



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102971652 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 13

(21) 申请号 201180028326. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 06. 06

G02B 6/04 (2006. 01)

(30) 优先权数据

A61B 1/00 (2006. 01)

2010-131176 2010. 06. 08 JP

G02B 6/06 (2006. 01)

G02B 23/26 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 12. 07

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/062939 2011. 06. 06

(87) PCT申请的公布数据

W02011/155444 JA 2011. 12. 15

(71) 申请人 株式会社可乐丽

地址 日本冈山县仓敷市

申请人 独立行政法人日本原子力研究开发  
机构

(72) 发明人 新治修 斋藤坚 冈洁

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

代理人 李亚 穆德骏

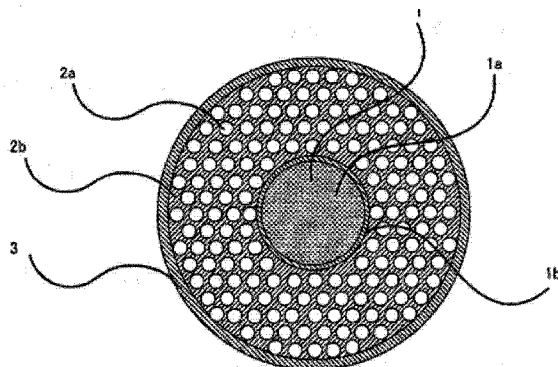
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 5 页

(54) 发明名称

复合型光纤及其制造方法

(57) 摘要

本发明的课题是提供一种富有弯曲性且难以折断的复合型光纤。本申请是一种复合型光纤,具有大口径光纤、和口径比上述大口径光纤小的小口径光纤,配置上述大口径光纤和上述小口径光纤,以使上述大口径光纤的周围被上述小口径光纤组包围,其中,包围上述大口径光纤的上述小口径光纤是塑料制的。



1. 一种复合型光纤的制造方法,其特征在于,

上述制造方法包括:

塑料制光纤线配置步骤;

棒体配置步骤;

减压步骤;以及

延伸步骤,

上述塑料制光纤线配置步骤是具有芯部及包层部的塑料制光纤线在塑料制外侧管和塑料制内侧管之间被配置多条的步骤,

上述棒体配置步骤是具有作为光纤构成材料的透明部的芯棒被配置在塑料制内侧管的内侧的步骤,

上述减压步骤是上述塑料制外侧管和上述塑料制内侧管之间的气压被减压的步骤,

上述延伸步骤是具有经过上述塑料制光纤线配置步骤及上述棒体配置步骤而获得的塑料制外侧管—塑料制光纤线—塑料制内侧管—芯棒的部件被加热延伸的步骤,该步骤在上述部件之间的空隙部为减压的状态下进行。

2. 一种复合型光纤的制造方法,其特征在于,

上述制造方法包括:

配置步骤;

减压步骤;以及

延伸步骤,

上述配置步骤是具有作为光纤构成材料的透明部的芯棒、和具有芯部及包层部的塑料制光纤线在塑料制管的内侧被配置的步骤,以使多条该塑料制光纤线包围该芯棒的周围,

上述减压步骤是上述塑料制管内的气压被减压的步骤,

上述延伸步骤是具有经过上述配置步骤而获得的塑料制管—塑料制光纤线—芯棒的部件被加热延伸的步骤,该步骤在上述部件之间的空隙部为减压的状态下进行。

3. 一种复合型光纤的制造方法,其特征在于,

上述制造方法包括:

塑料制光纤线配置步骤;

塑料制内侧管配置步骤;

减压步骤;

延伸步骤;以及

光纤配置步骤,

上述塑料制光纤线配置步骤是具有芯部及包层部的塑料制光纤线在塑料制外侧管内被配置多条的步骤,

上述塑料制内侧管配置步骤是塑料制内侧管被配置为位于塑料制外侧管内的大致中心部的步骤,

上述减压步骤是上述塑料制外侧管和上述塑料制内侧管之间的气压被减压的步骤,

上述延伸步骤是具有经过上述塑料制光纤线配置步骤及上述塑料制内侧管配置步骤而获得的塑料制外侧管—塑料制光纤线—塑料制内侧管的部件被加热延伸的步骤,该步骤在上述部件之间的空隙部为减压的状态下进行,

上述光纤配置步骤是在上述延伸步骤后光纤被配置于塑料制内侧管的步骤。

4. 一种复合型光纤,其特征在於,

具有:大口径光纤;以及

口径比上述大口径光纤小的小口径光纤,

上述大口径光纤和上述小口径光纤配置为使上述大口径光纤的周围被由多条上述小口径光纤构成的组包围,

上述小口径光纤是具有芯部及包层部的塑料制光纤,

上述小口径光纤的包层部之间彼此熔接。

5. 根据权利要求 4 所述的复合型光纤,由权利要求 1~3 中的任意一项所述的复合型光纤制造方法制造而成。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的复合型光纤,其特征在於,

上述大口径光纤的口径为  $30\ \mu\text{m}$  以上、 $300\ \mu\text{m}$  以下,

上述小口径光纤的芯部的口径为  $1\ \mu\text{m}$  以上、 $10\ \mu\text{m}$  以下,

上述复合型光纤的外径为  $0.3\text{mm}$  以上、 $1.5\text{mm}$  以下。

7. 根据权利要求 4~6 中的任意一项所述的复合型光纤,其特征在於,上述小口径光纤的条数为 2000 条以上、50000 条以下。

8. 根据权利要求 4~7 中的任意一项所述的复合型光纤,其特征在於,上述大口径光纤是塑料制的。

9. 根据权利要求 4~7 中的任意一项所述的复合型光纤,其特征在於,上述大口径光纤是无机玻璃制的。

10. 根据权利要求 9 所述的复合型光纤,其特征在於,有机保护层被设置在上述无机玻璃制的大口径光纤的外周。

11. 一种中空型光纤集合体,其特征在於,

在塑料制外侧管和塑料制内侧管之间配置小口径光纤而构成,

上述小口径光纤是具有芯部及包层部的塑料制光纤,

上述包层部彼此熔接。

## 复合型光纤及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种复合型光纤。

### 背景技术

[0002] 在工业产品检查、医疗检查中使用的检查(观察)装置中,采用利用了光纤的传像光纤(image fiber)。这种装置专门用于产品内部的故障部或者病患部的观察(诊断)。

[0003] 进行工业产品的配管内部中的焊接部的维修或者身体内的治疗时使用激光。将激光照射到目的地(例如配管焊接部、体内的治疗部位)时使用光纤。

[0004] 上述传像光纤形成的内部观察技术和向内部照射激光而进行的维修或治疗技术彼此独立地发展。即,两者目前为止是完全不同领域的技术。

[0005] 近年来,为进行配管内的故障维修或者人体病患部的治疗,提出了复合型光纤的方案。该复合型光纤例如由能量传送光纤(传送激光的能量传送光纤)和传像光纤(用于观察或检查的传像光纤)一体化而形成。上述能量传送光纤例如是大口径光纤。上述传像光纤例如是口径比上述大口径光纤小的小口径光纤。上述小口径光纤(传像光纤)在上述大口径光纤(能量传送光纤)周围配置多个。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献 1:日本特开平 09 - 216086 号公报

[0009] 专利文献 2:日本特开 2006 - 223710 号公报

### 发明内容

[0010] 发明要解决的问题

[0011] 目前为止提案的复合型光纤刚性较大,难以弯曲。例如,尤其在用于医疗用途时,希望具有弯曲半径 5mm 左右的弯曲性。当然,即使是在医疗用途以外的领域中使用的纤维,也存在需要上述弯曲性的情况。

[0012] 但是,目前为止提案的复合型光纤的弯曲半径不满足 5mm 左右的弯曲性。

[0013] 并且,目前为止提案的复合型光纤存在易折断的问题。

[0014] 因此,本发明要解决的问题是,提供一种富有弯曲性、且难以折断的复合型光纤。

[0015] 用于解决问题的手段

[0016] 为形成富有弯曲性的复合型光纤,可考虑减小复合型光纤的直径。

[0017] 当复合型光纤用于医疗用途时,例如考虑复合型光纤插入到导尿管内的情况。此时,复合型光纤的外径包括光导光纤、包覆外层在内,最好是 1.5mm 以下。尤其优选在 1mm 以下。这样一来,复合型光纤除了光导光纤、包覆外层时,其外径优选为约 1mm 以下。当重视弯曲性时,也可考虑为 0.5mm 以下。

[0018] 但是,因串扰问题等,难以进一步减小。

[0019] 在该条件下,即在外径为 0.5mm 左右的大小的现有的复合型光纤中,难以满足弯

曲半径为 5mm 左右的弯曲性。

[0020] 目前为止提案的复合型光纤的弯曲性的问题, 已知是因复合型光纤的材料是石英玻璃等无机玻璃引起的。尤其是, 在大口径光纤(能量传送光纤)的周围配置多个小口径光纤(传像光纤)。该小口径光纤(传像光纤)由石英玻璃等无机玻璃制造。因此, 弯曲性大幅降低。

[0021] 当然, 即使是无机玻璃制的光纤, 如其外径较小, 也可确保弯曲性。但是因串扰等问题, 减小光纤的外径是有限度的。例如, 为使通过小口径光纤获得的图像精度较高, 要求小口径光纤的条数较多。小口径光纤的条数例如要求是 2000 条以上。2000 条以上的小口径光纤配置在大口径光纤周围时, 即使减小小口径光纤的口径, 整体大小也有界限。当小口径光纤的口径过小时, 产生串扰问题。获得的图像产生模糊。鉴于这一情况, 复合型光纤的外径目前为止其界限是约 0.4~约 0.5mm。结果是, 目前为止提案的复合型光纤在弯曲性上仍存在问题。

[0022] 大口径光纤周围配置的多条小口径光纤由无机玻璃制造时, 不仅缺乏弯曲性, 而且在弯曲时存在易折断的问题。折断(破裂)时, 安全性可能下降。

[0023] 但这一问题通过弯曲性的增加可得以解决。

[0024] 根据上述见解, 实现了本发明。

[0025] 即, 上述问题通过复合型光纤解决, 该复合型光纤的特征在于, 具有: 大口径光纤; 以及

[0026] 口径比上述大口径光纤小的小口径光纤,

[0027] 上述大口径光纤和上述小口径光纤配置为使上述大口径光纤的周围被由多条上述小口径光纤构成的组包围,

[0028] 上述小口径光纤是具有芯部及包层部的塑料制光纤,

[0029] 上述小口径光纤的包层部之间彼此熔接。

[0030] 上述复合型光纤的特征在于, 优选上述大口径光纤的口径为 30 μm 以上、300 μm 以下, 上述小口径光纤的芯部的口径为 1 μm 以上、10 μm 以下, 上述复合型光纤的外径为 0.3mm 以上、1.5mm 以下。

[0031] 上述复合型光纤的特征在于, 优选上述小口径光纤的条数为 2000 条以上、50000 条以下。

[0032] 上述复合型光纤的特征在于, 优选上述大口径光纤是塑料制的。或者, 其特征在于, 上述大口径光纤是无机玻璃制的。大口径光纤是无机玻璃制时, 优选在无机玻璃制的大口径光纤的外周设置有机保护层。

[0033] 上述问题通过复合型光纤的制造方法解决, 其特征在于,

[0034] 上述制造方法包括:

[0035] 塑料制光纤线配置步骤;

[0036] 棒体配置步骤;

[0037] 减压步骤; 以及

[0038] 延伸步骤,

[0039] 上述塑料制光纤线配置步骤是具有芯部及包层部的塑料制光纤线在塑料制外侧管和塑料制内侧管之间被配置多条的步骤,

[0040] 上述棒体配置步骤是具有作为光纤构成材料的透明部的芯棒被配置在塑料制内侧管的内侧的步骤，

[0041] 上述减压步骤是上述塑料制外侧管和上述塑料制内侧管之间的气压被减压的步骤，

[0042] 上述延伸步骤是具有经过上述塑料制光纤线配置步骤及上述棒体配置步骤而获得的塑料制外侧管—塑料制光纤线—塑料制内侧管—芯棒的部件被加热延伸的步骤，该步骤在上述部件之间的空隙部为减压的状态下进行。

[0043] 上述问题通过复合型光纤的制造方法解决，其特征在于，

[0044] 上述制造方法包括：

[0045] 配置步骤；

[0046] 减压步骤；以及

[0047] 延伸步骤，

[0048] 上述配置步骤是具有作为光纤构成材料的透明部的芯棒、和具有芯部及包层部的塑料制光纤线在塑料制管的内侧被配置的步骤，以使多条该塑料制光纤线包围该芯棒的周围，

[0049] 上述减压步骤是上述塑料制管内的气压被减压的步骤，

[0050] 上述延伸步骤是具有经过上述配置步骤而获得的塑料制管—塑料制光纤线—芯棒的部件被加热延伸的步骤，该步骤在上述部件之间的空隙部为减压的状态下进行。

[0051] 上述问题通过复合型光纤的制造方法解决，其特征在于，

[0052] 上述制造方法包括：

[0053] 塑料制光纤线配置步骤；

[0054] 塑料制内侧管配置步骤；

[0055] 减压步骤；

[0056] 延伸步骤；以及

[0057] 光纤配置步骤，

[0058] 上述塑料制光纤线配置步骤是具有芯部及包层部的塑料制光纤线在塑料制外侧管内被配置多条的步骤，

[0059] 上述塑料制内侧管配置步骤是塑料制内侧管被配置为位于塑料制外侧管内的大致中心部的步骤，

[0060] 上述减压步骤是上述塑料制外侧管和上述塑料制内侧管之间的气压被减压的步骤，

[0061] 上述延伸步骤是具有经过上述塑料制光纤线配置步骤及上述塑料制内侧管配置步骤而获得的塑料制外侧管—塑料制光纤线—塑料制内侧管的部件被加热延伸的步骤，该步骤在上述部件之间的空隙部为减压的状态下进行，

[0062] 上述光纤配置步骤是在上述延伸步骤后光纤被配置于塑料制内侧管的步骤。

[0063] 发明的效果

[0064] 比较有机树脂(例如聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚苯乙烯树脂等)和无机玻璃(例如石英玻璃等)，前者的杨氏模量是后者的 1/20 左右。因此，塑料制光纤和石英制光纤相比，富有弯曲性，易弯曲。例如，即使外径为 0.5mm，弯曲半径 5mm 左右也充分可行。并且断裂的

可能性较小。

[0065] 将塑料制光纤用于中心位置的大口径光纤一向没有问题。中心位置的大口径光纤也可使用石英玻璃制光纤。但是,从弯曲性的角度出发,在大口径光纤周围配置的、尤其是多层配置的小口径光纤,必须是塑料制的。通过满足这一要件,和现有的石英玻璃制复合型光纤相比,弯曲性得到大幅改善。

[0066] 当采用塑料制光纤时,材料(芯部的折射率和包层部的折射率的差为约 0.07~约 0.1 的材料)的选定较为容易。即,芯部的折射率和包层部的折射率的差为约 0.07~约 0.1 的塑料制光纤可简单地获得。这一特征的、且口径较小的光纤即使多条成束时,也难以引起串扰。因此,在本发明中,因使用塑料制光纤,所以可使折射率差较大,从而可使多条成束的小口径光纤使用口径小的材料。因口径变小,所以当复合型光纤整体的口径相同时,可增加作为图像用的传像光纤的小口径光纤的条数,从而相应地增加像素数。因此,分辨率也提高。例如,即使小口径光纤的条数(像素数)为 2000 以上,弯曲性也较高。

[0067] 例如,极其适用于一同进行观察和治疗的内窥镜系统的光纤。

### 附图说明

[0068] 图 1 是本发明的第 1 实施方式的复合型光纤的剖视图。

[0069] 图 2 是本发明的第 1 实施方式的复合型光纤的制造步骤图。

[0070] 图 3 是本发明的第 1 实施方式的复合型光纤的制造步骤图。

[0071] 图 4 是本发明的第 2 实施方式的复合型光纤的剖视图。

[0072] 图 5 是本发明的第 3 实施方式的复合型光纤的剖视图。

[0073] 图 6 是本发明的第 4 实施方式的复合型光纤的剖视图。

[0074] 图 7 是本发明的第 5 实施方式的复合型光纤的剖视图。

[0075] 图 8 是激光治疗内窥镜系统的说明图。

### 具体实施方式

[0076] 第 1 发明是一种复合型光纤。该复合型光纤具有大口径光纤、小口径光纤。小口径光纤是口径比上述大口径光纤的口径小的光纤。大口径光纤可进行激光导光。小口径光纤可传送图像。配置上述大口径光纤和上述小口径光纤,以使上述大口径光纤的周围(尤其是全部周边)被上述小口径光纤组包围。小口径光纤使用 N (N 为 2 以上的整数)条。优选如下配置:例如 2000 条~50000 条小口径光纤包围大口径光纤的周围。尤其是,小口径光纤形成多层地配置。上述小口径光纤尤其是塑料制。

[0077] 在上述复合型光纤中,大口径光纤的口径优选是 30  $\mu\text{m}$  以上、300  $\mu\text{m}$  以下。进一步优选 40  $\mu\text{m}$  以上、250  $\mu\text{m}$  以下。更进一步优选 50  $\mu\text{m}$  以上、200  $\mu\text{m}$  以下。优选上述口径的理由如下。当口径小于 30  $\mu\text{m}$  而过小时,激光难以充分绞入到大口径光纤端面并被导入。从这一点出发,大口径光纤的芯部的口径进一步优选 50  $\mu\text{m}$  以上。相反,超过 300  $\mu\text{m}$  而变得过大时,外周部的图像传送部(小口径光纤)的面积比例降低,难以进行图像观察。并且,难以弯曲。上述大口径光纤的包层厚度优选 2  $\mu\text{m}$  以上、30  $\mu\text{m}$  以下。当包层厚度小于 2  $\mu\text{m}$  时,发生和串扰相同的现象。激光易于泄漏到光纤外部。也存在图像对比度变差的情况。相反,包层厚度超过 30  $\mu\text{m}$  时,芯占大口径光纤的截面的比例变小。并且,激光难以充分绞入并导入

到大口径光纤端面。上述大口径光纤的包层的外侧可由  $2\mu\text{m}$  以上、 $30\mu\text{m}$  以下的遮光性包覆部件覆盖。在上述复合型光纤中,小口径光纤的芯部的口径优选  $1\mu\text{m}$  以上、 $10\mu\text{m}$  以下。进一步优选  $2\mu\text{m}$  以上。再进一步优选  $5\mu\text{m}$  以下。优选上述口径的理由如下。当小于  $1\mu\text{m}$  而过小时,产生串扰。图像模糊。光量变得不足,获得的图像较暗。相反当超过  $10\mu\text{m}$  而过大时,难以填充多条小口径光纤。当填充多条时,复合光纤的外径变大。其结果是,弯曲性能变差。在上述复合型光纤中,复合型光纤的外径优选  $0.2\text{mm}$  以上、 $1.5\text{mm}$  以下。进一步优选  $0.3\text{mm}$  以上、 $1.0\text{mm}$  以下。再进一步优选  $0.4\text{mm}$  以上、 $1.0\text{mm}$  以下。其原因如下。当小于  $0.2\text{mm}$  而过小时,小口径光纤的条数过少。结果使像素数变少。获得的图像的分辨率变低。相反,当超过  $1.5\text{mm}$  而变得过大时,弯曲性能下降。在上述复合型光纤中,包围大口径光纤的塑料制小口径光纤优选条数为 2000 条以上、50000 条以下。进一步优选为 3000 条以上、30000 条以下。再进一步优选 5000 条以上、20000 条以下。其理由如下。当小于 2000 条而过少时,获得的图像的分辨率下降。当超过 50000 条而过多时,弯曲性能下降。

[0078] 在上述复合型光纤中,包围大口径光纤的多条塑料制小口径光纤的包层部之间互相熔接。因该熔接构造,小口径光纤的集合体的截面宛如海岛结构。因小口径光纤是塑料制的,所以通过加热,位于周边的包层部之间熔接一体化。这样一来,包围大口径光纤的多条小口径光纤被简单地固定。即,小口径光纤难以产生位置偏离。因此,获得的图像的质量较高。

[0079] 在上述复合型光纤中,大口径光纤优选塑料制。该类型的所有塑料制复合型光纤的一例如图 1 所示。图 1 是复合型光纤的剖视图。图 1 中,1 是大口径光纤。1a 是芯部(激光导光芯部),1b 是包层部(激光导光包层部)。芯部 1a 由下述制造方法中的“棒体”构成。包层部 1b 由下述制造方法中的“塑料制内侧管”构成。2a 是小口径光纤(传像光纤)的芯部。2b 是包层部。该芯部 2a 及包层部 2b 由下述制造方法中的“塑料制光纤线”构成。如上所述可知、或者从图 1 可知,包层部 2b 熔接一体化。即,是海岛结构(芯部 2a 是岛,包层部 2b 是海)。3 是外包层。此外,外包层 3 不是绝对必须的条件。外包层 3 由下述制造方法中的“塑料制外侧管”构成。

[0080] 大口径光纤也可可是无机玻璃制。大口径光纤是无机玻璃制时,优选在大口径光纤的外周设置有机树脂层(保护层)。该构造的大口径光纤的一例如图 4、5 所示。图 4、5 是复合型光纤的剖视图。图 4 是有有机树脂层(保护层)的情况,图 5 是没有有机树脂层(保护层)的情况。图 4、5 中,1 是无机玻璃制的大口径光纤。1a 是芯部(激光导光芯部),1b 是包层部(激光导光包层部)。2a 是小口径光纤(传像光纤)的芯部。2b 是包层部。该芯部 2a 及包层部 2b 由下述制造方法中的“塑料制光纤线”构成。如上所述可知、或从图 4、5 可知,包层部 2b 熔接一体化。即,是海岛结构(芯部 2a 是岛,包层部 2b 是海)。3 是外包层。4 是内包层。此外,外包层 3、内包层 4 不是绝对必须条件。外包层 3 由下述制造方法中的“塑料制外侧管”构成。内包层 4 由下述制造方法中的“塑料制内侧管”构成。5 是包覆无机玻璃制的大口径光纤 1 的包覆层。通过包覆层 5,提高了玻璃制光纤 1 的耐折性。该包覆层 5 的形成例如优选使用硅系树脂、UV 固化型树脂、聚酰亚胺树脂等。铝等导电性金属包覆也可适当使用。

[0081] 第 2 发明是一种复合型光纤的制造方法。例如是上述复合型光纤的制造方法。

[0082] 上述制造方法具有塑料制光纤线配置步骤,在塑料制外侧管和塑料制内侧管之间



配置 N 条具有芯部及包层部的塑料制光纤线。本塑料制内侧管相当于大口径光纤的包层部。并且,具有芯棒配置步骤,在塑料制内侧管的内侧配置具有作为光纤构成材料的透明部的芯棒。该芯棒相当于大口径光纤的芯部。但该芯棒也可相当于构成芯和包层的光纤预制件。并且,至少具有减压步骤,减压塑料制外侧管和塑料制内侧管之间的气压。并且,具有延伸步骤,在该步骤中,具有经过上述塑料制光纤线配置步骤及上述棒体配置步骤而获得的塑料制外侧管—塑料制光纤线—塑料制内侧管—芯棒的各部件之间的空隙部在减压状态下被加热延伸。该延伸步骤在减压加热下进行,因此塑料制光纤线的圆周边缘部之间熔接一体化。并且因在减压下延伸,所以没有空隙。塑料制光纤线集合体的截面宛如海岛结构。

[0083] 或者,上述制造方法具有配置步骤,在该步骤中,在塑料制管的内侧配置具有芯和包层的光纤预制棒、和具有包围该预制棒的周围(尤其是整个周边)的芯部及包层部的 N 条塑料制光纤线。该制造方法和上述制造方法不同,存在不使用上述塑料制内侧管的情况。并且具有减压步骤,减压上述塑料制管内的气压。并且具有延伸步骤,在该步骤中,在减压状态下对具有经过上述配置步骤而获得的塑料制管—塑料制光纤线—预制棒的各部件间的空隙部进行加热延伸。该延伸步骤在减压加热下进行,因此塑料制光纤线的圆周边缘部之间熔接一体化。并且因在减压下延伸,所以没有空隙。塑料制光纤线集合体的截面宛如海岛结构。

[0084] 并且,上述制造方法具有塑料制光纤线配置步骤,在该步骤中,在塑料制外侧管内配置具有芯部及包层部的塑料制光纤线 N 条。并且,具有塑料制内侧管配置步骤,将塑料制内侧管配置为位于塑料制外侧管内的大致中心部。并且,具有减压步骤,减压塑料制外侧管和塑料制内侧管之间的气压。并且,具有延伸步骤,在该步骤中,将具有经过上述塑料制光纤线配置步骤及上述塑料制内侧管配置步骤而获得的塑料制外侧管—塑料制光纤线—塑料制内侧管的各部件间的空隙部在减压状态下加热延伸。上述延伸步骤在减压加热下进行,因此塑料制光纤线的圆周边缘部之间熔接一体化。并且因在减压下延伸,所以没有空隙。塑料制光纤线集合体的截面是海岛结构。

[0085] 并且,从塑料制内侧管开始不减压中心部分地进行延伸,从而使小口径光纤的集合体成为具有与截面中心附近连通的孔的中空型光纤集合体。

[0086] 通过具有在中空型光纤集合体的塑料制内侧管内配置光纤的光纤配置步骤,可获得复合型光纤。通过具有塑料制内侧管配置步骤,可分别独立制造出中空型光纤集合体和大口径光纤。因此,可自由选择大口径光纤的材质,适于少量多品种的生产。并且,中空型光纤集合体和大口径光纤没有熔接一体化,因此柔软性良好。上述延伸步骤在减压加热下进行,因此塑料制光纤线的圆周边缘部之间熔接一体化。并且因在减压下延伸,所以没有空隙。塑料制光纤线集合体的截面宛如海岛结构。

[0087] 中空型光纤集合体具有的连通的孔的直径优选和包括包覆部件的大口径光纤的直径相比,大  $5\mu\text{m}$  以上、 $100\mu\text{m}$  以下的范围。当小于  $5\mu\text{m}$  时,在提前制造中空型光纤集合体并稍后插入大口径光纤时,存在作业困难的情况。当大于  $100\mu\text{m}$  时,上述作业容易程度没有显著改善,而且小口径光纤组的面积变小,或大口径光纤的口径变小,因此不优选。上述范围更优选  $10\mu\text{m}$  以上、 $50\mu\text{m}$  以下。

[0088] 第 3 发明是一种中空型光纤集合体。该中空型光纤集合体在塑料制外侧管和塑料

制内侧管之间配置小口径光纤。该小口径光纤是具有芯部及包层部的塑料制光纤。上述包层部彼此熔接。

[0089] 在本发明中,在大口径光纤的外周部上多条配置的小口径光纤是塑料制的。作为该小口径光纤的芯部的芯部,由折射率强的透明树脂构成。例如选择从聚苯乙烯树脂、聚碳酸酯树脂、聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚烯烃树脂等组中选择的适当的树脂。构成以包围上述芯部的方式存在于周边的海部的包层部,使用比上述芯部的折射率小的折射率的树脂。例如选择从聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚烯烃树脂、氟系树脂等组中选择的适当的树脂。作为芯部和包层的组合,例如聚甲基丙烯酸甲酯树脂和聚苯乙烯树脂的组合是优选一例。氟系树脂和聚甲基丙烯酸甲酯树脂的组合也是优选一例。当大口径光纤由塑料构成时,大口径光纤除了口径不同之外,和小口径光纤同样地构成。

[0090] 参照图 2、图 3 说明作为本发明的一个实施方式的全塑料制复合型光纤的制造方法。

[0091] 如图 2、3 所示,由透明树脂构成的塑料制外侧管 11、和由透明树脂构成的塑料制内侧管 12 同心状配置。由芯部和包层部构成的塑料制光纤线 13 插入到塑料制外侧管 11 和塑料制内侧管 12 之间(参照图 2、3)。从图 2、3 可知,插入的塑料制光纤线 13 有多条。通过该多条塑料制光纤线 13,塑料制外侧管 11 和塑料制内侧管 12 之间的空间被填满。透明的树脂制的芯棒(比小径管 12 的折射率高)14 插入到塑料制内侧管 12 内(参照图 3)。插入的芯棒 14 也可由芯部和包层部构成的塑料制光纤预制棒。

[0092] 该母材的前端被加热,进行延伸处理。在该加热延伸时,塑料制外侧管 11 和塑料制内侧管 12 之间存在的空气被吸引并排气。即,加热延伸处理在减压状态下进行。通过加热延伸处理,塑料制光纤线 13 之间的包层部熔接、一体化。在该一体化时,塑料制光纤线 13 之间存在的空气被吸引并排气,因此在熔接的包层部中不残留气泡。其结果是,可获得图 1 所示构造的全塑料制复合型光纤。此外,塑料制光纤线 13 通过熔融纺线法获得。或者可通过延伸处理获得。

[0093] 参照图 2 说明作为本发明的其他实施方式的其他实施方式的中心部是无机玻璃制复合型光纤的制造方法。

[0094] 如图 2 所示,由透明树脂构成的塑料制外侧管 11、和由透明树脂构成的塑料制内侧管 12 同心状配置。由芯部和包层部构成的塑料制光纤线 13 插入到塑料制外侧管 11 和塑料制内侧管 12 之间(参照图 2)。此外,塑料制内侧管 12 和塑料制光纤线 13 也可同时插入到大径管 11 内。或者也可插入了塑料制光纤线 13 后,插入小径管 12。由图 2 可知,插入的塑料制光纤线 13 有多条。通过该多条塑料制光纤线 13,塑料制外侧管 11 和塑料制内侧管 12 之间的空间被填满。该状态的母材的前端被加热,进行延伸处理。在该加热延伸时,塑料制外侧管 11 和塑料制内侧管 12 之间存在的空气被吸引并排气。即,加热延伸处理在减压状态下进行。通过加热延伸处理,塑料制光纤线 13 之间的包层部熔接、一体化。在该一体化时,塑料制光纤线 13 之间存在的空气被吸引并排气,因此在熔接的包层部中不残留气泡。其结果是,可获得多条塑料制光纤位于外周且中心部是中空的中空型光纤集合体。

[0095] 之后,该中空型光纤集合体切断为所需的长度,例如约 0.5~约 5m。并且,石英等无机玻璃制的光纤插入到中空型光纤集合体的中空部。其结果是,可获得图 4 (或图 5) 所示的类型的中心部由无机玻璃制光纤构成的复合型光纤。无机玻璃制光纤插入时,为减少

插入摩擦阻力,优选在无机玻璃制光纤表面或者小径管 12 的内表面涂布润滑剂(例如油性油、硅油、水系界面活性剂等)。在无机玻璃制光纤外表面和中空塑料传像光纤内表面之间并非完全没有微小间隙。因此,优选通过环氧粘合剂等接合两者。可在整个长度方向上粘合。也可仅粘合两端部。这样一来,切断、两个端面的研磨作业也变得容易。

[0096] 图 6 及图 7 是在复合型光纤(小口径光纤;传像光纤)的外周面设置了照明用光导光纤的实施方式。示出剖视图的图 6、7 的实施方式的光纤例如用于医疗用的复合型内窥镜。长度例如是 1~5m。当然不限于此。光导光纤 20 一般是可获得的 30~150  $\mu\text{m}$  直径的石英玻璃光纤、多成分玻璃光纤。当然不限于此。此外从弯曲性能的角度出发,优选使用尽量细径的光导光纤。从弯曲性能的角度出发,优选替代上述无机玻璃系的光纤,使用塑料制的光纤。这种情况下,即使是比无机玻璃系的光纤直径(30~150  $\mu\text{m}$ ) 大的直径,例如是 50~250  $\mu\text{m}$ ,弯曲性能也良好。

[0097] 在光导光纤 20 的外侧,为进行保护,优选设置外装体 21。外装体 21 由树脂管(例如氟系树脂管、聚氨酯系树脂管、聚酰亚胺系树脂管等)构成。

[0098] 此外,图 6、7 中,和图 1、4、5 的附图标记相同的,其构成也相同,因此省略详细说明。

[0099] 图 8 是上述实施方式(例如图 6)的复合型光纤用于激光治疗内窥镜系统时的说明图。在该激光治疗内窥镜系统中,照明光的照射、观察、激光照射同时进行。

[0100] 复合型光纤在光学系统一侧一分为二。光导光纤统一连接到光源装置。另一个复合型光纤分支为激光照射侧(大口径光纤)、和图像观察侧(小口径光纤)并连接。

[0101] 在作为小口径光纤的传像光纤部传送来的图像信息,经过聚光透镜、分光镜、中继透镜、用于断开激光的干扰滤光器,在 CCD 相机上成像。从激光振荡器照射的激光经由准直透镜、分光镜、聚光透镜,入射到作为复合型光纤的中心部的激光导光光纤部。

[0102] 激光光源根据治疗内容适当选择。例如可适当使用色素激光、氩离子激光、半导体激光、Nd:YAG 激光、Ho:YAG 激光。可使用从可视光到近红外线的各种激光光源。

[0103] 此外,上述全塑料制的复合型光纤根据激光强度和波长不同,存在不适于使用的情况。尤其是当激光波长是近红外区域时,在可视光波长区域中,以透明的塑料材料为芯的塑料制光纤中,红外线吸收造成的导光损失变大,近红外激光不透过。不仅如此,也可能光纤的激光入射端面会受损。因此,根据情况不同,也存在优选大口径光纤是无机玻璃制的光纤的情况。

[0104] 以下进一步列举具体的实施例进行说明。

[0105] (实施例 1)

[0106] 塑料制单光纤线 13 (芯部 2a 是透明的聚苯乙烯,包层部 2b 是透明的聚甲基丙烯酸甲酯)通过延伸处理拉线,并且切断为预定长度。在透明的聚甲基丙烯酸甲酯制外侧管 11 中,插入外径变小、透明的聚甲基丙烯酸甲酯的内侧管 12。上述外侧管 11 和内侧管 12 之间的空间中,最密充填(closest packing)通过上述拉线制造的光纤线 13。透明的聚苯乙烯芯棒 14 插入到内管 12 的中心部。由此构成图 3 的母材。

[0107] 外侧管 11 内侧的所有空间内的空气被吸引并排气而减压。在该减压状态下,上述母材的前端被加热,并且进行二次拉线。这样一来,获得图 1 所示的截面构造的全塑料复合型光纤。该全塑料复合型光纤的外径为 0.5mm,像素数(小口径光纤数;传像光纤数)为 8000

像素,大口径光纤(激光导光光纤)1中的芯部1a的直径为135 $\mu$ m。

[0108] 上述全塑料复合型光纤切断为长2m。其两端被镜面研磨。之后,十条光导光纤(直径125 $\mu$ m的聚甲基丙烯酸甲酯制光纤)20沿着全塑料复合型光纤的外周设置。之后,插入到外径1.0mm、壁厚0.2mm的氟系树脂管21内(参照图6)。

[0109] 上述光纤的一个入射端(后端)分支为全塑料复合型光纤和光导光纤。各分支端连接到照明用的光源装置和激光照射/图像观察光学装置。上述光纤的前端连接物镜(参照图8)。

[0110] 从光源装置射出的照明光导入到光导光纤20,从前端照射。照射的光被观察对象反射,通过前端的物镜在传像光纤2端部成像影像。影像光在传像光纤2中传播,导入到激光照射/图像观察光学装置。之后,通过聚光透镜、分光镜、中继透镜、干扰滤光器后,由CCD相机拍摄,用视频监视器显示。

[0111] 激光光源是Nd:YAG激光(KTP)。通过图8所示的准直透镜、聚光透镜,聚光532nm波长的激光。该激光导入到激光导光部光纤1。激光在激光导光部光纤1内传播,从前端照射。

[0112] 上述构成的光纤即使弯曲为弯曲半径5mm,也不会折断。并且,图像性能、激光传送性能也良好。

[0113] (实施例2)

[0114] 实施例1的光纤全部是塑料制的。本实施例2的光纤中,大口径光纤(激光导光光纤)1是无机玻璃(石英玻璃)制的。

[0115] 塑料制单光纤线13(芯部2a是透明的聚苯乙烯,包层部2b是透明的聚甲基丙烯酸甲酯)通过延伸处理而拉线,并且切断为预定长度。通过上述一次拉线制造的光纤线13在透明的聚甲基丙烯酸甲酯制的外侧管11中进行最密充填。外径小、透明的聚甲基丙烯酸甲酯的内侧管12插入到填充的光纤线13的中心部。从而构成母材(参照图2)。

[0116] 外侧管11和内管12之间的空隙内的空气被吸引并排气而减压。在该减压状态下,上述母材的前端被加热,并且进行二次拉线。这样一来,获得多条塑料制光纤位于外周、且中心部为空洞状的中空型光纤集合体。其外径为500 $\mu$ m,中空孔径为150 $\mu$ m,像素数(小口径光纤数;传像光纤数)为8000。

[0117] 之后,切断成2m的长度。石英制光纤(外径125 $\mu$ m(芯径100 $\mu$ m、包层径120 $\mu$ m、聚酰亚胺包覆直径125 $\mu$ m)、长2.1m)插入到中空孔中。低粘度型的二液混合型的环氧系粘合剂注入到中空型光纤集合体和石英制光纤之间的两端部中的空隙部。之后进行固化、粘合。最后,两端被金刚石锯切断,进行镜面研磨,获得复合型光纤。

[0118] 对该复合型光纤(外径0.5mm(中心石英125 $\mu$ m);长2m;中心部为玻璃;周边部为塑料)的2m长的中央部,在条件“弯曲半径5mm;弯曲角度 $\pm 135^\circ$ ;拉伸负荷200gf”下反复进行弯曲试验。结果是,经过1200次(往返),石英光纤也不断裂。但位于外周的塑料传像光纤部分的一部分断裂。此外,在弯曲1000次时,传像光纤部及石英光纤的导光性能没有变化。

[0119] 和实施例1一样,沿着上述复合型光纤的外周设置十条光导光纤20。之后,插入到外径1.0mm、壁厚0.2mm的氟系树脂管21内(参照图7)。并且,和实施例1一样,各分支端连接到照明用光源装置和激光照射/图像观察光学装置,并且光纤前端连接物镜(参照图8)。

并且, Nd:YAG 激光不进行波长变换而使用近红外波长 1064nm 时, 激光也在激光导光部光纤 1 内传播, 从前端照射, 复合型光纤不会损伤。

[0120] 上述构成的光纤即使弯曲为弯曲半径 5mm, 也不会折断。并且, 图像性能、激光传送性能也良好。

[0121] 本申请请求以 2010 年 6 月 8 日申请的日本专利申请 2010 - 131176 为基础的优先权, 其公开内容全部加入到本说明书中。

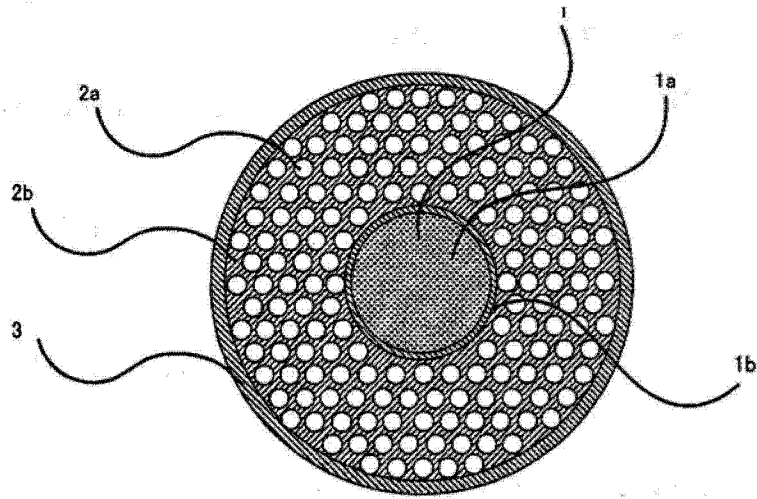


图 1

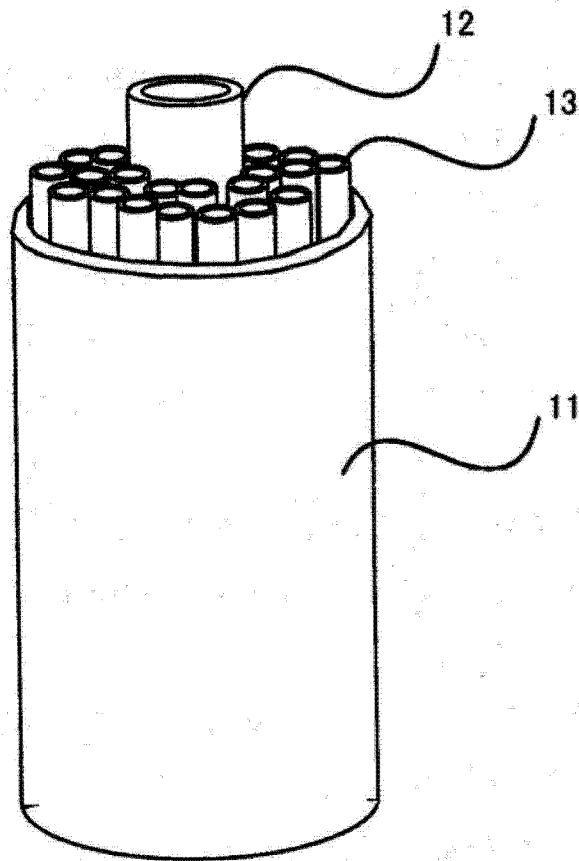


图 2

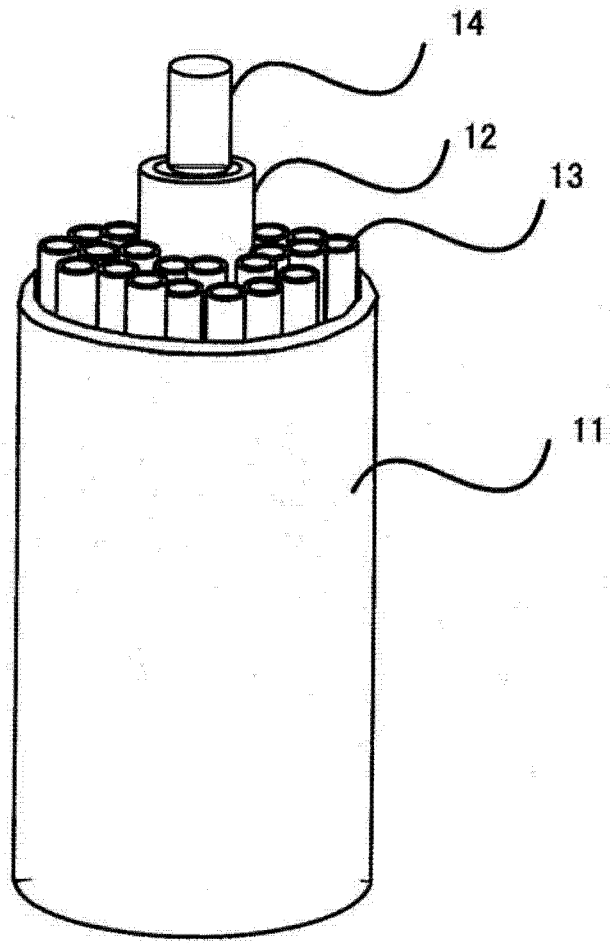


图 3

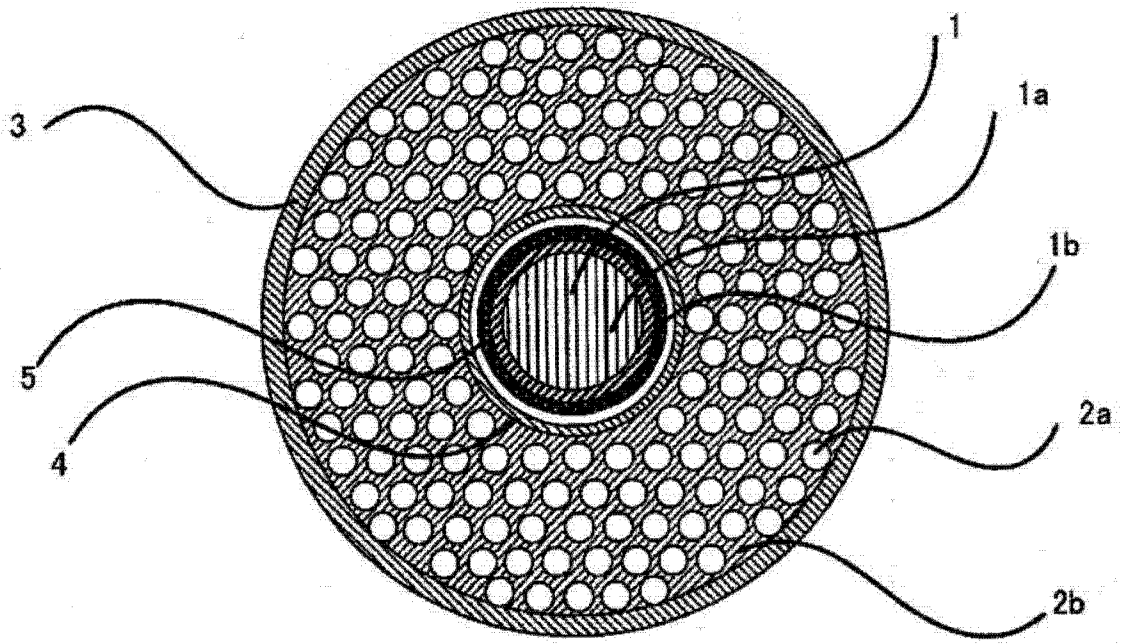


图 4

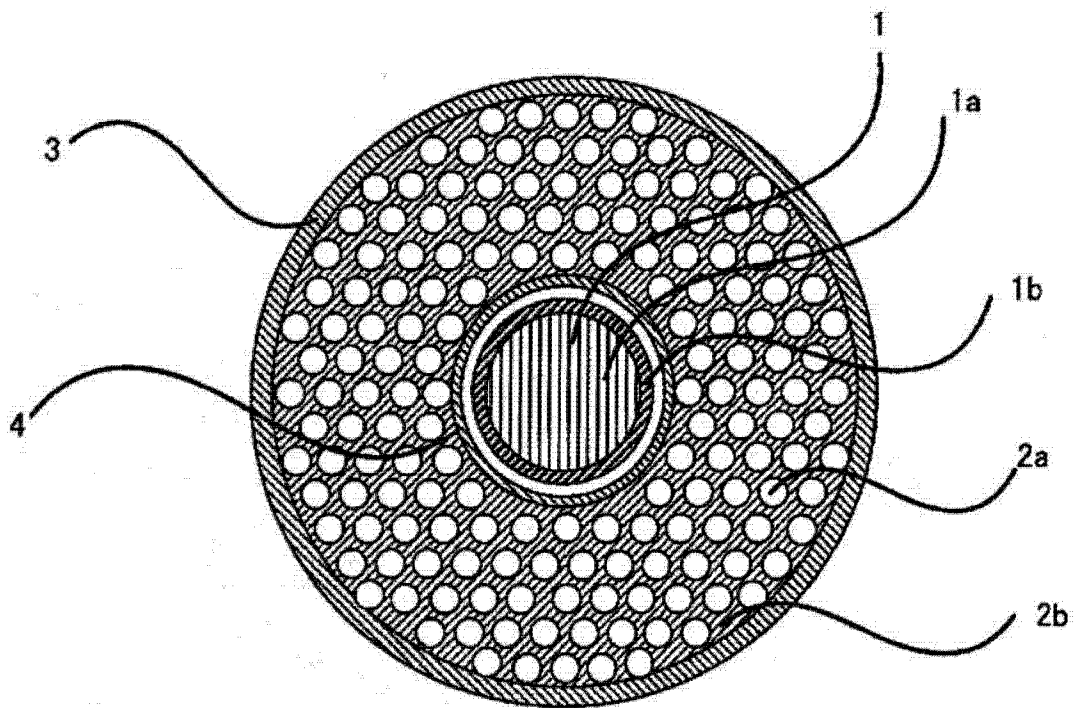


图 5



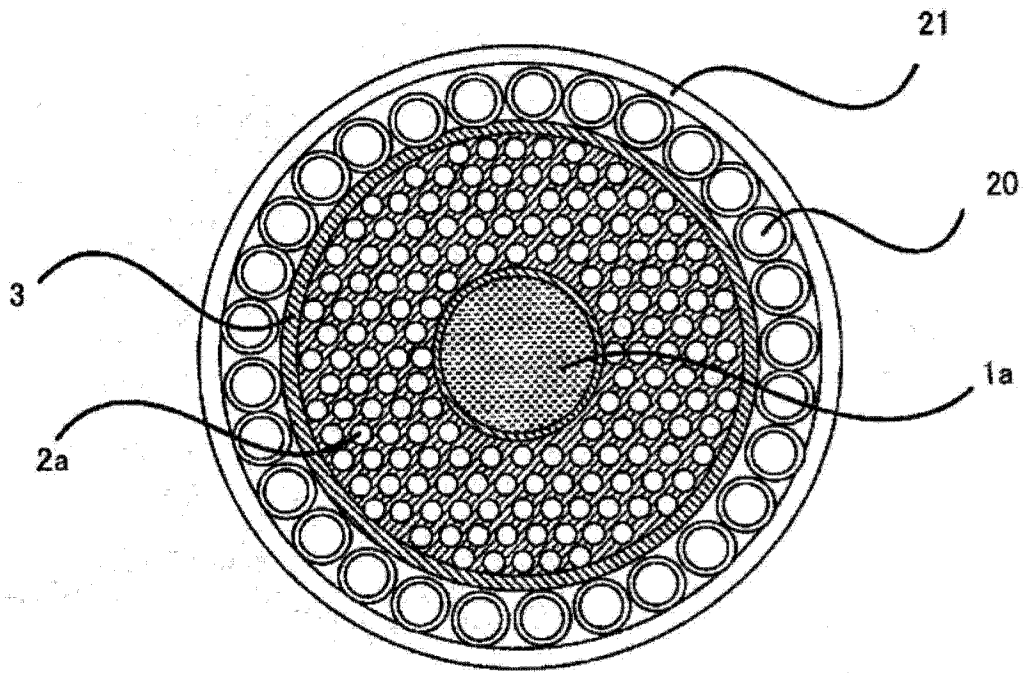


图 6

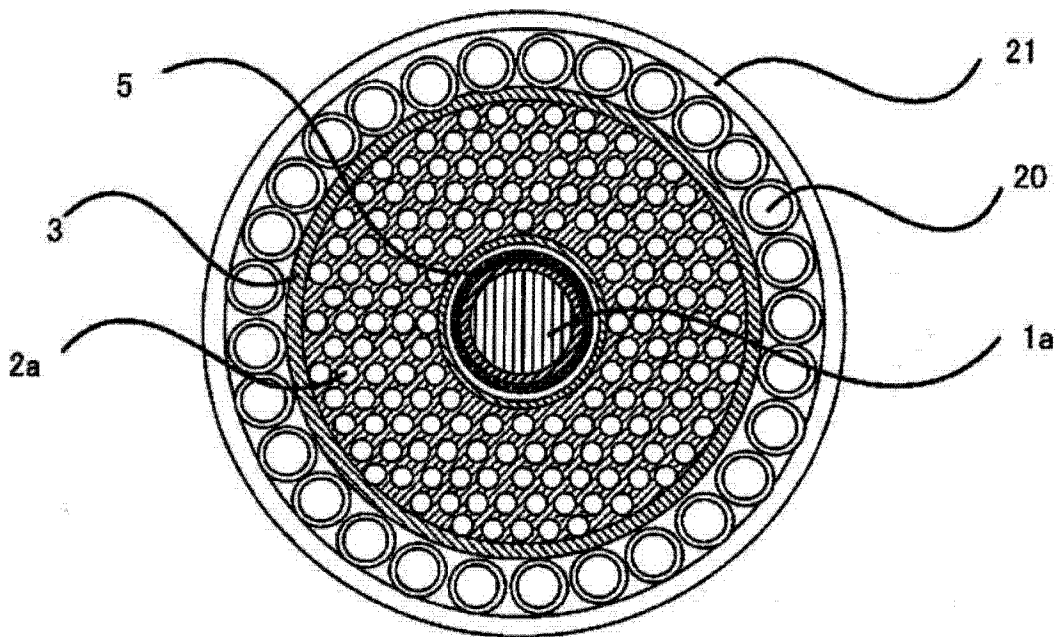


图 7

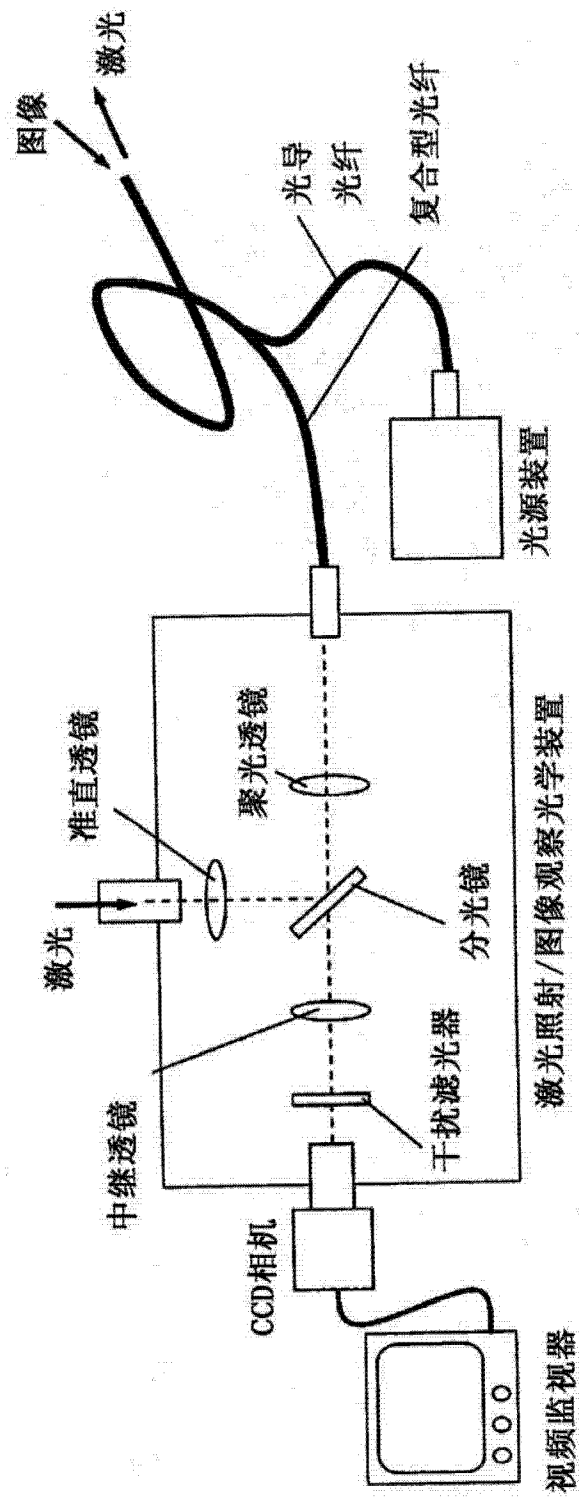


图 8