(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 22 日(22.05.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/077405 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) *G02B 19/00* (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)
G02B 17/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/081125

(22) 国際出願日: 2013 年 11 月 19 日(19.11.2013)

(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 2012-253408 2012 年 11 月 19 日(19.11.2012) 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: 白石 直正 (SHIRAISHI Naomasa); 〒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 知的財産本部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 大森 聡(OMORI Satoshi); 〒2140014 神奈川県川崎市多摩区登戸２０７５番２－５０１ 大森特許事務所 Kanagawa (JP).

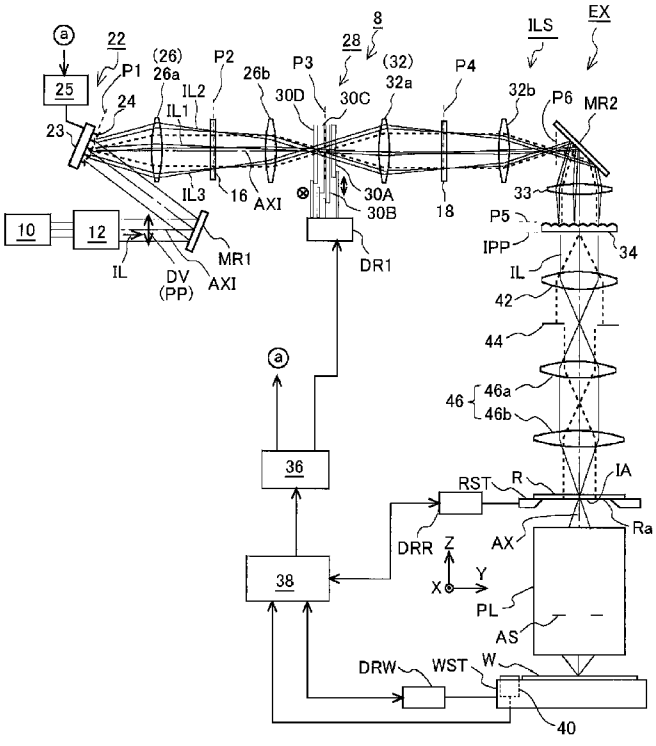
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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.

(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

[続葉有]

(54) **Title**: ILLUMINATION OPTICAL SYSTEM AND ILLUMINATION METHOD, AND EXPOSURE METHOD AND DEVICE

(54) 発明の名称 : 照明光学系及び照明方法、並びに露光方法及び装置



(57) **Abstract**: An illumination optical system for illuminating a reticle surface by means of illumination light from a light source, the system comprising: a spatial light modulator having a plurality of mirror elements; a polarization control system that is arranged between the surface on which the mirror elements are arranged and the reticle surface, and that changes the polarization state of light heading toward the reticle surface via the plurality of mirror elements; and an optical rotator plate that is arranged between the arrangement surface and the polarization control system, and that makes the polarization state of the light heading toward the polarization control system linearly polarized light in a direction that diagonally intersects with the incident surface. Thus it is possible to maintain a high degree of freedom in relation to changes in polarization state.

(57) 要約: 光源からの照明光によりレチクル面を照明する照明光学系であって、複数のミラー要素を有する空間光変調器と、ミラー要素の配列面とレチクル面との間に配置されて、複数のミラー要素を介してレチクル面に向かう光の偏光状態を変える偏光制御系と、その配列面と偏光制御系との間に配置されて、偏光制御系に向かう光の偏光状態を入射面に対して斜めに交差する方向の直線偏光とする旋光子板と、を備える。偏光状態の変更に関して高い自由度を持つことができる。

WO 2014/077405 A1

(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)）

明　細　書

発明の名称 ： 照明光学系及び照明方法、並びに露光方法及び装置

技術分野

[0001] 本発明は、被照射面を照明する照明技術、光束の偏光状態の分布を制御する偏光ユニット、照明技術を用いる露光技術、及び露光技術を用いるデバイス製造方法に関する。

背景技術

[0002] この種の典型的な露光装置においては、光源から射出された光が、オプティカルインテグレータとしての例えばフライアイレンズを介して、多数の小さい光源からなる実質的な面光源としての二次光源（照明瞳における光強度分布）を形成する。また、照明瞳が形成される面（照明瞳面）は、照明瞳面と被照射面（露光装置の場合にはレチクル（マスク）のパターン面）との間の光学系の作用によって、被照射面が照明瞳面のフーリエ変換面となるような位置として定義することもできる。その照明瞳からの光は、その光学系、レチクル、及び投影光学系を介してウェハ等の感光性基板の表面にレチクルパターンの像を形成する。以下、照明瞳面又はこれと共役な面における光強度分布を瞳強度分布ともいう。

[0003] 従来、レチクルのパターンに応じて照明条件の一つである照明瞳内での偏光状態の分布を制御するために、輪帯状又は複数極状の照明瞳を形成し、波長板付きの開口絞りを用いて、その照明瞳を通過する光束の偏光状態を、光軸に対してほぼ周方向を偏光方向とする直線偏光状態（以下、周方向偏光状態ともいう）に設定する技術が提案されている（例えば、特許文献１を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許出願公開第２０１１／２０５５１９号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 最近は、様々な形態の微細パターンを忠実に転写するのに適した照明条件を実現するために、瞳強度分布の形状（大きさを含む広い概念）及び偏光状態の変更に関する自由度の向上が望まれている。しかしながら、特許文献１に記載された従来技術では、偏光変換ユニットを交換しない限り、瞳強度分布の形状や偏光状態を変化させることができなかった。

[0006] 本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、偏光状態の変更に関して高い自由度を得ることができるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の第１の態様によれば、光源からの光により被照射面を照明する照明光学系において、個別に制御される複数の光学要素を有する空間光変調器と、その複数の光学要素を介してその被照射面に向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を変える第１の偏光制御部と、その複数の光学要素を介してその第１の偏光制御部に向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を、第１方向の直線偏光とする第２の偏光制御部と、を備え、前記第１方向は、その第２の偏光制御部からの光がその第１の偏光制御部に入射する光の入射面に対して斜めに交差する方向である照明光学系が提供される。

[0008] また、第２の態様によれば、光源からの光により被照射面を照明する照明光学系において、個別に制御される複数の光学要素を有する空間光変調器と、その複数の光学要素を介してその被照射面に向かう光のうち少なくとも一部の第１光の偏光方向を変える第１の偏光制御部と、その複数の光学要素を介してその第１の偏光制御部に向かう光のうち少なくとも一部の第２光の偏光状態を、第１方向の直線偏光とする第２の偏光制御部と、を備え、その第２の偏光制御部は、その第１の偏光制御部を通過するその第１光の偏光度を、その第１光がその第２偏光制御部を通過しない場合と比べて向上させるように、その第１方向を設定する照明光学系が提供される。

また、第３の態様によれば、所定のパターンを照明するための第１又は第２の態様の照明光学系を備え、その照明光学系からの光を用いてその所定の

パターンを感光性基板に露光する露光装置が提供される。

[0009] また、第４の態様によれば、光源からの光により被照射面を照明する照明方法において、個別に制御される複数の光学要素を有する空間光変調器に前記光源からの光を導くことと、前記複数の光学要素を介して前記被照射面へ向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を、第１方向の直線偏光とすることと、前記第１方向の直線偏光の光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を変えることと、を含み、前記第１方向は、前記第２の偏光制御部からの光が前記第１の偏光制御部に入射するときの入射面に対して斜めに交差する方向である照明方法が提供される。

また、第５の態様によれば、光源からの光により被照射面を照明する照明方法において、個別に制御される複数の光学要素にその光源からの光を導くことと、その複数の光学要素を介してその被照射面へ向かう光のうち少なくとも一部の第１光の偏光状態を、第１方向の直線偏光の第２光にすることと、その第１方向の直線偏光のその第２光のうち少なくとも一部の第３光の偏光状態を変えることと、を含み、その第３光の偏光状態を変えることは、その第２光の偏光度を、その第３光の偏光状態を変えない場合と比べて向上させるように、その第１方向を設定する照明方法が提供される。

[0010] また、第６の態様によれば、所定のパターンを介して感光性基板を露光する露光方法において、第４又は第５の態様の照明方法を用いてそのパターンを照明する露光方法が提供される。

また、第７の態様によれば、第３の態様の露光装置又は第６の態様の露光方法を用いて、所定のパターンをその感光性基板に露光することと、その所定のパターンが転写されたその感光性基板を現像し、その所定のパターンに対応する形状のマスク層をその感光性基板の表面に形成することと、そのマスク層を介してその感光性基板の表面を加工することと、を含むデバイス製造方法が提供される。

発明の効果

[0011] 本発明の態様によれば、第１の偏光制御部と空間光変調器との協働作用に

よって、光学部材の交換を行うことなく、偏光状態の変更に関して高い自由度が得られる。さらに、第１の偏光制御部に向かう光の偏光状態を第２の偏光制御部で補正できるため、第１の偏光制御部として旋光性を有する光学材料により形成された光学部材（旋光子）を使用しても偏光状態の制御を高精度に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第１の実施形態に係る露光装置の概略構成を示す図である。

[図2]（Ａ）はＳＬＭ（空間光変調器）の一部のミラー要素を示す拡大斜視図、（Ｂ）はＳＬＭに入射する光束の偏光状態を示す図、（Ｃ）は照明瞳の偏光状態の分布の一例を示す図、（Ｄ）は照明瞳の偏光状態の分布の他の例を示す図である。

[図3]（Ａ）は図１中のＳＬＭのミラー要素のアレイを示す図、（Ｂ）は第１の旋光子板を示す図、（Ｃ）は第２の旋光子板を示す図、（Ｄ）は偏光制御系を示す図である。

[図4]（Ａ）は照明光学系の要部を示す斜視図である。

[図5]照明方法及び露光方法の一例を示すフローチャートである。

[図6]（Ａ）は照明瞳面での好ましい偏光状態の一例を示す図、（Ｂ）は図６（Ａ）の偏光状態が変化した一例を示す図、（Ｃ）は楕円偏光の一例を示す図、（Ｄ）は旋光子に対する入射角の一例を示す図である。

[図7]（Ａ）は旋光子における入射光の偏光方向と射出光のストークスパラメータＳ３との関係の一例を示す図、（Ｂ）は旋光子による偏光方向の回転量と射出光のストークスパラメータＳ３との関係の一例を示す図である。

[図8]変形例の照明光学系の要部を示す斜視図である。

[図9]（Ａ）は図８中の第１の旋光子板を示す図、（Ｂ）は第２の旋光子板を示す図、（Ｃ）は偏光制御系を示す図、（Ｄ）は偏光制御系で１枚の旋光部材を照明光路に設置した状態を示す図、（Ｅ）は照明瞳の周方向偏光状態の一例を示す図である。

[図10]第２の実施形態に係る照明光学系の要部を示す斜視図である。

[図11]（Ａ）は図１０中のＳＬＭのミラー要素のアレイを示す図、（Ｂ）は図１０中の旋光子板に入射する光の偏光状態を示す図、（Ｃ）はその旋光子板から射出される光の偏光状態を示す図、（Ｄ）は図１０中の偏光制御系を示す図である。

[図12]半導体デバイスの製造工程を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、第１の実施形態につき図１～図７（Ｂ）を参照して説明する。図１は、本実施形態に係る露光装置ＥＸの概略構成を示す。露光装置ＥＸは投影光学系ＰＬを備えており、以下、投影光学系ＰＬの光軸ＡＸに平行にＺ軸を取り、Ｚ軸に垂直な平面で図１の紙面に垂直な方向にＸ軸を、その紙面に平行な方向にＹ軸を取って説明する。

図１において、露光装置ＥＸは、露光用の照明光（露光光）ＩＬを発生する光源１０と、光源１０からの照明光ＩＬを用いてレチクルＲのパターン面（ここでは下面）Ｒａを照明する照明光学系ＩＬＳと、レチクルＲを保持して移動するレチクルステージＲＳＴと、を備えている。さらに、露光装置ＥＸは、レチクルＲのパターンの像を感光性基板としての半導体ウェハ（以下、単にウェハという。）Ｗの表面に形成する投影光学系ＰＬと、ウェハＷを保持して移動するウェハステージＷＳＴと、装置全体の動作を統括的に制御するコンピュータよりなる主制御装置３８と、主制御装置３８の制御のもとで照明光学系ＩＬＳの照明条件を制御する照明制御部３６とを備えている。本実施形態の照明光学系ＩＬＳは、照明光の瞳強度分布を制御するための空間光変調器(spatial light modulator: ＳＬＭ)２２、及び空間光変調器２２と協働して照明光の照明瞳における偏光状態の分布を制御する偏光ユニット８を備えている。

[0014] 光源１０としては波長１９３ｎｍのパルス光を供給するＡｒＦエキシマレーザ光源が使用されている。ただし、光源１０としては、波長２４８ｎｍの光を供給するＫｒＦエキシマレーザ光源、固体レーザ光源（ＹＡＧレーザ、半導体レーザ等）、又はレーザ光の高調波発生装置等も用いることができる

。光源１０から射出される照明光ＩＬは、光源１０の構成に応じたある方向に沿った直線偏光を主成分とする偏光状態となっている。ここで、ある方向に沿った直線偏光を主成分とする偏光状態とは、その方向の直線偏光の光の強度の全体の光強度に対する割合（偏光度）が８０％以上である状態とすることができる。本明細書では、ある方向に直線偏光の光は、その方向に沿った直線偏光を主成分とする偏光状態の光を含むものとする。

[0015] 光源１０から＋Ｙ方向に射出された直線偏光の照明光ＩＬは、照明光学系ＩＬＳに入射して、まずビーム送光系１２を通過して所望の偏光状態で、かつ所望の断面形状を持つ平行光束となってミラーＭＲ１に入射する。ビーム送光系１２は、入射光の断面形状を調整し、入射光全体としての偏光状態を例えばＸ方向若しくはＺ方向等の直線偏光、円偏光、又は非偏光（ランダム偏光）等に設定して射出する。さらに、ビーム送光系１２は入射光の偏光度の調整も行うことができる。そのように偏光状態及び／又は偏光度を制御可能な光学系として、例えば米国特許第７，４２３，７３１号明細書に開示される偏光状態切換部を使用できる。また、ビーム送光系１２としては、光源から射出された光の強度分布を平滑化して空間光変調器に導くことが可能である米国特許公開第２０１２／００２８１９７号公報に開示される伝送光学系を使用することができる。

[0016] 本実施形態では、ビーム送光系１２からミラーＭＲ１に入射する照明光ＩＬは、一例として図２（Ｂ）に示すように、Ｘ方向に細長いほぼ長方形状の断面５０を有し、Ｚ方向に直線偏光しているものとする。また、以下では説明の便宜上、ほぼＹ方向に進行する光の偏光方向がＺ方向であるとき、その偏光状態を縦偏光ＤＶとも呼び、その光の偏光方向がＸ方向であるとき、その偏光状態を横偏光ＤＨとも呼ぶこととする。本実施形態では、ビーム送光系１２からミラーＭＲ１に縦偏光ＤＶの照明光ＩＬが入射する。なお、ビーム送光系１２から横偏光ＤＨの照明光ＩＬを射出させるようにしてもよい。

[0017] ビーム送光系１２から射出された照明光ＩＬは、ミラーＭＲ１で斜め上方（－Ｙ方向でかつ＋Ｚ方向）に反射されて空間光変調器（以下、ＳＬＭとい

う）２２の複数のミラー要素２４に入射する。複数のミラー要素２４で＋Ｙ方向を中心とする方向に反射された照明光ＩＬは、前側レンズ群２６ａ、第１の旋光子板１６、後側レンズ群２６ｂを介して偏光制御系２８に入射する（詳細後述）。前側レンズ群２６ａ及び後側レンズ群２６ｂより第１のリレー光学系２６が構成されている。本実施形態では、照明光学系ＩＬＳの光軸ＡＸＩの方向は、ビーム送光系１２とミラーＭＲ１との間、及びＳＬＭ２２と偏光制御系２８との間でそれぞれＹ軸に平行（Ｙ方向）である。なお、第１の旋光子板１６と偏光制御系２８との間に配置される後側レンズ群を、第１の偏光制御部と第２の偏光制御部との間に配置されて、第２の偏光制御部からの光を集光する集光光学系と見なしても良い。

[0018] なお、説明の便宜上、図１、後述の図３（Ａ）、及び図４等では、ＳＬＭ２２の各ミラー要素２４及び複数のミラー要素２４が配列された領域（アレイ領域）を実際の形状よりも大きく表現している。実際には、ミラー要素２４が配列された領域の幅は、前側レンズ群２６ａ等の光学系の最大の直径に比べてかなり小さい値である。このため、ミラー要素２４が配列された領域は、ほぼ照明光学系ＩＬＳの光軸ＡＸＩの近傍にあると考えてよい。

[0019] 図１において、ＳＬＭ２２は、Ｙ軸に垂直な面に対してＸ軸に平行な軸を中心として右回りに、所定の小さい角度だけ回転した平面である配列面Ｐ１に平行な支持面を有する本体部２３と、本体部２３のその支持面に支持されて配列面Ｐ１にＸ方向及びＸ方向に直交する方向（ほぼＺ方向）に所定間隔で配列されて個別に制御される複数のミラー要素２４とを有する。さらに、ＳＬＭ２２は、照明制御部３６からの制御信号に基づいて、複数のミラー要素２４の姿勢としての配列面Ｐ１内の直交する（斜めに交差していてもよい）２つの軸の回りの傾斜角θｘ，θｚ（図２（Ａ）参照）を個別に制御する駆動部２５を有する。ミラー要素２４のＸ方向、及びＸ方向に直交する方向の配列数はそれぞれ例えば数１０～数１００であり、ミラー要素２４は例えば正方形状（又は長方形状）でできるだけ隙間が少なくなるように密に配列されている。なお、ミラー要素２４は必ずしも正方形状（又は長方形状）で

なくともよい。各ミラー要素２４の角度は変化するため、配列面Ｐ１とは、一例として複数のミラー要素２４の中心が配列される面であるとする。配列面Ｐ１の法線方向は、ＳＬＭ２２に入射する光の光軸及びＳＬＭ２２で反射して射出される光の光軸ＡＸＩ（この部分ではＹ軸に平行）に互いに同じ角度で交差する。

[0020] 本実施形態では、ミラーＭＲ１で反射された平行光束よりなる縦偏光ＤＶの照明光ＩＬは、ＳＬＭ２２の配列面Ｐ１上のほぼＸ方向に長方形の照射領域５０Ａ（図３（Ａ）参照）に、配列面Ｐ１に対してＰ偏光ＰＰの状態で入射する。なお、照射領域５０Ａは、実際にはミラー要素２４のアレイ上に設定されている。この場合のＰ偏光とは、配列面Ｐ１に斜めに入射する光束とこの光束の入射点を通る配列面Ｐ１の法線とを含む面を入射面と定義すると、その光束がその入射面に対して平行な方向に偏光方向を有する直線偏光（入射面に平行な方向に電気ベクトルが振動している偏光）となっていることを意味する。そして、照射領域５０Ａ内の各ミラー要素２４で反射される光は、Ｚ方向に偏光した縦偏光ＤＶ（配列面Ｐ１に関してＰ偏光）の状態でリレー光学系２６に入射する。

[0021] なお、照明光ＩＬを、ＳＬＭ２２の配列面Ｐ１に対してＳ偏光ＳＰ（本実施形態では横偏光ＤＨでもある）の状態で入射させてもよい。この場合のＳ偏光とは、配列面Ｐ１に斜めに入射する光束がその入射面に対して垂直な方向に偏光方向を有する直線偏光となっていることを意味する。配列面Ｐ１にＳ偏光の状態で入射した光は、各ミラー要素２４で反射されてからＸ方向に偏光した横偏光ＤＨ（配列面Ｐ１に関してＳ偏光）の状態でリレー光学系２６に入射する。

[0022] また、各ミラー要素２４の角度は配列面Ｐ１に平行な方向に対して変化するが、その変化量は配列面Ｐ１に対する照明光ＩＬの入射角に比べてほぼ小さいため、配列面Ｐ１にＰ偏光又はＳ偏光で入射する光は、各ミラー要素２４に対してもほぼＰ偏光又はＳ偏光で入射するとみなすことができる。

一般にミラー要素２４のような反射部材では、斜めに入射する光束に対し

てＰ偏光とＳ偏光とで反射率及び位相が僅かに異なるとともに、その反射率等の相違は入射角に応じて変化する。このため、その反射部材に斜めにＰ偏光及びＳ偏光以外の直線偏光の光が入射すると、反射光の偏光方向が変化するか、又は偏光状態が楕円偏光に変化する恐れがある。これに対して、本実施形態では、ＳＬＭ２２の配列面Ｐ１に入射する光はＰ偏光又はＳ偏光であり、反射光の偏光状態は入射時とほぼ同じであるため、照明瞳における偏光状態の分布を目標とする分布に高精度に制御できる。

[0023] なお、ＳＬＭ２２の各ミラー要素２４の角度は連続的に変化させてもよいが、離散的に例えば複数の角度（直交する２軸の回りのそれぞれにおいて、例えば０．５度単位で変化する角度等）で切り換え制御してもよい。

本実施形態のＳＬＭ２２（空間光変調器）としては、例えば欧州特許公開第７７９５３０号公報、米国特許第５,８６７,３０２号公報、米国特許第６,６００,５９１号公報、米国特許第６,９００,９１５号公報、米国特許第７,２９５,７２６号公報、米国特許第７,５６７,３７５号公報、米国特許公開第２００５／０４６９２１号公報、米国特許公開第２００８／３０９９０１号公報、米国特許公開第２０１２／００８１２１号公報、国際特許公開第２０１０／０３７４７６号パンフレット、国際特許公開第２０１３／０２７４００号パンフレット、又は国際特許公開第２０１３／０２７４０５号パンフレット等に開示される空間光変調器を用いることができる。また、このような空間光変調器は、例えばいわゆるＭＥＭＳ（Microelectromechanical Systems：微小電気機械システム）技術を用いて製造することもできる。

[0024] 図１において、ＳＬＭ２２の複数のミラー要素２４で反射された光は、リレー光学系２６の前側レンズ群２６ａを介して、リレー光学系２６の瞳面Ｐ２の位置に配置されている円形の平板状の第１の８分割の旋光子板１６（第２の偏光制御部）に入射する。前側レンズ群２６ａは、その前側焦点位置がＳＬＭ２２の配列面Ｐ１の中心とほぼ一致し且つその後側焦点位置が瞳面Ｐ２の中心とほぼ一致するように設定されている。各ミラー要素２４で反射された光は、各ミラー要素２４の直交する２軸の回りの傾斜角（姿勢）に応じ

て定まる瞳面Ｐ２上のＸ方向及びＺ方向の位置に入射する。このため、瞳面Ｐ２に設置されている旋光子板１６の全面には、ＳＬＭ２２の複数のミラー要素２４の個別の傾斜角の分布に応じた光強度分布が可変的に形成される。

[0025] 図３（Ｂ）に示すように、８分割の旋光子板１６は、光軸ＡＸＩを中心とする小さい円形の中心領域１６ａと、中心領域１６ａを囲むように円周方向に密着して配列された互いに同じ開き角４５度（＝３６０度／８）の８個の扇型の部分領域１６ｂ，１６ｃ，１６ｄ，１６ｅ，１６ｆ，１６ｇ，１６ｈ，１６ｉとに分かれている。そして、第１及び第５の部分領域１６ｂ，１６ｆの中心は、それぞれ光軸ＡＸＩを通りＸ軸に平行な直線に沿って±Ｘ方向側に配置され、第２及び第６の部分領域１６ｃ，１６ｇの中心は、それぞれ光軸ＡＸＩを通りＸ軸に左回りに４５度で交差する斜めの軸に沿って配置され、第３及び第７の部分領域１６ｄ，１６ｈの中心は、それぞれ光軸ＡＸＩを通りＺ軸に平行な直線に沿って±Ｚ方向側に配置され、第４及び第８の部分領域１６ｅ，１６ｉの中心は、それぞれ光軸ＡＸＩを通りＺ軸に左回りに４５度で交差する斜めの軸に沿って配置されている。

[0026] また、旋光子板１６は、中心領域１６ａ及び部分領域１６ｂ～１６ｉよりなる９個の領域でそれぞれ個々の（同一又は異なる）旋光性を有する光学素子（旋光子）であり、一例として全体として旋光性を有する光学材料より形成されている。旋光子板１６の光学材料としては、旋光性を有する結晶材料、例えば一軸結晶である水晶が使用できる。水晶としては、左旋光性(levorotatory)の左水晶又は右旋光性(dextrorotatory)の右水晶のいずれでも使用できる。旋光子板１６の光束が入射する前面（ひいては光束が射出する後面）は光軸ＡＸＩとほぼ直交し、その結晶光学軸は光軸ＡＸＩの方向とほぼ一致（すなわち入射光の進行方向であるＹ方向とほぼ一致）している。旋光子板１６の前面から後面までの間の面（旋光子板１６の設置面）が瞳面Ｐ２上にある。

[0027] 旋光子又は旋光性を有する光学材料より形成された部材（以下、旋光部材という）では、入射する直線偏光の光は、偏光方向がその旋光子（旋光部材

）の厚さに応じた角度だけ回転した状態で射出される。以下では、直線偏光の光の旋光子（旋光部材）による偏光方向の回転角を旋光角（又は旋光度）（angle of rotation)と呼ぶ。また、旋光角を数値のみで表す場合、符号が＋（正）の旋光角は光の進行方向に対して左回り（反時計回り）の角度を表し、符号がー（負）の旋光角は光の進行方向に対して右回り（時計回り）の角度を表すものとする。また、特に回転方向が定められていない符号のない旋光角は、左回りか又は右回りのいずれの角度でもよいことを意味する。

[0028] 旋光子板１６において、中心領域１６ａ及び中心領域１６ａに対して斜め４５度方向に配置された４個の部分領域１６ｃ，１６ｇ，１６ｅ，１６ｉの厚さは、それらの部分の旋光角が０度（又は０度＋ｎ１・１８０度（ｎ１は０以上の整数））になるように、すなわち＋Ｙ方向に入射する直線偏光の光の偏光方向をそのままの状態で射出させるように設定されている。本実施形態では、一例としてＳＬＭ２２から旋光子板１６に対してＺ方向に偏光した縦偏光ＤＶの光束が入射しているため、中心領域１６ａ及び部分領域１６ｃ，１６ｇ，１６ｅ，１６ｉからは縦偏光ＤＶの光が射出される。なお、旋光角をφａとしても、「φａ＋ｎ１・１８０度（ｎ１は０以上の任意の整数）」としても、射出される光の偏光方向は同じであるため、中心領域１６ａ及び部分領域１６ｃ，１６ｇ，１６ｅ，１６ｉの厚さはそれぞれ旋光角が１８０度、３６０度、…等となるように設定してもよい。

[0029] なお、中心領域１６ａ及び部分領域１６ｃ，１６ｇ，１６ｅ，１６ｉは偏光方向の回転角が０度であればよいため、中心領域１６ａ及び部分領域１６ｃ，１６ｇ，１６ｅ，１６ｉには、単に光をそのまま透過する旋光性のないガラス基板を配置するか、又は窓部（開口部）としてもよい。

一方、旋光子板１６において、中心領域１６ａをＸ方向に挟む１対の部分領域１６ｂ，１６ｆ及びＺ方向に挟む１対の部分領域１６ｄ，１６ｈの厚さは、それらの部分の旋光角が一例として右回りに４５度（又は４５度＋ｎ２・１８０度（ｎ２は整数）、以下同様）になるように、すなわち縦偏光ＤＶで入射する光の偏光方向をＺ軸に対して右回りに４５度で交差する方向に偏

光した状態（以下、右回りの４５度偏光ＤＳＢという。）で射出させるように設定されている。なお、図３（Ｂ）及び後述の図３（Ｃ）、（Ｄ）等では、入射光の偏光方向の一例を点線の矢印で表し、その入射光が射出されるときの偏光方向を実線の矢印で表している。また、旋光子板１６に入射する光の偏光方向がＸ方向に平行な横偏光ＤＨである場合には、部分領域１６ｂ，１６ｆ，１６ｄ，１６ｈを通過した光は、Ｚ軸に左回りに４５度で交差する方向に偏光した状態（以下、左回りの４５度偏光ＤＳＡという。）になるが、この場合でも後述のように旋光子板１６は有効である。

[0030] なお、偏光方向を右回りにある角度φａだけ回転しても、偏光方向を左回りに（１８０度－φａ）だけ回転しても、射出される光の偏光方向は同じである。そこで、部分領域１６ｂ，１６ｆ，１６ｄ，１６ｈにおける旋光角を左回りに「－４５度＋（ｎ２＋１）１８０度」に設定してもよい（以下、同様）。

旋光子板１６は、一例として旋光性を有する結晶材料よりなる円板状部材の中心領域１６ａ及び部分領域１６ｂ～１６ｉを、例えばエッチング等によってそれぞれの旋光角に応じた厚さに加工することで製造可能である。この際に、旋光角を規定する上述の整数ｎ１，ｎ２が大きくなると、旋光子板１６を厚くできるため、旋光子板１６の製造及び支持が容易になることもある。なお、旋光子板１６において、中心領域１６ａ及び斜め方向の部分領域１６ｃ，１６ｇ，１６ｅ，１６ｉは同じ厚さでよく、他の４個の部分領域１６ｂ，１６ｆ，１６ｄ，１６ｈも同じ厚さでよい。そこで、中心領域１６ａ及び斜め方向の部分領域１６ｃ，１６ｇ，１６ｅ，１６ｉを所定の厚さの同じ旋光部材（又はガラス基板でもよい）から切り出して形成し、他の部分領域１６ｂ，１６ｆ，１６ｄ，１６ｈを所定の厚さの同じ旋光部材から切り出して形成し、形成された中心領域１６ａ及び部分領域１６ｂ～１６ｉを接着等で貼り合わせて旋光子板１６を形成してもよい。さらに、中心領域１６ａ及び部分領域１６ｃ，１６ｇ，１６ｅ，１６ｉを素通しの部分として、他の部分領域１６ｂ，１６ｆ，１６ｄ，１６ｈを外側から支持して、実質的に旋光

子板１６と同じ作用を持つ光学部材を形成し、この光学部材を旋光子板１６の代わりに使用してもよい。

[0031] なお、旋光子板１６の部分領域１６ｂ，１６ｆ，１６ｄ，１６ｈにおける旋光角を左回りに「４５度＋ｎ２・１８０度」（ｎ２は０以上の整数）としてもよい（以下、同様）。さらに、部分領域１６ｂ，１６ｆ，１６ｄ，１６ｈにおける旋光角（ひいては偏光方向の回転角）を右回り又は左回りに２０度～７０度（＋ｎ２・１８０度）の範囲内の任意の角度に設定することも可能である（詳細後述）。さらに、旋光子板１６では、入射する光の偏光方向が通常は縦偏光ＤＶ又は横偏光ＤＨであるため、旋光子板１６の代わりに例えば１／２波長板を用いて入射光の偏光方向を変換する光学部材も使用できる。

[0032] 瞳面Ｐ２に光強度分布を形成して第１の旋光子板１６を通過した照明光ＩＬは、リレー光学系２６の後側レンズ群２６ｂを介して、偏光制御系２８にＸ方向を長手方向とする長方形状の断面５０Ｂ（図３（Ｄ）参照）で入射する。偏光制御系２８（第１の偏光制御部）は、一例として、それぞれ旋光性を有する光学材料より形成された断面５０Ｂよりも大きい長方形の平行平面板状の第１、第２、第３、及び第４の旋光部材３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ，３０Ｄ、及び旋光部材３０Ａ～３０Ｄを個別に照明光路を横切るように移動させる駆動部ＤＲ１を有する。旋光部材３０Ａ～３０Ｄは、一例として旋光部材３０Ｄ，３０Ｃ，３０Ｂ，３０Ａの順に＋Ｙ方向に配置されているが、この配置の順序は任意である。旋光部材３０Ａ～３０Ｄの光学材料としては、旋光子板１６と同様に旋光性を有する結晶材料、例えば水晶（左水晶又は右水晶）が使用できる。旋光部材３０Ａ～３０Ｄはそれぞれ旋光子と呼ぶこともできる。旋光部材３０Ａ～３０Ｄは、旋光性を有する結晶材料をそれぞれの旋光角に応じた厚さに加工することで製造できる。

[0033] 旋光部材３０Ａ～３０Ｄの光が入射する面（前面）及び光が射出する面（後面）はそれぞれ光軸ＡＸＩとほぼ直交し、その結晶光学軸はそれぞれ光軸ＡＸＩの方向とほぼ一致（すなわち入射光の進行方向であるＹ方向とほぼ一

致）している。一例として、中央の旋光部材３０Ｃ，３０Ｂとの間の面（又は旋光部材３０Ｄの前面から旋光部材３０Ａの後面までの間の面、若しくはこれらの面の近傍の面でもよい）を旋光部材３０Ａ～３０Ｄの設置面Ｐ３とすると、設置面Ｐ３は光軸ＡＸＩにほぼ垂直である。なお、旋光部材３０Ａ～３０Ｄの厚さは実際には後側レンズ群２６ｂ等の焦点距離に比べてかなり小さいため、旋光部材３０Ａ～３０Ｄは全部がほぼ設置面Ｐ３の位置にあるとみなすことができる。

[0034] また、リレー光学系２６の前側レンズ群２６ａの後側焦点位置と後側レンズ群２６ｂの前側焦点位置とはほぼ一致しており、後側レンズ群２６ｂの後側焦点位置がほぼ旋光部材３０Ａ～３０Ｄの設置面Ｐ３の中心に位置している。従って、設置面Ｐ３とＳＬＭ２２の配列面Ｐ１とはリレー光学系２６に関してほぼ共役であり、図３（Ｄ）の照明光ＩＬの長方形状の断面５０Ｂは、図３（Ａ）のＳＬＭ２２の配列面Ｐ１内の照明光ＩＬの照射領域５０Ａとほぼ共役である。

[0035] 偏光制御系２８の駆動部ＤＲ１は、図３（Ｄ）に示すように照明光ＩＬの断面５０Ｂに対して、一例として旋光部材３０ＡをＺ方向（短辺方向）に平行移動し、他の３枚の旋光部材３０Ｂ～３０ＤをＸ方向（長辺方向）に互いに独立に平行移動する。また、旋光部材３０Ａの断面５０Ｂ内のＺ方向（移動方向）のエッジ部は、断面５０Ｂの輪郭のＺ方向のエッジ部（Ｘ軸にほぼ平行な直線状）にほぼ平行であり、旋光部材３０Ｂ～３０Ｄの断面５０Ｂ内のＸ方向（移動方向）のエッジ部は、断面５０Ｂの輪郭のＸ方向のエッジ部（Ｚ軸にほぼ平行な直線状）にほぼ平行である。駆動部ＤＲ１は、旋光部材３０Ａ～３０Ｄを個別に移動させるための４つのアクチュエータと、旋光部材３０Ａ～３０Ｄの移動量を個別に検知するための４つのエンコーダとを備えており、照明制御部３６からの制御信号に基づいて旋光部材３０Ａ～３０Ｄを移動させる。本実施形態では、旋光部材３０Ａ～３０Ｄはそれぞれ１次元方向に移動する構成であるため、旋光部材３０Ａ～３０Ｄの支持及び駆動機構を簡素化できる。

[0036] なお、本実施形態ではＳＬＭ２２の配列面Ｐ１は光軸に垂直な面に対して僅かに傾斜しているため、配列面Ｐ１に対して共役な面も光軸に垂直な面に対して僅かに傾斜している場合がある。このような場合には、偏光制御系２８の設置面Ｐ３をその配列面Ｐ１に対して共役な面に沿って傾斜させて設定し、旋光部材３０Ａ～３０Ｄをその傾斜した面に沿って移動するようにしてもよい。同様に、瞳面Ｐ２がわずかに傾斜している場合には、その傾斜した面に沿って旋光子板１６を設置してもよい。

[0037] また、一例として、断面５０Ｂ内で、旋光部材３０Ａ～３０Ｄが重ならない部分（素通しの部分）を第１部分領域Ｃ１、旋光部材３０Ｂだけがある部分を第２部分領域Ｃ２、旋光部材３０Ｂ，３０Ｃだけが重なる部分を第３部分領域Ｃ３、旋光部材３０Ｂ～３０Ｄだけが重なる部分を第４部分領域Ｃ４、旋光部材３０Ａだけがある部分を第５部分領域Ｃ５、旋光部材３０Ａ，３０Ｂだけが重なる部分を第６部分領域Ｃ６、旋光部材３０Ａ～３０Ｃだけが重なる部分を第７部分領域Ｃ７、旋光部材３０Ａ～３０Ｄの全部が重なる部分を第８部分領域Ｃ８と呼ぶ。

[0038] このとき、部分領域Ｃ１～Ｃ８に入射する光は、その部分領域に配置されている旋光部材３０Ａ～３０Ｄによって連続して旋光作用を受けるため、入射時の偏光方向ＣＨ１が射出時には偏光方向ＣＨ２に変化する。例えば第２部分領域Ｃ２は、例えば縦偏光ＤＶの入射光が旋光部材３０Ｂによって１回だけ旋光作用を受ける領域であり、第４部分領域Ｃ４は、その入射光が旋光部材３０Ｂ～３０Ｃによって３回の旋光作用を連続して受ける領域である。なお、本実施形態では、第１の旋光子板１６があるために、断面５０Ｂに入射する光の偏光方向は縦偏光ＤＶ（又は横偏光ＤＨ）の他に４５度偏光ＤＳＢ（又はＤＳＡ）もあるが、説明の便宜上、図３（Ｄ）では断面５０Ｂの全面に縦偏光ＤＶの光が入射しているものとしている。

[0039] また、偏光制御系２８における照明光ＩＬの断面５０Ｂと図３（Ａ）のＳＬＭ２２に対する照明光ＩＬの照射領域５０Ａとは共役である。そこで、断面５０Ｂ内の８個の部分領域Ｃ１，Ｃ２，Ｃ３，Ｃ４，Ｃ５，Ｃ６，Ｃ７，

Ｃ８と共役な照射領域５０Ａ内の領域をそれぞれミラー要素２４の部分アレイ領域Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４，Ｄ５，Ｄ６，Ｄ７，Ｄ８と呼ぶ。偏光制御系２８の旋光部材３０Ａ～３０Ｄの駆動によって、８個の部分領域Ｃ１～Ｃ８の面積比（ひいては部分領域Ｃ１～Ｃ８を通過する光の断面積の比）は広い範囲で変更可能である。部分領域Ｃ１～Ｃ８の面積比が変更されるのに応じてＳＬＭ２２における部分アレイ領域Ｄ１～Ｄ８の面積比（ひいてはこれらのアレイ領域内のミラー要素２４の数の比）も同じ割合で変更される。

[0040] また、本実施形態の照明光学系ＩＬＳは、一例として、照明瞳における偏光状態の分布を、光の偏光方向に関して例えば縦偏光ＤＶ（又は横偏光ＤＨでもよい）を基準として１８０度（π（ｒａｄ））の１／Ｎ（Ｎは２以上の整数）の角度φ１を単位として設定可能とするものとする。この場合、照明瞳の任意の光強度分布内で同時に設定可能な複数の偏光方向はＮ個であり、その偏光方向は、ある基準となる方向に関して以下のＮ個の角度のうちいずれかの角度だけずれている。

[0041] 偏光方向＝ｉ・φ１，（ｉ＝０，１，２，…，Ｎ－１）　…（１）

φ１＝１８０度／Ｎ　…（２）

一例として、Ｎ＝４とすると、偏光方向の設定単位の角度φ１は４５度（＝１８０度／４）となる。また、Ｎ＝８とすると、角度φ１は２２．５度（＝１８０度／８）となる。

以下では、Ｎ＝８の場合について説明する。このとき、照明瞳が形成される面である照明瞳面ＩＰＰ（詳細後述）において、偏光方向が縦偏光ＤＶに対して左回りにｉ・２２．５度（ｉ＝０～７）、すなわち０度、２２．５度、４５度、６７．５度、９０度、１１２．５度、１３５度、及び１５７．５度回転した方向をそれぞれ図２（Ｃ）の方向Ａ１，Ａ２，Ａ３，Ａ４，Ａ５，Ａ６，Ａ７，Ａ８とする。このとき、偏光方向が縦偏光ＤＶに対して右回りにｉ・２２．５度（ｉ＝０～７）回転した方向は方向Ａ８～Ａ１となる。照明瞳内で局所的な複数の領域の偏光方向を方向Ａ１～Ａ８の任意の組み合わせとすることで、極めて自由度の高い偏光状態を設定できる。

[0042] Ｎ＝８（角度φ１＝２２．５度）の場合、図３（Ｄ）に示すように、一例として、旋光部材３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ，及び３０Ｄの厚さは、それぞれ＋Ｙ方向に入射する光に対する旋光角（偏光方向の回転角）を左回りに「９０度＋ｎ３・１８０度」、「２２．５度＋ｎ４・１８０度」、「２２．５度＋ｎ５・１８０度」、及び「２２．５度＋ｎ６・１８０度」とするように設定されている。なお、ｎ３，ｎ４，ｎ５，ｎ６はそれぞれ０以上の整数であり、ｎ３～ｎ６は互いに異なっていてもよい。仮にｎ３＝ｎ４＝ｎ５＝ｎ６＝０とすると、旋光部材３０Ａにおける旋光角は左回りに９０度となり、旋光部材３０Ｂ～３０Ｄにおける旋光角は共通に左回りに２２．５度となる。また、ｎ３＝ｎ４＝ｎ５＝ｎ６＝１とすると、旋光部材３０Ａにおける旋光角は左回りに２７０度となり、旋光部材３０Ｂ～３０Ｄにおける旋光角は共通に左回りに２０５．５度となる。

[0043] また、偏光方向を左回りにある角度φａだけ回転しても、偏光方向を右回りに（１８０度－φａ）だけ回転しても、射出される光の偏光方向は同じであるため、旋光部材３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ，３０Ｄの厚さを、それぞれ入射光に対する旋光角を右回りに「９０度＋ｎ３・１８０度」、「１５７．５度（＝１８０度－２２．５度）＋ｎ４・１８０度」、「１５７．５度＋ｎ４・１８０度」、及び「１５７．５度＋ｎ４・１８０度」とするように設定してもよい（以下、同様）。さらに、例えば旋光部材３０Ａ，３０Ｃでは旋光角を左回りに設定し、旋光部材３０Ｂ，３０Ｄでは旋光角を右回りに設定するように、旋光部材３０Ａ～３０Ｄ間で旋光角の符号（左回り又は右回り）を異ならせてもよい。旋光角を規定する整数ｎ３～ｎ６が大きくなると、旋光部材３０Ａ～３０Ｄを厚くできるため、旋光部材３０Ａ～３０Ｄの製造及び支持が容易になることもある。

[0044] なお、以下では、説明の便宜上、旋光部材における旋光角が左回り又は右回りにφａであるときには、その角度は「φａ＋ｎ・１８０度」（ｎは０以上の整数）の場合を含むものとする。

本実施形態において、部分領域Ｃ１～Ｃ８に入射する光の偏光方向は、当

該部分領域内にある旋光部材３０Ａ～３０Ｄによる旋光角の和の角度だけ変化する。また、ある角度φａで回転した後の偏光方向と、角度「φａ＋ｎａ・１８０度」（ｎａは整数）で回転した後の偏光方向とは同じである。このため、図３（Ｄ）において、断面５０Ｂ内の部分領域Ｃ１，Ｃ２，Ｃ３，Ｃ４，Ｃ５，Ｃ６，Ｃ７，及びＣ８を通過した後の照明光ＩＬの偏光方向は、基準となる縦偏光ＤＶに対してそれぞれ左回りに０度、２２．５度、４５度、６７．５度、９０度、１１２．５度、１３５度、及び１５７．５度だけ回転している。従って、偏光制御系２８を通過した後の照明光ＩＬは、８個の互いに偏光方向が２２．５度（＝１８０度／８）ずつ異なる直線偏光の成分を有する。

[0045] ここで、縦偏光ＤＶに対して±４５度変化した偏光方向を持つ偏光状態は４５度偏光ＤＳＡ及びＤＳＢであり、縦偏光ＤＶに対して±２２．５度変化した偏光方向を持つ偏光状態を２２．５度の偏光ＤＶ１及びＤＶ２、横偏光ＤＨに対して±２２．５度変化した偏光方向を持つ偏光状態を２２．５度の偏光ＤＨ１及びＤＨ２と呼ぶこととする。このとき、断面５０Ｂ内の部分領域Ｃ１，Ｃ２，Ｃ３，Ｃ４，Ｃ５，Ｃ６，Ｃ７，及びＣ８を通過した後の照明光の偏光状態はそれぞれＤＶ，ＤＶ１，ＤＳＡ，ＤＨ２，ＤＨ，ＤＨ１，ＤＳＢ，及びＤＶ２となる。これらの偏光状態ＤＶ～ＤＶ２の偏光方向が図２（Ｃ）の偏光方向Ａ１～Ａ８に平行となって対応している。

[0046] また、断面５０Ｂ内の部分領域Ｃ１～Ｃ８はＳＬＭ２２の照射領域５０Ａ内の部分アレイ領域Ｄ１～Ｄ８と共役であるため、部分領域Ｃ１～Ｃ８を通過した後の光の偏光方向が互いに異なることは、実質的にＳＬＭ２２の照射領域５０Ａ内の８個の面積比が可変の部分アレイ領域Ｄ１～Ｄ８で反射された光が互いに偏光方向の異なる直線偏光になっているのと等価である。このため、部分アレイ領域Ｄ１～Ｄ８内の一つ又は複数のミラー要素２４の角度を個別に制御することによって、照明瞳内の光強度分布を任意の配置で８個の偏光方向を持つ分布に設定できる。

[0047] なお、要は断面５０Ｂ内の８個の部分領域を通過した後の光の偏光方向が

２２．５度単位で異なる８個の方向になればよいため、この条件を満たす範囲で旋光部材３０Ａ～３０Ｄにおける旋光角は任意の組み合わせが可能である。例えば、旋光部材３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ，３０Ｄにおける旋光角をそれぞれ左回りに２２．５度、９０度、４５度、及び９０度としても、これらを通過した後の光の偏光方向を８個の方向に設定できる。さらに、旋光部材３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ，３０Ｄにおける旋光角をそれぞれ右回りに９０度、２２．５度、２２．５度、及び２２．５度としてもよい。

なお、本実施形態では、旋光部材３０Ｂ、３０Ｃ、３０Ｄ等の全てを、ミラー要素２４よりも下流側に配置している。このため、ミラー要素２４に照射される照明光を、ミラー要素２４に対するＰ偏光又はＳ偏光のみとすることができるので、ミラー要素２４にＰ偏光でもＳ偏光でもない光が照射した際に生じる偏光状態の変動を防止できる。

[0048] このように偏光制御系２８は照明瞳における偏光状態の分布を形成するために使用されるが、偏光制御系２８を構成する旋光部材３０Ａ～３０Ｄが例えば光軸ＡＸＩに平行な結晶光学軸を持つ一軸結晶よりなる旋光子である場合、その旋光子に斜めに入射した直線偏光の光は入射角及び入射時の偏光方向に応じて楕円偏光化して射出されることがある。本実施形態では、上述の第１の旋光子板１６を用いて、旋光部材３０Ａ～３０Ｄに斜めに入射した光の楕円偏光化（偏光度の低下）を抑制する（詳細後述）。

[0049] なお、図１において、ＳＬＭ２２のミラー要素２４のアレイは、実際には前側レンズ群２６ａの前側焦点位置付近に配置されているとともに、第１の旋光子板１６は、ほぼ前側レンズ群２６ａの後側焦点面（リレー光学系２６の瞳面Ｐ２）に配置されている。このため、ＳＬＭ２２のミラー要素２４のアレイで反射されて前側レンズ群２６ａを介して旋光子板１６に入射する照明光ＩＬ（代表的に３つの光ＩＬ１，ＩＬ２，ＩＬ３を示す）は、ほぼ光軸ＡＸＩに平行であり、旋光子板１６の全面にほぼ垂直入射する。このため、旋光子板１６が光軸ＡＸＩに平行な結晶光学軸を持つ旋光子を用いて形成されていても、旋光子板１６においては実質的に楕円偏光化が生じることはな

い。なお、図１における光ＩＬ１は後述の図４における光ＩＬ１とは異なる光である。

[0050] 図１において、偏光制御系２８を経た照明光ＩＬは、前側レンズ群３２ａ、第２の旋光子板１８、後側レンズ群３２ｂを介してミラーＭＲ２に入射する。前側レンズ群３２ａ及び後側レンズ群３２ｂより第２のリレー光学系３２が構成されている。本実施形態では、旋光子板１６、偏光制御系２８、及び旋光子板１８より、照明瞳の偏光状態の分布を制御するための偏光ユニット８が構成されている。

[0051] すなわち、偏光制御系２８を経た照明光ＩＬは、リレー光学系３２の前側レンズ群３２ａを介して、リレー光学系３２の瞳面Ｐ４の位置に配置されている円形の平板状の第２の８分割の旋光子板１８（第３の偏光制御部）に入射する。前側レンズ群２６ａは、その前側焦点位置が偏光制御系２８の設置面Ｐ３の中心とほぼ一致し、且つその後側焦点位置が瞳面Ｐ４の中心とほぼ一致するように設定されている。この場合、第１の旋光子板１６が設置される瞳面Ｐ２と、第２の旋光子板１８が設置される瞳面Ｐ４とは、レンズ群２６ｂ及びレンズ群３２ａよりなる光学系に関して共役である。従って、瞳面Ｐ４に設置されている旋光子板１８の全面には、瞳面Ｐ２に形成される光強度分布を反転した分布、すなわちＳＬＭ２２の複数のミラー要素２４の個別の傾斜角の分布に応じた光強度分布が可変的に形成される。

[0052] 図３（Ｃ）に示すように、第２の８分割の旋光子板１８は、第１の８分割の旋光子板１６の中心領域１６ａ及びこれを囲む８個の部分領域１６ｂ，１６ｃ，１６ｄ，１６ｅ，１６ｆ，１６ｇ，１６ｈ，１６ｉとそれぞれ光学的に共役な、光軸ＡＸＩを中心とする中心領域１８ａ及びこれを囲む開き角４５度（＝３６０度／８）の８個の扇型の部分領域１８ｂ，１８ｃ，１８ｄ，１８ｅ，１８ｆ，１８ｇ，１８ｈ，１８ｉに分かれている。従って、第１及び第５の部分領域１８ｂ，１８ｆ及び第３及び第７の部分領域１８ｄ，１８ｈはそれぞれ中心領域１８ａをＸ方向及びＺ方向に挟むように配置され、第２及び第６の部分領域１８ｃ，１８ｇ及び第４及び第８の部分領域１８ｅ，

１８ｉはそれぞれ中心領域１８ａを斜め４５度方向から挟むように配置されている。

[0053] また、旋光子板１８は、旋光子板１６と同様に、中心領域１８ａ及び部分領域１８ｂ～１８ｉよりなる９個の領域でそれぞれ個々の（同一又は異なる）所定の旋光性を有する光学素子（旋光子）であり、一例として全体として旋光性を有する光学材料より形成されている。旋光子板１８の光学材料としても、旋光子板１６と同様に旋光性を有する結晶材料、例えば一軸結晶である水晶（左水晶又は右水晶）が使用できる。旋光子板１８の光束が入射及び射出する前面及び後面は光軸ＡＸｌとほぼ直交し、その結晶光学軸は光軸ＡＸｌの方向とほぼ一致している。旋光子板１８の前面から後面までの間の面（旋光子板１８の設置面）が瞳面Ｐ４上にある。

[0054] 第２の旋光子板１８の中心領域１８ａ及び８個の部分領域１８ｂ～１８ｉにおける旋光角（入射光の偏光方向の回転角）は、それぞれ対応する（共役な）第１の旋光子板１６の中心領域１６ａ及び部分領域１６ｂ～１６ｉにおける旋光角を相殺するように設定される。すなわち、第１の旋光子板１６のある領域（例えば部分領域１６ｆ）における旋光角を右回りにφａとすると、第２の旋光子板１８の対応する領域（例えば部分領域１８ｆ）における旋光角は左回りにφａとなる。

[0055] 本実施形態では、一例として第１の旋光子板１６の中心領域１６ａ及び斜め４５度方向の４個の部分領域１６ｃ，１６ｇ，１６ｅ，１６ｉにおける旋光角は０度、中心領域１６ａをＸ方向及びＹ方向に挟む４個の部分領域１６ｂ，１６ｆ及び１６ｄ，１６ｈにおける旋光角は右回りに４５度（－４５度）に設定されている。この場合、第２の旋光子板１８の中心領域１８ａ及び斜め４５度方向の４個の部分領域１８ｃ，１８ｇ，１８ｅ，１８ｉにおける旋光角は０度、中心領域１８ａをＸ方向及びＹ方向に挟む４個の部分領域１８ｂ，１８ｆ及び１８ｄ，１８ｈにおける旋光角は左回りに４５度（＋４５度）に設定される。図３（Ｃ）に示すように、例えば旋光子板１８に縦偏光ＤＶの光が入射すると、中心領域１８ａを通過した光は縦偏光ＤＶのままで

あり、部分領域１８ｆを通過した光は左回りの４５度偏光ＤＳＡになる。旋光子板１８は旋光子板１６と同様に製造できる。

[0056] そして、瞳面Ｐ２上で旋光子板１６の中心領域１６ａ又は部分領域１６ｂ～１６ｉを通過して偏光方向が例えば右回りに角度φａだけ変化した光束は、それぞれ瞳面Ｐ４上で対応する旋光子板１８の中心領域１８ａ又は部分領域１８ｂ～１８ｉを通過して偏光方向が左回りに角度φａだけ戻されて、旋光子板１６における偏光方向の回転が無かった場合と同じ状態になる。このことは、旋光子板１８より後の光学系に入射する照明光ＩＬの偏光状態は、２つの旋光子板１６，１８が存在しない場合の偏光状態と同じになっていることを意味する。このため、図３（Ｄ）において、偏光制御系２８の部分領域Ｃ１～Ｃ８の偏光方向の変化を求める場合には、旋光子板１６が存在しない場合と同様に縦偏光ＤＶ（又は横偏光ＤＨでもよい）の光が入射する場合を想定していたものである。このように第２の旋光子板１８の作用によって、第１の旋光子板１６による照明光ＩＬの偏光方向の変化が相殺（補償）される。

[0057] また、第２の旋光子板１８の設置面（ほぼ瞳面Ｐ４）と第１の旋光子板１６の設置面（ほぼ瞳面Ｐ２）とはほぼ共役であり、前側レンズ群３２ａを介して旋光子板１８に入射する照明光ＩＬも旋光子板１８の全面にほぼ垂直入射する。このため、旋光子板１８が光軸ＡＸＩに平行な結晶光学軸を持つ旋光子を用いて形成されていても、旋光子板１８においては実質的に楕円偏光化が生じることはない。

[0058] 図１において、旋光子板１８を通過した照明光ＩＬは、レンズ群３２ｂを経てミラーＭＲ２によって－Ｚ方向を中心とする方向に反射された後、集光光学系３３を介してマイクロレンズアレイ（又はフライアイレンズでもよい）３４に入射する。後側レンズ群３２ｂと集光光学系３３との間には、第２のリレー光学系３２によって偏光制御系２８の設置面Ｐ３（ひいてはＳＬＭ２２の配列面Ｐ１）とほぼ共役な面Ｐ６が形成される。さらに、レンズ群３２ｂ及び集光光学系３３は、瞳面Ｐ４（ひいては瞳面Ｐ２）とマイクロレン

ズアレイ３４の入射面Ｐ５とを光学的に共役に設定している。従って、ＳＬＭ２２のミラー要素２４のアレイを経た照明光ＩＬは、マイクロレンズアレイ３４の入射面Ｐ５に、瞳面Ｐ２に形成された光強度分布と相似の光強度分布を有し、かつ偏光ユニット８によって制御された偏光状態の分布を有する光強度分布を形成する。

[0059] マイクロレンズアレイ３４は、例えば縦横に且つ稠密に配列された多数の正屈折力を有する断面が長方形状の微小レンズからなる光学素子であり、例えば平行平面板にエッチング処理を施して微小レンズ群を形成することによって形成可能である。レンズ要素が縦横に配置されている点でマイクロレンズアレイはフライアイレンズと同じ波面分割型のオプティカルインテグレータである。マイクロレンズアレイ３４の後側焦点面又はその近傍の面が照明瞳面ＩＰＰとなり、この面に照明瞳が形成される。照明瞳面ＩＰＰにおいては、Ｙ方向の直線偏光が縦偏光ＤＶに、Ｘ方向の直線偏光が横偏光ＤＨに対応する。なお、照明瞳面ＩＰＰ又はその近傍に、後述の二次光源に対応した形状の開口部（光透過部）を有する照明開口絞りを配置してもよい。

[0060] マイクロレンズアレイ３４における単位波面分割面としての長方形状の微小屈折面は、レチクルＲ上において形成すべき照野（照明領域）の形状（ひいてはウェハW上において形成すべき露光領域の形状）と相似な長方形状である。なお、マイクロレンズアレイ３４として、例えばシリンドリカルマイクロフライアイレンズを用いることもできる。シリンドリカルマイクロフライアイレンズの構成及び作用は、例えば米国特許第６９１３３７３号明細書に開示されている。

[0061] マイクロレンズアレイ３４による波面分割数は比較的大きいため、マイクロレンズアレイ３４の入射面Ｐ５に形成される大局的な光強度分布と、照明瞳面ＩＰＰにおける二次光源全体の大局的な光強度分布（瞳強度分布）とが高い相関を示す。このため、マイクロレンズアレイ３４の入射面Ｐ５及び当該入射面Ｐ５と光学的に共役な面（瞳面Ｐ２及びＰ４）における光強度分布についても実質的に瞳強度分布と称することができる。リレー光学系２６，

３２、集光光学系３２、及びマイクロレンズアレイ３４は、ＳＬＭ２２を経た光束に基づいてマイクロレンズアレイ３４の直後の照明瞳ＩＰＰに瞳強度分布を形成する分布形成系を構成している。なお、集光光学系３２及びマイクロレンズアレイ３４、或いは集光光学系３２、マイクロレンズアレイ３４、コンデンサー光学系４２、結像光学系４６の第１レンズ群４６ａを、第１偏光制御系を介したＳＬＭ２２からの光を照明光学系の照明瞳に分布させる分布形成光学系と見なしても良い。

[0062] マイクロレンズアレイ３４に入射した照明光ＩＬは多数の微小レンズにより二次元的に分割されて照明瞳面ＩＰＰに入射し、照明瞳面ＩＰＰには入射面Ｐ５に形成される光強度分布とほぼ同じ光強度分布でほぼ同じ偏光状態の分布を有する二次光源（多数の小さい光源からなる実質的な面光源としての瞳強度分布）が形成される。照明瞳面ＩＰＰに形成された二次光源からの光束は、コンデンサー光学系４２を介して、照明視野絞りとしてのレチクルブラインド４４を重畳的に照明する。

[0063] レチクルブラインド４４の長方形状の開口部（光透過部）を介した光束は、第１レンズ群４６ａを経て第２レンズ群４６ｂによって集光されて、転写用のパターンが形成されたレチクルＲのパターン面Ｒａ（ここでは下面）の照明領域を重畳的に照明する。このとき、レンズ群４６ａ及び４６ｂよりなる結像光学系４６は、レチクルブラインド４４の長方形状開口部の像をレチクルＲのパターン面Ｒａに形成する。上述のように、ビーム送光系１２、ミラーＭＲ１，ＭＲ２、リレー光学系２６，３２、ＳＬＭ２２、偏光ユニット８、集光光学系３３、マイクロレンズアレイ３４、コンデンサー光学系４２、レチクルブラインド４４、及び結像光学系４６を含んで照明光学系ＩＬＳが構成されている。また、レチクルＲのパターン面Ｒａ（被照射面）は、照明光学系ＩＬＳのコンデンサー光学系４２及び結像光学系４６によって照明瞳面ＩＰＰに対して光学的なフーリエ変換面となっている。なお、瞳強度分布とは、照明瞳面ＩＰＰ又は照明瞳面ＩＰＰと光学的に共役な面における光強度分布（輝度分布）である。

[0064] レチクルステージＲＳＴに保持されたレチクルＲの照明領域を透過した照明光ＩＬは、投影光学系ＰＬを介して、ウェハステージＷＳＴに保持されたウェハＷの表面の露光領域（照明領域と共役な領域）にレチクルパターンの像を形成する。投影光学系ＰＬの瞳面（入射瞳と共役な面）は照明瞳面ＩＰＰと共役であり、投影光学系ＰＬの瞳面又はその近傍の位置に開口絞りＡＳが設置されている。ウェハＷは、例えばシリコン等の半導体の円板状の基材の表面にフォトレジスト（感光剤）を数１０～２００ｎｍ程度の厚さで塗布した基板を含む。

[0065] 本実施形態の露光装置ＥＸが液浸型である場合には、例えば米国特許出願公開第２００７／２４２２４７号明細書等に開示されるように液体の供給及び回収を行う装置（不図示）によって、露光中に投影光学系ＰＬの先端のレンズとウェハＷとの間の局所的な領域に照明光ＩＬを透過する液体が供給される。

また、レチクルステージＲＳＴは、不図示のレチクルベースの上面に、少なくともＸＹ平面内で移動可能に載置されている。レチクルステージＲＳＴの少なくとも２次元的な位置は不図示のレーザ干渉計によって計測され、この計測情報に基づいて、主制御装置３８がリニアモータ等を含む駆動系ＤＲＲを介してレチクルステージＲＳＴの位置及び速度を制御する。また、ウェハステージＷＳＴは、不図示のベース部材の上面に少なくともＸＹ平面内で移動可能に載置されている。ウェハステージＷＳＴの少なくとも２次元的な位置は不図示のレーザ干渉計又はエンコーダによって計測され、この計測情報に基づいて、主制御装置３８がリニアモータ等を含む駆動系ＤＲＷを介してウェハステージＷＳＴの位置及び速度を制御する。

[0066] また、本実施形態の露光装置ＥＸは、照明光学系ＩＬＳ及び投影光学系ＰＬを介した照明光ＩＬに基づいて、照明瞳面ＩＰＰ又は投影光学系ＰＬの瞳面における瞳強度分布及び偏光状態の分布を計測する計測装置４０を備えている。計測装置４０は、瞳強度分布を計測する第１計測部と、偏光状態（例えばストークスパラメータ又はジョーンズ行列等で表される偏光状態）の分

布を計測する第２計測部とを有する。計測装置４０の計測結果は主制御装置３８に供給される。なお、計測装置４０と同様の計測装置をレチクルステージＲＳＴに設け、照明光学系ＩＬＳのみの瞳強度分布及び偏光状態の分布を計測可能としてもよい。瞳強度分布の計測部として使用できる計測装置が、例えば米国特許公開第２０１０／００２０３０２号明細書に開示されている。

[0067] ウェハWの露光時には、主制御装置３８の制御のもとで、照明光学系ＩＬＳからの照明光ＩＬでレチクルＲを照明した状態で、投影光学系ＰＬを介してウェハWを一括露光又は走査露光する動作と、ウェハステージＷＳＴを介してＸ方向、Ｙ方向にウェハWを移動する動作とを繰り返すことで、ウェハWの全部のショット領域にレチクルＲのパターンの像が露光される。走査露光を行う場合には、図１におけるＹ方向をレチクルＲ及びウェハWの走査方向に設定することができる。

[0068] 次に、本実施形態の偏光ユニット８の第１の旋光子板１６の作用につき説明する。上述のように、偏光制御系２８を構成する旋光部材３０Ａ～３０Ｄがそれぞれ光軸ＡＸＩに平行な結晶光学軸を持つ一軸結晶としての例えば水晶平板（水晶旋光子）である場合、その水晶平板は、それに垂直入射する光に対しては純粋に旋光子として作用し、入射した直線偏光の光を、その偏光方向が目標とする旋光角だけ回転した直線偏光として射出する。しかしながら、その水晶平板に斜めに入射する直線偏光光の場合、一軸結晶である水晶の性質により、射出される光が単に偏光方向が回転した直線偏光にはならずに、その入射角及び偏光方向に応じて楕円偏光となる場合がある。これは、その水晶平板に斜めに入射した光は結晶光学軸に対して斜めに進行するため、結晶光学軸に垂直な面内の直交する２つの偏光成分に位相差が付与されるからである。

[0069] 図６（Ａ）は、照明瞳面ＩＰＰにおける好ましい偏光状態の分布を持つ瞳強度分布５３の一例を示す。瞳強度分布５３内の偏光方向の分布は、光軸を中心とする中央部５３ｃではＸ方向、中央部にＸ方向及びＹ方向に隣接する

領域５３ｘ，５３ｙでは周方向ＡＣ（縦偏光ＤＶ又は横偏光ＤＨ）となり、中央部に斜め方向に隣接する領域５３ｓでは径方向ＡＲ（４５度偏光）となっている。これに対して、照明瞳面ＩＰＰに対して光学的なフーリエ変換の関係にある旋光部材３０Ａ～３０Ｄがそれぞれ水晶平板であり、それに入射する入射光の偏光方向が一律に縦偏光ＤＶ（偏光方向がＹ方向）である場合、図６（Ｂ）に示すように、Ｘ方向及びＹ方向の領域５３ｘ，５３ｙでは偏光状態が楕円偏光ＡＣＥに変化している。

[0070] なお、水晶平板において光が入射する領域はほぼ光軸の近傍の領域であるため、図６（Ｂ）の中央部５３ｃに入射する光は、水晶平板にほぼ垂直入射した光であり、領域５３ｘ（又は５３ｙ）に入射する光は、水晶平板にほぼＸ方向（又はＹ方向に対応する方向）に傾斜して、かつＳ偏光（又はＰ偏光）で入射していた光であり、領域５３ｓに入射する光は、水晶平板にほぼＸ軸（又はＹ軸に対応する方向）にほぼ４５度で交差する方向に傾斜して、かつ入射面に対してほぼ４５度で傾斜した方向（Ｙ方向）に偏光していた光である。従って、水晶平板に対して斜めにＰ偏光又はＳ偏光の状態で入射する光が射出時に楕円偏光ＡＣＥに変化していることになる。

[0071] このように水晶平板から射出される光が楕円偏光化していると、レチクルＲに照射される光の偏光状態の所望の偏光状態からのズレが大きくなり、ウェハW上に投影されるパターン像の解像度や均一性が低下する恐れがある。

楕円偏光の程度（例えば図６（Ｃ）に示す楕円偏光の電気ベクトルの軌跡の短半径ｂと長半径との比で表される特性）は、４つのストークス(Stokes)パラメータＳ０，Ｓ１，Ｓ２，Ｓ３よりなるストークスベクトルのうちのＳ３を用いて表すことができる。ストークスパラメータＳ０，Ｓ３は以下のように定義され、ストークスパラメータＳ０が１になるように規格化した場合、ストークスパラメータＳ３（以下、パラメータＳ３ともいう。）の値は－１～＋１の範囲内になる。

[0072] Ｓ０＝光束の全強度 …（３）

Ｓ３＝右回り及び左回りの円偏光成分の強度差 …（４）

なお、完全な直線偏光ではＳ３＝０となり、右円偏光ではＳ３＝＋１、左円偏光ではＳ３＝－１となる。また、Ｓ３の絶対値が０に近いほど楕円偏光化の程度が小さくなり（直線偏光に近くなり）、Ｓ３の絶対値が１に近づくほど楕円偏光化の程度が大きくなる（円偏光に近くなる）。

[0073] 次に、図６（Ｄ）は、光が入射角θで入射している水晶平板（水晶旋光子）３０を示す。図６（Ｄ）において、一軸結晶である水晶結晶の光学軸に平行にＺ軸を設定し、Ｚ軸に垂直な平面の直交座標系をＸ軸及びＹ軸としている。この場合、水晶平板３０の光が入射する面（上面）と光が射出する面（下面）が光学軸に垂直な平面（ＸＹ平面）と一致している。

[0074] また、図７（Ａ）及び（Ｂ）は、図６（Ｃ）の水晶平板３０に、入射角（θ）が１０度で波長１９３ｎｍの直線偏光光が斜入射した際の、射出光（透過光）のＳ３パラメータを表している。なお、水晶は一軸結晶であるので、入射光の入射方位（図６（Ｄ）の角度φ）によって射出光の偏光状態が変化することはない。

また、図７（Ａ）の横軸は「直線偏光の入射光の偏光方向（°）」であり、縦軸は射出光（透過光）のＳ３パラメータである。図７（Ａ）において、６本の曲線は、偏光方向の回転量（旋光角）が、それぞれ２２．５度、４５度、６７．５度、９０度、１１２．５度、１３５度となる厚さの旋光子に関して求められた射出光のＳ３パラメータを表す。

[0075] 図７（Ａ）の横軸（直線偏光の入射光の偏光方向）の値が０度及び１８０度の状態とはいわゆるＰ偏光の状態であり、その値が９０度の状態とはいわゆるＳ偏光の状態である。図７（Ａ）の曲線から、水晶平板３０（旋光子）に入射する直線偏光光の偏光方向が、０度又は１８０度の近傍（概ねＰ偏光）及び９０度の近傍（概ねＳ偏光）の場合であって、特に偏光方向を９０度回転する場合に、射出光のＳ３パラメータの絶対値が大きくなり、すなわち楕円偏光化の程度が大きいことがわかる。

[0076] 一方、水晶平板３０に入射する直線偏光光の偏光方向を入射面に対して４５度又は１３５度（－４５度）程度とすると、任意の角度の偏光回転を行な

った場合でも、射出光のＳ３パラメータの絶対値は比較的小さく、すなわち楕円偏光化の程度が小さいことがわかる。

また、図７（Ｂ）の横軸は「旋光子（水晶平板３０）による偏光方向の回転量（旋光角）（°）」であり、すなわちその横軸は旋光子の厚さに相当し、縦軸は 射出光（透過光）のＳ３パラメータである。図７（Ｂ）の７本の曲線は、「入射する直線偏光光の偏光方向」が、それぞれ入射面に対して０度（Ｐ偏光）、２２．５度、４５度、６７．５度、９０度（Ｓ偏光）、１１２．５度、及び１３５度の場合に関して求められた射出光のＳ３パラメータの値を表す。図７（Ｂ）より、旋光子にＰ偏光やＳ偏光に近い光を入射させると、偏光方向の回転角が９０度近傍の場合に、射出光のＳ３パラメータの絶対値が大きく、楕円偏光化の程度が大きいことがわかる。一方、旋光子に入射する直線偏光の偏光状態を、Ｐ偏光でもＳ偏光でもない状態、例えば入射面に４５度又は１３５度で傾斜した方向に偏光した状態（以下、４５度偏光という。）又は４５度偏光に近い状態とすると、旋光子による任意角度の偏光方向の回転の後も、Ｓ３パラメータの絶対値が比較的小さく、楕円偏光化の程度が小さいことがわかる。

[0077] これが、図６（Ｂ）の照明瞳面ＩＰＰ上の領域５３ｙに入射した光（旋光子にＰ偏光で入射していた光）は楕円偏光化しており、領域５３ｓに入射した光（旋光子に４５度偏光で入射していた光）はほとんど楕円偏光化していなかったことの理由である。

なお、図７（Ａ）、（Ｂ）のいずれの場合も、１枚の連続的な旋光子で偏光方向を回転させた場合も、複数枚の旋光子を直列に配置して、順次偏光方向を回転させた場合も、最終的な偏光の回転角が同じであれば、結果は同じになる。また、偏光方向の回転角（旋光角）が、上記の角度に１８０度の整数倍を加えた角度であっても、結果は同じになる。

[0078] また、図４は、図１の照明光学系ＩＬＳの要部を示す。図４において、図３（Ａ）に示すＳＬＭ２２の４個の部分アレイ領域Ｄ１，Ｄ５，Ｄ４，Ｄ８内のそれぞれ一つのミラー要素２４Ａ，２４Ｂ，２４Ｇ，２４Ｈが代表的に

拡大して示されている。なお、ＳＬＭ２２のミラー要素２４のアレイ（照射領域５０Ａ）及び偏光制御系２８の照明光ＩＬが入射する領域（断面５０Ｂ）は、実際にはほぼ照明光学系の光軸ＡＸＩの近傍にある。また、ミラー要素２４Ａ，２４Ｂ，２４Ｇ，２４Ｈで反射された光ＩＬ１，ＩＬ５，ＩＬ４，ＩＬ８は、それぞれ前側レンズ群２６ａを介して縦偏光ＤＶの状態で、一例として第１の旋光子板１６の斜め方向の部分領域１６ｅ、Ｚ方向の部分領域１６ｄ、中心領域１６ａ、及びＸ方向の部分領域１６ｂに入射しているものとする。なお、例えばＳＬＭ２２の部分アレイ領域Ｄ１内に複数のミラー要素２４がある場合、これらの複数のミラー要素２４からの反射光は、当該ミラー要素２４の傾斜角に応じて、互いに独立に旋光子板１６の任意の位置、ひいては照明瞳面ＩＰＰの任意の位置に入射可能である。

[0079] 図４において、旋光子板１６の中心領域１６ａ（旋光角が０度）及び斜め方向の部分領域１６ｅ（旋光角が０度）を通過した光ＩＬ４及びＩＬ１は、縦偏光ＤＶのままで後側レンズ群２６ｂを介してそれぞれ偏光制御系２８の部分領域Ｃ４及びＣ１に入射する。この場合、中心領域１６ａを通過した光ＩＬ４は、後側レンズ群２６ｂを介して部分領域Ｃ４にほぼ垂直に入射するため、部分領域Ｃ４の旋光部材３０Ｂ～３０Ｄを通過した後も楕円偏光化は生じない。同様に、ＳＬＭ２２内の任意の位置にあるミラー要素２４で反射され中心領域１６ａを通過して偏光制御系２８の対応する位置（断面５０Ｂ内の当該ミラー要素２４と共役な位置、以下同様）に入射する光も、断面５０Ｂにほぼ垂直入射するため、楕円偏光化は生じない。

[0080] また、斜め方向の部分領域１６ｅを通過した光ＩＬ１が部分領域Ｃ１に入射するときの入射面は、ほぼＺＹ面（光軸ＡＸＩ（Ｙ軸）及びＺ軸に平行な平面）を光の進行方向（＋Ｙ方向）に向かって左回りに４５度回転した面であり、部分領域１６ｅを通過した縦偏光ＤＶの光ＩＬ１の偏光方向はその入射面（Ｐ偏光の偏光方向）に対してほぼ４５度で交差する方向となる。従って、光ＩＬ１は、偏光制御系２８の部分領域Ｃ１にＰ偏光又はＳ偏光となる方向からほぼ４５度変化した偏光方向で入射する。同様に、ＳＬＭ２２内の

任意の位置にあるミラー要素２４で反射されて部分領域１６ｅ（又は図３（Ｂ）の他の４５度方向の部分領域１６ｃ，１６ｇ，１６ｉ）を通過して、縦偏光ＤＶで偏光制御系２８の対応する位置に入射する光も、断面５０ＢにＰ偏光又はＳ偏光となる方向に対してほぼ４５度で交差する方向に偏光しているため、旋光部材３０Ａ～３０Ｄを通過した後で楕円偏光化はほとんど生じない。

[0081] 一方、図４において、旋光子板１６のＺ方向の部分領域１６ｄ（旋光角が－４５度）及びＸ方向の部分領域１６ｂ（旋光角が－４５度）を通過した光ＩＬ５及びＩＬ８は、右回りの４５度偏光ＤＳＢに変換されて後側レンズ群２６ｂを介してそれぞれ偏光制御系２８の部分領域Ｃ５及びＣ８に入射する。そして、部分領域１６ｄを通過した光ＩＬ５が部分領域Ｃ５に入射するときの入射面は、ほぼＺＹ面であり、部分領域１６ｄを通過した４５度偏光ＤＳＢの光ＩＬ５の偏光方向はその入射面に対してほぼ４５度で交差する方向となる。従って、光ＩＬ５は、部分領域Ｃ５にＰ偏光となる方向からほぼ４５度変化した偏光方向で入射する。同様に、ＳＬＭ２２内の任意の位置にあるミラー要素２４で反射されて部分領域１６ｄ（又は図３（Ｂ）の－Ｚ方向の部分領域１６ｈ）を通過して、４５度偏光ＤＳＢで偏光制御系２８の対応する位置に入射する光も、Ｐ偏光となる方向に対してほぼ４５度で交差する方向に偏光しているため、旋光部材３０Ａ～３０Ｄを通過した後で楕円偏光化はほとんど生じない。

[0082] また、部分領域１６ｂを通過した光ＩＬ８が部分領域Ｃ８に入射するときの入射面は、ほぼＸＹ面（光軸ＡＸＩ及びＸ軸に平行な平面）であり、部分領域１６ｂを通過した４５度偏光ＤＳＢの光ＩＬ８の偏光方向はその入射面に垂直な方向（Ｓ偏光の方向）に対してほぼ４５度で交差する方向となる。従って、光ＩＬ８は、部分領域Ｃ８にＳ偏光となる方向からほぼ４５度変化した偏光方向で入射する。同様に、ＳＬＭ２２内の任意の位置にあるミラー要素２４で反射されて部分領域１６ｄ（又は図３（Ｂ）の－Ｘ方向の部分領域１６ｆ）を通過して、４５度偏光ＤＳＢで偏光制御系２８の対応する位置

に入射する光も、Ｓ偏光となる方向に対してほぼ４５度で交差する方向に偏光しているため、旋光部材３０Ａ～３０Ｄを通過した後で楕円偏光化はほとんど生じない。

[0083] なお、図７（Ａ）、（Ｂ）の曲線から、旋光部材３０Ａ～３０Ｄ（旋光子）に入射する直線偏光の偏光方向を、入射面に対してＰ偏光又はＳ偏光となる方向に対して、２０度～７０度程度の範囲内で変化させても、旋光子を通過した後の光のＳ３パラメータの絶対値が比較的小さく、楕円偏光化の程度が小さいことがわかる。このため、本実施形態においては、図３（Ｂ）の第１の旋光子板１６において、入射する光が縦偏光ＤＶ又は横偏光ＤＨの場合に、部分領域１６ｂ，１６ｆ，１６ｄ，１６ｈにおける旋光角（ひいては偏光方向の回転角）を右回り又は左回りに２０度～７０度（＋ｎ２・１８０度、ｎ２は０以上の整数）の範囲内の任意の角度に設定してもよいことになる。

[0084] さらに、第１の旋光子板１６の中心領域１６ａ及び部分領域１６ｂ，１６ｄ，１６ｅを通過した光ＩＬ４，ＩＬ８，ＩＬ５，ＩＬ１は、後側レンズ群２６ｂ、偏光制御系２８、及び前側レンズ群３２ａを介して、それぞれ第２の旋光子板１８の共役な領域である中心領域１８ａ及び部分領域１８ｂ，１８ｄ，１８ｅを通過する。本実施形態では、第１の旋光子板１６の領域１６ａ～１６ｉにおける旋光角を相殺するように、第２の旋光子板１８の対応する共役な領域１８ａ～１８ｉにおける旋光角が設定されている。このため、第２の旋光子板１８の中心領域１８ａ及び部分領域１８ｂ，１８ｄ，１８ｅを通過した光ＩＬ４，ＩＬ８，ＩＬ５，ＩＬ１は、第１及び第２の旋光子板１６，１８が存在しない場合と同じ偏光状態で図１の後側レンズ群３２ｂ等を介して照明瞳面ＩＰＰに入射する。同様に、ＳＬＭ２２内の任意の位置にあるミラー要素２４で反射されて第１の旋光子板１６の任意の領域１６ａ～１６ｉを通過した光も、偏光制御系２８の対応する位置及び第２の旋光子板１８の対応する領域を通過して照明瞳面ＩＰＰに入射するため、照明瞳面ＩＰＰには、偏光制御系２８の断面５０Ｂに縦偏光ＤＶの照明光ＩＬが入射す

るものとして設定した８個の偏光方向を組み合わせた偏光状態の瞳強度分布が高精度に設定される。

[0085] 次に、本実施形態の露光装置ＥＸにおいて照明瞳面ＩＰＰにおける光強度分布及び偏光状態の分布を制御してレチクルＲを照明する照明方法、及びこの照明方法を用いる露光方法の一例につき図５のフローチャートを参照して説明する。この方法の動作は主制御装置３８によって制御される。まず、図５のステップ１０２で図１のレチクルステージＲＳＴにレチクルＲがロードされる。主制御装置３８は内部の記憶装置の露光データファイルからレチクルＲの照明条件（瞳強度分布及び偏光状態の分布を含む）を読み出し、その照明条件の情報を照明制御部３６に出力する。

[0086] 説明を簡単にするため、図４の第２の旋光子板１８の中心領域１８ａ及び部分領域１８ｂ，１８ｄ，１８ｅを通過した後の光の偏光方向が２２．５度の偏光ＤＨ２，ＤＶ２、横偏光ＤＨ、及び縦偏光ＤＶとなる状態含む瞳強度分布を設定するものとする。偏光ＤＨ２，ＤＶ２，ＤＨ，ＤＶは図２（Ｃ）の方向Ａ４，Ａ８，Ａ５，Ａ１の直線偏光に対応している。さらに、この他に、図２（Ｃ）の他の方向Ａ２，Ａ３，Ａ６，Ａ７の直線偏光となる部分もほぼ同じ面積比で含まれているものとする。

[0087] このとき、照明制御部３６は、偏光方向Ａ１～Ａ８別の瞳領域（照明瞳面ＩＰＰにおける領域、ひいては第１の旋光子板１６の配置面（瞳面Ｐ２）における領域）の目標とする面積比に応じて、偏光制御系２８を駆動する（ステップ１０４）。この場合には、図３（Ｄ）に示すように、照明光ＩＬの断面５０Ｂ内での８個の部分領域Ｃ１～Ｃ８の面積が互いに同じになるように、旋光部材３０ＡのＺ方向の位置、及び旋光部材３０Ｂ～３０ＤのＸ方向の位置が制御される。そして、照明制御部３６は、ＳＬＭ２２の駆動部２５を介して、部分領域Ｃ１～Ｃ８に対応するＳＬＭ２２の８個の部分アレイ領域Ｄ１～Ｄ８（図３（Ａ）参照）毎に、それらに属する複数のミラー要素２４の角度（直交する２軸の回りの傾斜角）を個別に設定する（ステップ１０６）。この場合、例えばＳＬＭ２２の部分アレイ領域Ｄ５では、反射光が照明

瞳面ＩＰＰで偏光方向がＡ５（横偏光ＤＨ）となる瞳領域内にほぼ均一に入射するように、その領域に属する複数のミラー要素２４の角度が個別に設定される。

[0088] その後、ウェハステージＷＳＴにウェハWがロードされ（ステップ１０８）、光源１０から照明光ＩＬの照射が開始される（ステップ１１０）。照明光ＩＬはＳＬＭ２２に入射し、ＳＬＭ２２の各ミラー要素２４によってステップ１０６で設定された角度に応じた方向に反射される（ステップ１１２）。ＳＬＭ２２で反射された照明光ＩＬは、第１の旋光子板１６に入射し、部分領域１６ｂ，１６ｄ，１６ｆ，１６ｈに入射した光の偏光方向が右回りに４５度回転される（ステップ１１４）。旋光子板１６を通過した照明光ＩＬは、Ｐ偏光又はＳ偏光にはならない状態で偏光制御系２８（旋光部材３０Ａ～３０Ｄ）に入射し、部分領域Ｃ１～Ｃ８毎に設定される８個の偏光方向（このうちの少なくとも一部が旋光子板１６によってさらに４５度だけ余分に回転されている）の成分を持つ光に変換される（ステップ１１６）。そして、偏光制御系２８を通過した照明光ＩＬは第２の旋光子板１８に入射し、部分領域１８ｂ，１８ｄ，１８ｆ，１８ｈに入射した光の偏光方向が左回りに４５度回転されて、偏光制御系２８の部分領域Ｃ１～Ｃ８毎に設定される８個の偏光方向が正しい方向に戻される（ステップ１１８）。

[0089] 第２の旋光子板１８を通過した照明光ＩＬは、後側レンズ群３２ｂ、ミラーＭＲ２、及び集光光学系３３を介してマイクロレンズアレイ３４の入射面Ｐ５、ひいては照明瞳面ＩＰＰの少なくとも８個の瞳領域（図４の旋光子板１８の中心領域１８ａ及び部分領域１８ｂ，１８ｄ，１８ｅに対応する領域を含む領域）にそれぞれ偏光方向Ａ１～Ａ８の直線偏光で入射する（ステップ１２０）。これによって、所望の光強度分布及び偏光状態の分布を有する瞳強度分布（照明瞳）が照明瞳面ＩＰＰに形成される。その照明瞳からの照明光ＩＬで照明光学系ＩＬＳによってレチクルＲのレチクル面Ｒａが照明される。そして、その照明光ＩＬによってウェハWが露光される（ステップ１２２）。その後、照明光ＩＬの照射が停止され、露光済みのウェハWがアン

ロードされる。さらに、次のウェハに露光する場合には（ステップ１２４）、動作はステップ１０８に移行して、照明瞳の形成及び露光が繰り返される。

[0090] このように、本実施形態の照明方法及び露光方法によれば、ＳＬＭ２２及び偏光ユニット８の協働作用によりレチクルＲのパターンに対して高精度に最適化された偏光状態の分布を含む照明条件でレチクルＲを照明できるため、レチクルＲのパターンをウェハWに高精度に露光できる。

なお、例えば照明瞳面ＩＰＰに図２（Ｃ）のように光軸ＡＸＩを囲むように周方向に１６個の瞳領域Ｂｊ（ｊ＝１～８）を持つ瞳強度分布５２を設定し、瞳領域Ｂ１～Ｂ８内の偏光方向がＡ１～Ａ８、瞳領域Ｂ９～Ｂ１６内の偏光方向がＡ１～Ａ８となるように周方向偏光状態を設定する場合には、図３（Ａ）のＳＬＭ２２の部分アレイ領域Ｄ１～Ｄ８からの反射光をそれぞれ瞳領域Ｂ１～Ｂ８及びＢ９～Ｂ１６に振り分ければよい。

[0091] さらに、瞳領域Ｂ１～Ｂ１６内の偏光方向を、図２（Ｄ）の瞳強度分布５２Ａで示すように、光軸ＡＸＩに対して半径方向（径方向偏光状態）に設定するためには、ＳＬＭ２２の部分アレイ領域Ｄ５，Ｄ６，Ｄ７，Ｄ８，Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４からの反射光をそれぞれ瞳領域Ｂ１～Ｂ８及びＢ９～Ｂ１６に振り分ければよい。図２（Ｅ）の分布ではさらに、光軸上の瞳領域Ｂ１７で偏光方向が方向Ａ１（縦偏光）となり、その周囲の４個の瞳領域Ｂ１８で偏光方向が方向Ａ５等の周方向偏光となっているが、これらの瞳領域Ｂ１７，Ｂ１８にはそれぞれＳＬＭ２２の対応する部分アレイ領域Ｄ１，Ｄ５内のミラー要素２４からの反射光を振り分ければよい。

[0092] そして、図２（Ｄ）の部分領域Ｃ１～Ｃ８（ひいてはＳＬＭ２２の部分アレイ領域Ｄ１～Ｄ８）の面積比を変化させて、部分アレイ領域Ｄ１～Ｄ８からの反射光をそれぞれ偏光方向がＡ１～Ａ８となる瞳領域に導くことによって、照明瞳面ＩＰＰに任意の光強度分布で任意の８個の偏光方向の分布の組み合わせを持つ照明瞳を容易に形成できる。

上述のように本実施形態の照明光学系ＩＬＳは、光源１０からの照明光Ｉ

Ｌによりレチクル面Ｒａ（被照射面）を照明する光学系である。そして、照明光学系ＩＬＳは、配列面Ｐ１（所定面）内に配列されて個別に制御される複数のミラー要素２４を有し、照明光学系ＩＬＳの照明瞳に光強度分布を可変的に形成するＳＬＭ２２（空間光変調器）と、配列面Ｐ１とレチクル面Ｒａとの間に配置されて、複数のミラー要素２４を介してレチクル面Ｒａに向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を変える偏光制御系２８（第１の偏光制御部）と、複数のミラー要素２４の配列面Ｐ１と偏光制御系２８の設置面Ｐ３との間（リレー光学系２６の瞳面Ｐ２）に配置されて、複数のミラー要素２４を介して偏光制御系２８に向かう光の偏光状態を、偏光制御系２８に対する入射面（旋光部材３０Ａ～３０Ｄに対する入射面、第１の入射面）に対して斜めにほぼ４５度（又はほぼ２０度～７０度）で交差する方向の直線偏光とする第１の旋光子板１６（第２の偏光制御部）と、を備えている。

[0093] また、照明光学系ＩＬＳは、偏光ユニット８を備えており、偏光ユニット８は、ＳＬＭ２２を介して射出される光束の偏光状態の分布を制御するために、偏光制御系２８及び第１の旋光子板１６を備えている。

また、照明光学系ＩＬＳを用いる照明方法は、光源１０からの光によりレチクル面Ｒａを照明する照明方法である。その照明方法は、配列面Ｐ１に配列された複数のミラー要素２４を有するＳＬＭ２２（空間光変調器）と偏光制御系２８との間に配置された第１の旋光子板１６を用いて、複数のミラー要素２４を介して偏光制御系２８に向かう光のうち一部の光の偏光状態を、偏光制御系２８に入射する光の入射面に対してほぼ４５度で交差する方向の直線偏光とするステップ１１４と、偏光制御系２８を用いて、ＳＬＭ２２及び第１の旋光子板１６を介してレチクル面Ｒａに向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を変えるステップ１１６と、その偏光制御系２８を通過した光を用いて、照明瞳面ＩＰＰに光強度分布を可変的に形成するステップ１２０と、を有する。

[0094] 本実施形態の照明光学系ＩＬＳ又は照明方法によれば、姿勢が個別に制御

される多数のミラー要素２４を有するＳＬＭ２２を備えているため、瞳強度分布の形状（大きさを含む広い概念）をほぼ任意の形状に容易に設定することができ、その瞳強度分布の形状の変更に関する自由度が高い。さらに、ＳＬＭ２２で反射された光の偏光状態を偏光制御系２８によって断面積の比（対応するＳＬＭ２２の部分アレイ領域Ｄ１～Ｄ８のミラー要素２４の数の比）が可変の８個の偏光方向の分布に設定している。従って、ＳＬＭ２２と偏光制御系２８との協働作用によって、光学部材の交換を伴うことなく、照明瞳の光強度分布（瞳強度分布）をほぼ任意の分布に設定できるとともに、その照明瞳内の照明光ＩＬの偏光状態を８個の偏光方向のほぼ任意の組み合わせの分布に容易に設定できる。従って、光強度分布及び偏光状態の分布の変更に関して極めて高い自由度が得られる。

[0095] さらに、第１の旋光子板１６を用いて、偏光制御系２８の旋光部材３０Ａ～３０Ｄに入射する光の偏光方向をＰ偏光又はＳ偏光に対してほぼ４５度（又はほぼ２０度～７０度）で交差する方向に変えているため、偏光制御系２８の光学部材として旋光性を有する光学材料より形成された旋光部材３０Ａ～３０Ｄ（旋光子）を使用しても、旋光部材３０Ａ～３０Ｄに斜めに入射する光に対しても楕円偏光化を抑制して偏光方向を高精度に制御できる。従って、照明瞳における偏光状態の制御を高精度に行うことができる。

[0096] また、本実施形態の偏光ユニット８は、偏光制御系２８とレチクル面Ｒａとの間に配置されて、第１の旋光子板１６によって偏光状態が変化した光に対して、第１の旋光子板１６による偏光状態の変化を相殺するように偏光状態を変化させる第２の旋光子板１８（第３の偏光制御部）を備えている。従って、偏光制御系２８の旋光部材３０Ａ～３０Ｄとして旋光子を使用しても高精度に偏光状態を制御できるとともに、照明瞳における偏光状態の分布に第１の旋光子板１６による偏光状態の変化の影響が現れることがない。

[0097] また、本実施形態の露光装置ＥＸによれば、瞳強度分布の形状及び偏光状態の変更に関して高い自由度を有する照明光学系ＩＬＳを備え、照明光学系ＩＬＳからの照明光ＩＬでレチクルＲ及び投影光学系ＰＬを介してウェハＷ

を露光している。このため、転写すべきレチクルＲのパターンの特性に応じて実現された適切な照明条件のもとで、微細パターンをウェハＷに高精度に転写することができる。

[0098] また、本実施形態では、第１の旋光子板１６が使用されているため、偏光制御系２８に入射する光の偏光状態を高精度に補正できる。なお、旋光部材１６の作用は、部分領域１６ｂ，１６ｆ，１６ｄ，１６ｈに入射する縦偏光ＤＶ（又は横偏光ＤＨ）の光の偏光方向を４５度変化させて射出することである。このため、旋光部材１６の代わりに、部分領域１６ｂ，１６ｆ，１６ｄ，１６ｈに対応する領域に、それぞれ例えば進相軸（又は遅相軸）の方向がＸ方向又はＺ方向に２２．５度で交差する方向に設定された１／２波長板が配置された光学部材を使用することもできる。

[0099] また、本実施形態の偏光ユニット８は４枚の旋光部材３０Ａ～３０Ｄを持つ偏光制御系２８を備えているため、照明瞳上で８個の偏光方向の分布を設定できる。ただし、照明瞳で例えば４つの偏光方向（例えば縦偏光ＤＶ、横偏光ＤＨ、及び４５度偏光ＤＳＡ，ＤＳＢ）を得るのみでよい場合には、例えば偏光制御系２８の旋光部材３０Ａの旋光角を９０度、旋光部材３０Ｂの旋光角を４５度として、他の旋光部材３０Ｃ，３０Ｄを省略してもよい。又は、偏光制御系２８のＺ方向に移動する旋光部材３０Ａを省略し、他のＸ方向に移動する３枚の旋光部材３０Ｂ～３０Ｄの旋光角をそれぞれ例えば右回りに４５度としてもよい。

[0100] また、本実施形態では、第１の旋光子板１６として８分割の旋光子板が使用されているため、簡単な構成で偏光制御系２８の旋光部材３０Ａ～３０Ｄに入射する全部の光の偏光方向をＰ偏光又はＳ偏光からほぼ４５度ずれた方向に設定できる。しかしながら、偏光制御系２８に入射する光の偏光方向をＰ偏光又はＳ偏光から４５度ずれた方向により高精度に設定するために、旋光子板１６の代わりに、例えば中心領域１６ａを囲む領域が１６分割された部分領域よりなり、これらの部分領域の旋光角がそれぞれ射出された光の偏光方向が入射面に４５度で交差する方向となるように設定された光学部材を

使用してもよい。このように旋光子板１６の代わりに１６分割の光学部材が使用される場合には、第２の旋光子板１８の代わりに、その１６分割の光学部材における各旋光角を相殺するように各旋光角が設定された１６分割の光学部材が使用される。従って、旋光子板１６，１８における部分領域の分割数は任意である。

[0101] なお、上記の実施形態では次のような変形が可能である。

まず、上記の実施形態では、第２の旋光子板１８は第２のリレー光学系３２の瞳面Ｐ４又はこの近傍の位置に設置されている。この他に、第２の旋光子板１８は、図１の瞳面Ｐ４と共役なマイクロレンズアレイ３４の入射面Ｐ５の近傍に設置してもよい。この場合、レンズ群３２ｂ及び集光光学系３３を省略して、瞳面Ｐ４の位置にマイクロレンズアレイ３４の入射面Ｐ５を配置してもよい。

[0102] また、上記の実施形態では、偏光制御系２８の４枚の旋光部材３０Ａ～３０Ｄは設置面Ｐ３の近傍に近接して配置されている。これに対して、例えば偏光制御系２８の２枚の旋光部材３０Ａ，３０Ｂを設置面Ｐ３の近傍に近接して配置し、他の２枚の旋光部材３０Ｃ，３０Ｄを設置面Ｐ３と共役な面Ｐ６の近傍に近接して配置するように、旋光部材３０Ａ～３０Ｄの少なくとも一部をＳＬＭ２２の配列面Ｐ１とほぼ共役な互いに異なる面の近傍に配置してもよい。

[0103] また、上記の実施形態では第１の旋光子板１６はＸ方向及びＹ方向の部分領域において入射する光の偏光方向を４５度変化させている。これに対して、図８の変形例の偏光ユニット８Ａを備える照明光学系の要部に示すように、第１の旋光子板１６Ａとして、光軸ＡＸＩを中心とする中心領域１６Ａａを囲む部分領域１６Ａｂ等で、入射する照明光ＩＬ（縦偏光ＤＶとする）の偏光方向を周方向の偏光方向に対して同じ方向に（例えば右回りに）４５度回転させるように設定する光学部材を使用してもよい。なお、図８及び以下で参照する図９（Ａ）～（Ｅ）において、図２（Ｃ）、図３（Ａ）～（Ｄ）、及び図４に対応する部分には同一の符号を付してその詳細な説明を省略す

る。

[0104] 図８において、偏光ユニット８Ａは、第１の８分割の旋光子板１６Ａ、偏光制御系２８Ａ、及び第２の８分割の旋光子板１８Ａを備えている。旋光子板１６Ａ，１８Ａ及び偏光制御系２８Ａの位置関係は上記の実施形態と同様であり、偏光ユニット８Ａ以外の照明光学系の構成は上記の実施形態と同様である。また、この変形例では、第２の旋光子板１８Ａは、図１の照明制御部３６によって制御される駆動部ＤＲ２によって照明光路の外部の位置Ｐ４ａに退避可能となっている。

[0105] 図９（Ａ）に示すように、図８の８分割の旋光子板１６Ａは、中心領域１６Ａａと、中心領域１６Ａａを囲むように円周方向に密着して配列された互いに同じ開き角の８個の扇型の部分領域１６Ａｂ，１６Ａｃ，１６Ａｄ，１６Ａｅ，１６Ａｆ，１６Ａｇ，１６Ａｈ，１６Ａｉとに分かれている。そして、旋光子板１６Ａは、旋光子板１６と同様に９個の領域で互いに独立に（同一又は異なる）旋光性を有する光学素子（旋光子）であり、旋光子板１６と同様に製造できる。なお、旋光子板１６Ａとしても波長板を組み合わせて同じ作用（旋光角と同じ角度だけ偏光方向を変化させる作用）を持つようにした光学部材を使用できる。

[0106] 旋光子板１６Ａにおいて、中心領域１６ａ及び中心領域１６ａに対して右回りに斜め４５度方向に配置された２個の部分領域１６Ａｃ，１６Ａｇの厚さは、それらの部分の旋光角が０度（又は０度＋ｎ１・１８０度（ｎ１は０以上の整数）、以下同様）になるように設定されている。なお、中心領域１６ａ及び部分領域１６Ａｃ，１６Ａｇは旋光性のないガラス基板又は開口部でもよい。また、旋光子板１６Ａの中心領域１６Ａａを Ｘ方向に挟む１対の部分領域１６Ａｂ，１６Ａｆの厚さはそれらの部分の旋光角が例えば右回りに４５度になるように設定され、中心領域１６Ａａを Ｚ方向に挟む１対の部分領域１６Ａｄ，１６Ａｈの厚さはそれらの部分の旋光角が左回りに４５度になるように設定され、中心領域１６Ａａに対して左回りに４５度方向に配置された１対の部分領域１６Ａｅ，１６Ａｉの厚さはそれらの部分の旋光角

が左回りに（又は右回りでもよい、以下同様）９０度になるように設定されている。

[0107] 旋光子板１６Ａの全面には点線で示す縦偏光ＤＶの光が入射しているものとしているため、旋光子板１６Ａの中心領域１６Ａａを通過した光の偏光方向は縦偏光ＤＶである。さらに、部分領域１６Ａｂ，１６Ａｃ，１６Ａｄ，１６Ａｅ，１６Ａｆ，１６Ａｇ，１６Ａｈ，１６Ａｉを通過した光の偏光方向は、光軸ＡＸＩを中心とする左回りの周方向偏光状態に対して、それぞれ右回りに４５度傾斜した方向ＤＣ１，ＤＣ２，ＤＣ３，ＤＣ４，ＤＣ５，ＤＣ６，ＤＣ７，ＤＣ８となっている。

[0108] また、図９（Ｃ）に示すように、図８の偏光制御系２８Ａは、一例として旋光角が左回りに２２．５度で照明光ＩＬの断面５０Ｂに対してＺ方向に移動する旋光部材３０Ｅと、旋光角がそれぞれ左回りに９０度で断面５０Ｂに対してＸ方向に独立に移動する旋光部材３０Ｆ及び３０Ｈと、旋光角が左回りに４５度で断面５０Ｂに対してＸ方向に移動する旋光部材３０Ｇと、旋光部材３０Ｅ～３０Ｈを個別に照明光路を横切るように移動させる駆動部（不図示）を有する。旋光部材３０Ｅ～３０Ｈは、旋光部材３０Ａ～３０Ｄと同様に旋光性を有する結晶材料、例えば水晶（左水晶又は右水晶）から形成されている。

[0109] この変形例では、断面５０Ｂ内で、旋光部材３０Ｅ～３０Ｈが重ならない部分（素通しの部分）を第１部分領域Ｃ１、旋光部材３０Ｅだけがある部分を第２部分領域Ｃ２、旋光部材３０Ｆ～３０Ｈだけが重なる部分を第３部分領域Ｃ３、旋光部材３０Ｅ～３０Ｈが重なる部分を第４部分領域Ｃ４、旋光部材３０Ｆだけがある部分を第５部分領域Ｃ５、旋光部材３０Ｅ，３０Ｆだけが重なる部分を第６部分領域Ｃ６、旋光部材３０Ｆ，３０Ｇだけが重なる部分を第７部分領域Ｃ７、旋光部材３０Ｅ，３０Ｆ，３０Ｇだけが重なる部分を第８部分領域Ｃ８と呼ぶ。

[0110] このとき、部分領域Ｃ２～Ｃ８に入射する光は、その部分領域に配置されている旋光部材３０Ｅ～３０Ｈによって連続して旋光作用を受けるため、入

射時の偏光方向が射出時には変化する。例えば断面５０Ａに縦偏光ＤＶの光が入射する場合、断面５０Ｂ内の部分領域Ｃ１～Ｃ８を通過した後の照明光の偏光状態はそれぞれ図３（Ｄ）の部分領域Ｃ１～Ｃ８を通過した後の偏光状態と同じ偏光ＤＶ，ＤＶ１，ＤＳＡ，ＤＨ２，ＤＨ，ＤＨ１，ＤＳＢ，及びＤＶ２（図２（Ｃ）の偏光方向Ａ１～Ａ８と平行）となる。

[0111] また、図９（Ｂ）に示すように、図８中の第２の旋光子板１８Ａは、第１の旋光子板１６Ａの中心領域１６Ａａ及びこれを囲む８個の部分領域１６Ａｂ，１６Ａｃ，１６Ａｄ，１６Ａｅ，１６Ａｆ，１６Ａｇ，１６Ａｈ，１６Ａｉとそれぞれ光学的に共役な、光軸ＡＸＩを中心とする中心領域１８Ａａ及びこれを囲む８個の扇型の部分領域１８Ａｂ，１８Ａｃ，１８Ａｄ，１８Ａｅ，１８Ａｆ，１８Ａｇ，１８Ａｈ，１８Ａｉに分かれている。旋光子板１８Ａは、旋光子板１６Ａと同様に、９個の領域で互いに独立に（同一又は異なる）所定の旋光性を有する光学素子（旋光子）であり、旋光子板１６Ａと同様に、旋光性を有する結晶材料、例えば一軸結晶である水晶（左水晶又は右水晶）から形成できる。

[0112] 第２の旋光子板１８Ａの中心領域１８Ａａ及び８個の部分領域１８Ａｂ～１８Ａｉにおける旋光角（入射光の偏光方向の回転角）は、それぞれ対応する（共役な）第１の旋光子板１６Ａの中心領域１６Ａａ及び部分領域１６Ａｂ～１６Ａｉにおける旋光角を相殺するように設定される。

この変形例では、旋光子板１８Ａにおいて、中心領域１８Ａａ及び中心領域１８Ａａに対して右回りに斜め４５度方向に配置された２個の部分領域１８Ａｃ，１８Ａｇの旋光角は０度（又は０度＋ｎ１・１８０度（ｎ１は０以上の整数）、以下同様）に設定されている。なお、中心領域１８Ａａ及び部分領域１８Ａｃ，１８Ａｇは旋光性のないガラス基板又は開口部でもよい。中心領域１８ＡａをＸ方向に挟む１対の部分領域１８Ａｂ，１８Ａｆの旋光角は左回りに４５度に設定され、中心領域１８ＡａをＺ方向に挟む１対の部分領域１８Ａｄ，１８Ａｈの旋光角は右回りに４５度に設定され、中心領域１８Ａａに対して左回りに４５度方向に配置された１対の部分領域１８Ａｅ

，１８Ａｉの旋光角は右回り（又は左回り、以下同様）に９０度になるように設定されている。この場合、旋光子板１８Ａの全面に点線で示す縦偏光ＤＶの光が入射すると、中心領域１８Ａａを通過した光の偏光方向は縦偏光ＤＶである。さらに、部分領域１８Ａｂ，１８Ａｄ，１８Ａｆ，１８Ａｈ，を通過した光の偏光方向は、光軸ＡＸＩを中心とする左回りの周方向偏光状態に対して、それぞれ左回りに４５度傾斜した方向ＤＥ１，ＤＥ３，ＤＥ５，ＤＥ７となる。また、部分領域１８Ａｃ，１８Ａｅ，１８Ａｇ，１８Ａｉを通過した光の偏光方向は、その周方向偏光状態に対して、それぞれ右回りに４５度傾斜した方向ＤＣ２，ＤＣ４，ＤＣ６，ＤＣ８となる。

[0113] この変形例においても、第１の旋光子板１６Ａで偏光方向を変化させても、第２の旋光子板１８Ａではその偏光方向の変化を相殺するように偏光方向が補正される。従って、旋光子板１８Ａより後の光学系に関しては旋光子板１６Ａ，１８Ａは存在しない場合と同じである。そして、この変形例において、第１の旋光子板１６Ａの部分領域１６Ａｂ～１６Ａｉを通過した光は、それぞれ図８の後側レンズ群２６ｂを介して偏光制御系２８Ａの旋光部材３０Ｅ～３０Ｈに対して偏光方向が入射面に垂直な方向（Ｓ偏光の方向）に対してほぼ４５度で傾斜した方向となる。従って、上記の実施形態と同様に、旋光部材３０Ｅ～３０Ｈでは斜入射する光に対しても楕円偏光化がほとんど生じないため、偏光制御を高精度に行うことができる。

[0114] さらに、この変形例において、照明瞳面ＩＰＰにおいて周方向偏光状態を設定する場合には、第１の方法として上記の実施形態のように偏光制御系２８Ａの部分領域Ｃ１～Ｃ８で互いに異なる方向の偏光を設定する方法がある。さらに、第２の方法として、図８において、駆動部ＤＲ２で第２の旋光子板１８Ａを位置Ｐ４ａに退避させて、偏光制御系２８Ａにおいて、図９（Ｄ）に示すように、照明光路（断面５０Ｂ）に旋光角が左回りに４５度の旋光部材３０Ｇのみを設置してもよい。図９（Ｄ）において断面５０Ｂに入射する光が縦偏光ＤＶであれば、射出される光は左回りの４５度偏光ＤＳＡとなる。従って、図９（Ａ）の第１の旋光子板１６Ａの中心領域１６Ａａ及び部

分領域１６Ａｂ～１６Ａｉを通過した光も、それぞれ図９（Ｄ）の旋光部材３０Ｇで偏光方向が左回りに４５度変化する。

[0115] この結果、図９（Ｅ）に示す照明瞳面ＩＰＰの瞳強度分布５２Ｂにおける光の偏光方向の分布は、図９（Ａ）の中心領域１６Ａａに対応する中央の瞳領域５２Ｂａでは縦偏光の偏光方向Ａ１から左回りに４５度ずれた方向Ａ３となり、図９（Ａ）の部分領域１６Ａｂ～１６Ａｉに対応する８個の瞳領域５２Ｂｂでは、周方向の偏光方向と一致する方向Ａ１，Ａ３，Ａ５，Ａ７となる。従って、この変形例によれば、第１の旋光子板１６Ａと偏光制御系２８Ａの１枚の旋光部材３０Ｇとを用いるのみで、照明瞳に周方向偏光状態を容易にかつ高精度に形成できる。

[0116] 次に、第２の実施形態につき図１０～図１１（Ｄ）を参照して説明する。上記の実施形態では第１の旋光子板１６，１６Ａにおける偏光方向の回転角を相殺するために第２の旋光子板１８，１８Ａを設けていたが、本実施形態では、第２の旋光子板１８，１８Ａ（第３の偏光制御部）を設ける必要がない。

図１０は、本実施形態の偏光ユニット８Ｂを備えた照明光学系の要部を示す。なお、図１０及び以下で参照する図１１（Ａ）～（Ｄ）において、図３（Ａ）～（Ｄ）及び図４に対応する部分には同一又は類似の符号を付してその詳細な説明を省略する。

[0117] 図１０において、偏光ユニット８Ｂは、８分割の旋光子板１６Ｂ（第２の偏光制御部）及び偏光制御系２８Ｂ（第１の偏光制御部）を備えている。旋光子板１６Ｂ及び偏光制御系２８Ｂの位置関係は上記の実施形態と同様であるが、本実施形態では瞳面Ｐ４に旋光子板は設けられていない。偏光制御系２８Ｂは、照明光ＩＬの断面５０Ｂ内の－Ｘ方向の第１断面領域５０Ｂ１を通過する光の偏光方向の分布を制御する第１組の旋光部材２８Ｂ１と、断面５０Ｂ内の＋Ｘ方向の第２断面領域５０Ｂ２を通過する光の偏光方向の分布を制御する第２組の旋光部材２８Ｂ２とを有する。２組の旋光部材２８Ｂ１，２８Ｂ２の駆動によって、２つの断面領域５０Ｂ１，５０Ｂ２の面積比（

Ｘ方向の幅の比）は可変である。

[0118] これに応じて、ＳＬＭ２２のミラー要素２４のアレイ領域は、その第１断面領域５０Ｂ１とほぼ共役な＋Ｘ方向側の第１の照射領域５０Ａ１と、その第２断面領域５０Ｂ２とほぼ共役な－Ｘ方向側の第２の照射領域５０Ａ２とに分けられる（図１１（Ａ）参照）。照射領域５０Ａ１，５０Ａ２の面積比（Ｘ方向の長さの比）は、断面領域５０Ｂ１，５０Ｂ２の面積比に追従して可変である。本実施形態においても、一例としてミラーＭＲ１で反射されてＳＬＭ２２の照射領域５０Ａ１及び５０Ａ２に入射する照明光ＩＬＡ及びＩＬＢの偏光状態は縦偏光ＤＶ（ミラー要素の配置面に対してＰ偏光ＰＰ）であるとする。なお、ＳＬＭ２２に入射する照明光は横偏光ＤＨ（Ｓ偏光）でもよい。

[0119] また、図１１（Ｂ）、（Ｃ）に示すように、図１０の８分割の旋光子板１６Ｂは、中心領域１６Ｂａと、中心領域１６Ｂａを囲むように円周方向に密着して配列された互いに同じ開き角の８個の扇型の部分領域１６Ｂｂ，１６Ｂｃ，１６Ｂｄ，１６Ｂｅ，１６Ｂｆ，１６Ｂｇ，１６Ｂｈ，１６Ｂｉとに分かれている。旋光子板１６Ｂは、図３（Ｂ）の旋光子板１６と同様に９個の領域で互いに独立に（同一又は異なる）旋光性を有する光学素子（旋光子）であり、旋光子板１６と同様に製造できる。なお、旋光子板１６Ｂとしても波長板を組み合わせて同じ作用（旋光角と同じ角度だけ偏光方向を変化させる作用）を持つようにした光学部材を使用できる。

[0120] 本実施形態では、ＳＬＭ２２の第１の照射領域５０Ａ１内の複数のミラー要素２４で反射された照明光ＩＬＡ（偏光方向を白い矢印で表す）を旋光子板１６Ｂの中心領域１６ＢａをＸ方向及びＺ方向に挟む４個の部分領域１６Ｂｂ，１６Ｂｄ，１６Ｂｆ，１６Ｂｈに入射させ、第２の照射領域５０Ａ２内の複数のミラー要素２４で反射された照明光ＩＬＢ（偏光方向を黒い矢印で表す）を旋光子板１６Ｂの中心領域１６Ｂａ及び中心領域１６Ｂａを斜め方向に挟む４個の部分領域１６Ｂｃ，１６Ｂｅ，１６Ｂｇ，１６Ｂｉに入射させるように、各ミラー要素２４の姿勢（２軸の回りの角度）を制御する。

なお、図１１（Ｂ）は旋光子板１６Ｂに入射する照明光の偏光方向（全部が縦偏光ＤＶ）の分布を表し、図１１（Ｃ）は旋光子板１６Ｂから射出される照明光の偏光方向の分布を表している。

[0121] また、旋光子板１６Ｂにおける旋光角（偏光方向の回転角）の分布は図３（Ｂ）の旋光子板１６と同じである。すなわち、旋光子板１６Ｂの中心領域１６Ｂａ及び斜め方向の４個の部分領域１６Ｂｃ，１６Ｂｅ，１６Ｂｇ，１６Ｂｉ（第１の照射領域５０Ａ１からの照明光ＩＬＡが入射する領域）の厚さは、それらの部分の旋光角が０度（又は０度＋ｎ１・１８０度（ｎ１は０以上の整数）、以下同様）になるように設定されている。なお、中心領域１６Ｂａ及び部分領域１６Ｂｃ等は、旋光性のないガラス基板又は開口部でもよい。また、中心領域１６ＢａをＸ方向及びＺ方向に挟む４個の部分領域１６Ｂｂ，１６Ｂｄ，１６Ｂｆ，１６Ｂｈ（第２の照射領域５０Ａ２からの照明光ＩＬＢが入射する領域）の厚さはそれらの部分の旋光角が例えば右回りに４５度になるように設定されている。

[0122] ただし、ＳＬＭ２２の照射領域５０Ａ１，５０Ａ２と偏光制御系２８Ｂにおける断面領域５０Ｂ１，５０Ｂ２とはほぼ共役であるため、ＳＬＭ２２の照射領域５０Ａ１及び５０Ａ２内の複数のミラー要素２４で反射された照明光ＩＬＡ及びＩＬＢは、旋光子板１６Ｂ内の通過位置に関係なくそれぞれ断面領域５０Ｂ１及び５０Ｂ２に入射する。図１０において、一例として、ＳＬＭ２２の照射領域５０Ａ１内の２箇所のミラー要素２４で反射された光ＩＬＡ１，ＩＬＡ２は、それぞれ旋光子板１６Ｂの部分領域１６Ｂｄ，１６Ｂｂを通過して右回りの４５度偏光ＤＳＢとなって偏光制御系２８Ｂの断面領域５０Ｂ１に入射している。さらに、ＳＬＭ２２の照射領域５０Ａ２内の２箇所のミラー要素２４で反射された光ＩＬＢ１，ＩＬＢ２はそれぞれ旋光子板１６Ｂの部分領域１６Ｂｅ，１６Ｂｃを通過して縦偏光ＤＶのままで偏光制御系２８Ｂの断面領域５０Ｂ２に入射している。

[0123] この場合、旋光子板１６Ｂを通過した後の光の偏光方向の分布は、図４の旋光子板１６を通過した後の分布と同じであるため、旋光子板１６Ｂの中心

領域１６Ｂａ及び部分領域１６Ｂｂ～１６Ｂｉを通過した照明光は、いずれも断面領域５０Ｂ１又は５０Ｂ２にＰ偏光又はＳ偏光からほぼ４５度傾いた方向の直線偏光となって入射する。従って、上記の実施形態と同様に、偏光制御系２８Ｂ内の旋光部材（旋光子）を通過する照明光の楕円偏光化が抑制されている。

[0124] また、図１１（Ｄ）に示すように、図１０の偏光制御系２８Ｂのうち第１組の旋光部材２８Ｂ１は、一例として旋光角が右回り（又は左回り）に９０度で照明光ＩＬＡの第１断面領域５０Ｂ１に対してＺ方向及びＸ方向に二次元的に移動する旋光部材３０ＩＡと、旋光角がそれぞれ右回りに２２．５度で断面領域５０Ｂ１に対してＸ方向に独立に移動する旋光部材３０ＪＡ，３０ＫＡ，３０ＬＡと、旋光部材３０ＩＡ～３０ＬＡを個別に照明光路を横切るように移動させる駆動部（不図示）を有する。また、偏光制御系２８Ｂのうち第２組の旋光部材２８Ｂ２は、一例として旋光角が右回り（又は左回り）に９０度で照明光ＩＬＢの第２断面領域５０Ｂ２に対してＺ方向及びＸ方向に二次元的に移動する旋光部材３０ＩＢと、旋光角がそれぞれ右回りに２２．５度で断面領域５０Ｂ１に対してＸ方向に独立に移動する旋光部材３０ＪＢ，３０ＫＢ，３０ＬＢと、旋光部材３０ＩＢ～３０ＬＢを個別に照明光路を横切るように移動させる駆動部（不図示）を有する。旋光部材３０ＩＡ，３０ＩＢ～３０ＬＡ，３０ＬＢは、それぞれ図３（Ｄ）の旋光部材３０Ａ～３０Ｄと同様に旋光性を有する結晶材料、例えば水晶（左水晶又は右水晶）から形成されている。

[0125] この場合、旋光部材３０ＩＡの＋Ｘ方向側のＺ軸に平行なエッジ部と、旋光部材３０ＩＢの－Ｘ方向側のＺ軸に平行なエッジ部とはＺ軸に平行な同一の境界線５０Ｂ３（断面領域５０Ｂ１，５０Ｂ２の境界線）上にあり、旋光部材３０ＩＡ，３０ＩＢのＸ方向の位置を同時に変化させて、境界線５０Ｂ３のＸ方向の位置を調整することで、断面領域５０Ｂ１，５０Ｂ２の面積比、ひいてはＳＬＭ２２の照射領域５０Ａ１，５０Ａ２の面積比（これらの中のミラー要素２４の数の比）を調整できる。さらに、一例として、旋光部材

３０ＩＡ及び３０ＩＢは境界線５０Ｂ３上の点に関してほぼ回転対称に近い位置関係で配置され、他の旋光部材３０ＪＡ～３０ＬＡ及び３０ＪＢ～３０ＬＢは、境界線５０Ｂ３に関してほぼ対称に近い位置関係で配置されている。これによって、旋光部材３０ＩＡ～３０ＬＡ及び対応する３０ＩＢ～３０ＬＢをそれぞれ同一平面上に配置できるため、偏光制御系２８Ｂの光軸方向の厚さが厚くなることはない。

[0126] また、本実施形態では、旋光子板１６Ｂの部分領域１６Ｂｂ，１６Ｂｄ，１６Ｂｆ，１６Ｂｈを通過して右回りの４５度偏光ＤＳＢとなった照明光ＩＬＡが偏光制御系２８Ｂの第１断面領域５０Ｂ１に入射し、旋光子板１６Ｂの他の領域を通過して縦偏光ＤＶの状態の照明光ＩＬＢが第２断面領域５０Ｂ２に入射する。従って、断面領域５０Ｂ１，５０Ｂ２に入射する照明光の偏光状態が一定で既知である。また、図１１（Ｄ）において、第２断面領域５０Ｂ２は、４個の旋光部材３０ＩＢ，３０ＪＢ，３０ＫＢ，３０ＬＢによって図３（Ｄ）の部分領域Ｃ１～Ｃ８と同様に、射出時の偏光方向が互いに異なる面積比が可変の８個の部分領域に分かれている。これら８個の部分領域を通過した光によって、照明瞳面ＩＰＰで図２（Ｃ）の８個の偏光方向Ａ１～Ａ８の分布を形成できる。

[0127] 同様に、図１１（Ｄ）の第１断面領域５０Ｂ１は、４個の旋光部材３０ＩＡ，３０ＪＡ，３０ＫＡ，３０ＬＡによって、図３（Ｄ）の部分領域Ｃ１～Ｃ８と同様に、射出時の偏光方向が互いに異なる面積比が可変の８個の部分領域に分かれている。ただし、第１断面領域５０Ｂ１の８個の部分領域から射出される光の偏光方向は、全体として右回りに４５度回転しているが、これら８個の部分領域を通過した光によって、照明瞳面ＩＰＰで８個の偏光方向Ａ１～Ａ８の分布を形成できる点は同じである。また、第１組の旋光部材２８Ｂ１の４個の旋光部材３０ＩＡ，３０ＪＡ，３０ＫＡ，３０ＬＡの旋光角（偏光方向の回転角）は、旋光子板１６Ｂの部分領域１６Ｂｂ，１６Ｂｄ，１６Ｂｆ，１６Ｂｈにおける照明光ＩＬＡの偏光方向の回転角を相殺するように設定されていると考えることもできる。

[0128] 言い換えると、本実施形態の偏光制御系２８Ｂは、第１の実施形態における偏光制御系２８及び第２の旋光子板１８の機能を併せ持っていることになる。そして、図１１（Ｄ）の第１の断面領域５０Ｂ１内の８個の部分領域を通過する８個の偏光方向の光の照明瞳面ＩＰＰでの照射位置（対応する照射領域５０Ａ１内のミラー要素２４の角度で制御される）、及び第２の断面領域５０Ｂ２内の８個の部分領域を通過する８個の偏光方向の光の照明瞳面ＩＰＰでの照射位置（対応する照射領域５０Ａ２内のミラー要素２４の角度で制御される）を組み合わせることによって、第１の実施形態と同様に、照明瞳面ＩＰＰにおける瞳強度分布をほぼ任意の分布に設定できるとともに、その瞳輝度分布内の照明光ＩＬの偏光状態を８個の偏光方向のほぼ任意の組み合わせの分布に容易に設定できる。従って、光強度分布及び偏光状態の分布の変更に関して極めて高い自由度が得られる。

[0129] なお、本実施形態において、偏光制御系２８Ｂの２組の旋光部材２８Ｂ１，２８Ｂ２は同じ設置面の近傍に設置されているが、例えば第１組の旋光部材２８Ｂ１をレンズ群２６ｂ，３２ａ間のＳＬＭ２２の配列面と共役な位置（図１０と同じ位置）の近傍に設置し、第２組の旋光部材２８Ｂ２を図１のレンズ群３２ｂの後の面Ｐ６の近傍の位置に設置してもよい。

[0130] また、上述の各実施形態では、旋光部材１６，１８、及び旋光部材３０Ａ～３０Ｃ等が水晶により形成されている。しかしながら、これに限定されることなく、旋光性を有する他の適当な光学材料を用いて旋光部材を形成することもできる。

また、上述の各実施形態では、偏光制御系２８，２８Ａ，２８Ｂを構成する光学素子（旋光部材等）の外形形状、数、配置、光学的特性などについては様々な形態が可能である。また、偏光制御系２８，２８Ａ，２８Ｂが有する光学素子（旋光部材等）を交換する構成と組み合わせても良い。

[0131] また、上述の各実施形態では、二次元的に配列されて個別に制御される複数のミラー要素２４を有するＳＬＭ２２として、二次元的に配列された複数の反射面の角度を個別に制御可能な空間光変調器を用いている。しかしなが

ら、これに限定されることなく、たとえば二次元的に配列された複数の反射面の高さ（位置）を個別に制御可能な空間光変調器を用いることもできる。このような空間光変調器としては、たとえば米国特許第５，３１２，５１３号公報、並びに米国特許第６，８８５，４９３号公報の図１ｄに開示される空間光変調器を用いることができる。

[0132] さらに、上述の実施形態では、ＳＬＭ２２が所定面内で二次元的に配列された複数のミラー要素２４を備えているが、これに限定されることなく、所定面内に配列されて個別に制御される複数の透過光学要素を備えた透過型の空間光変調器を用いることもできる。

上述の実施形態において、旋光部材３０Ａ～３０Ｃ等は入射する直線偏光の偏光方向を２２．５度単位又は４５度単位で回転させるものであったが、偏光方向の回転角は２２．５度又は４５度単位ではなく、さらに微細な角度単位で設定してもよい。

[0133] また、上記の実施形態の露光装置ＥＸ又は露光方法を用いて半導体デバイス等の電子デバイス（又はマイクロデバイス）を製造する場合、電子デバイスは、図１２に示すように、電子デバイスの機能・性能設計を行うステップ２２１、この設計ステップに基づいたレチクル（マスク）を製作するステップ２２２、デバイスの基材である基板（ウェハ）を製造してレジストを塗布するステップ２２３、前述した実施形態の露光装置（露光方法）によりレチクルのパターンを基板（感光基板）に露光する工程、露光した基板を現像する工程、現像した基板の加熱（キュア）及びエッチング工程などを含む基板処理ステップ２２４、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）２２５、並びに検査ステップ２２６等を経て製造される。

[0134] 言い換えると、このデバイスの製造方法は、上記の実施形態の露光装置ＥＸ（露光方法）を用いてレチクルのパターンの像を基板（ウェハ）に転写することと、そのパターンの像が転写されたその基板をそのパターンの像に基づいて加工すること（ステップ２２４の現像、エッチング等）とを含んでい

る。この際に、上記の実施形態によれば、偏光状態を含むレチクルの照明条件を高精度に最適化でき、レチクルのパターンを高精度に基板に露光できるため、電子デバイスを高精度に製造できる。

[0135] また、本発明は、半導体デバイス製造用の露光装置への適用に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに形成される液晶表示素子、若しくはプラズマディスプレイ等のディスプレイ装置用の露光装置や、撮像素子（ＣＣＤ等）、マイクロマシーン、薄膜磁気ヘッド、及びＤＮＡチップ等の各種デバイスを製造するための露光装置にも広く適用できる。更に、本発明は、各種デバイスのマスクパターンが形成されたマスク（フォトマスク、レチクル等）をフォトリソグラフィ工程を用いて製造する際の、露光工程（露光装置）にも適用することができる。

[0136] また、上述の実施形態では、露光装置においてマスク（ウェハ）を照明する照明光学系に対して本発明を適用しているが、これに限定されることなく、マスク（ウェハ）以外の被照射面を照明する一般的な照明光学系に対して本発明を適用することもできる。

また、上記の実施形態の露光装置は、偏光ユニット及び複数のレンズ等から構成される照明光学系、投影光学系を露光装置本体に組み込み光学調整をして、多数の機械部品からなるレチクルステージやウエハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、更に総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより製造することができる。なお、その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。

[0137] また、本願では、以下に示す特許請求の範囲としても良い。

請求項１

光源からの光により被照射面を照明する照明光学系において、

所定面内に配列されて個別に制御される複数の光学要素を有し、前記照明光学系の照明瞳面に光強度分布を可変的に形成する空間光変調器と、

前記所定面と前記被照射面との間に配置されて、前記複数の光学要素を介

して前記被照射面に向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を変える第１の偏光制御部と、

前記空間光変調器と前記第１の偏光制御部との間に配置されて、前記複数の光学要素を介して前記第１の偏光制御部に向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を、前記第１の偏光制御部に入射する光の第１の入射面に対して斜めに交差する方向の直線偏光とする第２の偏光制御部と、

を備えることを特徴とする照明光学系。

請求項２

前記第２の偏光制御部は、前記少なくとも一部の光の偏光状態を、前記第１の入射面に対して２０度～７０度の角度で交差する方向の直線偏光とすることを特徴とする請求項１に記載に照明光学系。

請求項３

前記第１の偏光制御部は、前記所定面と光学的に共役な面上に設置されることを特徴とする請求項１又は２に記載の照明光学系。

請求項４

前記第１の偏光制御部は、前記照明光学系の光軸に垂直な面内の互いに偏光方向が異なる複数の直線偏光成分の通過領域の面積比が可変となるように制御することを特徴とする請求項１～３のいずれか一項に記載の照明光学系。

請求項５

前記第１の偏光制御部は、前記光源からの光の光路に設置可能な部材と、該部材を前記光路に挿脱する駆動部とを有することを特徴とする請求項１～４のいずれか一項に記載の照明光学系。

請求項６

前記第１の偏光制御部は、旋光性を有する光学材料により形成された旋光部材を有することを特徴とする請求項１～５のいずれか一項に記載の照明光学系。

請求項７

前記第１の偏光制御部と前記被照射面との間に配置されて、前記第２の偏光制御部によって偏光状態が変化した光に対して、前記第２の偏光制御部による偏光状態の変化を相殺するように偏光状態を変化させる第３の偏光制御部を備えることを特徴とする請求項１～６のいずれか一項に記載の照明光学系。

請求項８

前記空間光変調器の前記所定面と前記第１の偏光制御部の設置面とを光学的に共役にするリレー光学系を備え、

前記第２の偏光制御部は、前記リレー光学系の瞳面に配置されることを特徴とする請求項１～７のいずれか一項に記載の照明光学系。

請求項９

前記光源からの光は、前記空間光変調器の前記所定面に入射するときの第２の入射面に平行又は垂直な方向に直線偏光していることを特徴とする請求項１～８のいずれか一項に記載の照明光学系。

[0138] 請求項１０

前記第２の偏光制御部は、前記照明光学系の光軸の回りに配置されて、それぞれ入射する光の偏光方向を変える旋光性を有する光学素子又は波長板よりなる複数の偏光制御部材を有することを特徴とする請求項１～９のいずれか一項に記載の照明光学系。

請求項１１

前記第２の偏光制御部は、前記光軸の回りの光の通過領域を前記光軸を中心として等角度間隔で分割して形成される少なくとも８個の部分領域で、入射する光の偏光状態をそれぞれ制御することを特徴とする請求項１～１０のいずれか一項に記載の照明光学系。

請求項１２

前記第１の偏光制御部は、

その設置面において、前記照明光学系の光軸に垂直な面内で互いに交差する第１及び第２移動方向のうち、前記第１又は第２移動方向に移動可能に配

置されて、前記複数の光学要素からの光のうち少なくとも一部の偏光方向を第１の角度だけ回転させる第１の旋光部材と、

前記設置面の近傍の面において、それぞれ前記第１移動方向に移動可能に配置されて、前記複数の光学要素からの光のうち少なくとも一部の偏光方向を第２、第３、及び第４の角度だけ回転させる第２、第３、及び第４の旋光部材と、を有することを特徴とする請求項１～１１のいずれか一項に記載の照明光学系。

請求項１３

前記空間光変調器の前記複数の光学要素は、第１及び第２の配置領域に分けて配置され、

前記第２の偏光制御部は、前記第１の配置領域内の前記光学要素を介して前記第１の偏光制御部に向かう光の偏光状態を、前記第１の入射面に対して斜めに交差する方向の直線偏光とし、

前記第１の偏光制御部は、前記第１の配置領域内の前記光学要素を介して前記被照射面に向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を変える第１の部分偏光制御部と、前記第２の配置領域内の前記光学要素を介して前記被照射面に向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を変える第２の部分偏光制御部とを有することを特徴とする請求項１～６のいずれか一項に記載の照明光学系。

請求項１４

前記第１の偏光制御部の前記第１及び第２の部分偏光制御部の境界部の位置は可変であり、

前記複数の光学要素が配置される前記第１及び第２の配置領域の面積比は前記境界部の位置に応じて可変であることを特徴とする請求項１３に記載の照明光学系。

請求項１５

前記第１及び第２の部分偏光制御部は、

それぞれの設置面において、前記照明光学系の光軸に垂直な面内で互いに

交差する第１及び第２移動方向のうち、前記第１及び第２移動方向に移動可能に配置されて、前記複数の光学要素からの光のうち少なくとも一部の偏光方向を第１の角度だけ回転させる第１の旋光部材と、

前記設置面の近傍の面において、それぞれ前記第１移動方向に移動可能に配置されて、前記複数の光学要素からの光のうち少なくとも一部の偏光方向を第２、第３、及び第４の角度だけ回転させる第２、第３、及び第４の旋光部材と、を有することを特徴とする請求項１３又は１４に記載の照明光学系。

請求項１６

前記第２の偏光制御部は、前記光学要素を介して前記第１の偏光制御部に向かう光の偏光状態を、それぞれ前記照明光学系の光軸の回りの円周方向に対して４５度で接する方向の直線偏光とする複数の偏光制御部材を有し、

前記第１の偏光制御部は、前記第２の偏光制御部を介して前記被照射面に向かう光の偏光方向を４５度回転する１枚の旋光部材を有することを特徴とする請求項１～６のいずれか一項に記載の照明光学系。

請求項１７

オプティカルインテグレータを備え、

前記第１及び第２の偏光制御部は、前記空間光変調器と前記オプティカルインテグレータとの間の光路上に配置されていることを特徴とする請求項１～１６のいずれか一項に記載の照明光学系。

請求項１８

前記照明瞳面において、互いに異なる少なくとも８個の方向に直線偏光した光を組み合わせて光強度分布を設定可能であることを特徴とする請求項１～１７のいずれか一項に記載の照明光学系。

請求項１９

前記空間光変調器は、前記所定面内で二次元的に配列された複数のミラー要素と、該複数のミラー要素の姿勢を個別に制御駆動する駆動部とを有することを特徴とする請求項１～１８のいずれか一項に記載の照明光学系。

[0139] 請求項２０

前記複数のミラー要素のうちの前記所定面上の第１領域に位置するミラー要素の群を第１ミラー要素群とし、前記複数のミラー要素のうちの前記第１領域とは異なる前記所定面上の第２領域に位置するミラー要素の群を第２ミラー要素群とするとき、前記駆動部は、前記第１ミラー要素群を経た光が前記所定面の光学的なフーリエ変換面上の第１瞳領域へ導かれるように前記第１ミラー要素群を制御駆動し、且つ前記第２ミラー要素群を経た光が前記所定面の光学的なフーリエ変換面上の第２瞳領域へ導かれるように前記第２ミラー要素群を制御駆動することを特徴とする請求項１９に記載の照明光学系。

請求項２１

前記第１偏光制御部は、前記第１ミラー要素群を経た第１部分光束に作用を及ぼすことなく、前記第２ミラー要素群を経た第２部分光束の偏光状態を変化させるために、旋光性を有する光学材料により形成された旋光部材を有することを特徴とする請求項２０に記載の照明光学系。

請求項２２

所定のパターンを照明するための請求項１～２１のいずれか一項に記載の照明光学系を備え、前記照明光学系からの光を用いて前記所定のパターンを感光性基板に露光することを特徴とする露光装置。

請求項２３

請求項２２に記載の露光装置を用いて、前記所定のパターンを前記感光性基板に露光することと、

前記所定のパターンが転写された前記感光性基板を現像し、前記所定のパターンに対応する形状のマスク層を前記感光性基板の表面に形成することと、

前記マスク層を介して前記感光性基板の表面を加工することと、を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

請求項２４

所定面内に配列されて個別に制御される複数の光学要素を有する空間光変調器を介して射出される光の偏光状態の分布を制御する偏光ユニットであって、

前記複数の光学要素からの光の光路に配置されて、前記光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を変える第１の偏光制御部と、

前記空間光変調器と前記第１の偏光制御部との間に配置されて、前記複数の光学要素を介して前記第１の偏光制御部に向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を、前記第１の偏光制御部に入射する光の第１の入射面に対して斜めに交差する方向の直線偏光とする第２の偏光制御部と、

を備えることを特徴とする偏光ユニット。

請求項２５

前記第２の偏光制御部は、前記少なくとも一部の光の偏光状態を、前記第１の入射面に対して２０度～７０度の角度で交差する方向の直線偏光とすることを特徴とする請求項２４に記載に偏光ユニット。

請求項２６

前記第１の偏光制御部は、前記所定面と光学的に共役な面上に設置されることを特徴とする請求項２４又は２５に記載の偏光ユニット。

請求項２７

前記第１の偏光制御部は、前記複数の光学要素からの光の光路の断面内の互いに偏光方向が異なる複数の直線偏光成分の通過領域の面積比が可変となるように制御することを特徴とする請求項２４～２６のいずれか一項に記載の偏光ユニット。

請求項２８

前記第１の偏光制御部は、前記複数の光学要素からの光の光路に設置可能な部材と、該部材を前記光路に挿脱する駆動部とを有することを特徴とする請求項２４～２７のいずれか一項に記載の偏光ユニット。

請求項２９

前記第１の偏光制御部は、旋光性を有する光学材料により形成された旋光

部材を有することを特徴とする請求項２４～２８のいずれか一項に記載の偏光ユニット。

[0140] 請求項３０

前記第１の偏光制御部を通過した光の光路に配置されて、前記第２の偏光制御部によって偏光状態が変化した光に対して、前記第２の偏光制御部による偏光状態の変化を相殺するように偏光状態を変化させる第３の偏光制御部を備えることを特徴とする請求項２４～２９のいずれか一項に記載の偏光ユニット。

請求項３１

前記第２の偏光制御部は、前記空間光変調器の前記所定面と前記第１の偏光制御部の設置面とを光学的に共役にするリレー光学系の瞳面に配置されることを特徴とする請求項２４～３０のいずれか一項に記載の偏光ユニット。

請求項３２

前記第２の偏光制御部は、それぞれ入射する光の偏光方向を変える旋光性を有する光学素子又は波長板よりなる複数の偏光制御部材を有することを特徴とする請求項２４～３１のいずれか一項に記載の偏光ユニット。

請求項３３

前記第２の偏光制御部は、所定の中心の回りに等角度間隔で配置される少なくとも８個の部分領域で、入射する光の偏光状態を互いに独立に制御することを特徴とする請求項２４～３２のいずれか一項に記載の偏光ユニット。

請求項３４

前記第１の偏光制御部は、

前記複数の光学要素からの光の光路の断面に沿った設置面内の互いに直交する第１及び第２移動方向のうち、前記第１又は第２移動方向に移動可能に配置されて、前記複数の光学要素からの光のうち少なくとも一部の偏光方向を第１の角度だけ回転させる第１の旋光部材と、

前記設置面の近傍の面において、それぞれ前記第１移動方向に移動可能に配置されて、前記複数の光学要素からの光のうち少なくとも一部の偏光方向

を第２、第３、及び第４の角度だけ回転させる第２、第３、及び第４の旋光部材と、を有することを特徴とする請求項２４～３３のいずれか一項に記載の偏光ユニット。

請求項３５

光源からの光により被照射面を照明する照明方法において、

所定面内に配列されて個別に制御される複数の光学要素を有する空間光変調器と第１の偏光制御部との間に配置された第２の偏光制御部を用いて、前記複数の光学要素を介して前記第１の偏光制御部に向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を、前記第１の偏光制御部に入射する光の第１の入射面に対して斜めに交差する方向の直線偏光とすることと、

前記第１の偏光制御部を用いて、前記複数の光学要素及び前記第２の偏光制御部を介して前記被照射面に向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を変えることと、

前記第１の偏光制御部を通過した光を用いて、前記被照射面に対する照明瞳面に光強度分布を可変的に形成することと、

を含むことを特徴とする照明方法。

請求項３６

前記第２の偏光制御部は、前記少なくとも一部の光の偏光状態を、前記第１の入射面に対して２０度～７０度の角度で交差する方向の直線偏光とすることを特徴とする請求項３５に記載に照明方法。

請求項３７

前記第１の偏光制御部は、前記複数の光学要素からの光の光路の断面内の互いに偏光方向が異なる複数の直線偏光成分の通過領域の面積比が可変となるように制御することを特徴とする請求項３５又は３６に記載の照明方法。

請求項３８

前記第１の偏光制御部は、前記光源からの光の光路に設置可能な部材を前記光路に挿脱することを特徴とする請求項３５～３７のいずれか一項に記載の照明方法。

請求項３９

前記第１の偏光制御部は、旋光性を有する光学材料により形成された旋光部材を有することを特徴とする請求項３５～３８のいずれか一項に記載の照明方法。

請求項４０

前記第１の偏光制御部と前記被照射面との間に配置された第３の偏光制御部を用いて、前記第２の偏光制御部によって偏光状態が変化した光に対して、前記第２の偏光制御部による偏光状態の変化を相殺するように偏光状態を変化させることを含む特徴とする請求項３５～３９のいずれか一項に記載の照明方法。

請求項４１

前記光源からの光を、前記空間光変調器の前記所定面に入射するときの第２の入射面に平行又は垂直な方向に直線偏光した状態で供給することを含むことを特徴とする請求項３５～４０のいずれか一項に記載の照明方法。

[0141] 請求項４２

前記第２の偏光制御部は、それぞれ入射する光の偏光方向を変える旋光性を有する光学素子又は波長板よりなる複数の偏光制御部材を有することを特徴とする請求項３５～４１のいずれか一項に記載の照明方法。

請求項４３

前記第２の偏光制御部は、所定の中心の回りの光の通過領域を等角度間隔で分割して形成される少なくとも８個の部分領域で、入射する光の偏光状態を互いに独立に制御することを特徴とする請求項３５～４２のいずれか一項に記載の照明方法。

請求項４４

前記第１の偏光制御部は、

その設置面において、前記複数の光学要素からの光の光路の断面内で互いに直交する第１及び第２移動方向のうち、前記第１又は第２移動方向に移動可能に配置されて、前記複数の光学要素からの光のうち少なくとも一部の光

の偏光方向を第１の角度だけ回転させる第１の旋光部材と、

前記設置面の近傍の面において、それぞれ前記第１移動方向に移動可能に配置されて、前記複数の光学要素からの少なくとも一部の光の偏光方向を第２、第３、及び第４の角度だけ回転させる第２、第３、及び第４の旋光部材と、を有することを特徴とする請求項３５～４３のいずれか一項に記載の照明方法。

請求項４５

所定のパターンを介して感光性基板を露光する露光方法において、

請求項３５～４４のいずれか一項に記載の照明方法を用いて前記所定のパターンを照明することを特徴とする露光方法。

請求項４６

請求項４５に記載の露光方法を用いて、前記所定のパターンを前記感光性基板に露光することと、

前記所定のパターンが転写されたその感光性基板を現像し、前記所定のパターンに対応する形状のマスク層をその感光性基板の表面に形成することと、

前記マスク層を介して前記感光性基板の表面を加工することと、

を含むデバイス製造方法。

また、本願に記載した上記公報、各国際公開パンフレット、米国特許、又は米国特許出願公開明細書における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

なお、本発明は上述の実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

符号の説明

[0142] ＥＸ…露光装置、ＩＬＳ…照明光学系、ＰＬ…投影光学系、Ｒ…レチクル、８…偏光ユニット、１０…光源、１６…第１の旋光子板、１８…第２の旋光子板、２２…空間光変調器（ＳＬＭ）、２６，３２…リレー光学系、２８…偏光制御系、３０Ａ～３０Ｄ…旋光部材、３４…マイクロレンズアレイ、

３６…照明制御部

請求の範囲

[請求項1] 光源からの光により被照射面を照明する照明光学系において、

個別に制御される複数の光学要素を有する空間光変調器と、

前記複数の光学要素を介して前記被照射面に向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を変える第１の偏光制御部と、

前記複数の光学要素を介して前記第１の偏光制御部に向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を、第１方向の直線偏光とする第２の偏光制御部と、

を備え、

前記第１方向は、前記第２の偏光制御部からの光が前記第１の偏光制御部に入射するときの入射面に対して斜めに交差する方向であることを特徴とする照明光学系。

[請求項2] 前記第２の偏光制御部は、前記少なくとも一部の光の偏光状態を、前記第１の入射面に対して２０度～７０度の角度で交差する方向の直線偏光とすることを特徴とする請求項１に記載に照明光学系。

[請求項3] 前記第１の偏光制御部は、前記複数の光学素子が配列される所定面と光学的に共役な位置に設置されることを特徴とする請求項１又は２に記載の照明光学系。

[請求項4] 前記第１の偏光制御部は、前記第１の偏光制御部を介した光の断面内において互いに偏光方向が異なる複数の直線偏光の複数の光を射出することを特徴とする請求項１～３のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項5] 前記第１の偏光制御部は、前記複数の光の断面の面積比が可変となるように制御することを特徴とする請求項４に記載の照明光学系。

[請求項6] 前記第１の偏光制御部は、前記光源からの光の光路に設置可能な部材と、該部材を前記光路に挿脱する駆動部とを有することを特徴とする請求項１～５のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項7] 前記第１の偏光制御部は、旋光性を有する光学材料により形成され

た旋光部材を有することを特徴とする請求項１～６のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項8] 光源からの光により被照射面を照明する照明光学系において、

個別に制御される複数の光学要素を有する空間光変調器と、

前記複数の光学要素を介して前記被照射面に向かう光のうち少なくとも一部の第１光の偏光方向を変える第１の偏光制御部と、

前記複数の光学要素を介して前記第１の偏光制御部に向かう光のうち少なくとも一部の第２光の偏光状態を、第１方向の直線偏光とする第２の偏光制御部と、

を備え、

前記第２の偏光制御部は、前記第１の偏光制御部を通過する前記第１光の偏光度を、前記第１光が前記第２偏光制御部を通過しない場合と比べて向上させるように、前記第１方向を設定することを特徴とする照明光学系。

[請求項9] 前記第１の偏光制御部と前記被照射面との間に配置されて、前記第２の偏光制御部によって偏光状態が変化した光に対して、前記第２の偏光制御部による偏光状態の変化を相殺するように偏光状態を変化させる第３の偏光制御部を備えることを特徴とする請求項１～８のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項10] 前記第１の偏光制御部と前記第２の偏光制御部との間に配置されて、前記第２の偏光制御部からの光を集光する集光光学系を備えていることを特徴とする請求項１～９のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項11] 前記空間光変調器の前記複数の光学要素が配列される所定面と前記第１の偏光制御部の設置面とを光学的に共役にするリレー光学系を備え、

前記第２の偏光制御部は、前記リレー光学系の瞳面に配置されることを特徴とする請求項１～１０のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項12] 前記光源からの光は、前記空間光変調器の前記複数の光学要素が配

列される所定面に入射するときの第２の入射面に平行又は垂直な方向に直線偏光していることを特徴とする請求項１～１１のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項13] 前記第２の偏光制御部は、前記照明光学系の光軸の回りに配置されて、それぞれ入射する光の偏光方向を変える旋光性を有する光学素子又は波長板よりなる複数の偏光制御部材を有することを特徴とする請求項１～１２のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項14] 前記第２の偏光制御部は、前記光軸の回りの光の通過領域を前記光軸を中心として等角度間隔で分割して形成される少なくとも８個の部分領域で、入射する光の偏光状態をそれぞれ制御することを特徴とする請求項１～１３のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項15] 前記第１の偏光制御部は、

その設置面において、前記照明光学系の光軸に垂直な面内で互いに交差する第１及び第２移動方向のうち、前記第１又は第２移動方向に移動可能に配置されて、前記複数の光学要素からの光のうち少なくとも一部の偏光方向を第１の角度だけ回転させる第１の旋光部材と、

前記設置面の近傍の面において、それぞれ前記第１移動方向に移動可能に配置されて、前記複数の光学要素からの光のうち少なくとも一部の偏光方向を第２、第３、及び第４の角度だけ回転させる第２、第３、及び第４の旋光部材と、を有することを特徴とする請求項１～１４のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項16] 前記空間光変調器の前記複数の光学要素は、第１及び第２の配置領域に分けて配置され、

前記第２の偏光制御部は、前記第１の配置領域内の前記光学要素を介して前記第１の偏光制御部に向かう光の偏光状態を、前記第１の入射面に対して斜めに交差する方向の直線偏光とし、

前記第１の偏光制御部は、前記第１の配置領域内の前記光学要素を介して前記被照射面に向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態

を変える第１の部分偏光制御部と、前記第２の配置領域内の前記光学要素を介して前記被照射面に向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を変える第２の部分偏光制御部とを有することを特徴とする請求項１～７のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項17] 前記第１の偏光制御部の前記第１及び第２の部分偏光制御部の境界部の位置は可変であり、

前記複数の光学要素が配置される前記第１及び第２の配置領域の面積比は前記境界部の位置に応じて可変であることを特徴とする請求項１６に記載の照明光学系。

[請求項18] 前記第１及び第２の部分偏光制御部は、

それぞれの設置面において、前記照明光学系の光軸に垂直な面内で互いに交差する第１及び第２移動方向のうち、前記第１及び第２移動方向に移動可能に配置されて、前記複数の光学要素からの光のうち少なくとも一部の偏光方向を第１の角度だけ回転させる第１の旋光部材と、

前記設置面の近傍の面において、それぞれ前記第１移動方向に移動可能に配置されて、前記複数の光学要素からの光のうち少なくとも一部の偏光方向を第２、第３、及び第４の角度だけ回転させる第２、第３、及び第４の旋光部材と、を有することを特徴とする請求項１６又は１７に記載の照明光学系。

[請求項19] 前記第２の偏光制御部は、前記光学要素を介して前記第１の偏光制御部に向かう光の偏光状態を、それぞれ前記照明光学系の光軸の回りの円周方向に対して４５度で接する方向の直線偏光とする複数の偏光制御部材を有し、

前記第１の偏光制御部は、前記第２の偏光制御部を介して前記被照射面に向かう光の偏光方向を４５度回転する１枚の旋光部材を有することを特徴とする請求項１～７のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項20] オプティカルインテグレータを備え、前記第１の偏光制御部を介し

た前記複数の光学要素からの光を前記照明光学系の照明瞳に分布させる分布形成光学系を有し、

前記第１及び第２の偏光制御部は、前記空間光変調器と前記オプティカルインテグレータとの間の光路上に配置されていることを特徴とする請求項１～１９のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項21] 前記照明瞳面において、互いに異なる少なくとも８個の方向に直線偏光した光を組み合わせて光強度分布を設定可能であることを特徴とする請求項１～２０のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項22] 前記空間光変調器は、所定面内で二次元的に配列された複数のミラー要素と、該複数のミラー要素の姿勢を個別に制御駆動する駆動部とを有することを特徴とする請求項１～２１のいずれか一項に記載の照明光学系。

[請求項23] 前記複数のミラー要素のうちの前記所定面上の第１領域に位置するミラー要素の群を第１ミラー要素群とし、前記複数のミラー要素のうちの前記第１領域とは異なる前記所定面上の第２領域に位置するミラー要素の群を第２ミラー要素群とするとき、前記駆動部は、前記第１ミラー要素群を経た光が前記所定面の光学的なフーリエ変換面上の第１瞳領域へ導かれるように前記第１ミラー要素群を制御駆動し、且つ前記第２ミラー要素群を経た光が前記所定面の光学的なフーリエ変換面上の第２瞳領域へ導かれるように前記第２ミラー要素群を制御駆動することを特徴とする請求項２２に記載の照明光学系。

[請求項24] 前記第１偏光制御部は、前記第１ミラー要素群を経た第１部分光束に作用を及ぼすことなく、前記第２ミラー要素群を経た第２部分光束の偏光状態を変化させるために、旋光性を有する光学材料により形成された旋光部材を有することを特徴とする請求項２３に記載の照明光学系。

[請求項25] 所定のパターンを照明するための請求項１～２４のいずれか一項に記載の照明光学系を備え、前記照明光学系からの光を用いて前記所定

のパターンを感光性基板に露光することを特徴とする露光装置。

[請求項26] 請求項２５に記載の露光装置を用いて、前記所定のパターンを前記感光性基板に露光することと、

前記所定のパターンが転写された前記感光性基板を現像し、前記所定のパターンに対応する形状のマスク層を前記感光性基板の表面に形成することと、

前記マスク層を介して前記感光性基板の表面を加工することと、を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

[請求項27] 光源からの光により被照射面を照明する照明方法において、

個別に制御される複数の光学要素に前記光源からの光を導くことと、

前記複数の光学要素を介して前記被照射面へ向かう光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を、第１方向の直線偏光とすることと、

前記第１方向の直線偏光の光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を変えることと、

を含み、

前記第１方向は、前記第２の偏光制御部からの光が前記第１の偏光制御部に入射するときの入射面に対して斜めに交差する方向であることを特徴とする照明方法。

[請求項28] 前記第１方向の直線偏光とすることは、前記少なくとも一部の光の偏光状態を、前記第１の入射面に対して２０度～７０度の角度で交差する方向の直線偏光とすることを特徴とする請求項２７に記載に照明方法。

[請求項29] 前記偏光状態を変えることは、前記複数の光学要素からの光の光路の断面内の互いに偏光方向が異なる複数の直線偏光成分の通過領域の面積比が可変となるように制御することを特徴とする請求項２７又は２８に記載の照明方法。

[請求項30] 前記偏光状態を変えることは、前記光源からの光の光路に設置可能

な部材を前記光路に挿脱することを特徴とする請求項２７～２９のいずれか一項に記載の照明方法。

[請求項31] 前記偏光状態を変えることは、旋光性を有する光学材料により形成された旋光部材を用いて偏光状態を変えることを有することを特徴とする請求項２７～３０のいずれか一項に記載の照明方法。

[請求項32] 光源からの光により被照射面を照明する照明方法において、

個別に制御される複数の光学要素に前記光源からの光を導くことと、

前記複数の光学要素を介して前記被照射面へ向かう光のうち少なくとも一部の第１光の偏光状態を、第１方向の直線偏光の第２光にすることと、

前記第１方向の直線偏光の前記第２光のうち少なくとも一部の第３光の偏光状態を変えることと、

を含み、

前記第３光の偏光状態を変えることは、前記第２光の偏光度を、前記第３光の偏光状態を変えない場合と比べて向上させるように、前記第１方向を設定することを特徴とする照明方法。

[請求項33] 前記第１方向の直線偏光とすることは、前記複数の光学要素と前記被照射面との間の第１位置で行われ、

前記偏光状態を変えることは、前記複数の光学要素と前記第１位置との間の第２位置で行われ、

前記第２位置からの偏光状態が変えられた光に対して、第３位置にて前記偏光状態を変えることによる偏光状態の変化を相殺するように偏光状態を変化させることを含み、

前記第３位置は、前記第２位置と前記被照射面との間の位置であることを特徴とする請求項２７～３２のいずれか一項に記載の照明方法。

[請求項34] 前記光源からの光を、前記複数の光学要素が配列される所定面に入

射するときの第２の入射面に平行又は垂直な方向に直線偏光した状態で供給することを含むことを特徴とする請求項２７～３３のいずれか一項に記載の照明方法。

[請求項35] 前記第１方向の直線偏光とすることは、それぞれ入射する光の偏光方向を変える旋光性を有する光学素子又は波長板よりなる複数の偏光制御部材を有することを特徴とする請求項２７～３４のいずれか一項に記載の照明方法。

[請求項36] 前記第１方向の直線偏光とされた光を集光することを含み、

前記少なくとも一部の光の偏光状態を変えることは、前記集光された光のうち少なくとも一部の光の偏光状態を変えることを特徴とする請求項２７～３５のいずれか一項に記載の照明方法。

[請求項37] 前記第１方向の直線偏光とすることは、所定の中心の回りの光の通過領域を等角度間隔で分割して形成される少なくとも８個の部分領域で、入射する光の偏光状態を互いに独立に制御することを特徴とする請求項２７～３６のいずれか一項に記載の照明方法。

[請求項38] 前記偏光状態を変えることは、

光の偏光方向を第１の角度だけ回転させる第１の旋光部材に前記複数の光学要素からの光を通過させることと、

光の偏光方向を第２、第３、及び第４の角度だけ回転させる第２、第３、及び第４の旋光部材に前記複数の光学要素からの光を通過させることと、を有し、

前記第１の旋光部材の設置面と前記第２の旋光部材の設置面とは互いに隣接することを特徴とする請求項２７～３７のいずれか一項に記載の照明方法。

[請求項39] 前記偏光状態が変えられた光を照明瞳に分布させることを含むことを特徴とする請求項２７～３８のいずれか一項に記載の照明方法。

[請求項40] 所定のパターンを介して感光性基板を露光する露光方法において、

請求項２７～３９のいずれか一項に記載の照明方法を用いて前記所

定のパターンを照明することを特徴とする露光方法。

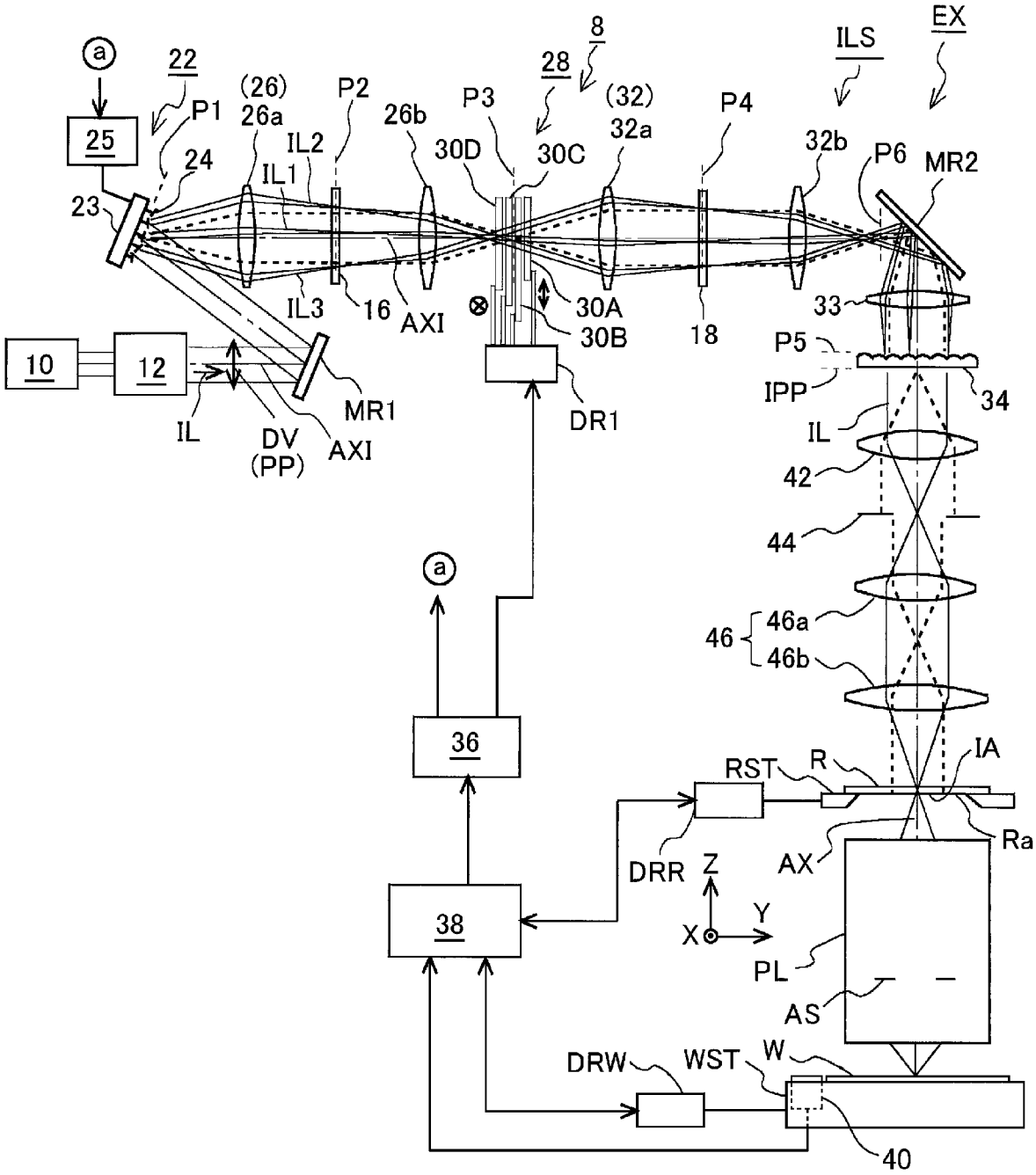
[請求項41] 請求項３０に記載の露光方法を用いて、前記所定のパターンを前記感光性基板に露光することと、

前記所定のパターンが転写されたその感光性基板を現像し、前記所定のパターンに対応する形状のマスク層をその感光性基板の表面に形成することと、

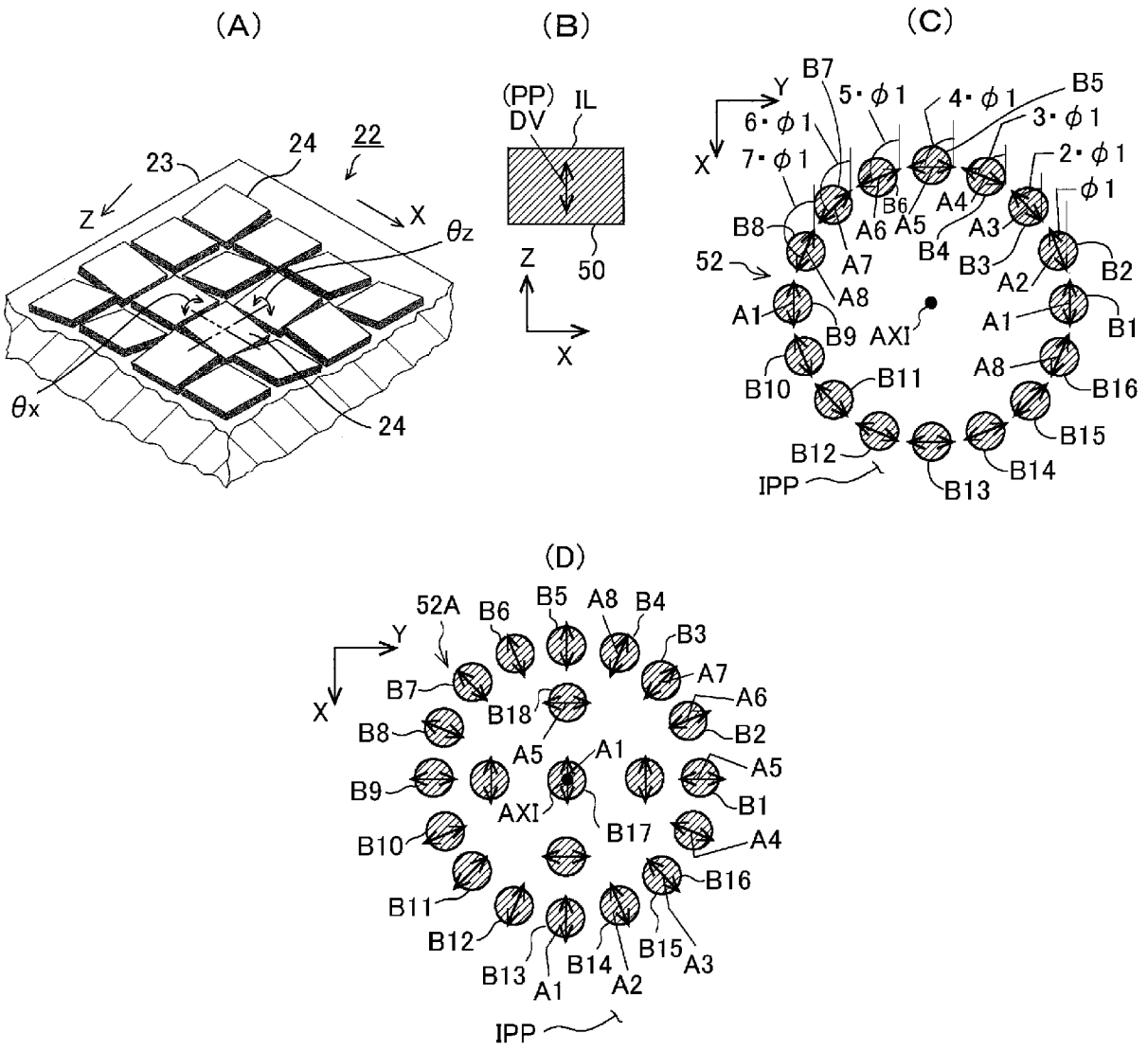
前記マスク層を介して前記感光性基板の表面を加工することと、

を含むデバイス製造方法。

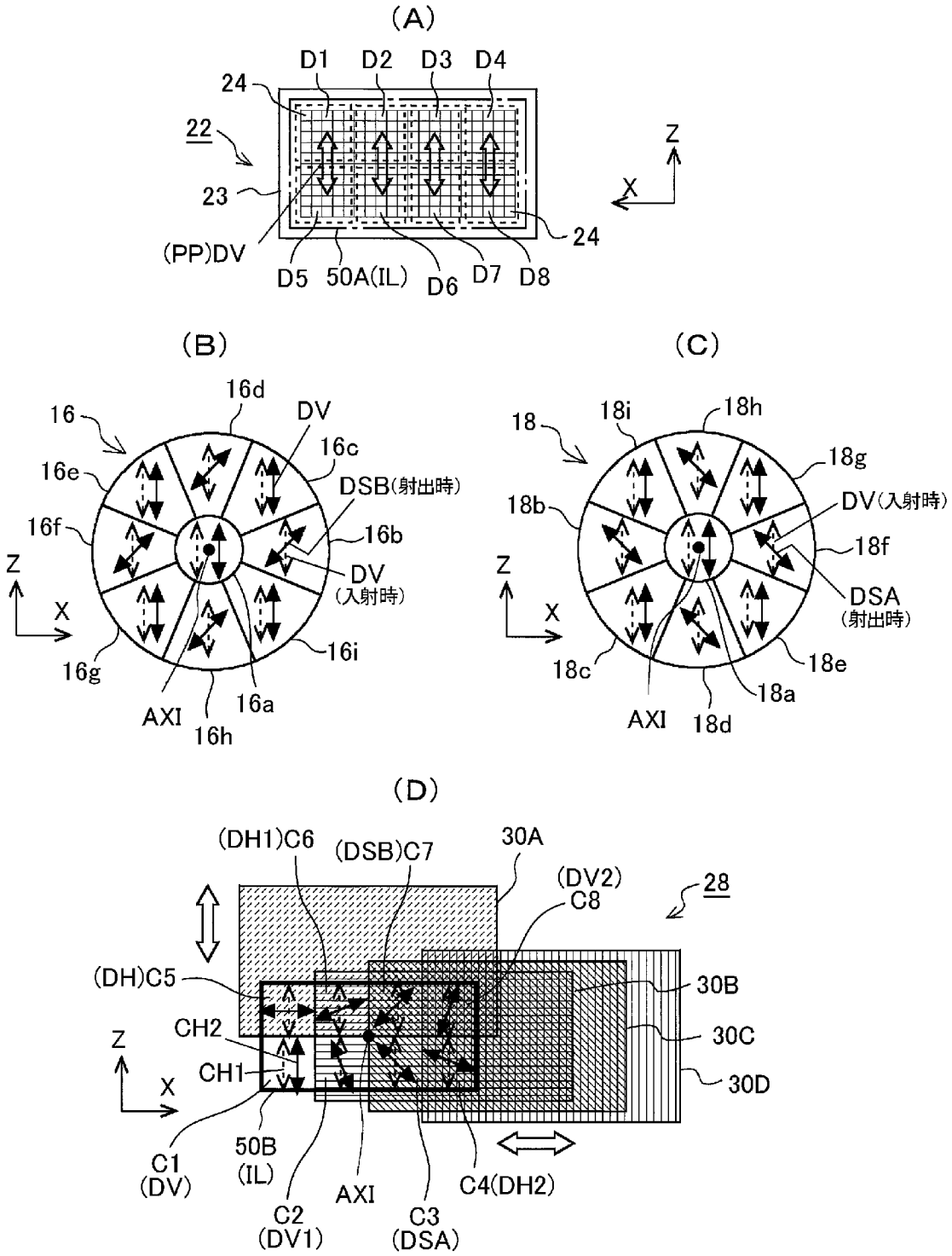
[図1]


ⓐ
22
P1
25
24
23
(26)
26a
IL1
IL2
P2
26b
P3
30D
28
8
30C
(32)
32a
P4
32b
ILS
EX
P6
MR2
IL3
16
AXI
30A
30B
18
33
P5
IPP
34
10
12
IL
DV
(PP)
AXI
MR1
DR1
42
44
46
46a
46b
36
RST
R
IA
Ra
DRR
Z
AX
38
X
Y
PL
AS
DRW
WST
W
40

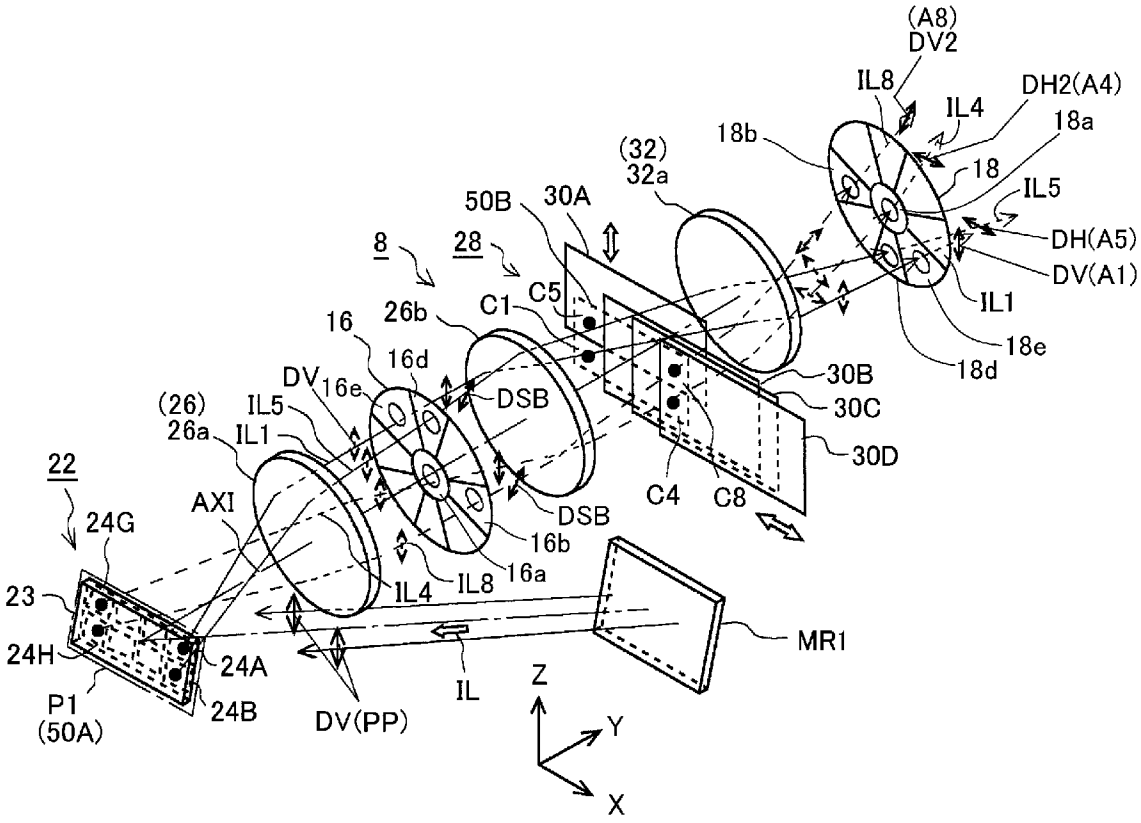
[図2]


(A)
(B)
(C)
(D)
23
24
22
Z
X
θz
θx
(PP)
DV
IL
50
52
52A
IPP
AXI
B1
B2
B3
B4
B5
B6
B7
B8
B9
B10
B11
B12
B13
B14
B15
B16
B17
B18
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
A8
5・φ1
4・φ1
6・φ1
3・φ1
7・φ1
2・φ1
φ1

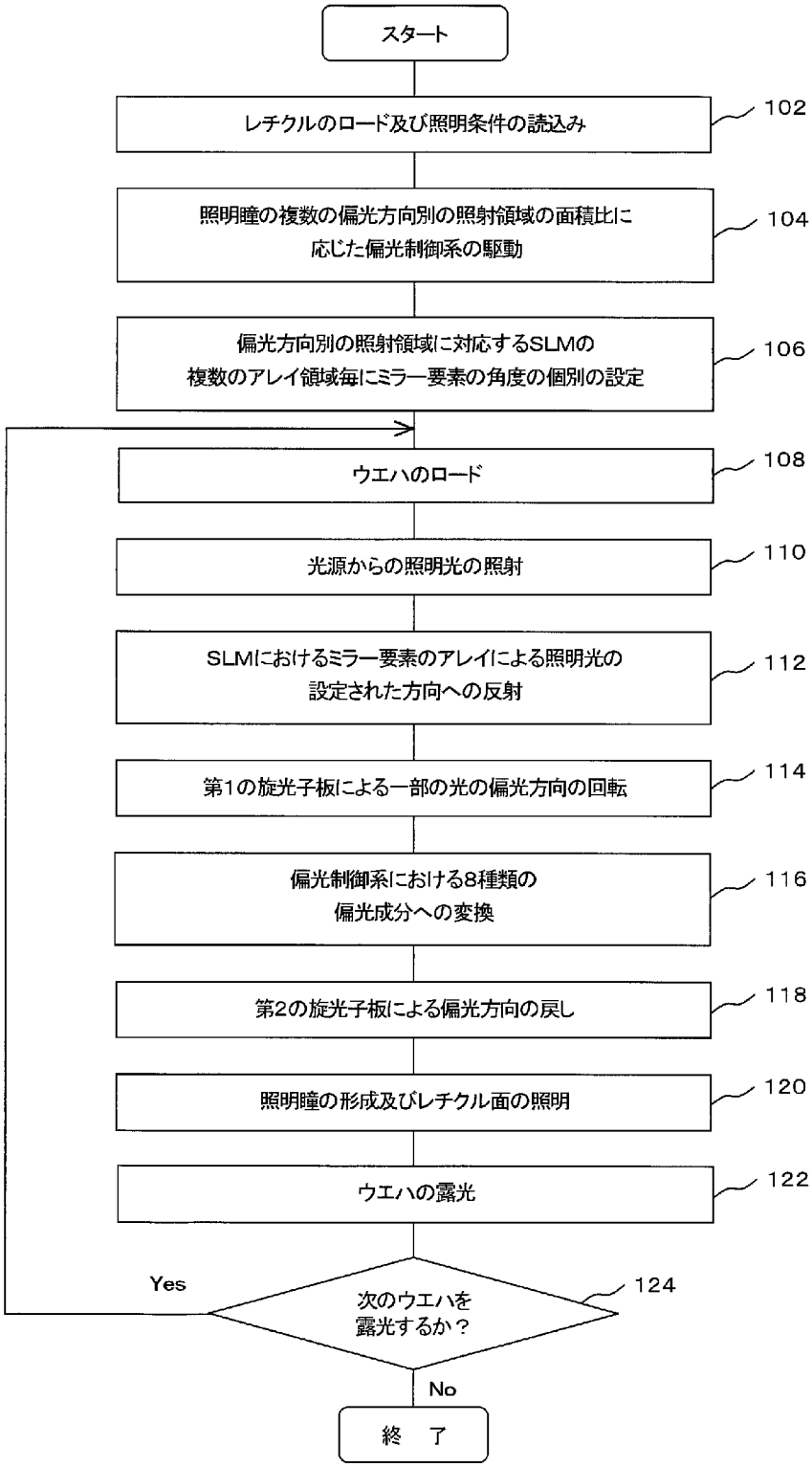
[図3]


(A)
D1
D2
D3
D4
24
22
23
(PP)DV
D5
50A(IL)
D6
D7
D8
24
Z
X
(B)
16d
DV
16
16c
16e
DSB(射出時)
16f
16b
DV
(入射時)
Z
X
16i
16g
AXI
16a
16h
(C)
18
18i
18h
18g
18b
DV(入射時)
18f
DSA
(射出時)
Z
X
18e
18c
18a
AXI
18d
(D)
(DH1)C6
(DSB)C7
30A
(DV2)
C8
28
(DH)C5
30B
CH2
30C
Z
CH1
30D
X
C1
(DV)
50B
(IL)
AXI
C4(DH2)
C2
(DV1)
C3
(DSA)

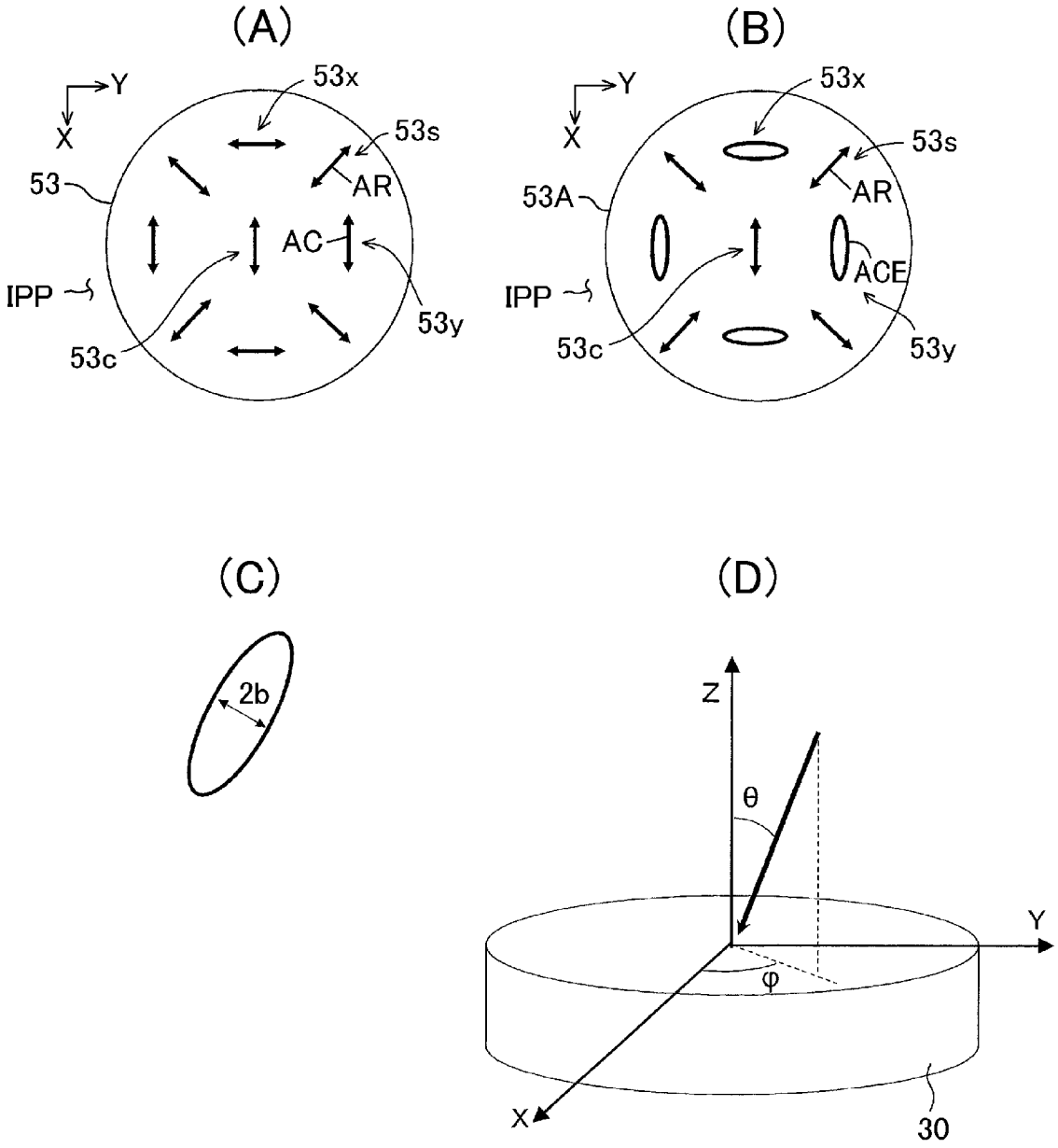
[図4]


(A8)
DV2
IL8
DH2(A4)
IL4
18a
18b
(32)
32a
18
IL5
50B
30A
DH(A5)
8
28
DV(A1)
C5
C1
26b
16
IL1
16d
18e
DV
16e
18d
30B
DSB
(26)
IL5
30C
26a
IL1
30D
22
C4
C8
AXI
24G
DSB
16b
16a
IL4
IL8
23
MR1
24H
24A
IL
Z
P1
(50A)
24B
DV(PP)
Y
X

[図5]

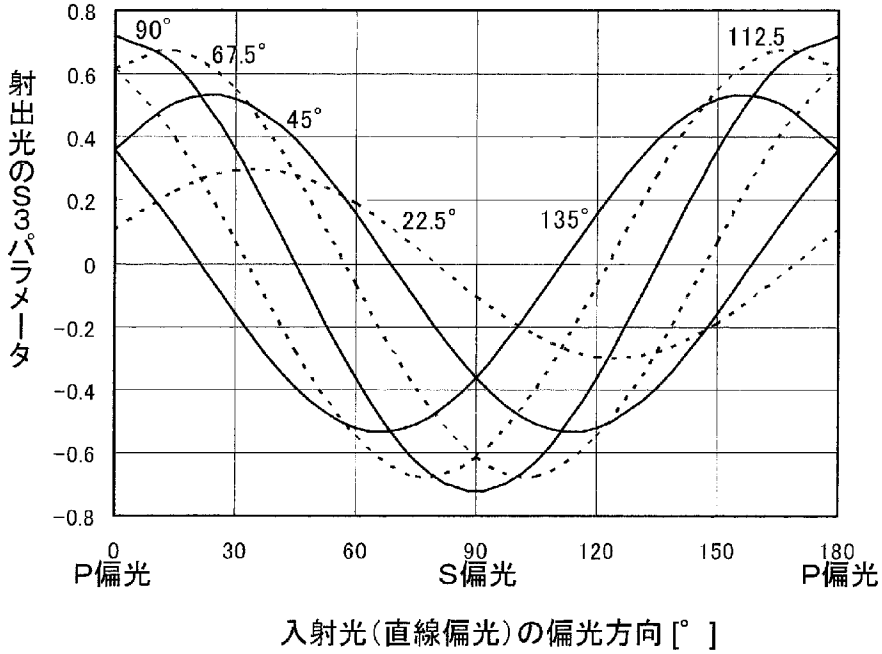

スタート
レチクルのロード及び照明条件の読込み
102
照明瞳の複数の偏光方向別の照射領域の面積比に
応じた偏光制御系の駆動
104
偏光方向別の照射領域に対応するSLMの
複数のアレイ領域毎にミラー要素の角度の個別の設定
106
ウエハのロード
108
光源からの照明光の照射
110
SLMにおけるミラー要素のアレイによる照明光の
設定された方向への反射
112
第1の旋光子板による一部の光の偏光方向の回転
114
偏光制御系における8種類の
偏光成分への変換
116
第2の旋光子板による偏光方向の戻し
118
照明瞳の形成及びレチクル面の照明
120
ウエハの露光
122
Yes
次のウエハを
露光するか？
124
No
終　了

[図6]

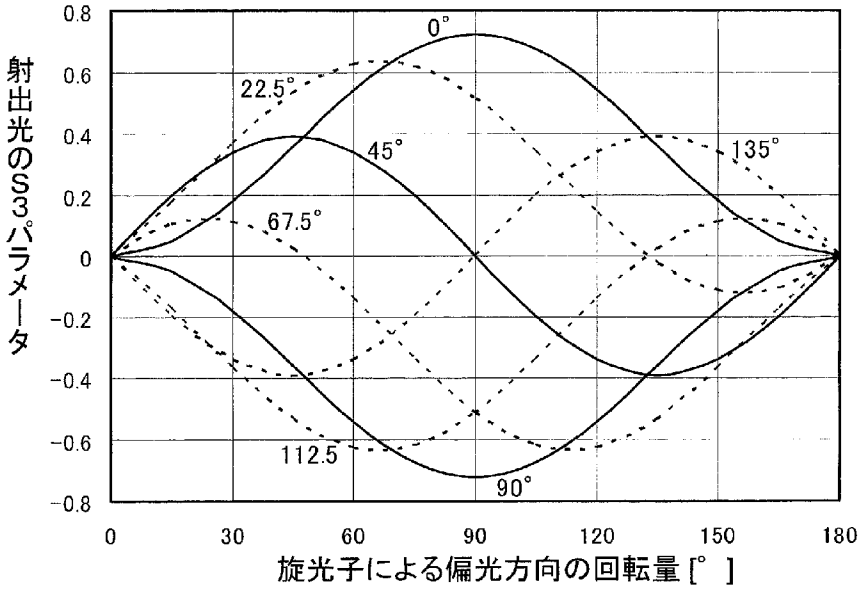

(A)
Y
X
53x
53s
AR
53
AC
IPP
53y
53c
(B)
Y
X
53x
53s
AR
53A
ACE
IPP
53c
53y
(C)
2b
(D)
Z
θ
Y
φ
X
30

[図7]

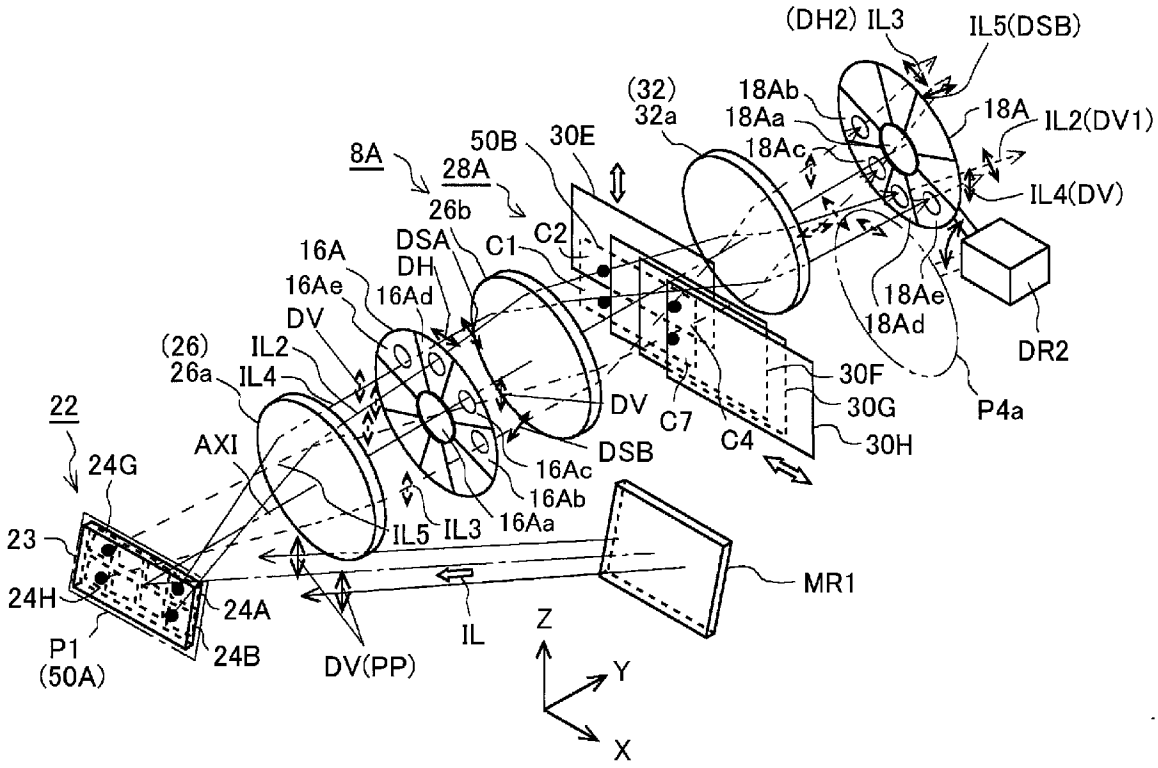
(A)


射出光のS3パラメータ
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
90°
67.5°
45°
22.5°
135°
112.5
0
30
60
90
120
150
180
P偏光
S偏光
P偏光
入射光(直線偏光)の偏光方向[°]

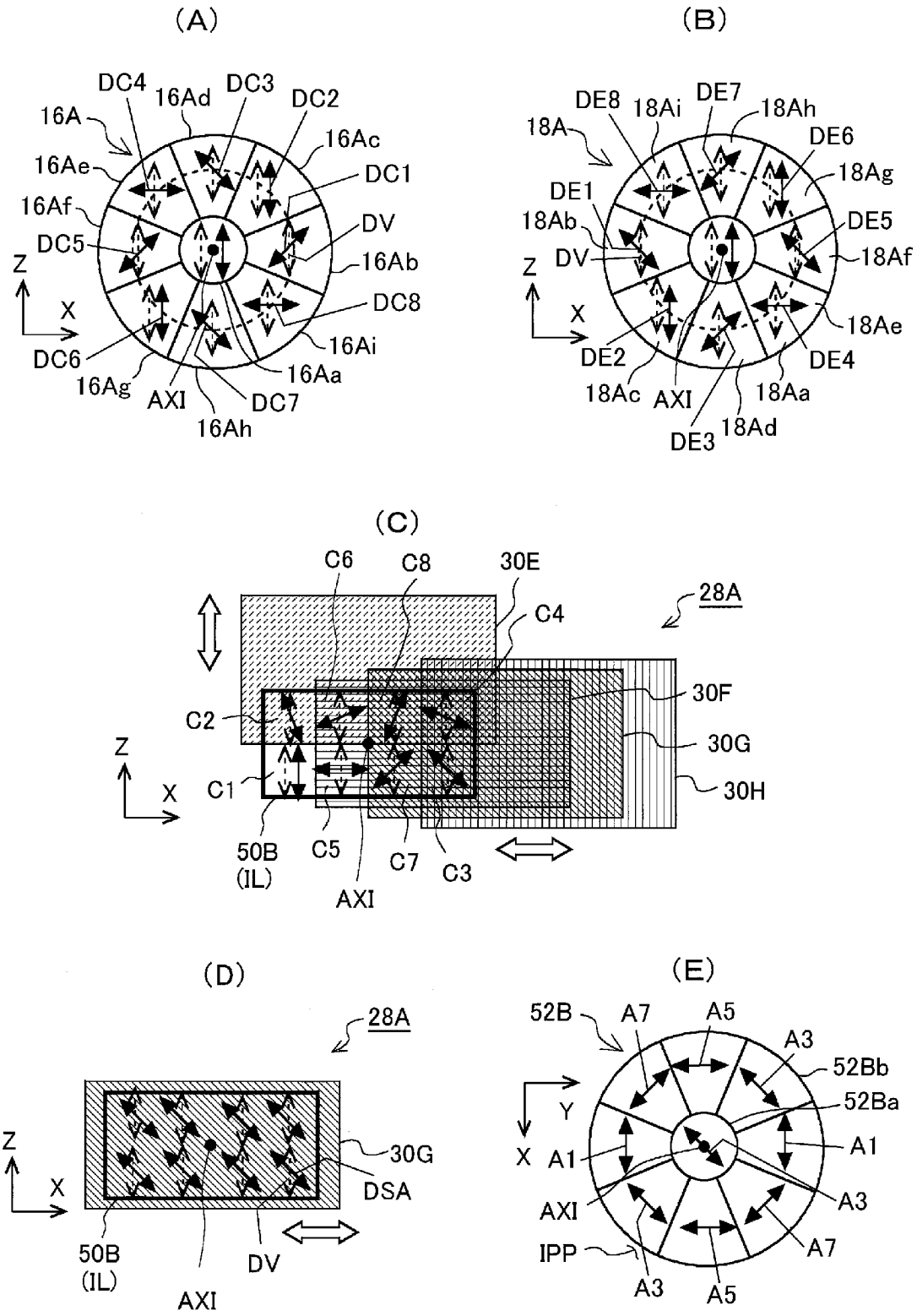
(B)


射出光のS3パラメータ
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
0°
22.5°
45°
67.5°
135°
112.5
90°
0
30
60
90
120
150
180
旋光子による偏光方向の回転量[°]

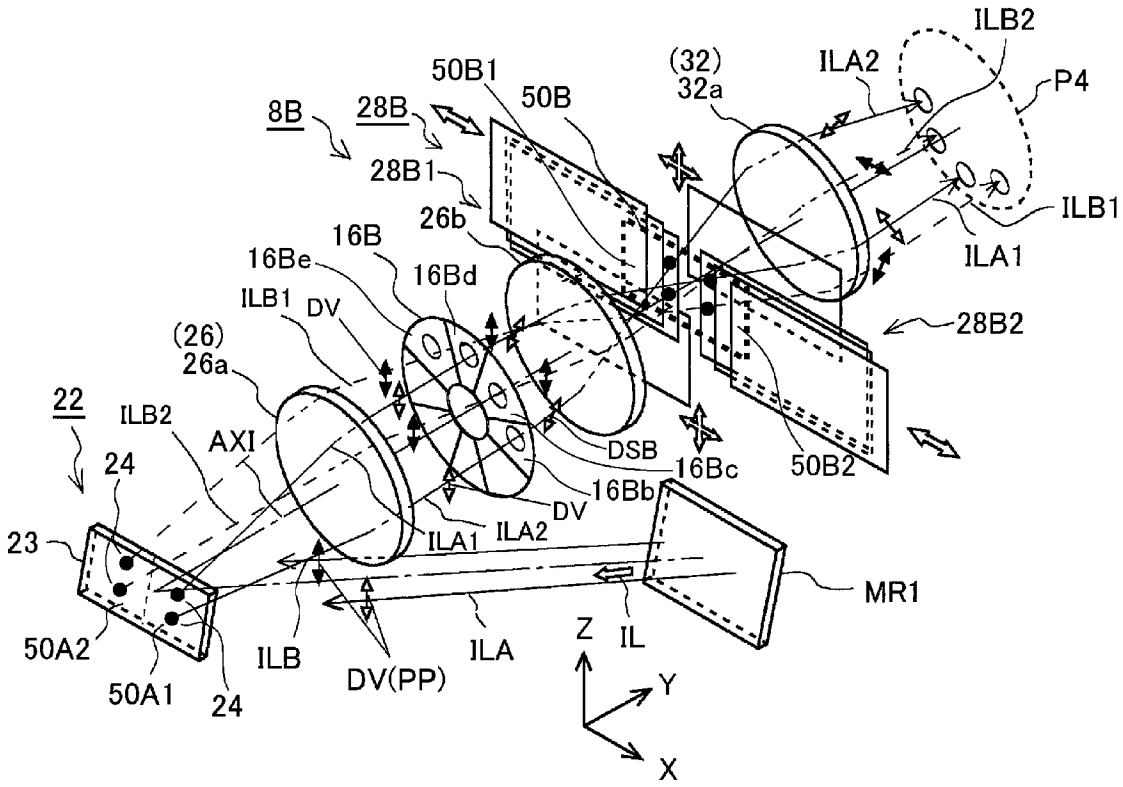
[図8]


(DH2) IL3
IL5(DSB)
(32)
32a
18Ab
18Aa
18Ac
18A
IL2(DV1)
IL4(DV)
8A
28A
26b
50B
30E
16A
DSA
DH
C1
C2
16Ae
16Ad
DV
18Ae
18Ad
DR2
(26)
26a
IL2
IL4
30F
30G
30H
P4a
22
24G
AXI
DV
C7
C4
DSB
16Ac
16Ab
16Aa
IL5
IL3
23
MR1
24H
24A
24B
P1
(50A)
DV(PP)
IL
Z
Y
X

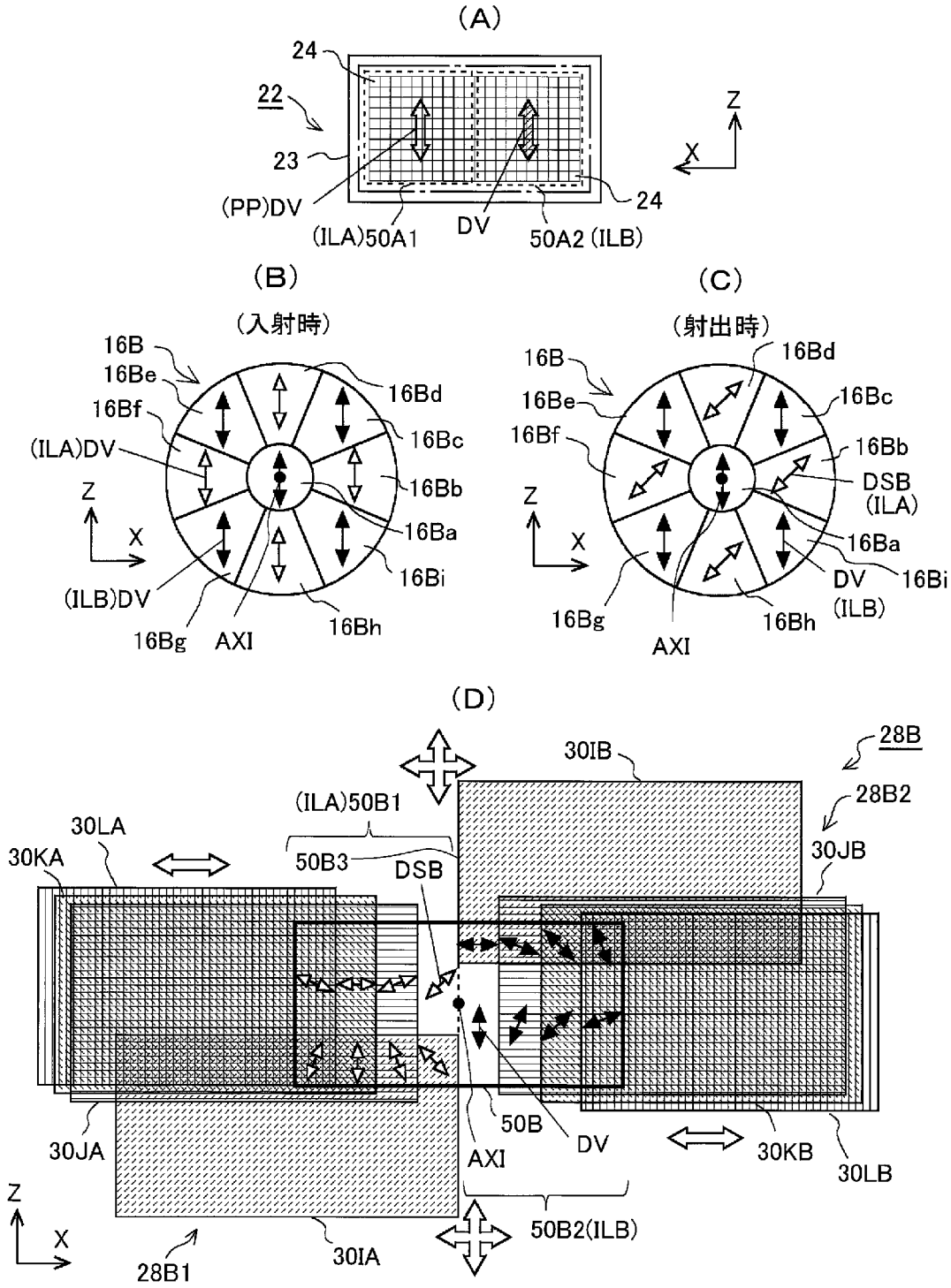
[図9]


(A)
DC4
16Ad
DC3
DC2
16A
16Ac
16Ae
DC1
16Af
DV
DC5
16Ab
Z
X
DC8
16Ai
DC6
16Aa
16Ag
AXI
DC7
16Ah
(B)
DE8
18Ai
DE7
18Ah
18A
DE6
18Ag
DE1
DE5
18Ab
DV
18Af
Z
X
18Ae
DE2
DE4
18Ac
AXI
18Aa
DE3
18Ad
(C)
C6
C8
30E
28A
C4
30F
C2
30G
Z
X
C1
30H
50B
(IL)
C5
C7
C3
AXI
(D)
28A
Z
30G
X
DSA
50B
(IL)
DV
AXI
(E)
52B
A7
A5
A3
52Bb
52Ba
Y
X
A1
A1
AXI
A3
IPP
A7
A3
A5

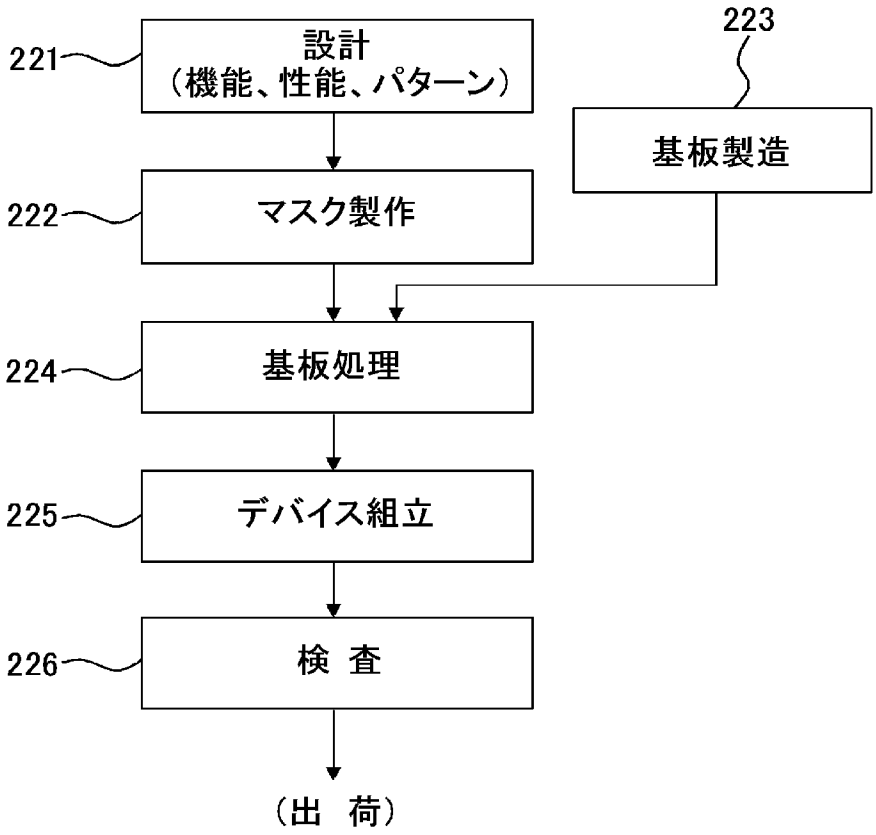
[図10]


ILB2
50B1
(32)
ILA2
P4
8B
28B
50B
32a
28B1
26b
ILB1
16B
16Be
16Bd
ILA1
ILB1
DV
28B2
(26)
26a
22
ILB2
AXI
DSB
16Bc
50B2
24
16Bb
DV
23
ILA1
ILA2
MR1
50A2
ILB
DV(PP)
ILA
Z
IL
Y
50A1
24
X

[図11]


(A)
24
22
23
(PP)DV
(ILA)50A1
DV
50A2 (ILB)
24
Z
X
(B)
(入射時)
16B
16Be
16Bf
(ILA)DV
16Bd
16Bc
16Bb
16Ba
16Bi
16Bh
16Bg
AXI
(ILB)DV
Z
X
(C)
(射出時)
16B
16Be
16Bf
16Bd
16Bc
16Bb
DSB
(ILA)
16Ba
DV
(ILB)
16Bi
16Bh
16Bg
AXI
Z
X
(D)
28B
30IB
28B2
(ILA)50B1
30LA
30KA
50B3
DSB
30JB
30JA
50B
DV
AXI
30KB
30LB
50B2(ILB)
30IA
28B1
Z
X

[図12]


221
設計
（機能、性能、パターン）
223
基板製造
222
マスク製作
224
基板処理
225
デバイス組立
226
検 査
（出 荷）

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/081125

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L21/027(2006.01)i, *G02B5/30*(2006.01)i, *G02B17/08*(2006.01)i, *G02B19/00*(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)
H01L21/027, G02B5/30, G02B17/08, G02B19/00, 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.
A	JP 2012-074694 A (Nikon Corp.), 12 April 2012 (12.04.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-41
A	JP 2012-199552 A (Nikon Corp.), 18 October 2012 (18.10.2012), entire text; all drawings; particularly, fig. 9 & US 2009/0109417 A1 & EP 2203778 A & WO 2009/054541 A2 & CN 101765799 A & KR 10-2010-0084559 A & TW 200935180 A & SG 185334 A	1-41

☒ 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
14 February, 2014 (14.02.14)	25 February, 2014 (25.02.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/081125

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	JP 2012-256742 A (Nikon Corp.), 27 December 2012 (27.12.2012), entire text; all drawings; particularly, fig. 22 (Family: none)	1-41

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０８１１２５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/027(2006.01)i, G02B5/30(2006.01)i, G02B17/08(2006.01)i, G02B19/00(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.　H01L21/027, G02B5/30, G02B17/08, G02B19/00, 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
A	JP 2012-074694 A (株式会社ニコン) 2012.04.12, 全文、全図（ファミリーなし）	1-41
A	JP 2012-199552 A (株式会社ニコン) 2012.10.18, 全文全図、特に【図９】 & US 2009/0109417 A1 & EP 2203778 A & WO 2009/054541 A2 & CN 101765799 A & KR 10-2010-0084559 A & TW 200935180 A & SG 185334 A	1-41

☑　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	国際調査報告の発送日
１４．０２．２０１４	２５．０２．２０１４

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　４８４１
関口　英樹
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
P, A	JP 2012-256742 A（株式会社ニコン）2012.12.27, 全文全図、特に【図２２】（ファミリーなし）	1-41