

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3974112号

(P3974112)

(45) 発行日 平成19年9月12日(2007.9.12)

(24) 登録日 平成19年6月22日(2007.6.22)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>GO2B</b>	<b>6/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B	6/00	326
<b>GO2B</b>	<b>6/255</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B	6/00	391
			GO2B	6/00	366
			GO2B	6/24	301

請求項の数 11 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2003-525338 (P2003-525338)	(73) 特許権者	000129529 株式会社クラベ
(86) (22) 出願日	平成14年8月26日(2002.8.26)		静岡県浜松市南区高塚町4830番地
(86) 国際出願番号	PCT/JP2002/008563	(74) 代理人	100092842 弁理士 島野 美伊智
(87) 国際公開番号	W02003/021309	(72) 発明者	竹内 収 静岡県浜松市高塚町4830番地 株式会 社クラベ内
(87) 国際公開日	平成15年3月13日(2003.3.13)	(72) 発明者	伊藤 英治 静岡県浜松市高塚町4830番地 株式会 社クラベ内
審査請求日	平成17年8月10日(2005.8.10)	(72) 発明者	仲儀 渉 静岡県浜松市高塚町4830番地 株式会 社クラベ内
(31) 優先権主張番号	特願2001-256348 (P2001-256348)		
(32) 優先日	平成13年8月27日(2001.8.27)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2002-38031 (P2002-38031)		
(32) 優先日	平成14年2月15日(2002.2.15)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2002-155595 (P2002-155595)		
(32) 優先日	平成14年5月29日(2002.5.29)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光伝送体、光伝送体と光学デバイスの接続部構造と、光伝送体の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

チューブ状クラッド材と、上記チューブ状クラッド材内に収容されチューブ状クラッド材よりも屈折率の高い非晶質コアと、からなる光伝送体において、

上記非晶質コア材はポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物との重合のみによって非流動化した重合体を少なくとも構成成分として有しているものであることを特徴とする光伝送体。

【請求項2】

請求項1記載の光伝送体において、

上記ヒドロキシ基反応性多官能化合物はイソシアネート基を持つ化合物から構成されていることを特徴とする光伝送体。 10

【請求項3】

請求項1記載の光伝送体において、

上記ヒドロキシ基反応性多官能化合物はイソシアネート基から誘導される官能基を有するものから構成されていることを特徴とする光伝送体。

【請求項4】

請求項3記載の光伝送体において、

上記イソシアネート基から誘導される官能基を持つものはイソシアヌレート結合を含むことを特徴とする光伝送体。

【請求項5】

請求項 1 ~ 請求項 4 の何れかに記載の光伝送体において、  
上記ポリマーポリオールはオキシプロピレンポリオールから構成されていることを特徴とする光伝送体。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 請求項 5 の何れかに記載の光伝送体において、

上記ポリマーポリオールと上記ヒドロキシ基反応性多官能化合物とからなる重合体を少なくとも構成成分として有している非晶質コア材は少なくとも一部にゲル状物を含むものであることを特徴とする光伝送体。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 請求項 6 の何れかに記載の光伝送体において、

上記非晶質コア材中に微粒子が分散されていることを特徴とする光伝送体。

10

【請求項 8】

請求項 7 記載の光伝送体において、

上記微粒子の粒径が 50  $\mu\text{m}$  以下であることを特徴とする光伝送体。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 請求項 8 の何れかに記載の光伝送体と、該光伝送体のチューブ状クラッド材よりも屈折率の高いコア材を少なくとも備える光学デバイスと、を接続する光伝送体と光学デバイスの接続部構造において、

上記光伝送体の非晶質コア材と上記光学デバイスのコア材との接合面は上記光伝送体のチューブ状クラッド材によって覆われており、

20

上記光学デバイスのコア材との屈折率の差は  $\pm 0.1$  の範囲内であることを特徴とする光伝送体と光学デバイスの接続部構造。

【請求項 10】

チューブ状クラッド材と、上記チューブ状クラッド材内に収容された非晶質コア材と、からなる光伝送体の製造方法において、

上記チューブ状クラッド材の内部に流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物の混合物を少なくとも充填し、

上記充填したポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物とを反応させ、

該反応のみによって非流動化し、非晶質コア材を得るようにしたことを特徴とする光伝送体の製造方法。

30

【請求項 11】

チューブ状クラッド材と、上記チューブ状クラッド材内に収容された非晶質コア材と、からなる光伝送体の製造方法において、

上記チューブ状クラッド材の内部に流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物と微粒子を少なくとも充填し、

上記充填したポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物とを反応させ、

該反応のみによって非流動化し、非晶質コア材を得るようにしたことを特徴とする光伝送体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

40

技術分野

本発明は、車載用配線・移動体配線・FA機器配線等の光信号伝送、液面レベルセンサー・感圧センサー等の光学センサー、内視鏡等のイメージガイド、装飾ディスプレイ・家庭用電気製品・光学機器・屋外看板等のライトガイドなどに好適な光伝送体に係り、特に、曲げによる光量低下や伝送損失値の増加がほとんどなく、又、高温・高湿の条件下や温水中における光量低下や伝送損失値の増加もほとんどなく、又、瞬間的な高温に晒された場合にも変形することなく、優れた光伝送特性を長期間安定して維持することが可能であるとともに、大口径化した場合にも十分な可撓性を示すことが可能なものに関するとともに、そのような光伝送体を低コストで製造することが可能な光伝送体の製造方法に関するものである。

50

## 【0002】

又、本発明は、柔軟で可撓性に優れることから大口径化した場合も容易に任意の形状に配設することが可能であり、耐衝撃性に優れ破損の恐れがなく、又、高温高湿の条件下や温水中における側面出射光量の低下が殆どなく、優れた側面出射特性を長期間安定して維持することが可能な光伝送体（光散乱体）と該光伝送体（光散乱体）を低コストで製造することが可能な光伝送体（光散乱体）の製造方法に関するものである。

## 【0003】

又、本発明は、光伝送体と光学デバイスの接続部構造に係り、特に、接続部での光量低下や伝送損失値の増加が少なく、又、実用上問題ない接合強度を備えているとともに、高温高湿度の条件下や温水中における光量低下や伝送損失値の増加もほとんどないように工夫したものに關する。

## 【0004】

背景技術

まず、端面出射用として従来の光伝送体を考察してみる。

例えば、車載用配線・移動体配線・FA機器配線等の光信号伝送、液面レベルセンサー・感圧センサー等の光学センサー、内視鏡等のイメージガイド、装飾ディスプレイ・家庭用電気製品・光学機器・屋外看板等のライトガイド等として使用可能な光伝送体としては次のようなものがある。

## 【0005】

まず、コア材及びクラッド材がともに石英ガラスや多成分ガラスなどの無機ガラス系材料で構成されたものがある。

次に、コア材及びクラッド材がともにポリメチルメタクリレート（PMMA）系のプラスチック材料で構成されたものがある。

次に、シリコン系ポリマーやフッ素系ポリマーなどの屈折率の低いチューブ状クラッド材に該クラッド材よりも屈折率の高いオルガノポリシロキサンなどのプラスチック系材料をコア材として充填し硬化させたものがある。

次に、シリコン系ポリマーやフッ素系ポリマーなどの屈折率の低いチューブ状クラッド材に該クラッド材よりも屈折率の高い液状又は流動状の透明材料をコア材として充填し封止したもの（特開平11-190808号公報参照）がある。

さらに、フッ素系ポリマーなどをクラッド材とし、該クラッド材よりも屈折率の高いポリカーボネート樹脂やノルボルネン系樹脂などをコア材としているもの（特開2000-275448号公報参照）などが知られている。

## 【0006】

上記従来の光伝送体においては、次のような問題があった。

まず、コア材及びクラッド材がともに無機ガラス系材料で構成された光伝送体の場合であるが、この光伝送体は、例えばライトガイドとして使用された場合、広い波長にわたって光量低下がほとんどなく優れた光伝送特性を有しているものの、外径が10 $\mu$ m程度の極細の光伝送体を多数本束ねて1本の光伝送体として用いているものであることから、集束加工にかかる工程や、集束チューブ、固定金具等の集束部品が必要になってしまい、コストが高いものになってしまうという欠点があった。

## 【0007】

次に、コア材及びクラッド材がともにPMMA系のプラスチック材料で構成された光伝送体のみをみる。この光伝送体の場合は、伝送損失値が0.2デシベル毎メートル程度と優れているものの、可撓性に劣っているため配線作業性が悪いとともに、曲げて使用した場合には光量低下や伝送損失値の増加が著しいことから、使用用途が制限されてしまうという欠点があった。更に、この光伝送体は、非常に硬いため、端面を切断しただけでは光量低下や伝送損失値の増加が著しく、両端の研磨加工が必要となり、コストが高いものになってしまうという欠点もあった。

## 【0008】

次に、チューブ状クラッド材にオルガノポリシロキサンなどのプラスチック系材料をコア

10

20

30

40

50

材として充填し硬化させた光伝送体をみてる。この光伝送体の場合は、伝送損失値が1.0デシベル毎メートル程度であり、常態では、光量低下や伝送損失値の増加がほとんどなく優れた光伝送性を有しているものの、高温高湿度の条件下や温水中では白濁してしまい、光量低下や伝送損失値の増加が著しいという欠点があった。この問題に対しては、例えば、高温高湿度の条件下や温水中でも光量低下や伝送損失値の増加を起こさない変性ポリオルガノシロキサンをコア材として使用することが特許第3024475号などで提案されているものの、変性オルガノポリシロキサンは特殊な材料であり非常に高価であることから、光伝送体のコストが高いものになってしまう。

#### 【0009】

次に、チューブ状クラッド材に液状又は流動状の透明材料をコア材として充填し封止した光伝送体は、充填したコア溶液の液漏れ防止やにじみだし防止のために、両端を封止栓で閉塞してクラッド材と接着したり、金属スリーブでクラッド材を覆い両端を加締めるなどの煩わしい端面封止加工が必要であり、コストが高いものになってしまうという欠点があった。又、端面封止加工が必要であるために実使用時に所望の長さに切断することができず、使用用途が大幅に制限されてしまうという欠点もあった。

10

#### 【0010】

さらに、フッ素系ポリマーなどをクラッド材とし、ポリカーボネート樹脂やノルボルネン系樹脂などをコア材としている光伝送体は、伝送損失値が1.0デシベル毎メートル程度であるが、高温高湿度の条件下や温水中で白濁を防ぐためには特開2000-275448号公報などで提案されているように、クラッド材を二層構造にするなどの処置が必要となり、コストが高いものになってしまうという欠点があった。又、瞬間的な高温に晒された場合、光伝送体が収縮・溶融などにより変形してしまい、光伝送体としての機能を果たすことができなくなってしまうという欠点もあり、異常温度となることが考えられる部位への配線はできなかった。

20

#### 【0011】

次に、側面出射用として従来の光伝送体を考察してみる。

例えば、装飾ディスプレイ、家庭用電気製品、屋外看板、各種照明装置等の光源として、ネオン管や蛍光管が使用されている。ところが、これらは高電圧を必要とするため、例えば、水中での使用や雨などの水のかかる場所での使用は、感電や漏電の恐れがあり危険が伴ってしまう。又、これらはガラス管で構成されており容易に破損してしまう恐れがあるため、使用条件も大幅に制限されてしまう。

30

#### 【0012】

そこで近年は、これらに代わるものとして、コア及びクラッドからなる光ファイバの長さ方向の少なくとも一端から入射された光を、コア及びクラッドの周方向(側面)から出射させる側面出射型の光ファイバが種々提案されている。

例えば、特開2000-131529号公報には、透明なコア材と、このコア材よりも屈折率の小さなクラッド材とからなり、コア材中に、シリコン樹脂粒子、ポリスチレン樹脂粒子等の有機ポリマー粒子、 $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$ 、 $SiO_2$ 等の金属酸化物粒子、 $BaSO_4$ 等の硫酸塩粒子、 $CaCO_3$ 等の炭酸塩粒子などの散乱性粒子が分散された構成の光伝送チューブが開示されている。ここで、コア材としては、メチルメタクリレート(MMA)等の(メタ)アクリル系ポリマー、クラッド材としては、四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン共重合体(FEP)等のフッ素系ポリマーが、好ましい材料として挙げられている。

40

#### 【0013】

又、特開2000-321444号公報には、樹脂製コア材と、該コア材よりも低屈折率の樹脂製クラッド材とからなり、コア材中に、前記コア材とは屈折率が異なり、前記コア材の比重の70%~130%の範囲内の比重を有する微粒子が混合された構成の光ファイバが開示されている。ここで、コア材としては、シリコンゴム、クラッド材としては、四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン共重合体(FEP)等のフッ素系樹脂、微粒子としては、熱を加えることにより膨張するマイクロカプセルなどが、好ましい材料として挙

50

げられている。

【 0 0 1 4 】

しかしながら、上記従来の構成によると、次のような問題があった。まず、特開 2 0 0 0 - 1 3 1 5 2 9 号公報に開示された光伝送チューブの場合は、可撓性に劣っているため配線作業性が悪く、大口径になるに従い任意の形状に配設することが困難になり、使用用途が大幅に制限されてしまうという欠点があった。更に、この光伝送チューブは非常に硬いため、端面を切断しただけでは光を導入する際の損失が大きい側面出射光量の低下が著しく、少なくとも入射端の研磨加工が必要となり、コストが高いものになってしまうという欠点があった。

【 0 0 1 5 】

次に、特開 2 0 0 0 - 3 2 1 4 4 4 号公報に開示された光ファイバの場合は、柔軟で可撓性に優れることから、大口径化した場合にも容易に任意の形状に配設することができる。常態では、側面出射光量の低下が殆どなく優れた側面出射特性を有しているものの、高温高湿度の条件下や温水中では白濁してしまい、側面出射光量が著しく低下してしまうという欠点があった。この問題に対しては、例えば、高温高湿度の条件下や温水中でも側面出射光量の低下を起こさない変性ポリオルガノシロキサンをコア材として使用することが特許第 3 0 2 4 4 7 5 号などで提案されているものの、変性オルガノポリシロキサンは特殊な材料であり非常に高価であることから、コストが非常に高いものになってしまう。

【 0 0 1 6 】

次に、光伝送体と光学デバイスの接続部の構造をみる。すなわち、光伝送体の使用にあたり、利便性を高めるため光伝送体と光学デバイスとを接続する技術が必要とされ種々検討されている。光伝送体や光学デバイスとして、P M M A 系のプラスチック材料で構成されたものやシリコン系ポリマーで構成されたものなどが検討されている。

【 0 0 1 7 】

これら光伝送体と光学デバイスを接続する方法としては以下のような方法が検討されている。P M M A 系プラスチック材料で構成されたもの同士を接続する場合、光伝送体と光学デバイスの端面をつき合わせたり、それぞれの端面を所定の長さに亘って略半円状の断面に加工したものを合わせたりし、接着剤や超音波融着機を用いて接続する方法が検討されている。次に、光伝送体や光学デバイスのいずれかが P M M A 系のプラスチック材料で構成され、他方がシリコン系ポリマーで構成されたものを接続する方法をみる。この方法では、P M M A 系の光学デバイスに反応硬化する前の液状のシリコン系ポリマーを接触させそのまま硬化させることによりシリコン系ポリマーが接着剤の役割を果たし、接続する方法が考えられる。シリコン系ポリマーで構成されたもの同士を接続する場合も、上記に記載したいずれかの方法が考えられる。

【 0 0 1 8 】

P M M A 系のプラスチック材料で構成されたもの同士を接続する場合、接続部の構造は光伝送体のコア材と光学デバイスのコア材との接合面が光伝送体のクラッド材で覆われていないものとなる。光伝送体や光学デバイスのいずれかが P M M A 系のプラスチック材料で構成され他方がシリコン系ポリマーで構成されたものや、光伝送体や光学デバイスの両方がシリコン系ポリマーで構成されたもの場合、接続部の構造は光伝送体のコア材と光学デバイスのコア材との接合面が光伝送体のクラッド材で覆われているものとなる。

【 0 0 1 9 】

しかしながら、上述した従来の接続部構造では、次のような問題があった。光伝送体と光学デバイスの材料の組み合わせとして、まず、光伝送体も光学デバイスも P M M A 系のプラスチック材料を用いる場合は、光伝送体のコア材と光学デバイスのコア材との接合面が光伝送体のクラッド材で覆われていない構造、即ち、接合面においてコア材とクラッド材が同一平面上にある構造であるため、光の散乱が起こりやすい接合面においてコア材の接合面で散乱が起きた時、コア材の接合面での散乱光がクラッド部の接合面から外に抜けや

10

20

30

40

50

すく、又、クラッド材部で更に散乱を起こしやすく、光量低下や伝送損失値の増加が助長されてしまうという問題があった。

【0020】

又、光伝送体と光学デバイスの接合面が、光伝送体のクラッド材で覆われていないと、クラッド材の接合面がコア材の接合面と同一平面上にない場合に比べ、接触面積が小さくなり接合強度を得にくい。又、光伝送体と光学デバイスのどちらか、又は、両方に十分な可撓性が無いと、曲げなどの力が加わった際に、可撓性のある部分で曲げなどによる力を吸収できず、接合面での破壊が起きやすくなる。そのため、実用上問題ない接合強度を簡単に得ることが難しく、破壊が容易に起きてしまい実用に適するものではないという問題があった。

10

【0021】

又、光伝送体や光学デバイスのいずれか、又は、両方がシリコン系ポリマーで構成されたものは、シリコン系ポリマーを硬化させる前に他方と接触させておけばシリコン系ポリマー自体が接着剤の役割も果たし、又、可撓性もあるため、接合強度は実用上十分なものが得られる。しかし、シリコン系ポリマーを用いた場合、高温高湿度の条件下や温水中では白濁し光量低下や伝送損失値の増加を起こしてしまい、光伝送体や光学デバイスとしての機能を果たせなくなるという問題があった。

【0022】

本発明の目的とするところは、曲げによる光量低下や伝送損失値の増加がほとんどなく、又、高温高湿度の条件下や温水中における光量低下や伝送損失値の増加もほとんどなく、又、瞬間的な高温に晒された場合にも変形することなく、優れた光伝送特性を長期間安定して維持することが可能であるとともに、大口径化した場合にも十分な可撓性を示す光伝送体と該光伝送体を低コストで製造することが可能な光伝送体の製造方法を提供することにある。

20

【0023】

又、本発明の目的とするところは、柔軟で可撓性に優れることから大口径化した場合も容易に任意の形状に配設することが可能であり、耐衝撃性に優れ破損の恐れがなく、又、高温高湿度の条件下や温水中における側面出射光量の低下が殆どなく、優れた側面出射特性を長期間安定して維持することが可能な光伝送体（光散乱体）と該光伝送体（光散乱体）を低コストで製造することが可能な光伝送体（光散乱体）の製造方法を提供することにある。

30

【0024】

さらに、本発明の目的とするところは、接続部での光量低下や伝送損失値の増加が少なく、又、実用上問題ない接合強度を備えているとともに、高温高湿度の条件下や温水中における光量低下や伝送損失値の増加もほとんどない、光伝送体と光学デバイスの接続部構造を提供することにある。

【0025】

発明の開示

本発明の請求項1による光伝送体は、チューブ状クラッド材と、上記チューブ状クラッド材内に收容されチューブ状クラッド材よりも屈折率の高い非晶質コアと、からなる光伝送体において、上記非晶質コア材はポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物との重合のみによって非流動化した重合体を少なくとも構成成分として有しているものであることを特徴とするものである。

40

又、請求項2による光伝送体は、請求項1記載の光伝送体において、上記ヒドロキシ基反応性多官能化合物はイソシアネート基を持つ化合物から構成されていることを特徴とするものである。

又、請求項3による光伝送体は、請求項1記載の光伝送体において、上記ヒドロキシ基反応性多官能化合物はイソシアネート基から誘導される官能基を有するものから構成されていることを特徴とするものである。

又、請求項4による光伝送体は、請求項3記載の光伝送体において、上記イソシアネー

50

ト基から誘導される官能基を持つものはイソシアヌレート結合を含むことを特徴とするものである。

又、請求項 5 による光伝送体は、請求項 1 ~ 請求項 4 の何れかに記載の光伝送体において、上記ポリマーポリオールはオキシプロピレンポリオールから構成されていることを特徴とするものである。

又、請求項 6 による光伝送体は、請求項 1 ~ 請求項 5 の何れかに記載の光伝送体において、上記ポリマーポリオールと上記ヒドロキシ基反応性多官能化合物とからなる重合体を少なくとも構成成分として有している非晶質コア材は少なくとも一部にゲル状物を含むものであることを特徴とするものである。

又、請求項 7 による光伝送体は、請求項 1 ~ 請求項 6 の何れかに記載の光伝送体において、上記非晶質コア材中に微粒子が分散されていることを特徴とするものである。 10

又、請求項 8 による光伝送体は、請求項 7 記載の光伝送体において、上記微粒子の粒径が  $50 \mu\text{m}$  以下であることを特徴とするものである。

又、請求項 9 による光伝送体と光学デバイスの接続部構造は、請求項 1 ~ 請求項 8 の何れかに記載の光伝送体と、該光伝送体のチューブ状クラッド材よりも屈折率の高いコア材を少なくとも備える光学デバイスと、を接続する光伝送体と光学デバイスの接続部構造において、上記光伝送体の非晶質コア材と上記光学デバイスのコア材との接合面は上記光伝送体のチューブ状クラッド材によって覆われており、上記光学デバイスのコア材との屈折率の差は  $\pm 0.1$  の範囲内であることを特徴とするものである。

請求項 10 による光伝送体の製造方法は、チューブ状クラッド材と、上記チューブ状クラッド材内に収容された非晶質コア材と、からなる光伝送体の製造方法において、上記チューブ状クラッド材の内部に流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物の混合物を少なくとも充填し、上記充填したポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物とを反応させ、該反応のみによって非流動化し、非晶質コア材を得るようにしたことを特徴とするものである。 20

又、請求項 11 による光伝送体の製造方法は、チューブ状クラッド材と、上記チューブ状クラッド材内に収容された非晶質コア材と、からなる光伝送体の製造方法において、上記チューブ状クラッド材の内部に流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物と微粒子を少なくとも充填し、上記充填したポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物とを反応させ、該反応のみによって非流動化し、非晶質コア材を得るようにしたことを特徴とするものである。 30

#### 【0026】

本発明において使用するチューブ状クラッド材の構成材料としては、プラスチックやエラストマーなどのように可撓性があり、チューブ状に成形可能なものであれば何でも良く特に限定されない。例えば、ポリエチレン、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、シリコーン樹脂、天然ゴム、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、四フッ化エチレン - 六フッ化プロピレン共重合体 (FEP)、四フッ化エチレン - パーフロロアルコキシエチレン (PFA)、ポリクロロトリフルオロエチレン (PCTFE)、四フッ化エチレン - エチレン共重合体 (ETFE)、ポリビニリデンフルオライド、フッ化ビニリデン - 六フッ化プロピレン共重合体、四フッ化エチレンプロピレンゴム、四フッ化エチレン - 六フッ化プロピレン - フッ化ビニリデン共重合体 (THV)、ポリパーフルオロブテニルビニルエーテル、TFE - パーフロロジメチルジオキソラン共重合体、フッ素化アルキルメタクリレート系共重合体、フッ素系熱可塑性エラストマーなどのフッ素系ポリマーが挙げられる。これらは、単独、又は、2種類以上をブレンドして用いることができる。これらの中でも、FEP、PFA、フッ化ビニリデン - 六フッ化プロピレン共重合体、THV、ポリパーフルオロブテニルビニルエーテル、TFE - パーフロロジメチルジオキソラン共重合体、フッ素系熱可塑性エラストマーなどは、透明性と機械的特性に優れることから好ましい。 40

#### 【0027】

本発明ではこれらの材料を用いて、公知の押出成形法によりチューブ状に成形してチューブ状クラッド材とする。 50

又、コア材としては上記のチューブ状クラッド材よりも屈折率の高い材料を使用する必要がある。そして、本発明においては、コア材として、ポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物との重合体を構成成分の一つとして使用している。ポリマーポリオールとしては、例えば、ポリオキシプロピレンポリオール、ポリエチレングリコール、ポリテトラメチレンエーテルグリコール等のポリオキシアルキレンポリオール、ウレタン変性ポリエーテルポリオール、シリコン変性ポリエーテルポリオール等の変性ポリオキシアルキレンポリオール、ポリエーテルエステルコポリマーポリオール、ポリカーボネート系ポリオール、又は、これらの共重合体又は混合物などが挙げられる。これらの中でも、ポリオキシプロピレンポリオールは、高温高湿度の条件や温水中でも優れた光伝送性を示すことから好ましい。

10

**【0028】**

上記ヒドロキシ基反応性多官能化合物としては、N-カルボニルラクタム基を持つ化合物、ハロゲン化物、イソシアネート基を持つ化合物、イソシアネート基から誘導される官能基を持つ化合物などが挙げられる。イソシアネート基を持つ化合物としては、例えば、脂肪族系ポリイソシアネート、脂環族系ポリイソシアネート、芳香族系ポリイソシアネートなどが挙げられる。イソシアネート基から誘導される官能基を持つ化合物としては、例えば、イソシアネートをラクタム等公知の方法でブロックしたブロックイソシアネート、イソシアネート基を公知の方法で多量化したイソシアヌレートを持つ化合物などが挙げられる。これらは、単独、又は、2種以上をブレンドして用いることができる。これらの中でも、イソシアネート基を持つ化合物、又は、イソシアネート基から誘導される官能基を持つ化合物は、高温高湿の条件下や温水中でも優れた光伝送特性を示すことから好ましい。イソシアネート基を持つ化合物の中でも脂環族ポリイソシアネートは更に好ましい。イソシアネート基から誘導される官能基を持つ化合物の中でもイソシアヌレート結合を有するものは更に好ましい。

20

本発明においては、上記のチューブ状クラッド材と上記のコア材を使用し、以下に示すような方法によって光伝送体を製造する。

**【0029】**

まず、チューブ状クラッド材の内部に、流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物の重合体を少なくとも充填する。

尚、ここで「少なくとも」とは、ポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物の重合体を構成成分の一つとして有しているものであればよく、その他の第三成分を含む場合も当然ことながら想定されるものである。

30

又、流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物の混合物をチューブ状クラッド材内に充填する方法としては、例えば、真空ポンプやチューブポンプを使用する方法が挙げられる。又、別の方法として、例えば、チューブ状クラッド材を押し出成形法により製造する際に、同時に流動状態のコア材を充填する方法も考えられる。こうすることにより、長尺の光伝送体を連続して製造することが可能である。

**【0030】**

次いで、ポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物とを、例えば、加熱などにより反応させて非流動化状態にするものである。

40

ここで、非流動化とは、固体の場合、一部にゲル状物を含む場合等を含んだ意味である。又、本願発明において、「少なくとも一部にゲル状物を含む」とは、ゲル状物と固体の場合、ゲル状物と液体の場合、全てゲル状物である場合の3通りの場合を含むものである。又、ゲル状部分を含ませることにより透明性が高くなると共に可撓性も向上することになる。

又、第三成分を入れることによってもゲル状部分を発生させることができる。つまり、第三成分は反応することはないのでその分が残留してゲル状部分となる。

**【0031】**

又、本願発明における微粒子としては、まず、無機材料として、石英ガラス、多成分ガラスなどのガラス微粒子、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化マグネシウムなどの金属酸

50



化物粒子、硫酸バリウムなどの硫酸塩粒子、炭酸カルシウムなどの炭酸塩粒子などが挙げられる。次に、有機材料として、ポリメチルメタクリレート（PMMA）粒子、ポリスチレン粒子、ポリカーボネート粒子などやポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン共重合体（FEP）、四フッ化エチレン-パーフルオロアルコキシエチレン（PFA）、ポリクロロトリフルオロエチレン（PCTFE）、四フッ化エチレン-エチレン共重合体（ETFE）、ポリビニリデンフルオライド、フッ化ビニリデン-六フッ化プロピレン共重合体、四フッ化エチレンプロピレンゴム、四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン-フッ化ビニリデン共重合体（THV）、ポリパーフルオロブテニルビニルエーテル、TFE-パーフルオロジメチルジオキソラン共重合体、フッ素化アルキルメタクリレート系共重合体、フッ素系熱可塑性エラストマーなどのフッ素系ポリマーの粒子などが挙げられる。

10

## 【0032】

尚、これらは、使用するコア材の構成材料や非流動化処理条件、本発明によって得られる光伝送体（光散乱体）の長さ、側面出射光量、使用条件、又は、微粒子の真比重、形状、粒径、濃度、屈折率などを考慮して適宜に選択すれば良い。例えば、粒径が50 $\mu$ m以下のものは、非流動化処理時に微粒子が均一な分散状態を保持することができ、ムラのない側面出射特性が得られることから好ましい。要は、非流動化処理時に、微粒子が均一な分散状態を保持することができるような条件を吟味して選択すれば良い。

## 【0033】

本発明においては、上記の構成材料を使用して以下に示すような方法によって光伝送体（光散乱体）を製造する。まず、チューブ状クラッド材の内部に、流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物と、微粒子の混合物を少なくとも充填する。

20

尚、ここで「少なくとも」とは、ポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物の重合体と微粒子を構成成分として有しているものであればよく、その他の第三成分を含む場合も当然ことながら想定されるものである。

次いで、ポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物を、微粒子の分散状態を保持したまま、例えば、加熱などにより反応させ非流動化処理を施す。

## 【0034】

ここで、流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物の混合物をクラッド材内に充填する方法としては、例えば、真空ポンプやチューブポンプを使用する方法や加圧充填する方法が挙げられる。又、別の方法として、例えば、チューブ状クラッド材を押出成形法により製造する際に、同時に流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物と、微粒子の混合物を充填する方法も考えられる。こうすることにより、長尺の光伝送体（光散乱体）を連続して製造することが可能である。

30

## 【0035】

本発明において使用される光学デバイスとは、光伝送特性を有し少なくともコア材を備えており、光伝送体と接続される部材である。光学デバイスのコア材は、屈折率が光伝送体のチューブ状クラッド材の屈折率よりも高く、且つ光伝送体のコア材の屈折率との差が $\pm 0.1$ 以下で、常温で流動しないものであれば、特に限定されない。例えば、上述した光伝送体のコア材と同様の材料や、PMMA系ポリマー、スチロール系ポリマー、カーボネート系ポリマー、ポリオレフィン系ポリマー、ポリアミド系ポリマー、ポリイミド系ポリマー、フッ素系ポリマーなどが挙げられる。これらは、単独、又は、2種以上をブレンドして用いることができる。これらの中でも、光伝送体のコア材と同様の材料や、PMMA系ポリマー、カーボネート系ポリマーは透明性に優れ安価であることから好ましい。ここで、光伝送体のコア材と光学デバイスのコア材の屈折率差が $\pm 0.1$ を超えると光が接合面に入射した時、チューブ状クラッド材の外に漏洩しやすくなり、接合面での光量低下や伝送損失値の増加が大きくなる原因となってしまう。実用上十分な特性を保つためには、材料は光伝送体のコア材と光学デバイスのコア材の屈折率差が $\pm 0.1$ 以内である必要がある。

40

尚、この光学デバイスに、上述した微粒子を分散させることにより、光散乱機能を付与し

50

ても良い。

【0036】

光学デバイスの形状は、例えば、ロッド形状、キャップ形状、Y字形状などの分岐・結合形状などが考えられる。この光学デバイスの製造方法は、注型、射出、切削加工、押出成型法により上述した材料を成型する方法などが考えられる。又、上述した光伝送体を光学デバイスとして用いても良い。

【0037】

光伝送体と光学デバイスとを接続する方法の例を以下に示す。光伝送体のコア材の一部又は全部に、堀削加工を施すことにより凹部を形成し、そこに液状のコア材を接着剤の役割として流し込み、円柱状の光学デバイスや光伝送体のコア材の一部又は全部を突出させたものを差し込んだ後に液状のコア材を加熱などにより硬化させ接合する方法が考えられる。又、流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物の混合物をクラッド材内に充填し硬化させる前に円柱状の光学デバイスを差し込み、その後加熱などにより流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物の混合物を反応硬化させれば、流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物の混合物が接着剤の役割を果たした接続部構造を得ることができる。これらの方法によって作製した光伝送体と光学デバイスの接続部構造は、光伝送体のコア材と光学デバイスのコア材との接合面が光伝送体のクラッド材で覆われているものとなる。

10

【0038】

光伝送体と光学デバイスの接合面が、光伝送体のチューブ状クラッド材で覆われていることにより、光の散乱が起こりやすい接合面においてコア材の接合面で散乱が起こったとしても、チューブ状クラッド材の接合面がコア材の接合面と同一平面上になれば、コア材の接合面での散乱光がチューブ状クラッド部で反射されチューブ状クラッド材の外に抜けることを抑制でき、チューブ状クラッド部で更に散乱を起こすことが少なく、光量低下や伝送損失値の増加を抑制できる。

20

【0039】

又、光伝送体と光学デバイスの接合面が、光伝送体のチューブ状クラッド材で覆われていれば、チューブ状クラッド材の接合面がコア材の接合面と同一平面上にある場合に比べ、接触面積が大きくなり接合強度を得やすい。又、光伝送体と光学デバイスのどちらか、又は、両方に十分な可撓性があれば、曲げなどの力が加わった際に、可撓性のある部分で曲げなどの力を吸収でき、接合面での破壊を防止することができる。

30

【0040】

上述したようなチューブ状クラッド材とコア材を用いた光伝送体と光学デバイスの接続部構造は、接続部での光量低下や伝送損失値の増加が少なく、又、実用上問題ない接合強度を備えているとともに、高温高湿度の条件下や温水中における光量低下や伝送損失値の増加もほとんどないものである。

【0041】

発明を実施するための最良の形態

以下、第1図乃至第4図を参照して本発明の第1の実施の形態を説明する。この第1の実施の形態においては、以下に示す「実施例1」、「実施例2」、「実施例3」を示すものである。

40

まず、各実施例を説明する前に、この実施の形態における光伝送体1の基本的な構成を第1図を参照して説明する。光伝送体1は、チューブ状クラッド材3と、このチューブ状クラッド材3内に収容・配置されたコア材5とから構成されている。

【0042】

実施例1

コア材5を構成するポリマーポリオールとしてポリオキシプロピレントリオール10gとポリオキシプロピレンジオール10gを使用し、ヒドロキシ基反応性多官能化合物としてヘキサメチレンジイソシアネート20gを使用する。又、チューブ状クラッド材3を構成するチューブとして、外径3.6mm、長さ1.3mのFEPチューブを使用する。上記

50

のコア材 5 を混合したものを上記のチューブ状クラッド材 3 内に充填し、90 で加熱硬化させた後、両端を切断して長さ 1 m の光伝送体 1 を得た。

【 0 0 4 3 】

実施例 2

コア材 5 を構成する、ポリマーポリオールとしてポリオキシプロピレントリオール 10 g とポリオキシプロピレンジオール 10 g を使用し、イソシアヌレート結合を有するヒドロキシ基反応性多官能化合物としてコロネート H X (日本ポリウレタン工業社製) 20 g を使用する。又、チューブ状クラッド材 3 を構成するチューブとして、外径 3.6 mm、長さ 1.3 m の F E P チューブを使用する。上記のコア材 5 を混合したものを上記のチューブ状クラッド材 3 内に充填し、90 で加熱硬化させた後、両端を切断して長さ 1 m の光伝送体 1 を得た。

10

【 0 0 4 4 】

実施例 3

コア材 5 を構成する、ポリマーポリオールとしてポリオキシプロピレントリオール 20 g を使用し、イソシアヌレート結合を有するヒドロキシ基反応性多官能化合物としてコロネート H X (日本ポリウレタン工業社製) 20 g を使用する。又、チューブ状クラッド材 3 を構成するチューブとして、外径 3.6 mm、長さ 1.3 m の F E P チューブを使用する。上記のコア材 5 を混合したものを上記のチューブ状クラッド材 3 内に充填し、90 で加熱硬化させた後、両端を切断して長さ 1 m の光伝送体 1 を得た。

【 0 0 4 5 】

20

次に、これら実施例 1、実施例 2、実施例 3 と比較するための「比較例 1」、「比較例 2」を説明する。

比較例 1

コア材及びチューブ状クラッド材がともに P M M A 系のプラスチック材料で構成された外径 3 mm、長さ 1.3 m の市販の光伝送体を用意し、両端を切断して 1 m とした。

比較例 2

コア材として、市販の 2 液混合タイプのポリオルガノシロキサンを使用し、チューブ状クラッド材として外径 3.6 mm、長さ 1.3 m の F E P チューブを使用する。上記コア材を上記チューブ状クラッド材内に充填し、加熱硬化させた後、両端を切断し長さ 1 m の光伝送体を得た。

30

ここで、実施例 1、実施例 2、実施例 3 による光伝送体 1 の特性を評価するために、以下に示すような試験を実施した。

【 0 0 4 6 】

端面状態の観察：

各試料の両端の切断面を目視にて観察する。その結果を第 2 図に示す。

可撓性：

質量 50 g のおもりを吊り下げた長さ 100 mm の光伝送体 1 の一端を水平状態に固定し、水平面に対して撓む距離を測定した。その結果を第 2 図に示す。

光伝送特性：

( A ) 初期特性

40

各試料を直線状態に配設して光量保持率の測定を行なった。光量保持率は、白色 L E D から出射する光量と、測定する光伝送体 1 の片端から白色 L E D を入射したときの他端からの出射光量をそれぞれ照度計で測定し、次式を用いて算出した。

〔 光量保持率 ( % ) = 光伝送体出射光量 / L E D 光量 × 100 〕

その結果を第 2 図に示す。

( B ) 曲げ特性

各試料を自己径の 1.3 ~ 3.5 倍の半円に曲げた状態で光量保持率の測定を行ない、上記の初期特性試験で得られた光量保持率からの変化率を算出した。その結果を第 3 図に示す。

( C ) 経時特性

50

各試料を 80、95%の高温高湿槽に所定時間放置した後取出し、室温で30分間放置し、その状態で光量保持率の経時変化を測定する。その結果を第4図に示す。

【0047】

これらの試験結果から次のことが判明した。まず、端面状態であるが、実施例1、実施例2、実施例3による光伝送体1は、切断面が平滑であり、端面の研磨加工等は不要であった。これに対して、比較例1の光伝送体は、切断面に凹凸が見られたため約20秒間研磨加工を施す必要があった。

次に、可撓性であるが、実施例1、実施例2、実施例3によるものは、比較例1に比べると著しく可撓性に優れていた。

【0048】

次に初期特性であるが、実施例1、実施例2、実施例3によるものは、何れも優れた光量保持率を示している。コア材5を構成するヒドロキシ基反応性多官能化合物として、イソシアヌレート結合を有するものを使用した実施例2及び実施例3は、特に優れた光量保持率を示している。

【0049】

次に、曲げ特性であるが、実施例1、実施例2、実施例3によるものは、比較例1及び比較例2に比べて何れも優れた光量保持率を示している。

次に経時特性であるが、実施例1、実施例2、実施例3によるものは、何れも高温高湿の条件下における光量低下がほとんどなく、優れた光伝送特性を長期間安定して維持している。コア材5を構成するヒドロキシ基反応性多官能化合物として、イソシアヌレート結合を有するものを使用した実施例2及び実施例3は、特に優れた経時特性を示している。

【0050】

以上詳述したように本実施の形態によれば、曲げによる光量低下や高温高湿の条件下における光量低下がほとんどなく、優れた光伝送特性を長期間安定して維持することが可能であるとともに、大口径化した場合にも十分な可撓性を示すことが可能な光伝送体1を得ることができる。又、そのような光伝送体1を低コストで製造することが可能な光伝送体の製造方法を提供することができる。

【0051】

次に、第5図乃至第7図を参照して本発明の第2の実施の形態を説明する。この第2の実施の形態においては、以下に示す「実施例4」、「実施例5」、「実施例6」、「実施例7」を示すものである。

尚、光伝送体1の基本的構成は前記第1の実施の形態の場合と同様であるので、同一部分には同一符号を使用して説明する。

【0052】

実施例4

コア材5を構成するポリマーポリオールとしてポリオキシプロピレントリオール10gとポリオキシプロピレンジオール10gを使用し、ヒドロキシ基反応性多官能化合物としてヘキサメチレンジイソシアネート20gを使用する。又、チューブ状クラッド材3を構成するチューブとして、外径3.6mmのFEPチューブを使用する。上記のコア材5を混合したものを上記チューブ状クラッド材3内に充填し、90で加熱硬化させた後、両端を切断して光伝送体1を得た。

尚、この実施例4は前記第1の実施の形態における実施例1と同等のものである。

【0053】

実施例5

コア材5を構成するポリマーポリオールとしてポリオキシプロピレントリオール12gとポリオキシプロピレンジオール12gを使用し、ヒドロキシ基反応性多官能化合物としてコスモネートNBDI(三井武田ケミカル社製)13gを使用する。又、チューブ状クラッド材3を構成するチューブとして、外径3.6mmのFEPチューブを使用する。上記のコア材5を混合したものを上記のチューブ状クラッド材3内に充填し、90で加熱硬化させた後、両端を切断して光伝送体1を得た。

## 【 0 0 5 4 】

## 実施例 6

コア材 5 を構成する、ポリマーポリオールとしてポリオキシプロピレントリオール 1 0 g とポリオキシプロピレンジオール 1 0 g を使用し、イソシアヌレート結合を有するヒドロキシ基反応性多官能化合物としてコロネート H X (日本ポリウレタン工業社製) 2 0 g を使用する。又、チューブ状クラッド材 3 を構成するチューブとして、外径 3 . 6 mm の F E P チューブを使用する。上記のコア材 5 を混合したものを上記チューブ状クラッド材 3 内に充填し、9 0 ° で加熱硬化させた後、両端を切断して光伝送体 1 を得た。

尚、この実施例 6 は前記第 1 の実施の形態における実施例 2 と同等のものである。

## 【 0 0 5 5 】

## 実施例 7

コア材 5 を構成する、ポリマーポリオールとしてポリオキシプロピレントリオール 2 0 g を使用し、イソシアヌレート結合を有するヒドロキシ基反応性多官能化合物としてコロネート H X (日本ポリウレタン工業社製) 2 0 g を使用する。又、チューブ状クラッド材 3 を構成するチューブとして、外径 3 . 6 mm の F E P チューブを使用する。上記のコア材 5 を混合したものを上記のチューブ状クラッド材 3 内に充填し、9 0 ° で加熱硬化させた後、両端を切断して光伝送体 1 を得た。

尚、この実施例 7 は前記第 1 の実施の形態における実施例 3 と同等のものである。

## 【 0 0 5 6 】

## 比較例 3

コア材及びクラッド材がともに P M M A 系のプラスチック材料で構成された外径 3 mm の市販の光伝送体を用意し、両端を切断した。

尚、この比較例 3 は前記第 1 の実施の形態における比較例 1 と同等のものである。

## 比較例 4

コア材として、市販の 2 液混合タイプのポリオルガノシロキサンを使用し、チューブ状クラッド材として外径 3 . 6 mm の F E P チューブを使用する。上記コア材を上記チューブ状クラッド材内に充填し、加熱硬化させた後、両端を切断し光伝送体を得た。

尚、この比較例 4 は前記第 1 の実施の形態における比較例 2 と同等のものである。

## 【 0 0 5 7 】

ここで、実施例 4、実施例 5、実施例 6、実施例 7 による光伝送体 1 の特性を評価するために、以下に示すような試験を実施した。

## 端面状態の観察：

各試料の両端の切断面の目視にて観察する。その結果を第 5 図に示す。

## 可撓性：

質量 5 0 g のおもりを吊り下げた長さ 1 0 0 mm の光伝送体 1 の一端を水平状態に固定し、水平面に対してたわむ距離を測定した。その結果を第 5 図に示す。

## 光伝送特性：

## ( A ) 初期特性

各試料 1 m を直線状態に配設して光量保持率の測定を行なった。光量保持率は、白色 L E D から出射する光量と、測定する光伝送体 1 の片端から白色 L E D を入射したときの他

端からの出射光量をそれぞれ照度計で測定し、次式を用いて算出した。

〔光量保持率(%) = 光伝送体出射光量 / L E D 光量 × 1 0 0 〕

その結果を第 5 図に示す。

## ( B ) 伝送損失値

各試料の伝送損失値は、光源として白色 L E D を用い 3 m - 1 m カットバック法で測定した。その結果を第 5 図に示す。

## ( C ) 耐熱特性

各試料を 2 0 0 ° の恒温槽に 1 分間放置した後取出し、室温で 3 0 分間放置し、その状態で光量保持率の変化を測定し、次式を用いて算出した。

〔光量変化率(%) = 試験後の光量 / 試験前の光量 × 1 0 0 〕

10

20

30

40

50

その結果を第 5 図に示す。

(D) 曲げ特性

各試料を自己径の 1.3 ~ 3.5 倍の半円に曲げた状態で光量保持率の測定を行ない、上記の初期特性試験で得られた光量保持率からの変化率を算出した。その結果は第 6 図に示す。

(E) 経時特性

各試料を 60 度の温水中に所定時間放置した後取出し、室温で 30 分間放置し、その状態で光量保持率の経時変化を測定する。その結果を第 7 図に示す。

これらの試験結果から次のことが判明した。まず、端面状態であるが、実施例 4、実施例 5、実施例 6、実施例 7 による光伝送体 1 は、切断面が平滑であり、端面の研磨加工等は不要であった。これに対して、比較例 3 の光伝送体は、切断面に凹凸が見られたため約 20 秒間研磨加工を施す必要があった。

【0058】

次に、可撓性であるが、実施例 4、実施例 5、実施例 6、実施例 7 によるものは、比較例 3 に比べると著しく可撓性に優れていた。

次に初期特性であるが、実施例 4、実施例 5、実施例 6、実施例 7 によるものは、何れも優れた光量保持率を示している。コア材 5 を構成するヒドロキシ基反応性多官能化合物として、脂環族ポリイソシアネートを使用した実施例 5 及び、ヒドロキシ基反応性多官能化合物として、イソシアヌレート結合を有するものを使用した実施例 6 及び実施例 7 は、特に優れた光量保持率を示している。

【0059】

次に、伝送損失値であるが、実施例 4、実施例 5、実施例 6、実施例 7 によるものは、何れも 1.0 デシベル毎メートル以下の値であり、十分な光伝送性能を示している。コア材 5 を構成するヒドロキシ基反応性多官能化合物として、脂環族ポリイソシアネートを使用した実施例 5 及び、ヒドロキシ基反応性多官能化合物として、イソシアヌレート結合を有するものを使用した実施例 6 及び実施例 7 は、特に優れた伝送損失値を示している。

【0060】

次に、耐熱特性であるが、実施例 4、実施例 5、実施例 6、実施例 7 によるものは、何れも変形することなく、又、光量低下もほとんどない。

次に、曲げ特性であるが、実施例 4、実施例 5、実施例 6、実施例 7 によるものは、比較例 3 に比べて優れた光量保持率を示している。

次に経時特性であるが、実施例 4、実施例 5、実施例 6、実施例 7 によるものは、何れも温水中における光量低下がほとんどなく、優れた光伝送特性を長期間安定して維持している。コア材 5 を構成するヒドロキシ基反応性多官能化合物として、脂環族ポリイソシアネートを使用した実施例 5 及び、ヒドロキシ基反応性多官能化合物として、イソシアヌレート結合を有するものを使用した実施例 6 及び実施例 7 は、特に優れた経時特性を示している。

【0061】

以上詳述したように本実施の形態によれば、曲げによる光量低下や伝送損失値の増加がほとんどなく、又、高温高湿の条件下や温水中における光量低下や伝送損失値の増加もほとんどなく、又、瞬間的な高温に晒された場合にも変形することなく、優れた光伝送特性を長期間安定して維持することが可能であるとともに、大口経化した場合にも十分な可撓性を示すことが可能な光伝送体と該光伝送体を低コストで製造することが可能な製造方法を得ることができる。

【0062】

次に、第 8 図乃至第 11 図を参照して本発明の第 3 の実施の形態を説明する。この第 3 の実施の形態においては、以下に示す「実施例 8」、「実施例 9」、「実施例 10」、「実施例 11」を示すものである。

尚、光伝送体（光散乱体）の基本的構成は前記第 1 の実施の形態及び第 2 の実施の形態の場合と同様であるので、同一部分には同一符号を使用して説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 3 】

## 実施例 8

コア材 5 を構成するポリマーポリオールとしては、ポリオキシプロピレントリオール 1 0 g とポリオキシプロピレンジオール 1 0 g を使用する。ヒドロキシ基反応性多官能化合物としては、ヘキサメチレンジイソシアネート 2 0 g を使用する。又、チューブ状クラッド材 3 を構成するチューブとしては、外径 1 0 . 6 mm の F E P チューブを使用する。又、微粒子としては、平均粒径 5  $\mu$ m のガラスビーズ 0 . 0 1 g を使用する。そして、流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物と、微粒子の混合物を上記のチューブ状クラッド材 3 内に充填し、1 0 0 で加熱して非流動化処理を施した後、両端を切断して光伝送体（光散乱体）1 を得た。

10

## 【 0 0 6 4 】

## 実施例 9

コア材 5 を構成するポリマーポリオールとしては、ポリオキシプロピレントリオール 1 2 g とポリオキシプロピレンジオール 1 2 g を使用する。ヒドロキシ基反応性多官能化合物としては、コスモネート N B D I（三井武田ケミカル社製）1 3 g を使用する。又、チューブ状クラッド材 3 を構成するチューブとしては、外径 1 0 . 6 mm の F E P チューブを使用する。又、微粒子としては、平均粒径 5  $\mu$ m のガラスビーズ 0 . 0 1 g を使用する。そして、流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物と、微粒子の混合物を上記のチューブ状クラッド材 3 内に充填し、1 0 0 で加熱して非流動化処理を施した後、両端を切断して光伝送体（光散乱体）1 を得た。

20

## 【 0 0 6 5 】

## 実施例 1 0

コア材 5 を構成するポリマーポリオールとしては、ポリオキシプロピレントリオール 1 0 g とポリオキシプロピレンジオール 1 0 g を使用する。イソシアヌレート結合を有するヒドロキシ基反応性多官能化合物としては、コロネート H X（日本ポリウレタン工業社製）2 0 g を使用する。又、チューブ状クラッド材 3 を構成するチューブとしては、外径 1 0 . 6 mm の F E P チューブを使用する。又、微粒子としては、平均粒径 5  $\mu$ m のガラスビーズ 0 . 0 1 g を使用する。そして、流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物と、微粒子の混合物を上記のチューブ状クラッド材 3 内に充填し、1 0 0 で加熱して非流動化処理を施した後、両端を切断して光伝送体（光散乱体）1 を得た。

30

## 【 0 0 6 6 】

## 実施例 1 1

コア材 5 を構成するポリマーポリオールとしては、ポリオキシプロピレントリオール 2 0 g を使用し、イソシアヌレート結合を有するヒドロキシ基反応性多官能化合物としては、コロネート H X（日本ポリウレタン工業社製）2 0 g を使用する。又、チューブ状クラッド材 3 を構成するチューブとしては、外径 1 0 . 6 mm の F E P チューブを使用する。又、微粒子としては、平均粒径 5  $\mu$ m のガラスビーズ 0 . 0 1 g を使用する。そして、流動状態のポリマーポリオールとヒドロキシ基反応性多官能化合物と、微粒子の混合物を上記のチューブ状クラッド材 3 内に充填し、1 0 0 で加熱して非流動化処理を施した後、両端を切断して光伝送体（光散乱体）1 を得た。

40

## 【 0 0 6 7 】

## 比較例 5

コア材としては、P M M A 系のプラスチック材料を使用する。又、クラッド材としては、外径 1 0 . 6 mm の F E P チューブを使用する。又、微粒子としては、平均粒径 5  $\mu$ m のガラスビーズ 0 . 0 1 g を使用する。そして、上記のコア材と微粒子を混合したものを上記のチューブ内に充填し、加熱硬化させた後、両端を切断し光伝送体（光散乱体）を得た。

## 比較例 6

コア材としては、市販の 2 液混合タイプのポリオルガノシロキサンを使用する。又、クラッド材としては、外径 1 0 . 6 mm の F E P チューブを使用する。又、微粒子としては、

50

平均粒径  $5\ \mu\text{m}$  のガラスビーズ  $0.01\ \text{g}$  を使用する。そして、上記のコア材と微粒子を混合したものを上記のチューブ内に充填し、加熱硬化させた後、両端を切断し光伝送体（光散乱体）を得た。

#### 比較例 7

微粒子として平均粒径  $70\ \mu\text{m}$  のガラスビーズ  $0.01\ \text{g}$  を使用した他は、実施例 10 と同様にして光伝送体（光散乱体）を得た。

#### 【0068】

ここで、実施例 8、実施例 9、実施例 10、実施例 11 による光伝送体（光散乱体）1 の特性を評価するために、以下に示すような試験を実施した。

#### 端面状態の観察：

光伝送体（光散乱体）1 の両端の切断面を目視にて観察する。その結果を第 8 図に示す。

#### 可撓性：

質量  $200\ \text{g}$  のおもりを吊り下げた長さ  $200\ \text{mm}$  の光伝送体（光散乱体）1 の一端を水平状態に固定し、水平面に対して撓む距離を測定した。その結果を第 8 図に示す。

#### 側面出射特性：

##### (A) 初期特性

各試料約  $0.4\ \text{mm}$  を直線状態に配設して側面出射光量の測定を行った。側面出射光量は、光源としての白色 LED を原点とし、そこから所定の位置での側面出射光量を照度計で測定した。その結果を第 10 図に示す。

##### (B) 均一性

各試料約  $0.4\ \text{mm}$  を直線状態に配設して側面出射光量の測定を行った。側面出射光量は、光源としての白色 LED を原点とし、そこから  $200\ \text{mm}$  の位置において、同一円周上の側面出射光量を  $0^\circ \sim 270^\circ$  の範囲で  $90^\circ$  おきに照度計で測定した。その結果を第 9 図に示す。

##### (C) 経時特性

各試料約  $0.4\ \text{mm}$  を  $60^\circ\text{C}$  の温水中に所定時間放置した後取出し、室温で  $30$  分間放置する。そして、直線状に配設された状態で側面出射光量の初期値からの出射光量変化率を測定した。出射光量変化率は、光源としての白色 LED を原点とし、そこから  $200\ \text{mm}$  の位置における側面出射光量を照度計で測定し、算出した。その結果を第 11 図に示す。

#### 【0069】

これらの試験結果から次のことが判明した。まず、端面状態であるが、実施例 8、実施例 9、実施例 10、実施例 11 による光伝送体（光散乱体）1 は何れも切断面が平滑であり、端面の研磨加工等は不要であった。これに対して、比較例 5 の光伝送体（光散乱体）は、切断面に凹凸が見られたため約  $20$  秒間研磨加工を施す必要があった。

次に、可撓性であるが、実施例 8、実施例 9、実施例 10、実施例 11 によるものは何れも比較例 5 に比べて著しく可撓性に優れていた。

次に、側面出射特性（初期特性）であるが、実施例 8、実施例 9、実施例 10、実施例 11 によるものは何れも、光源からの距離に係わらず安定した側面出射光量が得られており、優れた側面出射特性を示している。コア材を構成するヒドロキシ基反応性多官能化合物として、脂環族ポリイソシアネートを使用した実施例 9 及び、ヒドロキシ基反応性多官能化合物として、イソシアヌレート結合を有するものを使用した実施例 10 及び実施例 11 は、特に優れた側面出射特性を示している。

次に、均一性であるが、実施例 8、実施例 9、実施例 10、実施例 11 によるものは何れも、同一円周上で均一な側面出射光量が得られている。これに対して、使用した微粒子の粒径が本発明の好ましい範囲の上限値（ $50\ \mu\text{m}$ ）を超える比較例 7 は、同一円周上で均一な側面出射光量が得られていない。

次に、側面出射特性（経時特性）であるが、実施例 8、実施例 9、実施例 10、実施例 11 によるものは何れも温水中における側面出射光量の低下が殆どなく、優れた側面出射特

10

20

30

40

50



性を長期間安定して維持している。コア材 5 を構成するヒドロキシ基反応性多官能化合物として、脂環族ポリイソシアネートを使用した実施例 9 及び、ヒドロキシ基反応性多官能化合物として、イソシアヌレート結合を有するものを使用した実施例 10 及び実施例 11 は、特に優れた経時特性を示している。これに対して、コア材としてポリオルガノシロキサンを使用した比較例 6 は、50 時間経過後に、白濁してしまい側面出射光量の測定が不可能となってしまった。

#### 【0070】

以上詳述したように本実施の形態によれば、柔軟で可撓性に優れることから大口径化した場合にも容易に任意の形状に配設することが可能であるとともに、耐衝撃性に優れ破損の恐れがなく、又、高温高湿の条件下や温水中における側面出射光量の低下が殆どなく、優れた側面出射特性を長期間安定して維持することが可能な光伝送体（光散乱体）を低コストで提供することが可能である。

10

#### 【0071】

次に、第 12 図乃至第 15 図を参照しながら本発明の第 4 の実施の形態を説明する。この第 4 の実施の形態においては、以下に示す「実施例 12」、「実施例 13」、「実施例 14」、「実施例 15」をそれぞれ示すものである。

尚、光伝送体 1 の基本的構成は前記第 1 ~ 第 3 の実施の形態の場合と同様であるので、同一部分には同一符号を使用して説明する。

#### 【0072】

##### 実施例 12

20

第 14 図に示すように、コア材 5 を構成するポリマーポリオールとしてポリオキシプロピレントリオール 10 g とポリオキシプロピレンジオール 10 g を使用し、ヒドロキシ基反応性多官能化合物としてヘキサメチレンジイソシアネート 20 g を使用する。又、チューブ状クラッド材 3 を構成するチューブとして、長さ 0.6 m、外径 3.0 mm、内径 2.6 mm の FEP チューブを 2 本使用する。上記コア材 5 を混合したものをチューブ状クラッド材 3 内に充填した後、PMMA で作製した長さ 10 mm、外径 2.7 mm の円柱状光学デバイス 7 の両端に、上記液状コア材 5 を充填したチューブ状クラッド材 3 を約 5 mm 嵌めこみ、100 で加熱硬化させた後、光学デバイス 7 を嵌めていない側の光伝送体 1 の末端 2 箇所を切断して、光学デバイス 7 と接続した光伝送体 1 を 1 m 得た。

#### 【0073】

30

##### 実施例 13

第 14 図に示すように、コア材 5 を構成するポリマーポリオールとしてポリオキシプロピレントリオール 12 g とポリオキシプロピレンジオール 12 g を使用し、ヒドロキシ基反応性多官能化合物としてコスモネート NBDI（三井武田ケミカル社製）13 g を使用する。又、チューブ状クラッド材 3 を構成するチューブとして、長さ 0.6 m、外径 3.0 mm、内径 2.6 mm の FEP チューブを 2 本使用する。上記コア材 5 を混合したものをチューブ状クラッド材 3 内に充填した後、PMMA で作製した長さ 10 mm、外径 2.7 mm の円柱状光学デバイス 7 の両端に、上記液状コア材 5 を充填したチューブ状クラッド材 3 を約 5 mm 嵌めこみ、100 で加熱硬化させた後、光学デバイス 7 を嵌めていない側の光伝送体 1 の末端 2 箇所を切断して、光学デバイス 7 と接続した光伝送体 1 を 1 m 得た。

40

#### 【0074】

##### 実施例 14

第 14 図に示すように、コア材 5 を構成するポリマーポリオールとしてポリオキシプロピレントリオール 10 g とポリオキシプロピレンジオール 10 g を使用し、イソシアヌレート結合を有するヒドロキシ基反応性多官能化合物としてコロネート HX（日本ポリウレタン工業社製）20 g を使用する。又、チューブ状クラッド材 3 を構成するチューブとして、長さ 0.6 m、外径 3.0 mm、内径 2.6 mm の FEP チューブを 2 本使用する。上記コア材 5 を混合したものをチューブ状クラッド材 3 内に充填した後、PMMA で作製した長さ 10 mm、外径 2.7 mm の円柱状光学デバイス 7 の両端に、上記液状コア材 5 を

50

充填したチューブ状クラッド材 3 を約 5 mm 嵌めこみ、100 で加熱硬化させた後、光学デバイス 7 を嵌めていない側の光伝送体 1 の末端 2 箇所を切断して、光学デバイス 7 と接続した光伝送体 1 を 1 m を得た。

【0075】

実施例 15

第 14 図に示すように、コア材 5 を構成するポリマーポリオールとしてポリオキシプロピレントリオール 20 g を使用し、イソシアヌレート結合を有するヒドロキシ基反応性多官能化合物としてコロネート HX (日本ポリウレタン工業社製) 20 g を使用する。又、チューブ状クラッド材 3 を構成するチューブとして、長さ 0.6 m、外径 3.0 mm、内径 2.6 mm の FEP チューブを 2 本使用する。上記コア材 5 を混合したものをチューブ状クラッド材 3 内に充填した後、PMMA で作製した長さ 10 mm、外径 2.7 mm の円柱状光学デバイス 7 の両端に、上記液状コア材 5 を充填したチューブ状クラッド材 3 を約 5 mm 嵌めこみ、100 で加熱硬化させた後、光学デバイス 7 を嵌めていない側の光伝送体 1 の末端 2 箇所を切断して、光学デバイス 7 と接続した光伝送体 1 を 1 m 得た。

【0076】

比較例 8

コア材及びクラッド材がともに PMMA 系のプラスチック材料で構成された長さ 0.5 m、外径 3.0 mm の市販の光伝送体を 2 本用意し、これらを PMMA で作製した長さ 10 mm、外径 3.0 mm の円柱状光学デバイスの両端に、市販の接着剤で接合し、光学デバイスと接続した光伝送体を 1 m 得た。

比較例 9

コア材として、市販の 2 液混合タイプのポリオルガノシロキサンを使用する。又、クラッド材を構成するチューブとして、長さ 0.6 m、外径 3.0 mm、内径 2.6 mm の FEP チューブを 2 本使用する。上記コア材を混合したものをチューブ状クラッド材内に充填した後、PMMA で作製した長さ 10 mm、外径 2.7 mm の円柱状光学デバイスの両端に、上記液状コア材を充填したチューブ状クラッド材を約 5 mm 嵌めこみ、100 で加熱硬化させた後、光学デバイスを嵌めていない側の光伝送体の末端 2 箇所を切断して、光学デバイスと接続した光伝送体を 1 m 得た。

比較例 10

コア材を構成するポリマーポリオールとしてポリオキシプロピレントリオール 10 g とポリオキシプロピレンジオール 10 g を使用し、ヒドロキシ基反応性多官能化合物としてヘキサメチレンジイソシアネート 20 g を使用する。又、クラッド材を構成するチューブとして、長さ 0.6 m、外径 3.0 mm、内径 2.6 mm の FEP チューブを使用する。上記コア材 1 を混合したものをチューブ状クラッド材内に充填した後、100 で加熱硬化させ、両端の末端 2 箇所を切断して、長さ 0.5 m の光伝送体を作製する。この光伝送体を 2 本用意し、それらを PMMA で作製した長さ 10 mm、外径 3.0 mm の円柱状光学デバイスの両端に、市販の接着剤で接合し、光学デバイスと接続した光伝送体 1 m を得た。

【0077】

ここで、実施例 12、実施例 13、実施例 14、実施例 15 による光伝送体の特性を評価するために、以下に示すような試験を実施した。

接合強度：

長さ 100 mm の光学デバイス 7 を含む光伝送体 1 の一端を水平状態に固定し、おもりを吊り下げ接合面の状態を観察した。その結果を第 12 図に示す。

光伝送特性：

各試料で光量測定を行った。光量測定は、白色 LED から出射する光を各試料の片端から入れ、接続部を通り他端から出射する光量を照度計で測定した。その結果を第 13 図に示す。

経時特性：

各試料を60の温水中に所定時間放置した後取出し、室温で30分放置し、その状態で光量保持率の経時変化を測定する。その結果を第15図に示す。

まず、接合強度であるが、比較例8は僅かな力で破壊してしまい実用に耐えうるものではなかったのに比べ、実施例12、実施例13、実施例14、実施例15よるものはいずれも荷重がかかっても変化が見られず実用上問題ない。

光伝送特性に関しては、コア材とクラッド材が同一平面上にない実施例12、実施例13、実施例14、実施例15はいずれも、コア材とクラッド材が同一平面上にある比較例10に比べ優れた光伝送特性を示している。

次に経時特性であるが、実施例12、実施例13、実施例14、実施例15によるものは、何れも温水中における光量低下がほとんど無く、優れた光伝送特性を長期間安定して維持している。コア材を構成するヒドロキシ基反応性多官能化合物として、脂環族ポリイソシアネートを使用した実施例13及び、ヒドロキシ基反応性多官能化合物として、イソシアヌレート結合を有するものを使用した実施例14及び実施例15は、特に優れた経時特性を示している。これに対して、コア材としてポリオルガノシロキサンを使用した比較例9は、50時間経過後に白濁してしまい、光量保持率の測定が不可能となってしまった。本実施の形態は、上記の実施例に限定されるものではない。上記の実施例では微粒子を分散させたものは用いていないが、光伝送体や光学デバイスのいずれか、又は、両方に微粒子を分散させれば、微粒子を分散させた部分が側面出射するものとすることもできる。

#### 【0079】

以上詳述したように本実施の形態によれば、特に、接続部での光量低下や伝送損失値の増加が少なく、又、実用上問題ない接合強度を備えているとともに、高温高湿度の条件下で温水中における光量低下や伝送損失値の増加もほとんどない、光伝送体と光学デバイスの接続部構造を得ることができる。

#### 【0080】

##### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明は、車載用配線・移動体配線・FA機器配線等の光信号伝送、液面レベルセンサー・感圧センサー等の光学センサー、内視鏡等のイメージガイド、装飾ディスプレイ・家庭用電気製品・光学機器・屋外看板等のライトガイドなどに好適な光伝送体とその製造方法を提供すると共に、柔軟で可撓性に優れることから大口径化した場合も容易に任意の形状に配設することが可能であり、耐衝撃性に優れた破損の恐れがなく、又、高温高湿の条件下や温水中における側面出射光量の低下が殆どなく、優れた側面出射特性を長期間安定して維持することが可能な光伝送体（光散乱体）と該光伝送体（光散乱体）を製造する製造方法を提供すると共に、接続部での光量低下や伝送損失値の増加が少なく、又、実用上問題ない接合強度を備えているとともに、高温高湿度の条件下や温水中における光量低下や伝送損失値の増加もほとんどない、光伝送体と光学デバイスの接続部構造を提供するものである。

##### 【図面の簡単な説明】

第1図は本発明の第1の実施の形態を示す図で、光伝送体の一部断面図である。

第2図は本発明の第1の実施の形態を示す図で、各実施例と比較例を対比して示す図表である。

第3図は本発明の第1の実施の形態を示す図で、曲げ特性試験の結果を示す図である。

第4図は本発明の第1の実施の形態を示す図で、経時特性試験の結果を示す図である。

第5図は本発明の第2の実施の形態を示す図で、各実施例と比較例を対比して示す図表である。

第6図は本発明の第2の実施の形態を示す図で、曲げ特性試験の結果を示す図である。

第7図は本発明の第2の実施の形態を示す図で、経時特性試験の結果を示す図である。

第8図は本発明の第3の実施の形態を示す図で、各実施例と比較例を対比して示す図表である。

第9図は本発明の第3の実施の形態を示す図で、各実施例と比較例を対比して示す図表である。

第10図は本発明の第3の実施の形態を示す図で、光伝送体（光散乱体）の側面出射特性（初期特性）を示す図である。

第11図は本発明の第3の実施の形態を示す図で、光伝送体（光散乱体）の側面出射特性（経時特性）を示す図である。

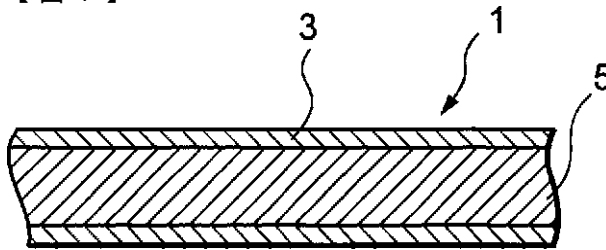
第12図は本発明の第4の実施の形態を示す図で、各実施例と比較例を対比して示す図表である。

第13図は本発明の第4の実施の形態を示す図で、各実施例と比較例を対比して示す図表である。

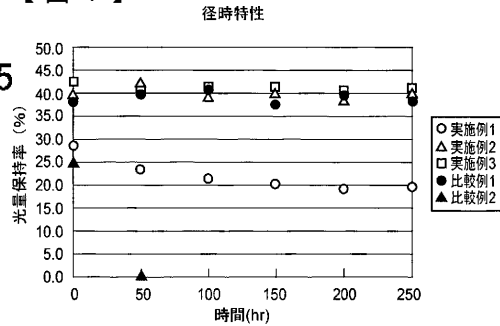
第14図は本発明の第4の実施の形態を示す図で、光伝送体と光学デバイスの接続部構造を示す図である。

第15図は本発明の第4の実施の形態を示す図で、経時特性試験の結果を示す図である。

【図1】



【図4】



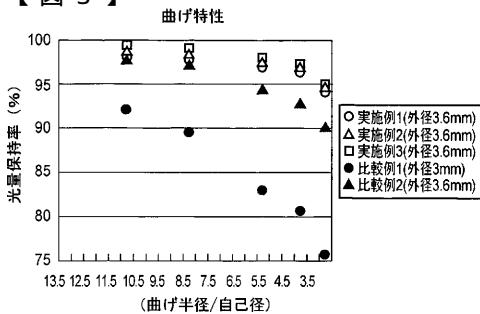
【図2】

	端面状態	可撓性(mm)	初期特性(光量保持率(%))
実施例1	平滑	85	32.0
実施例2	平滑	87	40.8
実施例3	平滑	86	41.2
比較例1	多数の凸凹があり研磨を要する	20	38.0
比較例2	平滑	75	24.2

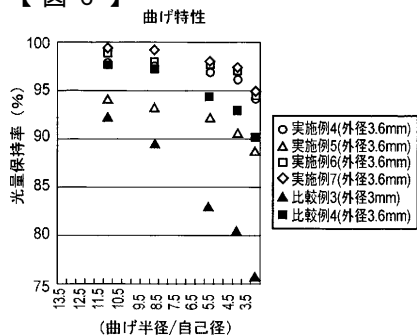
【図5】

	端面状態	可撓性(mm)	初期特性(光量保持率(%))	伝送損失(dB/m)	耐熱特性(光量変化率(%))
実施例4	平滑	85	32.0	1.00	95
実施例5	平滑	80	42.4	0.54	105
実施例6	平滑	87	40.8	0.95	99
実施例7	平滑	86	41.2	0.83	101
比較例3	多数の凸凹があり研磨を要する	20	38.0	0.20	菱形し測定不能
比較例4	平滑	75	24.2	3.74	99

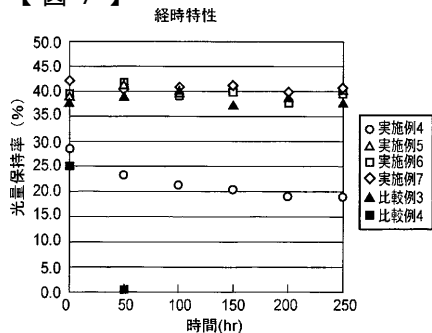
【図3】



【 図 6 】



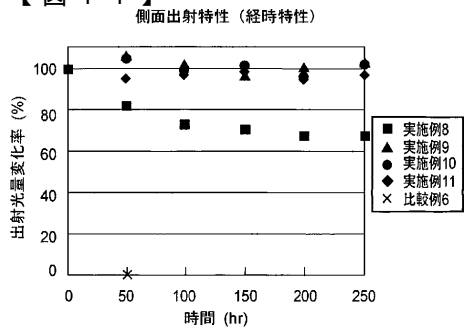
【 図 7 】



【 図 8 】

	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	比較例5
端面状態	平滑	平滑	平滑	平滑	多数の凸凹があり研磨を要する
可撓性(mm)	105	101	106	103	8

【 図 1 1 】



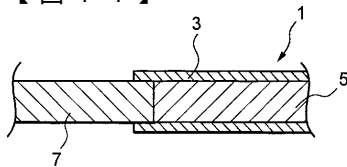
【 図 1 2 】

荷重(N)	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15	比較例8
0.1	剥がれなし	剥がれなし	剥がれなし	剥がれなし	接着面で剥がれ
0.5	剥がれなし	剥がれなし	剥がれなし	剥がれなし	
1.0	剥がれなし	剥がれなし	剥がれなし	剥がれなし	

【 図 1 3 】

	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15	比較例10
光量 (lx)	268	288	275	273	231

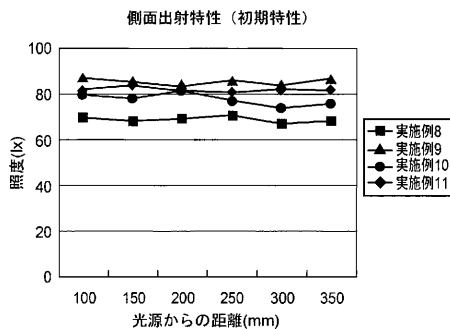
【 図 1 4 】



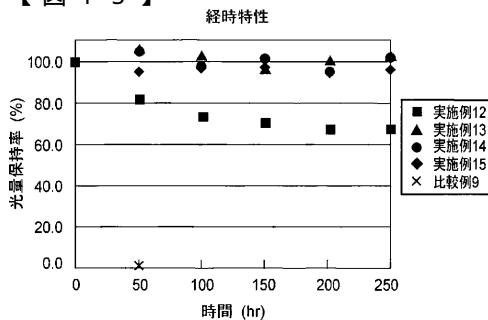
【 図 9 】

角度	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	比較例7
0°	70.1 lx	87.1 lx	80.3 lx	78.3 lx	82.5 lx
90°	71.1 lx	86.4 lx	79.3 lx	79.1 lx	64.1 lx
180°	70.5 lx	87.8 lx	79.1 lx	78.5 lx	74.1 lx
270°	70.8 lx	87.3 lx	79.7 lx	78.9 lx	62.3 lx

【 図 1 0 】



【 図 1 5 】



---

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願2002-195159(P2002-195159)

(32)優先日 平成14年7月3日(2002.7.3)

(33)優先権主張国 日本国(JP)

審査官 吉田 英一

(56)参考文献 特開平07-104133(JP,A)

特開平02-216103(JP,A)

特開平07-185035(JP,A)

特開平05-341125(JP,A)

特開2000-162463(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C08G 18/00-18/87

C08G 71/00-71/04

C08K 3/00-13/08

C08L1/00-101/14

G02B 6/00-6/036

G02B 6/24-6/26

G02B 6/30-6/34

G02B 6/36-6/42

G02B 6/44