



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년12월12일
(11) 등록번호 10-1685550
(24) 등록일자 2016년12월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E21B 43/16 (2006.01) E21B 43/17 (2006.01)
E21B 43/24 (2006.01) E21B 7/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
E21B 43/16 (2013.01)
E21B 43/17 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0143395
(22) 출원일자 2015년10월14일
심사청구일자 2015년10월14일
(56) 선행기술조사문헌
JP2009046825 A*
The Publications Office National Energy
Board, A Primer for Understanding Canadian
Shale Gas, 2009. 11., pp. 7-9(2009.11)*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
신현돈
서울특별시 양천구 목동서로 340 목동아파트
930-103
(74) 대리인
이은철, 이수찬

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 권영호

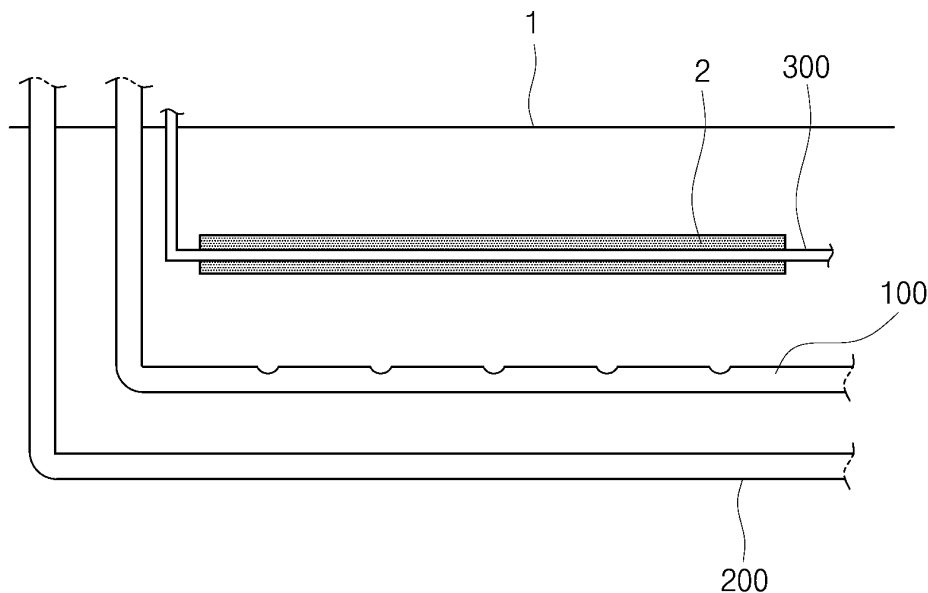
(54) 발명의 명칭 저류층 내 협재된 세일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법

(57) 요약

본 발명은 저류층 내 세일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법에 관한 것으로서, (a) 오일샌드 지층에 생산정을 시추하는 단계, (b) 오일샌드 지층에 주입정을 시추하는 단계, (c) 오일샌드 지층에 협재된 세일층의 측면에 시추공을 삽입하여 상기 세일층의 길이 방향을 따라 관통시켰다가 제거하여 상기 세일층 일부를 파괴하는 단

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



계, (d) 상기 주입정에 형성된 배출공을 통해 스팀을 배출하는 단계, (e) 배출된 상기 스팀이 상기 오일샌드 지층과, 상기 (c) 단계로부터 상기 셰일층이 파괴되어 형성된 상기 셰일층의 뚫린 부분을 통해 상기 셰일층 상부에 형성된 상기 오일샌드 지층을 각각 투과하며 오일샌드로부터 액체 상태의 석유가 생산되고, 생산된 상기 액체 상태의 석유가 상기 생산정에 유입되는 단계, 그리고 (f) 상기 생산정에 유입된 상기 액체 상태의 석유를 외부로 토출하는 단계를 포함하여 오일샌드 지층에서 액체 상태의 석유를 시추하는 것을 특징으로 한다. 이러한 방법으로부터, 스팀이 셰일층이 파괴되기 전보다 많은 오일샌드 지층을 관통하며 액체 상태의 석유가 되어 생산정으로 유입되므로, 석유 생산량이 향상되는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

E21B 43/24 (2013.01)

E21B 43/2405 (2013.01)

E21B 7/046 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 오일샌드 지층에 생산정을 시추하는 단계,
- (b) 오일샌드 지층에 주입정을 시추하는 단계,
- (c) 오일샌드 지층에 협재된 셰일층의 측면에 시추공을 삽입하여 상기 셰일층의 길이 방향을 따라 직진하도록 시추공을 관통시켰다가 제거하여 상기 셰일층 일부를 파괴하는 단계,
- (d) 상기 주입정에 형성된 배출공을 통해 스팀을 배출하는 단계,
- (e) 배출된 상기 스팀이 상기 셰일층의 하부에 형성된 오일샌드 지층과, 상기 (c) 단계로부터 상기 셰일층이 파괴되어 형성된 상기 셰일층의 뚫린 부분을 통해 상기 셰일층 상부에 형성된 오일샌드 지층을 각각 투과하며 오일샌드로부터 액체 상태의 석유가 생산되고, 생산된 상기 액체 상태의 석유가 상기 생산정에 유입되는 단계, 그리고
- (f) 상기 생산정에 유입된 상기 액체 상태의 석유를 외부로 토출하는 단계

를 포함하여 오일샌드 지층에서 액체 상태의 석유를 시추하는 것을 특징으로 하는 저류층 내 셰일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (c) 단계에서, 상기 시추공의 직경은 10인치이고, 길이는 상기 셰일층의 길이보다 긴 것을 특징으로 하는 저류층 내 셰일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 (c) 단계에서, 상기 셰일층을 관통하는 상기 시추공이 상기 셰일층에 삽입될 때 시추 비트의 움직임에 의해 상기 셰일층이 파괴되며, 상기 시추공이 삽입된 방향을 따라 상기 셰일층의 일부분이 뚫리는 것을 특징으로 하는 저류층 내 셰일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 저류층 내 협재된 셰일층을 수평 시추법으로 파괴하여, 석유를 효율적으로 생산하기 위한 저류층 내 협재된 셰일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 오일샌드(oil sands)란 원유를 포함한 다공질 사암으로, 캐나다 중서부의 알버타 주에 많은 매장량을 가지고 있으며, 모래에 석유가 끈적끈적하게 묻어있는 상태의 자원이다.

[0003] 이러한 오일샌드로 이루어진 지층인 오일샌드 지층은 지하 수십 미터 아래에 매장되어 있어 채굴이 용이한 편이며, 증기(steam)를 방출하는 주입정(injection well)과, 주입정에서 방출된 스팀이 오일샌드 지층을 통과하며 액체 상태가 된 석유를 유입받는 생산정(production well)을 이용하여 오일샌드로부터 석유를 추출한다.

[0004] 그러나, 도 1에 도시한 것처럼 오일샌드가 매장된 지층에 진흙 등으로 형성된 퇴적암 층인 셰일층(2)으로 협재되는 경우, 도 5의 (a)에 도시한 것처럼 주입정에서 방출된 스팀이 셰일층(2)에 막혀 오일샌드 층 상부를 통과하는 양이 적고, 이에 따라 생산정에 유입되는 액체 상태의 석유 양이 줄어든다.

[0005] 따라서, 오일샌드로부터 석유를 생산하기 위해 셰일층을 파괴하여 효율적으로 석유 생산량을 증대시킬 수 있는 저류층 내 협제된 셰일층 파괴공법이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제2011-0096389호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 오일샌드가 매장된 지층에 협제되어 오일샌드로부터 석유 추출 효율을 떨어뜨리는 셰일층을 효율적으로 파괴함으로써 오일샌드로부터 석유 추출 효율을 증대시키기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협제된 셰일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법은 (a) 오일샌드 지층에 생산정을 시추하는 단계, (b) 오일샌드 지층에 주입정을 시추하는 단계, (c) 오일샌드 지층에 협제된 셰일층의 측면에 시추공을 삽입하여 상기 셰일층의 길이 방향을 따라 관통시켰다가 제거하여 상기 셰일층 일부를 파괴하는 단계, (d) 상기 주입정에 형성된 배출공을 통해 스팀을 배출하는 단계, (e) 배출된 상기 스팀이 상기 오일샌드 지층과, 상기 (c) 단계로부터 상기 셰일층이 파괴되어 형성된 상기 셰일층의 뚫린 부분을 통해 상기 셰일층 상부에 형성된 상기 오일샌드 지층을 각각 투과하며 오일샌드로부터 액체 상태의 석유가 생산되고, 생산된 상기 액체 상태의 석유가 상기 생산정에 유입되는 단계, 그리고 (f) 상기 생산정에 유입된 상기 액체 상태의 석유를 외부로 토출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 한 예에서, 상기 (c) 단계에서, 상기 시추공의 직경은 10인치이고, 길이는 상기 셰일층의 길이보다 긴 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기 (c) 단계에서, 상기 셰일층을 관통하는 상기 시추공이 상기 셰일층에 삽입될 때 시추 비트의 상하 움직임에 의해 상기 셰일층이 파괴되며, 상기 시추공이 삽입된 방향을 따라 상기 셰일층의 일부분이 뚫리는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0011] 이러한 특징에 따르면, 셰일층의 수평방향을 관통하도록 삽입되는 파괴용 시추공에 의해 셰일층에 파괴부위가 형성되고, 주입정에서 방출된 스팀이 셰일층의 파괴부위를 관통하여 셰일층 상부의 저류층으로 확장되어, 셰일층에 파괴부위가 형성되지 않았을 때보다 많은 양의 오일샌드 층을 투과할 수 있어, 생산정으로 유입되는 액체 상태의 석유량이 효율적으로 증대되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협제된 셰일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법을 설명하기 위해, 셰일층이 협제된 오일샌드 저류층을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협제된 셰일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법을 설명하기 위해, 종래의 오일샌드 시추 방법의 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 3 및 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협제된 셰일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법을 적용한 도면이다.

도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협제된 셰일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법을 적용하기 전과 후에 따른 오일샌드 생산을 대비한 도면이다.

도 6은 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협제된 셰일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법을 적용하였을 때의 효과를 나타낸 그래프이다.

도 7은 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협재된 세일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법의 흐름을 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0014] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협재된 세일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법을 설명한다.
- [0015] 먼저, 도 1을 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협재된 세일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법을 적용할 세일층 및 이를 포함하는 오일샌드 지층에 대해 설명하면, 도 1의 (a)에 도시한 것처럼 오일샌드 지층(1)에 세일층(2)이 협재되어 있고, 이때, 세일층(2)의 두께(A)는 2m 이내이고, 석유 시추를 위한 오일샌드 지층(1)의 깊이(B)는 20m 정도이다.
- [0016] 그리고, 세일층(2)이 협재된 오일샌드 지층(1)에서 석유를 생산하기 위해서는, 도 1의 (b)에 도시한 것처럼, 스팀을 배출하는 배출공(110)이 형성된 주입정(100)과 주입정(100)에서 배출된 스팀이 오일샌드 지층(1)을 투과하여 형성된 액체 상태의 석유를 유입받아 오일샌드 지층(1) 상부로 토출하는 생산정(200)을 세일층(2) 하부로 삽입한다.
- [0017] 한 예에서, 세일층(2)이 협재되지 않은 오일샌드 지층(1)에서는 도 2에 도시한 것처럼 주입정(100)에서 배출된 스팀이 검정색 화살표를 따라 배출되어 오일샌드 지층(1)의 오일샌드를 투과하며 액체 상태의 석유가 되어 흰색 화살표를 따라 생산정(200)에 유입된다.
- [0018] 그러나, 도 1에 도시한 것처럼 세일층(2)이 협재된 오일샌드 지층(1)의 경우 도 5의 (a)에 도시한 것처럼, 주입정(100)에서 배출된 스팀이 오일샌드 지층(1)의 오일샌드를 투과함에 있어서, 주입정(100)에서 배출된 스팀은 검은색 화살표와 같이 오일샌드 지층(1)의 오일샌드를 투과하다가 세일층(2)에 가로막히게 되어 세일층(2)이 협재되지 않았을 때보다 스팀이 투과하는 오일샌드의 양이 줄어들고, 이로 인해, 흰색 화살표를 따라 생산정(200)에 유입되는 액체 상태의 석유량도 도 2와 같이 세일층(2)이 협재되지 않았을 때보다 현저히 줄어든다.
- [0019] 따라서, 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협재된 세일층 수평 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법에서는 오일샌드 지층(1)에 협재된 세일층(2)을 수평 시추 파괴하여 주입정(100)에서 배출된 스팀이 세일층(2)을 관통하여 세일층(2) 상부에 형성된 오일샌드를 투과하여 생산정(200)에 유입되는 액체 상태의 석유량을 증대시키는 것을 목적으로 한다.
- [0020] 이러한 본 발명의 한 실시예에서, 시추공(300)은 세일층(2)이 협재된 수평방향을 따라 삽입된다.
- [0021] 이때, 시추공(300)의 길이는 세일층(2)을 완전히 관통할 수 있도록 세일층(2)의 길이보다 길게 형성된 형태를 갖는다.
- [0022] 예로써, 도 1을 참고로 하는 2m 이내의 두께를 갖는 세일층(2)이 가로 폭 100m, 세로 폭 400m이고, 도 1에서 더 길게 형성된 부분이 세로 폭인 것으로 간주하면, 바람직한 시추공(300)의 길이는 세일층(2)의 길이 중 세로 폭보다 긴 800m일 수 있다.
- [0023] 그리고 이때, 시추공(300)은 세일층(2)의 측면 가운데 부분에 삽입되어 세일층(2)을 따라 삽입됨으로써, 도 3에 도시한 것처럼 시추공(300)이 세일층(2)의 세로 방향을 완전히 관통하여 위치하게 된다.
- [0024] 즉, 도 1처럼 오일샌드 지층(1)에 협재된 세일층(2)에서 짧은 길이를 갖는 부분을 가로, 더 길게 형성된 부분을 세로로 각각 간주할 때, 시추공(300)은 세일층(2)의 가로 부분의 가운데에 삽입되고 세로 부분 방향을 따라 삽입된다.
- [0025] 이때, 시추공(300)의 직경은 10인치 내지 12.25인치(inch) 정도로 형성되므로, 시추공(300)이 2m 이내의 두께, 즉 2m 이내의 높이를 갖는 세일층(2)을 관통할 때, 세일층(2)에 시추공(300)이 삽입되는 해당 부분이 시추공(300)의 직경만큼 파괴되고, 또한, 시추공(300)이 세일층(2)에 삽입되며 발생하는 시추 비트의 움직임에 의해

시추공(300)이 삽입되는 가운데 부분 외에도 시추공(300)이 삽입되는 부분을 중심으로 상하 및 좌우 부분의 세일층(2)이 일부 파괴되게 된다.

- [0026] 세일층(2)의 파괴를 위해 삽입되는 시추공(300)은 세일층(2)을 관통한 다음 세일층(2)으로부터 제거된다.
- [0027] 따라서, 시추공(300)이 삽입된 세일층(2)의 일부분이 도 4에 도시한 것처럼, 세일층(2)의 가로 부분의 중간에 삽입된 시추공(300)에 의해 높이 부분까지 완전히 파괴되어 세일층(2)에 뚫린 부분(310)이 형성되게 된다.
- [0028] 이로 인해, 소정의 두께를 갖도록 형성된 세일층(2)은 제1 세일층 부분(2a) 및 제2 세일층 부분(2b)으로 떨어진 형상을 갖게 된다.
- [0029] 이때, 도 4의 (a)를 기준으로, 세일층(2; 2a, 2b) 상부에 형성되고 시추공(300) 삽입 및 제거를 통한 세일층(2) 일부 파괴 이후에도 세일층(2) 상부에 남아있는 부분을 임의로 제거한 단면인 평면도를 도 4의 (b)를 참고하여 설명하면, 도 4의 (b)에 도시한 것처럼, 시추공(300)의 삽입 및 제거로부터 세일층(2)의 일부가 파괴되어 형성된 뚫린 부분(310)을 통해 세일층(2) 하부에 형성되어 있던 오일샌드 지층(1)이 보이게 된다.
- [0030] 그리고, 도 4의 (a)를 평면도로 도시한 도 4의 (c)를 참고하면, 세일층(2)의 가로방향을 따라 형성된 부분의 가운데에 삽입 및 제거되는 시추공(300)에 의해 세일층(2)의 가로 부분의 가운데에 뚫린 부분(310)이 형성되고, 이 뚫린 부분(310)은 세일층(2)의 세로방향을 따라 세일층(2)의 반대편 가로방향 부분에 이르도록 형성되므로, 도 4의 (c)에 도시한 것처럼 세일층(2)에 형성된 뚫린 부분(310)을 통해 제1 세일층 부분(2a)과 제2 세일층 부분(2b)으로 분리된다.
- [0031] 이처럼, 세일층(2)이 형성된 방향과 수평한 방향을 따라 세일층(2)을 관통하여 삽입되며, 세일층(2)의 가운데 부분을 완전히 관통하도록 삽입되는 시추공(300)에 의해, 세일층(2)은 시추공(300)이 관통한 부분에 뚫린 부분(310)을 포함하게 된다.
- [0032] 따라서, 도 5의 (b)에 도시한 것처럼, 주입정(100)에서 배출된 스팀이 세일층(2)의 뚫린 부분(310)을 따라 세일층(2) 상부에 위치하는 오일샌드 지층(1) 부분까지 확산되어 도 5의 (a)에 도시한 것처럼 세일층(2)에 가로막혀 생산정(200)에 유입되는 석유량이 적었던 단점을 극복하고 더 많은 양의 액체 상태의 석유가 생산정(200)에 유입될 수 있다.
- [0033] 예로써, 도 6의 그래프에 도시한 것처럼, 세일층의 중앙을 세일층의 형성방향을 따라 파괴했을 때의 초기 석유 생산량은 파괴되지 않은 세일층(2)을 향해 스팀을 배출했을 때보다 현저히 높은 것을 시뮬레이션 결과를 통해 알 수 있다.
- [0034] 즉, 파괴되지 않은 세일층(2)이 오일샌드 지층(1)에 협재된 상태에서는 주입정(100)에서 배출된 스팀이 세일층(2)에 가로막혀 도 5의 (a)에 도시한 것처럼 세일층(2) 하부에 형성된 오일샌드 지층(1) 부분만을 관통하여 액체 상태의 석유로서 생산정(200)으로 유입되지만, 본 발명에서 제시한 방법을 이용하여 세일층(1)을 수평 방향으로 파괴하면 도 5의 (b)에 도시한 것처럼 세일층(1)의 일부 파괴된 부분을 통해 주입정(100)에서 배출된 스팀이 이동할 수 있어, 스팀은 보다 많은 양의 오일샌드 지층(1)을 관통하며 액체 상태의 석유가 되어 생산정(200)으로 유입되므로, 석유 생산량이 향상되는 것이다.
- [0035] 그리고, 시추공(300)을 이용한 세일층(2) 수평파괴는 수압을 이용하여 세일층(2)을 파괴하는 종래의 방법에서 야기되는 문제점인 지표면 손상, 주입정(100)에서 배출된 스팀의 누수 등의 문제점을 극복할 수 있는 효과가 있다.
- [0036] 이처럼, 본 발명의 한 실시예에 따른 세일층 수평 파괴를 통한 석유 시추 방법은 도 7에 도시한 흐름도와 같이, 생산정을 시추하는 단계(S100), 주입정을 시추하는 단계(S200), 파괴용 시추공을 시추하고 제거함으로써 오일샌드 지층(1)에 협재된 세일층(2)을 수평방향으로 파괴하는 단계(S300), 주입정(100)의 배출공(110)을 통해 스팀을 배출하는 단계(S400), 배출공(110)에서 배출된 스팀이 오일샌드 지층(1)을 투과하여 액체 상태의 석유가 되어 생산정(200)에 유입되는 단계(S500), 그리고 생산정(200)에 유입된 액체 상태의 석유가 생산정(200)에 형성된 펌프에 의해 외부로 토출되는 단계(S600)를 포함하여 이루어짐으로써, 오일샌드 지층(1)으로부터 석유를 시추한다.
- [0037] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

- [0038]
- 1 : 오일샌드 지층

2 : 셰일층

100 : 주입정

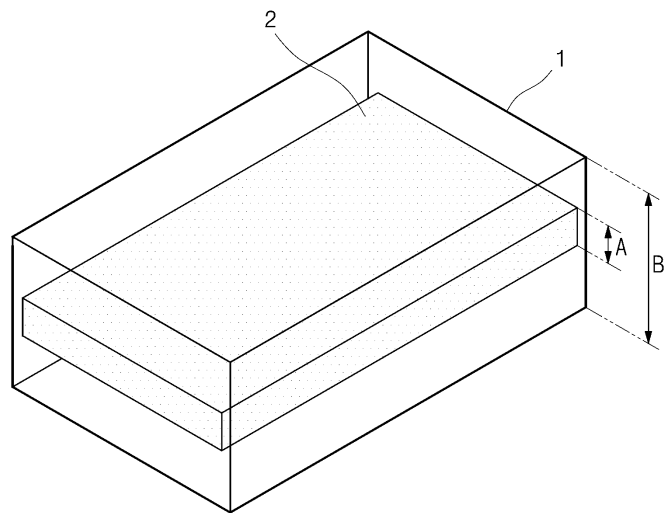
110 : 배출공

200 : 생산정

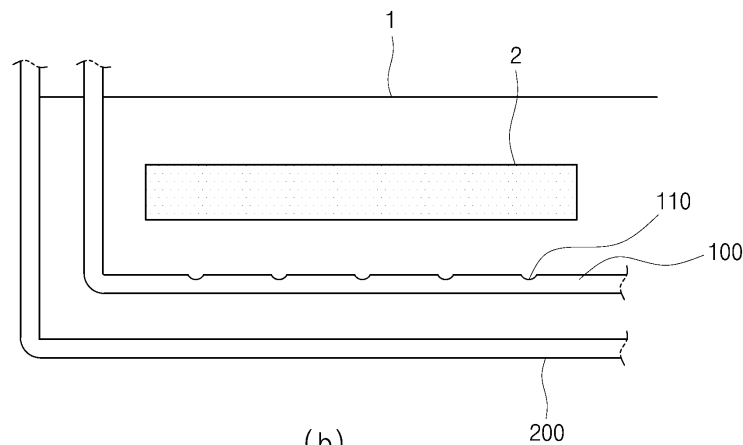
300 : 시추공

도면

도면1

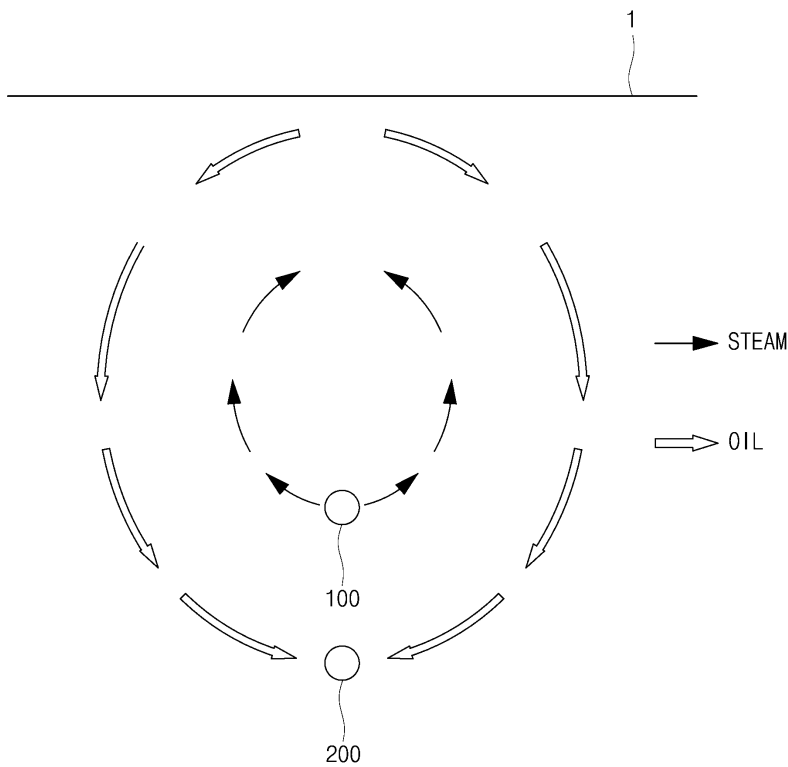


(a)

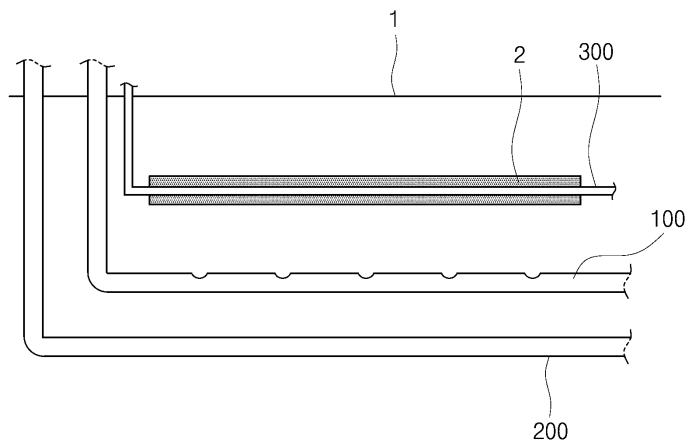


(b)

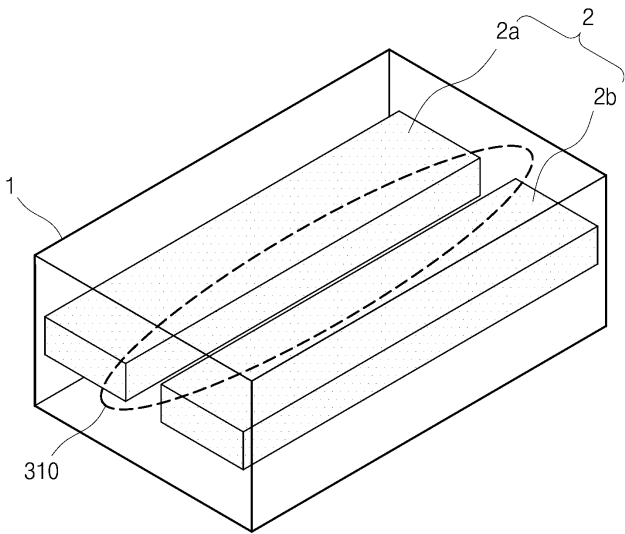
도면2



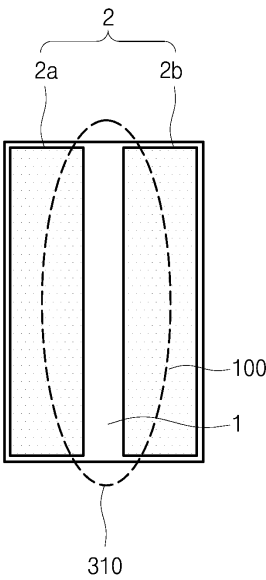
도면3



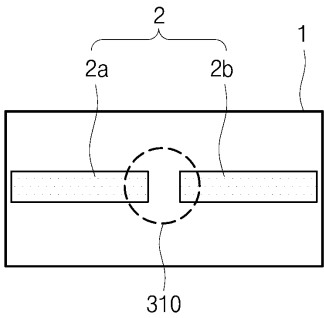
도면4



(a)

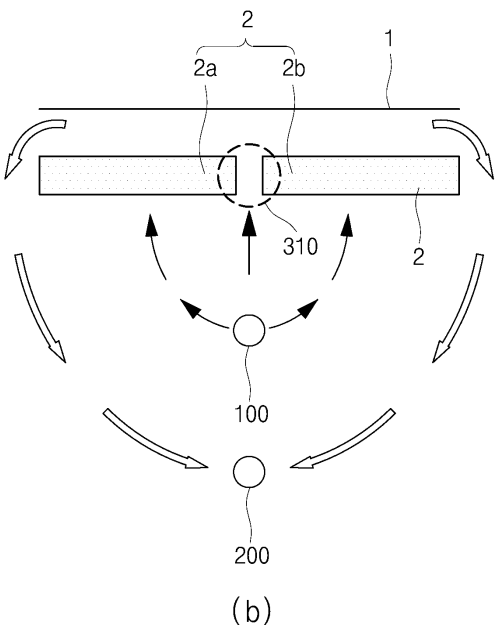
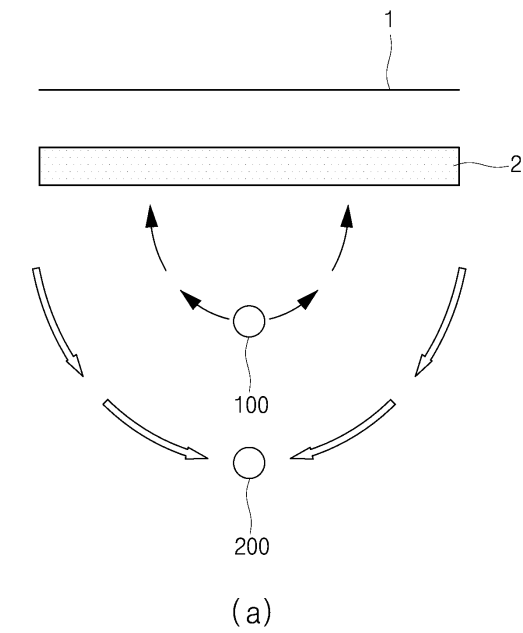


(b)

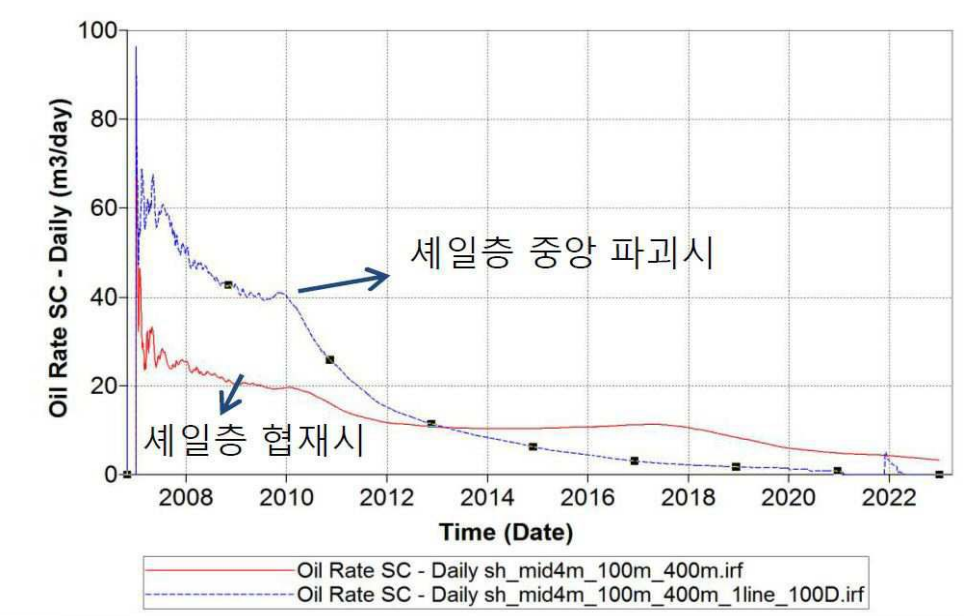


(c)

도면5



도면6



도면7

