



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115232390 A

(43) 申请公布日 2022.10.25

(21) 申请号 202110436524.5

G02B 6/44 (2006.01)

(22) 申请日 2021.04.22

(71) 申请人 江苏中天科技股份有限公司

地址 226463 江苏省南通市如东县河口镇
中天路1号

(72) 发明人 缪飞 孙广维 吴飞 韩沛岑

陆金杰 左秋鹏 管成飞

(74) 专利代理机构 深圳市赛恩倍吉知识产权代

理有限公司 44334

专利代理师 徐丽

(51) Int. Cl.

C08L 23/08 (2006.01)

C08L 23/06 (2006.01)

C08K 13/02 (2006.01)

C08K 3/26 (2006.01)

权利要求书1页 说明书8页

(54) 发明名称

低收缩聚乙烯护套材料及其制备方法和应用

(57) 摘要

本发明提供一种低收缩聚乙烯护套材料及其制备方法和应用。该低收缩聚乙烯护套材料包括以下重量百分比的组分:LLDPE树脂35~45%, MDPE树脂20~25%, HDPE树脂4~15%, 弹性体4~15%, 无机粉体材料2~15%, 相容剂1~13%, 黑色母粒4.7~5.7%, 润滑剂0.2~1%, 抗氧化剂0.3~0.5%, 光稳定剂0.1~0.6%。本发明提供的低收缩聚乙烯护套材料克服了现有常用聚乙烯护套材料成缆收缩率较大的问题。制得的护套通过高低温循环后基本无收缩现象, 且具有优异的加工性能和机械性能。

1. 一种低收缩聚乙烯护套材料,其特征在于,包括以下重量百分比的组分:LLDPE树脂35~45%,MDPE树脂20~25%,HDPE树脂4~15%,弹性体4~15%,无机粉体材料2~15%,相容剂1~13%,黑色母粒4.7~5.7%,润滑剂0.2~1%,抗氧剂0.3~0.5%,光稳定剂0.1~0.6%。

2. 如权利要求1所述的低收缩聚乙烯护套材料,其特征在于,所述MDPE树脂在190℃、2.16Kg下,熔体流动速率不大于2g/10min。

3. 如权利要求1所述的低收缩聚乙烯护套材料,其特征在于,所述LLDPE树脂在190℃、2.16Kg下,熔体流动速率不大于3g/10min;所述HDPE树脂在190℃、2.16Kg下,熔体流动速率不大于10g/min。

4. 如权利要求1所述的低收缩聚乙烯护套材料,其特征在于,所述弹性体选自聚烯烃弹性体、乙烯丙烯橡胶和乙烯-醋酸乙烯共聚物中至少一种。

5. 如权利要求1所述的低收缩聚乙烯护套材料,其特征在于,所述无机粉体材料选自轻质碳酸钙和云母粉中至少一种,所述无机粉体材料的粒径不大于0.7 μ m。

6. 如权利要求1所述的低收缩聚乙烯护套材料,其特征在于,所述相容剂选自PE-g-ST相容剂和POE-g-MAH相容剂,所述PE-g-ST相容剂和所述POE-g-MAH相容剂的质量比为1:1。

7. 如权利要求1所述的低收缩聚乙烯护套材料,其特征在于,所述黑色母粒包括色素炭黑和LLDPE树脂载体,所述色素炭黑占所述黑色母粒的质量分数不低于45%,所述LLDPE树脂载体占所述黑色母粒的质量分数不低于50%;所述LLDPE树脂载体在190℃、2.16kg下,熔体流动速率不低于2.0g/10min。

8. 如权利要求1所述的低收缩聚乙烯护套材料,其特征在于,所述润滑剂选自含氟润滑剂,所述抗氧剂选自抗氧剂1010、抗氧剂1076、抗氧剂330、抗氧剂168和抗氧剂DLTP中的一种或者几种,所述光稳定剂为光吸收剂UV326、光吸收剂UV531和自由基捕获剂944中一种或几种。

9. 一种如权利要求1-8中任一项所述的低收缩聚乙烯护套材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

将所述LLDPE树脂、所述MDPE树脂、所述HDPE树脂、所述弹性体和所述相容剂树脂按照质量百分比投入批混设备混合,得到批混好的混合树脂,再将所述混合树脂投入料仓中,加入高速混合机中;

将所述无机粉体材料、所述黑色母粒、所述润滑剂、所述抗氧剂和所述光稳定剂按照质量百分比投入到所述高速混合机中,启动高速混合机混合60s~300s使原料均匀混合,得到混合料;

将所述混合料从双螺杆挤出机的喂料口引入,将挤出的物料经过水槽冷却、风干、切粒,得到所述低收缩聚乙烯护套材料。

10. 一种如权利要求1-8中任一项所述的低收缩聚乙烯护套材料的应用,其特征在于,将所述低收缩聚乙烯护套材料应用于不具有铠装和加强结构的通信线缆。

低收缩聚乙烯护套材料及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明涉及聚乙烯护套材料,尤其涉及一种低收缩聚乙烯护套材料及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 在光缆行业,聚乙烯材料得到了广泛的应用。但是由于聚乙烯半结晶的性质,其作为护套材料在挤出成型时会发生较大的收缩。通信行业室外光缆标准制定的护套热收缩 $\leq 5\%$ 相对较宽泛,无法满足实际使用需求。

[0003] 现有的黑色聚乙烯护套材料,其成缆后护套收缩率相对较大,超过 1% 。对于无铠装和无支撑加强结构的光缆,过大的护套收缩会导致光缆光纤衰减问题,严重的会导致衰减超标、光缆固定性和密封性减弱、甚至光纤会断裂,从而引起通信中断事故。聚乙烯改性的研究报导很多,但是对收缩率问题研究则相对较少,特别是需要控制护套收缩率 $\leq 0.2\%$,基本没有相关研究。

[0004] 目前改善聚乙烯收缩率的方法基本参考PP改性,通过添加大量填充物、弹性体等破坏聚乙烯结晶度。但是聚乙烯材料用于护套后,护套外观、加工性能、机械性能被严重破坏,无法满足客户的需求。

发明内容

[0005] 有鉴于此,有必要提供一种收缩率低、加工性能和机械性能优异的低收缩聚乙烯护套材料及其制备方法和应用。

[0006] 本发明一实施方式提供一种低收缩聚乙烯护套材料,包括以下重量百分比的组分:LLDPE树脂 $35\sim 45\%$,MDPE树脂 $20\sim 25\%$,HDPE树脂 $4\sim 15\%$,弹性体 $4\sim 15\%$,无机粉体材料 $2\sim 15\%$,相容剂 $1\sim 13\%$,黑色母粒 $4.7\sim 5.7\%$,润滑剂 $0.2\sim 1\%$,抗氧化剂 $0.3\sim 0.5\%$,光稳定剂 $0.1\sim 0.6\%$ 。

[0007] 在一些实施方式中,所述MDPE树脂在 190°C 、 2.16Kg 下,熔体流动速率不大于 $2\text{g}/10\text{min}$ 。

[0008] 在一些实施方式中,所述LLDPE树脂在 190°C 、 2.16Kg 下,熔体流动速率不大于 $3\text{g}/10\text{min}$;所述HDPE树脂在 190°C 、 2.16Kg 下,熔体流动速率不大于 $10\text{g}/\text{min}$ 。

[0009] 在一些实施方式中,所述弹性体选自聚烯烃弹性体(POE)、乙烯丙烯橡胶(EPDM)和乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)中至少一种。

[0010] 在一些实施方式中,所述无机粉体材料选自轻质碳酸钙和云母粉中至少一种,所述无机粉体材料的粒径不大于 $0.7\mu\text{m}$ 。

[0011] 在一些实施方式中,所述相容剂选自PE-g-ST相容剂和POE-g-MAH相容剂,所述PE-g-ST相容剂和所述POE-g-MAH相容剂的质量比为 $1:1$ 。

[0012] 在一些实施方式中,所述黑色母粒包括色素炭黑和LLDPE树脂载体,所述色素炭黑占所述黑色母粒的质量分数不低于 45% ,所述LLDPE树脂载体占所述黑色母粒的质量分数

不低于50%；所述LLDPE树脂载体在190℃、2.16kg下，熔体流动速率不低于2.0g/10min。

[0013] 在一些实施方式中，所述润滑剂选自含氟润滑剂，所述抗氧剂选自抗氧剂1010、抗氧剂1076、抗氧剂330、抗氧剂168和抗氧剂DLTP中的一种或者几种，所述光稳定剂为光吸收剂UV326、光吸收剂UV531和自由基捕获剂944中一种或几种。

[0014] 本发明另一实施方式还提供上述任一种低收缩聚乙烯护套材料的制备方法，包括以下步骤：

[0015] 将所述LLDPE树脂、所述MDPE树脂、所述HDPE树脂、所述弹性体和所述相容剂树脂按照质量百分比投入批混设备混合，得到批混好的混合树脂，再将所述混合树脂投入料仓中，加入高速混合机中；

[0016] 将所述无机粉体材料、所述黑色母粒、所述润滑剂、所述抗氧剂和所述光稳定剂按照质量百分比投入到所述高速混合机中，启动高速混合机混合60s~300s使原料均匀混合，得到混合料；

[0017] 将所述混合料从双螺杆挤出机的喂料口引入，将挤出的物料经过水槽冷却、风干、切粒，得到所述低收缩聚乙烯护套材料。

[0018] 本发明另一实施方式还提供上述任一种低收缩聚乙烯护套材料的应用，将所述低收缩聚乙烯护套材料应用于不具有铠装和加强结构的通信线缆。

[0019] 本发明实施方式提供的低收缩聚乙烯护套材料，选用低结晶度LLDPE树脂和垂直于熔体流动方向收缩率较低的MDPE树脂，通过弹性体抑制材料整体结晶性能，并且增加材料整体韧性，降低材料的收缩率；同时采用无机粉体材料降低分子间作用力来降低材料的收缩率并且无机粉体的添加降低材料成型收缩时对线缆护套内光纤的受力，使光纤衰减合格。

具体实施方式

[0020] 下面将对本发明实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施方式仅仅是本发明一部分实施方式，而不是全部的实施方式。基于本发明中的实施方式，本领域普通技术人员在没有付出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式，都属于本发明保护的范围。

[0021] 本发明一实施方式提供一种低收缩聚乙烯护套材料，其包括以下重量百分比的组分：LLDPE树脂35~45%，MDPE树脂20~25%，HDPE树脂4~15%，弹性体4~15%，无机粉体材料2~15%，相容剂1~13%，黑色母粒4.7~5.7%，润滑剂0.2~1%，抗氧剂0.3~0.5%，光稳定剂0.1~0.6%。

[0022] 所述LLDPE树脂具有低结晶度。所述LLDPE树脂在190℃、2.16Kg下，熔体流动速率不大于3g/10min。所述HDPE树脂在190℃、2.16Kg下，熔体流动速率不大于10g/min。

[0023] 所述MDPE树脂在190℃、2.16Kg下，熔体流动速率不大于2g/10min。所述MDPE树脂相较所述LLDPE树脂和所述HDPE树脂，其垂直于熔体流动方向的收缩率较低，使得护套材料成缆形成护套的过程中，在与护套牵引方向相垂直的方向上会产生较小的受力，有助于光纤衰减合格。

[0024] 采用GB/T17037.4-2003标准，在同温同压下测试不同聚乙烯(PE)垂直于熔体流动方向的收缩率 S_{m_n} ，测试结果如下表所示。由下表可知，不同聚乙烯树脂中，MDPE在垂直于熔

体流动方向的收缩率最小。

[0025]	PE 材料	LDPE	LLDPE	mPE	MDPE	HDPE
		Q281	218wj	CB3518	2310	6502
	S_{m_n}	-0.678	-1.193	-0.959	-0.39	-0.935

[0026] 所述弹性体用于抑制护套材料整体的结晶性能,并且能够增加护套材料整体韧性,降低护套材料的收缩率。在一些实施方式中,所述弹性体选自聚烯烃弹性体(POE)、乙烯丙烯橡胶(EPDM)和乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)中至少一种。

[0027] 所述无机粉体材料用于降低护套材料的分子间作用力,同时降低护套材料的收缩率。在一些实施方式中,所述无机粉体材料选自轻质碳酸钙和云母粉中至少一种,所述无机粉体材料的粒径不大于 $0.7\mu\text{m}$ 。

[0028] 弹性体和无机粉体材料的添加,导致配方体系相容性较差,为此添加相容剂,以提高护套材料的各组分之间的相容性(例如,不同树脂之间的相容性、树脂与无机粉体材料之间的相容性),从而提高护套材料的加工性能和机械性能。在一些实施方式中,所述相容剂选自PE-g-ST相容剂和POE-g-MAH相容剂,所述PE-g-ST相容剂和所述POE-g-MAH相容剂的质量比为1:1。

[0029] 所述黑色母粒包括色素炭黑和LLDPE树脂载体。所述色素炭黑占所述黑色母粒的质量分数不低于45%,所述LLDPE树脂载体占所述黑色母粒的质量分数不低于50%。所述LLDPE树脂载体在 190°C 、 2.16kg 下,熔体流动速率不低于 $2.0\text{g}/10\text{min}$ 。

[0030] 在一些实施方式中,所述润滑剂选自含氟润滑剂。在一些实施方式中,所述抗氧剂选自抗氧剂1010、抗氧剂1076、抗氧剂330、抗氧剂168和抗氧剂DLTP中的一种或者几种。在一些实施方式中,所述光稳定剂为光吸收剂UV326、光吸收剂UV531和自由基捕获剂944中一种或几种。

[0031] 本发明另一实施方式提供上述低收缩聚乙烯护套材料的制备方法,包括:

[0032] S1、将所述LLDPE树脂、所述MDPE树脂、所述HDPE树脂、所述弹性体和所述相容剂树脂按照质量百分比投入批混设备混合,得到批混好的混合树脂,再将所述混合树脂投入料仓中,加入高速搅拌机中;

[0033] S2、将所述无机粉体材料、所述黑色母粒、所述润滑剂、所述抗氧剂和所述光稳定剂按照质量百分比投入到所述高速搅拌机中,启动高速搅拌机混合 $60\text{s}\sim 300\text{s}$ 使原料均匀混合,得到混合料;

[0034] S3、将所述混合料从双螺杆挤出机的喂料口引入,将挤出的物料经过水槽冷却、风干、切粒,得到所述低收缩聚乙烯护套材料。

[0035] 所述双螺杆挤出机在工作时的工艺参数为:一区温度为 170°C 、二区温度为 170°C 、三区温度为 175°C 、四区温度为 180°C 、五区温度为 185°C 、六区温度为 190°C 、七区温度为 190°C 、八区温度为 185°C 、九区温度为 175°C 、十区温度为 100°C ,螺杆的转速为 $200\text{r}/\text{min}$,所述水槽的温度为 35°C 。

[0036] 可以理解的是,在挤出的物料经水槽冷却、风干、切粒后,还进行清洁、冷却、干燥、称重和包装。

[0037] 本发明另一实施方式提供一种上述低收缩聚乙烯护套材料的应用。所述低收缩聚

乙烯护套材料应用于不具有铠装和加强结构的通信线缆。所述低收缩聚乙烯护套材料通过挤塑工艺加工形成该通信线缆的护套。

[0038] 以下通过具体实施例对本申请进行说明。

[0039] 实施例1

[0040] 将35kgLLDPE树脂、20kgMDPE树脂、11kgHDPE树脂、12kg弹性体、8kg相容剂(质量比为1:1的PE-g-ST相容剂和POE-g-MAH相容剂)投入至批混设备混合,得到批混好的混合树脂,再将混合树脂投入料仓中,加入高速混合机中;

[0041] 将8.2kg无机粉体(轻质碳酸钙)、5kg黑色母粒(LLDPE树脂载体的质量百分比为50%)、0.3kg润滑剂(含氟润滑剂)、0.3kg抗氧剂(包括质量比为1:1的抗氧剂1010和抗氧剂DLTP)和0.2kg光稳定剂(包括质量比为1:1的光吸收剂UV326和自由基捕获剂944)投入到高速混合机中,启动高速混合机混合60s~300s使原料均匀混合,得到混合料;

[0042] 将混合料从双螺杆挤出机挤的喂料口引入,将挤出的物料经过水槽冷却、风干、切粒(双螺杆挤出机在工作时的工艺参数为:一区温度为170℃、二区温度为170℃、三区温度为175℃、四区温度为180℃、五区温度为185℃、六区温度为190℃、七区温度为190℃、八区温度为185℃、九区温度为175℃、十区温度为100℃,螺杆的转速为200r/min,所述水槽的温度为35℃),再进行清洁、冷却、干燥、称重、包装,得到低收缩聚乙烯护套材料。

[0043] 实施例2

[0044] 实施例2与实施例1大致相同,其不同之处在于:LLDPE树脂为42kg,弹性体为3kg。

[0045] 实施例3

[0046] 实施例3与实施例1大致相同,其不同之处在于:无机粉体(轻质碳酸钙)为2.2kg。

[0047] 实施例4

[0048] 实施例4与实施例1大致相同,其不同之处在于:相容剂为1.5kg。

[0049] 对比例1

[0050] 对比例1与实施例1大致相同,其不同之处在于:未添加弹性体。

[0051] 对比例2

[0052] 对比例2与实施例1大致相同,其不同之处在于:未添加无机粉体材料。

[0053] 对比例3

[0054] 对比例3与实施例1大致相同,其不同之处在于:未添加相容剂。

[0055] 对比例4

[0056] 对比例4与实施例1大致相同,其不同之处在于:相容剂全部为PE-g-ST相容剂。

[0057] 对比例5

[0058] 对比例5与实施例1大致相同,其不同之处在于:MDPE树脂为1kg,HDPE树脂为32kg。

[0059] 对比例6-8采用市售的三种聚乙烯护套材料,分别为北欧化工HE6062、SCG H2001 WC、ME6052。

[0060] 对实施例1-4及对比例1-5制得的聚乙烯护套材料按国家标准进行机械性能测试,测试结果如表1所示。

[0061] 表1

	拉 伸 强 度 MPa	断 裂 伸 长 率 %	熔 体 流 动 速 率 g/10min	耐 环 境 应 力 开 裂 (500h)	空气烘箱热老化 110±2℃, 240h	
					拉 伸 强 度 MPa	断 裂 伸 长 率 %
[0062] 实施例 1	28.5	923.56	1.1	未开裂	25.07	803.49
实施例 2	31.26	869.34	0.9	未开裂	26.12	798.25
实施例 3	33.12	912.36	1.2	未开裂	30.65	841.32
实施例 4	25.58	689.32	1.0	未开裂	20.89	595.36
对比例 1	32.59	925.69	1.2	未开裂	28.59	856.24
对比例 2	34.58	985.63	0.8	未开裂	30.21	900.56
[0063] 对比例 3	24.32	700.05	1.1	未开裂	19.89	583.69
对比例 4	26.89	758.98	1.0	未开裂	21.69	625.88
对比例 5	35.26	956.38	1.0	未开裂	31.25	910.56

[0064] 对实施例1-4及对比例1-8的聚乙烯护套材料按照国家标准进行硬度测试,结果如表2所示。

[0065] 表2

实施例	硬度(邵D)	实施例	硬度(邵D)
实施例1	45	对比例3	47
实施例2	50	对比例4	50
实施例3	48	对比例5	51
实施例4	45	对比例6	60
对比例1	54	对比例7	62
对比例2	47	对比例8	56

[0067] 将光缆的缆芯穿过护套挤塑模芯的中心孔并牵引缆芯,然后将实施例1-4及对比例1-7制得的聚乙烯护套材料挤塑包覆在缆芯外形成护套,进而制得光缆(线缆)。其中缆芯的牵引速度(成缆加工性能)和制得的护套的表现效果如表3所示。

[0068] 表3

	线缆牵引速度 (m/min)	外观性能
[0069] 实施例 1	≤80	光滑光亮
实施例 2	≤80	光滑光亮
实施例 3	≤60	光滑光亮
实施例 4	≤30	容易熔体破裂
对比例 1	≤80	光滑光亮
对比例 2	≤60	光滑光亮
对比例 3	≤10	容易熔体破裂
对比例 4	≤30	容易熔体破裂
对比例 5	≤70	光滑光亮
[0070] 对比例 6	≤80	光滑光亮
对比例 7	≤60	光滑光亮
对比例 8	≤80	光滑光亮

[0071] 对实施例1-4以及对比例1-7制得的光缆的护套的收缩率和光纤的衰减效果进行测试,测试标准及方法如下,测试结果如表4所示。

[0072] 收缩率(下机收缩):按照IEC 60794-1-22-2017标准,使用F17-光缆收缩率测试(光纤冒出)方法,在距离光缆端头至少2m处切10m试样,然后使光缆处于水平状态,测量光纤溢出余长和护套收缩,测量精度为0.1mm。

[0073] 收缩率(高低温循环后收缩):按照IEC 60794-1-22-2017标准,在距离光缆端头至少2m处切10m试样,松散盘绕,光缆线圈应松散地固定在两个相对的位置,以使光缆元件可以自由移动。盘绕的光缆放置在高低温循环试验箱中进行(70℃,12h~-20℃,12h)循环7天。后取出光缆静置24h,然后使光缆处于水平状态,测量光纤溢出余长和护套收缩,测量精度为0.1mm。

[0074] 光纤衰减测试:按照YDT 901-2018标准,衰减窗口选择1310nm和1550nm。

[0075] 表4

	收缩率 (下机收缩)	下机光纤 衰减	收缩率(高低温 循环后收缩)	高低温光纤 衰减
[0076] 实施例 1	0.1‰	合格	0.3‰	合格
实施例 2	1.8‰	合格	3.0‰	不合格
实施例 3	1.7‰	合格	3.2‰	不合格
实施例 4	0.6‰	合格	1.5‰	合格
对比例 1	2.0‰	不合格	3.8‰	不合格
对比例 2	2.3‰	不合格	4.1‰	不合格
对比例 3	0.7‰	合格	1.8‰	合格
对比例 4	0.5‰	合格	1.6‰	合格
[0077] 对比例 5	0.6‰	合格	1.2‰	不合格
对比例 6	3.8‰	合格	6.8‰	不合格
对比例 7	6.5‰	不合格	9.2‰	不合格
对比例 8	2.7‰	合格	6.5‰	不合格

[0078] 将实施例1和实施例4、对比例3进行比较可知:相容剂对护套材料的加工性能和机械性能有着较大影响。从表1和表3中可以看出,不添加或者少量添加相容剂,护套材料的加工性能和机械性能相对较差,加工性能方面容易出现熔体破裂。这主要是因为相容剂增加不同树脂之间、树脂与无机粉体材料之间的相容性,从而增加材料的加工性能。

[0079] 将实施例1和对比例4进行比较可知:单独的PE-g-ST相容剂未能完全解决各组分之间的相容问题,其材料加工性能还有缺陷。从表3中可以看出,单独的PE-g-ST相容剂的添加使其线缆牵引速度较低。

[0080] 将实施例1和对比例5进行比较可知:MDPE树脂相对于LLDPE树脂和HDPE树脂,其垂直于熔体流动方向收缩率较低,即在护套成缆过程中,对于垂直于护套牵引方向会产生较小的受力,对于光纤衰减合格有一定的益处。

[0081] 将实施例1和实施例2、对比例1进行比较,通过表2和表4可知:弹性体抑制材料整体结晶性能,并且增加材料整体韧性,降低材料的收缩率;保证了成缆光纤衰减的合格。

[0082] 将实施例1与实施例3、对比例2进行比较,从表4中可知,无机粉体材料低分子间作用力来降低材料的收缩率,并且无机粉体的添加降低材料成型收缩时对线缆护套内光纤的受力,使光纤衰减合格。

[0083] 本发明实施方式提供的低收缩聚乙烯护套材料,选用低结晶度LLDPE树脂和垂直于熔体流动方向收缩率较低的MDPE树脂,且通过弹性体抑制材料整体结晶性能,并且增加材料整体韧性,降低材料的收缩率。同时采用无机粉体材料降低分子间作用力来降低材料的收缩率;并且无机粉体的添加降低材料成型收缩时对线缆护套内光纤的受力,使光纤衰减合格。本发明实施方式提供的低收缩聚乙烯护套材料克服了现有常用聚乙烯护套材料成缆收缩率较大的问题;采用该护套材料制得的护套通过高低温循环后基本无收缩现象,且具有优异的加工性能和机械性能。另外,制得的护套可直接应用于护套型无支撑加强结构

的光缆,解决了成缆收缩问题和下机光纤衰减问题;并且在高低温循环下,光纤衰减也符合要求。

[0084] 以上所揭露的仅为本发明较佳实施方式而已,当然不能以此来限定本发明,因此依本发明所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。