

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 1 月 29 日 (29.01.2004)

PCT

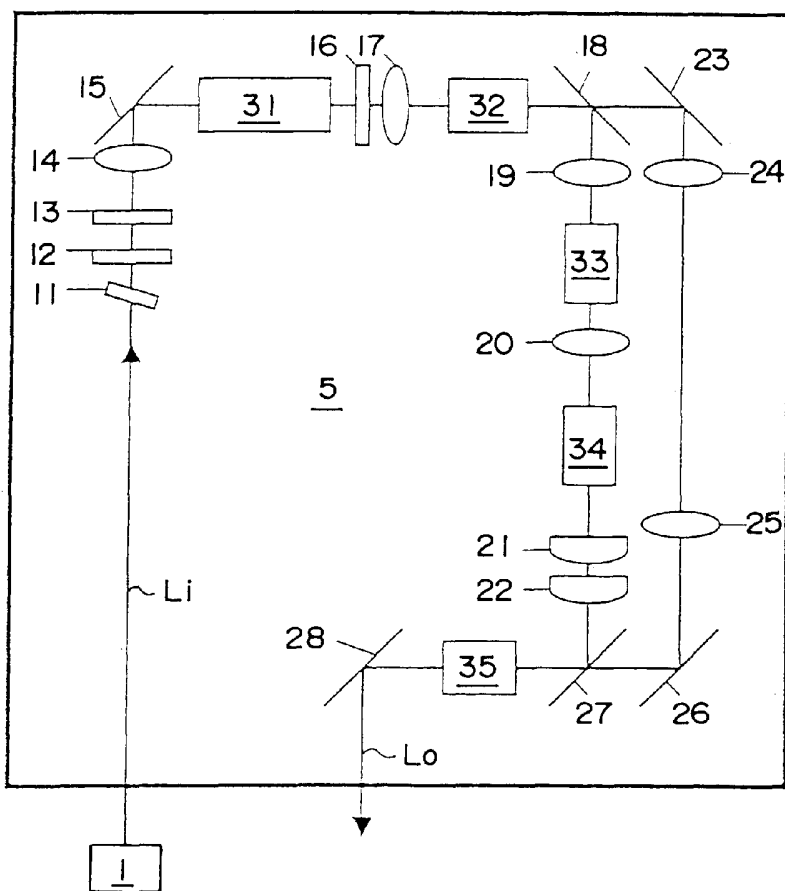
(10) 国際公開番号
WO 2004/010194 A1

- (51) 国際特許分類: G02B 7/00 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009070 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 河井 斉
(22) 国際出願日: 2003 年 7 月 17 日 (17.07.2003) (KAWAI, Hitoshi) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo
(25) 国際出願の言語: 日本語 (JP). 大和 壮一 (OWA, Soichi) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: (74) 代理人: 大西 正悟 (OHNISHI, Shogo); 〒170-0013 東京都豊島区東池袋 3-20-3 東池袋 SS ビル 1 階 大西国際特許事務所 Tokyo (JP).
特願 2002-209074 2002 年 7 月 18 日 (18.07.2002) JP
特願 2003-74389 2003 年 3 月 18 日 (18.03.2003) 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]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP). (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL DEVICE AND METHOD OF ASSEMBLING THE DEVICE

(54) 発明の名称: 光学装置およびその組立方法



(57) Abstract: An optical device and a method of assembling the device, the device comprising a substrate (5) and a lens (Ls) installed on the substrate (5); the method comprising the steps of sticking a holder (51) onto the substrate (5) with UV adhesive agent (52) and fixedly sticking the lens (Ls) onto the holder (51) with the UV adhesive agent (53), the lens (Ls) is held by a holder (57) fitted to the tip of the arm (56) of an adjusting jig (55), adjusting the position of the lens (Ls), and radiating ultraviolet ray to the UV adhesive agent (53) to cure the UV adhesive agent to fixedly adhere the lens (Ls) at a desired position, whereby optical elements can be easily fixed onto the substrate in proximity to each other, and the size of the device can be easily reduced.

(57) 要約: 光学装置は、基板 5 と、この基板 5 上に取り付けられるレンズ Ls とから構成される。基板 5 の上に UV 接着剤 52 によりホルダー 51 が接合され、ホルダー 51 の上に UV 接着剤 53 によりレンズ Ls が接合固定される。このとき、調整治具 55 のアーム 56 の先端に取り付けられた把持具 57 によりレンズ Ls を把持して位置調整がなされた後、UV 接着剤 53 に紫外光が照射されてこれが硬化さ

れ、所望位置にレンズ Ls が接着固定される。これにより、光学素子を近接配

[続葉有]



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

光学装置およびその組立方法

技術分野

- 5 本発明は、基板（ベース）上の所定位置に光学素子を固定して構成される光学装置およびこの光学装置を組み立てる方法に関する。

背景技術

- レーザー、測定機器等、様々な光学装置は基板上にレンズ等の光学素子
10 を位置決めして取り付けて構成されるが、基板上に光学素子を取り付ける
ときに正確な位置決めが要求される。このため、基板上に光学素子が位置
決め調整可能に取り付けられており、その一例を図 1 5 に示している。こ
の例では、金属基板 1 0 0 の上にネジ 1 0 2 により固定ホルダー 1 0 1 が
固定されており、この固定ホルダー 1 0 1 に、レンズ 1 1 0 を保持したレ
15 ンズホルダー 1 1 1 の支柱部 1 1 2 が嵌合して取り付けられ、不図示のネ
ジで嵌合状態を固定する。固定ホルダー 1 0 1 はネジ 1 0 2 による締結を
緩めて水平方向の位置調整が可能であり、レンズホルダー 1 1 1 は支柱部
1 1 2 の嵌合位置調整により垂直方向の位置調整が可能である。

- また、図 1 6 に示すように、金属基板 1 0 0 の上に固定ホルダー 1 2 5
20 をハンダ 1 2 6 により接合固定し、この固定ホルダー 1 2 5 の上にレンズ
1 2 0 （正確にはレンズ 1 2 0 を保持する金属ホルダー）をハンダ 1 2 1
により接合固定する構成も従来から用いられている。

- ところで、レーザー、測定機器等、様々な光学装置は小型化が進んでお
り、基板上に取り付けられる光学素子も小型化し、各素子が基板上に近接
25 して配設されているため、上述のようにネジ 1 0 2 により固定ホルダー 1
0 1 を基板上に固定し、固定ホルダー 1 0 1 にレンズ 1 1 0 を保持したレ

- レンズホルダー 1 1 1 を取り付けるといった構成では、これらホルダー、ネジが邪魔して光学素子を近接配置することが難しく、装置の小型化が阻害されるという問題がある。また、図 1 6 に示すように、ハンダ付けによりホルダーおよび光学素子を接合固定する場合、各光学素子が近接すると、
- 5 ハンダを溶かすためのハンダごてを挿入できず、光学素子を近接配置することが難しく、装置の小型化が阻害されるという問題がある。

- なお、このように基板上に配設される光学素子としては例えば波長変換結晶があるが、このような光学素子の中にはその性能を維持するために温度管理（所望温度に加熱する管理等）が必要な素子がある。このため、基
- 10 板上に温度管理されて高温となった光学素子と常温のままの光学素子とが配設され、基板内に温度差が発生し、この温度差による基板の膨張量の相違から光学素子の配設位置ずれが生ずるという問題がある。

発明の開示

- 15 本発明はこのような問題に鑑みたもので、基板上に光学素子を近接配置して光学装置を構成するときに、温度管理の有無により光学素子毎の温度が相違するときに、この温度差による基板に対する影響を抑え、基板上の光学素子の配設位置ずれを抑えることができるような構成の光学装置およびその組立方法を提供することを目的とする。

- 20 本発明はまた、基板上に複数の光学素子を近接配置して固定することが容易で、小型コンパクト化が図れるような構成の光学装置およびその組立方法を提供することを目的とする。

- このような目的達成のため、本発明に係る光学装置は、基板（ベース）と、この基板上に接着材料により接着固定された複数の光学素子からなる
- 25 光学系と、前記複数の光学素子のうち、所望の光学素子の温度管理を行う温度管理装置とからなり、基板が、熱膨張係数が $10^{-6} \sim 10^{-9} \text{ m/K}$ であ

る材料から作られる。このように基板を熱膨張係数が $10^{-6} \sim 10^{-9} \text{m/K}$ である材料から作ることにより、所望の光学素子の温度管理を行ってもこの温度管理の影響を受けて基板が膨張、収縮することがほとんど無く、基板上の光学素子の位置を正確に保持できる。

- 5 この場合、前記複数の光学素子が、温度管理装置により温度管理される光学素子と温度管理されない光学素子とからなり、温度管理される光学素子と温度管理されない光学素子とを混在して基板上に配設して光学装置を構成することができる。

- 10 また、前記複数の光学素子のうち、少なくとも一つの光学素子が温度管理装置により温度管理されて基板の面内に温度勾配が生じるような光学装置でも問題なく用いることができる。

なお、温度管理装置は所望の光学素子を所定高温に加熱する熱源を有する。

- 15 上記熱膨張係数が $10^{-6} \sim 10^{-9} \text{m/K}$ である材料として、ガラス材料を用いるのが好ましい。

上記基板の表裏両面にそれぞれ光学素子が配設して光学装置を構成することができる。

- 20 基板が光透過性の材料から構成され、基板の表裏両面の少なくとも一方の面に第1光路偏向素子が配設され、前記一方の面に配設された光学素子を通過する光を第1光路偏向素子により偏向させて基板を通過させ、基板の他方の面に配設された光学素子に入射させるように構成されても良い。

- 25 前記第1光路偏向素子は光を基板の一方の面に対して垂直に入射して基板を通過させるように偏向させ、基板の他方の面に配設された第2光路偏向素子により基板を通過した光を偏向させて前記他方の面に配設された光学素子に入射させるように構成されても良い。

また、前記第1光路偏向素子は光を基板の一方の面に対して斜めに入射

- して基板を通過させるように偏向させ、基板のプリズム機能によりこの光を波長に対応して複数の光に分割して基板の反対側の面に出射させ、基板を通過して分割した光を前記他方の面に配設された第2光路偏向素子によりそれぞれ偏向させて前記他方の面に配設された光学素子に入射させるように構成されても良い。
- 5

基板を構成する材料が基板を通過する光に対して所望のフィルター特性を有するようにしても良い。

基板が石英ガラスから構成されるのが好ましい。

- 基板上にホルダを接着材料により接着固定し、ホルダ上に光学素子を接着固定するのが好ましい。
- 10

このとき、ホルダが石英ガラスから構成されるのが好ましい。

前記接着材料が紫外線硬化型接着剤から構成されるのが好ましい。

- 前記光学素子が接着固定された基板の上に、この光学素子を囲んで石英ガラス製のカバー部材を取り付け、光学素子を基板とカバー部材により囲まれた密閉空間内に配設することができる。
- 15

一方、本発明に係る光学装置の組立方法においては、熱膨張係数が $10^{-6} \sim 10^{-9} \text{m/K}$ である材料製の基板上の所定位置に、温度管理装置により温度管理される光学素子を含む複数の光学素子を位置決めして接着材料により接着固定して光学系を形成する。

- 20 なお、熱膨張係数が $10^{-6} \sim 10^{-9} \text{m/K}$ である材料としてはガラス材料を用いるのが好ましい。

このとき、位置調整治具により光学素子を支持して光学素子を基板上の所定位置に位置決めし、このように位置決めした状態で接着材料により光学素子を基板上に接着固定するのが好ましい。

- 25 基板上にホルダを接着材料により接着固定し、ホルダ上に光学素子を接着固定するようにしても良い。

接着材料として紫外線硬化型接着剤を用いることができる。

基板が石英ガラスからなり、基板を通して紫外光を照射して紫外線硬化型接着剤を硬化させても良い。

光学素子が接着固定された基板の上に、光学素子を囲んで石英ガラス製のカバー部材を取り付け、光学素子を基板とカバー部材により囲まれた密閉空間内に配設しても良い。

この場合において、光学素子が紫外線硬化型接着剤により接着固定される場合に、カバー部材を通して紫外光を照射して紫外線硬化型接着剤を硬化させることができる。

10

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1実施形態に係る波長変換装置の構成を示す概略図である。

図2は、上記波長変換装置において基板上へ光学素子（レンズ）を取り付ける方法を説明する側面図である。

図3は、上記波長変換装置において基板上へ光学素子（レンズ）を取り付ける第2の方法を説明する側面図である。

図4は、上記波長変換装置において基板上へ光学素子（レンズ）を取り付ける第3の方法を説明する側面図である。

図5は、上記波長変換装置において基板上へ光学素子（波長変換結晶）を取り付ける第4の方法を説明する側面図である。

図6は、上記波長変換装置において基板上へ光学素子（波長変換結晶）を取り付ける第5の方法を説明する側面図である。

図7は、本発明の第2実施形態に係る波長変換装置の構成を示す概略図である。

図8は、本発明の第3実施形態に係る波長変換装置の構成を示す概略図

である。

図 9 は、本発明の第 4 実施形態に係る波長変換装置の構成を示す概略図である。

図 10 は、本発明の第 5 実施形態に係る波長変換装置の構成を示す概略図である。

図 11 は、本発明の第 6 実施形態に係る波長変換装置の構成を基板を構成部品に分解した状態で示す斜視図である。

図 12 は、上記第 6 実施形態に係る波長変換装置の構成を基板を組み立てた状態で示す斜視図である。

図 13 は、本発明の第 7 実施形態に係る波長変換装置の構成を、その一部を取り出して示す側面概略図である。

図 14 は、本発明の第 7 実施形態に係る波長変換装置の構成を、その一部を取り出して示す側面概略図である。

図 15 は、従来の光学素子の取り付け例を示す正面図である。

図 16 は、従来の光学素子の別の取り付け例を示す側面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の好ましい実施形態について説明する。本発明は基板に光学素子を固定保持する構成に大きな特徴を有するが、このようにして固定保持された複数の光学素子により構成される光学装置の全体構成について、波長変換装置を例にして説明する。

第 1 実施形態

波長変換装置の第 1 実施例を図 1 に示しており、この装置は、光源 1 からの基本波（波長 1550 nm 付近）の入射光 L_i の波長変換を行って、その 8 倍波（波長 190 nm 付近）の出射光 L_o を作成する。光源 1 は基

本波の光を出射するDFBレーザとこの光を増幅するファイバーアンプとからなり、ファイバーアンプにより増幅された基本波の光 L_i を波長変換装置に入射する。なお、このようなレーザおよびファイバーアンプについては、本出願人の出願による特開2000-200747号に開示されている。

波長変換装置は、基板5の上に図1に示すように多数の光学素子を配設して構成されており、各光学素子の配置および役割について、入射された光の移動経路に沿って以下に説明する。なお、基板5は通常の金属よりも熱膨張率の小さな材料（熱膨張係数 $10^{-6} \sim 10^{-9} \text{m/K}$ の材料）、例えば

10 ガラス材料、セラミック、特殊金属（主要成分Ni, Fe, Co）等から作り、周囲の温度変化に対する基板の熱膨張を抑え、基板5の上に配置された各光学素子の位置変化を非常に小さく抑えている。また、後述するように、紫外光や、レーザ光を基板5を通過させて照射できるように、石英ガラスから基板5を作るのが好ましい。

15 上述のように光源1から波長変換装置内に入射された基本波の入射光 L_i は、まず、ダイクロイックミラー11に入射してファイバーアンプでの増幅に用いられたポンプ光を反射させ、基本波の信号光のみを通過させる。ダイクロイックミラー11を通過した信号光は波長板12, 13を通過して所望の偏光状態にされ、レンズ14およびミラー15を介して第1波長

20 変換結晶31に入射する。第1波長変換結晶31はLBO結晶から構成され、ここに入射した基本波の信号光の一部は2倍波に変換される。このため、第1波長変換結晶31からは変換されなかった基本波の信号光と2倍波の信号光とが出射し、波長板16およびレンズ17を通過して第2波長変換結晶32に入射する。なお、波長板16は基本波の偏光状態を2倍波の

25 偏光状態に合わせるためのものである。

第2波長変換結晶32はLBO結晶から構成され、ここに入射した基本

波と 2 倍波の信号光の一部が 3 倍波に波長変換され、第 2 波長変換結晶 3 2 からは基本波、2 倍波、3 倍波の信号光が出射する。このように第 2 波長変換結晶 3 2 から出射された信号光のうち、2 倍波および 3 倍波の信号光はダイクロイックミラー 1 8 により反射され、基本波の信号光はダイクロイックミラー 1 8 を透過して反射鏡 2 3 により反射される。

ダイクロイックミラー 1 8 により反射された 2 倍波および 3 倍波の信号光はレンズ 1 9 を介して第 3 波長変換結晶 3 3 に入射する。第 3 波長変換結晶 3 3 は G d Y C O B 結晶から構成され、ここに入射した 2 倍波の信号光の一部が 4 倍波の信号光に波長変換される。そして、4 倍波および 3 倍波の信号光が第 3 波長変換結晶 3 3 から出射し、このように出射した光はレンズ 2 0 を介して第 4 波長変換結晶 3 4 に入射する。第 4 波長変換結晶 3 3 は B B O 結晶から構成され、ここに入射した 3 倍波および 4 倍波の信号光の一部が 7 倍波に波長変換される。第 4 波長変換結晶 3 4 を出射した 7 倍波の信号光はレンズ 2 1, 2 2 を介してダイクロイックミラー 2 7 により反射される。

一方、ダイクロイックミラー 1 8 を透過して反射鏡 2 3 により反射された基本波の信号光は、レンズ 2 4, 2 5 を介して反射鏡 2 6 により反射され、ダイクロイックミラー 2 7 を透過する。このため、上記のようにダイクロイックミラー 2 7 により反射された 7 倍波の信号光およびダイクロイックミラー 2 7 を透過した基本波の信号光は同軸上に重なり、第 5 波長変換結晶 3 5 に入射する。第 5 波長変換結晶 3 5 は C L B O 結晶から構成され、基本波と 7 倍波の信号光一部が 8 倍波の信号光に波長変換される。このため、第 5 波長変換結晶 3 5 からは波長変換されなかった基本波の信号光と 7 倍波の信号光と 8 倍波の信号光とが出射し、これが反射鏡 2 8 により反射されて出射信号光 L o として装置外に出射される。

なお、上記の構成の波長変換装置において、反射鏡 2 8 は出射光 L o の

出射方向を設定するためのもので波長変換に寄与するものではない。また、装置内においてビーム整形等が必要なときには、それに応じてレンズ等を追加配設する必要がある。また、上記第1～第5波長変換結晶31～35を構成する結晶の種類は一例を示したものでしかなく、その他にも第1～
5 第3波長変換結晶31, 32, 33としてはPPLN, PPLT, PPKPT等があり、第5波長変換結晶35としてはLBO, BBO等が考えられる。但し、使用する結晶の種類に応じて波長板やレンズの変更が必要となる。

また、第1及び第2波長変換結晶31, 32を上述のようにLBO結晶
10 から構成する場合、また第3波長変換結晶33にGdYCOB結晶から構成する場合、それぞれこれら結晶を所望の温度に設定して非臨界位相整合とすることが望ましい。CLBO結晶から構成される第5波長変換結晶35については、その温度を摂氏150度程度にして乾燥を保つのが好ましい。なお、BBO結晶からなる第4波長変換結晶34については臨界位相
15 整合であるため基本的には温度調整の必要はないが、結晶周辺の温度の影響がある場合（この温度の影響により結晶内温度分布が不均一となるような場合）には、このBBO結晶も温度調整することにより結晶全体の温度が安定し、波長変換された光のパワー変動を抑制することができる。

このため、図示しないが、上記のように温度管理（所望温度に加熱する
20 管理）を必要とされる光学素子（波長変換結晶）に対応して温度管理機器もしくは加熱機器が設けられている。このようにして必要な波長変換結晶のみを温度管理もしくは加熱管理した場合、残りの光学素子は常温のままであるため、基板5の表面温度分布が不均一となり温度勾配が生じる。ところが、上述のように基板5は熱膨張率の小さなガラス材料から作られて
25 いるので、温度勾配があっても基板5の熱膨張量は極く小さく、基板5の上に配置された各光学素子の位置変化は非常に小さい。

光学素子の組立方法

以上のように波長変換装置は石英ガラスからなる基板 5 の上に、レンズ、ミラー、波長板、波長変換結晶等のような光学素子を所定位置に位置決め配設して組み立てられるが、基板 5 に各光学素子を位置決めして取り付け
5 方法について、以下に説明する。なお以下においては、光学素子を代表してレンズ L s を基板 5 の上に位置決めして取り付ける方法について説明する。

まず、図 2 に第 1 の取り付け方法を示しており、基板 5 に大まかな高さを
10 合わせるためのホルダー 5 1 を接着剤 5 2 により接合し、このホルダー 5 1 の上にレンズ L s を紫外線硬化型接着剤 5 3（以下、UV 接着剤と称する）により接合固定している。但し、ホルダー 5 1 は大まかな高さを合わせるだけであり、ホルダー 5 1 の上にレンズ L s を接着するときには正確な位置調整（微調整）が必要である。このため、基板 5 の外側に調整治具
15 5 5 を配置し、この調整治具 5 5 のアーム 5 6 の先端に取り付けられた把持具 5 7 によりレンズ L s を把持してレンズ L s の位置調整が行われる。調整治具 6 6 は図示しない X Y Z ステージに載置され、把持具 5 7 を X Y Z 方向に移動する調整を行ってレンズ L s の位置調整を行う。この位置調整が完了した時点で UV 接着剤 5 3 に紫外光を照射してこれを硬化し、
20 レンズ L s を所定位置に正確に位置決めして取り付け、この後、調整治具 5 5 を取り外してレンズ L s の取り付けが完了する。なお、このとき、UV 接着剤 5 3 に対する紫外光の照射を石英ガラス製の基板 5 を通して行うこともでき、非常に便利である。また、基板 5 へのホルダー 5 1 の接着も UV 接着剤により行っても良い。

25 図 3 に第 2 の取り付け方法を示しており、ホルダー 5 1 による高さ調整が不要なときには、図 3 に示すように、基板 5 の上面に UV 接着剤 5 4 に

よりレンズL sを位置決めして接合することも可能である。なお、このときにも図2に示すような位置調整治具55を用いてレンズL sの位置調整が行われる。

図4に第3の取り付け方法を示しており、この場合には、基板5の上に第1ホルダー61をUV接着剤64により接着し、第1ホルダー61の上に中空円筒状の第2ホルダー62をUV接着剤65により接着している。また、レンズL Sに円筒状の第3ホルダー63をUV接着剤66により接着し、この第3ホルダー63を第2ホルダー62の中空円筒空間に嵌合させ、UV接着剤62aで取り付けるようになっている。これにより、UV
10 接着剤の厚さによる高さ調整がなくなり、UV接着剤64、65、66の温度変化に起因した厚さ変化の問題がほとんどなくなる。

以上の取り付け方法においてはUV接着剤を用いてレンズおよびホルダーを固定する方法を用いているが、UV接着剤は一旦硬化させると取り外すことができず、位置の再調整等が不可能である。このため、次に示す第
15 4および第5の取り付け方法では、UV接着剤に代えてハンダが用いられる。

第4の取り付け方法を図5に示しており、ここではホルダー71により保持された波長変換結晶70を基板5に取り付ける例を示している。ホルダー71の脚部72がハンダ73により基板5の表面に接合されており、
20 この場合にはハンダ73を加熱することによりホルダー71を基板5から取り外し、位置の再調整等を行うことができる。ハンダ73を溶かす方法としては、ホルダー71にヒーターを取り付けても良いし、外部からレーザー光を照射してハンダ接合部を加熱しても良い。

第5の取り付け方法を図6に示しており、ここでは基板5に凹部5aが形成され、この凹部5a内においてハンダ75によりホルダー71の脚部
25 72を固定保持している。なお、ホルダー71は波長変換結晶70を保持

しており、図 5 と同一の構成である。この場合には、図 5 の場合に比べて脚部 7 2 の高さ方向の調整範囲を広くすることができる。

第 2 実施形態

- 5 図 7 に第 2 実施形態に係る波長変換装置を示しており、この装置においては、ガラス材料（石英ガラス）製の基板 5 の上に図 1 の装置と同一の光学素子を配設した上で、この基板 5 の上面を囲って石英ガラス製の囲い 6 を取り付けている。なお、基板 5 の上に配設される光学素子は図 1 の第 1 実施形態に係る装置と全く同一であるため、同一部品に同一番号を付して
10 その説明は省略する。

- 石英ガラスは、上述した基本波（1550nm）から 8 倍波（190nm）の光までの全ての波長に対して透明であるため、入射光 L_i および出射光 L_o が通過する部分に開口を設ける必要がなく、基板 5 の上に配設した光学素子全てを囲い 6 により覆った内部空間内に密閉状態で配設することが
15 できる。このため、光学素子の周囲環境温度、湿度を適切に管理することができ、例えば、湿度に弱い波長変換結晶を乾燥雰囲気内に保持してその性能低下を防止できる。この場合、内部に除湿剤としてシリカゲルを用いた場合、基板 5 および囲い 6 が透明であるため、シリカゲルの寿命を外部から簡単に目視判断できる。また、ケミカルクリーニング現象（紫外
20 光を受けてガラス表面が曇る現象で、有機物の存在が原因と考えられる）の発生を抑えるため、各光学素子を外気と遮断して有機物の侵入を阻止したり、内部空間を窒素パージすることも可能である。

- また、囲い 6 における入射光 L_i および出射光 L_o が通過する部分に AR コーティングを施して、任意の波長に対して高い透過率となるような設定が可能である。さらに、この装置において、各波長変換結晶により変換
25 された波長をモニターする機構を付加した場合でも、このモニター光を囲

いの外部に簡単に取り出すことができる。

この実施形態においても、温度管理（所望温度に加熱する管理）を必要とされる光学素子（波長変換結晶）に対応して温度管理機器もしくは加熱機器を設けて温度管理もしくは加熱管理しても良い。この場合、残りの光学素子は常温のままであるため、基板 5 の表面温度分布が不均一となり温度勾配が生じるが、基板 5 は熱膨張率の小さなガラス材料から作られているので、温度勾配があっても基板 5 の熱膨張量は極く小さく、基板 5 の上に配置された各光学素子の位置変化は非常に小さい。

10 第 3 実施形態

第 3 の実施形態を図 8 に示している。この装置においても、ガラス材料（石英ガラス）製の基板 5 の上に図 1 の装置と同一の光学素子を配設した上で、この基板 5 の上面を図示のように覆って石英ガラス製の囲い 7 を取り付けている。なお、基板 5 の上に配設される光学素子は図 1 の第 1 実施形態に係る装置と全く同一であるため、同一部品に同一番号を付してその説明は省略する。

この波長変換装置において、上述のケミカルクリーニング現象は波長の短い紫外光となる信号光を受ける光学素子について発生する。このため、近赤外領域の光でありケミカルクリーニング現象がほぼ問題となることがない光源 1 からの入射光 L_i を受けるダイクロイックミラー 11 および波長板 12, 13 は囲い 7 の外側に配設し、残りの光学素子を囲い 7 により覆って配設している。そして、これらダイクロイックミラー 11 および波長板 12, 13 を通過した入射光 L_i は囲い 7 における傾斜部 7a を通過して囲い 7 の内部空間内に入るが、この傾斜部 7a は光軸に対する傾き角が基本波に対してブリュースター角となるように設定されており、基本波の信号光を高透過率で内部空間内に入射させることができる。また、この

傾斜部 7 a の外面において反射された基本波をモニターすれば、基本波の偏光状態を知ることができる。

また、波長変換装置により波長変換され、反射鏡 2 8 により反射されて出射される出射信号光 L o は、囲い 7 に形成されたプリズム部 7 b を透過して外部に出射されるようになっている。このプリズム部 7 b におけるプリズム作用により、出射信号光 L o が波長に対応して異なる屈折角で出射され、基本波、7 倍波および 8 倍波の混じった出射信号光 L o から 8 倍波を分離することができるようになっている。またこのとき、プリズム部 7 b の傾き角を 8 倍波に対してブリュースター角となるように設定すれば、8 倍波を高い透過率で出射させることが可能である。

なお、この場合にも、囲い 7 により覆った内部空間内に配設された光学素子の周囲環境温度、湿度を適切に管理することができる。例えば、湿度に弱い波長変換結晶を乾燥雰囲気内に保持してその性能低下を防止でき、このため、内部にシリカゲルを用いた場合、基板 5 および囲い 7 が透明であるため、シリカゲルの寿命を外部から簡単に目視判断できる。また、ケミカルクリーニング現象の発生を抑えるため、内部空間を窒素パージしても良い。

なお、上記の構成において、例えば、囲い 7 により覆った内部空間内に温度管理もしくは加熱管理が必要な光学素子を配設し、囲い 7 の内部の温度管理を行った場合、囲い 7 の外側は常温のままであるため、基板 5 の表面温度分布が不均一となり温度勾配が生じる。ところが、基板 5 は熱膨張率の小さなガラス材料から作られているので、このような温度勾配があっても基板 5 の熱膨張量は極く小さく、基板 5 の上に配置された各光学素子の位置変化は非常に小さい。

25

第 4 実施形態

第 4 の実施形態を図 9 に示している。この装置においても、ガラス材料（石英ガラス）製の基板 5 の上に図 1 の装置と同一の光学素子を配設した上で、この基板 5 の上面を図示のように覆って石英ガラス製の囲い 8 を取り付けている。この囲い 8 は外周側面を覆う外周部 8 a と内部空間を二分
5 割する仕切壁 8 b とを有して構成され、基板 5 と囲い 8 により囲まれた密閉空間を仕切壁 8 b により仕切って、第 1 および第 2 密閉ルーム R 1 , R 2 を形成している。なお、基板 5 の上に配設される光学素子は図 1 の第 1 実施形態に係る装置と全く同一であるため、同一部品に同一番号を付してその説明は省略する。

- 10 この波長変換装置において、紫外光領域の光となる 7 倍波、8 倍波の信号光が通る光学素子を第 2 ルーム R 2 内に配設するとともにこの第 2 ルーム R 2 内を窒素パージして上述のケミカルクリーニング現象の発生を抑えている。また、第 1 及び第 2 ルーム R 1 , R 2 内ともに、内部に配設された光学素子の周囲環境温度、湿度をそれぞれ適切に管理することができる。
- 15 例えば、湿度に弱い波長変換結晶を乾燥雰囲気内に保持してその性能低下を防止でき、上記と同様に、内部にシリカゲルを用いた場合、基板 5 および囲い 8 が透明であるため、シリカゲルの寿命を外部から簡単に目視判断できる。

20 なお、上記の構成において、例えば、第 1 及び第 2 ルーム R 1 , R 2 内をそれぞれ内部に配設される光学素子に応じて所望温度とするような管理を行うと、基板 5 の表面温度分布が不均一となり温度勾配が生じる。ところが、上述のように基板 5 は熱膨張率の小さなガラス材料から作られているので、このような温度勾配があっても基板 5 の熱膨張量は極く小さく、基板 5 の上に配置された各光学素子の位置変化は非常に小さい。

25

第 5 実施形態

第5の実施形態を図10に示している。この装置においても、ガラス材料（石英ガラス）製の基板5の上に図1の装置と同一の光学素子を配設している。なお、図示しないが、上記実施形態と同様に基板5の上に囲いを設けるのが好ましい。基板5の上に配設される光学素子は第1及び第2波
5 長変換結晶を除いて同一であるため、同一部品に同一番号を付してその説明は省略する。

この装置では、第1及び第2波長変換結晶31'、32'を、LBO結晶に代えてPPLN、PPKTP、PPLT等のQPM素子を用いて構成している。このQPM素子は任意の温度で非臨界位相整合することができるため、基板5の上に配設した第1から第5波長変換結晶31'、32'、
10 33、34、35を全て同じ温度に調整でき、その温度管理のための配線本数や消費電力を低減することができる。

この装置では、温度コントローラ付き熱源80からの熱をヒートパイプ81により全ての結晶に伝熱してこれら結晶の温度管理を行う。このよう
15 に、この温度管理は、温度設定が必要な波長変換結晶に対してそこに温度センサーを設置して温度調整を行うことにより可能である。また、全ての波長変換結晶に温度設定が不要であるときには、任意の位置に温度センサーを設置し、潮解性回避や光損傷対策等、使用する結晶に応じた温度管理を行えばよい。

20 このようにヒートパイプ81を用いて各波長変換結晶の温度管理を行った場合、他の光学素子は常温となるため、基板5の表面温度分布が不均一となり温度勾配が生じる。ところが、上述のように基板5は熱膨張率の小さなガラス材料から作られているので、このような温度勾配があっても基板5の熱膨張量は極く小さく、基板5の上に配置された各光学素子の位置
25 変化は非常に小さい。

第6実施形態

第6の実施形態を図11および図12に示している。この装置においてはガラス材料（石英ガラス）製の基板5'を、温度コントローラ付き熱源板85と、この熱源板85を上下から挟持する上および下基板板86、87とから構成する。熱源板85の上に、温度管理が必要な第1～第5波長変換結晶31～35が配設されている。上基板板86には第1～第5波長変換結晶31～35が挿通するように開口86a～86eが形成されており、上基板板86が熱源板85を覆って取り付けられたときに第1～第5波長変換結晶31～35が開口86a～86eを通して図12に示すように上面に突出する。そして、この上基板板86の上に他の光学素子が、例えば図1に示すように配設される。

熱源板85は温度コントローラにより設定される温度に保たれており、この上に設置された第1～第5波長変換結晶31～35の全てがこのように設定される温度になる。このコントローラ付き熱源板85は、ヒーター等からなる熱源と白金抵抗／サーミスタ等の温度センサが取り付けられ、アルミニウム、銅、（一部の）セラミックス等の熱伝導率が高い材料から作られる。光学素子が設置される上基板板86はガラスを用いればUV硬化樹脂による接着固定が可能である。また、ガラスは熱伝導率が小さいため、熱源板85からの熱が上基板板86の上に設置した光学部品にあまり伝わらないようにできる。また、使用する光学素子全てが同一高温にしても問題がないときには、上基板板86を省略して熱源板85の上に全ての光学素子を設置しても良い。

このように熱源板85を用いて各波長変換結晶の温度管理を行った場合、他の光学素子は常温となるため、基板5の表面温度分布が不均一となり温度勾配が生じる。ところが、上述のように基板5は熱膨張率の小さなガラス材料から作られているので、このような温度勾配があっても基板5の熱

膨張量は極く小さく、基板 5 の上に配置された各光学素子の位置変化は非常に小さい。

第 7 実施形態

- 5 第 7 の実施形態を図 13 に示している。上述の実施形態においては波長変換装置を具体的に例示して説明したが、ここでは波長変換装置の一部を取り出して示している。この光学装置は、光透過性を有するガラス材料（例えば、石英ガラス）から作られた平板状の基板 150 を有し、その上面（表面）150a および下面（裏面）150b に図示のように複数の光学素子が配設されている。
- 10 まず、上面 150a には、この上面 150a と平行な入射光 L_i の光軸に沿って、第 1 レンズ 151、波長変換素子 152、第 2 レンズ 153 および第 1 反射鏡 154 が配設され、下面 150b には、基板 150 を挟んで上下に対向する第 2 反射鏡 155 および第 3 レンズ 156 が配設されている。
- 15 なお、第 1 ～第 3 レンズ 151、153、156 はそれぞれホルダー 151a、153a、156a を介して基板 150 の上に取り付けられ、波長変換素子 152 はホルダー 152a を介して基板 150 の上に取り付けられている。これらホルダーを介したレンズおよび波長変換素子の取付は、上述した光学素子の組立方法を用いて行われる。
- 20 上記の構成の光学装置において、基板 150 の上面 150a に平行な第 1 波長の入射光 L_i は、第 1 レンズ 151 を通って波長変換素子 152 に入射し、その一部の光が第 2 波長の光に波長変換される。このため、波長変換素子 152 からは第 1 および第 2 の波長の光が出射し、第 2 レンズ 153 を通った後に第 1 反射鏡 154 の反射面 154a に当たって下方に反
- 25 射される。反射面 154a は基板 150 の上面 150a に対して 45 度傾いており、反射面 154a により反射された光は基板 150 に垂直に入射

- する。基板 1 5 0 は光透過性を有するため、この光は基板 1 5 0 を通過して第 2 反射鏡 1 5 5 の反射面 1 5 5 a に当たって反射される。この反射面 1 5 5 a は基板下面 1 5 0 b に対して 4 5 度傾いており、反射面 1 5 5 a に当たって反射された光は下面 1 5 0 b に平行に延び、第 3 レンズ 1 5 6
- 5 5 を通って出射信号光 L o となる。ここで、反射面 1 5 4 a により反射された光を基板 1 5 0 に垂直に入射させるのは、この光が第 1 および第 2 の波長の光を有した光であり、垂直に入射させて二つの波長の光を分光させないためである。なお、二つの波長の光を分光させても良い場合にはこの光を基板 1 5 0 に斜めに入射させても良い。
- 10 10 このように第 7 実施形態の装置では、基板 1 5 0 の上下両面に光学素子を配設し、互いに対向する反射鏡 1 5 4, 1 5 5 を用いて光を反射させて基板 1 5 0 を透過させ、上下両面間での光信号をやり取りするように構成しているので、基板の上下両面に配設した光学素子を有機的に連結して光学装置を構成することができる。このため、基板の上下両面を有効利用し、
- 15 15 光学装置を小型、コンパクトに構成することができる。なお、図 1 3 においては、上下に対向する一对の反射鏡 1 5 4, 1 5 5 により光が基板 1 5 0 を一度だけ透過する例を示しているが、必要に応じて複数の反射鏡対を設け、複数回反射させる構成としても良い。また、基板 1 5 0 の材料を適宜選定することにより、この材料の光透過特性に応じた波長フィルターと
- 20 20 しての機能を持たせることもできる。なお、反射鏡に代えて他の光路偏向素子、例えば、プリズムを用いても良い。

第 8 実施形態

- 第 8 の実施形態を図 1 4 に示している。この実施形態においても第 7 実施形態と同様に、波長変換装置の一部を取り出して示している。この光学装置は、光透過性を有するガラス材料（例えば、石英ガラス）から作られ

た平板状の基板 1 6 0 を有し、その上面 1 6 0 a および下面 1 6 0 b に図示のように複数の光学素子が配設されている。まず、上面 1 6 0 a には、この上面 1 6 0 a と平行な入射光 L_i の光軸に沿って、第 1 レンズ 1 6 1、波長変換素子 1 6 2 および第 1 反射鏡 1 6 3 が配設され、下面 1 6 0 b には、基板 1 6 0 を挟んで斜めに対向する第 2 および第 3 反射鏡 1 6 5, 1 6 6 が配設されている。なお、第 1 レンズ 1 6 1 および波長変換素子 1 6 2 はホルダー 1 6 1 a, 1 6 2 a を介して基板 1 6 0 の上に取り付けられているが、この取付は、上述した光学素子の組立方法を用いて行われる。

上記の構成の光学装置において、第 1 波長の入射光 L_i は第 1 レンズ 1 6 1 を通って波長変換素子 1 6 2 に入射し、その一部の光が第 2 波長の光に波長変換される。このため、波長変換素子 1 6 2 からは第 1 および第 2 の波長の光が出射し、第 1 反射鏡 1 6 3 の反射面 1 6 3 a に当たって斜め下方に反射される。反射面 1 6 3 a は基板 1 6 0 の上面 1 6 0 a に対して図示のように傾いており、反射面 1 6 3 a により反射された光は基板 1 6 0 に斜めに入射する。このように斜めに入射した光は、基板 1 6 0 のプリズム機能により、第 1 の波長の光と第 2 の光の波長に分かれて基板 1 6 0 の下面 1 6 0 b から出射される。

基板 1 6 0 の下面には上記第 2 および第 3 反射鏡 1 6 5, 1 6 6 が、その反射面 1 6 5 a, 1 6 6 a が上記のようにプリズム機能により分けられた第 1 および第 2 の波長に光にそれぞれ対向する位置となるように、配設されている。このため、第 1 および第 2 の波長の光はそれぞれ反射面 1 6 5 a, 1 6 6 a により反射され、第 1 および第 2 の出射信号光 $L_o(1)$ および $L_o(2)$ として出射される。

このように本実施形態の装置では、基板 1 6 0 に対して光を斜入射させることにより、波長変換後の光を波長に応じて分割することができ、それぞれ所望の光学素子に分けて入射させることが可能となる。なお、基板 1

60を一度透過させるだけでは、第1および第2波長の光の分離距離が小さいときには、複数回繰り返して基板160を透過させることによりこの分離距離を大きくすることができる。

- また、第8実施形態の装置では、第7実施形態と同様に、基板160の
- 5 上下両面に光学素子を配設し、反射鏡163, 165, 166を用いて上下両面間での光信号をやり取りするように構成しているので、基板の上下両面を有効利用し、光学装置を小型、コンパクトに構成することができる。
- また、基板160の材料を適宜選定することにより、この材料の光透過特性に応じた波長フィルターとしての機能を持たせることもできる。なお、
- 10 反射鏡に代えて他の光路偏向素子、例えば、プリズムを用いても良い。

以上の実施形態（第1～第8実施形態）においては、本発明に係る光学装置として波長変換装置を例示して説明したが、本発明の光学装置はこれに限られるものではなく、種々の光学装置に適用できる。

- 15 以上説明したように、本発明によれば、光学素子を基板上の所定位置に接着材料により接着固定して光学装置が構成されたため、光学素子を近接配置して基板上に固定することが容易となり、装置の小型コンパクト化を容易に図ることができる。

請 求 の 範 囲

1. 基板と、

5 前記基板上に接着材料により接着固定された複数の光学素子からなる光学系と、

前記複数の光学素子のうち、所望の光学素子の温度管理を行う温度管理装置とからなり、

前記基板が、熱膨張係数が $10^{-6} \sim 10^{-9} \text{m/K}$ である材料から作られることを特徴とする光学装置。

10

2. 前記複数の光学素子が、前記温度管理装置により温度管理される光学素子と温度管理されない光学素子とからなり、

前記温度管理される光学素子と前記温度管理されない光学素子とが混在して前記基板上に配設されることを特徴とする請求項 1 に記載の光学装置。

15

3. 前記複数の光学素子のうち、少なくとも一つの光学素子が前記温度管理装置により温度管理されて前記基板の面内に温度勾配が生じることを特徴とする請求項 1 に記載の光学装置。

20 4. 前記温度管理装置は前記所望の光学素子を所定高温に加熱する熱源を有することを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の光学装置。

5. 前記材料がガラス材料であることを特徴とする請求項 4 に記載の光学装置。

25 6. 前記基板の表裏両面にそれぞれ前記光学素子が配設されていることを特徴とする請求項 5 に記載の光学装置。

7. 前記基板が光透過性の材料から構成され、前記基板の表裏両面の少なくとも一方の面に第1光路偏向素子が配設され、前記一方の面に配設された光学素子を通過する光を前記第1光路偏向素子により偏向させて前記基板を通過させ、前記基板の他方の面に配設された前記光学素子に入射させるように構成されていることを特徴とする請求項6に記載の光学装置。
8. 前記第1光路偏向素子は前記光を前記基板の一方の面に対して垂直に入射して前記基板を通過させるように偏向させ、前記基板の他方の面に配設された第2光路偏向素子により前記基板を通過した光を偏向させて前記他方の面に配設された前記光学素子に入射させるように構成されることを特徴とする請求項7に記載の光学装置。
9. 前記第1光路偏向素子は前記光を前記基板の一方の面に対して斜めに入射して前記基板を通過させるように偏向させ、前記基板のプリズム機能により前記光を波長に対応して複数の光に分割して前記基板の反対側の面に出射させ、前記基板を通過して分割した光を前記他方の面に配設された前記第2光路偏向素子によりそれぞれ偏向させて前記他方の面に配設された前記光学素子に入射させるように構成されることを特徴とする請求項7に記載の光学装置。
10. 前記基板を構成する材料が前記基板を通過する光に対して所望のフィルター特性を有することを特徴とする請求項7～9のいずれかに記載の光学装置。
11. 前記基板が石英ガラスからなることを特徴とする請求項1～10のい

れかに記載の光学装置。

- 1 2. 前記基板上にホルダを接着材料により接着固定し、前記ホルダ上に前記
光学素子を接着固定したことを特徴とする請求項 1 ～ 1 1 のいずれかに記
5 載の光学装置。
- 1 3. 前記ホルダが石英ガラスからなることを特徴とする請求項 1 2 に記載の
光学装置。
- 10 1 4. 前記接着材料が紫外線硬化型接着剤からなることを特徴とする請求項 1
～ 1 3 のいずれかに記載の光学装置。
- 1 5. 前記光学素子が接着固定された前記基板の上に、前記光学素子を囲んで
石英ガラス製のカバー部材を取り付け、前記光学素子を前記基板と前記カバ
15 ー部材により囲まれた密閉空間内に配設したことを特徴とする請求項 1 ～
1 4 のいずれかに記載の光学装置。
- 1 6. 熱膨張係数が $10^{-6} \sim 10^{-9} \text{m/K}$ である材料製の基板上の所定位置に、
温度管理装置により温度管理される光学素子を含む複数の光学素子を位置
20 決めして接着材料により接着固定して光学系を形成することを特徴とする
光学装置の組立方法。
- 1 7. 前記材料がガラス材料であることを特徴とする請求項 1 6 に記載の光学
装置の組立方法。
- 25 1 8. 位置調整治具により前記光学素子を支持して前記光学素子を前記基板上

の前記所定位置に位置決めし、このように位置決めした状態で前記接着材料により前記光学素子を前記基板上に接着固定することを特徴とする請求項 16 又は 17 に記載の光学装置の組立方法。

5 19. 前記基板上にホルダを接着材料により接着固定し、前記ホルダ上に前記光学素子を接着固定することを特徴とする請求項 16 ～ 18 のいずれかに記載の光学装置の組立方法。

10 20. 前記接着材料が紫外線硬化型接着剤からなることを特徴とする請求項 16 ～ 19 のいずれかに記載の光学装置の組立方法。

15 21. 前記基板が石英ガラスからなり、前記基板を通して紫外光を照射して前記紫外線硬化型接着剤を硬化させることを特徴とする請求項 20 に記載の組立方法。

22. 前記光学素子が接着固定された前記基板の上に、前記光学素子を囲んで石英ガラス製のカバー部材を取り付け、前記光学素子を前記基板と前記カバー部材により囲まれた密閉空間内に配設したことを特徴とする請求項 16 ～ 19 のいずれかに記載の組立方法。

20 23. 前記光学素子が接着固定された前記基板の上に、前記光学素子を囲んで石英ガラス製のカバー部材を取り付け、前記光学素子を前記基板と前記カバー部材により囲まれた密閉空間内に配設し、

25 前記カバー部材を通して紫外光を照射して前記紫外線硬化型接着剤を硬化させることを特徴とする請求項 20 もしくは 21 に記載の組立方法。

図 1

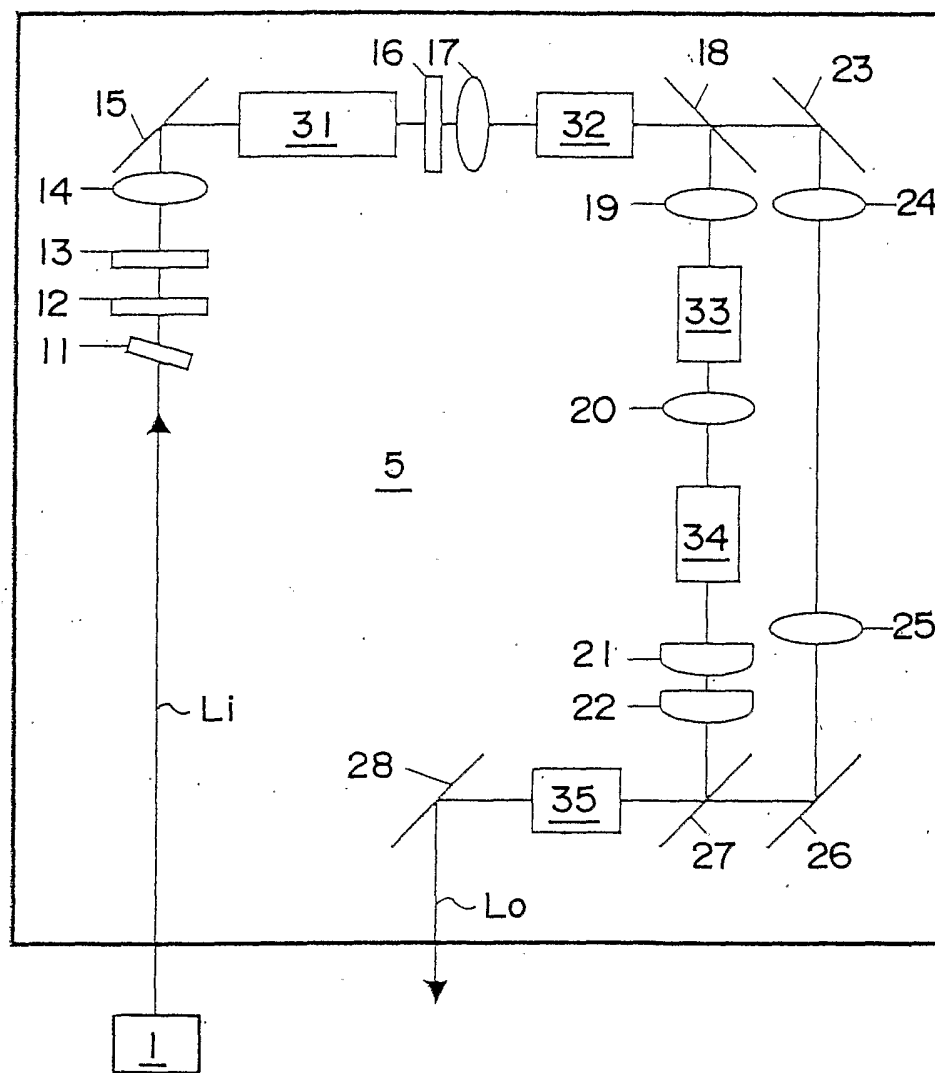


図 2

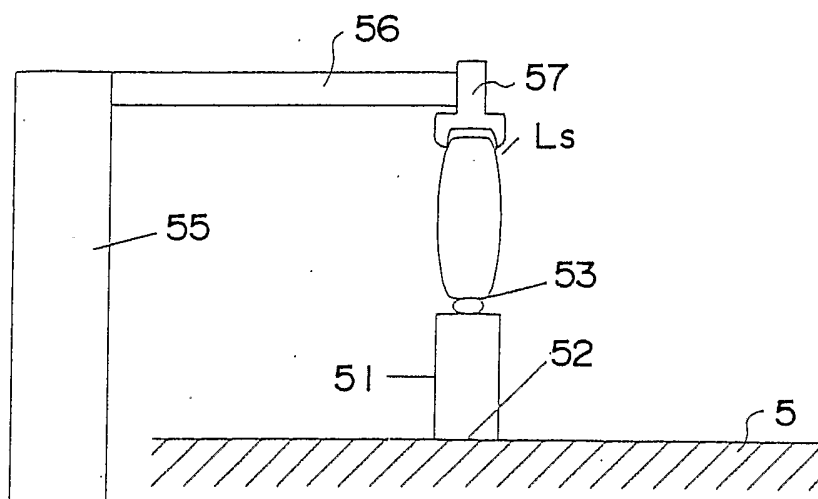


図 3

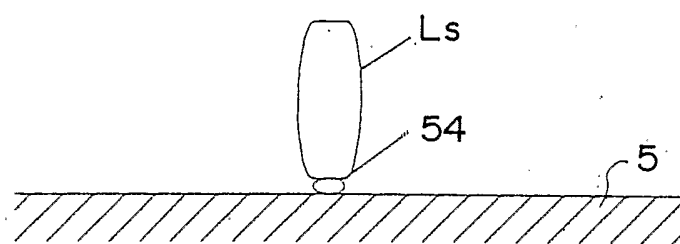


図 4

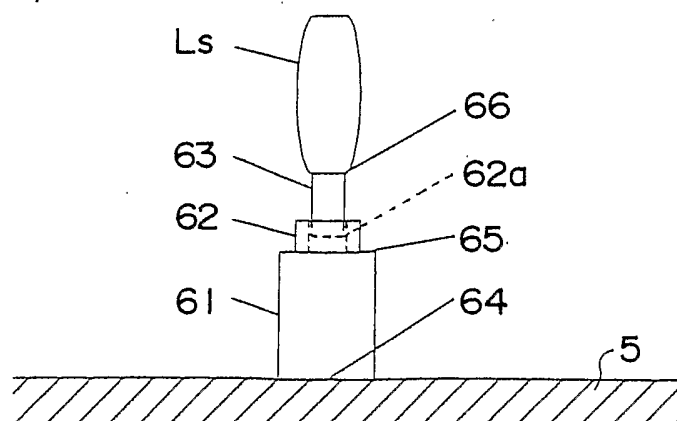


図 5

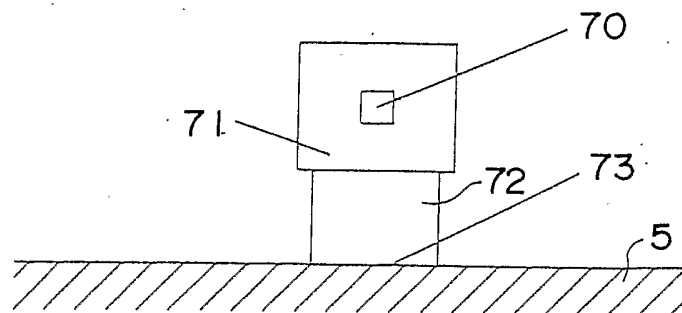


図 6

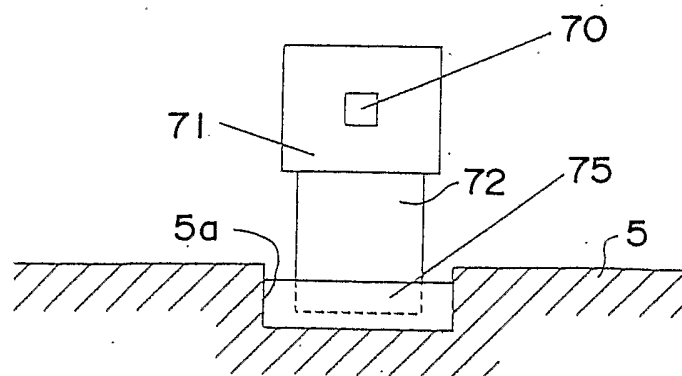


図 7

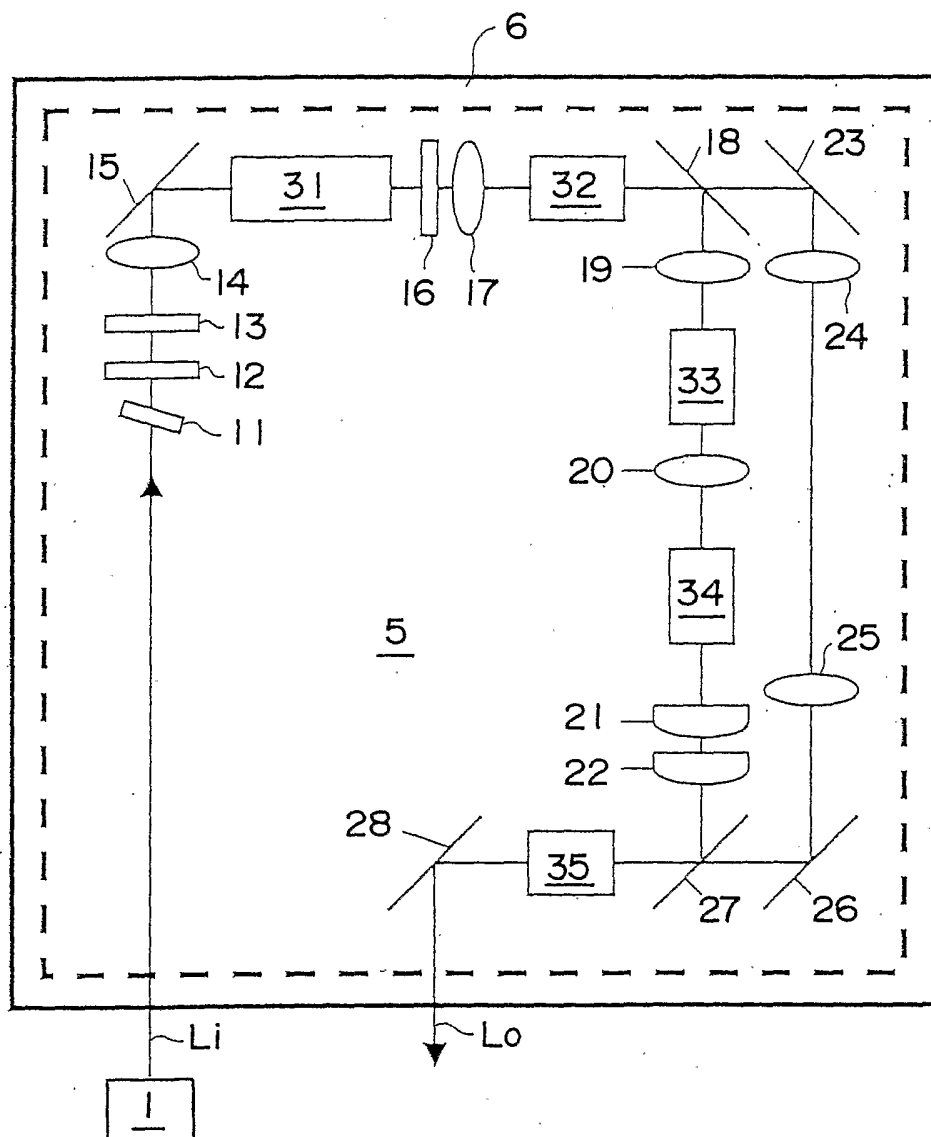


図 8

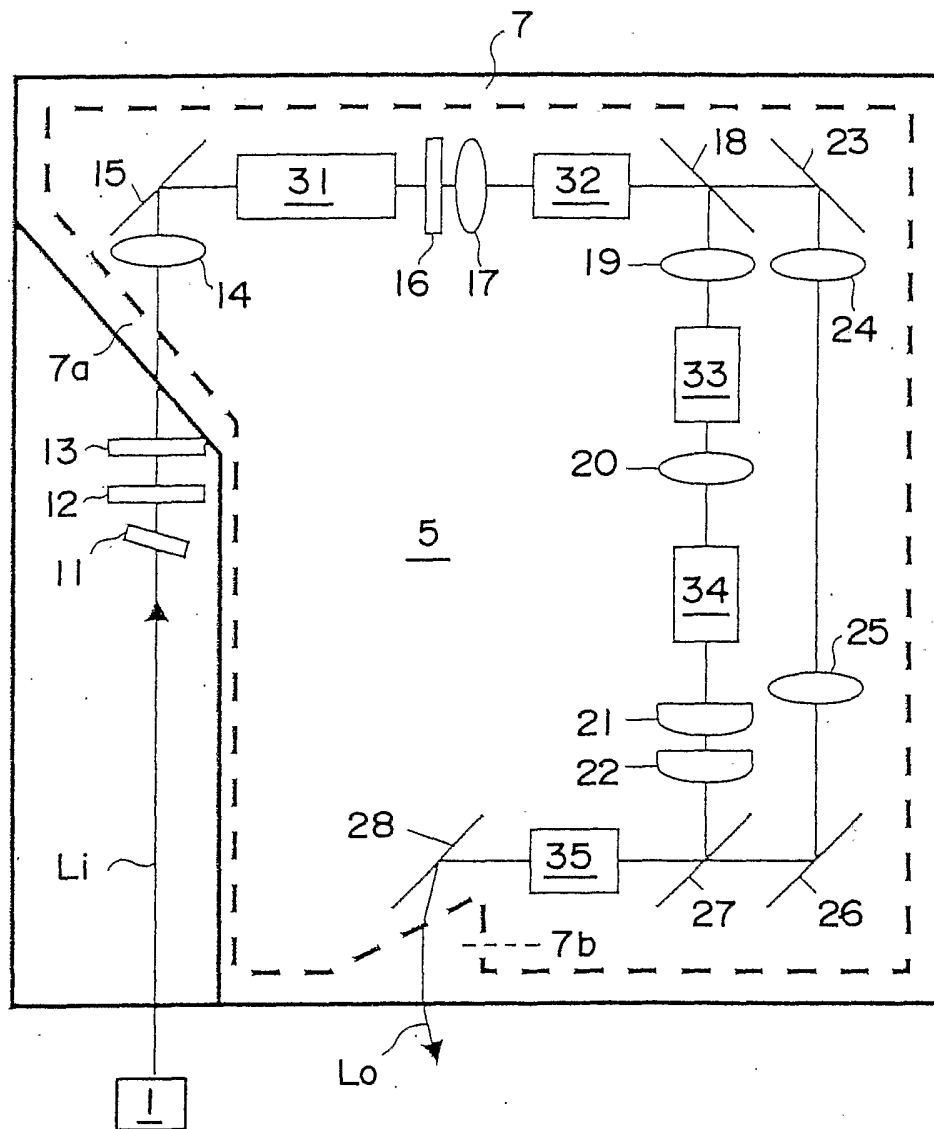


図 9

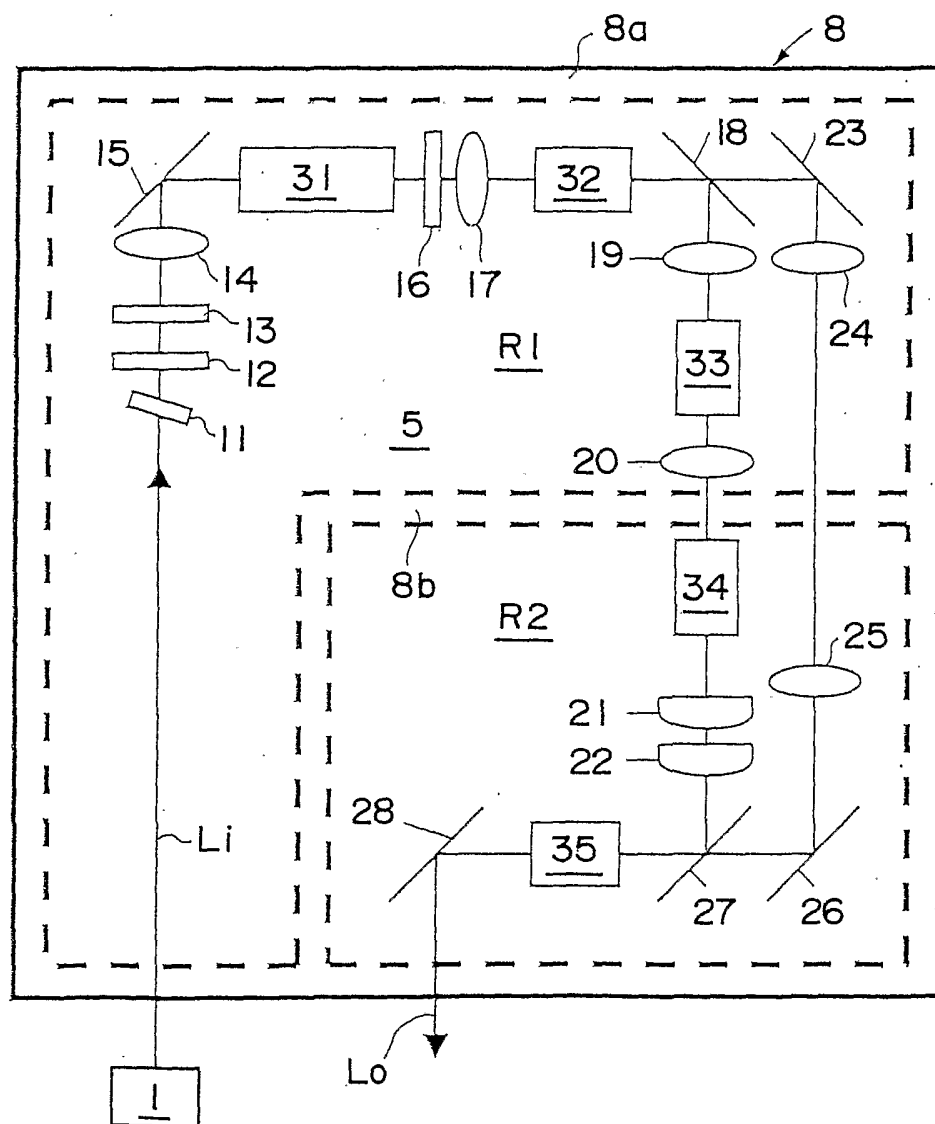


図 10

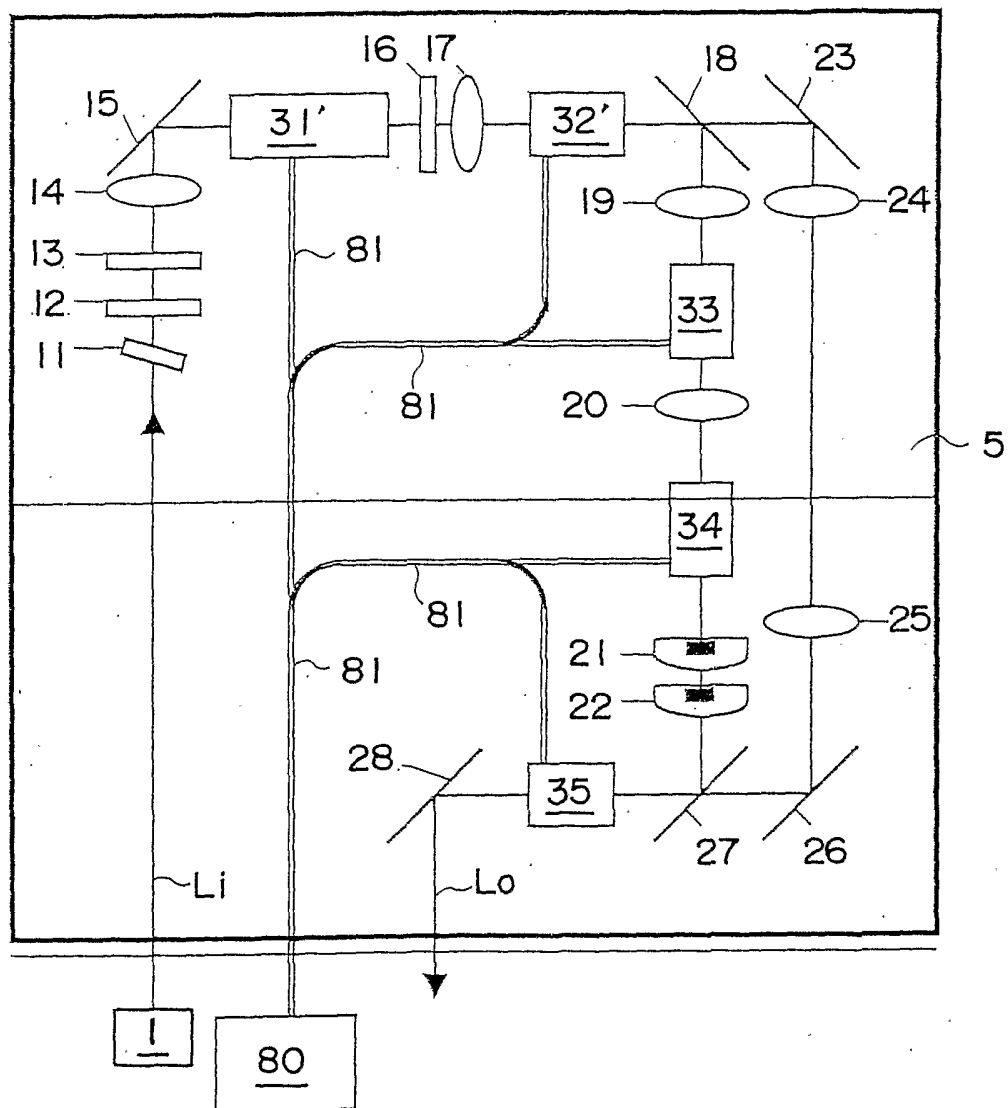


図 1 1

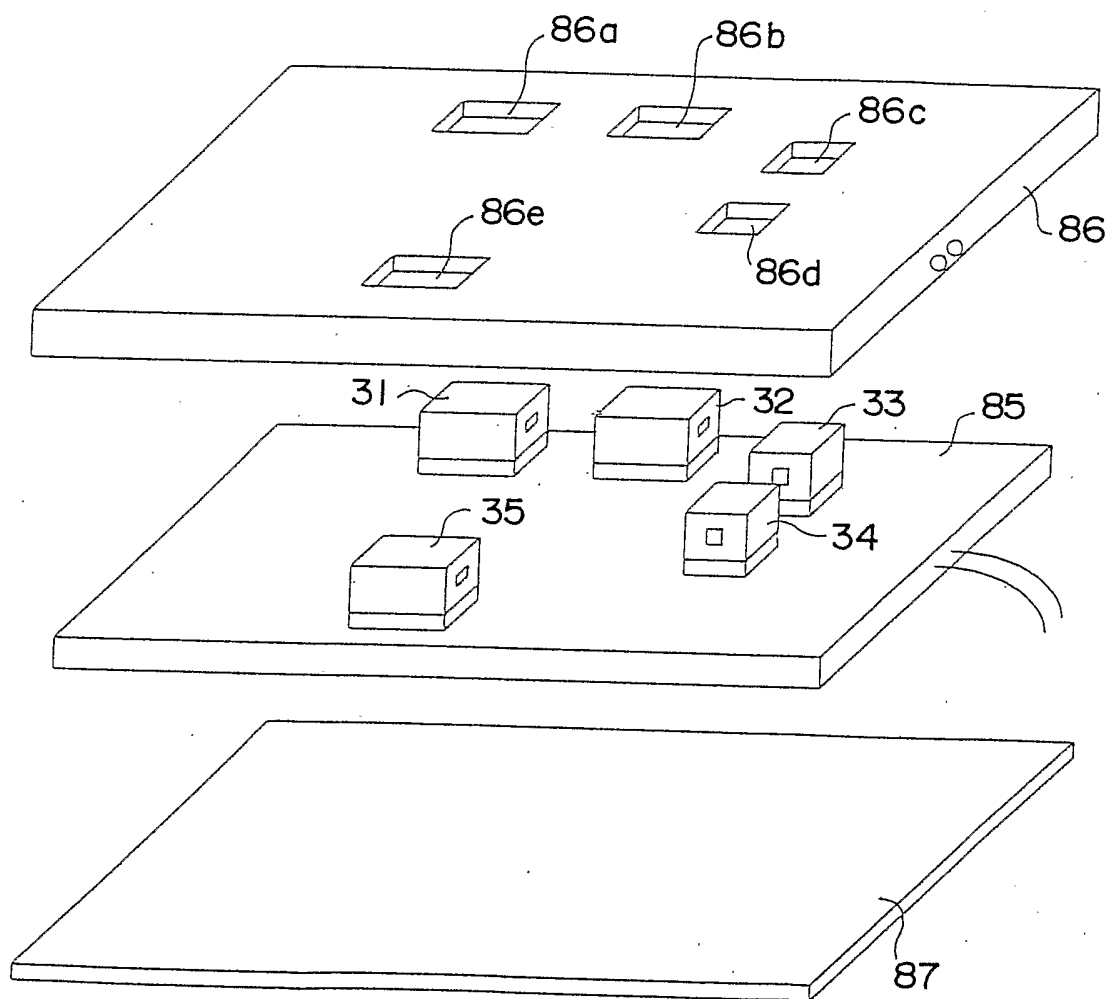


図 1 2

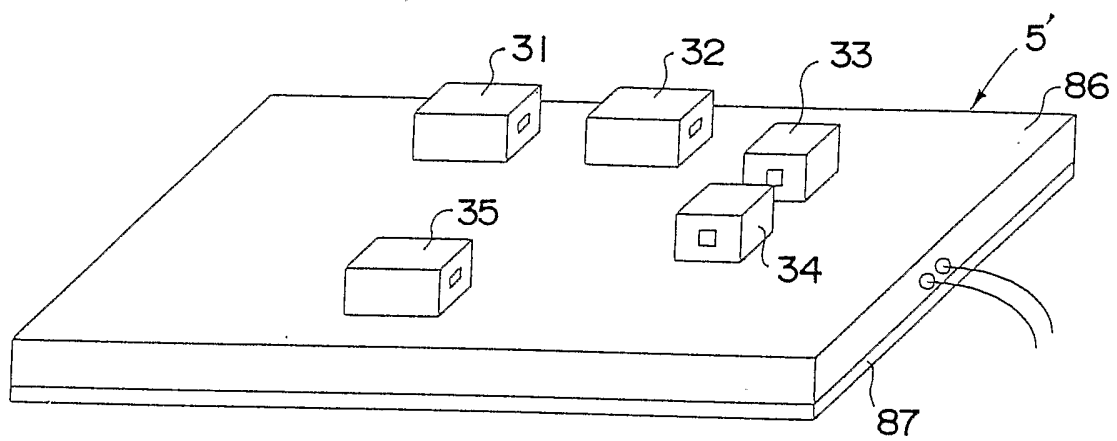


図 1 3

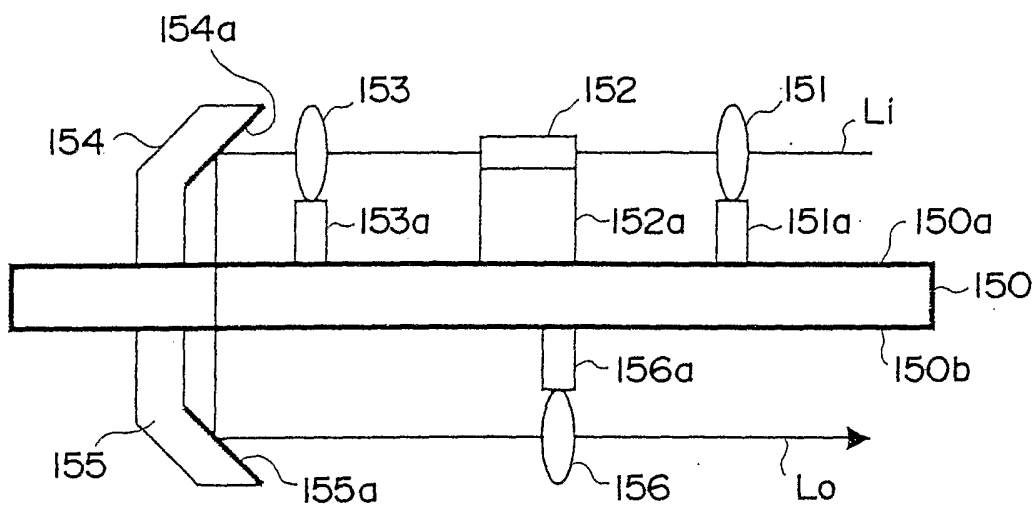


図 1 4

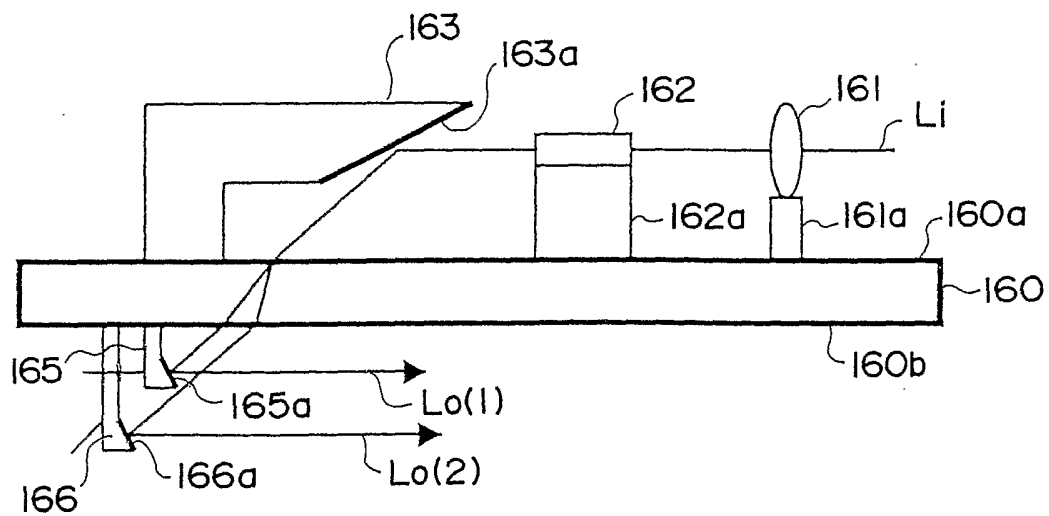


図 1 5

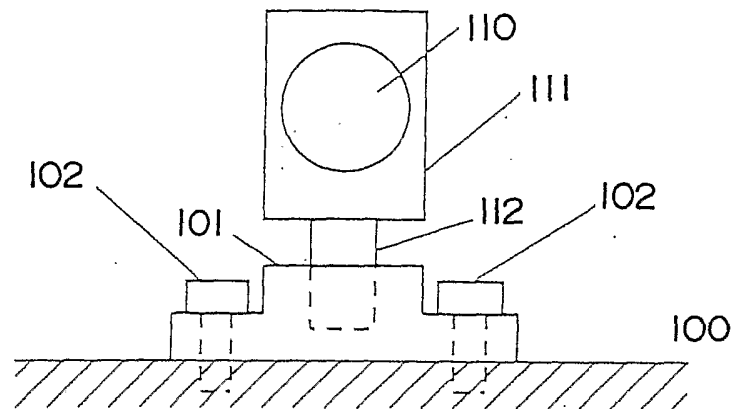
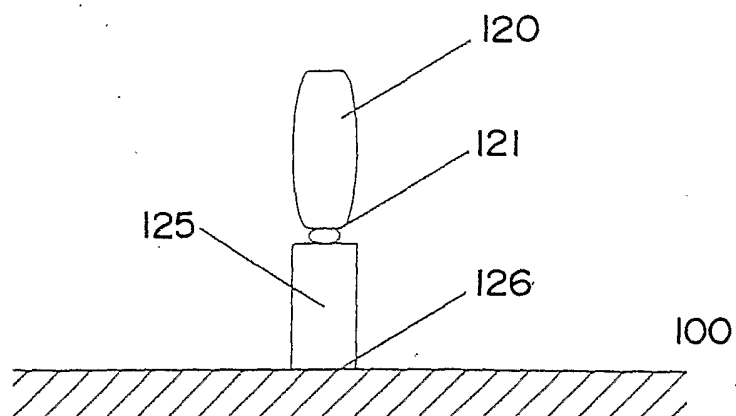


図 1 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09070

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G02B7/00

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.Cl⁷ G02B7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

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	JP 2001-349636 A (Shimadzu Corp.), 21 December, 2001 (21.12.01), Full text (Family: none)	1-5, 11-23
Y	US 6384850 B1 (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 07 May, 2002 (07.05.02), Full text & JP 2000-314844 A	1-5, 11-23
Y	JP 11-223843 A (Kabushiki Kaisha Ushio Sogo Gijutsu Kenkyusho), 17 August, 1999 (17.08.99), Full text (Family: none)	1-5, 11-23

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
16 October, 2003 (16.10.03)

Date of mailing of the international search report
04 November, 2003 (04.11.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09070

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 2000-321753 A (Nikon Corp.), 24 November, 2000 (24.11.00), Full text (Family: none)	1-5, 11-23
Y	JP 10-31142 A (Nikon Corp.), 03 February, 1998 (03.02.98), Full text (Family: none)	14, 20, 21, 23
Y	JP 11-23987 A (Ricoh Co., Ltd.), 29 January, 1999 (29.01.99), Full text (Family: none)	18
A	JP 2-77005 A (Fujitsu Ltd.), 16 March, 1990 (16.03.90), Full text (Family: none)	13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B7/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B7/00

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 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003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 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-349636 A (株式会社島津製作所) 2001. 12. 21, 全文 (ファミリーなし)	1-5, 11-23
Y	US 6384850 B1 (Fuji Photo Film Co., Ltd.,) 2002. 05. 07, 全文 & JP 2000-314844 A	1-5, 11-23
Y	JP 11-223843 A (株式会社ウシオ総合技術研究所) 1999. 08. 17, 全文 (ファミリーなし)	1-5, 11-23

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

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 10. 03

国際調査報告の発送日

04.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森口 良子

2V

9125

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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 請求の範囲の番号
Y	J P 2000-321753 A (株式会社ニコン) 2000. 11. 24, 全文 (ファミリーなし)	1-5, 11-23
Y	J P 10-31142 A (株式会社ニコン) 1998. 02. 03, 全文 (ファミリーなし)	14, 20, 21, 23
Y	J P 11-23987 A (株式会社リコー) 1999. 01. 29, 全文 (ファミリーなし)	18
A	J P 2-77005 A (富士通株式会社) 1990. 03. 16, 全文 (ファミリーなし)	13