



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104755698 B

(45)授权公告日 2017.11.21

(21)申请号 201380053827.2

(22)申请日 2013.10.03

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104755698 A

(43)申请公布日 2015.07.01

(30)优先权数据  
61/714,653 2012.10.16 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.04.15

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2013/063273 2013.10.03

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/062391 EN 2014.04.24

(73)专利权人 哈里伯顿能源服务公司  
地址 美国得克萨斯州

(72)发明人 P·戈姆史泰德 J·辛科

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司  
31100

代理人 丁晓峰

(51)Int.Cl.  
*E21B 43/08*(2006.01)  
*E21B 33/122*(2006.01)

(56)对比文件  
US 2009/0205841 A1,2009.08.20,  
CN 201460803 U,2010.05.12,  
CN 101302926 A,2008.11.12,  
US 2010/0139929 A1,2010.06.10,  
US 2009/0178800 A1,2009.07.16,  
US 2010/0025049 A1,2010.02.04,

审查员 廖启良

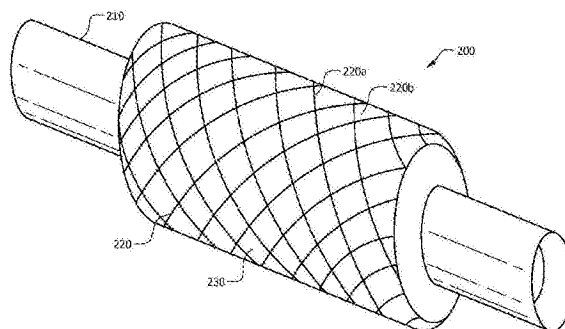
权利要求书3页 说明书19页 附图9页

### (54)发明名称

膨胀率受控制的可膨胀封隔器和方法

### (57)摘要

膨胀率受控制的可膨胀封隔器包括心轴;密封元件;以及护套。所述密封元件安置在所述心轴的至少一部分周围,并且所述护套覆盖所述密封元件的外表面的至少一部分。所述护套构造成基本上防止安置在所述护套外部的流体与由所述护套覆盖的所述密封元件的所述外表面的所述部分之间的流体连通。



1. 一种膨胀率受控制的可膨胀封隔器,包括:

心轴;

密封元件,其中,所述密封元件安置在所述心轴的至少一部分周围,其中,所述密封元件包括一旦与膨胀剂接触就可膨胀的材料;

护套,其中,所述护套施加至所述密封元件的外表面,从而限定所述密封元件的外表面的被护套覆盖的多个部分、以及所述密封元件的外表面的未被护套覆盖的多个部分,所述被护套覆盖的多个部分和所述未被护套覆盖的多个部分相互隔开,其中,所述护套对于所述膨胀剂是基本上不渗透的;以及

保持涂层,所述保持涂层施加至所述护套和所述密封元件的外表面的未被护套覆盖部分,其中,所述保持涂层构造成允许所述膨胀剂流过所述密封元件的外表面的未被护套覆盖部分以接触所述可膨胀的材料。

2. 根据权利要求1所述的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其进一步包括邻近所述密封元件安置在所述心轴周围的一个或多个末端止动装置,其中,所述一个或多个末端止动装置构造成将所述密封元件保持在所述心轴的所述部分周围。

3. 根据权利要求1或2所述的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其特征在于,所述可膨胀材料包括遇水膨胀材料,并且其中,所述遇水膨胀材料包括四氟乙烯/丙烯共聚物、淀粉聚丙烯酸酯接枝共聚物、聚乙烯醇/环状酸酐接枝共聚物、异丁烯/顺丁烯二酸酐共聚物、醋酸乙烯酯/丙烯酸酯共聚物、聚氧化乙烯聚合物、聚丙烯酸的接枝聚环氧乙烷、羧甲基纤维素类型聚合物、淀粉聚丙烯腈接枝共聚物、聚甲基丙烯酸酯、聚丙烯酰胺、丙烯酰胺/丙烯酸共聚物、聚甲基丙烯酸2-羟乙基、聚甲基丙烯酸脂2-羟丙基、不溶性丙烯酸聚合物、高度膨胀的粘土矿物、钠基膨润土、以蒙脱石作为主要成份的钠基膨润土、钙基膨润土、其衍生物,或其组合。

4. 根据权利要求1或2所述的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其特征在于,所述可膨胀材料包括遇油膨胀材料,并且其中,所述遇油膨胀材料包括遇油膨胀橡胶、天然橡胶、聚胺酯橡胶、丙烯酸酯/丁二烯橡胶、丁基橡胶、溴化丁基橡胶、氯化丁基橡胶、氯化聚乙烯橡胶、异戊二烯橡胶、氯丁二烯橡胶、氯丁橡胶、丁二烯橡胶、苯乙烯/丁二烯共聚物橡胶、磺化聚乙烯、氯磺化聚乙烯、乙烯/丙烯酸酯橡胶、表氯醇/环氧乙烷共聚物橡胶、乙烯/丙烯共聚物橡胶、乙烯/丙烯/二烯三元共聚物、过氧化氢交联乙烯/丙烯共聚物橡胶、硫交联乙烯/丙烯共聚物橡胶、乙烯/丙烯/二烯三元共聚物橡胶、乙烯/醋酸乙烯酯共聚物、氟硅橡胶、硅酮橡胶、聚2,2,1-双环庚烯、烷基苯乙稀聚合物、交联取代乙烯基/丙烯酸酯共聚物、其衍生物,或其组合。

5. 根据权利要求1或2所述的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其特征在于,所述可膨胀材料包括遇水油膨胀材料,并且其中,所述遇水油膨胀材料包括丁腈橡胶、丙烯腈/丁二烯橡胶、氢化丁腈橡胶、高饱和丁腈橡胶、氢化丙烯腈/丁二烯橡胶、丙烯酸类型聚合物、聚丙烯酸、聚丙烯酸酯橡胶、氟橡胶、全氟橡胶、其衍生物,或其组合。

6. 根据权利要求1所述的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其特征在于,所述护套包括至少一个顶部涂层。

7. 根据权利要求6所述的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其特征在于,所述顶部涂层包括聚乙烯、聚丙烯、含氟弹性体、含氟聚合物、含氟聚合物弹性体、聚四氟乙烯、四氟乙烯/丙

烯共聚物、聚酰胺-酰亚胺、聚酰亚胺、聚苯硫醚,或其组合。

8. 根据权利要求6所述的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其特征在于,所述顶部涂层包括柔性涂料或部分柔性涂料。

9. 根据权利要求6所述的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其特征在于,所述顶部涂层具有从10微米至100微米的厚度。

10. 根据权利要求6所述的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其特征在于,所述护套还包括底漆涂层,用于激活所述密封元件的外表面以实现或促进顶部涂层的粘附性质。

11. 根据权利要求10所述的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其特征在于,所述底漆涂层具有小于10微米的厚度。

12. 根据权利要求1所述的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其特征在于,所述保持涂层具有从1微米至100微米的厚度。

13. 一种制造膨胀率受控制的可膨胀封隔器的方法,包括:

将掩模施加到密封元件的外表面上,其中,所述密封元件包括可膨胀材料,并且其中,所述掩模包括多个空隙空间;

在施加所述掩模时将护套施加到所述密封元件的外表面的部分,其中,所述掩模基本上防止除了在所述空隙空间中之外的所述护套的施加,使得所述密封元件的外表面的所述部分通过所述空隙空间露出;

在施加所述护套之后移除所述掩模,从而限定所述密封元件的外表面的被护套覆盖的多个部分、以及所述密封元件的外表面的未被护套覆盖的多个部分,所述被护套覆盖的多个部分和所述未被护套覆盖的多个部分相互隔开;以及

提供膨胀率受控制的可膨胀封隔器。

14. 根据权利要求13所述的方法,其进一步包括以下步骤:在移除所述掩模之后,将保持涂层施加到所述护套和所述密封元件的所述外表面的未被护套覆盖部分上。

15. 一种利用膨胀率受控制的可膨胀封隔器的方法,包括:

将包括并入其中的膨胀率受控制的可膨胀封隔器的管柱安置在地层中的井筒内,其中,所述膨胀率受控制的可膨胀封隔器包括:心轴;密封元件,其中,所述密封元件安置在所述心轴的至少一部分周围,其中,所述密封元件包括一旦与膨胀剂接触就可膨胀的材料;护套,其中,所述护套施加至所述密封元件的外表面,从而限定所述密封元件的外表面的被护套覆盖的多个部分、以及所述密封元件的外表面的未被护套覆盖的多个部分,所述被护套覆盖的多个部分和所述未被护套覆盖的多个部分相互隔开,其中,所述护套对于所述膨胀剂是基本上不渗透的;以及保持涂层,所述保持涂层施加至所述护套和所述密封元件的外表面的未被护套覆盖部分,其中,所述保持涂层构造成允许所述膨胀剂流过所述密封元件的外表面的未被护套覆盖部分以接触所述可膨胀的材料;

将所述膨胀剂引入所述井筒内;

激活所述膨胀率受控制的可膨胀封隔器;以及

实施井筒维护操作。

16. 根据权利要求15所述的方法,其进一步包括在激活所述膨胀率受控制的可膨胀封隔器之前,允许所述膨胀率受控制的可膨胀封隔器基于所述密封元件的所述可膨胀材料的体积膨胀介于105%至500%之间的量。

17. 根据权利要求15所述的方法,其进一步包括在激活所述膨胀率受控制的可膨胀封隔器之前,允许所述膨胀率受控制的可膨胀封隔器基于所述密封元件的所述可膨胀材料的体积膨胀介于125%至200%之间的量。

18. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,在激活所述膨胀率受控制的可膨胀封隔器之前,所述密封元件的膨胀间隙基于所述密封元件的所述膨胀间隙增加介于105%至250%之间的量。

19. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,在激活所述膨胀率受控制的可膨胀封隔器之前,所述密封元件的膨胀间隙基于所述密封元件的所述膨胀间隙增加介于110%至150%之间的量。

20. 根据权利要求15至19中任一项所述的方法,其进一步包括在激活所述膨胀率受控制的可膨胀封隔器之后,使用所述膨胀率受控制的可膨胀封隔器隔离所述井筒的至少两个邻近部分。

21. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,激活所述膨胀率受控制的可膨胀封隔器包括使所述膨胀率受控制的封隔器的至少一部分与膨胀剂接触,以及允许所述密封元件的可膨胀材料膨胀。

22. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述密封元件具有线性膨胀率。

23. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述密封元件具有非线性膨胀率。

24. 根据权利要求15所述的方法,其进一步包括通过改变以下项中的至少一者控制所述密封元件的膨胀率:膨胀材料的类型和/或组成;护套的类型和/或组成;所述护套中的多个层;掩模的图案;密封元件外表面的被护套覆盖部分与未被护套覆盖部分之间的比率;所述膨胀剂的类型和/或组成,或其组合。

## 膨胀率受控制的可膨胀封隔器和方法

### 背景技术

[0001] 碳氢化合物(例如,油、气体)通常经由穿过地层的井筒由地层的含烃部分产生。油气井通常从下至地层且有时穿过地层的井的表面位置处被围住。套管柱或内衬(例如,钢管)通常降低到井筒中至所需深度。通常,套管柱与井筒之间的空间的至少一部分(即,环形空间)随后通常用水泥填充(例如,注水泥的)以固定井筒内的套管柱。水泥在环形空间中凝固后,水泥将套管柱保持在适当的位置并且防止流体向井所穿过的地层的多个部分的流动、从所述多个部分的流动或在所述多个部分之间的流动。

[0002] 在井(例如,油井和/或气体井)的钻孔、维修、完井和/或再加工期间,使用大量的井下井筒维修工具。举例来说,但非限制性地,例如在刺激(例如,穿孔和/或压裂)操作的执行期间,隔离井筒的两个或两个以上部分通常是合乎需要的。另外地或可替代地,在完井(例如,固井)操作期间,隔离井筒的多个部分也可以是合乎需要的。通常包含封隔器和/或插塞的井下井筒维修工具(即,隔离工具)设计用于这些一般目的并且在生产油气的领域中是众所周知的。封隔器还可以用于固定井筒内的套管柱。

### 发明内容

[0003] 在实施例中,膨胀率受控制的可膨胀封隔器包括心轴;密封元件;以及护套。密封元件安置在心轴的至少一部分的周围,并且护套覆盖密封元件的外表面的至少一部分。护套构造成基本上防止安置在护套外部的流体与由护套覆盖的密封元件的外表面的部分之间的流体连通。膨胀率受控制的可膨胀封隔器还可以包含邻近密封元件安置在心轴周围的一个或多个末端止动装置,并且所述一个或多个末端止动装置可以构造成将密封元件保持在心轴的部分周围。密封元件可以包括可膨胀材料。可膨胀材料可以包括遇水膨胀材料,并且所述遇水膨胀材料可以包括四氟乙烯/丙烯共聚物(TFE/P)、淀粉聚丙烯酸酯接枝共聚物、聚乙烯醇/环状酸酐接枝共聚物、异丁烯/顺丁烯二酸酐共聚物、醋酸乙烯酯/丙烯酸酯共聚物、聚氧化乙烯聚合物、聚(丙烯酸)的接枝聚(环氧乙烷)、羧甲基纤维素类型聚合物、淀粉聚丙烯腈接枝共聚物、聚甲基丙烯酸酯、聚丙烯酰胺、丙烯酰胺/丙烯酸共聚物、聚(甲基丙烯酸2-羟乙基)、聚(甲基丙烯酸2-羟丙基)、不溶性丙烯酸聚合物、高度膨胀的粘土矿物、钠基膨润土、以蒙脱石作为主要成份的钠基膨润土、钙基膨润土、其衍生物,或其组合。可膨胀材料可以包括遇油膨胀材料,并且所述遇油膨胀材料可以包括遇油膨胀橡胶、天然橡胶、聚胺酯橡胶、丙烯酸酯/丁二烯橡胶、丁基橡胶(IIR)、溴化丁基橡胶(BIIR)、氯化丁基橡胶(CIIR)、氯化聚乙烯橡胶(CM/CPE)、异戊二烯橡胶、氯丁二烯橡胶、氯丁橡胶、丁二烯橡胶、苯乙烯/丁二烯共聚物橡胶(SBR)、磺化聚乙烯(PES)、氯磺化聚乙烯(CSM)、乙烯/丙烯酸酯橡胶(EAM/AEM)、表氯醇/环氧乙烷共聚物橡胶(CO/ECO)、乙烯/丙烯共聚物橡胶(EPM)、乙烯/丙烯/二烯三元共聚物(EPDM)、过氧化氢交联乙烯/丙烯共聚物橡胶、硫交联乙烯/丙烯共聚物橡胶、乙烯/丙烯/二烯三元共聚物橡胶(EPT)、乙烯/醋酸乙烯酯共聚物、氟硅橡胶(FVMQ)、硅酮橡胶(VMQ)、聚2,2,1-双环庚烯(聚降冰片烯)、烷基苯乙稀聚合物、交联取代乙烯基/丙烯酸酯共聚物、其衍生物或其组合。可膨胀材料可以包括遇水油膨胀材料,并且所

述遇水油膨胀材料可以包括丁腈橡胶 (NBR)、丙烯腈/丁二烯橡胶、氢化丁腈橡胶 (HNBR)、高饱和丁腈橡胶 (HNS)、氢化丙烯腈/丁二烯橡胶、丙烯酸类型聚合物、聚(丙烯酸)、聚丙烯酸酯橡胶、氟橡胶 (FKM)、全氟橡胶 (FFKM)、其衍生物或其组合。护套可以包括底漆涂层并且所述底漆涂层可以表征为小于约10微米的厚度。护套可以包括至少一个顶部涂层,并且所述顶部涂层可以包括塑料、聚合材料、聚乙烯、聚丙烯、含氟弹性体、含氟聚合物、含氟聚合物弹性体、聚四氟乙烯、四氟乙烯/丙烯共聚物 (TFE/P)、聚酰胺-酰亚胺 (PAI)、聚酰亚胺、聚苯硫醚 (PPS),或其组合。顶部涂层可以包括柔性涂料或部分柔性涂料。顶部涂层可以表征为从约10微米至约100微米的厚度。膨胀率受控制的可膨胀封隔器还可包含保持涂层,并且所述保持涂层可以表征为从约1微米至约100微米的厚度。

[0004] 在实施例中,制造膨胀率受控制的可膨胀封隔器的方法包括:将掩模施加到密封元件的外表面的至少一部分上;当施加掩模时将护套施加到密封元件;在施加护套之后移除掩模;以及提供膨胀率受控制的可膨胀封隔器。密封元件包括可膨胀材料。掩模包括空隙空间并且掩模基本上防止护套的施加,除了空隙空间中之外。所述方法还可以包含将保持涂层施加到密封元件的外表面上,并且所述保持涂层可以在移除掩模之后施加到膨胀率受控制的可膨胀封隔器的外表面上。

[0005] 在实施例中,利用膨胀率受控制的可膨胀封隔器的方法包括:将管柱安置在地层中的井筒内,所述管柱包括并入其中的膨胀率受控制的可膨胀封隔器;以及激活膨胀率受控制的可膨胀封隔器。膨胀率受控制的可膨胀封隔器包括:密封元件和护套,其中密封元件包括可膨胀材料。护套覆盖密封元件的外表面的至少一部分,并且所述护套基本上不可渗透流体,所述流体构造成引起密封元件在接触之后在密封元件与流体之间膨胀。所述方法还可以包含在激活膨胀率受控制的可膨胀封隔器之前,允许膨胀率受控制的可膨胀封隔器基于密封元件的可膨胀材料的体积膨胀介于约105%至约500%之间的量。所述方法还可以包含在激活膨胀率受控制的可膨胀封隔器之前,允许膨胀率受控制的可膨胀封隔器基于密封元件的可膨胀材料的体积膨胀介于约125%至约200%之间的量。在激活膨胀率受控制的可膨胀封隔器之前,密封元件的膨胀间隙可以基于密封元件的膨胀间隙增加介于约105%至约250%之间的量。在激活膨胀率受控制的可膨胀封隔器之前,密封元件的膨胀间隙可以基于密封元件的膨胀间隙增加介于约110%至约150%之间的量。膨胀率受控制的可膨胀封隔器可以进一步包括保持涂层。所述方法还可以包含在激活膨胀率受控制的可膨胀封隔器之后,使用膨胀率受控制的可膨胀封隔器隔离井筒的至少两个邻近部分。激活速率受控制的可膨胀封隔器可以包括将膨胀率受控制的封隔器的至少一部分与膨胀剂接触以及允许密封元件膨胀。密封元件可以具有线性膨胀率,或密封元件可以具有非线性膨胀率。所述方法还可以包含通过改变以下项中的至少一者控制密封元件的膨胀率:膨胀材料的类型和/或组成、护套的类型和/或组成、护套中的多个层、掩模的图案、暴露于膨胀剂中的密封元件的外表面的部分与由护套覆盖的密封元件的外表面的部分之间的比率、膨胀剂的类型和/或组成,或其组合。

## 附图说明

[0006] 为了更完整地理解本发明及其优点,现结合附图和具体实施方式参考以下简要说明:

- [0007] 图1是其中可以采用膨胀率受控制的可膨胀封隔器的环境的实施例的简化剖视图；
- [0008] 图2是膨胀率受控制的可膨胀封隔器的实施例的截面图；
- [0009] 图3是膨胀率受控制的可膨胀封隔器的实施例的等距视图；
- [0010] 图4是掩模的实施例的示意性表示；
- [0011] 图5显示用于存在和不存在多个涂层或护套的可膨胀材料的膨胀测试的结果；
- [0012] 图6A是涂覆有细网格图案的可膨胀材料的图片；
- [0013] 图6B是图6A的涂覆有细网格图案的可膨胀材料在膨胀之后的图片；
- [0014] 图6C是涂覆有粗网格图案的可膨胀材料的图片；
- [0015] 图6D是图6C的涂覆有细粗图案的可膨胀材料在膨胀之后的图片；
- [0016] 图7是以不同方式涂覆的可膨胀材料的三个样本在膨胀之后的图片；
- [0017] 图8显示用于涂覆有多种图案的可膨胀材料的膨胀测试的结果；以及
- [0018] 图9是涂覆有部分柔性涂料的可膨胀材料的样本在膨胀之后的图片。

### 具体实施方式

[0019] 在下文的附图和说明中,在整个说明书和附图中相同的部分通常分别用相同的附图标记进行标记。另外,在本文所揭示的不同实施例中,相似附图标记可以指代相似组件。附图未必按比例绘制。本发明的特定特征可以夸大的比例或以稍微示意性的形式展示,且为清楚和简明起见,可能不展示常规元件的一些细节。本发明容许不同形式的实施例。具体实施例被详细地描述且在附图中示出,应理解,本发明并不意图将发明限制于在本文中说明和描述的实施例。应充分认识到,可以单独地或以任何合适的组合采用本文中论述的实施例的不同教示来产生所需结果。

[0020] 除非另外规定,否则术语“连接”、“接合”、“耦合”、“附接”或描述元件之间的交互的任何其它相似术语的使用并不意指将交互限制于元件之间的直接交互,并且还可以包含所描述的元件之间的间接交互。

[0021] 除非另外规定,否则术语“上”、“上部”、“向上”、“向上钻孔”、“上游”或其它相似术语的使用应被解释为通常从地层朝向表面或朝向水体的表面;同样地,“下”、“下部”、“向下”、“向下钻孔”、“下游”或其它相似术语的使用应被解释为通常远离表面或远离水体的表面进入地层中,而不管井筒定向如何。前述术语中的任何一者或多者的使用不应被解释为指示沿着极佳垂直的轴线的位置。

[0022] 除非另外规定,否则术语“地层”的使用应被解释为包含在裸露的土地下方的区域以及在由水(例如海洋或淡水)覆盖的土地下方的区域两者。

[0023] 本文揭示井筒维修方法的实施例以及可以在执行所述井筒维修方法时利用的设备和系统。具体来说,本文揭示包括膨胀率受控制的可膨胀封隔器(CSSP)的井筒维修设备的一个或多个实施例以及采用所述井筒维修设备的系统和方法。在实施例中,如本文中描述,CSSP可以允许操作员将可膨胀封隔器部署在地层内并且控制CSSP将扩展的速率,以便隔离井筒的两个或两个以上部分和/或地层的两个或两个以上区域。

[0024] 参考图1,说明其中可以采用井筒维修设备和/或系统的操作环境的实施例。应注意,尽管一些图可以举例说明水平或垂直井筒,但是所揭示的设备、系统和方法的原理可以

类似地适用于水平井筒配置、常规垂直井筒配置、倾斜井筒配置以及其任何组合。因此，任何图的水平、倾斜或垂直性质不应被解释为将井筒限制于任何特定配置。

[0025] 如图1中所描绘，出于回收碳氢化合物、储存碳氢化合物以及处理二氧化碳或类似者的目的，操作环境通常包括穿过地层102的井筒114，所述地层包括多个地层区域2、4、6和8。井筒114可以在垂直井筒部分上基本上远离土地表面垂直地延伸，或可以在倾斜或水平井筒部分118上以任何角度从土地表面104偏离。在替代操作环境中，井筒114的一部分或基本上所有井筒114可以是垂直的、倾斜的、水平的和/或弯曲的。可以使用任何合适的钻井技术将井筒114钻入到地层102中。在实施例1中，安置在表面104处的钻探设备或修井钻机106包括具有钻台110的井架108，通常界定轴向流量孔的管柱（例如，钻柱、工具管柱、分段式油管柱、接合的油管柱或任何其它合适的运输工具或其组合）可以通过所述井架定位在井筒114内或部分定位在井筒114内。在实施例1中，管柱可以包括两个或两个以上同心地定位的成串管子或管道（例如，第一工作管柱可以位于第二工作管柱内）。钻探设备或修井钻机106可以是常规的并且可以包括电机驱动的卷扬机以及用于将管柱降低到井筒114中的其它相关联设备。或者，移动的修井钻机、井筒维修单元（例如，盘管单元）或类似者可以用于将工作管柱降低到井筒114中。在此种实施例1中，管柱可以用于钻井、刺激、完井或另外维修井筒，或其组合。尽管图1描绘了静止的钻探设备106，但是本领域的普通技术人员将容易地理解，可以采用移动的修井钻机、井筒维修单元（例如，挠性油管单元）以及类似者。

[0026] 在图1的实施例1中，井筒114的至少一部分内衬有井筒管120，例如，套管柱和/或界定轴向流量孔121的内衬。在图1的实施例1中，井筒管120的至少一部分经由多个CSSP 200（例如，第一CSSP 200a、第二CSSP 200b、第三CSSP 200c和第四CSSP 200d）抵靠着地层102固定到指定位置。另外，在实施例1中，井筒管120的至少一部分可以通过水泥以常规方式抵靠着地层102部分固定到指定位置。在另外或替代操作环境中，如本文中将揭示，类似CSSP 200的CSSP可以类似地并入到（以及类似地用于固定）任何合适的管柱内并且用于接合外部管柱和/或对外部管柱密封。此种管柱的实例包含但不限于，工作管柱、工具管柱、分段式油管柱、接合的管柱、挠性油管柱、生产油管柱、钻柱、类似者，或其组合。在实施例1中，类似CSSP 200的CSSP可以用于隔离地层102和/或井筒114内的两个或两个以上邻近部分或区域。

[0027] 参考图1的实施例1，井筒管120可以进一步具有并入其中的至少一个井筒维修工具（WST）300（例如，第一WST 300a、第二WST 300b、第三WST 300c和第四WST 300d）。在实施例1中，WST 300中的一者或多者可以包括可致动刺激组合件，所述刺激组合件可以构造用于执行井筒维修操作，例如，刺激操作。多种刺激操作可以包含但不限于，穿孔操作、压裂操作、酸化操作，或其任何组合。

[0028] 参考图2，说明CSSP 200的实施例1。在图2的实施例1中，CSSP 200通常包括心轴210、周向地安置在心轴210的至少一部分周围的密封元件220，以及覆盖密封元件220的至少一部分的护套230。此外，CSSP 200可以相对于中心轴或纵轴205特征化。

[0029] 在实施例1中，心轴210通常包括圆柱形或管状结构或主体。心轴210可以与CSSP 200的中心轴205共轴地对齐。在实施例1中，心轴210可以包括整体结构（例如，单个制造单元，例如，连续长度的管子或管道）；或者，心轴210可以包括两个或两个以上可操作地连接的组件（例如，两个或两个以上耦合的子组件，例如，通过螺纹连接耦合）。或者，类似心轴210的心轴可以包括任何合适的结构；本领域的技术人员在查看本发明之后将了解此类合



适的结构。心轴210的管状主体通常界定允许流体通过心轴210移动的连续轴向流量孔211。

[0030] 在实施例中,心轴210可以构造用于并入到井筒管120中;或者,心轴210可以构造用于并入到任何合适的管柱中,例如,工作管柱、工具管柱、分段式油管柱、接合的管柱、挠性油管柱、生产油管柱、钻柱、类似者,或其组合。在此种实施例中,心轴210可以包括到井筒管120的合适连接件(例如,套管柱部件,例如,套管接箍)。本领域的普通技术人员将已知到套管柱的合适连接件。在此种实施例中,心轴210并入到井筒管120内,使得心轴210的轴向流量孔211与井筒管120的轴向流量孔121流体连通。

[0031] 在实施例中,CSSP 200可以包括一个或多个任选的保持元件240。一般来说,任选的保持元件240可以周向地安置在心轴210周围以在密封元件220的每一侧上邻近于且邻接密封元件220,如图2的实施例中看到。或者,任选的保持元件240可以仅在一侧上邻近于且邻接密封元件220,例如,在密封元件220的下侧上,或在密封元件220的上侧上。任选的保持元件240可以通过任何合适的保持机构固定到心轴上,所述保持机构例如,螺钉、销、剪切销、保持带、类似者,或其组合。任选的保持元件240可以包括多个元件,包括但不限于,一个或多个间隔环、一个或多个滑动件、一个或多个滑动件段、一个或多个滑动楔状物、一个或多个挤压限制器以及类似者或其组合。在实施例中,当周向地安置在心轴210周围的密封元件220放置于井筒和/或地层内时,任选的保持元件240可以防止或限制密封元件220围绕心轴210的纵向移动(例如,沿着中心轴205)。在实施例中,当允许密封元件220的径向扩展时,任选的保持元件240可以防止或限制密封元件220的纵向扩展(例如,沿着中心轴205)。

[0032] 在实施例中,密封元件220通常可以构造成(例如)通过选择性地提供在CSSP 200外部的至少一部分的周围周向地延伸的阻挡层而选择性地密封和/或隔离围绕CSSP 200的环形空间的两个或两个以上部分(例如,在CSSP 200与井筒114的一个或多个壁之间)。在实施例中,密封元件220通常可以包括具有内部孔的中空圆柱形结构(例如,管状和/或环状结构)。密封元件220可以包括合适的内径、合适的外径和/或合适的厚度,例如,如在本领域的技术人员查看本发明且考虑以下因素之后可以由本领域的技术人员选定,所述因素包括但不限于,心轴210的大小/直径、密封元件构造成与其接合的壁、密封元件构造成通过其与此类表面接合的力,或其它相关因素。例如,密封元件220的内径可以大致与心轴210的外径相同。在实施例中,密封元件220可以与心轴210密封接触(例如,流密封)。尽管图2的实施例说明包括单个密封元件220的CSSP 200,但在查看本发明之后,本领域的技术人员将了解相似CSSP可以包括两个、三个、四个、五个或任何其它合适数目个类似密封元件220的密封元件。

[0033] 在实施例中,密封元件220包括可膨胀材料。出于本文中的本发明的目的,可膨胀材料可以被定义为在与选定流体(即,膨胀剂)接触之后膨胀(例如,展现质量和体积的增加)的任何材料(例如,聚合物,例如,弹性体等)。本文中,本发明可以指聚合物和/或聚合材料。应理解,本文中的术语“聚合物”和/或“聚合材料”互换使用并且意指各自指包括存在或不存在传统地包含在此类材料中的其它添加剂的至少一个聚合单体的组成。适合于用作可膨胀材料的一部分的聚合材料的实例包括但不限于,均聚物、随机、嵌段、接枝、星形和超支化聚酯、其共聚物、其衍生物,或其组合。本文中的术语“衍生物”被定义为包含由可膨胀材料中的一者或多者制成的任何化合物,例如,通过用另一原子或原子组替代可膨胀材料中的一个原子、重排可膨胀材料中的两个或两个以上原子、离子化可膨胀材料中的一者,或形

成可膨胀材料中的一者的盐。本文中使用的术语“共聚物”不限于两个聚合物的组合,但是包含任何数目的聚合物的任何组合,例如,接枝聚合物、三元共聚物以及类似者。

[0034] 出于本文中的本发明的目的,可膨胀材料可以表征为弹性的体积变化材料。在实施例中,密封元件220的可膨胀材料可以基于表面处的原始体积,即,在使密封元件220(例如,可膨胀材料)与膨胀剂接触之前密封元件220的可膨胀材料的体积而膨胀从约105%至约500%,可替代地从约115%至约400%,或可替代地从约125%至约200%。在实施例中,密封元件220的膨胀间隙可以基于使密封元件220(例如,可膨胀材料)与膨胀剂接触之前密封元件220的膨胀间隙而增加从约105%至约250%,可替代地从约110%至约200%,或可替代地从约110%至约150%。出于本文中的本发明的目的,膨胀间隙被定义为在膨胀之后密封元件(例如,可膨胀材料)的半径增量除以在膨胀之前密封元件(例如,可膨胀材料)的厚度。如本领域的技术人员借助于本发明将了解,密封元件(例如,可膨胀材料)的膨胀程度可以取决于多种因素,例如,井下环境条件(例如,温度、压力、地层的组成、与密封元件接触的流体、流体的比重、pH、盐度等)等。出于本文中的本发明的目的,在至少在某种程度上膨胀(例如,部分膨胀、大量膨胀、完全膨胀)之后,可膨胀材料可以称为“经膨胀材料”。

[0035] 在实施例中,密封元件220可以构造成在与膨胀剂接触之后展现径向扩展(例如,外径增加)。在实施例中,膨胀剂可以是水基流体(例如,水溶液、水等)、油基流体(例如,烃流体、油流体、油性流体、萘烯流体、柴油、汽油、二甲苯、辛烷、己烷等)或其组合。油基流体的商用非限制性实例包含EDC 95-11钻井液。

[0036] 在实施例中,可膨胀材料可以包括遇水膨胀材料、遇油膨胀材料、遇水油膨胀材料,或其组合。如本领域的技术人员借助于本发明将了解,当与包括水基流体的膨胀剂接触时遇水膨胀材料可以膨胀;当与包括油基流体的膨胀剂接触时遇油膨胀材料可以膨胀;以及当与包括水基流体、油基流体或水基流体和油基流体两者的膨胀剂接触时遇水油膨胀材料可以膨胀。如本领域的技术人员借助于本发明将了解,遇水膨胀材料可以展现一定程度的遇油可膨胀性(例如,当与油基流体接触时膨胀)。类似地,如本领域的技术人员借助于本发明将了解,遇油膨胀材料可以展现一定程度的遇水可膨胀性(例如,当与水基流体接触时膨胀)。

[0037] 适合用于本发明中的遇水膨胀材料的非限制性实例包含四氟乙烯/丙烯共聚物(TFE/P)、淀粉聚丙烯酸酯接枝共聚物、聚乙烯醇/环状酸酐接枝共聚物、异丁烯/顺丁烯二酸酐共聚物、醋酸乙烯酯/丙烯酸酯共聚物、聚氧化乙烯聚合物、聚(丙烯酸)的接枝聚(环氧乙烷)、羧甲基纤维素类型聚合物、淀粉聚丙烯腈接枝共聚物、聚甲基丙烯酸酯、聚丙烯酰胺、丙烯酰胺/丙烯酸共聚物、聚(甲基丙烯酸2-羟乙基)、聚(甲基丙烯酸酯2-羟丙基)、不溶性丙烯酸聚合物、高度膨胀的粘土矿物、钠基膨润土(例如,以蒙脱石作为主要成份的钠基膨润土)、钙基膨润土以及类似者、其衍生物,或其组合。

[0038] 适合用于本发明中的遇油膨胀材料的非限制性实例包含遇油膨胀橡胶、天然橡胶、聚胺酯橡胶、丙烯酸酯/丁二烯橡胶、丁基橡胶(IIR)、溴化丁基橡胶(BIIR)、氯化丁基橡胶(CIIR)、氯化聚乙烯橡胶(CM/CPE)、异戊二烯橡胶、氯丁二烯橡胶、氯丁橡胶、丁二烯橡胶、苯乙烯/丁二烯共聚物橡胶(SBR)、磺化聚乙烯(PES)、氯磺化聚乙烯(CSM)、乙烯/丙烯酸酯橡胶(EAM/AEM)、表氯醇/环氧乙烷共聚物橡胶(CO/ECO)、乙烯/丙烯共聚物橡胶、(EPM)、乙烯/丙烯/二烯三元共聚物(EPDM)、过氧化氢交联乙烯/丙烯共聚物橡胶、硫交联乙烯/丙

烯共聚物橡胶、乙烯/丙烯/二烯三元共聚物橡胶 (EPT)、乙烯/醋酸乙烯酯共聚物、氟硅橡胶 (FVMQ)、硅酮橡胶 (VMQ)、聚2,2,1-双环庚烯 (聚降冰片烯)、烷基苯乙稀聚合物、交联取代乙烯基/丙烯酸酯共聚物以及类似者、其衍生物,或其组合。

[0039] 适合用于本发明中的遇水油膨胀材料的非限制性实例包含丁腈橡胶 (NBR)、丙烯腈/丁二烯橡胶、氢化丁腈橡胶 (HNBR)、高饱和丁腈橡胶 (HNS)、氢化丙烯腈/丁二烯橡胶、丙烯酸类型聚合物、聚(丙烯酸)、聚丙烯酸酯橡胶、氟橡胶 (FKM)、全氟橡胶 (FFKM) 以及类似者、其衍生物,或其组合。

[0040] 在实施例中,具有不同程度的低遇油可膨胀性的遇水膨胀材料可以通过将以下项添加到EPDM聚合物或其前体单体混合物中获得:(i) 弹性体添加剂,例如,腈、HNBR、氟弹性体,或基于丙烯酸酯的弹性体,或它们的前体;以及(ii) 任选地与无机膨胀剂(例如,碳酸钠)结合的不饱和有机酸、酸酐,或其衍生物(例如,顺丁烯二酸、2-丙烯酰胺基-2-甲基丙烷磺酸);其中不饱和有机酸、酸酐,或其衍生物可以以约每百份橡胶(phr)中含1至约每百份橡胶(phr)中含10的量存在于EPDM聚合物或其前体单体混合物内,并且其中无机膨胀剂可以以约1phr至约10phr的量存在于EPDM聚合物或其前体单体混合物内。

[0041] 在实施例中,不饱和有机酸包括强酸性不饱和化合物(例如,2-丙烯酰胺基-2-甲基丙烷磺酸)。在此种实施例中,当强酸性不饱和化合物以约0.5phr至约5phr的量添加到EPDM聚合物或其前体单体混合物中时,所得可膨胀材料可以具有不同遇油可膨胀性并且在低pH流体(例如,含有溴化锌完井流体等)中可以是进一步可膨胀的。

[0042] 在实施例中,将额外量的无机膨胀剂(例如,从约1phr至约10phr的额外量)第二次添加到EPDM聚合物或其前体单体混合物中可以增强可膨胀材料在低pH、高浓度卤水中的可膨胀性。

[0043] 在实施例中,具有不饱和单体的两性离子单体的两性离子聚合物或共聚物可以添加到EPDM聚合物或其前体单体混合物中以获得交联可膨胀材料。

[0044] 如本领域的技术人员借助于本发明将了解,用于生产或获得聚合物可膨胀材料的多种成分的量可以变化为适合于要实现的特定目的。例如,如果所需可膨胀材料是高度交联的适当地遇水膨胀(例如,按体积计膨胀约150%)的弹性体,所述弹性体具有非常低的遇油可膨胀性但在低pH流体中具有非常高的可膨胀性,则处方可以包含(举例来说且非限制性地)从约60phr至约80phr的EPDM;从约20phr至约40phr的腈或HNBR;从约4phr至约5phr的2-丙烯酰胺基-2-甲基丙烷磺酸;以及从约15phr至约20phr的两性离子聚合物或单体。

[0045] 相对于油基流体和/或水基流体以类似方式表现的其它可膨胀材料也可能是合适的。从本发明中得到益处的本领域普通技术人员将能够基于多种因素选择用于本发明的组成中的适当可膨胀材料,所述因素包含其中将使用所述组成的应用以及所需的膨胀特征。合适的可膨胀材料是作为来自哈里伯顿能源服务公司(Halliburton Energy Services, Inc)的膨胀封隔器层间封隔系统的一个或多个组成可商购的。

[0046] 在实施例中,适合用于本发明中的可膨胀材料包括任何合适几何结构的可膨胀材料颗粒,包含但不限于,珠粒、空心珠粒、球体、卵形体、纤维、棒、集结粒、小片、圆盘、板、带,以及类似者,或其组合。在实施例中,可膨胀材料可以表征为从约0.1微米至约2000微米,可替代地从约0.5微米至约1500微米,或可替代地从约1微米至约1000微米的粒度。

[0047] 适合于与本发明的方法结合使用的可膨胀材料的非限制性实例更详细地描述于

第3,385,367号;第7,059,415号;第7,143,832号;第7,717,180号;第7,934,554号;第8,042,618号;以及第8,100,190号美国专利中,所述专利中的每一者以全文引用的方式并入本文中。

[0048] 在图2的实施例中,护套230通常覆盖密封元件220的外表面221的至少一部分。护套230可以至少基本上不渗透构造成引起密封元件220膨胀的膨胀剂。在实施例中,护套230通常可以构造成控制密封元件220的膨胀率(例如,可膨胀材料的膨胀率),其中密封元件220的可膨胀材料可以在CSSP与膨胀剂之间的充分接触之后膨胀(例如,体积扩展或增加)。出于本文中的本发明的目的,材料的膨胀率(例如,密封元件220、可膨胀材料)被定义为此种材料的体积扩展或增加与出现此类体积扩展所需的时间或持续时间之间的比率;其中体积扩展表示在评估的时间段结束时评定的最终体积与在评估的时间段开始时评定的初始体积之间的差。如本领域的技术人员借助于本发明将了解,密封元件220的膨胀率和作为密封元件的一部分的可膨胀材料的膨胀率大致相同,尽管评定超出CSSP范围的可膨胀材料的膨胀率(即,当可膨胀材料不是CSSP的一部分时)可以不用于密封元件220的膨胀率。不希望受限于理论,护套230可以通过限制可膨胀材料(例如,密封元件220)暴露于膨胀剂中而控制膨胀率。此外,不希望受限于理论,膨胀剂与密封元件之间的接触以及因此可膨胀材料的膨胀可以取决于护套的几何结构和组成,所述护套控制膨胀剂流体进入密封元件,如本文中更详细地描述。

[0049] 在实施例中,护套230可以覆盖密封元件220的外表面221的合适部分,即,如果不存在护套230将暴露的密封元件220的外表面221的一部分(例如,当存在膨胀剂时以便与此种膨胀剂直接接触)。在实施例中,护套230可以覆盖等于或大于密封元件220的外表面区域的约75%,可替代地约80%,可替代地约81%,可替代地约82%,可替代地约83%,可替代地约84%,可替代地约85%,可替代地约86%,可替代地约87%,可替代地约88%,可替代地约89%,可替代地约90%,可替代地约91%,可替代地约92%,可替代地约93%,可替代地约94%,或可替代地约95%。

[0050] 在实施例中,护套230向其覆盖的密封元件220的外表面221的部分提供至少基本上流密密封。例如,护套230可以用以防止和/或限制流体(例如,膨胀剂)与由护套230覆盖的密封元件220的外表面221的部分之间的直接接触。在一些实施例中,当护套230包括基于上小于到密封元件220的暴露部分中的扩散流速的膨胀剂的扩散流速时,可以提供由护套230提供的基本上流密密封。例如,膨胀剂通过护套230的扩散流速与到密封元件220的暴露部分中的扩散流速的比率可以为至少约1:10至约1:100。在实施例中,护套230相对于膨胀剂可以是不渗透的或不可渗透的。在实施例中,护套230相对于膨胀剂可以基本上是不渗透的或不可渗透的。在实施例中,护套230相对于膨胀剂可以具有低渗透性。在实施例中,护套230可以允许小于由将与膨胀剂直接接触的护套230密封地覆盖的外表面区域221的约20%,可替代地小于约15%,可替代地小于约10%,可替代地小于约9%,可替代地小于约8%,可替代地小于约7%,可替代地小于约6%,可替代地小于约5%,可替代地小于约4%,可替代地小于约3%,可替代地小于约2%,可替代地小于约1%,可替代地小于约0.1%,可替代地小于约0.01%,或可替代地小于约0.001%。

[0051] 在实施例中,护套230可以包括一个或多个涂层。出于本文中的本发明的目的,护套的涂层将被理解为通过单个涂覆或施加工序施加到密封元件220上的护套的涂层。例如,

护套230可以包括已通过单个涂覆工序施加的材料A的一个涂层。或者,护套230可以包括材料A的两个涂层,其中材料A已通过两个不同涂覆工序(例如,已在不同时间施加每一涂层)施加到密封元件220上。在一些实施例中,护套230可以包括材料A的一个涂层和材料B的一个涂层,其中材料A的涂层和材料B的涂层各自通过两个不同涂覆工序(已在不同时间施加每一涂层)施加到密封元件220上。在再其它实施例中,护套230可以包括材料A和材料B两者的一个涂层,其中材料A和材料B两者已伴随地(例如,同时)施加到密封元件220上。

[0052] 在实施例中,护套230可以包括至少两个涂层,可替代地至少三个涂层,可替代地至少四个涂层或可替代地至少五个或更多个涂层。出于本文中的本发明的目的,当护套230由两个或两个以上涂层组成时,直接施加到密封元件220上的第一涂层将被称作“底漆涂层”,并且随后施加到底漆涂层上的任何涂层或层将被称作“顶部涂层”。此外,出于本文中的本发明的目的,在底漆涂层之后施加的顶部涂层将被称作“第一顶部涂层”;在第一顶部涂层之后施加的顶部涂层将被称作“第二顶部涂层”;在第二顶部涂层之后施加的顶部涂层将被称作“第三顶部涂层”;在第三顶部涂层之后施加的顶部涂层将被称作“第四顶部涂层”;等等。如本领域的技术人员借助于本发明将了解,任何施加的顶部涂层中第一顶部涂层将最接近于密封元件,并且在第一顶部涂层之后第二顶部涂层将第二最接近于密封元件等等。

[0053] 在实施例中,底漆涂层可以用于激活密封元件220的外表面221,例如,实现或促进密封元件220与顶部涂层之间的粘附性。底漆涂层是任选的并且可以不存在于一些实施例中。例如,当涂料充分地粘附于密封元件220的外表面221时,可能不存在底漆涂层。不希望受限于理论,底漆涂层可以通过粘附于密封元件并且随后粘附于顶部涂层而激活密封元件220的外表面221。底漆涂层可以被看作密封元件220与护套的顶部涂层之间的“胶粘剂”。如本领域的技术人员借助于本发明将了解,当护套230的顶部涂层将不粘附于密封元件220以免形成流密密封时底漆涂层可以是有用的,并且可以选择底漆涂层以便通过密封元件220和顶部涂层两者形成流密密封。

[0054] 在实施例中,底漆涂层包括水基底漆。在替代实施例中,底漆涂层包括基于有机溶剂的底漆。适合用于本发明中的水基底漆的非限制性实例包含双组分系统,其中第一组分(例如,底座)包括环氧基成分和C13-C15烷基二环氧丙基醚,并且第二组分(例如,激活剂)包括四亚乙基五胺。适合用于本发明中的基于有机溶剂的底漆的非限制性实例包含胺基甲酸酯、基于异氰酸酯的粘合剂以及类似者。

[0055] 在实施例中,底漆涂层可以表征为小于约10微米,可替代地小于约5微米,或可替代地小于约1微米的厚度。

[0056] 在一些实施例中,密封元件220的外表面221可以通过火焰处理、等离子处理、电子束处理、氧化处理、电晕放电处理、热气处理、臭氧处理、紫外光处理、喷砂处理以及类似者,或其任何组合激活(例如,以实现或促进密封元件220与顶部涂层之间的粘附性)。

[0057] 在实施例中,顶部涂层可以包括相对于膨胀剂不渗透或不可渗透的涂料。在实施例中,顶部涂层可以包括相对于膨胀剂基本上不渗透或不可渗透的涂料。在实施例中,顶部涂层可以包括相对于膨胀剂具有低渗透性的涂料。

[0058] 在实施例中,顶部涂层可以包括柔性涂料。出于本文中的本发明的目的,柔性涂料可以被定义为随着密封元件的体积膨胀或扩展而伸展,而不会失去与密封元件220的外表

面221的密封接触的涂料。不希望受限于理论,柔性涂料可以以与密封元件220的外表面增加或扩展的速率相同的速率伸展。此外,不希望受限于理论,当顶部涂层包括柔性涂料时,与护套密封接触的密封元件220的外表面区域与护套230的表面区域之间的比率在整个膨胀过程中保持基本上相同,例如,约1:1。在其它实施例中,顶部涂层可以包括部分柔性的涂料。不希望受限于理论,当顶部涂层包括部分柔性的涂料时,与护套230密封接触的密封元件220的外表面区域与护套230的表面区域之间的比率可以在膨胀过程期间变化。

[0059] 适合于与护套230一起使用的涂料的非限制性实例可以包括塑料、聚合材料、聚乙烯、聚丙烯、含氟弹性体、含氟聚合物、含氟聚合物弹性体、聚四氟乙烯、四氟乙烯/丙烯共聚物(TFE/P)、聚酰胺-酰亚胺(PAI)、聚酰亚胺、聚苯硫醚(PPS),或其组合。在实施例中,涂料包括水基涂料。在替代实施例中,涂料包括基于有机溶剂的涂料。在实施例中,涂料包括单组分系统。在替代实施例中,涂料包括多组分系统(例如,双组分系统、三组分系统等),其中多组分系统可以在顶层的干化/固化/硬化期间经历交联过程。在实施例中,顶部涂层可以包括柔性粘结剂系统和保护填充剂。如本领域的技术人员借助于本发明将了解,作为遇水膨胀材料的材料可以用作用于遇油膨胀材料的顶部涂层,所述遇油膨胀材料设计成在与包括油基流体的膨胀剂接触之后膨胀。类似地,如本领域的技术人员借助于本发明将了解,作为遇油膨胀材料的材料可以用作用于遇水膨胀材料的顶部涂层,所述遇水膨胀材料设计成在与包括水基流体的膨胀剂接触之后膨胀。

[0060] 适合于形式护套230的可商购涂料的非限制性实例(例如,顶部涂层)包含ACCOLAN、ACCOAT和ACCOFLEX,所有这些可购自位于丹麦科威斯特嘎德(Kvistgaard, Denmark)的艾扣特公司(Accoat);VITON,其为可购自杜邦公司(DuPont)的含氟聚合物弹性体;AFLAS,其为可购自旭硝子汽车玻璃有限公司(Asahi Glass Co., LTD)的TFE/P;以及VESPEL,其为可购自杜邦公司的聚酰亚胺。本领域的技术人员借助于本发明可以了解其它合适的涂料。

[0061] 在实施例中,顶部涂层可以表征为从约10微米至约100微米,可替代地从约30微米至约60微米,或可替代地从约35微米至约55微米的厚度。

[0062] 在实施例中,一些可膨胀材料可能随时间推移渗出(例如,排出、渗漏出、流出、渗出等)密封元件220。在此种实施例中,可膨胀材料可以通过暴露的外表面(例如,未由护套230覆盖的外表面的部分)渗出密封元件220。因此,随时间推移,类似于CSSP 220的CSSP可能会丧失隔离地层(例如,地层102)和/或井筒(例如,井筒114)内的两个或两个以上邻近部分或区域的能力。

[0063] 在实施例中,CSSP 200可以包括任选的保持涂层。在此种实施例中,保持涂层将防止膨胀材料从密封元件220流出并且将允许膨胀剂流入,使得膨胀剂将与可膨胀材料接触。在实施例中,保持涂层可以覆盖密封元件220的外表面区域221和/或密封元件的暴露表面区域(例如,未由护套230覆盖的部分)的约100%,可替代地约99%,可替代地约98%,可替代地约97%,或可替代地约96%。如本领域的技术人员借助于本发明将了解,当使用保持涂层时,护套将与保持涂层密封接触(例如,流密封),并且因此可以通过存在于暴露外表面(例如,外表面部分不与护套230密封接触)上的保持涂层发生膨胀剂流入到密封元件220中。此外,如本领域的技术人员借助于本发明将了解,护套230将防止膨胀材料通过由护套230覆盖的外表面的部分从密封元件220流出。在实施例中,保持涂层包括柔性保持涂料。

[0064] 在替代实施例中, CSSP 200可以包括在护套230和外表面的暴露部分(例如, 未由护套230覆盖的外表面的部分)两者的顶上的任选的保持涂层。如本领域的技术人员借助于本发明将了解, 在移除用于形成外表面的暴露部分(例如, 未由护套230覆盖的外表面的部分)的掩模之后, 此种保持涂层可以施加到CSSP 200的外表面(例如, 密封元件220的外表面)上, 如本文中稍后将描述。本领域的技术人员借助于本发明将了解用于保持涂层的其它合适配置。

[0065] 在实施例中, 保持涂料可以包括透水性或半透水性聚合材料, 例如, 基于磺化四氟乙烯的含氟聚合物-共聚物、聚醚醚酮(PEEK)、聚醚酮(PEK)以及类似者。如本领域的技术人员借助于本发明将了解, 尽管防止可膨胀材料的流出, 但是透水性聚合材料将允许水和/或水基膨胀剂流体流入。

[0066] 在实施例中, 保持层可以表征为从约1微米至约100微米, 可替代地从约5微米至约75微米, 或可替代地从约10微米至约50微米的厚度。

[0067] 在实施例中, 护套230(例如, 包括护套230的材料, 例如, 水基底漆、基于有机溶剂的底漆、涂料等)和/或保持涂层, 或其任何层可以通过任何合适的处理构造成适用于密封元件220。例如, 在各种实施例中, 护套230和/或保持涂层或其任何层可以包括液态或基本上液态的材料或类似者, 所述材料可以喷涂到密封元件220上、喷漆到密封元件220上, 密封元件220可以浸渍到所述材料中。在实施例中, 包括护套230的材料可以构造成在暴露于预定条件之后或在通过给定持续时间之后干化(例如, 凝固、安设、凝固在适当位置、硫化、硬化、交联或类似者)。例如, 护套230和/或保持涂层或其任何层可以在加热、冷却、暴露于硬化化学品中, 或其组合之后干化(或类似者)。

[0068] 如本文中先前所揭示, 护套230可以仅适用于(例如)密封元件220的外表面的一部分, 由此产生暴露的外表面部分(例如, 护套230材料不施加到所述暴露的外表面部分)以及未暴露的外表面部分(例如, 护套230材料施加到所述未暴露的外表面部分)。例如, 参考图3的实施例, 说明CSSP 200的透视图。在图3的实施例中, 密封元件220的一部分暴露(例如, 暴露部分220a)并且另一部分由护套230覆盖(例如, 未暴露部分220b)。在实施例中, 暴露部分与未暴露部分之间的关系可以包括任何合适的图案、设计或类似者。在实施例中, 暴露部分220a可以任选地包括保持涂层, 如本文中先前描述。

[0069] 在实施例中, 如本文中揭示, 密封元件220的暴露表面和未暴露表面可以通过在施加护套230材料之前“掩蔽”或以其它方式覆盖密封元件220的外表面221的一部分(例如, 将暴露的密封元件220的外表面221的部分)获得。在实施例中, 此种“掩模”可以构造成覆盖密封元件220的外表面221的任何合适部分。例如, 在实施例中, 掩模可以包括网格状图案、菱形图案、垂直、水平和/或螺旋条带的图案、随机布置等。掩模的图案还可以为给定表面区域覆盖范围提供任何种类的开口形状和大小。例如, 掩模可以提供一些相对大的开口或更多数目的较小开口。开口或开放区域可以具有任何形状, 例如, 圆形(环形、卵形、椭圆形等)、正方形或矩形形状、线性形状(例如, 垂直、水平和/或螺旋条带等), 或任何其它合适的形状。掩模可以由任何合适的材料制成, 所述材料的实例包含但不限于, 纸、塑料、导线、金属、多种纤维材料、玻璃纤维、绳索、网, 或其组合。

[0070] 本文中揭示已揭示的CSSP(例如, 本文中揭示的CSSP 200)的一个或多个实施例、涉及制造/组装和利用此CSSP的一个或多个方法。

[0071] 在实施例中,制造CSSP(例如,CSSP 200)的方法通常包括以下步骤:提供具有至少一个密封元件(例如,本文中揭示的密封元件220)的心轴(例如,本文中揭示的心轴210),所述密封元件安置在心轴的至少一部分的周围;掩蔽密封元件的外表面的至少一部分;在一个或多个层中将护套(例如,本文中揭示的护套230)施加到密封元件;以及移除掩模。

[0072] 在实施例中,可以获得具有至少一个密封元件220的心轴210,所述密封元件安置在心轴的至少一部分周围。例如,可以从哈里伯顿能源服务公司单独地或组合地获得合适的心轴210和密封元件220。

[0073] 在实施例中,在获得具有安置在其周围的密封元件220的心轴210之后,密封元件220的至少一部分(例如,密封元件220的外表面221的至少一部分)可以用掩模覆盖。在实施例中,此种掩模可以通过任何合适的形状预成型。在图4中说明合适的掩模250的实例,尽管本领域的技术人员在查看本发明之后将了解其它合适的配置。在图4的实施例中,掩模250包括具有多个空隙空间250a的网格状图案250b。在替代实施例中,掩模可以具有任何合适的配置。例如,掩模可以包括基本上均匀的图案;或者,掩模可以完全不具有图案。在实施例中,掩模250可以包括单个片(例如,如图4中示出)。在替代实施例中,掩模可以包括多个片、带状物、导线或其它合适的形式。在实施例中,掩模可以在施加护套或其任何层之前缠绕在密封元件周围(例如,施加到密封元件上)并且固定在适当位置。

[0074] 在实施例中,在掩模(例如,掩模250)已固定到密封元件220上/周围之后,护套230或其任何层可以适用于经掩蔽的密封元件220。例如,包括护套230(例如,水基底漆、基于有机溶剂的底漆、涂料等)或其任何层的材料可以喷涂到经掩蔽的密封元件220上;或者,包括护套230(例如,水基底漆、基于有机溶剂的底漆、涂料等)或其任何层的材料可以喷漆或磨毛到经掩蔽的密封元件220上;或者,经掩蔽的密封元件220可以浸渍、滚动或浸没在包括护套230(例如,水基底漆、基于有机溶剂的底漆、涂料等)或其任何层的材料内。由于经掩蔽的密封元件220涂覆有将形成护套230(例如,水基底漆、基于有机溶剂的底漆、涂料等)或其任何层的材料,因此护套230(例如,水基底漆、基于有机溶剂的底漆、涂料等)或其任何层的材料可以粘附于未被掩模250覆盖或遮蔽的密封元件220的部分上。

[0075] 在实施例中,护套230或其任何层的材料可以允许在移除掩模250之前和/或在施加另一层(例如,顶部涂层)之前干化(例如,凝固、安设、凝固在适当位置、硫化、硬化、交联,或类似者)。在替代实施例中,在护套230或其任何层的材料已施加到掩模250上之后,掩模250可以在任何合适的时间移除。在实施例中,在移除掩模250之后,暴露密封元件220的一部分(暴露部分220a)并且另一部分由护套230或其任何层覆盖(未暴露部分220b),如本文中先前所揭示。在实施例中,当护套230包括一个以上层时,施加到经掩蔽密封元件220上的层可以允许在施加另一层之前干化;或者,随后的层可以施加到层上,而不允许已施加的层干化。

[0076] 本文中揭示已揭示的类似CSSP 200的CSSP的一个或多个实施例、采用此种CSSP的井筒维修方法的一个或多个实施例。在实施例中,利用CSSP(例如,本文中揭示的CSSP 200)的方法通常包括以下步骤:提供CSSP 200;将具有并入其中的CSSP 200的管柱安置在井筒内;以及激活CSSP 200。另外,在实施例中,所述方法可以进一步包括执行井筒维修操作、产生储层流体,或其组合。

[0077] 在实施例中,提供CSSP 200可以包括制造CSSP 200的方法的步骤中的一者或多



者,如本文所揭示。在实施例中,在已获得CSSP 200(例如,从制造商制造或获得)之后,可以利用CSSP 200,如本文所揭示。

[0078] 在实施例中,CSSP 200可以并入管柱内(例如,类似套管柱120的套管柱、工作管柱、工具管柱、分段式油管柱、接合的管柱、挠性油管柱、生产油管柱、钻柱、类似者,或任何其它合适的井筒管)并且安置在井筒内(例如,井筒114)。另外,例如关于图1所揭示,在实施例中,管柱可以包括并入其中的一个、两个、三个、四个、五个、六个、七个、八个、九个、十个或更多个CSSP。

[0079] 在实施例中,CSSP 200(例如,分别为第一CSSP 200a、第二CSSP 200b、第三CSSP 200c和第四CSSP 200d)可以并入到管柱中,因为管柱“插入”井筒中(例如,井筒114)。例如,如本领域的技术人员在查看本发明之后将了解,此类管柱在常规上组装在“接合点”中,当柱插入时,所述接合点添加到柱(例如,管柱)的最上端。管柱(例如,套管柱120)可以组装并且插入到井筒114内,直到CSSP位于预定位置处,例如使得给定CSSP(当扩展时)将隔离(例如,防止其之间的流体流动)地层102(例如,地层区域2、4、6和8)的两个邻近区域和/或井筒114的部分。参考图1的实施例,CSSP 200a在扩展时可以将区域2和4彼此隔离;CSSP 200b在扩展时可以将区域4和6彼此隔离;CSSP 200c在扩展时可以将区域6和8彼此隔离等。

[0080] 在实施例中,在包括一个或多个CSSP(例如,CSSP 200、CSSP 200a、CSSP 200b、CSSP 200c、CSSP 200d)的管柱(例如,套管柱120)位于井筒(例如,井筒114)内,例如使得CSSPs将在扩展时隔离地层102的两个邻近区域和/或井筒114的部分之后,可以激活CSSP,即,可以引起扩展CSSP。在实施例中,激活CSSP可以包括使CSSP与膨胀剂接触。如本文中先前所描述,膨胀剂可以包括任何合适的流体,例如,水基流体(例如,水溶液、水等)、油基流体(例如,烃流体、油流体、油性流体等),或其组合。在实施例中,膨胀剂可以包括已存在于井筒114内的流体,例如,维修流体、地层流体(例如,烃流体),或其组合。或者,膨胀剂可以被引入到井筒114中,例如,作为维修流体。可以允许膨胀剂在密封元件扩展成与地层(例如,与井筒114的壁)接触的足够量时间内保持与CSSP(例如,与密封元件220的暴露部分220a)接触,例如,至少2天,可替代地至少4天,可替代地至少8天,可替代地至少12天,可替代地至少2周,可替代地至少1个月,可替代地至少2个月,可替代地至少3个月,可替代地至少4个月,或可替代地任何合适的持续时间。

[0081] 在实施例中,与膨胀剂的接触可以使得密封元件(例如,密封元件220)扩展成与地层(例如,与井筒114的壁)接触。在此实施例中,密封元件(例如,密封元件220)的扩展可以有效地隔离通常在油管柱(例如,套管柱120)与井筒(例如,井筒114)的壁之间延伸的环形空间的两个或两个以上部分。在实施例中,密封元件(例如,密封元件220)的扩展可以以受控速率(例如,受控的膨胀率)出现,如本文所揭示。不希望受限于理论,膨胀剂可以在护套下(例如,在由护套密封地覆盖的外表面的部分下)展现膨胀剂的横向/侧向扩散以及径向扩散(例如,膨胀剂朝向心轴210的扩散)。在实施例中,密封元件220的扩展(例如,其中密封元件持续扩展)可以在预定持续时间内出现,例如,约4天,可替代地约6天,可替代地约8天,可替代地约10天,可替代地约12天,可替代地约14天,可替代地约16天,可替代地约18天,可替代地约20天,可替代地约22天,或可替代地约24天。

[0082] 在一些实施例中,在整个膨胀过程中,密封元件的膨胀率可以具有线性形状。在此类实施例中,顶层涂层可以包括柔性涂料。例如,柔性涂料将伸展并且保持与密封元件密封

接触,由此引起密封元件的均匀膨胀,即,大致线性的膨胀率。

[0083] 在其它实施例中,在整个膨胀过程中,密封元件的膨胀率可以具有总体非线性的形状,即,非线性的膨胀率。在实施例中,顶层涂层可以包括部分柔性涂料。例如,当部分柔性涂料将伸展并且保持与密封元件密封接触时,密封元件的膨胀率可以具有与表征为初始膨胀时间段的第一膨胀率对应的初始线性部分。由于部分柔性涂料进一步伸展的不可能性,因此线性膨胀率可以随后紧接着与第二膨胀率对应的膨胀率的快速增加(例如,相较于初始斜率,具有较陡斜率的膨胀率的线性增加;膨胀率的指数增加;等),从而引起部分柔性涂料部分地或完全地与密封元件分离(例如,脱离、剥离)。因此,密封元件的外表面的大得多的部分可以暴露于膨胀剂中。在此类实施例中,第二膨胀率可以大于第一膨胀率。在实施例中,第一膨胀率可以持续预定持续时间,例如,约2天,可替代地约4天,可替代地约6天,可替代地约8天,可替代地约10天,可替代地约12天,可替代地约14天,可替代地约16天,可替代地约18天,可替代地约20天,或可替代地约22天。在实施例中,第二膨胀率可以持续预定持续时间,例如,约2天,可替代地约4天,可替代地约6天,可替代地约8天,可替代地约10天,可替代地约12天,可替代地约14天,可替代地约16天,可替代地约18天,可替代地约20天,或可替代地约22天。

[0084] 在实施例中,在CSSP至少部分扩展(例如)使得井筒(例如,井筒114)的两个或两个以上部分和/或地层(例如,地层102)的两个或两个以上区域(例如,区域2、4、6和/或8)基本上隔离之后,可以相对于此类地层区域中的一者或多者执行井筒维修操作。在此实施例中,井筒维修操作可以包含如本领域的技术人员在查看本发明之后将了解的任何合适的维修操作。此类井筒维修操作的实例包含,但不限于,压裂操作、穿孔操作、酸化操作,或其组合。

[0085] 在实施例中,在CSSP至少部分扩展(例如)使得井筒(例如,井筒114)的两个或两个以上部分和/或地层(例如,地层102)的两个或两个以上区域(例如,区域2、4、6和/或8)基本上隔离之后,且任选地在执行井筒维修操作之后,地层流体(例如,油、气体或两者)可以自地层(例如,地层102)或其一个或多个区域(例如,区域2、4、6和/或8)产生。

[0086] 在实施例中,包括膨胀率受控制的可膨胀封隔器(例如,CSSP 200)的井筒维修系统和/或设备、采用包括膨胀率受控制的可膨胀封隔器(CSSP)(例如,CSSP 200)的此种井筒维修系统和/或设备的井筒维修方法,或其组合可以有利地用于执行井筒维修操作。例如,膨胀率受控制的可膨胀封隔器(CSSP),例如,CSSP 200可以允许此种封隔器的选择性且受控制的膨胀分布。控制膨胀率且因此控制膨胀分布的能力可以提高放置和激活膨胀率受控制的可膨胀封隔器(例如,CSSP 200)的精度,使得井筒的两个或两个以上部分和/或地层的两个或两个以上区域基本上隔离。

[0087] 使用包括对构造成引起密封元件膨胀的流体基本上不渗透的材料的护套可以允许将由CSSP提供的多种膨胀图案。例如,当膨胀率由密封元件的暴露表面区域控制时,在CSSP制造过程期间暴露区域的量可以受到控制。这可能相对于利用用以控制膨胀率的密封元件组成或半渗透层厚度的可膨胀封隔器存在优点,其中组成和半渗透层厚度在制造过程期间可以略微变化。此外,使用护套的多种图案可以提供变化的膨胀特征(例如,线性膨胀率、非线性的膨胀率以及其多种组合)。

[0088] 在实施例中,CSSP的膨胀率可以通过改变以下项有利地进行控制(例如,调制):膨胀材料的类型和/或组成;护套的类型和/或组成;护套中的多个层;掩模的图案;暴露于膨

胀剂中的密封元件的外表面的部分与由护套覆盖的密封元件的外表面的部分之间的比率；膨胀剂的类型和/或组成；或其组成。如本领域的技术人员借助于本发明将了解，暴露于膨胀剂中的密封元件的外表面的部分与由护套覆盖的密封元件的外表面的部分之间的比率越大，膨胀率的值就越高（例如，密封元件将更快地或以更快速率膨胀）。类似地，如本领域的技术人员借助于本发明将了解，暴露于膨胀剂中的密封元件的外表面的部分与由护套覆盖的密封元件的外表面的部分之间的比率越小，膨胀率的值就越小（例如，密封元件将更慢地或以更慢速率膨胀）。通过查看本发明，膨胀率受控制的可膨胀封隔器（例如，CSSP 200）以及使用所述可膨胀封隔器的方法的额外优点对本领域的技术人员来说是显而易见的。

#### [0089] 实例

[0090] 通常已描述的实施例、以下实例给定为本发明的具体实施例并且展示本发明的实践和优点。应理解，实例借助于说明给出且并不意图通过任何方式限制说明书或权利要求。

#### [0091] 实例1

[0092] 研究涂覆有不同类型的涂层（例如，护套）的可膨胀材料的膨胀特性。更确切地说，针对经涂覆和未经涂覆样本两者研究可膨胀材料的膨胀曲线。所使用的可膨胀材料为遇油膨胀橡胶。测试样本未经涂覆或者涂覆有ACCOLAN、ACCOAT或ACCOFLEX。测试样本的几何结构是空心圆柱体，其中外径（OD）为4.2英寸，内径为2.875英寸并且高度为0.1米。样本涂覆有多种图案，例如，细网格、粗网格等。所使用的膨胀剂是EDC 95-11钻井液。

[0093] 除非另外规定，否则以下工序用于测试由遇油膨胀橡胶组成的空心圆柱体材料。所述测试在110℃下进行。空心圆柱体样本放置在可高温高压消毒的实验室的底部，所述腔室充满膨胀剂（例如，EDC 95-11钻井液），使得样本被充分覆盖并且随后可高温高压消毒的实验室在所需温度（例如，110℃）下加热。样本垂直地位于可高温高压消毒的实验室中，使得圆柱体“站立”。可高温高压消毒的实验室配备有一个或多个传感器以感测和/或记录空心圆柱体样本的扩展。

[0094] 样本在高达45天的时间段内浸没在EDC 95-11钻井液中，并且以英寸（in）为单位测量样本的外径（OD），且数据显示在图5中。通常如图5中可以看出，未经涂覆的样本在最短时间量内展现扩展，而经涂覆的样本通常需要更长时间来扩展。

#### [0095] 实例2

[0096] 研究膨胀率受控制的可膨胀封隔器的膨胀特性。更确切地说，在膨胀期间，直观地监视膨胀率受控制的可膨胀封隔器。如在实例1中所描述进行测试。图6A和6B在两个不同阶段中（分别为在膨胀之前以及充分膨胀）显示同一样本（例如，涂覆有细网格护套的可膨胀材料）。图6C和6D在两个不同阶段中（分别为在膨胀之前以及充分膨胀）显示同一样本（例如，涂覆有粗网格护套的可膨胀材料）。如可以从图6A、6B、6C和6D中看出，所使用的可膨胀材料为遇油膨胀橡胶，护套为ACCOFLEX涂层，膨胀剂为EDC 95-11钻井液并且图案为网格。

#### [0097] 实例3

[0098] 研究可膨胀材料的膨胀特性。更确切地说，在膨胀期间直观地监视存在涂层/护套的效果。如下研究三个相似样本（样本#1、样本#2和样本#3）：充分涂覆样本#1；样本#2涂覆有网格图案；以及样本#3未经涂覆。在使用时，涂层是ACCOFLEX。所有三个样本由作为可膨胀材料的遇油膨胀橡胶制成。样本浸没在作为膨胀剂的EDC 95-11钻井液中。在膨胀之前样本的几何结构是圆柱体。图7显示暴露于膨胀剂中之后的三个样本。如可以看出，未经涂覆

的可膨胀材料(样本#3)展现最大扩展,而经充分涂覆的可膨胀材料(样本#1)展现最小扩展,并且经部分涂覆的可膨胀材料(涂覆有网格状图案的样本#2)展现中间比例的扩展。

#### [0099] 实例4

[0100] 研究涂覆有多种涂层或护套的图案的可膨胀材料的膨胀特性。更确切地说,针对多种图案研究用于可膨胀材料的重量增益膨胀曲线。所使用的可膨胀材料为遇油膨胀橡胶。样本的几何结构为圆柱体。涂层图案如下:样本#4未经涂覆;样本#5经充分涂覆;样本#6涂覆有未经涂覆区域的少量孔;样本#7涂覆有未经涂覆区域的多个孔;以及样本#8涂覆有未经涂覆区域的网格图案。样本浸没在作为膨胀剂的EDC 95-11钻井液中,并且在暴露于膨胀剂中6或7天时记录数据点且随后在暴露于膨胀剂中13或14天时记录数据点。相对于时间绘制重量增益百分比并且数据显示在图8中。通常,当适用于可膨胀材料的涂层覆盖较大表面区域时,扩展的速率(例如,关于重量增益百分比)更慢。

#### [0101] 实例5

[0102] 研究涂覆有部分柔性涂层的可膨胀材料的膨胀特性。更确切地说,在膨胀期间直观地监视部分存在柔性涂层的效果。可膨胀材料暴露于膨胀剂中,所述可膨胀材料定形为空心圆柱体、具有4.2英寸的OD、2.875英寸的内径以及0.1米的高度。所使用的可膨胀材料为遇油膨胀橡胶且涂层为ACCOAT,并且膨胀剂为EDC 95-11钻井液。如在实例1中所描述进行测试。图9显示充分膨胀的经涂覆可膨胀材料的图像,其中部分柔性涂层被观察到将断裂且从可膨胀材料的表面剥离。

#### [0103] 额外的揭示内容

[0104] 以下是根据本发明的非限制性具体实施例:

[0105] 在第一实施例中,膨胀率受控制的可膨胀封隔器包括心轴;密封元件,其中密封元件安置在心轴的至少一部分周围;以及护套,其中护套覆盖密封元件的外表面的至少一部分,并且其中护套构造成基本上防止安置在护套外部的流体与由护套覆盖的密封元件的外表面的部分之间的流体连通。

[0106] 第二实施例包含第一实施例的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中心轴包括通常界定连续轴向流量孔的管状主体。

[0107] 第三实施例包含第一或第二实施例的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中密封元件包括可膨胀材料。

[0108] 第四实施例包含第三实施例的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中可膨胀材料包括遇水膨胀材料、遇油膨胀材料、遇水油膨胀材料,或其任何组合。

[0109] 第五实施例包含第三实施例的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中可膨胀材料包括遇水膨胀材料,并且其中遇水膨胀材料包括四氟乙烯/丙烯共聚物(TFE/P)、淀粉聚丙烯酸酯接枝共聚物、聚乙烯醇/环状酸酐接枝共聚物、异丁烯/顺丁烯二酸酐共聚物、醋酸乙烯酯/丙烯酸酯共聚物、聚氧化乙烯聚合物、聚(丙烯酸)的接枝聚(环氧乙烷)、羧甲基纤维素类型聚合物、淀粉聚丙烯腈接枝共聚物、聚甲基丙烯酸酯、聚丙烯酰胺、丙烯酰胺/丙烯酸共聚物、聚(甲基丙烯酸2-羟乙基)、聚(聚甲基丙烯酸酯2-羟丙基)、不溶性丙烯酸聚合物、高度膨胀的粘土矿物、钠基膨润土、以蒙脱石作为主要成份的钠基膨润土、钙基膨润土、其衍生物,或其组合。

[0110] 第六实施例包含第三实施例的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中可膨胀材料包

括遇油膨胀材料,并且其中遇油膨胀材料包括遇油膨胀橡胶、天然橡胶、聚胺酯橡胶、丙烯酸酯/丁二烯橡胶、丁基橡胶(IIR)、溴化丁基橡胶(BIIR)、氯化丁基橡胶(CIIR)、氯化聚乙烯橡胶(CM/CPE)、异戊二烯橡胶、氯丁二烯橡胶、氯丁橡胶、丁二烯橡胶、苯乙烯/丁二烯共聚物橡胶(SBR)、磺化聚乙烯(PES)、氯磺化聚乙烯(CSM)、乙烯/丙烯酸酯橡胶(EAM/AEM)、表氯醇/环氧乙烷共聚物橡胶(CO/ECO)、乙烯/丙烯共聚物橡胶(EPM)、乙烯/丙烯/二烯三元共聚物(EPDM)、过氧化氢交联乙烯/丙烯共聚物橡胶、硫交联乙烯/丙烯共聚物橡胶、乙烯/丙烯/二烯三元共聚物橡胶(EPT)、乙烯/醋酸乙烯酯共聚物、氟硅橡胶(FVMQ)、硅酮橡胶(VMQ)、聚2,2,1-双环庚烯(聚降冰片烯)、烷基苯乙稀聚合物、交联取代乙烯基/丙烯酸酯共聚物、其衍生物,或其组合。

[0111] 第七实施例包含第三实施例的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中可膨胀材料包括遇水油膨胀材料,并且其中遇水油膨胀材料包括丁腈橡胶(NBR)、丙烯腈/丁二烯橡胶、氢化丁腈橡胶(HNBR)、高饱和丁腈橡胶(HNS)、氢化丙烯腈/丁二烯橡胶、丙烯酸类型聚合物、聚(丙烯酸)、聚丙烯酸酯橡胶、氟橡胶(FKM)、全氟橡胶(FFKM)、其衍生物,或其组合。

[0112] 第八实施例包含第三至第七实施例中的任一者的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中可膨胀材料表征为从约0.1微米至约2000微米的粒度。

[0113] 第九实施例包含第一至第八实施例中的任一者的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中护套覆盖密封元件的外表面的至少约75%。

[0114] 第十实施例包含第一至第九实施例中的任一者的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中护套包括底漆涂层。

[0115] 第十一实施例包含第十实施例的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中底漆涂层表征为小于约10微米的厚度。

[0116] 第十二实施例包含第一至第十一实施例中的任一者的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中护套包括至少一个顶部涂层。

[0117] 第十三实施例包含第十二实施例的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中顶部涂层包括塑料、聚合材料、聚乙烯、聚丙烯、含氟弹性体、含氟聚合物、含氟聚合物弹性体、聚四氟乙烯、四氟乙烯/丙烯共聚物(TFE/P)、聚酰胺-酰亚胺(PAI)、聚酰亚胺、聚苯硫醚(PPS),或其组合。

[0118] 第十四实施例包含第十二或第十三实施例的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中顶部涂层包括柔性涂料或部分柔性涂料。

[0119] 第十五实施例包含第十二至第十四实施例中的任一者的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中顶部涂层表征为从约10微米至约100微米的厚度。

[0120] 第十六实施例包含第一至第十五实施例中的任一者的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其进一步包括保持涂层。

[0121] 第十七实施例包含第十六实施例的膨胀率受控制的可膨胀封隔器,其中保持涂层表征为从约1微米至约100微米的厚度。

[0122] 在第十八实施例中,制造膨胀率受控制的可膨胀封隔器的方法包括:将掩模施加到密封元件的外表面的至少一部分上;当施加掩模时将护套施加到密封元件;在施加护套之后移除掩模;以及提供膨胀率受控制的可膨胀封隔器。

[0123] 第十九实施例包含第十八实施例的方法,其中掩模包括空隙空间。

[0124] 第二十实施例包含第十八或第十九实施例的方法,其中将护套施加到密封元件包括以下项中的至少一者:将液态或基本上液态的材料喷涂到密封元件上、将液态或基本上液态的材料喷漆到密封元件上,或将密封元件浸渍到液态或基本上液态的材料中。

[0125] 第二十一实施例包含第十八至第二十实施例中的任一者的方法,其进一步包括在移除掩模之前或之后干化护套。

[0126] 第二十二实施例包含第十八至第二十一实施例中的任一者的方法,其进一步包括将保持涂层施加到密封元件的外表面上。

[0127] 第二十三实施例包含第二十二实施例的方法,其中在移除掩模之后保持涂层被施加到膨胀率受控制的可膨胀封隔器的外表面上。

[0128] 在第二十四实施例中,利用膨胀率受控制的可膨胀封隔器的方法包括:将包括并入其中的膨胀率受控制的可膨胀封隔器的管柱安置在地层中的井筒内,其中膨胀率受控制的可膨胀封隔器包括密封元件和护套,其中护套覆盖密封元件的外表面的至少一部分,并且其中护套对流体基本上是不渗透的,所述流体构造成在密封元件与流体之间的接触之后引起密封元件膨胀;以及激活膨胀率受控制的可膨胀封隔器。

[0129] 第二十五实施例包含第二十四实施例的方法,其中膨胀率受控制的可膨胀封隔器进一步包括心轴,其中密封元件周向地安置在心轴的至少一部分周围。

[0130] 第二十六实施例包含第二十四或第二十五实施例的方法,其中密封元件包括可膨胀材料。

[0131] 第二十七实施例包含第二十六实施例的方法,其进一步包括在激活膨胀率受控制的可膨胀封隔器之前,允许膨胀率受控制的可膨胀封隔器基于密封元件的可膨胀材料的体积膨胀从约105%至约500%。

[0132] 第二十八实施例包含第二十六实施例的方法,其进一步包括在激活膨胀率受控制的可膨胀封隔器之前,允许膨胀率受控制的可膨胀封隔器基于密封元件的可膨胀材料的体积膨胀从约125%至约200%。

[0133] 第二十九实施例包含第二十四至第二十六实施例中的任一者的方法,其中在激活膨胀率受控制的可膨胀封隔器之前,密封元件的膨胀间隙基于密封元件的膨胀间隙增加从约105%至约250%。

[0134] 第三十实施例包含第二十四至第二十六实施例中的任一者的方法,其中在激活膨胀率受控制的可膨胀封隔器之前,密封元件的膨胀间隙基于密封元件的膨胀间隙增加从约110%至约150%。

[0135] 第三十一实施例包含第二十四至第三十实施例中的任一者的方法,其中膨胀率受控制的可膨胀封隔器进一步包括保持涂层。

[0136] 第三十二实施例包含第二十四至第三十一实施例中的任一者的方法,其进一步包括在激活膨胀率受控制的可膨胀封隔器之后,使用膨胀率受控制的可膨胀封隔器隔离井筒的至少两个邻近部分。

[0137] 第三十三实施例包含第二十四至第三十二实施例中的任一者的方法,其中激活速率受控制的可膨胀封隔器包括使膨胀率受控制的封隔器的至少一部分与膨胀剂接触。

[0138] 第三十四实施例包含第三十三实施例的方法,其中膨胀剂包括水基流体、油基流体,或其任何组合。

[0139] 第三十五实施例包含第二十四至第三十四实施例中的任一者的方法,其中膨胀率受控制的可膨胀封隔器具有线性膨胀率。

[0140] 第三十六实施例包含第二十四至第三十四实施例中的任一者的方法,其中膨胀率受控制的可膨胀封隔器具有非线性膨胀率。

[0141] 第三十七实施例包含第二十四至第三十六实施例中的任一者的方法,其中膨胀率受控制的可膨胀封隔器的膨胀率通过改变以下项控制:膨胀材料的类型和/或组成;护套的类型和/或组成;护套中的多个层;掩模图案;暴露于膨胀剂中的密封元件的外表面的部分与由护套覆盖的密封元件的外表面的部分之间的比率;膨胀剂的类型和/或组成;或其组合。

[0142] 虽然已经示出并描述了本发明的实施例,但是本领域普通技术人员可以在不脱离本发明的精神和教示的情况下对其作出修改。本文中描述的实施例仅仅是示例性的且并不意图为限制性的。本文中揭示的本发明的多种变化和修改是可能的且在本发明的范围内。在明确地规定数字范围或限制的情况下,此类表达范围或限制应理解为包含落入明确地规定的范围或限制内的相同量值的迭代范围或限制(例如,从约1至约10包含2、3、4等;大于0.10包含0.11、0.12、0.13等)。例如,每当揭示具有下限 $R_1$ 和上限 $R_u$ 的数值范围时,具体揭示落入所述范围内的任何数字。具体而言,具体揭示所述范围内的以下数字: $R = R_1 + k * (R_u - R_1)$ ,其中 $k$ 是从1%至100%具有1%的增量的可变范围,即, $k$ 是1%、2%、3%、4%、5%、……、50%、51%、52%、……、95%、96%、97%、98%、99%或100%。此外,还具体揭示由在上文定义的两个 $R$ 数字界定的任何数值范围。术语“任选地”相对于权利要求中的任何要素的使用意指需要或者可替代地不需要主体要素。两个替代方案既定在权利要求的范围内。例如“包括”、“包含”、“具有”等广泛术语的使用应理解成为例如“由……组成”、“主要由……组成”、“基本上由……组成”等的较窄术语提供支持。

[0143] 因此,保护范围不限于上文陈述的描述,但仅受随后的权利要求限制,该范围包含权利要求的标的物的所有等效物。每一和每个权利要求作为本发明的实施例并入到说明书中。因此,权利要求是进一步的描述并且是对本发明的实施例的添加。在实施例的具体实施方式中对参考文献的论述并不是承认所述参考文献是本发明先前的技术,尤其是可能具有在本申请案的优先权日之后的公开日的任何参考文献。本文中引用的所有专利、专利申请案和公开案的揭示内容特此通过引用并入,以达到这些揭示内容提供对本文中陈述的那些细节进行补充的示例性、程序或其它细节的程度。

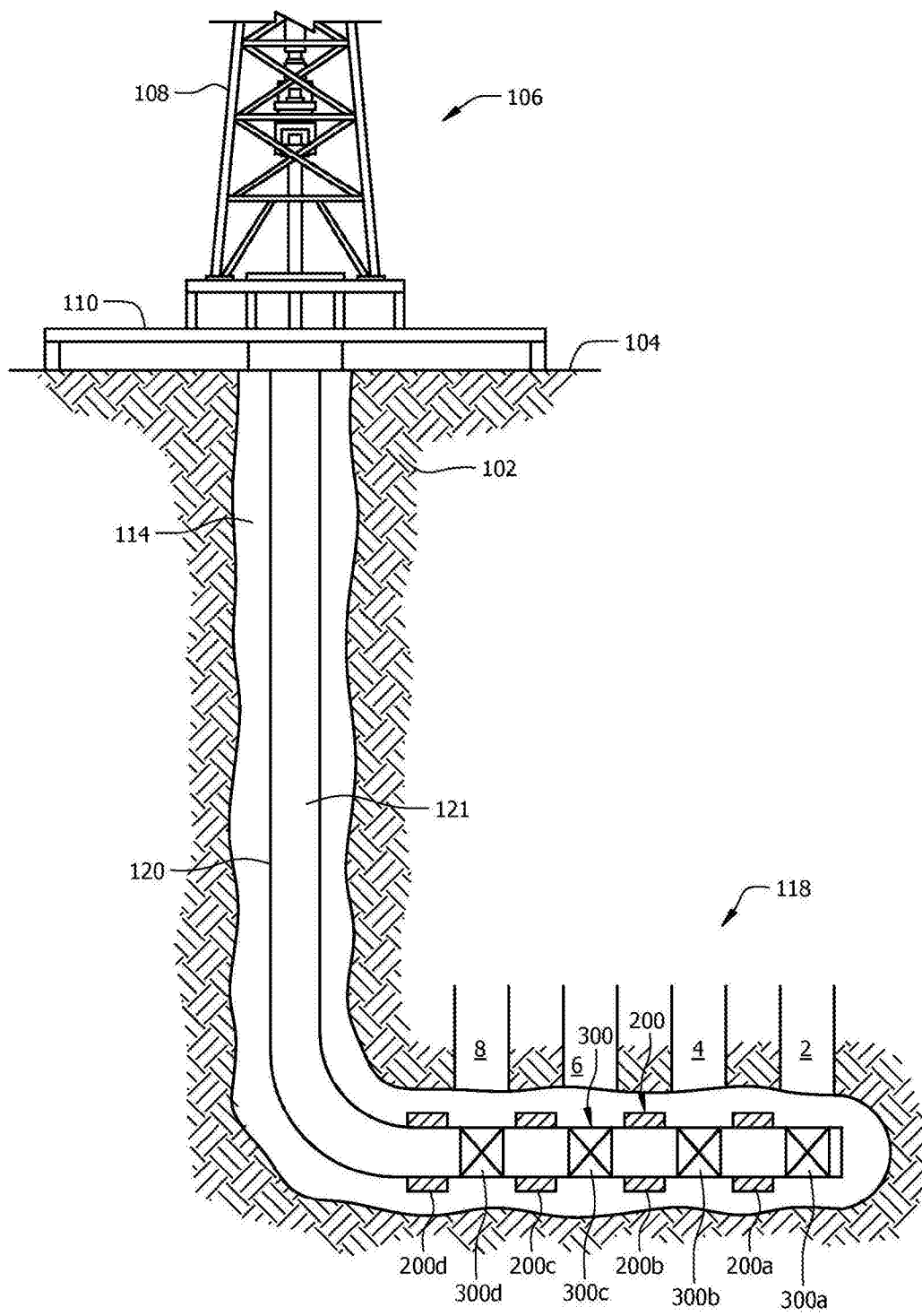


图1



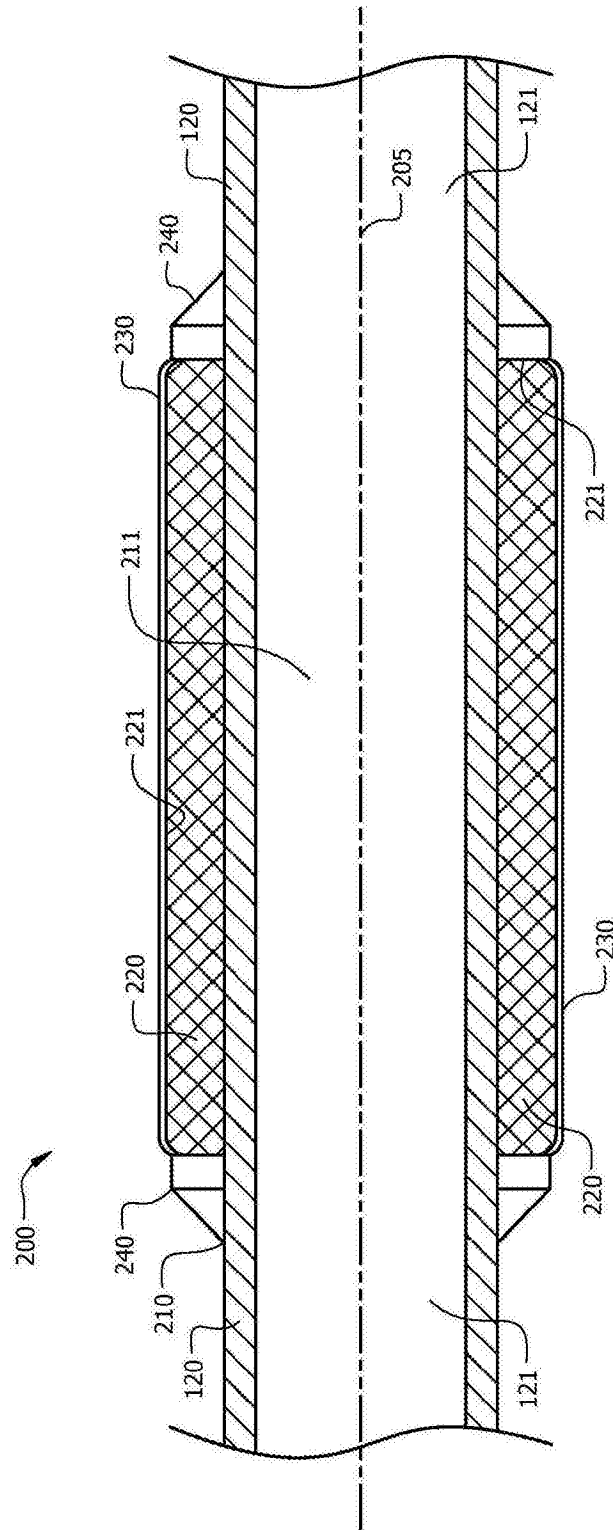


图2

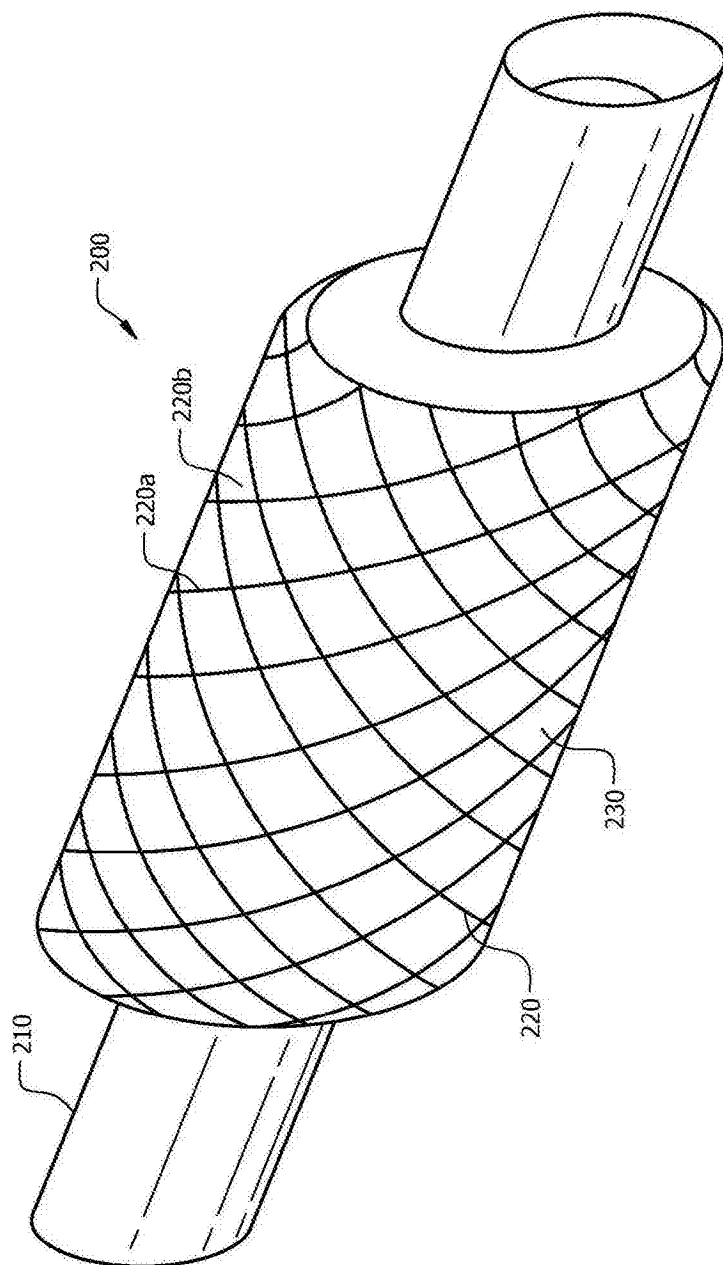


图3

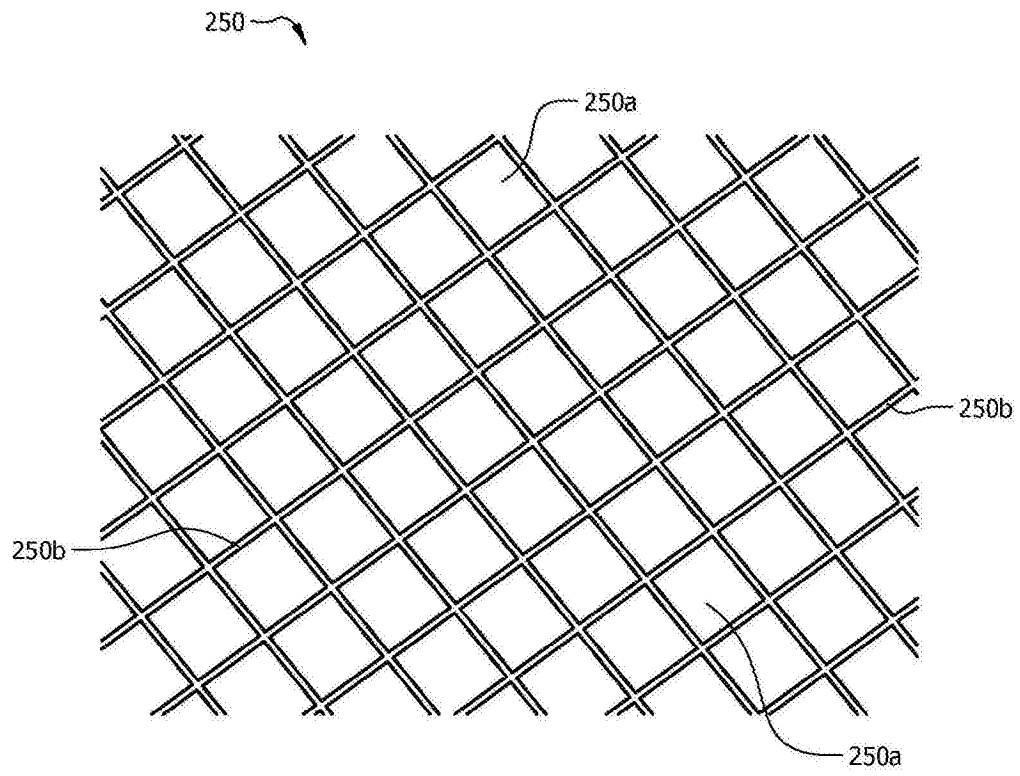


图4

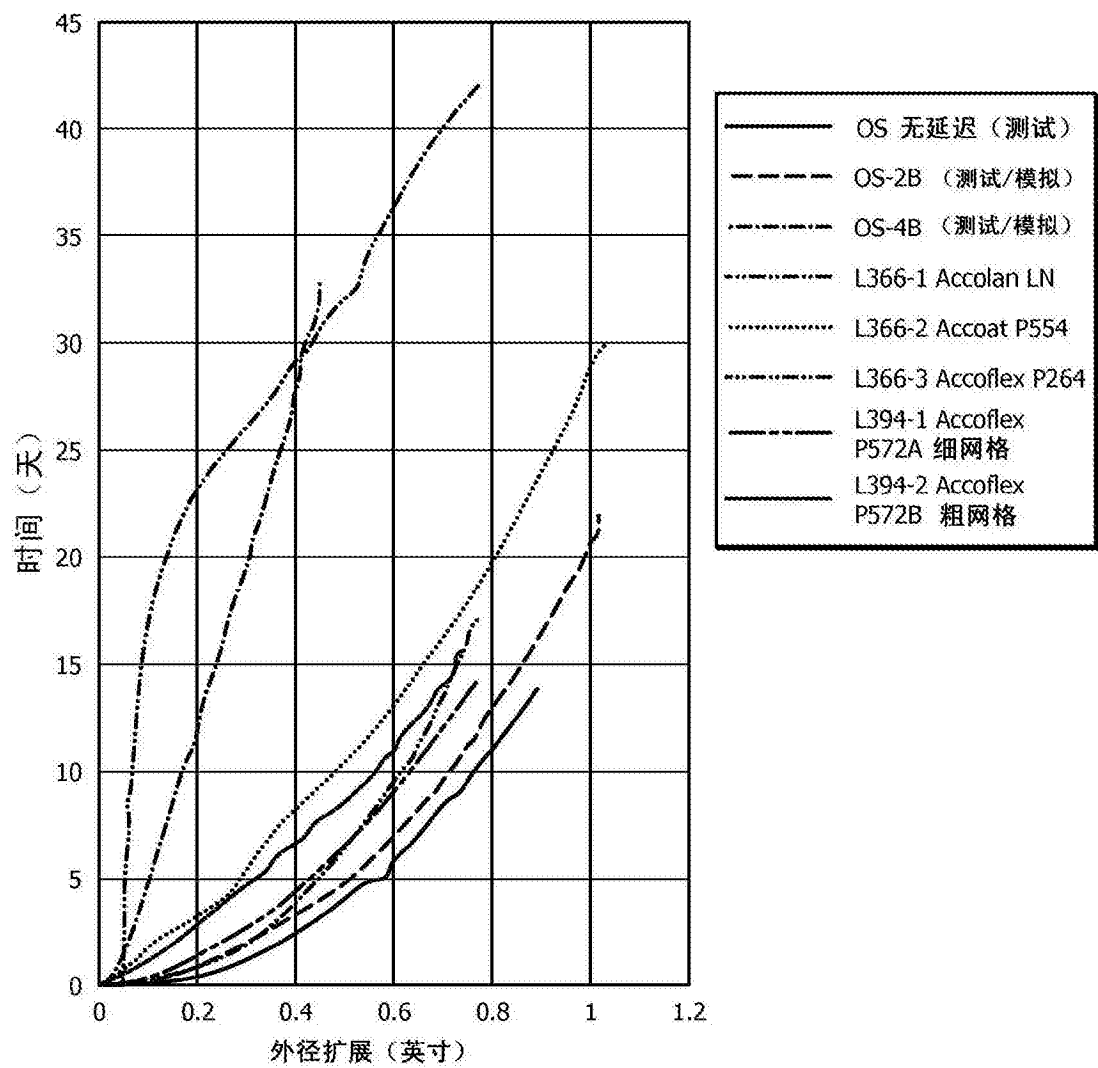


图5

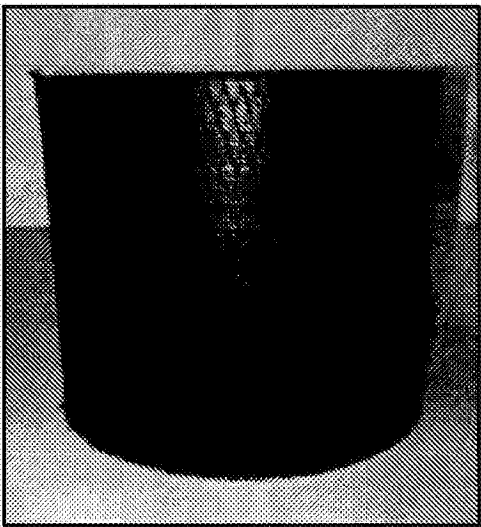


图6A



图6B

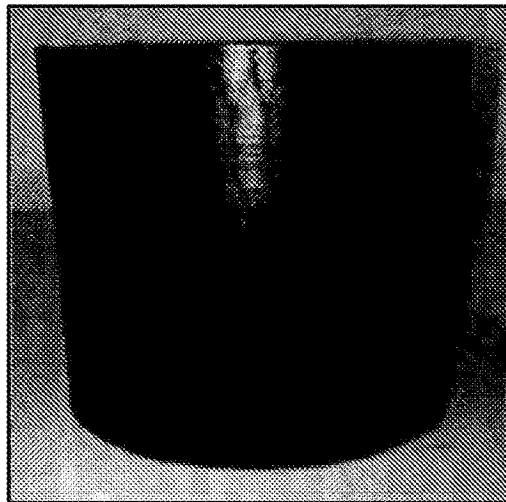


图6C

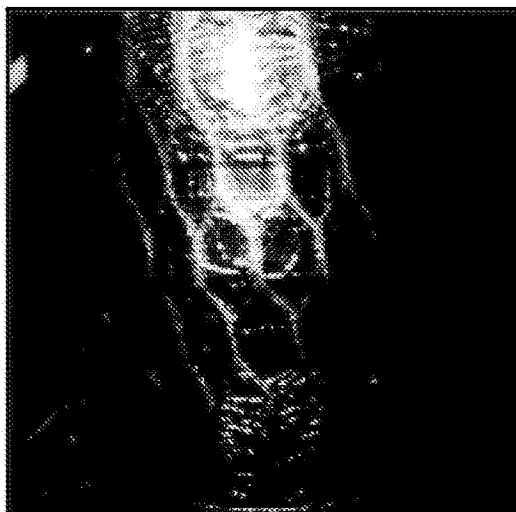


图6D

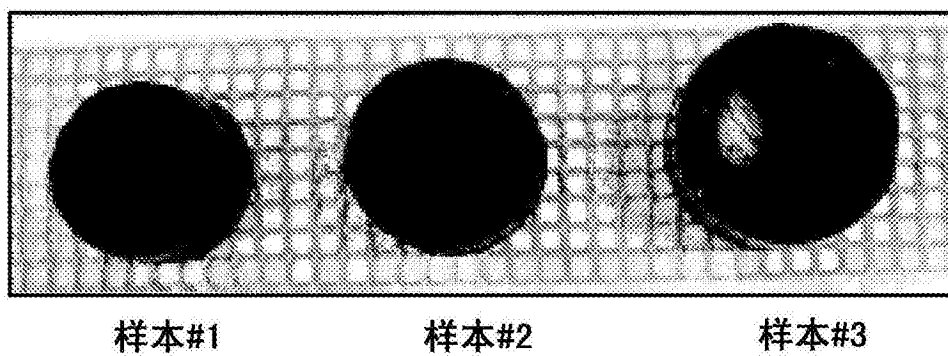


图7

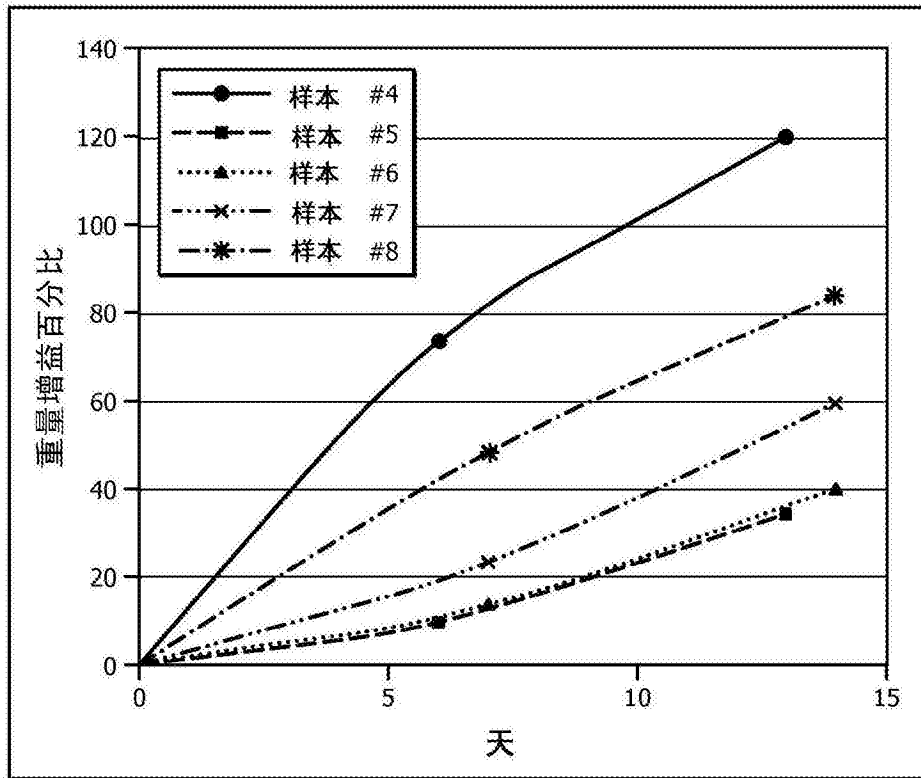


图8

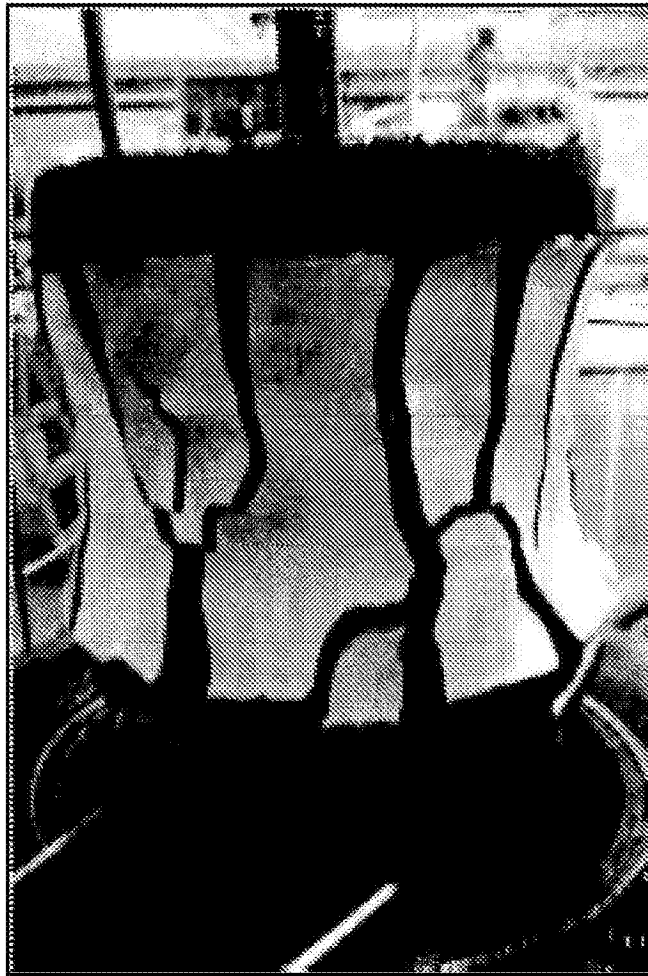


图9