



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102610304 B

(45) 授权公告日 2016.01.13

(21) 申请号 201210015515.X

CN 1776830 A, 2006.05.24,

(22) 申请日 2012.01.18

US 2006054334 A1, 2006.03.16,

(30) 优先权数据

CN 201465627 U, 2010.05.12,

2011-011708 2011.01.24 JP

审查员 杨颖娜

2011-196737 2011.09.09 JP

(73) 专利权人 日立金属株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 杉山刚博 南亩秀树 熊仓崇

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 金鲜英 刘强

(51) Int. Cl.

H01B 7/02(2006.01)

H01B 7/17(2006.01)

(56) 对比文件

US 5349133 A, 1994.09.20,

CN 201247648 Y, 2009.05.27,

CN 1235692 A, 1999.11.17,

JP 2008226564 A, 2008.09.25,

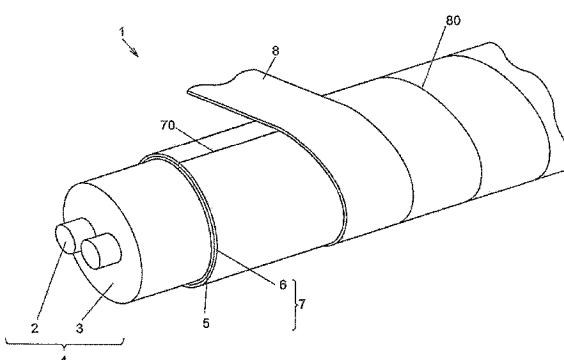
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

差动信号传输用电缆

(57) 摘要

本发明提供一种抑制时滞和差模 - 共模变换量的差动信号传输用电缆。例如图 1 所示，差动信号传输用电缆 (1) 具备以下部分而大致构成：相距一段距离并平行地排列的一对导线 (2)，包覆一对导线 (2)、横向的截面的外周形状是将曲率半径不同的多条曲线组合而成的形状的绝缘体 (3)，缠绕设置于绝缘体 (3) 上、横向的截面的内周形状是将基于绝缘体 (3) 的外周形状的多条曲线组合而成的形状的金属箔带 (7)。



1. 一种差动信号传输用电缆，具备：

相距一段距离并平行地排列的一对导体，

包覆所述一对导体、横向的截面的外周形状是将曲率半径不同的多条曲线组合而成的形状的绝缘体，

缠绕设置于所述绝缘体上、横向的截面的内周形状是将基于所述绝缘体的所述外周形状的所述多条曲线组合而成的形状的屏蔽导体，以及

包覆所述屏蔽导体的包覆部件，

所述屏蔽导体沿着所述绝缘体的纵向具有接缝或重叠的区域，

所述屏蔽导体具有绝缘部件和在所述绝缘部件的与所述包覆部件相对的面上设置的导电膜，

所述绝缘体的所述多条曲线的曲率半径的最小值是所述多条曲线的曲率半径的最大值的  $1/20 \sim 1/4$ ，

所述绝缘体的所述截面的所述外周形状具有椭圆形状，所述截面的短径是长径的 0.37 倍  $\sim 0.63$  倍。

2. 如权利要求 1 所述的差动信号传输用电缆，所述包覆部件在所述屏蔽导体上以螺旋状具有接缝或重叠的区域。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的差动信号传输用电缆，所述绝缘体使用发泡材料来形成。

4. 如权利要求 3 所述的差动信号传输用电缆，所述绝缘体在外侧具有发泡度比内部小的层。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的差动信号传输用电缆，在所述屏蔽导体与所述绝缘体之间，不含接地线。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的差动信号传输用电缆，所述一对导体间的距离小于所述一对导体与所述屏蔽导体之间的距离。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的差动信号传输用电缆，其能够传输 10Gbps 以上的高速信号。

8. 如权利要求 1 所述的差动信号传输用电缆，所述绝缘体为大致椭圆形状，在横向的截面上具有短轴方向的宽和长轴方向的宽，并且长轴方向的宽比该短轴方向的宽长。

9. 如权利要求 8 所述的差动信号传输用电缆，所述屏蔽导体具有与绝缘体相对的绝缘部件，和在所述绝缘部件的外侧面上设置的导电膜。

10. 如权利要求 9 所述的差动信号传输用电缆，所述导电膜进行了焊接。

11. 如权利要求 9 所述的差动信号传输用电缆，在所述屏蔽导体的外侧具备以螺旋状缠绕的捆扎带。

12. 如权利要求 11 所述的差动信号传输用电缆，从所述屏蔽导体向所述绝缘体的表面不断施加压力 P。

13. 如权利要求 12 所述的差动信号传输用电缆，在所述屏蔽导体的内侧，未设置接地线。

14. 如权利要求 8 ~ 13 中任一项所述的差动信号传输用电缆，所述一对导体间的距离小于所述一对导体与所述屏蔽导体之间的距离。

15. 如权利要求 14 所述的差动信号传输用电缆，所述一对导体间的距离以及所述一对

导体与所述屏蔽导体之间的距离是指在所述长轴方向上的距离。

## 差动信号传输用电缆

### 技术领域

[0001] 本发明涉及差动信号传输用电缆。

### 背景技术

[0002] 作为以往的技术,已知一种平行两芯屏蔽电线,其是对平行排列的一对绝缘电线进一步平行排列至少一根接地导体,用金属箔带将该一对绝缘电线和接地导体一起卷绕并作为屏蔽导体,用外罩包覆该屏蔽导体的外周部的平行两芯屏蔽电线(例如参照专利文献1)。

[0003] 专利文献1中记载的平行两芯屏蔽电线通过金属箔带的卷绕来形成屏蔽导体,因此能够缩短制造所花的时间。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2002-289047号公报

### 发明内容

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 就专利文献1中的平行两芯屏蔽电线而言,在横向的截面上,金属箔带出现平坦的部分。该平坦部分中,金属箔带的张力方向与平坦部分的表面所形成的面平行,因此不会发生基于张力的按压金属箔带的压力,金属箔带容易松弛。以往的平行两芯屏蔽电线存在由于金属箔带的松弛而导致时滞(skew)和差模-共模变换量(differential mode to common mode conversion amount)增加的问题。

[0009] 因此,本发明的目的在于提供一种抑制时滞和差模-共模变换量的差动信号传输用电缆。

[0010] 解决课题的方法

[0011] 为了达成上述目的,本发明提供一种差动信号传输用电缆,具备:相距一段距离并平行地排列的一对导体,包覆一对导体、横向的截面的外周形状是将曲率半径不同的多条曲线组合而成的形状的绝缘体,和缠绕设置于绝缘体上、横向的截面的内周形状是将基于绝缘体的外周形状的多条曲线组合而成的形状的屏蔽导体。

[0012] 优选上述差动信号传输用电缆的绝缘体的多条曲线的曲率半径的最小值为多条曲线的曲率半径的最大值的 $1/20 \sim 1/4$ 。

[0013] 优选上述差动信号传输用电缆的绝缘体的截面的外周形状具有椭圆形状,且截面的短径为长径的0.37倍~0.63倍。

[0014] 优选上述差动信号传输用电缆具备包覆屏蔽导体的包覆部件,且屏蔽导体具有绝缘部件和在绝缘部件的与包覆部件相对的面上设置的导电膜。

[0015] 优选上述差动信号传输用电缆的屏蔽导体沿着绝缘体的纵向具有接缝或重叠的区域,且包覆部件在屏蔽导体上以螺旋状具有接缝或重叠的区域。

[0016] 优选上述差动信号传输用电缆的屏蔽导体在绝缘体上以螺旋状具有接缝或重叠的区域,且包覆部件是编织物(編組)。

[0017] 优选上述差动信号传输用电缆的绝缘体使用发泡材料来形成。

[0018] 优选上述差动信号传输用电缆在外侧具有发泡度比内部小的层。

[0019] 发明效果

[0020] 根据本发明的差动信号传输用电缆,能够抑制时滞和差模-共模变换量。

## 附图说明

[0021] 图1是实施例1的差动信号传输用电缆的立体图。

[0022] 图2中,图2(a)是在横向切断实施例1的差动信号传输用电缆的剖视图,(b)是在横向切断差动信号传输用电缆的截面的示意图。

[0023] 图3中,图3(a)是表示在比较例1的截面为圆形的绝缘电线上缠绕捆扎带(binder tape)时的张力T与压力P的关系的示意图,(b)是表示在比较例2的具有平坦部的绝缘电线上缠绕捆扎带时的张力T与压力P的关系的示意图。

[0024] 图4是表示实施例1的差动信号传输用电缆的曲率半径与发生金属箔带的松弛的概率的关系的图。

[0025] 图5中,图5(a)是实施例2的差动信号传输用电缆的横向的剖视图,(b)是关于曲率半径的最大值与最小值的图。

[0026] 图6是表示实施例3的差动传输用电缆的剖视图。

[0027] 图7是变形例的差动信号传输用电缆的立体图。

[0028] 符号说明

[0029] 1... 差动信号传输用电缆;2... 导线;3... 绝缘体;4... 绝缘电线;5... 塑料带;6... 金属箔;7... 金属箔带;8... 捆扎带;9... 编织物;30... 区域;31... 绝缘体层;70... 接缝;80... 接缝;100... 绝缘电线;101... 金属箔带;102... 绝缘电线;103... 平坦部;104... 曲线部。

## 具体实施方式

[0030] [实施方式的要点]

[0031] 实施方式的差动信号传输用电缆具备:相距一段距离并平行地排列的一对导体,包覆一对导体、横向的截面的外周形状是将曲率半径不同的多条曲线组合而成的形状的绝缘体,和缠绕设置于绝缘体上、横向的截面的内周形状是将基于绝缘体的外周形状的多条曲线组合而成的形状的屏蔽导体。

[0032] [实施例1]

[0033] (差动信号传输用电缆1的构成的概要)

[0034] 图1是实施例1的差动信号传输用电缆的立体图。图2(a)是在横向切断实施例1的差动信号传输用电缆的剖视图,(b)是在横向切断差动信号传输用电缆的截面的示意图。图2(b)中虚线所表示的两个圆是为了容易进行说明而图示的,显示了在制作具有和差动信号传输用电缆1相同程度的横向的截面形状的电缆时所使用的绝缘电线的截面形状。以下除非特别说明,截面表示在横向切断的截面。

[0035] 作为一个例子,该差动信号传输用电缆1是使用了10Gbps以上的差动信号的服务器、路由器及存储器等电子设备间或电子设备内的差动信号传输用电缆。

[0036] 所谓该差动信号传输,是在一对导线中,将相位相差180°的信号用不同的导线传输,在接收装置侧,取出该相位不同的2个信号的差分。由于在该一对导线中流动的电流相互以反方向流动,因此从作为该电流流动的传输路径的导线辐射的电磁波减小。另外,由于在差动信号传输中,从外部遭受的噪声平均叠加在2根导线上,因此通过取出差分能够除去噪声。

[0037] 如图1所示,本实施例的差动信号传输用电缆1例如具备以下部分而大致构成:相距一段距离并平行地排列的一对导线2(导体),包覆一对导线2、横向的截面的外周形状是将曲率半径不同的多条曲线组合而成的形状的绝缘体3,缠绕设置于绝缘体3上、横向的截面的内周形状是将基于绝缘体3的外周形状的多条曲线组合而成的形状的作为屏蔽导体的金属箔带7。

[0038] 另外,本实施例的差动信号传输用电缆1例如具备作为包覆金属箔带7的包覆部件的捆扎带8,金属箔带7具备作为绝缘部件的塑料带5和在塑料带5与绝缘体3相对的面的相反侧的面(即,与捆扎带8相对的面)上设置的作为导电膜的金属箔6。

[0039] 导线2例如为铜等良导电体的单线或对该导电体实施了镀敷等的单线。另外,导线2的半径r例如为0.511mm。另外,导线2与导线2的间隔L例如为0.99mm。该间隔L表示导线2的截面上的、导线2的中心与导线2的中心的间隔。另外,在重视弯曲特性的情况下,导线2例如可以使用绞合多根导线而形成的绞线。

[0040] 绝缘体3例如使用介电常数(誘電率)、介质损耗角正切小的材料来形成。该材料例如为聚四氟乙烯(PTFE)、全氟烷氧基(PFA)、聚乙烯等。另外,为了减小介电常数、介质损耗角正切,绝缘体3可以使用发泡绝缘树脂作为发泡材料来形成。例如使用发泡绝缘树脂来形成的情况下,绝缘体3可以使用在树脂中混入发泡剂并通过成型时的温度来控制发泡度的方法、以成型压力注入氮等气体并在压力释放时进行发泡的方法等来形成。

[0041] 绝缘体3例如如图2(b)所示,截面形状为大致椭圆形状,作为一个例子,长轴方向的宽W<sub>1</sub>为2.8mm,短轴方向的宽W<sub>2</sub>为1.54mm。

[0042] 另外,绝缘体3例如具有被连结图2(b)中用虚线表示的2个圆的顶点而形成的面和绝缘体3所包围的区域30(用斜线表示的区域)。该用虚线表示的圆例如为内接于绝缘体3的截面的外周的圆。在例如将图2(b)中用虚线表示的2个圆作为绝缘电线时,区域30表示在包覆该2根绝缘电线的绝缘体中未形成的绝缘体3的区域。作为一个例子,该区域30的最大宽t为0.07mm。以下,一边参照比较例1和比较例2,一边对绝缘体3的截面形状进行进一步说明。

[0043] 图3(a)是表示在比较例1的截面为圆形的绝缘电线上缠绕捆扎带时的张力T与压力P的关系的示意图,(b)是表示在比较例2的具有平坦部的绝缘电线上缠绕捆扎带时的张力T与压力P的关系的示意图。

[0044] 这里,差动信号传输用电缆为了传输数Gbps的高速信号而需要减小时滞。该时滞是指差动信号间的到达时间的时间差(即,对内时滞)。

[0045] 在例如使用2根绝缘电线来形成电缆时,时滞由于以下因素而产生:绝缘体的微小介电常数差、绝缘体的微小外径差、在绝缘体的纵向附加的接地线的微小偏移、设置于绝

缘体的外侧的金属箔带的松弛引起的在绝缘体和金属箔带的界面上产生的空隙等。

[0046] 另外,差动信号传输用电缆由于需要减低 EMI (Electro-Magnetic Interference),因此需要将差模 - 共模变换量抑制在低水平。如果电缆的(左右)对称性不好,则输入的差动信号的一部分变换为共模信号。将该变换为共模的比例称作差模 - 共模变换量。特别地,在端口 2 出现的共模信号相对于端口 1 的差动信号的比例可以作为 S 参数进行测定,用“Scd21”表示。

[0047] 作为减小时滞的方法,已知通过用 1 个绝缘体共同包覆 2 个导体从而抑制绝缘体的介电常数差的方法。另外,作为其他方法,还已知通过在用屏蔽用的导体包覆 2 根绝缘电线之前,缠绕绝缘体带以相对拉开屏蔽物与导体的距离,从而增强导体间的电磁耦合、制作时滞难以发生的电缆的方法。

[0048] 确认上述减小时滞的方法对于由绝缘体内部的介电常数差引起的时滞有一定的效果,通过使绝缘体的外周形状恒定同时形成为不产生导体的位置偏移,可谋求时滞的减小。

[0049] 但是,由于缠绕在绝缘体上的金属箔带的松弛而产生的空隙所带来的影响即使实施上述对策也会稍微残留。在例如用作 10Gbps 相当的高速信号传输用电缆时,差动信号传输用电缆由于该空隙所带来的影响,存在成品率下降的问题。

[0050] 该金属箔带的松弛在例如将金属箔带缠绕在绝缘体上的情况或纵向附加金属箔带、缠绕捆扎带的情况中的任一情况下均会发生。

[0051] 缠绕的金属箔带发生松弛的原因例如可举出金属箔带按压绝缘体的力、即金属箔带施加于绝缘体的压力 P 小。

[0052] 如图 3(a) 所示,在截面为圆形的绝缘电线 100 上缠绕金属箔带 101 的比较例 1 的情况下,按照与金属箔带 101 的张力 T 平衡的方式,将力作用于绝缘电线 100。

[0053] 该力成为在绝缘电线 100 的侧面施加的压力 P,该压力具有  $P = T / (2wr_1)$  ( $w$ :金属箔带的宽、 $r_1$ :绝缘电线的半径) 所示的关系。

[0054] 另一方面,如图 3(b) 所示,在截面为将平坦部 103 和曲线部 104 组合而成的形状的绝缘电线 102 上缠绕金属箔带 101 的比较例 2 的情况下,在曲线部 104 上施加与上述的  $P = T / (2wr_1)$  所示的 P 相同的压力。但是,在平坦部 103,金属箔带 101 的张力 T 的方向与平坦部 103 的表面所形成的面平行,因此基于张力 T 而在平坦部 103 附加的压力 P 为零。

[0055] 这里,在排列 2 根圆形的绝缘电线而形成的截面形状和如图 3(b) 所示的将曲线部 104 和平坦部 103 组合而成的截面形状的任一中,在缠绕金属箔带 101 时,在其截面上都存在金属箔带 101 成为直线状的部分。

[0056] 也就是说,比较例 2 的情况下,缠绕金属箔带 101 时,由于金属箔带 101 的张力 T 与平坦部 103 的表面所形成的面平行,因此力不作用于平坦部 103。在平坦部 103,由于缠绕金属箔带 101 时的差动信号传输用电缆的微小移动、金属箔带 101 的张力的微小变化等,会产生缠绕的金属箔带 101 的松弛。其结果,时滞产生且差模 - 共模变换量增加。

[0057] 根据上述结果,本实施例的绝缘体 3 在图 2(b) 的纸面的上下具有作为图 2(b) 所示的斜线部分的区域 30。因此,就通过缠绕金属箔带 7 而产生的压力 P 的矢量而言,没有金属箔带 7 的张力 T 的方向与平坦部 103 的表面所形成的面平行的地方。

[0058] 金属箔带 7 的塑料带 5 使用例如聚乙烯等树脂材料来形成。

[0059] 金属箔带 7 的金属箔 6 例如将铜或铝与塑料带 5 的一面粘在一起而形成。

[0060] 另外,金属箔带 7 沿着绝缘体 3 的纵向具有接缝或重叠的区域。本实施例的金属箔带 7 例如以包覆绝缘电线 4 的绝缘体 3 的方式进行卷烟。该卷烟是沿着绝缘体 3 的纵向附加金属箔带 7,从绝缘体 3 的纵向的侧面缠绕一次金属箔带 7 的方法。图 1 所示的接缝 70 例如通过使金属箔带 7 的纵向的一端部与另一端部相对,从而沿着纵向产生。另外,金属箔带 7 比绝缘体 3 的横向的外周长时,产生金属箔带 7 的一端部和另一端部重叠的区域。

[0061] 捆扎带 8 例如使用树脂材料来形成。

[0062] 捆扎带 8 在金属箔带 7 上以螺旋状具有接缝或重叠的部分。本实施例的捆扎带 8 例如以包覆金属箔带 7 的方式、以螺旋状进行缠绕。捆扎带 8 以横向的一端部与另一端部不重叠的方式缠绕在绝缘体 3 上。因此,图 1 所示的接缝 80 在金属箔带 7 上以螺旋状形成。另外,以捆扎带 8 的一端部与另一端部重叠的方式缠绕在金属箔带 7 上时,在金属箔带 7 上以螺旋状产生重叠区域。

[0063] 以下,对于本实施例的差动信号传输用电缆 1 的制造方法进行说明。

[0064] (差动信号传输用电缆 1 的制造方法)

[0065] 首先,用绝缘体 3 包覆一对导线 2,制作绝缘电线 4。具体而言,相距一段距离并平行地配置导线 2。作为一个例子,该一对导线 2 相距 0.99mm 并平行地进行配置。另外,作为一个例子,导线 2 的半径  $r$  为 0.511mm。接着,使用发泡聚乙烯来包覆一对导线 2,形成绝缘体 3。作为一个例子,该绝缘体 3 的形成通过调整发泡度、以绝缘体 3 的相对介电常数(比誘電率)成为 1.5 的方式进行。

[0066] 另外,绝缘体 3 的形状具有由图 2(b) 所示的曲率半径不同的多条曲线组成的形状,作为一个例子,长轴方向的宽  $W_1$  为 2.8mm,短轴方向的宽  $W_2$  为 1.54mm。这里,作为一个例子,区域 30 的最大宽  $t$  为 0.07mm。作为一个例子,该区域 30 的曲率半径为 7mm。

[0067] 该绝缘体 3 例如通过制作基于绝缘体 3 的形状的挤出机的挤出喷嘴、从该挤出喷嘴与一对导线 2 同时挤出发泡聚乙烯来形成。

[0068] 接着,沿着绝缘电线 4 的纵向附加金属箔带 7,将金属箔带 7 缠绕在绝缘电线 4 上。该缠绕以塑料带 5 侧与绝缘体 3 相对、金属箔 6 侧露出至外侧的方式进行。另外,金属箔 6 为了在后续工序中进行焊接而露出至外侧。

[0069] 接着,在金属箔带 7 上以螺旋状缠绕捆扎带 8、经过规定工序后,得到差动信号传输用电缆 1。

[0070] (关于曲率半径与金属箔带 7 的松弛的关系)

[0071] 图 4 是表示实施例 1 的差动信号传输用电缆的曲率半径与发生金属箔带的松弛的概率的关系的图。图 4 中,横轴为曲率半径,纵轴为金属箔带 7 的松弛发生率。该金属箔带 7 的松弛发生率是指在所制作的电缆整体中,在某一电缆截面上,在绝缘体 3 和金属箔带 7 之间产生空隙的概率。

[0072] 金属箔带 7 的松弛发生率的测定通过以下所示方法实施。首先,从制作的电缆全长均衡地选出电缆样品,观察电缆的截面。在各个样品中,确认在绝缘体 3 和金属箔带 7 之间有无空隙,将有空隙的样品的数量相对于样品全体的数量的比例作为松弛发生率。

[0073] 从该图 4 所示的测定结果可知,如果绝缘体 3 的区域 30 的曲率半径为 14mm(位于纵向的曲线的曲率半径的 20 倍)以下,则金属箔带 7 的松弛发生率为数%以下,可以维持差动信号传输用电缆 1 的性能。

[0074] 另一方面,区域 30 的曲率半径为 2.8mm(位于纵向的曲线的曲率半径的 4 倍)时,金属箔带 7 的松弛发生率降低,但区域 30 引起的厚度的增加约为 0.25mm。由于该增加,差动信号传输用电缆 1 的特性阻抗增大。另外,就曲率半径设为 2.8mm 而制作的差动信号传输用电缆而言,绞合多根差动信号传输用电缆而成的电缆的外径增大,难以操作。因此,曲率半径的范围优选为 4 倍~20 倍。

[0075] (实施例 1 的效果)

[0076] 根据本实施例的差动信号传输用电缆 1,能够抑制时滞和差模 - 共模变换量。具体而言,如图 2(b) 所示,差动信号传输用电缆 1 的绝缘体 3 的截面的外周是曲率半径不同的多条曲线的组合,即,包含曲率半径为 0.7mm 的位于纵向的曲线和曲率半径为 7mm 的区域 30 而构成。因此,在差动信号传输用电缆 1 中,在绝缘电线 4 上缠绕捆扎带 8 时,以与金属箔带 7 的张力 T 平衡的方式,在绝缘体 3 的表面上不断施加压力 P。如果使张力 T 恒定,则认为压力 P 与截面的外周的曲率半径成反比,因此区域 30 的压力 P 降低至长轴方向的大约 1/10,但在绝缘体 3 中未形成区域 30 的情况下,如上述所示,在直线部分不对绝缘体施加压力 P。

[0077] 另外,本实施例的绝缘体 3 由于形成了区域 30,因此不断在绝缘体 3 上施加压力 P,因此在绝缘体 3 上缠绕金属箔带 7 时,即使绝缘电线 4 移动,或者捆扎带 8 的张力 T 与规定的张力相比减弱,也能够抑制捆扎带 8 的松弛的发生。因此,能够抑制金属箔带 7 的松弛,从而能够抑制在绝缘体 3 和金属箔带 7 的界面上产生的空隙的形成。因此,本实施例的差动信号传输用电缆 1 能够抑制由于时滞和差模 - 共模变换量增大所引起的性能的下降。

[0078] [实施例 2]

[0079] 实施例 2 在绝缘体 3 的横向的截面的外周形状为椭圆形状这一点上与实施例 1 不同。

[0080] 图 5(a) 是实施例 2 的差动信号传输用电缆的横向的剖视图,(b) 是关于曲率半径的最大值和最小值的图。图 5(b) 中,横轴是 x 轴,纵轴是 y 轴。该椭圆中,在 x 轴上存在长轴,在 y 轴上存在短轴。另外,在以下的各实施例中,对于具有与实施例 1 相同的构成和功能的部分,赋予与实施例 1 相同的符号,省略其说明。

[0081] 就本实施例的差动信号传输用电缆 1 而言,绝缘体 3 的外周形状是具有焦点 A 和焦点 B 的椭圆形状。关于其他的构成,与实施例 1 的差动信号传输用电缆 1 同样。

[0082] 另外,本实施例的差动信号传输用电缆 1 的制造方法在形成具有长径 (= 2a) 为 3.20mm、短径 (= 2b) 为 1.64mm 的椭圆形状的绝缘体 3 这一点上与实施例 1 不同。

[0083] 本实施例的差动信号传输用电缆 1 在将捆扎带 8 缠绕在金属箔带 7 上时,不断在绝缘体 3 上附加压力 P。另外,金属箔带 7 附加在绝缘体 3 上的压力 P 的矢量指向图 5(b) 所示的焦点 A 和焦点 B 中的任一个。

[0084] 使该金属箔带 7 的张力 T 恒定时,如上述所示,压力 P 与绝缘体 3 的截面的外周的曲率半径成反比。因此,如图 4 所示,将表示长径 2a、短径 2b 的椭圆的式子记作式 (1) 时,该椭圆曲线上的任意的点 (x, y) 处的曲率半径为式 (2)。

[0085] 数 1

[0086] 
$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad \dots \quad (1)$$

[0087] 数 2

[0088] 
$$R = a^2 b^2 \left( \frac{x^2}{a^4} + \frac{y^2}{b^4} \right)^{\frac{3}{2}} \quad \dots \quad (2)$$

[0089] 根据该式 (2) 可知, 曲率半径在  $b^2/a \sim a^2/b$  的范围内变化。因此, 压力 P 的最小值为最大值的  $(b/a)^3$  倍, 即, 如果为本实施例的形状, 则压力 P 在短轴上降低至大约 13% 左右。

[0090] 但是, 本实施例的差动信号传输用电缆 1 与实施例 1 同样, 能够以不断在绝缘体 3 上附加压力的方式缠绕金属箔带 7, 因此将金属箔带 7 缠绕在绝缘体 3 上时, 即使绝缘电线 4 移动, 或者捆扎带 8 的张力 T 与规定的张力相比减弱, 也能够抑制发生捆扎带 8 的松弛。

[0091] 其结果是, 由于能够抑制金属箔带 7 的松弛, 因此能够抑制在绝缘体 3 和金属箔带 7 的界面上产生的空隙的形成。另外, 与实施例 1 相比, 由于无曲率半径急剧变化的地方, 因此间隙产生的概率进一步减小。因此, 本实施例的差动信号传输用电缆 1 能够抑制由于时滞和差模 - 共模变换量增大所引起的性能的下降。

[0092] 另外, 如上述所示, 曲率半径的最小与最大之比为  $(b/a)^3$ 。因此, 对于曲率半径,  $1/20 \sim 1/4$  的范围就是绝缘体 3 的截面的短径为长径的 0.37 倍 ~ 0.63 倍, 如果曲率半径处在该范围内, 则与实施例 1 同样, 能够抑制金属箔带 7 的松弛。

[0093] [ 实施例 3 ]

[0094] 实施例 3 在绝缘体 3 的内部和外周部发泡度不同这一点上与上述各实施例不同。

[0095] 图 6 表示实施例 3 的差动传输用电缆的剖视图。图 6 中, 被绝缘体 3 的外周和虚线包围的区域是绝缘体层 31。

[0096] 本实施例的差动信号传输用电缆 1 在绝缘体 3 的内部和外周部发泡度不同。关于其他的构成, 与实施例 1 的差动信号传输用电缆 1 同样。就该发泡度而言, 作为一个例子, 内部为 50%, 绝缘体层 31 为数%。

[0097] 绝缘体 3 的绝缘体层 31 与绝缘体 3 的内部相比, 发泡度减小。也就是说, 绝缘体 3 由于形成有绝缘体层 31, 因此外周部比内部硬。

[0098] 另外, 本实施例的差动信号传输用电缆 1 的制造方法与实施例 1 和实施例 2 同样, 使用挤出机来包覆一对导线 2, 但此时包含以在绝缘体 3 的最外周再包覆发泡度小的绝缘体层 31 的方式进行挤出的工序。其他的制造方法与实施例 1 和实施例 2 同样。

[0099] 根据本实施例的差动信号传输用电缆 1, 与实施例 1 和实施例 2 的差动信号传输用电缆相比, 由于在外周部形成了绝缘体层 31, 因此绝缘体 3 的形状稳定, 因此从捆扎带 8 受到的压力 P 更加稳定地作用于绝缘体 3 上。其结果是, 由于能够抑制金属箔带 7 的松弛, 因此能够抑制在绝缘体 3 和金属箔带 7 的界面上产生的空隙的形成。因此, 本实施例的差动信号传输用电缆 1 能够抑制由于时滞和差模 - 共模变换量增大而引起的性能的下降。

[0100] (变形例)

[0101] 图7是变形例的差动信号传输用电缆的立体图。变形例的差动信号传输用电缆1中,金属箔带7在绝缘体3上以螺旋状具有接缝80,包覆金属箔带7的包覆部件是编织物9。该金属箔带7是将由铜构成的金属箔6与塑料带5的一面粘在一起而形成的,编织物9使用64根裸线直径为0.08mm的铜裸线。

[0102] 本变形例的差动信号传输用电缆1中,绝缘体3具有实施例1~实施例3中的任一实施例记载的形状,因此即使以螺旋状缠绕金属箔带7,也能够抑制松弛的发生。其结果是,能够抑制在绝缘体3和金属箔带7的界面上产生的空隙的形成。因此,本变形例的差动信号传输用电缆1能够抑制由于时滞和差模-共模变换量增大所引起的性能的下降。

[0103] 另外,金属箔带7可以在绝缘体3上以螺旋状具有重叠的区域。

[0104] 以上说明了本发明的实施方式、实施例及其变形例,但上述记载的实施方式、实施例和变形例不限定权利要求的范围所涉及的发明。另外应该注意,实施方式、实施例和变形例中说明的特征的全部组合未必是用于解决发明课题的方法所必须的。

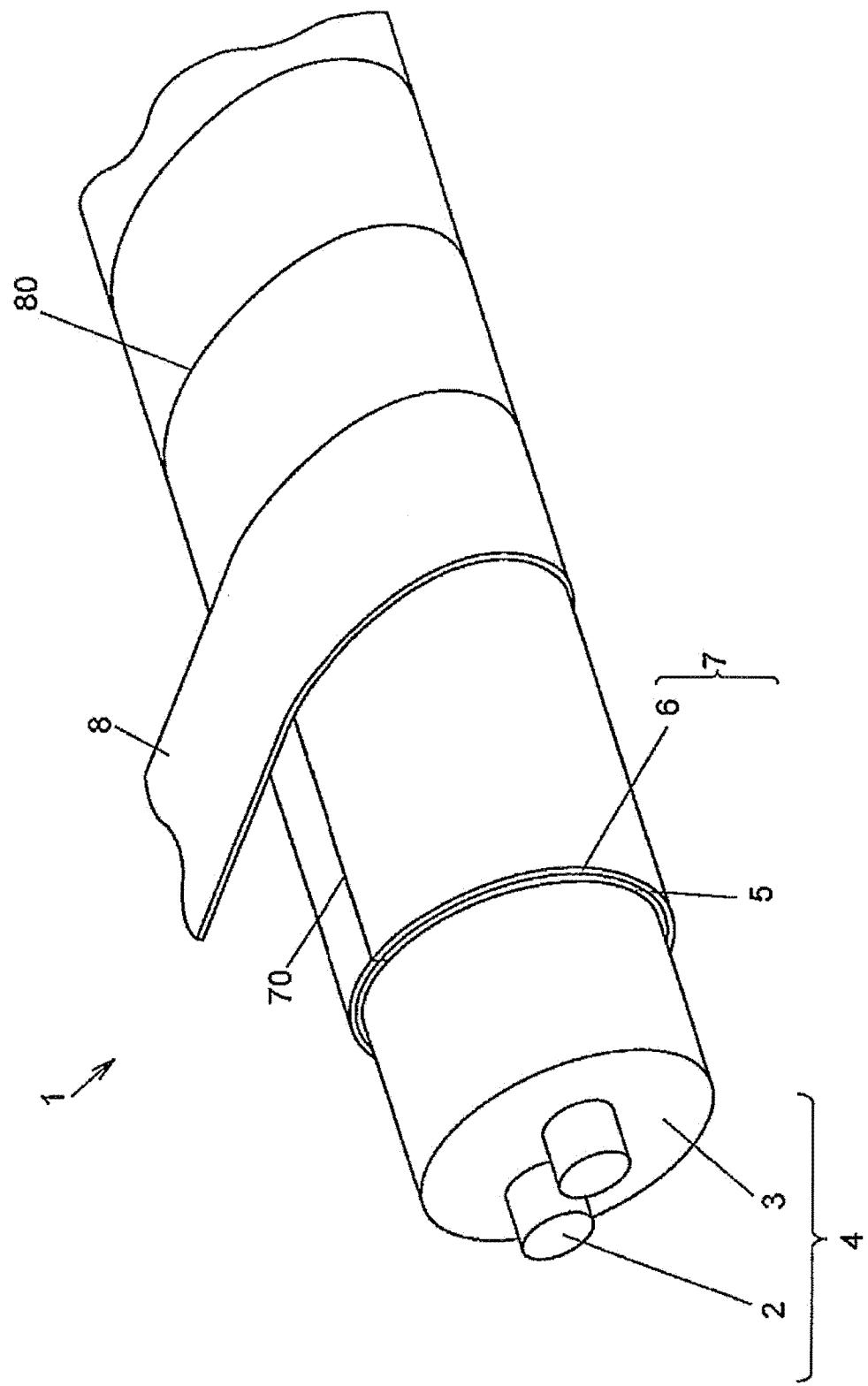


图 1

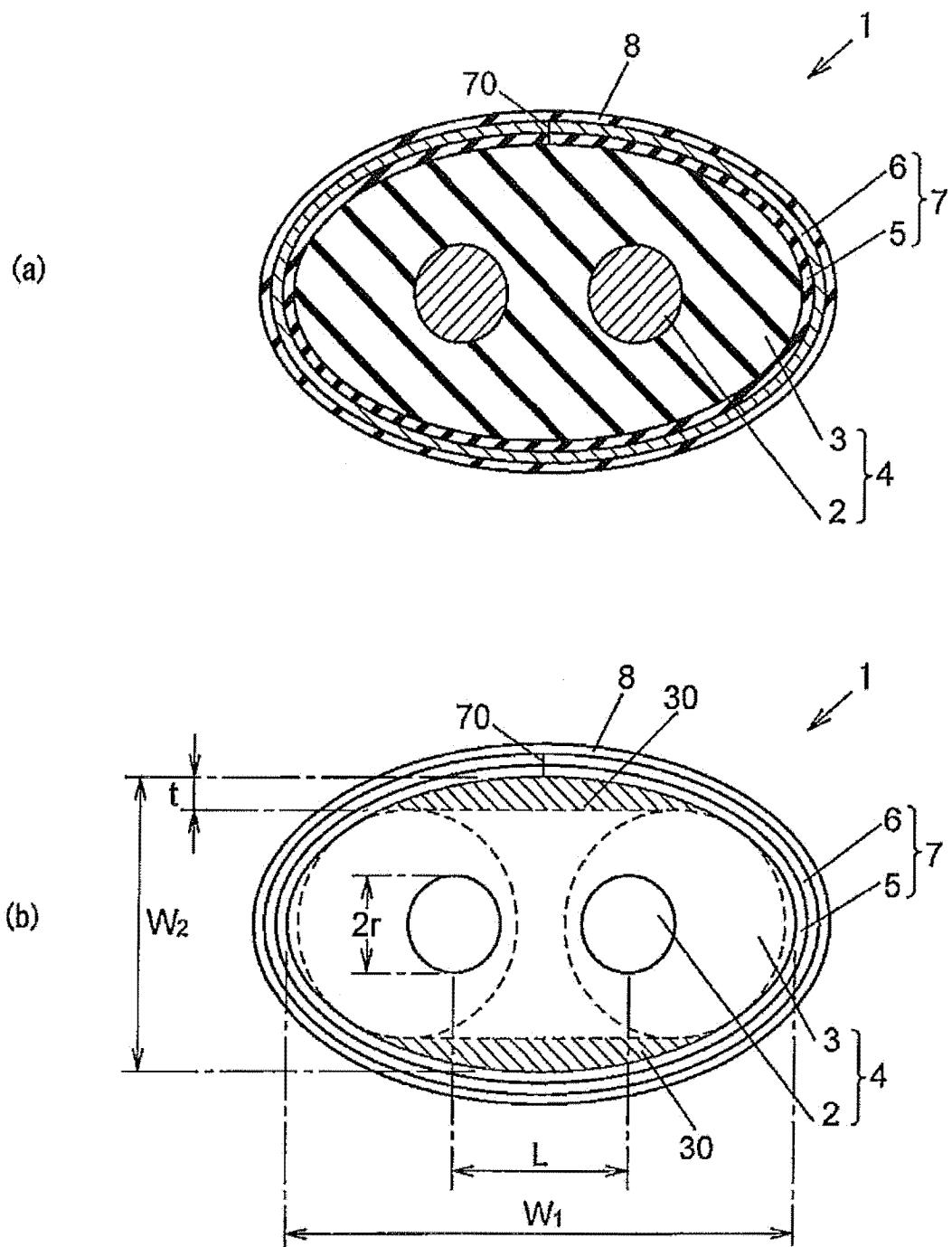


图 2

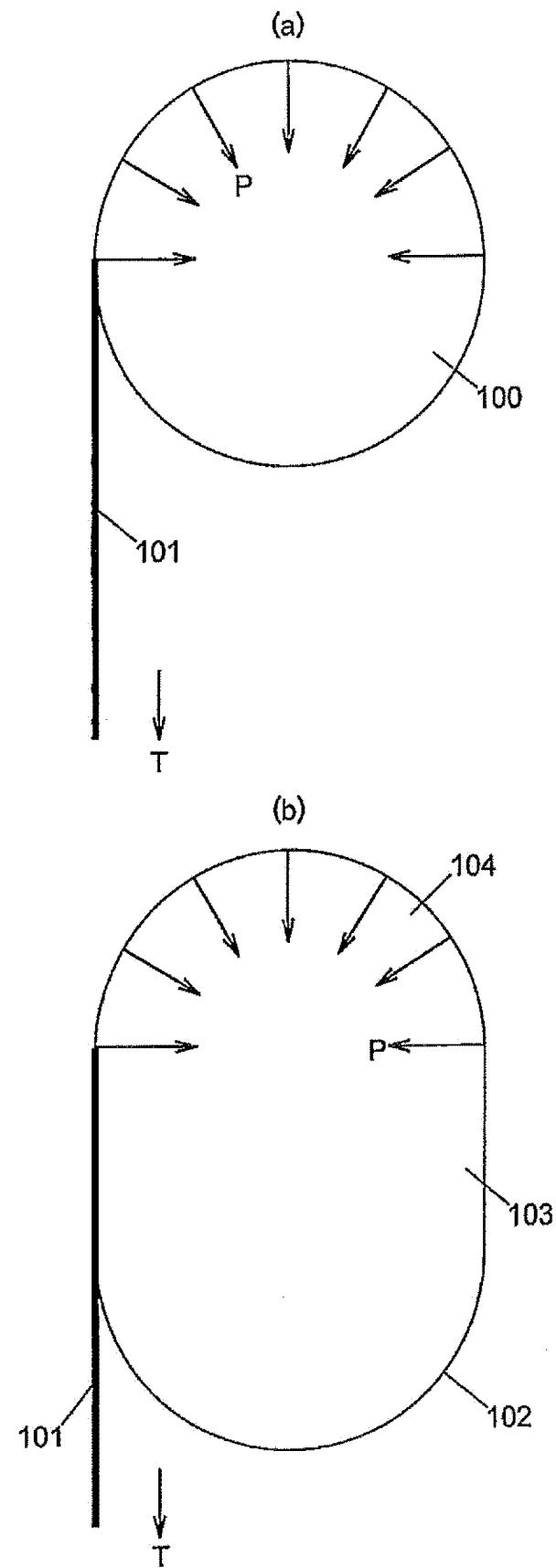


图 3

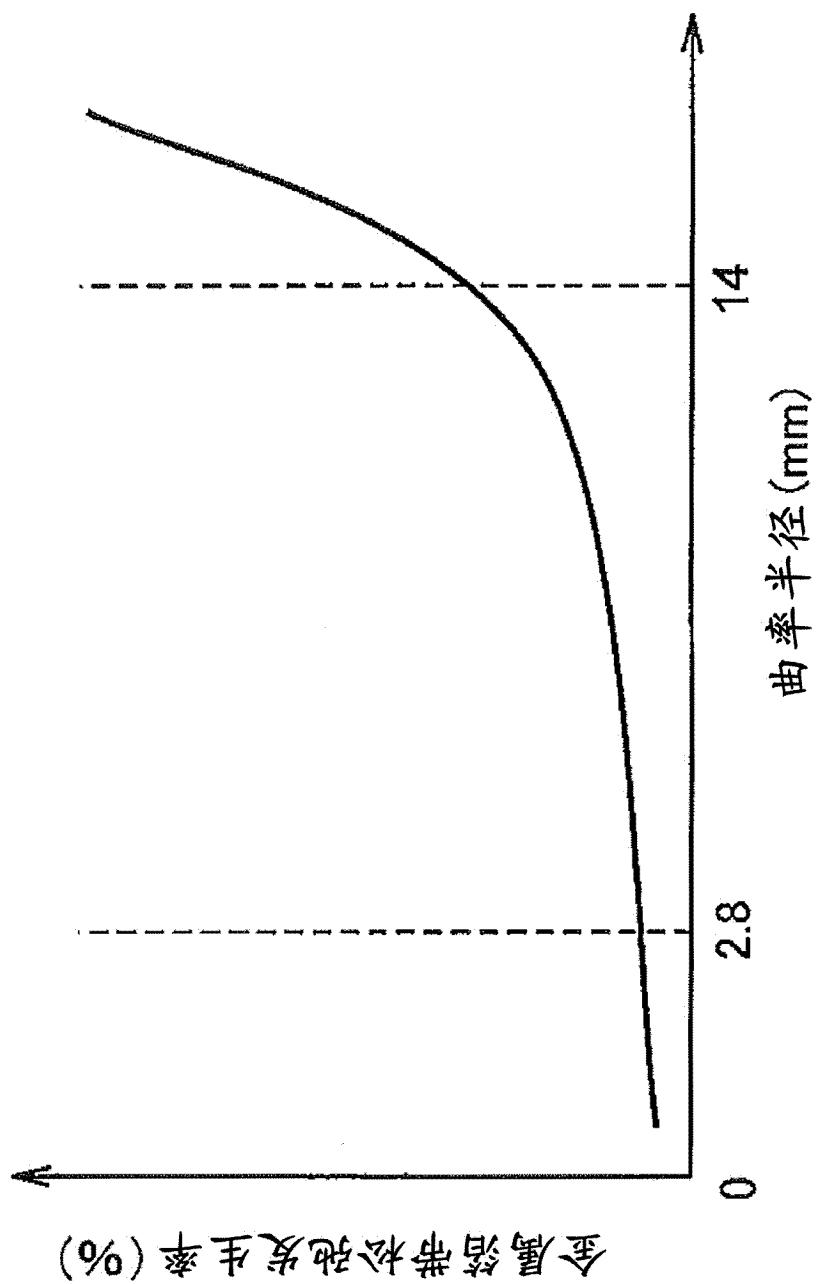


图 4

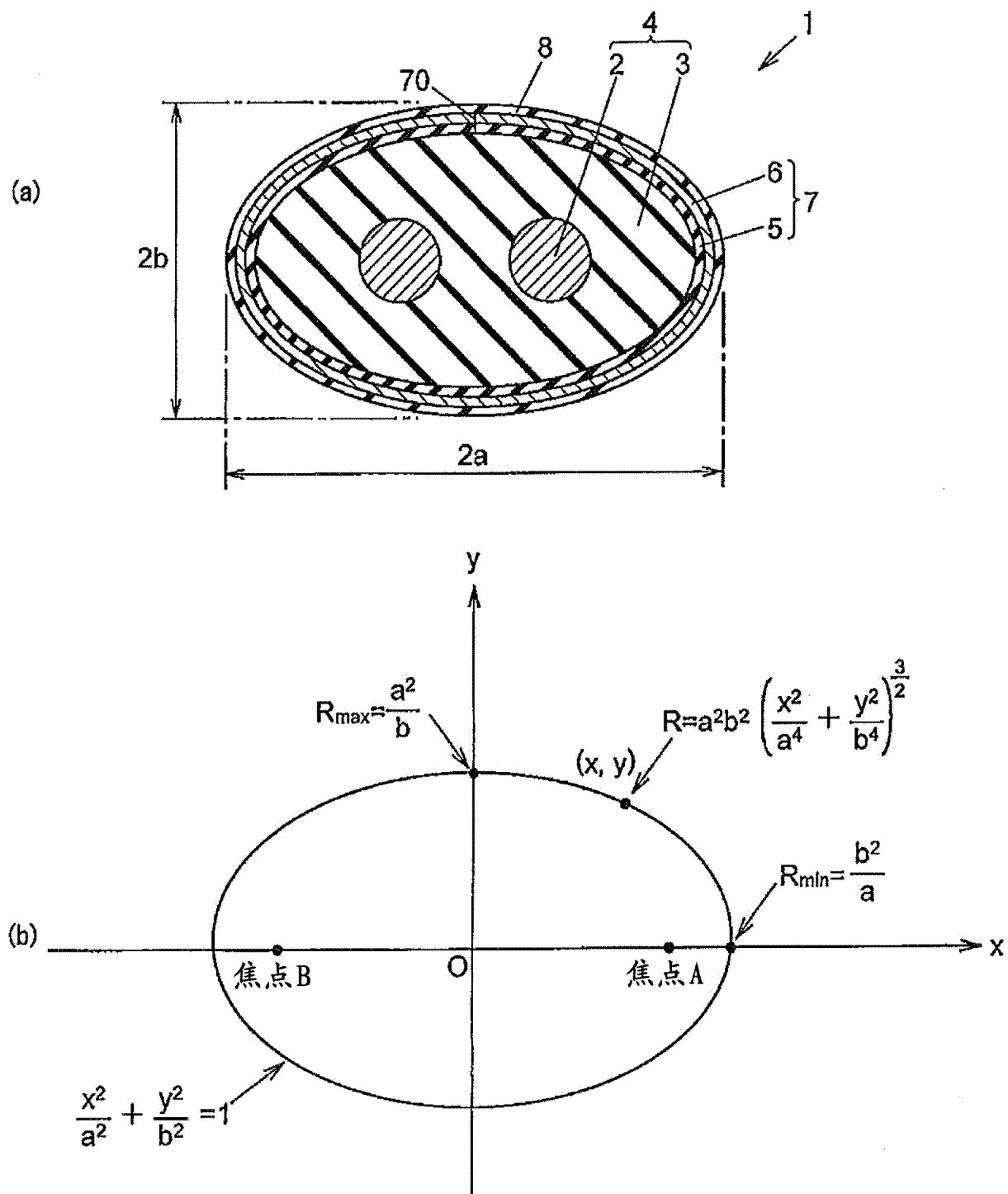


图 5

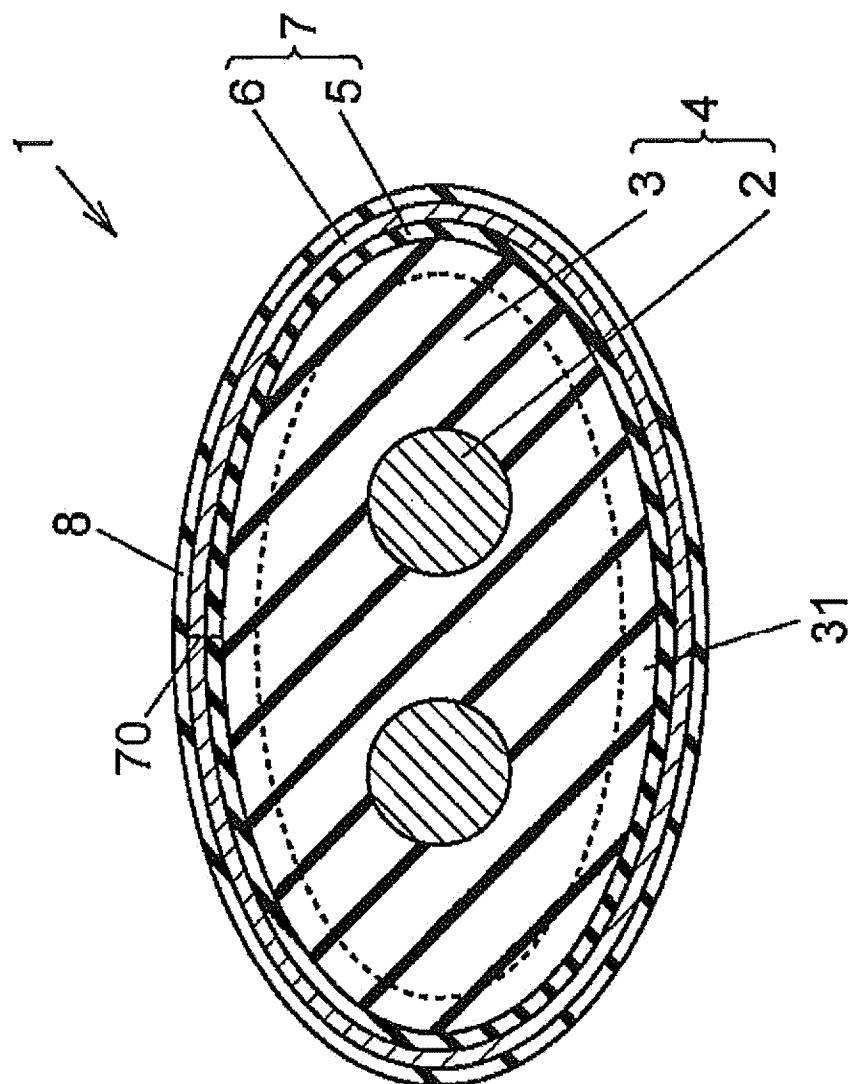


图 6

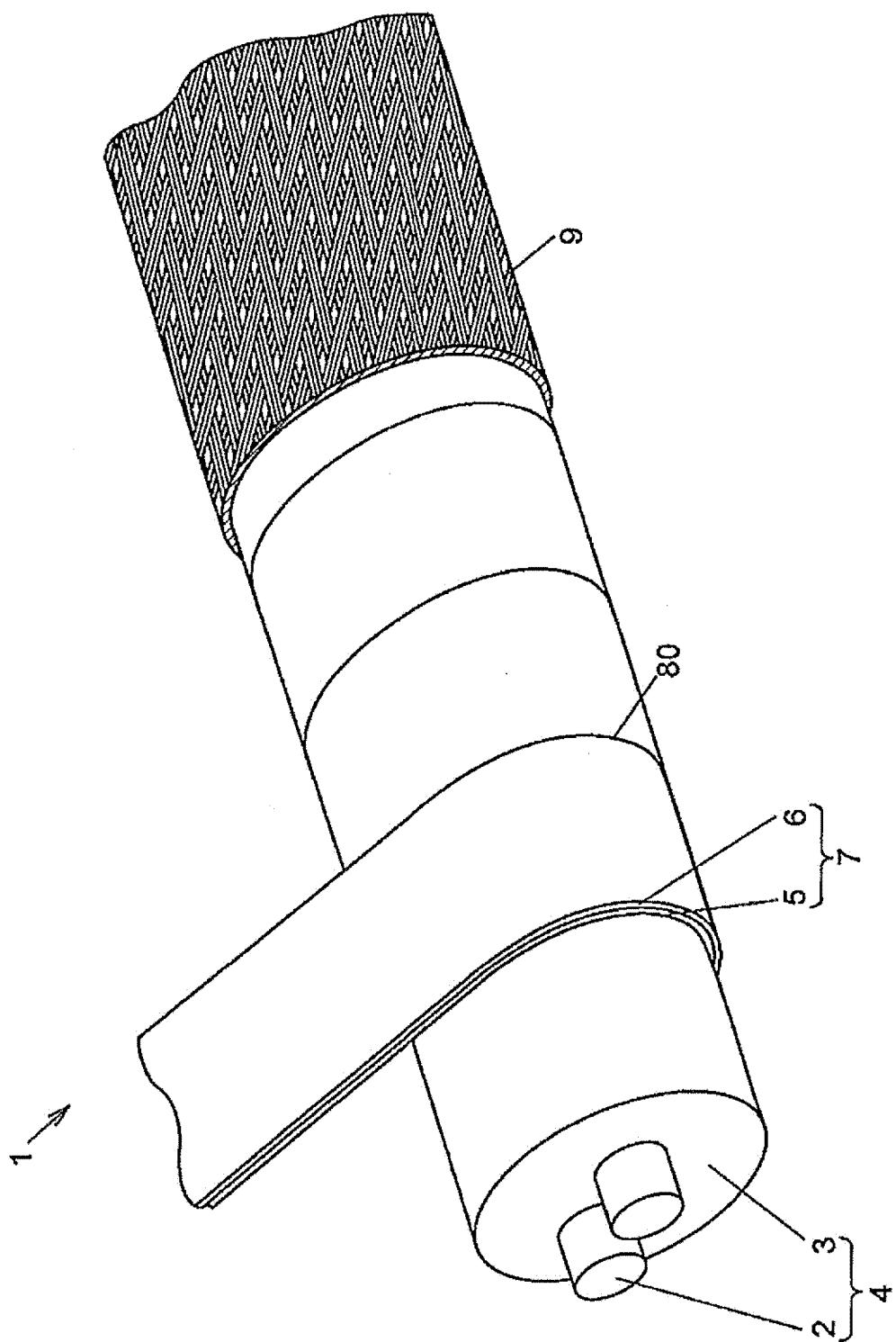


图 7