

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C03B 37/02

C03B 37/027 G02B 6/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200310114926.5

[43] 公开日 2004 年 6 月 2 日

[11] 公开号 CN 1500754A

[22] 申请日 2003. 11. 13

[21] 申请号 200310114926.5

[30] 优先权

[32] 2002. 11. 13 [33] JP [31] 329914/2002

[71] 申请人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪

[72] 发明人 桑原一也 千种佳树

[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

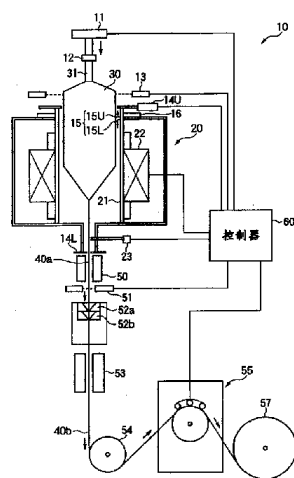
代理人 李德山

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 6 页

[54] 发明名称 拉制光纤的方法和实现该方法的设备

[57] 摘要

公开了一种能使用气密系统稳定地拉制光纤的方法和一种实现该方法用的设备。该方法在将光纤预制棒 30 输送到一拉制炉 20 中的同时,通过加热并软化光纤预制棒 30 的前端部分而拉伸光纤预制棒 30,产生光纤 40b。该拉制炉 20 容许气体 15 吹向光纤预制棒 30。用分别位于拉制炉 20 顶部和底部的密封环 14U 和风门片 14L,密封拉制炉 20 的内部。在输送气体 15 的同时,根据光纤预制棒 30 的直径调节密封环 14U 的内径。因而,即使预制棒直径改变,密封环 14U 与光纤预制棒 30 之间的间隙也能保持不变,从而能进行稳定的拉制操作。



1. 一种拉制光纤的方法，该方法包括以下步骤：
 - (a) 将光纤预制棒输送到一拉制炉中；
 - (b) 在输送光纤预制棒的同时，调节处于该拉制炉顶部的密封环的内径；
 - (c) 将气体输送到该拉制炉中，以使该气体与光纤预制棒相遇，并产生在密封环与光纤预制棒之间的间隙处流出的气流；以及
 - (d) 通过加热并软化光纤预制棒的前端部分，拉伸光纤预制棒。
2. 如权利要求1所述的光纤拉制方法，其中根据光纤预制棒的直径执行所述调节密封环内径的步骤。
3. 如权利要求2所述的光纤拉制方法，所述方法还包括以下步骤：
 - (a) 预先测量光纤预制棒的直径；和
 - (b) 预先测量拉制炉与光纤预制棒之间的相对竖直位置；根据预制棒的直径和两个元件之间的相对竖直位置的测量数据，执行所述调节密封环内径的步骤。
4. 如权利要求2所述的光纤拉制方法，所述方法还包括在密封环正上方的位置处测量光纤预制棒直径的步骤；
根据预制棒直径测量数据执行所述调节密封环内径的步骤。
5. 如权利要求2所述的光纤拉制方法，其中执行所述调节密封环内径的步骤，使密封环内径与光纤预制棒直径之差成为恒定。
6. 如权利要求2所述的光纤拉制方法，其中执行所述调节密封环内径的步骤，使密封环与光纤预制棒之间的间隙的面积变为恒定。
7. 如权利要求1所述的光纤拉制方法，其中通过执行所述调节密封环内径的步骤，使拉制炉中马弗炉管的内部压力成为恒定。
8. 如权利要求2所述的光纤拉制方法，该方法还包括移动所述密封环的步骤，使得每当光纤预制棒相对密封环变成偏心时，总是使

光纤预制棒的中心可与所述密封环的中心重合。

9. 如权利要求 7 所述的光纤拉制方法, 该方法还包括移动密封环的步骤, 使得每当光纤预制棒相对密封环变成偏心时, 总是使光纤预制棒的中心可与所述密封环的中心重合。

10. 一种拉制光纤用的设备, 在将光纤预制棒输送到拉制炉中的同时通过加热光纤预制棒的前端而拉制光纤, 该设备包括:

(a) 一种气密结构, 其包括一密封环和一能对着光纤预制棒吹入气体的送气机;

(b) 一密封环致动器, 其能调节所述密封环的内径; 和

(c) 一控制所述密封环致动器用的控制器。

11. 如权利要求 10 所述的光纤拉制设备, 该设备还包括一预制棒直径测量部件, 其在密封环正上方的位置处测量光纤预制棒的直径。

12. 如权利要求 10 所述的光纤拉制设备, 该设备还包括一内部压力测量部件, 其测量拉制炉的内部压力。

13. 如权利要求 10 所述的光纤拉制设备, 该设备还包括一密封环移动器, 其能移动所述密封环以使光纤预制棒的中心可与密封环的中心重合。

拉制光纤的方法和实现该方法的设备

发明背景

发明领域

本发明涉及一种能使用气密系统稳定地拉制光纤的方法，和实现该方法的设备。

背景技术说明

通过下述过程制造光纤。首先，将石英玻璃或其它材料制成的光纤预制棒输送到一拉制设备中。光纤预制棒的前端部分在拉制炉中被加热并软化。将软化的前端向下拉，以减小直径。拉制炉具有在许多情况下由石墨制成的马弗炉管（a muffle tube）和加热器。在这种情况下，必须使用惰性气体作为炉中的大气气体，保护这些元件不发生氧化。此外，在拉制操作过程中，必须保持光纤预制棒的表面清洁，以保证所拉制的光纤纵向均匀。为了满足上面两个要求，将拉制炉设计成不与光纤预制棒接触，并且在马弗炉管与光纤预制棒之间的空间中被填充惰性气体，以形成一种气密结构，从而在许多情况下可防止马弗炉管和加热器发生氧化。

在所公开的日本专利申请特开昭（Tokukaishou）62-176938中，表示该气密结构的一个实例。在这个例子中，通过在拉制炉顶部将惰性气体吹送到光纤预制棒上而输送惰性气体。吹入的惰性气体遇到光纤预制棒，分成向上流动的气流和向下流动的气流。向上流动的气流可防止氧气在光纤预制棒与马弗炉管之间的间隙处进入。向下流动的气流，在抑制由于炉中加热导致大气气体向上流动之后，通过朝向位于拉制炉底部的风门片流动，防止氧气从下面进入。上述气流在所有时间都保持拉制炉内部的压力大于大气压。

发明概述

本发明的目的在于提供一种能利用气密系统稳定拉制光纤的方法，和实现该方法的设备。

根据本发明，通过提供下述光纤拉制方法实现上述目的。该方法包括下列步骤：

(a) 将光纤预制棒输送到一拉制炉中；

(b) 在输送光纤预制棒的同时，调节处于该拉制炉顶部的密封环的内径；

(c) 将气体输送到拉制炉中，以使该气体与光纤预制棒相遇，并产生在密封环与光纤预制棒之间的间隙处流出的气流；以及

(d) 通过加热并软化光纤预制棒的前端部分，拉制光纤。

可基于光纤预制棒的直径实现上述对密封环内径调节的步骤。也可以通过使处于拉制炉内的马弗炉管内压力恒定而实现上述步骤。

根据本发明一个方面，本发明提供下述通过在光纤预制棒输送到拉制炉中的同时加热光纤预制棒的前端部分而拉制光纤的设备。该设备包括：

(a) 一种气密结构，包括一密封环和一能对着光纤预制棒吹气体的送气机；

(b) 一能调节密封环内径的密封环致动器；和

(c) 一控制该密封环致动器用的控制器。

从下面说明本发明最佳实施方式的详细描述，本发明的优点将变得显而易见。本发明还可以通过不同实施方式来实现，在不偏离本发明的条件下，可针对多个方面对其若干细节进行改变。因此，附图和下面的描述本质上是示例性的，而非限定性。

附图简要说明

通过附图说明本发明，以表示实例，而不表示限制。在附图中，相同附图标记和符号表示相同元件。

在附图中：

图 1 为表示本发明光纤拉制设备一实施例的示意图。

图 2 为表示密封环开口与小直径光纤预制棒之间相对位置的示意图。

图 3 为表示密封环开口与大直径光纤预制棒之间相对位置的示意图。

图 4 为表示当光纤预制棒相对拉制设备处于偏心位置时，密封环与光纤预制棒之间相对位置的示意图。

图 5 为曲线图，表示各实施例中所使用的光纤预制棒 A、B、C 和 D 的直径与纵向位置之间的关系。

图 6 为曲线图，表示玻璃光纤直径的最大偏差与光纤预制棒 A 的相应纵向位置，即从光纤预制棒 A 中拉制出的玻璃光纤的所述直径测量位置之间的关系。

图 7 为曲线图，表示玻璃光纤直径的最大偏差与光纤预制棒 B 的相应纵向位置，即从光纤预制棒 B 中拉制出的玻璃光纤的所述直径测量位置之间的关系。

图 8 为曲线图，表示玻璃光纤直径的最大偏差与光纤预制棒 C 的相应纵向位置，即从光纤预制棒 C 中拉制出的玻璃光纤的所述直径测量位置之间的关系。

图 9 为曲线图，表示玻璃光纤直径的最大偏差与光纤预制棒 D 的相应纵向位置，即从光纤预制棒 D 中拉制出的玻璃光纤的所述直径测量位置之间的关系。

图 10 为曲线图，表示比较例中所使用的光纤预制棒的直径与纵向位置之间的关系。

图 11 为曲线图，表示玻璃光纤直径的最大偏差与比较例中所用光纤预制棒的相应纵向位置，即从该光纤预制棒拉制出的玻璃光纤的所述直径测量位置之间的关系。

发明详细说明

图 1 是表示本发明光纤拉制设备一实施例的示意图。拉制设备

10 配备有正好处于拉制炉 20 上方的预制棒进料器 11。该预制棒进料器 11 具有一夹紧装置 12，其夹持与光纤预制棒 30 的顶部相连的玻璃棒 31。随着预制棒进料器 11 下降，光纤预制棒 30 就被输送到拉制炉 20 中。

拉制炉 20 在顶部具有一密封环 14U，以使其内部密不透气。在密封环 14U 的正上方设置有预制棒直径监测器 13，其以非接触方式测量光纤预制棒 30 的直径。在密封环 14U 下面设置有送气机 16，以将惰性气体 15 如 Ar, N 或 He 输送到拉制炉 20 中。

图 2 为表示密封环 14U 的开口与小直径光纤预制棒 30 之间相对位置的示意图。图 3 为表示密封环 14U 的开口与大直径光纤预制棒 30 之间相对位置的示意图。图 4 为表示当光纤预制棒 30 相对拉制设备处于偏心位置时，密封环 14U 与光纤预制棒 30 之间相对位置的示意图。如图 2 到 4 所示，密封环 14U 由所谓的虹彩隔片 14a 组成。利用密封环致动器 14b 操纵虹彩隔片 14a，从而可根据所穿过的光纤预制棒 30 调节中央开口 14c 的大小。当光纤预制棒 30 相对拉制炉 20 处于偏心位置时，如图 4 所示，通过密封环移动装置 14e，支撑虹彩隔片 14a 的基板 14d 被向右、向左、向后和向前移动，以使光纤预制棒 30 可穿过密封环 14U 的中心。

拉制炉 20 在其中心处配备有由石墨制成的圆柱形马弗炉管 21，可使光纤预制棒 30 从中穿过。拉制炉 20 在马弗炉管 21 外部还配备有加热器 22。压差计 23 处于拉制炉 20 底部，以测量拉制炉 20 内部与外部大气之间的压差。拉制炉 20 在其底部还配备一风门片 (shutter) 14L，该风门片 14L 是一个与上述设置在顶部的密封环 14U 功能类似的密封环。

冷却管 50 处于拉制炉 20 下面，用来冷却所拉制出的玻璃光纤 40a。光纤直径监测器 51 位于冷却管 50 下面，用来测量所拉制出的玻璃光纤 40a 的直径。

在光纤直径监测器 51 下面设置第一涂敷区域 52a，以将涂料涂敷在所拉制的玻璃光纤 40a 上而形成第一涂层，其后设置有第二涂敷

区域 52b, 以涂敷涂料而形成第二涂层。在第二涂敷区域 52b 下面设置有固化区域 53, 用于同时固化第一和第二涂层。当使用紫外固化树脂 (UV 树脂) 作为涂层时, 第一涂敷区域 52a 在玻璃光纤 40a 上施加 UV 树脂作为第一涂层; 第二涂敷区域 52b 施加 UV 树脂作为第二涂层, 然后固化区域 53 通过用紫外灯照射紫外光将其固化。当使用热固性树脂作为涂层时, 固化区域 53 采用一加热装置。

因此, 形成经过拉制和涂敷的光纤 40b。该光纤 40b 通过绞盘 55 的牵引力经过导辊 54, 且被缠绕在卷线盘 57 上而完成制造。

下列元件与控制器 60 相连, 用于控制密封环致动器以反馈所测得数据信号, 或者发送和接收有关致动方向和其他信息的信号: 预制棒进料器 11, 预制棒直径监测器 13, 密封环致动器 14b, 密封环移动器 14e, 加热器 22, 压差计 23, 光纤直径监测器 51 和绞盘 55。

下面, 将参照图 1 说明本发明的光纤拉制方法。控制器 60 控制预制棒进料器 11, 以下降光纤预制棒 30 而将其输送到拉制炉 20 中。由设置在密封环 14U 正上方的预制棒直径监测器 13 测量光纤预制棒 30 的直径, 并将测量数据发送给控制器 60。控制器 60 根据测得的直径数据控制密封环致动器 14b, 以调节虹彩隔片 14a, 从而可使密封环 14U 的内径和光纤预制棒 30 的直径之差不变。

从送气机 16 将惰性气体 15 吹入拉制炉 20 中, 使其与光纤预制棒 30 相遇。在遇到光纤预制棒 30 之后, 该惰性气体 15 分成向上流动气流 15U 和向下流动气流 15L。向上流动气流 15U 在密封环 14U 与光纤预制棒 30 之间的间隙流出, 从而防止外界空气和灰尘侵入拉制炉 20 中。另一方面, 向下流动气流 15L 通过光纤预制棒 30 与马弗炉管 21 之间的空间向下流动。该气流不仅防止杂质如灰尘附着在光纤预制棒 30 的表面上, 而且还能防止与氧气接触引起的马弗炉管 21 氧化。

从拉制炉 20 拉出的玻璃光纤 40a 穿过风门片 14L, 并在冷却管 50 处冷却。光纤直径监测器 51 测量玻璃光纤 40a 的直径, 并将数据反馈给控制器 60。控制器 60 根据反馈回的直径数据控制绞盘 55 的

牵引速度。例如，如果测得的直径过小，则降低牵引速度。如果直径过大，则增大牵引速度。

然后在第一和第二涂敷区域 52a 和 52b 用涂料涂敷玻璃光纤 40a。在固化区域 53 中固化该涂料，以形成涂层。通过绞盘 55 的牵引力，经涂敷的光纤 40b 经过导辊 54，且被缠绕在卷线盘 57 上以完成制造。

图 5 为曲线图，表示各实施例中所使用的光纤预制棒 A,B,C,D 的直径与纵向位置之间的关系。图 6 为曲线图，表示“玻璃光纤直径的最大偏差”与光纤预制棒 A 相应纵向位置，即从光纤预制棒 A 拉制出所述玻璃光纤的直径测量位置之间的关系。此处，用表述“玻璃光纤直径的最大偏差”表示在包括图 6 中绘制点的 1,000mm 长度内，预定直径与测得的玻璃光纤直径之间的最大差异。控制器 60 根据在密封环 14U 正上方位置处测量的光纤预制棒 30 的直径数据，控制密封环致动器 14b。因此，控制器 60 调节虹彩隔片 14a，使密封环 14U 的内径与光纤预制棒 30 的直径测量数据之差恒定。在进行这种调节的同时，拉伸光纤预制棒 A。

光纤预制棒 A 的馈送速度决定光纤预制棒 A 从预制棒直径监测器 13 的位置移动到密封环 14U 的位置所需的时间。因而，在测量光纤预制棒 A 直径之后，通过延迟进行上述运动的时间，调节密封环 14U 的内径。如从图 6 可以看出，这种拉制方法能在其整个长度上稳定地拉伸光纤预制棒。

图 7 为曲线图，表示玻璃光纤直径最大偏差与光纤预制棒 B 相应纵向位置，即从该光纤预制棒 B 拉制出所述玻璃光纤的直径测量位置之间的关系。拉伸光纤预制棒 B，同时控制 60 控制密封环致动器 14b，以调节虹彩隔片 14a 而使密封环 14U 与光纤预制棒 B 之间的间隙面积恒定。如从图 7 可以看出，这种拉制方法也能在其整个长度上稳定地拉伸光纤预制棒。

图 8 为曲线图，表示玻璃光纤直径的最大偏差与光纤预制棒 C 相应纵向位置，即从光纤预制棒 C 拉制出所述玻璃光纤的直径测量

位置之间的关系。通过下述方法拉伸光纤预制棒 C。首先，在拉制操作之前，如图 5 所示，获得光纤预制棒 C 的直径与纵向位置之间的关系。还测量拉制炉与光纤预制棒 C 之间的相对竖直位置。在拉制操作期间，根据这些数据，控制器 60 控制密封环致动器 14b 以调节虹彩隔片 14a 的内径。具体来说，只要图 5 中所示预制棒的位置“0mm”到达密封环 14U 的位置，则开始调节密封环 14U 的内径。可由光纤预制棒 C 的进料速度和图 5 中所示数据，计算出在某一特定时刻处于密封环 14U 位置处的光纤预制棒 C 的直径。如从图 8 可以看出，这种拉制方法也能在其整个长度上稳定地拉伸光纤预制棒。

可在进行上述控制的同时，控制拉制炉 20 的内部压力为恒定。可根据压差计 23 测得的内部压力数据，通过控制输送到拉制炉 20 中的气体的量，实现这种压力控制。

图 9 为曲线图，表示玻璃光纤直径的最大偏差与光纤预制棒 D 相应纵向位置，即从光纤预制棒 D 拉制出所述玻璃光纤的直径测量位置之间的关系。通过下述方法拉伸光纤预制棒 D。在拉制操作期间，用压差计 23 测量拉制炉 20 的内部压力。使用密封环 14U 与光纤预制棒 D 之间的间隙调节为 2mm 时的内部压力作为参考。在拉制操作期间，控制器 60 控制密封环致动器 14b 以调节虹彩隔片 14a 的内径，使拉制炉 20 的内部压力恒定。如从图 9 可以看出，这种拉制方法也能在其整个长度上稳定地拉伸光纤预制棒 30。

可在前面所述的用于保持光纤预制棒直径与密封环内径之差恒定的控制的同时，进行保持内部压力恒定的控制。

当设置有多个预制棒直径监测器时，可测量光纤预制棒中心轴的位置改变量。在上述密封环 14U 内径的控制过程中，当光纤预制棒 30 相对密封环 14U 处于偏心位置时，如图 4 所示，控制器 60 控制密封环移动器 14e，以移动密封环 14U 而使光纤预制棒 30 能穿过密封环 14U 的中心。这种操作可防止光纤预制棒 30 在相对密封环 14U 偏心之后与密封环 14U 接触。结果，可更加稳定地拉伸光纤预制棒。

图 10 为曲线图，表示对比例中所使用的光纤预制棒的直径与纵向位置之间的关系。图 11 为曲线图，表示玻璃光纤直径的最大偏差与对比例中所使用的光纤预制棒相应纵向位置，即从该预制棒拉制出所述玻璃光纤的直径测量位置之间的关系。在该对比例中，使用内径为 80mm 的马弗炉管和内径为 72mm 的密封环拉伸光纤预制棒。如从图 10 和 11 可以看出，当预制棒直径下降到 69mm 时，玻璃光纤直径的最大偏差增大。当预制棒直径进一步下降到 68mm 左右时，最大偏差突然增大到超过 5 μ m。在拉制操作之后观察该加热炉，发现在石墨马弗炉管内表面上有氧化的痕迹。在图 11 中，符号“x”表示玻璃光纤直径的最大偏差发生突然增大。

如上所述，当采用气密结构时，必须保持送气开口与光纤预制棒之间的间隙变化较小。如果间隙发生改变，则从此开口吹入的气体产生的向上流动气流与向下流动气流之间的比例发生改变。具体来说，如果预制棒直径减小导致间隙增大，则向上流动气流的百分比增大，向下流动气流的百分比减小。结果，向下流动气流的速度减小，从而极难抑制由于熔炉受热引起的大气气体向上流动的气流。从而，气体流动变得不稳定。这种状态增大了所拉制玻璃光纤的直径变化。而且，外部空气有可能通过风门片部分进入熔炉，由氧化导致熔炉内部元件损坏。

随着预制棒直径的增大，上述引发问题的趋势变得很明显。与小直径预制棒相比，即使预制棒直径很小的改变也会相对增大气密部分处间隙面积的改变。结果，不可能稳定的进行拉制操作。

本发明用于拉制光纤的方法和设备，即使在光纤预制棒 30 的直径沿纵向改变时，也能保持光纤预制棒与密封环之间的间隙不变。该特征使拉制操作稳定。从而，可保持拉制出的玻璃光纤 40a 的直径恒定。此外，通过抑制其氧化，可延长马弗炉管 21 的使用寿命。

上面结合目前认为最实际和最佳的实施例描述了本发明。不过，本发明不限于所公开的实施例，相反，意在包含所附权利要求精神和范围内的各种变型和等效结构。

在上面的说明中，实施例中所用的拉制熔炉具有一风门片。不过，不使用风门片也能实现本发明的方法和设备。

2002 年 11 月 13 日提出的日本专利申请 2002-329914 包括说明书、权利要求书、附图和摘要的全部内容，作为整体在此引作参考。

图1

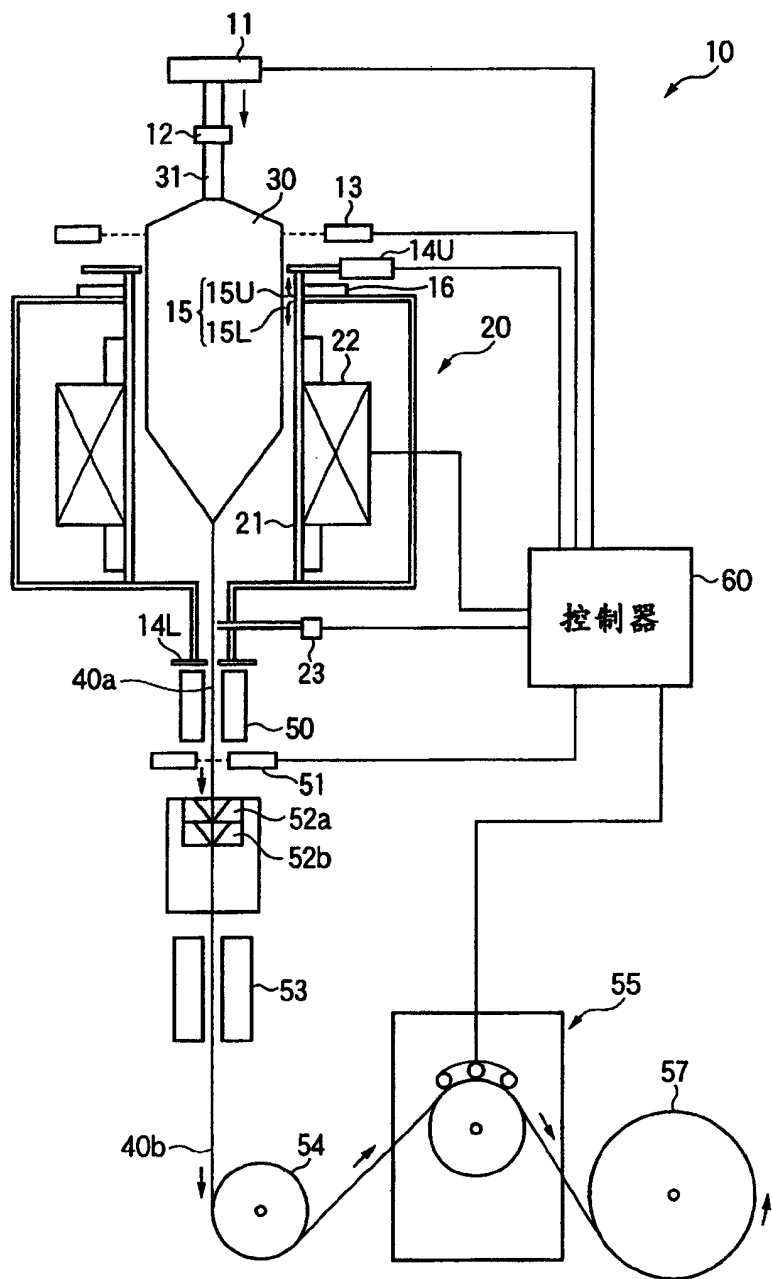


图 2

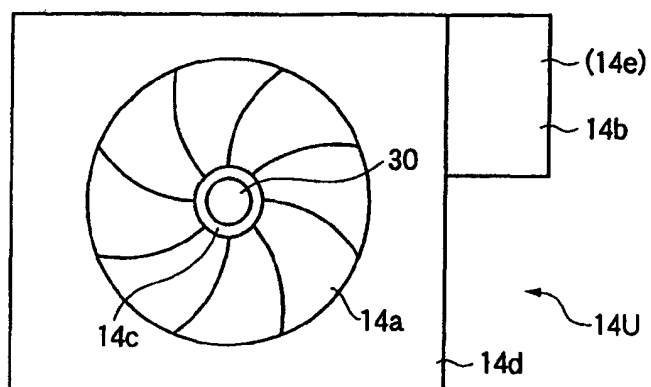


图 3

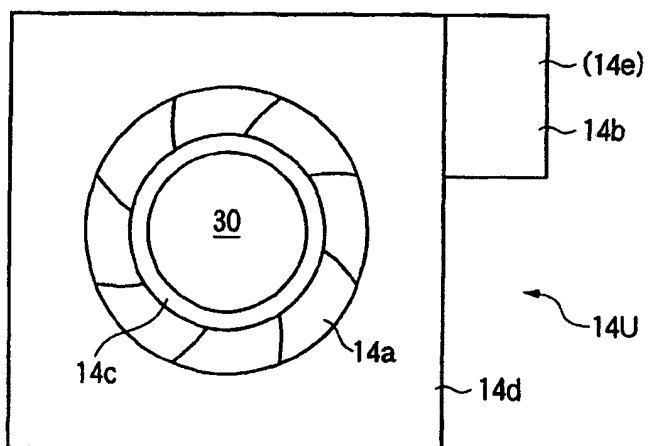


图 4

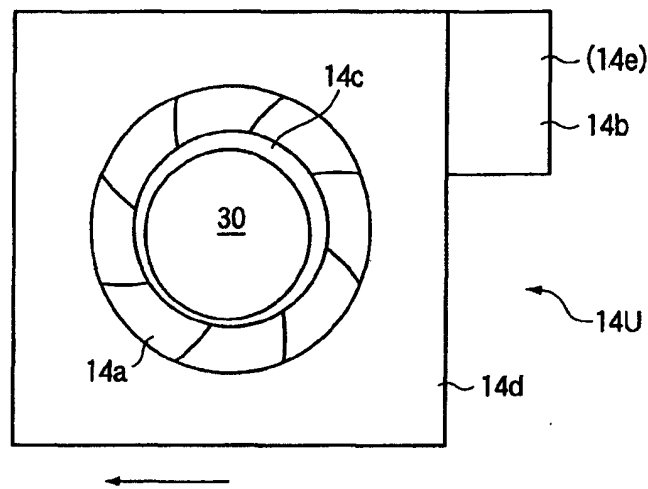


图 5

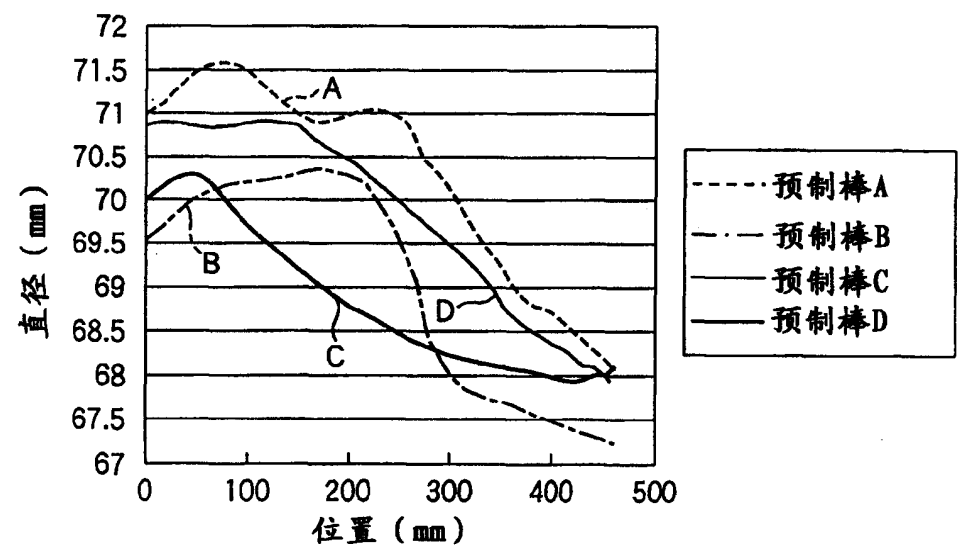


图6

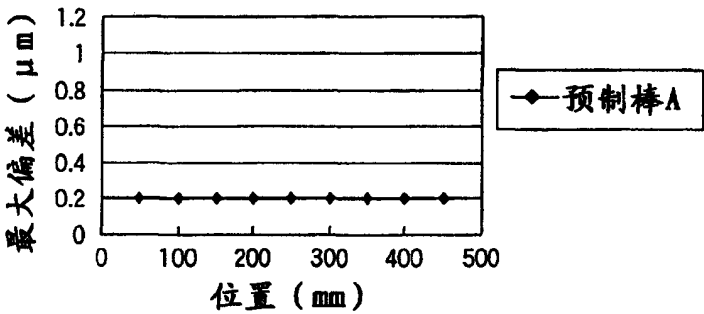


图7

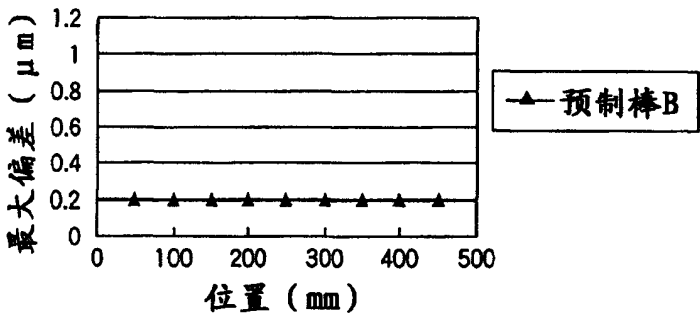


图 8

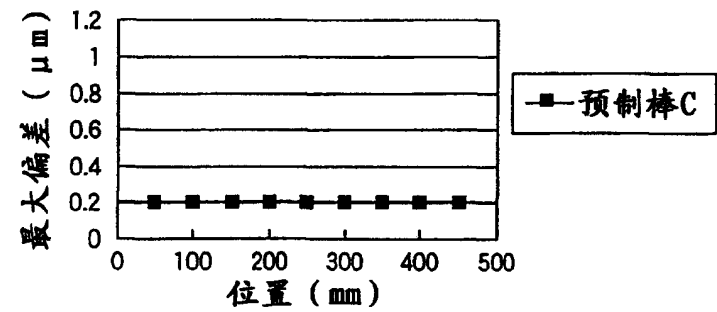


图 9

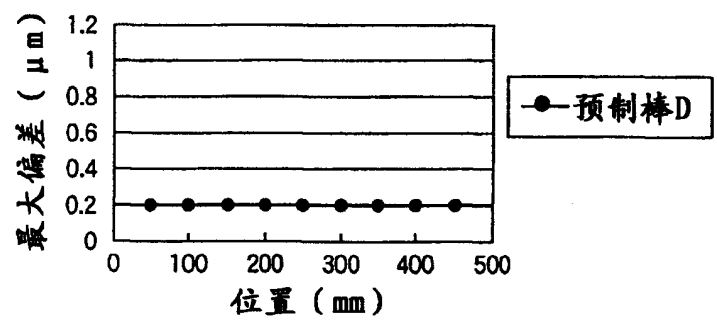


图 10

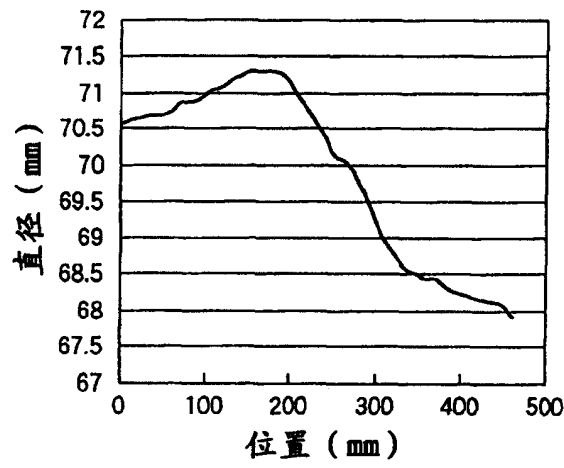


图 11

