(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102365663 A
(43)申请公布日 2012.02.29

(21)申请号 201080014278.4
(22)申请日 2010.02.25
(30)优先权数据
2009900897 2009.02.27 AU
(85)PCT申请进入国家阶段日
2011.09.28
(86)PCT申请的申请数据
PCT/AU2010/000219 2010.02.25
(87)PCT申请的公布数据
WO2010/096873 EN 2010.09.02
(71)申请人 布赖恩投资有限公司
地址 澳大利亚西澳大利亚州
(72)发明人 布赖恩·戴维斯
(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 王萍 陈炜
(51)Int.Cl.
G08B 21/00(2006.01)

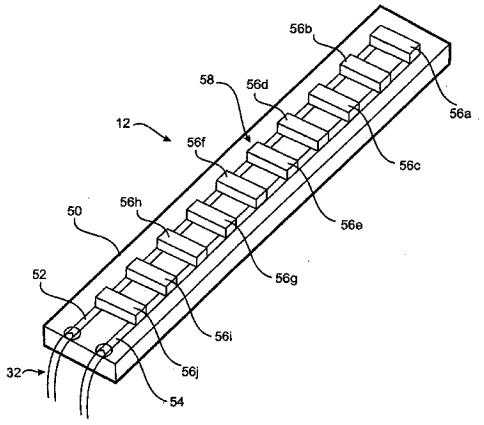
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 7 页

(54)发明名称

磨损传感器

(57)摘要

一种磨损传感器(12)包括支撑在基板(50)上的电路(58)。电路(58)包括多个跨越导电走线(52)和(54)彼此并联耦合的离散元件(56)。电路(58)与测量设备(38)电连接。测量设备(38)测量电路(58)的诸如电阻的电特性。传感器(12)布置在遭受磨损的对象(20)中或与对象(20)相邻并且与对象(20)一起磨损。随着传感器(12)磨损,元件(56)依次从电路(58)去耦,由此改变由设备(38)测量的特性。该变化提供对象(20)的磨损量的指示。



CN 102365663 A

1. 一种磨损传感器，包括：

电路，所述电路包括多个离散元件，每个元件对所述电路的能够测量的电特性有贡献；每个元件能够通过所述传感器上的磨损作用而从所述电路电去耦，使得当所述传感器上发生磨损时，所述元件中的一个或更多个被电去耦，由此改变所述能够测量的电特性。

2. 根据权利要求 1 所述的磨损传感器，包括能够沿遭受磨损的路径布置的基板，并且其中所述电路由所述基板支撑。

3. 根据权利要求 2 所述的磨损传感器，其中所述元件连接在所述电路中的不同位置处，使得随着磨损沿着所述路径进展，所述元件依次从所述电路去耦。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的磨损传感器，其中所述电路包括由所述基板支撑的两个导体，并且跨越所述导体对所述元件进行电分流以在所述元件之间形成并联连接。

5. 根据权利要求 4 所述的磨损传感器，其中所述基板包括电路板并且所述两个导体包括各自的导电走线。

6. 根据权利要求 5 所述的磨损传感器，其中所述两个导体嵌入两个非导电材料层中或夹在两个非导电材料层之间。

7. 根据权利要求 6 所述的磨损传感器，其中，所述电路板是包括彼此叠置的第一板和第二板的复合电路板，并且其中所述导电走线在所述第一板与所述第二板之间延伸。

8. 根据权利要求 7 所述的磨损传感器，其中每个元件具有相同的额定电特性。

9. 根据权利要求 7 所述的磨损传感器，其中所述元件布置成多个组，每个组中的每个元件具有相同的额定电特性。

10. 根据权利要求 7 所述的磨损传感器，其中所述元件沿磨损路径定位，使得具有电特性的一个值的元件在具有同一电特性的第二不同值的元件由于所述传感器上的磨损作用而电去耦之前，由于所述传感器上的所述磨损作用而从所述电路电去耦。

11. 根据权利要求 7 所述的磨损传感器，其中所述多个元件包括沿所述磨损路径布置的至少三个元件，与电路的各个连接的间隔在磨损增加的方向上逐渐减小。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的磨损传感器，其中每个元件是表面安装电子部件或厚膜印刷元件。

13. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的磨损传感器，其中所述电元件是电阻器。

14. 根据权利要求 2 至 13 中任一项所述的磨损传感器，其中所述基板包括第一部分和第二部分，并且所述元件支撑在所述第二部分上并通过沿所述第一部分延伸的各个导体在所述电路中电耦合，使得随着所述传感器磨损，所述各个导体被磨损掉，从而各个元件从所述电路电去耦。

15. 根据权利要求 14 所述的磨损传感器，其中所述第一部分和第二部分被配置成有选择地可连接到一起，其中所述第一部分是磨损掉的损失部分，而所述第二部分布置在所述磨损路径的外面。

16. 一种磨损感测系统，包括：

一个或更多个根据权利要求 1 至 15 中任一项的磨损传感器，所述或每个磨损传感器能够布置在遭受磨损的对象的磨损路径中或沿着遭受磨损的对象的磨损路径布置；以及

一个或更多个测量设备，用于测量所述或每个传感器的电特性。

17. 根据权利要求 15 所述的磨损感测系统，包括：处理器，用于处理所测得的所述或每个传感器的特性，并用于在至少一个所述传感器的所测得的特性达到指示所述对象的目标磨损量的值时控制感官警报的启动。

18. 根据权利要求 16 或 17 所述的磨损感测系统，包括由所述处理器控制以提供所述对象的磨损的视觉表示的视觉显示器。

19. 一种感测对象所发生的磨损的方法，包括：

测量位于在遭受磨损的位置处的对象中的磨损传感器的电路的电特性，其中所述电路包括多个离散元件，其中所述传感器被布置成使得所述元件由于所述磨损传感器的磨损而从所述电路依次电去耦，每个元件对所述电路的能够测量的电特性有贡献，使得随着所述对象发生磨损并且因此所述磨损传感器发生磨损，一个或更多个磨损元件被电去耦，从而改变所述能够测量的电特性。

20. 根据权利要求 19 所述的方法，包括：

在基板上形成所述电路；

在沿着所述对象的磨损路径行进的所述对象中形成孔；以及

在所述孔中布置所述基板。

磨损传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及用于检测磨损的传感器。

背景技术

[0002] 许多工业中的装置和设备都由于研磨材料的传送或流动而遭受磨损。例如，在采矿业中，可以将矿石经过滑道传送到运输机上用于后续的加工。由于大、重且硬的岩石的传送，这些滑道遭受严重的磨损。为了延长这样的装置和设备的使用寿命，已知的是将损失的磨损板固定到将以其他形式与研磨材料接触的表面。不论是否使用磨损板，为了最佳地管理和维护装置和设备，通常的做法是监控磨损。这可以通过手动检查或使用传感器来完成。在手动检查物理上不可行或需要大量的停机时间的一些情况下，使用传感器是唯一可行的选择。

发明内容

[0003] 根据本发明的一个方面，提供了一种磨损传感器，其包括：

[0004] 电路，包括多个离散元件，每个元件对电路的可测量的电特性有贡献；每个元件能够通过传感器上的磨损作用而从电路电去耦，使得当传感器上发生磨损时，元件中的一个或更多个被电去耦，由此改变可测量的电特性。

[0005] 磨损传感器可以包括能够沿遭受磨损的路径布置的基板，其中，电路由基板支撑。

[0006] 元件可以连接在电路中的不同位置处，使得随着磨损沿着路径进展，元件依次从电路去耦。

[0007] 电路可以包括由基板支撑的两个导体，其中跨越导体对元件进行电分流以在元件之间形成并联连接。

[0008] 基板可以包括电路板并且两个导体包括各自的导电走线。

[0009] 两个导体可以嵌入在两个非导电材料层中或夹在两个非导电材料层之间。

[0010] 在一个实施例中，电路板是包括第一板和第二板的复合电路板，其中一个板布置在另一个板之上，并且其中导电走线在第一板与第二板之间延伸。

[0011] 在一个实施例中，每个元件具有相同的额定电特性，例如，相同的电阻、电容或电感。

[0012] 在同一或替选实施例中，元件布置成多个组，每个组中的每个元件具有相同的额定电特性。

[0013] 在另外的实施例中，元件沿磨损路径定位，使得具有额定电特性的一个值的元件在具有同一额定电特性的第二不同值的元件由于传感器上的磨损作用而电去耦之前，由于传感器上的磨损作用而从电路电去耦。

[0014] 在实施例中，多个元件包括沿磨损路径布置的至少三个元件，与电路的各个连接的间隔在磨损增加的方向上逐渐减小。

[0015] 元件中的一个或更多个可以是表面安装电子部件或厚膜印刷的元件。

[0016] 在一个实施例中，电元件是电阻器。

[0017] 在一个可能的布置中，传感器可以包括第一部分和第二部分，并且元件支撑在第二部分上并通过沿第一部分延伸的各个导体在电路中电耦合，使得随着传感器的磨损，各个导体被磨损掉，从而各个元件从电路电去耦。

[0018] 在该布置中，第一部分和第二部分被配置为可以有选择地连接到一起，其中，第一部分是磨损掉的损失部分，而第二部分布置在磨损路径的外面。

[0019] 本发明的第二方面提供了一种磨损感测系统，其包括：

[0020] 一个或更多个根据本发明的第一方面的磨损传感器，该磨损传感器或每个磨损传感器能够布置在遭受磨损的对象的磨损路径中或沿着遭受磨损的对象的磨损路径布置；以及

[0021] 一个或更多个用于测量该传感器或每个传感器的电特性的测量设备。

[0022] 磨损感测系统可以包括处理器，用于处理所测得的该传感器或每个传感器的特性，并用于在所测得的至少一个传感器的特性达到指示对象的目标磨损量的值时控制感官警报的启动。

[0023] 磨损感测系统可以包括由处理器控制以提供对象的磨损的视觉表示的视觉显示器。

[0024] 本发明的第三方面提供了一种感测对象所发生的磨损的方法，其包括：

[0025] 测量位于在遭受磨损的位置处的对象中的磨损传感器的电路的电特性，其中电路包括多个离散元件，其中传感器被布置成使得元件由于磨损传感器的磨损而从电路依次电去耦，每个元件对电路的可测量的电特性有贡献，使得随着对象发生磨损进而磨损传感器发生磨损，一个或更多个磨损元件被电去耦，从而改变可测量的电特性。

[0026] 在实施例中，随着时间进行重复测量，使得在测量中反映出电特性的改变。

[0027] 在实施例中，电特性的改变用于确定对象的磨损程度。

附图说明

[0028] 为了更好地理解本发明，参照附图，仅借助于示例对本发明的实施例进行描述，其中：

[0029] 图 1 是将磨损板固定到其中布置有根据本发明实施例的磨损传感器的结构的螺栓的示意图；

[0030] 图 2 是根据本发明的磨损传感器的实施例的透视图；

[0031] 图 3 是已经遭受磨损的图 2 的磨损传感器的透视图；

[0032] 图 4 是本发明的实施例的示意性电路图；

[0033] 图 5 是磨损传感器的第二实施例的示意图；

[0034] 图 6 是根据本发明实施例的磨损系统的示意性框图；

[0035] 图 7 是表示由根据本发明实施例的多个磨损传感器进行的测量的曲线图；

[0036] 图 8 是磨损传感器的另外的实施例的电路图的示意图；以及

[0037] 图 9 是磨损传感器的另外的实施例的示意性电路图。

具体实施方式

[0038] 在一个实施例中，磨损传感器包括支撑连接为并联配置的多个电元件的基板。基板意在被布置成被磨损掉，具有被监控磨损的对象的表面。磨损同时发生在该表面和基板的与该表面相邻的末端。这导致电元件的逐渐去除以及因此的电去耦（或开路），并且因此导致由并联元件形成的电路的电特性的改变。电特性的改变是可以测量的并且反映磨损传感器的磨损程度并且因此反映被监控表面的磨损程度。实际上，可以针对具有距离或厚度（如以 mm 为单位的测量）的形式的或者作为表面的总厚度的百分比的表面磨损量对电特性的改变进行校准。

[0039] 图 1 示出磨损传感器系统 10 的示例。在该示例中存在具有磨损板 20 的形式的遭受磨损的对象。磨损板 20 由紧固件 14 固定到结构元件 22。紧固件 14 具有头 16 和轴 18 的螺栓的形式。头 16 位于磨损板 20 中的形状互补的凹陷中。螺母 24 与轴 18 螺纹啮合，从而通过在头 16 和螺母 24 之间施加夹持力来将磨损板 20 固定到结构元件 22。

[0040] 通道 30 在头 16 和轴 18 的内部，其延伸穿过紧固件 14 的长度。磨损传感器 12 的实施例布置在通道 30 中。这与磨损板 20 和螺栓 14 的磨损路径一致。导线 32 从磨损传感器 12 延伸，其离开轴 18 并通过连接器 34 连接到通信引线 36。通信引线 36 通常用连线连接到接线盒，尽管其可以连接到无线通信设备，并且然后连接到测量设备 38。

[0041] 螺栓 16 和磨损板 20 的表面以及磨损传感器 12 的与这些表面相邻的末端遭受磨损。最终，这些表面和磨损传感器 12 的末端将磨损到虚线 40 处。线 40 以上的所有材料将已被磨损掉（即去除），包括部分磨损板 20、部分头 16 和部分磨损传感器 12。假设传感器的已被磨损掉的部分上有一个或更多个电元件或者至少这些元件与电路的连接，那么这些元件也将被磨损掉或者以其他形式从它们之前所并联连接到的电路电去耦或开路。

[0042] 图 2 更详细地示出了磨损传感器 12。磨损传感器 12 包括具有印刷电路板 (PCB)50 的形式的基板，该 PCB 50 具有沿其长度延伸的一对走线 52 和 54。在实施例中，走线 52 和 54 彼此平行。多个元件 56 沿 PCB 50 的长度间隔开。元件 56 被放置成使得跨越走线 52 和 54 对元件 56 进行电分流。在该布置中，元件 56 并联电连接。在一个示例中，元件 56 是表面安装部件，诸如表面安装电阻器或印刷到 PCB 50 上的厚膜电阻器。然而，在其他实施例中，元件 56 可以是其他类型的电部件，诸如电容器、电感器、半导体以及这些部件的组合。每个导线 32 连接到每条走线 52 和 54 并从每条走线 52 和 54 延伸。

[0043] 并联连接在走线 52 和 54 之间的元件 56 的布置形成了具有由元件 56 确定的可测量的电特性的电路 58。在元件是电阻器的情况下，电特性将是由并联布置的电阻器中的每个产生的总电阻。可替选地，可以确定与得到的电阻直接相关的另一电特性（例如电压或电流）。可从导线 32 测量电特性。电路 58 的总电阻 R 被计算为：

[0044] $R = 1+((1+R_1)+(1+R_2)\cdots(1+Rn)),,$

[0045] 其中，R_1，…，R_n 是在任一时刻连接到电路的 n 个电阻器中的每个电阻器的电阻值。

[0046] 可以通过欧姆计来测量电阻。可替选地，可以测量电流或电压，其中电压或电流（分别）已知，且电阻 R 根据公知式 $V = IR$ 计算，其中 V 是走线 52 和 54 两端的电压，而 I 是通过一个导线 32 的电流。

[0047] 在元件是电容器的情况下，该组元件 56 的电容将是每个元件 56 的电容之和。

[0048] 图 3 示出在磨损到图 1 所示水平 40 时的图 2 的 PCB 50。磨损掉的部分以假想线

示出。这指示三个元件 56a、56b 和 56c（在本实施例中是电阻器）已被去除或从电路 58 去耦，电路 58 现在包括彼此并联连接的剩余的七个电阻器 56d 至 56j。三个电阻器 56a 至 56c 的去除 / 去耦将改变电路的总电阻。测量这一改变并且可以通过螺栓 14 和磨损板 20 的实际磨损深度来校准这一改变，使得电阻的改变给出磨损深度的可量化测量。

[0049] 图 4 中示出了电路 58 的电路图 60。元件 56a、56b、56c、56d、56e、56f、56g、56h、56i 和 56j 通过跨越走线 52 和 54 分流而并联连接。由测量设备 38 测量电特性。测量设备可以是欧姆计或更优选地是伏特计或安培计，其中在伏特计中已知的电流从一个导线 32 进入走线 52 或 54，而在安培计中已知的电压施加在走线 52 和 54 两端。测量设备可以根据元件的本质而采用其他的形式，比如电容计或频率计。

[0050] 通过例如线 40、42、44 和 46 示出了磨损量的各种示例。在线 42 的情况下，磨损传感器 12 被磨损到电阻器 56a 被去除的点。电路的电阻将由剩余的电阻器，即 56b 至 56j 确定。在磨损到线 40 处的情况下，电路的电阻将如根据电阻器 56d 至 56j 的值计算的那样。当磨损是在线 44 的程度时，电路的电阻值将是如根据电阻器 56g 至 56j 的值算出的那样。当磨损的程度是在由线 46 指示的线处时，电路的电阻值将根据电阻器 56i 和 56j 来计算。为了简洁而省略了其他组合。

[0051] 图 2 和图 3 示意性示出了被放置或印刷到印刷电路板 50 上的走线 50 和 52，元件 56 跨越走线 52 和 54 电耦合。然而在替选实施例中，为了使电路 58 因例如导电材料跨越走线 52 和 54 而引起的短路风险最小，可以将走线 52 和 54 嵌入在或夹在两个非导电层之间。例如，印刷电路板 50 可以具有由第一电路板和第二电路板形成的复合电路板的形式，第一电路板和第二电路板彼此叠置，且其中导电走线 52 和 54 在第一板和第二板之间延伸。这在图 5 中示意性示出，图 5 示出了由包括彼此叠置的第一板和第二板 51a 和 51b 的印刷电路板 50′。走线 52 和 54 印刷在电路板 51b 的与复合 PCB 50′ 的电路板 51a 的相对面相接触的面上。因此走线 52 和 54 实际上夹在两个板 51a 和 51b 之间，两个板 51a 和 51b 一起形成环绕或整个围绕走线 52 和 54 的非导电层。通过使用常规的通孔耦合可以使引线 32 与走线 52 和 54 电接触。部件 56 可以表面安装在比如第一板 51b 上以在走线 52 和 54 之间进行电耦合；或者可替选地，元件 56 自身可以夹在两个板 51a 和 51b 之间。将元件 56 设置为厚膜印刷元件可以特别地适合这样的实施例。

[0052] 参照图 2，可以通过给板 50 的包括走线 52 和 54 以及元件 56 的表面覆盖与其粘合的非导电材料层来获得相似的结构。这也可以通过如下方式实现，在电子工业中典型使用的用于封装电子电路和部件的常规的环氧树脂封装剂中封装印刷电路板 50。

[0053] 图 6 示出了磨损传感器系统 10 的替选示例，该磨损传感器系统 10 具有安装在遭受磨损的对象 20 中的不同位置处的多个磨损传感器 12a 至 12f。每个传感器 12a 至 12f 具有引到接线盒 134 的导线 32。在一个实施例中，接线盒 134 将导线 32 连接到线缆 136，线缆 136 又连接到处理器 138。在另一实施例中，接线盒 134 包括对如上所述的每个磨损传感器 12a 至 12f 的电特性进行测量的测量设备。然后可以将该测量结果作为模拟信号经由线缆 136 进行传送，或者可以将该测量结果转换成数字信号并穿过具有总线形式的线缆 136 发送到处理器 138。

[0054] 在一个实施例中，处理器 138 测量由线缆 136 提供的电特性或接收表示来自接线盒中的测量设备的测量结果的信号。在一个实施例中，处理器 138 被配置为将每个测量存

储在存储设备 140 中。处理器 138 还可以被布置成将每个测量结果与阈值比较。当达到阈值时，处理器 138 激活输出设备 142，该输出设备 142 可以包括某些类型的感官警报，如可听警笛或可视警报（如将熄灭的灯点亮或使灯闪烁）。

[0055] 在一个实施例中，处理器 138 包括测量电路。处理器 138 典型地具有包括在计算机程序指令的控制下运行的微处理器的计算机的形式。计算机程序典型地存储在如内存、闪存驱动器、CD、DVD、硬盘驱动器等的计算机可读存储介质中。存储设备 140 例如可以是内存、闪存驱动器、硬盘驱动器、网络存储等。此外，或者作为替选，为了提供某种类型的感官警报，输出设备 142 可以由处理器 138 控制，以在（图 7 所示的）显示器 200 上提供随着时间从每个磨损传感器处得到的测量结果的可视显示或者每个磨损传感器已经发生的磨损的程度的即时视图。

[0056] 图 7 提供了视觉显示器 200 上的图 6 的磨损传感器 12a、12b 和 12c 所发生的磨损的程度的图像的示例。视觉显示器 200 上的图像具有曲线图的形式。该曲线图包括指示每个磨损传感器 12a 至 12c 的开始水平的虚线 202。在给定的时间点，每个磨损传感器 12a 至 12c 的磨损程度由柱 204、206 和 208 的高度分别相对线 202 的下降来确定和图形化地表示。换句话说，柱的高度反映每个传感器 12a-12c 上剩余的元件的数目。另一虚线 210 表示阈值水平，如果越过该阈值水平将触发指示诸如磨损板的对象的磨损程度到达安全工作极限并需要被更换的警报。实线 212 表示根据各个柱 204、206、208 的高度和对象 20 的末端的对象 20 的表面轮廓的近似。

[0057] 在替选实施例中，可以提供更复杂形式的图形表示。例如，也可以通过提供表示 12d、12e 和 12f 的磨损程度的柱来提供三维表示。实际上，可以根据传感器 12 的输出来构造三维立体图以提供对象 20 的表面几何形状的视觉表示。

[0058] 发生的磨损的程度是线 202 与各个柱的高度之差。该差可以示为曲线图的基线以上的量，而不是相对线 202 的下降。可以提供其他形式的数据视觉化，如穿过所选择的磨损传感器的切片 (slice)。

[0059] 可以计算相对于时间的磨损速率并将其用于外推磨损何时将达到特定阈值。而且，还可以确定相对于预期速率的偏差，并将该偏差用于外推例如对象 20 所暴露于的材料的硬度或材料的一些其他性质。

[0060] 为了在磨损进行到临界水平时提供较大的灵敏度，电元件对电路的所测得的电特性的贡献可以随着离开（磨损之前的）对象 20 的表面的距离而变化。例如，可以对每个元件的贡献进行分组，组中的每个元件的贡献符合一个标准，诸如在组内其全部都具有相同的电阻或者是线性的。另一组内的每个元件的贡献可以满足另外的标准，诸如，例如其贡献是线性的但是速率不同，或者呈指数变化，或者满足一些其他标准。

[0061] 此外，根据元件在磨损路径中的位置，每个元件沿着每个磨损传感器的磨损路径的位置可以是等间隔的或者可以是不同地间隔的。例如，在磨损量达到临界水平时，可能需要更高级别的粒度。从而，在磨损路径中的特定位置处由元件构成的间隔与另一位置处的元件的间隔相比可以更靠近。

[0062] 当元件是电阻器时，为了适应作为元件的电阻的变化，在一个示例中，电阻器可以被布置成使得具有较小电阻的电阻器先于具有较大电阻值的电阻器而被磨损掉。对于某些实施方式，这在元件被磨损掉时引起电阻值的更显著的变化。

[0063] 可以根据被测量的对象的厚度，即磨损路径的长度，按照预期来规定磨损传感器12的长度。此外，电路58中的元件的间隔或其连接不需要是均匀的。例如，在磨损量增加时，可能需要较大的粒度，因此在其中磨损量变为临界的区域中元件彼此可能靠得更近。图8示意性地示出了关于这点的示例，图8示出了电路58a的实施例，其中电部件56a至56j在遭受磨损并由包括电路58a的磨损传感器来监控的对象的磨损W的方向上逐渐靠近。因此，在这个示例中，电元件56a是随着磨损的进展第一个从电路58a电去耦的元件。元件56j将是最后去除或电去耦的元件。此外，任何三个相邻的元件之间的间隔逐渐减小。例如，观察元件56b、56c和56d，元件56c与56d之间的间隔小于元件56b与56c之间的间隔。线56i与56j之间的间隔最小。因此，随着磨损的增加，所测得的电路58a的电特性（这种情况下是总电阻）的变化速率增加。

[0064] 可以对电元件的值分组，使得电阻变化的值根据磨损程度的期望的函数来改变。可以将电阻器的值选择成使得电阻的变化基本呈线性。磨损传感器12插入头16中，并且任何空气间隙都可以用非导电填充物来填充。

[0065] 磨损传感器可以用于沿着不需要延伸到对象中的路径测量对象的磨损程度。相反地，路径例如也可以跨越对象的表面。

[0066] 图9示出了替选电路58b，其可以并入磨损传感器的另外的实施例中。在这个实施例中，电路58b包括电元件56a至56j和导电走线52和54。然而，走线52和54之间的元件56的连接的几何形状或配置是不同的。在该实施例中，每个元件56的一端具有连接到走线52的第一短引线或导体，而元件56a至56i的相对端分别具有长引线或导体57a至57j（下文统称为“导体57”），导体57遵循类似矩形的路径行在相对端处连接到走线54。在本实施例中，每个元件56的导体57例如可以是印刷电路板50的一部分上的印刷的导电走线。而且，电路板50可以包括承载走线57的主要长度的第一部分50a以及承载部件56的第二部分50b。参照图1，传感器可以被布置成使得部分50a布置在延伸穿过紧固件14的头16的通道30的一部分中，而第二部分50b布置在紧固件14的轴18内的通道30的一部分中。在本实施例中，随着磨损的进展，导体57逐渐被磨损掉，由此使元件56从电路58b电去耦，尽管元件56自身从未遭受磨损。这提供了将印刷电路板和电路58形成为两个部件的可能性，即包括部分50a上的导体57的第一损失部件以及包括部分50b上的电阻元件56的可再用部件或部分。在该实施例中，第一和第二部分50a和50b可以借助于插脚和插口电气地并且物理上有选择地连接到一起。实际上，该连接例如可以通过排形线缆来进行，使得第二部分远离对象20。

[0067] 对于本领域技术人员明显的修改或变化被视为在本发明的范围内，其本质将由以上描述和所附权利要求来确定。

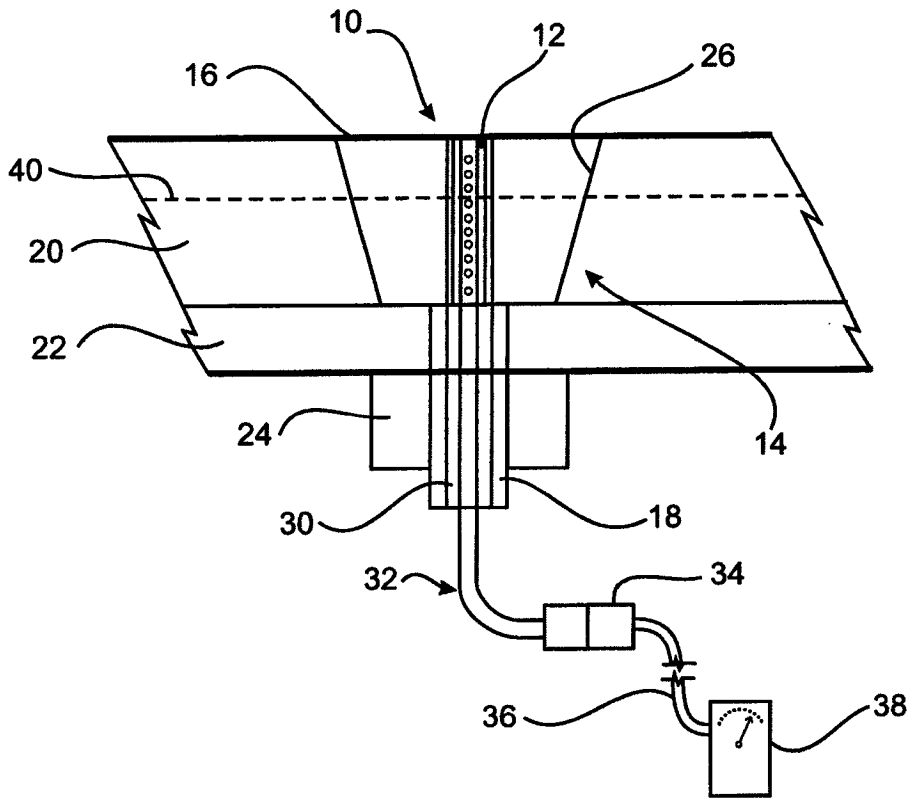


图 1

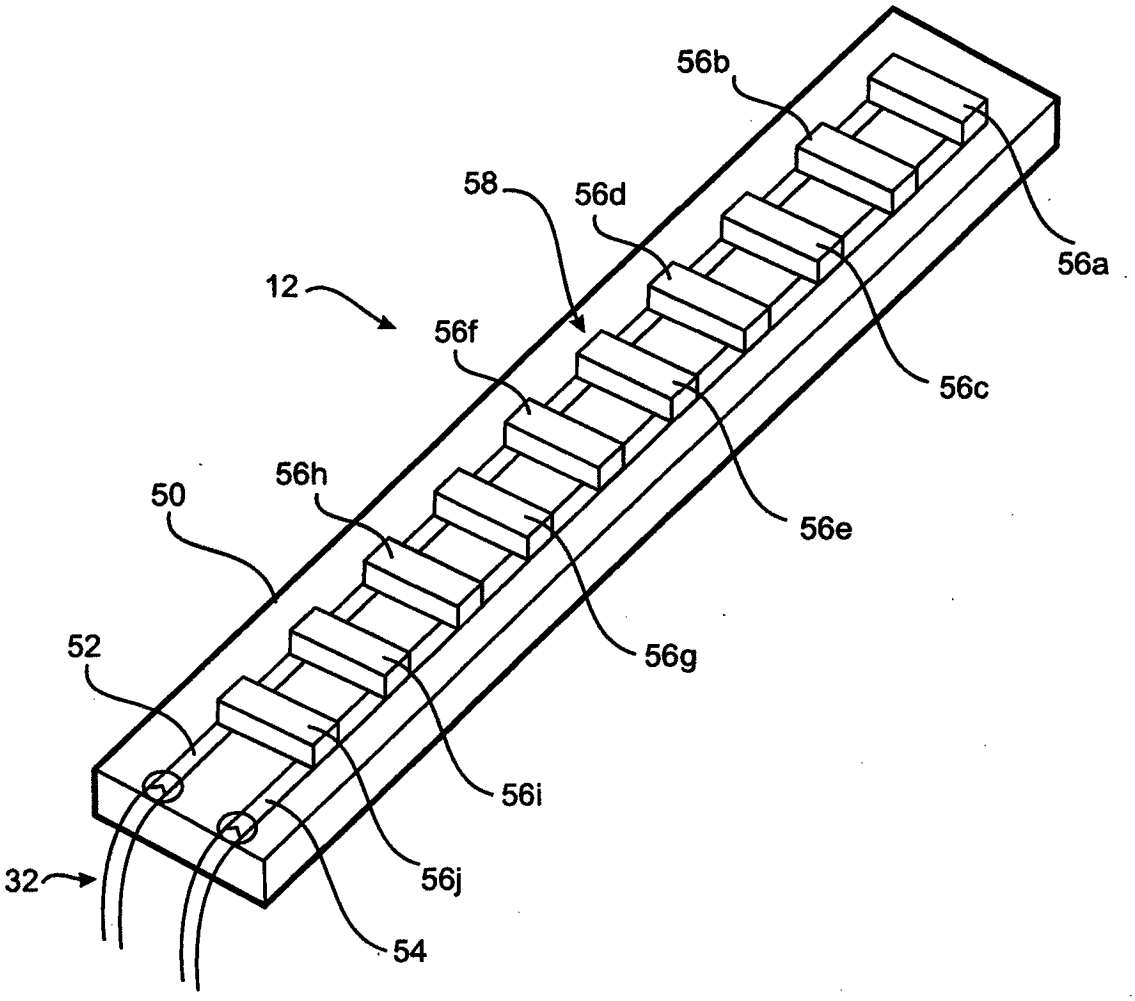


图 2

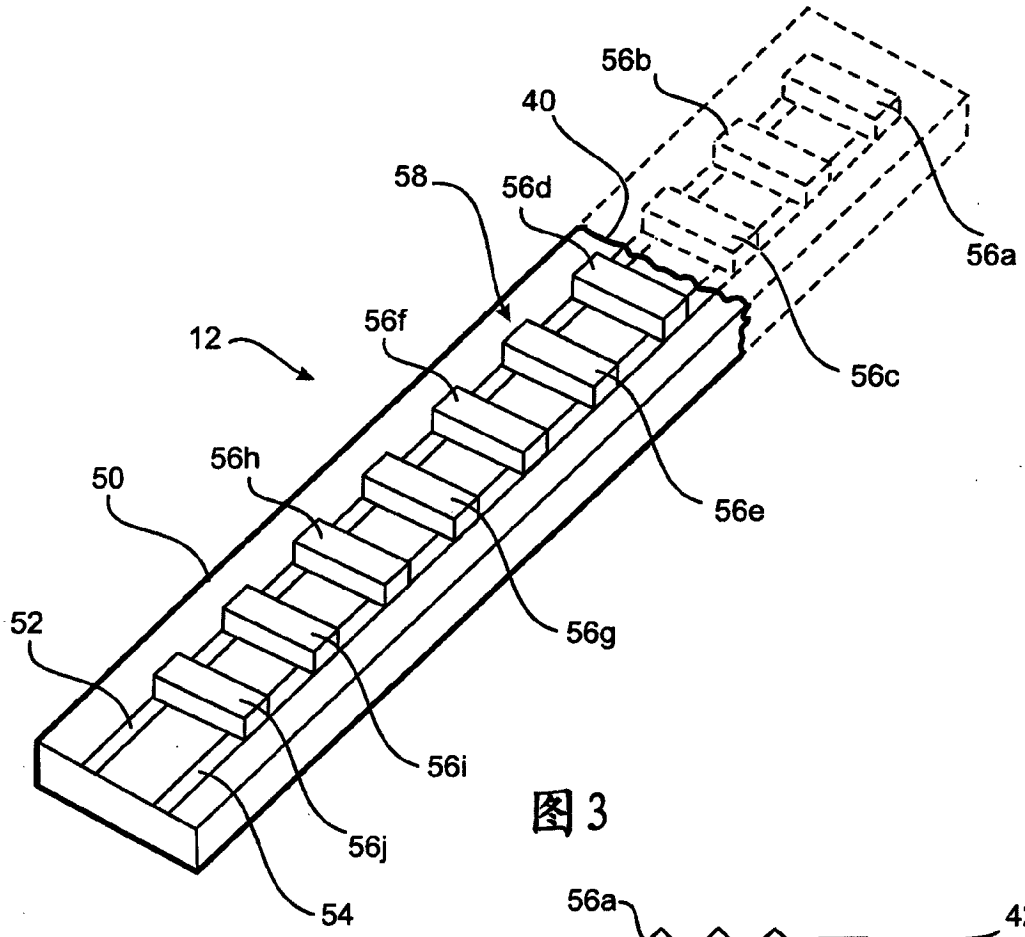

56b
40
58
56d
56a
12
56f
56c
56h
50
56e
52
56g
56i
56j
54

图 3

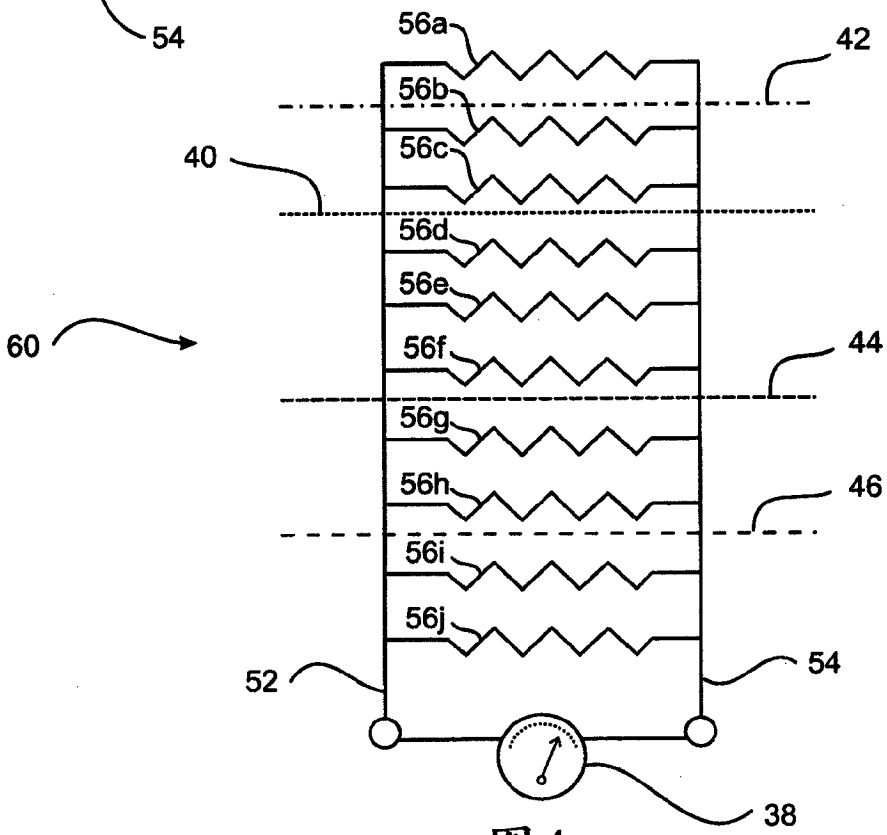

56a
42
56b
56c
40
56d
56e
60
56f
44
56g
56h
46
56i
56j
52
54
38

图 4

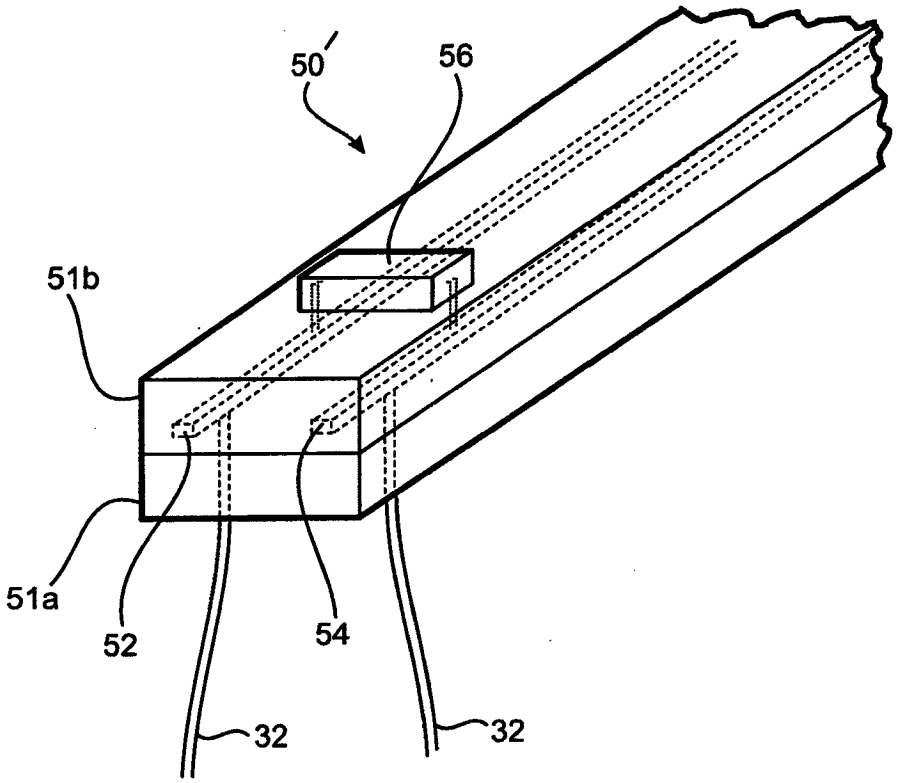


图 5

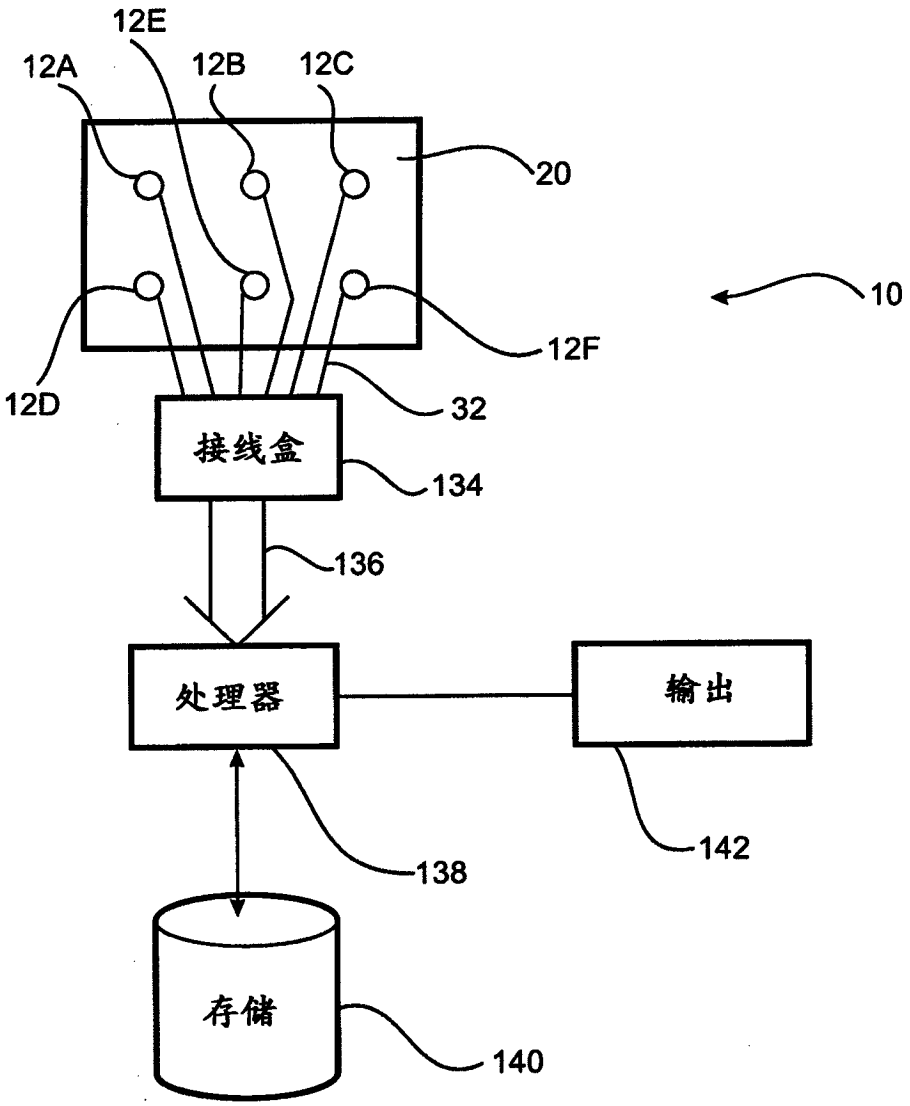

12E
12A
12B
12C
20
10
12F
12D
32
接线盒
134
136
处理器
输出
138
142
存储
140

图 6

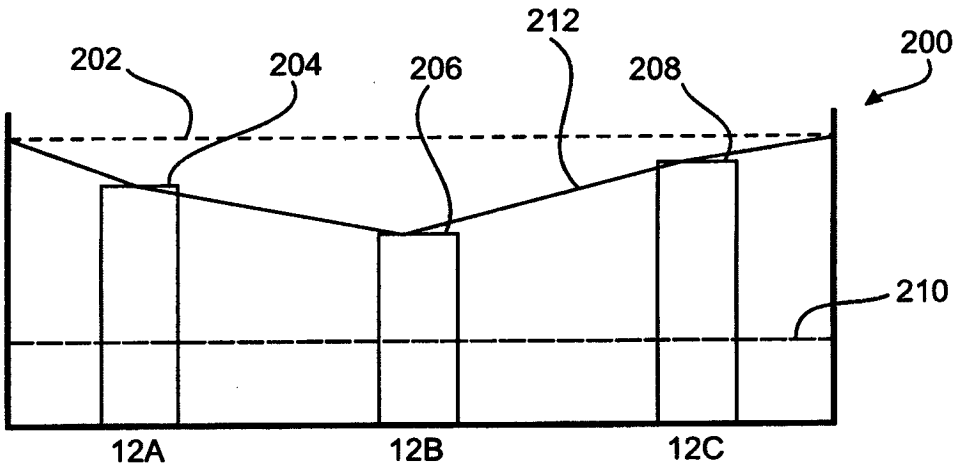

212
202
204
206
208
200
210
12A
12B
12C

图 7

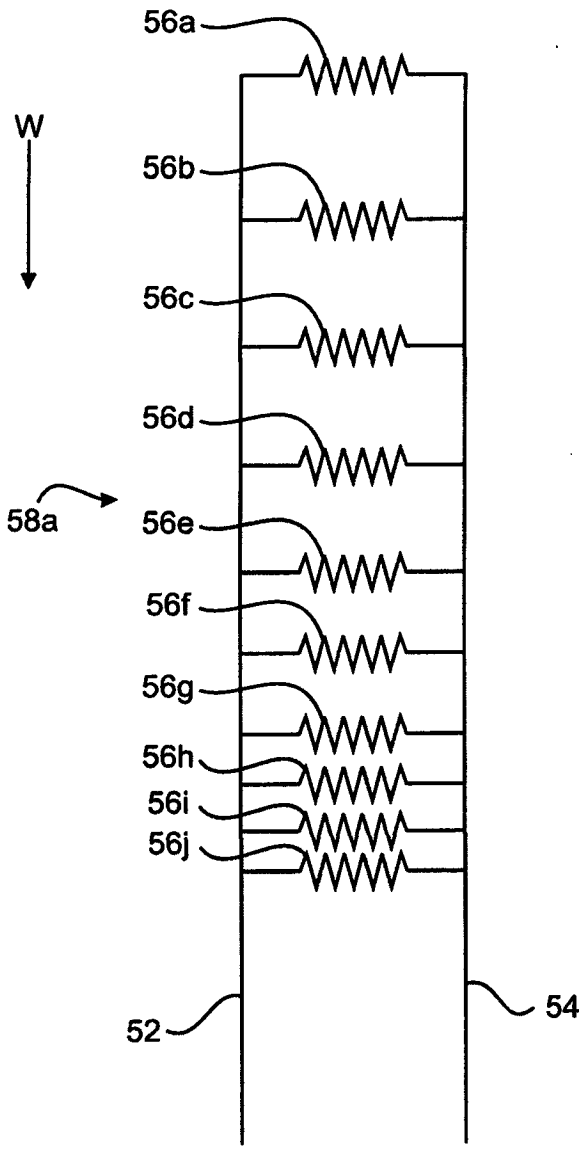


图 8

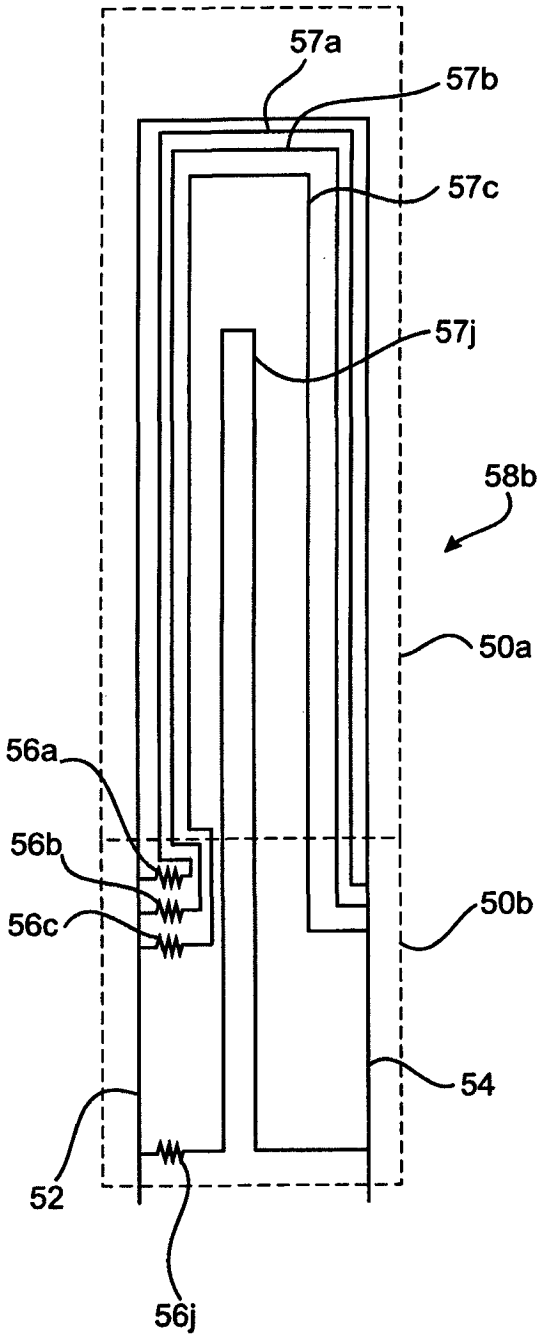


图 9