



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104919137 A

(43) 申请公布日 2015.09.16

(21) 申请号 201380058061.7

代理人 王萍 尹莹莹

(22) 申请日 2013.11.06

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

E21B 47/13(2012.01)

61/723,286 2012.11.06 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015.05.06

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2013/050850 2013.11.06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/071520 EN 2014.05.15

(71) 申请人 进化工程有限公司

地址 加拿大阿尔伯塔省

(72) 发明人 阿伦·W·洛根

帕特里克·R·德尔卡茨

贾斯廷·C·洛根

大卫·A·斯维策尔 吉利(杰里)·刘

穆杰塔巴·卡齐米

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

公司 11227

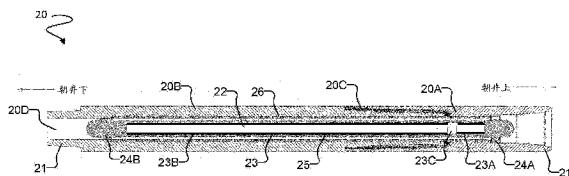
权利要求书4页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

井下电磁遥测装置

(57) 摘要

一种用于在地下钻井中使用的组件，包括具有EM遥测信号发生器的井下探管和用于将来自EM遥测信号发生器的遥测信号传递至钻柱中的绝缘短节的第一部分和第二部分的电接触件。探管的外侧表面和绝缘短节的内侧表面通过电绝缘材料层覆盖。绝缘短节内部的导电路径被移除，从而提高了EM遥测的效率。



1. 一种用于地下钻井的探管，包括：

长型的金属壳体，所述长型的金属壳体包围包括信号发生器的电子设备，所述长型的壳体包括在所述壳体的外侧上在长度方向上间隔开的第一电接触件和第二电接触件，以及电隔离间隙，所述电隔离间隙包括提供所述金属壳体的第一部分与第二部分之间的电隔离的电绝缘材料，所述间隙位于所述第一电接触件与所述第二电接触件之间；以及，

第一电隔离层，所述第一电隔离层位于所述金属壳体的外侧表面上，所述第一电隔离层至少部分地覆盖所述电隔离间隙，并且连续地延伸以覆盖所述金属壳体的一段所述外侧表面。

2. 根据权利要求 1 所述的探管，其中，所述信号发生器为电磁遥测信号发生器。

3. 根据权利要求 1 和 2 中的任一项所述的探管，其中，所述第一电接触件和所述第二电接触件位于所述长型的金属壳体的相对端部处。

4. 根据权利要求 1 至 3 中的任一项所述的探管，其中，所述第一电隔离层在所述第一电接触件与所述第二电接触件之间的距离的至少 65% 的距离上连续地覆盖所述金属壳体的所述外侧表面。

5. 根据权利要求 1 至 3 中的任一项所述的探管，其中，所述第一电隔离层在所述第一电接触件与所述第二电接触件之间的距离的至少 80% 的距离上连续地覆盖所述金属壳体的所述外侧表面。

6. 根据权利要求 1 至 3 中的任一项所述的探管，其中，所述第一电隔离层连续地覆盖所述金属壳体的所述外侧表面至少 1 米的距离。

7. 根据权利要求 1 至 3 中的任一项所述的探管，其中，所述第一电隔离层连续地覆盖所述金属壳体的所述外侧表面至少 2 米的距离。

8. 根据权利要求 1 至 7 中的任一项所述的探管，其中，所述第一电接触件与所述壳体的所述第一部分电接触。

9. 根据权利要求 8 所述的探管，其中，所述第二电接触件与所述壳体的所述第二部分电接触。

10. 根据权利要求 1 至 9 中的任一项所述的探管，其中，所述第一电隔离层包括热塑性材料。

11. 根据权利要求 1 至 9 中的任一项所述的探管，其中，所述第一电隔离层包括选自以下的材料：热塑性塑料、环氧树脂、陶瓷、弹性聚合物和橡胶。

12. 根据权利要求 1 至 11 中的任一项所述的探管，其中，所述第一电隔离层包括应用于所述探管的外侧表面的涂层。

13. 根据权利要求 1 至 11 中的任一项所述的探管，其中，所述第一电隔离层包括在所述探管的所述外侧表面接合的预成型部件。

14. 根据权利要求 13 所述的探管，其中，所述预成型部件包括预成型的管状套筒。

15. 根据权利要求 1 至 14 中的任一项所述的探管，其中，所述第一电隔离层与定中心装置一体地形成。

16. 根据权利要求 15 所述的探管，其中，在所述第一电隔离层的外侧表面上设置有在长度方向上延伸的脊部或隆起部。

17. 一种包括与绝缘短节相组合的根据权利要求 1 至 16 中的任一项所述的探管的探管

组合物，所述绝缘短节包括导电的朝井口部、导电的朝井下部、腔孔和电隔离间隙部，所述导电的朝井口部包括用于联接至钻柱中的朝井口联接件，所述导电的朝井下部包括用于联接至所述钻柱中的朝井下联接件，所述腔孔从所述朝井口联接件通过所述绝缘短节延伸至所述朝井下联接件，所述电隔离间隙部将所述绝缘短节的所述朝井口部与所述绝缘短节的所述朝井下部电隔离，其中，所述探管位于所述绝缘短节的所述腔孔内，并且所述第一电接触件与所述绝缘短节的所述朝井口部电接触，并且所述第二电接触件与所述绝缘短节的所述朝井下部电接触。

18. 根据权利要求 17 所述的探管组合物，其中，所述探管的所述电隔离间隙与所述绝缘短节的所述电隔离间隙部在长度方向上间隔开。

19. 根据权利要求 17 和 18 中的任一项所述的探管组合物，包括在所述绝缘短节的所述腔孔内绕所述探管延伸的第二电隔离层。

20. 根据权利要求 19 所述的探管组合物，其中，所述第一电隔离层和所述第二电隔离层两者均为至少 2 米长。

21. 根据权利要求 19 所述的探管组合物，其中，所述第二电隔离层的长度为所述第一电隔离层的长度的至少 75%。

22. 根据权利要求 19 所述的探管组合物，其中，所述第二电隔离层基本上覆盖所述绝缘短节的所述腔孔的壁的位于所述第一电接触件与所述第二电接触件之间的整个部分。

23. 根据权利要求 19 至 22 中的任一项所述的探管组合物，其中，所述第二电隔离层作为衬里覆于所述绝缘短节的所述腔孔的内壁。

24. 根据权利要求 23 所述的探管组合物，其中，所述第二电隔离层包括应用于所述绝缘短节的所述腔孔的所述内壁的涂层。

25. 根据权利要求 23 所述的探管组合物，其中，所述第二电隔离层包括绕所述绝缘短节的所述腔孔的所述内壁接合的管状套筒。

26. 根据权利要求 19 至 22 中的任一项所述的探管组合物，还包括钻铤，所述钻铤联接至所述绝缘短节的朝井下端部，其中，所述第二电隔离层作为衬里覆于所述钻铤的腔孔的内壁。

27. 根据权利要求 26 所述的探管组合物，其中，所述第二电隔离层包括应用于所述钻铤的所述腔孔的所述内壁的涂层。

28. 根据权利要求 26 所述的探管组合物，其中，所述第二电隔离层包括绕所述钻铤的所述腔孔的所述内壁接合的预成型部件。

29. 根据权利要求 19 至 23 和 26 中的任一项所述的探管组合物，其中，所述第二电隔离层包括形成有长度方向上延伸的瓣状部的管状套筒，所述长度方向上延伸的瓣状部接触位于所述金属壳体的所述外侧表面上的所述第一电隔离层。

30. 根据权利要求 29 所述的探管组合物，其中，所述第一电隔离层和所述第二电隔离层中的至少一者包括提供机械阻尼的材料。

31. 根据权利要求 17 至 30 中的任一项所述的探管组合物，其中，所述绝缘短节包括在所述腔孔的内侧上向内突出的向内延伸部。

32. 根据权利要求 31 所述的探管组合物，其中，所述向内延伸部包括长度方向上延伸的脊部。

33. 根据权利要求 32 所述的探管组合物, 其中, 所述长度方向上延伸的脊部包括圆形的瓣状部。

34. 根据权利要求 32 和 33 中的任一项所述的探管组合物, 其中, 所述长度方向上延伸的脊部包括与所述绝缘短节的所述朝井口部和所述朝井下部中的一者或两者一体地形成的金属脊部。

35. 根据权利要求 31 至 34 中的任一项所述的探管组合物, 其中, 所述向内延伸部进行延伸、从而从多个不同的周向方向来支承所述探管。

36. 根据权利要求 17 至 25 中的任一项所述的探管组合物, 包括联接至所述绝缘短节的朝井下端部的钻铤, 其中, 所述钻铤包括腔孔和向内延伸部, 所述向内延伸部在所述钻铤的所述腔孔的内侧上向内突出, 其中, 所述探管延伸至所述钻铤中。

37. 一种地下钻井组件, 包括 :

绝缘短节, 所述绝缘短节包括导电的朝井口部、导电的朝井下部、腔孔和电隔离间隙部, 所述导电的朝井口部包括用于联接至钻柱中的朝井口联接件, 所述导电的朝井下部包括用于联接至所述钻柱中的朝井下联接件, 所述腔孔从所述朝井口联接件通过所述绝缘短节延伸至所述朝井下联接件, 所述电隔离间隙部将所述绝缘短节的所述朝井口部与所述绝缘短节的所述朝井下部电隔离;

在所述腔孔内延伸的探管, 所述探管包括长型的壳体, 所述长型的壳体包围包括信号发生器的电子设备, 所述长型的壳体包括在所述壳体的外侧上在长度方向上间隔开的第一电接触件和第二电接触件; 以及

绕过所述探管的流体运送通道, 其中, 所述流体运送通道的壁至少在所述通道的从位于所述电隔离间隙部上方的位置在长度方向上延伸至位于所述电隔离间隙部下方的位置的区段中电隔离。

38. 根据权利要求 37 所述的地下钻井组件, 其中, 所述流体运送通道被配置成在所述探管上方运送在所述腔孔中流动的全部流体。

39. 根据权利要求 38 所述的地下钻井组件, 其中, 所述流体运送通道的截面是环状的并且所述流体运送通道绕所述探管延伸。

40. 一种通过使用钻柱执行的地下钻井方法, 所述钻柱包括绝缘短节和位于所述绝缘短节的腔孔中的电子设备包, 其中, 所述电子设备包包括与所述绝缘短节的导电部电接触的第一电接触件和第二电接触件, 所述方法包括 :

将钻井液沿所述钻柱的腔孔传递; 以及,

在所述电子设备包的位置处, 将所述钻井液引导至与所述绝缘短节的导电部和所述电子设备包的壳体的导电部两者均电隔离的通道中。

41. 根据权利要求 40 所述的方法, 其中, 所述通道的横截面是环状的。

42. 根据权利要求 40 和 41 中的任一项所述的方法, 其中, 所述通道围绕至少所述电子设备包的在所述电接触件之间的部分。

43. 根据权利要求 40 至 42 中的任一项所述的方法, 包括在所述通道中将所述钻井液运送至少 1 米的距离。

44. 根据权利要求 40 至 42 中的任一项所述的方法, 包括在所述通道中将所述钻井液运送至少 $1\frac{1}{2}$ 米的距离。

45. 根据权利要求 40 至 42 中的任一项所述的方法，包括在所述通道中运送所述钻井液在所述第一电接触件与所述第二电接触件之间的距离的至少 65% 的距离。

46. 一种地下钻井组件，包括：

绝缘短节，所述绝缘短节包括导电的朝井口部、导电的朝井下部、腔孔和电隔离间隙部分，所述导电的朝井口部包括用于联接至钻柱中的朝井口联接件，所述导电的朝井下部包括用于联接至所述钻柱中的朝井下联接件，所述腔孔从所述朝井口联接件通过所述绝缘短节延伸至所述朝井下联接件，所述电隔离间隙部将所述绝缘短节的所述朝井口部与所述绝缘短节的所述朝井下部电隔离；

EM 遥测信号发生器，所述 EM 遥测信号发生器安置在所述绝缘短节的壁内，所述 EM 遥测信号发生器具有电联接至所述绝缘短节的所述朝井口部和所述朝井下部的输出引线；以及，

电隔离套筒，所述电隔离套筒作为衬里覆于所述绝缘短节的所述腔孔，所述电隔离套筒覆盖所述绝缘短节的电隔离间隙部与所述绝缘短节的所述朝井口部和所述朝井下部中的一者之间的至少一个接合处，并且沿着所述绝缘短节的所述朝井口部和所述朝井下部中的所述一者连续地延伸。

47. 一种具有如本文中描述的任何新的和发明性的特征、特征的组合或特征的子组合的装置。

48. 一种具有如本文中描述的任何新的和发明性的步骤、动作、步骤和 / 或动作的组合或步骤和 / 或动作的子组合的方法。

井下电磁遥测装置

[0001] 相关申请的参考

[0002] 本申请要求于 2012 年 11 月 6 日提交的美国申请 No. 61/723, 286 的优先权。对于美国而言, 本申请按照 35U. S. C § 119 要求于 2012 年 11 月 6 日提交的并且标题为 DOWNHOLE ELECTROMAGNETIC TELEMETRY APPARATUS(井下电磁遥测装置) 的美国申请 No. 61/723, 286 的权益, 为各种目的将其内容通过参引并入本文。

技术领域

[0003] 本申请涉及地下钻井, 具体地涉及用于对来自井下位置的信息进行遥测的装置。实施方式可适用于获得碳氢化合物的钻井。

背景技术

[0004] 从地下区域获得碳氢化合物依靠钻井筒的过程。

[0005] 通过使用地表定位的钻井装备形成井筒, 该钻井装备驱动钻柱, 钻柱从地表装备最终延伸至感兴趣的地层或地下区域。钻柱可以在地表以下延伸数千英尺或数千米。钻柱的末端包括用于钻出井筒(或使井筒延伸)的钻头。通常呈钻井“泥浆”形式的钻井液通常被泵送通过钻柱。钻井液对钻头进行冷却和润滑并且携带钻屑返回地面。钻井液还可以用于帮助控制井底压力, 以抑制碳氢化合物从地层流入井筒并且在地表处可能的喷出。

[0006] 井底组件 (bottom hole assembly, BHA) 是为钻柱的末端端部处的装备指定的名称。除钻头之外, BHA 还可包括元件比如: 用于操纵钻井方向的装置 (例如, 可操纵的井下泥浆马达或旋转可操纵系统); 用于测量周围地质形态的特性的传感器 (例如, 在测井中使用的传感器); 用于当钻井进行时测量井下情况的传感器; 用于遥测至地表的数据的系统; 稳定装置; 重型钻铤、脉冲装置等。BHA 通常通过金属的管状柱 (钻杆) 前进至井筒中。

[0007] 遥测信息对于高效的钻井操作来说是非常宝贵的。例如, 遥测信息可以被钻机操作人员使用, 以对关于钻头的控制和操纵做出判定, 从而基于多个因素 (包括法定边界、现有井的位置、地层特性、油气规模和位置等) 来优化钻井速度和轨迹。必要时操作人员可以基于在钻井进程期间从井下传感器收集且通过遥测技术传输至地表的信息从计划的路径做出故意的偏离。获得实时数据的能力允许相对更经济的并且更有效率的钻井操作。

[0008] 各种技术已经被用于将来自钻孔中的位置的信息传输至地表。这些技术包括通过在钻孔中的流体中产生振动来传输信息 (例如, 声学的遥测或泥浆脉冲遥测), 以及借助于至少部分地穿过地球传播的电磁信号来传输信息 (EM 遥测)。其他遥测系统使用硬线钻杆或光纤线缆以将数据传至地表。

[0009] 用于电磁遥测的常规结构使用钻柱的部分作为天线。通过在钻柱中包含隔离连接件或连接器 (“绝缘短节 (gap sub)”), 钻柱可以分成两个导电的区段。绝缘短节通常放置在井底组件内, 使得钻柱中 BHA 上方的金属钻杆作为一个天线元件, 并且在 BHA 中的金属区段用作另一个天线元件。然后, 电磁遥测信号可以通过在两个天线元件之间应用电信号来传输。信号通常包括以编码信息从而传输至地表的方式施加的非常低频 AC 信号。在地表

处可以检测电磁信号，例如通过测量钻柱与一个或更多个接地棒之间的电位差。EM 遥测的挑战是当产生的信号传播至地表时其明显地减弱。另外，可用于产生 EM 信号的电源可以由电池或另一具有有限容量的电源提供。因此，理想的是提供高效地产生 EM 信号的系统。

[0010] 绝缘短节的设计是 EM 遥测系统中重要的因素。绝缘短节必须提供在钻柱的两个部分之间的电隔离，以及承受在钻井期间引起的极端机械负荷以及钻杆的中央与外部之间出现的高压差。钻柱部件通常由高强度、易延展的金属合金制成，来处理负荷而不会出故障。适用于绝缘短节的不同的电隔离部分的大多数电绝缘材料比金属较弱（例如橡胶、塑料、环氧树脂）或非常脆（陶瓷）。这使得难以设计出既构造成提供 EM 遥测信号的有效率的传输、又具有在钻柱中的连接所需要的机械性能的绝缘短节。

[0011] 下列参考文献描述了各种遥测系统：US 3323327；US 4176894；US4348672；US 4496174；US 4684946；US 4676773；US 4739325；US 5130706；US 5138313；US 5236048；US 5406983；US 5467832；US 5520246；US5749605；US 5883516；US 6050353；US 6098727；US 6158532；US 6404350；US 6446736；US 6515592；US 6727827；US 6750783；US 6926098；US7151466；US 7243028；US 7255183；US 7252160；US 7326015；US 7387167；US 7573397；US 7605716；US 7836973；US 7880640；US 7900968；US8154420US 2004/0104047；US 2005/0217898；US 2006/0202852；US2006/003206；US 2007/0235224；US 2007/0247328；US 2009/0023502；US2009/0065254；US 2009/0066334；US 2010/0033344；US 2011/025469；US2011/0309949；US 2012/0085583；WO 2006/083764；WO 2008/116077；WO2009/086637；WO 2011/049573；WO 2010/121345；WO 2010/121346；WO2011/133399；WO 2012/042499；WO 2011/049573；WO 2012/045698；WO2012/082748。

[0012] 虽然已研发用于地下遥测的系统，但是仍然需要实际的地下遥测系统并且仍然需要提供提高的效率和 / 或更大的范围的系统。

发明内容

[0013] 本发明具有若干方面。一方面提供了用于井下应用的 EM 遥测装置。另一方面提供了用于地下钻井的方法。

[0014] 根据一方面的装置提供了地下钻井组件，该地下钻井组件包括朝井下探管和绝缘短节。绝缘短节包括导电的朝井口部、导电的朝井下部、腔孔和电隔离间隙部分，该导电的朝井口部包括用于联接至钻柱中的朝井口联接件，该导电的朝井下部包括用于联接至钻柱中的朝井下联接件，该腔孔从朝井口联接件通过绝缘短节延伸至朝井下联接件，该电隔离间隙部将绝缘短节的朝井口部与绝缘短节的朝井下部电隔离。探管在腔孔内延伸。探管包括长型的壳体，该长型的壳体包围包括信号发生器的电子设备。探管包括在壳体的外侧上在长度方向上间隔开的第一电接触件和第二电接触件。该装置包括绕过探管的流体运送通道。流体运送通道的壁至少在通道的从电隔离间隙部上方的位置至电隔离间隙部下方的位置在长度方向上延伸的区段中电隔离。

[0015] 根据另一方面装置提供了用于在地下钻井中使用的探管。探管包括长型的金属壳体。壳体封闭包括遥测信号发生器的电子设备。壳体包括在壳体的外侧上在长度方向上间隔开的第一电接触件和第二电接触件，并且电隔离间隙包括提供金属壳体的第一部分和第二部分之间的电隔离的电绝缘材料。间隙位于第一电接触件与第二电接触件之间。探管

还包括在金属壳体的外侧表面上的电隔离层。电隔离层至少部分地覆盖电隔离间隙并且连续地延伸以覆盖间隙的至少一侧上的金属壳体的外侧表面。在一些实施方式中，覆盖延伸至少1米的距离。在一些实施方式中，探管与绝缘短节组合。绝缘短节（可包括一个部件或多个可分离的部件）包括导电的朝井口部、导电的朝井下部、腔孔和电隔离间隙部，该导电的朝井口部包括用于联接至钻柱中的朝井口联接件，该导电的朝井下部包括用于联接至钻柱中的朝井下联接件，该腔孔从朝井口联接件通过绝缘短节延伸至朝井下联接件，该电隔离间隙部将绝缘短节的朝井口部与绝缘短节的朝井下部电隔离。在组合中，探管位于绝缘短节的腔孔内并且第一电接触件与绝缘短节的朝井口部电接触，并且第二电接触件与绝缘短节的朝井下部电接触。

[0016] 根据另一方面的装置提供了包括绝缘短节的地下钻井组件。绝缘短节包括导电的朝井口部、导电的朝井下部、腔孔和电隔离间隙部，该导电的朝井口部包括用于联接至钻柱中的朝井口联接件，该导电的朝井下部包括用于联接至钻柱中的朝井下联接件，该腔孔从朝井口联接件通过绝缘短节延伸至朝井下联接件，该电隔离间隙部将绝缘短节的朝井口部与绝缘短节的朝井下部电隔离。EM遥测信号发生器安置在绝缘短节的壁内。EM遥测信号发生器具有电耦接至绝缘短节的朝井口部和朝井下部的输出引线。电隔离套筒衬覆于绝缘短节的腔孔的邻近电隔离间隙的至少一部分。电隔离套筒覆盖绝缘短节的电隔离间隙部与绝缘短节的朝井口部和朝井下部中的一者之间的至少一个接口，并且沿着绝缘短节的朝井口部和朝井下部中的所述一者连续地延伸。

[0017] 根据又一方面的方法提供了使用钻柱执行的地下钻井方法，该钻柱包括绝缘短节和位于绝缘短节的腔孔中的电子设备包。电子设备包具有与绝缘短节的导电部电接触的电接触件。该方法包括将钻井液沿钻柱的腔孔传递，以及在电子设备包的位置处，将钻井液引导至与绝缘短节的导电部和电子设备包的壳体的导电部两者均电隔离的通道中。

[0018] 本发明的其他方面和示例实施方式的特征将在附图中示出和/或在以下描述中进行描述。

附图说明

- [0019] 附图示出了本发明的非限制性的示例实施方式。
- [0020] 图1是根据示例实施方式的钻井操作的示意图。
- [0021] 图2是根据示例实施方式的绝缘短节的纵向截面图。
- [0022] 图3A-3D是根据示例实施方式的绝缘短节的一部分的剖视图。
- [0023] 图4是根据示例实施方式的用于遥测信号发生器和绝缘短节的等效电路的示意图。
- [0024] 图5是根据示例实施方式的具有径向向内延伸部的绝缘短节的截面图。
- [0025] 图5A是根据示例实施方式的具有径向向内延伸部的绝缘短节的轴向的截面图。
- [0026] 图6示意性地示出了电子设备包位于绝缘短节的壁中的空腔中的示例实施方式。

具体实施方式

[0027] 贯穿以下描述，对特定的细节进行阐述，从而给本领域所属技术人员提供更透彻的理解。然而，已知的元件可以不被示出或进行具体地描述以避免不必要的使本公开模糊。

本技术的示例的下列描述无意于穷举或将系统限制为任何示例实施方式的精确的形式。因此，描述和附图被认为是说明性的，而不是限制性的意义。

[0028] 虽然以上已经讨论了一些示例性的方面和实施方式，但是本领域技术人员将认识到一些修改、置换、添加和其子组合。因此，意在于下列所附权利要求书和此后引入的权利要求书被解释为包含在其真正的精神和范围内的全部这些修改、置换、添加和子组合。

[0029] 图 1 示意性地示出了示例钻井操作。钻机 10 驱动钻柱 12，钻柱 12 包括延伸至钻头 14 的钻杆区段。图示的钻机 10 包括用于支承钻柱的井架 10A、钻台 10B 和绞车 10C。钻头 14 在直径方面大于钻头上方的钻柱。围绕钻柱的环状区域 15 通常填充有钻井液。钻井液通过钻柱中的腔孔被泵送至钻头，并且携带来自钻井操作的钻屑通过环状区域 15 返回地表。当钻井时，在井筒中可以形成套管 16。在套管的顶端处支承有防喷器 17。图 1 中示出的钻机仅为示例性的。本文中描述的方法和装置不特定于任何特定类型的钻机。

[0030] 钻柱 12 包括绝缘短节 20。位于钻柱内侧（例如，在被安置在钻柱的腔孔内的电子设备探管中）的 EM 信号发生器 18 被横跨绝缘短节 20 的电隔离间隙而电连接。来自 EM 信号发生器的信号导致能够在地表处探测到的电流 19A 和电场 19B。在示出的实施方式中，信号接收器 13 通过信号线缆 13A 连接、以测量电接地桩 13B 与钻柱 12 的顶端之间的电位差。显示器 11 可被连接以显示由信号接收器 13 接收的数据。

[0031] 图 2 示出了绝缘短节 20 的示例结构。绝缘短节 20 具有由填充有电绝缘材料的间隙 20C 间隔开的导电的朝井口部 20A 和导电的朝井下部 20B。在绝缘短节 20 的朝井口端和朝井下端处设置有用于联接邻近的钻柱元件的联接件 21。在绝缘短节 20 的腔孔 20D 中支承有包括 EM 遥测信号发生器（图 2 中未示出）的电子设备包 22。

[0032] 电子设备包 22 具有金属壳体 23，该金属壳体 23 包括由电隔离间隙 23C 彼此电隔离的第一部分 23A 和第二部分 23B。第一电极 24A 和第二电极 24B 连接至遥测信号发生器，并且分别与绝缘短节 20 的朝井口部 20A 和朝井下部 20B 接触。电极 24A 可以但未必与电子设备包 22 的壳体的第一部 23A 电接触。电极 24B 可以但未必与电子设备包 22 的壳体的第二部 23B 电接触。

[0033] 电隔离层 25 至少部分地覆盖电子设备包 22 的电隔离间隙 23C。电隔离层 25 在电子设备包 22 的外侧表面上延伸，并且在电隔离间隙 23C 的一侧或两侧上超出电隔离间隙 23C 一定距离地连续地覆盖电子设备包 22 的导电壳体 23 的外侧表面。在一些实施方式中，电隔离层 25 的连续覆盖的长度为至少 1 米并且优选地至少 $1 \frac{1}{2}$ 米或 2 米。在一些示例实施方式中，电隔离层 25 的连续覆盖的长度为 3 至 4 米。

[0034] 在一些实施方式中，电隔离层 25 连续地覆盖电子设备包 22 的外侧表面的位于电极 24A 和电极 24B 之间的部分的至少 60% 或 70% 或 80%。在一些实施方式中，电隔离层 25 连续地覆盖电子设备包 22 的外侧表面的位于电极 24A 和电极 24B 之间的基本上全部该部分。此处，“基本上全部”意味着至少 95%。

[0035] 在一些实施方式中，电隔离层 25 包括应用于电子设备包 22 的涂层、围绕电子设备包 22 延伸的套筒或管等。层 25 的材料可以是适合暴露于井下条件下的任何电绝缘材料。一些非限制性示例为适合的热塑塑料、环氧树脂、陶瓷、弹性聚合物和橡胶。层 25 可包括应用至或结合至电子设备包 22 的涂层，或预成型部件（例如，通过挤压、注射模制等形式），该预成型部件随后附接至电子设备包 22、围绕电子设备包 22 粘附或围绕电子设备包 22 而支

承。层 25 的材料应该能够承受井下条件而不劣化。理想的材料可以承受最高至少 150°C 的温度（优选地 175°C 或 200°C 或更高），对于其将暴露于的任何钻井液有化学耐受性或是惰性的，不在很大程度上吸收液体并且抵御钻井液的腐蚀。适合的材料的示例是 PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）或 PEEK（聚醚醚酮）。

[0036] 在电子设备包 22 与绝缘短节 20 的导电的朝井口部 20A 和 / 或朝井下部 20B 的内表面之间设置有第二电隔离层 26。电隔离层 26 延伸以至少部分地覆盖电隔离间隙 20C 的内部侧，并且连续地延伸以覆盖电隔离间隙 20C 的至少一侧上的腔孔壁的导电部。在一些实施方式中，电隔离层 26 连续地覆盖腔孔壁的包括电隔离间隙 20C 的内部侧的部分，并且连续地延伸以覆盖绝缘短节 20 的朝井口部 20A 和朝井下部 20B 两者的部分。在一些实施方式中，电隔离层 26 包括应用于绝缘短节 20 内侧的涂层、围绕绝缘短节 20 的内侧延伸的套筒或管等。

[0037] 与层 25 一样，层 26 的材料可以是适合暴露于井下条件下的任何电绝缘材料。一些非限制性示例为适合的热塑塑料、环氧树脂、陶瓷、弹性聚合物和橡胶。层 26 可包括应用至、形成在或结合至绝缘短节 20 的内部壁的涂层，或预成形部件（例如通过挤压、注射模制等形成的），预成形部件随后附接至绝缘短节 20 的腔孔的内侧、围绕绝缘短节 20 的腔孔的内侧粘附、围绕绝缘短节 20 的腔孔的内侧而支承。适合的材料的示例是 PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）或 PEEK（聚醚醚酮）。

[0038] 本发明人已经确定绝缘短节的腔孔内的低阻抗路径在 EM 遥测信号的传输效率方面是重要的原因。电隔离层 25 的设置、特别是与电隔离层 26 的设置相结合，已经被发现大大降低了由在绝缘短节的腔孔内的传导电流引起的损耗。通过作为衬里覆于腔孔 27 内的导电表面的电隔离层 25 和 26，通过腔孔 27 中电连接绝缘短节 20 的部分 20A 和 20B 的流体的最短路径为至少电隔离层 25 和 26 中较短者的长度。

[0039] 图 3A-3D 示出了可能的电传导路径，来自电极 24A 和 24B 的电流可以通过这些路径。可以看到的是，所有这些可能的电传导路径被电隔离层 25、电隔离层 26、电隔离间隙 23C 和电隔离间隙 20C 中的至少一者阻断。

[0040] 通过在电子设备包 22 的导电表面和 / 或绝缘短节 20 上提供电隔离障（否则会暴露于绝缘短节 20 的腔孔中的钻井液），可以获得 EM 传输的效率方面相当大的改善。隔离层 25 和 26 的长度应该足够，从而将通过腔孔流体的导电路径的阻抗提高至期望的程度。提供至少近似 2 米（6 英尺）长的电隔离层 25 和 26 已被示为以 90% 的或在一些情况下更多地降低由于电流在钻孔内侧流动而导致的电力损失。

[0041] 在示例实施例中，隔离层 25 和 26 为至少 1 米的长度（尽管在一些实施方式中可以较短）。在一些实施方式中，隔离层 26 延伸为电隔离层 25 的长度的至少 75% 的长度。在优选实施例中，电隔离层 26 至少与电隔离层 25 一样长。在一些实施方式中，电隔离层 26 覆盖绝缘短节 20 的腔孔的位于电极 24A 与电极 24B 之间的部分的基本上整个内侧。

[0042] 图 4 示意性地示出了用于遥测信号发生器和绝缘短节 20 的等效电路（忽略电容效应和感应效应）。电阻器 R_{IN} 表示在绝缘短节 20 的腔孔 20D 内可用的电流路径，并且电阻器 R_{OUT} 表示绝缘短节 20 外部的可用的电流路径。双重的非导电层 25 和 26 提供了有效大的内部隔离路径 (R_{IN} 的较大值)，因此通过在绝缘短节 20 的天线元件之间提供内电阻 (R_{IN}) 来增加绝缘短节 20EM 遥测的电效率，该内电阻 (R_{IN}) 与外部间隙的电阻 (R_{OUT}) 相比较大。

[0043] 在绝缘短节 20 的内表面和电子设备包 22 的外表面两者上设置非导电层的另一优点是层 25 和 26 防止电子设备包 22 的导电外表面与绝缘短节 20 的内表面电接触, 该电接触当在电子设备包和绝缘短节承受高冲击和 / 或振动的情况下可能出现。该接触会损坏遥测信号发生器 (例如, 通过使其输出短路) 和 / 或干扰井下信息的遥测。

[0044] 可以可选地设置定中心装置来保持电子设备包 22 在绝缘短节 20 的腔孔 20D 中的中央。各种定中心装置设计被使用。可以使用任何适合的定中心装置。在一些实施方式中, 层 25 和 26 中的一者或两者与定中心装置一体形成。例如, 定中心构件、比如在长度方向上延伸的脊部或隆起部或其他突出物, 可以设置在层 25 和 26 中的一者或两者上以保持电子设备包 22 在绝缘短节 20 的腔孔中居中。例如定中心构件可包括有弹性的弹性体或振动阻尼材料, 比如橡胶或适合的塑料。

[0045] 设置电隔离层 25 和 / 或 26 也允许使绝缘短节 20 的导电部 20A 和 20B 的内部表面与电子设备包 22 的壳体 23 的外表面之间的最小间隔明显地减小, 而不使得由于通过绝缘短节 20 的腔孔内的流体传导导致的损耗明显地增加。这在使用的钻井液是提供相对较低的电阻抗的类型时是特别显著的。水基钻井液常常具较低的电阻抗。

[0046] 设置电隔离层 25 和 / 或 26 也允许绝缘短节 20 的腔孔内侧的间隙 20C 的宽度和间隙 23C 的宽度减小。间隙 20C 和 / 或 23C 的宽度的减小可以得到更牢固的装置, 这是因为适合于间隙 23C 和 20C 的大多数的可用的电绝缘材料比用于绝缘短节 20 和壳体 23 的其他部分的材料 (大多数情况下通常是金属) 更不牢固。

[0047] 电隔离层 25 和 26A 也减缓了任何对准绝缘短节 20 的间隙 20C 与电子设备包 22 的间隙 23C 的需要。在一些实施方式中, 间隙 20C 与间隙 23C 在长度方向上间隔开。因此, 电隔离层 25 和 26 的设置允许调节电子设备包 22 的在长度方向上的位置, 而不会产生由于间隙 20C 和 23C 未对准可能出现的问题。此外, 当不需要使间隙 23C 与间隙 20C 在长度方向上对准时, 可以针对最佳机械性能和 / 或针对在电子设备包 22 内电子设备系统和部件的最佳布置选择电子设备包 22 上间隙 23C 的位置。

[0048] 在一些实施方式中, 绝缘短节 20 的导电部 20A 和 20B 形成为提供径向向内延伸的部分, 以为电子设备包 22 提供支承。径向向内延伸部可以与相同金属的部分 20A 和 20B 一体地形成。

[0049] 图 5 示出了包括绝缘短节 20 的示例装置 50, 该绝缘短节 20 形成为以在绝缘短节 20 的腔孔 20D 内在长度方向上延伸的圆形的瓣状部 52 的形式提供径向向内延伸部。瓣状部 52 可以延伸为大致电子设备包 22 的整个长度。瓣状部 52 可以例如通过铣刀形成。

[0050] 图 5A 示出了示例实施方式, 其中, 电隔离层 25 设置在电子设备包 22 的外侧上。另一电隔离层 26A 优选地但可选地设置在覆盖瓣状部 52 的、绝缘短节 20 的腔孔的内侧上。

[0051] 如图 5A 中所示, 瓣状部 52 的尺寸被设为使得电子设备包 22 被稳固地保持在其面向内的稍端内。电隔离层 25 和 / 或 26A 可以是提供机械的阻尼以及电绝缘的材料。将电子设备包 22 沿着其长度连续地机械地联接至绝缘短节 20 可以大致减小由于钻柱的横向的加速度、钻井液的流动等导致的电子设备包 22 的挠曲和振动。

[0052] 如本文中描述的装置可以在广泛的地下钻井应用中应用。例如, 装置可应用于在测井同时钻井 ('LWD' (随钻测井)) 和 / 或测量同时钻井 ('MWD' (随钻测量)) 应用中提供遥测。设置如本文中描述的装置, 其中在钻柱的腔孔内的不同的天线元件之间的电流

流动明显地减弱,降低遥测信号发生器上的载荷。这样进而可以允许相同的遥测信号发生器与降低的功率输出一起操作,并且 / 或者为天线元件提供更高电压的信号,从而有利于延长一个或更多个电池寿命,降低电力消耗,提高在地表处的遥测信号强度并且降低遥测出错率。在井下应用中延长电池寿命是非常重要的,由于电池更换或再充电会需要将电子设备包从孔撤回。这是耗时的并且劳动密集的。因此,增加电池寿命会导致钻井操作期间更长的运行时间,而所需的服务间隔更少。

[0053] 本发明的另一方面提供一种地下钻井方法。该方法使用钻柱执行,该钻柱包括绝缘短节和位于绝缘短节的腔孔中的电子设备包。电子设备包具有与绝缘短节的导电部电接触的电接触件。该方法包括将钻井液沿钻柱的腔孔传递,并且在电子设备包的位置处,将钻井液引导至与绝缘短节的导电部和电子设备包的壳体的导电部均电隔离的通道中。在以上描述了其示例的一些实施方式中,通道是围绕电子设备包在电极之间的部分的环状通道。然而,这不是必须的。

[0054] 广泛的替换方案是可能的。例如,绝缘短节为单个部件不是必须的。在一些实施方式中,绝缘短节包括可以一起组装到钻柱中以提供钻柱的两个部分之间电隔离的多个部件。探管可以完全地延伸或部分地延伸通过钻柱的一个、两个、三个或更多个联接在一起的区段。

[0055] 在一些实施方式中,可包括遥测信号发生器的电子系统设置在位于形成在钻铤或绝缘短节的壁中的空腔中的包中。该实施方式可以不具有安装在钻铤或绝缘短节的腔孔中的独立的探管。安置在钻柱区段的壁中的EM遥测信号发生器与绝缘短节的朝井口部20A和朝井下部20B之间的电连接可以通过嵌入在绝缘短节的壁中的导体的方式进行。图6示意性地示出了示例实施方式,其中,电子设备包60位于绝缘短节20的壁中的空腔61中。在该实施方式中,通过将电隔离层26设置成至少部分地覆盖电隔离间隙20C的内侧并且延伸以连续地覆盖绝缘短节20的导电的朝井口部20A和朝井下部20B的内表面上一者或两者与电隔离间隙20C相邻的部分,可以提高EM遥测的效率。电隔离层26覆盖电隔离间隙20C与朝井口部20A和朝井下部20B之间的接口62中的至少一者。通过将电隔离层26作为衬里覆于腔孔27,通过腔孔27中流体的电连接绝缘短节20的部分20A和20B的最短路径至少是电隔离层26的长度。

[0056] 术语的解释

[0057] 除非在上下文中清楚地要求之外,否则贯穿说明书和权利要求书:

[0058] •“包括”、“包含”等被解释为包括的意义,而不是排他的或穷举的意义;也就是说,为“包括但不限于”的意义。

[0059] •“连接”、“联接”或其任何变型意为或者在两个或更多个元件之间直接的或者间接的任何连接或联接;在元件之间的联接或连接可以是物理的、逻辑的或其组合。

[0060] •“本文中”、“以上”、“以下”以及类似含义的措辞,当用于描述本说明书时应指的是本说明书全部而并非本说明书的任何特定部分。

[0061] •在引用两个或更多个项目的列表时,“或”覆盖以下对词语的全部解释:列表中的项目的任意项、列表中的项目的全部项,以及列表中的项目的任意组合。

[0062] •单数形式“a”、“an”以及“该”也包括任何适当的复数形式的意义。

[0063] 在本说明书中和任何所附权利要求书中(如果存在的情况下)使用的指示方向

的词语,比如“竖向”、“横向”、“水平”、“向上”、“向下”、“向前”、“向后”、“向内”、“向外”、“竖向”、“横向”、“左”、“右”、“前”、“后”、“顶部”、“底部”、“下方”、“上方”、“下面”等,根据所描述的并且示出的装置的特定定向。本文中描述的主题可假设多种替代性的定向。因此,这些方向术语不严格地限定并且不应该被狭义地解释。

[0064] 当如上提及部件(例如,电路、模块、组件、装置、钻柱部件、钻机系统等)时,除非另有说明,提及的部件(包括提及的“装置”)应被解释为包括执行所描述的部件的功能的作为该部件的等同替代的任何部件(即,功能性等同替代),包括执行本发明的示例性实施方式中的功能但在结构上不等同于所公开的结构的部件。

[0065] 出于说明的目的在本文中已经对系统、方法及装置的特定示例进行了描述。这些仅仅是示例。本文中提供的技术可以被应用于除了上述示例系统之外的系统。在本发明的实施范围内许多变更、修改、添加、省略及置换是可能的。本发明包括对本领域技术人员而言明显的所描述的实施方式的变型,包括通过以下方式获得的变型:用等同特征、元件和/或动作替换特征、元件和/或动作;混合和匹配不同实施方式的特征、元件和/或动作;将本文中描述的实施方式的特征、元件和/或动作与其他技术的特征、元件和/或动作组合;以及/或者从所描述实施方式省略组合的特征、元件和/或动作。

[0066] 因此,意在于以下所附权利要求和此后引入的权利要求被解释为包括可以合理地推断出的全部修改、置换、添加、省略及子组合。权利要求书的范围不应局限于示例中阐述的优选实施方式,而应作为整体被赋予与说明书一致的最宽泛的解释。

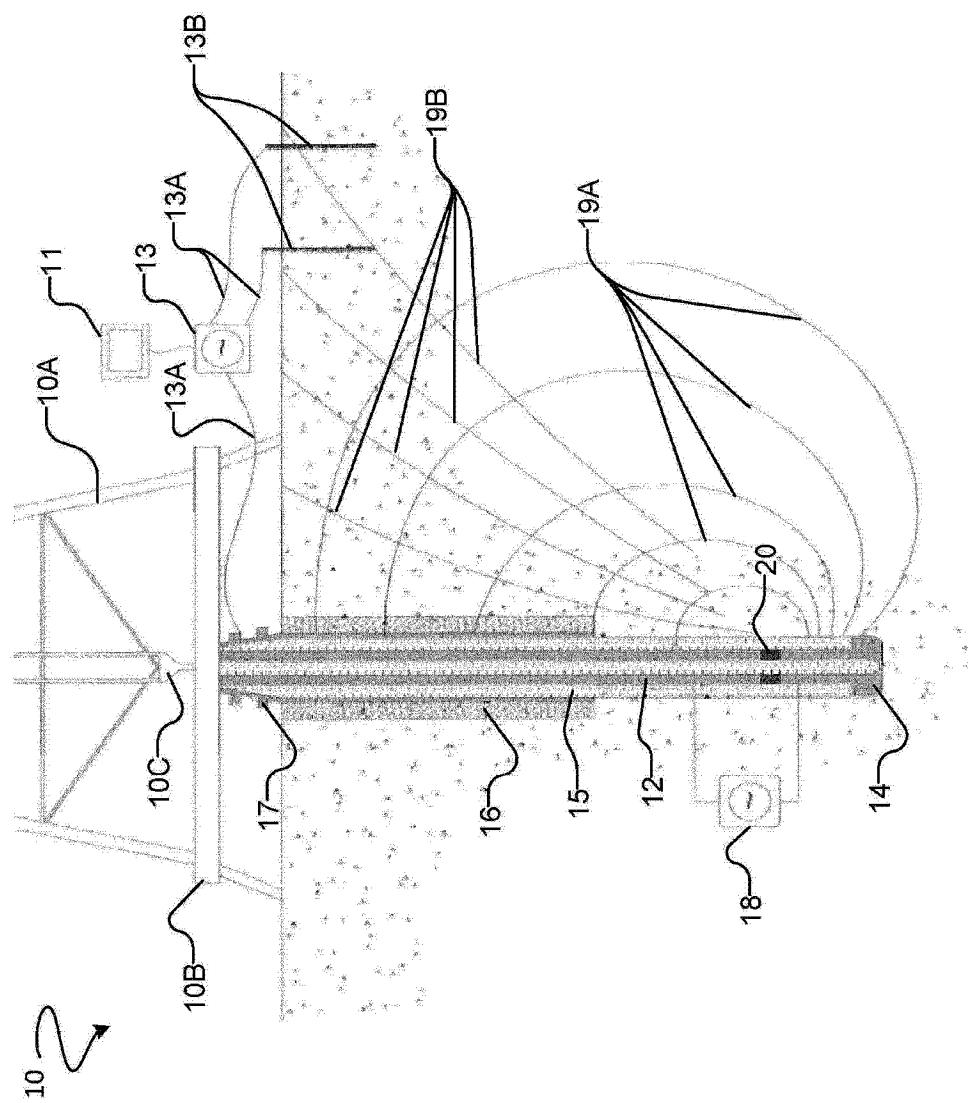


图 1

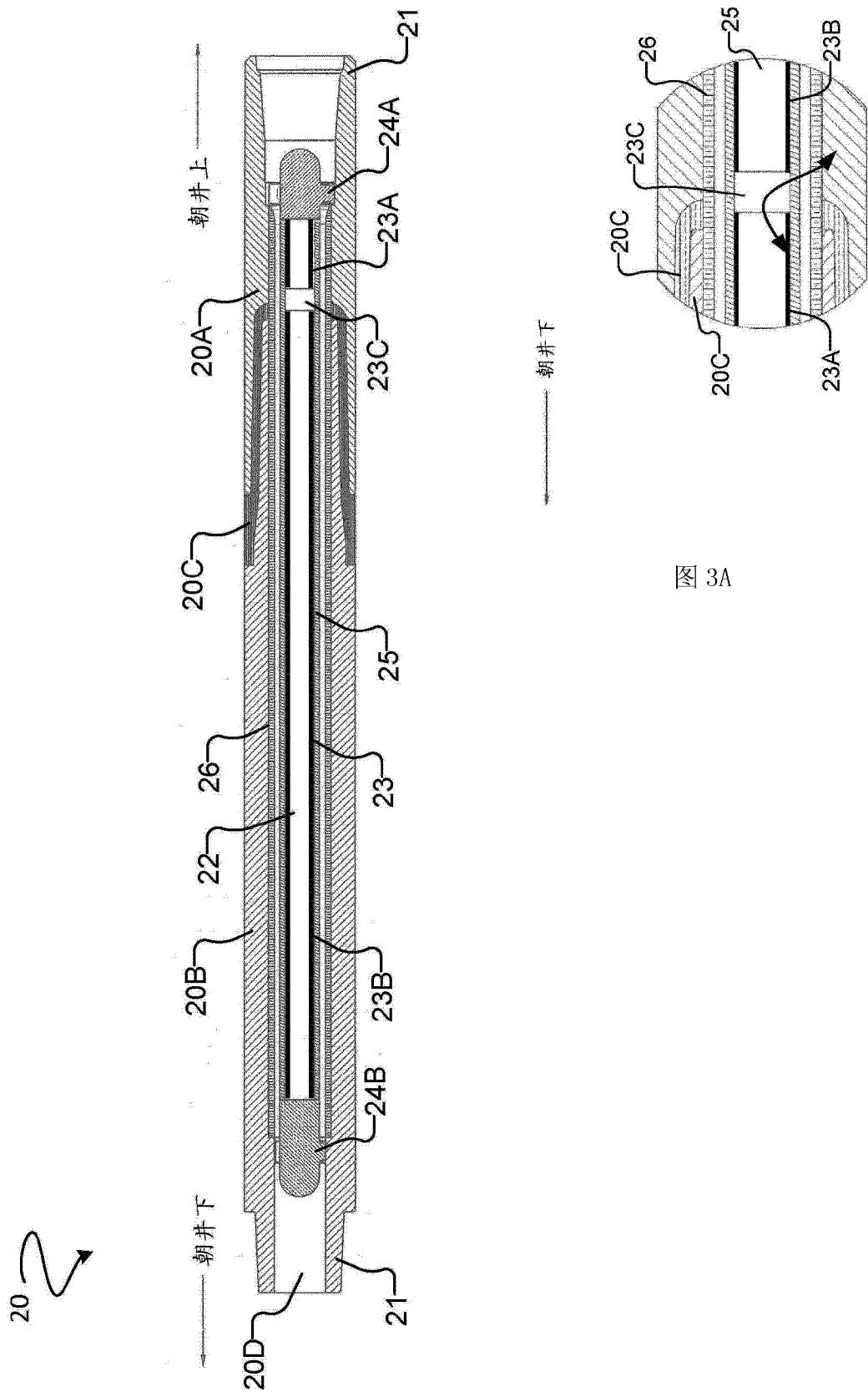


图 2

朝井上

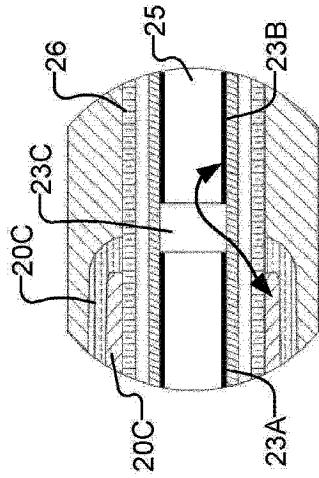


图 3B

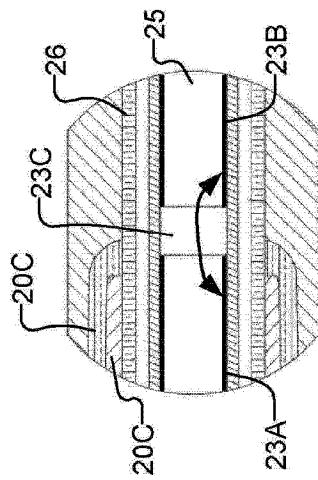


图 3C

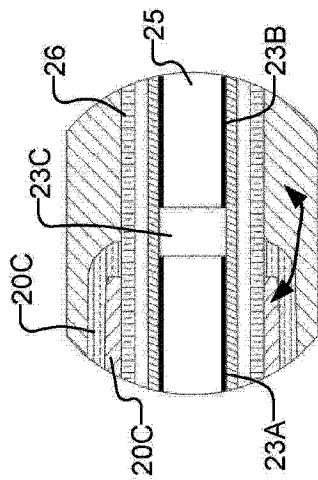


图 3D

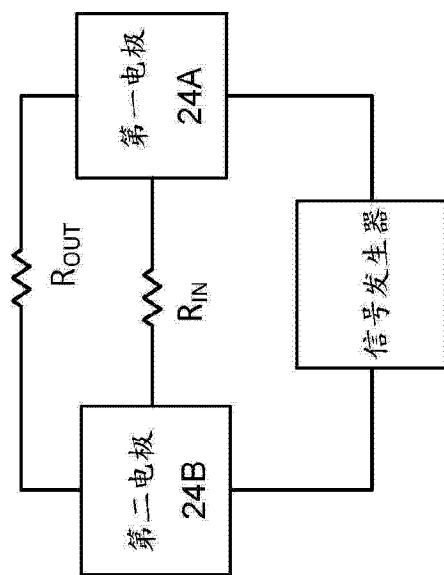


图 4

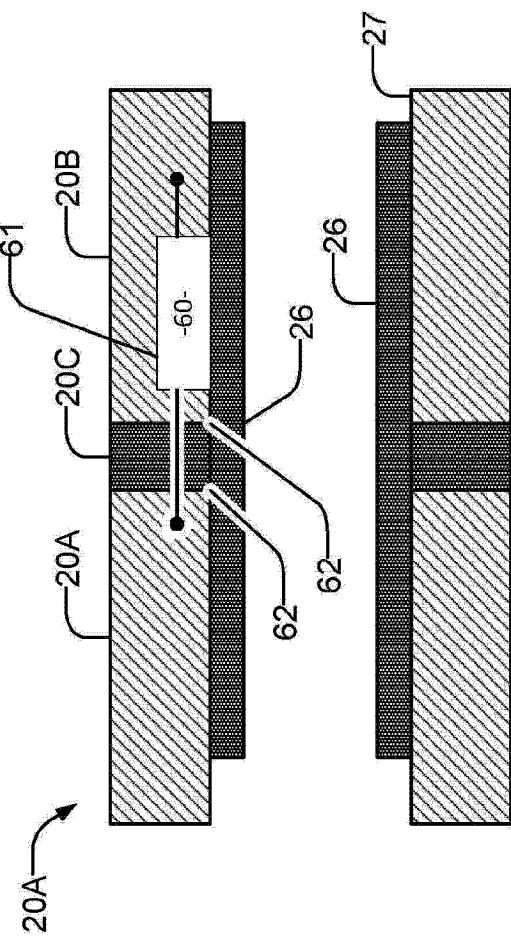


图 6

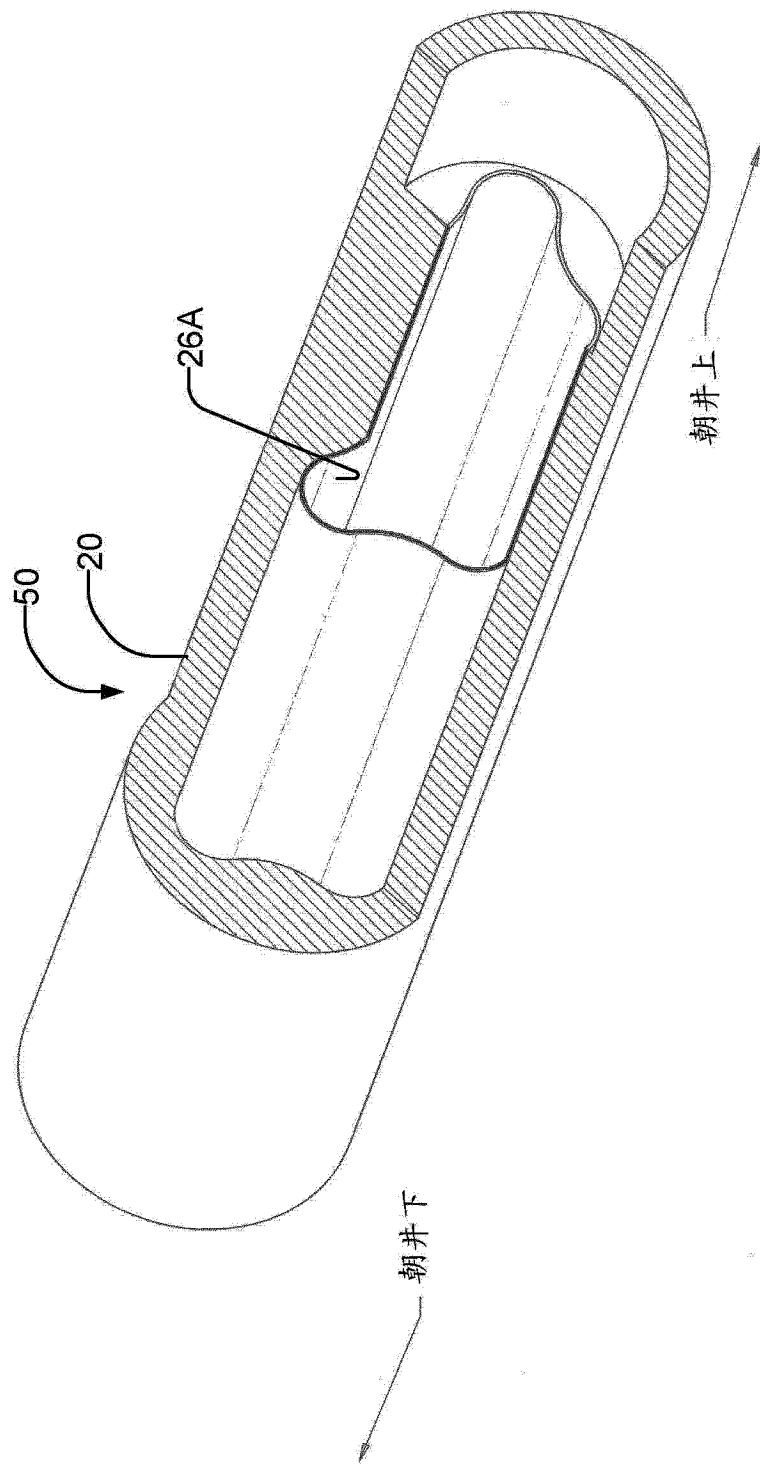


图 5

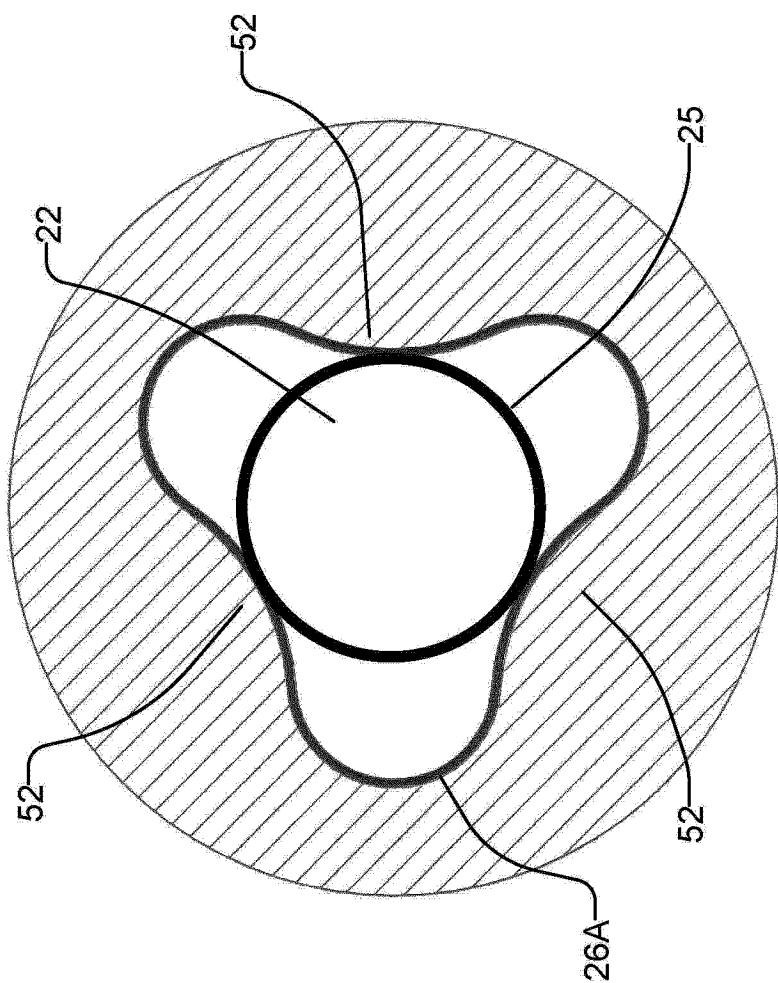


图 5A