(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3907233号
(P3907233)
(45)発行日　平成19年4月18日(2007.4.18)　(24)登録日　平成19年1月26日(2007.1.26)

(51)Int.Cl.　F I
G02B 6/42 (2006.01)　G02B 6/42

請求項の数 9　(全 18 頁)

(21)出願番号　特願平8-73792
(22)出願日　平成8年3月28日(1996.3.28)
(65)公開番号　特開平8-271768
(43)公開日　平成8年10月18日(1996.10.18)
審査請求日　平成15年3月17日(2003.3.17)
(31)優先権主張番号　412,251
(32)優先日　平成7年3月28日(1995.3.28)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　506076606
アバゴ・テクノロジーズ・ジェネラル・アイピー（シンガポール）プライベート・リミテッド
シンガポール国シンガポール７６８９２３，イーシュン・アベニュー・７・ナンバー１
(74)代理人　100087642
弁理士　古谷　聡
(74)代理人　100076680
弁理士　溝部　孝彦
(74)代理人　100121061
弁理士　西山　清春

最終頁に続く

(54)【発明の名称】並列光データ・リンク

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

フォトニック光源のアレイと、

該光源アレイに隣接して光学的に結合されたマルチモード導波管のアレイと、

フォトニック光検出器のアレイと、

該検出器アレイに隣接して光学的に結合されたマルチモード導波管のアレイと、

長さ方向に延び、互いに対向する第１と第２の端部を有する、光を透過するためのマルチモード光ファイバ・リボンとを有し、

前記光源アレイに結合された前記導波管アレイが、前記光ファイバ・リボンの前記第１端に光学的に結合され、

前記検出器アレイに結合された前記導波管アレイが、前記光ファイバ・リボンの前記第２端に光学的に結合され、

前記導波管の各々が、入力光学開口、及びその入力光学開口より小さな寸法を有して対向する出力光学開口を備えるように、前記導波管の各々にテーパが設けられていることを特徴とする装置。

【請求項２】

前記光源アレイに結合された前記導波管アレイの各導波管が、選択された寸法の前記入力光学開口及び出力光学開口を有するようにテーパがつけられており、

前記検出器アレイに結合された導波管アレイの各導波管が、前記選択された寸法の前記入力光学開口よりも実質的に大きな寸法の前記入力光学開口及び、及び前記選択された寸

法の前記出力光学開口よりも実質的に大きな寸法の前記出力光学開口を有するようにテーパがつけられていることを特徴とする、請求項１に記載の装置。

【請求項３】

前記光源の各々が、所定の開口数を有し、

前記光ファイバの各々が、前記光源の開口数と実質的に異なる開口数を有し、

前記光源アレイに結合された前記導波管アレイが、前記光源の開口数と前記ファイバの開口数との間の選択された開口数を有し、前記光源アレイから前記導波管アレイを通って前記光ファイバへ光伝送を行うよう構成されることを特徴とする、請求項１に記載の装置。

【請求項４】

前記光ファイバの各々が、所定の開口数を有し、

前記光検出器の各々が、前記光ファイバの開口数とは実質的に異なる開口数を有し、

前記検出器アレイに結合された前記導波管アレイが、前記光ファイバの開口数と前記検出器の開口数との間の選択された開口数を有し、前記光ファイバから前記導波管アレイを通って前記光検出器へ光伝送を行うよう構成されることを特徴とする、請求項１に記載の装置。

【請求項５】

前記光源アレイが所定のピッチを有し、

前記光ファイバ・リボンが前記光源アレイのピッチとは実質的に異なるピッチを有し、

前記光源に結合された導波管アレイの各導波管が、当該導波管の対向する端部に配置され、入力開口と出力開口を含む夫々の対をなす光学開口を有し、

前記光源に結合された導波管アレイの入力開口が、前記光源アレイのピッチと実質的に一致する選択されたピッチを有し、

前記光源に結合された導波管アレイの出力開口が、前記ファイバ・リボンのピッチと実質的に一致する選択されたピッチを有することを特徴とする請求項１に記載の装置。

【請求項６】

前記光源アレイが所定のピッチを有し、

前記光ファイバ・リボンが、前記光源アレイのピッチとは実質的に異なるピッチを有し、

前記導波管が、前記光源から前記光ファイバ・リボンに向かって扇状に集束するように、前記光源に結合された導波管アレイが配列されていることを特徴とする請求項１に記載の装置。

【請求項７】

前記光ファイバ・リボンが所定のピッチを有し、

前記検出器アレイが、前記光ファイバ・リボンのピッチとは実質的に異なるピッチを有し、

前記検出器に結合された導波管アレイの各導波管が、当該導波管の対向する端部に配置され、入力開口と出力開口を含む夫々の対をなす光学開口を有し、

前記検出器に結合された導波管アレイの入力開口が、前記光ファイバ・リボンのピッチと実質的に一致する選択されたピッチを有し、

前記検出器に結合された導波管アレイの出力開口が、前記検出器のピッチと実質的に一致する選択されたピッチを有することを特徴とする請求項１に記載の装置。

【請求項８】

前記光ファイバ・リボンが所定のピッチを有し、

前記検出器アレイが、前記光ファイバ・リボンのピッチとは実質的に異なるピッチを有し、

前記導波管が、前記光ファイバ・リボンから前記検出器に向かって扇状に広がるように、前記検出器に結合された導波管アレイが配列されていることを特徴とする請求項１に記載の装置。

【請求項９】

前記検出器アレイが所定のピッチを有し、
前記光ファイバ・リボンが、前記検出器アレイのピッチとは実質的に異なるピッチを有し、
前記導波管が、前記検出器から前記光ファイバ・リボンに向かって扇状に収束するように、前記検出器に結合された導波管アレイが配列されていることを特徴とする請求項１に記載の装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、一般に光データ・リンクに関するものであり、とりわけ並列光データ・リンクに関するものである。
【０００２】
【従来技術及びその問題点】
直列光データ・リンクは当該技術において周知である。一般に、直列光データ・リンクでは、単一モード光ファイバを利用して単一モード・レーザ光源と検出器の間が光学的に結合される。１本のファイバだけによって直列にデータが伝送されるので、このタイプの既知のデータ・リンクの速度はこの一本のファイバとこれに対応付けられたレーザ光源及び検出器の能力に制限される。現在利用可能でかつ経済的に引き合う直列光データ・リンクによって得られるデータ伝送速度を超えるデータ伝送速度が必要とされている。あいにく、直列データ・リンクの速度を上げるというのはコストが高くつく対策案である。更に、単一モードのファイバは特にレーザ光源及び検出器との光学的アラインメントの狂いに敏感であり、既知の直列データ・リンクのコストをいっそう上昇させる。
【０００３】
【目的】
本発明の目的は、マルチモード光学部品を利用した並列光データ・リンクを提供することにある。
【０００４】
【概要】
本発明によれば、マルチモード光学部品を利用した並列光データ・リンクのための方法及び装置が与えられる。本発明では、並列光リンクを介してデータが伝送されるので、既知の直列データ・リンクにおけるようにデータ伝送速度が１本だけのファイバ及びこれに対応付けられたレーザ光源及び検出器の能力に制限されるということはない。更に、本発明では、マルチモード光学導波管やマルチモード光ファイバといったマルチモード部品を使用しているので、単一モード・ファイバを利用した既知の直列データ・リンクのようには、光学的アラインメントの狂いに敏感ではない。パッケージング・コストがかかることはデータ・チャネルが多くなることで帳消しになるので、本発明の並列光データ・リンクは、直列データ・リンクの選択肢に比べると、データ・チャネル当たりのコストが安くなる。
【０００５】
簡単にかつ一般的に表現概すれば、本発明には、フォトニック光源のアレイと、この光源アレイに隣接して光学的に結合されたマルチモード導波管のアレイが含まれている。同様に、本発明には更に、フォトニック光検出器のアレイと、この検出器アレイに隣接して光学的に結合されたマルチモード導波管のアレイが含まれている。本発明には、更に、長手方向の寸法と、その間で光を透過するための互いに対向する第１及び第２の端部を有するマルチモード光ファイバ・リボンが含まれている。光源に結合された導波管アレイはファイバ・リボンの第１の端部と光学的に結合されており、一方、検出器に結合された導波管アレイはファイバ・リボンの第２の端部に結合されている。
【０００６】
本発明は、隣接する光学部品間の全てのインターフェイスにおいて、テーパを付けること、及び部品のピッチ、光学開口サイズ及び開口数を制御することによって、高い結合効率

と大きなアラインメントの許容誤差を提供する。従って、本発明は、先行技術によって得られるものを上回る光学アラインメント及び光学結合の最適化を達成できる。具体的に言えば、マルチモード光学導波管の各々は、個々に漏斗上の構成となるようにテーパが付けられ、これにより結合効率を高め、また導波管アレイのアラインメントの許容誤差を大きくしている。本発明の望ましい実施例によれば、光源に結合された導波管アレイは選択された寸法になるようにテーパがつけられており、検出器に結合された導波管アレイは光源に結合された導波管アレイと実質的に異なる寸法になるようにテーパがつけられている。導波管のこの寸法差によって、光源、検出器の異なる光学アラインメント要件が満たされるだけでなく、更に、光ファイバ・リボンの互いに対向する端部の異なるアラインメント要件も満たされる。

【０００７】

本発明における光学部品のピッチの制御によって、光学アラインメント及び効率的な光伝送も促進される。光ファイバ・リボンのピッチは光源アレイのピッチと実質的に異なるので、光源に結合された導波管の入力開口のピッチは光源アレイのピッチとほぼ一致するように選択されており、一方、光源に結合された導波管アレイの出力開口のピッチはファイバ・リボンのピッチとほぼ一致するように選択されている。望ましい実施例では、光源に結合された導波管アレイは、光源からファイバに向かって扇状に窄まるように配列される。

【０００８】

同様に、光ファイバ・リボンのピッチは、検出器アレイのピッチと実質的に異なるので、検出器に結合された導波管の入力開口のピッチはファイバのピッチとほぼ一致するように選択されており、一方、検出器に結合された導波管アレイの出力開口のピッチは検出器のピッチとほぼ一致するように選択されている。望ましい実施例では、検出器に結合された導波管アレイはファイバから検出器に向かって扇状に収束するように配列される。

【０００９】

光ファイバの光学開口サイズ及び開口数は光源の光学開口サイズ及び開口数と実質的に異なるので、光源に結合された導波管の各々の光学開口サイズ及び開口数の値は、光学アラインメントがとれ、効率的な光伝送が行えるように選択されている。具体的に言えば、光源に結合された導波管アレイの選択された開口数の値は、光源の開口数の値とファイバの開口数の値の間の値を取る。更に、検出器の光学開口サイズ及び開口数は光ファイバの光学開口サイズ及び開口数と実質的に異なるので、検出器に結合された導波管の各々の光学開国サイズ及び開口数の値は、光学アラインメントがとれ、効率的な光伝送が行えるように選択されている。具体的に言えば、検出器に結合された導波管アレイの選択された開口数の値は、実質的にファイバの開口数の値と検出器の開口数の値の間の値を取る。

【００１０】

望ましい実施例では、第１と第２のファイバ・リボン・フェルールは、ファイバ・リボンの互いに対向する端部に機械的に結合されている。ファイバ・リボンの第１の端部に結合された第１のファイバ・リボン・フェルールに加えて、ファイバ・リボンの第１の端部の導波管アレイに対する所望の光学アラインメントがほぼとれるようにするように、第１のフェルールを光源に結合された導波管アレイにアラインメントのとれた状態に保持するためのアラインメント手段も設けられている。このアラインメント手段は、第１のフェルールに機械的に結合されたアラインメント・ガイド・ピンを受け入れるための、導波管アレイの端部内に延びるキャビティを有することが望ましい。同様の構成によって、第２のファイバ・リボン・フェルールと光源に結合された導波管アレイのアラインメントがとられる。別の望ましい実施例では、アラインメント手段は、フェルールの基準となる形状と導波管の基準となる形状を合わせる受動アラインメント手段を有する。更に別の望ましい実施例では、アラインメント手段は、導波管とフェルールの間での位置に関係したピークを有する光信号の伝送(position dependent peak optical signal transmission between the waveguide and the ferrule)に応答して、フェルールの位置を調整するための能動アラインメント手段を有する。

【００１１】
本発明の他の態様及び利点については、添付図面に関連してなされ、本発明の原理を例によって説明する以下の詳細な説明から明らかになるであろう。
【００１２】
【実施例】
図１の部分ブロック図に示すように、本実施例は、フォトニック光源アレイ１０１と、この光源アレイに隣接して光学的に結合されたマルチモード導波管アレイ１０３を含む。同様に、本実施例は、更に、フォトニック光検出器アレイ１０５と、この検出器アレイに隣接して光学的に結合されたマルチモード導波管アレイ１０７も含む。本実施例は、更に、長手方向の寸法がｌであり、光を透過させるための第１と第２の互いに対向する端部１１１、１１３を有する１本または複数本のマルチモード光ファイバ・リボン１０９も含む。光源に結合された導波管アレイ１０３はファイバ・リボン１０９の第１の端部１１１に光学的につながっており、一方、検出器に結合された導波管アレイ１０７はファイバ・リボン１０９の第２の端部１１３に光学的につながっている。
【００１３】
引き続きもっと詳しく述べるように、本発明の導波管はテーパを付けるのが有利である。このようにテーパを付けることは、光源アレイと検出器アレイの間の光データ・リンクでの並列データ・チャネル動作に特に有効である。なぜならば、望ましい実施例のように、１つまたは複数の行のレイに横方向に構成された光源または検出器の多くのデータ・チャネルを含むアレイについては、横方向アラインメントの許容誤差を取ることができることは特に有利だからである。例えば、テーパ付きによって、横方向のアラインメントに許容誤差が取れるので、導波管の熱膨張があっても、所望の光学アラインメントが維持される。
【００１４】
図２、図３、図４、図５、図６及び図７には、本発明の実施例の並列光リンクの光源に結合された導波管アレイの各種の図が示されている。導波管アレイは、当業者には周知であるところの、単一の柔軟なポリマ層上でマスクを使用するフォトリソグラフィック技法によって形成するのが望ましい。好ましくは、次に、このポリマ層を、図３及び図４に詳細に示すバッファ層の間に挟み、更に別のパッケージング層（図示せず）の間に挟むのが望ましい。例えば"Moisture Sealing of Optical Waveguide Devices with Doped Silicon Dioxide"と題する米国特許第5,026,136号等のBruce L. Boothに対して発行された米国特許には、有用な従来技術が記載されている。選択された材料を利用した適切なドーピング及び他の処理条件によって、導波管及びバッファ層の夫々の屈折率を制御し、これによって、今度は、導波管の開口数を制御する。図では、光学的に結合された光を点線で示す。図示するように、望ましい実施例では、導波管アレイは、導波管アレイの端部の傾斜面での反射によって光源アレイと光学的に結合している。
【００１５】
図２に、フォトニック光源１０１のアレイを側面図の形態で示す。この光源は、大面積のマルチ横モード垂直キャビティ表面発光レーザ(large area multi-transverse-mode vertical cavity surface emitting laser)が望ましい。これ以上の有用な教示として、１９９４年１０月２５日に発行された"Optical Communication with Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser Operating in Multiple Transverse Modes"と題する米国特許第5,359,447号を参照されたい。以下で詳述するように、光源に結合された導波管の望ましいサイズの光学入力開口との光学アラインメントをもっと良好にするため、大面積のレーザは、直径が５μｍ～２５μｍの範囲内である。
【００１６】
光源は、好ましくは、ハンダ・バンプ・「フリップ・チップ」・アラインメント及びボンディング技法を利用して、送信器の基板上に取り付けられ、並列光データ・リンクによるデータ伝送の制御に適した電子的駆動回路に電気的に結合される。マルチモード導波管アレイ１０３は、光源アレイに隣接して光学的に結合されるが、好ましくはハンダ・バンプ

・「フリップ・チップ」・ボンディングを用いて基板に取り付けられ、アラインメントをとられる。１９９４年８月３１日に米国出願された、"Passive Alignment and Packaging of Optoelectronic Components to Optical Waveguides Using Flip-Chip Bonding Technology"と題する米国特許出願第08/299,176号に有用な教示が含まれているので参照されたい。更に別の望ましい実施例では、光源の基準形状と導波管の基準形状を一致させることによって、受動アラインメントが実現する。更に別の望ましい実施例では、アラインメント手段は、導波管とフェルールの間での位置に関係したピークを有する光信号の伝送に応答して、フェルールの位置を調整するための能動アラインメント手段を有する。

【００１７】

望ましい実施例では、第１のファイバ・リボン・フェルール１０４は、ファイバ・リボン１０９の第１の端部と機械的に結合している。更に、図２の部分分解側面図に示すように、第１のフェルールと光源に結合された導波管アレイをアラインメントのとれた状態に保持することによって、ファイバ・リボンの第１の端部と導波管アレイの所望の光学アラインメントがほぼとれるようにするための手段が設けられている。このアラインメント手段は望ましくは、第１のフェルールと機械的に結合されたアラインメント・ガイド・ピン１０６を受け入れるために導波管の端部内に延びるキャビティを有する。

【００１８】

光ファイバの開口数は光源の開口数と実質的に異なっている。例えば、本発明の望ましい実施例では、光源の開口数は約０．１であるが、ファイバの開口数は約０．２８と比較的大きい。光源に結合された導波管アレイは、導波管を介した光源から光ファイバへの効率的な光伝送を促進するため、光源の開口数とファイバの開口数の間の選択された開口数を持っている。例えば、本発明の望ましい実施例では、光源に結合された導波管の材料及び関連するバッファ層の材料は、光源に結合された導波管の開口数が約０．２になるように選択される。

【００１９】

光源に結合された各導波管アレイは、その互いに対向する端部に入力開口と出力開口を有する、夫々対をなす光学開口が配置されている。図３に正面図で示すように、望ましい実施例では、アレイの光源に結合された各導波管の夫々の入力開口１１０は、縦約５０μｍ×横６０μｍの望ましい拡大されたサイズを有している。導波管の光学入力開口の６０μｍという横方向寸法によって、光学開口が望ましいサイズに拡大され、更に、フォトニック光源に結合するための導波管アレイの横方向寸法Ｌ１に沿ったアラインメントの許容誤差が大きくなる。光源アレイの構成要素及び導波管アレイの入力開口は、５００μｍという望ましいピッチに合致する。簡略化のため、光源アレイ及び導波管アレイは、夫々３つの構成要素だけしか備えていないように図示されているが、例えば１０本の部材というようなもっと多数の部材が望ましいということを理解しなければならない。

【００２０】

光源に結合された導波管アレイには、夫々その出力開口がおよそ横４０μｍ×縦５０μｍという望ましい縮小されたサイズになるようにテーパをつけるのが望ましい。テーパを付けているにもかかわらず、導波管を介した光源からの光伝送は効率よく行われる。発明者が立てた理論によれば、導波管がモード充填されている(mode-filled)場合、導波管にテーパをつけると、大きい初期伝送損失が生じる。光源は導波管の入力開口のサイズ及び開口数に比べると小型で開口数が小さいので、フォトニック光源による導波管の初期モード充填(initial mode fill)は起こらず、これによりテーパを付けることによる有害な効果が最小限に抑えられる。

【００２１】

図４に背面図で具体的に示された光源に結合された導波管の出力開口のサイズを縮小ことによって、６２．５／１２５μｍのグレーデッド・インデクス・マルチモード・ファイバ・リボンの第１の端部における入力光学開口に対するアラインメントの許容誤差が改善され、光学結合の効率が良くなる。６２．５／１２５μｍのグレーデッド・インデクス・ファイバが望ましいが、別の実施例では、例えば５０／１２５μｍのグレーデッド・インデ

クス・マルチモード・ファイバのような他のファイバを用いても有益な結果が得られる。光源に結合された導波管のサイズが縮小されておりまた開口数が小さいことによって、比較的開口数の大きいマルチモード・ファイバ・リボンとの結合が可能になる。ファイバ・リボン及び導波管の出力開口は、２５０μｍという望ましい減少されたピッチに合致させられる。従って、光源に結合された導波管の横方向の構成は入力開口でのピッチから扇状に窄まるので、出力開口ではピッチが減少する。図４に背面図で詳細に示すように、アラインメント・ピンが導波管アレイの端部内に延びるキャビティ１１４によって受け入れられる。キャビティの望ましい形成方法はレーザ・アブレーションである。

【００２２】

図５は、導波管アレイのバッファ層を切り欠いた、長さ寸法を持ち光源に結合された導波管アレイの平面図である。光源に結合された導波管の長さ寸法は、導波管にテーパを付けるのに十分な長さが得られるようにするための約１ｍｍを超える寸法から、問題となる関連光波長における導波管内での減衰を約３デシベル未満にするための３０ｃｍ未満の寸法までの範囲である。望ましい長さ寸法は約３４ｍｍである。

【００２３】

簡略化のために、図２、図３及び図４のアレイは３つの構成要素だけしか持っていないように示されているが、図５には光源に結合された導波管アレイの望ましい１０個の部材が示されていることを理解しなければならない。望ましい実施例では、光源に結合された導波管アレイは、図５に示すように光源からファイバに向かって扇状に窄まるように配列されている。

【００２４】

図６は光源に結合された導波管アレイの詳細な切り欠き平面図であり、ここには光学入力開口のピッチ及び横方向寸法が詳細に示されている。本明細書中で既に指摘したように、導波管の入力開口の横方向寸法は、望ましい拡大された入力開口のサイズが得られるように、更にフォトニック光源に対する結合のための導波管アレイの横方向寸法に沿ったアラインメントの許容誤差が増すように、約６０μｍになっている。本明細書において既に指摘したように、光源アレイの構成要素のピッチ及び導波管アレイの入力開口のピッチは約５００μｍという望ましいピッチに揃えられる。

【００２５】

図７には、光源に結合された導波管アレイの詳細な切り欠き平面図で、光学出力開口のピッチ及び横方向寸法が示されている。導波管の光学出力開口の横方向寸法は、出力開口の望ましい縮小されたサイズが得られるように、更に光ファイバに対する結合のための導波管アレイの横方向に沿ったアラインメントの許容誤差が増すように、約４０μｍになっている。本明細書において既に指摘したように、光ファイバのピッチ及び導波管アレイの出力開口のピッチは約２５０μｍという望ましいピッチに揃えられる。

【００２６】

図８は、光パワー伝送と光源に結合された導波管の入力開口に対する光源の位置との関係を示すグラフである。グラフのトレース４０１は、正規化単位による本発明のテーパの付けられた導波管への光パワー伝送とμｍを単位とする横方向位置との関係を示している。比較のため、グラフのもう１つのトレース４０３は、テーパの付けられていない導波管への光パワー伝送とテーパの付けられていない導波管の横方向位置との関係を示している。図示したように、導波管にテーパが付いていること及び望ましい拡大された入力開口のサイズによって、フォトニック光源に対する結合のための導波管アレイの横方向寸法に沿ったアラインメントの許容誤差が増すが、これは横方向に光源アレイの多くのデータ・チャネルを含むアレイにとって有利である。更に、導波管にテーパが付いていること及び望ましい拡大された入力開口のサイズによって、出力開口におけるアラインメントの許容誤差を犠牲にすることなく、入力開口におけるアラインメントの許容誤差が増大する。

【００２７】

図９、図１０、図１１、図１２、図１３及び図１４には、本発明の並列光データ・リンクの検出器に結合された導波管アレイの各種の図が示されている。これらの図では、光学的

に結合した光ビームが点線で示されている。図示したように、望ましい実施例では、導波管アレイは、導波管アレイの端部の傾斜面における反射によって検出器アレイと光学的に結合される。

【００２８】

図９には、側面図で、ハンダ・バンプによる「フリップ・チップ」・アラインメント及びボンディング技法を利用して受信器の基板に取り付けられ、並列光データ・リンクに沿ったデータ受信の制御に適した電子検知回路に電気的に結合された、好ましくはＰ－Ｉ－Ｎタイプのフォトダイオード検出器である、フォトニック光検出器アレイ１０５が示されている。マルチモード導波管アレイ１０７は、検出器アレイに隣接して光学的に結合されており、好ましくはハンダ・バンプによる「フリップ・チップ」・ボンディングを利用して基板に取り付けられる。もう１つの望ましい実施例では、検出器の基準となる形状と導波管の基準となる形状を合わせることによって受動アラインメントが実現される。更にもう１つの望ましい実施例では、導波管と検出器の間における位置に関したピーク光信号の伝送に応答して、導波管の位置を調整することによって能動アラインメントが実現される。

【００２９】

望ましい実施例では、第２のファイバ・リボン・フェルール１２４が、ファイバ・リボン１０９の第２の端部に機械的に結合される。図９において部分分解側面図で示すように、第２のフェルール１２４と検出器に結合された導波管アレイをアラインメントのとれた状態に保持することによってファイバ・リボンの第２の端部と導波管アレイの所望の光学アラインメントがほぼとれるようにするための手段が設けられている。このアラインメント手段は、好ましくは導波管アレイの端部内に延びて第２のフェルールに機械的に結合されたアラインメント・ガイド・ピン１２６を受け入れるキャビティを有する。もう１つの望ましい実施例では、アラインメント手段はフェルールの基準となる形状と導波管の基準となる形状を合わせる受動アラインメント手段を有する。更にもう１つの望ましい実施例では、アラインメント手段は導波管とフェルールの間における位置に関したピーク光信号の伝送に応答してフェルールの位置を調整するための能動アラインメント手段を有する。

【００３０】

検出器の開口数は光ファイバの開口数と実質的に異なる。例えば、望ましい実施例では、検出器の開口数は０．４を大きく超えるが、ファイバの開口数はそれよりもかなり小さい約０．２８である。検出器に結合された導波管アレイは、導波管を介したファイバから検出器までの効率的な光伝送を促進するように、実際にはファイバの開口数と検出器の開口数の間の選択された開口数を持っている。例えば、本発明の望ましい実施例では、検出器に結合された導波管の材料及び関連バッファ層の材料は検出器に結合された導波管の開口数が約０．３０になるように選択される。

【００３１】

検出器に結合された各導波管は、導波管の互いに対向する端部に入力開口と出力開口を有する一対の光学開口が配置されている。図１０に正面図で示すように、検出器に結合された導波管の入力開口１２０は、およそ縦５５μｍ×横６０μｍの望ましい拡大されたサイズを持っている。導波管の入力光学開口の６０μｍの横方向寸法によって、望ましい拡大された光学開口のサイズが得られ、更にフォトニック検出器に結合するための導波管アレイの横方向寸法Ｌ２におけるアラインメントの許容誤差が増す。ファイバ・リボン及び導波管アレイの入力開口は２５０μｍという望ましいピッチに合致させられる。アラインメント・ピンは、図１０に正面図で詳細に示すように、導波管アレイの端部のキャビティ１３４に受け入れられる。

【００３２】

検出器に結合された導波管は、図１１に背面図で示すように、検出器に結合された各導波管アレイの夫々の出力開口１２２が、およそ横５０μｍ×縦５５μｍの望ましい縮小されたサイズになるようにテーパをつけることが望ましい。導波管アレイの出力開口のサイズが縮小されているので、アラインメントの許容誤差が改善され、９０μｍの検出器との効率的な光学結合が可能になる。検出器アレイの構成要素と導波管アレイの出力開口は、約

３６０μｍという大きくされた望ましいピッチに合致させられる。従って、検出器に結合された導波管の横方向の配列は、出力開口でのピッチが増大するように、入力開口でのピッチから扇状に広がる。テーパが付けられているにもかかわらず、導波管を介したファイバから検出器への光伝送は効率よく行われる。

【００３３】

本明細書中で既に述べたように、本発明の導波管アレイによれば、夫々漏斗状の構成をなすように各マルチモード導波管にテーパをつけることによって結合効率が向上し、アラインメントの許容誤差が大きくなる。更に、検出器に結合されたアレイの導波管には選択された寸法になるようにテーパがつけられており、また検出器に結合されたアレイの導波管には光源に結合されたアレイの導波管の寸法とは実質的に異なる寸法になるようにテーパがつけられていることを、図及び上述の説明から理解しなければならない。この寸法差は、光源アレイと検出器アレイの異なるピッチを合致させるという必要条件に起因するだけでなく、ファイバ直径及び開口数についての入力と出力の合致の必要条件が異なるということにも起因する。

【００３４】

図１２は、導波管アレイのバッファ層を切り欠いた、ある長さ寸法を備える、検出器に結合された導波管アレイの平面図である。望ましい長さ寸法は約３４ｍｍである。簡略化のため、図９、図１０及び図１１には３つだけしか構成要素を備えないものとして示しているが、図１２には検出器に結合された導波管アレイの望ましい個数の例である１０個の部材が示されているということを理解しなければならない。望ましい実施例では、検出器に結合された導波管アレイは、図１２に示すように導波管がファイバから検出器に向かって扇状に広がるように配列される。

【００３５】

図１３には、検出器に結合された導波管アレイの光学入力開口のピッチと横方向寸法が、詳細な切り欠き平面図で詳細に示されている。本明細書中で既に指摘したように、導波管の入力開口の横方向寸法は、望ましい拡大された入力開口のサイズが得られるように、更に光ファイバ・リボンに結合するための導波管アレイの横方向寸法に沿ったアラインメントの許容誤差が増大するように、約６０μｍになっている。やはり、本明細書中で既に指摘したように、光ファイバ・リボンのピッチ及び導波管アレイの入力開口のピッチは約２５０μｍという望ましいピッチに揃えられる。

【００３６】

図１４には、検出器に結合された導波管アレイの光学出力開口のピッチと横方向寸法が、詳細な切り欠き平面図で詳細に示されている。導波管の出力光学開口の横方向寸法は、望ましい縮小された出力開口のサイズが得られるように、更に、光ファイバに結合するための、導波管アレイの横方向寸法に沿ったアラインメントの許容誤差が増すように、約５０μｍになっている。やはり、本明細書中で既に指摘したように、光ファイバのピッチ及び導波管アレイの出力開口のピッチは約３６０μｍという望ましいピッチに揃えられている。

【００３７】

図１５は、光電流と検出器に結合された導波管の入力開口に対する光ファイバの互いに対向する端部の位置との関係を示すグラフである。グラフのトレース７０１は、μＡを単位とする検出器の光電流とμｍを単位とする横方向位置の関係を示している。図示したように、導波管にテーパが付いていること及び望ましい拡大された入力開口サイズによって、光ファイバ・リボンに対する結合のための導波管アレイの横方向寸法に沿ったアラインメントの許容誤差が増大する。

【００３８】

図１６は、光電流と検出器に結合された導波管の出力開口に対する光検出器の位置との関係を示すグラフである。グラフのトレース７０３は、μＡを単位とする検出器の光電流とμｍを単位とする横方向位置との関係を示している。図示したように、導波管にテーパが付いていること及び入力開口が望ましいサイズに縮小されていることによって、フォトニ

ック検出器に対する結合のための導波管アレイの横方向寸法に沿ったアラインメントの許容誤差が増大するが、これは１つまたは複数の横方向の列に配列される検出器の多くのデータ・チャネルを含むアレイにとって特に有利である。

【００３９】

図１７には、導波管アレイとファイバ・リボンのアラインメントをとるための別の手段が示されている。望ましい実施例の場合のように導波管アレイの端部内に延びるキャビティを設ける代わりに、図１７に示す別のアラインメント手段には導波管の端部に機械的に結合されるフェルールが含まれる。導波管に結合されたフェルールはファイバ・リボンに結合されたフェルールのアラインメント・ガイド・ピンを受け入れる。

【００４０】

本発明によれば、マルチモード・部品を利用した並列光データ・リンクが得られる。本発明の特定の実施例について解説し例示してきたが、本発明はこうして解説し例示した部分の特定の形態や構成に限定されるものではなく、本発明の範囲及び精神を逸脱せずにさまざまな変更及び修正を加えることが可能である。例えば、ある別実施例では多重データ・チャネルに同報通信される信号を発生するため、ファイバ・リボンまたは光データ・リンクの他のどこかに光学スプリッタまたは光学タップが組み込まれる。もう１つの例として、ある別実施例では、光源に結合された導波管アレイは光源及びファイバの代替ピッチ要件を満たすため、導波管が光源からファイバに向かって扇状に広がるように配列されている。更にもう１つの例として、別実施例では、検出器に結合された導波管アレイはファイバ及び検出器の代替ピッチ要件を満たすため、導波管がファイバから検出器に向かって扇状に窄まるように配列されている。従って、本発明は特許請求の範囲で詳細に解説し例示したものとは異なる態様で実施することができる。

【００４１】

以下に本発明の実施の態様の例を列挙する。

【００４２】

〔実施態様１〕フォトニック光源のアレイと、
前記光源アレイに隣接して光学的に結合されたマルチモード導波管のアレイと、
フォトニック光検出器のアレイと、
前記検出器アレイに隣接して光学的に結合されたマルチモード導波管のアレイと、
光を透過するための互いに対向する第１と第２の端部を有するマルチモード光ファイバ・リボンと
を設け、
前記光源に結合した導波管アレイが前記ファイバ・リボンの第１の端部と光学的に接続され、
前記検出器に結合した導波管アレイが前記ファイバ・リボンの第２の端部と光学的に接続され、
前記マルチモード導波管の各々が第１の光学開口と前記第１の光学開口に対向するとともに前記第１の光学開口とサイズが実質的に異なる対向する光学開口を有するように、前記マルチモード導波管は夫々テーパが付けられている
ことを特徴とする装置。

【００４３】

〔実施態様２〕前記マルチモード導波管が夫々光学的結合の効率を増すため、漏斗状の構成をなすようにテーパがつけられていることを特徴とする請求項１に記載の装置。

【００４４】

〔実施態様３〕前記光源に結合された導波管アレイが選択された寸法になるようにテーパがつけられており、
前記検出器に結合された導波管アレイが前記光源に結合された導波管アレイと実質的に異なる寸法になるようにテーパがつけられている
ことを特徴とする請求項１に記載の装置。

【００４５】

〔実施態様４〕前記光源に結合されたアレイの各導波管は、その互いに対向する端部に、入力開口と出力開口を含む夫々対をなす光学開口が配置されており、
前記光源に結合された導波管の入力開口が約５０μｍ×６０μｍであり、
前記光源に結合された導波管の出力開口が約４０μｍ×５０μｍの望ましい縮小されたサイズであること
を特徴とする請求項１に記載の装置。

【００４６】

〔実施態様５〕前記検出器に結合されたアレイの各導波管は、その互いに対向する端部に、入力開口と出力開口を含む夫々対をなす光学開口が配置されており、
前記検出器に結合された導波管の入力開口が約５５μｍ×６０μｍであり、
前記検出器に結合された導波管の出力開口が約５０μｍ×５５μｍの望ましい縮小されたサイズであること
を特徴とする請求項１に記載の装置。

【００４７】

〔実施態様６〕前記マルチモード導波管が実質的にフレキシブルであることを特徴とする請求項１に記載の装置。

【００４８】

〔実施態様７〕前記マルチモード導波管が光学的に透明なプラスチック・ポリマを含むことを特徴とする請求項１に記載の装置。

【００４９】

〔実施態様８〕前記光源に結合された導波管の長さ寸法が約１ｍｍ～約３０ｃｍの範囲内であることを特徴とする請求項１に記載の装置。

【００５０】

〔実施態様９〕前記光ファイバが、夫々前記光源の開口数とは実質的に異なる開口数を有し、
前記光源に結合された導波管アレイが前記導波管を介した前記光源から前記光ファイバへの効率的な光伝送を促進するように前記光源の開口数と前記ファイバの開口数との間の選択された開口数を有すること
を特徴とする請求項１に記載の装置。

【００５１】

〔実施態様１０〕前記光検出器が夫々前記ファイバの開口数とは実質的に異なる開口数を有し、
前記検出器に結合された導波管アレイが前記導波管を介した前記ファイバから前記検出器への効率的な光伝送を促進するように前記ファイバの開口数と前記検出器の開口数との間の選択された開口数を有すること
を特徴とする請求項１に記載の装置。

【００５２】

〔実施態様１１〕前記光ファイバ・リボンが前記光源アレイのピッチとは実質的に異なるピッチを有し、
前記光源に結合されたアレイの各導波管がその互いに対向する端部に入力開口と出力開口を含む夫々の対をなす光学開口が配置されており、
前記光源に結合された導波管アレイの入力開口が前記光源アレイのピッチとほぼ一致する選択されたピッチを有し、
前記光源に結合された導波管アレイの出力開口が前記ファイバ・リボンのピッチとほぼ一致する選択されたピッチを有すること
を特徴とする請求項１に記載の装置。

【００５３】

〔実施態様１２〕前記光ファイバ・リボンが、前記光源アレイのピッチとは実質的に異なるピッチを有し、
前記光源に結合された導波管アレイが前記光源から前記ファイバに向かって扇状に集束す

るように配列されていること
を特徴とする請求項１に記載の装置。
【００５４】
〔実施態様１３〕前記検出器アレイが、前記ファイバのピッチとは実質的に異なるピッチを有し、
前記検出器に結合されたアレイの各導波管がその互いに対向する端部に入力開口と出力開口を含む夫々の対をなす光学開口が配置されており、
前記検出器に結合された導波管アレイの入力開口が前記ファイバのピッチとほぼ一致する選択されたピッチを有し、
前記検出器に結合された導波管アレイの出力開口が前記検出器のピッチとほぼ一致する選択されたピッチを有すること
を特徴とする請求項１に記載の装置。
【００５５】
〔実施態様１４〕前記検出器アレイが前記ファイバのピッチとは実質的に異なるピッチを有し、
前記検出器に結合された導波管アレイが前記ファイバから前記検出器に向かって扇状に広がるように配列されていること
を特徴とする請求項１に記載の装置。
【００５６】
〔実施態様１５〕前記光ファイバ・リボンが前記光源アレイのピッチとは実質的に異なるピッチを有し、
前記光源に結合された導波管アレイが前記光源から前記ファイバに向かって扇状に広がるように配列されていること
を特徴とする請求項１に記載の装置。
【００５７】
〔実施態様１６〕前記光ファイバ・リボンが前記検出器アレイのピッチとは実質的に異なるピッチを有し、
前記検出器に結合された導波管アレイが前記検出器から前記ファイバに向かって扇状に収束するように配列されていること
を特徴とする請求項１に記載の装置。
【００５８】
〔実施態様１７〕前記ファイバ・リボンの第１の端部に機械的に結合された第１のファイバ・リボン・フェルールと、
前記第１のフェルールと機械的に結合されたアラインメント・ガイド・ピンを受け入れるように前記導波管アレイの端部内に延びるキャビティを有するとともに、前記第１のフェルールを前記光源に結合された導波管アレイとアラインメントのとれた状態に保持することによって前記ファイバ・リボンの第１の端部と前記導波管アレイの所望の光学的アラインメントがほぼとれるようにするための手段と、
前記ファイバ・リボンの第２の端部と機械的に結合された第２のファイバ・リボン・フェルールと、
前記第２のフェルールと機械的に結合されたアラインメント・ガイド・ピンを受け入れるように前記導波管アレイの端部内に延びるキャビティを有するとともに、前記第２のフェルールを前記光源に結合された導波管アレイとアラインメントのとれた状態に保持することによって前記ファイバ・リボンの第２の端部と前記導波管アレイの所望の光学的アラインメントがほぼとれるようにするための手段と
を設けたことを特徴とする請求項１に記載の装置。
【００５９】
〔実施態様１８〕光を透過させるための端部を備えた光学導波管を設けるステップと、
光を透過させるための端部を備えたファイバ・リボン・フェルールを設けるステップと、
フェルールに結合されたアラインメント・ガイド・ピンを受け入れるためのキャビティを

前記導波管の端部に形成するステップと、
前記アラインメント・ガイド・ピンを前記開口内に配置して前記フェルールと前記導波管の機械的アラインメントがとれるようにし、これによって前記導波管の端部と前記フェルールの端部の光学的アラインメントがとれるようにするステップと
を設けたことを特徴とする光学的アラインメント方法。

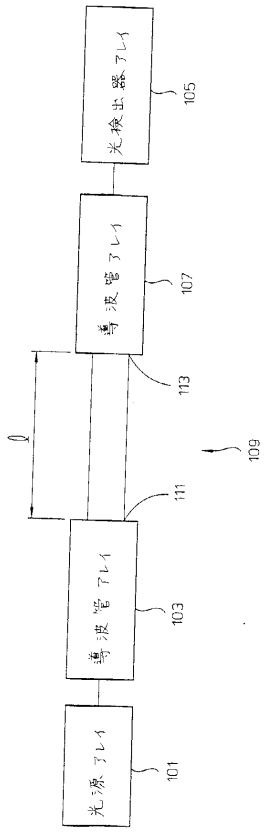
【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の並列光データ・リンクの望ましい実施例の部分ブロック図。
【図２】本発明の並列光データ・リンクの光源に結合された導波管アレイを示す図。
【図３】本発明の並列光データ・リンクの光源に結合された導波管アレイを示す図。
【図４】本発明の並列光データ・リンクの光源に結合された導波管アレイを示す図。
【図５】本発明の並列光データ・リンクの光源に結合された導波管アレイを示す図。
【図６】本発明の並列光データ・リンクの光源に結合された導波管アレイを示す図。
【図７】本発明の並列光データ・リンクの光源に結合された導波管アレイを示す図。
【図８】光パワー伝送と光源に結合された導波管の入力開口に対する光源の位置との関係を示すグラフ。
【図９】本発明の並列光データ・リンクの検出器に結合された導波管アレイを示す図。
【図１０】本発明の並列光データ・リンクの検出器に結合された導波管アレイを示す図。
【図１１】本発明の並列光データ・リンクの検出器に結合された導波管アレイを示す図。
【図１２】本発明の並列光データ・リンクの検出器に結合された導波管アレイを示す図。
【図１３】本発明の並列光データ・リンクの検出器に結合された導波管アレイを示す図。
【図１４】本発明の並列光データ・リンクの検出器に結合された導波管アレイを示す図。
【図１５】光電流と検出器に結合された導波管の入力開口に対する光ファイバの互いに対向する端部の位置との関係を示すグラフ。
【図１６】光電流と検出器に結合された導波管の出力開口に対する光検出器の位置との関係を示すグラフ。
【図１７】導波管アレイとファイバ・リボンのアラインメントをとるための別の手段を示す図。

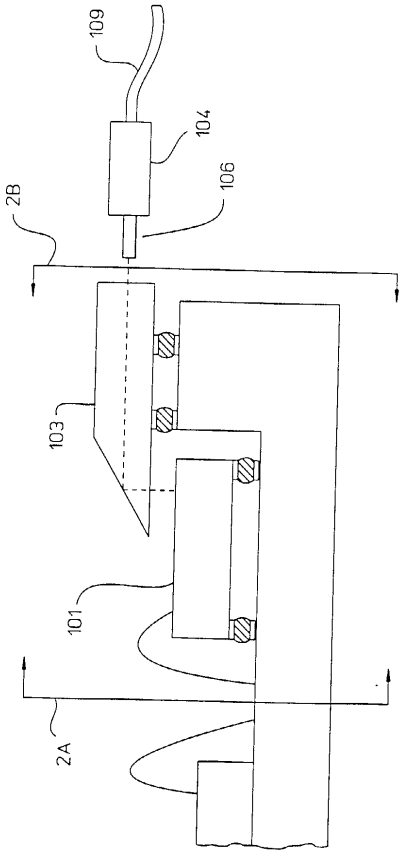
【符号の説明】

１０１：光源アレイ
１０３：導波管アレイ
１０４：第１のファイバ・リボン
１０５：光検出器アレイ
１０６：アラインメント・ガイド
１０７：導波管アレイ
１０９：光ファイバ・リボン
１１０、１２０：入力開口
１１２、１２２：出力開口
１２４：第２のファイバ・リボン・フェルール
１２６：アラインメント・ガイド・ピン

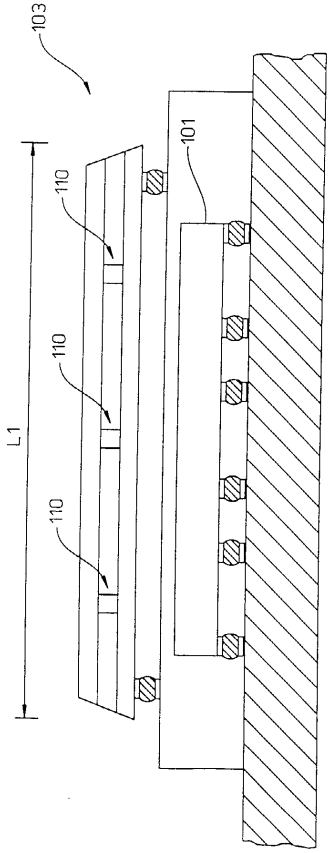
【図１】


光検出器アレイ
105
導波管アレイ
107
113
109
111
導波管アレイ
103
光源アレイ
101

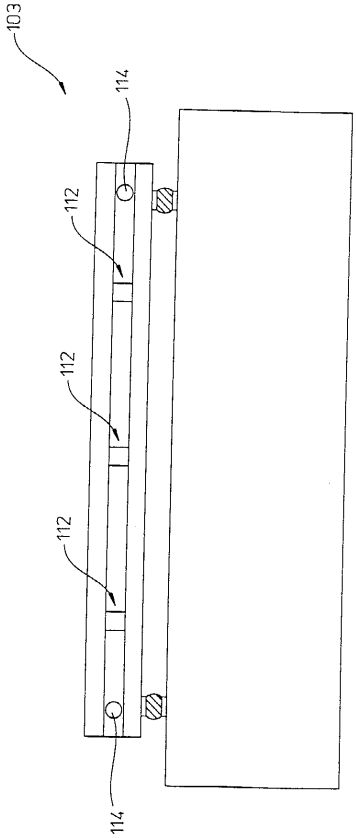
【図２】


109
104
106
2B
103
101
2A

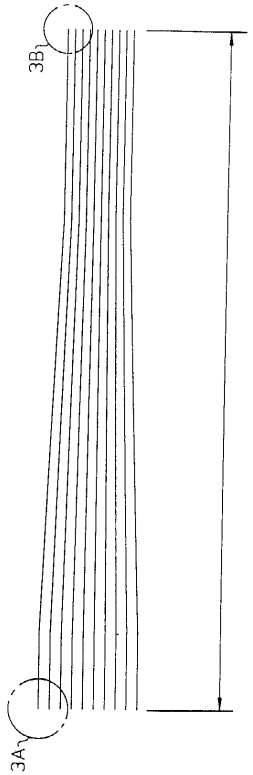
【図３】


103
101
110
110
110
L1

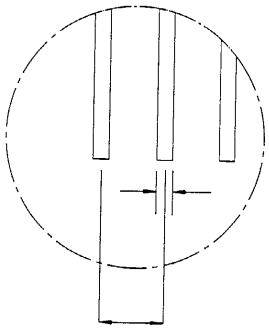
【図４】


103
114
112
112
112
114

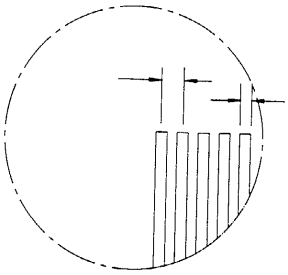
【図５】


3B1
3A1

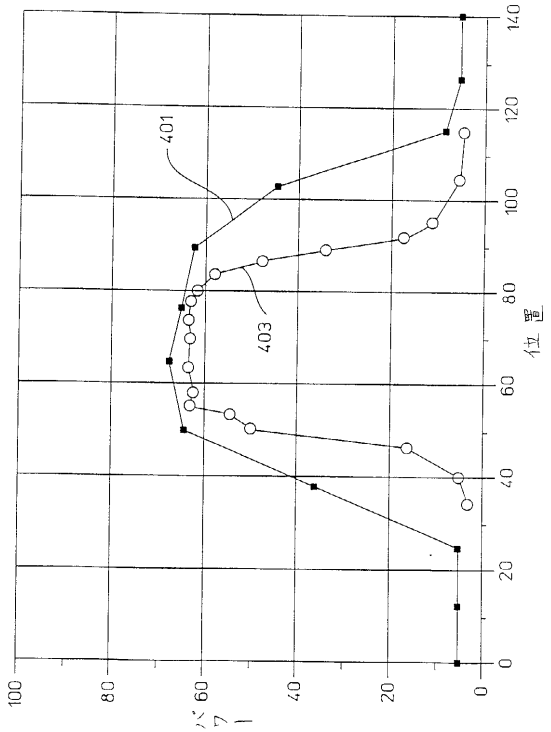
【図６】



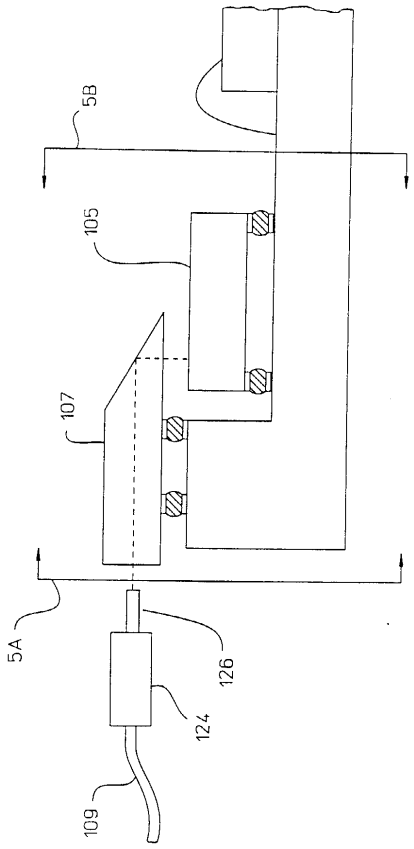
【図７】



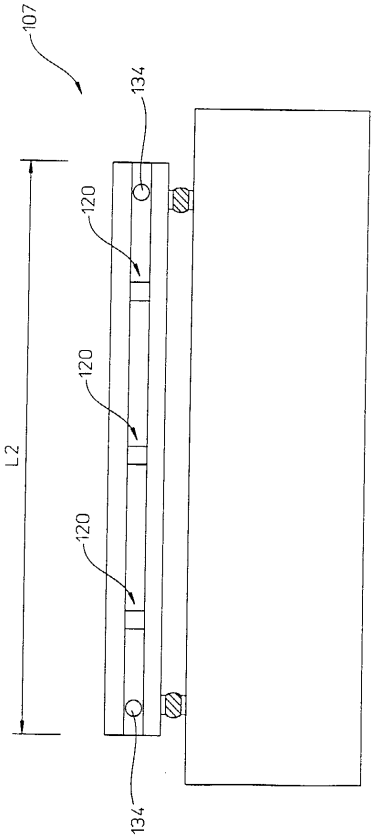
【図８】


401
403
位置
0
20
40
60
80
100
120
140

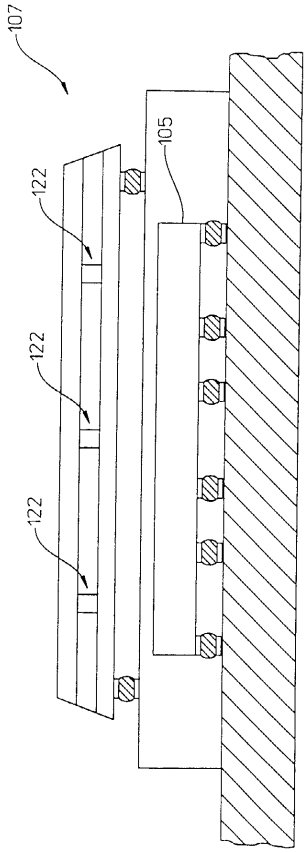
【図９】


5B
105
107
5A
126
124
109

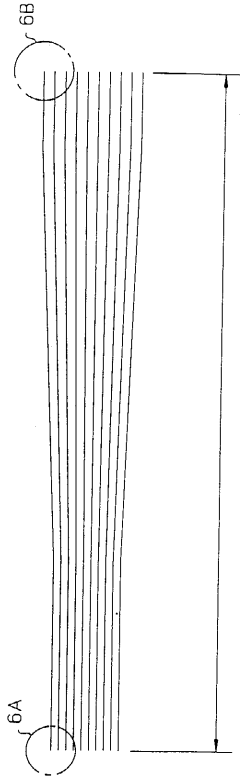
【図１０】



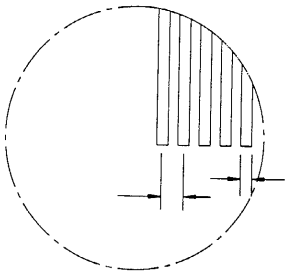
【図１１】



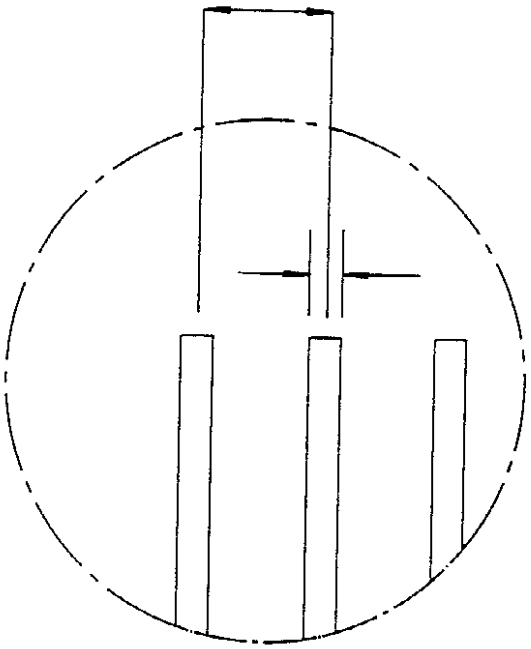
【図１２】



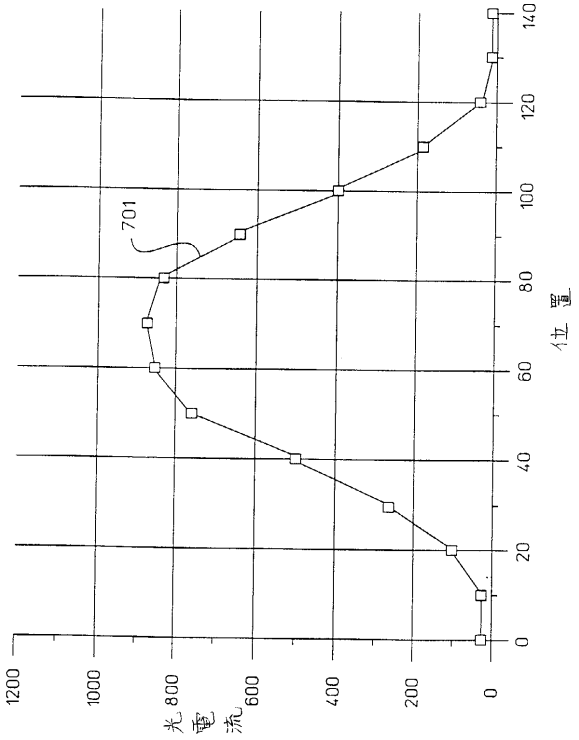
【図１３】



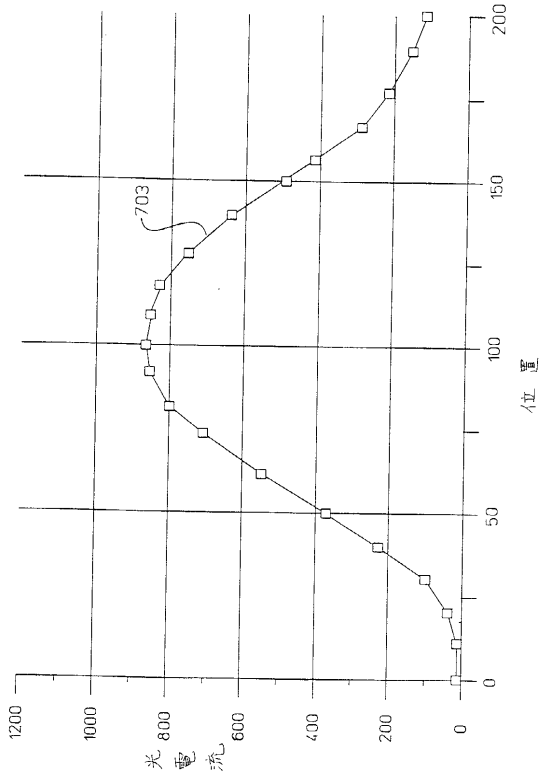
【図１４】



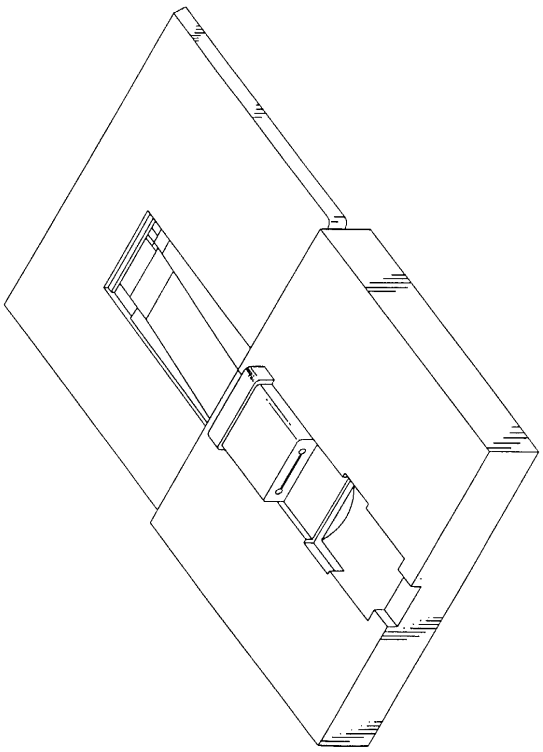
【図１５】



【図１６】



【図１７】



フロントページの続き

(72)発明者　ケネス・エイチ・ハーン
アメリカ合衆国カリフォルニア州クーパーチノ、イブニング　スプリング　コート　１１５８４

審査官　吉田　英一

(56)参考文献　特開平０５－３２３１３９（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－１９５３０９（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２１４１３７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－２３２４０６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G02B 6/42