



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103777271 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 07

(21) 申请号 201310616937. 7

(22) 申请日 2013. 11. 27

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园北京
100084-82 信箱

(72) 发明人 巩马理 肖起榕 闫平 张海涛
柳强

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限
公司 11002

代理人 李迪

(51) Int. Cl.

G02B 6/036 (2006. 01)

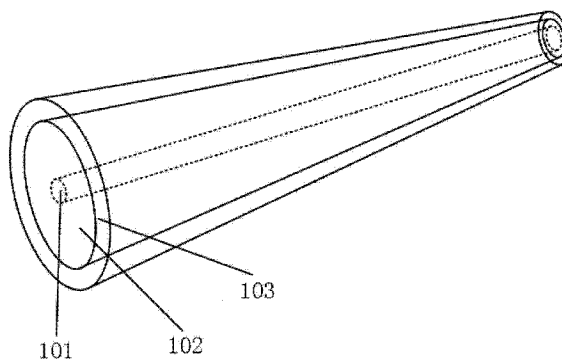
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

光纤、光纤振荡器和光纤放大器

(57) 摘要

本发明提供了一种光纤, 以及应用此光纤的光纤振荡器和光纤放大器。此光纤是一种增益光纤, 由纤芯、内包层和外包层组成。纤芯的横截面沿光纤轴向保持不变; 内包层的横截面积从泵浦光入射的一端到泵浦光出射的一端沿光纤轴向逐渐变化, 从而内包层沿光纤轴向成为泵浦光入射的一端横截面积大而泵浦光出射的一端横截面积小的锥体。此锥形光纤可以获得泵浦光功率的均匀吸收。



1. 一种光纤,其特征在于,包括:纤芯、内包层和外包层;
纤芯的横截面沿光纤轴向保持不变;
内包层的横截面积从泵浦光入射的一端到泵浦光出射的一端沿光纤轴向逐渐变化,从而内包层沿光纤轴向成为泵浦光入射的一端横截面积大而泵浦光出射的一端横截面积小的锥体。
2. 根据权利要求1所述的光纤,其特征在于,所述的光纤为增益光纤。
3. 根据权利要求2所述的光纤,其特征在于,
所述的纤芯属于掺杂纤芯,在光纤纤芯上掺杂有铒、镱、铥和钕的其中一种或几种。
4. 根据权利要求1所述光纤,其特征在于,纤芯的折射率分布的类型为阶跃形、肩膀形、A形、抛物形、W形中的其中一种。
5. 根据权利要求1所述的光纤,其特征在于,
所述锥体沿光纤轴向剖面的两条侧边为对称的直线或弧线,所述锥体沿光纤轴旋转对称。
6. 一种光纤振荡器,其特征在于,包含权利要求1至5中任意一项所述的光纤。
7. 一种光纤放大器,其特征在于,包含权利要求1至5中任意一项所述的光纤。

光纤、光纤振荡器和光纤放大器

技术领域

[0001] 本发明涉及光导技术领域,尤其涉及光纤、光纤振荡器和光纤放大器。

背景技术

[0002] 对于端面泵浦的光纤振荡器和放大器来说,泵浦功率的吸收技术是提高其输出功率的一个关键技术。端面泵浦耦合技术是高功率光纤放大器的常用耦合方式,其具有转化效率高、容易实现等优点。

[0003] 目前,对于普通双包层光纤,纤芯直径受基模要求的限制而不能太大,如果光纤的内包层直径无限制的增大就会减小泵浦吸收,因此普通双包层光纤的内包层直径会限制初始入射的泵浦功率,最终限制端面泵浦光纤激光器的输出功率。最近,一种有源锥形光纤作为增益介质的光纤激光器和放大器被提出,因为这种锥形光纤的宽端部分具有大的包层截面,因此它可以被低亮度、高功率的激光二极管泵浦,同时其窄端部分的纤芯直径较小可以满足基模输出的要求。

[0004] 但是此普通锥形光纤的包层和纤芯呈现相同的锥形形状,即包层与纤芯的直径比值不变,这就导致了泵浦功率的吸收沿光纤长度是非均匀的,即对泵浦光功率的吸收主要集中在泵浦端面处,这就会导致热损伤、非线性效应等问题,从而最终影响输出功率的提高和器件的稳定性。

发明内容

[0005] (一)解决的技术问题

[0006] 针对现有技术的不足,本发明提供一种包层呈锥形结构的光纤,能够实现对泵浦功率均匀吸收。

[0007] (二)技术方案

[0008] 为了实现以上目的,本发明通过以下技术方案予以实现:

[0009] 一种光纤,包括:纤芯、内包层和外包层。其中,纤芯的横截面沿光纤轴向保持不变;内包层的横截面积从泵浦光入射的一端到泵浦光出射的一端沿光纤轴向逐渐变化,从而内包层沿光纤轴向成为泵浦光入射的一端横截面积大而泵浦光出射的一端横截面积小的椎体。

[0010] 其中,所述的光纤为增益光纤。

[0011] 其中,所述的纤芯属于掺杂纤芯,在光纤纤芯上掺杂有铒、镱、铥和钕的其中一种或几种。

[0012] 其中,纤芯的折射率分布的类型为阶跃形、肩膀形、A形、抛物形、W形中的其中一种。

[0013] 其中,所述椎体沿光纤轴向剖面的两条侧边为对称的直线或弧线,所述椎体沿中心轴旋转对称。

[0014] 一种光纤振荡器,包含上述的光纤。

[0015] 一种光纤放大器,包含上述的光纤。

[0016] (三)有益效果

[0017] 本发明至少具有如下的有益效果:

[0018] 1、此光纤的特点是:纤芯横截面沿光纤轴向不变,而内包层和外包层截面的面积沿光纤轴向逐渐减小,即纤芯和内包层的面积比值沿光纤轴向逐渐增大。因此泵浦光从此光纤的大端面注入,沿着光纤轴方向内包层横截面积逐渐减小造成吸收的泵浦光减少,但由于掺杂纤芯与内包层横截面积的比值逐渐增大,因此将泵浦功率沿光纤长度均匀地耦合进入掺杂纤芯内,可以获得泵浦功率的均匀吸收。

[0019] 2、此光纤是增益光纤,由于所用的纤芯是掺杂纤芯,包括铒、镱、铥和钕等在内的各种增益粒子在光纤纤芯上掺杂。如此,光纤就被“激活”,变成有源介质,当以适当的波长泵浦时,就会在确定的波长上产生激光和放大。因此,此光纤可以应用于光纤振荡器和光纤放大器。

[0020] 3、上述的光纤呈锥形结构,而锥形侧面剖面的两条侧边为对称的直线或弧线。包层呈不同锥形结构的光纤吸收泵浦功率的速度不同,因此,包层锥形结构的类型可按具体设计需求确定。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些图获得其他的附图。

[0022] 附图 1 是本发明中一种包层呈锥形结构的双包层光纤结构图;

[0023] 图 2 是本发明中一种包层呈锥形结构的双包层光纤设计实例;

[0024] 图 3 是本发明中一种包层呈锥形结构的双包层光纤设计实例;

[0025] 图 4 是一种包含包层呈锥形结构光纤的光纤振荡器的应用实例。

[0026] 图 5 是一种包含包层呈锥形结构光纤的光纤放大器的应用实例。

[0027] 图 6:(a) 前向端面泵浦的泵浦光在包层呈锥形的光纤中传播动力学特性;(b) 前向端面泵浦的泵浦光在普通双包层光纤中传播动力学特性;(c) 前向端面泵浦的泵浦光在普通锥形光纤中传播动力学特性;(d) 输出泵浦功率与初始入射泵浦功率的比值沿光纤长度的演化曲线;(e) 泵浦功率的吸收速度沿光纤长度的演化曲线。

具体实施方式

[0028] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0029] 参见图 1,本发明实施例提供了一种光纤,所述光纤包括掺杂纤芯 101,内包层 102,及外包层 103。掺杂纤芯 101 的横截面积沿光纤轴向不变,内包层 102 和外包层 103 的横截面积从泵浦光入射端到出射端沿光纤轴向逐渐减小。因此,掺杂纤芯 101 和内包层 102

的面积比值沿光纤轴向逐渐增大。

[0030] 可见,此光纤的特点是:其掺杂纤芯 101 的横截面积不变,而内包层的横截面积从泵浦光入射端到出射端沿光纤轴向逐渐减小,则掺杂纤芯与内包层横截面积的比值逐渐增大。泵浦光从大端面入射后,沿着光纤轴方向内包层横截面积逐渐减小,造成吸收的泵浦光减少,但由于掺杂纤芯与内包层横截面积的比值逐渐增大,因此可以获得泵浦光功率的均匀吸收。如图 6 所示:其中包层呈锥形结构的光纤的宽端直径为 125 μm ,其窄端直径为 72 μm 。泵浦光在包层呈锥形结构的光纤、普通双包层光纤和普通锥形光纤中的传播动力学特征分别如图 6 中 (a)、(b)、(c) 所示,(a)、(b)、(c) 中的白色光点表示的是光纤吸收的泵浦光。输出泵浦功率与初始入射泵浦功率的比值沿光纤长度的演化如图 (d) 所示,图 (d) 中的横轴表示光纤的长度变化,纵轴表示输出泵浦功率与初始入射泵浦功率的比值;泵浦功率的吸收速度沿光纤长度的演化如图 (e) 所示,图 (e) 中的横轴表示光纤的长度变化,纵轴表示泵浦功率的吸收速度。可以看出,在端面泵浦的普通双包层光纤和普通锥形光纤中,泵浦吸收主要集中在泵浦端面部分,而在端面泵浦的包层呈锥形结构的光纤中,泵浦功率沿光纤被均匀吸收。

[0031] 如上所述的光纤是增益光纤,是由于所用的纤芯是掺杂纤芯,包括铒、镱、铥和钕等在内的各种增益粒子在光纤纤芯上掺杂。如此,光纤就被“激活”,变成有源介质,当以适当的波长泵浦时,就会在确定的波长上产生激光和放大。因此,此光纤可以应用于光纤振荡器和光纤放大器。

[0032] 上述的光纤呈锥形结构,而锥形结构侧面剖面的两条侧边为对称的直线或弧线。不同包层锥形结构的光纤吸收泵浦功率的速度不同,因此,包层锥形结构的类型可按具体设计需求确定。

[0033] 参见图 2,本发明实施例提供了一种包层呈锥形结构的双包层光纤的设计实例,其中包层呈锥形结构的光纤 201 中的纤芯 202 的直径为 20 μm ,并且沿光纤轴向不变。而包层呈锥形结构的光纤 201 的内包层的直径沿光纤轴向逐渐减小,其中,内包层横截面的宽端 203 的直径为 125 μm ,窄端 204 的直径为 72 μm ,包层呈锥形光纤 201 的纤芯 202 和内包层的数值孔径为 0.06/0.22。此设计实例为凸型锥形光纤 205。

[0034] 参见图 3,本发明实施例提供了另一种包层呈锥形结构的双包层光纤的设计实例,其中包层呈锥形光纤 301 中的纤芯 302 的直径为 20 μm ,并且沿光纤轴向不变;包层呈锥形光纤 301 的包层的直径沿光纤轴向逐渐减小,其中,内包层横截面的宽端 303 的直径为 400 μm ,窄端 304 的直径为 100 μm ;包层呈锥形光纤 301 的纤芯 302 和内包层的数值孔径为 0.06/0.22。此设计实例为凹型锥形光纤 305。

[0035] 参见图 4,本发明实施例提供了一种包含包层呈锥形结构的光纤的振荡器,包括:光纤振荡器由泵浦源 401、合束器 402、高反射光栅 403、包层呈锥形结构的光纤 404、输出耦合光栅 405 和输出端帽 407。

[0036] 这些器件通过多个熔接点 406 组成一个全光纤系统。采用前向端面泵浦耦合,经合束器 402 将泵浦源 401 激光耦合进入包层呈锥形增益光纤 404。由高反射光栅 403 和输出耦合光栅 405 组成的振荡腔选择一个特定的自发辐射光,使其在振荡腔内振荡放大,激光从端帽 407 输出。

[0037] 参见图 5,本发明另一个实施例提供了一种包含包层呈锥形结构的光纤的放大器,

包括：种子源 501、泵浦源 502、合束器 503、包层呈锥形增益光纤 504 和输出端帽 506。

[0038] 这些器件通过熔接点 505 组成一个全光纤系统。采用前向端面泵浦耦合，将种子源 501 激光和泵浦源 502 激光耦合进入包层呈锥形增益光纤 504。泵浦光和信号光从包层呈锥形增益光纤 504 的宽端注入，从包层呈锥形增益光纤 504 的窄端出射。最终，放大后的信号光从端帽 506 的输出。

[0039] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

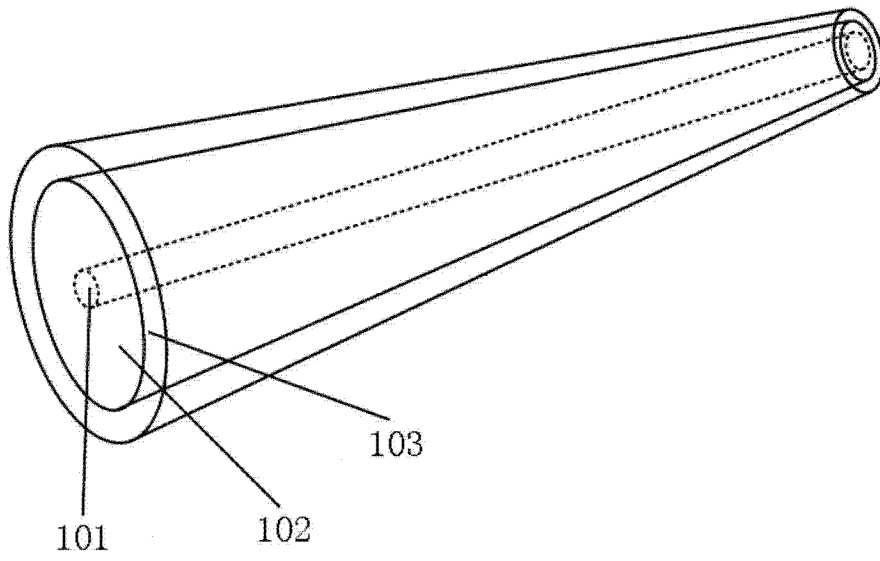


图 1

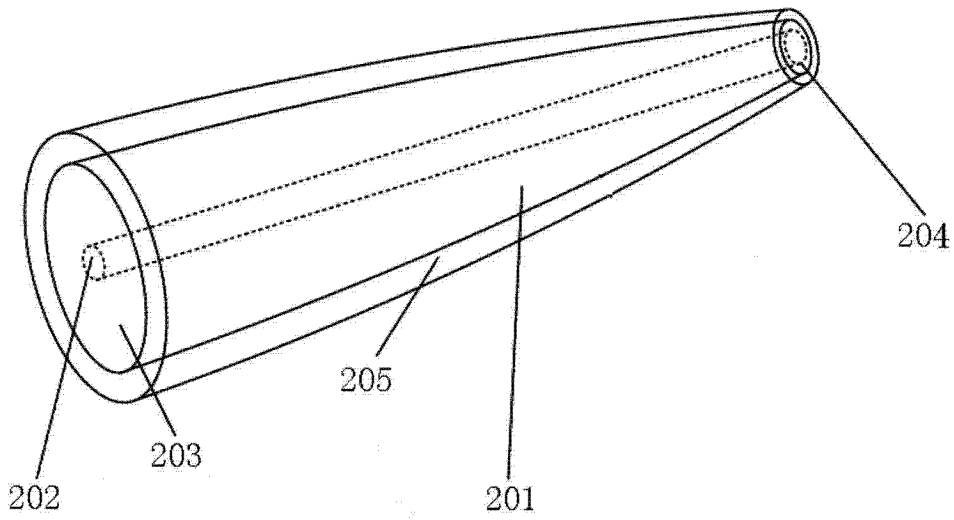


图 2

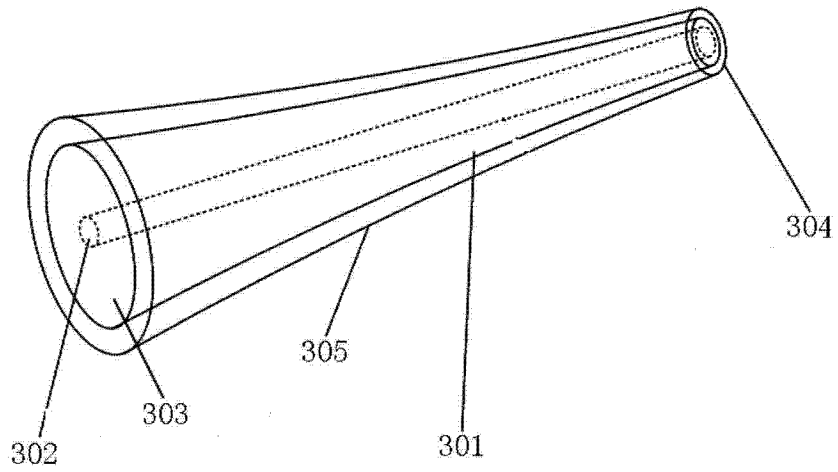


图 3

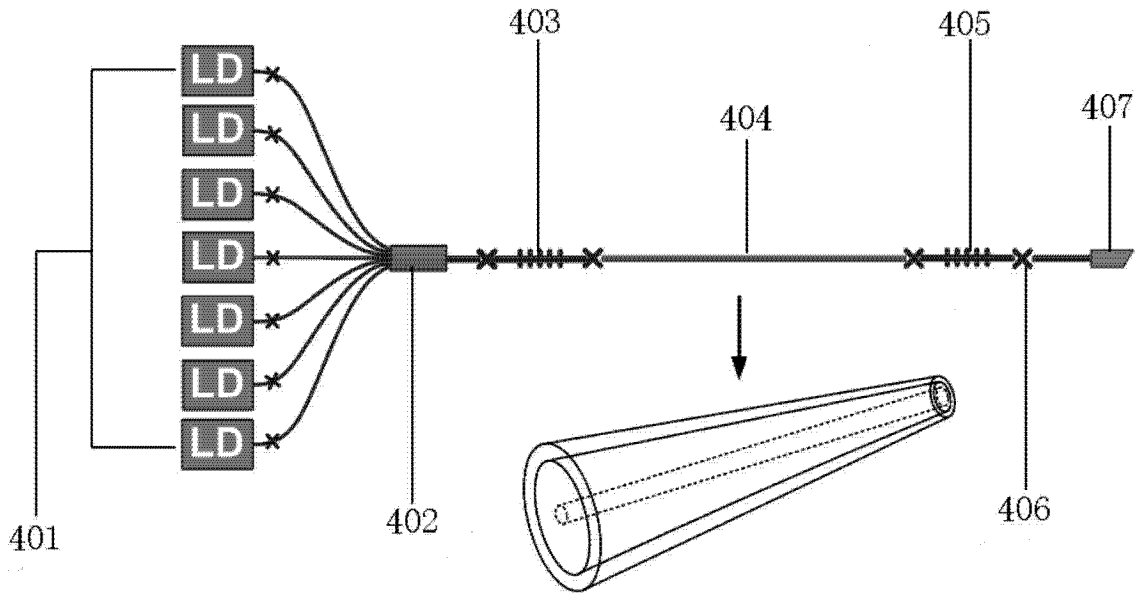


图 4

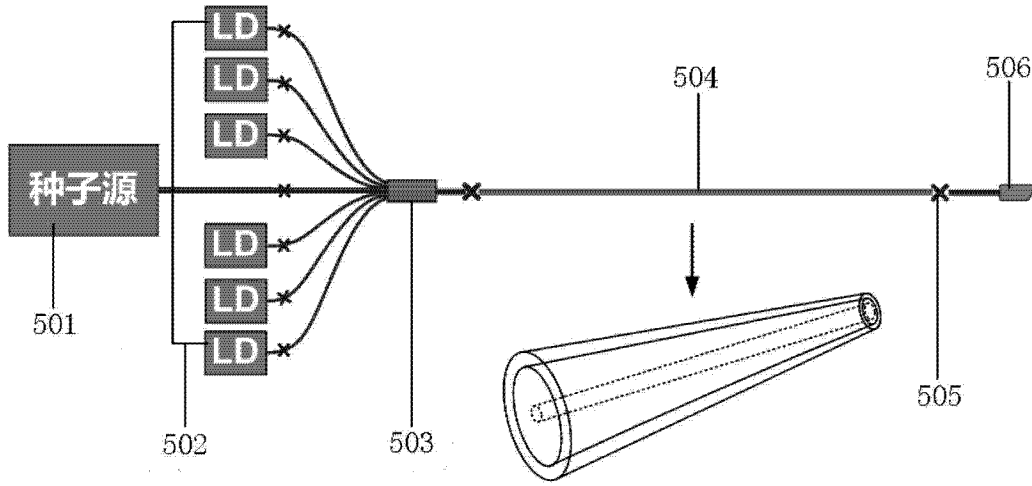


图 5

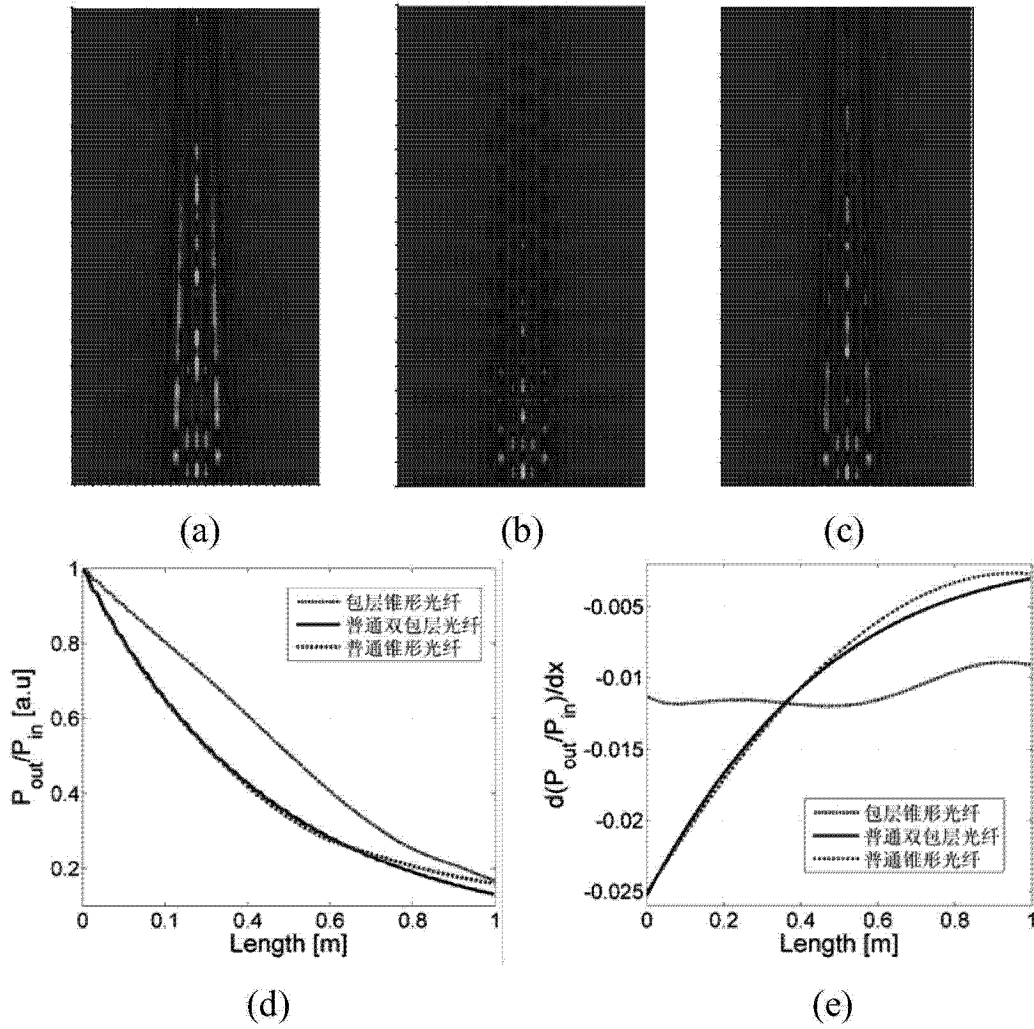


图 6