



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106969811 B

(45)授权公告日 2019.12.31

(21)申请号 201610988953.2

(22)申请日 2016.11.10

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106969811 A

(43)申请公布日 2017.07.21

(30)优先权数据
GB1519835.1 2015.11.10 GB

(73)专利权人 ABB有限公司
地址 英国格洛斯特郡

(72)发明人 雷·基奇

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理
有限公司 11112
代理人 顾丽波 李荣胜

(51)Int.Cl.

G01F 25/00(2006.01)

G01F 1/58(2006.01)

G01R 27/14(2006.01)

(56)对比文件

- GB 2333161 A, 1999.07.14,
- CN 103591991 A, 2014.02.19,
- CN 101517377 A, 2009.08.26,
- CN 1621782 A, 2005.06.01,
- CN 1130422 A, 1996.09.04,
- CN 1409093 A, 2003.04.09,
- DE 10118002 B4, 2004.12.30,
- JP 5565628 B2, 2014.08.06,

审查员 郑涛

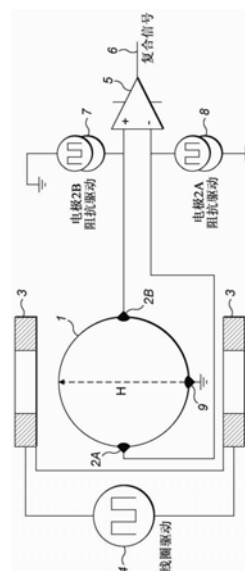
权利要求书4页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

用于电极阻抗测量的方法和设备

(57)摘要

获取电磁流量计的一个或多个感测电极的电阻抗的测量的方法,该方法包括:间隔性地向至少一个感测电极注入阻抗测量信号,同时向流量计的场生成线圈施加线圈励磁驱动信号;在第一间隔,当线圈励磁驱动信号被施加到线圈并且阻抗测量信号被注入到至少一个感测电极时,从感测电极获取第一测量信号,第一测量信号包括电磁感应流量测量信号和电极阻抗测量信号;在第二间隔,当线圈励磁驱动信号被施加到线圈但阻抗测量信号未被注入到至少一个感测电极时,从感测电极获取第二测量信号,第二测量信号包括电磁感应流量测量信号;以及将第一测量信号与第二测量信号组合以获得输出信号,该输出信号包括电极阻抗测量信号,并且其中不存在电磁感应流量测量信号。



1. 一种获取电磁流量计的一个或多个感测电极的电阻抗的测量的方法,该方法包括:
间隔性地向至少一个感测电极注入阻抗测量信号,同时向流量计的场生成线圈施加线圈励磁驱动信号;

在第一间隔,当线圈励磁驱动信号被施加到线圈并且阻抗测量信号被注入到至少一个感测电极时,从感测电极获取第一测量信号,第一测量信号包括电磁感应流量测量信号和电极阻抗测量信号;

在第二间隔,当线圈励磁驱动信号被施加到线圈但是阻抗测量信号未被注入到至少一个感测电极时,从感测电极获取第二测量信号,第二测量信号包括电磁感应流量测量信号;

将第一测量信号与第二测量信号组合来获得输出信号,该输出信号包括电极阻抗测量信号,并且其中不存在电磁感应流量测量信号;

其中的线圈励磁驱动信号具有周期性变化的波形,该波形具有驱动时期;

其中的组合步骤包括使用延迟线,该延迟线具有延迟时期;并且

其中的延迟时期是线圈励磁驱动信号的驱动时期的周期的整数倍。

2. 如权利要求1所述的方法,其中的线圈励磁驱动信号具有循环的波形,并且其中间隔性阻抗测量信号不是在线圈励磁驱动信号的每一个循环中都被注入。

3. 如权利要求1所述的方法,其中的延迟线是通过梳状滤波器实施的,梳状滤波器具有延迟时期。

4. 如权利要求1-3中的任何一项所述的方法,其中的线圈励磁驱动信号的形式是从包括以下的群组中选择的:

方波、脉冲形式、非50:50脉冲形式、正弦波、三角波、锯齿波。

5. 如权利要求1-3中的任何一项所述的方法,其中的阻抗测量信号注入到至少一个感测电极的方式是从包括以下的群组中选择的:

恒定电流、来自电阻源的恒定电压、来自电容源的电压注入。

6. 如权利要求1-3中的任何一项所述的方法,其中的阻抗测量信号的注入与线圈励磁驱动信号是同步的。

7. 如权利要求6所述的方法,其中的阻抗测量信号包括短时的脉冲,所述脉冲的发生时间被控制为恰好在在线圈励磁驱动信号的极性反转之后。

8. 如权利要求6所述的方法,其中的阻抗测量信号的发生时间被控制为仅在线圈励磁驱动信号的半周期的前75%之中;

或者,其中的阻抗测量信号的发生时间被控制为仅在线圈励磁驱动信号的半周期的前50%之中;

或者,其中的阻抗测量信号的发生时间被控制为仅在线圈励磁驱动信号的半周期的前25%之中。

9. 如权利要求1-3中的任何一项所述的方法,其中,对于一对感测电极,阻抗测量信号是以交错方式注入的,从而使得该对电极中的一个电极在该对电极中的另一个电极之后接收到阻抗测量信号。

10. 如权利要求1-3中的任何一项所述的方法,其中的第一间隔和第二间隔在时间上是相邻的。

11. 如权利要求1-3中的任何一项所述的方法,其中的第一间隔和第二间隔在时间上是

隔开的。

12. 如权利要求1-3中的任何一项所述的方法,还包括:对输出信号的电极阻抗测量信号进行解调,以获得至少一个感测电极的电阻抗的测量。

13. 如权利要求12所述的方法,还包括:将电极阻抗的测量与至少一个阈值进行比较,并根据比较的结果将至少一个疑似故障状态信号化。

14. 如权利要求12所述的方法,其中的电极阻抗的测量用于检测无流体导管或者部分填充导管。

15. 如权利要求12所述的方法,其中的电极阻抗的测量是针对多个感测电极获得的,这些感测电极位于导管的横截面周围、横截面的低点与横截面的高点之间的位置处,以根据每个感测电极的电极阻抗确定导管的填充水平。

16. 如权利要求1-3中的任何一项所述的方法,还包括,与将第一测量信号与第二测量信号组合以获得包括电极阻抗测量信号、并且不存在电磁感应流量测量信号的输出信号的步骤并行地进行如下步骤:

对第一和/或第二测量信号进行处理以获得第二输出信号,该第二输出信号包括电磁感应流量测量信号,并且不存在电极阻抗测量信号。

17. 如权利要求16所述的方法,其中的第一测量信号的处理包括对第一测量信号进行梳状滤波器操作。

18. 如权利要求17所述的方法,

其中的线圈励磁驱动信号的周期性变化的波形具有对称交变的半周期;并且

其中所述的梳状滤波操作使用对应于线圈励磁驱动信号的半周期的延迟时期。

19. 一种用于获取电磁流量计的一个或多个感测电极的电阻抗的测量的感测设备,该感测设备包括:

一个或多个信号发生器,其配置为间隔性地向至少一个感测电极注入阻抗测量信号,同时向流量计的场生成线圈施加线圈励磁驱动信号;

获取装置,用于在第一间隔,当线圈励磁驱动信号被施加到线圈并且阻抗测量信号被注入到至少一个感测电极时,从感测电极获取第一测量信号,第一测量信号包括电磁感应流量测量信号和电极阻抗测量信号;

获取装置,用于在第二间隔,当线圈励磁驱动信号被施加到线圈但是阻抗测量信号未被注入到至少一个感测电极时,从感测电极获取第二测量信号,第二测量信号包括电磁感应流量测量信号;以及

组合装置,用于将第一测量信号与第二测量信号组合以获得输出信号,该输出信号包括电极阻抗测量信号,并且其中不存在电磁感应流量测量信号;

其中的线圈励磁驱动信号具有周期性变化的波形,该波形具有驱动时期;

其中的组合步骤包括使用延迟线,该延迟线具有延迟时期;并且

其中的延迟时期是线圈励磁驱动信号的驱动时期的周期的整数倍。

20. 如权利要求19所述的感测设备,其中的每个信号发生器被配置为使得间隔性阻抗测量信号不是在线圈励磁驱动信号的每一个循环都被注入,线圈励磁驱动信号具有循环的波形。

21. 如权利要求19所述的感测设备,其中的组合装置还包括梳状滤波器以提供延迟线,

该梳状滤波器具有延迟时期。

22. 如权利要求19-21中的任何一项所述的感测设备, 其中的每个信号发生器被配置为, 阻抗测量信号注入的方式是从包括以下的群组中选择的:

恒定电流、来自电阻源的恒定电压、来自电容源的电压注入。

23. 如权利要求19-21中的任何一项所述的感测设备, 还包括定时装置, 其用于将阻抗测量信号的注入与线圈励磁驱动信号进行同步。

24. 如权利要求23所述的感测设备, 将其配置为: 阻抗测量信号包括短时的脉冲, 所述脉冲的发生时间被控制为恰好在线圈励磁驱动信号的极性反转之后。

25. 如权利要求23所述的感测设备, 将其配置为: 阻抗测量信号的发生时间被控制为仅在线圈励磁驱动信号的半周期的前75%之中;

或者配置为: 阻抗测量信号的发生时间被控制为仅在线圈励磁驱动信号的半周期的前50%之中;

或者配置为: 阻抗测量信号的发生时间被控制为仅在线圈励磁驱动信号的半周期的前25%之中。

26. 如权利要求19-21中的任何一项所述的感测设备, 将其配置为: 对于一对感测电极, 阻抗测量信号是以交错方式注入的, 从而使得该对电极中的一个电极在该对电极中的另一个电极之后接收到阻抗测量信号。

27. 如权利要求19-21中的任何一项所述的感测设备, 将其配置为: 第一间隔和第二间隔在时间上是相邻的。

28. 如权利要求19-21中的任何一项所述的感测设备, 将其配置为: 第一间隔和第二间隔在时间上是隔开的。

29. 如权利要求19-21中的任何一项所述的感测设备, 还包括用于对输出信号的电极阻抗测量信号进行解调以获得至少一个感测电极的电阻抗的测量的装置。

30. 如权利要求29所述的感测设备, 还包括用于将电极阻抗的测量与至少一个阈值进行比较对比、并根据比较的结果将至少一个疑似故障状态信号化的装置。

31. 如权利要求29所述的感测设备, 其中的电极阻抗的测量用于检测无流体导管或者部分填充导管。

32. 如权利要求29所述的感测设备, 其中的多个感测电极位于导管的横截面周围、并位于横截面的低点与横截面的高点之间的位置处, 以根据每个感测电极的电极阻抗确定导管的填充水平。

33. 如权利要求19-21中的任何一项所述的感测设备置, 还包括与组合装置并行的、用于将第一和/或第二测量信号进行处理以获得第二输出信号的处理装置, 该第二输出信号包括电磁感应流量测量信号, 并且不存在电极阻抗测量信号。

34. 如权利要求33所述的感测设备, 其中的处理装置包括梳状滤波器。

35. 如权利要求34所述的感测设备置,

其中的线圈励磁驱动信号的周期性变化的波形具有对称交变的半周期; 并且

其中所述的梳状滤波器使用对应于线圈励磁驱动信号的半周期的延迟时期。

36. 一种电磁流量计, 其包括: 场生成线圈、用于为所述线圈提供线圈励磁驱动信号的励磁电流发生器、一对或多对感测电极、以及如权利要求19-21中的任何一项所述的感测设

备。

37. 如权利要求36所述的电磁流量计, 其中的励磁电流发生器配置成为所述线圈提供线圈励磁驱动信号, 该线圈励磁驱动信号的形式是从包括以下的群组中选择的:

方波、脉冲形式、非50:50脉冲形式、正弦波、三角波、锯齿波。

38. 如权利要求36所述的电磁流量计, 还包括用于在检测到代表空导管的阻抗时生成代表零流量的输出的装置。

39. 如权利要求36所述的电磁流量计, 还包括用于生成代表其流量被测量的导管为空或部分空的输出的装置。

用于电极阻抗测量的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及电磁流量计,更具体地,涉及一种用于对使用中的电磁流量计的电极阻抗进行测量的方法和设备。例如,该方法和设备可以用于执行流量计电极完整性的现场验证,或者用于确定导管(例如与流量计耦接的管道)中是否存在或不存流体。

背景技术

[0002] 在使用中,电磁(EM)流量计依赖于至少两个测量电极来测量导管(例如与流量计耦接的管道)中的流体速度。这些电极通常是与流动的流体接触的。如果由于例如流量计中的液平面过低或者不存在流体导致该接触丢失,则流量测量将无法进行。电极的潜在覆盖,或者较低的流体电导率,也会影响流量计的准确度。因此,对测量电极的阻抗的测量,进而对电极完整性的验证,是非常有益的。这些信息是对EM流量计的重要诊断和警报来源。

[0003] 例如,在GB2333161中建立了很好的体系,其中通过注入恒定电流并测量所产生的电压以计算EM流量计的各个电极阻抗,来测量电极之间的电阻。

[0004] 在每个测量电极上注入电信号会在测量流体上生成电压,该电压与该电极的阻抗相关。感应电压(可能会较小)的振幅可低于作为电磁感应的结果、由流动的流体感生的小振幅流动相关信号的振幅。该流量感应信号用于确定流体的流速,其重要性在于,任何来自用于测量阻抗的信号注入的对流量信号的干扰都会被保持到最小限度。

[0005] 一种通常用于将干扰最小化的技术是在进行电极阻抗测量时停止或交替进行流速测量。尽管这样做会有效果,但是这会降低所产生的流体测量的信噪比,并且间歇式工作意味着重要的流体测量数据可能会丢失或无法获得。

[0006] 另一种由当前的低功率EM流量计(例如由蓄电池供电的那些流量计)使用的技术是,将给定时间段中的EM流量计的活动持续时间最小化。例如,为了降低功耗,通常例如每15秒获取一个流体测量读数。将给定时间段中的流体测量持续时间最小化有益于降低平均功耗,并且如果流量计是蓄电池供电的,则还可延长蓄电池的寿命。但是,如上面描述的交替进行流速测量和电极阻抗测量会导致总体测量周期的延长,从而增加流量计的功耗,并且如果流量计是蓄电池供电的,则还会减少需要更换或充电蓄电池之前的总体可运行时间。

[0007] 因此,需要改善对使用中的电磁流量计进行现场电极阻抗测量的效率。

[0008] 还需要使得阻抗测量能够以一种不会对期望的流量信号带来显著干扰或恶化的方式进行,并且更一般地,以一种不会对所测量的流速带来明显的测量误差的方式进行。

发明内容

[0009] 根据本发明的第一方面,提供了一种获取电磁流量计的一个或多个感测电极的电极阻抗的测量的方法,该方法包括:间隔性地向至少一个感测电极注入阻抗测量信号,同时向流量计的场生成线圈施加线圈励磁驱动信号;在第一间隔,当线圈励磁驱动信号被施加到线圈并且阻抗测量信号被注入到至少一个感测电极时,从感测电极获取第一测量信号,第

一测量信号包括电磁感应流量测量信号和电极阻抗测量信号；在第二间隔，当线圈励磁驱动信号被施加到线圈但是阻抗测量信号未被注入到至少一个感测电极时，从感测电极获取第二测量信号，第二测量信号包括电磁感应流量测量信号；将第一测量信号与第二测量信号组合以获得输出信号，该输出信号包括电极阻抗测量信号，并且其中不存在电磁感应流量测量信号。

[0010] 因此，本发明使用了“消除”的形式来从第一间隔测量信号中去除不需要的场线圈励磁感应分量，从而只留下需要的电极阻抗信号。

[0011] 以这种方式，可以获得电极阻抗的现场测量，并且同步地对感测电极施加交变电磁场用于流量测量目的。凭借阻抗测与插入电极阻抗测量交错，从而避免上述的与交替测量相关联的缺点，并提高效率。

[0012] 在某些实施例中，线圈励磁驱动信号具有循环的波形，间隔性阻抗测量信号不是在线圈励磁驱动信号的每一个循环都被注入。

[0013] 线圈励磁驱动信号可具有周期性变化的波形，该波形具有驱动时期。

[0014] 在某些实施例中，线圈励磁驱动信号的周期性变化的波形可具有对称交变的半周期。

[0015] 组合步骤可包括使用延迟线，该延迟线具有延迟时期。

[0016] 例如，延迟线可由梳状滤波器执行，梳状滤波器具有延迟时期。本文对于梳状滤波器以及类似装置的引用应当被广泛性地解释，以涵盖任何适当的装置，在这些装置中，将信号与其自身的延迟形式组合（例如，使用减法器或加法器），从而在频域中生成一个或多个“凹口”，在这些“凹口”处相对应的频率分量将会从信号中排除。

[0017] 为了排斥流量测量信号并允许电极阻抗测量信号通过，梳状滤波器延迟时期可以是电极激励驱动波形的全周期的整数倍，或者是电极激励驱动波形的半周期的整数倍。

[0018] 更具体地，利用这些实施例（其中的励磁驱动信号具有周期性变化的波形），延迟时期可以是线圈励磁驱动信号的驱动时期的周期的整数倍。

[0019] 替代性地，利用这些实施例（其中的励磁驱动信号的周期性变化的波形具有对称交变的半周期），延迟时期可以是线圈励磁驱动信号的驱动时期的半周期的整数倍。

[0020] 线圈励磁驱动信号的形式可以从包括以下的群组中选择：方波、脉冲形式、非50:50脉冲形式、正弦波、三角波、锯齿波。

[0021] 阻抗测量信号注入至少一个感测电极的方式可以从包括以下的群组中选择的：恒定电流、来自电阻源的恒定电压、来自电容源的电压注入。

[0022] 优选地，阻抗测量信号的注入与线圈励磁驱动信号是同步的。

[0023] 优选地，阻抗测量信号包括短时的脉冲，所述脉冲的发生时间被控制为恰好在线圈励磁驱动信号的极性反转之后。以这种方式，通过使用恰好在线圈励磁驱动波形的极性反转之后的正常的“废弃”时期（在此期间，流量测量数值是不稳定的和不准确的），可将阻抗测量信号叠加到与流量测量信号相同的时间范围中，并且在阻抗测量信号与流量测量信号的“稳定”部分之间不存在任何干扰的风险。

[0024] 例如，阻抗测量信号（例如，短脉冲）的发生时间可被控制为仅在线圈励磁驱动信号的半周期的前75%之中。

[0025] 特别是，在某些实施例中，阻抗测量信号的发生时间可被控制为仅在线圈励磁驱

动信号的半周期的前50%之中。

[0026] 在替代性实施例中,阻抗测量信号的发生时间可被控制为仅在线圈励磁驱动信号的半周期的前25%之中。

[0027] 更一般来说,对于一对感测电极,阻抗测量信号优选地是以交错方式注入的,从而使得该对电极中的一个电极是在该对电极中的另一个电极之后接收到阻抗测量信号。这使得该对电极中的每个电极的阻抗能够被分别获得。

[0028] 上面提到的第一间隔和第二间隔在时间上可以是相邻的,使得一个紧跟随另一个。

[0029] 替代性地,第一间隔和第二间隔在时间上可以是隔开的。即,在第一间隔的结束与第二间隔的开始之间可存在一段时间。优选地,这段时间是场线圈驱动半周期的整数倍。

[0030] 该方法还可包括,对输出信号的电极阻抗测量信号进行解调,以获得至少一个感测电极的电阻抗的测量。

[0031] 该方法还可包括,将电极阻抗的测量与至少一个阈值进行比较,并根据比较的结果将至少一个疑似故障状态信号化。例如,如果阻抗的测量高于所述阈值,则可将该疑似故障状态信号化。例如,电极阻抗可以用于检测无流体导管或者部分填充导管(例如,管道)。

[0032] 在某些实施例中,电极阻抗的测量可以是针对多个感测电极获得的,这些感测电极位于导管的横截面周围,并位于横截面的低点与横截面的高点之间的位置处,从而通过每个感测电极的电极阻抗确定导管的填充水平。

[0033] 更一般来说,该方法还可包括,与将第一测量信号与第二测量信号组合以获得包括电极阻抗测量信号、并且不存在电磁感应流量测量信号的输出信号的步骤并行地进行如下步骤:对第一和/或第二测量信号进行处理以获得第二输出信号,该第二输出信号包括电磁感应流量测量信号,并且不存在电极阻抗测量信号。在某些实施例中,这可以通过例如对第一测量信号进行梳状滤波器操作来完成。例如,在一些实施例中,线圈励磁驱动信号的周期性变化的波形具有对称交变半周期,所述梳状滤波操作可使用对应于线圈励磁驱动信号的半周期的延迟时期。

[0034] 根据本发明的第二方面,提供了一种配置为执行如本发明的第一方面所述的方法的感测设备。

[0035] 因此,提供该感测设备是用于获取电磁流量计的一个或多个感测电极的电阻抗的测量,该感测设备包括:一个或多个信号发生器,其配置为间隔性地向至少一个感测电极注入阻抗测量信号,同时向流量计的场生成线圈施加线圈励磁驱动信号;获取工具,用于在第一间隔,当线圈励磁驱动信号被施加到线圈并且阻抗测量信号被注入到至少一个感测电极时,从感测电极获取第一测量信号,第一测量信号包括电磁感应流量测量信号和电极阻抗测量信号;获取工具,用于在第二间隔,当线圈励磁驱动信号被施加到线圈但是阻抗测量信号未被注入到至少一个感测电极时,从感测电极获取第二测量信号,第二测量信号包括电磁感应流量测量信号;以及组合工具,用于将第一测量信号与第二测量信号组合以获得输出信号,该输出信号包括电极阻抗测量信号,并且其中不存在电磁感应流量测量信号。

[0036] 这种感测设备可以被并入到电磁流量计中,或者也可以作为用于连接到已存在的电磁流量计的单独的单元或模块而提供。

[0037] 因此,根据本发明的第三方面,提供了一种电磁流量计,其包括:场生成线圈、用于

为所述线圈提供线圈励磁驱动信号的励磁电流发生器、一对或多对感测电极、以及如本发明的第二方面所述的感测设备。

[0038] 励磁电流发生器可配置成为所述线圈提供线圈励磁驱动信号,该线圈励磁驱动信号的形式是从包括以下的群组中选择的:方波、脉冲形式、非50:50脉冲形式、正弦波、三角波、锯齿波。

[0039] 该电磁流量计还可包括用于在检测到代表空导管(例如,管道)的阻抗时生成代表零流量的输出的工具。

[0040] 替代性地,或者额外地,该电磁流量计还可包括用于生成代表被测量其流量的导管(例如,管道)空或部分空的输出的工具。

[0041] 在大量间隔中的来自感测电极的输出包括电磁感应流量测量信号(存在于上面所述的第一和第二间隔中,并且可能是连续性地),以及处于离散时间点上(例如,在第一间隔中)的间隔性电极阻抗测量信号,本文中可将该输出称为“复合信号”。

[0042] 因此,根据本发明的第四方面,提供了一种获取电磁流量计的一个或多个感测电极的电阻抗的测量的方法,该方法包括:向至少一个感测电极注入间隔性阻抗测量脉冲,同时对感测电极施加周期性变化的电磁场,从而使得感测电极产生复合信号,该复合信号包括电磁感应流量测量信号和电极阻抗测量信号;以及对复合信号进行滤波器操作,其中将复合信号与其自身的延迟部分组合,延迟时期用于从复合信号中消除电磁感应流量测量信号,从而能够提取电极阻抗测量信号,并用于获得电极阻抗的测量。

[0043] 并行地,可以同样对复合信号进行过滤,从而去除电极阻抗测量信号,并获取电磁感应流量测量信号。

[0044] 同样,根据本发明的第五方面,提供了一种用于获取电磁流量计的一个或多个感测电极的电阻抗的测量的感测设备,该感测设备置包括:一个或多个信号发生器,其配置为向至少一个感测电极间隔性地注入阻抗测量脉冲,同时对感测电极施加周期性变化的电磁场,从而使得感测电极产生一个复合信号,该复合信号包括电磁感应流量测量信号和电极阻抗测量信号;以及滤波器电路,其配置为将复合信号与其它自身的延迟部分组合,延迟时期用于从复合信号中消除电磁感应流量测量信号,从而能够提取电极阻抗测量信号,并用于获得电极阻抗的测量。

[0045] 一种电磁流量计,其可包括:一对或多对感测电极、以及如本发明的第五方面所述的感测设备。

附图说明

[0046] 仅以示例的方式,现在将参照附图对本发明的实施例进行描述,在附图中:

[0047] 图1是EM流量计的示意图,该EM流量计并入了用于测量电极阻抗的工具,其可操作为产生包括EM流量信号和电极阻抗测量信号的复合信号;

[0048] 图2是示出第一信号处理配置的框图,该第一信号处理配置用于利用“流量信号通过”梳状滤波器装置从复合输入信号中提取EM流量信号;

[0049] 图3示出了第一信号处理配置从复合输入信号中提取EM流量信号的操作;

[0050] 图4是示出第二信号处理配置的框图,该第二信号处理配置用于利用第一“流量信号排斥”梳状滤波器装置来排斥EM流量信号,从而从复合输入信号中提取电极阻抗测量信

号;

[0051] 图5示出了第二信号处理配置的操作,其中展示了EM流量信号的排斥,并且其中没有电极阻抗注入;

[0052] 图6示出了使用第二信号处理配置的、在存在大EM流量信号的情况下的电极阻抗测量信号的恢复;

[0053] 图7是示出第三信号处理配置的框图,该第三信号处理配置用于利用第二“流量信号排斥”梳状滤波器装置来排斥EM流量信号,从而从复合信号中提取电极阻抗测量信号;

[0054] 图8示出了第三信号处理配置的操作,其中展示了EM流量信号的排斥;

[0055] 图9示出了管道的横截面,该管道具有多对传感器电极,这些电极对位于横截面周围的垂直位置的范围上,以通过每对电极的电极阻抗来确定管道的填充水平;以及

[0056] 图10是流量计电路的示意图,该流量计电路包括阻抗测量信号发生器(例如,如图1中所示)和关联的滤波器电路(例如,如图2、图4、和图7中所示)。

[0057] 在附图中,相同的元件自始至终由相同的附图标记标示。

具体实施方式

[0058] 本文的实施例描绘了申请人已知的实践本发明的最佳方式。但是,它们不是实现该目标的仅有方式。

[0059] 概述

[0060] 本文的实施例提供了一种用于获取电磁流量计的一个或多个感测电极的电阻抗的测量的方法和设备。这是通过在向流量计的场生成线圈施加励磁驱动信号的同时间隔性地向至少一个感测电极注入阻抗测量信号来实现的。在第一间隔中,当向线圈施加励磁驱动信号并且将阻抗测量信号注入到至少一个感测电极时,从感测电极获得第一测量信号,第一测量信号包括电磁感应流量测量信号和电极阻抗测量信号。在第二间隔中,当向线圈施加励磁驱动信号但是未将阻抗测量信号注入到至少一个感测电极时,从感测电极获得第二测量信号,第二测量信号包括电磁感应流量测量信号。随后,将第一测量信号与第二测量信号组合(例如,进行减法运算,例如使用梳状滤波器)以获得输出信号,该输出信号包括电极阻抗测量信号,并且不包括电磁感应流量测量信号。

[0061] 在典型的流量计使用中,发生很多第一和第二间隔。

[0062] 如上面描述,在许多间隔中的感测电极的输出,包括电磁感应流量测量信号(存在于第一和第二间隔,并且可能是连续地存在),以及离散时间处(例如,在第一间隔中)的间隔性电极阻抗测量信号,在此可将该输出称为“复合信号”。

[0063] 在当前的优选实施例中,通过使用励磁线圈电流的每次极性反转之后的正常“废弃”时期(在该时期是不能进行流量测量的,因为通过励磁线圈的电感的线圈电流、以及EM流量计中的关联的涡电流还没有稳定),在没有干扰的情况下,在相同的时间范围内(在第一间隔中),EM流量测量信号和电极阻抗测量信号在复合信号中叠加。即,电极阻抗测量信号的生成时间被控制为与上述的流量测量线圈的励磁周期的正常“废弃”部分一致。

[0064] 如下面更详细的讨论,相比于流量测量线圈的励磁频率,阻抗测量信号通常处于更高的频率,从而使得阻抗测量信号能够被容纳到线圈励磁周期的该正常“废弃”部分中。

[0065] 使用该方法和设备,通过并行地从复合信号中提取电磁感应流量测量信号和电极

阻抗测量信号,可获得流速和电极阻抗的同步测量。这种同步测量降低了流量计的总体功耗,对于蓄电池供电的流量计,这可延长蓄电池的寿命(或再充电周期)。

[0066] 该方法和设备可用于为EM流量计提供“空管检测器”,它可用于确保流速输出是受控制的,通常在空的或部分填充的管道状态下控制为零流量。

[0067] 信号生成和处理原理

[0068] 利用EM流量计,设计者能够对传感器线圈的磁励磁频率和电极阻抗测量波形/频率两者进行控制。由于线圈电感和流量计传感器磁电路中生成的涡电流,磁励磁频率是受限制的。取决于EM传感器的材料和设计,这种涡电流抵抗所施加的磁场并缓慢地衰退。因此,EM驱动经常会被限制于例如30Hz,或者对于大直径EM传感器可能限制于5Hz。

[0069] 存在于测量电极与流体之间的电学界面实际上是复杂的,由于表面电荷,它具有显著的电容量。流体与电极中的过量的电荷形成了所谓的双层。所施加的任何阻抗测量对这些表面电荷的扰乱会导致测量电极上的不需要的残留电压,这很容易会干扰流速测量的准确度。出于这些原因,所施加的阻抗测量驱动被保持得非常低,因此产生非常小的(例如,几nV)阻抗信号。

[0070] 根据当前的优选实施例,在线圈励磁周期中,当较低频率的线圈电流发生变化或者它的极性反转时的时间点上,或者紧随其后,向测量电极施加高频率电极驱动信号。由于上述的EM传感器的磁场的不稳定性,该时期不能用于进行流速确定。但是,在存在相对较大振幅的电磁流量信号时解析较小的电极阻抗测量信号是困难的。例如,多数物理传感器还具有不需要的变压器作用,这种变化的H磁场会产生对应于变化的磁场的导数的信号。这进一步混合了解析任何这种小电极阻抗测量信号的能力。

[0071] 因此,在当前的优选实施例中,使用了一种删除技术,从而电极阻抗驱动信号不会被施加到每个线圈励磁周期上。这使得当施加电极阻抗驱动信号时在一个周期中获得的感测到的电极信号能够被存储,并且从当未施加电极阻抗驱动信号时在一个周期中获得的感测到的电极信号中减去(或者以其它方式与其进行对比)。在电阻抗驱动信号施加的过程中的线圈励磁周期可被视为上述的第一间隔,而在电阻抗驱动信号未被施加的过程中的线圈励磁周期可被视为第二间隔。由于线圈驱动信号和关联的电极电压是确定的且可重复的,将存储的波形从当未施加电阻抗驱动信号时获得的波形中减去(或其它对比),会去除由电磁流量信号导致的不需要的信号腐化,从而能够对电极阻抗测量信号进行简单和精确的恢复。

[0072] 尽管在该示例中,所存储的感测到的电极信号是线圈励磁周期中施加了电阻抗驱动信号时获得的电极信号,并且将该存储的信号从当未施加电阻抗驱动信号时获得的感测到的电极信号中减去,但是,替代性的配置也是可行的。

[0073] 例如,在一个替代性的实施例中,所存储的感测到的电极信号可以是线圈励磁周期中未施加电阻抗驱动信号时获得的电极信号,并且可将该存储的信号从施加电阻抗驱动信号时获得的感测到的电极信号中减去。

[0074] 在上面两个段落中给出的示例中,将存储的信号从未存储的信号中减去。但是,在上面两个段落中描述的示例的变型中,可将未存储的信号从存储的信号中减去,从而得到本质上相同的结果(只是符号不同),这对于本领域内的技术人员是可以理解的。

[0075] 在当前的优选实施例中,所存储的感测到的电极信号是通过延迟线的方式存储

的。更具体地,在当前的优选实施例中,延迟线是通过梳状滤波器的方式实施的,所述梳状滤波器配置为移除电磁流量信号并输出不包含来自该流量信号的腐化的阻抗测量信号。这种梳状滤波器也可具有不同的配置,如下面更详细的讨论。

[0076] 由于电极阻抗测量是次级测量,即,不是主要的流量测量,因此只实施例如每秒一次到每15秒一次的阻抗测量周期可能会是有益的。例如,对于蓄电池供电的流量计,每15秒一次的读数频率通常将会包含所有两个测量电极每15秒的阻抗测量。当较高的能量源可用时,例如太阳能,则更典型的将会是每2秒一次的阻抗测量,这对应于例如每10次线圈驱动周期。

[0077] 对于例如12.5Hz的线圈驱动励磁频率,如果第一间隔和第二间隔在时间上是相互紧邻的,则从第一间隔开始到第二间隔开始之间的时间间隔可能只有80ms(例如,对于下面讨论的图4中的配置)或者40ms(例如,对于下面讨论的图7中的配置)。替代性地,第一间隔的结束与第二间隔的开始之间可能存在一段时间。

[0078] 延迟线可存储延迟的输入信号,直到延迟线的值——例如,对于图4中的配置该值为K,或者对于图7中的配置该值为M。

[0079] 流量计配置和操作

[0080] 参照图1,绝缘管道1包括流动的流体,并且在其周围放置了一对串联连接的线圈3。连接到两个线圈3的周期性方波恒定电流发生器4生成跨越管道1的交变磁场H。磁场的方向随着每次电流发生器4的励磁极性的变化而反转。流体穿过磁场的移动在感测电极2A与2B之间生成了电压,该电压的极性也随着线圈励磁信号的极性的变化而变化。具有输出6的差分放大器5包含方波分量,它的振幅对应于管道1中的流体流速。

[0081] 图1还包括两个恒定电流发生器7和8,它们配置为向感测电极2A和2B中的每一个注入小电流。由此形成电压,该电压被放大器5放大。因此,复合输出信号6是由磁场H中的流速和每个电极2A与2B的电阻抗产生的信号的叠加。发生器7和8的定时优选针对每个待确定的电极阻抗而交错进行。即,发生器7生成并发送至电极2B的电阻抗测量信号与发生器8生成并发送至电极2A的电极阻抗测量信号会在不同的时间发送。这使得每个电极的阻抗能够被独立地测量。

[0082] 在一些流量计中,存在额外的“接地”或流体触点电极9,它是励磁发生器7和8的返回路径。如果不存在该电极,则通常会在流量计轮缘上提供接地环,或者将流量计接到上游/下游管道上来实现接地。

[0083] 在替代性实施例中,可以将恒定电流发生器7&8替换为具有已知源电阻的电压发生器,或者具有已知源阻抗的耦合电容器的电压发生器。

[0084] 在其它替代性实施例中,可以将恒定电流发生器7&8替换为交变电流注入工具,从而创建限定的注入信号,由此可通过所施加的信号确定电极电路的阻抗。

[0085] 随后,可以并行方式对复合输出信号6进行过滤,从而同时提取EM感应流量信号和电极阻抗测量信号。现在将会描述用于并行过滤装置(例如,如图10中的82和83所标识的,将会在下面对其进行更详细的描述)的一些适合的滤波器的配置和操作。

[0086] 用于提取EM感应流量信号的滤波器

[0087] 图2示出了用于从复合输入信号11(复合输入信号11对应于图1的复合输出信号6)中提取EM感应流量信号的第一信号处理配置。这涉及以“流量信号通过”方式运行的梳状滤

波器装置10的使用,其中梳状滤波器输出等于输入信号减去输入信号的延迟版本,其数学定义如下面的等式:

$$[0088] \quad i. y(n) = x(n) - x(n-L)$$

[0089] 其中:

$$[0090] \quad ii. y(n) = \text{输出}$$

$$[0091] \quad iii. x(n) = \text{输入}$$

$$[0092] \quad iv. L = \text{延迟}$$

[0093] 梳状滤波器延迟值L(图2中的12)被设置为线圈驱动半周期,如下面的等式所给出:

$$[0094] \quad i. L = 1 / (2 \times \text{EM线圈励磁频率})$$

[0095] 减法器13执行梳状滤波器操作,从而生成输出14。

[0096] 图3示出的是,使用图2的信号处理装置从复合输入信号20中提取EM流量信号21(图3中的复合输入信号20对应于图2中的信号11,图3中的提取出的EM流量信号21对应于图2中的输出信号14)。

[0097] 尽管图2和图3示出了一种用于从复合信号中提取EM感应流量信号的可能的技术,但是也可使用其它适合的技术替代。

[0098] 随后,使用电磁流量计领域中的技术人员众所周知的技术,可对从复合信号中提取的EM感应流量信号进行解调以获得流体流速的测量。如下面讨论,这可以与一个或多个感测电极的电极阻抗的测量的获取(通过从同一复合信号中提取电极阻抗测量信号)并行进行。

[0099] 用于提取电极阻抗测量信号的滤波器

[0100] 当前的工作考虑的是两个替代性的用于从复合输入信号中提取电极阻抗测量信号的信号处理配置。在这两种替代性配置中的每一种配置中,梳状滤波器都是以“流量信号排斥”的方式运行的,从而能够提取电极阻抗测量信号。二者中的任何一种配置都可与上面描述的“流量信号通过”滤波器并行设置。

[0101] 用于提取电极阻抗测量信号的滤波器的第一替代性方案

[0102] 图4示出了“流量信号排斥”信号处理配置的第一替代性方案,其中梳状滤波器装置30用于从复合输入信号32中提取电极阻抗测量信号(复合输入信号32对应于图1的复合输出信号6)。这里,梳状滤波器是由下面的等式限定的:

$$[0103] \quad i. y(n) = x(n) - x(n-K)$$

[0104] 其中:

$$[0105] \quad ii. y(n) = \text{输出}$$

$$[0106] \quad iii. x(n) = \text{输入}$$

$$[0107] \quad iv. K = \text{延迟}$$

[0108] 这会排斥由重复的电磁流量信号生成的EM流量相关信号,从而提取电极阻抗测量信号。对于梳状滤波器延迟33,延迟值K被设置为线圈驱动周期的整数倍,从而:

$$[0109] \quad i. K = n \times (1 / \text{EM线圈励磁频率})$$

[0110] 其中n=整数。

[0111] 当减法器34从输入信号中减去延迟版本的输入信号时,产生的输出35去除了电磁

(EM) 感应信号。该去除的EM感应信号将会由下面的所有组成部分构成：诸如对应于管道1中的流速的感应电磁流量信号；由于线圈3中的电流变化导致的与导数项相关联的变压器效应；与线圈电流3和存在于传感器磁电路中的涡电流的变化相关联的缓慢上升时间电感效应。为了进行该消除工作，假定流速是恒定的。对于流速不稳定或快速变化的情形，这种消除可能会是不完美的。

[0112] 图5示出了图4的滤波器装置的操作，其中没有应用任何阻抗测量信号。因此，梳状滤波器30的输出信号41展示的是来自输入信号40的电磁流量信号（对于稳定状态的流速）的完全排斥。在线圈励磁的开始过程中，梳状滤波器30的延迟线33不会被必需的历史信息占据，因此区域42中的初始消除是无效的，但是从这里开始，电磁流量信号的去除，以及任何阻抗测量信号的缺少，都会导致空的输出信号41。

[0113] 电极阻抗测量信号及其提取的定时

[0114] 在一个实施例中，电极阻抗信号发生器7和8被配置为提供短暂的较高频率方波爆炸形式的电极阻抗测量信号。此外，发生器7和8是受控制的，从而控制生成电极阻抗测量信号的时间，使其恰好处于线圈励磁极性变化或反转之后——因而与如上面描述的流量测量线圈的励磁周期的其它“废弃”部分一致。

[0115] 例如，可将阻抗测量注入的时间控制为使其只发生在电极激励驱动波形的半周期的前75%以内。特别是，可将阻抗测量注入的时间控制为使其只发生在电极激励驱动波形的半周期的前50%以内（或者替代性地，使其只发生在电极激励驱动波形的半周期的前70%、或65%、或60%、或55%以内）。在替代性实施例中，可将阻抗测量脉冲的时间控制为使其只发生在电极激励驱动波形的半周期的前25%以内（或者替代性地，使其只发生在电极激励驱动波形的半周期的前45%、或40%、或35%、或30%以内）。

[0116] 为了图6中的示出性目的，电极2A上的阻抗是电极2B上的一半。供给到梳状滤波器30的输入信号50（对应于图1的复合输出信号6，以及图4的输入信号32）示出了EM流量信号与两个电极励磁信号的结果的叠加，叠加的信号52来自电极2B处的阻抗（发生器7产生），叠加的信号53来自电极AB处的阻抗（发生器8产生）。从图6可以理解，测量原始复合信号50中的信号52和53的振幅，来确定电极2A和2B的电阻抗，按照惯例会是非常困难的。对信号50的诸如高通或带通滤波技术是众所周知的，但是在存在这种腐化的EM感应信号的情况下不是非常有效。

[0117] 但是，上述的“流量信号排斥”信号处理配置，如图4所示，提供了用于排斥EM流量信号，并且使得电极阻抗测量信号能够被提取的有效工具。这在图6中得以示出，其中信号51是来自梳状滤波器30的输出信号（梳状滤波器30已经对输入信号50进行了过滤）。可以看到，来自电极2B的阻抗测量信号在时间54处出现了两次，并且在55处反转，这是这种梳状滤波器处理的本质。类似地，来自电极2A的阻抗测量信号在时间56处出现了两次，并且在57处反转。还可以观察到，这些电极阻抗测量信号具有发生器7&8生成的短高频方波爆发激励的精确形状，不需要的EM感应分量已经被完全去除。随后可以容易地确定这些恢复的信号54&55、56&57的振幅，以分别对电极2B和2A的电极阻抗给予准确的确定。用于对这些短暂的电极阻抗方波爆炸进行解调以确定其振幅的适当技术对于本领域内的技术人员是明确的和众所周知的，因此本文不需要详细描述。

[0118] 为了EM流量信号排斥梳状滤波器30的操作，电极阻抗信号发生器7和/或8产生的

脉冲应当是间隔性的,并且同时不应在每个周期上发生——否则EM流量信号排斥梳状滤波器30将会同样去除来自复合信号的阻抗信号测量信号。

[0119] 在另一实施例中,可对电极阻抗信号发生器7和/或8的时机进行交错和移动,以使其在EM流量信号励磁周期4中的不同时间点上发生。

[0120] 用于提取电极阻抗测量的滤波器的第二替代性方案

[0121] 图7示出了图4的信号处理配置的一个变型,仍然是“流量信号排斥”配置。对于图7的替代性方案,EM流量信号被梳状滤波器装置60排斥,从而能够从复合信号中提取电极阻抗测量信号。对于图7的替代性方案,假定线圈励磁在来自发生器4的EM驱动的正半周期和负半周期之间是对称的,这使得能够消除来自上一个半周期的EM流量信号(而不是如图4的替代性方案那样使用完整周期)。于是,图7示出了基于该半周期处理的实施例。这使用了前馈梳状滤波器的变型,其中使用了加法器64,如下面的等式所定义:

[0122] i. $y(n) = x(n) + x(n-M)$

[0123] 其中:

[0124] ii. $y(n)$ = 输出

[0125] iii. $x(n)$ = 输入

[0126] iv. M = 延迟

[0127] 在该第二替代性方案中,梳状滤波器60具有延迟63,用于通过加法器64对线圈驱动励磁发生器4产生的上一个半周期进行求和来排斥来自重复的电磁流量信号的不需要的EM流量干扰。对于梳状滤波器延迟63,延迟值 M 被设置为线圈驱动半周期的整数倍,从而使:

[0128] i. $M = m \times 1 / (2 \times \text{EM线圈励磁频率})$

[0129] 其中 m = 整数。

[0130] 图8中示出了该第二替代性方案的操作。这里,供给到梳状滤波器60的输入信号70(对应于图1的复合输出信号6,以及图7的输入信号62)包括由于发生器7&8的运行而产生的电极阻抗测量信号(叠加的,如72&73处所示)。梳状滤波器60产生输出信号71,在75&76处、以及77&78处示出了相对应的恢复的电极阻抗测量信号。脉冲的重复(如75&76处、以及77&78处所示)是这种梳状滤波器装置的预期功能。如上面针对第一替代性方案所述,这些电极阻抗测量信号的振幅的恢复是明确的,使得能够分别确定电极2B和2A的电极的阻抗。

[0131] 管道内含物深度的确定

[0132] 通过上面替代性方案中的任何一个方案获得的电阻抗测量都可用于确定空管道状态或者部分填充管道状态。在这点上,如图9所示,可在管道1的横截面周围、在横截面的低点与横截面的高点之间的垂直位置的范围中添加更多对感测电极,并使用本文的原理来测量每个电极对上(即,横截面中的每个垂直位置上)的流体阻抗,并因此计算所测量的管道的填充水平。在图9中展示的示例中,提供了五对感测电极,其中电极对2A.1&2B.1位于横截面的低点处,电极对2A.2&2B.2位于大约四分之一高度处,电极对2A.3&2B.3位于二分之一高度处,电极对2A.4&2B.4位于大约四分之三高度处,电极对2A.5&2B.5位于横截面的高点处。为了简明,该示图中省略了“接地”电极(图1的9),但是可以包含“接地”电极。

[0133] 每个电极对之间存在或者不存在流体79,是由每个电极对提供的各个阻抗测量来反映的。在所示的示例中,电极对2A.1&2B.1和电极对2A.2&2B.2提供的阻抗测量都会指示

出各个电极对之间存在流体79,而电极对2A.3&2B.3、2A.4&2B.4、和2A.5&2B.5提供的阻抗测量将会分别指示出各个电极对之间不存在流体。通过这种测量,可以容易地确定流体液面至少与电极对2A.2&2B.2一样高,但是不会达到电极对2A.3&2B.3的高度。

[0134] 应当注意到,如果也是为了提供流量测量功能,则更多的电极只需要成对提供。为了仅仅获得阻抗值(并由此确定深度),可使用单电极作为更多电极,并且本文的技术仍然将会适用。

[0135] 实际上,可以使用更先进的层析技术来组合并利用来自每个电极(可能是单电极,而不是成对电极)的测量阻抗数据,以给出更准确的管道填充水平的确定。

[0136] 流量计电路

[0137] 图10是流量计电路的示意图,其中包括上面描述的阻抗测量信号发生器8&9,“流量信号通过”滤波器电路82(例如,上面描述的配置10)与“流量信号排斥”滤波器电路83(例如,上面描述的配置30或60)并行。该电路是由控制器80控制的,控制器80通常是适当编程的微处理器(具有相关的存储器、电源等,这对于本领域内的技术人员是可以理解的)。

[0138] 控制器80配置为对励磁电流发生器4进行控制,从而使励磁电流发生器4为励磁线圈3供应交变励磁电流,并因而生成交变磁场(如上面参照图1描述)。控制器80还控制阻抗测量信号发生器8、9的运行。为此,控制器80有效地设置有定时控制模块81(它可以是控制器的主要部分,或者是与控制器相关联的单独的定时器单元)来与励磁电流发生器4的运行同步地控制阻抗测量信号发生器8、9,从而在流量测量线圈3的励磁周期中的给定时间将电极阻抗测量脉冲供给到电极2A和2B。优选地,如上面描述,生成电极阻抗测量脉冲的时间被控制为与励磁周期的正常“废弃”部分一致,其恰好发生在励磁线圈电流的每次极性反转之后(在此时,无法进行流量测量)。

[0139] 在使用中,流体在流量测量线圈3产生的交变磁场中的移动会在感测电极2A与2B之间生成电压(如图10中的虚线箭头所指示,它描绘了流量信号的感应)。该电压形成了随后所处理的信号的基础。感测电极2A和2B产生的信号还包括由于向电极2A和2B施加电极阻抗测量脉冲而产生的电极阻抗测量信号。

[0140] 总体信号被放大电路84(例如,包括上面描述的差分放大器5)放大,随后,所产生的复合信号(图1中的6)被“流量信号通过”滤波器电路82与“流量信号排斥”滤波器电路83并行地处理。在滤波器电路82和滤波器电路83中,可以确定适当的延迟值L、K和M(如图2、图4和图7中描绘)并由控制器80设置为所使用的线圈励磁频率的函数(例如,按照上面给出的公式)。

[0141] 随后,控制器80对“流量信号通过”滤波器电路82的输出进行处理(例如,采用同步解调),以提供代表(或者依赖于)流体流速的输出,同时,控制器80对“流量信号排斥”滤波器电路83的输出进行处理,以提供代表(或者依赖于)一个或者两个感测电极2A、2B的电阻抗的输出。这些输出全部由图10的输出60表示。

[0142] 修改和替代方案

[0143] 上面描述了详细的实施例和一些可能的替代方案。本领域内的技术人员可以理解的是,可对上面的实施例进行许多修改和其它替代,同时仍然从包含于其中的本发明受益。

[0144] 例如,对于电极激励驱动波形和电阻抗测量脉冲的频率(或者脉冲持续时间)的选择具有相当高的自由度。

[0145] 尽管上面的实施例使用了方波励磁信号来驱动流量测量线圈,但是,在替代性实施例中,也可使用其它形式的励磁,例如非50:50脉冲(例如,具有占空比的方波中,每个脉冲处于“开”的状态的时期短于“关”的状态,或者相反)、正弦波、三角波、锯齿波等。

[0146] 虽然通过上面的实施例,主要将EM流量计描述为用于测量管道中的流体速度(选择性地,可测量液面高度),但是在其它应用中,可将流量计耦接到其它类型的导管(流体可沿着/通过该导管流动)。

[0147] 虽然在上面的实施例中,梳状滤波器用于执行延迟线以能够将第一和第二测量信号(分别在第一和第二时间间隔获得的)组合,并因此能够提取电极阻抗测量信号,但是,在替代性实施例中,也可使用其它工具来对第一和第二测量信号中的一个或二者进行存储并能够将它们组合。例如,可使用一个或多个数字信号处理器,与适当的模数转换器结合运行。但是,本文描述的梳状滤波器的优点在于能够在模拟域中处理信号,这可降低功耗(相对于等效的数字信号处理)。

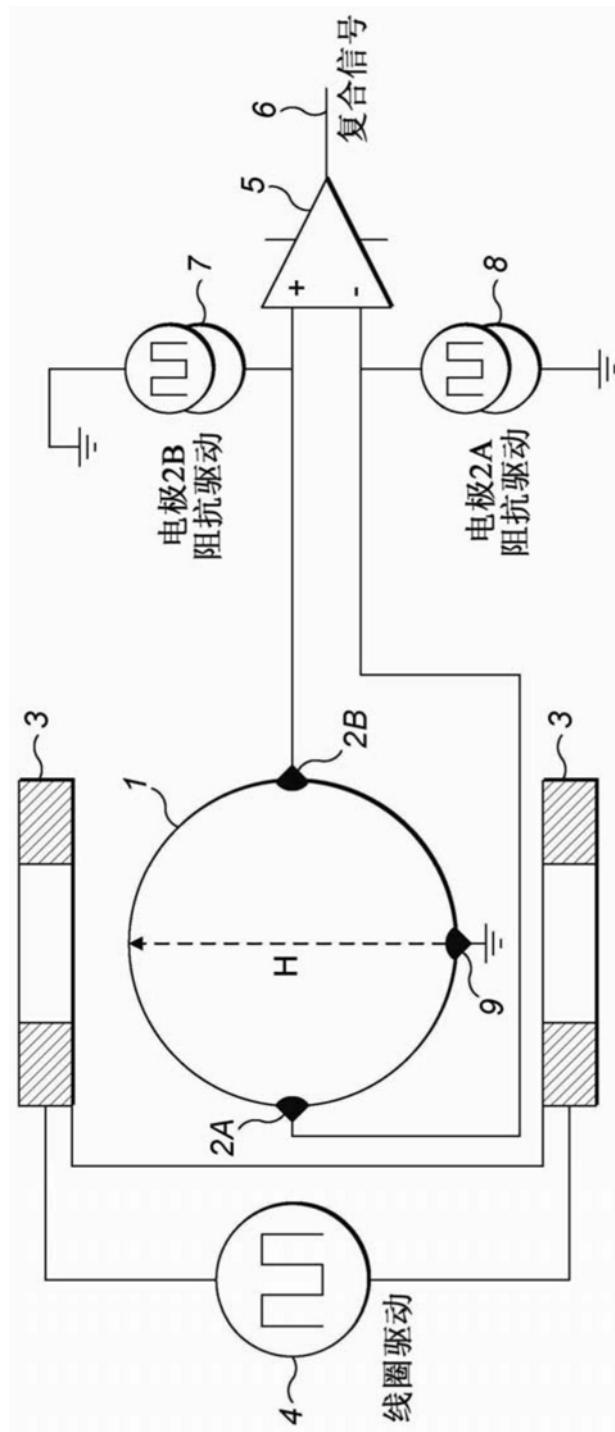
[0148] 不必将梳状滤波器的类型限制为前馈梳状滤波器。相反,可以使用替代性的反馈梳状滤波器、或者连续时间梳状滤波器。

[0149] 另外,尽管上面没有明确地示出或讨论,但是可以理解的是,在延迟信号与输入信号组合之前(例如,从输入信号中减去延迟信号之前),梳状滤波器可以对延迟信号应用缩放比例。

[0150] 虽然在上面的实施例中,电极阻抗测量电路被并入到电磁流量计中,但是在替代性实施例中,可以将其提供为单独单元或模块形式的感测设备,用于连接到已存在的电磁流量计。

[0151] 概要

[0152] 如上面讨论,当前的工作为电磁流量计提供了一种用于测量电压感测电极2A、2B与地面(例如电极9)之间的电阻抗的方法和设备。该方法和设备允许同时测量流体流速和每个测量电极的电阻抗。一种消除方法,能够在存在潜在的较大电磁感应流速信号和不需要的电感、变压器效应和涡电流信号的情况下,测量来自发生器7&8的小振幅电励磁阻抗分量。该方法还确保想要的流速信号不会被那些同时存在的电阻抗测量所影响或腐化。该技术可用于空管道检测,并且可以很容易地被扩展为能够确定管道(或其它导管)中的流体液面高度。



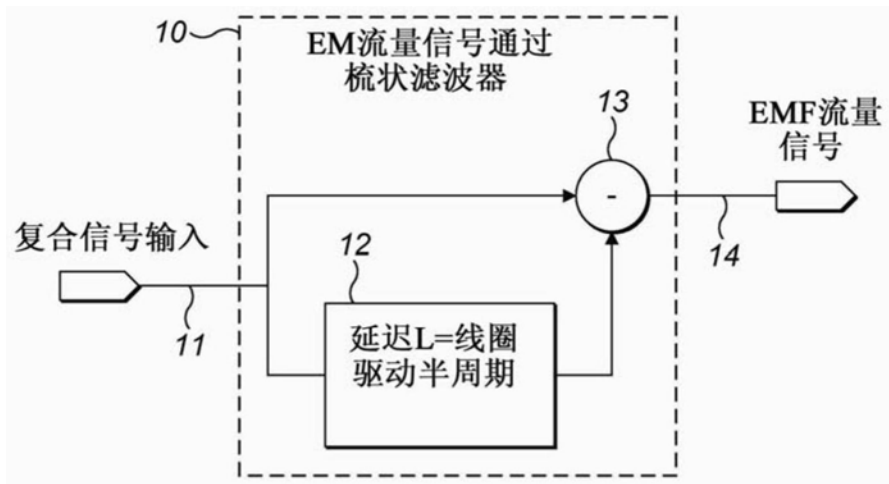


图2

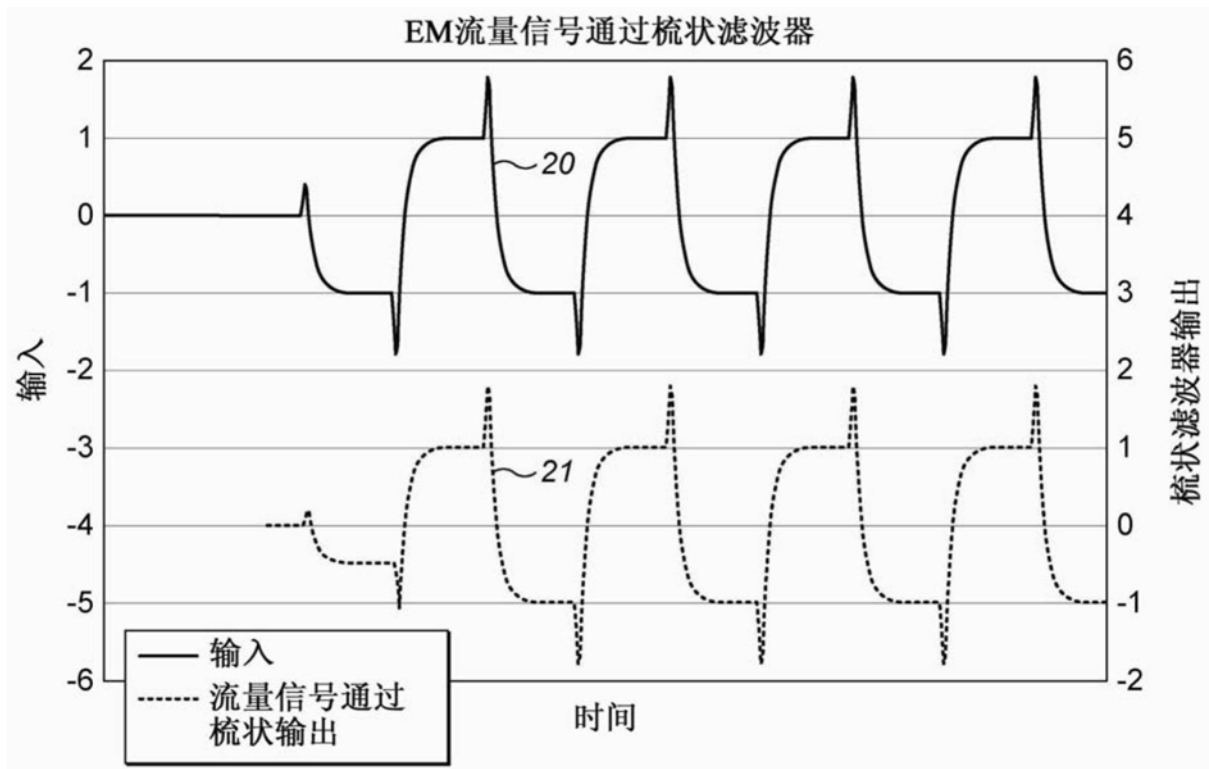


图3

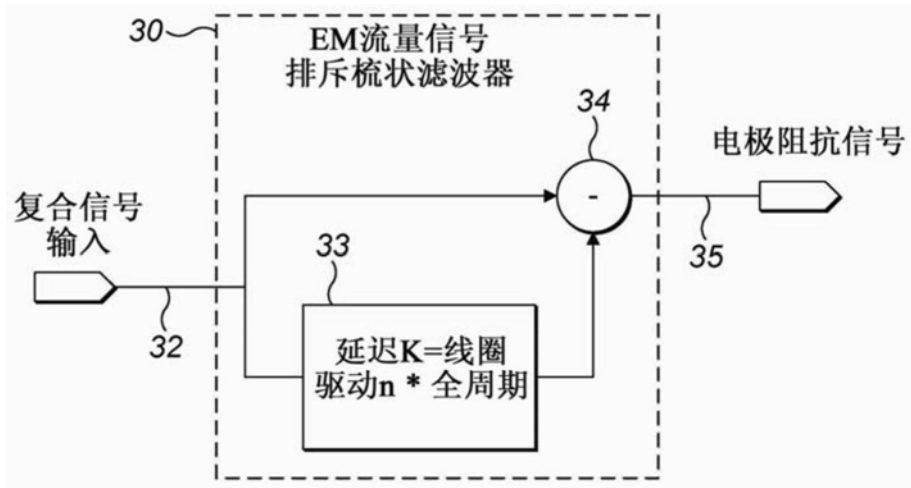


图4

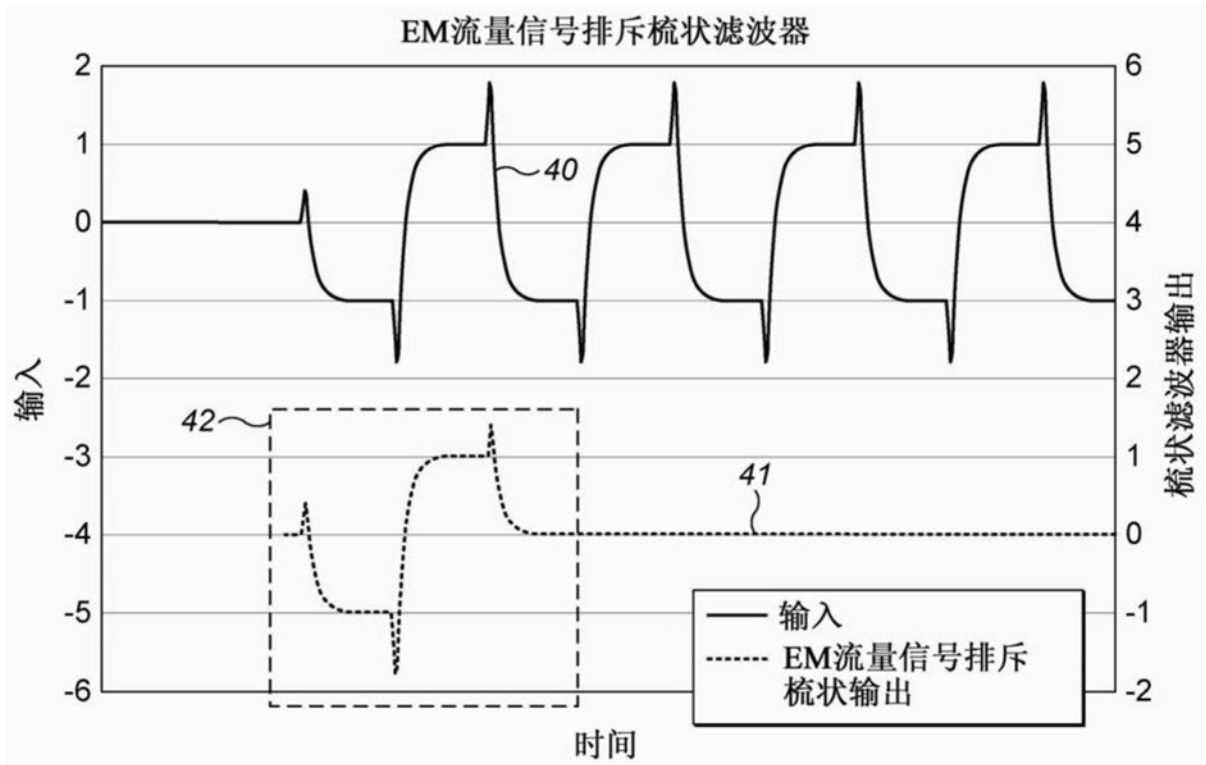


图5

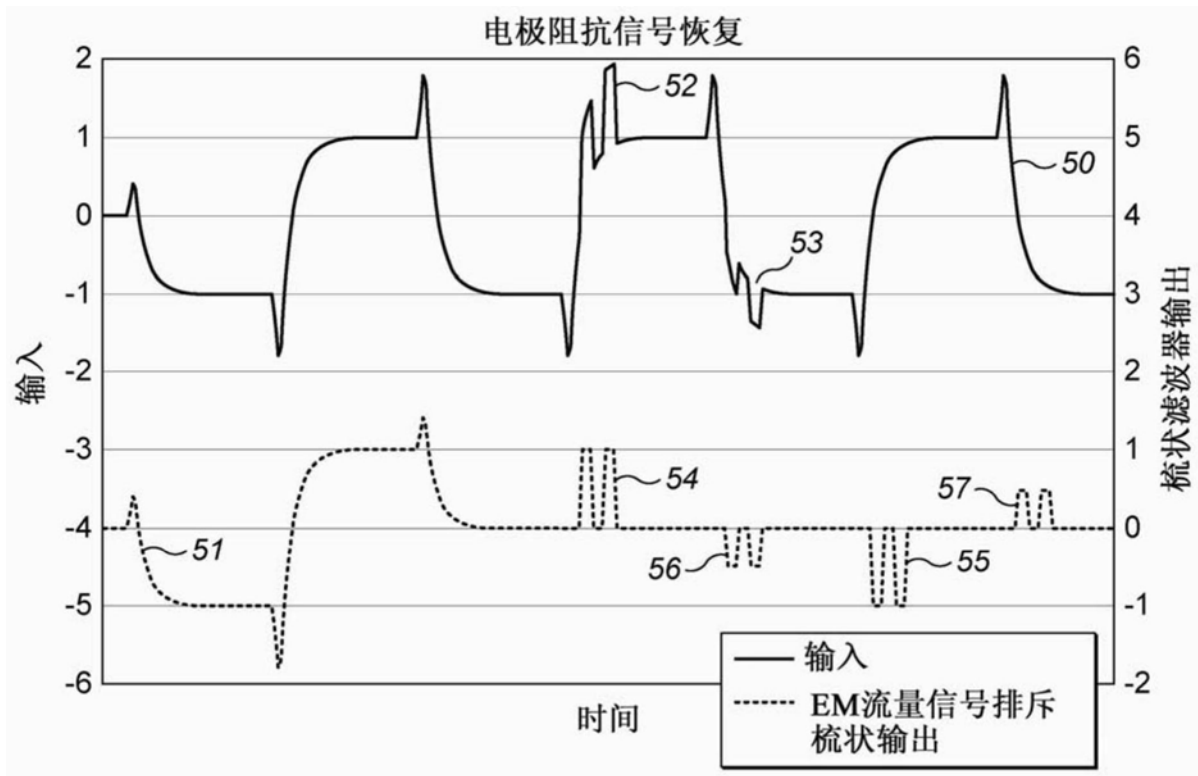


图6

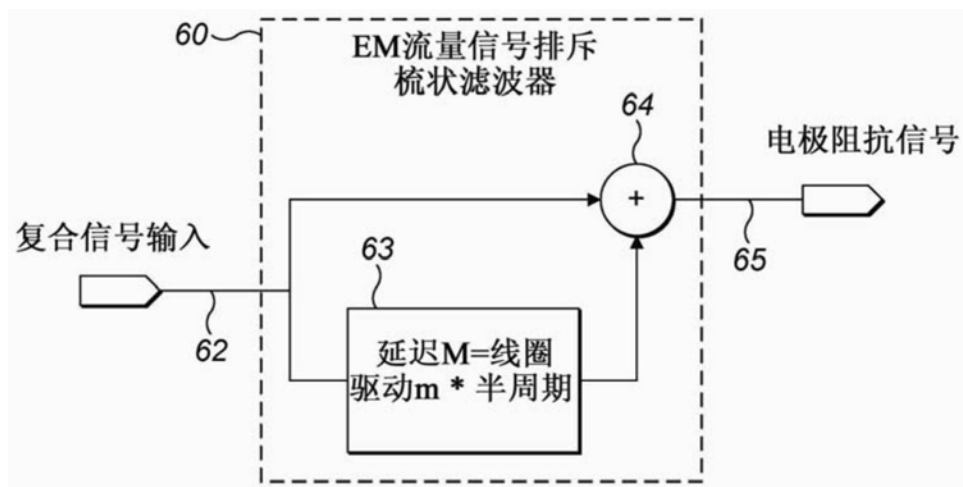


图7

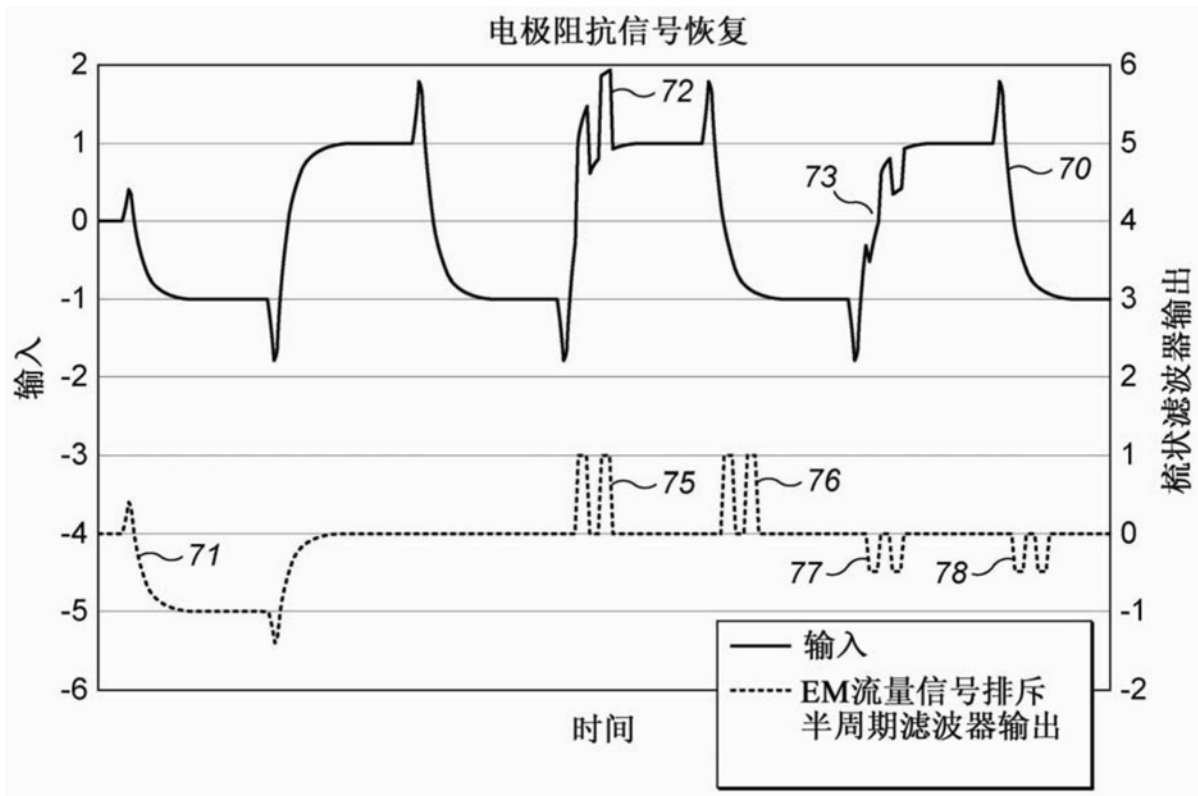


图8

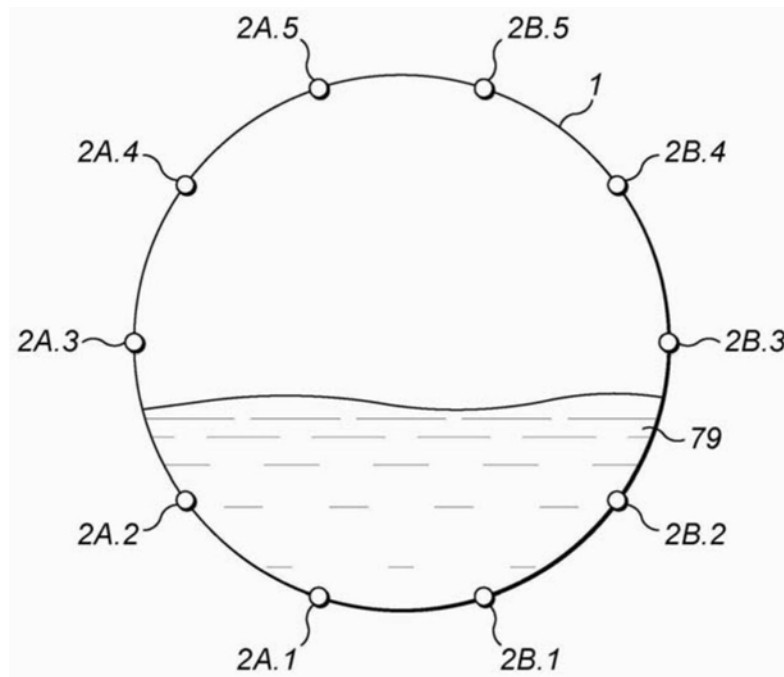


图9

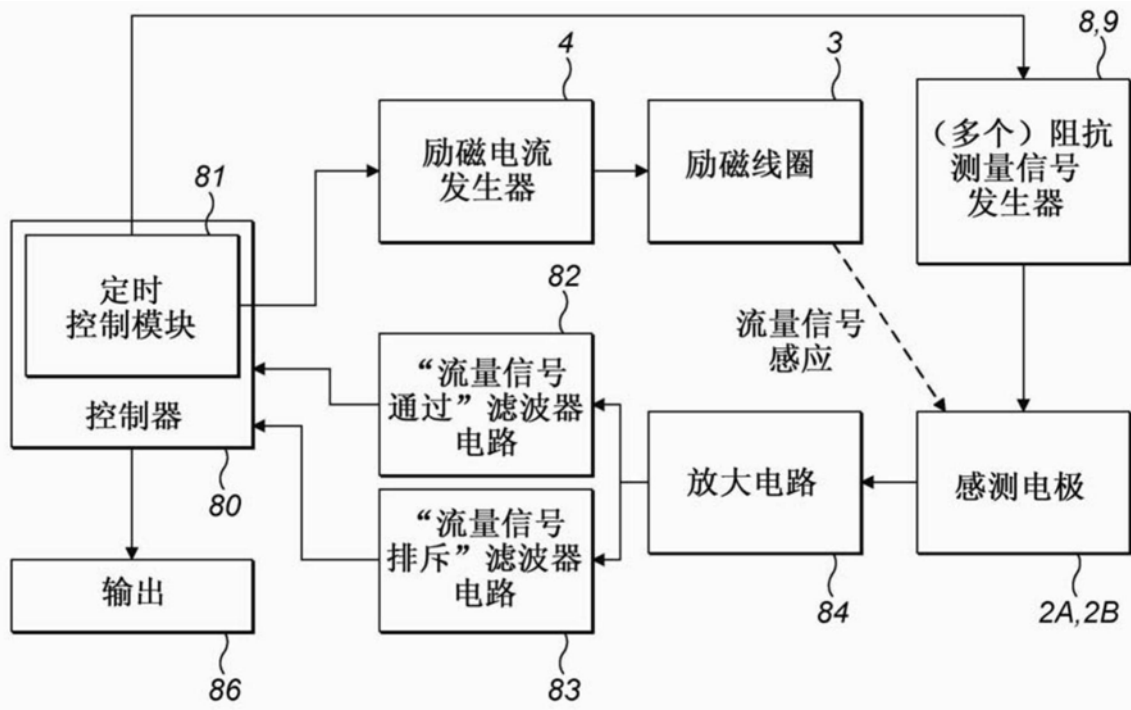


图10