



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103748314 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 23

(21) 申请号 201280040919. 2

(22) 申请日 2012. 06. 19

(30) 优先权数据

61/499, 826 2011. 06. 22 US

13/526, 639 2012. 06. 19 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 02. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/043145 2012. 06. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/177637 EN 2012. 12. 27

(71) 申请人 科诺科菲利浦公司

地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 J·H·赫奇斯 D·H·比德莫尔

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 管莹 吴鹏

(51) Int. Cl.

E21B 25/00(2006. 01)

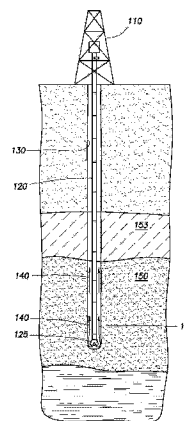
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

从松散或易碎地层进行的岩心捕获和采取

(57) 摘要

提供了使用钻探流体来从松散或易碎岩层进行改进的岩心样品的捕获和采取的方法和系统，该钻探流体允许通过增加的超压来保持切割岩心样品的能力和加强获取的岩心样品。在岩心样品的捕获和采取期间使用的钻探流体可包括尺寸范围为从约150微米至约1000微米的固体颗粒物防损失材料。所述固体颗粒物防损失材料防止地层中的断裂的开始和扩展，以允许使用否则不能够采用的较高超压。因此，通过在钻取岩心样品的同时在井眼中循环钻探流体，可以实现较高的超压，已发现该较高的超压在岩心捕获和采取过程中在保持岩心完整性和避免岩心损失方面是有益的。通过这种方式，改善了岩心样品的完整性，获得对地表下地层的更准确表示。



1. 一种用于从易碎或松散地层获取岩心样品的方法,包括以下步骤:
从贯穿易碎或松散地层的井眼钻取岩心样品;
在钻取所述岩心样品的同时在所述井眼中循环钻探流体,其中所述钻探流体包括平均尺寸范围为从 100 目(约 150 微米)至 18 目(约 1000 微米)的固体颗粒物防损失材料;
保持至少约 200psi 的超压;和
从该松散地层捕获和采取所述岩心样品。
2. 一种用于从易碎或松散地层获取岩心样品的方法,包括以下步骤:
从贯穿易碎或松散地层的井眼钻取岩心样品;
在钻取所述岩心样品的同时在所述井眼中循环钻探流体,其中所述钻探流体包括尺寸范围为基本上从 60 目(约 250 微米)至 30 目(约 600 微米)的固体颗粒物防损失材料,从而使所述固体颗粒物防损失材料适于减轻所述易碎或松散地层中或者邻近所述易碎或松散地层或在所述易碎或松散地层上方的地下区域中的断裂的产生和扩展;
保持至少约 200psi 的超压;和
从所述松散地层捕获和采取所述岩心样品。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,所述固体颗粒物防损失材料:
平均尺寸为从约 250 微米至约 600 微米,包括约 300 微米、约 350 微米、约 400 微米、约 450 微米、约 500 微米、约 550 微米和约 600 微米;
在从 60 目(约 250 微米)至 30 目(约 600 微米),包括 50 目(约 300 微米)、45 目(约 350 微米)、40 目(约 400 微米)、约 450 微米、35 目(约 500 微米)、约 550 微米和 30 目(约 600 微米)的尺寸范围内是按重量计至少 75%;
为石油焦炭、黑沥青、碳酸钙、玻璃、陶瓷、塑料、坚果壳或它们的任意组合,或者基本上以球体、空心珠、丸粒、片块、立方体形、角形或它们的任意组合的形状形成。
4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的方法,其中,所述井眼为斜井眼,包括与竖直方向成大于约 20 度、约 30 度、约 40 度、约 50 度、约 60 度、约 70 度、约 80 度的角度或者接近水平的井眼。
5. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的方法,其中,取决于所述防损失材料的比重和所述钻探流体的泥浆重量,所述钻探流体的固体颗粒物浓度为约 2 磅 / 桶(ppb)至 150ppb,包括约 2ppb、2.5ppb、3.4ppb、5ppb、7.5ppb、10ppb、15ppb、20ppb、25ppb、30ppb、34ppb、42ppb、50ppb、75ppb、80ppb、100ppb、125ppb 或 150ppb。
6. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的方法,
其中所述岩心样品以一连续部段延伸,该连续部段大于 10 英尺,包括约 10 英尺、15 英尺、20 英尺、25 英尺、30 英尺、35 英尺、从约 10 英尺至约 35 英尺、从约 15 英尺至约 30 英尺;或者
其中所述岩心样品的直径为约 2 英寸至约 6 英寸,包括约 2 英寸至 $2\frac{7}{8}$ 英寸、约 3 英寸至 $3\frac{7}{8}$ 英寸、约 4 英寸至 $4\frac{7}{8}$ 英寸、约 5 英寸至 $5\frac{7}{8}$ 英寸、约 $2\frac{1}{4}$ 英寸、约 $2\frac{1}{2}$ 英寸、约 $2\frac{3}{4}$ 英寸、约 $3\frac{1}{4}$ 英寸、约 $3\frac{1}{2}$ 英寸、约 $3\frac{3}{4}$ 英寸、约 $4\frac{1}{4}$ 英寸、约 $4\frac{1}{2}$ 英寸、约 $4\frac{3}{4}$ 英寸、约 5 英寸、约 $5\frac{1}{4}$ 英寸、约 $5\frac{1}{2}$ 英寸、约 $5\frac{3}{4}$ 英寸至约 6 英寸。
7. 根据权利要求 1-6 中任一项所述的方法:
其中保持超压的步骤在执行钻取所述岩心样品、循环所述钻探流体和采取所述岩心样

品的步骤期间进行；

其中所述超压大于 200psi, 包括约 200psi、300psi、400psi、500psi、600psi、700psi、800psi、900psi、1000psi、1100psi、1200psi、或从 200psi 至约 500psi、从约 300psi 至约 600psi、从约 600psi 至约 1200psi；

其中所述钻取步骤被限制在钻进速度小于在该超压下能够使所述岩心样品流态化的速度；

其中所述循环步骤还包括以低于约 150gpm 的流速在井眼中循环钻探流体的步骤。

8. 根据权利要求 1-7 中任一项所述的方法：

其中所述防损失材料在从 60 目(约 250 微米)至 30 目(约 600 微米)的尺寸范围内为按重量计至少 75%；

其中所述防损失材料为煅烧石油焦炭、碳酸钙、坚果壳或它们的任意组合；

其中所述钻探流体具有每桶钻探流体约 2 磅至约 150 磅的固体颗粒物浓度；

其中所述岩心样品以一从约 15 英尺至约 30 英尺的连续部段延伸；

其中所述岩心样品具有直径, 且其中所述岩心样品的该直径为约 2 英寸至约 6 英寸；

其中所述超压为从约 300psi 至约 1200psi；和

其中在钻取所述岩心样品、循环所述钻探流体以及捕获和采取所述岩心样品的步骤期间执行保持超压的步骤。

9. 根据权利要求 1-8 中任一项所述的方法：

其中所述固体颗粒物防损失材料的平均尺寸为从 60 目(约 250 微米)至 30 目(约 600 微米)；

其中所述岩心样品以一从约 10 英尺至约 35 英尺的连续部段延伸；

其中所述岩心样品具有直径, 且其中所述岩心样品的该直径为约 2 英寸至约 6 英寸；

其中在钻取所述岩心样品、循环所述钻探流体以及采取所述岩心样品的步骤期间执行所述保持超压的步骤。

从松散或易碎地层进行的岩心捕获和采取

[0001] 相关申请的交叉援引

[0002] 本申请是非临时专利申请,其根据 35U. S. C. § 119 (e) 要求于 2011 年 6 月 22 日提交的名称为“Improved Core Capture and Recovery from Unconsolidated or Friable Formations and Methods of Use (从松散或易碎地层进行改善的岩心捕获和采取以及使用方法)”的美国临时专利申请 No. 61/499, 826 的权益,该专利申请的内容整体结合入本文。

[0003] 关于联邦资助研究的声明

[0004] 无

技术领域

[0005] 本发明总体上涉及用于从松散或易碎地层进行岩心样品的改进的捕获和采取 (recovery) 的方法和系统。更具体地,但非限制性地,本发明的实施例包括使用钻探流体来进行改进的岩心样品捕获和采取的方法和系统,所述钻探流体允许通过增加的超压 (overpressure) 来增加岩石强度和提高了岩心采取率。

背景技术

[0006] 地质学家和工程师通常为了达到提高烃采取率的目的而对地层进行评估。一旦定位所关注的地层,研究地层的一种方式是通过获取和分析岩石的代表性样品。通常使用岩心钻或其它岩心捕获装置从地层提取所述代表性样品。通过这种方法获取的地层样品通常被称作岩心样品。岩心样品的分析通常被认为是用于评估地层的特性和其中的储层流体 (例如油、盐水和气体) 如何相互影响的最精确方法。尽管存在很多类型的岩心取样 (例如旋转和冲击侧壁取芯、切割等), 能够切割出常规的完整岩心提供了产生要测试的最大柱塞样品的最大量岩心 (通过具有改进的柱塞孔隙体积而具有改进的精度等) 和用于地质分析的最大连续原料。

[0007] 一旦岩心样品已经被输送到地面,则对该岩心样品进行分析以评估储层特性,如孔隙度、渗透率、相对渗透率、毛细管压力、润湿性、岩性等。岩心样品的分析随后用来规划和实施完井以及生产战略和设计。例如,岩心样品的分析可揭示用于确定从何区段来开采烃或者从何区段来强化或进行其它处理。

[0008] 松散和易碎地层在采取未损坏或有用的岩心样品方面存在很大的挑战。松散材料是在颗粒之间具有不足以在取芯或操作过程中停止单独的颗粒运动的粘合作用力的材料,其具有小于约 10psi 的压缩强度。换句话说,术语“松散的”是指松动的或未成层的颗粒,如未压实的、自由流动的沙粒。另一方面,易碎材料是指容易破碎成小碎片或变为单独的沙粒的材料。

[0009] 松散和 / 或易碎地层存在的一个共同问题是这些地层在岩心捕获和采取过程中容易受到在取芯钻头处的泥浆流冲刷或取芯衬管内堵塞的影响。在一些情况下,岩心样品可能不具有足以支承已经捕获的岩心样品柱的重量的压缩强度,或者岩心样品在取芯钻进过程中可被简单地流态化或“冲掉”。无论岩心损失的机理如何,在松散和易碎地层中岩心

损失仍然是重大的问题。这个问题在很多情况下如此严重,使得由于在捕获和采取岩心样品的同时遇到的严重问题而无法获得有用的岩心样品。实际上,已经估算出在美国和加拿大由于岩心不能使用或者岩心损坏而浪费大约 20% 的岩心样品。

[0010] 获取有用的岩心的问题在斜井和水平井中进一步加剧,因为,随着井眼的斜度增加,岩心变得自支承不足并且在进入期间较容易受到内管摩擦和震动的影响。

[0011] 已经提出多种常规方案来减轻岩心采取和损坏的问题。特别地,已经提出很多机械解决方案,诸如使用低侵入取芯钻头来降低使该岩心流态化的可能性。这种机械改善已经在真正的松散或易碎地层中获得了有限的成功。

[0012] 在一些情况下,操作人员已经依靠捕获和采取短部段的岩心样品来避免岩心坍塌。然而,即使这种技术能够偶尔起作用,但为继续采取多个岩心样品所需的额外井钻孔行程是昂贵且成本高的。在每日钻机费用在 20,000 美元到 100 万美元之间变化时,捕获和采取岩心样品花费时间的任何增加都会是非常昂贵的。

[0013] 另外,存在多种补救措施来减轻岩心损坏的不利影响。然而,正如可想象的,这些补救措施在减轻岩心损坏的不利影响方面远不如成功的预防措施有效。

[0014] 因此,需要一种改进的岩心捕获和采取方法,其克服了现有技术中的一个或多个缺点。

发明内容

[0015] 本发明总体上涉及用于从松散或易碎地层进行岩心样品的改进的捕获和采取的方法和系统。更具体地,但非限制性地,本发明的实施例包括使用钻探流体来进行改进的岩心样品捕获和采取的方法和系统,所述钻探流体允许通过增加的超压来增加岩石强度和提高了岩心采取率。

[0016] 一种用于从易碎或松散地层获取岩心样品的方法的一个例子包括以下步骤:从贯穿该易碎或松散地层的井眼钻取岩心样品;在钻取该岩心样品的同时在该井眼中循环钻探流体,其中所述钻探流体包括尺寸范围基本上为从约 250 微米至约 600 微米的固体颗粒物防损失材料,从而使该固体颗粒物防损失材料适于减轻该易碎或松散地层或者邻近该易碎或松散地层或在易碎或松散地层上方的地下区域中的断裂的产生和扩展;保持至少约 300psi 的超压;和从该松散地层捕获和采取该岩心样品。

[0017] 一种用于从易碎或松散地层获取岩心样品的方法的一个例子包括以下步骤:从贯穿易碎或松散地层的井眼钻取岩心样品;在钻取该岩心样品的同时在该井眼中循环钻探流体,其中所述钻探流体包括平均尺寸范围为从约 150 微米至约 1000 微米的固体颗粒物防损失材料;保持至少约 200psi 的超压;和从该松散地层捕获和采取该岩心样品。

[0018] 本发明的特征和优点对本领域技术人员来说将是显而易见的。虽然可以由本领域技术人员做出很多变化,但这些变化均涵盖在本发明的精神范围内。

附图说明

[0019] 通过参考下面与附图相结合的描述,可以获得对本发明及其优点的更完全的理解,其中:

[0020] 图 1 示出了根据本发明的一个实施例的岩心捕获和采取系统的一个例子。

[0021] 虽然易于对本发明进行多种修改和替换,但本发明的特定的示例性实施例已在附图中以示例方式示出并在本文中详细描述。然而,应当理解,本文中对特定实施例的描述并不意图将本发明限制为所公开的具体形式,而是相反,其意图在于涵盖落入由所附权利要求所限定的本发明的精神和范围内的所有修改方案、等同方案和替代方案。

具体实施方式

[0022] 本发明总体上涉及用于从松散或易碎地层进行岩心样品的改进的捕获和采取的方法和系统。更具体地,但非限制性地,本发明的实施例包括使用钻探流体来进行改进的岩心样品的捕获和采取的方法和系统,所述钻探流体允许通过增加的超压来增加岩石强度和提高岩心采取率。

[0023] 在某些实施例中,在于易碎或松散地层中钻取岩心样品的同时,钻探流体在井眼中循环。钻探流体可包括平均尺寸范围为从约 150 微米到约 1000 微米的固体颗粒物防损失材料。所述固体颗粒物防损失材料可用来防止地层中的断裂的产生和扩展,从而允许采用否则不能够使用的较高超压。由于下面解释的原因,较高的超压在易碎的或松散的岩心捕获和 / 或采取过程中对于保持岩心完整性和避免岩心损失是有益的。通过这种方式,改善了岩心样品的完整性,获得地表下地层的更准确表示。

[0024] 现在将详细参考本发明的多个实施例,所述实施例的一个或多个例子在附图中示出。提供的每个例子用于解释本发明,而不会对本发明构成限制。在不背离本发明的范围或精神的情况下对本发明做出的多种修改和改变对本领域技术人员来说是显而易见的。例如,作为一个实施例的一部分示出或描述的特征可用在另一实施例中产生又一实施例。因此,意图在于使本发明涵盖落入本发明范围内的这些修改和改变。

[0025] 图 1 示出了根据本发明的一个实施例的岩心捕获和采取系统。钻机 110 被设置用于致动带有岩心钻头 125 的钻杆 120,以用于从松散或易碎地层 150 采取岩心样品。在井眼 130 的钻进过程中,钻探流体 140 从钻杆 120 经过在钻杆 120 与井眼 130 之间形成的环状空间循环。钻探流体可包括固体颗粒物防损失材料。所述固体颗粒物防损失材料通过将在下文中进一步说明的若干有益机理允许在钻井期间使用较高的超压,而这又改进了岩心的捕获和采取。用这种方式,可以从松散或易碎地层 150 捕获和采取具有改善的岩心完整性的岩心样品。

[0026] 如前面所述的,当试图从松散和易碎地层采取岩心样品时,这些地层存在严重的问题。通常,松散和易碎地层缺乏足以在岩心捕获和采取过程中保持岩心完整性的耐压强度,尤其是对于长度超过约 10 英尺至约 12 英尺的岩心样品。在很多情况下,如果并非不可能,使用传统方法提取具有任意长度的有用岩心长度是困难的。

[0027] 改善岩心地层的结构完整性的一种方式是通过使用钻探流体或其它处理流体增加井眼内的超压。超压为在给定深度处超出储层孔隙压力的井眼压力。增加岩心样品周围的超压通过多种机理减小了岩心坍塌和损失的危险。然而,可施加在井眼中的超压(加强钻头表面处的地层和加强任何新切割的岩心)的量受地层的断裂梯度或断裂压力(或者相邻的地下区域例如相邻区域 153 的断裂梯度或断裂压力)限制。遗憾的是,在很多松散和易碎地层中,地层的破裂压力(或者相邻地下区域的破裂压力)是相当低的,从而使在不会遇到突然的流体损失问题的情况下岩心样品周围的超压不能显著增加。也就是说,增加在地层

中的超压将在某一位置处导致进入松散或易碎地层(或者相邻地下区域)的断裂的产生和扩展,使得钻探或处理流体从井眼损失,而这又导致突然的压力损失。无法保持井眼内的压力不但存在严重的井控制问题,而且不能为岩心样品提供期望的结构完整性支持。

[0028] 因此,期望升高在井眼和地层中的容许超压。增加该容许超压的一种方式是通过循环适于减轻断裂的产生和扩展的钻探流体,即,提高断裂梯度或断裂压力的钻探流体。在某些实施例中,钻探流体包括固体颗粒物防损失材料,其增加了断裂的产生和扩展压力。该固体颗粒物防损失材料可包括表现为在原始的或现存的断裂的末端处“筛出”的固体颗粒物,以防止在取芯区段中的断裂的开始和扩展。在其它情况下,固体颗粒物可减轻相邻地下区域诸如覆岩结构中的断裂的产生和扩展。

[0029] 在某些实施例中,固体颗粒物防损失材料包括尺寸范围为从 140 目(约 100 微米)至 18 目(约 1000 微米)的颗粒物。在其它实施例中,固体颗粒物防损失材料的颗粒物的尺寸范围为从约 250 微米至约 600 微米,或为从约 30 目至约 60 目,或者它们的任意组合,其中特定的筛眼尺寸对应于经特定的筛孔尺寸被保留或通过颗粒数目。通常,筛眼尺寸“小于”表明超过 75%、80%、90% 或 95% 的颗粒将通过对应的筛孔尺寸。例如 18 目对应于约 1000 微米,20 目为约 840 微米,25 目为约 700 微米,30 目为约 600 微米,35 目为约 500 微米,40 目为约 420 微米,45 目为约 350 微米,50 目为约 300 微米,60 目为约 250 微米,70 目为约 210 微米,80 目为约 180 微米,100 目为约 150 微米,120 目为约 125 微米,和 140 目为约 100 微米。筛眼尺寸可以是有界的,其中在 20 目(~840 微米)和 60 目(~250 微米)之间的特定材料将包括通过 20 目筛网、小于 840 微米的颗粒和由 60 目筛网保持的、大于 250 微米的颗粒的多种颗粒。在一个实施例中,提供在 20 目和 60 目之间的颗粒。在另一个实施例中,提供在 18 目和 140 目之间的颗粒。

[0030] 在另一个实施例中,提供具有平均颗粒尺寸的颗粒。在给定单个颗粒尺寸的情况下,大多数颗粒大致为该给定尺寸,这可通过标准偏差、百分比、过筛能力或取决于材料以及其是如何生产的其它标准变化。可以提供 18 目、20 目、25 目、30 目、35 目、40 目、50 目、55 目、60 目、65 目、70 目、75 目、80 目、85 目、90 目、95 目、100 目、110 目、120 目、130 目或 140 目的颗粒。

[0031] 固体颗粒物防损失材料可包括适于增加岩心区域周围的潜在超压的任何材料。合适的固体颗粒物防损失材料的例子包括但不限于石油焦炭、煅烧石油焦炭、黑沥青、碳酸钙、玻璃、陶瓷、聚合物珠、坚果壳(nut shell)或者它们的任意组合。固体颗粒物防损失材料可包括在于 1992 年 10 月 5 日提交的美国专利 US5,207,282 中描述的任何固体颗粒物防损失材料,该专利通过引用结合入本文。

[0032] 通常,固体颗粒物防损失材料可包括具有界限清楚的物理形状的固态材料以及那些具有不规则几何形状的材料,包括但不限于具有球体、空心珠、丸粒、片块、立方体、角形体或者它们的任意组合的物理形状的任意颗粒。

[0033] 因此,循环包含固体颗粒物防损失材料的钻探流体具有允许使用较高超压的有益效果。较高的超压通过多种机理改善了岩心的完整性。首先,较高的超压压紧岩心,这增加了岩心样品的结构完整性。此外,与固体颗粒物防损失材料一起使用的较高超压促使形成围绕或以其它方式包封岩心样品的包覆层或膜。这种包覆层或膜由在钻探流体循环期间其自身沉积在岩心样品周围的密实的固体或半固体材料形成。这种泥饼也通过用泥饼的包封

支承层覆盖岩心来增加岩心样品的结构完整性。然而,无论通过何种机理增加岩心样品的结构完整性,可以发现增加超压导致岩心样品的结构完整性大幅度增加。

[0034] 在某些实施例中,从固体颗粒物防损失材料的循环获得的超压包括高达约 1200psi 的超压,包括从约 200psi 至约 600psi、从约 300psi 至约 500psi、从约 600psi 至约 1200psi、至少约 200psi、300psi、400psi、500psi、600psi、700psi、800psi、900psi、1000psi、1100psi、1200psi 或它们的任意组合的超压。

[0035] 本发明的某些实施例可以将该固体颗粒物防损失材料在钻探流体中的浓度改变成在由公式 $C=SG(3.5MW-14.0)$ 确定的浓度的约 $\pm 20\%$ 范围内,其中 C 是在钻探流体中的固体颗粒物防损失材料的以每桶钻探流体含的磅数为单位的浓度,其中 SG 为防损失材料的比重,和其中 MW 为钻探流体的泥浆重量(磅/加仑)。在另一些实施例中,该浓度可由公式 $C \geq 12.3SG$ 确定。在某些实施例中,取决于钻探流体的固体颗粒物防损失材料和其它组分的特性和性能,合适的浓度可包括但不限于从约 2 磅/桶(ppb)至约 150ppb 或者从约 20ppb 至约 80ppb。在另一实施例中,取决于钻探流体的防损失材料的比重和泥浆重量,合适的浓度包括约 2ppb、2.5ppb、5ppb、7.5ppb、10ppb、15ppb、20ppb、25ppb、30ppb、50ppb、75ppb、80ppb、100ppb、125ppb 或者 150ppb。较轻的防流失材料比如坚果壳(1.3sp gr)与密度较大的防损失材料如 $CaCO_3$ (2.6sp gr) 相比,可以用于低得多的 ppb。经常使用的浓度的其它度量单位包括磅/加仑(ppg),其中 1ppg=42ppb,以及重量百分比,其中对于比重为 1 的材料,1 重量%=3.4ppb。

[0036] 因此,本发明的方法的一个例子包括以下步骤:在易碎或松散地层中钻取岩心样品;在钻取岩心样品的同时在井眼中循环钻探流体,其中该钻探流体包括固体颗粒物防损失材料;保持增加的超压;和从该松散地层采取岩心样品。在某些实施例中,保持该增加的超压的步骤可与一个或多个其它步骤(例如钻取、循环和采取)同时进行。

[0037] 在某些实施例中,在钻进步骤中,岩心钻的钻进速度被限制在这样的速度,即能够有效地切割岩心样品并避免在岩心捕获过程中流态化、“冲走”岩心样品,或者以其它方式损坏该岩心样品。另外,也可以控制钻探流体的流速以进一步限制冲走岩心样品。合适的受限的钻探流体循环流速包括但不限于小于约 150gpm。在某些实施例中,可以优选捕获较大直径的岩心样品。合适的岩心直径包括但不限于从约 4 英寸至约 $5\frac{1}{4}$ 英寸的直径。

[0038] 因为斜井具有较低的井眼坍塌压力,因此在应用到斜井的情况下,本发明的方法尤其有利。因此,本发明的某些实施例将本文中的方法应用到斜井,包括尤其是相对垂直方向倾斜超过 40 度的井,包括水平井。

[0039] 在不使用本文描述的方法的情况下,在一些松散或易碎地层中捕获和采取具有任意长度的岩心样品是困难的或不可能的。在一些地层中,每次可采取不多于约 10 英尺至约 12 英尺的未损坏岩心长度。在这样的情况下,应用本发明的方法可获得长达约 20 英尺至约 30 英尺的岩心长度,而不会对岩心样品造成大的损害。

[0040] 应当清楚地认识到本文描述的每个装置的任何元件和特征均能够不受限制地用于本文描述的任一其它装置。另外,应当清楚地认识到,除非另外明确说明或者由特定的方法本身需要,本文的方法步骤可以以任何次序执行。

[0041] 因此,本发明非常适于获得所提及的结果和优点,以及那些固有的结果和优点。上面描述的多个具体实施例仅仅是示例性的,因为本发明可以以不同的但对从本文的教导获

益的本领域技术人员来说显而易见的等同方式进行更改和实施。另外,除了后面的权利要求书中描述的,本文示出的结构或设计的细节是非限制性。因此,显然上面公开的具体示例性实施例可被改变或更改,并且所有这样的变化和等同方案均认为落入本发明的精神和范围内。另外,除非专利权所有人另外明确且清楚地限定,权利要求书中的术语具有它们平常的、普通的含义。

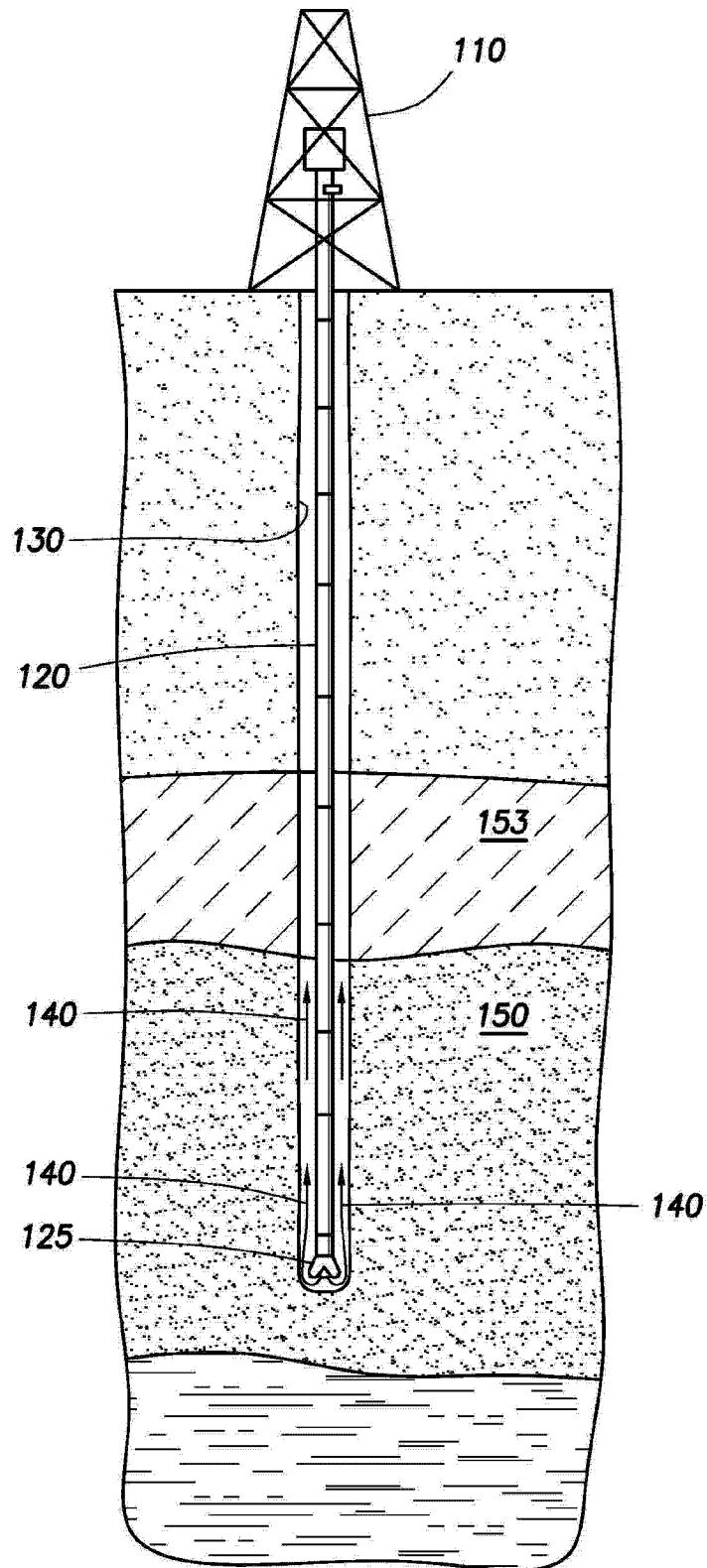


图 1