開口を有する。すなわち、投影視野絞り６３の開口の形状が投影領域ＰＡの形状を規定することになる。

[0082] 第２光学系６２は、第１光学系６１と同様の構成であり、中間像面Ｐ７を挟んで第１光学系６１と対称に設けられている。第２光学系６２は、その光軸（以下、第３光軸ＢＸ３という）が中心面ＣＬに対して実質的に直交し、第２光軸ＢＸ２と平行になっている。第２光学系６２は、第２偏向部材８０と、第２レンズ群８１と、第２凹面鏡８２とを備える。第２偏向部材８０は、第３反射面Ｐ５と第４反射面Ｐ６とを有する。第３反射面Ｐ５は、投影視野絞り６３からの投影光束ＥＬ２を反射させ、反射させた投影光束ＥＬ２を第２レンズ群８１を通って第２凹面鏡８２に入射させる面となっている。第４反射面Ｐ６は、第２凹面鏡８２で反射された投影光束ＥＬ２が第２レンズ群８１を通って入射し、入射した投影光束ＥＬ２を投影領域ＰＡへ向けて反射する面となっている。第２レンズ群８１は、各種レンズを含み、各種レンズの光軸は、第３光軸ＢＸ３上に配置されている。第２凹面鏡８２は、第２光学系６２の瞳面に配置され、第１凹面鏡７２に結像した多数の点光源像と光学的に共役な関係に設定される。

[0083] 投影視野絞り６３からの投影光束ＥＬ２は、第２偏向部材８０の第３反射面Ｐ５で反射され、第２レンズ群８１の上半分の視野領域を通って第２凹面鏡８２に入射する。第２凹面鏡８２に入射した投影光束ＥＬ２は、第２凹面鏡８２で反射され、第２レンズ群８１の下半分の視野領域を通って第２偏向

部材８０の第４反射面Ｐ６に入射する。第４反射面Ｐ６に入射した投影光束ＥＬ２は、第４反射面Ｐ６で反射され、倍率補正用光学部材６６を通過し、投影領域ＰＡに投射される。これにより、照明領域ＩＲにおけるマスクパターンの像は、投影領域ＰＡに等倍（×１）で投影される。

[0084] フォーカス補正光学部材６４は、第１偏向部材７０と投影視野絞り６３との間に配置されている。フォーカス補正光学部材６４は、基板Ｐ上に投影されるマスクパターンの像のフォーカス状態を調整する。フォーカス補正光学部材６４は、例えば、２枚のクサビ状のプリズムを逆向き（図４ではＸ方向について逆向き）にして、全体として透明な平行平板になるように重ね合わせたものである。この１対のプリズムを互いに対向する面間の間隔を変えずに斜面方向にスライドさせることにより、平行平板としての厚みを可変にする。これによって第１光学系６１の実効的な光路長を微調整し、中間像面Ｐ７及び投影領域ＰＡに形成されるマスクパターンの像のピント状態が微調整される。

[0085] 像シフト用光学部材６５は、第１偏向部材７０と投影視野絞り６３との間に配置されている。像シフト用光学部材６５は、基板Ｐ上に投影されるマスクパターンの像を像面内において移動可能に調整する。像シフト用光学部材６５は、図４のＸＺ面内で傾斜可能な透明な平行平板ガラスと、図４のＹＺ面内で傾斜可能な透明な平行平板ガラスとで構成される。その２枚の平行平板ガラスの各傾斜量を調整することで、中間像面Ｐ７及び投影領域ＰＡに形成されるマスクパターンの像をＸ方向やＹ方向に微少シフトさせることができる。

[0086] 倍率補正用光学部材６６は、第２偏向部材８０と基板Ｐとの間に配置されている。倍率補正用光学部材６６は、例えば、凹レンズ、凸レンズ、凹レンズの３枚を所定間隔で同軸に配置し、前後の凹レンズは固定して、間の凸レンズを光軸（主光線）方向に移動させるように構成したものである。これによって、投影領域ＰＡに形成されるマスクパターンの像は、テレセントリックな結像状態を維持しつつ、等方的に微少量だけ拡大または縮小される。な

お、倍率補正用光学部材６６を構成する３枚のレンズ群の光軸は、投影光束ＥＬ２の主光線と平行になるようにＸＺ面内では傾けられている。

[0087] ローテーション補正機構６７は、例えば、アクチュエータ（図示略）によって、第１偏向部材７０をＺ軸と平行な軸周りに微少回転させるものである。このローテーション補正機構６７は、第１偏向部材７０を回転させることによって、中間像面Ｐ７に形成されるマスクパターンの像を、その中間像面Ｐ７内で微少回転させることができる。

[0088] 偏光調整機構６８は、例えば、アクチュエータ（図示略）によって、１／４波長板４１を、板面に直交する軸回りに回転させて、偏光方向を調整するものである。偏光調整機構６８は、１／４波長板４１を回転させることによって、投影領域ＰＡに投射される投影光束ＥＬ２の照度を調整することができる。

[0089] このように構成された投影光学系ＰＬにおいて、マスクＭからの投影光束ＥＬ２は、照明領域ＩＲからマスク面Ｐ１の法線方向に出射し、１／４波長板４１及び偏光ビームスプリッタＰＢＳを通って第１光学系６１に入射する。第１光学系６１に入射した投影光束ＥＬ２は、第１光学系６１の第１偏向部材７０の第１反射面（平面鏡）Ｐ３で反射され、第１レンズ群７１を通って第１凹面鏡７２で反射される。第１凹面鏡７２で反射された投影光束ＥＬ２は、再び第１レンズ群７１を通って第１偏向部材７０の第２反射面（平面鏡）Ｐ４で反射されて、フォーカス補正光学部材６４及び像シフト用光学部材６５を透過して、投影視野絞り６３に入射する。投影視野絞り６３を通った投影光束ＥＬ２は、第２光学系６２の第２偏向部材８０の第３反射面（平面鏡）Ｐ５で反射され、第２レンズ群８１を通って第２凹面鏡８２で反射される。第２凹面鏡８２で反射された投影光束ＥＬ２は、再び第２レンズ群８１を通って第２偏向部材８０の第４反射面（平面鏡）Ｐ６で反射されて、倍率補正用光学部材６６に入射する。倍率補正用光学部材６６から出射した投影光束ＥＬ２は、基板Ｐ上の投影領域ＰＡに入射し、照明領域ＩＲ内に現れるマスクパターンの像が投影領域ＰＡに等倍（×１）で投影される。

[0090] 本実施形態において、第１偏向部材７０の第２反射面（平面鏡）Ｐ４と、第２偏向部材８０の第３反射面（平面鏡）Ｐ５は、中心面ＣＬ（或いは光軸ＢＸ２、ＢＸ３）に対して４５°傾いた面となっているが、第１偏向部材７０の第１反射面（平面鏡）Ｐ３と、第２偏向部材８０の第４反射面（平面鏡）Ｐ６は、中心面ＣＬ（或いは光軸ＢＸ２、ＢＸ３）に対して４５°以外の角度に設定される。第１偏向部材７０の第１反射面Ｐ３の中心面ＣＬ（或いは光軸ＢＸ２）に対する角度α°（絶対値）は、図６において、点Ｑ１、交点Ｑ２、第１軸ＡＸ１を通る直線と中心面ＣＬとのなす角度をθ°としたとき、α°＝４５°＋θ°／２の関係に定められる。同様に、第２偏向部材８０の第４反射面Ｐ６の中心面ＣＬ（或いは光軸ＢＸ２）に対する角度β°（絶対値）は、基板支持ドラム２５の外周面の周方向に関する投影領域ＰＡ内の中心点を通る投影光束ＥＬ２の主光線と中心面ＣＬとのＺＸ面内での角度をε°としたとき、β°＝４５°＋ε°／２の関係に定められる。

[0091] ＜照明光学系及び投影光学系の構成＞

さらに、図４と共に、図６及び図７を参照し、第１実施形態の露光装置Ｕ３の照明光学系ＩＬ及び投影光学系ＰＬの構成について詳細に説明する。

[0092] 上記したように、図４に示す照明光学系ＩＬは、照明光学モジュールＩＬＭを有し、投影光学系ＰＬは、投影光学モジュールＰＬＭを有し、照明光学系ＩＬ及び投影光学系ＰＬは、偏光ビームスプリッタＰＢＳ及び１／４波長板４１を共有している。照明光学モジュールＩＬＭ及び偏光ビームスプリッタＰＢＳは、中心面ＣＬが延在する方向（Ｚ方向）において、マスクＭと投影光学モジュールＰＬＭとの間に設けられている。具体的に、偏光ビームスプリッタＰＢＳは、Ｚ方向において、マスクＭと投影光学モジュールＰＬＭの第１偏向部材７０との間に設けられ、Ｘ方向において、中心面ＣＬと照明光学モジュールＩＬＭとの間に設けられる。また、照明光学モジュールＩＬＭは、Ｚ方向において、マスクＭと投影光学モジュールＰＬＭの第１レンズ群７１との間に設けられ、Ｘ方向において、偏光ビームスプリッタＰＢＳを挟んで中心面ＣＬ側の反対側に設けられる。

[0093] ここで、図７を参照し、照明光学モジュールＩＬＭを配置可能な配置領域Ｅについて説明する。ＸＺ面内における配置領域Ｅは、第１ラインＬ１と、第２ラインＬ２と、第３ラインＬ３とで区画された領域である。第２ラインＬ２は、マスクＭで反射された投影光束ＥＬ２の主光線（例えば図５Ａ中の点Ｑ１を通る）である。第１ラインＬ１は、マスクＭで反射された投影光束ＥＬ２の主光線とマスク面Ｐ１とが交わる交点（例えば図５Ａ中の点Ｑ１）における、マスク面Ｐ１の接線（接面）である。第３ラインＬ３は、投影光学モジュールＰＬＭと空間的に干渉しないように、第１光学系６１の第２光軸ＢＸ２と平行に設定される線である。照明光学モジュールＩＬＭは、第１ラインＬ１、第２ラインＬ２及び第３ラインＬ３で囲まれた配置領域Ｅ内に配置される。マスクＭを円筒とした場合、図７のように、第３ラインＬ３と第１ラインＬ１のＺ方向の間隔が中心面ＣＬから離れるに従って大きくなるように、第１ラインＬ１を傾けることができる。その為、照明光学モジュールＩＬＭの設置が容易になる。

[0094] また、照明光学モジュールＩＬＭは、照明光学モジュールＩＬＭから偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の主光線の入射角βによっても、その配置が規定される。図６に示すように、照明領域ＩＲで反射された投影光束ＥＬ２の主光線（例えば図５Ａ中の点Ｑ１を通る）と中心面ＣＬとが為す角度をθとする。このとき、照明光学モジュールＩＬＭは、偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の主光線の入射角β（後述ではθ１として説明している）が、４５°×０．８≦β≦（４５°＋θ／２）×１．２の範囲内となるように配置される。つまり、この入射角βの角度範囲は、偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜９３に適した入射角βで照明光束ＥＬ１を入射させつつも、マスクＭ及び投影光学モジュールＰＬＭに物理的に干渉しないように照明光学モジュールＩＬＭを配置可能な範囲となっている。なお、上記の入射角βの角度範囲は、照明光束ＥＬ１の開口数（ＮＡ）で決まる角度分布も考慮して決められるが、４５°≦β≦（４５°＋θ／２）がより好ましい。また、最適となる入射

角βは、照明光学モジュールＩＬＭの第１光軸ＢＸ１が投影光学モジュールＰＬＭの第２光軸ＢＸ２と平行となった状態において、偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜９３に照明光束ＥＬ１を入射させたときの入射角である。

[0095] 偏光ビームスプリッタＰＢＳは、偏光膜９３を挟んで接合される２つの三角プリズム（例えば石英製）９１、９２で構成される。照明光学モジュールＩＬＭからの照明光束ＥＬ１を入射するプリズム（第１プリズム）９１の入射面は、照明光学モジュールＩＬＭの光軸ＢＸ１と垂直に設定され、照明光束ＥＬ１をマスクＭに向けて射出する面は、投影光束ＥＬ２の主光線（例えば図５Ａ中の点Ｑ１と回転中心軸（第１軸）ＡＸ１とを結ぶ線）と垂直に設定される。また、マスクＭからの投影光束ＥＬ２を、プリズム９１、偏光膜９３を介して投影光学モジュールＰＬＭに向けて透過するプリズム（第２プリズム）９２の射出面も、投影光束ＥＬ２の主光線（例えば図５Ａ中の点Ｑ１と回転中心軸ＡＸ１とを結ぶ線）と垂直に設定される。従って、偏光ビームスプリッタＰＢＳは、テレセントリックな主光線を持つ投影光束ＥＬ２に対して、一定の厚みを有する光学平行平板となっている。

[0096] 図４に示すように、照明光学モジュールＩＬＭは、偏光ビームスプリッタＰＢＳ側において、投影光学モジュールＰＬＭと物理的に干渉し易くなるため、照明光学モジュールＩＬＭに含まれる各種レンズ（第１レンズ）の一部を切り欠いている。なお、第１実施形態では、照明光学モジュールＩＬＭの各種レンズの一部を切り欠いた場合について説明するが、この構成に限らない。つまり、投影光学モジュールＰＬＭも、偏光ビームスプリッタＰＢＳ側において、照明光学モジュールＩＬＭと物理的に干渉し易くなるため、投影光学モジュールＰＬＭに含まれる各種レンズ（第２レンズ）の一部を切り欠いてもよい。従って、照明光学モジュールＩＬＭ及び投影光学モジュールＰＬＭの両方に含まれる各種レンズの一部を切り欠いてもよい。しかしながら、一般に、照明光学モジュールＩＬＭは、投影光学モジュールＰＬＭに比して要求される光学的な精度が低いため、照明光学モジュールＩＬＭの各種レンズの一部を切り欠くことが、簡単で好ましい。

[0097] 照明光学モジュールＩＬＭは、偏光ビームスプリッタＰＢＳ側に設けられた複数のリレーレンズ５６の一部が切り欠かれている。複数のリレーレンズ５６は、照明光束ＥＬ１の入射側から順に、第１リレーレンズ５６ａ、第２リレーレンズ５６ｂ、第３リレーレンズ５６ｃ、第４リレーレンズ５６ｄとなっている。第４リレーレンズ５６ｄは、偏光ビームスプリッタＰＢＳに隣接して設けられている。第３リレーレンズ５６ｃは、第４リレーレンズ５６ｄに隣接して設けられている。第２リレーレンズ５６ｂは、第３リレーレンズ５６ｃに所定の間隔を空けて設けられており、第２リレーレンズ５６ｂと第３リレーレンズ５６ｃとの間は、第２リレーレンズ５６ｂと第１リレーレンズ５６ａとの間に比して長くなっている。第１リレーレンズ５６ａは、第２リレーレンズ５６ｂに隣接して設けられている。偏光ビームスプリッタＰＢＳに遠い側の第１リレーレンズ５６ａ及び第２リレーレンズ５６ｂは、光軸を中心として円形に形成されている。一方、偏光ビームスプリッタＰＢＳに近い側の第３リレーレンズ５６ｃ及び第４リレーレンズ５６ｄは、円形の一部を切り欠いた形状になっている。

[0098] 第３リレーレンズ５６ｃ及び第４リレーレンズ５６ｄに照明光束ＥＬ１が入射すると、第３リレーレンズ５６ｃ及び第４リレーレンズ５６ｄには、照明光束ＥＬ１が入射する入射領域Ｓ２と、照明光束ＥＬ１が入射しない非入射領域Ｓ１とが形成される。第３リレーレンズ５６ｃ及び第４リレーレンズ５６ｄは、非入射領域Ｓ１の一部を欠損して形成することで、円形の一部を切り欠いた形状に形成される。具体的に、第３リレーレンズ５６ｃ及び第４リレーレンズ５６ｄは、ＸＺ面内において第１光軸ＢＸ１に直交する直交方向の両側を、直交方向に垂直な面で切った形状となっている。このため、第３リレーレンズ５６ｃ及び第４リレーレンズ５６ｄは、第１光軸ＢＸ１上から見ると、略楕円形、略長円形状、略小判形等を含む形状となっている。

[0099] ここで、図４中の偏光ビームスプリッタＰＢＳに最も近い第４リレーレンズ５６ｄの外形の一例を、図５Ｂを参照して説明する。この図５Ｂは、偏光ビームスプリッタＰＢＳ側から第４リレーレンズ５６ｄを見たもので、照明

光束ＥＬ１が通る入射領域Ｓ２を挟んで、Ｚ方向の上下に照明光束ＥＬ１が通らない非入射領域Ｓ１が存在する。第４リレーレンズ５６ｄは、所定直径の円形レンズとして製造された後、非入射領域Ｓ１に相当する部分をカットして作られる。

[0100] その円形レンズの直径は、マスクＭ上の照明領域ＩＲの大きさ、ワーキングディスタンス、照明光束ＥＬ１の開口数（ＮＡ）、及び図５Ａで説明した照明光束ＥＬ１の主光線の非テレセンの度合に応じて決められる。図５Ｂにおいて、マスクＭ上に設定される照明領域ＩＲ（ここでは光軸ＢＸ１が通る点Ｑ１を中心としたＹ方向を長辺とする長方形とする）の四隅に着目する。その四隅のひとつの点をＦＦａとすると、照明領域ＩＲ中の点ＦＦａは、第４リレーレンズ５６ｄを通る照明光束ＥＬ１のうち、ほぼ円形の部分照明光束ＥＬ１ａによって照射される。部分照明光束ＥＬ１ａの第４リレーレンズ５６ｄ上での円形分布の寸法は、ワーキングディスタンス（焦点距離）や照明光束ＥＬ１の開口数（ＮＡ）で決まる。

[0101] また、図５Ａで説明したように、マスクＭ上での照明光束ＥＬ１の各主光線は、ＸＺ面内では非テレセントリックな状態となるので、マスクＭ上の点ＦＦａを通る部分照明光束ＥＬ１ａの主光線は、第４リレーレンズ５６ｄ上では、Ｚ方向に一定量シフトすることになる。このように、照明領域ＩＲの四隅（及び外縁上）の各点を照射する部分照明光束の第４リレーレンズ５６ｄ上での分布の全てを重畳したものが、第４リレーレンズ５６ｄ上の入射領域Ｓ２に分布する照明光束ＥＬ１となる。従って、照明光束ＥＬ１の第４リレーレンズ５６ｄ上での分布（広がり）を、照明光束ＥＬ１のＸＺ面内での非テレセントリックな状態も加味して求め、入射領域Ｓ２（照明光束ＥＬ１の分布領域）をカバーする大きさとなるように、第４リレーレンズ５６ｄの形状と寸法を決めれば良い。

[0102] 第４リレーレンズ５６ｄと同様に、図４中の他のレンズ５６ｃ、又はレンズ５６ａ、５６ｂについても、実質的な照明光束ＥＬ１の分布領域を考慮して、それをカバーする大きさとなるように、レンズの外形と寸法を決めるこ

とができる。

[0103] 一般に、パワー（屈折力）を持つ高精度なレンズは、光学ガラスや石英等の円形の硝材の表面を研磨して作られるが、初めから、例えば図５Ｂのようにして決められた入射領域Ｓ２に相当する大きさの略小判形、略楕円形、略長円形状、又は略長方形の硝材を用意し、その表面を研磨して所望のレンズ面を形成しても良い。その場合は、非入射領域Ｓ１に相当する部分をカットする工程が不要となる。

[0104] ＜偏光ビームスプリッタ＞

次に、第１実施形態の露光装置Ｕ３に設けられた偏光ビームスプリッタＰＢＳの構成について、図６、図８から図１１を参照して説明する。図８は、第１実施形態の偏光ビームスプリッタの偏光膜周りの構成を示す図である。図９は、第１実施形態に対する比較例の偏光ビームスプリッタの偏光膜周りの構成を示す図である。図１０は、図８に示す偏光ビームスプリッタの透過特性及び反射特性を示すグラフである。図１１は、図９に示す偏光ビームスプリッタの透過特性及び反射特性を示すグラフである。

[0105] 図６に示すように、偏光ビームスプリッタＰＢＳは、第１プリズム９１と、第２プリズム９２と、第１プリズム９１及び第２プリズム９２の間に設けられた偏光膜９３とを有している。第１プリズム９１及び第２プリズム９２は、石英ガラスで構成され、ＸＺ面内において異なる三角形状の三角プリズムとなっている。そして、偏光ビームスプリッタＰＢＳは、三角形状の第１プリズム９１と第２プリズム９２とが偏光膜９３を挟んで接合されることで、ＸＺ面内において四角形状となる。

[0106] 第１プリズム９１は、照明光束ＥＬ１及び投影光束ＥＬ２が入射する側のプリズムである。第１プリズム９１は、照明光学モジュールＩＬＭからの照明光束ＥＬ１が入射する第１面Ｄ１と、マスクＭからの投影光束ＥＬ２が入射する第２面Ｄ２とを有している。第１面Ｄ１は、照明光束ＥＬ１の主光線に対して垂直面となっている。また、第２面Ｄ２は、投影光束ＥＬ２の主光線に対して垂直面となっている。

[0107] 第２プリズム９２は、偏光膜９３を透過する投影光束ＥＬ２が出射する側のプリズムである。第２プリズム９２は、第１プリズム９１の第１面Ｄ１に対向する第３面Ｄ３と、第１プリズム９１の第２面Ｄ２に対向する第４面Ｄ４とを有している。第４面Ｄ４は、第１プリズム９１に入射した投影光束ＥＬ２が偏光膜９３を透過して出射する面となっており、出射する投影光束ＥＬ２の主光線に対して垂直面となっている。このとき、第１面Ｄ１は、対向する第３面Ｄ３と非平行となる一方で、第２面Ｄ２は、対向する第４面Ｄ４と平行となる。

[0108] 偏光膜９３には、第１プリズム９１から第２プリズム９２へ向かう照明光束ＥＬ１が入射する。偏光膜９３は、Ｓ偏光（直線偏光）の照明光束ＥＬ１を反射し、Ｐ偏光（直線偏光）の投影光束ＥＬ２を透過する。偏光膜９３は、主成分が二酸化ケイ素（SiO_2）の膜体と、主成分が酸化ハフニウム（HfO_2）の膜体とを膜厚方向に積層して形成されている。酸化ハフニウムは、石英と同等に光束の吸収が少ない材料であり、光束の吸収による変化が生じ難い材料である。この偏光膜９３は、所定のブリュースター角θＢとなる膜になっている。ここで、ブリュースター角θＢは、Ｐ偏光の反射率がゼロとなる角である。

[0109] ブリュースター角θＢは、下記の式から算出される。なお、ｎｈは、酸化ハフニウムの屈折率であり、ｎＬは、二酸化ケイ素の屈折率であり、ｎｓは、プリズム（石英ガラス）の屈折率である。

$$\theta B = \arcsin\left(\left[(nh^2 \times nL^2) / \{ ns^2 (nh^2 + nL^2) \} \right]^{0.5} \right)$$

ここで、ｎｈ＝２．０７（HfO_2）、ｎＬ＝１．４７（SiO_2）、ｎｓ＝１．４７（石英ガラス）、とすると、上記の式から、偏光膜９３のブリュースター角θＢは、略５４．６°になる。

[0110] 但し、各材料の屈折率ｎｈ、ｎＬ、ｎｓは、上記数値に一義的に限定されるものではない。屈折率は、概ね紫外から可視光までの使用波長に対して変化し、多少の範囲を持つ。また、各種材料に若干の添加を行なうことによって屈折率が変化する場合もある。例えば、酸化ハフニウムの屈折率ｎｈは、

２．００～２．１５の範囲、二酸化ケイ素の屈折率ｎＬは、１．４５～１．４８の範囲に分布する。また使用波長により屈折が変化することを考慮すると、プリズム（石英ガラス）の屈折率ｎｓも変化することになる。屈折率ｎｓは上記SiO_2と同様に１．４５～１．４８の範囲にあるとすると、上記の式から導かれる偏光膜９３のブリュースター角θＢは、５２．４°～５７．３°の範囲を持つことになる。

[0111] このように、各材料の屈折率ｎｈ、ｎＬ、ｎｓが材料組成や使用波長によって若干変わることから、ブリュースター角θＢも変わり得るが、以下の具体例では、θＢ＝５４．６°として説明する。

[0112] このとき、図６に示すように補助線（点線）Ｌ１を引くと、偏光膜９３と第１面Ｄ１とのなす角度θ２は、偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の主光線の入射角θ１と同じ角度になることが分かる。つまり、第１プリズム９１は、第１面Ｄ１と偏光膜９３とがなす角度θ２が、照明光束ＥＬ１の主光線の入射角θ１と同じ角度となるように形成される。

[0113] 尚、図６では、照明光束ＥＬ１を偏光膜９３で反射させ、マスクＭからの反射光（投影光束ＥＬ２）は偏光膜９３を透過させるように、偏光ビームスプリッタＰＢＳを構成したが、偏光膜９３に対する照明光束ＥＬ１と投影光束ＥＬ２の反射・透過特性は逆にしても良い。即ち、照明光束ＥＬ１は偏光膜９３を透過させ、マスクＭからの反射光（投影光束ＥＬ２）は偏光膜９３で反射させるようにしても良い。そのような実施形態については後述する。

[0114] 図８に示すように、偏光膜９３は、第１プリズム９１と第２プリズム９２とを結ぶ方向が膜厚方向となっている。偏光膜９３は、二酸化ケイ素の第１膜体Ｈ１と酸化ハフニウムの第２膜体Ｈ２とを有しており、第１膜体Ｈ１と第２膜体Ｈ２とが膜厚方向に積層されている。具体的に、偏光膜９３は、第１膜体Ｈ１と第２膜体Ｈ２とからなる層体Ｈを、膜厚方向に周期的に複数積層した周期層となっている。ここで、偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の主光線の入射角θ１が５４．６°のブリュースター角θＢとなる場合、偏光膜９３は、層体Ｈを１８周期以上３０周期以下とした周期層に形成される

。層体Ｈは、照明光束ＥＬ１の波長λに対してλ／４波長となる膜厚の第１膜体Ｈ１と、第１膜体Ｈ１を挟んで膜厚方向の両側に設けられ、照明光束ＥＬ１の波長λに対してλ／８波長となる膜厚の一対の第２膜体Ｈ２とを含んで構成される。このように構成された層体Ｈは、膜厚方向に複数積層されることで、層体Ｈの各第２膜体Ｈ２が、隣接する層体Ｈの各第２膜体Ｈ２と一体になり、λ／４波長の膜厚となる第２膜体Ｈ２が形成される。このため、偏光膜９３は、膜厚方向の両側の膜体が、λ／８波長の膜厚となる一対の第２膜体Ｈ２となり、λ／８波長の膜厚となる一対の第２膜体Ｈ２の間において、λ／４波長の膜厚となる第１膜体Ｈ１とλ／４波長の膜厚となる第２膜体Ｈ２とが交互に設けられる。

[0115] また、偏光膜９３は、接着剤またはオプティカルコンタクトによって、第１プリズム９１及び第２プリズム９２の間に固定される。例えば、偏光ビームスプリッタＰＢＳは、第１プリズム９１上に偏光膜９３が形成された後、接着剤を介して第２プリズム９２が偏光膜９３上に接合して形成される。

[0116] 次に、図１０を参照して、上記の偏光ビームスプリッタＰＢＳの透過特性及び反射特性について説明する。図１０では、偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の主光線の入射角θ１を、５４．６°のブリュースター角θＢとし、偏光膜９３は、２１周期層とし、照明光束ＥＬ１は、第３（３倍）高調波のＹＡＧレーザを用いている。図１０に示すグラフは、その横軸が入射角θ１となっており、その縦軸が、透過率・反射率となっている。図１０に示すグラフにおいて、Ｒｓは、偏光膜９３に入射するＳ偏光の反射光束であり、Ｒｐは、偏光膜９３に入射するＰ偏光の反射光束であり、Ｔｓは、偏光膜９３に入射するＳ偏光の透過光束であり、Ｔｐは、偏光膜９３に入射するＰ偏光の透過光束である。

[0117] ここで、偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜９３は、Ｓ偏光の反射光束（照明光束）を反射し、Ｐ偏光の透過光束（投影光束）を透過する構成となっていることから、反射光束Ｒｓの反射率が高く、透過光束Ｔｐの透過率が高い膜特性が優れた偏光膜９３となる。換言すれば、反射光束Ｒｐの反射率

が低く、透過光束Ｔｓの透過率が低い膜特性が優れた偏光膜となる。図１０において、最適に使用可能な偏光膜９３の透過率・反射率の範囲は、５４．６°のブリュースター角θＢにおける反射光束Ｒｓの反射率及び透過光束Ｔｐの透過率に対し、透過率・反射率が－５％の低下を許容する範囲である。つまり、ブリュースター角θＢにおける透過率・反射率は１００％であることから、反射光束Ｒｓの反射率及び透過光束Ｔｐの透過率が９５％以上となる範囲が、最適に使用できる偏光膜９３の透過率・反射率の範囲である。図１０に示す場合では、反射光束Ｒｓの反射率及び透過光束Ｔｐの透過率が９５％以上となる範囲において、入射角θ１の範囲は、４６．８°以上６１．４°以下となる。

[0118] 以上から、図１０では、偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の主光線の入射角θ１を、５４．６°のブリュースター角θＢとした場合、照明光束ＥＬ１の主光線以外の光線の入射角の範囲を、４６．８°以上６１．４°以下とすることができるため、偏光膜９３に入射させる照明光束ＥＬ１の入射角の角度範囲を１４．６°の範囲にできることが分かる。

[0119] 従って、露光装置Ｕ３の照明光学モジュールＩＬＭは、偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の入射角θ１の角度範囲が、４６．８°以上６１．４°以下になると共に、照明光束ＥＬ１の主光線が５４．６°のブリュースター角θＢになるように、照明光束ＥＬ１を出射できる。

[0120] 次に、図９を参照し、図８に示す第１実施形態の偏光ビームスプリッタＰＢＳに対する比較例としての偏光ビームスプリッタＰＢＳについて説明する。比較例となる偏光ビームスプリッタＰＢＳは、第１実施形態と略同様の構成となっており、第１プリズム９１と、第２プリズム９２と、第１プリズム９１及び第２プリズム９２の間に設けられた偏光膜１００とを有している。第１プリズム９１及び第２プリズム９２は、第１実施形態と同様であるため、説明を省略する。

[0121] 比較例となる偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜１００には、偏光膜１００に入射する照明光束ＥＬ１の主光線が４５°の入射角θ１になるような膜となっている。具体的に、偏光膜１００に入射する照明光束ＥＬ１の主光線が４５°の入射角θ１となる場合、偏光膜１００は、第１実施形態と同様の層体Ｈを膜厚方向に３１周期以上４０周期以下とした周期層となっている。

[0122] 次に、図１１を参照して、比較例の偏光ビームスプリッタＰＢＳの透過特性及び反射特性について説明する。図１１では、偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜１００に入射する照明光束ＥＬ１の主光線の入射角θ１を、４５°の入射角とし、偏光膜１００は、３３周期層とし、照明光束ＥＬ１は、第３（３倍）高調波のＹＡＧレーザを用いている。図１１に示すグラフは、図１０と同様に、その横軸が入射角、その縦軸が透過率・反射率、Ｒｓが偏光膜１００に入射するＳ偏光の反射光束、Ｒｐが偏光膜１００に入射するＰ偏光の反射光束、Ｔｓが偏光膜１００に入射するＳ偏光の透過光束、Ｔｐが偏光膜１００に入射するＰ偏光の透過光束である。

[0123] 図１１において、最適に使用可能な偏光膜１００の透過率・反射率の範囲は、反射光束Ｒｓの反射率及び透過光束Ｔｐの透過率が９５％以上となる範囲である。図１１に示す場合では、反射光束Ｒｓの反射率及び透過光束Ｔｐの透過率が９５％以上となる範囲において、入射角θ１の範囲は、４１．９°以上４８．７°以下となる。

[0124] 以上から、図１１では、偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜１００に入射する照明光束ＥＬ１の主光線の入射角θ１を、４５°とした場合、照明光束ＥＬ１の主光線以外の光線の入射角θ１の角度範囲を、４１．９°以上４８．７°以下とすることができるため、偏光膜１００に入射させる照明光束ＥＬ１の入射角θ１の角度範囲を６．８°の範囲にできることが分かる。よって、図８に示す偏光ビームスプリッタＰＢＳは、図９に示す偏光ビームスプリッタＰＢＳに比して、照明光束ＥＬ１の入射角θ１の角度範囲を、２倍程度広くすることができる。

[0125] ＜デバイス製造方法＞

次に、図１２を参照して、デバイス製造方法について説明する。図１２は、第１実施形態のデバイス製造方法を示すフローチャートである。

[0126] 図１２に示すデバイス製造方法では、まず、例えば有機ＥＬ等の自発光素子による表示パネルの機能・性能設計を行い、必要な回路パターンや配線パターンをＣＡＤ等で設計する（ステップＳ２０１）。次いで、ＣＡＤ等で設計された各種レイヤー毎のパターンに基づいて、必要なレイヤー分のマスクＭを製作する（ステップＳ２０２）。また、表示パネルの基材となる可撓性の基板Ｐ（樹脂フィルム、金属箔膜、プラスチック等）が巻かれた供給用ロールＦＲ１を準備しておく（ステップＳ２０３）。なお、このステップＳ２０３にて用意しておくロール状の基板Ｐは、必要に応じてその表面を改質したもの、下地層（例えばインプリント方式による微小凹凸）を事前形成したもの、光感応性の機能膜や透明膜（絶縁材料）を予めラミネートしたもの、でも良い。

[0127] 次いで、基板Ｐ上に表示パネルデバイスを構成する電極や配線、絶縁膜、ＴＦＴ（薄膜半導体）等によって構成されるバックプレーン層を形成すると共に、そのバックプレーンに積層されるように、有機ＥＬ等の自発光素子による発光層（表示画素部）が形成される（ステップＳ２０４）。このステップＳ２０４には、先の各実施形態で説明した露光装置Ｕ３を用いて、フォトレジスト層を露光する従来のフォトリソグラフィ工程も含まれるが、フォトレジストの代わりに感光性シランカップリング材を塗布した基板Ｐをパターン露光して表面に親撥水性によるパターンを形成する露光工程、光感応性の触媒層をパターン露光し無電解メッキ法によって金属膜のパターン（配線、電極等）を形成する湿式工程、或いは、銀ナノ粒子を含有した導電性インク等によってパターンを描画する印刷工程、等による処理も含まれる。

[0128] 次いで、ロール方式で長尺の基板Ｐ上に連続的に製造される表示パネルデバイス毎に、基板Ｐをダイシングしたり、各表示パネルデバイスの表面に、保護フィルム（対環境バリア層）やカラーフィルターシート等を貼り合せた

りして、デバイスを組み立てる（ステップＳ２０５）。次いで、表示パネルデバイスが正常に機能するか、所望の性能や特性を満たしているかの検査工程が行なわれる（ステップＳ２０６）。以上のようにして、表示パネル（フレキシブル・ディスプレー）を製造することができる。

[0129] 以上、第１実施形態は、偏光ビームスプリッタＰＢＳを用いた落射照明となる照明光学系ＩＬにおいて、偏光ビームスプリッタＰＢＳにより照明光束ＥＬ１を反射し、投影光束ＥＬ２を透過する場合、偏光ビームスプリッタＰＢＳを照明光学系ＩＬ及び投影光学系ＰＬで共有し、照明光学モジュールＩＬＭ内の少なくとも偏光ビームスプリッタＰＢＳに近いレンズ素子の外形を、照明光束ＥＬ１の分布に応じた形状に設定することにより、照明光学モジュールＩＬＭ及び偏光ビームスプリッタＰＢＳを、マスクＭと投影光学モジュールＰＬＭとの間に設けることができる。このため、照明光学系ＩＬ及び投影光学系ＰＬの物理的な干渉、特に、照明光学モジュールＩＬＭと投影光学モジュールＰＬＭとの物理的な干渉条件を緩和し、照明光学モジュールＩＬＭと偏光ビームスプリッタＰＢＳとの配置の自由度、投影光学モジュールＰＬＭと偏光ビームスプリッタＰＢＳとの配置の自由度を高められ、照明光学系ＩＬ及び投影光学系ＰＬを容易に配置することが可能となる。

[0130] また、第１実施形態は、偏光ビームスプリッタＰＢＳに隣接する第４リレーレンズ５６ｄや第３リレーレンズ５６ｃが、実質的に照明光束ＥＬ１が通る部分（入射領域Ｓ２）を含み、実質的に照明光束ＥＬ１が通らない部分（非入射領域Ｓ１）の無いレンズ外形とした為、コンパクトな照明光学モジュールＩＬＭとしつつも、照明光束ＥＬ１をほとんどロスすることなく、照明領域ＩＲの照明条件（テレセン性、照度均一性等）を高精度に維持しつつ、照明光学モジュールＩＬＭ及び投影光学モジュールＰＬＭの配置の自由度を高めることができる。

[0131] なお、第１実施形態では、照明光学モジュールＩＬＭに含まれるレンズの一部を欠損させて外形を小さくしたが、投影光学モジュールＰＬＭに含まれるレンズの一部を欠損させて外形を小さくしてもよい。この場合も、照明光

学モジュールＩＬＭと同様に、偏光ビームスプリッタＰＢＳに近い側のレンズ、例えば、第１レンズ群７１の第１偏向部材７０側にあるレンズの一部を欠損させて外形を小さくすることができる。

[0132] また、第１実施形態は、偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜９３を、二酸化ケイ素の第１膜体Ｈ１と酸化ハフニウムの第２膜体Ｈ２とを膜厚方向に積層して形成することができる。このため、偏光膜９３は、偏光膜９３に入射するＳ偏光の反射光束（照明光束）の反射率、及び偏光膜９３に入射するＰ偏光の透過光束（投影光束）の透過率を高いものとすることができる。これにより、偏光ビームスプリッタＰＢＳは、ｉ線以下の波長となるエネルギー密度の高い照明光束ＥＬ１が偏光膜９３に入射した場合であっても、偏光膜９３に加わる負荷を抑制することができ、反射光束と透過光束とに好適に分離することができる。

[0133] また、第１実施形態は、偏光膜９３を、偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の主光線の入射角θ１が５４．６°のブリュースター角θＢとなる膜に形成することができる。換言すれば、偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の主光線を５４．６°のブリュースター角θＢとすることで、偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の入射角θ１の角度範囲を、４６．８°以上６１．４°以下にすることができる。このため、偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の入射角θ１の角度範囲を広くすることができる。これにより、照明光束ＥＬ１の入射角θ１の角度範囲を広くできる分、偏光ビームスプリッタＰＢＳに隣接して設けられるレンズの開口数ＮＡを大きくすることが可能となる。このため、開口数ＮＡが大きいレンズを用いることが可能となることで、露光装置Ｕ３の解像度を高めることができ、基板Ｐに対し微細なマスクパターンを露光することが可能となる。

[0134] 尚、偏光膜９３を構成する材料（膜体）の屈折率のばらつきにより、第１実施形態における偏光膜９３のブリュースター角θＢは、５２．４°～５７．３°の範囲を取り得る為、その範囲を考慮して、偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の入射角θ１の角度範囲を設定すれば良い。

[0135] また、第１実施形態は、偏光ビームスプリッタＰＢＳの第１面Ｄ１と第３面Ｄ３とを非平行にし、第２面Ｄ２と第４面Ｄ４とを平行にすることができる。また、第１実施形態は、第１面Ｄ１と偏光膜９３とのなす角度θ２を、偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の主光線の入射角θ１と同じにすることができる。このため、第１面Ｄ１に入射する照明光束ＥＬ１の主光線に対し、第１面Ｄ１を垂直面にすることができ、また、第２面Ｄ２に入射する投影光束ＥＬ２の主光線に対し、第２面Ｄ２を垂直面にすることができる。これにより、偏光ビームスプリッタＰＢＳは、第１面Ｄ１における照明光束ＥＬ１の反射を抑制でき、また、第２面Ｄ２における投影光束ＥＬ２の反射を抑制できる。

[0136] また、第１実施形態は、所定の層体Ｈを膜厚方向に周期的に複数積層することで、周期層となる偏光膜９３を形成することができる。このとき、一例として挙げた、照明光束ＥＬ１の主光線の入射角θ１が５４．６°のブリュースター角θＢとなる偏光膜９３（図８）は、照明光束ＥＬ１の主光線の入射角θ１が４５°となる偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜１００（図９）に比して、周期層を少なくすることができる。このため、図８の偏光膜９３は、図９の偏光膜１００に比して周期層が少ない分、簡易な構造にでき、偏光ビームスプリッタＰＢＳの製造コストを低減することができる。

[0137] また、第１実施形態は、接着剤またはオプティカルコンタクトによって、偏光膜９３を第１プリズム９１と第２プリズム９２との間に好適に固定できる。なお、第１実施形態において、偏光ビームスプリッタＰＢＳと１／４波長板４１とを、接着剤またはオプティカルコンタクトによって一体に固定してもよい。この場合、偏光ビームスプリッタＰＢＳと１／４波長板４１との相対的な位置ズレの発生を抑制できる。

[0138] また、第１実施形態は、照明光束ＥＬ１として、ｉ線以下の波長を用いることができ、例えば、高調波レーザやエキシマレーザを用いることができるため、露光処理に適した照明光束ＥＬ１を用いることが可能となる。

[0139] また、第１実施形態は、偏光調整機構６８により１／４波長板４１の偏光

方向を調整することで、投影領域ＰＡの照度を調整することができるため、複数の投影領域ＰＡ１～ＰＡ６の照度を均一にすることができる。

[0140] ［第２実施形態］

次に、図１３を参照して、第２実施形態の露光装置Ｕ３について説明する。なお、重複する記載を避けるべく、第１実施形態と異なる部分についてのみ説明し、第１実施形態と同様の構成要素については、第１実施形態と同じ符号を付して説明する。図１３は、第２実施形態の露光装置（基板処理装置）の全体構成を示す図である。第１実施形態の露光装置Ｕ３は、円筒状の反射型のマスクＭを、回転可能なマスク保持ドラム２１に保持する構成であったが、第２実施形態の露光装置Ｕ３は、平板状の反射型マスクＭＡを、移動可能なマスク保持機構１１に保持する構成となっている。

[0141] 第２実施形態の露光装置Ｕ３において、マスク保持機構１１は、平面状のマスクＭＡを保持するマスクステージ１１０と、マスクステージ１１０を中心面ＣＬと直交する面内でＸ方向に沿って走査移動させる移動装置（図示略）とを備える。

[0142] 図１３のマスクＭＡのマスク面Ｐ１は実質的にＸＹ面と平行な平面であるので、マスクＭＡから反射された投影光束ＥＬ２の主光線は、ＸＹ面と垂直になる。このため、マスクＭＡ上の各照明領域ＩＲ１～ＩＲ６を照明する照明光学系ＩＬ１～ＩＬ６からの照明光束ＥＬ１の主光線もＸＹ面に対して垂直になるように配置される。

[0143] マスクＭＡで反射される投影光束ＥＬ２の主光線がＸＹ面と垂直になる場合、投影光束ＥＬ２の主光線に応じて、配置領域Ｅを区画する第１ラインＬ１及び第２ラインＬ２も変化する。つまり、第２ラインＬ２は、マスクＭＡと投影光束ＥＬ２の主光線とが交わる交点からＸＹ面に垂直な方向となり、第１ラインＬ１は、マスクＭＡと投影光束ＥＬ２の主光線とが交わる交点からＸＹ面に平行な方向となる。このため、照明光学モジュールＩＬＭの配置は、配置領域Ｅの変更に伴って適宜変更され、照明光学モジュールＩＬＭの配置の変更に伴って、偏光ビームスプリッタＰＢＳの配置も適宜変更される

。

[0144] また、マスクＭＡから反射される投影光束ＥＬ２の主光線がＸＹ面と垂直になる場合、投影光学モジュールＰＬＭの第１光学系６１に含まれる第１偏向部材７０の第１反射面Ｐ３は、偏光ビームスプリッタＰＢＳからの投影光束ＥＬ２を反射させ、反射させた投影光束ＥＬ２を第１レンズ群７１を通って第１凹面鏡７２に入射させる角度にされる。具体的に、第１偏向部材７０の第１反射面Ｐ３は、第２光軸ＢＸ２（ＸＹ面）に対して実質的に４５°に設定される。

[0145] また、第２実施形態においても、先の図２と同様に、ＸＺ面内で見たとき、マスクＭＡ上の照明領域ＩＲ１(及びＩＲ３，ＩＲ５)の中心点から照明領域ＩＲ２（及びＩＲ４，ＩＲ６）の中心点までの周長は、支持面Ｐ２に倣った基板Ｐ上の投影領域ＰＡ１（及びＰＡ３，ＰＡ５）の中心点から第２投影領域ＰＡ２（及びＰＡ４，ＰＡ６）の中心点までの周長と、実質的に等しく設定されている。

[0146] 図１３の露光装置Ｕ３においても、下位制御装置１６が、マスク保持機構１１の移動装置（走査露光用のリニアモータや微動用のアクチュエータ等）を制御し、基板支持ドラム２５の回転と同期してマスクステージ１１０を駆動する。図１３の露光装置Ｕ３では、マスクＭＡの＋Ｘ方向への同期移動で走査露光を行なった後、－Ｘ方向の初期位置にマスクＭＡを戻す動作（巻戻し）が必要となる。そのため、基板支持ドラム２５を一定速度で連続回転させて基板Ｐを等速で送り続ける場合、マスクＭＡの巻戻し動作の間、基板Ｐ上にはパターン露光が行なわれず、基板Ｐの搬送方向に関してパネル用パターンが飛び飛びに（離間して）形成されることになる。しかしながら、実用上、走査露光時の基板Ｐの速度（ここでは周速）とマスクＭＡの速度は５０ｍｍ／ｓ～１００ｍｍ／ｓと想定されていることから、マスクＭＡの巻戻しの際にマスクステージ１１０を、例えば５００ｍｍ／ｓの最高速で駆動すれば、基板Ｐ上に形成されるパネル用パターン間の搬送方向に関する余白を狭くすることができる。

[0147] ［第３実施形態］

次に、図１４を参照して、第３実施形態の露光装置Ｕ３について説明する。なお、重複する記載を避けるべく、第１実施形態（又は第２実施形態）と異なる部分についてのみ説明し、第１実施形態（又は第２実施形態）と同様の構成要素については、第１実施形態（又は第２実施形態）と同じ符号を付して説明する。図１４は、第３実施形態の露光装置（基板処理装置）の構成を示す図である。図１４の露光装置Ｕ３は、先の各実施形態と同様に、反射型の円筒マスクＭからの反射光（投影光束ＥＬ２）を、平面状に搬送される可撓性の基板Ｐ上に投影しつつ、円筒マスクＭの回転による周速度と基板Ｐの搬送速度とを同期させる走査露光装置である。

[0148] 第３実施形態の露光装置Ｕ３は、偏光ビームスプリッタＰＢＳにおける照明光束ＥＬ１と投影光束ＥＬ２の反射・透過特性を逆にした場合の露光装置の一例となっている。図１４において、照明光学モジュールＩＬＭの光軸ＢＸ１に沿って配置されるリレーレンズ５６のうち、少なくとも最も偏光ビームスプリッタＰＢＳに近いリレーレンズ５６は、照明光束ＥＬ１が通らない部分（非入射領域Ｓ１）を無くした形状とすることにより、投影光学モジュールＰＬＭとの空間的な干渉を避けてある。また、照明光学モジュールＩＬＭの光軸ＢＸ１の延長線は第１軸ＡＸ１（回転中心となる線）と交差する。

[0149] 偏光ビームスプリッタＰＢＳは、互いに平行な第２面Ｄ２と第４面Ｄ４とが、照明光学モジュールＩＬＭの光軸ＢＸ１（第１光軸）と垂直になるように配置され、第１面Ｄ１が投影光学モジュールＰＬＭの光軸ＢＸ４（第４光軸）と垂直になるように配置される。光軸ＢＸ１と光軸ＢＸ４とのＸＺ面内での交差角度は、偏光膜９３の先の図６の条件と同様であるが、ここでは投影光束ＥＬ２をブリュースター角θＢ（５２．４°～５７．３°）で反射させるように、９０°以外の角度に設定される。

[0150] 本実施形態における偏光ビームスプリッタＰＢＳの偏光膜９３（波面分割面）は、二酸化ケイ素の第１膜体と酸化ハフニウムの第２膜体とを膜厚方向に複数積層して形成することができる。そのため、偏光膜９３は、偏光膜９

３に入射するＳ偏光の反射率、及び偏光膜９３に入射するＰ偏光の透過率を高いものとすることができる。これにより、偏光ビームスプリッタＰＢＳは、ｉ線以下の波長となるエネルギー密度の高い照明光束ＥＬ１が偏光膜９３に入射した場合であっても、偏光膜９３に加わる負荷を抑制することができ、反射光束と透過光束とに好適に分離することができる。偏光膜９３を二酸化ケイ素の第１膜体Ｈ１と酸化ハフニウムの第２膜体Ｈ２との積層構造にすることは、先の第１実施形態、または第２実施形態で用いる偏光ビームスプリッタＰＢＳにも同様に適用できる。

[0151] 第３実施形態の場合、偏光ビームスプリッタＰＢＳの第４面Ｄ４からは、Ｐ偏光の照明光束ＥＬ１が入射する。その為、照明光束ＥＬ１は、偏光膜９３を透過して第２面Ｄ２から射出し、１／４波長板４１を通って円偏光に変換されて、マスクＭのマスク面Ｐ１上の照明領域ＩＲに照射される。マスクＭの回転に伴って、照明領域ＩＲ内に現れるマスクパターンから発生（反射）する投影光束ＥＬ２（円偏光）は、１／４波長板４１によってＳ偏光に変換され、偏光ビームスプリッタＰＢＳの第２面Ｄ２に入射する。Ｓ偏光となった投影光束ＥＬ２は、偏光膜９３で反射されて、偏光ビームスプリッタＰＢＳの第１面Ｄ１から投影光学モジュールＰＬＭに向けて射出する。

[0152] 本実施形態では、投影光束ＥＬ２のうち、マスクＭ上の照明領域ＩＲの中心（点Ｑ１）を通る主光線Ｌｓが、投影光学モジュールＰＬＭの光軸ＢＸ４から偏心した位置で、投影光学モジュールＰＬＭの最初のレンズ系Ｇ１に入射する。投影光束ＥＬ２の広がり（開口数ＮＡ）が小さい場合、レンズ系Ｇ１のうち、投影光束ＥＬ２が実質的に通らない部分を無くした形状とすることによって、偏光ビームスプリッタＰＢＳを円筒マスクＭに近付けた場合に、投影光学モジュールＰＬＭの一部（レンズ系Ｇ１）が、円筒マスクＭや照明光学モジュールＩＬＭの一部（レンズ５６）と空間的に干渉することが避けられる。

[0153] 図１４において、投影光学モジュールＰＬＭは、レンズ系Ｇ１とレンズ系Ｇ２とを光軸ＢＸ４に沿って配置した全屈折系の投影光学系として説明する

が、このような系に限られず、凹面、凸面、或いは平面のミラーとレンズとを組み合わせた反射屈折型の投影光学系であっても良い。また、レンズ系Ｇ１は全屈折系とし、レンズ系Ｇ２を反射屈折系としてもよく、マスク面Ｐ１上の照明領域ＩＲ内のパターンの像を、基板Ｐ上の投影領域ＰＡに結像するときの倍率も、等倍（×１）以外の拡大や縮小の何れであっても良い。

[0154] 図１４では、基板Ｐを支持する基板支持部材ＰＨを、平坦な表面として、その表面と基板Ｐの裏面との間に、数μｍ程度のエアベアリング層（気体軸受け）が形成されるような構成とし、基板Ｐの少なくとも投影領域ＰＡを含む所定範囲内では、ニップ式の駆動ローラ等を用いて、基板Ｐに一定のテンションを付与して平坦にしつつ、基板Ｐを長尺方向（Ｘ方向）に送る搬送機構が設けられる。勿論、本実施形態でも、基板Ｐを先の図２に示したような基板支持ドラム２５のような円筒体の一部に巻き付けて搬送する構成であっても良い。

[0155] また、図１４のような、照明光学モジュールＩＬＭ、偏光ビームスプリッタＰＢＳ、１／４波長板４１、投影光学モジュールＰＬＭで構成される露光ユニットを、マスクＭの回転中心軸（第１軸）ＡＸ１の方向に複数設けて、マルチ化する場合は、マスクＭの回転中心線である第１軸ＡＸ１を含み、ＺＹ面と平行な中心面ＣＬを挟んで対称的に露光ユニットを配置すれば良い。

[0156] 以上の第３実施形態では、酸化ハフニウムの膜体と二酸化ケイ素の膜体との積層構造による偏光膜（多層膜）９３を備えた偏光ビームスプリッタＰＢＳを使うことによって、照明光束ＥＬ１として紫外波長域の高輝度のレーザ光を使う場合でも、高解像のパターン露光を安定的に継続することができる。このような偏光膜９３を備えた偏光ビームスプリッタＰＢＳは、先の第１実施形態、第２実施形態でも同様に利用可能である。

[0157] ［第４実施形態］

次に、図１５を参照して、第４実施形態の露光装置Ｕ３について説明する。なお、重複する記載を避けるべく、第１実施形態（から第３実施形態）と異なる部分についてのみ説明し、第１実施形態（から第３実施形態）と同様

の構成要素については、第１実施形態（から第３実施形態）と同じ符号を付して説明する。図１５は、第４実施形態の露光装置（基板処理装置）の全体構成を示す図である。第１実施形態の露光装置Ｕ３は、円筒状の反射型のマスクＭを、回転可能なマスク保持ドラム２１に保持する構成であったが、第４実施形態の露光装置Ｕ３は、平板状の反射型のマスクＭＡを、移動可能なマスク保持機構１１に保持する構成となっている。

[0158] 第４実施形態の露光装置Ｕ３において、マスク保持機構１１は、平面状のマスクＭＡを保持するマスクステージ１１０と、マスクステージ１１０を中心面ＣＬと直交する面内でＸ方向に沿って走査移動させる移動装置（図示略）とを備える。

[0159] 図１５のマスクＭＡのマスク面Ｐ１は実質的にＸＹ面と平行な平面であるので、マスクＭＡから反射された投影光束ＥＬ２の主光線は、ＸＹ面と垂直になる。このため、マスクＭＡ上の各照明領域ＩＲ１～ＩＲ６を照明する照明光学系ＩＬ１～ＩＬ６からの照明光束ＥＬ１の主光線もＸＹ面に対して垂直になるように配置される。

[0160] マスクＭＡに照明される照明光束ＥＬ１の主光線がＸＹ面と垂直になる場合、偏光ビームスプリッタＰＢＳは、偏光膜９３に入射する照明光束ＥＬ１の主光線の入射角θ１がブリュースター角θＢ（５２．４°～５７．３°）となり、偏光膜９３で反射した照明光束ＥＬ１の主光線がＸＹ面と垂直になるように配置される。この偏光ビームスプリッタＰＢＳの配置の変更に伴って、照明光学モジュールＩＬＭの配置も適宜変更される。

[0161] また、マスクＭＡから反射される投影光束ＥＬ２の主光線がＸＹ面と垂直になる場合、投影光学モジュールＰＬＭの第１光学系６１に含まれる第１偏向部材７０の第１反射面Ｐ３は、偏光ビームスプリッタＰＢＳからの投影光束ＥＬ２を反射させ、反射させた投影光束ＥＬ２を第１レンズ群７１を通って第１凹面鏡７２に入射させる角度にされる。具体的に、第１偏向部材７０の第１反射面Ｐ３は、第２光軸ＢＸ２（ＸＹ面）に対して実質的に４５°に設定される。

[0162] また、第４実施形態においても、先の図２と同様に、ＸＺ面内で見たとき、マスクＭＡ上の照明領域ＩＲ１(及びＩＲ３，ＩＲ５)の中心点から照明領域ＩＲ２（及びＩＲ４，ＩＲ６）の中心点までの周長は、支持面Ｐ２に倣った基板Ｐ上の投影領域ＰＡ１（及びＰＡ３，ＰＡ５）の中心点から投影領域ＰＡ２（及びＰＡ４，ＰＡ６）の中心点までの周長と、実質的に等しく設定されている。

[0163] 図１５の露光装置Ｕ３においても、下位制御装置１６が、マスク保持機構１１の移動装置（走査露光用のリニアモータや微動用のアクチュエータ等）を制御し、基板支持ドラム２５の回転と同期してマスクステージ１１０を駆動する。図１５の露光装置Ｕ３では、マスクＭＡの＋Ｘ方向への同期移動で走査露光を行なった後、－Ｘ方向の初期位置にマスクＭＡを戻す動作（巻戻し）が必要となる。そのため、基板支持ドラム２５を一定速度で連続回転させて基板Ｐを等速で送り続ける場合、マスクＭＡの巻戻し動作の間、基板Ｐ上にはパターン露光が行なわれず、基板Ｐの搬送方向に関してパネル用パターンが飛び飛びに（離間して）形成されることになる。しかしながら、実用上、走査露光時の基板Ｐの速度（ここでは周速）とマスクＭＡの速度は５０ｍｍ／ｓ～１００ｍｍ／ｓと想定されていることから、マスクＭＡの巻戻しの際にマスクステージ１１０を、例えば５００ｍｍ／ｓの最高速で駆動すれば、基板Ｐ上に形成されるパネル用パターン間の搬送方向に関する余白を狭くすることができる。

[0164] ［第５実施形態］

次に、図１６を参照して、第５実施形態の露光装置Ｕ３について説明する。なお、重複する記載を避けるべく、第１実施形態（から第４実施形態）と異なる部分についてのみ説明し、第１実施形態（から第４実施形態）と同様の構成要素については、第１実施形態（から第４実施形態）と同じ符号を付して説明する。図１６は、第５実施形態の露光装置（基板処理装置）の構成を示す図である。第５実施形態の露光装置Ｕ３は、偏光ビームスプリッタＰＢＳにおける照明光束ＥＬ１と投影光束ＥＬ２の反射・透過特性を逆にした

場合の露光装置の一例となっている。図１６において、照明光学モジュールＩＬＭの光軸ＢＸ１に沿って配置されるリレーレンズ５６のうち、少なくとも最も偏光ビームスプリッタＰＢＳに近いリレーレンズ５６は、照明光束ＥＬ１が通らない部分を切り欠くことにより、投影光学モジュールＰＬＭとの空間的な干渉を避けてある。また、照明光学モジュールＩＬＭの光軸ＢＸ１の延長線は第１軸ＡＸ１（回転中心となる線）と交差する。

[0165] 偏光ビームスプリッタＰＢＳは、互いに平行な第２面Ｄ２と第４面Ｄ４とが、照明光学モジュールＩＬＭの光軸ＢＸ１（第１光軸）と垂直になるように配置され、第１面Ｄ１が投影光学モジュールＰＬＭの光軸ＢＸ４（第４光軸）と垂直になるように配置される。光軸ＢＸ１と光軸ＢＸ４とのＸＺ面内での交差角度は、偏光膜９３の先の図６の条件と同様であり、ここでは投影光束ＥＬ２をブリュースター角θＢ（５２．４°～５７．３°）で反射させるように、９０°以外の角度に設定される。

[0166] 本実施形態の場合、偏光ビームスプリッタＰＢＳの第４面Ｄ４からは、Ｐ偏光の照明光束ＥＬ１が入射する。その為、照明光束ＥＬ１は、偏光膜９３を透過して第２面Ｄ２から射出し、１／４波長板４１を通って円偏光に変換されて、マスクＭのマスク面Ｐ１上の照明領域ＩＲに照射される。マスクＭの回転に伴って、照明領域ＩＲ内に現れるマスクパターンから発生（反射）する投影光束ＥＬ２（円偏光）は、１／４波長板４１によってＳ偏光に変換され、偏光ビームスプリッタＰＢＳの第２面Ｄ２に入射する。Ｓ偏光となった投影光束ＥＬ２は、偏光膜９３で反射されて、偏光ビームスプリッタＰＢＳの第１面Ｄ１から投影光学モジュールＰＬＭに向けて射出する。

[0167] 本実施形態では、投影光束ＥＬ２のうち、マスクＭ上の照明領域ＩＲの中心を通る主光線Ｌｓが、投影光学モジュールＰＬＭの光軸ＢＸ４から偏心した位置で、投影光学モジュールＰＬＭの最初のレンズ系Ｇ１に入射する。投影光束ＥＬ２の広がり（開口数ＮＡ）が小さい場合、レンズ系Ｇ１のうち、投影光束ＥＬ２が通らない部分を切り欠くことによって、照明光学モジュールＩＬＭのレンズ５６との空間的な干渉を避けることができる。

[0168] 図１６において、投影光学モジュールＰＬＭは、レンズ系Ｇ１とレンズ系Ｇ２とを光軸ＢＸ４に沿って配置した全屈折系の投影光学系として説明するが、このような系に限られず、凹面、凸面、或いは平面のミラーとレンズとを組み合わせた反射屈折型の投影光学系であっても良い。また、レンズ系Ｇ１は全屈折系とし、レンズ系Ｇ２を反射屈折系としてもよく、マスク面Ｐ１上の照明領域ＩＲ内のパターンの像を、基板Ｐ上の投影領域ＰＡに結像するときの倍率も、等倍（×１）以外の拡大や縮小の何れであっても良い。

[0169] 図１６では、基板Ｐを支持する基板支持部材ＰＨを、平坦な表面として、その表面と基板Ｐの裏面との間に、数μｍ程度のエアベアリング層（気体軸受け）が形成されるような構成とし、基板Ｐの少なくとも投影領域ＰＡを含む所定範囲内では、基板Ｐに一定のテンションを付与して平坦にしつつ、基板Ｐを長尺方向（Ｘ方向）に送る搬送機構が設けられる。勿論、本実施形態でも、基板Ｐを先の図２に示したような基板支持ドラム２５のような円筒体の一部に巻き付けて搬送する構成であっても良い。

[0170] また、図１６のような、照明光学モジュールＩＬＭ、偏光ビームスプリッタＰＢＳ、１／４波長板４１、投影光学モジュールＰＬＭで構成される露光ユニットを、マスクＭの回転中心軸（第１軸）ＡＸ１の方向に複数設けて、マルチ化する場合は、マスクＭの回転中心線である第１軸ＡＸ１を含み、ＺＹ面と平行な中心面ＣＬを挟んで対称的に露光ユニットを配置すれば良い。

[0171] 以上の第５実施形態のような露光装置Ｕ３であっても、酸化ハフニウムの膜体と二酸化ケイ素の膜体との積層構造による偏光膜（多層膜）９３を備えた偏光ビームスプリッタＰＢＳを使うことによって、照明光束ＥＬ１として紫外波長域の高輝度のレーザ光を使う場合でも、高解像のパターン露光を安定的に継続することができる。

[0172] 以上の各実施形態で説明した露光装置Ｕ３は、予め決まったマスクパターンを平面状又は円筒状に固定したマスクＭを使うものとしたが、可変のマスクパターンを投影露光する装置、例えば、特許第４２２３０３６号に開示されたマスクレス露光装置のビームスプリッタとして、同様に利用可能である

。

[0173] そのマスクレス露光装置は、ビームスプリッタで反射された露光用の照明光を受けるプログラム可能なミラー・アレーと、このミラー・アレーでパターン化されたビーム（反射光束）を、ビームスプリッタと投影システム（マイクロレンズアレーを含むこともある）とを介して、基板上に投影するような構成となっている。このようなマスクレス露光装置のビームスプリッタとして、先の図８に示したような偏光ビームスプリッタＰＢＳを用いると、照明光として紫外波長域の高輝度のレーザ光を使っても、高解像のパターン露光を安定的に継続することができる。

[0174] 先の各実施形態で用いる偏光ビームスプリッタＰＢＳは、偏光膜９３として、主成分が二酸化ケイ素（SiO_2）の膜体と、主成分が酸化ハフニウム（HfO_2）の膜体とを膜厚方向に繰り返し積層したもので構成したが、他の材料であっても良い。例えば、石英や二酸化ケイ素（SiO_2）と同様に、波長３５５ｎｍ近辺の紫外線に対して低屈折率であって、紫外レーザ光に対して耐性の高い材料であるフッ化マグネシウム（MgF_2）も利用できる。また、酸化ハフニウム（HfO_2）と同様に、波長３５５ｎｍ近辺の紫外線に対して高屈折率であって、紫外レーザ光に対して耐性の高い材料である酸化ジルコニウム（ZrO_2）が利用できる。そこで、これらの材料の組合せを変えて得られる偏光膜９３の特性についてシミュレーションした結果を、以下の図１７から図２２に基づいて説明する。

[0175] 図１７は、高屈折率の材料として酸化ハフニウム（HfO_2）の膜体を使い、低屈折率の材料としてフッ化マグネシウム（MgF_2）の膜体を使う場合の偏光膜９３の構成を模式的に示す断面である。酸化ハフニウムの屈折率ｎｈを２．０７、フッ化マグネシウムの屈折率ｎＬを１．４０、プリズム（石英ガラス）の屈折率ｎｓを１．４７とすると、ブリュースター角θBは、$\theta B=\arcsin([(nh^2\times nL^2)/\{ns^2(nh^2+nL^2)\}]^{0.5})$、より、約５２．１°になる。

[0176] そこで、厚み７８．６ｎｍのフッ化マグネシウムの膜体の上下に、厚み２

２．８ｎｍの酸化ハフニウムの膜体を積層したものを周期層として、これを２１周期分積層した偏光膜９３を、第１プリズム９１と第２プリズム９２との接合面の間に設ける。この図１７に示す偏光膜９３を備えた偏光ビームスプリッタＰＢＳにおいては、シミュレーションの結果、図１８のような光学特性が得られた。シミュレーション上の照明光の波長を３５５ｎｍとすると、Ｐ偏光に対する反射率Ｒｐが５％以下（透過率Ｔｐが９５％以上）となる入射角θ１は４３．５°以上となり、Ｓ偏光に対する反射率Ｒｓが９５％以上（透過率Ｔｓが５％以下）となる入射角θ１は５９．５°以下となる。本例の場合も、ブリュースター角θＢ（５２．１°）に対して、－８．６°～＋７．４°の約１５°の範囲で、良好な偏光分離特性を得ることができる。

[0177] また、図１９は、高屈折率の材料として酸化ジルコニウム（ZrO_2）の膜体を使い、低屈折率の材料として二酸化ケイ素（SiO_2）の膜体を使う場合の偏光膜９３の構成を模式的に示す断面である。酸化ジルコニウムの屈折率ｎｈを２．１２、二酸化ケイ素の屈折率ｎＬを１．４７、プリズム（石英ガラス）の屈折率ｎｓを１．４７とすると、ブリュースター角θＢは、上記の式より、約５５．２°になる。

[0178] そこで、厚み８８．２ｎｍの二酸化ケイ素の膜体の上下に、厚み２０．２ｎｍの酸化ジルコニウムの膜体を積層したものを周期層として、これを２１周期分積層した偏光膜９３を、第１プリズム９１と第２プリズム９２との接合面の間に設ける。この図１９に示す偏光膜９３を備えた偏光ビームスプリッタＰＢＳにおいては、シミュレーションの結果、図２０のような光学特性が得られた。シミュレーション上の照明光の波長を３５５ｎｍとすると、Ｐ偏光に対する反射率Ｒｐが５％以下（透過率Ｔｐが９５％以上）となる入射角θ１は４７．７°となり、Ｓ偏光に対する反射率Ｒｓが９５％以上（透過率Ｔｓが５％以下）となる入射角θ１は６４．１°となる。本例の場合も、ブリュースター角θＢ（５５．２°）に対して－７．５°～＋８．９°の約１６．４°の範囲で、良好な偏光分離特性を得ることができる。

[0179] さらに、図２１は、高屈折率の材料として酸化ジルコニウム（ZrO_2）の

膜体を使い、低屈折率の材料としてフッ化マグネシウム（MgF_2）の膜体を使う場合の偏光膜９３の構成を模式的に示す断面である。酸化ジルコニウムの屈折率ｎｈを２．１２、フッ化マグネシウムの屈折率ｎＬを１．４０、プリズム（石英ガラス）の屈折率ｎｓを１．４７とすると、ブリュースター角θＢは、上記の式より、約５２．６°になる。

[0180] そこで、厚み７７．３ｎｍのフッ化マグネシウムの膜体の上下に、厚み２２．１ｎｍの酸化ジルコニウムの膜体を積層したものを周期層として、これを２１周期分積層した偏光膜９３を、第１プリズム９１と第２プリズム９２との接合面の間に設ける。この図２１に示す偏光膜９３を備えた偏光ビームスプリッタＰＢＳにおいては、シミュレーションの結果、図２２のような光学特性が得られた。シミュレーション上の照明光の波長を３５５ｎｍとすると、Ｐ偏光に対する反射率Ｒｐが５％以下（透過率Ｔｐが９５％以上）となる入射角θ１は４３．１°となり、Ｓ偏光に対する反射率Ｒｓが９５％以上（透過率Ｔｓが５％以下）となる入射角θ１は６０．７°となる。本例の場合も、ブリュースター角θＢ（５２．６°）に対して－９．５°～＋８．１°の約１７．６°の範囲で、良好な偏光分離特性を得ることができる。

[0181] 先の図４で示したように、マスクＭで反射した投影光束ＥＬ２は、等倍の投影光学系ＰＬの開口数（ＮＡ）で制限される広がり角θｎａを伴って、基板Ｐに投影される。開口数ＮＡは、ＮＡ＝ｓｉｎ（θｎａ）で定義され、照明光束ＥＬ１の波長λと共に、投影光学系ＰＬによる投影像の解像力ＲＳを決める。照明光束ＥＬ１の開口数も、マスクＭが図１５に示したように、平坦なマスク面Ｐ１である場合は、投影光学系ＰＬのマスクＭ側の開口数ＮＡと同じか、それ以下に設定される。

[0182] 例えば、照明光束ＥＬ１の波長λを３５５ｎｍ、プロセスファクターｋを０．５として、解像力ＲＳとして３μｍを得る場合、ＲＳ＝ｋ・（λ／ＮＡ）より、等倍の投影光学系ＰＬのマスク側の開口数ＮＡは約０．０６（θｎａ≒３．４°）となる。照明光学系ＩＬからの照明光束ＥＬ１の開口数は、一般に投影光学系ＰＬのマスクＭ側の開口数ＮＡよりも僅かに小さいが、こ

こでは等しいものと仮定する。

[0183] ところが、先の図５Ａで説明したように、マスク面Ｐ１が半径Ｒｍの円筒面に沿って形成される円筒マスクＭである場合、照明光束ＥＬ１の主光線は、円筒マスクＭの円周方向に関しては、さらに広い角度で広がっている。ここで、図３中に示したマスク上の照明領域ＩＲの周方向の露光幅をＤｅとすると、図５Ａ中の点Ｑ１を通る照明光束ＥＬ１の主光線に対して、露光幅Ｄｅの最も周方向の端を通る照明光束ＥＬ１の主光線は、概ね、以下のような角度φだけ傾いている。

ｓｉｎφ≒（Ｄｅ／２）／（Ｒｍ／２）

[0184] ここで、円筒マスクＭの曲率半径Ｒｍを１５０ｍｍ、露光幅Ｄｅを１０ｍｍとすると、角度φは約３．８°となる。さらに、露光幅Ｄｅの最も周方向の端を通る照明光束ＥＬ１の主光線に対して、照明光束ＥＬ１の開口数分の角度θｎａ（約３．４°）分が加わることから、照明領域ＩＲへの照明光束ＥＬ１の広がり角は、点Ｑ１を通る照明光束ＥＬ１の主光線に対して、±（φ＋θｎａ）の範囲を取る。即ち、上記の数値例では、±７．２°となり、照明光束ＥＬ１は円筒マスク面の周方向に関して１４．４°の角度範囲に渡って分布することになる。

[0185] このように、照明光束ＥＬ１は、比較的大きな角度範囲を伴って円筒マスク面Ｐ１に入射するように設定されるが、そのような角度範囲であっても、先の図８、図１０に示した実施形態の偏光ビームスプリッタＰＢＳ、及び、図１７～２２に示した実施例の偏光ビームスプリッタＰＢＳであれば、照明光束ＥＬ１と投影光束ＥＬ２とを良好に偏光分離することができる。

[0186] また、投影光学系ＰＬがマスク面Ｐ１のパターンを基板Ｐ上に拡大投影する露光装置では、投影光学系ＰＬのマスク面Ｐ１側の開口数ＮＡｍが、基板Ｐ側の開口数ＮＡｐに対して、拡大倍率Ｍｐ分だけ増大する。例えば、先に例示した等倍の投影光学系で得られる解像力ＲＳと同じ解像力を得るのであれば、拡大倍率Ｍｐが２倍の投影光学系におけるマスク側の開口数ＮＡは約０．１２となり、それだけ投影光束ＥＬ２の広がり角θｎａも±６．８°（

幅で１４．６°）と大きくなる。しかしながら、偏光ビームスプリッタＰＢＳで良好に偏光分離できる入射角度範囲が、図１０の場合は約１４．６°、図１８の場合は約１６°、図２０の場合は約１６．４°、そして図２２の場合は約１７．６°となり、いずれの場合も、その広がり角θｎａをカバーしていることから、良好な像質で拡大投影露光ができる。

[0187] 以上のように、マスクＭを円筒マスクとする場合は、マスク面Ｐ１上の照明領域ＩＲに照射される照明光束ＥＬ１の周方向に関する最大の角度範囲がカバーされるように、偏光分離特性が良好なブリュースター角θＢを含む入射角度範囲の偏光ビームスプリッタＰＢＳが選定される。また、図１７～２２に例示した偏光ビームスプリッタＰＢＳのブリュースター角θＢは、何れも５０°以上であり、図４、図６に示したように、照明光学系ＩＬの光軸ＢＸ１と投影光学系ＰＬの光軸ＢＸ２（又はＢＸ３）とを平行にする場合でも、円筒マスクＭに向かう照明光束ＥＬ１とマスク面で反射する投影光束ＥＬ２のＸＺ面内での各進行方向を、中心面ＣＬに対して傾けることができ、良好な結像性能を確保することができる。

[0188] なお、以上の各実施形態において、偏光膜９３を構成する酸化ハフニウムの膜体、又は酸化ジルコニウムの膜体は、紫外域（波長４００ｎｍ以下）の光に対して高い屈折率ｎｈを呈するが、その屈折率ｎｈと基材（プリズム９１、９２）の屈折率ｎｓとの比ｎｈ／ｎｓが１．３以上であれば良く、高屈折率材料としては、二酸化チタン（TiO_2）の膜体、五酸化タンタル（Ta_2O_5）の膜体も利用可能である。

符号の説明

[0189] １　デバイス製造システム

２　基板供給装置

４　基板回収装置

５　上位制御装置

１１　マスク保持機構

１２　基板支持機構

１３　光源装置

１６　下位制御装置

２１　マスク保持ドラム

２５　基板支持ドラム

３１　光源

３２　導光部材

４１　１／４波長板

５１　コリメータレンズ

５２　フライアイレンズ

５３　コンデンサーレンズ

５４　シリンドリカルレンズ

５５　照明視野絞り

５６ａ～５６ｄ　リレーレンズ

６１　第１光学系

６２　第２光学系

６３　投影視野絞り

６４　フォーカス補正光学部材

６５　像シフト用光学部材

６６　倍率補正用光学部材

６７　ローテーション補正機構

６８　偏光調整機構

７０　第１偏向部材

７１　第１レンズ群

７２　第１凹面鏡

８０　第２偏向部材

８１　第２レンズ群

８２　第２凹面鏡

９１　第１プリズム

９２　第２プリズム

９３　偏光膜

１１０　マスクステージ（第２実施形態）

Ｐ　基板

ＦＲ１　供給用ロール

ＦＲ２　回収用ロール

Ｕ１～Ｕｎ　処理装置

Ｕ３　露光装置（基板処理装置）

Ｍ　マスク

ＭＡ　マスク（第２実施形態）

ＡＸ１　第１軸

ＡＸ２　第２軸

Ｐ１　マスク面

Ｐ２　支持面

Ｐ７　中間像面

ＥＬ１　照明光束

ＥＬ２　投影光束

Ｒｍ　曲率半径

Ｒｆａ　曲率半径

ＣＬ　中心面

ＰＢＳ　偏光ビームスプリッタ

ＩＲ１～ＩＲ６　照明領域

ＩＬ１～ＩＬ６　照明光学系

ＩＬＭ　照明光学モジュール

ＰＡ１～ＰＡ６　投影領域

ＰＬ１～ＰＬ６　投影光学系

ＰＬＭ　投影光学モジュール

ＢＸ１　第１光軸

ＢＸ２　第２光軸

ＢＸ３　第３光軸

Ｄ１　偏光ビームスプリッタＰＢＳの第１面

Ｄ２　偏光ビームスプリッタＰＢＳの第２面

Ｄ３　偏光ビームスプリッタＰＢＳの第３面

Ｄ４　偏光ビームスプリッタＰＢＳの第４面

θ　角度

θ１（β）　入射角

θＢ　ブリュースター角

Ｓ１　非入射領域

Ｓ２　入射領域

Ｈ　層体

Ｈ１　第１膜体

Ｈ２　第２膜体

請求の範囲

[請求項1] 反射型のマスクを保持するマスク保持部材と、

入射する照明光束を前記マスクへ向けて反射する一方で、前記照明光束が前記マスクにより反射されることで得られる投影光束を透過するビームスプリッタと、

前記照明光束を前記ビームスプリッタへ入射させる照明光学モジュールと、

前記ビームスプリッタを透過した前記投影光束を光感応性の基板に投影する投影光学モジュールと、を備え、

前記照明光束を前記マスクへ導く照明光学系は、前記照明光学モジュールと前記ビームスプリッタとを含み、

前記投影光束を前記基板へ導く投影光学系は、前記投影光学モジュールと前記ビームスプリッタとを含み、

前記照明光学モジュール及び前記ビームスプリッタは、前記マスクと前記投影光学モジュールとの間に設けられている

基板処理装置。

[請求項2] 前記照明光学系は、前記照明光束による前記マスク上の照明領域を矩形状に制限する光学部材を含み、

前記照明光学モジュールは、前記照明光束を入射して前記ビームスプリッタに向けて射出する第１レンズを有し、

前記第１レンズは、前記照明光束が通る第１入射領域に対応した形状の外形を有するように成形される

請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項3] 前記第１レンズは、外形が円形のレンズの一部を切り欠いた形状になっている

請求項２に記載の基板処理装置。

[請求項4] 前記第１レンズは、前記ビームスプリッタに隣接して配置されている

請求項２または３に記載の基板処理装置。

[請求項5] 前記投影光学モジュールは、前記ビームスプリッタからの前記投影光束を入射する第２レンズを有し、

前記第２レンズは、前記光感応性の基板上の投影領域に向かう前記投影光束が通る第２入射領域に対応した形状の外形を有するように成形される

請求項１から４のいずれか１項に記載の基板処理装置。

[請求項6] 前記第２レンズは、外形が円形のレンズの一部を切り欠いた形状になっている

請求項５に記載の基板処理装置。

[請求項7] 前記第２レンズは、前記ビームスプリッタに隣接して配置されている

請求項５または６に記載の基板処理装置。

[請求項8] 前記基板を支持面で支持する基板支持部材を、さらに備え、

前記マスクのマスク面は、第１軸を中心とした第１の曲率半径となる第１円周面に沿って形成され、

前記基板支持部材の前記支持面は、第２軸を中心とした第２の曲率半径となる第２円周面に沿って形成され、

前記第１軸と前記第２軸とは平行になっており、

前記第１軸及び前記第２軸を通る中心面と前記投影光束の主光線との、前記マスク面の第１円周面の周方向に為す角度をθとすると、

前記ビームスプリッタに入射する前記照明光束の主光線の入射角βは、４５°×０．８$\leqq\beta\leqq$（４５°＋θ／２）×１．２の範囲内である

請求項１から７のいずれか１項に記載の基板処理装置。

[請求項9] 前記基板を支持面で支持する基板支持部材を、さらに備え、

前記マスクのマスク面は、第１軸を中心とした第１の曲率半径となる第１円周面に沿って形成され、

前記基板支持部材の前記支持面は、第２軸を中心とした第２の曲率半径となる第２円周面に沿って形成され、

前記第１軸と前記第２軸とは平行になっており、

前記照明光学系は、前記マスク上に形成される複数の照明領域に対応させて複数設けられ、前記複数の照明光学系は、前記照明光束を前記複数の照明領域へ導いており、

前記投影光学系は、前記複数の照明光学系に対応させて複数設けられ、前記複数の投影光学系は、前記複数の照明領域からの前記複数の投影光束を、前記基板上に形成される複数の投影領域へ導いており、

前記複数の照明光学系及び前記複数の投影光学系は、前記マスクの周方向に２列に並んで配置され、

１列目の照明光学系及び１列目の投影光学系と、２列目の照明光学系及び２列目の投影光学系とは、前記第１軸及び前記第２軸を通る中心面を挟んで、対称に配置されている

請求項１から８のいずれか１項に記載の基板処理装置。

［請求項10］ 前記ビームスプリッタは偏光ビームスプリッタであり、前記偏光ビームスプリッタと前記マスクとの間に設けられた波長板を、さらに備え、

前記波長板は、前記偏光ビームスプリッタから前記マスクに向かう前記照明光束の偏光状態を変えると共に、前記マスクから前記偏光ビームスプリッタに入射する前記投影光束の偏光状態をさらに変える

請求項１から９のいずれか１項に記載の基板処理装置。

［請求項11］ 前記照明光学系は、前記ビームスプリッタから前記マスクのマスク面へ向かう前記照明光束の主光線を、前記第１軸から前記第１の曲率半径の約１／２の半径位置に向かわせることにより、前記第１円周面に沿った周方向に関して互いに非平行な状態とするシリンドリカルレンズを含む

請求項８または９に記載の基板処理装置。

[請求項12] 前記照明光学系から前記マスクに照明される前記照明光束の配向特性は、前記マスクで反射する前記投影光束の主光線が互いに平行なテレセントリックな状態になるように設定される
請求項１から１０のいずれか１項に記載の基板処理装置。

[請求項13] 前記照明光束は、レーザである
請求項１から１２のいずれか１項に記載の基板処理装置。

[請求項14] 請求項１から１３のいずれか１項に記載の基板処理装置と、
前記基板処理装置に前記基板を供給する基板供給装置と、を備えるデバイス製造システム。

[請求項15] 請求項１から１３のいずれか１項に記載の基板処理装置を用いて前記基板を投影露光することと、
投影露光された前記基板を処理することにより、前記マスクのパターンを前記基板上に形成することと、を含む
デバイス製造方法。

[請求項16] 反射型のマスクを保持するマスク保持部材と、
入射する照明光束を前記マスクへ向けて透過する一方で、前記照明光束が前記マスクにより反射されることで得られる投影光束を反射するビームスプリッタと、
前記照明光束を前記ビームスプリッタへ入射させる照明光学モジュールと、
前記ビームスプリッタで反射した前記投影光束を光感応性の基板に投影する投影光学モジュールと、を備え、
前記照明光束を前記マスクへ導く照明光学系は、前記照明光学モジュールと前記ビームスプリッタとを含み、
前記投影光束を前記基板へ導く投影光学系は、前記投影光学モジュールと前記ビームスプリッタとを含み、
前記照明光学モジュール及び前記ビームスプリッタは、前記マスクと前記投影光学モジュールとの間に設けられている

基板処理装置。

[請求項17] 前記照明光学系は、前記照明光束による前記マスク上の照明領域を矩形状または長方形状に制限する光学部材を含み、

前記照明光学モジュールは、前記照明光束を入射して前記ビームスプリッタに向けて射出する第１レンズを有し、

前記第１レンズは、前記照明光束が通る第１入射領域に対応した形状の外形を有するように成形される

請求項１６に記載の基板処理装置。

[請求項18] 前記第１レンズは、外形が円形のレンズの一部を切り欠いた形状になっている

請求項１７に記載の基板処理装置。

[請求項19] 前記第１レンズは、前記ビームスプリッタに隣接して配置されている

請求項１７または１８に記載の基板処理装置。

[請求項20] 前記投影光学モジュールは、前記投影光束を入射する第２レンズを有し、

前記第２レンズは、前記投影光束が通る第２入射領域に対応した形状の外形を有するように成形される

請求項１６から１９のいずれか１項に記載の基板処理装置。

[請求項21] 第１プリズムと、

前記第１プリズムの１つの面と対向した面を有する第２プリズムと、

前記第１プリズムから前記第２プリズムに向かう入射光束を、偏光状態に応じて、前記第１プリズム側に反射する反射光束、又は前記第２プリズム側に透過する透過光束に分離する為に、前記第１プリズムと前記第２プリズムとの対向する面の間に設けられ、二酸化ケイ素を主成分とする第１膜体と酸化ハフニウムを主成分とする第２膜体とを膜厚方向に積層した偏光膜と、

を備える偏光ビームスプリッタ。

[請求項22] 前記偏光膜は、５２．４°～５７．３°のブリュースター角となる膜である

請求項２１に記載の偏光ビームスプリッタ。

[請求項23] 前記第１プリズムは、前記入射光束が入射する第１面と、前記偏光膜で反射した前記反射光束が出射する第２面と、を有し、

前記第２プリズムは、前記第１面に対向する第３面と、前記第２面に対向する第４面と、を有し、

前記第１面は、入射する前記入射光束の主光線に対して直交する垂直面となっており、

前記第２面は、出射する前記反射光束の主光線に対して直交する垂直面となっており、

前記第３面は、前記第１面と非平行に設けられ、

前記第４面は、前記第２面と平行に設けられる

請求項２１または２２に記載の偏光ビームスプリッタ。

[請求項24] 前記第１面と前記偏光膜とのなす角度は、前記偏光膜に入射する前記入射光束の主光線の入射角と同じである

請求項２３に記載の偏光ビームスプリッタ。

[請求項25] 前記偏光膜は、層体を膜厚方向に複数積層した周期層となっており、

前記層体は、

二酸化ケイ素で構成され、前記入射光束の波長λに対してλ／４波長となる膜厚の前記第１膜体と、

前記第１膜体を挟んで膜厚方向の両側に設けられ、酸化ハフニウムで構成され、前記入射光束の波長λに対してλ／８波長となる膜厚の前記第２膜体と、を有する

請求項２１から２４のいずれか１項に記載の偏光ビームスプリッタ。

[請求項26] 前記偏光膜は、接着剤またはオプティカルコンタクトによって、前

記第１プリズム及び前記第２プリズムの間に固定される
請求項２１から２５のいずれか１項に記載の偏光ビームスプリッタ。

[請求項27] 反射型のマスクを保持するマスク保持部材と、
照明光束を前記マスクへ導く照明光学モジュールと、
前記照明光束が前記マスクにより反射されることで得られる投影光束を被投影体に投影する投影光学モジュールと、
前記照明光学モジュールと前記マスクとの間であって、且つ前記マスクと前記投影光学モジュールとの間に配置される、請求項２１から２６のいずれか１項に記載の偏光ビームスプリッタと、波長板と、を有し、
前記照明光束は、前記偏光ビームスプリッタの前記偏光膜に入射する入射角が、５２．４°～５７．３°のブリュースター角を含む所定の角度範囲となっており、
前記偏光ビームスプリッタが、前記照明光束を前記マスクに向けて反射させると共に、前記投影光束を前記投影光学モジュールに向けて透過させるように、前記波長板は、前記偏光ビームスプリッタからの前記照明光束を偏光すると共に、前記マスクからの前記投影光束をさらに偏光する基板処理装置。

[請求項28] 前記所定の角度範囲は、４１．５°以上６１．４°以下である
請求項２７に記載の基板処理装置。

[請求項29] 前記照明光束の主光線は、前記偏光膜に入射する入射角が、前記ブリュースター角である
請求項２７または２８に記載の基板処理装置。

[請求項30] 前記照明光束は、ｉ線以下の波長である
請求項２７から２９のいずれか１項に記載の基板処理装置。

[請求項31] 前記照明光束は、高調波レーザである
請求項２７から３０のいずれか１項に記載の基板処理装置。

[請求項32] 前記照明光束は、エキシマレーザである

請求項２７から３１のいずれか１項に記載の基板処理装置。

[請求項33] 前記照明光学モジュールから前記マスクに照明される前記照明光束は、前記マスクで反射する前記投影光束がテレセントリックとなる光束である

請求項２７から３２のいずれか１項に記載の基板処理装置。

[請求項34] 前記偏光ビームスプリッタ及び前記波長板は、接着剤またはオプティカルコンタクトによって固定される

請求項２７から３３のいずれか１項に記載の基板処理装置。

[請求項35] 前記照明光学モジュールは、前記マスク上に形成される複数の照明領域に対応させて複数設けられ、前記複数の照明光学モジュールは、前記照明光束を前記複数の照明領域へ導いており、

前記投影光学モジュールは、前記複数の照明光学モジュールに対応させて複数設けられ、前記複数の投影光学モジュールは、前記複数の照明領域からの前記複数の投影光束を、前記被投影体上に形成される複数の投影領域へ導いており、

前記偏光ビームスプリッタ及び前記波長板は、前記複数の照明光学モジュール及び前記複数の投影光学モジュールに対応させて複数設けられ、

前記複数の波長板の偏光方向をそれぞれ調整する偏光調整手段を、さらに備えた

請求項２７から３４のいずれか１項に記載の基板処理装置。

[請求項36] 請求項２７から３５のいずれか１項に記載の基板処理装置と、

前記基板処理装置に前記被投影体を供給する基板供給装置と、を備える

デバイス製造システム。

[請求項37] 請求項２７から３５のいずれか１項に記載の基板処理装置を用いて前記被投影体に投影露光をすることと、

投影露光された前記被投影体を処理することにより、前記マスクの

パターンを形成することと、を含む

デバイス製造方法。

[請求項38] 反射型のマスクを保持するマスク保持部材と、

照明光束を前記マスクへ導く照明光学モジュールと、

前記照明光束が前記マスクにより反射されることで得られる投影光束を被投影体に投影する投影光学モジュールと、

前記照明光学モジュールと前記マスクとの間であって、且つ前記マスクと前記投影光学モジュールとの間に配置される、請求項１又は２のいずれか１項に記載の偏光ビームスプリッタと、波長板と、を有し、

前記投影光束は、前記偏光ビームスプリッタの前記偏光膜に入射する入射角が、５２．４°～５７．３°のブリュースター角を含む所定の角度範囲となっており、

前記偏光ビームスプリッタが、前記照明光束を前記マスクに向けて透過させると共に、前記投影光束を前記投影光学モジュールに向けて反射させるように、前記波長板は、前記偏光ビームスプリッタからの前記照明光束を偏光すると共に、前記マスクからの前記投影光束をさらに偏光する基板処理装置。

[請求項39] ２つの光学プリズムの接合面に偏光膜を有し、一方の光学プリズムから他方の光学プリズムに向かう中心波長λの紫外線光を偏光状態に応じて前記偏光膜で分離する偏光ビームスプリッタであって、

前記偏光膜は、

前記波長λにおいて前記光学プリズムの屈折率よりも大きい第１屈折率を有する第１膜体と、

前記波長λにおいて前記第１屈折率よりも小さい第２屈折率を有する第２膜体とを、膜厚方向に複数繰り返し積層して構成され、

前記偏光膜によって得られる前記波長λの紫外線光に対するブリュースター角を５０°以上にすること、

を特徴とする偏光ビームスプリッタ。

[請求項40] 前記光学プリズムは石英で構成され、

前記第１膜体を、酸化ハフニウム、酸化ジルコニウム、二酸化チタン、五酸化タンタルのいずれか１つとし、

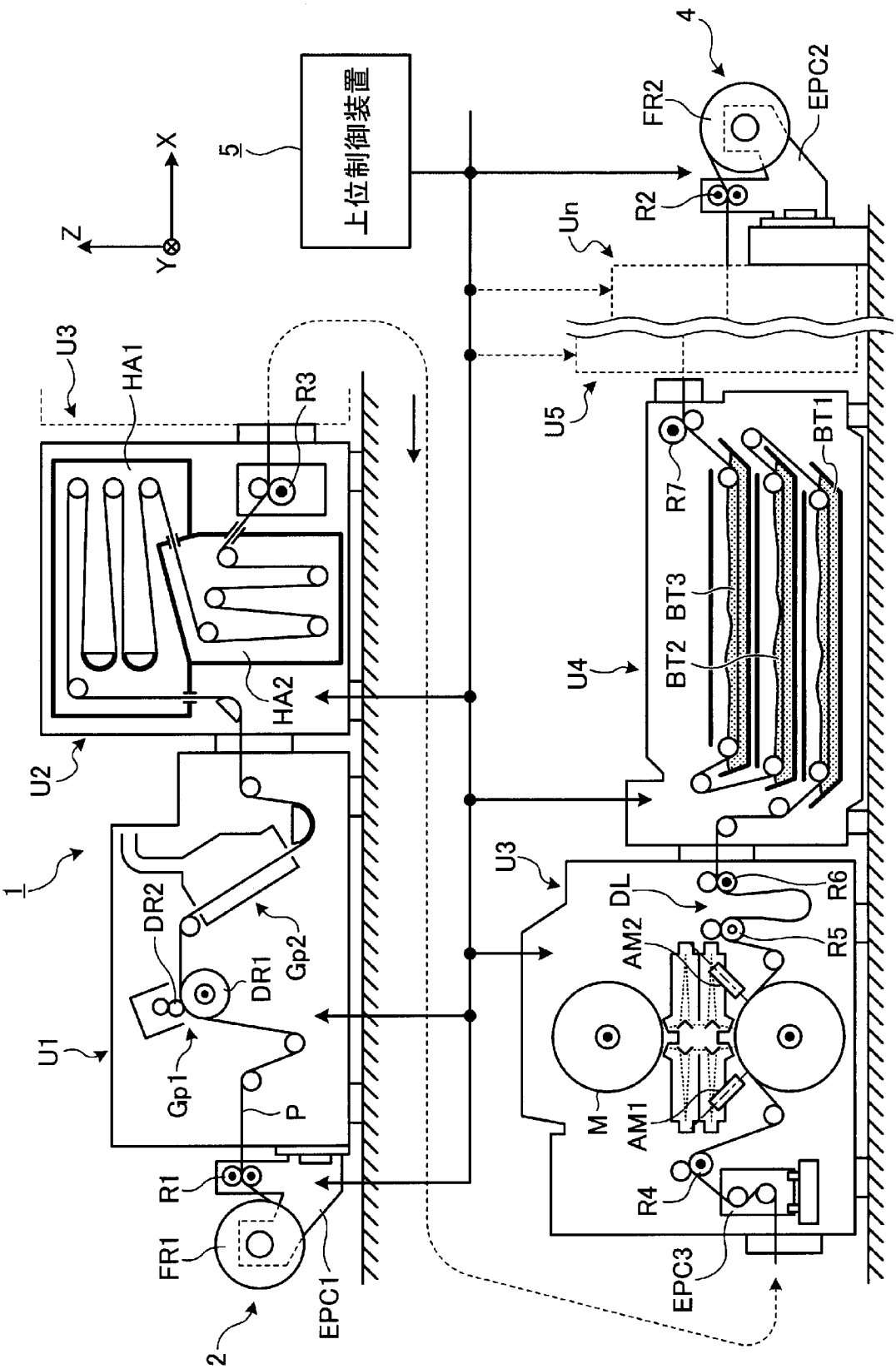
前記第２膜体を、二酸化ケイ素とフッ化マグネシウムのいずれか一方とした

ことを特徴とする請求項３９に記載の偏光ビームスプリッタ。

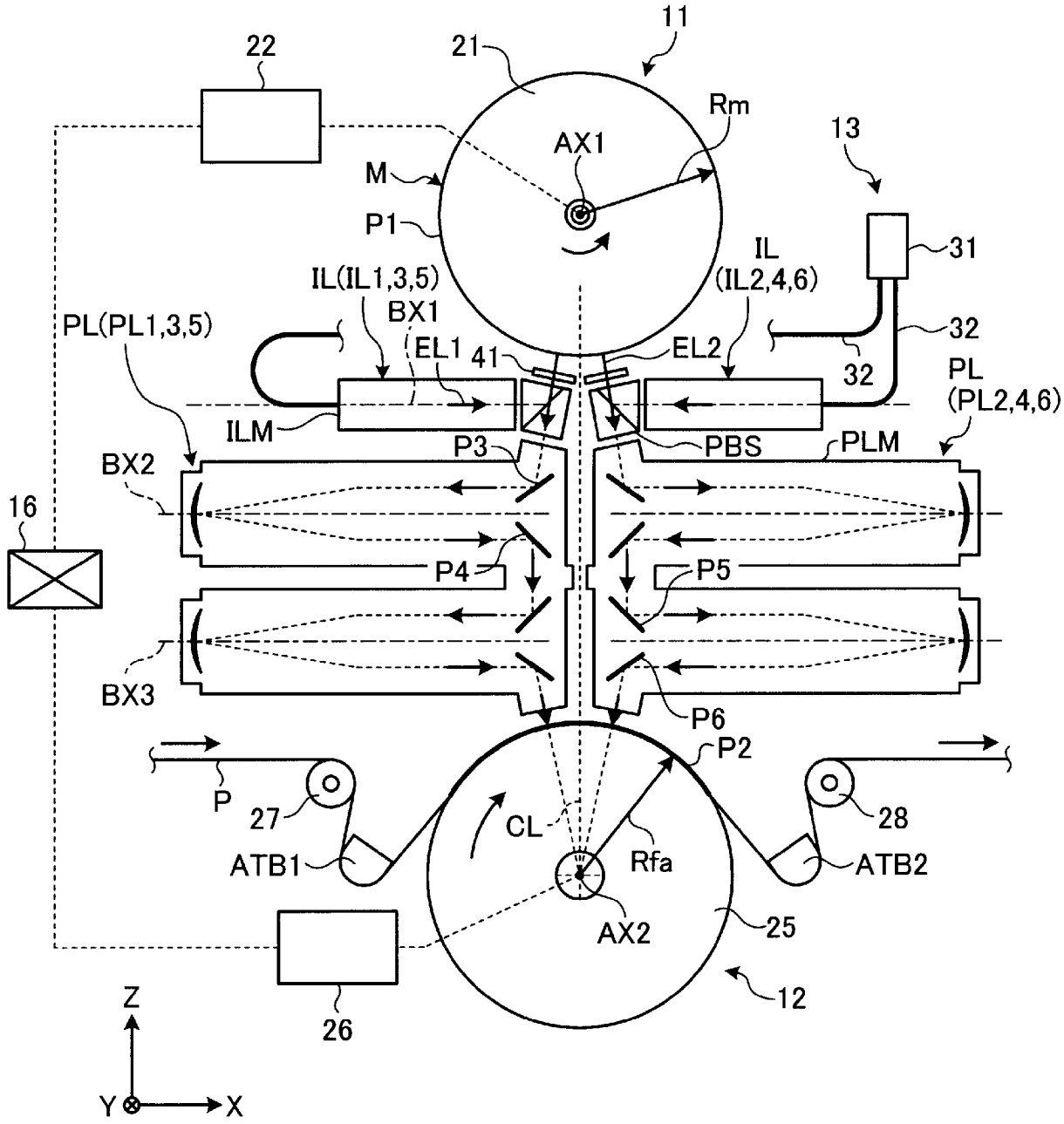
[請求項41] 前記偏光膜に入射するＰ偏光に対して９５％以上の透過率で、且つ５％以下の反射率となる第１入射角度と、前記偏光膜に入射するＳ偏光に対して９５％以上の反射率で、且つ５％以下の透過率となる第２入射角度との間に前記ブリュースター角が存在するように、前記第１膜体と前記第２膜体とを繰り返し積層したことを特徴とする請求項４０に記載の偏光ビームスプリッタ。

[請求項42] 前記第１入射角度と前記第２入射角度との差を１４°以上としたことを特徴とする請求項４１に記載の偏光ビームスプリッタ。

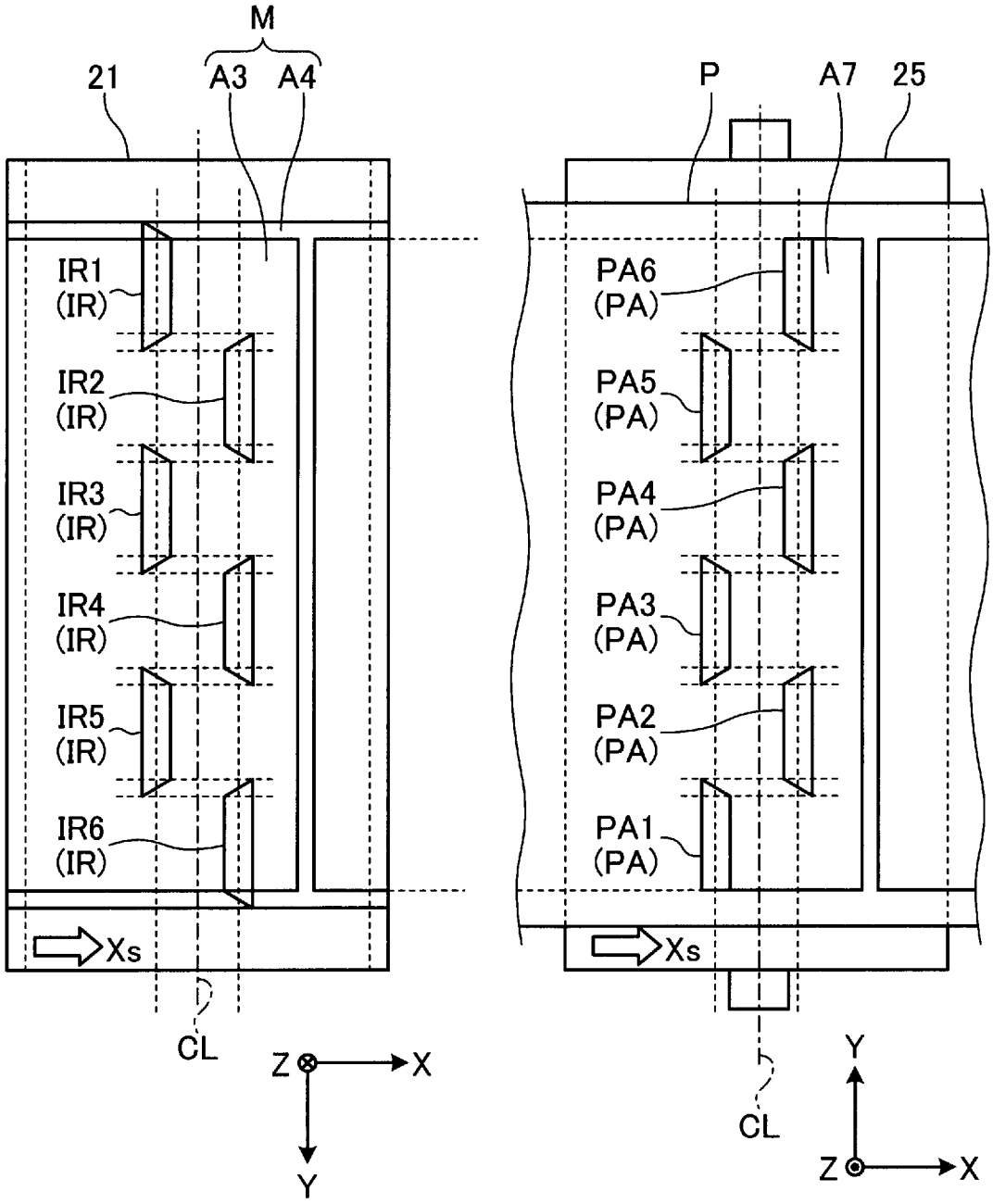
[図1]


上位制御装置
5
X
Z
Y
4
FR2
EPC2
R2
Un
U5
U3
HA1
R3
R7
BT1
BT3
BT2
U4
HA2
U2
1
U3
DL
R6
R5
AM2
DR2
DR1
Gp2
U1
Gp1
P
M
AM1
R1
R4
FR1
EPC1
EPC3
2

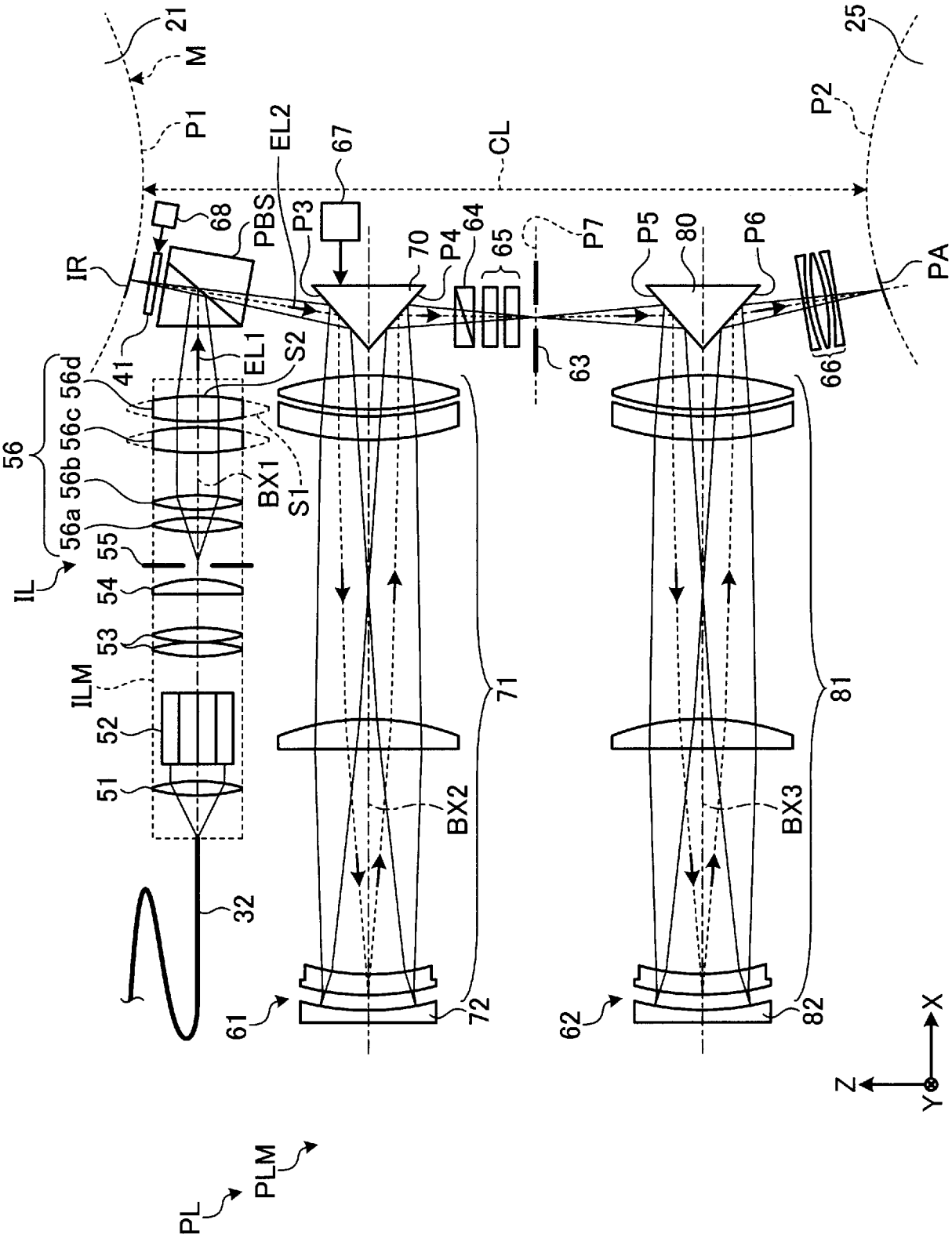
[図2]


11
22
21
Rm
AX1
13
M
P1
31
IL
(IL2,4,6)
IL(IL1,3,5)
BX1
PL(PL1,3,5)
EL1
41
EL2
32
32
PL
(PL2,4,6)
ILM
P3
PBS
PLM
BX2
16
P4
P5
BX3
P6
P2
P
27
CL
28
ATB1
Rfa
ATB2
AX2
25
26
12
Z
Y
X

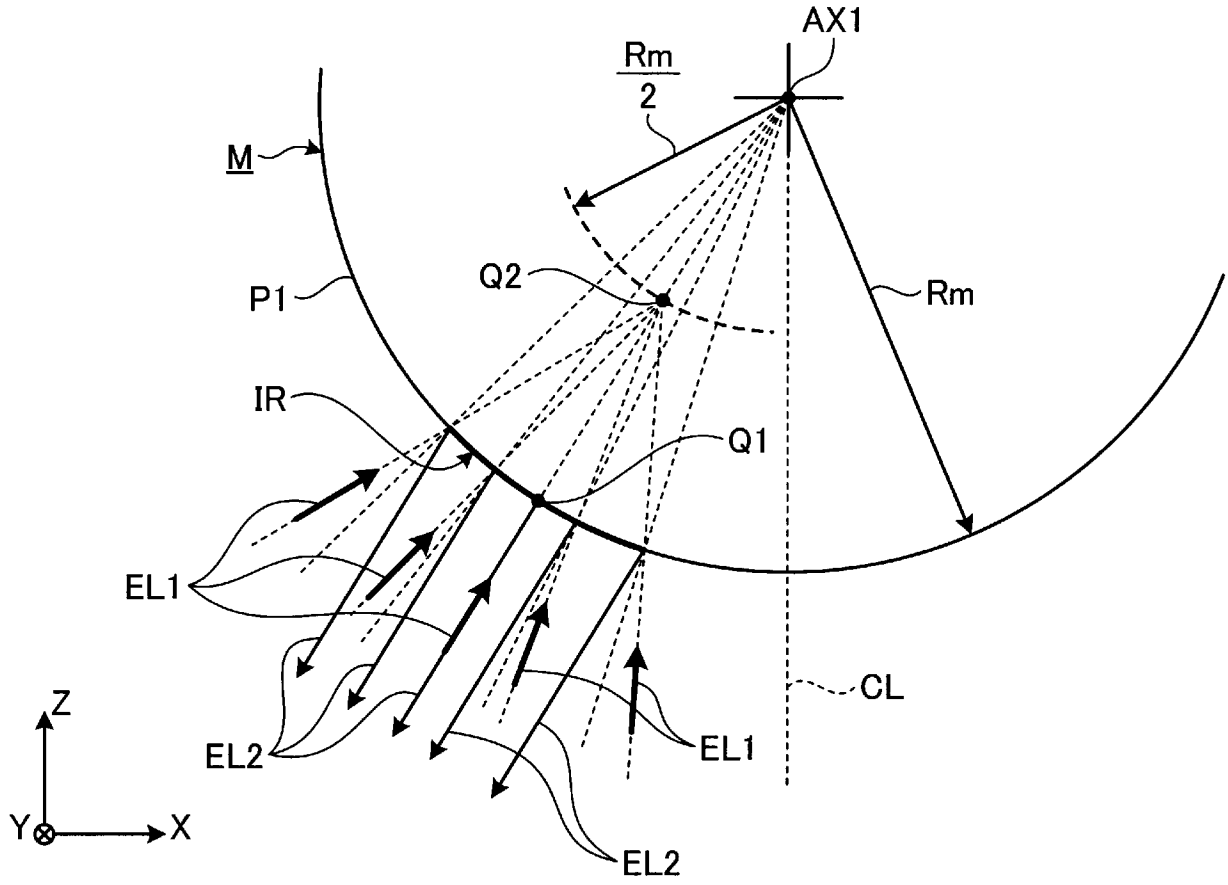
[図3]


M
21
A3
A4
IR1
(IR)
IR2
(IR)
IR3
(IR)
IR4
(IR)
IR5
(IR)
IR6
(IR)
Xs
CL
Z
X
Y
P
A7
25
PA6
(PA)
PA5
(PA)
PA4
(PA)
PA3
(PA)
PA2
(PA)
PA1
(PA)
Xs
CL
Y
Z
X

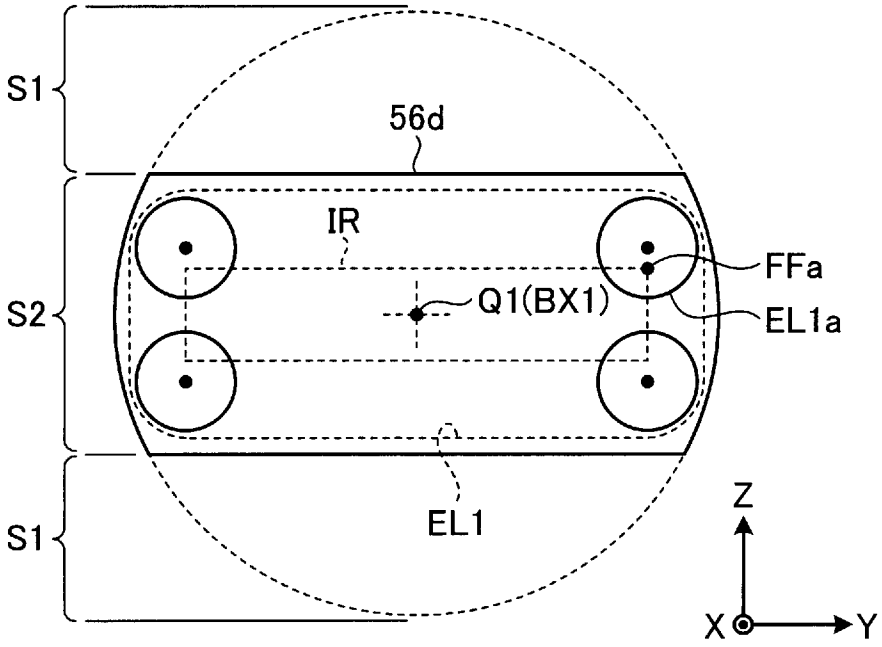
[図4]


21
M
P1
EL2
67
CL
25
P2
68
PBS
P3
70
P4
64
65
P7
P5
80
P6
IR
PA
41
EL1
S2
63
66
56d
56c
56
56b
BX1
S1
56a
55
IL
54
53
ILM
52
51
BX2
BX3
71
81
32
61
72
62
82
PL
PLM
X
Z
Y

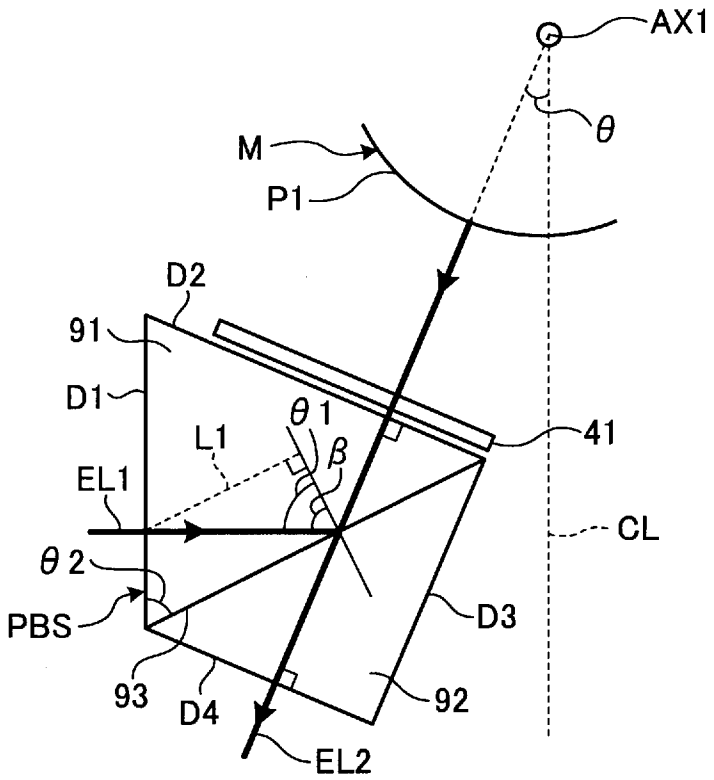
[図5A]


AX1
Rm
2
M
P1
Q2
Rm
IR
Q1
EL1
CL
EL2
EL1
EL2
Z
Y
X

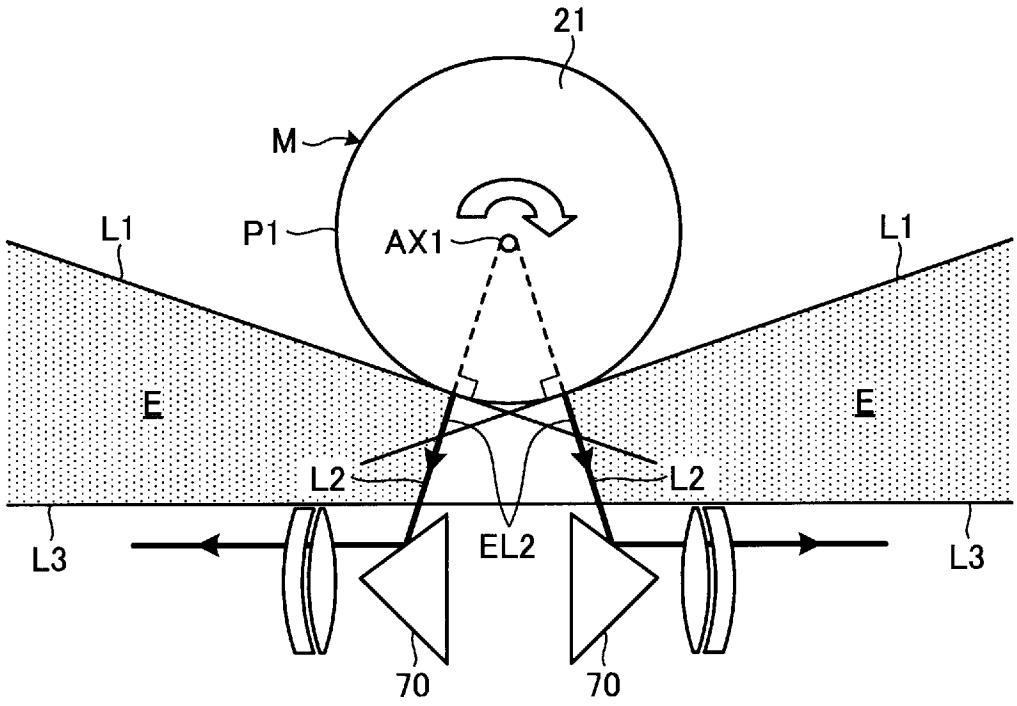
[図5B]


S1
56d
IR
FFa
S2
Q1(BX1)
EL1a
S1
EL1
Z
X
Y

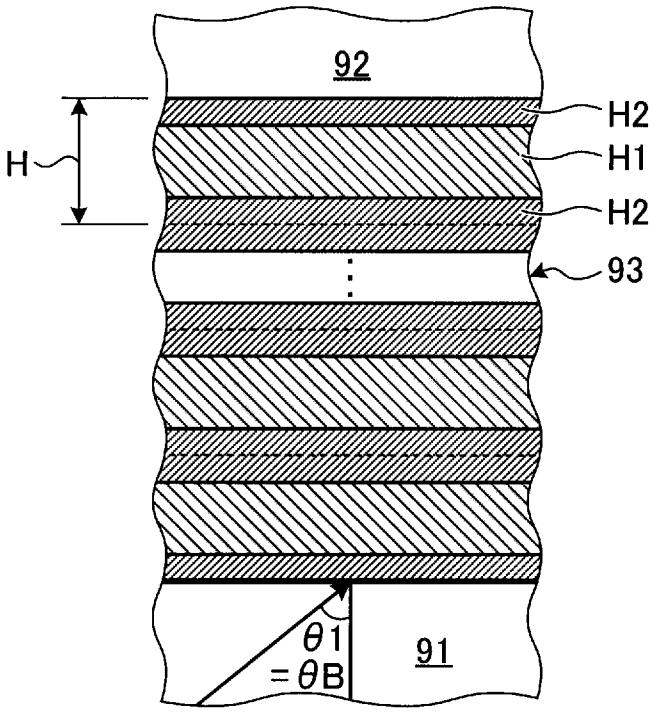
[図6]


AX1
θ
M
P1
D2
91
D1
θ1
L1
β
41
EL1
CL
θ2
PBS
D3
93
D4
92
EL2

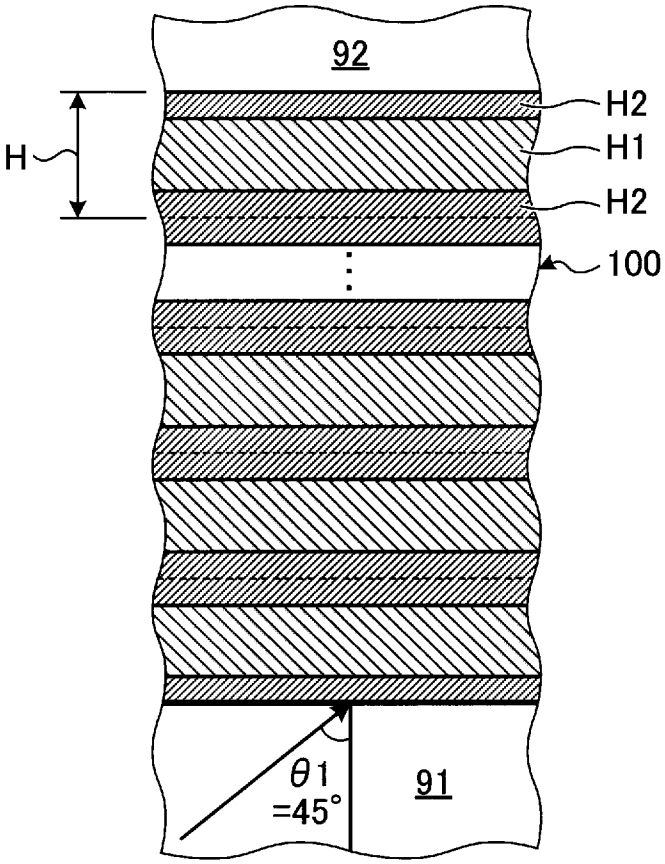
[図7]


21
M
P1
AX1
L1
L1
E
E
L2
L2
EL2
L3
L3
70
70

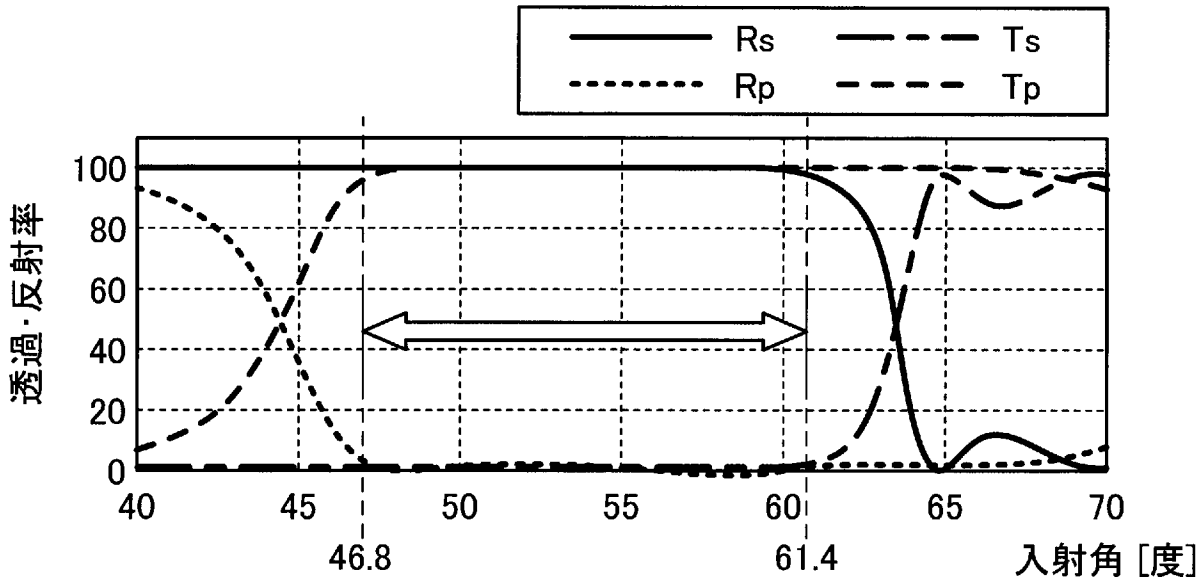
[図8]



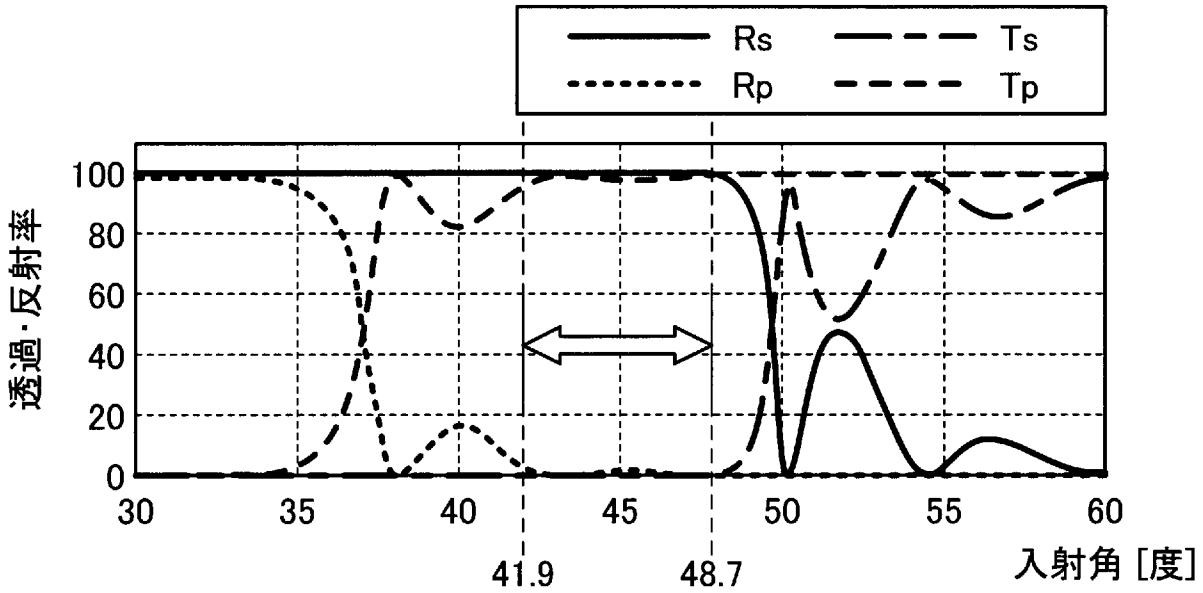
[図9]



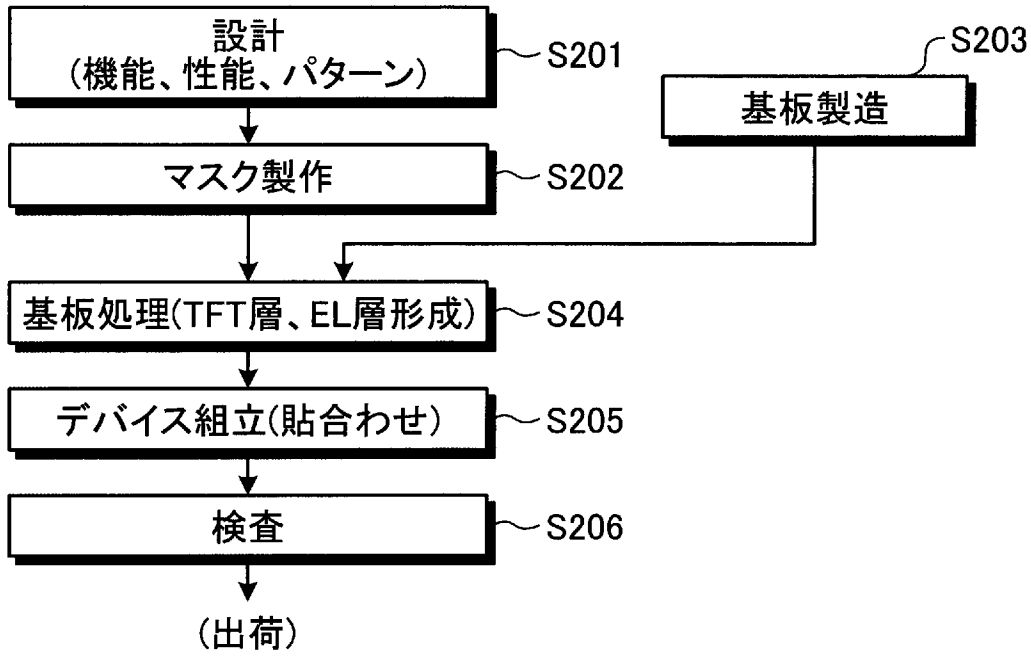
[図10]


Rs
Ts
Rp
Tp
透過・反射率
100
80
60
40
20
0
40
45
50
55
60
65
70
46.8
61.4
入射角 [度]

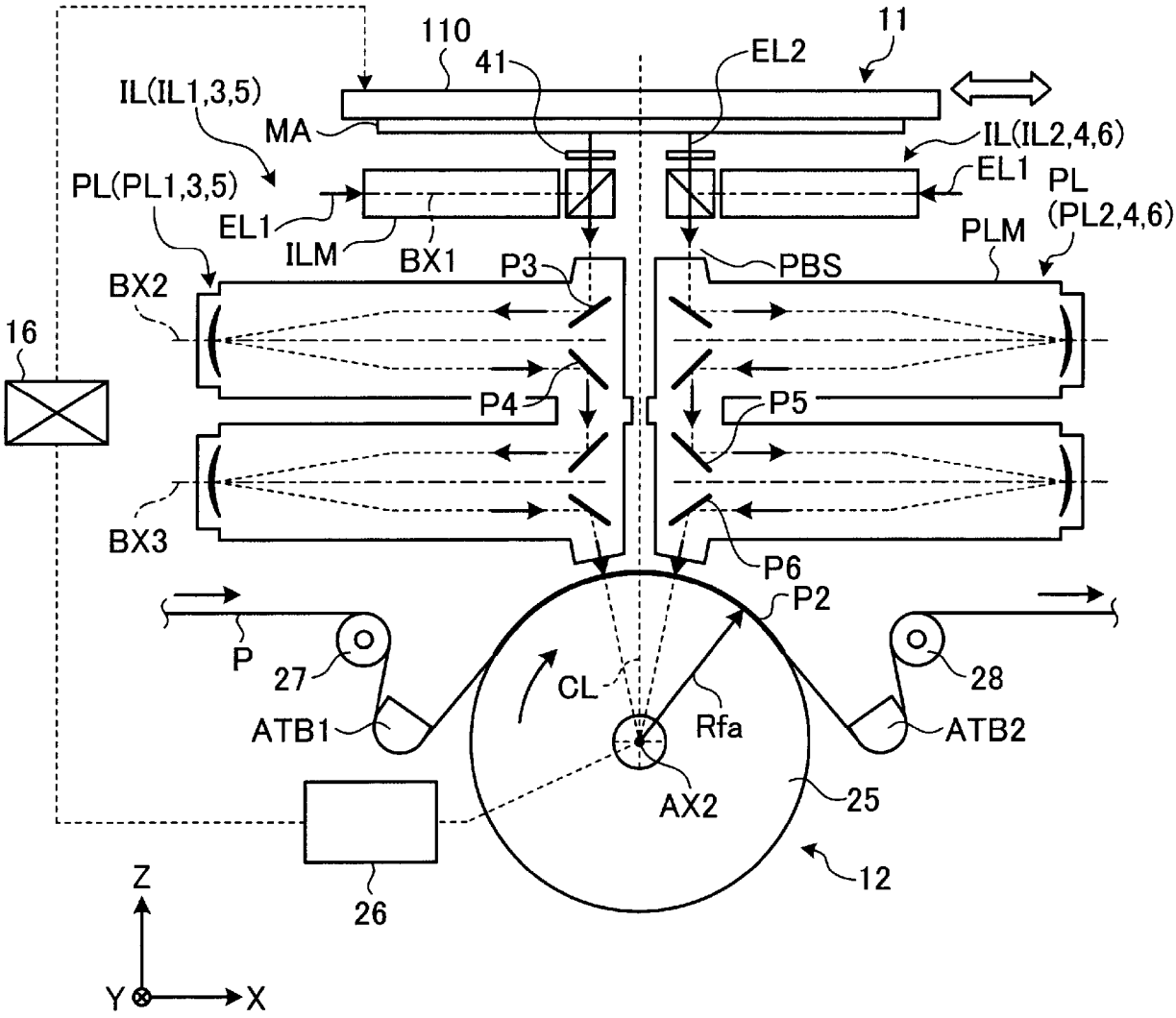
[図11]


Rs
Ts
Rp
Tp
透過・反射率
100
80
60
40
20
0
30
35
40
45
50
55
60
41.9
48.7
入射角 [度]

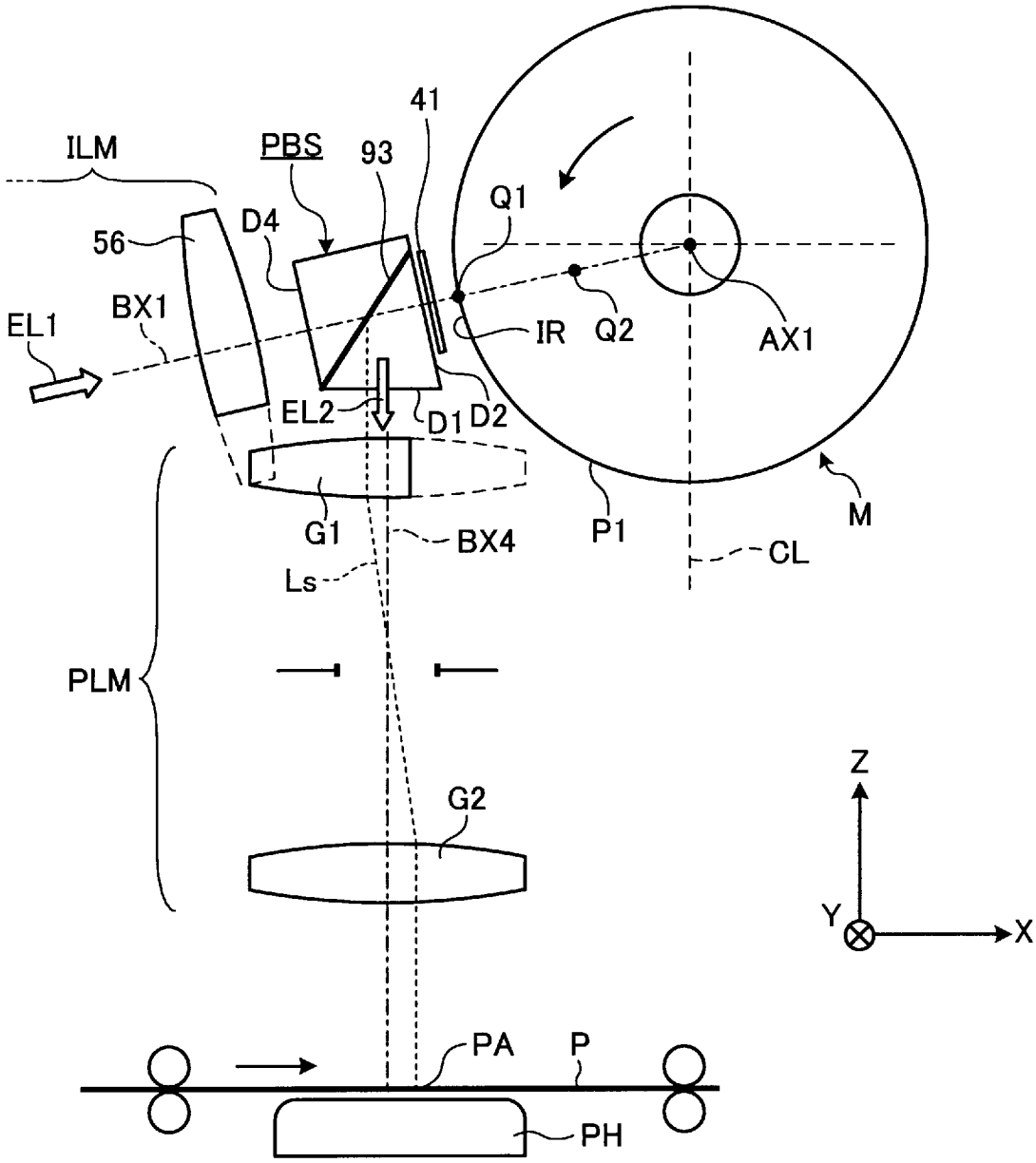
[図12]


設計
(機能、性能、パターン)
S201
マスク製作
S202
基板製造
S203
基板処理(TFT層、EL層形成)
S204
デバイス組立(貼合わせ)
S205
検査
S206
(出荷)

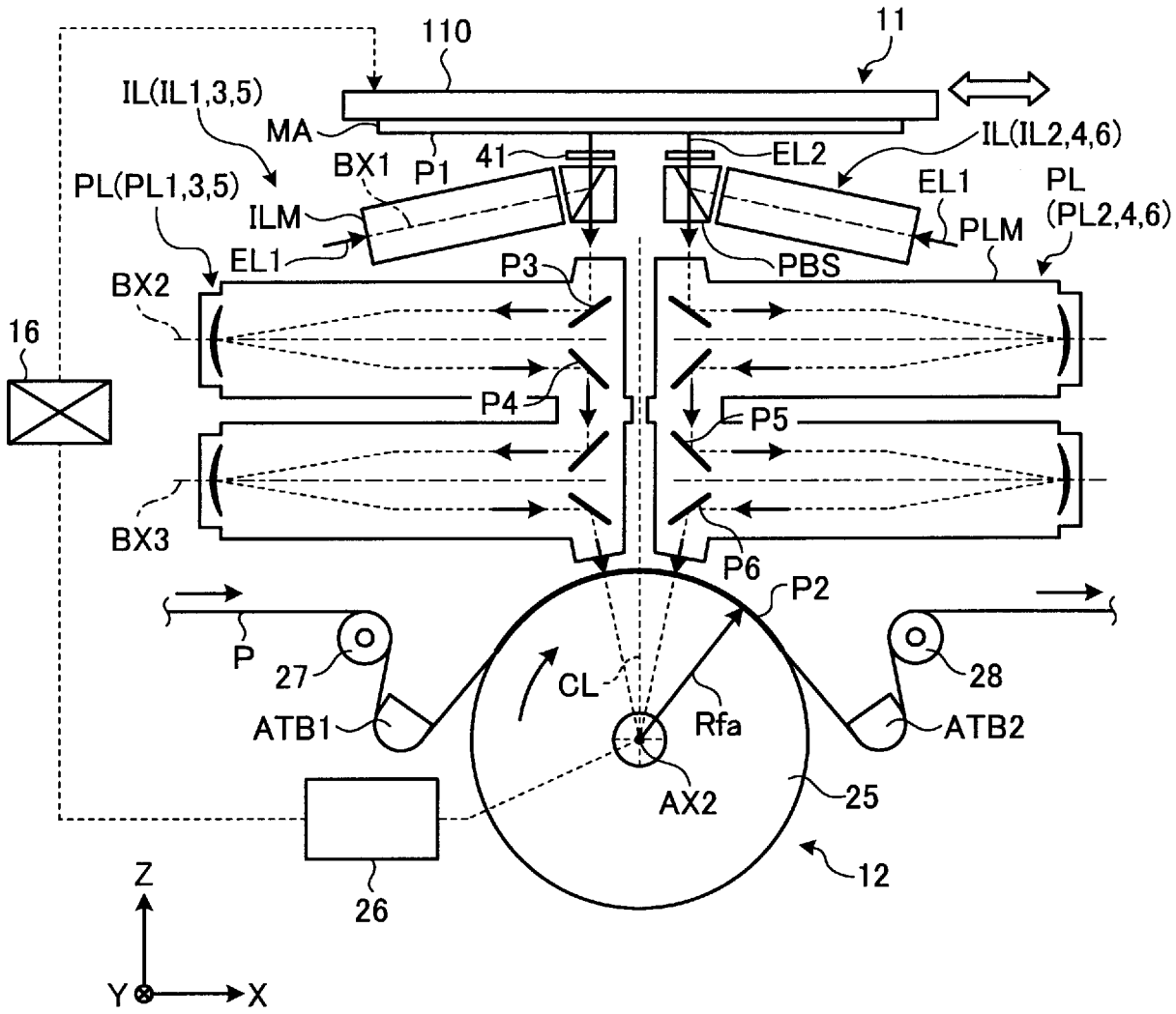
[図13]


110
41
11
EL2
IL(IL1,3,5)
MA
IL(IL2,4,6)
EL1
PL(PL1,3,5)
EL1
PL
(PL2,4,6)
ILM
BX1
P3
PBS
PLM
BX2
16
P4
P5
BX3
P6
P2
P
27
CL
28
ATB1
Rfa
ATB2
AX2
25
12
26
Z
Y
X

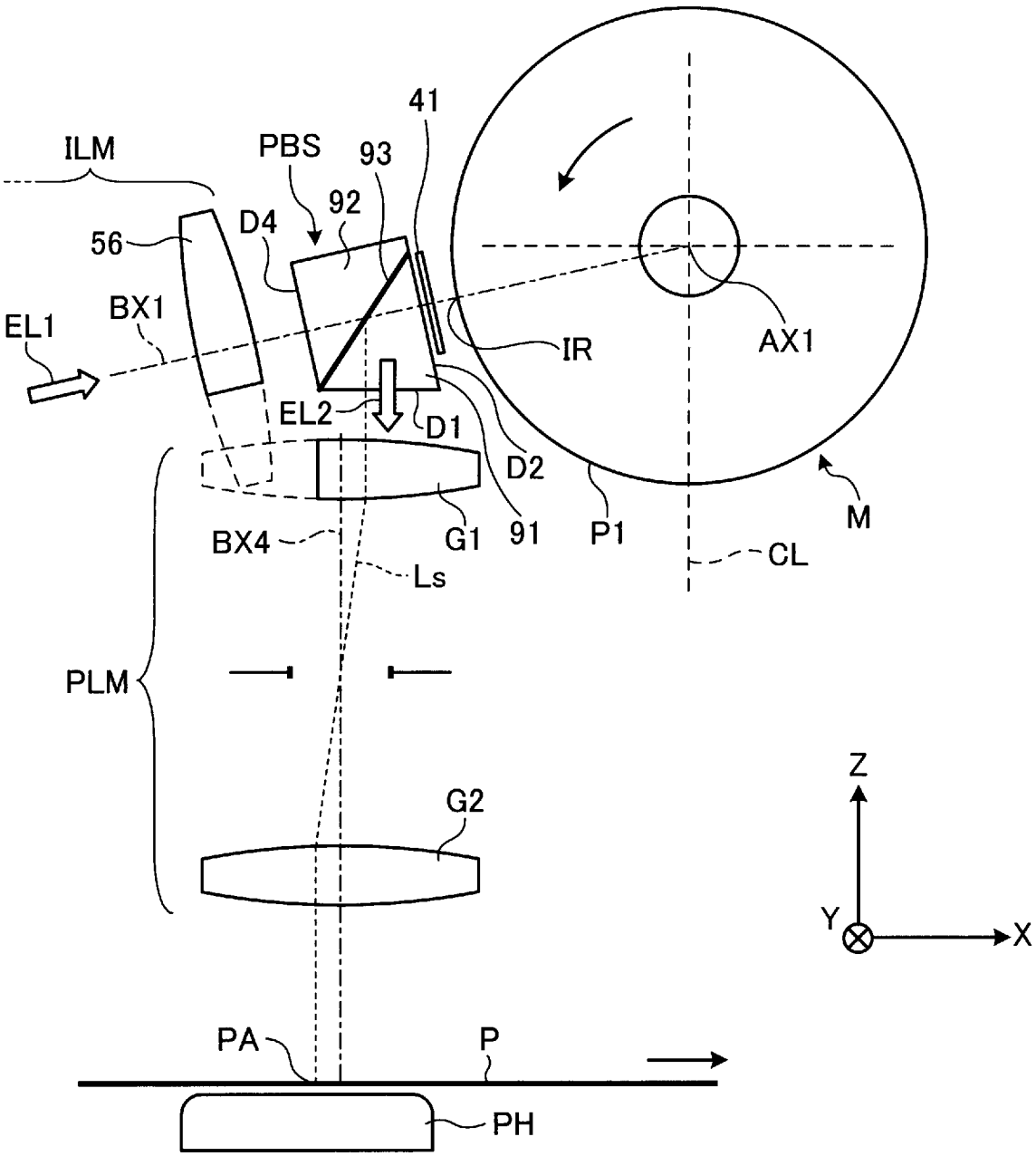
[図14]


ILM
PBS
93
41
Q1
56
D4
EL1
BX1
IR
Q2
AX1
EL2
D1
D2
G1
BX4
P1
M
Ls
CL
PLM
G2
Z
Y
X
PA
P
PH

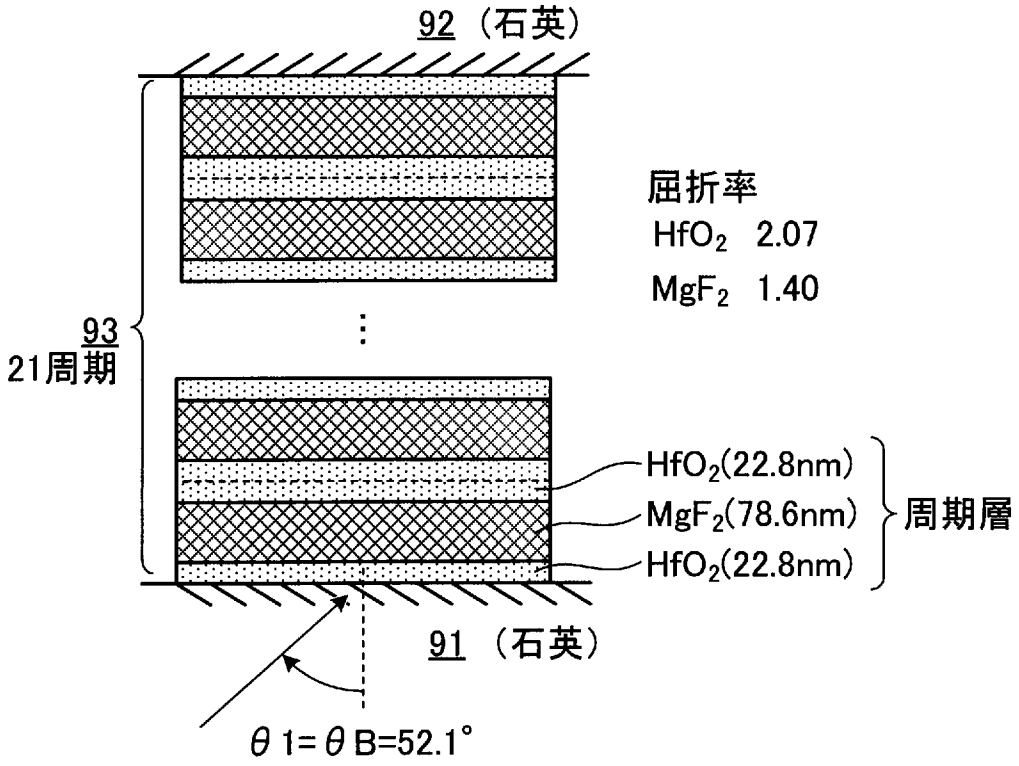
[図15]


110
11
IL(IL1,3,5)
MA
BX1
P1
41
EL2
IL(IL2,4,6)
PL(PL1,3,5)
ILM
EL1
PLM
PL
(PL2,4,6)
BX2
P3
PBS
16
P4
P5
BX3
P6
P2
P
27
CL
28
ATB1
Rfa
ATB2
AX2
25
12
26
Z
Y
X

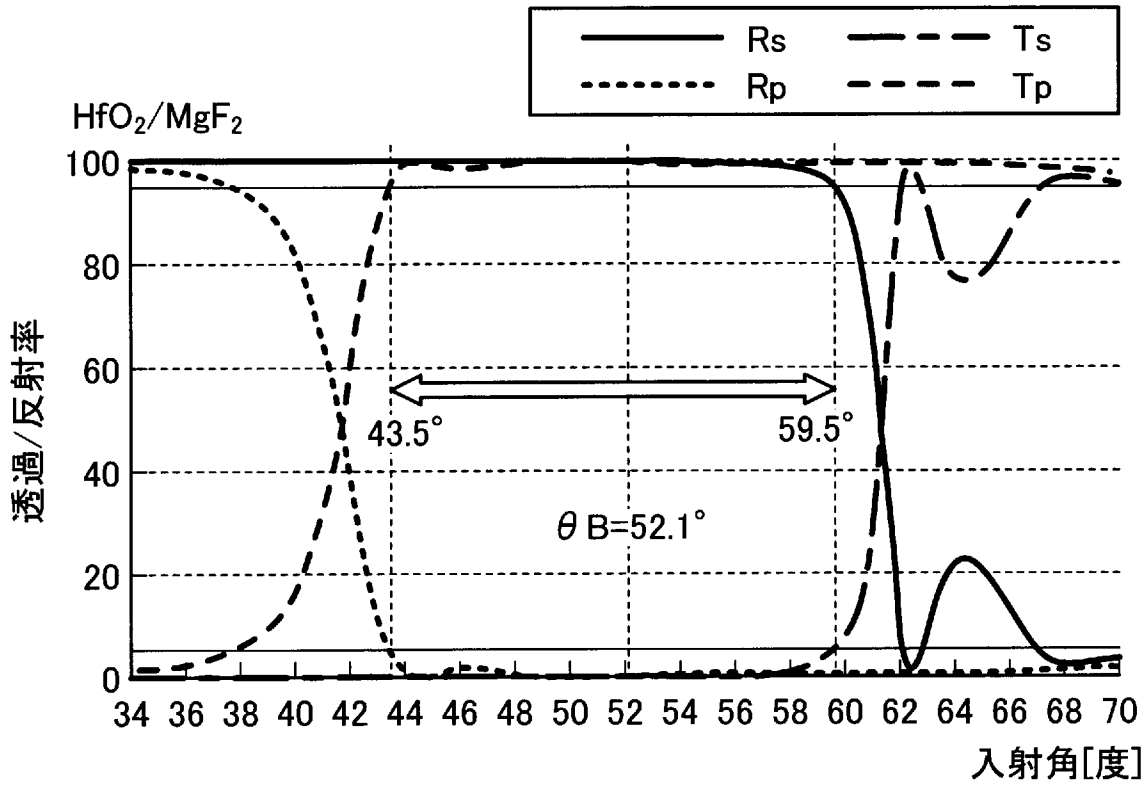
[図16]


ILM
PBS
93
41
92
D4
56
BX1
EL1
IR
AX1
EL2
D1
D2
91
P1
M
BX4
G1
Ls
CL
PLM
G2
Z
Y
X
PA
P
PH

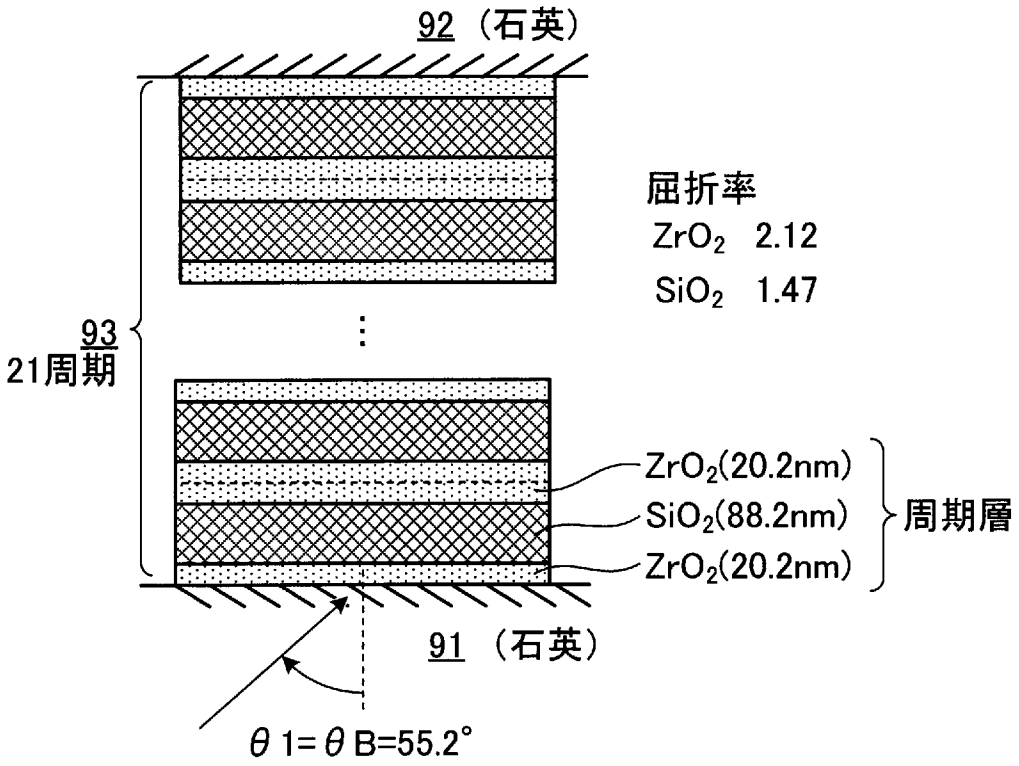
[図17]


92（石英）
屈折率
HfO_2 2.07
MgF_2 1.40
93
21周期
HfO_2(22.8nm)
MgF_2(78.6nm)
HfO_2(22.8nm)
周期層
91（石英）
θ1=θB=52.1°

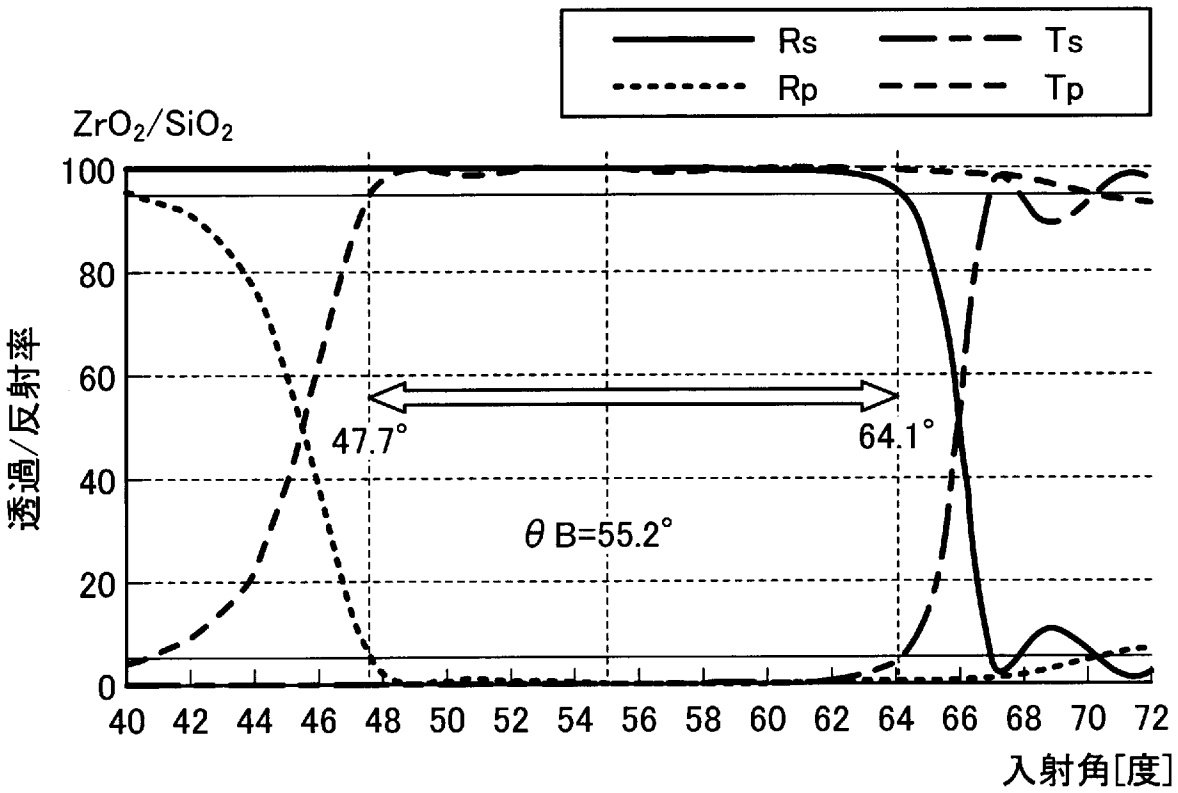
[図18]


Rs
Ts
Rp
Tp
HfO_2/MgF_2
100
80
60
40
20
0
透過/反射率
43.5°
59.5°
θB=52.1°
34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70
入射角[度]

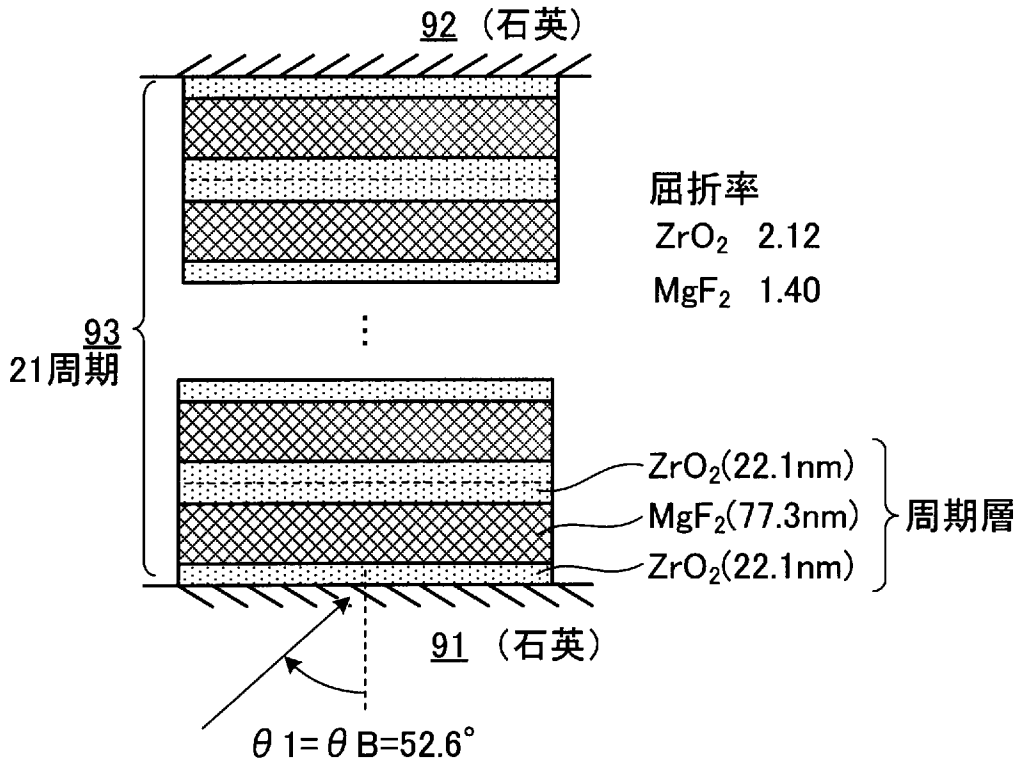
[図19]


92 (石英)
屈折率
ZrO_2 2.12
SiO_2 1.47
93
21周期
ZrO_2(20.2nm)
SiO_2(88.2nm)
ZrO_2(20.2nm)
周期層
91 (石英)
θ 1= θ B=55.2°

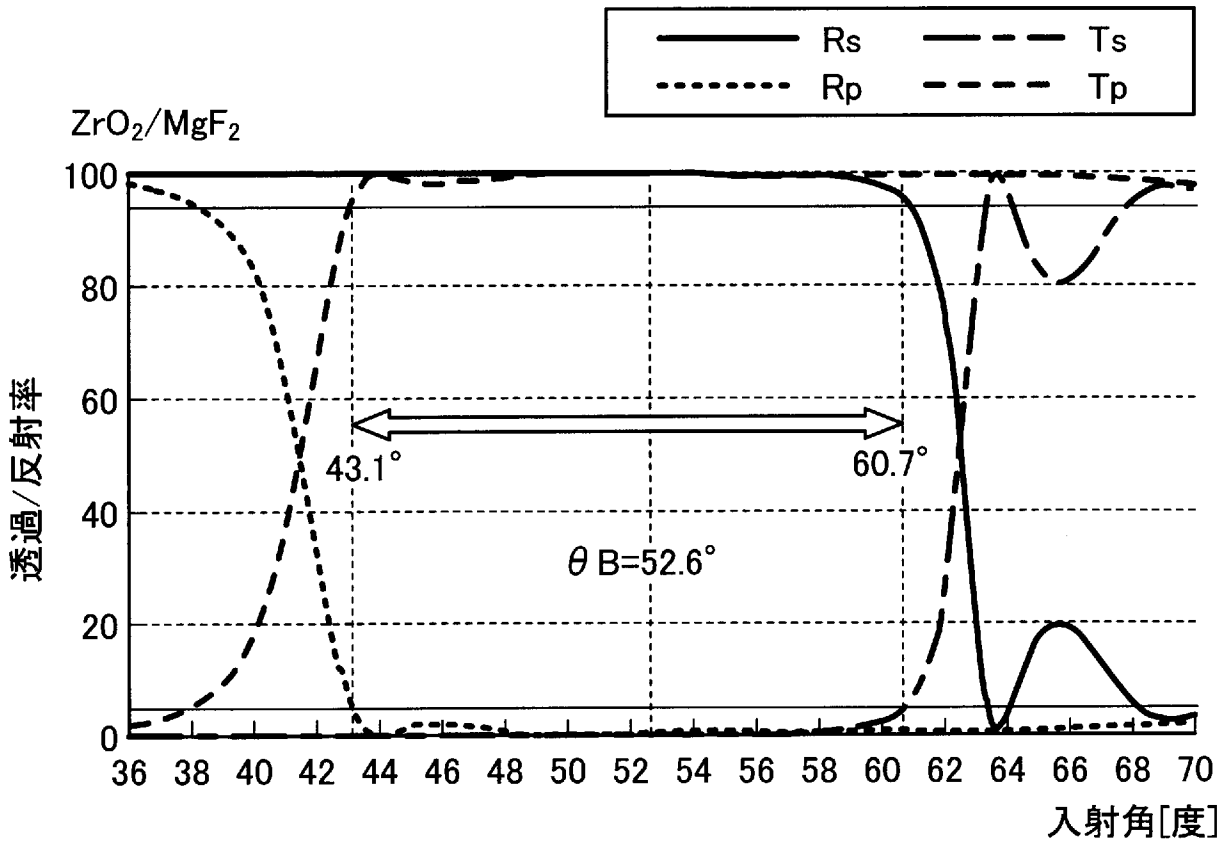
[図20]


Rs
Ts
Rp
Tp
ZrO_2/SiO_2
透過/反射率
100
80
60
40
20
0
47.7°
64.1°
θ B=55.2°
40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72
入射角[度]

[図21]


92 (石英)
屈折率
ZrO_2 2.12
MgF_2 1.40
93
21周期
ZrO_2(22.1nm)
MgF_2(77.3nm)
ZrO_2(22.1nm)
周期層
91 (石英)
θ1=θB=52.6°

[図22]


Rs
Ts
Rp
Tp
ZrO_2/MgF_2
透過/反射率
100
80
60
40
20
0
43.1°
60.7°
θB=52.6°
36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70
入射角[度]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/079911

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G03F7/24(2006.01)i, *G02B5/04*(2006.01)i, *G02B5/08*(2006.01)i, *G02B5/30*(2006.01)i, *G03F7/20*(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)
G03F7/24, G02B5/04, G02B5/08, G02B5/30, G03F7/20

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 1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

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 A	JP 2001-297980 A (Carl-Zeiss-Stiftung), 26 October 2001 (26.10.2001), paragraphs [0030] to [0047]; fig. 1, 4 & US 2001/0022691 A1 & EP 1122608 A2 & DE 10005189 A & TW 287177 B	1,10,12-16 2-7,17-20, 27-34,36-38 8-9,11, 21-26,35, 39-42
Y	JP 2001-343609 A (Mitsubishi Electric Corp.), 14 December 2001 (14.12.2001), paragraph [0069] & US 2002/0008791 A1	2-7,17-20
Y	JP 2011-043679 A (Fujifilm Corp.), 03 March 2011 (03.03.2011), paragraph [0029] & US 2011/0044673 A1 & CN 201749247 U	2-7,17-20

☒ 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	Date of mailing of the international search report
16 January, 2014 (16.01.14)	28 January, 2014 (28.01.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/079911

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 11-264904 A (Nikon Corp.), 28 September 1999 (28.09.1999), paragraphs [0038] to [0046] (Family: none)	21-22,39-40 23-24,26-34, 36-38 1-20,25,35, 41-42
Y	JP 2006-047903 A (Canon Inc.), 16 February 2006 (16.02.2006), paragraph [0106]; fig. 16 & US 2006/0044514 A1	23-24
Y	JP 2003-114326 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 18 April 2003 (18.04.2003), paragraph [0002] (Family: none)	26,34
X A	JP 2008-304614 A (Canon Inc.), 18 December 2008 (18.12.2008), paragraphs [0027] to [0046] (Family: none)	39 1-38,40-42
A	JP 01-241502 A (Namiki Precision Jewel Co., Ltd.), 26 September 1989 (26.09.1989), page 3, lower right column (Family: none)	8-9,11,25, 35,41-42
A	JP 2011-221538 A (Nikon Corp.), 04 November 2011 (04.11.2011), entire text; all drawings (Family: none)	8-9,11,25, 35,41-42
A	JP 2009-055044 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 12 March 2009 (12.03.2009), entire text; all drawings & US 2009/0059197 A1 & KR 10-2009-0021755 A	8-9,11,25, 35,41-42
A	JP 2010-204588 A (Nikon Corp.), 16 September 2010 (16.09.2010), entire text; all drawings (Family: none)	8-9,11,25, 35,41-42
A	JP 2011-221537 A (Nikon Corp.), 04 November 2011 (04.11.2011), entire text; all drawings (Family: none)	8-9,11,25, 35,41-42
A	JP 2011-221536 A (Nikon Corp.), 04 November 2011 (04.11.2011), entire text; all drawings (Family: none)	8-9,11,25, 35,41-42

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/079911

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Invention group A) claims 1-20

The inventions of claims 1-20 relate to a substrate processing apparatus using a beam splitter, and there is no limitation with respect to the structure and optical characteristics of the polarization film of the beam splitter.

Invention group B) claims 21-42

The inventions of claims 21-42 relate to a polarization beam splitter using a polarization film having a specific structure, and to a substrate processing apparatus using the polarization beam splitter.

There is no common or corresponding special technical feature between the invention group A and the invention group B.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０７９９１１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03F7/24(2006.01)i, G02B5/04(2006.01)i, G02B5/08(2006.01)i, G02B5/30(2006.01)i, G03F7/20(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03F7/24, G02B5/04, G02B5/08, G02B5/30, G03F7/20

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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	関連する請求項の番号
X Y	JP 2001-297980 A（カールーツアイスースチフツング）2001.10.26, 【００３０】－【００４７】、図１、４ & US 2001/0022691 A1 & EP 1122608 A2 & DE 10005189 A & TW 287177	1,10,12-16 2-7,17-20, 27-34,36-38
A	B	8-9,11,21-26 ,35,39-42
Y	JP 2001-343609 A（三菱電機株式会社）2001.12.14,　【００６９】 段落 & US 2002/0008791 A1	2-7,17-20

☑　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 １６．０１．２０１４	国際調査報告の発送日 ２８．０１．２０１４
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 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）　２Ｍ　３１０７ 松岡　智也 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７４

Ｃ（続き）．　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	関連する請求項の番号
Y	JP 2011-043679 A (富士フイルム株式会社) 2011.03.03, 【００２９】段落 & US 2011/0044673 A1 & CN 201749247 U	2-7,17-20
X	JP 11-264904 A (株式会社ニコン) 1999.09.28, 【００３８】－【００４６】段落（ファミリーなし）	21-22,39-40
Y		23-24,26-34,36-38
A		1-20,25,35,41-42
Y	JP 2006-047903 A (キヤノン株式会社) 2006.02.16, 【０１０６】段落、図１６ & US 2006/0044514 A1	23-24
Y	JP 2003-114326 A (オリンパス光学工業株式会社) 2003.04.18, 【０００２】段落（ファミリーなし）	26,34
X	JP 2008-304614 A (キヤノン株式会社) 2008.12.18, 【００２７】－【００４６】段落（ファミリーなし）	39
A		1-38,40-42
A	JP 01-241502 A (並木精密宝石株式会社) 1989.09.26, 第３頁右下欄（ファミリーなし）	8-9,11,25,35,41-42
A	JP 2011-221538 A (株式会社ニコン) 2011.11.04, 全文、全図（ファミリーなし）	8-9,11,25,35,41-42
A	JP 2009-055044 A (三星電子株式会社) 2009.03.12, 全文、全図 & US 2009/0059197 A1 & KR 10-2009-0021755 A	8-9,11,25,35,41-42
A	JP 2010-204588 A (株式会社ニコン) 2010.09.16, 全文、全図（ファミリーなし）	8-9,11,25,35,41-42
A	JP 2011-221537 A (株式会社ニコン) 2011.11.04, 全文、全図（ファミリーなし）	8-9,11,25,35,41-42
A	JP 2011-221536 A (株式会社ニコン) 2011.11.04, 全文、全図（ファミリーなし）	8-9,11,25,35,41-42

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０７９９１１

第Ⅱ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第8条第3項（ＰＣＴ17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

１．☐ 請求項＿＿＿＿＿＿＿＿は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

２．☐ 請求項＿＿＿＿＿＿＿＿は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

３．☐ 請求項＿＿＿＿＿＿＿＿は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

発明群Ａ）請求項１－２０

　請求項１－２０は、ビームスプリッタを用いた基板処理装置に関する発明であり、ビームスプリッタの偏光膜の構造や光学特性については何ら限定していない。

発明群Ｂ）請求項２１－４２

　請求項２１－４２は、特定の構造の偏光膜を用いた偏光ビームスプリッタ及び当該偏光ビームスプリッタを用いた基板処理装置に関する発明である。

そして、発明群Ａと発明群Ｂとの間には、共通のまたは対応する特別な技術的特徴はない。

１．☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

２．☑ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

３．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

４．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。