



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104254637 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 31

(21) 申请号 201380011446. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 02. 28

G23C 16/26(2006. 01)

(30) 优先权数据

G23C 14/06(2006. 01)

20120218 2012. 02. 28 NO

E21B 34/06(2006. 01)

F16K 3/02(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 08. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/N02013/050041 2013. 02. 28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/129939 EN 2013. 09. 06

(71) 申请人 阿克海底公司

地址 挪威吕萨克

(72) 发明人 亨里克·迪欣格顿·哈尔多森

达格·特威斯特

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 胡秋玲 郑霞

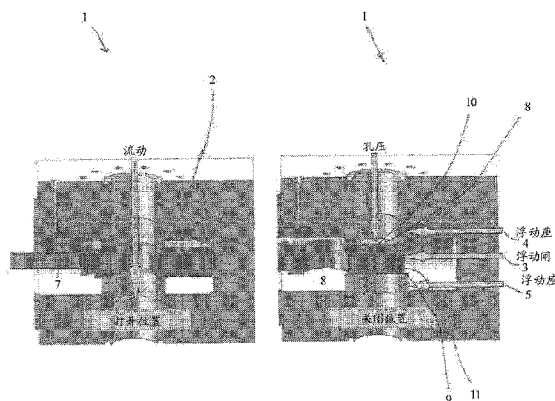
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

石油开采或注水中 DLC 涂覆的闸阀

(57) 摘要

本发明提供了用于控制石油开采或注水的闸阀 (1), 其与众不同在于, 在阀的操作中经受滑动的至少一个表面包括类金刚石 (DLC) 的顶层涂层。DLC 包含氢, 优选大于 16 原子% 且更优选大于 17 原子%。本发明还涉及调试或操作根据本发明的闸阀的方法, 以及在闸阀的操作中经受滑动的至少一个表面上的类金刚石 (DLC) 顶层涂层的用途。阀部件具有粘着、粘附或冷焊在一起的趋势, 这导致高摩擦力。本发明的目的是当使用全尺寸闸阀时减少或消除随时间或操作循环而发生的摩擦问题。



1. 用于控制石油开采或注水的闸阀,在所述阀的操作中经受滑动的至少一个表面包括类金刚石 (DLC) 的顶层涂层,所述 DLC 涂层包括 sp³ 键、或 sp² 键和 sp³ 键的组合,其特征在于,所述 DLC 涂层包含氢。

2. 根据权利要求 1 所述的阀,其特征在于,所述 DLC 涂层包含大于 16 原子%的氢,优选 17 原子%或更多的氢。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的阀,其特征在于,所述阀是海底石油开采或海底注水采油树闸阀。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的阀,其特征在于,所述涂层应用在碳化物涂层或氮化铬涂层的顶部。

5. 调试或操作根据权利要求 1-4 中任一项的闸阀的方法,其特征在于,在调试或组装过程中,根据操作中摩擦系数对滑动距离或关闭-打开循环的曲线,在所述阀的操作中经受滑动的具有 DLC 顶层涂层的所述至少一个表面被操作或处理成高于高的起始摩擦力的顶点的点。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,所述阀的所述调试包括进行打开-关闭循环。

7. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,在组装之前,所述阀的所述调试包括阀部件的抛光。

8. 包含氢的类金刚石 (DLC) 顶层涂层在用于控制石油开采或注水的闸阀的操作中经受滑动的至少一个表面上的用途,所述类金刚石 (DLC) 顶层涂层优选地包含大于 16 原子%的氢,且最优选大于 17 原子%的氢。

9. 根据权利要求 8 所述的用途,用于海底石油开采或海底注水采油树闸阀,用于涂覆邻接的滑动和密封表面中的至少一个。

10. 根据权利要求 8 所述的 DLC 的用途,其中所述 DLC 具有 a-C:H 结构。

11. 根据权利要求 8 所述的 DLC 的用途,其中所述 DLC 具有 ta-C:H 结构。

石油开采或注水中 DLC 涂覆的闸阀

发明领域

[0001] 本发明涉及闸阀。更具体地,本发明涉及用于石油开采系统,例如与石油开采井和注水井连接的采油树的闸阀。

[0002] 发明背景和现有技术

[0003] 用于石油开采的控制的闸阀在高压和高温下操作。在压力下关闭的井可以高于 103.5MPa, 阀部件之间的接触压力甚至更高,同时温度可以高于 177°C。在操作中阀可以长时间处于一个位置,例如在开放用于石油开采的位置。根据标准,例如 Norsok, 阀的功能要定期测试,例如每三个月一次。

[0004] 不幸的是,阀具有固有的摩擦问题。更具体地,阀部件具有彼此粘着、粘附或冷焊的倾向,导致高摩擦力。这也被称为粘滑和粘结。为了克服摩擦问题,致动器、脐带和其他相关设备必须是按尺寸制造的,以便在增强的摩擦的状态下操作阀。因此,除了阀本身或其部件之外,致动器、脐带和其他相关设备必须比相比于在其最低摩擦水平所需的大几倍、更强或更昂贵。

[0005] 一种为克服这些问题已经使用了一段时间的方法是在阀的密封面上应用涂层。更具体地,使用碳化钨的涂层。目前,在经受滑动的表面上的碳化钨的涂层是用于石油开采的控制的闸阀的行业标准,特别是海底石油开采控制阀。尽管有碳化钨涂层,但是阀部件粘在一起仍然是严重的问题。与流畅的平滑连续运动相比,粘着或摩擦问题的影响不仅增强摩擦力而且增强操作中闸阀的粘着滑动或不平衡运动。

[0006] 摩擦测试表明摩擦问题应该通过根据行业标准的涂层得到解决。然而实践经验表明,随着时间的推移,摩擦力有时会从较低的摩擦水平开始增长到增强的水平,鉴于摩擦测试结果,这非常令人吃惊。即使摩擦问题已经遇到了很多年,但尚未得到减轻。

[0007] US 20070163655 A1 描述了与井液一起使用的闸阀,其中意图对抗彼此滑动的表面被涂覆有硬碳化物表面和类金刚石 (DLC) 的顶层。该文件没有描述其中阀用于海底开采设备的实施方案。该文件也没有提到氢在该 DLC 中的重要性。

[0008] US2004118455A1 也描述了将碳化物和 DLC 用在滑动表面上的阀。

[0009] Luo, S. Y. 等人:“A study of the water behavior of diamond like carbon films under the dry reciprocating sliding contact”, Wear, 2001 年,第 249 卷,第 800-807 页,描述了当表面经过一定数量的滑动循环,用 DLC 处理的表面与其他表面之间的摩擦系数降低。

[0010] 本发明人已经对这个问题做了深入研究以便找到关于这个问题更详细的细节,包括这个问题何时发生以及如果可能的话找到克服问题的解决方案。更具体地,研究表明较大的表面在摩擦力方面有时候看起来呈现出与通常用于测试的较小样品非常不同,即使表面和涂层是相同的,更大规模的问题有时会发生。更具体地,研究表明即使较小样品上的测试不会指示任何问题,但是严重的摩擦问题可能会在全尺寸真实闸阀上发生。这是令人吃惊的,因为测试程序是由该领域的专家确定的。此外,无油含量的阀流体,例如干气或无油的水,被发现一般会加剧这个问题,导致随着时间增大的摩擦力。最终,在意想不到的尺寸

效应和意想不到的流体类型影响方面,高度抛光的表面看起来加剧了这个问题。

[0011] 当摩擦问题发生时,在真实全尺寸闸阀上,它一般将随时间或操作循环而增大。这个问题仍然不能被很详细地量化,且导致这些问题的机理也还没被很详细地理解。但除了上述提到的,发现这些问题一般随增大的摩擦力水平、增大的滑动距离、增大的接触压力、升高的温度而增大,并且特别地,这些问题会随时间或操作循环而增加。摩擦的主要形式可能是干燥或混合类型的摩擦。这个问题被发现与闸阀密切相关,特别是海底闸阀,这可能是由于大的密封面、高的压力和长的滑动距离。

[0012] 本发明的目的是减少或消除以上论述的摩擦问题。

[0013] 这些目的通过根据权利要求 1 的闸阀、根据权利要求 5 的调试 (commission) 或操作闸阀的方法以及根据权利要求 8 的类金刚石 (DLC) 顶层的用途来实现。额外的优选实施方案在从属权利要求中要求。

[0014] 发明概述

[0015] 为此,本发明提供了一种用于控制石油开采或注水的闸阀,其与众不同在于,在阀的操作中经受滑动的至少一个表面包括类金刚石 (DLC) 的顶层涂层。

[0016] 本发明的解决方案解决或减轻了上述问题。这非常令人吃惊,因为在本领域的普通技术人员没有关于这些问题何时发生或如何解决它们的特别的指导,因为使用较少样品的测试程序不会展现该问题或给出解决方案的指示。

[0017] 阀可以包括若干具有 DLC 的顶层涂层的表面,例如用于滑动操作的闸构件的任意一侧上的阀座环的表面,以及闸的表面。阀可以包括在其他位置或作为在 DLC 涂层顶层下方的涂层子层的其他涂层。阀可以包括在经受滑动的一个或两个面向表面上的 DLC 顶层涂层,优选地在一个表面上的 DLC 顶层涂层,因为如由全尺寸测试表明的,这提供了涂层的足够的技术效果。优选地,以下经受滑动的表面中的至少一个被涂覆:面向闸的阀座表面和面向阀座的闸表面。然而,任何额外的经受运动的金属物体表面,以及静态表面都可以被涂覆有 DLC 顶层涂层。最优选地,所有邻接的金属物体密封表面中的至少一个包括 DLC 顶层涂层。

[0018] DLC 涂层由 sp^3 键和 sp^2 键的混合组成,并且它还可以包括如金属或氢的其他元素。具有最多 sp^3 键 (通常 75% sp^3 和以上) 的 DLC 涂层被称为四面体无定形碳 (ta-C)。具有 sp^3 键和 sp^2 键的混合的 DLC 涂层被称为无定形碳 (a-C)。如果氢被混合到这个涂层中,就被称为氢化无定形碳 (a-C:H)。如果氢被混合到 ta-C 中,它就被称为氢化四面体无定形碳 (ta-C:H)。

[0019] 全尺寸测试表明 DLC 涂层的类型是关键。阀被测试以模拟真实生存条件。这包括在高温和以气体和流体作为阀中的压力介质下阀的操作。在操作期间阀中典型的压差是 69MPa,但可以高至 138MPa。用于测试的典型的气体是氮气。

[0020] 在氮气或其他干燥的惰性气体中,发明人发现包含氢的 DLC 要明显优于不含任何氢的 DLC 涂层,特别是氢含量为 17 原子%或更高的 a-C:H DLC。

[0021] 在一个优选的实施方案中,DLC 涂层被应用在碳化物涂层或氮化铬涂层之上。优选地,DLC 涂层已经通过 PVC (物理气相沉积)、PACVD (等离子体辅助化学气相沉积) 或 CVD (化学气相沉积) 来应用;可选择地,本领域已知的用于直接在金属物体或子涂层上的 DLC 涂层应用的其他应用方法,可以被使用。有几个供应商可以提供 DLC 涂层,例如 Oerlikon Balzer

of Lichtenstein 和 DIARC of Finland。

[0022] 本发明提供了在用于控制石油开采或注水的闸阀的操作中经受滑动的至少一个表面上的类金刚石 (DLC) 顶层涂层的用途。优选地,该用途是用于海底石油开采或注水采油树闸阀,用于涂覆所有邻接的滑动表面和密封表面中的至少一个。

[0023] 附图

[0024] 本发明将参照图在以下详细描述中进一步解释,图中:

[0025] 图 1 说明根据本发明的闸阀的一个实施方案,表面被 DLC 涂覆;

[0026] 图 2 说明本发明的潜在问题;

[0027] 图 3 说明本发明的潜在问题及技术效果;

[0028] 图 4 说明在室温和水作为压力介质下,对于不同的 DLC 涂层,随循环次数而变的摩擦系数 (COF);以及

[0029] 图 5 说明在高温和氮气作为压力介质下,对于不同的 DLC 涂层,随循环次数而变的 COF。

[0030] 详细描述

[0031] 参照图 1,图示了分别在打开和关闭位置的本发明的闸阀 1。该阀分别包括阀体 2、闸 3 和两个阀座 4 和 5,阀座被布置在阀体内闸 3 的任意一侧。阀体、阀座和闸包括流孔 6,闸与致动器 7 连接,该致动器可以使闸滑动以便使流孔是打开的或关闭的。如本领域的技术人员将容易认识到,典型的闸阀被图示。为了清楚,对于打开和关闭位置图示,阀部件的相同参考数字中的仅一个被包括。优选地,以下经受滑动的表面中的至少一个被涂覆:面对闸的阀座表面 8 和 9 及面对阀座的闸表面 10 和 11。然而,任何额外的经受运动的金属物体表面,以及静态表面可以被涂覆有 DLC 顶层涂层。最优选地,所有邻接的金属物体密封表面中的至少一个包括 DLC 顶层涂层。在一个优选的实施方案中,在面对闸的表面和远离闸的相对表面两者上,阀座包括 DLC 顶层涂层。

[0032] 参照图 2,图示了在环境测试室温且无润滑在 210MPa 的接触压力下,摩擦系数 COF 对线性滑动距离测试循环。该测试是小规模实验室测试。数据是对于具有碳化钨涂层对碳化钨涂层以及 DLC 顶层涂层对碳化钨涂层的样品。碳化钨涂层是相同的并根据开采树或注水树闸阀的行业标准。曲线表明样品数据是相似的,但是包括具有 DLC 顶层涂层的测试体的样品有较小的摩擦力,相比较于碳化钨对碳化钨,降低约 50%。该曲线轻微地且在类似或接近相同的相对速率下增长。数据对本领域的普通技术人员没有给出以下指示:全尺寸真实闸阀的 DLC 顶层涂层将给出显著不同的结果。

[0033] 参照图 3,图示了在无润滑下且以 69MPa 的水作为阀压力介质,导致 210MPa 的在滑动表面之间的接触压力的全尺寸闸阀测试的结果。碳化钨对碳化钨涂层导致初始摩擦力比有根据本发明的顶层涂层的高约三倍,这从来自摩擦样品测试的较小的摩擦差别来说是令人惊讶的。然而,如从曲线明显的,巨大的差异是具有 DLC 顶层涂层的阀在超过 500 次打开-关闭循环后具有低于 0.1 的摩擦系数 COF,而具有碳化钨对碳化钨涂层的行业标准闸阀由于快速增大的 COF 而在仅 7 个打开-关闭循环后停止。本发明提供了相比于行业标准阀的具有永久的很低的摩擦水平的闸阀,并且在使用一段时间后,使用纯水或干气服务没有严重的问题。

[0034] 参照图 4,图示了在无润滑下和以 69MPa 的水作为阀压力介质,导致 210MPa 的在滑

动表面之间的接触压力的三个全尺寸闸阀测试的结果。该图示出来自对抗碳化钨闸滑动的一个不含氢的涂层和两个根据本发明的含氢涂层的结果。相比于图 3 中的碳化钨对碳化涂层方案,所有这些涂层具有低稳定的摩擦力。

[0035] 参照图 5, 图示了在无润滑、到 135°C 的高温和以 69MPa 的氮气作为阀压力介质导致 210MPa 的在滑动表面之间的接触压力的三个全尺寸闸阀测试的结果。在这些测试中,不同 DLC 涂覆的阀座对抗碳化钨涂覆的闸滑动。在这种环境下,氢化的 DLC 涂层表现出比非氢化的 DLC 涂层出奇的好。在 15 次循环后,非氢化的 DLC 测试由于高摩擦力终止。具有 17 原子%的氢的 DLC 测试在 28 次循环后停止,仍具有比非氢化的 DLC 低 40% 的 COF。

[0036] 本发明的阀可以包括以任何操作组合的如本文描述或说明的任何特征,且任何这样的操作组合是本发明的实施方案。本发明的方法可以包括以任何操作组合的如本文描述或说明的任何特征或步骤,且任何这样的操作组合是本发明的实施方案。本发明的用途可以包括以任何操作组合的如本文描述或说明的任何特征或步骤,且任何这样的操作组合是本发明的实施方案。

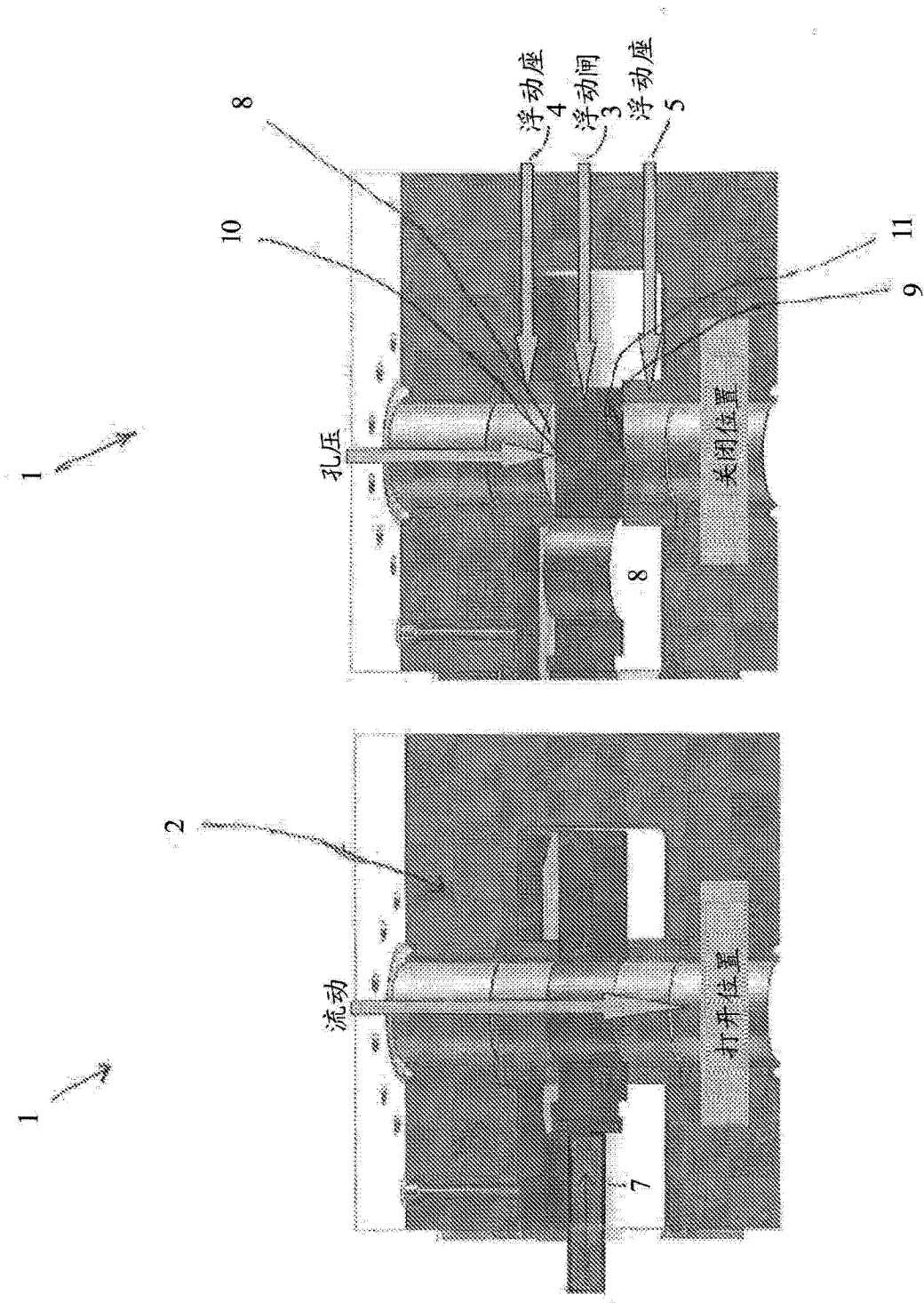


图 1

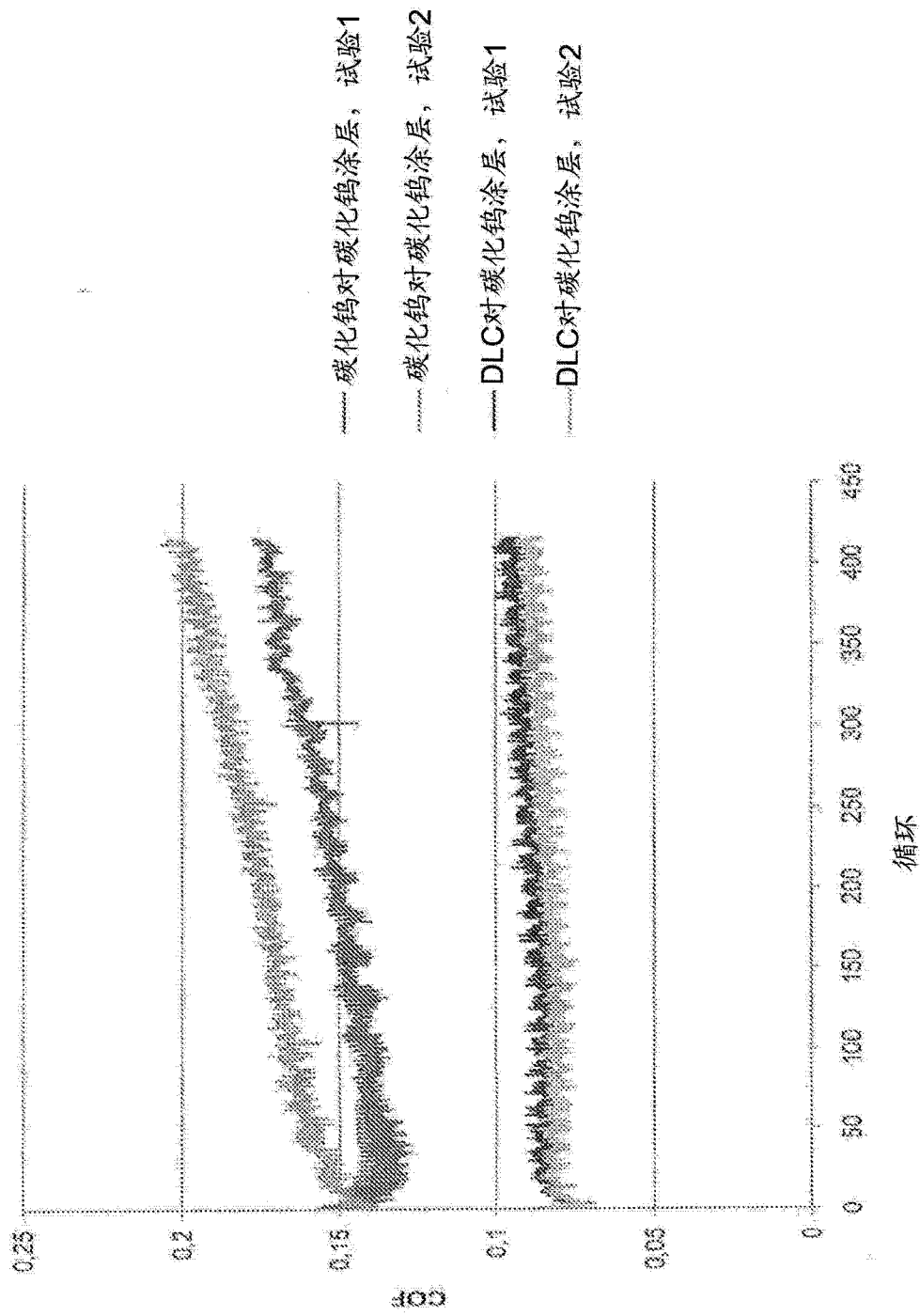


图 2

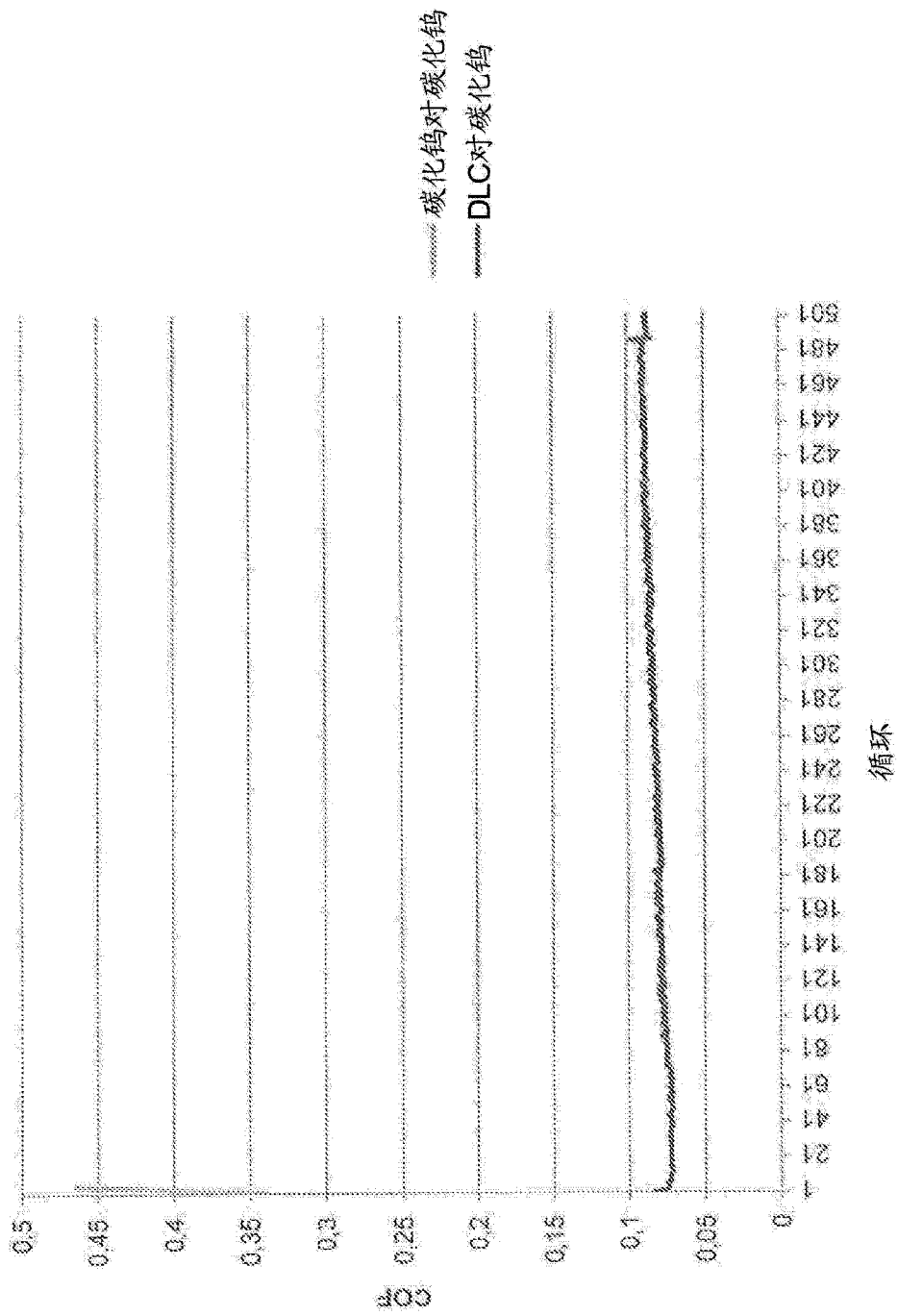


图 3

4.3 动态测试200次循环，水和室温

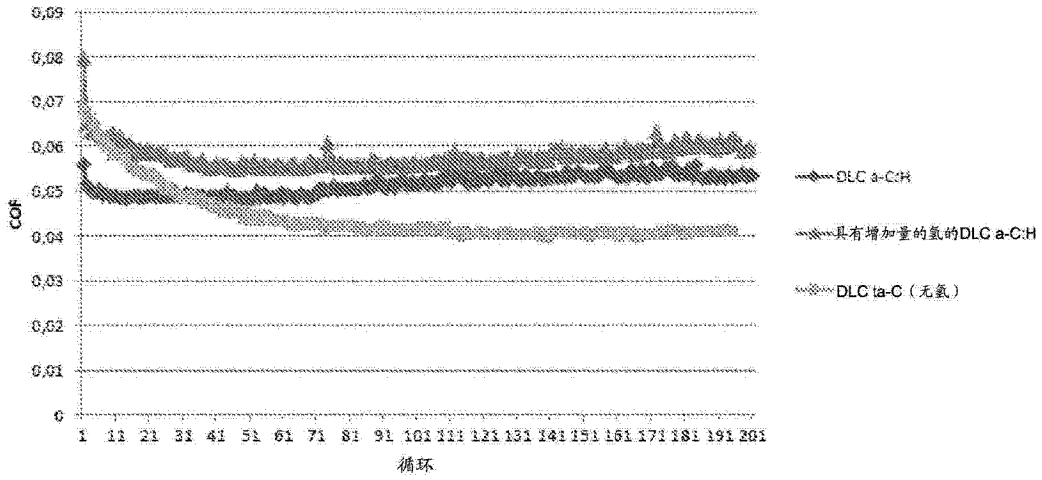


图 4

在135℃、测试介质氮气下的动态测试

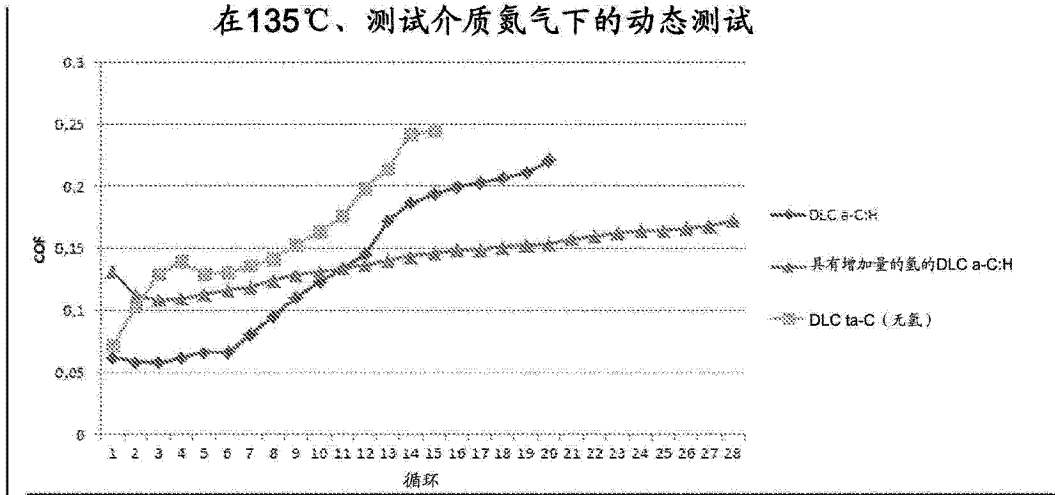


图 5