

(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  
2015年5月21日(21.05.2015)



(10) 国際公開番号  
WO 2015/072274 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 6/42 (2006.01) H01S 5/40 (2006.01)  
G02B 27/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/077505
- (22) 国際出願日: 2014年10月16日(16.10.2014)
- (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 2013-237400 2013年11月15日(15.11.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社フジクラ (FUJIKURA LTD.)  
[JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場1丁目5番  
1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 阪本 真一 (SAKAMOTO, Shinichi); 〒  
2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式  
会社フジクラ佐倉事業所内 Chiba (JP). 糸田 祥  
平 (KUMETA, Shohei); 〒1358512 東京都江東区木  
場1丁目5番1号 株式会社フジクラ内 Tokyo  
(JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人HARAKENZO W  
ORLD PATENT & TRADEMA  
R K (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE-

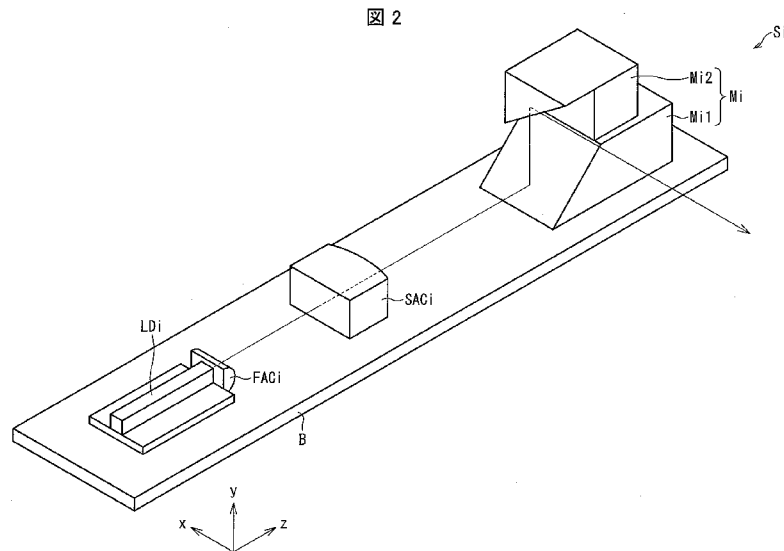
MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁  
目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).

- (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,  
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー  
ロピア (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))

(54) Title: LIGHT GUIDE DEVICE, MANUFACTURING METHOD, AND LASER DIODE MODULE

(54) 発明の名称: 導光装置、製造方法、及び、LDモジュール



(57) Abstract: A linked pair of mirrors (Mi) is configured from a first mirror (Mi1) which is mounted upon the upper face of a substrate (B), and a second mirror (Mi2) which is mounted upon the upper face of the first mirror (Mi1). The first mirror (Mi1) has a reflecting face (S1) which reflects an inputted beam. The second mirror (Mi2) has a reflecting face (S2) which reflects the inputted beam reflected by the reflecting face (S1).

(57) 要約: 2連ミラー (Mi) は、基板 (B) の上面に載置された第1ミラー (Mi1) と、第1ミラー (Mi1) の上面に載置された第2ミラー (Mi2) とにより構成される。第1ミラー (Mi1) は、入力ビームを反射する反射面 (S1) を有し、第2ミラー (Mi2) は、反射面 (S1) にて反射された入力ビームを反射する反射面 (S2) を有する。

WO 2015/072274 A1

## 明 細 書

発明の名称：導光装置、製造方法、及び、LDモジュール

### 技術分野

[0001] 本発明は、複数の入力ビームからなる入力ビーム束を複数の出力ビームからなる出力ビーム束に変換する導光装置に関する。また、そのような導光装置の製造方法、及び、そのような導光装置を備えたLDモジュールに関する。

### 背景技術

[0002] LD (Laser Diode) 素子 (半導体レーザ素子) から出射されたレーザビームを光ファイバに結合するために、LDモジュールが広く用いられている。このようなLDモジュールにおいて、複数のLD素子の各々から出射されたレーザビームを光ファイバに導く導光装置として、特許文献1に記載のマイクロ光学装置が知られている。

[0003] 図16は、特許文献1に記載のマイクロ光学装置10の斜視図である。マイクロ光学装置10は、図16に示したように、基板11、LDバー12、円柱レンズ13、第1の鏡列14、及び第2の鏡列15を備えている。

[0004] LDバー12は、x軸に沿って並んだ複数のLD素子を備えており、各LD素子からz軸正方向にレーザビームを出射する。各LD素子からz軸正方向に出射されたレーザビームの光軸は、zx面に平行な第1の平面内でx軸に沿って並ぶ。

[0005] なお、各LD素子から出射されたレーザビームの伝搬方向は、z軸正方向を中心に $\pm\theta$ x方向に分散している。このため、マイクロ光学装置10においては、LDバー12の出射端面に対向するように配置された円柱レンズ13によって、各LD素子から出射されたレーザビームをコリメートする (伝播方向をz軸正方向に収斂させる) 構成が採用されている。

[0006] 第1の鏡列14は、LDバー12を構成する各LD素子に対向する鏡面14aが一体化されたものである。各LD素子からz軸正方向に出射されたレ

ーザビームは、そのLD素子に対向する鏡面14aによって、y軸正方向に反射される。また、第2の鏡列15は、第1の鏡列14を構成する各鏡面14aに対向する鏡面15aが一体化されたものである。各鏡面14aにてy軸正方向に反射されたレーザービームは、その鏡面14aに対向する鏡面15aによって、x軸正方向に反射される。

[0007] なお、x軸正方向側から数えて $i+1$ 番目のLD素子から出射されたレーザービームを反射する鏡面14a, 15aは、x軸正方向側から数えて $i$ 番目のLD素子から出射されたレーザービームを反射する鏡面14a, 15bよりもz軸負方向側に配置される。このため、各鏡面15aにてx軸正方向に反射されたレーザービームの光軸は、zx平面と平行な第2の平面であって、上述した第1の平面よりもy軸正方向側に位置する第2の平面内でz軸に沿って並ぶ。

[0008] このように、マイクロ光学装置10は、LDバー12を構成する各LD素子から出射されたz軸正方向に伝搬するレーザービームからなる第1のビーム束を、第2の鏡列15を構成する各鏡面15aにて反射されたx軸方向に伝播するレーザービームからなる第2のビーム束に変換する機能を有している。マイクロ光学装置10から出力される第2のビーム束（以下、「出力ビーム束」と記載）は、例えば、不図示のレンズによって光ファイバの入射端面上に集束される。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0009] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2004-252428号」（公開日：2004年9月9日）

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、従来のマイクロ光学装置10においては、各LD素子から出射されるレーザービームの伝搬方向にばらつき（非一様な傾き）がある場合

、出力ビーム束を構成する各レーザビームの伝搬方向にばらつきが生じることを免れない。各LD素子から出射されるレーザビームを反射する鏡面14a, 15aが鏡列14, 15として一体化されているので、出力ビーム束を構成するレーザビームの伝搬方向を個別に調整することができないためである。出力ビーム束を構成する各レーザビームの伝搬方向のばらつきは、出力ビーム束を光ファイバの入射端面に集束することを困難にし、高出力化及び高効率化を妨げる要因となる。

[0011] このような問題は、マルチチップLDモジュールにおいて特に顕著である。ここで、マルチチップLDモジュールとは、それぞれ1つのLD素子を備えた複数のLDチップを光源とするLDモジュールのことを指す。各LDチップを個別に実装する必要があるマルチチップLDモジュールにおいて、各LDチップから出射されるレーザビームの伝搬方向にばらつきが生じ易いことは明らかであろう。

[0012] なお、各LD素子から出射されるレーザビームの伝搬方向の傾きが一様な場合、鏡列14の傾きを調整することによって、出力ビーム束を構成する各レーザビームを所定の方向に伝搬させることができる。しかしながら、鏡列14の傾きを維持することは、以下の理由により困難である。

[0013] すなわち、鏡列14を傾けた状態で基板11に接着するためには、鏡列14と基板11との間に介在する接着層の厚みを不均一にする必要がある。このため、接着層を硬化する際に不均一な硬化収縮が起こり、鏡列14の傾きが変化してしまう。また、接着層を硬化させた後も、温度上昇／温度低下に伴って不均一な熱膨張／熱収縮が起こり、鏡列14の傾きが変化してしまう。

[0014] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、複数の入力ビームからなる入力ビーム束を複数の出力ビームからなる出力ビーム束に変換する導光装置において、入力ビームの伝搬方向に非一様又は一様な傾きがあっても、出力ビームの伝搬方向を所定の方向に調整することが可能な導光装置を実現することにある。また、そのような導光装置を用いて、

高出力化及び高効率化が可能なLDモジュールを実現することにある。

### 課題を解決するための手段

[0015] 本発明に係る導光装置は、複数の入力ビームからなる入力ビーム束を複数の出力ビームからなる出力ビーム束に変換する導光装置において、各入力ビームに対応する2連ミラーであって、他の入力ビームに対応する2連ミラーから分離された2連ミラーを備えており、各入力ビームに対応する2連ミラーは、特定の平面上に載置された第1ミラーと、該第1ミラー上に載置された第2ミラーとにより構成されており、上記第1ミラーは、入力ビームを反射する第1反射面であって、上記特定の平面との成す角が $\theta_1$ となる第1反射面を有しており、上記第2ミラーは、上記第1反射面にて反射された入力ビームを反射する第2反射面であって、上記特定の平面との成す角が $\theta_2$ となる第2反射面を有しており、上記入力ビームと上記出力ビームとの成す角を $\theta_{angle}$ 、上記入力ビームの光軸と上記特定の平面の法線との成す角を $\phi_1$ 、上記出力ビームの光軸と上記特定の平面の法線との成す角を $\phi_2$ 、上記第1反射面の法線ベクトルの上記特定の平面への正射影が上記入力ビームの光軸の上記特定の平面への正射影と平行になる向きを基準の向きとして上記第1ミラーを当該基準の向きから上記特定の平面の法線を軸に回転させる回転角を $\theta_{1y}$ 、上記第2反射面の法線ベクトルの上記特定の平面への正射影が上記入力ビームの光軸の上記特定の平面への正射影と直交する向きを基準の向きとして上記第2ミラーを当該基準の向きから上記特定の平面の法線を軸に回転させる回転角を $\theta_{2y}$ として、上記 $\theta_1$ は、 $(90^\circ - \theta_{angle}) = -\theta_{2y} \times 2 - (90^\circ - \phi_1) \times 2 - (90^\circ - \theta_1 \times 2)$ を満たし、上記 $\theta_2$ は、 $(90^\circ - \phi_2) = -\theta_{1y} \times 2 - (90^\circ - \theta_2 \times 2)$ を満たす、ことを特徴とする。

[0016] また、本発明に係るLDモジュールは、複数のLD素子と、上記複数のLD素子の各々から出射されたレーザビームからなる入力ビーム束を複数の出力ビームからなる出力ビーム束に変換する導光装置とを備えたLDモジュールにおいて、上記導光装置は、各LD素子に対応する2連ミラーであって、他のLD素子に対応する2連ミラーから分離された2連ミラーを備えており

、各LD素子に対応する2連ミラーは、特定の平面上に載置された第1ミラーと、該第1ミラー上に載置された第2ミラーとにより構成されており、上記第1ミラーは、対応するLD素子から出射されたレーザビームを反射する第1反射面であって、上記特定の平面との成す角が $\theta 1$ となる第1反射面を有しており、上記第2ミラーは、上記第1反射面にて反射されたレーザビームを反射する第2反射面であって、上記特定の平面との成す角が $\theta 2$ となる第2反射面を有しており、上記レーザビームと上記出力ビームとの成す角を $\theta \text{ angle}$ 、上記レーザビームの光軸と上記特定の平面の法線との成す角を $\phi 1$ 、上記出力ビームの光軸と上記特定の平面の法線との成す角を $\phi 2$ 、上記第1反射面の法線ベクトルの上記特定の平面への正射影が上記レーザビームの光軸の上記特定の平面への正射影と平行になる向きを基準の向きとして上記第1ミラーを当該基準の向きから上記特定の平面の法線を軸に回転させる回転角を $\theta 1y$ 、上記第2反射面の法線ベクトルの上記特定の平面への正射影が上記レーザビームの光軸の上記特定の平面への正射影と直交する向きを基準の向きとして上記第2ミラーを当該基準の向きから上記特定の平面の法線を軸に回転させる回転角を $\theta 2y$ として、上記 $\theta 1$ は、 $(90^\circ - \theta \text{ angle}) = -\theta 2y \times 2 - (90^\circ - \phi 1) \times 2 - (90^\circ - \theta 1 \times 2)$ を満たし、上記 $\theta 2$ は、 $(90^\circ - \phi 2) = -\theta 1y \times 2 - (90^\circ - \theta 2 \times 2)$ を満たす、ことを特徴とする。

### 発明の効果

[0017] 本発明によれば、入力ビームの伝搬方向に非一様又は一様な傾きがあっても、出力ビームの伝搬方向を所定の方に調整することが可能な導光装置を実現することができる。また、このような導光装置を用いることによって、高出力化及び高効率化が可能なLDモジュールを実現することができる。

### 図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の一実施形態に係るLDモジュールの構成を示す上面図である。  
 [図2]図1に示すLDモジュールが備える単位光学系の構成を示す斜視図である。  
 [図3]図1に示すLDモジュールが備える2連ミラーの構成を示す斜視図であ

る。

[図4]図3に示す2連ミラーが備える第1ミラー及び第2ミラーの微小回転が出力ビームの伝搬方向の微小回転を引き起こすことを説明するための図である。

[図5]図6に示す調整方法を実施する際のLDモジュールの構成を示す上面図である。

[図6]図3に示す2連ミラーが備える第1ミラー及び第2ミラーの向き及び位置を調整する調整方法を示すフローチャートである。

[図7] (a)は、図6に示すフローチャートに含まれる第1ミラー回動工程を実施する前の2連ミラーの状態を例示する上面図(上段)及び正面図(下段)である。(b)は、第1ミラー回動工程を実施した後の2連ミラーの状態を例示する上面図(上段)及び正面図(下段)である。

[図8] (a)は、図6に示すフローチャートに含まれる第2ミラー回動工程を実施する前の2連ミラーの状態を例示する上面図(上段)及び側面図(下段)である。(b)は、第2ミラー回動工程を実施した後の2連ミラーの状態を例示する上面図(上段)及び側面図(下段)である。

[図9] (a)は、図6に示すフローチャートに含まれる第1ミラー摺動工程を実施する前の2連ミラーの状態を例示する側面図である。(b)は、第1ミラー摺動工程を実施した後の2連ミラーの状態を例示する側面図である。

[図10] (a)は、図6に示すフローチャートに含まれる第2ミラー摺動工程を実施する前の2連ミラーの状態を例示する正面図である。(b)は、第2ミラー摺動工程を実施した後の2連ミラーの状態を例示する正面図である。

[図11]図6に示す調整方法を実施する際に調整目標とされる出力ビームの配置を示す図である。

[図12]図1に示すLDモジュールの第1の変形例を示す上面図である。

[図13]図1に示すLDモジュールの第2の変形例を示す上面図である。

[図14]図1に示すLDモジュールの第3の変形例を示す三面図である。

[図15]図1に示すLDモジュールの第4の変形例を示す三面図である。

[図16]従来のマイクロ光学装置の構成を示す斜視図である。

### 発明を実施するための形態

[0019] 本発明の一実施形態に係るLDモジュールについて、図面に基づいて説明すれば以下の通りである。

[0020] [LDモジュールの構成]

本実施形態に係るLDモジュール1の構成について、図1を参照して説明する。図1は、LDモジュール1の構成を示す上面図である。

[0021] LDモジュール1は、N個（本実施形態においては $N=10$ ）のLDチップLD1～LD10から出射されたレーザビームを光ファイバOFに結合するためのものである。なお、本実施形態においては、LDモジュール1が備えるLDチップの個数Nを10とするが、本発明はこれに限定されない。すなわち、LDモジュール1が備えるLDチップの個数Nは、2以上の任意の整数であり得る。

[0022] LDモジュール1は、図1に示すように、N個のLDチップLD1～LD10の他に、N個のF軸コリメートレンズFAC1～FAC10と、N個のS軸コリメートレンズSAC1～SAC10と、N個の2連ミラーM1～M10と、基板Bと、F軸集光レンズFLと、S軸集光レンズSLとを備えている。LDチップLD1～LD10、F軸コリメートレンズFAC1～FAC10、S軸コリメートレンズSAC1～SAC10、2連ミラーM1～M10、F軸集光レンズFL、及びS軸集光レンズSLは、何れも、直接、又は、不図示のマウントを介して基板B上に載置される。

[0023] LDモジュール1においては、基板B、F軸コリメートレンズFAC1～FAC10、S軸コリメートレンズSAC1～SAC10、及び2連ミラーM1～M10が、従来のマイクロ光学装置10（図16参照）に相当する導光装置を構成する。この導光装置は、従来のマイクロ光学装置10と同様、LDチップLD1～LD10から出射されたz軸正方向に伝搬するレーザビーム（以下、「入力ビーム」とも記載する）からなる入力ビーム束を、x軸負方向に伝搬するレーザビーム（以下、「出力ビーム」とも記載する）から

なる出力ビーム束に変換する機能を有する。

[0024] この出力ビーム束の光路上には、F軸集光レンズFLとS軸集光レンズSLとが配置される。F軸集光レンズFLは、出力ビーム束を構成する各出力ビームを、ビーム間隔が光ファイバOFの入射端面において最小になる（好ましくは0になる）ように屈折させる。また、S軸集光レンズSLは、出力ビーム束を構成する各出力ビームを、y軸方向のビーム径が光ファイバOFの入射端面において最小になる（好ましくは0になる）ように集束させる。

[0025] LDモジュール1は、図1に示すように、LDチップLDiと、F軸コリメートレンズFACiと、S軸コリメートレンズSACiと、2連ミラーMiとからなる光学系を単位として構成されている。図1においては、LDチップLD1と、F軸コリメートレンズFAC1と、S軸コリメートレンズSAC1と、2連ミラーM1とからなる単位光学系S1を例示している。

[0026] [単位光学系の構成]

LDモジュール1が備える単位光学系Siの構成について、図2を参照して説明する。図2は、単位光学系Siの構成を示す斜視図である。単位光学系Siは、図2に示すように、LDチップLDiと、F軸コリメートレンズFACiと、S軸コリメートレンズSACiと、2連ミラーMiとにより構成される。

[0027] LDチップLDiは、活性層がzx平面と平行になるように、かつ、出射端面がz軸正方向を向くように、基板B上に載置される。このため、LDチップLDiから出射されるレーザビームは、伝搬方向がz軸正方向、F軸がy軸と平行、S軸がx軸と平行になる。

[0028] なお、図1に示したように、N個のLDチップLD1~LD10は、x軸に沿って並べられる。このため、各LDチップLDiからz軸正方向に出射されたレーザビームの光軸は、zx面に平行な第1の平面内でx軸に沿って平行に並ぶことになる。

[0029] LDチップLDiから出射されるレーザビームの光路上には、F軸コリメートレンズFACiとS軸コリメートレンズSACiとが配置される。F軸

コリメートレンズFAC<sub>i</sub>は、LDチップLD<sub>i</sub>から出射されたレーザービームのF軸方向の広がりをコリメートするためのものであり、S軸コリメートレンズSAC<sub>i</sub>は、LDチップLD<sub>i</sub>から出射されたレーザービームのS軸方向の広がりをコリメートするためのものである。F軸コリメートレンズFAC<sub>i</sub>及びS軸コリメートレンズSAC<sub>i</sub>を透過したレーザービームは、伝搬方向がz軸正方向に収斂されたコリメートビームとなる。なお、LDチップLD<sub>i</sub>から出射されるレーザービームのS軸方向の広がりが十分に小さい場合、S軸コリメートレンズSAC<sub>i</sub>は省略しても構わない。

[0030] LDチップLD<sub>i</sub>から出射されるレーザービームの光路上には、更に、2連ミラーM<sub>i</sub>が配置される。2連ミラーM<sub>i</sub>は、基板B上に載置された第1ミラーM<sub>i1</sub>と、第1ミラーM<sub>i1</sub>上に載置された第2ミラーM<sub>i2</sub>とにより構成される。第1ミラーM<sub>i1</sub>は、LDチップLD<sub>i</sub>から出射されたレーザービームを反射し、その伝搬方向をz軸正方向からy軸正方向に変換するためのものであり、「跳ね上げミラー」と呼ばれることもある。また、第2ミラーM<sub>i2</sub>は、第1ミラーM<sub>i1</sub>にて反射されたレーザービームを反射し、その伝搬方向をy軸正方向からx軸負方向に変換するためのものであり、「折り返しミラー」と呼ばれることもある。

[0031] なお、図1に示したように、x軸負方向側から数えてi+1番目のLDチップLD<sub>i+1</sub>から出射されたレーザービームを反射する2連ミラーM<sub>i+1</sub>は、x軸正方向側から数えてi番目のLDチップLD<sub>i</sub>から出射されたレーザービームを反射する2連ミラーM<sub>i</sub>よりもz軸負方向側に配置される。このため、各2連ミラーM<sub>i</sub>にてx軸負方向に反射されたレーザービームの光軸は、zx面と平行な第2の平面であって、上述した第1の平面よりもy軸正方向側に位置する第2の平面内でz軸に沿って並ぶことになる。

[0032] [2連ミラーの構成]

LDモジュール1が備える2連ミラーM<sub>i</sub>の構成について、図3を参照して説明する。図3は、2連ミラーM<sub>i</sub>の構成を示す斜視図である。2連ミラーM<sub>i</sub>は、図3に示すように、第1ミラーM<sub>i1</sub>と、第2ミラーM<sub>i2</sub>とによ

り構成される。

- [0033] 第1ミラーM<sub>i1</sub>は、少なくとも下面A<sub>1</sub>と、下面A<sub>1</sub>と平行な上面B<sub>1</sub>と、反射面S<sub>1</sub>とを有する多面体状の構造物である。反射面S<sub>1</sub>と下面A<sub>1</sub>とが成す角は、図3に示すように45°である。
- [0034] 第1ミラーM<sub>i1</sub>は、下面A<sub>1</sub>が基板Bの上面に当接するように、基板B上に載置される(図2参照)。これにより、第1ミラーM<sub>i1</sub>の反射面S<sub>1</sub>の法線ベクトル(反射面S<sub>1</sub>から第1ミラーM<sub>i1</sub>の外部に向かう外向き法線ベクトル)と、基板Bの上面(z×面)の法線ベクトル(上面から基板Bの外部に向かう外向き法線ベクトル)との成す角が45°になる。また、第1ミラーM<sub>i1</sub>の向きは、反射面S<sub>1</sub>の法線がyz面と平行になるように決められる。これにより、第1ミラーM<sub>i1</sub>の反射面S<sub>1</sub>は、z軸負方向から入射したレーザービームをy軸正方向に反射する。
- [0035] 第2ミラーM<sub>i2</sub>は、少なくとも下面A<sub>2</sub>と、反射面S<sub>2</sub>とを有する多面体状の構造体である。反射面S<sub>2</sub>と下面A<sub>2</sub>との成す角は、図3に示すように45°である。
- [0036] 第2ミラーM<sub>i2</sub>は、下面A<sub>2</sub>が第1ミラーM<sub>i1</sub>の上面B<sub>1</sub>に当接するように、第1ミラーM<sub>i1</sub>上に載置される。これにより、第2ミラーM<sub>i2</sub>の反射面S<sub>2</sub>の法線ベクトル(反射面S<sub>2</sub>から第2ミラーM<sub>i2</sub>の外部に向かう外向き法線ベクトル)と、基板Bの上面(z×面)の法線ベクトル(上面から基板Bの外部に向かう外向き法線ベクトル)との成す角が135°になる。また、第2ミラーM<sub>i2</sub>の向きは、反射面S<sub>2</sub>の法線がxy面と平行になるように決められる。これにより、第2ミラーM<sub>i2</sub>の反射面S<sub>2</sub>は、y軸負方向から入射したレーザービームをx軸負方向に反射する。
- [0037] LDモジュール1においては、各2連ミラーM<sub>i</sub>を構成する第1ミラーM<sub>i1</sub>及び第2ミラーM<sub>i2</sub>の向きを調整することによって、出力ビームの伝搬方向をx軸負方向に一致させることができる。y軸を回転軸として第1ミラーM<sub>i1</sub>を微小回転させると、z軸を回転軸として出力ビームの伝搬方向が微小回転し、y軸を回転軸として第2ミラーM<sub>i2</sub>を微小回転させると、

y軸を回転軸として出力ビームの伝搬方向が微小回転するためである。

[0038] また、LDモジュール1においては、各2連ミラー $M_i$ を構成する第1ミラー $M_{i1}$ 及び第2ミラー $M_{i2}$ の位置を調整することによって、出力ビームの光軸をxz面と平行な平面内に等間隔で並べることができる。第1ミラー $M_{i1}$ をz軸正方向/負方向に並進させると、出力ビームの光軸がz軸正方向/負方向に並進し、第2ミラー $M_{i2}$ をx軸正方向/負方向に並進させると、出力ビームの光軸がy軸正方向/負方向に並進するためである。

[0039] なお、本実施形態においては、出力ビーム束を構成する各出力ビームの伝搬方向をx軸負方向と一致させることを第1の調整目標としているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、出力ビームを構成する各出力ビームの伝搬方向を特定の方向と一致させることができれば十分であり、該特定の方向は、x軸負方向に限定されない。

[0040] また、本実施形態においては、出力ビーム束を構成する各出力ビームの光軸をzx面と平行な平面内に等間隔で並べることが第2の調整目標としているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、出力ビームを構成する各出力ビームの光軸を特定の平面内に等間隔で並べることができれば十分であり、該特定の平面は、zx面と平行な平面に限定されない。

[0041] [ミラーの微小回転が出力ビームの回転を引き起こす理由]

第1ミラー $M_{i1}$ 及び第2ミラー $M_{i2}$ の微小回転が出力ビームの微小回転を引き起こす理由について、図4を参照して説明する。

[0042] 第1の反射面 $S_1$ に入射する入射光（入力ビーム）の方向ベクトルを $L$ とすると、第1の反射面 $S_1$ から出射する反射光の方向ベクトル $L'$ は、以下のように表すことができる。ここで、 $n_1$ は、第1の反射面 $S_1$ の法線ベクトルであり、 $(L \cdot n_1)$ は、方向ベクトル $L$ と法線ベクトル $n_1$ との内積である。

[0043]  $L' = L - 2(L \cdot n_1)n_1 \quad \dots (1)$

同様に、第2の反射面 $S_2$ に入射する入射光の方向ベクトルを $L'$ とすると、第2の反射面 $S_2$ から出射する反射光（出力ビーム）の方向ベクトル $L$

” は、以下のように表すことができる。ここで、 $n_2$  は、第2の反射面 $S_2$ の法線ベクトルであり、 $(L' \cdot n_2)$  は、方向ベクトル $L'$  と法線ベクトル $n_2$  との内積である。

$$[0044] \quad L'' = L' - 2(L' \cdot n_2)n_2 \quad \dots (2)$$

したがって、第1の反射面 $S_1$ に入射する入射光の方向ベクトルが $L$ であるとき、第2の反射面 $S_2$ から出射する反射光の方向ベクトル $L''$  は、以下のように表すことができる。

$$[0045] \quad L'' = L - 2(L \cdot n_1)n_1 - 2\{(L \cdot n_2) - 2(L \cdot n_1)(n_1 \cdot n_2)\}n_2 \quad \dots (3)$$

ところで、第1ミラー $M_{i1}$ を、 $y$ 軸を回転軸として $\theta_y = \theta_1$ だけ回転させると、第1の反射面 $S_1$ の法線ベクトル $n_1$ は、 $n_1 = (1/2)^{1/2}(0, 1, -1)$  から $n_1 = (1/2)^{1/2}(-\sin\theta_1, 1, -\cos\theta_1)$  へと変化する。また、第2ミラー $M_{i2}$ を、 $y$ 軸を回転軸として $\theta_y = \theta_2$ だけ回転させると、第2の反射面 $S_2$ の法線ベクトル $n_2$ は、 $n_2 = (1/2)^{1/2}(-1, -1, 0)$  から $n_2 = (1/2)^{1/2}(-\cos\theta_2, -1, \sin\theta_2)$  へと変化する。

[0046] このとき、第2の反射面 $S_2$ から出射する反射光の方向ベクトル $L'' = (L''_x, L''_y, L''_z)$  の各成分は、(3)式に従って以下のように与えられる。

$$[0047] \quad L''_x = \sin^2\theta_1 \cdot \cos\theta_2 \cdot \sin\theta_2 - \cos\theta_1 \cdot \sin\theta_1 \cdot \sin^2\theta_2 - \cos\theta_1 \cdot \cos\theta_2 \dots (4)$$

$$L''_y = \sin^2\theta_1 \cdot \sin\theta_2 + \cos\theta_1 \cdot \sin\theta_1 \cdot \cos\theta_2 \dots (5)$$

$$L''_z = \sin^2\theta_1 \cdot \cos^2\theta_2 + \cos\theta_1 \cdot \sin\theta_2 (1 - \sin\theta_1 \cdot \cos\theta_2) \dots (6)$$

$\theta 1$  及び  $\theta 2$  が十分に小さい場合、 $\sin \theta 1 \doteq \theta 1$ 、 $\cos \theta 1 \doteq 1$ 、 $\sin \theta 2 \doteq \theta 2$ 、 $\cos \theta 2 \doteq 1$  という近似が可能である。これらの近似値を式 (4) ~ (6) に代入して 2 次以上の微小量 ( $\theta 1^2$ 、 $\theta 2^2$ 、 $\theta 1 \times \theta 2$  など) を無視すると、第 2 の反射面 S 2 から出射する反射光の方向ベクトル  $L''$  を近似する以下の式が得られる。

[0048]  $L'' \doteq (-1, \theta 1, \theta 2)$   
 $\dots$  (7)

(7) 式によれば以下のことが分かる。すなわち、第 1 ミラー  $M i 1$  を、 $y$  軸を回転軸として  $\theta y = \theta 1$  だけ微小回転させると、図 4 に示すように、第 2 の反射面 S 2 から出射する反射光の方向ベクトル  $L''$  が、 $z$  軸を回転軸として  $\theta z = \theta 1$  だけ微小回転する。また、第 2 ミラー  $M i 2$  を、 $y$  軸を回転軸として  $\theta y = \theta 2$  だけ微小回転させると、図 4 に示すように、第 2 の反射面 S 2 から出射する反射光の方向ベクトル  $L''$  が、 $y$  軸を回転軸として  $\theta y = \theta 2$  だけ微小回転する。

[0049] [ミラーの向き及び位置の調整方法]

第 1 ミラー  $M i 1$  及び第 2 ミラー  $M i 2$  の向き及び位置の調整方法について、図 5 ~ 図 11 を参照して説明する。図 5 は、本調整方法を実施する際の LD モジュール 1 の構成を示す上面図である。図 6 は、本調整方法の流れを示すフローチャートである。図 7 ~ 図 10 は、本調整方法に含まれる各工程を説明する図である。図 11 は、本調整方法において調整目標とされる出力ビームの配置を示す図である。

[0050] 本調整方法は、図 5 に示すように、光モニタ装置 OM を用いて実施される。光モニタ装置 OM は、入射するレーザビームの向き及び位置を検出するためのものであり、本調整方法を実施する際に出力ビーム束の光路上に配置される。また、本調整方法は、下面に接着材を塗布した第 1 ミラー  $M i 1$  を基板 B 上に載置し、下面に接着材を塗布した第 2 ミラー  $M i 2$  を第 1 ミラー  $M i 1$  上に載置した状態で実施される。これらの接着材は、本調整方法を実施した後に紫外線等によって硬化される。

[0051] 本調整方法は、図6に示すように、第1ミラー回動工程T1と、第2ミラー回動工程T2と、第1ミラー摺動工程T3と、第2ミラー摺動工程T4とを、各2連ミラーMiについて繰り返すことにより実現される。

[0052] 第1ミラー回動工程T1は、y軸を回転軸として第1ミラーMi1を微小回転させることによって、z軸を回転軸として出力ビームの伝搬方向を微小回転させる工程である。より具体的に言うと、光モニタ装置OMにより検出された出力ビームの傾き（z軸を回転軸とする回転による傾き）が最小（好ましくは0）になるよう、回転ステージを用いて第1ミラーMi1を微小回転（y軸を回転軸とする回転）させる工程である。

[0053] 図7(a)は、第1ミラー回動工程T1を実施する前の2連ミラーMiの状態を例示する上面図（上段）及び正面図（下段）である。図7(b)は、第1ミラー回動工程T1を実施した後の2連ミラーMiの状態を例示する上面図（上段）及び正面図（下段）である。図7(a)の下段に示すように、出力ビームの伝播方向がz軸を回転軸としてx軸方向から $\Delta\theta_z$ だけ微小回転してしまっている場合、図7(a)の上段に示すように、y軸を回転軸として第1ミラーMi1を微小回転させる。これにより、出力ビームの伝播方向が図7(b)の下段に示すように、x軸負方向に一致する。

[0054] 第2ミラー回動工程T2は、y軸を回転軸として第2ミラーMi2を微小回転させることによって、y軸を回転軸として出力ビームの伝搬方向を微小回転させる工程である。より具体的に言うと、光モニタ装置OMにより検出された出力ビームの傾き（y軸を回転軸とする回転による傾き）が最小（好ましくは0）になるよう、回転ステージを用いて第2ミラーMi2を微小回転（y軸を回転軸とする回転）させる工程である。

[0055] 図8(a)は、第2ミラー回動工程T2を実施する前の2連ミラーMiの状態を例示する上面図（上段）及び側面図（下段）である。図8(b)は、第2ミラー回動工程T2を実施した後の2連ミラーMiの状態を例示する上面図（上段）及び側面図（下段）である。図8(a)の上段に示すように、出力ビームの伝播方向がy軸を回転軸としてx軸方向から $\Delta\theta_y$ だけ微小回

転してしまっている場合、図8 (a) の上段に示すように、 $y$  軸を回転軸として第2ミラー $M_i 2$ を微小回転させる。これにより、出力ビームの伝播方向が図8 (b) の上段に示すように、 $x$  軸負方向に一致する。

[0056] 第1ミラー回動工程 $T_1$ 及び第2ミラー回動工程 $T_2$ を実施することによって、出力ビーム束を構成する各出力ビームの伝搬方向を $x$  軸負方向と一致させるという第1の調整目標が達成される。

[0057] 第1ミラー摺動工程 $T_3$ は、 $z$  軸と平行に第1ミラー $M_i 1$ を並進させることによって、 $z$  軸と平行に出力ビームの光軸を並進させる工程である。より具体的に言うと、光モニタ装置 $OM$ により検出された出力ビームの $z$  座標が所定の調整目標値となるよう、位置制御ステージを用いて $z$  軸と平行に第1ミラー $M_i 1$ を並進させる工程である。

[0058] 図9 (a) は、第1ミラー摺動工程 $T_3$ を実施する前の2連ミラー $M_i$ の状態を例示する側面図である。図9 (b) は、第1ミラー摺動工程 $T_3$ を実施した後の2連ミラー $M_i$ の状態を例示する側面図である。図9 (a) に示すように、出力ビームの光軸が $z$  軸正方向に $\Delta z$ だけずれている場合、第1ミラー $M_i 1$ を $z$  軸負方向に並進させる。これにより、出力ビームの光軸の $z$  軸方向のずれが、図9 (b) に示すように解消される。

[0059] 第2ミラー摺動工程 $T_4$ は、 $x$  軸と平行に第2ミラー $M_i 2$ を並進させることによって、 $y$  軸と平行に出力ビームの光軸を並進させる工程である。より具体的に言うと、光モニタ装置 $OM$ により検出された出力ビームの $y$  座標が所定の調整目標値となるよう、位置制御ステージを用いて $x$  軸と平行に第2ミラー $M_i 2$ を並進させる工程である。

[0060] 図10 (a) は、第2ミラー摺動工程 $T_4$ を実施する前の2連ミラー $M_i$ の状態を例示する正面図である。図10 (b) は、第2ミラー摺動工程 $T_4$ を実施した後の2連ミラー $M_i$ の状態を例示する正面図である。図10 (a) に示すように、出力ビームの光軸が $y$  軸正方向に $\Delta y$ だけずれている場合、第2ミラー $M_i 2$ を $x$  軸正方向に並進させる。これにより、出力ビームの光軸の $y$  軸方向のずれが、図10 (b) に示すように解消される。

- [0061] 第1ミラー摺動工程T3及び第2ミラー摺動工程T4を実施することによって、出力ビーム束を構成する各出力ビームの光軸を $z$ ×面と平行な平面内に等間隔で並べるという第2の調整目標が達成される。
- [0062] 出力ビーム束を構成する各出力ビームの光軸を $z$ ×面と平行な平面内に等間隔で並べるとを第2の調整目標とする場合、第1ミラー摺動工程T3及び第2ミラー摺動工程T4において参照される調整目標値は、図11に示すように定めればよい。すなわち、光モニタ装置OMの受光面において、各出力ビームのビームスポット $L_i$ が $z$ 軸上に等間隔に並ぶように定めればよい。
- [0063] なお、第1ミラー摺動工程T3及び第2ミラー摺動工程T4は、図6に示した通り、第1ミラー回動工程T1及び第2ミラー回動工程T2を実施することによって、出力ビーム束を構成する各出力ビームの伝搬方向を平行化した後で実施することが好ましい。ただし、第1ミラー回動工程T1及び第2ミラー回動工程T2の実施順序、並びに、第1ミラー摺動工程T3及び第2ミラー摺動工程T4の実施順序は、図6に示したものに限定されない。すなわち、第2ミラー回動工程T2を実施した後に第1ミラー回動工程T1を実施する構成を採用してもよいし、第2ミラー摺動工程T4を実施した後に第1ミラー摺動工程T3を実施する構成を採用してもよい。
- [0064] また、第1ミラー $M_{i1}$ の基板Bへの固定、及び、第2ミラー $M_{i2}$ の第1ミラー $M_{i1}$ への固定に接着剤を用いる場合、これを以下のように行うことが好ましい。すなわち、第1ミラー $M_{i1}$ の下面と基板Bの上面との間、及び、第2ミラー $M_{i2}$ の下面と第1ミラー $M_{i1}$ の上面との間に接着剤を塗布した後、第1ミラー回動工程T1、第2ミラー回動工程T2、第1ミラー摺動工程T3、及び第2ミラー摺動工程T4を実施する。ただし、これらの工程を実施している間、及び、これらの工程を実施し終えてから接着剤の硬化が完了するまでの間、第1ミラー $M_{i1}$ の下面と基板Bの上面とが平行になり、かつ、第2ミラー $M_{i2}$ の下面と第1ミラー $M_{i1}$ の上面とが平行になる状態を保つ。これにより、第1ミラー $M_{i1}$ の下面と基板Bの上面と

の間に形成される接着剤層、及び、第2ミラーM<sub>i</sub>2の下面と第1ミラーM<sub>i</sub>1の上面との間に形成される接着剤層の厚みを均一化することができる。

[0065] 基板Bの上面と第1ミラーM<sub>i</sub>1の下面との間に形成される接着剤層の厚みが均一であれば、この接着剤層が膨張又は収縮した場合でも、各所における膨張量又は収縮量が同一になる。このため、この接着剤層が膨張又は収縮した場合でも、第1ミラーM<sub>i</sub>1は、基板Bの上面に直交する方向（接着剤層の厚み方向）に平行移動するだけであり、基板Bの上面と第1ミラーM<sub>i</sub>1の下面との平行性が損なわれることはない。同様に、第1ミラーM<sub>i</sub>1の上面と第2ミラーM<sub>i</sub>2の下面との間に形成された接着剤層の厚みが均一であれば、この接着剤層が膨張又は収縮した場合でも、第2ミラーM<sub>i</sub>2は、第1ミラーM<sub>i</sub>1の上面に直交する方向に平行移動するだけであり、第1ミラーM<sub>i</sub>1の上面と第2ミラーM<sub>i</sub>2の下面と平行性が損なわれることはない。したがって、これらの接着剤層の厚みが均一であれば、これらの接着剤層が収縮又は膨張した場合でも、出力ビームの伝播方向が傾いたり出力ビームの光軸の配置が崩れたりするといった事態の発生を回避することができる。なお、これらの接着剤層に生じ得る収縮又は膨張としては、接着剤を硬化する際に生じ得る硬化収縮や、接着剤を硬化した後に生じ得る熱膨張、熱収縮、膨潤などが想定される。

[0066] また、基板Bの上面と第1ミラーM<sub>i</sub>1の下面との間に形成される接着剤層の厚み、及び、第1ミラーM<sub>i</sub>1の上面と第2ミラーM<sub>i</sub>2の下面との間に形成された接着剤層の厚みは、要求される接着力を担保し得る範囲で、できるだけ薄くすることが好ましい。これらの接着剤層の厚みが薄くなるほど、これらの接着剤層が膨張又は収縮した場合に生じる厚みの変化量が小さくなり、その結果、基板Bの上面と第1ミラーM<sub>i</sub>1の下面との平行性、及び、第1ミラーM<sub>i</sub>1の上面と第2ミラーM<sub>i</sub>2の下面との平行性が保たれ易くなるからである。特に、これらの接着剤層の厚みは、それぞれ、2連ミラーM<sub>i</sub>の寸法公差（より具体的には、第1ミラーM<sub>i</sub>1及び第2ミラーM<sub>i</sub>2の厚みの公差）、及び、基板Bの公差（より具体的には、基板Bの厚みの

公差)よりも小さいことが好ましい。この場合、これらの接着剤層が膨張又は収縮した場合に生じる厚みの変化量も、2連ミラー $M_i$ の寸法公差、及び、基板Bの寸法公差を下回る(通常、接着剤層の厚みの変化量は、接着剤層の厚み自体よりも小さい)。したがって、これらの接着剤層が膨張又は収縮した場合でも、接着剤層の厚みが均一であるか否かに依らず、基板Bの上面と第1ミラー $M_{i1}$ の下面との平行性、及び、第1ミラー $M_{i1}$ の上面と第2ミラー $M_{i2}$ の下面との平行性が設計において許容された程度を下回ることとはない。

[0067] [変形例1]

なお、本実施形態においては、LDチップLD1~LD10をx軸に沿って配置する構成を示したが、本発明はこれに限定されない。

[0068] 例えば、図12に示すように、LDチップLD $i$ から2連ミラー $M_i$ までの光路長が一定になるよう、LDチップLD1~LD10を斜めに配置してもよい。この場合、図12に示すように、基板Bのサイズを小型化することが可能になる。

[0069] また、図13に示すように、LDチップLD $i$ からF軸集光レンズFLまでの光路長が一定になるよう、LDチップLD1~LD10を斜めに配置してもよい。この場合、F軸集光レンズLに入射するレーザービームのビーム径が一様になるため、出力ビーム束をより精度良く集束させることができる。

[0070] [変形例2]

また、本実施形態においては、各2連ミラー $M_i$ における第1ミラー $M_{i1}$ の反射面S1と基板Bの上面との成す角 $\theta_1$ を $45^\circ$ とする(反射面S1から第1ミラー $M_{i1}$ の外部に向かう外向き法線ベクトルと上面から基板Bの外部に向かう外向き法線ベクトルとの成す角を $45^\circ$ とする)構成を示したが、本発明はこれに限定されない。

[0071] すなわち、図14に示すように、第1ミラー $M_{i1}$ の反射面S1と基板Bの上面との成す角 $\theta_1$ は、 $45^\circ$ でなくとも下記式を満たすものであればよい。

$$[0072] \quad (90^\circ - \theta_{\text{angle}}) = -\theta_{2y} \times 2 - (90^\circ - \phi_1) \times 2 - (90^\circ - \theta_1 \times 2)$$

ここで、 $\phi_1$ は、LDチップLD<sub>i</sub>から出射するレーザービームの光軸（本実施形態においては、F軸コリメートレンズFAC<sub>i</sub>及びS軸コリメートレンズSAC<sub>i</sub>を透過した後の光軸）と基板Bの上面の法線との成す角である。また、 $\theta_{\text{angle}}$ は、LDチップLD<sub>i</sub>から出射するレーザービームの光軸（同上）と光ファイバOFに入射するレーザービーム（本実施形態においては、F軸集光レンズFL及びS軸集光SLに入射する前の光軸）の光軸との成す角である。また、 $\theta_{2y}$ は、2連ミラーM<sub>i</sub>における第2ミラーM<sub>i2</sub>の回転角である。なお、回転角 $\theta_{2y}$ は、より正確に言えば、反射面S<sub>2</sub>の法線ベクトル $n_2$ の基板上面への正射影がLDチップLD<sub>i</sub>から出射するレーザービームの光軸（同上）の基板上面への正射影と直交する向きを基準の向きとして、第2ミラーM<sub>i2</sub>がy軸（基板上面に直交する軸）を回転軸として当該基準の向きからどれだけ回転したかを表す角度である。

[0073] また、本実施形態においては、各2連ミラーM<sub>i</sub>における第2ミラーM<sub>i2</sub>の反射面S<sub>2</sub>と基板Bの上面の成す角 $\theta_2$ を45°とする（反射面S<sub>2</sub>から第2ミラーM<sub>i2</sub>の外部に向かう外向き法線ベクトルと上面から基板Bの外部に向かう外向き法線ベクトルとの成す角を135°とする）構成を示したが、本発明はこれに限定されない。

[0074] すなわち、図15に示すように、第2ミラーM<sub>i2</sub>の反射面S<sub>2</sub>と基板Bの上面の成す角 $\theta_2$ は、45°でなくとも下記式を満たすものであればよい。

$$[0075] \quad (90^\circ - \phi_2) = -\theta_{1y} \times 2 - (90^\circ - \theta_2 \times 2)$$

ここで、 $\phi_2$ は、光ファイバOFに入射するレーザービームの光軸（本実施形態においては、F軸集光レンズFL及びS軸集光SLに入射する前の光軸）と基板Bの上面の法線との成す角である。また、 $\theta_{\text{angle}}$ は、LDチップLD<sub>i</sub>から出射するレーザービームの光軸（本実施形態においては、F軸コリメートレンズFAC<sub>i</sub>及びS軸コリメートレンズSAC<sub>i</sub>を透過した後の光軸）

と光ファイバOFに入射するレーザービームの光軸（同上）との成す角である。また、 $\theta_{1y}$ は、2連ミラーMiにおける第1ミラーMi1の回転角である。なお、回転角 $\theta_{1y}$ は、より正確に言えば、反射面S1の法線ベクトルn1の基板上面への正射影がLDチップLDiから出射するレーザービームの光軸（同上）の基板上面への正射影と平行になる向きを基準の向きとして、第1ミラーMi1がy軸（基板上面に直交する軸）を回転軸として当該基準の向きからどれだけ回転したかを表す角度である。

[0076]     〔まとめ〕

本実施形態に係る導光装置は、複数の入力ビームからなる入力ビーム束を複数の出力ビームからなる出力ビーム束に変換する導光装置において、各入力ビームに対応する2連ミラーであって、他の入力ビームに対応する2連ミラーから分離された2連ミラーを備えており、各入力ビームに対応する2連ミラーは、特定の平面上に載置された第1ミラーと、該第1ミラー上に載置された第2ミラーとにより構成されており、上記第1ミラーは、入力ビームを反射する第1反射面であって、上記特定の平面との成す角が $\theta_1$ となる第1反射面を有しており、上記第2ミラーは、上記第1反射面にて反射された入力ビームを反射する第2反射面であって、上記特定の平面との成す角が $\theta_2$ となる第2反射面を有しており、上記入力ビームと上記出力ビームとの成す角を $\theta_{angle}$ 、上記入力ビームの光軸と上記特定の平面の法線との成す角を $\phi_1$ 、上記出力ビームの光軸と上記特定の平面の法線との成す角を $\phi_2$ 、上記第1反射面の法線ベクトルの上記特定の平面への正射影が上記入力ビームの光軸の上記特定の平面への正射影と平行になる向きを基準の向きとして上記第1ミラーを当該基準の向きから上記特定の平面の法線を軸に回転させる回転角を $\theta_{1y}$ 、上記第2反射面の法線ベクトルの上記特定の平面への正射影が上記入力ビームの光軸の上記特定の平面への正射影と直交する向きを基準の向きとして上記第2ミラーを当該基準の向きから上記特定の平面の法線を軸に回転させる回転角を $\theta_{2y}$ として、上記 $\theta_1$ は、 $(90^\circ - \theta_{angle}) = -\theta_{2y} \times 2 - (90^\circ - \phi_1) \times 2 - (90^\circ - \theta_1 \times 2)$ を満たし、上記 $\theta_2$ は、 $(9$

$0^\circ - \phi 2) = -\theta 1y \times 2 - (90^\circ - \theta 2 \times 2)$  を満たす、ことを特徴とする。

[0077] 上記の構成においては、各入力ビームを反射する第1反射面が特定の平面上に載置された第1ミラーに設けられ、第1反射面にて反射された入力ビームを反射する第2反射面が第1ミラー上に載置された第2ミラーに設けられている。このため、第1ミラー及び第2ミラーをそれぞれ回動させることによって、出力ビームの伝搬方向を自由に調整することができる。例えば、入力ビームの伝搬方向に傾きがあっても、出力ビームの伝搬方向を所定の方向に調整することができる。また、第1ミラー及び第2ミラーをそれぞれ摺動させることによって、出力ビームの光軸位置も自由に調整することができる。この際、上記入力ビームを出射する光源等を、上記入力ビームの光軸が上記特定の平面と平行になるように配置すること、及び、上記出力ビームが入射する光ファイバ等を、上記出力ビームの光軸が上記特定の平面と平行になるように配置することを要さない。

[0078] しかも、上記の構成においては、各入力ビームに対応する2連ミラーが他の入力ビームに対応する2連ミラーから分離されている。したがって、各出力ビームの伝搬方向の調整を互いに独立に行うことができる。したがって、入力ビームの伝搬方向にばらつきがあっても、出力ビームの伝搬方向を所定の方向に調整することができる。また、各出力ビームの光軸位置の調整も互いに独立に行うことができる。

[0079] 本実施形態に係る導光装置においては、各入力ビームに対応する2連ミラーについて、第1ミラー及び第2ミラーの向きが、上記出力ビーム束を構成する各出力ビームの伝搬方向が特定の方向に一致するように調整されている、ことが好ましい。

[0080] 上記の構成によれば、凸レンズなどによって精度良く集束することが可能な出力ビーム束を得ることができる。

[0081] 本実施形態に係る導光装置においては、各入力ビームに対応する2連ミラーについて、第1ミラー及び第2ミラーの位置が、上記出力ビーム束を構成

する各出力ビームの光軸が特定の平面内に等間隔で並ぶように調整されている、ことが好ましい。

[0082] 上記の構成によれば、より精度良く集束することが可能な出力ビーム束を得ることができる。

[0083] 本実施形態に係る導光装置においては、上記特定の平面と上記第1ミラーの下面とは、これらの面の間に形成された厚みが均一な接着剤層によって接着されており、上記第1ミラーの上面と上記第2ミラーの下面とは、これらの面の間に形成された厚みが均一な接着剤層によって接着されている、ことが好ましい。

[0084] 上記の構成によれば、上記特定の平面と上記第1ミラーの下面との間に形成された接着剤層が膨張又は収縮した場合でも、各所における膨張量又は収縮量が同一になる。このため、この接着剤層が膨張又は収縮した場合でも、上記第1ミラーは、上記特定の平面に直交する方向（接着剤層の厚み方向）に平行移動するだけであり、上記特定の平面と上記第1ミラーの下面との平行性が損なわれることはない。同様に、上記第1ミラーの上面と上記第2ミラーの下面との間に形成された接着剤層が膨張又は収縮した場合でも、上記第2ミラーは、上記第1ミラーの上面に直交する方向に平行移動するだけであり、上記第1ミラーの上面と上記第2ミラーの下面と平行性が損なわれることはない。したがって、これらの接着剤層の厚みが均一であれば、これらの接着剤層が収縮又は膨張した場合でも、出力ビームの伝播方向が傾いたり出力ビームの光軸の配置が崩れたりするといった事態の発生を回避することができる。なお、これらの接着剤層に生じ得る収縮又は膨張としては、接着剤を硬化する際に生じ得る硬化収縮や、接着剤を硬化した後に生じ得る熱膨張、熱収縮、膨潤などが想定される。

[0085] 本実施形態に係る導光装置においては、上記特定の平面と上記第1ミラーの下面との間に形成された接着剤層の厚み、及び、上記第1ミラーの上面と上記第2ミラーの下面との間に形成された接着剤層の厚みは、上記2連ミラーの寸法公差よりも小さい、ことが好ましい。

- [0086] 上記特定の平面と上記第1ミラーの下面との間に形成された接着剤層の厚み、及び、上記第1ミラーの上面と上記第2ミラーの下面との間に形成された接着剤層の厚みが薄くなるほど、これらの接着剤層が膨張又は収縮した場合に生じる厚みの変化量が小さくなり、その結果、上記特定の平面と上記第1ミラーの下面との平行性、及び、上記第1ミラーの上面と上記第2ミラーの下面との平行性が保たれ易くなる。したがって、上記の構成によれば、これらの接着剤層が膨張又は収縮した場合でも、接着剤層の厚みが均一であるか否かに依らず、上記特定の平面と上記第1ミラーの下面との平行性、及び、上記第1ミラーの上面と上記第2ミラーの下面との平行性が設計において許容された程度を下回ることはない。
- [0087] 本実施形態に係る製造方法は、上記導光装置を製造する製造方法であって、各入力ビームに対応する2連ミラーについて、第1ミラー及び第2ミラーの向きを、上記出力ビーム束を構成する各出力ビームの伝搬方向が特定の方向に一致するように調整する工程を含んでいる、ことを特徴とする。
- [0088] 上記の構成によれば、凸レンズなどによって精度良く集束することが可能な出力ビーム束を得ることができる。
- [0089] 本実施形態に係る製造方法において、各入力ビームに対応する2連ミラーについて、第1ミラー及び第2ミラーの位置を、上記出力ビーム束を構成する各出力ビームの光軸が特定の平面内に等間隔で並ぶように調整する工程を更に含んでいる、ことが好ましい。
- [0090] 上記の構成によれば、より精度良く集束することが可能な出力ビーム束を得ることができる。
- [0091] 本実施形態に係るLDモジュールは、複数のLD素子と、上記複数のLD素子の各々から出射されたレーザビームからなる入力ビーム束を複数の出力ビームからなる出力ビーム束に変換する導光装置とを備えたLDモジュールにおいて、上記導光装置は、各LD素子に対応する2連ミラーであって、他のLD素子に対応する2連ミラーから分離された2連ミラーを備えており、各LD素子に対応する2連ミラーは、特定の平面上に載置された第1ミラー

と、該第1ミラー上に載置された第2ミラーとにより構成されており、上記第1ミラーは、対応するLD素子から出射されたレーザビームを反射する第1反射面であって、上記特定の平面との成す角が $\theta_1$ となる第1反射面を有しており、上記第2ミラーは、上記第1反射面にて反射されたレーザビームを反射する第2反射面であって、上記特定の平面との成す角が $\theta_2$ となる第2反射面を有しており、上記レーザビームと上記出力ビームとの成す角を $\theta_{angle}$ 、上記レーザビームの光軸と上記特定の平面の法線との成す角を $\phi_1$ 、上記出力ビームの光軸と上記特定の平面の法線との成す角を $\phi_2$ 、上記第1反射面の法線ベクトルの上記特定の平面への正射影が上記レーザビームの光軸の上記特定の平面への正射影と平行になる向きを基準の向きとして上記第1ミラーを当該基準の向きから上記特定の平面の法線を軸に回転させる回転角を $\theta_{1y}$ 、上記第2反射面の法線ベクトルの上記特定の平面への正射影が上記レーザビームの光軸の上記特定の平面への正射影と直交する向きを基準の向きとして上記第2ミラーを当該基準の向きから上記特定の平面の法線を軸に回転させる回転角を $\theta_{2y}$ として、上記 $\theta_1$ は、 $(90^\circ - \theta_{angle}) = -\theta_{2y} \times 2 - (90^\circ - \phi_1) \times 2 - (90^\circ - \theta_1 \times 2)$ を満たし、上記 $\theta_2$ は、 $(90^\circ - \phi_2) = -\theta_{1y} \times 2 - (90^\circ - \theta_2 \times 2)$ を満たす、ことを特徴とする。

[0092] 上記導光装置を備えることによって、高出力化及び高効率化が可能なLDモジュールを実現することができる。

[0093] 本実施形態に係るLDモジュールにおいて、上記出力ビーム束を光ファイバの入射端面に集束する集束レンズを更に備えており、各LDに対応する2連ミラーについて、第1ミラー及び第2ミラーの向きは、上記出力ビーム束を構成する各出力ビームの伝搬方向が特定の方向に一致するように調整されており、第1ミラー及び第2ミラーの位置は、上記出力ビーム束を構成する各出力ビームの光軸が特定の平面内に等間隔で並ぶように調整されている、ことが好ましい。

[0094] 上記の構成によれば、精度良く集束することが可能な出力ビーム束を生成することができる。

- [0095] なお、本明細書には、以下の発明も記載されている。
- [0096] すなわち、本実施形態に係る導光装置は、複数の入力ビームからなる入力ビーム束を複数の出力ビームからなる出力ビーム束に変換する導光装置において、各入力ビームに対応する2連ミラーであって、他の入力ビームに対応する2連ミラーから分離された2連ミラーを備えており、各入力ビームに対応する2連ミラーは、特定の平面上に載置された第1ミラーと、該第1ミラー上に載置された第2ミラーとにより構成されており、上記第1ミラーは、入力ビームを反射する第1反射面であって、その法線と上記特定の平面の法線との成す角が $45^{\circ}$ となる第1反射面を有しており、上記第2ミラーは、上記第1反射面にて反射された入力ビームを反射する第2反射面であって、その法線と上記特定の平面の法線との成す角が $135^{\circ}$ となる第2反射面を有している、ことを特徴とする。
- [0097] 上記の構成においては、各入力ビームを反射する第1反射面が特定の平面上に載置された第1ミラーに設けられ、第1反射面にて反射された入力ビームを反射する第2反射面が第1ミラー上に載置された第2ミラーに設けられている。このため、第1ミラー及び第2ミラーをそれぞれ回動させることによって、出力ビームの伝搬方向を自由に調整することができる。例えば、入力ビームの伝搬方向に傾きがあっても、出力ビームの伝搬方向を所定の方向に調整することができる。また、第1ミラー及び第2ミラーをそれぞれ摺動させることによって、出力ビームの光軸位置も自由に調整することができる。
- [0098] しかも、上記の構成においては、各入力ビームに対応する2連ミラーが他の入力ビームに対応する2連ミラーから分離されている。したがって、各出力ビームの伝搬方向の調整を互いに独立に行うことができる。したがって、入力ビームの伝搬方向にばらつきがあっても、出力ビームの伝搬方向を所定の方向に調整することができる。また、各出力ビームの光軸位置の調整も互いに独立に行うことができる。
- [0099] 上記導光装置を製造する製造方法も本実施形態の範疇に含まれる。

[0100] 各入力ビームに対応する2連ミラーについて、第1ミラー及び第2ミラーの向きを、上記出力ビーム束を構成する各出力ビームの伝搬方向が特定の方向に一致するように調整する工程を含めることによって、或いは、各入力ビームに対応する2連ミラーについて、第1ミラー及び第2ミラーの位置を、上記出力ビーム束を構成する各出力ビームの光軸が特定の平面内に等間隔で並ぶように調整する工程を更に含めることによって、精度良く集束することが可能な出力ビーム束を生成する導光装置を製造することができる。

[0101] 上記導光装置を備えたLDモジュールも本実施形態の範疇に含まれる。

[0102] 上記導光装置を備えることによって、高出力化及び高効率化が可能なLDモジュールを実現することができる。

[0103] [付記事項]

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。すなわち、請求項に示した範囲で適宜変更した技術的手段を組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

### 産業上の利用可能性

[0104] 本発明は、LDモジュールに好適に利用することができる。特に、LDチップを光源とするLDモジュールに好適に利用することができる。

### 符号の説明

|        |            |            |
|--------|------------|------------|
| [0105] | 1          | LDモジュール    |
|        | LD1~LD10   | LDチップ      |
|        | FAC1~FAC10 | F軸コリメートレンズ |
|        | SAC1~SAC10 | S軸コリメートレンズ |
|        | M1~M10     | 2連ミラー      |
|        | Mi1        | 第1ミラー      |
|        | S1         | 反射面(第1反射面) |
|        | Mi2        | 第2ミラー      |
|        | S2         | 反射面(第2反射面) |

|     |          |
|-----|----------|
| B   | 基板       |
| F L | F 軸集光レンズ |
| S L | S 軸集光レンズ |

## 請求の範囲

[請求項1]

複数の入力ビームからなる入力ビーム束を複数の出力ビームからなる出力ビーム束に変換する導光装置において、

各入力ビームに対応する2連ミラーであって、他の入力ビームに対応する2連ミラーから分離された2連ミラーを備えており、

各入力ビームに対応する2連ミラーは、特定の平面上に載置された第1ミラーと、該第1ミラー上に載置された第2ミラーとにより構成されており、

上記第1ミラーは、入力ビームを反射する第1反射面であって、上記特定の平面との成す角が $\theta 1$ となる第1反射面を有しており、

上記第2ミラーは、上記第1反射面にて反射された入力ビームを反射する第2反射面であって、上記特定の平面との成す角が $\theta 2$ となる第2反射面を有しており、

上記入力ビームと上記出力ビームとの成す角を $\theta \text{ angle}$ 、上記入力ビームの光軸と上記特定の平面の法線との成す角を $\phi 1$ 、上記出力ビームの光軸と上記特定の平面の法線との成す角を $\phi 2$ 、上記第1反射面の法線ベクトルの上記特定の平面への正射影が上記入力ビームの光軸の上記特定の平面への正射影と平行になる向きを基準の向きとして上記第1ミラーを当該基準の向きから上記特定の平面の法線を軸に回転させる回転角を $\theta 1y$ 、上記第2反射面の法線ベクトルの上記特定の平面への正射影が上記入力ビームの光軸の上記特定の平面への正射影と直交する向きを基準の向きとして上記第2ミラーを当該基準の向きから上記特定の平面の法線を軸に回転させる回転角を $\theta 2y$ として、

上記 $\theta 1$ は、 $(90^\circ - \theta \text{ angle}) = -\theta 2y \times 2 - (90^\circ - \phi 1) \times 2 - (90^\circ - \theta 1 \times 2)$ を満たし、上記 $\theta 2$ は、 $(90^\circ - \phi 2) = -\theta 1y \times 2 - (90^\circ - \theta 2 \times 2)$ を満たす、

ことを特徴とする導光装置。

[請求項2]

各入力ビームに対応する2連ミラーについて、第1ミラー及び第2

ミラーの向きは、上記出力ビーム束を構成する各出力ビームの伝搬方向が特定の方向に一致するように調整されている、ことを特徴とする請求項1に記載の導光装置。

[請求項3] 各入力ビームに対応する2連ミラーについて、第1ミラー及び第2ミラーの位置は、上記出力ビーム束を構成する各出力ビームの光軸が特定の平面内に等間隔で並ぶように調整されている、ことを特徴とする請求項2に記載の導光装置。

[請求項4] 上記特定の平面と上記第1ミラーの下面とは、これらの面の間に形成された厚みが均一な接着剤層によって接着されており、  
上記第1ミラーの上面と上記第2ミラーの下面とは、これらの面の間に形成された厚みが均一な接着剤層によって接着されている、ことを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載の導光装置。

[請求項5] 上記特定の平面と上記第1ミラーの下面との間に形成された接着剤層の厚み、及び、上記第1ミラーの上面と上記第2ミラーの下面との間に形成された接着剤層の厚みは、上記2連ミラーの寸法公差よりも小さい、ことを特徴とする請求項1～4の何れか1項に記載の導光装置。

[請求項6] 請求項1に記載の導光装置を製造する製造方法であって、  
各入力ビームに対応する2連ミラーについて、第1ミラー及び第2ミラーの向きを、上記出力ビーム束を構成する各出力ビームの伝搬方向が特定の方向に一致するように調整する工程を含んでいる、ことを特徴とする製造方法。

[請求項7] 各入力ビームに対応する2連ミラーについて、第1ミラー及び第2ミラーの位置を、上記出力ビーム束を構成する各出力ビームの光軸が特定の平面内に等間隔で並ぶように調整する工程を更に含んでいる、ことを特徴とする請求項6に記載の製造方法。

[請求項8] 複数のLD素子と、上記複数のLD素子の各々から出射されたレーザービームからなる入力ビーム束を複数の出力ビームからなる出力ビー

ム束に変換する導光装置とを備えたLDモジュールにおいて、

上記導光装置は、各LD素子に対応する2連ミラーであって、他のLD素子に対応する2連ミラーから分離された2連ミラーを備えており、

各LD素子に対応する2連ミラーは、特定の平面上に載置された第1ミラーと、該第1ミラー上に載置された第2ミラーとにより構成されており、

上記第1ミラーは、対応するLD素子から出射されたレーザビームを反射する第1反射面であって、上記特定の平面との成す角が $\theta 1$ となる第1反射面を有しており、

上記第2ミラーは、上記第1反射面にて反射されたレーザビームを反射する第2反射面であって、上記特定の平面との成す角が $\theta 2$ となる第2反射面を有しており、

上記レーザビームと上記出力ビームとの成す角を $\theta \text{angle}$ 、上記レーザビームの光軸と上記特定の平面の法線との成す角を $\phi 1$ 、上記出力ビームの光軸と上記特定の平面の法線との成す角を $\phi 2$ 、上記第1反射面の法線ベクトルの上記特定の平面への正射影が上記レーザビームの光軸の上記特定の平面への正射影と平行になる向きを基準の向きとして上記第1ミラーを当該基準の向きから上記特定の平面の法線を軸に回転させる回転角を $\theta 1y$ 、上記第2反射面の法線ベクトルの上記特定の平面への正射影が上記レーザビームの光軸の上記特定の平面への正射影と直交する向きを基準の向きとして上記第2ミラーを当該基準の向きから上記特定の平面の法線を軸に回転させる回転角を $\theta 2y$ として、

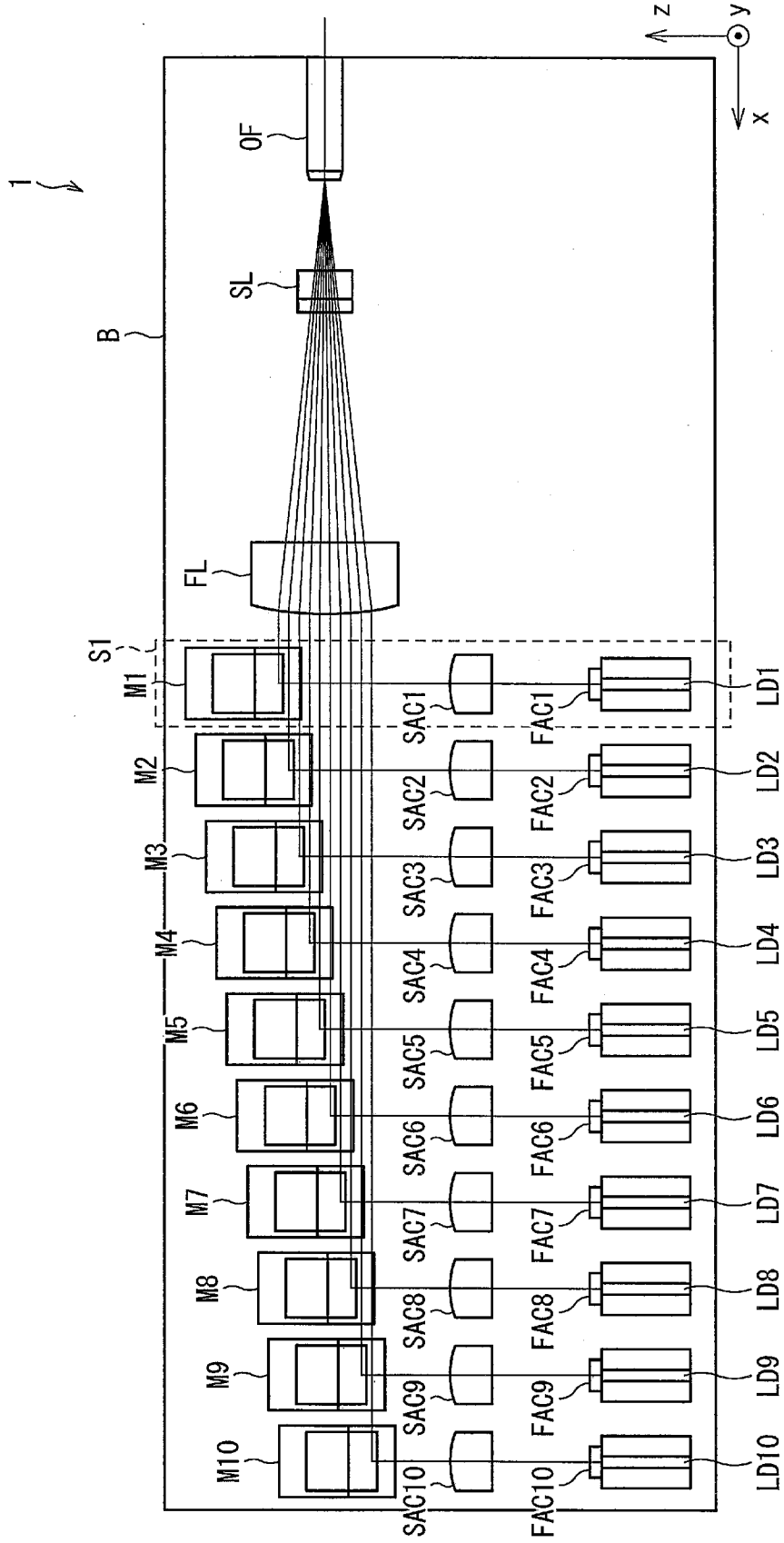
上記 $\theta 1$ は、 $(90^\circ - \theta \text{angle}) = -\theta 2y \times 2 - (90^\circ - \phi 1) \times 2 - (90^\circ - \theta 1 \times 2)$ を満たし、上記 $\theta 2$ は、 $(90^\circ - \phi 2) = -\theta 1y \times 2 - (90^\circ - \theta 2 \times 2)$ を満たす、ことを特徴とするLDモジュール。

[請求項9] 上記出力ビーム束を光ファイバの入射端面に集束する集束レンズを更に備えており、

各LDに対応する2連ミラーについて、第1ミラー及び第2ミラーの向きは、上記出力ビーム束を構成する各出力ビームの伝搬方向が特定の方向に一致するように調整されており、第1ミラー及び第2ミラーの位置は、上記出力ビーム束を構成する各出力ビームの光軸が特定の平面内に等間隔で並ぶように調整されている、  
ことを特徴とする請求項8に記載のLDモジュール。

図1

図 1



[図2]

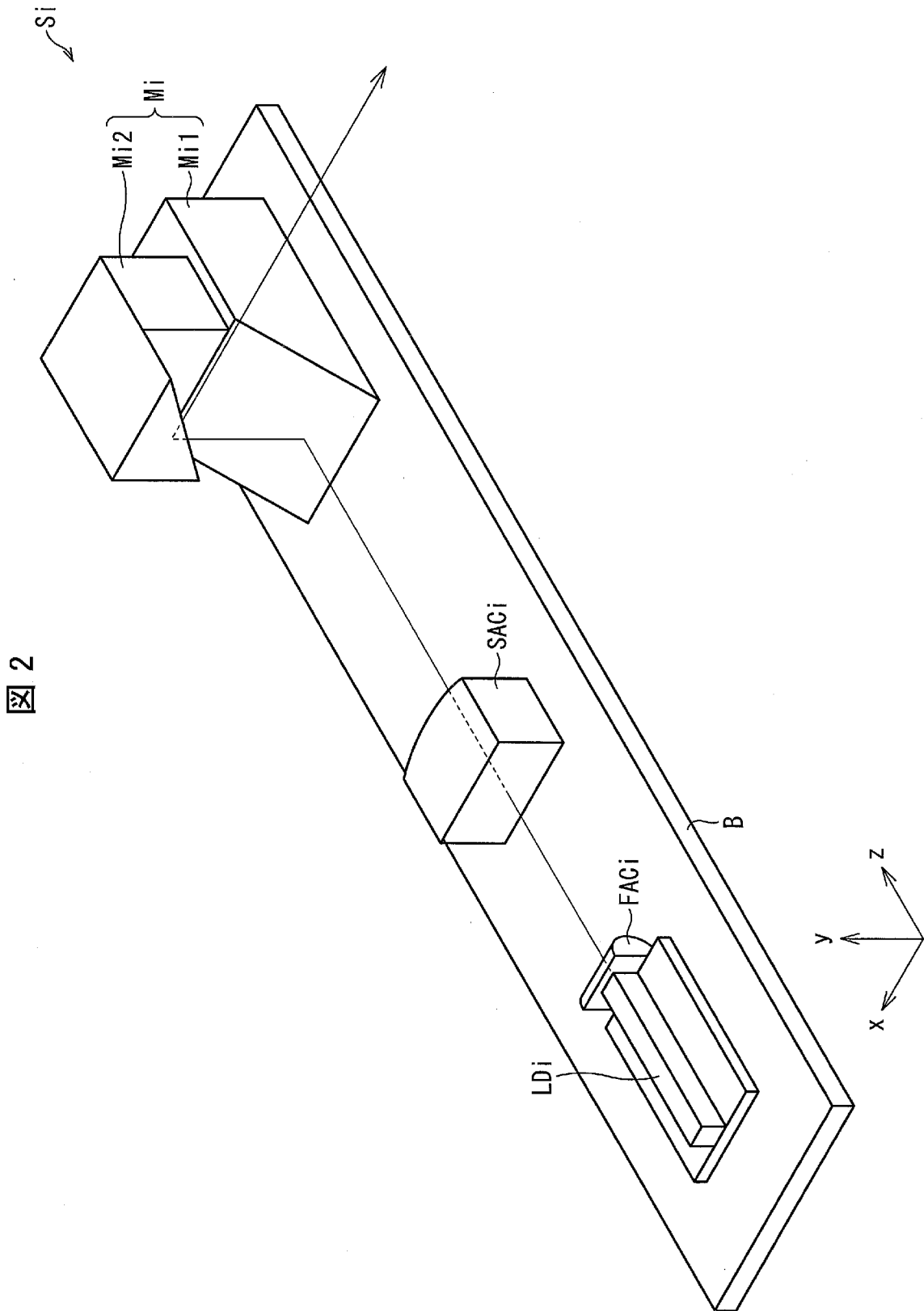
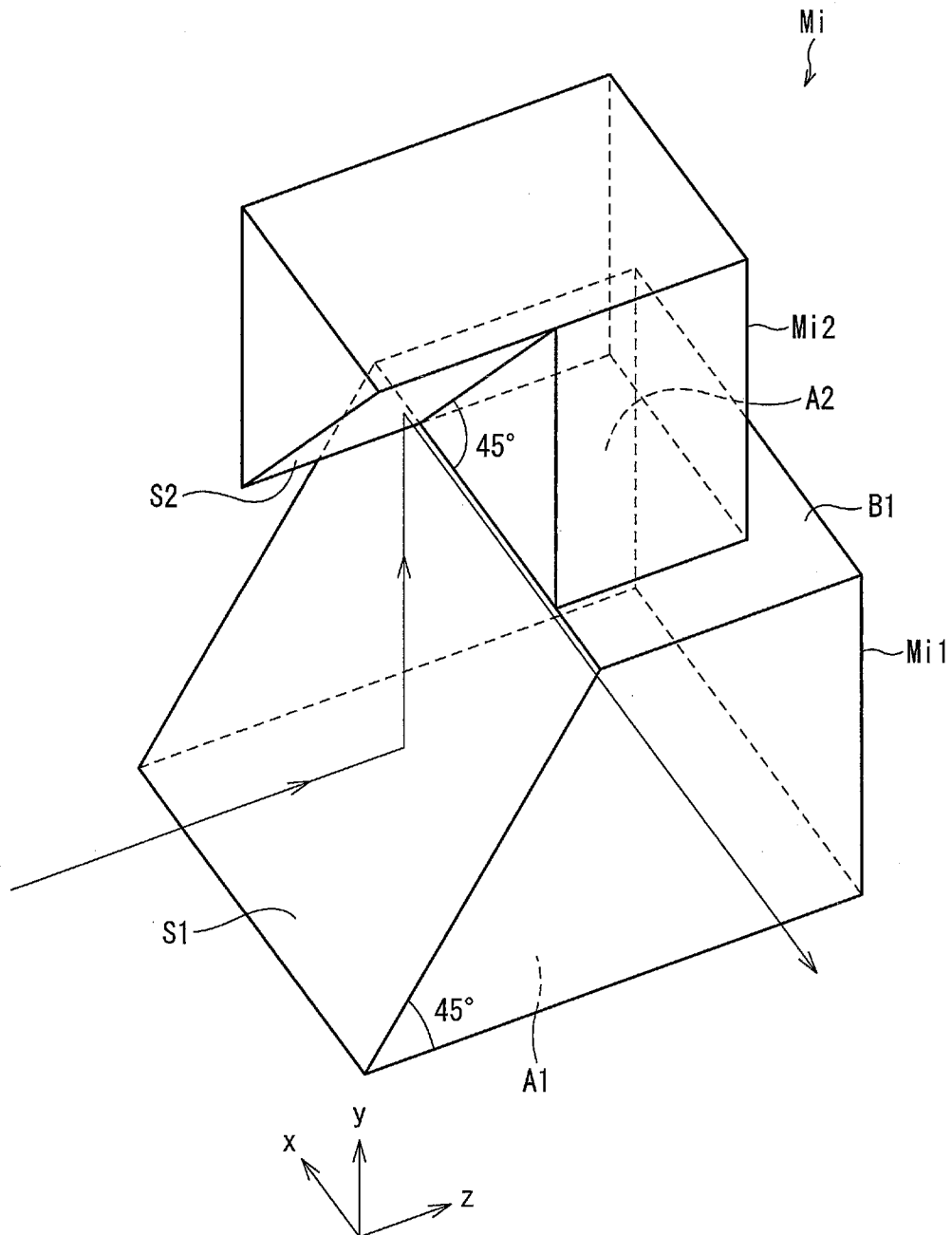


図 2

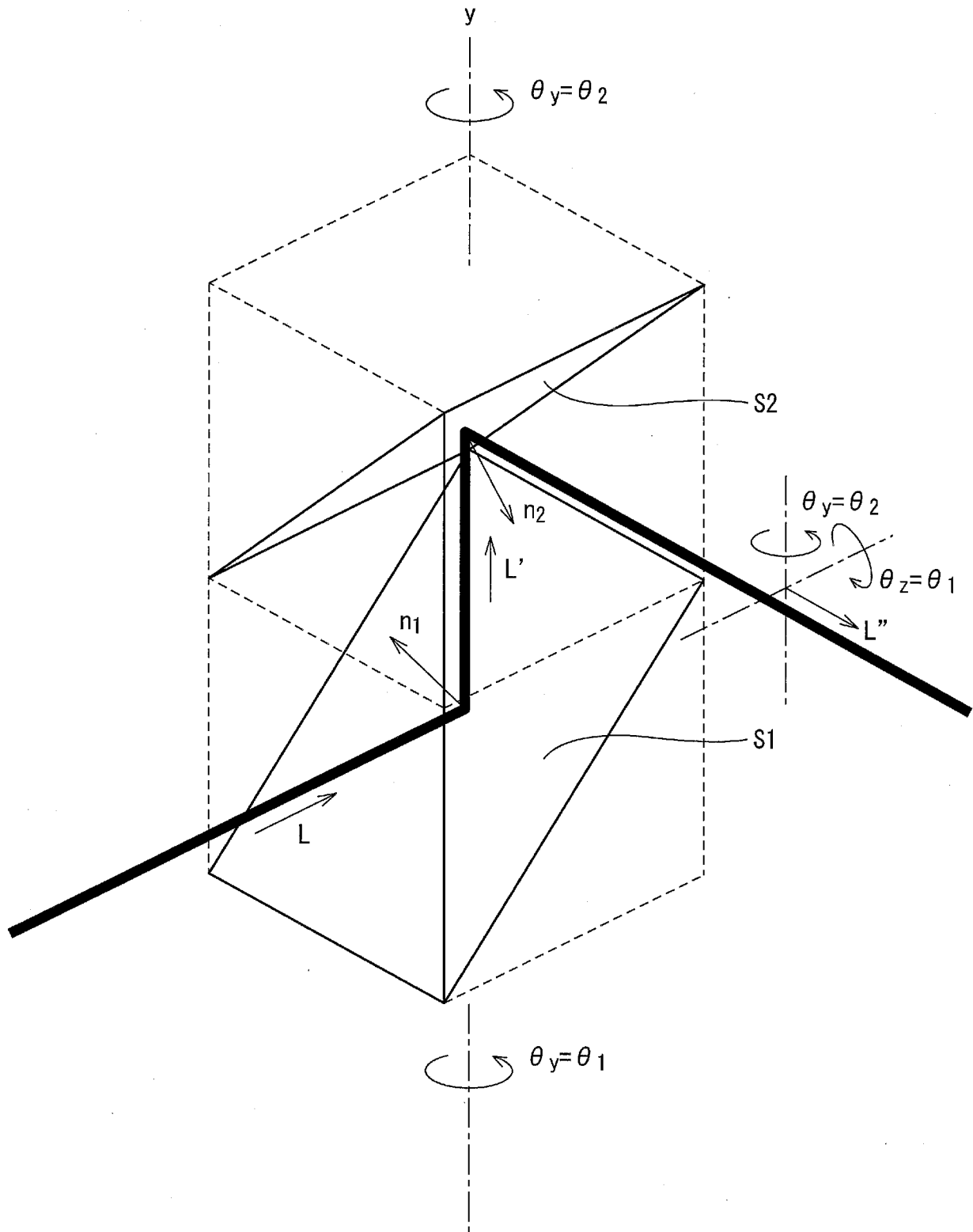
[図3]

図 3



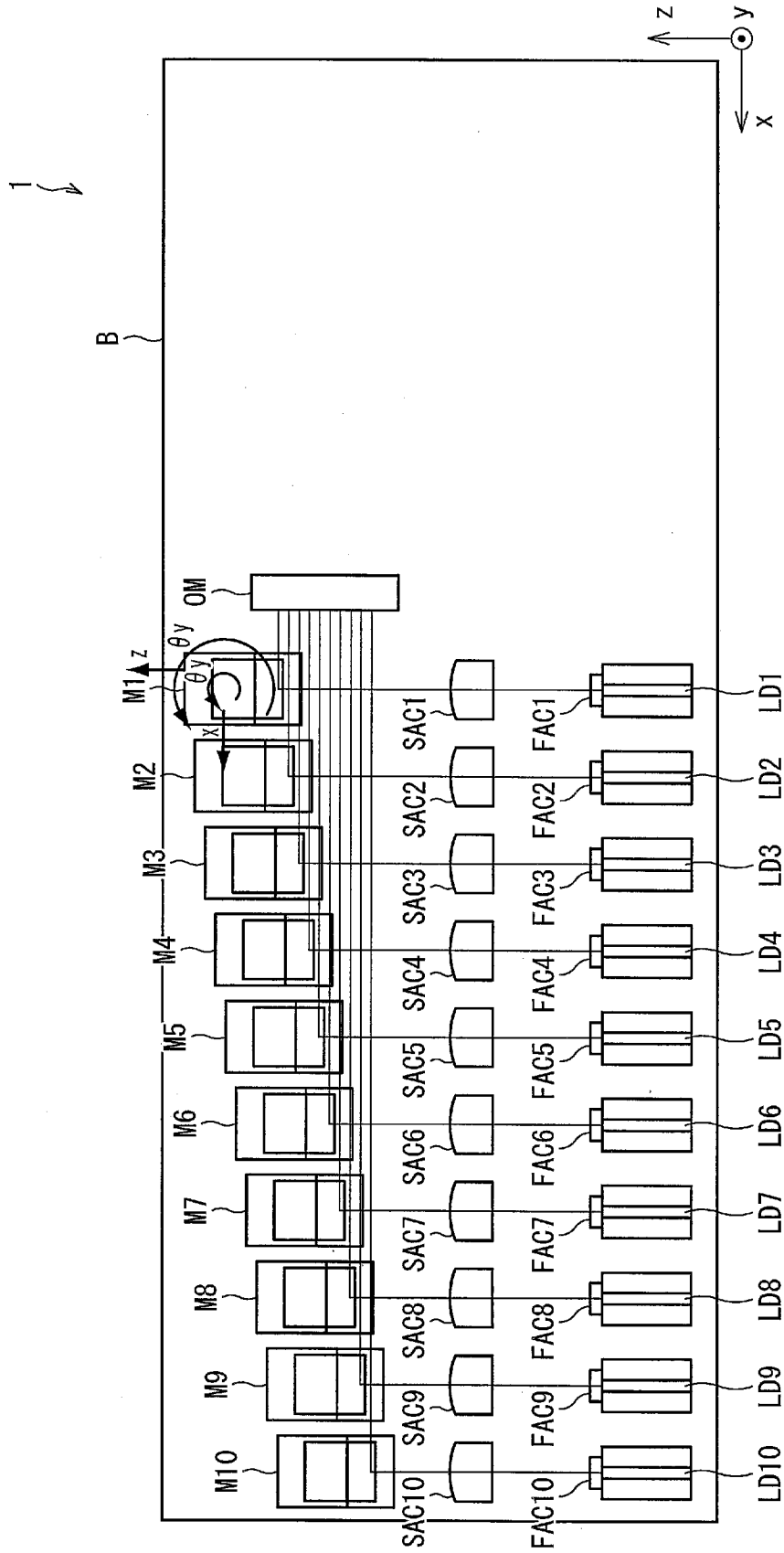
[図4]

図 4

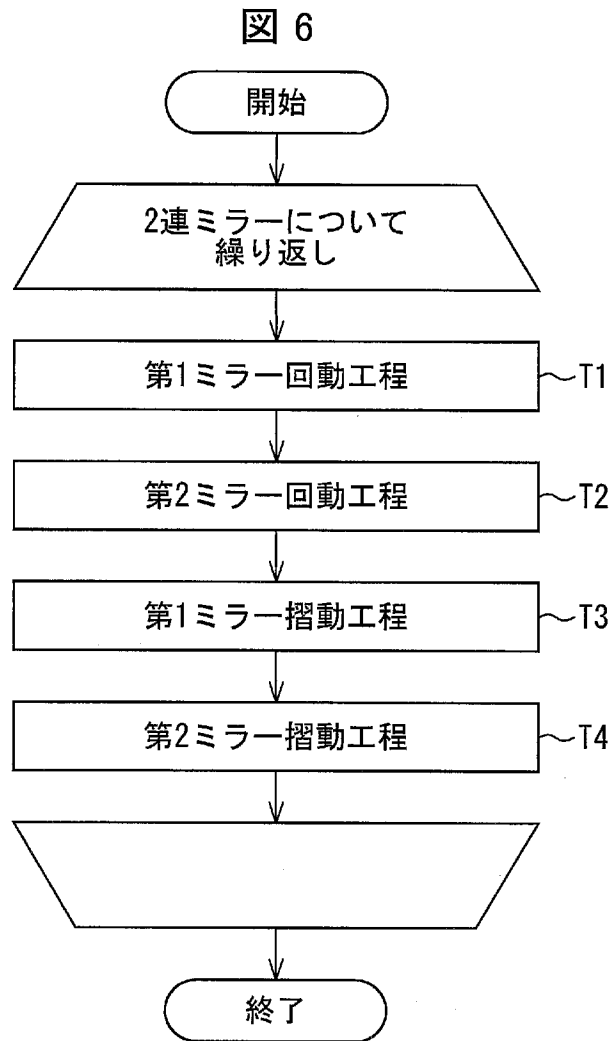


[図5]

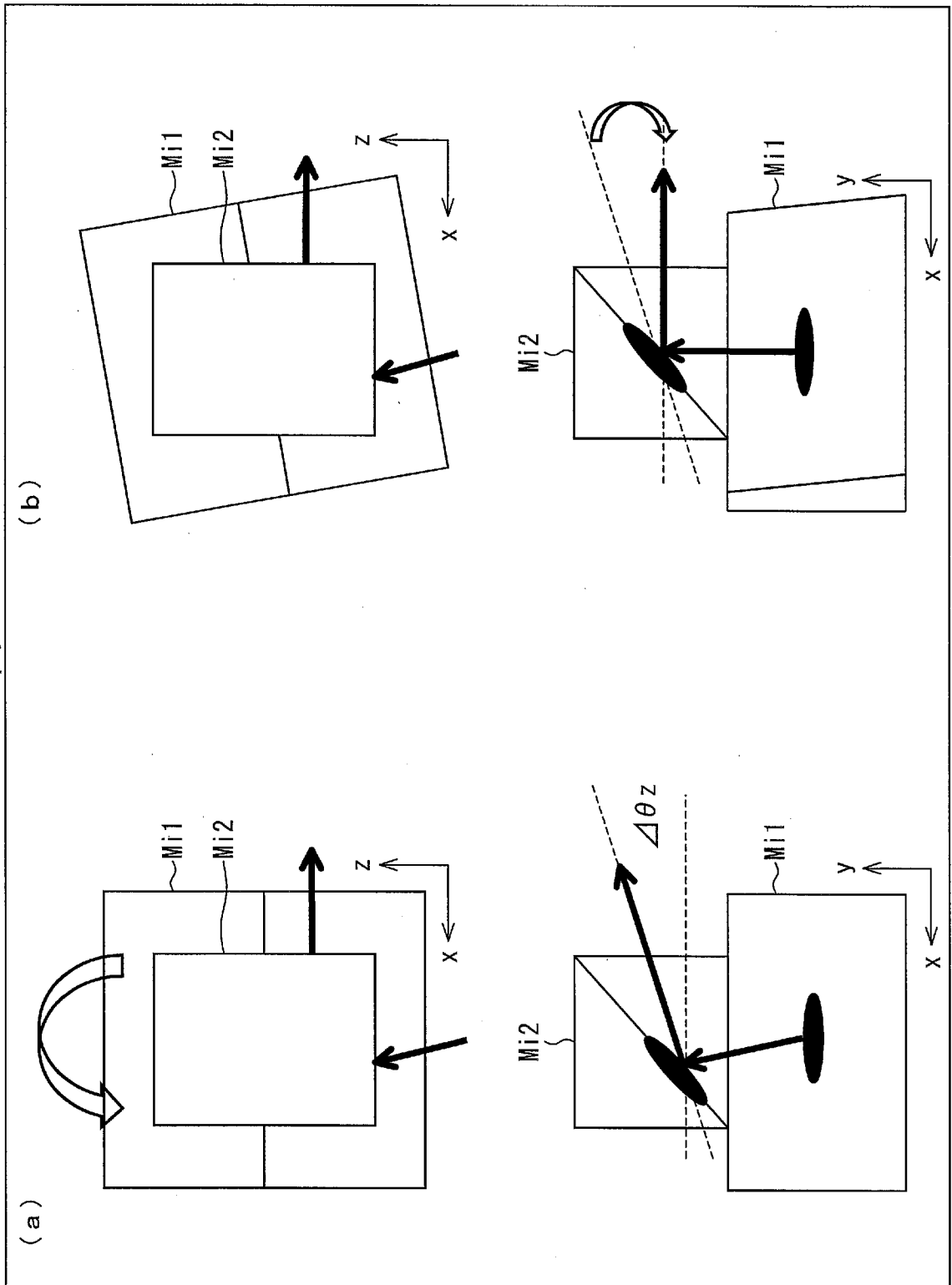
図 5



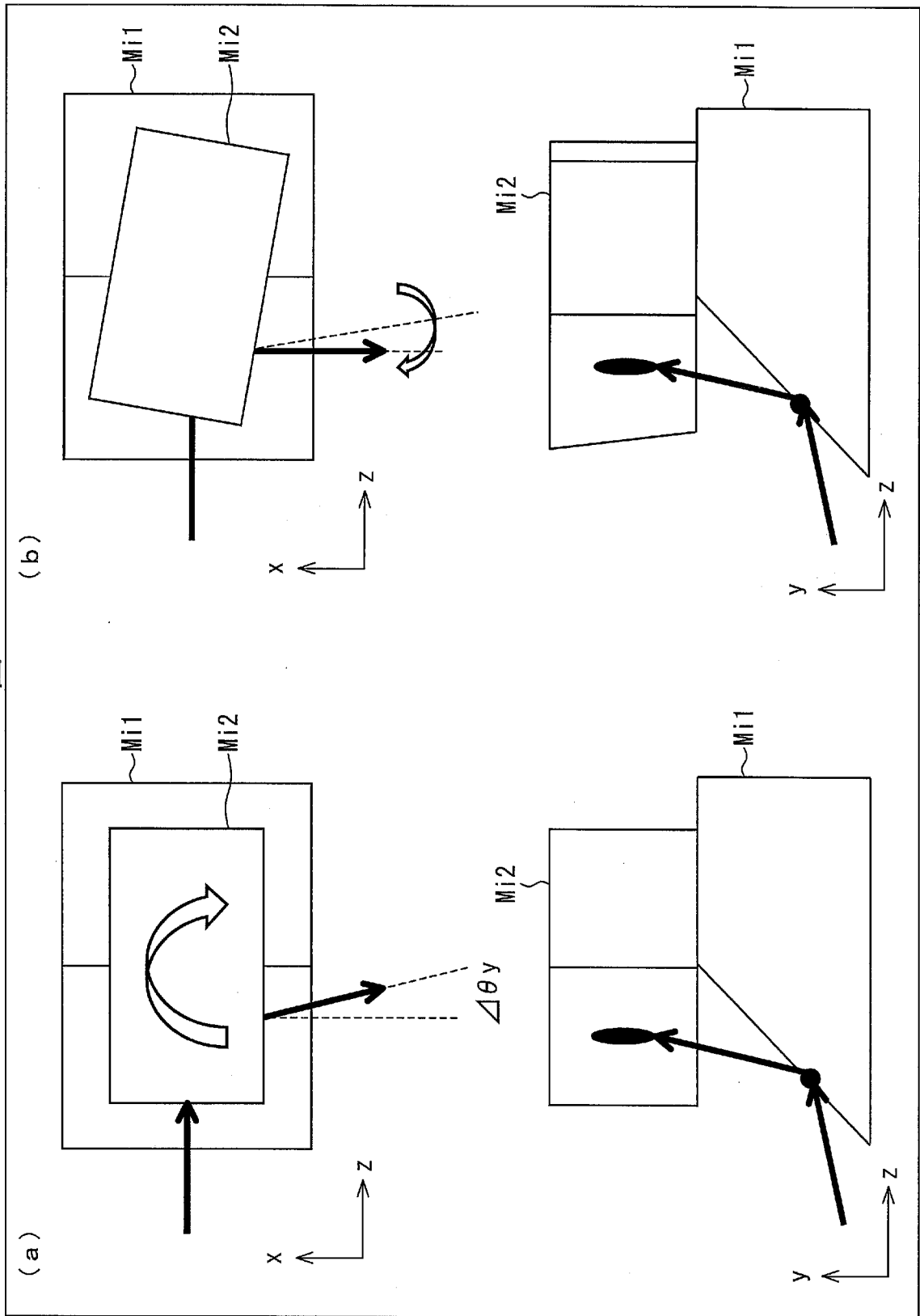
[図6]



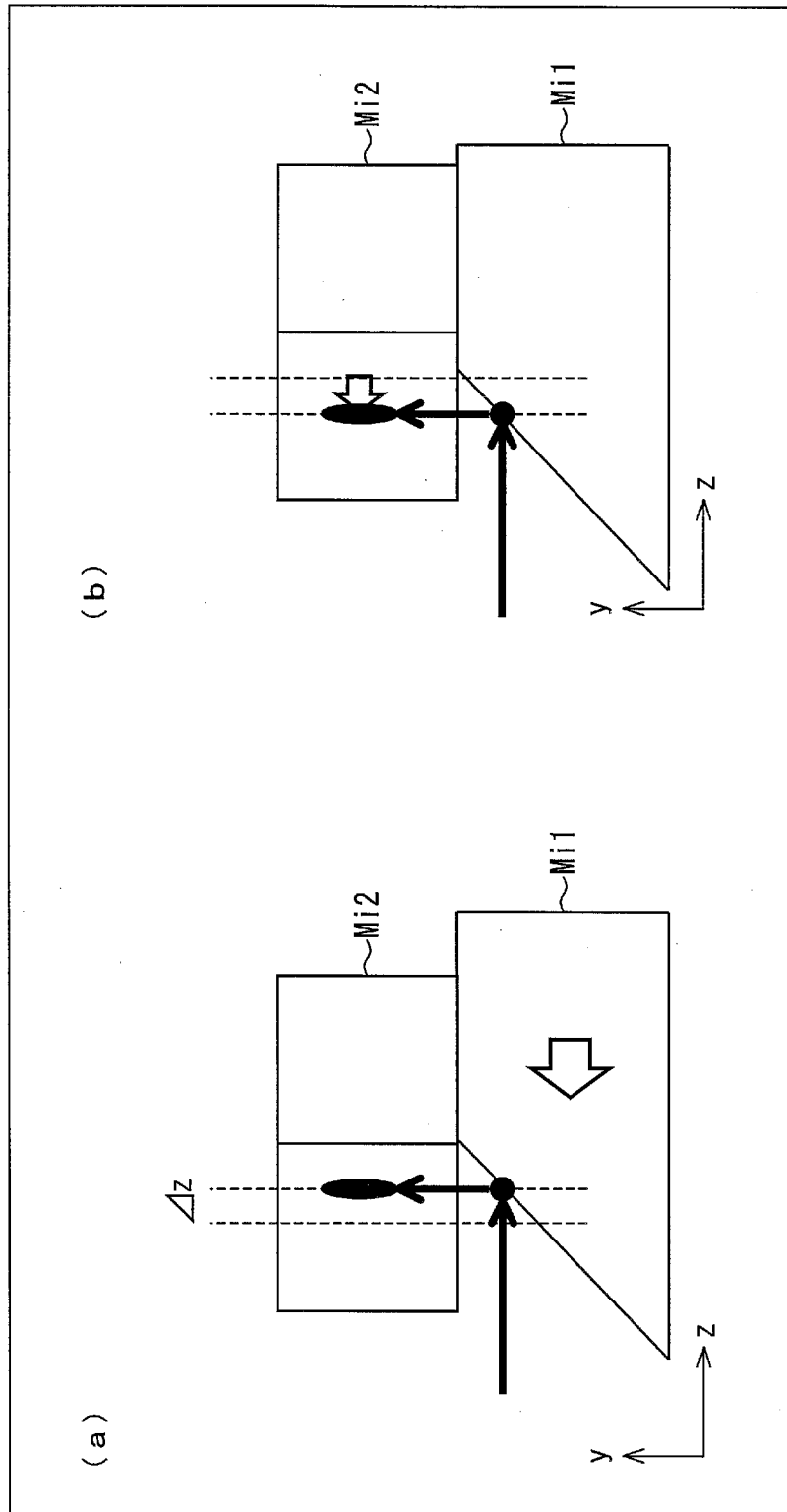
[図7]



[図8]

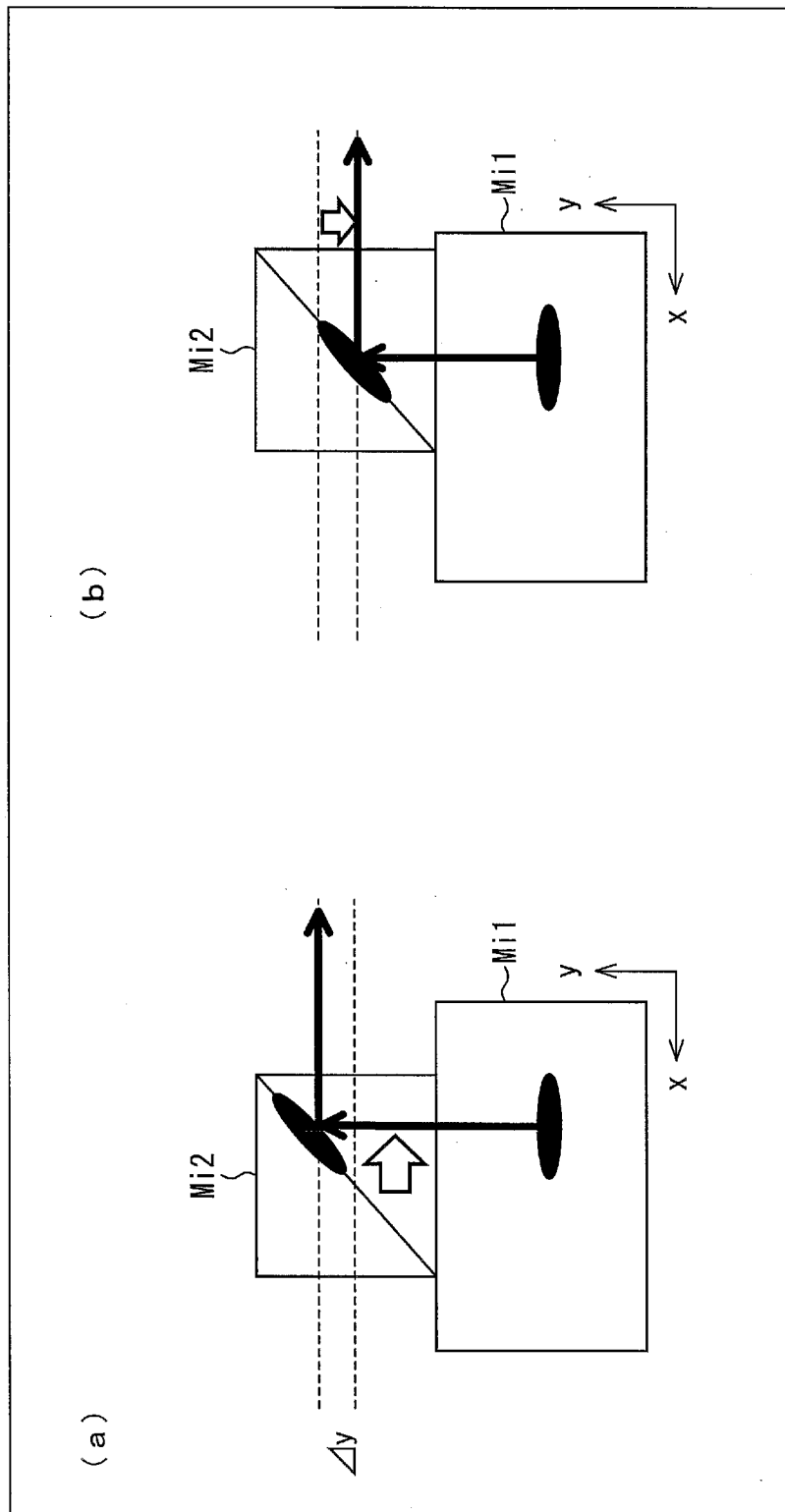


[図9]



[図9]

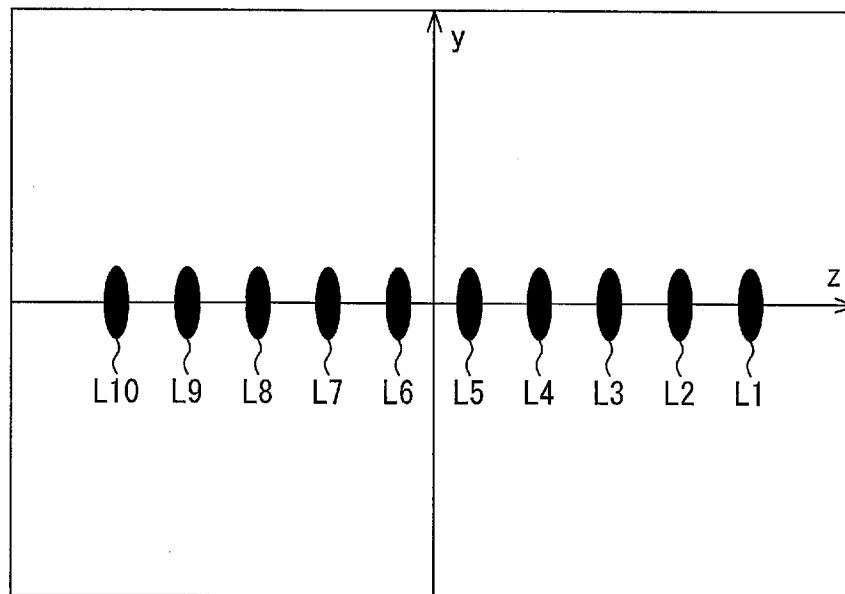
[図10]



[図10]

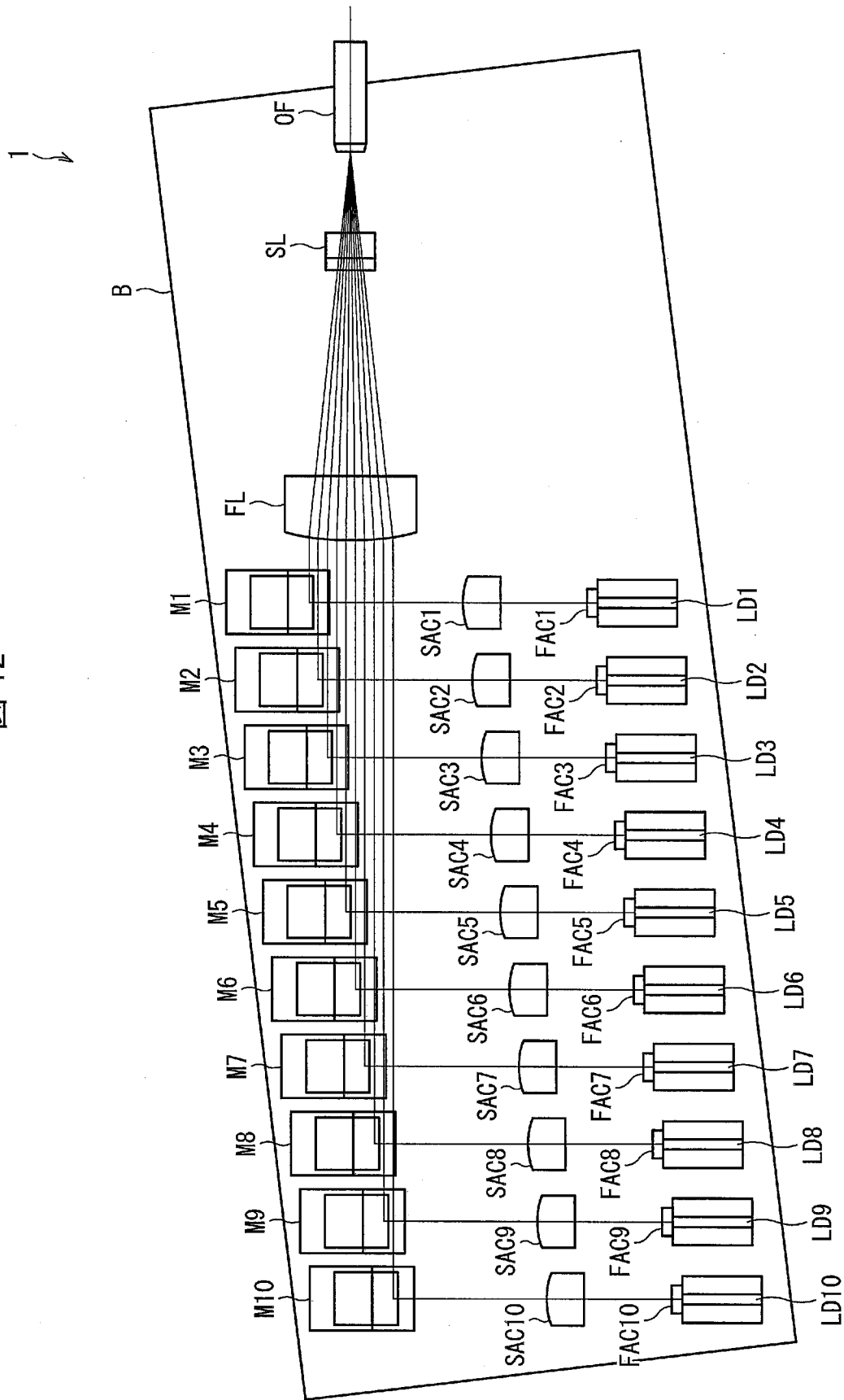
[図11]

図 11



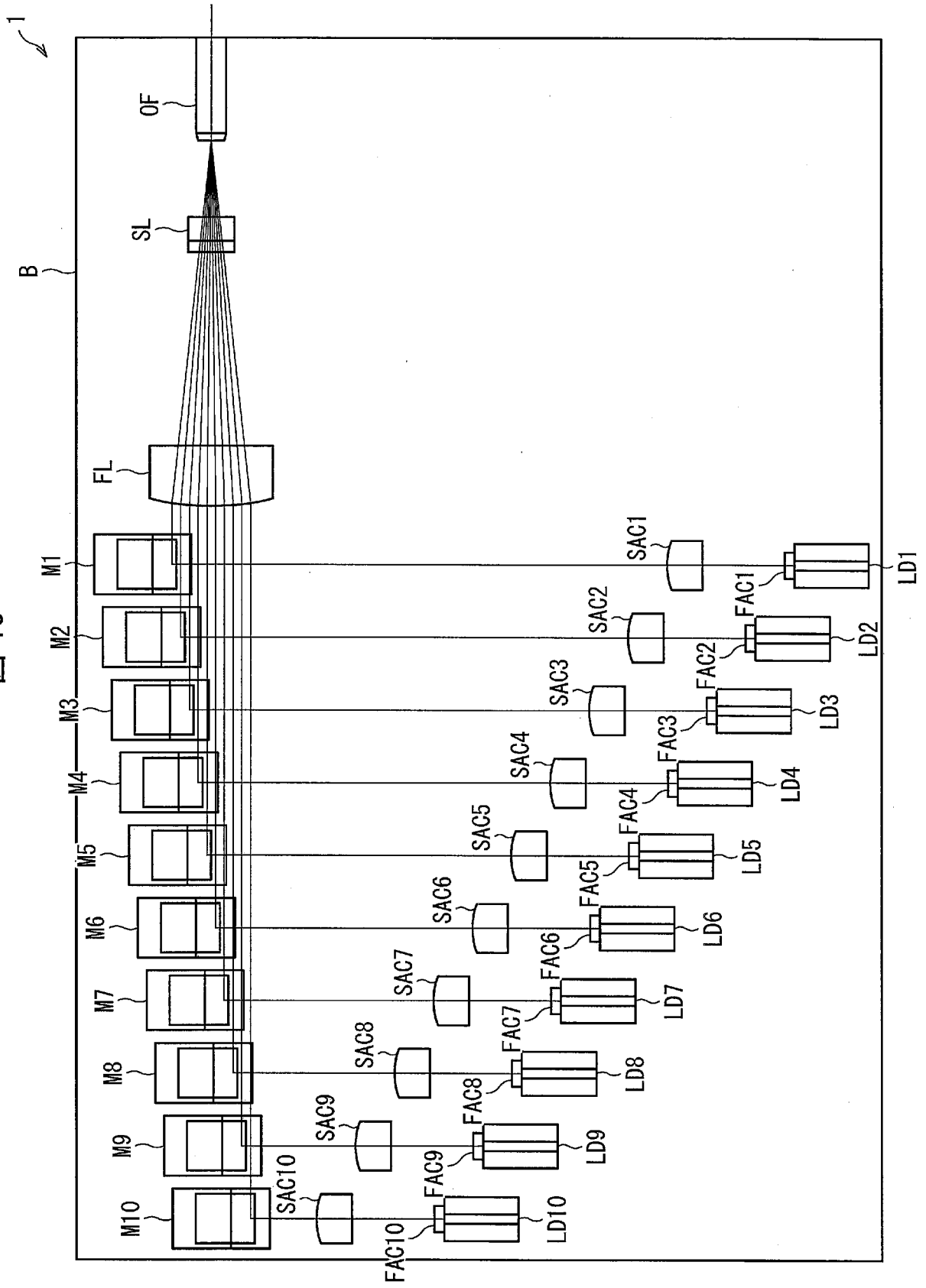
[図12]

図 12

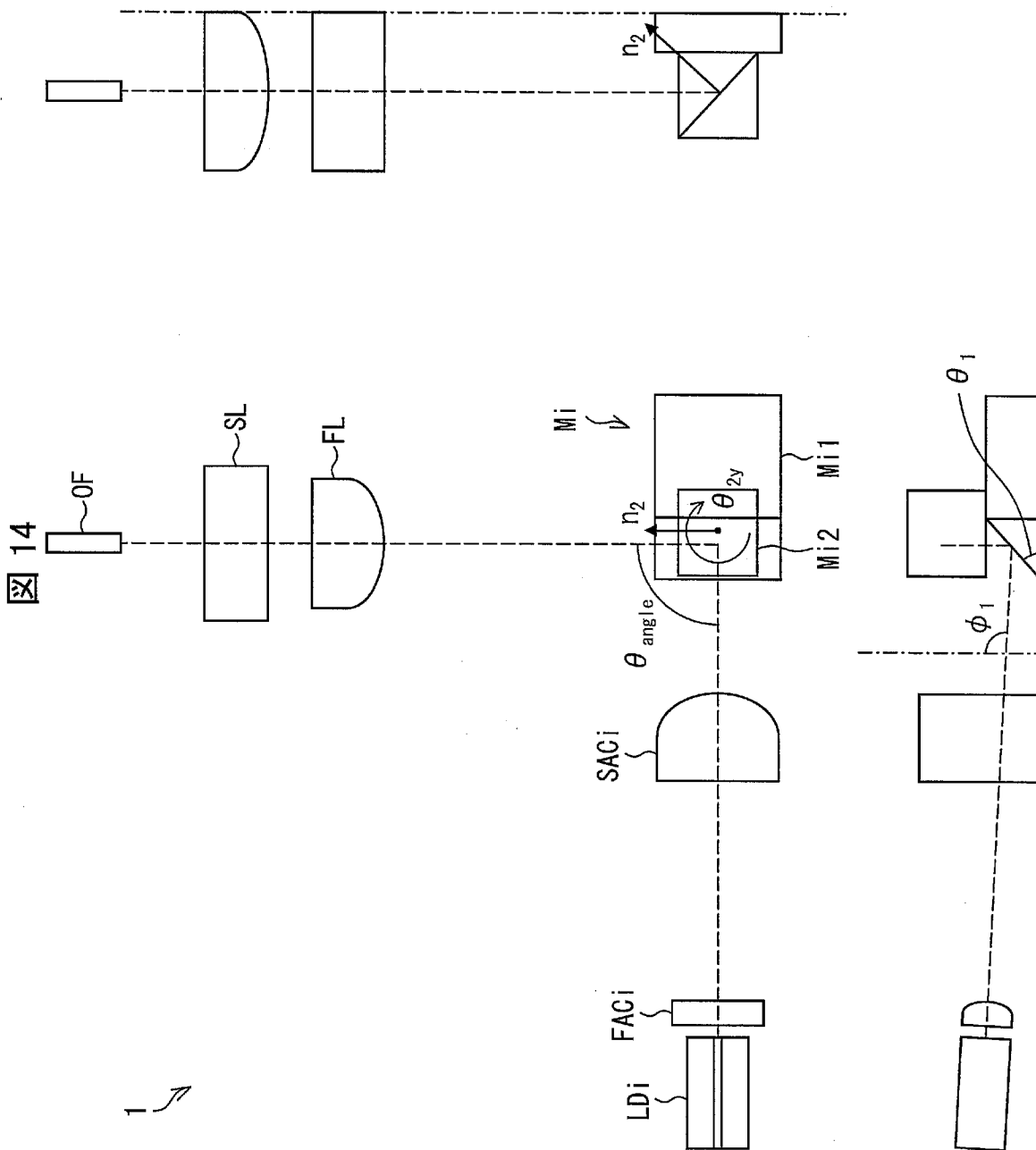


[図13]

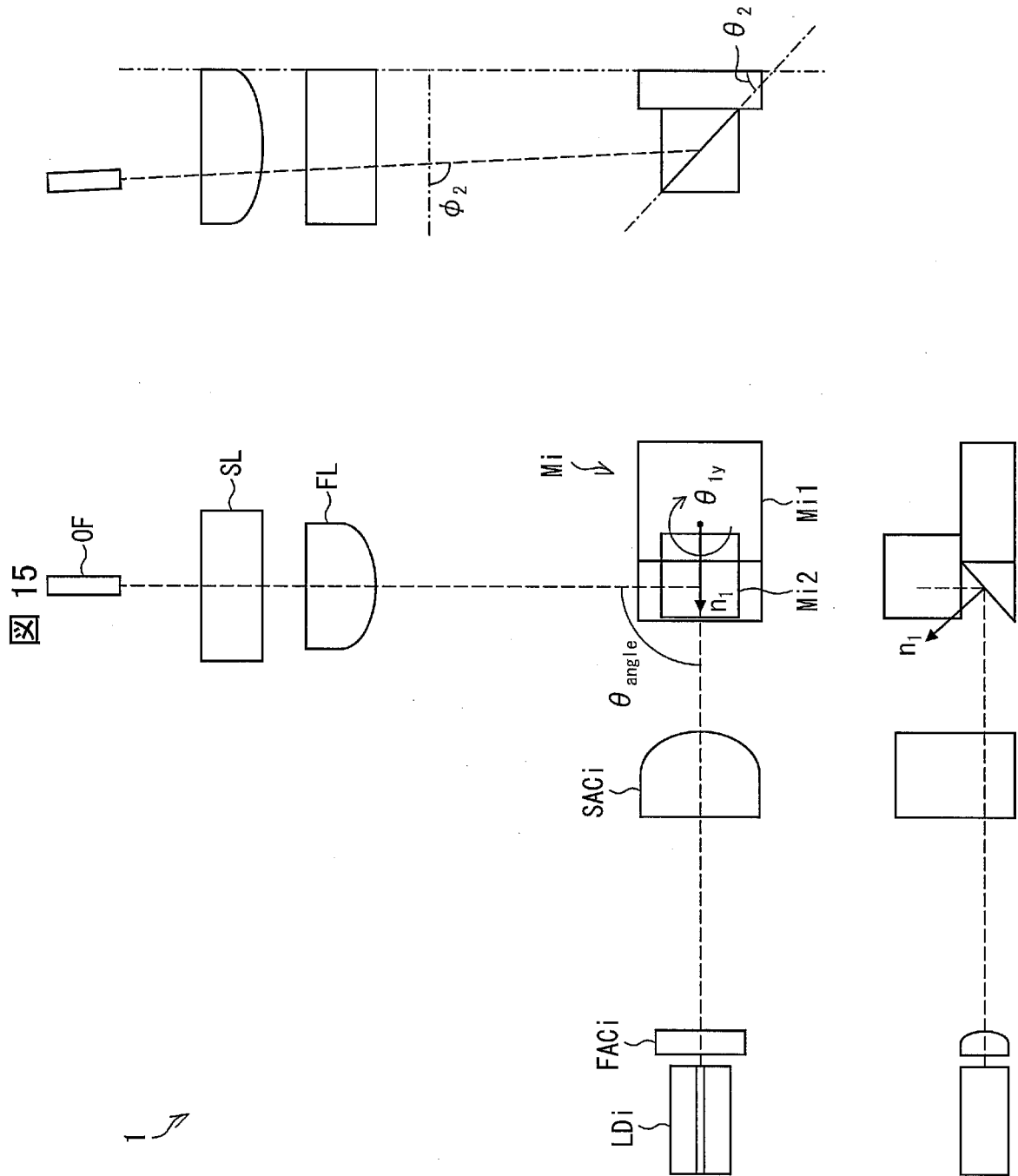
図 13



[図14]

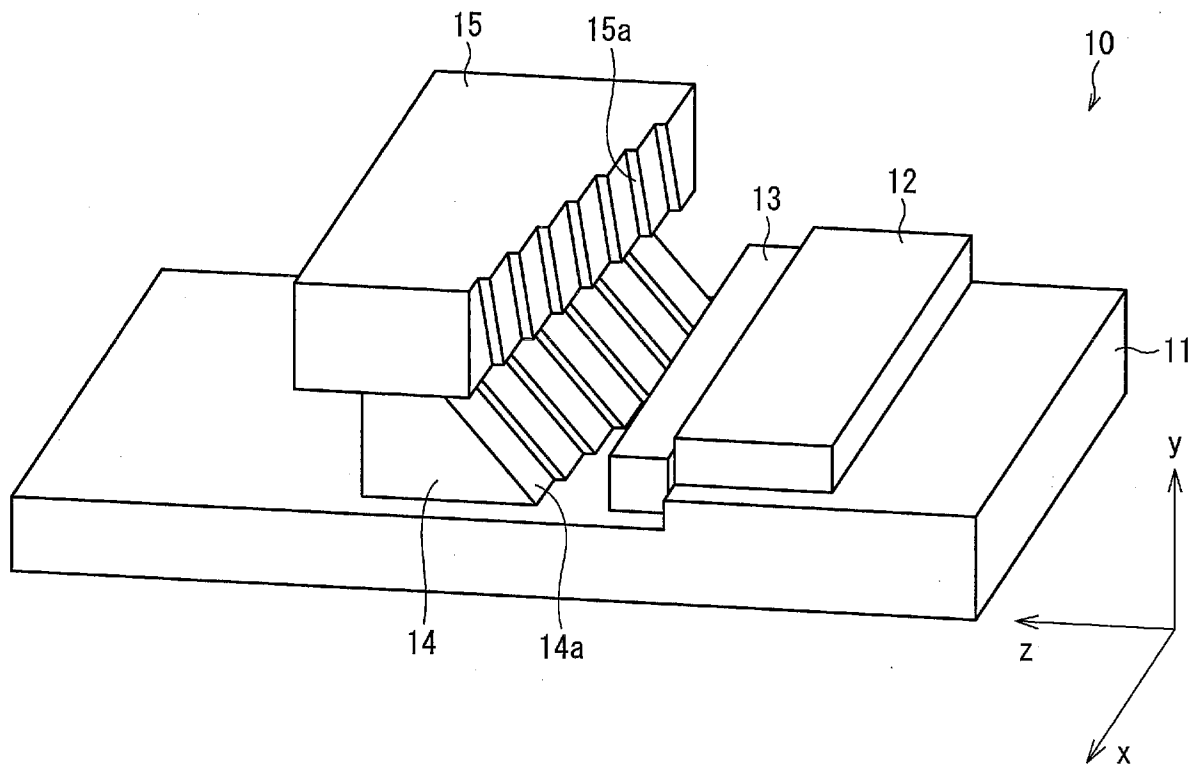


[図15]



[図16]

図 16



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2014/077505

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G02B6/42(2006.01)i, G02B27/10(2006.01)i, H01S5/40(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)  
G02B6/42, G02B27/10, H01S5/40, G02B5/08, G02B17/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X         | JP 2004-252428 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.),<br>09 September 2004 (09.09.2004),<br>paragraphs [0086] to [0093]; fig. 12, 13<br>& US 2004/0252388 A1 & KR 10-2004-0070097 A<br>& CN 1521963 A & TW 279051 B | 1-9                   |

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 application or patent 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<br>08 December 2014 (08.12.14) | Date of mailing of the international search report<br>22 December 2014 (22.12.14) |
|--|---|

|   |                    |
|---|--------------------|
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office | Authorized officer |
| Facsimile No.   | Telephone No.      |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. G02B6/42(2006.01)i, G02B27/10(2006.01)i, H01S5/40(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. G02B6/42, G02B27/10, H01S5/40, G02B5/08, G02B17/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2014年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2014年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2014年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|--|----------------|
| X               | JP 2004-252428 A（富士写真フイルム株式会社）2004.09.09, 段落【0086】-【0093】、【図12】、【図13】 & US 2004/0252388 A1 & KR 10-2004-0070097 A & CN 1521963 A & TW 279051 B | 1-9            |

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   | の日の後に公表された文献   |
| 「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                                | 「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     |
| 「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                        | 「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                     |
| 「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） | 「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 |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                                     | 「&」同一パテントファミリー文献   |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願                                  |  |

|  |   |
|--|---|
| 国際調査を完了した日<br>08.12.2014   | 国際調査報告の発送日<br>22.12.2014                              |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（ISA/J P）<br>郵便番号100-8915<br>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）<br>吉田 英一<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3294 |