



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204807746 U

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201390000604. 5

(22) 申请日 2013. 06. 18

(30) 优先权数据

61/662, 040 2012. 06. 20 US

13/769, 541 2013. 02. 18 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 01. 06

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/046214 2013. 06. 18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/192122 EN 2013. 12. 27

(73) 专利权人 康宁光电通信有限责任公司

地址 美国北卡罗来纳州

(72) 发明人 杰弗里·迪恩·丹利

罗伯特·布鲁斯·埃尔金斯二世

丹尼尔·沃伦·霍特夫

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

代理人 徐金国 吴启超

(51) Int. Cl.

G02B 6/38(2006. 01)

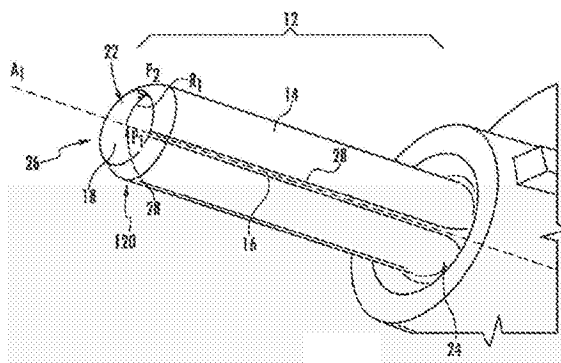
权利要求书1页 说明书11页 附图6页

(54) 实用新型名称

用于光纤连接器的套圈组件

(57) 摘要

将作为套圈组件 (12) 的部分的套圈 (14) 和光纤 (16) 同时热成型以在所述套圈组件中热成型光学表面 (18)。本实用新型公开了一种用于光纤连接器的套圈组件。在某些实施方案中,所述套圈组件包含套圈 (14) 和光纤 (16),所述光纤具有从所述套圈的端面 (26) 延伸而出的末端部分 (22)。所述套圈 (14) 可由具有与设置在所述套圈中的所述光纤相同或相似热能量吸收特征的材料或材料组合物制成。因此,当所述套圈的所述端面 (26) 和所述光纤的所述末端部分 (22) 同时暴露于由激光器发射的一个或多个波长的激光束时,所述套圈的所述端面的至少一部分和所述光纤的末端部分两者被一起热成型,从而形成光学表面。



1. 一种用于光纤连接器的套圈组件,所述套圈组件包括:

套圈,其包括第一末端、沿光轴与所述第一末端相对的第二末端、在所述第一末端的第一开口与所述第二末端的第二开口之间延伸的套圈镗孔,和设置在所述第二末端处的端面,所述端面的至少一部分可吸收至少一个波长;

光纤,其可吸收所述至少一个波长,所述光纤设置在所述套圈的所述套圈镗孔中,其中所述光纤的末端部分从所述套圈的所述端面延伸而出;以及

光学表面,其通过使所述套圈的所述端面 and 所述光纤的所述末端部分同时暴露于由激光器发射的所述至少一个波长的激光束,从而使所述套圈的所述端面的至少一部分和所述光纤的所述末端部分两者热成型来形成。

2. 如权利要求 1 所述的套圈组件,其中所述套圈具有比氧化锆更低的热膨胀系数。

3. 如权利要求 2 所述的套圈组件,其中所述套圈包括在所述套圈的外周边与所述套圈的内部部分之间、沿所述套圈的径向轴设置的套圈材料在所述至少一个波长下的吸收梯度。

4. 如权利要求 1 所述的套圈组件,其中所述套圈包括在所述套圈的外周边与所述套圈的内部部分之间、沿所述套圈的径向轴设置的套圈材料在所述至少一个波长下的吸收梯度。

5. 如权利要求 4 所述的套圈组件,其中所述套圈材料的所述梯度包括所述套圈材料的连续梯度。

6. 如权利要求 4 所述的套圈组件,其中所述套圈材料的所述梯度包括绕所述套圈的所述径向轴设置的多个同心套圈材料层,被设置在相邻于所述套圈的所述外周边的同心套圈材料层具有比被设置在相邻于所述套圈的所述内部部分的同心套圈材料层更低的热膨胀系数。

7. 如权利要求 1 所述的套圈组件,其中所述光学表面被热成型成具有在大致 1 毫米与 30 毫米之间的曲率半径。

8. 如权利要求 1 所述的套圈组件,其中所述光学表面被热成型在所述套圈镗孔中接近所述套圈的所述端面。

用于光纤连接器的套圈组件

[0001] 相关申请案

[0002] 本申请案根据专利法要求 2013 年 2 月 18 日提交的美国申请案序列号 13/769, 541 和 2012 年 6 月 20 日提交的美国申请案号 61/662, 040 的优先权权益, 所述申请案的内容是本申请案的基础并且以全文引用的方式并入本文。

技术领域

[0003] 本公开的技术涉及在作为光纤连接器组件的部分的套圈中所设置的光纤的末端部分处产生光学表面, 以便建立光纤连接。

背景技术

[0004] 利用光纤的益处包括极宽的带宽和低噪声操作。由于这些优点, 光纤越来越多地用于各种应用, 包括但不限于在通信网络中的宽带语音、视频和数据传输。因此, 通信网络包括在光纤设备中和在光纤电缆之间的许多光学互连点, 其中光纤必须通过光纤连接来互连。为了便利地提供这些光纤连接, 提供了光纤连接器。光纤连接器包括外壳, 所述外壳提供了内部部件, 以用于在与光纤设备或光纤电缆中提供的其它光纤连接器或转接器配接时, 接收、支撑、保护并对准从光纤电缆暴露的光纤的一个或多个末端部分。光纤连接器可以在现场安装在光纤电缆上。或者, 光纤电缆可在光纤电缆的制造期间进行“预连接”。

[0005] 为了在光纤连接器中接收、支撑并定位光纤, 通常在光纤连接器中提供套圈。套圈是将光纤接收、支撑并定位在相对于光纤连接器外壳的已知位置中的部件。因此, 当光纤连接器的外壳与另一光纤连接器或转接器配接时, 套圈中的光纤被定位在关于光纤连接器的外壳的已知、固定位置中。因此, 光纤与所配接光纤连接器或转接器中提供的其它光纤对准, 以便建立光学连接。在一些光纤连接器中, 提供“盲孔”套圈, 所述套圈包括用以接收光纤并使光纤与套圈中设置的透镜对准的开口。在其它光纤连接器中, 提供“穿透”套圈, 所述套圈包括在镗孔的每一个末端上的前开口和后开口, 所述镗孔允许光纤通过镗孔并通过前开口以便延伸过套圈的前端面。

[0006] 无论光纤连接器包括“盲孔”还是“穿透”套圈, 光纤的末端部分都可在连接器连接 (connectorization) 过程期间加以抛光。抛光光纤的末端部分可减少或消除刮痕、裂纹或可另外引起光学衰减的其它瑕疵。抛光光纤的末端部分在光纤的端面上制备出用于低衰减光学信号传递的光学表面。在使用“穿透”套圈的光纤连接器中, 光学表面离套圈后端面的高度也可需要作为抛光的部分来加以精确控制, 以便最小化已配接光纤之间的气隙和 / 或符合光纤连接器行业标准 (例如, 符合国际标准 CEI/IEC 61755-3-2)。

[0007] 可使用机械抛光工艺, 但这个工艺是劳动强度大的。例如, 在机械抛光工艺中, 光纤被手动地布线穿过套圈并固定在套圈内, 以使得光纤的末端部分延伸过套圈的前端面达初始高度。然后, 将光纤的末端部分机械地抛光, 以在离套圈的前端面的所需高度处产生光学表面。机械抛光设备可为昂贵的并且并不具有所需的制造吞吐量。例如, 机械抛光设备可包括夹具, 所述夹具被配置来支撑多个套圈组件, 以供作为分批工艺的部分的抛光。在抛

光的各种阶段,套圈和相应光纤可被取下、清洁并予以检查。此外,这种人为参与会在机械抛光工艺中导致光学表面变化。

[0008] 为了最小化光纤的所制备光学表面中的缺陷并且提高制造生产能力,可使用激光抛光。激光抛光涉及使光纤的从套圈的端面延伸而出的末端部分暴露于激光束。这种暴露可加以控制来在光纤的末端部分中产生光学表面。然而,可能难以控制或不可能控制激光束包线(envelope)在光纤的末端部分中、在离套圈的端面的所需高度处产生所需光学表面,而又不会使套圈暴露于激光束。使套圈暴露于激光束会损坏套圈。因此,如果使用激光抛光工艺,那么为了不使套圈暴露于激光束,激光束被控制来在光纤的末端部分中、在离套圈的端面较大距离处产生光学表面。然后,可使用单独的机械抛光工艺来降低光学表面离套圈的端面的高度,以便产生所需高度的光学表面。光纤的机械抛光涉及人为加工和相关联的劳动力成本。机械抛光也在套圈组件中的所制备光学表面之间引入差异。

实用新型内容

[0009] 本文公开的实施方案包括将作为套圈组件的部分的套圈和光纤同时热成型以在套圈组件中热成型光学表面。还公开了相关光纤部件、连接器、组件和方法。在本文公开的某些实施方案中,套圈组件包括套圈和光纤。套圈具有套圈镗孔。光纤设置在套圈镗孔中,其中光纤的末端部分从套圈的端面延伸而出。套圈可由具有与设置在套圈中的光纤相同或相似热能量吸收特征(例如,熔融和/或烧蚀)的材料或材料组合物制成。因此,当套圈的端面和光纤从套圈的端面延伸而出的末端部分同时暴露于由激光器发射的一个或多个波长的激光束时,套圈的端面的至少一部分和光纤的末端部分两者都被热成型,从而在套圈的端面处形成光学表面。这与以下情况相对:必须控制激光器以便仅在离套圈的端面较大距离处的光纤末端部分中产生光学表面,从而避免使套圈暴露于激光束来避免对套圈的损坏。因此,可以不需要单独的机械抛光工艺来精整(finalize)套圈组件中光学表面的产生。

[0010] 就这点来说,在一个实施方案中,提供用于光纤连接器的套圈组件。所述套圈组件包括套圈,所述套圈包括第一末端、沿光轴与所述第一末端相对的第二末端、在所述第一末端的第一开口与所述第二末端的第二开口之间延伸的套圈镗孔,和设置在所述第二末端处的端面。所述端面的至少一部分可吸收至少一个波长。所述套圈组件也包括光纤,所述光纤可吸收所述至少一个波长。所述光纤设置所述套圈的所述套圈镗孔中,其中所述光纤的末端部分从所述套圈的所述端面延伸而出。所述套圈组件也包括光学表面。所述光学表面通过以下方式来形成:使所述套圈的所述端面和所述光纤的所述末端部分同时暴露于由激光器发射的所述至少一个波长的激光束,从而使所述套圈的所述端面的至少一部分和所述光纤的所述末端部分两者热成型。

[0011] 在另一实施方案中,提供在从套圈的端面延伸而出的光纤中热成型光学表面的方法。所述方法包括提供套圈,所述套圈具有第一末端、沿光轴与所述第一末端相对的第二末端、在所述第一末端的第一开口与所述第二末端的第二开口之间延伸的套圈镗孔,和设置在所述第二末端处的端面。所述端面的至少一部分可吸收至少一个波长。所述方法也包括将可吸收所述至少一个波长的光纤设置成穿过所述套圈镗孔中,并使所述光纤的末端部分延伸穿过所述套圈的所述端面。所述方法也包括使所述套圈的所述端面和所述光纤的所述

末端部分同时暴露于由激光器发射的至少一个波长的所述激光束,以便使所述套圈的所述端面的至少一部分和所述光纤的所述末端部分热成型,从而热成型光学表面。

[0012] 在另一实施方案中,提供用于在套圈组件中热成型光纤的光学表面的设备。所述设备包括夹具。所述夹具被配置来支撑套圈,所述套圈包括套圈镗孔和设置在所述套圈镗孔中的光纤,其中所述光纤的末端部分从所述套圈的端面延伸而出,所述套圈的所述端面的至少一部分和所述光纤两者都可吸收至少一个波长。所述设备也包括激光器。所述激光器被配置来发射具有所述至少一个波长的激光束,以便使所述套圈的所述端面 and 所述光纤的所述末端部分同时暴露于所述激光束,从而在所述套圈的所述端面的至少一部分和所述光纤的所述末端部分中热成型光学表面。

[0013] 额外的特征和优点将在以下的详述中阐述,并且在部分程度上,本领域技术人员将从描述显而易见这些特征和优点,或者通过实践如本文(包括随后的详述、权利要求书以及附图)中所描述的实施方案来认识这些特征和优点。

[0014] 应理解,前述一般描述和以下详述提出了实施方案,并且意图提供用于理解本公开的性质和特征的概述或框架。附图被包括来提供进一步的理解,并且被并入本说明书中并构成本说明书的一部分。附图例示了各种实施方案,并且与说明书一起用于解释所公开概念的原理和操作。

附图说明

[0015] 图 1A 是包括套圈组件的示例性光纤连接器子组件的侧截面图,所述套圈组件具有示例性套圈和光纤,两者对至少一个波长来说具有相同或相似的热能量吸收特征;

[0016] 图 1B 是示例性套圈的近视、透视图,对至少一个波长来说,所述示例性套圈具有与光纤相同或相似的热能量吸收特征,其中套圈端面和光纤末端部分同时暴露于激光束,以便使套圈端面的至少一部分和光纤末端部分热成型成套圈组件中的光学表面;

[0017] 图 2 是穿过硅石(即,二氧化硅(SiO_2))的一百微米厚样品的激光束的百分比吸收相对激光束的波长的图表;

[0018] 图 3 是示例性工艺的流程图表,所述示例性工艺同时将图 1 中的套圈组件中的套圈端面和光纤末端部分暴露于具有至少一个波长的激光束,以便使套圈端面的至少一部分和光纤末端部分热成型成套圈组件中的光学表面,其中对至少一个波长来说,套圈和光纤具有相同或相似的热能量吸收特征;

[0019] 图 4A 是示例性激光处理设备的一个实施方案的俯视图,所述激光处理设备包括激光器,所述激光器被配置来发射具有至少一个波长的激光束,从而同时将图 1A 中的套圈组件的套圈端面和光纤末端部分暴露于激光束,以便使套圈端面的至少一部分和光纤末端部分热成型成图 1B 中的套圈组件中的光学表面;

[0020] 图 4B 是提供作为图 1A 中的套圈组件的部分而设置在所述套圈组件中的套圈和光纤的近视侧视图,所述套圈组件暴露于激光器的激光束以便使套圈端面的至少一部分和光纤末端部分热成型成套圈组件中的光学表面;

[0021] 图 5 是根据图 3 中的工艺在套圈组件中形成的光学表面的示例性高度和曲率的示例性笛卡尔绘图;

[0022] 图 6A 是示例性梯度套圈的透视图,所述梯度套圈具有在套圈的外周边与套圈的

内部部分之间、沿套圈的径向轴设置的套圈材料对至少一个波长的吸收梯度；

[0023] 图 6B 是图 6A 中的梯度套圈的端视图,所述梯度套圈具有套圈材料的逐步吸收梯度；

[0024] 图 6C 是示例性梯度套圈的端视图,所述梯度套圈具有在梯度套圈的外周边与套圈的内部部分之间、沿套圈的径向轴设置的套圈材料对至少一个波长的连续吸收梯度；以及

[0025] 图 7 是包含氧化锆-硅石梯度材料以便提供氧化锆-硅石吸收梯度的套圈的示例性绘图。

具体实施方式

[0026] 现在将详细地参考实施方案,所述实施方案的实施例在附图中例示,所述附图中示出一些而非全部实施方案。事实上,实用新型概念可以许多不同的形式来体现,并且在本文中不应解释为具有限制性;相反,提供这些实施方案来使得本公开将满足适用法律的要求。在一切可能的情况下,将使用相同参考数字来指代相同的部件和零件。

[0027] 本文公开的实施方案包括将作为套圈组件的部分的套圈和光纤同时热成型以在套圈组件中热成型光学表面。还公开了相关光纤部件、连接器、组件和方法。在本文公开的某些实施方案中,套圈组件包括套圈和光纤。套圈具有套圈镗孔。光纤设置套圈镗孔中,其中光纤的末端部分从套圈的端面延伸而出。套圈可由具有与设置在套圈中的光纤相同或相似热能量吸收特征(例如,熔融和/或烧蚀)的材料或材料组合物制成。因此,当套圈的端面和光纤从套圈的端面延伸而出的末端部分同时暴露于由激光器发射的一个或多个波长的激光束时,套圈的端面的至少一部分和光纤的末端部分两者都被热成型,从而在套圈的端面处形成光学表面。这与以下情况相对:必须控制激光器以便仅在离套圈的端面较大距离处的光纤末端部分中产生光学表面,从而避免使套圈暴露于激光束来避免对套圈的损坏。因此,可以不需要单独的机械抛光工艺来精整套圈组件中光学表面的产生。

[0028] 就这点来说,图 1A 是示例性光纤连接器子组件 10 的侧截面图。光纤连接器子组件 10 包括具有示例性套圈 14 和光纤 16 的套圈组件 12,所述套圈和光纤对至少一个波长来说具有相同或相似的热能量吸收特征。图 1B 是图 1A 的套圈组件 12 在套圈 14 中已热成型光学表面 18 之后的近视、透视图。如图 1B 所示,光学表面 18 形成于套圈 14 中,以便促进与另一光纤连接器中的另一光纤的光学传递。如将在以下更详细地描述,至少套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 被同时暴露于激光束,以便将套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 热成型成光学表面 18。套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 是同时被热成型,并且一起形成光学表面 18。同时指的是套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 两者一起暴露于激光束,而不是套圈 14 的端面 20 或光纤 16 的末端部分 22 中只有一个暴露于激光束。因为在这个实例中,套圈 14 包括对至少一个波长来说与光纤 16 具有相同或相似热能量吸收特征的材料,所以套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 可被一起热成型成大致上平坦的末端光学表面 18。

[0029] 本文讨论的热成型也可在需要时在一个激光处理步骤中执行,所述激光处理步骤在几何学方面顺应于所需设计参数或标准。热成型工艺可切割光纤 16 的末端部分 22 并且抛光热成型的光学表面 18,所述光学表面 18 是由于将套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端

部分 22 两者同时热成型而形成。这与以下情况相对：必须控制激光器以便仅在离套圈的端面较大距离处的光纤末端部分中产生光学表面，从而避免使套圈暴露于激光束来避免对套圈的损坏。包括通过机械研磨工艺来抛光光纤 16 的末端部分 22 的机械步骤可导致工艺变化，增加 的劳动时间，并且可避免缺陷和废料。

[0030] 如也将在以下更详细讨论的，只需要套圈 14 的端面 20 的一部分由具有与光纤 16 相同或相似热能量吸收特征的材料制造。套圈 14 的端面 20 中接近于第二开口 23 的部分应由具有与光纤 16 相同或相似热能量吸收特征的材料制造，以便如本文所讨论来热成型光学表面 18，其中光纤 16 的末端部分 22 是从所述第二开口延伸而出。整个套圈 14 也可由具有与光纤 16 相同或相似热能量吸收特征的材料制造。

[0031] 在讨论套圈 14 和光纤 16 的用以允许套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 由激光器热成型成光学表面 18 的材料和组合物的实例之前，首先在以下描述关于示例性光纤连接器子组件 10 的更多细节。就这点来说，如图 1A 所示，套圈 14 侧向地并成角度地对准光纤 16 在套圈 14 的端面 20 处的末端部分 22。套圈 14 包括第一末端 24、第二末端 26 和在第一末端 24 与第二末端 26 之间延伸的套圈镗孔 28（也称为“微孔”）。光纤 16 被设置成穿过沿套圈 14 的中心光轴 A_1 延伸的套圈镗孔 28。第一开口 30 设置在套圈 14 的第一末端 24 处。第一开口 30 提供光纤 16 的末端部分 22 借以进入套圈 14 的套圈镗孔 28 的通道。第一开口 30 可为锥形，以便提供光纤 16 到套圈镗孔 28 中的轻易进入。光纤 16 的末端部分 22 通过在套圈 14 的第二末端 26 中的第二开口 23 退出套圈镗孔 28 并延伸过端面 20，以在热成型之前达到初始高度 H_1 。光纤 16 可利用粘结剂固定在套圈镗孔 28 内。粘结剂可防止光纤 16 在套圈镗孔 28 内的移动，以便最小化光纤 16 与可包括相对光纤的互补插孔（未示出）之间的信号衰减。光纤 16 在套圈镗孔 28 内的移动可能是不合需要的，因为所述移动会引起衰减。

[0032] 继续参考图 1A，套圈 14 可被设置在光纤连接器子组件 10 的前端 32 处。套圈 14 的第一末端 24 可被至少部分地设置在套圈保持体 34 内。套圈保持体 34 将套圈 14 支撑在光纤连接器子组件 10 内。套圈保持体 34 可支撑套圈 14 的端面 20，所述端面 20 将被设置成正交于光轴 A_1 或以相对于光轴 A_1 的角度 Φ (phi) 而成角度。例如，角度 Φ (phi) 可在相对于光轴 A_1 的直角的十（10）度内，如图 1A 所描绘。角度 Φ (phi) 可被成角度为非直角的，以便增加光纤 16 与互补插孔（未示出）的另一光纤之间的接触面积。

[0033] 继续参考图 1A，套圈保持体 34 可包括本体对准表面 36，所述本体对准 表面可被设置来允许套圈保持体 34 易于插入光纤连接器子组件 10 的外壳 38 内。在这个实施方案中，外壳 38 包括内部外壳 40，所述内部外壳包括外壳对准表面 42。套圈 14 的第二末端 26 可至少部分地设置在内部外壳 40 内。就这点来说，套圈 14 可受保护免于在未与互补插孔（未示出）未配接时正交于光轴 A_1 的随机扰动力（“侧负载”）。应注意，套圈保持体 34 也可用于包括弹簧加载套圈保持体 34 而无内部外壳 40 的其它光纤连接器，例如非 SC 型光纤连接器。在这些其它光纤连接器中，外壳可为围绕套圈保持体 34 的壳体（未示出）。套圈 14 也可包括套圈凹口 44。套圈凹口 44 可由套圈保持体 34 的部分 46 填充，以便防止套圈 14 与套圈保持体 34 脱离。作为非限制性实例，套圈保持体 34 可包括模制塑料。

[0034] 继续参考图 1A，光纤连接器子组件 10 也可包括引入管 48，所述引入管与套圈保持体 34 的后端 50 接合以便促进光纤 16 的对准。引入管 48 大体限制在安装光纤 16 期间使

用的粘结剂的位置,并且防止粘结剂溢出。否则,粘结剂会与光纤连接器子组件 10 的其它区域发生接触,如与弹簧(在以下讨论)发生接触,所述弹簧必须不受粘结剂约束而自由移动。引入管 48 也促进将光纤 16 的末端部分 22 引导到套圈保持体 34 中,其中光纤 16 可随后被引导至套圈 14。引入管 48 也可防止在插入期间、在光纤 16 中发生的突然弯曲,这种突然弯曲会在光纤 16 的末端部分 22 被设置在套圈保持体 34 中并进入套圈 14 时损坏光纤 16。

[0035] 引入管 48 可由具有高表面润滑性的柔性和弹性材料制成,所述材料例如聚乙烯、硅树脂或热塑性塑料弹性体。这种材料也可包括添加剂,例如矿物填充的或基于硅石的润滑剂或石墨。以这种方式,光纤 16 可平滑地行进过引入管 48 而不在插入期间受阻挡。材料可为一类不会因粘结剂而降解并且不允许受粘结剂粘结的材料,所述粘结剂如环氧树脂或标准化测试(例如, Telcordia GR-326-CORE)中的其它化学试剂。

[0036] 继续参考图 1A, 弹簧 50 可被设置在附接至内部外壳 40 的压褶本体 54 的弹簧基座 52 与套圈保持体 34 的弹簧安置表面 56 之间。在这个实例中,弹簧 50 被偏置来向弹簧安置表面 56 施加弹簧力 F_s , 以便推动套圈保持体 34 并从而推动套圈 14 的端面 20 抵靠互补插孔。当在套圈 14 的端面 20 与互补插孔之间发生接触时,套圈保持体 34 在后部方向 X_1 上平移,并且力 F_s 将使端面 20 压靠在互补插孔以便最小化衰减。可在光纤 16 的安装期间使用的粘结剂 28 不应与弹簧 50 发生接触。否则,粘结剂将防止弹簧 50 的移动。引入管 48 可大体将粘结剂限制于套圈保持体 34 内的区域,并且防止粘结剂到达弹簧 50。

[0037] 如图 1B 所示,套圈 14 中的光学表面 18 由于套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 的同时热成型而形成。可能需要形成与套圈 14 的端面 20 成平面或大致上成平面的光学表面 18 而不是离开所述端面一定高度距离,如图 1A 所示的高度 H_1 。套圈 14 由对至少一个波长来说具有与光纤 16 相同或相似热能量吸收特征的材料或材料组合物构成,以便套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 两者可一起通过暴露于含有至少一个波长的波长能量而同时热成型成光学表面 18。

[0038] 返回参考图 1B, 因为在这个实例中,套圈 14 包括对至少一个波长来说具有与光纤 16 相同或相似热能量吸收特征的材料,套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 可在一个激光处理步骤中一起热成型成平坦或大致上平坦的末端光学表面 18,所述激光处理步骤在几何学方面顺应于所需设计参数或标准。就这点来说,光学表面 18 可在热成型光学表面 18 上的点 P_1 与点 P_2 之间为平坦的,意思是指点 P_1 和点 P_2 被设置在正交于套圈 14 的光轴 A_1 的同一平面中。在另一实施方案中,光学表面 18 可被热成型为在点 P_1 与点 P_2 之间具有介于大致 1 毫米 (mm) 与 30mm 之间的曲率半径,并且所述曲率半径可进一步为约五 (5)mm 至二十五 (25)mm。在另一实施方案中,光学表面 18 可被热成型在图 1A 中套圈 14 的端面 20 的表面以下接近套圈镗孔 28。这是可能的,因为如以下举例来更详细讨论的,套圈 14 可被制造来提供梯度化复合材料,其中套圈 14 的接近套圈镗孔 28 的内部部分可具有与光纤 16 相同或相似热特征的,而套圈 14 的外部部分可比光纤 16 的吸收性更低。

[0039] 作为非限制性实例,光纤 16 可由硅石形成。在这个实例中,仅通过硅石光纤 16 吸收的波长能量可利用来允许热成型,从而产生光学表面 18。为进一步举例说明,图 2 是穿过硅石(即,二氧化硅 (SiO_2)) 的一百 (100) 微米 (mm) 厚样品的波长能量百分比透射率相对如由激光器发射的激光束中的能量的波长能量的图表 60。以纳米 (nm) 计的波长范围提供

在标记为“波长”的 X 轴上。在给定波长下透射穿过硅石样品的能量的透射百分比提供在如“SiO₂透射率(%)”的 Y 轴上。未透射穿过硅石样品的波长能量被吸收或反射。经验数据指出,在波长范围 R₂(5,000nm 至 6,200nm)内,超过百分之九十(90)的波长能量由硅石样品吸收并可用于热成型。因此,发射在 R₂的波长范围内的激光束的激光器能够用于热成型硅石光纤 16。如果套圈 14 也由硅石制造,那么硅石套圈 14 和光纤 16 两者都具有相同波长能量吸收特征,并且当暴露于具有在 R₂的波长范围内的波长的激光束时,两者都被热成型。

[0040] 继续参考图 2 中的图表 60,数据点 P₃可被定义成在五千(5,000)nm 的波长下,百分之二十五(25%)的波长能量可透射穿过硅石实例。短于五千(5,000)nm 的波长可在波长能量通过一个硅石样品时显示穿过硅石样品的显著较高透射率,并且不可用来加热和热成型材料。经验证据证实,在这种情况下,发射包括范围 R₃(大致 5200nm 至 5800nm)内的波长的激光束的二氧化碳激光器或一氧化碳激光器有效地提供能量,以便允许包含硅石的套圈 14 和光纤 16 发生热成型。

[0041] 其它材料也可用于套圈 14 和光纤 16,并且可吸收或大致上可吸收波长能量。例如,硅石材料可用氢氧化物或氢氧化物复合物掺杂,并且提供于套圈 14 和光纤 16 中来扩展波长能量的吸收范围。例如,吸收范围可扩展到三千(3,000)nm 与八千(8,000)nm 之间,如波长范围 R₄所示。在这个实例中,被配置来发射在波长范围 R₄内所含的波长或波长范围的激光束的激光器可提供能量,以便允许套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 的热成型,从而热成型光学表面 18。

[0042] 除硅石之外的具有相同或相似热能量吸收特征的其他材料可用来制造套圈 14。例如,对由硅石或硅石复合物制造的光纤 16 来说,套圈 14 可由硼硅酸盐材料或复合物制造。作为另一实例,对由硅石或硅石复合物制造的光纤 16 来说,套圈 14 可由陶瓷玻璃材料或复合物制造。作为非限制性实例,套圈 14 可由具有比氧化锆热膨胀系数更低的材料制造。

[0043] 如果光纤 16 是由硅石制造,那么套圈 14 可不由纯氧化锆(ZrO₂)材料制造。氧化锆不具有与硅石足够相似的热能量吸收特征来允许套圈 14 的端面 20 与硅石光纤 16 的末端部分 22 热成型,从而热成型光学表面 18。例如,对于氧化锆的半毫米厚样品来说,在六千两百(6,200)nm 的波长能量下,百分之六十五(65)的波长能量可透射穿过氧化锆样品。

[0044] 可使用的热成型工艺使用来自激光器的波长能量将套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 同时热成型成光学表面 18。就这点来说,图 3 是示例性工艺 62 的流程图表,所述示例性工艺使套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 同时暴露于发射波长或波长范围的激光束,以便使套圈 14 的端面 20 的至少一部分和光纤 16 的末端部分 22 热成型成光学表面 18。激光器被提供来使得由激光器发射的激光束的波长或波长范围可由套圈 14 和光纤 16 吸收,所述套圈和所述光纤在激光束的波长或波长范围具有相同或相似的热能量吸收特征。图 3 中的示例性工艺将结合图 4A 和 4B 来描述,图 4A 和 4B 例示示例性激光处理设备 80,所述激光处理设备包括激光器 82,所述激光器用于发射用以热成型光学表面 18 的波长或波长范围的激光束 84。

[0045] 就这点来说,工艺 62 开始(图 3 中的方框 64)。出于讨论目的,假设使用工艺 62 来在图 1 中套圈组件 12 中的套圈 14 中热成型光学表面 18。然而,应注意,工艺 62 不限于在套圈组件 12 中热成型光学表面。继续参考图 3,提供套圈 14(方框 66)。如先前在图 1A

中所讨论,套圈 14 具有第一末端 24 和沿光轴 A_1 与第一末端 24 相对的第二末端 26。套圈 28 在套圈 14 中、在第一末端 24 的第一开口 30 与第二末端 26 的第二开口 23 之间延伸。端面 20 被设置在套圈 14 的第二末端 26 处。端面 20 的至少一部分可吸收由图 4A 中的激光器 82 发射的激光束 84 的波长或波长范围。可提供具有任何材料的套圈 14,包括以上所述的材料,只要套圈 14 可吸收由图 4A 中的激光器 82 发射的激光束 84 的波长或波长范围即可。

[0046] 继续参考图 3,提供光纤 16。所提供的光纤 16 可吸收由图 4A 中的激光器 82 发射的激光束 84 的波长能量(方框 68)。因此,套圈 14 和光纤 16 两者都由对波长能量来说具有相同或相似热能量吸收特征的材料制造,在这个实例中,所述波长能量为由图 4A 中的激光器 82 发射的激光束 84 的波长或波长范围。光纤 16 的末端部分 22 被设置成穿过套圈 14 的套圈 28,直到光纤 16 的末端部分 22 延伸穿过第二开口 23 并且延伸穿过套圈 14 的端面 20 达到高度 H_1 ,如图 4B 所示(图 3 中的方框 70)。例如,光纤 16 的末端部分 22 可延伸过套圈 14 的端面 20 至少五百(500)nm(方框 70)。

[0047] 继续参考图 3,工艺 62 包括从图 4A 中的激光器 82 发射激光束 84(图 3 中的方框 72)。图 4A 中的激光处理设备 80 被配置来使套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 同时暴露于在激光束 84 的波长或波长范围的激光束 84。使套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 同时暴露,以便使套圈 14 的端面 20 的至少一部分和光纤 16 的末端部分 22 热成型,从而热成型光学表面 18。如图 4B 所示,激光束 84 可被导向来入射至光纤 16 的末端部分 22,并入射至与光纤 16 的末端部分 22 的光轴 A_1 相交的几何平面 P_4 内。激光束 84 可被发射至正交于或大致上正交于光纤 16 的光轴 A_1 的几何平面 P_4 内。

[0048] 如以上所讨论,激光束 84 可从一氧化碳或二氧化碳激光器发射,作为非限制性实例,所述激光器如图 4A 中的激光器 82。作为另一非限制性实例,如果套圈 14 和光纤 16 由可吸收在 3,000nm 至 8,000nm 之间的波长的波长能量的材料或材料组合物制造,那么激光束 84 的波长范围可被提供为在这些波长之间。举例来说,激光束 84 的波长范围可提供为在 5,200nm 至 5,800nm 之间。作为另一非限制性实例,光纤 16 和套圈 14 可被配置来吸收激光束 84 的波长或波长范围的能量的至少百分之二十五(25)。

[0049] 继续参考图 3,工艺 62 可包括使光纤 16 的末端部分 22 暴露于激光束 84,持续足以形成光学表面 18 的一段时间(图 3 中的方框 74)。作为非限制性实例,所述时间段可小于十(10)秒。所述时间段可被选择来足以允许套圈 14 的端面 20 的至少一部分和光纤 16 的末端部分 22 变为回流材料。工艺 62 可进一步包括移去套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 以免暴露于激光束 84,从而允许套圈 14 的端面 20 的所述部分和光纤 16 的末端部分 22 的回流材料冷却成光学表面 18(图 3 中的方框 76)。可重复方框 74 和 76 中的工艺直到热成型所需的光学表面 18,直到需要工艺 62 结束(图 3 中的方框 78)。

[0050] 现在描述关于图 4A 中的示例性激光处理设备 80 的更多细节。图 4A 是激光器 82 的俯视图,所述激光器被配置来发射具有波长或波长范围的激光束 84。激光器 82 由控制器 86 控制来发射激光束 84,以便使套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 同时暴露来热成型套圈端面的至少一部分和光纤末端部分,从而热成型光学表面 18。在这个实例中,激光处理设备 80 包括激光器 82、至少一个聚焦透镜 88 和至少一个转向镜 90。激光器 82 由夹具 92 支撑。套圈 14 由夹具 94 支撑。

[0051] 继续参考图 4A, 激光器 82 朝向套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 发射激光束 84, 所述激光束在可由套圈 14 和光纤 16 吸收的波长或波长范围内。光纤 16 可从套圈 14 的端面 20 延伸而出。激光器 82 可被有意改变或选择来发射在可或大致上可由套圈 14 和光纤 16 的材料组合吸收的一个或多个波长的激光束 84, 如上文先前所论述的。应注意, 一氧化碳激光器能够提供增加的能量来产生光学表面 18。

[0052] 继续参考图 4A 和 4B, 聚焦透镜 88 将激光束 84 聚焦成具有宽度 W_1 的较小聚焦激光束 84', 以便集中激光束 84 的波长能量来有效地导向至套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22。将激光束 84 提供成具有集中宽度的激光束 84' 可加速套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 的熔融或烧蚀。聚焦透镜 88 可由高级光学材料制成, 作为非限制性实例, 所述高级光学材料如氟化钙 (CaF) 或硒化锌 (ZnSe)。出于比较目的, 光纤 16 的示例性宽度或直径可为一百二十五 (125) μm 。具有在图 2 的 R_2 范围内的波长的激光束 84 可为 5, 500nm, 并且可由聚焦透镜 88 聚焦成 5.5 μm 的示例性宽度。

[0053] 继续参考图 4A, 转向镜 90 将所发射的激光束 84 朝向套圈 14 的端面 20 和光纤 16 从端面 20 延伸而出的末端部分 22 转向或导向, 如图 4B 所示。转向镜 90 可为一维 (1-D) 扫描器, 其沿速度矢量 V_1 来回平移, 从而引起激光束 84 沿速度矢量 V_2 来回平移。速度矢量 V_1 、 V_2 可为相同的, 因此不存在转向镜 90 的角移动。转向镜 90 可将激光束 84 平移到与光纤 16 的末端部分 22 的光轴 A_1 相交的几何平面 P_4 内。以这种方式, 如图 4A 和 4B 所示, 激光束 84' 可以速度 V_2 跨套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 的宽度或直径来回平移, 以便传递波长能量来热成型光学表面 18。

[0054] 或者, 转向镜 90 可为检流计一维 (1-D) 扫描器, 其以速度 V_3 来回成角度地移动。转向镜 90 可将所发射的激光束 84' 朝向套圈 14 的端面 20 和光纤 16 从端面 20 延伸而出的末端部分 22 转向或导向。转向镜 90 可将激光束 84' 成角度地导向到与光纤 16 的末端部分 22 的光轴 A_1 相交的几何平面 P_4 内。以这种方式, 激光束 84' 可以速度 V_3 跨光纤 16 的宽度或直径来回成角度地导向, 以便沿光纤 16 的宽度或直径传递能量来产生光学表面 18。

[0055] 光学表面 18 可通过热成型来产生, 所述热成型涉及使固体转化成液体和气体, 所述转化涵盖熔融和 / 或烧蚀。熔融涉及使材料的固相转化成液体或液相。烧蚀涉及使材料的固相转变成气体或气相。熔融和烧蚀两者都可在热成型期间发生。从激光束 84' 的能量传递热成型光学表面 18, 其中套圈 14 的端面 20 和光纤 16 的末端部分 22 的材料可熔融并回流, 之后冷却而形成光学表面 18。熔融材料在回流和冷却期间的表面张力形成不含或相对不含光学缺陷的平坦状或大致上平坦状光学表面 18。通过热成型产生的所得光学表面 18 可具有比抛光情况更少的光学瑕疵。

[0056] 继续参考图 4A 和 4B, 移动激光束 84 的几何平面 P_4 可平行于套圈 14 的在第二开口 26 处的端面 20, 以便产生平行于端面 20 的光学表面 18。几何平面 P_4 可以相对于光轴 A_1 的角度 θ_1 而成角度, 并且如早先所讨论, 端面 20 可以相对于光轴 A_1 的角度 Φ 成角度。角度 Φ 和角度 θ 为相等的, 并且可正交于光轴 A_1 。当 θ (theta) 角度正交于光轴 A_1 以最小化反射时, 可发生光学表面 18 的有效产生。

[0057] 继续参考图 4A 和 4B 的激光处理设备 80 的部件细节, 现在详细地讨论转向镜 90 和夹具 92。转向镜 90 可将激光束 84 从激光器 82 和 / 或聚焦透镜 88 转向至套圈 14 和 / 或光纤 16 的末端部分 22。转向镜 90 可例如由对具有所需波长范围的激光束 84 来说高反

射性的材料来制成。转向镜 90 可包含例如铝材料或碳化硅材料。

[0058] 夹具 94 可被配置来支撑套圈 14, 所述套圈具有设置在其中的光纤 16 和光纤 16 延伸穿过套圈 14 的端面 20 的末端部分 22。夹具 94 可接合套圈保持体 34 和 / 或套圈 14, 并从而防止套圈保持体 34 和 / 或套圈 14 相对于夹具 94 的轴向和 / 或角移动。因此, 在光学表面 18 的热成型期间, 套圈 14 的端面 20、端面 20 中的第二开口 23 和 / 或光纤 16 的末端部分 22 的位置可为已知的。当在制造期间已知这些位置时, 可实现光学表面 18 的精确定位。

[0059] 应注意, 夹具 94 可以旋转速度 RPM_1 绕光轴 A_1 旋转, 以便更均匀地将激光能量沿光纤 16 的末端部分 22 的圆周分布。夹具 94 可利用电动机 (未示出) 来旋转, 所述电动机可例如被电性供电。以这种方式, 光学表面 18 可以更均匀和平坦或大致上平坦的形状热成型。

[0060] 作为使图 4A 和 4B 中的激光处理设备 80 中的激光束 84 进行掠扫的替代方案, 激光束 84 的能量分布可由衍射光学元件代替聚焦透镜 88 和转向镜 90 来成形。衍射光学元件可控制激光束 84 的能量分布, 以便在图 1B 中的套圈组件 12 中热成型光学表面 18。衍射光学元件的能量分布是 $150\ \mu\text{m}$ 乘 $300\ \mu\text{m}$ 。作为非限制性实例, 衍射光学元件可由氧化碲 (ZnSe) 制造。控制器 86 可控制激光器 82 以发射与不发射激光束 84, 而无需平移激光束 84 或套圈 14。激光器 82 和衍射光学元件可被设定大小来匹配用以热成型和抛光光学表面 18 的所需能量分布。

[0061] 为进一步说明可根据本文公开的实施方案在套圈组件中热成型的示例性光学表面 18, 在图 5 中提供绘图。图 5 是光学表面 18' 的示例性高度和曲率的示例性笛卡尔绘图 102, 所述光学表面可根据本文讨论的实施方案在图 1A 和 1B 的套圈组件 12 中热成型。

[0062] 如套圈 14 的套圈不必由相同材料或材料组合物均匀地制造。例如, 可能需要提供具有梯度化材料或材料组合物的套圈 14, 所述梯度化材料或材料组合物在接近套圈 14 的第二开口 23 处具有与光纤 16 相同或相似的热能量吸收特征。套圈 14 的材料或材料组合物可在套圈 14 的端面 20 的外部部分处, 较少吸收可由光纤 16 的材料吸收的波长能量。以这种方式, 套圈 14 的外部部分可不被热成型, 而套圈 14 的内部部分在具有光纤 16 的端面 20 处被热成型。

[0063] 就这点来说, 图 6A 是作为套圈组件 12' 的部分的示例性梯度材料套圈 14' 的透视图。图 6B 是图 6A 中的梯度套圈 14' 的端视图, 所述梯度套圈具有套圈材料的逐步梯度。梯度套圈 14' 具有套圈材料 106 的梯度。套圈材料 106 的梯度至少在接近于套圈 14' 的第二开口 23' 处, 具有与设置在内部部分 108 中的光纤 16 相同或相似的热能量吸收特征。套圈材料 106 的梯度从第二开口 23' 朝向套圈 14' 的外周边对由外部部分 110 中的光纤 16 吸收的一个或多个波长为较少吸收或不吸收的。

[0064] 图 6A 和 6B 中的梯度套圈 14' 具有套圈材料 106 的逐步梯度。就这点来说, 套圈 14' 由多个同心套圈材料层 112 形成, 在这个实例中, 所述层是六个同心套圈材料层 112(1) 至 112(6)。套圈材料层 112(1) 对可由光纤 16 吸收的波长能量为最大吸收的。随半径变化与第一同心套圈材料层 112(1) 相比, 同心套圈材料层 112(2) 可对可由光纤 16 吸收的波长能量为较少吸收的, 并且以此类推, 直到套圈材料层 112(6), 这个层可对可由光纤 16 吸收的波长能量为不吸收的。以这种方式, 套圈 14 的端面 20' 的内部部分 108 与光纤 16 的末

端部分 22 热成型来提供光学表面 18', 并且朝向套圈 14' 的端面 20' 的外部部分 110 热成型量较小。套圈 14' 的端面 20' 的外部部分 110 可不与光纤 16 的末端部分 22 热成型。

[0065] 此外, 梯度套圈不必提供套圈材料的逐步梯度。例如, 图 6C 是示例性梯度套圈 14" 的端视图, 所述示例性梯度套圈具有套圈材料 106" 的连续吸收梯度。如同图 6B 中的套圈 14', 梯度套圈 14" 的内部部分包含套圈材料 106' 或组合物, 所述套圈材料或组合物对可由光纤 16 吸收的波长能量为最大吸收的。梯度套圈 14' 的外部部分 110' 随半径的变化对可由光纤 16 吸收的波长能量为较少吸收的。以这种方式, 套圈 14" 的端面 20" 的内部部分 108 与光纤 16 的末端部分 22 热成型来提供光学表面 18", 并且朝向套圈 14" 的端面 20' 的外部部分 110' 热成型量较小。套圈 14" 的端面 20" 的外部部分 110' 可不与光纤 16 的末端部分 22 热成型。

[0066] 可提供梯度套圈的套圈材料的不同梯度化组合物。例如, 图 7 含有梯度材料组合物的示例性梯度化材料组成绘图 112, 所述梯度材料组合物可用于本文提供的套圈中。图 7 示出氧化锆-硅石梯度套圈的套圈材料组合物随半径的变化。如图所示, 在套圈 14' 的较小半径处, 套圈材料 106、106' 的组合物为对可由硅石光纤 16 吸收的波长有吸收的材料 (例如, 硅石)。在套圈 14' 的较大半径处, 套圈材料 106、106' 的组合物为对可由硅石光纤 16 吸收的波长不吸收的材料 (例如, 氧化锆)。

[0067] 如本文所使用, 术语“光纤电缆”和 / 或“光纤”意图包括所有类型的单模和多模光波导, 其包括可被向上包覆 (up-coated)、上色、减震、制成带状的一个或多个光纤, 和 / 或在电缆中具有其它组织性或保护性的结构, 如一个或多个管件、强度构件、夹套等等。本文公开的光纤可为单模或多模光纤。同样地, 其它类型的适合光纤包括弯曲不敏感光纤, 或用于传输光信号的任何其它权宜介质。弯曲不敏感或耐弯曲光纤的非限制性实例为可商购自 Coming Incorporated 的 ClearCurve[®] 多模光纤或单模光纤。这些类型的适合光纤例如公开在美国专利申请公布号 2008/0166094 和 2009/0169163 中, 所述公布的公开内容以全文引用方式并入本文。

[0068] 实施方案所属领域的技术人员将联想到本文阐述的实施方案的许多修改和其它实施方案, 所述修改和其它实施方案具有前文描述和相关附图中所呈现教义的益处。因此, 应理解的是, 描述和权利要求书并不限于所公开的特定实施方案, 并且所述修改和其它实施方案意图被包括在所附权利要求书的范围内。实施方案意图涵盖实施方案的修改和变体, 只要所述修改和变体在所附权利要求书和其等效物的范围内即可。尽管本文采用了特定术语, 但是这些术语 仅在一般意义和描述性意义上而不是出于限制的目的来使用。

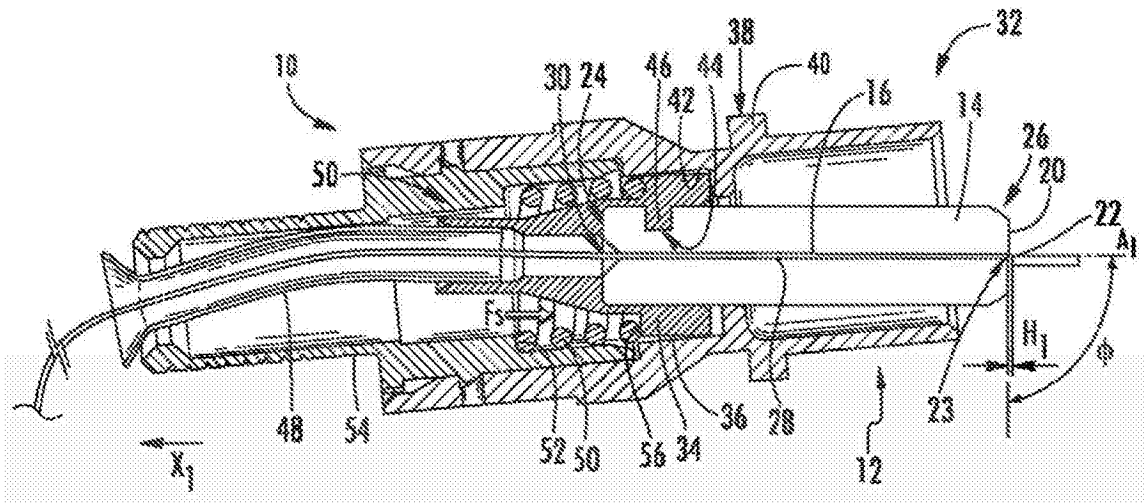


图 1A

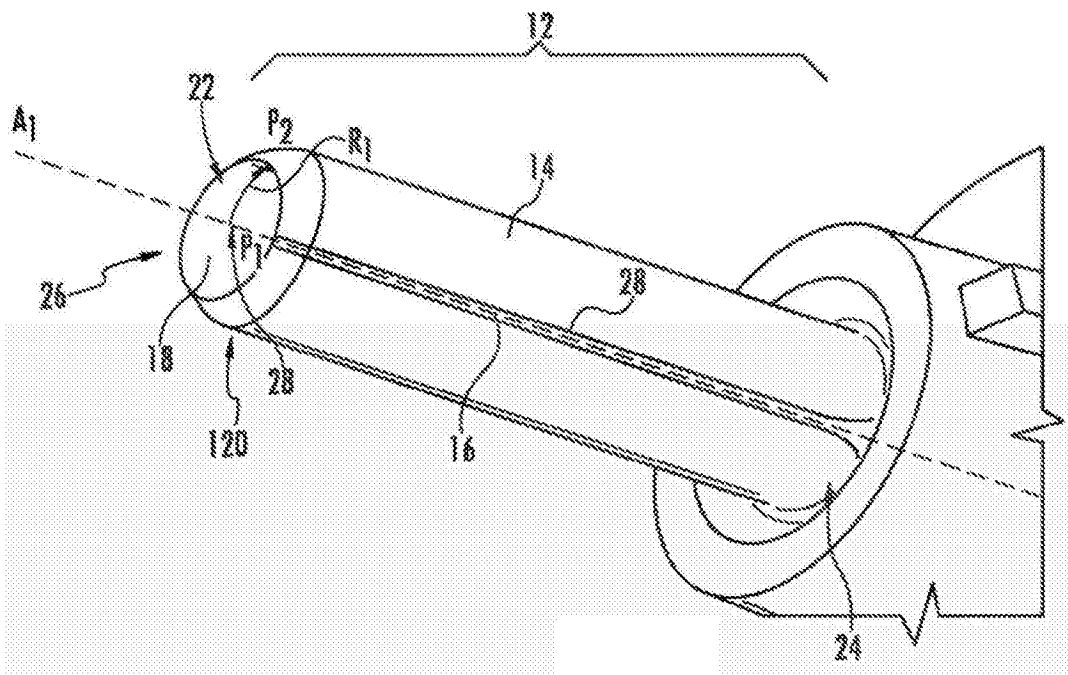


图 1B

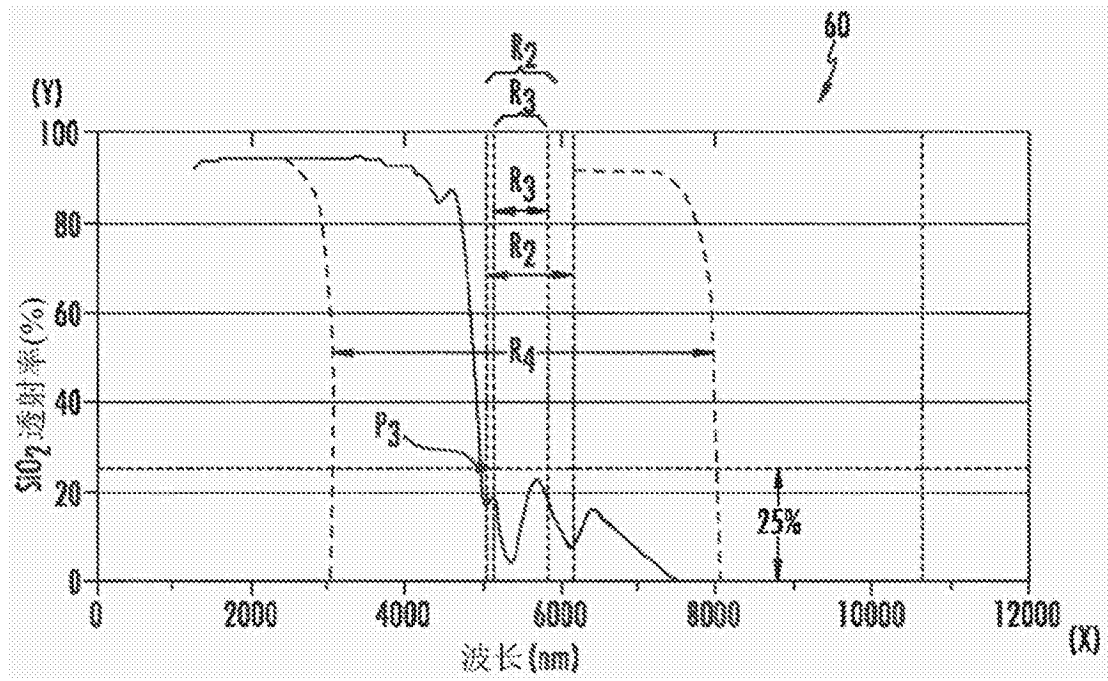


图 2

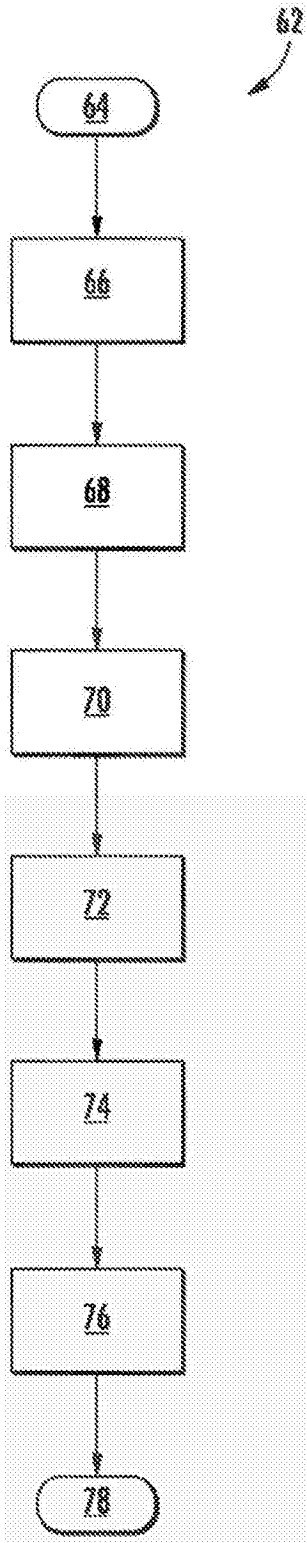


图 3

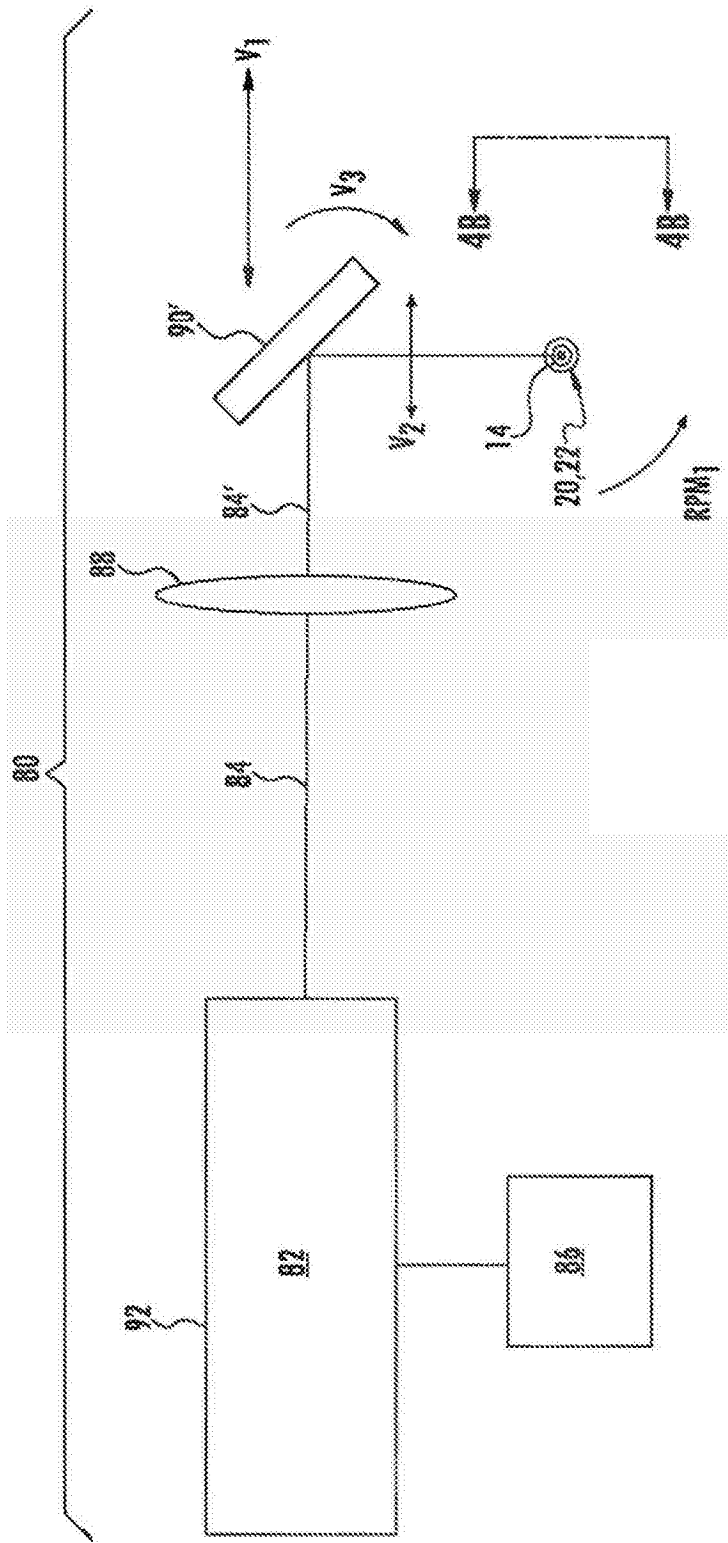


图 4A

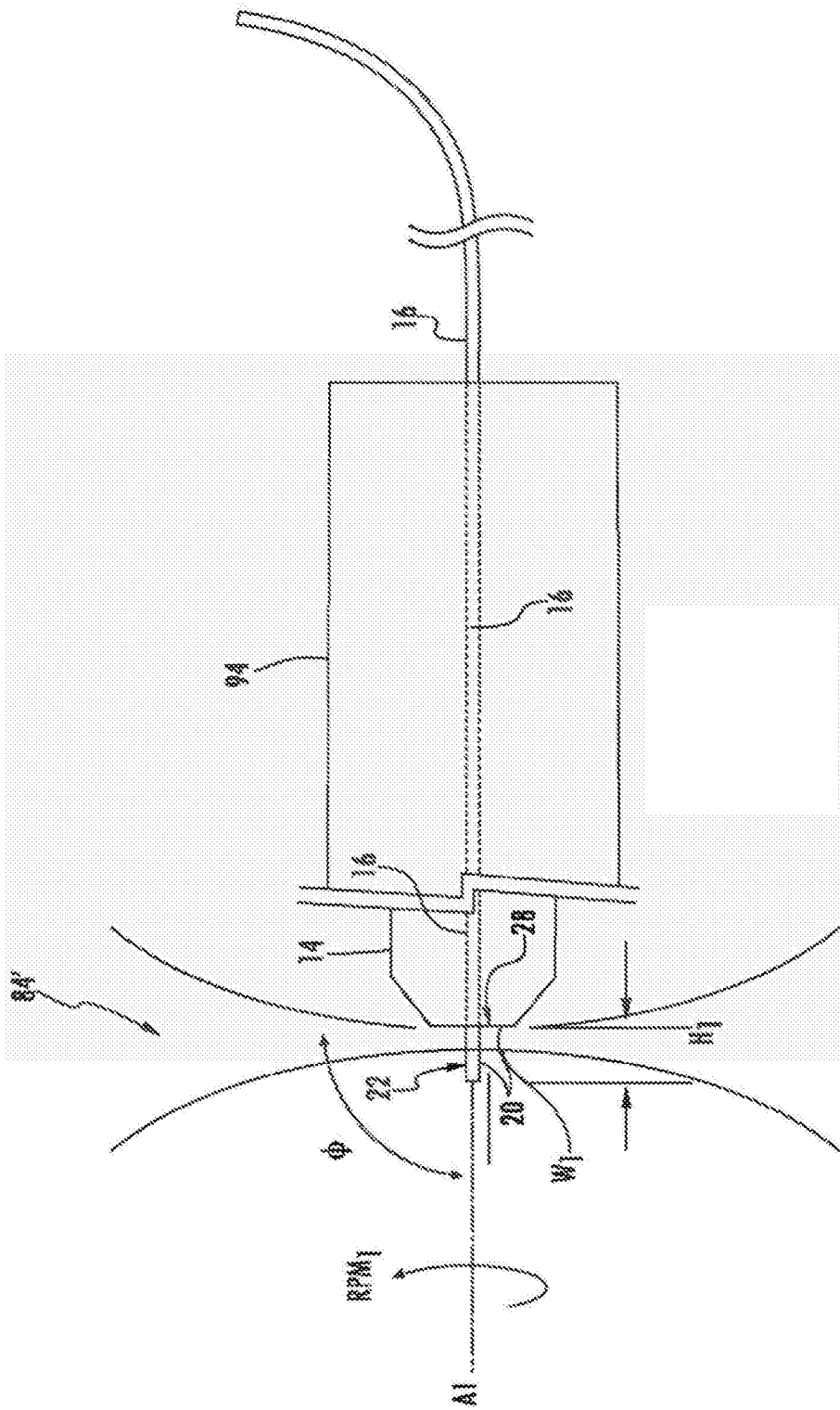


图 4B

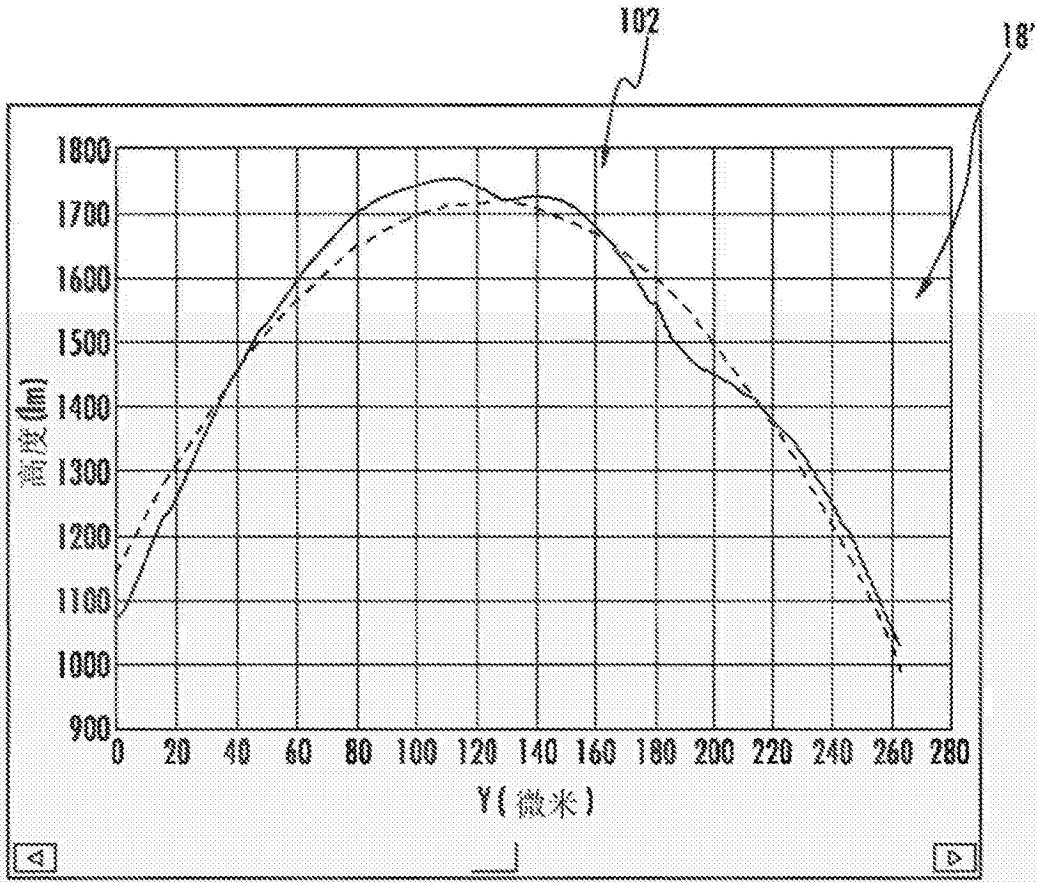


图 5

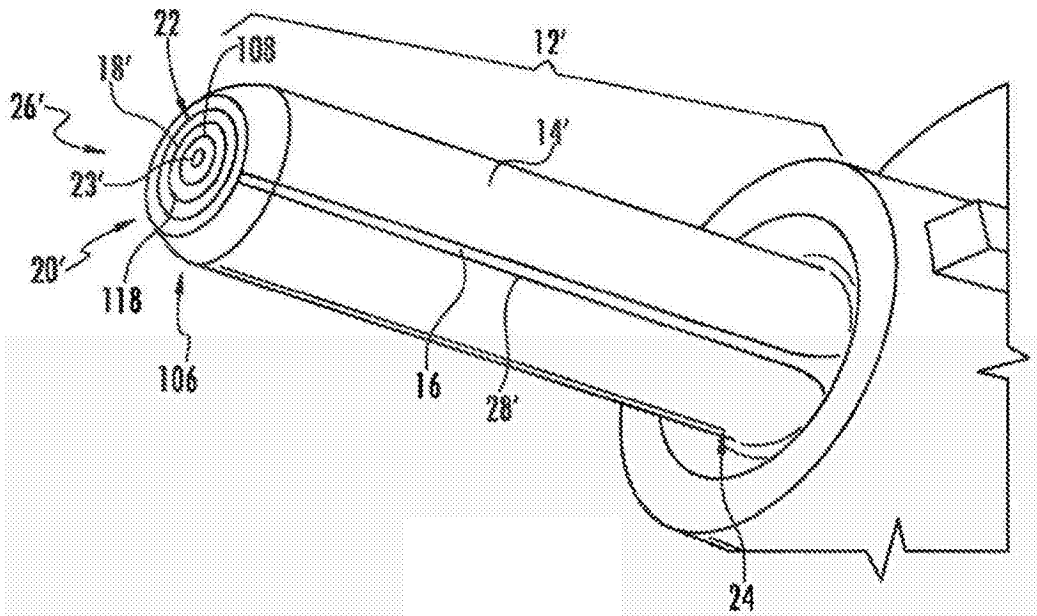


图 6A

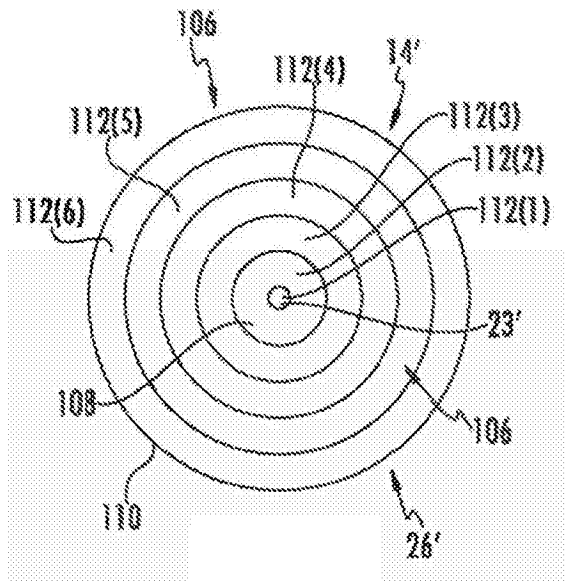


图 6B

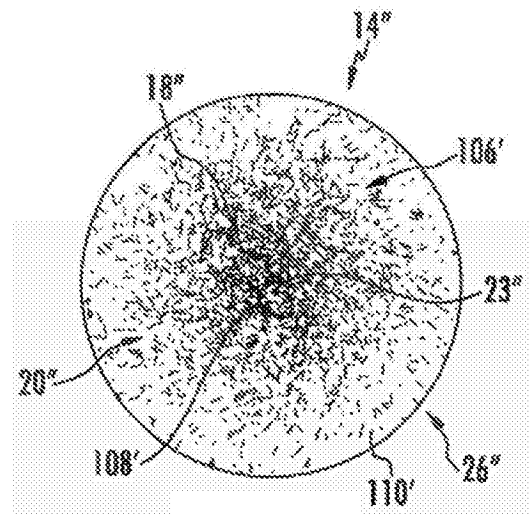


图 6C

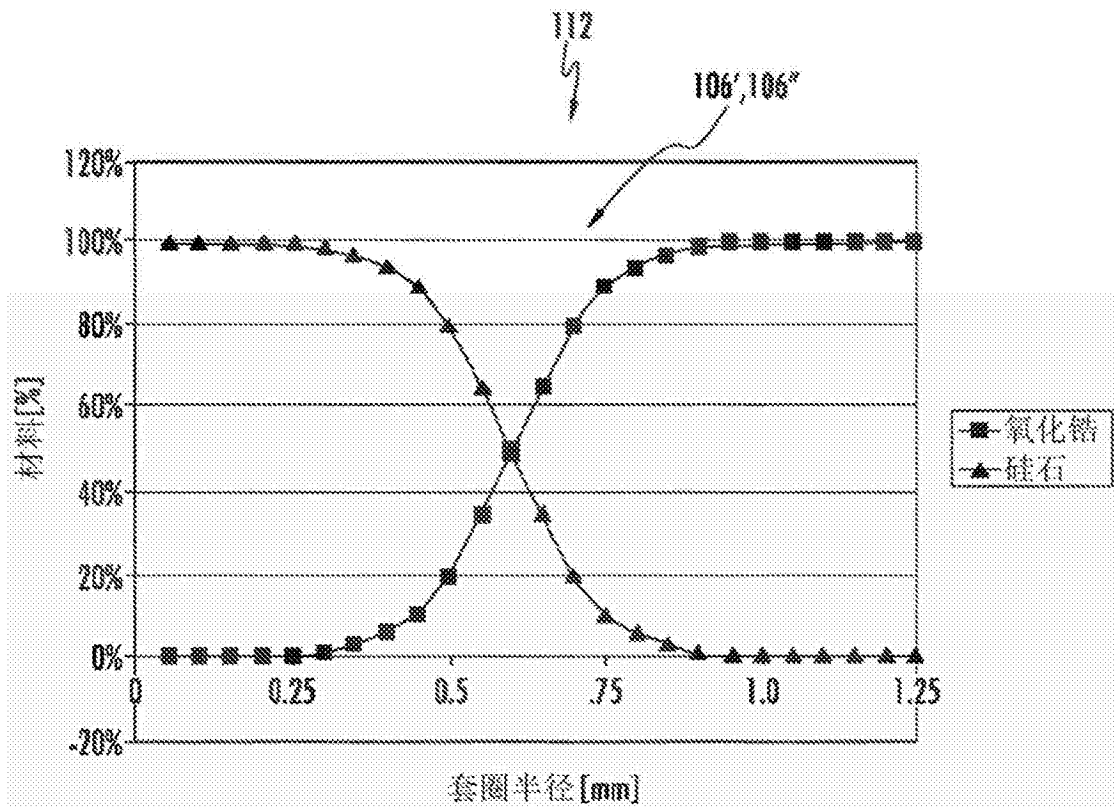


图 7