

(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9月3日(03.09.2020)



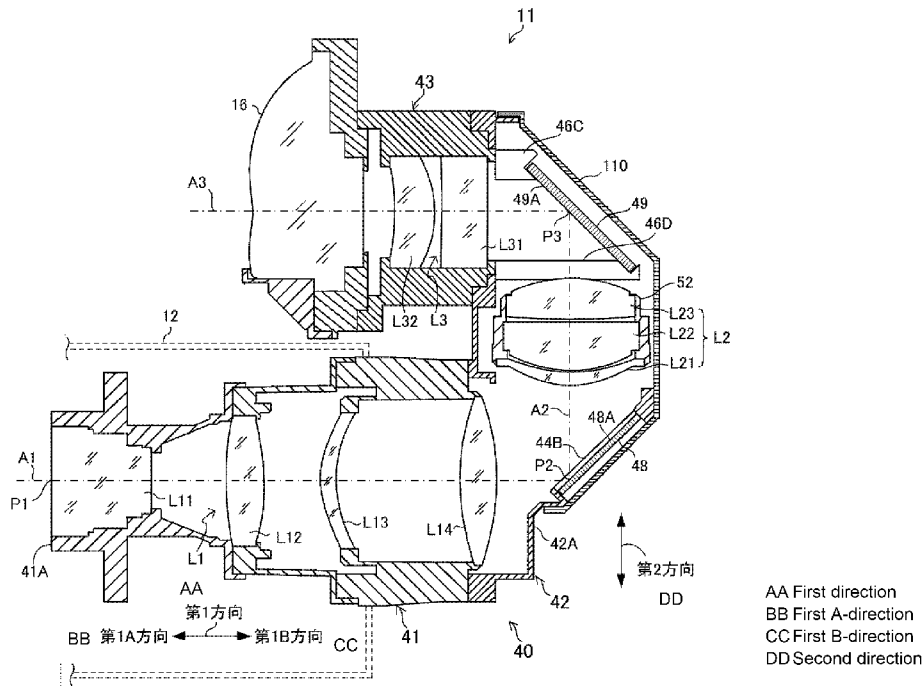
(10) 国際公開番号

WO 2020/174946 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 7/00 (2006.01) *G03B 21/14* (2006.01)
G02B 7/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/002183
- (22) 国際出願日: 2020年1月22日(22.01.2020)
- (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 2019-036580 2019年2月28日(28.02.2019) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (**FUJIFILM CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 茅野 宏信 (**KAYANO, Hironobu**); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (**TAIYO, NAKAJIMA & KATO**); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: PROJECTION LENS AND PROJECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 投射レンズ及び投射装置



(57) Abstract: This projection lens is attached to a housing of a projection device having an electro-optic element. The projection lens is provided with: a first holding part that holds a first optical system disposed along a first optical axis and through which light from the housing passes; a first reflecting part that bends light traveling along the first optical axis to obtain light traveling along a second optical axis; a second holding part that holds the first reflecting part; a lens frame that is accommodated within the second holding part, and holds a second optical system disposed along the second

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：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

optical axis; and a lens frame fixing mechanism that fixes the lens frame within the second holding part. Among the inner surfaces of the second holding part, the lens frame fixing mechanism fixes the lens frame to a surface facing in a direction intersecting the second optical axis.

(57) 要約：投射レンズは、電気光学素子を有する投射装置の筐体に取り付けられる投射レンズであって、筐体からの光が通る第1光軸に沿って配置された第1光学系を保持する第1保持部と、第1光軸の光を折り曲げて第2光軸の光とする第1反射部と、第1反射部を保持する第2保持部と、第2保持部内に収容され、第2光軸に沿って配置された第2光学系を保持するレンズフレームと、レンズフレームを第2保持部内に固定するレンズフレーム固定機構と、を備え、レンズフレーム固定機構は、第2保持部の内面のうち、第2光軸に交差する方向に向いた面に、レンズフレームを固定する。

明 細 書

発明の名称： 投射レンズ及び投射装置

技術分野

[0001] 本開示の技術は、投射レンズ及び投射装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、液晶表示素子及びDMD (Digital Micromirror Device) 等の画像形成パネル（電気光学素子）を搭載したプロジェクタが広く普及し、かつ高性能化してきている。特に、画像形成パネルの解像度が向上したことに伴い、投射光学系（投射レンズ）の解像性能の向上も望まれている。

[0003] また、こうした投射レンズには、スクリーンまでの距離設定の自由度を高めること及び室内空間での設置性を考慮して、コンパクト化の要請があるとともに、広角化などの光学性能を確保したいという要請もある。

[0004] このため、複数枚のレンズからなる第1光学系で中間像を形成し、同じく複数枚のレンズからなる第2光学系で再結像させる投射レンズが提案されている（特開2006-330410号公報及び特開2019-2969号公報参照）。中間像を結像させる方式の投射レンズでは、第2光学系のバックフォーカスの短縮化、及び第2光学系の拡大側のレンズ径の縮小化が可能であり、焦点距離を短くして広角化するのにも適している。

[0005] このような複数の光学系を用いるプロジェクタの投射レンズの中には、ミラー（反射部）で光軸を折り曲げる構成の投射レンズがある（特許第6378448号公報参照）。特許第6378448号公報に記載の投射レンズは、プロジェクタから光が入射する入射光学系として機能する第1光学系と、第1光学系の第1光軸を第2光軸に折り曲げる反射部と、第2光軸を有する第2光学系とを有している。

[0006] 第1光学系および第2光学系などの光学系は、保持部によって保持される。保持部は、例えば略円筒形状の筒状体で構成される。製造時においては、

例えば、光学系は、レンズフレームに取り付けられる。そして、レンズフレームに取り付けられた状態の光学系は、光軸方向に沿って保持部の内部に挿入されて、予め設定された位置に固定される。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2006-330410号公報

特許文献2：特開2019-2969号公報

特許文献3：特許第6378448号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] プロジェクタの種類にも様々なタイプがあり、特開2019-2969号公報及び特許第6378448号公報に記載されているような反射部を有する投射レンズは、構造が複雑である。この場合、レンズを含む光学系を、保持部の筒形状の内部に固定する方法が複雑である。

[0009] 本開示の技術は、第1光軸を有する第1光学系を保持する第1保持部と、第1光軸を折り曲げた第2光軸を有する第2光学系を保持する第2保持部とを有する投射レンズにおいて、第2保持部に対する第2光学系の組み付けがしやすい投射レンズを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するために、本開示の投射レンズは、電気光学素子を有する投射装置の筐体に取り付けられる投射レンズであって、筐体からの光が通る第1光軸に沿って配置された第1光学系を保持する第1保持部と、第1光軸の光を折り曲げて第2光軸の光とする第1反射部と、第1反射部を保持する第2保持部と、第2保持部内に収容され、第2光軸に沿って配置された第2光学系を保持するレンズフレームと、レンズフレームを第2保持部内に固定するレンズフレーム固定機構と、を備え、レンズフレーム固定機構は、第2保持部の内面のうち、第2光軸に交差する方向に向いた面に、レンズフレ

ームを固定する。

- [0011] 第1保持部に第2保持部を固定する第2保持部固定機構を備え、第1光軸は、光の入射側である第1A方向と光の出射側である第1B方向を有する第1方向に延在し、第2保持部は、第1保持部の外周面のうち、第1B方向を向いた端面に第2保持部固定機構によって固定され、レンズフレームは、第2保持部の内面のうち、端面と同じ前記第1B方向を向いた面にレンズフレーム固定機構によって固定されていることが好ましい。
- [0012] 第2光軸が延在する第2方向において、第1反射部と第2光学系は重畳しないことが好ましい。
- [0013] 第2光学系を構成するレンズの枚数が3枚以下であることが好ましい。
- [0014] 第1光学系は、第1反射部の上流側にあり、中間像を結像させる中間像結像レンズを備えることが好ましい。
- [0015] 第2保持部は、第2光軸の光を折り曲げて第3光軸の光とする第2反射部を備え、第1光学系のうち最も上流のレンズと第1反射部との間の第1光軸の距離は、第1反射部と第2反射部との間の第2光軸の距離よりも長いことが好ましい。
- [0016] 第2保持部は、第1反射部と第2反射部とを一体的に保持する1つの保持フレームを有し、保持フレームは樹脂成型品であることが好ましい。
- [0017] 保持フレームの外周面のうち、第1光軸の光の出射側方向に開口部を有し、開口部は、レンズフレームを挿通可能な大きさを有することが好ましい。
- [0018] 開口部を覆うカバー部を備え、保持フレームの曲げ剛性よりカバー部の曲げ剛性が低いことが好ましい。
- [0019] 第3光軸に沿って配置された第3光学系をさらに備え、保持フレームは、第1保持部と結合される第1当接面と、第3光学系と結合される第2当接面と、第1開口と、第2開口と、第3開口と、第4開口とを備え、第1当接面に対応する位置には、第1開口が形成されており、第1反射部に対向する位置には第2開口が形成されており、第2当接面に対応する位置には、第3開口が形成されており、第2反射部に対向する位置には、第4開口が形成され

ており、第1開口は、前記第2開口よりも開口面積が大きく、第3開口は、前記第4開口よりも開口面積が小さいことが好ましい。

[0020] また、本開示の投射装置は、上記のいずれかの投射レンズと、電気光学素子と、筐体とを備える。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]実施形態に係る投射レンズを有するプロジェクタの使用例である。

[図2]実施形態に係る投射レンズの光軸を通る縦断面図である。

[図3]実施形態に係る投射レンズの第1鏡胴部と第2鏡胴部、及び第2鏡胴部と第3鏡胴部の結合部分を示す縦断面図である。

[図4]実施形態に係る保持フレームへの第1ミラー、第2ミラー、及びカバー部の組み付けを示す背面側斜視図である。

[図5A]図5Bに示す背面図のA-A断面図である。

[図5B]実施形態に係る保持フレームにレンズユニットを組み付けた背面図である。

[図6]実施形態に係る保持フレームの第1開口、第2開口、第3開口、及び第4開口を示す縦断面図である。

[図7]実施形態に係る保持フレームの背面側から見たレンズユニットの組み付け斜視図である。

[図8]実施形態に係るレンズユニットの上面図（平面図）である。

[図9]実施形態に係るレンズユニットの斜視図である。

[図10]実施形態に係る投射レンズの第1鏡胴部と第2鏡胴部の第1ミラーとの位置合わせ可能な結合構造を示す斜視図である。

[図11]実施形態に係る投射レンズの第1鏡胴部と第2鏡胴部の結合部分の拡大斜視図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本開示の技術の実施形態の一例を、図面を参照しつつ説明する。

[0023] なお、本明細書にて用いる「第1」、「第2」、及び「第3」等の用語は、構成要素の混同を避けるために付したものであり、投射レンズ内に存在す

る構成要素の数を限定するものではない。また本明細書にて用いる「上」、「下」、「右」、「左」とは、特記しない限り図面上での方向を意味し、絶対的な方向ではない。

[0024] 図1に示すように、プロジェクタ10は、画像Pをスクリーン36に投射する投射装置の一例である。本実施形態の投射レンズ11は、プロジェクタ10の本体部12に取り付けて使用される。本体部12は、プロジェクタ10の筐体に相当する。本体部12は、画像形成ユニット26及び制御基板（図示せず）等の主要部品を収容する。投射レンズ11は、プロジェクタ10に内蔵されるタイプでも良いし、プロジェクタ10に対して他の交換レンズに交換可能に取り付けられていても良い。

[0025] 投射レンズ11には、画像形成ユニット26で形成された画像を表す光束が、光軸A1に沿って本体部12から入射する。投射レンズ11は、入射した光束に基づく画像光を、光学系により拡大して結像する。これにより、投射レンズ11は、画像形成ユニット26で形成された画像Pの拡大像をプロジェクタ10の外部に設置されたスクリーン36に投射する。

[0026] 画像形成ユニット26は、投射する画像を形成する。画像形成ユニット26は、電気光学素子である画像形成パネル32、光源34、及び導光部材（図示せず）等を備えている。光源34は、画像形成パネル32に光を照射する。導光部材は、光源34からの光を画像形成パネル32に導光する。画像形成ユニット26は、例えば、画像形成パネル32としてDMD（Digital Mirror Device）を使用した反射型の画像形成ユニットである。DMDは、周知の通り、光源34から照射される光の反射方向を変化させることが可能な複数のマイクロミラーを有しており、各マイクロミラーを画素単位で二次元に配列した画像表示素子である。DMDは、画像に応じて各マイクロミラーの向きを変化させることで、光源34からの光の反射光のオンオフを切り替えることにより、画像に応じた光変調を行う。

[0027] 光源34の一例としては、白色光源が挙げられる。白色光源は、白色光を発する。白色光源は、例えば、レーザ光源と蛍光体とを組み合わせることで

実現される光源である。レーザ光源は、蛍光体に対して青色光を励起光として発する。蛍光体は、レーザ光源から発せられた青色光によって励起されることで黄色光を発する。白色光源は、レーザ光源から発せられる青色光と、蛍光体から発せられる黄色光とを組み合わせることで、白色光を発する。

[0028] 画像形成ユニット26には、さらに、光源34が発する白色光を、青色光B (Blue)、緑色光G (Green)、及び赤色光R (Red)の各色光に時分割で選択的に変換する回転カラーフィルタが設けられている。B、G、及びRの各色光が画像形成パネル32に選択的に照射されることで、B、G、及びRの各色の画像情報が担持された画像光が得られる。こうして得た各色の画像光が、投射レンズ11に選択的に入射されることで、スクリーン36に向けて投射される。各色の画像光は、スクリーン36上で統合されて、スクリーン36には、フルカラーの画像Pが表示される。

[0029] 投射レンズ11は、図2に示すレンズ鏡胴40を備えている。図1においては、投射レンズ11は、レンズ鏡胴40の外側に外装カバーを設けた態様で示しているが、図2以下においては、投射レンズ11から外装カバーを取り外した態様で示している。

[0030] 図2および図3に示すように、投射レンズ11は、一例として、光軸を2回屈曲させる屈曲光学系を有している。屈曲光学系は、第1光軸A1、第2光軸A2、及び第3光軸A3を有する。第2光軸A2は、第1光軸A1に対して90°屈曲した光軸である。第3光軸A3は、第2光軸A2に対して90°屈曲した光軸である。ここでいう90°とは、設計上許容される誤差を含む値である。また、図2に示すように、第1光軸A1が延在する方向を第1方向と称し、第1方向のうち、第1光軸A1における光の入射側方向を第1A方向と、光の出射側方向を第1B方向とも称する。また、第2光軸A2が延在する方向を第2方向とも称する。本例において、第1光軸A1と第3光軸A3は平行であるため、第1方向は、第3光軸A3が延在する方向とも一致する。

[0031] レンズ鏡胴40は、屈曲光学系を収容する。レンズ鏡胴40は、第1鏡胴

部4 1、第2鏡胴部4 2、及び第3鏡胴部4 3を備えている。第1鏡胴部4 1は第1保持部に相当し、第2鏡胴部4 2は第2保持部に相当し、第3鏡胴部4 3は第3保持部に相当する。第1鏡胴部4 1の入射側が、プロジェクタ10の本体部12に取り付けられる。第1鏡胴部4 1の出射側に第2鏡胴部4 2の入射側が連結される。そして、第2鏡胴部4 2の出射側に第3鏡胴部4 3の入射側が連結される。

[0032] 第1鏡胴部4 1は、第1光軸A 1に沿って配置された第1光学系L 1を内部に收容し、かつ、保持する。第2鏡胴部4 2は、第2光軸A 2に沿って配置された第2光学系L 2を内部に收容し、かつ、保持する。第3鏡胴部4 3は、第3光軸A 3に沿って配置された第3光学系L 3を内部に收容し、かつ、收容する。第1鏡胴部4 1の中心軸は、第1光軸A 1と略一致している。第2鏡胴部4 2の中心軸は、第2光軸A 2と略一致している。第3鏡胴部4 3の中心軸は、第3光軸A 3と略一致している。

[0033] レンズ鏡胴40において、第1鏡胴部4 1は、最も入射側に位置する鏡胴部であり、第3鏡胴部4 3は、最も出射側に位置する鏡胴部であり、第2鏡胴部4 2は、第1鏡胴部4 1と第3鏡胴部4 3の間に位置する鏡胴部である。また、第2鏡胴部4 2は、第2光学系L 2に加えて、第1ミラー48と第2ミラー49とを收容し、かつ、保持する。

[0034] 第1光学系L 1は、例えば、レンズL 11、レンズL 12、レンズL 13及びレンズL 14で構成されており、各レンズL 11～L 14は、上流側即ち光の入射側からこの順に配置されている。レンズL 11は、例えばズームレンズ群である。なお、図においては、説明を簡略化するため、レンズL 11～L 14の各々のレンズの詳細な構成は省略して、それぞれを1枚のレンズで表現している。しかし、各々のレンズは、1枚のレンズであってもよいし、複数枚のレンズで構成されてもよい。

[0035] 第2鏡胴部4 2内において、第1ミラー48、第2光学系L 2及び第2ミラー49は、入射側からこの順に配置される。第1ミラー48は、第2鏡胴部4 2内において、最も入射側に位置しており、第1鏡胴部4 1の出射端近

くに配置されている。第2ミラー49は、第2鏡胴部42内において、最も出射側に位置しており、第3鏡胴部43の入射端近くに配置されている。

[0036] また、第2光軸A2が延在する第2方向において、第1ミラー48と第2光学系L2は、重畳しない。具体的には、図3に示すように、第1ミラー48の第2方向における上端と第2光学系L2の第2方向における下端とは、距離D1だけ離れている。つまり、第1ミラー48と第2光学系L2は、第2方向において重畳しておらず、離間している。

[0037] 第1ミラー48は、屈曲光学系を構成する光学素子の1つであり、第1光軸A1を屈曲させることで第2光軸A2を形成する。第1ミラー48は、第1光軸A1の光を折り曲げて第2光軸A2の光とする第1反射部である。第1ミラー48は、第1ミラー48の反射面48Aが、第1光軸A1及び第2光軸A2のそれぞれに対して45°の角度をなす姿勢で配置されている。第1ミラー48は、例えばガラス等の透明部材に反射膜をコーティングした鏡面反射型のミラーである。

[0038] 第2ミラー49も、第1ミラー48と同様に、屈曲光学系を構成する光学素子の1つであり、光軸を屈曲させる反射部である。第2ミラー49は、第2光軸A2を屈曲させることで第3光軸A3を形成する。第2ミラー49は、第2光軸A2の光を折り曲げて第3光軸A3の光とする第2反射部である。第2ミラー49は、第2ミラー49の反射面49Aが、第2光軸A2及び第3光軸A3のそれぞれに対して45°の角度をなす姿勢で配置されている。第2ミラー49も、例えば第1ミラー48と同様の鏡面反射型のミラーである。

[0039] 第2光学系L2は、例えば、レンズL21、レンズL22及びレンズL23で構成されており、各レンズL21～L23は、上流側即ち光の入射側からこの順に配置されている。なお、レンズL21、L22、及びL23のそれぞれは1枚のレンズでもよいし、接合レンズでもよい。

[0040] また、第1光学系L1のうち最も上流のレンズL11と第1ミラー48との間の第1光軸A1の距離は、第1ミラー48と第2ミラー49との間の第

2 光軸 A 2 の距離よりも長い。具体的には、図 2 に示すように、第 1 光軸 A 1 とレンズ L 1 1 の光入射面とが交わる点を P 1、第 1 光軸 A 1 と第 1 ミラー 4 8 の反射面 4 8 A との交点を P 2、第 2 光軸 A 2 と第 2 ミラー 4 9 の反射面 4 9 A との交点を P 3 とする。この場合、P 1 と P 2 との間の距離は、P 2 と P 3 との間の距離よりも長い。すなわち、レンズ鏡胴 4 0 は、第 1 光学系 L 1 を収容する第 1 鏡胴部 4 1 に対して、第 2 光学系 L 2 を収容する第 2 鏡胴部 4 2 をコンパクトにしている。

[0041] 第 3 光学系 L 3 は出射光学系であり、例えば、レンズ L 3 1、レンズ L 3 2、及び出射レンズ 1 6 で構成され、上流側即ち光の入射側から順に配置されている。レンズ L 3 1 及びレンズ L 3 2 は、例えばフォーカスレンズ群を構成する。出射レンズ 1 6 は、第 3 鏡胴部 4 3 において、最も出射側の出射側端部に配置されている。

[0042] 図 2 に示すように、第 1 鏡胴部 4 1 の入射側端部 4 1 A には、本体部 1 2 の画像形成ユニット 2 6 からの光が入射する。第 1 光学系 L 1 において、レンズ L 1 4 は、中間像結像レンズとして機能する。レンズ L 1 4 は、入射する光束を集光して、第 2 鏡胴部 4 2 内の第 1 ミラー 4 8 の上流側であって第 1 ミラー 4 8 の近傍に、中間像を結像する。レンズ L 1 4 の結像作用によって、レンズ L 1 4 が出射する光束が小径化される。レンズ L 1 4 は第 1 ミラー 4 8 の上流にあるため、レンズ L 1 4 によって小径化された光束が第 1 ミラー 4 8 に入射する。これによって、第 1 ミラー 4 8 を小さなサイズにすることが出来る。中間像は、第 2 保持部 4 2 の内部に結像される。なお、中間像は第 1 ミラー 4 8 の下流側であって第 1 ミラー 4 8 の近傍に結像するように構成してもよい。

[0043] 第 1 ミラー 4 8 で反射した光束は、第 2 光学系 L 2 に入射する。第 2 光学系 L 2 は、レンズ L 1 4 によって結像された中間像を被写体として、中間像を表す光束を、第 3 光学系 L 3 に中継するリレーレンズとして機能する。第 2 光学系 L 2 は、例えば、レンズ L 2 1、レンズ L 2 2 及びレンズ L 2 3 の 3 枚のレンズで構成される。第 2 光学系 L 2 は、第 1 ミラー 4 8 で反射した

光束を第2ミラー49に入射させる。第2ミラー49は、第2光学系L2から入射した光束を第3光学系L3に向けて反射する。

[0044] 第3光学系L3は、第2ミラー49から入射した光束を、出射レンズ16からスクリーン36に向けて出射する。これにより、本体部12から入射側端部41Aに入射した光が、出射レンズ16からスクリーン36に向けて出射されて、スクリーン36に画像Pが投射される。

[0045] 第1鏡胴部41の一部と、第2鏡胴部42、及び第3鏡胴部43は、いずれも樹脂材料で形成されている。一方、図2において、入射側端部41Aを構成するフレームは、金属材料で形成されている。P1とP2を通る第1光軸A1の長さは、P2とP3を通る第2光軸A2の長さよりも長いため、投射レンズ11をプロジェクタ10に取り付けた場合、入射側端部41Aがプロジェクタ10の奥深い場所に位置する場合がある。入射側端部41Aがこのような位置にある場合、プロジェクタ10内の光源34（図1参照）の発熱の影響を強く受けてしまう。よって、入射側端部41Aを構成するフレームは、耐熱性の高い金属材料が好ましい。

[0046] 第1鏡胴部41と第3鏡胴部43は、一般的なレンズ鏡胴部と同様の一般的な筒形状の骨格部材を有している。一般的な筒形状とは、具体的には、筒形状の軸方向の両端である入射側と出射側のみが開口しており、かつ、内部の空洞は、軸方向と直交する断面形状が、円形のレンズの外形に合わせた円形をした形状である。第1光学系L1および第3光学系L3のそれぞれは、こうした一般的な筒形状の骨格部材によって保持される。第1鏡胴部41と第1光学系L1の組付け時においては、第1鏡胴部41の入射側または出射側の開口から、筒形状の軸方向に沿って、第1光学系L1が挿入される。同様に、第3鏡胴部41と第3光学系L3の組付け時においては、第3鏡胴部43の入射側または出射側の開口から、筒形状の軸方向に沿って、第3光学系L3が挿入される。

[0047] これに対して、図4および図5に示すように、第2鏡胴部42は、骨格部材として、一般的な筒形状とは異なる保持フレーム42Aと第2光学系L2

を含むレンズフレーム52を有している。

[0048] 具体的には、図5Aに示すように、保持フレーム42Aは、側面から見た形状が略台形状をしており、図4および図5Bに示すように、入射側および出射側以外の部分も開口している。内部の空洞の断面形状は、第2光軸A2方向と直交する断面形状が矩形である。保持フレーム42Aは、第2光軸A2方向において、第1光軸A1側を下方、第3光軸A3側を上方とする。そして、第1光軸A1方向において、第1鏡胴部41側を前面、その反対側を背面とする。すなわち、保持フレーム42Aの背面とは、保持フレーム42Aの外周面のうち、第1光軸A1の光の出射側方向の面をいう。

[0049] 図4において、保持フレーム42Aは、金型に樹脂を注入することにより製造される樹脂製品であり、一体成型されている。また、保持フレーム42Aは、第1ミラー48と第2ミラー49とを一体的に保持する。ここで、一体的に保持するとは、第1ミラー48と第2ミラー49とを同じ1つの部品で保持することをいう。

[0050] 保持フレーム42Aは、前面側に、上下方向に長い長方形のベース板42Bを有している。ベース板42B（図3の第1当接面56A）には、第1鏡胴部41の出射側と対向する位置に、第1開口101が設けられている。第1開口101は、第1光学系L1から出射される第1光軸A1を有する第1光束を通過させるための開口である。また、ベース板42B（図3の第2当接面57A）には、第3鏡胴部43の入射側と対向する位置に、第3開口103が設けられている。第3開口103は、第2ミラー49により折り曲げられた第3光軸A3を有する第3光束を通過させるための開口である。

[0051] ベース板42Bの背面側には、上下方向と直交する左右方向の両端に、保持フレーム42Aの側面を構成する2枚の側壁42Cおよび42Dがそれぞれ形成されている。側壁42Cおよび側壁42Dは、背面側に向かって突出するようにベース板42B上に形成されている。保持フレーム42Aにおいて、側壁42Cおよび側壁42Dによって挟まれた空間が、第1ミラー48、第2光学系L2および第2ミラー49を収容する空間となる。

[0052] 側壁 4 2 C および側壁 4 2 D は、それぞれ 1 つの板状部分であるが、本例においては、便宜上、各側壁 4 2 C、4 2 D の一部を上下方向の位置で部分的に区別して、次のように呼ぶ場合がある。すなわち、図 3 の左側の側壁 4 2 C については、上下方向の中央に位置する部分を中央側壁 9 0 A、中央側壁 9 0 A よりも上方の部分を上部側壁 9 1 A、及び中央側壁 9 0 A よりも下方の部分を下部側壁 9 2 A と呼ぶ。また右側の側壁 4 2 D については、上下方向の中央に位置する部分を中央側壁 9 0 B、中央側壁 9 0 B よりも上方の部分を上部側壁 9 1 B、及び中央側壁 9 0 B よりも下方の部分を下部側壁 9 2 B と呼ぶ。

[0053] 図 4 において、保持フレーム 4 2 A の上下方向において、下部側壁 9 2 A および 9 2 B の位置は、第 1 ミラー 4 8 が配置される位置に対応し、中央側壁 9 0 A および 9 0 B の位置は、第 2 光学系 L 2 が配置される位置に対応し、上部側壁 9 1 A および 9 1 B の位置は、第 2 ミラー 4 9 が配置される位置に対応する。

[0054] 保持フレーム 4 2 A の外周面のうち、第 1 光軸 A 1 の光の出射側方向、つまり背面側において、側壁 4 2 C と側壁 4 2 D との間は、中央から上方にかけて開口が形成されている。すなわち、上部側壁 9 1 A と上部側壁 9 1 B との間と、中央側壁 9 0 A と中央側壁 9 0 B との間とが、背面側において連結されておらず、開放されている。この開口は、本例では 1 つの開口であるが、以下において、上部側壁 9 1 A と上部側壁 9 1 B との間の部分を第 4 開口 1 0 4 と呼び、中央側壁 9 0 A と中央側壁 9 0 B との間の部分を開口部 9 5 と呼ぶ。

[0055] 第 4 開口 1 0 4 は、第 2 ミラー 4 9 を取り付けるための開口として機能する。第 4 開口 1 0 4 は、第 2 ミラー 4 9 の反射面 4 9 A と反対側の面と対向している。開口部 9 5 は、レンズユニット 5 0 を取り付けるための開口として機能する。そのため、開口部 9 5 は、レンズユニット 5 0 を挿通することが可能な大きさを有する。

[0056] 一方、保持フレーム 4 2 A の背面側において、側壁 4 2 C と側壁 4 2 D と

の間は下部斜面 94 によって連結されている。この下部斜面 94 には、第 2 開口 102 が形成されている。第 2 開口 102 は、第 1 ミラー 48 を取り付けるための開口である。第 2 開口 102 は、第 1 ミラー 48 の反射面 48A と反対側の面と対向している。

[0057] 以上のように、保持フレーム 42A は、第 1 方向において対向する位置に、第 1 開口 101 と第 2 開口 102 が設けられている。また、第 1 方向において対向する位置に、第 3 開口 103 と第 4 開口 104 が設けられている。

[0058] 図 6 に示すように、保持フレーム 42A において、前面側の第 1 開口 101 の上下方向の長さ D1 は、背面側の第 2 開口 102 の D2 よりも大きい。つまり、第 1 開口 101 の開口面積は、第 2 開口 102 の開口面積よりも大きい。また、前面側の第 3 開口 103 の上下方向の長さ D3 は、背面側の第 4 開口 104 の D4 よりも小さい。つまり、第 3 開口 103 の開口面積は、第 4 開口 104 の開口面積よりも小さい。

[0059] このように、保持フレーム 42A において前面側と背面側にそれぞれ配置されて、対向する位置に形成される開口同士、具体的には、第 1 開口 101 と第 2 開口 102 の組、第 3 開口 103 と第 4 開口 104 の組のそれぞれは、一方の開口面積が大きく、他方の開口面積が小さい。これは、2つの金型を用いて保持フレーム 42A を成形する場合、型抜きの一やすさを考慮したものである。

[0060] また、対向する開口同士のどちらを小さくするかについては、次の理由によって決められている。

[0061] まず、第 1 開口 101 よりも第 2 開口 102 が小さい理由は次のとおりである。すなわち、第 1 開口 101 は、第 1 光軸 A1 を有する第 1 光束が通過する開口である。そのため、第 1 開口 101 は、レンズ L14（図 3 参照）に対応する大きさが必要になる。これに対して、第 2 開口 102 は、レンズ L14 によって縮径された光束を反射させる小型の第 1 ミラー 48 を取り付けるための開口である。そのため、第 1 開口 101 の開口面積は、第 2 開口 102 の開口面積よりも小さくすることができる。

[0062] 次に、第3開口103が第4開口104よりも小さい理由は次のとおりである。すなわち、第3開口103は、第1光学系L1および第2光学系L2により縮径された第3光束を通過させればよいから、光学的には、第1開口101と比較して、口径が小さい開口です。また、後述するとおり、第3開口103の周囲には、第3鏡胴部43を結合させるための結合部を設けなければならないという構造上の理由から、開口を小さくする必要もある。

[0063] これに対して、第4開口104は、第2ミラー49を取り付けるための開口である。第2ミラー49を保持フレーム42Aに取り付ける際には、第2ミラー49の位置及び姿勢が調整される。より具体的には、第2ミラー49の位置および姿勢の調整は、第3光学系L3の非点収差に影響するタンジェンシャル面とサジタル面の調整のために行われる。こうした調整を行う場合、第2ミラー49は、例えば、調整治具によって、上下方向から挟んで保持される。この状態で、第2ミラー49は、2次元の又は3次元的に動かされて、姿勢が調整される。こうした調整を行うためには、調整治具を第2ミラー49の周囲に挿入するスペース、および調整治具を挿入した状態における第2ミラー49の調整の隙間を確保する必要がある。こうしたことを考慮すると、第4開口104は、比較的大きい方が好ましく、第3開口103よりも大きく形成されている。

[0064] また、図4に戻って、保持フレーム42Aにおいて、第2開口102の内縁には、第1ミラー48を保持する第1ミラー保持部44A、44Bが設けられている。第1ミラー保持部44A、44Bは、第1ミラー48の反射面48Aの外縁と当接して、第1ミラー48を保持する。第1ミラー保持部44は、第1ミラー48の反射面48Aが、第1光軸A1及び第2光軸A2のそれぞれに対して45°の角度をなす姿勢で第1ミラー48を保持する。

[0065] また、保持フレーム42Aの第4開口104の内部において、上部側壁91A、91Bの内面には、第2ミラー49を保持する第2ミラー保持部46A、46B、46C、46Dが設けられている。第2ミラー保持部46は、第2ミラー49の反射面が、第2光軸A2及び第3光軸A3のそれぞれに対

して45°の角度をなす姿勢で第2ミラー49を保持する。

[0066] また、図4において、保持フレーム42Aには、背面側を覆うカバー部110が設けられる。カバー部110は、第2開口102と第4開口104と開口部95とを覆う大きさを有している。カバー部110は遮光性を有している。保持フレーム42Aにカバー部110が取り付けられることにより、第1ミラー48、第2光学系L2および第2ミラー49が収容される、保持フレーム42Aの内部空間が遮光される。

[0067] カバー部110は、保持フレーム42Aに設けられた雌ネジ113A～Hに、これらに対応する位置に設けられた挿通穴111A～Hを介して、雄ネジ112A～Hに係合させることによって保持フレーム42Aに固定される。

[0068] カバー部110の材質は例えば軟質樹脂であり、保持フレーム42Aの材質は例えば硬質樹脂である。従って、カバー部110の曲げ剛性は、保持フレーム42Aの曲げ剛性よりも低い。これによって、上部側壁91Aの端辺と中央側壁90Aの端辺の屈曲部、及び中央側壁90Aの端辺と下部側壁92Aの端辺の屈曲部に追従可能なカバー部110となる。

[0069] 図7に示すように、保持フレーム42Aの中央側壁90Aおよび90Bの間には、第2光学系L2が収容される。第2光学系L2は、レンズフレーム52に取り付けられ、その状態で保持フレーム42Aに取り付けられる。以下において、レンズフレーム52に取り付けられた状態の第2光学系L2をレンズユニット50と呼ぶ。

[0070] 図8及び図9に示すように、レンズフレーム52は、レンズL21、レンズL22及びレンズL23を収容する樹脂製のフレームである。レンズフレーム52は、レンズL21等の外形と同様に円形をしている。レンズフレーム52には、保持フレーム42Aに取り付けるための取付板80Aおよび80Bが設けられている。各取付板80Aおよび80Bは、レンズフレーム52の径方向の外側に突出している。各取付板80Aおよび80Bは、レンズフレーム52の中心に対して180°反転した位置に配置されている。取付

板 8 0 A には、挿通穴 8 2 A と 8 2 B の 2 つの穴が設けられている。取付板 8 0 B には、挿通穴 8 2 C が 1 つ設けられている。

[0071] 保持フレーム 4 2 A の中央側壁 9 0 A の内側には、レンズフレーム取付部 9 6 A が形成されている。レンズフレーム取付部 9 6 A の取付面 9 7 A には、雌ネジ 8 4 A、8 4 B が形成されている。取付面 9 7 A は、保持フレーム 4 2 A の内面のうち、第 2 光軸 A 2 に交差する方向に向いた面である。第 2 光軸 A 2 に交差する方向とは、第 2 光軸 A 2 と平行ではない方向という意味である。本実施形態では、取付面 9 7 A は、第 2 鏡胴部 4 2 (保持フレーム 4 2 A) の内面のうち、第 1 B 方向に向いた面、つまり、第 1 方向に直交する面である。ここでいう直交とは、完全な直交のみならず、保持フレーム 4 2 A の製造上許容される角度誤差、及び／又は光学設計上許容される角度誤差を含んでもよい。

[0072] 一方、中央側壁 9 0 B の内側には、レンズフレーム取付部 9 6 B が形成されている。レンズフレーム取付部 9 6 B の取付面 9 7 B には、雌ネジ 8 4 C が形成されている。取付面 9 7 B は、保持フレーム 4 2 A の内面のうち、第 2 光軸 A 2 に交差する方向に向いた面である。取付面 9 7 B は、取付面 9 7 A と同様に、第 1 方向に直交する面である。直交の意味は前述のとおりである。

[0073] レンズユニット 5 0 は、取付板 8 0 A を取付面 9 7 A に当接させ、かつ、取付板 8 0 B を取付面 9 7 B に当接させた状態で取り付けられる。取付面 9 7 A に形成された雌ネジ 8 4 A、8 4 B は、取付板 8 0 A に形成された挿通穴 8 2 A、8 2 B にそれぞれ対応する。取付面 9 7 B に形成された雌ネジ 8 4 C は、取付板 8 0 B に形成された挿通穴 8 2 C に対応する。取付板 8 0 A、8 0 B がそれぞれ取付面 9 7 A、9 7 B に当接した状態で、雄ネジ 8 6 A、8 6 B、8 6 C と雌ネジ 8 4 A、8 4 B、8 4 C を係合させることにより、レンズユニット 5 0 が保持フレーム 4 2 A に固定される。雄ネジ 8 6、雌ネジ 8 4、及び挿通穴 8 2 は、レンズフレーム固定機構に相当する。

[0074] 図 6 に示すように、第 2 光軸 A 2 が通る保持フレーム 4 2 A は、第 1 ミラ

ー48と第2ミラー49を内部に有し、従来技術のような分割部が無い一体的なフレームである。このような一体的なフレームの場合、第2光軸A2の方向（第2方向）から雄ネジを挿入してフレームを固定することが困難である。しかし、図7に示す実施形態であれば、第1光軸A1の方向（第1方向）から雄ネジを挿入して、レンズフレーム52を容易に固定可能である。

[0075] 図10に示すように、第1鏡胴部41と第2鏡胴部42とがネジで固定され、第3鏡胴部43と第2鏡胴部42とがネジで固定されている。図10においては、第1鏡胴部41と第2鏡胴部42のみを示しているが、第3鏡胴部43と第2鏡胴部42との関係も同様である。

[0076] 具体的には、第1鏡胴部41と第2鏡胴部42は、第1鏡胴部41の結合面58に、第2鏡胴部42の下部の第1結合部56を当接させた状態でネジで固定されている。第3鏡胴部43と第2鏡胴部42は、図3に示すように、第2鏡胴部42の上部の第2結合部57を、第3鏡胴部43の結合面59に当接させた状態でネジで固定されている。第1結合部56は、結合面58に対向する側に、結合面58と当接する第1当接面56Aが形成されている。第2結合部57は、結合面59に対向する側に、結合面59と当接する第2当接面57Aが形成されている。

[0077] 図3にも示すとおり、結合面58は、第1鏡胴部41の外周面のうち、第1光軸A1に交差する面と平行な面である。第1光軸A1に交差する面とは、第1光軸A1と平行ではない面ということである。本実施形態では、結合面58は第1鏡胴部41の外周面のうち、第1B方向を向いた端面である。つまり、結合面58は第1光軸A1に直交する面である。ここで直交するとは、完全な直交のみならず、第1鏡胴部41の製造上許容される角度誤差、及び／又は光学設計上許容される角度誤差を含んでもよい。

[0078] 図10は、第2鏡胴部42の第1ミラー48、第2ミラー49、及びレンズフレーム52は取り外した状態で、第1鏡胴部41と第2鏡胴部42とがネジで固定されていない状態を図示している。図10に示すように、第1鏡胴部41の結合面58は略矩形状であり、結合面58の4隅に、雌ネジ65

A、65B、65C、65Dが設けられている。一方、第2鏡胴部42の第1結合部56の4箇所には、雌ネジ65A、65B、65C、65Dと対応する位置に挿通穴61A、61B、61C（不図示）、61D（不図示）が設けられている。4つの雌ネジ65A～Dと4つの挿通穴61A～Dとを対向させ、4つの雄ネジ54A～Dでそれぞれの雌ネジ65A～Dと係合させることにより、第1鏡胴部41と第2鏡胴部42とをネジで固定、即ち結合することができる。

[0079] 図10の点線楕円で示したX部分とY部分を拡大した図11を用いて詳細に説明する。図11に示すように、第1鏡胴部41の結合面58の左下の隅に雌ネジ65Aが設けられている。一方、第2鏡胴部42の第1結合部56には、雌ネジ65Aに対応する位置に凹部が設けられ、凹部の壁面60Aに挿通穴61Aが設けられている。雌ネジ65Aと挿通穴61Aとが対向するように結合面58と第1当接面56Aとを当接させ、雄ネジ54Aを第2鏡胴部42側から挿通穴61Aに挿通して雌ネジ65Aに係合させてネジで固定することができる。

[0080] 挿通穴61Aの内径は、雌ネジ65Aの外径よりも大きい。雌ネジ65Aの外径とは、雄ネジ54Aのネジ部542の外径に相当する径である。さらに、挿通穴61Aの内径は、第2鏡胴部42の第1ミラー48の位置を第1光軸A1に対して位置調整が可能なように雌ネジ65Aの外径よりも拡径されている。挿通穴61Aの内径と雌ネジ65Aの外径との径方向の寸法差が、第1光軸A1に対する第1ミラー48の位置調整が可能な量になる。また、本例では、挿通穴61Aと、雌ネジ65Aとがともに円形であるため、第2鏡胴部42を結合面58と平行な面内の全方向に位置調整が可能である。

[0081] そのため、第1ミラー48の位置を第2方向、つまり第2光軸A2の延在方向にシフト可能であり、第1ミラー48の位置を第2方向にシフトすることによる位置調整が可能である。これにより、第2鏡胴部42の第2光軸方向の位置調整が可能となる。挿通穴61Aの内径を拡径する量は、第1鏡胴部41と第2鏡胴部42の製造誤差、組み付け誤差、及び／又は光学設計上

許容される位置合わせ誤差等を勘案して予め定めることができる。なお、雄ネジ54Aの頭部541の外径は、挿通穴61Aの内径よりも大きい。

[0082] なお、挿通穴61Aの形状は円形でなくてもよく、例えば、長穴でもよい。その場合、例えば、挿通穴61Aの長軸の径が雌ネジ65Aの直径よりも長い、短軸の径が雌ネジ65Aの直径と同等の場合は、長軸方向にのみ位置調整が可能となる。

[0083] 以上の関係は、各挿通穴61B、61C、61Dと各雄ネジ54B、54C、54Dとの関係においても成立する。なお、雌ネジ65、雄ネジ54、及び挿通穴61は、合わせて第2保持部固定機構と称する。この場合、第2保持部固定機構の固定力とは、雄ネジを雌ネジに係合させて締め付ける締付力である。第2保持部固定機構はネジ固定機構に限られるものではないが、ネジを用いることで、組み付け工程が容易となる。

[0084] 第2鏡胴部42は、第1鏡胴部41の結合面58に完全に固定されていない場合（例えばネジが完全に締め付けられておらず、緩んでいる場合）、第1光軸A1と第1ミラー48の位置とを調整することができる。つまり、第2保持部固定機構の固定力を弱めることで、第1鏡胴部41に対して第2鏡胴部42が相対的にシフト可能となっている。これにより、第1光学系L1と第1ミラー48との相対的な位置関係を調整した上で、第2鏡胴部42を第1鏡胴部41に固定することが可能となる。

[0085] この第2鏡胴部42の位置調整と、図6で説明した第2ミラー49の位置および姿勢の調整とによって、3光学系L3の非点収差に影響するタンジェンシャル面とサジタル面の調整が可能となる。

[0086] なお、本例においては、第2保持部固定機構として、雌ネジ65が第1鏡胴部41に形成され、挿通穴61が第2鏡胴部42に形成されている場合を説明した。しかし雌ネジ65が第2鏡胴部42に形成され、挿通穴61が第1鏡胴部41に形成されていてもよい（図示せず）。その場合は、雄ネジ54は第1鏡胴部41の側から第2鏡胴部42に向けて挿入され、雌ネジ65と係合される。

[0087] また、本例においては、第2保持部固定機構は、雌ネジ65、雄ネジ54、及び挿通穴61に加えて、第1鏡胴部41と第2鏡胴部42とを接着する接着剤70Aを含んでいる。図11に示すように、第1鏡胴部41は、第1突出部67Aを備える。第1突出部67Aは、結合面58と同じ平面上にある第1接着面68Aを有する。第1接着面68Aには、突起66Aが形成されている。

[0088] 一方、第2鏡胴部42は、第1突出部67Aに対向する位置に、第2突出部63Aを備える。第2突出部63Aは、第1当接面56Aと同じ平面である第2接着面64Aを有する。また第2突出部63Aは、第2挿通穴62Aを有する。結合面58と第1当接面56Aとを当接させると、突起66Aが第2挿通穴62Aに位置する。この状態で、第2挿通穴62Aを通じて、第1接着面68Aの突起66Aの周囲に接着剤70Aが供給される。接着剤70Aは、第2挿通穴62Aの内部及び結合面58と第1当接面56Aとの間に広がり、硬化して第1鏡胴部41と第2鏡胴部42とを接着する。接着剤70Aの種類は限定されないが、例えば光硬化性樹脂が用いられる。

[0089] 図10に示すように、第1鏡胴部41には、第1突出部67Aと同様の構造を有する第1突出部67B～Cが形成されている。また、第2鏡胴部42には、第2突出部63Aと同様の構造を有する第2突出部63B～Dが形成されている（63Cは図示せず）。第1突出部67B～Cと対応する第2突出部63B～Dとの間が、第1突出部67Aと第2突出部63Aとの間の接着と同様に、接着剤で接着される。これらの4箇所での接着剤による固定により、振動等の影響でネジが多少緩んだ場合でも、第1鏡胴部41と第2鏡胴部42との結合面58の面内方向の位置ずれが抑制される。

[0090] 以下、上記構成による作用について説明する。投射レンズ11を製造する場合において、まず、保持フレーム42A等の部品が製造される。保持フレーム42Aは、金型を用いた樹脂成型品である場合、金属製の素材を使用する場合と比べて製造が容易になり生産性が高い。

[0091] また、保持フレーム42Aにおいて、前面側と背面側でそれぞれ対向する

、第1開口101と第2開口102の組、および第3開口103と第4開口104の組は、一方の開口面積が大きく、他方の開口面積が小さい。そのため、2つの型枠からなる金型を用いて保持フレーム42Aを樹脂成形する場合において、型枠の型抜きがしやすい。

[0092] 投射レンズ11の組み立て工程において、例えば、最初に、第1鏡胴部41および第3鏡胴部43が組み立てられる。第1鏡胴部41の骨格部材は、一般的な筒形状であるため、第1光学系L1は、入射側または出射側の開口から第1光軸A1方向に沿って、筒形状の骨格部材内に挿入されて、第1鏡胴部41が組み立てられる。第3鏡胴部43についても同様である。

[0093] 第2鏡胴部42の組み立てにおいては、まず、第2光学系L2がレンズフレーム52に取り付けられて、レンズユニット50が組み立てられる。この後、保持フレーム42Aにレンズユニット50が取り付けられる。保持フレーム42Aの背面、すなわち、保持フレーム42Aの外周面のうち、第1光軸A1の光の出射側方向には、レンズフレーム52（レンズユニット50）を挿通することが可能な大きさの開口部95が設けられている。

[0094] 図7に示すように、レンズユニット50は、保持フレーム42Aの背面の開口部95から挿通して、保持フレーム42Aに組み付けられる。レンズユニット50は、第2鏡胴部42を構成する保持フレーム42Aの内面のうち、第2光軸A2に交差する方向に向いた取付面97に当接させる。この状態で、レンズフレーム固定機構に相当するネジによってレンズユニット50が固定される。そのため、第1鏡胴部41および第3鏡胴部43のように、光軸方向からレンズを挿入しなければならない場合と比べて、組み付け方向の自由度が向上する。その結果、第2保持部に相当する第2鏡胴部42の骨格部材を、保持フレーム42Aのように簡易的な構成にした場合に、保持フレーム42Aに対する第2光学系L2の組み付けがしやすい投射レンズを提供することができる。

[0095] また、保持フレーム42Aは、レンズフレーム52を挿通することが可能な大きさの開口部95を有しているため、開口部95を通じてレンズユニッ

ト50を保持フレーム42Aに取り付けることができる。このように、保持フレーム42Aには、開口部95のように、レンズユニット50の組み付け位置を明確化するための構成が設けられているため、第2鏡胴部42の生産性が向上する。

[0096] また、第2光軸A2が延在する第2方向において、第1ミラー48と第2光学系L2を含むレンズユニット50のそれぞれの配置位置は、重畳しない。これにより、レンズユニット50を保持フレーム42Aの背面の開口部95から挿入して組み付ける際に、第1ミラー48を先に取り付けていても、レンズユニット50と第1ミラー48とが干渉することがない。そのため、保持フレーム42Aの背面側からのレンズユニット50の組み付けが可能となり、組み付けがしやすい。

[0097] この後、保持フレーム42Aには、第1ミラー48および第2ミラー49が取り付けられる。この段階では、第1ミラー48および第2ミラー49は、ネジによって仮止めされる。これにより、第2鏡胴部42の仮組が完成する。

[0098] 次に、第1鏡胴部41に対して第2鏡胴部42が組付けられる。図10に示すように、第2保持部に相当する第2鏡胴部42の保持フレーム42Aは、第1保持部に相当する第1鏡胴部41の外周面のうち、第1B方向を向いた端面である結合面58に当接した状態で、第2保持部固定機構であるネジ等によって固定される。また、上述のとおり、レンズフレーム52は、第2鏡胴部42の保持フレーム42Aの内面のうち、第1鏡胴部41の結合面58と同じ第1B方向を向いた取付面97A、97Bに当接した状態で、ネジによって固定される。

[0099] このように、第1鏡胴部41に対する第2鏡胴部42の取付方向と、第2鏡胴部42の保持フレーム42Aに対するレンズフレーム52の取付方向とは、同じ方向である。このため、例えば、レンズフレーム52の保持フレーム42Aに取り付けた後、第2鏡胴部42を第1鏡胴部41に取り付ける場合に、各部の保持および移動方向を同様に行うことができる。そのため、組

み付け工程を簡略化することができる。

[0100] また、第1鏡胴部41に対する第2鏡胴部42の組み付けに際しては、一例としてネジによって固定されるため、固定力であるネジの締結力を弱めることで、第1鏡胴部41に対する第2鏡胴部42を相対的にシフトさせることが可能である。このため、第1光学系L1と第1ミラー48の位置調整が可能である。

[0101] また、本例においては、調整方向は、第2光軸A2方向を含む、結合面58の全方向であるため、位置調整の自由度が高い。固定はネジを用いるため、固定力を弱めやすく、位置調整が容易である。

[0102] また、第1光学系L1のうち最も上流のレンズL11と第1ミラー48との間の第1光軸A1の距離は、第1ミラー48と第2ミラー49との間の第2光軸A2の距離よりも長い。これにより、第1光学系L1を収容する第1鏡胴部41に対して、第2光学系L2を収容する第2鏡胴部42を小型軽量にしている。第2鏡胴部42が小型軽量になると、大きく重い場合に比べて、素材の剛性が同じ場合は、撓みにくい。第2鏡胴部42に対しては、第1鏡胴部41に対する位置調整の際に力が加わるため、第2鏡胴部42を小型軽量にすることで、第2鏡胴部42を撓みにくくして、良好な光学性能を確保することができる。特に、本例においては、第2鏡胴部42の骨格部材を、保持フレーム42Aのような樹脂成型品で、簡易的な構成としている。このような場合には、金属製の骨格部材を使用した場合と比べて、素材自体の剛性が不足するため、小型軽量化により保持フレーム42Aの撓み及び歪などを抑制する必要性が高い。

[0103] また、投射レンズ11において、第2鏡胴部42は、第1鏡胴部41および第3鏡胴部43の連結部分として機能するため、第2鏡胴部42を小型軽量にすると、投射レンズ11全体が小型軽量になる。これにより、投射レンズ11を動かしやすくなるというメリットもある。

[0104] 第2光学系L2は、本実施形態のように、3枚以下のレンズで構成されることが好ましい。第2光学系L2のさらなる小型軽量化が可能になるため

ある。また、レンズユニット50も小型軽量化できるため、第2光学系L2を第2鏡胴部42の内側面（取付面97A及び97B）に固定してもレンズフレーム52が撓みにくい。また第2光学系L2の組み付け精度の向上にも寄与する。

[0105] また、本実施形態の第1光学系L1は、第1ミラー48の上流に、中間像を結像させる中間像結像レンズL14を備えている。第1光学系L1が中間像結像レンズL14を備えていることで、第1ミラー48の下流側に中間像結像レンズを備える場合と比較して、次のようなメリットがある。

[0106] まず、第2光学系L2に大型の中間像結像レンズを設けなくて済むため、第2鏡胴部42をさらに小型軽量にできる。

[0107] また、本例では、第1鏡胴部41と第2鏡胴部42の位置調整が可能である。第1光学系L1に中間像結像レンズを設けることで、第1光軸A1と第2鏡胴部42内の第1ミラー48との位置調整が可能になる。中間像結像レンズが、第2鏡胴部42内であって、第1ミラー48の近傍に中間像を結像させる場合は、第1鏡胴部41と第2鏡胴部42の位置調整によって、中間像と第1ミラー48の相対的な位置調整ができる。特許第6378448号公報に示す従来の構成では、第1ミラー48の後に中間像結像レンズを配置し、その後に位置調整部を有している。よって、第1ミラー48と中間像との相対的な位置調整が難しく、光軸調整を十分に出来ていなかった。しかし、本実施形態によれば、そうした位置調整が可能となる。

[0108] また、第1光学系L1に中間像結像レンズを設けることで、第1ミラー48に入射する光束の径を小さくできる。これにより、第1ミラー48を小型化が可能となる。第1ミラー48を小型化することにより、第2鏡胴部42の小型化も可能となる。

[0109] なお、第1鏡胴部41と第2鏡胴部42との位置調整を行う方法としては、例えば、図2に示すように、第1結合部56を結合面58に当接させた状態で、第1光軸A1に位置調整用のテスト画像を入射させ、スクリーン36にテスト画像を投射させる。このテスト画像を確認しながら、治具を用いて

、第1鏡胴部41に対して第2鏡胴部42を結合面58と平行な方向に移動させて、投射した画像が最適化されるように位置調整を行う。第2鏡胴部42は、位置調整が完了した位置でネジ固定される。さらに、接着剤70によって接着される。

[0110] また、保持フレーム42Aに対して仮止めされた第1ミラー48および第2ミラー49も、位置調整が行われる。第1ミラー48および第2ミラー49は、位置調整が行われた後、接着剤で固定される。

[0111] この後、カバー部110が保持フレーム42Aにネジで固定されて、投射レンズ11が完成する。保持フレーム42Aの曲げ剛性よりも、カバー部110の曲げ剛性は低い。そのため、保持フレーム42Aの屈曲した端辺に追従して、保持フレーム42Aを覆うことが出来る。また、第2鏡胴部42に力が加わった場合、カバー部110と保持フレーム42Aとの間に生じる応力は、カバー部110が歪むことにより吸収される。従って、保持フレーム42Aには歪が生じず、保持フレーム42Aの内部に保持された第1ミラー48、第2光学系L2、及び第2ミラー49に与える光学的な悪影響が少ない。

[0112] 上記実施形態では、投射レンズ11として、第1保持部に相当する第1鏡胴部41、第2保持部に相当する第2鏡胴部42、および第3保持部に相当する第3鏡胴部43を備えた態様で説明したが、必ずしも第3鏡胴部43がなくてもよい。

[0113] 以上の実施形態においては、画像形成パネル32としてDMDを用いる例を説明したが、DMDの代わりにLCD (Liquid Crystal Display) を使用した透過型画像形成パネルを用いてもよい。また、LED (Light Emitting Diode) 及び／又は有機EL (Electro Luminescence) のような自発光型素子を用いたパネルを用いても良い。反射部としては、鏡面反射型の代わりに、全反射型のミラーを用いてもよい。

[0114] 上記実施形態では、光源34としてレーザ光源を用いる例を説明したが、これに限らず、水銀ランプ及び／又はLEDを光源34として用いてもよい。

また、上記例では、青色レーザ光源と黄色蛍光体を用いたが、これに限らず、黄色蛍光体の代わりに緑色蛍光体と赤色蛍光体を用いてもよい。また、黄色蛍光体の代わりに緑色レーザ光源と赤色レーザ光源を用いてもよい。

[0115] 本明細書において、「A及び／又はB」は、「A及びBのうちの少なくとも1つ」と同義である。つまり、「A及び／又はB」は、Aだけであってもよいし、Bだけであってもよいし、A及びBの組み合わせであってもよい、という意味である。また、本明細書において、3つ以上の事柄を「及び／又は」で結び付けて表現する場合も、「A及び／又はB」と同様の考え方が適用される。

[0116] 本明細書に記載された全ての文献、特許出願及び技術規格は、個々の文献、特許出願及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

請求の範囲

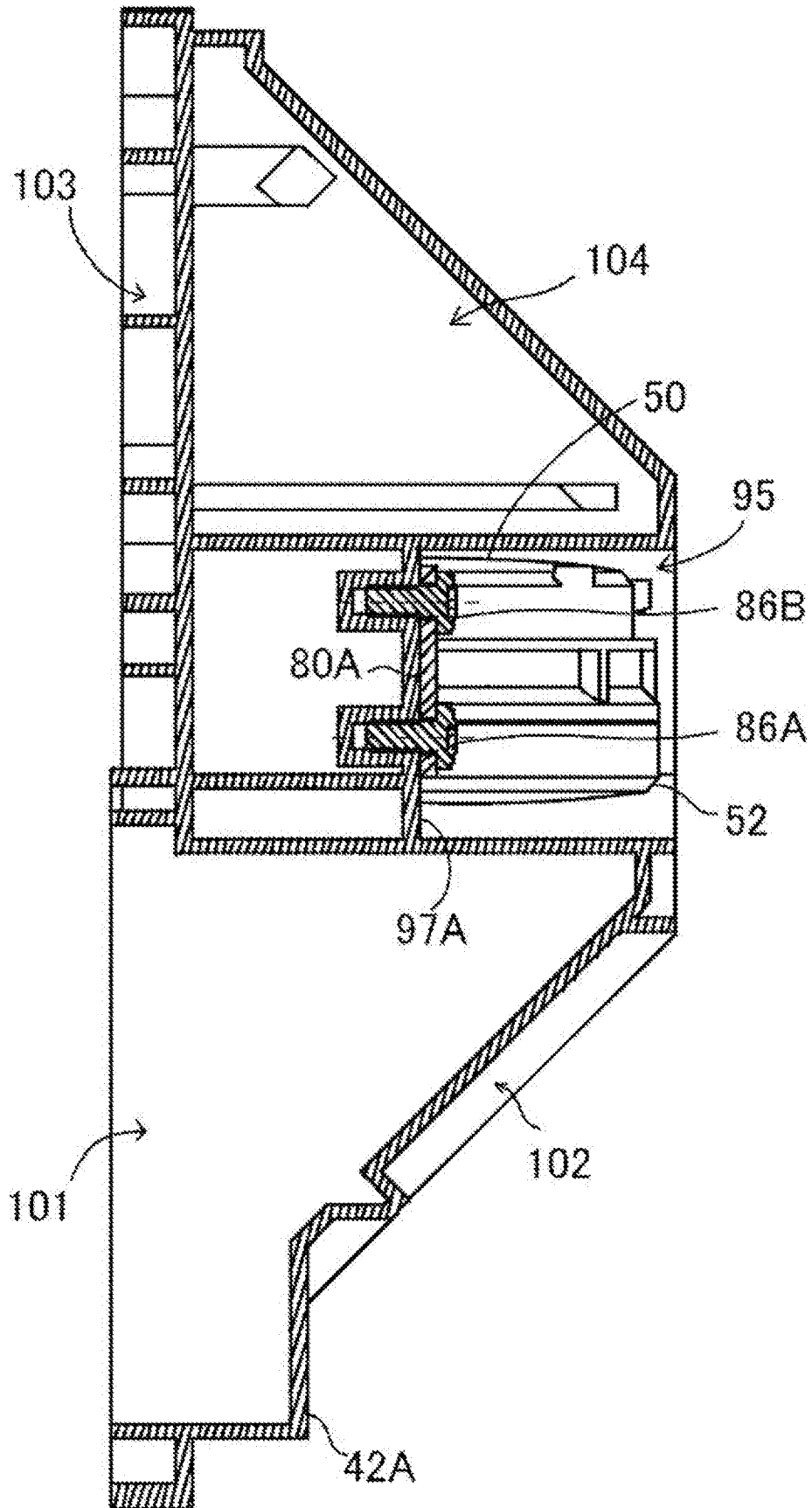
- [請求項1] 電気光学素子を有する投射装置の筐体に取り付けられる投射レンズであって、
- 前記筐体からの光が通る第1光軸に沿って配置された第1光学系を保持する第1保持部と、
- 前記第1光軸の光を折り曲げて第2光軸の光とする第1反射部と、
- 前記第1反射部を保持する第2保持部と、
- 前記第2保持部内に收容され、前記第2光軸に沿って配置された第2光学系を保持するレンズフレームと、
- 前記レンズフレームを前記第2保持部内に固定するレンズフレーム固定機構と、を備え、
- 前記レンズフレーム固定機構は、前記第2保持部の内面のうち、前記第2光軸に交差する方向に向いた面に、前記レンズフレームを固定する、投射レンズ。
- [請求項2] 前記第1保持部に前記第2保持部を固定する第2保持部固定機構を備え、
- 前記第1光軸は、光の入射側である第1A方向と光の出射側である第1B方向を有する第1方向に延在し、
- 前記第2保持部は、前記第1保持部の外周面のうち、前記第1B方向を向いた端面に前記第2保持部固定機構によって固定され、
- 前記レンズフレームは、前記第2保持部の内面のうち、前記端面と同じ前記第1B方向を向いた面に前記レンズフレーム固定機構によって固定されている、請求項1に記載の投射レンズ。
- [請求項3] 前記第2光軸が延在する第2方向において、前記第1反射部と前記第2光学系は重畳しない、請求項1又は請求項2に記載の投射レンズ。
- [請求項4] 前記第2光学系を構成するレンズの枚数が3枚以下である、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の投射レンズ。

- [請求項5] 前記第1光学系は、前記第1反射部の上流側にあり、中間像を結像させる中間像結像レンズを備える、請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の投射レンズ。
- [請求項6] 前記第2保持部は、前記第2光軸の光を折り曲げて第3光軸の光とする第2反射部を備え、前記第1光学系のうち最も上流のレンズと前記第1反射部との間の前記第1光軸の距離は、前記第1反射部と前記第2反射部との間の前記第2光軸の距離よりも長い、請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の投射レンズ。
- [請求項7] 前記第2保持部は、前記第1反射部と前記第2反射部とを一体的に保持する1つの保持フレームを有し、前記保持フレームは樹脂成型品である、請求項6に記載の投射レンズ。
- [請求項8] 前記保持フレームの外周面のうち、前記第1光軸の光の出射側方向に開口部を有し、前記開口部は、前記レンズフレームを挿通可能な大きさを有する、請求項7に記載の投射レンズ。
- [請求項9] 前記開口部を覆うカバー部を備え、前記保持フレームの曲げ剛性より前記カバー部の曲げ剛性が低い、請求項8に記載の投射レンズ。
- [請求項10] 前記第3光軸に沿って配置された第3光学系をさらに備え、前記保持フレームは、前記第1保持部と結合される第1当接面と、前記第3光学系と結合される第2当接面と、第1開口と、第2開口と、第3開口と、第4開口とを備え、
前記第1当接面に対応する位置には、前記第1開口が形成されており、
前記第1反射部に対向する位置には前記第2開口が形成されており、
前記第2当接面に対応する位置には、前記第3開口が形成されており、
前記第2反射部に対向する位置には、前記第4開口が形成されており、
前記第1開口は、前記第2開口よりも開口面積が大きく、前記第3

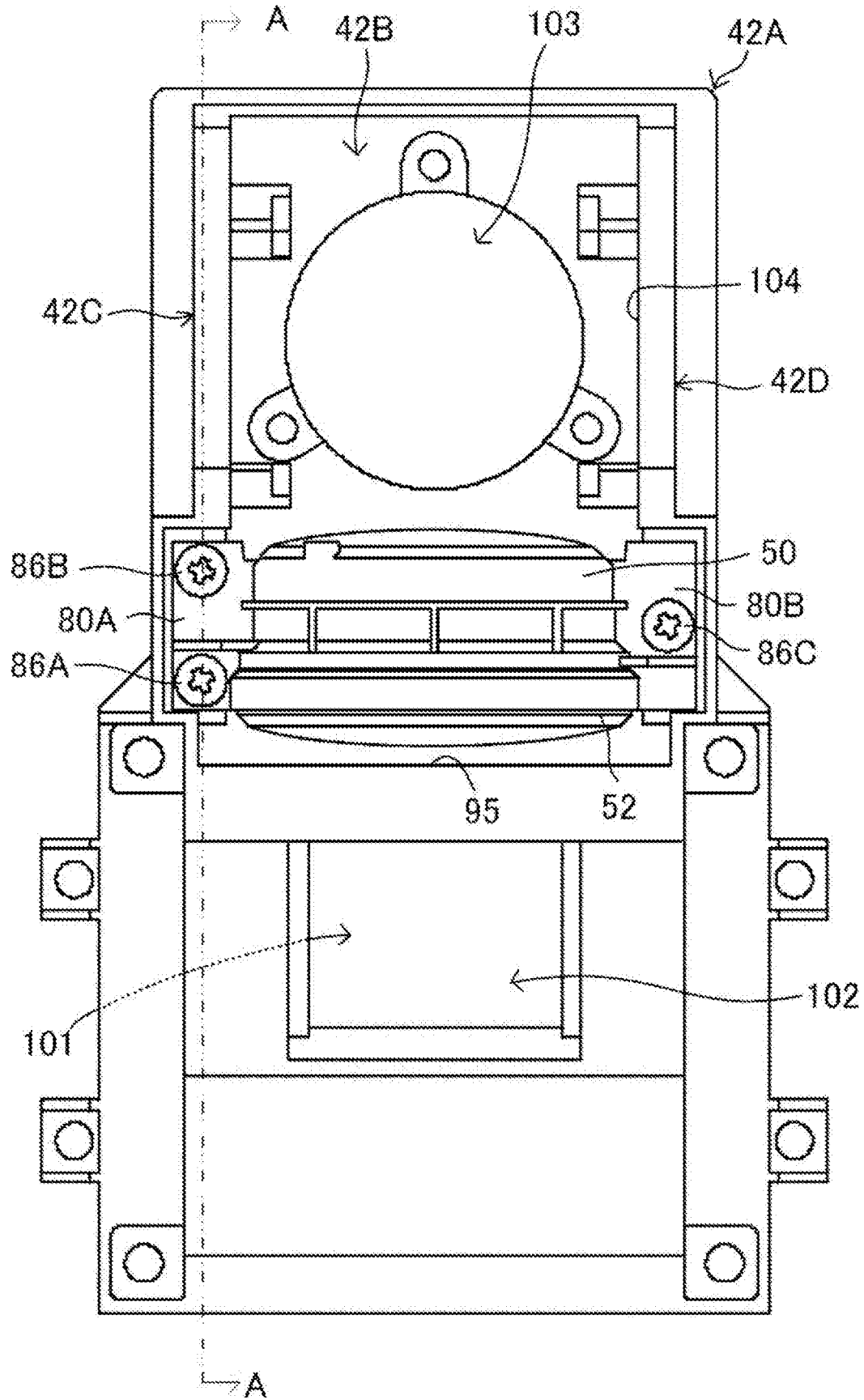
開口は、前記第4開口よりも開口面積が小さい、請求項7から請求項9のいずれか一項に記載の投射レンズ。

[請求項11] 請求項1から請求項10のいずれか一項に記載の投射レンズと、前記電気光学素子と、前記筐体とを備える投射装置。

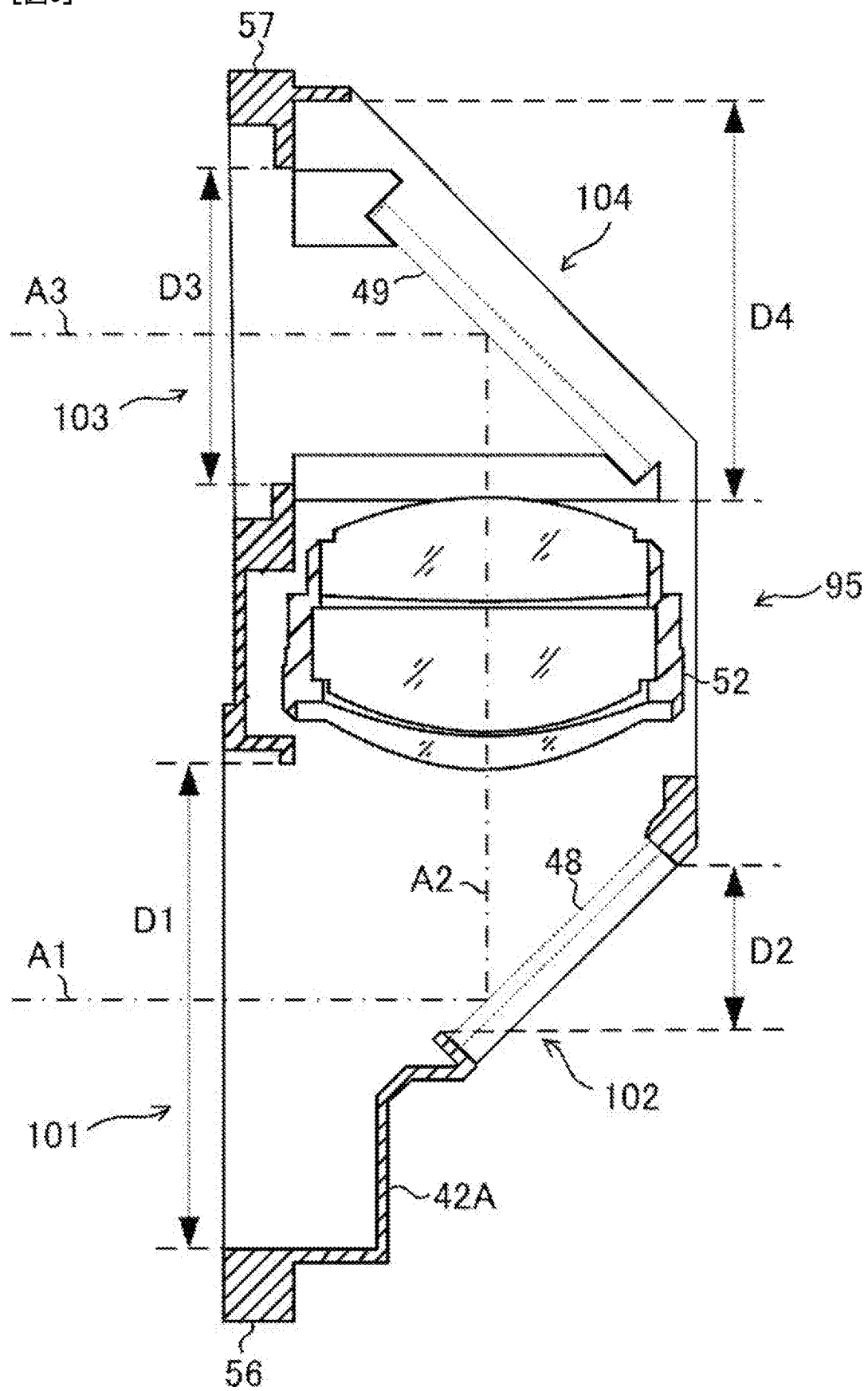
[図5A]



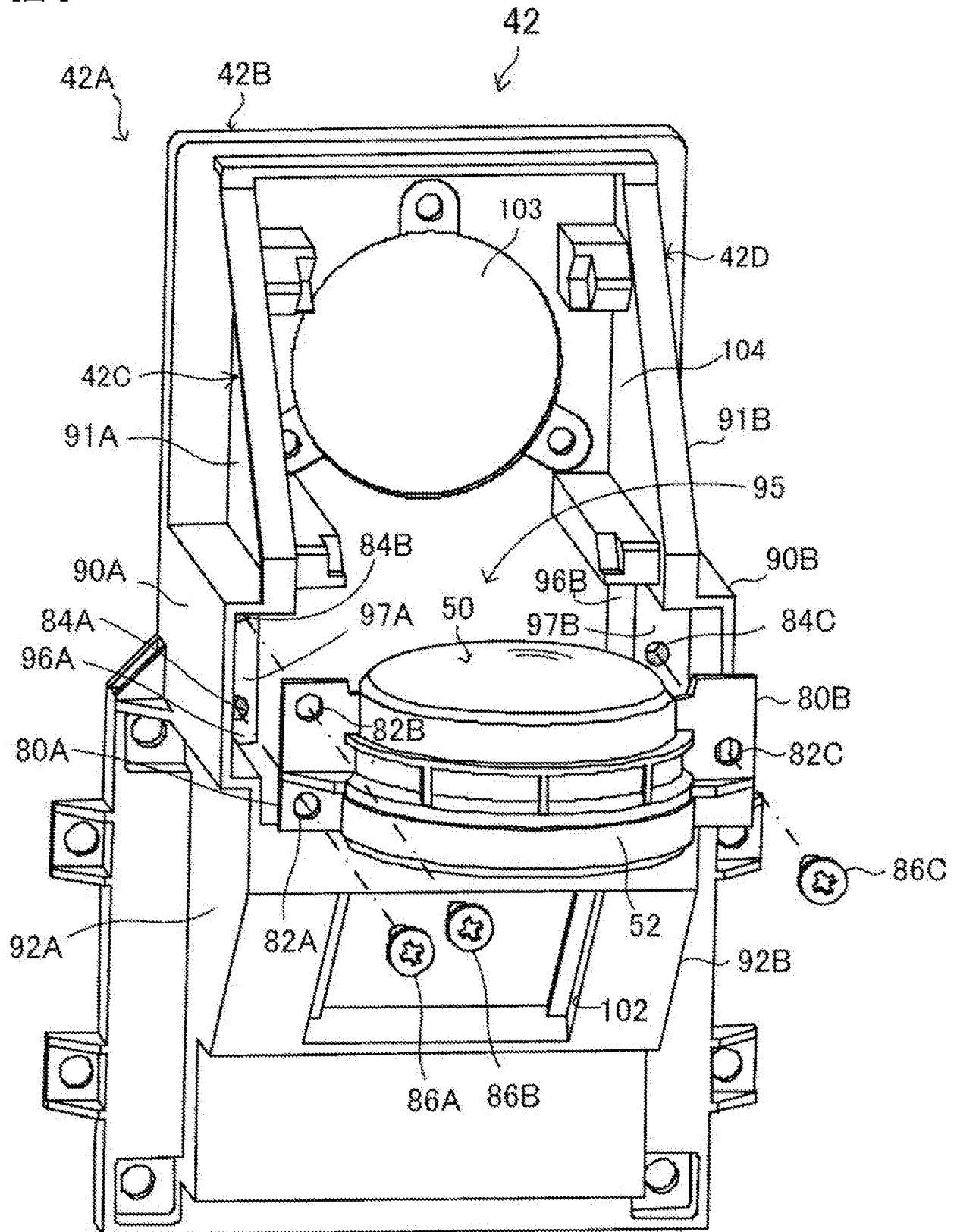
[図5B]



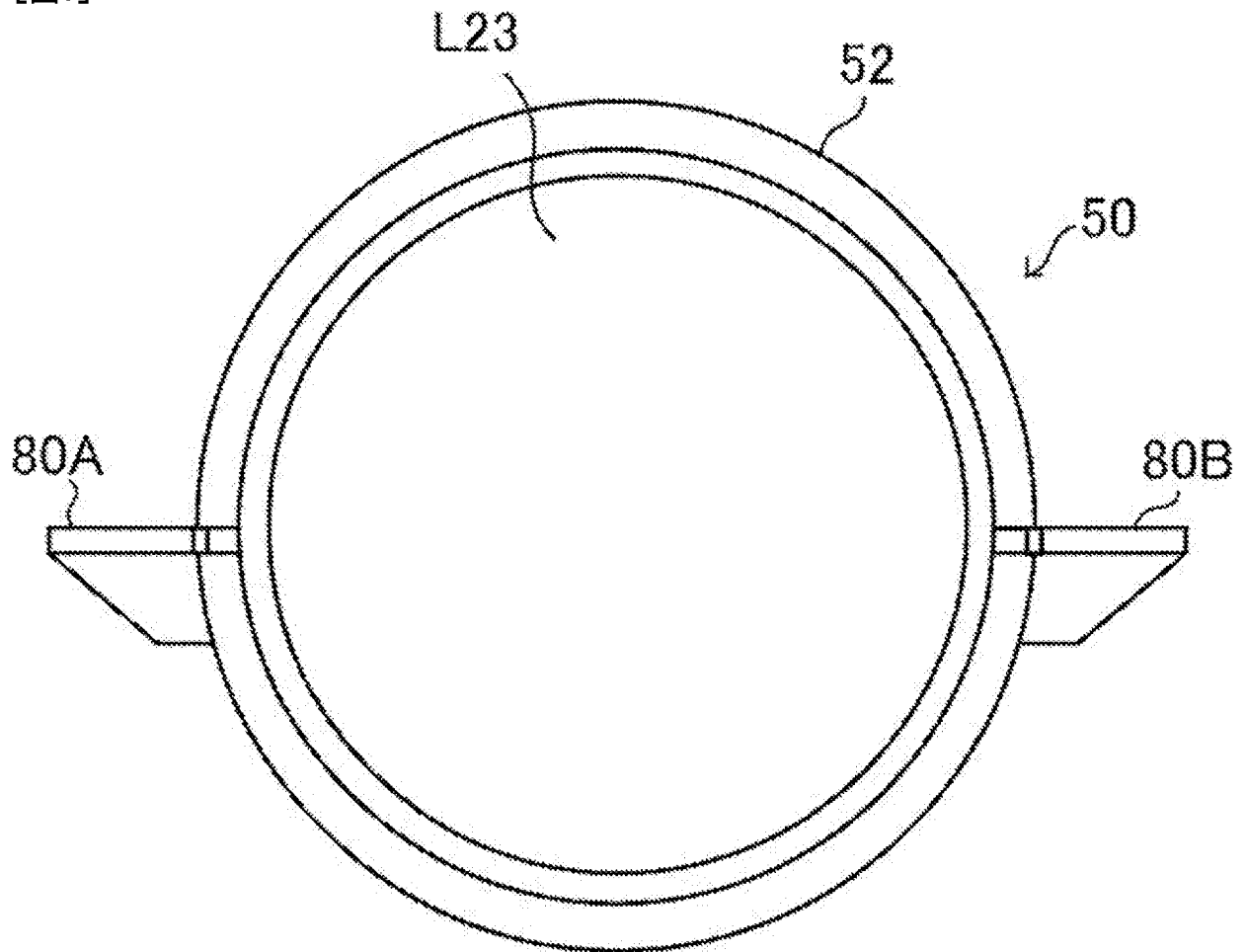
[図6]



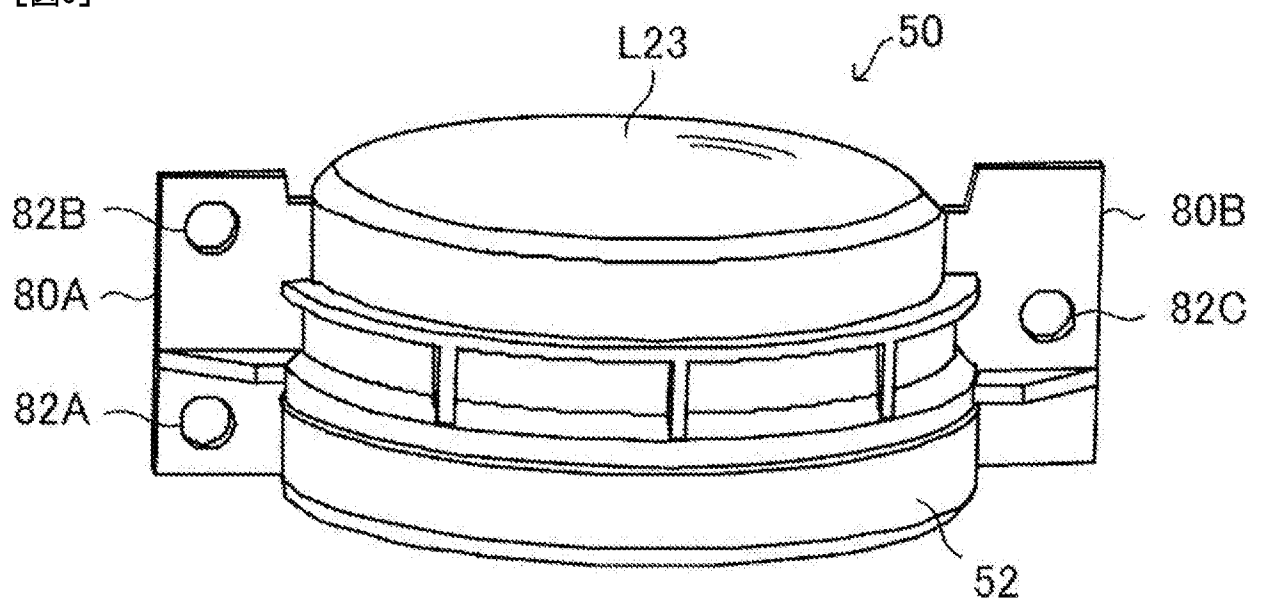
[図7]



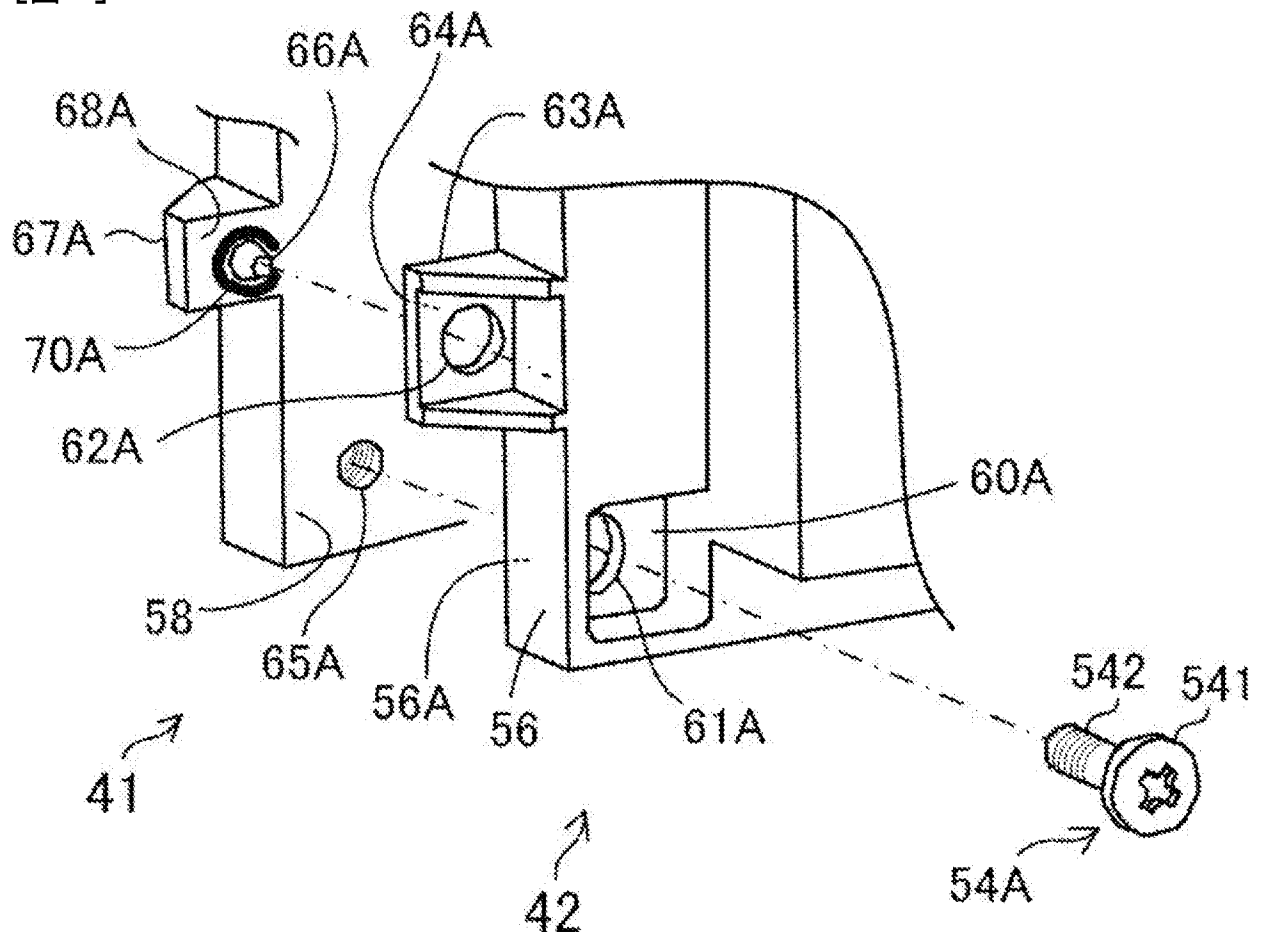
[図8]



[図9]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/002183

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 7/00 (2006.01) i; G02B 7/02 (2006.01) i; G03B 21/14 (2006.01) i
FI: G02B7/00 F; G02B7/02 C; G03B21/14 D

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)

G02B7/00; G02B7/02; G03B21/14

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.
Y A	JP 2007-094242 A (FUJINON CORP.) 12.04.2007 (2007-04-12) paragraphs [0018]-[0021], [0033], fig. 2	1-5, 11 6-10
Y A	JP 63-65414 A (MINOLTA CAMERA CO., LTD.) 24.03.1988 (1988-03-24) page 2, upper right column, line 6 to page 3, upper left column, line 1, fig. 1-4	1-5, 11 6-10
A	WO 2018/055964 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 29.03.2018 (2018-03-29) entire text, all drawings	1-11
A	US 2006/0181786 A1 (ASIA OPTICAL CO., INC.) 17.08.2006 (2006-08-17) entire text, all drawings	1-11



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

"I" 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
19 February 2020 (19.02.2020)

Date of mailing of the international search report
03 March 2020 (03.03.2020)

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/002183

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2007-094242 A	12 Apr. 2007	US 2007/0076309 A1 paragraphs [0038]- [0041], [0053], fig. 2	
JP 63-65414 A	24 Mar. 1988	(Family: none)	
WO 2018/055964 A1	29 Mar. 2018	US 2019/0219915 A1 entire text, all drawings	
US 2006/0181786 A1	17 Aug. 2006	TW 109416501 A TW 200630740 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 7/00(2006.01)i; G02B 7/02(2006.01)i; G03B 21/14(2006.01)i FI: G02B7/00 F; G02B7/02 C; G03B21/14 D														
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）） G02B7/00; G02B7/02; G03B21/14														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			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				
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												
Y A	JP 2007-094242 A（フジノン株式会社）12.04.2007（2007 - 04 - 12） 段落 [0018] - [0021]、[0033]、[図2]	1-5, 11 6-10												
Y A	JP 63-65414 A（ミノルタカメラ株式会社）24.03.1988（1988 - 03 - 24） 第2頁右上欄第6行 - 第3頁左上欄第1行、第1図 - 第4図	1-5, 11 6-10												
A	WO 2018/055964 A1（富士フイルム株式会社）29.03.2018（2018 - 03 - 29） 全文、全図	1-11												
A	US 2006/0181786 A1（ASIA OPTICAL CO., INC）17.08.2006（2006 - 08 - 17） 全文、全図	1-11												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 19.02.2020	国際調査報告の発送日 03.03.2020													
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/JP2020/002183

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2007-094242	A	12.04.2007	US 2007/0076309 A1 段落[0038]-[0041]、 [0053]、第2図	
JP	63-65414	A	24.03.1988	(ファミリーなし)	
WO	2018/055964	A1	29.03.2018	US 2019/0219915 A1 全文、全図	
				TW 109416501 A	
US	2006/0181786	A1	17.08.2006	TW 200630740 A	