

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4989533号
(P4989533)

(45) 発行日 平成24年8月1日(2012.8.1)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.

F I

GO2B 3/00 (2006.01)

GO2B 6/42 (2006.01)

HO1S 5/022 (2006.01)

GO2B 3/00 A

GO2B 3/00 Z

GO2B 6/42

HO1S 5/022

請求項の数 3 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-77662 (P2008-77662)	(73) 特許権者	000208765
(22) 出願日	平成20年3月25日 (2008. 3. 25)		株式会社エンプラス
(65) 公開番号	特開2009-229996 (P2009-229996A)		埼玉県川口市並木2丁目30番1号
(43) 公開日	平成21年10月8日 (2009. 10. 8)	(74) 代理人	100081282
審査請求日	平成22年9月10日 (2010. 9. 10)		弁理士 中尾 俊輔
		(74) 代理人	100085084
			弁理士 伊藤 高英
		(74) 代理人	100095326
			弁理士 畑中 芳実
		(74) 代理人	100115314
			弁理士 大倉 奈緒子
		(74) 代理人	100117190
			弁理士 玉利 房枝
		(74) 代理人	100120385
			弁理士 鈴木 健之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レンズアレイ装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の整列方向に整列するように形成されるとともに、前記整列方向に直交する厚さ方向に所定の厚さを有するように形成された複数のレンズを有し、前記複数のレンズに入射した各レンズのそれぞれに対応する光を、各レンズによって所定の集光点に向かって出射させるレンズアレイと、このレンズアレイに対して前記厚さ方向において対向する位置に配置され、前記複数のレンズのそれぞれに向かって各レンズに対応する光をそれぞれ出射する前記レンズと同数の複数の発光素子が形成された発光装置とを備えたレンズアレイ装置の製造方法であって、

前記複数のレンズのそれぞれからの光の出射方向が、前記厚さ方向に対する各レンズごとの所定の傾斜角度として、常温 T_1 〔 〕および高温 T_2 ($> T_1$)〔 〕の互いに異なる2つの使用環境温度に対応し、各レンズのそれぞれから出射される光の集光点が、 T_1 、 T_2 の各温度下において、各レンズにそれぞれ対応する前記厚さ方向に平行な所定の直線上に位置されるような傾斜角度を有するように形成し、

その際に、

前記複数のレンズを、それぞれの中心軸が前記厚さ方向に平行になるように形成し、前記複数の発光素子を、前記複数のレンズのそれぞれの中心軸に対して前記整列方向にずれ Δd (発光素子 - レンズ)〔mm〕を有するように形成することによって、前記出射方向が前記傾斜角度を有するように形成し、

その際に、

10

20

前記レンズアレイの材料の線膨脹係数から、温度変化 ($T_2 - T_1$) にともなう前記レンズアレイにおける前記整列方向に直交する基準平面からの前記複数のレンズのそれぞれの中心軸の距離の変化量 ΔL [mm] を求め、

前記ずれ Δd (発光素子 - レンズ) を、次式、

$$\Delta d \text{ (発光素子 - レンズ)} = \beta \times \Delta L \quad (1)$$

但し、

β : 前記レンズの倍率

によって求め、

求められた前記ずれ Δd (発光素子 - レンズ) を有するように各発光素子を配置すること

10

を特徴とするレンズアレイ装置の製造方法。

【請求項 2】

所定の整列方向に整列するように形成されるとともに、前記整列方向に直交する厚さ方向に所定の厚さを有するように形成された複数のレンズを有し、前記複数のレンズに入射した各レンズのそれぞれに対応する光を、各レンズによって所定の集光点に向かって出射させるレンズアレイと、このレンズアレイに対して前記厚さ方向において対向する位置に配置され、前記複数のレンズのそれぞれに向かって各レンズに対応する光をそれぞれ出射する前記レンズと同数の複数の発光素子が形成された発光装置とを備えたレンズアレイ装置の製造方法であって、

前記複数のレンズのそれぞれからの光の出射方向が、前記厚さ方向に対する各レンズごとの所定の傾斜角度として、常温 T_1 [] および高温 T_2 ($> T_1$) [] の互いに異なる 2 つの使用環境温度に対応し、各レンズのそれぞれから出射される光の集光点が、 T_1 、 T_2 の各温度下において、各レンズにそれぞれ対応する前記厚さ方向に平行な所定の直線上に位置されるような傾斜角度を有するように形成し、

20

その際に、

前記複数のレンズのそれぞれを、前記発光素子に臨む光の入射側のレンズ面と、この光の入射側のレンズ面に対向する光の出射側のレンズ面とを有するものに形成し、

前記複数のレンズのそれぞれを、前記入射側のレンズ面の中心軸と前記出射側のレンズ面の中心軸との間に前記整列方向のずれ Δd (入射側レンズ面 - 出射側レンズ面) [mm] を有するように形成することによって、前記出射方向が前記傾斜角度を有するように形成し、

30

その際に、

前記入射側のレンズ面の中心軸と前記出射側のレンズ面の中心軸との間に前記ずれ Δd (入射側レンズ面 - 出射側レンズ面) を有するような前記レンズアレイを設計するために用いるこのレンズアレイと同一の材料からなる設計用のレンズアレイとして、前記所定の整列方向に整列され、前記整列方向に直交する厚さ方向に所定の厚さを有するような複数のレンズを有し、各レンズのそれぞれにおける入射側のレンズ面の中心軸と出射側のレンズ面の中心軸とが互いに一致するような設計用のレンズアレイを仮定し、

仮定された前記設計用のレンズアレイの材料の線膨脹係数から、温度変化 ($T_2 - T_1$) にともなう前記設計用のレンズアレイにおける前記整列方向に直交する基準平面からの前記複数のレンズのそれぞれの中心軸の距離の変化量 ΔL [mm] を求め、

40

前記ずれ Δd (入射側レンズ面 - 出射側レンズ面) を、次式、

$$\Delta d \text{ (入射側レンズ面 - 出射側レンズ面)} = \beta \times \Delta L \quad (2)$$

但し、

β : 前記レンズの倍率

によって求め、

求められた前記ずれ Δd (入射側レンズ面 - 出射側レンズ面) を有するように前記設計用のレンズアレイにおける前記入射側のレンズ面の中心軸と前記出射側のレンズ面の中心軸との位置関係を修正することによって、前記入射側のレンズ面の中心軸と前記出射側のレンズ面の中心軸との間に前記ずれ Δd (入射側レンズ面 - 出射側レンズ面) を有するよ

50

うな前記レンズアレイを設計し、設計結果にしたがってレンズアレイを形成すること
を特徴とするレンズアレイ装置の製造方法。

【請求項 3】

前記レンズアレイに対して前記複数のレンズからの光の出射側の位置に、各レンズのそれぞれから出射される光が入射される前記レンズと同数の複数の光ファイバ、または各レンズのそれぞれから出射される光を受光する前記レンズと同数の複数の受光素子を備えた受光装置を配置すること

を特徴とする請求項 1 または 2 に記載のレンズアレイ装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、レンズアレイ装置の製造方法に係り、特に、所定の整列方向に整列された複数のレンズを有し、各レンズにそれぞれ入射した光を、各レンズによって所定の集光点に向かって出射させるのに好適なレンズアレイ装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、光ファイバ通信等の分野においては、複数のレンズを所定の整列方向に整列させたレンズアレイが用いられていた。

【0003】

この種のレンズアレイでは、例えば、発光素子として複数の垂直共振器面発光レーザ（V C S E L : Vertical Cavity Surface Emitting Laser）が整列された発光装置を、各垂直共振器面発光レーザが各レンズに対向するように配置することによって、各垂直共振器面発光レーザからそれぞれ出射された光を各レンズに入射させ、入射された光を各レンズによって所定の集光点に向かって出射させるようになっていた。

20

【0004】

そして、各レンズから出射された光は、集光点において、光ファイバや、複数の受光素子を備えた受光装置（例えば、フォトディテクタ）等のレンズアレイに対する光の出射側に配置された光学デバイスに入射されるようになっていた。

【0005】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 1 3 8 9 8 2 号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、図 1 5 に示すように、従来のレンズアレイ 1 においては、発光装置における各垂直共振器面発光レーザ 2 を、各レンズ 3 の中心軸 5 上に配置することによって、各レンズ 3 から出射される光が、整列方向（図 1 5 における横方向）に直交する方向に進行するように構成されていた。

【0007】

これにより、レンズアレイ 1 が熱膨張し易い材料からなるものである場合には、使用環境温度の変化にともなうレンズアレイ 1 の熱膨張によって、図 1 5 に示すように、各レンズ 3 から出射される光の集光点 P ' の位置が、設計上の位置 P からレンズ 3 の整列方向に大きくずれてしまうことがあった。

40

【0008】

そして、このような集光点 P ' の整列方向へのずれが生じた場合には、レンズアレイ 1 に対する出射側の光学デバイス（図 1 5 における光ファイバ 6）において、レンズアレイ 1 から出射された光を適切に受光することが困難となるといった問題が生じていた。

【0009】

そこで、本発明は、このような点に鑑みなされたものであり、使用環境温度の変化にかかわらず適切な光学性能を発揮することができるレンズアレイ装置の製造方法を提供することを目的とするものである。

50

【課題を解決するための手段】

【0020】

前述した目的を達成するため、本発明の請求項1に係るレンズアレイ装置の製造方法の特徴は、所定の整列方向に整列するように形成されるとともに、前記整列方向に直交する厚さ方向に所定の厚さを有するように形成された複数のレンズを有し、前記複数のレンズに入射した各レンズのそれぞれに対応する光を、各レンズによって所定の集光点に向かって出射させるレンズアレイと、このレンズアレイに対して前記厚さ方向において対向する位置に配置され、前記複数のレンズのそれぞれに向かって各レンズに対応する光をそれぞれ出射する前記レンズと同数の複数の発光素子が形成された発光装置とを備えたレンズアレイ装置の製造方法であって、前記複数のレンズのそれぞれからの光の出射方向が、前記厚さ方向に対する各レンズごとの所定の傾斜角度として、常温 T_1 〔 〕および高温 T_2 ($> T_1$)〔 〕の互いに異なる2つの使用環境温度に対応し、各レンズのそれぞれから出射される光の集光点が、 T_1 、 T_2 の各温度下において、各レンズにそれぞれ対応する前記厚さ方向に平行な所定の直線上に位置されるような傾斜角度を有するように形成し、その際に、前記複数のレンズを、それぞれの中心軸が前記厚さ方向に平行になるように形成し、前記複数の発光素子を、前記複数のレンズのそれぞれの中心軸に対して前記整列方向にずれ Δd (発光素子 - レンズ)〔mm〕を有するように形成することによって、前記出射方向が前記傾斜角度を有するように形成し、その際に、前記レンズアレイの材料の線膨張係数から、温度変化($T_2 - T_1$)にともなう前記レンズアレイにおける前記整列方向に直交する基準平面からの前記複数のレンズのそれぞれの中心軸の距離の変化量 ΔL 〔mm〕を求め、前記ずれ Δd (発光素子 - レンズ)を、次式、

$$\Delta d \text{ (発光素子 - レンズ)} = \beta \times \Delta L \quad (1)$$

但し、

β ：前記レンズの倍率

によって求め、求められた前記ずれ Δd (発光素子 - レンズ)を有するように各発光素子を配置する点にある。

【0021】

そして、この請求項1に係る発明によれば、レンズアレイにおける各レンズから出射される光の集光点を、複数の使用環境温度下において各レンズに対応する直線上に位置させることができるので、使用環境温度の変化にかかわらずレンズアレイ装置が適切な光学性能を発揮することができる。また、各レンズの中心軸に対して各発光素子が整列方向にずれを有するようにすることによって、各レンズから出射される光の集光点を、複数の使用環境温度下において各レンズに対応する直線上に位置させることができるので、簡便な方法により、使用環境温度の変化にかかわらずレンズアレイ装置に適切な光学性能を発揮させることができる。さらに、簡便な方法により、各レンズの中心軸に対して各発光素子が整列方向にずれを正確に有するようにすることができるので、光学性能をさらに向上させることができるとともにコストを削減することができる。

【0026】

さらに、請求項2に係るレンズアレイ装置の製造方法の特徴は、所定の整列方向に整列するように形成されるとともに、前記整列方向に直交する厚さ方向に所定の厚さを有するように形成された複数のレンズを有し、前記複数のレンズに入射した各レンズのそれぞれに対応する光を、各レンズによって所定の集光点に向かって出射させるレンズアレイと、このレンズアレイに対して前記厚さ方向において対向する位置に配置され、前記複数のレンズのそれぞれに向かって各レンズに対応する光をそれぞれ出射する前記レンズと同数の複数の発光素子が形成された発光装置とを備えたレンズアレイ装置の製造方法であって、前記複数のレンズのそれぞれからの光の出射方向が、前記厚さ方向に対する各レンズごとの所定の傾斜角度として、常温 T_1 〔 〕および高温 T_2 ($> T_1$)〔 〕の互いに異なる2つの使用環境温度に対応し、各レンズのそれぞれから出射される光の集光点が、 T_1 、 T_2 の各温度下において、各レンズにそれぞれ対応する前記厚さ方向に平行な所定の直線上に位置されるような傾斜角度を有するように形成し、その際に、前記複数のレンズの

それぞれを、前記発光素子に臨む光の入射側のレンズ面と、この光の入射側のレンズ面に対向する光の出射側のレンズ面とを有するものに形成し、前記複数のレンズのそれぞれを、前記入射側のレンズ面の中心軸と前記出射側のレンズ面の中心軸との間に前記整列方向のずれ Δd (入射側レンズ面 - 出射側レンズ面) [mm] を有するように形成することによって、前記出射方向が前記傾斜角度を有するように形成し、その際に、前記入射側のレンズ面の中心軸と前記出射側のレンズ面の中心軸との間に前記ずれ Δd (入射側レンズ面 - 出射側レンズ面) を有するような前記レンズアレイを設計するために用いるこのレンズアレイと同一の材料からなる設計用のレンズアレイとして、前記所定の整列方向に整列され、前記整列方向に直交する厚さ方向に所定の厚さを有するような複数のレンズを有し、各レンズのそれぞれにおける入射側のレンズ面の中心軸と出射側のレンズ面の中心軸とが互いに一致するような設計用のレンズアレイを仮定し、仮定された前記設計用のレンズアレイの材料の線膨脹係数から、温度変化 ($T_2 - T_1$) にともなう前記設計用のレンズアレイにおける前記整列方向に直交する基準平面からの前記複数のレンズのそれぞれの中心軸の距離の変化量 ΔL [mm] を求め、前記ずれ Δd (入射側レンズ面 - 出射側レンズ面) を、次式、

$$\Delta d \text{ (入射側レンズ面 - 出射側レンズ面)} = \beta \times \Delta L \quad (2)$$

但し、

β : 前記レンズの倍率

によって求め、求められた前記ずれ Δd (入射側レンズ面 - 出射側レンズ面) を有するように前記設計用のレンズアレイにおける前記入射側のレンズ面の中心軸と前記出射側のレンズ面の中心軸との位置関係を修正することによって、前記入射側のレンズ面の中心軸と前記出射側のレンズ面の中心軸との間に前記ずれ Δd (入射側レンズ面 - 出射側レンズ面) を有するような前記レンズアレイを設計し、設計結果にしたがってレンズアレイを形成する点にある。

【0027】

そして、この請求項 2 に係る発明によれば、各レンズが、光の入射側のレンズ面の中心軸と光の出射側のレンズ面の中心軸との間に整列方向の所定のずれを有するようにすることによって、各レンズから出射される光の集光点を複数の使用環境温度下において各レンズに対応する直線上に位置させることができるので、簡便な方法により、使用環境温度の変化にかかわらずレンズアレイ装置に適切な光学性能を発揮させることができる。また、簡便な方法により、各レンズの入射側のレンズ面の中心軸と出射側のレンズ面の中心軸とが整列方向に所定のずれを正確に有するようにすることができるので、光学性能をさらに向上させることができるとともにコストを削減することができる。

【0034】

さらにまた、請求項 3 に係るレンズアレイ装置の製造方法の特徴は、請求項 1 または 2 において、前記レンズアレイに対して前記複数のレンズからの光の出射側の位置に、各レンズのそれぞれから出射される光が入射される前記レンズと同数の複数の光ファイバ、または各レンズのそれぞれから出射される光を受光する前記レンズと同数の複数の受光素子を備えた受光装置を配置する点にある。

【0035】

そして、この請求項 3 に係る発明によれば、使用環境温度の変化にかかわらず、発光素子から出射された光を、光ファイバまたは受光素子に適切に結合させることができる。

【発明の効果】

【0036】

本発明に係るレンズアレイ装置の製造方法によれば、使用環境温度の変化にかかわらず適切な光学性能を発揮することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

〔第 1 実施形態〕

以下、本発明に係るレンズアレイ装置の製造方法の第 1 実施形態について、図 1 ~ 図 1

0を参照して説明する。

【0038】

(レンズアレイ装置の構成)

図1に示すように、本実施形態におけるレンズアレイ装置7は、レンズアレイ8と、このレンズアレイ8に取り付けられた発光装置10とを有している。

【0039】

レンズアレイ8についてさらに詳述すると、図2の平面図に示すように、レンズアレイ8は、平面略長方形形状の板状のレンズ形成部8aと、このレンズ形成部8aの四方を囲むレンズ形成部8aよりも厚肉の枠部8bとを有している。より具体的には、図1および図3に示すように、枠部8bにおける厚さ方向の両端面(図3における上端面および下端面)は、レンズ形成部8aに対して厚さ方向における外側に位置されている。

10

【0040】

また、図1～図3に示すように、レンズ形成部8aには、複数(図1～図3において12個)のレンズ11が、所定の整列方向としての図1～図3における横方向に沿って整列形成されている。

【0041】

各レンズ11は、整列方向に直交する厚さ方向(図1および図3における縦方向)に所定の厚さを有しているとともに、発光装置10に臨む光の入射側のレンズ面11aと、このレンズ面11aに厚さ方向において対向する光の出射側のレンズ面11bとが、ともに共通の中心軸12を有している。換言すれば、両レンズ面11a、11bの中心軸12は互いに一致している。なお、中心軸12は、厚さ方向に平行とされている。また、本実施形態におけるレンズ11は、平面円形状の両凸レンズとされている。

20

【0042】

各レンズ11には、発光装置10から出射された各レンズ11に対応する光が、入射側のレンズ面11aを介して入射するようになっており、これら各レンズ11に入射した光は、出射側のレンズ面11bから各レンズ11に対応する所定の集光点に向けてそれぞれ出射されるようになっている。

【0043】

枠部8bには、この枠部8bを厚さ方向に貫く一対の開孔部14が形成されており、これらの開孔部14は、レンズアレイ8に発光装置10を取り付ける際における発光装置10の位置決めおよびレンズアレイ8に後述する光ファイバ19(図1参照)を取り付ける際における光ファイバ19の位置決めに用いられるようになっている。

30

【0044】

このようなレンズアレイ8は、金型を用いた樹脂材料の射出成型等の安価な材料を用いた効率的な製造方法によって一体的に形成することができる。

【0045】

図1に示すように、発光装置10は、扁平な半導体基板15を有しており、この半導体基板15におけるレンズアレイ8に臨む面には、発光素子としての垂直共振器面発光レーザ(以下、VCSELと称する)16が、レンズ11の整列方向に沿ってレンズ11と同数形成されている。各VCSEL16からは、各VCSEL16にそれぞれ対応する各レンズ11に向けて、各レンズ11に対応する光がそれぞれ出射されるようになっている。

40

【0046】

また、半導体基板15におけるレンズアレイ8の一対の開孔部14に臨む位置には、半導体基板15に対して厚さ方向におけるレンズアレイ8側に突出された一対の凸部18が配設されている。これら凸部18は、レンズアレイ8の開孔部14にそれぞれ嵌合されることによって、発光装置10をレンズアレイ8に取り付ける際の発光装置10の位置決めに用いられようになっている。

【0047】

さらに、図1に示すように、発光装置10は、レンズアレイ8への取り付け状態において、その半導体基板15におけるレンズアレイ8に臨む面が、枠部8bにおける発光装置

50

10に臨む端面に当接されるようにして、レンズアレイ8に対して厚さ方向において対向する位置に配置されるようになっている。

【0048】

一方、図1に示すように、本実施形態において、レンズアレイ8に対するレンズ11からの光の出射側の位置には、レンズ11の整列方向に沿って整列されたレンズ11と同数の光ファイバ19が取り付けられるようになっている。なお、図1における各光ファイバ19は、その端部側の部位が多芯一括型のコネクタ20内に保持されている。

【0049】

各光ファイバ19の端面19aには、レンズアレイ8における出射側のレンズ面11bから出射された光が入射するようになっている。そして、各光ファイバ19は、レンズアレイ8側から入射した光を送信先へと伝送するようになっている。

10

【0050】

また、コネクタ20におけるレンズアレイ8の一对の開孔部14に臨む位置には、図1における厚さ方向に長尺な一对の凸部21が配設されている。これら凸部21は、レンズアレイ8の開孔部14にそれぞれ嵌合されることによって、光ファイバ19をレンズアレイ8に取り付ける際の光ファイバ19の位置決めに用いられようになっている。

【0051】

このように、本実施形態におけるレンズアレイ8は、発光装置10における複数のVCSEL16のそれぞれと、各VCSEL16に対応する複数本の光ファイバ19のそれぞれの端面19aとを光学的に結合することが可能とされている。

20

【0052】

このような基本構成を備えた上で、本実施形態におけるレンズアレイ装置7は、各レンズ11のそれぞれからの光の出射方向が、厚さ方向に対する各レンズ11ごとの所定の傾斜角度として、各レンズ11のそれぞれから出射される光の集光点が、互いに異なる複数の使用環境温度下において、各レンズ11にそれぞれ対応する厚さ方向に平行な所定の直線上に位置されるような傾斜角度を有するように形成されている。

【0053】

さらに、本実施形態において、このような各レンズ11からの光の出射方向についての厚さ方向に対する傾斜角度は、各VCSEL16が、各VCSEL16に対応する各レンズ11のそれぞれの中心軸12に対して整列方向に所定量のずれを有することによって実現されている。

30

【0054】

図4は、このような本実施形態におけるレンズアレイ装置7の構成を、便宜上、互いに対応する1組のレンズ11、VCSEL16および光ファイバ19のみに着目して具体的に示したものである。この図4に示す構成は、すべての組のレンズ11、VCSEL16および光ファイバ19に適用されるものである。

【0055】

図4に示すように、本実施形態におけるレンズアレイ装置7は、レンズアレイ装置7の使用環境温度が所定の使用環境温度としての常温(図4における T_1 〔 〕)の場合において、VCSEL16が、レンズ11の中心軸12(常温 T_1 時)に対して整列方向におけるレンズアレイ8の熱膨張方向(図4における右方)に所定量のずれ Δd 〔mm〕を有するように形成(配置)されている。なお、常温の具体的な温度については、コンセプトに応じて種々選択すればよい。また、本実施形態におけるレンズアレイ8の場合、熱膨張方向は、レンズアレイ8の整列方向における中心部から左右の両端部へと向かう方向になる。

40

【0056】

これにより、レンズアレイ装置7の使用環境温度が常温(図4における T_1 〔 〕)の場合においては、VCSEL16から出射された光が、このVCSEL16に対応するレンズ11を透過した後に、このレンズ11における出射側のレンズ面11bから出射光 L_1 として集光点 P_1 に向けて出射される際に、この出射光 L_1 の出射方向が、厚み方向に

50

対して傾斜角度 θ を有することになる。

【 0 0 5 7 】

そして、使用環境温度が常温から高温（図 4 における T_2 []）（但し、 $T_2 > T_1$ ）へと変化した場合においては、レンズアレイ 8 が、その材料の線膨張係数 α を反映した熱膨張によって、熱膨張方向（図 4 における右方）へと伸長する。これにより、レンズ 11 は、その直径が大きくなるとともに、中心軸 12 が熱膨張方向へと変位する。なお、本実施形態においては、半導体基板 15 の材料の線膨張係数を、レンズアレイ 8 の材料の線膨張係数 α と同一とされている。したがって、本実施形態においては、レンズアレイ 8 の熱膨張にともなうレンズ 11 の変位の際には、半導体基板 15 に形成された VCSEL 16 も、半導体基板 15 の熱膨張にともなうレンズ 11 と同方向にほぼ同一変位量の変位を示すことになる。

10

【 0 0 5 8 】

このようにして使用環境温度が高温になった場合においては、VCSEL 16 から出射された光は、常温時からの熱膨張後におけるレンズ 11（高温時におけるレンズ 11）を透過した後に、出射側のレンズ面 11b（高温 T_2 時）から高温時における出射光 L_2 として高温時における集光点 P_2 に向けて出射されることになる。

【 0 0 5 9 】

この際に、高温時における出射光 L_2 の出射方向は、常温時における出射光 L_1 と同様に、厚み方向に対して傾斜角度 θ を有することになる。

【 0 0 6 0 】

20

また、この際に、高温時における集光点 P_2 は、レンズアレイ 8 の材料の屈折率温度依存係数 dn/dT の影響によって、常温時における集光点 P_1 よりもレンズ面 11b からの距離が遠くなる。

【 0 0 6 1 】

これにより、図 4 に示すように、常温時における集光点 P_1 と高温時における集光点 P_2 とは、厚さ方向に平行な直線 23 上に位置されるようになっている。

【 0 0 6 2 】

したがって、図 4 に示すように、直線 23 上に光ファイバ 19 の端面 19a の中心が位置されるように光ファイバ 19 を形成すれば、使用環境温度が常温または高温のいずれの場合においても、VCSEL 16 から出射された光を光ファイバ 19 に適切に結合させることができる。なお、高温時における集光点 P_2 は、光ファイバ 19 の端面 19a から厚さ方向にずれているが、このような厚さ方向のずれは、高温時における集光点 P_2 が常温時における集光点 P_1 に対して整列方向にずれる場合に比べれば光学性能への影響は遥かに少なく、実用上十分に許容されるものである。

30

【 0 0 6 3 】

なお、図 4 においては、使用環境温度として、常温および高温の 2 つの使用環境温度が挙げられているが、常温よりも温度が低い所定の低温時（例えば、 T_3 []）においても、この低温時におけるレンズ面 11b からの出射光の集光点が、直線 23 上に位置されるようにしてもよい。なお、低温時におけるレンズ 11 は、常温時におけるレンズ 11 を基準とすれば、常温時からの熱収縮によって直径が小さくなるとともに、中心軸 12 が常温時から熱膨張方向に相反する方向（図 4 における左方向）へと変位したものとなる。また、常温 T_1 []、高温 T_2 [] および低温 T_3 [] 以外の使用環境温度においても、各使用環境温度下におけるレンズ 11 からの出射光の集光点が直線 23 上に位置されるようにしてもよい。さらに言えば、レンズアレイ装置 7 の使用環境温度の変化にともなう各レンズ 11 からの出射光の集光点の軌跡が、各レンズにそれぞれ対応する厚み方向に平行な直線 23 上の線分をなすようにしてもよい。

40

【 0 0 6 4 】

したがって、本実施形態によれば、レンズアレイ 8 における各レンズ 11 からの出射光の集光点を、複数の使用環境温度下において各レンズ 11 に対応する直線 23 上に位置させることができるので、使用環境温度の変化（例えば、常温 T_1 [] から高温 T_2 []

50

）への変化）にかかわらずV C S E L 1 6と光ファイバ1 9とを適切に光結合させることができる。

【0065】

さらに、このような適切な光結合を行うことができるレンズアレイ装置7を、V C S E L 1 6の位置がレンズ1 1の中心軸1 2から整列方向にずらされた簡易な構成によって低コストに実現することができる。

【0066】

なお、図1～図3に示したレンズアレイ8の替わりに、図5に示すような平凸レンズ2 4を有するレンズアレイ2 5を用いるようにしてもよい。なお、この場合に、レンズ2 4における平坦面または凸面のいずれにV C S E L 1 6を対向させるかについては、コンセプトに応じて種々変更することができる。

【0067】

（レンズアレイ装置の製造方法）

本実施形態におけるレンズアレイ装置を製造するには、まず、図6に示すように、本実施形態におけるレンズアレイ装置7の設計に用いられる設計用のレンズアレイ装置2 7として、発光装置1 0のV C S E L 1 6がレンズアレイ8におけるレンズ1 1の中心軸1 2上に形成されたレンズアレイ装置2 7を用意する。このレンズアレイ装置2 7は、設計上仮定されたものであってもよい。

【0068】

このとき、設計用のレンズアレイ装置2 7について、レンズアレイ8の材料の線膨脹係数 α および屈折率温度依存係数 dn/dT を把握しておく。

【0069】

次いで、所定の使用環境温度としての常温 T_1 〔 〕において、レンズアレイ8にとられた整列方向に直交する1つの基準平面Sからの各レンズ1 1（図6においては便宜上1個のみを図示）の中心軸1 2の整列方向の距離 L 〔mm〕をそれぞれ求める。なお、基準平面Sは、レンズアレイ8における整列方向の中心部にとるようにしてもよい。

【0070】

また、このとき、シミュレーションによって、各V C S E L 1 6から各レンズ1 1に入射した光についての各レンズ1 1からの出射光の集光点 P_1' を求める。なお、図6においては、この集光点 P_1' の位置が、レンズ1 1における光ファイバ1 9側の焦点距離 F 〔mm〕として示されている。また、図6において、集光点 P_1' は、光ファイバ1 9の端面1 9aにおける中心点に位置されている。

【0071】

次いで、設計用のレンズアレイ装置2 7において、図7に示すように、使用環境温度が、常温 T_1 〔 〕から高温 T_2 〔 〕へと変化したと仮定する。

【0072】

このとき、図7に示すように、常温時からの温度変化（ $T_2 - T_1$ ）にともなう基準平面Sからの各レンズ1 1の中心軸1 2の整列方向の距離の変化量 ΔL 〔mm〕を求める。この変化量 ΔL は、レンズアレイ8の材料の線膨脹係数 α に基づいて求めることができる。

【0073】

また、このとき、図7に示すように、常温時からの温度変化（ $T_2 - T_1$ ）にともなう各レンズ1 1の集光点の位置の変化量を求める。なお、図7においては、常温時からの温度変化によって、集光点が P_1' から P_2' へと変化しているが、この集光点の位置の変化は、焦点距離の変化量 ΔF 〔mm〕として求められている。

【0074】

次いで、図8に示すように、各レンズ1 1のそれぞれについて、集光点の位置の変化量 ΔF 〔mm〕に相当する長さを有する厚さ方向に平行な第1の辺Aと、レンズ1 1の中心軸1 2の距離の変化量 ΔL 〔mm〕に相当する長さを有する整列方向に平行な第2の辺Bとを二辺とした直角三角形を仮定する。そして、この直角三角形の斜辺Cと厚さ方向との

10

20

30

40

50

なす角度 θ 〔°〕を、各レンズ１１ごとに求める。

【００７５】

次いで、図９に示すように、各レンズ１１のそれぞれからの出射光 L_1 として、その出射方向が、厚さ方向に対して整列方向におけるレンズアレイ８の熱膨張方向と相反する方向（図９における左方）に向かって図８において求められた各レンズ１１ごとの角度 θ 〔°〕（すなわち、傾斜角度）を有するような出射光 L_1 を定義する。この出射光 L_1 としては、光の中心軸が出射側のレンズ１１ｂの曲率中心を通るものを定義してもよい。なお、この出射光 L_1 は、図４に示したレンズアレイ装置７の常温時における出射光 L_1 に相当する。

【００７６】

次いで、図１０に示すように、図９において定義した出射光 L_1 を出射させることが可能なVCSEL１６の位置を特定する物理量として、レンズ１１の中心軸１２からの整列方向へのVCSEL１６のずれ量〔mm〕を求める。このずれ量は、シミュレーションによって算出するようにしてもよいし、あるいは、レンズ１１の倍率を β とした上で、 $\beta \times \Delta L$ によって近似的に求めるようにしてもよい。なお、 $\beta \times \Delta L$ によってずれ量を求める場合において、レンズ１１の倍率が１倍の場合には、ずれ量は、 ΔL 〔mm〕となる。

【００７７】

そして、このようにして求められたずれ量のずれ Δd を有するように各VCSEL１６を配置するとともに、光ファイバ１９の端面１９ａにおける中心部を出射光 L_1 の集光点 P_1 に合致させる設計を行うことによって、図４に示した本実施形態におけるレンズアレイ装置７を製造することができる。

【００７８】

〔第２実施形態〕

以下、本発明に係るレンズアレイ装置の製造方法の第２実施形態について、図１１および図１２を参照して説明する。

【００７９】

なお、第１実施形態と基本的構成が同一もしくはこれに類する箇所については、同一の符号を用いて説明する。

【００８０】

（レンズアレイ装置の構成）

図１１は、本実施形態におけるレンズアレイ装置２９の要部として、図４と同様に、互いに対応する１組のレンズ１１、VCSEL１６および光ファイバ１９のみに着目して具体的に示したものである。この図１１に示す構成は、すべての組のレンズ１１、VCSEL１６および光ファイバ１９に適用されるものである。

【００８１】

図１１に示すように、本実施形態におけるレンズアレイ装置２９は、レンズアレイ３１におけるレンズ１１からの出射光（図１１における L_1 、 L_2 ）の出射方向が、厚さ方向に対する所定の傾斜角度として、出射光の集光点（図１１における P_1 、 P_2 ）が、互いに異なる複数の使用環境温度（図１１における T_1 、 T_2 〔°〕）下において、厚さ方向に平行な所定の直線２３上に位置されるような傾斜角度 θ 〔°〕を有する点で、第１実施形態と同様である。

【００８２】

ただし、本実施形態におけるレンズアレイ装置２９は、このような出射光の出射方向の傾斜角度 θ 〔°〕を実現させるためのより具体的な手段において、第１実施形態に対して若干の相違点を有している。

【００８３】

すなわち、本実施形態においては、図１１に示すように、入射側のレンズ面１１ａの中心軸１２ａと出射側のレンズ面１１ｂの中心軸１２ｂとの間に整列方向の所定量のずれ Δd 〔mm〕を有するように形成されていることによって、出射光の出射方向が傾斜角度 θ 〔°〕を有するように形成されている。なお、図１１においては、出射側のレンズ面１１

10

20

30

40

50

b の中止軸 1 2 b に V C S E L 1 6 が位置され、入射側のレンズ面 1 1 a の中心軸 1 2 a は、V C S E L 1 6 に対してずれ Δd を以て整列方向における左方（熱膨張方向に相反する方向）にずれている。

【 0 0 8 4 】

そして、図 1 1 に示すように、このように構成された本実施形態におけるレンズアレイ装置 2 9 においても、複数の使用環境温度としての例えば常温時（ T_1 〔 〕）と高温時（ T_2 〔 〕）とにおいて、レンズ 1 1 からの出射光 L_1 、 L_2 の集光点 P_1 、 P_2 を、厚さ方向に平行な所定の直線 2 3 上に位置させることができる。

【 0 0 8 5 】

したがって、本実施形態においても、レンズアレイ 3 1 における各レンズ 1 1 からの出射光の集光点を、複数の使用環境温度下において各レンズ 1 1 に対応する直線 2 3 上に位置させることができ、使用環境温度の変化にかかわらず、V C S E L 1 6 と光ファイバ 1 9 とを適切に光結合させることができる。

10

【 0 0 8 6 】

その他の構成は、第 1 実施形態とほぼ同様であるので、説明を省略する。

【 0 0 8 7 】

（レンズアレイ装置の製造方法）

本実施形態におけるレンズアレイ装置 2 9 を製造するには、図 6 に示したように、第 1 実施形態に示したものと同様の設計用のレンズアレイ装置 2 7、すなわち、入射側のレンズ面 1 1 a の中心軸 1 2 と出射側のレンズ面 1 1 b の中心軸 1 2 とが一致するような設計用のレンズアレイ 8 を備えたレンズアレイ装置 2 7 を仮定する。

20

【 0 0 8 8 】

そして、このような設計用のレンズアレイ装置 2 7 に対して、図 6 ～ 図 9 に示した工程を経た後に、図 1 2 に示すように、図 9 の工程において求められた角度 θ 〔°〕を有するようにすることが可能な所定のずれ量〔mm〕を有する中心軸のずれ Δd を求める。なお、本実施形態においては、中心軸のずれ Δd として、設計用のレンズアレイ 8 の中心軸 1 2 に対する入射側のレンズ面 1 1 a の中心軸 1 2 a の整列方向へのずれ Δd を求める。

【 0 0 8 9 】

また、本実施形態におけるずれ Δd も、第 1 実施形態と同様に $\beta \times \Delta L$ として近似することができる。

30

【 0 0 9 0 】

そして、求められたずれ Δd を有するように、設計用のレンズアレイ 8 における入射側のレンズ面 1 1 a の中心軸 1 2 と出射側のレンズ面 1 1 b の中心軸 1 2 との位置関係を修正することによって、両レンズ面 1 1 a、1 1 b の中心軸間にずれ Δd を有するような本実施形態におけるレンズアレイ 3 1 を設計する。そして、設計結果にしたがってレンズアレイ 3 1 を形成することによって、本実施形態におけるレンズアレイ装置 2 9 を製造する。

【 0 0 9 1 】

〔参考形態〕

以下、本発明に係るレンズアレイ装置の製造方法の参考形態について、図 1 3 および図 1 4 を参照して説明する。

40

【 0 0 9 2 】

なお、第 1 実施形態と基本的構成が同一もしくはこれに類する箇所については、同一の符号を用いて説明する。

【 0 0 9 3 】

（レンズアレイ装置の構成）

図 1 3 は、本参考形態におけるレンズアレイ装置 3 3 の要部として、図 4 と同様に、互いに対応する 1 組のレンズ 1 1、V C S E L 1 6 および光ファイバ 1 9 のみに着目して具体的に示したものである。この図 1 3 に示す構成は、すべての組のレンズ 1 1、V C S E L 1 6 および光ファイバ 1 9 に適用されるものである。

50

【0094】

図13に示すように、本参考形態におけるレンズアレイ装置33は、レンズアレイ34におけるレンズ11からの出射光（図13における L_1 、 L_2 ）の出射方向が、厚さ方向に対する所定の傾斜角度として、出射光の集光点（図13における P_1 、 P_2 ）が、互いに異なる複数の使用環境温度（図13における T_1 、 T_2 〔 〕）下において、厚さ方向に平行な所定の直線23上に位置されるような傾斜角度 θ 〔°〕を有する点で、第1実施形態および第2実施形態と同様である。

【0095】

ただし、本参考形態におけるレンズアレイ装置33は、このような出射光の出射方向の傾斜角度 θ 〔°〕を実現させるためのより具体的な手段において、第1実施形態および第2実施形態に対して若干の相違点を有している。

10

【0096】

すなわち、本参考形態においては、図13に示すように、レンズ11の中心軸12が、厚さ方向に対して傾斜角度 θ 〔°〕を有している。

【0097】

そして、図13に示すように、このように構成された本参考形態におけるレンズアレイ装置33においても、複数の使用環境温度としての例えば常温時（ T_1 〔 〕）と高温時（ T_2 〔 〕）とにおいて、レンズ11からの出射光 L_1 、 L_2 の集光点 P_1 、 P_2 を、厚さ方向に平行な所定の直線23上に位置させることができる。

20

【0098】

したがって、本参考形態においても、レンズアレイ34における各レンズ11からの出射光の集光点を、複数の使用環境温度下において各レンズ11に対応する直線23上に位置させることができ、使用環境温度の変化にかかわらず、V C S E L 1 6と光ファイバ19とを適切に光結合させることができる。

【0099】

その他の構成は、第1実施形態とほぼ同様であるので、説明を省略する。

【0100】

(レンズアレイ装置の製造方法)

本参考形態におけるレンズアレイ装置33を製造するには、図6に示したように、第1実施形態に示したものと同様の設計用のレンズアレイ装置27、すなわち、レンズ11の中心軸11が厚さ方向に平行とされた設計用のレンズアレイ8を備えたレンズアレイ装置27を仮定する。

30

【0101】

そして、このような設計用のレンズアレイ装置27に対して、図6～図9に示した工程を経た後に、図14に示すように、レンズ11の光軸16が図9の工程において求められた角度 θ 〔°〕を有するように厚み方向に対するレンズ11の中心軸12の角度を修正することによって、本参考形態におけるレンズアレイ34を設計する。そして、設計結果にしたがってレンズアレイ34を形成することによって、本参考形態におけるレンズアレイ装置33を製造する。

【0102】

以上述べたように、本発明によれば、レンズアレイ8、31、34における各レンズ11から出射される光の集光点が、複数の使用環境温度下において各レンズ11に対応する直線23上に位置するように形成されているので、使用環境温度の変化にかかわらず適切な光学性能を発揮することができる。

40

【0103】

なお、本発明は、前述した実施の形態に限定されるものではなく、必要に応じて種々の変更が可能である。

【0104】

例えば、前述した実施形態においては、レンズアレイ8に対する出射側の光学デバイスとして、光ファイバ19を配置していたが、本発明は、このような構成に限定されるもの

50

ではなく、例えば、光ファイバ 19 の替わりに、レンズ 11 に対応する複数の受光素子を備えたフォトディテクタ等の受光装置を配置するようにしてもよい。このような場合においても、使用環境温度の変化にかかわらず、発光装置 10 と受光装置との光結合効率を良好に維持することができる。また、発光装置は、V C S E L 16 以外の発光素子が整列形成されたものであってもよい。

【0105】

また、本発明の要部は、レンズアレイ装置以外の光学装置として、1つのレンズと、このレンズに対して厚さ方向において対向する位置に配置され、レンズに向かって光を出射する1つの発光素子が形成された発光装置とを備えた光学装置にも適用することができる。すなわち、このような光学装置において、レンズからの光の出射方向が、厚さ方向に對する所定の傾斜角度として、レンズから出射される光の集光点が、互いに異なる複数の使用環境温度下において、厚さ方向に平行な所定の直線上に位置されるような傾斜角度を有するように形成してもよい。このようにすれば、レンズアレイ装置と同様に、使用環境温度の変化にかかわらず適切な光学性能を発揮することができる。

【図面の簡単な説明】

【0106】

【図1】本発明に係るレンズアレイ装置の第1実施形態を示す構成図

【図2】本発明に係るレンズアレイ装置の第1実施形態において、レンズアレイを示す平面図

【図3】本発明に係るレンズアレイ装置の第1実施形態において、レンズアレイを示す縦断面図

【図4】本発明に係るレンズアレイ装置の第1実施形態において、レンズアレイ装置の要部を説明するための説明図

【図5】図2とは異なるレンズアレイの形態を示す縦断面図

【図6】本発明に係るレンズアレイ装置の製造方法の第1実施形態において、設計用のレンズアレイ装置を用意する工程を説明するための説明図

【図7】本発明に係るレンズアレイ装置の製造方法の第1実施形態において、熱膨張にともなう中心軸および集光点の変位のシミュレーションの工程を説明するための説明図

【図8】本発明に係るレンズアレイ装置の製造方法の第1実施形態において、図7のシミュレーションから得られる傾斜角度の算出工程を説明するための説明図

【図9】本発明に係るレンズアレイ装置の製造方法の第1実施形態において、出射光の定義の工程を説明するための説明図

【図10】本発明に係るレンズアレイ装置の製造方法の第1実施形態において、発光部のずれを求める工程を説明するための説明図

【図11】本発明に係るレンズアレイ装置の第2実施形態において、レンズアレイ装置の要部を説明するための説明図

【図12】本発明に係るレンズアレイ装置の製造方法の第2実施形態において、レンズ面の中心軸のずれを求める工程を説明するための説明図

【図13】本発明に係るレンズアレイ装置の参考形態において、レンズアレイ装置の要部を説明するための説明図

【図14】本発明に係るレンズアレイ装置の製造方法の参考形態において、レンズ面の中心軸の角度の修正工程を説明するための説明図

【図15】従来のレンズアレイ装置の一例を示す構成図

【符号の説明】

【0107】

7 レンズアレイ装置

8 レンズアレイ

10 発光装置

11 レンズ

12 中心軸

10

20

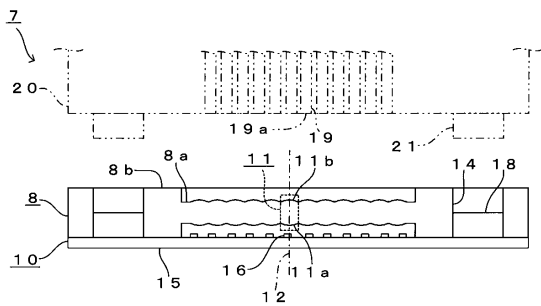
30

40

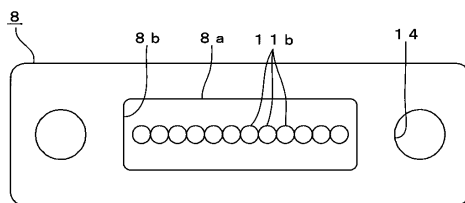
50

- 16 垂直共振器面発光レーザ (V C S E L)
 19 光ファイバ

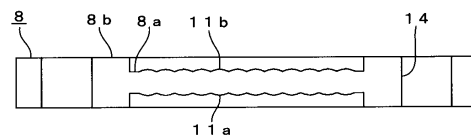
【図 1】



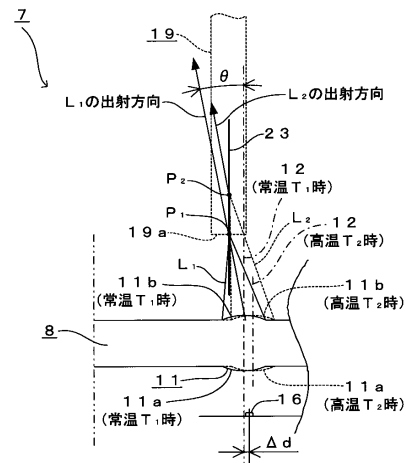
【図 2】



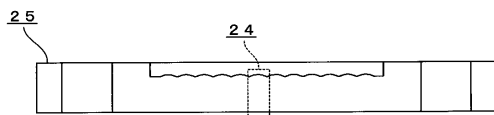
【図 3】



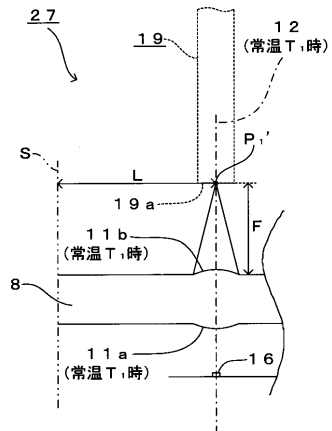
【図 4】



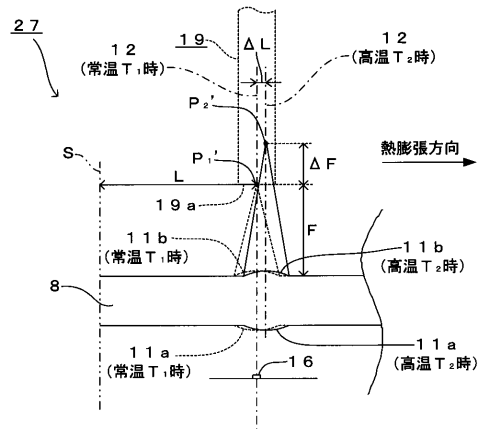
【 図 5 】



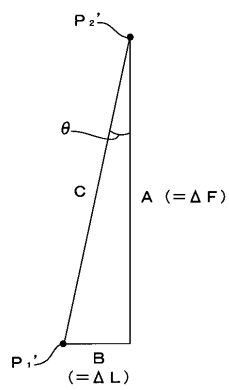
【 図 6 】



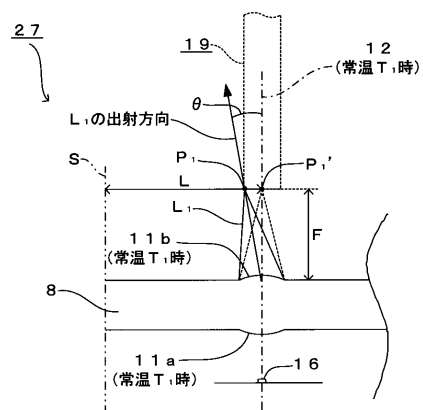
【 図 7 】



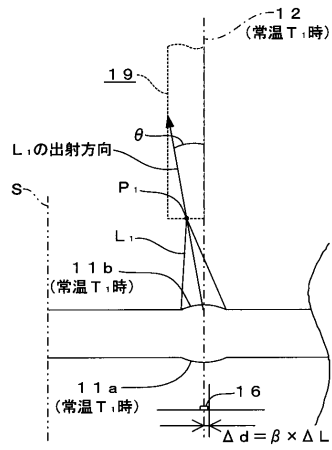
【圖 8】



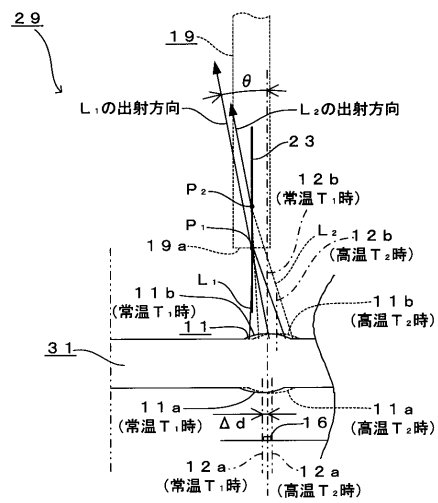
【圖 9】



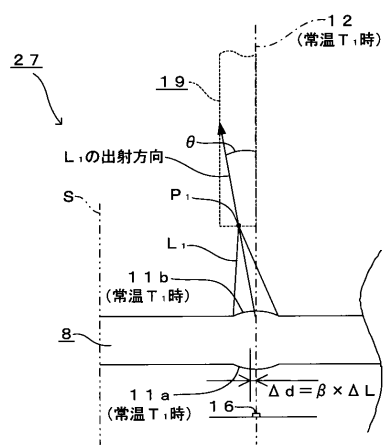
【 図 1 0 】



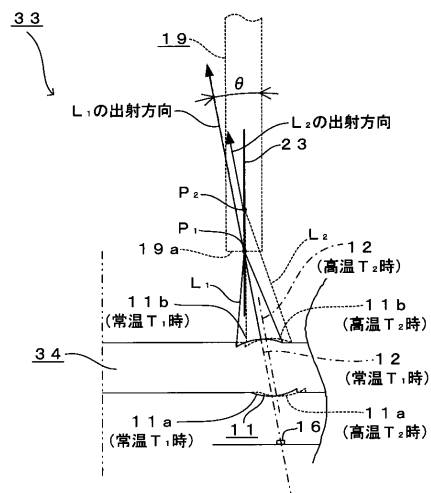
【 図 1 1 】



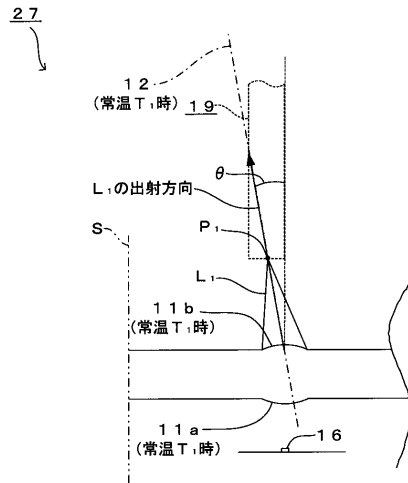
【 図 1 2 】



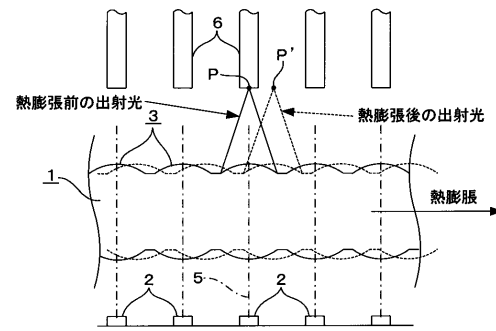
【 図 1 3 】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(74)代理人 100123858

弁理士 磯田 志郎

(74)代理人 100148068

弁理士 高橋 洋平

(72)発明者 森岡 心平

埼玉県川口市並木2丁目30番1号 株式会社エンプラス内

審査官 池田 周士郎

(56)参考文献 特開平07-113927(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 3/00

G02B 6/42