



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110470867 B

(45) 授权公告日 2024.10.29

(21) 申请号 201910384074.2

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2019.05.09

G01R 1/04 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G01R 31/00 (2006.01)

申请公布号 CN 110470867 A

G08C 17/02 (2006.01)

(43) 申请公布日 2019.11.19

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

CN 105467184 A, 2016.04.06

15/975187 2018.05.09 US

US 2013076343 A1, 2013.03.28

(73) 专利权人 弗兰克公司

审查员 刘晓佩

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 J.沃罗内斯 R.施托伊尔

权利要求书3页 说明书9页 附图9页

R.罗德里格斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

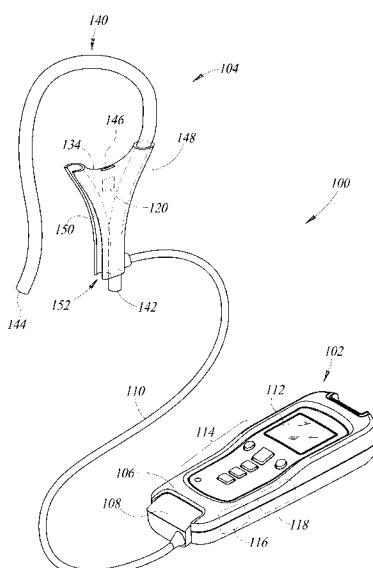
专利代理人 刘书航 刘春元

(54) 发明名称

具有非接触式电压测量的可调节长度罗戈夫斯基线圈测量设备

(57) 摘要

本发明题为“具有非接触式电压测量的可调节长度罗戈夫斯基线圈测量设备”。本发明提供了用于在不需要电流连接的情况下测量绝缘导体中的电参数的系统和方法。非接触式电参数传感器探头可操作以测量绝缘导体中的电流和电压两者。传感器探头包括主体、耦合到主体的罗戈夫斯基线圈、以及耦合到主体或罗戈夫斯基线圈的非接触式电压传感器。罗戈夫斯基线圈的环路的大小能够选择性地调节，使得环路可围绕被测的导体紧密，直至导体邻近包括非接触式电压传感器的主体或罗戈夫斯基线圈的一部分定位。可例如通过显示器将测量的电参数提供给用户，或者可经由合适的有线或无线连接将所测量的电参数传输到一个或多个外部系统。



1. 一种电参数传感器探头,所述电参数传感器探头可操作以在不需要与绝缘导体进行电流接触的情况下检测所述绝缘导体中的电参数,所述电参数传感器探头包括:

罗戈夫斯基线圈;

主体,所述主体包括第一通道和第二通道,所述第一通道和所述第二通道具有相应的第一开口端和第二开口端,所述第一通道和所述第二通道的所述相应的第一开口端彼此间隔开,并且所述第一通道和所述第二通道的所述相应的第二开口端彼此邻近,所述第一通道和所述第二通道中每一者的大小和尺寸设计成可滑动地将相应长度的所述罗戈夫斯基线圈包含在其中,使得所述罗戈夫斯基线圈的环路形成在所述第一通道和所述第二通道的所述相应的第一开口端之间,并且其中能够通过所述罗戈夫斯基线圈在所述第一通道和所述第二通道之一内的移动来调节所述环路的大小;和

非接触式传感器,所述非接触式传感器耦合到所述主体并且定位在所述第一通道和所述第二通道的所述相应的第一开口端之间,当所述绝缘导体位于由所述罗戈夫斯基线圈形成的所述环路中时,所述非接触式传感器可操作以感测所述绝缘导体中的至少一个电参数。

2. 根据权利要求1所述的电参数传感器探头,其中所述主体的所述第二通道包括在所述第一开口端和所述第二开口端之间延伸的侧向开口,所述侧向开口的大小和尺寸设计成允许一定长度的所述罗戈夫斯基线圈选择性地插入所述第二通道以及从所述第二通道移除。

3. 根据权利要求2所述的电参数传感器探头,其中所述侧向开口具有的宽度小于所述罗戈夫斯基线圈的直径,并且邻近所述侧向开口的所述第二通道的至少一部分由弹性变形的柔性材料形成,以允许所述长度的所述罗戈夫斯基线圈选择性地插入所述第二通道以及从所述第二通道移除。

4. 根据权利要求1所述的电参数传感器探头,其中所述主体的所述第二通道包括紧固件,所述紧固件可操作以允许一定长度的所述罗戈夫斯基线圈选择性地插入所述第二通道以及从所述第二通道移除。

5. 根据权利要求1所述的电参数传感器探头,其中在所述电参数传感器探头的正常使用期间,所述罗戈夫斯基线圈不能够从所述第一通道移除。

6. 根据权利要求1所述的电参数传感器探头,其中所述非接触式传感器包括非接触式电压传感器或非接触式电流传感器中的至少一者。

7. 根据权利要求1所述的电参数传感器探头,还包括:

非接触式电压传感器,所述非接触式电压传感器耦合到所述罗戈夫斯基线圈,所述非接触式电压传感器可操作以在所述绝缘导体位于由所述罗戈夫斯基线圈形成的所述环路内时感测所述绝缘导体中的电压。

8. 根据权利要求1所述的电参数传感器探头,还包括接口连接器,所述接口连接器可操作地耦合到所述非接触式传感器和所述罗戈夫斯基线圈,所述接口连接器可拆卸地耦合到非接触式电参数测量设备的主要部分的对应接口连接器。

9. 根据权利要求1所述的电参数传感器探头,其中所述非接触式传感器包括非接触式电压传感器、霍尔效应传感器、磁通门传感器、各向异性磁阻(AMR)传感器或巨磁阻(GMR)传感器中的至少一者。

10. 根据权利要求1所述的电参数传感器探头,其中所述罗戈夫斯基线圈包括第一端和第二端,所述第一端和所述第二端中的至少一者弯曲,使得所述第一端和所述第二端彼此邻接,以使所述罗戈夫斯基线圈在所述第一端和所述第二端处的绕组之间的气隙最小化。

11. 一种用于测量绝缘导体中的电参数的设备,所述设备包括:

电参数传感器探头,包括:

罗戈夫斯基线圈;

主体,所述主体包括第一通道和第二通道,所述第一通道和所述第二通道具有相应的第一开口端和第二开口端,所述第一通道和所述第二通道的所述相应的第一开口端彼此间隔开,并且所述第一通道和所述第二通道的所述相应的第二开口端彼此邻近,所述第一通道和所述第二通道中每一者的大小和尺寸设计成可滑动地将相应长度的所述罗戈夫斯基线圈包含在其中,使得所述罗戈夫斯基线圈的环路形成在所述第一通道和所述第二通道的所述相应的第一开口端之间,并且其中能够通过所述罗戈夫斯基线圈在所述第一通道和所述第二通道之一内的移动来调节所述环路的大小;和

非接触式传感器,所述非接触式传感器耦合到所述主体并且定位在所述第一通道和所述第二通道的所述相应的第一开口端之间,当所述绝缘导体位于由所述罗戈夫斯基线圈形成的所述环路中时,所述非接触式传感器可操作以感测所述绝缘导体中的至少一个电参数;和

控制电路,所述控制电路通信地耦合到所述非接触式传感器和所述罗戈夫斯基线圈,在操作中,所述控制电路:

接收传感器数据,所述传感器数据指示所述非接触式传感器或所述罗戈夫斯基线圈中的至少一者处检测到的信号;以及

处理所接收的传感器数据以确定所述绝缘导体的至少一个电参数。

12. 根据权利要求11所述的设备,还包括主要部分,所述主要部分包含所述控制电路。

13. 根据权利要求12所述的设备,其中所述主要部分包括至少一个接口连接器,并且所述电参数传感器探头能够拆卸地连接到所述主要部分的所述至少一个接口连接器。

14. 根据权利要求11所述的设备,还包括主要部分,所述主要部分包括所述电参数传感器探头和所述控制电路。

15. 根据权利要求11所述的设备,其中在操作中,所述控制电路处理所接收的传感器数据以确定所述绝缘导体中的电压。

16. 根据权利要求11所述的设备,其中在操作中,所述控制电路处理所接收的传感器数据以确定所述绝缘导体中的电压和电流。

17. 根据权利要求11所述的设备,还包括:

无线通信子系统,所述无线通信子系统可操作地耦合到所述控制电路,在操作中,所述无线通信子系统将所确定的电参数无线地传输到外部系统。

18. 根据权利要求11所述的设备,还包括:

显示器,在操作中,所述显示器将所确定的电参数在视觉上呈现给所述设备的用户。

19. 根据权利要求11所述的设备,其中所述非接触式传感器包括非接触式电压传感器、霍尔效应传感器、磁通门传感器、各向异性磁阻(AMR)传感器或巨磁阻(GMR)传感器中的至少一者。

20. 一种电参数传感器探头,所述电参数传感器探头可操作以在不需要与绝缘导体进行电流接触的情况下检测所述绝缘导体中的电参数,所述电参数传感器探头包括:

罗戈夫斯基线圈,所述罗戈夫斯基线圈具有第一端和第二端;

主体,所述主体永久地耦合到所述罗戈夫斯基线圈的所述第二端,所述主体包括第一通道,所述第一通道具有相应的第一开口端和第二开口端并且允许所述罗戈夫斯基线圈的第一端穿过其中,所述主体的大小和尺寸设计成允许经由所述罗戈夫斯基线圈在所述第一通道内的移动而调节所述罗戈夫斯基线圈的大小;和

非接触式传感器,所述非接触式传感器耦合到所述主体,当所述绝缘导体位于由所述罗戈夫斯基线圈形成的环路中时,所述非接触式传感器可操作以感测所述绝缘导体中的至少一个电参数。

21. 一种电参数传感器探头,所述电参数传感器探头可操作以在不需要与绝缘导体进行电流接触的情况下检测所述绝缘导体中的电参数,所述电参数传感器探头包括:

罗戈夫斯基线圈,所述罗戈夫斯基线圈将所述绝缘导体接收在其中;

至少一个非接触式电压传感器,所述至少一个非接触式电压传感器耦合到所述罗戈夫斯基线圈,当所述绝缘导体位于由所述罗戈夫斯基线圈形成的环路中时,所述非接触式电压传感器可操作以感测所述绝缘导体中的电压;和

夹钳,所述夹钳可操作地耦合到所述罗戈夫斯基线圈,所述夹钳可操作以被致动从而导致所述罗戈夫斯基线圈变形,使得所述至少一个非接触式电压传感器邻近被测的所述绝缘导体定位。

具有非接触式电压测量的可调节长度罗戈夫斯基线圈测量设备

背景技术

技术领域

[0001] 本公开整体涉及电参数测量设备，并且更具体地讲，涉及用于电参数测量设备的传感器探头。

[0002] 相关领域的描述

[0003] 电压表是用于测量电路中的电压的仪器。测量多于一种电特性的仪器称为万用表或数字万用表 (DMM)，并且用于测量服务、故障排除和维护应用通常需要的许多参数。此类参数通常包括交流 (AC) 电压和电流、直流 (DC) 电压和电流以及电阻或通断性。还可以测量其他参数，诸如功率特性、频率、电容和温度，以满足特定应用的要求。

[0004] 对于测量AC电压的常规电压表或万用表，需要使至少两个测量电极或探头与导体电流接触，这通常需要切掉绝缘电线的一部分绝缘体、或提前提供测量端子。除了需要暴露的线或端子进行电流接触之外，将电压表探头接触到剥离的线或端子的步骤可能相当危险，因为具有被电击或触电的危险。“非接触式”电压测量设备可用于在不需要与电路进行电流接触的情况下检测交流 (AC) 电压的存在。当检测到电压时，通过诸如灯光、蜂鸣器或振动马达之类的指示来警告用户。然而，此类非接触式电压检测器仅提供存在或不存在AC电压的指示，而不提供AC电压的实际量值(例如，RMS值)的指示。

[0005] 例如，因为万用表测试引线和电路承载电流的能力，所以采用内部分流器的通用万用表通常可限制为最大十安培。此外，万用表通常必须使用内部保险丝进行保护，以防止过大的电流电平流过万用表，这既是出于安全原因，也是为了防止损坏万用表。移除熔断保险丝存在困难，外加购买替换保险丝需要一定的时间和成本，这使得期望获得不需要内部保险丝的非接触式电流测量仪器。

[0006] 钳式万用表通过采用一体式电流钳来提高用于测量通用万用表电流的能力，该电流钳感测载流导体内的电流，而不必切断载流导体或断开包括载流导体的电路。电流钳通常与万用表在同一外壳中提供，该万用表使用单独的测试探头以常规方式测量其他参数，诸如电压和电阻。电流钳在载流导体周围闭合，该载流导体可包括例如铜线或汇流条，以感测由电流产生的磁场。电流钳为万用表的测量提供电压信号，该万用表计算并显示测量的电流电平。因为没有电流从载流导体通过钳式万用表分流，所以在很大程度上消除了对可测量的最大电流的限制。同样地，钳式万用表中的内部保险丝已被消除。

[0007] 为了获得有效的电流测量，电流钳中的磁芯必须环绕载流导体，以便闭合电流钳。必须机械地致动电流钳以打开钳口，插入载流导体，然后钳口围绕载流导体闭合。在诸如电气柜之类的紧密物理空间中，插入钳式万用表并使用该技术进行电流测量可能不方便且存在困难。此外，钳口必须对齐以完成磁芯，以获得有效的电流测量。因此，钳式万用表难以在狭窄空间中使用，而是需要较大的物理空间来打开电流钳的钳口。由于磁芯上使用了大量的铁，所以钳式万用表在物理上也会很重。此外，高电平的电流可使得磁芯饱和。因此，钳式

万用表的电流测量容量限于不使磁芯饱和的电流电平。

[0008] 罗戈夫斯基线圈能够感测流过罗戈夫斯基线圈包围的导体的交流电流。罗戈夫斯基线圈和夹钳之间存在许多差异。例如,罗戈夫斯基线圈比万用表的基本刚性的夹钳更柔韧且具有更小的横截面。因此,罗戈夫斯基线圈可用于对于钳式万用表来说太紧和/或太小的狭窄空间。此外,罗戈夫斯基线圈的环路可重新成形为环绕导体,该导体具有夹钳不能围绕其闭合的横截面。另一个差异是,与夹钳相比,罗戈夫斯基线圈的电流测量能力更强。具体地讲,在使夹钳的芯的磁性材料饱和的电流电平下,罗戈夫斯基线圈的空气芯不会饱和。

发明内容

[0009] 可操作以在不需要与绝缘导体进行电流接触的情况下检测绝缘导体中的电参数的电参数传感器探头可概括为包括罗戈夫斯基线圈;主体,该主体包括第一通道和第二通道,该第一通道和第二通道具有相应的第一开口端和第二开口端,第一通道和第二通道的相应的第一端彼此间隔开,并且第一通道和第二通道的相应的第二端彼此邻近,第一通道和第二通道中每一者的大小和尺寸设计成可滑动地将相应长度的罗戈夫斯基线圈包含在其中,使得罗戈夫斯基线圈的环路形成在第一通道和第二通道的相应的第一开口端之间,并且能够通过罗戈夫斯基线圈在第一通道和第二通道中的至少一者内的移动来选择性地调节环路的大小;以及非接触式传感器,该非接触式传感器耦合到主体并定位在第一通道和第二通道的相应的第一端之间,当绝缘导体位于由罗戈夫斯基线圈形成的环路中时,该非接触式传感器可操作以感测绝缘导体中的至少一个电参数。主体的第二通道可包括在第一开口端和第二开口端之间延伸的侧向开口,该侧向开口的大小和尺寸设计成允许一定长度的罗戈夫斯基线圈选择性地插入第二通道以及从第二通道移除。侧向开口可具有小于罗戈夫斯基线圈的直径的宽度,并且邻近侧向开口的第二通道的至少一部分可由弹性变形的柔性材料形成,以允许该长度的罗戈夫斯基线圈选择性地插入第二通道以及从第二通道移除。主体的第二通道可包括紧固件,该紧固件可操作以允许一定长度的罗戈夫斯基线圈选择性地插入第二通道以及从第二通道移除。在电参数传感器探头的正常使用期间,罗戈夫斯基线圈可能无法从第一通道移除。非接触式传感器可包括非接触式电压传感器或非接触式电流传感器中的至少一者。

[0010] 电参数传感器探头还可包括耦合到罗戈夫斯基线圈的非接触式电压传感器,该非接触式电压传感器可操作以在绝缘导体位于由罗戈夫斯基线圈形成的环路内时感测绝缘导体中的电压。

[0011] 电参数传感器探头还可包括可操作地耦合到非接触式传感器和罗戈夫斯基线圈的接口连接器,该接口连接器可拆卸地耦合到非接触式电参数测量设备的主要部分的对应接口连接器。非接触式传感器可包括非接触式电压传感器、霍尔效应传感器、磁通门传感器、各向异性磁阻(AMR)传感器或巨磁阻(GMR)传感器中的至少一者。

[0012] 用于测量绝缘导体中的电参数的设备可概括为包括电参数传感器探头,该电参数传感器探头包括罗戈夫斯基线圈;主体,该主体包括第一通道和第二通道,该第一通道和第二通道具有相应的第一开口端和第二开口端,第一通道和第二通道的相应的第一端彼此间隔开,并且第一通道和第二通道的相应的第二端彼此邻近,第一通道和第二通道中每一者的大小和尺寸设计成可滑动地将相应长度的罗戈夫斯基线圈包含在其中,使得罗戈夫斯基

线圈的环路形成在第一通道和第二通道的相应的第一开口端之间，并且能够通过罗戈夫斯基线圈在第一通道和第二通道中的至少一者内的移动来选择性地调节环路的大小；以及非接触式传感器，该非接触式传感器耦合到主体并定位在第一通道和第二通道的相应的第一端之间，当绝缘导体位于由罗戈夫斯基线圈形成的环路中时，该非接触式传感器可操作以感测绝缘导体中的至少一个电参数；以及控制电路，该控制电路可通信地耦合到非接触式传感器和罗戈夫斯基线圈，在操作中，控制电路：接收指示在非接触式传感器或罗戈夫斯基线圈中至少一者处检测到的信号的传感器数据；并且处理所接收的传感器数据以确定绝缘导体的至少一个电参数。

[0013] 设备还可包括包含控制电路的主要部分。主要部分可包括至少一个接口连接器，并且电参数传感器探头可以可拆卸地连接到主要部分的至少一个接口连接器。设备还可包括主要部分，该主要部分包括电参数传感器探头和控制电路。在操作中，控制电路可处理接收的传感器数据以确定绝缘导体中的电压。在操作中，控制电路可处理接收的传感器数据以确定绝缘导体中的电压和电流。

[0014] 设备还可包括可操作地耦合到控制电路的无线通信子系统，在操作中，该无线通信子系统将确定的电参数无线地传输到外部系统。

[0015] 设备还可包括显示器，在操作中，该显示器将确定的电参数在视觉上呈现给设备的用户。非接触式传感器可包括非接触式电压传感器、霍尔效应传感器、磁通门传感器、各向异性磁阻(AMR)传感器或巨磁阻(GMR)传感器中的至少一者。

[0016] 可操作以在不需要与绝缘导体进行电流接触的情况下检测绝缘导体中的电参数的电参数传感器探头可概括为包括具有第一端和第二端的罗戈夫斯基线圈；主体，该主体永久地耦合到罗戈夫斯基线圈的第二端，该主体包括紧固件，该紧固件选择性地与罗戈夫斯基线圈的第一端耦合，该主体的大小和尺寸设计成允许通过罗戈夫斯基线圈相对于主体的移动而选择性地调节罗戈夫斯基线圈的大小；以及非接触式传感器，该非接触式传感器耦合到主体，当绝缘导体位于由罗戈夫斯基线圈形成的环路中时，该非接触式传感器可操作以感测绝缘导体中的至少一个电参数。

[0017] 可操作以在不需要与绝缘导体进行电流接触的情况下检测绝缘导体中的电参数的电参数传感器探头可概括为包括将绝缘导体接收在其中的罗戈夫斯基线圈；至少一个非接触式电压传感器，该至少一个非接触式电压传感器耦合到罗戈夫斯基线圈；以及夹钳，该夹钳可操作地耦合到罗戈夫斯基线圈，该夹钳可操作以被致动从而导致罗戈夫斯基线圈变形，使得至少一个非接触式电压传感器邻近被测绝缘导体定位。

附图说明

[0018] 在附图中，相同的附图标记指示相似的元件或动作。附图中的元件的大小和相对位置不一定按比例绘制。例如，各种元件的形状和角度不一定按比例绘制，并且这些元件中的一些可能被任意地放大和定位，以提高附图的可读性。此外，绘制的元件的特定形状不一定意图传达关于特定元件的实际形状的任何信息，并且可能仅为了便于在附图中识别而被选择。

[0019] 图1是根据一个非限制性例示的实施方式的电参数测量设备的示意图，该电参数测量设备包括电参数传感器探头，该电参数传感器探头包括罗戈夫斯基线圈和非接触式电

压传感器,其中罗戈夫斯基线圈可形成为具有可调节大小的环路,其中示出了环路打开以允许接收绝缘导体用于测量。

[0020] 图2是根据一个非限制性例示的实施方式的图1的电参数测量设备的示意图,其中示出了罗戈夫斯基线圈的环路闭合并在被测绝缘导体周围紧固,以将导体邻近非接触式电压传感器定位。

[0021] 图3是根据一个非限制性例示的实施方式的电参数传感器探头的示意图,其中示出了罗戈夫斯基线圈的环路在被测绝缘导体周围松开。

[0022] 图4是根据一个非限制性例示的实施方式的电参数传感器探头的示意图,其中示出了罗戈夫斯基线圈的环路围绕被测绝缘导体紧固,其中绝缘导体邻近非接触式电压传感器定位。

[0023] 图5是根据一个非限制性例示的实施方式的电参数传感器探头的主体的示意图,示出了主体通道内的侧向开口,该侧向开口允许一定长度的罗戈夫斯基线圈可移除地耦合到主体,使得被测导体可定位在罗戈夫斯基线圈的环路内。

[0024] 图6A是根据一个非限制性例示的实施方式的电参数传感器探头的示意图,其中示出了包括彼此邻接的第一端和第二端的罗戈夫斯基线圈。

[0025] 图6B是根据一个非限制性例示的实施方式的图6A的电参数传感器探头的示意图,示出了第一端和第二端处罗戈夫斯基线圈的线圈。

[0026] 图7A是根据一个非限制性例示的实施方式的包括罗戈夫斯基线圈的电参数夹钳探头的示意图,该夹钳探头被示出为处于未夹紧状态。

[0027] 图7B是根据一个非限制性例示的实施方式的图7A的电参数传感器夹钳探头的示意图,该夹钳探头被示出为处于夹紧状态,其中罗戈夫斯基线圈围绕被测绝缘导体变形,并且定位在罗戈夫斯基线圈上的至少一个非接触式传感器邻近绝缘导体定位,以获得电参数测量值。

具体实施方式

[0028] 本公开的一个或多个实施方式涉及用于在不需要导体与电参数传感器探头之间的电流连接的情况下测量绝缘或空载非绝缘导体(例如,绝缘线)中的电参数(例如,电压、电流、功率)的系统和方法。通常,提供了非电流接触式(或“非接触式”)电参数测量系统或设备,其测量绝缘导体中的一个或多个电参数。不需要电流连接的此类系统在本文中称为“非接触式”。如本文所用,“电耦合”包括直接和间接电耦合,除非另有说明。

[0029] 在至少一些实施方式中,提供了非接触式电参数传感器探头,其可操作以精确测量被测绝缘导体中的电流和电压两者。传感器探头包括主体、耦合到主体的罗戈夫斯基线圈以及耦合到主体或罗戈夫斯基线圈中至少一者的非接触式电压传感器。罗戈夫斯基线圈的环路大小能够选择性地调节,使得环路可围绕被测绝缘导体紧固,直至导体邻近包括非接触式电压传感器的主体或罗戈夫斯基线圈的一部分定位。因此,一旦环路紧固以保持绝缘导体的位置,邻近导体的非接触式电压传感器便可获得精确的电压测量值,同时罗戈夫斯基线圈获得精确的电流测量值。可使用获得的电压和电流测量值导出一个或多个电参数,诸如功率或相位角。可例如通过显示器将测量的电参数提供给用户,或者可通过合适的有线或无线连接将测量的电参数传输到一个或多个外部系统。

[0030] 在下面的描述中,阐述了某些具体细节以便提供对所公开的各种具体实施的彻底理解。然而,相关领域的技术人员将认识到,可以在没有这些具体细节中的一个或多个的情况下,或者使用其他方法、部件、材料等的情况下实现这些具体实施。在其他实例中,没有详细示出或描述与计算机系统、服务器计算机和/或通信网络相关联的公知结构,以避免不必要的模糊这些具体实施的描述。

[0031] 除非上下文另有要求,否则贯穿整个说明书和权利要求书,单词“包含”与“包括”是同义的,并且是包容性的或开放式的(即,不排除额外的、未被引用的元件或方法动作)。

[0032] 本说明书通篇对“一个具体实施”或“具体实施”的引用意指结合该具体实施描述的特定特征、结构或特性包括在至少一个具体实施中。因此,本说明书通篇各个地方出现的短语“在一个具体实施中”或“在具体实施中”不一定全部指代相同的具体实施。此外,在一个或多个具体实施中,特定特征、结构或特性可以任何合适的方式组合。

[0033] 如本说明书和所附权利要求书所用,单数形式“一个”和“该”包括复数指示物,除非上下文另有明确指示。还应指出的是,术语“或”通常用作在其意义上包括“和/或”,除非上下文另有明确指示。

[0034] 本文所提供的标题和说明书摘要仅为了方便而提供,并且不解释具体实施的范围或含义。

[0035] 图1示出了根据一个非限制性例示的实施方式的电参数测量设备100的示意图。电参数测量设备100包括主要部分或壳体102以及电参数传感器探头104。传感器探头104包括经由电缆110耦合到接口连接器108的主体134。主要部分102包括接口连接器106,该接口连接器与传感器探头104的对应接口连接器108可拆卸地耦合。

[0036] 主要部分102还包括显示器11和输入用户界面114,该显示器呈现测量结果和其他信息,该输入用户界面用于输入信息,诸如测量指令或其他信息之类。显示器112可以是任何合适类型的显示器,诸如液晶显示器(LCD)、发光二极管(LED)显示器、有机LED显示器、等离子显示器或电子墨水显示器。主要部分102可包括一个或多个音频或触觉输出(未示出),诸如一个或多个扬声器、蜂鸣器、振动设备等。在示出的实施方式中,输入用户界面114包括多个按钮,但在其他实施方式中,除此之外或作为另外一种选择,用户界面可包括一个或多个其他类型的输入设备,诸如触摸板、触摸屏、轮、旋钮、拨号盘、麦克风等。

[0037] 主要部分102还可包括电源,诸如电池或电池组,用于向主要部分和传感器探头104的各种部件供应电力。主要部分102还包括控制电路116,该控制电路控制电参数测量设备100的各种操作,诸如从传感器探头104接收信号、确定被测绝缘导体115的一个或多个电参数,以及输出测量数据(例如,输出到显示器112)。控制电路116可包括一个或多个处理器(例如,微控制器、DSP、ASIC、FPGA)、一种或多种类型的存储器(例如,ROM、RAM、闪存、其他非暂态存储介质)和/或一个或多个其他类型的处理或控制相关部件。

[0038] 在至少一些实施方式中,主要部分102可包括无线通信子系统118,其可包括Bluetooth®模块、Wi-Fi®模块、ZIGBEE®模块、近场通信(NFC)模块等中的一个或多个。主要部分102可操作以通过无线通信子系统118与外部接收系统,诸如计算机、智能电话、平板计算机、个人数字助理等无线通信,以便将测量结果传输给外部系统或者从外部系统接收指令信号或输入信息。除此之外或作为另外一种选择,主要部分102可包括有线通信子系统,诸如USB接口等。

[0039] 尽管出于解释目的仅示出了一个传感器探头104,但是在至少一些实施方式中,多个不同传感器探头可能能够可拆卸地耦合到电参数测量设备100的主要部分102。多个传感器探头可在形状、结构或功能中的至少一个方面不同,例如,以便为电参数测量设备100提供各种功能。

[0040] 传感器探头104包括柔性罗戈夫斯基线圈140,该柔性罗戈夫斯基线圈具有在第一端142和第二端144之间延伸的长度。与传统罗戈夫斯基线圈一样,罗戈夫斯基线圈140可包括环形线圈,该环形线圈具有中心线,该中心线由围绕柔性非磁芯缠绕成螺旋形的相同线环绕并且套在柔性覆盖物中。因此,线圈的一端穿过线圈本身并从另一侧引出,使得线圈的两端均位于同一侧(例如,第一端142,第二端144)。线圈的端部可电连接到信号电缆110,使得将来自罗戈夫斯基线圈140的信号发送到主要部分102以进行处理。例如,非磁芯可包括空气。罗戈夫斯基线圈140的覆盖物可足够刚性以保护环形线圈的形状,并且仍然足够柔性以允许罗戈夫斯基线圈形成为大小和形状可调节的环路,如下文进一步讨论的那样。

[0041] 传感器探头104的主体134包括耦合到其上的一个或多个非接触式传感器146(例如,非接触式电压传感器),其可操作以感测被测绝缘导体115中的一个或多个电参数。除此之外或作为另外一种选择,一个或多个非接触式传感器146可耦合到罗戈夫斯基线圈而不是传感器探头104的主体134。非接触式传感器146可电连接到信号电缆110,使得来自传感器的信号被发送到主要部分102以进行处理。非接触式传感器可包括非接触式电压传感器、霍尔效应元件、电流变换器、磁通门传感器、各向异性(AMR)传感器、巨磁阻(GMR)传感器,或者可操作以在不需要电流接触的情况下感测导体115的电参数的其他类型的传感器。非接触式传感器的各种非限制性示例公开于2016年11月11日提交的美国临时专利申请62/421,124;2016年11月7日提交的美国专利申请15/345,256;2017年1月23日提交的美国专利申请15/413,025;2017年1月23日提交的美国专利申请15/412,891;2017年5月24日提交的美国专利申请15/604,320和2017年6月16日提交的美国专利申请序列号15/625,745,上述专利申请的内容据此全文以引用方式并入本文。

[0042] 传感器探头104还可包括处理或控制电路120,该处理或控制电路可操作地耦合到一个或多个传感器146,该处理或控制电路可操作以处理从一个或多个传感器146或罗戈夫斯基线圈140接收的传感器信号,并且可操作以将指示此类传感器信号的传感器数据发送到主要部分102的控制电路116以进行处理。除此之外或作为另外一种选择,控制电路120可包括调节或转换电路,该调节或转换电路可操作以将信号调节或转换成主要部分102可接收的形式,诸如模拟形式(例如,0-1V)或数字形式(例如,8位、16位、64位)。

[0043] 为了使用非接触式电压传感器146获得测量值,对于传感器可能有利的是尽可能地靠近被测导体115。在至少一些实施方式中,对于导体115也可能有利的是相对于非接触式传感器146定位在特定取向(例如,垂直位置)处。对于具有相对较大的不可调节环路(例如,10英寸、18英寸)的传统罗戈夫斯基线圈,罗戈夫斯基线圈在与传感器探头104的主体134间隔开的点处悬挂在被测电感器上。从该位置,非接触式电压传感器可能难以或不可能获得被测导体中的精确电压测量值。如下文详细描述的那样,在本公开的一个或多个实施方式中,罗戈夫斯基线圈140的环路能够选择性地调节,使得如图2和图4所示,环路可围绕导体115紧固以将导体邻近非接触式传感器146定位,从而可获得精确的测量值。

[0044] 如图3最佳所示,传感器探头104的主体134包括第一通道148和第二通道150,该第

二通道各自可滑动地接收罗戈夫斯基线圈140的一部分。第一通道148和第二通道150分别具有相应打开的第一端148a和150a以及相应打开的第二端148b和150b。第一通道148和第二通道150的第一端148a和150a分别彼此间隔开，并且第一通道和第二通道的第二端148b和150b分别彼此邻近。第一通道148和第二通道150中每一者的大小和尺寸设计成可滑动地将相应长度的罗戈夫斯基线圈140包含在其中，使得罗戈夫斯基线圈的环路分别形成在第一通道148和第二通道150的相应的第一开口端148a和150a之间，并且通过第一通道和第二通道中至少一者内的罗戈夫斯基线圈的移动，环路的大小能够选择性地调节。此外，两个通道148和150在第二端148b和150b处会聚以彼此邻近，这为罗戈夫斯基线圈140提供了产生精确测量值的整体形状。

[0045] 如图1所示，罗戈夫斯基线圈140的第一端142可(例如，永久地)保持在第一通道148内，并且第二端144可通过在第一端150a和第二端150b之间延伸的侧向开口152(参见图5)选择性地从第二通道150移除。作为示例，罗戈夫斯基线圈140的第一端142的一部分可大于第一通道148的第二端148b中的开口，以防止罗戈夫斯基线圈从第一通道移除。

[0046] 当罗戈夫斯基线圈140的第二端144与主体134分离时，如图1所示，导体115可随后定位在靠近传感器探头104的主体134的环路开口160(图3)内。然后，第二端144可通过侧向开口152耦合到主体134，以将导体115固定在环路开口160内。侧向开口152的大小和尺寸设计成允许一定长度的罗戈夫斯基线圈140选择性地插入第二通道150以及从第二通道移除。在至少一些实施方式中，侧向开口152具有的宽度(W)(图5)稍小于罗戈夫斯基线圈140的直径。在此类实施方式中，第二通道150的邻近侧向开口152的至少一部分154(图5)可由弹性变形的柔性材料(例如，弹性体)形成，以允许该长度的罗戈夫斯基线圈140选择性地插入第二通道以及从第二通道移除(例如，“咬合”进入和离开通道)。

[0047] 一旦导体115定位在环路开口160内部，如图3所示，用户可抓握罗戈夫斯基线圈140的第一端142和第二端144并且相对于传感器探头104的主体134向下拉动它们(如图所示)，这将导致环路的大小减小，使得环路围绕导体紧固，如图4所示。一旦紧固罗戈夫斯基线圈140的环路，如图4所示，导体115就邻近包括非接触式电压传感器146的主体134的位置155牢固地定位。然后，传感器探头104可随后用于使用非接触式电压传感器146来检测导体115中的电压，并使用定位在导体周围的罗戈夫斯基线圈140来检测导体中的电流。在至少一些实施方式中，可指示用户保持第一端142和第二端144彼此对齐，如图3和图4所示。在其他实施方式中，可提供耦合器以将第一端142和第二端144耦合到一起，从而保持端部处于对齐关系。

[0048] 为了从环路开口160移除导体115，用户可抓握导体115上方的罗戈夫斯基线圈140(如图所示)并向上拉动线圈以松开罗戈夫斯基线圈的环路。然后，如上所述，罗戈夫斯基线圈140的第二端144可通过第二通道150中的侧向开口152与主体134解耦。一旦罗戈夫斯基线圈140的第二端144与主体134解耦，如图1所示，导体115可与传感器探头104分离。

[0049] 应当理解，第二通道150中的侧向开口152仅提供了紧固件的一个示例，该紧固件允许罗戈夫斯基线圈140的第二端144选择性地耦合到主体134。在其他实施方式中，可使用不同类型的紧固件，其允许选择性地耦合罗戈夫斯基线圈的至少一部分，同时允许调节罗戈夫斯基线圈的环路的大小。

[0050] 在至少一些实施方式中，在操作中，传感器探头104的控制电路120将来自传感器

146或罗戈夫斯基线圈140的测量数据传输到电参数测量设备100的主要部分102,并且控制电路116基于接收的测量数据来确定导体115中的一个或多个电参数。例如,控制电路116可利用一个或多个数学公式、查找表、校准因子等来确定一个或多个电参数。此外,一些电参数(诸如功率或相位角)可从其他确定的电参数(诸如电流和电压)导出。

[0051] 如上所述,接口连接器108可以与电参数测量设备100的主要部分102上的对应接口连接器106可拆卸地耦合,例如使得不同的传感器探头可耦合到主要部分102。在至少一些实施方式中,传感器探头104的接口连接器108可被配置为插头和插座中的一者,并且主要部分102的接口连接器106可被配置为插头和插座中的另一者。在其他实施方式中,接口连接器106和108可被配置为可操作以可拆卸地彼此耦合的不同类型的连接器。

[0052] 此外,在一些实施方式中,传感器探头104可通过电缆110固定地连接到主要部分102。在其他实施方式中,传感器探头104和主要部分102可一起形成在单个壳体中,使得不需要电缆110。

[0053] 图6A是同样在图3中所示的电参数传感器探头104的修改版本的示意图。图6B示出了罗戈夫斯基线圈140的护套内导电线圈绕组的第一端143和第二端145。在该实施方式中,罗戈夫斯基线圈140的第一端142弯曲成U形,使得第一端142和第二端144彼此邻接。由于线圈绕组的端143和145彼此邻接以便更好地耦合,因此该确认可提供精度的进一步提高。该特征可最大限度地减小气隙,并因此通过更好地抑制附近外部电线的影响来提高精度。

[0054] 图7A和图7B示出了根据一个非限制性例示的实施方式的电参数测量设备200的另一个实施方式。电参数测量设备200的许多特征和部件可与上文讨论的电参数测量设备100相似或相同。因此,上文关于电参数测量设备100的讨论也可应用于电参数测量设备200。

[0055] 电参数测量设备200包括主体部分202、夹钳部分204和抓握部分206。夹钳部分204可包括两个夹钳臂208a和208b,它们可相对于彼此在图7A所示的未夹紧或打开位置和图7B所示的夹紧或闭合位置之间移动。抓握部分206可包括两个抓握臂210a和210b,它们可相对于彼此移动,以将夹钳部分从未夹紧位置致动到夹紧位置。作为示例,主体部分202可包括偏置元件218(例如,弹簧、销),其将夹钳臂208a和208b在图7A所示的未夹紧位置中偏置。在操作中,用户可将抓握臂210a和210b挤压在一起,以使夹钳臂208a和208b抵抗偏置元件218的力移动到夹紧位置。

[0056] 电参数测量设备200包括定位在夹钳臂208a和208b之间的罗戈夫斯基线圈212。一个或多个非接触式电压传感器214(示出两个)耦合到罗戈夫斯基线圈212。作为示例,罗戈夫斯基线圈212可包括连接器216,该连接器允许罗戈夫斯基线圈的环路选择性地打开,以将被测绝缘导体115定位在线圈中,然后重新连接以闭合环路。

[0057] 一旦绝缘导体115定位在罗戈夫斯基线圈212的环路中,用户便可挤压抓握部分206的抓握臂210a和210b,使得夹钳臂208a和208b使罗戈夫斯基线圈212变形,从而使非接触式传感器214邻近被测绝缘导体115定位。然后,电参数测量设备200可随后用于使用非接触式电压传感器214来检测导体115中的电压,并使用定位在导体周围的罗戈夫斯基线圈212来检测导体中的电流。如上文所讨论,可例如通过显示器将测量的电参数提供给用户,或者可通过合适的有线或无线连接将测量的电参数传输到一个或多个外部系统。

[0058] 前述具体实施方式已通过使用框图、示意图和示例阐述了设备和/或过程的各种具体实施。在此类框图、示意图和示例包含一个或多个功能和/或操作的情况下,本领域的

技术人员将会理解,可通过广泛的硬件、软件、固件或几乎其任何组合来单独地和/或共同地实现此类框图、流程图或示例内的每个功能和/或操作。在一个具体实施中,本主题可通过专用集成电路(ASIC)来实现。然而,本领域的技术人员将认识到,本文公开的具体实施可全部或部分地在标准集成电路中被等同地实现为在一个或多个计算机上运行一个或多个计算机程序(例如,在一个或多个计算机系统上运行一个或多个程序)、在一个或多个控制器(例如,微控制器)上运行一个或多个程序、在一个或多个处理器(例如,微处理器)上运行一个或多个程序、固件或几乎其任何组合,并且鉴于本公开,为软件和/或固件设计电路和/或编写代码将完全在本领域的普通技术人员的技能内。

[0059] 本领域的技术人员将认识到,本文陈述的许多方法或算法可采用另外的动作,可省去某些动作,并且/或者可以与指定顺序不同的顺序来执行动作。

[0060] 此外,本领域的技术人员将理解,本文提出的机构能够作为各种形式的程序产品分配,并且不管用于实际实行该分配的信号承载介质为何种特定类型,例示性具体实施都同样适用。信号承载介质的示例包括但不限于可记录型介质诸如软盘、硬盘驱动器、CD ROM、数字磁带和计算机存储器。

[0061] 可组合上述各种具体实施来提供另外的具体实施。在它们与本文的具体教导和定义不一致的程度上,2016年11月11日提交的美国临时专利申请62/421,124;2016年11月7日提交的美国专利申请15/345,256;2017年1月23日提交的美国专利申请15/413,025;2017年1月23日提交的美国专利申请15/412,891;2017年5月24日提交的美国专利申请15/604,320和2017年6月16日提交的美国专利申请序列号15/625,745据此全文以引用方式并入本文。必要时,可以修改具体实施的各个方面,以采用各专利、专利申请和专利公布的系统、电路和概念来提供另外的具体实施。

[0062] 鉴于上文的具体实施方式,可对这些具体实施做出这些及其他改变。一般来说,在以下权利要求书中,所用的术语不应被解释为将权利要求限制于本说明书和权利要求书中公开的具体实施,而应被解释为包括所有可能的具体实施以及这些权利要求赋予的等效物的全部范围。因此,权利要求并不受本公开内容所限定。

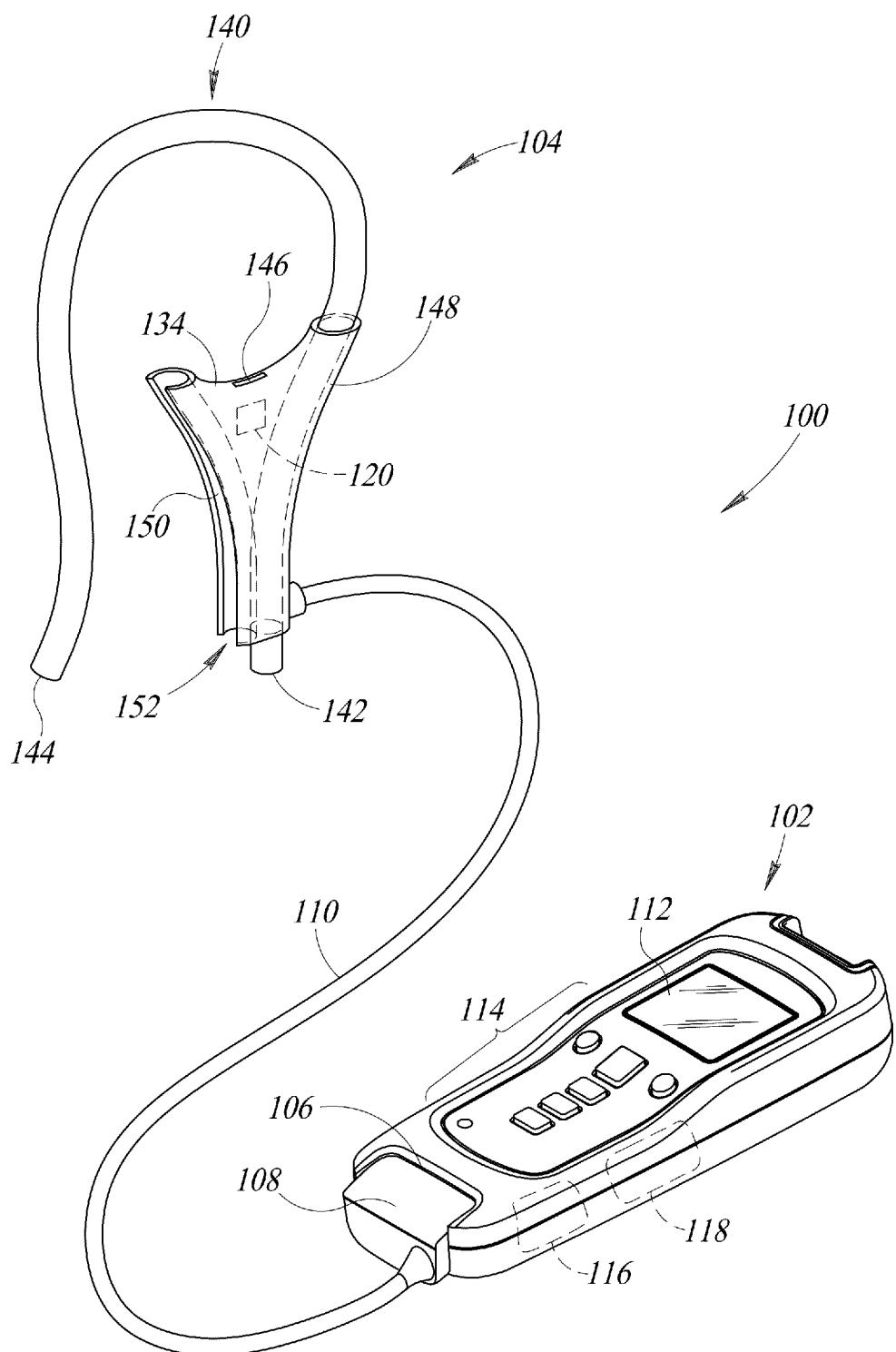


图 1

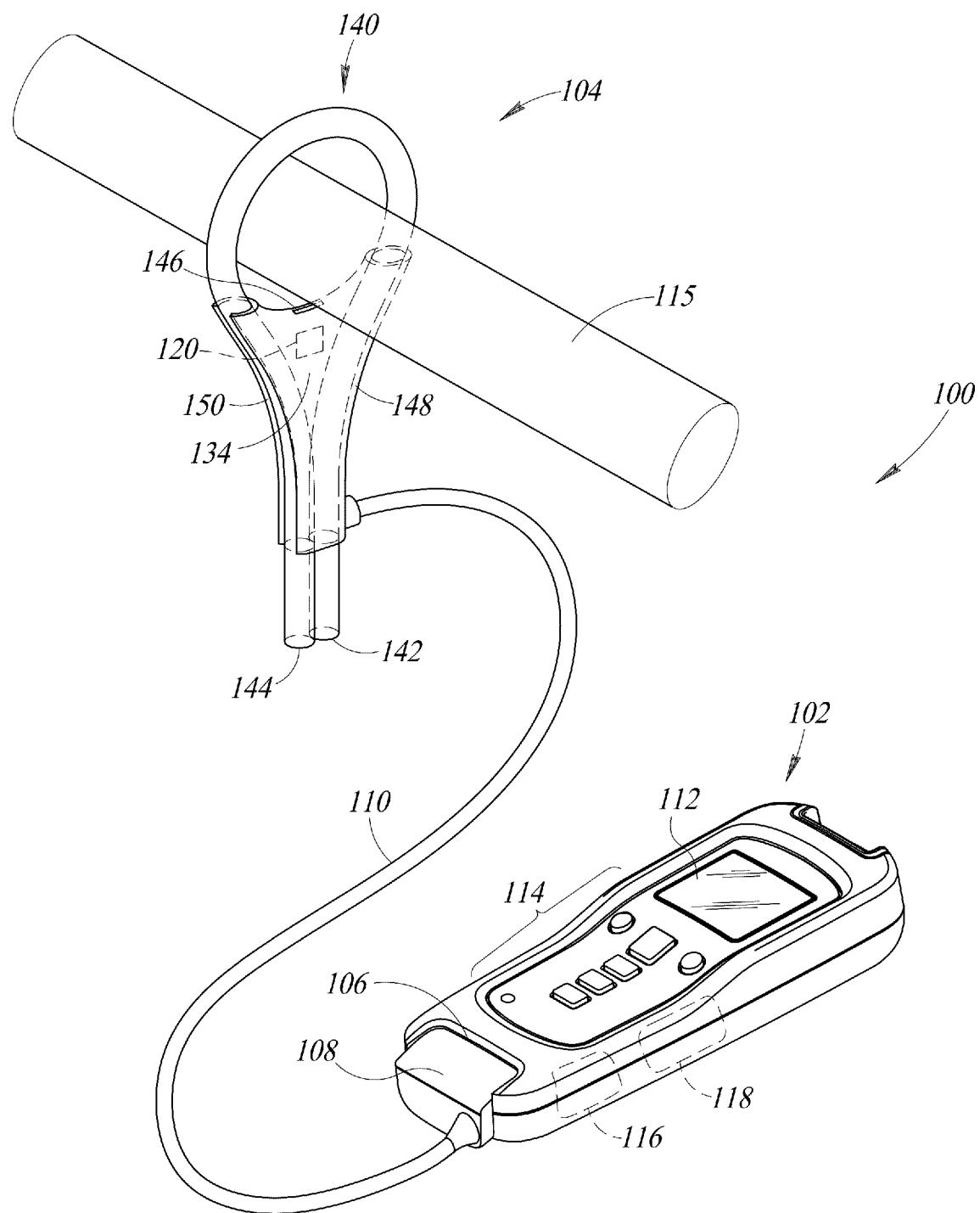


图 2

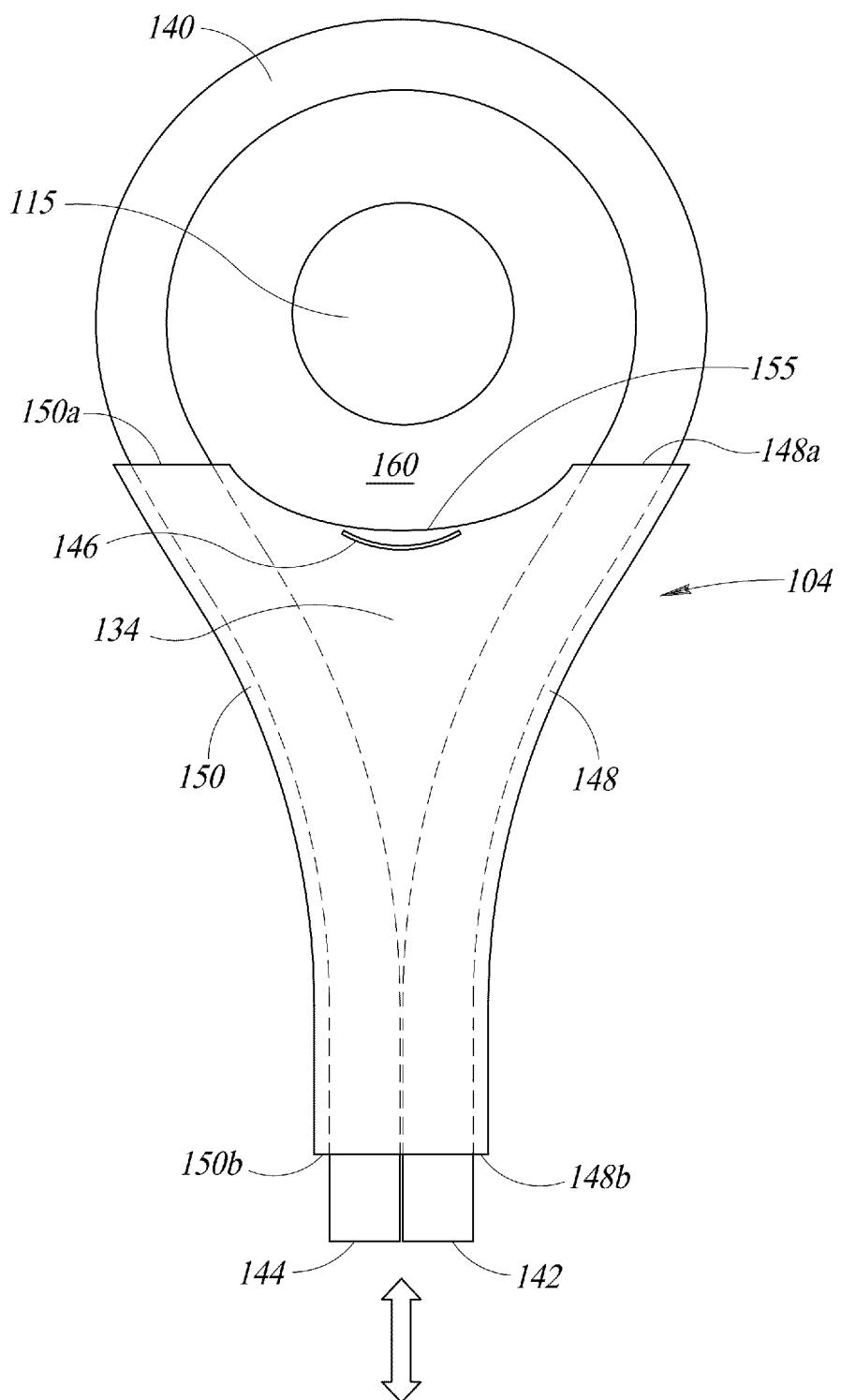


图 3

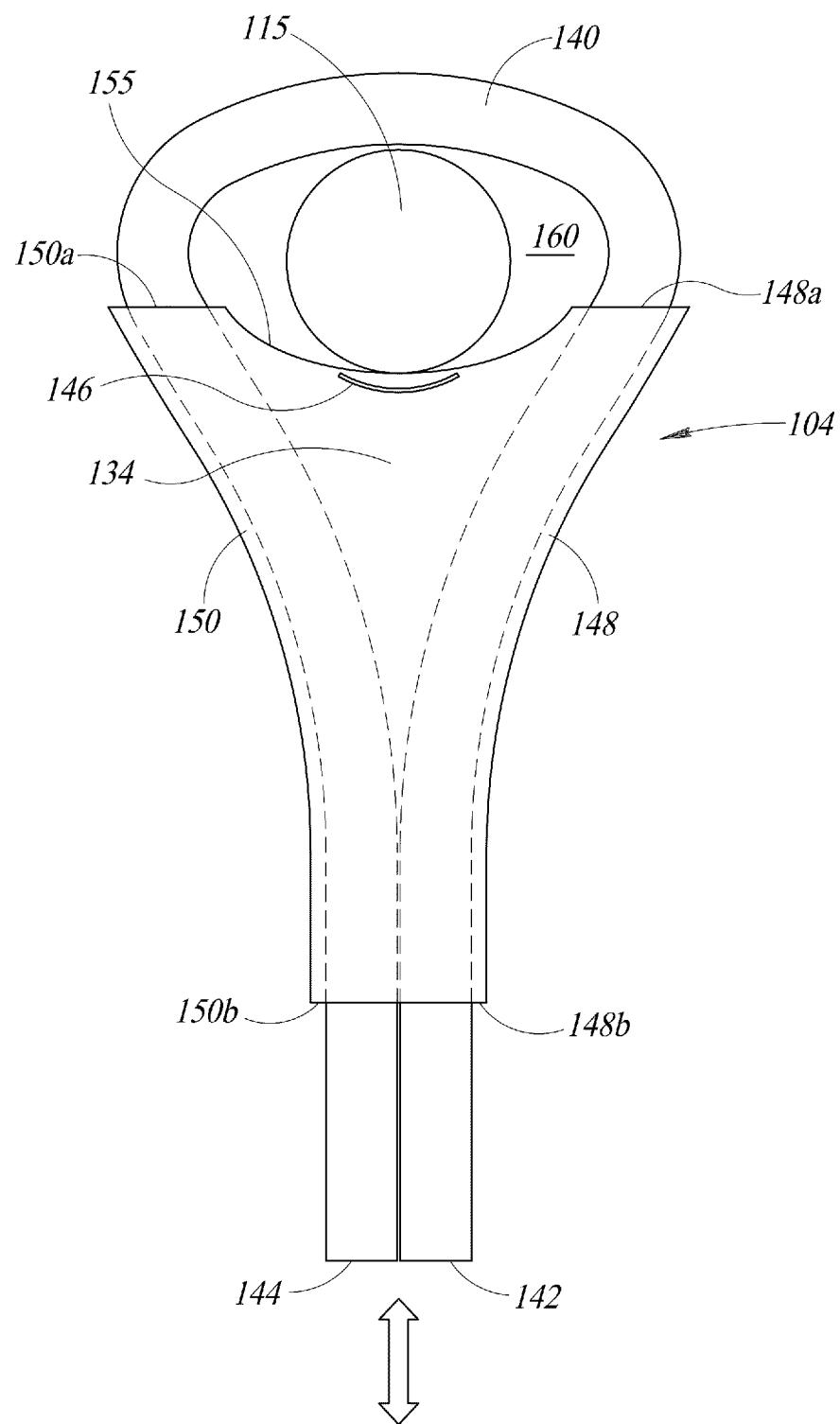


图 4

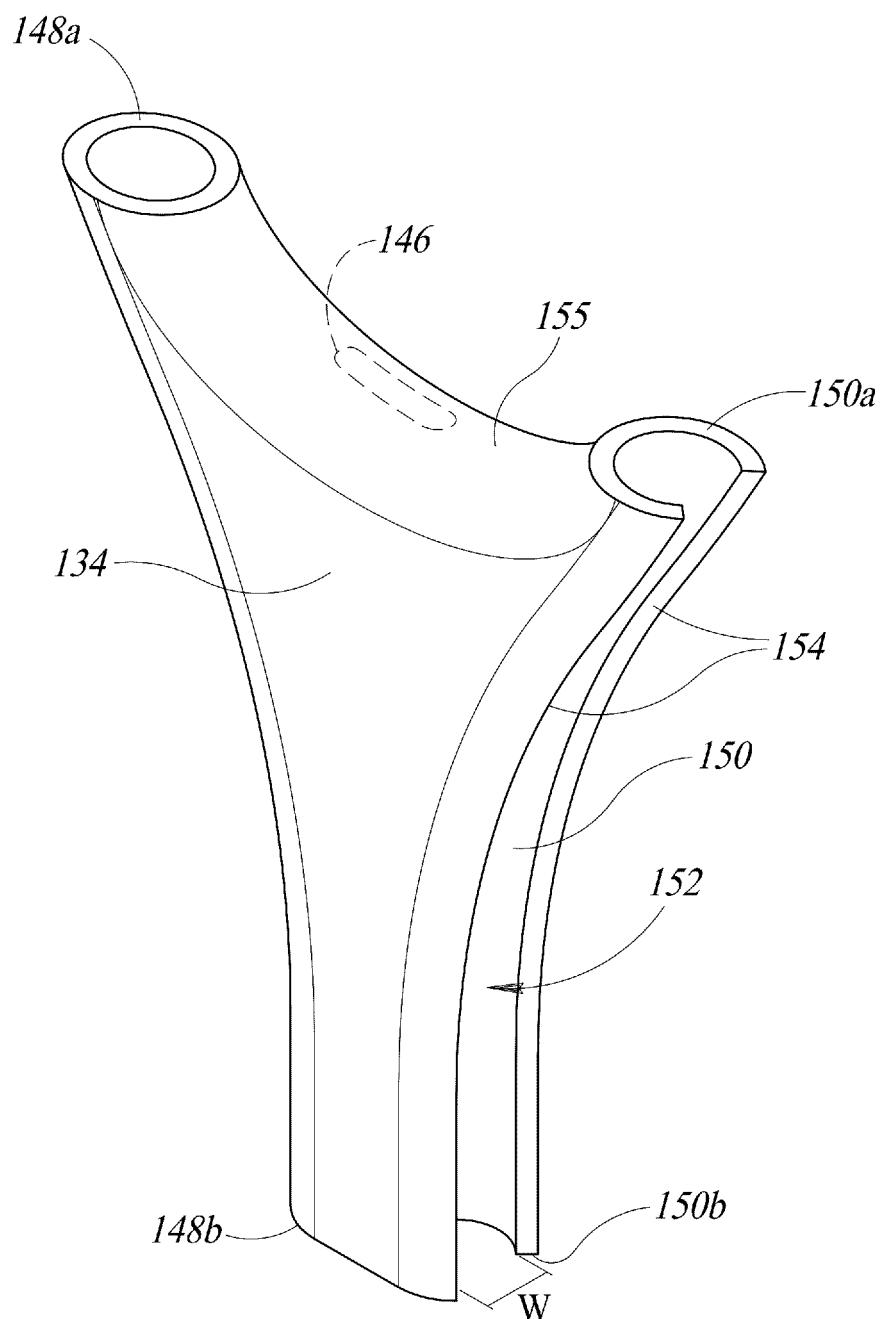


图 5

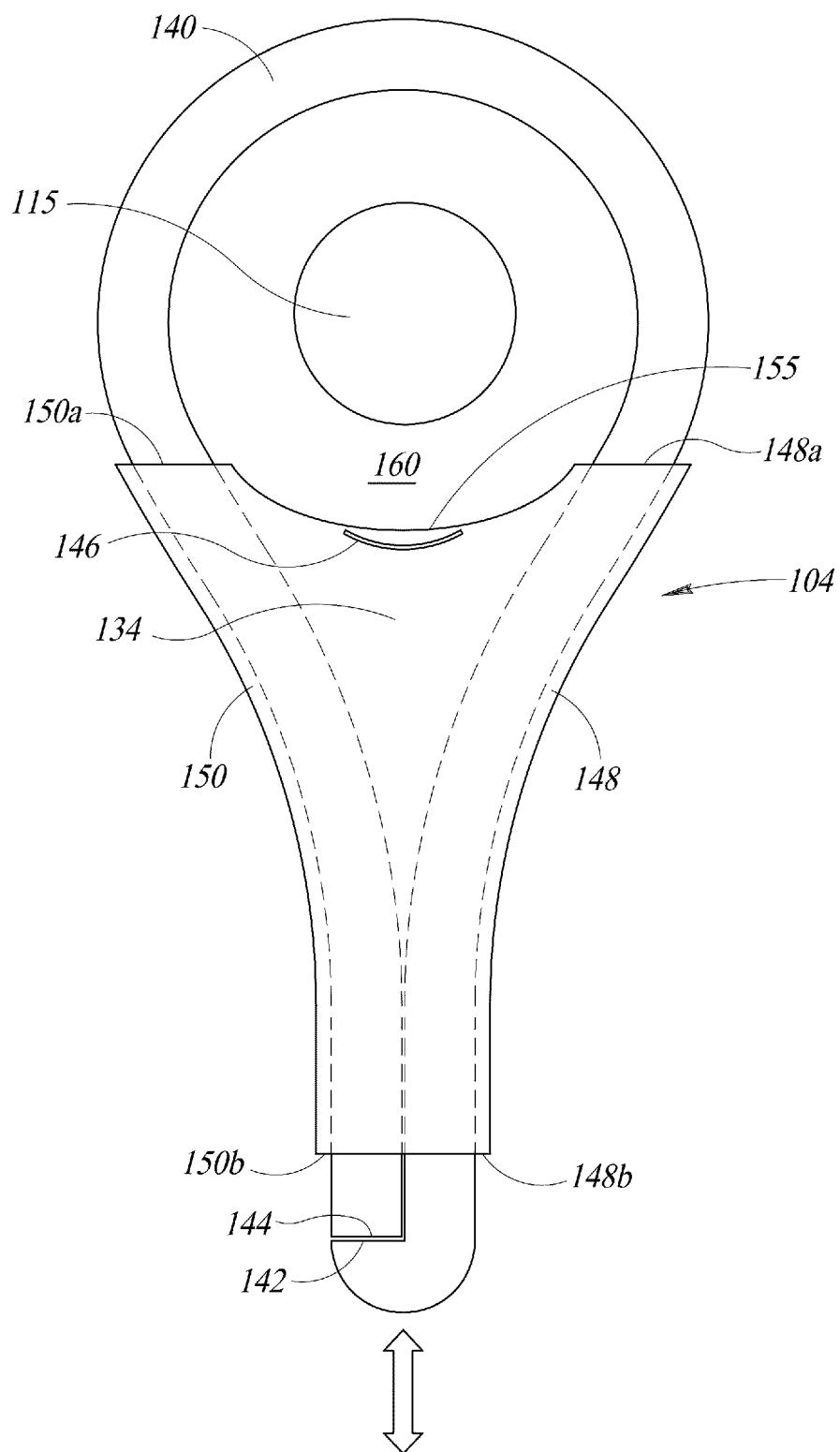


图 6A

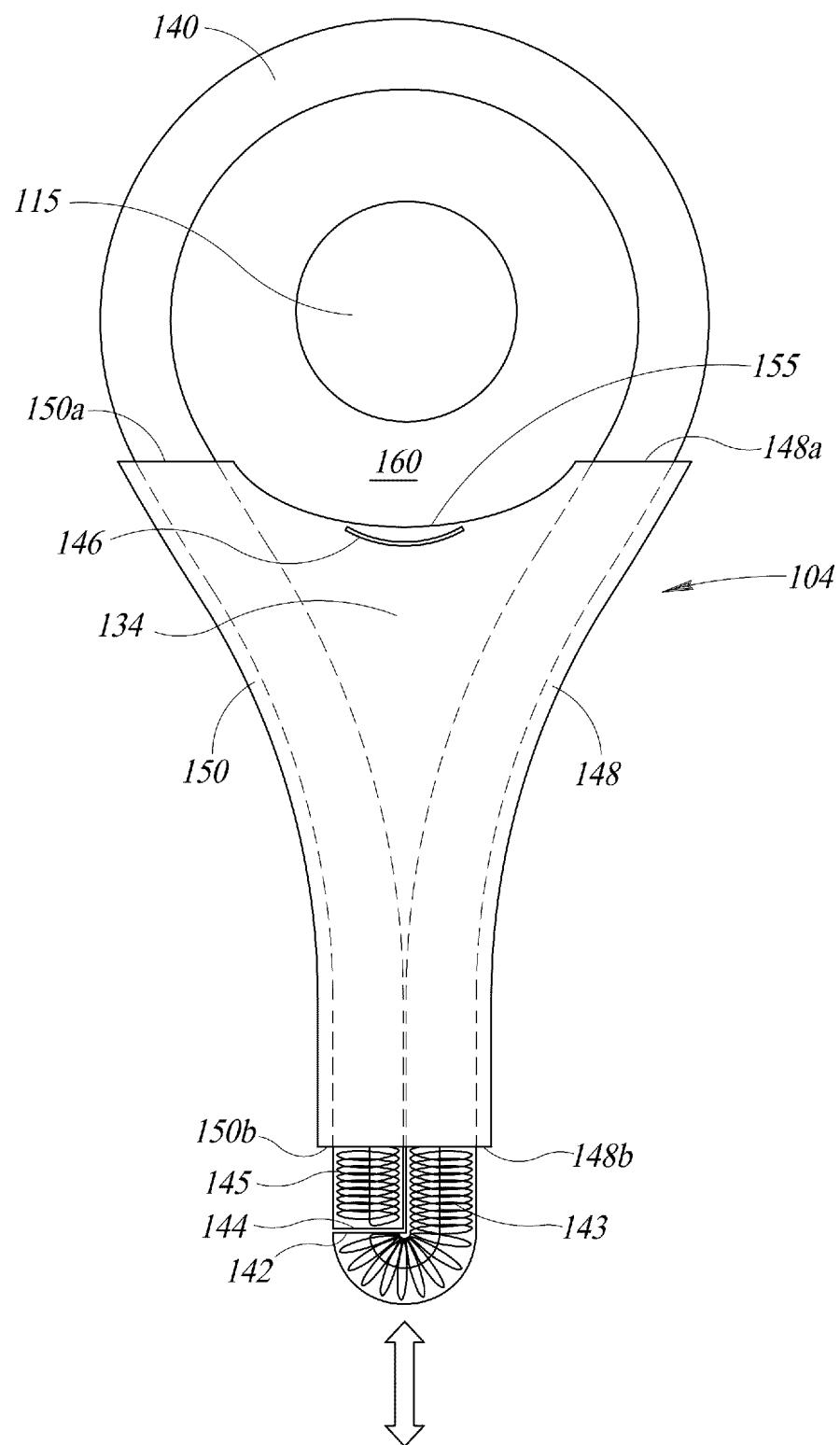


图 6B

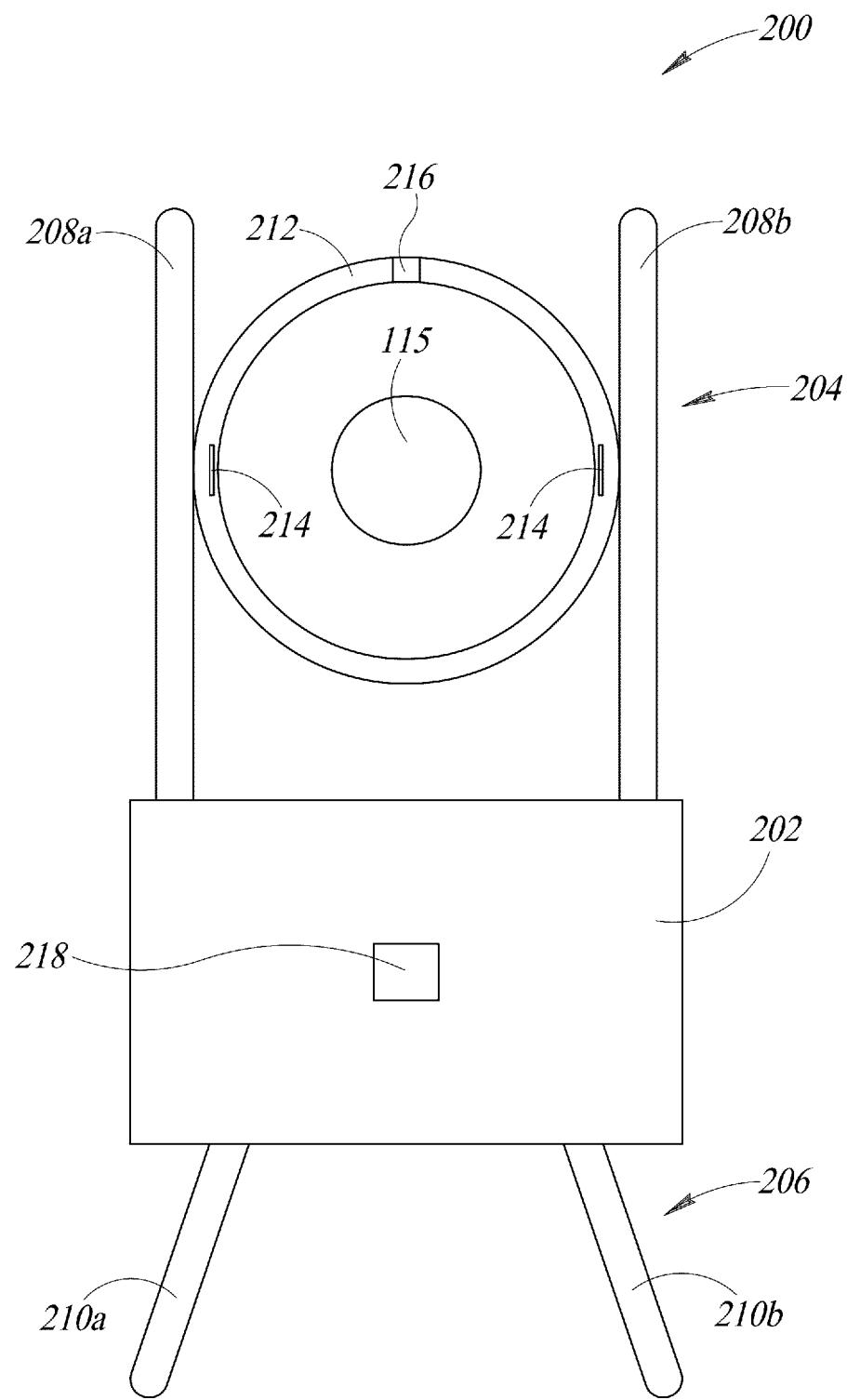


图 7A

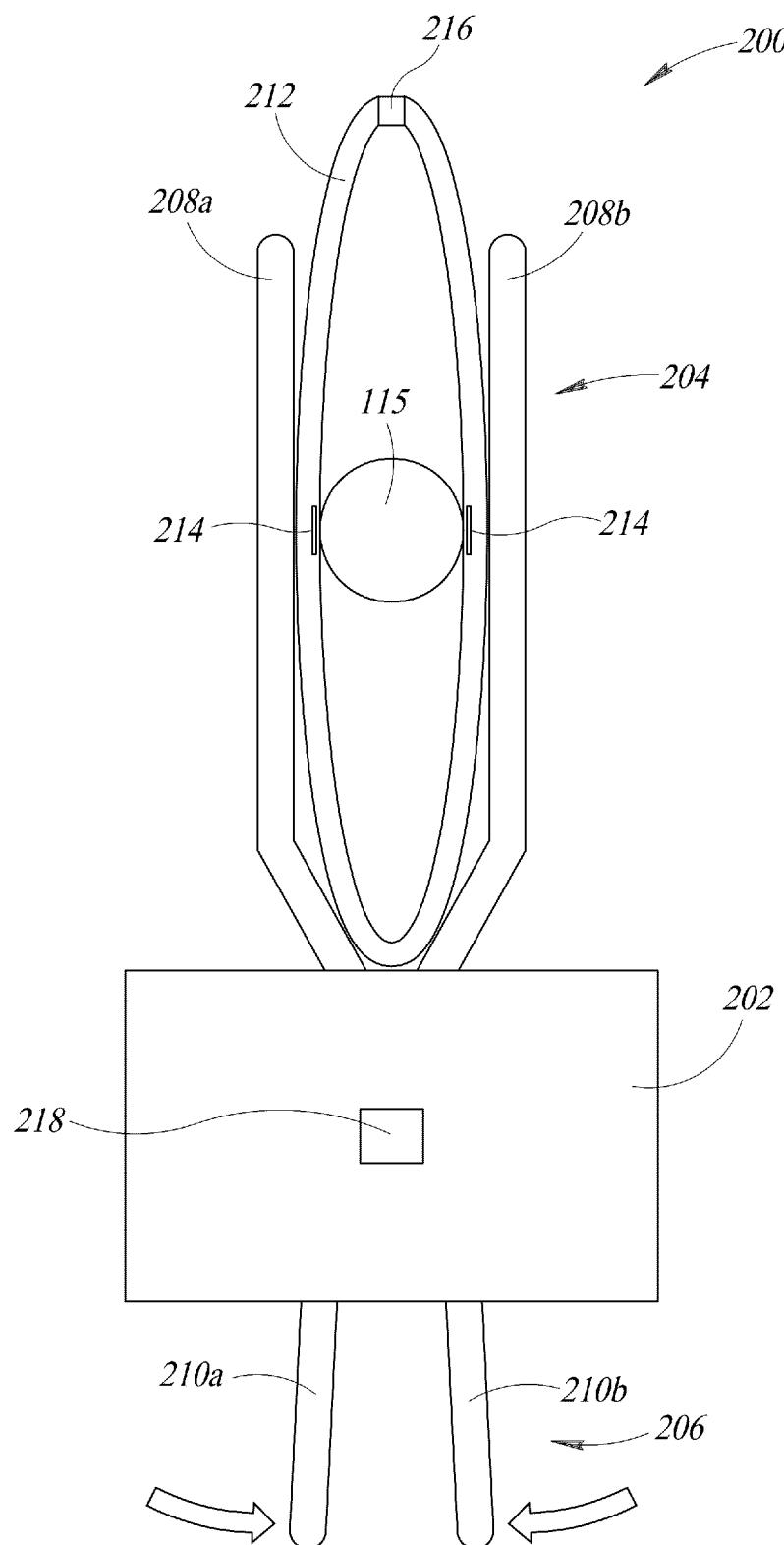


图 7B