

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 6/02 (2006.01)

C03C 25/20 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02150528.4

[45] 授权公告日 2006年7月5日

[11] 授权公告号 CN 1262855C

[22] 申请日 2002.11.12 [21] 申请号 02150528.4

[30] 优先权

[32] 2001.11.15 [33] US [31] 09/987, 673

[71] 专利权人 阿尔卡塔尔公司

地址 法国巴黎

[72] 发明人 鲍勃·J·奥弗顿

艾戈·V·库德亚科弗

审查员 高懿颖

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

代理人 鄞 迅

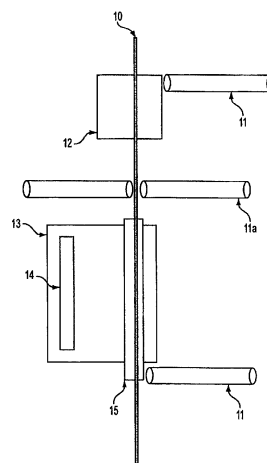
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 1 页

## [54] 发明名称

通过超声辅助的光纤涂层的紫外线固化

## [57] 摘要

本发明涉及通过超声辅助的光纤涂层的紫外线固化，提供了一种固化在光纤上的涂层的改善的方法和装置，而不产生附加的热量并且不损害光纤的生产速度。本发明使用耦合到光纤拉台的部件（比如贴合模头、固化平台设备或护层）以给光纤涂层发射超声的至少一个超声换能器。连同当前的涂层固化技术比如紫外线辐射固化技术一起使用超声有助于通过超声波分解效应加速涂层固化过程，因此增加了当前的光纤制造速度。



1. 一种固化光纤涂层的方法，包括以下步骤：  
使光纤通过贴合模头；  
5 给所说的光纤施加涂层；以及  
固化在所说的光纤上的所说的涂层，  
其中所说的方法进一步包括将所说的涂层暴露在超声中的步骤。
2. 如在权利要求 1 中所述的固化光纤的涂层的方法，其中所说的  
暴露步骤发生在所说的施加和所说的固化步骤中的至少一个步骤中。
- 10 3. 如在权利要求 1 中所述的固化光纤的涂层的方法，其中所说的  
暴露步骤发生在所说的施加步骤和所说的固化步骤的两个步骤中。
4. 如在权利要求 1 中所述的固化光纤的涂层的方法，其中所说的  
超声的频率在  $2^4$  至  $10^9$ Hz 的范围内。
5. 如在权利要求 1 中所述的固化光纤的涂层的方法，其中所说的  
15 的固化步骤包括将所说的涂层暴露在紫外线辐射中。
6. 如在权利要求 1 中所述的固化光纤的涂层的方法，其中所说的  
超声以脉冲的形式施加。
7. 如在权利要求 1 中所述的固化光纤的涂层的方法，其中所说的  
暴露步骤发生在所说的通过贴合模头的步骤之后和在所说的固化步骤  
20 之前。
8. 如在权利要求 1 中所述的固化光纤的涂层的方法，其中所说的  
暴露步骤发生在所说的通过贴合模头的步骤和所说的固化步骤之  
前。
9. 如在权利要求 1 中所述的固化光纤的涂层的方法，其中所说的  
25 的涂层至少是在所说的固化步骤中部分地固化并且所说的暴露步骤  
发生在所说的固化步骤之后。
10. 一种固化光纤的涂层的方法，包括：  
使光纤通过至少一个施加涂层平台和一个固化平台，其中在所说的  
施加涂层平台中给所说的光纤施加涂层并且通过将所说的涂层暴露

在至少紫外线辐射和超声中实施所说的涂层的固化。

11. 如在权利要求 10 中所述的固化光纤的涂层的方法, 其中在所说的固化平台中给所说的涂层应用所说的紫外线辐射和超声两种。

12. 如在权利要求 10 中所述的固化光纤的涂层的方法, 其中所说的超声的频率在  $2^4$  至  $10^9$ Hz 之间。

13. 如在权利要求 10 中所述的固化光纤的涂层的方法, 其中给所说的涂层同时施加所说的超声和所说的紫外线辐射。

14. 如在权利要求 10 中所述的固化光纤的涂层的方法, 其中所说的超声以脉冲的形式施加。

15 15. 如在权利要求 10 中所述的固化光纤的涂层的方法, 其中所说的暴露步骤发生在所说的施加涂层步骤之后和在所说的固化步骤之前。

16. 如在权利要求 10 中所述的固化光纤的涂层的方法, 其中在所说的光纤通过所说的施加涂层平台之前所说的光纤暴露在所说的超声中。

17. 如在权利要求 10 中所述的固化光纤的涂层的方法, 其中所说的涂层至少在所说的固化步骤中部分地固化并且所说的暴露步骤发生在所说的固化步骤之后。

18. 一种固化在光纤上的涂层的装置, 包括:  
20 光纤拉台, 沿着该拉台拉制光纤, 该拉台包括:  
贴合模头, 所说的光纤通过该贴合模头以接收涂层; 以及  
位于所说的贴合模头的下游以固化所说的涂层的固化设备, 和  
发射超声并耦合到所说的拉台的至少一个超声换能器,  
其中至少部分通过所说的超声实施所说的涂层的固化。

25 19. 如在权利要求 18 中所述的装置, 其中所说的至少一个超声换能器耦合到所说的贴合模头和所说的固化设备中的至少一个。

20. 如在权利要求 18 中所述的装置, 具有至少两个超声换能器, 其中所说的贴合模头和所说的固化设备两者都耦合到所说的至少两个超声换能器中的至少一个换能器中。

21. 如在权利要求 18 中所述的装置, 其中所说的固化设备包括紫外线辐射发射设备。

22. 如在权利要求 18 中所述的装置, 其中所说的固化设备包括紫外线辐射发射设备和所说的至少一个超声换能器。

5 23. 如在权利要求 18 中所述的装置, 其中所说的至少一个超声换能器发射超声脉冲。

24. 如在权利要求 18 中所述的装置, 其中所说的至少一个超声换能器发射  $2^4$  至  $10^9$ Hz 的范围内的频率。

10 25. 如在权利要求 18 中所述的装置, 其中所说的至少一个超声换能器耦合到所说的拉台, 位于所说的贴合模头和所说的固化设备中至少一个的上游。

26. 如在权利要求 18 中所述的装置, 其中所说的至少一个超声换能器耦合到所说的拉台, 位于所说的贴合模头和所说的固化设备中至少一个的下游。

15 27. 如在权利要求 18 中所述的装置, 其中所说的至少一个超声换能器与所说的涂层相接触。

28. 如在权利要求 18 中所述的装置, 具有至少两个超声换能器, 这两个换能器都与所说的涂层相接触。

20 29. 如在权利要求 18 中所述的装置, 其中所说的至少一个换能器位于所说的固化设备的下游并与所说的涂层相接触。

30. 一种固化光纤的涂层的方法, 包括:

使光纤通过贴合模头;

给所说的光纤施加涂层; 以及

25 通过以超声频率振动所说的涂层固化在所说的光纤上的所说的涂层。

31. 如在权利要求 30 中所述的方法, 其中所说的超声的频率在  $2^4$  至  $10^9$ Hz 的范围内。

32. 如在权利要求 30 中所述的方法, 其中所说的固化步骤进一步包括将所说的涂层纤维暴露在紫外线辐射中。

## 通过超声辅助的光纤涂层的紫外线固化

### 技术领域

本发明涉及光纤领域，具体地说本发明涉及使用超声以有助于固化光纤的可紫外线固化的涂层。

### 背景技术

光纤是一种直径非常小的玻璃纤维原丝，与标准导线或电缆网相比，它能够在较大的距离上以较高的速度和相对较低的信号损失传输光信号。今天光纤技术已经发展到广泛地应用在许多领域中：医疗、航空、通信等。因为这种发展，日益需要以更快的速率、更低的成本生产更好质量的光纤。

光纤的许多使用领域（比如通信）要求保护光纤不受到各种破坏因素的影响，比如不利的气候、湿气、碰撞损坏等。这种对单个纤维的保护来自纤维涂层。如今，大多数光纤具有两个涂层，通常将其称为基本涂层和次级涂层。基本涂层用于光纤的表面上，而次级涂层用于基本涂层的顶部上。基本涂层的主要作用是提供用于玻璃纤维的软“垫”，保护它不受到冲击损坏。次级涂层的主要目的是提供半刚性保护壳层以保护基本涂层和玻璃纤维两者不受不利的环境因素的影响以及不受物理性损坏。

如今制造光纤的一种最普通的方法是通过一般称为“拉”的过程的方法。在这种方法中，制造较大的预制件。预制件是制造玻璃纤维（光纤）的实际材料。一旦制造了预制件，接下来的步骤是将预制件“拉”成具有所需的直径的玻璃纤维（光纤）。实现这一过程的一种最普通的工具是使用“拉台”。“拉台”是具有从玻璃预制件到成品纤维的制造光纤的过程中所需的所有主要平台的生产装置。在这种过程中玻璃预制件通常悬在该装置之上，并且该预制件的最底端进入

熔炉中。该熔炉均匀地融化预制件以使预制件从熔炉中出来时成为非常小的直径的光学玻璃纤维。预制件移动到熔炉中的速率可以调节以保持光纤的恒定的直径。一旦玻璃纤维离开熔炉，一般冷却它。

在玻璃纤维冷却到预先设定的温度时，通常给纤维涂敷基本涂层。这通常在贴合模头（coating die）中完成。施加基本涂层以便完全覆盖纤维。然后固化或硬化基本涂层。一旦已经固化或硬化了基本涂层，然后施加次级涂层以完全覆盖基本涂层。然后固化次级涂层以硬化它并将它固定到基本涂层。正如一般公知和理解，一旦完成了这个过程则一般认为该纤维成为光纤。最后通过卷扬机将光纤绕在卷盘或卷筒上。

主要使用光纤的涂层来给玻璃纤维芯和覆层提供化学、机械和环境保护。为实现这种目的通常使用不同的材料的两个层。一般地，与次级涂层相比，基本涂层相对较软（具有相对较低的 1-2Mpa 的弹性模量），并且用作玻璃纤维的缓冲器或冲击保护。次级涂层相对较硬（具有相对较高的 30-60Mpa 的弹性模量），并且提供对纤维和基本涂层的半刚性保护壳体。所使用的最普通的类型的涂层是紫外线（UV）可固化的涂层。这些涂层都是具有用于涂层组分中的光引发剂成分的涂层，这样就可以通过在紫外线辐射中暴光开始涂层的固化。

光引发剂通过吸收由紫外线或有时是可见光或光源辐射的能量起作用。这种能量吸收开始了放置在纤维上的液体涂层的聚合作用并导致涂层的硬化。涂层的快速固化极大地降低了光纤的生产时间，由此使生产更加有利可图。

然而，这种固化光纤涂层的方法并不是没有问题。其中固化过程在纤维的涂层中产生了大量的热量。这种热量一般通过对流或通过固化的过程中伴随着灯的紫外线或可见光的红外辐射来自发热的紫外线/可见光灯以及来自放热的聚合作用（即固化）本身。这种热量在固化涂层的过程中也有作用，但是也能够造成严重的问题。例如，如果在固化的过程中涂层的温度太高则它可能造成分解在涂层材料中的微基团并导致较低的固化度。总的来说，一般公知的是在涂层固化的过

程中的过热通过自由基的聚合作用对有效的固化是有害的。

如前文所述，基本涂层应该相对较软以保护玻璃纤维不受微弯曲的影响。微弯曲是在玻璃纤维中的微观弯曲形式，这种弯曲通过降低传输光功率的幅值（即衰减）降低了纤维的效率。在固化的过程中，应用基本涂层，然后固化，然后应用次级涂层，然后固化。在固化次级涂层时，通常进一步固化了基本涂层直到涂层单体 100%地转换为聚合物。

因为在固化的过程中产生过量的热量所带来的问题，已经研究了许多已有技术的方法以加快固化过程而不产生过量的热量。一种实例是降低紫外线辐射的水平，然而随着紫外线辐射的降低，线速必须降低以确保涂层接收适当量的紫外线暴光量以实施正确的固化。这种拉的速度的降低严重地影响了光纤设备的生产效率。理想的是具有一种以尽可能高的速度固化光纤涂层的系统。

#### 发明内容

本发明提供了一种以较高的线速度固化光纤涂层的系统和装置。为实现这些本发明使用紫外线辐射和超声的组合来固化光纤涂层。

在本发明中，一超声换能器沿着纤维拉台放置在一平台上以在拉制的纤维和涂层上发射超声以有助于涂层的固化过程。（注意，在下文的进一步讨论中本发明也可以沿着拉台在不同的位置上使用多个换能器）。通过使用超声来有助于涂层的固化过程，可以加速涂层材料的聚合作用。

在本发明中，超声换能器可以连接到在纤维拉台中的许多部件，但可取的是应该耦合到将涂层涂覆到拉制的纤维的纤维贴合模头或者在它进行紫外线辐射固化时通过其拉制纤维的石英管，或者耦合到这两者。此外，根据制造或产生的需要，可以以脉冲或通过恒定的激励的形式通过换能器发射超声。

#### 附图说明

通过在附图中示意性地阐述的本发明的实例性实施例，可以更加完整地理解本发明的优点、特征和各种变型特征。

附图 1 所示为根据本发明的光纤涂层和固化装置的代表性附图。

### 具体实施方式

参考附图进一步详细地解释本发明，附图并不限制本发明的范围。

现在转到附图 1，所示为根据本发明的光纤涂层和固化平台。如附图 1 所示，沿着拉伸线拉纤维 10 并通过贴合模头 12，贴合模头 12 将涂层材料淀积在纤维 10 上。贴合模头 12 可以用于光纤的基本涂层或次级涂层，并且可以将通过使用超声激励有利于固化的任何涂层材料淀积在纤维 10 上。在本发明中，任何公知或公用的涂层材料都可以使用。然而，可取的是涂层是双官能氨基甲酸酯丙烯酸酯（acrolate）。

在本发明的一种实施例中，一个或多个超声换能器 11 耦合到涂层或贴合模头 12 以在它施加到纤维 10 时超声波激励液体涂层。这种激励有助于在纤维上的涂层的聚合作用，由此有助于固化过程。在优选实施例中，所使用的超声频率在  $2^4$  至  $10^9$  Hz 之间，然而，注意本发明并不限于使用这种范围的频率，更具体地说使用的最佳频率应该基于所使用的涂层材料确定并最佳化。进一步还应该注意的是超声还可以以脉冲或脉冲串的形式施加。

在涂层或贴合模头 12 上施加超声使得在液体涂层材料中产生空化并在非完全固化涂层中形成附加的自由基团（即超声波分解），这就增加了固化的速率和效率。此外，它还增加了在涂层材料中的低聚体边缘的移动性和运动，由此增加了每单元时间的聚合增加数，即增加了在固化的所有阶段中的聚合作用的传播速率。应该注意的是对于所使用的每种类型的涂层都实施最佳频率的确定。适当的频率将所形成的聚合涂层的松弛加速到它的最大热力学稳定构造并增加了涂层的模量。然而，如果超声功率太大则它可能损坏涂层或纤维。

在纤维 10 通过了贴合模头 12 之后，贴合模头 12 可以具有或不具有与其耦合（或与在模头内的涂层耦合）的换能器 11，纤维 10 通过

UV 固化平台。普通的 UV 固化平台包括反射体 13 以从 UV 灯泡 14 将紫外线反射到纤维 10。它们进一步包括纤维 10 通过其中的石英管 15 以保护纤维 10 不受用于保持灯泡 14 冷却的高速冷却的气体的影响。在本发明的变型实施例中，附加的换能器 11 耦合到在紫外线固化平台中的石英管 15。应该将换能器 11 安装成使石英管 15 的中心随从换能器 11 中发射的超声频率一起振动，由此使纤维 10 涂层以所需的频率振动（在优选的实施例中为  $2^4$  至  $10^9$  Hz 的范围）。这是因为较低的频率的超声能够在管 15 内的短距离上通过空气传输。来自超声的振动能量有助于使紫外线固化过程的聚合作用并加速可以进行正确地固化的速度。

最普通的超声换能器包括超声喇叭。在本发明的优选实施例中，将超声喇叭的末端（或使用多于一个喇叭的多个末端）设置成使它们接触涂层。例如，定位在贴合模头 12 中的换能器 11 应该将它的末端插入到涂层材料中，或者如果换能器 11 定位在贴合模头 12 之后但在紫外线固化平台之前，则它的末端应该定位成使它接触要固化的涂层。在再一变型实施例中，在紫外线固化平台之后使用换能器 11 以有助于完成涂层的固化。在本实施例中可以使用比紫外线固化的正常量更少的紫外线量（以将所产生的热量保持在最小）同时根据本发明应用超声完成涂层的固化。此外，在本实施例中优选换能器喇叭的末端与要固化的涂层接触。

在本发明的优选实施例中，在贴合模头 12 之后但在纤维进入紫外线固化平台 13, 14, 15 之前，在圆周方向上在纤维 10 的周围放置多个换能器 11a。在本实施例中，多个换能器在圆周方向上放置在纤维 10 的周围以实施在纤维 10 的周围的均匀周边固化。虽然可以使用一个换能器，但是优选具有彼此 180 度设置的至少两个换能器 11a（在纤维 10 的相对的侧面上）或者彼此 120 度设置的三个换能器。在本实施例中，换能器 11a 的末端应该与涂层相接触以确保最佳的固化性能。应该注意的是，作为上述优选实施例的一种变型，还可以考虑不使用换能器 11a 的组合（如上文所描述），而是将单个的换能器 11a 与环

形套环（未示）一起使用。在本实施例中，纤维通过作为圆柱形谐振器的环形套环以在纤维 10 的涂层中实施谐振。可取的是，在套环的内表面涂以与涂层材料相容的润滑剂以确保涂层不卡在套环的里面。这种涂层的实例有 Teflon®。在这种结构中，单个（或多个）换能器 11a 耦合到套环，由此不需要换能器 11a 与涂层的接触。

在本发明的另一实施例中，换能器 11 可以增加在在拉台的底部的滑轮上，或者增加在沿着拉台的高度上的任何其它的位置。应该注意的是本发明并不限于换能器 11 的任一种结构和位置，它们可以被定位在纤维拉台之中的上述参考位置中的任一个、两个或所有的位置上。对于每种制造设备和技术应该使换能器 11 的准确放置、连接和位置最佳化。此外，根据所使用的涂层材料和需要最佳化的固化过程的频率，还应该使所使用的频率最佳化。虽然，比较可取的是，在使用多个换能器 11 的结构中换能器发射相同的频率，但是，应用某些涂层并满足沿着拉台在不同的换能器 11 上的一定的制造规范频率可以发射不同的频率以使纤维涂层的固化最佳。

重要的是，注意上述的发明并不限于光纤的制造，而且可以应用在只要材料是热固化的任何情况。此外，本发明还可以用于在纤维光带的制造的过程中或将部件组与热固化的并与超声激励必定反应的复合材料彼此固定的其它情况中。

当然，应该理解的是在不脱离下述权利要求所限定的本发明的精神和范围的前提下本领域的熟练人员可以对优选实施例进行变型。

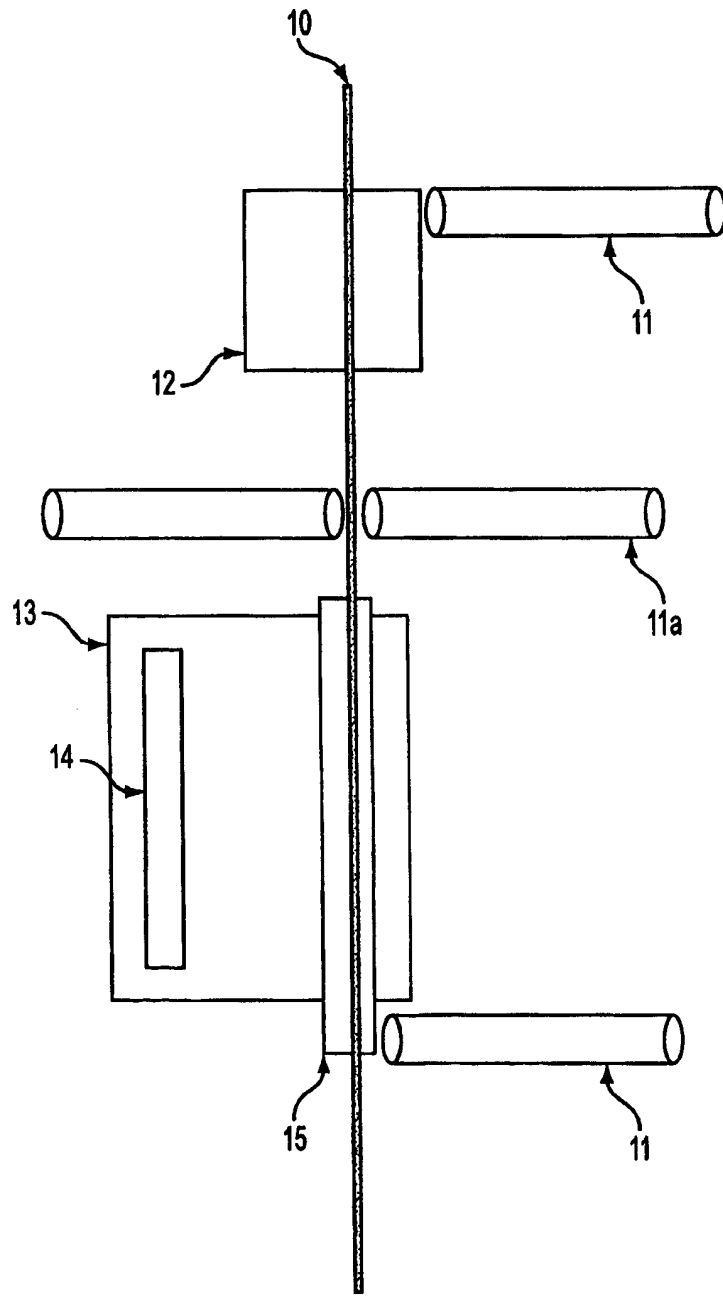


图 1