

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01V 5/10 (2006.01)

G01N 23/00 (2006.01)

H05H 3/06 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780043033.2

[43] 公开日 2009年9月23日

[11] 公开号 CN 101542320A

[22] 申请日 2007.11.19

[21] 申请号 200780043033.2

[30] 优先权

[32] 2006.11.20 [33] NO [31] 20065325

[86] 国际申请 PCT/NO2007/000407 2007.11.19

[87] 国际公布 WO2008/063075 英 2008.5.29

[85] 进入国家阶段日期 2009.5.20

[71] 申请人 威苏雷有限公司

地址 挪威兰达博格

[72] 发明人 菲尔·蒂格

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 党晓林

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 2 页

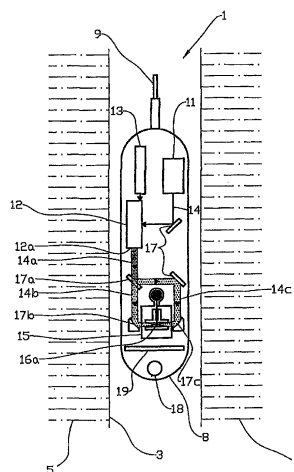
## [54] 发明名称

中子的井下非同位素生成方法以及实施该方法所用的设备

## [57] 摘要

本发明提供中子的井下非同位素生成方法以及实施该方法所用的设备。在用于在井下生成非放射性中子辐射(28)的方法中,中子辐射被设置成能够从钻井(3)的周围环境(5)产生反射,特别是伽马辐射,该方法包括以下步骤:通过泵型激光光源(13)激发多级激光增强器(12)中的激光(14)而形成脉冲激光(14a),入射光的能量集中在受限的激光脉冲上,从而表现出比激光(14)的连续通量更高的光能量;在真空室(15)的空间(23)内形成富中子流体(16)的液滴(16a);将被从基本完全相反的方向导向液滴(16a)的二次脉冲激光射线(14b, 14c)聚焦在液滴(16a)内的一点处,液滴(16a)从而被压缩并加热,使得液滴(16a)中的富中子流体向周围环境(5)发出中子辐射(28),从而从周围环境(5)形成至

少在伽马频率范围内的高能量的反射。一种用于实施该方法的设备(1)。



1. 一种用于在井下生成非放射性中子辐射 (28) 的方法, 所述中子辐射被设置成能够从钻井 (3) 的周围环境 (5) 产生反射, 特别是伽马辐射, 该方法的特征在于包括以下步骤:

形成激光 (14);

将激光 (14) 导入多级激光增强器 (12) 中;

通过泵型激光光源 (13) 激发激光 (14), 以形成脉冲激光 (14a), 入射光的能量集中在受限的激光脉冲上, 受限激光脉冲表现出比激光 (14) 的连续通量更高的光能量;

将一次脉冲激光射线 (14a) 引导通过分光器 (17a), 以形成两束具有基本相同的频率、能含量以及相位的二次脉冲激光射线 (14b, 14c);

在真空室 (15) 的空间 (23) 内形成富中子流体 (16) 的液滴 (16a);

将被从基本完全相反的方向导向所述液滴 (16a) 的二次脉冲激光射线 (14b, 14c) 聚焦在所述液滴 (16a) 内的一点处, 所述液滴 (16a) 从而被压缩并加热, 使得所述液滴 (16a) 中的富中子流体向周围环境 (5) 发出中子辐射 (28),

从而从所述周围环境 (5) 形成至少在伽马频率范围内的高能量的反射。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述脉冲激光的频率在飞秒范围内。

3. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 通过将所述流体 (16) 配送到压缩管 (23) 中而形成富中子流体 (16) 的所述液滴 (16a)。

4. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 从由重水 ( $2\text{H}_2\text{O}$ )、压缩的气态  $6\text{He}$ -或  $8\text{He}$ -化合物以及自然形成的例如  $7\text{Li}$ -或  $11\text{Li}$  的氦组合物构成的组中选择富中子流体 (16)。

5. 一种用于在井下生成非放射性中子辐射 (28) 的设备 (1), 所述中子辐射 (28) 设置成能够从钻井 (3) 的周围环境 (5) 产生反射, 特别是伽马辐射, 所述设备 (1) 的特征在于包括:

激光光源 (11);

多级增强器 (12);

脉冲型激光光源 (13), 其连接到所述增强器 (12) 并被共同地设置成能够形成脉冲激光 (14a), 受限激光脉冲的能量表现出比由所述激光光源 (11) 形成的激光 (14) 的连续通量更高的光能量;

分光器 (17a), 其布置成能够将所述一次脉冲激光射线 (14a) 分成两束具有基本相同的频率、能含量以及相位的二次脉冲激光射线 (14b, 14c);

真空室 (15), 其包括一个或若干个设置成能够形成富中子流体 (16) 的液滴 (16a) 的装置 (22);

装置 (17), 其设置成能够经由所述增强器 (12) 与所述分光器 (17a), 将所述激光 (14, 14a, 14b, 14c) 从所述激光光源 (11) 引导至所述液滴 (16a);

装置 (23), 其设置成在所述液滴 (16a) 受到所述二次脉冲激光射线 (14b, 14c) 的作用时能够限制所述液滴 (16a) 的运动;

装置 (17a, 17b), 其设置成能够从两个完全相反的方向将所述二次脉冲激光射线 (14b, 14c) 聚焦在所述富中子流体 (16) 的所述液滴 (16a) 中的一点处; 以及

装置 (25), 其设置成能够向环绕所述设备 (1) 的所述周围环境 (5) 发出中子辐射 (28), 通过由所述脉冲激光射线 (14b, 14c) 压缩并加热由所述富中子流体 (16) 构成的所述液滴 (16a), 从而形成所述中子辐射 (28)。

6. 根据权利要求 5 所述的设备, 其特征在于, 所述脉冲型激光光源 (13) 被设置成能够形成具有飞秒 (10<sup>-15</sup> 秒) 范围内的频率的所述脉冲激光。

7. 根据权利要求 5 所述的设备, 其特征在于, 设置成能够引导所述激光 (14, 14a, 14b, 14c) 的所述装置 (17) 由多个镜子组成。

8. 根据权利要求 5 所述的设备, 其特征在于, 设置成能够引导所述激光 (14, 14a, 14b, 14c) 的所述装置 (17) 由光纤组成。

9. 根据权利要求 5 所述的设备，其特征在于，设置成能够将所述二次脉冲激光射线（14b，14c）聚焦在所述富中子流体（16）的液滴（16a）中的一点处的所述装置为凹镜（17b，17c）。

10. 根据权利要求 5 所述的设备，其特征在于，设置成能够将所述二次脉冲激光射线（14b，14c）聚焦在所述富中子流体（16）的液滴（16a）中的一点处的所述装置为透镜结构。

11. 根据权利要求 5 所述的设备，其特征在于，设置成在所述液滴（16a）受到所述二次脉冲激光射线（14b，14c）的作用时能够限制所述液滴（16a）的运动的所述装置由压缩管（23）构成。

12. 根据权利要求 11 所述的设备，其特征在于，所述压缩管（23）设置有两个端部开口（23a）以及设置在所述压缩管（23）的所述两个端部开口（23a）之间的流体供应开口。

## 中子的井下非同位素生成方法以及实施该方法所用的设备

### 技术领域

本发明涉及一种中子的井下非同位素生成方法，该方法特别用于油井、气井、水井的勘探与生产。本发明还涉及实施该方法所用的设备。

### 背景技术

根据现有技术，在进行井下测录和收集材料数据时广泛使用了放射性同位素。这种技术的缺点包括由放射性同位素造成的辐射危害，以及因此既要在钻探装置上也要在相关的供应和维护设施上进行的成本高昂且要求苛刻的同位素和放射性废物处理。

### 发明内容

本发明的目的是弥补或减少现有技术的至少一种缺点。

通过下列说明以及后附的权利要求中所描述的特征，可以实现上述目的。

本发明的目的是提供一种中子的非同位素生成方法，以及实施该方法所用的设备。

通过一种其中使富中子流体的液滴在来自两个方向的脉冲激光的作用下以非放射性的方式提供中子的方法实现本发明的目的。通过精细的配量装置将液滴从贮液器配送到压力室管的受限空间中，从而在真空室中提供液滴。将所述脉冲激光导向所述压力室管的各端，所述光射线在该处聚焦在液滴中。脉冲光对液滴的同时作用导致在所述液滴中产生冲击波，该冲击波造成所述液滴被压缩并发热。所述液滴中的一些原子核发出用于辐射周围环境（尤其是钻井中的周围环境）的原子结构的中子。被中子辐射的原子发出伽马射线，该伽马射线可以由被屏蔽而免受辐射液滴的直接中子辐射的检测器记录到。

根据本发明可以在需要时以高强度提供中子辐射。因此，提供中子辐射的这种方式的输出功率比在采用放射性同位素时的输出功率高出许多倍，从而大大缩短了测录特定量的数据所耗费的时间，而使成本得以降低。该方法未涉及使用放射性同位素，因此不必实施在处理放射性同位素与放射性废物材料时所采用的大范围检查、安全措施等。

实施本发明方法所用的设备体现了电子学、光电子学以及物理学领域内的已知技术与新技术的结合。

在油气行业中，当需要进行测录（例如测录地下结构）时，这种在需要时在钻井下提供高强度中子辐射而无须使用放射性材料的能力被证明非常有利。

更具体地，在第一方面中，本发明涉及一种在井下生成非放射性中子辐射的方法，该中子辐射设置成能够从钻井的周围环境产生反射，特别是伽马辐射，该方法的特征在于包括以下步骤：

形成激光；

将激光导入多级增强器；

通过泵型激光光源而激发激光，以形成脉冲激光，入射光的能量集中在受限的激光脉冲上，因此表现出比激光的连续通量更高的光能量；

将一次脉冲激光射线引导通过分光器，以形成两束具有基本相同的频率、能含量（energy content）以及相位的二次脉冲激光射线；

在真空室的空间内形成富中子流体的液滴；

将被从基本完全相反的方向导向所述液滴的二次脉冲激光射线聚焦在所述液滴内的一点处，因此所述液滴被压缩并加热，使得所述液滴中的富中子流体向周围环境发出中子辐射，从而从周围环境形成至少在伽马频率范围内的高能量的反射。

优选地，所述脉冲激光的频率在飞秒范围内。

优选地，通过将所述流体配送到压缩管中而形成富中子流体的所述液滴。

优选地，从由重水（ $2\text{H}_2\text{O}$ ）、压缩的气态  $6\text{He}$ -或  $8\text{He}$ -化合物以及自然形成的例如  $7\text{Li}$ -或  $11\text{Li}$  的氦合成物构成的组中选择富中子流体。

在第二方面中，本发明涉及用于在井下生成非放射性中子辐射的设备，所述中子辐射设置成能够从钻井的周围环境产生反射，特别是伽马辐射，所述设备的特征在于包括：

激光光源；

多级增强器；

脉冲型激光光源，其连接到所述增强器并被共同地设置成能够形成脉冲激光，受限激光脉冲的能量表现出比由所述激光光源形成的激光的连续通量更高的光能量；

分光器，其布置成能够将所述一次脉冲激光射线分成两束具有基本相同的频率、能含量以及相位的二次脉冲激光射线；

真空室，其包括一个或若干个设置成能够形成富中子流体的液滴的装置；

设置成能够经由所述增强器与所述分光器将所述激光从所述激光光源引导至所述液滴的装置；

设置成在所述液滴受到所述二次脉冲激光射线的作用时能够限制所述液滴的运动的装置；

设置成能够从两个完全相反的方向将所述二次脉冲激光射线聚焦在所述富中子流体的所述液滴中的一点处的装置；以及

设置成能够向环绕所述设备的所述周围环境发出中子辐射的装置，通过由所述二次脉冲激光射线压缩并加热由所述富中子流体构成的所述液滴，从而形成所述中子辐射。

优选地，所述脉冲型激光光源 13 被设置成能够形成具有飞秒（10-15 秒）范围内的频率的所述脉冲激光。

优选地，设置成能够引导所述激光的所述装置由多个镜子组成。可选地，设置成能够引导所述激光的所述装置由光纤组成。

优选地，设置成能够将所述二次脉冲激光射线聚焦在所述富中子流体的液滴中的一点处的所述装置为凹镜。可选地，设置成能够将所述二次脉冲激光射线聚焦在所述富中子流体的液滴中的一点处的所述装置为透镜结构。

优选地，布置成在受到所述二次脉冲激光射线的作用时能够限制所述液滴的运动的所述装置由压缩管构成。

有利地，所述压缩管设置有两个端部开口以及设置在所述两个端部开口之间的流体供应开口。

### 附图说明

下面描述在附图中示出的优选实施方式的实施例，附图中：

图 1 示出了置于钻井中的根据本发明的设备；

图 2 以较大的比例示出了具有贮液器与压力室管的真空室。

### 具体实施方式

首先参照图 1，其中标以附图标记 1 的根据本发明的设备被置于地下结构 5 的钻井 3 中。

设备 1 设置有外罩 8，外罩 8 与一本身已公知的装置（未示出）连接，该装置用于通过缆绳 9 在钻井 3 中定位和移动所述设备。

设备 1 设置有能够提供光射线 14 的激光光源 11、多级激光增强器 12、以及泵型激光光源 13，泵型激光光源 13 设置成与激光增强器 12 协作以增强光射线 14，并从激光增强器 12 的输出端 12a 提供频率在飞秒范围内的脉冲激光 14a。设备 1 还设置有真空室 15，如以下进一步的详细描述，该真空室 15 设置有允许形成富中子流体 16（参见图 2）的液滴 16a（参见图 2）的装置。分光器 17a 提供并设置成能够将脉冲激光 14a 分成两束脉冲激光射线 14b、14c。以下述方式设置若干镜子 17，即，这些镜子被设置成能够将激光 14、14a、14c 从激光光源 11 引导至激光增强器 12，从激光增强器 12 引导至分光器 17a，并进一步引导至一装置，如本文所示，该装置布置成能够例如通过凹镜 17b、17c 从两个完全相反的方向将两束脉冲激光射线 14b、14c 聚焦在液滴 16a 中的一点处。

设备 1 还包括检测器 18，检测器 18 以本身已公知的方式被设置成能够检测来自周围环境的电离辐射（尤其是伽马辐射），更具体是来自接受测录的地下结构 5 的电离辐射。通过屏蔽件 19，检测器 18 被保护而不受



来自于设备 1 的辐射源的直接中子辐射 28（参见图 2）的影响，辐射源为富中子流体 16 的受脉冲光作用的液滴 16a（参见图 2）。

设备 1 还包括信号通信装置（未示出），该信号通信装置用于设备 1 中的有效单元 11、12、13、15、18 之间的信号传输，或者一个或若干个所述单元与地面上的控制及记录单元（未示出）之间的信号传输。这些装置可以包括导线，但是本领域技术人员应清楚，也可适于采用无线传输。

现在参照图 2，其中更加详细地示出了真空室 15。真空室 15 以本身公知的方式设置成保持内部的指定合适负压，真空室 15 的壁 24 以压力密封的方式连接，所需的流体管道传送管道衬套也采用压力密封。真空室 15 包括窗口 25，该窗口 25 可以透过呈脉冲激光 14a 和中子辐射 28 形式的辐射。

贮液器 21 经由配量装置 22（示意性示出）与真空室 15 连接，该配量装置 22 设置成以受控的方式将限量的富中子流体 16 以液滴 16a 的形式配送到压缩管 23 中。液滴 16a 被压缩管 23 的壁 23a 与配量装置 22 的口部包围。液滴 16a 朝向压缩管的两个端部开口 23b 呈现为自由表面。

配量装置 22 被连接到控制装置（未示出），该控制装置设置成用于引导控制配送到压缩管 23 中的流体。流体配量装置 22 设置成能够以压力密封的方式封闭压缩管 23 与贮液器 21 之间的连接。

当液滴 16a 设置在压缩管 23 中时，该液滴 16a 可以通过压缩管的两个端部开口 23b 响应于压力作用被压缩，这是由于包围的压缩管壁 23a 和压缩管 23 与贮液器 21 之间的压力密封连接造成的。该压缩以本身已公知的方式导致液滴 16a 中发热。根据本发明，通过由两个脉冲激光射线 14b、14c 以同步的方式在液滴 16a 上施以“冲击能”而形成压力作用。所施加的能量由于以下事实导致液滴 16a 压缩，即，液滴 16a 不能从其在压缩管 23 中的被包围位置逸出。

流体 16 为富中子（优选为重水（ $2\text{H}_2\text{O}$ ））流体，但也可以采用压缩的气态  $6\text{He}$ -或  $8\text{He}$ -化合物，这些化合物一般公知为中子载体。自然形成的氦合成物（例如  $7\text{Li}$ -或  $11\text{Li}$ ）也可用作中子源。这些可选的中子源的

使用对于设备 1 的构造与操作模式来说影响不大。

当通过配量装置 22 设置在压缩管 23 中的液滴 16a 被同时从两侧由激光 14b、14c 的脉冲照射时，液滴 16a 中会产生冲击波。这导致快速压缩并发热，因此导致从液滴 16a 中的原子结构发射出一些中子。从而形成中子辐射 28，并将中子辐射 28 导向周围环境，即，导向钻井 3 的周围地下结构 5，从而产生呈伽马辐射形式的反射，该反射可通过检测器 18 进行检测。

因此，为了能够绘制地下结构 5 和其中所容纳的流体，以常规方式对被检测的反射进行记录、存储和分析。

本领域技术人员应清楚，根据本发明的用于提供中子辐射的方法和设备不仅仅局限于测井作业，还可用于具有限定空间和能源供应可能有限的多个领域。

本领域技术人员应清楚，本发明以快速且无风险的方式提供了理想的辐射强度。与传统的基于同位素的方法相比，本发明使得能够以更短的时间完成指定的研究。其中这是因为在实施本文讨论的类型的研究的前后无须处理放射性同位素的情况下，可以在不会给周围环境带来风险的情况下增加辐射强度。

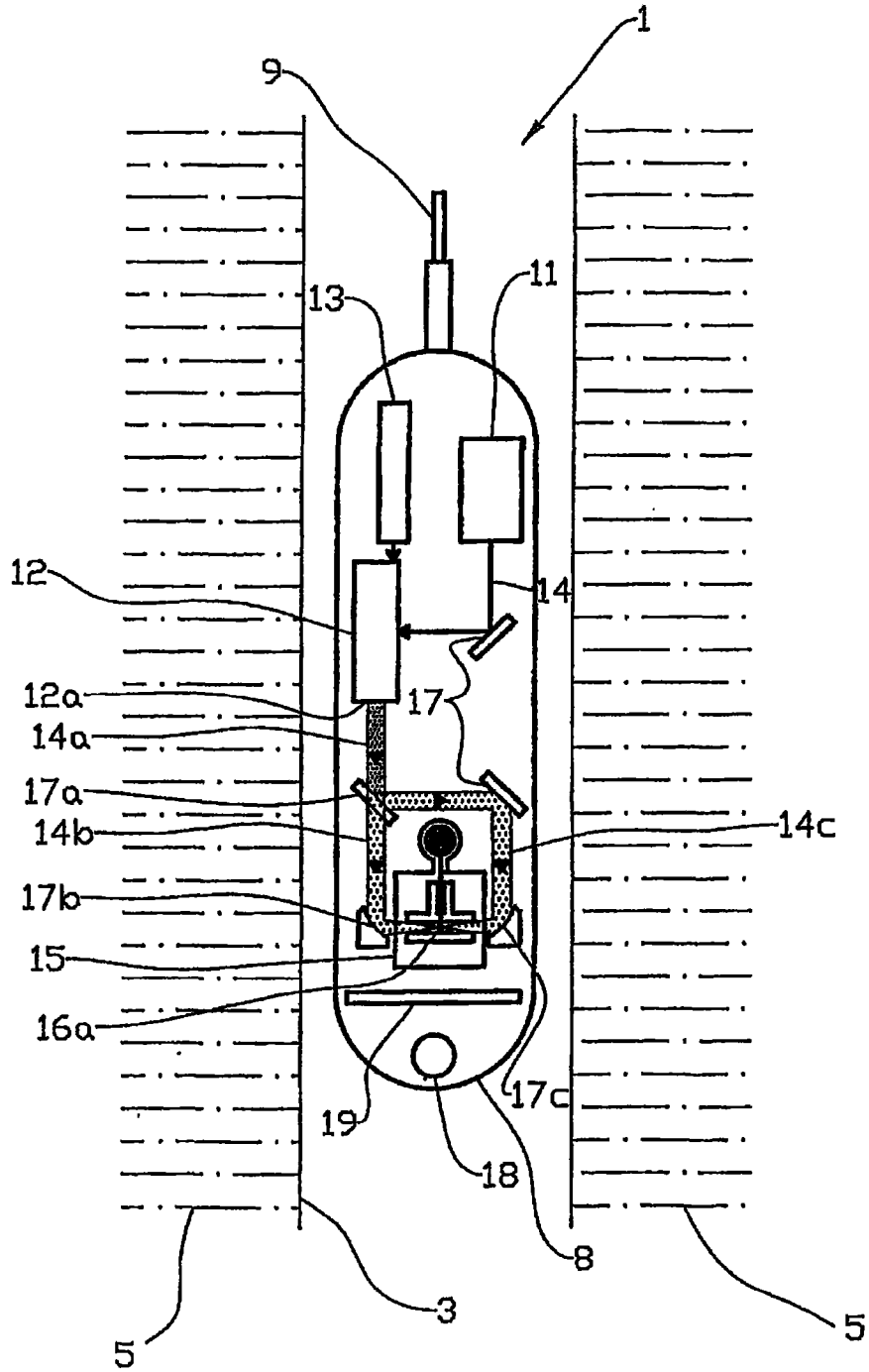


图 1

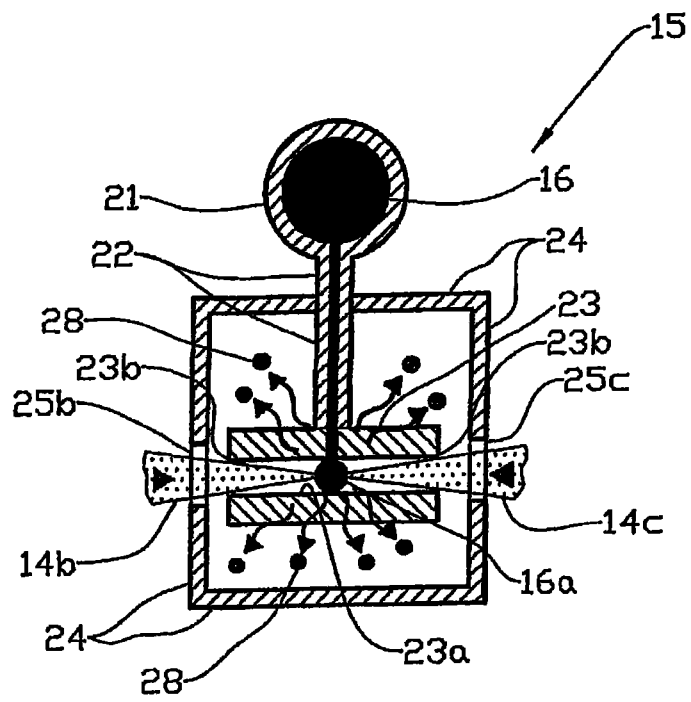


图 2