



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109239435 B

(45) 授权公告日 2022.05.27

(21) 申请号 201810953719.5

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

(22) 申请日 2014.05.30

有限公司 11038

(65) 同一申请的已公布的文献号

专利代理人 郭万方

申请公布号 CN 109239435 A

(51) Int.CI.

(43) 申请公布日 2019.01.18

G01R 19/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

G01R 19/25 (2006.01)

1309823.1 2013.06.01 GB

(56) 对比文件

(62) 分案原申请数据

CN 101023367 A, 2007.08.22

201480030949.4 2014.05.30

WO 2013038176 A3, 2013.06.13

(73) 专利权人 亚德诺半导体国际无限责任公司

CN 102565523 A, 2012.07.11

地址 爱尔兰利默里克

CN 102095915 A, 2011.06.15

(72) 发明人 S · A · A · 达内斯

CN 101881791 A, 2010.11.10

W · M · J · 霍兰德 J · 斯图尔特

CN 101789687 A, 2010.07.28

J · E · D · 赫维茨

CN 101799485 A, 2010.08.11

US 8008948 B2, 2011.08.30

审查员 李龙

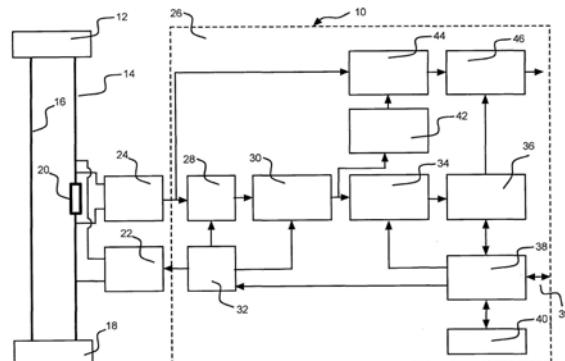
权利要求书3页 说明书18页 附图10页

(54) 发明名称

电信号测量

(57) 摘要

本公开涉及电信号测量。本发明涉及电气测量设备。电气测量设备包括测量装置，构造为关于电路布置，电路产生电信号，测量装置在如此布置时操作以测量电信号。电气测量设备还包括信号源，操作以将参考输入信号施加于测量装置，由此来自测量装置的输出信号包括与电信号对应的电输出信号和与参考输入信号对应的参考输出信号，参考输入信号在每个周期上重复且基本分段恒定。电气测量设备还包括处理设备，操作以：确定至少一个累积表示，包括对输出信号的多个接收的部分求和，每个部分对应参考输入信号的周期的至少一部分且是相同部分；以及根据至少一个累积表示和参考输入信号确定测量装置的传递函数、测量装置的传递函数的变化和电信号中的至少一个。



1. 一种设备,被构造为测量电路中的电信号,所述设备包括:

信号源,被构造为将参考输入信号提供到测量电路,其中来自测量电路的输出信号包括与所述电信号对应的电输出信号和与所述参考输入信号对应的参考输出信号,参考输入信号具有在多个周期上重复的基本上分段恒定的形式;和

处理电路,被构造为:通过对所述输出信号的多个接收的部分求和来确定累积表示,所述部分中的每个部分对应于参考输入信号的周期的至少一部分并且是相同部分。

2. 如权利要求1所述的设备,其中所述电路产生电流信号,所述测量电路被构造为测量该电流信号,并且输出信号中所包括的电输出信号对应于该电流信号。

3. 如权利要求2所述的设备,其中所述测量电路包括被构造为测量电流信号的电流传感器,并且所述信号源被构造为施加作为电流的参考输入信号。

4. 如权利要求1所述的设备,其中所述电路产生电压信号,所述测量电路被构造为测量该电压信号,并且输出信号中所包括的电输出信号对应于该电压信号。

5. 如权利要求4所述的设备,其中所述测量电路包括被构造为测量电压信号的电势衰减器,并且信号源被构造为施加作为电压的参考输入信号。

6. 如权利要求1所述的设备,其中所述处理电路还被构造为使用所述累积表示来确定所述测量电路的传递函数。

7. 如权利要求1所述的设备,其中所述处理电路还被构造为使用所述累积表示来确定用于所述测量电路的传递函数的变化。

8. 如权利要求1所述的设备,其中所述处理电路还被构造为使用所述累积表示来确定关于所述电信号的信息。

9. 如权利要求1所述的设备,其中所述测量电路还被构造为在不存在所述参考输入信号的情况下测量所述电信号,并且其中所述处理电路被构造为在从所述输出信号减去所述电信号的在不存在所述参考输入信号的情况下的测得的测量值之后确定所述累积表示。

10. 如权利要求1所述的设备,还包括所述测量电路,其中所述测量电路包括在被构造为承载所述电信号的信号路径中的第一传感器和第二传感器;

其中所述第一传感器和所述第二传感器中的一个被构造为从所述信号源接收所述电信号,并且所述第一传感器和所述第二传感器中的另一个被构造为从所述信号源接收所述电信号和所述参考输入信号;并且

其中来自所述测量电路的输出信号包括使用所述第一传感器和所述第二传感器测量的信号之间的差。

11. 如权利要求6所述的设备,其中所述处理电路被构造为使用所述累积表示的累积幅度特征以及所述参考输入信号的参考幅度特征来确定传递函数。

12. 如权利要求1所述的设备,其中所述处理电路被构造为对所述累积表示的多个不同部分求和,并且将求和的多个部分除以这些部分的数量以提供平均累积表示。

13. 如权利要求6所述的设备,其中所述处理电路被构造为使用小于参考输入信号的整个周期来确定传递函数,并且所述累积表示对应于小于参考输入信号的整个周期。

14. 如权利要求1所述的设备,其中对输出信号的多个接收的部分求和包括对所述多个接收的部分的对应子部分求和,使用下面各项中的至少一项选择所述对应子部分:测量装置的行为的预特性描述;和在设备的操作期间的对测量装置的行为的分析。

15. 如权利要求6所述的设备,其中所述处理电路还被构造为使用所述参考输入信号的包括与转变相关的变化的周期的部分来确定传递函数。

16. 如权利要求15所述的设备,其中所述处理电路还被构造为对于所述周期的不同的相应部分应用不同的传递函数加权。

17. 如权利要求6所述的设备,其中所述处理电路还被构造为确定参考输出信号的至少一个转变相对于参考输入信号的相应的至少一个转变的时间延迟,并且其中所述处理电路被构造为使用时间延迟和所述累积表示的至少一个累积幅度特征来确定传递函数。

18. 如权利要求1所述的设备,其中所述处理电路还被构造为持续地确定所述累积表示,其中通过对所述输出信号的第一多个接收的部分求和来确定第一累积表示,并且通过对所述输出信号的第二多个接收的部分求和来确定第二累积表示,第二多个接收的部分包括不属于第一多个接收的部分的至少一个更近接收的部分。

19. 如权利要求1所述的设备,其中所述处理电路还被构造为在确定至少一个累积表示之前将窗函数施加于输出信号。

20. 如权利要求19所述的设备,其中所述窗函数被构造为与由窗函数限定的窗的相对端相应地衰减输出信号的幅度。

21. 如权利要求19所述的设备,其中所述处理电路被构造为通过对输出信号的彼此交叠的多个接收的部分中的对应部分求和来确定所述累积表示,并且其中所述处理电路被构造为将窗函数施加于交叠的接收的部分。

22. 如权利要求6所述的设备,其中所述处理电路被构造为对传递函数进行缩放,以补偿由下面的至少一项引起的缩放:对输出信号的所述多个接收的部分求和;以及将窗函数施加于输出信号。

23. 如权利要求1所述的设备,其中所述处理电路还被构造为通过从输出信号减去所确定的累积表示来从输出信号中去除参考输出信号。

24. 如权利要求1所述的设备,其中所述参考输入信号包括下面的至少一项:

脉冲波形;

具有有着不同占空比的高值和低值的部分的比特流;

楼梯波形;和

阶梯状波形。

25. 如权利要求1所述的设备,其中所述处理电路还被构造为确定指示所述电信号的多个累积表示,并且其中所述处理电路还被构造为从确定的多个累积表示中识别偏离其它累积表示的至少一个累积表示。

26. 一种电气测量方法,包括:

使用信号源将参考输入信号施加于耦接到产生电信号的电路的测量电路,其中所述参考输入信号具有在多个周期上重复的基本上分段恒定的形式;

使用处理电路从测量装置接收输出信号,该输出信号包括与所述电信号对应的电输出信号和与所述参考输入信号对应的参考输出信号;

使用所述处理电路确定累积表示,包括对输出信号的多个接收的部分求和,所述部分中的每个部分对应于参考输入信号的周期的至少一部分并且是相同部分。

27. 如权利要求26所述的方法,还包括使用所述累积表示确定用于测量电路的传递函

数。

28. 如权利要求26所述的方法,还包括使用所述累积表示确定用于测量电路的传递函数的变化。

29. 如权利要求26所述的方法,还包括使用所述累积表示确定关于所述电信号的信息。

30. 如权利要求26所述的方法,其中施加所述参考输入信号包括将所述参考输入信号施加于耦接到产生待测量的DC信号的DC电路的测量电路。

31. 如权利要求26所述的方法,其中施加所述参考输入信号包括将所述参考输入信号施加于耦接到产生待测量的AC信号的AC电路的测量电路。

32. 如权利要求26所述的方法,其中确定所述累积表示包括使用小于所述参考输入信号的整个周期。

33. 一种电气设备,包括:

第一电路,被构造为承载第一电信号;

测量电路,耦接到所述第一电路,所述测量电路被构造为测量关于所述第一电路中的所述第一电信号的信息;

信号源,被构造为向所述测量电路提供参考输入信号,其中来自所述测量电路的输出信号包括与所述第一电信号对应的电输出信号和与所述参考输入信号对应的参考输出信号,其中所述参考输入信号具有在多个信号周期上重复的基本上分段恒定的形式;以及

处理电路,被构造为使用关于所述输出信号的多个接收的部分的信息来确定累积表示,所述部分中的每个部分对应于所述参考输入信号的周期的至少一部分并且是相同部分。

34. 如权利要求33所述的电气设备,其中所述第一电路包括被构造为承载第一DC信号的DC电路,并且其中所述测量电路被构造为测量关于由所述DC电路提供或吸收的电流的信息。

35. 如权利要求33所述的电气设备,其中所述第一电路包括被构造为承载第一DC信号的DC电路,并且其中所述测量电路被构造为测量关于DC电路中的两个导体之间的电压的信息。

36. 如权利要求33所述的电气设备,其中所述第一电路包括电池电路或电池充电器电路。

37. 如权利要求33所述的电气设备,其中所述第一电路包括被构造为承载第一AC信号的AC电路,并且其中所述测量电路被构造为测量关于由所述AC电路提供或吸收的电流的信息。

38. 如权利要求33所述的电气设备,其中所述第一电路包括被构造为承载第一AC信号的AC电路,并且其中所述测量电路被构造为测量关于AC电路中的两个导体之间的电压的信息。

39. 如权利要求33所述的电气设备,其中所述第一电路被构造为在相应的不同导体中承载多个不同的电信号,其中信号源被复用以向相应的不同导体提供相应的参考输入信号,并且其中所述处理电路被构造为基于提供给不同导体的相应的参考输入信号来确定电信号的相应的累积表示。

电信号测量

[0001] 本申请是2014年5月30日提交的、申请号为201480030949.4、发明名称为“电信号测量”的中国发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及电气测量设备和电气测量方法，所述电气测量设备和电气测量方法特别地但并不仅仅用于测量存在于耗电电路、发电电路等中的高电平的电流和线电压。本发明还涉及包括这种电气测量设备或根据这种电气测量方法操作的设备，诸如蓄电设备、发电设备、输电设备、配电设备或耗电设备。

背景技术

[0003] 电流分流器通过对由经过电流分流器的电流在电流分流器上形成的电压的测量来提供对电流值的间接测量。用于电流分流器的典型应用包括用电控制、过流保护以及耗电和发电的计量。在使用中，与负载串联地提供具有已知电阻的电流分流器，并且测量由负载抽取(draw)电流在电流分流器上形成的电压。随后基于欧姆定律在考虑到分流器的已知电阻和测量的电压的情况下确定经过电流分流器的电流。

[0004] 某些应用(诸如，耗电和发电的计量)需要长期的高准确性的测量。例如，在北美，ANSI C12.20标准针对Class.5耗量表规定 $\pm 0.5\%$ 的准确性，并且针对Class.2耗量表规定 $\pm 0.2\%$ 的准确性。在欧洲和别的地方适用的标准(诸如，IEC 62053)规定类似的准确性要求。因此，能够理解，需要精确地知道电流分流器的电阻，以便使仪表能够满足规定的准确性要求。虽然分流器电阻通常较低以使功率耗散和不想要的电路影响最小化，但电流分流器容易变热并且温度漂移引起电阻的变化，电阻的变化会引起具有常规电阻温度系数的分流器中的测量准确性的损失。因此，考虑到由锰铜合金形成的分流电阻器的非常低的电阻温度系数，由锰铜合金形成的分流电阻器被广泛地使用。还可以清楚的是，准确的电流测量取决于：随着温度和寿命，对在分流器上形成的电压的测量是准确且稳定的。这是因为，电压测量电路的传递增益的变化或在电压测量电路中使用的基准的精度的缺乏将会引起误差。由于这些原因，通常在组合电流分流器和读出电子设备时执行一次性工厂校准，以使得主要由分流电阻器和电压测量确定的与用于电流到测量值的实际组合传递函数相关的因子能够被存储并且用于随后的测量以实现想要的精度。

[0005] 用于测量高电流值的替代已知方案涉及使用缠绕在磁芯上的电流变换器，该磁芯被布置在输送要被测量的电流的导体周围。相对于分流电阻器，电流变换器具有下述优点：侵入性较小并且提供相对于电流输送导体的隔离。电流变换器仅能够测量AC电流。电流变换器在次级线圈中产生电流，该电流是初级导体中的电流的比率，并且次级线圈电流随后由负载(称为负载电阻器)转换成电压。需要对负载电阻器上的电压的准确测量和对初级电流到负载电阻器上的电压的传递函数的准确了解(即，组合匝数、磁性元件和负载电阻器的影响)以准确地并且精确地测量电流。与电流分流器一样，通常执行一次性工厂校准以补偿对初级电流到测量值的总体传递函数有贡献的一些或全部元件中的误差。

[0006] 另一方案使用霍尔电流探针,霍尔电流探针能够测量AC和DC两者。然而,在开环结构中,霍尔电流探针容易遭受非线性和温度漂移。在闭环结构中,霍尔电流探针提供关于非线性和温度漂移的改进,但该结构的重量和尺寸显著增加,其中更高的电流被测量。还知道使用罗氏线圈 (Rogowski coil) 电流探针来测量高电平电流。在Current Sensing Techniques:A Review,Silvio Ziegler Robert C.Woodward and Herbert Ho-Ching lu, IEEE Sensors Journal,Vol.9,No.4,April 2009中描述并且讨论了用于电流测量的多数已知方案,诸如通过分流电阻器、电流变换器、罗氏线圈和霍尔电流探针。不同的已知方案具有它们各自的优点和缺点。

[0007] 通常结合线电压测量(涉及测量传送电流的导体之间的电压)来执行负载电流测量以便确定电功率。导体之间的电阻分压器通常被用于线电压测量。高准确性功率计算需要负载电流和线电压测量的准确而稳定的相对相位和频率响应,以便准确地确定度量,诸如例如功率因数、谐波含量以及有功和无功功率之差等。

[0008] WO 2013/038176描述改进的用于测量电流的方案。根据WO 2013/038176的方案,相对于导体如上所述布置电流传感器(诸如,电流分流器、电流变换器、霍尔电流探针或罗氏线圈)以感测流经导体的负载抽取电流。高度精确地知道的参考信号被施加于电流传感器,由此电流传感器对负载抽取电流信号和施加的参考信号都做出响应。获取来自电流传感器的输出信号,并且从输出信号提取输出信号的与参考信号对应的部分。然后,基于参考信号和提取的输出信号的与参考信号对应的部分确定电流传感器和电流传感器处理链的传递函数。其后,根据传递函数和由电流传感器感测的负载抽取电流,确定流经导体的实际负载抽取电流。因此,对负载抽取电流的测量的准确性取决于准确地知道的参考信号,而非根据前面描述的方案准确地知道的电流传感器及其处理链。对电流传感器的已知精度的依赖的缺乏意味着可使用较低质量的传感器。也不太需要对电流传感器及其处理链的初始校准和定期的随后的重新校准。此外,WO 2013/038176的方案解决由老化和温度变化等引起的电流传感器及其处理链的漂移,并且还提供另外的功能(诸如,对篡改耗电仪表的检测)。

[0009] WO 2013/038176的方案依赖于相对于输出信号的其余部分合适地提取输出信号的与参考信号对应的部分。根据WO 2013/038176,具有正弦波的形式的参考信号被施加于电流传感器。输出信号的频域分析(诸如,FFT分析)被用于将输出信号的与参考信号对应的部分与输出信号的其余部分分离。

[0010] 本发明人已意识到:例如,关于提取的输出信号的与参考信号对应的部分的信噪比,施加的参考信号的功率的增加是有益的。此外,对于从电源抽取的相同量的功率,方波比正弦波输送更多的功率。因此,对于从电源抽取的相同量的功率,,方波的形式的参考信号比正弦波的形式的参考信号输送更多的功率。然而,本发明人还意识到:通过频域分析来从输出信号提取输出信号的与方波参考信号对应的部分可能在计算方面是密集的,因为需要考虑方波的多个音调。

[0011] 鉴于前面的考虑,本发明人得出结论:输出信号的时域处理可优于输出信号的频域处理。然而,这个结论导致如何相对于输出信号的其余部分提取输出信号的与参考信号对应的部分的另一问题。这个问题提出了特定挑战,因为在WO 2013/038176的电流测量设备中,参考信号的振幅通常远小于输出信号的其余部分中所包括的负载抽取电流信号的振幅。

[0012] 电势衰减器提供在电信号具有比测量设备的可接受动态范围大的幅度的设备中的电压的测量。例如，在火线和零线之间的AC线电压是230V RMS并且测量设备相对于导体之一被限制为几伏特DC的干线电力计量中，具有几百至几千的分配比的电势衰减器允许测量设备根据对电势衰减器的衰减因子和测量设备的增益的了解确定线电压。类似地，在DC设备(诸如，电池监测器)中，假设包括电势衰减器的测量设备的传递函数是已知的，电势衰减器允许由具有几伏特范围中的电源电压的测量设备适应电池电压(该电池电压可大于10伏特)。这需要电势衰减器和测量设备两者的准确性和精度。电势衰减器的最简单的形式是电阻分压器，包括串联连接在两个导体之间的大的第一电阻器和较小的第二电阻器。由例如在整个设备的校准期间的测量知道的第一和第二电阻器的衰减因子来确定这种电势衰减器的准确性。衰减因子的随后的精度取决于在变化条件(诸如，温度和老化)下的电阻器的值的相对变化。在经受环境变化的同时在寿命期间保持准确性在温度系数、功率处理、物理位置、局部应力和影响电阻值的其它因素方面对电阻器提出要求。另外，要求测量设备对于温度和寿命以及其它环境变化是稳定的。更复杂的形式的电势衰减器包括有源电路。例如，这个形式的电势衰减器包括具有反相结构的放大器，该放大器具有在放大器的虚接地处连接的大的输入电阻器和小的反馈电阻器。放大器的虚接地以电气方式耦接到第一导体，并且第一电阻器以电气方式耦接到第二导体，由此电势衰减器操作用于衰减第一和第二导体之间的电压。

[0013] WO 2014/072733描述一种用于测量电压的改进的方案。在WO2014/072733中描述的测量设备的一种结构测量第一导体和第二导体之间的电压。该测量设备包括电势衰减器和偏移电压电路，该电势衰减器具有第一电阻器和参考电阻器设备。偏移电压电路包括例如与偏移电压串联的无源电阻分压器。测量设备被构造为使得偏移电压电路在第一导体和第二导体之间施加偏移电压。偏移电压在各个值之间切换并且被利用更复杂的信号调制以创建参考输入信号，该参考输入信号通过与用于第一导体和第二导体之间的电压测量的衰减因子相同的衰减因子来影响电势衰减器。高度精确地知道的参考输入信号被施加于电势衰减器，电势衰减器对第一导体和第二导体之间的线电压信号以及施加的参考输入信号都做出响应。测量来自电势衰减器的输出信号，并且从该输出信号提取作为输出信号的与参考输入信号对应的部分的参考输出信号。然后，基于参考输入信号和提取的输出信号的与参考输入信号对应的部分，确定电势衰减器和电压处理链的总体传递函数。其后，根据传递函数和由电势衰减器测量的线电压，确定第一和第二导体之间的实际电压。因此，线电压的测量的准确性取决于高度精确地知道参考信号，而非根据前面描述的方案高度精确地知道电势衰减器及其处理链。对电势衰减器的已知精度的依赖的缺乏意味着能够使用较低质量的部件。也不太需要对电势衰减器及其处理链的初始校准和定期的随后的重新校准。此外，WO 2014/072733的方案解决由老化和温度变化等引起的电势衰减器及其处理链的漂移，并且还提供另外的功能(诸如，对部署的电压测量的准确性的在线监测或对耗电仪表中的故障的检测)。

[0014] 与WO 2013/038176的测量设备一样，WO 2014/072733的测量设备依赖于从来自测量设备的输出信号提取参考输出信号的能力。输出信号还包含与正被测量的电信号(即，电流或线电压)对应的线电压输出信号，该线电压输出信号可具有在本质上与参考输入信号类似的分量并且可比参考输出信号大一个数量级以上。WO 2014/072733将会类似地受益于

参考输出信号的可靠的时域提取。

[0015] 考虑到上述问题而提出本发明。因此，本发明的目的在于提供一种电气测量设备，该电气测量设备被构造为根据时域处理提供对电信号(例如，干线电流信号或干线线电压信号)的准确测量。本发明的另一目的在于提供一种根据时域处理准确地测量电信号(例如，干线电流信号或干线线电压信号)的方法。

发明内容

[0016] 根据本发明的第一方面，提供一种电气测量设备，所述电气测量设备包括：

[0017] 测量装置，被构造为关于电路布置，该电路产生电信号，该测量装置在如此布置时操作以测量电信号；

[0018] 信号源，操作用于将参考输入信号施加于测量装置，由此来自测量装置的输出信号包括与电信号对应的电输出信号、和与参考输入信号对应的参考输出信号，参考输入信号具有在多个周期中的每个周期上重复的基本上分段恒定的形式；和

[0019] 处理设备，操作用于：确定至少一个累积表示，累积表示的确定包括对输出信号的多个接收的部分求和，所述多个接收的部分中的每个部分对应于参考输入信号的周期的至少一部分并且是相同部分；以及根据所述至少一个累积表示和参考输入信号，确定用于测量装置的传递函数、用于测量装置的传递函数的变化和电信号中的至少一个。

[0020] 根据本发明的电气测量设备的信号源操作用于将具有基本上分段恒定的形式的参考输入信号(诸如，方波)施加于测量装置。对于信号源的给定电平的功耗，与正弦形式的参考输入信号相比，分段恒定的形式的信号(诸如，方波)可导致将更大功率的参考输入信号施加于电气测量设备。本发明可因此针对给定电平的功耗提供施加于电气测量设备的功率的增加，以由此获得诸如关于测量的输出信号的信噪比的益处。替代地，本发明可提供信号源的功耗的减小，而不减小参考输入信号的功率。处理设备操作用于确定至少一个累积表示。累积表示的确定包括对输出信号的多个连续接收的部分求和，接收的部分中的每个部分对应于参考输入信号的周期的至少一部分并且是相同部分。确定累积表示的结果可以是保留输出信号的与参考输入信号对应的部分。确定累积表示的另一结果可以是损失输出信号的不与参考输入信号对应的一部分或多个部分(诸如，输出信号的与电信号对应的部分)。这是因为，与参考输入信号具有不同的基本频率和/or谐波或者相对于参考输入信号具有随着时间变化的相位的输出信号中所包括的信号看起来彼此不相关，并且因此可随着时间平均为零。确定累积表示可因此相对于输出信号的其余部分去除或提取输出信号的与参考输入信号对应的部分。电气测量设备随后根据测量设备的输入(即，参考输入信号)和测量设备的至少一个累积表示的形式的输出来确定用于测量设备的传递函数、用于测量设备的传递函数的变化和电信号中的至少一个，所述至少一个累积表示代表输出信号的与参考输入信号对应的部分。

[0021] 电路可产生电流信号，诸如由负载抽取的干线电流信号。测量装置可因此被构造为测量电流信号，并且输出信号中所包括的电输出信号可对应于电流信号。测量装置可包括操作用于测量电流信号的电流传感器，诸如分流电阻器。信号源可被构造为施加作为电流的参考输入信号。

[0022] 替代地或者另外，电路可产生电压信号，诸如两个导体之间的干线线电压。测量装

置可因此被构造为测量电压信号，并且输出信号中所包括的电输出信号可对应于电压信号。测量装置可包括操作用于测量电压信号的电势衰减器。信号源可被构造为施加作为电压的参考输入信号。

[0023] 确定用于测量设备的传递函数、用于测量装置的传递函数的变化和电信号中的至少一个可包括根据所述至少一个累积表示确定至少一个累积振幅。累积振幅可代表参考输出信号的至少一部分的振幅。考虑到参考输入信号具有基本上分段恒定的形式，累积振幅可与所述至少一个累积表示中所包括的第一和第二电平之差对应。例如，在参考输入信号具有方波或矩形波的形式的情况下，累积振幅可与所述至少一个累积表示的至少一个高电平和至少一个低电平之差对应。确定用于测量设备的传递函数、用于测量装置的传递函数的变化和电信号中的至少一个还可包括确定关于参考输入信号的至少一个参考信号振幅。参考信号振幅可代表参考输入信号的至少一部分的振幅。同样地，在参考输入信号具有方波或矩形波的形式的情况下，参考信号振幅可与参考输入信号的至少一个高电平和至少一个低电平之差对应。其后，可根据所述至少一个累积振幅和所述至少一个参考信号振幅，确定用于测量设备的传递函数、用于测量装置的传递函数的变化和电信号中的至少一个。确定用于测量设备的传递函数、用于测量装置的传递函数的变化和电信号中的至少一个可包括将累积振幅除以参考信号振幅。

[0024] 在累积表示内可能存在变化。这种变化可由噪声引起。替代地，这种变化可由测量装置的放置引起。例如，在参考输入信号具有方波的形式的情况下，与方波的高值部分对应的累积表示可在累积表示的开始和结束之间稍微变化。在上升沿转变稳定之后，这种稍微的变化可存在于高值部分中。处理设备可因此操作用于对所述至少一个累积表示的多个不同部分求和。处理设备还可操作用于将求和的多个部分除以这些部分的数量以由此确定平均累积表示。替代地，处理设备可操作用于在处理设备的几个操作步骤中的任何一个操作步骤提供除以这些部分的数量。例如，可在确定累积振幅的步骤之后并且在将累积振幅除以参考信号振幅的步骤之前执行该除法。

[0025] 对输出信号的多个接收的部分求和可导致输出信号的与参考输入信号对应的部分的放大。处理设备可因此操作用于缩小传递函数，以由此解决由求和步骤引起的放大。缩小可包括除以为确定累积表示而求和的接收的部分的数量。如稍后所述，窗函数可被施加于输出信号。窗函数的施加可导致输出信号的缩放。处理设备可因此操作用于对传递函数进行缩放，以由此补偿由下面的至少一项引起的缩放：对输出信号的所述多个接收的部分求和；以及将窗函数施加于输出信号。可在处理设备的几个操作步骤中的任何一个操作步骤执行缩放步骤。可例如在求和步骤之后并且在确定累积振幅的步骤之前、或者在确定累积振幅的步骤之后并且在将累积振幅除以参考信号振幅之前执行缩放。

[0026] 测量装置通常具有有限带宽，并且可能具有复杂的相位和频率响应。测量装置可因此不立即对分段恒定的形式的参考输入信号（诸如，方波）做出响应。例如，测量装置可操作用于在由测量装置的时间常数确定的时间段之后上升到与方波参考输入信号的高电平对应的电平。参考输出信号可因此包括紧接在参考输入信号的每个转变之后的部分，在该部分中，存在缓慢上升或下降，在稳定到基本上恒定的电平之前，在所述缓慢上升或下降之后也可跟随有一些过冲。考虑到这一点，处理设备可操作使得关于小于参考输入信号的整个周期（诸如，整个周期的至少一个部分）确定传递函数。根据一种方案，处理设备可操作使

得所述至少一个累积表示对应于小于参考输入信号的整个周期。更具体地讲，可根据输出信号的多个接收的部分的求和确定初始累积表示，并且处理设备可操作用于提供与初始累积表示的不同部分对应的第一累积表示和第二累积表示，第一累积表示和第二累积表示对应于小于整个初始累积表示。替代地，处理设备可操作用于根据多个接收的部分确定所述至少一个累积表示，所述多个接收的部分中的每个部分对应于参考输入信号的周期的一部分。

[0027] 对输出信号的多个接收的部分求和可包括对所述多个接收的部分的对应子部分求和，根据下面各项中的至少一项选择所述对应子部分：测量装置的行为的预特性描述；和在电气测量设备的操作期间对测量装置的行为的分析。处理设备操作使得关于所述多个接收的部分的子部分确定传递函数可包括确定下面各项中的至少一项：所述多个接收的部分的子部分的数量、和所述多个接收的部分的子部分的长度。可预先执行关于所述多个接收的部分的子部分的确定。例如，可基于测量装置的行为的预特性描述（诸如，关于测量装置的上升和下降时间的长度）选择子部分。替代地，可基于在电气测量设备的操作期间对测量装置的行为的分析选择子部分。测量装置的行为可被定期地分析。作为例子，窗口可相对于多个连续的累积表示以及根据窗口内的累积表示的变化与阈值的比较执行的子部分的选择来移动。

[0028] 处理设备可操作用于关于被识别为具有与转变相关的变化这样的的周期的至少一个部分来确定传递函数。更具体地讲，处理设备可操作用于关于该周期的这样的部分应用加权，例如，通过测量装置的行为的预特性描述来确定该加权。关于该周期的这样的部分应用的加权可不同于关于该周期的不同部分应用的加权。在传递函数确定中使用该周期的较重加权部分可提供信噪比的提高。

[0029] 处理设备可操作用于确定参考输出信号的至少一个转变相对于参考输入信号的相应的至少一个转变的时间延迟。累积表示的转变可对应于参考输出信号的转变。处理设备可关于该时间延迟操作累积表示的至少一个转变。可根据至少一个时间延迟和至少一个累积振幅确定传递函数，以由此提供关于相位和振幅的传递函数。

[0030] 处理装置可操作用于持续地确定所述至少一个累积表示。更具体地讲，可通过对第一多个接收的部分求和来确定第一累积表示，并且可随后通过对第二多个接收的部分求和来确定第二累积表示，第二多个接收的部分包括不属于第一多个接收的部分的至少一个更近接收的部分。第一和第二多个部分可具有相同数量。

[0031] 本发明人已理解，对所述多个部分求和可能无法提供电信号的合适的拒绝，并且已意识到，可通过将窗函数施加于输出信号来解决这个问题。处理设备可因此还用于将窗函数施加于输出信号。窗函数可具有与参考输入信号的多个周期对应的长度。窗函数可被构造为朝着由窗函数定义的窗的相对端衰减输出信号的一部分的振幅。更具体地讲，处理设备可操作用于将输出信号的该部分乘以窗函数。可在确定所述至少一个累积表示之前施加窗函数。窗函数的施加可减小所述至少一个累积表示内的功率，这可对传递函数具有对应影响。处理设备可因此根据窗口的功率函数进一步确定传递函数，以由此补偿由窗函数的施加引起的功率的减小。通过将窗函数施加于输出信号的交叠部分，可解决由窗函数的施加引起的功率的损耗。更具体地讲，累积表示的确定可包括对输出信号的彼此交叠的多个接收的部分中的对应部分求和，窗函数被施加于交叠的接收的部分。例如，窗函数可被施

加于输出信号的第一部分并且窗函数可被施加于输出信号的第二部分,第一和第二部分彼此交叠(诸如百分之五十)。可诸如基于测量装置的预特性描述预先确定窗函数,或者可诸如根据对输出信号的分析持续地确定窗函数。例如,窗口特性可被改变以考虑输出信号电平的变化或者权衡窗函数的功率损耗与窗函数拒绝电输出信号的能力。另外或者替代地,窗的长度可被改变以改进对电输出信号的拒绝。例如,窗函数的长度可与电输出信号的基频的长度的倍数对齐,同时将该长度保持为参考输入信号的周期的倍数。另外或者替代地,窗函数的有效长度可以是可变的,使得存在初始运行时间段,在该时间段中,窗函数的上升沿被施加于输出信号的初始部分,其后施加作为常数(诸如,1)的窗函数,直至当窗函数的下降沿被施加于输出信号的稍后部分时需要结果。由于在受控环境下通过窗函数的施加而损耗功率,所以可变长度窗函数可带来提供对加窗功率损耗的管理的优点。

[0032] 参考输入信号的振幅通常远小于电信号的振幅。在要高准确性地确定传递函数的情况下,这可能存在特定挑战。因此,可有益地在对输出部分的多个部分求和的步骤之前尽可能多地从输出信号去除与电信号对应的电输出信号。电气测量设备可因此被构造为进一步测量电信号,在该进一步测量期间不施加参考输入信号,并且将输出信号减去该进一步测量值。更具体地讲,电气测量设备可包括电流传感器,该电流传感器操作用于测量电信号并且不接收参考输入信号,由此该电流传感器的输出对应于电信号。根据一种方案,电气测量设备可包括两个电流传感器,参考输入信号仅被施加于一个电流传感器。这两个电流传感器可被相对于不同导体布置,诸如一个电流传感器被相对于火线布置并且另一个电流传感器被相对于零线布置。在W02013/038176和W0 2014/072733中描述了与将输出信号减去该进一步测量值相关的另外的特征。

[0033] 在某些情况下,参考输入信号的周期率可有益地处于电信号的基本频率的谐波或子谐波。在其它情况下,参考输入信号的周期率可有益地处于除电信号的基本频率的谐波或子谐波之外位置。

[0034] 在某些应用中,可使用电输出信号。例如,电输出信号可被用于计量应用。参考输出信号可因此在被用于例如电流或线电压测量的目的之前被从测量装置的输出信号中去除,功耗测量跟随在电流或线电压测量之后。处理设备可因此还操作用于将输出信号减去所述至少一个累积表示,以由此从输出信号中去除参考输出信号。虽然可关于小于参考输入信号的整个周期确定传递函数,使得忽略上升沿和下降沿转变等,但将输出信号减去的所述至少一个累积表示可对应于参考输入信号的整个周期。尽管为了传递函数确定的目的忽略了参考输出信号的至少一个部分,但是处理设备仍可因此操作用于合适地去除参考输出信号。

[0035] 参考输入信号具有基本上分段恒定的波形。参考输入信号可因此包括脉冲波形,诸如方波、具有有着不同占空比的高值和低值的部分的比特流或者楼梯或阶梯状波形。

[0036] 处理设备还可选择性地操作累积表示。更具体地讲,处理设备可操作用于分析累积表示以识别包括不合适的特性的至少一个累积表示。该分析可包括:比较累积表示,以及识别偏离其它累积表示的至少一个累积表示。偏差可例如由脉冲噪声引起。处理设备还可操作用于忽略识别的累积表示或经受滤波以减少噪声。

[0037] 当不施加参考输入信号时,处理设备还可操作输出信号。更具体地讲,处理设备可操作用于确定存在于输出信号中的噪声的程度。确定的噪声的程度可由处理设备使用以提

供电气测量设备的准确性和性能的指示。电气测量设备可操作用于定期地不将参考输入信号施加于电气测量设备。例如,当电气测量设备操作时,在时间段的1%和5%之间不可施加参考输入信号。

[0038] 如上所述,测量装置可包括操作用于测量导体中的负载抽取电流等的电流传感器。电流传感器可以是分流电阻器、电流变换器、霍尔电流探针或罗氏线圈电流探针。

[0039] 电信号可以是负载抽取电流信号。负载抽取电流信号可以是至少0.1Amp峰值或RMS。更具体地讲,负载抽取电流信号可以是至少1Amp峰值或RMS、5Amp峰值或RMS、10Amp峰值或RMS、20Amp峰值或RMS、40Amp峰值或RMS、80Amp峰值或RMS、100Amp峰值或RMS、200Amp峰值或RMS、或320Amp峰值或RMS。

[0040] 如上所述,测量装置可包括操作用于测量两个导体之间的线电压等的电势衰减器。可通过无源电阻分压器或通过合适地布置的有源衰减器来形成电势衰减器。

[0041] 电信号可以是干线电源的线电压。线电压可以是至少70VRMS。更具体地讲,对于110V系统,线电压可以是至少70V RMS,并且对于230V系统,线电压可以是至少160V RMS。对于中压和高压传输系统或跨越多相系统中的相位,线电压可更高。

[0042] 在电信号是干线交流电流或电压的情况下,交流电流的基本频率可小于500Hz,诸如用于家庭干线基本上60Hz或基本上50Hz的频率或者用于船舶或飞机中的干线基本上400Hz的频率。替代地或者另外,参考输入信号的频率可小于250kHz、100kHz、50kHz、20kHz、10kHz、5kHz、2.5kHz或1.25kHz、625Hz、320Hz、160Hz、80Hz或者小于负载抽取电流或线电压的基频。

[0043] 在电信号是在DC供电系统中流动的电流的情况下,由于负载(诸如,开关式电源、DC电机、H桥等)的操作,它仍可具有基本频率。在这种情况下,基本频率可小于1kHz,小于10kHz或小于100kHz。

[0044] 电信号可以是由DC/DC或AC/DC电源等提供的DC系统中的电压,诸如电池、电池基元或太阳能电池上的电压。电压可以是至少3伏特峰值。更具体地讲,电压可以是至少5V峰值、10V峰值、20V峰值、40V峰值或80V峰值。当设备被加载或充电时,电压可显著地在频率含量方面变化。可存在在不同操作模式下的操作的基本频率。操作的这种基本频率可以是至少1Hz、100Hz或10kHz。

[0045] 在电信号存在于从多相干干线电源供电的设备中的情况下,根据本发明的第二方面,可提供测量设备,该测量设备包括根据本发明的第一方面的至少一个电气测量设备,所述至少一个电气测量设备被构造为测量电源的不同导体中的每个导体中的电信号。例如,多相干干线电源可以是分相电源、三相电源或者甚至超过三相的电源。所述至少一个电气测量设备可包括多个测量装置,所述多个测量装置被构造为相对于电源的不同导体布置。另外,所述至少一个电气测量设备可包括在不同导体之间复用的信号源和处理设备。替代地,所述至少一个电气测量设备可包括多个信号源和处理设备,所述多个信号源和处理设备各自操作用于施加参考输入信号和关于不同导体处理测量装置输出信号。本发明的第二方面的另外的实施例可包括本发明的第一方面的一个或多个特征。

[0046] 根据本发明的第三方面,提供一种电气测量方法,所述电气测量方法包括:

[0047] 通过信号源将参考输入信号施加于关于电路布置的测量装置,该电路产生电信号,该测量装置在如此布置时操作用于测量电信号;

[0048] 在处理设备中从测量装置接收输出信号,该输出信号包括与电信号对应的电输出信号和与参考输入信号对应的参考输出信号,参考输入信号具有在多个周期中的每个周期上重复的基本上分段恒定的形式;

[0049] 确定至少一个累积表示,累积表示的确定包括对输出信号的多个接收的部分求和,所述多个接收的部分中的每个部分对应于参考输入信号的周期的至少一部分并且是相同部分;以及

[0050] 根据所述至少一个累积表示和参考输入信号确定用于测量装置的传递函数、用于测量装置的传递函数的变化和电信号中的至少一个。

[0051] 本发明的第三方面的实施例可包括本发明的第一方面的一个或多个特征。

[0052] 根据本发明的第四方面,提供一种电气设备,该电气设备包括根据本发明的第一方面的电气测量设备或根据本发明的第二方面的测量设备,该电气设备被构造为使得电气测量设备或测量设备测量存在于该电气设备的一部分中的电信号。根据第一、第二或第四方面的本发明可被构造为与负载抽取AC或DC电流信号的装置一起操作。电气设备可包括DC设备(诸如,电池和电池充电器),并且电流测量设备可被构造为测量由DC设备提供的电流和由DC设备吸收(sink)的电流中的至少一个。电气设备可包括AC设备,并且电流测量设备可被构造为测量由AC设备提供的电流和由AC设备吸收的电流中的至少一个。根据第一、第二或第四方面的本发明可被构造为与由AC源(诸如,干线电源、换流器等)供电的装置或由DC源(诸如,AC/DC电源、电池、发电机等)供电的装置一起操作。

[0053] 替代地或者另外,电气设备可包括储电、发电、输电或配电设备。在电气设备包括储电设备的情况下,电气设备可包括电池。电气设备可例如由电表或配电箱构成,电气测量设备操作用于测量经过电表或配电箱的电流或者电表或配电箱中的线电压。电气测量设备可由此提供用于测量由住宅、企业或电动装置消耗的电或者由发电设备(诸如,基于太阳能电池板的发电机)产生的电的装置。替代地或者另外,电气设备可包括电推进设备,该电推进设备包括电能存储或产生装置(诸如,电池或燃料电池)。电推进设备可被构造为使得电气测量设备操作用于例如通过测量直流来提供下面至少一项的调节:由电能存储或产生装置提供的功率;以及例如在充电期间由电能存储装置吸收的功率。这种电推进设备通常需要安全而可靠地以高电流电平将电功率输送给电动机。可因此需要准确的电气测量以提供合适的调节和控制并且监测故障条件。替代地或者另外,电气设备可包括电气控制设备(包括电气致动器)。电气控制设备可被构造为使得电气测量设备操作用于测量由电气致动器抽取的电流和/或由电气致动器支持的电压。电气致动器可包括电机,并且电气测量设备可被包括在操作用于控制电机的电机控制器中。电气控制设备可被用于不同领域,诸如制造、商业机器和过程控制。例如,电气致动器可包括步进电机,步进电机形成CNC机器的一部分或驱动流体控制系统中的阀。替代地,电气致动器可包括电控汽车传动系统中的线性螺线管。在这种应用中,电流和/或电压的准确测量可提供控制的精度。本发明的第四方面的另外的实施例可包括本发明的任何前面的方面的一个或多个特征。

附图说明

[0054] 通过下面仅作为例子并且参照附图给出的特定描述,本发明的另外的特征和优点将会变得清楚,其中:

- [0055] 图1是本发明的第一实施例的方框图表示；
- [0056] 图2是通过图1的实施例来执行的根据本发明的方法的流程图表示；
- [0057] 图3A是代表窗函数的施加的图表；
- [0058] 图3B是显示来自测量装置的输出信号的几个周期的图表；
- [0059] 图3C是表示波形去除处理的图表；
- [0060] 图4是本发明的第二实施例的方框图表示；
- [0061] 图5是本发明的第三实施例的方框图表示；
- [0062] 图6是通过图5的实施例来执行的根据本发明的方法的流程图表示；
- [0063] 图7A是应用于具有低边电流感测的DC设备的本发明的实施例；和
- [0064] 图7B是应用于包括用于测量电压的分压器的DC设备的本发明的实施例。

具体实施方式

[0065] 电气测量设备的第一实施例的方框图表示被示出在图1中。电气测量设备具有电流测量设备10的形式，电流测量设备10形成能够安装在向住宅或商业房屋供电的点处的耗电仪表(未示出)的100A等的一部分。具有火线14和零线16的单相干线(mains)交流电源12被示出在图1中。在住宅或商业房屋处的能量消耗设备由负载18表示。电流测量设备10包括分流电阻器20(分流电阻器20构成电流传感器)，分流电阻器20在火线14中并且在负载18和电源12之间与负载串联。分流电阻器20表现出低的电阻值，诸如 $200\mu\Omega$ 的电阻。分流电阻器20由一定长度的电线、印刷电路板上的一定长度的导电轨迹、分立部件、集成电路封装中所包括的导体(诸如，引线框架)或形成为串联部件(诸如，继电器)的连接器或导电元件的一部分的结构形成。如WO 2013/038176中所述，分流电阻器不需要被形成为提供准确或稳定的电阻；用于分流电阻器的处理链也不需要被准确地描绘。电流变换器、霍尔电流探针或罗氏线圈电流探针可被用于感测火线而非分流电阻器20中的电流。在WO 2013/038176中描述了电流传感器和合适的处理电路的这种替代形式的使用。

[0066] 电流测量设备10还包括信号源22、电压测量设备24和信号处理电路26。电压测量设备24包括可编程增益放大器和模数转换电路，用于获取在分流电阻器20上形成的电压信号并且产生对应的获取的电压信号。分流电阻器20和电压测量设备24构成测量装置，并且信号处理电路26构成处理设备。信号处理电路26被包括在微处理器装置、数字信号处理器装置等中。虽然在图1中未示出，但电流测量设备包括在电压测量设备24的输入处的噪声滤波器以抑制不想要的噪声信号(诸如，脉冲信号)，噪声信号否则会容易干扰电流测量设备的操作。电压测量设备24和信号源22中的每一个以电气方式连接到分流电阻器20的相对端。在一种形式下，电流测量设备10被构造为使得信号源22总是与电流测量设备10的其余部分一起存在，从而使得信号源和电流测量设备10的其余部分持久地位于原地。在另一形式下，电流测量设备10被构造为使得信号源被包括在与持久地位于原地的电流测量设备10的其余部分分开的单元中。当希望提供准确测量时，例如作为定期校准过程的一部分，例如由校准工程师使用包括信号源22的单元并且在校准开始之前在分流电阻器20上连接包括信号源22的单元。在WO 2013/038176中描述了适用于图1的电流测量设备的校准的方案。

[0067] 现在将考虑信号处理电路26的部件。信号处理电路26包括加窗部件28，加窗部件28用于将窗函数施加于来自电压测量设备24的输出信号。由加窗部件28施加的窗函数是例

如汉宁函数、汉明函数、布莱克曼函数、高斯函数和矩形函数中的一个或多个。诸如基于测量装置的预特性描述预先确定窗函数,或者诸如根据对来自电压测量设备24的输出信号的分析持续地确定窗函数。根据电输出信号的振幅来改变窗函数。此外,根据负载抽取电流信号的基本频率和参考输入信号的循环周期来改变窗的长度。窗函数具有可变长度,使得在需要结果之前在窗函数的上升沿和下降沿之间存在恒定增益的时间段。信号处理电路26还包括加法部件30,如以下进一步所述,加法部件30用于对从加窗部件28接收的输出信号的各部分求和。如以下进一步所述,信号源22、加窗部件28和加法部件30的操作通过由信号处理电路26中所包括的定时部件32产生的定时信号而同步。信号处理电路26还包括:电平确定部件34,从加法部件30接收输出;和传递函数确定部件36,从电平确定部件34接收输出。信号处理电路26还包括控制部件38(诸如,中央处理单元),控制部件38用于控制信号处理电路26的各种其它部件,包括定时部件32、电平确定部件34和传递函数确定部件36。控制部件38还根据电流测量设备10的操作通过数据输出39来提供外部数据,这种外部数据包括警告和由另一设备按照其操作的控制数据等。在WO 2013/038176中进一步描述了外部数据的形式和从电流测量设备10传送这种数据的方式。信号处理电路26中所包括的电子存储器40用于存储在由信号处理电路26执行计算期间形成的中间数据、以及不太持久的数据(诸如,由信号处理电路确定的历史性质的传递函数数据)。电子存储器40还用于存储在初始测试确定的数据,诸如存储在一次性可编程形式的存储器中的参考输入信号的值。信号处理电路26还包括:波形重构部件42,从加法部件30接收输出;波形去除部件44,从波形重构部件42和电压测量设备24中的每一个接收输出;和负载电流确定部件46,从波形去除部件44接收输出。

[0068] 在其它未示出的实施例中,源12是DC源并且负载18从DC源抽取电流。这种实施例被用于各种应用(诸如,调节或监测),并且被包括在不同设备(诸如,能量产生、传输或分配设备、可再生能源产生器、电推进设备和控制设备)中。在另外的未示出的实施例中,电流测量设备被用于测量多相干线电源装置(诸如,分相电源装置、三相电源装置或者甚至具有超过三相的电源装置)中的电流。根据这种另外的实施例,图1中示出的形式的多个电流测量设备被用于测量多相干线电源装置的各个不同导体中的电流。替代地,多个电流传感器被相对于多相干线电源装置的各个不同导体布置,并且图1的电流测量设备的其余部分被在所述多个电流传感器之间复用。在WO2013/038176中进一步描述了将电流测量设备应用于DC电流测量和多相干线电源装置。例如,在包括电池的电气设备(诸如,推进设备)中执行DC电流测量。

[0069] 现在将参照图2中示出的流程图100以及图3A和3B中示出的图表描述图1的电流测量设备10的操作。信号源22被构造为在定时部件32的控制下将参考输入信号施加于分流电阻器20。参考输入信号具有几赫兹至几十kHz的范围中的重复周期。参考输入信号具有主要在负载电流信号的基本频率的谐波之间的频率。替代地,参考输入信号频率被锁定为负载电流信号的基本频率的谐波。参考输入信号具有基本上分段恒定的形式,诸如方波、具有有着不同占空比的高值和低值的部分的比特流或者楼梯或阶梯状波形。典型参考输入信号是30mA峰峰值。施加的参考输入信号以及负载抽取电流信号由分流电阻器20感测,在本实施例中,负载抽取电流信号是50Hz干线电流信号。电压测量设备24用于获取在分流电阻器20上形成的电压信号,并且产生获取的电压信号(该电压信号构成输出信号),102。获取的电

压信号包括与负载抽取电流信号对应的电输出信号、和与参考输入信号对应的参考输出信号。获取的电压信号由加窗部件28接收，加窗部件28用于将获取的电压信号乘以窗函数，104。窗函数具有与参考输入信号的多个周期(诸如，两百个周期)对应的长度。窗函数用于朝着由窗函数定义的窗的相对端衰减获取的电压信号的一部分的振幅，并且由此在随后的求和操作期间提供对参考输出信号的改进的抑制。图3A显示获取的电压信号62的长度、窗函数64和在施加窗函数66之后的获取的电压信号的长度。窗函数的施加容易引起输出信号的功率的损耗。在实施例的某些形式下，通过将窗函数施加于输出信号的交叠部分来解决功率的损耗。这涉及将窗函数施加于获取的电压信号的第一长度并且将窗函数施加于获取的电压信号的第二长度，第一和第二长度在足以使功率损耗最小化的程度上彼此交叠。在本发明的某些形式下，获取的电压信号数据的这种交叠的流在随后被组合之前被如以上参照一个数据流所述的部分地处理。例如，分别对每个流执行求和操作，并且分别确定它们的电平。替代地，通过将流加在一起一起处理交叠的流。在定时部件32的控制下执行窗函数的施加，以提供将窗函数到获取的电压信号的施加与由信号源22施加的参考输入信号的周期的同步。

[0070] 其后，电压信号的加窗后的长度由加法部件30接收，加法部件30用于将电压信号的长度分解为多个部分，每个部分对应于参考输入信号的周期。在例如电压信号具有两百个周期的长度的情况下，电压信号的长度被分解为两百个部分。加法部件30随后用于对这两百个部分中的各部分求和，求和的部分中的每个部分对应于参考输入信号的周期的至少一部分并且是相同部分，106。根据几个不同方案执行求和操作和随后的电平确定部件34内的电平确定操作。

[0071] 根据第一方案，电压信号的全部部分被求和以提供累积表示。由于电输出信号相对于参考输出信号具有不同的周期或相对于参考输出信号具有变化的相位，所以以这种方式对这些部分求和去除了电输出信号。累积表示随后除以求和的部分的数量以提供与参考输入信号相称的振幅的表示。替代地，在本方案中，在稍后步骤执行除以求和的部分的数量。典型电压信号包括由跟在分段恒定波形的每次转变之后的缓慢上升或下降构成的各部分，其后也许跟随有瞬时振荡(ringing)。与参考输入信号的几个周期70对应的长度的示例性电压信号被示出在图3B中。该电压信号包括上升部分72、下降部分74、高电平76和低电平78。加法部件30因此用于排除这种上升和下降部分并且选择该电压信号的通常稳定的部分。在涉及电压信号的变化率与阈值的比较的对电压信号的分析之后，排除上升和下降部分。替代地，基于将上升和下降部分确定为具有跟在参考输入信号中的转变之后的特定长度的测量装置的预特性描述，排除上升和下降部分。累积表示中具有对应电平的部分随后被求和。例如，在参考输入信号是方波的情况下，高电平被全部求和并且低电平被全部求和以分别提供总的高电平和总的低电平。总的高电平和总的低电平随后除以求和的电平的数量以提供平均高电平和平均低电平。替代地，类似于在累积表示的形成之后的除法，在本方案中，稍后执行除法。不管除法是在加法部件中还是随后发生，效果是提供平均电平。然后，在电平确定部件34中用总的高值或平均高值减去总的低值或平均低值以提供参考输出信号振幅，108。

[0072] 根据第二方案，加法部件用于对电压信号的各部分中的对应电平的各部分求和以提供两个累积表示。例如，加法部件用于对各部分中的所有高电平求和以提供总的高电平，

并且对各部分中的所有低电平求和以提供总的低电平。如以上参照第一方案所述，上升和下降部分被从求和操作排除。总的高电平和总的低电平随后除以求和的电平的数量以提供平均电平。替代地，在下面的减法步骤之后执行该除法。然后，在电平确定部件34中用总的高电平或平均总的低电平减去总的低电平或平均总的低电平以提供参考输出信号振幅，108。

[0073] 根据第三方案，加法部件用于通过在接收电压信号时持续地对选择的高电平求和并且减去选择的低电平来提供构成累积表示的参考输出信号振幅，108。加法部件30和电平确定部件34的操作因此被组合。如上所述，参考输出信号除以求和的电平的数量。替代地，在该方案中较早执行该除法，诸如关于每个电平，在对每个电平求和或减去每个电平之前执行该除法。

[0074] 参考输出信号振幅由传递函数确定部件36接收，传递函数确定部件36用于通过将参考输出信号振幅除以参考输入信号的振幅来确定关于测量装置的增益的传递函数，112。在某些形式下，传递函数确定部件36还用于通过确定参考输入信号中的边沿和由获取的电压信号代表的参考输出信号中的对应边沿之间的时间延迟来确定测量装置的群延迟，110。在窗函数引起参考输出信号振幅的功率的损耗的情况下，传递函数确定部件36用于补偿这种功率的损耗。

[0075] 电流测量设备操作使得波形重构部件42从加法部件30接收输入。波形重构部件42用于提供与参考输入信号的完整周期对应的电压信号的长度的累积表示(即，完整累积表示)114。波形重构部件42的操作取决于加法部件30的操作。在加法部件30根据第一方案操作的情况下，通过对电压信号的全部部分进行求和而形成的累积表示已经是完整的，并且因此被提供给波形重构部件42，并且不需要重构。在加法部件30根据第二或第三方案操作的情况下，波形重构部件42用于根据用于确定参考输出信号振幅的不同电平以及忽略的上升和下降部分来形成完整累积表示。完整累积表示被缩放以补偿在形成完整累积表示之前执行的操作(诸如，求和和加窗操作)，由此完整累积表示对应于获取的电压信号，如下所述在波形去除部件44中用获取的电压信号减去完整累积表示。

[0076] 图3C是表示波形去除部件44的操作的图表。波形去除部件44从电压测量设备24接收输入82并且从波形重构部件42接收完整累积表示84，并且用于用获取的电压信号减去与参考输出信号对应的完整累积表示以留下获取的电压信号中所包括的电输出信号86,116。负载电流确定部件46从波形去除部件44接收输出并且从传递函数确定部件36接收传递函数，并且用于通过将接收的传递函数的逆施加于来自波形去除部件44的输出来确定负载抽取电流，118。确定的负载抽取电流随后由负载电流确定部件46提供以在别处应用，诸如用于确定功耗等，如WO 2013/038176中详细所述。

[0077] 在上述操作之外，控制部件38提供获取的电压信号的一部分的拒绝，其中这种拒绝的部分包括这种程度的脉冲噪声：该脉冲噪声将会损害电流测量设备的正确操作。控制部件38还提供通过在没有参考输入信号被施加于分流电阻器20时分析获取的电压信号来确定存在于获取的电压信号中的噪声的电平。控制部件38还用于根据确定的噪声的电平提供电流测量的准确性的指示。

[0078] 本发明的第二实施例的方框图表示130被示出在图4中。图4的电流测量设备130的与图1相同的部件由相同标号指示，并且对于这种相同部件的描述，阅读者的注意力被引导

至以上参照图1提供的描述。图4的电流测量设备130还包括第二分流电阻器132和第二电压测量设备134。没有参考输入信号被施加于第二分流电阻器132，由此，来自第二电压测量设备134的输出信号包括电输出信号，但没有参考输出信号。电流测量设备130还包括减法部件136，减法部件136用于将来自第一电压测量设备24的输出信号减去来自第二电压测量设备134的输出信号。减法部件136还根据需要执行接收的输出信号的相对缩放以提供输出信号的正确的减法。减法部件136的输出具有与负载抽取电流信号对应的大大减小的分量。波形去除部件44操作来自第一电压测量设备24的输出信号，而不操作来自第二电压测量设备134的输出信号。如通常情况一样，当施加的参考输入信号远小于负载抽取电流信号时，可使用图4的结构。关于电输出信号的减法的不同方案，在WO 2013/038176中更详细地描述了根据图4的实施例的电输出信号的减法。

[0079] 电气测量设备的第三实施例的方框图表示被示出在图5中。该电气测量设备具有电压测量设备150的形式，电压测量设备150被构造为测量AC系统的火线和零线之间的线电压。电气测量设备150形成能够安装在向住宅或商业房屋供电的点处的耗电仪表(未示出)100A等的一部分。具有火线14和零线16的单相干线交流电源12被示出在图5中。在住宅或商业房屋处的能量消耗设备由负载18表示。电气测量设备150包括在火线14和零线16之间的与第二电阻器152串联的第一电阻器154(第一电阻器154和第二电阻器152一起构成电势衰减器)。电气测量设备150还包括信号源162，信号源162能够向电势衰减器提供变化的偏移电压；下面描述信号源162的操作。第一电阻器154通常具有比第二电阻器152的电阻值大几个数量级的电阻值，以由此提供对110V、230V等的数量级的线电压的测量。第一电阻器154被以不同方式构造或由串联的几个部件构造，以由此管理其相对于第二电阻器152的电阻值的电阻值。如WO 2014/072733中所述，第一和第二电阻器不需要被选择或构造为提供准确或稳定的电势衰减器；用于电势衰减器的处理链也不需要被准确地描绘。在WO 2014/072733中描述了电势衰减器和信号源的替代形式。

[0080] 图5的电气测量设备150还包括电压测量设备164和信号处理电路166。电压测量设备164包括可编程增益放大器和模数转换电路，用于获取在第二电阻器152上形成的电压信号并且产生对应的获取的电压信号。由第一电阻器154和第二电阻器152形成的电势衰减器以及电压测量设备164一起构成测量装置，并且信号处理电路166构成处理设备。信号处理电路166被包括在微处理器装置、数字信号处理器装置等中。虽然在图5中未示出，但电气测量设备150包括在电压测量设备164的输入处的噪声滤波器，以抑制不想要的噪声信号(诸如，脉冲信号)，否则噪声信号可能容易干扰电气测量设备的操作。信号源162被构造为产生偏移电压。通过在不同电压电平之间切换，或者通过在不同电压电平之间调制以产生与电势衰减器串联的参考输入信号的其它方式，信号源162产生偏移电压。在WO 2014/072733中描述了适用于图5的电气测量设备的校准的方案。

[0081] 现在将考虑信号处理电路166的部件。信号处理电路166包括加窗部件168，加窗部件168用于将窗函数施加于来自电压测量设备164的输出信号。由加窗部件168施加的窗函数是例如汉宁函数、汉明函数、布莱克曼函数、高斯函数和矩形函数中的一个或多个。诸如基于测量装置的预特性描述预先确定窗函数，或者诸如根据对来自电压测量设备164的输出信号的分析持续地确定窗函数。根据来自电压测量设备164的输出信号的振幅改变窗函数。此外，根据线电压信号的基本频率和参考输入信号的循环周期来改变窗的长度。窗函数

具有可变长度,使得在需要测量之前在窗函数的上升沿和下降沿之间存在恒定增益的时间段。信号处理电路166还包括加法部件170,如以下进一步所述,加法部件170用于对从加窗部件168接收的输出信号的各部分求和。如以下进一步所述,信号源162、加窗部件168和加法部件170的操作通过由信号处理电路166中所包括的定时部件172产生的定时信号而同步。信号处理电路166还包括:电平确定部件174,从加法部件170接收输出;和传递函数确定部件176,从电平确定部件174接收输出。信号处理电路166还包括控制部件178(诸如,中央处理单元),控制部件178用于控制信号处理电路166的各种其它部件,包括定时部件172、电平确定部件174和传递函数确定部件176。控制部件178还根据电气测量设备150的操作通过数据输出179来提供外部数据,这种外部数据包括警告和由另一设备根据其操作的控制数据等。在WO 2014/072733中进一步描述了外部数据的形式和从电气测量设备150传送这种数据的方式。信号处理电路166中所包括的电子存储器180用于存储在由信号处理电路166执行计算期间形成的中间数据、以及不太持久的数据(诸如,由信号处理电路确定的历史性质的传递函数数据)。电子存储器180还用于存储在初始测试确定的数据,诸如存储在一次性可编程形式的存储器中的参考输入信号的值。信号处理电路166还包括:波形重构部件182,从加法部件170接收输出;波形去除部件184,从波形重构部件182和电压测量设备164中的每一个接收输出;和线电压确定部件186,从波形去除部件184接收输出。

[0082] 在其它未示出的实施例中,源12是DC源并且负载18从DC源抽取电流。这种实施例被用于各种应用(诸如,调节或监测),并且被包括在不同设备(诸如,能量产生、传输或分配设备、可再生能源发生器、电推进设备和控制设备)中。在另外的未示出的实施例中,电气测量设备被用于测量多相干电源装置(诸如,分相电源装置、三相电源装置或甚至具有超过三相的电源装置)中的电压。根据这种另外的实施例,图5中示出的形式的多个电压测量设备被用于测量多相干电源装置的各个不同导体中的电压。在WO 2014/072733中进一步描述了将电气测量设备应用于DC电压测量和多相干电源装置。例如,在包括电池的电气设备(诸如,推进设备)中执行DC电压测量。

[0083] 图5的电气测量设备150以与图1的电流测量设备类似的方式操作。在图6中示出的流程图200中表示图5的电气测量设备150的操作步骤。现在将描述图5的电气测量设备150的操作。信号源162被构造为在定时部件172的控制下将参考输入信号施加于电势衰减器152、154。参考输入信号具有几赫兹至几十kHz的范围中的重复周期。参考输入信号具有主要在线电压信号的基本频率的谐波之间的频率。替代地,参考输入信号频率被锁定为线电压信号的基本频率的谐波。参考输入信号具有基本上分段恒定的形式(诸如,方波)、具有有着不同占空比的高值和低值的部分的比特流、楼梯波形或阶梯状波形。典型参考输入信号是200mV峰峰值。施加的参考输入信号以及线电压信号由第二电阻器152感测,在本实施例中,线电压信号是50Hz干线电压信号。电压测量设备164用于获取在参考电阻器152上形成的电压信号并且产生获取的电压信号(该电压信号构成输出信号)202。获取的电压信号包括与线电压信号对应的电输出信号和与参考输入信号对应的参考输出信号。获取的电压信号由加窗部件168接收,加窗部件168用于将获取的电压信号乘以窗函数204。窗函数具有与参考输入信号的多个周期(诸如,两百个周期)对应的长度。窗函数用于朝着由窗函数定义的窗的相对端衰减获取的电压信号的一部分的振幅,并且由此在随后的求和操作期间提供参考输出信号的改进的抑制。图3A显示获取的电压信号62的长度、窗函数64和在施加窗函

数66之后的获取的电压信号的长度。窗函数的施加容易引起输出信号的功率的损耗。在实施例的某些形式下,通过将窗函数施加于输出信号的交叠部分来解决功率的损耗。这涉及将窗函数施加于获取的电压信号的第一长度并且将窗函数施加于获取的电压信号的第二长度,第一和第二长度在足以使功率损耗最小化的程度上彼此交叠。在本发明的某些形式下,获取的电压信号数据的这种交叠的流在随后被组合之前被如以上参照一个数据流所述的部分地处理。例如,分别对每个流执行求和操作并且分别确定它们的电平。替代地,通过将流加在一起一起处理交叠的流。在定时部件172的控制下执行窗函数的施加,以提供将窗函数向获取的电压信号的施加与由信号源162施加的参考输入信号的周期的同步。

[0084] 其后,电压信号的窗长度由加法部件170接收,加法部件170用于将电压信号的长度分解为多个部分,每个部分对应于参考输入信号的周期。在例如电压信号具有两百个周期的长度的情况下,电压信号的长度被分解为两百个部分。加法部件170随后用于对这两百个部分中的各部分求和,求和的部分中的每个部分对应于参考输入信号的周期的至少一部分并且是相同部分,206。根据几个不同方案,执行求和操作和随后的电平确定部件174内的电平确定操作。

[0085] 根据第一方案,电压信号的全部部分被求和以提供累积表示。由于电输出信号相对于参考输出信号具有不同的周期或相对于参考输出信号具有变化的相位,所以以这种方式对这些部分求和去除了电输出信号。累积表示随后除以求和的部分的数量,以提供与参考输入信号相称的振幅的表示。替代地,在本方案中,在稍后步骤除以求和的部分的数量。典型电压信号包括由跟在分段恒定波形的每次转变之后的缓慢上升或下降构成的各部分,其后也许跟随有瞬时振荡。与参考输入信号的几个周期70对应的长度的示例性电压信号被示出在图3B中。电压信号包括上升部分72、下降部分74、高电平76和低电平78。加法部件170因此用于排除这种上升和下降部分,并且选择该电压信号的通常稳定的部分。在涉及将电压信号的变化率与阈值比较的对电压信号的分析之后,排除上升和下降部分。替代地,基于将上升和下降部分确定为具有跟在参考输入信号中的转变之后的特定长度的测量装置的预特性描述来排除上升和下降部分。累积表示中的对应电平的部分随后被求和。例如,在参考输入信号是方波的情况下,高电平被全部求和并且低电平被全部求和,以分别提供总的高电平和总的低电平。总的高电平和总的低电平随后除以求和的电平的数量以提供平均高电平和平均低电平。替代地,类似于跟在累积表示的形成之后的除法,在本方案中,稍后执行该除法。不管除法是在加法部件中发生还是随后发生,效果是提供平均电平。然后,在电平确定部件174中用总的高值或平均高值减去总的低值或平均低值,以提供参考输出信号振幅,208。

[0086] 根据第二方案,加法部件用于对电压信号的各部分中的对应电平的各部分求和以提供两个累积表示。例如,加法部件用于对各部分中的所有高电平求和以提供总的高电平,并且对各部分中的所有低电平求和以提供总的低电平。如以上参照第一方案所述,上升和下降部分被从求和操作排除。总的高电平和总的低电平随后除以求和的电平的数量以提供平均电平。替代地,在下面的减法步骤之后执行该除法。然后,在电平确定部件174中用总的高电平或平均总的低电平减去总的低电平或平均总的低电平以提供参考输出信号振幅,208。

[0087] 根据第三方案,加法部件用于通过在接收电压信号时持续地对选择的高电平求和

并且减去选择的低电平来提供构成累积表示的参考输出信号振幅,208。加法部件170和电平确定部件174的操作因此被组合。如上所述,参考输出信号除以求和的电平的数量。替代地,在该方案中较早执行该除法,诸如关于每个电平,在对每个电平求和或减去每个电平之前执行该除法。

[0088] 参考输出信号振幅由传递函数确定部件176接收,传递函数确定部件176用于通过将参考输出信号振幅除以参考输入信号的振幅来确定关于测量装置的增益的传递函数,212。在某些形式下,传递函数确定部件176还用于通过确定参考输入信号中的边沿和由获取的电压信号代表的参考输出信号中的对应边沿之间的时间延迟来确定测量装置的群延迟,210。在窗函数引起参考输出信号振幅的功率的损耗的情况下,传递函数确定部件176用于补偿这种功率的损耗。

[0089] 电气测量设备被操作为使得波形重构部件182从加法部件170接收输入。波形重构部件172用于提供与参考输入信号的完整周期对应的电压信号的长度的累积表示(即,完整累积表示),214。波形重构部件182的操作取决于加法部件170的操作。在加法部件170根据第一方案操作的情况下,通过对电压信号的全部部分进行求和而形成的累积表示已经是完整的,并且因此被提供给波形重构部件182,并且不需要重构。在加法部件170根据第二或第三方案操作的情况下,波形重构部件182用于根据用于确定参考输出信号振幅的不同电平以及忽略的上升和下降部分来形成完整累积表示。完整累积表示被缩放以补偿在形成完整累积表示之前执行的操作(诸如,求和和加窗操作),由此完整累积表示对应于获取的电压信号,如下所述在波形去除部件184中用获取的电压信号减去完整累积表示。

[0090] 图3C是表示波形去除部件184的操作的图表。波形去除部件184从电压测量设备164接收输入82,并且从波形重构部件182接收完整累积表示84,并且用于用获取的电压信号减去与参考输出信号对应的完整累积表示,以留下获取的电压信号中所包括的电输出信号86,216。线电压确定部件186从波形去除部件184接收输出并且从传递函数确定部件176接收传递函数,并且用于通过将接收的传递函数的逆施加于波形去除部件184的输出来确定线电压218。确定的线电压随后由线电压确定部件186提供以在别处应用,诸如用于确定功耗等,如WO 2014/072733中详细所述。

[0091] 在上述操作之外,控制部件178提供获取的电压信号的一部分的拒绝,其中这种拒绝的部分包括这种程度的脉冲噪声:该脉冲噪声将会损害电气测量设备的正确操作。控制部件178还提供通过在没有参考输入信号被施加于电势衰减器154、152时分析获取的电压信号来确定存在于获取的电压信号中的噪声的电平。控制部件178还用于根据确定的噪声的电平提供电压测量的准确性的指示。

[0092] 经由线电压的进一步测量,通过与以上针对图4的设备描述的形式相同的形式来实现参考输出信号的计算中的线电压噪声的减小。在WO 2014/072733中进一步描述了这个方案。

[0093] 本发明适用于DC设备。这种DC设备的例子是包括电池的推进设备。实现本发明的电气测量设备被用于低边电流感测的DC设备300的方框图表示被示出在图7A中。图7A的DC设备300被包括在电动车辆或其它电池供电装置中。DC设备300包括电池306。通过分流电阻器20的形式的低边传感器来测量电池306的输送和充电电流。DC设备300还包括如以上参照图1所述的形式和功能的信号源22、电压测量设备24和处理设备26。电池306和负载302以及

再充电电路310之间的公共节点308在图7A中被表示为有效接地点。

[0094] 当负载电流由电池306输送到负载302时,分流电阻器20使相同负载电流经过。当再充电电路310(例如,发电机)对电池306进行再充电时,流入到分流电阻器20中的电流是电池充电电流。分流电阻器20因此用于在电池的放电和充电期间测量电流。在图7A的DC设备中,负载电流按照从mA到1000Amp的数量级显著变化。此外,根据负载的性质和负载的切换,负载电流能够具有不同频率的分量。以上参照图1、2、3A和3B提供的描述解释处理设备26如何用于提取负载输出电流、电流测量设备的传递函数和电流测量设备的传递函数的变化中的至少一个。

[0095] 实现本发明的电气测量设备被用于电池电压测量的DC设备320的方框图表示被示出在图7A中。图7B的DC设备320被包括在电动车辆或其它电池供电装置中。DC设备320包括电池306。通过分压器154、152测量电池306的电压。DC设备300还包括如以上参照图5所述的形式和功能的信号源162、电压测量设备164和处理设备166。电池306和负载302以及再充电电路310之间的公共节点308在图7B中被表示为有效接地点。

[0096] 当负载电流由电池306输送到负载302时,或者当再充电电路310(例如,发电机)对电池306进行再充电时,分压器154、152将在电池处提供的的线电压衰减至合适的待测量的电平。以这种方式,能够在放电和充电的不同阶段期间监测电池。在图7B的DC设备中,电池电压能够从几伏特显著改变为10几伏特。此外,根据负载的性质和负载的切换,电池电压能够具有不同频率的分量。以上参照图5、6、3A和3B提供的描述解释处理设备166如何用于提取线电压、电压测量设备的传递函数和电压测量设备的传递函数的变化中的至少一个。

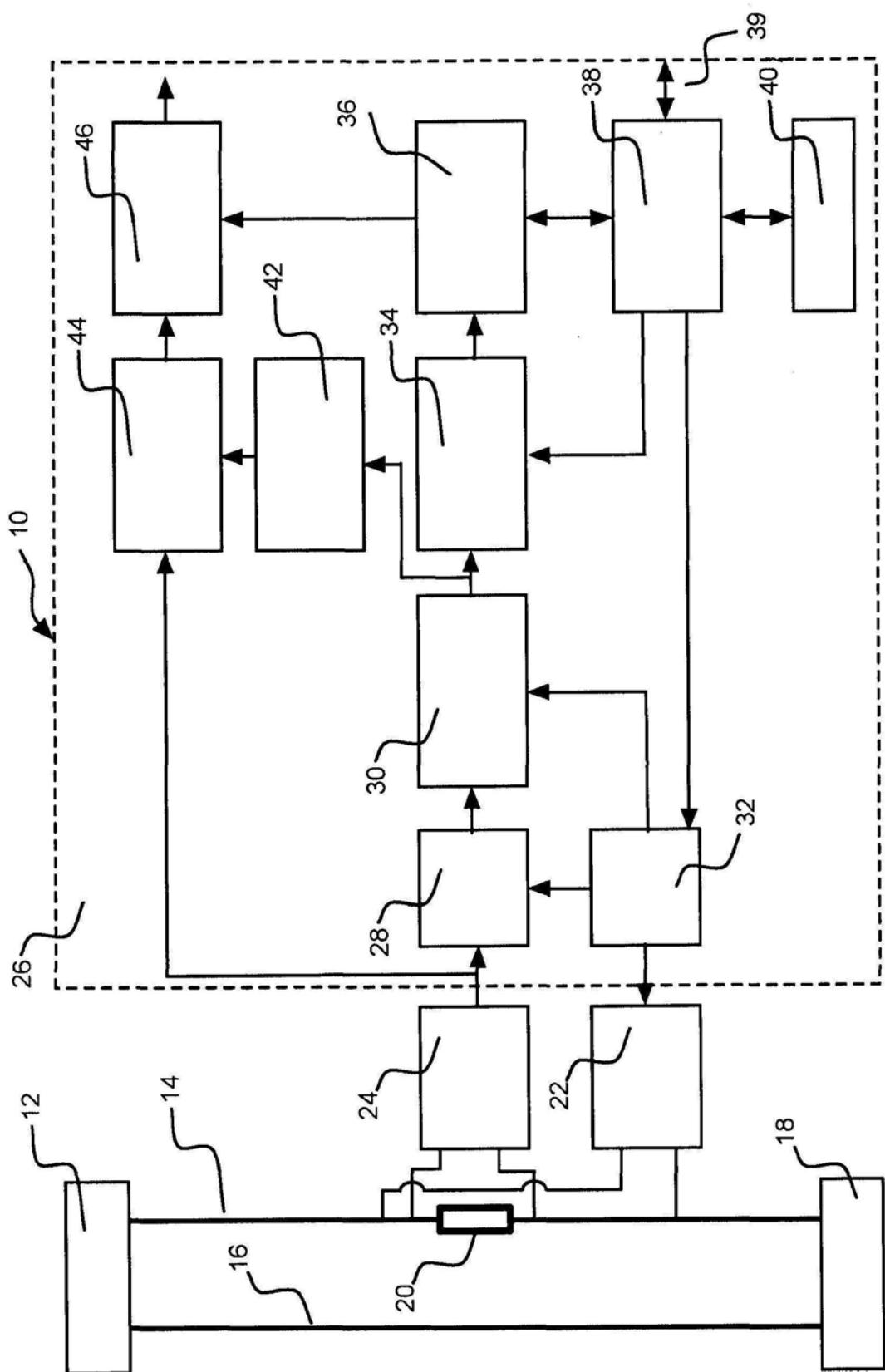


图1

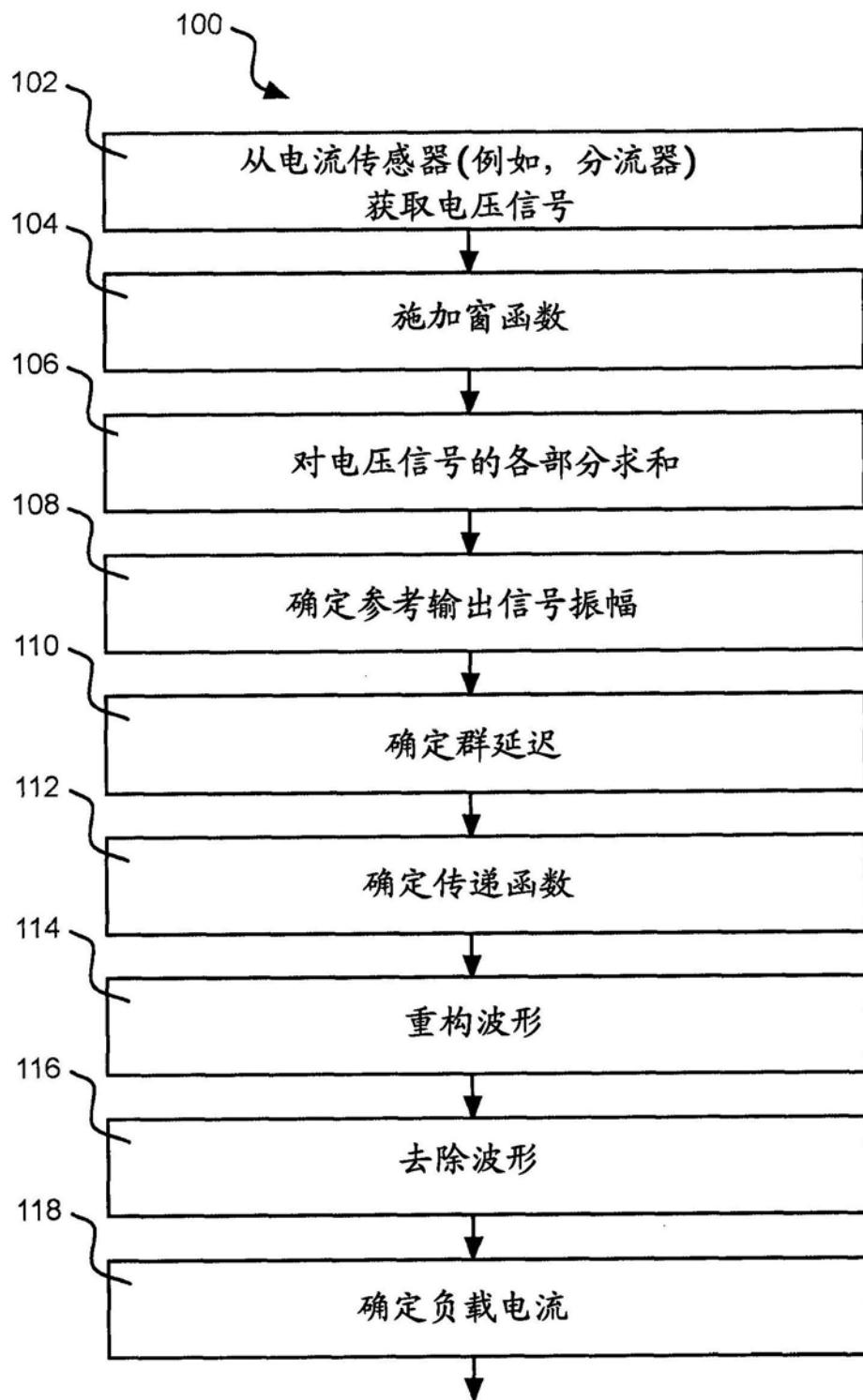
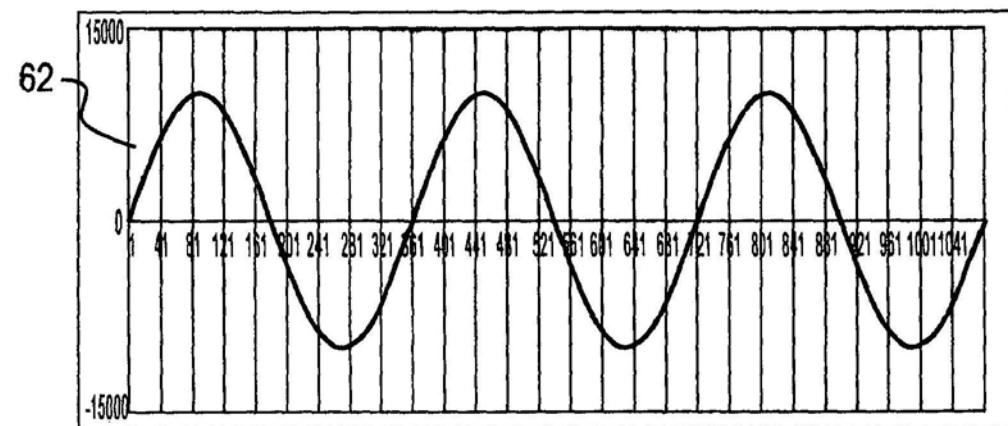
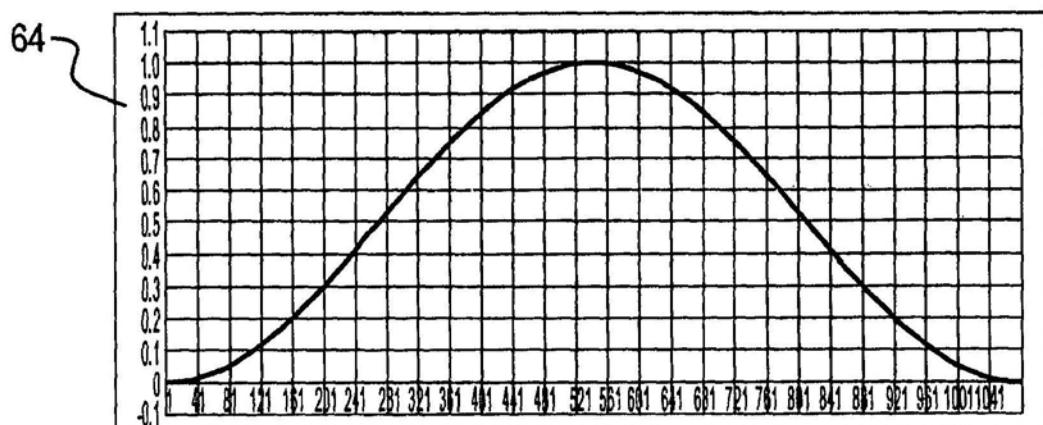


图2



★



=

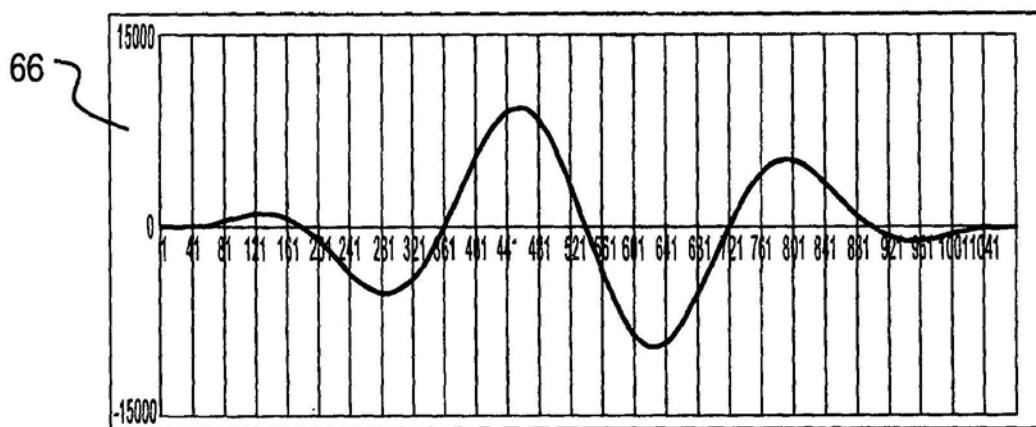


图3A

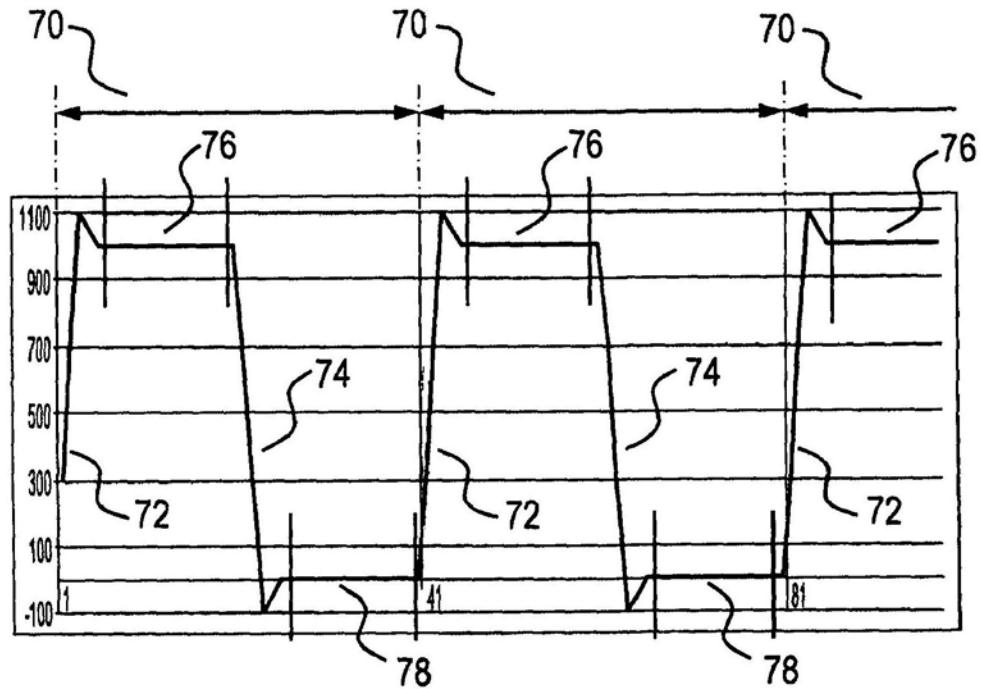


图3B

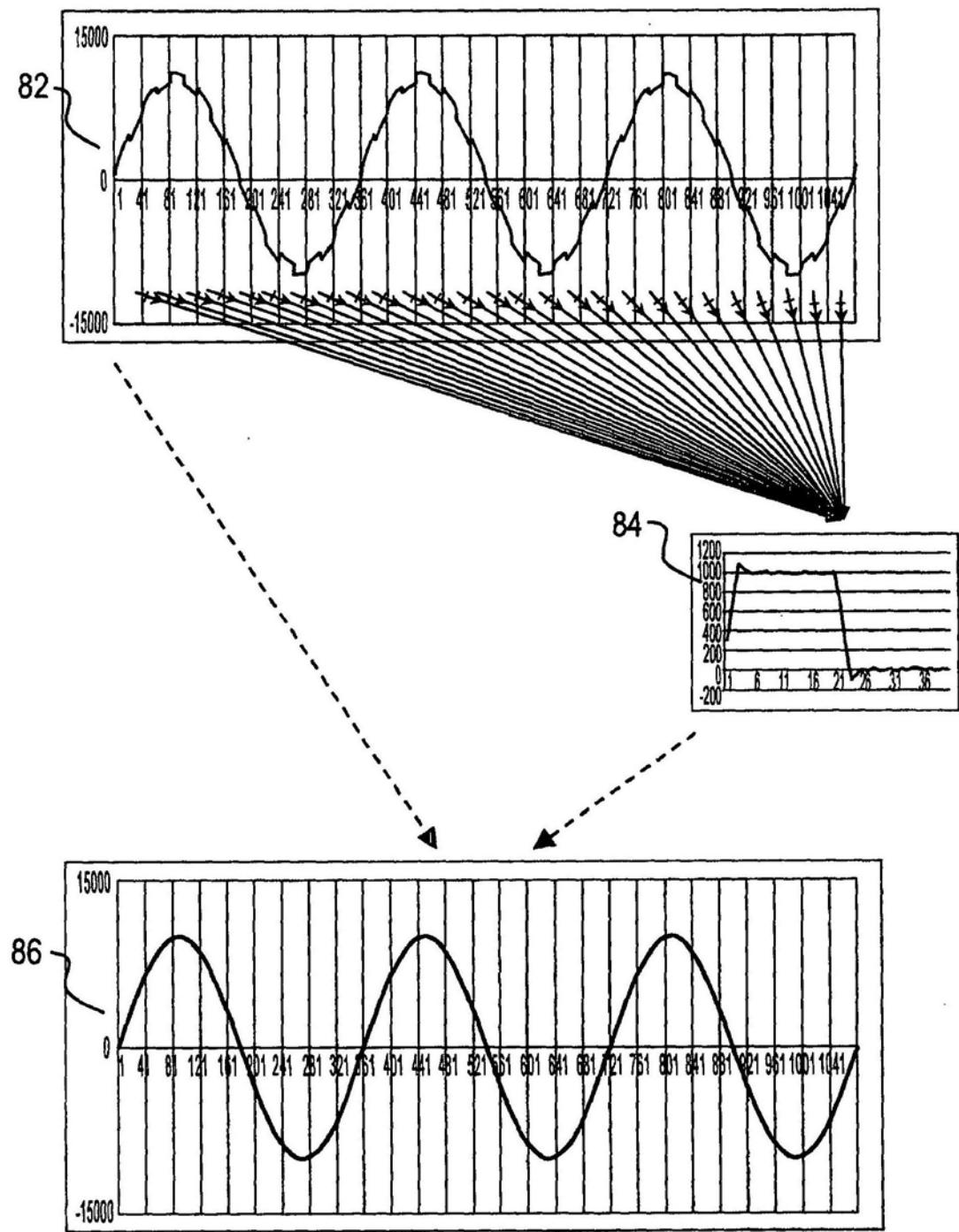
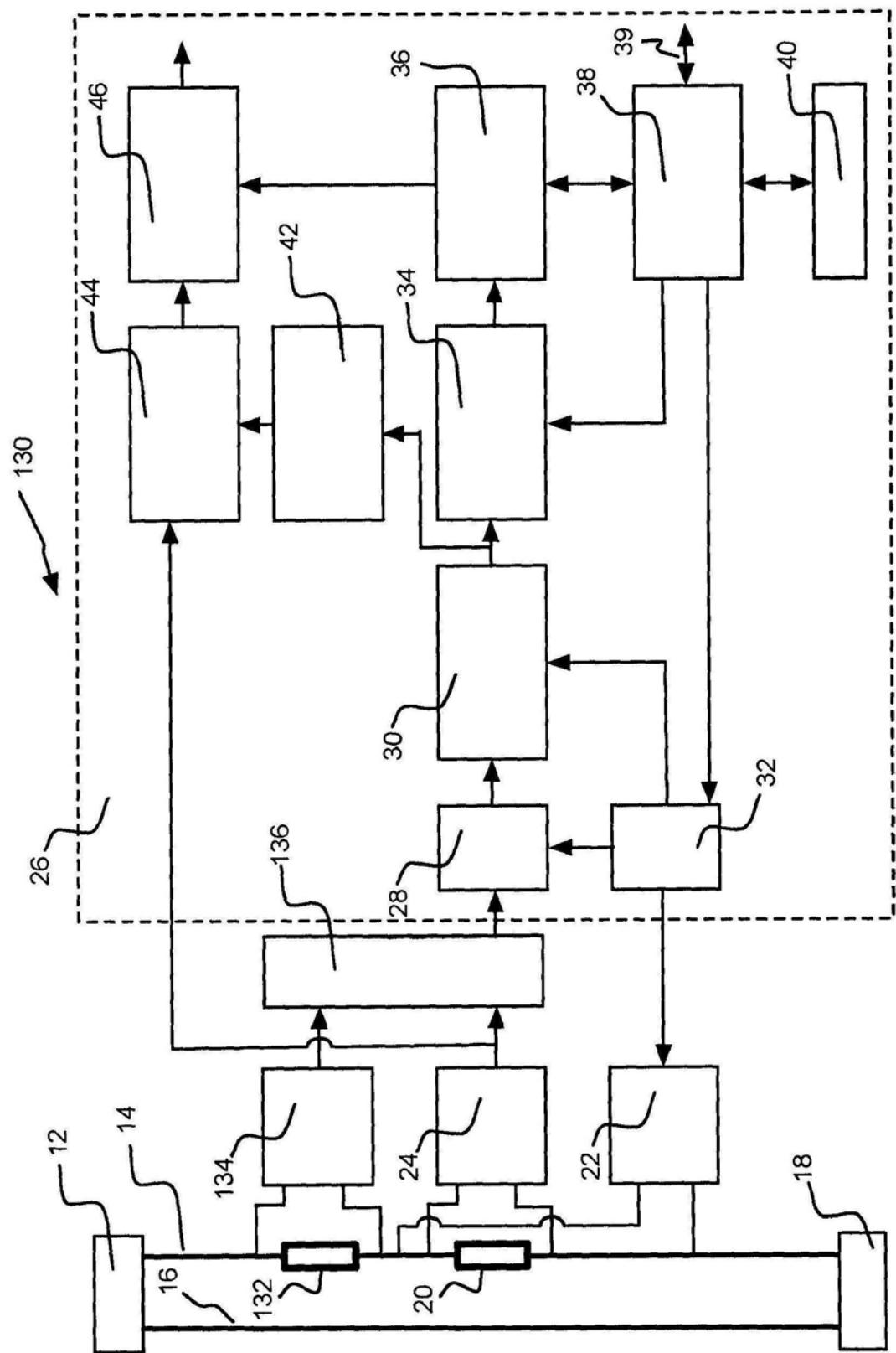


图3C



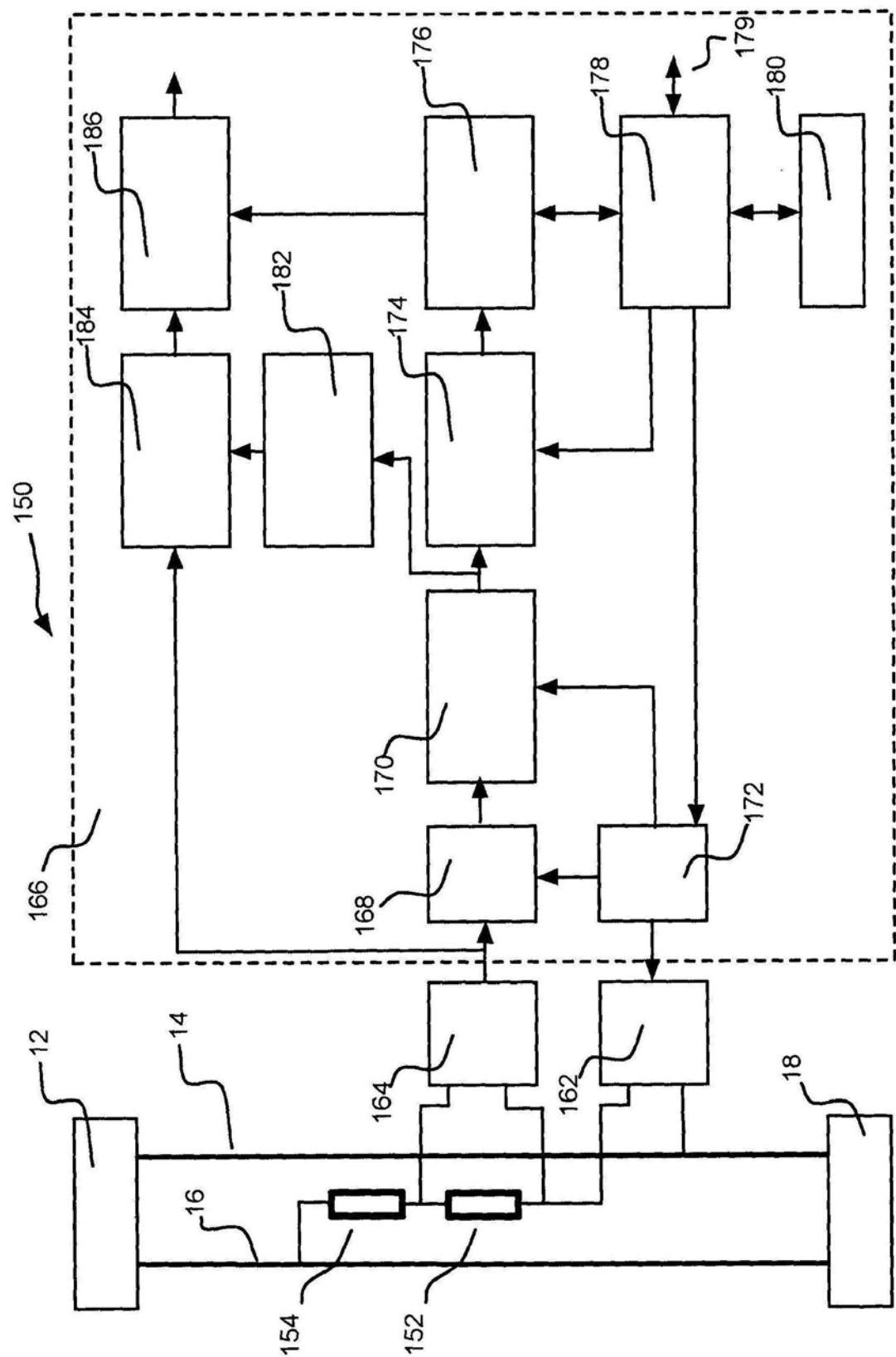


图5

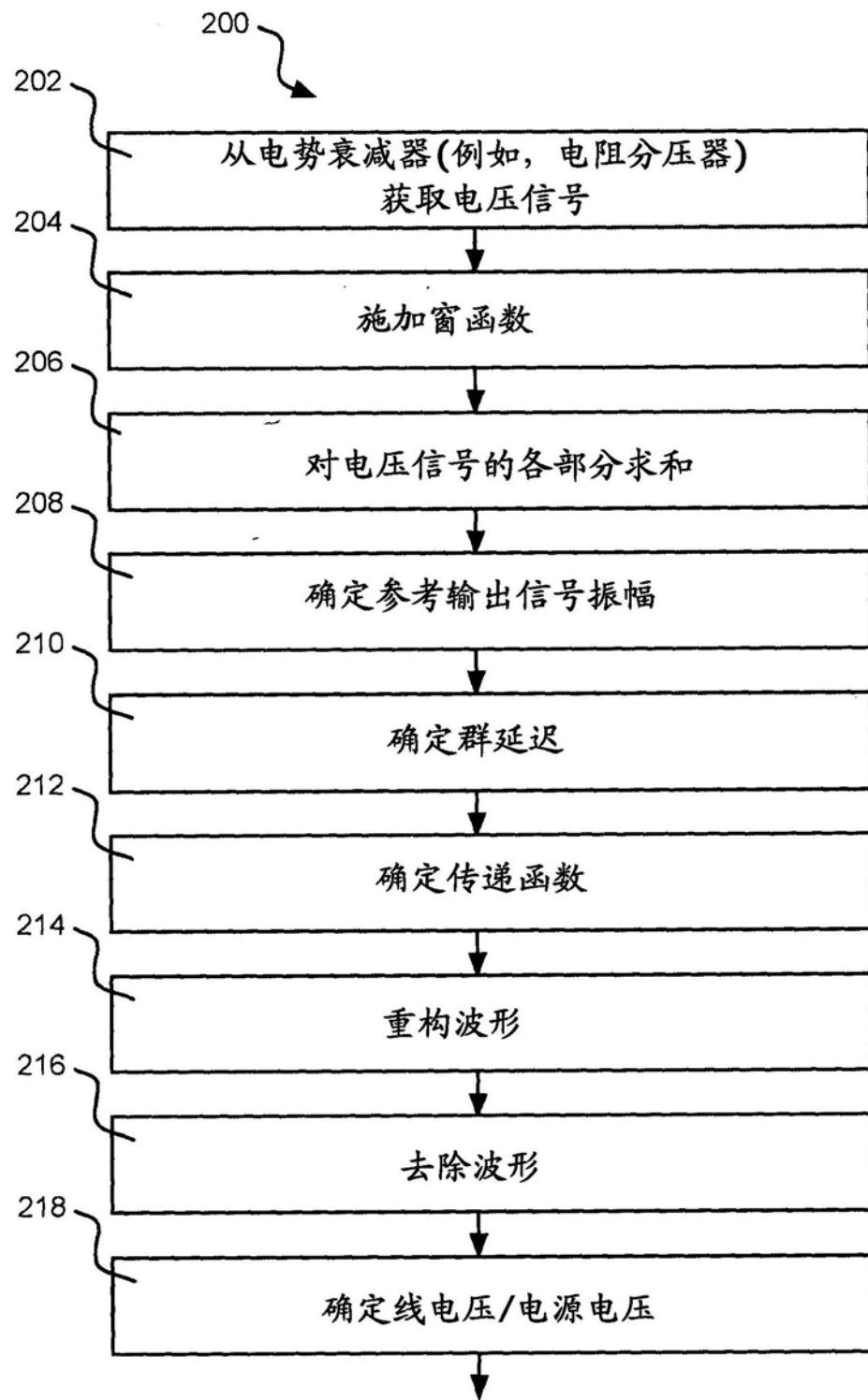


图6

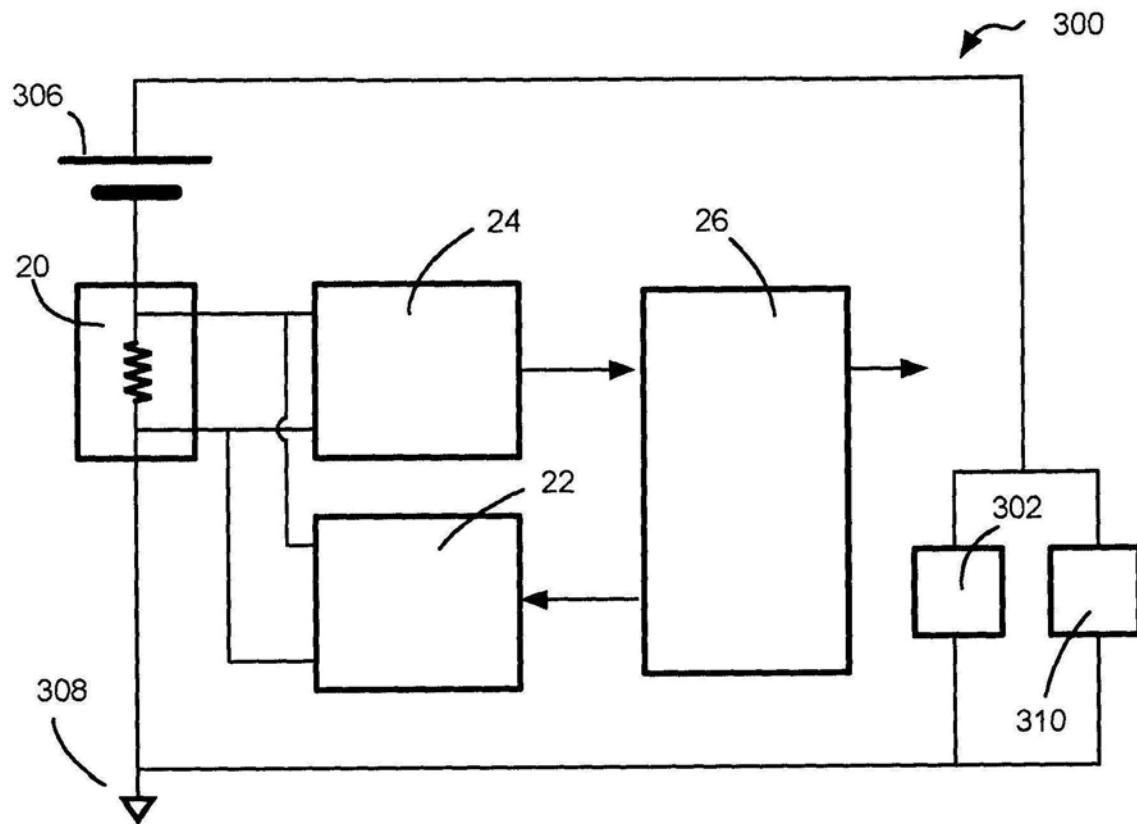


图7a

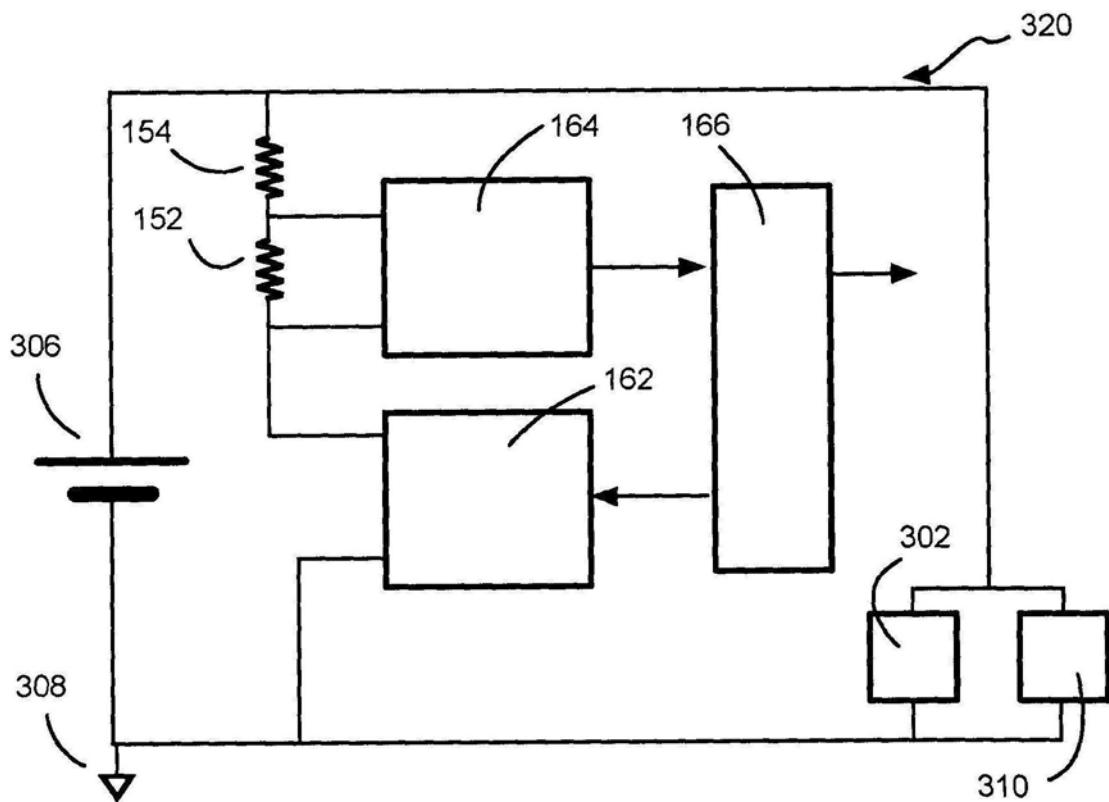


图7b