(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
2020年11月26日(26.11.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/235145 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 13/14 (2006.01) *G01M 11/00* (2006.01)
G01J 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/003948

(22) 国際出願日： 2020年2月3日(03.02.2020)

(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 2019-096586 2019年5月23日(23.05.2019) JP

(71) 出願人: コニカミノルタ株式会社(**KONICA MINOLTA , INC.**) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内２丁目７番２号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 平尾 祐亮(**HIRAO Yusuke**); 〒1007015 東京都千代田区丸の内２丁目７番２号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 川崎 貴志(**KAWASAKI Takashi**); 〒1007015 東京都千代田区丸の内２丁目７番２号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).

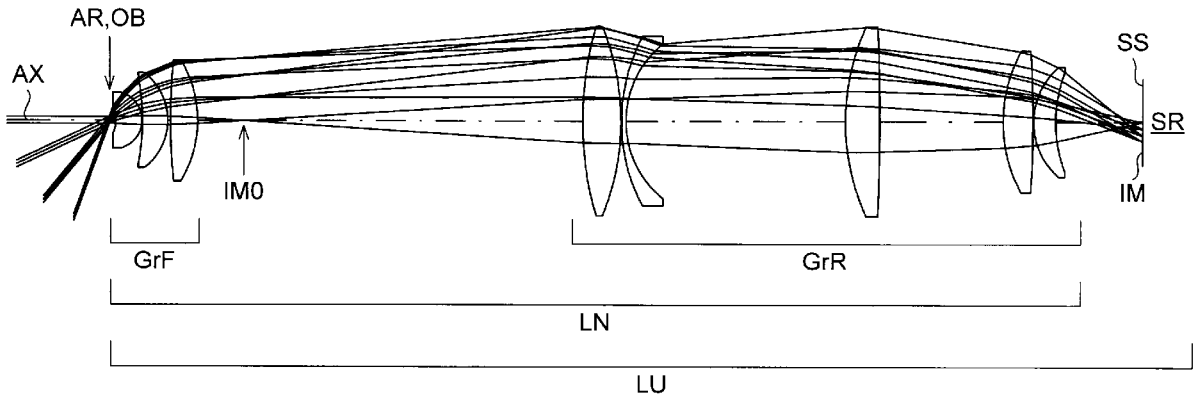
(74) 代理人: 特許業務法人 佐野特許事務所(**SANO PATENT OFFICE**); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町２－６天満橋八千代ビル別館５Ｆ Osaka (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO,

(54) **Title:** ULTRAVIOLET OPTICAL SYSTEM AND LIGHT DISTRIBUTION MEASURING APPARATUS

(54) 発明の名称： 紫外線用光学系及び配光測定装置

EX1



(57) **Abstract:** The present invention provides an ultraviolet optical system includes a group of objective lenses capturing ultraviolet light from an ultraviolet light source at different angles to form an intermediate image, and a group of image forming lenses reforming the intermediate image. Neither the group of objective lenses nor the group of image forming lenses includes an interface, and each of the groups only includes single lenses that transmit ultraviolet light with a wavelength of 300 nm or shorter. A light distribution measuring apparatus includes the ultraviolet optical system and a sensor,

WO 2020/235145 A1

［続葉有］

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

and outputs light distribution for an ultraviolet light source using a signal obtained by the sensor. The ultraviolet optical system is located to reform an intermediate image on a sensor light receiving surface, and the sensor has a light reception sensitivity for ultraviolet light with a wavelength of 300 nm or shorter.

(57) 要約:紫外線用光学系は、紫外光源からの角度ごとの紫外光を取り込んで中間像を形成する対物レンズ群と、中間像を再結像させる結像レンズ群と、を備えている。対物レンズ群と結像レンズ群は、いずれも接合面を持たず、かつ、波長３００ｎｍ以下の紫外光を透過させる単レンズのみから構成されている。配光測定装置は、紫外線用光学系とセンサーを備え、センサーで得られた信号を用いて紫外光源の配光を出力する。紫外線用光学系はセンサー受光面上に中間像が再結像するように位置し、センサーは波長３００ｎｍ以下の紫外光の受光感度を有する。

明　細　書

発明の名称 ： 紫外線用光学系及び配光測定装置

技術分野

[0001] 本発明は紫外線用光学系及び配光測定装置に関するものであり、例えば、紫外光を結像させる紫外線用光学系と、その紫外線用光学系で紫外光源からの角度ごとの紫外光を結像させて配光特性として出力する配光測定装置と、に関するものである。

背景技術

[0002] 光源の配光特性は、照明装置や表示装置の仕様に大きく影響する。そのため、光源の配光特性を計測することは重要である。光源の配光特性を計測する場合、センサーに対して光源をステージで動かし、角度特性として評価するのが一般的である（センサー移動型配光測定，特許文献１参照。）。また最近では、センサーサイズが大型化しているため、光源からの角度ごとの光を光学系で一度に取り込むことが可能になっている。そのようなセンサーを用いると、配光特性を一度に計測することが可能である（センサー固定型配光測定）。例えば非特許文献１では、光源からの角度ごとの光を光学系で一度に取り込んで２次元センサー上に結像させ、配光特性を一度に計測する方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第３５９４７０６号公報

非特許文献

[0004] 非特許文献1：https://en.wikipedia.org/wiki/Conoscopy

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 近年、紫外光を放射するＬＥＤ(light emitting diode)が開発され、紫外光源としてその利用シーンを増やしている。しかし、紫外光は可視光とは異

なり透過できる材料に限りがあるため、紫外光源の配光測定に用いる紫外線用光学系は実用化されていない。つまり、特許文献１や非特許文献１で提案されているような従来の光学構成では、紫外光の透過損失が大きすぎて、紫外光源の配光を高い精度で測定することができない。

[0006] 本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、紫外光源からの角度ごとの紫外光を一度に取り込むことが可能な紫外線用光学系と、それを用いて紫外光源の高精度の配光測定を一度に行うことが可能な配光測定装置と、を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために、本発明の紫外線用光学系は、紫外光源からの角度ごとの紫外光を取り込んで中間像を形成する対物レンズ群と、前記中間像を再結像させる結像レンズ群と、を備えた紫外線用光学系であって、

前記対物レンズ群と結像レンズ群が、いずれも接合面を持たず、かつ、波長３００ｎｍ以下の紫外光を透過させる単レンズのみから構成されていることを特徴とする。

[0008] 本発明の配光測定装置は、本発明の紫外線用光学系と、センサー受光面上に形成された光学像を電気的な信号に変換するセンサーと、を備え、前記センサーで得られた信号を用いて前記紫外光源の配光を出力する配光測定装置であって、

前記センサー受光面上に前記中間像が再結像するように前記紫外線用光学系が位置し、前記センサーが波長３００ｎｍ以下の紫外光の受光感度を有することを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、対物レンズ群と結像レンズ群が、いずれも接合面を持たず、かつ、波長３００ｎｍ以下の紫外光を透過させる単レンズのみから構成されているため、紫外光源からの角度ごとの紫外光を一度に取り込むことが可能な紫外線用光学系を実現することができる。その紫外線用光学系を、波長３００ｎｍ以下の紫外光の受光感度を有するセンサーと共に配光測定装置

に用いることで、紫外光源の高精度の配光測定を一度に行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第１の実施の形態（実施例１）の光学構成図。

[図2]第２の実施の形態（実施例２）の光学構成図。

[図3]紫外線用光学系における面間反射を示す模式図。

[図4]紫外線用光学系における最物体側有効直径と最大有効直径との関係を示す光路図。

[図5]紫外線用光学系における計測エリア有効直径とワーキングディスタンスとの関係を示す光路図。

[図6]実施例１，２の配光測定装置で得られた配光測定結果の概略を示すグラフ。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施の形態に係る紫外線用光学系及び配光測定装置を説明する。本発明の実施の形態に係る紫外線用光学系は、紫外光源からの角度ごとの紫外光を取り込んで中間像を形成する対物レンズ群と、前記中間像を再結像させる結像レンズ群と、を備えた構成になっている。そして、前記対物レンズ群と結像レンズ群は、いずれも接合面を持たず、かつ、波長３００ｎｍ以下の紫外光を透過させる単レンズのみから構成されている。

[0012] 紫外光源の用途としては、蛍光発光照明用・蛍光画像表示用の紫外線励起、紫外線殺菌等が挙げられる。また、紫外光源としてＬＥＤ光源（例えば、評価する計測エリアの直径３ｍｍ，発光点サイズ１００μｍ）を利用することが増えてきているため、可視光領域から紫外線領域へと計測波長範囲の拡大や変更が要望されている。しかし、紫外線用光学系に可視光用の光学材料を用いると、紫外線の大部分は吸収されて透過できず、センサーにまで到達することができない。紫外線用の光学材料を用いた場合でも、可視光の場合に比べると透過損失は大きい。したがって、光学系における透過損失をいかに最小限に抑えるかが重要になる。

[0013] 前述したように、紫外線用光学系を構成している対物レンズ群と結像レンズ群を、いずれも接合面を持たない構成にすると、接合面に用いる接着剤等の接合部材による吸収が無くなるなるとともに、接合面での反射損失も無くなる。しかも、波長３００ｎｍ以下の紫外光を透過させる単レンズのみで紫外線用光学系が構成されているため、光学材料での透過損失も抑えられて、光学系の透過効率が向上する。したがって、光学系における透過損失を最小限に抑えて、紫外光源からの角度ごとの紫外光を一度に取り込むことが可能となる。そして、上記特徴的構成を有する紫外線用光学系を、波長３００ｎｍ以下の紫外光の受光感度を有するセンサーと共に配光測定装置に用いることで、紫外光源の高精度の配光測定を一度に行うことが可能となる。

[0014] 上述した効果をバランス良く得るとともに、更に高い光学性能，配光測定の高精度化，軽量・小型化等を達成するための条件等を以下に説明する。なお、紫外光源の配光とは、紫外光源からどの方向（角度）に紫外線がどれぐらいの強さで放射されているか、を角度に対する光度の変化又は分布で示すものである。

[0015] 上記紫外線用光学系に用いられているすべての単レンズにおいて、波長３００ｎｍの紫外光に対する透過率は、８０％以上であることが望ましく、９７％以上であることが更に望ましい。このような紫外線透過率を有する単レンズを用いることによって、紫外光源の高精度の配光測定を効果的に行うことが可能になる。また、上記単レンズの光学材料の具体例としては、CaF_2，BaF_2，SiO_2が挙げられる。なお、これらの光学材料の波長３００ｎｍでの屈折率は１．５程度である。

[0016] 全てのレンズ面間において、最小面間距離と最大面間距離との差がワーキングディスタンス以上であることが望ましい。レンズ面間で反射した紫外光のうち、光量の多い角度で反射したものは、配光測定の精度に大きな影響を及ぼすおそれがある。全てのレンズ面間において軸上と軸外とで充分に面間隔を変えると、その影響を回避することが可能であり、紫外線用光学系の光学全長が長いほど、その影響を抑える効果が大きくなる。

[0017] 図３に、紫外線用光学系における面間反射の具体例を示す。図３（Ａ）に示すように、レンズ面間を構成するレンズ面の組み合わせが凹面と凸面であれば、レンズ面の端部で最小面間距離ｔｍｉｎが構成され、レンズ面の光軸ＡＸ上で最大面間距離ｔｍａｘが構成される。図３（Ｂ）に示すように、レンズ面間を構成するレンズ面の組み合わせが凸面と凸面であれば、レンズ面の光軸ＡＸ上で最小面間距離ｔｍｉｎが構成され、レンズ面の端部で最大面間距離ｔｍａｘが構成される。

[0018] 図３（Ａ），（Ｂ）のいずれの場合も、正規光Ｌ１はレンズ面を透過し、不要光Ｌ２はレンズ面で反射してレンズ周辺部へと進む。つまり、面間距離差ｔｍａｘ－ｔｍｉｎが小さいほど、互いに傾斜した状態にあるレンズ面での反射により、センサー側へ向かう不要光Ｌ２が生じ易くなる。配光測定における最大計測角度とワーキングディスタンスとの関係から、面間距離差ｔｍａｘ－ｔｍｉｎをワーキングディスタンス以上にすれば、センサーに到達する不要光Ｌ２を少なくして、不要光Ｌ２による検出誤差を効果的に低減することが可能となる。

[0019] 以下の条件式（１）を満足することが望ましい。

$\phi / \phi 1 > 2$ …（１）

ただし、

$\phi 1$：対物レンズ群において最も物体側に位置するレンズ面の有効直径、

ϕ：全系におけるレンズ面の最大有効直径、

である。

[0020] 図４に、紫外線用光学系における最物体側有効直径$\phi 1$と最大有効直径ϕとの関係を示す。対物レンズ群ＧｒＦにおいて、最大計測角度Θ＝７０～８０°で斜め方向に進む光線をセンサー受光面に向けて徐々に曲げていこうとすると、紫外線用光学材料の屈折率では使用レンズ枚数が３～４枚必要になる。その少ないレンズ枚数でも条件式（１）を満たすようにすれば、広角度の光線を徐々に曲げて取り込むことが可能になる。その結果、対物レンズ群のレンズ面への入射角度を小さくして、光量ロスを抑えることができる。条

件式（１）の範囲を外れると、斜め方向に進む光線が相対的に減って性能低下傾向になったり、製造困難な薄いレンズの枚数を増やすことが必要になったりして、レンズ設計が困難になる。なお、図４では最大有効直径φを有するレンズ面が対物レンズ群ＧｒＦに存在する場合を示しているが、結像レンズ群に存在する場合も同様である。

[0021] 最も物体側のレンズ面が物体側に凹の形状を有し、以下の条件式（２）を満足することが望ましい。

φ２＞ＷＤ …（２）

ただし、

ＷＤ：最物体側レンズの最物体側位置から紫外光源に対する計測エリアまでの距離、

φ２：紫外光源に対する計測エリアの有効直径、

であり、

φ１：対物レンズ群において最も物体側に位置するレンズ面の有効直径、

Θ：最大計測角度の光束の主光線が光軸となす角度、

とすると、

φ１＝φ２＋２ＷＤtanΘ

である。

[0022] 図５に、紫外線用光学系における計測エリア有効直径φ２とワーキングディスタンスＷＤとの関係を示す。最物体側レンズ面の有効直径φ１は最大放射角度のアッパー光線で決まり、φ２，Θ及びＷＤを用いた式：φ１＝φ２＋２ＷＤtanΘで算出される。ワーキングディスタンスＷＤが大きいと角度Θを大きく設定することができず、ワーキングディスタンスＷＤを計測エリアＡＲの有効直径φ２よりも小さく設定すれば、より斜めの角度に放射される光を取り込むことができる。つまり、条件式（２）を満たすことにより、４５度より広い放射角度まで計測が可能になる。なお、図５では最大有効直径φを有するレンズ面が対物レンズ群ＧｒＦに存在する場合を示しているが、結像レンズ群に存在する場合も同様である。

[0023] 軸上光線が光軸から離れながら進むときに光軸となす角度をプラスとすると、前記中間像において軸外光束の主光線と光軸とのなす角度αがプラスであることが望ましい。中間像面では軸外の主光線を光軸に対して平行にし、角度特性が空間方向へ直線性を持つようにすることが一般的に知られている。しかし、中間像において軸外光束の主光線と光軸とのなす角度αをプラスに設定しても、前段の対物レンズ群と後段の結像レンズ群とでセンサー受光面上での結像性能を総合的に最適化することは可能である。

[0024] 例えば、前段の対物レンズ群ではより広い角度での取り込みを優先し、中間像面では軸外光の主光線に角度が残っていることを許容する。つまり、光軸に対して平行になるまで曲げきる必要はなく、用いる光学材料が限られているので中間像の結像性能は問題でない。センサー受光面上で平面状に結像すればよいので、中間像における軸外の主光線はプラス角度でよい。したがって、後段の結像レンズ群では、倍率だけをコントロールするのではなく、前段の対物レンズ群で残った角度特性を補正することにより、結像性能を全体的に最適化することができる。

[0025] 次に、紫外線用光学系及びそれを備えた配光測定装置の第１，第２の実施の形態を挙げて、その具体的な光学構成を説明する。図１に、第１の実施の形態に係る紫外線用光学系ＬＮ及び配光測定装置ＬＵの光学構成を光学断面で示し、図２に、第２の実施の形態に係る紫外線用光学系ＬＮ及び配光測定装置ＬＵの光学構成を光学断面で示す。第１，第２の実施の形態に係る配光測定装置ＬＵは、紫外光源からの角度ごとの紫外光を一度に取り込んで光学像ＩＭとして結像させる紫外線用光学系ＬＮと、センサー受光面ＳＳ上に形成された光学像ＩＭを電気的な信号に変換する２次元センサー（イメージセンサー）ＳＲと、を備えており、２次元センサーＳＲで得られた信号を用いて紫外光源の配光を出力する構成になっている。

[0026] 第１，第２の実施の形態に係る紫外線用光学系ＬＮは、紫外光源からの角度ごとの紫外光を取り込んで中間像ＩＭＯを形成する対物レンズ群ＧｒＦと、中間像ＩＭＯを再結像させる結像レンズ群ＧｒＲと、で構成されている。

第１の実施の形態の紫外線用光学系ＬＮ（図１）では、対物レンズ群ＧｒＦが３枚の正の単レンズからなっており、結像レンズ群ＧｒＲが正負正正正の５枚の単レンズからなっている。第２の実施の形態の紫外線用光学系ＬＮ（図２）では、対物レンズ群ＧｒＦが３枚の正の単レンズからなっており、結像レンズ群ＧｒＲが正負正正負の５枚の単レンズからなっている。

[0027] 対物レンズ群ＧｒＦと結像レンズ群ＧｒＲは、いずれも接合面を持たず、かつ、波長３００ｎｍ以下の紫外光を透過させる単レンズのみから構成されている。可視光領域に比べると紫外線領域は狭いため、接合レンズを用いなくても、単レンズの組み合わせにより高い光学性能を得ることは可能である。紫外光源に対する計測エリアＡＲは、紫外線用光学系ＬＮの物面ＯＢに相当する。評価したい紫外光源のサンプルを計測エリアＡＲに配置すると、紫外光源から各放射角度で出射した紫外光が紫外線用光学系ＬＮによって曲げられる。最初に対物レンズ群ＧｒＦの強いパワーで広い放射角度の紫外光を曲げて中間像ＩＭ０を形成し、その中間像ＩＭ０を結像レンズ群ＧｒＲで再結像させる構成になっているため、紫外光源に対する計測エリアＡＲからの取り込み角度を広くすることができる。なお、必要に応じて絞りを用いれば明るさの調整も可能である。

[0028] 紫外線用光学系ＬＮは、図１，図２にから分かるように、全てのレンズ面間において、最小面間距離と最大面間距離との差がワーキングディスタンス以上になっている。互いに傾斜した状態にあるレンズ面での反射により生じた不要光は、レンズ周辺部へと進むため（図３）、２次元センサーＳＲに到達する不要光は少なくなる。結果として、不要光による検出誤差は効果的に低減されて、紫外光源の高精度の配光測定が可能となる。

[0029] ２次元センサーＳＲは波長３００ｎｍ以下の紫外光の受光感度を有し、そのセンサー受光面ＳＳ上に中間像ＩＭ０が光学像ＩＭとして再結像するように、紫外線用光学系ＬＮが位置している。中間像ＩＭ０の再結像によってセンサー受光面ＳＳ上に形成された光学像ＩＭは、２次元センサーＳＲによって電気的な信号に変換される。光学像ＩＭは紫外光源の配光情報を放射角度

分布として含んでいるため、配光測定装置ＬＵによって紫外光源の配光特性を得ることができる。

[0030] 以上の説明から分かるように、上述した実施の形態や後述する実施例には以下の特徴的な構成（＃１）～（＃６）等が含まれている。

[0031] （＃１）：紫外光源からの角度ごとの紫外光を取り込んで中間像を形成する対物レンズ群と、前記中間像を再結像させる結像レンズ群と、を備えた紫外線用光学系であって、

前記対物レンズ群と結像レンズ群が、いずれも接合面を持たず、かつ、波長３００ｎｍ以下の紫外光を透過させる単レンズのみから構成されていることを特徴とする紫外線用光学系。

[0032] （＃２）：全てのレンズ面間において、最小面間距離と最大面間距離との差がワーキングディスタンス以上であることを特徴とする（＃１）記載の紫外線用光学系。

[0033] （＃３）：以下の条件式（１）を満足することを特徴とする（＃１）又は（＃２）記載の紫外線用光学系；

$\phi / \phi 1 > 2$ …（１）

ただし、

$\phi 1$：対物レンズ群において最も物体側に位置するレンズ面の有効直径、

ϕ：全系におけるレンズ面の最大有効直径、

である。

[0034] （＃４）：最も物体側のレンズ面が物体側に凹の形状を有し、以下の条件式（２）を満足することを特徴とする（＃１）～（＃３）のいずれか１項に記載の紫外線用光学系；

$\phi 2 > WD$ …（２）

ただし、

ＷＤ：最物体側レンズの最物体側位置から紫外光源に対する計測エリアまでの距離、

$\phi 2$：紫外光源に対する計測エリアの有効直径、

であり、

φ１：対物レンズ群において最も物体側に位置するレンズ面の有効直径、

Θ：最大計測角度の光束の主光線が光軸となす角度、

とすると、

φ１＝φ２＋２ＷＤtanΘ

である。

[0035] （＃５）：軸上光線が光軸から離れながら進むときに光軸となす角度をプラスとすると、前記中間像において軸外光束の主光線と光軸とのなす角度αがプラスであることを特徴とする（＃１）～（＃４）のいずれか１項に記載の紫外線用光学系。

[0036] （＃６）：（＃１）～（＃５）のいずれか１項に記載の紫外線用光学系と、センサー受光面上に形成された光学像を電気的な信号に変換するセンサーと、を備え、前記センサーで得られた信号を用いて前記紫外光源の配光を出力する配光測定装置であって、

前記センサー受光面上に前記中間像が再結像するように前記紫外線用光学系が位置し、前記センサーが波長３００ｎｍ以下の紫外光の受光感度を有することを特徴とする配光測定装置。

実施例

[0037] 以下、本発明を実施した紫外線用光学系の構成等を、実施例のコンストラクションデータ等を挙げて更に具体的に説明する。ここで挙げる実施例１，２（ＥＸ１，２）は、前述した第１，第２の実施の形態にそれぞれ対応する数値実施例であり、第１，第２の実施の形態を表すレンズ構成図（図１，図２）は、対応する実施例１，２の光学構成をそれぞれ示している。

[0038] 各実施例のコンストラクションデータでは、面データとして、左側の欄から順に、面番号ｉ（ＯＢ：物面，ＩＭ：像面），近軸における曲率半径ｒｉ（ｍｍ），軸上面間隔（芯厚）ｄｉ（ｍｍ），波長３００ｎｍの紫外光に対する屈折率ｎ（３００），及び有効半径Ｒｉ（ｍｍ）を示す。また、各種データとして、全系の焦点距離ｆ（ｍｍ），Ｆナンバー（Ｆｎｏ），センサー

サイズＹ（センサー受光面ＳＳの対角線の長さの半分，ｍｍ），最大計測角度の光束の主光線が光軸ＡＸとなす角度Θ（°），中間像ＩＭＯにおいて軸外光束の主光線と光軸ＡＸとのなす角度α（°），各実施例の条件式対応値及びその関連データを示す。

[0039] 各実施例に用いられている単レンズはいずれも、波長３００ｎｍの紫外光に対する屈折率が１．５であり、波長３００ｎｍの紫外光に対する透過率が９７％以上である。また、これらの単レンズを構成している光学材料の具体例としては、CaF_2，BaF_2，SiO_2が挙げられる。

[0040] 実施例１の紫外線用光学系ＬＮは、実施しやすい構成になっている。例えば、センサーサイズＹが小さくなっており、入手の容易な小型の２次元センサーＳＲを想定している。また、全系におけるレンズ面の最大有効直径φが８３．０４ｍｍに抑えられており、最大レンズ直径としてはさほど大きくない。Ｆナンバーも２．４と明るめになっているため計測しやすく、また、最大計測角度の主光線角度Θも７０度まで対応しているため申し分ない。

[0041] 実施例２の紫外線用光学系ＬＮは、より大きな最大計測角度Θを実現した構成になっている。例えば、センサーサイズＹが大きくなっており、角度の解像度を落とすことなく計測できるように設定されている。また、全系におけるレンズ面の最大有効直径φが８６．５ｍｍに抑えられており、最大レンズ直径としてはさほど大きくなっていない。最大計測角度の主光線角度Θは８０度まで対応しており、光学系としてより厳しい構成になっている。角度αがマイナスに大きくなっているため、実施例１に比べて設計余裕度がなく過補正状況にある。

[0042] 実施例１，２の紫外線用光学系ＬＮを用いることにより、紫外光源からの角度ごとの紫外光を一度に取り込んで２次元センサーＳＲのセンサー受光面ＳＳ上に結像させることが可能である。そして、その紫外線用光学系ＬＮを備えた配光測定装置ＬＵを用いることにより、紫外光源の高精度の配光測定を一度に行うことが可能である。図６のグラフに、実施例１，２の配光測定装置ＬＵで得られた配光測定結果の概略を示す。この測定結果から、紫外光

源が特定の角度方向に放射輝度の強い配光特性を有していることが分かる。

[0043] 実施例1

単位：mm

面データ

i	ri	di	n(300)	Ri
1(OB)	infinity	3.000		1.50
2	-13.717	11.624	1.5	5.98
3	-12.612	0.200		11.95
4	-97.685	11.188	1.5	18.68
5	-26.296	1.144		20.60
6	239.025	12.011	1.5	25.61
7	-51.762	169.179		26.35
8	150.844	16.881	1.5	41.52
9	-110.528	0.200		41.42
10	79.159	2.000	1.5	37.07
11	43.767	97.030		34.14
12	101.771	15.000	1.5	41.51
13	-1091.247	54.216		41.01
14	65.735	13.027	1.5	30.91
15	-528.752	0.230		29.67
16	32.270	9.618	1.5	24.01
17	60.522	38.172		22.00
18(IM)	infinity	0.000		8.50

[0044] 各種データ

f	-6.9 mm
Fno	2.400
Y	8.500 mm
⊖	70 °

α 3.67 °

φ 83.04 mm

φ１ 11.96 mm

φ２ 3 mm

ＷＤ 1.63 mm

条件式（１）…φ／φ１＝6.97＞2

条件式（２）…φ２＞ＷＤ：3＞1.63

φ１＝φ２＋２ＷＤtanΘ

11.96＝3＋2×1.63×2.75

[0045] 実施例２

単位：mm

面データ

i	ri	di	n(300)	Ri
1(OB)	infinity	3.975		1.50
2	-11.881	9.505	1.5	7.75
3	-12.327	0.200		12.17
4	-172.972	20.813	1.5	25.84
5	-30.081	12.334		28.25
6	114.815	19.988	1.5	42.71
7	-109.924	194.851		42.97
8	199.638	17.755	1.5	43.25
9	-97.910	57.375		43.14
10	-39.297	15.000	1.5	23.64
11	-90.705	104.198		26.16
12	118.249	15.000	1.5	31.75
13	-81.781	9.880		31.49
14	49.330	13.258	1.5	23.96
15	-398.203	3.869		21.63

16	-71.533	2.000	1.5	21.24
17	-499.788	50.000		20.81
18(IM)	infinity	0.000		12.85

[0046] 各種データ

f	-9.375 mm
Fno	3.100
Y	12.850 mm
Θ	80 °
α	-5.14 °
φ	86.5 mm
φ１	15.5 mm
φ２	3 mm
ＷＤ	1.10 mm

条件式（１）…φ／φ１＝5.58＞2

条件式（２）…φ２＞ＷＤ：3＞1.10

φ１＝φ２＋２ＷＤtanΘ

15.5＝3＋2×1.10×5.67

符号の説明

[0047]

ＬＵ	配光測定装置
ＬＮ	紫外線用光学系
ＧｒＦ	対物レンズ群
ＧｒＲ	結像レンズ群
ＩＭＯ	中間像
ＩＭ	光学像（像面）
ＳＲ	２次元センサー
ＳＳ	センサー受光面
ＡＲ	計測エリア
Ｌ１	正規光

Ｌ２　　不要光

ＡＸ　　光軸

請求の範囲

[請求項1] 紫外光源からの角度ごとの紫外光を取り込んで中間像を形成する対物レンズ群と、前記中間像を再結像させる結像レンズ群と、を備えた紫外線用光学系であって、

前記対物レンズ群と結像レンズ群が、いずれも接合面を持たず、かつ、波長３００ｎｍ以下の紫外光を透過させる単レンズのみから構成されている紫外線用光学系。

[請求項2] 全てのレンズ面間において、最小面間距離と最大面間距離との差がワーキングディスタンス以上である請求項１記載の紫外線用光学系。

[請求項3] 以下の条件式（１）を満足する請求項１又は２記載の紫外線用光学系；

φ／φ１＞２ …（１）

ただし、

φ１：対物レンズ群において最も物体側に位置するレンズ面の有効直径、

φ：全系におけるレンズ面の最大有効直径、

である。

[請求項4] 最も物体側のレンズ面が物体側に凹の形状を有し、以下の条件式（２）を満足する請求項１～３のいずれか１項に記載の紫外線用光学系；

φ２＞ＷＤ …（２）

ただし、

ＷＤ：最物体側レンズの最物体側位置から紫外光源に対する計測エリアまでの距離、

φ２：紫外光源に対する計測エリアの有効直径、

であり、

φ１：対物レンズ群において最も物体側に位置するレンズ面の有効直径、

Θ：最大計測角度の光束の主光線が光軸となす角度、

とすると、

φ１＝φ２＋２ＷＤtanΘ

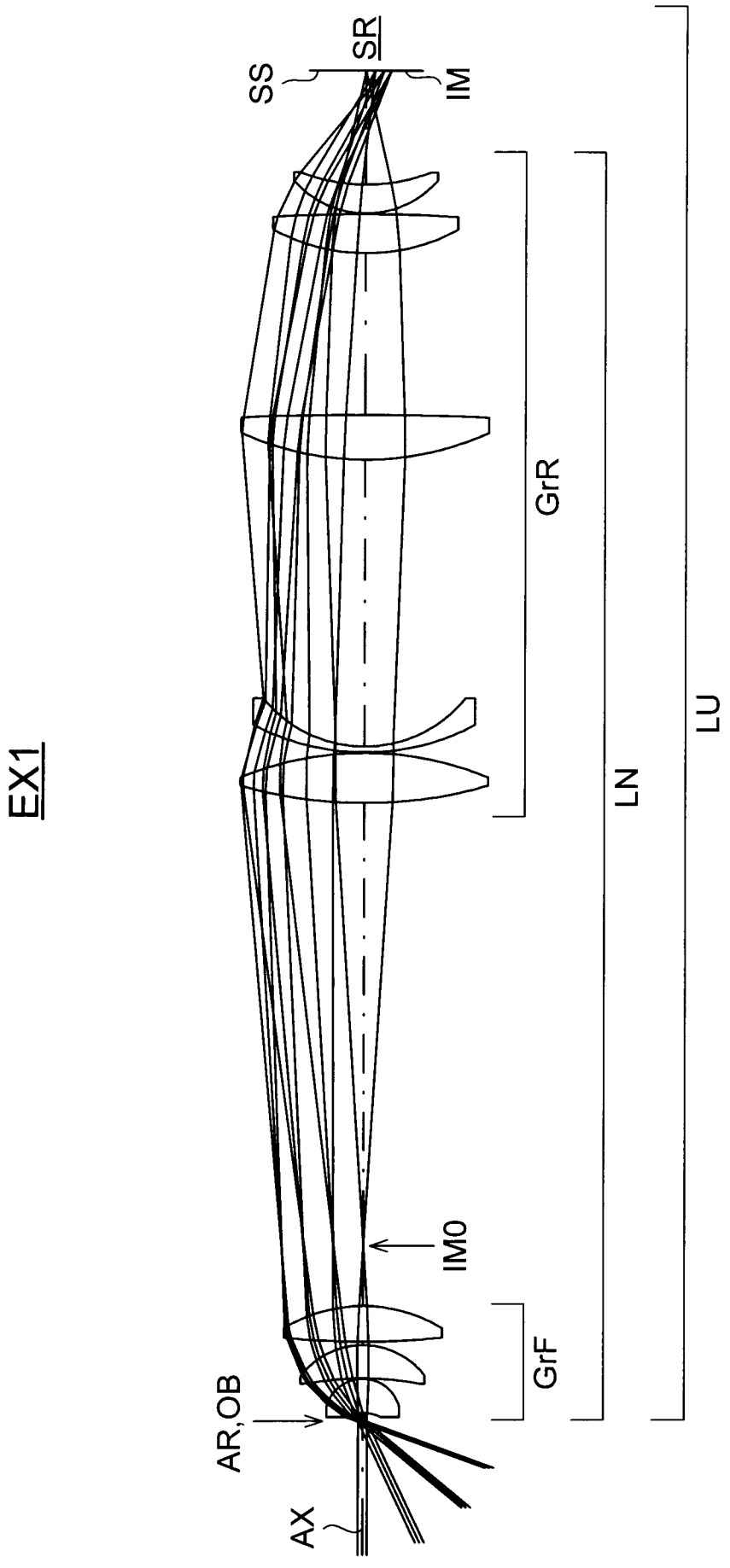
である。

[請求項5] 軸上光線が光軸から離れながら進むときに光軸となす角度をプラスとすると、前記中間像において軸外光束の主光線と光軸とのなす角度αがプラスである請求項１～４のいずれか１項に記載の紫外線用光学系。

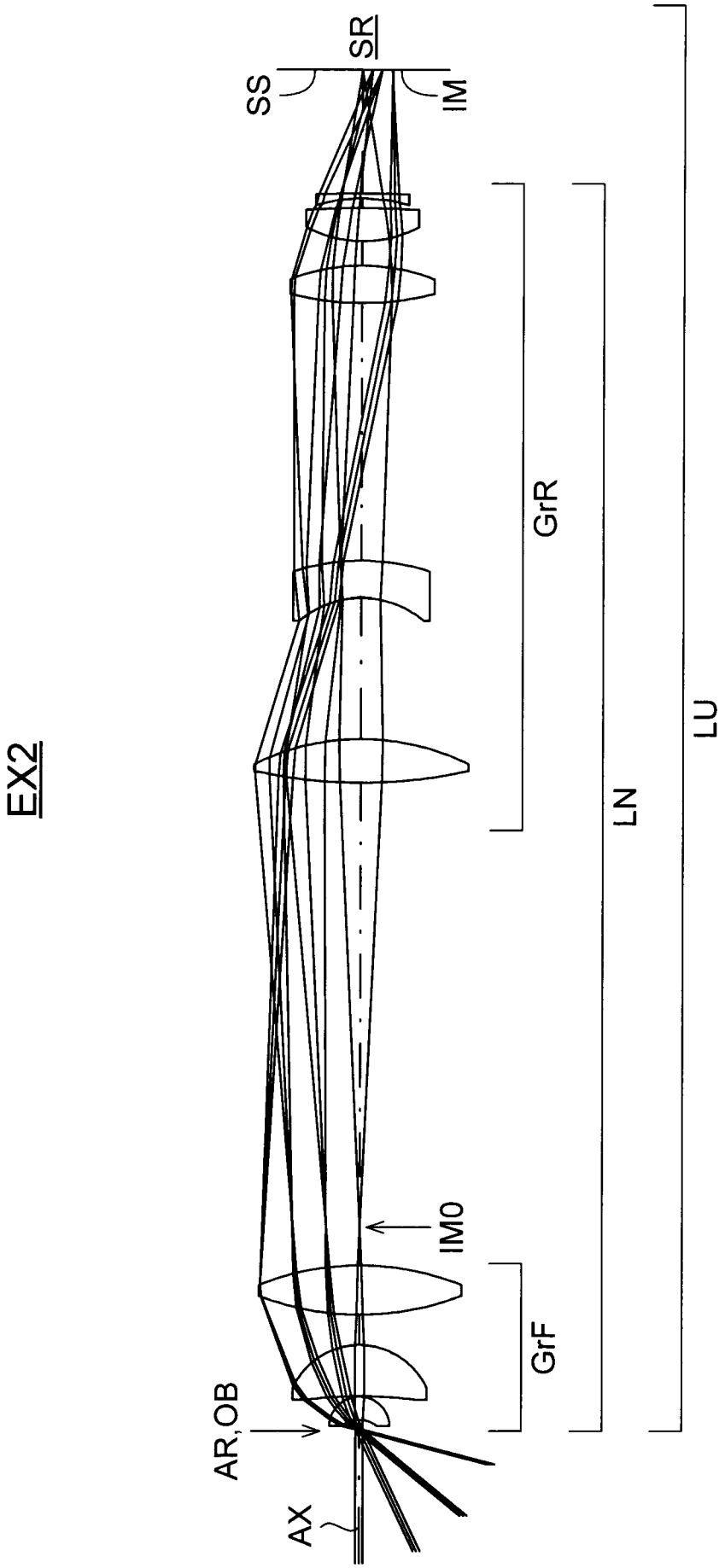
[請求項6] 請求項１～５のいずれか１項に記載の紫外線用光学系と、センサー受光面上に形成された光学像を電気的な信号に変換するセンサーと、を備え、前記センサーで得られた信号を用いて前記紫外光源の配光を出力する配光測定装置であって、

前記センサー受光面上に前記中間像が再結像するように前記紫外線用光学系が位置し、前記センサーが波長３００ｎｍ以下の紫外光の受光感度を有する配光測定装置。

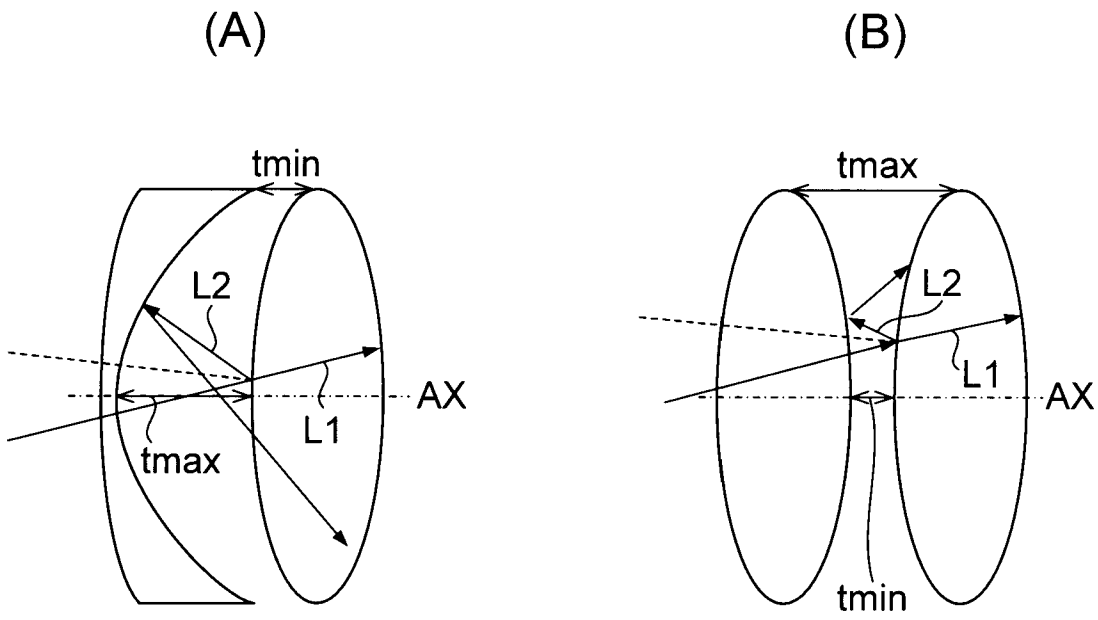
[図1]



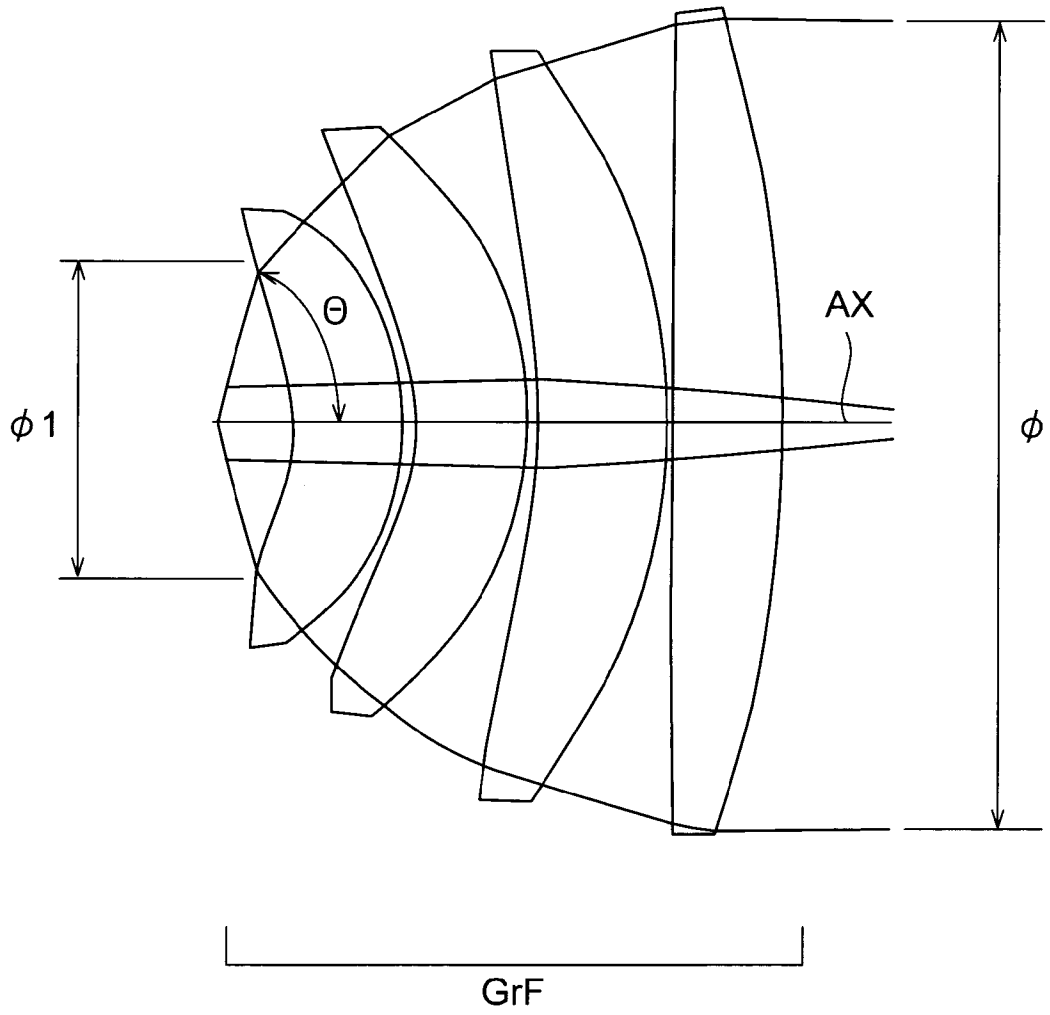
[図2]



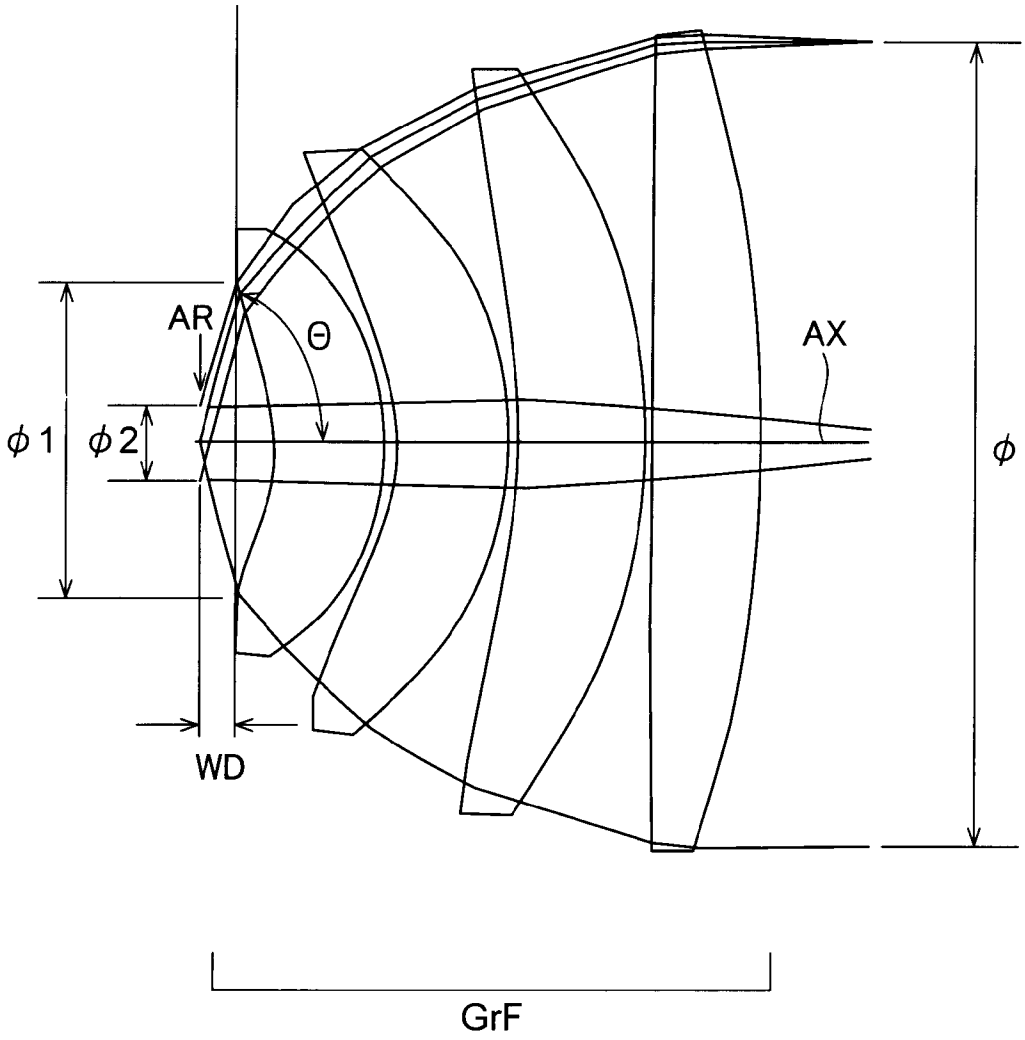
[図3]



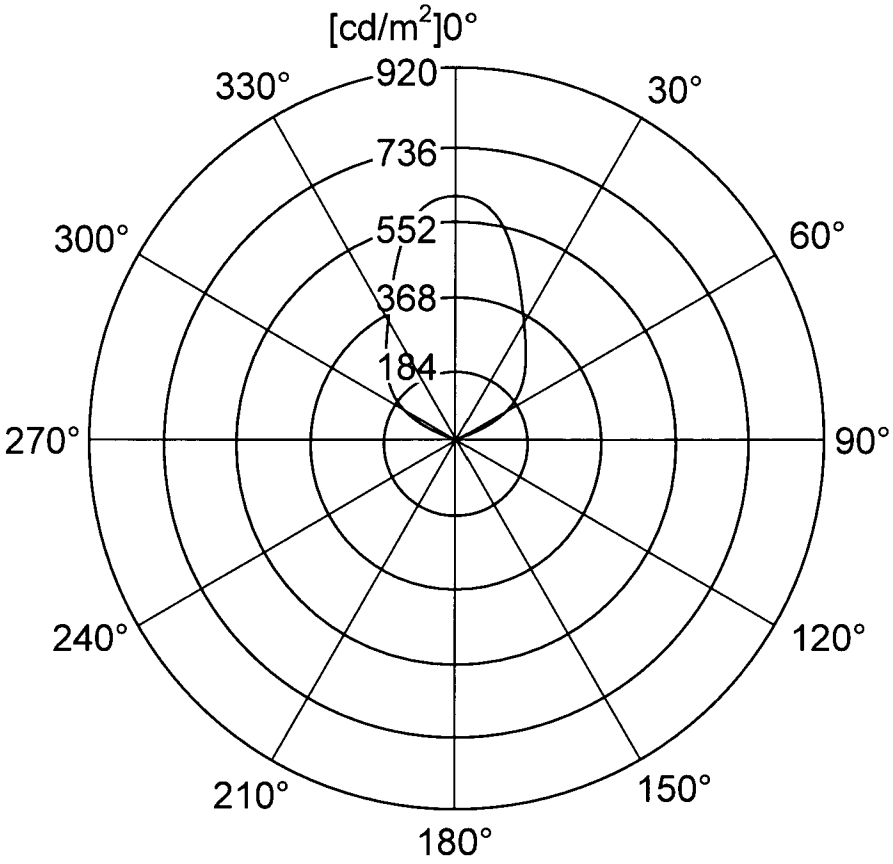
[図4]



[図5]



[図6]


[cd/m2]0°
920
736
552
368
184
30°
60°
90°
120°
150°
180°
210°
240°
270°
300°
330°

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/003948

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G02B13/14(2006.01)i, G01J1/00(2006.01)i, G01M11/00(2006.01)i
FI: G02B13/14, G01J1/00 E, G01M11/00 T

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)
Int. Cl. G02B13/14, G01J1/00, G01M11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 A	JP 11-295606 A (NIKON CORP.) 29 October 1999, paragraphs [0020], [0035]-[0037], fig. 1-3	1 2-6
Y	JP 9-264782 A (MINOLTA CO., LTD.) 07 October 1997, paragraphs [0001], [0014]-[0017], fig. 1-3	1-6
Y	JP 2002-311332 A (LEICA MICROSYSTEMS SEMICONDUCTOR GMBH) 23 October 2002, paragraphs [0008], [0012], [0013], fig. 2, 4-8	1-6
Y	JP 10-003033 A (NIKON CORP.) 06 January 1998, paragraph [0009]	1-6

☒ 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
21.02.2020	10.03.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/003948

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013/0250434 A1 (SHANGHAI MICRO ELECTRONICS EQUIPMENT CO., LTD.) 26 September 2013, entire text, all drawings	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/003948

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 11-295606 A	29.10.1999	US 6097537 A column 7, lines 24-41, column 11, line 1 to column 15, line 9, fig. 1-5	
JP 9-264782 A	07.10.1997	(Family: none)	
JP 2002-311332 A	23.10.2002	US 2002/0186463 A1 paragraphs [0008], [0010]-[0021], fig. 2, 4-8 EP 001248134 A2 DE 010117167 A	
JP 10-003033 A	06.01.1998	(Family: none)	
US 2013/0250434 A1	26.09.2013	WO 2012/072004 A1 EP 002648027 A1 CN 102486569 A TW 201232091 A KR 10-2013-0121116 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/003948

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G02B 13/14(2006.01)i; G01J 1/00(2006.01)i; G01M 11/00(2006.01)i
FI: G02B13/14; G01J1/00 E; G01M11/00 T

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））

G02B13/14; G01J1/00; G01M11/00

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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 11-295606 A (株式会社ニコン) 29.10.1999 (1999-10-29) 段落［００２０］、［００３５］－［００３７］、［図１］－［図３］	1
A		2-6
Y	JP 9-264782 A (ミノルタ株式会社) 07.10.1997 (1997-10-07) 段落［０００１］、［００１４］－［００１７］［図１］－［図３］	1-6
Y	JP 2002-311332 A (ライカ　マイクロシステムス　セミコンダクタ　ゲーエムベーハー) 23.10.2002 (2002-10-23) 段落［０００８］、［００１２］－［００１３］、［図２］、［図４］－［図８］	1-6
Y	JP 10-003033 A (株式会社ニコン) 06.01.1998 (1998-01-06) 段落［０００９］	1-6
A	US 2013/0250434 A1 (SHANGHAI MICRO ELECTRONICS EQUIPMENT CO.,LTD) 26.09.2013 (2013-09-26) 全文、全図	1-6

☐ 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抵触するものではなく、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
21.02.2020	10.03.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
下村　一石 2V 3810
電話番号 03-3581-1101 内線 3271

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/003948

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 11-295606 A	29.10.1999	US 6097537 A 第７欄第２４－４１行、第１１欄第１行－第１５欄第９行、第１図－第５図	
JP 9-264782 A	07.10.1997	（ファミリーなし）	
JP 2002-311332 A	23.10.2002	US 2002/0186463 A1 段落［0008］、［0010］－［0021］、第2図、第4-8図 EP 001248134 A2 DE 010117167 A	
JP 10-003033 A	06.01.1998	（ファミリーなし）	
US 2013/0250434 A1	26.09.2013	WO 2012/072004 A1 EP 002648027 A1 CN 102486569 A TW 201232091 A KR 10-2013-0121116 A	