



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110382815 A

(43)申请公布日 2019.10.25

(21)申请号 201680092118.9

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.12.30

E21B 41/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.08.29

E21B 41/02(2006.01)

E21B 47/12(2012.01)

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2016/054098 2016.12.30

(87)PCT国际申请的公布数据
W02018/122547 EN 2018.07.05

(71)申请人 美德龙技术有限公司
地址 英国阿伯丁郡

(72)发明人 S·C·罗斯 L·D·贾维斯
S·M·哈德森

(74)专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限
公司 11285

代理人 关丽丽 郑建晖

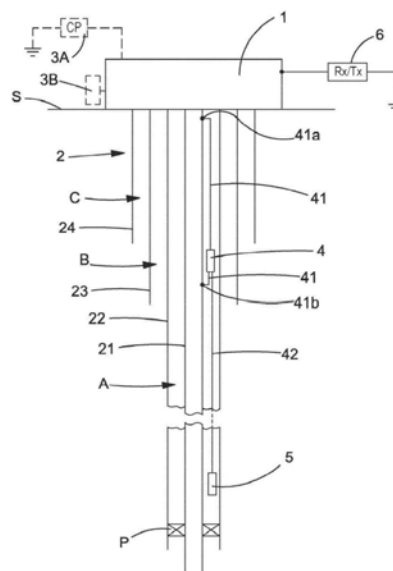
权利要求书3页 说明书37页 附图13页

(54)发明名称

井下能量收集

(57)摘要

用于具有承载电流(例如,CP电流)的金属结构的井设施的系统中的井下电能收集和通信。在一些情况下,存在收集模块(4),该收集模块在第一位置处电连接至该金属结构(2)且电连接至与该第一位置间隔开的第二位置,该第一位置和第二位置被选择成使得在使用中,由于在该结构(2)中流动的电流,所以在该第一位置和第二位置之间存在电位差;且该收集模块(4)被布置成从该电流收集电能。附加地或替代地,存在通过调制该金属结构(2)中的电流(例如,CP电流)来通信的通信器械(4,5,6)。



1. 一种井下电功率收集模块,该井下电功率收集模块被布置成用于电连接在井设施中的两个间隔开的位置之间,且包括一个电路,该电路被布置成用于在使用中从所述间隔开的位置之间的电位差收集电能,该电位差充当输入电压。

2. 根据权利要求1所述的井下电功率收集模块,其中该收集模块被布置成从dc电流收集电能。

3. 根据权利要求1或2所述的井下电功率收集模块,包括控制装置,该控制装置用于修改该电路的输入阻抗以匹配该电路的源阻抗,从而优化功率转换效率。

4. 根据任一项前述权利要求所述的井下电功率收集模块,其中该电路包括dc-dc转换器。

5. 根据权利要求4所述的井下电功率收集模块,其中该dc-dc转换器被布置成以在一最小阈值以上的输入电压操作,其中该最小阈值不大于0.5伏,优选地该最小阈值不大于0.25伏,且更优选地该最小阈值不大于0.05伏。

6. 根据权利要求4或5所述的井下电功率收集模块,其中该dc-dc转换器包括自启动装置,以允许当可用输入电压处于该dc-dc转换器中的部件的半导体带隙电压以下时启动能量收集。

7. 根据权利要求4或5所述的井下电功率收集模块,其中该dc-dc转换器包括自启动装置,以允许当可用输入电压在0.5伏以下时启动能量收集。

8. 根据权利要求4至7中任一项所述的井下电功率收集模块,其中该dc-dc转换器包括一个升压变压器。

9. 根据权利要求8所述的井下电功率收集模块,当从属于权利要求7时,其中该自启动装置包括一个场效应晶体管,该场效应晶体管与该升压变压器被布置在一起,以形成谐振升压振荡器。

10. 根据权利要求7或8所述的井下电功率收集模块,其中该dc-dc转换器包括晶体管的H桥,该H桥被布置成在控制装置的控制下用于向该升压变压器提供输入,且该自启动装置包括辅助功率源,该辅助功率源用于该控制装置以允许启动。

11. 根据权利要求8至10中任一项所述的井下电功率收集模块,其中该收集模块包括控制装置,该控制装置被布置成控制该升压变压器的匝数比,以修改由该dc-dc转换器所生成的负载。

12. 根据权利要求11所述的井下电功率收集模块,其中该升压变压器的次级绕组包括多个抽头和/或该升压变压器包括多个次级绕组且该控制装置被布置成选择绕组和/或抽头以提供期望的匝数比。

13. 根据任一项前述权利要求所述的井下电功率收集模块,包括至少一对端子,从所述端子能够形成至所述两个间隔开的位置的连接部。

14. 根据权利要求13所述的井下电功率收集模块,其中该收集模块具有不止两个端子,其中所述端子中的每个用于允许连接至相应的位置,且该收集模块还包括开关装置,用于将所述端子中的两个选择性地电连接在该电路两端,从而允许选择该电路被连接在所述相应的位置中的哪些位置之间。

15. 根据任一项前述权利要求所述的井下电功率收集模块,包括用于存储所收集的能量的能量存储设备。

16. 根据权利要求15所述的井下电功率收集模块,其中该能量存储设备包括电荷存储设备,该电荷存储设备能够包括至少一个电容器和/或可再充电电池。

17. 根据任一项前述权利要求所述的井下电功率收集模块,其中该收集模块包括可变阻抗装置,用于使两个连接部之间所存在的负载变化。

18. 根据权利要求17所述的井下电功率收集模块,其中该可变阻抗装置是微处理器控制的。

19. 根据权利要求17或18所述的井下电功率收集模块,其中该收集模块被布置成使用该可变阻抗装置来使该负载变化,以便优化能量收集。

20. 根据权利要求17至19中任一项所述的井下电功率收集模块,其中该收集模块被布置成使用该可变阻抗装置来调制该负载,以便将数据传达远离该收集模块。

21. 根据任一项前述权利要求所述的井下电功率收集模块,包括一次电池,使得在使用中能够从通过该电路所收集的功率和从该一次电池选择性地汲取功率。

22. 井下器械,该井下器械包括一个如任一项前述权利要求所述的收集模块和一个从该收集模块接受功率的井下设备。

23. 根据权利要求22所述的井下器械,包括电荷存储装置和功率控制装置,以在足够的能量可用于为该设备供电时控制至该井下设备的功率。

24. 根据权利要求22或23所述的井下器械,包括阻抗调制装置,用于使该收集模块的输入阻抗变化以调制该负载,以便从该电功率收集单元和该井下设备中的至少一个传输数据。

25. 根据权利要求22至24中任一项所述的井下器械,包括调制装置,用于经由所述间隔开的连接部施加经调制的电压,以便传输数据。

26. 根据权利要求22至25中任一项所述的井下器械,包括一次电池,使得在使用中能够从所收集的功率和该一次电池选择性地汲取功率。

27. 根据权利要求22至26中任一项所述的井下器械,其中该井下设备包括以下中的至少一个:

井下传感器;

井下致动器;

环形密封设备,例如封隔器或封隔器元件;

阀;

井下通信模块,例如收发器或转发器。

28. 根据权利要求27所述的井下器械,其中该阀包括以下中的至少一个:

地下安全阀;

孔流量控制阀;

孔至环空阀;

环空至环空阀;

孔至压力补偿室阀;

环空至压力补偿室阀;

贯穿封隔器或封隔器旁通阀。

29. 一种井下电能收集系统,该井下电能收集系统用于在具有承载电流的金属结构的

井设施中收集电能,该系统包括:

一个根据任一项前述权利要求所述的收集模块,该收集模块在第一位置处电连接至该金属结构且电连接至与该第一位置间隔开的第二位置,该第一位置和第二位置被选择成使得在使用中,由于在该结构中流动的电流,所以在该第一位置和第二位置之间存在电位差;
且

该收集模块被布置成从该电流收集电能。

井下能量收集

[0001] 本发明涉及井下能量收集(downhole energy harvesting)。在具体情况下,本发明涉及用于在具有设有阴极保护的金属结构的井设施(well installation)中为井下设备供电的方法和系统。本发明还涉及纳入能量收集方法和系统的方法和系统以及在这样的方法和系统中使用的器械。

[0002] 通常期望能够从油井和/或气井以及油井和/或气井中的控制设备(诸如阀,例如地下安全阀)提取数据。

[0003] 然而,为这样的井下设备提供功率具有挑战。存在可以经由电缆直接从地面提供功率或可以使用液压功率直接从地面为设备供电的一些情况。然而,在其他情况下,这些功率递送方法并不适当。在一些情况下,使用电池成为一个选项。然而,这本身就具有挑战性,特别是在井下环境中,相对的高温倾向于导致缩短的电池寿命。

[0004] 因此,期望的是提供替代源为井下设备供电,所述替代源可以在经由电缆或以液压方式直接从地面递送功率是困难、不可能或不期望的情况下使用,同时避免了在依赖于电池功率的情况下将遇到的限制。还期望的是提供用于在井下位置与其他井下位置和/或地面位置之间通信的替代方法。

[0005] 在本说明书中,表述“地面”包含陆地井中井口(well head)将位于的陆地地面、海底井中海床/泥线以及平台上的井口甲板。在适当的情况下,它还包含处于这些位置上方的位置。通常,“地面”被用来指代例如用于施加和/或拾取功率/信号的任何方便的位置,所述位置在井的井眼(borehole)外部。

[0006] 根据本发明的第一方面,提供了一种井下电能收集系统,用于在具有承载电流的金属结构的井设施中收集电能,该系统包括:

[0007] 一个收集模块,该收集模块在第一位置处电连接至该金属结构,且电连接至与该第一位置间隔开的第二位置,该第一位置和第二位置被选择成使得在使用中,由于在该结构中流动的电流,所以在第一位置和第二位置之间存在电位差;且该收集模块被布置成从该电流收集电能。

[0008] 该井设施可以是具有阴极保护的井设施,以使得该电流是阴极保护电流。虽然本技术可以在将电流专门施加至该井下结构以用于功率递送的系统中使用,但是已经认识到,可以从阴极保护系统收集功率,且特别优选的是,如果能够从已经存在的电流收集功率。

[0009] 第二位置通常将是井下位置。

[0010] 在一些情况下,至第二位置的连接部可以是经由电极至地层(formation)的连接部。然而,最典型地,收集模块将在间隔开的第一位置和第二位置处连接至金属结构。

[0011] 这样的系统和方法是有利的,因为可以在不必设置分立的功率供应的情况下将功率提供至井下设备。此外,可以在不必依赖于会倾向于具有有限寿命的本地电池的情况下供应功率,且可以在不必设置穿透井口的电缆的情况下供应功率。类似地,可以在不使用环形线圈来注入或提取信号的情况下实施这些技术。这降低了实施系统时会引起的复杂性和技术问题。

- [0012] 收集模块可以被布置成从dc电流收集电能。
- [0013] 优选地,在第一位置和第二位置之间的区域中该金属结构的多个部分内的电流流动是在相同的纵向方向上。
- [0014] 优选地,在第一位置和第二位置之间存在不间断的电流流动路径,该电流流动路径至少部分地经由该金属结构。
- [0015] 这些所代表的特征通常会存在于设施中,除非对设置进行修改。本想法通常不需要修改井设施整体的标准设置,也就是它们旨在与标准设施一起工作。
- [0016] 收集模块可以在第二位置处电连接至金属结构。
- [0017] 至该金属结构的该连接部或每个连接部可以被形成至一段金属细长构件/一段金属管。
- [0018] 在一组实施方案中,间隔开的位置可以轴向间隔开。该连接部可以被形成至共同的一段金属细长构件,例如作为该金属结构的一部分的共同的一段金属管。两个间隔开的位置的最上面可以邻近设置于井中的尾管悬挂器(liner hanger)的位置。通常,这将表示用于最上面的位置的最高实际位置。在一些情况下,上部连接部可以被形成至立管(riser)。
- [0019] 因此,例如,所述连接部这二者都可以被形成至设置在井中的生产油管,或这二者都可以被形成至通过第一“A”环空(annulus)与该生产油管分开的第一段套管,或这二者都可以被形成至通过第二“B”环空与该第一段套管分立的第二段套管,或以此类推。
- [0020] 在其他情况下,轴向间隔开的连接部可以被形成至不同段的金属细长构件,例如具有类似的结果的不同段的金属管,但是通常更方便的是,将所述连接部形成至相同段的金属细长构件/金属管,如果没有理由改变的话。
- [0021] 在间隔开的位置是轴向间隔开且它们之间存在电位差依赖于此的情况下,所述位置之间的间隔可能地相当大,典型地100m或更大。更优选地是300m至500m。
- [0022] 在第一位置处至该金属结构的电连接可以是电流连接。
- [0023] 在第二位置处至该金属结构的电连接可以是电流连接。
- [0024] 收集模块可以被定位在以下中的一个或多个中:井细长构件外部、井的环空内以及井的内孔内。
- [0025] 至第一位置和第二位置中的至少一个的连接部可以经由在金属结构旁边延伸的电缆。
- [0026] 优选地,如果第二间隔开的接触部被形成至至少一段金属细长构件,则在形成第一接触部的位置处在至少一段金属细长构件中所流动的电流与在形成第二接触部的位置处在至少一段金属细长构件中所流动的电流在相同的纵向方向上流动。
- [0027] 优选地,如果第一间隔开的接触部和第二间隔开的接触部这二者都被形成至相同段的金属细长构件,则该段金属细长构件在该第一位置和第二位置之间连续地导电。
- [0028] 电接触部中的至少一个与收集模块之间的至少一个连接部可以由绝缘电缆提供。
- [0029] 该电缆可以被选择成具有横截面面积相对大的导体。当选择电缆时,目的是挑选足够大的横截面面积,以允许期望的收集水平,该横截面面积在电缆中提供足够低的电阻。
- [0030] 优选地,该绝缘电缆具有至少 10mm^2 、优选地至少 20mm^2 、更优选地至少 80mm^2 的导电面积。

[0031] 该电缆可以是油管封装导体。

[0032] 可以在没有外部电缆的情况下形成所述连接部中的一个。可以经由收集模块的导电壳体或包围该导电模块的导电壳体形成连接部中的一个。

[0033] 典型地,在连接部之间将存在最佳间隔。该间隔越大,接触部位置之间的电位的改变越大,但是电缆的电阻也越大。该方法可以包括确定间隔开的位置之间的最佳间隔。这可以通过对于特定的设施建模来确定。

[0034] 所述位置之间的间隔可以是至少100m。

[0035] 在另一组实施方案中,间隔开的位置可以径向间隔开。连接部中的第一连接部可以被形成至第一段金属细长构件,例如作为该金属结构的一部分的第一段金属管,且连接部中的第二连接部可以被形成至不同的第二段金属细长构件,例如作为该金属结构的一部分的不同的第二段金属管。因此,连接部可以横跨通过两段金属管所限定的环空。

[0036] 例如,一个连接部可以被形成至设置于井中的生产油管且一个连接部被形成至通过第一“A”环空与该生产油管分立的第一段套管,或一个连接部可以被形成至设置于井中的第一段套管且一个连接部被形成至通过第二“B”环空与该第一段套管分立的第二段套管,以此类推。

[0037] 在一些情况下,间隔开的位置既可以轴向间隔开,又可以径向间隔开。

[0038] 所述连接部可以被形成至作为该金属结构的一部分的共同的一段金属细长构件。

[0039] 在一些实施方案中,所述连接部中的第一连接部被形成至作为该金属结构的一部分的第一段金属细长构件,且所述连接部中的第二连接部被形成至作为该金属结构的一部分的不同的第二段金属细长构件。

[0040] 绝缘装置可以被设置成用于使该第一段金属细长构件与该第二段金属细长构件在所述连接部的区域中电绝缘。

[0041] 绝缘装置可以被设置成用于使该第一段细长构件/金属管与该第二段细长构件/金属管在所述连接部中的至少一个的区域中电绝缘。这可以帮助确保在形成所述连接部的位置处在所述段细长构件/金属管之间存在电位差。这是由于从每段构件/管所存在的至地的不同路径。

[0042] 注意,在本技术中,电流(从该电流收集能量)通常将在该第一段金属细长构件/管和第二段金属细长构件/管中在相同的方向上流动。因此,该绝缘部不被设置成形成一个分立的返回路径,而是更改所述段中的一个段相对于另一段的至地的路径。

[0043] 该绝缘装置可以包括设置在所述段细长构件/金属管中的至少一个上的绝缘层或涂层。该绝缘装置可以包括用于保持所述段细长构件/金属管彼此分开的至少一个绝缘扶正器(centraliser)。

[0044] 该绝缘装置可以被设置成在至少100m、优选地至少300m的距离内避免两段细长构件/金属管之间的电接触。

[0045] 所述连接部中的至少一个可以被定位在绝缘区域内。所述连接部这二者都可以被定位在绝缘区域中。所述连接部中的至少一个可以朝向绝缘区域的中点定位。所述连接部中的至少一个的位置可以通过对特定设施进行建模以确定之后所选定的最佳位置来确定。

[0046] 该收集模块可以被设置在中心的一段油管的孔中、被设置在环空中或被设置在套管外部——在套管和地层之间。因此,在其他可能的位置之中,该收集模块可以被设置在

“A”环空、“B”环空、“C”环空、“D”环空或任何其他环空中。

[0047] 这产生了在通常不可能和/或不期望从地面设置电缆的位置中提供功率的可能性。这对于海底井是特别有用的。此外,这在不依赖于使用一次电池或另一本地功率源的情况下是可能的,因此存在在这样的位置中提供“井的寿命”功率的可能性。

[0048] 该收集模块可以包括用于使在两个连接部之间存在的负载变化的可变阻抗装置。该可变阻抗装置可以是微处理器控制的。

[0049] 该可变阻抗装置可以被用来使该负载变化,以便优化能量收集。

[0050] 该可变阻抗装置可以被用来调制该负载,以便从该收集模块朝向地面传达数据。

[0051] 井下通信装置可以被设置成用于从井下朝向地面传输数据。该井下通信装置还可以被布置成用于例如从地面接收数据。

[0052] 该收集模块可以包括井下通信装置。在其他情况下,该井下通信装置可以被分立设置。通过该收集模块供电的井下设备可以包括该井下通信装置。

[0053] 该井下通信装置可以包括该可变阻抗装置。

[0054] 上部通信装置可以被设置在孔眼外部位置处,包括一个检测器,用于检测在该金属结构中流动的电流(例如,阴极保护电流)的改变,因此允许提取通过在该收集模块处对该负载的调制所编码的数据。例如,该检测器可以被布置成检测该金属结构相对于参考的电位,或被布置成检测用来向该金属结构施加外加阴极保护电流的功率供应两端所存在的电位,或检测通过用来向该金属结构施加外加阴极保护电流的功率供应所存在的电流。

[0055] 在其他实施方案中,不是通过调制负载来朝向地面通信,而是可以使用其他通信技术。通常,例如,可以使用声学信号传输和/或EM(电磁)信号传输。调制负载是EM信号传输的一个实施例,但是可以使用其他更直接的EM信号传输方式。

[0056] 该井下通信装置可以被布置成将承载信号的声学数据施加至该金属结构,且该上部通信装置可以被布置成接收承载信号的声学数据。

[0057] 该井下通信装置可以被布置成将承载信号的EM(电磁)数据施加至该金属结构,且该上部通信装置可以被布置成接收承载信号的EM数据。

[0058] 该上部通信装置可以被布置成将承载信号的声学数据和/或EM(电磁)数据施加至该金属结构,且该井下通信装置可以被布置成接收承载信号的声学数据和/或EM数据。

[0059] 在一些情况下,该上部通信装置和该井下通信装置可以被布置成使用声学信号和EM信号这二者来通信。这产生了有用的冗余,因为如果一个通信信道发生故障,则另一通信信道可以保持操作。

[0060] 该收集模块可以被安排在所选定的井下位置处以用于收集功率,且一个电缆可以被设置成用于进一步向井下供应电功率至井下设备。用于进一步向井下供应电功率的电缆的横截面面积典型地将小于在收集功率时所使用的任何电缆的横截面面积,且典型地,将在比由于该金属结构中流动的电流(例如,由于阴极保护电流)而在间隔开的接触部两端所形成的电压更高的电压下进一步向下供应功率。

[0061] 在一些实施方案中,从井的地面供应在所述细长构件中流动的电流。

[0062] 在一些实施方案中,从一个或多个牺牲阳极供应在所述细长构件中流动的电流。

[0063] 在一些实施方案中,在所述细长构件中流动的电流是来自外部功率供应的外加电流。

[0064] 在一些实施方案中,相对于银/氯化银参考电池,井的地面的电压在使用中被限制至负0.7伏至负2伏的范围。

[0065] 优选地,间隔开的接触部之间的电位差小于1伏、优选地小于0.5伏、更优选地小于0.1伏。

[0066] 可选地,该井结构的在接触部之间的电阻小于0.1欧姆、优选地小于0.01欧姆。

[0067] 用于收集功率的最佳位置典型地将靠近电流(例如,阴极保护电流)被注入到该金属结构内的位置。

[0068] 在间隔开的位置是轴向间隔开的情况下,优选地,该上部位置邻近电流(例如,阴极保护电流)被注入到该金属结构内的位置。注意,在存在平台结构的情况下,电流(例如,阴极保护电流)可以经由与该平台结构的电流连接而到达井下金属结构。在一些情况下,本技术可以包括控制该连接部的位置。

[0069] 用于收集功率的最佳位置常常将靠近井口,在井口处,在进一步向下前进到井内时,存在电位改变的最大速率。另一方面,待被供电的井下设备可以进一步在井下。因此,该收集模块和井下设备可以在井中的不同位置处,特别是在不同深度处。

[0070] 在其他情形下,该收集模块和井下设备可以被定位在一起。该系统可以包括一个井下单元,该井下单元包括该收集模块和该井下设备。

[0071] 上部间隔开的接触部可以是:

[0072] 在井是陆地井的情况下,在陆地地面的100m内、优选地在陆地地面的50m内;且

[0073] 在井是海底井的情况下,在泥线的100m内、优选地在泥线的50m内。

[0074] 该上部间隔开的接触部可以邻近对应于由在该结构中流动的电流所引起的电位大小的最大值的位置定位。

[0075] 该系统还可以包括用于传输数据和/或接收数据的井下通信装置。

[0076] 该井下通信装置可以被布置成用于通过使在间隔开的位置处的连接部之间所存在的负载变化来传输数据。

[0077] 根据本发明的另一方面,提供了一种井下设备操作系统,该井下设备操作系统包括一个如上文所限定的井下电能收集系统和一个井下设备,该收集模块被电连接至该井下设备且被布置成用于向该井下设备提供功率。

[0078] 该井下设备可以包括井下传感器,例如压力传感器和/或温度传感器。该传感器可以被安装在例如“A”环空、“B”环空、“C”环空或“D”环空中。

[0079] 安排在一个环空或孔中的传感器可以被布置成监视邻近的环空或孔中的参数,以及或者被布置成代替地监控它所位于的环空或孔中的参数。端口可以被设置成穿过一段金属结构,以允许在邻近的环空或孔中感测。

[0080] 传感器可以被设置成用于检测注水泥的环空中的泄漏。

[0081] 传感器可以包括传感器阵列。

[0082] 该井下设备可以包括以下中的至少一个:

[0083] 井下传感器;

[0084] 井下致动器;

[0085] 环形密封设备,例如封隔器或封隔器元件;

[0086] 阀;

[0087] 井下通信模块,例如收发器或转发器。

[0088] 该通信模块可以包括井下通信转发器。此井下通信转发器可以是转发器,用于声学通信、或包括无线EM通信和电缆承载EM通信的EM通信、或用于混合通信系统。例如,该转发器可以从进一步井下接收声学信号且使用EM通信朝向地面发送信号,或反之亦然。类似地,声学通信和EM通信这二者都可以在一个或两个方向上使用。可以通过在井下施加电信号或如上文所描述的在收集模块中调制负载来实现EM信号传输。EM信号传输可以至少部分地沿着电缆,如上文所提到的。

[0089] 在该井下设备是转发器或收发器的情况下,该系统可以被预先安装在井设施中,以使井“无线就绪”。也就是说,即使可能最初不使用通信能力,也可以安装该系统,从而提供无线通信主干。在此,再次,无线指的是在通信信道中存在至少一个无线分支(leg),其他分支可以经由电缆。

[0090] 在其他情形下,该系统可以被翻新(retro-fit)。

[0091] 该阀可以包括以下中的至少一个:

[0092] 地下安全阀;

[0093] 孔流量控制阀;

[0094] 孔至环空阀;

[0095] 环空至环空阀;

[0096] 孔至压力补偿室阀;

[0097] 环空至压力补偿室阀;

[0098] 贯穿封隔器或封隔器旁通阀。

[0099] 注意,每个设备可以是远程控制设备,该远程控制设备可以是无线控制设备,例如在从地面控制的情况下在通信信道中存在至少一个无线分支的意义上。其他分支可以是经由电缆,例如在传感器位置和收集位置之间。

[0100] EM信号传输可以使用dc信号或ac信号以及适当的调制方案。该收集模块可以包括用于从阴极保护电流或其他存在的电流收集功率的dc-dc转换器。该收集模块可以包括用于存储所收集的功率的能量存储设备。该能量存储设备可以包括电荷存储设备,该电荷存储设备可以包括至少一个电容器和/或至少一个可再充电电池。在存在能量存储装置的情况下,该收集模块可以被布置成从存储设备或直接从所收集的能量选择性地供应功率。可以基于预定条件进行此选择。替代地,可能不存在能量存储设备,且该收集模块可以被布置成在需要时连续地供应功率。

[0101] 还可以在该收集模块处设置一次电池以供选择性地使用。

[0102] dc-dc转换器可以包括一个场效应晶体管,该场效应晶体管被布置成形成谐振升压振荡器。dc-dc转换器可以包括升压变压器,且可以包括耦合电容器。

[0103] 该收集模块可以被布置成控制该升压变压器的匝数比,以修改由dc-dc转换器所生成的负载。该升压变压器的次级绕组可以包括多个抽头(tapping)和/或该升压变压器可以包括多个次级绕组,且该收集模块可以被布置成选择绕组和/或抽头以提供期望的匝数比。微处理器控制的开关可以被用来选择抽头和/或绕组。

[0104] 根据另一方面,提供了一种井下单元,该井下单元包括一个如上文所限定的收集模块和至少一个被布置成通过该收集模块供电的设备。

[0105] 传感器模块、通信模块和收集模块中的一个或多个可以被设置在环空例如“B”环空或“C”环空或另一环空中。该传感器模块和该收集模块可以被设置作为共同的井下单元的一部分,然而更典型地,它们将是分立的,以使得传感器可以比该收集模块定位得更深。

[0106] 井下设备可以被设置在井中与该收集模块不同的位置处。

[0107] 收集模块可以被安排在所选定的井下位置处以用于收集功率,且电缆可以被设置成用于进一步向井下供应电功率至井中不同位置处的井下设备。

[0108] 用于进一步向井下供应电功率的电缆的一个或多个导电芯的横截面面积可以小于用于将收集模块连接至井下结构以用于收集功率的电缆的一个或多个导电芯的横截面面积。

[0109] 根据本发明的另一方面,提供了一种井下井监视系统,所述井下井监视系统用于在具有承载电流的金属结构的井设施中监视至少一个参数,该系统包括:

[0110] 一个如上文所限定的电能收集系统;

[0111] 一个传感器模块,用于感测至少一个参数;以及

[0112] 一个通信模块,用于将对来自传感器模块的读数进行编码的数据朝向地面发送,

[0113] 该电能收集系统被布置成向该传感器模块和该通信模块中的至少一个供应电功率。

[0114] 根据本发明的另一方面,提供了一种用于在具有承载电流的金属结构的井设施中监视至少一个参数的井下井监视系统,该系统包括:

[0115] 一个传感器模块,用于感测至少一个参数;

[0116] 一个通信模块,用于将对来自传感器模块的读数进行编码的数据朝向地面发送;以及

[0117] 一个电能收集系统,该电能收集系统包括一个收集模块,该收集模块在第一位置处电连接至该金属结构且电连接至与该第一位置间隔开的第二位置,该第一位置和第二位置被选择成使得,在使用中,由于在该结构中流动的电流,所以在第一位置和第二位置之间存在电位差;以及,该收集模块被布置成从该电流收集电能,该电能收集系统被布置成向该传感器模块和该通信模块中的至少一个供应电功率。

[0118] 该系统可以包括用于将该收集模块连接至间隔开的位置中的一个位置的至少一个第一长度的电缆。

[0119] 该系统可以包括用于从该收集模块向该传感器模块供应功率的至少一个第二长度的电缆。

[0120] 该第一长度的电缆的导电部分的横截面面积可以大于该第二长度的电缆的导电部分的横截面面积。

[0121] 该通信模块可以被布置成用于调制在信号传输位置处在该金属结构中流动的电流,以便对数据进行编码,从而允许通过检测所述调制对远离该信号传输位置的接收位置处的电流的影响来提取所述接收位置处的数据。

[0122] 该井监视系统可以包括一个检测器,用于检测所述调制对所述接收位置处的电流的影响,从而提取经编码的数据。

[0123] 该通信模块可以被布置成用于控制由该收集模块所生成的负载,以产生对在该信号传输位置处该金属结构中的电流的所述调制。

- [0124] 该传感器模块可以包括压力传感器。
- [0125] 该压力传感器可以被布置成用于监视井的储层压力。
- [0126] 该压力传感器可以被布置成用于监视井的环空中的压力。
- [0127] 该压力传感器可以被布置成用于监视井的封闭环空中的压力。
- [0128] 根据本发明的另一方面,提供了一种井下通信转发器系统,该井下通信转发器系统用于在具有承载电流的金属结构的井设施中使用,该系统包括:
- [0129] 一个如上文所限定的电能收集系统;以及
- [0130] 一个通信转发器,该通信转发器被安排处于井中且在井下,且被布置成使用至少穿过井口的无线通信信道与超出井口的第一设备通信,且被布置成与定位在井中从而在井口下方的第二设备通信,使得该通信转发器能够充当该第一设备和第二设备之间的转发器,该电能收集系统被布置成向通信转发器供应电功率。
- [0131] 根据本发明的另一方面,提供了一种井下通信转发器系统,该井下通信转发器系统用于在具有承载电流的金属结构的井设施中使用,该系统包括:
- [0132] 一个通信转发器,该通信转发器被安排处于井中且在井下,且被布置成使用至少穿过井口的无线通信信道与超出井口的第一设备通信,且被布置成用于与定位在井中从而在井口下方的第二设备通信,使得该通信转发器能够充当该第一设备和第二设备之间的转发器;以及
- [0133] 一个电能收集系统,该电能收集系统包括一个收集模块,该收集模块在第一位置处电连接至该金属结构且电连接至与该第一位置间隔开的第二位置,第一位置和第二位置被选择成使得,在使用中,由于在该结构中流动的电流,所以在第一位置和第二位置之间存在电位差;且该收集模块被布置成从该电流收集电能,该电能收集系统被布置成向通信转发器供应电功率。
- [0134] 应理解,在此对超出井口的第一设备的引用指的是井口的不同于在井中的第二设备的另一侧上的设备,使得期望横跨井口的通信。最终,第一设备可以被定位在几乎任何位置,该位置可以是接近井口或在遥远位置处的位置,只要设置适当的通信即可。
- [0135] 通信转发器可以被布置成用于在信号传输位置处调制在金属结构中流动的电流,以便对数据进行编码,从而允许通过检测所述调制对远离该信号传输位置的接收位置处的电流的影响来提取所述接收位置处的数据。
- [0136] 该通信转发器和/或该收集模块可以被设置在环空例如“B”环空或“C”环空或另一环空中。
- [0137] 该通信转发器和该收集模块可以被设置作为共同的井下单元的一部分。
- [0138] 该系统可以包括用于将该收集模块连接至间隔开的位置中的一个的至少一个第一长度的电缆。
- [0139] 该系统可以包括用于从该收集模块向该通信转发器供应功率的至少一个第二长度的电缆。
- [0140] 该第一长度的电缆的导电部分的横截面面积可以大于该第二长度的电缆的导电部分的横截面面积。
- [0141] 该井下通信转发器系统可以包括一个检测器,用于检测所述调制对所述接收位置处的电流的影响,以提取经编码的数据。

[0142] 该通信转发器可以被布置成用于控制由该收集模块所生成的负载,以导致在该信号传输位置处对该金属结构中的电流的所述调制。

[0143] 根据本发明的另一方面,提供了一种井下设备操作系统,该井下设备操作系统用于在具有承载电流的金属结构的井设施中操作井下设备,该系统包括:

[0144] 一个井下设备;

[0145] 一个电能收集系统,该电能收集系统包括一个收集模块,该收集模块在第一位置处电连接至该金属结构且电连接至与该第一位置间隔开的第二位置,第一位置和第二位置被选择成使得,在使用中,由于在该结构中流动的电流,所以在该第一位置和第二位置之间存在电位差;且该收集模块被布置成从该电流收集电能,该电能收集系统被布置成向该井下设备供应电功率。

[0146] 该井下设备可以包括以下中的至少一个:

[0147] 井下传感器;

[0148] 井下致动器;

[0149] 环形密封设备,例如封隔器或封隔器元件;

[0150] 阀;

[0151] 井下通信模块,例如收发器或转发器。

[0152] 该阀可以包括以下中的至少一个:

[0153] 地下安全阀;

[0154] 孔流量控制阀;

[0155] 孔至环空阀;

[0156] 环空至环空阀;

[0157] 孔至压力补偿室阀;

[0158] 环空至压力补偿室阀;

[0159] 贯穿封隔器或封隔器旁通阀。

[0160] 功率可以被供应,以控制该阀,其中用于移动该阀的功率来自另一源(例如,弹簧加载、差压),或被供应用于移动该阀或用于控制和移动该阀。该阀可以包括触发机构,例如使用来自功率递送系统的功率来使其操作的操纵阀(pilot valve)。

[0161] 该设备操作系统可以被布置成供应可变功率水平。因此,除了在要求第二更高的功率水平时,可以提供第一功率水平。当要求更高的功率水平时,通过接入更多阳极或施加更高的外加电流可以增加所施加的电流,例如阴极保护电流。由于由阴极保护电流引起的太高电位差的潜在损坏影响——氢脆(hydrogen embrittlement),所以这可能处于长期来看是不期望的但是短期可接受的水平处。因此,该系统、器械、方法可以被布置成用于临时增加所施加的电流,例如阴极保护电流。较高的功率水平可以例如被用来将阀从一种状态移动至另一状态,而其他时间使用较低的水平,例如监视和/或控制信号。

[0162] 该井下设备可以被设置在井中与该收集模块不同的位置处。

[0163] 该收集模块可以被安排在井下用于收集功率的选定位置处,且一个电缆被设置成用于进一步向井下供应电功率至井中不同位置处的该井下设备。

[0164] 用来进一步向井下供应电功率的该电缆的一个或多个导电芯的横截面面积可以小于用来将该收集模块连接至该井下结构以用于收集功率的电缆的一个或多个导电芯的

横截面面积。

[0165] 除了由该电能收集模块供应的电功率之外,另一功率源可以是该井下设备可用的。

[0166] 在上文的器械中的每个中,该收集模块可以包括可变阻抗装置,该可变阻抗装置用于使在两个连接部之间存在的负载变化。该可变阻抗装置可以是微处理器控制的。

[0167] 该可变阻抗装置可以被用来使该负载变化,以便优化能量收集。

[0168] 该可变阻抗装置可以被用来调制该负载,以便从该收集模块朝向地面传达数据。

[0169] 阻抗调制也可以在从上部位置朝向该收集模块的通信中使用,以便调制所施加的(例如,阴极保护)电流。一个可能性是将阳极接入操作和从操作断开,这将调制在井下所存在的电位。因此,可以通过将阳极接入操作和从操作断开来对数据编码。例如,可以通过开关装置选择性地形成和断开阳极和结构之间的连接。因此,该上部通信单元可以包括用于将阳极接入操作和从操作断开的开关装置。在外加电流系统中,可以调制所施加的信号以对数据编码。

[0170] 根据本发明的另一方面,提供了一种在具有承载电流的金属结构的井设施中为井下设备供电的方法,该方法包括以下步骤:

[0171] 将一个收集单元在第一位置处电连接至该金属结构且电连接至与该第一位置间隔开的第二位置,该第一位置和第二位置被选择成使得,由于在该结构中流动的电流,所以在该第一位置和第二位置之间存在电位差,且该收集单元被布置成当被连接在具有电位差的位置之间时,从电流收集电能;

[0172] 在收集单元处从该电流收集电功率;以及

[0173] 从该收集单元向该井下设备供应电功率。

[0174] 该方法可以包括以下步骤:确定存在由在该结构中流动的电流引起的电位的大小的最大值的位置;以及根据所述最大值的位置来选择将该收集单元连接至该金属结构的该第一位置。

[0175] 根据本发明的另一方面,提供了一种井下电能收集系统,该井下电能收集系统用于在具有包括承载电流的至少一段金属细长构件的金属结构的井设施中使用的,该收集系统包括:一个能量收集模块,该能量收集模块包括一个电路,该电路连接在间隔开的接触部之间,以从所述间隔开的接触部之间的电位差收集能量,其中所述间隔开的接触部中的第一接触部在第一位置处被形成至所述至少一段金属细长构件,且所述间隔开的接触部中的第二接触部在第二位置处被形成至所述至少一段金属细长构件,且该电位差由在所述至少一段细长构件中流动的电流且至少部分地由所述至少一段细长构件的阻抗引起。

[0176] 在形成第一接触部的位置处在所述至少一段金属细长构件中流动的电流可以与在形成第二接触部的位置处在所述至少一段金属细长构件中流动的电流在相同的纵向方向上流动。

[0177] 优选地,如果第一间隔开的接触部和第二间隔开的接触部这二者都被形成至相同段金属细长构件,则该段金属细长构件在该第一位置和第二位置之间连续地导电。

[0178] 优选地,该金属结构在该第一位置和第二位置之间提供不间断的电流流动路径。

[0179] 优选地,在该第一位置和第二位置之间的区域中该金属结构的多个部分内的电流

流动是在相同的纵向方向上。

[0180] 优选地,该收集模块被布置成从dc电流收集电能。

[0181] 在该第一位置处与该金属结构的电连接可以是电流连接。

[0182] 在该第二位置处与该金属结构的电连接可以是电流连接。

[0183] 在该第一位置处与该金属结构的电连接可以被形成至以下中的一个:套管、尾管、油管、连续油管、抽油杆。

[0184] 在该第二位置处与该金属结构的电连接可以被形成至以下中的一个:套管、尾管、油管、连续油管、抽油杆。

[0185] 间隔开的位置可以轴向间隔开。

[0186] 间隔开的位置可以径向间隔开。

[0187] 所述电接触部中的至少一个和该电路之间的至少一个连接部可以由绝缘电缆提供。

[0188] 优选地,该绝缘电缆具有至少 10mm^2 、优选地至少 20mm^2 、更优选地至少 80mm^2 的导电面积。

[0189] 该电缆可以是油管封装导体。

[0190] 所述位置之间的间隔可以是至少100m。

[0191] 所述连接部可以被形成至作为该金属结构的一部分的共同的一段金属细长构件。

[0192] 在一些实施方案中,所述连接部中的第一连接部被形成至作为该金属结构的一部分的第一段金属细长构件,且所述连接部中的第二连接部被形成至作为该金属结构的一部分的不同的第二段金属细长构件。

[0193] 绝缘装置可以被设置成用于使该第一段金属细长构件与该第二段金属细长构件在所述连接部的区域中电绝缘。

[0194] 该绝缘装置可以包括设置在所述段金属细长构件中的至少一个上的绝缘层或涂层。

[0195] 该绝缘装置可以包括用于保持所述段金属细长构件彼此分开的至少一个绝缘扶正器。

[0196] 该绝缘装置可以被设置成在至少100m的距离内避免两段金属细长构件之间的电接触。

[0197] 可以从井的地面供应在所述细长构件中流动的电流。

[0198] 可以从一个或多个牺牲阳极供应在所述细长构件中流动的电流。

[0199] 在所述细长构件中流动的电流可以是来自外部功率供应的外加电流。

[0200] 相对于银/氯化银参考电池,井的地面的电压在使用中可以被限制到负0.7伏至负2伏的范围。

[0201] 所述间隔开的接触部之间的电位差可以小于1伏、优选地小于0.5伏、更优选地小于0.1伏。

[0202] 该井结构在所述接触部之间的电阻可以小于0.1欧姆、优选地小于0.01欧姆。

[0203] 上部间隔开的接触部可以是:

[0204] 在井是陆地井的情况下,在陆地地面的100m内、优选地在陆地地面的50m内;且

[0205] 在井是海底井的情况下,在泥线的100m内、优选地在泥线的50m内。

[0206] 该上部间隔开的接触部可以邻近对应于由在该结构中流动的电流所引起的电位的大小的最大值的位置定位。

[0207] 该系统可以包括用于传输数据和/或接收数据的井下通信装置。

[0208] 该井下通信装置可以被布置成用于通过使在所述间隔开的位置处的连接部之间所检测到的负载变化来传输数据。

[0209] 根据本发明的另一方面,提供了一种井下设备操作系统,该井下设备操作系统包括一个如上文所限定的井下电能收集系统和一个井下设备,该收集模块被电连接至该井下设备且被布置成用于向该井下设备提供功率。

[0210] 该井下设备可以包括以下中的至少一个:

[0211] 井下传感器;

[0212] 井下致动器;

[0213] 环形密封设备,例如封隔器或封隔器元件;

[0214] 阀;

[0215] 井下通信模块,例如收发器或转发器。

[0216] 该阀可以包括以下中的至少一个:

[0217] 地下安全阀;

[0218] 孔流量控制阀;

[0219] 孔至环空阀;

[0220] 环空至环空阀;

[0221] 孔至压力补偿室阀;

[0222] 环空至压力补偿室阀;

[0223] 贯穿封隔器或封隔器旁通阀。

[0224] 该井下设备可以被设置在井中与该收集模块不同的位置处。

[0225] 该收集模块可以被安排在井下用于收集功率的选定位置处,且一个电缆可以被设置成用于进一步向井下供应电功率至井中不同位置处的该井下设备。

[0226] 用来进一步向井下供应电功率的该电缆的一个或多个导电芯的横截面面积可以小于用来将该收集模块连接至该井下结构以用于收集电功率的电缆的一个或多个导电芯的横截面面积。

[0227] 根据本发明的另一方面,提供了一种在具有承载电流的金属结构的井设施中为井下设备供电的方法,该方法包括以下步骤:

[0228] 将一个收集单元在第一位置处电连接至该金属结构,且在与该第一位置间隔开的第二位置处电连接至该金属结构,该第一位置和第二位置被选择成使得,由于在该结构中流动的电流,所以在该第一位置和第二位置之间存在电位差,且该收集单元被布置成当被连接在具有电位差的位置之间时,从电流收集电能;

[0229] 在收集单元处从该电流收集电功率;以及

[0230] 从该收集单元向该井下设备供应电功率。

[0231] 该方法可以包括其他以下步骤:确定存在由在该结构中流动的电流所引起的电位的大小的最大值的位置;以及根据所述最大值的位置来选择将该收集单元连接至该金属结构的该第一位置。

[0232] 根据本发明的另一方面,提供了一种井下电能收集系统,该井下电能收集系统在具有设置有阴极保护的金属结构的井设施中收集电能,该系统包括:

[0233] 一个收集模块,该收集模块在第一位置处电连接至该金属结构且电连接至与该第一位置间隔开的第二位置,该第一位置和第二位置被选择成使得在使用中,由于在该结构中流动的阴极保护电流,所以在该第一位置和第二位置之间存在电位差;且

[0234] 该收集模块被布置成从该阴极保护电流收集电能。

[0235] 该收集模块可以被布置成从dc电流收集电能。

[0236] 在该第一位置和第二位置之间的区域中该金属结构的多个部分内的电流流动可以是在相同的纵向方向上。

[0237] 在该第一位置和第二位置之间可以存在不间断的电流流动路径,该不间断的电流流动路径至少部分地经由该金属结构。

[0238] 该收集模块可以在该第二位置处电连接至该金属结构。

[0239] 间隔开的位置可以轴向间隔开。

[0240] 间隔开的位置可以径向间隔开。

[0241] 所述电接触部中的至少一个和该收集模块之间的至少一个连接部可以由绝缘电缆提供。

[0242] 该绝缘电缆具有至少 10mm^2 、优选地至少 20mm^2 、更优选地至少 80mm^2 的导电面积。

[0243] 该电缆可以是油管封装导体。

[0244] 所述位置之间的间隔可以是至少100m。

[0245] 所述连接部可以被形成至作为该金属结构的一部分的共同的一段金属细长构件。

[0246] 所述连接部中的第一连接部可以被形成至作为该金属结构的一部分的第一段金属细长构件,且所述连接部中的第二连接部可以被形成至作为该金属结构的一部分的不同的第二段金属细长构件。

[0247] 绝缘装置可以被设置成用于使该第一段金属细长构件与该第二段金属细长构件在所述连接部的区域中电绝缘。

[0248] 该绝缘装置可以包括设置在所述段金属细长构件中的至少一个上的绝缘层或涂层。

[0249] 该绝缘装置可以包括用于保持所述段金属细长构件彼此分开的至少一个绝缘扶正器。

[0250] 该绝缘装置可以被设置成在至少100m的距离内避免两段金属细长构件之间的电接触。

[0251] 可以从井的地面供应在所述细长构件中流动的电流。

[0252] 可以从一个或多个牺牲阳极供应在所述细长构件中流动的电流。

[0253] 在所述细长构件中流动的电流可以是来自外部功率供应的外加电流。

[0254] 相对于银/氯化银参考电池,井的地面的电压在使用中可以被限制到负0.7伏至负2伏的范围。

[0255] 所述间隔开的接触部之间的电位差可以小于1伏、优选地小于0.5伏、更优选地小于0.1伏。

- [0256] 该井结构在所述接触部之间的电阻可以小于0.1欧姆、优选地小于0.01欧姆。
- [0257] 上部间隔开的接触部可以是：
- [0258] 在井是陆地井的情况下，在陆地地面的100m内、优选地在陆地地面的50m内；且
- [0259] 在井是海底井的情况下，在泥线的100m内、优选地在泥线的50m内。
- [0260] 该上部间隔开的接触部可以邻近对应于由在该结构中流动的电流所引起的电位的大小的最大值的位置定位。
- [0261] 该系统还可以包括用于传输数据和/或接收数据的井下通信装置。
- [0262] 该井下通信装置可以被布置成用于通过使在所述间隔开的位置处的连接部之间所存在的负载变化来传输数据。
- [0263] 根据本发明的另一方面，提供了一种井下设备操作系统，该井下设备操作系统包括一个如上文所限定的井下电能收集系统和一个井下设备，该收集模块被电连接至该井下设备且被布置成用于向该井下设备提供功率。
- [0264] 该井下设备可以包括以下中的至少一个：
- [0265] 井下传感器；
- [0266] 井下致动器；
- [0267] 环形密封设备，例如封隔器或封隔器元件；
- [0268] 阀；
- [0269] 井下通信模块，例如收发器或转发器。
- [0270] 该阀可以包括以下中的至少一个：
- [0271] 地下安全阀；
- [0272] 孔流量控制阀；
- [0273] 孔至环空阀；
- [0274] 环空至环空阀；
- [0275] 孔至压力补偿室阀；
- [0276] 环空至压力补偿室阀；
- [0277] 贯穿封隔器或封隔器旁通阀。
- [0278] 该井下设备可以被设置在井中与该收集模块不同的位置处。
- [0279] 该收集模块可以被安排在井下用于收集功率的选定位置处，且一个电缆可以被设置成用于进一步向井下供应电功率至井中不同位置处的该井下设备。
- [0280] 用来进一步向井下供应电功率的该电缆的一个或多个导电芯的横截面面积可以小于用来将该收集模块连接至该井下结构以用于收集电功率的电缆的一个或多个导电芯的横截面面积。
- [0281] 根据本发明的另一方面，提供了一种井下数据通信器械，该井下数据通信器械用于在具有金属结构的井设施中使用，该金属结构被设置有阴极保护系统，以使得存在一个包括该金属结构的电路和一个接地返回，由于该阴极保护系统，所以电流环绕该接地返回流动，该井下数据通信器械包括：
- [0282] 第一通信模块，用于定位在第一位置处，且包括用于调制该第一位置处的电流以便对数据编码的调制装置；以及
- [0283] 第二通信模块，用于定位在与该第一位置间隔开的第二位置处，且包括用于检测

对该第一位置处的电流进行调制的影响以便提取所述数据的检测器。

[0284] 该调制装置可以被布置成以下中的至少一个：

[0285] i) 在该阴极保护系统是外加阴极保护系统的情况下，控制该外加阴极保护系统的信号源，以直接调制施加至该金属结构的阴极保护电流；

[0286] ii) 修改该阴极保护系统的至少一个阳极与该金属结构之间的连接部；以及

[0287] iii) 更改该电路的阻抗。

[0288] 该第一通信模块可以被布置成用于定位在井下。

[0289] 该第二通信模块可以被布置成用于定位在井下。

[0290] 该器械可以包括用于感测至少一个参数的传感器模块，其中该第一通信模块被布置成用于将对来自该传感器模块的读数进行编码的数据朝向该第二通信模块发送。

[0291] 该传感器模块可以包括压力传感器。

[0292] 该第二通信模块可以被布置成用于根据通过该第二通信模块从该第一通信模块所接收的数据向井下设备提供数据。

[0293] 该井下设备可以包括以下中的至少一个：

[0294] 井下传感器；

[0295] 井下致动器；

[0296] 环形密封设备，例如封隔器或封隔器元件；

[0297] 阀；

[0298] 井下通信模块，例如收发器或转发器。

[0299] 该阀可以包括以下中的至少一个：

[0300] 地下安全阀；

[0301] 孔流量控制阀；

[0302] 孔至环空阀；

[0303] 环空至环空阀；

[0304] 孔至压力补偿室阀；

[0305] 环空至压力补偿室阀；

[0306] 贯穿封隔器或封隔器旁通阀。

[0307] 该第一通信模块和第二通信模块中的至少一个可以包括一个通信转发器，该通信转发器用于定位在井中位于井下，且被布置成用于使用至少穿过井口的无线通信信道与超出井口的第一设备通信且被布置成用于与定位在井中且从而位于井口下方的第二设备通信，使得该通信转发器能够充当该第一设备和第二设备之间的转发器。

[0308] 该器械可以包括一个井下电功率收集模块，该井下电功率收集模块被布置成用于电连接在井设施中的两个间隔开的位置之间，且包括一个电路，该电路被布置成用于在使用中从用于收集的间隔开的位置之间的电位差收集电能，该电位差充当输入电压，该收集模块被布置成用于向该通信器械的至少一个部件供电。

[0309] 该第一通信模块可以被布置成用于控制由该收集模块所生成的负载，以产生对在该信号传输位置处该金属结构中的电流的所述调制。

[0310] 该收集模块可以被布置成从dc电流收集电能。

[0311] 根据本发明的另一方面，提供了一种井下数据通信系统，该井下数据通信系统包

括如上文所定义的井下数据通信器械,该井下数据通信器械被定位在具有设置有阴极保护的金属结构的井设施中。

[0312] 根据本发明的另一方面,提供了一种用于在具有金属结构的井设施中使用的井下数据通信系统,该金属结构被设置有阴极保护系统,使得存在一个包括该金属结构的电路和一个接地返回,由于该阴极保护系统,所以电流环绕该接地返回流动,该系统包括井下数据通信器械,该井下数据通信器械包括:

[0313] 第一通信模块,该第一通信模块被定位在第一位置处,且包括用于调制该第一位置处的电流以便对数据编码的调制装置;以及

[0314] 第二通信模块,该第二通信模块被定位在与该第一位置间隔开的第二位置处,且包括检测器,该检测器用于检测对该第一位置处的电流进行调制的影响以便提取所述数据。

[0315] 该器械可以包括一个井下电功率收集模块,该井下电功率收集模块被电连接在该井设施中的两个间隔开的位置之间,且包括一个电路,该电路被布置成用于在使用中从用于收集的间隔开的位置之间的电位差收集电能,该电位差充当输入电压,该收集模块被布置成用于向该通信器械的至少一个部件供电。

[0316] 在用于收集的间隔开的位置之间的区域中该金属结构的多个部分内的电流流动可以是在相同的纵向方向上。

[0317] 在用于收集的间隔开的位置之间可以存在不间断的电流流动路径,该不间断的电流流动路径至少部分地经由该金属结构。

[0318] 该第一通信模块和该第二通信模块中的至少一个可以被定位在井的封闭环空中。

[0319] 该系统或器械可以包括一个被布置成用于监视井的储层压力的压力传感器。

[0320] 该系统或器械可以包括一个被布置成用于监视井的环空中的压力的压力传感器。

[0321] 该系统或器械可以包括一个被布置成用于监视井的封闭环空中的压力的压力传感器。

[0322] 根据本发明的另一方面,提供了一种井下电功率收集模块,该井下电功率收集模块被布置成用于电连接在井设施中的两个间隔开的位置之间,且包括一个电路,该电路被布置成用于在使用中从所述间隔开的位置之间的电位差收集电能,该电位差充当输入电压。

[0323] 该收集模块可以被布置成从dc电流收集电能。

[0324] 该收集模块可以包括控制装置,该控制装置用于修改该电路的输入阻抗以匹配该电路的源阻抗从而优化功率转换效率。

[0325] 该电路可以包括dc-dc转换器。

[0326] 该dc-dc转换器可以被布置成以在最小阈值以上的输入电压操作,其中该最小阈值不大于0.5伏,优选地该最小阈值不大于0.25伏,且更优选地该最小阈值不大于0.05伏。

[0327] 该dc-dc转换器可以包括自启动装置,以允许在可用输入电压在该dc-dc转换器中的部件的半导体带隙电压以下时启动能量收集。

[0328] 该dc-dc转换器可以包括自启动装置,以允许在可用输入电压在0.5伏以下时启动能量收集。

[0329] 该dc-dc转换器可以包括一个升压变压器。

[0330] 该自启动装置可以包括一个场效应晶体管,该场效应晶体管与该升压变压器布置在一起以形成谐振升压振荡器。

[0331] 该dc-dc转换器可以包括晶体管的H桥,该H桥被布置成在控制装置的控制下用于向该升压变压器提供输入,且该自启动装置可以包括用于该控制装置以允许启动的辅助功率源。

[0332] 该收集模块可以包括控制装置,该控制装置被布置成控制该升压变压器的匝数比以修改由该dc-dc转换器所生成的负载。

[0333] 该升压变压器的次级绕组可以包括多个抽头和/或该升压变压器可以包括多个次级绕组且该控制装置可以被布置成选择绕组和/或抽头以提供期望的匝数比。该收集模块可以包括至少一对端子,从所述至少一对端子可以形成至两个间隔开的位置的连接部。

[0334] 该收集模块可以具有不止两个端子,其中所述端子中的每个用于允许连接至相应的位置,且该收集模块还可以包括开关装置,用于将所述端子中的两个选择性地电连接在该电路两端,从而允许选择该电路被连接在所述相应的位置中的哪些位置之间。

[0335] 这允许可以在安装期间和在安装之后与该金属结构形成多个接触的设置,关于应使用哪些接触来做出选择。因此,例如,该设置可以包括一个下部连接部和位于不同位置处的两个上部连接部。一旦被安装,就可以确定如果使用所述上部连接部中的第一上部连接部,则可以收集较大的功率,因此可以使用此第一连接部。在另一种情况下,第二上部连接部可能更好。

[0336] 也可以在使用中动态地使用该开关,以在连接部之间开关。

[0337] 在另一种情况下,可能存在两个下部连接部以及或代替地两个上部连接部,或可能存在其他数目的上部连接部和/或下部连接部。

[0338] 该收集模块可以包括用于存储所收集的功率的能量存储设备。该能量存储设备可以包括电荷存储设备,该电荷存储设备可以包括至少一个电容器和/或可再充电电池。该收集模块可以包括用于使在两个连接部之间所存在的负载变化的可变阻抗装置。

[0339] 该可变阻抗装置可以是微处理器控制的。

[0340] 该收集模块可以被布置成使用该可变阻抗装置来使该负载变化,以便优化能量收集。

[0341] 该收集模块可以被布置成使用该可变阻抗装置来调制该负载,以便将数据传达远离该收集模块。

[0342] 该收集模块可以包括一次电池,使得在使用中可以从通过该电路所收集的功率和从该一次电池选择性地汲取功率。

[0343] 根据本发明的另一方面,提供了一种井下器械,该井下器械包括一个如上文限定的收集模块和一个从该收集模块接受功率的井下设备。

[0344] 该井下器械可以包括电荷存储装置和功率控制装置,以在足够的能量可用于为该设备供电时控制至该井下设备的功率。

[0345] 该井下器械可以包括阻抗调制装置,用于使该收集模块的输入阻抗变化,以调制该负载,从而从该电功率收集单元和该井下设备中的至少一个传输数据。

[0346] 该井下器械可以包括调制装置,用于经由所述间隔开的连接部施加经调制的电压,以便传输数据。

[0347] 该井下器械可以包括一次电池,使得在使用中可以从所收集的功率和该一次电池选择性地汲取功率。

[0348] 该井下器械的井下设备可以包括以下中的至少一个:

[0349] 井下传感器;

[0350] 井下致动器;

[0351] 环形密封设备,例如封隔器或封隔器元件;

[0352] 阀;

[0353] 井下通信模块,例如收发器或转发器。

[0354] 该阀可以包括以下中的至少一个:

[0355] 地下安全阀;

[0356] 孔流量控制阀;

[0357] 孔至环空阀;

[0358] 环空至环空阀;

[0359] 孔至压力补偿室阀;

[0360] 环空至压力补偿室阀;

[0361] 贯穿封隔器或封隔器旁通阀。

[0362] 根据本发明的另一方面,提供了一种井下电能收集系统,该井下电能收集系统用于在具有承载电流的金属结构的井设施中收集电能,该系统包括:

[0363] 一个如上文所限定的收集模块,该收集模块在第一位置处电连接至该金属结构且电连接至与该第一位置间隔开的第二位置,该第一位置和第二位置被选择成使得在使用中,由于在该结构中流动的电流,所以在该第一位置和第二位置之间存在电位差;且

[0364] 该收集模块被布置成从该电流收集电能。

[0365] 根据本发明的另一方面,提供了一种井下功率递送系统,该井下功率递送系统用于在具有承载电流的金属结构的井设施中为井下设备供电,该系统包括:

[0366] 一个如上文所限定的收集模块,该收集模块在第一位置处电连接至该金属结构且电连接至与该第一位置间隔开的第二位置,该第一位置和第二位置被选择成使得在使用中,由于在该结构中流动的电流,所以在该第一位置和第二位置之间存在电位差;且

[0367] 该收集模块被布置成从该电流收集电功率且向该井下设备供应电功率。

[0368] 根据本发明的又一方面,提供了一种井下功率递送系统,该井下功率递送系统用于在具有设置有阴极保护的金属结构的井设施中为井下设备供电,该系统包括:

[0369] 一个如上文所限定的收集模块,该收集模块在两个间隔开的位置处电连接至该金属结构,所述两个间隔开的位置被选择成使得在使用中,由于在该结构中流动的阴极保护电流,所以在所述两个间隔开的位置之间存在电位差;且

[0370] 该收集模块被布置成从该阴极保护电流收集电功率且向该井下设备供应电功率。

[0371] 根据本发明的另一方面,提供了一种在具有设置有阴极保护系统的金属结构的井设施中进行数据通信的方法,使得存在一个包括该金属结构的电路和一个接地返回,由于该阴极保护系统,所以电流环绕该接地返回流动,该方法包括以下步骤:

[0372] 调制该第一位置处的电流以便对数据编码;以及

[0373] 在与该第一位置间隔开的第二位置处,检测对该第一位置处的电流进行调制的影

响,以便提取所述数据。

[0374] 所述位置中的一个可以是井眼外部位置,例如地面,所述位置中的另一个可以在井下。

[0375] 调制电流的步骤除了别的之外可以包括,以及调制装置除了别的之外可以被布置成:

[0376] i) 在该阴极保护系统是外加阴极保护系统的情况下,控制该外加阴极保护系统的信号源,以直接调制施加至该金属结构的阴极保护信号;

[0377] ii) 修改至少一个阳极与该金属结构之间的连接,从而可以例如将至少一个阳极切换为与该金属结构连接或与该金属结构断开,以调制电信号或可以使该阳极和该结构之间的阻抗变化;或

[0378] iii) 更改该电路的阻抗,这可以例如使用可变阻抗装置来实现,或通过将部件切换为与该电路连接或与该电路断开来实现。

[0379] 技术i)和ii)可能仅在一个上部位置处可用,而技术iii)可能在井下和一个上部位置处可用。

[0380] 使用此总体思想的通信可以用于例如地面至井下的单向通信,例如井下到地面的单向通信,以及双向通信。

[0381] 这些技术使通信作为混合通信系统的一部分,即信号信道的一些部分通过调制阴极保护信号提供,而一些部分通过其他技术(诸如,包括其他EM技术和声学技术的其他无线技术)提供。

[0382] 在上文的每种情况下,阴极保护(在存在的情况下)可以通过无源阴极保护系统提供或通过外加阴极保护系统提供,在无源阴极保护系统中,牺牲阳极被连接至井设施的金属结构,在外加阴极保护系统中,保护电流被施加至井设施的金属结构。

[0383] 在本方法和系统中,目的是利用现有阴极保护系统(或如果可用的话,利用其他电流源),特别是利用例如海底设施中的现有阳极(在存在的情况下)且不需要对其进行修改。因此,阳极(在存在的情况下)将典型地在井眼外部(也就是在井眼上方)且被定位在水中。此外,阳极将典型地远离要求功率和/或信号传输的位置。

[0384] 因此,任何上文的系统可以包括以下中的一个或多个:至少一个现有阳极;设置在水中的至少一个阳极,例如设置海底井设施的水体;远离将使用由该阳极产生的电流来实现功率和/或信号传输的位置的至少一个阳极。

[0385] 此外,上文的任何系统可以被布置成使得能够从电流(例如,CP电流)施加至该结构的位置向收集位置和/或信号传输位置传输功率。无论电流是无源CP电流、外加CP电流还是其他所施加的电流,都是如此。也就是说,典型地,CP电流或其他电流的源远离收集位置和/或信号传输位置。

[0386] 此外,该金属结构可以在至少一个阳极的区域和/或该收集模块的区域中不间断。

[0387] 在上文例如关于连接部的间隔、绝缘部的使用、仅径向间隔或轴向间隔的选择以及预置收集负载的选择提及通过建模来优化的情况下,可以在模型中使用以下参数中的至少一个:

[0388] 1. 从套管尺度和管件尺度、重量和材料类型(电阻率)类型以及覆盖岩层(井周围的介质)的电阻率所导出的井的顶部处的衰减率。

[0389] 2.上部连接部位置。

[0390] 3.下部连接部位置。

[0391] 4.在收集器的输入上所使用的上部电缆的横截面面积和材料(电阻率)类型。

[0392] 5.井口阳极的数目、位置、材料(电位)和表面面积。

[0393] 6.从海床/井口检查到的井的有效电阻,该有效电阻再次是从套管尺度和管件尺度、重量和材料类型(电阻率)和覆盖岩层(井周围的介质)的电阻率导出的,但这次是对于全部完成。

[0394] 在上文的每种情况下,系统可以包括用于独立于所收集的功率供应功率的一次电池。该收集模块可以包括该一次电池。在设置一次电池的情况下,可以在它保持功率时优先使用该一次电池。例如,它可能被用来实现在早期阶段使用较高的数据速率,当仅所收集的功率可用时,允许该数据速率下降。

[0395] 根据本发明的另一方面,提供了一种井设施,该井设施包括承载电流的金属结构和上文的系统或器械中的任何一个,因此例如以下中的至少一个:井下电能收集器械或系统;井下设备操作器械或系统;井下通信转发器器械或系统;功率传递器械或系统;或收集模块;或井下井监视器械或系统;或如上文所限定的井下通信器械或系统。这样的设施还可以具有用于保护该金属结构的阴极保护系统。

[0396] 注意,通常,上文的本发明的多个方面中的每个方面之后的可选特征中的每个特征同样适用于关于本发明的其他方面中的每个方面的可选特征,且可以以任何必要的措辞改变重写在每个方面之后。为了简洁起见,并非所有这样的可选特征都被重写在每个方面之后。

[0397] 例如,应理解,上文所提及的系统、方法、器械和设施中的任何一个可以利用具有上文所限定的特征的任何组合或子组合的收集模块等。

[0398] 在上文的方法、系统、器械或设施中的任何一个中所提及的井可以是海底井。

[0399] 现在将仅通过实施例的方式、参考附图描述本发明的实施方案,在附图中:

[0400] 图1示意性地示出了包括井监视器械的井设施,该井监视器械包括井下功率递送系统;

[0401] 图2A示意性地示出了图1的功率递送系统的收集模块,且图2B示出了替代井下单元;

[0402] 图2C是可以在收集模块中所使用的dc-dc转换器的示意性电路图;

[0403] 图2D是可以在收集模块中所使用的dc-dc转换器的示意性电路图;

[0404] 图3示意性地示出了包括井下通信器械的井设施,该井下通信器械包括井下通信转发器和用于为该井下通信转发器供电的井下功率递送系统;

[0405] 图4示意性地示出了包括阀操作器械的井设施,该阀操作器械包括远程控制的井下阀和用于为该远程控制的井下阀供电的功率递送系统;

[0406] 图5示意性地示出了包括替代井监视系统的井设施,该替代井监视系统包括井下计量器和用于为该井下计量器供电的井下功率递送系统;

[0407] 图6示意性地示出了替代井设施;

[0408] 图7示出了对于图1中所示出的类型的布置的最佳可收集功率相对于下部连接件的深度的曲线图;

[0409] 图8示出了能量收集优化的流程图；

[0410] 图9示出了井下单元的操作的流程图；以及

[0411] 图10示意性地示出了包括平台的井设施。

[0412] 图1示出了油井和/或气井的井设施。如众所周知的，这样的油井和/或气井可以是陆地井或海底井（意指处于任何水体下面的井），在海底井中，井口在水下且在海床、河床、湖床等上或在平台上。通常，井设施设置有阴极保护系统。在陆地井的情况下，此阴极保护系统最可能会呈外加电流阴极保护系统的形式，在外加电流阴极保护系统中，保护电流被施加至井的金属结构。另一方面，对于海底井，阴极保护最可能会是无源阴极保护系统，在无源阴极保护系统中，相对活性的金属（诸如，镁合金）的多个阳极被连接至金属结构且被暴露至井设施所位于的水中。

[0413] 注意，本技术还与注水井相关，注水井是本领域中用来将水注入到储层以帮助从其他井开采油和/或气的井。因此，本说明书中的“井设施”可以是注水井。这样的井将与本申请中更详细地示出的设施具有类似的构造。类似地，可以在钻孔的同时以及在生产期间和在废弃之后使用本技术。因此，井设施可以是局部完成的设施，在该局部完成的设施中，正在进行钻孔。更通常，可以在井设施的寿命周期的任何时期期间使用本技术。

[0414] 此外，虽然此具体描述是关于其中存在阴极保护的设施而书写的且这是特别优选的，但是许多本发明的系统和技术还在其他情形下起作用，在其他情形下，电流在金属结构上流动且可以从该金属结构收集功率。

[0415] 图1中所示出的井设施包括井口1和从地面S向下通向井的井眼内的井下金属结构2。该井设施设有阴极保护系统3A、3B。如上文所提及的，此阴极保护系统会是外加电流阴极保护系统3A或包括多个阳极的无源阴极保护3B，所述多个阳极连接至该井设施的金属结构（也就是，连接至井口1或与井口1连接的其他金属部件）。

[0416] 井下金属结构2包括向下伸展到井的井眼内的第一段金属管21，也就是，生产油管。围绕此生产油管的是第一套管22。在此层外部是第二套管23，然后是第三套管24。如将理解的，在每段金属管之间存在相应的环空。因此，在生产油管21和第一套管22之间存在第一环空，该第一环空在油气工业中通常被称为“A”环空，且在附图中由附图标记A指示。在第一套管22和第二套管23之间存在第二环空，该第二环空通常被称为“B”环空，且在附图中如此指示，且在第二套管23和第三套管24之间存在第三环空，该第三环空通常被称为“C”环空，且在附图中如此指示。井通常还可以具有另一“D”环空，且有时具有甚至更多环空。

[0417] 在其他情形下，该金属结构可以包括其他细长构件，具体地，套管、尾管（liner）、油管、连续油管（coiled tubing）、抽油杆中的一个或多个。

[0418] 在井设施中所设置的监视器械包括电功率收集模块4，在此实施方案中，该电功率收集模块4设置在A环空中。收集模块4经由电缆41被电连接至生产油管21上的一对间隔开的位置41a、41b。在一个替代方案中，收集模块4可以经由电缆被电连接至所述位置中的一个，但可以没有电缆的情况下被电连接至另一位置。收集模块4可以经由该收集模块的（或包围该收集模块的）导电壳体被电连接至所述位置中的一个。因此，仅一个这样的电缆会需要离开该壳体。

[0419] 注意，在间隔开的位置41a、41b处且在收集模块4和金属结构21之间存在电流连接。特别地，存在至金属结构21的电流连接，而非例如感应耦合。这简化了构造且去除了工

程学困难。在目前的情况下,从金属结构至收集模块中所包括的电路的输入自始至终存在电流连接,以用于收集能量。

[0420] 此外,应注意,井的金属结构通常不受此系统的安装的影响。没有绝缘接头被引入至多段金属管中的任何一个内以使系统有效,且阴极保护电流在该结构中的正常流动未被更改,当然,除了正在进行的收集以外。因此例如,在所述间隔开的位置之间,连接部所形成的该段金属结构是连续的,更通常地,所有的多段金属结构在这些区域处是连续的。这对于操作不是必要的,但是在井设施中,它是可能的且它是正常普遍情形,即该设施的标准金属结构保持不变。类似地,该电流可以且确实在连接部的区域中以及在连接部之间且在该金属结构中在相同方向上流动。再次,这是井设施中的正常普遍情形,避免了对井设施的修改。电流流动可能是在连接部所形成的单段金属结构中,或从一段跳到另一段或在几段中并行流动,关键的是,并非必须设置井中金属结构的人工布置以允许系统工作,且这样,存在由该金属结构所提供的不中断的电流流动路径,且电流流动在该金属结构中是在相同的纵向方向上。

[0421] 注意,“A”环空通常是穿过井口1通过电缆可进入的。然而,使用本布置仍然是有利的,因为它们使井口中的穿透器的数目最小化,降低了风险和费用和/或空出穿透器以用于其他用途。

[0422] 该监视器械还包括井下计量器5,该井下计量器5在井中比收集模块4设置得更深,且经由电缆42与该收集模块4连接。在此实施方案中,井下计量器5设置在封隔器P正上方。典型地,将收集模块4连接至生产单元21的电缆41会是如在油气工业中典型地使用的油管封闭导体(TEC),且将收集模块4连接至井下计量器5的电缆42也会是油管封闭导体(TEC)。此外,典型地,相比于将收集模块4连接至井下计量器5的电缆42的横截面面积,将收集模块4连接至生产油管21的多段电缆41中的导体的横截面面积会具有更大的横截面面积。

[0423] 在阴极保护设置在井设施中的情况下,井的金属结构的电位在注入点(例如,井口1)处取得足够的负电位,以便当井下金属结构2下降到井内时,抑制井口处以及沿着井下金属结构2的其他点处的腐蚀。然而,此负电位的大小会在井下金属结构进一步向下前进至井内时由于系统中的损耗而减小。因此,相比于井中更深位置处,金属结构2在井口附近的电位会更负。因此,当阴极保护电流正在井设施中流动时,在位置41a与位置41b之间会存在电位差,在位置41a处,电缆41中的第一电缆从收集模块连接至生产油管21,在位置41b处,电缆41中的另一电缆从收集模块4连接至生产油管21。因此,收集模块4会看到它两端的电位差,且这样就可以从阴极保护电流提取能量。

[0424] 应注意,提取能量将使用来自阴极保护系统的功率,然而对阴极保护系统的效力的影响或对阳极的腐蚀的任何加速会是可忽略的。典型地,阴极保护电流将是大约10安,而本系统可提取例如10毫安-100毫安。因此,所提取的电流的量很好地处于在开发阴极保护系统时通常所允许的容差内。如果期望的话,可以提供增大水平的外加电流,或所设置的阳极的数目可以增加至超过标准。这将增大阴极保护电流,从而改善收集。

[0425] 可以在收集模块4的井下位置处从该系统收集电功率,且此所收集的功率可以被用于其他目的。

[0426] 在图1的布置中,此所收集的功率被用来为井下计量器5供电,且允许从井下计量器5提取读数和将这些读数通信至地面S。

[0427] 在本实施方案中,上部通信单元6被设置成用于与收集模块4和井下计量器5通信。在此情况下,上部通信单元6被设置在地面S(在此情况下,陆地地面)处。

[0428] 应理解,可以使用诸如本布置的布置来代替常规安装的永久井下计量器(PDG),具有的优点是可以避免使用穿过井口的穿透器,同时井监视的寿命将在许多情况下是可行的。监视可以是在期望的情况下对储层压力的监视或类似地对封闭环空中的压力的监视,以例如帮助检测该系统中的任何泄漏、问题或故障。在这样的情况下,传感器和收集模块可以被定位在封闭环空中。

[0429] 所有这些选项在例如海底井设施中都是可能的,在海底井设施中,正常会存在典型地由定位于设置有海底设施的水中的牺牲阳极所生成的待被收集的电流(即,CP电流)的就绪源,且在海底井设施中,其他功率选项和信号传输选项更有问题。

[0430] 在具有海底井口的井中,常规地通常不可能(实际上/成本有效地)提供与外环空(B、C等)的液压连接或电连接。特别是这些环空在它们的基部处被密封的情况下,有用的是,监视且可选地控制这些环空中的压力,例如,以降低高压引起套管塌陷的风险。特别地,流动或井的钻孔会增大所密封的外部环空的温度,从而增大所述外部环空中的压力。在这样的情况下监视压力以及可选地在这样的情况下控制压力的能力(诸如,在环空之间具有排气阀,如在别处所提及的)是有益的。特别地,相比于在单独使用对预期压力上升的建模可实现的速率,监视封闭环空中的压力会准许以更高的速率来生产,因为所建模的压力的使用会要求更大的安全裕度和潜在地对应地降低的生产速率。如应理解的,本技术可以促进这样的监视和/或控制。

[0431] 本技术的另一具体实施方式将包括传感器模块,该传感器模块被定位在与常规永久井下计量器最常见的位置相同的位置处,且出于与常规永久井下计量器最常见的目的相同的目的而设置。

[0432] 因此,传感器模块可以被安排在A环空中,且被布置成用于通过经由穿过油管的压力连通端口感测油管中的压力来监视储层压力,从而允许基于感测到的压力来推断储层压力,且考虑静态压力和流动影响。与常规使用的PDG的情况一样,通常将以此方式推断而不是直接测量储层压力(将传感器直接定位在储层中通常是不可行的),如还应理解的,“监视储层压力”涵盖这样的测量技术的使用。

[0433] 收集模块也可以被设置在传感器模块的位置处。

[0434] 不同的技术可以被用来允许从井下计量器5朝向地面提取数据。

[0435] 在本实施方案中,收集模块4被布置成接受来自井下计量器的信号,该信号指示待被测量的参数,例如,压力和/或温度,且通过调制收集模块4在间隔开的连接部41a和41b之间所产生的负载来将此数据朝向地面传输。进而,此负载改变会改变从施加至该系统的阴极保护电流所汲取的电流的量。这进而在地面或其他方便的位置处是可检测的,这是由于在地面或其他方便的位置处该金属结构的电位的改变。可以通过检测例如井口1处的电位的改变或通过检测外加阴极保护系统3A中所使用的功率供应两端的电压或由外加阴极保护系统3A中使用的功率供应检查到的电流来检测它。在本实施方案中,该调制的影响通过上部通信单元6监视井口相对于参考接地的电位以提取压力和/或温度测量数据来检测。

[0436] 优选地,间隔开的连接部41a、41b之间的间隔是至少100米,且更可能地在300米至500米的范围内。用于间隔开的连接部41a、41b的最佳间隔可以通过为给定的设施建模来确

定。随着这些连接部之间的距离增大,这倾向于增大所述连接部之间的电位差(尽管随着下部连接部的深度增大,电位差的增大速率减小)。另一方面,随着该间隔增大,电缆41的总长度从而电缆41的电阻增大。因此,在大多数系统中,将存在最佳间隔。

[0437] 图2A更详细地示出了图1中所示出的器械的收集模块4。在此实施方案中,收集模块4具有一对端子43a、43b,相应的电缆41被连接至端子43a、43b。在金属结构和端子43a、43b之间存在电流连接。连接在这些端子43a、43b之间的是低压dc-dc转换器,该低压dc-dc转换器用于在端子43a、43b两端存在电位差的情况下收集电能。dc-dc转换器44被连接至电荷存储装置45,该电荷存储装置45包括至少一个低泄漏电容器,且被连接至微处理器驱动的中央单元46且由微处理器驱动的中央单元46控制。电荷存储装置45和中央单元46也经由相应的端子43c连接至通向井下计量器5的该段电缆42。在一个替代方案中,可以省掉电荷存储装置45,即可以根据要求或在要求时收集足够的功率,以允许连续操作。

[0438] 在操作中,中央单元46控制dc-dc转换器44的操作,以便优化负载(该负载由于阴极保护电流而呈现存在至由收集模块4的电流),以最大化可以被收集和被使用或被存储在电荷存储装置45中的能量。注意,该中央单元可以被布置成在适当时直接选择性地使用和/或递送所收集的能量,且在适当时存储能量和提取所存储的能量。

[0439] 注意,在一个替代方案中,微处理器驱动的中央单元46可以由替代电子器件代替,所述替代电子器件包括例如模拟反馈电路或状态机或甚至基于为特定设施建模的固定收集负载。

[0440] 当待使用所存储的能量时,来自电荷存储装置45的功率经由电缆42被馈送到井下计量器5,且来自井下计量器5的读数经由电缆42由中央单元46获取。中央单元46还控制dc-dc转换器44的操作,以调制在端子43a和43b之间所引入的负载,从而将承载来自井下计量器5的读数的信号发送回至地面,如上文描述的。

[0441] 注意,在本实施方案中,由于中央单元46控制dc-dc转换器44的操作以在端子43a和43b之间引入可变阻抗,所以dc-dc转换器44和中央单元46一起充当可变阻抗装置。

[0442] 注意,在替代方案中,可以在与收集模块4相同的位置处设置适当的传感器,而不是在分立的井下计量器5中设置传感器。

[0443] 特别地,可以设置如图2B中所示出的井下单元4a,该井下单元4a既包括收集模块4,又包括待被供电的至少一个井下设备。在此情况下,井下单元4a包括压力传感器47和通信单元48。

[0444] 在这样的情况下,可以不存在从井下单元4a引走的二次电缆42。另一方面,在一些其他情况下,井下单元4a仍然可以被用来为外部设备供电,即使包括它自身的传感器47和/或通信单元48,从而可能存在二次电缆42。

[0445] 在替代方案中,井下单元4a可以使用它自身的通信单元48以用于朝向地面往回通信,而不是使用如上文所描述的负载调制技术与地面通信。这样的通信可以呈EM通信信号的形式,所述EM通信信号可以经由电缆41被施加回至井下金属结构21。在其他情况下,设置在井下单元4a中的通信单元48可以是声学通信单元,用于将声学信号施加至金属结构21,从而用于朝向地面往回传输。在这样的情况下,上部通信单元则将被布置成用于接收声学信号。应理解,当根据期望或当期望时,可以遍及通信信道的任何部分或所有部分设置双向通信。另外两种通信技术可以在通信信道的任何一个分支中并行使用,因此可以并排使用

EM信号和声学信号。

[0446] 在另外的替代方案中,收集模块4或井下单元4a可以包括至少一个功率转换器,用于控制收集功率以用于递送至电荷存储装置45和/或其他部件(诸如,中央单元46)的电压。可能期望的是,在与收集能量时的电压不同的电压时和/或在与中央单元46或其他部件使用能量时的电压不同的电压时存储能量。例如,可能期望的是,在比收集和/或消耗功率时的电压更高的电压时存储功率。例如,如果在诸如传输期间存在对所存储的功率的大汲取,则这可能是有用的。

[0447] 用于dc-dc转换器的一个可能的实施方式是使用市售的集成电路。一个替代方案是使用分立部件产生类似的电路。为了提供有效性能,期望的是,能够应对低输入电压的dc-dc转换器。实现此的一种方式是使用场效应晶体管,诸如JFET开关,以使用升压变压器和耦合电容器来形成谐振升压振荡器。为了帮助优化能量收集,变压器上的匝数比可以被选择,优选地在操作期间被动态地选择。可以在变压器的次级上设置多个抽头,所述抽头可以被选择性地用来提供相应的匝数比。

[0448] 处理器(诸如,中央单元的处理器)可以被布置以控制开关,从而动态地选择相应的抽头,进而控制由dc-dc转换器所生成的负载。

[0449] 图2C示出了用于上文所描述的类型谐振升压振荡器的一个可能实施方式的示意性电路图。可用的输入电位差可以被连接在输入端子两端作为 V_{in} ,且在输出端子两端存在输出 V_{out} 。该电路包括场效应晶体管201、升压变压器202和整流输出布置203,该场效应晶体管201和升压变压器202一起充当振荡器,该整流输出布置203包括交叉二极管对206和相应的耦合电容器205。变压器202的初级绕组202a与FET 201串联连接,且输入 V_{in} 被施加在这些的两端。FET 201的栅极被连接至变压器202的次级绕组202b。在耦合电容器205的两端存在输出 V_{out} ,所述耦合电容器205各自经由相应的二极管204而被连接在次级绕组202b两端。

[0450] 变压器202的次级绕组202b包括多个抽头202c,所述多个抽头202c可以使用开关206来选择,从而允许调整匝数比。开关206可以由微处理器控制,该微处理器在此情况下是中央单元4b。

[0451] 即使当在端子两端存在的电位差(输入电压)为低(也就是0.5V或以下)时,此类型的dc-dc转换器布置也能够起作用。在实际实施例中,该输入电压可以小于0.25V且可能甚至小于0.05V。由于这与半导体带隙电压(例如,0.7V)相比非常低,所以许多类型的dc-dc转换器将不起作用,从而允许在这样的输入电压下进行能量收集。然而,基于以上原理的dc-dc转换器可以在甚至这样低的电压下起作用。这样的dc-dc转换器可以被认为包括启动装置,该启动装置被布置成允许在输入电压是0.5V或以下时以及在较高电压下操作。

[0452] 一种替代方法是提供具有分立功率源的电路,从而充当启动装置的一部分。因此,例如,可以设置一次电池以在安装之后启动该系统。此外,如果能量收集暂时停止,则能量存储器中所存储的能量可以被用来重启该系统。

[0453] 图2D示出了用于在这样的基础上操作的dc-dc转换器的一个可能实施方式的示意性电路图。图2D的dc-dc转换器包括晶体管207a的H桥207,输入电压被连接在该晶体管207a的H桥207两端。晶体管207a的栅极被连接至控制单元208,该控制单元208被布置成控制晶体管207a的开关以生成ac输出。H桥207的ac输出被连接在升压变压器202的初级绕组202a

两端。变压器202的次级绕组202b被连接至整流器209。整流器209的一个输出经由二极管204被连接至功率供应单元210的输入,且另一输出被连接至地。经由另一二极管204而被连接至功率供应单元210的输入的还有电池211。

[0454] 功率供应单元210被布置以为控制单元208供电。为了启动操作,功率供应单元210可以使用来自电池211的功率。当正通过dc-dc转换器收集能量时,则功率供应单元210可以使用从整流器209所接收的功率,即所收集的功率。

[0455] 虽然在本实施方案中功率在被收集时被直接使用,但是在替代方案中,所收集的能量也可以被存储在存储装置中且从该存储装置被使用。如本申请中的其他地方所描述的,该存储装置可以例如包括至少一个低泄漏电容器和/或至少一个可再充电电池。在能量被存储的情况下,如果在电池211已经放电之后的任何时刻停止收集,则这允许机构重启系统。

[0456] 电池211可以是一次(一次性)电池,或可以是可再充电电池,只要它在安装时被充电即可。在电池是可再充电电池的情况下,在一些实施方式中,功率供应单元210可以被布置成在可用时在其中存储能量,替代地,可能更方便的是,设置分立的能量存储装置(该能量存储装置可以包括可再充电电池)。

[0457] 还注意,在另一替代方案中,图2D中所示出的类型的dc-dc转换器可以被布置成允许控制由dc-dc转换器所生成的负载。因此例如,可以使用与图2C中所示出的布置类似的布置,其中次级绕组202b具有多个抽头且设置一个开关以允许选择抽头。此开关可以位于绕组和整流器209的输入之间。在另一替代方案中,可以设置分立的次级绕组而不是多个抽头,以实现类似的结果。如在图2C的布置的情况下,该开关可以由控制单元控制。

[0458] 还注意,在其他实施方案中,收集模块4和井下计量器5(或井下单元4a)可以被设置在井设施内的其他环空中,而不是设置在A环空中。此外,该计量器可以被布置成感测与它所位于的环空不同的环空中的参数。

[0459] 例如,这些部件可以被设置在B环空或C环空中,且定位在例如B环空中的计量器可以被布置成感测A环空、B环空、C环空或其任何组合中的一个或多个参数。应注意,这些是试图从地面提供直接电缆连接通常不可能或至少不期望的位置。因此,本发明的技术产生在井设施的寿命内监视例如B环空或C环空中的压力的可能性,其中使用常规功率递送方法将是困难的和/或昂贵的。本发明的技术避免了使用穿过井口的穿透器,这可以降低风险和成本。它们还提供相对简单、灵巧以及易于安装的解决方案。

[0460] 图3示出了与图1的井设施类似但包括井下通信转发器7而不是井下计量器的井设施。转发器7与上文关于图1、图2A至图2D所描述的相同类型的收集模块4一起设置在B环空中。在此,再次,收集模块4从金属结构2中的阴极保护电流收集功率,且将此功率提供到井下通信转发器7。

[0461] 图3的布置中的井设施、阴极保护系统和功率递送系统的结构和操作与参考图1、图2A至图2D所描述的系统中的结构和操作大体上相同。唯一的区别在于,通过功率递送系统递送功率的井下部件是通信转发器7而不是井下计量器5。

[0462] 因此,为了简洁起见,在此省略了对井设施和功率递送系统的详细描述。在关于此实施方案提到与图1和图2A至图2D中的部件相同的部件的情况下,使用相同的附图标记。

[0463] 井下通信转发器7被布置成在转发器7的区域中从井下金属结构2拾取信号,且将

相关数据向前朝向地面传输。在此实施方案中,通过进一步向下定位在井中(例如,在生产油管21中)的传输工具71将所述信号作为EM信号施加至井下金属结构2。对应地,转发器7被布置成拾取EM信号。

[0464] 在替代方案中,不同类型的传输工具可以被设置成用于发送由该转发器所拾取的信号。这样的工具可以例如被安排在油管外部。

[0465] 在替代方案中,通信转发器7可以被布置成从井下金属结构2拾取已经在井下进一步所施加的声学信号。

[0466] 类似地,井下通信转发器7可以被布置成将声学信号施加至井下结构2,以用于朝向地面传输,或可以被布置成将EM信号施加至井下金属结构2,以用于传输到地面,或可以被布置成利用上文所描述的阻抗调制信号传输技术。

[0467] 因此,例如,通信转发器7可以在它的位置处拾取信号,且通过向收集模块4施加信号或通过调制它施加在收集模块4中的功率供应上的负载,将这些信号沿着电缆42传输至收集模块4。类似地,收集模块4可以被布置成将信号施加至金属结构2,以用于朝向地面传输,或可以被布置成调制它在间隔开的连接部41a、41b之间所生成的负载,以用于通过上部通信单元6在地面处检测。

[0468] 注意,在设置井下通信转发器7的情况下,EM信号可以例如通过转发器7使用间隔开的接触部或使用感应耦合部等来拾取和/或施加,所述间隔开的接触部被形成至金属结构,所述感应耦合部包括在绝缘接头(如果存在一个的话)两端的环形线圈或信号传输。类似地,可以使用常规声学信号拾取和施加技术。

[0469] 在替代方案中,可以存在从地面向下至井下位置的通信,且通常是双向通信。因此,转发器7可以在两个方向上充当转发器。再次,可以在信道的至少一个分支上并行使用两种通信技术,以提供冗余。

[0470] 还注意,井下通信转发器7可以被设置在一个位置中,以使得不处于产品流中同时允许井操作的寿命。

[0471] 与图3相关的两个具体实施例是:

[0472] 1. 转发器7包括位于3m-500m深度处的连续供电的EM接收器,该EM接收器接收消息以及对消息进行解码,或仅使用负载阻抗调制、以较高频率连续重新传输原始数据/信号,以用于在地面处解码。

[0473] 2. 转发器7包括位于3m-500m深度处的连续供电的声学接收器,该声学接收器接收消息以及对消息进行解码,然后使用负载阻抗调制来将数据重新传输至地面。

[0474] 注意,在这两种情况下,转发器7可以与收集模块一起设置在井下单元中,或可以与收集模块分立。再次,该转发器也可以是双向转发器。

[0475] 在本说明书所描述的系统的任一个中,设备可以被布置成通过使用诸如EM或声学接收器和/或发射器的部件的间歇操作来管理功率预算,即使用整体较少的能量。

[0476] 图4示意性地示出了一种井设施,该井设施包括远程控制的阀和与上文所描述的总体类型相同的总体类型的功率递送系统。

[0477] 该井设施和该功率递送系统的总体结构和操作再次与上文关于图1、图2A至图2D中示出的布置所描述的该井设施和该功率递送系统的总体结构和操作大体上相同。因此,为了简洁起见,在此省略了对这些共同元件的详细描述,且相同的附图标记被用来指示在

两个实施方案之间共同的那些特征。

[0478] 在此实施方案中,该井设施包括如按常规设置在生产油管21中的第一液压操作的地下安全阀SSSV。

[0479] 然而,在此还在生产油管21内设置了附加的地下安全阀8,但是进一步向下设置在井中。因此,在目前的情况下,第二地下安全阀8被设置作为附加的安全措施或后退措施(fallback measure)。然而,在替代方案中,可能省掉液压操作的地下安全阀SSSV。

[0480] 通过利用功率递送系统来为第二地下安全阀8供电和操作第二地下安全阀8。特别地,收集模块4经由电缆42被连接至第二地下安全阀8,且该收集模块被布置成经由电缆42向第二地下安全阀8发出功率和控制信号。因此,从在井下结构2中行进的阴极保护电流收集能量,且此能量被用来控制和操作第二地下安全阀8。

[0481] 相比于传统的液压操作的地下安全阀SSSV,这样的地下安全阀8可以被更深地定位在井中。这是因为它不受与液压驱动系统相同的范围限制,不要求驱动液压流体朝向它。应注意,在此用于第二地下安全阀8的控制信号可以由上部通信单元6经由井1、2的金属结构传输,以被收集模块4检测且向前传输至地下安全阀8。在一些情况下,可以使得阀8以故障安全模式操作,从而该阀将在不存在功率和/或控制信号时关闭。注意,当然在一个替代方案中,阀8和收集模块可能被设置作为共同井下工具4a的一部分。此外,在一些情况下,用于关闭该阀的功率可以来自另一源,其中井下功率递送系统供应功率以用于控制操作和/或操作触发机构。

[0482] 图5示出了包括井监视器械的替代井设施。在此,再次,与参考图1、图2A至图2D所示出和描述的布置存在类似之处。再次,存在设置在井下金属结构2内且连接至井下结构2上的间隔开的位置的收集模块4,此外,存在连接至收集模块4的井下计量器5。在此情况下,收集模块4和井下计量器5这二者都被设置在B环空中,以提供对此环空中的条件的监视。井下计量器5可以例如包括压力传感器和/或温度传感器。

[0483] 在此情况下,间隔开的位置41a、41b被设置在不同段的井下金属结构2上。特别是在此实施方案中,连接部中的第一连接部41a被形成至第二套管23,而连接部中的另一连接部41b被形成至第一套管22。该系统按照与上文讨论的类似的原理工作,因此依赖于存在于这两个连接部41a、41b之间的电位差。在本实施方案中,通过至少在这些连接部的区域中使两段金属结构22、23彼此绝缘来实现此电位差。这意味着,对于来自两段金属结构22、23的阴极保护电流,存在至地的不同通路。在本实施方案中,使两段金属结构22、23彼此绝缘的装置包括设置在第一套管22的外表面上的绝缘涂层91和设置在第一套管22上以保持第一套管与第二套管23分立的多个绝缘定中心器92。

[0484] 优选地,此绝缘91和这些定中心器92将被设置在至少100米且更可能300米至500米的第一套管22的长度上。在期望和实际的情况下,绝缘间隔器可以被安装在形成环空的外部段的金属结构上。因此例如,在上文的实施例中安装在第二套管23上。注意,该绝缘不需要完全连续以提供有用的效果。产生至地的不同路径是目的。因此,虽然例如可以在100米上设置绝缘,但是它可以不是连续的,或在此距离上设置连续的绝缘。

[0485] 图5中所示出的布置的益处在于,可以省掉图1示出的布置中所要求的位于收集模块4和金属结构2之间的长长度的电缆41。这意味着该系统可以更易于安装。例如,该系统可以凭借收集模块4的壳体被安装在一件金属管上且被设置有横跨环空接触另一件管的滑动

接触部来部署。为了进一步简化位置,可以省掉井下计量器5,且将传感器与收集模块4一起设置在井下单元4a中。这样的布置可以减少安装所要求的钻机时间(rig time)。

[0486] 因此,在一些情况下,相对于设置电缆41,设置绝缘装置91、92会是优选的。可以通过与该设施有关的外部因素或可能通过对特定设施建模来确定哪个系统对于给定的设施是优选的。

[0487] 然而,在典型的情况下,在使用该系统是可行的情况下,图1的布置可能给出比图5的布置更好的性能。

[0488] 在图5中所示出的类型的布置中,通过收集模块可能检查到相对较高的电流但相对较低的电位差。因此,在图5的布置中,该电位差可以是例如10mV-20mV,且该电流可以是例如1A。另一方面,在图1的布置中,该电位差可以是例如100mV-200mV,且该电流可以是例如100mA-150mA。较高的电位差是通过由图1的布置中的电缆41所给出的较大间隔实现,但是较低的电流是由电缆的电阻引起的。

[0489] 除了如何形成连接部和实现电位差的此差异以及伴随的不同优点和缺点之外,如图5中所示出的系统的结构和操作类似于如图1中所示出的结构和操作。因此,上文关于图1至图4所解释的不同的替代方案也适用于使用诸如图5中所示出的系统的系统的情况。

[0490] 也就是说,如图5中所示出的绝缘和连接布置可以在图1、图3和图4中所示出的实施方式中的每个中使用,且类似地,上文所讨论的不同形式的收集模块4和井下单元4a可以在诸如图5中所示出的布置的布置中使用。

[0491] 注意,在一些情况下,即使在首次安装井时并不意在使用无线功能,也可能期望使用本功率递送系统来提供就绪的无线井设施。

[0492] 因此,当首次安装井以使井无线就绪时,可以设置图3中所示出的布置,其中通信转发器7和相关联的功率递送系统被包括在B环空中。如果在稍后的时间决定使用它,这将便于与地面通信,例如,井下无线信号传输工具71向地面发送信号。在此,再次注意,我们指的是井下和外部之间的“无线”,即没有电缆/电线穿过井口。

[0493] 在其他情况下,本系统可以被翻新。例如,当更换生产油管时,可以翻新诸如图1中所示出的安装在A环空中的系统的系统。在另一情况下,系统可以被安装在生产油管的主孔中。注意,重要地,本说明书中所描述的布置和技术中的每个都避免需要电缆穿透井口1。因此,可以在没有可用的穿透器或使用穿透器令人反感的情况下使用这些系统。

[0494] 虽然图4中的布置示出了设置附加的地下安全阀8,但是在其他情况下,可以设置不同类型的(可能是远程操作的)阀或部件。例如,图4中所示出的类型的布置可以与设置在井中的环空排气阀一起使用,以允许在一个环空与另一环空之间或在环空和孔之间的受控的流体连通或排气。该阀可以包括气举阀,用于允许气体从A环空进入到生产油管的孔内。类似地,该阀可以是封隔器、贯穿封隔器阀或封隔器旁通阀。再次,用于允许特定的环空在受控制下从地面排气。在另一实施例中,该阀可以包括流量控制阀,以控制来自一个区域的贡献,或提供通过消除井孔存储的影响来实现改善的压力建立数据捕获的装置。注意,在每种情况下,该阀可以是会不允许完全关断流动但例如充当可变扼流圈(choke)的流量控制设备。

[0495] 在每种情况下,该阀或部件可以是无线控制的阀或部件。

[0496] 在另一替代方案中,本技术可以被用于与由钢缆(wireline)/滑线支撑或附接至

生产油管21中的连续油管的工具通信,和/或控制与由钢缆/滑线支撑或附接至生产油管21中的连续油管的工具。也就是说,这样的工具可以被布置成向油管施加信号和/或从油管拾取信号,所述信号传递通过转发器7。

[0497] 通过本类型的系统,人们可能能够以可能50mW的水平提取功率。因此,可以提取的功率的量不是特别大,但是感兴趣的事实是,此功率可以在井的整个寿命期间可用,且足以执行有用的功能(诸如,控制井下设备、进行重要的测量和允许将这些测量传输到地面)。

[0498] 注意,通常在图1至图4中所示出的总体类型的实施方案中,收集效率将由电缆41的横截面面积支配,且由连接部41a和41b提供的源阻抗很低。这意味着,如果在一个井设施中包括多个收集系统,则任何一个收集模块4的性能存在很少降低。注意,通常任何附加的收集系统在适当的情况下将具有它自身的电缆41。这是基于电缆中的损耗意味着,通过使一个以上的收集系统共享一个电缆,通常将获得很少损耗。

[0499] 通常,可以在一个井设施中设置多个如上文所描述的类型中的任何一种的收集模块。因此,例如,可以设置计量器以监视生产油管中的条件,可以设置计量器以监视环空,且可以设置阀,所有这些都具有从分立的相应的收集模块所供应的功率。类似地,任何一个收集模块可以被用来为多个设备供电。在一些情况下,每个设备可以具有来自收集模块的专用电缆。在其他情况下,可能存在多支路(multi-drop)系统,其中来自收集模块的一个电缆被用来连接至多个井下设备。该多支路系统可以被布置成允许功率递送以及与多个井下设备通信。这样,该电缆可以承载功率信号、通信数据和寻址数据。对应地,该收集模块可以被布置成管理该多支路系统。

[0500] 注意,虽然在上文的实施方案中,电缆41、42在无阻碍的环空内伸展,但是在其他情况下,电缆41、42中的一个或多个可以传递通过封隔器(包括膨胀封隔器)、水泥或其他环形密封设备。

[0501] 还应理解,在至少一些情况下,本系统和器械的特征可以具有分布形式。因此,例如,收集模块可以被设置在会被有区别地定位的多个分立的零件、部件或子模块中。

[0502] 图6示出了替代的井设施,该井设施与图1中所示出的设施具有类似之处,且相同的附图标记被用来指示与图1的实施方案共同的特征,且省略了对这些共同特征的详细描述。

[0503] 图6中所示出的井设施帮助更详细地例示上文关于参考图1至图5示出和描述的井设施中的每个所描述的替代方案中的一些。

[0504] 该井设施以与图1相同的方式包括监视器械。因此,存在经由电缆41而被连接至一对间隔开的位置41a和41b的收集模块4。然而,在此情况下,所述位置中的第一位置41a位于生产油管21上,从而电缆中的第一电缆41被连接至生产油管,而所述间隔开的位置中的第二位置41b位于套管22上。因此,在此实施方案中,在连接部41a、41b之间存在轴向间隔和径向间隔,从而收集模块4横跨“A”环空而被连接。此外,绝缘部91被设置在生产油管21上且设置在第二连接部41b的区域中,且在此生产油管的任一侧上轴向延伸。注意,在另一替代方案中,一个连接部可能是连接至地层(formation)而非连接至金属结构。在一些情况下,功率递送系统的所有器械都可以被设置在套管外部,即位于套管和地层之间。从安装时的风险/困难的角度来看,这通常是不期望的,但是有可能的。

[0505] 此外,在本实施方案中,存在设置在“A”环空中的第二收集模块4'和第三收集模块

4”（它们是相应的井下单元的一部分）。在此实施方案中，这些其他收集模块4’、4”中的每个收集模块利用相同的第一电缆41，且这样，收集模块4’、4”中的每个收集模块的一个端子被连接至第一连接点41a。注意，在其他实施方案中，分立的电缆可以被用于形成至第一连接点的这些连接部，且这将是优选的，从而产生改善的性能。单个上部电缆（如所示出的）虽然是可能的，不太可能被使用，但是有助于简化附图。在一些情况下，可以设置多个收集模块，所述多个收集模块横跨不同的环空分布。

[0506] 在本实施方案中，类似于图1中所示出的实施方案，第一收集模块4经由次级电缆42而被连接至井下计量器5。然而，在此，井下计量器5被定位在封隔器P下方且电缆42传递通过封隔器P中。在此情况下，计量器5被布置成用于通过设置在生产油管21的壁中的端口21a对生产油管21内部的状况进行压力和/或温度测量。也就是说，尽管井下计量器5被设置在“A”环空中，但是它被布置成用于测量生产油管21内的参数。

[0507] 此外，在此实施方案中，设置了第二井下计量器5’和第三井下计量器5”。在此实施方案中，井下计量器5、5’、5”中的每个经由相同的次级电缆42而被连接至收集模块4。因此，这是多支路系统，且电缆42被用于承载功率信号、控制信号、参数数据和寻址数据，以允许为计量器5、5’、5”中的每个供电以及从其提取读数。

[0508] 注意，在替代实施方案中，可以经由个体专用电缆42而非如本实施方案中的单个电缆从一个收集模块4为许多井下计量器或其他井下设备供电。此外，如上文所提及的，虽然在本实施方案中，存在从一个收集模块延伸出的多个计量器，但是在其他实施方案中，一个收集模块可以被用于为不同类型的井下设备供电。因此，一个收集模块例如可以被用来为井下计量器、井下转发器和井下阀供电。

[0509] 在本实施方案中，第二收集模块4’是包括收集模块和传感器的井下工具的一部分。在本情形中，该传感器被布置成用于经由设置在第一套管22中的端口22a来测量“B”环空中的参数。因此，例如，第二收集模块4’中的传感器可以被布置成用于测量“B”环空中的压力和/或温度。

[0510] 此外，在本实施方案中，第三收集模块4”再次是井下工具的一部分，该井下工具在此情况下包括收集模块和用于与设置在“B”环空和“C”环空中的传感器605进行通信的通信单元。在此，传感器605和第二收集模块4”之间的通信是经由无线方式进行的。因此，例如，在传感器605和收集模块4”之间可能存在感应信号传输或声学信号传输。传感器605可以物理上尽可能靠近收集模块4”放置。

[0511] 应理解，一旦数据在上部通信单元6处，就可以使用标准通信技术（诸如，移动通信技术、因特网等）将它向前传输至任何期望的位置，传输至桌面位置D，以用于进一步处理和/或查阅。当然，也可以在桌面位置和上部通信单元6之间设置有线连接。

[0512] 此外，还可以将数据从桌面位置D发送至上部通信单元6，以用于向井下传输。因此，例如，可以使控制信号从桌面位置D经由上部通信单元6向井下传输，以控制收集模块或传感器或井下阀或转发器等的操作，且类似地，可以以此方式向井下发送任何期望的数据。

[0513] 在另一替代方案中，绝缘部可以设置在最外面的套管（例如，在图6中所示出的实施方案中，第三套管24）外部上且位于井口1附近的区域中。这可以帮助驱动由阴极保护电流引起的最大负电位进一步向下进入到井内。这是由于最小化井口附近的此区域中的泄漏。因此，在最外面的套管上设置绝缘部可以有助于允许最上面的连接部41a被较低地定位

在井中,而不显著降低系统的效力。如果人们考虑电位衰减曲线,则通过在最外面的套管24上设置绝缘部,负电位将在井口附近的绝缘区域中非常缓慢地衰减,然后一旦到达非绝缘区域,就开始更快速衰减。

[0514] 图7是示出了可用于在井设施中收集的最佳功率如何随着井中的深度变化的一个实施例的曲线图。如上文提到的,由于因为一方面连接部之间的间隔增加和另一方面电缆的电阻增加而使得可得电位差的增加,倾向于存在下部连接件41b的最佳深度,或换句话说,倾向于存在两个连接部41a和41b之间的最佳间隔。图7中所示出的曲线图涉及上部连接部41a在井口下方大约5米处从而在尾管悬挂器的区域中的位置。在此实施例中,可以看到,该下部连接件的最佳深度在井中向下大约550米。然而,还可以看到,在例如300米和950米之间的深度处可以收集相当大比例的最佳功率。一般而言,将期望使电缆的长度最小化,同时实现最佳功率收集,这暗示使第二连接部的深度最小化。然而,可能存在这样一些情况,在这些情况中,可利用收集模块可被放置在井中更深处这一事实的优势。

[0515] 用于上部连接部的最佳位置可以取决于注入CP电流(或其他电流)的位置以及该电流最大或由该电流引起的电位最大的位置。本方法和系统可以包括以下步骤:首先确定所施加的电流(或电位)具有最大大小的位置,且根据此来选择上部连接部的位置。

[0516] 在井是陆地井的情况下,上部连接部可以在地面的100米内、优选地在50米内。

[0517] 在井是海底井的情况下,上部连接部可以在泥线的100米内、优选地在50米内。

[0518] 如上文提到的,虽然上文的描述涉及从阴极保护电流收集且这是优选的,但是如果金属结构中存在其他电流,则可以同样地使用它们。

[0519] 应理解,虽然上文给出了具体实施例,但是通常该系统的部件中的任何一个可以被设置在任何可用的环空中。

[0520] 在上文提到例如关于连接部的间隔、绝缘部的使用、仅径向间隔或轴向间隔的选择以及预置收集负载的选择通过建模来优化的情况下,可以在模型中使用以下参数中的至少一个:

[0521] 1. 从套管尺度和管件尺度、重量和材料类型(电阻率)类型以及覆盖岩层(在井周围的介质)的电阻率导出的井的顶部处的衰减率。

[0522] 2. 上部连接部位置。

[0523] 3. 下部连接部位置。

[0524] 4. 在收集器的输入上所使用的上部电缆的横截面面积和材料(电阻率)类型。

[0525] 5. 井口阳极的数目、位置、材料(电位)和表面面积。

[0526] 6. 从海床/井口看到的井的有效电阻,该有效电阻再次是从套管尺度和管件尺度、重量和材料类型(电阻率)和覆盖岩层(在井周围的介质)的电阻率导出的,但这次是对于全部完成。

[0527] 在上文的系统的具体实施例中,在将收集模块连接至结构/周围环境中所使用的一个或多个电缆41可以具有例如 10mm^2 至 140mm^2 的横截面面积。 10mm^2 可能被认为是期望的操作电缆尺寸的低端。正常地,较大的横截面面积将是优选的。 140mm^2 电缆可能是Kerite(RTM) LTF3扁平类型电缆。这代表目前市售的电缆的上端,但是,如果可得的话,可以使用较大尺寸。

[0528] 图8是示出了用于优化上文所描述的类型收集模块的能量收集的过程的流程

图。

[0529] 在步骤801中,dc-dc转换器44使用初始设置/配置来启动,且将可用的能量递送到电荷存储装置45。

[0530] 在步骤802中,确定是否存在足够的电压为中央单元46中的微处理器供电。如果为否,则重复此步骤802直到答案为是,且当答案为是时,过程进行到步骤803,在此为中央单元46中的微处理器供电。

[0531] 然后,在步骤804中,该微处理器测量从能量收集器输出的功率,且在步骤805中,该微处理器修改dc-dc转换器44设置,以略微增加负载。随后,在步骤806中,确定这是否导致收集器输出的增加。如果答案为是,则过程返回到步骤805之前,以使得可以再次更改dc-dc转换器44设置,以略微增加负载。

[0532] 另一方面,如果在步骤806中确定输出未增加,则过程进行到步骤807,在步骤807中,该微处理器修改dc-dc转换器44设置,以略微减小负载,且过程返回到步骤806之前,因此可以确定这是否导致输出增加。

[0533] 在此之后,在能量收集期间迭代地重复步骤805、806和807,使得基于步骤806中的结果连续地递增和递减负载。因此,这导致功率收集的动态优化。

[0534] 如上文提到的,在dc-dc转换器44利用场效应晶体管和伴随的变压器的情况下,在步骤805和807中改变dc-dc转换器设置的步骤可以包括改变在次级变压器上所使用的抽头以适当地修改负载的步骤。这在这样的可变变压器设置有如图2D中所示出的H桥的情况下也是如此。替代地,在这样的情况下,可以调整H桥中的晶体管的占空比,以使负载变化。

[0535] 图9示出了例示上文所描述的类型井下单元4a的操作的流程图。

[0536] 在步骤901中,确定是否存在足够的功率为中央单元46中的处理器供电。如果为否,则过程停留在此步骤处,直到存在足够的功率。

[0537] 当存在足够的功率时,过程进行到步骤902,在步骤902中,确定是否已经接收到命令或是否存在发送预定数据集的要求。如果为否,则过程保持处于确定是否要求任何动作的此状态,直至要求动作。

[0538] 当要求动作时,过程进行到步骤903,在步骤903中,根据要求从传感器或从存储器恢复数据,且由能量收集器模块在连接部41a之间所呈现的负载被调制,以将数据编码。

[0539] 分立地在井口处,在步骤904中,监视井口的电压电位且在第二微处理器中解码数据。然后在步骤905中,可以将所提取的数据导出或重新传输到客户端,例如通过海水声学链路或脐带链路。

[0540] 图10示出了包括平台1000的井设施。井口1被设置在平台1000的甲板1001上。在此情况下,金属结构包括位于泥线和甲板1001之间的立管1002。生产油管21在立管1002内以及在井下伸展。套管22、23被设置在井下。最里面的套管22是立管1002的连续部。阴极保护阳极3B被设置在平台结构1000上。在平台和井下结构2(套管和生产油管)之间将存在电连接。这可以是经由钻井基盘1003和/或经由井口、立管和其他部件诸如立管导引件。在这样的情况下,可能难以知晓形成图1、图3、图4或图6中所示出的类型的收集布置的上部连接部以获得最佳性能的位置。将不会总是知晓阴极保护电流将被注入到向下伸展到井内的导电管(多段细长构件)的位置。如上文所提到的,可能期望邻近注入CP电流的位置形成上部连接。如果人们正在寻找优化,一个选项是控制此注入点,即确保在一个已知点处的电流连

接。另一选项是为系统提供用于收集模块的多个替代上部连接点,且允许在安装之后选择最有效的连接点。典型地,在这样的情况下,功率递送系统将被安装有至金属结构的多个上部电缆连接部,且通过例如在中央单元的控制下操作开关来选择表现最佳的一个。

[0541] 信号、设备和传感器选项

[0542] 上文描述了多种特定信号传输技术。为避免疑问,应注意,在当前类型的系统中,可以在信号信道的多个部分中单独地或组合地使用许多不同的信号传输技术。因此,可以以以下形式中的至少一个传输无线信号:电磁、声学、感应耦合管件和编码压力脉冲,且除非另有说明,否则在本文中对“无线”的引用涉及所述形式。

[0543] 除非另有说明,否则信号可以包括控制信号和数据信号。控制信号可以控制井下设备,包括传感器。可以响应于控制信号传输来自传感器的数据。此外,可以使用合适的控制信号来使数据获取和/或传输参数(诸如,获取和/或传输速率或分辨率)变化。

[0544] 压力脉冲包括使用正压力改变和/或负压力改变和/或管状空间或环状空间中的流体的流动速率改变来从/到井/井眼内、从/到井/井眼内的另一个位置和井/井眼的地面中的至少一个通信的方法。

[0545] 编码压力脉冲是这样的压力脉冲,其中已经使用一个调制方案来编码压力变化或流动速率变化内的命令和/或数据,且在井/井眼内使用换能器来检测和/或生成所述变化,和/或在井/井眼内使用电子系统来编码和/或解码命令和/或数据。因此,与井/井眼内电子接口一起使用的压力脉冲在本文中被定义为编码压力脉冲。如在本文中定义的编码压力脉冲的优点在于,它们可以被发送到电子接口且可以提供比发送到机械接口的压力脉冲更大的传输速率和/或带宽。

[0546] 在使用编码压力脉冲来传输控制信号的情况下,可以使用多种调制方案来编码控制信号,诸如压力改变或压力改变的速率,也可以使用开/关键控(OOK)、脉冲位置调制(PPM)、脉宽调制(PWM)、频移键控(FSK)、压力移位键控(PSK)、幅度移位键控(ASK)、调制方案的组合,例如,OOK-PPM-PWM。用于编码压力调制方案的传输速率通常很低,典型地小于10bps,且可以小于0.1bps。编码压力脉冲可以在静态流体或流动流体中被感应,且可以通过直接或间接测量压力和/或流动速率的改变来检测。流体包括液体、气体和多相流体,且可以是静态控制流体,和/或从井生产或注入到井内的流体。

[0547] 无线信号可以使得它们能够在障碍物(诸如,插头或所述环形密封设备)固定就位时传递通过该障碍物。因此,可以如下形式中的至少一个传输无线信号:电磁、声学和感应耦合管件。

[0548] EM脉冲/声学脉冲和编码压力脉冲使用井、井眼或地层作为传输介质。可以从井或从地面发送EM信号/声学信号或压力信号。如果被设置在井中,则EM信号/声学信号会能够行进通过任何环形密封设备,但是对于某些实施方案,它可以间接地行进,例如围绕任何环形密封设备。

[0549] 电磁信号和声学信号是有用的,因为它们能够在没有特殊感应耦合管件基础设施的情况下传输通过/经过环形密封设备,且对于数据传输,与编码压力脉冲相比,可以被传输的信息的量正常更高,尤其是从井接收数据。

[0550] 在使用感应耦合管件的情况下,正常存在至少十个、通常更多个个体长度的感应耦合管件,所述感应耦合管件在使用中被连结在一起,以形成一串感应耦合管件。它们具有

一体式导线且可以被形成诸如油管、钻管或套管的管件。在邻近长度之间的每个连接处存在感应耦合。可以使用的感应耦合管件可以商标Intellipipe由N O V提供。

[0551] 因此,EM信号/声学信号或压力无线信号可以作为无线信号被传送相对长的距离,被发送达至少200m,可选地大于400m或更长,这是优于其他短程信号的明显益处。感应耦合管件通过一体式导线和感应耦合件的组合提供此优点/效果。行进的距离可能更长,这取决于井的长度。

[0552] 可以通过其他方式中继或传输信号内的数据和命令。因此,无线信号可以被转换成其他类型的无线信号或有线信号,且可选地通过相同方式或通过其他方式(诸如,液压线路、电气线路和光纤线路)来中继。例如,可以通过电缆将信号传输第一距离,诸如超过400米,然后经由声学通信或EM通信将信号传输较小距离,诸如200米。在另一实施例中,可以使用编码压力脉冲将它们传输500米,然后使用液压线路将它们传输1000米。

[0553] 除了无线方式之外,还可以使用非无线方式来传输信号。信号行进的距离取决于井的深度,常常是无线信号,包括转发器,但不包括任何非无线传输,行进大于1000米或大于2000米。

[0554] 可以在相同的井中使用不同的无线信号,用于从井行进朝向地面的通信,以及从地面行进到井内的通信。

[0555] 无线信号可以被直接或间接发送到通信设备,例如利用任何环形密封设备上方和/或下方的井内中继器。可以在井中的任何点处可选地在任何环形密封设备上方从地面或从钢缆/连续油管(牵引机)段探针传送无线信号。

[0556] 声学信号和通信可以包括通过井的结构振动传输,该结构包括管件、套管、尾管、钻管、钻铤、油管、连续油管、抽油杆、井下工具;经由流体(包括通过气体)传输,包括通过井的无套管区段内的、管件内的和环形空间内的流体传输;通过静态流体或流动流体传输;通过钢缆、滑线或连续杆的机械传输;通过接地传输;通过井口装备传输。通过结构和/或通过流体的通信是优选的。

[0557] 声学传输可以是以亚音速($<20\text{Hz}$)、音速($20\text{Hz}-20\text{kHz}$)和超音速频率($20\text{kHz}-2\text{MHz}$)。优选地,声学传输是声波($20\text{Hz}-20\text{kHz}$)。

[0558] 声学信号和通信可以包括频移键控(FSK)和/或相移键控(PSK)调制方法,和/或这些方法的更高级衍生物,诸如正交相移键控(QPSK)或正交幅度调制(QAM)且优选地纳入扩展频谱技术。典型地,它们适于自动调谐声学信号传输频率和方法以适应井状况。

[0559] 声学信号和通信可以是单向的或双向的。压电式换能器、动圈式换能器或磁致伸缩换能器可以被用来发送和/或接收信号。

[0560] 电磁(EM)(有时被称为准静态(QS))无线通信正常是在以下频带中:(基于传播特性选定的)

[0561] sub-ELF(极低频率) $<3\text{Hz}$ (正常在 0.01Hz 以上);

[0562] ELF 3Hz 至 30Hz ;

[0563] SLF(超低频率) 30Hz 至 300Hz ;

[0564] ULF(特低频率) 300Hz 至 3k Hz ;以及,

[0565] VLF(非常低频率) 3kHz 至 30kHz 。

[0566] 上文的频率的一个例外是使用管作为波导的EM通信,特别是,但不仅仅是当管被

气体填充时,在该情况下,典型地可以使用30kHz至30GHz的频率,这取决于管尺寸、管中的流体和通信范围。管中的流体优选地是不导电的。US 5,831,549描述了一种遥测系统,该遥测系统涉及在气体填充的管状波导中的千兆赫传输。

[0567] sub-ELF和/或ELF对于从井到地面通信(例如,在100米以上的距离上)是有用的。对于更多本地通信,例如小于10米,VLF是有用的。用于这些范围的命名法由国际电信联盟(ITU)定义。EM通信可以包括通过以下中的一个或多个来发送通信:在一个细长构件上强加经调制的电流且使用接地作为返回;在一个管件中传输电流且在第二管件中提供返回路径;使用第二井作为电流路径的一部分;近场传输或远场传输;在井金属制品的一部分内创建一个电流环路,以在金属制品和接地之间创建电位差;使用间隔开的接触部来创建电偶极子发射器;使用环芯变压器(toroidal transformer)在井金属制品中强加电流;使用绝缘子(insulating sub);线圈天线,以为本地传输或通过地层传输创建经调制的时变磁场;井套管内的传输;使用细长构件和接地作为同轴传输线路;使用管件作为波导;与井套管外部的传输。

[0568] 尤其有用的是,在一个细长构件上强加经调制的电流且使用接地作为返回;在井金属制品的一部分内创建一个电流环路,以在金属制品和接地之间创建电位差;使用间隔开的接触部来创建电偶极子发射器;以及,使用环芯变压器来在井金属制品中强加电流。

[0569] 为了有利地控制和引导电流,可以使用许多不同的技术。例如,下面中的一个或多个:在井管件上使用绝缘涂层或间隔器;选择井管件内或外面的井控制流体或水泥,以与管件导电或电绝缘;使用高磁导率的螺旋管来创建电感,由此产生阻抗;使用绝缘导线、电缆或绝缘细长导体用于传输路径或天线的一部分;使用管件作为圆形波导,使用SHF(3GHz至30GHz)频带和UHF(300MHz至3GHz)频带。

[0570] 可以使用多种用于接收所传输的信号的装置,这些装置可以包括:检测电流流动;检测电位差;使用偶极子天线;使用线圈天线;使用环芯变压器;使用霍尔效应或类似的磁场探测器;使用井金属制品的区段作为偶极子天线的一部分。

[0571] 在使用短语“细长构件”的情况下,出于EM传输的目的,这也可以意指任何细长电导体,包括:尾管;套管;油管或管件;连续油管;抽油杆;钢缆;钻孔管;滑线或连续杆。

[0572] 计量器可以包括多种不同类型的传感器中的一个或多个。该传感器或每个传感器可以(物理地或无线地)耦合到无线发射器,且数据可以从无线发射器传输到环形密封设备上或朝向地面。可以以以下形式中的至少一个传输数据:电磁、声学 and 感应耦合管件,尤其是如在本文中上文描述的声学 and /或电磁。

[0573] 可以通过在VLF范围内的EM通信来促进这样的短程无线耦合。

[0574] 所设置的传感器可以感测任何参数,因此可以是任何类型的传感器,包括但不限于,诸如温度、加速度、振动、扭矩、移动、运动、水泥完整性、压力、方向和倾斜度、负载、各种管件/套管角度、腐蚀和侵蚀、辐射、噪声、磁力、地震移动、管件/套管上的应力和应变,包括扭曲、剪切、压缩、膨胀、屈曲和任何形式的变形;化学或放射性示踪剂检测;流体识别(诸如,气体检测);水检测、二氧化碳检测、水合物、蜡状物和砂生产;以及流体属性,诸如(但不限于)流动、密度、水切削、电阻率、pH、黏度、泡点、气/油比、烃组分、流体颜色或荧光。传感器可以是成像设备、映射设备和/或扫描设备,诸如,但不限于摄像机、视频、红外线、磁谐振、声学、超声、电、光学、阻抗和电容。传感器还可以监视井中的装备,例如阀位置或马达旋

转。此外,传感器可以适于诱导通过纳入合适的发射器和机构而检测到的信号或参数。

[0575] 器械(尤其是传感器)可以包括存储设备,该存储设备可以存储数据以便稍后的时间恢复。在某些情况下,也可以检索存储器设备且在检索之后恢复数据。该存储器设备可以被配置为存储信息达至少一分钟,可选地至少一小时、更可选地至少一周、优选地至少一个月、更优选地至少一年或多于五年。

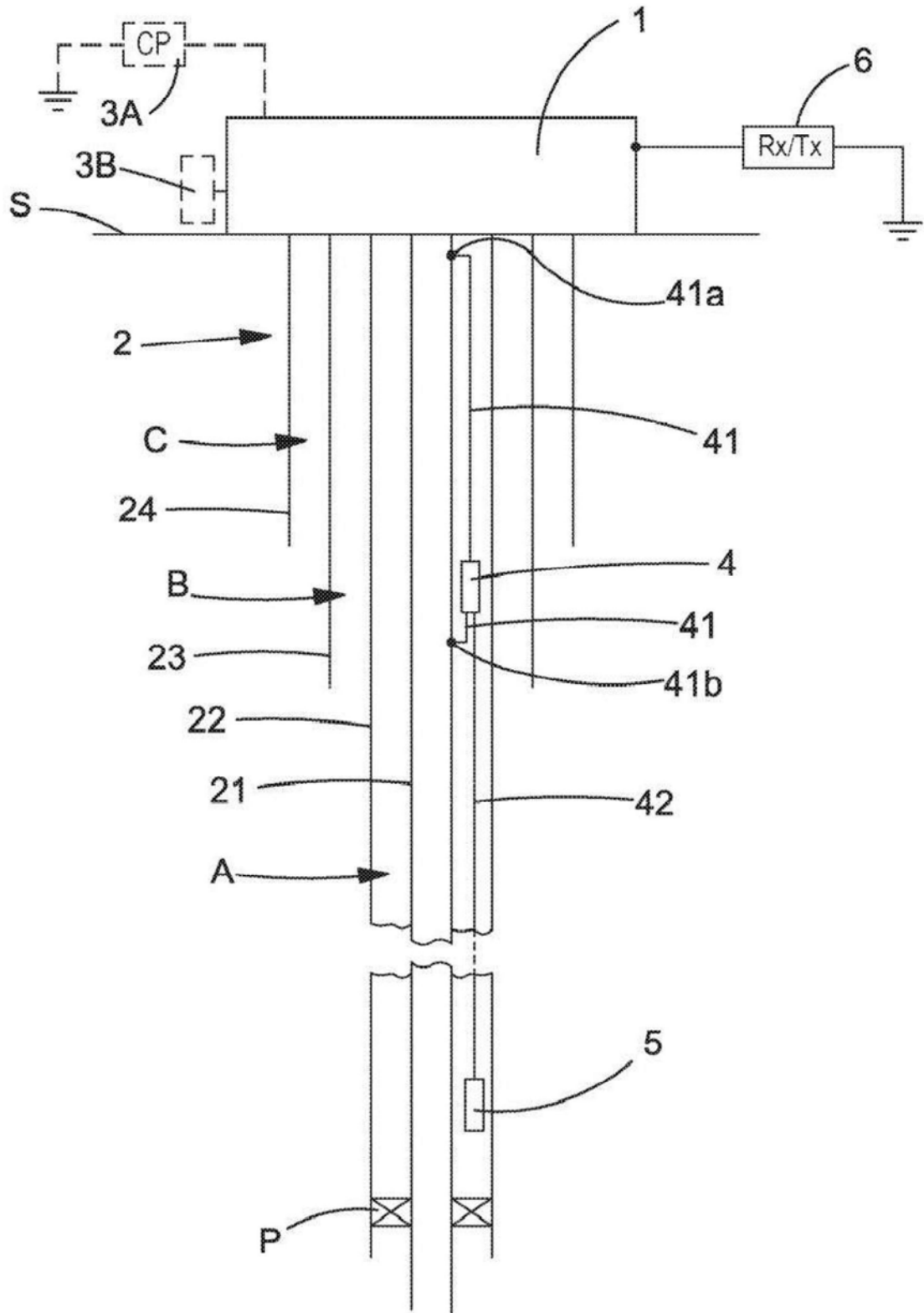


图1

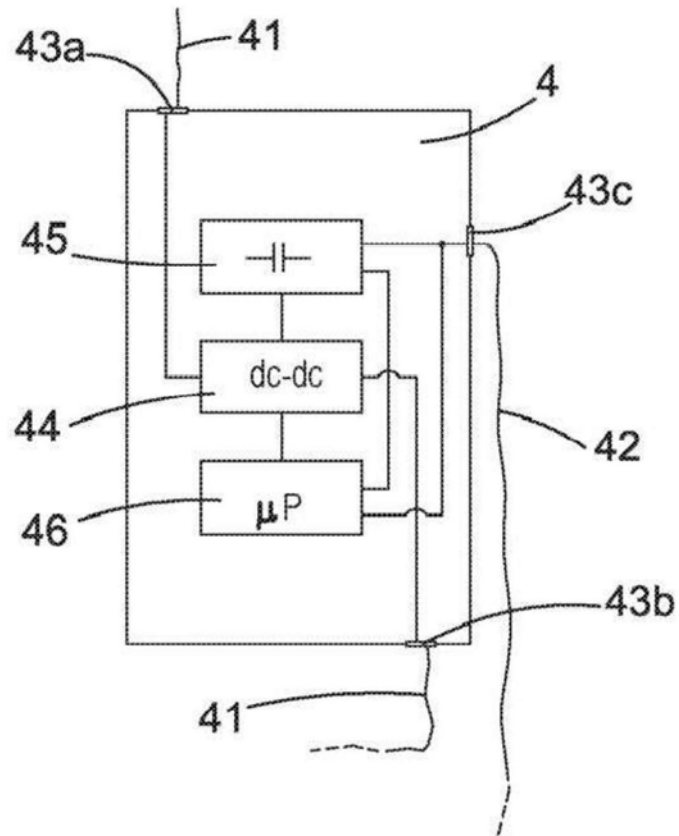


图2A

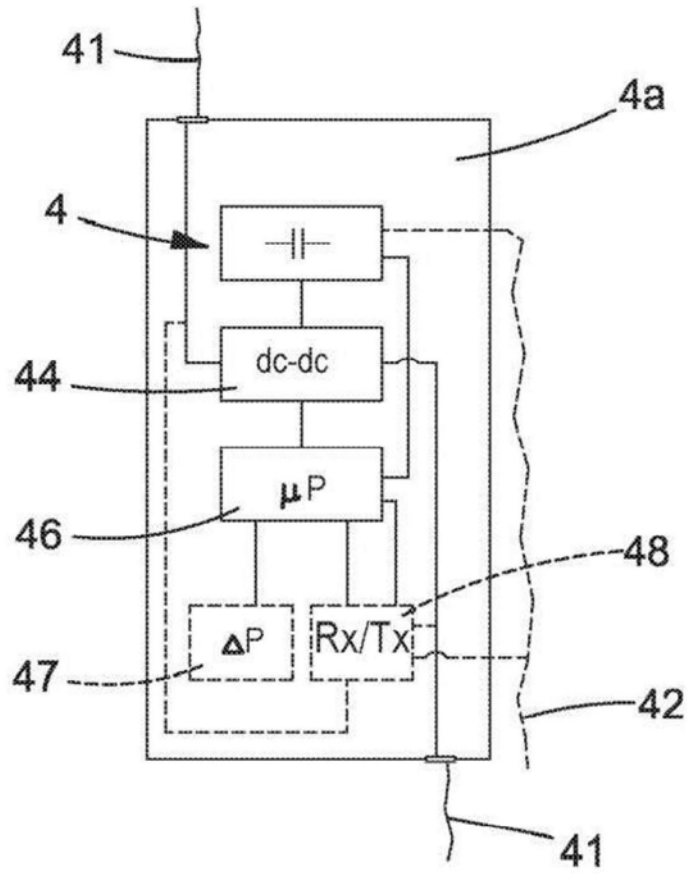


图2B

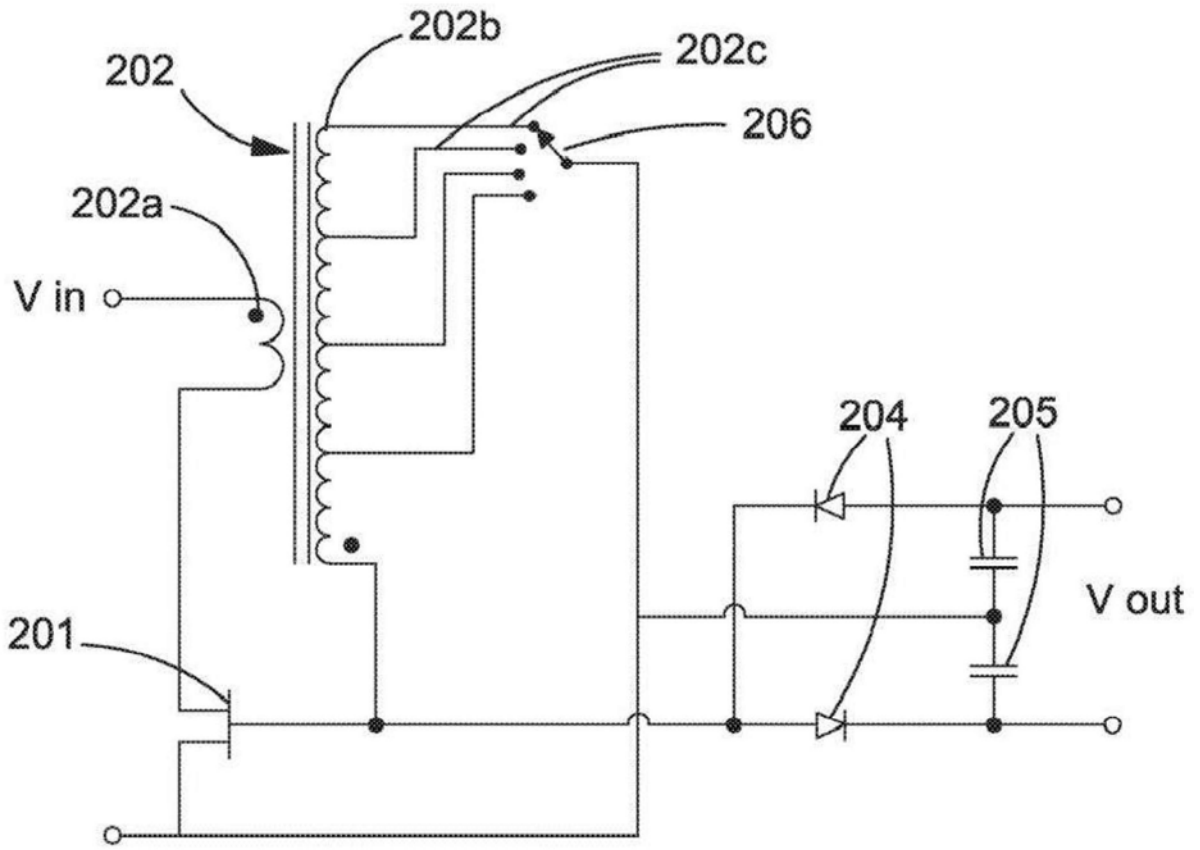


图2C

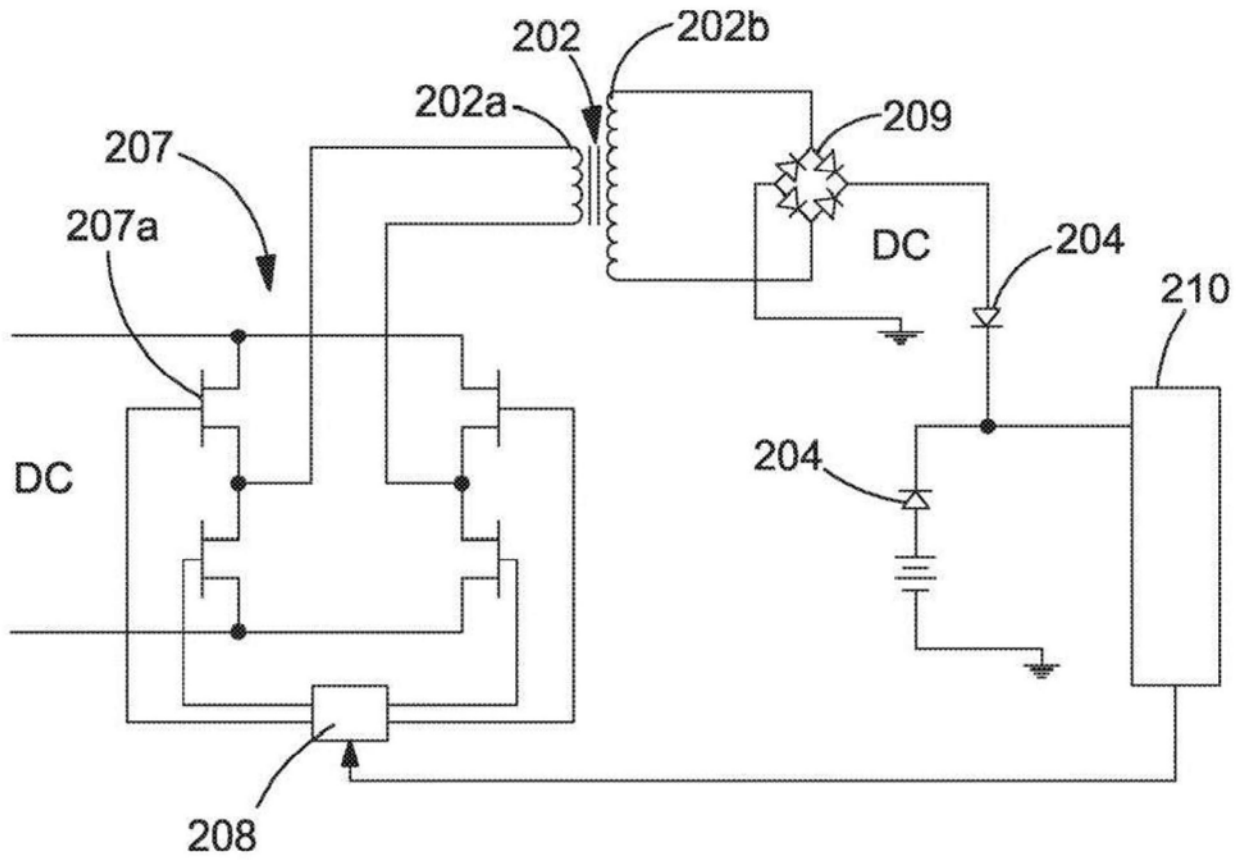


图2D

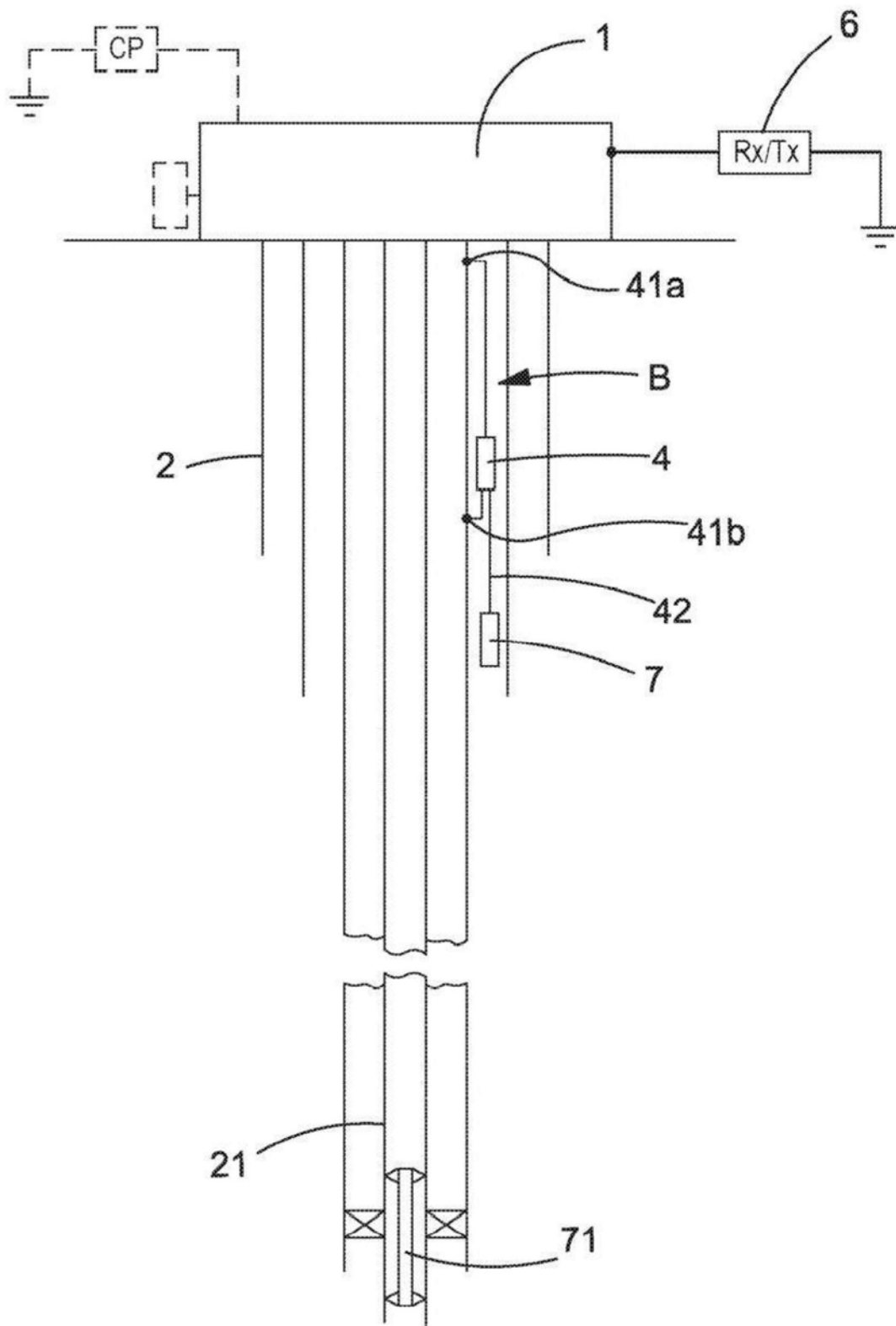


图3

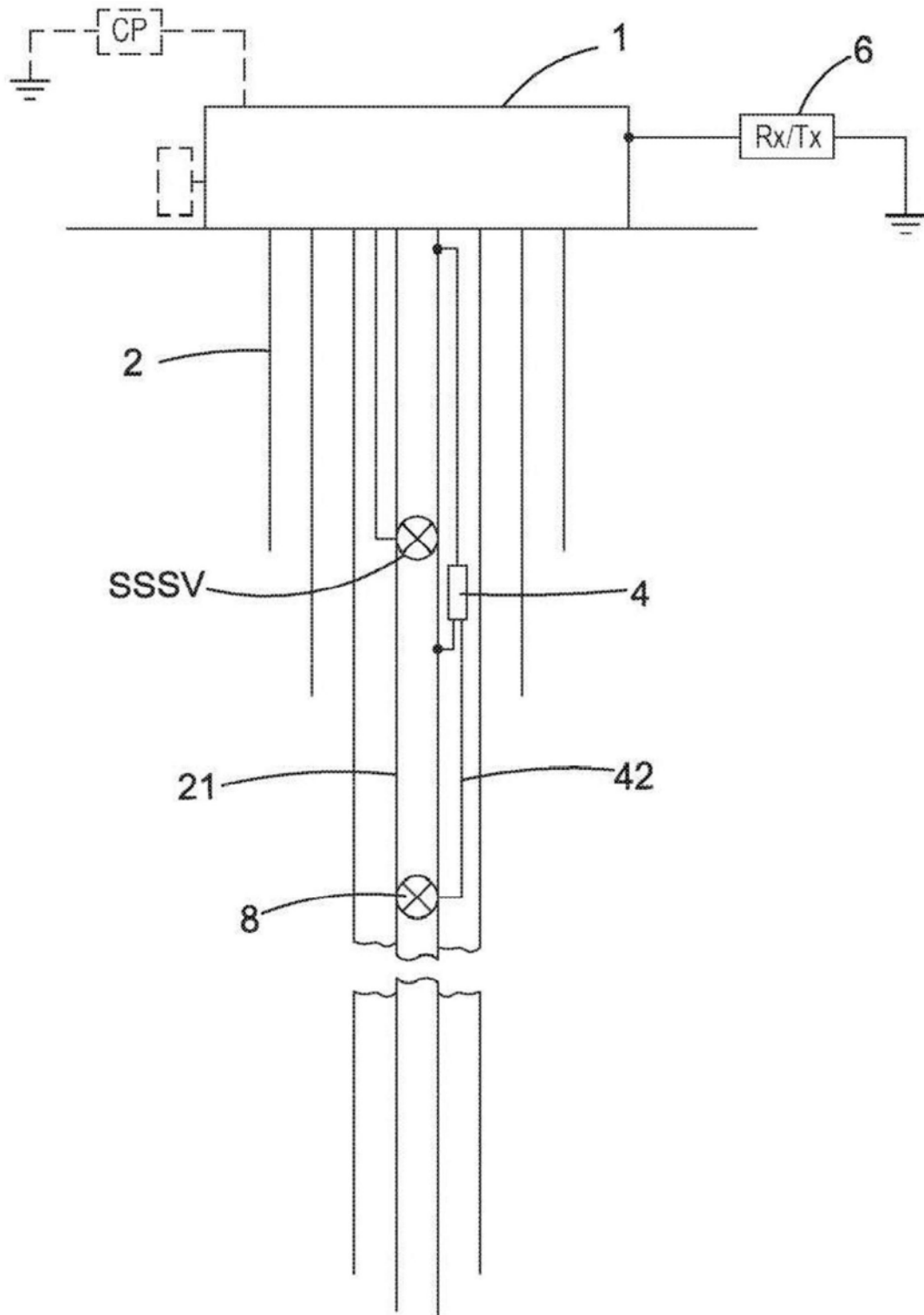


图4

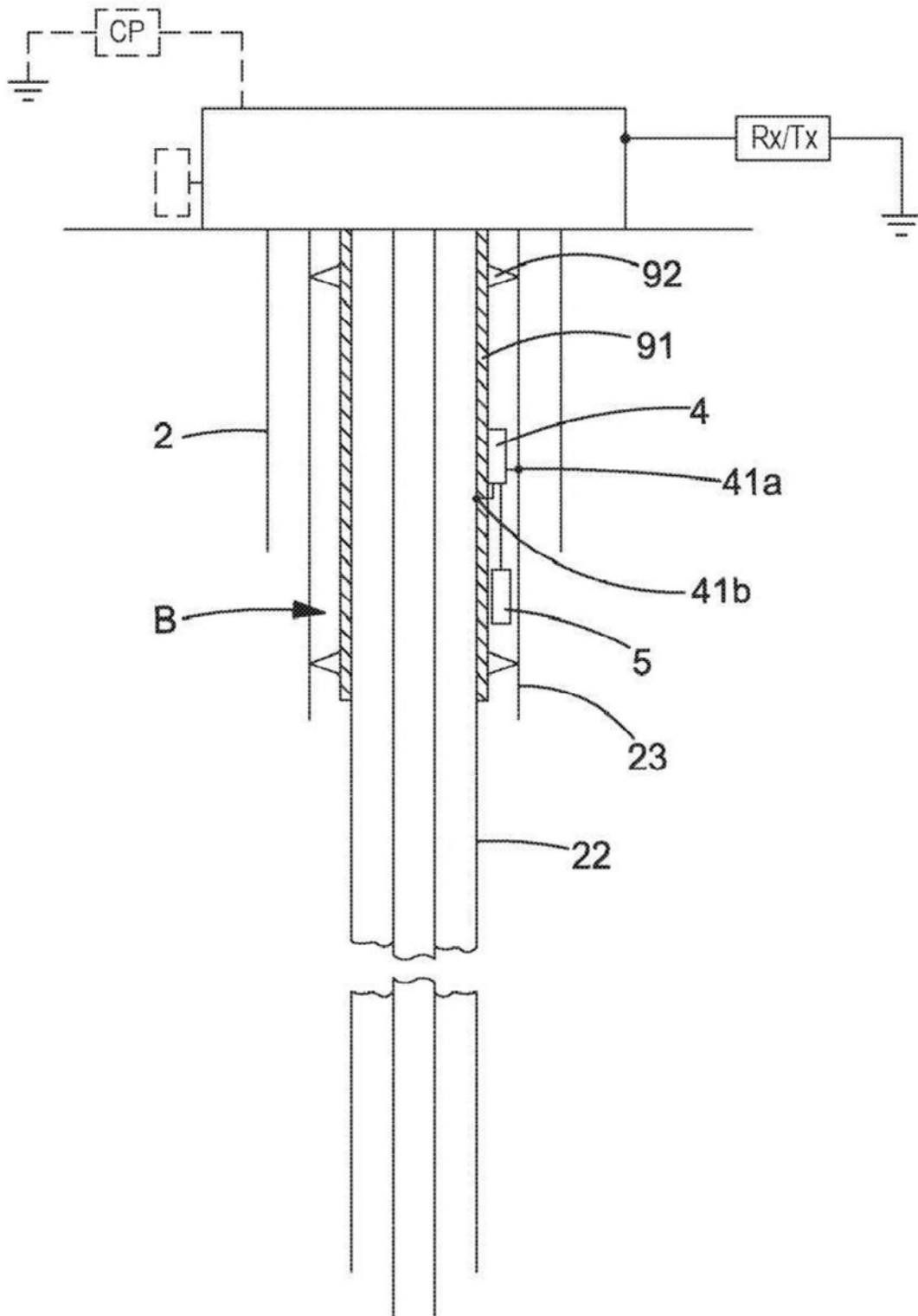


图5

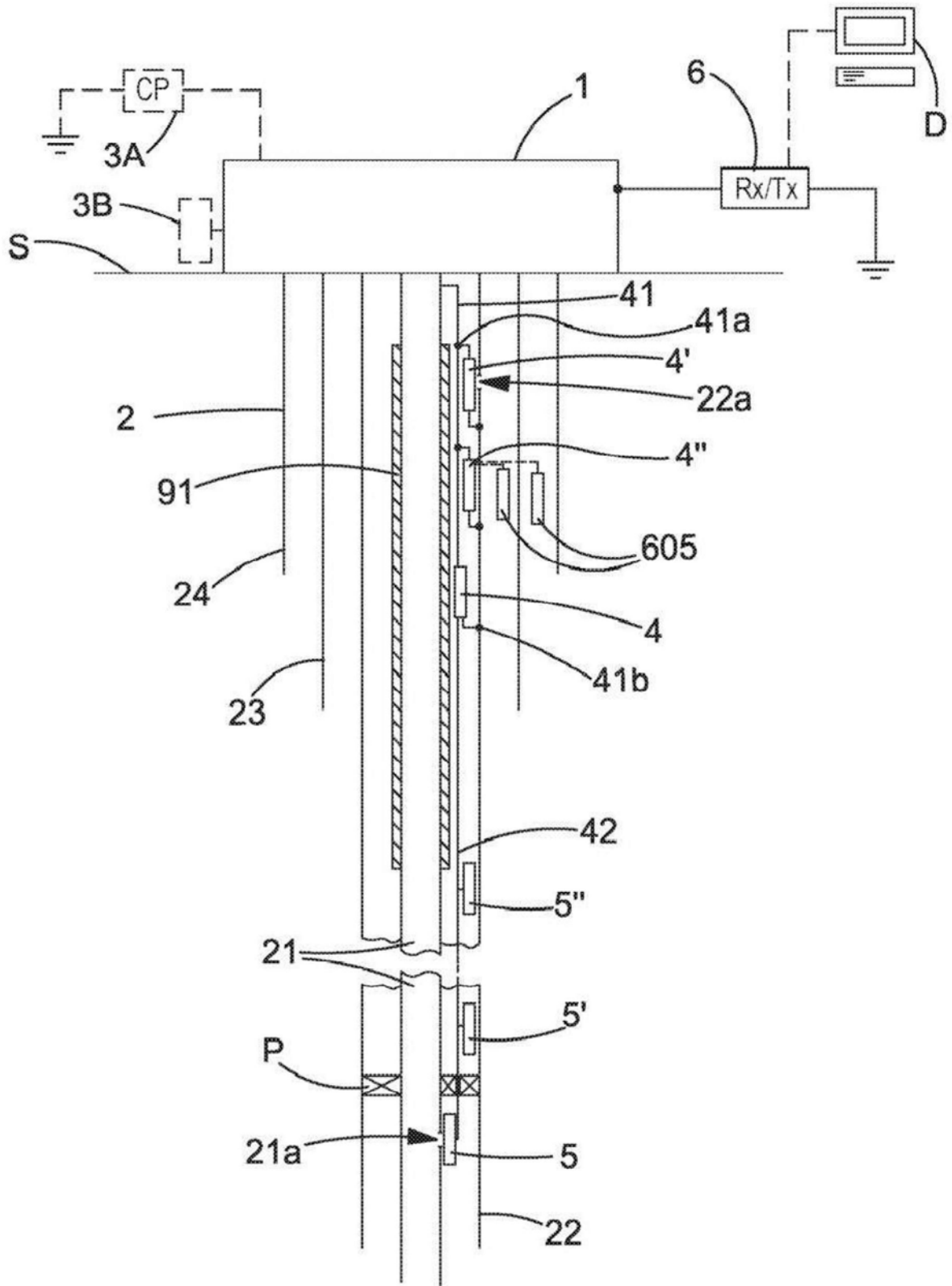


图6

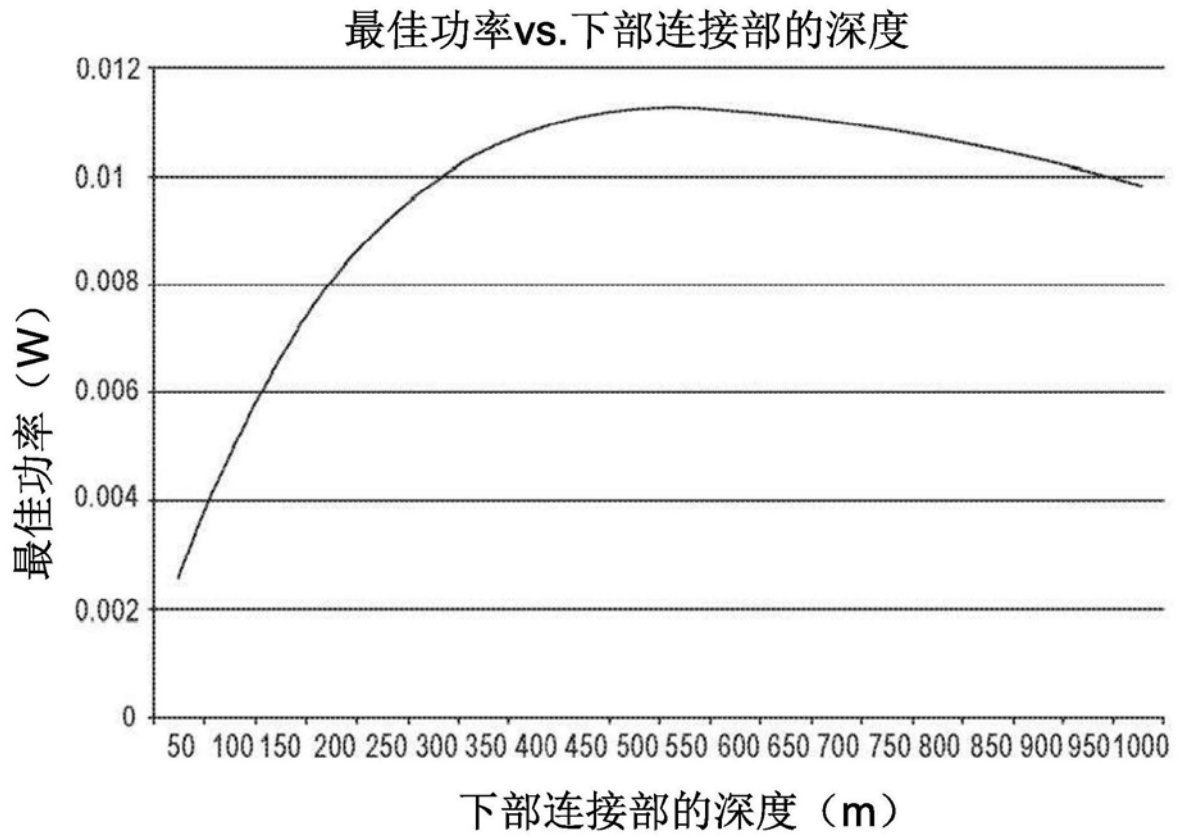


图7

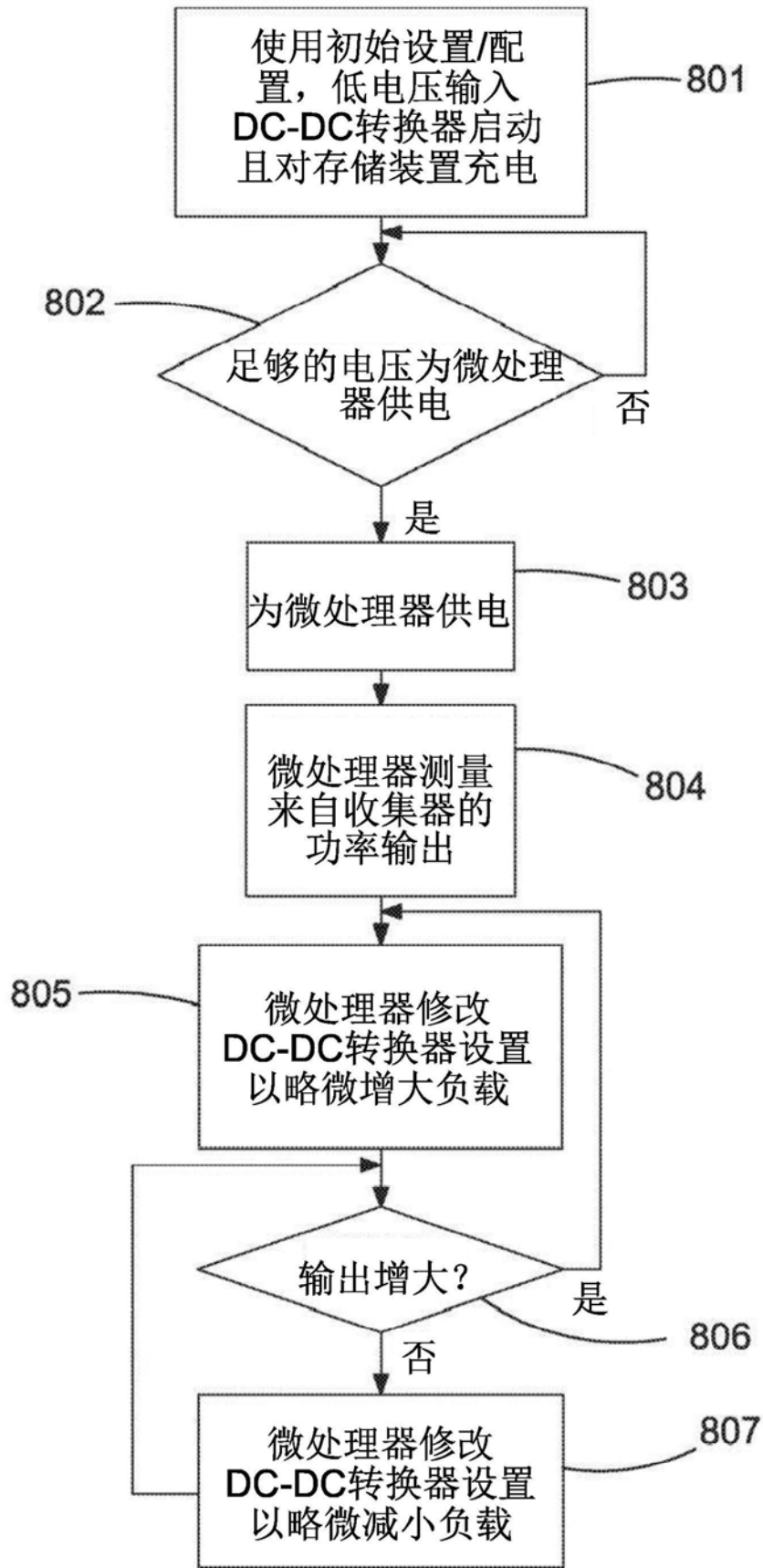


图8

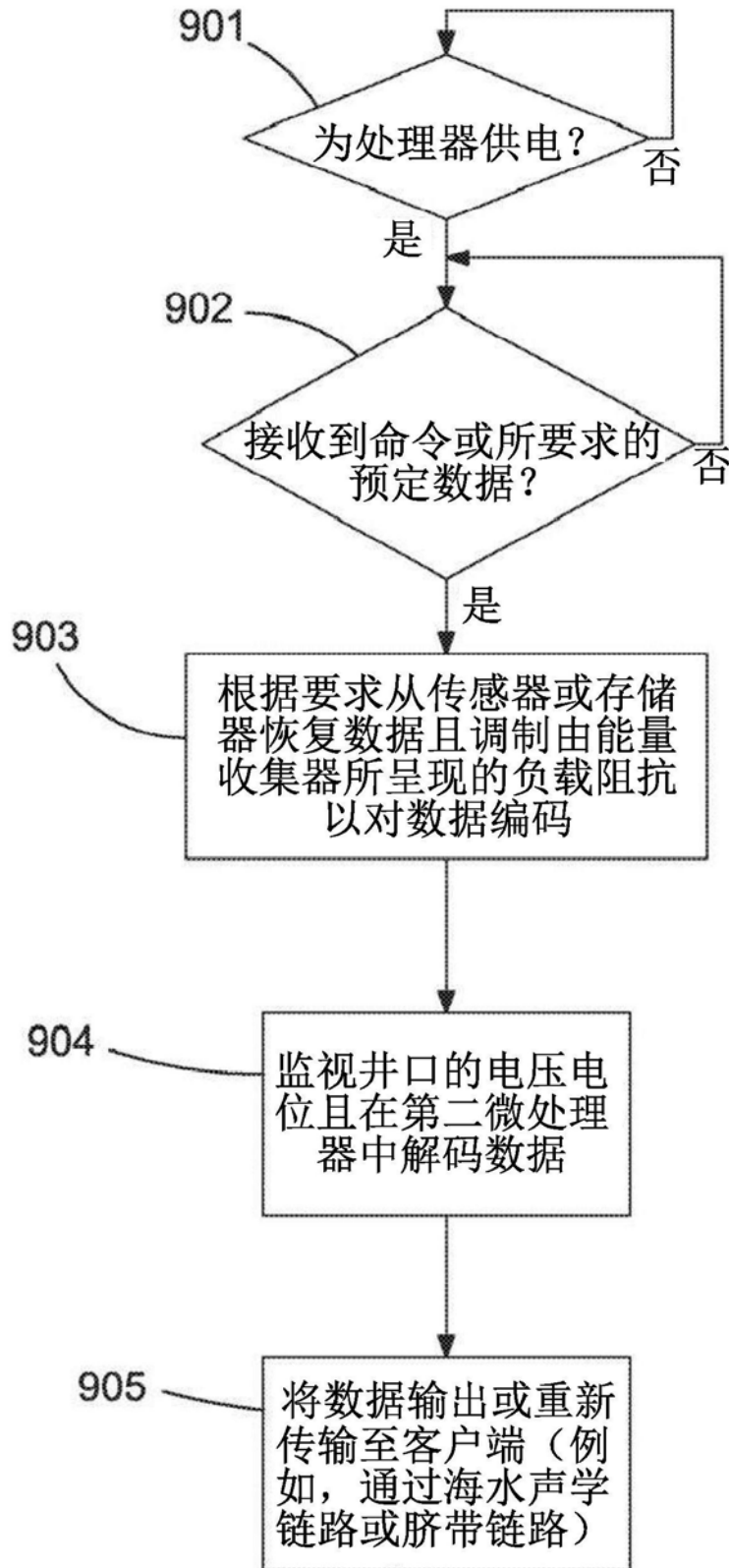


图9

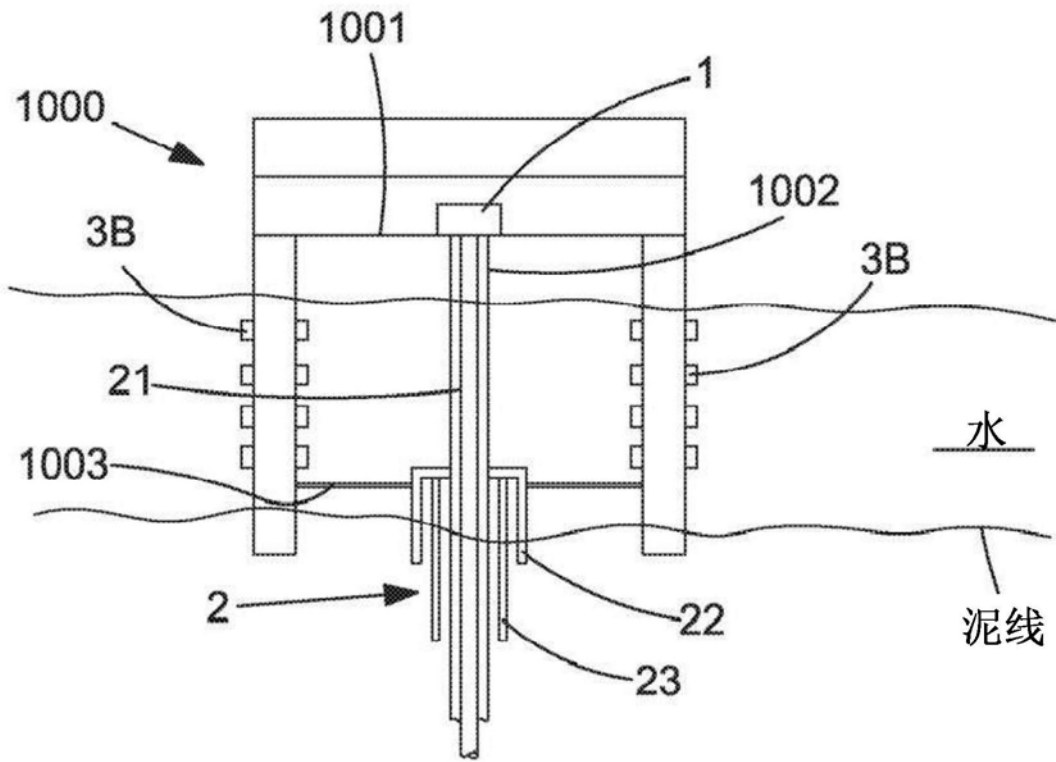


图10