[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
C03B 37/012
G02B 6/00

# [12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 02125197.5

[43]公开日 2002年12月18日

[11]公开号 CN 1385385A

[22]申请日 2002.3.29 [21]申请号 02125197.5

[30]优先权

[32]2001.3.30 [33]JP [31]101090/2001

[71]申请人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪

[72]发明人 横山佳生 大石敏弘 大贺裕一

[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

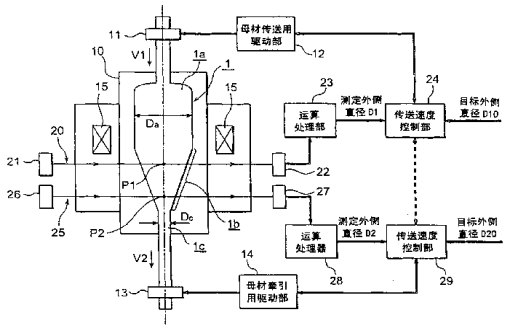
代理人 王以平

权利要求书2页 说明书12页 附图4页

[54]发明名称 光纤母材拉伸方法和拉伸装置

[57]摘要

本发明提供的一种光纤母材拉伸方法以及相应的拉伸装置，可以相对于处于拉伸加工过程中的光纤母材(1)上的锥形部(1b)，在上流部测定位置(P1)和下流部测定位置(P2)这两个位置处设置外侧直径测定组件(20)、(25)，并且分别对其设定出为一定的目标外侧直径(D10)、(D20)。而且，可以依据在测定位置(P1)处与测定外侧直径(D1)间的偏差(D1－D10)对原始母材(1a)的传送速度V1进行控制，依据在测定位置(P2)处与测定外侧直径(D2)间的偏差(D2－D20)对拉伸母材(1c)的牵引速度V2进行控制。采用这种构成形式可以减少对拉伸母材(1c)进行外侧直径控制所需要的时间滞后，从而可以对其外侧直径进行响应良好且精度良好的外侧直径控制。因此，本发明能够提供出一种可以提高光纤母材拉伸精度、提高生产效率的光纤母材拉伸方法，以及相应的拉伸装置。




ISSN1008-4274

1. 一种光纤母材拉伸方法，利用加热组件对由母材传送组件传送出的原始母材的一个端部进行加热软化并进行拉伸从而使之成为所需要的外侧直径，并利用母材牵引组件对所获得的拉伸母材进行牵引，其特征在于:

相对于沿纵向方向外侧直径有变化的所述原始母材及所述拉伸母材中间的锥形部，设定包含在所述锥形部的上流部测定位置，以及包含在所述锥形部的、沿所述纵向方向较所述上流部测定位置更下流侧的下流部测定位置;

对于所述上流部测定位置处的所述锥形部的上流部外侧直径，将设定出的上流部目标外侧直径与测定出的上流部测定外侧直径进行比较，并依据其偏差控制所述母材传送组件对所述原始母材的传送速度;

对于所述下流部测定位置处的所述锥形部的下流部外侧直径，将设定出的下流部目标外侧直径与测定出的下流部测定外侧直径进行比较，并依据其偏差控制所述母材牵引组件对所述拉伸母材的牵引速度。

2. 如权利要求1所述的光纤母材拉伸方法，其特征在于依据所述原始母材的外侧直径和对于所述拉伸母材的目标外侧直径，分别对所述上流部目标外侧直径和所述下流部目标外侧直径进行设定。

3. 如权利要求1所述的光纤母材拉伸方法，其特征在于依据所述光纤母材的组成，分别对所述上流部目标外侧直径和所述下流部目标外侧直径进行设定。

4. 如权利要求1所述的光纤母材拉伸方法，其特征在于所述下流部测定位置设定在所述锥形部终端附近的预定位置处，而且相对于预先设定的所述下流部测定位置，依据与所述下流部测定位置相比位于沿所述纵向方向更上流侧的各位置处的外侧直径和所述下流部外侧直径间的相关关系，对所述上流部测定位置进行设定。

5. 如权利要求1所述的光纤母材拉伸方法，其特征在于依据预先设定的所述下流部目标外侧直径、以及所述上流部外侧直径与所述下流部外侧直径间的相关关系，对所述上流部目标外侧直径进行设定。

6. 一种光纤母材拉伸装置，利用加热组件对由母材传送组件传送出的原始母材的一个端部进行加热软化并进行拉伸从而使之成为所需要的外侧直径，并利用母材牵引组件对所获得的拉伸母材进行牵引，其特征在于具有:

相对于沿纵向方向外侧直径有变化的所述原始母材及所述拉伸母材中间的锥形部，在包含在所述锥形部的上流部测定位置处，对所述锥形部的上流部外侧直径进行测定用的上流部外侧直径测定组件；

在包含在所述锥形部的、与上流部测定位置相比位于沿纵向方向更下流侧的下流部测定位置处，对所述锥形部的下流部外侧直径进行测定用的下流部外侧直径测定组件；

对于所述上流部测定位置处的所述锥形部的上流部外侧直径，将设定出的上流部目标外侧直径与测定出的上流部测定外侧直径进行比较，并依据其偏差控制所述母材传送组件对所述原始母材的传送速度用的传送速度控制组件；

对于所述下流部测定位置处的所述锥形部的下流部外侧直径，将设定出的下流部目标外侧直径与测定出的下流部测定外侧直径进行比较，并依据其偏差控制所述母材牵引组件对所述拉伸母材的牵引速度用的牵引速度控制组件。

7. 如权利要求6所述的光纤母材拉伸装置，其特征在于依据所述原始母材的外侧直径和对于所述拉伸母材的目标外侧直径，分别对所述上流部目标外侧直径和所述下流部目标外侧直径进行设定。

8. 如权利要求6所述的光纤母材拉伸装置，其特征在于依据所述光纤母材的组成，分别对所述上流部目标外侧直径和所述下流部目标外侧直径进行设定。

9. 如权利要求6所述的光纤母材拉伸装置，其特征在于所述下流部测定位置设定在所述锥形部终端附近的预定位置处，而且相对于预先设定的所述下流部测定位置，依据与所述下流部测定位置相比位于沿所述纵向方向更上流侧的各位置处的外侧直径和所述下流部外侧直径间的相关关系，对所述上流部测定位置进行设定。

10. 如权利要求6所述的光纤母材拉伸装置，其特征在于依据预先设定的所述下流部目标外侧直径、以及所述上流部外侧直径与所述下流部外侧直径间的相关关系，对所述上流部目标外侧直径进行设定。

# 光纤母材拉伸方法和拉伸装置

## 技术领域

本发明涉及对光纤母材进行加热软化以拉伸出所需要外径的光纤母材 的拉伸方法，以及相应的拉伸装置。

## 背景技术

近年来为了提高光纤和作为其母材的光纤母材的生产效率，而使光纤母材大型化，为使外侧直径成为所需的外侧直径而拉伸母材的拉伸加工变得越来越重要。特别是对于这种光纤母材的拉伸加工，要求提高其拉伸精度，即要求提高对原始母材进行拉伸而获得的拉伸母材的外侧直径的精度。

对光纤母材进行的拉伸加工，通常是利用加热组件对原始母材进行加热软化处理，进而拉伸出所需要外侧直径。对原始母材进行加热软化用的加热组件，可以为采用诸如氧气、氢气、甲烷等等作为燃烧气体的火焰燃烧炉，也可以为使用电阻加热部件等等的电加热炉等等。

对于呈大型化的、外侧直径超过100毫米（mm）的光纤母材，难以采用火焰燃烧炉进行的加热拉伸加工。因此，对于对这种大型光纤母材进行加工的场合，通常是采用诸如电阻加热部件等等的电加热炉对母材进行拉伸加工。

公开了相对母材上的锥形部设置若干个外侧直径测定组件，并且依据各外侧直径的变化和锥形形状的变化等等，对拉伸母材的外侧直径进行控制的技术解决方案（请参见日本特开平5-147971号公报和日本特开平8-91861号公报）。

## 发明内容

本发明就是鉴于上述问题而提出的，本发明的目的就是提供一种能够提高光纤母材的拉伸加工精度和生产效率的光纤母材拉伸方法，以及相应的拉伸装置。

本发明的光纤母材拉伸方法，利用加热组件对由母材传送组件传送出的原始母材的一个端部进行加热软化并拉伸从而使之成为所需要的外侧直径，并利用

母材牵引组件对所获得的拉伸母材进行牵引，其特征在于：（a）相对于沿纵向方向外侧直径有变化的所述原始母材及所述拉伸母材中间的锥形部，设定包含在所述锥形部的上流部测定位置，以及包含在所述锥形部的、沿所述纵向方向较所述上流部测定位置更下流侧的下流部测定位置；（b）对于所述上流部测定位置处的锥形部的上流部外侧直径，将设定出的上流部目标外侧直径与测定出的上流部测定外侧直径进行比较，并依据其偏差控制所述母材传送组件对所述原始母材的传送速度；（c）对于所述下流部测定位置处的所述锥形部的下流部外侧直径，将设定出的下流部目标外侧直径与测定出的下流部测定外侧直径进行比较，并依据其偏差控制所述母材牵引组件对所述拉伸母材的牵引速度。

在这儿，对于光纤母材拉伸加工过程中的上流侧和下流侧，是取对原始母材进行传送用的母材传送组件侧为上流侧，取对拉伸母材进行牵引用的母材牵引组件侧为下流侧。

而且，本发明的光纤母材拉伸装置，利用加热组件对由母材传送组件传送出的原始母材的一个端部进行加热软化并拉伸从而使之成为所需要的外侧直径，并利用母材牵引组件对所获得的拉伸母材进行牵引，其特征在于具有：（1）相对于外侧直径沿纵向方向有变化的所述原始母材及所述拉伸母材中间的锥形部，在包含在所述锥形部的上流部测定位置处，对所述锥形部的上流部外侧直径进行测定用的上流部外侧直径测定组件；（2）在包含在所述锥形部的、与上流部测定位置相比位于沿纵向方向更下流侧的下流部测定位置处，对所述锥形部的下流部外侧直径进行测定用的下流部外侧直径测定组件；（3）对于所述上流部测定位置处的所述锥形部的上流部外侧直径，将设定出的上流部目标外侧直径与测定出的上流部测定外侧直径进行比较，并依据其偏差控制所述母材传送组件对所述原始母材的传送速度用的传送速度控制组件；（4）对于所述下流部测定位置处的所述锥形部的下流部外侧直径，将设定出的下流部目标外侧直径与测定出的下流部测定外侧直径进行比较，并依据其偏差控制所述母材牵引组件对所述拉伸母材的牵引速度用的牵引速度控制组件。

在如上所述的光纤母材拉伸方法及其拉伸装置中，对于拉伸加工过程中的母材上的锥形部，相对上流侧的上流部测定位置和下流侧的下流部测定位置这两个位置设定其目标外侧直径。而且，可以利用上流部测定位置处的测定外侧直径与目标外侧直径间的偏差对上流侧母材的传送速度进行控制，并且利用下流部测

定位置处的测定外侧直径与目标外侧直径间的偏差对下流侧的母材的牵引速度进行控制。

采用这种构成形式，由于可以对各测定位置设置一定的目标外侧直径，并且可以按照上述方式对上流部及下流部处的外侧直径测定和母材传送速度及牵引速度的控制进行组合处理，从而可以减小对拉伸母材外侧直径进行控制所需要的时间滞后，并可以对外侧直径进行高精度地控制。

而且在此时，不再需要为改善拉伸加工精度，而在后续工序中利用旋转卡盘以实现精度良好且拉伸准直的其他工序。而且采用这种构成形式，即使对于为提高光纤和光纤母材的生产效率而使光纤母材大型化的场合，也可以在足够拉伸加工精度的条件下，对母材进行拉伸加工，从而可以进一步降低光纤母材的制造成本，提高其生产效率。

## 附图说明

图 1 为表示光纤母材拉伸装置的一种进行形式的结构构成图。

图 2 为表示光纤母材的锥形部处的外侧直径变化的曲线图。

图 3A～图 3C 为表示上流部外侧直径与下流部外侧直径间相关关系的曲线图。

图 4 为表示下流部外侧直径与原始母材外侧直径间相关关系的曲线图。

## 具体实施方式

下面参考附图，对本发明的光纤母材拉伸方法以及拉伸装置的最佳进行形式进行详细说明。在附图中相同的构成部件已经用相同的参考标号表示，并省略了重复性说明。而且，图面中的尺寸比率仅是说明性的，所以并非需要与所说明的尺寸完全一致。

下面通过如图 1 所示的拉伸装置的一种构成形式，对使用该拉伸装置的本发明的光纤母材拉伸方法进行说明。

作为本进行形式的拉伸装置，具有收装作为拉伸对象的光纤母材 1 用的、并且可以对其进行加热处理的加热炉 10。在加热炉 10 的上方处，设置有由上方侧对光纤母材 1 进行支撑用的转动卡盘即上部卡盘 11。在加热炉 10 的下方处设置有由下方侧对光纤母材 1 进行支撑用的转动卡盘即下部卡盘 13。

加热炉 10 在本进行形式中采用是的电加热炉，并且设置有用于对成为拉伸对象的光纤母材即原始母材 1a 的一个端部进行加热软化的加热组件加热器 15。原始母材 1a 通过该加热器 15 进行加热软化，并按照所需要外侧直径进行拉伸而构成为拉伸母材 1c。而且，在进行这种拉伸加工的过程中，位于原始母材 1a 与拉伸母材 1c 之间的母材部分，外侧直径将沿着母材 1 纵向方向（如图中的一点虚线所示）产生变化，并构成为锥形部 1b。

上部卡盘 11 对原始母材 1a 进行的传送操作，可以由母材传送用驱动部 12 进行驱动控制，而且所述上部卡盘 11 和母材传送用驱动部 12 构成能够按照预定传送速度对原始母材 1a 进行传送的母材传送组件。下部卡盘 13 对拉伸母材 1c 进行的牵引操作，可以由母材牵引用驱动部 14 进行驱动控制，而且所述下部卡盘 13 和母材牵引用驱动部 14 构成能够按照预定牵引速度对拉伸母材 1c 进行牵引的母材牵引组件。

在所述母材传送组件和母材牵引组件的作用下，光纤母材 1 将沿纵向方向一边移动一边受到拉伸处理，而且沿该光纤母材 1 纵向方向上的两个位置，还被设定为对外侧直径进行测定用的上流部测定位置 P1 和下流部测定位置 P2。

上流部测定位置 P1 位于包含在母材 1 的锥形部 1b 的位置处。下流部测定位置 P2 位于包含在锥形部 1b 的、与上流部测定位置 P1 相比位于下流侧的一个位置处。作为本进行形式的拉伸装置，可以依据分别在测定位置 P1、P2 测定出的、位于锥形部 1b 处的母材 1 的外侧直径，由母材传送组件对原始母材 1a 的传送速度和母材牵引组件对拉伸母材 1c 的牵引速度进行控制，从而可以按照使由原始母材 1a 拉伸出的拉伸母材 1c 的外侧直径大体保持为一定的方式，对其外侧直径进行控制。

在上流部测定位置 P1 处设置有对位于位置 P1 处的锥形部 1b 的外侧直径（上流部外侧直径）进行测定用的上流部外侧直径测定组件 20。上流部外侧直径测定组件 20 具有诸如激光光源等等的光发射器 21，按照夹持着锥形部 1b 的方式设置在与光发射器 21 相反侧处的光接收器 22。光接收器 22 的输出信号输入至运算处理部 23 处。而且，运算处理部 23 可以依据该光接收器 22 给出的信号，计算出在上流部测定位置 P1 处的、作为锥形部 1b 的上流部外侧直径测定值的上流部测定外侧直径 D1。

通过运算处理部 23 计算出的上流部测定外侧直径 D1 进一步输入至传送速

度控制部24。另一方面，在该传送速度控制部24中，预先设定有作为位于上流部测定位置P1处的锥形部1b的目标外侧直径的上流部目标外侧直径D10。传送速度控制部24对设定出的上流部目标外侧直径D10与测定出的上流部测定外侧直径D1进行比较，并且依据其偏差（D1－D10）对母材传送用驱动部12发出指令，对于母材传送组件对原始母材1a的传送速度进行控制。

在下流部测定位置P2处设置有对位于位置P2处的锥形部1b的外侧直径（下流部外侧直径）进行测定用的下流部外侧直径测定组件25。下流部外侧直径测定组件25具有诸如激光光源等等的光发射器26，按照夹持着锥形部1b的方式设置在与光发射器26相反侧处的光接收器27。光接收器27的输出信号输入至运算处理部28处。而且，运算处理部28可以依据该光接收器27给出的信号，计算出在下流部测定位置P2处的、作为锥形部1b的下流部外侧直径测定值的下流部测定外侧直径D2。

通过运算处理部28计算出的下流部测定外侧直径D2进一步输入至牵引速度控制部29。在该牵引速度控制部29中，预先设定有作为位于下流部测定位置P2处的锥形部1b的目标外侧直径的下流部目标外侧直径D20。牵引速度控制部29对设定出的下流部目标外侧直径D20与测定出的下流部测定外侧直径D2进行比较，并且依据其偏差（D2－D20）对母材牵引用驱动部14发出指令，对于母材牵引组件对拉伸母材1c的牵引速度进行控制。

作为本进行形式的光纤母材拉伸装置以及所使用的拉伸方法，可以分别相对设定在锥形部1b上两个位置处的测定位置P1、P2而预先设定其目标外侧直径D10、D20，并且可以通过对上流部和下流部处的外侧直径进行测定，对母材上流侧的传送速度和下流侧的牵引速度的控制进行组合处理的方式，减少对所制作出的拉伸母材1c的外侧直径进行控制所需要的时间滞后。因此，可以对其外侧直径进行响应良好且精度良好的控制。

在这儿，对于测定位置P1、P2处的目标外侧直径，可以依据原始母材1a的外侧直径和拉伸母材1c的目标外侧直径（所需要的外侧直径）而分别设定出上流部目标外侧直径D10和下流部目标外侧直径D20。采用这种构成形式，可以求出作为拉伸加工过程中母材1形状的、预定的锥形部1b锥形形状，进而可以将由相应锥形形状计算出的、位于测定位置P1、P2处的外侧直径值作为目标外侧直径，从而可以对锥形部1b和拉伸母材1c的外侧直径进行良好的控制。

而且，还可以依据光纤母材1的组成，分别对上流部目标外侧直径D10和下流部目标外侧直径D20进行设定。采用这种构成形式，由于还考虑到拉伸加工过程中的母材1的锥形形状随着光纤母材构成而变化的情况，所以可以对各外侧直径进行更良好的控制。

下面通过具体的构成实例，对依据本进行形式构造的光纤母材拉伸方法和相应的拉伸装置的一种最佳构成形式进行说明。在下面的说明中，原始母材1a的外侧直径表示为Da，由母材传送用组件对原始母材1a进行的传送速度表示为V1，与拉伸母材1c相对的目标外侧直径表示为Dc，由母材牵引用组件对拉伸母材1c进行的牵引速度表示为V2。

首先，为了对两个测定位置P1、P2处的母材1的目标外侧直径进行设定，可以利用如图1所示的拉伸装置对预先准备的光纤母材进行拉伸加工。在这儿不对外侧直径的测定时的母材传送速度和牵引速度进行控制，而是在两者保持为一定速度的条件下进行拉伸处理。

将具有外侧直径Da位于φ65～102毫米（mm）范围之内的规定外侧直径且沿纵向方向具有均匀外侧直径的母材作为原始母材1a而预备。而且，拉伸条件可以为对母材1进行加热处理用的加热器15的加热温度为1890℃，上部卡盘11侧对原始母材1a的传送速度V1为3毫米/分，进行拉伸处理后的拉伸母材1c的目标外侧直径Dc为φ40毫米。在这时，下部卡盘13侧对拉伸母材1c的牵引速度V2可以由下式求出:

$$V2=(Da/Dc)^2\times V1$$

依据上述条件对光纤母材1进行拉伸加工，在加工过程中切断加热器15并结束拉伸工序，取出光纤母材1，对处于拉伸加工过程中的锥形部1b的锥形形状进行调整。所获得的锥形形状的外侧直径数据的一个实例如图2所示。在如图2所示的曲线图中，横轴表示沿母材1纵向方向的位置（毫米），纵轴表示在母材1上各位置处的外侧直径（毫米），从而表示出位于锥形部1b处的母材1外侧直径的变化。

这种光纤母材1中的锥形形状，比如说其锥形部1b的长度，是与加热器15的加热范围和光纤母材的传送速度等等相关的。因此，在对光纤母材实际进行拉伸加工的场合，可以每次在拉伸装置中对包含锥形部1b的长度在内的锥形形状进行调查，进而依据这些数据，对诸如最佳母材传送速度、设置外侧直径测

定组件20、25用的测定位置P1、P2等等进行设定。采用这种构成形式，还可以避免由于下流部测定位置P2位于比锥形部1b的结束终端（或称下流侧）更下侧的位置处，而不能进行良好设定的问题。

而且，对于对锥形部1b的锥形形状进行调查后的若干个外侧直径数据，在锥形部1b的沿纵向方向上不同位置处的外侧直径数据进行整理，同时对这两个位置处的外侧直径的关系进行调查。依据这些结果，可以首先将位于下流侧的下流部测定位置P2设定在对外侧直径Da为φ65毫米的、具有最小外侧直径的原始母材1a进行拉伸时成为锥形部1b的终端的位置之前的20毫米位置处。

采用这种方式，可以将包含在锥形部1b处的两个测定位置中的下流部测定位置P2，设定在靠近锥形部1b终端附近的预定位置处。采用这种构成形式，由于下流部测定位置P2可以设置在尽可能靠近拉伸母材1c的位置处，从而使位于位置P2处的下流部测定外侧直径D2与拉伸母材1c得到的外侧直径间具有更强的相关性，所以可以对拉伸母材1c的外侧直径进行更可靠地控制。

而且，可以参考如图2所示的外侧直径数据等等，对位于下流部测定位置P2处的下流部目标外侧直径D20进行设定。锥形部1b终端（下流端部）的位置，可以取为大体达到拉伸母材1c目标外侧直径Dc（在本进行形式中为φ40毫米）的纵向方向位置处。

另一方面，上流部测定位置P1可以相对于预先设定的下流部测定位置P2，通过对沿纵向方向位于位置P2上流侧的各个位置处的外侧直径与下流部外侧直径D2间的相关关系进行分析的方式，将与下流部外侧直径D2最为相关的位置选择并设定为上流部测定位置P1。采用这种构成形式，可以在具有足够精度的条件下，对拉伸母材1c的外侧直径进行控制。

而且，可以依据先行设定的下流部目标外侧直径D20、上流部外侧直径D1和下流部外侧直径D2间的相关关系，对位于上流部测定位置P1处的上流部目标外侧直径D10进行设定。采用这种构成形式，还可以在与上述测定位置的设定相配合且具有足够精度的条件下，对拉伸母材1c的外侧直径进行控制。

下面对上流部测定位置P1、上流部目标外侧直径D10和下流部目标外侧直径D20的设定方式进行更具体的说明。如上所述，下流部测定位置P2可以设定在对外侧直径Da为φ65毫米的、具有最小外侧直径的原始母材1a进行拉伸时的锥形部1b的下端位置之前的20毫米位置处。

首先，取外侧直径Da位于φ65～97毫米范围之内的四根原始母材1a，对处于拉伸加工过程中的锥形部1b的锥形形状及其变化进行分析．图3A～图3C表示的是位于下流部测定位置P2的上流侧的锥形部1b的不同位置处的外侧直径与位于下流部测定位置P2处的下流部外侧直径D2间的相关关系．在图3A～图3C所示的曲线图中，横轴表示位于下流部测定位置P2处的下流部外侧直径D2（毫米），纵轴表示位于其上流侧不同位置处的外侧直径（毫米）。

在这些曲线图中，图3A表示的是较位置P2位于上流侧50毫米处的母材1外侧直径与下流部外侧直径D2间的相关关系．图3B表示的是较位置P2位于上流侧100毫米处的母材1外侧直径与下流部外侧直径D2间的相关关系．图3C表示的是较位置P2位于上流侧150毫米处的光纤母材1外侧直径与下流部外侧直径D2间的相关关系．这些曲线图示出了综合测定出的外侧直径数据、通过直线挖近似方式获得的外侧直径相关直线。

这些外侧直径数据和相应的直线近似计算结果表明，当原始母材1a上的外侧直径Da产生有变化时，与位于下流部测定位置P2处的下流部外侧直径D2的外侧直径最为相关的上流侧位置，即与下流部外侧直径D2处的外侧直径间的相关关系最接近直线的位置，是较下流部测定位置P2位于上流侧100毫米处的位置（如图3B所示）．依据这一结果，可以将较该位置P2位于上流侧100毫米处的位置设定为上流部测定位置P1.

而且，对于这种上流部测定位置P1和下流部测定位置P2，还可以依据所设定出的上流部测定位置P1、下流部测定位置P2、作为拉伸对象的原始母材1a的外侧直径Da、以及由进行如上所述的预备性拉伸加工获得的外侧直径数据等等，分别对控制锥形部1b的锥形形状用的上流部目标外侧直径D10和下流部目标外侧直径D20进行设定。

首先，根据依据如图2所示的外侧直径数据等等而求得的原始母材1a的外侧直径Da和下流部测定外侧直径D2间的相关关系，对与下流部测定位置P2处的锥形部1b的下流部外侧直径D2相对应的下流部目标外侧直径D20进行设定。在本进行形式中，所求解出的下流部外侧直径D2与原始母材1a上的外侧直径Da间的关系如图4中的曲线图所示。

在如图4所示的曲线图中，横轴表示原始母材1a的外侧直径Da（毫米），纵轴表示位于锥形部1b中的下流部测定位置P2处的下流部外侧直径D2(毫米)。

可以参考该曲线图所示的相关关系，依据成为拉伸对象的原始母材 1a 的外侧直径 Da 的值，对下流部目标外侧直径 D20 进行设定。

而且，可以依据预先设定的下流部目标外侧直径 D20、如图 3B 所示的上流部外侧直径 D1 与下流部外侧直径 D2 间相关关系的外侧直径相关直线，对与位于上流部测定位置 P1 处的锥形部 1b 的上流部外侧直径 D1 相对应的上流部目标外侧直径 D10 进行设定。

可以利用如上所述的设定内容和设定方式，取平均外侧直径 Da 为 88 毫米、沿纵向方向具有为约 4 毫米的外侧直径变化的母材作为原始母材 1a，并且对这种光纤母材进行实际拉伸加工处理。而且，按照如上所述那样对上流部测定位置 P1 和下流部测定位置 P2 进行设定。

位于下流部测定位置 P2 处的下流部目标外侧直径 D20 可以按照如图 4 所示相关曲线，根据原始母材 1a 的外侧直径 Da=88 毫米，将下流部目标外侧直径设定为 D20=40.9 毫米。上流部测定位置 P1 处的上流部目标外侧直径 D10，满足如图 3B 所示的外侧直径相关直线的直线近似式：

$$D1=4.9651\times D2-155.9$$

将 D20=40.9 毫米带入上式，便可以将上流部目标外侧直径设定为 D10=47.2 毫米。

采用上述的设定内容，可以在加热器 15 的加热温度为 1880℃、对原始母材 1a 的初始传送速度为 V10=5 毫米/分、对拉伸母材 1c 的初始引导速度为 V20=23.1 毫米/分的拉伸条件下，对光纤母材进行拉伸处理。

而且，如果在上流部测定位置 P1 处测定的上流部测定外侧直径为 D1，在下流部测定位置 P2 处测定的下流部测定外侧直径为 D2，则可以依据如上所述的初始速度 V10 和 V20、外侧直径间的偏差（D1－D10）和（D2－D20），通过如下所述的控制方程式对光纤母材的传送速度 V1 和牵引速度 V2 进行速度控制：

$$V1=V10+A1\times(D1-D10)$$

$$V2=V20+A2\times(D2-D20)$$

在这儿，上述控制等式中的系数 A1 和 A2 为在两个测定位置 P1、P2 处的外侧直径偏差对速度控制的影响系数。

在本进行例的这一具体实例中，是按照 A1=5（/分）、A2=50（/分）进行控制的。在这时，进行拉伸加工而制作出的拉伸母材 1c，沿纵向方向的外侧直

径变化大约为0.08毫米，这表明拉伸制作出具有非常均匀外侧直径的拉伸母材1c。而且，通过将位于如上所述的上流部测定位置P1处的外侧直径偏差（D1－D10）反馈给位于上方处的母材传送速度V1，通过将位于如上所述的下流部测定位置P2处的外侧直径偏差（D2－D20）反馈给位于下方处的母材牵引速度V2，从而进一步减小时间滞后，能够对外侧直径进行响应良好的控制。

在这儿，当如上所述的控制方程式中的控制系数A1、A2的值分别超过50、500时，将会超出速度控制幅度，使制作出的拉伸母材1c的外侧直径不均匀。因此，这两个系数A1、A2的值最好分别位于50（/分）以下、500（/分）以下的范围之内。

考虑进行拉伸加工的原始母材1a的外侧直径Da、拉伸母材1c的目标外侧直径Dc、加热器15的加热温度、加热器15的长度等等的拉伸加工条件的情况下，按照获得最佳控制条件的方式，对这两个系数A1、A2的值和相应的组合进行设定。而且，进一步考虑对母材的传送速度V1和牵引速度V2进行控制时的相互影响的情况下对其进行设定。

对于处于拉伸加工过程中的光纤母材上的锥形部，设置若干个外侧直径测定组件并对外侧直径进行控制的拉伸方法，已经公开在日本特开平5-147971号公报、日本特开平8-91861号公报中，然而采用这些文献公开的拉伸方法，并不能获得足够的拉伸加工精度。

如果具体的说就是，由日本特开平5-147971号公报公开的拉伸方法，是通过对锥形部在刚开始处的外侧直径和结束之前的外侧直径进行测定，并且由刚开始时的外侧直径的测定值求解出结束之前的外侧直径的目标值的方式，进行外侧直径控制的。因此，如果采用这种方法，当锥形部处的目标外侧直径不是固定值时，其控制方法将会复杂化。而且，难以消除锥形部由刚开始时的位置至结束之前的位置间的时间滞后影响。

由日本特开平8-91861号公报公开的拉伸方法，是通过设置在锥形部处的若干个外侧直径测定组件分别对外侧直径进行测定，同时利用直线近似表示锥形部的锥形形状，并且按照直线的斜率保持为一定的方式，进行外侧直径控制的。因此，当实际母材上锥形部的锥形形状不是直线时，采用这种假定锥形形状为直线形状的控制方法，将不能进行高精度的外侧直径控制。而且，虽然可以依据在两个位置测定的外侧直径绝对值获取出外侧直径的平均值进行控制，然而即使如

此，对于锥形形状不是直线形状的场合也难以进行精度良好的外侧直径控制。

与此相对应的是，依据本发明构造的拉伸方法和拉伸装置，对相对锥形部设定的两个测定位置预先设定一定的目标外侧直径，并且依据上流部外侧直径和下流部外侧直径分别对母材的传送速度和牵引速度进行控制的。采用这种构成形式，可以最大限度地减小对拉伸母材进行外侧直径控制所需要的时间滞后，从而可以进行响应良好且精度优良的外侧直径控制。

对于作为拉伸加工对象的原始母材沿纵向方向的外侧直径有变化的场合，处于拉伸加工过程中的母材的锥形部处的外侧直径分布也会产生有变化。在这时，为了使所制作出的拉伸母材的外侧直径保持均匀而将锥形部的外侧直径分布保持一定是非常重要的。因此，应该采用对锥形部的各位置处的外侧直径全部进行测定并对外侧直径进行控制的方式。然而，这在实际生产中会受到设备构成等等方面的制约而难以实现。

与此相对应的是，依据本发明构造的拉伸方法和拉伸装置，为了对锥形部的外侧直径分布进行的控制而以使之成为最佳组合地设定出两个测定位置，并且可以在上流部测定位置和下流部测定位置处分别对外侧直径进行测定，从而可以实现高效率地外侧直径控制。

依据本发明的光纤母材拉伸方法和拉伸装置，并不仅限于如上所述的进行形式和进行例，还可以呈种种不同变形的构成形式。如果举例来说，对于测定位置P1、P2和目标外侧直径D10、D20的设定方式，除了如上所述的进行例之外，还可以按照与拉伸装置的具体条件相对应的拉伸方法进行设定。而且，依据测定外侧直径与目标外侧直径间的偏差进行的反馈型控制，在上述进行例中仅以一个实例给出了一种控制方式，然而还可以采用其它控制形式。

正如上面所详细说明的那样，依据本发明的光纤母材拉伸方法和拉伸装置，是一种能够提高光纤母材的拉伸加工精度，并且能够提高生产效率的光纤母材拉伸方法和拉伸装置。换句话说就是，对于进行拉伸加工处理的光纤母材上的锥形部，可以在上流部测定位置和下流部测定位置的两个位置处测定其外侧直径并设定出相应的目标外侧直径，进而可以依据在上流部测定位置和下流部测定位置处的外侧直径偏差，分别对光纤母材的传送速度和牵引速度进行控制，所以如果采用这种光纤母材拉伸方法和拉伸装置，可以减小对拉伸母材外侧直径进行控制所需要的时间滞后，从而可以对外侧直径进行高精度地控制。

如果采用这种构成形式，即使对于为提高光纤和光纤母材的生产效率而使光纤母材大型化的场合，也可以在具有足够拉伸加工精度的条件下，对光纤母材进行拉伸加工，从而可以降低光纤母材的制造成本，提高生产效率。

图 1

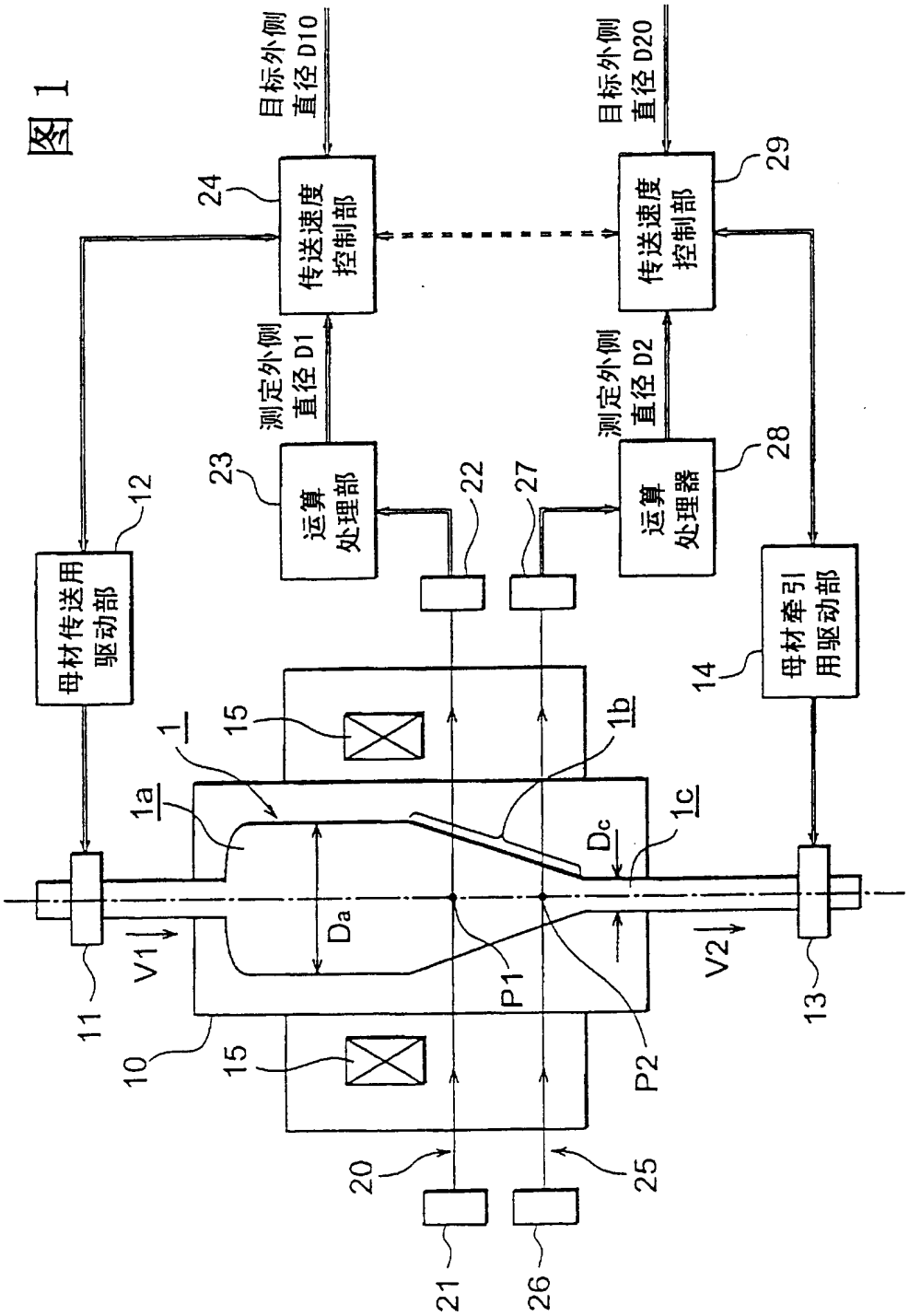

目标外侧直径 D10
目标外侧直径 D20
24
传送速度控制部
29
传送速度控制部
测定外侧直径 D1
测定外侧直径 D2
23
运算处理部
22
27
运算处理器
28
12
母材传送用驱动部
14
母材牵引用驱动部
1
15
1a
1b
1c
Dc
Da
V1
V2
P1
P2
11
10
15
13
20
25
21
26

图 2

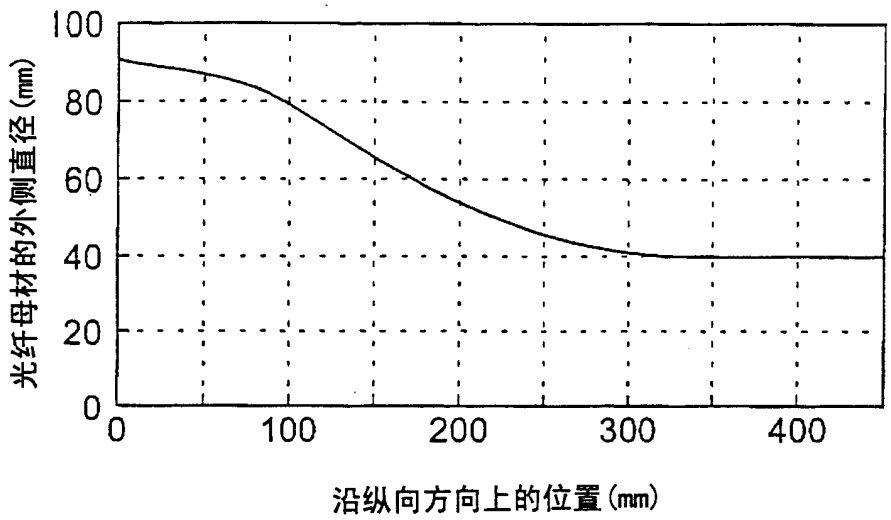


图 3A

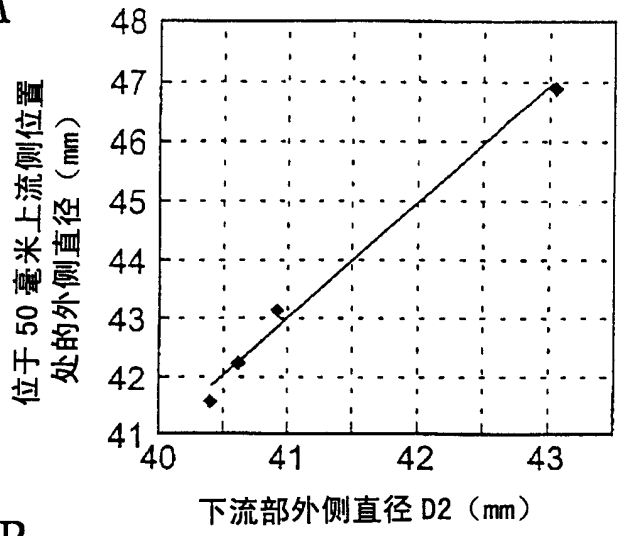

位于 50 毫米上流侧位置
处的外侧直径（mm）
48
47
46
45
44
43
42
41
40
41
42
43
下流部外侧直径 D2（mm）

图 3B

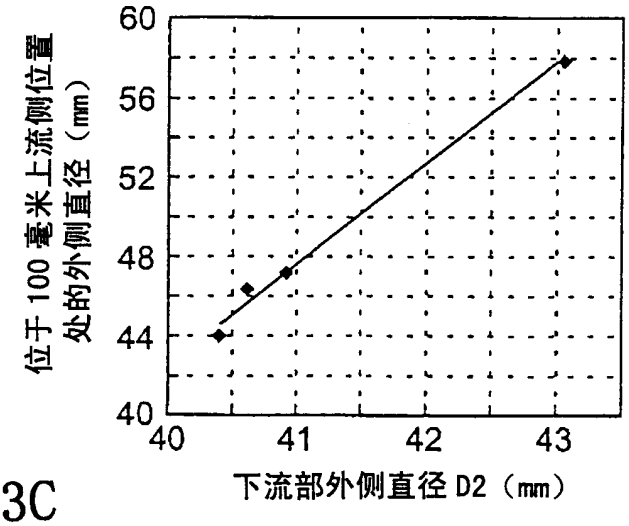

位于 100 毫米上流侧位置
处的外侧直径（mm）
60
56
52
48
44
40
40
41
42
43
下流部外侧直径 D2（mm）

图 3C

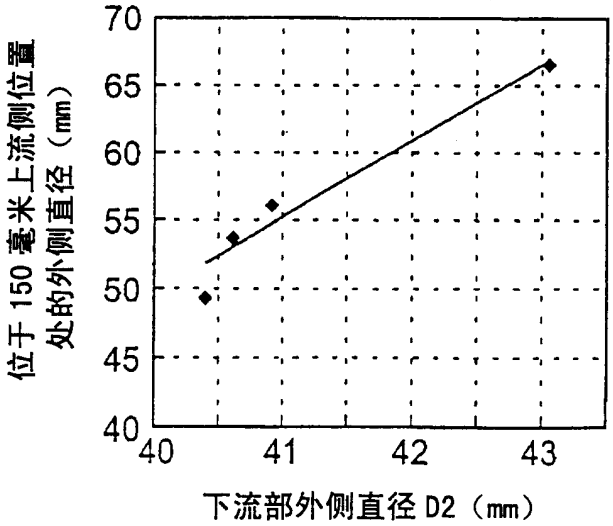
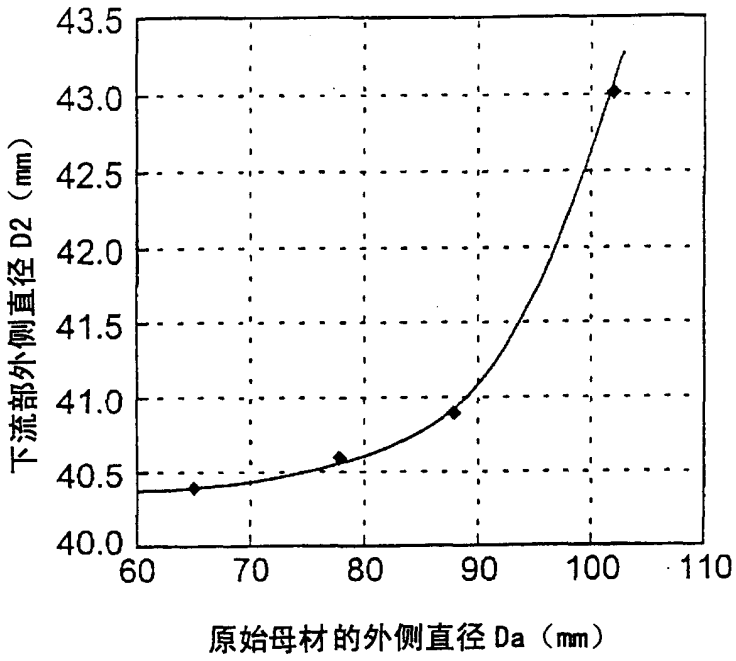

位于 150 毫米上流侧位置
处的外侧直径（mm）
70
65
60
55
50
45
40
40
41
42
43
下流部外侧直径 D2（mm）

图 4


43.5
43.0
42.5
42.0
41.5
41.0
40.5
40.0
60
70
80
90
100
110
下流部外侧直径 D2（mm）
原始母材的外侧直径 Da（mm）