



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101636653 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 16

(21) 申请号 200780045275. 5

A61M 1/36 (2006. 01)

(22) 申请日 2007. 12. 05

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

0624426. 3 2006. 12. 06 GB

WO 89/09396 A1, 1989. 10. 05, 说明书第 5 页 21 行至第 7 页第 4 行, 附图 2.

(85) PCT 国际申请进入国家阶段日

2009. 06. 08

WO 97/15825 A1, 1997. 05. 01, 全文.

US 4740755, 1988. 04. 16, 全文.

GB 1517697 A, 1978. 07. 12, 全文.

(86) PCT 国际申请的申请数据

PCT/GB2007/004657 2007. 12. 05

审查员 郭欣悦

(87) PCT 国际申请的公布数据

W02008/068484 EN 2008. 06. 12

(73) 专利权人 ABB 有限公司

地址 英国格洛斯特郡

(72) 发明人 科林·豪厄尔 大卫·阿尔博内

大卫·爱德华·科

(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 朱胜 陈炜

(51) Int. Cl.

G01N 27/08 (2006. 01)

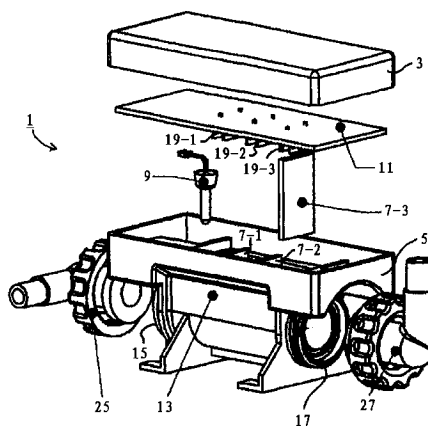
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

(54) 发明名称

电导传感器

(57) 摘要

描述了一种电导传感器, 其中电极由精确地定位于传感器的外壳内的多个槽保持于外壳内的期望位置。在一个实施例中, 槽一体地形成于外壳内。在电极已被插入槽中后, 热固树脂被灌注到外壳中并固化。然后, 钻通外壳、电极和固化的树脂而形成通孔, 从而形成通过传感器的流管。还描述了一种允许获得电极的极化电阻的测量结果的双频激励技术。在一个实施例中, 存储此测量结果并使用此测量结果来校正后续电导率测量结果。



1. 一种制造用在电导传感器中的设备的方法,所述方法的特征在于:  
提供限定模腔的模子或外壳;  
在所述模腔内提供多个槽;  
将电极放置在所述槽中以将它们部分地保持于所述模腔内;  
在所述模腔内提供可固化材料并固化所述可固化材料;并且  
形成贯穿所述电极和所述可固化材料的通孔以限定流体能流过的流管。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述提供槽的步骤提供用于保持每个电极的第一和第二槽。
3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中所述提供槽的步骤提供这样的用于每个电极的第一和第二槽:其被定位在所述模子或外壳的相对侧面上,以便保持所述电极使之沿着流体能流过的流径间隔开并且处于横过所述流径的取向上。
4. 根据权利要求 1 至 3 中的任一权利要求所述的方法,其中所述提供外壳的步骤提供模制的外壳,并且其中所述提供所述槽的步骤提供被一体地模制于所述外壳内的槽。
5. 根据权利要求 1 至 3 中的任一权利要求所述的方法,其中所述提供所述槽的步骤在沿着所述模腔的长度的不同位置提供多个槽,并且其中所述放置所述电极的步骤包括:取决于所述电导传感器的期望工作特性而选择其中将放置所述电极的所述槽的子集。
6. 根据权利要求 1 至 3 中的任一权利要求所述的方法,还包括使用连接器将激励和处理电路附着到所述电极,其中所述连接器附着到所述电极的无固化的所述可固化材料的边缘。
7. 根据权利要求 6 所述的方法,其中所述将所述激励和处理电路附着到所述电极的步骤使用这样的连接器:其包括用于当所述电极被插入所述连接器的凹槽中时夹住所述电极的所述边缘的一个或多个倒钩。
8. 根据权利要求 6 所述的方法,其中所述将所述激励和处理电路附着到所述电极的步骤使用这样的连接器:其直接附着到承载所述激励和处理电路的印刷电路板。
9. 根据权利要求 1 至 3 中的任一权利要求所述的方法,其中所述放置电极的步骤在所述提供所述可固化材料的步骤之后、但是在所述固化所述可固化材料的步骤之前执行。
10. 一种用在电导传感器中的设备,该设备的特征在于:  
外壳,限定模腔;  
至少两个电极;  
多个槽,用于将所述电极至少部分地保持于所述外壳的所述模腔内的预定位置;  
固化的可固化材料,在所述模腔内;以及  
通孔,贯穿所述固化的可固化材料和所述至少两个电极以限定流体能流过的流管。
11. 根据权利要求 10 所述的设备,其中第一和第二槽被提供用于保持每个电极,所述第一和第二槽被定位在所述外壳的相对侧面上,以便将所述电极保持于横过所述流管的取向上。
12. 根据权利要求 10 或 11 所述的设备,其中所述外壳是模制的,并且其中所述槽被一体地模制于所述外壳内。
13. 根据权利要求 10 或 11 所述的设备,包括处于沿着所述模腔的长度的不同位置的多个槽,并且其中所述电极是利用取决于所述电导传感器的期望工作特性而选择的所述槽的

子集来定位的。

14. 根据权利要求 10 或 11 所述的设备,还包括用于确定电导率测量结果的激励和处理电路,并且其中所述激励和处理电路可操作为使用适于附着到所述电极的边缘的连接器来连接到至少一个所述电极。

15. 根据权利要求 14 所述的设备,其中所述连接器包括用于当所述电极被插入所述连接器的凹槽中时夹住所述电极的所述边缘的一个或多个倒钩。

16. 根据权利要求 10 或 11 所述的设备,包括激励电路以及处理电路,所述激励电路可操作为将分别具有第一和第二激励频率的第一和第二激励信号施加于至少一个所述电极,并且所述处理电路可操作为使用针对所述第一和第二激励频率获得的测量结果来确定对所述电极的极化效应进行校正的待施加于所述电导率测量结果的校正。

17. 根据权利要求 16 所述的设备,其中所述激励电路包括:

i) 电路,可操作为在所述第一激励频率处生成第一方波信号并且在所述第二激励频率处生成第二方波信号;

ii) 滤波器,可操作为对所述第一和第二方波信号中所选的一个进行滤波以生成与所选方波信号频率相同的正弦波信号;以及

iii) 选择器,可操作为选择所述第一和第二方波信号二者之一以供输入至所述滤波器。

18. 根据权利要求 16 所述的设备,其中所述激励电路可操作为施加所述第一和第二激励信号,并且所述处理电路可操作为在间或执行的校准程序期间确定所述校正,并且其中所述处理电路可操作为存储经确定的所述校正以用于校正后续测量结果,直到执行了又一校准程序并且确定了更新的校正时为止。

19. 根据权利要求 18 所述的设备,其中所述处理电路可操作为通过比较所述更新的校正与一个或多个先前的校正来确定表明所述传感器的工作状态的状态信息。

20. 根据权利要求 16 所述的设备,其中所述第一和第二激励信号的频率被选择为使得所述处理电路能通过减去针对所述第一和第二激励频率获得的所述测量结果来确定所述校正。

## 电导传感器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电导传感器、用于电导传感器的零件及其制造方法。

### 背景技术

[0002] 电导计是众所周知和确立的产品，在多个应用如透析机、电力系统和水处理系统中有用。申请人已销售电导传感器约 40 年。通常，电导传感器包括这样的电导池：其具有沿着流管精确地间隔开的至少两个电极。为了精确地间隔电极，通常通过加工细长的碳棒而制作电极。具体而言，碳棒被加工为留下所需形状（通常为碟形）的电极，这些电极被分隔开所需的间距并且由未被去除的石墨棒的中央部分保持就位。然后，使用卡簧和焊接到卡簧的线来实现与电极的连接。然后，将此电极结构放置在模子中，并向模子添加热固材料（如环氧树脂），热固材料固化从而将电极保持就位。然后，沿着制成电极的碳棒的原始轴钻通固化的树脂而形成通孔。通孔的直径被设置成使得在此步骤中钻去连接两个电极的剩余的碳，留下沿着由通孔限定的流管分隔开所需的距离的两个电极。

[0003] 发明人已认识到这一制作电导池的常规方法存在多个问题。首先，发明人已认识到这一当前制造方法导致约 95% 的碳被浪费（归因于加工和钻孔工艺）。其次，发明人已认识到使用机床来制造所需形状的且具有所需间距的电极限制了在任一时间可制作的电极的数量，其原因是：将碳棒安装到机床中需要时间，在加工了电极结构之后将其从机床拆去需要时间，而且可用机床的数量是有限的。最后，发明人已认识到使用卡簧和被焊接的线来与电极连接的传统技术在组装方面是耗时和昂贵的。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种减轻一个或多个上述问题的电导池。

[0005] 根据一个方面，本发明提供了一种电导传感器，包括：外壳；至少两个电极；多个槽，用于将每个电极保持于外壳内的预定位置和取向；以及激励和处理电路，可操作为连接到所述电极并且确定流过外壳的流体的电导率测量结果。通过在外壳中提供槽，电极可被精确地定位并保持于外壳内。因此，可以显著地增大用来制作电极的碳棒的利用率。具体而言，可通过从碳棒切下薄的矩形块来形成电极。如果从碳棒切下的每个电极的厚度与切割器的厚度相一致，则在该工艺中将仅损失 50% 的碳棒。这与上述现有技术类型的电导传感器相比表现出材料成本的显著节省。

[0006] 虽然每个电极可由单个槽保持就位，但是优选地提供两个相对的槽来将电极保持于期望位置，并且这两个槽的取向被设定为使得电极横过流体可沿着其流过外壳的流径。

[0007] 槽优选地与外壳一体地形成，因为这允许将电极精确地放置在外壳内。相比之下，如果槽与外壳分离并且由适当的紧固件如螺丝固定到外壳，则槽在外壳中的位置可能将有变化，这将降低最终电导传感器的精度。外壳优选为模制部件（例如塑料材料的模制部件），且槽一体地形成为外壳内壁的一部分。

[0008] 在一个实施例中，外壳限定模腔，电极由所述槽保持于模腔内，且模腔用热固树脂

如环氧来填充。在此实施例中,电极在尺度上优选地被设定为使得它们从树脂突出以促成与激励和处理电路的连接。还提供了在传感器的入口与出口之间限定通过外壳、树脂和电极的流径的通孔。在一个可替代实施例中,可将电极安装到注射模中,然后用热塑材料如 PEEK (聚醚醚酮, polyetherether Ketone)、Noryl 或其它高性能热塑材料过模制 (over mould) 电极。在该实施例中,电极同样优选地从热塑材料突出以促成与电子装置的连接,并且在流体流动的入口与出口之间提供通孔。

[0009] 在一个优选实施例中,激励和处理电路使用连接器来连接到至少一个电极,该连接器直接附着到承载激励和处理电路的电路板以及电极的边缘。在此情形下,连接器优选地包括用于当电极被插入连接器中时夹住电极边缘的一个或多个倒钩。

[0010] 电极可具有任何方便的尺寸和形状。然而,它们优选地具有矩形块形状,因为这是最易于由标准细长碳棒制作电极的形状。

[0011] 在一个实施例中,激励电路将具有第一和第二激励频率的第一和第二激励信号施加于至少一个电极,并且处理电路使用针对第一和第二激励频率获得的测量结果来确定对电极的极化效应进行校正的待施加于电导率测量结果的校正。在该实施例中,可同时施加或者在不同时间依次施加两个频率。当同时施加信号时,处理电路优选地包括用以分出两个频率处的响应信号从而可以在每个频率处分别进行测量的滤波器。如果同时施加两个频率信号,则激励信号可例如包括方波信号,在该情形下,两个频率信号可以是方波信号的基波和三次谐波。

[0012] 在该优选实施例中,激励电路在不同频率处分别生成正弦波信号,激励电路包括:第一电路,可操作为在所述第一激励频率处生成第一方波信号;第二电路,可操作为在所述第二激励频率处生成第二方波信号;滤波器,可操作为对所述第一和第二方波信号中所选的一个进行滤波以生成与所选方波信号频率相同的正弦波信号;以及选择器,可操作为选择所述第一和第二方波信号二者之一以供输入至所述滤波器。

[0013] 可针对传感器的每次测量确定根据两个激励信号确定的校正。然而,在该优选实施例中,间歇地确定校正,并使用该校正直到确定了更新的校正时为止。传感器还优选地监视校正值的变化,以检测比如可能由电极的劣化或者由传感器流管中的阻塞造成的传感器工作异常。如果检测到这样的异常,则可例如使用警告显示或灯向用户输出警告。

[0014] 本发明还提供了一种制造用在电导传感器中的设备的方法,该方法包括:提供限定模腔的外壳;在所述模腔内提供多个槽;将电极放置在槽中以将它们部分地保持于模腔内;用可固化树脂填充模腔;固化树脂;并形成贯穿外壳、电极和树脂的通孔以限定流体可流过的流管。在此情形下,用在传感器中的设备可以是可与激励和处理电路分开地制作和销售的电导池。

[0015] 槽优选地设置在外壳的相对侧面上以将每个电极保持于期望位置,并且槽的取向被设定为横过流过外壳的流体流。可钻通固化的树脂、电极和外壳而形成通孔。可替代地,可以在树脂固化之前插入棒使之穿过外壳和电极,然后在树脂已固化之后拆去该棒。

[0016] 本发明还提供了一种制造用在电导传感器中的设备的方法,该方法包括:提供限定模腔的模子,所述模腔内具有多个槽;将电极放置在槽中以将它们部分地保持于模腔内;用热塑材料填充模腔;固化热塑材料;并形成贯穿外壳、电极和树脂的通孔以限定流体可流过的流管。

[0017] 该方法还优选地将激励和处理电路附着到电极。该附着优选地使用连接器,该连接器直接附着到电极的一个边缘并且直接附着到承载激励和 / 或处理电路的至少一部分的电路板。该连接器优选地包括用于当电极被插入连接器的凹槽中时夹住电极边缘的一个或多个倒钩。

[0018] 本发明还提供了一种电导传感器,包括:外壳,限定用于使流体通过的流管;第一和第二电极,沿着所述流管间隔开;激励电路,可操作为连接到所述电极并且可操作为生成激励信号;以及处理电路,可操作为连接到所述电极并且可操作为确定流过外壳的流体的电导率测量结果;其中所述激励电路可操作为将分别具有第一和第二激励频率的第一和第二激励信号施加于至少一个所述电极,并且其中所述处理电路可操作为使用针对第一和第二激励频率获得的测量结果来确定用于对电极的极化效应进行校正的待施加于所述电导率测量结果的校正。

[0019] 可同时或逐个施加不同频率激励信号。如果同时施加,则处理电路优选地包括用于获得针对第一和第二激励频率的测量结果的滤波器。

[0020] 本发明还提供了一种电导传感器,包括:外壳,限定用于使流体通过的流管;第一和第二电极,沿着所述流管间隔开;激励电路,可操作为连接到所述电极并且可操作为生成激励信号;以及处理电路,可操作为连接到所述电极并且可操作为确定流过外壳的流体的电导率测量结果;其中所述激励和所述处理电路的至少一部分安装在通过第一和第二边缘连接器连接到所述电极的电路板上,第一和第二边缘连接器都直接附着到所述电路板以及所述第一和第二电极中相应的一个的边缘。

[0021] 边缘连接器优选地包括用于当电极被插入连接器中时夹住电极边缘的一个或多个倒钩,并且在形状上被设定为接纳具有矩形块形状的电极。

[0022] 本领域的技术人员应理解,在如所附权利要求书中陈述的本发明的范围内,可以将一方面的特征应用于其它方面并且可以提供细节的变化。

## 附图说明

[0023] 为了帮助理解本发明,现在参照附图详细描述多个示例实施例,在附图中:

[0024] 图 1 是体现本发明的电导传感器的分解透视图;

[0025] 图 2 是图 1 中所示电导传感器的构成部分“外壳”的下半部的从上往下看的透视图;

[0026] 图 3A 是组装后的图 1 中所示电导传感器的横截面图;

[0027] 图 3B 是图示了碳电极与电导计的印刷电路板连接的方式的细节图;

[0028] 图 3C 是图示了用来将碳电极连接到印刷电路板的连接器的形状的透视图;

[0029] 图 4 是图 1 中所示电导传感器的电气等效电路;

[0030] 图 5 是图示了测量信号由于与电极关联的极化效应而随施加频率变化的方式的曲线图;

[0031] 图 6 是图示了图 1 中所示电导传感器的构成部分“激励和处理电路”的框图;

[0032] 图 7 是图示了构成图 6 中所示电路的一部分的激励电路的主要部件的框图;以及

[0033] 图 8 是图示了激励和处理电路的可备选布置的框图。

## 具体实施方式

### [0034] 电导传感器的结构

[0035] 图 1 是图示了本发明第一实施例的电导传感器 1 的主要部件的三维分解图。电导传感器 1 被设计为透析机（未示出）的一部分并且提供对主流电导率和温度的测量。电导传感器 1 包括由上外壳部分 3 和下外壳部分 5 构成的外壳，其中容纳了三个电极 7-1、7-2 和 7-3、温度传感器 9 以及承载激励和处理电路的印刷电路板（PCB）11。

[0036] 下文将更详细地说明，电极 7 被安装并保持于具有入口 15 和出口 17 的流道 13 的腔内。如图 1 中所示，印刷电路板 11 包括三个连接器夹 19-1、19-2 和 19-3，这些连接器夹被设置成夹到电极 7-1 至 7-3 中相应的一个的短边上并且与该短边实现电连接。在此实施例中，电极具有 22mm 长、16mm 宽和 2mm 厚的大致矩形块（骨牌）形状。

[0037] 现在参照图 2 说明制作电导传感器 1 的方式。初始时，电极 7-1 至 7-3 由相应的一对相对的槽（每对槽中的一个槽在图 2 中示出并被标记为 23-1、23-2 和 23-3）定位并保持于流道 13 的细长模腔 21 内。每对槽中的另一个槽被下外壳部分 5 的侧壁遮蔽而不可见。槽 23 在尺度上被设定为接纳并保持电极 7 的长边，使得电极 7 被保持于横过细长模腔 21 的纵轴的取向上。在此实施例中，外壳的多个部分由塑料材料例如 Noryl (RTM) 形成，且槽 23 被一体地模制在模腔 21 的内壁上。由于槽 23 被一体地模制于模腔 21 内，所以槽 23 可被精确地定位，并因此电极可精确地彼此间隔开。本领域的技术人员应理解，电极的精确定位对于限定电导池（其由电极的将与流体接触的区域和电极之间的间隔来限定）的正确池常数而言是必需的。

[0038] 在电极 7 被插入槽 23 内之后，用热固树脂如环氧树脂填充模腔 21。在此实施例中，模腔 21 的深度和电极 7 的长度被选择为确保每个电极 7 约有 4mm 从热固材料中突出。然后，通常通过加热使热固树脂脱气并固化。在固化后，沿着模腔 21 的纵轴钻出通孔（未示出）以便在入口 15 与出口 17 之间限定通过固化的树脂和电极 7 的流管。

[0039] 在热固树脂已固化并且通孔被钻出之后，插入温度传感器 9 以在入口 15 内延伸，且 PCB11 经由连接器夹 19 连接到从模腔 21 突出的电极 7 的末端。然后，上外壳部分 3 以常规方式固定到下外壳部分 5。然后，电导传感器 1 的入口 15 和出口 17 连接到透析机的入口和出口管 25 和 27。

[0040] 图 3A 是沿着组装后的电导传感器 1 的纵轴的横截面图。如图所示，温度传感器 9 穿过下外壳部分 5 的侧壁而延伸到入口 15 中，并且被设置成感测流过电导传感器 1 的液体的温度。图 3A 还更详细地示出了模腔 21，热固树脂 29 先被灌注到模腔 21 中然后固化。图 3A 还图示了在入口 15 与出口 17 之间贯穿固化的热固树脂和电极 7 的通孔 31。

[0041] 图 3B 是图 3A 中所示的将 PCB11 连接到电极 7-2 的连接器夹 19-2 的细节图。图 3C 中示出了一个连接器夹 19 的透视图。如图所示，连接器夹 19 包括六个倒钩状弹性触片，其中一些被示出并被标记为 33。如图 3B 中所示，这些倒钩状弹性触片 33 被设置成当碳电极 7 被插入连接器夹 19 中时夹住碳电极 7 的末端。

### [0042] 电导传感器的工作

[0043] 安装在 PCB11 上的激励电路生成电压稳定、低失真、1 伏峰 - 峰值的正弦波信号，该信号被施加于中央电极 7-2。外电极 7-1 和 7-3 连接在一起并且经由参考电阻器接地。电导池和参考电阻器产生了分压器。分压器的结处的电压是与测量电导率成比例的交流电

压。也安装在 PCB11 上的处理电路处理此交流电压以确定流过传感器 1 的流体的电导率的测量结果。

[0044] 图 4 是电导传感器 1 的电气等效电路。具体而言,图 4 示出了向中央电极 7-2 施加交流电压的交流源 41。图 4 还示出了连接在一起并且通过参考电阻器 ( $R_{ref}$ ) 43 接地的两个外电极 7-1 和 7-3。流过通孔 31 的流体由矩形 45 表示,PCB11 上的处理电路由伏特计 47 表示。

[0045] 众所周知,此类型的电导传感器因电极 7 的极化效应而具有不精确的缺点。在图 4 中,这些极化效应由可变极化电阻器 ( $R_p$ ) 49 表示。众所周知,此极化电阻随着激励信号频率的平方根而逆变化。因此,可以(并且也是惯例)通过施加高频激励信号来减小此极化电阻的影响。然而,使用这样的高频激励信号需要更昂贵且更复杂的激励和处理电路,并且由于电极之间的干扰和电容耦合而带来更多的困难。试图克服极化问题的另一常用技术是固定激励信号的频率、测量极化电阻(通过使已知电导率的流体通过计量仪)并将其存储为可用来对在正常使用期间获得的测量结果进行校正的校准数据。然而,针对给定激励频率的极化电阻将随时间缓慢地变化,因为电极 7 的特性随时间变化。因此,除非定期地重新执行此校准程序(由于需要使用已知电导率的流体而通常在工厂进行该校准程序),电导传感器 1 的精度将随时间缓慢地降低。

#### [0046] 双频测量

[0047] 在此实施例中,安装在印刷电路板 11 上的激励和处理电路被设置成施加两个不同激励频率并测量在这两个频率处获得的信号以便确定极化电阻的测量结果,该测量结果然后可用来校正电导率测量结果。可以每当电导传感器进行测量时执行此双频测量,或者可以间歇地(在校准程序期间)执行此双频测量,其中测得的极化数据被存储以供依靠单频激励的后续测量使用。可同时施加双频激励信号,然后在处理电路中分离(过滤)双频激励信号,但是在该优选实施例中,逐个施加双激励频率。

[0048] 图 5 是图示了测量信号随着施加频率 ( $f$ ) 的平方根的倒数变化的方式的曲线图。如图所示,随着激励频率的减小,测量信号增大,当激励频率增大时,测量信号减小到值  $S_0$ , 值  $S_0$  对应于与流过传感器 1 的流体的电导率成比例的期望信号。在此实施例中,为了使计算更容易,使用 4kHz 和 1kHz 的激励频率。通过使用这些频率,在施加 4kHz 激励信号时获得的测量信号 ( $S_4$ ) 与在施加 1kHz 激励信号时获得的测量信号 ( $S_1$ ) 之差约等于在施加 4kHz 激励信号时获得的测量信号 ( $S_4$ ) 与经校正的电导率测量结果  $S_0$  之差。换言之,  $S_1 - S_4 = S_4 - S_0$  并因此  $S_0 = 2S_4 - S_1$ 。然而,如上所述,电导传感器 1 每当进行电导率测量时可以不使用两个激励频率。为了应对这一点,处理电路确定  $S_1 - S_4$  的值并将其存储为校准值,处理电路从在单个激励信号 (4kHz) 被施加于电极 7-2 时获得的后续测量结果中减去该校准值。结果是经校正的电导率测量结果 ( $S_0$ )。

[0049] 本领域的技术人员应理解,不必要在双频测量期间采用这两个特定频率。可以使用导致测量信号值与经校正的电导率测量结果 ( $S_0$ ) 之间的类似关系的其它频率值。例如,4kHz 和 16kHz 的激励频率将提供类似的结果。此外,不必要使用以上述方式相关联的激励频率。可以使用任何两个激励频率,虽然这将要求处理电路对测量信号进行更复杂的处理。具体而言,在此情形下,处理电路将必须存储对测量信号随施加频率的变化进行限定的数据,使得处理电子装置可使用两个测量信号并将它们与两个未知数 - 极化电阻 ( $R_p$ ) 和流过



传感器 1 的流体的电导率相关联。

#### [0050] 激励和处理电路

[0051] 图 6 是图示了安装在印刷电路板 11 上的激励和处理电路的主要部件的框图。如图所示,该电路包括微控制器 61,微控制器 61 生成适当的控制信号来控制传感器激励信号发生器 63 生成激励信号。如图所示,在图 6 中,在微控制器 61 与激励信号发生器 63 之间提供光隔离屏障 65。在此实施例中,激励信号发生器 63 在微控制器 61 所选择的频率处生成电压稳定的低失真正弦波。在此实施例中,如图 7 中所示,传感器激励信号发生器 63 使用 8 阶贝赛尔滤波器 64 以及用以平滑波形的输出滤波器 66 来生成此正弦波。为了能工作,贝赛尔滤波器 64 需要所需输出频率处的方波以及在所需频率的 128 倍的频率处运行的时钟。晶控振荡器 68 和分频器 70 用来产生这些信号。在此实施例中,为了允许使用频率切换来消除极化效应,分频器 70 提供两组时钟和输出频率,且双数字复用器 72 用来选择所需的一组频率作为贝赛尔滤波器 64 的输入。微控制器 61 控制复用器 72,使得适当的激励信号被施加于电导池 67 的电极 7-2。

[0052] 如图所示,在图 6 中,来自电极 7 的信号被输入至电导率输入调节和滤波电路 69,电导率输入调节和滤波电路 69 对输入信号进行滤波以减小噪声的影响。然后,该输入调节和滤波电路对信号进行整流和平滑处理以产生随着流过电导池 67 的流体的电导率变化的直流信号。最后,输入调节滤波电路 69 放大和缩放此直流信号以提高模数转换之前的信噪比。

[0053] 图 6 还示出了温度传感器 9。在此实施例中,还通过利用参考电阻器(未示出)和传感器产生分压器来测量流体的温度。参考电阻器被选择为最小化通过温度传感器 9 的电流,使之仅处于消除因自热而产生的误差的水平。通过施加固定的直流电压来驱动温度传感器,并且作为结果的测量直流信号在模数转换之前由温度输入调节和滤波电路 71 滤波和缩放。

[0054] 在此实施例中,由调节和滤波电路 69 输出的经放大和缩放的直流信号被输入至电压-可变传号空号(mark space)转换电路 73,并在该转换电路 73 中与由三角波发生器 75 生成的三角波的当前值进行比较。作为结果的输出因此将是具有与从调节和滤波电路 69 输出的直流信号成比例的传号空号比的固定频率信号(对应于三角波发生器的频率)。然后,此传号空号信号经由光隔离屏障 65 被馈送到微控制器 61 的定时器比较输入端,微控制器 61 执行对传号和空号时间的高分辨率测量,并根据该测量的结果来计算与上述  $S_4$  或  $S_1$ (取决于所用激励频率)的值对应的传号空号比。

[0055] 使用电压-可变传号空号转换电路 77 对由温度输入调节和滤波电路 71 输出的经滤波和缩放的直流信号执行等效模数转换。

[0056] 如图 6 中所示,安装在印刷电路板 11 上的处理电路还包括 I2c 接口 79-1 和 79-2,经校正的电导率测量结果可从 I2c 接口 79-1 和 79-2 输出至例如其它计算机装置。还提供 I2c 地址编码电路 81,用于将地址信息提供给微处理器 61 以便控制通过 I2c 输出总线 79 进行的通信。还提供由微控制器 61 控制的状态 LED83。具体而言,微控制器 61 控制状态 LED83 以向用户表明电导传感器 1 是否在正确地工作。微控制器 61 可例如通过监视测量的极化电阻随时间变化的方式来识别是否存在故障。具体而言,如果极化电阻从先前值突然改变了超过预定水平的量,则这表明传感器 1 有故障。因而,微控制器 61 可通过激活适当

的状态 LED83 来向用户输出适当的警告。

[0057] 如图 6 中所示,还提供耦合到微控制器 61 的复位装置 85,用于将电导传感器 1 复位到它的原始出厂设置。最后,该电路包括用于从外部源接收电力的电力供应连接器 87,该电力被传递到微控制器 61 和传感器电力供应调整电路 89,调整电路 89 控制向电极 7 和温度传感器 9 施加的信号的功率水平。还提供传感器电力供应监视器 91,用于监视由调整电路 89 生成的传感器电力供应,该监视到的功率信息还被供应给微处理器 61,用于监视电导传感器 1 的状态。

[0058] 修改和可替换实施例

[0059] 在以上实施例中,使用特定类型的模数转换器对从电极 7 和温度传感器 9 获得的信号进行数字化。图 7 是图示了在一个可替换实施例中使用的激励和处理电路的框图,该可替换实施例提供了不同类型的模数转换电路。具体而言,该可替换实施例提供了  $\Sigma-\Delta$  模数转换器 93,该模数转换器 93 具有分别用于电导率和温度信号的输入端。 $\Sigma-\Delta$  模数转换器 93 具有提供良好的 50 / 60Hz 噪声抑制而无需附加滤波级的优点,并且包括使得调节和滤波电路 69 和 71 中无需有一些增益和缩放电路的内置增益级。

[0060] 如上所述,不同频率的两个激励信号被施加于电导传感器 1 的电极 7。在所述特定实施例中,依次施加两个信号。倘若被测量的流体的电导率在施加两个激励信号之间的时间间隔内不显著变化,则上述计算允许确定极化电阻 ( $R_p$ ) 或者至少确定与此电阻成比例的测量结果 ( $S_4-S_1$ )。上述技术的优点之一在于用于确定极化电阻的计算无需知道流过电导传感器 1 的流体的电导率。因此,测量可以在任何时间进行并且无需任何特殊离线处理。

[0061] 如上所述,代替在不同时间施加两个激励信号,可将两个激励信号同时施加于电极 7-2。这可例如通过施加包括基频分量和高阶谐波的方波信号来实现。通过在基频处和在三次谐波处对从电极 7 获得的信号进行滤波,可获得两个不同频率处的两个测量结果。滤波可由模拟或数字滤波器执行,或者通过对从电极获得的信号的频率分析来执行。在滤波后,可按上面概述的方式处理测量结果以确定有效极化电阻并由此校正电导率测量结果。

[0062] 在上述实施例中,通过纵向地沿着外壳在入口与出口之间钻孔,来形成限定通过电导传感器的流管的通孔 31。在一个可替换实施例中,可以对外壳和电极预钻孔,并且可以在入口与出口之间插入细长棒使之穿过外壳和电极。在该实施例中,在热固树脂固化之前插入该棒。在树脂已固化后,抽取该棒从而留下在外壳的入口与出口之间通过的通孔。

[0063] 在上述实施例中,电导传感器包括三个电极,其中两个连接在一起并且经由参考电阻器接地。本领域的技术人员应理解,不必要使用三个电极。例如,可提供二电极传感器,其中一个电极连接到激励电路而另一个电极连接到处理电路。如果需要,也可使用更多电极。另外,可以使连接到激励和处理电路的电极相反。例如,代替将激励电路连接到传感器电极 7-2 并将外电极 7-1 和 7-3 连接到处理电路,可将激励电路连接到电极 7-1 和 7-3 并将处理电路连接到传感器电极 7-2。

[0064] 类似地,虽然在实践中可能总是将激励电路连接到同一电极来进行两个频率的测量,但是也可以将一个激励频率施加于一个电极并且从一个或多个其它电极获得测量结果,将第二激励频率施加于先前连接到处理电路的电极,并处理从先前连接到激励电路的电极获得的信号。

[0065] 在上述实施例中,在外壳中提供三对槽,用于接纳并保持三个电极。在一个可替换

实施例中,可沿着外壳的长度提供一排槽(例如十个槽)以允许电极在外壳内的灵活定位,以由此控制电导池的作为结果的池常数。这样的设计具有如下优点:同一外壳可用于池常数不同的电导池。

[0066] 在上述第一实施例中,槽与外壳的内壁一体地模制。在一个可替换实施例中,可使用胶水或适当的紧固件如螺丝将槽固定于外壳内。

[0067] 在上述实施例中,激励和处理电路安装在印刷电路板上,该印刷电路板然后经由边缘连接器直接连接到电极,这些边缘连接器直接连接到该电路板和电极的边缘。本领域的技术人员应理解,一些激励和处理电路可安装在单独的电路板上,该单独的电路板连接到承载边缘连接器的电路板。然而,这样的布置使传感器的设计过于复杂而不是优选的。

[0068] 虽然上述实施例使用了由各种硬件电路构成的激励和处理电路,但是激励和处理电路的功能可以由可编程计算机装置实现,并且用于使得计算机实现此功能的指令可以以存储在计算机可读介质上的指令或者信号来提供。

[0069] 在本说明书(该术语包括权利要求书)中公开的和/或在附图中示出的每个特征可以与其它公开和/或图示的特征独立地合并在本发明中。

[0070] 在上述实施例中,热固树脂用来填充外壳的腔以围绕外壳中的电极。在一个可替换实施例中,可提供限定具有多个槽的模腔的模子。电极于是可放置在槽和用热塑材料填充的模腔中。在固化后,热塑材料和嵌入的电极可如上所述那样从模子拆去并被钻孔以限定通过塑料和电极的、流体可流过的流管。

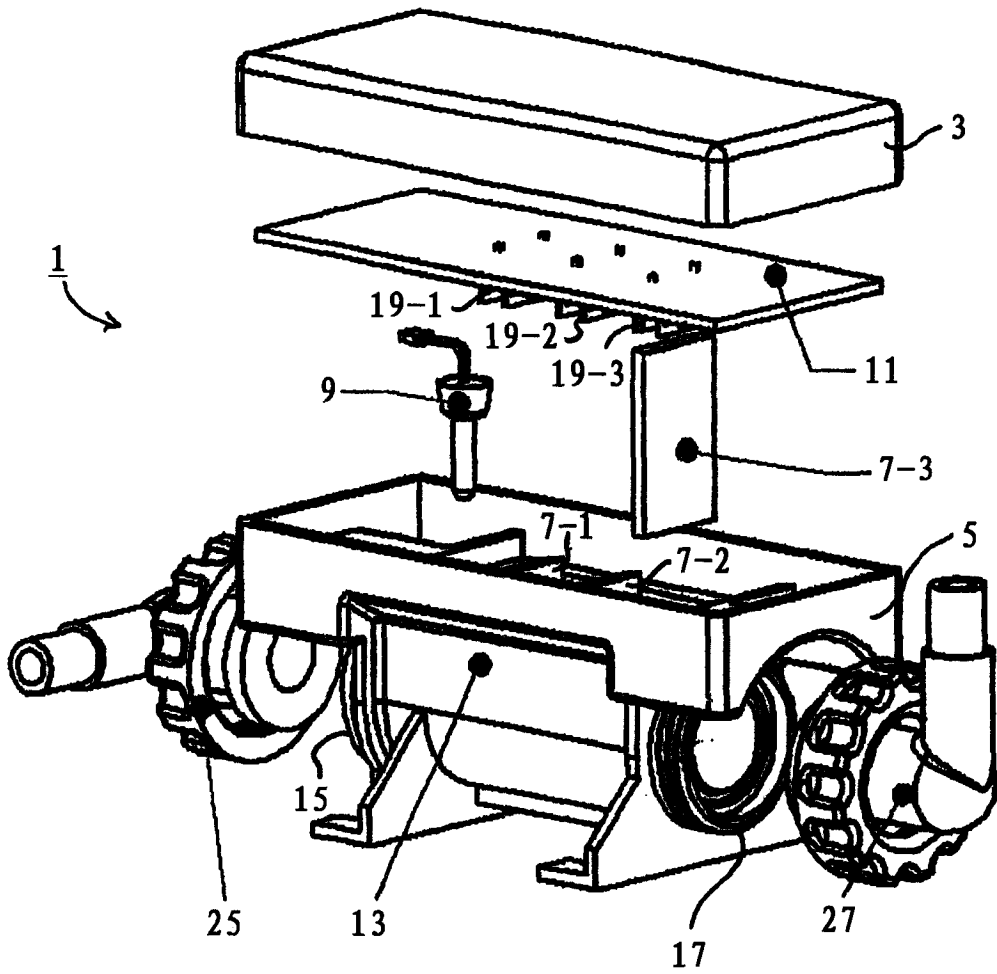


图 1

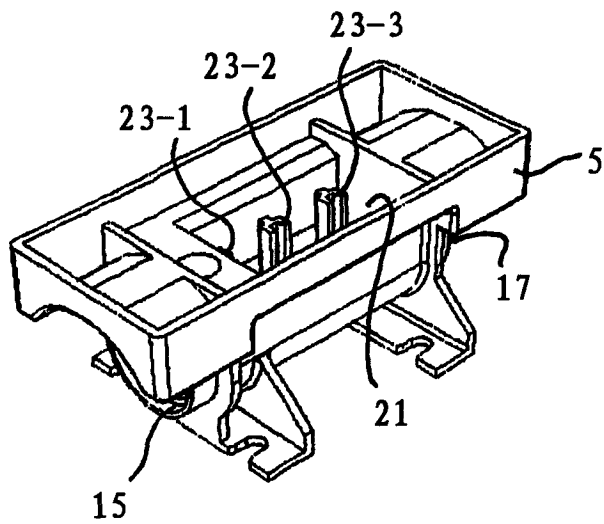


图 2

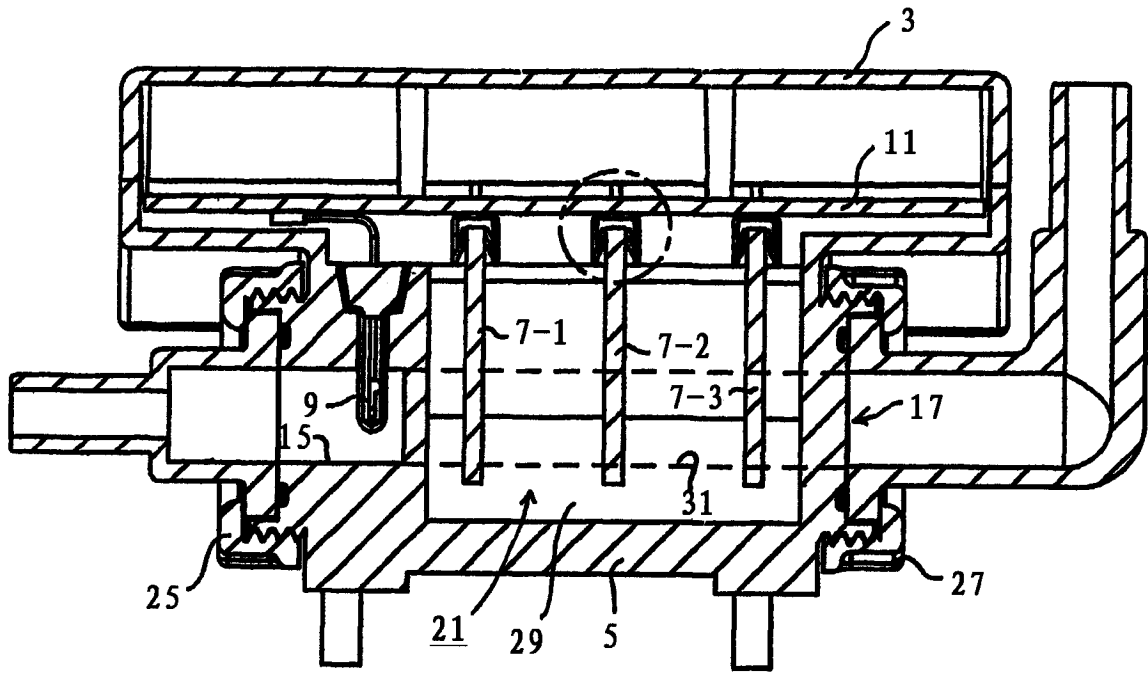


图 3A

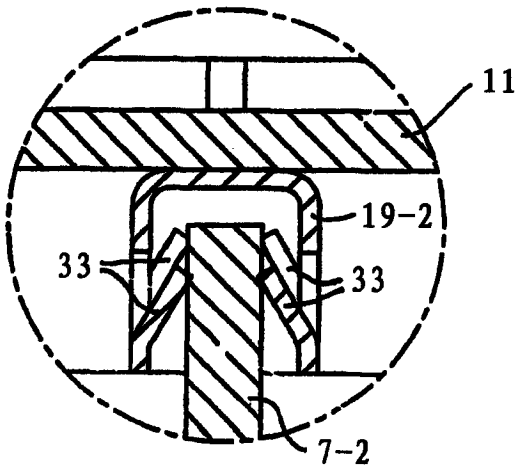


图 3B

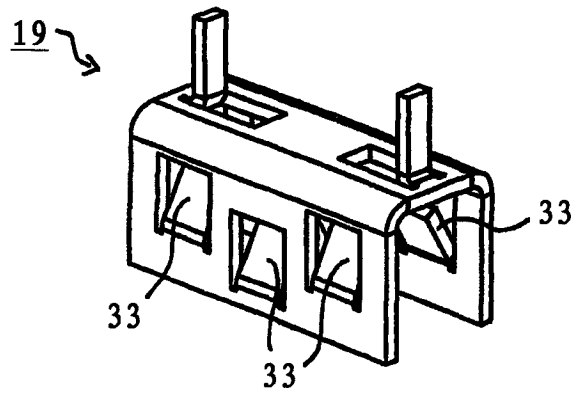


图 3C

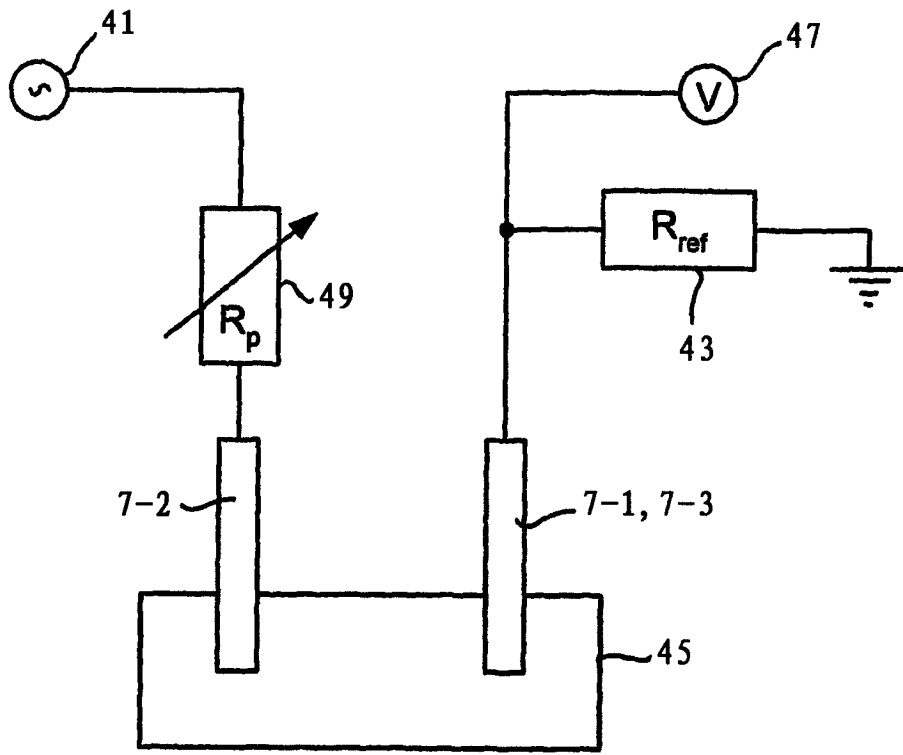


图 4

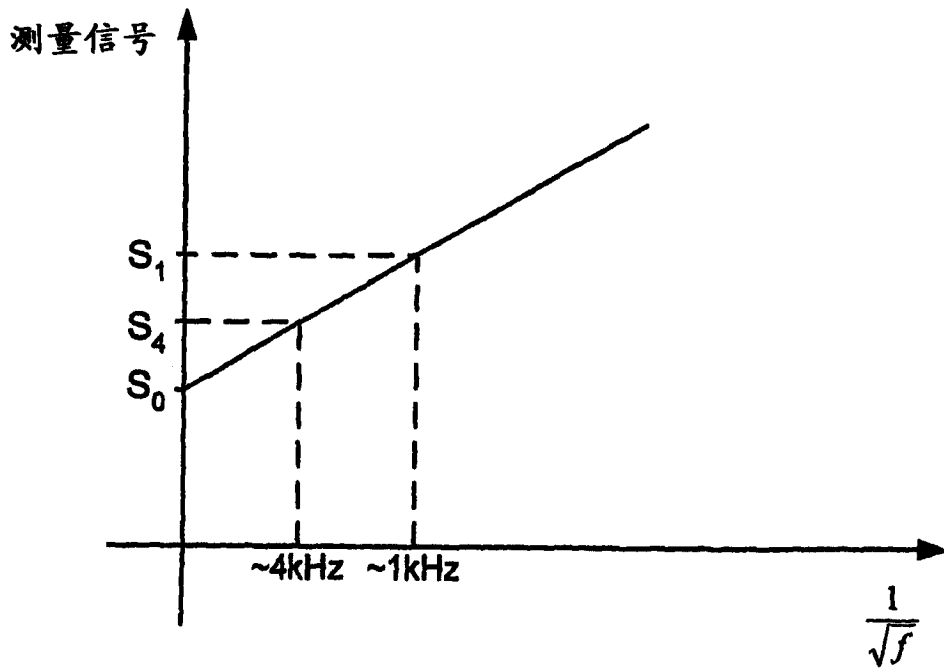


图 5

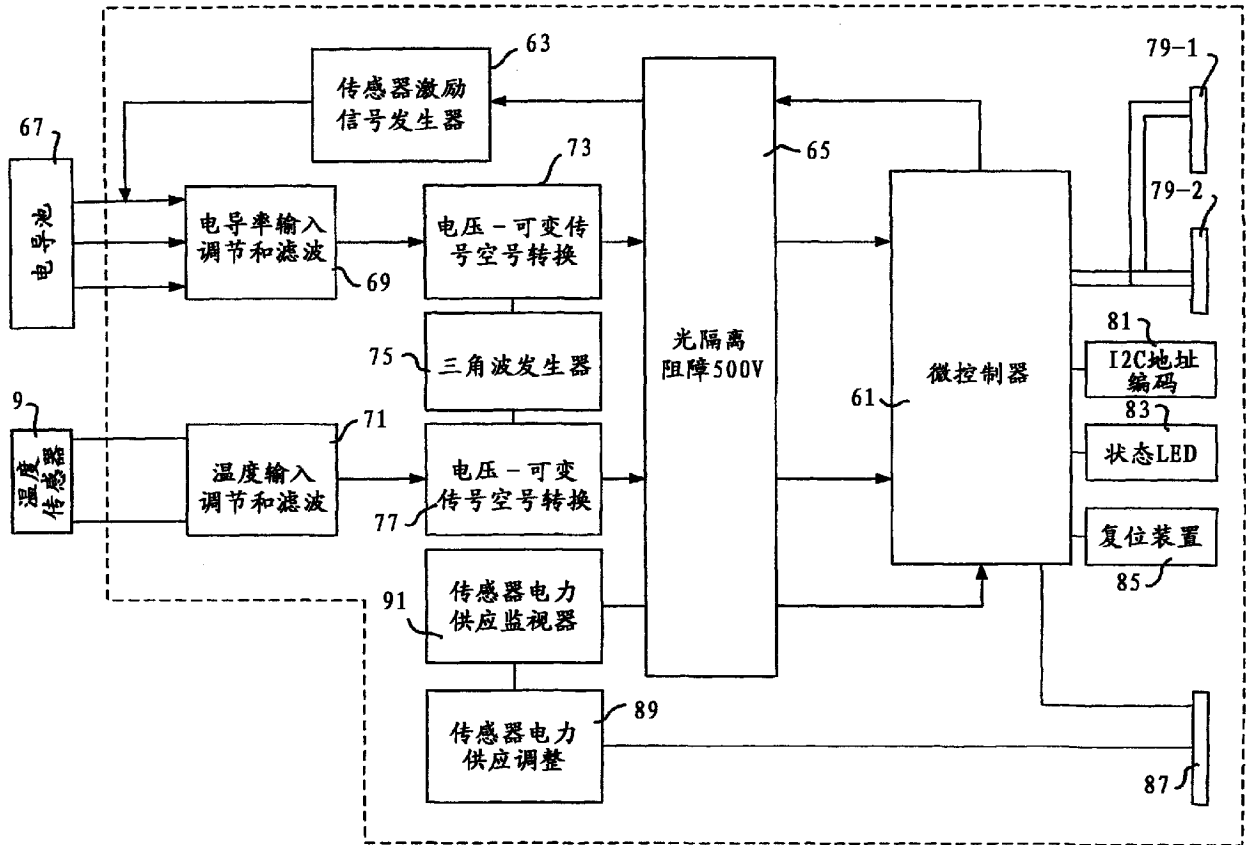


图 6

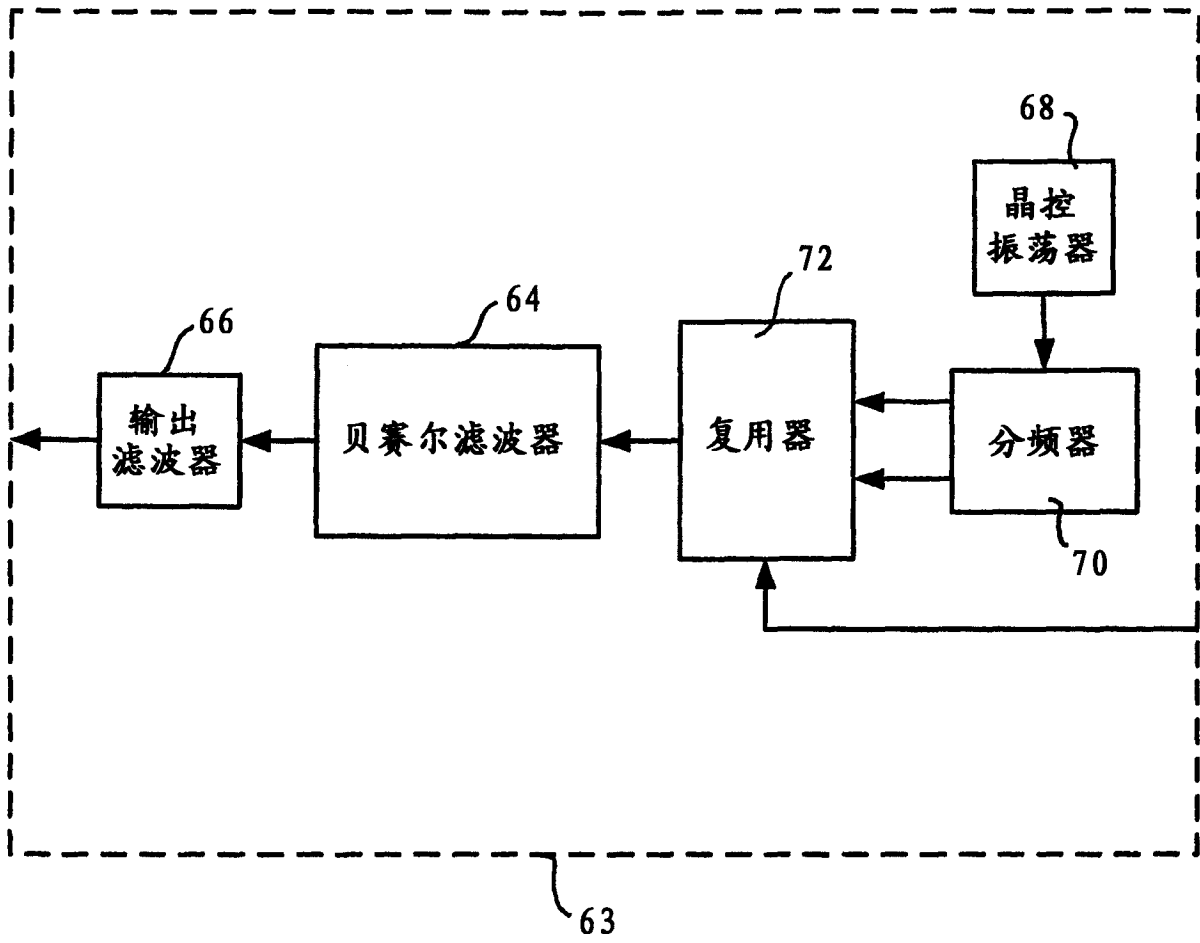


图 7



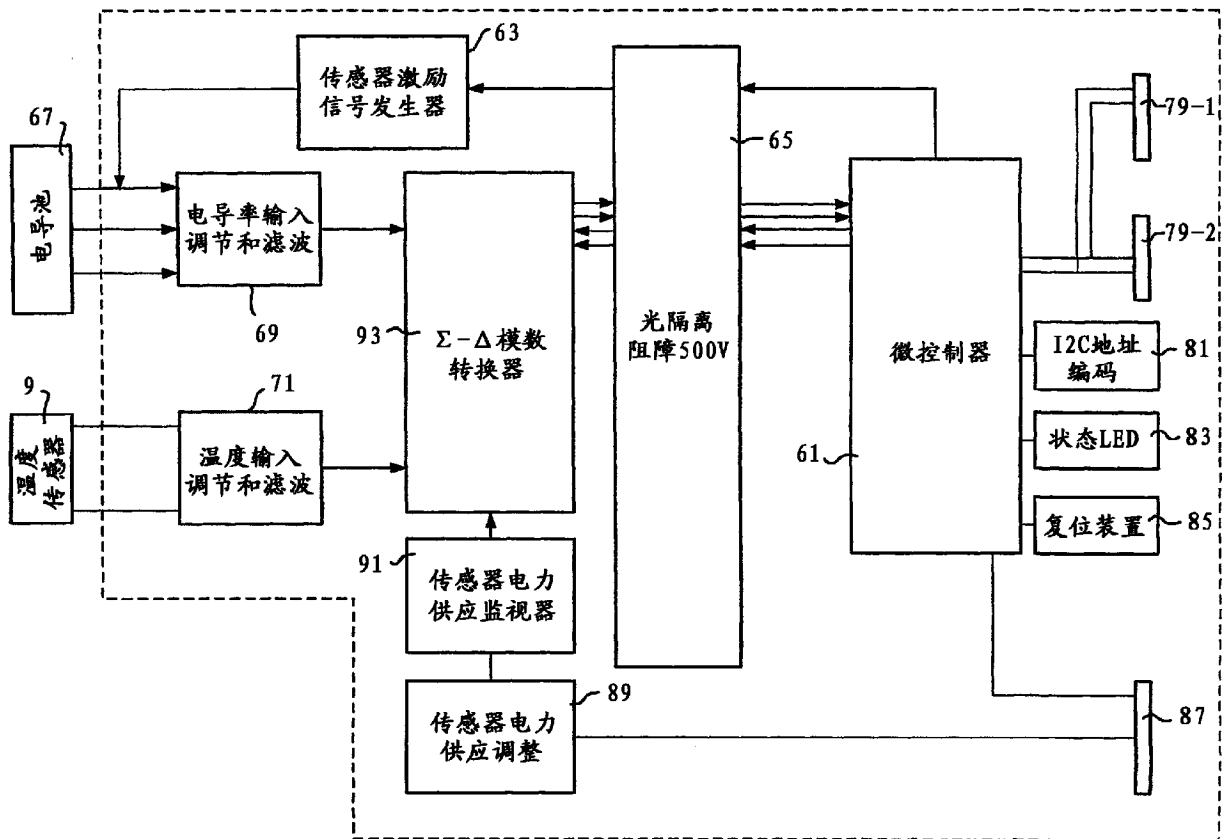


图 8