

(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2007-3582
(P2007-3582A)

(43) 公開日 平成19年1月11日(2007.1.11)

(51) Int. Cl. F I テーマコード(参考)
GO2B 6/06 (2006.01) GO2B 6/06 A 2HO46

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2005-180439 (P2005-180439)	(71) 出願人	000005186 株式会社フジクラ
(22) 出願日	平成17年6月21日(2005.6.21)	(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
		(74) 代理人	100101465 弁理士 青山 正和
		(72) 発明者	社本 尚樹 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社 フジクラ佐倉事業所内

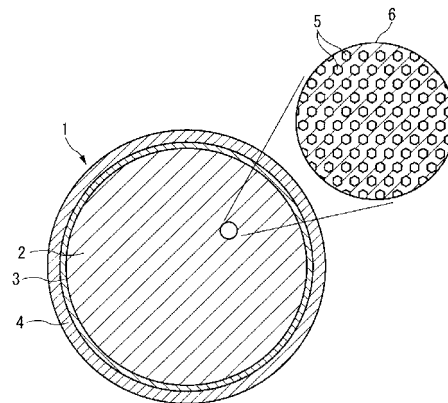
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ポリイミド被覆イメージファイバとその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 被覆層に十分な遮光性を持ち、細径にすることができ、耐熱性に優れたポリイミド被覆イメージファイバの提供。

【解決手段】 画像伝送用のイメージファイバ上に、カーボン粒子を含む黒色のポリイミド被覆層が設けられたことを特徴とするポリイミド被覆イメージファイバ。画像伝送用のイメージファイバ上に、カーボン粒子を分散させたポリイミドワニス塗布し、次いで該塗布層を380～600の温度で加熱してポリイミドを架橋せしめ、画像伝送用のイメージファイバ上にカーボン粒子を含む黒色のポリイミド被覆層が設けられたポリイミド被覆イメージファイバを得ることを特徴とする製造方法。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像伝送用のイメージファイバ上に、カーボン粒子を含む黒色のポリイミド被覆層が設けられたことを特徴とするポリイミド被覆イメージファイバ。

【請求項 2】

前記ポリイミド被覆層に含まれるカーボン粒子の粒径が $1 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のポリイミド被覆イメージファイバ。

【請求項 3】

前記ポリイミド被覆層のカーボン粒子含有量が 1.5 質量% ~ 15 質量% の範囲であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のポリイミド被覆イメージファイバ。

10

【請求項 4】

画像伝送用のイメージファイバ上に、カーボン粒子を分散させたポリイミドワニスを塗布し、次いで該塗布層を $380 \sim 600$ の温度で加熱してポリイミドを架橋せしめ、画像伝送用のイメージファイバ上にカーボン粒子を含む黒色のポリイミド被覆層が設けられたポリイミド被覆イメージファイバを得ることを特徴とするポリイミド被覆イメージファイバの製造方法。

【請求項 5】

前記カーボン粒子の粒径が $1 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 4 に記載のポリイミド被覆イメージファイバの製造方法。

【請求項 6】

前記ポリイミド被覆層のカーボン粒子含有量が 1.5 質量% ~ 15 質量% の範囲であることを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載のポリイミド被覆イメージファイバの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバの被覆材料としてポリイミドを用いるイメージファイバとその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

耐熱性に優れたポリイミド樹脂を被覆材として用いた光ファイバは公知である（例えば、特許文献 1 参照）。

30

光ファイバ上にポリイミド被覆層を形成するには、例えば、NMP 等の溶剤にポリイミドあるいはその前駆体を溶解したワニス（以下、ポリイミドワニスと記す。）を用い、このポリイミドワニスを光ファイバ表面に塗布し、これを架橋炉内に導いて加熱し、ポリイミド樹脂を架橋硬化させることによってポリイミド被覆層を形成している。

【0003】

一方、イメージサークル内に多数の画素が配置されてなり、画像伝送に用いられるイメージファイバについては、ポリイミド樹脂を被覆材として用いた例は少なかった。

イメージファイバの場合、ファイバ横方向からの可視光の導光、いわゆる迷光が邪魔になる。この迷光を防ぐため、イメージファイバ上にカーボン粒子を混入した黒色樹脂からなる被覆層を形成することが望ましい。ポリイミド被覆層に十分な遮光性を持たせるためには、相応量のカーボン粒子をポリイミド被覆層中に均一に分散させなければならない。しかし、使用するカーボン粒子の粒径が大きいと、硬化前のポリイミドワニスにカーボン粒子を均一に分散させることが難しくなり、硬化後に得られたポリイミド被覆層内へのカーボン粒子の分散が不良になり、外観むらやブツ等が生じやすくなる。またクラスター化したカーボンがイメージファイバ表面を傷付けやすくなるため、イメージファイバの強度が劣化するという問題点があった。

40

【0004】

この問題点を解決するために、例えば、特許文献 1 が提案されている。

この特許文献 1 に開示されたイメージファイバは、イメージファイバの表面にポリイミ

50

ドを被覆し、その外側にカーボンブラックを混入したシリコーン樹脂層を設けることにより、遮光性及びファイバ強度などの要求性能を満たすようにしている。

【特許文献1】特表2001-503365号公報

【特許文献2】特開平5-273445号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載された従来技術では、イメージファイバに十分な強度を持たせるためには、比較的厚いシリコーン樹脂層を持たせる必要があり、太径になる。これは、できる限り細径化することが望ましいイメージファイバにとって、大きな欠点となる。

また、折角ポリイミドを用いていながら、耐熱性がシリコーン樹脂層の耐熱性で制限されてしまい、耐熱性はせいぜい180程度が上限である。

【0006】

本発明は前記事情に鑑みてなされ、被覆層に十分な遮光性を持ち、細径にすることができ、耐熱性に優れたポリイミド被覆イメージファイバの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記目的を達成するため、本発明は、画像伝送用のイメージファイバ上に、カーボン粒子を含む黒色のポリイミド被覆層が設けられたことを特徴とするポリイミド被覆イメージファイバを提供する。

【0008】

本発明のポリイミド被覆イメージファイバにおいて、前記ポリイミド被覆層に含まれるカーボン粒子の粒径が1 μ m以下であることが好ましい。

【0009】

本発明のポリイミド被覆イメージファイバにおいて、前記ポリイミド被覆層のカーボン粒子含有量が1.5質量%~15質量%の範囲であることが好ましい。

【0010】

また本発明は、画像伝送用のイメージファイバ上に、カーボン粒子を分散させたポリイミドワニス塗布し、次いで該塗布層を380~600の温度で加熱してポリイミドを架橋せしめ、画像伝送用のイメージファイバ上にカーボン粒子を含む黒色のポリイミド被覆層が設けられたポリイミド被覆イメージファイバを得ることを特徴とするポリイミド被覆イメージファイバの製造方法を提供する。

【0011】

本発明のポリイミド被覆イメージファイバの製造方法において、前記カーボン粒子の粒径が1 μ m以下であることが好ましい。

【0012】

本発明のポリイミド被覆イメージファイバの製造方法において、前記ポリイミド被覆層のカーボン粒子含有量が1.5質量%~15質量%の範囲であることが好ましい。

【発明の効果】

【0013】

本発明のポリイミド被覆イメージファイバは、イメージファイバ上に、カーボン粒子を含む黒色のポリイミド被覆層が設けられた構成としたので、カーボン粒子を含むポリイミド被覆層によって十分な遮光性を得ることができ、イメージファイバ上の被覆層を薄くすることができ、さらに被覆層をポリイミド被覆層のみとすることで優れた耐熱性を得ることができる。従って、本発明によれば、被覆層に十分な遮光性を持ち、細径にすることができ、耐熱性に優れたポリイミド被覆イメージファイバを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

10

20

30

40

50

図1は、本発明のポリイミド被覆イメージファイバの一実施形態を示す断面図である。本実施形態のポリイミド被覆イメージファイバ1は、画像伝送用のイメージファイバ上に、カーボン粒子を含む黒色のポリイミド被覆層4が設けられた構成になっている。このイメージファイバは、石英ガラスからなり、多数の画素5とそれらを囲む共通クラッド6とからなるイメージサークル2と、該イメージサークル2を囲むジャケット管3とから構成されている。

【0015】

前記ポリイミド被覆層4は、ポリイミドを主材とし、これにカーボン粒子（カーボンブラックなどとも称される）が均一に分散した黒色のポリイミド樹脂からなっている。このポリイミド被覆層4の厚さは、イメージファイバを十分に保護できるような厚さであればよいが、医療用途をはじめとして、一般にイメージファイバはできる限り細径化することが望ましいことから、この被覆厚は10 μ m～30 μ mの範囲とすることが好ましい。

10

【0016】

このポリイミド被覆層4に含まれるカーボン粒子は、粒径が1 μ m以下であることが好ましく、0.1 μ m以下であることがより好ましい。粒径が1 μ m以下のカーボン粒子を用いることで、ポリイミド被覆層4中の分散状態が良好となり、またカーボン粒子がイメージファイバ表面を傷付け難くなり、ポリイミド被覆イメージファイバ1の機械強度劣化を防ぐことができる。カーボン粒子の粒径が1 μ mを超えると、ポリイミド被覆層4中の分散状態が不良になり、外観むらやブツ等が生じやすく、またクラスター化したカーボンがイメージファイバ表面を傷付けやすくなるため、ポリイミド被覆イメージファイバ1の強度が劣化する可能性がある。

20

【0017】

このポリイミド被覆層4のカーボン粒子含有量は、被覆厚が10 μ m～50 μ m程度である場合、1.5質量%～15質量%の範囲とすることが好ましい。カーボン粒子含有量を前記範囲内に設定することで、ポリイミド被覆層4の遮光性が十分となるとともに、ポリイミド被覆層4の機械強度が良好になり、破断し難いイメージファイバを構成することができる。このカーボン粒子含有量が前記範囲未満であると、被覆を厚くしても十分な遮光性が得られず、迷光によってポリイミド被覆イメージファイバ1の画像品質が劣化するおそれがある。また、カーボン粒子含有量が前記範囲を超えると、ポリイミド被覆層4の機械強度が悪化し、ポリイミド被覆イメージファイバ1の破断強度が低下する可能性がある。

30

【0018】

本実施形態において、ポリイミド被覆層4上には、カーボン粒子を含まないポリイミド被覆層を設けてもよいし、或いはポリイミド被覆層4上にカーボン粒子を含まないポリイミド被覆層とカーボン粒子を含むポリイミド被覆層を交互に1層以上積層した構成としてもよい。

【0019】

次に、本発明のポリイミド被覆イメージファイバの製造方法を説明する。

図2は、本発明のポリイミド被覆イメージファイバの製造方法において好適な製造装置を例示する構成図である。なお、図2に示す製造装置は、2層コート用の製造装置であるが、これは一例に過ぎず、本発明は2層コートのイメージファイバにのみ限定されない。

40

【0020】

図2に示す製造装置は、イメージファイバ紡糸用の母材7を加熱してイメージファイバを紡糸する紡糸炉8と、紡糸されたイメージファイバの外径を測定するファイバ径測定器9と、イメージファイバ表面にカーボン粒子入りのポリイミドワニス11を所定厚さとなるように塗布する第1のコートングポット10と、ワニス塗布済みのイメージファイバを加熱してポリイミドを架橋硬化させてポリイミド被覆層4を形成する第1の架橋炉12と、第1の架橋炉12を出たポリイミド被覆イメージファイバの外径を測定する被覆径測定器13と、ポリイミド被覆イメージファイバ上にポリイミドワニスを塗布する第2のコートングポット14と、ワニス塗布済みのイメージファイバを加熱してポリイミドを架

50

橋硬化させて外側のポリイミド被覆層を形成する第2の架橋炉15と、第2の架橋炉15を出たポリイミド被覆イメージファイバの外径を測定する被覆径測定器16と、被覆形成後のポリイミド被覆イメージファイバを巻き取る巻取リール17とを備えて構成されている。

【0021】

この製造装置において、巻取リール17を回転駆動する駆動手段は、ファイバ径測定器9により測定されるイメージファイバの外径値をフィードバックし、その外径値が予め設定した外径値許容範囲に入るように巻取リール17の回転数を制御することにより、イメージファイバの紡糸線速を制御できるようになっている。

【0022】

本発明の製造方法によってポリイミド被覆イメージファイバ1を製造するには、第1のコーティングポット10にカーボン粒子入りのポリイミドワニス11を入れておき、紡糸されたイメージファイバの表面にこのポリイミドワニス11を塗布し、次いで該塗布層を380～600の温度で加熱してポリイミドを架橋させ、イメージファイバ上にカーボン粒子を含む黒色のポリイミド被覆層4を形成する。

10

【0023】

ここで用いるポリイミドワニス11としては、ポリイミドの前駆体であるポリアミック酸をN-メチル-2-ピロリドン(NMP)やN,N-ジメチルアセトアミド(DMAC)などの溶媒に溶かしたワニスに、硬化時のカーボン粒子含有量が1.5～15質量%の範囲となるように粒径1μm以下のカーボン粒子を分散させたカーボン粒子入りのポリイミドワニス11が用いられる。このポリイミドワニス11の固形分は10～40質量%の範囲として良く、好ましくは30～35質量%程度とされる。

20

【0024】

架橋炉12,15内の温度は、380～600の範囲とされ、特に480～520の範囲とすることが望ましい。架橋時の温度が380未満であると、通常の線速でイメージファイバを製造する際に、ポリイミド被覆層4を架橋するために必要な架橋炉長が長くなり、製造装置の長大化を招いたり、紡糸線速を低下させる必要があることから製造効率が悪化する問題がある。

【0025】

この製造装置において、イメージファイバの紡糸線速は、0.5～20m/分の範囲が望ましく、特に、2～10m/分の範囲が望ましい。紡糸線速が0.5m/分よりも低いと、イメージファイバの製造効率が悪化するために好ましくない。一方、紡糸線速を20m/分よりも高くすると、イメージファイバの外径のばらつきが増加したり、ポリイミド被覆層4の架橋度合が不十分となって機械強度が低下するおそれがある。

30

【0026】

この製造装置を用い、紡糸したイメージファイバの外周に、硬化時のカーボン粒子含有量が1.5～15質量%の範囲となるように粒径1μm以下のカーボン粒子を分散させたカーボン粒子入りのポリイミドワニス11を塗布し、それを架橋炉12内で加熱架橋させることによって、図1に示すようにイメージファイバ上にカーボン粒子を含む黒色のポリイミド被覆層4が設けられたポリイミド被覆イメージファイバ1を効率よく製造することができる。

40

【0027】

このポリイミド被覆イメージファイバ1は、イメージファイバ上に、カーボン粒子を含む黒色のポリイミド被覆層4が設けられた構成としたので、カーボン粒子を含むポリイミド被覆層4によって十分な遮光性を得ることができ、イメージファイバ上の被覆層を薄くすることができ、さらに被覆層をポリイミド被覆層のみとすることで優れた耐熱性を得ることができる。従って、本発明によれば、被覆層に十分な遮光性を持ち、細径にすることができ、耐熱性に優れたポリイミド被覆イメージファイバ1を提供することができる。

【実施例】

【0028】

50

図2に示す製造装置を用い、紡糸したイメージファイバの外周に、粒径 $1\mu\text{m}$ 以下のカーボン粒子を分散させたカーボン粒子入りのポリイミドワニス11を塗布し、それを架橋炉12内で加熱架橋させることによって、図1に示すポリイミド被覆イメージファイバ1を製造した。

【0029】

本実施例において、架橋炉12の加熱長は 50cm とした。紡糸時の線速は $20\text{m}/\text{分}$ 以下で紡糸が可能である。すなわち、架橋炉12内の通過時間が 1.5 秒以上であれば、被覆の硬化が可能である。このときの架橋炉の温度は 600 であった。また、線速を $0.5\text{m}/\text{分}$ とし、架橋時間を1分間に設定した場合、架橋炉温度が 380 以上であれば、被覆の硬化が十分であることを確認した。ただし、製造効率を考慮すると、 $2\text{m}/\text{分}$ 以上の線速が望ましく、この線速の場合、最低架橋温度は 480 であった。また、ポリイミド樹脂の熱分解温度が 530 程度であるため、架橋温度は 520 以下が望ましく、その場合の最高線速は $10\text{m}/\text{分}$ であった。

10

以下に、本実施例において製造したポリイミド被覆イメージファイバの諸特性を以下の通り調べた。

【0030】

<遮光性>

被覆樹脂に混合するカーボン粒子濃度と被覆厚を変えた複数のポリイミド被覆イメージファイバを試作し、横方向から強いハロゲン光を照射し、伝送画像への影響を調べた。実験系を図3に示す。図3中、符号18は供試ファイバ、19は対物レンズ、20は対象物、21はハロゲン光源、22は画像確認用のCCD、23は接眼レンズである。イメージファイバは、画素数が $1600\sim 50000$ 画素程度、ファイバ径が $200\sim 1100\mu\text{m}$ 程度が一般的であることから、その代表的な例として、供試ファイバ18は、ファイバ径 $500\mu\text{m}$ 、画素数 10000 画素、開口数(N.A.) 0.4 のイメージファイバを用いて実験した。供試ファイバ18の長さは 1m とした。

20

【0031】

前記イメージファイバ上に、粒径 $1\mu\text{m}$ 以下のカーボン粒子を、硬化後のポリイミド被覆層中に $0.3\sim 3.6$ 質量%の範囲となるように混合したポリイミドワニスを用い、各種のカーボン粒子濃度のポリイミドワニスを、硬化後の被覆厚が $10\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ となるように塗布し、内部温度が 600 の架橋炉12を線速 $10\text{m}/\text{分}$ で通過させ(架橋時間 3 秒)、表1に示すカーボン粒子濃度と被覆厚を持ったポリイミド被覆層を有するカーボン粒子入りポリイミド被覆イメージファイバを試作した。長さ 1m に切断したそれぞれの供試ファイバ18を、図3に示す実験系にセットし、供試ファイバ18の側方からハロゲン光を照射し、入射光による伝送画像の影響を調べた。この実験結果を表1に示す。

30

【0032】

【表 1】

濃度(質量%) 被覆厚(μm)	0.3	0.9	1.5	2.1	3.0	3.6
10	×	×	×	△	△	○
20	×	×	△	△	○	○
30	×	△	○	○	○	○
40	×	△	○	○	○	○
50	△	○	○	○	○	○

○：ハロゲン光の影響なし
 △：ハロゲン光の影響はあるが、影響小
 ×：ハロゲン光の影響大

【0033】

表1の結果から、実用的な厚みである被覆厚30μmにおいて、硬化後のポリイミド樹脂に対して1.5質量%以上となるようにカーボン粒子を含有させることによって、十分な遮光性を得ることができ、迷光による伝送画像の劣化を防止できることがわかる。

【0034】

<ファイバ強度>

ポリイミド被覆層中のカーボン粒子濃度を6質量%とし、混入するカーボン粒子の粒度を変えて供試ファイバを試作した。供試ファイバは、ファイバ径200μm、画素数1600画素、被覆厚20μmとした。得られた供試ファイバの平均破断強度をJIS C 6821に記載の方法に準じて測定し、使用したカーボン粒子の粒度と平均破断強度との関係を調べた。その結果を図4に示す。

【0035】

図4から、カーボン粒子の粒度が大きくなるほど、供試ファイバの破断強度が小さくなる傾向が見られた。特に、粒度が1μm以下の場合には、カーボン粒子を含まない被覆(カーボン濃度0%)と比較しても強度劣化が10%以下であり、粒度が0.05μm以下であると、ほぼ強度劣化がなく、大変良好であった。

一方、粒度が1μmを超えると、強度劣化が顕著になる。カーボン粒子の粒度が大きいと、イメージファイバの表面付近に傷が付きやすく、これが強度劣化につながるものと思われる。

【0036】

また、カーボン粒子の粒度を1μmとしたときの、樹脂に混合するカーボン粒子の濃度と、被覆厚を一定にした供試ファイバの平均破断強度との関係を調べた。本実験において、供試ファイバは、ファイバ径200μm、画素数1600画素、被覆厚20μmとした。その結果を図5に示す。

【0037】

図5から、カーボン粒子濃度が1.5質量%を超えると、イメージファイバの強度劣化が見られる。これは、ポリイミド被覆層中にカーボン粒子を混入することによりカーボン粒

子が樹脂分子のネットワーク内に入り、分子間の結合状態が変わるため、カーボン粒子の濃度がある割合を超えると、樹脂そのものの強度・伸びが劣化し、ファイバ強度に影響を与えるものと思われる。

なお、イメージファイバの被覆厚は、使用上から薄いほど望ましいが、厚み15 μm未満であると極端に強度劣化するため、ばらつきを避けるために被覆厚20 μmに設定した。

【0038】

<耐熱性>

前述したそれぞれの供試ファイバを300 × 24時間の環境に放置後、画像伝送状態及び強度を測定したが、特に変化は見られなかった。

10

【0039】

なお、本発明は、前記供試ファイバ以外の、さまざまなファイバ径・画素数のイメージファイバに適用することが可能であり、特にファイバ径200～1500 μm、被覆径240～2000 μm、画素数1600～7000画素のイメージファイバに適しており、遮光性・強度ともに良好なポリイミド被覆イメージファイバを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明のポリイミド被覆イメージファイバの一実施形態を示す断面図である。

【図2】本発明のポリイミド被覆イメージファイバの製造方法に好適な製造装置を例示する構成図である。

20

【図3】実施例で作製した供試ファイバの遮光性を評価するための実験系を示す構成図である。

【図4】実施例で作製した供試ファイバの平均破断強度と被覆中のカーボン粒度の関係を示すグラフである。

【図5】実施例で作製した供試ファイバの平均破断強度と被覆中のカーボン濃度の関係を示すグラフである。

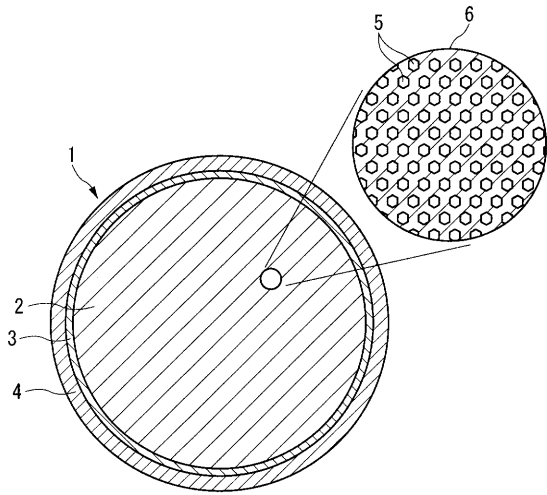
【符号の説明】

【0041】

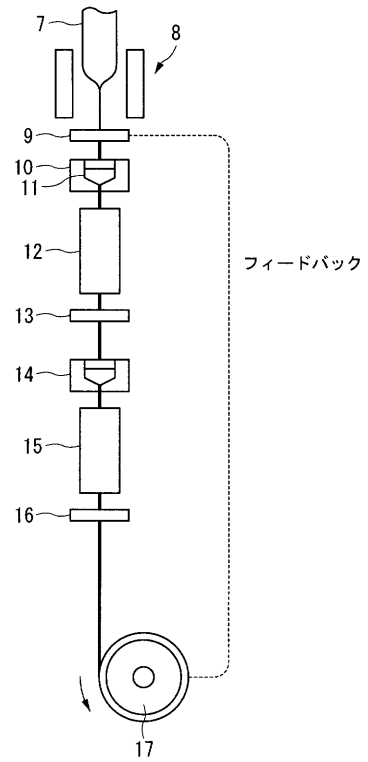
1 ... ポリイミド被覆イメージファイバ、2 ... イメージサークル、3 ... ジャケット管、4 ... ポリイミド被覆層、5 ... 画素、6 ... 共通クラッド、7 ... 母材、8 ... 紡糸炉、9 ... ファイバ径測定器、10, 14 ... コーティングポット、11 ... ポリイミドワニス、12, 15 ... 架橋炉、13, 16 ... 被覆径測定器、17 ... 巻取リール、18 ... 供試ファイバ、19 ... 対物レンズ、20 ... 対象物、21 ... ハロゲン光源、22 ... CCD、23 ... 接眼レンズ。

30

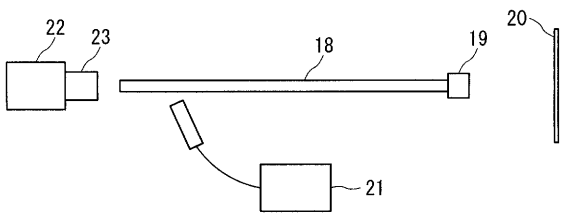
【図1】



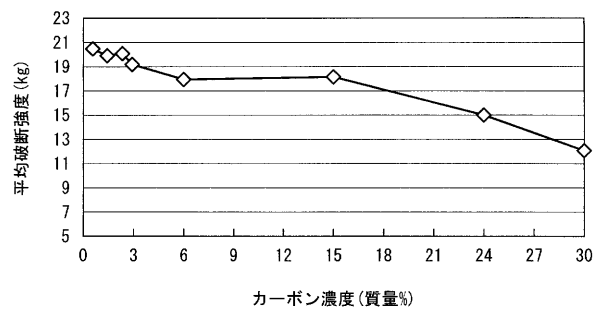
【図2】



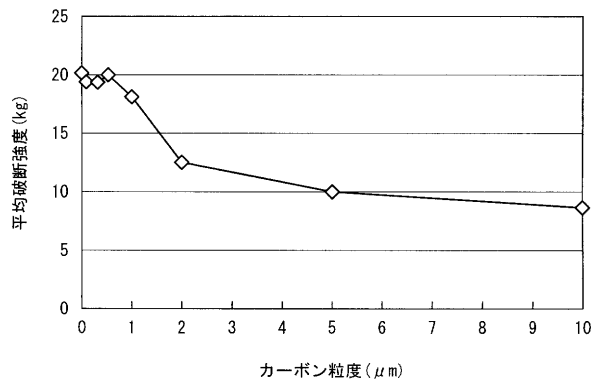
【図3】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

- (72)発明者 竹島 由将
千葉県佐倉市六崎1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ佐倉事業所内
- (72)発明者 工藤 学
千葉県佐倉市六崎1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ佐倉事業所内
- (72)発明者 妻沼 孝司
千葉県佐倉市六崎1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ佐倉事業所内
- Fターム(参考) 2H046 AA02 AA63 AD00 AZ03 AZ05