

(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2017-161694

(P2017-161694A)

(43) 公開日 平成29年9月14日(2017.9.14)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 6/44 (2006.01)	G 0 2 B 6/44 3 4 1	2 H 1 5 0
	G 0 2 B 6/44 3 3 1	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2016-45344 (P2016-45344)	(71) 出願人	302040135
(22) 出願日	平成28年3月9日 (2016.3.9)		日鐵住金溶接工業株式会社
			東京都江東区東陽二丁目4番2号
		(74) 代理人	100076967
			弁理士 杉信 興
		(72) 発明者	衣袋 順一
			東京都江東区東陽二丁目4番2号 日鐵住
			金溶接工業株式会社内
		(72) 発明者	上野 修一
			東京都江東区東陽二丁目4番2号 日鐵住
			金溶接工業株式会社内
		(72) 発明者	大宮 豊
			東京都江東区東陽二丁目4番2号 日鐵住
			金溶接工業株式会社内
		Fターム(参考)	2H150 AH38 BB06 BB26 BC02 BD03 BD18

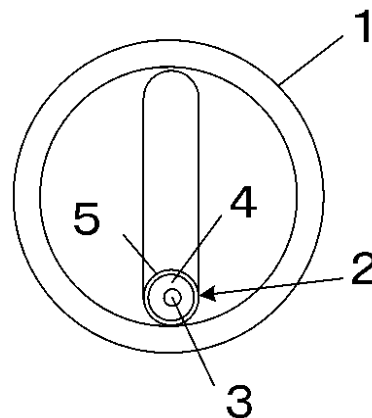
(54) 【発明の名称】耐熱光ファイバケーブル

(57) 【要約】

【課題】 火災時のセンサに用いた場合においても短時間で温度を計測でき、さらに、高温環境下においても長時間光伝送損失が生じない耐熱光ファイバケーブルを提供する。

【解決手段】 金属管内に光ファイバが隙間および余長をもって挿入された耐熱光ファイバケーブルにおいて、金属管は外面が黒色塗装されていることを特徴とする。金属管に挿入された光ファイバは、ポリイミド樹脂が被覆され、該ポリイミド樹脂は表面が炭化されていることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属管内に光ファイバが隙間および余長をもって挿入された耐熱光ファイバケーブルにおいて、金属管は外面が黒色処理されていることを特徴とする耐熱光ファイバケーブル。

【請求項 2】

金属管に挿入された光ファイバは、ポリイミド樹脂が被覆され、該ポリイミド樹脂は表面が炭化されていることを特徴とする請求項 1 に記載の耐熱光ファイバケーブル。

【請求項 3】

金属管は、外径 0.9～3.6 mm、肉厚 0.1～0.3 mmであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の耐熱光ファイバケーブル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバによる温度計測および高温環境下での光ファイバ通信等に利用される耐熱光ファイバケーブルに関し、特に火災時等の高温計測に用いられる耐熱光ファイバケーブルに関する。

【背景技術】

【0002】

光ファイバケーブルは、ケーブル化や使用時の温度や湿度等の環境変化に対しても、長時間に亘って伝送損失の悪化や光ファイバに破断がないように、光ファイバ本来の光伝送特性や機械的強度特性を維持するために、ケーブル構造や使用環境に応じて光ファイバ表面に各種の被覆が用いられている。

【0003】

耐熱光ファイバケーブルにおいては、コアおよびクラッドからなる光ファイバの外周面に各種材料を被覆して耐熱性を確保している。例えば特開平 8-15585 号公報（特許文献 1）には、光ファイバの外周部に樹脂層を設け、さらにその外周部にカーボン層を有する耐熱光ファイバの開示がある。また、特開平 9-258076 号公報（特許文献 2）には、光ファイバの外周部を被覆するカーボン薄層とこのカーボン薄層を被覆する金属層からなる耐熱光ファイバケーブルの開示がある。さらに、特開平 10-186193 号公報（特許文献 3）には、光ファイバをバインダーを含む粉末セラミックで保護した光ファイバケーブルの開示がある。

【0004】

しかし、特許文献 1、特許文献 2 および特許文献 3 に開示されている耐熱光ファイバケーブルは、火災時のセンサとして用いた場合は、短時間で温度を計測することができず、また、400℃を超える高温になると短時間で光伝送損失が生じるという問題があった。

【0005】

一方、特開 2000-131570 号公報（特許文献 4）には、光ファイバの外周部の内側にニッケル層、外側に金層の 2 層構造を形成し、螺旋状の構造を持つ保護用金属管に挿入した光ファイバケーブルの開示がある。しかし、特許文献 4 に記載の光ファイバケーブルによれば使用環境が 400℃を超える環境においても光伝送損失が生じることはないが、火災時のセンサとして用いた場合は、短時間で温度を計測することができないという問題があった。

【0006】

さらに、特開平 7-133138 号公報（特許文献 5）には、プラスチック被覆の光ファイバを張力を与えた状態で加熱処理し、加熱処理により発生したプラスチック被覆の熱分解ガスを除去しながらプラスチック被覆を「か焼」（calcination）した光ファイバを金属管内に挿入する耐熱光ファイバの製造技術の開示がある。しかし、特許文献 5 に記載の技術を用いて製造した耐熱光ファイバでも、火災時のセンサとして用いた場合は、短時間で温度を計測することができないという問題があった。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平8-15585号公報

【特許文献2】特開平9-258076号公報

【特許文献3】特開平10-186193号公報

【特許文献4】特開2000-131570号公報

【特許文献5】特開平7-133138号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

10

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、光ファイバによる温度計測に利用される耐熱光ファイバケーブルで、特に火災時のセンサに用いた場合においても短時間で温度を計測でき、さらに、高温環境下においても長時間光伝送損失が生じない耐熱光ファイバ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】

【0009】

本発明者らは、上記課題を解決するために、耐熱性に優れる金属管内に光ファイバを挿入した光ファイバケーブルで、輻射熱による温度を短時間で計測する手段について詳細に検討した。

【0010】

20

その結果、金属管の表面を黒く着色することによって短時間で温度を計測できることを見出した。また、光ファイバ表面に被覆したポリイミド樹脂の表面を炭化させて隙間および余長をたせることにより、高温環境下においても長時間光伝送損失がない耐熱光ファイバケーブルが得られることを見出した。

【0011】

そこで本発明の耐熱光ファイバケーブルは、金属管内に光ファイバが隙間および余長をもって挿入した耐熱光ファイバケーブルの、該金属管の外面を黒色処理したものである。また、金属管に挿入された光ファイバは、ポリイミド樹脂が被覆され、該ポリイミド樹脂は表面が炭化されていることを特徴とする。

【0012】

30

さらに、金属管が、外径0.9～3.6mm、肉厚0.1～0.3mmであることを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明の耐熱光ファイバケーブルによれば、金属管の外面が黒色に着色されているので、火災時の輻射熱を金属管が吸収して挿入されている光ファイバに短時間に伝達できて温度の計測時間が早くなる。また、光ファイバに被覆されたポリイミド樹脂の表層部が炭化されているので、製鋼炉設備等の高温環境下においても光ファイバ表面から H_2 を発生することがない。したがって、 H_2 がクラッドまたはコアに吸収されることがないので、長時間温度を測定しても光ファイバの光伝送損失が増加することがない耐熱光ファイバケーブルを提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の耐熱光ファイバケーブルの横断面の拡大図である。

【図2】本発明の耐熱光ファイバケーブルの長手方向の一部拡大図であり、金属管1は縦断面を示す。

【図3】本発明の耐熱光ファイバケーブルを用いた、輻射熱を利用する温度計測の状態を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

50

以下、本発明を詳細に説明する。本発明の耐熱光ファイバケーブルは、光ファイバが隙間および余長をもって挿入された金属管の外面が黒色である。黒色処理のない金属管の外面は、金属光沢を有しているので輻射熱を反射して金属管の温度が上昇するのに時間を要し、金属管内の光ファイバへの熱伝導も遅くなる。一方、金属管外面を黒色に処理すると、金属管が輻射熱を吸収しやすく温度の上昇を早くすることができる。したがって、金属管内の光ファイバへの熱伝導も早くなり、火災時などの場合も早期に警報を発することができる。

【0016】

金属管表面の黒色処理は、例えばシリコン樹脂、モリブデンやグラファイト等耐熱性を有する黒色塗料の塗布、黒色のニッケルやクロムめっき処理等である。

10

【0017】

金属管に挿入された光ファイバは、光ファイバに被覆されたポリイミド樹脂の表層部が炭化しているので、火災時や製鋼炉設備等の高温環境下においても光ファイバ表面から H_2 が発生することがない。したがって、 H_2 がクラッドまたはコアに吸収されることがないので、光ファイバの光伝送損失が増加することがない。一方、被覆されているポリイミド樹脂が炭化されていないと、金属管内に挿入した耐熱光ファイバケーブルを高温環境下で使用すると、光ファイバ表面の樹脂から H_2 が発生して光ファイバのクラッドまたはコアに吸収されて光伝送損失が増加するようになる。

【0018】

図1に、本発明の一実施例の耐熱光ファイバケーブルを示す。表面に黒色処理を施した金属管1内に光ファイバ2が隙間を持って挿入されている。光ファイバ2は、コア3およびクラッド4の外周部を、ポリイミド樹脂5で被覆してそれを炭化処理したものである。

20

【0019】

図2は、金属管1内で光ファイバ2が金属管1長手方向に余長（うねり）を持って挿入されている状態を示す。光ファイバ2が余長を持って金属管1に挿入されているので、高温環境下で使用した場合においても熱膨張の差によって金属管1が光ファイバ2よりも大きく伸びても光ファイバ2に張力が加わることがない。

【0020】

金属管1は、外径0.9～3.6mm、肉厚0.1～0.3mmであることが好ましい。金属管の外径0.9mm未満および肉厚0.1mm未満であると、製造コストが高くなるとともに、金属管内に光ファイバを挿入することも困難となる。また、外径が0.9mm未満であると、黒色処理を施しても輻射熱の吸収面積が狭くなり金属管の温度が上昇するのに時間を要し、金属管内の光ファイバへの熱伝導も遅くなるので温度を短時間で計測することができない。一方、金属管の外径が3.6mmを超えると、輻射熱の吸収面積は広がるが、金属管内の空隙が大きくなって光ファイバへの熱伝導が遅くなり温度を短時間で計測することができない。さらに、金属管の肉厚が0.3mmを超えると、金属管自体の熱伝導が遅くなって光ファイバへの熱伝導が遅くなり温度を短時間で計測することができない。

30

なお、本発明の耐熱光ファイバケーブルに用いる金属管1は、銅、ステンレス鋼、銅およびアルミニウム等の材質で、継目のない金属管を用いる。

40

【0021】

本発明の耐熱光ファイバケーブルに用いる炭化したポリイミド樹脂を被覆した光ファイバは、コア直径10～50 μm 、クラッド直径100～150 μm であることが好ましい。

【0022】

また、本発明の耐熱光ファイバケーブルは、例えば特開昭62-44010号公報に開示されている方法で表面を黒色処理された金属管1内に前記光ファイバを振動挿入して製造されるが、光ファイバ表面に炭化したポリイミド樹脂が被覆してあるので、金属管との摩擦による光ファイバのクラッドまたはコアにマイクロベンディングや微小な傷が生じることがなく、光伝送損失が増加することがない。以下、本発明の耐熱光ファイバケーブル

50

を具体的に説明する。

【0023】

表1に示す各種外径および肉厚のステンレス鋼（SUS304）製の継目無管100m長さの外面にモリブデンとグラファイトを含む塗料で厚さ5 μ mの黒色塗装を施した。なお、比較のために外面に塗装を施さないステンレス鋼管も用いた。

【0024】

前記金属管に余長をもって、コア直径50 μ m、クラッド直径125 μ mにポリイミド樹脂を30 μ m被覆した光ファイバを、光ファイバ表面のポリイミド樹脂を炭化処理して挿入し耐熱光ファイバケーブルとした。なお、比較のために光ファイバ表面のポリイミド樹脂を炭化処理しない光ファイバも用いた。

【0025】

上記の耐熱光ファイバケーブルを用いて、図3に示すように600Wの電熱器6を立て向きに4台設置（合計長さ1000mm）し、電熱器6のヒータ7から20mm離して耐熱光ファイバケーブル8を電熱器6のヒータ7と平行に設置し、ヒータ7に通電と同時にラマン散乱光式測定器ROTDR(Raman Optical Time Domain Reflectometer)およびパソコンPCを用いてヒータ7からの輻射熱による温度の上昇速度を測定した。評価は、常温（8 $^{\circ}$ C）から50 $^{\circ}$ Cまでの到達時間が15秒以下を良好とした。

【0026】

また、該耐熱光ファイバケーブルの20mを雰囲気温度500 $^{\circ}$ Cの均熱炉内に設置し、24時間連続して光パルス試験機OTDR(Optical Time Domain Reflectometer)を用いて伝送損失を計測した。評価は、最大伝送損失が-5dB/km以下を良好とした。それらの結果も表1にまとめて示す。

【0027】

【表1】

【表1】

区分	No.	ステンレス鋼管		黒色処理 有無	光ファイバ表面の 樹脂炭化の有無	調査結果		総合 評価
		外径 (mm)	肉厚 (mm)			50 $^{\circ}$ Cまでの 到達時間 (秒)	均熱炉内伝送 損失最大値	
本 発 明 例	1	3.6	0.3	有	有	13	-1.18	○
	2	2.0	0.2	有	有	11	-2.03	○
	3	1.6	0.2	有	有	12	-1.25	○
	4	0.9	0.1	有	有	14	-1.59	○
比 較 例	5	1.6	0.2	無	有	25	-2.14	×
	6	2.0	0.2	無	無	22	-7.42	×
	7	4.0	0.35	無	無	35	-9.56	×

【0028】

表1中No. 1～No. 4が本発明例、No. 5～No. 7は比較例である。本発明例であるNo. 1～No. 4は、金属管外面に黒色処理が有り、ステンレス鋼管の外径および肉厚が適正で、光ファイバ表面のポリイミド樹脂も炭化処理されているので、電熱器のヒータからの輻射熱による温度の上昇速度が速く、均熱炉内における伝送損失量も少ないなど極めて満足な結果であった。

【0029】

比較例中No. 5は、金属管外面に黒色処理が無いので、電熱器のヒータからの輻射熱による温度の上昇速度が遅くなった。なお、光ファイバ表面のポリイミド樹脂は炭化処理されているので、均熱炉内における伝送損失量は少なかった。

【0030】

Ｎｏ．６は、金属管外面に黒色処理が無いので、電熱器のヒータからの輻射熱による温度の上昇速度が遅くなった。また、光ファイバ表面のポリイミド樹脂が炭化処理されていないので、均熱炉内における伝送損失量も大きくなった。

【００３１】

Ｎｏ．７は、金属管外面に黒色処理が無く外径および肉厚も大きいので、電熱器のヒータからの輻射熱による温度の上昇速度が非常に遅くなった。また、光ファイバ表面のポリイミド樹脂が炭化処理されていないので、均熱炉内における伝送損失量も大きくなった。

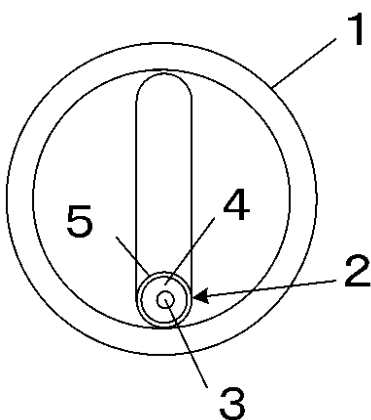
【符号の説明】

【００３２】

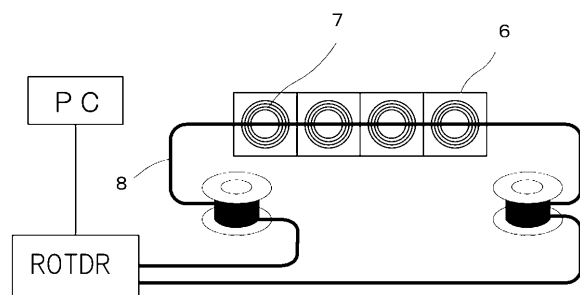
- １：金属管
- ２：光ファイバ
- ３：コア
- ４：クラッド
- ５：炭化層を有するポリイミド樹脂
- ６：電熱器
- ７：ヒータ
- ８：耐熱光ファイバケーブル

10

【図１】



【図３】



【図２】

