



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104045231 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 17

(21) 申请号 201410172721. 0

(22) 申请日 2014. 03. 14

(30) 优先权数据

61/787, 854 2013. 03. 15 US

14/206, 641 2014. 03. 12 US

(71) 申请人 OFS 菲特尔有限责任公司

地址 美国佐治亚

(72) 发明人 W·R·霍兰德 S·苏利万

(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 11038

代理人 杜文树

(51) Int. Cl.

G03B 37/012 (2006. 01)

G02B 6/02 (2006. 01)

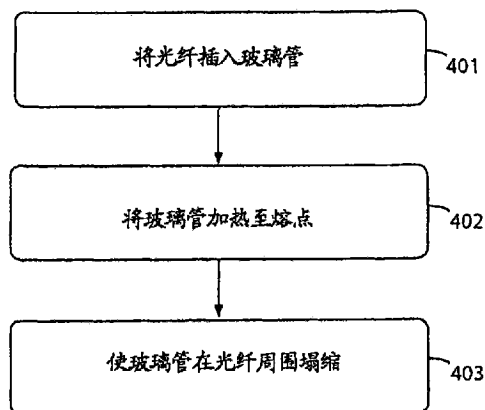
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

玻璃垫层

(57) 摘要

本发明涉及玻璃垫层,更具体地涉及具有玻璃垫层的光纤。因此,一些实施例包括具有纤芯、包层和玻璃垫层的光纤。在一些实施例中,玻璃垫层的折射率大于包层的折射率。



1. 一种处理,包括:

将光纤插入到玻璃管中,该光纤包括二氧化硅纤芯,该光纤还包括包层,该包层具有第一折射率,该包层具有第一熔点,玻璃管具有第二熔点,第二熔点比第一熔点低,玻璃管具有第二折射率,第二折射率比第一折射率高;

加热玻璃管到一温度,该温度介于第二熔点与第一熔点之间;并且

塌缩玻璃管以形成玻璃垫层,玻璃垫层的厚度等于或大于包层的厚度。

2. 根据权利要求1所述的处理,其中玻璃垫层的厚度为包层厚度的至少两倍。

3. 一种装置,包括:

光纤,包括:

二氧化硅纤芯;以及

位于二氧化硅纤芯的径向外部的包层,该包层具有第一折射率,该包层还具有第一熔点;以及

位于包层的径向外部的玻璃垫层,该玻璃垫层与包层接触,玻璃垫层具有第二熔点,第二熔点比第一熔点低,玻璃垫层具有第二折射率,第二折射率比第一折射率高。

4. 根据权利要求3所述的装置,还包括位于所述垫层的径向外部的热复合物。

5. 根据权利要求4所述的装置,还包括位于热复合物的径向外部的金属外壳。

6. 根据权利要求3所述的装置,玻璃垫层包括硼硅酸盐玻璃。

7. 根据权利要求3所述的装置,第二熔点在约900摄氏度和约1000摄氏度之间。

8. 根据权利要求3所述的装置,第二折射率为约1.47。

9. 一种装置,包括:

光纤,其包括纤芯和包层,该包层具有第一折射率;以及

位于包层径向外部的玻璃垫层,该玻璃垫层具有第二折射率,第二折射率比第一折射率高。

10. 根据权利要求9所述的装置,玻璃垫层与包层接触。

11. 根据权利要求9所述的装置,包层具有第一厚度,玻璃垫层具有第二厚度,第一厚度小于第二厚度。

12. 根据权利要求9所述的装置,包层具有第一熔点,玻璃垫层具有第二熔点,第二熔点小于第一熔点。

13. 根据权利要求12所述的装置,第二熔点在约900摄氏度和约1000摄氏度之间。

14. 根据权利要求9所述的装置,玻璃垫层包括硼硅酸盐玻璃。

15. 根据权利要求9所述的装置,第二折射率为约1.47。

16. 根据权利要求9所述的装置,还包括位于玻璃垫层径向外部的金属外壳。

17. 根据权利要求16所述的装置,金属外壳包括铝。

18. 根据权利要求16所述的装置,光纤包括位于玻璃垫层与金属壳体之间的热复合物。

19. 如权利要求18所述的装置,热复合物包括T644。

玻璃垫层

相关申请的交叉参考

[0001] 本申请要求 2013 年 3 月 15 日提交的, 题目为“Glass Buffers”, 序列号为 61/787, 854 的美国临时专利申请的优先权, 在此通过引用将其整体并入, 如同在此处明确规定的。

背景技术

技术领域

[0002] 本发明大体上涉及光学器件, 尤其涉及光纤。

相关技术描述

[0003] 光纤激光器通常被用在高功率的光学应用中。在这些应用中采用的高功率级别可能会导致不同脆弱点的温度升高。因此, 还需要不断地努力以减轻高功率光学系统内潜在的过热。

发明内容

[0004] 本发明涉及具有玻璃垫层的光纤。因此, 一些实施例包括一种具有芯、包层和玻璃垫层的光纤。一些实施例中, 玻璃垫层的折射率比包层的折射率高。

附图说明

[0005] 本公开的许多方面参照下面的附图可以更好地理解。图中的组件不一定按比例, 重点在于清楚地说明本发明的原理。此外, 在附图中, 在以下若干视图中相同的标记表示相应的部分。

[0006] 图 1 表示一种具有玻璃垫层的光纤的实施例。

[0007] 图 2 示出另一种具有玻璃垫层的光纤的实施例。

[0008] 图 3A 和图 3B 为显示加热区域的热量图。

[0009] 图 4 是表示具有玻璃垫层的光纤的制造方法的实施例的流程图。

具体实施方式的详细描述

[0010] 在采用光纤激光器的高功率应用中, 光纤通常被拼接在一起。拼接后, 例如将锥体置入锥形光纤束 (TFB) 后, 通常会在包层中发现光的传播。不论光纤是单模光纤 (SMF) 或多模光纤 (MMF), 最好能将光从包层中去除或剥离。目前, 使用聚合物涂层从包层剥离不需要的光。使用聚合物涂层的一个缺点是, 根据不同的材料, 所述聚合物涂层具有的折射率允许光以一定的角度进入该聚合物, 从而导致过热, 进而导致损坏和故障。

[0011] 具体地讲, 聚合物涂层存在两个脆弱区域。第一区域是锥体和输出光纤之间拼接后的粘合点。如果拼接时纤芯和包层匹配不完美, 那么纤芯的光可以被间接地注入到包层。间接注入的光将沿包层通过全内反射 (TIR) 引导, 直到达到具有与包层相匹配的折射率的材料。该折射率匹配的材料通常是聚合物涂层。

[0012] 当光入射到聚合物涂层时,聚合物涂层被加热,通常会引引起热破坏和损坏。其中聚合物涂层加热的速率通常是厚度的函数。因此,在一个边缘被剥离的连接处,聚合物涂层可能更薄,导致在这些剥离边缘的连接处产生的更高的温度。实验结果表明,约 200 至 300 毫瓦 (mW) 的包层光引导进入聚合物涂层会导致温度显著增加。因此,可想而知,激光组合器应用,这意味着运用两 (2) 千瓦 (kW) 的功率,会导致明显过热,特别是由于目前的规格要求组合器效率为 95 或更高,这转化为潜在地被引导入包层区域内的、范围为 100 至 200 瓦 (W) 的光。

[0013] 传统上,通过使低折射率粘接材料流过剥离区以将光纤向铝外壳散热,来控制这种过度加热。此外,热复合物已被用于进一步对光纤进行散热和分散聚合物涂层中的剩余光。不幸的是,这样的低折射率粘接材料增加了系统的刚性,并且通常不能用于去除包层光。因此,大部分包层光传播超过粘合点。

[0014] 第二脆弱区域是光学纤维的模式剥离区域,其中涂层被剥离以使包层被暴露。暴露的包层允许光传播穿过包层以逃逸。典型地,在该涂层被剥离后,露出的光纤被置于一个铝制外壳中,并与低折射率粘接材料接合。然后将一种热复合物放置在裸光纤的纵向,从而产生一个可散射光的边界。散射光可以是全向的,因此,其可以在不同数值孔径重新注入到光纤。在该模式剥离区中的包层和热复合物之间的初始接触出现加热问题,可对光纤性能产生负面影响。

[0015] 考虑到这些过热问题,本发明教导了一种从包层去除光的玻璃垫层,从而改善一些过热问题。使用具有比包层更高的折射率的玻璃垫层能够去除过量的包层光。此外,由于它的热特性,玻璃垫层具有比聚合物垫层更高的耐热性,从而进一步减轻任何过热问题。

[0016] 已经提供了几个实施方案的概述,现在参考如附图中所示的实施例作出详细描述。一些实施例的描述与这些附图相关,但其目的不是将本申请限制为实施方式或这里所公开的实施例。相反,其目的是要覆盖所有的替换,修改和等同物。

具有热复合物层的玻璃垫层

[0017] 图 1 示出了具有被包层 104 包围的二氧化硅纤芯 102 的光纤 100 的实施例。玻璃垫层 106 位于包层 104 的径向外,并且优选与包层 104 直接接触。在一些实施例中,玻璃垫层 106 的厚度大致为包层 104 厚度的两倍。在其他实施例中,玻璃垫层 106 的厚度大于包层 104 厚度的两倍。玻璃垫层 106 的折射率大于包层 104 的折射率。在一个优选的实施例中,玻璃垫层 106 包括硼硅酸盐,其具有介于约 900 摄氏度与约 1000 摄氏度之间的熔点温度,以及约 1.47 的折射率。

[0018] 由于玻璃的热特性,玻璃垫层 106 与聚合物基垫层相比能够承受更高的温度。此外,由于包层 104 和玻璃垫层 106 之间折射率的差异,玻璃垫层 106 能够剥离出包层的光。可以理解,玻璃垫层的长度与 NA 之差成比例 (例如,NA 差异越大长度越短,NA 差异越小长度越长)。玻璃垫层 106 也优于现有技术,因为玻璃垫层 106 具有比光纤的二氧化硅纤芯 102 和包层 104 低的熔点。这种差异提供改善的光纤性能,并在玻璃垫层 106 和包层 104 之间提供更有效的粘结。

[0019] 继续参考图 1 的实施例,玻璃垫层 106 的径向外是热复合物层 108 (例如,可商购的低密度 T644,由 THERM-A-Form™ 制造)。加入该热复合物层 108 进一步改善了光纤 100 的热特性。如图 1 所示,铝外壳 110 包围热复合物层 108。

[0020] 在操作中,高功率纤芯光 101 通过光纤的二氧化硅纤芯 102 传播。如图所示纤芯光 101 紧接在锥体或输出光接头 112 之后从左边传播到右边。纤芯的信号光 101 可以通过全内反射 (TIR) 在接头 112 处被注入到包层 104。包层光 103 被引导沿着包层 104 的长度向下,直到到达玻璃垫层 106,并且由于玻璃垫层 106 的高折射率,包层光 103 被折射到玻璃垫层 106,其中所述光向下游传播,并最终从玻璃垫层 106 脱离进入自由空间 114。因此,玻璃垫层 106 起到准波导的作用。

[0021] 在采用聚合物垫层的常规系统中,光的折射将产生热升高的区域,从而导致可能的过热和随后的故障。然而,不同于常规系统,玻璃垫层 106 的热特性使其不易过热。热复合物层 108 具有较低的折射率。因此,很少(如果有的话)的光 107 从玻璃垫层 106 逃逸到热复合物层 108。根据光从玻璃垫层 106 逃逸的程度,逃逸的光产生了一个易受热的区域 120。然而,热复合物层 108 还提供了一个散热片用来降低存在于区域 120 的热量。此散热片结合透过玻璃垫层 106 的重定向,降低了由多余的包层光 103 导致光纤损坏的风险。

玻璃垫层改进的热特性的实验验证

[0022] 通过实验验证玻璃垫层的热特性,其中第一 MMF(完全填充,0.16 数值孔径 (NA),105 微米纤芯,125 微米包层的多模光纤)被接合到第二 MMF(50 微米纤芯,360 微米包层)。以第一 MMF 的纤芯为中心,并与第二 MMF 的纤芯对齐形成直接拼接。施加到第二 MMF 的 360 微米包层的硼硅酸盐垫层的长度为约 5 毫米 (5mm),厚度为大约 2.5 毫米 (mm)。

[0023] 该纤芯尺寸被故意错配,以允许将第一 MMF 纤芯的光注入到第二 MMF 的包层。二十三 (23) 瓦 (W) 的功率被发射进入第一 MMF。105 微米与 50 微米的内芯比率约为 23%,由此导致在第一 MMF 的 105 微米纤芯中传播的光的约 23% 被传播到第二 MMF 的 50 微米纤芯,并且其余的光(约 77%)被注入到第二 MMF 的包层。随后第二 MMF 的包层光被剥离出玻璃垫层。在第二 MMF 的模式剥离区域的长度端部进行的测量表明,遗留在第二 MMF 的纤芯的总功率约为 23%。

[0024] 此外,为了确认该玻璃垫层剥去约 77% 的包层光,第二 MMF 被解理,并在解理点进行了基准测量。基准测量采取纤芯和包层匹配拼接第二 MMF 与具有高折射率涂层的第三 MMF(50 微米纤芯,360 微米的包层)。在第二 MMF 的解理端部取得的基准测量结果等价于在第三 MMF 端部测得的功率。换句话说,第二 MMF 的解理端和所述第三 MMF 的端部之间不存在差异,从而证明所有剩余的包层光通过玻璃垫层从包层剥离。

不具有热复合物层的玻璃垫层

[0025] 图 2 示出光纤 200 的另一个实施例,其具有由包层 204 包围的二氧化硅纤芯。玻璃垫层 206 位于包层 204 的径向外外部,而且,最好是与包层 204 直接接触。玻璃垫层 206 的折射率大于包层 204 的折射率,并且,在优选的实施方案中,玻璃垫层 206 包括硼硅酸盐。玻璃垫层 206 的径向外外部是包围玻璃垫层 206 的铝外壳 210。

[0026] 在操作中,纤芯光 201 传播穿过光纤的二氧化硅纤芯 202,并且同时,在接头 212 之后进入包层 204。包层的光 203 被引导沿包层 204 的长度向下,直到其到达玻璃垫层 206,并且由于玻璃垫层 206 的高折射率,包层的光 203 被折射到玻璃垫层 206,所述光在此处向下游传播,并最终从玻璃垫层 206 逃逸到自由空间 214。

[0027] 类似于图 1 的实施例,很少(如果有的话)的光 207 从玻璃垫层 206 逃逸。根据光从玻璃垫层 206 逃逸的程度,逃逸的光在铝制外壳 210 产生了一个易受热区域 220。然

而,穿过玻璃垫层 206 的重定向大大减少了铝外壳 210 的加热。不同于图 1 的实施例,图 2 的实施例不包括热复合层(图 1 中的 108)。因此,与具有热复合层将发生的情况相比,更多的光和热被吸收到铝制外壳。但是,与聚合物涂层相比,玻璃垫层 206 仍然显著减少了光以及产生的热量。

热量图

[0028] 图 3A 和图 3B 是热量图,显示了玻璃垫层 106 如何减少热量积聚。具体而言,图 3A 是表示图 1 的光纤如何运作的热量图。与此相反,图 3B 是表示一个具有聚合物垫层的传统光纤的加热区的热量图。

[0029] 为了产生图 3A 的热量图,两个纤芯不匹配的纤维彼此接合,并且将光(从左至右传播)注入到光纤中。约 23 瓦特(W)的多模光被注入光纤,而且,由于纤芯的故意错配,多模光传播到包层。玻璃垫层的性质允许玻璃垫层用作波导,从而使光逸出。由于玻璃的熔点高于 1000℃,因此不需要散热片。此配置导致 77%的光被剥离出,装置被加热到约 63℃,换算成导热系数约 3.55℃/W

[0030] 图 3B 为使用不匹配纤芯的光纤产生的热量图,该光纤具有传统的聚合物垫层和充当散热片的金属外壳。再次,纤芯的不匹配导致光被传播到包层中。对于图 3B 而言,大约 22W 的多模光被注入光纤,使约 65%的光被剥离出来。这种配置导致装置被加热至约 94℃,其换算成导热系数为约 6.57℃/W(为玻璃垫层的近两倍)。换句话说,由于聚合物垫层的热特性,从光纤剥离出来的光没有传播,而是被转换成热能。而由于金属外壳充当散热片,图 3B 的结构产生更多的热量,并最终由于过热而阴燃。

[0031] 因此,我们从图 3A 和图 3B 的例子中可以看出,玻璃垫层(图 3A)的性能优于聚合物垫层(图 3B)的性能。

制造工艺

[0032] 已经描述了具有玻璃垫层 106、206 的光纤 100、200,以及它们各自的性能特征(图 3A 和图 3B),现在将注意力转向图 4,它显示了制造具有玻璃垫层 106、206 的光纤 100、200 的过程的一个实施例。如图 4 的实施例所示,光纤被插入 401 到具有开放端的玻璃管,其具有比包层高的折射率,比包层或纤芯低的熔点。在一个优选的实施方案中,该玻璃管由硼硅酸盐制成。然后玻璃管与光纤被加热 402 到玻璃管的熔点。所施加的热量使玻璃管在光纤周围塌缩 403 以形成玻璃垫层。因为玻璃管具有比光纤的纤芯或包层更低的熔点,玻璃管在光纤周围的塌缩 403 产生了对二氧化硅纤芯或包层无干扰的玻璃垫层。一旦形成,由于玻璃垫层的高折射率和优异的粘合质量,与传统的聚合物垫层相比,玻璃垫层能为光纤提供更好的界面。

[0033] 尽管已经示出和描述了示意性实施例,本领域的普通技术人员应当清楚可以对所描述的内容做出许多改变、修改或变更。例如,在一个优选实施例中具体描述了硼硅酸盐,但应明白,对本领域的普通技术人员来说具有所需的较低熔点和较高折射率的其它材料也可用于形成垫层。此外,虽然一个实施例中例举了 T644(来自 THERM-A-Form™),但本领域技术人员应当理解具有类似特性的不同热复合物也可以用在替代实施例中。因此,所有这样的变化、修改和变更应视为在本发明的范围之内。

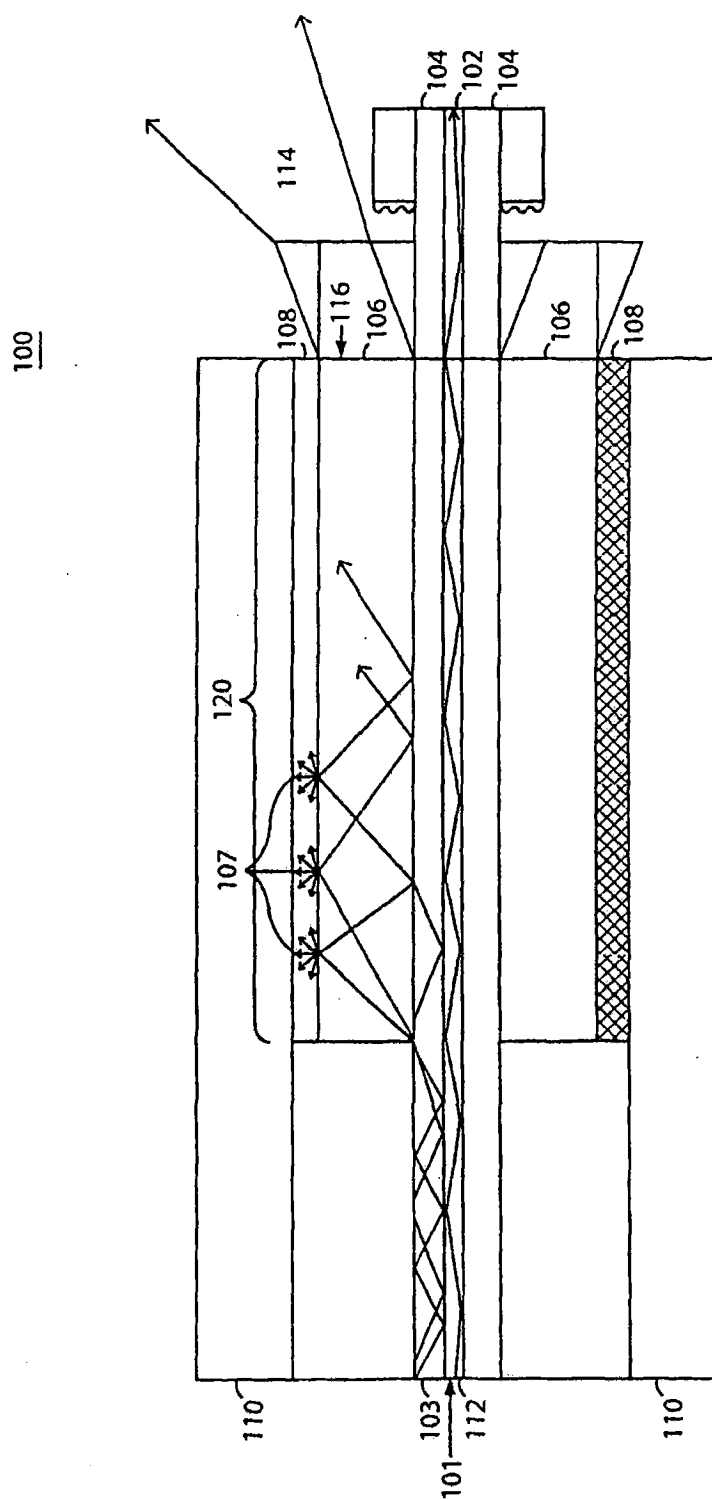


图 1

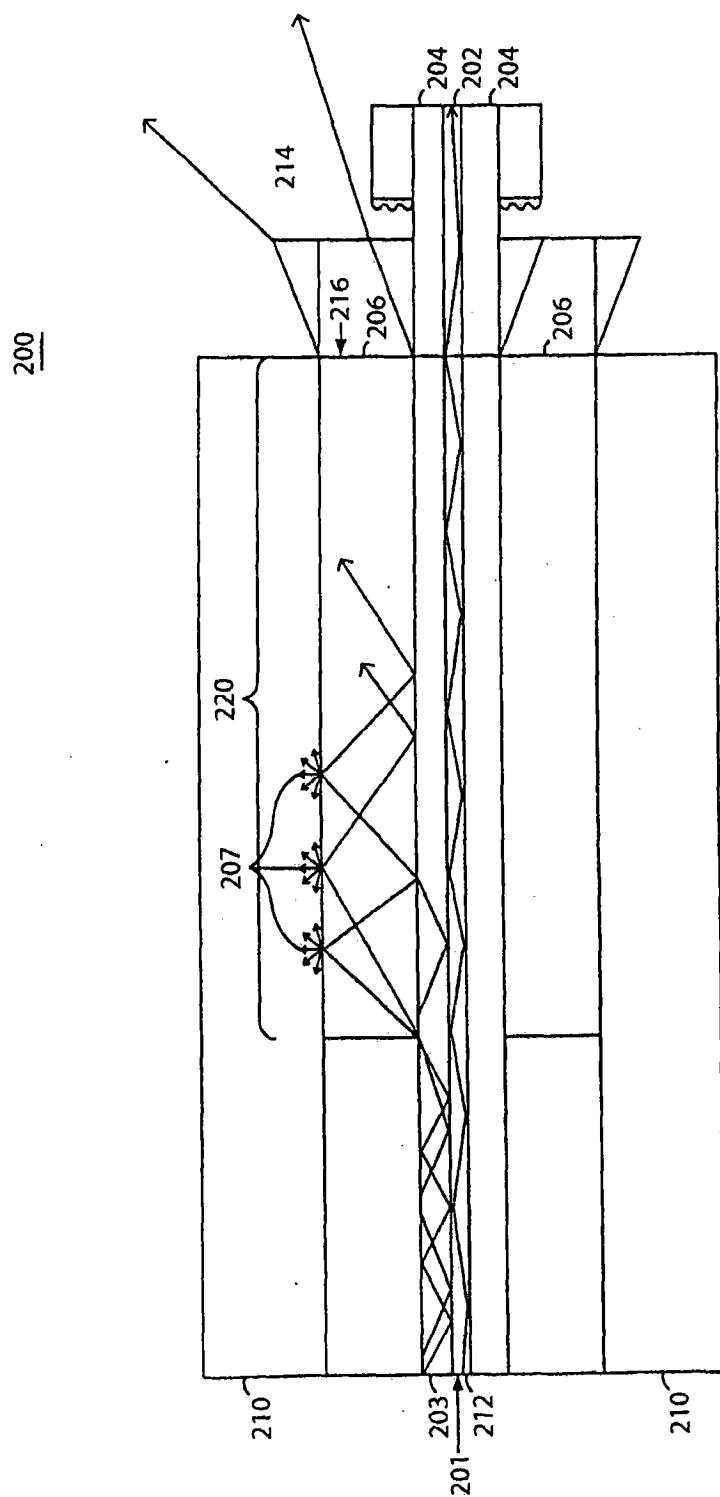


图 2

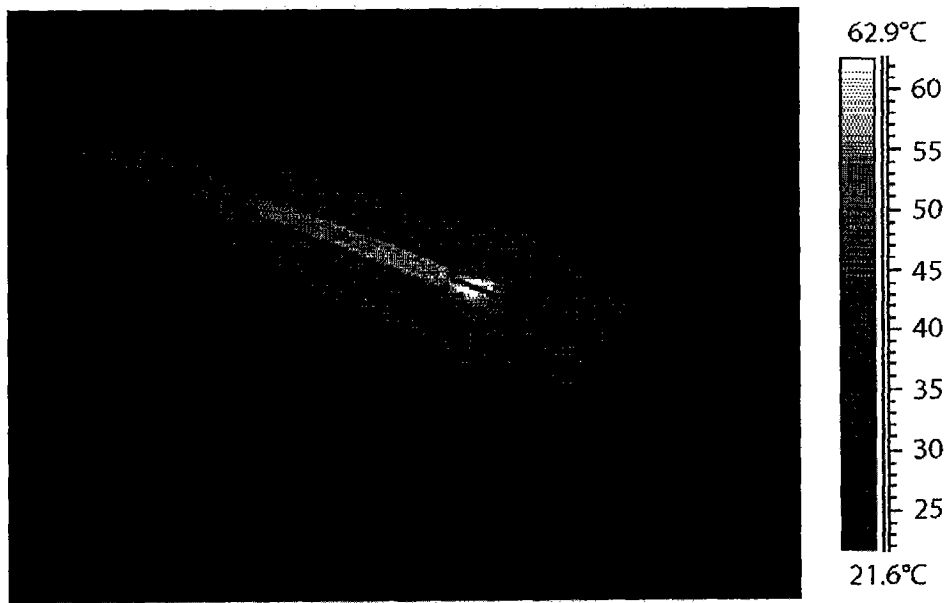


图 3A

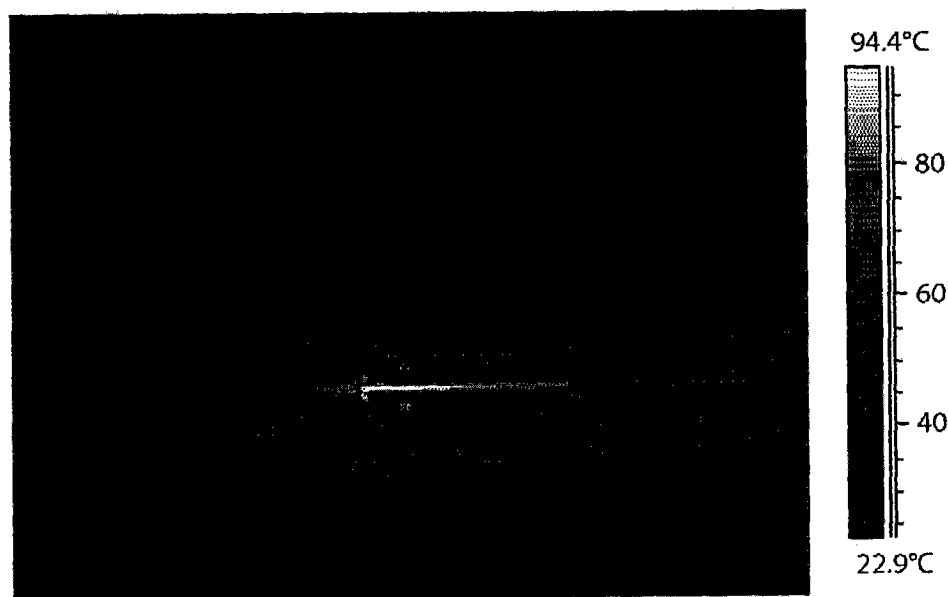


图 3B

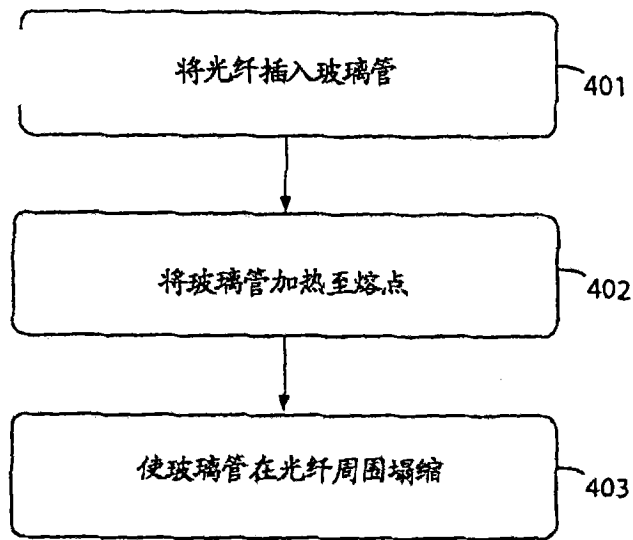


图 4