(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101815687 B
(45)授权公告日 2012.11.14

(21)申请号 200780100105.2

(22)申请日 2007.08.01

(85)PCT申请进入国家阶段日
2010.02.01

(86)PCT申请的申请数据
PCT/EP2007/057970 2007.08.01

(87)PCT申请的公布数据
WO2009/015695 EN 2009.02.05

(73)专利权人 普睿司曼股份公司
地址 意大利米兰

(72)发明人 S·弗里格里奥 L·特鲁齐
G·维拉尼 C·卡斯托尔迪

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

代理人 钱亚卓

(51)Int.Cl.
C03C 25/18(2006.01)

(56)对比文件
EP 1640347 A2,2006.03.29, 权利要求1-15.
GB 2160448 A,1985.12.24, 权利要求1-18.
EP 0354289 A1,1990.02.14, 权利要求1-22,图2.

审查员 万红波

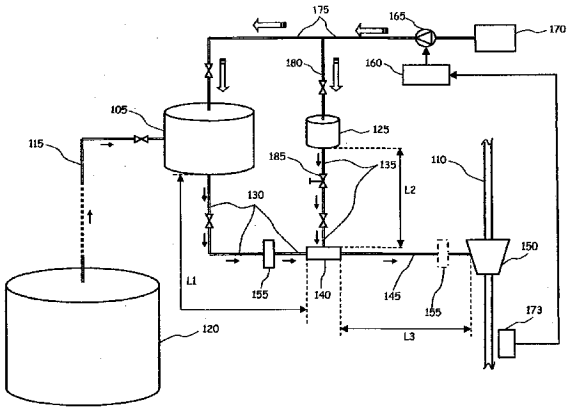
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 1 页

(54)发明名称

用于光纤着色的方法和设备

(57)摘要

一种用于为光纤着色的设备,包括:第一储器(105),用于容纳要涂覆到被拉丝的光纤上的天然涂料;第二储器(125),用于容纳要与天然涂料混合的着色剂;混合器(140),与第一储器(105)和第二储器(125)流体(130、135)连通,以便接收天然涂料的第一流和着色剂的第二流,并且将第一流和第二流混合,从而得到彩色涂料;涂覆模(150),与混合器(140)流体连通,以便接收彩色涂料流并且将彩色涂料流施加到被拉丝的光纤(110)上。设置有与第一储器(105)关联的第一气体压力源(160、165、170、175),第一气体压力源在天然涂料上施加第一气体压力,第一气体压力根据至少一个光纤拉丝参数进行变化;设置有与第二储器(125)关联的第二气体压力源(160、165、170、180),第二气体压力源在着色剂上施加第二气体压力,第二气体压力根据至少一个光纤拉丝参数进行变化。第一管线和第二管线具有相关的压降,第一管线和第二管线的压降之比与提供彩色涂料的天然涂料与着色剂之比相对应。



CN 101815687 B

1. 一种用于为光纤着色的设备，包括：

- 第一储器 (105)，用于容纳要涂覆到被拉丝的光纤上的天然涂料；

- 第二储器 (125)，用于容纳要与天然涂料混合的着色剂；

- 第一管线，包括所述第一储器和天然涂料输送管线 (130)；

- 第二管线，包括所述第二储器和着色剂输送管线 (135)；

- 混合器 (140)，经由所述天然涂料输送管线 (130) 和所述着色剂输送管线 (135) 与所述第一储器 (105) 和所述第二储器 (125) 流体连通，以便接收天然涂料的第一流和着色剂的第二流，并且将所述第一流和所述第二流混合，从而得到彩色涂料；

涂覆模 (150)，与所述混合器 (140) 流体连通，以便接收彩色涂料流并且将所述彩色涂料流施加到被拉丝的光纤 (110) 上；

其中：

- 设置有与所述第一储器 (105) 关联的第一气体压力源 (160、165、170、175)，所述第一气体压力源在所述天然涂料上施加第一气体压力，所述第一气体压力根据至少一个光纤拉丝参数进行变化；

- 设置有与所述第二储器 (125) 关联的第二气体压力源 (160、165、170、180)，所述第二气体压力源在所述着色剂上施加第二气体压力，所述第二气体压力根据至少一个光纤拉丝参数进行变化；以及

- 所述第一管线和所述第二管线具有相关的压降，所述第一管线和所述第二管线的压降之比与提供所述彩色涂料的所述天然涂料与所述着色剂之比相对应。

2. 如权利要求 1 所述的设备，包括位于所述第二储器 (125) 和所述混合器 (140) 之间的压降元件 (185)。

3. 如权利要求 2 所述的设备，其中所述压降元件 (185) 包括阀。

4. 如权利要求 2 所述的设备，其中所述压降元件 (185) 具有 0.1 至 2.0 的流量系数。

5. 如权利要求 3 所述的设备，其中所述阀是针阀。

6. 如权利要求 3 所述的设备，其中所述阀是计量阀。

7. 如权利要求 1 所述的设备，其中所述混合器 (140) 是静态混合器。

8. 如权利要求 1 所述的设备，包括至少一个过滤器 (155)，所述至少一个过滤器位于所述第一储器 (105) 和第二储器 (125) 中至少一个的下游。

9. 如权利要求 8 所述的设备，其中所述至少一个过滤器 (155) 设置在所述混合器 (140) 和所述涂覆模 (150) 之间。

10. 如权利要求 1 所述的设备，其中所述第一气体压力源和所述第二气体压力源 (160、165、170、180) 是同一个压力源。

11. 如权利要求 1 所述的设备，其中所述第一气体压力源和所述第二气体压力源 (160、165、170、180) 包括偏向阀 (165) 和压力控制器 (160)，所述压力控制器对检测到的光纤拉丝参数作出响应并且根据所述检测到的光纤拉丝参数控制所述偏向阀 (165)。

12. 如权利要求 11 所述的设备，其中所述至少一个光纤拉丝参数选自涂覆好的光纤直径、光纤拉丝速度、光纤拉丝温度或其组合。

13. 一种在光纤拉丝过程中为光纤着色的方法，包括以下步骤：

- 将天然光纤涂料和着色剂供送至混合器；

- 在混合器中将所述天然光纤涂料和所述着色剂混合以获得彩色涂料；

- 将所述彩色涂料提供至涂覆模；

其中，所述供送步骤包括：

- 在所述天然光纤涂料上施加第一气体压力，所述第一气体压力根据至少一个光纤拉丝参数进行变化；以及

- 在所述着色剂上施加第二气体压力，所述第二气体压力根据至少一个光纤拉丝参数进行变化。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其中在混合步骤之前，在供送着色剂时形成压降。

15. 如权利要求 13 所述的方法，其中由单个压力源施加所述第一气体压力和所述第二气体压力。

16. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述至少一个光纤拉丝参数选自涂覆好的光纤直径、光纤拉丝速度、光纤拉丝温度或其组合。

用于光纤着色的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明总体涉及光纤制造。更具体地，本发明涉及用于为光纤着色的方法和设备。

背景技术

[0002] 光纤通常包括由包层环绕的芯部（下文统称为“光学波导管”）和至少一层外部涂层，所述芯部和包层优选地由玻璃制成。

[0003] 在有些情况中，外部涂层是一层的（单层涂层），而在有些情况中，外部涂层是两层的（双层涂层）。在后者的情况下，直接接触光学波导管的外部涂层被称作“第一涂层”或“一次涂层”，覆在第一涂层上的外部涂层被称作“第二涂层”或“二次涂层”。通常，所述第一和第二涂层由聚合物材料制成。

[0004] 在远程通信应用中，很多光纤经常例如以多根被包装形成带状电缆或缆线的单独光纤绞线的方式捆扎在一起。对于进行安装和维护的操作者来说，重要的是能够区分带状电缆或缆线中的单独光纤。

[0005] 为了在很多光纤被包装在一起时有助于识别和区分光纤，对光纤采用颜色编码。

[0006] 在光纤制造过程中，在将一个或多个涂层涂覆到被拉丝的光纤上之后，对光纤进行着色。例如，可对光纤涂层之一（例如二次涂层）进行着色。

[0007] 预着色的涂料被涂覆到光纤上，这种预着色的材料通过在将其涂覆到光纤上之前先将无色涂料与着色剂混合来制备，所述着色剂通常是包括色料的聚合物成分。

[0008] 例如，在 EP1640347 中，描述了一种用于对光纤进行彩涂的设备和方法，其中直接在涂覆模中进行颜料浓缩物与二次涂料的混合。提供一个或多个颜料储器。所述储器经由相关的供给管线连接至涂覆模，所述涂覆模还从涂料供给管线接收二次涂料；流量控制器，比如容积泵、往复泵、计量泵、质量流量控制器，控制所输送的颜料浓缩物的流量。流量控制器的速度被控制或调节成与拉丝速度成比例。

[0009] EP354289 公开了一种用于对双包装涂层系统的光纤进行在线拉丝 (on-the-draw) 的方法和设备。第一和第二液体成分，例如两种液体树脂，树脂及其硬化促进剂，树脂及其改性剂（比如染料），在受控的条件下被连续混合，之后作为均匀的液体混合物直接供给到液体涂覆器。通过相应的供给管线和精确的容积式计量泵从相应的储器中抽取两种液体成分并且将这两种液体成分供至静态混合器，所述静态混合器对两种液体成分进行混合以形成连续地供给到涂覆器的混合体。通过来自与涂覆器附接的压力传感器的反馈来控制反应液体混合体的混合速度和反应液体混合体向涂覆器的供给。当混合体由于涂覆到光纤上而用尽时，涂覆器中的压降被传感器感测到，并且反馈信号被传送至可编程电子流量控制器。

[0010] WO01/60757 描述了一种用于生产光纤的方法。涂覆成分经由入口管线引入液体管道。单独的或者在适当的载体中的着色剂经由管线引入液体管道。引入之后，涂覆成分流经液体管道并进入混合区的流量由控制系统计量，所述控制系统包括流量计、流量指示器控制器和可由流量指示器控制器控制的阀。第二控制系统设置成用于计量进入混合区的着色剂。着色剂控制系统包括着色剂流量计、着色剂流量指示器控制器和可由着色剂指示器

控制器控制的阀。基于由流量计提供的涂覆成分的流量，比率控制器在某些流动速率下将信号传送给适当的着色剂流量指示器控制器，以影响特定颜色的添加。着色剂可在混合区出口上游的任一位置处添加到涂覆成分中。混合区可以是任何能够对贮存的涂覆成分和着色剂进行混合的环境（优选的是静态混合器）。混合罐设置有用于接纳涂覆成分的入口和用于接纳着色剂的入口。所述入口可位于混合区上游的任何位置处。在着色剂被添加到罐中并且在罐中被完全混合之后，提供最终的涂覆成分。最终的涂覆成分离开混合罐，并且通过液体管道泵送至用于将涂覆成分涂覆到光纤上的装置，所述装置通常被称为拉丝塔。在罐和拉丝塔之间可选地设有若干个部件。

发明内容

[0011] 申请人已经观察到在通过在光纤拉丝过程中混合天然涂料与着色剂来生产彩色光纤的过程中，对着色剂和天然涂料进行双重流量调节从而获得恰当的彩色涂料是很麻烦的。

[0012] 具体地，着色剂和天然涂料的流量和比应该被调节为用于获得具有期望参数的光纤着色，所述期望参数应该克服光纤拉丝参数的波动而沿着整个被拉丝的光纤基本上保持不变。

[0013] 申请人发现可以通过基于光纤拉丝参数调节天然涂料的流量和着色剂的流量来生产呈现均匀的所需颜色特性的光纤，所述光纤拉丝参数是例如光纤拉丝速度、执行拉丝的温度、涂覆好的光纤的直径。可以通过将压力施加在涂料和着色剂储器上来执行流量调节。着色剂和天然涂料之比根据所需性能预先确定。该比可以改变，而不需要复杂的操作。所得到的用于在拉丝过程中连续为光纤着色的设备和方法相当简单、生产变化灵活并且使制造停顿时的清除程序和材料的浪费最少。

[0014] 根据本发明的一个方面，提供一种用于为光纤着色的设备，包括：

[0015] - 第一储器，用于容纳要涂覆到正被拉丝的光纤上的天然涂料；

[0016] - 第二储器，用于容纳要与天然涂料混合的着色剂；

[0017] - 第一管线，包括第一储器和天然涂料输送管线；

[0018] - 第二管线，包括第二储器和着色剂输送管线；

[0019] - 混合器，经由所述第一管线和第二管线与第一储器和第二储器流体连通，以接收天然涂料的第一流和着色剂的第二流，并且使所述第一流和第二流混合从而得到彩色涂料；

[0020] - 涂覆模，与所述混合器流体连通，以便接收彩色涂料流并且将所述彩色涂料流施加到正被拉丝的光纤上；

[0021] 其中：

[0022] - 设置有与第一储器关联的第一气体压力源，所述第一气体压力源在所述天然涂料上施加第一气体压力，所述第一气体压力根据光纤拉丝速度进行变化；

[0023] - 设置有与第二储器关联的第二气体压力源，所述第二气体压力源在所述着色剂上施加第二气体压力，所述第二气体压力根据光纤拉丝速度进行变化；以及

[0024] - 所述第一和第二管线具有相关的压降，所述第一管线和第二管线的压降之比与用于提供彩色涂料的天然涂料与着色剂之比相对应。

[0025] 对本说明书和随后的权利要求书而言，除非另有说明，否则所有表示量、数量、百分比等的数字都应理解成在所有情况下能根据术语“大约”进行修改。此外，所有范围包括所公开的最大数和最小数的任何组合，并且包括其间的任何中间范围，这些中间范围在本文中可能具体列举了，也可能没有具体列举。

[0026] 在下述描述中，“天然涂料”是指用在单涂层或者在双涂层系统中用于一次涂层或优选地用于二次涂层的聚合物成分，所述聚合物成分基本上没有能够将颜色施加给涂层的组分。

[0027] 对于本发明来说，“着色剂”是指在运载器中的色料分散或染料溶液，其适用于与用于形成光纤涂层的材料进行混合以获得期望颜色的彩色涂料。

[0028] 根据下述方程，“流量系数”（下文缩写为“C_v”）被表示成 15.5℃ (60° F) 的水在 1kPa 的压降下以 m^3/h（立方米 / 小时）为单位的流量：

[0029] $$C_v = 11.7 \times Q \sqrt{\frac{G}{\Delta P}}$$

[0030] 其中 Q 是水的流量 (m^3/h)；G 是流体相对于水的比重；ΔP 是当阀全开时经过阀的压降 (kPa)。

[0031] “针阀”是指包括针形闭合元件的多向阀。针阀的设计类似于球阀，通常可获得更小的尺寸。针阀经常用在用于进行精确控制和关闭例如具有分析器的二次系统中。

[0032] “混合器”是指在操作中能够使两种流体混合的装置，所述两种流体特别是涂料和着色剂。“静态混合器”是指一种装置，其中例如一系列挡板的静态混合元件容纳在圆筒形（管形）或方形壳体内。当流体流经混合器时，“不运动”的元件使材料连续地混合。

[0033] 有利地，本发明的设备包括位于第二储器和混合器之间的压降元件。用于本发明的压降元件可以是管路直径中的限流部、隔膜、阀。优选地，压降元件包括阀，比如针阀或计量阀。

[0034] 有利地，压降元件的流量系数 (C_v) 为 0.1 到 2.0。尽管是优选的，但是所提供的流量系数可根据具体系统布局需要而改变。

[0035] 有利地，混合器是静态混合器。

[0036] 有利地，本发明的设备包括至少一个过滤器，所述至少一个过滤器位于第一储器和第二储器中至少一个的下游。优选地，所述至少一个过滤器设置在混合器和涂覆模之间。

[0037] 在本发明的一个优选实施例中，第一气体压力源和第二气体压力源是同一个气体压力源。单个气体压力源同时既对第一储器又对第二储器进行操作。

[0038] 优选地，本发明的气体压力源包括至少一个偏向阀。有利地，设置有压力控制器，所述压力控制器对所检测到的光纤拉丝速度作出响应并且根据所检测到的光纤拉丝速度来控制偏向阀。

[0039] 可选地，当需要再填装时，第一储器可与天然涂料储罐连通。有利地，在拉丝中止期间执行再填装步骤。

[0040] 根据本发明的另一方面，提供一种在光纤拉丝过程中为光纤着色的方法，包括以下步骤：

[0041] - 将天然光纤涂料和着色剂供送至混合器；

[0042] - 在混合器中将天然光纤涂料和着色剂混合以获得彩色涂料；

[0043] - 将彩色涂料提供至涂覆模；

[0044] 其中，所述供送步骤包括：

[0045] - 在所述天然光纤涂料上施加第一气体压力，所述第一气体压力随着至少一个光纤拉丝参数进行变化；以及

[0046] - 在所述着色剂上施加第二气体压力，所述第二气体压力随着至少一个光纤拉丝参数进行变化。

[0047] 在本发明的一个实施例中，在混合步骤之前，在供送着色剂时形成压降。

[0048] 所述第一气体压力和第二气体压力优选具有相同值并且随着光纤拉丝参数中至少一个的改变而在操作关系上共同改变。

[0049] 所述至少一个光纤拉丝参数可选自涂覆好的光纤直径、光纤拉丝速度、光纤拉丝温度或其组合。

附图说明

[0050] 图 1 是根据本发明实施例的用于为光纤着色的设备的示意图。

具体实施方式

[0051] 参照附图，图 1 示出了根据本发明实施例的用于在光纤拉丝的同时为光纤着色的设备的示意图。

[0052] 该设备包括第一储器 105，该第一储器旨在容纳用于在拉丝塔中进行拉丝的光纤 110 上形成涂层的天然涂料，特别是用于形成二次涂层的材料。适用于形成光纤涂层（特别是二次涂层）的材料例如是 EP-A1-1497686 中所述的那些材料。一种可从市场获得的示例性材料是由 DSM 销售的 3471-2-136。

[0053] 第一储器 105 可具有几十升量级的容量，例如 25 至 30 升。通过供给管线 115 向第一储器 105 供给涂料，所述供给管线起始于天然涂料储罐 120，所述储罐 120 较大（具有例如 1000 升量级的容量）并且位于远离拉丝塔的位置。特别地，为了避免在拉丝期间干扰涂覆，优选地在拉丝过程停止时进行天然涂料从储罐 120 到第一储器 105 的供给。

[0054] 该设备包括第二储器 125，该第二储器旨在容纳着色剂，所述着色剂适用于与天然涂料混合，以便为光纤提供适于能够识别光纤的期望颜色。例如，着色剂一旦与天然涂料以适当比例混合，就能够提供被标准所接受的 12 种颜色中的一种以区分光纤缆线中的光纤。

[0055] 着色剂储器 125 的容量可比涂料储器 105 的容量更小。例如，着色剂储器 125 可以是容纳 1Kg 数量级的着色剂的瓶子。

[0056] 例如，着色剂可以是例如在 WO02/06175 中描述的聚亚胺酯 - 丙烯酸酯和高浓度色料的混合体。

[0057] 天然涂料输送管线 130 起始于第一储器 105 的出口，着色剂输送管线 135 起始于第二储器 125 的出口。

[0058] 天然涂料输送管线 130 和着色剂输送管线 135 终止于混合器 140，该混合器为例如静态混合器（例如，由意大利的 Pittaluga 销售的 H 型 ND15）。混合器 140 将天然涂料与着色剂混合，以便获得彩色涂料。

[0059] 输送管线 130 的长度 L1 为例如 1 至 5m。

[0060] 第二储器 125 位于尽可能接近混合器 140 的位置，使得着色剂输送管线 135 很短，从而使得在更换着色剂的情况下要清洗的设备范围最小。着色剂输送管线 135 的长度 L2 是几厘米，例如 5cm 到 50cm。

[0061] 彩色涂料输送管线 145 将混合器 140 的出口连接至涂覆模 150 的入口，所述涂覆模沿拉丝塔布置。涂覆模 150 从混合器 140 接收彩色涂料并且将彩色涂料施加到正被拉丝的光纤上，以便获得具有为期望颜色的彩色涂层（例如二次涂层）的光纤。

[0062] 彩色涂料与天然涂料之比优选地是 1 ： 80 至 1 ： 100。

[0063] 混合器 140 可以位于靠近涂覆模 150 的位置。彩色涂料输送管线 145 的长度 L3 是若干厘米，例如 10cm 至 50cm。

[0064] 可选地，诸如所示过滤器 155 的一个或多个过滤器可布置在天然涂料输送管线 130 上、第一储器 105 的下游，和 / 或布置在着色剂输送管线 135 上、第二储器 125 的下游，和 / 或布置在彩色涂料输送管线 145 上。所述一个或多个过滤器用于消除杂质和 / 或过早交联的涂料颗粒和 / 或色料聚合物。

[0065] 为了获得涂覆有即使在光纤拉丝速度发生变化时厚度也仍然保持基本不变的涂层的光纤，需要能够基于对光纤直径的测量值来调节天然涂料从第一储器 105 到涂覆模 150 的流量，所述光纤直径的测量值取决于光纤拉丝速度和温度。

[0066] 为此，在本发明的实施例中，对容纳在第一储器 105 中的天然涂料施加可变压力。具体地，压力控制器 160 插在反馈控制回路中；控制与压缩气体储器 170 的出口连接的偏向阀 165；以及基于由位于涂覆模 150 下游的直径测量装置 173 对光纤直径所进行的测量值来改变通过起始于阀 165 出口的加压气体输送管线 175 供给到第一储器 105 的压缩气体的量，其中所述压缩气体储器 170 容纳比如惰性气体（例如氮）的压缩气体。

[0067] 为了使涂层的着色即使在光纤拉丝速度发生变化时仍保持基本不变，需要基于对光纤直径的测量值以及从而基于光纤拉丝速度和温度来调节着色剂从第二储器 125 到混合器 140 的流量，从而保持天然涂料与着色剂的恰当比例。

[0068] 为此，在本发明的实施例中，也对容纳在第二储器 125 中的着色剂施加可变压力。

[0069] 具体地，在本发明的实施例中，通过将第二储器 125 经由加压气体输送管线 180 而与偏向阀 165 的出口连接来获得可变压力。这样，第一储器 105 和第二储器 125 中的压力值是基本上相同的。这种布局改进了基于光纤拉丝速度对天然涂料的流量和着色剂的流量进行的调节和 / 或使得调节容易。

[0070] 在本发明的实施例中，通过沿着色剂输送管线 135 设定的压降来实现天然涂料与着色剂的恰当比例，设定压降的目的在于使天然涂料的流量和着色剂的流量存在差别。例如，通过沿着色剂输送管线 135 插入一个或多个阀（比如附图所示的阀 185）获得所述压降。

[0071] 有利的是，阀 185 具有的流量系数（即 C_v）使得所述压降与着色剂输送管线 135 和天然涂料输送管线 130 的流量之比对应，从而使得光纤形成预定的颜色模式。例如，可使用 C_v 范围为大约 0.1 至大约 2.0 的阀。根据拉丝速度和施加在储器上的压力（以及设备的管道参数）选择压降元件的 C_v。

[0072] 在本发明的优选实施例中，阀 185 能够调节流量。流量可以在开始拉丝过程之前根据期望的颜色模式且考虑光纤拉丝速度而进行改变。

[0073] 或者，可由与第二储器 125 相关联的具有固定压降的部件提供压降。这种部件被设定成提供适合于产生如下着色剂流量的压降，即该着色剂流量形成给光纤提供所需着色性能的着色剂 / 天然涂料比。在着色剂发生改变以及由此着色剂储器发生改变时，可以用另一个部件更换和代替该部件，所述另一个部件的压降适合于新的着色剂，从而避免清洗压降元件。对于每一种着色剂和 / 或不同的处理条件可以设置不同的固定压降部件（可能是一次性的）。

[0074] 申请人已经进行了实验性试验，改变用于沿着色剂输送管线 135 引入压降的阀 185 的类型。具体地，该试验的目的在于证明混合的可行性和根据需要适当地定量着色剂流量以获得彩色涂料的可能性。

[0075] 对于第一试验，拉丝速度设定为 10m/s ；对于阀 185，使用由 Swagelok 生产的计量阀系列 22(C_v = 0.007)。申请人观察到，与着色剂的流量相比，由阀引入的压降过度地释放 (ease) 天然涂料的流量，使得所形成的光纤未适当着色。

[0076] 对于第二和第三试验，针阀被用作阀 185，特别是由 Parker 生产的 PAT 型、尺寸为 4 号、C_v 为 0.4 至 0.45 的阀用作阀 185。使用这种阀，申请人可以证实能够调节着色剂流量，并且证实该流量与光纤拉丝速度一起改变。拉丝速度从 10m/s 改变为 15m/s，然后改变为 20m/s，保持阀开度不变，证据表明光纤的颜色存在差异，从而证实色料浓度发生改变 ；实际上，当拉丝速度增加时，必须增加涂料的流量以保持涂层厚度不变 ；为了实现这一点，增加第一储器 105 和第二储器 125 中的压力，从而增加着色剂流量，使得光纤中的色料量增加。

[0077] 在第三试验中，改变阀 185 的开度。可以观察到，通过逐渐关闭阀（即逐渐减小着色剂流量），光纤的着色逐渐减少。

[0078] 第四试验的结果如下表所示。

[0079]

阀关闭程度（%）	L	C	h
100	91.13	15.40	146.80
80	84.04	24.76	158.80
60	80.83	29.63	163.17
40	71.15	45.21	166.17
20	70.54	44.97	165.97
0	71.59	44.35	166.00
期望的颜色级别	45-85	35-70	120-180

[0080] 因素 L（用于“亮度”）表示样品的亮度 ；因素 C（用于“色度”）表示样品的色度（它是主要因素）；因素 H（用于“色调”）表示样品的色调，即色密度。所测得的结果已经与期望的颜色级别进行了对比。拉丝速度保持 20m/s 不变，仅改变阀 185 的关闭程度。可以

理解，在一些情况下，所有三个因素 L、C 和 H 都在所需的级别范围内。值得指出的是，将拉丝速度增加到 25m/s 可能在阀关闭 60％和 80％的条件下使因数 C 处于级别范围内。

[0081] 本发明实现了高灵活性，这是因为为了生产出具有不同颜色的光纤，只要替换着色剂储器 125 就足够了，如前所述，该着色剂储器 125 可有利地为容纳大约 1Kg 着色剂的较小的瓶子形式。

[0082] 此外，着色剂中的色料浓度和着色剂储器 125 的较小尺寸简化了用于防止着色剂沉积在储器底部而对着色剂所进行的搅拌。

[0083] 因为天然涂料未与着色剂预先混合，而是在光纤拉丝过程中进行混合，所以在必须更换着色剂时浪费的天然涂料的量是可忽略的。而且，由于着色剂储器的尺寸可以很小以及输送管线的长度有限，所以着色剂的浪费可以是非常有限的。由于混合系统的容量减小以及混合系统靠近涂覆模，所以在必须更换着色剂时清洗和清洁管线的操作也变得更简单；清洗可在例如光纤拉丝过程的加速和减速阶段（即，分别是初始过渡阶段和结束预成形材料时的最终过渡阶段，在初始过渡阶段，拉丝速度增加直到其达到目标拉丝速度，在最终过渡阶段，拉丝速度降低）期间进行。而且还能够对每一种要涂覆的着色剂专用一个储器。

[0084] 此外，由于着色剂储器的小尺寸，使着色剂储器的存储和处理以及为了分散均匀而对彩色涂料所进行的搅拌得以简化。

[0085] 在此，本发明已经参照其示例性实施例进行了描述。在不偏离本发明所附权利要求书所限定的范围的情况下，本领域的技术人员容易意识到可对所描述的实施例进行若干修改，例如，为了满足可能发生的需要，以及可能想到本发明的其它实施例。

[0086] 例如，尽管在所描述的示例性实施例中，同一压力值既应用于天然涂料储器又应用于着色剂储器，但是还可以将有差别的压力值应用于两个储器。在这种情况下，在某些情况下可免除在着色剂储器下游提供压降。

[0087] 在本发明的实施例中，着色剂输送管线 135 由直径比天然涂料输送管线 130 的管的直径小的管制成。较小的直径在冲洗着色剂管线 135 的过程中有助于节省时间和成本。由这种区别所产生的压降导致形成一定程度的压降。

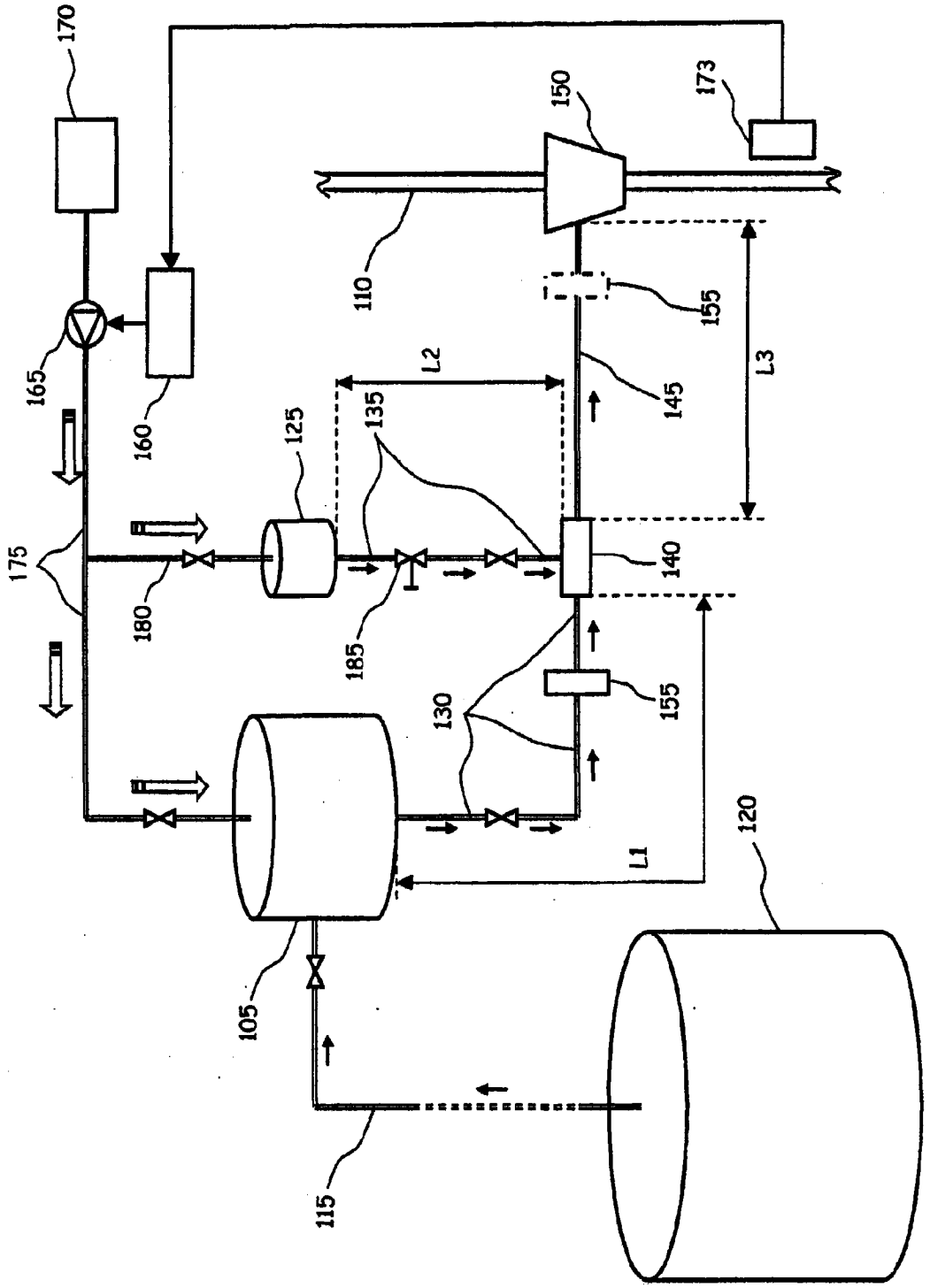

170
150
173
110
155
165
160
L2
L3
145
125
135
175
140
180
185
130
155
120
L1
105
115

图 1