



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101680287 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 18

(21) 申请号 200880017226. 5

(22) 申请日 2008. 04. 18

(30) 优先权数据

60/925, 685 2007. 04. 20 US

60/999, 839 2007. 10. 19 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 11. 24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/060746 2008. 04. 18

(87) PCT申请的公布数据

W02008/131173 EN 2008. 10. 30

(73) 专利权人 国际壳牌研究有限公司

地址 荷兰海牙

(72) 发明人 S·V·恩古彦 H·J·维内加

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 王会卿

(51) Int. Cl.

E21B 36/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2004/0211569 A1, 2004. 10. 28,

US 2007/0045267 A1, 2007. 03. 01,

US 3362751 A, 1968. 01. 09,

CN 2431398 Y, 2001. 05. 23,

审查员 纪传龙

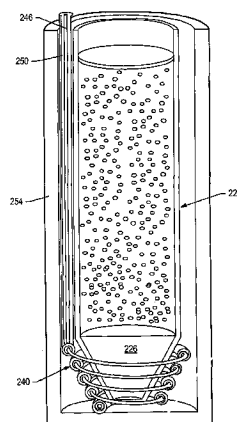
权利要求书1页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

用于地下地层的加热系统和用于加热地下地
层的方法

(57) 摘要

本发明描述了用于加热地下地层的方法和系
统。用于地下地层的加热系统包括设置在地层中
的开口中的密封管道和热源。该密封管道包括热
传递流体。该热源向密封管道的一部分提供热以
使热传递流体从液体相变到蒸气。密封管道中的
蒸气在密封管道中上升、冷凝以将热传递给地层
并且作为液体返回到管道部分。



1. 一种用于地下地层的加热系统,包括:

密封管道,设置在地层中的开口中,其中,热传递流体位于所述密封管道中;

热源,构造用于将热提供给所述密封管道的一部分,以使热传递流体从液体相变到蒸气;

其中,所述密封管道中的蒸气在所述密封管道中上升、随着它将热传递给所述地层而冷凝并且作为液体返回到所述密封管道的所述部分;而且

其中所述加热系统构造成允许热从所述开口中的所述密封管道传递到所述地层的至少部分地包围所述开口的至少一部分。

2. 根据权利要求1所述的加热系统,其中,所述热源包括井下气体燃烧器和/或电加热器。

3. 根据权利要求1所述的加热系统,其中,所述热传递流体包括熔化的金属和/或熔化的金属盐。

4. 一种用于加热地下地层的方法,包括:

使用热源加热设置在地层中的开口内的密封管道的部分,其中,所述热源使所述密封管道中的热传递流体蒸发,其中,蒸气在所述密封管道中上升、冷凝以将热传递到所述密封管道并且流回到所述密封管道的被加热的部分;以及

允许来自所述密封管道的热传递到地层的至少部分地包围所述开口的部分来加热地层的所述部分中的一个或多个部分。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述热源中的一个或多个包括气体燃烧器。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述热源中的一个或多个包括电加热器。

用于地下地层的加热系统和用于加热地下地层的方法

技术领域

[0001] 本发明总体涉及一种用于从各种地下地层（比如含烃地层）生产烃类、氢和 / 或其他产品的加热方法和加热系统。

背景技术

[0002] 从地下地层获得的烃通常用作能源，用作原料，以及用作消费品。对可用烃资源衰竭的关注和对产出烃类的整体质量降低的关注导致开发出用于更有效回收、处理和 / 或使用可用烃资源的方法。就地处理可用于从地下地层移出烃材料。可能需要改变地下地层中的烃材料的化学和 / 或物理性能来使得烃材料更容易从地层移出。化学和物理变化可包括地层中烃材料的生成可移出流体的就地反应、成分变化、溶解度变化、密度变化、相变和 / 或粘度变化。流体可以是，但是不限于，气体、液体、乳状液、浆液和 / 或具有类似于液体流的流动性能的固体颗粒流。

[0003] 井眼可形成在地层中。在一些实施例中，套管或其他管道系统可设置或形成在井眼中。在一些实施例中，膨胀管可用于井眼中。加热器可设置在井眼中以在就地处理过程中加热地层。

[0004] 授予 Ljungstrom 的美国专利 No. 2, 923, 535 和授予 Van Meurs 等人的美国专利 No. 4, 886, 118 中描述了将热施加到油页岩地层。热可施加至油页岩地层以热解油页岩地层中的油母。热还可使地层断裂以提高地层的渗透性。提高的渗透性可使得地层流体移动到采油井，在所述采油井处从油页岩地层移出所述流体。在由 Ljungstrom 公开的一些过程中，例如含氧气体介质被引入可渗透地层，优选地，同时由于预加热步骤所述含氧气体介质仍然是热的，以引发燃烧。

[0005] 热源可用于加热地下地层。电加热器可用于通过辐射和 / 或传导来加热地下地层。电加热器可通过电阻加热元件。授予 Germain 的美国专利 No. 2, 548, 360，授予 Eastlund 等人的美国专利 No. 4, 716, 960，和授予 Van Egmond 的美国专利 No. 5, 065, 818 描述了一种设置在井眼中的电加热元件。授予 Vinegar 等人的美国专利 No. 6, 023, 554 描述了一种设置在套管中的电加热元件。该加热元件产生加热套管的辐射能。

[0006] 授予 Van Meurs 等人的美国专利 No. 4, 570, 715 描述了一种电加热元件。所述加热元件具有导电芯部、绝缘材料包围层、和包围的金属套。导电芯部可具有在高温下相对低的电阻。绝缘材料可具有在高温下相对高的电阻、压缩强度和热传导性能。绝缘层可抑制从芯部到金属套的电弧放电。金属套可具有在高温下相对高的拉伸强度和抗蠕变性能。授予 Van Egmond 的美国专利 No. 5, 060, 287 描述了一种具有铜镍合金芯部的电加热元件。

[0007] 加热器可由锻不锈钢制造。授予 Maziasz 等人的美国专利 No. 7, 153, 373 和授予 Maziasz 等人的美国专利申请公开 No. US2004/0191109 描述了用作铸造显微结构或细化晶粒的板和薄片的改性 237 不锈钢。

[0008] 如上面所概述的，已经对开发用于从含烃地层经济地生产烃类、氢和 / 或其他产品的加热器、方法和系统付出了大量的努力。但是目前仍存在很多不能从其中经济地生产

烃类、氢和 / 或其他产品的含烃地层。因而,仍需要用于从各种含烃地层生产烃类、氢和 / 或其他产品的改进的加热方法和系统。

发明内容

[0009] 在此描述的实施例总体涉及用于处理地下地层的系统、方法和加热器。

[0010] 本发明有利地提供了一种用于地下地层的加热系统,包括:密封管道,设置在地层中的开口中,其中,热传递流体设置在所述管道中;热源,所述热源构造用于将热提供给所述密封管道的一部分以使热传递流体从液体相变到蒸气;并且其中所述密封管道中的蒸气在所述密封管道中上升、冷凝以将热传递给所述地层并且作为液体返回到所述部分。

[0011] 本发明有利地提供了一种用于加热地下地层的加热系统,包括:多个设置在地层中的加热器,所述多个加热器构造用于加热所述地层的一部分;和多个设置在被加热的所述部分中的热管,其中,所述热管的至少一个包括液体加热部分,其中来自所述多个加热器中的一个或多个的热构造用于向所述液体加热部分提供足以使所述热管中液体的至少一部分蒸发的热,其中,蒸气在所述热管中上升、在所述热管中冷凝并且将热传递给地层,其中冷凝的流体流回到所述液体加热部分。

[0012] 除了上述优点,本发明还提供了包括一个或多个井下气体燃烧器和 / 或电加热器的加热器和 / 或热源。

[0013] 除了上述优点,本发明还提供了来自井下气体燃烧器中的一个或多个的废气的至少一部分经过热管和外部管道之间到达地面。

[0014] 除了上述优点,本发明还提供了至少一个热管在地层中基本上竖直定向。

[0015] 除了上述优点,本发明还提供了其中至少一个热管在地层中基本上水平定向,其中所述热管相对于水平方向向上成角度。

[0016] 除了上述优点,本发明还提供了至少一个热管在地层中基本上水平定向,其中所述热管相对于水平方向向下成角度。

[0017] 除了上述优点,本发明提供了其中一个或多个热管中的液体或热传递流体包括熔化的金属和 / 或熔化的金属盐。

[0018] 本发明有利地提供了一种用于加热地下地层的方法,包括:使用热源加热设置在地层中的密封管道的部分,其中,所述热源使所述密封管道中的热传递流体蒸发,其中,蒸气在所述密封管道中上升、冷凝以将热传递到所述密封管道并且流回到所述密封管道的被加热部分;和允许来自所述密封管道的热传递到地层以加热地层的一部分。

[0019] 因此,根据本发明,提供了一种用于地下地层的加热系统,包括:

[0020] 密封管道,设置在地层中的开口中,其中,热传递流体位于所述密封管道中;

[0021] 热源,构造用于将热提供给所述密封管道的一部分,以使热传递流体从液体相变到蒸气;

[0022] 其中,所述密封管道中的蒸气在所述密封管道中上升、随着它将热传递给所述地层而冷凝并且作为液体返回到所述密封管道的所述部分;而且

[0023] 其中所述加热系统构造成允许热从所述开口中的所述密封管道传递到所述地层的至少部分地包围所述开口的至少一部分。

[0024] 可选地,所述热源包括井下气体燃烧器和 / 或电加热器。

- [0025] 可选地,所述热传递流体包括熔化的金属和 / 或熔化的金属盐。
- [0026] 根据本发明,还提供了一种用于加热地下地层的方法,包括:
- [0027] 使用热源加热设置在地层中的开口内的密封管道的部分,其中,所述热源使所述密封管道中的热传递流体蒸发,其中,蒸气在所述密封管道中上升、冷凝以将热传递到所述密封管道并且流回到所述密封管道的被加热的部分;以及
- [0028] 允许来自所述密封管道的热传递到地层的至少部分地包围所述开口的部分来加热地层的所述部分中的一个或多个部分。
- [0029] 可选地,所述热源中的一个或多个包括气体燃烧器。
- [0030] 可选地,所述热源中的一个或多个包括电加热器。
- [0031] 在另外的实施例中,来自具体实施例的特征可与来自其他实施例的特征组合。例如,来自一个实施例的特征可与来自其他实施例中任一个的特征组合。
- [0032] 在另外的实施例中,使用在此所描述的方法、系统或加热器中的任一种处理地下地层。
- [0033] 在另外的实施例中,其他特征可添加到在此所描述的具体实施例中。

附图说明

- [0034] 根据下述详细描述有益效果和参照附图,本发明的进一步优点对本领域的技术人员来说可变得显而易见,附图中:
- [0035] 图 1 图示了加热含烃地层的各阶段的示例。
- [0036] 图 2 显示了用于处理含烃地层的就地热处理系统的一部分的实施例的示意性视图。
- [0037] 图 3 图示了热管与热源的基本上水平部分相邻设置的地层的一部分的示意性剖视图。
- [0038] 图 4 图示了具有围绕氧化器组件径向定位的热管的热管实施例的一部分的剖切透视图。
- [0039] 图 5 图示了具有在热管最下部分附近定位的氧化器组件的成角度的热管实施例的剖视图。
- [0040] 图 6 图示了具有在热管底部处定位的氧化器的热管实施例的一部分的剖切透视图。
- [0041] 图 7 图示了具有在热管底部处定位的氧化器的成角度的热管实施例的剖视图。
- [0042] 图 8 图示了具有氧化器的热管实施例的一部分的剖切透视图,所述氧化器产生与所述热管底部中的液体热传递流体相邻的火焰区。
- [0043] 图 9 图示了具有容纳多个氧化器的锥形底部的热管实施例的一部分的剖切透视图。
- [0044] 图 10 图示了在地层内成角度的热管实施例的剖视图。

具体实施方式

- [0045] 下面的描述总体涉及用于处理地层中烃类的系统和方法。这种地层可被处理以生产烃产品、氢和其它产品。在此描述了一种用于处理地下地层的改进的加热系统和方法。

[0046] “流体压力”是由地层中的流体产生的压力。“静岩压力”（有时称为“静岩应力”）是与覆岩块的单位面积的重量相等的地层中的压力。“流体静压”是由水柱施加在地层中的压力。

[0047] “地层”包括一个或多个含烃层、一个或多个非烃层、上覆岩层和 / 或下伏岩层。“烃层”指地层中的含烃类的层。烃层可含有非烃材料和烃材料。“上覆岩层”和 / 或“下伏岩层”包括一种或多种不同类型的不可渗透材料。例如，上覆岩层和 / 或下伏岩层可包括岩石、页岩、泥岩或润湿 / 致密的碳酸盐。在一些就地热处理过程的实施例中，上覆岩层和 / 或下伏岩层可包括一层或多层含烃层，其在就地热处理的处理过程中是相对不可渗透的并且不受温度影响，所述就地热处理的处理导致上覆岩层和 / 或下伏岩层的含烃层的性能发生显著变化。例如，下伏岩层可含有页岩或泥岩，但是下伏岩层在就地热处理的处理期间不允许加热到热解温度。在一些情形中，上覆岩层和 / 或下伏岩层可以是稍微可渗透的。

[0048] “地层流体”是指存在于地层中的流体，并且可包括热解流体、合成气、流动的烃类和水（蒸气）。地层流体可包括烃流体以及非烃流体。术语“流动的流体”是指由于地层的热处理而能够流动的含烃地层中的流体。“产出流体”是指从地层移出的流体。

[0049] “热源”是用于基本上通过传导和 / 或辐射热传递向地层的至少一部分提供热的任何系统。例如，热源可包括电加热器，比如绝缘导体、细长部件和 / 或布置在导管中的导体。热源还可包括通过燃烧地层外部或地层中的燃料来产生热的系统。所述系统可以是地表燃烧器、井下气体燃烧器、无焰分布式燃烧器和自然分布式燃烧器。在一些实施例中，一个或多个热源所提供或产生的热可由其它能源提供。所述其它能源可直接加热地层，或者所述能量可施加到直接或间接加热地层的传递介质。应该理解的是，将热施加到地层的一个或多个热源可使用不同的能源。因而，例如，对于给定地层，一些热源可由电阻加热器提供热，一些热源可通过燃烧提供热，一些热源可由一个或多个其它能源（例如，化学反应、太阳能、风能、生物质或其它可再生能源）提供热。化学反应可包括放热反应（例如氧化反应）。热源还可包括向加热位置（比如加热器井）附近或周围的区域提供热的加热器。

[0050] “加热器”是用于在井中或井眼附近的区域产生热的任何系统或热源。加热器可以是，但不限于，电加热器、燃烧炉、与地层中的材料或从地层产出的材料发生反应的燃烧器、和 / 或其组合。

[0051] “烃类”通常定义为主要由碳和氢原子形成的分子。烃类还可包括其它元素，例如，但不限于，卤素、金属元素、氮、氧、和 / 或硫。烃类可以是，但不限于，油母、沥青、焦沥青、油类、天然矿物蜡和沥青岩。烃类可位于大地中的矿物基体中或与矿物基体相邻。基体可包括，但不限于，沉积岩、砂、沉积石英岩、碳酸盐、硅藻土和其它多孔介质。“烃流体”是包括烃类的流体。烃流体可包括夹带非烃流体或被夹带在非烃流体中的流体，所述非烃流体比如为氢、氮、一氧化碳、二氧化碳、硫化氢、水和氨。

[0052] “就地转化过程”是指从热源加热含烃地层以将地层的至少一部分的温度升高到热解温度以上以使得在地层中产生热解流体的过程。

[0053] “就地热处理过程”是指使用热源加热含烃地层以将地层的至少一部分的温度升高到导致含烃材料发生流体流动、降粘和 / 或热解的温度以上以使得在地层中产生流动的流体、降粘的流体和 / 或热解的流体的过程。

[0054] “绝缘导体”是指任何能够导电的并且全部或部分由电绝缘材料包覆的细长物体。

[0055] “热解”是由于施加热而导致化学键的断裂。例如,热解可包括仅通过热将化合物转变为一种或多种其它物质。热可被传递到地层的一部分以发生热解。

[0056] “热解流体”或“热解产物”是指基本上在烃类的热解期间产生的流体。通过热解反应产生的流体可与地层中的其它流体混合。混合物被认为是热解流体或热解产物。如在此所使用的,“热解区”是指被反应或进行反应以形成热解流体的地层体(例如,相对不可渗透的地层,比如沥青砂地层)。

[0057] “热的叠加”是指从两个或更多个热源向地层的选定部分提供热,以使得在热源之间的至少一个位置处的地层温度受热源影响。

[0058] “限温加热器”通常是指将热输出调节(例如,减少热输出)到指定温度以上而无需使用外部控制器的加热器,所述外部控制器比如为温度控制器、功率调节器、整流器或其它装置。限温加热器可以是 AC(交流电流)或调制(例如“斩波”)DC(直流)供电的电阻加热器。

[0059] “导热流体”包括在标准温度和压力(STP)(0°C和 101.325kPa)下具有比空气高的导热率的流体。

[0060] “导热率”是材料的一种性能,其描述了对于材料的两个表面之间的给定温度差,热以稳定状态在材料的两个表面之间流动的速率。

[0061] 层的“厚度”是指层横截面的厚度,其中横截面垂直于层的表面。

[0062] “u 型井眼”是指从地层中的第一开口延伸穿过地层的至少一部分并且从地层中的第二开口穿出的井眼。在本文中,井眼可以仅大体上呈“v”型或“u”型,对于视为“u”型的井眼,“u”型的“腿”应该理解成不需要彼此平行或垂直于“u”的底部。

[0063] 术语“井眼”是指通过钻井或将管道插入地层中而在地层中形成的孔。井眼可具有基本上圆形的横截面或其它横截面形状。如在此所使用的,术语“井”和“开口”在指地层中的开口时可与术语“井眼”互换使用。

[0064] 地层中的烃类可通过各种方式处理以生产出很多不同产物。在某些实施例中,地层中的烃类在各阶段中进行处理。图 1 描述了加热含烃地层的各阶段的图示。图 1 还描述了以来自地层的每吨地层流体的油当量桶数为单位的产量(“Y”)(y 轴)与以摄氏度为单位的被加热地层的温度(“T”)(x 轴)的曲线关系的示例。

[0065] 在阶段 1 加热过程中发生甲烷解吸和水蒸发。阶段 1 期间的地层加热可尽可能快速地进行。例如,当含烃地层开始加热时,地层中的烃类解吸所吸附的甲烷。解吸的甲烷可从地层产出。如果进一步加热含烃地层,则含烃地层中的水蒸发。在一些含烃地层中,水可占据地层中孔隙体积的约 10%至 50%之间。在其它地层中,水占据孔隙体积的更多或更少部分。水通常在 600kPa 的绝对压力到 7000kPa 的绝对压力下、在 160°C至 285°C之间在地层中蒸发。在一些实施例中,蒸发的水产生地层中的润湿性变化和 / 或增加的地层压力。润湿性变化和 / 或增大的压力可影响地层中的热解反应或其它反应。在某些实施例中,蒸发的水从地层产出。在其它实施例中,蒸发的水用于在地层中或地层外部进行抽汽和 / 或蒸馏。从地层中移出水并增加地层中的孔隙体积增大了烃类在孔隙体积中的存储空间。

[0066] 在某些实施例中,在阶段 1 加热之后,地层被进一步加热,以使得地层中的温度达到(至少)初始热解温度(比如在如图 2 所示的温度范围的下端处的温度)。地层中的烃类可在整个阶段 2 进行热解。热解温度范围根据地层中的烃类的类型而变化。热解温度范

围可包括 250℃至 900℃之间的温度。用于生产期望产物的热解温度范围可延伸经过总热解范围的仅一部分。在一些实施例中,用于生产期望产物的热解温度范围可包括 250℃至 400℃之间的温度或 270℃至 350℃之间的温度。如果地层中烃类的温度缓慢升高经过从 250℃到 400℃的温度范围,则当温度接近 400℃时,可基本上完成热解产物的生产。烃类的平均温度可以小于 5℃/天、小于 2℃/天、小于 1℃/天或小于 0.5℃/天的速率升高来经过用于生产期望产物的热解温度范围。利用多个热源加热含烃地层可在热源周围形成热梯度,所述热源使地层中烃类的温度缓慢地升高经过热解温度范围。

[0067] 温度升高经过用于期望产物的热分解温度范围的速率可影响从含烃地层产出的地层流体的质量和数量。将地层温度缓慢地升高经过用于期望产物的热解温度范围可允许从地层产出高质量、高 API 重力指标的烃类。将地层温度缓慢地升高经过用于期望产物的热解温度范围可允许以烃产物的形式移出存在于地层中的大量烃类。

[0068] 在一些就地热处理的实施例中,代替将温度缓慢地加热经过温度范围的是将地层的一部分加热到期望温度。在一些实施例中,期望的温度为 300℃、325℃、或 350℃。其它温度可选择为期望温度。来自热源的热量的叠加允许在地层中相对快速有效地建立期望温度。从热源输入地层中的能量可被调节以使地层中的温度基本上保持在期望温度。地层的被加热部分基本上保持在期望温度,直到热解减慢使得从地层产出期望的地层流体变得不经济。地层的发生热解的部分可包括通过来自仅一个热源的热传递而进入热解温度范围的区域。

[0069] 在某些实施例中,包括热解流体的地层流体从地层产出。随着地层温度的升高,产出的地层流体中的可冷凝烃类的量可能减少。在高温下,地层可主要产生甲烷和/或氢。如果含烃地层被加热经过整个热解范围,则地层可朝向热解范围上限仅产生少量氢。在所有可用氢衰竭之后,通常会出现从地层产出极少量的流体。

[0070] 在烃热解之后,大量碳和一些氢可仍然存在于地层中。保留在地层中的大部分碳可以合成气的形式从地层产出。合成气的产生可发生在图 1 所示的阶段 3 加热过程中。阶段 3 可包括将含烃地层加热到足够高温度以允许产生合成气。例如,合成气可在从约 400℃到约 1200℃、约 500℃到约 1100℃、或约 550℃到约 1000℃的温度范围中产生。当产生合成气的流体被引入地层时,地层被加热部分的温度决定在地层中产生的合成气的成分。产生的合成气可通过一口或多口生产井从地层中移出。

[0071] 从含烃地层产出的流体的总能含量可在整个热解和产生合成气期间保持相对恒定。在相对低的地层温度下进行热解期间,产出流体中的相当大部分可以是具有高能含量的可冷凝烃类。但是,在较高的热解温度下,地层流体中的较少部分可包括可冷凝烃类。更多的不可冷凝的地层流体可从地层产出。产出流体的单位体积的能含量可在主要产生不可冷凝的地层流体期间略微下降。在合成气产生期间,产出的合成气的单位体积的能含量与热解流体的能含量相比显著降低。但是产出的合成气的体积在很多情况下显著增大,从而补偿降低的能含量。

[0072] 图 2 图示了用于处理含烃地层的就地加热系统的一部分的一个实施例的示意图。该就地热处理系统可包括障壁井 200。障壁井用于在处理区域周围形成障壁。所述障壁阻止流体流入和/或流出处理区域。障壁井包括,但是不限于脱水井、真空井、俘获井、注入井、灌浆井、冷冻井、或其组合。在一些实施例中,障壁井 200 是脱水井。脱水井可去除液态

水和 / 或阻止液态水进入待加热或地层正在加热的地层部分。如图 2 所示,障壁井 200 显示为仅沿热源 202 的一侧延伸,但是障壁井通常环绕所使用的或将要使用的所有热源 202 以加热地层的处理区域。

[0073] 热源 202 设置在地层的至少一部分中。热源 202 可包括加热器,比如绝缘导体、导体在导管内的加热器、地表燃烧器、无焰分布式燃烧器和 / 或自然分布式燃烧器等。热源 202 还可包括其它类型的加热器。热源 202 向地层的至少一部分提供热以加热地层中的烃类。能量可通过供给管道 204 提供给热源 202。供给管道 204 可根据一个或多个用于加热地层的热源的类型而在结构上有所不同。用于热源的供给管道 204 可传输用于电加热器的电、可传输用于燃烧器的燃料、或可传输在地层中循环的热交换流体。在一些实施例中,用于就地热处理过程的电可由一个或多个核电站提供。使用核动力可使得降低或消除从就地热处理过程释放的二氧化碳。

[0074] 生产井 206 用于从地层移出地层流体。在一些实施例中,生产井 206 包括热源。生产井中的热源可在生产井处或生产井附近加热地层的一个或多个部分。在一些就地热处理过程的实施例中,由每米生产井从生产井提供给地层的热量小于由加热地层的每米热源提供给地层的热量。

[0075] 在一些实施例中,生产井 206 中的热源允许从地层中去除地层流体的汽相。在生产井处或通过生产井提供加热可用于:(1) 在该生产流体在靠近上覆岩层的生产井中运动时阻止该生产流体的冷凝和 / 或逆流;(2) 增加输入到地层中的热;(3) 与没有热源的生产井相比提高生产井的产率;(4) 阻止生产井中高碳数(C6 及以上)化合物的冷凝;和 / 或(5) 增大生产井处或生产井附近的地层渗透性。

[0076] 地层中的地下压力可对应于地层中产生的流体压力。随着地层的被加热部分中的温度升高,被加热部分中的压力可由于就地流体的热膨胀、生成流体的增加和水的蒸发而增大。控制从地层移出流体的速率可允许控制地层中的压力。地层中的压力可在很多不同位置处确定,比如在生产井附近或生产井处、在热源附近或在热源处,或在监控井处。

[0077] 在一些含烃地层中,从地层生产烃类受到抑制,直到地层中的至少一些烃类已经被热解。当地层流体具有选定质量时,地层流体可从地层产出。在一些实施例中,选定质量包括至少约 20°、30° 或 40° 的 API 重力指标。直到至少一些烃类被热解,抑制生产才可加快重质烃类向轻质烃类的转化。抑制初期产量可使从地层产出重质烃类的量最小。生产大量的重质烃类可需要昂贵的设备和 / 或缩短生产设备的寿命。

[0078] 在达到热解温度且允许从地层进行生产之后,地层中的压力可发生变化,用于改变和 / 或控制产出的地层流体的成分、用于控制地层流体中可冷凝流体相对于不可冷凝流体的百分比、和 / 或用于控制正在产出的地层流体的 API 重力指标。例如,降低压力可导致产出较大的可冷凝流体组分。可冷凝流体组分可含有较大百分比的烯烃。

[0079] 在一些就地热处理过程的实施例中,地层中的压力可保持足够高以促使产出 API 重力指标大于 20° 的地层流体。在地层中保持增大的压力可在就地热处理过程中阻止地层塌陷。保持增大的压力可促使来自地层的流体的汽相产生。汽相的产生可允许减小用于传输从地层产出流体的收集管道的尺寸。保持增大的压力可减少或消除对在地表处压缩地层流体以将收集管道中的流体输送到处理设备的需要。

[0080] 在地层的被加热部分中保持增大的压力可令人惊讶地允许产生质量提高和相对

低分子量的大量烃类。压力可保持成使得产出的地层流体具有极小量的所选碳数以上的化合物。所选碳数可以是至多 25、至多 20、至多 12 或至多 8。一些高碳数化合物可夹带在地层中的蒸气中并且可与蒸气一起从地层移出。在地层中保持增大的压力可抑制在蒸气中夹带高碳数化合物和 / 或多环烃化合物。高碳数化合物和 / 或多环烃可在地层中保持为液相当长时间。该相当长时间可为化合物提供足够长的时间进行热解以形成低碳数化合物。

[0081] 从生产井 206 产出的地层流体可通过收集管道 208 输送到处理设备 210。地层流体还可从热源 202 产出。例如,流体可从热源 202 产出以控制与热源相邻的地层中的压力。从热源 202 产出的流体可通过生产管或管道输送到收集管道 208,或者产出流体可通过生产管或管道直接输送到处理设备 210。处理设备 210 可包括分离单元、反应单元、改质单元、燃料室、涡轮、存储容器和 / 或其它用于处理产出的地层流体的系统和单元。处理设备可将在地层产出的烃类的至少一部分形成输送燃料。在一些实施例中,输送燃料可以是喷气燃料,例如 JP-8。

[0082] 在一些实施例中,热管设置在地层中。热管可减少需要加热给定尺寸的处理区域的主动热源的数量。热管可缩短将给定尺寸的处理区域加热到期望平均温度所需的时间。热管是闭合系统,其利用热管中流体的相变来将施加到第一区域的热传送到远离第一区域的第二区域。流体的相变允许大的热传递速率。热可从任何类型的热源提供给热管的第一区域,所述任何类型的热源包括但不限于电加热器、氧化器、从地热源提供的热、和 / 或从核反应堆提供的热。

[0083] 热管是包括不动部件的被动热传输系统。热管可设置在接近水平到竖直的构造中。加热地层的热管中所用的流体可具有低成本、低熔点温度、不是太高的沸点温度(例如,通常低于约 900℃)、在低于约 540℃ 的温度下的低粘度、高蒸发热和用于热管材料的低腐蚀率。在一些实施例中,热管包括由抵抗流体腐蚀的材料构成的衬管。表 1 显示了可用作热管中的流体的若干种材料的熔点和沸点温度。可使用的其他盐类包括,但不限于, LiNO_3 和低共熔混合物,所述低共熔混合物比如为 53% 重量百分比的 KNO_3 、40% 重量百分比的 NaNO_3 和 7% 重量百分比的 NaNO_2 ; 45.5% 重量百分比的 KNO_3 和 54.5% 重量百分比的 NaNO_2 ; 或 50% 重量百分比的 NaCl 和 50% 重量百分比的 SrCl_2 。

[0084] 表 1

[0085]

材料	$T_m(^{\circ}\text{C})$	$T_b(^{\circ}\text{C})$
Zn	420	907
CdBr_2	568	863
CdI_2	388	744
CuBr_2	498	900
PbBr_2	371	892
TlBr	460	819

TlF	326	826
ThI ₄	566	837
SnF ₂	215	850
SnI ₂	320	714
ZnCl ₂	290	732

[0086] 图3图示了具有与热源202的基本上水平部分相邻设置的热管220的地层的一部分的示意性剖视图。热源202设置在地层中的井眼中。热源202可以是气体燃烧器组件、电加热器、使热流体循环穿过地层的循环系统的分支部分、或其他类型的热源。热管220可设置在地层中,以使得热管的远端部靠近或接触热源202。在一些实施例中,热管202机械地连接至热源202。热管202可间隔开期望距离。在一些实施例中,热管202间隔开约12.2米。在其他实施例中,使用更大或更小的间距。热管202可按规则模式设置,其中每一根热管与相邻的热管间隔开给定距离。在一些实施例中,热管220按不规则模式设置。不规则模式可用于向地层的一个或多个选定部分提供更大量的热。热管220可竖直地设置在地层中。在一些实施例中,热管220以一定角度放置在地层中。

[0087] 热管220可包括密封管道222、密封件224、液体热传递流体226和蒸发的热传递流体228。在一些实施例中,热管220包括金属网或毛细渗透材料,所述毛细渗透材料增加用于冷凝的表面积和/或促进热传递流体在热管中的流动。管道222可具有第一部分230和第二部分232。液体热传递流体226可处于第一部分230中。热源202在热管220外部,该热源202提供足够的热来使液体热传递流体226蒸发。蒸发的热传递流体228扩散到第二部分232中。蒸发的热传递流体228在第二部分中冷凝并且将热传递到管道222,管道222又将热传递至地层。冷凝的液体热传递流体226通过重力和/或通过毛细力流到第一部分230。

[0088] 密封件224的位置是确定热管220的有效长度的一个因素。热管220的有效长度还可取决于热传递流体的物理性质和管道222的横截面积。足够的热传递流体可置于管道222中,以使得一些液体热传递流体226总是存在于第一部分230中。

[0089] 密封件224可提供管道222的顶部密封。在一些实施例中,管道222在装载热传递流体和密封之前使用氮、氩或其他流体进行清洗。在一些实施例中,在管道密封之前可在管道222上抽真空来排空管道。在密封管道之前在管道222上抽真空可增强整个管道中的蒸气扩散。在一些实施例中,氧气吸收剂可引入管道222中以与存在于管道中的氧气发生反应。

[0090] 图4图示了具有围绕氧化器组件径向定位的热管220的热管实施例的一部分的剖切透视图。氧化器组件240的氧化器242与热管220的第一部分230相邻设置。燃料可通过燃料管道246供到氧化器242。氧化剂可通过氧化剂管道250供到氧化器242。废气可流经外部管道254和氧化剂管道250之间的空间。氧化器242燃烧燃料以提供使液体热传递流体226蒸发的热。蒸发的热传递流体228在热管220中上升并且在热管壁上冷凝以将热传递到密封管道222。来自氧化器242的废气沿密封管道222的长度提供热。由废气沿

热管 220 的有效长度提供的热可增强对流热传递和 / 或缩短在大量热从热管沿热管的有效长度提供至地层之前的延迟时间。

[0091] 图 5 图示了具有在热管 220 的最下部附近定位的氧化器组件 240 的成角度的热管实施例的剖视图。燃料可通过燃料管道 246 供到氧化器 242。氧化剂可通过氧化剂管道 250 供到氧化器 242。废气可流经热管 220 的环形空间并且在外部管道 254 和热管之间流动。

[0092] 图 6 图示了具有在热管 220 底部处定位的氧化器 242 的热管实施例的一部分的剖切透视图。燃料可通过燃料管道 246 供到氧化器 242。氧化剂可通过氧化剂管道 250 供到氧化器 242。废气可流经热管 220 外壁和外部管道 254 之间的空间。氧化器 242 燃烧燃料以提供使液体热传递流体 226 蒸发的热。蒸发的热传递流体 228 在热管 220 中上升并且在热管壁上冷凝以将热传递到密封管道 222。来自氧化器 242 的废气沿密封管道 222 的长度提供热并且将热提供到外部管道 254。由废气沿热管 220 的有效长度提供的热可增强对流热传递和 / 或缩短在大量热从热管和氧化器组合沿热管的有效长度供到地层之前的延迟时间。图 7 图示了具有以一定角度设置在地层中的热管 220 的类似实施例。

[0093] 图 8 图示了具有氧化器 242 的热管实施例的一部分的剖切透视图, 该氧化器 242 产生与热管 220 底部中液体热传递流体 226 相邻的火焰区。燃料可通过燃料管道 246 供到氧化器 242。氧化剂可通过氧化剂管道 250 供到氧化器 242。氧化剂和燃料混合并且燃烧以产生火焰区 256。火焰区 256 提供使液体热传递流体 226 蒸发的热。来自氧化器 242 的废气可流经氧化剂管道 250 和热管 220 内表面之间的空间, 并且流经热管的外表面和外部管道 254 之间的空间。由废气沿热管 220 的有效长度提供的热可增强对流热传递和 / 或缩短在大量热从热管和氧化器组合沿热管的有效长度提供到地层之前的延迟时间。

[0094] 图 9 图示了具有容纳氧化器组件的多个氧化器的锥形底部的热管实施例的一部分的剖切透视图。在一些实施例中, 有效的热管操作要求高的热输入。氧化器组件 240 的多个氧化器可将高的热输入提供给热管 220 的液体热传递流体 226。具有氧化器的氧化器组件的一部分可围绕热管 220 的锥形部分螺旋缠绕。锥形部分可具有大的表面积以容纳氧化器。燃料可通过燃料管道 246 供到氧化器组件 240 的氧化器。氧化剂可通过氧化剂管道 250 供到氧化器 242。废气可流经热管 220 的外壁和外部管道 254 之间的空间。来自氧化器 242 的废气沿密封管道 222 的长度提供热并且将热提供给外部管道 254。由废气沿热管 220 的有效长度提供的热可增强对流热传递和 / 或缩短在大量热从热管和氧化器组合沿热管的有效长度供到地层之前的延迟时间。

[0095] 图 10 图示了在地层内成角度的热管实施例的剖视图。第一井眼 234 和第二井眼 236 使用磁测距或技术在地层中钻出, 以使得第一井眼与第二井眼相交。热管 220 可设置在第一井眼 234 中。第一井眼 234 可倾斜, 以使得热管 220 内的液体热传递流体 226 定位在第一井眼和第二井眼 236 的交叉位置附近。氧化器组件 240 可设置在第二井眼 236 中。氧化器组件 240 将热提供给热管, 所述热管使热管中的液体热传递流体蒸发。封隔器或密封件 238 可引导废气从氧化器组件 240 经过第一井眼 234 以从废气向地层提供附加热。

[0096] 根据上述说明, 本发明各方面的进一步修改和替代实施例对本领域技术人员来说是显而易见的。因此, 本说明应解释为仅为示例性的并且出于教导本领域技术人员实现本发明的一般方式的目的。应理解, 在此所示和所描述的本发明的形式应视为目前的优选实施例。元件和材料可与在此所示和所描述的那些元件和材料进行替换, 部件和过程可颠倒,

本发明的某些特征可独立使用,在获知本发明的上述说明的有益效果之后,所有这些将对本领域的技术人员来说是显而易见的。可对在此所描述的元件进行改变而不偏离下述权利要求书中所描述的本发明的精神和范围。另外,应该理解的是,在此独立描述的特征在某些实施例中可组合。

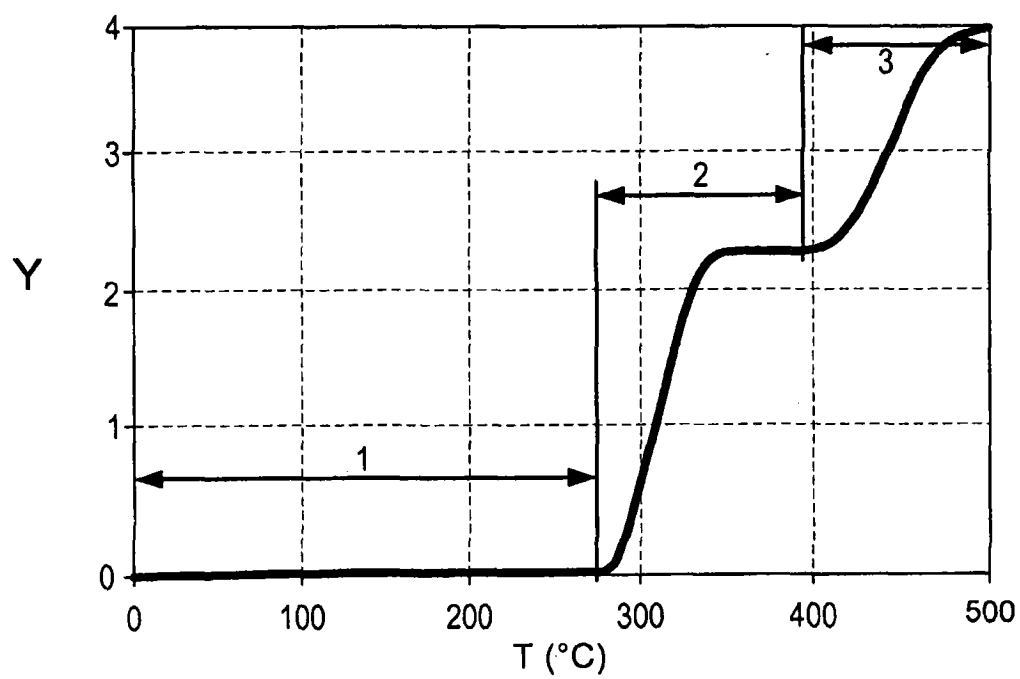


图 1

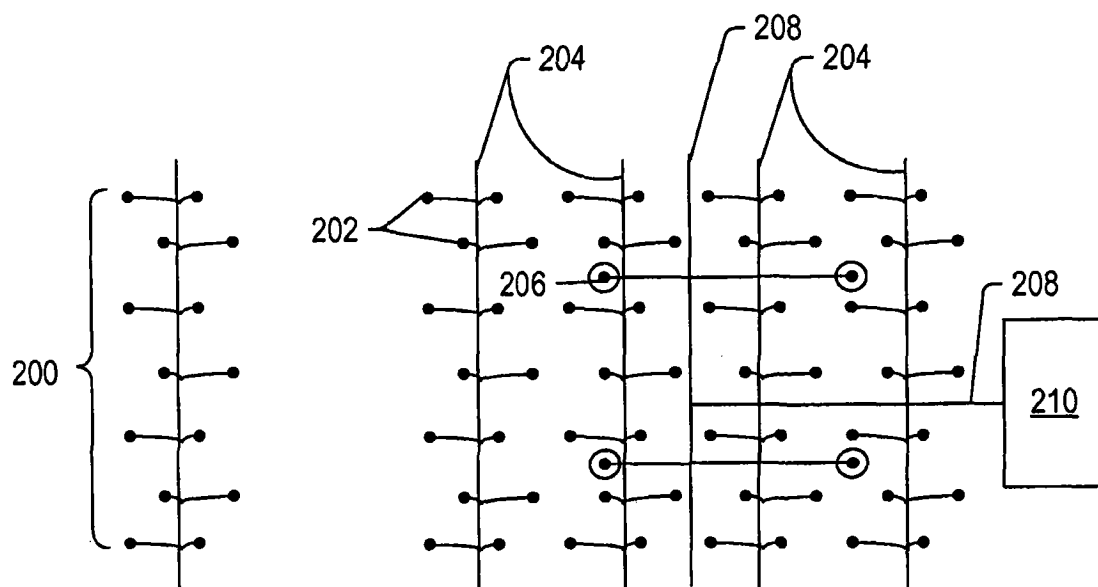


图 2

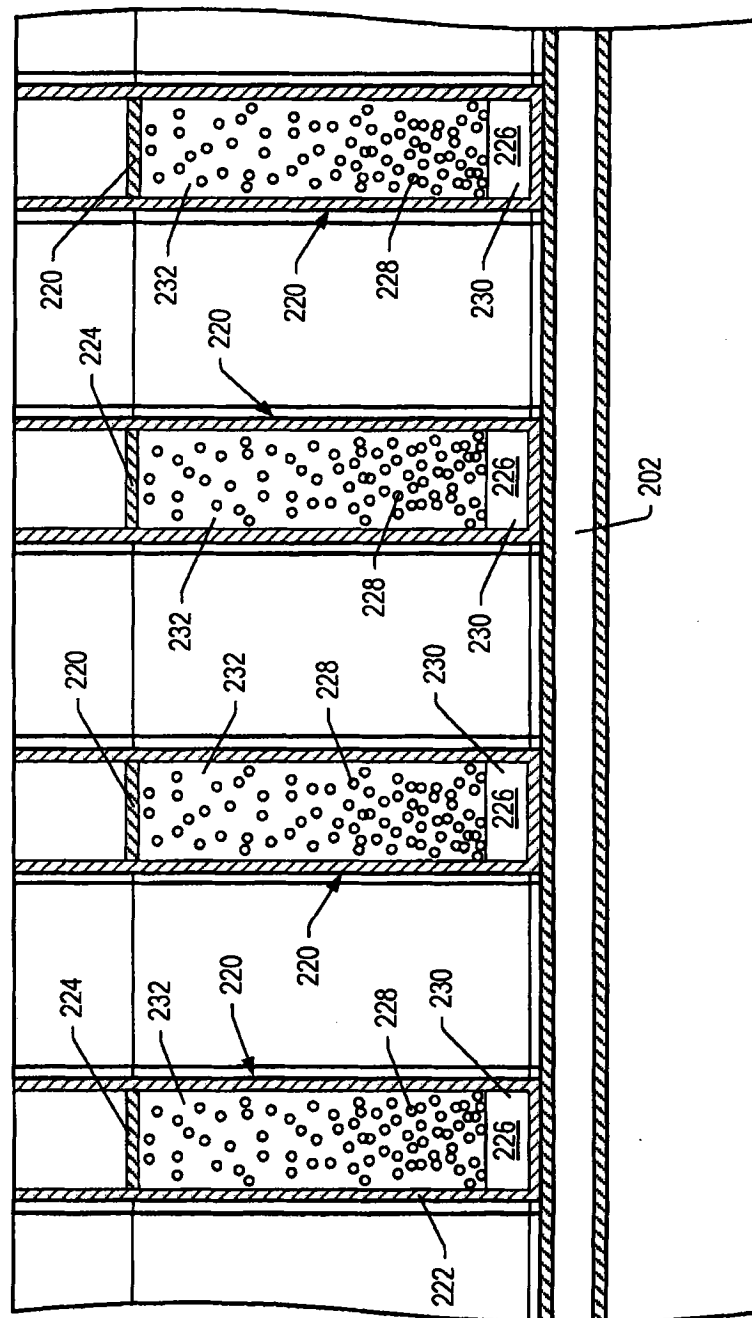


图 3

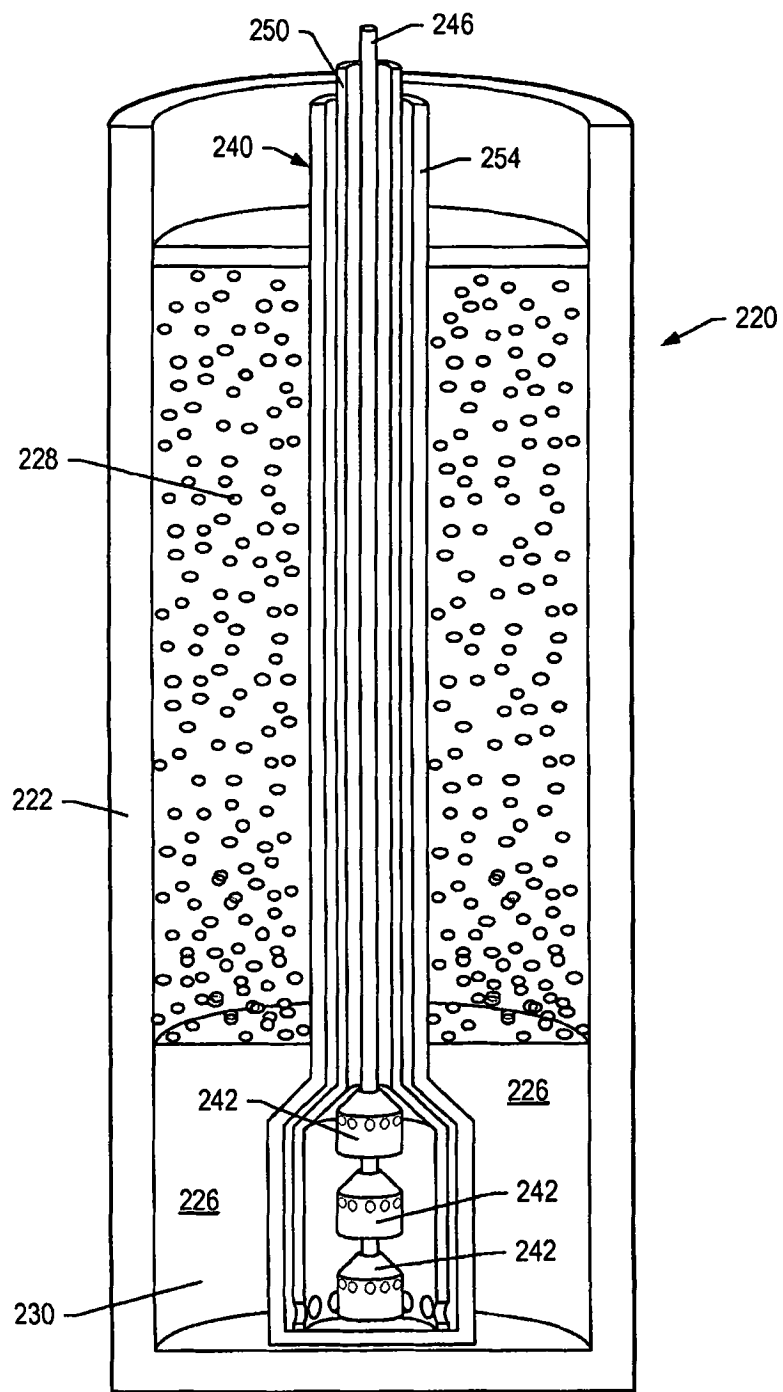


图 4

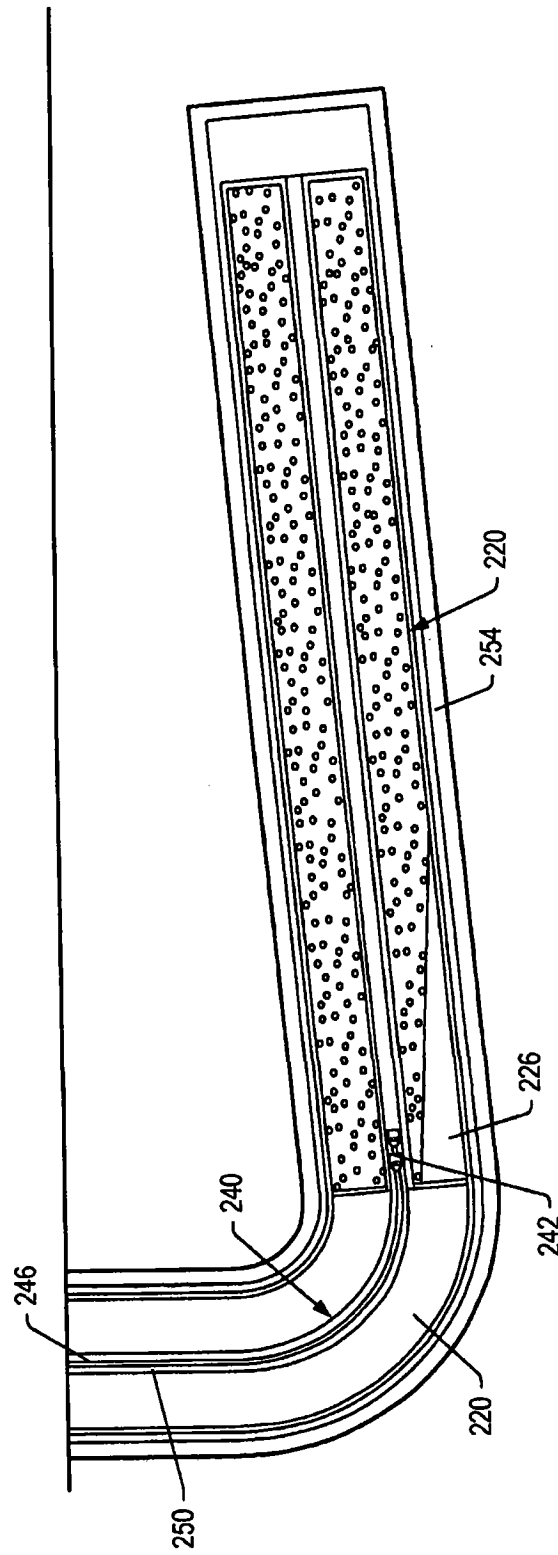


图 5

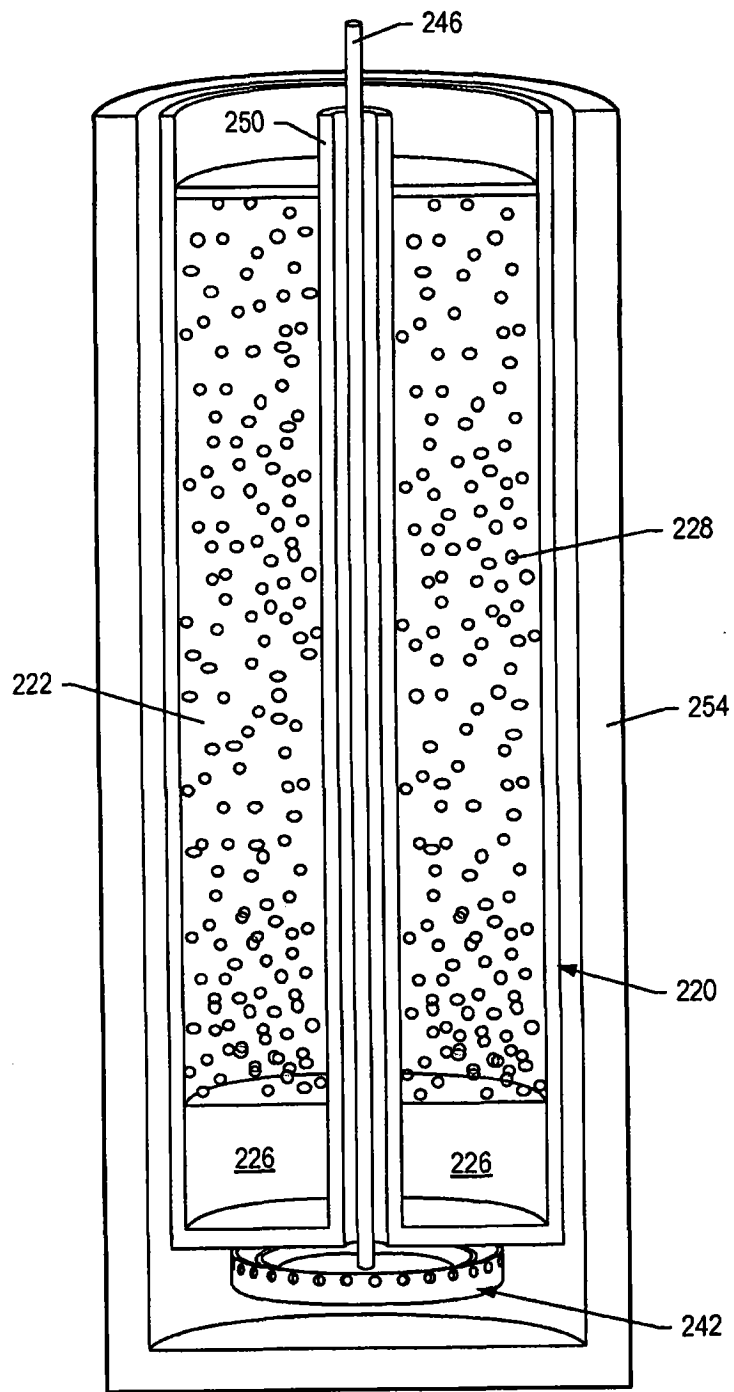


图 6

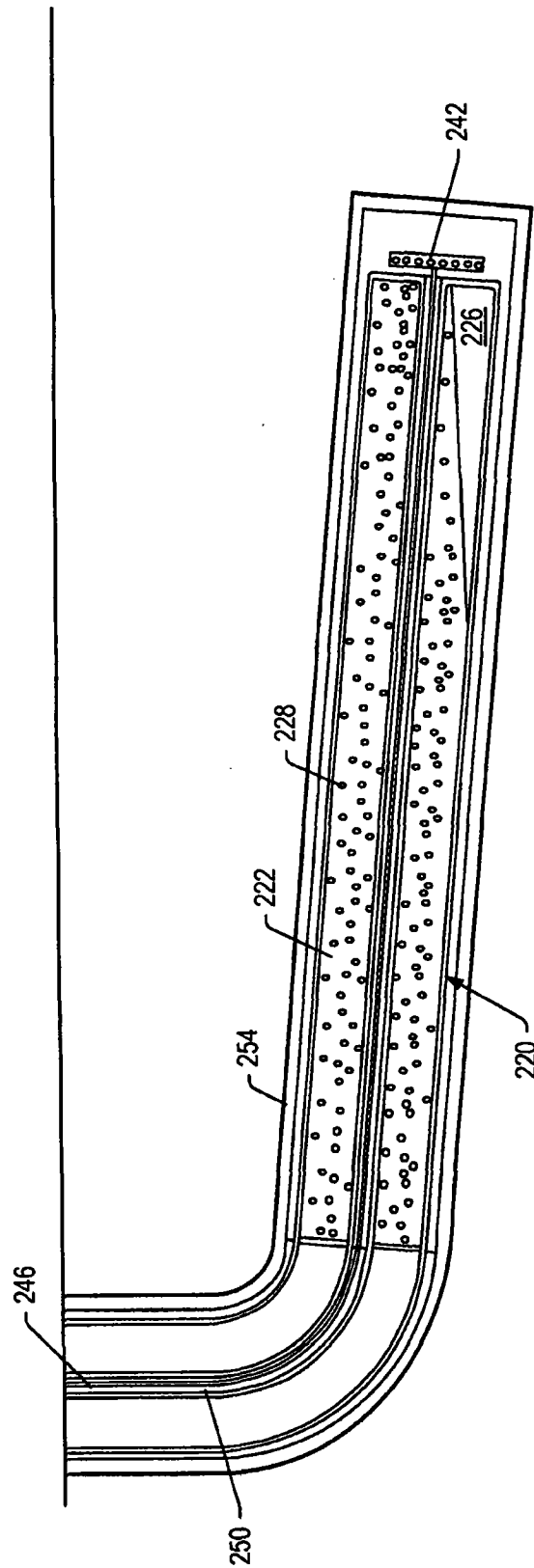


图 7

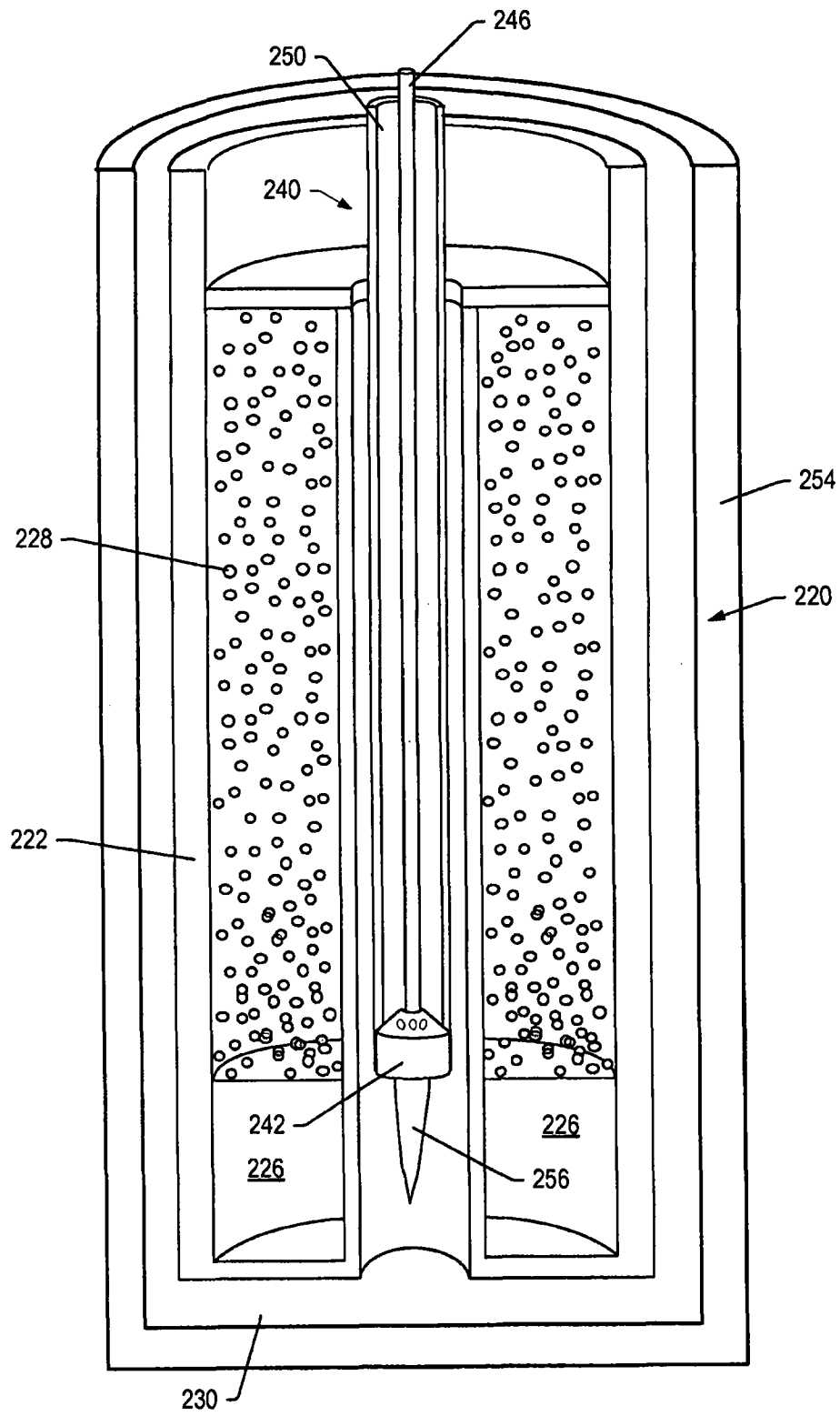


图 8

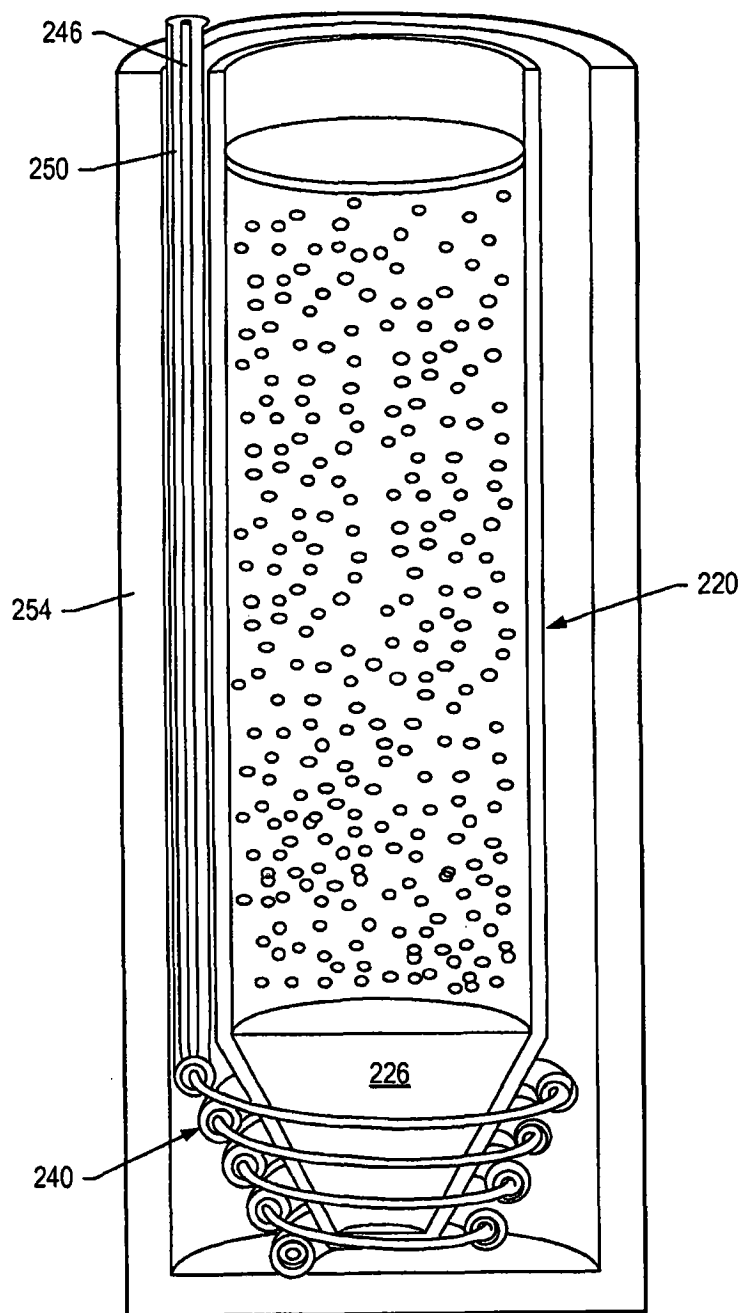


图 9

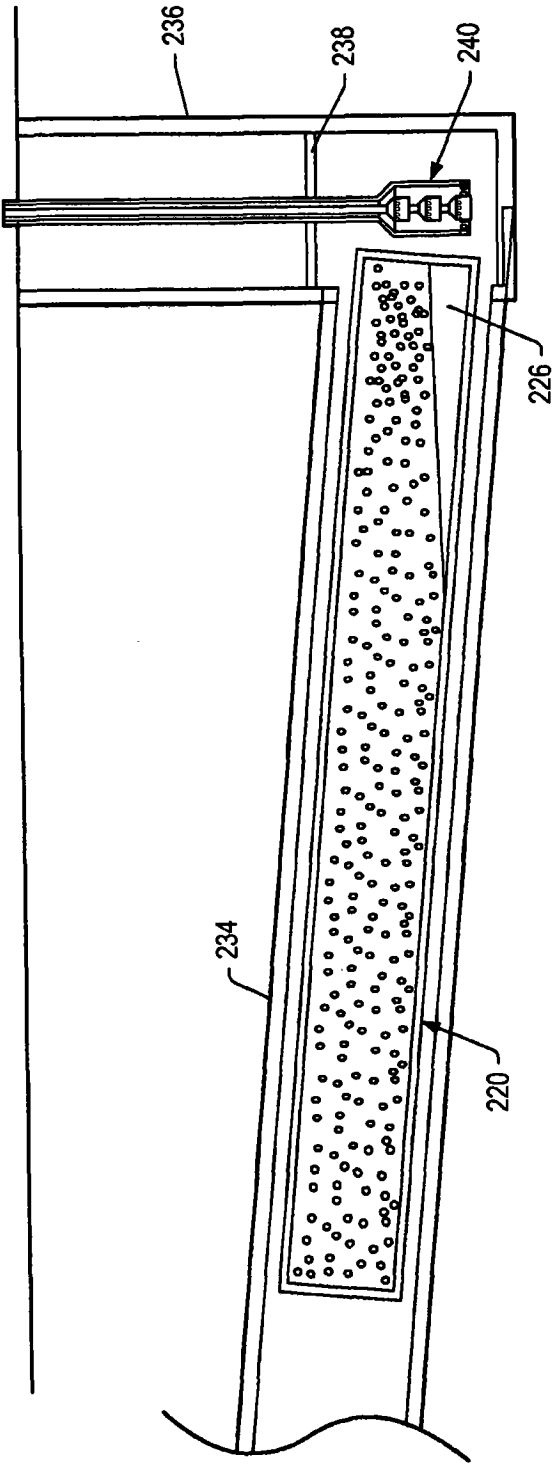


图 10