



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년06월18일  
(11) 등록번호 10-1529605  
(24) 등록일자 2015년06월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
E21D 13/02 (2006.01) E21D 11/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-0137807  
(22) 출원일자 2014년10월13일  
심사청구일자 2014년10월13일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020100068088 A\*  
KR1019990039915 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
한국지질자원연구원  
대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)  
(72) 발명자  
천대성  
대전광역시 유성구 상대로 17, 한라비발디아파트  
302동 1403호  
신중호  
대전광역시 유성구 온천서로 35-24, 아름아파트  
404호  
이대성  
부산광역시 사하구 다대낙조2길 100 다대롯데캐슬  
물운대아파트, 409동 1204호  
(74) 대리인  
전수진, 김종승, 윤정호

전체 청구항 수 : 총 5 항

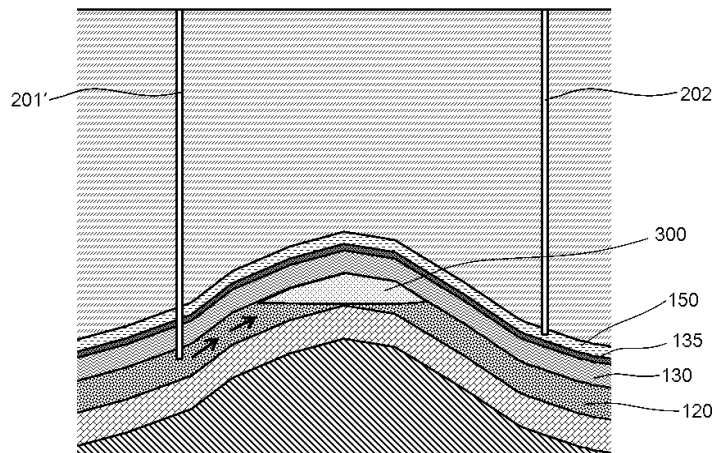
심사관 : 김영표

(54) 발명의 명칭 **박테리아를 이용한 덮개암 투수성 저감방법**

(57) 요약

본 발명과 관련된 박테리아를 이용한 덮개암 투수성 저감방법은, 저류층(reservoir rock) 및 상기 저류층 상부에 위치하는 덮개층(cap rock)을 갖는 대상 지층에 접근할 수 있도록 심정을 시추하는 단계; 상기 덮개층에 상기 심정을 통하여 박테리아를 운반수와 함께 주입시키는 단계; 상기 박테리아를 배양시켜 상기 덮개층의 표면에 포함된 공극을 밀봉시킨 바이오코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 저류층에 저장용 매체를 주입하여 저장시키는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

저류층(reservoir rock) 및 상기 저류층 상부에 위치하는 덮개층(cap rock)을 갖는 대상 지층의 존재 여부를 탐사하는 단계로서, 상기 덮개층의 불투수성이 일정 수준을 미달하는 것을 탐사하는, 단계;

상기 대상 지층에 운반수의 채널을 형성하도록 방향성 시추(directional drilling)를 실시하여 제1심정을 시추하는 단계;

상기 운반수가 상기 대상 지층에 도달하였는지를 확인하기 위한 제2심정을 시추하는 단계;

상기 덮개층에 상기 제1심정을 통하여 박테리아를 상기 운반수와 함께 주입시키는 단계로서, 미리 배양된 바이오폴리머(bio-polymer)를 상기 운반수에 첨가하는, 단계;

상기 박테리아를 배양시켜 상기 덮개층의 표면에 포함된 공극을 밀봉시킨 바이오코팅층을 형성하는 단계로서, 상기 박테리아에 의해 광물이 석출되기 위한 효소를 발생시킬 수 있도록 상기 박테리아의 영양배지를 공급하는, 단계; 및

상기 저류층에 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)를 주입하여 저장시키는 단계를 포함하는, 박테리아를 이용한 덮개암 투수성 저감 방법.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 박테리아는 상기 덮개층의 표면에서 생물퇴적(biodeposition) 또는 생체고결(biocementation)을 일으키는 종인, 박테리아를 이용한 덮개암 투수성 저감방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 박테리아는 *Bacillus pasteurii*를 포함하는, 박테리아를 이용한 덮개암 투수성 저감방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 운반수는 시멘트 또는 포졸란이 함유된 첨가제를 더 포함하는, 박테리아를 이용한 덮개암 투수성 저감방법.

#### 청구항 6

삭제

#### 청구항 7

삭제

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 바이오코팅층은 상기 공극에 상기 박테리아 및 상기 박테리아의 석출광물이 채워져 형성된 플러깅을 더 포함하는, 박테리아를 이용한 덮개암 투수성 저감방법.

**청구항 10**

삭제

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 이산화탄소, 연료에너지 등의 지중 저장이 가능하도록 인위적으로 덮개암의 투수성을 저감시킬 수 있는 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 이산화탄소를 심부 지층 내에 효과적으로 저장하기 위해서는 지층의 심도, 구조, 광물 및 지화학적 특성, 불연속면(절리, 균열, 단층)의 상태, 지하수의 특성 그리고 지열 및 응력 등의 요소를 고려할 필요가 있다. 이중 가장 우선적으로 고려해야 하는 것은 저장 지층의 주입 및 저장능력 및 구조적 안정성이다. 이산화탄소를 심부 지층 내에 저장하기 위해서는 대상 지층이 충분한 깊이에 형성되어 있어야 하며, 충분한 크기의 공극률(porosity)과 투수율(permeability)을 가지고 있어야 한다. 또한, 주입된 이산화탄소가 대기중으로 누출되지 않도록, 이산화탄소의 이동을 억제할 수 있는 불투수성의 덮개암(cap rock)이 존재하여야 한다.

[0003] 이산화탄소를 안전하게 저장할 수 있는 지역 또는 방법으로서, 고갈된 유·가스전(폐 저류층), 석유 회수증진법(EOR; Enhanced Oil Recovery), 심부 대염수층, 석탄층 메탄 회수 증진법(ECBM; Enhanced Coal Bed Methane) 등이 제시되고 있다. 그러나, 유전이나 가스전이 없는 조건에서는 폐저류층 또는 석유회수증진법을 사용할 수는 없으며, 저류층의 분포가 지역적 편중이 있다는 점을 감안할 때 선정에 있어 제약이 받게 된다.

[0004] 지하 환경에 따라서는 덮개암의 구조를 가지고 있으면서도 투수율이 일정 수준보다 높아, 실링을 위한 덮개암으로 사용될 수 없는 지층도 존재한다. 이러한 지층에 대하여는 적절한 방법을 통하여 투수율을 낮춤으로써 다른 덮개암을 탐사하거나 추가적인 처리에 대한 대안으로서 경제성을 높이는 것이 고려될 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명은 상기한 점을 감안한 것으로, 덮개암이 적은 조건에서 덮개암의 투수성 및 공극률을 인위적으로 줄임으로써 이산화탄소, 연료에너지 등의 저장성을 향상시킬 수 있는 덮개암 투수성 저감방법을 제시하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 상기한 과제를 해결하기 위해, 본 발명과 관련된 박테리아를 이용한 덮개암 투수성 저감방법은, 저류층

(reservoir rock), 상기 저류층 상부에 위치하는 덮개층(cap rock) 및 상기 덮개층의 상부에 위치하는 투수층을 갖는 대상 지층에 접근할 수 있도록 심정을 시추하는 단계; 상기 투수층에 상기 심정을 통하여 박테리아를 운반수와 함께 주입시키는 단계; 상기 박테리아를 증식 및 성장시켜 상기 덮개층의 표면에 포함된 공극을 밀봉시키는 단계; 및 상기 저류층에 저장용 매체를 주입하여 저장시키는 단계를 포함한다.

- [0007] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 저류층(reservoir rock), 상기 저류층 상부에 위치하는 덮개층(cap rock) 및 상기 덮개층의 상부에 위치하는 투수층을 갖는 대상 지층에 접근할 수 있도록 심정을 시추하는 단계는, 상기 대상 지층의 존재여부를 탐사하는 단계; 및 상기 대상 지층에 상기 운반수의 채널을 형성하도록 방향성 시추(directional drilling)를 실시하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0008] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 박테리아는 상기 덮개층의 표면에 생물퇴적(biodeposition) 또는 생체고결(biocementation)을 일으키는 종일 수 있다.
- [0009] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 박테리아는 Bacillus pasteurii를 포함할 수 있다.
- [0010] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 운반수는 시멘트 또는 포졸란이 함유된 첨가제를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 덮개층에 상기 심정을 통하여 박테리아를 운반수와 함께 주입시키는 단계는, 미리 배양된 바이오폴리머(bio-polymer)를 첨가하는 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0012] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 박테리아를 배양시켜 상기 덮개층의 표면에 포함된 공극을 밀봉시킨 바이오 코팅층을 형성하는 단계는, 상기 박테리아에 의해 광물이 석출되기 위한 효소를 발생시킬 수 있도록 상기 박테리아의 영양배지를 공급하는 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 저장용 매체는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)를 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 바이오코팅층은 상기 공극에 상기 박테리아 및 상기 박테리아의 석출광물이 채워져 형성된 플러깅을 더 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명과 관련된 박테리아를 이용한 덮개암 투수성 저감방법은, 저류층(reservoir rock), 상기 저류층 상부에 위치하는 덮개층(cap rock) 및 상기 덮개층의 상부에 위치하는 투수층을 갖는 대상 지층에 접근할 수 있도록 심정을 시추하는 단계; 상기 투수층에 상기 심정을 통하여 박테리아를 운반수와 함께 주입시키는 단계; 상기 박테리아를 배양시켜 상기 덮개층의 표면에 포함된 공극을 밀봉시킨 바이오코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 저류층에 저장용 매체를 주입하여 저장시키는 단계를 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0016] 본 발명과 관련된 박테리아를 이용한 덮개암 투수성 저감방법에 의하면, 덮개암 형태를 취하면서도 불투수성의 조건이 충족되지 않은 지하구조에서 생물화학적 방법에 의하여 공극을 채우거나 고결 또는 덮개층이 갖는 단층대 또는 균열대에 박테리아가 생성되어 투수성을 저감시키는 것이므로, 이산화탄소 등의 저장공간을 확보할 수 있는 간단하면서도 경제적인 방안으로서 응용이 가능하다.

**도면의 간단한 설명**

- [0017] 도 1은 본 발명과 관련된 박테리아를 이용한 덮개암 투수성 저감방법을 적용하기 위하여 대상 지층 및 대상 지층에 심정(201, 202)을 시추한 상태를 보인 단면도
- 도 2는 박테리아를 주입하여 덮개암에 바이오 코팅층(125)을 형성한 상태를 보인 단면도
- 도 3은 심정을 통하여 이산화탄소를 저류층에 저장하는 것을 개념적으로 보인 단면도
- 도 4는 본 발명과 관련된 박테리아를 이용한 덮개암 투수성 저감방법을 개념적으로 도시한 단면도

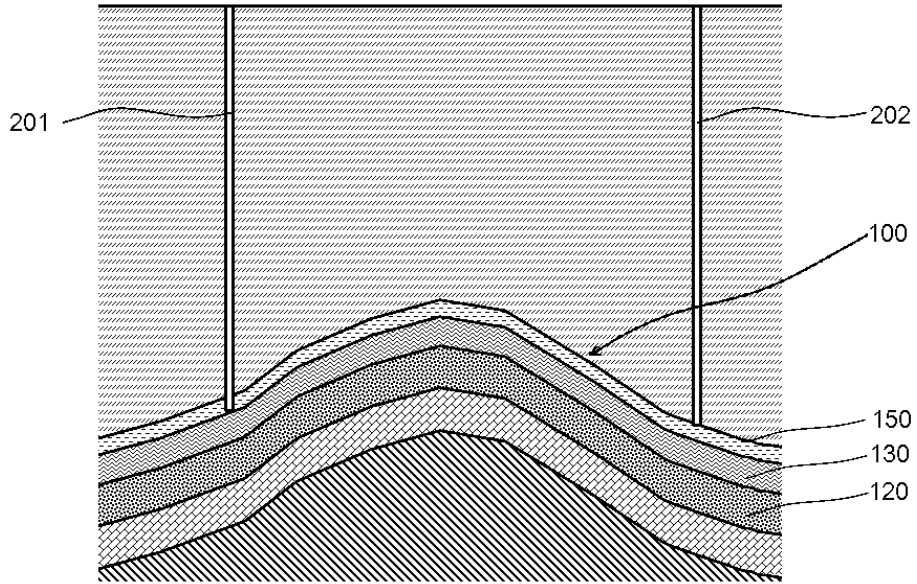
**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0018] 이하, 본 발명과 관련된 박테리아를 이용한 덮개암 투수성 저감방법을 첨부된 도면을 참조로 하여 상세히 설명한다.

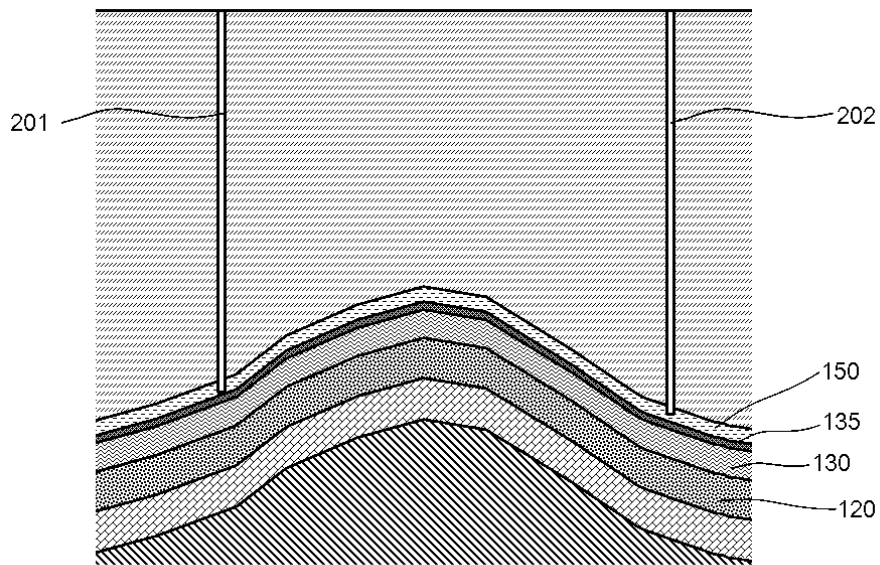


도면

도면1

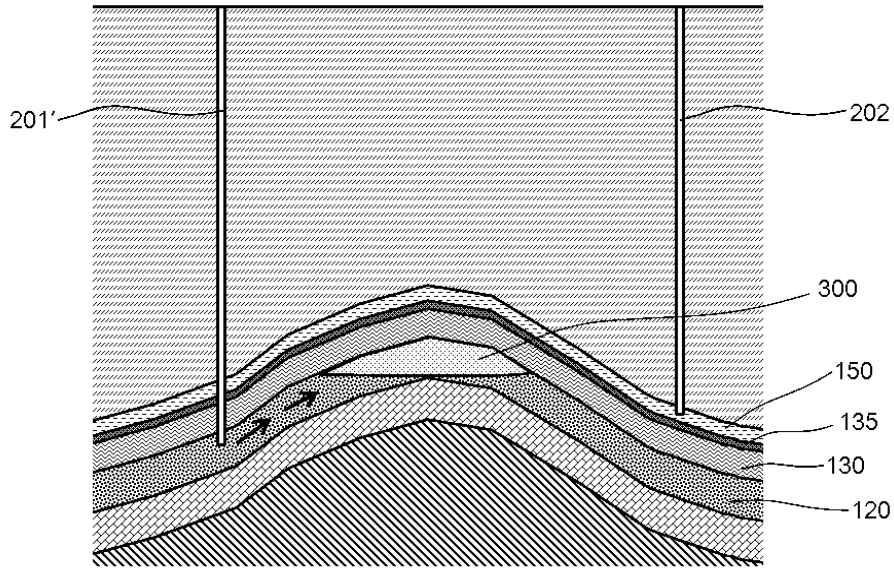


도면2





도면3



도면4

