



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113994068 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 10

(21) 申请号 202080045631.9

E21B 23/14 (2006.01)

(22) 申请日 2020.04.24

E21B 33/068 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

E21B 33/072 (2006.01)

申请公布号 CN 113994068 A

E21B 47/135 (2006.01)

E21B 44/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.01.28

(30) 优先权数据

16/393,386 2019.04.24 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.12.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2020/029844 2020.04.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/219902 EN 2020.10.29

(73) 专利权人 沙特阿拉伯石油公司

地址 沙特阿拉伯宰赫兰

(72) 发明人 迈克尔·杰维斯 布雷特·博尔丁

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

专利代理师 张芸 龙涛峰

(56) 对比文件

US 2009050329 A1, 2009.02.26

US 2017160422 A1, 2017.06.08

US 2017145760 A1, 2017.05.25

US 2013025852 A1, 2013.01.31

EP 0911483 A2, 1999.04.28

US 2016251941 A1, 2016.09.01

US 2010181072 A1, 2010.07.22

CN 1861981 A, 2006.11.15

CN 104094137 A, 2014.10.08

CN 103261582 A, 2013.08.21

CN 1910339 A, 2007.02.07

US 4676310 A, 1987.06.30

EP 1830035 A1, 2007.09.05

WO 2017009671 A1, 2017.01.19

US 2010051265 A1, 2010.03.04

审查员 王飞

(51) Int. Cl.

E21B 23/00 (2006.01)

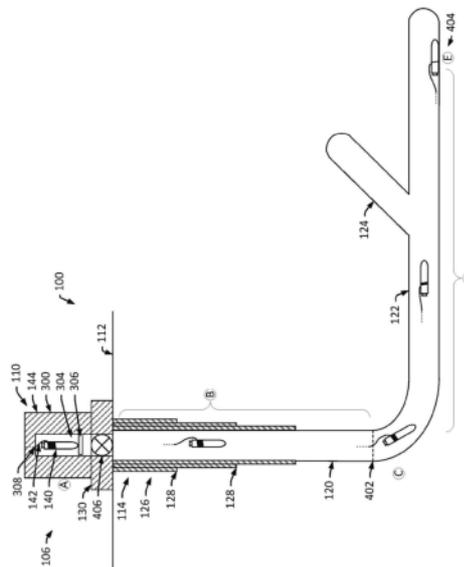
权利要求书4页 说明书22页 附图11页

(54) 发明名称

地下井推力推进式鱼雷的部署系统和方法

(57) 摘要

在一些实施例中提供了一种将有效载荷(204)部署在地下井(114)中的方法。该方法包括使鱼雷(140)在地下井的井筒的第一部分中前进(鱼雷包括主体(200)、物理地联接到地面部件并且适于当鱼雷在井筒中前进时从鱼雷上退绕的光纤(F0)脐带缆(142)和适于产生推进鱼雷的推力的引擎),并且激活引擎(202)以产生推进鱼雷在井筒的第二部分内前进的推力,使得F0脐带缆被布置在井筒的第二部分中。



CN 113994068 B

1. 一种将有效载荷部署在地下井中的方法,所述方法包括:  
将鱼雷释放成在地下井的井筒的第一部分内进行重力驱动的前进,所述鱼雷包括:  
主体;  
光纤脐带缆,所述光纤脐带缆物理地联接到地面部件,被构造成当所述鱼雷在所述井筒中前进时从所述鱼雷上退绕,并且被构造成帮助所述鱼雷与地下井的控制系统之间的通信;和  
引擎,所述引擎被构造成产生推进所述鱼雷在所述井筒中前进的推力,其中,所述引擎包括固体推进剂燃料;  
判定所述鱼雷已经到达所述井筒内的触发点;以及  
响应于判定所述鱼雷已经到达所述井筒内的所述触发点,激活所述引擎的点火器以使所述引擎燃烧固体推进剂燃料,以产生在所述井筒的第二部分内推进所述鱼雷的前向推力,使得所述光纤脐带缆被布置在所述井筒的所述第二部分中,并且所述鱼雷停在所述井筒内的部署位置。
2. 一种将光纤有效载荷部署在地下井中的方法,所述方法包括:  
使鱼雷在地下井的井筒的第一部分中前进,所述鱼雷包括:  
主体;  
光纤脐带缆,所述光纤脐带缆物理地联接到地面部件,并且被构造成当所述鱼雷在所述井筒中前进时从所述鱼雷上退绕;和  
引擎,所述引擎被构造成产生推进所述鱼雷的推力,其中,  
所述引擎包括固体推进剂燃料;以及  
激活所述引擎的点火器以使所述固体推进剂燃料燃烧,以产生推进所述鱼雷在所述井筒的第二部分内前进的推力,使得所述光纤脐带缆被布置在所述井筒的所述第二部分中。
3. 根据权利要求2所述的方法,进一步包括:  
判定所述鱼雷已经到达所述井筒内的触发点,  
其中,响应于判定所述鱼雷已经到达所述井筒内的所述触发点,激活所述引擎以产生所述推力。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述井筒内的所述触发点包括所述井筒内的预定深度。
5. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述井筒的所述第一部分包括所述井筒的竖直部分,并且所述井筒的所述第二部分包括所述井筒的水平部分,并且所述井筒内的所述触发点包括所述井筒的所述竖直部分与所述井筒的所述水平部分之间的过渡点。
6. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述主体由可溶解材料形成,所述可溶解材料被构造成在所述井筒中溶解,并且所述方法进一步包括将所述鱼雷留在所述井筒内的部署位置处,使得所述鱼雷的所述主体在所述井筒内的所述部署位置处溶解。
7. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述鱼雷包括套管接箍定位器,所述套管接箍定位器被配置成感测所述井筒内的接箍,并且所述方法进一步包括基于由所述套管接箍定位器感测到的接箍位置来确定所述鱼雷在所述井筒内的位置。
8. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述鱼雷包括有效载荷,所述有效载荷包括传感器。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述传感器包括井底压力传感器或井底温度传感器。

10. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述光纤脐带缆包括分布式声学感测光纤线。

11. 根据权利要求10所述的方法,进一步包括:在所述鱼雷停在所述井筒内的部署位置之后,进行地震操作,所述地震操作包括:借助于在所述井筒中退绕的所述分布式声学感测光纤线来感测地震事件。

12. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述鱼雷包括舵,所述舵被构造成使所述鱼雷在所述井筒内的前进转向,所述方法进一步包括:使所述舵转向以使所述鱼雷在所述井筒内的前进转向。

13. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述鱼雷包括万向节安装的排气喷嘴,所述万向节安装的排气喷嘴被构造成使所述鱼雷在所述井筒内的前进转向,所述方法进一步包括:使所述万向节安装的排气喷嘴转向以使所述鱼雷在所述井筒内的前进转向。

14. 根据权利要求2所述的方法,所述方法进一步包括使所述鱼雷转向进入所述井筒的侧孔中。

15. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述鱼雷包括反向推力系统,所述反向推力系统被构造成产生减慢或停止所述鱼雷在所述井筒内的向前推进的反向推力,所述方法进一步包括:激活所述反向推力系统以产生减慢或停止所述鱼雷在所述井筒内的向前推进的所述反向推力。

16. 根据权利要求2所述的方法,进一步包括所述鱼雷借助于所述光纤脐带缆将数据传输到所述地下井的控制系统。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中,所述数据包括导航数据或操作数据。

18. 根据权利要求2所述的方法,进一步包括所述地下井的控制系统借助于所述光纤脐带缆将数据传输到所述鱼雷。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中,所述数据包括导航命令或操作命令。

20. 根据权利要求2所述的方法,进一步包括:

将所述鱼雷定位在鱼雷树帽的鱼雷室中;

关闭所述鱼雷树帽的鱼雷保持器以将所述鱼雷保持在所述鱼雷室中;以及

将所述鱼雷树帽组装到所述地下井的井口上;

其中,释放所述鱼雷包括:打开所述鱼雷保持器以从所述鱼雷室中释放所述鱼雷,使得所述鱼雷在所述井筒的所述第一部分中下落而进行重力驱动的前进。

21. 一种非暂时性计算机可读存储介质,包括存储在所述可读存储介质上的程序指令,所述程序指令能够由处理器执行以进行以下操作:

使鱼雷在地下井的井筒的第一部分中前进,所述鱼雷包括:

主体;

光纤脐带缆,所述光纤脐带缆物理地联接到地面部件,并且被构造成当所述鱼雷在所述井筒中前进时从所述鱼雷上退绕;和

引擎,所述引擎被构造成产生推进所述鱼雷的推力,其中,

所述引擎包括固体推进剂燃料;以及

激活所述引擎的点火器以使所述固体推进剂燃料燃烧,以产生推进所述鱼雷在所述井

筒的第二部分内前进的推力,使得所述光纤脐带缆被布置在所述井筒的所述第二部分中。

22. 一种用于将有效载荷部署在地下井中的鱼雷系统,所述鱼雷系统包括:

控制系统;以及

鱼雷,所述鱼雷包括:

主体;

光纤脐带缆,所述光纤脐带缆被构造成物理地联接到地面部件并且被构造成当所述鱼雷在烃井的井筒中前进时从所述鱼雷上退绕;和

引擎,所述引擎被构造成产生推进所述鱼雷的推力,其中,所述引擎包括固体推进剂燃料,

所述控制系统被构造成:

使所述鱼雷在所述地下井的所述井筒的第一部分中前进;以及

激活所述引擎的点火器以使所述固体推进剂燃料燃烧,以产生推进所述鱼雷在所述井筒的第二部分内前进的推力,使得所述光纤脐带缆被布置在所述井筒的所述第二部分中。

23. 根据权利要求22所述的鱼雷系统,其中,所述控制系统进一步被配置成判定所述鱼雷已经到达所述井筒内的触发点,以及

响应于判定所述鱼雷已经到达所述井筒内的所述触发点,激活所述引擎以产生所述推力。

24. 根据权利要求23所述的鱼雷系统,其中,所述井筒内的所述触发点包括所述井筒内的预定深度。

25. 根据权利要求23所述的鱼雷系统,其中,所述井筒的所述第一部分包括所述井筒的竖直部分,并且所述井筒的所述第二部分包括所述井筒的水平部分,并且所述井筒内的所述触发点包括所述井筒的所述竖直部分与所述井筒的所述水平部分之间的过渡点。

26. 根据权利要求22所述的鱼雷系统,其中,所述鱼雷包括套管接箍定位器,所述套管接箍定位器被配置成感测所述井筒内的接箍,并且所述控制系统进一步被配置成基于由所述套管接箍定位器感测到的接箍位置来判断所述鱼雷在所述井筒内的位置。

27. 根据权利要求22所述的鱼雷系统,其中,所述鱼雷包括有效载荷,所述有效载荷包括传感器。

28. 根据权利要求27所述的鱼雷系统,其中,所述传感器包括井底压力传感器或井底温度传感器。

29. 根据权利要求22所述的鱼雷系统,其中,所述光纤脐带缆包括分布式声学感测光纤线。

30. 根据权利要求29所述的鱼雷系统,其中,所述控制系统进一步被配置成在所述鱼雷停在所述井筒内的部署位置之后,进行地震操作,所述地震操作包括借助于在所述井筒中退绕的所述分布式声学感测光纤线来感测地震事件。

31. 根据权利要求22所述的鱼雷系统,其中,所述鱼雷包括舵,所述舵被构造成使所述鱼雷在所述井筒内的前进转向,所述控制系统进一步被构造成使所述舵转向以使所述鱼雷在所述井筒内的前进转向。

32. 根据权利要求22所述的鱼雷系统,其中,所述鱼雷包括万向节安装的排气喷嘴,所述万向节安装的排气喷嘴被构造成使所述鱼雷在所述井筒内的前进转向,所述控制系统进

一步被配置成,使所述万向节安装的排气喷嘴转向以使所述鱼雷在所述井筒内的前进转向。

33. 根据权利要求22所述的鱼雷系统,其中,所述控制系统进一步被配置成使所述鱼雷转向进入所述井筒的侧孔中。

34. 根据权利要求22所述的鱼雷系统,其中,所述鱼雷包括反向推力系统,所述反向推力系统被配置成产生减慢或停止所述鱼雷在所述井筒内的向前推进的反向推力,并且所述控制系统进一步被配置成,激活所述反向推力系统以产生减慢或停止所述鱼雷在所述井筒内的向前推进的所述反向推力。

35. 根据权利要求22所述的鱼雷系统,其中,所述鱼雷被构造成借助于所述光纤脐带缆将数据传输到地下井的控制系统,或所述地下井的控制系统被构造成借助于所述光纤脐带缆将数据传输到所述鱼雷。

36. 根据权利要求22所述的鱼雷系统,进一步包括:

鱼雷树帽,所述鱼雷树帽包括:

鱼雷室,所述鱼雷室被构造成容纳所述鱼雷;

鱼雷保持器,所述鱼雷保持器被构造成移动到关闭位置以将所述鱼雷保持在所述鱼雷室内,以及移动到打开位置以将所述鱼雷从所述鱼雷室中释放,

所述鱼雷被构造成在所述鱼雷保持器处于所述关闭位置的情况下被定位在所述鱼雷室内,以将所述鱼雷保持在所述鱼雷室中,所述鱼雷树帽被构造成待装配到所述烃井的井口上,以及所述鱼雷保持器被构造成在所述鱼雷树帽组装在所述井口上的情况下打开,以从所述鱼雷室中释放所述鱼雷,使得所述鱼雷在所述井筒的所述第一部分中下落进行重力驱动的前进。

37. 根据权利要求36所述的鱼雷系统,其中,所述鱼雷树帽进一步包括鱼雷树帽通信端口,所述鱼雷树帽通信端口被构造成联接到所述光纤脐带缆的井上端。

## 地下井推力推进式鱼雷的部署系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明总体上涉及开发井,并且更具体地涉及将装置部署到井中。

### 背景技术

[0002] 井通常包括钻入大地中以提供进入地面下方的地质地层(或“地下地层”)的通路(或“井眼”)。井可以便于从地下地层中提取诸如烃或水之类的自然资源,便于将诸如水或气体之类的物质注入到地下地层中,或者便于地下地层的评价和监测。在石油工业中,通常钻出烃井以从地下地层中提取(或“采出”)诸如油和气之类的烃。术语“油井”通常用于指代设计成采出石油的井。类似地,术语“气井”通常用于指代设计成采出气体的井。在油井的情况下,通常与石油一起采出一些天然气。同时采出石油和天然气的井有时被称为“油气井”或“油井”。术语“烃井”通常用于描述便于采出烃的井,包括油井和油气井。

[0003] 建造烃井通常涉及几个阶段,包括钻井阶段、完井阶段和采出阶段。钻井阶段涉及在预期含有可开采的烃浓度的地下地层中钻出井筒。预期含有烃的地下地层部分通常被称为“烃储层”或简称为“储层”。通常通过位于地面的钻机来帮助钻井过程。钻机可以被提供用于操作钻头以切割出井筒,提升、下降和转动钻杆及工具,使钻井液在井筒中循环,以及总体上控制井筒中的操作(通常称为“井下”操作)。完井阶段涉及使井做好采出烃的准备。在某些情况下,完井阶段包括将套管管道安装在井筒中,用水泥将套管管道固井到位,对套管管道和水泥进行射孔,安装采出油管,安装用于调节采出流量的井下阀,以及将流体泵送到井筒中以使储层和井压裂、清洁或以其他方式做好采出烃的准备。采出阶段涉及通过井从储层中采出烃。在采出阶段期间,通常将钻机拆除并在地面更换为一批阀(通常称为“地面阀”或“采油树”),并且将阀安装在井筒中(通常称为“井下阀”)。这些地面阀和井下阀可以被操作以调节井筒中的压力,控制来自井筒的采出流量,并且如果需要的话提供进入井筒的通路。通常在地面或井筒中部署传感器以监测井的特性。例如,可以在井筒中部署压力和温度传感器以监测井筒中的压力和温度。采油机(pump jack)或其他机构可以提供有助于从储层中提取烃的升力,特别是在井中的压力如此低以至于所采出的烃不能自由地流动到地面的情况下。来自采油树的出口阀的流通常被连接到中游设施的分配网络,诸如储罐、管线和运输车辆,它们将采出产品运输到下游设施,诸如炼油厂和出口终端。

[0004] 建造烃井的各个阶段通常包括成功开发井和地下地层所面临的挑战。在每个阶段期间,井操作者可能需要监测井筒的状况以评估井的当前状态,并且生成和执行用于开发该井或其他附近井的计划。例如,在井的采出阶段期间,井操作者可以将诸如压力和温度传感器之类的装置部署在井筒中,以监测井筒中的采出流体的压力和温度。这样的测量结果可以用于评估井的当前和历史采出情况,其进而可以用于开发用于该井和周围井的油田开发计划(FDP)。FDP可以为该井和周围井指定目标采出率、注入率或其他参数。井操作者可以根据FDP,诸如调整采出率、注入率或其他参数,对该井或同一地下地层中的其他井进行操作,以努力优化从地下地层进行的采出。

## 发明内容

[0005] 本申请的申请人认识到,将装置部署到井中对于成功地操作井和同一地层中的其他井可能是关键的。当决定如何最好地操作井和开发地下地层时,井操作者可以受益于对延伸到地下地层中的井的特性的理解。例如,当为井或同一地下地层中的其他井设定采出率或注入率以优化从地下地层的采出时,井操作者知道井的当前和历史井底压力(BHP)和井底温度(BHT)是关键的。因此,将诸如BHP传感器和BHT传感器之类的传感器放置在烃井的井筒内的适当位置以获取井的井数据(包括井的BHP和BHT)可能是关键的。作为另一个实例,对于井操作者来说,知道地下地层的特性以确定在何时和何处向地下地层中钻井以及如何操作地层中的井是关键的。因此,放置地层测量装置(诸如地震测井装置)以获取地下地层的的地层数据可能是关键的。地震测井装置可以例如包括声学传感器,诸如地震检波器(geophone)。

[0006] 本申请的申请人还认识到,用于将装置部署到井中的现有技术存在各种缺点。在一些情况下,借助于重力将装置部署到井中。例如,装置可以悬挂在线缆上,该线缆从地面被退绕以将线缆和装置下降到井筒中。线缆可以例如包括脐带缆,该脐带缆提供动力以及与装置的通信。尽管这种技术可以适用于竖直井筒,但它可能不适用于水平井筒。例如,如果井筒包括水平部分,则装置可以借助于重力沿竖直部分向下行进到水平部分的起点,但是可能会在通向水平部分的过渡部分处停止(或“降至最低点(bottom out)”)。结果,装置和线缆可能不会前进到井筒的水平部分中。在一些情况下,使用牵拉装置将装置进一步输送到水平井筒中。例如,牵拉装置可以悬挂在线缆上,该线缆从地面被退绕,以将牵拉装置和拖曳线缆(trailing wireline)下降到井筒中,并且牵拉装置可以被驱动以将牵拉装置和拖曳线缆拉到井筒的水平部分中。尽管这种技术可以增加对井筒的水平部分的进入,但是它通常受到牵拉装置能够将拖曳线缆拉多远的限制。例如,在水平部分较长的情况下,牵拉装置可能不能产生使牵拉装置和拖曳线缆前进到井筒的水平部分深处中或完全通过井筒的水平部分所必要的动力或牵拉力。此外,当线缆被拖过井筒壁时,线缆本身可能由于摩擦而损坏。结果,线缆可能需要具有坚固的封装,这会增加重量,进而会减小牵拉线缆的牵拉装置的有效范围。

[0007] 认识到现有技术的这些和其他缺点后,本申请的申请人开发了用于借助于推力推进式井鱼雷(torpedo)(TPWT)系统将装置部署到井中的新的系统和方法。在一些实施例中,TPWT系统用于将诸如传感器之类的装置部署到诸如油井之类的烃井的井筒中。例如,具有引擎并承载有诸如传感器或其他装置之类的有效载荷的TPWT可以借助基于推力的推进而被推进到烃井的井筒深处。

[0008] 在一些实施例中,TPWT包括光纤(FO)脐带缆,当TPWT在井筒中行进时该光纤脐带缆从TPWT上被退绕。例如,TPWT可以包括FO脐带缆,该FO脐带缆包括FO线,FO线围绕TPWT的一体式卷轴裹绕(或“卷绕”)并且在TPWT行进通过井筒时从TPWT上被退绕。FO脐带缆可以提供TPWT与控制系统(诸如位于地面的井控制系统)之间的通信。例如,TPWT的FO脐带缆的上端(或“井上端”)可以联接到井的井控制系统,并且FO脐带缆的下端(或“井下端”)可以联接到TPWT的控制系统(或“控制器”)。在这样的实施例中,FO脐带缆可以提供井控制系统与TPWT的控制系统之间的数据通信。

[0009] 在一些实施例中,数据包括与控制TPWT的操作有关的命令。例如,井控制系统可以

借助于FO脐带缆将指示TPWT的操作的命令发送至TPWT的控制器。在这样的实施例中,控制器可以通过控制TPWT的相应操作来执行命令。例如,井控制系统可以借助于FO脐带缆将点燃或熄灭TPWT的引擎的命令发送至TPWT的控制器,并且控制器可以控制引擎的燃料供应阀和点火器以点燃引擎。在一些实施例中,数据包括与TPWT的操作有关的TPWT操作数据。例如,TPWT的控制器可以监测和收集与引擎、控制器或有效载荷的操作有关的数据(诸如由有效载荷的传感器感测到的状况),并且可以借助于FO脐带缆将与收集到的数据对应的TPWT操作数据发送至井控制系统。TPWT数据可以例如包括指示引擎是否点火的数据,指示TPWT的翼、舵或定向推力系统的状态的数据,指示TPWT在井筒内的速度、取向或位置的数据,或者指示由传感器感测到的状况的数据。在一些实施例中,井控制系统基于从TPWT控制器接收到的TPWT操作数据而产生与控制TPWT的操作有关的命令。

[0010] 在一些实施例中,将TPWT部署到井筒中包括TPWT在井筒中的重力驱动的自由下落,随后是TPWT进一步进入到井筒中的推力驱动的推进。例如,TPWT可以被释放成自由下落通过井筒的第一/上部部分(诸如井筒的竖直部分),并且在到达触发点(诸如井筒中的预定深度)时,可以点火TPWT的引擎以产生在井筒的第二/下部部分(诸如井筒的水平部分)中推进TPWT的推力。TPWT可以停在井筒的第二/下部部分中的部署位置。

[0011] 在一些实施例中,TPWT的主体由适于在暴露于井筒环境下溶解的材料形成。该材料可以例如包括镁合金。在这样的实施例中,TPWT可以停在井筒内的部署位置,并且TPWT的可溶解主体可以溶解(例如,经过几小时、几天或几周的过程),留下FO脐带缆和TPWT的任何不可溶解的部分,诸如不可溶解的传感器的有效载荷。

[0012] 在一些实施例中,使用可溶解的TPWT主体是有利的。例如,可溶解的TPWT主体可以消除取回TPWT的需要。传统的线缆装置通常被下降到井筒中并且稍后从井筒中取回(例如,拉出)以便重新使用或防止线缆装置堵塞井筒。相比之下,可溶解的TPWT主体可以较便宜地生产,消除了重复使用的需要,并且可以简单地溶解以减少井筒的任何堵塞。因此,使用可溶解的TPWT主体可以消除对取回操作的需要,或者至少简化任何相关的取回操作。如果进行取回操作,则该取回操作可以简单地包括拉动相对细且轻的FO脐带缆以及TPWT的保持与FO脐带缆联接的任何不可溶解部分,诸如不可溶解的传感器。此外,考虑到TPWT的主体可能不需要取回,FO脐带缆可以相对细且轻,这至少由于这里描述的原因是有利的,包括扩展TPWT的范围,或者如果需要的话,便于切断FO脐带缆。

[0013] 在一些实施例中,使用FO脐带缆是有利的。例如,与诸如传统线缆脐带缆之类的相对重的线相比,FO脐带缆可以具有相对轻的重量。这可以有助于降低TPWT的总重量,从而可以使TPWT能够更远地行进到井筒中或者承载更重的有效载荷。作为另一实例,与诸如传统线缆脐带缆之类的相对粗的线相比,FO脐带缆可以具有相对小的直径,并且可以容易地切断。这可以使FO脐带缆能够穿过井系统中的相对小的端口,诸如穿过井口的阀,并且如果需要,能够容易地切断FO脐带缆。例如,在FO脐带缆已穿过井口阀且需要关闭该井口阀的紧急操作的情况下,可以简单地关闭阀,使得关闭动作切断FO脐带缆。相比之下,传统的线缆可能太粗或太坚韧而不能容易地被井口阀切断。因此,在关闭井口阀之前,可能需要将线缆从井筒中移除或在单独的操作中切断。这会导致不期望的显著延迟,尤其是在时间敏感的紧急操作中。

[0014] 在一些实施例中,从TPWT退绕FO脐带缆是有利的,这是因为在井筒中部署TPWT期

间FO脐带缆上的摩擦和阻力减少。例如,在地面处使线从卷轴延伸并且将其附接到将要下降到井筒中的装置的情况下,可以从地面将线退绕以将装置下降到井筒中。结果,可以使线与装置一起移动通过井筒并摩擦井筒的磨蚀性壁。所产生的摩擦可以物理地磨损线并产生阻止装置在井筒中前进的摩擦力。在致力于解决这些问题的努力中,可以使这种线设有耐用的外部涂层。不幸的是,这会增加线的重量和粗细,进而会限制装置的行进范围或抑制线的切断。相比之下,在TPWT行进通过井筒时从TPWT上退绕FO脐带缆可以防止FO脐带缆在井筒内的显著移动。例如,FO脐带缆的当TPWT经过一给定深度时从TPWT上退绕的部分可以在TPWT继续沿井筒向下行进时保持在该深度并且将FO脐带缆的额外长度退绕。在部署期间,FO脐带缆可以靠在井筒壁上,但是它应该不会经历沿井筒的任何显著的移动或摩擦。结果,FO脐带缆不会产生显著阻止TPWT前进的摩擦,并且不需要耐用的外部涂层,这可以有助于减小FO脐带缆的重量和粗细。这进而可以扩展装置的行进范围或便于切断FO脐带缆。

[0015] TPWT可以包括便于在烃井中进行部署的各种特征。在一些实施例中,TPWT包括用于容纳FO脐带缆的一体式卷轴,当TPWT行进通过井的井筒时FO脐带缆从TPWT上退绕。例如,TPWT的主体可以包括在主体的外表面中的凹部,FO脐带缆可以缠绕在该凹部中。一体式卷轴可以被提供用于将FO脐带缆简单装载到TPWT上,可以在运输和在井筒环境中行进期间保护FO线,并且可以在井筒环境中行进期间便于FO脐带缆的退绕。

[0016] 在一些实施例中,TPWT包括导航元件,诸如翼、舵或定向推力系统。TPWT的翼可以包括减少TPWT的空气动力侧滑的固定稳定器。TPWT的舵可以包括提供TPWT的转向的可动稳定器。TPWT的定向推力系统可以包括用于对由TPWT的引擎产生的推力进行导向的装置。例如,TPWT的定向推力系统可以包括万向节安装的排气喷嘴,该排气喷嘴可以旋转以引导由TPWT的引擎产生的前向推力的方向。作为另一实例,TPWT的定向推力系统可以包括反向推力系统,该反向推力系统包括旁路导管(或“通道”),该旁路导管可以选择性地接合以将由TPWT的引擎在向前方向上产生的推力引导。这可以产生减慢或停止TPWT在向前方向上的移动的“反向推力”。

[0017] 在一些实施例中,TPWT包括喷射泵式引擎。TPWT的喷射泵式引擎可以提供井筒流体向引擎的燃烧气体中的导入,以增强由TPWT产生的推力。例如,TPWT可以包括具有井流体入口的喷射泵式引擎,该井流体入口在热燃烧气体经由出口喷嘴排出之前将井筒流体引导到热燃烧气体中。流体和热燃烧气体的混合物可以使井筒流体膨胀,从而导致对于为了产生气体而燃烧的推进剂量而言推力得到相对增加。这可以有助于减少所需的推进剂量或增加TPWT的有效范围。

[0018] 在一些实施例中,TPWT包括集成定位装置,诸如套管接箍定位器(CCL)。CCL可以包括用于感测套管、油管或其他导管的相邻区段之间的过渡位置的装置。例如,TPWT可以包括CCL,该CCL包括集成到TPWT的主体中的第一电磁线圈和第二电磁线圈。线圈可以通电以产生电磁体,该电磁体能够感测由周围金属管(诸如套管或油管)的厚度变化引起的磁场变化。当TPWT行进通过井筒并经过周围金属管厚度变化的位置时,诸如在套管的相邻区段之间的连接部时,第一和第二电磁线圈可以依次检测到磁场的变化,并且该变化可以归因于TPWT位于或经过变化的位置。通常基于井的建造文件得知井的诸如连接部的位置之类的位置,因此,相关联的磁通量变化可以用于确定TPWT在井的井筒中的位置。

[0019] 在一些实施例中,TPWT用于将各种类型的传感器或其他装置部署到井中。例如,

TPWT可以包括传感器的有效载荷,诸如BHP传感器或BHT传感器。TPWT在井的井筒中的部署可以被提供用于将传感器定位在井筒内的部署位置处,在该部署位置处传感器可以被操作以获取井的数据,诸如分别为BHP数据和BHT数据。

[0020] 在一些实施例中,TPWT用于部署传感器,诸如FO线,以进行分布式声学感测(DAS)。DAS可以例如用于井的垂直地震剖面。DAS FO脐带缆可以包括能够沿FO线的长度感测地震事件的FO线。这种DAS FO脐带缆可以延伸到井的井筒中,以使FO线沿着井筒的长度分布,其中FO线可以被操作以感测沿着井筒的长度的离散位置处的地震事件。例如,可以借助地震源的阵列产生地震事件,该地震源的阵列位于地面上并且被操作以将地震信号传输到地层的在井筒周围的部分中。在一些实施例中,TPWT卷绕有DAS FO脐带缆,在TPWT在井的井筒中行进时从TPWT上退绕该DAS FO脐带缆,继而将FO线沿着井筒的长度分布。TPWT的使用可以使DAS FO脐带缆能够以DAS FO脐带缆的相对低的摩擦和磨损量分布到井筒深处。在一些实施例中,DAS FO脐带缆的尺寸被设计成有助于DAS FO脐带缆与井筒的衬层(诸如金属套管或油管)之间的接触。例如,DAS FO脐带缆的长度可以是井筒的待布线长度部分的大约125%,以便于DAS FO径向膨胀,从而借助于表面张力附着(或“贴附”)到管壁上。该延长的长度可以促使DAS FO脐带缆在贴附到内壁时呈螺旋或螺线形状。所得到的与管壁的联接可以有助于减少DAS FO脐带缆所感测到的地震信号的衰减。

[0021] 在一些实施例中,DAS FO脐带缆包括U形弯曲式DAS FO线。U形弯曲DAS FO线可以包括具有第一DAS FO线段的FO线,该第一DAS FO线段终止于与第二DAS FO线段联接的FO U形弯曲部。当部署时,U形弯曲部可以被下沉到井下,其中第一和第二DAS FO线段延伸到地面。第一和第二DAS FO线段的末端可以联接到部署在其他井中的其他U形弯曲DAS FO线段上,以提供延伸到多个井中的连续DAS FO线。可以将询问器联接到连续DAS FO线上以监测由布置在一个或多个井中的DAS FO线感测到的地震事件。

[0022] 在一些实施例中,DAS FO线的U形弯曲部包括DAS FO线中的将DAS FO线的相邻第一和第二段连接起来的圆形弯曲部。在一些实施例中,DAS FO线的U形弯曲部包括将DAS FO线的相邻第一和第二段连接起来的“微型弯曲”连接部。在一些实施例中,U形弯曲DAS FO线围绕TPWT的一体式卷轴裹绕,以维持FO线的U形弯曲部的弯曲形状。例如,U形弯曲DAS FO线可以围绕TPWT的一体式卷轴的周边裹绕,以维持FO线的U形弯曲部的弯曲形状。作为另一实例,U形弯曲DAS FO线可以在U形弯曲部被固定到一体式卷轴的表面(例如,被塞入到U形弯曲DAS FO线的裹绕部的下方)的情况下围绕TPWT的一体式卷轴的周边裹绕,以维持FO线的U形弯曲部的弯曲形状。在U形弯曲DAS FO线包括微型弯曲部的实施例中,U形弯曲DAS FO线可以在微型弯曲部被固定到一体式卷轴的表面(例如,被塞入到U形弯曲DAS FO线的裹绕部的下方)的情况下围绕TPWT的一体式卷轴的周边裹绕,以维持并保护FO线的微型弯曲部。

[0023] 在一些实施例中提供了一种将有效载荷部署在地下井中的方法。该方法包括:将鱼雷释放成在地下井的井筒的第一部分内进行重力驱动的前进(鱼雷包括:主体;FO脐带缆,该FO脐带缆被物理地联接到地面部件、适于当鱼雷在井筒中前进时从鱼雷上退绕、并且适于帮助鱼雷与井控制系统之间的通信;以及引擎,该引擎适于产生推进鱼雷在井筒中的前进的推力);判定鱼雷已经到达井筒内的触发点;以及响应于判定鱼雷已经到达井筒内的触发点,激活引擎以产生在井筒的第二部分内推进鱼雷的前向推力,使得FO脐带缆被布置在井筒的第二部分中,并且鱼雷停在井筒内的部署位置。

[0024] 在一些实施例中提供了一种将有效载荷部署在地下井中的方法。该方法包括：使鱼雷在地下井的井筒的第一部分中前进（鱼雷包括：主体；FO脐带缆，该FO脐带缆被物理地联接到地面部件，并且适于当鱼雷在井筒中前进时从鱼雷上退绕；以及引擎，该引擎适于产生推进鱼雷的推力）；以及激活引擎以产生推进鱼雷在井筒的第二部分内前进的推力，使得FO脐带缆被布置在井筒的第二部分中。

[0025] 在一些实施例中，该方法进一步包括：判定鱼雷已经到达井筒内的触发点，其中响应于判定鱼雷已经到达井筒内的触发点而激活引擎以产生推力。在某些实施例中，井筒内的触发点包括井筒内的预定深度。在一些实施例中，井筒的第一部分包括井筒的竖直部分并且井筒的第二部分包括井筒的水平部分，并且井筒内的触发点包括井筒的竖直部分与井筒的水平部分之间的过渡点。在某些实施例中，主体由适于在井筒中溶解的可溶解材料形成，并且方法进一步包括将鱼雷留在部署位置，使得鱼雷的主体在井筒内的部署位置处溶解。在一些实施例中，引擎包括固体推进剂燃料，并且激活引擎包括激活引擎的点火器以使固体推进剂燃料燃烧，从而产生在井筒的第二部分内推进鱼雷的推力。在某些实施例中，鱼雷包括适于感测井筒内的接箍的套管接箍定位器CCL，并且方法进一步包括基于由CCL感测到的接箍的位置来确定鱼雷在井筒内的位置。在一些实施例中，鱼雷包括有效载荷，该有效载荷包括传感器。在某些实施例中，传感器包括BHP传感器或BHT传感器。在一些实施例中，FO脐带缆包括DAS FO线。在某些实施例中，方法进一步包括在鱼雷停在井筒内的部署位置之后，进行地震操作，该地震操作包括借助于在井筒中退绕的DAS FO线来感测地震事件。在一些实施例中，鱼雷包括适于使鱼雷在井筒内的前进转向的舵，并且方法进一步包括使舵转向以使鱼雷在井筒内的前进转向。在某些实施例中，鱼雷包括万向节安装的排气喷嘴，该万向节安装的排气喷嘴适于使鱼雷在井筒内的前进转向，并且方法进一步包括使万向节安装的排气喷嘴转向以使鱼雷在井筒内的前进转向。在一些实施例中，方法进一步包括使鱼雷转向到井筒的侧孔中。在某些实施例中，鱼雷包括反向推力系统，该反向推力系统适于产生减慢或停止鱼雷在井筒内的向前推进的反向推力，并且方法进一步包括激活反向推力系统以产生减慢或停止鱼雷在井筒内的向前推进的反向推力。在一些实施例中，方法进一步包括鱼雷借助于FO脐带缆将数据传输到井控制系统。在某些实施例中，该数据包括导航数据或操作数据。在一些实施例中，方法进一步包括井控制系统借助于FO脐带缆将数据传输到鱼雷。在某些实施例中，该数据包括导航命令或操作命令。在一些实施例中，方法进一步包括：将鱼雷定位在鱼雷树帽的鱼雷室内；关闭鱼雷树帽的鱼雷保持器以将鱼雷保持在鱼雷室中；将鱼雷树帽组装到地下井的井口上，其中释放鱼雷包括打开鱼雷保持器以从鱼雷室中释放鱼雷，使得鱼雷在井筒的第一部分中下落进行重力驱动的前进。

[0026] 在一些实施例中提供了一种非暂时性计算机可读存储介质，包括存储在该可读存储介质上的程序指令，该程序指令可由处理器执行以进行上述方法操作。

[0027] 在一些实施例中提供了一种用于将有效载荷部署在地下井中的鱼雷系统。该鱼雷系统包括：控制系统；以及鱼雷，该鱼雷包括：主体；FO脐带缆，该FO脐带缆适于被物理地联接到地面部件并且适于在鱼雷在井筒中前进时从鱼雷上退绕；以及引擎，该引擎适于产生推进鱼雷的推力。控制系统适于：使鱼雷在地下井的井筒的第一部分中前进；以及激活引擎以产生推进鱼雷在井筒的第二部分内前进的推力，使得FO脐带缆被布置在井筒的第二部分中。

[0028] 在一些实施例中,控制系统进一步适于判定鱼雷已经到达井筒内的触发点,并且响应于判定鱼雷已经到达井筒内的触发点而激活引擎以产生推力。在某些实施例中,井筒内的触发点包括井筒内的预定深度。在一些实施例中,井筒的第一部分包括井筒的垂直部分,且井筒的第二部分包括井筒的水平部分,并且井筒内的触发点包括井筒的垂直部分与井筒的水平部分之间的过渡点。在某些实施例中,引擎包括固体推进剂燃料,并且激活引擎包括激活引擎的点火器以使固体推进剂燃料燃烧,从而产生在井筒的水平部分内推进鱼雷的推力。在一些实施例中,鱼雷包括CCL,该CCL适于感测井筒内的接箍,并且控制系统进一步适于基于CCL所感测到的接箍的位置来确定鱼雷在井筒内的位置。在某些实施例中,鱼雷包括有效载荷,该有效载荷包括传感器。在一些实施例中,传感器包括BHP传感器或BHT传感器。在某些实施例中,FO脐带缆包括DAS FO线。在一些实施例中,控制系统进一步适于在鱼雷到达井筒内的部署位置之后,进行地震操作,该地震操作包括借助于在井筒中退绕的DASFO线来感测地震事件。在某些实施例中,鱼雷包括适于使鱼雷在井筒内的前进转向的舵,其中控制系统进一步适于使舵转向以使鱼雷在井筒内的前进转向。在一些实施例中,鱼雷包括万向节安装的排气喷嘴,该万向节安装的排气喷嘴适于使鱼雷在井筒内的前进转向,其中控制系统进一步适于使万向节安装的排气喷嘴转向,以使鱼雷在井筒内的前进转向。在某些实施例中,控制系统进一步适于使鱼雷转向进入井筒的侧孔中。在一些实施例中,鱼雷包括反向推力系统,该反向推力系统适于产生减慢或停止鱼雷在井筒内的向前推进的反向推力,并且其中控制系统进一步适于激活反向推力系统以产生减慢或停止鱼雷在井筒内的向前推进的反向推力。在某些实施例中,鱼雷适于借助于FO脐带缆将数据传输到井控制系统,或井控制系统适于借助于FO脐带缆将数据传输到鱼雷。在一些实施例中,系统进一步包括鱼雷树帽,该鱼雷树帽包括:鱼雷室,该鱼雷室适于容纳鱼雷;鱼雷保持器,该鱼雷保持器适于移动到关闭位置以将鱼雷保持在鱼雷室内并且适于移动到打开位置以将鱼雷从鱼雷室中释放,鱼雷适于在鱼雷保持器处于关闭位置的情况下被定位在鱼雷室内以将鱼雷保持在鱼雷室内,鱼雷树帽适于被组装到烃井的井口上,并且鱼雷保持器适于在鱼雷树帽被组装到井口上的情况下打开以将鱼雷从鱼雷室中释放,使得鱼雷在井筒的第一部分中下落进行重力驱动的前进。在某些实施例中,鱼雷树帽进一步包括适于联接到FO脐带缆的井上端的鱼雷树帽通信端口。

#### 附图说明

- [0029] 图1是示出根据一个或多个实施例的井环境的图。
- [0030] 图2是示出根据一个或多个实施例的推力推进式井鱼雷(TPWT)的图。
- [0031] 图3是示出根据一个或多个实施例的TPWT树帽的图。
- [0032] 图4是示出根据一个或多个实施例的TPWT的部署的图。
- [0033] 图5至图8是示出根据一个或多个实施例的示例性推力推进式井鱼雷(TPWT)的图。
- [0034] 图9和图10是示出根据一个或多个实施例的使用TPWT进行的示例性井分布式声学感测(DAS)的图。
- [0035] 图11和图12是示出根据一个或多个实施例的U形弯曲式DAS光纤(FO)线的示例性卷绕的图。
- [0036] 图13是示出根据一个或多个实施例的使用TPWT进行的DAS感测的方法的流程图

[0037] 图14是示出根据一个或多个实施例的将TPWT部署到井中的方法的流程图。

[0038] 图15是示出根据一个或多个实施例的示例性计算机系统的图。

[0039] 尽管本发明的公开易于进行各种修改和替换形式,但是在附图中通过实例示出了具体实施例,并且将对其进行详细描述。附图可能不是按比例绘制的。应当理解,附图和详细描述不是要将本发明的公开限制为所描述的特定形式,而是要公开落在由权利要求限定的本发明公开的范围内的修改、等同物和替代方案。

### 具体实施方式

[0040] 描述了用于借助于推力推进式井鱼雷 (TPWT) 系统将装置部署到井 (例如, 炆井) 中的新系统和方法的实施例。在一些实施例中, TPWT系统被用于将诸如传感器之类的装置部署到诸如油井之类的炆井的井筒中。例如, 具有引擎并承载有诸如传感器或其他装置之类的有效载荷的TPWT可以借助基于推力的推进而被推进到炆井的井筒深处。

[0041] 在一些实施例中, TPWT包括光纤 (FO) 脐带缆, 当TPWT在井筒中行进时该光纤脐带缆从TPWT上被退绕。例如, TPWT可以包括FO脐带缆, 该FO脐带缆包括FO线, FO线围绕TPWT的一体式卷轴裹绕 (或“卷绕”) 并且在TPWT行进通过井筒时从TPWT上被退绕。FO脐带缆可以提供TPWT与控制系统 (诸如位于地面处的井控制系统) 之间的通信。例如, TPWT的FO脐带缆的上端 (或“井上端”) 可以联接到井的井控制系统, 并且FO脐带缆的下端 (或“井下端”) 可以联接到TPWT的控制系统 (或“控制器”)。在这样的实施例中, FO脐带缆可以提供井控制系统与TPWT的控制系统之间的数据通信。

[0042] 在一些实施例中, 数据包括与控制TPWT的操作有关的命令。例如, 井控制系统可以借助于FO脐带缆将指示TPWT的操作的命令发送至TPWT的控制器。在这样的实施例中, 控制器可以通过控制TPWT的相应操作来执行命令。例如, 井控制系统可以借助于FO脐带缆将点燃或熄灭TPWT的引擎的命令发送至TPWT的控制器, 并且控制器可以控制引擎的燃料供应阀和点火器以点燃引擎。在一些实施例中, 数据包括与TPWT的操作有关的TPWT操作数据。例如, TPWT的控制器可以监测和收集与引擎、控制器或有效载荷 (payload) 的操作有关的数据 (诸如由有效载荷的传感器感测到的状况), 并且可以借助于FO脐带缆将与收集到的数据对应的TPWT操作数据发送至井控制系统。TPWT数据可以例如包括指示引擎是否点火的数据, 指示TPWT的翼、舵或定向推力系统的状态的数据, 指示TPWT在井筒内的速度、取向或位置的数据, 或者指示由传感器感测到的状况的数据。在一些实施例中, 井控制系统基于从TPWT控制器接收到的TPWT操作数据而产生与控制TPWT的操作有关的命令。

[0043] 在一些实施例中, 将TPWT部署到井筒中包括TPWT在井筒中的重力驱动的自由下落, 随后是TPWT进一步进入到井筒中的推力驱动的推进。例如, TPWT可以被释放成自由下落通过井筒的第一/上部部分 (诸如井筒的竖直部分), 并且在到达触发点 (诸如井筒中的预定深度) 时, 可以将TPWT的引擎点火以产生在井筒的第二/下部部分 (诸如井筒的水平部分) 中推进TPWT的推力。TPWT可以停在井筒的第二/下部部分中的部署位置。

[0044] 在一些实施例中, TPWT的主体由在暴露于井筒环境下适于溶解的材料形成。该材料可以例如包括镁合金。在这样的实施例中, TPWT可以停在井筒内的部署位置, 并且TPWT的可溶解主体可以溶解 (例如, 经过几小时、几天或几周的过程), 留下FO脐带缆和TPWT的任何不可溶解的部分, 诸如不可溶解的传感器的有效载荷。

[0045] 在一些实施例中,使用可溶解的TPWT主体是有利的。例如,可溶解的TPWT主体可以消除取回TPWT的需要。传统的线缆(wireline)装置通常被下降到井筒中并且稍后从井筒中取回(例如,拉出)以便重新使用或防止线缆装置堵塞井筒。相比之下,可溶解的TPWT主体可以较便宜地生产,消除了重复使用的需要,并且可以简单地溶解以减少井筒的任何堵塞。因此,使用可溶解的TPWT主体可以消除对取回操作的需要,或者至少简化任何相关的取回操作。如果进行取回操作,则该取回操作可以简单地包括拉动相对细且轻的FO脐带缆以及TPWT的与FO脐带缆保持联接的任何不可溶解部分,诸如不可溶解的传感器。此外,考虑到可能不需要取回TPWT的主体,FO脐带缆可以相对细且轻,这至少出于这里描述的原因而是有利的,这些原因包括扩展了TPWT的范围,或者如果需要的话,便于切断FO脐带缆。

[0046] 在一些实施例中,使用FO脐带缆是有利的。例如,与诸如传统线缆脐带缆之类的相对重的线相比,FO脐带缆可以具有相对轻的重量。这可以有助于降低TPWT的总重量,从而可以使TPWT能够更远地行进到井筒中或者承载更重的有效载荷。作为另一实例,与诸如传统线缆脐带缆之类的相对粗的线相比,FO脐带缆可以具有相对小的直径,并且可以容易地切断。这可以使FO脐带缆能够穿过井系统中的相对小的端口,诸如穿过井口阀,并且如果需要,能够容易地切断FO脐带缆。例如,在FO脐带缆已穿过井口阀且需要关闭该井口阀的紧急操作的情况下,可以简单地关闭阀,其中关闭动作切断FO脐带缆。相比之下,传统的线缆可能太粗或太坚韧而不能容易被井口阀切断。因此,在关闭井口阀之前,可能需要将线缆从井筒中移除或在单独的操作中切断线缆。这会导致不期望的显著延迟,尤其是在时间敏感的紧急操作中。

[0047] 在一些实施例中,从TPWT退绕FO脐带缆是有利的,这是因为在井筒中部署TPWT期间FO脐带缆上的摩擦和阻力减少。例如,在地面处使线从卷轴延伸并且将其附接到将要下降到井筒中的装置的情况下,可以从地面将线退绕以将装置下降到井筒中。结果,可以使线与装置一起移动通过井筒并摩擦井筒的磨蚀性壁。所产生的摩擦会物理地磨损线并产生阻止装置在井筒中前进的摩擦力。在致力于解决这些问题的努力中,可以使这种线设有耐用的外部涂层。不幸的是,这会增加线的重量和粗细,进而会限制装置的行进范围或抑制线的切断。相比之下,在TPWT行进通过井筒时从TPWT上退绕FO脐带缆可以防止FO脐带缆在井筒内的显著移动。例如,FO脐带缆的当TPWT经过一给定深度时从TPWT上退绕的部分可以在TPWT继续沿井筒向下行进时保持在该深度并且将FO脐带缆的额外长度退绕。在部署期间,FO脐带缆可以靠在井筒壁上,但是它应该不会经历沿井筒的任何显著的移动或摩擦。结果,FO脐带缆不会产生显著阻止TPWT前进的摩擦,并且不需要耐用的外部涂层,这可以有助于减小FO脐带缆的重量和粗细。这进而可以扩展装置的行进范围或便于切断FO脐带缆。

[0048] TPWT可以包括便于在烃井中进行部署的各种特征。在一些实施例中,TPWT包括用于容纳FO脐带缆的一体式卷轴,当TPWT行进通过井的井筒时FO脐带缆从TPWT上退绕。例如,TPWT的主体可以包括在主体的外表面中的凹部,FO脐带缆可以缠绕在该凹部中。一体式卷轴可以被提供用于将FO脐带缆简单装载到TPWT上,可以在运输和在井筒环境中行进期间保护FO线,并且可以在井筒环境中行进期间便于FO脐带缆的退绕。

[0049] 在一些实施例中,TPWT包括导航元件,诸如翼、舵或定向推力系统。TPWT的翼可以包括减少TPWT的空气动力侧滑的固定稳定器。TPWT的舵可以包括提供TPWT的转向的可动稳定器。TPWT的定向推力系统可以包括用于对由TPWT的引擎产生的推力进行导向的装置。例

如,TPWT的定向推力系统可以包括万向节安装的排气喷嘴,该排气喷嘴可以旋转以引导由TPWT的引擎产生的前向推力的方向。作为另一实例,TPWT的定向推力系统可以包括反向推力系统,该反向推力系统包括旁路导管(或“通道”),该旁路导管可以选择性地接合以将由TPWT的引擎在向前方向上产生的推力引导。这可以产生减慢或停止TPWT在向前方向上的移动的“反向推力”。

[0050] 在一些实施例中,TPWT包括喷射泵式引擎(jet-pump engine)。TPWT的喷射泵式引擎可以提供井筒流体向引擎的燃烧气体中的导入,以增强由TPWT产生的推力。例如,TPWT可以包括具有井流体入口的喷射泵式引擎,该井流体入口在热燃烧气体经由出口喷嘴排出之前将井筒流体引导到热燃烧气体中。流体和热燃烧气体的混合物可以使井筒流体膨胀,从而导致对于为了产生气体而燃烧的推进剂量而言推力得到相对增加。这有助于减少所需的推进剂量或增加TPWT的有效范围。

[0051] 在一些实施例中,TPWT包括集成定位装置,诸如套管接箍定位器(CCL)。CCL可以包括用于感测套管、油管或其他导管的相邻区段之间的过渡位置的装置。例如,TPWT可以包括CCL,该CCL包括集成到TPWT的主体中的第一电磁线圈和第二电磁线圈。线圈可以通电以产生电磁体,该电磁体能够感测由周围金属管(诸如套管或油管)的厚度变化引起的磁场变化。当TPWT行进通过井筒并经过周围金属管厚度变化的位置时,诸如在套管的相邻区段之间的连接部时,第一和第二电磁线圈可以依次检测到磁场的变化,并且该变化可以归因于TPWT位于或经过变化的位置。通常基于井的建造文件得知井的诸如连接部的位置之类的位置,因此,相关联的磁通量变化可以用于确定TPWT在井的井筒中的位置。

[0052] 在一些实施例中,TPWT用于将各种类型的传感器或其他装置部署到井中。例如,TPWT可以包括传感器的有效载荷,诸如BHP传感器或BHT传感器。TPWT在井的井筒中的部署可以被提供用于将传感器定位在井筒内的部署位置处,在该部署位置处传感器可以被操作以获取井的数据,诸如分别为BHP数据和BHT数据。

[0053] 在一些实施例中,TPWT用于部署传感器,诸如FO线,以进行分布式声学感测(DAS)。DAS可以例如用于井的竖直地震剖面。DAS FO脐带缆可以包括能够沿FO线的长度感测地震事件的FO线。这种DAS FO脐带缆可以延伸到井的井筒中,以使FO线沿着井筒的长度分布,其中FO线可以被操作以感测沿着井筒的长度的离散位置处的地震事件。例如,可以借助地震源的阵列产生地震事件,该地震源的阵列位于地面上并且被操作以将地震信号传输到地层的位于井筒周围的部分中。在一些实施例中,TPWT卷绕有DAS FO脐带缆,在TPWT在井的井筒中行进时从TPWT上退绕该DAS FO脐带缆,继而将FO线沿着井筒的长度分布。TPWT的使用可以使DAS FO脐带缆能够以DAS FO脐带缆的相对低的摩擦和磨损量分布到井筒深处。在一些实施例中,DAS FO脐带缆的尺寸被设计成有助于DAS FO脐带缆与井筒的衬层(诸如金属套管或油管)之间的接触。例如,DAS FO脐带缆的长度可以是井筒的待布线长度部分的大约125%,以便于DAS FO径向膨胀,从而借助于表面张力附着(或“贴附”)到管壁上。该延长的长度可以促使DAS FO脐带缆在贴附到内壁时呈螺旋或螺线形状。所得到的与管壁的联接可以有助于减少DAS FO脐带缆所感测到的地震信号的衰减。

[0054] 在一些实施例中,DAS FO脐带缆包括U形弯曲式DAS FO线。U形弯曲DAS FO线可以包括具有第一DAS FO线段的FO线,该第一DAS FO线段终止于与第二DAS FO线段联接的FO U形弯曲部。当部署时,U形弯曲部可以被下沉到井下,其中第一和第二DAS FO线段延伸到地

面。第一和第二DAS FO线段的末端可以联接到部署在其他井中的其他U形弯曲DAS FO线段上,以提供延伸到多个井中的连续DAS FO线。可以将询问器联接到连续DAS FO线上以监测由布置在一个或多个井中的DAS FO线感测到的地震事件。

[0055] 在一些实施例中,DAS FO线的U形弯曲部包括DAS FO线中的将DAS FO线的相邻第一和第二段连接起来的圆形弯曲部。在一些实施例中,DAS FO线的U形弯曲部包括将DAS FO线的相邻第一和第二段连接起来的“微型弯曲”连接部。在一些实施例中,U形弯曲DAS FO线围绕TPWT的一体式卷轴裹绕,以维持FO线的U形弯曲部的弯曲形状。例如,U形弯曲DAS FO线可以围绕TPWT的一体式卷轴的周边裹绕,以维持FO线的U形弯曲部的弯曲形状。作为另一实例,U形弯曲DAS FO线可以在U形弯曲部被固定到一体式卷轴的表面(例如,被塞入到U形弯曲DAS FO线的裹绕部的下方)的情况下围绕TPWT的一体式卷轴的周边裹绕,以维持FO线的U形弯曲部的弯曲形状。在U形弯曲DAS FO线包括微型弯曲部的实施例中,U形弯曲DAS FO线可以在微型弯曲部被固定到一体式卷轴的表面(例如,被塞入到U形弯曲DAS FO线的裹绕部的下方)的情况下围绕TPWT的一体式卷轴的周边裹绕,以维持并保护FO线的微型弯曲部。

[0056] 尽管为了说明的目的关于烃井描述了某些实施例,但是实施例可以用于其他类型的地下井,诸如水井。

[0057] 图1是示出根据一个或多个实施例的井环境100的图。在所示实施例中,井环境100包括位于地下地层(“地层”)104中的储层(“储层”)102、以及井系统(“井系统”)106。在一些实施例中,井系统106包括TPWT系统110。如这里所述,在一些实施例中,TPWT系统110用于将诸如BHT传感器、BHP传感器或DAS传感器之类的装置部署到井系统106的井筒中。

[0058] 地层104可以包括位于地面(“地表面”)112之下的地下的多孔或压裂的岩石地层。储层102可以是由地层104的包含(或至少确定包含或预期包含)烃(诸如油和气)地下池的部分限定的烃储层。地层104和储层102可以各自包括具有不同特性(诸如不同程度的渗透性、孔隙度和流体饱和度)的不同岩石层。在井系统106作为采出井操作的情况下,井系统106可以便于从储层102中提取(或“采出”)烃。在井系统106作为注入井操作的情况下,井系统106可以便于诸如水或气体之类的物质注入到地层104或储层102中。在井系统106作为监测井操作的情况下,井系统106可以便于监测地层104或储层102的各种特性,诸如储层压力。

[0059] 井系统106可以包括烃井(或“井”)114和井操作系统116。井操作系统116可以包括用于开发和操作井114的部件,包括井控制系统118和TPWT系统110。井控制系统118可以控制井系统106的各种操作方面,诸如钻井操作、完井操作、井采出操作或者井和地层监测操作。如上所述,在一些实施例中,井控制系统118控制TPWT系统110的操作,以将诸如BHT传感器、BHP传感器或DAS传感器之类的装置部署到井114的井筒中。在一些实施例中,井控制系统118包括与至少关于图15描述的计算机系统2000相同或相似的计算机系统。

[0060] 井114可以包括井筒(或“井眼”)120。井筒120可以包括从地面112延伸到地层104的目标区域(诸如储层102)中的钻孔。井筒120的在地面112处或附近的上端可以被称为井筒120的“井上”端。井筒120的终止于地层104中的下端可以被称为井筒120的“井下”端。例如,可以通过用钻头钻穿地层104和储层102来形成井筒120。井筒120可以被提供用于在钻井操作期间使钻井液循环,在采出操作期间使烃(诸如油或气)从储层102流动到地面112,在注入操作期间将物质(诸如水和气体)注入到地层104或储层102中,或者在监测操作(诸

如原位感测或测井操作)期间使监测装置(诸如传感器或测井工具)与地层104和储层102中的一者或两者通信。井筒120可以包括主孔122和一个或多个侧孔124。

[0061] 井114可以包括安装在井筒120中的完井元件,诸如套管126。套管126可以例如包括衬在井筒120的内径上的钢套管管道的管状区段。在一些实施例中,套管126包括下沉在位于套管126的套管管道的外部与井筒120的壁之间的环形区域中的填充材料,诸如套管水泥。在一些实施例中,套管126包括套管接箍(casing collar)128,该套管接箍128由套管管道的厚度变化或形成套管126的相邻套管管道区段之间的接头限定。如上所述,当套管接箍定位器(CCL)装置通过井筒120时,可以由该套管接箍定位器(CCL)装置检测到套管接箍128或布置在井筒120中的其他元件的接箍。井筒120的安装有套管126的部分可以被称为井筒120的“带套管”部分。井筒120的未安装套管126的部分可以被称为井筒120的“裸眼”或“无套管”部分。例如,在所示实施例中,井筒120的安装有套管126的上部部分可以被称为井筒120的“带套管”部分,并且井筒120的在套管126的下端下方(或相对于该下端在“井下”)的下部部分可以被称为井筒120的“无套管”(或“裸眼”)部分。在一些实施例中,“井下”装置被定位在井筒120中以监测井筒120中的状况或在井筒120中执行操作。例如,BHP传感器和BHT传感器可以布置在井筒120中以测量井筒120中的BHP和BHT。

[0062] 井114可以包括地面部件,诸如井口130。井口130可以包括设置在井筒120的井上端处的装置,以在井筒120与井系统106的钻采设备之间提供结构和承压界面。例如,井口130可以包括具有通道的结构,该通道提供进入井筒120的通路并且支撑套管126或悬挂于井筒120中的其他井下部件的重量。井口130可以包括限制进入井筒120的通路的密封件和阀。在钻井操作期间,防喷器可以联接到井口130上,以控制井筒120中的压力。在采出操作期间,采油树可以联接到井口130上,以控制采出流量和压力。如这里所述,在一些实施例中,TPWT树帽被联接到井口130上,以便于将TPWT部署到井筒120中。

[0063] 在一些实施例中,井控制系统118存储或以其他方式访问井数据132。井数据132可以包括指示井114、地层104或储层102的各种特性的数据。井数据132可以例如包括井位置、井轨迹、测井记录、或井和地层特性。井位置可以包括定义井筒120的井上端穿透地面112的位置的坐标。井的井轨迹可以包括定义井的井筒路径的坐标。例如,图1的井筒120的井轨迹可以包括主孔122和侧孔124的路径的坐标。在一些实施例中,井的井数据132包括定义套管接箍位于井的井筒中的深度的套管接箍位置。

[0064] 在一些实施例中,井控制系统118存储或以其他方式访问TPWT参数134。TPWT参数134例如可以指定用于将TPWT部署到井114的井筒120中的参数。在一些实施例中,TPWT参数134指定预定触发点。触发点可以限定诸如井筒120中的例如深度之类的位置,或者TPWT被释放成自由下落之后的应从自由下落过渡为推进式操作时的时刻。在一些实施例中,TPWT参数134指定预定的路线。该路线可以限定在井筒120内将要被井筒120中的TPWT穿过的路径,诸如通过主孔122的竖直区段并延伸到主孔122的水平区段或侧孔124中的路径。TPWT参数134可以例如由井操作者预先限定。

[0065] 在一些实施例中,TPWT系统110包括推力推进式鱼雷(TPWT)140、TPWT脐带缆(“脐带缆”)142和TPWT树帽(“树帽”)144。如上所述,TPWT系统110可以用于将诸如BHT传感器、BHP传感器或DAS传感器之类的装置部署到井114的井筒120中。在一些实施例中,脐带缆142是由光纤(F0)线形成的F0脐带缆。F0线可以被提供用于TPWT 140与井控制系统118之间的

F0数据通信。在一些实施例中，脐带缆142不包括用于输送电功率的导管。例如，脐带缆142可以不提供从井控制系统118到TPWT 140的操作功率的通信。如上所述，在一些实施例中，脐带缆142包括DAS F0线，该DAS F0线能够沿着DAS F0线的长度感测地震事件，并且使用TPWT 140将脐带缆部署到井114中可以被提供用于沿着井114的井筒120的长度定位F0线。

[0066] 图2是示出根据一个或多个实施例的TPWT 140的图。在一些实施例中，TPWT 140包括TPWT主体(“主体”)200、TPWT引擎(“引擎”)202、TPWT有效载荷(“有效载荷”)204、一体式TPWT卷轴(“卷轴”)206和TPWT控制器208。引擎202可以包括固体推进剂驱动的引擎，该引擎可操作以产生推进TPWT 140在井筒120中前进的推力。该推力可以例如通过从引擎202排出的气体或液体的射流来产生。在一些实施例中，这种射流可以在向后方向上排出，以产生提供TPWT 140的向前推进(例如，朝向井筒120的井下端前进)的前向推力。在一些实施例中，一些或所有射流可以被引导到向前方向上以产生限制TPWT 140的向前推进的或者使TPWT 140在反向方向上移动(例如，朝向井筒120的井上端“向后”移动)的反向推力。有效载荷204可以包括各种类型的装置，诸如BHP传感器或BHT传感器。在一些实施例中，脐带缆142是有效载荷204。例如，在期望将DAS F0线部署到井筒120中的情况下，DAS F0线可以用作脐带缆142并且是有效载荷204。

[0067] TPWT控制器208可以被提供用于监测和控制TPWT 140的操作，或者用于与TPWT 140外部的装置(诸如井控制系统118)通信。在一些实施例中，TPWT控制器208包括处理器218、存储器220和本地电源222。本地电源222可以例如是电池。本地电源222可以为操作控制器208或TPWT 140的其他装置(诸如传感器、阀、点火器、导航元件或有效载荷204)供应电力。

[0068] 在一些实施例中，TPWT控制器208可以监测TPWT 140的各种元件的状态。例如，TPWT控制器208可以监测引擎202的操作状态、TPWT 140的导航元件的操作状态(诸如稳定器和反向推力系统的位置)、TPWT 140的传感器(诸如CCL)的操作状态、或者TPWT 140的有效载荷204(诸如BHP传感器或BHT传感器)的操作状态。控制器208可以借助于脐带缆142将相应的TPWT操作数据传输到井控制系统118。

[0069] 在一些实施例中，TPWT控制器208可以控制TPWT 140的多个操作方面。例如，TPWT控制器208可以接收与控制TPWT 140的操作有关的命令，并且可以通过控制TPWT 140的相应操作来执行这些命令。可以借助于脐带缆142从井控制系统118接收命令。在一些实施例中，TPWT控制器208包括与至少关于图15描述的计算机系统2000相同或相似的计算机系统。尽管关于井控制系统118发送命令以及TPWT控制器208执行命令并向井控制系统118报告操作数据描述了一些实施例，但是实施例可以包括TPWT控制器208独立于井控制系统118执行操作任务。例如，TPWT控制器208可以本地处理TPWT操作数据，以确定TPWT 140的状态和相应的操作任务，并且可以进而控制TPWT 140的操作以执行任务。例如，当控制器208确定TPWT 140已经到达井筒120中的目标点时，TPWT140可以启动引擎202的点火。

[0070] 在一些实施例中，TPWT 140的主体200由在暴露于井筒环境时适于溶解的材料形成。主体200可以例如由预期在井筒120中溶解的镁合金形成。在这种实施例中，TPWT 140可以停在井筒120内的部署位置，并且TPWT 140的可溶解主体200可以溶解(例如，经过几小时、几天或几周的过程)，从而在部署位置留下脐带缆142以及TPWT 140的任何不可溶解部分，诸如有效载荷204或控制器208。

[0071] 在一些实施例中,主体200是圆柱形的,具有锥形前端(或“鼻部”)210。由引擎202产生的推力可以从主体200的后端(或“尾部”)214向后(沿箭头212的方向)排出以产生向前(沿箭头216的方向)推进TPWT 140的前向推力。例如,由引擎202产生的燃烧气体可以经由位于主体200尾部处的引擎202的出口喷嘴向后排出以产生向前(例如,朝向井筒120的井下端)推进TPWT 140的前向推力。在一些实施例中,由引擎202产生的一些或全部推力从主体200的前端210选择性地被向前(沿箭头216的方向)排出以产生减慢或停止TPWT 140的向前推进的反向推力。例如,由引擎202产生的燃烧气体中的至少一些可以在向前方向上被排出以产生减慢或停止TPWT 140的向前推进的反向推力。可以控制向前或反向推力的大小以调节TPWT 140的速度或使TPWT停在井筒120中的给定部署位置处或附近。在一些实施例中,反向推力可以具有足够的大小以使TPWT 140反向移动(例如,朝向井筒120的井上端“向后”移动)。

[0072] 在一些实施例中,卷轴206提供用于将脐带缆142容纳在TPWT140处的位置。当TPWT 140行进通过井114的井筒120时,卷轴206可以使脐带缆142能够从TPWT 140上退绕。例如,卷轴206可以包括沿圆柱形主体200的外部的长度延伸的周向凹陷(或“凹部”)。脐带缆142可以在脐带缆142的井上端物理地联接到诸如TPWT树帽144之类的地面部件上的状态下被缠绕到卷轴206上(例如,脐带缆可以围绕主体200被缠绕在凹部中)。在TPWT 140部署到井筒120的过程中,当TPWT 140沿井筒120向下前进时,脐带缆142可以从卷轴206上解绕(或“退绕”)。在一些实施例中,卷轴206的凹部具有足够的深度,使得装载到卷轴206上的脐带缆142的绕组不会从凹部径向向外突出。这样的卷轴206可以被提供用于将脐带缆142简单地装载到TPWT 140上,可以在TPWT 140的组装和运输期间以及TPWT 140在井筒120中行进期间保护脐带缆142,并且可以便于脐带缆142在井筒120中从TPWT 140上简单地退绕。

[0073] 在部署操作中,可以将脐带缆142卷绕到TPWT 140的卷轴206上,可以将脐带缆142的上端附接至树帽144,并且可以使TPWT 140在井筒120中前进到井筒120的井下部分中的部署位置,其中当TPWT 140在井筒120中前进时脐带缆142从卷轴206上退绕。在一些实施例中,TPWT 140的前进包括TPWT 140在井筒120中的重力驱动的自由下落,随后是TPWT 140的推力驱动的推进,该推力驱动的推进使TPWT 140进一步前进到井筒120中。例如,TPWT 140可以被释放成自由下落通过井筒120的第一/上部部分(诸如井筒120的竖直部分),并且在到达触发点(诸如井筒120中的预定深度)时,TPWT 140的引擎202可以被点火以产生推进TPWT 140进入井筒120的第二/下部部分(诸如井筒120的水平部分)中的推力。TPWT140可以停在部署位置,例如,停在井筒120的第二/下部部分的井下端处。例如,基于控制推力以使TPWT 140的前进在部署位置减慢或停止,或者基于TPWT 140耗尽其燃料源,TPWT 140可以停在部署位置。

[0074] 在操作期间,控制器可以控制TPWT 140的操作。例如,控制器208可以控制引擎202或其他导航元件(诸如翼、舵或定向推力系统)的点火和操作,以使TPWT 140“飞行”通过井筒120。在一些实施例中,控制器208可以基于经由脐带缆142从井控制系统118接收的命令来控制TPWT 140的操作。

[0075] 图3是示出根据一个或多个实施例的TPWT树帽144的图。在一些实施例中,树帽144包括TPWT树帽主体(“树帽主体”)300,该树帽主体300具有TPWT树帽密封凸缘(“树帽密封凸缘”)302并限定有TPWT树帽室(“树帽室”)304、TPWT保持器306和TPWT树帽通信端口(“树帽

通信端口”)308。树帽密封凸缘302可以提供与互补部件(诸如井口130的密封凸缘)的密封接合。树帽室304可以包括尺寸适于容纳TPWT 140的空隙。树帽通信端口308可以包括诸如密封隔板连接器(sealed bulkhead connector)之类的端口,端口提供用于将TPWT 140的脐带缆142通信地联接到诸如井控制系统118之类的外部通信装置。树帽密封凸缘302和树帽通信端口308的密封性质可以使得诸如当TPWT树帽144被组装到井口130上并且井口130的阀被打开以使树帽室304暴露于井筒120的压力时树帽室304能够容纳高压。TPWT保持器306可以包括适于将TPWT 140保持在树帽室304内的装置。例如,TPWT保持器306可以包括销、门或阀,其可以移动到关闭(或“保持”)位置以将TPWT 140保持在树帽室304内并且可以移动到打开(或“释放”)位置以从树帽144中释放TPWT 140,从而允许TPWT 140从树帽室304中下落或以其他方式离开。如上所述,在部署操作中,可以将“已装载的”TPWT 140(具有卷绕到TPWT 140的卷轴206上的脐带缆142)插入到树帽室304中,可以在树帽室304的上端处将脐带缆142的上端联接到树帽通信端口308,可以将TPWT保持器306移动到关闭位置以将TPWT 140保持在树帽室304内,可以将“已装载的”TPWT树帽144(包括保持在树帽室304内的TPWT 140)组装到井口130上使得树帽密封凸缘302与井口130的互补密封凸缘密封,可以打开井口130的阀以使树帽室304暴露于井筒120的状况(包括井筒压力),并且在确认室304中或树帽密封凸缘302处不存在泄漏之后,可以将TPWT保持器306移动到打开位置以使TPWT 140从树帽室304中释放,通过井口130的通道并且进入井筒120中。在TPWT 140前进通过井筒120之前、期间或之后,可以借助于脐带缆142和树帽通信端口308提供TPWT 140与井控制系统118之间的通信。

[0076] 图4是示出根据一个或多个实施例的TPWT 140的部署的图。参考图4的所示实施例,将TPWT 140部署到井114的井筒120中可以包括:做好将TPWT 140部署到井筒120中的准备(如附图标记“A”所示),将TPWT 140释放成在井筒120的第一/上部部分中进行重力驱动的自由下落(如附图标记“B”所示),响应于TPWT140到达触发点(用触发点402表示)而点燃或以其他方式激活TPWT140的引擎202(如附图标记“C”所示)以产生提供TPWT 140在井筒120的第二/下部部分中的推力推进式向前推进(如附图标记“D”所示)的前向推力,使得TPWT 140停在井筒120内的部署位置(用部署位置404表示)(如附图标记“E”所示)。

[0077] 在一些实施例中,做好将TPWT 140部署到井114的井筒120中的准备包括以下步骤:(a)将已装载的TPWT 140组装到TPWT树帽144的树帽室304中;(b)将已装载的TPWT树帽144联接到井114的井口130上;以及(c)对联接到井口130上的TPWT树帽144进行压力测试。将TPWT 140组装到TPWT树帽144的树帽室304中可以包括:将已装载的TPWT 140(具有卷绕在TPWT 140的卷轴206上的脐带缆142)插入到树帽室304中,将脐带缆142的上端联接到树帽通信端口308,并且将TPWT保持器306移动到关闭位置以使TPWT 140保持在树帽室304内。将已装载的TPWT树帽144联接到井114的井口130上可以包括:将已装载的TPWT树帽144组装到井口130上,使得树帽密封凸缘302与井口130的互补密封凸缘密封。对联接到井口130上的TPWT树帽144进行压力测试可以包括:打开井口130的阀406,以使树帽室304暴露于井筒120的状况,包括井筒120的流体压力。

[0078] 在一些实施例中,将TPWT 140释放成在井筒120的第一/上部部分中进行重力驱动的自由下落包括:将TPWT保持器306移动到打开位置以从树帽室304中释放TPWT 140,使得TPWT 140下落通过井口130的通道并进入井筒120中。在TPWT 140在井筒120中的初始前进

期间,包括在井筒120的第一/上部部分中进行重力驱动的自由下落的持续时间期间,TPWT 140的引擎202可以不是激活的。

[0079] 在一些实施例中,触发点由井筒120内的预定深度限定。例如,触发点可以是1000米(m)的深度。触发点可以在TPWT参数134中指定。在这样的实施例中,响应于确定TPWT 140位于大约1000m或更大的深度,可以判定TPWT 140已经到达触发点。TPWT 140的深度例如可以借助于感测通过了井筒120内的固定位置来确定。这可以包括TPWT 140的套管接箍定位器,当TPWT 140在沿着井筒120向下前进期间经过套管接箍128时,该套管接箍定位器感测套管接箍128。在一些实施例中,TPWT 140的深度是基于TPWT 140自由下落的时间长度来确定的。例如,如果触发点对应于大约1000m的深度,并且确定TPWT 140将在自由下落30秒后到达大约1000m的深度,则可以判定当TPWT 140已经自由下落大约30秒时到达1000m的触发点。

[0080] 在一些实施例中,触发点由井筒120内的预定位置限定。例如,触发点可以是井筒从竖直取向(例如,井筒120具有相对于竖直方向以大约 $0^{\circ}$ 取向的纵向轴线)过渡为水平取向(例如,井筒120具有相对于竖直方向以大约 $45^{\circ}$ 或更大角度取向的纵向轴线)的位置。在这种实施例中,响应于确定TPWT 140相对于竖直方向以大约 $45^{\circ}$ 或更大角度取向,可以判定TPWT 140已经到达触发点。TPWT 140的取向可以例如借助于TPWT 140的用于感测TPWT 140的取向的陀螺仪传感器来确定。

[0081] 在一些实施例中,TPWT 140在井筒120的第二/下部部分中的推进式前进包括:操作诸如翼、舵或定向推力系统之类的导航元件,以使TPWT 140“飞行”通过井筒120。例如,在部署位置404位于井筒120的主孔122中的情况下,可以控制诸如翼、舵或定向推力系统之类的导航元件,以沿着主孔122引导TPWT 140到达部署位置404。作为另一实例,在部署位置404位于井筒120的侧孔124中的情况下,可以控制诸如翼、舵或定向推力系统之类的导航元件,以沿着主孔122引导TPWT 140并使其进入侧孔124中,以到达部署位置404。在一些实施例中,TPWT可以沿着TPWT参数134中指定的预定路线“飞行”通过井筒120。

[0082] 如上所述,TPWT 140的引擎202可以由于燃料(诸如固体或液体推进剂)的消耗而产生推力。图5是示出根据一个或多个实施例的TPWT 140的示例性引擎202的图。在一些实施例中,TPWT 140的引擎202包括燃料源502、燃烧室504、排气端口506和点火器510。在燃料是固体推进剂的实施例中,燃料源502可以包括固体推进剂。在这样的实施例中,点火器510可以定位在固体推进剂附近、邻近固体推进剂或在固体推进剂中,并且可以被激活以点燃固体推进剂。由此产生的固体推进剂的燃烧可以产生热气体(或“排气”),该热气体从排气端口506排出。在燃料是液体推进剂的实施例中,燃料源502可以包括液体推进剂的贮存器,并且引擎202可以包括燃料供应阀或泵,该燃料供应阀或泵可以调节液体推进剂进入燃烧室504的流量,这进而可以调节所消耗的液体推进剂以及所产生的热气体和推力的量。

[0083] 从排气端口506排出排气可以产生向前(例如,朝向井筒120的井下端)推进TPWT 140的前向推力。点火器510可以包括被激活(例如,使用控制器208的电池的电力)以点燃燃料从而引起燃料燃烧的元件。在一些实施例中,点火器510的操作由控制器(诸如TPWT控制器208)来控制。排气端口506可以终止于排气喷嘴512,该排气喷嘴512引导排气从TPWT 140向后排出。排气喷嘴512可以包括外部或一体式喷嘴。例如,在所示实施例中,排气喷嘴512包括形成在TPWT 140的主体200的尾端214中的一体式锥形喷嘴。

[0084] 在一些实施例中,TPWT 140的引擎202是喷射泵式引擎。图6是示出根据一个或多个实施例的TPWT 140的示例性喷射泵式引擎202的图。在所示实施例中,TPWT 140的喷射泵式引擎202包括燃料源602、燃烧室604、排气端口606、点火器610、排气喷嘴612、混合室614、入口喷嘴616以及井流体入口618。在操作期间,燃料可以被点燃并燃烧以产生热气体,该热气体通过入口喷嘴616排出并进入混合室614中,在混合室614中热气体与经由井流体入口618沿规定路线传送到混合室614中的井流体620混合。井流体620可以包括位于井114的井筒120中的采出流体或其他物质,当TPWT140在井筒120中前进时,该采出流体或其他物质沿规定路线传送到井流体入口618和混合室614中。热气体可以在混合室614中与井流体620混合,然后通过排气端口606的喉部622以及排气喷嘴612排出。井流体620的添加可以增加从排气端口606排出的物质的体积,从而导致由引擎202产生的推力相对增加。热气体和井流体的混合物(或“排气”)从排气端口606的排出可以产生向前(例如,朝向井筒120的井下端)推进TPWT 140的前向推力。点火器610可以包括被激活(例如,使用控制器208的电池的电力)以点燃燃料而引起燃料燃烧的元件。在一些实施例中,点火器610的操作由控制器(诸如TPWT控制器208)来控制。排气端口606可以终止于排气喷嘴612,该排气喷嘴612引导排气从TPWT 140向后排出。排气喷嘴612可以包括外部或一体式喷嘴。例如,在所示实施例中,排气喷嘴612包括形成在TPWT 140的主体200的尾端214中的一体式锥形喷嘴。

[0085] 在一些实施例中,TPWT 140包括导航元件,诸如翼、舵或定向推力系统。导航元件可以帮助引导TPWT 140通过井筒120。图7是示出根据一个或多个实施例的TPWT 140的示例性导航元件的图。在所示实施例中,TPWT 140包括与关于图5描述的引擎202类似的引擎,但是可以采用其他引擎,诸如图6的喷射泵式引擎。所示TPWT140包括稳定器702(包括翼或舵)以及定向推力系统706(包括定向排气喷嘴708和反向推力系统710)。TPWT 140可以包括所述导航元件中的一些或全部的组合。在所示实施例中,稳定器700包括前稳定器712和后稳定器714。在一些实施例中,稳定器702包括翼或舵。例如,前稳定器712可以包括翼,并且后稳定器714可以包括舵。翼可以包括减少TPWT 140的空气动力侧滑的固定稳定器(例如,从主体200侧向延伸的固定翼元件)。舵可以包括提供用于TPWT140的转向的可动稳定器(例如,从主体200侧向延伸的转动翼元件)。在一些实施例中,所有稳定器702中的一些可以包括翼和舵的组合。例如,稳定器702可以包括翼部,该翼部包括从主体200侧向延伸的固定前翼元件以及从固定前翼元件的后端延伸的转动翼元件。翼元件可以被提供用于稳定TPWT 140,并且舵元件可以被提供用于TPWT 140的转向。在一些实施例中,前稳定器712包括翼,并且后稳定器714包括舵或翼部。

[0086] 在一些实施例中,定向推力系统706被提供用于引导由TPWT140的引擎202产生的推力,以帮助控制TPWT 140的移动和方向。例如,定向排气喷嘴708可以包括TPWT 140的万向节安装的排气喷嘴,该排气喷嘴可以旋转以引导由TPWT 140的引擎202产生的推力的方向。由此产生的推力方向的改变可以使TPWT 140在不同方向转向。因此,可以控制定向排气喷嘴708的方向以使TPWT 140在不同方向转向。在一些实施例中,定向排气喷嘴708的方向由控制器(诸如TPWT控制器208)来控制。

[0087] 作为另一实例,反向推力系统710可以包括导管,该导管可选择性地接合以引导向前方向上的推力,从而产生反向推力,以例如减慢或停止TPWT 140在向前方向上的移动。在所示实施例中,TPWT140包括与关于图5的引擎202描述的那些元件类似的元件,除了反向推

力系统710之外,该反向推力系统710包括前向推力控制阀718、反向推力控制阀720、反向推力通道722和反向推力端口724。前向推力控制阀718可以是如下节流阀,该节流阀可操作以调节热气体(或“排气”)进入排气端口506的流量,并且进而调节由引擎202产生的前向推力的量。反向推力控制阀720可以是如下节流阀,该节流阀可操作以调节热气体(或“排气”)通过反向推力通道722和反向推力端口724的流量,并且进而调节由引擎202产生的反向推力的量。在反向推力操作期间,反向推力控制阀720可以至少部分地打开,或者前向推力控制阀可以至少部分地关闭,以引导热气(或“排气”)通过反向推力通道722和反向推力端口724。排气从反向推力端口724的排出可以导致向前方向的推冲,以产生反向推力,从而例如减慢或停止TPWT 140在向前方向上(例如,朝向井筒120的井下端)的移动。在一些实施例中,反向推力具有足够的大小以使TPWT 140在反向方向(例如,朝向井筒120的井上端)上移动。在一些实施例中,前向推力控制阀718或反向推力控制阀720的操作由控制器(诸如TPWT控制器208)来控制。类似的反向推力系统可以结合在具有喷射泵式引擎的TPWT 140中。例如,参考图6,类似的反向推力通道可以从燃烧室604或混合室614延伸,其中反向推力控制阀调节通过反向推力通道的流量,并且位于燃烧室604与混合室614之间(或混合室614与排气端口606之间)的前向推力控制阀调节通过排气端口606的流量。

[0088] 在一些实施例中,TPWT 140包括定位系统,诸如套管接箍定位器(“CCL”),该套管接箍定位器可操作以当TPWT 140在沿着井筒120向下前进期间经过套管接箍128时感测套管接箍128。图8是示出根据一个或多个实施例的TPWT 140的示例性套管接箍定位器(“CCL”)800的图。在所示实施例中,CCL 800包括两个CCL线圈802a和802b,它们在径向上位于卷轴206的凹部的内部。线圈802a和802b中的每一个可以包括被裹绕到相应周向凹陷(或“凹部”)804a和804b中的导电金属丝(例如,铜丝)的线圈,周向凹陷804a和804b是从形成卷轴206的凹部径向向内延伸的凹陷。在使用期间,线圈802a和802b可以被通电以产生电磁体,该电磁体能够感测由井筒120中的周围金属管(诸如套管126)的管厚度变化引起的磁场的变化。当TPWT 140行进通过井筒120并经过周围金属管厚度发生变化的位置(诸如在套管接箍128处)时,线圈802a和802b可以依次检测到磁场的相应变化,并且该变化可以归因于TPWT 140位于或经过变化的位置。例如,当TPWT 140行进通过井筒120并经过已知处于100m深度处的第一套管接箍128时,线圈802a和802b可以在第一时间检测到第一磁场变化,并且可以判定TPWT 140在第一时间位于100m深度处。当TPWT 140继续行进通过井筒120并经过已知位于200m深度处的第二套管接箍128时,线圈802a和802b可以在第二时间检测到第二磁场变化,并且可以判定TPWT 140在第二时间位于200m深度处,等等。

[0089] 在一些实施例中,TPWT 140被用来部署用于DAS的声学传感器,诸如F0线。DAS可以例如用于井的垂直地震剖面(vertical seismic profiling)。图9是示出根据一个或多个实施例的将DAS F0线部署到井114的井筒120中的图。在所示实施例中,脐带缆142包括DAS F0线900。当TPWT 140被部署到井114中时,DAS F0线可以在井筒120中被退绕,从而导致DAS F0线900沿着井筒120的长度分布。在一些实施例中,与DAS F0线900联接的询问器904(诸如井控制系统118)监测由DAS F0线900感测到的地震事件。地震事件可以是例如由位于地面112的震源906的阵列产生的地震信号所造成的地震回波。

[0090] 在一些实施例中,形成脐带缆142的DAS F0线900的尺寸被设计成便于DAS F0线900与井筒120的衬层(诸如套管126的内壁)之间的接触。例如,DAS F0线900的长度可以是

井筒120的以DAS FO线900布线的长度部分的大约125%。该额外长度可以便于DAS FO线900径向扩大以借助于表面张力附着(或“贴附”)到套管126的管状壁(诸如内壁)上。结果,DAS FO线900可以呈螺旋或螺线形状,从而贴附到井筒120的管状壁上。所得到的DAS FO线900与管状壁的联接可以有助于减少由DAS FO线900感测到的地震事件的衰减。

[0091] 图10是示出根据一个或多个实施例的将U形弯曲式DAS FO线部署到多个井筒中的图。在所示实施例中,脐带缆142包括U形弯曲式DAS FO线1000,该U形弯曲式DAS FO线1000借助于相应的TPWT 140a和140b被部署到相应的井114a和114b的多个井筒120a和120b中。DAS FO线1000可以包括多个井下部分1002a和1002b,它们各自被部署到相应的井筒120a和120b中。井下部分1002a和1002b可以均包括第一DAS FO段1004a和第二DAS FO段1004b,该第一DAS FO段1004a和第二DAS FO段1004b通过U形弯曲部1006彼此连接。U形弯曲部1006可以包括DAS FO线中的刚性180°弯曲部,该刚性180°弯曲部提供了第一DAS FO线段1004a与第二DAS FO线段1004b之间的弯曲过渡。在一些实施例中,U形弯曲部1006包括“微型弯曲部”,诸如由总部位于美国南卡罗来纳州邓肯的AFL提供的MiniBend®光纤组件(a MiniBend® Fiber Optic Component,provided by AFL,having headquarters in Duncan,South Carolina,USA)。

[0092] 在针对相应井筒120a和120b中的每一个进行的部署操作期间,U形弯曲式DAS FO线1000的相应井下部分1002a或1002b可以被卷绕到相应TPWT 140a或140b的卷轴206上,并且可以将TPWT140a或140b部署到相应井筒120a或120b中以将相应井下部分1002a或1002b部署到相应井筒120a或120b中。如图所示,由于部署操作,TPWT 140a和140b以及相应的井下部分1002a和1002b可以被下沉到相应的井筒120a和120b的井下部分中,其中井下部分1002a和1002b的第一DAS FO段1004a和第二DAS FO段1004b中的每一个沿着相应的井筒120a和120b延伸到地面112。在一些实施例中,与DAS FO线1000联接的询问器1010(诸如井控制系统118)监测由DAS FO线1000的相应井下部分1002a和1002b感测到的地震事件。地震事件可以是例如由位于地面112的地震源1012的阵列产生的地震信号所造成的地震回波。

[0093] 在一些实施例中,U形弯曲式DAS FO线1000的井下段1002的U形弯曲部1006以维持并保护U形弯曲部1006的弯曲形状的方式围绕TPWT 140的卷轴206裹绕。如图11中所示,在一些实施例中,U形弯曲式DAS FO线1000的井下段1002的U形弯曲部1006围绕TPWT 140的卷轴206的周边裹绕,以维持并保护U形弯曲部1006的弯曲形状。在这样的实施例中,卷轴206的装载可以包括将U形弯曲部1006围绕卷轴206的周边裹绕,随后将U形弯曲式DAS FO线1000的井下段1002围绕U形弯曲部1006或卷轴206的周边缠绕。如图12所示,在一些实施例中,U形弯曲部1006被固定在卷轴206的表面,其中U形弯曲式DAS FO线1000的井下段1002围绕TPWT 140的卷轴206的周边裹绕,以维持并保护U形弯曲部1006的弯曲形状。例如,U形弯曲部1006可以“被塞入到”U形弯曲式DAS FO线1000的井下段1002的裹绕部的下方,以维持并保护U形弯曲部1006的弯曲形状。在这样的实施例中,卷轴206的装载可以包括将U形弯曲部1006抵靠卷轴206的表面放置,随后将U形弯曲式DAS FO线1000的井下段1002围绕U形弯曲部1006和卷轴206的周边缠绕。这种塞入式配置可以适用于微型弯曲式U形弯曲部1006。例如,微型弯曲式U形弯曲部1006可以被塞入到U形弯曲式DAS FO线1000的井下段1002的裹绕部的下方,以维持并保护U形弯曲部1006的弯曲形状。

[0094] 图13是示出根据一个或多个实施例的DAS感测方法1300的流程图。方法1300可以

包括使用TPWT将DAS FO线部署到井筒中(框1302)。在一些实施例中,将DAS FO线部署到井筒中包括使用一个或多个TPWT将DAS FO线部署到一个或多个井筒中。例如,使用TPWT将DAS FO线部署到井筒中可以包括将DAS FO线900部署到井筒120中,如至少关于图9所描述的。作为另一实例,使用TPWT将DAS FO线部署到井筒中可以包括将U形弯曲式DAS FO线1000部署到井筒120a和120b中,如至少关于图10所描述的。

[0095] 方法1300可以包括部署地震源(框1304)。在一些实施例中,部署地震源包括部署可操作以生成地震信号的一个或多个地震生成器。例如,部署地震源可以包括将地震源906的阵列定位在地面112上,如至少关于图9所描述的。作为另一实例,部署地震源可以包括将地震源1012的阵列定位在地面112上,如至少关于图10所描述的。

[0096] 方法1300可以包括激活地震源以生成地震信号(框1306)并且记录DAS FO线处接收到的所得地震信号(框1308)。在一些实施例中,激活地震源以生成地震信号包括操作地震源以生成穿透地层的地震信号。例如,激活地震源以生成地震信号可以包括诸如井控制系统118等询问器控制地震源906或1012生成穿透地层104的地震信号。在一些实施例中,记录DAS FO线处接收到的所得地震信号包括记录DAS FO线处感测到的地震信号。例如,针对至少关于图9描述的DAS FO线900,记录DAS FO线处接收到的所得地震信号可以包括井控制系统118记录沿着DAS FO线900的位于井筒120中的部分在离散位置感测到的地震信号。作为另一实例,针对至少关于图10描述的DAS FO线1000,记录DAS FO线处接收到的所得地震信号可以包括井控制系统118记录沿着布置在井筒120a和120b中的井下部分1002a和1002b的第一DAS FO段1004a和第二DAS FO段1004b同时地感测到的地震信号。

[0097] 在一些实施例中,可以基于经由DAS FO线获得的地震数据进行各种操作。例如,记录的声学数据可以用于确定地层104和储层102的特性,该特性进而可以用于确定井114(或井114a和114b)的适当操作参数,诸如井114(或井114a和114b)的采出率或采出压力,或确定地层104中的另外井的适当位置和轨迹。井114(或井114a和114b)或地层104中的其他井可以根据所确定的操作参数来操作,或者可以在地层104中在所确定的位置并且以所确定的轨迹钻出其他井。

[0098] 图14是示出根据一个或多个实施例的将TPWT部署到井1400中的方法的流程图。方法1400可以包括做好将TPWT部署到井筒中的准备(框1402)。在一些实施例中,做好将TPWT部署到井筒中的准备包括做好将TPWT 140部署到井114的井筒120中的准备。例如,做好部署TPWT 140的准备可以包括井操作者执行以下操作:(a)用脐带缆142(例如,FO线、DAS FO线或U形弯曲式DAS FO线)装载TPWT 140的卷轴206;(a)将TPWT 140组装到TPWT树帽144的树帽室304中;(b)将“已装载的”TPWT树帽144联接到井114的井口130上;以及(c)对联接到井口130上的TPWT树帽144进行压力测试。

[0099] 方法1400可以包括将TPWT释放成在井筒中进行重力驱动的自由下落(框1404)。在一些实施例中,将TPWT释放成在井筒中进行重力驱动的自由下落包括将已装载的TPWT 140释放成在井筒120的第一/上部部分中进行重力驱动的自由下落。例如,井控制系统118或其他井操作者可以控制树帽144的操作,以将TPWT保持器306移动到打开位置,以从树帽室304中释放TPWT 140,使得TPWT 140下落通过井口130并进入井筒120的第一/上部部分中。

[0100] 方法1400可以包括判断TPWT是否已经到达触发点(框1406)。在一些实施例中,判断TPWT是否已经到达触发点包括监测TPWT在井筒120内的前进以判断TPWT 140是否已经到

达触发点。例如,控制器(诸如井控制系统118或TPWT控制器208)可以基于下落的计时持续时间或指示TPWT 140的速度、位置或取向的导航数据来判断TPWT 140是否已经到达触发点402。

[0101] 方法1400可以包括:响应于判定TPWT已经到达触发点,而进行TPWT在井筒中推进到井筒中部署位置的推进式前进(框1408)。在一些实施例中,进行TPWT在井筒中推进到井筒中部署位置的推进式前进包括:操作TPWT 140的引擎202以产生推力来将TPWT140推进到井筒120的第二/下部部分中,使得TPWT 140停在井筒120中的部署位置404处。例如,控制器(诸如井控制系统118或TPWT控制器208)可以控制引擎202的点火和操作,并控制其他导航元件(诸如翼、舵或定向推力系统)的操作,以使TPWT 140“飞行”通过井筒120,到达部署位置404。在一些实施例中,TPWT 140的控制由TPWT控制器208本地启动的导航命令提供,或者由借助于脐带缆142从井控制系统118提供给TPWT控制器208的导航命令提供。

[0102] 方法1400可以包括监测TPWT的有效载荷(框1410)。在一些实施例中,监测TPWT的有效载荷包括监测从TPWT 140的有效载荷204接收到的数据。例如,在有效载荷204包括BHP传感器或BHT传感器的情况下,控制器(诸如井控制系统118)可以监测包括指示在井筒120中的部署位置404处的BHP或BHT的BHP数据和BHT数据在内的操作数据。作为另一实例,在有效载荷204包括DAS FO线的情况下,控制器(诸如井控制系统118)可以监测操作数据,该操作数据包括指示由部署在井筒120中的DAS FO线900或1000感测到的地震事件的声学数据。

[0103] 在一些实施例中,可以基于借助于部署到井114中的TPWT 140的有效载荷204获得的数据进行各种操作。例如,在有效载荷204包括BHP传感器或BHT传感器的情况下,相应的BHP数据和BHT数据可以用来确定井114的BHP和BHT,这进而可以用来确定井114的适当的操作参数,诸如井114的采出率或采出压力,并且井114或地层104中的其他井可以根据所确定的操作参数来操作。作为另一实例,在有效载荷204包括DAS FO线的情况下,声学数据可以用于确定地层104和储层102的特性,这进而可以用来确定井114的适当操作参数,诸如井114的采出率或采出压力,或者确定地层104中的另外井的适当的位置和轨迹。井114或地层104中的其他井可以根据所确定的操作参数来操作,或者可以在地层中在所确定的位置处并且利用所确定的轨迹钻出其他井。

[0104] 图15是示出根据一个或多个实施例的示例性计算机系统(或“系统”)2000的图。在一些实施例中,系统2000包括存储器2004、处理器2006和输入/输出(I/O)接口2008。存储器2004可以包括非易失性存储器(例如,闪存、只读存储器(ROM)、可编程只读存储器(PROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、易失性存储器(例如,随机存取存储器(RAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、同步动态RAM(SDRAM))或大容量存储存储器(例如,CD-ROM或DVD-ROM、硬盘驱动器)。存储器2004可以包括存储有程序指令2010的非暂时性计算机可读存储介质。程序指令2010可以包括可由计算机处理器(例如,处理器2006)执行以进行所描述的功能操作(诸如关于井控制系统118、TPWT控制器208、方法1300或方法1400所描述的那些)的程序模块2012。

[0105] 处理器2006可以是能够执行程序指令2010的处理器。例如,处理器2006可以包括中央处理单元(CPU),该中央处理单元执行程序指令(例如,程序模块2012的程序指令)以执行这里描述的算术、逻辑或输入/输出操作。处理器2006可以包括一个或多个处理器。I/O接口2008可以提供用于与一个或多个I/O设备2014(诸如操纵杆、计算机鼠标、键盘或显示屏

(例如,用于显示图形用户界面(GUI)的电子显示器))通信的接口。I/O设备2014可以通过有线连接(例如,工业以太网连接)或无线连接(例如,Wi-Fi连接)连接到I/O接口2008。I/O接口2008可以提供用于与一个或多个外部设备2016通信的接口。在一些实施例中,I/O接口2008包括天线和收发器中的一个或两者。在一些实施例中,外部设备2016包括传感器或其他计算机系统。

[0106] 鉴于本说明书,本发明的公开的各个方面的进一步修改和替代实施例对于本领域技术人员将是显而易见的。因此,本说明书应被解释为仅是说明性的,并且是为了教导本领域技术人员实施这些实施例的一般方式。应当理解,这里示出和描述的实施例的形式将被认为是实施例的实例。元件和材料可以代替这里示出和描述的那些,部件和过程可以颠倒或省略,并且实施例的某些特征可以独立地使用,所有这些对于本领域技术人员在受益于实施例的该描述之后将是显而易见的。在不背离所附权利要求中描述的实施例的精神和范围的情况下,可以对这里描述的元件进行改变。这里使用的标题仅用于组织的目的,而不是用于限制说明书的范围。

[0107] 将了解,这里描述的过程和方法是可根据这里描述的技术采用的过程和方法的示例性实施例。可以修改这些过程和方法以便于它们的实施和使用的变化。所提供的过程和方法以及操作的顺序可以改变,并且可以添加、重新排序、组合、省略、修改各种元件等。过程和方法的部分可以以软件、硬件或软件和硬件的组合来实施。

[0108] 过程和方法的部分中的一些或全部可以由这里描述的处理器/模块/应用中的一个或多个来实施。

[0109] 如本申请通篇所使用的,词语“可以”是在许可的意义上(即,意味着具有可能性)而不是在强制的意义上(即,意味着必须)使用的。词语“包括”、“包含”和“含有”表示包括但不限于。如本申请通篇所使用的,单数形式“一”、“一个”和“该”包括复数指代,除非内容清楚地另外指出。因此,例如,提及“一个元件”可以包括两个或更多个元件的组合。如本申请通篇所使用的,术语“或”以包含的意义使用,除非另有说明。也就是说,对包括A或B的元件的描述可以指包括A和B中的一者或两者的元件。如本申请通篇所使用的,短语“基于”不将相关联的操作限制为仅基于特定项。因此,例如,“基于”数据A的处理可以包括至少部分基于数据A和至少部分基于数据B的处理,除非内容清楚地另外指出。如本申请通篇所使用的,术语“来自”不将相关联的操作限制为直接来自,除非另外指明。因此,例如,接收“来自”实体的项可以包括接收直接来自实体或间接来自实体(例如,通过中间实体)的项。除非另外特别说明,否则如从论述中显而易见,应了解,在本说明书通篇中,利用诸如“处理”、“计算”、“运算”、“确定”之类的术语的论述可以指代诸如专用计算机或类似的专用电子处理/计算设备之类的特定设备的动作或过程。在本说明书的上下文中,专用计算机或类似的专用电子处理/计算设备能够操纵或变换信号,该信号通常表示为专用计算机或类似的专用电子处理/计算设备的存储器、寄存器或其他信息存储装置、传输装置或显示装置内的物理、电子或磁量。

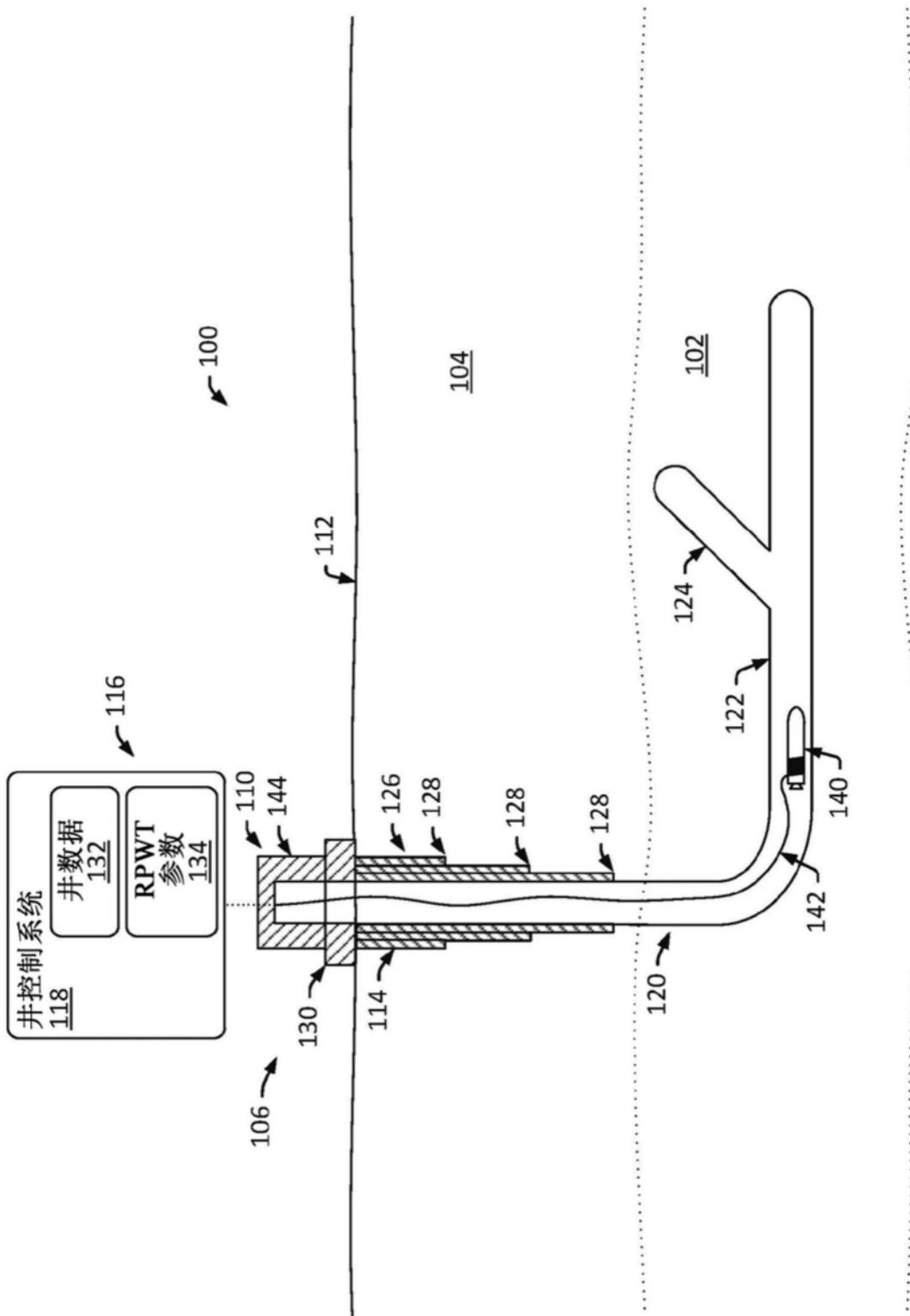


图1

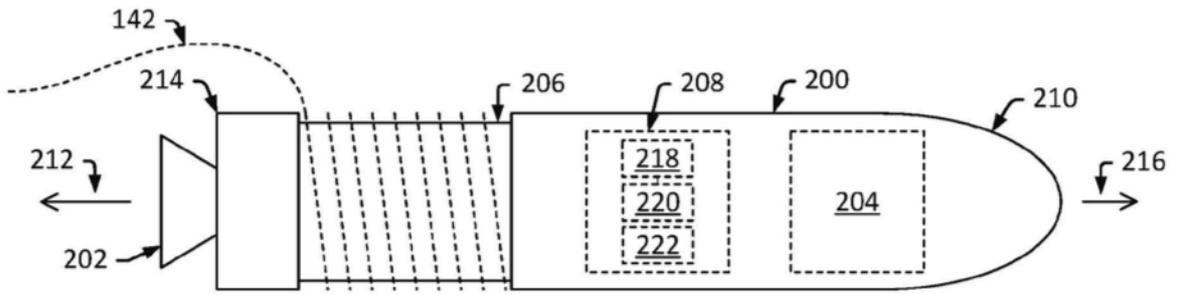


图2

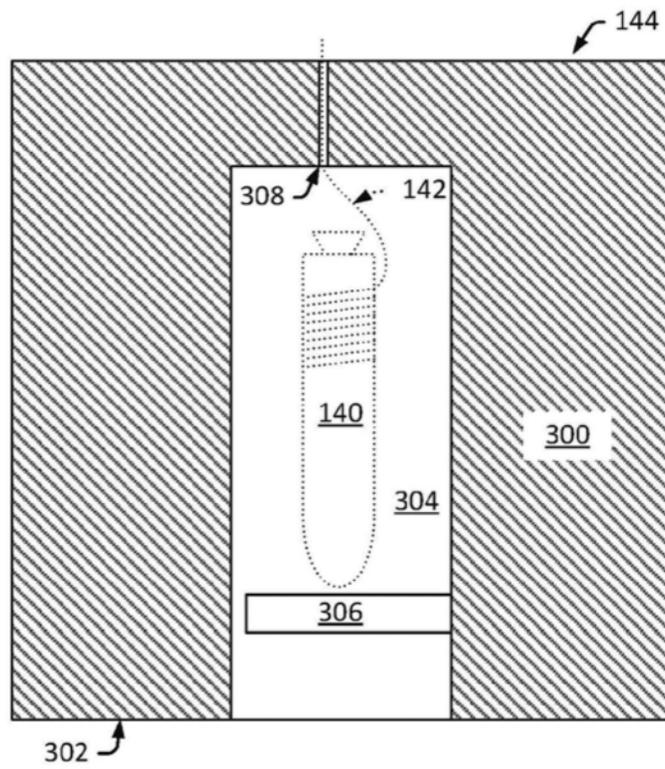


图3

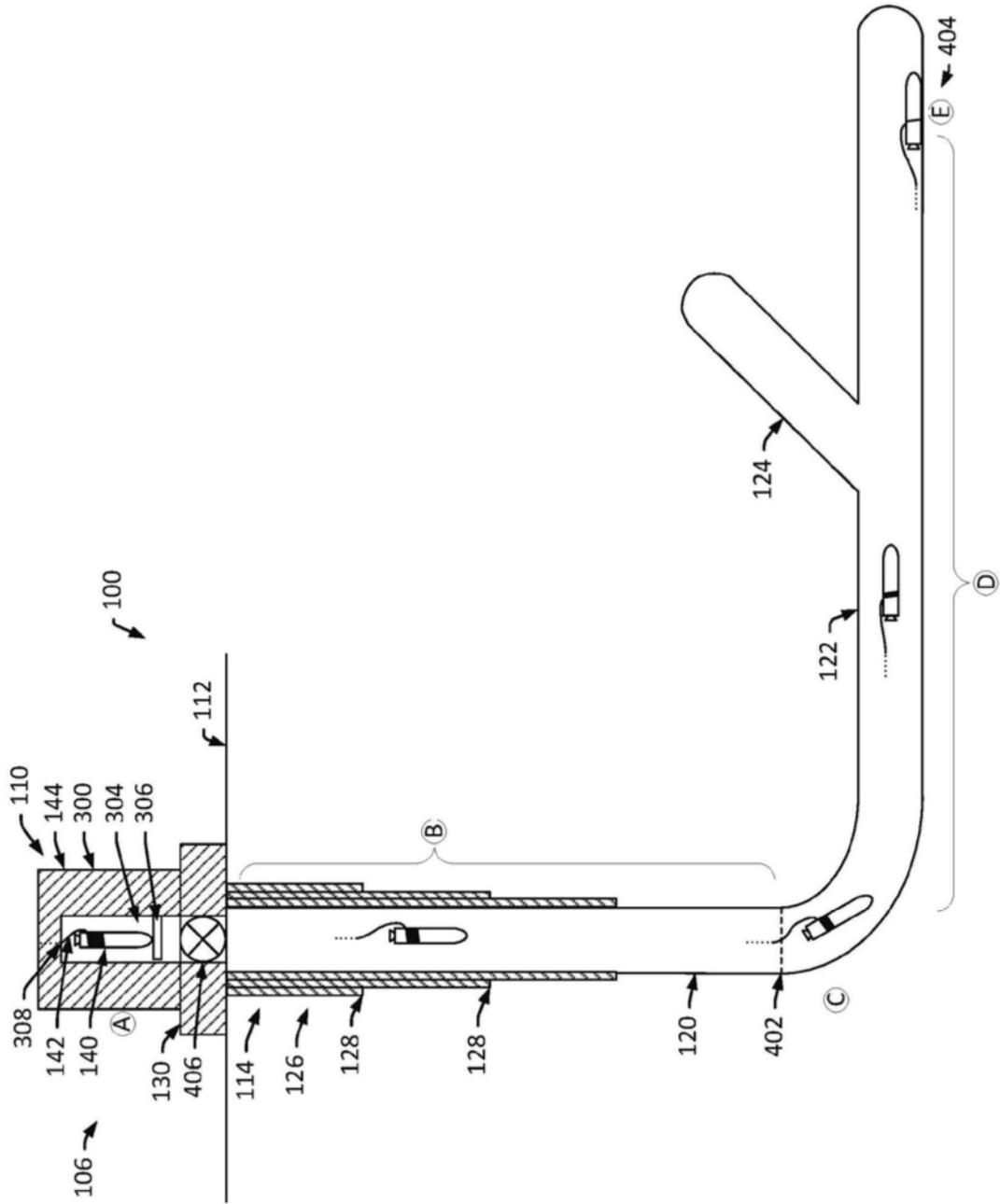


图4

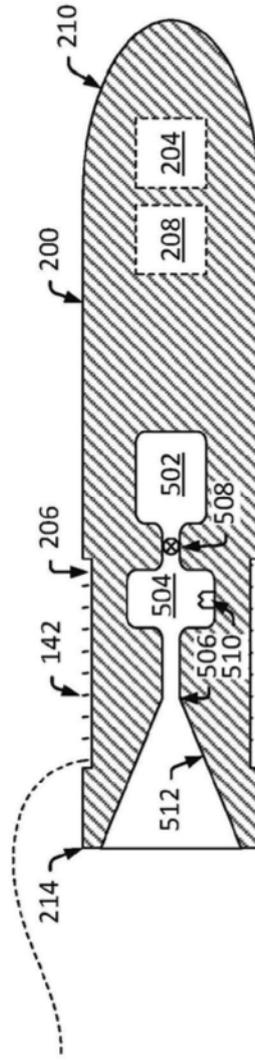


图5

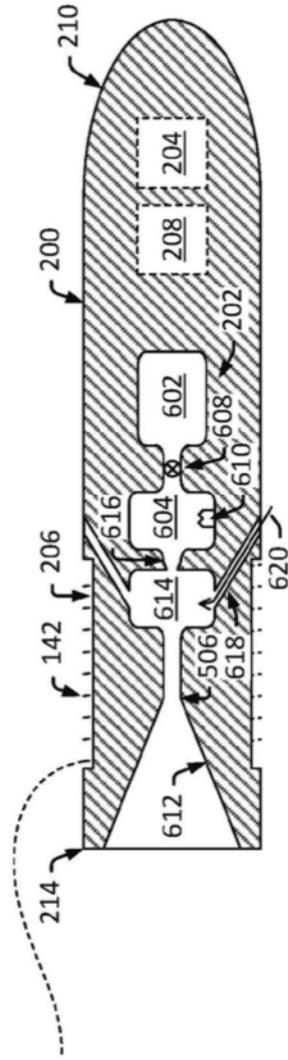


图6

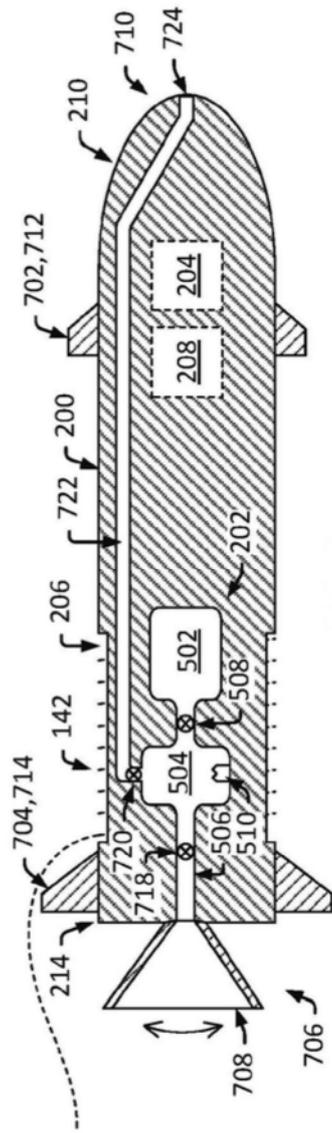


图7

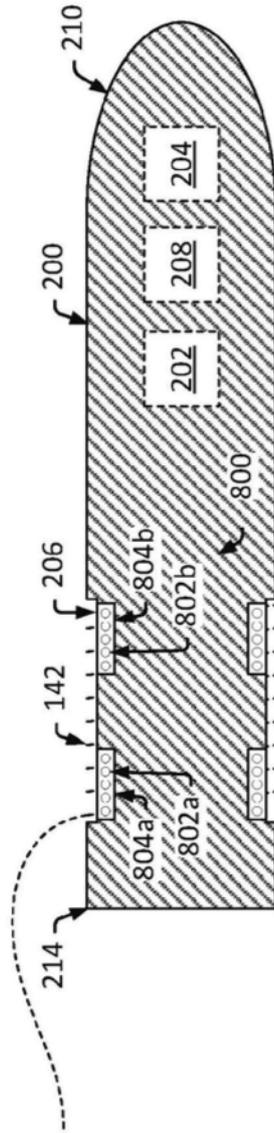


图8

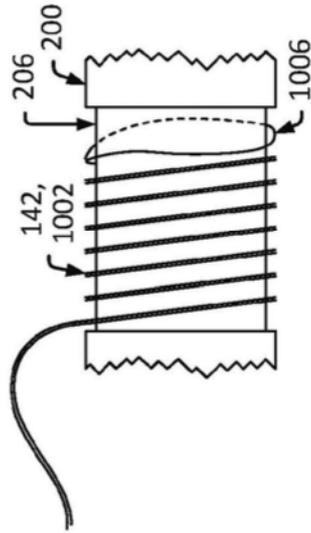


图11

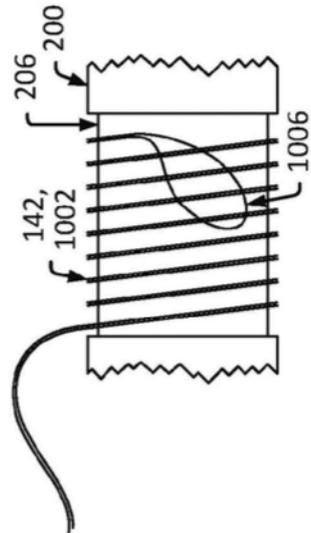


图12

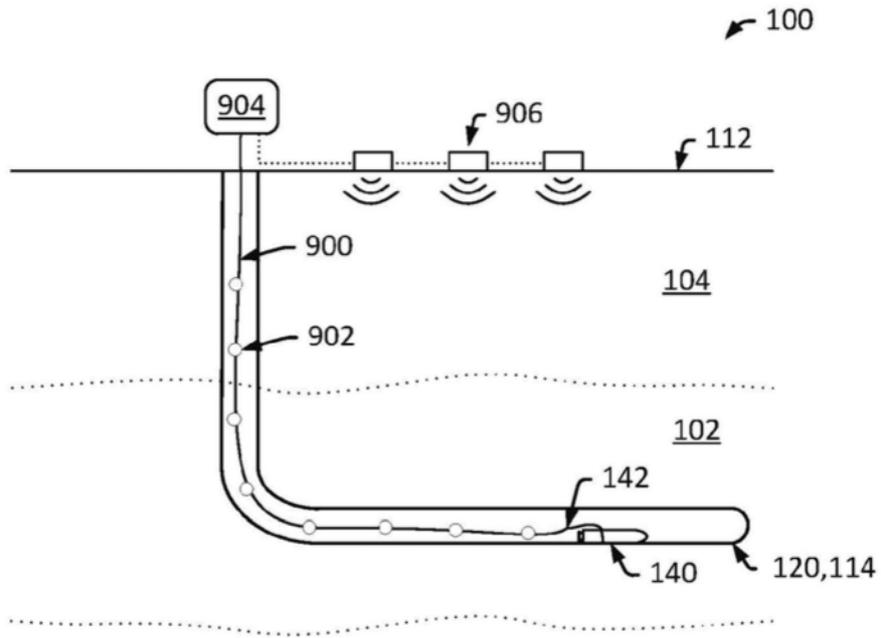


图9

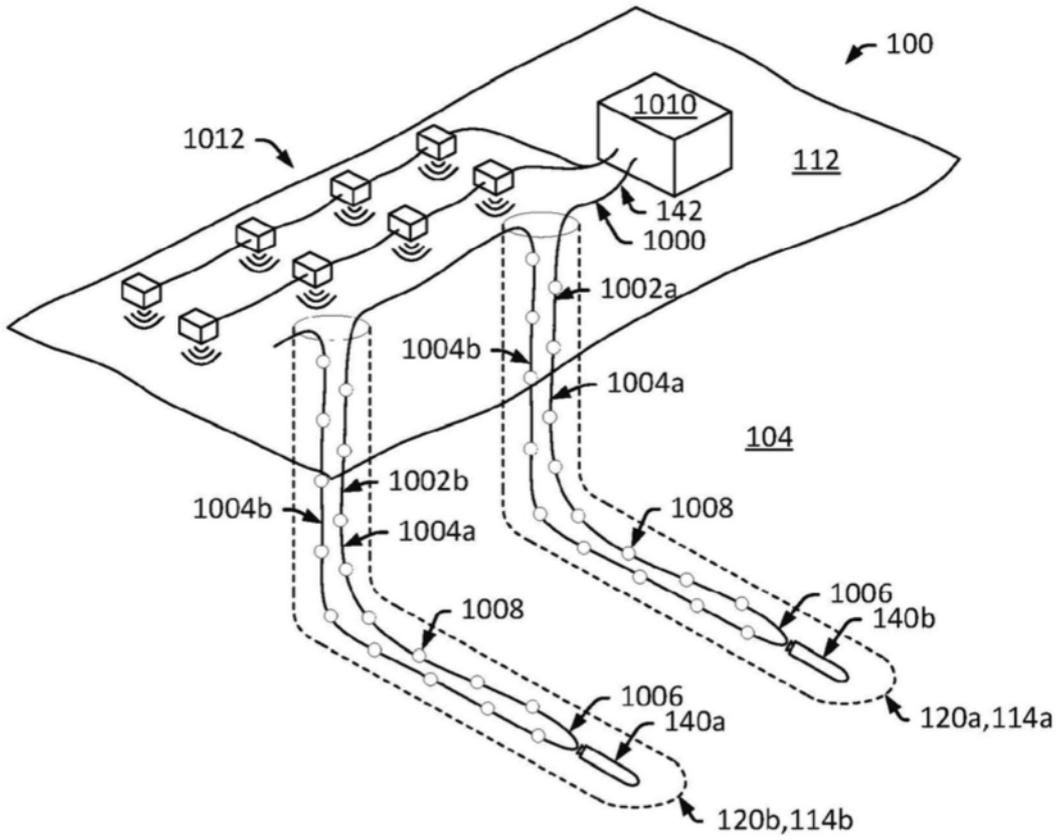


图10

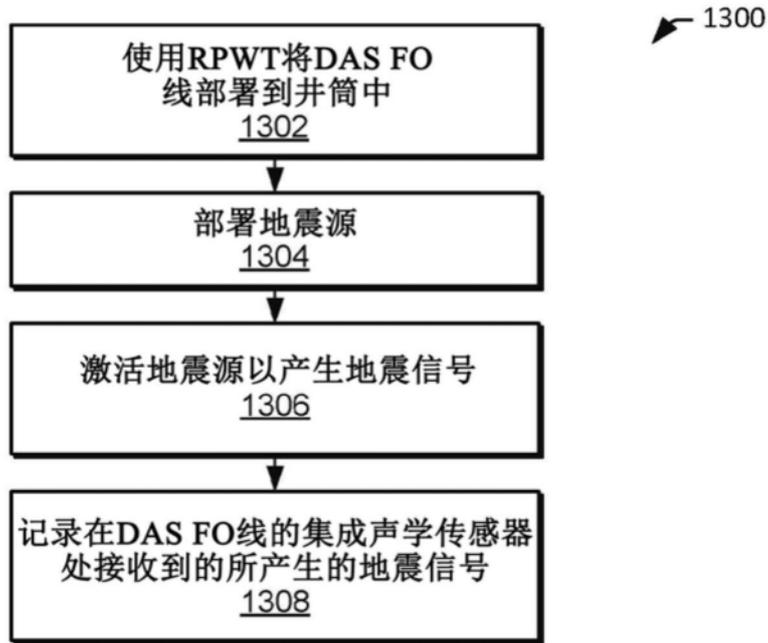


图13

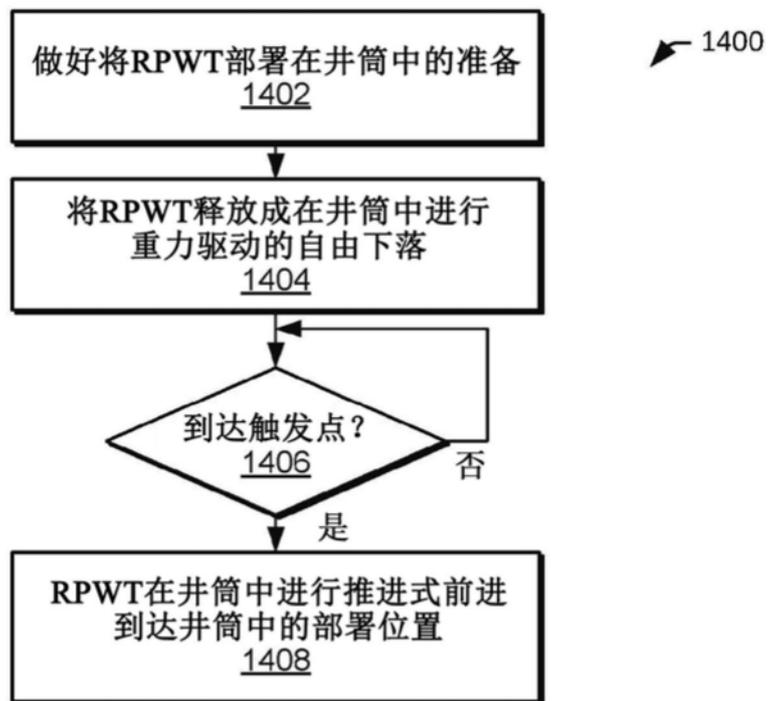


图14

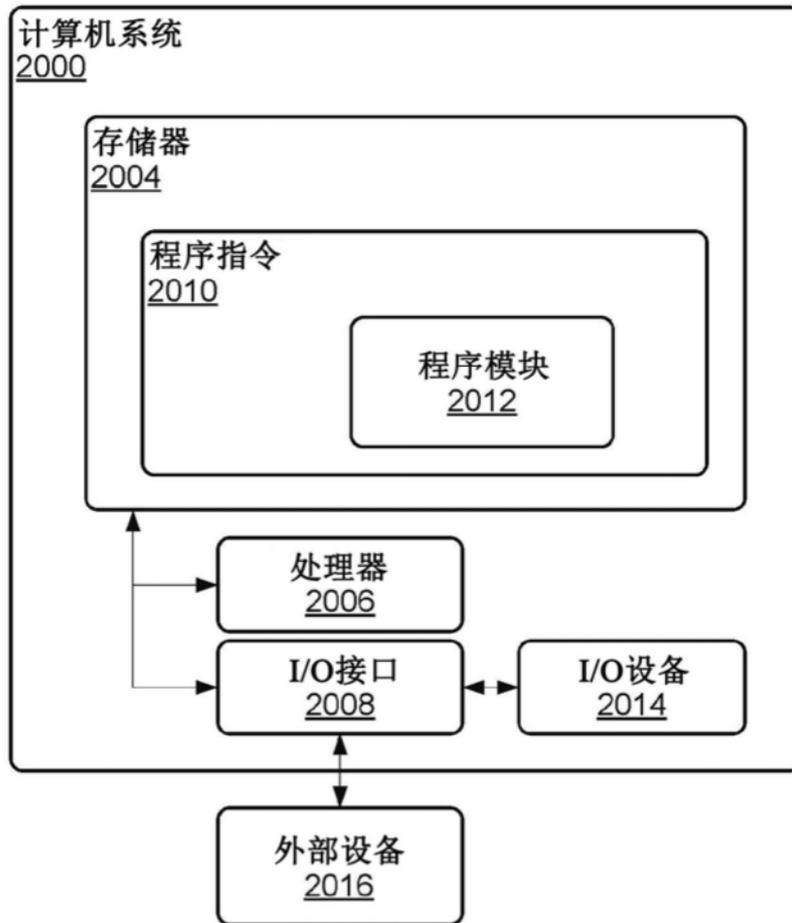


图15