(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3879222号
(P3879222)
(45)発行日　平成19年2月7日(2007.2.7)　(24)登録日　平成18年11月17日(2006.11.17)

| (51)Int.Cl. | | | F I | | |
|---|---|---|---|---|---|
| G02B | 6/28 | (2006.01) | G02B | 6/28 | P |
| H04B | 10/12 | (2006.01) | H04B | 9/00 | Q |
| H04B | 10/13 | (2006.01) | | | |
| H04B | 10/135 | (2006.01) | | | |
| H04B | 10/14 | (2006.01) | | | |

請求項の数 7　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願平10-12550
(22)出願日　平成10年1月26日(1998.1.26)
(65)公開番号　特開平11-211931
(43)公開日　平成11年8月6日(1999.8.6)
審査請求日　平成15年4月23日(2003.4.23)

(73)特許権者　000005496
富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂二丁目１７番２２号
(74)代理人　100094330
弁理士　山田　正紀
(74)代理人　100079175
弁理士　小杉　佳男
(72)発明者　浜田　勉
神奈川県足柄上郡中井町境４３０　グリーンテクなかい　富士ゼロックス株式会社内
(72)発明者　廣田　匡紀
神奈川県足柄上郡中井町境４３０　グリーンテクなかい　富士ゼロックス株式会社内

審査官　吉野　公夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光伝送システムおよび信号処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

双方の端縁に、信号光の入射と信号光の出射との双方を担う信号光入出射部を有し、一方の端縁から入射した信号光を伝播して該信号光が入射した端縁とは反対側の端縁から出射するシート状の光バスと、前記信号光入出射部から信号光を入射する、双方の端縁それぞれに配置された信号光送信体と、前記信号光入出射部から出射した信号光を入射する信号光入射面を有し該信号光入射面に入射した信号光を受信する、双方の端縁それぞれに配置された信号光受信体とを備えた光伝送システムであって、

前記光バスの双方の端縁それぞれが、該端縁に沿って配列された複数のシリンドリカルレンズ面を有し、前記光バスの双方の端縁それぞれに対応する、前記信号光受信体が有する信号光入射面が、対応する端縁から、該端縁に配列されたシリンドリカルレンズ面の焦点距離の２倍以上の距離離れた位置に配置されてなることを特徴とする光伝送システム。

【請求項２】

前記光バスと、前記信号光送信体と、前記信号光受信体との組を複数組備え、前記光バスが、該光バスの屈折率よりも低い屈折率を有するクラッド層を間に挟んで複数層積層されてなることを特徴とする請求項１記載の光伝送システム。

【請求項３】

基体、

信号光を送信する信号光送信体および該信号光送信体から送信される信号光に担持させる信号を生成する回路と、信号光を入射する信号光入射面を有し該信号光入射面に入射し

た信号光を受信する信号光受信体および該信号光受信体が受信した信号光が担持する信号に基づく信号処理を行う回路との双方が搭載された複数の回路基板、

双方の端縁に、信号光の入射と信号光の出射との双方を担う信号光入出射部を有し、一方の端縁から入射した信号光を伝播して該信号光が入射した端縁とは反対側の端縁から出射するシート状の光バスであって、前記双方の端縁それぞれが、該端縁に沿って配列された複数のシリンドリカルレンズ面を有する光バス、および

前記複数の回路基板それぞれを、該複数の回路基板それぞれに搭載された前記信号光送信体が前記光バスの信号光入出射部に光学的に結合されるとともに、該複数の回路基板それぞれに搭載された前記信号光受信体が有する信号光入射面が前記光バスの端縁から該端縁に配列されたシリンドリカルレンズ面の焦点距離の２倍以上の距離離れた位置であって、かつ該光バスの信号光入出射部に光学的に結合される状態に前記基体上に固定する基板固定部を備えたことを特徴とする信号処理装置。

【請求項４】

双方の端縁に、信号光の入射と信号光の出射との双方を担う信号光入出射部を有し、一方の端縁から入射した信号光を伝播してその信号光が入射した端縁とは反対側の端縁から出射するシート状の光バスであって、上記双方の端縁それぞれが、その端縁に沿って配列された、前記信号光を前記光バスの面内方向に拡散させる複数のシリンドリカルレンズ面を有する光バス。

【請求項５】

前記双方の端縁に配列された、前記信号光を前記光バスの面内方向に拡散させる複数のシリンドリカル面が前記信号光が伝送される領域とともに一体化されていることを特徴とする請求項４記載の光バス。

【請求項６】

双方の端縁に、信号光の入射と信号光の出射との双方を担う信号光入出射部を有し、一方の端縁から入射した信号光を伝播してその信号光が入射した端縁とは反対側の端縁から出射するシート状の光バスであって、上記双方の端縁それぞれが、その端縁に沿って配列された、前記信号光を前記光バスの面内方向に拡散させる複数のシリンドリカルレンズ面を有する光バスと、

前記信号光入出射部から信号光を入射する、双方の端縁それぞれに配置された信号光送信体と、前記信号光入出射部から出射した信号光を入射する信号光入射面を有し該信号光入射面に入射した信号光を受信する、双方の端縁それぞれに配置された信号光受信体とを備えた光伝送システム。

【請求項７】

前記光バスが複数層積層されてなり、前記信号光送信体と信号光受信体を前記光バスに対応してそれぞれ複数備え、前記複数の光バスにそれぞれ対応したビットからなる信号光を並列信号として送受信するようにしたことを特徴とする請求項６記載の光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、信号光を伝送する光伝送システム、およびその光伝送システムの構成を備えた信号処理装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

超大規模集積回路（ＶＬＳＩ）の開発により、データ処理システムで使用する回路基板（ドーターボード）の回路機能が大幅に増大してきている。回路機能が増大するにつれて各回路基板に対する信号接続数が増大するため、各回路基板（ドーターボード）間をバス構造で接続するデータバスボード（マザーボード）には多数の接続コネクタと接続線を必要とする並列アーキテクチャが採用されてきている。接続線の多層化と微細化により並列化を進めることにより並列バスの動作速度の向上が図られてきたが、接続配線間容量や接続

配線抵抗に起因する信号遅延により、システムの処理速度が並列バスの動作速度によって制限されることもある。また、並列バス接続配線の高密度化による電磁ノイズ（ＥＭＩ：Ｅｌｅｃｔｒｏｍａｇｎｅｔｉｃ　Ｉｎｔｅｒｆｅｒｅｎｃｅ）の問題もシステムの処理速度向上に対しては大きな制約となる。

【０００３】

このような問題を解決し並列バスの動作速度の向上を図るために、光インターコネクションと呼ばれるシステム内光接続技術を用いることが検討されている。光インターコネクション技術の概要は、『内田禎二、第９回　回路実装学術講演大会　１５Ｃ０１，ｐｐ．２０１～２０２』や『Ｈ．Ｔｏｍｉｍｕｒｏ　ｅｔ　ａｌ．，”Ｐａｃｋａｇｉｎｇ　Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ　ｆｏｒ　Ｏｐｔｉｃａｌ　Ｉｎｔｅｒｃｏｎｎｅｃｔｓ”，ＩＥＥＥ　Ｔｏｋｙｏ　Ｎｏ．３３　ｐｐ．８１～８６，１９９４』、『和田修、エレクトロニクス１９９３年４月号、ｐｐ．５２～５５』に記載されているように、システムの構成内容により様々な形態が提案されている。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

従来提案された様々な形態の光インターコネクション技術のうち、特開平２－４１０４２号公報には、高速、高感度の発光／受光デバイスを用いた光データ伝送方式をデータバスに適用した例が開示されており、そこには、各回路基板の表裏両面に発光／受光デバイスを配置し、システムフレームに組み込まれた隣接する回路基板上の発光／受光デバイス間を空間的に光で結合した、各回路基板相互間のループ伝送用の直列光データ・バスが提案されている。この方式では、ある１枚の回路基板から送られた信号光が隣接する回路基板で光／電気変換され、さらにその回路基板でもう一度電気／光変換されて、次に隣接する回路基板に信号光を送るというように、各回路基板が順次直列に配列され各回路基板上で光／電気変換、電気／光変換を繰り返しながらシステムフレームに組み込まれた全ての回路基板間に伝達される。このため、信号伝達速度は各回路基板上に配置された受光／発光デバイスの光／電気変換速度および電気／光変換速度に依存すると同時にその制約を受ける。また各回路基板相互間のデータ伝送には各回路基板上に配置された受光／発光デバイスによる、自由空間を介在させた光結合を用いているため、隣接する回路基板表裏両面に配置されている発光／受光デバイスの光学的位置合わせが行なわれ全ての回路基板が光学的に結合していることが必要となる。さらに、自由空間を介して結合されているため、隣接する光データ伝送路の間の干渉（クロストーク）が発生しデータの伝送不良が予想される。また、システムフレーム内の環境、例えば埃等により信号光が散乱することによりデータの伝送不良が発生することも予想される。さらに、各回路基板が直列に配置されているため、いずれかのボードが取り外された場合にはそこで接続が途切れてしまい、それを補うための余分な回路基板が必要となる。すなわち、回路基板を自由に抜き差しすることができず、固定基板の数が固定されてしまう問題がある。

【０００５】

２次元アレイデバイスを利用した回路基板相互間のデータ伝送技術が、特開昭６１－１９６２１０号公報に開示されている。ここに開示された技術は、平行な２面を有する光源に対置されたプレートを具備し、プレート表面に配置された回折格子、反射素子により構成された光路を介して回路基板間を光学的に結合する方式である。この方式では１点から発せられた光を固定された１点にしか接続できず、電気バスのように全ての回路ボード間を網羅的に接続することができない。また、複雑な光学系が必要となり、位置合わせ等も難しいため、光学素子の位置ずれに起因して、隣接する光データ伝送路間の干渉（クロストーク）が発生しデータの伝送不良が予想される。回路基板間の接続情報はプレート表面に配置された回折格子、反射素子により決定されるため、回路基板を自由に抜き差しすることができず拡張性が低い、などの様々な問題がある。

【０００６】

２次元アレイデバイスを利用した回路基板相互間のデータ伝送の他の技術が、特開平４－１３４４１５号公報に開示されている。この公報には、空気よりも屈折率の高い透明物質

より成る基体に、負の曲率を有する複数のレンズから成るレンズアレイと、光源から出射した光を上記のレンズアレイの側面から入射せしめるための光学系とを設けたデータ伝送方式が開示されている。この公報にはまた、負の曲率を有する複数個のレンズの代わりに、上記基体の中に屈折率の低い領域やホログラムを構成する方式も開示されている。これらの方式では、基体の側面から入射した光が、上記の負の曲率を有する複数のレンズやこれに代わる屈折率の低い領域やホログラムの構成された部分から基体の上面に分配されて出射されるように構成されている。従って、光の入射位置と、複数のレンズやこれに代わる屈折率の低い領域やホログラムの構成された基体面上の出射位置との位置関係によって出射される信号強度がばらつくことが考えられる。また、基体の側面から入射した光が入射面に対向する側面から抜け出てしまう割合も高いと考えられ、信号伝播に利用される光の効率が低い。さらに、基体の面上に構成される負の曲率を有する複数のレンズやこれに代わる屈折率の低い領域やホログラムの位置に回路基板の光入力素子を配置する必要があるため、回路基板の配置の自由度が小さくシステムの拡張性が低い、という様々な問題がある。

【０００７】

このような問題を解決するために、一方の端縁に信号光の入射を担う信号光入射部を有するとともに、他方の端縁に信号光の出射を担う信号光出射部を有するシート状の光バスを備え、この光バスの一方の端縁に沿って発光素子を配列するとともに、他方の端縁に沿って受光素子を配列した構成の光伝送システムを採用することが考えられる。

【０００８】

図１２は、その光伝送システムを採用して構成された信号処理装置の一例を示す概略構成図、図１３は、その信号処理装置が備えている光バスの平面図である。図１３には、その信号処理装置が備えている各回路基板に搭載された信号光送信素子と信号光受信素子も示してある。

図１２に示す信号処理装置１００は基体１０７を備えており、この基体１０７上に光バス１０１が固定されている。この光バス１０１は、光伝送層１０２とクラッド層１０３を備えており、この光伝送層１０２とクラッド層１０３は交互に積層されている。この各光伝送層１０２は、図１３に示すように、一方の端縁に信号光の入射を担う信号光入射部１０４を備えるとともに、他方の端縁に信号光の出射を担う信号光出射部１０５を備えている。また、この光バス１０１は、図１３に示すように信号光入射部１０４側に、信号光入射部１０４が備えられている端縁に沿って配列された複数のシリンドリカルレンズ面１０６ａを有するシリンドリカルレンズ部材１０６を備えている。このシリンドリカルレンズ部材１０６は、その信号光入射部１０４に入射した信号光を一旦集光してから光伝送層１０１内部に向けて拡散するものである。また、この信号処理装置１００は、図１２に示すように回路基板１０８，１０９，１１０を備えている。この回路基板１０８，１０９，１１０には、光伝送層１０２それぞれの信号光入射部１０４に信号光を送信する複数の信号光送信素子１１１と、光伝送層１０２それぞれから出射された信号光を受信する複数の信号光受信素子１１２とが搭載されている。また、回路基板１０８，１０９，１１０には、複数の信号光送信素子１１１それぞれから送信される信号光に担持させる信号を生成し、複数の信号光受信素子１１２それぞれが受信した信号光が担持する信号に基づく信号処理を行う電子回路１１３が搭載されている。

【０００９】

この信号処理装置１００は、図１３に示すように信号光送信素子１１１から信号光が送信されると（ここでは、３枚の回路基板１０８，１０９，１１０のうちの、真中に配置された回路基板１０９に搭載された信号光送信素子１１１から信号光が送信される様子を示す）、その信号光はシリンドリカルレンズ１０６により一旦集光してから光伝送層１０２内部に向けて拡散され、その拡散した信号光が光伝送層１０２内部を伝播してその光伝送層１０２の信号光出射部１０５から出射し別の回路基板１０８，１１０に搭載された信号光受信素子１１２で受信される。例えば、回路基板１０８に搭載された信号光受信素子１１２で受信された信号光について考えると、その信号光はその信号光受信素子１１２で電気

信号に変換され、その回路基板１０８に搭載された電子回路１１３で信号処理され、その電子回路１１３で処理された電気信号は、その回路基板１０８に搭載された信号光送信素子１１１で信号光に変換され他の回路基板に搭載された信号光受信素子１１２で受信される。

【００１０】

この信号処理装置１００は、光バス１０１の信号光入射部１０４および信号光出射部１０５が、互いに反対側に位置する端縁に備えられている。従って、信号光出射部１０５から出射した信号光を信号光受信素子１１２で電気信号に変換した後、その電気信号を電子回路１１３で信号処理してその信号処理された電気信号を他の回路基板に伝送するためには、その信号処理された電気信号を、光バス１０１の、信号光受信素子１１２が配置された端縁とは反対側の端縁に配置された信号光送信素子１１１で信号光に変換する必要がある。つまり、信号光出射部１０５から出射した信号光を信号光受信素子１１２で電気信号に変換した後、その電気信号を回路基板に搭載された電子回路あるいは電気信号線を経由させて、光バス１０１の、その信号光受信素子１１２が配置された端縁とは反対側の端縁に配置された信号光送信素子１１１に向けて伝送する必要がある。このため、信号処理装置の信号処理速度が低下するという問題がある。

【００１１】

この問題を解決するために、信号光送信素子および信号光受信素子を光伝送層の積層方向に互いに隣接させて配置して信号処理装置を構成し、ある光伝送層から出射した信号光を信号光受信素子で電気信号に変換して信号処理した後、その信号処理された電気信号をその信号光受信素子に隣接して配置された信号光送信素子で信号光に変換してその信号光を別の光伝送層に入射させることが考えられる。この信号処理装置では、信号光送信素子および信号光受信素子が互いに隣接して配置されているため、信号光を信号光受信素子で電気信号に変換してから信号光送信素子で信号光に変換するまでにその電気信号が経由する電気的配線の長さを、図１２に示す信号処理装置と比較して短縮することができ、信号処理速度を向上させることができる。

【００１２】

ところが、この信号処理装置では１ビットの信号を２層の光伝送層を用いて送受しなければならず、光伝送層の積層数が増加してしまうという問題がある。

この問題を解決するため、双方の端縁に、信号光の入射と信号光の出射との双方を担う信号光入出射部を有する光バスを備えた光伝送システムを採用して信号処理装置を構成することが考えられる。

【００１３】

図１４は、その光伝送システムを採用して構成された信号処理装置の概略構成図である。その信号処理装置は光バス１２０を備えている。この光バス１２０は、信号光の伝送を担う光伝送層１２１を備えており、この光伝送層１２１は、一方の端縁と他方の端縁との双方の縁縁に、信号光の入射と信号光の出射との双方を担う信号光入出射部１２２，１２３を備えている。信号光入出射部１２２，１２３から入射した信号光は、それぞれ光伝送層１２１の反対側の端縁に備えられた信号光入出射部１２３，１２２から出射する。

【００１４】

また信号光入出射部１２２，１２３それぞれが備えられている端縁それぞれに対向して回路基板１２６，１３１が配置されている。各回路基板１２６，１３１には、それぞれ信号光入出射部１２２，１２３それぞれに信号光を入射する信号光送信素子１２７，１３２、信号光入出射部１２２，１２３それぞれから出射した信号光を受信する信号光受信素子１２８，１３３が搭載されている。

また、回路基板１２６，１３１には、それぞれ信号光送信素子１２７，１３２それぞれから送信される信号光に担持させる信号を生成し、信号光受信素子１２８，１３３それぞれが受信した信号光が担持する信号に基づく信号処理を行う電子回路（図示せず）が搭載されている。

【００１５】

この信号光受信素子１２８，１３３は、それぞれ集光レンズ１３０，１３５、および受光素子１２９，１３４を備えており、信号光入出射部１２２，１２３から出射した信号光はそれぞれ集光レンズ１３０，１３５で集光され、その集光された信号光がそれぞれ受光素子１２９，１３４で受信される。また、光バス１２０の左側に備えられた信号光入出射部１２２は、光伝送層１２１の端面１２１ａと各信号光送信素子１２７それぞれとの間に配置された、信号光送信素子１２７から送信された信号光を一旦集光してから光伝送層１２１内部に向けて拡散するシリンドリカルレンズ１２４を備えている。また、光バス１２０の右側に備えられた信号光入出射部１２３は、光伝送層１２１の端面１２１ｂと各信号光送信素子１３２それぞれとの間に配置された、信号光送信素子１３２から送信された信号光を一旦集光してから光伝送層１２１内部に向けて拡散するシリンドリカルレンズ１２５を備えている。

【００１６】

このように構成された信号処理装置は、信号光送信素子１２７，１３２から信号光が送信されると（この図１４では左側に備えられた信号光送信素子１２７から信号光を送信する例を示している）、その信号光は一旦集光して拡散信号光１３６となり、光伝送層１２１内部を伝播するため、信号光送信素子１２７から送信された信号光は各信号光受信素子１３３それぞれで確実に受信される。また、信号光受信素子１３３それぞれで受信された信号光は、各回路基板１３１に搭載された電子回路（図示せず）で信号処理され、その電子回路が搭載された回路基板と同じ回路基板に搭載された信号光送信素子１３２で信号光に変換され、光伝送層１２１内部を伝播し、他の回路基板に搭載された信号光受信素子に向けて送信される。

【００１７】

この信号処理装置は、光バス１２０が備えている光伝送層１２１の双方の端縁に、信号光の入射と信号光の出射との双方を担う信号光入出射部１２２，１２３を備えており、この信号光入出射部１２２，１２３それぞれに、信号光送信素子と信号光受信素子との双方の素子を互いに隣接させて備えている。このため、信号光を信号光受信素子で電気信号に変換してから信号光送信素子で信号光に変換するまでにその電気信号が経由する電気的配線の長さを図１２に示す信号処理装置と比較して短縮することができるとともに、一層の光伝送層１２１で信号光の送受信を行うことができる。

【００１８】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、図１４に示す信号処理装置は、例えば信号光送信素子１２７から信号光を送信すると、光伝送層１２１内部を伝播する拡散信号光１３６のうち、黒く塗りつぶされた部分の信号光および斜線が施された部分の信号光は、いずれも、信号光受信素子１３３の集光レンズ１３５に向かって伝播するものの、黒く塗りつぶされた部分の信号光は、シリンドリカルレンズ１２５に入射してしまい、集光レンズ１３５には入射しない。従って、信号光の利用効率が低下するという問題がある。

【００１９】

本発明は上記事情に鑑み、双方の端縁に信号光の入射と信号光の出射との双方を担う信号光入出射部を有する光バスを備えた光伝送システムであって、その光バスから出射される信号光の利用効率の向上が図られた光伝送システム、およびその光伝送システムの構成を備えた信号処理装置を提供することを目的とする。

【００２０】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の光伝送システムは、

双方の端縁に、信号光の入射と信号光の出射との双方を担う信号光入出射部を有し、一方の端縁から入射した信号光を伝播してその信号光が入射した端縁とは反対側の端縁から出射するシート状の光バスと、上記信号光入出射部から信号光を入射する、双方の端縁それぞれに配置された信号光送信体と、上記信号光入出射部から出射した信号光を入射する信号光入射面を有しその信号光入射面に入射した信号光を受信する、双方の端縁それぞれに

配置された信号光受信体とを備えた光伝送システムであって、
上記光バスの双方の端縁それぞれが、その端縁に沿って配列された複数のシリンドリカルレンズ面を有し、上記光バスの双方の端縁それぞれに対応する、上記信号光受信体が有する信号光入射面が、対応する端縁から、その端縁に配列されたシリンドリカルレンズ面の焦点距離の２倍以上の距離離れた位置に配列されてなることを特徴とする。
【００２１】
また、本発明の信号処理装置は、
（１）基体
（２）信号光を送信する信号光送信体およびその信号光送信体から送信される信号光に担持させる信号を生成する回路と、信号光を入射する信号光入射面を有しその信号光入射面に入射した信号光を受信する信号光受信体およびその信号光受信体が受信した信号光が担持する信号に基づく信号処理を行う回路との双方が搭載された複数の回路基板
（３）双方の端縁に、信号光の入射と信号光の出射との双方を担う信号光入出射部を有し、一方の端縁から入射した信号光を伝播してその信号光が入射した端縁とは反対側の端縁から出射するシート状の光バスであって、上記双方の端縁それぞれが、その端縁に沿って配列された複数のシリンドリカルレンズ面を有する光バス
（４）上記複数の回路基板それぞれを、その複数の回路基板それぞれに搭載された上記信号光送信体が上記光バスの信号光入出射部に光学的に結合されるとともに、その複数の回路基板それぞれに搭載された上記信号光受信体が有する信号光入射面が上記光バスの端縁からその端縁に配列されたシリンドリカルレンズ面の焦点距離の２倍以上の距離離れた位置であって、かつその光バスの信号光入出射部に光学的に結合される状態に上記基体上に固定する複数の基体固定部
を備えたことを特徴とする。
【００２２】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施形態について説明する。
図１は、本発明の光伝送システムの一実施形態を採用して構成された信号処理装置を示す平面図である。
この信号処理装置はシート状の光バス１１を備えている。この光バス１１は、双方の端縁に、信号光の入射と信号光の出射との双方を担う信号光入出射部１７，１８を備えている。また、この光バス１１は、信号光入出射部１７，１８それぞれに入射した信号光を、その信号光が入射した信号光入出射部とは反対側の信号光入出射部に向けて伝播する光伝送層１２を備えている。ここでは、この光伝送層１２は、光透過性の高いポリメチルメタクリレート（ＰＭＭＡ）を用いて作製されている。また、この光バス１１は、２つのシリンドリカルレンズ部材１３，１５を備えており、このシリンドリカルレンズ部材１３，１５は、それぞれ、光バス１１の信号光入出射部１７，１８が備えられている端縁それぞれに沿って配列された複数のシリンドリカルレンズ面１４，１６を有している。このシリンドリカルレンズ部材１３，１５は、光伝送層１２と同様にＰＭＭＡを用いて作製されている。
【００２３】
上述した光伝送層１２およびシリンドリカルレンズ部材１３，１５は、ＰＭＭＡが流し込まれる光伝送層およびシリンドリカルレンズ部材それぞれの型を用意し、それぞれの型をＰＭＭＡが充分に溶ける温度に加熱しておき、充分に加熱され溶融状態にあるＰＭＭＡをそれぞれの型に流し込み、ゆっくりと時間をかけて冷却した後、それぞれの型から取り出すことによって作製される。
【００２４】
また、この信号処理装置は、回路基板２７，２８を備えている。これら回路基板２７，２８は、図１が示される紙面に対し垂直に拡がる向きに備えられている。各回路基板２７，２８は、それぞれ、光バス１１の信号光入出射部１７，１８に信号光を入射する信号光送信素子１９，２３と、信号光入出射部１７，１８から出射した信号光を受信する信号光受

信素子２０，２４とが搭載されており、また、信号光送信素子１９，２３が送信する信号を生成する電子回路（図示せず）と、信号光受信素子２０，２４が受信した信号光が担持する信号に基づく信号処理を行う電子回路（図示せず）との双方の回路が搭載されている。

【００２５】

この信号光受信素子２０，２４は、それぞれ、集光レンズ２２，２６、および受光素子２１，２５を備えており、信号光入出射部１７，１８から出射した信号光はそれぞれ集光レンズ２２，２６で集光され、その集光された信号光がそれぞれ受光素子２１，２５で受信される。

この回路基板２７，２８は、集光レンズ２２，２６それぞれのレンズ面２２ａ，２６ａが、シリンドリカルレンズ部材１３，１５それぞれのシリンドリカルレンズ面１４，１６から、シリンドリカルレンズ面１４，１６それぞれの焦点距離ｆの２倍の距離離れた位置に配置される状態に備えられている。

【００２６】

以下に、回路基板２７，２８それぞれに搭載された信号光送信素子１９，２３それぞれが信号光を送信し、その信号光が信号光受信素子２４，２０それぞれに受信される様子について説明する。この説明にあたっては、信号光送信素子１９，２３いずれの信号光送信素子から信号光が出射しても、その信号光が信号光受信素子２４，２０それぞれに受信される様子は、その信号光の伝播方向が互いに反対方向であることを除けば全く同じであるため、ここでは、信号光送信素子１９から信号光を出射し、その信号光が信号光受信素子２４に受信される様子についてのみ説明する。

【００２７】

図２～図４は、その説明図である。

回路基板２７に搭載された電子回路で処理された電気信号が信号光送信素子１９で信号光に変換されると（図２では、３つの回路基板２７のうち、真中に配置された回路基板２７に搭載された信号光送信素子１９が電気信号を信号光に変換した例を示す。）、その信号光は、シリンドリカルレンズ部材１３に入射し一旦焦点を結んで光伝送層１２内部を拡散しながら伝播する拡散信号光３０となり、その拡散信号光３０は、シリンドリカルレンズ部材１５の全長に渡って伝播する。

【００２８】

図３は、図２に示す破線Ａで囲まれた部分の拡大図であり、そのシリンドリカルレンズ部材１５から出射される信号光が各信号光受信素子で受信される様子を示す図である。尚、この図３では、図２に示す破線Ａで囲まれた部分に示されている回路基板および信号光送信素子は図示省略してある。

シリンドリカルレンズ部材１５に向かって伝播する拡散信号光３０がシリンドリカルレンズ部材１５に入射すると、その拡散信号光３０は、シリンドリカルレンズ部材１５が有する各シリンドリカル面１６を通過する。ここではシリンドリカルレンズ部材１５が有する複数のシリンドリカルレンズ面１６のうち、シリンドリカルレンズ面１６ａ，１６ｂ，１６ｃを通過する信号光３１，３２，３３のみ示す。各シリンドリカルレンズ面１６それぞれを出射した信号光は一旦焦点を結んで拡散する。

【００２９】

従って、各シリンドリカルレンズ面１６の焦点を並ぶ位置（図３に示す破線$L_1$上）では、シリンドリカルレンズ面１６の配列方向で信号光の強度分布にばらつきが生じる。このため、仮に、集光レンズ２６のレンズ面２６ａを破線$L_1$上に配置したとすると、破線$L_1$上の、その集光レンズ２６のレンズ面２６ａが配置される位置によって、その集光レンズ２６に入射し受光素子２５で受信される信号光の強度にばらつきが生じる。このため、破線$L_1$上の、そのレンズ面２６ａが配置される位置によっては、受光素子２５で受信される信号光の強度が極めて小さくなってしまい、光の利用効率が低下してしまう。ところが、図３に示すように、信号光受信素子２４が有する集光レンズ２６のレンズ面２６ａは、シリンドリカルレンズ面１６から、シリンドリカルレンズ面１６の焦点距離ｆの２倍の

距離離れた位置（破線$L_2$上）に配置されている。このため、集光レンズ２６のレンズ面２６ａに入射する信号光は、シリンドリカルレンズ面１６の配列方向に広がりながら進む拡散信号光である。従って、破線$L_2$上の、シリンドリカルレンズ面１６の配列方向での信号光の強度分布のばらつきは、集光レンズ２６のレンズ面２６ａが破線$L_1$上に配置される場合と比較して抑制される。従って、集光レンズ２６のレンズ面２６ａに向かって伝播する信号光は効率よく受光素子で受信され、光の利用効率の向上が図られる。３つの信号光受信素子２４のうち、真中に配置された信号光受信素子２４について考えると、各シリンドリカルレンズ面１６のうち、その信号光受信素子２４が備えている集光レンズ２６の正面に位置するシリンドリカルレンズ面１６ｂを通過する信号光３２が、最も効率よくその信号光受信素子２４の受光素子２５で受信される。

【００３０】

図４は、図２に示す３枚の回路基板２７のうち一番奥に配置された回路基板２７に搭載された信号光送信素子から送信された信号光を信号光受信素子が受信する様子を示す図である。

図３を参照しながら説明したように、３枚の回路基板２７のうち、真中に配置された回路基板２７に搭載された信号光送信素子１９から信号光が送信された場合、３つの信号光受信素子２４のうち、真中に配置された信号光受信素子２４は、シリンドリカルレンズ面１６ｂを通過する信号光を最も効率よく受信するが、図４に示すように、一番奥に配置された回路基板２７に搭載された信号光送信素子１９から信号光が送信されると（ここではシリンドリカルレンズ部材１５が有する複数のシリンドリカルレンズ面１６のうち、シリンドリカルレンズ面１６ａ，１６ｂ，１６ｃを通過する信号光４１，４２，４３のみ示す）、その信号光４１，４２，４３は、真中に配置された信号光受信素子２４の集光レンズ２６に対して斜めからその集光レンズ２６に向かって伝播する。従って、信号光４１，４２，４３のうち、その集光レンズ２６の正面に位置するシリンドリカルレンズ面１６ｂを通過する信号光４２は、その集光レンズ２６の配置位置とはややずれた位置に向かって伝播してしまうが、そのシリンドリカルレンズ面１６ｂと隣接したシリンドリカルレンズ面１６ａから出射した信号光がその集光レンズ２６に向かって拡散しながら伝播する。従って、その集光レンズ２６に対し斜めから信号光が入射してもその信号光は、やはり、効率よく受光素子２５で受信される。

【００３１】

以下に、光バス１１のシリンドリカルレンズ面１６から距離Ｄ＝ｆ，２ｆ，４ｆ（ｆ；焦点距離）だけ離れた位置それぞれにおける信号光の強度を測定した結果について説明する。

図５は、光バスのシリンドリカルレンズ面から出射される信号光の強度の測定方法の説明図、図６～図８は、その測定結果を示す図である。

【００３２】

図６は、図５において、光バス１１の信号光入出射部１７の中央部Ｃから信号光を入射した時の、シリンドリカルレンズ面１６からＤ＝ｆ，２ｆ，４ｆだけ離れた破線$L_1$，$L_2$，$L_3$それぞれの位置で受信される信号光の強度を示すグラフである。

グラフの横軸は信号光を受信した受信位置Ｐを示している。この受信位置Ｐは、各破線$L_1$，$L_2$，$L_3$上の、光バス１１の信号光入出射部１８の中央部Ｅと対向する位置ａと、各破線$L_1$，$L_2$，$L_3$上の任意の位置との間の距離（ｍｍ）で表わされる。各破線$L_1$，$L_2$，$L_3$上の位置ａは、受信位置Ｐ＝０（ｍｍ）である。位置ａよりも奥側の位置をマイナスで示し、位置ａよりも手前側をプラスで示してある。グラフの縦軸は各受信位置における信号光の強度を示す。

【００３３】

グラフ中に示す一点鎖線，点線，実線は、それぞれ図５に示す破線$L_1$，$L_2$，$L_3$上で受信された信号光の強度を示しており、一点鎖線，点線，実線それぞれで示される信号光の強度は、点線で示される信号光の強度を基準とした相対値で示している。

図６から分かる通り、破線$L_1$上で受信された信号光の強度は、受光位置によるばらつき

が大きいが、破線$L_2$，$L_3$上で受信された信号光の強度は、受信位置によるばらつきが少ないことがわかる。つまり、シリンドリカルレンズ面から、シリンドリカルレンズ面の焦点距離ｆの２倍以上の距離離れた位置に、信号光受信素子２４が有する集光レンズ２６のレンズ面２６ａを配置することにより、受信位置による信号光の強度のばらつきが抑制されることがわかる。

【００３４】

図７、図８は、図５において、光バス１１の信号光入出射部１７に入射する信号光の入射位置を変化させたときの信号光入出射部１８から出射した信号光の強度を示すグラフである。

図７は、シリンドリカルレンズ面１６からＤ＝２ｆだけ離れた位置（図５に示す破線$L_2$上）で受信された信号光の強度を示すグラフであり、図８はシリンドリカルレンズ面１６からＤ＝４ｆだけ離れた位置（図５に示す破線$L_3$上）で受信された信号光の強度を示すグラフである。

【００３５】

図７および図８のグラフ中に示す実線は、図５に示す、信号光入出射部１７の点Ｃから信号光を入射したときの各受信位置における信号光の強度を示し、点線は、信号光入出射部１７の点Ｃから奥側に１０ｍｍ離れた位置Ｂから信号光を入射したときの各受信位置における信号光の強度を示し、一点鎖線は、信号光入出射部１７の点Ｃから奥側に２０ｍｍ離れた位置Ａから信号光を入射したときの各受信位置における信号光の強度を示す。実線，点線，一点鎖線それぞれで示される信号光の強度は、実線で示される信号光の強度を基準とした相対値で示している。

【００３６】

図７に示すように破線$L_2$上で信号光を受信すると、点Ａから信号光が入射した場合は点Ｂ，Ｃから信号光が入射した場合と比較して信号光の強度はやや低くなっているものの、点Ａ，Ｂ，Ｃどの位置から信号光を入射しても、図６に示す、破線$L_1$上で受信される信号光の強度よりもばらつきが小さくなっていることがわかる。また、図８に示すように破線$L_3$上で信号光を受信すると、破線$L_2$上で信号光を受信した場合（図７参照）と比較してやや信号光の強度がばらつきがみられるものの、点Ａ、Ｂ、Ｃどの位置から信号光を入射しても、図６に示す、破線$L_1$上で受信される信号光の強度よりも、受信位置による信号光の強度のばらつきが小さいことがわかる。

【００３７】

図６～図８に示す測定結果から、シリンドリカルレンズ面１６の焦点距離ｆの２倍以上の距離離れた位置に、信号光受信素子２４が有する集光レンズ２６のレンズ面２６ａを配置することにより、受信位置による信号光の強度のばらつきを抑制できることがわかる。従って、この実施形態では、集光レンズ２２，２６のレンズ面２２ａ，２６ａが、それぞれ、シリンドリカルレンズ面１４，１６からシリンドリカルレンズ面１４，１６それぞれの焦点距離ｆの２倍の距離離れた位置に配置されているが、各シリンドリカルレンズ面１４，１６それぞれから焦点距離ｆの２倍以上の距離離れた位置に、信号光受信素子２０，２４が有する集光レンズ２２，２６のレンズ面２２ａ，２６ａを配置することにより、集光レンズのレンズ面がシリンドリカルレンズ面の配列方向にずれても、効率よく信号光が受信されることがわかる。

【００３８】

尚、この光バス１１は、光伝送層１２およびシリンドリカルレンズ部材１３，１５を別々に作製して構成されているが、例えば光伝送層１１の端面をシリンドリカルレンズ面の形状に加工することにより光伝送層とシリンドリカルレンズ部材を一体に形成して光バスを構成してもよい。

また、この実施形態では、光伝送層１２を一層のみ有する単層の光バス１１と、信号光送信素子１９，２３と、信号光受信素子２０，２４との組を一組備えた光伝送システムを採用して信号処理装置を構成しているが、その光バス１１と、信号光送信素子１９，２３と、信号光受信素子２０，２４との組を複数組備え、その光バス１１が、その光バス１１の

屈折率よりも低い屈折率を有するクラッド層を間に挟んで複数積層されてなる光バス積層体を備えた光伝送システムを採用して信号処理装置を構成してもよい。

【００３９】

図９は、その光バス積層体の一例を示す図である。

この光バス積層体５０は、コア層５１、クラッド層５２、および光吸収層５３からなる積層体５４を備えている。このコア層５１は、図１に示す光バス１１が備えている光伝送層１２と同一構造を有している。また、クラッド層５２は、そのコア層５１の屈折率よりも低い屈折率を有しており、そのクラッド層５２は各コア層５１の表裏面に形成されている。また、光吸収層５３（図中に斜線で示された層）は、クラッド層５２から漏れた信号光を吸収するものであり、その光吸収層５３と、表裏面にクラッド層５２が形成されたコア層５１とは交互に積層されている。

【００４０】

この積層体５４の双方の端面側には、それぞれ、複数のシリンドリカルレンズ面５５ａ，５６ａが配列されてなるシリンドリカルレンズ部材５５，５６が設けられている。

このように構成された光バス積層体５０は、複数のコア層５１が積層されているため、各コア層５１それぞれについて、信号光送信素子および信号光受信素子を備える（つまり、コア層５１と、信号光送信素子と、信号光受信素子との組を複数組備える）と、各コア層５１を伝播する信号光を効率よくその信号光受信素子で受信することができるとともに、各コア層５１に対応したビットからなる信号光を並列信号として送受信することができる。

【００４１】

また、この光バス積層体５０はコア層５１間にクラッド層５２および光吸収層５３を備えているため信号光のクロストークが効率よく抑制される。

図１０は、図９とは異なる光バス積層体を示す斜視図である。

この図１０に示す光バス積層体６０の説明にあたっては、図９に示す光バス積層体５０の構成要素と同一の構成要素には同一符号を付して示し、図９に示す光バス積層体５０との相違点のみについて説明する。

【００４２】

この光バス積層体６０が備えている光吸収層６１は、その端縁が、コア層５１およびクラッド層５２よりも突出している。また、この光バス積層体６０は、図１に示す光バス１１が備えているシリンドリカルレンズ部材１３，１５と同一構造のシリンドリカルレンズ部材６２，６３を備えている。このシリンドリカルレンズ部材６２，６３は、各コア層５１それぞれについて、光吸収層６１の突出した部分と交互に位置するように配置されている。

【００４３】

このように、シリンドリカルレンズ部材６２，６３を、光吸収層６１の突出した部分に配置すると、シリンドリカルレンズ部材６２，６３に入射した光が、そのシリンドリカルレンズ部材６２，６３から漏れて隣接するシリンドリカルレンズ部材６２，６３に入射することが防止される。

図１１は、本発明の一実施形態の信号処理装置を示す斜視図である。

この信号処理装置７０は、図９に示す光バス積層体５０を備えており、この光バス積層体５０はマザーボード７１（本発明にいう基体の一例）の表面に固定されている。また、信号処理装置７０は複数の回路基板７６，７７を備えている。各回路基板７６，７７には、各コア層５１に対応して備えられた複数の信号光送受信素子７４が搭載されており、この信号光送受信素子７４は、光バス積層体５０のシリンドリカルレンズ部材５５，５６から信号光を入射する送信素子と、シリンドリカルレンズ部材５５，５６から出射した信号光を受信する受信素子とのペアからなる素子である。この信号光送受信素子７４を構成する受信素子は、集光レンズおよび受光素子を備えており、シリンドリカルレンズ部材５５，５６から出射した信号光は集光レンズで集光され、その集光された信号光が受光素子で受信される。また、各回路基板７６，７７には電子回路７５が搭載されている。この電子回

路７５は、信号光送受信素子７４から出射される信号光に担持させる信号を生成する回路と、信号光送受信素子７４で受光された信号光が担持する信号に基づく信号処理を行なう回路との双方の回路を備えている。この回路基板７５，７７は、マザーボード７１上に備えられた基板固定部７３により、これら回路基板７６，７７に搭載された信号光送受信素子７４の送信素子が、それぞれシリンドリカルレンズ部材５５，５６に光学的に結合されるとともに、これら回路基板７６，７７に搭載された信号光送受信素子７４の受信素子が有する集光レンズのレンズ面が、それぞれ、シリンドリカルレンズ部材５５，５６それぞれのシリンドリカルレンズ面５５ａ，５６ａ（図９参照）から、シリンドリカルレンズ面５５ａ，５６ａそれぞれの焦点距離ｆの２倍の距離離れた位置であって、かつシリンドリカルレンズ部材５５，５６に光学的に結合される状態に固定されている。また、このマザーボード７１には、各回路基板７６，７７に搭載された電子回路７５の動作を制御する制御回路７２が搭載されている。

【００４４】

このように構成された信号処理装置７０は、マザーボード７１に搭載された制御回路７２の指令により、電子回路７５が信号光送受信素子７４から出射される信号光に担持させる電気信号を生成すると、その電気信号が信号光送受信素子７４で信号光に変換される。その信号光は、光バス積層体５０のシリンドリカルレンズ部材５５（またはシリンドリカルレンズ部材５６）に入射し一旦焦点を結んで拡散し、コア層５１内部を伝播して、シリンドリカルレンズ部材５６（またはシリンドリカルレンズ部材５５）から出射し一旦焦点を結んで拡散する。その拡散した信号光は、その信号光を発光した信号光送受信素子７４が搭載された回路基板とは別の回路基板に搭載された信号光送受信素子で受光されて電気信号に変換され信号処理が行なわれる。

【００４５】

この信号処理装置７０は、回路基板７６，７７に搭載された信号光送受信素子７４の受信素子が有する集光レンズのレンズ面が、それぞれ、シリンドリカルレンズ部材５５，５６それぞれのシリンドリカルレンズ面５５ａ，５６ａから、シリンドリカルレンズ面５５ａ，５６ａそれぞれの焦点距離ｆの２倍の距離離れた位置に配置される状態に固定されているため、各信号光送受信素子７４で受信される信号光の強度のばらつきが抑制される。このため、ダイナミックレンジの広い信号光を検出する必要がなく、従って、回路基板に、その広いダイナミックレンジに適合した回路を搭載することは不要であり、コストの削減が図られた信号処理装置が得られる。

【００４６】

さらに、この信号処理装置７０は、回路基板７６，７７が、基板固定部７３に固定されると同時に、その回路基板７６，７７に搭載された信号光送受信素子７４が光バス積層体５０と光学的に結合されるように固定され、微妙な位置合わせは不要である。

尚、この信号処理装置７０はコア層５１が複数積層された光バス積層体５０を備えているが、この光バス積層体５０の代わりに、図１に示すような単層の光バス１１を備えて信号処理装置を構成してもよい。

【００４７】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、信号光の利用効率の向上が図られた光伝送システム、およびコストの削減が図れた信号処理装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の光伝送システムの一実施形態を採用して構成された信号処理装置を示す平面図である。

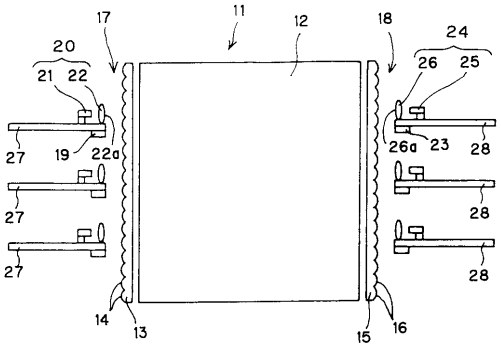
【図２】３つの回路基板のうち、真中に配置された回路基板に搭載された信号光送信素子が信号光を出射した様子を示す図である。

【図３】図２に示す破線Ａで囲まれた部分の拡大図である。

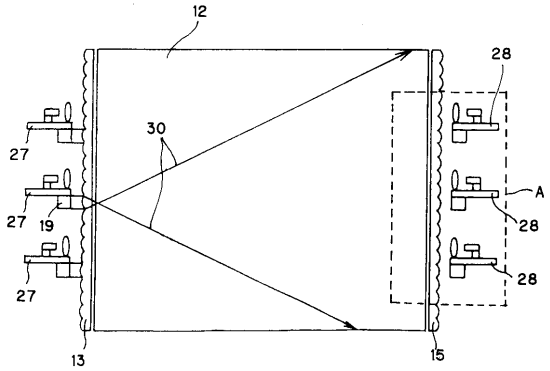
【図４】図２に示す３枚の回路基板のうち一番端に配置された回路基板に搭載された信号光送信素子から送信された信号光を信号光受信素子が受信する様子を示す図である。

【図５】光バスのシリンドリカルレンズ面から出射される信号光の強度の測定方法の説明図である。
【図６】図５において、光バス１１の信号光入出射部１７の中央部Ｃから信号光を入射した時の、シリンドリカルレンズ面１６からＤ＝ｆ，２ｆ，４ｆだけ離れた直線$Ｌ_1$，$Ｌ_2$，$Ｌ_3$それぞれの位置で受信される信号光の強度を示すグラフである。
【図７】シリンドリカルレンズ面１６からＤ＝２ｆだけ離れた位置で受信された信号光の強度を示すグラフである。
【図８】シリンドリカルレンズ面１６からＤ＝４ｆだけ離れた位置で受信された信号光の強度を示すグラフである。
【図９】光伝送システムが備える光バス積層体の一例を示す図である。
【図１０】図９とは異なる光バス積層体を示す斜視図である。
【図１１】本発明の一実施形態の信号処理装置を示す斜視図である。
【図１２】信号光入射部および信号光出射部を、それぞれ互いに反対側の端縁に有する光バスを備えている信号処理装置の一例を示す概略構成図である。
【図１３】図１２に示す信号処理装置が備えている光バスの上面図である。
【図１４】それぞれの端縁に信号光入出射部を有する光バスを備えている信号処理装置の一例を示す概略構成図である。
【符号の説明】
１１　光バス
１２　光伝送層
１３，１５，５５，５６，６２，６３　シリンドリカルレンズ部材
１４，１６，１６ａ，１６ｂ，１６ｃ，５５ａ，５６ａ　シリンドリカルレンズ面
１７，１８　信号光入出射部
１９，２３　信号光送信素子
２０，２４　信号光受信素子
２１，２５　受光素子
２２，２６　集光レンズ
２２ａ，２６ａ　レンズ面
２７，２８，７６　回路基板
３１，３２，３３，４１，４２，４３　信号光
５０，６０　光バス積層体
５１　コア層
５２　クラッド層
５３，６１　光吸収層
５４　積層体
７０　信号処理装置
７１　マザーボード
７２　制御回路
７３　基板固定部
７４　信号光送受信素子
７５　電子回路

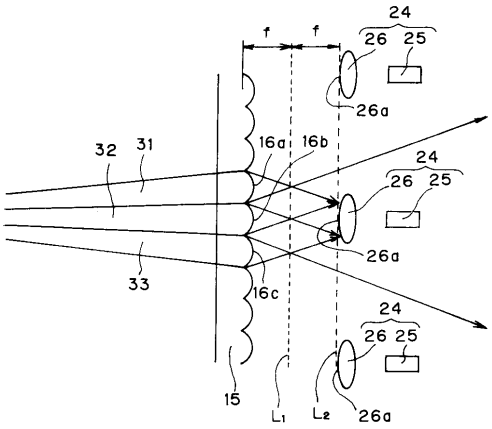
【図１】


17
11
12
18
20
21
22
24
26
25
27
19
22a
26a
23
28
14
13
15
16

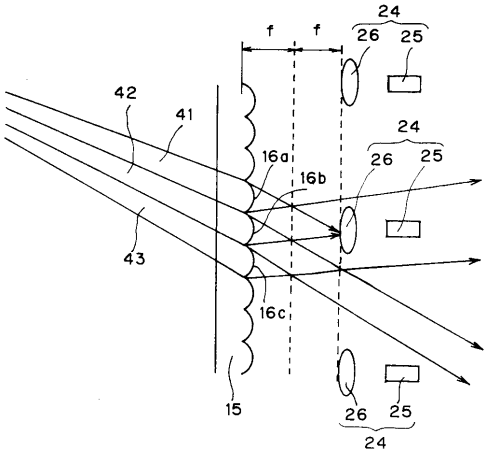
【図２】


12
28
30
27
19
A
13
15

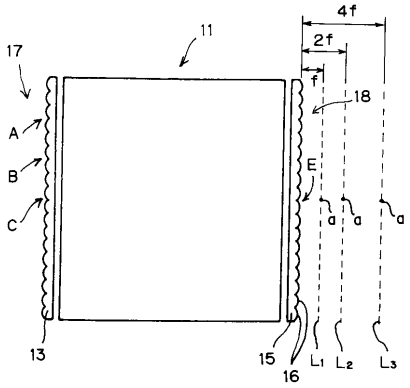
【図３】


f
f
24
26
25
26a
32
31
16a
16b
33
16c
15
L1
L2

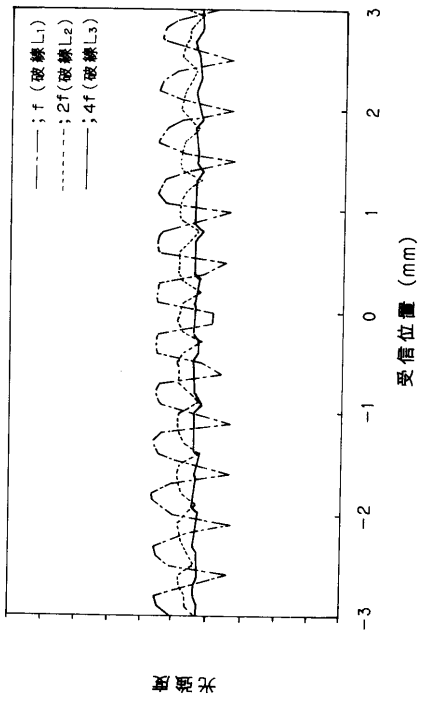
【図４】


f
f
24
26
25
42
41
16a
16b
43
16c
15

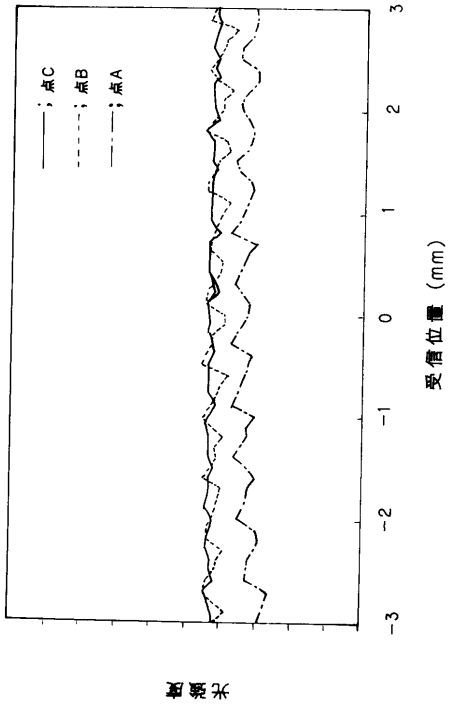
【図５】


11
4f
2f
f
17
18
A
B
C
E
a
13
15
16
L1
L2
L3

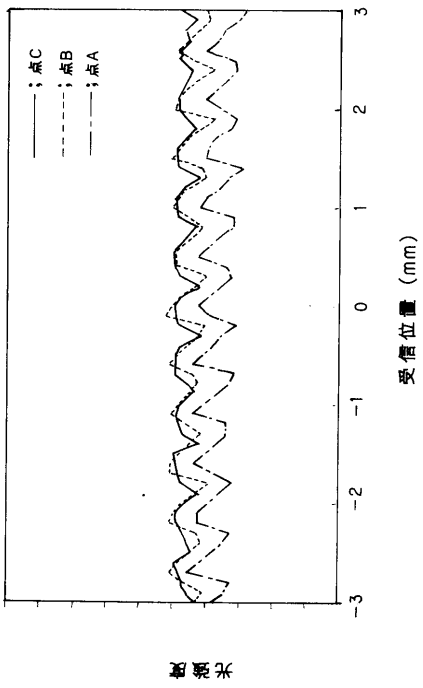
【図６】



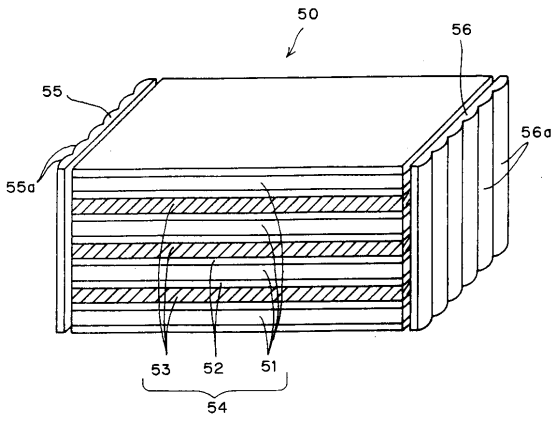

【図７】



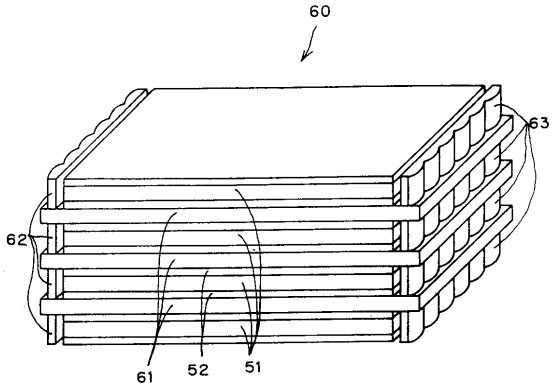

【図８】



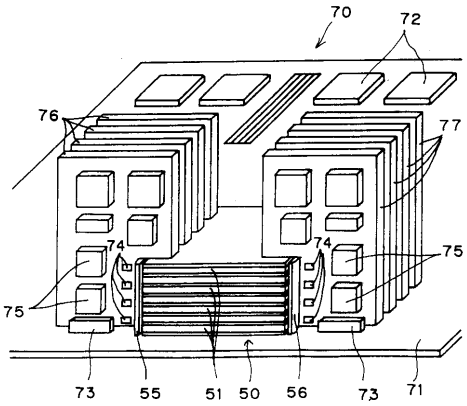

【図９】



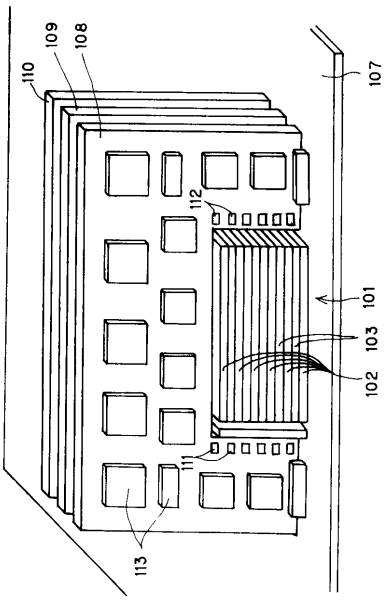

【図１０】



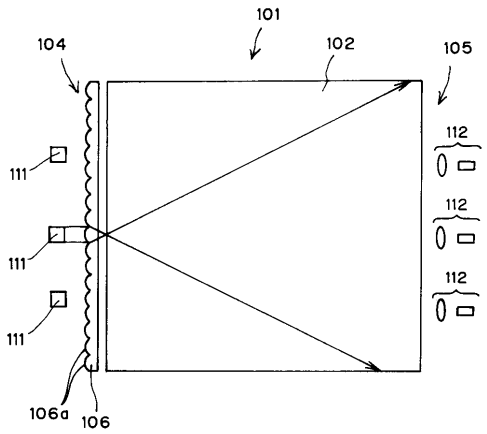
【図１１】



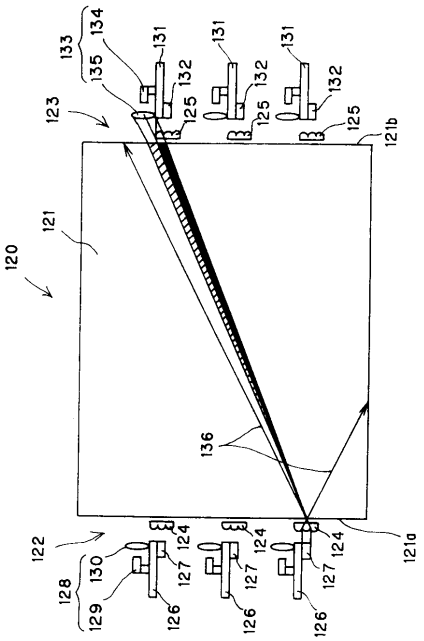

【図１２】




【図１３】




【図１４】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭６０－２１３９１３（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２０２１４１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６４－０２５１０５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G02B 6/28