



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103959398 B

(45)授权公告日 2017.03.22

(21)申请号 201280058586.6

(22)申请日 2012.11.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103959398 A

(43)申请公布日 2014.07.30

(30)优先权数据
61/563,863 2011.11.28 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.05.28

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2012/056662 2012.11.23

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/080103 EN 2013.06.06

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 A·C·范伦斯 V·A·亨内肯
R·德克尔

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 王英 陈松涛

(51)Int.Cl.
H01B 7/04(2006.01)
H01B 11/20(2006.01)

(56)对比文件
US 2011284287 A1,2011.11.24,
US 3676576 A,1972.07.11,
CN 101785313 A,2010.07.21,
CN 101840752 A,2010.09.22,

审查员 崔艳

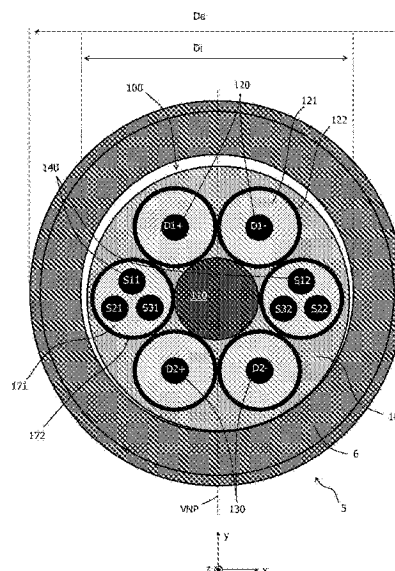
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

用于医疗器械的线缆

(57)摘要

本发明涉及一种电气线缆(100),用于在两个设备之间交换通信信号,尤其是涉及集成到导管或导丝(5)中的线缆(100)。线缆(100)包括至少一对(120、130)差分线(D1+、D1-、D2+、D2-),在工作过程中为其提供相反的电压,从而限定在它们之间的电压中性面(VNP)。此外,线缆(100)包括至少一组(140)单端线(S11、S12;S21、S22;S31、S32),其相对于所述电压中性面(VNP)对称布置。可任选的芯线(110)可以用于提供机械稳定性和额外的电气功能。由于线的特定布置使得从差分线到单端线(反之亦然)的电磁干扰最小。



1. 一种用于在两个设备(1、2)之间交换通信信号的电气高速线缆组件(100、200), 包括:

a) 至少一对(120、130、220、230)差分线(D1+、D1-、D2+、D2-), 所述至少一对差分线将位于它们之间的电压中性面(VNP)定义为平面, 在所述平面中, 仅当所述差分线被提供有相反电压时, 电压近似为零;

b) 至少一组(140、240)单端线(S11、S12; S21、S22; S31、S32), 所述至少一组单端线具有相对于所述电压中性面(VNP)对称的结构;

c) 芯线(110、210), 所述芯线提供机械稳定性。

2. 一种用于在两个设备(1、2)之间经由电气高速线缆组件(100、200)交换通信信号的方法, 所述方法包括以下步骤:

a) 向两条差分线(D1+、D1-、D2+、D2-)提供相反的信号电压, 所述两条差分线将在它们之间的电压中性面(VNP)定义为平面, 在所述平面中, 仅当所述差分线被提供有相反电压时, 电压近似为零;

b) 向单端线(S11、S12; S21、S22; S31、S32)的组(140、240)提供另外的信号电压, 所述单端线的组具有相对于前述电压中性面(VNP)对称的结构。

3. 根据权利要求2所述的方法, 其特征在于,

另外将DC共模电压提供给所述差分线(D1+、D1-、D2+、D2-)。

4. 根据权利要求1所述的电气高速线缆组件(100、200), 其特征在于, 单端线的所述组(140、240)包括相对于所述电压中性面(VNP)对称布置的一对单端线(S11、S12; S21、S22; S31、S32)。

5. 根据权利要求1所述的电气高速线缆组件(100、200), 其特征在于,

下列各项中的至少一个被电屏蔽件(122、172、222)包围: 所述对(120、130、220、230)差分线(D1+、D1-、D2+、D2-)、所述组(140、240)单端线(S11、S12; S21、S22; S31、S32)、和所述对差分线和所述组单端线的线。

6. 根据权利要求2所述的方法, 其特征在于,

所述线缆组件(100、200)包括芯线(110、210), 所述芯线提供机械稳定性。

7. 根据权利要求1所述的电气高速线缆组件(100、200), 其特征在于,

所述芯线(110、210)被布置在所述电压中性面(VNP)中。

8. 根据权利要求1所述的电气高速线缆组件(100、200), 其特征在于,

所述芯线(110、210)与所述线缆组件(100、200)的至少一条其他线和/或电屏蔽件(122、172、222)电气连接。

9. 根据权利要求1所述的电气高速线缆组件(200), 其特征在于,

所述芯线(210)具有非圆形横截面。

10. 根据权利要求1所述的电气高速线缆组件(100、200), 其特征在于,

所述线缆组件(100、200)包括至少两对(120、130)差分线(D1+、D1-、D2+、D2-), 所述至少两对(120、130)差分线(D1+、D1-、D2+、D2-)具有相同的电压中性面(VNP)。

11. 根据权利要求10所述的电气高速线缆组件(100、200), 其特征在于,

以相对于彼此的最大距离布置所述至少两对(120、130)差分线(D1+、D1-、D2+、D2-)。

12. 根据权利要求10所述的电气高速线缆组件(100、200), 其特征在于,

所述芯线(110、210)被布置在所述对(120、130)差分线(D1+、D1-、D2+、D2-)中的差分线对之间。

13. 根据权利要求1所述的电气高速线缆组件(100、200), 其特征在于,

所述线缆组件(100、200)相对于所述电压中性面(VNP)几何对称。

14. 根据权利要求2所述的方法, 其特征在于,

提供给所述差分线(D1+、D1-、D2+、D2-)的相反的信号电压和/或提供给所述单端线(S11、S12; S21、S22; S31、S32)的另外的信号电压是AC信号, 其中, 所述相反的信号电压具有高于20MHz的频率, 并且所述另外的信号电压具有低于5MHz的频率。

15. 一种包括导管或导丝(5)的医疗系统, 所述系统包括第一设备(1)和第二设备(2), 所述第一设备和第二设备由根据权利要求1所述的电气高速线缆组件(100、200)连接。

用于医疗器械的线缆

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电气线缆组件和用于在两个设备之间,具体地是在由导管或导丝连接的设备之间,交换通信信号的方法,以及包括这样的线缆组件的医疗系统。

背景技术

[0002] WO 2011/092202A1公开了一种用于导丝的电气线缆组件,其中,所述导丝的芯金属丝在传送传感器信号时得以有效地使用。

[0003] 此外,US 2011/220389 A1公开了一种超细屏蔽电缆,其可以用于医疗设备中,例如内窥镜或导管。在一个实施例中,该电缆包括两条夹在两个外部导体之间的经涂覆的丝。此外,导电丝带(wire strip)以与外部导体电接触的方式缠绕在所述丝的周围。该外部导体和导电丝带可以用于连接电缆端至地电位。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供允许在两个设备之间的改进的通信的手段,具体地是由导管或导丝连接的设备,在所述导管或导丝中,仅有很少的空间可用于电线。

[0005] 这个目的由用于在两个设备之间交换通信信号的电气高速线缆组件、用于在两个设备之间经由电气高速线缆组件交换通信信号的方法和包括导管或导丝的医疗系统来实现。在从属权利要求中公开了优选实施例。

[0006] 根据第一方面,本发明涉及一种电气线缆组件,用于在两个设备之间交换通信信号,例如在传感器与数据处理单元之间交换通信信号。应注意,通信信号的“交换”应包括单向通信和双向通信这两种情况。电气线缆组件包括以下部件:

[0007] a)至少一对线,即导电的(典型地是金属的)线。由于打算为这些线提供相反的电压,为了引用的目的,在下文中将它们称为“差分线”。此外,两条差分线限定在它们之间的“电压中性面”,依据限定,它是在为两条差分线提供相反电压(假如在周围没有或仅有可忽略的电位)时,在面中的电压变为(近似)零的平面。例如,在以镜面对称方式布置的两条相同差分线的情况下,电压中性面与所述对称面重合。

[0008] b)至少一组线,具有相对于前述电压中性面对称的结构。参考它们预期的操作模式,为了引用,在下文中将这个组的线称为“单端线”。该组可以包括仅一条或(优选地)两条或更多条这样的单端线。

[0009] 在本上下文中,应在以下意义上来理解“线组的对称结构”:几何对称地布置每一条线的特征点,例如其中心线。但通常,不必全部线自身都是几何对称物体(例如它们可以具有不同的横截面),尽管优选地是这种情况。

[0010] 还应注意,将“电压”限定为在两个不同点处的电位之间的差。关于电压(例如,施加到线的,或者在电压中性面中的)的以上描述因此隐含地假定相对于某些(公共)参考电位来确定所述电压,所述参考电位典型地称为“地”且依据这个限定具有零电压。

[0011] 此外,相对于理论情形来限定“电压中性面”(的几何位置),其中,仅为两条差分

线-不为任何其他部件-提供电压,即相反的电压。一旦被限定,电压中性面就保持相同,即使将其他电压施加到差分线和/或即使将电压施加到其他部件(例如单端线),尽管在电压中性面中的实际电压于是通常不再为零。

[0012] 线缆组件将典型地包括额外的部件,例如外部绝缘件或外套,将线彼此分离的绝缘件等。此外,所提及的(差分 and 单端)线将典型地沿线缆组件的轴彼此平行地延伸。

[0013] 根据第二方面,本发明涉及一种用于经由电气线缆组件在两个设备之间交换通信信号的方法。所述方法包括以下步骤,其可以按所列出的顺序或任何其他适当的顺序来执行:

[0014] a)向两条“差分线”提供(典型地高频/HF)相反的信号电压。如以上,两条差分线将在它们之间的电压中性面限定为当仅为两条差分线提供相反电压时,其中电压近似为零的平面。

[0015] b)向相对于前述电压中性面具有对称结构的“单端线组”提供另外的信号电压。

[0016] 电气线缆组件和方法是相同发明构思的不同实现方式,即相对电压中性面对称的线布置。为这些实现方式之一所提供的解释和限定因此对于其他实现方式也是有效的。

[0017] 以上限定电气线缆组件和方法的优点在于它们允许在两个设备之间鲁棒的通信,即使在连接线缆组件内部的线必须彼此接近地布置的情况下。这是因为提供了差分线,借助它,可以以差分操作发送高速信号,且提供了额外的单端线,用于借助单端信号的低速通信。由高速差分信号引起的电磁干扰可以影响相邻单端线。但由于相对于高速信号的电压中性面对称的布置,这些干扰会在单端线中大体上彼此补偿。

[0018] 本发明进一步涉及一种医疗系统,包括第一设备和第二设备,它们由上述类型的电气线缆组件连接,从而允许根据以上方法的通信信号的交换。医疗系统可以特别地包括导管或导丝,在其中集成了所述电气线缆组件。这是特别有利的,因为越来越多地需要与在导管或导丝尖端的传感器或激励器的通信,而另一方面线的可用空间被严格地限制。

[0019] 在下文中,将公开本发明的多个优选实施例,它们可以结合以上限定的电气线缆组件、方法和医疗系统来实现。

[0020] 根据一个优选实施例,除了上述的相反信号电压以外,还将DC共模电压提供给差分线。如果相反信号电压例如是(+V1)和(-V1),所述DC共模电压是(V0),那么在一条差分线上的有效电压将为(V0+V1),在另一条差分线上的为(V0-V1)。如果没有电压施加到周围的任何其他部件,那么在电压中性面中得到的电压在此情况下将等于(V0)。如果存在多于一对差分线,就可以为每一对独立地提供不同的共模电压。而且,共模电压可以可任选地为低频信号(例如,具有低于约5MHz的频率)。这样,能够在差分对上多路复用例如用于控制的额外信号。

[0021] 单端线应具有相对于电压中性面对称的结构。这可以包括位于电压中性面自身中的一条或多条单端线(因而是对于自己对称的)。根据优选实施例,存在至少一对单端线,包括在电压中性面外延伸的第一单端线,和在电压中性面的相反侧上布置在相对于所述第一线的镜面对称位置的第二单端线。前述对的两条单端线于是可以共同用于传送单个电压信号(即在电气线缆组件的输入端将相同电压施加到两条线)。这是有利的,因为由差分线上的差分信号引起的可能的干扰会因为两条单端线的特定对称布置而彼此补偿。

[0022] 至少一对差分线、至少一组单端线、和/或这个对或组的一条或多条线分别可以可

任选地由电屏蔽件包围。这有助于减小在多条线之间的串扰。

[0023] 根据本发明的另一个优选实施例,电气线缆组件包括“芯线”,其向电气线缆组件提供机械稳定性。芯线典型地是金属线,例如由不锈钢构成,尽管其他导电或非导电材料也可以。如同其名称所指的,“芯线”优选地设置在电气线缆组件内的某些中心位置。

[0024] 前述芯线优选地布置在由差分线对限定的电压中性面中。于是能够使得在芯线(如果导电的)中的电磁干扰最小。

[0025] 芯线可以可任选地连接到线缆组件的至少一条其他线和/或线缆组件的屏蔽件。如果芯线导电,它就从而一除了其机械功能以外一满足电气功能,例如传送公共的参考电压(“地”)。

[0026] 在另一个实施例中,芯线可以具有非圆形横截面(依据限定,所述横截面位于垂直于线缆组件的轴的平面中)。横截面例如可以是多边形的。非圆形横截面的优点是其有助于在限定的位置布置并固定电气线缆组件的其他部件。

[0027] 电气线缆组件可以可任选地包括多于一对差分线,以允许多个(差分)信号的传送。在此情况下,与每一对差分线相关的电压中性面优选的重叠(即所有差分线对具有同一电压中性面)。

[0028] 前述两对或更多对差分线优选地布置在相对于彼此的最大距离上,其中,可能的最大值当然受到电气线缆组件的给定尺寸的限制。彼此相距尽可能远地布置差分线对的优点是使得相互串扰最小。

[0029] 当提供了两对或更多对差分线时,上述的芯线优选地布置在它们之间,从而提供针对串扰的额外屏蔽。

[0030] 根据优选实施例,线缆组件相对于由差分线对限定的电压中性面几何对称。这表示电气线缆组件的所有组件的几何形状和布置(差分线、单端线、屏蔽件、绝缘件等)是对称的。因此,几何对称包括线中心的通常布置以及线的横截面。另外,对称还可以包括各个组件的材料。因而可以实现相对于电压中性面的最佳平衡,其有助于使得来自差分线(及差分线上的)电磁干扰的总影响最小。

[0031] 提供给差分线的相反电压信号(例如(+V1)和(- V1))和/或提供给单端线的另外信号电压典型地是AC信号(即V1的符号重复改变)。更具体地,在差分线上的相反电压信号优选地是高速信号,具有高于约20MHz的频率。在单端线上的另外信号电压优选地是低速信号,具有低于约5MHz的频率。因而可以利用各个信号的最佳范围。

附图说明

[0032] 本发明的这些及其他方面依据下文所述的实施例会是显而易见的,并参考其来加以阐明。

[0033] 在附图中:

[0034] 图1示意性地显示了线缆组件在医疗系统中的应用;

[0035] 图2显示了通过常规同轴线缆组件的横截面;

[0036] 图3显示了未屏蔽的双绞线对的侧视图;

[0037] 图4显示了通过包括根据本发明的线缆组件的导丝的示意性横截面;

[0038] 图5显示了通过根据本发明的可替换的线缆组件的横截面,其中芯线具有非圆形

横截面；

[0039] 图6示出了当驱动具有5MHz频率的差分电流通过顶部差分线对时，为根据本发明的线缆组件模拟的电场(左侧)、磁通量(中间)和感应电流密度(右侧)；

[0040] 图7示出了当驱动具有100MHz频率的差分电流通过顶部差分线对时，为根据本发明的线缆组件模拟的电场(左侧)、磁通量(中间)和感应电流密度(右侧)；

[0041] 图8示出当驱动具有5MHz频率的单端电流通过一对单端线时，为根据本发明的线缆组件模拟的电场(左侧)、磁通量(中间)和感应电流密度(右侧)。

[0042] 类似的参考标记或者以100的整数倍区分的标记在附图中指代相同或相似的部件。

具体实施方式

[0043] 可以通过在介入式器械—诸如导管和导丝—的尖端集成成像和感测设备来改进在最小侵入性保健过程中的诊断和治疗。但这些器械极为有限的尺寸在集成所需功能时造成了重要的难题。微细加工(MEMS)传感器可以与ASIC技术结合，在极小区域中实现了先进的成像和/或感测功能。相关趋势是越来越大量的数据需要从器械尖端传送到外部设备。

[0044] 图1示意性地显示了例如通过导管或导丝延伸的线缆组件100的使用，用于在尖端(在体内)的设备1与外部设备2(在体外)之间通信。这个相互连接必须以有效的方式传送信号，其基本上表示：需要在尖端的很少硬件，少量(最少的)线，同时保持信号完整性。由于可用于布线的有限空间，低线数量是重要的。导丝内径的典型尺寸约为260μm。这还限制了用于在体内的功能的区域。

[0045] 因此，需要为了在标准导丝中的使用而被优化的高速电气线缆组件。组件典型地具有2米的长度和约250μm的直径。由于涉及的频率(例如10MHz-500MHz)，线缆特性将由传输线效应来确定。线缆损耗由布线电阻来支配，其由于小的直径和长的长度而较高，而与频率有关的损耗(趋肤效应(skin-and proximity-effect))恶化了对于高频的情形。

[0046] 图2显示了在用于标准传输线中时的标准同轴线缆组件10的横截面。典型地，信号电流流过导电芯11，同时返回电流(没有任何其他电流!)流过屏蔽件13，其由绝缘件12隔开。同轴线缆组件的最后层是非导电护套14，其防止在屏蔽件与外部部件之间的电流路径。

[0047] 如果屏蔽件足够厚，就可以在同轴电气线缆组件10内部捕获到产生的电磁(EM)场，而在线缆组件外部没有产生EM场。同轴的特征阻抗由电介质的介电常数(ϵ_R)和电介质的芯的尺寸来按照以下公式确定：

$$[0048] \quad Z_0 = \frac{120}{2\sqrt{\epsilon_R}} \cdot \ln\left(\frac{D2}{D1}\right)$$

[0049] 其中，D1是芯11的直径，D2是屏蔽件13的内直径。

[0050] 芯11的直径D1和所用材料的电阻率(ρ)确定芯串联电阻。在具有D1 = 30μm直径的铜芯的情况下，低频芯电阻R由以下给出：

$$[0051] \quad R \approx \frac{L \cdot \rho}{\pi/4 \cdot D1^2} \approx L[m] \cdot \frac{21400}{D1^2[\mu m]} \approx L[m] \cdot 24 \Omega$$

[0052] 由于趋肤效应，有效串联电阻在高频增大。在125MHz，串联电阻加倍，在500MHz，串

联电阻壁在DC高约4倍。

[0053] 同轴电气线缆组件10的信号衰减与以上特征阻抗(Z_0)和芯损耗(R)的比有关。提出的公式显示了同轴线缆的小型化导致电气性能降级。而且,同轴电气线缆组件的电气性能由屏蔽件(13)的质量来确定。导电屏蔽件的串联电阻 R_s 必须比线缆的特征阻抗小得多($R_s \ll Z_0$),以避免信号的衰减。而且避免了在屏蔽件上的电压降落,其导致在同轴电气线缆组件外部的电磁辐射。在小型化的电气线缆组件的情况下,直径 D_2 较小,因此屏蔽件的厚度应相对高。根据经验,屏蔽件必须具有大于 3δ 的厚度,其中, δ 是在阻挡电磁场中有效的材料的趋肤深度(对于在100MHz频率的铜, $3\delta = 20\mu\text{m}$);这对于外部和内部EN场也是如此。

[0054] 图3显示了由绝缘件22、22'包围的线21、21'的未屏蔽的(双绞的)对20的侧视图。典型的未屏蔽双绞线对可以用于传送差分信号,即线21、21'都传送相同的信号,但具有相反的极性。因此,净共模电流为零,且没有净电流流入地或其他返回节点。

[0055] 由于在紧密对齐的线上使用差分信号,由电气线缆组件20产生的总电磁辐射(EMI)相对较低,电气线缆组件对于外部电磁辐射(EMS)具有适度的敏感性。对线进行绞合可以相当大地改进EMI和EMS性能。

[0056] 在无限大且均匀的电介质中的两条平行线对的特征阻抗由电介质的介电常数 ϵ_r 、线的半径 r 和线之间的距离 D 来确定:

$$[0057] \quad Z_0 = \frac{120}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln\left(\frac{D}{r}\right)$$

[0058] 双绞线的特征阻抗典型地高于同轴线缆的特征阻抗,这在小型化时是有利的。但重要的是认识到,公式假定包围两条芯线的固定电介质。在用于导丝内部时,就不是这个情况;(双绞)线会由其他线包围。而且,电气线缆组件可以由空气($\epsilon_r = 1$)或水($\epsilon_r = 80$)或二者的混合物包围。包围电气线缆组件的导丝可以由导电材料(例如不锈钢)或非导电材料构成。这些相关性导致双绞线会具有取决于其环境的不同阻抗特性,这使得未屏蔽电气线缆组件难以用于在导丝中传送高频信号。

[0059] 鉴于以上背景,本发明的目的是提供一种电气高速线缆组件,其可以用于标准导丝中,在这个应用中的特定问题在于用以在导丝内布线的可用空间极为有限。导丝的内径典型地可以约为 $260\mu\text{m}$,其中,这个区域的重要部分已经由钢芯线占用了,所述钢芯线设置在导丝内部来为它提供其机械特性。

[0060] 本发明提出的解决方案包括可以用于标准导丝中的电气高速线缆组件,所述导丝集成了不锈钢芯线以使得它有助于组件的电气功能。而且,电气线缆组件以使得高速差分信号线和低频单端信号传输线的电磁串扰对于彼此的性能几乎没有影响的方式组合了这两类信号线。这表示即使在极小区域中聚集线,也可以保持信号完整性。这样,以最佳方式使用了导丝(或小导管)中可用的有限空间。

[0061] 图4显示了通过当所提出的电气线缆组件100在位于导丝5的管6内时的所提出的电气线缆组件100实施例的横截面。导丝管的外径 D_o 例如约为 $350\mu\text{m}$,其内径 D_i 约 $260\mu\text{m}$ 。线缆组件100的直径使得它可以放置在(标准的)导丝管5内部。

[0062] 电气线缆组件100包括以下部件:

[0063] -第一对120“差分线”(D1+)和(D1-),其每一个都嵌入到绝缘件121中(低K电介质材料),并由例如镀金的导电屏蔽件122包围。绝缘件121的介电常数必须较低以使得差分线

的特征阻抗最大。两条差分线将“电压中性面”VNP限定为如果为两条线(D1+)和(D1-)提供相反极性的HF电压,在面中的电压就变为零的平面。由于差分线(D1+)和(D1-)在几何形状和材料上都相同,电压中性面VNP就在所示情况中对应于对称平面。

[0064] -第二对130“差分线”(D2+)和(D2-),其如同第一对一样被隔离并屏蔽。布置第二线(D2+)和(D2-)以使得其电压中性面与前述电压中性面VNP一致。

[0065] -第一对140“单端线”S11和S12,其相对于电压中性面VNP对称布置。

[0066] -第二对“单端线”S21和S22,其相对于电压中性面VNP对称布置。

[0067] -第三对“单端线”S31和S32,其相对于电压中性面VNP对称布置。

[0068] -绝缘件171,嵌入前述对的第一单端线S11、S21、S31中,屏蔽件172包围它们。这个屏蔽是优选的,但不是绝对必需的。

[0069] -绝缘件,嵌入到前述对的第二单端线S12、S22、S32中,可任选的屏蔽件包围它们。

[0070] -优选地具有低导磁率的(不锈)钢芯线110,具有圆形横截面以有助于导丝的期望机械特性,例如均匀可弯性、轴向刚度和可扭转性。

[0071] -填料材料101,提供绝缘护套,其防止电流流到组件外部并进入人体中。

[0072] 期望的线缆组件100的高度对称有益于其弯曲行为的均匀性,并有益于电磁特性。

[0073] 应注意,将电压中性面VNP的几何位置限定为,如果为两条差分线(D1+)和(D1-)提供相反极性的电压,并且没有其他部件连接到任何电压,其中的电压就变为零的平面。但如果共模信号(DC或LF)施加到差分线和/或如果单端信号(DC或LF)提供给单端线和/或芯线,这个电位就会影响电压中性面VNP的电位,以及环境的电位。通常,电压中性面VNP中的电压于是不再为零(这不矛盾,因为条件不再对应于电压中性面的限定的条件)。但由于线位置的对称性(差分的和单端的),在位置(x,y)上的电位变化会与在镜像位置(-x,y)上的电位变化相同,其中,x=0是电压中性面VNP的位置。由于差分对的线位于一些位置(-x_{wd},y)和(x_{wd},y),这个电位变化将不影响差分信号。对于单端线同样有些类似。由于对称性,组合的线将不遭受到在差分线上的信号(但单端线会干扰其他单端线,这是优选地将这些线上的信号限制为DC和LF信号的原因)。

[0074] 芯线110已经被集成到组件中,并具有以下三个功能:它给与导丝其所需的机械特性,它提供屏蔽的电气连接,和它简化了信号线的正确对齐。具体地,钢芯连接充当公共参考(例如地GND)。

[0075] 如上所述,组件典型地配备有两对120、130“高速差分线”(D1+,D1-;D2+,D2-),优化它们以传送高速差分信号,和多条“低速单端线”(S11,S12;S21,S22;S31,S32),其成对使用,并使用单端信号传输。

[0076] 将两个高速差分线对120、130以最大距离彼此平行放置,以使得串扰最小。低频信号线(S11,S12;S21,S22;S31,S32)和芯线110物理放置在高速差分线对之间,有助于高频信号的EM场的屏蔽。

[0077] 如果并且由于低频线(S11,S12;S21,S22;S31,S32)有助于屏蔽,在低频信号线中感应出涡流。通过组合感应出等量但符号相反的EM电流的两条低速信号线(例如,S11和S12;S21和S22;S31和S32),在成对线中的净EM能量会接近零。这表示连接到(成对)信号线的外部电路几乎不会受到EM干扰,从而保持了信号完整性。

[0078] 起因于钢相对于高速和低速信号线的位置,自动地在钢芯中感应的涡流具有零的

净值。

[0079] EM能量的消除也可以以相反方式来进行:假如成对低频信号线(S11,S12;S21,S22;S31,S32)产生EM能量(其不太可能),这对差分线(D1+,D1-;D2+,D2-)中的差分高频信号的质量几乎没有影响,因为这个能量仅会导致共模干扰。

[0080] 高频差分线(D1+,D1-;D2+,D2-)配备有高导电性的同轴线缆状屏蔽122。将低速单端线(S11,S12;S21,S22;S31,S32)收集到组中,并且有可能也给与屏蔽172。因为所述的EM能量消除,可以将所有导电屏蔽122、172连接到一个信号节点,例如芯线110。这使得线缆组件耗费的区域最小。

[0081] 在导丝或导管的尖端的体内功能典型地主要包括传感器和激励器,其与驱动和/或读出电子装置集成,集合在一个或多个ASIC中。由于有限的区域几乎没有空间可用于大量的电源去耦。因此,选择差分电路布局是有吸引力的,其避免了在电源与地中的与信号相关的电流,从而避免了本地电源的高频干扰。

[0082] 由于与所用信号频率有关的在体内和体外功能之间的机械距离,线缆特性由传输线效应来确定。为了保证所需的差分性能,重要的是一对的两条信号线都“见到”相同的环境,及因此相同的特征阻抗。而且,重要的是两条信号线同等地受到潜在的电磁干扰。这需要线缆组件中的很强的对称性,例如它由线缆组件100的所述实施例提供。

[0083] 在图4的线缆组件实施例中,芯线110的形状是圆形。图5显示了通过电气线缆组件200的第二实施例的横截面,其中,给与钢芯线210(在此是多边形的)预定形状,以易于信号线的对齐。例如,预定形状可以通过滚轧成形或研磨来实现。线缆组件200的另一个区别是每一对220、230差分线中的两条线都由共用的屏蔽件222包围。

[0084] 所述线缆组件100、200允许使用差分信号传输来传送两个高速信号。与标准同轴线缆相比,组件使用共同且通过芯线连接到体内和体外设备的薄屏蔽件。由于将单个屏蔽件短接到芯线,无需将单个屏蔽件连接到外部部件,可以以例如镀金或镀铜实现屏蔽。

[0085] 高速对(120,130;220,230)的两条差分线可以放置在单个屏蔽件222中(图5),或者可以给与两个屏蔽件122(图4)。使用单个屏蔽件可以得益于面积的观点;使用在线之间的屏蔽件可以给与更好限定的特征阻抗,因为在两条线之间和在线与屏蔽件之间的控制更好的距离。

[0086] 选择屏蔽件的厚度在EM特性与面积之间折衷。如果在信号频率 $\geq 100\text{MHz}$ 使用,合理的厚度应为 $5\text{--}10\mu\text{m}$ ($=1\text{--}2\delta$, δ 为铜的趋肤深度)。这个厚度给与信号线限定的特征阻抗,并减小了将在屏蔽件外的EM辐射减小到一定程度。应注意,使用差分信号传输已经相当大地减小了净EM场。

[0087] 在应用中,非铁磁性不锈钢芯线110、210具有到公共电压节点(例如,地)的电流连接。尽管不锈钢具有相对高的电阻率,但由于短接的屏蔽件的高电导率,该连接的总电阻相对较低。而且,由于高速信号的差分行为,流过芯线的净电流低。

[0088] 线缆组件100、200集成了多条低频单端线(S11,S12;S21,S22;S31,S32),用以传送低频信号,例如电源或偏置电压。在所示实施例中,存在三个单端低频信号对。这些单端线(S11,S12;S21,S22;S31,S32)的芯直径有可能略大,以减小串联电阻以便能够驱动较大(电源)电流。由于其低频特性,在低频单端线之间的距离和绝缘介质的特性不太关键。

[0089] 图6—8显示了对提出的电气线缆组件100(图4)的模拟结果。每一个图都显示了电

场(左侧图,表面图)、磁通量(中间图,等值线图)和感应电流密度(右侧图,表面图)。所用结构的尺寸的结果是直径252 μm 的电气线缆组件。屏蔽层(厚度6 μm)以及信号线假定为由铜制成,中心芯线由非铁磁性钢制成。该模拟假定在沿垂直于图面的方向上流动有电流的无限长的线缆组件。

[0090] 在图6所示的第一模拟中,以具有5MHz频率的差分电流驱动上差分线对(图4中的D1+、D1-)。没有向剩余结构驱动任何外部电流。

[0091] 在图7所示的第二模拟中,以具有100MHz频率的差分电流驱动上差分线对(图4中的D1+、D1-)。没有向剩余结构驱动任何外部电流。

[0092] 在图8所示的第三模拟中,将电流驱动到低频单端线对(在此是图4的线S11和S21的对140)。针对5MHz频率的信号运行该模拟,该频率被认为是有可能用于单端线的最高频率。

[0093] 应注意,通过假定电流将仅在垂直于图面的方向上流动(即沿线缆轴)来简化模拟中电气线缆组件的电磁行为。

[0094] 图6显示了中等频率(5MHz)电磁场(EM场)可以穿透薄的屏蔽。该图还显示了在低频单端线中产生了感应电流,这表明这些线有助于电磁屏蔽并防止EM场到达第二高速差分线对。

[0095] 由于低频单端线是成对使用的——由相对于电中性线VPN轴向对称定位的两条线构成一对,感应电流具有相同的量值但相反的相位。这表示净EM干扰在成对的连接上最小。换个说法,感应电流会在线缆中环流,不会离开线缆,因此不会干扰外部组件和电流。

[0096] 从图6可以见到,EM场可以穿透屏蔽,这表示对于这些(相对低的)频率而言,特征阻抗没有很好地明确,它随电气线缆组件所应用的环境而变化(例如水而非空气)。

[0097] 当在较高信号频率(例如,如图7所示的100MHz)使用时,屏蔽更为有效,这表示高速差分线对的特征阻抗得以较好地明确,它对于环境变化(例如在水中相对于在空气中使用)不太敏感。这表示电气线缆组件可能最好在高数据率和信号频率使用。

[0098] 图8显示了驱动单端信号发送电流通过低频单端线对(返回电流经由芯线流动)的模拟的结果。EM场穿透薄的屏蔽,并能够到达差分线对。但由于单端线对相对于差分线对的位置,EM能量将仅会导致对电气线缆组件的差分信号传输几乎不会影响的共模能量。

[0099] 应注意,高速差分线对保持着对来自低到中频率的外部EM场的干扰的敏感。通过使用反平行的两个高速差分对(图4中的120、130),可以消除大部分的干扰。

[0100] 总之,本发明提出了一种高速电气线缆组件,其为在导丝中使用做了优化。该组件集成了钢芯线,赋予导丝所需的机械特性。在所提出的组件中,这条芯线实现多个目的:除了机械功能,它还有助于电气线缆组件的电气功能,它帮助信号线的适当对齐。而且,该电气线缆组件组合了高速差分信号线和低频单端信号传输线,使得这两类信号线的电磁(EM)串扰对于彼此的性能几乎没有影响。这表示可以保持信号完整性。本发明尤其适用于具有最小侵入性器械的通信链路,例如来自导丝的超声成像或体内传感器(流、压力、温度)。

[0101] 尽管在附图和前述说明中详细示出并说明了本发明,但这种示出和说明应被认为是说明性或示例性的而非限制性的;本发明不限于所公开的实施例。本领域技术人员依据对附图、公开内容和所附权利要求书的研究,在实践所要求的发明时可以理解并预期对公开的实施例的其他变化。在权利要求书中,词语“包括”不排除其他要素或步骤,不定冠词

“一”不排除多个。仅仅在相互不同的从属权利要求中表述的特定措施的这一事实不表示这些措施的组合不能被加以利用。权利要求中的任何符号都不应解释为限制范围。

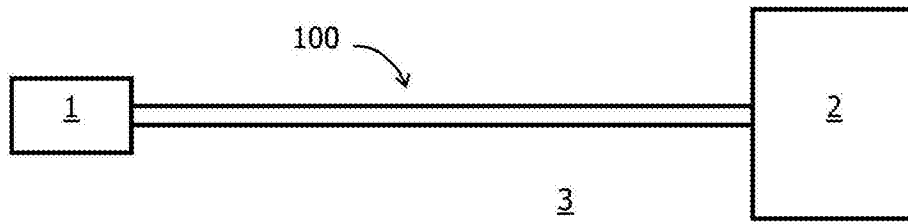


图1

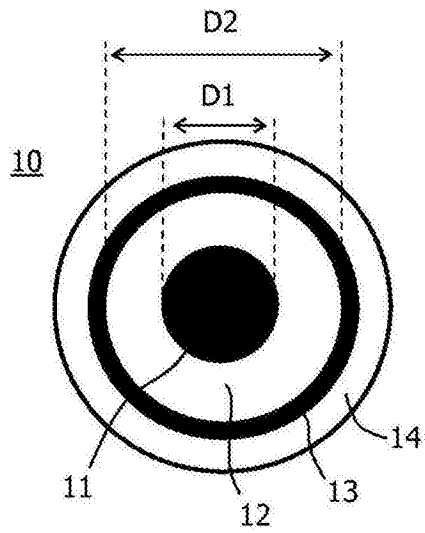


图2

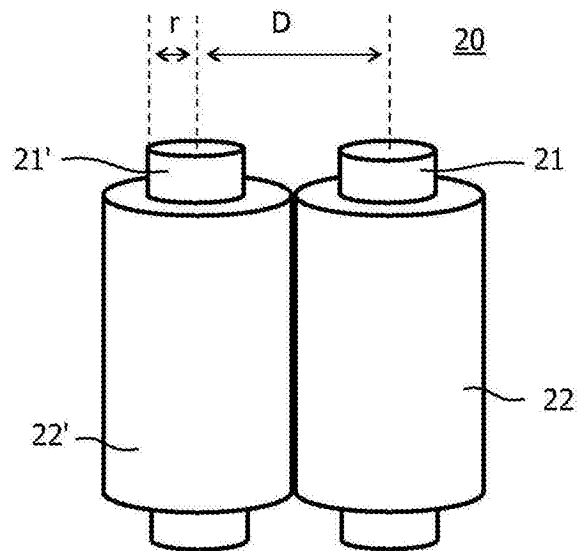


图3

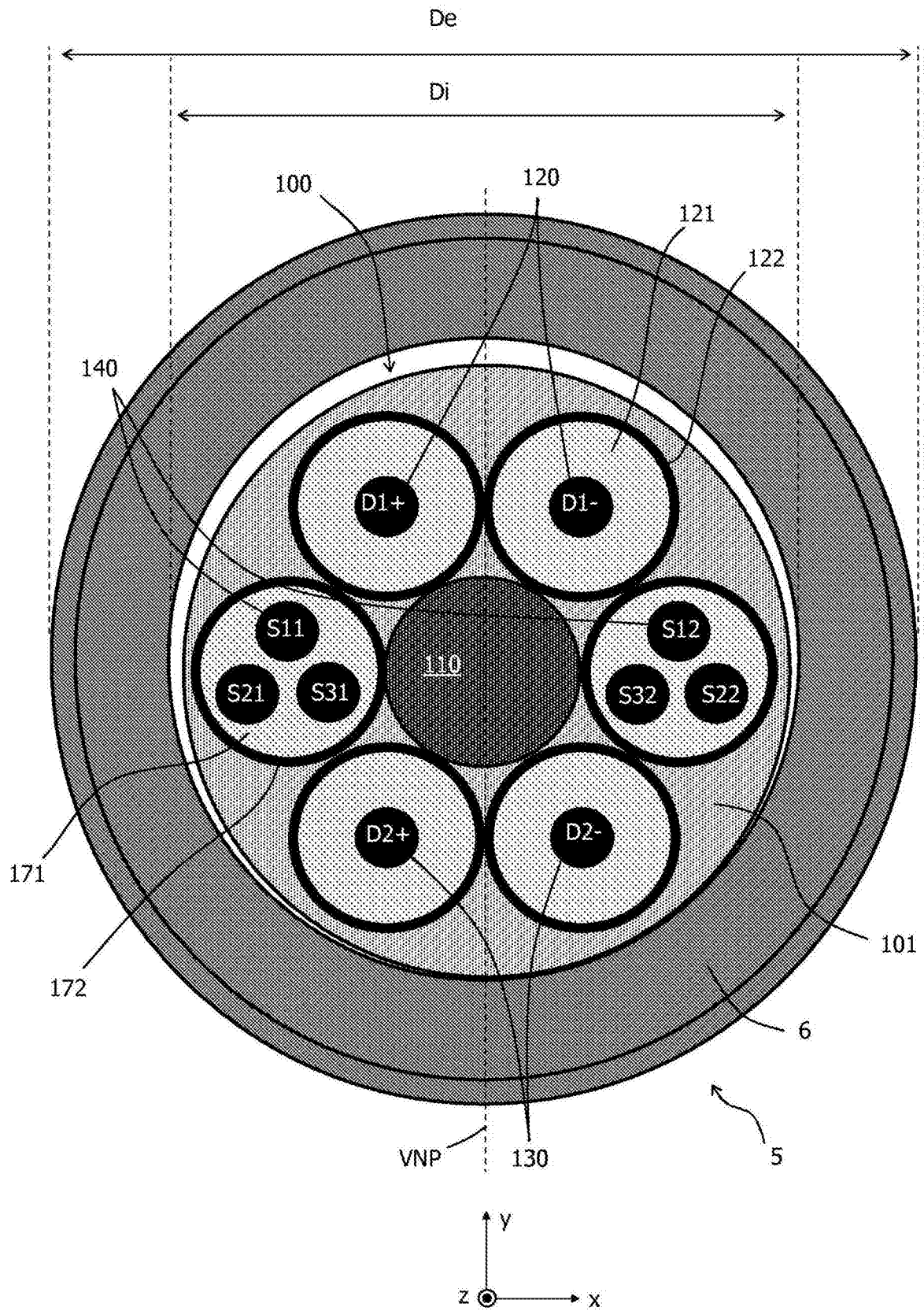


图4

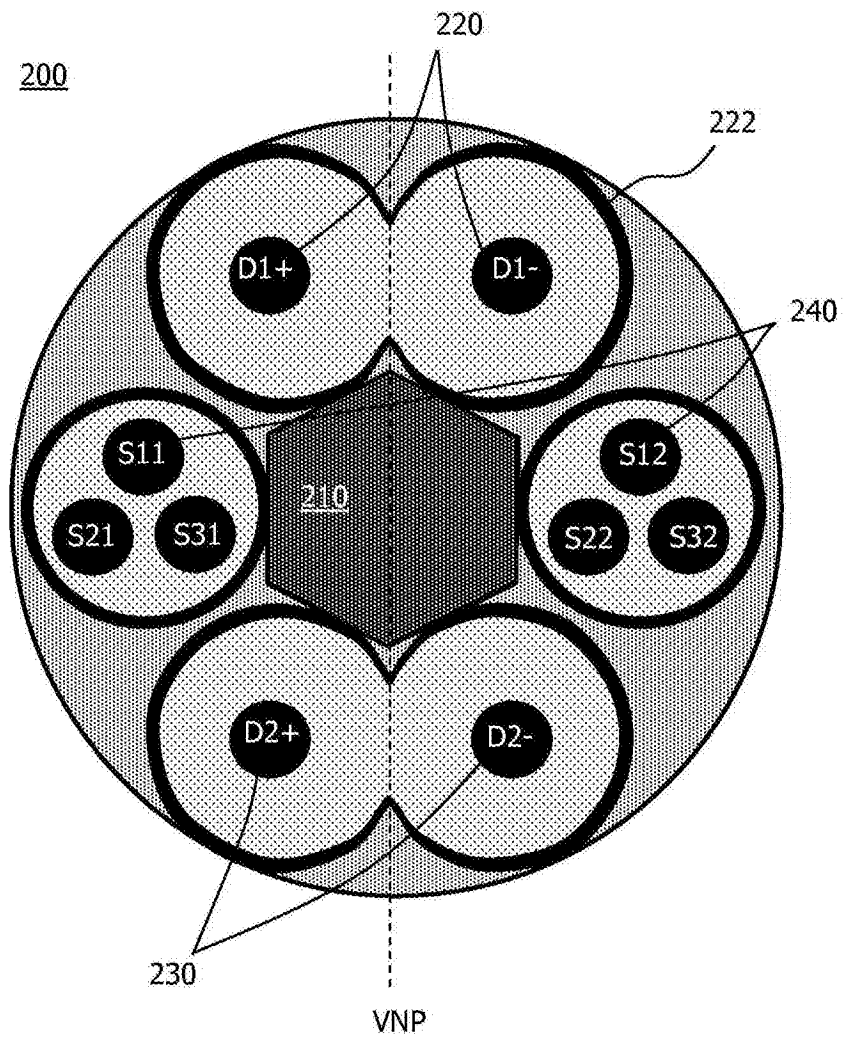


图5

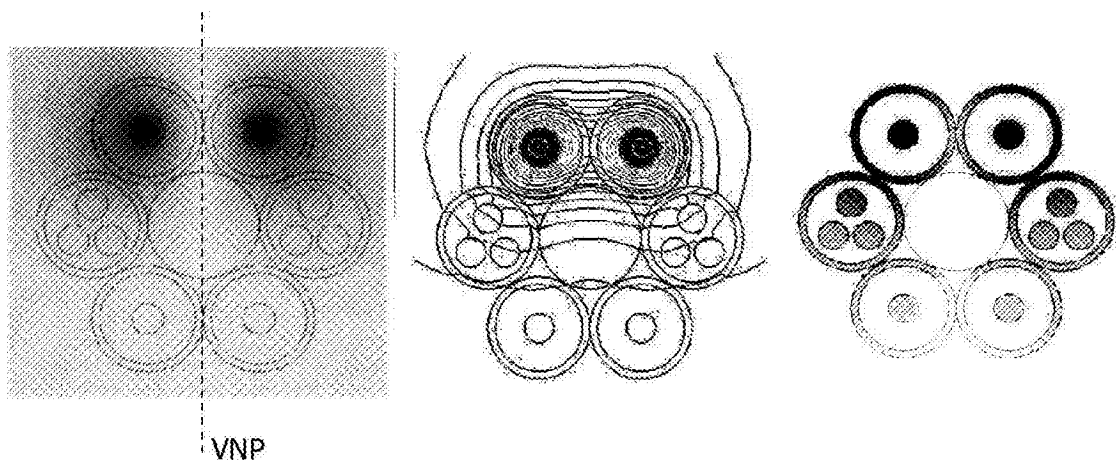


图6

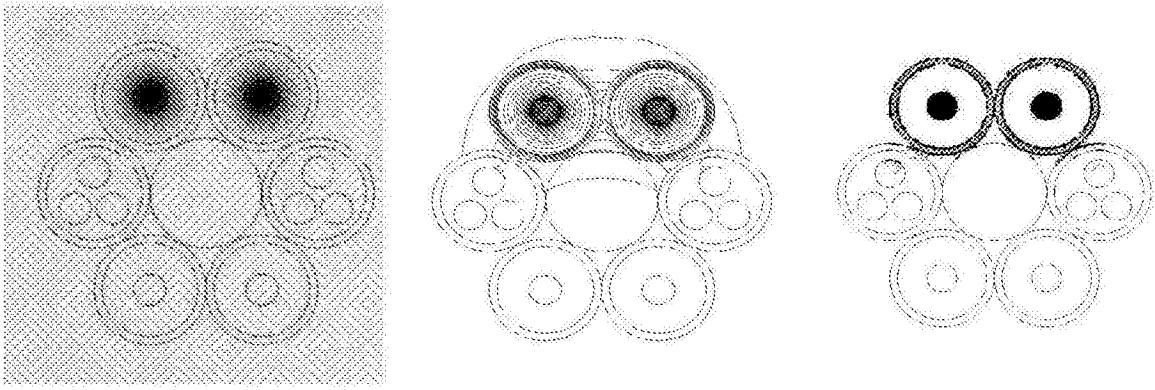


图7

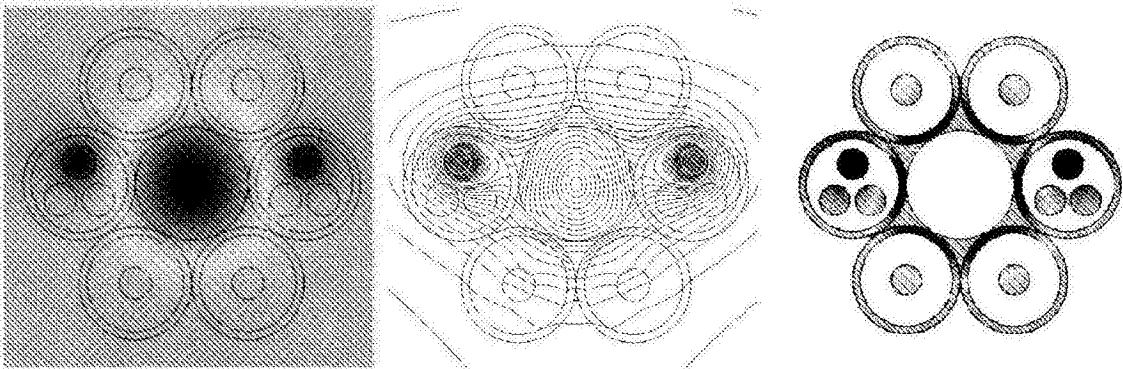


图8