



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104160283 B

(45)授权公告日 2017.07.28

(21)申请号 201280064042.0

(22)申请日 2012.12.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104160283 A

(43)申请公布日 2014.11.19

(30)优先权数据

11194804.8 2011.12.21 EP

12177024.2 2012.07.19 EP

61/662,713 2012.06.21 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.06.23

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/070569 2012.12.19

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/096424 EN 2013.06.27

(73)专利权人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 克里斯蒂安·魏因曼

霍尔格·库尔茨哈尔斯

迈克尔·斯塔尔德

塞巴斯蒂安·埃格特

延斯·魏克霍尔德

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 杜诚 陈炜

(51)Int.Cl.

G01R 15/06(2006.01)

G01R 15/16(2006.01)

(56)对比文件

WO 01/94956 A1,2001.12.13,

US 2006/0202671 A1,2006.09.14,

CN 101666826 A,2010.03.10,

CN 101860009 A,2010.10.13,

Tonis Hobejogi et al..Coaxial

capacitive voltage divider with high division ratio for high voltage pulses with very fast rise times.《Pulsed power conference》.2011,

审查员 章英

权利要求书2页 说明书8页 附图3页

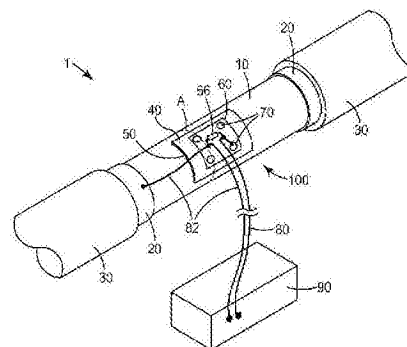
(54)发明名称

用于电力网的感测缆线

(57)摘要

用于在电力网中分配电力的感测缆线(1),所述感测缆线包括内部导体和同中心地布置在所述内部导体的至少轴向区段周围的绝缘层(10)。所述感测缆线还包括用于感测所述内部导体的电压的电容性电压传感器(100),其特征在于,所述传感器包括被设置在电隔离的导电或半导体材料片段(140)上方的印刷电路板元件(60),所述电隔离的导电或半导体材料片段布置在所述缆线的所述绝缘层上。所述电隔离的导电或半导体材料片段(140)能够操作以形成所述电容性电压传感器的感测电容器的电极。所述缆线可以包括(半)导电层(20)。所述电隔离的导电或半导体材料片段(40)可以构成所述(半)导电层

的一部分。



1. 一种用于在电力网中分配电力的感测缆线,所述感测缆线包括内部导体和绝缘层,所述绝缘层同中心地布置在所述内部导体的至少轴向区段周围,
其中所述感测缆线还包括用于感测所述内部导体的电压的电容性电压传感器,
其特征在于,
所述传感器包括柔性印刷电路板元件,
所述柔性印刷电路板元件被设置在电隔离的导电或半导体材料片段上方,
所述电隔离的导电或半导体材料片段被布置在所述缆线的所述绝缘层上且能够操作以形成所述电容性电压传感器的感测电容器的电极,
其中,所述缆线包括额外的导电或半导体材料,所述额外的导电或半导体材料包括两个导电或半导电的轴向区段,并且其中所述额外的导电或半导体材料被布置在所述电隔离的导电或半导体材料片段的两侧,所述额外的导电或半导体材料的所述两个轴向区段中的一个或两个通过非导电轴向区段与所述电隔离的导电或半导体材料片段电隔离。
2. 根据权利要求1所述的感测缆线,其中所述柔性印刷电路板元件与所述电隔离的导电或半导体材料片段电接触。
3. 根据权利要求1或2中任一项所述的感测缆线,其中所述柔性印刷电路板元件包括双面印刷电路板。
4. 根据权利要求1所述的感测缆线,其中所述柔性印刷电路板元件包括提供延伸的二维表面接触区域的暴露的导电区域,其中所述暴露的导电区域在两个维度上且在延伸的区域上方机械接触和电接触所述电隔离的导电或半导体材料片段。
5. 根据权利要求4所述的感测缆线,其中所述暴露的导电区域包括镀金的铜层。
6. 根据权利要求4所述的感测缆线,其中所述暴露的导电区域提供连续表面接触区域或图案化表面接触区域。
7. 根据权利要求4所述的感测缆线,其中所述柔性印刷电路板元件包括柔性部分,并且其中所述暴露的导电区域被布置在所述柔性部分上。
8. 根据权利要求1所述的感测缆线,其中所述缆线包括同中心地布置在所述绝缘层的至少一部分上的导电或半导体层,
并且其中所述电隔离的导电或半导体材料片段构成所述导电或半导体层的第一部分。
9. 根据权利要求8所述的感测缆线,其中所述半导体层的所述第一部分沿着所述绝缘层的至少轴向部分的整个周长延伸。
10. 根据权利要求1或2所述的感测缆线,其中所述缆线包括同中心地布置在所述绝缘层的至少一部分上的导电或半导体层,
并且其中所述额外的半导体材料构成所述导电或半导体层的至少第二部分。
11. 根据权利要求1所述的感测缆线,其中所述电隔离的导电或半导体材料片段或者所述额外的半导体材料的一些或全部通过粘合剂附连到所述绝缘层。
12. 一种用于电接触高压或中压电力网缆线的导电或半导体层的印刷电路板元件的用途,
其中所述缆线包括内部导体以及直接布置在所述内部导体上的绝缘层,
其中所述导电或半导体层同中心地布置在所述绝缘层的至少一部分上,并且
其中所述印刷电路板元件包括提供延伸的二维表面接触区域的暴露的导电区域,其中

所述暴露的导电区域在两个维度上且在延伸的区域上方机械接触和电接触所述导电或半导电层。

13. 根据权利要求12所述的用于电接触高压或中压电力网缆线的导电或半导电层的印刷电路板元件的用途，

其中所述印刷电路板元件包括柔性部分。

用于电力网的感测缆线

[0001] 本发明涉及一种用于在电力网中传输电力的缆线,所述缆线装备有电容性电压传感器,所述电容性电压传感器包括设置在电隔离的导电或半导体材料片段上方的印刷电路板元件(“PCB元件”),所述电隔离的导电或半导体材料片段被布置在缆线的绝缘层上且能够操作以形成所述电压传感器的感测电容器的电极。本发明还涉及用于接触电力网缆线的导电或半导体层的印刷电路板元件的用途。

[0002] 电力网的操作者使用电压和电流传感器在所述传感器的安装位置和各个缆线上监测所述电力网的状态。在英国专利GB1058890中描述了一种用于高压和中压电力缆线的电压传感器的早期实例,其中缆线的绝缘导体和场感测探针电极由保护电极环绕,并且其中保护电极和探针电极连接到高增益放大器的输入端子。

[0003] 在德国专利申请DE 3702735 A1中,缆线的电压测量装置包括电容性分压器。作为电容器中的一种,高压电容器是通过隔离缆线的中心导体与包封所述中心导体的导电层而形成的。测量电容器位于所述缆线的导电层和屏蔽网之间。

[0004] 日本公布的专利申请JP 60256068 A2涉及测量高压电力缆线的充电电压。所述专利申请公开了剥除电力缆线的屏蔽电极的一部分以暴露出绝缘体。导电或半导体构件部分地缠绕在绝缘体的外周边表面上以形成悬浮电极。引线嵌入到所述电极中并连接至所述电极。(D8,被视为最接近现有技术)

[0005] 本发明的目标是改善电压传感器电路和缆线的导电或半导体层之间的电接触和机械接触,其中所述缆线的导电或半导体层被操作为电容性电压传感器的感测电容器的电极。

[0006] 本发明提供一种用于在电力网中分配电力的感测缆线,所述感测缆线包括内部导体和同中心地布置在所述内部导体的至少轴向区段周围的绝缘层,其中所述感测缆线还包括用于感测内部导体的电压的电容性电压传感器,其特征在于,所述传感器包括印刷电路板元件,所述印刷电路板元件被设置在电隔离的导电或半导体材料片段上方,所述电隔离的导电或半导体材料片段被布置在缆线的绝缘层上且能够操作以形成电容性电压传感器的感测电容器的电极。

[0007] 印刷电路板(“PCB”)可在若干位置处形成对电隔离的导电或半导体材料片段的电接触。这避免了仅在所述(半)导电材料片段上的一个位置处具有电接触的缺点,即,其首先避免了由于所述一个位置处的不良电接触(例如,如果这个接触不完整、被腐蚀或损坏)所致的问题。例如,在腐蚀或损坏的情况下,在PCB上无法测得电压或仅可测得较低的电压,导致传感器的不正确电压读取。其次,其也避免了由于从(半)导电片段的边缘行进至所述一个接触位置的电子在较长路径上受到(半)导电片段的电阻这一事实而引起的问题。继而所述问题又可以引起电压降,且最终导致在PCB上测得较低(即不太准确)的电压。

[0008] 相比之下,根据本发明的具有PCB的感测缆线可在PCB上的多个位置处、并因此在(半)导电片段上的多个位置处提供大量接触点。这会形成冗余,以使得单个被腐蚀、不完整或被损坏的接触点不能导致电压的错误测量。另外,大量接触点将缩短电子从(半)导电片段的边缘到PCB上的下一个最近的接触位置所必须行进的路径。这会产生小得多的电压降

和电压读数的较高准确度。

[0009] 根据本发明的具有包括PCB的电容性电压传感器的感测缆线还提供了另外的优点:PCB能够支撑多个可以起到其它作用的电子元件,例如形成用于温度补偿的电子电路的元件。

[0010] 感测缆线是与传感器相结合或包括传感器的缆线。根据本发明的缆线包括用于传导电力的内部导体,以及同中心地布置在所述内部导体的至少轴向区段周围的绝缘层。所述绝缘层可被直接布置在内部导体上。

[0011] 根据本发明的感测缆线包括用于感测所述内部导体的电压的电容性电压传感器。所述传感器可以适用于感测所述内部导体相对于电接地电势或相对于另一电势的电压。

[0012] 电容性电压传感器包括感测电容器。在根据本发明的感测缆线中,感测电容器的一个电极可为内部导体、或电连接至所述缆线的内部导体的导电元件。所述缆线的绝缘层能够操作以形成感测电容器的电介质。更广义地,感测电容器的电介质可以包括缆线的绝缘层的一部分。

[0013] 根据本发明的感测缆线的特征在于,所述传感器包括印刷电路板元件(“PCB元件”)。所述PCB元件被设置在电隔离的导电或半导体材料(在本文中也称为“(半)导电材料”)片段上方,所述电隔离的导电或半导体材料片段又被布置在缆线的绝缘层上。所述PCB元件可被设置在电隔离的(半)导电材料片段上。所述(半)导电材料片段能够操作以形成感测电容器的电极。所述PCB元件因此通过所述(半)导电材料片段与绝缘层机械接触。所述(半)导电材料片段因此可以被布置在PCB元件和绝缘层之间。例如,所述(半)导电材料片段可以是(半)导电材料层,即,所述(半)导电材料片段可以具有两个相对的主表面,例如第一主表面和第二主表面。所述第一主表面可以与绝缘层机械接触。所述第二主表面可以与PCB元件机械接触。

[0014] 例如,所述(半)导电材料片段可以包括导电金属或导电聚合物。具体地讲,所述(半)导电材料片段可以包括铜层。所述电隔离的(半)导电材料片段可以通过粘合剂附连到缆线的绝缘层。例如,所述粘合剂可以是压敏粘合剂或热熔融粘合剂。

[0015] 所述PCB元件可以与所述(半)导电材料片段电接触。所述PCB元件可以包括用于电接触所述(半)导电材料片段的一个或多个触点。所述PCB元件可以包括用于电接触和机械接触所述(半)导电材料片段的触点。所述PCB元件可以包括电容器。所述电容器可以电连接至所述(半)导电材料片段。所述电容器可以操作为电容性分压器中的次级电容器。所述电容性分压器可以包括感测电容器和次级电容器。所述电容器和/或所述电容性分压器可以被包括在用于感测内部导体的电压的电容性电压传感器中。

[0016] 所述PCB元件可被设置在所述(半)导电材料片段上方或上面,以便在所述PCB元件与所述(半)导电材料片段之间形成电接触。所述PCB元件被设置在所述(半)导电材料片段上方,即所述PCB元件直接邻近所述(半)导电材料片段布置并以机械方式接触所述(半)导电材料片段。所述PCB元件可以具有两个相对的主侧面。该PCB元件可被设置在所述(半)导电材料片段上面或上方,以便在所述PCB元件与所述(半)导电材料片段之间形成电接触。所述PCB元件可以附接至所述(半)导电材料片段。或者,所述PCB元件可以与所述(半)导电材料片段压力接触。

[0017] 所述PCB元件可以包括双面PCB,即所述PCB具有相对的第一主侧面和第二主侧面。

此PCB元件的特别有利之处在于其节省了空间,因此PCB元件可被整合到缆线中或保持紧邻所述缆线(例如,在接合处)。包括双面PCB的PCB元件可以使所述(半)导电材料片段与所述PCB的第一侧面电接触。所述双面PCB可以包括在第一主侧面上的用于电接触所述(半)导电材料片段的触点。所述PCB可以包括在第一主侧面上的用于电接触和机械接触所述(半)导电材料片段的触点。所述PCB可以包括电容器。所述电容器可以电连接至所述(半)导电材料片段。所述电容器可以操作为电容性分压器中的次级电容器。所述电容器可以布置在PCB的第二主侧面上。被布置在第二主侧面上的此电容器可以通过(例如)PCB中的通路或导电电镀通孔而电连接至用于电接触第一主侧面上的所述(半)导电材料片段的触点。

[0018] 所述PCB元件大致可以包括暴露的导电区域,从而提供延伸的二维表面接触区域。所述暴露的导电区域可以在两个维度上且在延伸的区域上方机械接触和电接触所述电隔离的(半)导电材料片段。提供延伸的二维表面接触区域的所述暴露的导电区域特别有利于在PCB元件和所述(半)导电材料片段之间形成密切的机械接触和电接触,因为所述暴露的导电区域提供了许多潜在的接触点并使接触区域最大化,这导致了更可靠的接触和更少的电阻性损耗。在其中电隔离的导电或半导电材料片段的内部电阻不能忽略的实施例中,该布置方式可以为电子提供在到达PCB元件的接触点之前穿过所述(半)导电材料片段所需要行进的较短路径。这可以减轻所述(半)导电材料片段的内部电阻的影响,并且提供较高的测量精确度。一般来讲,PCB元件的接触区域并非单个导电点、而是提供延伸的二维表面接触区域的导电区域这一事实会增强电压传感器的准确度和可靠性。延伸的二维表面接触区域可以大于单个触点的区域。例如,所述表面接触区域的面积可以是 1cm^2 或更大。由于所述表面接触区域的延伸,其可以通过大量接触点接触所述(半)导电材料片段。这些接触点可以分布在所述延伸的二维表面接触区域上方。所述PCB元件的暴露的导电区域形成了用于电接触和机械接触所述(半)导电材料片段的触点。

[0019] 所述PCB元件的暴露的导电区域可以包括例如金、银或铜的导电金属层。具体地讲,所述暴露的导电区域可以包括铜层。所述铜层可以是镀金的,以便增强电接触和/或保护免受环境干扰(例如,免受腐蚀)。

[0020] 所述PCB元件的暴露的导电区域可以提供连续表面接触区域或图案化的(即,间断的)非连续表面接触区域。所述图案化的表面接触区域的所有部分都可以彼此电连接。制造图案化的表面接触区域可以需要较少的导电材料,并且在电接触的可靠性和电阻性损耗方面具有可忽略不计的影响。图案化的表面接触区域也可以增强PCB元件的机械柔性,从而降低在PCB弯曲时出现层断裂的风险以及片状剥落的风险。在一个具体实施例中,暴露的导电区域包括图案化的镀金铜层。例如,所述表面接触区域的图案可以是具有方形或菱形图案的网格。

[0021] 所述PCB元件可以包括柔性部分。如上文所述的暴露的导电区域可以被布置在所述柔性部分上。具体地讲,所述PCB元件可以包括柔性PCB。所述PCB元件的柔性部分、且特别是柔性PCB可以允许PCB元件更好地适形于电隔离的(半)导电材料片段。这又增强了所述PCB元件和所述(半)导电材料片段之间的电接触,从而使接触更可靠、减少电阻性损耗、并促进电压传感器的更高准确度。所述PCB元件的柔性部分还可以允许所述PCB元件适形于不同直径的缆线。在一个具体实施例中,所述PCB元件包括柔性双面PCB。

[0022] 在本发明的一个具体实施例中,感测缆线包括同中心地布置在绝缘层的至少一部

分上的导电或半导电层(即,“(半)导电层”)。所述电隔离的(半)导电材料片段缆线的(半)导电层的第一部分。因此,单独应用的(半)导电片段并不能操作以形成感测电容器的电极,但缆线的(半)导电层的第一部分能够操作以形成所述电极。这是高性价比解决方案。另外,所述(半)导电层通常良好地附接到绝缘层,并且在绝缘层和(半)导电层之间不形成任何空隙。这降低了电应力,并且降低了(例如)绝缘层和(半)导电层之间的放电以及随后对缆线的损坏的风险。所述第一部分可以沿着绝缘层的至少轴向部分的整个周长延伸。所述(半)导电层的第一部分可以形成布置在绝缘层的一部分上并与缆线的内部导体同轴的圆柱形套管。

[0023] 根据本发明的感测缆线还可以包括额外的(半)导电材料。所述额外的(半)导电材料可以同中心地布置在绝缘层的至少轴向区段周围。其可被布置在所述电隔离的(半)导电材料片段的任一侧面上。所述额外的(半)导电材料可以包括两个导电或半导电的轴向区段。这些区段中的一个或两个可以沿着绝缘层的至少轴向部分的整个周长延伸。所述额外的(半)导电材料的一些或全部可以通过粘合剂附连到缆线的绝缘层。所述两个轴向区段中的一个或两个可以通过非导电轴向区段而与电隔离的导电或半导电材料片段电隔离。

[0024] 对于包括同中心地布置在绝缘层的至少一部分上的(半)导电层的缆线来说,所述额外的半导电材料可以构成所述(半)导电层的至少第二部分。其有益之处在于,这允许使用缆线的所述(半)导电层的若干部分作为额外的(半)导电材料。因此,无需在单独步骤中施加额外的材料。这可以节省成本和时间。缆线的(半)导电层的这些第二部分可以沿着绝缘层的至少各个轴向部分的整个周长延伸。所述第二部分中的一个或两个可以通过非导电轴向区段而与电隔离的导电或半导电材料片段电隔离。所述额外的(半)导电材料可以通过粘合剂附连到缆线的绝缘层。缆线的(半)导电层的这些第二部分可以通过粘合剂附连到缆线的绝缘层,或者可以将这些第二部分涂覆或涂刷在绝缘层上。所述第二部分可以是与绝缘层共挤出的。

[0025] 对于包括同中心地布置在绝缘层的至少一部分上的(半)导电层的缆线来说,所述电隔离的(半)导电材料片段和所述额外的(半)导电材料可以由缆线的(半)导电层形成。例如,可以通过下述步骤实现:移除缆线外壳,暴露出(半)导电层,并且移除(半)导电层的两个环形区段或轴向部分,使得被移除的轴向部分之间的(半)导电层的轴向部分形成所述电隔离的(半)导电材料片段,并且使得邻近所述被移除的轴向部分的(半)导电层的其余轴向部分形成额外的半导电材料。

[0026] 所述额外的(半)导电材料可以通过非导电轴向区段而与所述电隔离的(半)导电材料片段电隔离。这些非导电的轴向区段可以包括非导电材料或空隙。

[0027] 在另一方面,本发明还提供了用于电接触高压或中压电力网缆线的导电或半导电层的印刷电路板元件(“PCB元件”)的用途,其中所述印刷电路板元件包括提供延伸的二维表面接触区域的暴露的导电区域,并且其中所述暴露的导电区域在两个维度上且在延伸的区域上方机械接触和电接触所述缆线的导电或半导电层。出于所述目的而使用PCB元件是有利的,因为PCB能够支撑多种电学或电子元件。这可以允许在紧邻缆线处进行信号处理。PCB元件的使用可以利用到支撑老式的电学或电子元件的其它专用元件。另外,可以用相对低的成本来制造PCB。

[0028] 所述PCB元件可以是柔性的。柔性的PCB元件可以容易地弯曲以适形于缆线的一个

层周围。所述PCB元件可以包括柔性PCB。使用标准技术,PCB可以容易地设置有暴露的导电区域,从而提供延伸的二维表面接触区域。

[0029] 在所述PCB元件上可以产生传感器电压,其表示缆线的内部导体的电压。传感器导线可以附接到PCB,用于将传感器电压从PCB元件传输到PCB元件外部的电测量电路。接地导线可以附接到缆线的电接地层,用于将电接地连接到所述电测量电路。电测量电路可操作以确定内部导体相对于接地的电压。在缆线包括额外的(半)导电材料的一个实施例中,其中所述额外的(半)导电材料同中心地布置在绝缘层的至少轴向区段周围、在所述电隔离的(半)导电材料片段的任一侧上,接地导线可以附接到所述额外的(半)导电材料。在其中缆线包括(半)导电层并且其中额外的(半)导电材料构成所述(半)导电层的一部分的一个具体实施例中,所述接地导线可以附接到所述(半)导电层。

[0030] 现在将参考以下对本发明的特定实施例进行举例说明的附图来更详细地描述本发明:

[0031] 图1为根据本发明的感测缆线的透视图,示出了导电材料片段和接触所述导电材料片段的PCB;

[0032] 图2为图1的感测缆线、导电材料片段和PCB的横截面;

[0033] 图3为图1和2的柔性PCB下侧的平面图;

[0034] 图4为可供选择的柔性PCB下侧的平面图;

[0035] 图5为根据本发明的可供选择的感测缆线的透视图;并且

[0036] 图6为根据本发明的电压传感器的电路图。

[0037] 本发明的各种实施例在下文中进行描述并在附图中示出,其中类似的元件具有相同的参考标号。

[0038] 在图1的透视图,中压或高压电力网缆线1包括布置在中心内部导体(在该图中不可见)周围的电绝缘层10、半导体层20和电绝缘缆线外壳30。沿着缆线的长度,这些层同中心地布置在内部导体周围。然而,在图1所示的缆线位置中,缆线外壳30和半导体层20已被沿着缆线1的轴向区段移除,因此暴露出绝缘层10。导电材料片段布置在缆线1的暴露的绝缘层10上,所述片段形成导电垫片40。垫片40与绝缘层10的曲率一致。在缆线1的轴向方向上,所述垫片的延伸使得在垫片40和半导体层20的各个边缘之间留下空间。在周长方向上,所述垫片的延伸使得覆盖绝缘层10的一部分,约为绝缘层10的周长的25%。导电材料的垫片40包括铜层,所述铜层形成电压传感器100的感测电容器的第一电极,所述电压传感器可测量缆线1的内部导体的电压,即内部导体和接地之间的电压。所述感测电容器的第二电极是缆线的内部导体。绝缘层10的位于垫片40下方的部分形成感测电容器的电介质。垫片40通过导电材料的垫片40下侧(即,在径向内侧上)的薄粘合剂层50附连到绝缘层10。

[0039] 双面柔性PCB60被布置在垫片40的径向外侧上,并且电接触和机械接触垫片40的外侧。PCB60与垫片40的曲率一致。PCB60在其下侧(即,其径向内侧)上具有暴露的导电区域(在图1中不可见),PCB60通过所述暴露的导电区域接触垫片40的外侧。多个所谓的通路70提供从下侧的暴露的导电区域到PCB60的上侧(即,径向外侧)上的导电迹线的导电路径。PCB60的上侧承载导电迹线和电子元件,尤其是与导电垫片40串联连接的次级电容器66。次级电容器66结合上文所述的感测电容器形成电容性分压器。所述电容器分压器的输出电压用于测量缆线1的内部导体的电压。该测量技术的原理是已知的。下文将更详细地描述所述

电路。传感器导线80将电容性分压器的输出电压从PCB60传输到测量装置90。接地导线82提供从半导体层20经过PCB60到测量装置90的电连接。半导体层20通常连接到电接地。通过确定电容性分压器的输出和接地之间的电压,以及通过考虑感测电容器和次级电容器66的电学值,测量装置90可用已知的方式确定内部导体相对于接地的电压。内部导体、半导体层20、感测电容器、次级电容器66和PCB60形成电容性电压传感器100。感测电容器由内部导体和作为电极的隔离导电垫片40形成,其中绝缘层10是感测电容器的电介质。次级电容器66是常规电容器元件,与感测电容器串联连接并布置在PCB60上。次级电容器66的输入端电连接到感测电容器和传感器导线80。次级电容器的输出端电连接到接地导线82。接地导线82电连接到缆线1的半导体层20。在传感器导线80和接地导线82之间测得的电压表示内部导体和接地之间的电压。

[0040] PCB60机械接触并电接触电隔离导电垫片40。为了获得良好的、即低欧姆电接触,希望在PCB60下侧的暴露的导电区域62(图2中所示)与垫片40之间具有压力接触。接触压力应当是高的。在所示实施例中,将收缩套管(未示出)应用于其中已移除了缆线外壳30的整个缆线区段上方。在应用所述收缩套管并将PCB60保持就位之前,可通过橡胶带将PCB60的位置暂时地保持在导电垫片40上。一旦已启动收缩套管,即,其已缩短,所述收缩套管就会将PCB60压到垫片40上。所述收缩套管可以在其内侧上包括导电或半导体层,所述导电或半导体层电接触半导体层20的暴露部分并将其电连接。该收缩套管层然后将其中移除了缆线1的半导体层20的缆线1区域中提供电应力控制。然而,在这种情况下,PCB60必须与收缩套管的(半)导电内层电隔离,例如通过在PCB60的顶部(即,外侧上)的隔离层。该隔离层可为(例如)电绝缘粘合带,其缠绕在缆线上以便覆盖PCB60和导电垫片40。为了用替代方式固定PCB60,可将PCB60成型以使其与垫片40一起沿着绝缘层10的几乎整个周长来延伸。这允许用一段粘合带将PCB60的一端固定到PCB60的相对端,使得PCB60与垫片40紧密地压力接触。

[0041] 图2是图1的感测缆线1的横截面,沿着图1中的字母“A”所指示的平面截取。为清晰起见,已极大地夸大了一些径向尺寸。缆线1的内部导体5由绝缘层10同中心地环绕。电隔离垫片40通过粘合剂层50粘结性地附连到绝缘层10。柔性PCB60包括在PCB60下侧的暴露的导电区域62以及PCB基底64。图中可见两个通路70,其提供从暴露的导电区域62经过基底64到PCB60的上部径向外侧的导电路径,其中PCB60的上部径向外侧布置有导电迹线、次级电容器和其它电子元件。

[0042] 图3在平面图中示出了图1和2的柔性双面PCB60的下侧。暴露的导电区域62是包括镀金铜层且覆盖PCB60下侧的主要部分的连续区域。暴露的导电区域62的镀金是涂覆在铜层上的。所述镀金层用于提供高导电率和保护铜免受腐蚀。所述镀金布置在铜层上,且背对PCB60的基底64,而所述铜层布置在基底64和镀金之间。在PCB60的边界处,PCB60的非导电基底64是暴露的,即并未被暴露的导电区域62覆盖。通路70提供从暴露的导电区域62经过基底64到PCB60的相对侧的电连接。由于暴露的导电区域62在两个维度上的延伸,其提供PCB60的延伸的、二维表面接触区域。由于暴露的导电区域62的延伸,其可形成与垫片40的延伸的、大表面的接触。所述大接触表面会潜在地提供使暴露的导电区域62与垫片40电接触的大量点。这使得电接触是可靠的,并且潜在地缩短了电子在到达接触点并进入暴露的导电区域62之前经过垫片40所必须行进的道路。

[0043] 与图3所示的连续暴露的导电区域62相反,PCB60下侧的暴露的导电区域62可被结构化或图案化。在图4中以平面图示出了图案化的暴露的导电区域62的例子。在该实施例中,图案化的暴露的导电区域62由布置成方形图案(即,交叉平行线图案)的多个导电迹线110形成,所述导电迹线彼此电连接。迹线110因此形成导电网。每个导电迹线110都包括镀金的铜层,使得镀金被暴露出来并背对PCB60的基底64。所述镀金被布置在铜层上,所述铜层被布置在PCB60的基底64上,使得所述铜层被布置在基底64和镀金之间。导电迹线110彼此间隔开约1mm。这确保了暴露的导电区域62提供PCB60的延伸的二维表面接触区域。由于暴露的导电区域62的延伸,其可形成与垫片40的延伸的、大表面接触。所述大接触表面虽然被图案化,但仍会潜在地提供使暴露的导电区域62与垫片40电接触的大量点。这使得电接触是可靠的,并且潜在地缩短了电子在到达接触点并进入暴露的导电区域62之前经过垫片40所必须行进的道路。

[0044] 导电迹线110之间的空间被留空,因此在该图中,PCB60的基底64在迹线110之间是可见的。通路70提供从暴露的导电区域62经过基底64到PCB60的相对侧的电连接。通路70的定位使得每个通路都与暴露的导电区域62的至少一个迹线110电接触。

[0045] 据信图案化的暴露的导电区域62比连续的暴露的导电区域62更具柔性。因此,PCB60的弯曲可以更容易,且PCB60可以因此更好地适形于缆线1的绝缘层10上的垫片40。另外,图4所示的图案化的暴露的导电区域62可以可弯曲地围绕较小半径的弯曲垫片40,而不致使PCB60或形成暴露的导电区域62的一个层的断裂或片状剥落。

[0046] PCB60与许多通用PCB的不同之处在于,此类通用PCB具有覆盖PCB的前表面和后表面的阻焊层,但其中可形成电接触(通常通过焊接)的导电区域除外。在图4所示实施例的PCB60中,在PCB60下侧不存在任何阻焊剂。由于暴露的导电区域62的铜层在镀金之前已被图案化,因此并不需要在PCB60下侧的、通常抑制图3所示的平坦镀金的片状剥落的阻焊层。据信所述图案化的铜层比实心铜箔更易于耗散机械应力。

[0047] 图5是根据本发明的感测缆线1的可供选择的实施例的透视图。其与图1和2所示的实施例类似,不同之处在于电隔离的导电材料片段以及存在额外的半导体材料。虽然在图1中电隔离的导电材料片段形成了垫片40,但图5中的电隔离的导电材料片段构成了缆线1的半导体层20的一部分。半导体层20的该部分沿着绝缘层10的轴向部分的整个周长延伸。在图5所示的实施例中,半导体层20的所述部分形成布置在绝缘层10上且与缆线1的内部导体5共轴的圆柱形套管140。在轴向方向上,圆柱形套管140通过套管140的任一侧上的间隙150与半导体层20的其它部分分离开。间隙150是非导电轴向区段。套管140因此通过间隙150与半导体层20的其它部分电隔离开。该布置方式使套管140能够操作以形成电压传感器100的感测电容器的电极,所述电压传感器可测量缆线1的内部导体5的电压。所述感测电容器的第二电极是缆线的内部导体5。绝缘层10的位于垫片40下方的部分形成感测电容器的电介质。套管140以与半导体层20的其他部分附连到绝缘层10的方式相同的方式附连到绝缘层10。例如,这种方式可以是共挤出、涂覆或借助粘合剂。套管140与半导体层20具有相同的组成。这是因为,套管140是通过移除半导体层20的两个轴向区段(即间隙150)而由缆线1的初始连续半导体层20形成的。

[0048] 在所实施实施例中,半导体层20中的间隙150是通过移除缆线的初始连续、无中断半导体层20的轴向区段而形成的。从而,间隙150提供套管140与半导体层20的其它部分的电

隔离。这种电隔离也可以通过用非导电材料填充一个或两个间隙150来实现。可适当选择间隙150的宽度(即,其轴向长度)。通常,小的间隙150是有益的。这是因为,半导体层20是应力控制层。在间隙150的区域中,半导体层20仅存在减少的应力控制,或完全不存在应力控制。这增加了局部过量高电场强度的风险,从而可以导致放电和对缆线1的损害。如果间隙150较小,则这种风险也较小。

[0049] 半导体层20的在套管140任一侧上的其它部分形成额外的半导体材料,所述额外的半导体材料同中心地布置在绝缘层10周围、在套管140的任一侧上。间隙150分离该额外的半导体材料与套管140。因此,所述额外的半导体材料构成缆线1的半导体层20的两个部分。

[0050] PCB60布置在套管140的外表面上。PCB60、其在套管140上的固定、传感器导线80、接地导线82以及测量装置90与在图1的上下文中描述的对应元件和方法是类似的。

[0051] 图6是示出了根据本发明的电容性电压传感器100的各个元件的电功能的电路图。感测电容器200具有第一电极201和第二电极202。第一电极201对应于缆线1的内部导体5,第二电极202对应于电隔离的导电或半导体材料片段,例如图1的垫片40或图5的套管140。感测电容器200与次级电容器66串联电连接,所述次级电容器布置在印刷电路板元件60上。印刷电路板元件60和所述电隔离的(半)导电材料片段之间的电接触是通过印刷电路板元件60的暴露的导电区域62实现的。次级电容器66一方面电连接到感测电容器200,且另一方面电连接到接地。感测电容器200的第一电极201相对于接地的电压是通过测量在次级电容器66上的电压而测量的。因此,次级电容器66通过传感器导线80和接地导线82电连接到测量装置90。测量装置90通过传感器导线80和接地导线82并联地电连接到次级电容器66。测量装置90测量传感器导线80和接地导线82之间的电压。接地导线82通过导电或半导体元件220电连接到接地,所述导电或半导体元件对应于额外的半导体材料,例如缆线1的半导体层20的一部分。元件220电连接到接地。

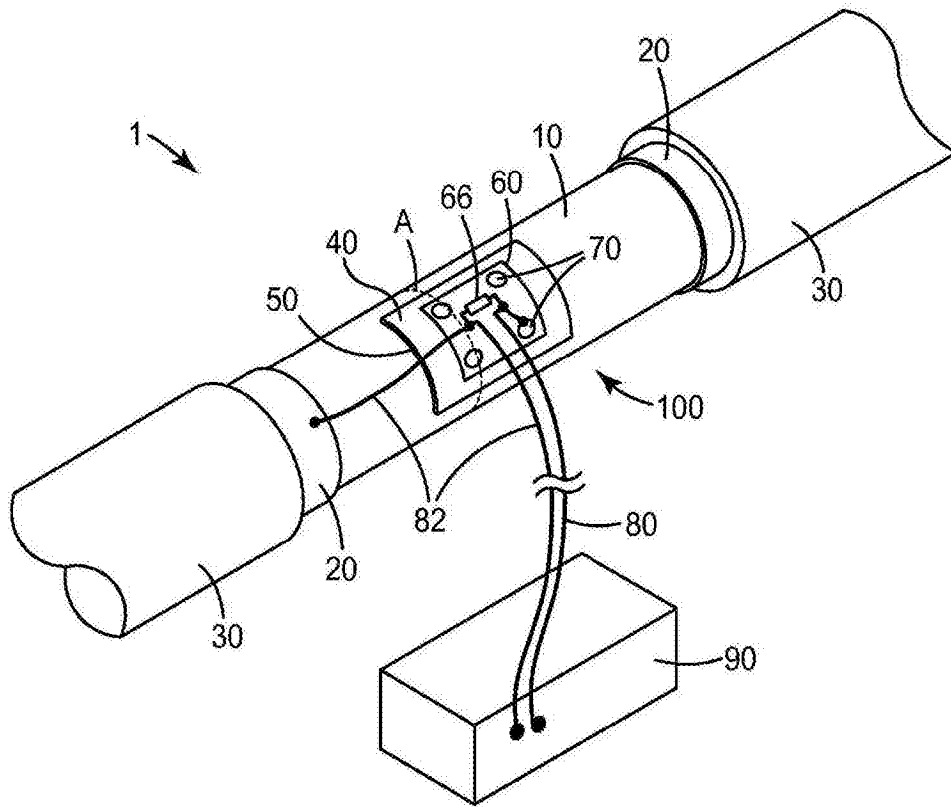


图1

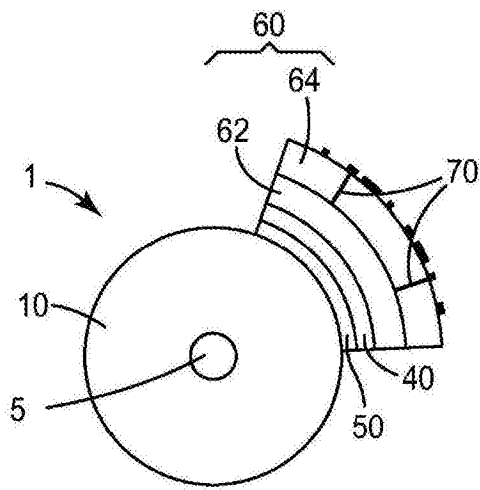


图2

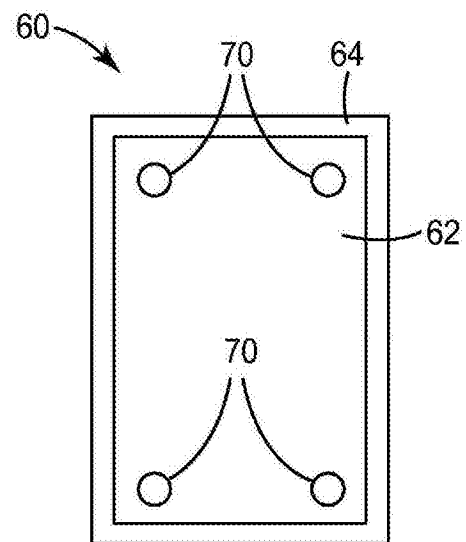


图3

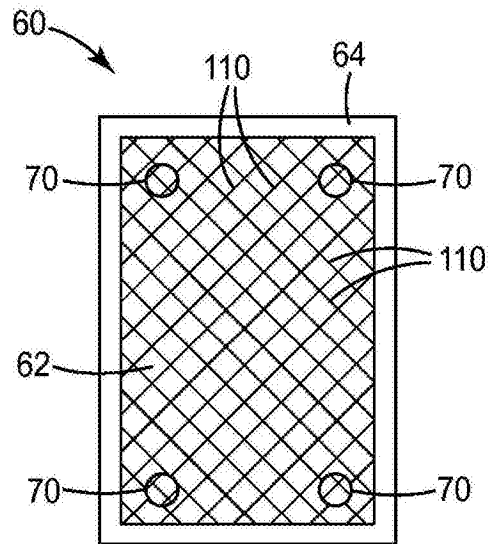


图4

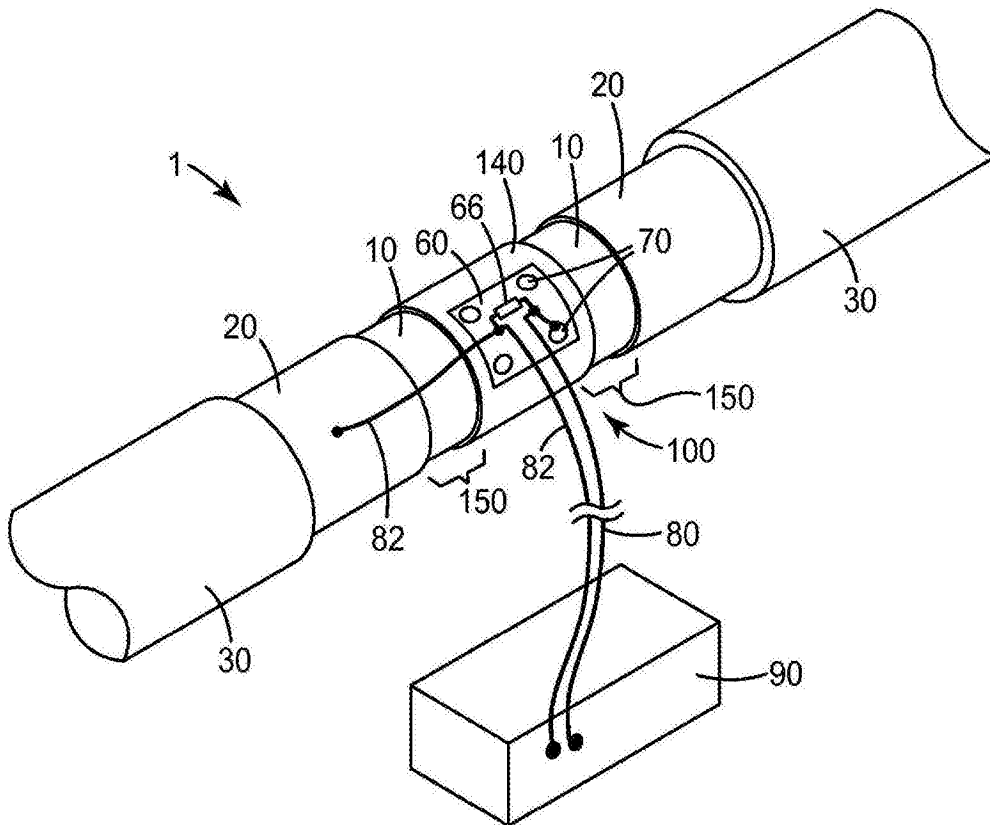


图5

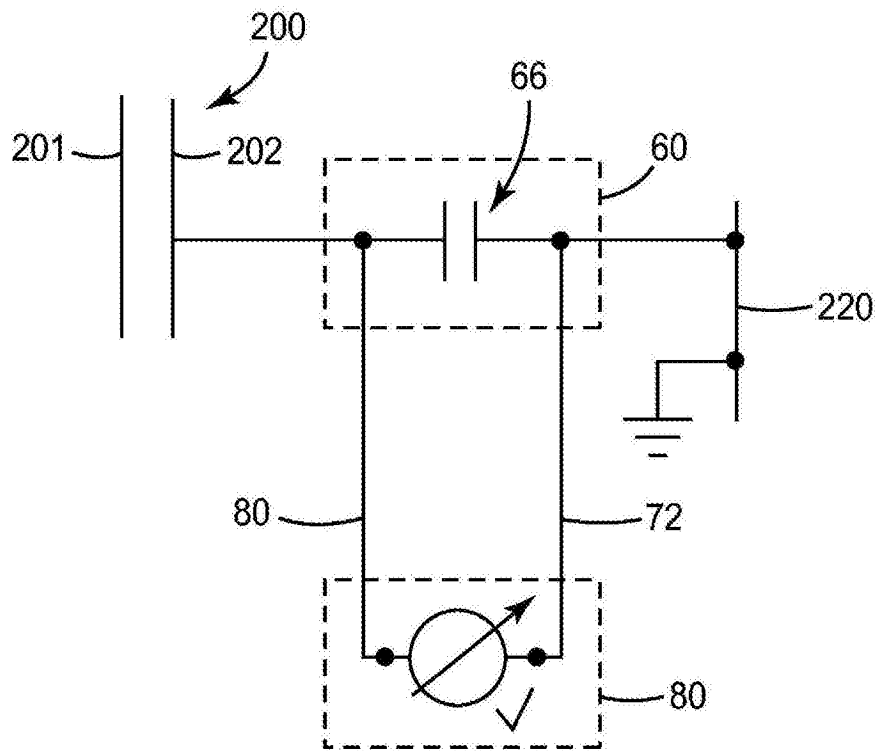


图6