

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-88570

(P2012-88570A)

(43) 公開日 平成24年5月10日(2012.5.10)

|                             |            |            |
|-----------------------------|------------|------------|
| (51) Int.Cl.                | F I        | テーマコード(参考) |
| <b>GO2B 6/42 (2006.01)</b>  | GO2B 6/42  | 2H137      |
| <b>HO1R 13/46 (2006.01)</b> | HO1R 13/46 | D 5E087    |

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2010-235937 (P2010-235937)  
 (22) 出願日 平成22年10月20日(2010.10.20)

(71) 出願人 000005186  
 株式会社フジクラ  
 東京都江東区木場1丁目5番1号  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100108578  
 弁理士 高橋 詔男  
 (74) 代理人 100089037  
 弁理士 渡邊 隆  
 (72) 発明者 畔上 幸士  
 千葉県佐倉市六崎1-4-4 O 番地 株式会社  
 フジクラ佐倉事業所内  
 Fターム(参考) 2H137 AB05 AB06 AC04 BA06 BA15  
 BA56 BB03 BB13 BB25 BC51  
 CC02 CC03 HA13

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光電気複合コネクタおよびコネクタ付きケーブル

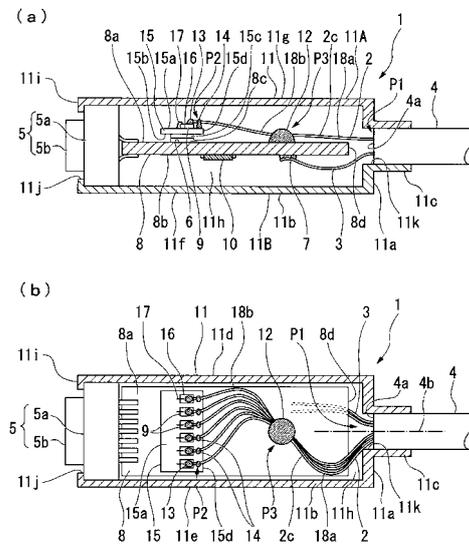
(57) 【要約】

【課題】コネクタ内部に十分な光ファイバの余長を確保でき、しかも光ファイバによる他の部材への干渉が起りにくい光電気複合コネクタを提供する。

【解決手段】回路基板8と、回路基板8に設けられた光電変換部9と、これらを収容するハウジング11と、外部機器接続用の電気ピン5を備えた光電気複合コネクタ1。光電変換部9に、光ケーブル4から引き出されてハウジング11内に余長を確保して配線された光ファイバ2が光学的に接続されている。光ファイバ2は、光ケーブル4からの引出位置P1と光電変換部9に対する位置決め位置P2との中間位置P3で、弾性変形可能な光ファイバ固定部12によって固定されている。光ファイバ2は、引出位置P1から光ファイバ固定部12までの間で一側方に湾曲して配線された第1余長部18aと、光ファイバ固定部12から位置決め位置P2までの間で他側方に湾曲して配線された第2余長部18bとを有する。

。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光ファイバを有する光ケーブルの端部に設けられた光電気複合コネクタであって、回路基板と、前記回路基板に電氣的に接続された光電変換部と、これらを収容するハウジングと、前記光電変換部に電氣的に接続された外部機器接続用の電気ピンを備え、

前記光電変換部には、前記光ケーブルから引き出されて前記ハウジング内に余長を確保して配線されて前記光電変換部に対し位置決めされた前記光ファイバが光学的に接続され、

前記光ファイバが、前記光ケーブルからの引出位置と前記光電変換部に対する位置決め位置との中間位置で、弾性変形可能な 1 以上の光ファイバ固定部によって固定され、前記引出位置から前記光ファイバ固定部までの間で一側方に湾曲した第 1 余長部と、前記光ファイバ固定部から前記位置決め位置までの間で他側方に湾曲した第 2 余長部とを有することを特徴とする光電気複合コネクタ。

10

## 【請求項 2】

前記光ファイバ固定部は、前記光ファイバを、前記回路基板に固定することを特徴とする請求項 1 に記載の光電気複合コネクタ。

## 【請求項 3】

前記光ファイバ固定部は、前記光ファイバの樹脂被覆を固定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光電気複合コネクタ。

## 【請求項 4】

前記光ケーブルは、テンションメンバを含み、前記テンションメンバは、前記ハウジングに固定されることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のうちいずれか 1 項に記載の光電気複合コネクタ。

20

## 【請求項 5】

前記光ファイバが、前記光電変換部の光軸に対して所定の角度で交差する光軸を有し、光結合部を介して前記光電変換部に接続されることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のうちいずれか 1 項に記載の光電気複合コネクタ。

## 【請求項 6】

前記光電変換部は、前記回路基板に接続された副基板の回路基板側の面に設けられ、前記光結合部は、光路変換によって前記光電変換部の受発光部と前記光ファイバとを光接続させる光路変換ミラーを有する光導波路であり、前記副基板の回路基板側とは反対の面に設けられていることを特徴とする請求項 5 に記載の光電気複合コネクタ。

30

## 【請求項 7】

前記光電変換部は、前記回路基板に接続された副基板の回路基板側とは反対の面に設けられ、

前記光結合部は、光路変換によって前記光電変換部の受発光部と前記光ファイバとを光接続させる光路変換ミラーを有する光導波路であり、前記副基板の回路基板側の面に設けられていることを特徴とする請求項 5 に記載の光電気複合コネクタ。

## 【請求項 8】

前記光結合部が、伝送される光に対して透明な樹脂からなり、前記樹脂が、前記光電変換部の受発光部の少なくとも一部および前記光ファイバの端部の少なくとも一部にそれぞれ密着し、

40

前記光結合部を構成する樹脂の外面は、前記光電変換部の受発光部および前記光ファイバの端部の側に凹んだ形状となっていることを特徴とする請求項 5 ~ 7 のうちいずれか 1 項に記載の光電気複合コネクタ。

## 【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のうちいずれか 1 項に記載の光電気複合コネクタが、前記光ケーブルの端部に設けられたことを特徴とするコネクタ付きケーブル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

50

## 【0001】

本発明は、光電変換機能を有する光電気複合コネクタおよびこれを用いたコネクタ付きケーブルに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

機器間の光伝送を行うには、例えば電気信号と光信号とを変換する光電変換部を各機器に設け、この光電変換部に光コネクタを介して光ファイバケーブルを接続し、この光ファイバケーブルにより光信号の送受信を行う方式を用いることができる。

この方式では、光電気複合コネクタに着脱される光コネクタに汚れや異物が付着すると信号の劣化が起こるといった問題があるため、光電変換部と光ファイバケーブルとを一体化した光電気複合コネクタおよび光電気複合ケーブルが提案されている。

10

図9に示すように、特許文献1には、光電気変換回路を有する基板102とこれを位置決めする固定スペーサ103とがコード管101内に設けられ、コード管101の先端にコネクタ結合のための結合ピン107を備えた光電気複合コネクタが開示されている。

固定スペーサ103は、コード管101の内径に近い外径をもち、基板102を位置決めするとともに光ケーブル104のテンションメンバを固定する。光ケーブル104の光ファイバ心線または光コード105（以下、光ファイバ心線等105という）は、コネクタ内で十分な余長をもって基板102上の結合部106に接続されている。

この光電気複合コネクタでは、コネクタ内に光電気変換回路が設けられているため、光ケーブル104を光信号処理機器に接続する用途において、機器内に光ファイバ処理部や光電変換回路が不要になり、機器の小型化を図ることができる。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開平5-226027号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

近年、デジタル家電等の機器における情報伝送量の増大および小型化に伴い、小型でありながら多種類の信号を高速に伝送するための新しい規格、例えば、DVI規格(Digital Visual Interface)やHDMI規格(High Definition Multimedia Interface)、USB規格(Universal Serial Bus)などが提案されている。

30

これらの規格では、複数の光ファイバが使用されるため、これら複数の光ファイバをコネクタに収納する必要がある。また、給電や信号伝送のための電線が必要となる場合もある。

## 【0005】

光ケーブル104に加えられた張力により光ファイバ心線等105が長手方向に動くと、固定スペーサ103との摩擦により光ファイバ心線等105が損傷を受けるおそれがあるため、光ファイバ心線等105は、コネクタ内部にできるだけ長い余長を確保するのが好ましい。

40

しかしながら、特に、光ファイバの数が多い場合には、コネクタ内部に配線される光ファイバ心線等105の余長によって、結合部106等が干渉を受けるおそれがあった。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、コネクタ内部に十分な光ファイバの余長を確保でき、しかも光ファイバによる他の部材への干渉が起こりにくい光電気複合コネクタおよびコネクタ付きケーブルを提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明の光電気複合コネクタは、光ファイバを有する光ケーブルの端部に設けられた光電気複合コネクタであって、回路基板と、前記回路基板に電氣的に接続された光電変換部

50

と、これらを収容するハウジングと、前記光電変換部に電氣的に接続された外部機器接続用の電気ピンを備え、前記光電変換部には、前記光ケーブルから引き出されて前記ハウジング内に余長を確保して配線されて前記光電変換部に対し位置決めされた前記光ファイバが光学的に接続され、前記光ファイバが、前記光ケーブルからの引出位置と前記光電変換部に対する位置決め位置との中間位置で、弾性変形可能な1以上の光ファイバ固定部によって固定され、前記引出位置から前記光ファイバ固定部までの間で一側方に湾曲した第1余長部と、前記光ファイバ固定部から前記位置決め位置までの間で他側方に湾曲した第2余長部とを有する光電気複合コネクタである。

前記光ファイバ固定部は、前記光ファイバを、前記回路基板に固定することが好ましい。

10

前記光ファイバ固定部は、前記光ファイバの樹脂被覆を固定することが好ましい。

本発明の光電気複合コネクタは、前記光ケーブルがテンションメンバを含み、前記テンションメンバが前記ハウジングに固定されることが好ましい。

前記光ファイバは、前記光電変換部の光軸に対して所定の角度で交差する光軸を有し、光結合部を介して前記光電変換部に接続されることが好ましい。

本発明の光電気複合コネクタは、前記光電変換部が、前記回路基板に接続された副基板の回路基板側の面に設けられ、前記光結合部が、光路変換によって前記光電変換部の受発光部と前記光ファイバとを光接続させる光路変換ミラーを有する光導波路であり、前記副基板の回路基板側とは反対の面に設けられている構成とすることができる。

20

本発明の光電気複合コネクタは、前記光電変換部が、前記回路基板に接続された副基板の回路基板側とは反対の面に設けられ、前記光結合部が、光路変換によって前記光電変換部の受発光部と前記光ファイバとを光接続させる光路変換ミラーを有する光導波路であり、前記副基板の回路基板側の面に設けられている構成とすることができる。

本発明の光電気複合コネクタは、前記光結合部が、伝送される光に対して透明な樹脂からなり、前記樹脂が、前記光電変換部の受発光部の少なくとも一部および前記光ファイバの端部の少なくとも一部にそれぞれ密着し、前記光結合部を構成する樹脂の外面は、前記光電変換部の受発光部および前記光ファイバの端部の側に凹んだ形状となっている構成とすることができる。

本発明のコネクタ付きケーブルは、前記光電気複合コネクタが、前記光ケーブルの端部に設けられたコネクタ付きケーブルである。

30

#### 【発明の効果】

#### 【0007】

本発明によれば、光ファイバが一側方に湾曲した第1余長部と他側方に湾曲した第2余長部とを有してハウジング内に配線されるので、光ファイバがハウジング内の他の部材（光電変換部等）に干渉せず、かつ十分な長さの余長を確保することができる。

また、光ファイバ固定部は弾性変形可能であるため、第1および第2余長部の変位を許容できる。

従って、光ファイバに引張り力が加えられても、第1および第2余長部の曲げが小さくなるように光ファイバが変位することによって、光ファイバに過大な力が加えられるのを回避し、光ファイバの損傷を防ぐことができる。

40

また、第1および第2余長部によって、光ファイバの十分な余長を確保しつつ省スペース化が可能となるため、光電気複合コネクタの小型化を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0008】

【図1】本発明の第1実施形態に係る光電気複合コネクタを示す図であり、(a)は側断面図であり、(b)は平断面図である。

【図2】前図に示す光電気複合コネクタの要部を示す断面図である。

【図3】光電気複合ケーブルに張力が加えられたときの光ファイバの動作を模式的に示す平面図である。

【図4】第1実施形態に係る光電気複合コネクタの具体例を示す分解斜視図である。

50

【図 5】本発明の第 2 実施形態に係る光電気複合コネクタを示す側断面図である。

【図 6】本発明の第 3 実施形態に係る光電気複合コネクタを示す側断面図である。

【図 7】本発明の第 4 実施形態に係る光電気複合コネクタを示す側断面図である。

【図 8】本発明の第 5 実施形態に係る光電気複合コネクタを示す側断面図である。

【図 9】従来の光電気複合コネクタの一例を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

(第 1 実施形態)

以下、実施の形態に基づき、図面を参照して本発明を説明する。

図 1 は、本発明の第 1 実施形態にかかる光電気複合コネクタ 1 を用いたコネクタ付きケーブルを示すものである。 10

図 1 (a) および図 1 (b) に示すように、このコネクタ付きケーブルは、光ファイバ 2 と電線 3 とを備えた光電気複合ケーブル 4 (光ケーブル) の端部に、光電気複合コネクタ 1 が設けられている。

【0010】

光電気複合コネクタ 1 は、回路基板 8 と、回路基板 8 の一方の面 8 a 側に設けられた副基板 15 (第 2 の回路基板) と、副基板 15 の一方の面 15 a に設けられた受発光素子 9 (光電変換部) と、回路基板 8 に設けられた制御用半導体 10 と、これらを収容するハウジング 11 (収容体) と、受発光素子 9 に電氣的に接続された電気ピン 5 とを備えている。 20

以下の説明において、図 1 (a) および図 1 (b) における左方を前方といい、右方を後方ということがある。前後方向は光電気複合ケーブル 4 の端部における長さ方向に一致し、この方向は光電気複合コネクタ 1 の長さ方向でもある。

【0011】

電気ピン 5 は、外部機器に接続するための電気コネクタであり、本体部 5 a と、本体部 5 a の前面から突出したコネクタ部 5 b とを備えている。電気ピン 5 は、コネクタ部 5 b で外部機器に接続される。

図示例では、本体部 5 a はハウジング 11 内に収容され、コネクタ部 5 b は、ハウジング 11 の前面側に設けられたコネクタ用開口部 11 j から外部に突出している。

【0012】

回路基板 8 には、例えば、ガラスエポキシ基板、セラミック基板など、一般的な各種絶縁基板を使用することができる。回路基板 8 の面 8 a、8 b には、所定の回路配線が形成されている。 30

【0013】

副基板 15 は、回路基板 8 の上方に間隔をおいて回路基板 8 にほぼ平行に設けられている。副基板 15 は、例えばガラスエポキシ基板、セラミック基板など、一般的な各種絶縁基板に所定の回路配線を形成したものである。

図 1 (b) に示すように、平面視したときの副基板 15 の回路基板 8 上の位置は、回路基板 8 の前部である。

副基板 15 の一方の面 15 a には光電変換部電極 16 が形成され、光電変換部電極 16 には受発光素子 9 が電氣的に接続されている。 40

【0014】

図 1 (a) に示すように、副基板 15 の他方の面 15 b には基板コネクタ 15 c が設けられ、回路基板 8 の一方の面 8 a には基板コネクタ 8 c が設けられている。

基板コネクタ 8 c は、回路基板 8 の一方の面 8 a に設けられた光電変換部電極 6 に接続されているため、基板コネクタ 15 c、8 c が互いに接続されることで、受発光素子 9 は回路基板 8 に電氣的に接続される。このため、受発光素子 9 は、副基板 15 および基板コネクタ 15 c、8 c を介して間接的に回路基板 8 上に設けられている。

副基板 15 の採用によって、副基板 15 上の受発光素子 9 に光ファイバ 2 を接続する工程と、回路基板 8 に対し制御用半導体 10 等を実装する工程とを別に行い、その後、回路 40

基板 8 と副基板 1 5 とを接続する組み立て方法をとることができる。このため、製造効率を高めることができる。

#### 【 0 0 1 5 】

図 2 に示すように、受発光素子 9 は、光信号を出射または入射させる部分として受発光部 9 a を有する。図示例の受発光部 9 a は、受発光素子 9 の上面 9 c 側に設けられている。

発光素子としては、発光ダイオード ( L E D )、レーザダイオード ( L D )、面発光レーザ ( V C S E L ) 等が挙げられる。受光素子としては、フォトダイオード ( P D ) 等が挙げられる。

図示例では、受発光素子 9 の上面 9 c は、配線 1 7 を介して 1 つの光電変換部電極 1 6 に電氣的に接続され、受発光素子 9 の下面 9 d は、導電性接着剤 ( 図示せず ) により他の光電変換部電極 1 6 に電氣的に接続されている。

配線 1 7 としては、例えば、金 ( A u ) ワイヤ、アルミニウム ( A l ) ワイヤ、銅 ( C u ) ワイヤなどを使用できる。

#### 【 0 0 1 6 】

図 1 ( a ) および図 1 ( b ) に示すように、ハウジング 1 1 は、略矩形の後板部 1 1 a と、その周縁部から前方に延出する四角筒状の延出筒部 1 1 b と、後板部 1 1 a から後方に延出する接続筒部 1 1 c と、延出筒部 1 1 b の前端に設けられた前板部 1 1 i とを備えたケース体である。

延出筒部 1 1 b は、一对の側板部 1 1 d、1 1 e と、これらの下縁部 ( 一方縁部 ) 間に形成された底板部 1 1 f と、側板部 1 1 d、1 1 e の上縁部 ( 他方縁部 ) 間に形成された天板部 1 1 g とからなる四角筒状であり、これらに囲まれた内部空間 1 1 h に回路基板 8 を収容できる構成が好ましい。

図示例では、回路基板 8 は、底板部 1 1 f と天板部 1 1 g に沿って延出筒部 1 1 b 内に配置されている。

#### 【 0 0 1 7 】

接続筒部 1 1 c は、後板部 1 1 a に形成された導入口 1 1 k の周縁部から後方に延出して形成されている。

導入口 1 1 k には、接続筒部 1 1 c を通して光電気複合ケーブル 4 の先端部が導入される。接続筒部 1 1 c は、接着材による接着やカシメ固定などにより光電気複合ケーブル 4 の先端部に固定することができる。

ハウジング 1 1 は、電気ピン 5 の本体部 5 a を収容するとともに、前板部 1 1 i a に形成されたコネクタ用開口部 1 1 j を通してコネクタ部 5 b を外部に突出させている。

ハウジング 1 1 は、電気ピン 5 を固定できる構成が好ましい。例えば互いに嵌合する凹部と凸部の一方を電気ピン 5 に形成し、他方をハウジング 1 1 に形成し、これら凹部と凸部を嵌合させることで電気ピン 5 をハウジング 1 1 に固定できる。また、接着によって電気ピン 5 をハウジング 1 1 に固定してもよい。

#### 【 0 0 1 8 】

ハウジング 1 1 は、上下に分割可能とすることができる。具体的には、トレイ状の上部カバー 1 1 A と、これに結合可能なトレイ状の下部カバー 1 1 B とからなる構成としてよい。

上部カバー 1 1 A は、前板部 1 1 i 上部、側板部 1 1 d、1 1 e 上部、後板部 1 1 a 上部、および天板部 1 1 g を有する。下部カバー 1 1 B は、前板部 1 1 i 下部、側板部 1 1 d、1 1 e 下部、後板部 1 1 a 下部、および底板部 1 1 f を有する。この構成によって、光電気複合ケーブル 4 に対するハウジング 1 1 の装着作業が容易になる。

#### 【 0 0 1 9 】

光電気複合ケーブル 4 の電線 3 としては、例えば銅などからなる金属導体 3 a の外周に樹脂被覆 3 b を設けた汎用品を使用できる。

図 1 ( a ) および図 1 ( b ) に示すように、電線 3 は、回路基板 8 の他方の面 8 b に設けられた電線接続用電極 7 に接続されており、回路基板 8 の回路配線を介して電気ピン 5

10

20

30

40

50

に電氣的に接続される。

このため、電気ピン 5 が接続される機器には、電気ピン 5 を通して電力供給や電気信号の送受信が可能である。

また、電線 3 より制御用半導体 10 に電力を供給し、動作をさせることも可能である。

なお、電線 3 は回路基板 8 の一方の面 8 a に接続してもよいし、回路基板 8 の両面に接続してもよい。

図示例では光電気複合ケーブル 4 が使用されているが、外部機器から電気ピン 5 を介して給電する場合には、電線を備えていない通常の光ケーブルを使用することができる。

#### 【0020】

光ファイバ 2 は、光ファイバ素線、光ファイバ心線、着色線などが使用できる。光ファイバ 2 には、後述する湾曲形状をとることができる柔軟性が必要である。光ファイバ 2 は 1 本でもよいし、複数本でもよい。図示例では 4 本の光ファイバ素線が用いられている。

光ファイバ 2 としては、例えば石英系光ファイバ、プラスチック光ファイバ (POF) などが挙げられる。

#### 【0021】

図 1 (a) に示すように、光電気複合ケーブル 4 の先端から引き出された光ファイバ 2 は、ハウジング 11 内で余長を確保した状態で配線されて受発光素子 9 に達している。具体的には、光ファイバ 2 は、回路基板 8 の一方の面 8 a に沿って湾曲しつつ前方に延出し、副基板 15 上の受発光素子 9 に接続されている。

#### 【0022】

光ファイバ 2 は、受発光素子 9 への接続位置に近接した位置で、位置決め部 14 により副基板 15 の一方の面 15 a に固定することが好ましい。図示例の位置決め部 14 は光結合部 13 のやや後方に形成されている。

位置決め部 14 は、光ファイバ固定部 12 (後述) より前方において、光ファイバ 2 を位置決めするものであって、例えばエポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコン樹脂などからなる。

位置決め部 14 は、光ファイバ 2 を副基板 15 上で保持するとともに、受発光素子 9 に対して光ファイバ 2 を位置決めする。

#### 【0023】

光ファイバ 2 は、光電気複合ケーブル 4 からの引出位置 P1 (先端部 4 a) と位置決め位置 P2 (位置決め部 14) との間の中間位置 P3 において、光ファイバ固定部 12 により回路基板 8 の一方の面 8 a に固定されている。

光ファイバ固定部 12 の位置は、引出位置 P1 と位置決め位置 P2 との間で、余長部 18 a、18 b (後述) が確保できるように定められる。

図示例では、光ファイバ固定部 12 と位置決め位置 P2 との間の光ファイバ 2 はどこにも固定されていない。引出位置 P1 と光ファイバ固定部 12 の間の光ファイバ 2 もどこにも固定されていない。なお、位置決め部 14 がない場合は、受発光素子 9 への接続位置である光結合部 13 が位置決め位置となる。

#### 【0024】

光ファイバ固定部 12 は、弾性変形可能な材料、例えばエポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコン樹脂などからなり、光ファイバ 2 を回路基板 8 上で保持できる。光ファイバ固定部 12 は、光ファイバ 2 の樹脂被覆 2 c の一部を覆うことによって、樹脂被覆 2 c を固定することが好ましい。図示例の光ファイバ固定部 12 は、略半球状とされている。

光ファイバ固定部 12 の前後方向位置は、回路基板 8 の副基板 15 の後端 15 d と、回路基板 8 の後端 8 d との間の位置が好ましい。

光ファイバ固定部 12 の幅方向位置 (図 1 (b) の上下方向位置) は、余長部 18 a、18 b (後述) が確保できれば特に限定されない。図示例では、光ファイバ固定部 12 は、光電気複合ケーブル 4 の軸線 4 b (特に先端部 4 a 付近における軸線 4 b) 上にある。

#### 【0025】

なお、光電気複合ケーブル 4 の軸線 4 b は、延出筒部 11 b の軸線に一致することが好

10

20

30

40

50

ましい。

図示例では、光ファイバ 2 は光ファイバ固定部 1 2 により回路基板 8 に固定されているが、これに限らず、光電気複合コネクタ 1 の他の構成部材、例えばハウジング 1 1、副基板 1 5 等に固定してもよい。

【 0 0 2 6 】

図 1 ( b ) に示すように、光ファイバ 2 は、引出位置 P 1 から光ファイバ固定部 1 2 までの間で、一側方 ( 図 1 ( b ) の下方 ) に湾曲して配線された第 1 余長部 1 8 a と、光ファイバ固定部 1 2 から位置決め位置 P 2 までの間で、他側方 ( 図 1 ( b ) の上方 ) に湾曲して配線された第 2 余長部 1 8 b とを有する。

図示例では、第 1 余長部 1 8 a は、光電気複合ケーブル 4 の軸線 4 b ( 特に先端部 4 a 付近における軸線 4 b ) を基準として一側方に湾曲し、第 2 余長部 1 8 b は他側方に湾曲している。

【 0 0 2 7 】

余長部 1 8 a、1 8 b は、光ファイバ 2 の光特性を損なわない範囲で湾曲した形状とされ、例えば少なくとも一部が略円弧状とすることができる。余長部 1 8 a、1 8 b は、互いに逆の方向に湾曲しているため、引出位置 P 1 と位置決め部 1 4 との間の光ファイバ 2 は、概略逆 S 字状 ( または概略 S 字状 ) となっている。

湾曲した余長部 1 8 a、1 8 b には、光ファイバ 2 自体の弾力的な反発力 ( 曲げ弾性力 ) が働くことがあるが、光ファイバ固定部 1 2 により余長部 1 8 a、1 8 b の湾曲形状は維持される。

光ファイバ 2 は、余長部 1 8 a、1 8 b を有するため、ハウジング 1 1 内の狭いスペースに十分な長さの余長が確保される。

【 0 0 2 8 】

光ファイバ 2 が複数である場合は、これらを互いに撚り合わせて配線することができる。電線 3 が回路基板 8 の同じ面に配線される場合には光ファイバ 2 と電線 3 とを併せて撚り合わせてもよい。

【 0 0 2 9 】

図 2 に示すように、光ファイバ 2 は、光結合部 1 3 を介して受発光素子 9 に接続されている。

以下の説明において、上下方向は、受発光素子 9 が実装される副基板 1 5 の一方の面 1 5 a を基準とし、副基板 1 5 から遠ざかる方向を上方 ( 図 2 の上方 )、副基板 1 5 に近づく方向を下方 ( 図 2 の下方 ) とする。

ここに示す光結合構造は、受発光素子 9 と、光ファイバ 2 と、光ファイバ 2 と受発光素子 9 との間を光学的に結合する光結合部 1 3 を有する構造である。

【 0 0 3 0 】

光ファイバ 2 は、副基板 1 5 の面 1 5 a に沿い、かつ面 1 5 a から離間して配置されている。光ファイバ 2 は、光結合部 1 3 に対する光の出入射の方向が一定となるように、少なくとも端部 2 a 付近では光軸 2 b が直線状であることが好ましい。

光ファイバ 2 は、光軸 2 b ( 特に端部 2 a 付近における光軸 2 b ) が受発光素子 9 の光軸 9 b に所定の角度 ( 例えば  $0 < \theta < 180^\circ$  ) で交差するように配置されている。光ファイバ 2 および受発光素子 9 は、これらの光軸 2 b、9 b が互いに垂直 ( または略垂直 ) に配置されることが好ましい。

【 0 0 3 1 】

光結合部 1 3 は、伝送される光に対して透明な樹脂からなる。光結合部 1 3 を構成する樹脂は、受発光素子 9 の受発光部 9 a の少なくとも一部および光ファイバ 2 の端部 2 a の少なくとも一部にそれぞれ密着している。

ここでいう透明樹脂とは、受発光素子 9 と光ファイバ 2 との間を伝送する光を透過させることが可能なものを指し、必ずしも可視光下で無色透明な色調のものに限定されるものではない。また、光が伝送される樹脂内の光路長が短いため、ある程度の透明性があればよい。

10

20

30

40

50

透明樹脂としては、例えば、UV硬化性樹脂や熱硬化性樹脂などを用いることができる。透明樹脂の具体例としては、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、シリコン系樹脂等が挙げられる。

【0032】

光結合部13の形状は、図2では光結合部13が光ファイバ2の端部2aの全面を覆い、光結合部13の上端が光ファイバ2の上部まで付着している。光結合部13は光ファイバ2のコアの全断面を覆うことが好ましい。

なお、光結合部13は、光ファイバ2の端部2aおよび受発光部9aを完全には覆ってはいなくてもよい。

光結合部13は、受発光素子9の上面より上方の範囲内に収まるように形成することができる。これによって、光ファイバ2の配線作業などにおいて、光結合部13が他の部材から干渉を受けにくくなる。

また、光結合部13は、光ファイバ2の端部2aの上端の高さより下方の範囲内に収まるように形成することもできる。この構成によっても、光ファイバ2の配線作業などにおいて、光結合部13が他の部材から干渉を受けにくくなる。

【0033】

光結合部13の外面13aは、光結合部13を構成する透明樹脂と外部の気体（空気、窒素など）との界面を形成しており、光ファイバ2からの入射光は外面13aで反射して受発光素子9（受光素子）に入射し、受発光素子9（発光素子）からの入射光は外面13aで反射して光ファイバ2に入射する。

光結合部13は、受発光素子9と光ファイバ2との間の光結合を容易に実現するため、以下のような構成が好ましい。

光結合部13を構成する透明樹脂は、光ファイバ2の光軸2bと受発光素子9の光軸9bとが交差する交点Pの位置には存在せず、光結合部13の外面13aが、受発光素子9の受発光部9aおよび光ファイバ2の端部2aの側に凹んだ形状となっている。

【0034】

光結合部13の外面13aが凹んだ形状となるためには、少なくとも、

- (1) 受発光部9aに対向する位置Aが受発光部9a側に凹んだ形状の凹面部21、
  - (2) 光ファイバ2の端部2aに対向する位置Bが光ファイバ2の端部2a側に凹んだ形状の凹面部22、
  - (3) 受発光部9aに対向する位置Aと光ファイバ2の端部2aに対向する位置Bとの間が凹んだ形状の凹面部23、
- を有することが望ましい。

【0035】

光の伝送に関与しない部分、例えば図2における光ファイバ2の上側にかかっている部分13bや、光ファイバ2の下側と受発光素子9の上面9cとの間に挟まれた部分13cは凸形状になっていても差し支えない。

【0036】

(1)の受発光部9a側の凹面部21は、例えば、受発光素子9の光軸9bが樹脂の外面13aと交差する位置Aの近傍において、樹脂の外面13aが樹脂側に凹となる凹面を形成していることが好ましい。

(2)の光ファイバ2側の凹面部22は、例えば、光ファイバ2の光軸2bが樹脂の外面13aと交差する位置Bの近傍において、樹脂の外面13aが樹脂側に凹となる凹面を形成していることが好ましい。

(3)の中間部の凹面部23は、例えば、受発光素子9の光軸9bが樹脂の外面13aと交差する位置Aと、光ファイバ2の光軸2bが樹脂の外面13aと交差する位置Bとの間を結ぶ線分ABがA-B間で樹脂の外側（外部の気体側）を通り、樹脂の外面13aが凹となる凹面を形成していることが好ましい。

【0037】

光結合部13の外面13aを凹んだ形状とすることによって、反射面としての位置およ

10

20

30

40

50

び角度を精密に制御しなくても、より低い作製精度で確実な光結合を実現することができる。また、光ファイバ2の端部2aと受発光素子9の受発光部9aとの間が単一の透明樹脂で構成された光結合部13で光結合されるため、極めて低コストに、かつ簡易な工程で作製可能である。

光結合部13は、受発光素子9の光軸9bと光ファイバ2の光軸2bとが交差する交点Pの位置には前記樹脂が存在せず、樹脂の外面13aが受発光部9aに対向する位置Aが交点Pと受発光部9aとの間にあり、かつ、樹脂の外面13aが光ファイバ2の端部2aに対向する位置Bが交点Pと光ファイバ2の端部2aの間にあると、光が拡散する範囲が狭くなり、損失を低減することができる。

#### 【0038】

この光結合構造では、光ファイバ2と受発光素子9とが、簡略な構造の光結合部13を介して光学的に接続されているので、光結合構造の小型化（特に低背化および長さ寸法の短縮）が可能となる。従って、光電気複合コネクタ1の小型化、特に薄型化および長さ寸法の短縮を実現できる。また、光電気複合コネクタ1内部に十分なスペースを確保できるため、光ファイバ2や電線3の多線化が容易となることから、情報伝送量の増加に有利である。

#### 【0039】

制御用半導体10は、回路基板8の回路配線を経て入力された電気信号に、必要に応じてレベル調整や各種変換などを施すことができる。制御用半導体10は回路基板8の一方の面8aに設けてもよいし、他方の面8bに設けてもよい。

また、制御用半導体10の機能が他の構成に備わっている場合には、制御用半導体10を設けなくてもよい。

#### 【0040】

受発光素子9が発光素子である場合には、電気ピン5から入力された電気信号は、回路基板8の回路配線を経て、制御用半導体10で必要に応じてレベル調整等が施された後、光電変換部電極6から基板コネクタ15c、8cを経て副基板15に至り、光電変換部電極16から受発光素子9に入力される。

受発光素子9では、電気信号が光信号に変換され、受発光部9aから発せられた光信号が光結合部13に入射し、界面（外面13a）で反射されて光ファイバ2に入射する。

#### 【0041】

受発光素子9が受光素子の場合には、光ファイバ2から光結合部13に入射した光は、界面（外面13a）で反射されて受発光素子9の受発光部9aに入射して電気信号に変換され、光電変換部電極16、基板コネクタ15c、8cを経て光電変換部電極6に入力され、回路基板8の回路配線を経て、制御用半導体10で必要に応じてレベル調整等が施された後、電気ピン5に送られる。

#### 【0042】

図3に示すように、光ファイバ2は、余長部18a、18bを有して湾曲配線されているため、若干の移動が許容される。

例えば、光電気複合ケーブル4に、光電気複合コネクタ1から離れる方向（図3の右方）の引張力が加えられ、先端部4aが後退した場合には、光ファイバ2が後方に引っ張られるのに伴い、第1余長部18aは、図3に実線で示すように、曲げが小さくなって軸線4bに近づくように変位する。

第2余長部18bも、第1余長部18aの変位に伴って、図3に実線で示すように、軸線4bに近づくように変位する。

余長部18a、18bが変位する際には、光ファイバ固定部12はそれに追従して弾性変形する。

このように、光ファイバ2に引張り力が加えられても、余長部18a、18bが変位することによって、光ファイバ2に過大な力が加えられるのを回避できる。

#### 【0043】

光電気複合コネクタ1では、光ファイバ2が一側方に湾曲した第1余長部18aと他側

10

20

30

40

50

方に湾曲した第2余長部18bとを有してハウジング11内に配線されるので、光ファイバ2がハウジング11内の他の部材(受発光素子9等)に干渉せず、かつ十分な長さの余長を確保することができる。

また、光ファイバ固定部12は弾性変形可能であるため、第1および第2余長部18a、18bの変位に追従して変形する。

従って、光ファイバ2に引張り力が加えられても、余長部18a、18bの曲げが小さくなるように光ファイバ2が変位することによって、光ファイバ2に過大な力が加えられるのを回避し、光ファイバ2の損傷を防ぐことができる。

また、第1および第2余長部18a、18bによって、光ファイバ2の十分な余長を確保しつつ省スペース化が可能となるため、光電気複合コネクタ1の小型化を図ることができる。

#### 【0044】

なお、図1に示す光電気複合コネクタ1では、光ファイバ2は、引出位置P1と位置決め部14との間の1箇所(光ファイバ固定部12)で固定されているが、一側方に湾曲した第1余長部18aと他側方に湾曲した第2余長部18bとを有する配線が可能であれば、光ファイバ固定部の数は2以上であってもよい。

#### 【0045】

図4は、光電気複合コネクタ1の具体的な形態の例を示すものである。この図では、図1に示す構成と共通の構成については同じ符号が付されている。

この図に示すように、光ファイバ2は、光電気複合ケーブル4からの引出位置P1(先端部4a)と受発光素子9への位置決め位置P2(位置決め部14)との間の中間位置P3において、光ファイバ固定部12により回路基板8の一方の面8aに固定されている。

光ファイバ2は、引出位置P1から光ファイバ固定部12までの間で一側方に湾曲した第1余長部18aと、光ファイバ固定部12から位置決め位置P2(位置決め部14)までの間で他側方に湾曲した第2余長部18bとを有する。

#### 【0046】

図4に示すように、ハウジング11の長さL1(接続筒部11cを除く部分の長さ)は例えば89mm、ハウジング11の幅W1は例えば24mmである。ハウジング11の高さは例えば13mmである。

第2余長部18bが配線される部分のハウジング11の内部空間の幅W2(ハウジング11の両側板間の距離)は、例えば15mmである。光電気複合ケーブル4の先端部4aから位置決め部14までの距離(長さL2)(光電気複合コネクタ1の長さ方向の距離)は、例えば66mmである。

#### 【0047】

(第2実施形態)

図5は、本発明の第2実施形態にかかる光電気複合コネクタ31を示すものである。

以下の説明において、図1に示す第1実施形態の光電気複合コネクタ1と共通の構成については同じ符号を付してその説明を省略または簡略化する。

光電気複合コネクタ31では、副基板15が設けられておらず、受発光素子9が回路基板8の一方の面8aに設けられている点で、第1実施形態の光電気複合コネクタ1と異なる。光ファイバ2は位置決め部14により回路基板8に固定されている。

光ファイバ2は、引出位置P1(先端部4a)から光ファイバ固定部12までの間で一側方に湾曲した第1余長部18aと、光ファイバ固定部12から位置決め位置P2(位置決め部14)までの間で他側方に湾曲した第2余長部18bとを有する。

このため、光ファイバ2に引張り力が加えられても、余長部18a、18bの光ファイバ2が変位することによって、光ファイバ2に過大な力が加えられるのを回避し、光ファイバ2の損傷を防ぐことができる。

光電気複合コネクタ31では、副基板15を備えていないため、実装高さを抑え、光電気複合コネクタ1の薄型化を図ることができる。

#### 【0048】

10

20

30

40

50

## (第3実施形態)

図6は、本発明の第3実施形態にかかる光電気複合コネクタ41を示すものである。

光電気複合コネクタ41は、フレキシブル基板である副基板15の一方の面15a(回路基板8側とは反対の面)に、光ファイバ2が接続される光導波路42(光結合部)が設けられ、他方の面15b(回路基板8側の面)に受発光素子9が設けられている。

光導波路42は光路変換ミラー42aを有し、このミラー42aを介して光ファイバ2と受発光素子9とを光学的に接続できる。

光ファイバ2は、引出位置P1(先端部4a)から光ファイバ固定部12までの間で一側方に湾曲した第1余長部18aと、光ファイバ固定部12から位置決め位置P2(位置決め部14)までの間で他側方に湾曲した第2余長部18bとを有する。

このため、光ファイバ2に引張り力が加えられても、余長部18a、18bの光ファイバ2が変位することによって、光ファイバ2に過大な力が加えられるのを回避し、光ファイバ2の損傷を防ぐことができる。

光電気複合コネクタ41では、受発光素子9におけるワイヤボンディング(配線17による接続)が不要となり、信頼性が向上する。

なお、位置決め部14がない場合は、受発光素子9への間接的な接続位置である光導波路42が位置決め位置となる。

## 【0049】

## (第4実施形態)

図7は、本発明の第4実施形態にかかる光電気複合コネクタ51を示すものである。

光電気複合コネクタ51は、副基板15に対する光導波路42と受発光素子9の設置面が逆になっていること以外は図4に示す光電気複合コネクタ41と同様の構成である。すなわち、受発光素子9が副基板15の一方の面15aに設けられ、光導波路42が副基板15の他方の面15bに設けられている。副基板15は基板コネクタ43によって回路基板8上に固定される。光ファイバ2は位置決め部14により回路基板8に固定されている。

光ファイバ2は、引出位置P1(先端部4a)から光ファイバ固定部12までの間で一側方に湾曲した第1余長部18aと、光ファイバ固定部12から位置決め位置P2(位置決め部14)までの間で他側方に湾曲した第2余長部18bとを有する。

このため、光ファイバ2に引張り力が加えられても、余長部18a、18bの光ファイバ2が変位することによって、光ファイバ2に過大な力が加えられるのを回避し、光ファイバ2の損傷を防ぐことができる。

光電気複合コネクタ51では、光導波路62を副基板15と回路基板8との間に挟持できるため、光導波路42の位置決め精度を高めることができる。

## 【0050】

## (第5実施形態)

図8は、本発明の第5実施形態にかかる光電気複合コネクタ61を示すものである。

光電気複合コネクタ61は、テンションメンバ62を有する光電気複合ケーブル64の先端に組み立てられている。

光電気複合コネクタ61は、ハウジング11の接続筒部11cと、光電気複合ケーブル64の先端部分を覆うブーツ63を備えている。

テンションメンバ62は、光電気複合ケーブル64の先端から引き出され、ハウジング11に固定される。図示例ではテンションメンバ62は接続筒部11cの外面に接着材やカシメ固定などにより固定される。

光ファイバ2は、引出位置P1(光電気複合ケーブル64の先端部64a)から光ファイバ固定部12までの間で一側方に湾曲した第1余長部18aと、光ファイバ固定部12から位置決め位置P2(位置決め部14)までの間で他側方に湾曲した第2余長部18bとを有する。

このため、光ファイバ2に引張り力が加えられても、余長部18a、18bの光ファイバ2が変位することによって、光ファイバ2に過大な力が加えられるのを回避し、光ファ

10

20

30

40

50

イバ 2 の損傷を防ぐことができる。

【 0 0 5 1 】

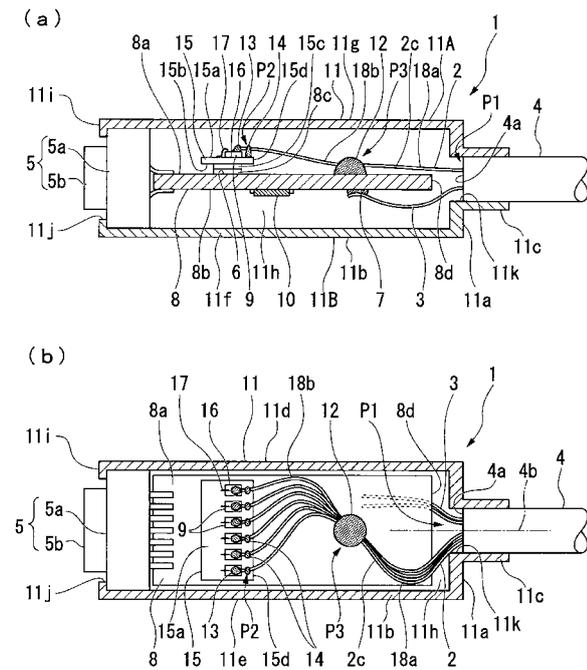
光電気複合コネクタ 6 1 は、テンションメンバ 6 2 を有する光電気複合ケーブル 6 4 の先端に設けられ、テンションメンバ 6 2 を固定する構造を有するので、光電気複合ケーブル 6 4 に加えられた張力が光ファイバ 2 に及ぶのを防ぎ、信頼性を向上させることができる。

【 符号の説明 】

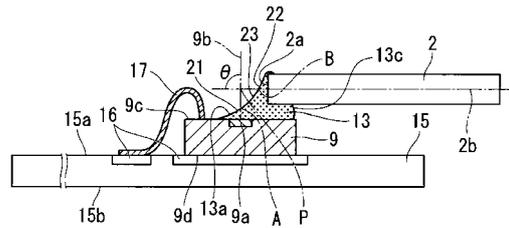
【 0 0 5 2 】

1, 3 1, 5 1, 6 1, 7 1 . . . 光電気複合コネクタ、 2 . . . 光ファイバ、 2 a . . . 端部、 2 b . . . 光ファイバの光軸、 2 c . . . 樹脂被覆、 3 . . . 電線、 4、 6 4 . . . 光電気複合ケーブル（光ケーブル）、 5 . . . 電気ピン、 8 . . . 回路基板、 9 . . . 受発光素子（光電変換部）、 9 a . . . 受発光部、 9 b . . . 受発光素子（光電変換部）の光軸、 1 1、 1 1 1 . . . ハウジング、 1 3 . . . 光結合部、 1 3 a . . . 光結合部の外面、 4 2 . . . 光導波路、 4 2 a . . . ミラー、 6 2 . . . テンションメンバ、 P 1 . . . 引出位置、 P 2 . . . 位置決め位置、 P 3 . . . 中間位置、 . . . 光ファイバと受発光素子（光電変換部）の光軸がなす角度。

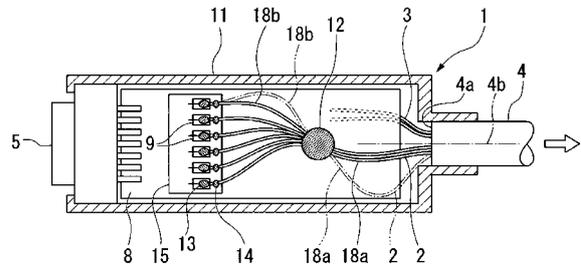
【 図 1 】



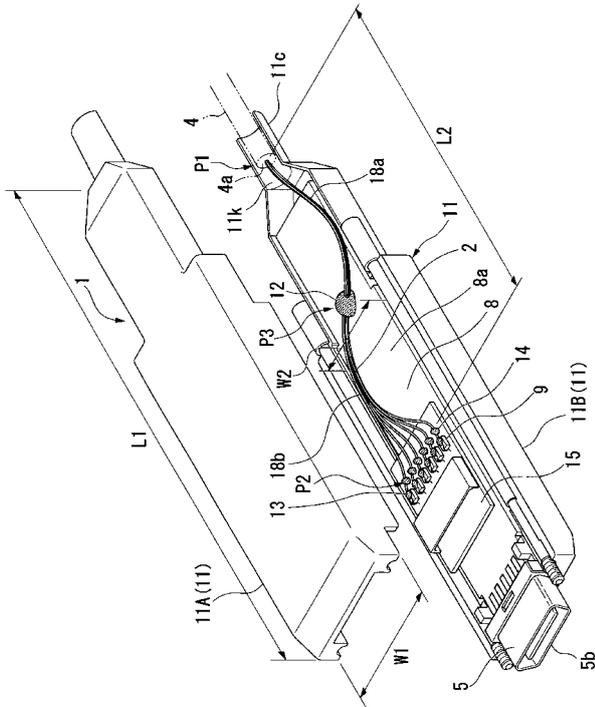
【 図 2 】



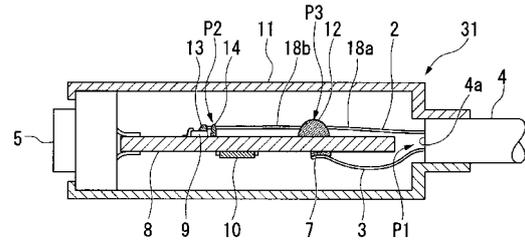
【 図 3 】



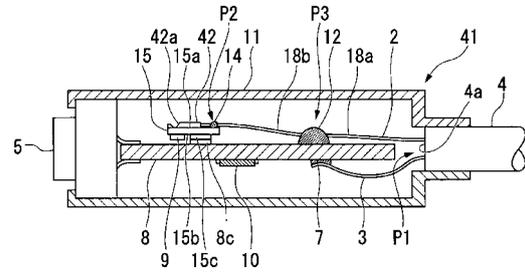
【 図 4 】



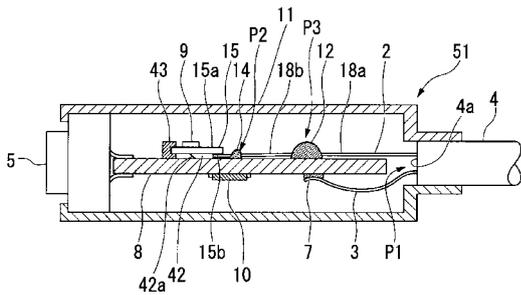
【 図 5 】



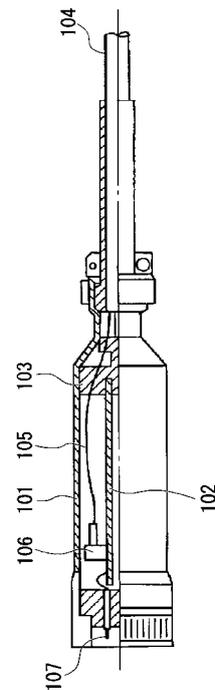
【 図 6 】



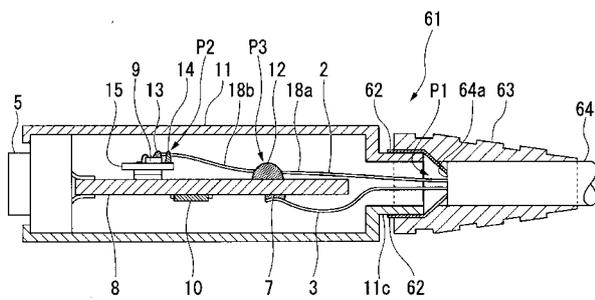
【 図 7 】



【 図 9 】



【 図 8 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5E087 EE02 FF03 MM02 MM05 PP06 PP08 QQ01 RR04