

(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
2012 年 10 月 11 日(11.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/137842 A1

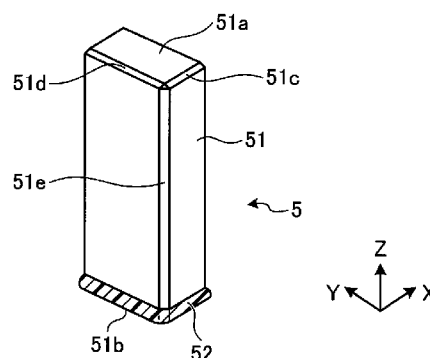
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)
G02B 5/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/059245
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 4 日(04.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-083166 2011 年 4 月 4 日(04.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 奈良 圭(NARA, Kei) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, MD, 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),

[続葉有]

(54) Title: ILLUMINATION APPARATUS, EXPOSURE APPARATUS, DEVICE PRODUCTION METHOD, LIGHT-GUIDING OPTICAL ELEMENT, AND METHOD FOR PRODUCING LIGHT-GUIDING OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 照明装置、露光装置、デバイス製造方法、導光光学素子及び導光光学素子の製造方法

[図7A]



(57) Abstract: Provided is an illumination apparatus for irradiating a surface to be irradiated with illuminating light, the illumination apparatus being provided with: a light-guiding optical element having a first surface and second surface, the light-guiding optical element guiding the illuminating light that has entered from the first surface, and allowing the light to exit from the second surface; and a focusing optical system for optically coupling the second surface and the surface to be irradiated, and focusing the illuminating light that has exited the second surface onto the surface to be irradiated. The light-guiding optical element includes: a columnar optical member of columnar form having the first surface and the second surface as the respective end surfaces thereof, at least a portion of the illuminating light that has entered from the first surface undergoing total reflection by the side surface and exiting from the second surface; and a sheath member for sheathing at least a portion of the side surface around the second surface. The sheath member has a refractive index that allows the illuminating light to undergo total reflection in that portion of the sheathed side surface where the side surface is covered by the sheath member.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/137842 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

被照射面に照明光を照射する照明装置であって、第 1 面および第 2 面を有し、前記第 1 面から入射した前記照明光を導光して前記第 2 面から出射させる導光光学素子と、前記第 2 面と前記被照射面とを光学的に共役にし、前記第 2 面から出射した前記照明光を前記被照射面に集光させる集光光学系と、を備え、前記導光光学素子は、前記第 1 面および前記第 2 面をそれぞれ端面として柱状に形成され、前記第 1 面から入射した前記照明光の少なくとも一部を側面により全反射させて前記第 2 面から出射させる柱状光学部材と、前記第 2 面の周囲の前記側面のうち少なくとも一部に被覆された被覆部材と、を含み、前記被覆部材は、前記側面のうち該被覆部材に覆われた被覆側面部において前記照明光が全反射可能な屈折率を有する。

明 細 書

発明の名称：

照明装置、露光装置、デバイス製造方法、導光光学素子及び導光光学素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光を導く導光光学素子、導光光学素子を備える照明装置、この照明装置を備える露光装置、この露光装置を利用してデバイスを製造するデバイス製造方法、及び導光光学素子の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 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（以下、デバイスと総称）は、マスク又はレチクル（以下、マスクと総称）上に形成されたパターンをガラスプレート又はウエハ（以下、基板と総称）上に転写するフォトリソグラフィ技術を利用して製造される。このフォトリソグラフィ技術で使用される露光装置は、マスクを支持して移動するマスクステージと、基板を支持して移動する基板ステージとを備え、マスクステージと基板ステージとを逐次移動しながら投影光学系を介して、マスク上に形成されたパターンを基板上に転写するものである。

[0003] デバイスを高速で動作させるためには、パターンの線幅を所定値に均一に基板上に転写する必要がある。また、パターンの線幅を所定値に均一に転写するためには、露光装置の露光視野全面における露光強度分布を均一にする必要がある。このため、露光装置の照明光学系には、フライアイインテグレータやロッドインテグレータ等の照度均一化部材が設けられている。このうち、ロッドインテグレータとは、石英ガラス等のガラス部材や光学結晶からなる細長い4角柱形状の固形部材であり、ロッドインテグレータを用いることによって、良好な照度均一性を達成することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-116831号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、ロッドインテグレートはガラス部材や光学結晶等の破損しやすい材料によって形成されていることから、その取り扱いを容易にするために、ロッドインテグレートの各エッジ部（縁部）に対して面取り加工が施されている。ところが、ロッドインテグレートの出射面のエッジ部に対し面取り加工を施した場合、その出射面と光学的に共役な面における照明領域では、照明領域のエッジ部のコントラストが低下するとともに、照明領域の照度均一性がエッジ部において悪化する。このため、従来の露光装置では、照度均一化部材としてロッドインテグレートを利用する場合、例えばロッドインテグレートとマスク（被照射面）との間にブラインド（視野絞り）を設け、ロッドインテグレートの出射面とブラインドとマスクとを互いに光学的に共役な関係にする光学系（以下、ブラインド光学系と呼ぶ）を配置することによってマスク上の照明領域のエッジ部のコントラストを高めるようにしている。

[0006] しかしながら、このような露光装置の構成によれば、ロッドインテグレートの出射面のエッジ部近傍から出射される光をブラインドによって遮光することとなり、ロッドインテグレートの出射面全体を照明領域の形成に寄与させられないために照明効率が低下する。このような背景から、ブラインドを用いることなく、エッジ部のコントラストが高い照明領域を形成可能な技術の提供が期待されていた。

[0007] 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、ブラインドを用いることなく、エッジ部のコントラストが高い照明領域を形成可能な照明装置、この照明装置を備える露光装置、この露光装置を利用してデバイスを製造するデバイス製造方法、ブラインドを用いることなくエッジ部のコントラストが高い照明領域を形成するのに有効な導光光学素子、及びこの導光光学素子の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

〔0008〕本発明の第1の態様に係る照明装置は、被照射面に照明光を照射する照明装置であって、第1面および第2面を有し、前記第1面から入射した前記照明光を導光して前記第2面から出射させる導光光学素子と、前記第2面と前記被照射面とを光学的に共役にし、前記第2面から出射した前記照明光を前記被照射面に集光させる集光光学系と、を備え、前記導光光学素子は、前記第1面および前記第2面をそれぞれ端面として柱状に形成され、前記第1面から入射した前記照明光の少なくとも一部を側面により全反射させて前記第2面から出射させる柱状光学部材と、前記第2面の周囲の前記側面のうち少なくとも一部に被覆された被覆部材と、を含み、前記被覆部材は、前記側面のうち該被覆部材に覆われた被覆側面部において前記照明光が全反射可能な屈折率を有する。

〔0009〕本発明の第2の態様に係る露光装置は、マスクに形成されたパターンを介して基板を露光する露光装置であって、前記パターンを照明する本発明の第1の態様に係る照明装置を備える。

〔0010〕本発明の第3の態様に係るデバイス製造方法は、本発明の第2の態様に係る露光装置を用いて基板を露光することと、露光された前記基板を現像することと、を含む。

〔0011〕本発明の第4の態様に係る導光光学素子は、互いに向かい合う第1面と第2面とを有し、柱状に形成される柱状光学部材と、前記第1面及び前記第2面の周囲の側面のうち少なくとも一部に被覆された被覆部材と、を含み、前記被覆部材は、前記側面のうち該被覆部材に覆われた被覆側面部において前記光が全反射可能な屈折率を有する。

〔0012〕本発明の第5の態様に係る導光光学素子は、第1面および第2面を有し、前記第1面から入射した光を導光して前記第2面から出射させる導光光学素子であって、前記第1面および前記第2面をそれぞれ端面として柱状に形成され、前記第1面から入射した前記照明光の少なくとも一部を側面により全反射させて前記第2面から出射させる柱状光学部材と、前記第2面の周囲の

前記側面のうち少なくとも一部に被覆された被覆部材と、を含み、前記被覆部材は、前記側面のうち該被覆部材に覆われた被覆側面部において前記光が全反射可能な屈折率を有する。

〔0013〕 本発明の第6の態様に係る導光光学素子の製造方法は、第1面と前記第1面に対する側面が研磨され、前記第1面の前記側面との接続部にエッジ部に対して面取り加工部が設けられた柱状光学部材を用意することと、前記第1面のエッジ部の周囲の前記側面のうち少なくとも一部を被覆部材により被覆することと、前記第1面を前記被覆部材とともに研磨して該第1面のエッジ部の前記面取り加工部を除去することと、を含み、前記被覆部材は、前記側面のうち該被覆部材に覆われた被覆側面部において前記光が全反射可能な屈折率を有する。

〔0014〕 本発明の第7の態様に係る導光光学素子の製造方法は、第1面および第2面を有し、前記第1面から入射した光を導光して前記第2面から出射させる導光光学素子の製造方法であって、前記第1面および前記第2面に対する側面が研磨され、前記第2面のエッジ部に対して面取り加工部が設けられた柱状光学部材を用意することと、前記第2面のエッジ部の周囲の前記側面のうち少なくとも一部を被覆部材により被覆することと、前記第2面を前記被覆部材とともに研磨して該第2面のエッジ部の前記面取り加工部を除去することと、を含み、前記被覆部材は、前記側面のうち該被覆部材に覆われた被覆側面部において前記光が全反射可能な屈折率を有する。

発明の効果

〔0015〕 本発明の態様によれば、ブラインドを用いることなく、エッジ部のコントラストが高い照明領域を形成可能な照明装置、この照明装置を備える露光装置、この露光装置を利用してデバイスを製造するデバイス製造方法、ブラインドを用いることなくエッジ部のコントラストが高い照明領域を形成するのに有効な導光光学素子、及びこの導光光学素子の製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

〔0016〕〔図1〕 図1は、本発明の一実施形態である露光装置の概略構成を示す斜視図で

ある。

[図2]図2は、投影光学系の構成を示す断面図である。

[図3]図3は、マスクの構成を示す平面図である。

[図4]図4は、第1列の投影光学系のマスク上の視野及びプレート上の像野と第2列の投影光学系のマスク上の視野及びプレート上の像野との関係を説明するための平面図である。

[図5]図5は、従来のロッドインテグレータの構成を示す斜視図である。

[図6]図6は、従来のロッドインテグレータの問題点を説明するための説明図である。

[図7A]図7Aは、本発明の一実施形態であるロッドインテグレータの構成を示す斜視図である。

[図7B]図7Bは、図7Aに示すロッドインテグレータの底面図である。

[図8]図8は、本発明の一実施形態であるロッドインテグレータの効果を説明するための説明図である。

[図9]図9は、被覆部材の屈折率を算出するための概念図である。

[図10]図10は、本発明の一実施形態であるロッドインテグレータの製造工程の流れを示す工程図である。

[図11]図11は、図7A及び図7Bに示すロッドインテグレータの変形例の構成を示す側面図である。

[図12]図12は、図7A及び図7Bに示すロッドインテグレータの変形例の構成を示す側面図である。

[図13A]図13Aは、ロッドインテグレータの変形例の構成を示す斜視図である。

[図13B]図13Bは、図13Aに示すロッドインテグレータの底面図である。

[図13C]図13Cは、図13Aに示すロッドインテグレータの側面図である。

[図14]図14は、加工前のロッド状部材の構成を示す斜視図である。

[図15]図15は、製造途中のロッドインテグレータの構成を示す斜視図である。

[図16A]図16Aは、製造途中のロッドインテグレータの構成を示す斜視図である。

[図16B]図16Bは、図16Aに示すロッドインテグレータの α 面断面図である。

[図16C]図16Cは、図16Aに示すロッドインテグレータの側面図である。

[図17A]図17Aは、製造途中のロッドインテグレータの構成を示す底面図である。

[図17B]図17Bは、図17Aに示すロッドインテグレータの側面図である。

[図18]図18は、製造途中のロッドインテグレータの構成を示す斜視図である。

[図19]図19は、本発明の他の実施形態であるロッドインテグレータの製造工程の流れを示す工程図である。

[図20]図20は、ロッドインテグレータの変形例の構成を示す斜視図である。

[図21A]図21Aは、製造途中のロッドインテグレータの側面図である。

[図21B]図21Bは、製造途中のロッドインテグレータの構成を示す底面図である。

[図22]図22は、デバイスの製造工程の一例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

[0017] 以下、図面を参照して、本発明の一実施形態である露光装置の構成について説明する。なお、図面は模式的なものを含み、図面相互間において互いの寸法の関係や比率が実際のものと異なる部分が含まれる。

[0018] [露光装置の構成]

図1は、本発明の一実施形態である露光装置の概略構成を示す斜視図である。図1に示すように、本発明の一実施形態である露光装置は、ステップ・アンド・スキャン方式の走査型の投影露光装置（走査型露光装置）であり、マスクMのパターンを照明する複数の部分照明光学系IL1～IL7を含む照明装置IUと、マスクMを保持して移動する図示しないマスクステージと

、マスクMのパターンの拡大像をプレートP上に投影する複数の反射屈折型の投影光学系PL1～PL7を含む投影光学装置PLと、プレートPを保持して移動する図示しないプレートステージと、マスクステージ及びプレートステージを駆動するリニアモータ等を含む図示しない駆動機構と、駆動機構等の動作を統括的に制御する図示しない主制御系と、を備えている。プレートPとしては、液晶表示素子製造用のフォトリソグが塗布された1辺の長さ又は対角長が500mmより大きい矩形平板状のガラスプレート、薄膜磁気ヘッド製造用のセラミックス基板、半導体素子製造用の円形の半導体ウェハ等を例示することができる。

[0019] 以下の説明では、図1中に設定したXYZ直交座標系を参照しつつ各部材の位置関係について説明する。このXYZ直交座標系は、X軸及びY軸がプレートPに対して平行となるように設定され、Z軸がプレートPに対して直交する方向に設定されている。図1中のXYZ座標系は、一例として、XY平面が水平面に平行に設定され、Z軸が鉛直方向に設定される。また、本実施形態では、マスクM及びプレートPを所定の対応関係で移動する方向（走査方向）をX方向に設定している。

[0020] 照明装置IUは、7つの部分照明光学系（以下、部分照明光学系IL1，IL2，IL3，IL4，IL5，IL6，IL7という）を備えている。部分照明光学系IL1～IL7を通過した照明光はそれぞれ、マスクM上の対応する照明領域V1，V2，V3，V4，V5，V6，V7をほぼ均一に照明する。マスクM上の複数の照明領域、すなわち部分照明光学系IL1～IL7によって照明される照明領域からの照明光は、各照明領域に対応するように配列されマスクMのパターンの一部の像をプレートP上にそれぞれ投影する7つの投影光学系（以下、投影光学系PL1，PL2，PL3，PL4，PL5，PL6，PL7という）のそれぞれに入射する。投影光学系PL1～PL7は、それぞれマスクMのパターン面のパターンの像をプレートPの上面の感光面（フォトリソグが塗布された面）に結像する。

[0021] マスクMは、図示しないマスクホルダを介して図示しないマスクステージ

上に吸着保持されている。マスクステージの位置は図示しないマスクM側のレーザ干渉計によって計測されている。プレートPは図示しないプレートホルダを介して図示しないプレートステージ上に吸着保持され、プレートステージには移動鏡50が設けられている。移動鏡50を介してそのプレートステージの位置が図示しないプレートP側のレーザ干渉計によって計測されている。そのマスクM側及びプレートP側のレーザ干渉計の計測値に基づいて、図示しない主制御系が図示しない駆動機構を介してマスクステージ及びプレートステージの位置、姿勢及び動作を制御する。

[0022] 部分照明光学系IL1～IL7のうちの第1列の部分照明光学系IL1, IL3, IL5, IL7は、走査方向と直交する非走査方向(Y方向)に沿って所定間隔置きに配置され、部分照明光学系IL1, IL3, IL5, IL7に対応して設けられている第1列の投影光学系PL1, PL3, PL5, PL7も同様に、投影光学装置PL内で非走査方向に沿って所定間隔置きに配置されている。第2列の部分照明光学系IL2, IL4, IL6は、第1列に対して+X方向側、且つ、非走査方向に沿って所定間隔置きに配置され、部分照明光学系IL2, IL4, IL6に対応して設けられている第2列の投影光学系PL2, PL4, PL6も、第1列に対して+X方向側、且つ、非走査方向に沿って所定間隔置きに配置されている。

[0023] 各部分照明光学系は、露光光源2(2a～2f)としてArF(アルゴンフッ素)エキシマーレーザ(波長193nm)を備えている。露光光源としては、その他にF₂(フッ素分子)レーザ(波長157nm)、Kr₂(クリプトン分子)レーザ(波長146nm)、Ar₂(アルゴン分子)レーザ(波長126nm)、YAGレーザの高調波発生光源、固体レーザ(半導体レーザ等)の高調波発生装置等を使用することができる。さらに、露光光源として、KrF(クリプトンフッ素)エキシマーレーザ(波長247nm)や水銀ランプ等も使用できる。

[0024] 露光光源2(2a～2f)から射出された照明光は、光ファイバ3(3a～3f)及びリレーレンズ4(4a～4f)を介して照明系光軸の方向に延

在するロッド状（四角柱状）のロッドインテグレータ5（5 a～5 f）の入射面に入射する。ロッドインテグレータ5（5 a～5 f）内を直進又はロッドインテグレータ5（5 a～5 f）の側面で内面反射された照明光はロッドインテグレータ5（5 a～5 f）の出射面から出射される。ロッドインテグレータ5（5 a～5 f）の出射面は、レンズ6（6 a～6 f）とレンズ7（7 a～7 f）とを含む集光光学系により、マスクMのパターン面（パターンが形成された面）に対する共役面（結像関係にある面）に配置されている。ロッドインテグレータ5（5 a～5 f）から出射された照明光は、レンズ6（6 a～6 f）及びレンズ7（7 a～7 f）を介してマスクMを照明する。なお、レンズ6とレンズ7とを含む集光光学系は、好ましくは両側テレセントリックな光学系（すなわち、ロッドインテグレータ5側およびマスクM側にテレセントリックな光学系）とされる。ロッドインテグレータ5（5 a～5 f）の構成については後述する。

[0025] 第1列の投影光学系PL1, PL3, PL5, PL7は、それぞれマスクMのパターン面上の非走査方向に平行な直線に沿って所定間隔を置きに配置された視野を持ち、その各視野内に設けられる照明領域V1, V3, V5, V7内に位置するマスクMのパターンの像を、プレートPの上面上の非走査方向に平行な直線に沿って所定間隔置きに配列された像野（投影領域）I1, I3, I5, I7にそれぞれ形成する。また、第2列の投影光学系PL2, PL4, PL6は、それぞれマスクMのパターン面上の非走査方向に平行な直線に沿った所定間隔おきに配置された視野を持ち、その各視野内に設けられる照明領域V2, V4, V6内に位置するマスクMのパターンの像を、プレートPの上面上の非走査方向に平行な直線に沿って所定間隔置きに配列された像野（投影領域）I2, I4, I6（I2, I4は不図示）にそれぞれ形成する。

[0026] 第1列及び第2列の投影光学系の間には、プレートPの位置合わせに使用する位置検出装置としてのオフアクシスのアライメント系52と、マスクM及びプレートPのフォーカス位置（Z方向の位置）を合わせるために使用する

るフォーカス検出装置としてのオートフォーカス系54とが配置されている。本実施形態の投影光学系PL1～PL7は、それぞれマスクM上における照明領域内のパターンの拡大像である一次像をプレートP上の像野内に形成する反射屈折型の投影光学系であり、その走査方向（X方向）における拡大倍率が+1倍を超え、且つ、非走査方向（Y方向）における拡大倍率は-1を下回る。言い換えると、投影光学系PL1～PL7は、それぞれマスクMのパターンの走査方向に正立で、且つ、非走査方向に倒立の拡大像をプレートP上に形成する。走査方向及び非走査方向の拡大倍率の絶対値は、一例として2.5程度である。

[0027] 本実施形態では、第1列の投影光学系PL1, PL3, PL5, PL7は互いに同一構成であり、第2列の投影光学系PL2, PL4, PL6は互いに同一構成である。そこで、以下では代表として第1列及び第2列の2つの投影光学系PL1, PL2の構成について説明する。

[0028] 図2は、図1中の2つの投影光学系PL1, PL2の構成を示す断面図である。図2に示すように、投影光学系PL1は、マスクMとプレートPとの間の光路中に配置される凹面反射鏡CCMaと、マスクMと凹面反射鏡CCMaとの間の光路中に配置されたZ軸に平行な光軸AX11を持つ第1レンズ群G1aと、第1レンズ群G1aと凹面反射鏡CCMaとの間の光路中に配置される第2レンズ群G2aと、第2レンズ群G2aとプレートPとの間の光路中に配置され、第2レンズ群G2aから+Z方向に進行する光を-X方向に光軸AX11を横切るように光軸AX12に沿って偏向する第1偏向部材FM1aと、第1偏向部材FM1aとプレートPとの間の光路中に配置され、第1偏向部材FM1aから-X方向に進行する光を-Z方向に偏向する第2偏向部材FM2aと、第2偏向部材FM2aとプレートPとの間の光路中に配置され、第1レンズ群G1aの光軸AX11と平行な光軸AX13を有する第3レンズ群G3aと、を備えている。第2レンズ群G2a及び凹面反射鏡CCMaの光軸は、第1レンズ群G1aの光軸AX11と共通である。

[0029] 2つの偏向部材FM1a及びFM2aは、例えば投影光学系PL1の視野内の所定の点（例えば中心）から発した後、第2レンズ群G2aを経てほぼ+Z方向に進行する光をほぼ-X方向に移送した後にほぼ-Z方向に沿って進行させて、像野上の共役点に導く第1光束移送部を構成している。投影光学系PL1は、一例として、マスクMと凹面反射鏡CCMaとの距離よりもマスクMとプレートPとの距離のほうが大きくなるように、且つ、マスクM側の作動距離よりもプレートP側の作動距離が大きくなるように、凹面反射鏡CCMa、第1レンズ群G1a、第2レンズ群G2a、第3レンズ群G3a、及び偏向部材FM1a、FM2aが配置されている。

[0030] 凹面反射鏡CCMaと第2レンズ群G2aとの間の光路中、すなわち凹面反射鏡CCMaの反射面の近傍には、投影光学系PL1のプレートP側の開口数を決定するための開口絞りASAが備えられている。開口絞りASAは、マスクM側及びプレートP側が略テレセントリックとなるように位置決めされている。開口絞りASAの位置は投影光学系PL1の瞳面とみなすことができる。投影光学系PL1において、第1レンズ群G1a及び第3レンズ群G3aはともに正の屈折力を持ち、第2レンズ群G2aは正又は負の屈折力を持つ。第3レンズ群G3aの焦点距離f3は第1レンズ群G1aの焦点距離f1よりも長く設定されている。第3レンズ群G3aを構成するレンズの光軸AX13から外周までの距離（半径）は、第1レンズ群G1aを構成するレンズの光軸AX11から外周までの距離（半径）よりも大きい。

[0031] 投影光学系PL1は、凹面反射鏡CCMaを用いた軸外れ光学系であり、有効な結像光束は、第1レンズ群G1a及び第3レンズ群G3aの各レンズでは光軸AX11及びAX13に対して-X方向側の半面内を通過する。そこで、本実施形態では、より大型のレンズから構成される第3レンズ群G3aの各レンズに対して、結像光束が通過しない部分である光軸AX13から+X方向側の半分を切断している。このため、図2及び以降で参照する図面では、ほぼ光軸から半分側を削除したレンズのみからなるレンズ群（G3a、G3b等）を、光軸に対して半分側（切断した側）が無いレンズ群で表し

ている。この結果、第3レンズ群G 3 aを構成する全部のレンズは、光軸A X 1 3 から+ X方向側の半分が無い、回転非対称な外形を有している。

[0032] 投影光学系P L 2は、投影光学系P L 1と走査方向に関して対称的に配置された構成（図2の紙面内において投影光学系P L 1をZ軸に平行な軸の周りに180°回転した構成）を有し、投影光学系P L 1と同様にマスクM上における視野内のパターンの拡大像である一次像をプレートP上の像野内に形成する反射屈折型の投影光学系である。すなわち、投影光学系P L 2は、投影光学系P L 1と同様に、Z軸に平行な光軸A X 2 1に沿って配置された第1レンズ群G 1 b、第2レンズ群G 2 b、及び凹面反射鏡C C M bと、Z軸に平行な光軸A X 2 3を持つ第3レンズ群G 3 bと、第2レンズ群G 2 bから+ Z方向に向かう光束を光軸A X 2 2に沿って+ X方向に折り曲げる第1偏向部材F M 1 bと、その+ X方向に向かう光束を- Z方向に折り曲げる第2偏向部材F M 2 bと、投影光学系P L 2の瞳面に配置された開口絞りA S bとを備えている。2つの偏向部材F M 1 b、F M 2 bは、投影光学系P L 2の視野内の所定の点（例えば中心）から発した後、第2レンズ群G 2 bを経てほぼ+ Z方向に進行する光をほぼ+ X方向に移送した後に、ほぼ- Z方向に沿って進行させて像野上の共役点に導く第2光束移送部を構成している。

[0033] 投影光学系P L 1の第3レンズ群G 3 aと同様に、投影光学系P L 2の第3レンズ群G 3 bを構成する全部のレンズは、光軸A X 2 3から- X方向側の半分が無い、回転非対称な外形を有している。光軸A X 1 1、A X 1 3及びA X 2 1、A X 2 3はZ軸にほぼ平行でもよく、光軸A X 1 2及びA X 2 2はX軸にほぼ平行でもよい。

[0034] 図3は、本発明の一実施形態である露光装置に用いられるマスクMの構成を示す平面図である。図3に示すように、マスクMは、非走査方向（Y方向）に沿って配置されて、図1の投影光学系P L 1～P L 7に対応する台形状（円弧状、又は端部が三角形状等でもよい、以下同様）の照明領域V 1～V 7が位置決めされる7列の列パターン部M 1 0～M 1 6を備えている。照明

領域V 1～V 7が台形状であるのは、継ぎ誤差を低減するために、照明領域V 1～V 7の端部のパターンの像をプレートP上に重ねて露光するためである。そのため、列パターン部M 1 0～M 1 6の両端部には交互に同じパターンが形成されている。但し、Y方向の両端部の照明領域V 1，V 7の内側のエッジ部の像は重ねては露光されない部分であるため（非走査方向には倒立像となるため）、X軸に平行な直線状となっている。

[0035] マスクM上の照明領域V 1，V 2のY方向の両端部のエッジを規定するために、部分照明光学系I L 1 1，I L 2等の中には、図示しない照明視野絞りが例えばロッドインテグレータ5の出射面近傍に配置されている。図4は、第1列の投影光学系P L 1，P L 3に対応するマスクM上の照明領域V 1，V 3及びプレートP上の像野（投影領域）I 1，I 3と、第2列の投影光学系P L 2に対応するマスクM上の照明領域V 2及びプレートP上の像野I 2との関係を説明するための平面図である。図4において、照明領域V 1，V 2，V 3内のパターンをX方向に正立で、Y方向に倒立で拡大した像が像野I 1，I 2，I 3内に形成される。照明領域V 1及び像野I 1はそれぞれ、光軸A X 1 1，A X 1 3から-X方向に外れており、照明領域V 2及び像野I 2はそれぞれ、光軸A X 2 1，A X 2 3から+X方向に外れている。従って、第3レンズ群G 3 a及びG 3 bを構成するレンズの形状を凹面反射鏡C C M a，C C M b側の半分を切り落とした回転非対称にしても、像野I 1，I 2に向かう結像光束にケラレが生じない。

[0036] 第1列の照明領域V 1，V 3等の中心V C 1等を結ぶY軸に平行な直線と、第2列の照明領域V 2等の中心V C 2等を結ぶY軸に平行な直線とのX方向（走査方向）の間隔をL mとする。同様に、第1列の像野I 1，I 3等の中心I C 1等を結ぶY軸に平行な直線と、第2列の像野I 2等の中心I C 2等を結ぶY軸に平行な直線とのX方向の間隔をL pとする。また、各投影光学系P L 1，P L 2，P L 3の投影倍率を β とすると、間隔L mとL pとの間には以下に示す数式（1）の関係が成立する。

$$L_p = L_m \times |\beta| \cdots (1)$$

[0037] この場合、図3に示すように、第1列の投影光学系用の列パターン部M10、M12等と、第2列の投影光学系用の列パターン部M11、M13等とをX方向の同じ位置に形成して、マスクオフセットMOを0にしておいても、その投影像をプレートP上で正確に繋ぎ合わせて露光できる。

[0038] 図4において、第1投影光学系PL1の光軸AX11、AX13を結ぶ長さS1Xの第1線分と、第2投影光学系PL2の光軸AX21、AX23を結ぶ長さS2X(=S1X)の第2線分とは、X軸に平行であるが、Y方向からみて互いに重畳していない。図2に戻り、本実施形態の投影光学系PL1においては、第3レンズ群G3aの光軸AX13から凹面反射鏡CCMa側の半分が無い。従って、2点鎖線の位置A1、A2で示すように、第2偏向部材FM2a及び第3レンズ群G3aを凹面反射鏡CCMa側に近付けることができる。同様に、投影光学系PL2においても、2点鎖線の位置A3、A4で示すように、第2偏向部材FM2b及び第3レンズ群G3bを凹面反射鏡CCMb側に近付けることができる。この場合には、結像面が-Z方向に移動するため、プレートPをマスクMに対して位置A5に下げる必要がある。さらに、外側の光軸AX13、AX23のX方向の間隔がDpからDp'に短縮されるため、投影光学装置PLを全体として小型化できる。

[0039] このように光軸AX13、AX23のX方向の間隔がDpからDp'に短縮された場合には、プレートステージのベース部材(プレート側のステージ系)を小型化できる。さらに、1回の走査露光毎のプレートステージの走査距離が短縮されて、露光時間が短縮されるため、スループットが向上する。なお、投影光学系PL1、PL2のX方向の倍率を $|\beta|$ とすると、以下に示す数式(2)で求められるマスクオフセットMOの分だけ、図3の2点鎖線の位置21A~21Cで示すように、第1列の照明領域V1、V3等用の列パターン部M10、M12等と、第2列の照明領域V2、V4等用の列パターン部M11、M13等との間にX方向のオフセットを設ける必要がある。この場合、間隔Lmと間隔Lpとは、数式(3)の関係を満足する。

$$MO = Lm - Lp / |\beta| \cdots (2)$$

$$L_p < L_m \times |\beta| \dots (3)$$

[0040] 図2において、本実施形態では、走査露光時に、マスクMのパターンを投影光学装置PPLを介してプレートP上に露光した状態で、一例としてマスクMを矢印SM1で示す+X方向に速度VMで移動するのに同期して、プレートPが矢印SP1で示す+X方向に速度 $VM \times |\beta|$ で移動される。 β は投影光学系PL1～PL7の投影倍率である。これによって、図3のマスクMの列パターン部M10～M16の拡大倍率 β の像を繋ぎ合わせたパターンがプレートP上に露光される。なお、マスクM及びプレートPを-X方向に走査することも可能である。

[0041] [ロッドインテグレータの構成]

一般に、ロッド状部材（柱状光学部材）としてのロッドインテグレータ5は、ガラス（例えば、石英ガラス）や光学結晶等の破損しやすい材料によって形成されていることから、その取り扱いを容易にするために、図5に示すように、ロッドインテグレータ5を構成する6面の各エッジ部に対して面取り加工部51c、51d、51eが形成されている。ここで、面取り加工部51cは、実質的に矩形状の入射面51aおよび出射面51bの各長辺に施される面取り加工により形成され、面取り加工部51dは、入射面51aおよび出射面51bの各短辺に施される面取り加工により形成され、面取り加工部51eは、入射面51aおよび出射面51bと異なる4つの側面の各々間の稜線部に施される面取り加工により形成される。ところが、ロッドインテグレータ5の出射面51bの長辺のエッジ部に対し面取り加工を施して面取り加工部51dを形成した場合、図6に示すようにマスクM上に形成される照明領域の光強度分布PWのエッジ部が必要な領域幅Rに対し急峻でなくなり、X方向の両端部における照明領域のエッジ部のコントラストが低下する。また、照明領域の照度均一性は、そのX方向のエッジ部において悪化している。このため、従来の露光装置では、ロッドインテグレータ5を利用する場合、例えば、ロッドインテグレータ5とマスクM（被照射面）との間にブラインド（視野絞り）を設け、ロッドインテグレータの出射面とブライン

ドとマスクとを互いに光学的に共役な関係にするブラインド光学系を配置することによってマスクM上の照明領域のエッジ部のコントラストを高めるようにしている。しかしながら、このような露光装置の構成によれば、照明光学系が大型化するとともに、出射面51bのエッジ部（本実施形態の場合、特にX方向の両端部のエッジ部）近傍から出射される光をブラインドによって遮光することとなり、ロッドインテグレータ5の出射面全体を照明領域の形成に寄与させられないために照明効率が低下する。そこで、本実施形態では、ロッドインテグレータ5を以下に示すように構成することによって、X方向の両端部のエッジ部に、ブラインドを用いることなく、エッジ部のコントラストが高い照明領域を形成可能にする。

[0042] 図7Aは、本発明の一実施形態であるロッドインテグレータの構成を示す斜視図である。図7Bは、図7Aに示すロッドインテグレータの底面図である。図7Aに示すように、本発明の一実施形態であるロッドインテグレータ5は、照明系光軸の方向に長辺を有する直方体形状（四角柱状）のロッド状部材51を含む。このロッドインテグレータ5では、露光光源2から射出された照明光は、入射面51aからロッドインテグレータ5の内部に入射し、少なくとも一部がロッドインテグレータ5の側面で内面反射（本実施形態では全反射）された後、出射面51bから出射される。なお、入射面51aから入射した照明光の一部は、側面で反射されずに出射面51bから出射される。ロッド状部材51は、石英ガラスによって形成されている。なお、石英ガラスに限定されず、他の光学ガラス、光学結晶、樹脂材料等の材料によって形成されてもよい。また、図7Bに示すように、出射面51bのエッジ部の周囲の側面は被覆部材52によって被覆されている。被覆部材52は、この被覆部材52が被覆された側面部において、ロッドインテグレータ5内を伝播してきた照明光が全反射可能な特性を有する材料によって形成されている。具体的には、被覆部材52は、この被覆部材52が被覆された側面部において照明光が全反射可能な屈折率を有している。また、被覆部材52は、照明光を吸収しない材料によって形成されるとよい。なお、ロッドインテグ

レータ 5 では、入射面 5 1 a、出射面 5 1 b は、照明光を透過させるため研磨面とされ、各側面は、照明光を内部で全反射させるために研磨面とされている。

[0043] このような構成によれば、出射面 5 1 b のエッジ部が被覆部材 5 2 によって被覆されているので、出射面 5 1 b のエッジ部に対する面取り加工を除去することができる。面取り加工が除去されることで、出射面 5 1 b と側面とが面取り加工部を介さずに互いに連続した面とされる。また、被覆部材 5 2 が、ロッドインテグレート 5 内を伝播してきた照明光の全反射特性を損なうことなく、出射面 5 1 b のエッジ部を保護することができる。また、出射面 5 1 b から出射する照明光をマスク M に照射する集光光学系（レンズ 6, 7）によりマスク M 上に形成される照明領域では、図 8 に示すように光強度分布 PW のエッジ部が必要な領域幅 R に対し急峻となるため、ブラインド及びブラインド光学系を用いることなく、エッジ部のコントラストが高い照明領域を形成することができる。なお、被覆部材 5 2 は、必ずしも出射面 5 1 b の全周囲に亘って設ける必要はなく、例えば出射面 5 1 b における互いに平行な一对の辺に対応する側面部だけに被覆するようにしてもよい。具体的には、出射面 5 1 b の一对の長辺に対応する側面部だけに被覆するようにしてもよい。

本実施形態の露光装置では、照明領域 V 1 ～ V 7 の各々の大きさは、Y 方向の寸法に比して X 方向の寸法が 7 ～ 13 倍程度の大きさに設定されることが好ましい。これに対応して、ロッド状部材 5 1 の入射面 5 1 a および出射面 5 1 b においても、その短辺の寸法に対して長辺の寸法が 7 ～ 13 倍程度の大きさに設定され、例えば短辺（Y 方向）の寸法が 3 mm 程度に対して、長辺（X 方向）の寸法が 20 ～ 40 mm の大きさとされる。この場合、長辺のエッジ部に面取り加工が施され、その面取り加工部に起因する照明領域のコントラスト低下を防止するためにブラインドおよびブラインド光学系を用いると、出射面 5 1 b 全体から出射される全光量に比して多大な光量の損失を招く。したがって、出射面 5 1 b の長辺だけでも面取り加工部を除去でき

るようにすることにより、光量損失を抑制する意味で顕著な効果を得ることができる。

[0044] なお、図9に示すように、ロッドインテグレータ5の軸方向（図中Z方向）に対する照明光I Lの入射角度及び屈折角度がそれぞれ θ_1 、 θ_2 であるとする、入射角度 θ_1 及び屈折角度 θ_2 は以下の数式（4）に示す関係を満足する。数式（4）中、 n_1 、 n_2 はそれぞれ空気及びロッドインテグレータ5の屈折率を示す。従って、ロッド状部材51が屈折率 n_2 が1.47である石英ガラスによって形成され、照明光I Lの最大の入射角度 θ_1 が0.33ラジアンである場合には、ロッドインテグレータ5内における照明光I Lの屈折角度 θ_2 は約0.22ラジアンとなる。

$$\sin \theta_1 / \sin \theta_2 = n_2 / n_1 \quad \cdots (4)$$

[0045] 一方、被覆部材52によって照明光I Lが全反射する条件は、以下に示す数式（5）のように表される。数式（5）中、 n_3 は被覆部材52の屈折率を示す。従って、以下に示す数式（5）にロッドインテグレータ5の屈折率 n_2 の値1.47、及び照明光I Lの屈折角度 θ_2 の値0.22ラジアンを代入することによって、ロッド状部材51が屈折率 n_2 が1.47である石英ガラスによって形成され、照明光I Lの入射角度 θ_1 が0.33ラジアンである場合における、被覆部材52の屈折率の条件を以下に示す数式（6）のように求めることができる。すなわち、ロッド状部材51が屈折率 n_2 が1.47である石英ガラスによって形成され、照明光I Lの入射角度 θ_1 が0.33ラジアンである場合には、被覆部材52としては、屈折率が1.43以下の材料を用いるとよい。屈折率が1.43以下の材料としては、三井・デュポンフロロケミカル株式会社製のフッ素樹脂テフロン材料、NTTアドバンステクノロジー株式会社製の低屈折率樹脂材料、信越化学工業株式会社製のシリコーン封止材料、DIC株式会社製の光学用UV硬化型樹脂材料等を例示することができる。

$$(n_2 / n_3) \times \sin \{ (\pi / 2) - \theta_2 \} \geq 1 \quad \cdots (5)$$

$$1.43 \geq n_3 \quad \cdots (6)$$

[0046] このような構成を有するロッドインテグレータ5は、図10に示す工程によって製造することができる。図10は、本発明の一実施形態であるロッドインテグレータ5の製造工程の流れを示す工程図である。本発明の一実施形態であるロッドインテグレータ5を製造する際は、始めに、少なくとも側面が研磨されて出射面51bの4辺に面取り加工部51c、51dが設けられたロッド状部材51を用意し、ステップS1に示すように、出射面51bのエッジ部の周囲の側面を被覆部材52によって被覆する。このとき、被覆部材52が側面に接するように被覆部材52を側面に取り付ける。次に、ステップS2に示すように、ホットメルト樹脂53等を用いてロッド状部材51のYZ面に一对のやとい54を接合させる。次に、ステップS3に示すように、ノズル55を介して回転する研磨パッド56の研磨面56aにSiO₂や酸化セリウム等のスラリーを供給しながらロッド状部材51の出射面51bを研磨面56aに当接させることによって、出射面51bの面取り加工部51c、51dが除去されるまでロッド状部材51の出射面51bを研磨する。そして最後に、ステップS4に示すように、ホットメルト樹脂を加熱することによってロッド状部材51をやとい54から外すことにより、本発明の一実施形態である導光光学部材としてのロッドインテグレータ5を製造することができる。

[0047] なお、本実施形態では、ロッド状部材51の出射面のエッジ部に被覆部材52を被覆させることによって、ロッドインテグレータ5の全反射特性を損なうことなく、出射面51bのエッジ部を保護することとしたが、図11に示すように、ロッド状部材51の出射面51bのエッジ部に対応する位置に反射部材58を有するやとい54をロッド状部材51のYZ面に貼り付けることによって、ロッドインテグレータ5の全反射特性を損なうことなく、出射面51bのエッジ部を保護してもよい。

[0048] また同様に、図12に示すように、ロッド状部材51の出射面51bのエッジ部に、第1の反射率を有する被膜59aと第1の反射率より高い第2の反射率を有する被膜59bとからなる多層被膜を形成し、この多層被膜を図

示しない適当な保護部材で保護することによって、ロッドインテグレータ 5 の全反射特性を損なうことなく、出射面 5 1 b のエッジ部を保護してもよい。

[0049] 図 1 2 に示すように、被覆部材を多層被膜で形成する場合、被膜 5 9 a は、ロッド状部材 5 1 に対する接着性が高い材料、具体的には被膜 5 9 b よりもロッド状部材 5 1 に対する接着性が高い材料で形成することが好ましい。つまり、被膜 5 9 a をロッド状部材 5 1 と被膜 5 9 b との接着層として用いてもよい。ロッドインテグレータは、被覆部材を多層被膜で形成し、ロッド状部材 5 1 と接する被膜を他の被膜よりもロッド状部材 5 1 に接着しやすい材料で形成することで、被覆部材がロッド状部材 5 1 からはがれにくくすることができる。ロッド状部材 5 1 と接する被膜は、上述したように他の被膜よりも反射率が低いため、ロッド状部材 5 1 に対する屈折率が低くなる。なお、図 1 2 では、被覆部材を 2 層の被膜で形成したが、ロッド状部材 5 1 に入射した光を全反射できればよい被膜の枚数は特に限定されない。

[0050] ここで、上記実施形態のロッドインテグレータは、出射面 5 2 b に形成された面取りを除去した構成としたがこれに限定されない。ロッドインテグレータは、面取りを除去した種々の側面に被覆部材を設けることができる。

[0051] 図 1 3 A は、ロッドインテグレータの変形例の構成を示す斜視図である。図 1 3 B は、図 1 3 A に示すロッドインテグレータの底面図である。図 1 3 C は、図 1 3 A に示すロッドインテグレータの側面図である。図 1 3 A から図 1 3 C に示すロッドインテグレータ 2 0 5 は、四角柱状に形成されたロッド状部材 2 1 0 と、被覆部材 2 1 2、2 1 4 と、を有する。

[0052] ロッド状部材 2 1 0 は、照明系光軸の方向に長辺を有する略直方体形状である。ロッド状部材 2 1 0 は、上述したロッド状部材 5 1 と同様に石英ガラスによって形成されている。ロッド状部材 2 1 0 は、石英ガラスに限定されず、他の光学ガラス、光学結晶、樹脂材料等の材料によって形成されてもよい。ロッド状部材 2 1 0 は、長辺の一方の端部側の面が入射面 2 2 0 となり、長辺の他方の端部側の面が出射面 2 2 2 となる。ロッド状部材 2 1 0 は、

略直方体形状の入射面 220 と出射面 222 との間に挟まれた面が、側面 224、226、228、230 となる。側面 224 と側面 226 とが直方体の向かい合う面とあり、側面 228 と側面 230 とが直方体の向かい合う面とある。ロッド状部材 210 は、底面側から見た場合、側面 224、226 で形成される辺が長辺となり、側面 228、230 で形成される辺が短辺となる。

[0053] ロッド状部材 210 は、入射面 220 の側面 224 側のエッジ部、つまりと入射面 220 と側面 224 との接続部分に面取り加工部 240 が形成されている。ロッド状部材 210 は、入射面 220 の側面 226 側のエッジ部、つまりと入射面 220 と側面 226 との接続部分に面取り加工部 242 が形成されている。

[0054] ロッド状部材 210 は、入射面 220 の側面 228、230 側のそれぞれエッジ部は、切り立った形状、つまり面取り加工部が形成されていない形状である。ロッド状部材 210 は、出射面 222 の側面 224、226、228、230 側のそれぞれエッジ部は、切り立った形状、つまり面取り加工部が形成されていない形状である。さらに、ロッド状部材 210 は、側面 224 の側面 228 側のエッジ部、側面 224 の側面 230 側のエッジ部も切り立った形状であり、側面 226 の側面 228 側のエッジ部、側面 226 の側面 230 側のエッジ部も切り立った形状である。

[0055] 被覆部材 212 は、ロッド状部材 210 の側面 224 の全面に被覆している。被覆部材 214 は、ロッド状部材 210 の側面 226 の全面を被覆している。被覆部材 212、214 は、被覆部材 52 と同様の材料で製造されている。つまり、被覆部材 212、214 は、ロッド状部材 210 の内部を伝播してきた照明光が側面 224、226 に到達した場合も照明光を全反射させる特性を有する材料によって形成されている。

[0056] ロッドインテグレータ 205 は、露光光源 2 から射出された照明光が、入射面 220 からロッドインテグレータ 205 の内部に入射し、少なくとも一部がロッドインテグレータ 205 の側面で内面反射（本実施形態では全反射

) された後、出射面 222 から出射される。入射面 220 から入射した照明光の一部は、側面で反射されずに出射面 222 から出射される。

[0057] ロッドインテグレータ 205 は、13A から図 13C に示すように、ロッド状部材 210 の側面 224、226 は、被覆部材 212、214 によって被覆されている。ロッド状部材 210 は、被覆部材 212、214 で被覆されている領域は、上述したように被覆部材 212、214 がロッド状部材 210 の内部に入射した光を全反射する材料で形成しているため、側面 224、226 で光を全反射させる。また、ロッド状部材 210 は、側面 228、230 が研磨によって磨かれている研磨面となっている。これにより、ロッド状部材 210 は、研磨面であり、空気と接している側面 228、230 で光を全反射させる。なお、ロッド状部材 210 は、被覆部材 212、214 で被覆されている側面 224、226 も研磨により磨かれている研磨面となっている。

[0058] ロッドインテグレータ 205 は、側面と側面とのエッジを面取りのない形状とすることで、ロッド状部材 210 の内部の照明光が乱反射したり、面取り加工部から外部に出射したりすることを抑制できる。これにより、ロッドインテグレータ 205 は、入射した光をより高い効率でかつより適切な出分布で出射面から出射させることができる。

[0059] 本実施形態のロッド状部材 210 は、入射面 220 のエッジ部に面取り加工部 240、242 が設けられた構成としたが、面取り加工部 240、242 を取り除いた形状としてもよい。なお、ロッドインテグレータ 205 等の導光光学部材は、光の入射面側では、制御された光束を入射面 220 よりも小さい領域に入射させることが多いので面取り加工部 240、242 での乱反射等の発生を抑制することができる。

[0060] 図 14 から図 19 を用いて、図 13A から図 13C に示すロッドインテグレータの製造方法について説明する。図 14 は、加工前のロッド状部材の構成を示す斜視図である。図 15 は、製造途中のロッドインテグレータの構成を示す斜視図である。図 16A は、製造途中のロッドインテグレータの構成

を示す斜視図である。図 1 6 B は、図 1 6 A に示すロッドインテグレータの α 面断面図である。図 1 6 C は、図 1 6 A に示すロッドインテグレータの側面図である。図 1 7 A は、製造途中のロッドインテグレータの構成を示す底面図である。図 1 7 B は、図 1 7 A に示すロッドインテグレータの側面図である。図 1 8 は、製造途中のロッドインテグレータの構成を示す斜視図である。図 1 9 は、本発明の他の実施形態であるロッドインテグレータの製造工程の流れを示す工程図である。

[0061] まず、本実施形態の製造方法は、図 1 4 に示すように、ロッド状部材 2 1 0 の元となるロッド状部材 2 5 0 を準備する。ロッド状部材 2 5 0 は、最終的な加工が施される前の部材である。図 1 4 に示すロッド状部材 2 5 0 は、略直方体形状である。ロッド状部材 2 5 0 は、長辺の一方の端部側の面が入射面 2 2 0 となり、長辺の他方の端部側の面が出射面 2 5 2 となる。ロッド状部材 2 5 0 は、略直方体形状の入射面 2 2 0 と出射面 2 5 2 との間に挟まれた面が、側面 2 2 4、2 2 6、2 5 4、2 5 6 となる。側面 2 2 4 と側面 2 2 6 とが直方体の向かい合う面とあり、側面 2 2 8 と側面 2 3 0 とが直方体の向かい合う面とある。ロッド状部材 2 1 0 は、底面側から見た場合、側面 2 2 4、2 2 6 で形成される辺が長辺となり、側面 2 5 4、2 5 6 で形成される辺が短辺となる。

[0062] ロッド状部材 2 5 0 の入射面 2 2 0 は、研磨されている面であり、ロッド状部材 2 1 0 の入射面 2 2 0 と同様の面である。出射面 2 5 2 は、最終的な加工が施される前の面である。ロッド状部材 2 5 0 のうち、側面 2 2 4、2 2 6 は、研磨されている面であり、ロッド状部材 2 1 0 の側面 2 2 4、2 2 6 と同様である。側面 2 5 4、2 5 6 は、最終的な加工が施される前の面である。

[0063] ロッド状部材 2 5 0 は、最終的な加工が行われる前の、出射面 2 5 2、側面 2 5 4 及び側面 2 5 6 のエッジ部に面取り加工部が形成されている。具体的には、ロッド状部材 2 5 0 は、出射面 2 5 2 の側面 2 2 4 側のエッジ部に面取り加工部 2 6 2 が形成され、側面 2 5 4 側のエッジ部に面取り加工部 2

64が形成され、側面256側のエッジ部に面取り加工部265が形成されている。また、ロッド状部材250は、図14では隠れている出射面252の側面224とは反対側の側面側のエッジ部にも面取り加工部が形成されている。

[0064] ロッド状部材250は、入射面220の側面254側のエッジ部に面取り加工部266が形成され、側面256側のエッジ部に面取り加工部267が形成されている。ロッド状部材250は、側面254の側面224側のエッジ部に面取り加工部268が形成され、図14では隠れている側面254の側面224とは反対側の側面側のエッジ部にも面取り加工部269が形成されている。また、ロッド状部材250は、側面256と、隣接する側面224と後述する226との間にも面取り加工部が形成されている。

[0065] 本実施形態の製造方法は、図14に示すロッド状部材250に上述した図10の処理を行うことで、図15に示すロッド状部材250aを作成する。ロッド状部材250aは、ロッド状部材250の出射面252側の面取り加工部262、264、265と図14で隠れている面取り加工部とを除去されている。ロッド状部材250aは、出射面222と4つの側面のそれぞれとが直接繋がっている。ロッド状部材250aは、出射面222のエッジ部、つまり4つの側面との連結部分のそれぞれに被覆部材270が設けられている。

[0066] 本実施形態の製造方法は、ロッド状部材250の出射面252側に被覆部材を貼り付けた後、やといで支持し、出射面252を研磨することで、面取り加工部262、264、265等を除去し、ロッド状部材250aを作成する。

[0067] 次に、本実施形態の製造方法は、図16Aから図16Cに示すように、ロッド状部材250aの側面224の全面に被覆部材280を被覆し、側面226の全面面に被覆部材282を設ける。ここで、被覆部材280、282は、被覆部材270と同じ材料で形成されている。図16Aから図16Cでは、被覆部材280、282と被覆部材270が一体なり、境界がわからない。

い状態となる。被覆部材280は、側面224の隣接する側面254、256側のエッジ部である面取り加工部268も覆うように配置されている。被覆部材282は、側面226の隣接する側面254、256側のエッジ部である面取り加工部269も覆うように配置されている。

[0068] 次に、本実施形態の製造方法は、図17A及び図17Bに示すように、被覆部材280が形成されている面と被覆部材282が形成されている面とをホットメルト樹脂300とやとい302で挟み込む。具体的には、本実施形態の製造方法は、被覆部材280にホットメルト樹脂300を被せ、その上にやとい302を被せる。本実施形態の製造方法は、同様に、被覆部材282もホットメルト樹脂300を被せ、その上にやとい302を被せる。これにより、ロッド状部材250aは、被覆部材280、282及びホットメルト樹脂300を介して、2つのやとい302に挟まれた状態となる。ここで、本実施形態の製造方法は、ホットメルト樹脂300でやとい302と被覆部材280、282を接合することで、2つのやとい302に対してロッド状部材250aを固定する。

[0069] 次に、本実施形態の製造方法は、図18に示すように、2つのやとい302で挟んだロッド状部材250aの側面254を研磨する。具体的には、ノズル55からSiO₂や酸化セリウム等のスラリーを研磨パッド56の研磨面56aに供給しながら、研磨面56aを回転させ、回転している研磨面56aに側面254を当接させる。これにより、研磨面56aによって側面254を研磨する。本実施形態の製造方法は、側面254と隣接する側面側にあるエッジの面取り加工部が除去されるまで、側面254を研磨する。このとき、ホットメルト樹脂300とやとい302は、側面254側の部分が研磨面56aに当接するため、ロッド状部材250aとともに削られる。本実施形態の製造方法は、側面254を研磨したら、ロッド状部材250を回転させ、側面254とは反対側の側面（側面256）も研磨する。

[0070] 本実施形態の製造方法は、図19のステップS11に示すように、図18の加工方法で、ロッド状部材250aのY方向の端部の一部、具体的には、

面取り加工部 268、269 を含む幅 320、322 の部分を研磨により除去する。これにより、ステップ S12 に示すように、エッジ部に面取り加工部がない側面 228、230 を備えるロッド状部材 210 が形成される。なお、ロッド状部材 250a の研磨によりホットメルト樹脂 300 とやとい 302 と共に被覆部材 280、282 の幅 320、322 に対応する部分も削られる。これにより、ロッド状部材 210 の側面に設けられた被覆部材 212、214 が形成される。次に、ステップ S13 に示すように、ホットメルト樹脂 300 を加熱することによってロッド状部材 210 及び被覆部材 280、282 からやとい 302 から外す。以上のようにして、ロッドインテグレート 205 を製造することができる。

[0071] このように、ロッド状部材の面取りを実行する対象の面に隣接しており、かつ、光の入射面、出射面のいずれでもない面に被覆部材を設け、当該被覆部材を介してロッド状部材をやといで支持しつつ加工を行う。これにより、ロッド状部材の端面を保護しつつ、研磨を実行することができる。また、被覆部材を上述した全反射する材料で形成することで、加工後に取り外す必要がなくなる。これにより、加工後にロッド状部材から他の材料を剥がす必要がないため、ロッド状部材の面を保護することができ、また、はがす対象の他の材料がロッド状部材の表面に残ることを抑制することができる。

[0072] また、本実施形態の製造方法は、面取り加工部を設けた形状で各種加工を行い、その後ロッド状部材の面取りを実行する対象の面に隣接しており、かつ、光の入射面、出射面のいずれでもない面に被覆部材を設け、当該面取り加工部を除去することができる。これにより、高品質なロッド状部材を簡単に作成することができる。

[0073] また、ホットメルト樹脂 300 を介して被覆部材 280、282 とやとい 302 とを接合することで、研磨時に両者がずれることを抑制することができる。また、接合する層をホットメルト樹脂 300 とすることで、加熱により簡単に取り外すことができる。

[0074] なお、上記実施形態では、出射面を研磨した後、側面を研磨してが、研磨

の順序は特に限定されない。なお、被覆部材の形状は、研磨の順序に応じて適宜調整することができる。

[0075] 上記実施形態では、直方体状（四角柱状）のロッド状部材に基づくロッドインテグレータの加工について説明したが、これに限定されない。図20は、変形例の構成を示す斜視図である。図21Aは、変形例の製造途中の状態を示す側面図である。図21Bは、変形例の製造途中の状態を示す底面図である。なお、図20は、変形例にかかるロッド状部材の面取りを行う前の形状である。

[0076] 図20に示すロッド状部材350は、照明系光軸の方向が軸方向となる略円柱形状である。ロッド状部材350は、軸方向の一方の面が入射面352となり、他方の面が出射面354となる。ロッド状部材350は、入射面352のエッジ部、入射面352と側面（周面）との接続部分に面取り加工部356が形成されている。

[0077] このように、ロッド状部材350の場合は、図21Aに示すように入射面352のエッジ部の面取り加工部356を覆うように被覆部材360を設ける。なお、図21Aでは、ロッド状部材350の側面の一部のみに被覆部材360を設けたが、側面の全面に設けてもよい。その後、図21Bに示すように、ホットメルト樹脂362を介して、2つやとい364でロッド状部材350の側面側からロッド状部材350を挟み込む。その後、2つのやとい365で挟まれたロッド状部材350の入射面352を研磨することで、ロッド状部材350の入射面352のエッジ部の面取り加工部356を除去することができる。これにより、側面に被覆部材360が設けられ、入射面352のエッジ部に面取り加工部がないロッドインテグレータを製造することができる。

[0078] なお、ロッド状部材は、上記形状にも限定されず、断面形状が種々の形状、例えば、多角形（例えば、正方形、正六角形）、曲線と直線を組み合わせた形状の柱状形状とすることができる。

[0079] ここで、上記実施形態では、導光光学素子をロッドインテグレータ5、2

05とし、ロッド状部材51、210、350に被覆部材52を被覆した場合で説明したが、これに限定されない。導光光学素子は、被覆部材で被覆する柱状光学部材としては、ロッド状部材以外の種々の光学部材も用いることができる。つまり、導光光学素子は、光を案内する種々の光学素子を対象とすることができる。柱状光学部材は、一方向に延在する柱状形状に限定されず、多面体、多面体の一部を曲面にした形状等、種々の形状とすることができる。立体光学部材としては、例えばプリズムを用いることができる。

[0080] 柱状光学部材は、加工により研磨された平坦な面（第1面、特定面）を有し、当該平坦な面に接している面（第1面に対する側面）の少なくとも1つが被覆部材に覆われていればよい。ここで、柱状光学部材は、被覆部材に覆われている面と平坦な面との境界は、切り立った形状、つまり面取りがない形状である。導光光学素子は、被覆部材を設けることで、面取りを好適により除くことができる。導光光学素子は、被覆部材として、柱状光学部材の内部に入射された光を全反射させる材料を用いることで、被覆部材を柱状光学部材の周囲に設けても、光の柱状光学部材の通過時に損失が発生することを抑制できる。

[0081] 導光光学素子は、柱状光学部材の加工により研磨された平坦な面と接している面のうち、向かい合う部分を含む領域に被覆部材が配置されていることが好ましい。これにより、加工時に被覆部材を介して、柱状光学部材を向かい合う2つの方向から挟み込んで保持することができる。

[0082] [デバイス製造工程]

次に、図22を参照して、本発明の一実施形態である露光装置を用いてデバイスを製造する場合のデバイス製造工程の流れについて説明する。図22は、デバイス製造工程の一例を示すフローチャートである。図22に示すように、デバイスは、デバイスの機能、性能、パターンを設計するステップS201、設計結果に基づいてマスクを製作するステップS202、デバイスの基材である基板を製造してレジストを塗布するステップS203、露光装置によってマスクのパターンを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及びエッチング工程等を含む基板処理ステップ S 2 0 4、ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程等の加工プロセスを含むデバイス組立ステップ S 2 0 5、及び検査ステップ S 2 0 6等を経て製造される。つまり、このデバイス製造工程は、露光装置を用いて基板上に感光層のパターンを形成することと、そのパターンが形成された基板を処理することを含む。そして、この露光装置によれば、基板上にレチクルのパターンを忠実に転写することができるので、このデバイス製造工程によればデバイスを高精度に製造することができる。

[0083] 以上、本発明者らによってなされた発明を適用した実施の形態について説明したが、上記実施形態による本発明の開示の一部をなす記述及び図面により本発明は限定されることはない。例えば、露光装置としては、マスク M とプレート P とを同期移動してマスク M のパターンを介した露光光で基板 P を走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキャニングステッパ）の他に、マスク M とプレート P とを静止した状態でマスク M のパターンを一括露光し、プレート P を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。

[0084] また、本発明は、米国特許第 6 3 4 1 0 0 7 号明細書、米国特許第 6 2 0 8 4 0 7 号明細書、米国特許第 6 2 6 2 7 9 6 号明細書等を開示されているような、複数の基板ステージを備えたツインステージ型の露光装置にも適用できる。また、本発明は、米国特許第 6 8 9 7 9 6 3 号明細書、欧州特許出願公開第 1 7 1 3 1 1 3 号明細書等を開示されているような、基板を保持する基板ステージと、基板を保持せずに、基準マークが形成された基準部材及び／又は各種の光電センサを搭載した計測ステージとを備えた露光装置にも適用することができる。また、複数の基板ステージと計測ステージとを備えた露光装置を採用することができる。

[0085] また、露光装置の種類としては、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置に限られず、プレート P に半導体素子パターンを露光する半

導体素子製造用の露光装置、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（ＣＣＤ）、マイクロマシン、ＭＥＭＳ、ＤＮＡチップ、あるいはレチクル又はマスク等を製造するための露光装置等にも広く適用できる。また、上述の各実施形態においては、レーザ干渉計を含む干渉計システムを用いて各ステージの位置情報を計測するものとしたが、これに限らず、例えば各ステージに設けられるスケール（回折格子）を検出するエンコーダシステムを用いてもよい。

[0086] また、上述の実施形態の露光装置は、本願請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およ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。

[0087] また、上述の実施形態及び変形例の要件は、適宜組み合わせることができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。また、法令で許容される限りにおいて、上述の実施形態及び変形例で引用した露光装置等に関する全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。このように、上記実施形態に基づいて当業者等によりなされる他の実施形態、実施例、実施形態の組み合わせ、及び運用技術等は、全て本発明の範疇に含まれる。

符号の説明

[0088] 2 a ～ 2 f 露光光源

3 a～3 f 光ファイバ
4 a～4 f リレーレンズ
5, 5 a～5 f ロッドインテグレータ
6 a～6 f, 7 a～7 f レンズ
5 1 ロッド状部材
5 1 a 入射面
5 1 b 出射面
5 1 c～5 1 e 面取り加工部
5 2 被覆部材
5 3 ホットメルト樹脂
5 4 やとい
5 5 ノズル
5 6 研磨パッド
5 6 a 研磨面
5 7 スラリー
5 8 反射部材
5 9 a, 5 9 b 被膜

請求の範囲

〔請求項1〕 被照射面に照明光を照射する照明装置であって、

第1面および第2面を有し、前記第1面から入射した前記照明光を導光して前記第2面から出射させる導光光学素子と、

前記第2面と前記被照射面とを光学的に共役にし、前記第2面から出射した前記照明光を前記被照射面に集光させる集光光学系と、を備え、

前記導光光学素子は、

前記第1面および前記第2面をそれぞれ端面として柱状に形成され、前記第1面から入射した前記照明光の少なくとも一部を側面により全反射させて前記第2面から出射させる柱状光学部材と、

前記第2面の周囲の前記側面のうち少なくとも一部に被覆された被覆部材と、を含み、

前記被覆部材は、前記側面のうち該被覆部材に覆われた被覆側面部において前記照明光が全反射可能な屈折率を有する照明装置。

〔請求項2〕 前記第2面および前記被覆側面部は、それぞれ研磨面であって互いに連続している請求項1に記載の照明装置。

〔請求項3〕 前記第2面は、互いに平行な第1辺および第2辺を有し、

前記被覆部材は、少なくとも前記第1辺に対応する前記側面および前記第2辺に対応する前記側面に被覆される請求項1又は2に記載の照明装置。

〔請求項4〕 前記第2面は、実質的に前記第1辺および前記第2辺を長辺とする矩形状に形成され、

前記第2面の前記長辺は、前記第2面の短辺に対して7倍以上の長さを有する請求項3に記載の照明装置。

〔請求項5〕 前記柱状光学部材が石英ガラスによって形成され、前記被覆部材の屈折率が1.43以下である請求項1～4のいずれか一項に記載の照明装置。

〔請求項6〕 前記集光光学系は、前記導光光学素子側および前記被照射面側にテレセントリックな光学系である請求項1～5のいずれか一項に記載の照明装置。

〔請求項7〕 前記柱状光学部材は、四角柱状に形成される1～5のいずれか一項に記載の照明装置。

〔請求項8〕 マスクに形成されたパターンを介して基板を露光する露光装置であって、

前記パターンを照明する請求項1～7のいずれか一項に記載の照明装置を備える露光装置。

〔請求項9〕 前記照明装置によって照明された前記パターンの像を前記基板に投影する投影光学装置を備える請求項8に記載の露光装置。

〔請求項10〕 前記投影光学装置は、前記パターンの拡大像を前記基板に投影する請求項9に記載の露光装置。

〔請求項11〕 前記基板は、1辺の長さまたは対角長が500mmより大きい矩形状基板である請求項8～10のいずれか一項に記載の露光装置。

〔請求項12〕 請求項8～11のいずれか一項に記載の露光装置を用いて基板を露光することと、

露光された前記基板を現像することと、

を含むデバイス製造方法。

〔請求項13〕 互いに向かい合う第1面と第2面とを有し、柱状に形成される柱状光学部材と、

前記第1面及び前記第2面の周囲の側面のうち少なくとも一部に被覆された被覆部材と、
を含み、

前記被覆部材は、前記側面のうち該被覆部材に覆われた被覆側面部において前記光が全反射可能な屈折率を有する導光光学素子。

〔請求項14〕 前記第1面及び前記第2面のうち少なくとも一方は、前記被覆部材が配置された面との境界が切り立った形状である請求項13に記載の導光光学素子。

〔請求項15〕 第1面および第2面を有し、前記第1面から入射した光を導光して前記第2面から出射させる導光光学素子であって、

前記第1面および前記第2面をそれぞれ端面として柱状に形成され、前記第1面から入射した前記照明光の少なくとも一部を側面により全反射させて前記第2面から出射させる柱状光学部材と、

前記第2面の周囲の前記側面のうち少なくとも一部に被覆された被覆部材と、を含み、

前記被覆部材は、前記側面のうち該被覆部材に覆われた被覆側面部において前記光が全反射可能な屈折率を有する導光光学素子。

〔請求項16〕 前記柱状光学部材は、四角柱状に形成される請求項13～15のいずれか一項に記載の導光光学素子。

〔請求項17〕 第1面と前記第1面に対する側面が研磨され、前記第1面の前記側面との接続部にエッジ部に対して面取り加工部が設けられた柱状光学部材を用意することと、

前記第1面のエッジ部の周囲の前記側面のうち少なくとも一部を被覆部材により被覆することと、

前記第1面を前記被覆部材とともに研磨して該第1面のエッジ部の前記面取り加工部を除去することと、を含み、

前記被覆部材は、前記側面のうち該被覆部材に覆われた被覆側面部において前記光が全反射可能な屈折率を有する導光光学素子の製造方法。

〔請求項18〕 第1面および第2面を有し、前記第1面から入射した光を導光して前記第2面から出射させる導光光学素子の製造方法であって、

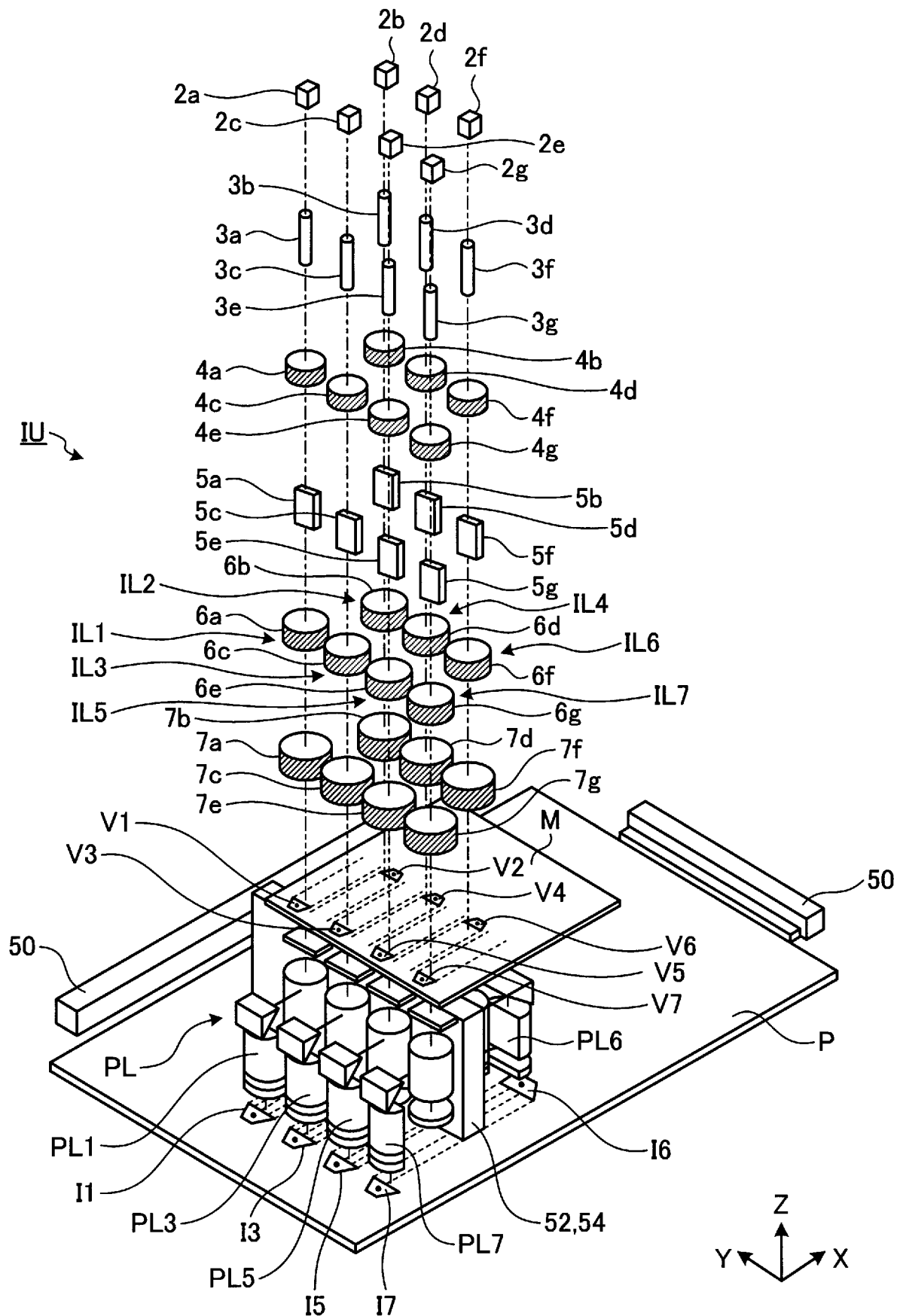
前記第1面および前記第2面に対する側面が研磨され、前記第2面のエッジ部に対して面取り加工部が設けられた柱状光学部材を用意することと、

前記第2面のエッジ部の周囲の前記側面のうち少なくとも一部を被覆部材により被覆することと、

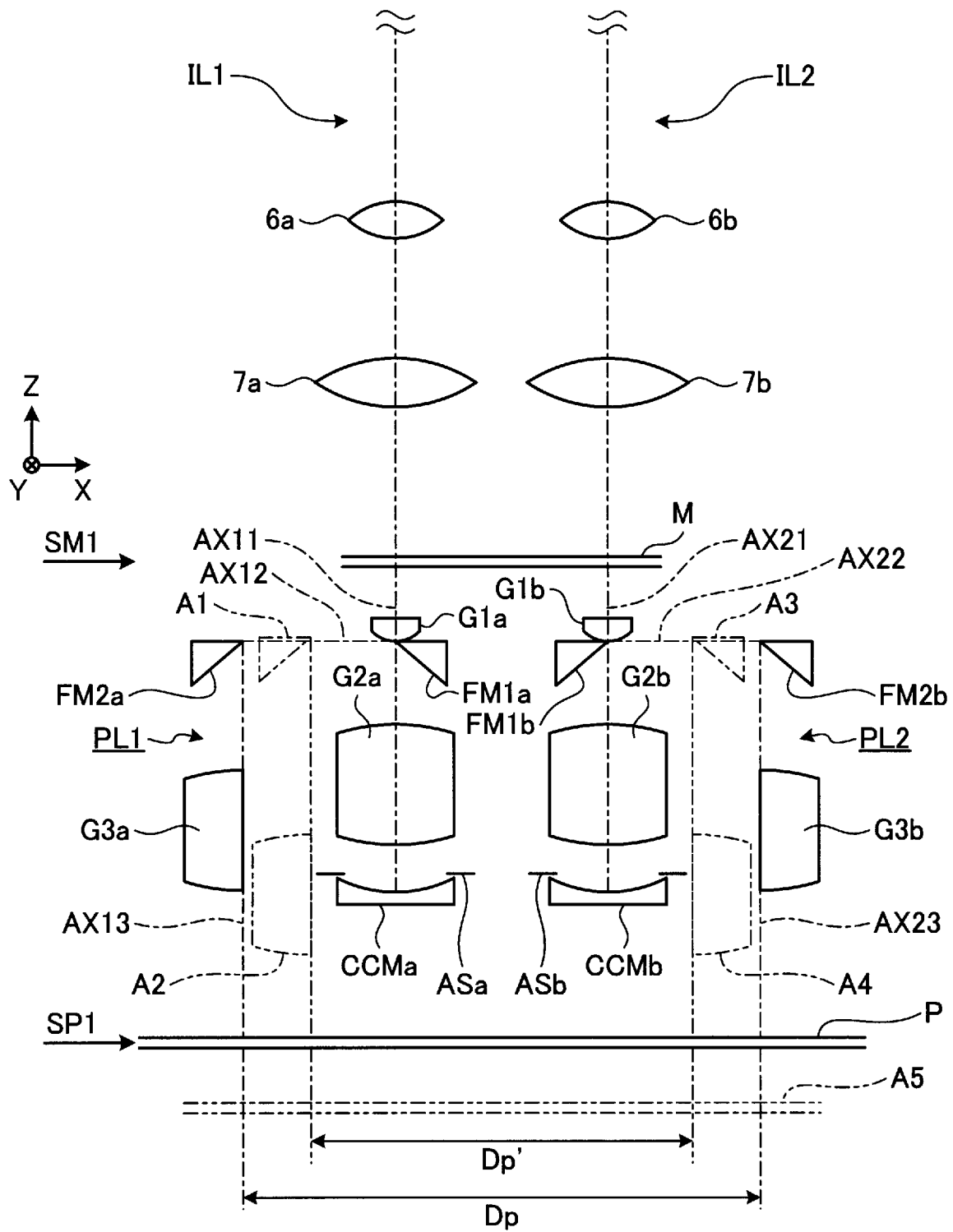
前記第2面を前記被覆部材とともに研磨して該第2面のエッジ部の前記面取り加工部を除去することと、を含み、

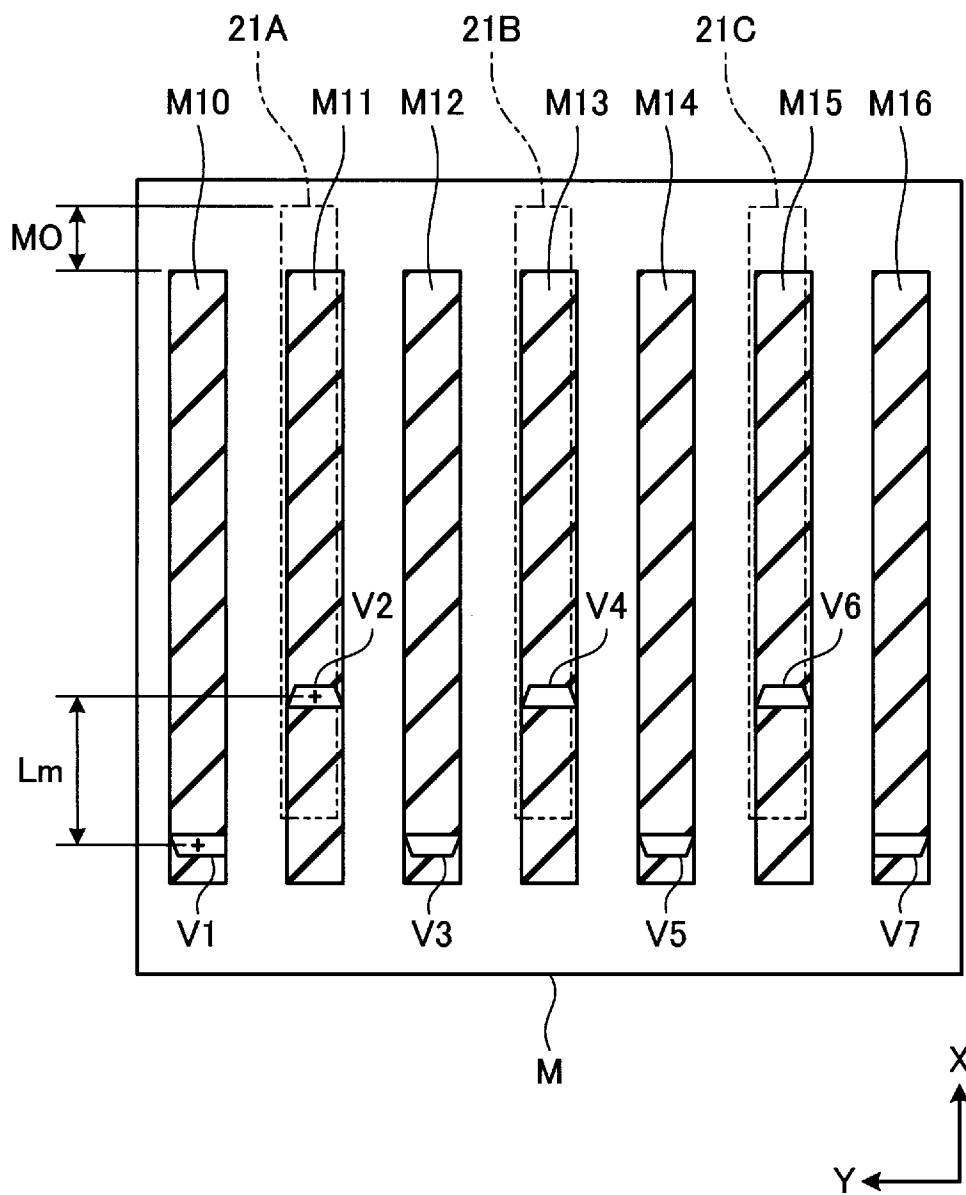
前記被覆部材は、前記側面のうち該被覆部材に覆われた被覆側面部において前記光が全反射可能な屈折率を有する導光光学素子の製造方法。

[図1]

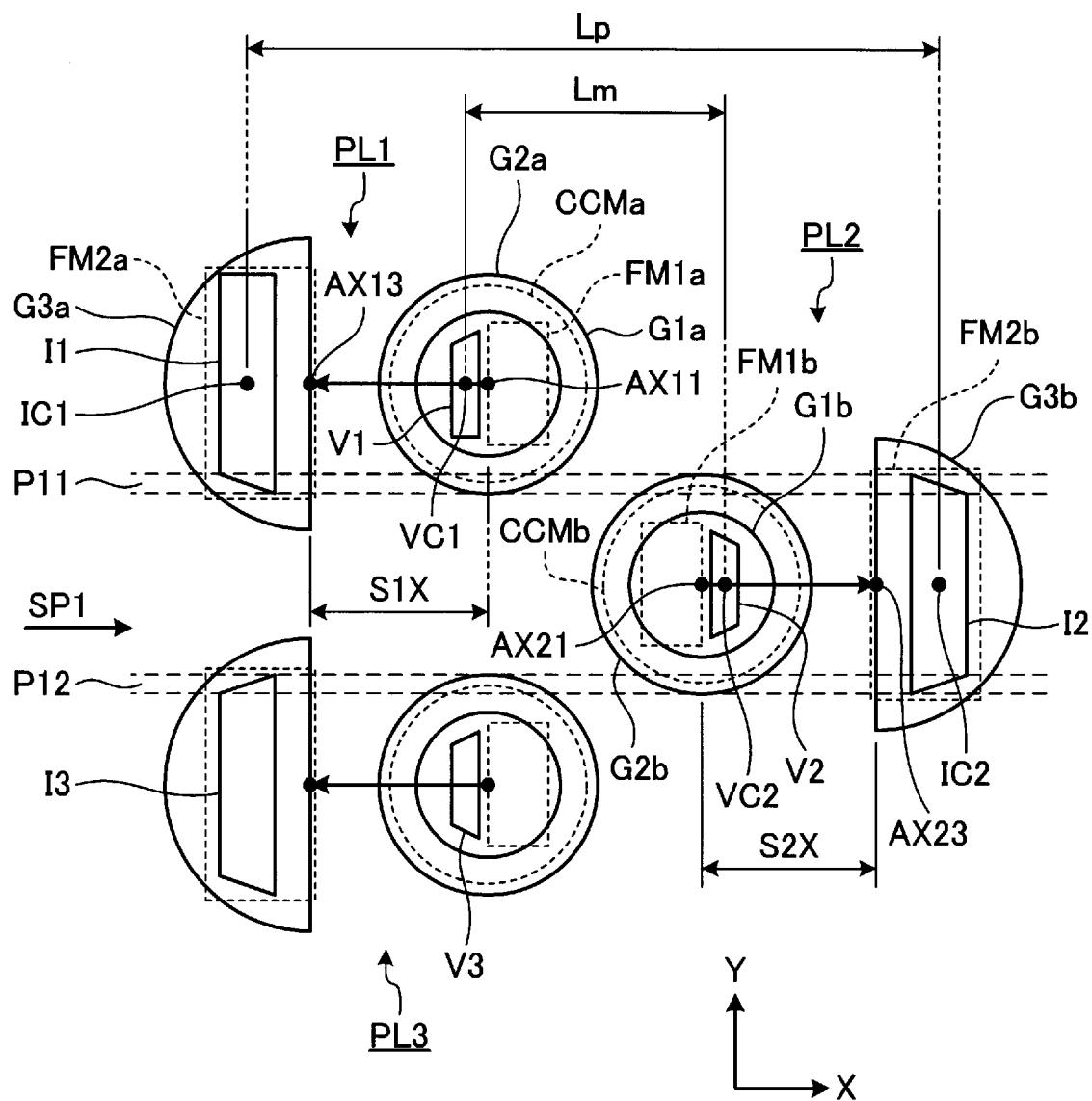


[図2]

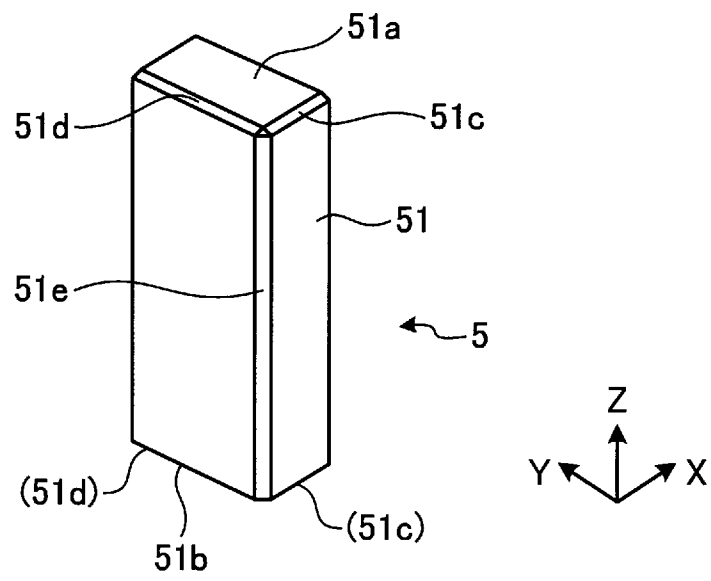




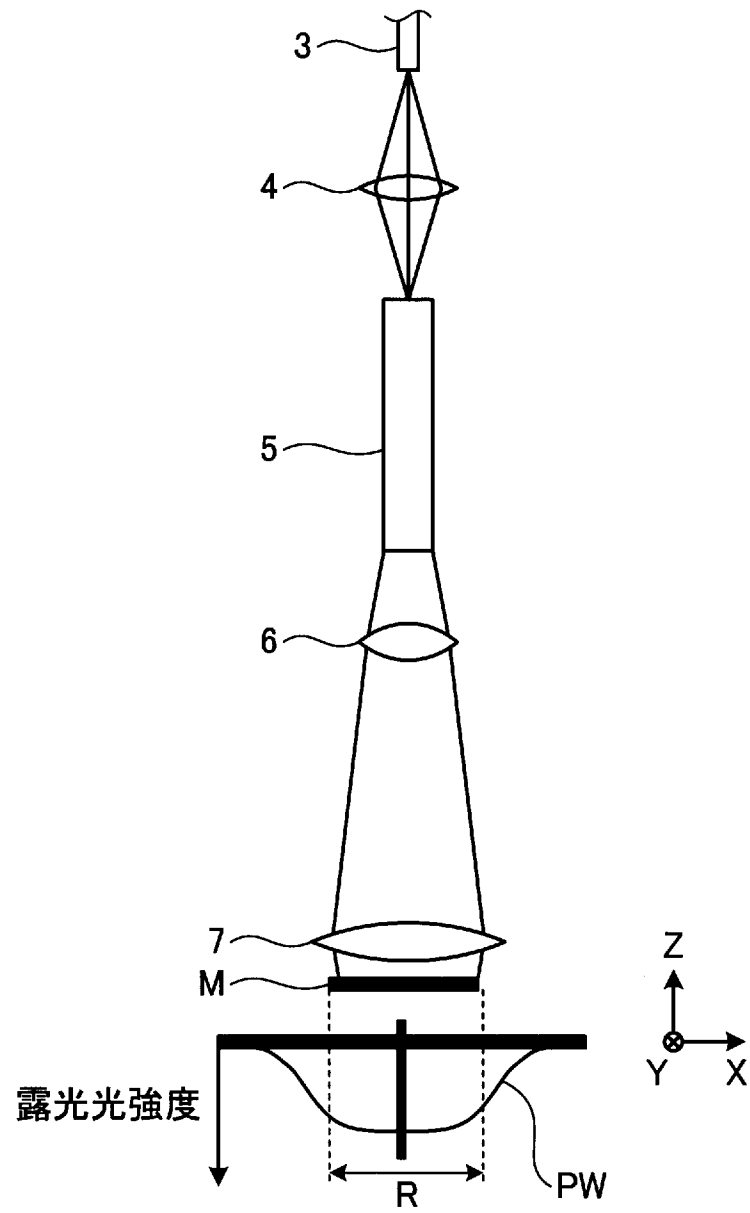
[図4]



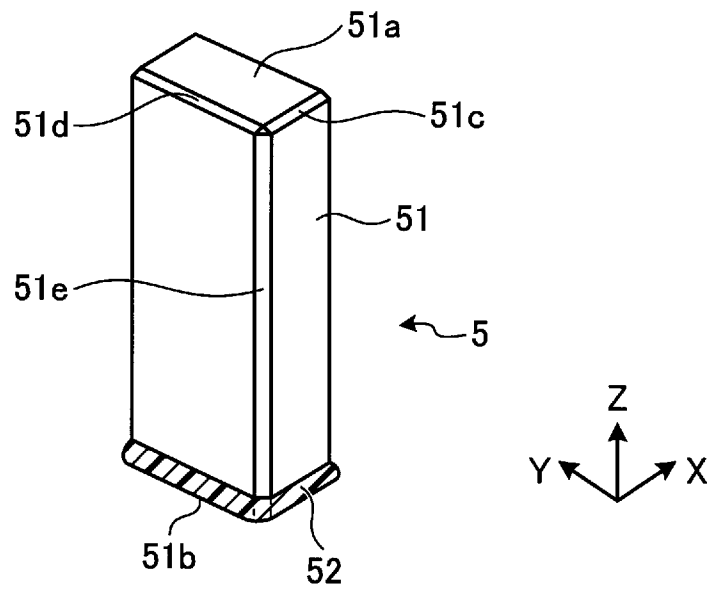
[図5]



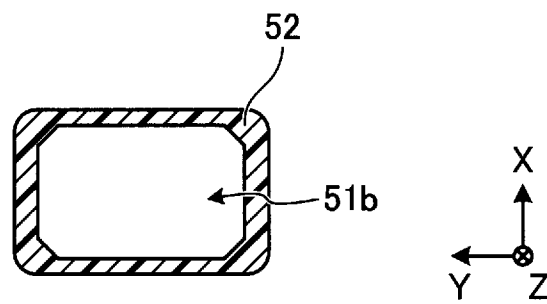
[図6]



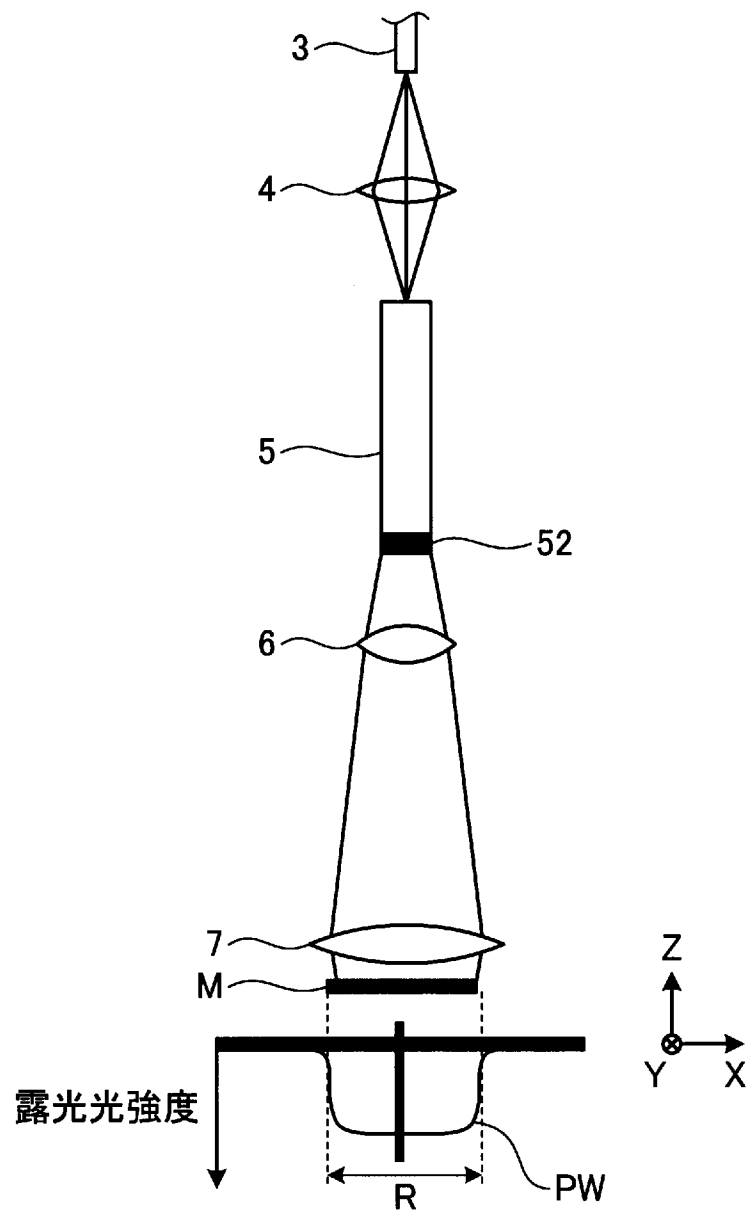
[図7A]



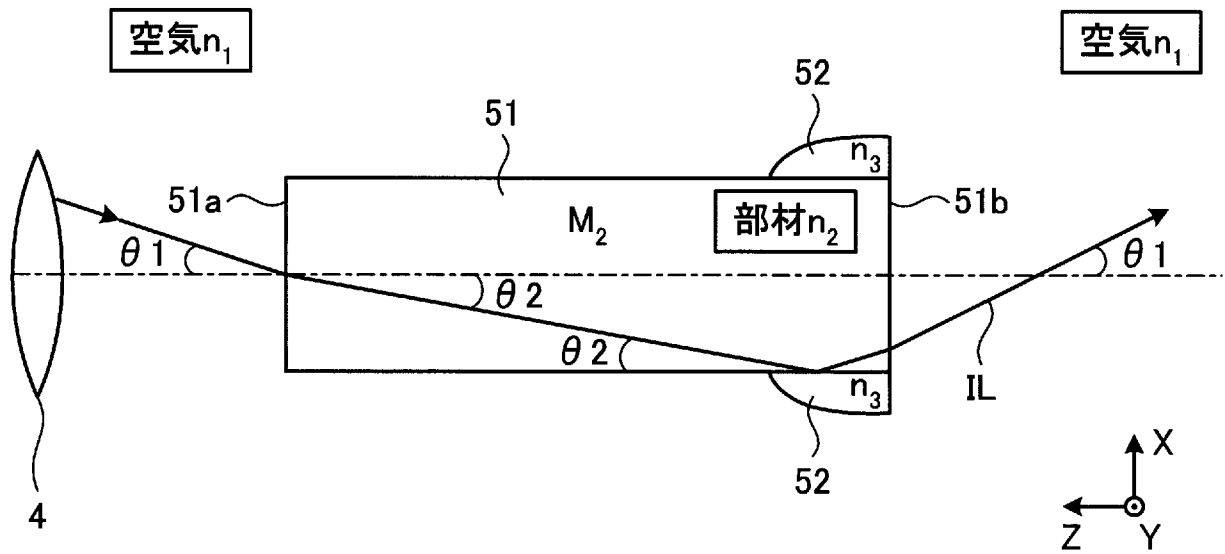
[図7B]



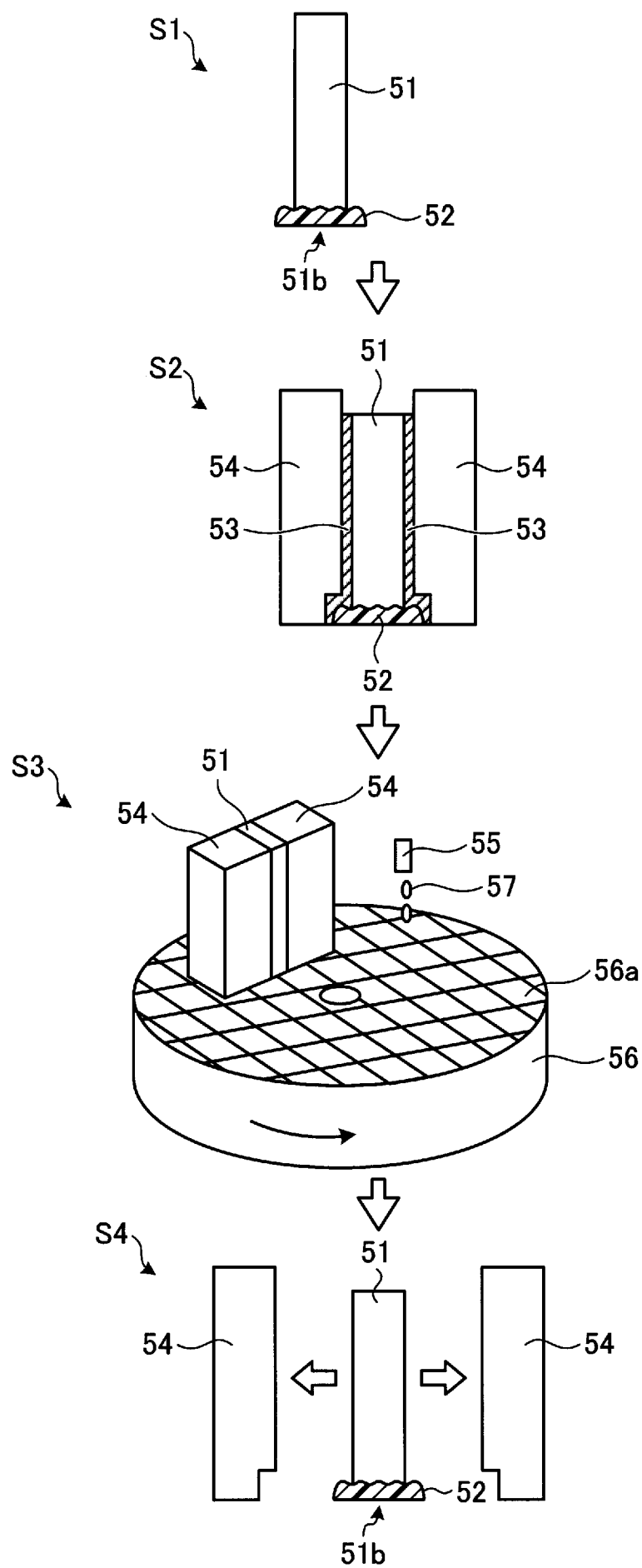
[図8]



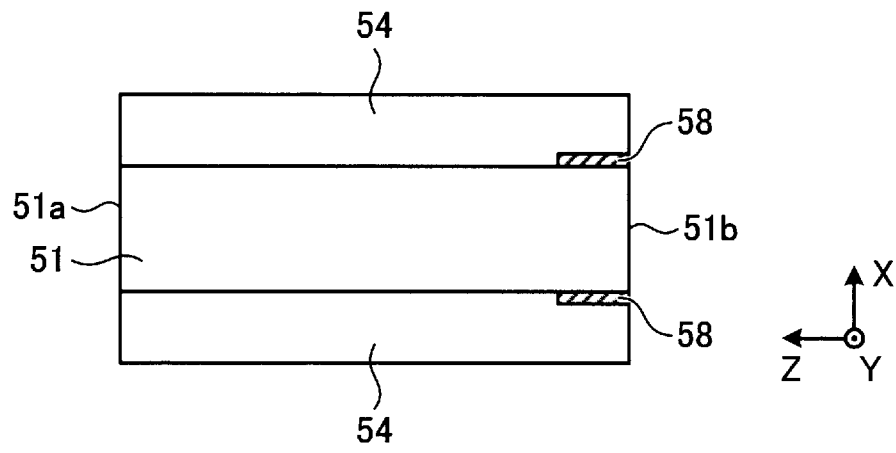
[図9]



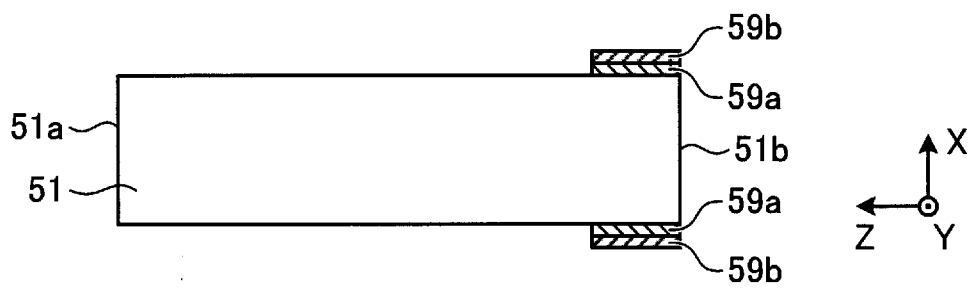
[図10]



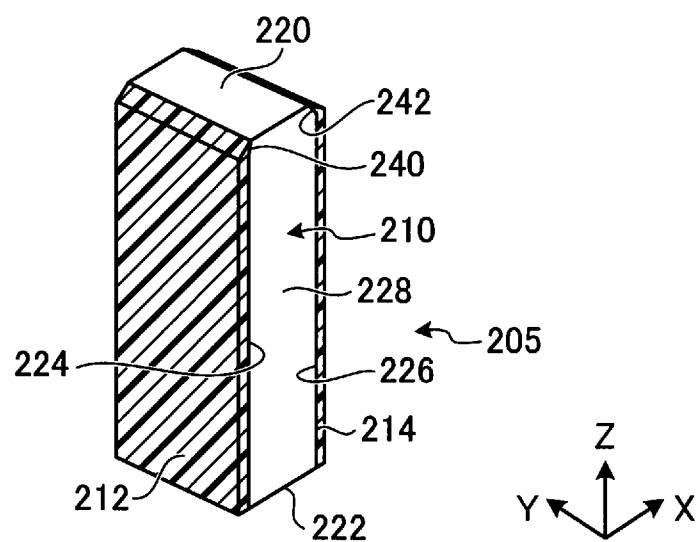
[図11]



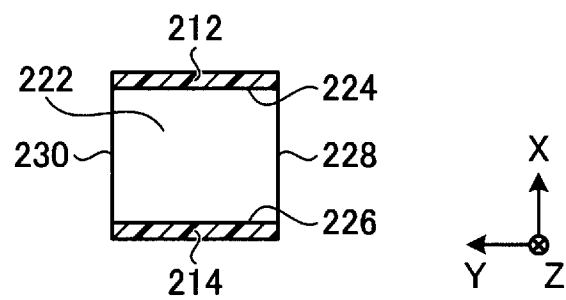
[図12]



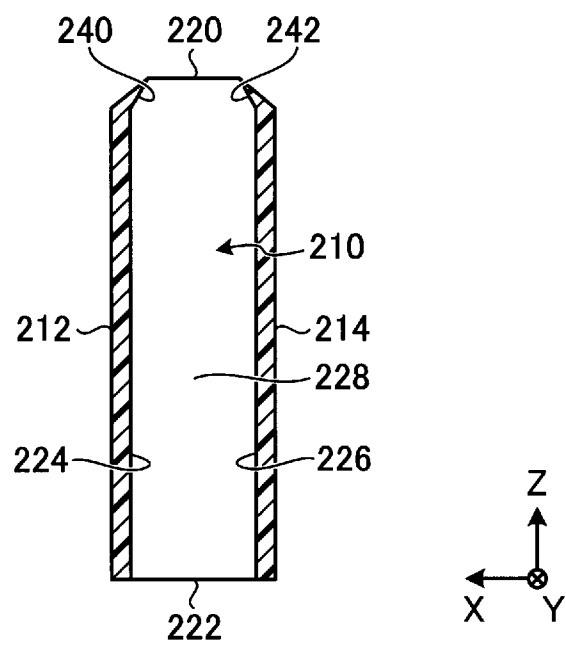
[図13A]



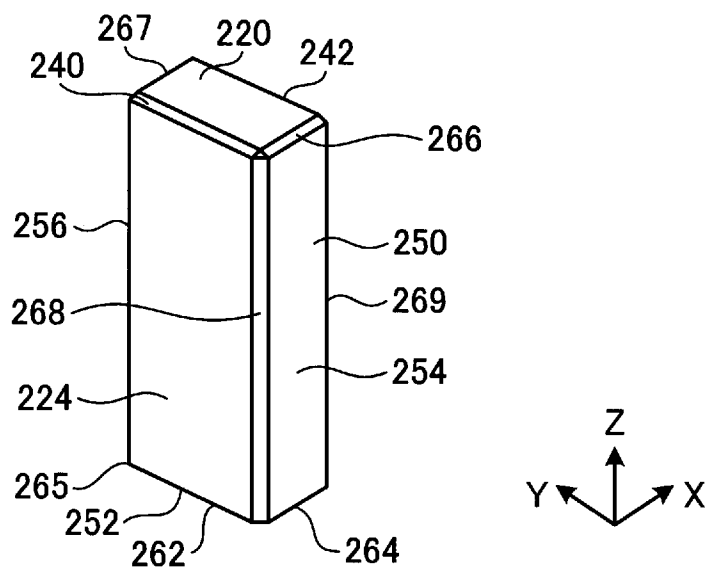
[図13B]



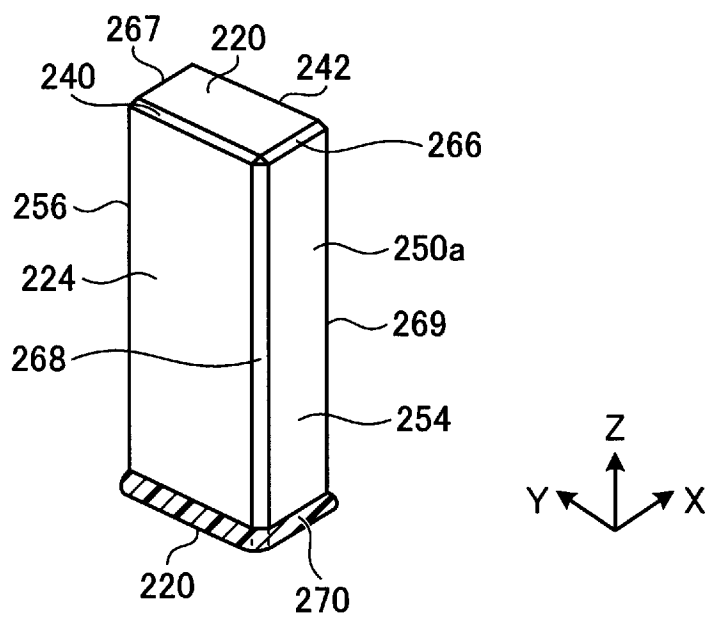
[図13C]



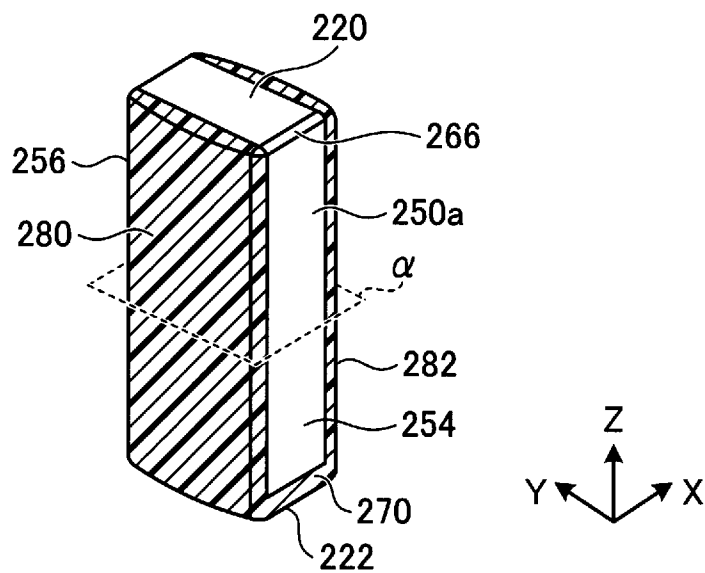
[図14]



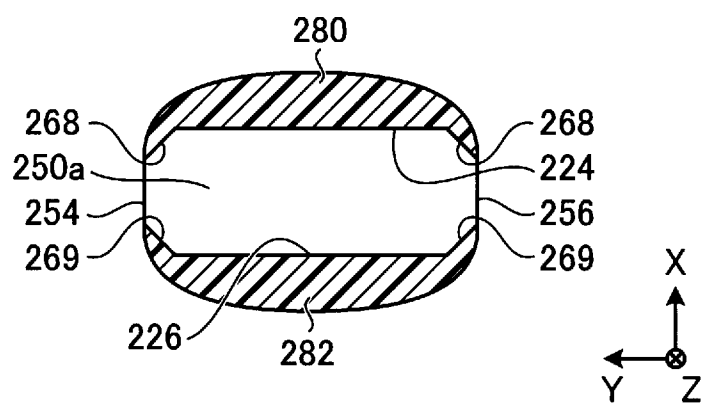
[図15]



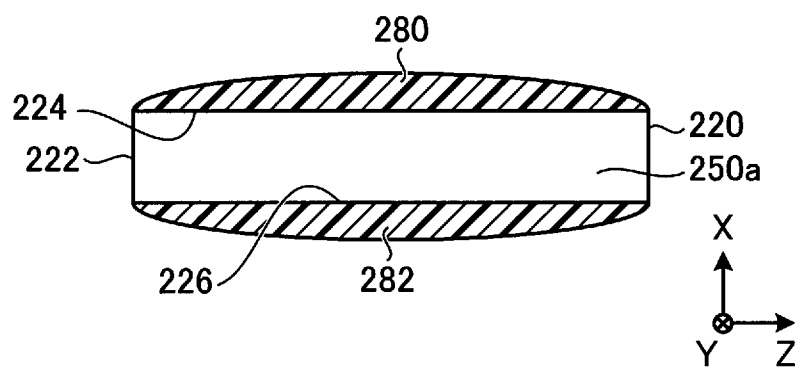
[図16A]



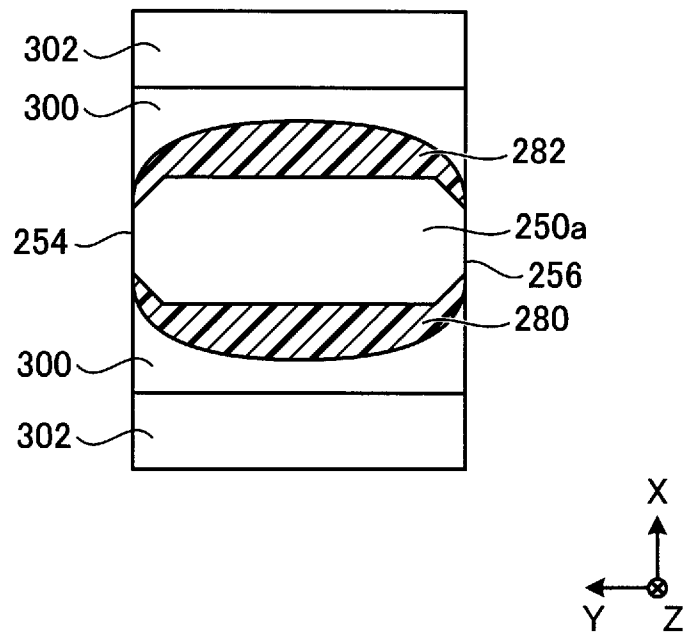
[図16B]



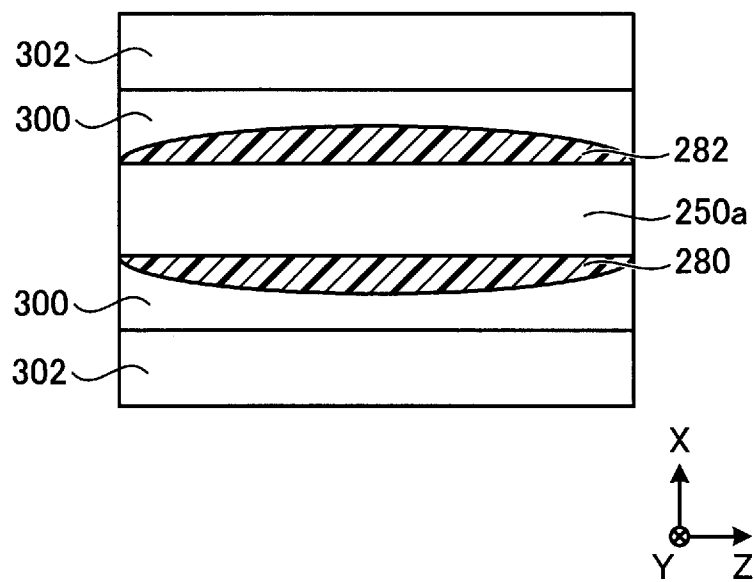
[図16C]



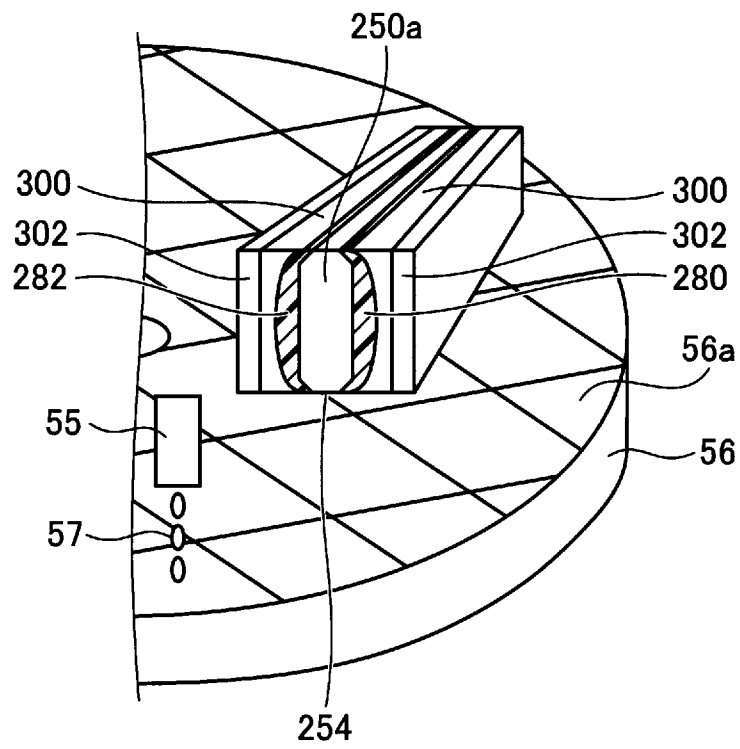
[図17A]



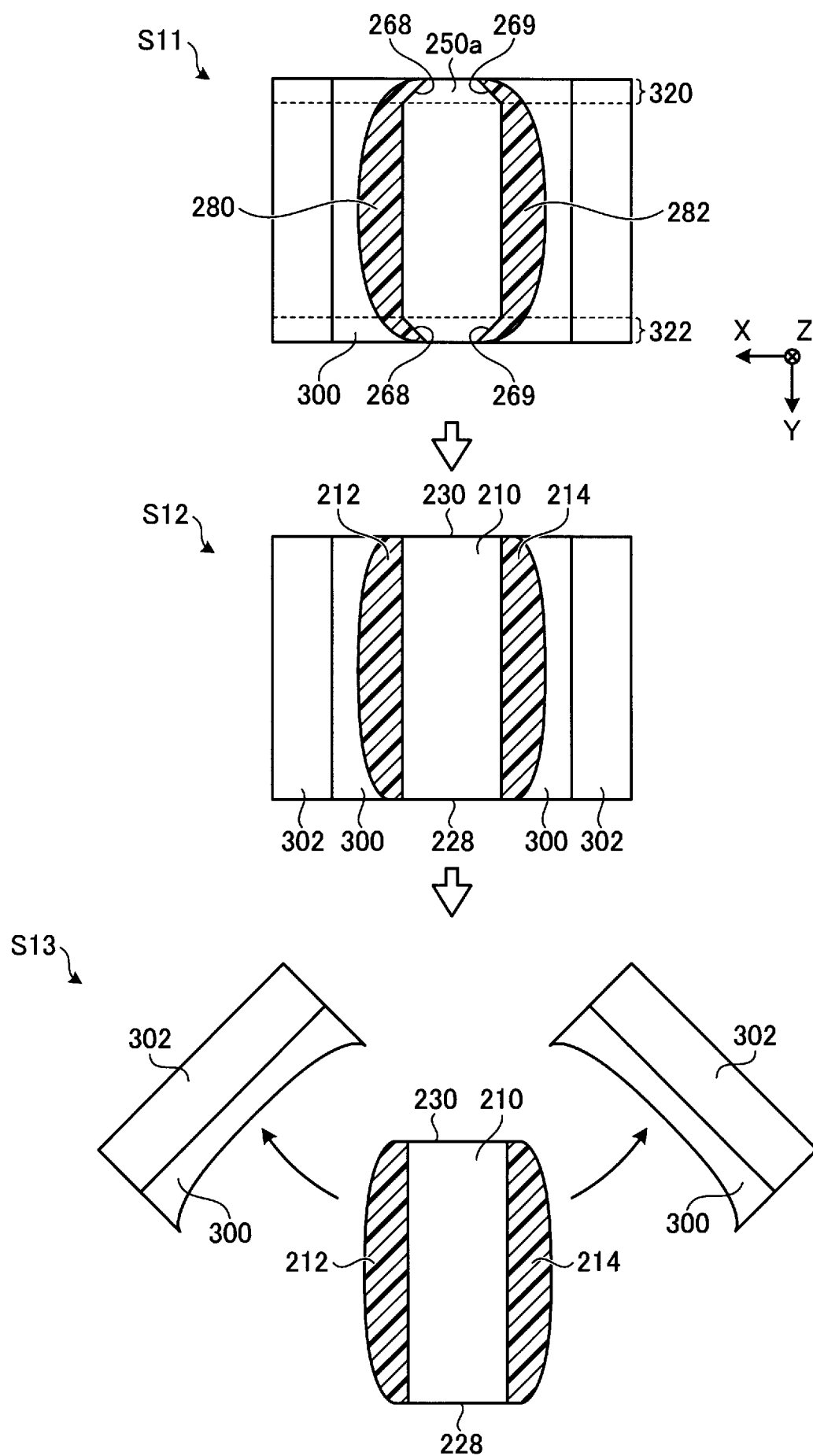
[図17B]



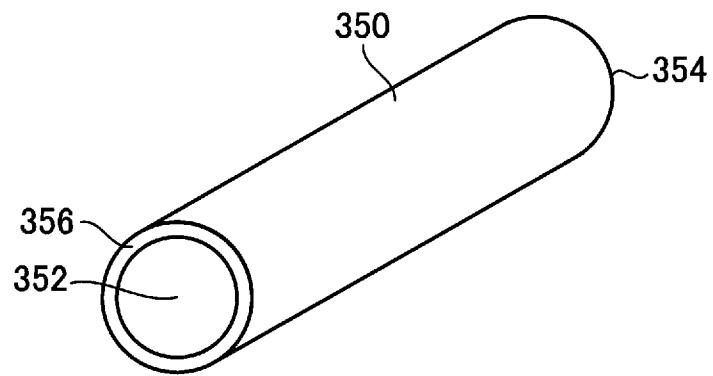
[図18]



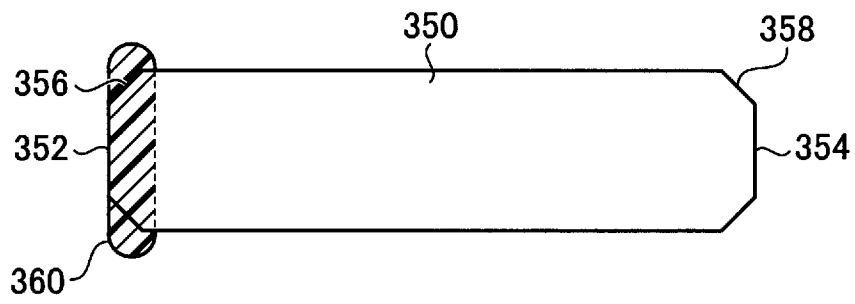
[図19]



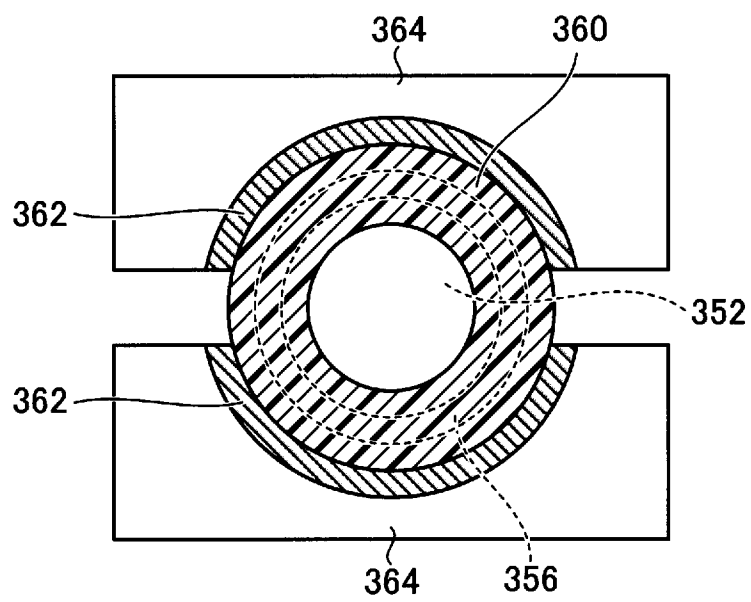
[図20]



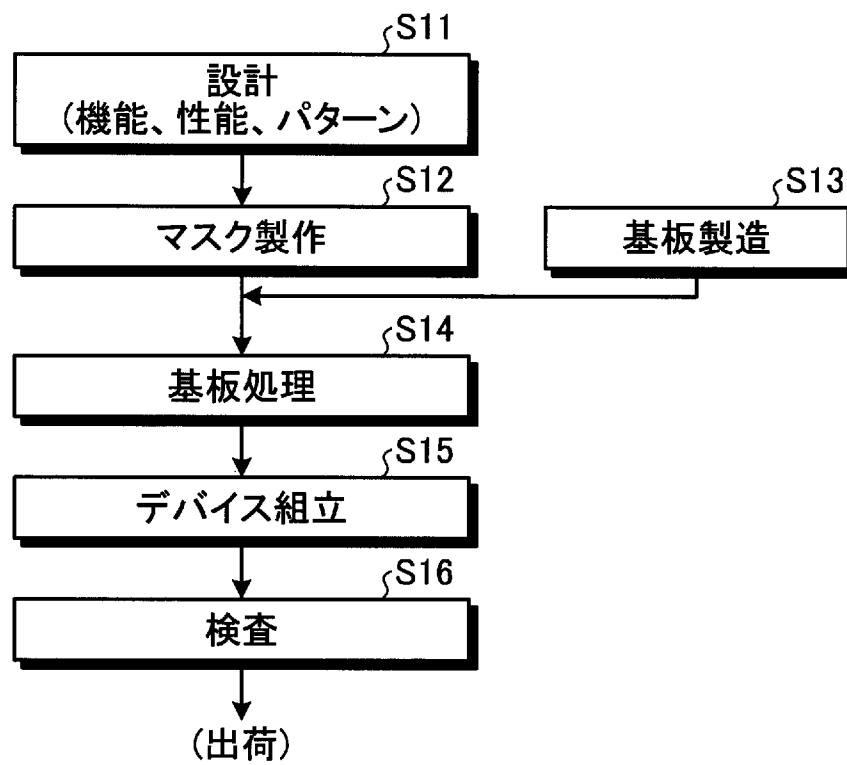
[図21A]



[図21B]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059245

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(2006.01)i, G02B5/00(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, G02B5/00-5/13;6/00;7/00-27/64, G03F7/20-7/24

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	JP 2002-110502 A (Canon Inc.), 12 April 2002 (12.04.2002),	1, 3, 8, 9, 11-15
Y	claims 1, 6, 8 to 10; paragraphs [0001], [0048],	2, 4-7, 10, 16
A	[0057]; fig. 5, 10 (Family: none)	17, 18
Y	JP 2001-237169 A (Canon Inc.), 31 August 2001 (31.08.2001), paragraph [0003] & US 2001/0028448 A1	2, 4-7, 10, 16
Y	JP 10-104546 A (Nikon Corp.), 24 April 1998 (24.04.1998), paragraph [0033] (Family: none)	2, 4-7, 10, 16

☒ 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
12 June, 2012 (12.06.12)

Date of mailing of the international search report
26 June, 2012 (26.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059245

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-507112 A (Punch Graphix Prepress Germany GmbH), 04 March 2010 (04.03.2010), paragraph [0019] & US 2010/0321659 A1 & EP 2080053 A & WO 2008/046494 A1 & DE 102006049169 A	4-7, 10, 16
Y	JP 2007-234757 A (Mejiro Precision, Inc.), 13 September 2007 (13.09.2007), paragraph [0066]; fig. 4(d) (Family: none)	4-7, 10, 16
Y	JP 10-116762 A (Sony Corp.), 06 May 1998 (06.05.1998), paragraph [0013] (Family: none)	10
Y	JP 2001-313251 A (Tokyo Denki University), 09 November 2001 (09.11.2001), paragraph [0006] (Family: none)	10
A	JP 2005-116831 A (Nikon Corp.), 28 April 2005 (28.04.2005), paragraph [0095] (Family: none)	1-18
A	JP 64-913 A (Canon Inc.), 05 January 1989 (05.01.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2004-101895 A (Chinon Tekku Kabushiki Kaisha, Shanghai Shungyo Kodan Kagi Yugen Koshi), 02 April 2004 (02.04.2004), entire text; all drawings & CN 1488989 A	1-18
A	JP 2002-343695 A (Nikon Corp.), 29 November 2002 (29.11.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2002-180238 A (Nikon Corp.), 26 June 2002 (26.06.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059245

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:
(See extra sheet)

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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059245

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Document 1 discloses the invention of claim 1, which is "an illuminating device having a refractive index that makes it possible to totally reflect the illuminating light by a covered side surface section", said illuminating device being provided with a light guide optical element that is provided with "a columnar optical member, which is formed in a columnar shape by having a first surface and the second surface as end surfaces, and outputs, from the second surface by total reflection by a side surface, at least a part of the illuminating light inputted from the first surface, and a cover member covering at least a part of the side surface at the periphery of the second surface", and "a light collecting optical system, which optically conjugates the second surface and the surface to be irradiated with light, and collects, to the surface to be irradiated with light, the illuminating light outputted from the second surface".

Therefore, the invention of claim 1 cannot be considered to be novel in the light of the invention disclosed in the document 1, and does not have a special technical feature.

Consequently, it is not considered that the inventions of claims 1-18 are so linked as to form a single general inventive concept.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/027 (2006.01)i, G02B5/00 (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 (I P C))

Int.Cl. H01L21/027, G02B5/00-5/13; 6/00; 7/00-27/64, G03F7/20-7/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	JP 2002-110502 A (キヤノン株式会社) 2002.04.12, 請求項 1, 6, 8-10、段落 0001, 0048, 0057、図 5, 10 (ファミリーなし)	1, 3, 8, 9, 11-15
Y		2, 4-7, 10, 16
A		17, 18
Y	JP 2001-237169 A (キヤノン株式会社) 2001.08.31, 段落 0003 & US 2001/0028448 A1	2, 4-7, 10, 16

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

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

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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 2 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

赤尾 隼人

2 M

4 4 5 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 4

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 10-104546 A (株式会社ニコン) 1998.04.24, 段落0033 (ファミリーなし)	2, 4-7, 10, 16
Y	JP 2010-507112 A (パンチ グラフィックス プレプレス ジャーマニー ゲーエムベーハー) 2010.03.04, 段落0019 & US 2010/0321659 A1 & EP 2080053 A & WO 2008/046494 A1 & DE 102006049169 A	4-7, 10, 16
Y	JP 2007-234757 A (株式会社目白プレシジョン) 2007.09.13, 段落0066、図4 (d) (ファミリーなし)	4-7, 10, 16
Y	JP 10-116762 A (ソニー株式会社) 1998.05.06, 段落0013 (ファミリーなし)	10
Y	JP 2001-313251 A (学校法人東京電機大学) 2001.11.09, 段落0006 (ファミリーなし)	10
A	JP 2005-116831 A (株式会社ニコン) 2005.04.28, 段落0095 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 64-913 A (キヤノン株式会社) 1989.01.05, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2004-101895 A (チノンテック株式会社、上海春曉光電科技有限公司) 2004.04.02, 全文、全図 & CN 1488989 A	1-18
A	JP 2002-343695 A (株式会社ニコン) 2002.11.29, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2002-180238 A (株式会社ニコン) 2002.06.26, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-18

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ろの国際調査機関は認めた。

文献1には、請求項1に係る発明の、「第1面および前記第2面をそれぞれ端面として柱状に形成され、前記第1面から入射した前記照明光の少なくとも一部を側面により全反射させて前記第2面から出射させる柱状光学部材と、前記第2面の周囲の前記側面のうち少なくとも一部に被覆された被覆部材と」を備える導光光学素子と、「第2面と前記被照射面とを光学的に共役にし、前記第2面から出射した前記照明光を前記被照射面に集光させる集光光学系」とを備える、「被覆側面部において前記照明光が全反射可能な屈折率を有する照明装置」が記載されている。よって、請求項1に係る発明は文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

したがって、請求項1乃至18に係る発明は、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているとは認められない。

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ため、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ため、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。