

(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
2014 年 4 月 3 日(03.04.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/049852 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/075165
- (22) 国際出願日: 2012 年 9 月 28 日(28.09.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 菅原 俊樹(SUGAWARA Toshiki); 〒
1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0
番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
Tokyo (JP). 田中 健一(TANAKA Kenichi); 〒
1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0
番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
Tokyo (JP). 松岡 康信(MATSUOKA Yasunobu); 〒
1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0
番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 平木 祐輔, 外(HIRAKI Yusuke et al.); 〒
1056232 東京都港区愛宕 2 丁目 5 番 1 号 愛宕
グリーンヒルズMORIタワー 3 2 階 Tokyo
(JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

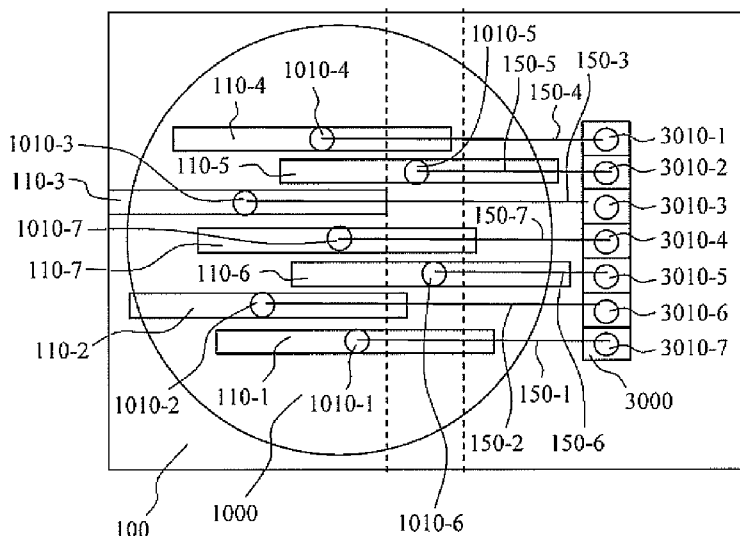
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: OPTICAL PATH CONVERTING OPTICAL COUPLING DEVICE CONNECTED WITH OPTICAL FIBER, AND OPTICAL MODULE

(54) 発明の名称: 光ファイバと接続する光路変換光結合デバイスおよび光モジュール

図 7 B



(57) Abstract: Provided is an optical path converting optical coupling device for optical fibers that are provided with a plurality of cores disposed concentrically. This optical path converting optical coupling device is provided with a plurality of first inclined mirror parts disposed concentrically corresponding to the positions of the plurality of cores, and the plurality of first inclined mirror parts reflects a plurality of optical signals that are output by the plurality of cores or are incident to the plurality of cores such that the optical paths for the plurality of optical signals do not intersect.

(57) 要約: 同心状に配置された複数のコアを備える光ファイバ用の光路変換光結合デバイスが提供される。当該光路変換光結合デバイスは、前記複数のコアの位置に対応して同心状に配置された複数の第1の斜めミラー部を備え、前記複数のコアから出射される、あるいは前記複数のコアに入射する複数の光信号を、当該複数の光信号の光路が互いに交差しないように反射させる。

明 細 書

発明の名称：

光ファイバと接続する光路変換光結合デバイスおよび光モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバと接続する光路変換光結合デバイス、および光モジュールに関する。

背景技術

[0002] 光ファイバ通信によるブロードバンド化の結果、大容量デジタル情報の安価な流通が可能となった。そして、これを活用する新たなサービスがさらにブロードバンド化を促し、2年で約2倍の高いレートでインターネットのトラフィック量が成長している。これまで、基幹、メトロ、アクセス系といった数k m以上の比較的長い距離について大容量のデータを高速でやりとりする光ファイバ網が展開されてきた。今後はさらに、情報通信（ICT）機器における装置間（数m～数百m）あるいは装置内（数cm～数十cm）といった極めて近距離についても、信号配線を光化する光インタコネクト技術が有効であると考えられる。

[0003] 一方、大容量化については、これまで波長多重技術、多値変復調技術を用いた光ファイバの持つ通信容量を拡大する研究開発が行われてきたが、その物理的限界が見え始めている。その限界を打破する技術として、マルチコアファイバ（MCF）を用いた光通信技術が期待されている。従来のファイバでは、1つのファイバの中に1つのコアによる伝送チャネルしか持たない。一方、マルチコアファイバは、1つのファイバの中に複数のコアによる伝送チャネルを持っており、大容量・高密度伝送を可能とする伝送媒体として関心を集めている。

[0004] また、このような光通信技術の応用として、社会インフラシステムに加え、ビデオカメラなどの映像機器やパーソナルコンピュータ（PC）、携帯電話などの民生機器においても、画像高精細化が求められている。これにより

、モニタと端末間での映像信号伝送の高速・大容量化、信号伝送線路の光化などが実現されている。このような情報大容量化に伴い、ＩＣＴ装置間／装置内および民生機器などの光インタコネクタ実現に向け、小型、低コスト、高密度、大容量に対応した光通信技術、およびそれを実現する光デバイス、モジュール技術が求められている。

[0005] 近年、マルチコアファイバなどの用いた大容量ファイバと、小型・高密度伝送を実現する光デバイス、モジュールの研究が行われてきている。特許文献１によれば、ＭＣＦのコアの配置に合うようにグレーティングカップラをレイアウトし、導波路を介してフォトダイオード（ＰＤ）、あるいは変調器と接続する光デバイス（光チップ）が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特表２０１２－５１４７６８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 従来の構成では、ＭＣＦとの光接続に対し、ＭＣＦのコアの配置に合わせて、カスタムレイアウトした光デバイスが必要となる。また、現在、ＭＣＦは、クロストークの問題から複数のコア間の間隔を均一にしたいという要求から、幾何学的に７コア、１９コアなどの開発が主流である。しかしながら、コアサイズやコア間のピッチなどの配置については各機関の独自設計で開発が行われており、仕様等は統一されていない。そのため、光デバイスのカスタムレイアウトが品種ごとに必要となる。

[0008] したがって、本発明は、汎用的なコア数（７コア、１９コアなど）のＭＣＦと光デバイス（例えば、直線アレイ型）との光接続に関してカスタムレイアウトが必要ない光路変換光結合デバイスおよび光モジュールを提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用す

る。本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、同心状に配置された複数のコアを備える光ファイバ用の光路変換光結合デバイスが提供される。当該光路変換光結合デバイスは、前記複数のコアの位置に対応して同心状に配置された複数の第１の斜めミラー部を備え、前記複数の第１の斜めミラー部は、前記複数のコアから出射される、あるいは前記複数のコアに入射する複数の光信号を、当該複数の光信号の光路が互いに交差しないように反射させる。

[0010] また、別の例によれば、同心状に配置された複数のコアを備える光ファイバと、前記光ファイバの前記複数のコアから出射される、あるいは前記複数のコアに入射する複数の光信号の光路を変換する光路変換光結合デバイスと、前記複数の光信号を前記光路変換光結合デバイスから受ける、あるいは前記複数の光信号を前記光路変換光結合デバイスへ出射させる複数の素子が直線状に配置されたアレイ光素子と、を備える光モジュールが提供される。当該光モジュールにおいて、前記光路変換光結合デバイスは、前記複数のコアの位置に対応して同心状に配置された複数の第１の斜めミラー部を備え、前記複数の第１の斜めミラー部は、前記複数のコアから出射される、あるいは前記アレイ光素子から出射される前記複数の光信号を、当該複数の光信号の光路が互いに交差しないように反射させる。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、MCFと、光デバイスとの光接続に関してカスタムレイアウトが必要なく、当該光接続を簡易に実現できる。

[0012] 本発明に関連する更なる特徴は、本明細書の記述、添付図面から明らかになるものである。また、上記した以外の、課題、構成および効果は、以下の実施例の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の第１の実施例である光モジュールの例を示す図である。

[図2]本発明の第１の実施例である光路変換部の例を示す図である。

[図3]本発明の第１の実施例である大容量光ファイバの例を示す図である。

[図4]本発明の第1の実施例であるアレイ光素子部の例を示す図である。

[図5]本発明の第1の実施例である光路変換部の別の例を示す図である。

[図6]本発明の第1の実施例である光モジュールの上面図である。

[図7A]本発明の第1の実施例である光路変換部とアレイ光素子部を示す側面図である。

[図7B]本発明の第1の実施例である光路変換部とアレイ光素子部を示す上面図である。

[図8A]本発明の第2の実施例である光路変換部とアレイ光素子部を示す側面図である。

[図8B]本発明の第2の実施例である光路変換部とアレイ光素子部を示す上面図である。

[図9]第2の光路変換部を示す断面図である。

[図10]第2の光路変換部の別の例の断面図である。

[図11]本発明の第3の実施例である光モジュールの例を示す図であり、コア数が19の場合の光モジュールの上面図である。

[図12A]本発明の第4の実施例である光路変換部とアレイ光素子部を示す側面図である。

[図12B]本発明の第4の実施例である光路変換部とアレイ光素子部を示す上面図である。

[図13A]本発明の第5の実施例である光路変換部とアレイ光素子部を示す側面図である。

[図13B]本発明の第5の実施例である光路変換部とアレイ光素子部を示す上面図である。

[図14A]本発明の第6の実施例である光路変換部とアレイ光素子部を示す側面図である。

[図14B]本発明の第6の実施例である光路変換部とアレイ光素子部を示す上面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、添付図面を参照して本発明の実施例について説明する。なお、添付図面は本発明の原理に則った具体的な実施例を示しているが、これらは本発明の理解のためのものであり、決して本発明を限定的に解釈するために用いられるものではない。

[0015] <第1実施例>

本実施例では、マルチコアファイバ（MCF）である光ファイバと、直線アレイ型のアレイ光素子との光接続を実現する光路変換光結合デバイスの例を説明する。さらに、本実施例では、当該光ファイバとアレイ光素子と光路変換光結合デバイスとを備える光モジュールの例を説明する。

[0016] 図1は、本発明の第1の実施例である光モジュールの例である。本実施例による光モジュール5000は、マルチコアファイバに代表される大容量光ファイバ1000（以下では、単に「光ファイバ」という）と、光モジュール5000の内部に配置された光路変換部（光路変換光結合デバイス）100と、アレイ光素子部（アレイ光素子）3000とを備える。光モジュール5000は、光ファイバ1000と接続されている。本実施例では、光ファイバ1000は、光モジュール5000の平面5001上に配置されている。また、光路変換部100は、複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7を備えている。以下では、光路変換部100、光ファイバ1000、アレイ光素子部3000について、図2、3、及び4を用いて詳しく説明をする。

[0017] 図2は、本発明の第1の実施例である第1の光路変換部100の例である。図1及び3では、大容量光ファイバとして、同心状に配置された7個のコア部1010-1, ..., 1010-7を有する光ファイバ1000を示している。光路変換部100は、この光ファイバ1000のコア部1010-1, ..., 1010-7に対応する構成を備える。図2に示すように、光路変換部100は、複数の（7個の）第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7と、第2の斜めミラー部115とを備える。複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7は、複数のコア部1010-1, ..., 1010-

ー 7 の位置に対応して同心状に配置されている。

[0018] 光路変換部 100 は、光通信に用いる光の波長に対して透過性の良い材料が用いられることが好ましい。例えば、波長 $1.3\ \mu\text{m} \sim 1.5\ \mu\text{m}$ の場合には、光路変換部 100 は、ガラス、樹脂、Si などの半導体、有機材料などにより実現する。また、波長 $0.85\ \mu\text{m}$ の場合には、光路変換部 100 は、ガラス、樹脂、有機材料などにより実現する。

[0019] 図 2 では、光路変換部 100 の複数の第 1 の斜めミラー部 110-1, ..., 110-7 を、V 字型の溝形状部によって作製した例である。この例では、光路変換部 100 において、V 字型の溝形状部が、複数のコア部 1010-1, ..., 1010-7 の位置に対応して同心状に形成されている。ここでは、V 字型の溝形状部を形成する 2 つの面のうち一方の面が反射面となる。第 1 の斜めミラー部 110-1, ..., 110-7 の V 字型の溝形状部の反射面によって複数の光信号が反射される。また、第 2 の斜めミラー部 115 は、第 1 の斜めミラー部 110-1, ..., 110-7 によって反射された光信号（あるいは、第 1 の斜めミラー部 110-1, ..., 110-7 に向かって反射する光信号）の光路に対応する光路変換部 100 の面に形成されている。本実施例では、第 1 の斜めミラー部 110-1, ..., 110-7 が、複数の光信号を同じ高さの位置で且つ複数の光信号の光路が互いに平行になるように反射させるので、第 2 の斜めミラー部 115 は、1 つの反射面として形成されている。なお、後述するように、第 2 の斜めミラー部 115 は、複数の反射面を備えるように形成されてもよい。

[0020] 図 3 は、本発明の第 1 の実施例である大容量光ファイバ 1000 の例である。光ファイバ 1000 は、同心状に配置された複数のコア部 1010-1, ..., 1010-7 を備えている。この図では、複数のコア部 1010-1, ..., 1010-7 が縦方向に延びている。この図では、コア数が 7 の場合の例を示しているが、後述するように、コア数を 19 個にしてもよい。各コア部 1010-1, ..., 1010-7 の位置関係について、詳細には図 6 を用いて後述する。

[0021] 図4は、本発明の第1の実施例であるアレイ光素子部3000の例である。アレイ光素子部3000は、受光素子あるいは発光素子のどちらの場合でも本発明に適応することが可能である。本発明のアレイ光素子部3000は、複数の光信号が入射する、あるいは複数の光信号を出射する複数の素子（入射部あるいは出射部）3010-1, ..., 3010-7を備える。複数の素子3010-1, ..., 3010-7は、おおよそ直線状に配置されている。ここでは、アレイ光素子部3000は、汎用的な直線アレイ型の光デバイスである。

[0022] 上述したように、アレイ光素子部3000は、受光素子あるいは発光素子のどちらでも構わない。例えば、アレイ光素子部3000が受光素子の場合、複数のコア部1010-1, ..., 1010-7から出射される複数の光信号が光路変換部100によって光路が変換されて、光路変換部100からの複数の光信号をアレイ光素子部3000によって受けることになる。一方、アレイ光素子部3000が発光素子の場合、複数の光信号がアレイ光素子部3000から光路変換部100へ入射し、それら複数の光信号が光路変換部100によって光路が変換されて、光路変換部100からの光信号が複数のコア部1010-1, ..., 1010-7に入射することになる。

[0023] 図5は、本発明の第1の実施例である光路変換部100の別の例である。図2の例では、光路変換部100の複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7を、V字型の溝形状部によって作製した例を示した。図5では、複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7を、切り欠き部によって作製する例を示している。図5では、光路変換部100に複数の切り欠き部111-1, ..., 111-3を作製し、これらの切り欠き部111-1, ..., 111-3によって出来た面のそれぞれを複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7とする。切り欠き部111-1, ..., 111-3は、複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7が複数のコア部1010-1, ..., 1010-7の位置に対応して同心状に配置されるように、形成される。

[0024] このように、光信号の光路変換には、第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7と複数のコア部1010-1, ..., 1010-7との間の相対的な位置関係が重要である。複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7は、複数のコア部1010-1, ..., 1010-7の位置に対応して同心状に配置された反射面を少なくとも有していればよい。したがって、光信号が第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7において実際に反射する個所（反射面）以外の光路変換部100の形状については、任意に作製する事が可能である。なお、光路変換部100の材料として、樹脂あるいは低融点のガラスなどを用いた場合、金型によって製造が可能である。したがって、図2のようなV字型の溝形状部や図5のような切り欠き部が形成された金型を用いることによって、光路変換部100の製造が容易になる。

[0025] また、図5の例においても、第2の斜めミラー部115は、第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7によって反射された光信号（あるいは、第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7に向かって反射する光信号）の光路に対応する光路変換部100の面に形成されている。光路変換部100における複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7と斜めミラー部115は、反射率を上げる方が効率良く好ましいため、第1及び第2の斜めミラー部110-1, ..., 110-7及び115に金属（アルミニウム、金など）、あるいは誘電体多層膜によるコーティングなどを行ってもよい。なお、図2の光路変換部100と図5の光路変換部100において、光信号の光路は同じである。したがって、以下では、斜視図及び断面図等がシンプルになる図5の光路変換部100を用いて説明を行う。

[0026] 図6は、本発明の第1の実施例である光モジュール5000の上面図である。マルチコアファイバである光ファイバ1000において、幾何学的に隣接する各コア部1010-1, ..., 1010-7間の間隔を均一にして、光信号を各コア部1010-1, ..., 1010-7で伝送する際の光クロストークを等しく抑制することが好ましい。この条件を満たすには、例えば、7個のコア部1010-1, ..., 1010-7がある場合、コア部1010-

1, ..., 1010-6を正六角形に配置し、その正六角形の中心にコア部1010-7を配置する方法がある。例えば、隣接する3個のコア部1010-2, 1010-3, 1010-7が形成する三角形は正三角形になるので、図6における θ_m は 60° となる。

[0027] 光路変換を実現する方法を、以下詳細に説明する。ここでは、アレイ光素子部3000が受光素子の場合を例として説明する。この例では、複数のコア部1010-1, ..., 1010-7から出射される複数の光信号が光路変換部100によって光路が変換されて、光路変換部100からの複数の光信号をアレイ光素子部3000の各素子3010-1, ..., 3010-7によって受けることになる。光ファイバ1000を上面から見て、アレイ光素子部3000に光信号を引き出すには、他のコア部を避け、直線状に斜めに引き出すやり方が考え易い。この斜めに引き出す角度 θ_s は、7コアの場合では約 20° となる。ここでは、複数の光信号の光路が互いに平行になるように複数の光信号を反射させるために角度 θ_s を約 20° としているが、光クロストークを抑制する点においては、複数の光信号の光路が互いに交差しないようになっていけばよい。したがって、斜めに引き出す角度 θ_s は、約 20° に限定されず、複数の光信号の光路が互いに交差しないような角度の範囲で設定することができる。

[0028] 図7Aは、本発明の第1の実施例である光路変換部とアレイ光素子部を示す側面図である。また、図7Bは、本発明の第1の実施例である光路変換部とアレイ光素子部を示す上面図である。図7Bの上面図において、第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7は、長方形で簡略的に示されている。

[0029] 図7Aに示すように、光ファイバ1000の複数のコア部1010-1, ..., 1010-7から出射した光信号は、光路変換部100の上面に配置された複数の第1のレンズ部120-1, ..., 120-7で集光される。集光された各光信号は、光路変換部100の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7で反射され、側面から見て、略同じ高さになるように直角に反

射される。

[0030] このような光路変換は、図7Bで示すように、第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7を、光ファイバ1000の各コア部1010-1, ..., 1010-7の、およそ真下に配置することで実現できる。すなわち、上述したように、複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7の反射面は、複数のコア部1010-1, ..., 1010-7の位置に対応して同心状に配置されている。第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7は、複数のコア部1010-1, ..., 1010-7から出射される複数の光信号を、当該複数の光信号の光路150-1, ..., 150-7が互いに交差しないように反射させる。本実施例では、第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7は、複数の光信号を、側面から見て同じ高さで、且つ上面から見て斜めに概平行に反射させる。このように引き出された複数の光信号は、第2の斜めミラー部115によって、下方に、且つ、複数の光信号の光路が互いに略平行になるように反射される。この例では、複数の光信号は、第2の斜めミラー部115によって、略真下に直角に光路変換される。そして、第2のレンズ部130-1, ..., 130-7で集光された光信号は、アレイ光素子部3000の各々の素子3010-1, ..., 3010-7（この場合は、入射部）に入射する。なお、アレイ光素子部3000が発光素子の場合も、上述した光路を逆に辿って実現される。以上の構成によって、光ファイバ1000とアレイ光素子部3000との光結合を行うための光路変換部100を提供することが可能となる。

[0031] なお、本実施例では、第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7が、複数の光信号を、側面から見て同じ高さで略直角に、且つ上面から見て複数の光信号の光路150-1, ..., 150-7が互いに概平行になるように反射させるが、このような構成に限定されない。第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7による反射の位置（高さ）は異なってもよいし、複数の光信号の光路が少なくとも互いに交差しなければよい。最終的に、第2の斜めミラー部115によって反射された光信号が、アレイ光素子部3000

の各々の素子 3010-1, ..., 3010-7 に入射すればよく、第1の斜めミラー部 110-1, ..., 110-7 の反射の位置（高さ）や反射方向に合わせて、第2の斜めミラー部 115 を高さや角度が異なる複数の反射面で構成すればよい。なお、本実施例では、複数の光信号を、側面から見て同じ高さで、且つ複数の光信号の光路が互いに概平行になるように反射させているので、第2の斜めミラー部 115 を1つの反射面として形成できるという利点がある。

[0032] 本実施例によれば、汎用的なコア数（7コア、19コアなど）のMCF（光ファイバ1000）と汎用的な光デバイス（例えば、直線アレイ型のアレイ光素子部3000）との光接続に関してカスタムレイアウトが必要ない光路変換部100（光路変換光結合デバイス）を提供することができる。これにより、MCFと、汎用的な直線アレイ型の光デバイスとの光接続を低損失で、小型で、簡易に実現することができる。

[0033] 特に、特許文献1等の従来技術では、同心状にコアが配置された汎用的なMCFを使用しておらず、光ファイバ自体も光路変換デバイスの上に傾斜して配置したりなど、カスタムレイアウトが必要になる。したがって、特許文献1の技術では、光モジュールも大型でコストのかかる構造となる。

[0034] また、特許文献1では、光ファイバ自体も光路変換デバイスの上に傾斜して配置する関係上、光ファイバの調芯なども難しくなる。一方、本実施例によれば、図1に示すように、光ファイバ1000は、光モジュール5000の平面5001上に置く構成となっている。光ファイバ1000を平面5001上に置いた状態で光ファイバの調芯が可能となるので、従来に比べて光ファイバの調芯も容易になるという利点もある。

[0035] <第2実施例>

本実施例では、アレイ光素子部3000の各素子（入射部あるいは出射部）3010-1, ..., 3010-7 のピッチ間隔が光ファイバ1000のコア部1010-1, ..., 1010-7 から斜めに引き出した光線の間隔よりも広い場合に、光信号の光路のピッチ間隔を広げる実施例を示している。以

下では、本実施例を図 8 A～図 10 を用いて説明する。ここでは、アレイ光素子部 3000 が受光素子の場合を例として説明する。

[0036] 図 8 A は、第 2 実施例に係る光路変換部とアレイ光素子部の側面図である。また、図 8 B は、第 2 実施例に係る光路変換部とアレイ光素子部の上面図である。なお、図 8 B の上面図において、第 1 の斜めミラー部 110-1, ..., 110-7 は、長方形で簡略的に示されている。

[0037] 図 8 B では、アレイ光素子部 3000 の各素子（ここでは、入射部）3010-1, ..., 3010-7 のピッチ間隔が光ファイバ 1000 のコア部 1010-1, ..., 1010-7 から斜めに引き出した光信号の光路 150-1, ..., 150-7 の間隔よりも広がっている。この場合、図 8 A に示すように、光路変換部 100 は、第 2 の光路変換部 200 を備える。第 2 の光路変換部 200 は、第 2 の斜めミラー部 115 で反射された複数の光信号の光路間隔を変更して、複数の光信号をアレイ光素子部 3000 の各々の素子 3010-1, ..., 3010-7 に入射させる。

[0038] 光ファイバ 1000 の複数のコア部 1010-1, ..., 1010-7 から出射した光信号は、光路変換部 100 の上面に配置された複数の第 1 のレンズ部 120-1, ..., 120-7 で集光され、その後、第 1 の斜めミラー部 110-1, ..., 110-7 で反射され、さらに、第 2 の斜めミラー部 115 で下方に反射されることは、第 1 実施例と同様であるため、説明を省略する。第 2 の光路変換部 200 によって光信号の光路のピッチ間隔を変更する構成を図 9 を用いて説明する。

[0039] 図 9 は、第 2 の光路変換部を示す断面図である。第 2 の光路変換部 200 は、凹レンズ部 200-1 と、凸レンズ部 200-3 と、レンズ部 230 とを備える。凹レンズ部 200-1 と凸レンズ部 200-3 とは、枠体 200a によって支持されている。ここで、凸レンズ部 200-3 の焦点の位置と凹レンズ部 200-1 の焦点の位置を同じにする（焦点 300）。また、集光レンズ部 230 は、複数のレンズ部 230-1, ..., 230-7 を備える。

[0040] 光路変換部100の第2の斜めミラー部115によって略平行かつ真下に降りてきた光信号は、凹レンズ部200-1によって広がるように進む。次に、凸レンズ部200-3によって、これらの光信号は狭められるが、凸レンズ部200-3の焦点の位置と凹レンズ部200-1の焦点の位置が同じになっている（焦点300）ので、出射した光信号は、略平行かつ真下に進む。

[0041] その後、凸レンズ部200-3を通過した光信号をレンズ部230-1, ..., 230-7によって絞り、アレイ光素子部3000の各素子3010-1, ..., 3010-7に入射させる。なお、アレイ光素子部3000が発光素子の場合も、上述した光路を逆に辿って実現される。また、この図の奥行き方向に対しては、ビームを広げる必要は無いため、凹レンズ部200-1及び凸レンズ部200-3は、シリンドリカルレンズを用いてもよい。

[0042] 図10は、本発明の第2の実施例である第2の光路変換部の別の例の断面図である。この例の第2の光路変換部210は、多角形の形状をした第1のプリズム部210-1と、多角形の形状をした第2のプリズム部220-3とを備える。この例では、第1のプリズム部210-1が、複数の光信号の光路間隔を広げて、第2のプリズム部220-3が、複数の光信号の光路を互いに略平行にする。すなわち、図10に示すように、光路変換部100の第2の斜めミラー部115によって略平行かつ真下に降りてきた光信号は、第1のプリズム部210-1によって広がるように進む。次に、光信号は、第2のプリズム部220-3によって略平行かつ真下に進む。この例では、凹レンズ部200-1及び凸レンズ部200-3の代わりに、第1のプリズム部210-1及び第2のプリズム部220-3を用いることによって、光信号のビーム自体がレンズによって広がったり、狭まったりする影響を無くすることが可能となる。

[0043] なお、光信号の光路を広げた後に略平行に進ませる構成であればよく、回折格子やミラーなどの別の部材で第2の光路変換部200を構成してもよい。また、上述の実施例では枠体200aによって凹レンズ部200-1と凸

レンズ部200-3を支持されているが、このように枠体200aを用いずに、光路変換部100の一部を切り欠く形で、一体的に第2の光路変換部200、210などを形成することも可能である。

[0044] 本実施例では、アレイ光素子部3000の各素子（入射部あるいは出射部）3010-1, ..., 3010-7のピッチ間隔が光ファイバ1000のコア部1010-1, ..., 1010-7から斜めに引き出した光信号の光路150-1, ..., 150-7の間隔よりも広い場合においても、光ファイバ1000とアレイ光素子部3000との光結合が可能になる。また、本実施例では、複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7の反射面の角度の設定が同一であり、第2の斜めミラー部115も1つの反射面として構成できるので、第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7及び第2の斜めミラー部115の構成が簡易になるという利点がある。

[0045] <第3実施例>

図11は、本発明の第3の実施例であり、コア数が19の場合の大容量光ファイバ1000に適用する光モジュールの上面図である。

[0046] マルチコアファイバでは、前述した通り、幾何学的に隣接する各コア部1020-1, ..., 1020-19間の間隔を均一にして、光信号を各コア部1020-1, ..., 1020-19で伝送する際の光クロストークを等しく抑制することが好ましい。この条件を満たすには、例えば、19個のコア部1020-1, ..., 1020-19がある場合、6個のコア部を正六角形に配置し、その正六角形の辺の長さに等しい正十二角形上に12個のコア部を配置し、正六角形と正十二角形の中心が同じ位置になるように、コア部1020-19を配置する。さらに、コア部1020-19とコア部1020-13の距離、コア部1020-13とコア部1020-1の距離が、正六角形（正十二角形上）の辺の長さに等しくなるように配置する。隣接する3個のコア部が形成する三角形は正三角形になるので、図11における θ_m は60°となる。

[0047] 図6で示した7コアの場合と同様に、大容量光ファイバ1000を上面が

ら見て、アレイ光素子部3000に光信号を引き出すには、他のコア部を避け、直線状に斜めに引き出すやり方が考え易い。この斜めに引き出す角度 θ_s は、19コアの場合では約 12° となる。

[0048] 本実施例では、19個の第1の斜めミラー部が、19個のコア部1020-1, ..., 1020-19の位置に対応して同心状に配置される。ここでは、19個の第1の斜めミラー部が、複数の光信号を複数の光信号の光路が互いに略平行になるように反射させるために、角度 θ_s を約 12° としているが、光クロストークを抑制する点においては、複数の光信号の光路が互いに交差しないようになっていけばよい。したがって、斜めに引き出す角度 θ_s は、約 12° に限定されず、複数の光信号の光路が互いに交差しないような角度の範囲で設定することができる。

[0049] このように、上面から見て大容量光ファイバ1000の中心軸からコア数に応じて斜めに引き出す角度 θ_s を設定し、複数の光信号の光路を互いに交差しないように引き出す。これにより、コア数が19の場合の大容量光ファイバ1000とアレイ光素子部3000との光結合が可能になる。

[0050] <第4実施例>

本実施例では、アレイ光素子部3000の各素子（入射部あるいは出射部）3010-1, ..., 3010-7のピッチ間隔が光ファイバ1000のコア部1010-1, ..., 1010-7から斜めに引き出した光信号の光路の間隔よりも広い場合に、光信号の光路のピッチ間隔を広げる別の実施例を示している。ここでは、アレイ光素子部3000が受光素子の場合を例として説明する。

[0051] 図12Aは、第4実施例に係る光路変換部とアレイ光素子部の側面図である。また、図12Bは、第4実施例に係る光路変換部とアレイ光素子部の上面図である。この実施例では、光路変換部100は、複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7と、複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7に対応する複数の第2の斜めミラー部115-1, ..., 115-7とを備える。この例では、上面から見て光ファイバ1000から斜

めに、およそ平行に光信号を引き出すことは行わず、第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7と対となる複数の第2の斜めミラー部115-1, ..., 115-7を設けることにより、アレイ光素子部3000の各素子（ここでは、入射部）3010-1, ..., 3010-7に光信号を入射させる構成である。

[0052] 図12Bに示すように、複数の第2の斜めミラー部115-1, ..., 115-7が、アレイ光素子部3000の各素子3010-1, ..., 3010-7の位置に対応して並列に配置されている。光ファイバ1000から出射した光信号は、光路変換部100の上面に配置された複数の第1のレンズ部120-1, ..., 120-7で集光されて光路変換部100に入る。この光信号は、光路変換部100の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7で反射され、側面から見て、略同じ高さになるように反射される。このような光路変換は、図12で示したように、光ファイバ1000の各コア部1010-1, ..., 1010-7の、およそ真下に第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7を配置することで実現できる。

[0053] なお、この例では、複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7のそれぞれは、上面から見て異なる角度が付けられている。例えば、図12Bに示すように、第1の斜めミラー部110-7は、第2の斜めミラー部115-1, ..., 115-7の中で中央にある第2の斜めミラー部115-7に向かって反射させるので、光信号を斜めに引き出す角度は他に比べて小さく設定される。一方、第1の斜めミラー部110-4は、第2の斜めミラー部115-1, ..., 115-7の中で一番外側にある第2の斜めミラー部115-4に向かって反射させるので、光信号を斜めに引き出す角度は、第1の斜めミラー部110-7の場合と比べて大きく設定される。このように、対応する第2の斜めミラー部115-1, ..., 115-7の位置に合わせて、複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7のそれぞれの反射面の角度を設定する。このように設定することで、複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7は、上面から見て反射した光信号の光路1

50-1, ..., 150-7の間隔を広げて、複数の第2の斜めミラー部115-1, ..., 115-7に向かって反射させることができる。

[0054] また、複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7は、側面から見て同じ高さで反射される。側面から見て同じ高さでかつ上面から見て広がる方向に引き出された光信号は、複数の第2の斜めミラー部115-1, ..., 115-7によって、略真下に光路変換される。すなわち、複数の第2の斜めミラー部115-1, ..., 115-7は、複数の第1の斜めミラー部110-1, ..., 110-7で反射された複数の光信号を、複数の光信号の光路が互いに平行になるように反射させて、前記アレイ光素子の各素子に入射させる。このような光路変換は、複数の第2の斜めミラー部115-1, ..., 115-7のそれぞれの反射面に、上面から見て異なる角度を付けることによって実現できる。複数の第2の斜めミラー部115-1, ..., 115-7によって反射された光信号は、第2のレンズ部130-1, ..., 130-7で集光され、アレイ光素子部3000の各素子3010-1, ..., 3010-7に入射する。なお、アレイ光素子部3000が発光素子の場合も、上述した光路を逆に辿って実現される。

[0055] 本実施例では、アレイ光素子部3000の各素子（入射部あるいは出射部）3010-1, ..., 3010-7のピッチ間隔が光ファイバ1000のコア部1010-1, ..., 1010-7から斜めに引き出した光信号の光路の間隔よりも広い場合に、第2実施例のように凹レンズ部200-1及び凸レンズ部200-3などの別の部材を用いることなく、光ファイバ1000とアレイ光素子部3000との光結合が可能になる。例えば、別部材を用いて光信号の光路の間隔を広げる場合、材料ごとの熱膨張率の影響なども考慮する必要があるが、本実施例では、そのような影響を考慮する必要がない。

[0056] <第5実施例>

本実施例では、ここでは、アレイ光素子部3000が発光素子の場合を例として説明する。例えば、アレイ光素子部3000は、基板4000上に半田などを介して接合されているエッジエミッタである。図13Aは、第5実

施例に係る光路変換部とアレイ光素子部の側面図である。また、図 1 3 B は、第 5 実施例に係る光路変換部とアレイ光素子部の上面図である。なお、図 1 3 B の上面図において、第 1 の斜めミラー部 1 1 0 - 1, ..., 1 1 0 - 7 は、長方形で簡略的に示されている。

[0057] 本実施例では、アレイ光素子部 3 0 0 0 の各素子（ここでは、出射部）3 0 1 0 - 1, ..., 3 0 1 0 - 7 から出射した光信号が、第 2 のレンズ部 1 3 0 - 1, ..., 1 3 0 - 7 で集光され、側面から見て、略横方向に進む。その後、複数の光信号は、複数の第 1 の斜めミラー部 1 1 0 - 1, ..., 1 1 0 - 7 によって反射される。複数の第 1 の斜めミラー部 1 1 0 - 1, ..., 1 1 0 - 7 によって反射された複数の光信号は、略真上に、且つ、複数の光信号の光路が互いに略平行になるように進む。その後、複数の光信号は、複数の第 1 のレンズ部 1 2 0 - 1, ..., 1 2 0 - 7 で集光されて、光ファイバ 1 0 0 0 の複数のコア部 1 0 1 0 - 1, ..., 1 0 1 0 - 7 に入射する。

[0058] 本実施例では、アレイ光素子部 3 0 0 0 の各素子) 3 0 1 0 - 1, ..., 3 0 1 0 - 7 がエッジエミッタにおける入射部である場合においても、光ファイバ 1 0 0 0 とアレイ光素子部 3 0 0 0 との光結合が可能になる。

[0059] <第 6 実施例>

図 1 4 A は、第 6 実施例に係る光路変換部とアレイ光素子部の側面図である。また、図 1 4 B は、第 6 実施例に係る光路変換部とアレイ光素子部の上面図である。なお、図 1 4 B の上面図において、第 1 の斜めミラー部 1 1 0 - 1, ..., 1 1 0 - 7 は、長方形で簡略的に示されている。ここでは、アレイ光素子部 3 0 0 0 が受光素子の場合を例として説明する。

[0060] この実施例では、光路変換部 1 0 0 の第 2 の斜めミラー部 1 1 5 が、複数の光信号を 2 つの方向に分岐させる光路分岐部 1 1 7 を備える。例えば、光路分岐部 1 1 7 を斜めハーフミラー部とすることにより、光信号を 2 つに分岐させ、一方の光信号は主信号としてアレイ光素子部 3 0 0 0 に入射させ、もう一方の光信号を例えば光パワーなどのモニタ用の信号として処理する。光路分岐部 1 1 7 の例としては、透過率を適宜変更した部分透過ミラーを用

いることができる。これにより、光信号を反射させつつ、光信号をそのまま透過させて直進させることが可能となる。なお、光路分岐部 117 は 2 方向に光信号を分岐できればよく、ミラーを用いるなど他の構成によって実現してもよい。

[0061] 光ファイバ 1000 から出射した光信号は、光路変換部 100 の上面に配置された第 1 のレンズ部 120-1, ..., 120-7 で集光されて、光路変換部 100 に入る。この光信号は、光路変換部 100 の複数の第 1 の斜めミラー部 110-1, ..., 110-7 で反射され、側面から見て、略同じ高さになるように直角に反射される。このような光路変換は、図 14 A で示したように、光ファイバ 1000 の各コア部 1010-1, ..., 1010-7 の、およそ真下に複数の第 1 の斜めミラー部 110-1, ..., 110-7 を配置することで実現できる。このように側面から見て同じ高さで、上面から見て斜めに概平行に引き出された光信号は、第 2 の斜めミラー部 115 の光路分岐部 117 によって分岐される。分岐された一方の光信号は、主信号としてアレイ光素子部 3000 に入射し、もう一方の光信号は、そのまま横方向に進み、例えば光パワーなどのモニタ用の信号として処理することが可能となる。

[0062] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0063] 100 : 光路変換部
110-1, ..., 110-7 : 第 1 の斜めミラー部
111-1, ..., 111-3 : 切り欠き部

- 1 1 5 : 第 2 の斜めミラー部
- 1 1 5 - 1, ..., 1 1 5 - 7 : 第 2 の斜めミラー部
- 1 1 7 : 光路分岐部
- 2 0 0 : 第 2 の光路変換部
- 2 1 0 : 第 2 の光路変換部
- 1 0 0 0 : 大容量光ファイバ
- 1 0 1 0 - 1, ..., 1 0 1 0 - 7 : コア部
- 1 0 2 0 - 1, ..., 1 0 2 0 - 1 9 : コア部
- 3 0 0 0 : アレイ光素子部
- 3 0 1 0 - 1, ..., 3 0 1 0 - 7 : 素子
- 5 0 0 0 : 光モジュール

請求の範囲

- [請求項1] 同心状に配置された複数のコアを備える光ファイバ用の光路変換光結合デバイスであって、
- 前記複数のコアの位置に対応して同心状に配置された複数の第1の斜めミラー部を備え、
- 前記複数の第1の斜めミラー部は、前記複数のコアから出射される、あるいは前記複数のコアに入射する複数の光信号を、当該複数の光信号の光路が互いに交差しないように反射させることを特徴とする光路変換光結合デバイス。
- [請求項2] 請求項1に記載の光路変換光結合デバイスにおいて、
- 前記複数の第1の斜めミラー部で反射された複数の光信号を反射させる1つ以上の第2の斜めミラー部を更に備えることを特徴とする光路変換光結合デバイス。
- [請求項3] 請求項2に記載の光路変換光結合デバイスにおいて、
- 前記第2の斜めミラー部で反射された前記複数の光信号の光路間隔を変更する光路変換部を更に備えることを特徴とする光路変換光結合デバイス。
- [請求項4] 請求項3に記載の光路変換光結合デバイスにおいて、
- 前記光路変換部が、凹レンズと凸レンズとを備え、前記凹レンズの焦点の位置及び前記凸レンズの焦点の位置が同じであることを特徴とする光路変換光結合デバイス。
- [請求項5] 請求項3に記載の光路変換光結合デバイスにおいて、
- 前記光路変換部が、前記複数の光信号の光路間隔を広げる第1の多角形プリズムと、前記複数の光信号の光路を互いに平行にする第2の多角形プリズムとを備えることを特徴とする光路変換光結合デバイス。
- [請求項6] 請求項2に記載の光路変換光結合デバイスにおいて、
- 複数の第2の斜めミラー部が、並列に配置されており、

前記複数の第1の斜めミラー部は、前記複数の光信号を、前記並列に配置された前記複数の第2の斜めミラー部に向かって反射させ、

前記第2の斜めミラー部は、前記複数の第1の斜めミラー部で反射された複数の光信号を、前記複数の光信号の光路が互いに平行になるように反射させることを特徴とする光路変換光結合デバイス。

[請求項7]

請求項2に記載の光路変換光結合デバイスにおいて、

前記第2の斜めミラー部は、前記複数の光信号を2つの方向に分岐させる光路分岐部を備えることを特徴とする光路変換光結合デバイス。

[請求項8]

同心状に配置された複数のコアを備える光ファイバと、

前記光ファイバの前記複数のコアから出射される、あるいは前記複数のコアに入射する複数の光信号の光路を変換する光路変換光結合デバイスと、

前記複数の光信号を前記光路変換光結合デバイスから受ける、あるいは前記複数の光信号を前記光路変換光結合デバイスへ出射させる複数の素子が直線状に配置されたアレイ光素子と、
を備え、

前記光路変換光結合デバイスは、前記複数のコアの位置に対応して同心状に配置された複数の第1の斜めミラー部を備え、

前記複数の第1の斜めミラー部は、前記複数のコアから出射される、あるいは前記アレイ光素子から出射される前記複数の光信号を、当該複数の光信号の光路が互いに交差しないように反射させることを特徴とする光モジュール。

[請求項9]

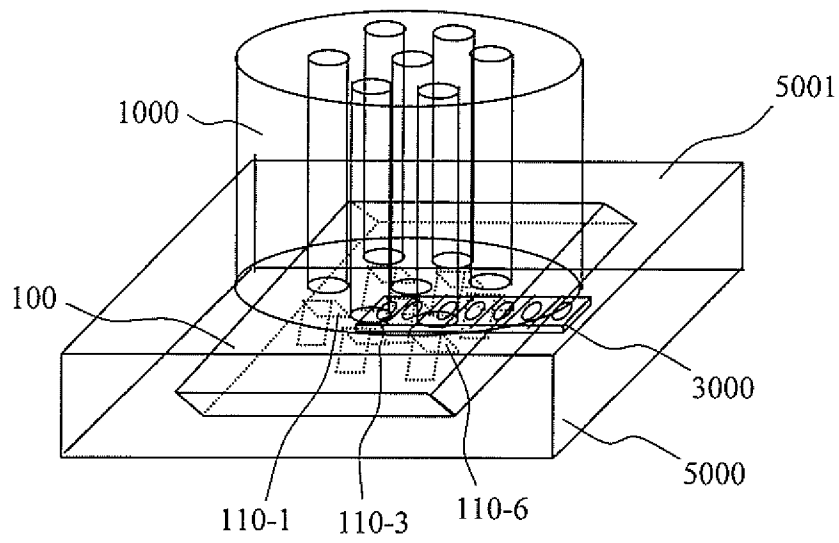
請求項8に記載の光モジュールにおいて、

前記光路変換光結合デバイスは、前記複数の第1の斜めミラー部で反射された前記複数の光信号を反射させて、前記複数の光信号を前記アレイ光素子の各素子に入射させる1つ以上の第2の斜めミラー部を更に備えることを特徴とする光モジュール。

- [請求項10] 請求項9に記載の光モジュールにおいて、
前記光路変換光結合デバイスは、前記第2の斜めミラー部で反射された前記複数の光信号の光路間隔を変更して、前記複数の光信号を前記アレイ光素子の各素子に入射させる光路変換部を更に備えることを特徴とする光モジュール。
- [請求項11] 請求項10に記載の光モジュールにおいて、
前記光路変換部が、凹レンズと凸レンズとを備え、前記凹レンズの焦点の位置及び前記凸レンズの焦点の位置が同じであることを特徴とする光モジュール。
- [請求項12] 請求項10に記載の光モジュールにおいて、
前記光路変換部が、前記光路変換部が、前記複数の光信号の光路間隔を広げる第1の多角形プリズムと、前記複数の光信号の光路を互いに平行にする第2の多角形プリズムとを備えることを特徴とする光モジュール。
- [請求項13] 請求項9に記載の光モジュールにおいて、
複数の第2の斜めミラー部が、前記アレイ光素子の各素子の位置に対応して並列に配置されており、
前記複数の第1の斜めミラー部は、前記複数の光信号を、前記並列に配置された前記複数の第2の斜めミラー部に向かって反射させ、
前記第2の斜めミラー部は、前記複数の第1の斜めミラー部で反射された複数の光信号を、前記複数の光信号の光路が互いに平行になるように反射させて、前記アレイ光素子の各素子に入射させることを特徴とする光モジュール。
- [請求項14] 請求項9に記載の光モジュールにおいて、
前記第2の斜めミラー部は、前記複数の光信号を2つの方向に分岐させる光路分岐部を備え、前記光路分岐部によって分岐された一方の光信号が、前記アレイ光素子の各素子に入射することを特徴とする光モジュール。

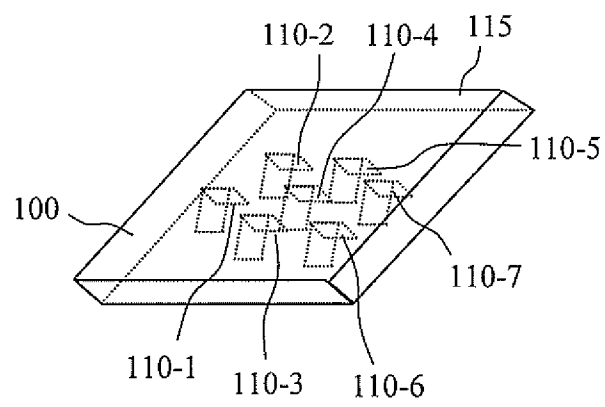
[図1]

図 1



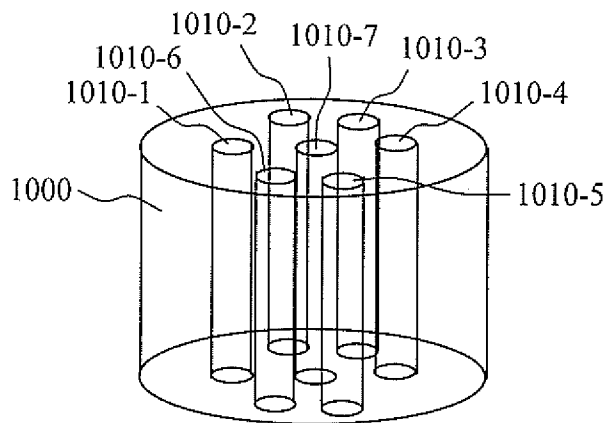
[図2]

図 2



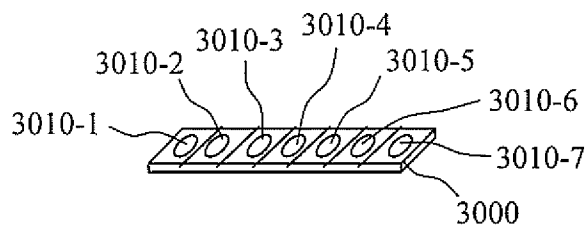
[図3]

図 3



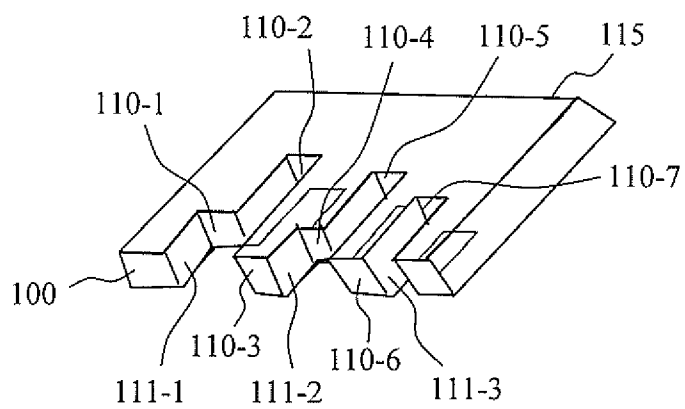
[図4]

図 4



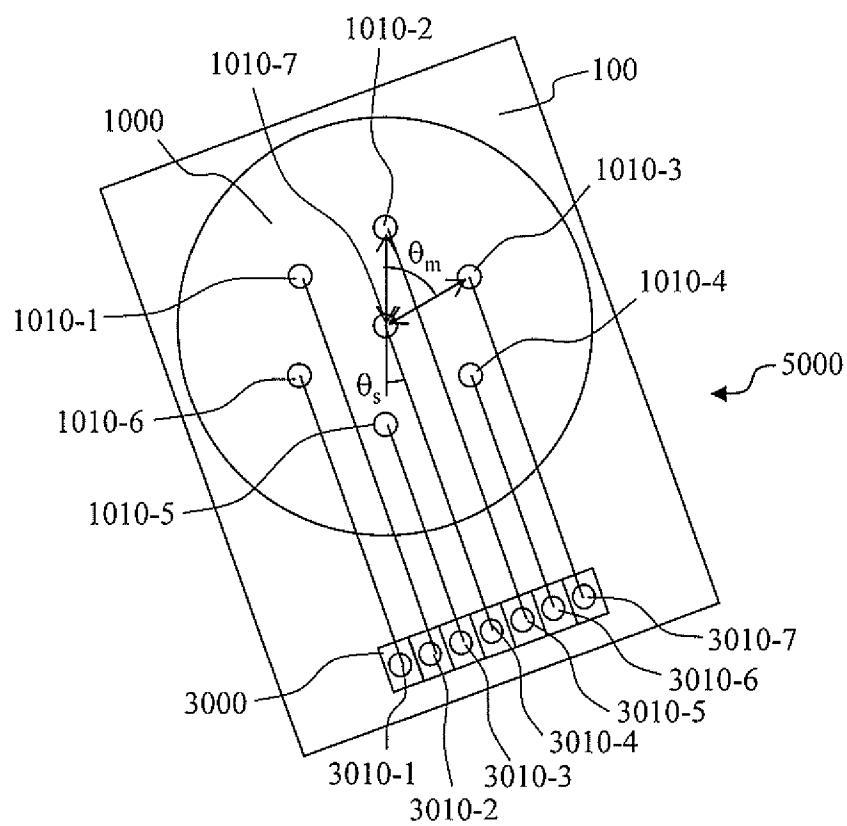
[図5]

図 5



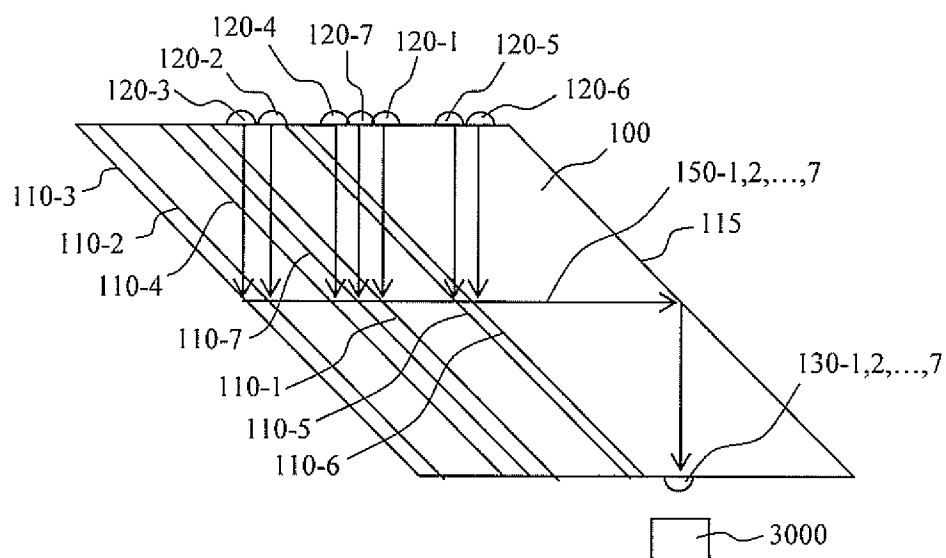
[図6]

図 6



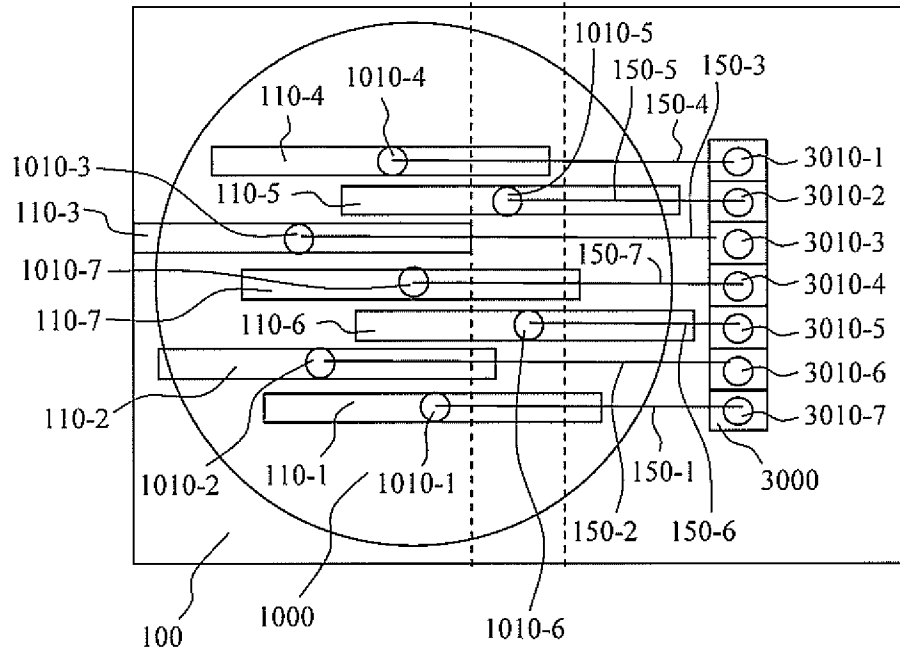
[図7A]

図 7 A



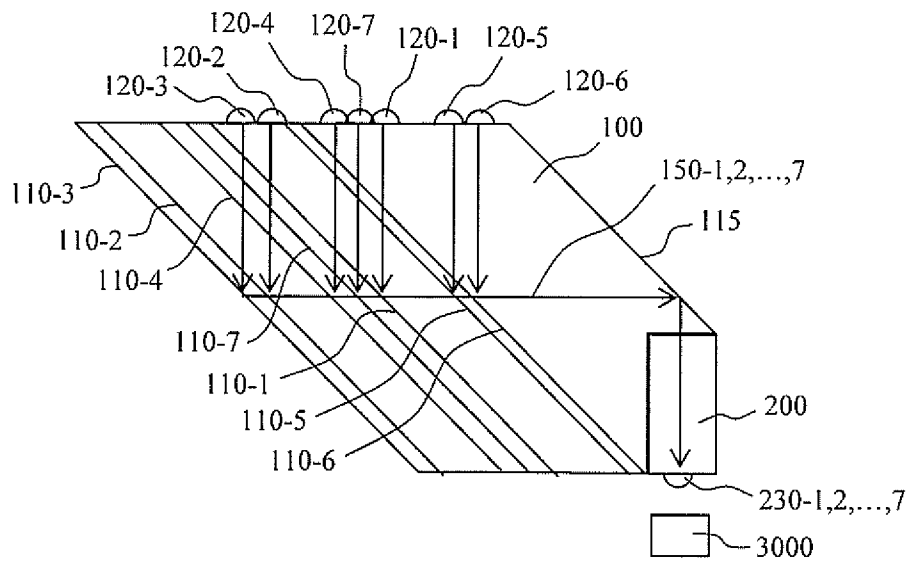
[図7B]

図 7 B



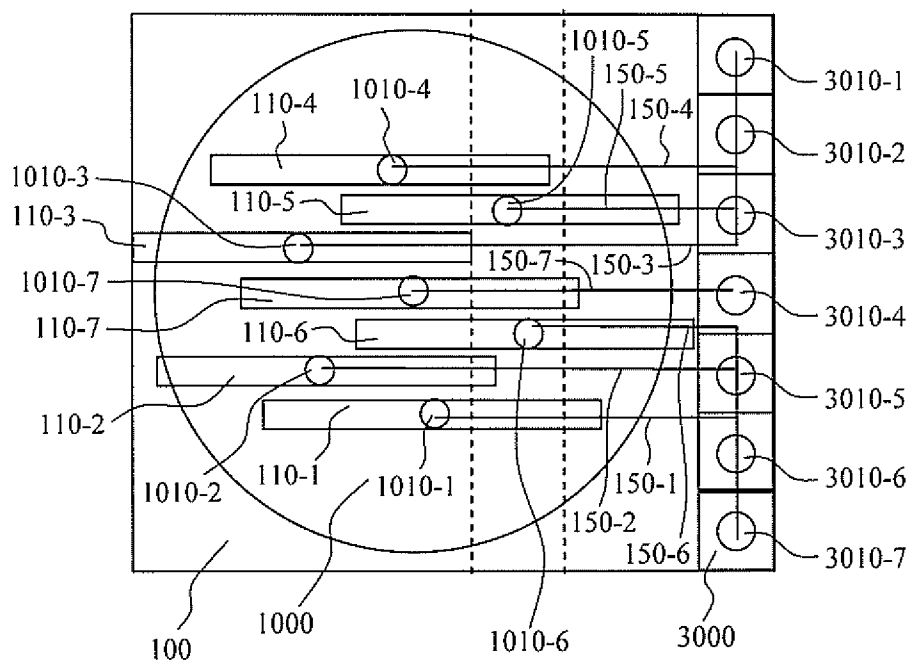
[図8A]

図 8 A



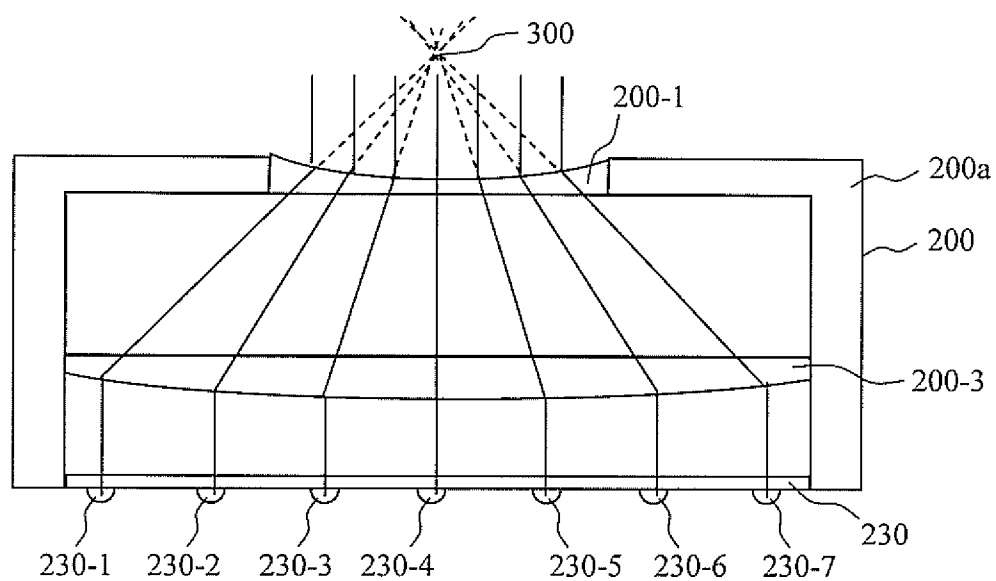
[図8B]

図 8 B



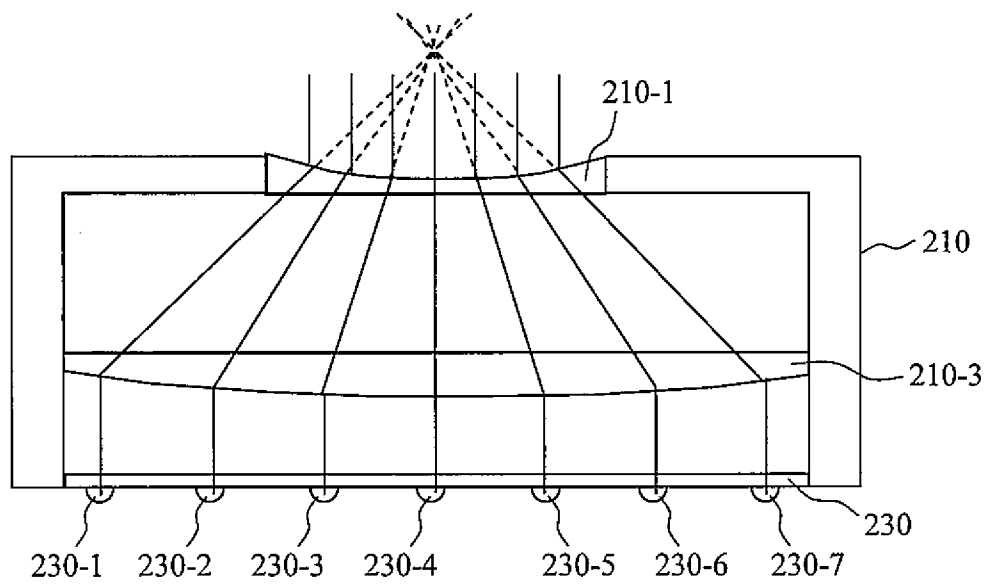
[図9]

図 9



[図10]

図 10



[図11]

図 1 1

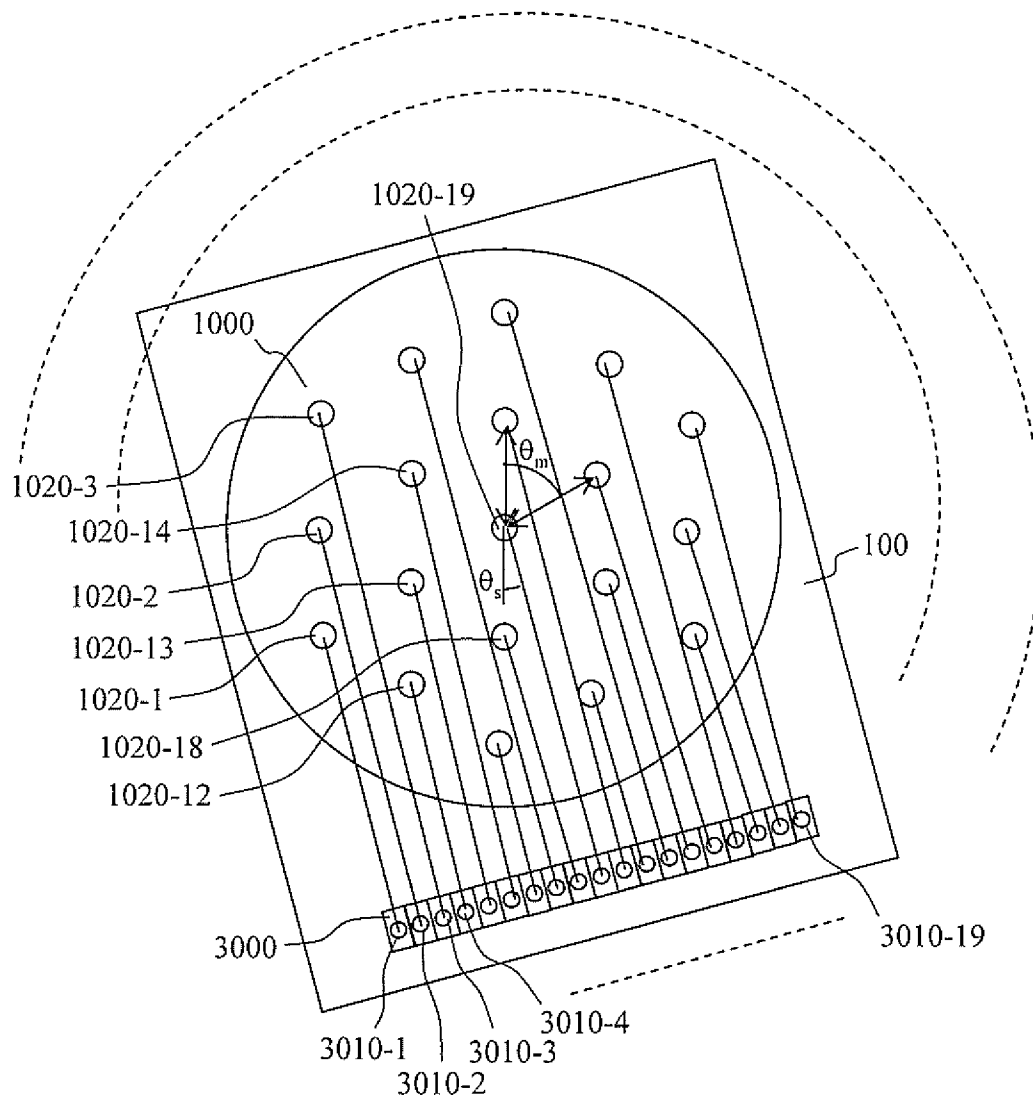
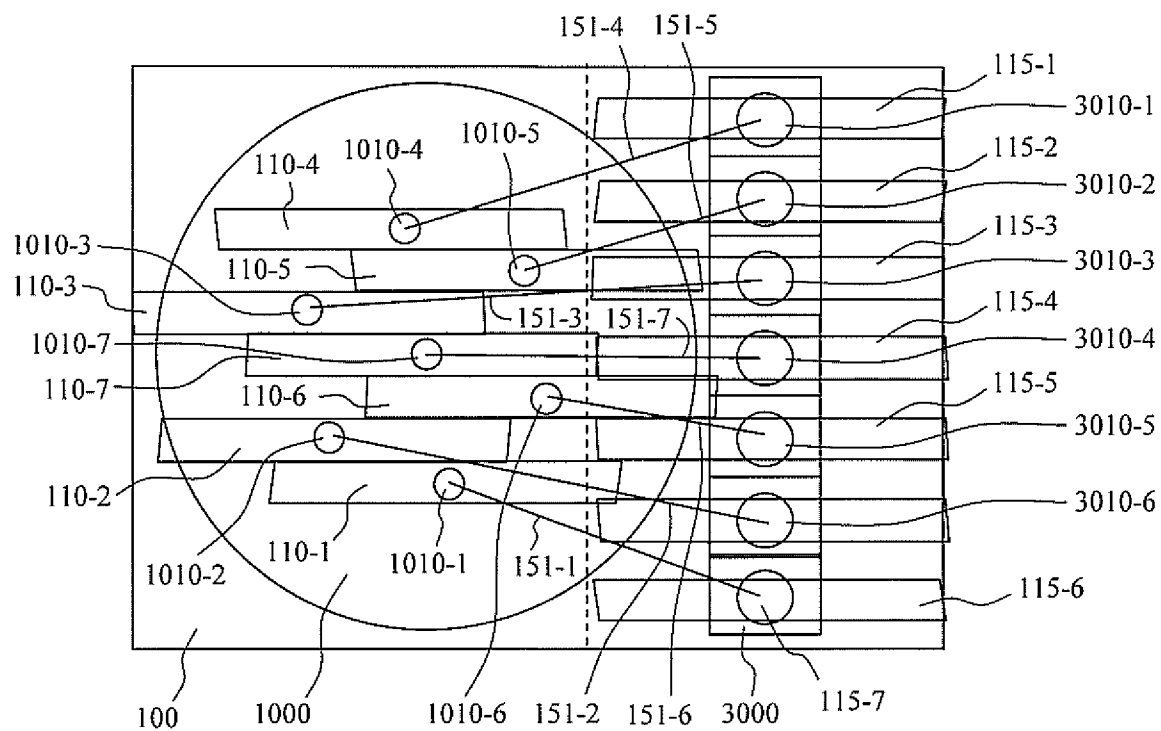


图 12A

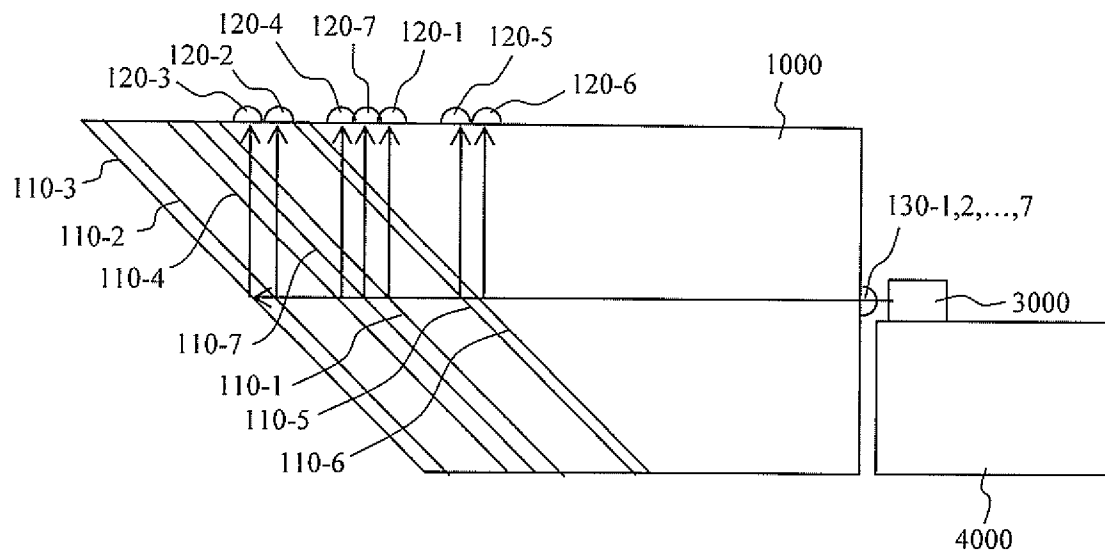


图 12B



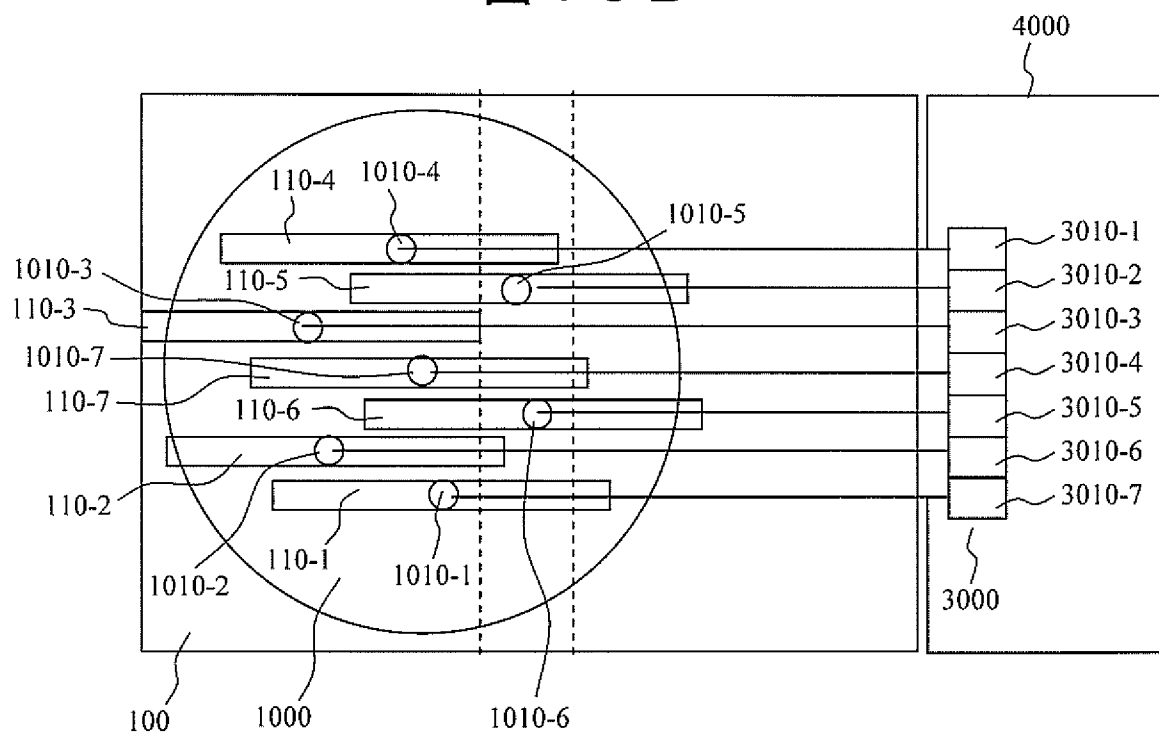
[図13A]

図 1 3 A



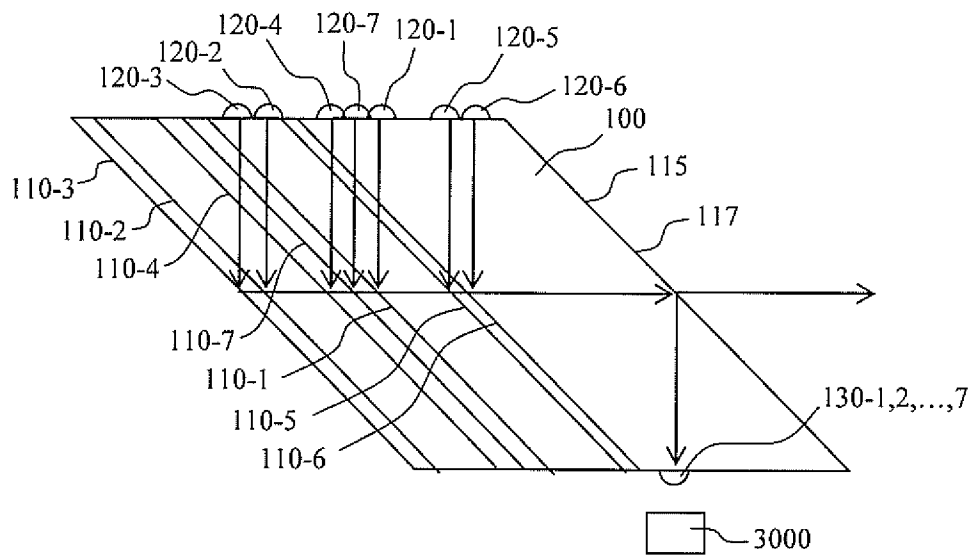
[図13B]

図 1 3 B



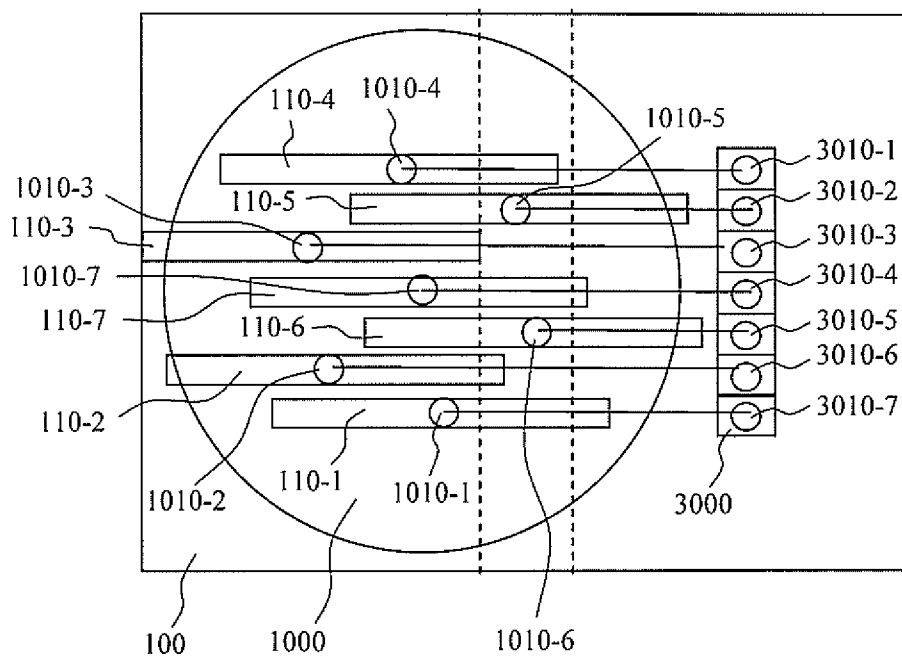
[図14A]

図 1 4 A



[図14B]

図 1 4 B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/075165

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/42 (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

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 Y	JP 2010-286697 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 24 December 2010 (24.12.2010), fig. 5 to 10 (Family: none)	1-2, 8-9 3-5, 10-12
Y	JP 7-110443 A (Hoya Corp.), 25 April 1995 (25.04.1995), paragraph [0082]; fig. 1 to 8 (Family: none)	3-4, 10-11
Y	JP 2003-262822 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 19 September 2003 (19.09.2003), fig. 1, 4 (Family: none)	3, 5, 10, 12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 December, 2012 (05.12.12)

Date of mailing of the international search report
18 December, 2012 (18.12.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/075165

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-5, 8-12

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/075165

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

The invention of claims 1, 2, 8, and 9 does not appear novel to the invention described in Document 1 and does not have a special technical feature. Therefore, the claims include three inventions (groups) having the following special technical features. Moreover, the inventions of claims 1, 2, 8, and 9, which have no special technical feature, are classified in invention 1.

(Invention 1: invention of claims 1-5 and 8-12) An optical path conversion optical coupling device provided with first and second inclined mirror units and an optical path conversion unit that changes the gap between optical paths for a plurality of optical signals.

(Invention 2: invention of claims 6 and 13) An optical path conversion optical coupling device provided with first and second inclined mirror units and in which the second inclined mirror units are arranged in parallel and a plurality of optical signals reflected by the first inclined mirror units are reflected such that the optical paths are parallel to each other.

(Invention 3: invention of claims 7 and 14) An optical path conversion optical coupling device provided with first and second inclined mirror units and in which the second inclined mirror unit is provided with an optical path branching unit.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B6/42(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（I P C））

Int.Cl. G02B6/42

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2010-286697 A（住友電工株式会社）2010.12.24, 図5-10 （ファミリーなし）	1-2、8-9
Y		3-5、10-12
Y	JP 7-110443 A（ホーヤ株式会社）1995.04.25, 【0082】、図1-8 （ファミリーなし）	3-4、10-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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

05.12.2012

国際調査報告の発送日

18.12.2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

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）

奥田 雄介

2 X

3 6 1 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3294

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 請求項の番号
Y	JP 2003-262822 A (日本電信電話株式会社) 2003.09.19, 図1、図4 (ファミリーなし)	3、5、10、 12

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1、2、8、9に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。したがって、請求の範囲には、以下の特別な技術的特徴を有する3の発明（群）が含まれる。なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1、2、8、9に係る発明は、発明1に区分する。

（発明1：請求項1－5、8－12に係る発明） 第1及び第2の斜めミラー部、並びに複数の光信号の光路間隔を変更する光路変換部を備える光路変換光結合デバイス

（発明2：請求項6、13に係る発明） 第1及び第2の斜めミラー部を備え、第2の斜めミラー部は並列に配置されており、第1の斜めミラー部で反射された複数の光信号を光路が互いに平行になるように反射させる光路変換光結合デバイス

（発明3：請求項7、14に係る発明） 第1及び第2の斜めミラー部を備え、第2の斜めミラー部は光路分岐部を備える光路変換光結合デバイス

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項1－5、8－12

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。