



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103227521 B

(45)授权公告日 2017.05.03

(21)申请号 201310035149.9

(22)申请日 2013.01.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103227521 A

(43)申请公布日 2013.07.31

(30)优先权数据

61/592191 2012.01.30 US

13/408202 2012.02.29 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 J.D.范达姆 M.R.沙

N.A.特恩奎斯特 T.拉米诺索亚

尹卫军 申晓春 X.齐 K.S.黑兰

E.滕瑟

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李强 谭祐祥

(51)Int.Cl.

H02K 1/22(2006.01)

F04D 13/06(2006.01)

(56)对比文件

US 5273404 A, 1993.12.28,

CN 1308189 A, 2001.08.15,

WO 01/59288 A2, 2001.08.16,

审查员 宗雪娇

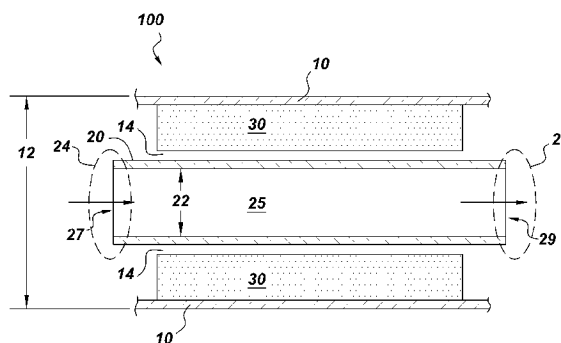
权利要求书2页 说明书10页 附图10页

(54)发明名称

空心转子马达和包括空心转子马达的系统

(57)摘要

本发明涉及空心转子马达和包括空心转子马达的系统。在一个或多个实施例中,本发明提供电动马达和相关系统,它们包括:(a)马达壳体;以及(b)空心转子,其构造成在容纳在马达壳体内部的定子内旋转,并且由定子驱动;其中,马达壳体的特征在于马达壳体的最大横截面积,以及其中,空心转子限定流动通道,该流动通道的特征在于流动通道的最小横截面积,其中,流动通道的最小横截面积为马达壳体的最大横截面积的至少25%,以及其中,空心转子具有限定流体入口的第一端部分,以及限定流体出口的第二端部分;流体入口、流动通道和流体出口构造成允许流体通过流动通道从流体入口传送到流体出口。



1. 一种电动马达, 包括:

(a) 马达壳体; 以及

(b) 空心转子, 其构造成在容纳在所述马达壳体内部的定子内旋转, 并且由所述定子驱动; 其中, 所述马达壳体的特征在于所述马达壳体的最大横截面积, 以及其中, 所述空心转子限定流动通道, 所述流动通道的特征在于所述流动通道的最小横截面积, 其中, 所述流动通道的最小横截面积为所述马达壳体的最大横截面积的25%至75%, 以及其中, 所述空心转子具有限定流体入口的第一端部分, 以及限定流体出口的第二端部分; 所述流体入口、所述流动通道和所述流体出口构造成允许流体通过所述流动通道从所述流体入口传送到所述流体出口。

2. 根据权利要求1所述的电动马达, 其特征在于, 进一步包括:

过渡区段, 其构造成将所述空心转子连结到待由所述马达提供动力的装置的传动轴上; 以及由过渡联接件、所述第一端部分, 或所述过渡联接件和所述第一端部分两者限定的一个或多个吸入端口; 所述吸入端口与所述空心转子的流动通道处于流体连通。

3. 根据权利要求2所述的电动马达, 其特征在于, 所述过渡区段设置成与所述空心转子或者所述装置的传动轴成整体或分开的联接件。

4. 根据权利要求2所述的电动马达, 其特征在于, 所述吸入端口的特征在于一个或多个横截面积, 以及其中, 所述吸入端口的横截面积的总和基本等于或大于所述流动通道的最小横截面积。

5. 根据权利要求4所述的电动马达, 其特征在于, 所述过渡联接件限定一个或多个吸入端口。

6. 根据权利要求1所述的电动马达, 其特征在于, 进一步包括加压介电流体。

7. 根据权利要求1所述的电动马达, 其特征在于, 介电流体填充的间隙使所述空心转子的外表面与所述定子分开。

8. 一种电动流体泵, 包括:

(a) 电动马达, 其包括:

(i) 马达壳体; 以及

(ii) 空心转子, 其构造成在容纳在所述马达壳体内部的定子内旋转, 并且由所述定子驱动; 其中, 所述马达壳体的特征在于所述马达壳体的最大横截面积, 以及其中, 所述空心转子限定流动通道, 所述流动通道的特征在于所述流动通道的最小横截面积, 其中, 所述流动通道的最小横截面积为所述马达壳体的最大横截面积的25%至75%, 以及其中, 所述空心转子具有限定流体入口的第一端部分, 以及限定流体出口的第二端部分; 所述流体入口、所述流动通道和所述流体出口构造成允许流体通过所述流动通道从所述流体入口传送到所述流体出口;

(b) 过渡区段, 其构造成将所述空心转子连结到待由所述马达提供动力的泵送装置的传动轴上;

(c) 由过渡联接件、所述第一端部分, 或所述过渡联接件和所述第一端部分两者限定的一个或多个吸入端口; 所述吸入端口与所述空心转子的流动通道处于流体连通; 以及

(d) 泵送装置, 其包括流体入口和固定到由所述电动马达提供动力的传动轴上的一个或多个叶轮。

9. 根据权利要求8所述的电动流体泵,其特征在于,包括安装在第一传动轴上的第一组叶轮,以及安装在第二传动轴上的第二组叶轮,所述第一传动轴和第二传动轴构造成由所述空心转子驱动,所述第一传动轴和第二传动轴构造成沿相反的方向旋转。

10. 一种用于产生电功率的机器,包括:

(a) 发电机,其包括:

(i) 发电机壳体;以及

(ii) 空心磁性转子,其构造成在容纳在所述发电机壳体内部的定子内旋转;其中,所述发电机壳体的特征在于所述发电机壳体的最大横截面积,以及其中,所述空心磁性转子限定流动通道,所述流动通道的特征在于所述流动通道的最小横截面积,其中,所述流动通道的最小横截面积为所述发电机壳体的最大横截面积的25%至75%,以及其中,所述空心磁性转子具有限定流体入口的第一端部分,以及限定流体出口的第二端部分;所述流体入口、所述流动通道和所述流体出口构造成允许流体通过所述流动通道从所述流体入口传送到所述流体出口;

(b) 过渡区段,其构造成将所述空心磁性转子连结到构造成驱动所述空心磁性转子的涡轮装置的传动轴上;以及

(c) 由过渡联接件、所述第一端部分,或所述过渡联接件和所述第一端部分两者限定的一个或多个出口端口;所述出口端口与所述空心磁性转子的流动通道处于流体连通;

其中,所述涡轮装置包括固定到所述传动轴上的一个或多个叶轮。

空心转子马达和包括空心转子马达的系统

[0001] 本申请要求2012年1月30日提交的序列号为61/592,191的美国临时申请的优先权,并且该申请通过引用而以其整体结合在本文中。

[0002] 关于联邦政府资助的研究和开发的声明

[0003] 本文描述的本发明的一个或多个方面在美国能源部的名称为“用于增强的地热系统的高温高容积提升”的合作协议DE-EE0002752下开发。因而,该政府对本发明具有某些权利。

技术领域

[0004] 本发明涉及空心转子马达和包括空心转子马达的系统。

背景技术

[0005] 在一个方面,本发明提供特别用于井流体提升系统的高级马达技术。主要挑战是提供这样的井流体提升系统,即,其能承受热能回收井的极端压力和温度,同时提供足够的寿命来满足在后面多年对增强的地热系统(EGS)行业的需要。目前,存在很少(如果有的话)这样的可行的井流体提升系统,即,其能够在提供大量地热能量给人类使用所需要的类型的地热井内有延长的运行。

发明内容

[0006] 在一个实施例中,本发明提供一种电动马达,其包括:马达壳体;以及空心转子,其构造成在容纳在马达壳体内部的定子内旋转,并且由定子驱动;其中,马达壳体的特征在于马达壳体的最大横截面积,以及其中,空心转子限定流动通道,流动通道的特征在于流动通道的最小横截面积,其中,流动通道的最小横截面积为马达壳体的最大横截面积的至少25%,以及其中,空心转子具有限定流体入口的第一端部分,以及限定流体出口的第二端部分;流体入口、流动通道和流体出口构造成允许流体通过流动通道从流体入口传送到流体出口。

[0007] 在另一个实施例中,本发明提供一种电动流体泵,其包括:(a) 电动马达,电动马达包括:(i) 马达壳体;以及(ii) 空心转子,其构造成在容纳在马达壳体内部的定子内旋转,并且由定子驱动;其中,马达壳体的特征在于马达壳体的最大横截面积,以及其中,空心转子限定流动通道,流动通道的特征在于流动通道的最小横截面积,其中,流动通道的最小横截面积为马达壳体的最大横截面积的至少25%,以及其中,空心转子具有限定流体入口的第一端部分,以及限定流体出口的第二端部分;流体入口、流动通道和流体出口构造成允许流体通过流动通道从流体入口传送到流体出口;(b) 过渡区段,其构造成将空心转子连结到待由马达提供动力的泵送装置的传动轴上;(c) 由过渡联接件、第一端部分,或过渡联接件和第一端部分两者限定的一个或多个吸入端口;所述吸入端口与空心转子的流动通道处于流体连通;以及(d) 泵送装置,其包括流体入口和固定到由电动马达提供动力的传动轴的一个或多个叶轮。

[0008] 在又一个实施例中,本发明提供一种用于产生电功率的机器,其包括:(a) 发电机,

发电机包括：(i) 发电机壳体；以及(ii) 空心磁性转子，其构造成在容纳在发电机壳体内部的定子内旋转；其中，发电机壳体的特征在于发电机壳体的最大横截面积，以及其中，空心磁性转子限定流动通道，流动通道的特征在于流动通道的最小横截面积，其中，流动通道的最小横截面积为发电机壳体的最大横截面积的至少25%，以及其中，空心磁性转子具有限定流体入口的第一端部分，以及限定流体出口的第二端部分；流体入口、流动通道和流体出口构造成允许流体通过流动通道从流体入口传送到流体出口；(b) 过渡区段，其构造成将空心磁性转子连结到构造成驱动空心磁性转子的涡轮装置的传动轴上；以及(c) 由过渡联接件、第一端部分，或过渡联接件和第一端部分两者限定的一个或多个吸入端口；所述吸入端口与空心磁性转子的流动通道处于流体连通；其中，涡轮装置包括固定到传动轴上的一个或多个叶轮。

[0009] 在又一个实施例中，本发明提供一种电动流体泵，其为针对在井孔内运行而优化的电动潜水泵(ESP)。

附图说明

[0010] 当参照附图阅读以下详细描述时，本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好地理解，在附图中，类似符号在所有图中表示类似部件，其中：

- [0011] 图1示出本发明的一个或多个实施例；
- [0012] 图2示出本发明的一个或多个实施例；
- [0013] 图3示出本发明的一个或多个实施例；
- [0014] 图4示出本发明的一个或多个实施例；
- [0015] 图5示出本发明的一个或多个实施例；
- [0016] 图6示出本发明的一个或多个实施例；
- [0017] 图6A示出本发明的径向轴承的放大端视图；图7示出本发明的一个或多个实施例；
- [0018] 图8示出本发明的一个或多个实施例；
- [0019] 图9示出本发明的一个或多个实施例；
- [0020] 图10示出本发明的一个或多个实施例；
- [0021] 图11示出本发明的一个或多个实施例；以及
- [0022] 图12示出本发明的一个或多个实施例。
- [0023] 部件列表：
- [0024] 100 空心转子电动马达
- [0025] 10 马达壳体
- [0026] 12 马达壳体最大直径
- [0027] 14 间隙(在定子和转子之间)
- [0028] 15 密封泄漏路径
- [0029] 16 旋转密封部分
- [0030] 17 固定密封部分
- [0031] 18 密封波纹管
- [0032] 19 密封件安装部
- [0033] 20 空心转子

- [0034] 21 介电流体
- [0035] 22 空心转子最小内直径
- [0036] 24 空心转子的第一端部分
- [0037] 25 由空心转子限定的流动通道
- [0038] 26 空心转子的第二端部分
- [0039] 27 流体入口 (由或者空心转子或者泵限定)
- [0040] 29 由空心转子限定的流体出口
- [0041] 30 定子
- [0042] 40 过渡区段
- [0043] 41 与传动轴50的联接件
- [0044] 42 与空心转子20的联接件
- [0045] 50 由马达提供动力的装置的传动轴 (也是第一传动轴)
- [0046] 51 第一传动轴的旋转方向
- [0047] 52 第二传动轴
- [0048] 53 第二传动轴的旋转方向 (与方向51相反)
- [0049] 54 构造成使传动轴52沿与传动轴50的方向相反的方向旋转的行星齿轮箱
- [0050] 60 吸入端口
- [0051] 70 流体流方向
- [0052] 80 密封件 (面密封件)
- [0053] 90 接收马达的输出的管道
- [0054] 100 空心转子电动马达
- [0055] 200 泵
- [0056] 210 泵外壳 (壳体)
- [0057] 215 轴承支承支柱
- [0058] 251 传动轴支承轴承
- [0059] 252 推力轴承
- [0060] 253 扩散器
- [0061] 257 叶轮
- [0062] 258 第二组叶轮
- [0063] 300 包括马达100和泵200的电动流体泵
- [0064] 900 电机 (马达/发电机)
- [0065] 910 电机外壳 (壳体)
- [0066] 920 空心磁性转子
- [0067] 957 涡轮叶片
- [0068] 960 出口端口
- [0069] 1000 涡轮
- [0070] 1010 涡轮壳体
- [0071] 1027 涡轮流体出口
- [0072] 1028 涡轮流体入口

- [0073] 1105 转子轴
- [0074] 1110 附连到转子轴上的永磁体
- [0075] 1115 磁体保持环
- [0076] 1120 空心磁性转子
- [0077] 1200 地热井与热能抽取系统1200
- [0078] 1205 地热场
- [0079] 1210 能量回收单元
- [0080] 1215 地热生产井口
- [0081] 1220 地热生产井
- [0082] 1225 功率供应线缆
- [0083] 1230 热水
- [0084] 1235 冷水
- [0085] 1240 能量
- [0086] 1250 地热注入井。

具体实施方式

[0087] 如提到的那样,在一个实施例中,本发明提供一种电动马达,电动马达包括:马达壳体;以及空心转子,其构造成在容纳在马达壳体内的定子内旋转,并且由定子驱动;其中,马达壳体的特征在于马达壳体的最大横截面积,以及其中,空心转子限定流动通道,流动通道的特征在于流动通道的最小横截面积,其中,流动通道的最小横截面积为马达壳体的最大横截面积的至少25%,以及其中,空心转子具有限定流体入口的第一端部分,以及限定流体出口的第二端部分;流体入口、流动通道和流体出口构造成允许流体通过流动通道从流体入口传送到流体出口。

[0088] 可使用各种各样的马达拓扑,包括表面安装式永磁体式、内部永磁体式、感应式、绕场式、同步磁阻式和开关磁阻式拓扑。在一个或多个实施例中,马达是表面安装式永磁体类型。

[0089] 在一个或多个实施例中,本发明提供的电动马达的特征在于流动通道的最小横截面积为马达壳体的最大横截面积的25%至大约75%。

[0090] 在一个或多个实施例中,本发明提供的电动马达的特征在于流动通道的最小横截面积为马达壳体的最大横截面积的30%至大约55%。

[0091] 在一个或多个实施例中,本发明提供的电动马达进一步包括:过渡区段(在本文有时称为过渡联接件),其构造成将空心转子连结到由马达提供动力的装置的传动轴上;以及由过渡联接件、第一端部分,或过渡联接件和第一端部分两者限定的一个或多个吸入端口;所述吸入端口与空心转子的流动通道处于流体连通。在一个或多个实施例中,过渡区段是可与或者空心转子或者装置的传动轴成整体或分开的联接件。

[0092] 在一个或多个实施例中,过渡联接件限定一个或多个吸入端口。在另一个实施例中,第一端部分限定一个或多个吸入端口。在又一个实施例中,过渡联接件和第一端部分两者各自限定至少一个吸入端口。在又一个实施例中,仅过渡联接件限定一个或多个吸入端口。

[0093] 在一个或多个实施例中,电动马达进一步包括介电流体,在本文有时称为介电冷却剂流体。在一个或多个实施例中,介电流体填充的间隙使空心转子的外表面与定子分开。适当的介电冷却剂流体包括硅酮油,诸如联苯的芳烃、二苯醚、氟化聚醚、硅酸酯液、全氟化碳、烷烃和聚 α 烯烃。

[0094] 在另一个实施例中,气体流体填充的间隙使空心转子的外表面与定子分开。在一个实施例中,间隙内的气体可为空气。在另一个实施例中,间隙内的气体可为较惰性的气体,诸如氦或氩。在一个实施例中,间隙内的气体为氮。

[0095] 在一个或多个实施例中,本发明提供的马达包括封装定子,诸如在美国专利7847454、美国分案申请12/904523和美国专利申请12/915604和12/940524中描述的那样,它们通过引用而以其整体结合在本文中。

[0096] 如提到的那样,在一个或多个实施例中,本发明提供一种电动流体泵,其包括:(a) 电动马达,电动马达包括:(i) 马达壳体;以及(ii) 空心转子,其构造成在容纳在马达壳体内部的定子内旋转,并且由定子驱动;其中,马达壳体的特征在于马达壳体的最大横截面积,以及其中,空心转子限定流动通道,流动通道的特征在于流动通道的最小横截面积,其中,流动通道的最小横截面积为马达壳体的最大横截面积的至少25%,以及其中,空心转子具有限定流体入口的第一端部分,以及限定流体出口的第二端部分;流体入口、流动通道和流体出口构造成允许流体通过流动通道从流体入口传送到流体出口;(b) 过渡区段,其构造成将空心转子连接到由马达提供动力的泵送装置的传动轴上;(c) 由过渡联接件、第一端部分,或过渡联接件和第一端部分两者限定的一个或多个吸入端口;所述吸入端口与空心转子的流动通道处于流体连通;以及(d) 泵送装置,其包括流体入口和固定到由电动马达提供动力的传动轴上的一个或多个叶轮。

[0097] 在一个或多个实施例中,本发明提供的电动流体泵包括安装在第一传动轴上的第一组叶轮,以及安装在第二传动轴上的第二组叶轮,所述第一传动轴和第二传动轴构造成由空心转子驱动,所述第一传动轴和第二传动轴构造成沿相反的方向旋转。

[0098] 在一个或多个实施例中,本发明提供的电动流体泵包括泵送装置壳体(也称为泵壳体),其限定流体入口,并且容纳泵区段,泵区段包括固定到由电动马达提供动力的传动轴上的一个或多个叶轮。在一个或多个实施例中,电动流体泵包括安装到泵送装置壳体的内表面上的固定式扩散器。

[0099] 在又一个实施例中,本发明提供一种用于产生电功率的机器,包括:(a) 发电机,发电机包括:(i) 发电机壳体;以及(ii) 空心磁性转子,其构造成在容纳在发电机壳体内部的定子内旋转;其中,发电机壳体的特征在于发电机壳体的最大横截面积,以及其中,空心磁性转子限定流动通道,流动通道的特征在于流动通道的最小横截面积,其中,流动通道的最小横截面积为发电机壳体的最大横截面积的至少25%,以及其中,空心磁性转子具有限定流体入口的第一端部分,以及限定流体出口的第二端部分;流体入口、流动通道和流体出口构造成允许流体通过流动通道从流体入口传送到流体出口;(b) 过渡区段,其构造成将空心磁性转子连接到构造成驱动空心磁性转子的涡轮装置的传动轴上;以及(c) 由过渡联接件、第一端部分,或过渡联接件和第一端部分两者限定的一个或多个出口端口;所述吸入端口与空心磁性转子的流动通道处于流体连通;其中,涡轮装置包括固定到传动轴上的一个或多个叶轮。

[0100] 在一个或多个实施例中,本发明提供的用于产生电功率的机器进一步包括限定一个或多个流体出口的涡轮装置壳体。在一个或多个实施例中,本发明提供的用于产生电功率的机器进一步包括限定一个或多个流体入口的涡轮装置壳体。

[0101] 在一个或多个实施例中,本发明提供的用于产生电功率的机器进一步在使空心转子的外表面与定子分开的间隙中包括加压介电流体。

[0102] 在一个或多个实施例中,本发明提供的用于产生电功率的机器包括封装定子。

[0103] 现在参照附图,图1示出本发明提供的大直径电动马达100,马达包括马达壳体10和设置在马达内的空心转子20。空心转子20构造成在定子30内旋转和由定子30驱动,定子30容纳在马达壳体内。间隙14使空心转子的外表面与定子分开。间隙14在本文有时称为空气间隙,但是在一个或多个实施例中,可用介电冷却剂流体、空气或另一种流体填充。空心转子20限定流动通道25,流动通道25的特征在于最小横截面积22。类似地,马达壳体10的特征在于最大横截面积12。在一个或多个实施例中,流动通道25和马达壳体10两者的形状为圆柱形,并且特征在于单个流动通道横截面积和单个马达壳体横截面积。在这样的情形下,流动通道25的横截面积为马达壳体10的横截面积的至少25%。在显示的实施例中,空心转子20具有限定流体入口27的第一端部分24。空心转子20进一步限定第二端部分26,第二端部分26限定流体出口29。流体入口27、流动通道25和流体出口29处于流体连通,使得通过流体入口进入空心转子的流体(例如液体)可传送通过流动通道,并且离开流体出口。

[0104] 现在参照图2,该图示出本发明提供的大直径电动马达100,马达包括过渡联接件40(在本文有时称为过渡区段),过渡联接件40构造成将空心转子20连结到由马达提供动力的装置(未显示)的传动轴50上。在显示的实施例中,吸入端口60允许流体传送到流动通道25中,如流方向箭头70所建议的那样。在一个或多个实施例中,过渡联接件40与空心转子和传动轴50分开,并且例如通过摩擦接头、收缩配合、螺纹或它们的组合而联接到空心转子和传动轴50各个上。在一个或多个实施例中,过渡联接件与空心转子成整体,并且联接到传动轴50上。在一个或多个实施例中,过渡联接件与由马达提供动力的装置的传动轴成整体,并且联接到空心转子上。在一个或多个实施例中,吸入端口60的特征在于一个或多个横截面积,并且吸入端口的这些横截面积的总和基本等于或大于流动通道25的最小横截面积。

[0105] 现在参照图3,该图示出本发明提供的大直径电动马达100。在显示的实施例中,马达联接到构造成将流体泵送进入和通过流动通道25的泵的传动轴50上。在一个或多个实施例中,流体可由一系列叶轮(未显示)沿轴向沿着传动轴50推向和推过吸入端口60。密封件80防止这个工作流体进入马达和接触内部马达构件,诸如定子。在一个或多个实施例中,对马达填充比马达的外部的环境处于更大压力的加压介电流体。在一个或多个实施例中,加压介电流体从马达内部向外泄漏出,作为防止工作流体吸入马达的内部的手段。密封件80典型地为面密封件类型。在一个或多个实施例中,密封件80包括固定在马达壳体内的固定式密封构件,以及附连到空心转子上的活动密封构件,固定式密封构件和活动密封构件限定加压介电流体可流过其中的泄漏路径。在显示的实施例中,显示过渡联接件40与传动轴50成整体,并且限定吸入端口60。在显示的实施例中,过渡联接件40限定吸入端口60,并且空心转子的第一端部分(图1)缺乏吸入端口。

[0106] 现在参照图4,该图示出本发明提供的大直径电动马达100。在显示的实施例中,显示过渡联接件40与空心转子20成整体。应当注意,在这个或任何其它实施例中,在确定流动

通道的最小横截面积时,不考虑过渡联接件40。在显示的实施例中,马达构造成对泵区段(未显示)的传动轴50提供动力,泵区段对工作流体起作用且使工作流体(未显示)沿轴向沿着传动轴50运动,如方向箭头70指示的那样。工作流体通过吸入端口60进入流动通道25。在显示的实施例中,空心转子20的第一端部分(图1)限定吸入端口60,并且过渡联接件40缺乏吸入端口。

[0107] 现在参照图5,该图示出根据本发明的一个或多个实施例的电动流体泵。电动流体泵包括构造成对泵200提供动力的大直径电动马达100。在显示的实施例中,泵200的仅一部分可见。泵200包括泵壳体210和附连到传动轴50上的叶轮257,传动轴50通过过渡联接件40联接到大直径电动马达100的空心转子20上。在显示的实施例中,过渡联接件40是连结到传动轴50和空心转子20两者上的独立的构件(即不与或者传动轴50或者空心转子20成整体)。过渡联接件40限定吸入端口60,并且空心转子20不限定吸入端口。电动马达100包括马达壳体10,在显示的实施例中,马达壳体10在空心转子的流体入口端连结到泵壳体210上,并且在空心转子的出口端连结到管道90上。在一个或多个实施例中,管道90构造成通过空心转子20的流动通道25接收由泵200推动的流体,如流体方向箭头70所指示的那样。

[0108] 现在参照图6,该图示出根据本发明的一个或多个实施例的电动流体泵。电动流体泵包括构造成对泵200提供动力的大直径电动马达100。在显示的实施例中,马达100的仅一部分可见。泵200包括泵壳体210和附连到传动轴50上的叶轮257,传动轴50通过过渡联接件40联接到大直径电动马达100的空心转子20上。在显示的实施例中,过渡联接件40是连结到传动轴50和空心转子20两者上的独立的构件(即不与或者传动轴50或者空心转子20成整体)。泵200还包括固定式扩散器253和推力轴承252。推力轴承252(在本文有时称为推力垫圈)定位在固定式扩散器和旋转式叶轮之间。在显示的实施例中,显示传动轴50由径向轴承251支承,在图6A中以放大端视图显示径向轴承251,其中,径向轴承251由支承支柱215支承。虽然在图6中描绘了仅单个径向支承轴承,但是在本发明提供的大直径电动马达、电动流体泵和用于产生电功率的机器中典型地包括多个径向轴承。

[0109] 现在参照图7,该图示出根据本发明的一个或多个实施例的过渡联接件40。在显示的实施例中,过渡联接件是单个独立的构件,其构造成通过第一联接件41连结到传动轴(50)上,并且构造成通过第二联接件42连结到空心转子(20)上。过渡联接件限定多个吸入端口60。在显示的实施例中,过渡联接件40可通过例如摩擦接头、收缩配合接头或它们的组合而连结到传动轴50和空心转子20中的各个上。

[0110] 现在参照图8,该图示出根据本发明的一个或多个实施例的过渡区段40,其与空心转子20成整体且形成空心转子20的一部分。过渡区段40包括第一联接件,第一联接件构造成连结到构造成由空心转子20驱动的装置的传动轴上。虽然第一联接件41和吸入端口60两者与空心转子20成整体且形成空心转子20的一部分,但是在计算流动通道25的最小横截面积22时,不考虑过渡区段40。

[0111] 现在参照图9,该图示出根据本发明的一个或多个实施例的用于产生电功率的机器。在显示的实施例中,机器包括发电机900,发电机900包括发电机壳体910和空心磁性转子920,空心磁性转子920构造成在容纳在发电机壳体910内的定子30内旋转。发电机壳体910的特征在于最大横截面积。空心磁性转子限定流动通道25,流动通道25延伸空心磁性转子的长度,并且其特征在于最小横截面积,流动通道的最小横截面积为发电机壳体的最大横截

面积的至少25%。空心磁性转子具有限定流体出口29的第一端部分24,以及限定流体入口27的第二端部分26。流体入口、流动通道和流体出口处于流体连通,使得通过流体入口27进入流动通道25的流体可传送通过流动通道25,并且通过流体出口29离开空心磁性转子。可以说流体入口、流动通道和流体出口构造成允许流体通过流动通道从流体入口传送到流体出口。用于产生电功率的机器包括过渡区段40,过渡区段40构造成将空心磁性转子连接到构造成驱动空心磁性转子的涡轮装置的传动轴上。在显示的实施例中,显示过渡区段40限定出口端口960,出口端口960构造成允许流体从空心磁性转子的流动通道和流体出口传送出来。过渡区段40联接到涡轮1000(在本文有时称为涡轮装置)的传动轴50上。在显示的实施例中,涡轮1000包括涡轮叶片957和涡轮壳体1010。

[0112] 在一个或多个实施例中,在运行期间,在图9中示出的用于产生电功率的机器如下那样发电。在压力下流动的流体通过流体入口27进入空心磁性转子,并且流过流动通道25,如方向箭头70所指示的那样。流体传送到过渡区段中,并且离开而进入发电机壳体910和涡轮壳体1010限定的腔体。在压力下流动的流体在其传送通过涡轮期间遇到涡轮叶片957。来自流体的能量传递给涡轮叶片,从而使叶片和传动轴50旋转。传动轴50的旋转又使空心磁性转子920在定子30附近旋转,并且从而产生电功率。其包含的能量的一部分已经传递给涡轮的流体然后通过涡轮流体出口1027传送出涡轮1000。

[0113] 在一个或多个实施例中,涡轮壳体限定一个或多个流体入口1028。当用于产生电功率的机器在诸如管子或井孔或其它管道(其中在压力下流动的流体的一部分被允许沿着发电机壳体910的外表面流动)的有限的空间中运行时,这些可为有用的。例如在压力下流动的流体可遇到设置在管道内的用于产生电功率的机器的流体入口27端,使得间隙存在于发电机壳体的外表面和管道的内壁之间。在压力下流动的流体的第一部分传送到流动通道25中,而流体的第二部分沿着发电机壳体的外表面而传送。第二部分然后遇到限定流体入口1028的涡轮壳体的外表面。流体的第二部分中的一些或全部进入涡轮且接触涡轮叶片,并且包含在流体的第二部分中的能量的一部分传递给涡轮。在一个或多个实施例中,涡轮壳体构造成部分地或完全堵塞在涡轮壳体的外表面和管道的内壁之间的流体通路。

[0114] 本领域普通技术人员将理解本发明提供的用于产生电功率的机器的一个或多个实施例和本发明提供的电动流体泵的一个或多个实施例之间的紧密关系。因而,简单地使流体流和电流的方向倒转可将功率消耗式电动流体泵转换成产生电功率的机器。在地热生产井的背景下,例如,本发明提供的且设置在地热生产井内的电动流体泵可将热水从地热场泵送到地面处的热能抽取设施。

[0115] 现在参照图10,该图示出根据本发明的一个或多个实施例的电动流体泵300。泵包括本发明提供的空心转子电动马达(未显示),以及泵送区段200,泵送区段200包括安装在构造成沿方向51旋转的第一传动轴50上的第一组叶轮257,以及安装在构造成沿方向53旋转的第二传动轴52上的第二组叶轮258,所述第一传动轴和第二传动轴构造成由空心转子驱动,所述第一传动轴和第二传动轴构造成通过行星齿轮箱54而沿相反的方向旋转。

[0116] 现在参照图11,该图示出根据本发明的一个或多个实施例的空心转子电动马达内的密封件80。该图显示具有转子轴1105的空心磁性转子1120的一部分,转子轴1105限定流动通道25。永磁体1110通过磁体保持环1115附连到转子轴1105的外表面上。在显示的实施例中,马达包含接触定子30且填充空心转子磁性转子1120的外表面和定子30之间的间隙14

的加压介电流体21。密封件80防止工作流体(未显示)吸入到马达100的内部部分中。密封件80包括旋转部分16,旋转部分16固定到空心转子磁性转子1120的外表面上,并且与空心转子磁性转子1120一起旋转。密封件80还包括由固定密封部分17、密封波纹管18和附连到马达的非活动表面上(在显示的实施例中,附连到马达壳体上)的密封件安装部19构成的固定式部分。密封件80限定密封泄漏路径15,小量的加压介电流体21可流过密封泄漏路径15,从而防止工作流体吸入马达的内部部分中。

[0117] 现在参照图12,该图示出根据本发明的一个或多个实施例的地热井与热能抽取系统1200。在显示的实施例中,本发明提供的且包括空心转子电动马达100和泵区段200的电动流体泵300设置在地热生产井1220内。从地热场1205对生产井1220供应热水1230。在一个实施例中,热水1230处于300℃的温度和300巴的压力。来自地热场1205的热水进入地热生产井1220,并且被由电缆1225提供功率的电动流体泵300推到地面。在地面,在能量回收单元1210中从热水中抽取能量1240,能量回收单元1210在井口1215处联接到生产井1220上。如本领域普通技术人员将理解的那样,可采用各种方法,包括产生蒸汽和驱动电涡轮。在一个实施例中,能量回收单元包括有机兰金循环。通过从热水1230移除能量而产生的冷却水1235通过注入井1250返回到地热场1205,其中,冷却水1235从场中吸收热而产生热水1230。

[0118] 如提到的那样,在一个实施例中,本发明提供一种电动马达,其包括:马达壳体;以及空心转子,空心转子构造成在容纳在马达壳体内部的定子内旋转,并且由定子驱动;其中,马达壳体的特征在于马达壳体的最大横截面积,并且其中,空心转子限定流动通道,流动通道的特征在于流动通道的最小横截面积,其中,流动通道的最小横截面积为马达壳体的最大横截面积的至少25%,并且其中,空心转子具有限定流体入口的第一端部分,以及限定流体出口的第二端部分;流体入口、流动通道和流体出口构造成允许流体通过流动通道从流体入口传送到流体出口。

[0119] 这样的马达可用于各种各样的应用。例如,本发明提供的马达可用于这样的情形中,即,其中,在运行期间,马达设置在有限空间内,诸如管子、船舱或井孔。在一个实施例中,与传统的直列式(in-line)泵相比,本发明提供用于能够使流体以较高的速率移动的直列式泵中的马达。相信,本发明提供的马达和包括这些马达的泵送系统将可用于各种各样的应用中,诸如高流率机载消防系统中的直列式泵、紧凑式高流率船载紧急水移除系统、在化工制造和配送中的直列式高流量流体输送泵、在石油精炼和配送中的直列式高流量流体输送泵,以及能保持在医疗和食物应用中需要的无菌环境中的直列式高流量流体输送泵。

[0120] 如提到的那样,在一个实施例中,本发明提供一种电动流体泵,其为针对在井孔内的运行而优化且包括本发明提供的至少一个空心转子马达的电动潜水泵(ESP)。在本发明的一个或多个实施例中,ESP包括针对一个或多个泵送区段而构造的一个或多个电动马达。在一个实施例中,电动潜水泵(ESP)针对在具有大约10.625英寸的孔径的地热井孔内的运行而优化。在一个这种实施例中,ESP构造成利用大约5.0MW的功率,这为在300巴的压力下推动80kg/秒(kg/s)的300℃的工作流体(水,具有2%或更少的气体份额)所需要的量。在这种实施例中,ESP能运行来在大约3150RPM的泵/马达速度下获得益处,以便平衡系统效率和泵级升压与马达热问题。在一个或多个实施例中,本发明提供的ESP包括具有大约19米的总长度的大约126个叶轮/扩散器级,以及具有大约16米的长度的空心转子电动马达区段,这使得ESP马达和泵送区段的联合总长度为大约35米。本发明提供的ESP的总长度典型地比马

达和泵送区段的长度的总和略微更长,因为存在沿着ESP泵-马达轴线布置的额外的结构特征,例如保护区段(在本文论述)。本发明提供的ESP的总长度可广泛地改变,但是在地热生产井应用中,这种ESP的长度将典型地落在介于30和50米的之间的范围中。发明人执行的使用计算流体动态特性(CFD)的实验设计分析揭示,通过根据本发明的一个或多个实施例的ESP,可在80kg/秒的流率下实现高达78%的泵效率。在一方面,本发明提供包括感应马达的ESP。在备选实施例中,本发明提供包括永磁体马达的ESP。在运行期间,由ESP叶轮/扩散器级推动的水主要传送进入和通过空心转子的孔(在本文有时也称为流动通道)。在一个或多个实施例中,本发明提供的ESP包括模块化马达,模块化马达已经针对功率密度而进行优化,并且分成8-10个区段,马达总长度为大约16米。已经执行各种马达隔离材料的高温测试和候选介电冷却剂流体的高温高压评估,并且已经确定适当的候选马达隔离材料和介电冷却剂流体。这些包括例如美国专利申请No. 12/968437和13/093306(它们通过引用而以其整体结合在本文中)中公开的马达隔离材料,以及在本领域中已知的介电流体,例如全氟聚醚。在组合使用循环介电油的热管理以及使用无机固态马达隔离材料的情况下,可获得< 330℃的峰值马达温度,并且这是可接受的。在一个或多个实施例中,本发明提供的ESP包括高压高温介电流体流环路。如本领域普通技术人员将理解的那样,在ESP的马达部分内使用加压介电流体需要使用一个或多个密封件来使介电流体与过程流体隔离。

[0121] 本书面描述使用实例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使本领域任何技术人员能够实践本发明,包括制造和使用任何装置或系统,以及执行任何结合的方法。本发明的可取得专利的范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它实例。如果这样的其它实例具有不异于权利要求的字面语言的结构元素,或者如果这样的其它实例包括与权利要求的字面语言无实质性差异的等效结构元素,则它们意图处于权利要求的范围之内。

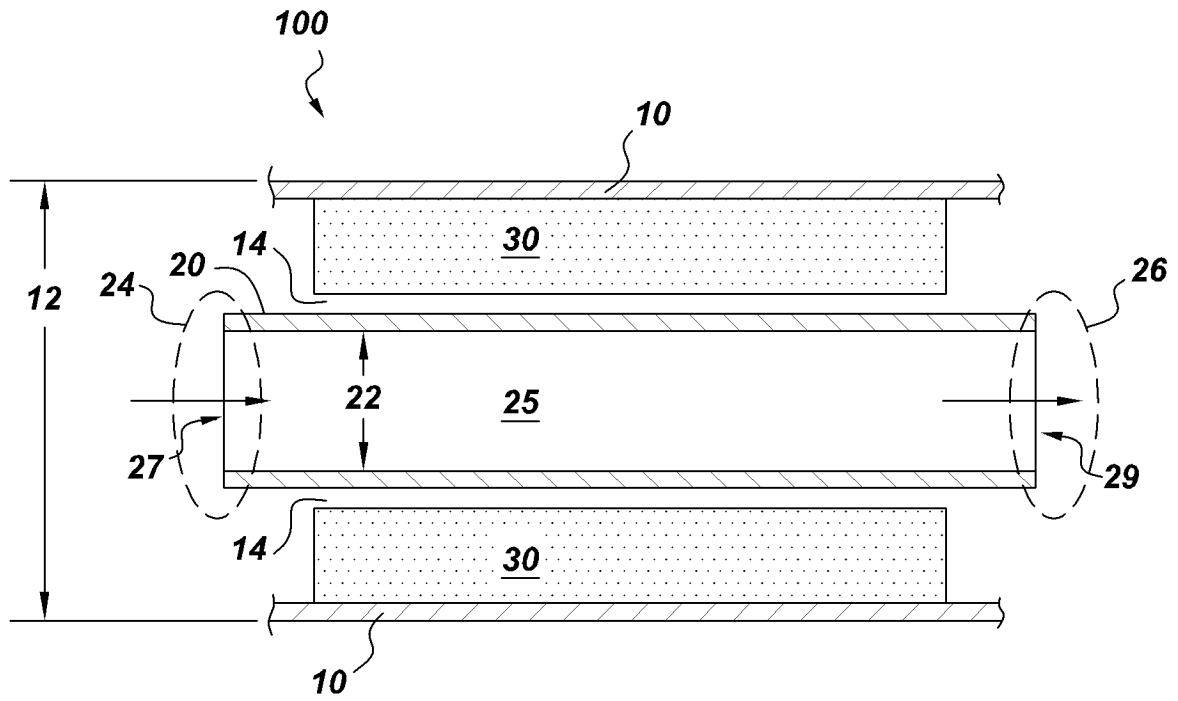


图 1

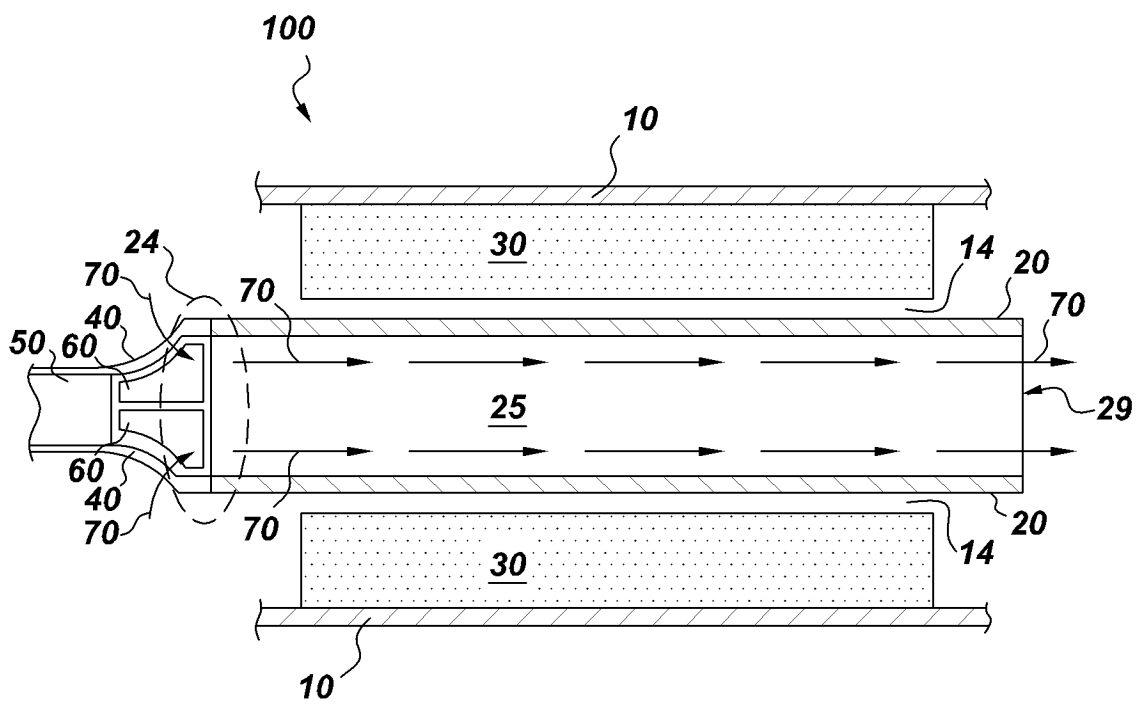


图 2

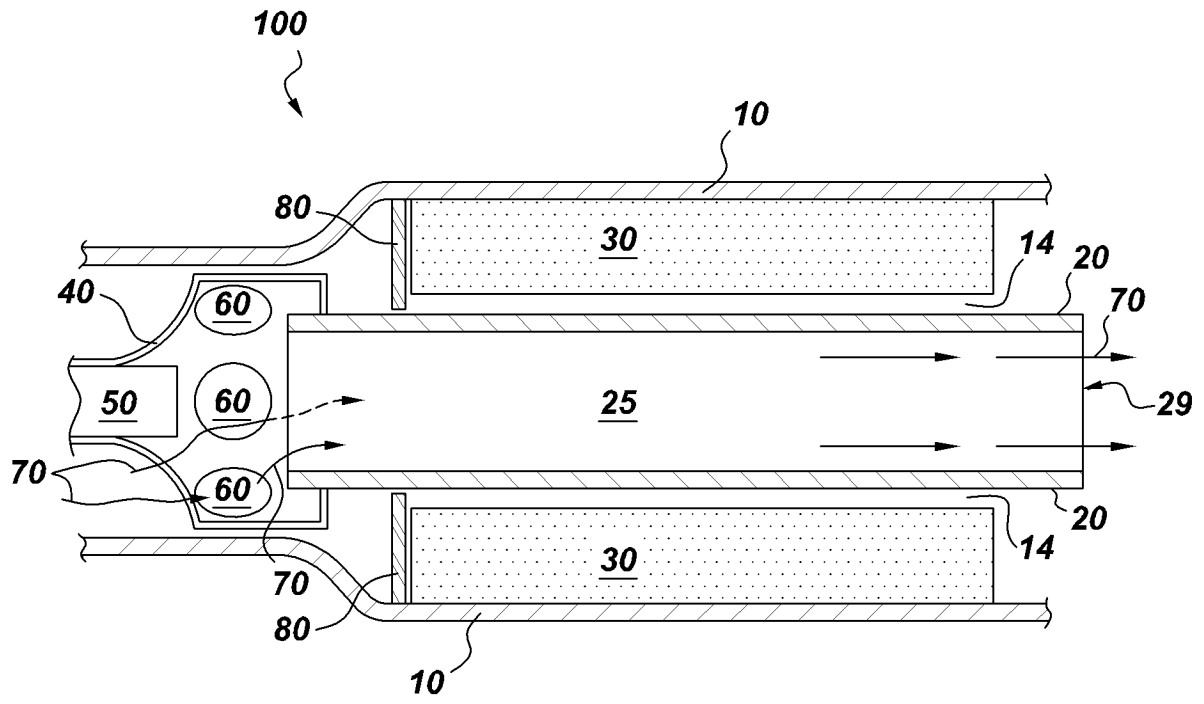


图 3

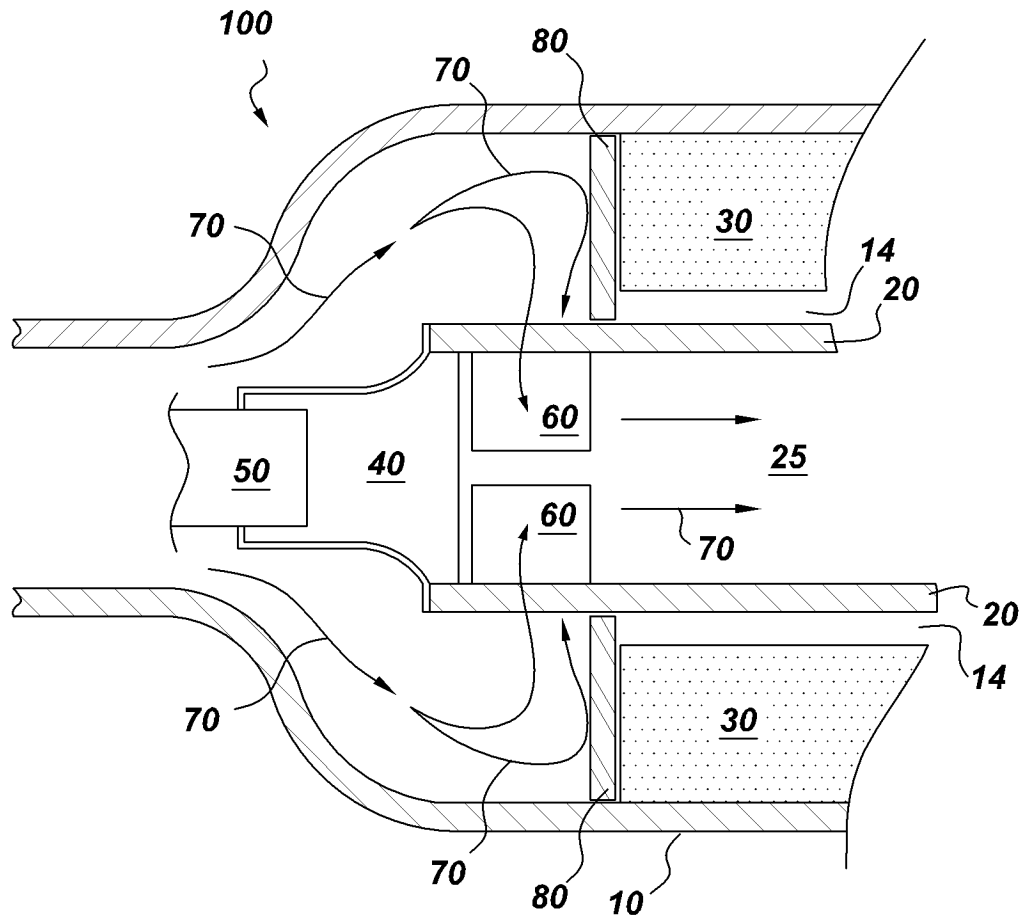


图 4

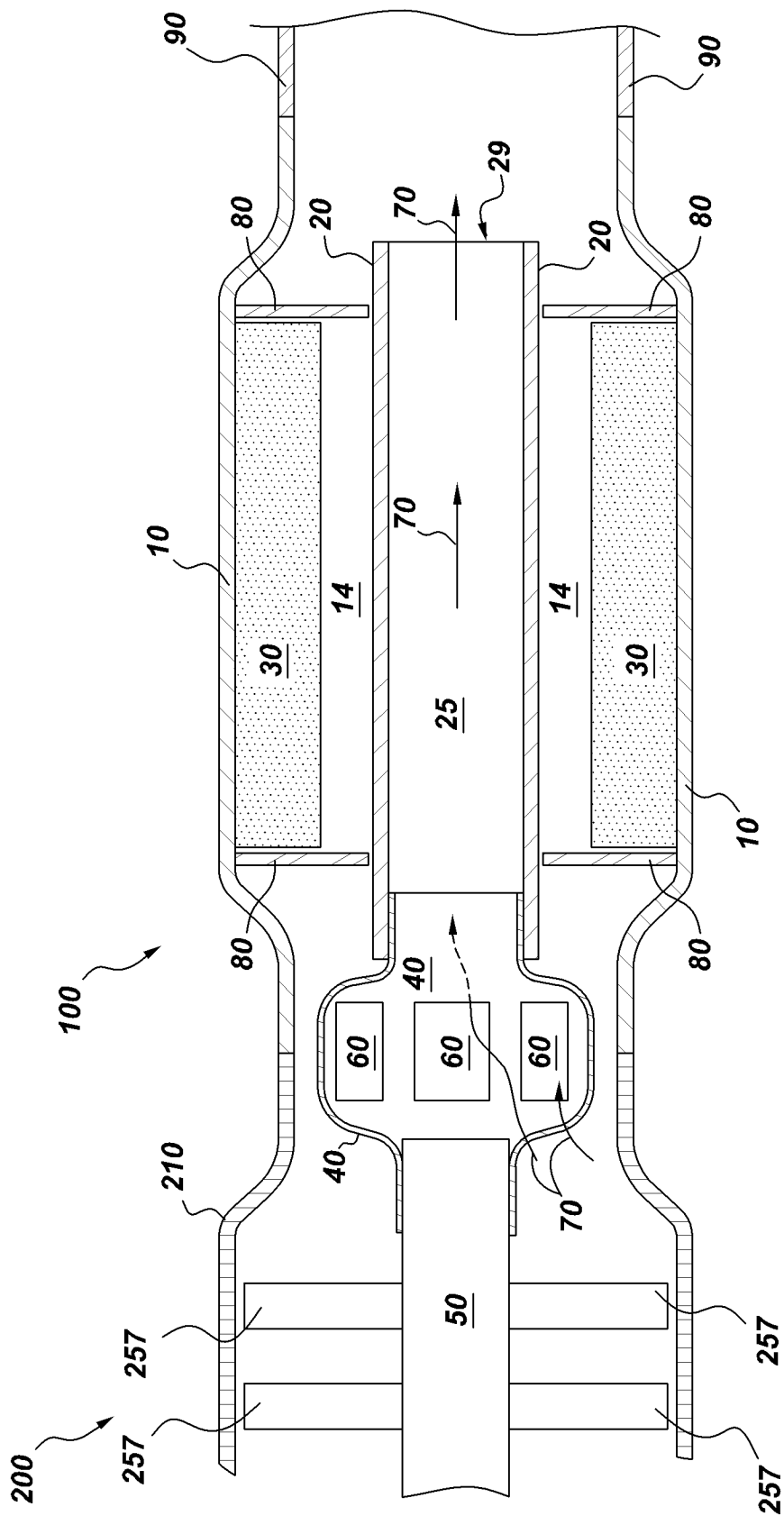


图 5

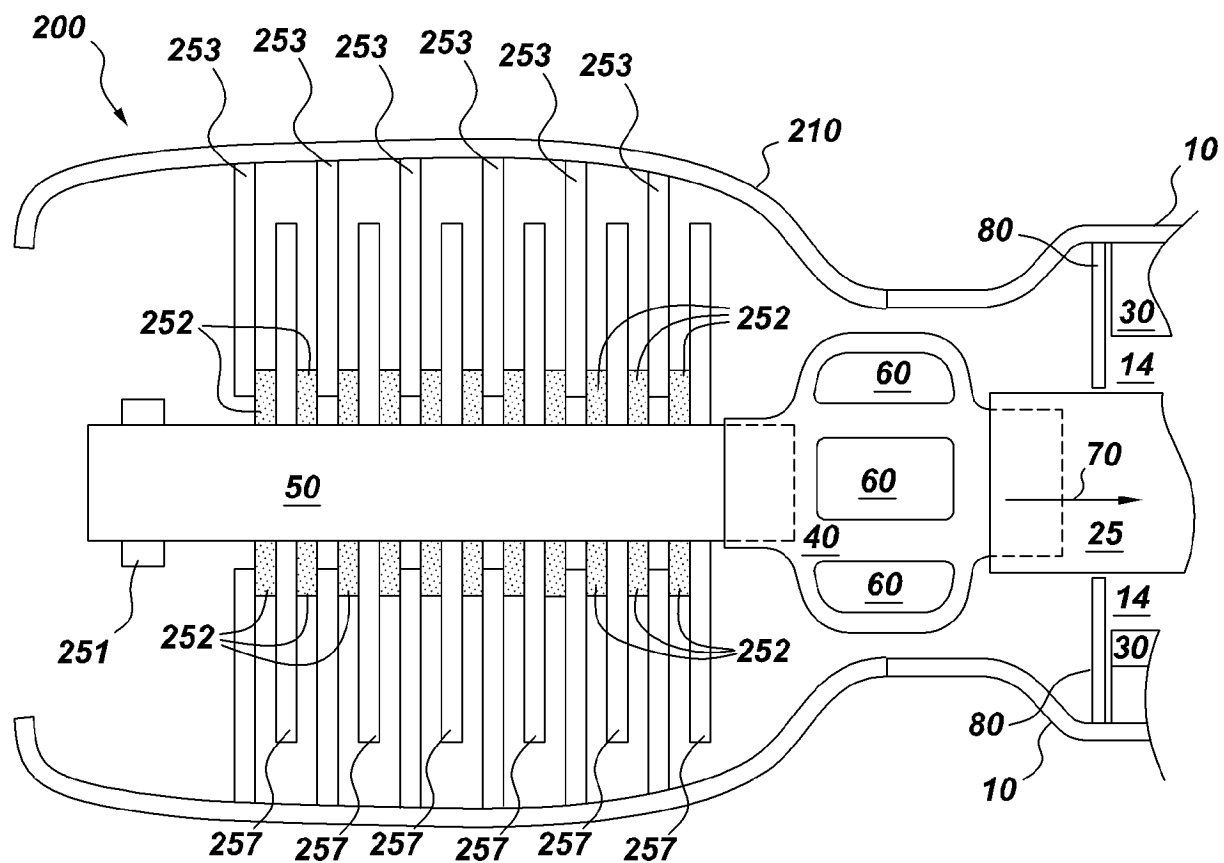


图 6

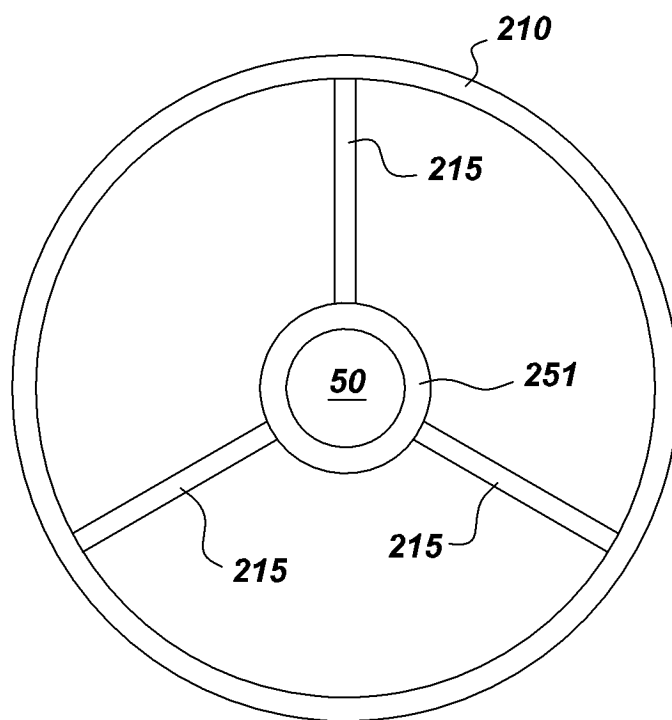


图 6A

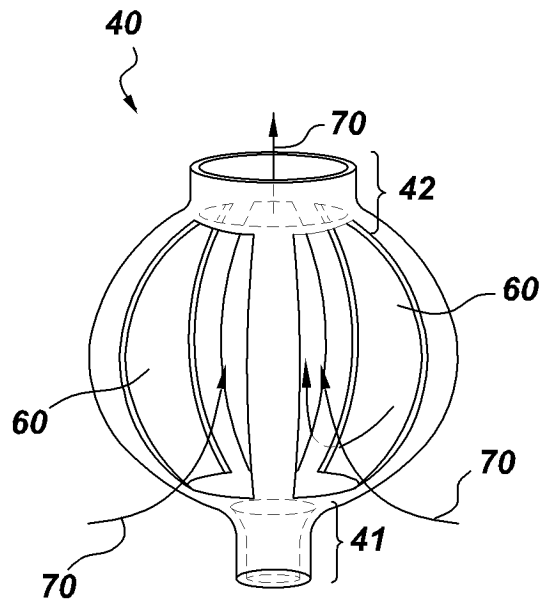


图 7

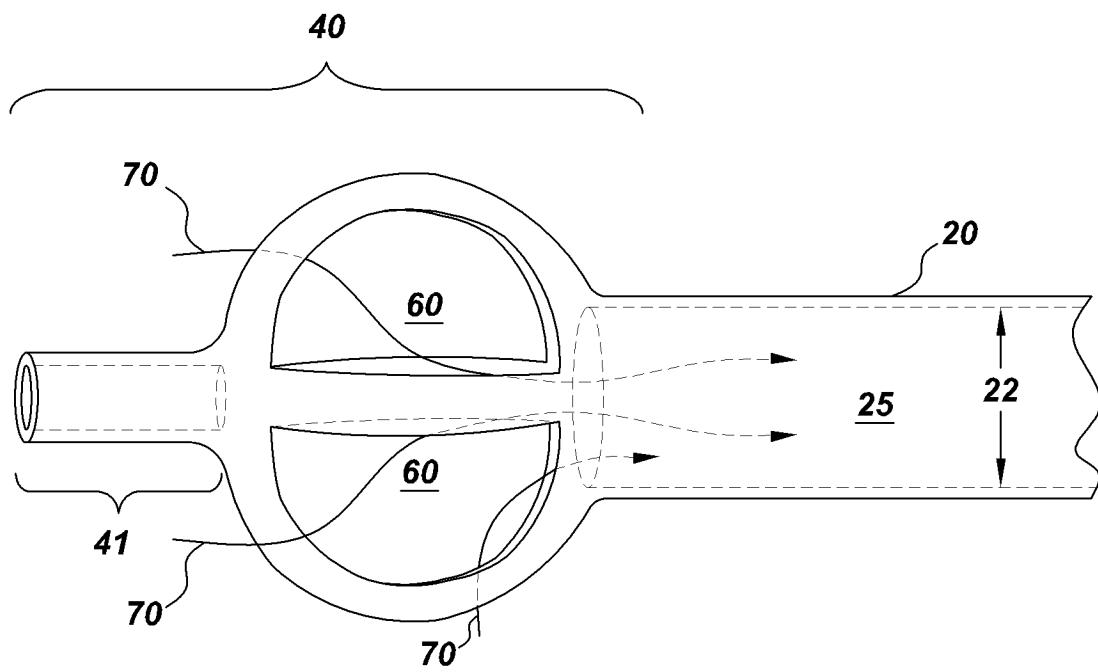


图 8

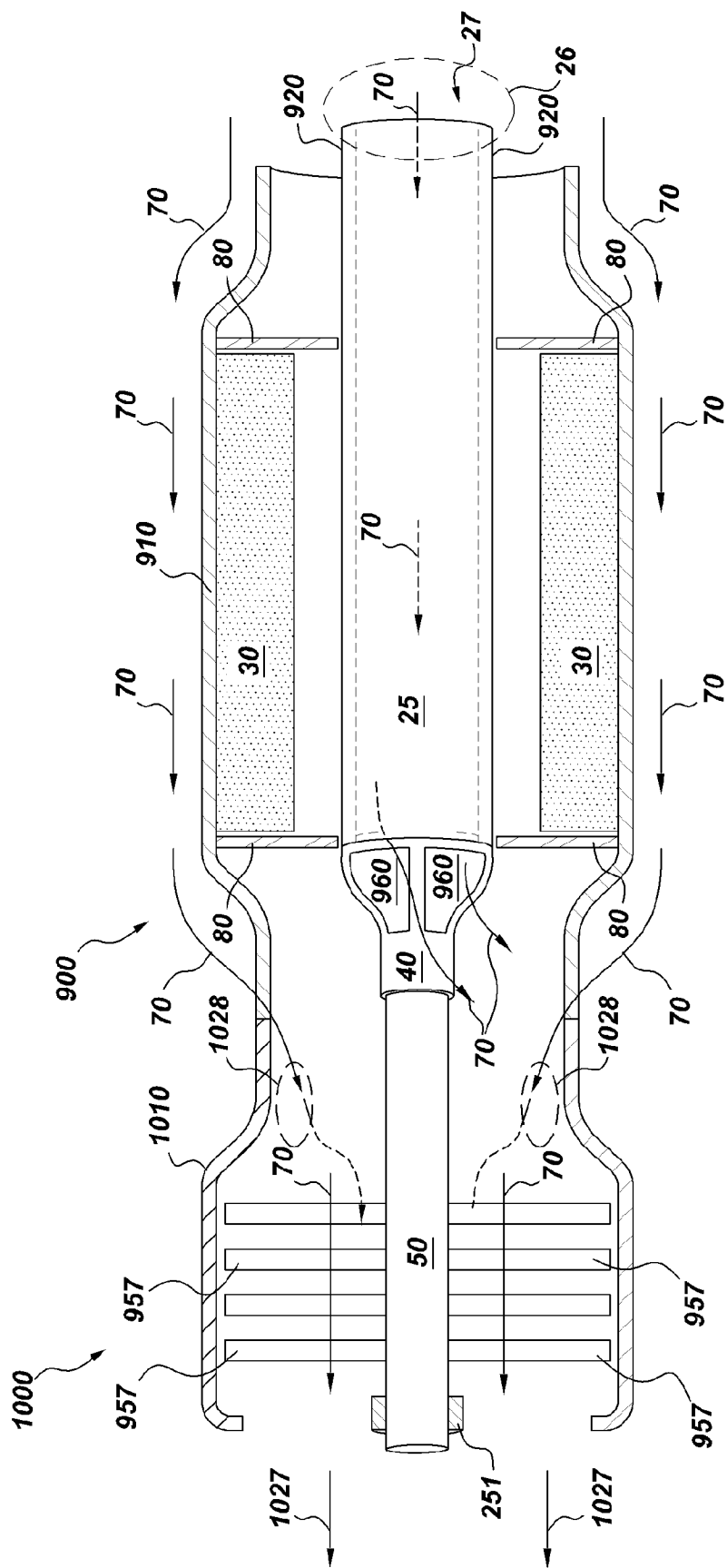


图 9

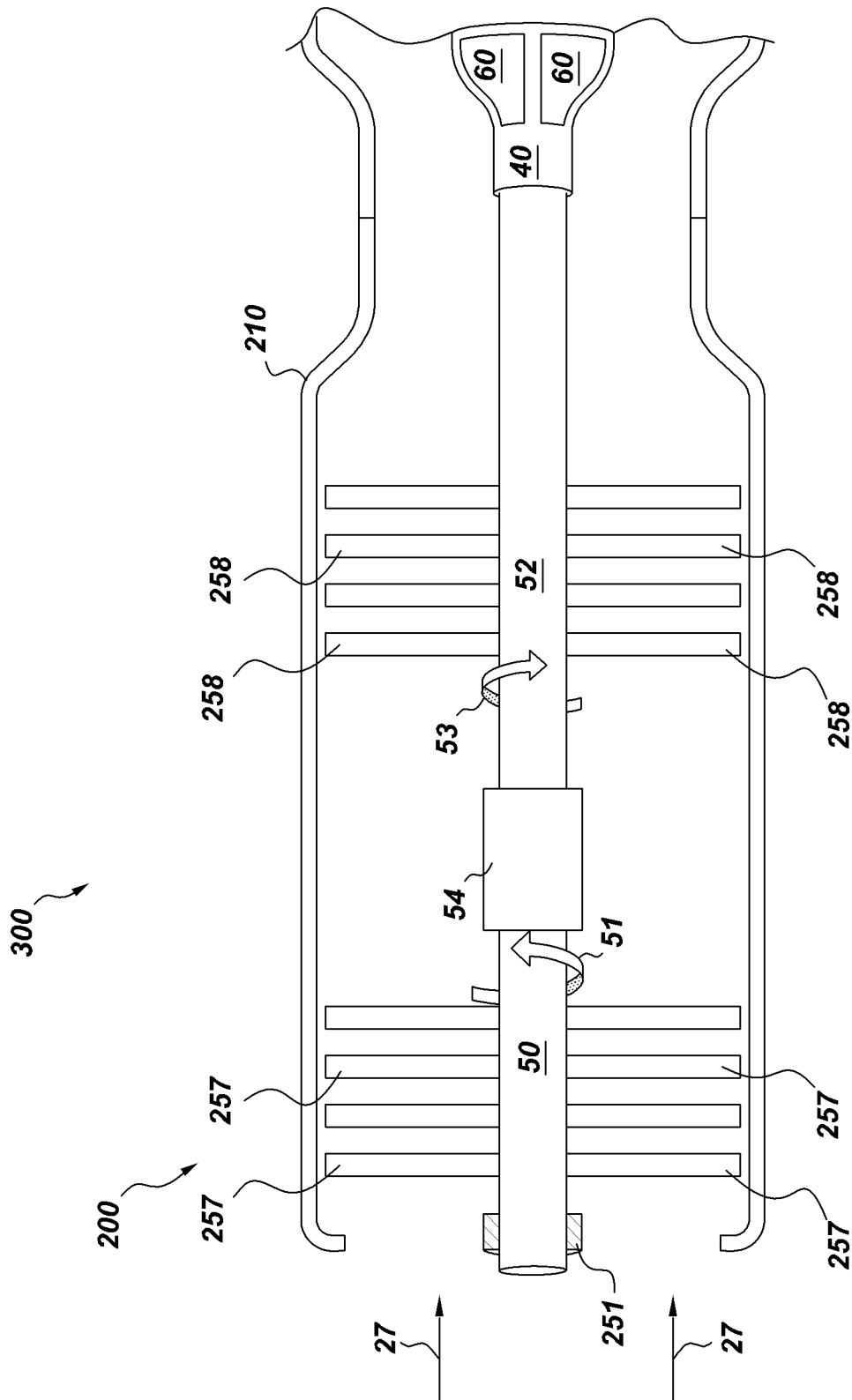


图 10

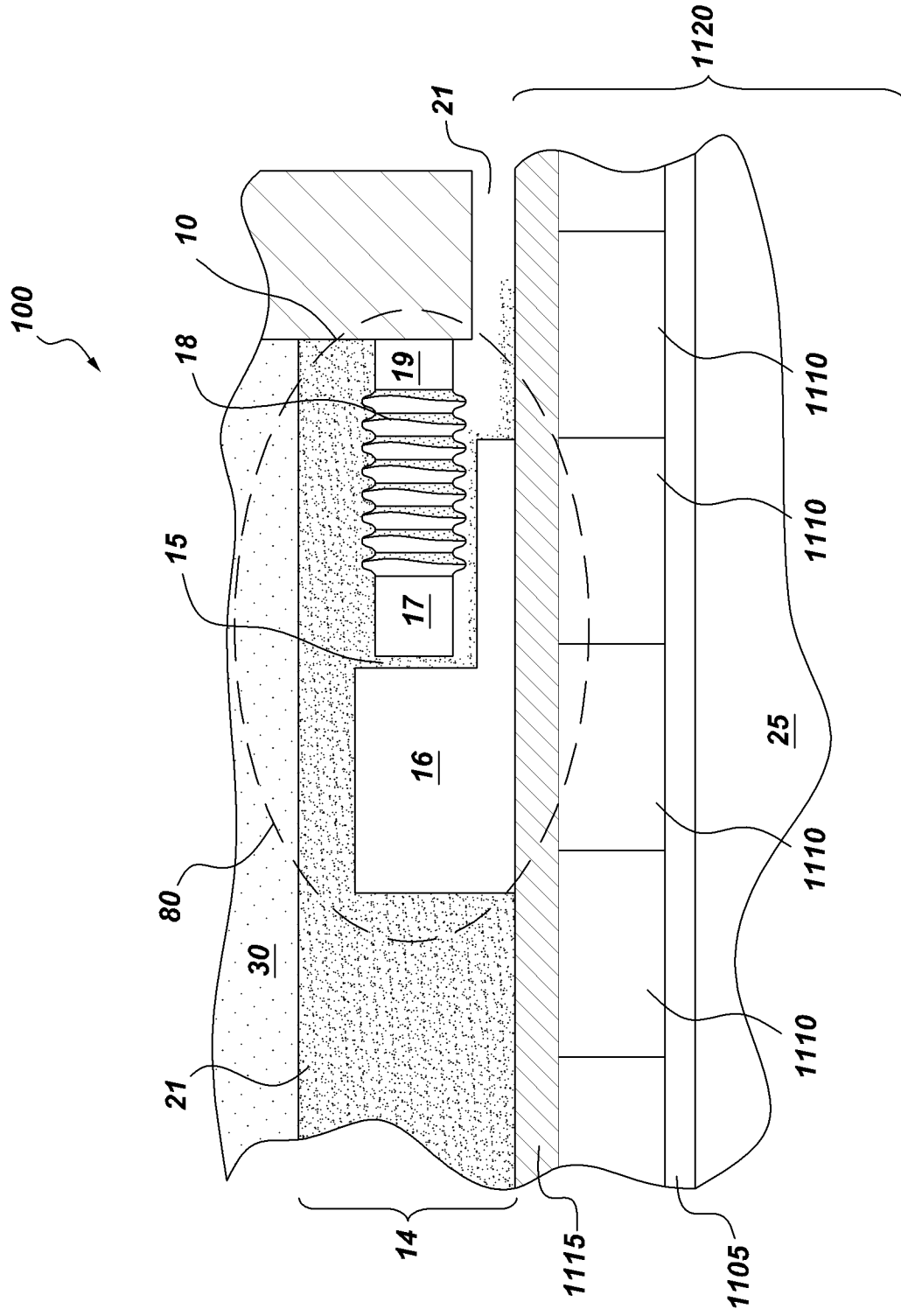


图 11

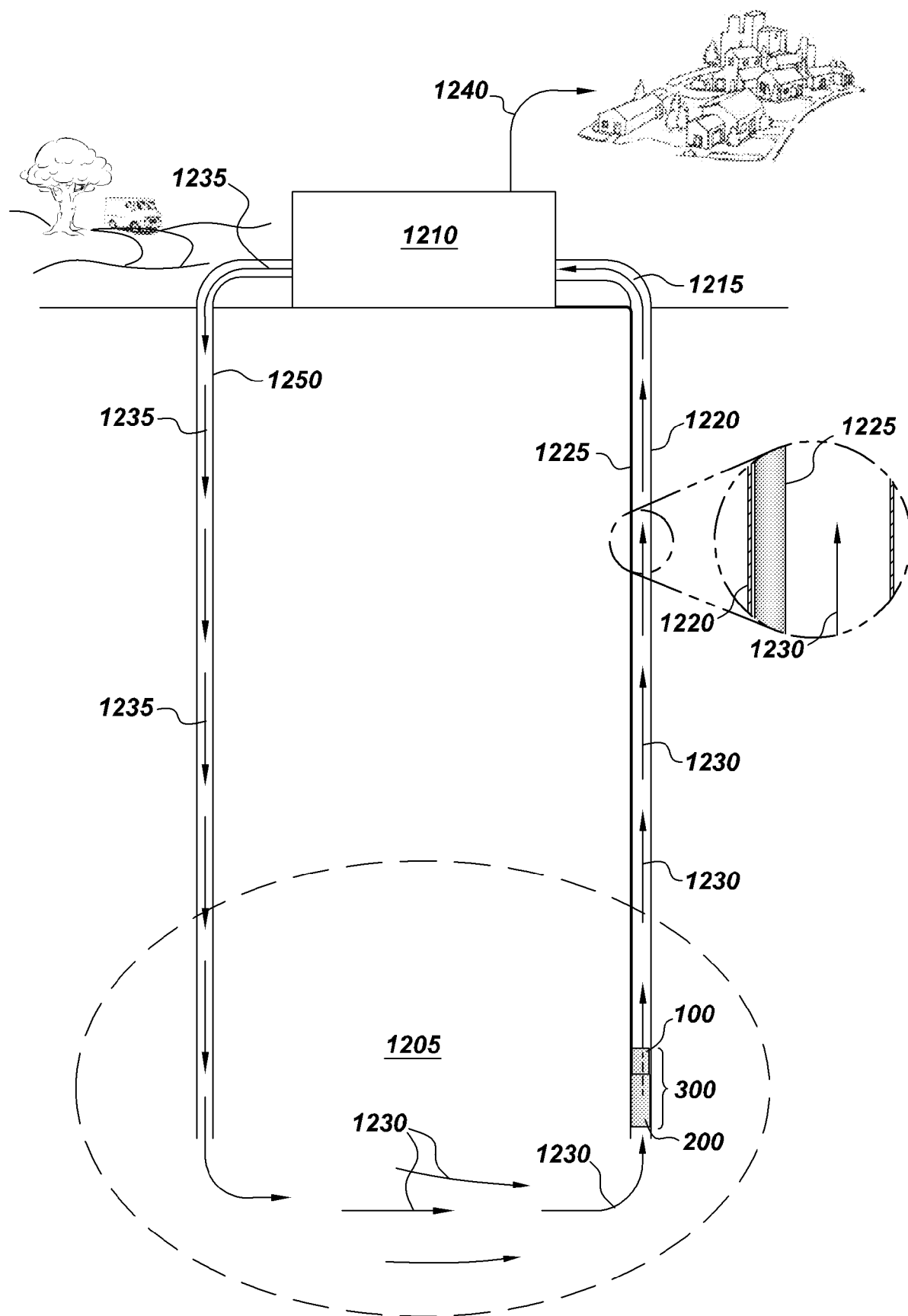


图 12