

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 4 月 23 日 (23.04.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/055072 A1

- (51) 国际专利分类号:
E21B 43/22 (2006.01) *C12P 5/02* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/087046
- (22) 国际申请日: 2014 年 9 月 22 日 (22.09.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310479743.7 2013 年 10 月 14 日 (14.10.2013) CN
- (71) 申请人: 华东理工大学 (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。
- (72) 发明人: 牟伯中 (MOU, Bozhong); 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。 刘金峰 (LIU, Jinfeng); 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。 杨世忠 (YANG, Shizhong); 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。 王立影 (WANG, Liying); 中国上海市徐汇

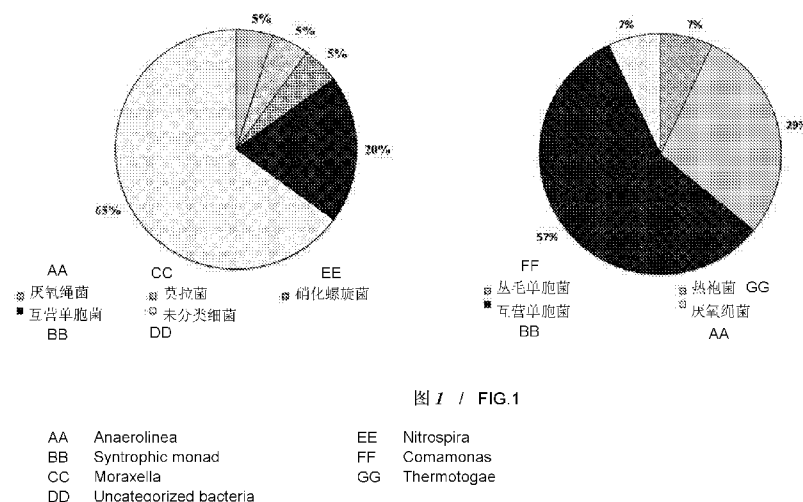
区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。 孙晓博 (SUN, Xiaobo); 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。

- (74) 代理人: 上海三和万国知识产权代理事务所 (SANHE INTERNATIONAL IP ATTORNEYS); 中国上海市莘闵高新技术暨归国留学生科技创业园金都路 4299 号 D 栋 578 号, Shanghai 201108 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,

[见续页]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING METHANE BY CONVERTING CARBON DIOXIDE FROM METHANOGENS IN ACTIVATED OIL RESERVOIR

(54) 发明名称: 活化油藏中产甲烷菌转化二氧化碳生产甲烷的方法



(57) Abstract: A method for producing methane by converting carbon dioxide from methanogens in an activated oil reservoir, the method comprising the following steps: (1) determining through analysis that at least one of syntrophic monads or thermotogae exists in target oil reservoir fluid, and at least one of methanobacteria, thermophilic methanobacteria, methanolinea, methanospirillum or methanoculleus also exists in the target oil reservoir fluid; (2) infusing acetic acid or acetate into the oil reservoir, such that the concentration of the acetic acid or the acetate in the water of the oil reservoir is 5.0-10.0 mM; (3) acquiring the methane. The method greatly improves carbon dioxide reduction type methanogenesis rate, and is economical, convenient and feasible.

(57) 摘要: 一种活化油藏中产甲烷菌转化二氧化碳生产甲烷的方法, 该方法包括如下步骤: (1) 分析确定目标油藏流体中至少存在互营单胞菌或热袍菌中的一种菌, 同时存在下列菌中的至少一种: 甲烷杆菌, 嗜热甲烷杆菌, 甲烷绳菌, 甲烷螺菌, 甲烷囊菌; (2) 向油藏中注入乙酸或乙酸盐, 使油藏水中乙酸或乙酸盐浓度为 5.0~10.0mM; (3) 收获甲烷。该方法可以大大提高二氧化碳还原型产甲烷速率, 具有经济、简便可行等优点。



WO 2015/055072 A1



BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

活化油藏中产甲烷菌转化二氧化碳生产甲烷的方法

5 技术领域

本发明涉及油藏微生物开发及利用技术领域，具体涉及利用油藏微生物转化 CO₂ 产甲烷的技术方法。

背景技术

10 油藏是位于地下几百米至数千米、原油在单一圈闭中具有同一压力系统的基本聚集。这种环境中孕育的微生物具有物种多、代谢类型多、互相关联、结构相对稳定等特点。对于特定油藏，经长时间的演化适应，其中的微生物形成了较为稳定的群落。目前，水驱油藏中存在着甲烷生成菌和甲烷生物合成已成为普遍接受的事实。从未开发油藏分离到的产甲烷菌 *Methanobacterium*
15 *thermaggregans* 具有的嗜热和耐盐等特性与所分离的油藏环境具有很好的一致性，说明产甲烷菌是油藏中典型的土著菌。

研究证实，CO₂ 地质埋存是减少 CO₂ 排放的有效途径。CO₂ 埋存对环境产生的影响小、成本较低，与国际、国内相关政策、法规具有一致性。研究和实践证明，油气藏，特别是濒临枯竭的油气藏是 CO₂ 地质埋存最有利的场所。

20 研究证实，油藏中具有将 CO₂ 转化为甲烷的潜力。油藏发育着多种多样的微生物并形成了相对稳定的微生物群落。油田地层水中一般可分离出不同生理群的微生物如好氧的化能异养菌(如烃氧化菌)和厌氧的发酵菌、硫酸盐还原菌、硝酸盐还原菌和产甲烷菌等。本实验室用克隆文库法分析了中国陆上高温(75℃)水驱油藏产出水样中微生物的群落结构，发现高温油藏中存在丰富的
25 微生物，主要为厚壁菌门(*Firmicutes*)、热袍菌门(*Thermotogae*)的细菌，氢营养型(*Methanomicrobiales*, *Methanococcale*, *Methanobacteriales*)和乙酸营养型产甲烷菌 (*Methanosarcinales*) 等古菌。油藏中发现的产甲烷菌主要包括甲烷杆菌和甲烷八叠球菌，甲烷杆菌中典型菌为布氏甲烷杆菌(*M. bryantii*)和甲酸甲烷杆菌(*M. formicicum*)，两者均能利用 CO₂/H₂ 产甲烷。

30 油藏中微生物活性低，自然状态下 CO₂ 生物转化为甲烷的速率较低。由

于油藏中营养物质匮乏,微生物数量一般较低。Knapp 等对 Oklahoma 州 Payne 县 SEVVSU 油田单元油藏中的微生物进行了研究,发现其中产甲烷菌数量仅为 2 ~ 46 个细胞/ml。同样,在 Romashkino 油田 302 单元地层中发酵菌浓度约为 $10^2 \sim 10^4$ 个细胞/ml,甲烷生成菌浓度约为 $1 \sim 10^2$ 个细胞/ml。Romashkino 油田甲烷主要由重碳酸盐产生,速率为 $0.0126 \sim 0.2786 \text{ ml CH}_4 \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{天}^{-1}$ 。西伯利亚 Mamontovskoe 高温油田在注水井井底区域,甲烷通过 HCO_3^- 和乙酸盐合成,速率为 $0.0327 \sim 5.3130 \text{ ml CH}_4 \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{天}^{-1}$;在与生产井相连的区域,甲烷主要通过乙酸盐合成,速率为 $0.0041 \sim 0.1291 \text{ ml CH}_4 \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{天}^{-1}$ 。由上可见,无论地下油藏条件还是实验室条件,油藏中微生物均具有将 CO_2 生物转化为甲烷的能力,但由于自然条件下油藏微生物浓度低、代谢活性低, CO_2 生物转化的速率很低,不能满足实际需求。

发明内容

本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种可以大大提高二氧化碳还原型产甲烷速率、经济简便可行的活化油藏中产甲烷菌转化二氧化碳生产甲烷的方法。

本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:一种活化油藏中产甲烷菌转化二氧化碳生产甲烷的方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

(1) 分析确定目标油藏流体中至少存在互营单胞菌 (*Syntrophomonadaceae*) 或热袍菌 (*Thermotogaceae*) 中的一种菌,同时存在下列菌中的至少一种:甲烷杆菌 (*Methanobacterium*),嗜热甲烷杆菌 (*Methanothermobacter*),甲烷绳菌 (*Methanolinea*),甲烷螺菌 (*Methanospirillum*),甲烷囊菌 (*Methanoculleus*);

(2) 向油藏中注入乙酸或乙酸盐,使油藏水中乙酸或乙酸盐浓度为 5.0 ~ 10.0 mM;

(3) 收获甲烷。

步骤(2)所述的乙酸盐浓度较佳为 6.8 mM,所述的乙酸盐包括但不限于乙酸盐钠、乙酸钾。

步骤(3)所述的收获甲烷由注入井收获或从采油井收获。

步骤(1)分析确定目标油藏流体中互营单胞菌 (*Syntrophomonadaceae*)

或热袍菌 (*Thermotogaceae*)、甲烷杆菌 (*Methanobacterium*)，嗜热甲烷杆菌 (*Methanothermobacter*)，甲烷绳菌 (*Methanolinea*)，甲烷螺菌 (*Methanospirillum*)，甲烷囊菌 (*Methanoculleus*)，可采用文献[*International Biodeterioration & Biodegradation*] 2011 年第 65 期 444-450 页报道的 16S rDNA 方法进行分析鉴定。

与现有技术相比，本发明利用油藏中的本源微生物将 CO_2 还原成 CH_4 是多生物参与的复杂生物反应过程，需要多种微生物共同作用才能完成，在下游反应过程中，最可能的反应途径是乙酸被乙酸氧化菌类氧化产生 H_2 ，氢营养型的产甲烷菌再利用 H_2 和 CO_2 产生甲烷，此种链式反应情况相当于微生物的食物链结构。研究发现，该链式反应的限制性步骤主要是共生菌(*Syntrophus*)氧化产氢过程。本发明通过注入短链有机酸盐，刺激互营单胞菌 (*Syntrophomonadaceae*) 或/和热袍菌 (*Thermotogaceae*) 生长代谢，进而激活下游二氧化碳还原型产甲烷菌，由此提高了还原 CO_2 产甲烷的速率。本发明可以大大提高二氧化碳还原型产甲烷速率，具有经济、简便可行等优点。

附图说明

图 1 为乙酸钠对产甲烷上游细菌菌群的影响；

图 2 为乙酸钠对产甲烷菌组成的影响。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

实施例 1

分析大庆油田某区块产出液中含有互营单胞菌 (*Syntrophomonadaceae*) 和热袍菌 (*Thermotogaceae*) 以及嗜热甲烷杆菌 (*Methanothermobacter*)，以该产出液配制 2 个培养体系 (体系组成见表 1~3)， 55°C 下培养 180 天，体系都没有检测到 CH_4 ，表明体系中产甲烷菌活性很低。然后，其中一个体系保持不变，另外一个体系加入 0.41 g (5mM) 乙酸钠，培养 12 天，在两体系中均检测到了 CH_4 ，培养 120 天后两体系中 CH_4 含量分别为 18.3 mmol/L (添加乙酸钠) 和 2.7 mmol/L (未添加乙酸钠)。2 个体系群落分析见图 1 和图 2。

由图 1 可见，互营单胞菌 (*Syntrophomonadaceae*) 丰度由 20% (未添加乙酸

钠体系) 提高到 57% (添加乙酸钠体系)。由图 2 可见, 产甲烷菌 *Methanothermobacter* 丰度由 52% (未添加乙酸钠体系) 提高到 98% (添加乙酸钠体系)。表明加入乙酸钠后参与 CO₂ 转化产 CH₄ 过程或与之密切相关的微生物被激活了或丰度增大了, 菌群向有利于还原 CO₂ 产甲烷方向演变, 同时

5 甲烷产率提高近 7 倍。

实施例 2

分析华北油田某区块产出液中含有 9.5% 互营单胞菌 (*Syntrophomonadaceae*) 及 18.3% 甲烷杆菌 (*Methanobacterium*) 和 10.8% 甲烷绳菌 (*Methanolinea*), 以该产出液配制 2 个培养体系 (体系组成见表 1~3),

10 38℃ 下培养 100 天, 两个体系都没有检测到 CH₄, 表明体系中产甲烷菌活性很低。然后保持一个体系不变, 在另一个体系中加入 0.56 g (6.8mM) 乙酸钠, 继续培养 33 天后在两体系中检测到了 CH₄, 培养 75 天后两体系中 CH₄ 含量分别为 4.7 mmol/L (未添加乙酸钠) 和 22.4 mmol/L (添加乙酸钠)。体系中互营单胞菌 (*Syntrophomonadaceae*) 丰度由 20% (未添加乙酸钠体系) 提高

15 到 57% (添加乙酸钠体系), 甲烷杆菌 (*Methanobacterium*) 和甲烷绳菌 (*Methanolinea*) 分别由未添加乙酸钠体系的 18.3% 和 10.8% 提高至添加乙酸钠体系的 33.7% 和 12.2%。

实施例 3

分析新疆油田某区块产出液中含有 15.7% 的互营单胞菌

20 (*Syntrophomonadaceae*) 和 9.6% 的热袍菌 (*Thermotogaceae*) 以及 23.2% 的嗜热甲烷杆菌 (*Methanobacterium*) 和 13.7% 的甲烷囊菌 (*Methanoculleus*), 以该产出液配制 2 个培养体系 (体系组成见表 1~3), 21℃ 下培养 64 天, 两个体系都没有检测到 CH₄, 表明体系中产甲烷菌活性很低。然后保持一个体系不变, 在另一个体系中加入 0.98 g (10mM) 乙酸钾, 继续培养 23 天, 在两体

25 系中均检测到了 CH₄, 培养 143 天后两体系中 CH₄ 含量分别为 3.2 mmol/L (未添加乙酸钾体系) 和 37.2 mmol/L (添加乙酸钾体系)。体系中互营单胞菌 (*Syntrophomonadaceae*) 丰度由 15.7% (未添加乙酸钾体系) 提高到 37.6% (添加乙酸钾体系), 热袍菌 (*Thermotogaceae*) 分别为 9.6% (未添加乙酸钾体系) 和 10.2% (添加乙酸钾体系)。嗜热甲烷杆菌 (*Methanobacterium*) 由 23.2% (未

30 添加乙酸钾体系) 提高至 45.0% (添加乙酸钾体系), 甲烷囊菌 (*Methanoculleus*)

由 13.7%（未添加乙酸钾体系）提高至 28.6%（添加乙酸钾体系）。

表 1 培养体系组成

物质	浓度（/L）
NaCl	0.50 g
KCl	0.50 g
NH ₄ Cl	0.25 g
KH ₂ PO ₄	0.75 g
K ₂ HPO ₄	1.16 g
MgCl ₂ ·6H ₂ O	0.40 g
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0.07 g
刃天青	0.001 mg
维生素（详见表 2）	1.0 mL
微量元素（详见表 3）	1.0 mL
Na ₂ S·9H ₂ O	0.60 g

5

表 2 维生素

物质	浓度（g/L）
维生素 B12	0.10
生物素	0.02
叶酸	0.02
烟碱酸	0.20
<i>p</i> -氨基苯酸	0.08
D-Ca-泛酸酯	0.10
维生素 B6-盐酸	0.30
维生素 B1-盐酸	0.20

表 3 微量元素

物质	浓度 (g/L)
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	6.00
CuCl_2	0.03
$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.30
H_3BO_3	1.14
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	4.00
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.50
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.30
ZnCl_2	0.42

权 利 要 求 书

1. 一种活化油藏中产甲烷菌转化二氧化碳生产甲烷的方法，其特征在于，该方法包括如下步骤：

5 (1) 分析确定目标油藏流体中至少存在互营单胞菌 (*Syntrophomonadaceae*) 或热袍菌 (*Thermotogaceae*) 中的一种菌，同时存在下列菌中的至少一种：甲烷杆菌 (*Methanobacterium*)，嗜热甲烷杆菌 (*Methanothermobacter*)，甲烷绳菌 (*Methanolinea*)，甲烷螺菌 (*Methanospirillum*)，甲烷囊菌 (*Methanoculleus*)；

10 (2) 向油藏中注入乙酸或乙酸盐，使油藏水中乙酸或乙酸盐浓度为 5.0～10.0 mM；

 (3) 收获甲烷。

2. 根据权利要求 1 所述的活化油藏中产甲烷菌转化二氧化碳生产甲烷的方法，其特征在于，步骤 (2) 所述的乙酸盐浓度为 6.8 mM，所述的乙酸盐包
15 括但不限于乙酸盐钠、乙酸钾。

3. 根据权利要求 1 所述的活化油藏中产甲烷菌转化二氧化碳生产甲烷的方法，其特征在于，步骤 (3) 所述的收获甲烷由注入井收获或从采油井收获。

4. 根据权利要求 1 所述的活化油藏中产甲烷菌转化二氧化碳生产甲烷的方法，其特征在于，步骤 (1) 分析确定目标油藏流体中互营单胞菌
20 (*Syntrophomonadaceae*) 或 热 袍 菌 (*Thermotogaceae*)、 甲 烷 杆 菌 (*Methanobacterium*)，嗜热甲烷杆菌 (*Methanothermobacter*)，甲烷绳菌 (*Methanolinea*)，甲烷螺菌 (*Methanospirillum*)，甲烷囊菌 (*Methanoculleus*)，采用文献[*International Biodeterioration & Biodegradation*] 2011 年第 65 期 444-450 页报道的 16S rDNA 方法进行分析鉴定。

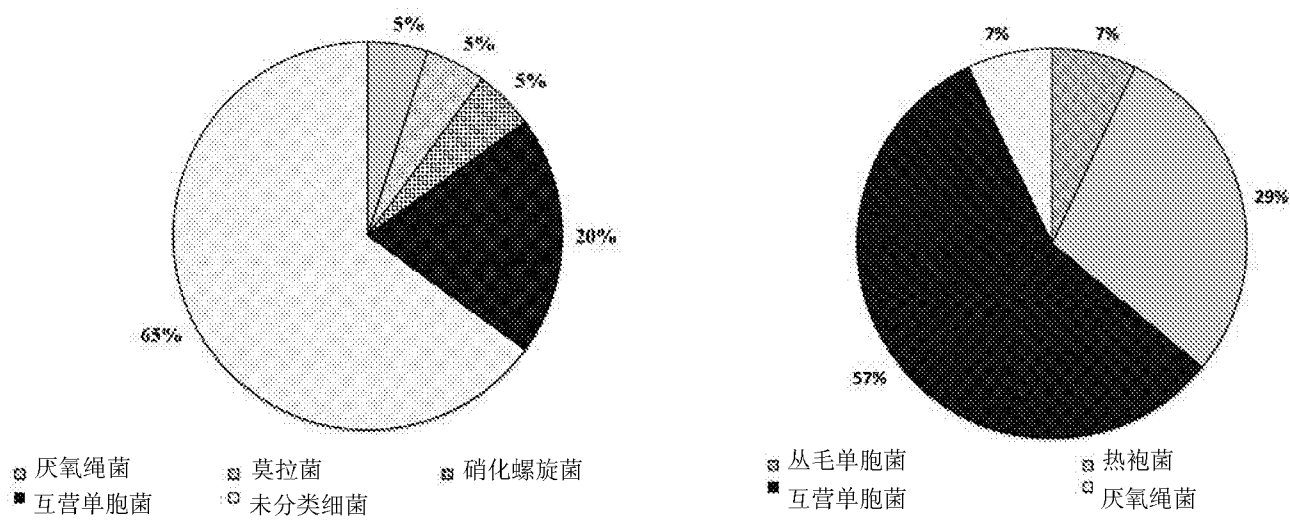


图 1

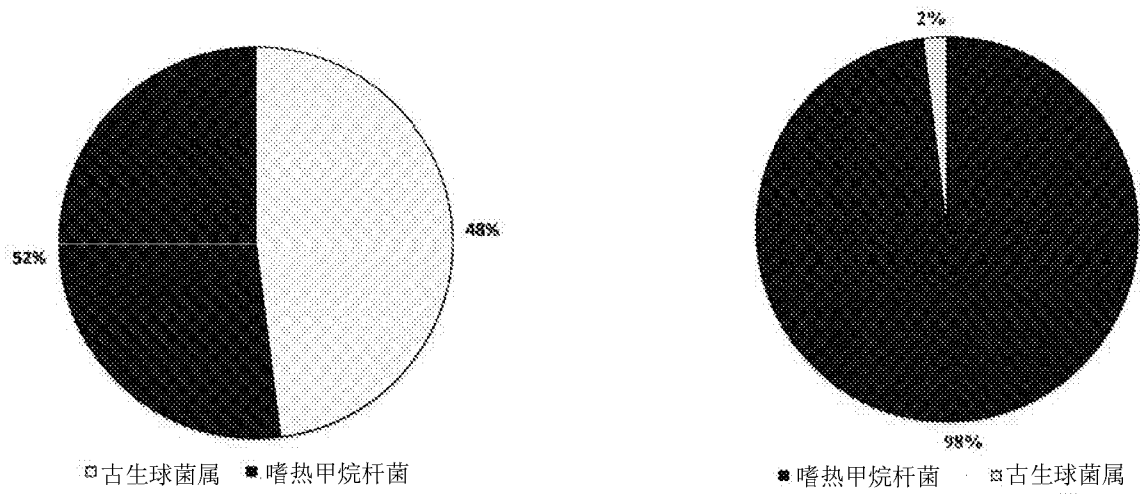


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/087046

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21B 43/22 (2006.01) i; C12P 5/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E21B, C12P, B09C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNTXT, WPI, EPODOC: oil reservoir, methanogen, carbon dioxide, syntrophism aeruginosa, thermotoga maritima, thermophilic methane bacteria, methane rope strain, Methanospirillum hungatii, methane cellulorum, acetic acid, oil, petroleum, reservoir, carbon dioxide, syntrophomonadaceae, thermotogaceae, Methanobacterium, Methanothermobacter, Methanolinea, Methanospirillum, methanoculleus

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 1988970 A (NEWCASTLE UNIVERSITY et al.), 27 June 2007 (27.06.2007), description, page 5, the last paragraph, page 12, paragraph 2 and page 14, the last paragraph	1-4
A	CN 1988971 A (NEWCASTLE UNIVERSITY et al.), 27 June 2007 (27.06.2007), the whole document	1-4
A	CN 102329768 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 25 January 2012 (25.01.2012), the whole document	1-4
A	CN 101818634 A (SINOPEC CORP. et al.), 01 September 2010 (01.09.2010), the whole document	1-4
A	CN 102900407 A (SINOPEC CORP. et al.), 30 January 2013 (30.01.2013), the whole document	1-4
A	WO 2005113784 A1 (LUCA TECHNOLOGIES LLC et al.), 01 December 2005 (01.12.2005), the whole document	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 17 November 2014 (17.11.2014)	Date of mailing of the international search report 09 December 2014 (09.12.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Quanxiao Telephone No.: (86-10) 62085426

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2014/087046

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1988970 A	27 June 2007	NO 20066037 A	26 February 2007
		GB 0412060 D0	30 June 2004
		AT 516896 T	15 August 2011
		BRPI 0511635 A	02 January 2008
		EP 1776198 A1	25 April 2007
		CA 2568574 A1	08 December 2005
		EA 200602236 A1	29 June 2007
		WO 2005115649 A1	08 December 2005
		US 2007251146 A1	01 November 2007
CN 1988971 A	27 June 2007	GB 0412059 D0	30 June 2004
		US 2007298479 A1	27 December 2007
		CA 2569954 A1	08 December 2005
		AT 516895 T	15 August 2011
		EP 1765529 A1	28 March 2007
		EA 200602237 A1	29 June 2007
		WO 2005115648 A1	08 December 2005
		NO 20066038 A	26 February 2007
		BRPI 0511636 A	02 January 2008
CN 102329768 A	25 January 2012	None	
CN 101818634 A	01 September 2010	None	
CN 102900407 A	30 January 2013	None	
WO 2005113784 A1	01 December 2005	US 2014073023 A1	13 March 2014
		EP 1766037 A1	28 March 2007
		US 8092559 B2	10 January 2012
		US 2007248531 A1	25 October 2007
		CA 2565980 A1	01 December 2005
		US 2012309070 A1	06 December 2012
		US 8715978 B2	06 May 2014

A. 主题的分类 E21B 43/22 (2006.01)i; C12P 5/02 (2006.01)i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) E21B, C12P, B09C 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, CNTXT, WPI, EPODOC: 油藏, 产甲烷菌, 二氧化碳, 互营单胞菌, 热袍菌, 甲烷杆菌, 嗜热甲烷杆菌, 甲烷绳菌, 甲烷螺菌, 甲烷囊菌, 乙酸, oil, petroleum, reservoir, carbon dioxide, syntrophomonadaceae, thermotogaceae, Methanobacterium, Methanothermobacter, Methanolinea, Methanospirillum, methanoculleus		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 1988970 A (纽卡斯尔大学等) 2007年 6月 27日 (2007 - 06 - 27) 说明书第5页最后1段、第12页第2段、第14页最后1段	1-4
A	CN 1988971 A (纽卡斯尔大学等) 2007年 6月 27日 (2007 - 06 - 27) 全文	1-4
A	CN 102329768 A (华东理工大学) 2012年 1月 25日 (2012 - 01 - 25) 全文	1-4
A	CN 101818634 A (中国石油化工股份有限公司等) 2010年 9月 01日 (2010 - 09 - 01) 全文	1-4
A	CN 102900407 A (中国石油化工股份有限公司等) 2013年 1月 30日 (2013 - 01 - 30) 全文	1-4
A	WO 2005113784 A1 (LUCA TECHNOLOGIES LLC等) 2005年 12月 01日 (2005 - 12 - 01) 全文	1-4
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2014年 11月 17日		国际检索报告邮寄日期 2014年 12月 09日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451		受权官员 李全晓 电话号码 (86-10)62085426

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/087046

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	1988970	A	2007年 6月 27日	NO	20066037	A	2007年 2月 26日
				GB	0412060	D0	2004年 6月 30日
				AT	516896	T	2011年 8月 15日
				BR	PI0511635	A	2008年 1月 02日
				EP	1776198	A1	2007年 4月 25日
				CA	2568574	A1	2005年 12月 08日
				EA	200602236	A1	2007年 6月 29日
				WO	2005115649	A1	2005年 12月 08日
				US	2007251146	A1	2007年 11月 01日
CN	1988971	A	2007年 6月 27日	GB	0412059	D0	2004年 6月 30日
				US	2007298479	A1	2007年 12月 27日
				CA	2569954	A1	2005年 12月 08日
				AT	516895	T	2011年 8月 15日
				EP	1765529	A1	2007年 3月 28日
				EA	200602237	A1	2007年 6月 29日
				WO	2005115648	A1	2005年 12月 08日
				NO	20066038	A	2007年 2月 26日
				BR	PI0511636	A	2008年 1月 02日
CN	102329768	A	2012年 1月 25日	无			
CN	101818634	A	2010年 9月 01日	无			
CN	102900407	A	2013年 1月 30日	无			
WO	2005113784	A1	2005年 12月 01日	US	2014073023	A1	2014年 3月 13日
				EP	1766037	A1	2007年 3月 28日
				US	8092559	B2	2012年 1月 10日
				US	2007248531	A1	2007年 10月 25日
				CA	2565980	A1	2005年 12月 01日
				US	2012309070	A1	2012年 12月 06日
				US	8715978	B2	2014年 5月 06日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)