



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108242583 A

(43)申请公布日 2018.07.03

(21)申请号 201711358365.1

(22)申请日 2017.12.17

(71)申请人 江苏俊知技术有限公司

地址 214200 江苏省无锡市宜兴环科园俊
知路1号

(72)发明人 宋德兴 郭志宏 赵士悦 代康
刘湘荣 钱利荣

(74)专利代理机构 宜兴市天宇知识产权事务所
(普通合伙) 32208

代理人 周舟

(51)Int.Cl.

H01P 3/06(2006.01)

G01R 31/00(2006.01)

G01N 3/20(2006.01)

G01N 3/32(2006.01)

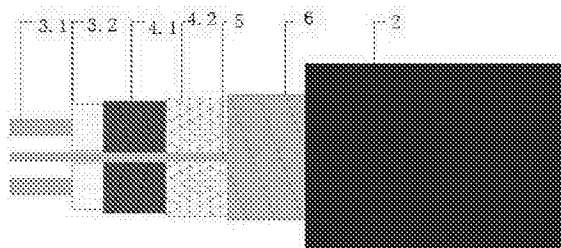
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种新型结构的平行双导线电缆及其线对
内传输延迟差的测试方法

(57)摘要

一种新型结构的平行双导线电缆及其线对
内传输延迟差的测试方法,包括线对、护套层,线
对包括两根导电芯线,导电芯线包括内导体和内
导体外的绝缘层,其特征在于每根导体芯线的绝
缘层外均设置有屏蔽层。线对之间空隙处设置排
流线,线对外设置线对屏蔽,线对屏蔽外设置护
套层。构成线对的单根芯线分别具有屏蔽,优化
了线对内传输延迟差。本发明提出了一种线对传
输延迟差的测试方法,为了更好地模拟实际使用
中线对内传输延迟差的可能发生的变化,简化了
测试程序。本发明为一种衰减低、线对间传输延
迟差小、差分阻抗均匀的平行双导线电缆,具有
良好的社会效益和经济效益。



1. 一种新型结构的平行双导线电缆, 包括线对、护套层, 线对包括两根导电芯线, 导电芯线包括内导体和内导体外的绝缘层, 其特征在于每根导体芯线的绝缘层外均设置有屏蔽层。

2. 根据权利要求1所述的一种新型结构的平行双导线电缆, 其特征在于屏蔽层包括内外屏蔽层, 内屏蔽层是由里面为聚酯 (PET), 外面为金属铜箔构成的金属复合带或外屏蔽层为金属丝编织层。

3. 根据权利要求1所述的一种新型结构的平行双导线电缆, 其特征在于线对之间的空隙处设置由排流线, 线对外设置有线对屏蔽。

4. 一种如权利要求1~3之一所述的新型结构的平行双导线电缆的线对内传输延迟差的测试方法, 其特征在于比较线对内两根导电芯线与屏蔽层分别构成的两个传输通道间的相位差, 通过相位差对应得到线对内传输延迟差。

5. 根据权利要求4所述的一种新型结构的平行双导线电缆的线对内传输延迟差的测试方法, 其特征在于包括以下步骤:

1) 常温 ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) 下测试: 测试频率为 f (单位为GHz), 线对的传输速比为 V_p , 被测线对长度约1300mm, 去掉一根芯线长度的一半, 精确测试两根芯线的物理长度, 得到 L_2 和 L_1 ($L_2 > L_1$, L_1 在400mm~600m); 测试两根芯线的相位, 分别得到 ϕ_2 和 ϕ_1 (单位为度), 按下式计算相对相位差 ϕ_d :

$$\phi_d = [(\phi_2 - \phi_1) / (L_2 - L_1)] / [360 \times f \times 10^9 / (V_p \times 3 \times 10^8)] \times 100 / 100 \quad (1)$$

或简化为:

$$\phi_d = V_p \times (\phi_2 - \phi_1) / [1200 f \times (L_2 - L_1)] \times 100 / 100; \quad (2)$$

2) 电缆经过高低温循环试验: 待电缆冷却至常温后 (通常高低温试验结束后24小时), 然后测试芯线 L_1 的相位和物理长度, 与常温下芯线 L_2 的测试数据比较, 按公式 (2) 计算相对相位差 ϕ_d ; 电缆高低温循环试验温度可根据电缆使用要求确定, 一般在 $-40 \sim +80^\circ\text{C}$ 之间, 分若干温度梯次, 参考中国通信行业标准 YD/T 2667-2015《通信电缆 聚四氟乙烯绝缘射频同轴电缆 微孔绝缘双层外导体型》中温度相位稳定性测试条件;

3) 电缆经过反复弯曲试验后: 测试芯线 L_1 的相位和物理长度, 与常温下未经弯曲的电缆中芯线 L_2 的测试数据比较, 按公式 (2) 计算相对相位差 ϕ_d , 电缆弯曲半径和次数可根据电缆使用要求确定, 参考 YD/T 2667-2015《通信电缆 聚四氟乙烯绝缘射频同轴电缆 微孔绝缘双层外导体型》标准中弯曲相位稳定性测试条件。

6. 一种如权利要求1或2所述的新型结构的平行双导线电缆的屏蔽层制作方法, 其特征在于包括以下步骤: 内屏蔽层的金属复合带螺旋绕包或纵包在单根导电芯线上, 内屏蔽层上设置有外屏蔽层, 金属复合带绕包搭接率不低于40%或纵包搭接率不低于15%, 外屏蔽层的金属丝编织层密度不小于95%, 金属复合带中金属面朝外与金属丝编织层接触。

一种新型结构的平行双导线电缆及其线对内传输延迟差的测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及通信传输领域中数字通信用平行双导线电缆,具体属于一种衰减低、线对间传输延迟差小、差分阻抗均匀的平行双导线电缆,电缆中线对的芯线导体采用镀银圆铜线或镀锡铜线或裸圆铜线,芯线绝缘可以是实心、泡沫或微孔聚四氟乙烯绝缘,排流线导体为镀银圆铜线或镀锡圆铜线或裸圆铜线,单芯屏蔽层内为金属复合带,外加金属丝编织层,线对外纵包一层金属复合带作为线对屏蔽,护套层可采用8字型结构直接挤塑护套,最终制成一种新型结构的平行双导线电缆。此类电缆可应用于数字通信领域,不但适合数据中心的需要,而且特别适合第四代和第五代移动通信的需要。

背景技术

[0002] “平行双导线”(Twin—axial,缩写为Twinax)电缆是指构成线对的两根导线轴向保持平行,不加以扭绞,每个线对单独屏蔽,并且通常纵向平拖一根屏蔽连通地线(又称泄流线,drain wire)以便于焊接至电路板的接地金属面。这种电缆和对绞线电缆均属对称电缆,在使用中采用差模传输原理以减小与周围电磁场的相互影响。

[0003] 常规的平行双导线电缆结构及技术要求可参考文献GB/T31834-2015《20GHz及以下数字通信用告诉平行电缆》及中国通信行业标准YD/T XXXX《通信电缆-数字通信用平行双导线电缆及组件》(2016年2月报批稿)的规定,其结构特点均是构成同一平行线对的两根绝缘芯线均无独立的屏蔽,而是有共同的总屏蔽(称为线对屏蔽)。在发明人参与起草的YD/T XXXX《通信电缆-数字通信用平行双导线电缆及组件》中,规定单个线对单向传输速率最高达25 Gb/s,传输频率0.2~25 GHz,电缆使用长度一般在0.5~5m。这种电缆的使用距离主要受到线对内差分信号传输延迟差(intra skew,缩写为Si)的制约。Si带来码(符号)间干扰,差模信号的一部分能量转化为共模噪声,共模噪声的电压随着传输距离的增加而线性增加。当线对内差分信号错位时间比肩信号上升沿时间,共模噪声达到最大值;当信号错位时间攀高为一个信号周期,差分信号完全转变为共模噪声。线对内延迟差(Si)来源于线对内两根导体长度差和绝缘介电常数差。减少线对内传输延迟差的关键之一是两根导体的物理长度一致;其二是二者绝缘有效介电常数相同,并且不单是在同一电缆截面上相同,沿电缆长度也应保持不变。

[0004] 由于芯线绝缘有效介电常数不但取决于单根芯线制造水平(主要是芯线发泡均匀性、绝缘层厚度及偏心、导体直径均匀性),还受到线对屏蔽、线对屏蔽连通地线对单根芯线电容和电感的影响,即两根芯线与线对屏蔽、线对屏蔽连通地线间距离不同、两根芯线对屏蔽位置不对称、芯线与屏蔽见空气孔隙不一样,都将造成两根芯线绝缘有效介电常数存在差异,是导致线对内延迟差的重要原因,也使得线对差分阻抗偏离100Ω。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术的不足,提供一种两根导体芯线各自分别具有屏蔽层,减少

了两根芯线绝缘有效介电常数的差异,优化了线对内延迟的新结构的平行双导线电缆。

[0006] 为实现本发明目的,提供了以下技术方案:一种新型结构的平行双导线电缆,包括线对、护套层,线对包括两根导电芯线,导电芯线包括内导体和内导体外的绝缘层,其特征在于每根导体芯线的绝缘层外均设置有屏蔽层。

[0007] 作为优选,屏蔽层包括内外屏蔽层,内屏蔽层是由里面为聚酯(PET),外面为金属铜箔构成的金属复合带或外屏蔽层为金属丝编织层。

[0008] 作为优选,线对之间的空隙处设置由排流线,线对外设置有线对屏蔽。也可取消。

[0009] 为了更好地模拟实际使用中线对内传输延迟差的可能发生的变化,简化测试程序,本发明提出如下新的测试方法,取代GB/T31834-2015《20GHz及以下数字通信用告诉平行电缆》及中国通信行业标准YD/T XXXX《通信电缆-数字通信用平行双导线电缆及组件》(2016年2月报批稿)的测试方法。线对内传输延迟差本质是线对内两根芯线与屏蔽分别构成的两个传输通道间的相位差。因此,本发明提出通过比较上述通道的相位差的相对值,取代线对内传输延迟差(测试结果为绝对值)。

[0010] 比较线对内两根导电芯线与屏蔽层分别构成的两个传输通道间的相位差,通过相位差对应得到线对内传输延迟差的方法包括以下步骤:

分为三种测试情况:

1) 常温(25±2℃)下测试:测试频率为f(单位为GHz),线对的传输速比为 V_p ,被测线对长度约1300mm,去掉一根芯线长度的一半,精确测试两根芯线的物理长度,得到 L_2 和 L_1 ($L_2 > L_1$, L_1 在400mm~600mm);测试两根芯线的相位,分别得到 ϕ_2 和 ϕ_1 (单位为度),按下式计算相对相位差 ϕ_d :

$$\phi_d = [(\phi_2 - \phi_1) / (L_2 - L_1)] / [360 \times f \times 10^9 / (V_p \times 3 \times 10^8)] \times 100 / 100 \quad (1)$$

或简化为:

$$\phi_d = V_p \times (\phi_2 - \phi_1) / [1200 f \times (L_2 - L_1)] \times 100 / 100; \quad (2)$$

2) 电缆经过高低温循环试验:待电缆冷却至常温后(通常高低温试验结束后24小时),然后测试芯线 L_1 的相位和物理长度,与常温下芯线 L_2 的测试数据比较,按公式(2)计算相对相位差 ϕ_d ;电缆高低温循环试验温度可根据电缆使用要求确定,一般在-40~+80℃之间,分若干温度梯次,参考中国通信行业标准YD/T 2667-2015《通信电缆 聚四氟乙烯绝缘射频同轴电缆 微孔绝缘双层外导体型》中温度相位稳定性测试条件;

3) 电缆经过反复弯曲试验后:测试芯线 L_1 的相位和物理长度,与常温下未经弯曲的电缆中芯线 L_2 的测试数据比较,按公式(2)计算相对相位差 ϕ_d ,电缆弯曲半径和次数可根据电缆使用要求确定,参考YD/T 2667-2015《通信电缆 聚四氟乙烯绝缘射频同轴电缆 微孔绝缘双层外导体型》标准中弯曲相位稳定性测试条件。

[0011] 为实现本发明第三目的,提供了一种新型结构的平行双导线电缆的屏蔽层制作方法,其特征包括以下步骤:内屏蔽层的金属复合带螺旋绕包或纵包在单根导电芯线上,内屏蔽层上设置有外屏蔽层,金属复合带绕包搭接率不低于40%或纵包搭接率不低于15%,外屏蔽层的金属丝编织层密度不小于95%,金属复合带中金属面朝外与金属丝编织层接触。

[0012] 两根具有单独屏蔽的绝缘芯线可采用8字形结构直接挤塑护套;也可用聚酯包带绕包后再挤塑护套。

[0013] 本发明的技术关键在于:

构成线对的两根芯线各自分别具有屏蔽。构成线对后可以具有线对总屏蔽和线对屏蔽连通地线,也可以将二者取消。

[0014] 单芯屏蔽主要有以下三种:单面为金属铜箔、另一面为聚酯(PET)的金属复合带螺旋绕包(或纵包)在单根绝缘芯线上,外面再加金属丝(铜丝或铝合金丝)编织层,其中金属复合带绕包搭接率不低于40%(或纵包搭接率不低于15%),编织层密度不小于95%,金属复合带中金属面朝外与编织层接触;线对外纵包一层单面金属复合带,金属面向内,纵包搭接率不低于25%;两层单面金属复合箔以相反方向交叉螺旋绕包在绝缘芯线上,内层金属复合箔金属面朝外,外层金属复合箔金属面向内,各层绕包搭接率不低于20%,可以在一台设备上完成。

[0015] 为了更好地模拟实际使用中线对内传输延迟差的可能发生的变化,简化测试程序,本发明提出了一种新的测试方法,本发明通过比较通道的相位差的相对值,取代线对内传输延迟差(测试结果为绝对值)。

[0016] 本发明的有益效果:

两根芯线各自分别具有屏蔽,减少了两根芯线绝缘有效介电常数的差异,优化了线对内延迟。

[0017] 由于芯线导体与其外屏蔽间绝缘介质少于常规的平行双导线电缆中绝缘介质,因此绝缘材料得到节约,电缆衰减也因此降低。

[0018] 由于芯线导体与其外屏蔽间结合紧密,在受到弯曲等外部应力时相互之间距离不容易改变,而常规平行双导线电缆中芯线与线对屏蔽二者之间距离及二者之间空隙很容易在受到弯曲等外部应力时发生变化,因此线对差分阻抗稳定性得到提高,减少线对内传输延迟差得到有效降低,并且具有良好的稳定性。

[0019] 两根具有单独屏蔽的绝缘芯线可采用8字形结构直接挤塑护套,使得电缆施工操作简便,在受到弯曲等应力作用时,阻抗衰减低、对间延迟差小、差分均匀。

[0020] 采用本发明制造的电缆,不但技术性能满足要求,而且极大简化了现场安装流程,节约了安装时间和成本。

[0021] 本发明提出的新的测试方法能够更好地模拟实际使用中线对内传输延迟差的可能发生的变化,简化了测试程序。

附图说明

[0022] 图1 是本发明的一种新型结构平行双导线电缆的纵截面示意图。

[0023] 图2 是本发明的一种新型结构平行双导线电缆的横截面示意图。

具体实施方式

[0024] 实施例1:如图1、图2所示:一种新型结构的平行双导线电缆,包括线对1、护套层2,线对1包括两根导电芯线3,导电芯线3包括内导体3.1和内导体3.1外的绝缘层3.2,每根导体芯线3的绝缘层3.2外均设置有屏蔽层。屏蔽层包括内外屏蔽层(4.1、4.2),内屏蔽层4.1是由里面为聚酯(PET),外面为金属铜箔构成的金属复合带,外屏蔽层4.2为金属丝编织层。内屏蔽层4.1的金属复合带螺旋绕包或纵包在单根导电芯线上,金属复合带绕包搭接率不低于40%或纵包搭接率不低于15%,外屏蔽层4.2的金属丝编织层密度不小于95%,金属复合

带中金属面朝外与金属丝编织层接触。线对1之间的空隙处设置由排流线5,线对外设置有线对屏蔽6。

[0025] 实施例2:参照实施例1,线对1之间的空隙处设置由排流线5,线对外设置有线对屏蔽6,取消设置。

[0026] 线对外纵包一层单面金属复合带,金属面向内,纵包搭接率不低于25%;两层单面金属复合箔以相反方向交叉螺旋绕包在绝缘芯线上,内层金属复合箔金属面朝外,外层金属复合箔金属面朝内,各层绕包搭接率不低于20%,可以在一台设备上完成。

[0027] 这里所谓的纵包或绕包搭接率是指金属复合带上下重叠的宽度与其总宽度之比,其定义即测试方法、以及编织密度定义即测试方法均为业界所周知。

[0028] 两根具有单独屏蔽的绝缘芯线可采用8字形结构直接挤塑护套;也可用聚酯包带绕包后再挤塑护套。电缆施工操作简便,在受到弯曲等应力作用时,阻抗衰减低、对间延迟差小、差分均匀电缆不会出现常规的平行双导线电缆

由于芯线导体与其外屏蔽间绝缘介质少于常规的平行双导线电缆中绝缘介质,因此绝缘材料得到节约,电缆衰减也因此降低。

[0029] 由于芯线导体与其外屏蔽间结合紧密,在受到弯曲等外部应力时相互之间距离不容易改变,而常规平行双导线电缆中芯线与线对屏蔽二者之间距离及二者之间空隙很容易在受到弯曲等外部应力时发生变化,因此线对差分阻抗稳定性得到提高,减少线对内传输延迟差得到有效降低,并且具有良好的稳定性。

[0030] 为了更好地模拟实际使用中线对内传输延迟差的可能发生的变化,简化测试程序,本发明提出如下新的测试方法,取代GB/T31834-2015《20GHz及以下数字通信用告诉平行电缆》及中国通信行业标准YD/T XXXX《通信电缆-数字通信用平行双导线电缆及组件》(2016年2月报批稿)的测试方法。线对内传输延迟差本质是线对内两根芯线与屏蔽分别构成的两个传输通道间的相位差。因此,本发明提出通过比较上述通道的相位差的相对值,取代线对内传输延迟差(测试结果为绝对值)。以测试一个线对内两根芯线的相位一致性为例,模拟实际使用情况,试验分三部分:

1) 常温(25 ± 2 °C)下测试。测试频率为 f (单位为GHz),线对的传输速比为 V_p ,被测线对长度约1300mm,去掉一根芯线长度的一半,精确测试两根芯线的物理长度,得到 L_2 和 L_1 ($L_2 > L_1$, L_1 在400mm~600m);测试两根芯线的相位,分别得到 ϕ_2 和 ϕ_1 (单位为度),按下式计算相对相位差 ϕ_d :

$$\phi_d = [(\phi_2 - \phi_1) / (L_2 - L_1)] / [360 \times f \times 10^9 / (V_p \times 3 \times 10^8)] \times 100 / 100 \quad (1)$$

或简化为:

$$\phi_d = V_p \times (\phi_2 - \phi_1) / [1200 \times f \times (L_2 - L_1)] \times 100 / 100 \quad (2)$$

2) 电缆经过高低温循环试验,待电缆冷却至常温后(通常高低温试验结束后24小时),然后测试芯线 L_1 的相位和物理长度,与常温下芯线 L_2 的测试数据比较,按公式(2)计算相对相位差 ϕ_d 。电缆高低温循环试验温度可根据电缆使用要求确定,一般在 $-40 \sim +80$ °C之间,分若干温度梯次,可参考发明人参与制订的中国通信行业标准YD/T 2667-2015《通信电缆聚四氟乙烯绝缘射频同轴电缆 微孔绝缘双层外导体型》中温度相位稳定性测试条件。

[0031] 3) 电缆经过反复弯曲试验后,测试芯线 L_1 的相位和物理长度,与常温下未经弯曲的电缆中芯线 L_2 的测试数据比较,按公式(2)计算相对相位差 ϕ_d 。电缆弯曲半径和次数可

根据电缆使用要求确定,可参考YD/T 2667-2015《通信电缆 聚四氟乙烯绝缘射频同轴电缆 微孔绝缘双层外导体型》标准中弯曲相位稳定性测试条件。

[0032] 上述三种试验方法程序中,第2和第3项均为常规数字通信用平行双导线的标准中所不要求,但却是实际使用中不可回避的问题;在测试相位稳定性方面,本发明较YD/T 2667-2015《通信电缆 聚四氟乙烯绝缘射频同轴电缆 皱纹铜管外导体型》提出的比较相位绝对值方法更为简便,并且适合一切测试频率;在测试相位一致性方面,本方法物理意义较YDT 2651-2013《通信电缆 实芯聚四氟乙烯绝缘编织浸锡外导体射频同轴电缆》更为明晰,避免了该标准中被测电缆只能取特定长度、并且只能在特定频率下进行测试的弊病。

[0033] 按本发明确定的测试方法,在上诉三个测试程序中,不论测试频率, ϕd 均应小于0.17%。用本发明生产的电缆,可以容易达到此项要求,其对应的线对内传输延迟差水平在小于8 ps/m ($12.89\text{ GHz} \leq f \leq 25\text{ GHz}$),达到YD/T XXXX《通信电缆-数字通信用平行双导线电缆及组件》要求水平,高于其测试频率小于12.89 GHz 时线对内传输延迟差水平在小于10ps/m的要求。

[0034] 本发明制造的电缆,不但适合数据中心的需要,而且特别适合第四代和第五代移动通信的需要。移动通信前传已逐步转移到使用通用公共射频接口(CPRI)标准(Ericsson AB and Huawei Technologies Co., Ltd et al. CPRI Specification, V6.1 (2014-07-01). Common Public Radio Interface (CPRI); Interface Specification),该标准规定传输通道的差分阻抗为100 Ω ,目前通常由自两根阻抗为50 Ω 的同轴微波电缆构成,但目前对这两根同轴微波电缆相位一致性并无明确要求,并且同轴微波电缆制造成本高,安装时往往需要现场测试相位一致性,需要逐步调试安装。采用本发明制造的电缆,不但技术性能满足要求,而且极大简化了现场安装流程,节约了安装时间和成本。

[0035] 以上是结合附图1、附图2的实施例,事例说明及帮助进一步理解本发明,但实施例的细节仅是为了说明本发明,并不代表本发明构思下的全部技术方案,因此不应理解为对本发明总的技术方案的限定。在一些技术人员看来,不偏离本发明构思的非实质性改动,例如以具有相同或相似技术效果的技术特征简单改变或替换,均应属于本发明保护范围。上面所述的实施例仅仅是对本发明的优选实施方式进行描述,并非对本发明的构思和范围进行限定,在不脱离本发明设计构思前提下,本领域中普通工程技术人员对本发明的技术方案作出的各种变型和改进,均应落入本发明的保护范围,本发明请求保护的技术内容已经全部记载在权利要求书中。

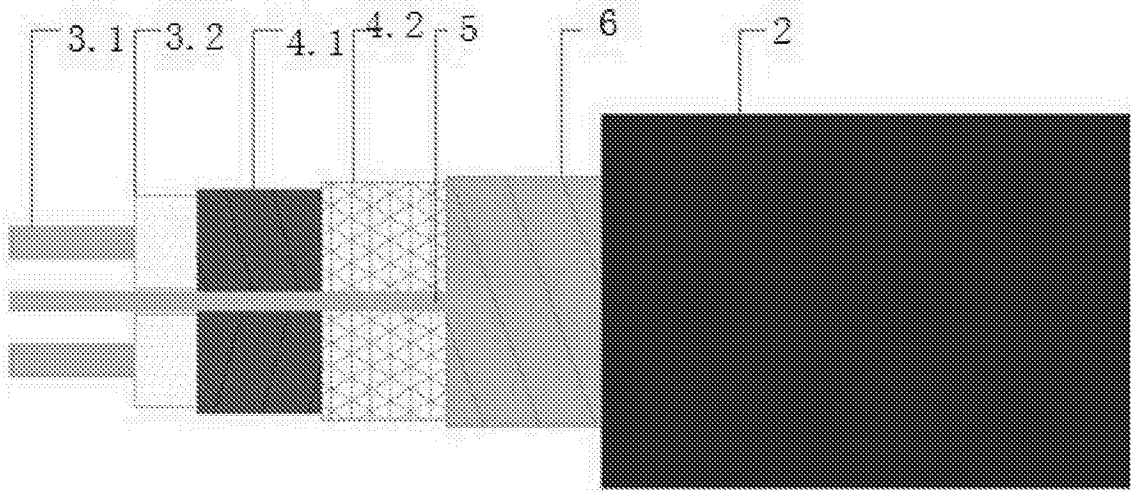


图1

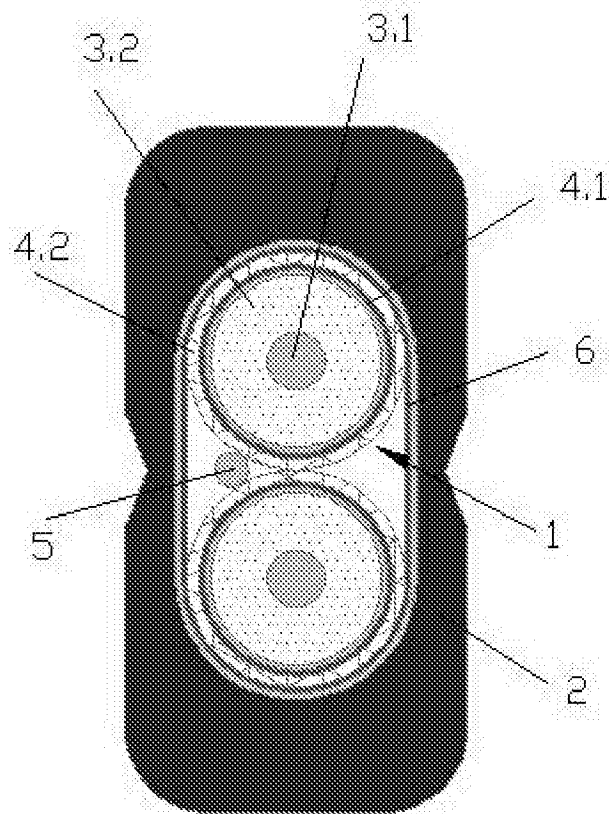


图2