

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定の信号光を出射する少なくとも 1 個の光源と、前記信号光の透過を 2 段階に切替える機構を備え前記光源に接続された複数個のセンサ部と、前記複数個のセンサ部を通過した前記信号光を受光する少なくとも 1 個の受光器を備えた光式多点検知システムであって、

前記センサ部における前記信号光の透過の 2 段階の切替えを、センサ部の ON 動作と OFF 動作の切替えに対応させ、

前記受光部にて受光する前記信号光の光パワーは、前記複数個のセンサ部の ON 動作と OFF 動作の全ての組み合わせごとにそれぞれ異なる値であることを特徴とする光式多点検知システム。

10

【請求項 2】

前記光源に接続された往路用の線路と、前記往路用線路から光カプラを介して分岐され並列に接続された複数個のセンサ部と、前記センサ部からの信号光を光カプラを介して合成し、受光部へ導く復路用の線路を備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の光式多点検知システム。

【請求項 3】

光サーキュレータを介して前記光源と前記受光器とが並列に接続された往復用の線路と、前記往復用線路から光カプラを介して分岐され並列に接続された複数個のセンサ部と前記複数個のセンサ部の各々に接続された全反射素子を備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の光式多点検知システム。

20

【請求項 4】

前記光源から線路上遠い側にある前記光カプラの分岐比は、前記光源から近い側にある前記光カプラの分岐比よりも前記センサ部側への信号光の光パワーを大きく分岐することを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の光式多点検知システム。

【請求項 5】

前記複数個のセンサ部の各々の出力側に配置された光減衰量調整部を更に備えていることを特徴とする、請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の光式多点検知システム。

【請求項 6】

前記光源が切替可能な複数波長の光源からなっており、前記複数個のセンサ部の各々の入力側に配置された波長選択フィルタを更に備えていることを特徴とする、請求項 1 から 5

30

【請求項 7】

前記光源のパワーをモニタし、光源パワー変動分を、受光パワーに関して補正することを特徴とする、請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の光式多点検知システム。

【請求項 8】

信号光が通過する、センサヘッド内の光経路中に形成された空間部と、前記空間部に挿抜して光経路を遮断 / 開放する遮蔽部とを備えたことを特徴とする光式検知システムの検知センサ。

【請求項 9】

前記空間部が、それぞれ光ファイバが取り付けられた、対向する 1 対のフェルールの端部間によって形成され、前記遮蔽部が前記フェルールの端部間に挿入される遮蔽板からなっていることを特徴とする、請求項 8 に記載の光式検知システムの検知センサ。

40

【請求項 10】

前記対向するフェルールの端部間に、割り部を有する割りスリーブを備え、前記遮蔽板を前記割り部において挿抜することを特徴とする、請求項 9 に記載の光式検知システムの検知センサ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光式多点検知システム及び検知センサに関する。

50

【背景技術】

【0002】

光ファイバを用いて、温度、湿度、液体漏洩等の物理量およびその分布を一括測定する装置として光式多点検知システムがある。

従来、光式で多点検知をする場合には、図19に示すようなOTDR（光パルス試験機）を使用する光式多点検知システムが特開平2-130447号公報に開示され、更に、図20に示すBOTDR（ブリルアン散乱光解析装置）を使用する光式多点検知システムシステムが特開2000-258135号公報に開示されている。図21に上述した2つのシステムの検出信号を示す。縦軸に反射光パワーを横軸に遅延時間を示す。これらの光式多点検知システムにおいてはセンサから受信機までの距離の相違に伴う遅延時間の相違によってON動作あるいはOFF動作しているセンサを特定していた。しかし、これらの光式多点検知システムにおいては、測定装置が高価である、更に、距離分解能が悪い等の問題があった。

【0003】

即ち、距離分解能が悪いため、センサ間に長尺のダミーファイバを取付け、広い設置スペースが必要となっていた。さらにBOTDRシステムの場合では、センサファイバ長を長尺にする必要があるため、センサが大型化し、センサ設置が困難になる場合があった。

【0004】

更に、図22に示すような、光カプラを利用して、光線路を梯子状に形成し、光パルス送信機から出射された信号光をセンサを通して光パルス受信機で解析し、センサ部の状態を検知する光式多点検知システムが特開平11-51784号公報に開示されている。このシステムにおいては、信号は、光パルス発生器からセンサを経由して受光器にいたる距離に対応した時間だけ遅延して、各光分岐器を通過してきた光パルスを重ね合わせた光パルスの時系列信号として得られる。図23に、この光パルス送受信機を使用するシステムの検出信号を示す。図23に示すように、光源出力の低下という装置の故障があった場合には、時系列の光パルスのレベルが全体的に下がる。この場合には判定誤りが起こる前に光源の出力低下を検出する手段を備えている。しかし、このシステムにおいても、測定装置が高価であるという問題があった。

【特許文献1】特開平2-130447号公報

【特許文献2】特開2000-258135号公報

【特許文献3】特開平11-51784号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述したように、従来の光式多点検知システムにおいては、測定装置が高価である、距離分解能が悪い等の問題点があり、更に、広い設置スペースが必要であり、センサが大型化し、センサ設置が困難になる場合があった。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明の光式多点検知システムの第1の態様は、所定の信号光を出射する少なくとも1個の光源と、前記信号光の透過を2段階に切替える機構を備え前記光源に接続された複数個のセンサ部と、前記複数個のセンサ部を通過した前記信号光を受光する少なくとも1個の受光器を備えた光式多点検知システムであって、

前記センサ部における前記信号光の透過の2段階の切替えを、センサ部のON動作とOFF動作の切替えに対応させ、

前記受光部にて受光する前記信号光の光パワーは、前記複数個のセンサ部のON動作とOFF動作の全ての組み合わせごとにそれぞれ異なる値であることを特徴とする光式多点検知システムである。

【0007】

この発明の第2の態様は、前記光源に接続された往路用の線路と、前記往路用線路か

ら光カプラを介して分岐され並列に接続された複数個のセンサ部と、前記センサ部からの信号光を光カプラを介して合成し、受光部へ導く復路用の線路を備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の光式多点検知システムである。

【0008】

この発明の第 3 の態様は、光サーキュレータを介して前記光源と前記受光器とが並列に接続された往復用の線路と、前記往復用線路から光カプラを介して分岐され並列に接続された複数個のセンサ部と前記複数個のセンサ部の各々に接続された全反射素子を備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の光式多点検知システムである。

【0009】

この発明の第 4 の態様は、前記光源から線路上遠い側にある前記光カプラの分岐比は、前記光源から近い側にある前記光カプラの分岐比よりも前記センサ部側への信号光の光パワーを大きく分岐することを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の光式多点検知システムである。 10

【0010】

この発明の第 5 の態様は、前記複数個のセンサ部の各々の出力側に配置された光減衰量調整部を更に備えていることを特徴とする、請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の光式多点検知システムである。

【0011】

この発明の第 6 の態様は、前記光源が切替可能な複数波長の光源からなっており、前記複数個のセンサ部の各々の入力側に配置された波長選択フィルタを更に備えていることを特徴とする、請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の光式多点検知システムである。 20

【0012】

この発明の第 7 の態様は、前記光源のパワーをモニタし、光源パワー変動分を、受光パワーに関して補正することを特徴とする、請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の光式多点検知システムである。

【0013】

この発明の第 8 の態様は、信号光が通過する、センサヘッド内の光経路中に形成された空間部と、前記空間部に挿抜して光経路を遮断 / 開放する遮蔽部とを備えたことを特徴とする光式検知システムの検知センサである。

【0014】

この発明の第 9 の態様は、前記空間部が、それぞれ光ファイバが取り付けられた、対向する 1 対のフェルールの端部間によって形成され、前記遮蔽部が前記フェルールの端部間に挿入される遮蔽板からなっていることを特徴とする、請求項 8 に記載の光式検知システムの検知センサである。 30

【0015】

この発明の第 10 の態様は、前記対向するフェルールの端部間に、割り部を有する割りスリーブを備え、前記遮蔽板を前記割り部において挿抜することを特徴とする、請求項 9 に記載の光式検知システムの検知センサである。

【発明の効果】

【0016】

光式でかつ低価格な多地点の ON / OFF 検知が可能になる。またセンサヘッドが小型であるため、設置スペースが狭い箇所にもセンサ取付が可能になる。更に、従来システムのセンサ価格を A として、1 システム 5 センサを例に比較すると、本発明のシステムでは、約 3 分の 1 のコストでシステム構築が可能になる。 40

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

この発明の光式多点検知システムおよび光式検知システムの検知センサについて図面を参照しながら詳細に説明する。

この発明の光式多点検知システムの第 1 の態様は、所定の信号光を出射する少なくとも 1 個の光源と、前記信号光を例えば透過及び遮断の 2 段階に切替える機構を備え前記光 50

源に接続された複数個のセンサ部と、前記複数個のセンサ部を通過した前記信号光を受光する少なくとも1個の受光器を備えた光式多点検知システムであって、

前記センサ部における前記信号光の透過の2段階の切替えを、センサ部のON動作とOFF動作の切替えに対応させ、

前記受光部にて受光する前記信号光の光パワーは、前記複数個のON動作とOFF動作の全ての組み合わせごとにそれぞれ異なる値であることを特徴とする光式多点検知システムである。

【0018】

図1は、光式多点検知システムを示す構成図である。図1に示すように、この態様の光式多点検知システムにおいては、光ファイバは梯子状に配置されている。光ファイバ4aには複数個の光カプラ51a、51b、 $\dots$ 51N $\dots$ 、51nが設けられ、光ファイバ4aに平行な光ファイバ4bには、光カプラ52a、52b、 $\dots$ 52N $\dots$ 、52nが光ファイバ4aの光カプラのそれぞれに対応する位置に設けられている。対応する光カプラ51a、52aの間、51b、52bの間、 $\dots$ 51n、52nの間には、センサ6-1、6-2、 $\dots$ 6-nが設けられている。各センサは信号光を透過および遮断の間で切替える機構を備えている。光ファイバ4aの一方の端部には、所定の信号光を連続的に出射する光源2が接続され、光ファイバ4bの一方の端部には、光ファイバ4a、4bと、センサ6-1、6-2、 $\dots$ 6-nを通過した信号光を受光する受光器3が接続されている。

10

【0019】

20

図1において、センサ1を透過する信号光の流れをP1、センサ2を透過する信号光の流れをP2、センサ3を透過する信号光の流れをP3でそれぞれ示す。この発明の光式多点検知システムにおいては、センサは透過および遮断の間で切替える機構を備えているので、受光器3で受ける光パワーは、透過状態（即ち、ON動作）となっている複数個のセンサを透過した光信号の加算値となって示される。示された加算値は複数個のセンサの各々が独立にON/OFFする状態の全てのパターンの何れか1つのパターンと1対1に対応しているため、示される光パワーの加算値から複数個のセンサの各々のセンサのON/OFF状態を容易に判定することが出来る。

【0020】

例として、上述した態様の光式多点検知システムにおいて、センサが3個、光カプラの分岐比が50:50、センサ挿入損失が3dBである場合について説明する。

30

図1に示すセンサ1、2、3を通過した光パワーP1、P2、P3は、光源の出射パワーを1mWとすると、

$$P1 = 126 \mu W, P2 = 32 \mu W, P3 = 8 \mu W \text{ となる。}$$

表1にセンサON/OFF状態と受光パワーとの対応を示す。

【0021】

【表 1】

センサ No	1	2	3	受光パワー
パワー(μW)	126	32	8	(μW)
状態 No				
1	OFF	OFF	OFF	0
2	OFF	OFF	ON	8
3	OFF	ON	OFF	32
4	OFF	ON	ON	40
5	ON	OFF	OFF	126
6	ON	OFF	ON	134
7	ON	ON	OFF	158
8	ON	ON	ON	164

10

この場合における、センサ 1 ~ 3 の透過および遮断 (ON/OFF) 状態の組合せは表 1 に示すように 8 通りである。また、表 1 に示すように受光器で受ける光パワーは透過 (ON) 状態のセンサからの信号光を加算したものとなる。

表 1 に示すように、センサ 1 ~ 3 の ON/OFF 状態を示した状態 No と受光パワーとが 1 対 1 で対応し、他の状態と明確に識別可能であることがわかる。

20

【0022】

次に、図 2 に示す態様において、検知センサ単体の信号強度について説明する。図 2 において、出射される光源パワー (dBm) を P_0 、受光器に受光される信号強度 (dBm) を P 、センサ間光ファイバ長 (km) を FL 、光カプラ A の光損失 (dBm) を L_{c1} 、光カプラ B の光損失 (dBm) を L_{c2} で示し、光ファイバ伝送損失を 0.3 dB/km とした。

【0023】

なお、信号強度を示す一般式は式 1 で示される。

$$P = P_0 - (2 * L_{c1} + 2 * (N - 1) * L_{c2} + N * L_e - (N - 1) * L_g + 0.3 * FL * N) \quad \text{式 1} \quad (L_{c1} \text{ } L_{c2}) \quad 30$$

但し、 $L_{c1} = L_{c2} = 3$ の場合、

$$P = P_0 - (N * (6 + L_e) - (N - 1) * L_g + 0.3 * FL * N)$$

光カプラの分岐比を変化させたときの計算結果を表 2 に示す。

【0024】

【表 2】

光カプラ分岐比: 50/50					60/40				
		N	P(dBm)			N	P(dBm)		
光カプラポート A の光ロス (dB)	L_{c1}	3	1	-8.3	L_{c1}	4.6	1	-11.5	
光カプラポート B の光ロス (dB)	L_{c2}	3	2	-15.6	L_{c2}	2.2	2	-17.2	
センサトータル光ロス (dB)	L_e	2	3	-22.9	L_e	2	3	-22.9	
センサ部空間結合での光ロス (dB)	L_g	1	4	-30.2	L_g	1	4	-28.6	
センサ間光ファイバ長 (km)	FL	1	5	-37.5	FL	1	5	-34.3	
センサ数 (個)	N		6	-44.8	N		6	-40	
光源パワー (dBm)	P_0	0	7	-52.1	P_0	0	7	-45.7	
信号強度 (dBm)	P		8	-59.4	P		8	-51.4	
			9	-66.7			9	-57.1	
			10	-74			10	-62.8	

40

更に、分岐比の変化が大きいとき (70/30、80/20、90/10) の検知センサ 50

単体の信号強度を表 3 に示す。

【 0 0 2 5 】

【 表 3 】

70/30				80/20				90/10			
		N	P(dBm)			N	P(dBm)			N	P(dBm)
Lc1	5.5	1	-13.3	Lc1	7	1	-16.3	Lc1	10	1	-22.3
Lc2	1.6	2	-17.8	Lc2	1	2	-19.6	Lc2	0.5	2	-24.6
Le	2	3	-22.3	Le	2	3	-22.9	Le	2	3	-26.9
Lg	1	4	-26.8	Lg	1	4	-26.2	Lg	1	4	-29.2
FL	1	5	-31.3	FL	1	5	-29.5	FL	1	5	-31.5
N		6	-35.8	N		6	-32.8	N		6	-33.8
P0	0	7	-40.3	P0	0	7	-36.1	P0	0	7	-36.1
P		8	-44.8	P		8	-39.4	P		8	-38.4
		9	-49.3			9	-42.7			9	-40.7
		10	-53.8			10	-46			10	-43

表 2 および表 3 から明らかなように、光カプラの分岐比が同一でなく異なる場合の方が最遠端のセンサにおいて信号強度が大きくなっている。従って、光カプラの分岐比が異なる場合は、長距離検知においては有利となる。なお、光カプラの分岐比は、各センサの信号強度差が受光器の測定精度よりも大きくなるように設定すればよい。

【 0 0 2 6 】

このように、構築するシステムの光線路において、全ての光接続箇所の損失量が分かっている場合は、予め適切な分岐比の光カプラを設置し、センサ状態と信号強度の対応関係を把握することができる。

即ち、検知センサにおける信号強度の調整が必要となる。自然な状態では、上流側のセンサからの戻り光は強く、下流側のセンサからの戻り光は弱い。各センサ間で戻り光強度の差が大きすぎると、受光側のレンジ設定が難しくなる。そこで、上述したように、カプラの分配比を調整して下流に流す光の強度を大きくする。

【 0 0 2 7 】

一方、既存光線路へ設置する場合等の、接続点の損失量が未知の場合には、各センサ間の受光レベル調整が設計値から外れ、各センサ間の信号強度差が測定精度よりも小さくなる恐れがある。このような場合には、光減衰器を利用してセンサ信号強度を調整する。

【 0 0 2 8 】

次に、図 3 に示す態様の光式多点検知システムにおいて、センサ N o 状態と出力パワーの関係を調べた。図 3 に示すように、梯子状に光ファイバ網を形成し、光カプラを介してセンサ 1 からセンサ 5 を並行に接続し、センサ 1 から 4 の出力側にそれぞれ光減衰器 (A T T) を取り付けた。

表 4 にこの場合のシステム条件を示す。

【 0 0 2 9 】

【 表 4 】

	光減衰器	光パワー
センサ1	15.7dB	3.98 μ W
センサ2	11.5dB	1.95 μ W
センサ3	7dB	1.02 μ W
センサ4	3dB	0.48 μ W
センサ5	—	0.18 μ W

表 4 に示すように、近くにあるセンサほど光の減衰が大きくなるように設定した。

【 0 0 3 0 】

図 4 にそのときのセンサ N o 状態と出力パワーの対応表を示す。図 4 に示すように、センサの O N / O F F 状態全てのパターンにおける出力パワーを展開した。

更に、図 5 にセンサ状態 N o に対する光信号パワーを示す。

上述したように、この条件の場合には、受光レベルのダイナミックレンジが約 $8 \mu W$ と狭いので、受光器におけるレンジの切り替えが不要であり、低価格な受光器が得られる。

【 0 0 3 1 】

次に、表 5 に他の場合のシステム条件を示す。

【表 5】

	光減衰器	光パワー
センサ1	9dB	$18.62 \mu W$
センサ2	4dB	$10.96 \mu W$
センサ3	2dB	$3.24 \mu W$
センサ4	1dB	$0.76 \mu W$
センサ5	—	$0.18 \mu W$

10

更に、図 6 にこのシステム条件におけるセンサ状態 N o に対する光信号パワーを示す。

【 0 0 3 2 】

20

更に、表 6 に他の場合のシステム条件を示す。

【表 6】

	光減衰器	光パワー
センサ1	—	$147.91 \mu W$
センサ2	—	$27.54 \mu W$
センサ3	—	$5.13 \mu W$
センサ4	—	$0.95 \mu W$
センサ5	—	$0.18 \mu W$

30

図 7 にこのシステム条件におけるセンサ状態 N o に対する光信号パワーを示す。

【 0 0 3 3 】

図 6 および図 7 から明らかなように、表 5 および表 6 に示したシステム条件では、受光レベルのダイナミックレンジがそれぞれ約 $34 \mu W$ 、約 $180 \mu W$ となり、受光器でのレンジ切替えが必要となる。

従って、この場合は、光減衰器による調整が重要である。即ち、予め全ての光接続箇所の損失量が分かっている場合は、光カプラ分岐比の最適化のみで、光減衰量の調整が可能であるが、それらが予め分からない場合は、光減衰器を有する構成が好ましい。

【 0 0 3 4 】

40

図 8 は、この発明の光式多点検知システムの他の態様を示すシステム構成図である。この発明においては、パワー出力絶対値の観測が重要である。従って、この態様の光式多点検知システムにおいては、光源パワーの変動量を補正する手段を備えている。即ち、この態様においては、図 1 を参照して説明した態様の複数個のセンサユニット 7 - 1 から 7 - n の他に、図 8 に示すように、光カプラから分岐された信号光を受光する受光器 1 を備えている。光源 2 からの信号光を光カプラ 5 1 で分岐して、検出光源のパワーの状態を受光器 1 でモニタし、光源のパワー変動分だけ受光器 2 で測定した受光パワーを補正することによって、光源パワーの変動量を補正することができる。

【 0 0 3 5 】

図 9 は、この発明の光式多点検知システムの他の態様を示すシステム構成図である。こ

50

の態様においては、複数波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の光源2-1、2-2、2-3を使用し、これらの波長を切り替える光スイッチ9を備え、センサ6-1から6-nのそれぞれの入力側に波長選択フィルタ8-1から8-nを備えている。この態様によると、波長分割を組み合わせることによって、多点検知が可能になる。

【0036】

図10は、この発明の光式多点検知システムの他の態様を示すシステム構成図である。この態様においては、光式多点検知システムは、光サーキュレータ11および全反射素子10-1から10-nを更に備え、光ファイバ網が櫛歯状からなっている。即ち、センサ6-1から6-nが並列配置され、光源2からの信号光が複数のセンサの各々を通過するように光カプラ51a、51b、 $\dots$ 51Nが配置され、センサの各々を通過した信号光が全反射素子によって反射され、センサ部を通過し、光カプラ部で合成され、サーキュレータで分岐された反射光を受光器で検出する。この態様によると、光線路1芯のみでの多点検知が可能になる。

10

【0037】

図11は、この発明の光式多点検知システムの他の態様を示すシステム構成図である。図11に示す態様は、図2に示す態様のセンサユニットが3個の場合の光式多点検知システムである。

検知センサ単体の信号強度を表7に示す。

【0038】

【表7】

20

光カプラ分岐比 50/50

	N	ATT	P(dBm)	Pw (μW)	
Lc1	3	1	16	-25.02	3.15
Lc2	3	2	12	-29.04	1.25
Le	2	3	7	-32.06	0.62
Lg	1				
FL	3.4				
P0	0(dBm)				

【0039】

この場合の光カプラ分岐比は50/50であり、表においてLc1は光カプラポートAの光ロス(dB)、Lc2は光カプラポートBの光ロス(dB)、Leはセンサトータル光ロス(dB)、Lgはセンサ部空間結合での光ロス(dB)、FLは、センサ間光ファイバ長(Km)、P0は光源パワー(dB)をそれぞれ示す。なお、センサユニット1から3はそれぞれ光減衰器(ATT)を備えている。

30

この場合のセンサON/OFF状態と受光パワーとの対応を表8示す。

【0040】

【表8】

センサ No		1	2	3	出力パワー	パワー差分	出力パワー	パワー差分
パワー(μ W)		3.15	1.25	0.62	Pw(μ W)	(μ W)	Pw(dBm)	(dB)
状態 No	(0:OFF、1:ON)							
1		0	0	0	0.00			
2		0	0	1	0.62	0.62	-32.1	
3		0	1	0	1.25	0.63	-29.0	3.0
4		0	1	1	1.87	0.62	-27.3	1.8
5		1	0	0	3.15	1.28	-25.0	2.3
6		1	0	1	3.77	0.62	-24.2	0.8
7		1	1	0	4.40	0.63	-23.6	0.7
8		1	1	1	5.02	0.62	-23.0	0.6

40

50

【 0 0 4 1 】

センサ 1 から 3 の ON/OFF 状態の組み合わせは、表 8 に示すように 8 通りとなる。受光器で受ける光パワーは、ON 状態のセンサからの信号光を加算した値となる。表 8 には、出力パワー、パワー差分をそれぞれ dBm、dB に換算した値を併せて示す。

【 0 0 4 2 】

図 1 2 に状態 No に対する光信号パワーを示す。縦軸には光信号パワー (μW) に代えて光信号パワー (dBm) を示し、横軸には状態 No を示す。図 1 2 に示すように光信号パワーは dBm に変換して処理する場合があるが、この態様のように、3 点程度の場合は、dBm 値に十分な差が現れ、安定した識別が容易に可能である。

上述したように、この態様においては、各状態 No に対応した光パワーが得られ、その光パワーは状態 No 毎に分離可能であるので、出力光パワーから複数のセンサの個々の ON/OFF 状態を検知することができる。

なお、上述した種々の実施例では、センサ部において光信号を透過と遮断の 2 段階で切り替えたが、全透過と半透過などの 2 段階に切り替える場合であっても、受光器で受光する光パワーが複数個のセンサ部の ON 動作と OFF 動作の全ての組み合わせごとにそれぞれ異なる値に設定できれば適用可能である。

【 0 0 4 3 】

次に、光式検知システムの検知センサについて説明する。

図 1 3 は、この発明のセンサユニットの 1 つの構造を示す図である。センサユニット 7 - 1 は、光源 3 からの信号光を分岐する光カプラ 5 1 a、光カプラ 5 1 a で分岐された信号光を検知するセンサ 6 - 1、センサ 6 - 1 からの信号光と隣のセンサ 7 - 2 からの信号光を合成する光カプラ 5 2 a を備えている。光カプラ 5 1 a で分岐された残りの信号光は隣のセンサユニット 7 - 2 に送られる。センサ 6 - 1 は、センサヘッド 6 - 1 a、センサヘッドユニット 6 - 1 b を備えている。

【 0 0 4 4 】

図 1 4 は、センサヘッドユニットの詳細を示す図である。センサは、信号光が通過する、センサヘッド内の光経路中に形成された空間部と、空間部に挿抜して光経路を遮断 / 開放する遮蔽部とを備えている。図 1 4 に示す態様においては、空間部 1 4 が、それぞれ光ファイバ 1 2 - 1、1 2 - 2 が取り付けられた、対向する 1 対のフェルール 1 3 - 1、1 3 - 2 の端部間によって形成されている。遮蔽板 1 5 がフェルールの端部間に形成された空間部 1 4 に挿入され、引き抜かれる。これにより、ON 動作の状態であるか OFF 動作の状態が判定される。

【 0 0 4 5 】

図 1 5 は、図 1 3 に示した一体型に対して、光分岐ユニットとセンサヘッドを分割した構造を示す図である。図 1 5 に示すように、光ファイバに取り付けられた光カプラ 5 1 a、5 1 b を光分岐ユニットとしてケースに収納している。別々に収納されたセンサヘッドと光分岐ユニットは光ファイバによって接続される。

【 0 0 4 6 】

センサヘッドのその他の例として、2 個のフェルールを $100\mu\text{m}$ の間隔をあけて突き合わせ、 $100\mu\text{m}$ の隙間に $50\mu\text{m}$ の SUS 板を挿入させて光の遮断を行うことができる。SUS 板とリニアガイドが一体化されており、リニアガイドをスライドさせることにより、光信号を透過 / 遮断させることができる。

図 1 6 に光透過量を変動させる方式の特徴を対比して示す。センサ部において、簡易的な構成で光透過量を変化させる機構としては、(1) 遮光板方式、(2) 長手軸ずらし方式、(3) 上下軸ずらし方式が挙げられる。(2) については、移動距離を長くしないと動作しない、間隔変動機構に精度が要求される等のデメリットがある。また (3) については、微小変位で動作するが再現性が悪い、固定部材の加工精度が要求される等のデメリットがある。

【 0 0 4 7 】

(1) の遮光板方式については、再現性が良く、設計が容易というメリットがあり、

10

20

30

40

50

センサ部の小型化、低価格化が可能となる。

【0048】

図17は、光ファイバの固定方法およびその特徴を対比して説明する図である。

図17に示すように、センサ部の空間伝搬路に遮光板を挿入させる構造において、光ファイバを固定する方法としては、(1)フェルールと割スリーブによる固定、(2)フェルールとV溝による固定、(3)光ファイバとV溝の固定が挙げられる。(2)および(3)については、構造が複雑になる、加工精度が要求される等のデメリットがあるが、(1)では、軸合わせと固定が同部品で出来るシンプルな構成となる事から、センサ部の小型化、低価格化が可能となる。

【0049】

なお、本発明の光式多点検知システムの使用例としては、蓋の開閉検知、浸水検知、圧力上昇検知、温度上昇検知等が挙げられる。

この発明の光式多点検知システムによると、光式でかつ低価格な多地点のON/OFF検知が可能になる。またセンサヘッドが小型であるため、設置スペースが狭い箇所にもセンサ取り付けが可能になる。

【0050】

従来のシステムと本発明の光式多点検知システムをコスト面で比較すると、図18のような結果が得られる。即ち、図18に示すように、従来システムのセンサ価格をAとして、1システム5センサを例に比較すると、本発明の光式多点検知システムによると、従来の約3分の1のコストでシステム構築が可能になる。

【0051】

上述したように、この発明の光式多点検知システムは、従来よりも低コストであり、電気式のセンサと比較して、センサを遠隔地に設置する場合には、通信に必要な装置が省略でき、遠隔地に電気を供給する必要がないという点において優れている。更に、この発明によると、検知センサにおいては、汎用品であるフェルール、割りスリーブにより、センサの空間伝搬路を簡便かつ高精度に固定することができ、割り部を利用して遮蔽板を抜き差しするので遮蔽板の抜き差し孔を加工する必要がない。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】図1は、この発明の光式多点検知システムを示す構成図である。

【図2】図2は、検知センサ単体の信号強度について説明する図である。

【図3】図3は、この発明の光式多点検知システムの他の1つの態様を示す図である。

【図4】図4は、センサNo状態と出力パワーの対応表を示す。

【図5】図5は、センサ状態Noに対する光信号パワーを示す

【図6】図6は、表5に示すシステム条件におけるセンサ状態Noに対する光信号パワーを示す。

【図7】図7は、表6に示すシステム条件におけるセンサ状態Noに対する光信号パワーを示す。

【図8】図8は、この発明の光式多点検知システムの他の態様を示すシステム構成図である。

【図9】図9は、この発明の光式多点検知システムの他の態様を示すシステム構成図である。

【図10】図10は、この発明の光式多点検知システムの他の態様を示すシステム構成図である。

【図11】図11は、この発明の光式多点検知システムの他の態様を示すシステム構成図である。

【図12】図12に状態Noに対する光信号パワーを示す。

【図13】図13は、この発明のセンサユニットの1つの構造を示す図である。

【図14】図14は、センサヘッドユニットの詳細を示す図である。

【図15】図15は、光分岐ユニットとセンサヘッドを分割した構造を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 16】図 16 は、光透過量を変動させる方式を対比して説明する。

【図 17】図 17 は、光ファイバの固定方法およびその特徴を対比して説明する図である。

【図 18】図 18 は、従来のシステムと本発明の光式多点検知システムをコスト面で比較説明した図である。

【図 19】図 19 は、従来の OTDR（光パルス試験機）を使用する光式多点検知システムを示す図である。

【図 20】図 20 は、従来の BOTDR（ブリルアン散乱光解析装置）を使用する光式多点検知システムシステムを示す図である。

【図 21】図 21 は、従来のシステムにおける距離分解能を示す。

10

【図 22】図 22 は、従来の光パルス送信機を使用する光式多点検知システムを示す図である。

【図 23】図 23 は、図 22 に示す光パルス送受信機を使用するシステムの検出信号を示す。

【符号の説明】

【0053】

1 この発明の光式多点検知システム

2、2-1、2-2、2-3 光源

3、3-1、3-2 受光器

4a、4b 光ファイバ

20

6-1、6-2、・・・6-n センサ

7-1、7-2、・・・7-n センサユニット

9 光スイッチ

10-1、10-2、・・・10-n 全反射素子

11 光サーキュレータ

12-1、12-2 光ファイバ

13-1、13-2 フェルール

14 空間部

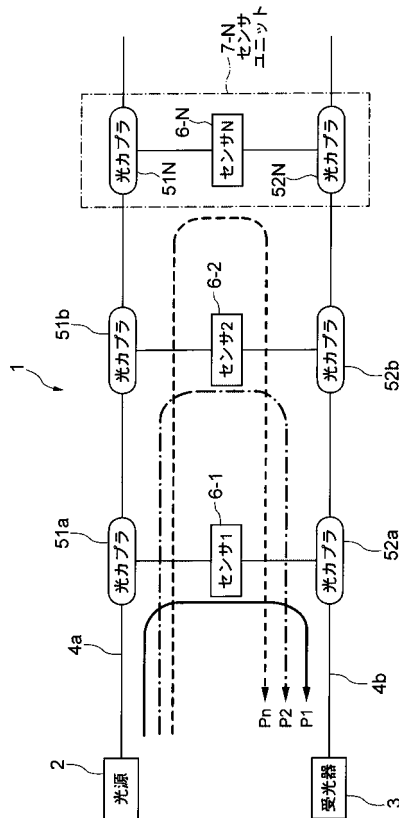
15 遮光板

16-1、16-2、・・・16-n 光減衰量調整部

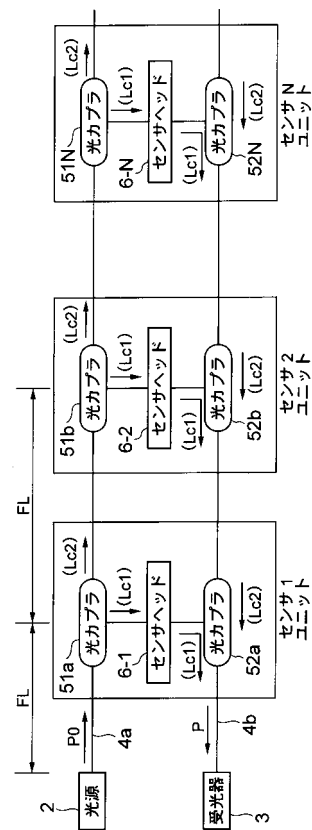
30

51a、51b・・・51n、52a、52b・・・52n 光カプラ

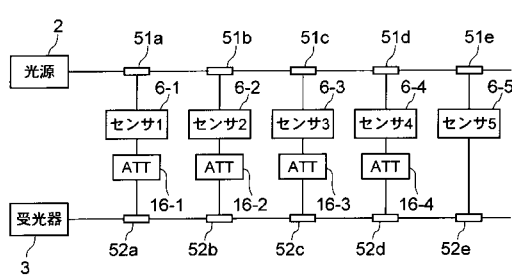
【図 1】



【図 2】



【図 3】

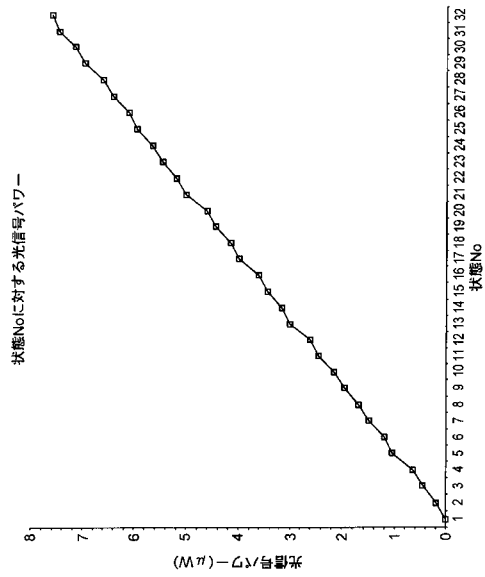


【図 4】

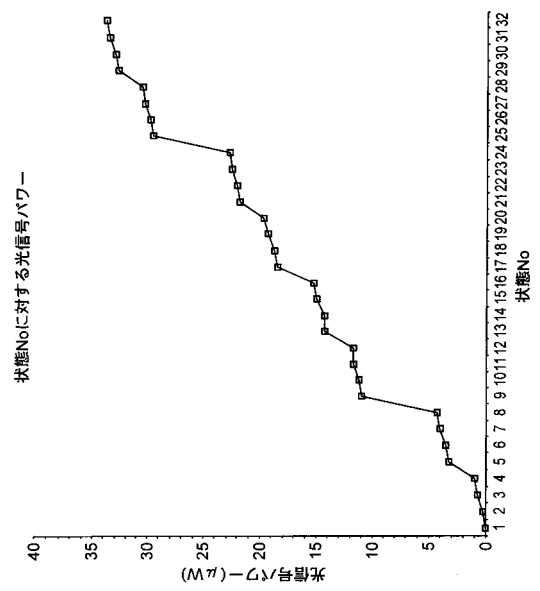
状態Noと出力パワーの対応表

センサNo	1	2	3	4	5	出力パワー	パワー差分
パワー(μW)	3.98	1.95	1.02	0.48	0.18	Pw(μW)	(μW)
状態No	(0:OFF,1:ON)						
1	0	0	0	0	0	0.00	
2	0	0	0	0	1	0.18	0.18
3	0	0	0	1	0	0.48	0.30
4	0	0	0	1	1	0.66	0.18
5	0	0	1	0	0	1.02	0.37
6	0	0	1	0	1	1.20	0.18
7	0	0	1	1	0	1.50	0.30
8	0	0	1	1	1	1.68	0.18
9	0	1	0	0	0	1.95	0.27
10	0	1	0	0	1	2.13	0.18
11	0	1	0	1	0	2.43	0.30
12	0	1	0	1	1	2.61	0.18
13	0	1	1	0	0	2.97	0.37
14	0	1	1	0	1	3.15	0.18
15	0	1	1	1	0	3.45	0.30
16	0	1	1	1	1	3.63	0.18
17	1	0	0	0	0	3.98	0.35
18	1	0	0	0	1	4.16	0.18
19	1	0	0	1	0	4.46	0.30
20	1	0	0	1	1	4.64	0.18
21	1	0	1	0	0	5.00	0.37
22	1	0	1	0	1	5.18	0.18
23	1	0	1	1	0	5.48	0.30
24	1	0	1	1	1	5.66	0.18
25	1	1	0	0	0	5.93	0.27
26	1	1	0	0	1	6.11	0.18
27	1	1	0	1	0	6.41	0.30
28	1	1	0	1	1	6.59	0.18
29	1	1	1	0	0	6.95	0.37
30	1	1	1	0	1	7.13	0.18
31	1	1	1	1	0	7.43	0.30
32	1	1	1	1	1	7.61	0.18

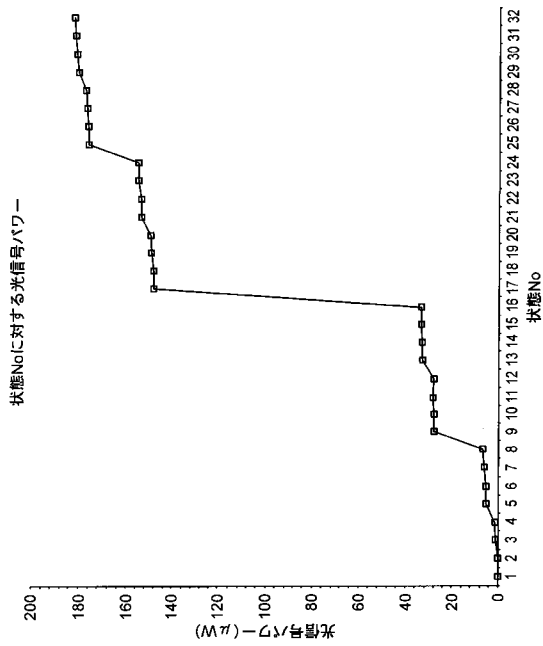
【図 5】



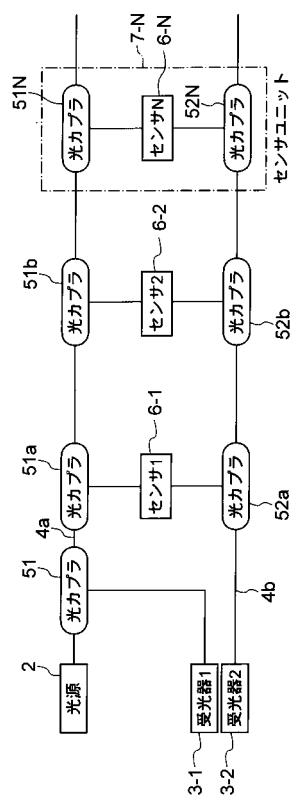
【図 6】



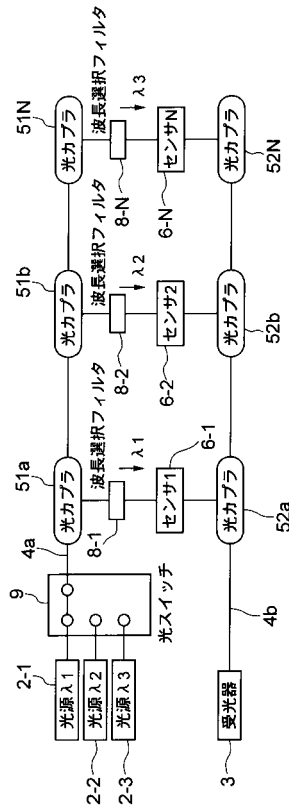
【図 7】



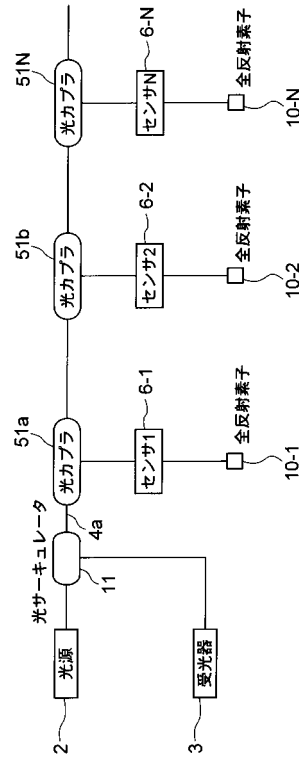
【図 8】



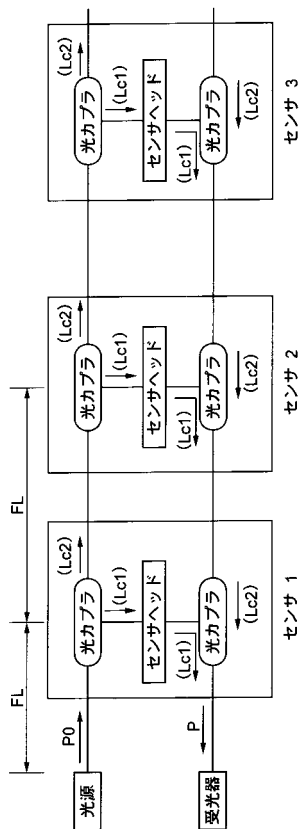
【図 9】



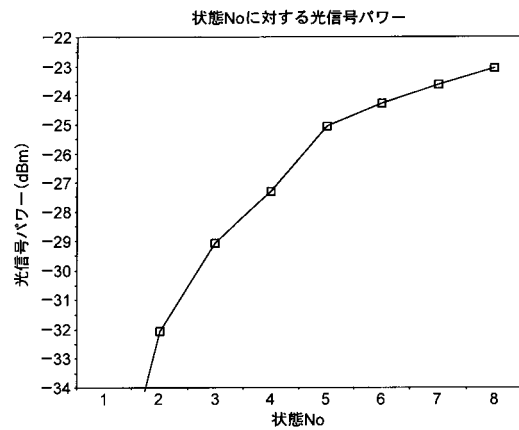
【図 10】



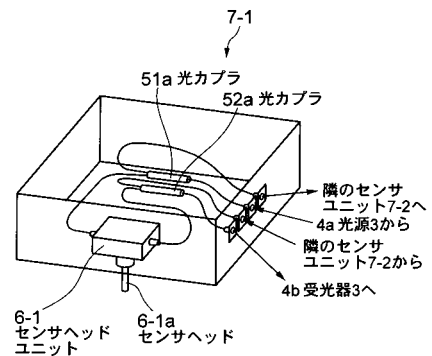
【図 11】



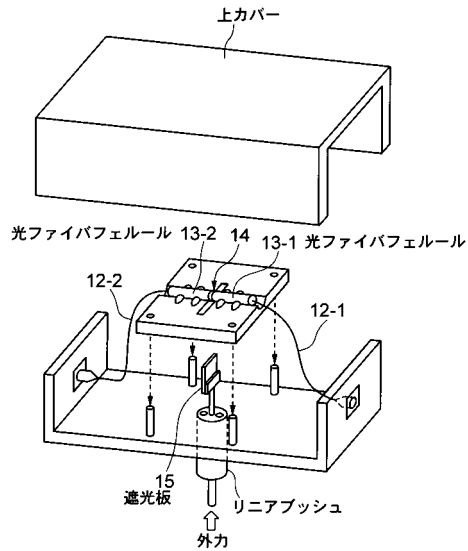
【図 12】



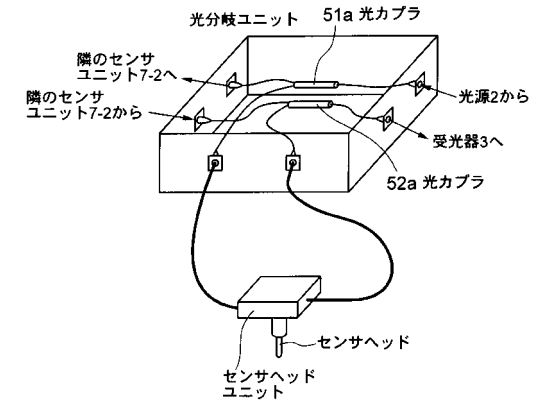
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【図 16】

光透過量を変動させる方式		
方式	内容	特徴
遮光板	空間伝搬路に遮光板を挿入	再現性がよい、設計が容易
軸ずらし(長手方向)	光ファイバ突き合わせの間隔を変える	移動距離を長くしないと動作しない 間隔変動機構に精度が要求される
軸ずらし(上下方向)	光ファイバ突き合わせ部を上下に移動	微小変異で動作、再現性が悪い 1 μ mの加工精度が要求

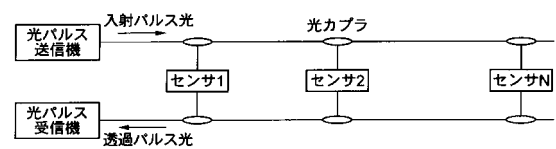
【図 17】

方式	特徴
フェールル+割スリーブ	構造がシンプル(軸合わせと固定が同部品)
フェールル+V溝	構造が複雑(V溝で軸合わせ後、固定する部材が必要)
光ファイバ+V溝	部品加工精度が要求される

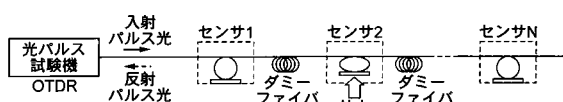
【図 18】

	従来システム	本発明のシステム
測定装置(1式)	10 $\times$ A	3.3 $\times$ A
センサ(5台)	A $\times$ 5台 →5 $\times$ A	0.3 $\times$ A $\times$ 5台 →1.5 $\times$ A
合計	15 $\times$ A	4.8 $\times$ A

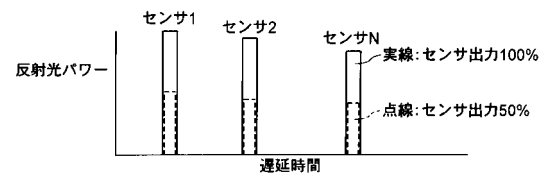
【図 22】



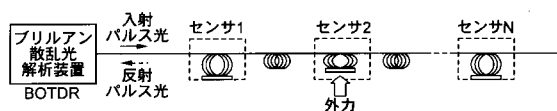
【図 19】



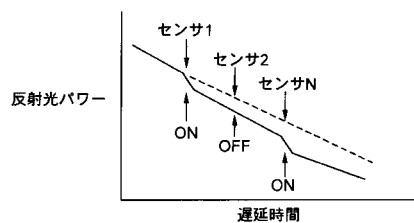
【図 23】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F103 BA37 CA06 EC00 EC08 EC10 EC16
2G065 AA04 AB14 BB02 DA15
2H041 AA01