



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102971489 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 13

(21) 申请号 201180022617. 8

代理人 章蕾

(22) 申请日 2011. 04. 28

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

E21B 43/04 (2006. 01)

12/773, 380 2010. 05. 04 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 11. 05

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/034296 2011. 04. 28

(87) PCT申请的公布数据

W02011/139824 EN 2011. 11. 10

(71) 申请人 沙特阿拉伯石油公司

地址 沙特阿拉伯宰赫兰

(72) 发明人 阿什拉夫·阿勒-塔西尼

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

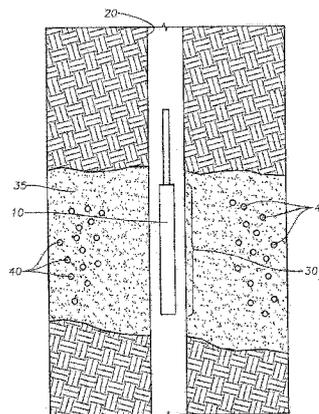
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

通过使用磁力进行矿砂产生控制

(57) 摘要

本发明提供一种用于通过使用磁力来控制地下构造内产生松散矿砂颗粒的过程。使所述松散矿砂颗粒 (40) 磁化, 且接着使其经受充分强度的磁场, 使得操作人员可以控制所述松散矿砂颗粒在地下构造内的移动。在一些例子中, 本发明可以提供一种用于在构造内保持松散矿砂颗粒的高效过程, 从而延长井下设备的使用寿命。在其它例子中, 本发明可以提供一种用于以受控方式从地下构造中扫除松散矿砂颗粒的高效过程。本发明包含用于使松散矿砂颗粒磁化的至少三个实施例, 包含直接磁化、使矿砂颗粒与磁化试剂 (70) 接触和使矿砂颗粒与顺磁性纳米颗粒接触。



1. 一种用于控制从地下构造 (35) 产生矿砂的方法,所述方法包括以下步骤:

提供位于所述地下构造 (35) 的产生区段 (30) 内且邻近于井筒 (20) 的磁化的松散矿砂颗粒 (40);

离磁源 (10) 一段距离从所述磁源 (10) 向所述地下构造 (35) 的所述产生区段 (30) 施加磁力,其中所述地下构造 (35) 包括所述磁化的松散矿砂颗粒和碳氢化合物,使得在产生期间所述磁化的松散矿砂颗粒的实质性部分保留在所述地下构造 (35) 内;以及

经由井筒 (20) 从所述地下构造 (35) 产生所述碳氢化合物,同时在所述碳氢化合物产生期间从所述磁源 (10) 施加所述磁力,使得所述产生的碳氢化合物与在未施加所述磁力的情况下产生的碳氢化合物相比含有减少量的松散矿砂颗粒 (40)。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述磁化的松散矿砂颗粒是铁磁类型的,所述提供所述磁化的松散矿砂颗粒的步骤包括通过使松散矿砂颗粒 (40) 暴露于电磁场而直接使松散矿砂颗粒 (40) 磁化,从而产生所述磁化的松散矿砂颗粒。

3. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中所述松散矿砂颗粒 (40) 包括 Fe_3O_4 。

4. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中所述提供所述磁化的松散矿砂颗粒的步骤包括使松散矿砂颗粒 (40) 的外表面与磁化试剂接触的步骤。

5. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中所述提供所述磁化的松散矿砂颗粒的步骤包括用顺磁性纳米颗粒 (110) 涂覆松散矿砂颗粒 (40) 的步骤。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,其中所述顺磁性纳米颗粒 (110) 是选自由铁离子、磁铁矿离子、赤铁矿离子和磁赤铁矿离子和其组合组成的群组。

7. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括在所述提供磁化的松散矿砂颗粒步骤之前用表面活性剂预冲洗所述地下构造 (35) 的所述产生区段 (30) 以置换所述地下构造 (35) 的所述产生区段 (30) 内的构造流体的一部分的步骤。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中所述表面活性剂是可操作以溶解盐水和石油的互溶剂。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法,其中所述表面活性剂包括乙二醇醚。

10. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中所述磁源 (10) 包括设置在所述井筒 (20) 内的磁铁。

11. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中所述磁源 (10) 包括电磁铁。

12. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中所述磁源 (10) 可操作以向所述磁化的松散矿砂颗粒供应排斥力,使得所述排斥力渗透到所述地下构造 (35) 中所述井筒 (20) 的半径的至少五倍的距离。

13. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中所述提供所述磁化的松散矿砂颗粒的步骤包括使所述松散矿砂颗粒 (40) 磁化,其中所述使所述松散矿砂颗粒 (40) 磁化包括以下步骤:

用封隔器 (60) 将所述井筒 (20) 的识别出的区段隔离,所述识别出的区段靠近所述产生区段 (30);

使用盘旋管道 (50) 将磁化流体 (70) 抽吸到所述井筒 (20) 的所述识别出的区段中,其中所述磁化流体 (70) 是选自由使用磁化试剂、铁磁流体、悬浮在载体溶液中的顺磁性纳米

颗粒 (110) 和其组合组成的群组 ; 以及

使得所述磁化流体 (70) 的至少一部分从所述井筒 (20) 流动到所述产生区段 (30), 以接触所述松散矿砂颗粒 (40) 从而产生磁化的松散矿砂颗粒。

14. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中将所述磁化流体 (70) 抽吸到所述地下构造 (35) 中所述井筒 (20) 的半径的至少五倍的距离处。

15. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法, 其进一步包括使所述磁力的极性反转, 以便从所述地下构造 (35) 中清除所述松散矿砂颗粒 (40)。

16. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法, 其进一步包括以下步骤:

监视所述产生的碳氢化合物以确定松散矿砂颗粒 (40) 的级别 ; 以及

调整所述磁力的量级以便将所述产生的碳氢化合物中的松散矿砂颗粒 (40) 的所述级别保持在目标值以下。

17. 一种用于控制从地下构造 (35) 产生矿砂的方法, 所述方法包括以下步骤:

将磁化流体 (70) 引入到具有松散矿砂颗粒 (40) 和碳氢化合物的地下构造 (35) 中, 使得所述磁化流体 (70) 接触所述松散矿砂颗粒 (40) 的外表面, 从而产生磁化的松散矿砂颗粒 ;

向所述地下构造 (35) 的产生区段 (30) 施加磁力, 使得所述磁化的松散矿砂颗粒的实质性部分经受排斥力 ; 以及

经由井筒 (20) 从所述地下构造 (35) 产生所述碳氢化合物,

其中所述排斥力超过在所述产生步骤期间产生的曳力很多, 足以将所述磁化的松散矿砂颗粒的实质性部分从所述井筒 (20) 排斥开来, 使得所述产生的碳氢化合物与在未施加所述磁力的情况下产生的碳氢化合物相比含有减少量的松散矿砂颗粒 (40)。

18. 根据权利要求 17 所述的方法, 其中所述磁化流体 (70) 是选自磁化试剂、铁磁流体、磁流变流体、悬浮在载体溶液中的顺磁性纳米颗粒 (110) 和其组合组成的群组。

19. 根据权利要求 17 或 18 所述的方法, 其中所述磁化流体 (70) 是悬浮在载体流体中的顺磁性纳米颗粒 (110)。

20. 根据权利要求 19 所述的方法, 其中所述顺磁性纳米颗粒 (110) 是选自自由铁离子、磁铁矿离子、赤铁矿离子和磁赤铁矿离子和其组合组成的群组, 其中所述载体流体是选自有机溶剂、水和其组合组成的群组。

21. 一种用于控制从地下构造 (35) 产生矿砂的方法, 所述方法包括以下步骤:

使松散矿砂颗粒 (40) 磁化, 其中所述松散矿砂颗粒 (40) 设置在所述地下构造 (35) 内 ; 以及

通过在所述地下构造 (35) 的产生区段 (30) 中施加磁力来控制所述松散矿砂颗粒 (40) 的移动, 其中所述地下构造 (35) 包括所述松散矿砂颗粒 (40) 和碳氢化合物, 使得所述磁力可操作以在所述磁力具有第一磁性时在所述地下构造 (35) 内保持所述松散矿砂颗粒 (40) 的实质性部分, 且使得所述磁力可操作以在所述磁力具有第二极性时从所述地下构造 (35) 中扫除所述松散矿砂颗粒 (40) 的实质性部分。

通过使用磁力进行矿砂产生控制

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于控制从井筒产生的矿砂量的方法。更具体来说,本发明涉及一种使用磁力来控制井下构造内的散矿砂颗粒的流动以防止散矿砂颗粒损坏井下工具的方法。

背景技术

[0002] 典型的井筒包含产生区,从此产生区产生井流体,且井流体通过采油管传送到井的表面。在沿着采油管的某些位置形成小孔眼,以便允许井流体从地下构造进入采油管。然而,在钻井筒的过程中,特别是在未固结的或固结不良的构造中,围绕着井筒的径向区域被暴露于高切线应力,额外的应力会导致地下构造内的松散固持的矿砂颗粒增多。这些矿砂颗粒可能通过孔眼进入采油管,且导致所产生的流体流中意外地收集矿砂,即“产生矿砂”。

[0003] 为了限制从未固化的构造产生矿砂,已经采用了各种机械方法来防止构造矿砂进入采油管。举例来说,砾石充填、筛网、独立孔眼/凹槽管线和可扩展矿砂筛网控制井筒内部的松散的矿砂颗粒,然而随着时间流逝,这些颗粒会在井筒内积累,从而导致工具出现故障,且压降增加。因此,需要一种在从固结不良的构造产生时控制矿砂产生的方法,这种方法 (1) 允许较长的运转时间, (2) 不会导致压降增加,且 (3) 不会导致工具过早出现故障。

发明内容

[0004] 本发明是针对一种满足这些需要中的至少一者的过程。本发明包含一种用于通过使用磁力来减少从地下构造产生的矿砂的量的过程。所述过程包含提供磁化的松散矿砂颗粒。在一个实施例中,提供磁化的松散矿砂颗粒包含以下步骤:在邻近于井筒的产生区段中使位于地下构造内的松散矿砂颗粒的一部分磁化。提供磁化的松散矿砂颗粒的替代实施例包含识别组成上有磁性的松散矿砂颗粒。在提供了磁化的松散矿砂颗粒之后,从磁源向地下构造的产生区段中的磁化的松散矿砂颗粒施加磁力,且经由井筒从地下构造产生碳氢化合物。在一个实施例中,所述磁力可为 AC 磁场的形式。在一个实施例中,在产生期间用连续方式施加磁力。可从磁源产生磁力。优选的是,所述磁源可操作以产生磁力,使得磁力可从磁源发射一段距离。在优选实施例中,所述距离至少是井筒的半径的五倍。由于所施加的磁力的作用,磁化的松散矿砂颗粒的实质性部分会经受排斥力,这个排斥力大于碳氢化合物移动所引起的曳力。这又使得磁化的松散矿砂颗粒的实质性部分保持在地下构造内,从而允许所产生的碳氢化合物与并非根据本发明的实施例产生的碳氢化合物相比含有减少的量的松散矿砂颗粒。

[0005] 根据本发明的实施例,可用几种方式实现使松散矿砂颗粒磁化的步骤。举例来说,在松散矿砂颗粒是铁磁类型(例如 Fe_3O_4) 的实施例中,可以通过直接磁化来使松散矿砂颗粒磁化。直接磁化包含通过使铁磁材料暴露于电磁场而允许铁磁材料获得磁性。实现此效果的一种方法将是使用由电容器通过螺线管产生的高强度磁场。在一个实施例中,高强度磁场使得矿砂颗粒变得磁化。优选的是,这使得矿砂颗粒粘合在一起,即使没有施加磁场也

是如此,这有利地限制了矿砂颗粒穿过地下构造内的孔隙的能力。在另一实施例中,可通过使松散矿砂颗粒的外表面与磁化试剂接触以涂覆松散矿砂颗粒从而产生磁化矿砂颗粒,来实现磁化。当矿砂颗粒不是由铁磁类型构成时,这种磁化方法特别有用。

[0006] 在又一实施例中,可通过用顺磁性纳米颗粒涂覆松散矿砂颗粒来使松散矿砂颗粒磁化。在存在填充近井筒孔隙空间的构造流体的例子中,优选使用预冲洗液来置换构造流体。预冲洗液可包含表面活性剂,其可操作以在抽吸具有顺磁性纳米颗粒的磁化试剂或流体之前改善构造微粒的表面。可接受的表面活性剂包含任何类型的可同时溶解盐水和石油的互溶剂。一种此示范性实例包含乙二醇醚。在一个实施例中,预冲洗液可包含在典型提高石油采收率工艺中使用的流体。在一个实施例中,预冲洗液可移除盐水和石油,且在矿砂颗粒的外表面上施加负电荷。在一个实施例中,预冲洗液包含碳酸钠溶液。优选的是,预冲洗液移除盐水和石油,且迫使矿砂表面带上负电荷。在另一实施例中,可以使用用中性电荷(聚合物)涂层覆盖的氧化铁颗粒或正电荷氧化铁颗粒。在使用氧化铁的实施例中,目标是让氧化铁颗粒附着到矿砂表面,且接着将其极化。这使得其粘合在一起,从而将矿砂微粒固持在一起,从而有益地限制矿砂的产生。可将这些试剂或流体从表面抽吸到构造的所需区段。接着,通过使松散颗粒的表面与磁化试剂接触,来使松散颗粒磁化。

[0007] 在一个实施例中,顺磁性纳米颗粒可包含铁离子、磁铁矿离子和其组合。在使用磁化流体的实施例(其中磁化流体包含磁化试剂、铁磁流体、顺磁性纳米颗粒或其组合)中,使松散矿砂颗粒磁化的步骤包含使用封隔器来隔离识别出的区段,且将磁化流体抽吸到井筒的识别出的区段中,优选使用盘旋管道。在一个实施例中,将磁化流体加压到地下构造中,达井筒半径的至少五倍的距离。在一个实施例中,磁力将排斥力供应给松散矿砂颗粒,使得此力渗透到地下构造中达井筒的半径的至少五倍的距离,如关于井筒周围的应用的分析解法(也称为科斯奇解法(Kirsch solution))所述。

[0008] 在本发明的另一实施例中,所述过程可包含在磁化步骤之前的任选预冲洗步骤,其中用溶剂来预冲洗地下构造,以便可混合地置换地下构造内的石油和盐水的一部分。优选的是,预冲洗步骤在离井筒至少两到三英尺之外置换石油和盐水。所需要的预冲洗流体体积的量随构造孔隙体积和有待处理的时间间隔而变。在一个实施例中,用溶剂处理地下构造至少两小时。可通过将溶剂直接向井下抽吸或通过盘旋管道抽吸来将溶剂引入到地下构造中。在另一实施例中,在预冲洗步骤之后引入磁化流体以后,所述井可关闭至少两小时,以便确保矿砂颗粒已经获得了恰当的涂层。此步骤有助于控制孔隙流体的成分和矿砂颗粒的表面特性,使得矿砂颗粒得到有效率的涂覆。此预冲洗步骤通过有助于确保很少量的石油或水分子与磁化流体接触来增强总体过程。

[0009] 可通过电磁铁或通过使用诱导金属作为磁源来供应磁力。在一个实施例中,可使用罩壳的一区段来提供磁力,且在另一实施例中,磁源可设置在井筒内。在磁源设置在井筒内的实施例中,源优选靠近孔眼定位,且可作为衬套悬挂,并且用类似于潜水泵的方式供电。在一个实施例中,在产生碳氢化合物期间施加磁力。在使用电磁铁的实施例中,磁力的极性可反转,以使用受控的方式清除掉地下构造中的松散矿砂颗粒。

[0010] 在一个实施例中,所述过程可进一步包含监视所产生的碳氢化合物以确定松散矿砂颗粒的级别,且调整磁力的量级,以便将所产生的碳氢化合物中的松散矿砂颗粒的级别保持在目标值以下。

[0011] 在本发明的另一实施例中,所述过程可包含将磁性流体引入到具有松散矿砂颗粒和碳氢化合物的地下构造中,使得磁化流体接触松散矿砂颗粒的外表面,从而产生磁化的松散矿砂颗粒。接着将磁力施加到地下构造的产生区段,使得磁化的松散矿砂颗粒的实质性部分经受排斥力。接着,经由井筒从地下构造产生碳氢化合物。排斥力超过在产生步骤期间产生的曳力很多,足以能将磁化的松散矿砂颗粒的实质性部分从井筒排斥开来,使得所产生的碳氢化合物与在未施加磁力的情况下产生的碳氢化合物相比含有减少量的松散矿砂颗粒。

[0012] 在本发明的另一实施例中,用于控制从地下构造产生矿砂的过程可包含使松散矿砂颗粒磁化,和通过在地下构造的产生区段中施加磁力来控制松散矿砂颗粒的移动。所述地下构造包含松散矿砂颗粒和碳氢化合物。所述磁力可操作以在磁力具有第一极性时在地下构造内保持松散矿砂颗粒的实质性部分,且所述磁力可操作以在磁力具有第二极性时从地下构造中扫除松散矿砂颗粒的实质性部分。

附图说明

[0013] 为了获得且可详细了解本发明的上述特征、方面和优点以及其它将变得显而易见的特征、方面和优点,通过参照构成本说明书的一部分的图式中说明的本发明的实施例可获得对上文简述的本发明的更具体的描述。然而,应注意,附图仅说明了本发明的优选实施例,且因此不应被理解为限制本发明的范围,因为本发明可承认其它同等有效的实施例。

[0014] 图 1 展示本发明的一个实施例。

[0015] 图 2 展示本发明的另一实施例。

[0016] 图 3a 展示本发明的另一实施例。

[0017] 图 3b 展示本发明的另一实施例。

[0018] 图 4 展示本发明的一实施例。

[0019] 图 5 展示本发明的一实施例。

具体实施方式

[0020] 在图 1 中,磁源 10 设置在井筒 20 内,靠近地下构造 35 的产生区段 30。依据所需的功能,可将磁化的松散矿砂颗粒 40 排斥或吸引到磁源 10。举例来说,在本发明的一个实施例中,磁源 10 的极性和磁化的松散矿砂颗粒 40 的极性是相同的,使得磁化的松散矿砂颗粒 40 经受排斥力。在本发明的另一实施例中,磁源 10 的极性和磁化的松散矿砂颗粒 40 的极性可能相反,使得磁化的松散矿砂颗粒 40 经受朝磁源 10 的拉力。这可能有利地允许受控地清除掉地下构造 35 中的磁化的松散矿砂颗粒 40。在一个实施例中,磁源靠近构造孔眼。磁铁销售与制造有限公司 (Magnet Sales & Manufacturing Company) 提供可定制的磁铁。所属领域的技术人员将容易认识到其它可接受的商用磁铁公司。

[0021] 图 2 显示了本发明的一实施例,其使用盘旋管道 50 和封隔器 60 将磁化流体 70 经由产生区段 30 引入到地下构造 35 中,使得松散矿砂颗粒 40 与磁化流体 70 接触。在一个实施例中,磁化流体可以是悬浮在载流流体中的顺磁性纳米颗粒。这些顺磁性纳米颗粒包含铁离子、磁铁矿离子、赤铁矿离子和磁赤铁矿离子。这些顺磁性纳米颗粒悬浮在例如有机溶剂或水等载体流体中。此些流体在本产业中可以获得,且在第 4,834,898 号美国专利中

描述。

[0022] 在另一实施例中,磁化流体 70 可包含磁化试剂(未图示),其包含水和磁性材料颗粒。非磁性松散矿砂颗粒,特别是具有硅石的颗粒,可以通过使其表面与包括磁性材料的含水颗粒的磁化试剂接触而赋予其磁性,其每一者具有包含内表面和外表面的两层表面活性剂涂层。内层覆盖磁性颗粒,且可以是含有至少三个碳原子且一端具有与磁性颗粒键合的功能团的第一可溶于水的有机异极表面活性剂的单分子层。外层涂覆内层,且可以是含有至少三个碳原子且疏水的一端键合到第一表面活性剂的疏水端且另一端上具有能够与有待磁化的颗粒键合的官能团的第二可溶于水的有机异极表面活性剂的单分子层。第 4,834,898 号美国专利揭示了此试剂,其可操作以供根据本发明的实施例使用,此专利的揭示内容的全文以引用的方式并入本文中。铁磁流体一般含有具有大于 20nm 的直径的铁磁颗粒,而顺磁性或超顺磁性颗粒具有小于 20nm 的直径。优选大概 50nm 的铁磁颗粒。总的来说,顺磁性颗粒是对于磁场具有小的正磁化率的颗粒。这些材料被磁场轻微吸引,且在移除外部场时所述材料不会保留磁性性质。顺磁性性质是因为存在一些未配对的电子,且起因于外部磁场引起的电子轨道的重新对准。而铁磁颗粒是对于外部磁场具有大的正磁化率的颗粒。其展现出对磁场的强大吸引力,且在外部场已被移除之后仍然能够保持其磁性性质。铁磁材料具有一些未配对的电子,使得其原子具有净磁矩。其因为存在磁域而获得其强大的磁性性质。在这些域中,大量的原子的磁矩(10^{12} 到 10^{15}) 平行对准,使得域内的磁力很强大。当铁磁材料处于未磁化状态时,所述域几乎是随机组织的,且所述部分的净磁场整体为零。当施加磁化力时,所述域变得对准,以在所述部分内产生强大的磁场。

[0023] 如上所述,在产生井筒 20 期间,在紧密围绕井筒 20 的区域中切线应力相对较高,这使得产生靠近井筒 20 的额外松散矿砂颗粒 40。因此,本发明的某些实施例可进一步使得磁化流体 70 渗透井筒 20 的半径的至少五倍的距离,使得这个前述区域内的松散矿砂颗粒 40 可被磁化,且随后按照需要被磁力排斥或吸引。

[0024] 图 3a 显示其中罩壳 80 提供磁力的本发明的一实施例。所属领域的技术人员将容易认识到,优选是例如钢等金属的罩壳可通过已知方法(例如,诱导磁性)直接磁化,或者可通过穿过罩壳传递电流来使其具有有效的电磁性。

[0025] 因为与磁化流体 70 接触,所以松散矿砂颗粒 40 被磁性涂层 90 围绕。在一个实施例中,这些磁性涂层 90 可包含多个顺磁性纳米颗粒。在其中松散矿砂颗粒 40 含有硅石的另一实施例中,通过使松散矿砂颗粒 40 与上述具有水和磁性材料颗粒的磁化试剂接触来形成这些磁性涂层 90。

[0026] 图 3b 显示其中在井筒 20 的产生区段中没有罩壳的裸眼完井的一实施例。在此实施例中,磁源 10 设置在产生管道下方。磁源 10 在产生管道下方的井筒内部下降,且面朝具有矿砂产生的裸眼构造。优选在从钻孔中插拔期间将磁源消磁。

[0027] 图 4 展示在低表面浓度下围绕各别松散矿砂颗粒 40 的轮廓图 100 的说明性微观图。轮廓图 100 起因于顺磁性颗粒 110 附着到松散矿砂颗粒 40 的外表面。在图 5 中,松散矿砂颗粒 40 具有高表面浓度的顺磁性颗粒 110,从而因为基本上像围绕松散矿砂颗粒 40 的壳体一样起作用的磁性涂层 90 而产生更加显著且有力的轮廓图 100。

[0028] 所属领域的技术人员将认识到,图中识别的磁性涂层 90、松散矿砂颗粒 40 和其它物件未必按比例绘制,而是为了容易识别可能显得比例更大。

[0029] 上文已描述了本发明,所属领域的技术人员将显而易见所述技术、程序、材料和设备的各种修改。虽然已经展示和描述了各种实施例,但是可对其进行各种修改和替代。因此,应了解,已经用说明而非限制的方式描述了本发明。此外,本发明可合适地包括所揭示的元件、由所述元件组成或基本上由所述元件组成,并且可在缺少未揭示的元件的情况下来实践。希望本发明的范围和精神内的所有此些变化包含在所附权利要求书的范围内。

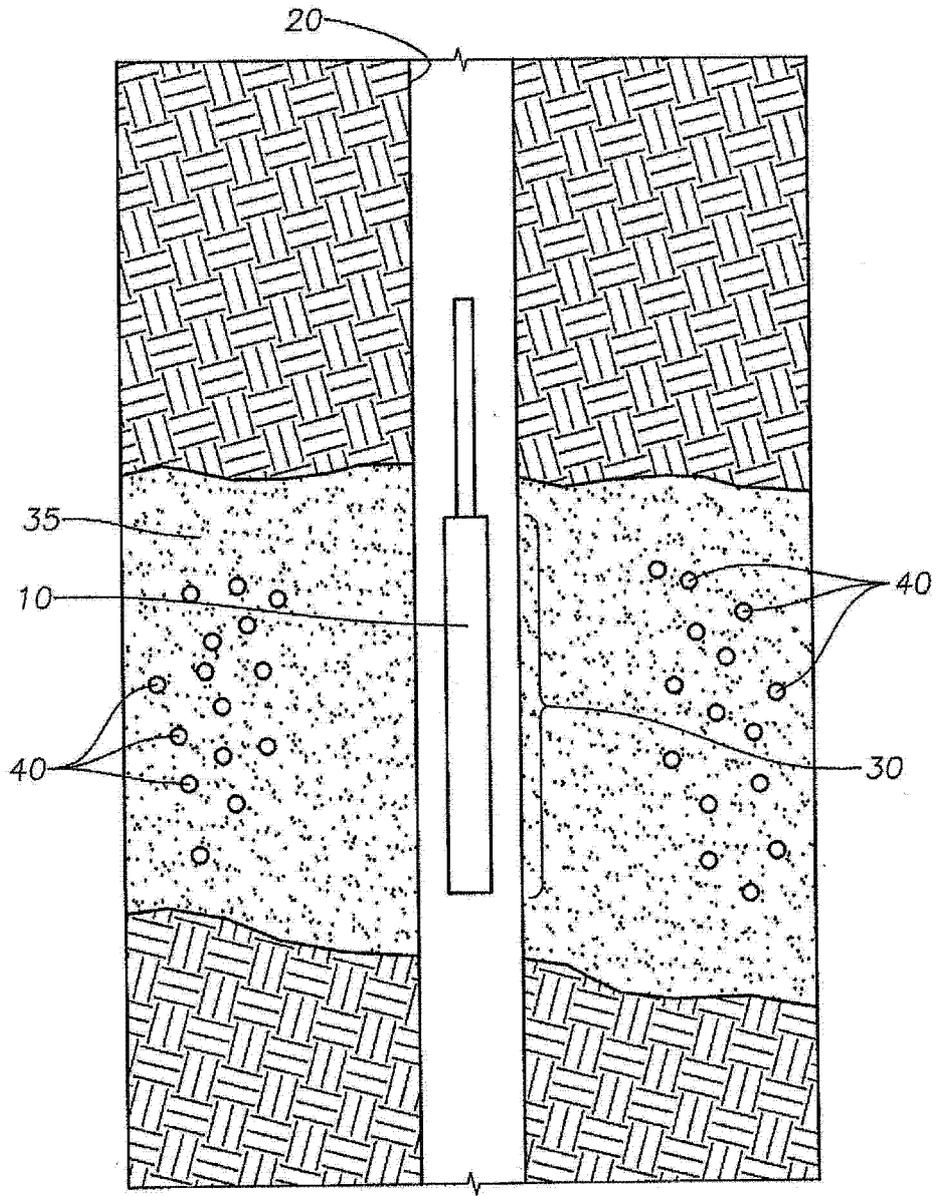


图 1

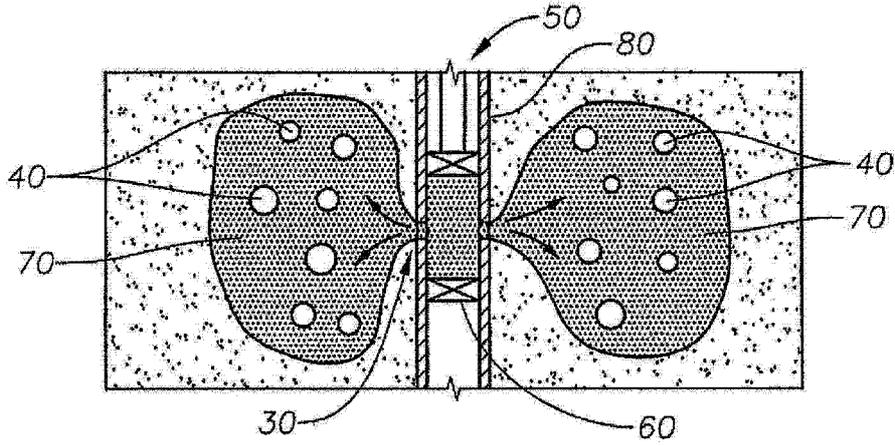


图 2

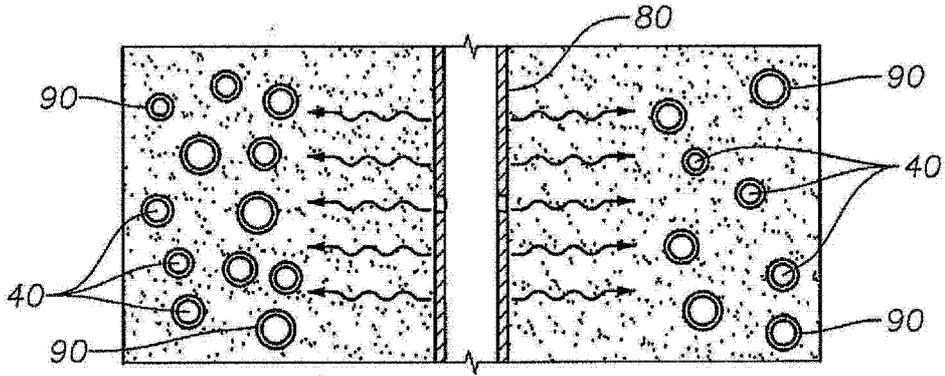


图 3A

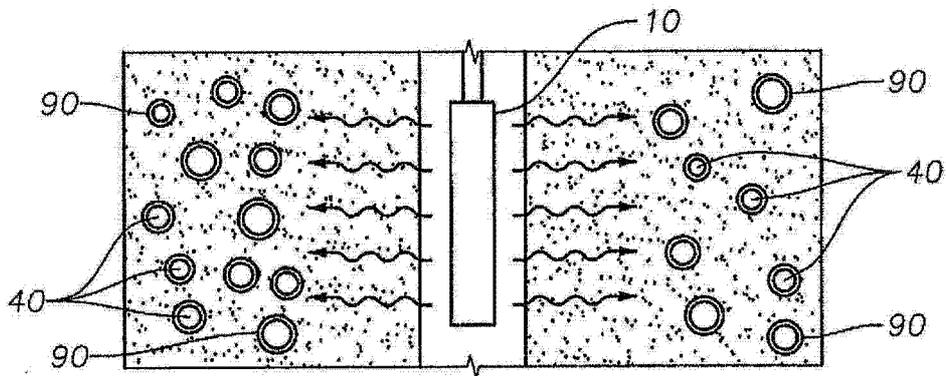


图 3B

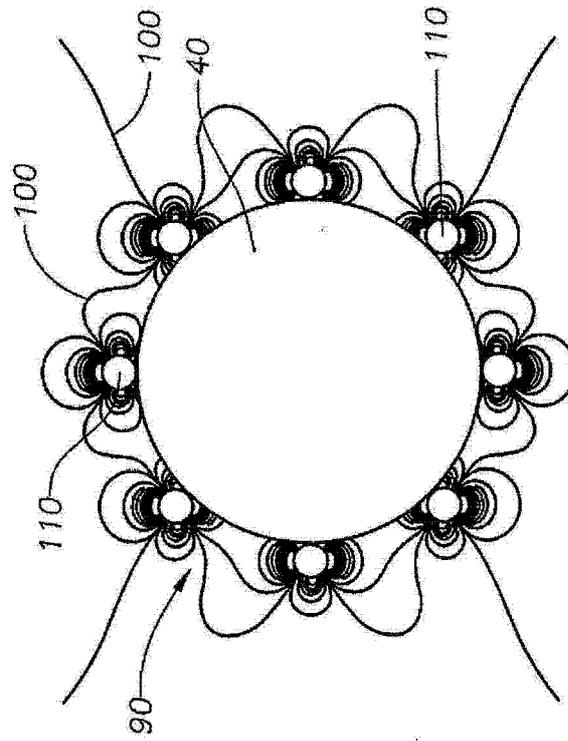


图 4

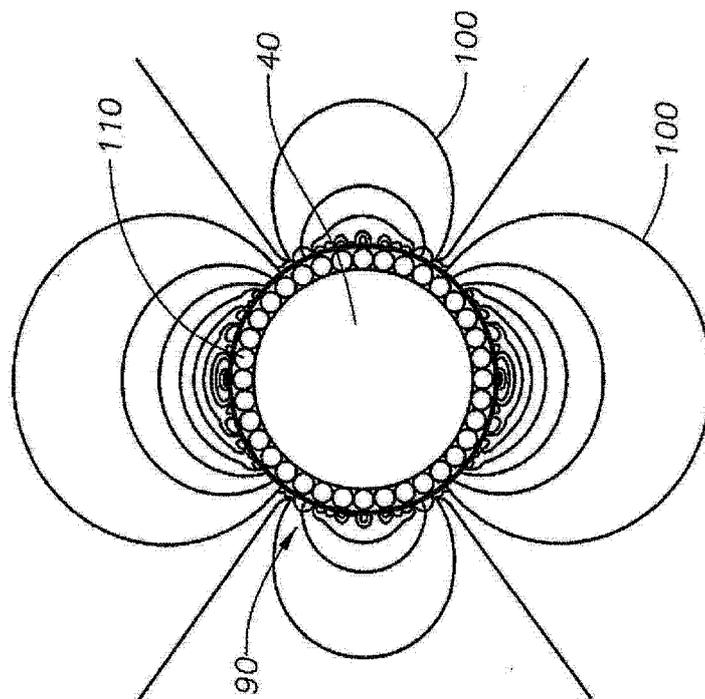


图 5