

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3910528号
(P3910528)

(45) 発行日 平成19年4月25日(2007. 4. 25)

(24) 登録日 平成19年2月2日(2007. 2. 2)

(51) Int. Cl.

G 0 2 B 6 / 0 0 (2006. 01)

F I

G 0 2 B 6 / 0 0 3 6 6

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2002-346250 (P2002-346250)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成14年11月28日(2002. 11. 28)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2004-54205 (P2004-54205A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成16年2月19日(2004. 2. 19)	(74) 代理人	100075281
審査請求日	平成17年2月25日(2005. 2. 25)		弁理士 小林 和憲
(31) 優先権主張番号	特願2002-153918 (P2002-153918)	(74) 代理人	100095234
(32) 優先日	平成14年5月28日(2002. 5. 28)		弁理士 飯嶋 茂
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100117536
			弁理士 小林 英了
		(72) 発明者	小倉 徹
			静岡県富士宮市中大里200番地 富士写
			真フイルム株式会社内
		(72) 発明者	三好 孝仁
			静岡県富士宮市中大里200番地 富士写
			真フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラスチック光学製品及びプラスチック光ファイバの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

原料ポリマーを押出ダイスに設けられる押出ダイス出口から溶融押出しして得られた中空状溶融体を、下流側に設けられ、前記中空状溶融体を成形する成形管を有する成形ダイスにより成形し、中空状プラスチック光学部材を得て、

前記中空状プラスチック光学部材の中空部に、重合性組成物を注入し、前記重合性組成物からコア部を形成するプラスチック光学製品の製造方法において、

前記中空状溶融体と接する案内面を備えるスロートを前記成形管の上流側の入口に設け、前記押出ダイス出口と前記案内面との間の距離が0mmよりも大きく20mm未満になるように前記成形管を配し、前記案内面を介して、前記押出ダイス出口から押し出される前記中空状溶融体を前記入口に案内し、前記成形管の内壁面と前記成形管内の前記中空状溶融体の外壁面との間を減圧し、前記中空状溶融体が前記成形管を通る方向に対して垂直な面と前記案内面とのなす角の角度が30°以上80°以下であり、前記成形管の長さが前記中空状プラスチック光学部材の外径の4倍以上であることを特徴とするプラスチック光学製品の製造方法。

【請求項2】

前記押出ダイス出口から押し出される前記中空状溶融樹脂体の押出速度が、0.1m/分以上10m/分以下であることを特徴とする請求項1記載のプラスチック光学製品の製造方法。

【請求項3】

10

20

前記内壁面と前記外壁面との間の圧力を $20\text{ kPa} \sim 50\text{ kPa}$ にすることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のプラスチック光学製品の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 記載のプラスチック光学製品の製造方法により得られるプラスチック光学製品を加熱延伸することを特徴とするプラスチック光ファイバの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラスチック光学製品及びプラスチック光ファイバの製造方法に関し、更に詳しくは屈折率分布型プラスチック光伝送体のクラッド部に好ましく用いられるプラスチック光学製品の製造方法とプラスチック光ファイバの製造方法とに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

プラスチック光学部材は、同一構造を有する石英系の光学部材と比較して、製造および加工が容易であること、並びに低価格であること等の利点がある。そこで、近年、光ファイバおよび光レンズなど種々の応用が試みられている。特に、プラスチック光ファイバは、素線が全てプラスチックで構成されているため、伝送損失が石英系と比較してやや大きいという短所を有するものの、良好な可撓性を有し、軽量で、加工性が良く、石英系光ファイバと比較して口径の大きいファイバとして製造が容易であり、さらには、低コストで製造が可能であるという長所を有する。従って、伝送損失の大きさが問題とならない程度の短距離用の光通信伝送媒体として種々検討されている。

【0003】

プラスチック光ファイバは、ポリマーからなる芯（以下、コア部またはコアと称する）とコア部より低屈折率のポリマーからなる外殻（以下、クラッド部、クラッドまたはクラッド管と称する）とから構成されている。このプラスチック光ファイバの製造方法の 1 つに、プラスチックの円筒中空管を形成してその円筒中空管をクラッド部に用いて、そのクラッド部中にコア部を形成して、光ファイバ母材（以下、プリフォームと称する）を作製し、その後そのプリフォームを延伸する方法がある。

【0004】

この製造方法では、まずポリメタクリル酸メチル（ポリメチルメタクリレート以下、PMMA と称する）などの熱可塑性樹脂を溶融押出しして、円筒中空管を作製し、その円筒中空管をクラッド部として用いる。次に、その円筒中空管の中空部にコア部を形成する。その形成方法には、例えば、屈折率分布の異なる 2 種以上の重合性混合物の積層状物を同心円状に押出して形成する方法がある（例えば、特許文献 1 参照。）。このようにして得られたプリフォームを、 $180^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ の雰囲気中で熱延伸することにより、屈折率分布型プラスチック光ファイバ（以下、GI 型ファイバと称する）が得られる。また、クラッド部とコア部とを同時に押し出しによって形成する方法もある（例えば、特許文献 2 参照。）。また、押し出しによって形成した中空部にコア部の原液を滴下して重合させつつ延伸する方法もある（例えば、特許文献 3 参照。）。

【0005】

【特許文献 1】

特開平 2-16504 号公報（第 1-4 頁）

【特許文献 2】

特開平 9-133818 号公報（第 1-2 頁）

【特許文献 3】

特開平 8-201637 号公報（第 5-9 頁）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、クラッド管を溶融押出法により作製すると、クラッド管の肉厚が一定にならない問題が生じていた。これは、溶融押出法では、ポリマーを加熱して軟化させた状態で押

10

20

30

40

50

し出し、冷却装置送り込むために、押し出した直後のポリマーの形状でそのまま冷却装置内で固化してしまうからである。そこで、前記記載の公報では、鉛直方向にポリマーを押し出すことにより、軟化しているポリマーが重力によりだれて変形する問題を解決していた。しかしながら、これらの方法によってもクラッド管の肉厚は、押し出しダイスの形状や押し出し速度により容易に変化してしまっていた。そのため、このクラッド管を用いて、その中空部にコア部を形成しプリフォームを作製した後に延伸して、プラスチック光ファイバを作製した場合に、外殻であるクラッド部の肉厚の不均一性により、ファイバの線径がぶれて、コネクタ接続やファイバの被覆ができなくなったり、得られた光ファイバの光伝送損失が大きくなるなどの問題が生じていた。

【0007】

本発明は、肉厚の変動を抑制したクラッド管を作製できるプラスチック光学部材及びプラスチック光学製品の製造方法並びにそのプラスチック光学製品を用いて光学特性に優れたプラスチック光ファイバを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、原料ポリマーを押し出しダイスに設けられる押し出しダイス出口から溶融押し出しして得られた中空状溶融体を、下流側に設けられ、前記中空状溶融体を成形する成形管を有する成形ダイスにより成形し、中空状プラスチック光学部材を得て、前記中空状プラスチック光学部材の中空部に、重合性組成物を注入し、前記重合性組成物からコア部を形成するプラスチック光学製品の製造方法において、前記中空状溶融体と接する案内面を備えるスロートを前記成形管の上流側の入口に設け、前記押し出しダイス出口と前記案内面との間の距離が0mmよりも大きく20mm未満になるように前記成形管を配し、前記案内面を介して、前記押し出しダイス出口から押し出される前記中空状溶融体を前記入口に案内し、前記成形管の内壁面と前記成形管内の前記中空状溶融体の外壁面との間を減圧し、前記中空状溶融体が前記成形管を通る方向に対して垂直な面と前記案内面とのなす角の角度が30°以上80°以下であり、前記成形管の長さが前記中空状プラスチック光学部材の外径の4倍以上であることが好ましい。さらに、前記成形ダイスに複数の孔を設け、それら孔を用いて減圧にすることで、前記中空溶融体の外周面を前記成形ダイス内周面に密着させて、前記中空溶融体の外周面を成形することが好ましい。

【0009】

前記成形ダイスの前記成形押し出し方向の長さL2が、前記中空状プラスチック光学部材の外径の4倍以上であることが好ましい。前記成形ダイスの入口側に、前記中空状プラスチック光学部材の外径を規定するスロートを設けることが好ましい。さらに、前記成形ダイスの成形押し出し方向に対して直交する面を基準面として、前記基準面と前記スロートのガイド面とのなす角度 θ (°)が、 $30 \leq \theta \leq 80$ の範囲であることがより好ましい。

【0010】

前記溶融押し出しを行なう際の速度S (m/min)が、 $0.1 \leq S \leq 10$ の範囲であることが好ましい。また、前記中空状プラスチック光学部材を、コア部とクラッド部とを有するプラスチック光学製品のクラッド部として用いることが好ましい。また、前記内壁面と前記外壁面との間の圧力を20kPa～50kPaにすることが好ましい。

【0011】

本発明のプラスチック光学製品の製造方法は、前述したいずれかのプラスチック光学部材の製造方法から得られた中空状のプラスチック光学部材を用いて、前記中空状プラスチック光学部材の中空部に、重合性組成物を注入し、前記重合性組成物からコア部を形成する。また、本発明には、前述したプラスチック光学製品の製造方法により製造されたプラスチック光学製品も含まれる。さらに、本発明に、前述のプラスチック光学製品を、プリフォームとして用いたプラスチック光学製品も含まれる。また、本発明には、前記コア部が、その断面方向に屈折率分布を有するプラスチック光学製品も含まれる。また、本発明には、前述したいずれかのプラスチック光学製品を延伸して得られたプラスチック光ファイバも含まれる。さらに、前記プラスチック光学製品を加工延伸して得られるプラスチック

10

20

30

40

50

光ファイバも本発明には含まれる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を示すが、この実施形態はあくまで本発明を詳細に説明するためのものであり、本発明をなんら制限するものではない。以下、本発明のプラスチック光学部材の製造方法を、プラスチック光ファイバの製造方法に適用した例について図面を用いて説明する。

【0013】

（プラスチック光ファイバのクラッド部）

クラッド部は、コア部を伝送する光がそれらの界面で全反射するために、コア部の屈折率より低い屈折率を有し、非晶性であり、コア部との密着性が良く、耐久性、耐熱性に優れているものが好ましく用いられる。また、クラッド部は、溶融押出しにより形成するため、熱可塑性樹脂が用いられる。例えば、クラッド部の原料であるモノマーとしては、メチルメタクリレート（MMA）、スチレン、重水素化メチルメタクリレート、トリフルオロエチルメタクリレート、ヘキサフルオロイソプロピル-2-フルオロアクリレートなどが挙げられるが、これらに限定されるものではない。これら各モノマーからホモポリマーを重合してクラッド部として用いる。

10

【0014】

これらのモノマーを2種以上用いて、共重合体（コポリマー）からなるクラッド部を作製してもよい。さらに、前述した2種以上のモノマーから、それぞれポリマーを重合してそれらポリマーの混合物（混合ポリマー）を用いることも可能である。本発明においては、クラッド部にMMAを重合したポリメチルメタクリレート（PMMA）から形成することが好ましい。さらに、PMMAには、多数の構造異性体があるが、成形の容易さからガラス転移温度105～120℃の範囲であるシンジオタクチックの構造のものを用いることが最も好ましい。また、コア部を構成するポリマーと同一の原料を用いることが透明性を保持できる点でより好ましい。また、クラッド部は光の伝送損失の改善、ファイバの吸湿防止、曲げ損失の改善、力学的強度の向上などの特性改良のために2層以上とすることも可能である。例えば、クラッド部の内側をポリメチルメタクリレート（PMMA）とし、外側をポリフッ化ビニリデン（PVDF）などにもすることもできる。

20

【0015】

また、ポリマーを重合する際には、その平均重合度が、500～5000であることが好ましく、700～3000であることがより好ましく、800～2000であることが最も好ましい。ポリマーの重合度が前記の範囲であると、後の延伸工程を安定的におこなうことができる。また、前記ポリマー中の残存原料（主にポリマー）量は1重量%以下が好ましく、0.5重量%以下であることがより好ましい。しかしながら、本発明においてクラッドを構成するポリマーの物性値は、前述した範囲に限定されるものではない。

30

【0016】

（プラスチック光ファイバのコア部）

コア部の原料としては、その重合体が伝送される光に対して光透過性である限り特に制約はないが、伝送される光信号の伝送損失が少ない材料を用いるのが好ましい。原料のモノマーとしてはクラッド部と同様に、メチルメタクリレート（MMA）、重水素化メチルメタクリレート、トリフルオロエチルメタクリレート、ヘキサフルオロイソプロピル-2-フルオロアクリレートなどが挙げられるが、これらに限定されるものではない。なお、場合によってはこれらモノマーからオリゴマーを製造した後に、ポリマーを作製する方法を用いることもできる。これら各モノマーからホモポリマーを重合してコア部として用いる。また、これらモノマーを2種以上用いて、共重合体（コポリマー）からコア部を形成してもよい。さらに、前述した2種以上のモノマーから、それぞれポリマーを重合してそれらポリマーの混合物を用いることも可能である。

40

【0017】

本発明においては、塊状重合が容易であるMMAを選択し、ストレートポリマー（ホモポ

50

リマー)であるポリメチルメタクリレート(PMMA)にてコア部を形成するのが好ましい。また、前述したモノマーが有する水素原子を重水素原子(D)またはハロゲン原子(X)で置換したモノマーを用いて重合された、ホモポリマー、コポリマー、混合ポリマーなどを用いることも可能である。特定の波長領域において、C-H結合に起因する光伝送損失が生じるが、HをDまたはXで置換することにより、この伝送損失を生じる波長域を長波長化することができ、伝送信号光の損失を軽減することが可能となる。

【0018】

(添加剤など)

前述したモノマーからポリマーを重合する際に、重合状態や重合速度を制御したり、熱延伸工程に適する分子量に制御したりすることを目的として、重合開始剤および重合調整剤(例えば、連鎖移動剤であるn-ブチルメルカプタン($\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{SH}$)、n-ラウリルメルカプタン($\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{11}-\text{SH}$)等のメルカプト系化合物など)を添加することができる。

10

【0019】

重合開始剤としては、重合の形態や、用いるモノマーに応じて適宜選択することができる。例えば、熱重合における重合開始剤としては、過酸化ベンゾイル(BPO)、t-ブチルパーオキシ-2-エチルヘキサネート(PBO)、ジ-t-ブチルパーオキシド(PBD)、t-ブチルパーオキシイソプロピルカーボネート(PBI)、n-ブチル-4,4-ビス(t-ブチルパーオキシ)パラレート(PHV)などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。なお、これら重合開始剤は、2種類以上併用して用いてもよい。

20

【0020】

重合調整剤(連鎖移動剤)は、主に重合体(ポリマー)の分子量の調整のために用いられ、モノマーの種類やポリマーの重合度に応じて適宜選択する。例えば、モノマーとしてメチルメタクリレート系化合物を用いた場合には、重合調整剤としては、例えばWO93/08488号公報に記載されている、アルキルメルカプタン類(例えば、n-ブチルメルカプタン、n-ペンチルメルカプタン、n-オクチルメルカプタン、n-ラウリルメルカプタン、t-ドデシルメルカプタンなど)、チオフエノール類(例えば、チオフエノール、m-プロモチオフエノール、p-プロモチオフエノール、m-トルエンチオール、p-トルエンチオールなど)などが好ましく、中でも、n-オクチルメルカプタン、n-ラウリルメルカプタン、t-ドデシルメルカプタンなどのアルキルメルカプタンを用いることが好ましい。また、C-H結合の水素原子を重水素原子(D)で置換した重合調整剤を用いることもできる。また、前述した重合調整剤を2種類以上併用してもよい。なお、本発明に用いられる重合調整剤(連鎖移動剤)は前述したものに限定されるものではない。

30

【0021】

コア部が、中心から外側に向かって屈折率の分布を有している屈折率分布型コア部(GI型)であると、高い伝送容量を有するケーブルが得られるので好ましい。GI型は、屈折率調整剤を用いることにより形成できる。屈折率調整剤は、コア部の原料となるモノマーに添加した後に、そのモノマーを重合することにより、コア部に含有させることができる。屈折率調整剤は、これを含有するポリマーが無添加のポリマーと比較して、屈折率が高くなる性質を有するものをいう。この性質を有し、ポリマーと安定して共存可能で、且つ前述の原料であるモノマーの重合条件(加熱および加圧等の重合条件)下において安定であるものを用いることができる。例えば、安息香酸ベンジル(BEN)、硫化ジフェニル(DPS)、リン酸トリフェニル(TPP)、フタル酸ベンジルー-n-ブチル(BBP)、フタル酸ジフェニル(DPP)、ビフェニル(DP)、ジフェニルメタン(DPM)、リン酸トリクレジル(TCP)、ジフェニルスルホキシド(DPSO)などが挙げられ、中でも、BEN、DPS、TPP、DPSOが好ましい。なお、本発明において用いられる屈折率調整剤は前述したものに限定されるものではない。

40

【0022】

屈折率調整剤のコア部における濃度および分布を調整することによって、プラスチック光ファイバの屈折率を所望の値に変化させることができる。その添加量は、用途および組み

50

合わされるコア部の原料などに応じて適宜選択することができる。

【0023】

コア部およびクラッド部には、光伝送性能を低下させない範囲で、その他の添加剤を添加することができる。例えば、クラッド部およびコア部の対候性や耐久性などを向上させる目的で安定剤を添加することができる。また、光伝送性能の向上を目的として、光信号増幅用の誘導放出機能化合物を添加することもできる。それらの化合物を添加することにより、減衰した信号光を励起光により増幅することが可能となり、伝送距離が向上するので、光伝送リンクの一部にファイバ増幅器として使用することができる。なお、これらの添加剤も、前記原料に添加した後、成形することによって、コア部およびクラッド部に含有させることができる。

10

【0024】

(プラスチック光学部材の製造方法)

図1に本発明のプラスチック光学部材を製造するために用いられる製造ラインを示す。製造ライン10は、溶融押出装置11と押出ダイス12と成形ダイス13と冷却装置14と引取装置15とが備えられている。

【0025】

溶融押出装置11に取り付けられているペレット投入ホッパ(以下、ホッパと称する)16から、前述したPMMAなどのポリマーが適宜投入される。さらに、押出部11a内にはベント付き1軸スクリュウ押出機(図示しない)が備えられており、押出部11a内でポリマーは加熱されて溶融して押出ダイス12に押し出される。このときのポリマーの温度は、そのポリマーのガラス転移点(T_g)に対して、 $T_g + 30^\circ\text{C} \sim T_g + 120^\circ\text{C}$ の範囲であることが好ましく、 $T_g + 70^\circ\text{C} \sim T_g + 90^\circ\text{C}$ の範囲であることがより好ましい。なお、溶融時のポリマーの押出ダイス出口(図3参照)12aのみかけ粘度が、 $500 \sim 10000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であることが好ましく、 $1000 \sim 7000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であることがより好ましく、 $2000 \sim 5000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であることが最も好ましい。このようにして、押出ダイス12内を原料ポリマーが通ることにより、出口12aから軟性クラッド(溶融樹脂体)20が押し出される。

20

【0026】

軟性クラッド20は、次に成形ダイス13に送り込まれる。成形ダイス13の要部を分解した斜視図を図2に、要部断面図を図3に、図3中のIV-IV線の断面図を図4にそれぞれ示す。なお、図示した成形ダイス13は、本発明を説明するための一態様であり、本発明に用いることができる成形ダイスは図示したものに限定されるものではない。成形ダイス13には、成形管30が備えられており、成形管30に軟性クラッド20を通すことにより、軟性クラッド20の形状が調整されクラッド21が得られる。軟性クラッド20の押出速度 S は、 $0.1 \leq S (\text{m/min}) \leq 10$ の範囲が好ましく、より好ましくは $0.3 \leq S (\text{m/min}) \leq 5.0$ であり、最も好ましくは $0.4 \leq S (\text{m/min}) \leq 1.0$ である。しかしながら、本発明において押出速度 S は、前述した範囲に限定されるものではない。

30

【0027】

また、成形管30に多数の吸引孔30aを設け、成形管30の外側に減圧チャンバ31を設けることが好ましい。この減圧チャンバ31を真空ポンプ17(図1参照)により減圧にすることで、クラッド21の外壁面21aが、成形管30の内壁面(成形面)30bに密着するために、クラッド21の肉厚が一定になって成形される。なお、減圧チャンバ31内の圧力は、 $20 \text{ kPa} \sim 50 \text{ kPa}$ の範囲とすることが好ましいが、この範囲に限定されるものではない。

40

【0028】

成形ダイス13の入口13aに、クラッド21の外径を規定するためにスロート(外径規定部材)18を取り付けることが好ましく、この場合には、その肉厚をより均一にすることが可能となる。なお、このスロート18が軟性クラッド20と接する面18aとクラッドの押出方向に直交する面21b(なお、図3は断面図であるので、いずれの面18a、

50

21bも線として記されている)との面角度 θ が、 $30 \leq \theta (^{\circ}) \leq 80$ であると、軟性クラッド20の形状を乱す圧力の発生が抑制される。なお、本発明において、面角度 θ は、前述した範囲に限定されるものではない。また、スロート18は、図3に示したように成形ダイス13に別体として取り付けても良いし、一体として成形ダイスを作製しても良い。

【0029】

また、押出ダイス12の出口12aと成形ダイス13の入口との距離 L_1 が、 $0 < L_1 (\text{mm}) < 20$ の範囲であると、軟性クラッド20の形状を乱す圧力の発生が抑制され、また重力による、「だれ」を起こすことなく成形ダイス13に押し出すことが可能となる。なお、本発明において成形ダイス13の入口とは、図3に示したようにスロート18が成形ダイス13に取付けられているときには、スロート18の取付反対面18bを成形ダイス13の入口と定義する。また、スロートが成形ダイスに取り付けられていないときには、成形ダイス13の入口13aが成形ダイスの入口となる。

10

【0030】

成形ダイス13のクラッド押出方向の長さ L_2 が、クラッド21の外径 d_1 に対して、4倍以上のものをを用いると、クラッド21の肉厚 d_2 を均一にする効果が十分に働くために好ましい。より好ましくは、5倍以上であり、最も好ましくは8倍以上であるが、本発明は、それらの関係に限定されるものではない。また、得られたクラッド21の外径 d_1 は、 $50 \geq d_1 (\text{mm})$ の範囲であることが好ましく、より好ましくは $10 \leq d_1 (\text{mm}) \leq 30$ であり、最も好ましくは $15 \leq d_1 (\text{mm}) \leq 25$ の範囲である。さらに、クラッド21の肉厚 d_2 は、 $2 \leq d_2 (\text{mm}) \leq 20$ の範囲であることが好ましく、より好ましくは $4 \leq d_2 (\text{mm}) \leq 15$ であり、最も好ましくは $4 \leq d_2 (\text{mm}) \leq 10$ の範囲である。しかしながら、本発明において、それらの範囲は、前述したものに限定されるものではない。

20

【0031】

図1に示すように、成形ダイス13により形状が調整されたクラッド21は、冷却装置14に送られる。冷却装置14には、多数のノズル40が備えられており、それらのノズル40から冷却水41をクラッド21に向けて放水することで、クラッド21を冷却して、固化させる。冷却水41は、受け器42で回収されて、排出口42aから排出される。この冷却排水は、再生した後に再利用することが環境の面から好ましい。なお、本発明において冷却装置14は図示した形態に限定されるものではない。

30

【0032】

クラッド21は、冷却装置14から引取装置15により引き出される。引取装置15は、駆動ローラ50と加圧ローラ51とが備えられている。駆動ローラ50には、モータ52が取り付けられており、クラッド21の引取速度の調整が可能になっている。また、クラッド21を挟んで駆動ローラ50と対向して配置されている加圧ローラ51により、クラッド21の微小な位置のずれを修正することが可能となっている。この駆動ローラ50の引取速度と溶融押出装置11の押出速度とを調整したり、加圧ローラ51によるクラッド21の移動位置を微調整したりすることにより、クラッド21の形状、特に肉厚を均一にすることが可能となる。

40

【0033】

吸引孔の断面も図3に示した形状に限定されるものではない。他の形態について図5に示す。図5(a)に示した成形管63に設けられた吸引孔63aは、その断面がしぼられた形状となっている。また、(b)に示すように成形管64には、その断面が略三角形の吸引孔64aが設けられている。さらに、(c)に示すように成形管65には、その断面が略半円形状の吸引孔65aが設けられている。さらに、図示しないがその他の矩形のもの、その他の形状のものを用いることも可能である。

【0034】

本発明に係るプラスチック光学部材の製造に用いられる他の実施形態の製造ライン70を図6に示す。製造ライン70は、溶融押出装置11と押出ダイス12と成形機能付き冷却

50

装置（以下、冷却装置と称する）７１と引取装置１５とが備えられている。

【００３５】

製造ライン７０は、冷却装置７１に直接に成形管７２が取り付けられているところに特徴を有している。また、成形管７２には多数の吸引孔７２ａが形成されている。なお、成形管７２には、図２ないし図４に示した成形管３０や、図５に示した成形管６３，６４，６５などを用いることができるが、前述した説明で図示した形態に限定されるものではない。

【００３６】

冷却装置７１に備えられている減圧口７３から、図示しない真空ポンプにより冷却装置７１内を減圧に維持している。この冷却装置７１内にも多数のノズル７４が取り付けられており、冷却水７５が供給されている。この冷却水７５がクラッド２１に放水することで、クラッド２１は冷却されて固化する。また、冷却水７５は、冷却装置７１の下部に設けられている排出口７６から排出される。なお、製造ライン７０を用いると、冷却装置７１全体を減圧にしたり、作業者が、冷却装置７１の一部を開いてクラッド２１を圧力シール７７まで搬送したり、クラッド２１が圧力シール７７に到達した後に減圧度が一定になるのに時間がかかったりする問題がある。しかしながら、図６に示した製造ライン７０は、従来の塩化ビニルパイプの製造ラインなどを容易に転用することが可能である。その場合に、新たに作製する物は、製造予定のクラッド２１に対応した成形管７２のみで済むため、コストの点で有利であり、また、製造ライン７０の設置場所を新たに用意する必要もなくなる。製造ライン７０を用いて、クラッド製造の実験条件を探索する予備実験を行う際に、それぞれの条件に対応して成形管のみを作製すれば良いため、予備実験の際のコスト低下に有効である。

【００３７】

以上に、本発明に係るプラスチック光学部材の製造方法について図面を参照しながら説明した。また説明は、プラスチック光ファイバのクラッド部に用いられる中空状のプラスチック光学部材について行った。しかしながら、本発明のプラスチック光学部材（中空状のプラスチック光学部材）は、他の用途に用いることも可能である。次に、前記クラッド部にコア部を作製したプラスチック光学製品であるプリフォームについて説明する。

【００３８】

（コア部の作製によるプリフォームの製造方法）

前述したいずれかの製造方法により得られたクラッド管は、コア部の原料となるモノマーを注入することができるように、底部を有していることが好ましい。底部は、前記クラッド管を構成しているポリマーと密着性および接着性に富む材質を用いることが好ましい。また、底部を、前記クラッド管と同一の重合体で構成することもできる。重合体からなる底部は、例えば、クラッド管を垂直に静置しクラッド管の下端を容器に入れ、その容器内に少量のモノマーを注入し、重合することによって形成することができる。

【００３９】

前述した円筒中空形状のクラッド管の中空部にコア部の原料であるモノマーを注入し、そのモノマーを界面重合する。前記モノマーとともに、重合開始剤、重合調整剤などを注入することができる。前記モノマーは、前記クラッド管の形成に用いたモノマーと同一であることが好ましい。その添加量については、用いるモノマーの種類等に応じて好ましい範囲を適宜決定することができる。重合開始剤は、一般的にはモノマーに対して、０．００５～０．０５０質量％添加することが好ましく、０．０１０～０．０２０質量％を添加することがより好ましい。また、前記連鎖移動剤は、一般的にはモノマーに対して、０．１０～０．４０質量％添加することが好ましく、０．１５～０．３０質量％添加することがより好ましい。なお、本実施の形態では、屈折率調整剤を用いなくとも、モノマーを２種以上用いるなどにより、屈折率の分布をコア部となる領域に導入することもできる。

【００４０】

コア部の製造工程において、屈折率分布を形成する場合、所望により屈折率調整剤が添加され、モノマーの重合は、前記円筒管（クラッド管）の内壁面から断面の半径方向、中心

10

20

30

40

50

に向かって進行する。2種以上のモノマーを用いた場合は、前記円筒管を構成している重合体に対して親和性の高いモノマーが前記円筒管の表面に偏在して主に重合し、そのモノマーの比率の高い重合体が形成される。中心に向かうに従って、形成された重合体中の前記親和性の高いモノマーの比率は低下し、他のモノマー比率が増加する。このようにして、コア部となる領域内にモノマーの組成の分布が生じ、その結果、屈折率の分布が導入される。また、モノマーに屈折率調整剤を添加して重合すると、WO 93/08488号公報に記載されているようにコア部を形成するための原料液（コア液）が、クラッド内壁を溶解しクラッドを構成している重合体が膨潤してゲルを形成しながら、重合が進む。このとき、前記円筒管を構成している重合体に対して親和性の高いモノマーが前記円筒管の内壁面表面に偏在して重合し、外側には屈折率調整剤濃度が低い重合体が形成される。中心に向かうに従って、形成された重合体中のその屈折率調整剤の比率は増加する。このようにして、コア部となる領域内に屈折率調整剤の濃度分布が生じ、その結果、屈折率の分布が導入される。

10

【0041】

上記説明した様に、コア部の製造工程において、形成されるコア部となる領域に屈折率分布を導入することができるが、屈折率が互いに異なる部分間は熱挙動も互いに異なるので、重合を一定温度で行なうと、その熱挙動の違いからコア部となる領域には、重合反応に対して発生する体積収縮の応答性が変化し、プリフォーム内部に気泡が混入する、もしくはミクロな空隙が発生し、得られたプリフォームを加熱延伸した際に多数の気泡が発生する現象が生じる可能性がある。

20

【0042】

加熱による重合の場合、重合温度が低すぎると、重合効率が低下し、生産性を著しく損ない、重合が不完全となって光透過性が低下し、作製される光部材の光伝送機能を損なう。一方、初期の重合温度が高すぎると、初期の重合温度が著しく上昇し、コア部となる領域の収縮に対して応答緩和できず、気泡発生傾向が著しい。従って、用いるモノマーに応じて、適切な重合温度で重合することが望ましい。例えば、コア部の原料としてMMAを用いた場合は、重合開始温度は50～150℃であることが好ましく、80～120℃であることがより好ましい。なお、円筒管の中空部にコア部の原料であるモノマーを注入する前に、モノマーを減圧雰囲気中で脱水および／または脱気することにより、さらに気泡の発生を軽減することもできる。

30

【0043】

また、コアの重合では十時間半減期温度が前記モノマーの沸点以上である重合開始剤を用い、初期重合温度に対して少なくともその重合開始剤半減期時間の10%以上の時間をかけて重合することが好ましく、その後重合体のTg以上かつ(Tg+40)℃以下の温度にて上記重合開始剤の半減期時間以上の後期重合を行なうことが好ましい。この条件で重合すると、初期重合速度を減少させ、初期重合における体積収縮応答性を向上させることができ、その結果、プリフォーム中の体積収縮による気泡混入を軽減することができ、生産性を向上することができる。

【0044】

前記モノマーとしてメチルメタクリレート(MMA)を用いた場合、十時間半減期温度がMMAの沸点以上の重合開始剤としては、前述の例示した重合開始剤のうち、PBDおよびPHVが該当する。例えば、モノマーとしてMMAを用い、重合開始剤としてPBDを用いた場合は、初期重合温度を100～110℃に48～72時間維持し、その後、120～140℃まで昇温して24～48時間重合することが好ましい。重合開始剤としてPHVを用いた場合は、初期重合温度を100～110℃に4～24時間維持し、120～140℃まで昇温して24～48時間重合することが好ましい。なお、昇温は段階的に行なっても、連続的に行なってもよいが、昇温にかかる時間は短いほうがよい。

40

【0045】

前記コア部の製造工程においては、特開平9-269424号公報記載のようにコア液を加圧する、もしくはWO 93/08488号公報に記載されているようにコア液を減圧し

50

て重合を行なっても良い（以下、加圧状態で行なう重合を「加圧重合」と称する）。加圧重合を行なう場合は、クラッド部である前記円筒管にコア部の原料であるモノマーを注入した後、前記円筒管を治具の中空部に挿入して、治具に支持された状態で重合を行なうことが好ましい。前記治具は、前記円筒管を挿入可能な中空部を有する形状であり、その中空部は前記円筒管と類似の形状を有していることが好ましい。治具は、加圧重合中に前記円筒管が変形することを抑制するとともに、加圧重合が進むに従ってコア部となる領域が収縮するのを緩和可能に支持する。従って、治具の中空部は、前記円筒管の外径より大きい径を有し、前記円筒管を非密着状態で支持することが好ましい。前記治具の中空部は、前記円筒管の外径に対して0.1%～40%だけ大きい径を有していることが好ましく、10～20%だけ大きい径を有していることがより好ましい。本実施の形態では、前記治具は円筒形状なので、前記治具の内径が、前記円筒管の外径に対して0.1%～40%だけ大きいのが好ましく、10～20%だけ大きいことがより好ましい。

10

【0046】

前記円筒管を治具の中空部に挿入した状態で、重合容器内に配置することができる。重合容器内において、前記円筒管は、円筒の長さ方向を垂直にして配置されることが好ましい。前記治具に支持された状態で前記円筒管を、重合容器内に加圧することができる。加圧させる場合は窒素、アルゴン等の不活性ガスで重合容器内を加圧し、不活性ガス雰囲気下で加圧重合を進行させることが好ましい。重合時の加圧の好ましい範囲については、用いるモノマーによって異なるが、重合時の圧は、一般的には0.05～1.0MPa程度が好ましい。前述したクラッド管及びコア部の製造工程を経て、プラスチック光部材のプリフォームが得られる。なお、前述したプリフォームの製造方法では、モノマーを加熱重合する方法を示したが、本発明においては、紫外線などの光線を照射することによってモノマーを重合することもできる。

20

【0047】

（プラスチック光学製品を用いた各種の製品）

前述したプリフォーム（プラスチック光学部材）を、例えばスライスすることで平板状のレンズを得たり、熔融延伸してプラスチック光ファイバを得たりする事ができる。特に、プリフォームのコア部となる領域が屈折率分布を有する場合は、均一な光伝送機能を有するプラスチック光ファイバを生産性高く、しかも安定的に製造することができる。また、プリフォームから、光学レンズ、光導波路などの製品を作製することもできる。

30

【0048】

本発明の光学部材としての光ファイバ、および光ファイバケーブルを用いて光信号を伝送するシステムには、種々の発光素子、受光素子、他の光ファイバ、光バス、光スターカプラ、光信号処理装置、接続用光コネクタ等で構成される。それらに関する技術としてはいかなる公知の技術も適用でき、例えば、プラスチック光学ファイバの基礎と実際（エヌ・ティー・エス社発行）等の他、特開平10-123350号公報、特開2002-90571号公報、特開2001-290055号公報等に記載されている光バス、特開2001-74971号公報、特開2000-329962号公報、特開2001-74966号公報、特開2001-74968号公報、特開2001-318263号公報、特開2001-311840号公報等に記載されている光分岐結合装置、特開2000-241655号公報等に記載されている光スターカプラ、特開2002-62457号公報、特開2002-101044号公報、特開2001-305395号公報等に記載されている光信号伝達装置や光データバスシステム、特開2002-23011号公報等に記載されている光信号処理装置、特開2001-86537号公報等に記載されている光信号クロスコネクシステム、特開2002-26815号公報等に記載されている光伝送システム、特開2001-339554号公報、特開2001-339555号公報等に記載されているマルチファンクションシステムなどを参考にすることができる。

40

【0049】

（プラスチック光ファイバの製造方法）

プラスチック光学部材の代表例としては、プラスチック光ファイバが挙げられる。そこで

50

、その光ファイバの製造方法について、説明する。プリフォームから光ファイバを製造するときには、プリフォームを加熱して延伸させる。この際の加熱温度は、プリフォームの材質などに応じて、適宜決定することができるが、一般的には、180～250℃が好ましい。延伸条件（延伸温度など）は、得られたプリフォームの径、所望のプラスチック光ファイバの径および用いた材料などを考慮して、適宜決定することができる。例えば、線引張力については、特開平7-234322号公報に記載されているように熔融したプラスチックを配向させるために10g以上としたり、特開平7-234324号公報に記載されているように熔融延伸後に歪を残さないようにするために100g以下としたりすることが好ましい。また、特開平8-106015号公報に記載されているように延伸の際に予備加熱を設ける方法などをとることもできる。以上の方法によって得られるファイバについては、得られる素線の破断伸びや硬度について特開平7-244220号公報に記載されている方法により規定することで、ファイバの曲げや側圧特性を改善することができる。

10

【0050】

前述した方法で製造されたプラスチック光ファイバは、そのままの形態で種々の用途に供することができる。また、保護や補強を目的として、その外側に被覆層を有する形態、繊維層を有する形態、および／または複数のファイバを束ねた状態で、種々の用途に供することができる。被覆工程は、例えばファイバ素線の通る穴を有する対向したダイスにファイバ素線を通し、対向したダイス間に熔融した被覆用の樹脂を満たし、ファイバ素線をダイス間に移動することで被覆されたファイバを得ることができる。被覆層は可撓時に内部のファイバへの応力から保護するため、ファイバ素線と融着していないことが望ましい。さらにこのとき、熔融した樹脂と接することでファイバ素線に熱的ダメージが加わるので、極力ダメージを押さえるような移動速度や低温で熔融できる樹脂を選ぶことも望ましい。このとき、被覆層の厚みは被覆材の熔融温度や素線の引き抜き速度、被覆層の冷却温度による。その他にも、光部材に塗布したモノマーを重合させる方法やシートを巻き付ける方法、押し出し成形した中空管に光部材を通す方法などが知られている。

20

【0051】

被覆の構造について更に説明する。素線を被覆することにより、プラスチック光ファイバケーブル製造が可能となる。その際にその被覆の形態として、被覆材とプラスチック光ファイバ素線の界面が全周にわたって接して被覆されている密着型の被覆と、被覆材とプラスチック光ファイバ素線の界面に空隙を有するルース型被覆がある。ルース型被覆では、たとえばコネクタとの接続部などにおいて被覆層を剥離した場合、その端面の空隙から水分が浸入して長手方向に拡散されるおそれがあるため、通常は密着型が好ましい。しかし、ルース型の被覆の場合、被覆と素線が密着していないので、ケーブルにかかる応力や熱とはじめとするダメージの多くを被覆材層で緩和させることができ、素線にかかるダメージを軽減させることができるため、使用目的によっては好ましく用いることができる。水分の伝播については、空隙部に流動性を有するゲル状の半固体や粉粒体を充填することで、端面からの水分伝播を防止でき、かつ、これらの半固体や粉粒体に耐熱や機械的機能の向上などの水分伝播防止と異なる機能をあわせ持つようにすることでより高い性能の被覆を形成できる。ルース型の被覆を製造するには、クロスヘッドダイの押し出し口ニップルの位置を調整し減圧装置を加減することで空隙層を作ることができる。空隙層の厚みは前述のニップル厚みと空隙層を加圧／減圧することで調整が可能である。

30

40

【0052】

さらに、必要に応じて被覆層（1次被覆層）の外周にさらに被覆層（2次被覆層）を設けても良い。2次被覆層に難燃剤や紫外線吸収剤、酸化防止剤、ラジカル捕獲剤、昇光剤、滑剤などを導入してもよく、耐透湿性能を満足する限りにおいては、1次被覆層にも導入は可能である。なお、難燃剤については臭素を始めとするハロゲン含有の樹脂や添加剤や燐含有のものがあるが、毒性ガス低減などの安全性の観点で難燃剤として金属水酸化物を加えることが主流となりつつある。金属水酸化物はその内部に結晶水として水分を有しており、またその製法過程での付着水が完全に除去できないため、金属水酸化物による難燃

50

性被覆は本発明の対透湿性被覆（１次被覆層）の外層被覆（２次被覆層）として設けることが望ましい。

【００５３】

また、複数の機能を付与させるために、様々な機能を有する被覆を積層させてもよい。例えば、本発明のような難燃化以外に、素線の吸湿を抑制するためのバリア層や水分を除去するための吸湿材料、例えば吸湿テープや吸湿ジェルを被覆層内や被覆層間に有することができ、また可撓時の応力緩和のための柔軟性素材層や発泡層等の緩衝材、剛性を上げるための強化層など、用途に応じて選択して設けることができる。樹脂以外にも構造材として、高い弾性率を有する繊維（いわゆる抗張力繊維）および／または剛性の高い金属線等の線材を熱可塑性樹脂に含有すると、得られるケーブルの力学的強度を補強することができることから好ましい。抗張力繊維としては、例えば、アラミド繊維、ポリエステル繊維、ポリアミド繊維が挙げられる。また、金属線としてはステンレス線、亜鉛合金線、銅線などが挙げられる。いずれのものも前述したものに限定されるものではない。その他に保護のための金属管の外装、架空用の支持線や、配線時の作業性を向上させるための機構を組み込むことができる。

10

【００５４】

また、ケーブルの形状は使用形態によって、素線を同心円上にまとめた集合ケーブルや、一列に並べたテープ心線と言われる態様、さらにそれらを押え巻やラップシースなどでまとめた集合ケーブルなど用途に応じて選ぶことができる。

【００５５】

20

【実施例】

以下に実施例１及び実施例２を挙げて本発明をさらに具体的に説明する。以下の実施例に示す材料、試薬、割合、操作等の態様は、本発明を限定するものではない。

【００５６】

〔実施例１〕

（クラッド管の作製）

図１に示した製造ライン１０を用いてクラッド管を作製した。ホッパ１６にはPMMA（重合度１０００、分子量１０万、ガラス転移温度 T_g １０８℃）が適宜投入され、ベント付き１軸スクリー押出機により加熱して熔融し、押出ダイス１２に押し出される。このときの軟性クラッド２０の温度は、 $T_g + 70^\circ\text{C} \sim T_g + 120^\circ\text{C}$ の範囲になるように制御した。また、押出ダイス出口１２ａのポリマーのみかけ粘度が、 $3000 \sim 4000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲になるように実験をおこなった。軟性クラッド２０は、押出速度 S を 0.5 (m/min) として成形ダイス１３に送り込んだ。

30

【００５７】

図３に示した成形ダイス１３に図５（ｃ）の断面が略半円形状の吸引孔であるものを用いて、軟性クラッド２０から外径 d_1 が 20 mm であり肉厚 d_2 が 5 mm のクラッド２１を作製した。なおこのとき減圧チャンバ３１内を 30 kPa の減圧に保持した。また、スロート１８の面角度 θ は、 45° にした。さらに、押出ダイス１２の出口１２ａとスロート１８の取付反対面１８ｂとの距離 L_1 を 15 mm とした。そして、クラッド２１は、 15°C の冷却水４１が放水されている長さ 2.5 m の冷却装置１４に送られて冷却して固化することにより、PMMAからなる円筒中空状のクラッド管が得られた。

40

【００５８】

（プリフォームの製造）

次に、得られたPMMAからなる円筒管 600 mm の中空部に、水分を十分に除去したMMAと、屈折率分布形成用の低分子化合物とを混合した溶液を、精度 0.2 mm の四フッ化エチレン製メンブレンフィルタで、ろ過しつつ、ろ液を直接注入した。前記低分子化合物としては硫化ジフェニルを使用、MMAに対し $11 \text{ 質量}\%$ 添加した。さらに、重合開始剤として、ジ－ｔ－ブチルパーオキサイドをMMAに対し $0.013 \text{ 質量}\%$ 、連鎖移動剤としてをｎ－ラウリルメルカプタンをMMAに対し $0.27 \text{ 質量}\%$ 配合した。このMMAなどを注入したPMMAからなる円筒管を、加圧重合容器に垂直に静置する際に、そのP

50

MMA円筒管外径に対し2mmだけ大きい径を持つガラス管内挿入した。その後、加圧重合容器内を窒素雰囲気置換した後、0.2MPaまで加圧し、120℃にて48時間加圧重合しプリフォームを得た。

【0059】

このプリフォームを230℃の熱延伸により線引を行ない、750μm径のプラスチック光ファイバを安定して600mを得た。得られたファイバは、全線における径の変動は-15μm～+15μmであった。そのファイバの650nmでの伝送損失を測定したところ158dB/kmであり、理論限界値といわれている106dB/kmに近づいた値のプラスチック光ファイバが得られた。また、多くの情報を同時に伝送できる能力を示す帯域特性は、最大で1.05GHz/100mであった。プラスチック光ファイバでは、通常50GHz/100mであり、それよりも良好なものが得られたことが分かった。

10

【0060】

また、この光ファイバの機械的強度についても評価を行った。評価する指標としては、ヤング率（伸び弾性率）Eと結節強度とについて行った。ヤング率Eの測定は、東洋精機製ストログラフM1にて行い、結果は41.2MPaであった。また、結節強度の測定は、同じく東洋精機製ストログラフM1を用いて行い、結果は46.3MPaであり、本発明の製造方法により得られた光ファイバは実用上、問題の無い強度であることが分かった。結節強度の測定方法について概略を説明する。サンプルとして長さ100mのプラスチック光ファイバを用いた。これに緩みを持たせた結び目を1つ作り、このサンプルの上端及び下端を10mmずつチャックに挟んで引っ張った。上方のチャックと下方のチャックとの間は50mmとした。その後、10m/minの速度で上方のチャックを移動させ、プラスチック光ファイバの切断したときの荷重を算出した。

20

【0061】

〔実施例2〕

（クラッド管の作製）

図1に示した製造ライン10を用いてクラッド管を作製した。ホッパにはPVD樹脂（呉羽化学KF-#850 結晶融点（T_m）：177℃）が適宜投入され、実施例1と同様に、ベント付き1軸スクリュウ押出機により加熱溶融し、押出ダイスに押し出される。このときの軟性クラッド20の温度は、170℃～220℃（ $T_m - 30 \leq T \leq T_m + 70$ ）の範囲になるように制御した。その他は実施例1と同じように操作することによって、PVD樹脂からなる外径d1が20mmであり肉厚d2が5mmの円筒中空状のクラッド管が得られた。

30

【0062】

（コア部ロッドの作成）

内径10mmの円筒状ガラス管に水分を100ppm以下に除去し、重合開始剤として脱水精製した過酸化ベンゾイルをMMAに対して0.5質量%、連鎖移動剤（分子量調整剤）としてn-ブチルメルカプタンをMMAに対して0.28質量%配合したメチルメタクリレート（MMA）の液体を所定量注入した。このガラス管を70℃の状態で、3000rpmにて回転させながら加熱重合した。以上のようにしてガラス管内面に厚さ0.5mmのPMMAからなる層を設けた。

40

【0063】

次に、PMMAからなる内層を有する円筒管の中空部に、コア部の原料であるMMA（水分を100ppm以下に除去したもの）と、屈折率調整剤として硫化ジフェニルをMMAに対して12.5質量%混合した溶液を、精度0.2μmの四フッ化エチレン製メンブランフィルターで濾過しつつ、濾液を直接注入した。開始剤としてジ-tert-ブチルパーオキサイドをMMAに対し0.016質量%、連鎖移動剤としてドデシルメルカプタンをMMAに対し0.27質量%配合した。このMMA等を注入した円筒管を、加圧重合容器に垂直に静置した。その後、加圧重合容器内を窒素雰囲気置換した後、0.2MPaまで加圧し、120℃にて48時間加圧重合した。この屈折率分布を有する円柱状重合体をガラス円筒管から取り出し、前述のPVD樹脂からなるクラッド管に挿入し、プリフォーム

50

とした。

【0064】

このプリフォームを230℃の熱延伸により線引きを行い、直径約750μmのプラスチック光ファイバを製造した。延伸工程において、プリフォームには気泡の発生は観察されず、安定して300mのファイバを得ることができた。得られたファイバの伝送損失値を測定したところ、波長650nmにて165dB/kmであった。また、得られたファイバ100mの伝送帯域を測定したところ、1.10GHzであった。

【0065】

【発明の効果】

本発明のプラスチック光学部材の製造方法によれば、中空状プラスチック光学部材の製造方法であって、原料ポリマーを押出ダイスから溶融押出しして得られた中空状溶融体を、下流側に設けられた成形ダイスにより成形し、中空状プラスチック光学部材を得られるから、肉厚変動が抑制されたクラッド管を連続的に作製することができる。さらに、そのクラッド管を用いてプラスチック光ファイバ製造すると、光学特性及び機械的強度に優れたものが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプラスチック光学部材の製造方法に用いられる製造ラインの概略図である。

【図2】図1に示した製造ラインに用いられている成形ダイスの要部分解斜視図である。

【図3】図2に示した成形ダイスの断面図である。

【図4】図2に示した成形ダイスのIV-IV線における断面図である。

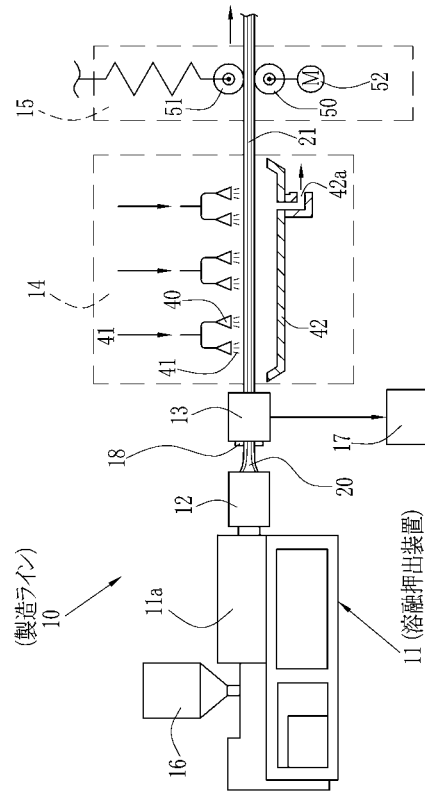
【図5】本発明に用いられる成形ダイスの他の実施形態の要部断面図である。

【図6】本発明に係るプラスチック光学部材の製造方法に用いられる製造ラインの他の実施形態の概略図である。

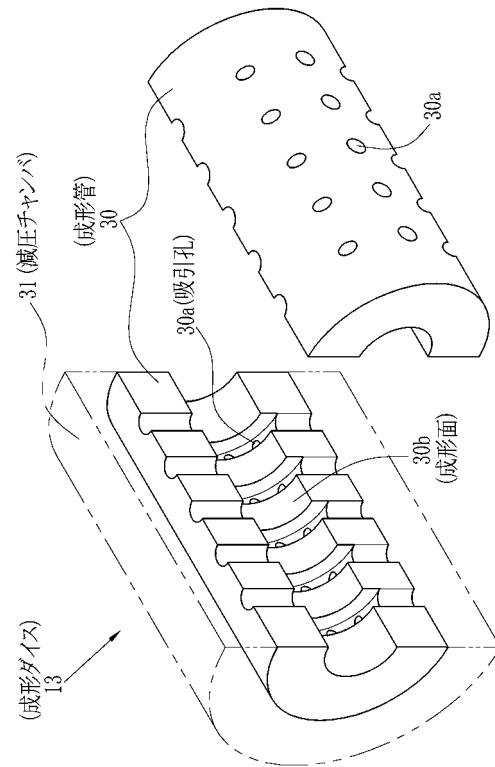
【符号の説明】

- 10 製造ライン
- 11 溶融押出装置
- 12 押出ダイス
- 13 成形ダイス
- 18 スロート
- 20 軟性クラッド
- 21 クラッド
- 21a 外壁面
- 30 成形管
- 30a 吸引孔
- 30b 成形面
- 31 減圧チャンバ
- L1 押出ダイスと成形ダイスとの距離
- L2 成形ダイスの長さ
- d1 クラッドの外径
- d2 クラッドの肉厚
- θ 面角度

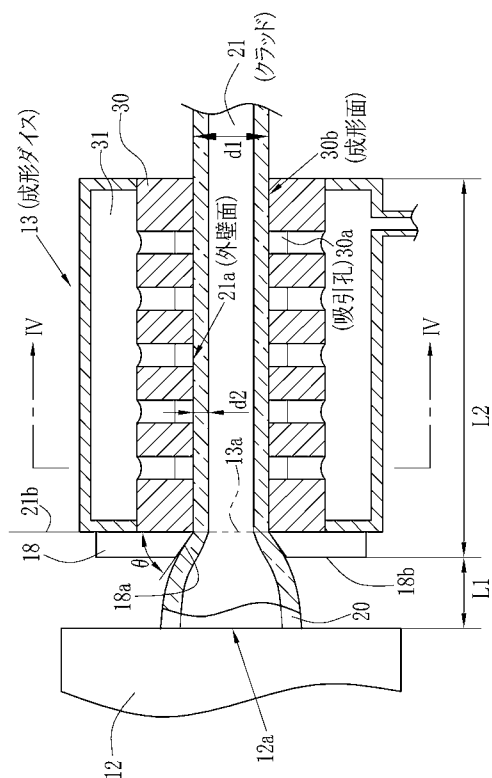
【図 1】



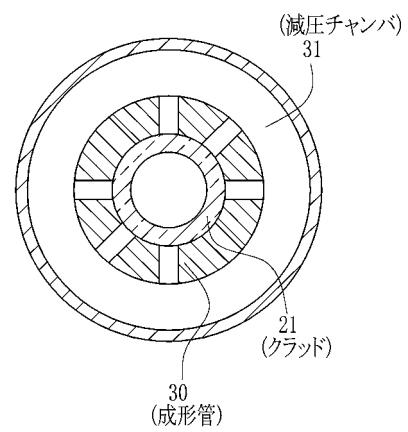
【図 2】



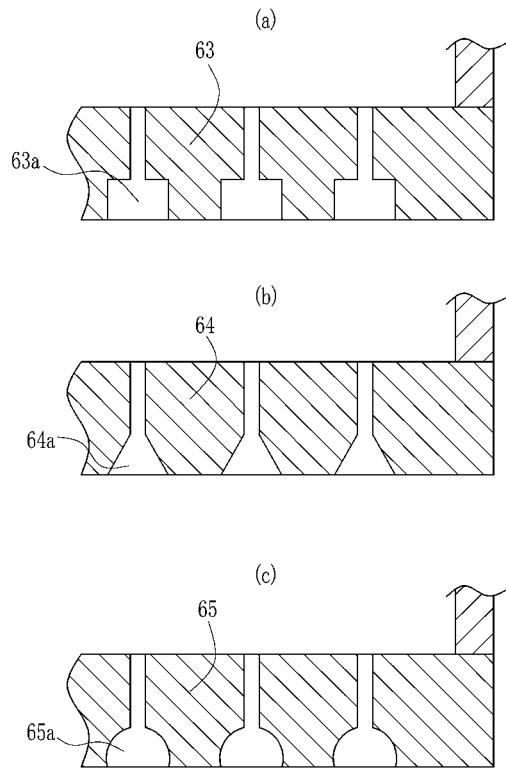
【図 3】



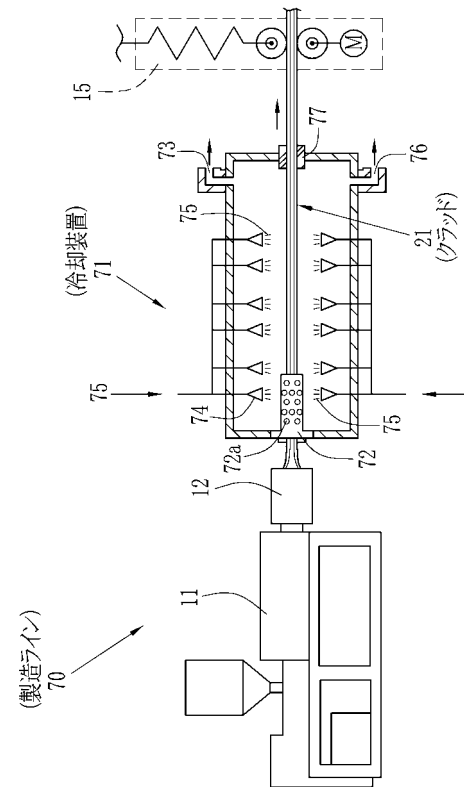
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 白倉 幸夫
静岡県富士宮市大中里200番地 富士写真フイルム株式会社内

審査官 吉野 公夫

(56)参考文献 特開平08-054520 (JP, A)
特開平06-106604 (JP, A)
特開平09-277347 (JP, A)
特表2003-531394 (JP, A)
国際公開第01/078972 (WO, A1)
特開2000-141479 (JP, A)
特表2000-515082 (JP, A)
特開平06-240042 (JP, A)
特開平05-192988 (JP, A)
特開平10-128486 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 6/00