

文章编号:1004-4213(2011)06-0888-6

以 UV 胶为纤芯本底的 CdSe/ZnS 量子点光纤 光致荧光光谱的传光特性

程成, 林彦国, 严金华

(浙江工业大学 激光与光电子技术研究所, 杭州 310023)

摘 要:制备了一种以紫外(UV)固化胶为纤芯本底的 CdSe/ZnS 量子点掺杂光纤. 通过测量不同掺杂浓度和光纤长度下的量子点光致荧光光谱, 得到了荧光峰值强度与量子点掺杂光纤浓度和长度的关系, 确定了 UV 胶纤芯本底下的量子点的吸收系数、合适的掺杂浓度和光纤长度. 结果表明: UV 胶在光纤中具有吸收小、收缩率低、与石英光纤包层折射率匹配、性能稳定等特点, 是一种比较理想的实验室制备量子点光纤纤芯本底的材料.

关键词: CdSe/ZnS 量子点; UV 胶; 量子点掺杂光纤; 光致荧光光谱

中图分类号: TN304.2

文献标识码: A

doi: 10.3788/gzxb20114006.0888

0 引言

提高光纤传输带宽是提高光纤通信容量的基本途径之一. 为了提高传输带宽, 需要提高光纤放大器的性能. 现阶段的主力光纤放大器仍然是掺杂稀土类的光纤放大器. 经过多年的研究和发展, 这类光纤放大器的增益和带宽等主要技术指标已很难往上提高^[1-3]. 在全光网通讯的巨大市场需求推动下, 找到一种具有更宽的带宽和更好的平坦增益特性的光纤放大器成为当务之急^[4-6]. 当前, 人工纳米材料迅猛发展, 半导体量子点独特的光学特性已成为科研人员关注的热点, 其中 II-VI 族的 CdSe 量子点, 由于其合成方法简单、发光波长可调、荧光强烈、稳定可靠等特点而引起人们的注意. 以量子点作为光增益介质所做的大量理论和实验研究表明, 掺量子点的光纤放大器是一种极有前景的光纤放大器^[7-10], 与当前通常的以稀土元素作为增益介质的光纤放大器不同, 量子点光纤放大器是以半导体量子点作为增益介质, 其光谱特性、不同本底对光纤放大器的影响、不同掺杂浓度和不同激励光功率与光纤的关系、量子点光纤放大器实现增益的条件等等许多问题有待明确^[11-13]. 但是迄今为止, 国内外对此研究还很少.

我们此前报道了一种在甲苯等液态本底下的 CdSe/ZnS 量子点掺杂光纤, 测量了不同光纤长度下的 PL 谱, 确定了 CdSe/ZnS 量子点的消光系数

和消光截面, 发现在光纤形态下量子点光谱有红移现象等^[14-15]. 在这些工作中, 量子点是以有机溶剂作为本底掺入光纤纤芯中的. 在实际器件中, 无法把液态光纤作为终端产品, 因此, 找到一种能将量子点掺杂入内的固态本底, 并研究其传光特性是十分必要的.

经过对许多可选的纤芯本底材料的比对, 我们发现光学 UV 胶(Ultraviolet curable adhesive)是一种比较合适的纤芯本底材料. 它在紫外灯的照射下可快速固化, 具有固化速率合适、透光率高(>90%)、稳定性好、无污染等许多优点^[16]. 本文以 UV 胶作为光纤纤芯的本底, 制备了一种 CdSe/ZnS 量子点掺杂光纤, 测量了泵浦光在光纤中的吸收情况, 得到量子点的消光系数. 测量了在不同掺杂浓度和不同光纤长度下的量子点光致荧光光谱, 得到了荧光峰值强度与量子点掺杂浓度和光纤长度的关系, 确定了 UV 胶纤芯本底下的量子点的吸收系数, 并由此可以确定给定激励功率下的最佳掺杂浓度和最佳光纤长度.

1 实验装置与原理

1.1 量子点掺杂光纤的制备

本实验所用的 CdSe/ZnS 量子点由美国 Invitrogen 公司提供, 分散于正癸烷本底中, 摩尔浓度为 1 nmol/mL, 直径在 8 nm 左右. 实验中使用的

基金项目: 国家自然科学基金(No. 60777023)和浙江省自然科学基金(No. Z407371)资助

第一作者: 程成(1953-), 男, 教授, 主要研究方向为纳米晶体量子点、量子点光纤放大器和量子点光纤激光器. Email: chengch@zjut.edu.cn

通讯作者: 林彦国(1987-), 男, 硕士, 主要研究方向为量子点光纤器件. Email: rqsmlf@163.com

收稿日期: 2010-11-11; 修回日期: 2011-02-05

光学 UV 胶由美国 Dymax 公司提供,产品号为 OP-4-20632-HPDS,固化后收缩率只有 0.2%,固化前后折射率分别为 1.522 和 1.554,在可见光和近红外波段透光率超过 90%,因此较为适合作为光纤本底材料.首先取适量 UV 胶置入洁净干燥的试管中,将 CdSe/ZnS 量子点滴加到试管中,通过搅拌使得量子点在胶体中分布均匀,然后将试管放到超声波振荡器中振荡,使量子点均匀分布在 UV 胶中.通过压力差方式将此量子点溶液灌装到空心光纤内(内径 $d=132\ \mu\text{m}$,外径 $D=170\ \mu\text{m}$),制成一种以液态 UV 胶为本底的量子点掺杂光纤.然后,将端面切平的特种光纤(芯径 $d'=105\ \mu\text{m}$,外径 $D'=125\ \mu\text{m}$)插入此空心光纤两端,两端接口处用热熔胶封装,并用紫外灯对此光纤照射处理,使里面 UV 胶快速固化,这样一段合适的固态量子点掺杂光纤就被制备出来了.

1.2 掺杂光纤 PL 谱的测量

对量子点掺杂光纤 PL 谱的测量,实验安排如图 1.选用的激励光源是中心波长为 473 nm 的 MBL-III-100 型半导体激光器,输出功率为 100 mW,激励光经由 20 倍聚焦物镜耦合到后面的特种光纤中,从而进入量子点掺杂光纤.出射光经由特种光纤后导入到探测器当中,探测器既可以是光纤光谱仪,做光谱测量,也可以是光纤功率计,测量出射光的功率.为了找到掺杂光纤 PL 谱峰值强度与光纤长度和掺杂浓度之间的关系,我们制备了多组量子点掺杂光纤.通过测量同种浓度时不同长度情况下的光谱,找到掺杂长度与峰值光强的关系;通过测量同种长度不同浓度时的 PL 光谱,得到掺杂浓度与 PL 峰值光强的关系.另外为了对量子点掺杂前后的光谱做一比较,在实验之前还分别测量了量子点胶体自身的紫外可见吸收光谱和 PL 发射谱.

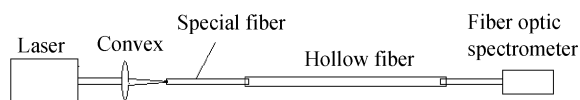


图 1 量子点掺杂光纤的光致荧光光谱测量示意图

Fig. 1 Schematic diagram of experiment in the photoluminescence(PL)- spectrum measurement of the quantum-dot doped fiber

实验选用的仪器如下:MBL-III-100 型半导体激光器作为激励光源. UV-2550 型紫外可见吸收光谱仪(日本岛津制作所, Shimadzu)和 RF-5301 型荧光光谱仪(日本岛津制作所, Shimadzu),用于测量 CdSe/ZnS 量子点在掺入光纤之前的紫外吸收光谱和 PL 发射光谱. UV-2550 型紫外可见吸收光谱仪的测量范围为 200.0~800.0 nm,扫描准确度为 0.5 nm. RF-5301 型荧光光谱仪的测量范围为 278.0~700.0 nm,扫描

准确度为 1 nm. TS100A 光纤光谱仪,用于测量 CdSe/ZnS 量子点在掺入光纤之后的 PL 发射光谱,该光纤光谱仪的分辨率为 0.4 nm. Newport 1830-c 型光功率计(美国)用于测量光功率.

2 实验结果与讨论

图 2 给出了以 UV 胶为本底的 CdSe/ZnS 量子点胶体的吸收谱和发射谱.从图中可以看出,量子点的第一吸收峰位于 642 nm, PL 峰位于 655 nm,斯托克斯频移大约为 13 nm. 斯托克斯频移可以由激子的精细结构模型很好地解释^[5],这里不再赘述.

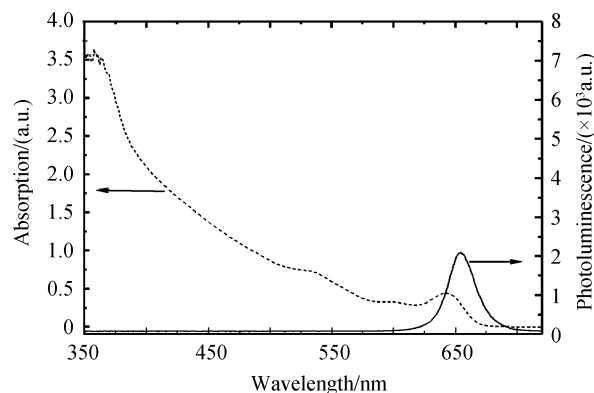


图 2 CdSe/ZnS 量子点的吸收谱和发射谱

Fig. 2 PL- and absorption spectra of the CdSe/ZnS QD

此吸收谱和发射谱与掺入到 UV 胶之前的量子点光谱相比,几乎没有变化,可以认为 UV 胶本底对量子点本身的吸收谱和发射谱不会造成影响. UV 胶的透光率如图 3^[17],可以看出在可见光和近红外波段,该 UV 胶对可见光几乎没有吸收作用,透光率在 90%以上.

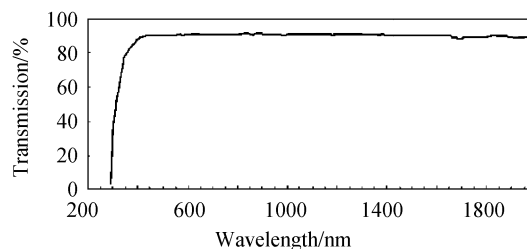


图 3 UV 胶透光率

Fig. 3 Light transmittance of ultraviolet curable adhesive

2.1 掺杂光纤对泵浦光的吸收

本文考察了掺杂光纤中泵浦光强的变化(见图 4).由图 4 可见,泵浦光强在掺杂光纤内的吸收极其强烈,随光纤长度按指数的形式衰减,而且当光纤长度超过 15 cm 后,泵浦光已经所剩无几.光纤掺杂浓度越大,衰减也就越快.泵浦光在光纤里面的衰减,一方面是由于量子点的吸收截面很大,另一方面是由于光纤的传输损耗.由图 4 可得消光系数 α .由于光强沿光纤长度的变化满足 $I = I_0 \exp(-\alpha l)$,因此由光纤

中强度下降到 e^{-1} 时的光纤长度就可以得到消光系数. 此消光系数包含两部分 $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$, α_1 为光纤损耗系数, α_2 为量子点吸收系数. 由于量子点的掺杂会提高纤芯折射率 (掺杂浓度为 0 mg/mL 时, $n = 1.527$, 掺杂浓度为 1 mg/mL 时, $n = 1.535$.), 还会引起散射效应, 因此光纤损耗系数 α_1 与量子点掺杂浓度有关. 但是在低掺杂浓度情况下, 折射率的变化很小, 散射损耗微乎其微, 故 α_1 与没有量子点掺杂时所获得的消光系数近似相等, 为 0.07/cm. 知道了 α_1 , 就可以获得不同掺杂浓度下量子点吸收系数 α_2 , 并可进一步得到量子点消光截面 $\sigma = \alpha_2/n_q$ 以及每摩尔消光系数 $\epsilon (= \alpha_2/C)$, 具体数据见表 1.

表 1 473 nm 波长处量子点的消光截面和消光系数

Table 1 Measured extinction coefficient and extinction cross-section of the 473 nm exciting beam

Concentration C (10^{-6} mol/L)	Density n_q ($10^{14}/\text{cm}^3$)	Extinction coefficient α_2/cm	Extinction cross-section σ (10^{-15} cm^2)	Extinction coefficient per mole ϵ	
				Average value $\bar{\epsilon}$ (10^6 L/cm · mol)	
0.20	1.20	0.50	4.17	2.50	1.48
0.15	0.90	0.17	0.189	1.13	
0.10	0.60	0.13	2.17	1.30	
0.07	0.42	0.07	1.67	1.00	

从中可以看出在泵浦光 473 nm 处每摩尔消光系数的平均值为: $1.48 \times 10^6 \text{ L} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$. 可以将此数据与文献[18]中用纳米晶体纯化法实测的每摩尔消光系数做一比较. 根据公式 $\epsilon = 5.857D_q^{2.65} \text{ L} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, 取量子点直径 $D_q = 8 \text{ nm}$, 得到

$$\epsilon = 1.45 \times 10^6 \text{ L} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

与表 1 中的实验结果相当接近, 这从另一个方面说明了量子点消光截面数据的可靠性.

2.2 PL 峰值强度与掺杂光纤长度和浓度关系

通过改变量子点掺杂光纤的长度和掺杂浓度, 得到了多组光纤出射端的 PL 光谱, 图 5 给出了几组典型的 PL 光谱. 图中所给出的每一组光谱, 都是不同浓度下, 通过调整光纤长度所得到的光强最

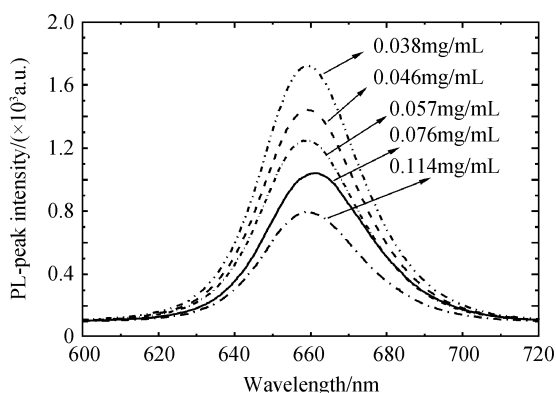


图 5 不同浓度下 CdSe/ZnS 量子点光纤的出射光谱
Fig. 5 PL spectra of the CdSe/ZnS QD in the doped fiber with different concentrations

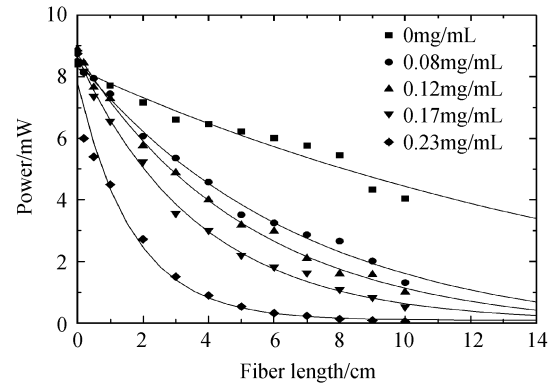


图 4 泵浦光功率随光纤长度的变化

Fig. 4 Exciting power in the doped fiber as a function of fiber length

大时的 PL 谱. 按浓度由高往低的顺序, PL 光强最大时所对应的光纤长度分别为 2 cm, 3 cm, 4 cm, 7 cm, 8 cm.

通过对数据的分析我们发现, 当激励光强恒定且掺杂浓度不变时, PL 峰值光强随长度经历一个先从小到大, 再由大到小的过程. 而且不论浓度如何, PL 峰值强度随长度的变化均为单峰, 即只有一个极大值. 当浓度越高时, PL 峰值光强极大值对应的光纤长度就越短, 即 PL 峰值光强更早出现饱和. 此现象与普通掺杂光纤中的单峰现象类似, 它是由沿途的增益和损耗相互竞争造成, 当发射与吸收达到平衡时, 在光纤长度为 L_i 处 PL 峰值光强达到最大, 这里不再讨论其具体原因. 此现象说明存在一个最佳的量子点光纤长度 L_i , 如果希望在光纤出射端得到最大光强输出, 需要选择适当的光纤长度.

另外, PL 峰值光强与量子点掺杂浓度也有一定关系, 如图 6. 可以看出 PL 峰值光强随浓度的变化也呈现为单峰形状, 这表明当激励光强恒定时, 存在一个可使 PL 峰值光强最大的浓度. 至于出现此种现象的原因, 是由于量子点受激发所产生的跃迁载流子数 $n_q \propto P(\lambda)$ (激光光功率), 因此激励光源不变的情况下, 激励光所能激发的载流子数 n_q 恒定, 因此在低浓度掺杂时, 激发相同数目的量子点所需的光纤长度随着掺杂浓度的提高而减小, 这样光纤所造成的传输损耗就小, 故 PL 峰值光强随浓度提高而增大. 但是由于量子点荧光产率小于 100%^[19], 即

其发射几率小于吸收几率,随着量子点浓度的继续提高,发射光被临近的量子点吸收的几率也增大,使得 PL 强度被抑制;另一方面,掺杂浓度越高,来自量子点大尺寸效应的散射损耗越明显^[20],从而也抑制了 PL 强度的进一步增大.在前面的这些综合因素的作用之下,也就必然使得量子点光纤的 PL 峰值光强随掺杂浓度呈现单峰现象(见图 7).在本文的实验测量中,测得的峰值掺杂浓度为 $c = 0.057 \text{ mg/mL}$.下面将本文以及在甲苯本底下测得的结果做一比较(见表 2).

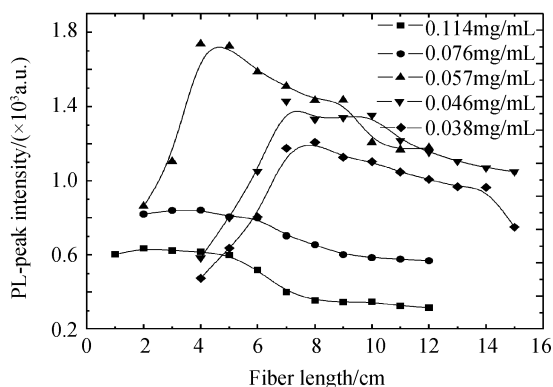


图 6 不同浓度下量子点荧光发射峰值强度随掺杂光纤长度的变化

Fig. 6 PL peaks of the CdSe/ZnS QD as a function of the fiber length with different concentrations

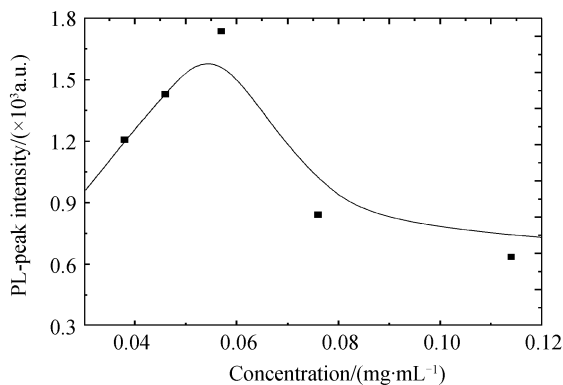


图 7 荧光发射峰值强度随量子点掺杂浓度的变化

Fig. 7 PL-peak intensity of the CdSe/ZnS QD doped fiber as a function of concentration

表 2 不同本底下测得的 PL 峰最大增益值

Table 2 Measured maximum gain of the PL peak in different backgrounds

Background	Maximum gain of the PL peak/dB	Doping concentration (mg/mL)
Toluene (0.10~10 mg/mL) ^[14]	10.2 dB	0.27 mg/mL
Toluene (0.0033~0.025 mg/mL) ^[15]	4.2 dB	0.017 mg/mL
Ultraviolet adhesive (0.01~0.11 mg/mL)	9.0 dB	0.057 mg/mL

通过比较表 2 的增益值,可以看出以 UV 胶为本底的最大增益略低于高掺杂浓度的甲苯本底增益,但要高于低掺杂浓度的甲苯本底增益.通过提高本底中的量子点浓度和激励光功率,可以得到更高的增益.

2.3 PL 峰值波长与掺杂光纤浓度和长度关系

图 8 为随着掺杂光纤长度的增加,量子点光纤 PL 峰值波长出现红移现象.当掺杂光纤较短(0~10 cm),掺杂浓度较低时(0.01~0.1 mg/mL),红移一般在 0~10 nm 之间,但随着提高掺杂浓度和光纤长度,红移最大能达到 20 nm.由图 9 可看出,红移的大小随着光纤长度近似呈现出线性增长的状态,而对于长度一定的光纤,红移量又与掺杂浓度呈现近似的线性关系.红移产生的原因,在前面的研究中介绍的比较详细^[13-14]:光纤中存在所谓的“二次吸收-发射效应”.量子点在吸收激励能之后所辐射的 PL 光,在其沿光纤传输的过程中将被邻近的量子点吸收.由于受激载流子并不能自由地跃迁到高能级上去,而只能跃迁到较低的能级,因此,量子点再次发射的波长将增大,即产生所谓的“红移”.对于二次吸收-发射这样一个过程,它发生的速率快慢直

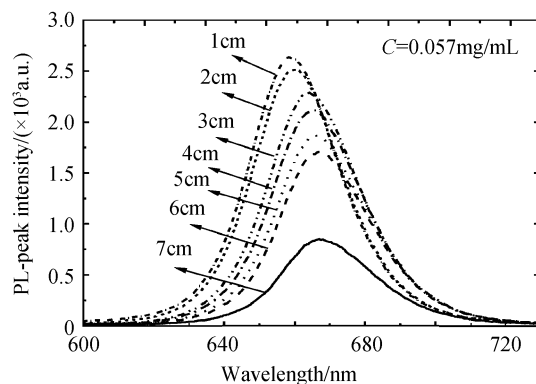


图 8 不同光纤长度 CdSe/ZnS 量子点掺杂光纤 PL 谱
Fig. 8 PL spectra of the CdSe/ZnS QD doped fiber with different lengths

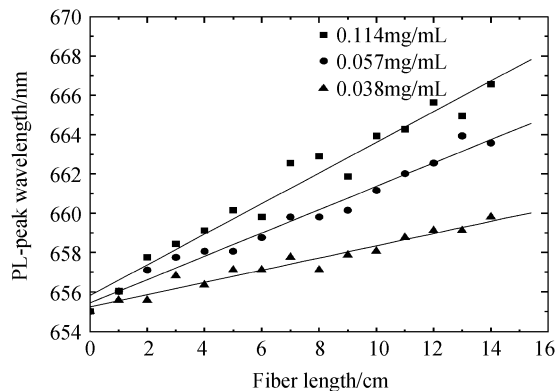


图 9 不同掺杂浓度下 PL 峰值波长随光纤长度的变化
Fig. 9 PL-peak wavelength of the CdSe/ZnS QD as a function of fiber length with different concentrations

接与量子点的吸收截面 σ_a 和发射截面 σ_e 有关,一般而言,吸收截面越大,发射截面也会越大,故二次吸收—发射速率相对较快,红移速率会相应较快.若吸收截面小,则红移速率相对较慢.而量子点的吸收截面与本底有一定关联,因此不同本底中红移速率会不同.在本文的后面,我们实验研究了不同本底的红移,验证了这一现象.

实际上,由于红移的存在,辐射截面 σ_e 和吸收截面 σ_a 除了与本底和波长 λ 有关之外,还与光纤的传输距离 L_f 以及掺杂浓度 c 有关,即截面成为 $\sigma_{e,a} = \sigma_{e,a}(\lambda, L_f, c)$,而不再完全遵从图2中的分布.它们之间的定量的关系已超出本文的范畴,这里不再涉及.

另外,CdSe的表面缺陷态也会引起红移,但在本文中,观测到的主要是二次吸收—发射效应引起的红移.

当然,上面的情况都是在浓度较低,长度较短的情况下成立.当光纤长度继续增加时,我们发现红移量渐渐趋于—稳定值,已经不再满足上面关系.另外,还发现红移量与本底也有关系.这些有待以后研究.

3 结论

UV胶因其高透过率、低收缩率,与石英光纤包层可匹配的折射率以及可操作性强等特点,是一种较为合适的量子点掺杂光纤纤芯的本底材料.在UV胶本底中,量子点在泵浦光473 nm处每摩尔消光系数的平均值为 1.48×10^6 L/cm \cdot mol,PL峰值光强随掺杂浓度呈现单峰现象.获得最强荧光辐射的掺杂浓度为0.057 mg/mL、光纤长度为4 cm.量子点浓度越低,所需的光纤长度越长,实验结果为今后量子点光纤放大器的研制提供了有力的支持.

参考文献

- [1] FENG Xue, LIU Xiao-ming, PENG Jiang-de. Numerical comparison on the characteristics between backward and bidirectionally pumped DFAs in hybrid Raman/EDFAs[J]. *Chinese Optics Letters*, 2005, **3**(5): 257-260.
- [2] LU Jia, DONG Ze, CAO Zi-zheng, *et al.* All-optical wavelength conversion based on parallel dual-pump four-wave mixing in semiconductor optical amplifier for OFDM optical signal[J]. *Acta Photonica Sinica*, 2009, **38**(11): 2857-2862. 卢嘉,董泽,曹子峥,等.基于半导体光放大器平行双抽运对OFDM光信号进行全光波长变换性能研究[J].光子学报,2009,**38**(11):2857-2862.
- [3] GENG Rui, LU Yu-chun, LIU Chu, *et al.* Effect of the pulse shape on the power gain for pulses propagating in a fiber amplifier[J]. *Acta Photonica Sinica*, 2010, **39**(3): 423-426. 耿蕊,陆玉春,刘楚,等.脉冲形状对脉冲经光纤放大器传输后功率增益的影响[J].光子学报,2010,**39**(3):423-426.
- [4] LI Shu-feng, LI Cheng-ren, ZHOU Song-qiang, *et al.* Numerical simulation of noise characteristic of Er-doped and Yb-Er co-doped Al₂O₃ waveguide amplifier [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2008, **37**(6): 1093-1097. 李淑凤,李成仁,周松强,等.掺Er及Yb-Er共掺Al₂O₃光波导放大器噪声特性的数值模拟[J].光子学报,2008,**37**(6): 1093-1097.
- [5] KLIMOV V I, MIKHAILOVSKY A A, SU XU, *et al.* Optical gain and stimulated emission in nanocrystal quantum dots[J]. *Science*, 2000, **290**: 314-317.
- [6] CHENG Cheng, ZHANG Hang. A semiconductor nanocrystal PbSe quantum dot fiber amplifier[J]. *Acta Physica Sinica*, 2006, **55**(8): 4139-4144. 程成,张航.半导体纳米晶体PbSe量子点光纤放大器[J].物理学报,2006,**55**(8):4139-4144.
- [7] LI Peng, MA Hong, MA Guo-hong. Nonlinear absorption of cdse/zns core-shell quantum dots with nanosecond laser pulse [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2010, **39**(7): 1223-1228. 李鹏,马红,马国宏. CdSe/ZnS核-壳结构量子点的非线性光学吸收[J].光子学报,2010,**39**(7):1223-1228.
- [8] PENG Z A, PENG X G. Formation of high-quality CdTe CdSe and CdS nanocrystals using CdO as precursor[J]. *Journal of American Chemical Society*, 2001, **123**(1): 183-184.
- [9] MANNA L, SCHER E C, LI L S, *et al.* Epitaxial growth and photochemical annealing of graded Cds/ZnS shells on colloidal CdSe nanorods[J]. *Journal Of American Chemical Society*, 2002, **124**(24): 7136-7145.
- [10] SUN B Q, MARX E, GREENHAM N C. Photovoltaic devices using blends of branched CdSe nanoparticles and conjugated polymers[J]. *Nano Letters*, 2003, **3**(7): 961-963.
- [11] KYHM K, KIM S M, KIM J H, *et al.* Optical gain in CdSe nanocrystals[J]. *J Luminescence*, 2007, **122**(2): 808-811.
- [12] GINDELE F, WESTPHALING R, WOGGONA U, *et al.* Optical gain and high quantum efficiency of matrix-free, closely packed CdSe quantum dots [J]. *Applied Physics Letters*, 1997, **71**(15): 2181-2183.
- [13] MEISSNER K E, HOLTON C, WILLIAM B, *et al.* Optical characterization of quantumdots entrained in microstructured optical fibers[J]. *Physics E*, 2005, **26**(1-4): 377-381.
- [14] CHENG Cheng, PENG Xue-feng. Spectral characteristics of a quantum-dot (CdSe/ZnS)-doped fiber in low concentrations [J]. *IEEE Journal of Lightwave Technology*, 2009, **27**(10): 1362-1368.
- [15] CHENG Cheng, ZENG Feng, CHENG Xiao-yu. Photoluminescence spectra of CdSe/ZnS-quantum dot doped fiber with high doping concentrations [J]. *Acta Optica Sinica*, 2009, **29**(10): 2698-2704. 程成,曾凤,程潇羽.较高掺杂浓度下CdSe/ZnS量子点光纤光致荧光光谱[J].光学学报,2009,**29**(10):2698-2704.
- [16] QIAO Xiu-fen, ZHOU Yuan-lin, YANG Wen-bin. Study on application of dendritic oligomer in ultraviolet-curable adhesives[J]. *New Chemical Materials*, 2009, **37**(1): 47-48,68. 乔秀芬,周元林,杨文彬.超支化预聚物在特种UV固化胶中的应用研究[J].化工新型材料,2009,**37**(1):47-48,68. http://www.dymax.com/products/adhesive_products/op-4-20632-series.php (September 21 2010).
- [17] YU W W, QU L H, GUO W Z, *et al.* Experimental determination of the extinction coefficient of CdTe, CdSe, and CdS nanocrystals[J]. *Chemistry of Materials*, 2003, **15**(14): 2854-2860.
- [18] CHENG Cheng, ZHANG Hang. Characteristics of bandwidth, gain and noise of a PbSe quantum dot-doped fiber amplifier[J]. *Optics Communications*, 2007, **277**(2): 372-

378.
[20] XIE Ying, XU Jing-juan, YU Jun-sheng, *et al.* Synthesis and characterization of water-soluble CdSe/ZnS core-shell nanoparticles[J]. *Chinese Journal of Inorganic Chemistry*,

2004, **20**(6): 663-667.

谢颖,徐静娟,于俊生,等. 水溶性的 CdSe/ZnS 纳米微粒的合成与表征[J]. *无机化学学报*, 2004, **20**(6): 663-667.

Propagation Characteristic of Photoluminescence Spectra of CdSe/ZnS-quantum-dot Doped Fiber in an Ultraviolet Curable Adhesive Background

CHENG Cheng, LIN Yan-guo, YAN Jin-hua

(*Institute of Laser and Optoelectronic Technology, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China*)

Abstract: The CdSe/ZnS-quantum-dot doped fiber (QDF) in an ultraviolet (UV) curable adhesive background is manufactured in this study. The photoluminescence spectra are measured in different fiber lengths and with different doping concentrations, and absorption coefficient of the QD in such a background is also determined. There is evidence to show that the PL-peak intensity depends on both the doping concentration and the fiber length. The UV curable adhesive can be a desirable choice for preparing the QDF in laboratories due to small absorption, low shrinkage factor, matching fiber-cladding refractive index, and steady optical property.

Key words: CdSe/ZnS quantum dot; UV curable adhesive; Quantum-dot doped fiber; Photoluminescence spectrum