(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년12월12일
(11) 등록번호 10-1685549
(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 10-2015-0143396
(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 4 항 심사관 : 권영호

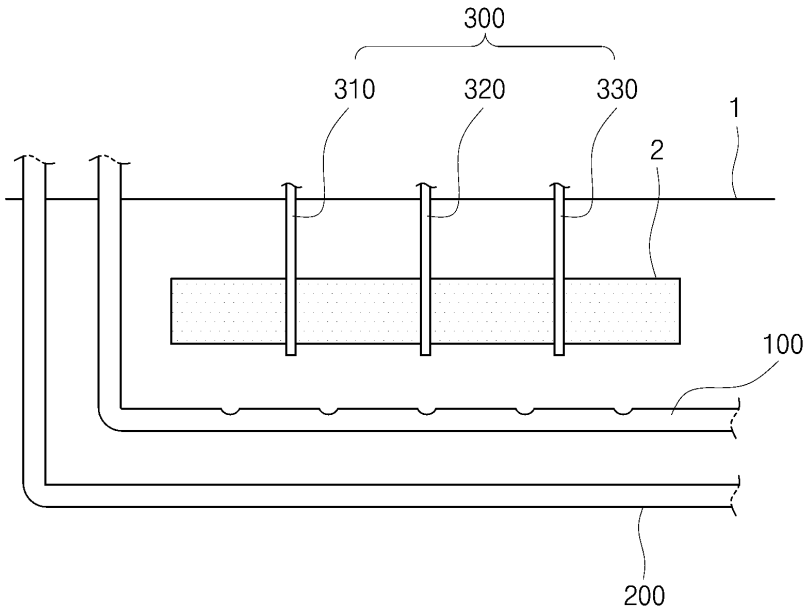
(54) 발명의 명칭 **저류층 내 협재된 셰일층 수직 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법**

(57) 요 약

본 발명은 저류층 내 협재된 셰일층 수직 파괴를 통한 석유 생산 방법에 관한 것으로서, (a) 오일샌드 지층에 생산정을 시추하는 단계, (b) 오일샌드 지층에 주입정을 시추하는 단계, (c) 오일샌드 지층에 형성된 셰일층의 표면에 시추공을 삽입하여 상기 셰일층의 두께 방향을 따라 관통시켰다가 제거함으로써 상기 셰일층을 수직방향으

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도3



로 일부 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 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)

명 세 서

청구범위

청구항 1

(a) 오일샌드 지층에 생산정을 시추하는 단계,

(b) 오일샌드 지층에 주입정을 시추하는 단계,

(c) 오일샌드 지층에 협재된 셰일층의 표면에 시추공을 삽입하여 상기 셰일층의 두께 방향을 따라 관통시켰다가 제거함으로써 상기 셰일층을 수직방향으로 일부 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 협재된 셰일층 수직 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (c) 단계에서 상기 시추공이 상기 셰일층을 관통할 때, 복수 개의 시추공이 동시에 상기 셰일층을 관통하도록 이루어짐으로써, 상기 복수 개의 시추공이 관통된 상기 셰일층은 상기 셰일층의 표면에 수직하는 방향으로 형성된 복수 개의 뚫린 부분을 포함하게 되는 것을 특징으로 하는 저류층 내 협재된 셰일층 수직 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수 개의 시추공은 일정한 간격을 통해 상기 셰일층의 표면에 수직하도록 관통되는 것을 특징으로 하는 저류층 내 협재된 셰일층 수직 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 (c) 단계에서 상기 셰일층을 관통하는 상기 시추공은 세 개의 시추공이 동시에 상기 셰일층을 관통하도록 이루어짐으로써, 상기 복수 개의 시추공이 관통된 상기 셰일층은 상기 셰일층의 표면에 수직하는 방향으로 형성된 세 개의 뚫린 부분을 포함하게 되는 것을 특징으로 하는 저류층 내 협재된 셰일층 수직 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

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

배 경 기 술

[0002] 오일샌드(oil sands)란 원유를 포함한 다공질 사암으로, 캐나다 중서부의 알버타 주에 많은 매장량을 가지고 있

으며, 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 석유량은 셰일층(2)이 존재하지 않을 때 생산정에 유입되는 석유량보다 줄어든다.

[0005] 따라서, 오일샌드로부터 석유를 생산하기 위해 셰일층을 파괴하여 효율적으로 석유 생산량을 증대시킬 수 있는 저류층 내 협재된 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 협재되어 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 협재된 셰일층 수직 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법은 (a) 오일샌드 지층에 생산정을 시추하는 단계, (b) 오일샌드 지층에 주입정을 시추하는 단계, (c) 오일샌드 지층에 협재된 셰일층의 표면에 시추공을 삽입하여 상기 셰일층의 두께 방향을 따라 관통시켰다가 제거함으로써 상기 셰일층을 수직방향으로 일부 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 포함하여 오일샌드 지층에서 액체 상태의 석유를 시추하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 상기 (c) 단계에서 상기 셰일층을 관통하는 상기 시추공을 복수 개의 시추공이 동시에 상기 셰일층을 관통하도록 이루어짐으로써, 상기 복수 개의 시추공이 관통된 상기 셰일층은 상기 셰일층의 표면에 수직하는 방향으로 형성된 복수 개의 뚫린 부분을 포함하게 되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기 복수 개의 시추공은 일정한 간격을 통해 상기 셰일층의 표면에 수직하도록 관통되는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 (c) 단계에서 상기 셰일층을 관통하는 상기 시추공은 세 개의 시추공이 동시에 상기 셰일층을 관통하도록 이루어짐으로써, 상기 복수 개의 시추공이 관통된 상기 셰일층은 상기 셰일층의 표면에 수직하는 방향으로 형성된 세 개의 뚫린 부분을 포함하게 되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0012] 이러한 특징에 따르면, 셰일층의 수직방향으로 셰일층을 관통하여 삽입되는 파괴용 시추공에 의해 셰일층 일부에 파괴부위가 형성되고, 주입정에서 방출된 스팀이 셰일층의 파괴부위를 관통하여 셰일층 상부의 저류층으로 확장되어, 셰일층에 파괴부위가 형성되지 않았을 때보다 많은 양의 오일샌드 층을 투과하게 되어, 생산정으로 유입되는 액체 상태의 석유량이 효율적으로 증대되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협재된 셰일층 수직 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법을 설명하기 위해, 셰일층이 협재된 오일샌드 저류층을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협재된 셰일층 수직 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 협재된 셰일층 수직 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법을 적용한 도면이다.

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

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

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

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 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.

[0015] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협재된 셰일층 수직 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법을 설명한다.

[0016] 먼저, 도 1을 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협재된 셰일층 수직 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법을 적용할 셰일층 및 이를 포함하는 오일샌드 지층에 대해 설명하면, 도 1의 (a)에 도시한 것처럼 오일샌드 지층(1)에 셰일층(2)이 협재되어 있고, 이때, 셰일층(2)의 두께(A)는 2m 이내이고, 석유 시추를 위한 오일샌드 지층(1)의 깊이(B)는 20m 정도이다.

[0017] 그리고, 셰일층(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 셰일층(2) 하부로 삽입한다.

[0018] 한 예에서, 셰일층(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.

[0019] 그러나, 도 1에 도시한 것처럼 셰일층(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 셰일층(2)에 가로막히게 되어 셰일층(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 셰일층(2)이 협재되지 않았을 때보다 현저히 줄어든다.

[0020] 따라서, 본 발명의 한 실시예에 따른 저류층 내 협재된 셰일층 수직 시추 파괴를 통한 석유 생산 방법에서는 오일샌드 지층(1)에 협재된 셰일층(2)을 수직방향으로 시추 파괴하여 셰일층(2)에 뚫린 부분을 형성함으로써, 주입정(100)에서 배출된 스팀이 셰일층(2)에 형성된 뚫린 부분을 통해 셰일층(2)을 관통하여 셰일층(2) 하부에 형성된 오일샌드뿐 아니라 셰일층(2) 상부에 형성된 오일샌드도 투과하여 생산정(200)에 유입되는 액체 상태의 석유량을 증대시키는 것을 목적으로 한다.

[0021] 이러한 본 발명의 한 실시예에서, 시추공(300)은 셰일층(2)에 수직하는 방향, 좀더 자세하게는, 셰일층(2)이 협

재된 표면에 수직하는 방향으로 삽입된다.

[0022] 이때, 시추공(300)은 셰일층(2)의 두께를 완전히 관통할 수 있을 정도로 삽입되어야 하고, 동시에, 시추공(300)의 단부가 배출공(100)에 닿지 않도록 삽입되어야 한다.

[0023] 셰일층(2)을 관통하도록 삽입되는 시추공(300)의 삽입은 시추장비가 모터를 제어하여 시추공(300)의 삽입 깊이를 제어하여 이루어지는데, 시추장비의 모터 제어를 통한 깊이 조절은 당업자에게 자명한 사항이므로 본 명세서에서는 이를 자세히 기재하지 않는다.

[0024] 이때, 도 3에서 도시한 것과 위에서 설명한 것처럼, 시추공(300)은 셰일층(2)의 표면에 수직하는 방향으로 삽입되어야 하므로, 오일샌드 지층(1)의 표면인 지표면에 수직하는 방향으로 삽입되어 셰일층(2)에 수직함과 동시에 셰일층(2)의 두께를 완전히 관통하도록 위치하게 된다.

[0025] 그리고, 한 예에서, 셰일층(2)을 관통하도록 삽입된 시추공(300)은 세 개의 시추공(300; 310, 320, 330)으로 셰일층(2)의 각각 서로 다른 위치를 관통하도록 삽입된다.

[0026] 이때, 세 개의 시추공(300)은 동시에 오일샌드 지층(1)의 표면을 관통하여 삽입되어 셰일층(2)을 파괴한다.

[0027] 다른 한 예에서, 시추공(300)의 개수는 세 개보다 많을 수 있으며, 본 명세서 상에서는 세 개의 시추공(300; 310, 320, 330)을 셰일층(2)에 관통시키는 실시예를 참고로 하여 설명하도록 하며, 바람직한 예에서 세 개의 시추공(300; 310, 320, 330)은 100m 간격으로 셰일층(2)을 관통하며 셰일층(2)을 파괴한다.

[0028] 이에 따라, 셰일층(2)을 관통하는 시추공(300)의 삽입에 의해 뚫린 부분이 형성되며, 도 3과 같이 복수 개의 시추공(310, 320, 330)이 셰일층(2)을 관통하도록 삽입되는 경우 시추공(300)이 삽입된 셰일층(2)의 해당 부분들에 도 4의 (a)에 도시한 것처럼 뚫린 부분(300a; 310a, 320a, 330a)이 형성된다.

[0029] 복수 개의 뚫린 부분(300a; 310a, 320a, 330a)은 도 4의 (b)에 도시한 것처럼 일정한 간격으로 셰일층(2)에 관통공 형상으로 형성된다.

[0030] 그리고 이때, 시추공(300)의 직경은 10인치(inch) 정도로 형성되므로, 시추공(300)이 2m 이내의 두께를 갖는 셰일층(2)을 수직 방향으로 관통할 때, 시추공(300)이 삽입되는 셰일층(2)의 해당 부분이 셰일층(2)의 두께 방향을 따라 시추공(300)의 직경만큼 파괴된다.

[0031] 또한, 시추공(300)이 셰일층(2)에 삽입되며 발생하는 진동에 의해, 시추공(300)이 삽입되는 셰일층(2)의 두께방향 부분 외에도 복수 개의 시추공(300; 310, 320, 330)이 삽입되는 각 부분을 중심으로 주변에 형성된 셰일층(2) 부분이 일부 파괴되게 되며, 이에 따라, 셰일층(2)을 관통하는 시추공(300)의 모양만큼 셰일층(2)이 파괴되는 것 외에도 주변 부분이 일부 파괴되며 뚫린 부분(300a)이 형성될 수도 있다.

[0032] 이처럼, 시추공(300)이 셰일층(2)을 관통하며 발생하는 진동에 의해 셰일층(2)에 형성되는 뚫린 부분(300a)의 형상은 시추공(300)의 형상과 같거나 좀더 클 수 있다.

[0033] 이때, 셰일층(2)의 파괴를 위해 삽입되는 복수 개의 시추공(300)은 셰일층(2)을 관통한 다음 셰일층(2)으로부터 제거된다.

[0034] 따라서, 시추공(300)이 삽입된 셰일층(2)의 각 부분이 도 4에 도시한 것처럼 완전히 파괴되어 셰일층(2)에 뚫린 부분(300a; 310a, 320a, 330a)이 각각 형성되게 된다.

[0035] 좀더 자세하게는, 셰일층(2)의 표면에 수직하는 방향을 따라 셰일층(2)을 관통하도록 삽입되었다가 제거되는 시추공(300; 310, 320, 330)에 의해 셰일층(2)의 복수 개의 지점이 셰일층(2)의 수직 방향으로 파괴됨으로써, 셰일층(2)의 일부분은 도 4의 (a)에 도시한 것처럼 복수 개의 뚫린 부분(310)을 형성한다.

[0036] 이때, 도 4의 (a)에 도시한 것처럼 셰일층(2)에 형성된 복수 개의 뚫린 부분(300a)은 셰일층(2)의 두께 방향을 따라 셰일층(2)의 세로 방향, 즉, 셰일층(2)의 표면에 수직하는 방향을 따라 완전히 관통하고 있어, 셰일층(2)을 상부에서 본 평면도를 살펴보면 셰일층(2)에 형성된 복수 개의 뚫린 부분(300a)을 통해 셰일층(2) 하부에 위치하던 오일샌드 지층(2)이 보이게 된다.

[0037] 이처럼, 셰일층(2)이 협재된 가로 방향에 수직한 방향을 따라 셰일층(2)을 관통하여 삽입되되, 셰일층(2)의 두께부분을 완전히 관통하도록 삽입되는 복수 개의 시추공(300; 310, 320, 330)에 의해, 셰일층(2)은 시추공(300)이 관통한 각 부분에 각각 형성된 뚫린 부분(300a; 310a, 320a, 330a)을 포함하게 된다.

[0038] 따라서, 도 5의 (b)에 도시한 것처럼, 주입정(100)에서 배출된 스팀이 셰일층(2)의 복수 개의 뚫린 부분(300a;

310a, 320a, 330a)을 따라 셰일층(2) 상부에 위치하는 오일샌드 지층(1) 부분까지 확산되어 도 5의 (a)에 도시한 것처럼 셰일층(2)에 가로막혀 생산정(200)에 유입되는 석유량이 적었던 단점을 극복하고 더 많은 양의 액체 상태의 석유가 생산정(200)에 유입될 수 있다.

[0039] 예로써, 도 6의 그래프에 도시한 것처럼, 셰일층의 가운데 부분을 셰일층이 협재된 방향에 수직하도록 복수 개 만큼 파괴했을 때의 초기 석유 생산량은 파괴되지 않은 셰일층(2)을 향해 스팀을 배출했을 때보다 현저히 높은 것을 시뮬레이션 결과를 통해 알 수 있다.

[0040] 즉, 파괴되지 않은 셰일층(2)이 오일샌드 지층(1)에 협재된 상태에서는 주입정(100)에서 배출된 스팀이 셰일층(2)에 가로막혀 도 5의 (a)에 도시한 것처럼 셰일층(2) 하부에 형성된 오일샌드 지층(1) 부분만을 관통하여 액체 상태의 석유로서 생산정(200)으로 유입되지만, 본 발명에서 제시한 방법을 이용하여 셰일층(1)을 수직 방향으로 파괴하면 도 5의 (b)에 도시한 것처럼 셰일층(1)의 일부 파괴된 부분인 복수 개의 뚫린 부분(300a;310a, 320a, 330a)을 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.

[0041] 그리고, 시추공(300)을 이용한 셰일층(2) 수직파괴는 수압을 이용하여 셰일층(2)을 파괴하는 종래의 방법에서 야기되는 문제점인 지표면 손상, 주입정(100)에서 배출된 스팀의 누수 등의 문제점을 극복할 수 있는 효과가 있다.

[0042] 이처럼, 본 발명의 한 실시예에 따른 셰일층 수직 파괴를 통한 석유 시추 방법은 도 7에 도시한 흐름도와 같이, 생산정을 시추하는 단계(S100), 주입정을 시추하는 단계(S200), 복수 개의 파괴용 시추공을 셰일층(2)의 표면에 수직하는 방향으로 시추하고 제거함으로써 오일샌드 지층(1)에 협재된 셰일층(2)을 복수 군데 수직방향으로 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.

[0043] 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.

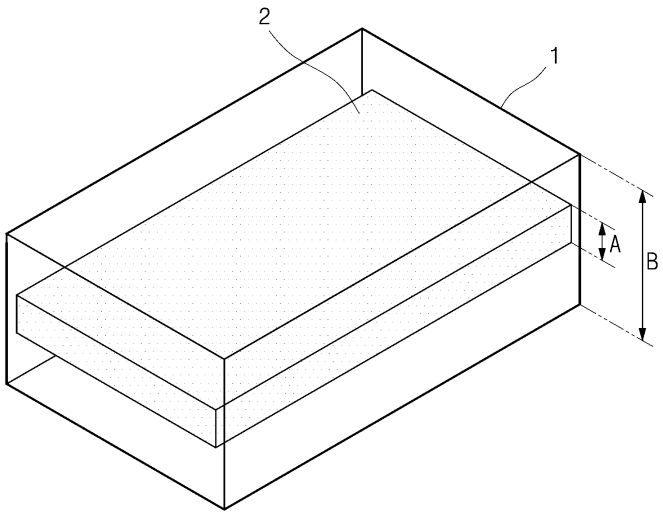
부호의 설명

[0044]

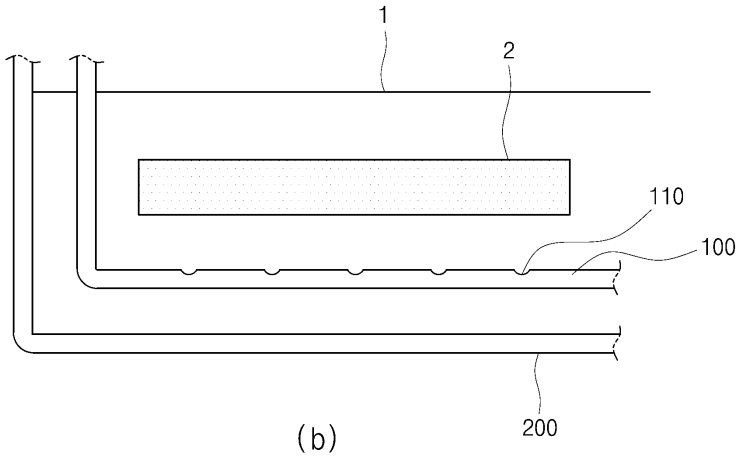
1 : 오일샌드 지층	2 : 셰일층
100 : 주입정	110 : 배출공
200 : 생산정	300 : 시추공
300a : 뚫린 부분	

도면

도면1

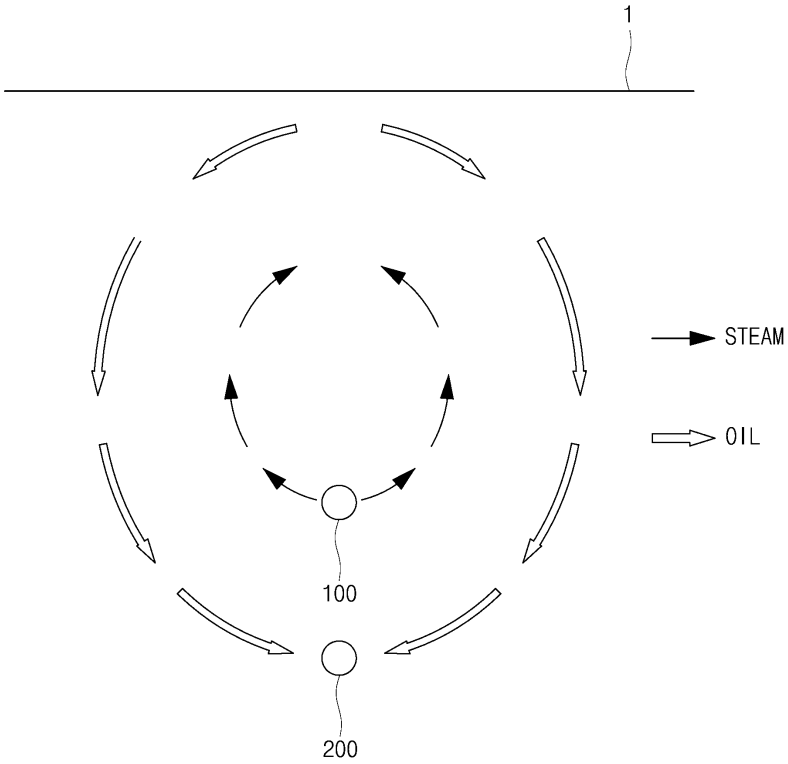


(a)

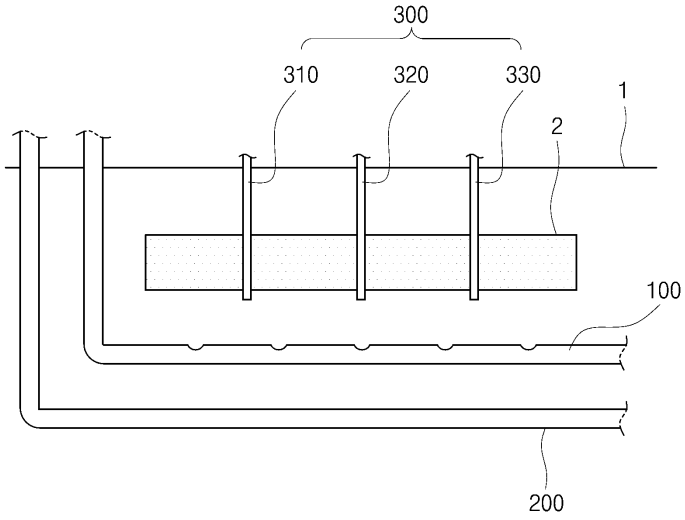


(b)

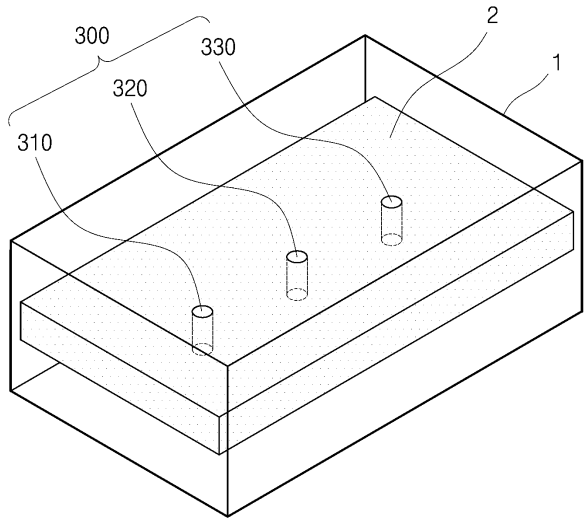
도면2



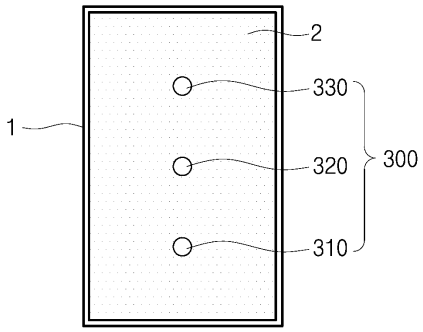
도면3



도면4

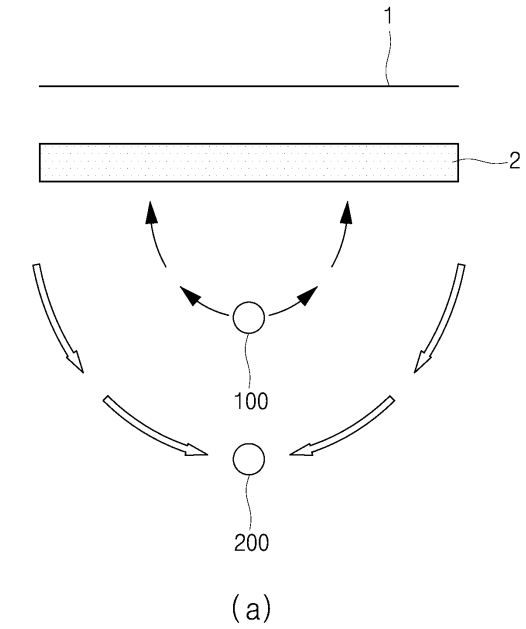


(a)

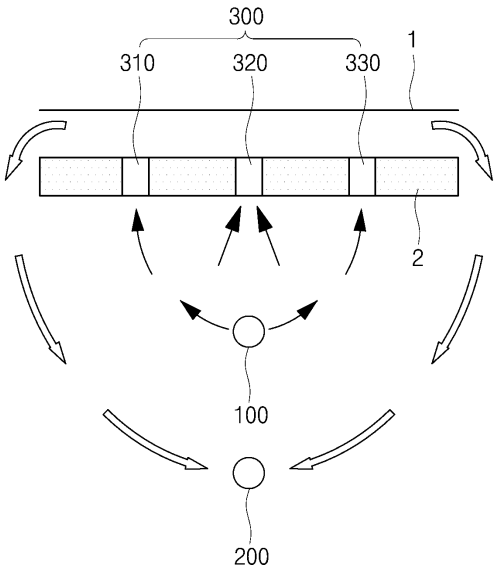


(b)

도면5

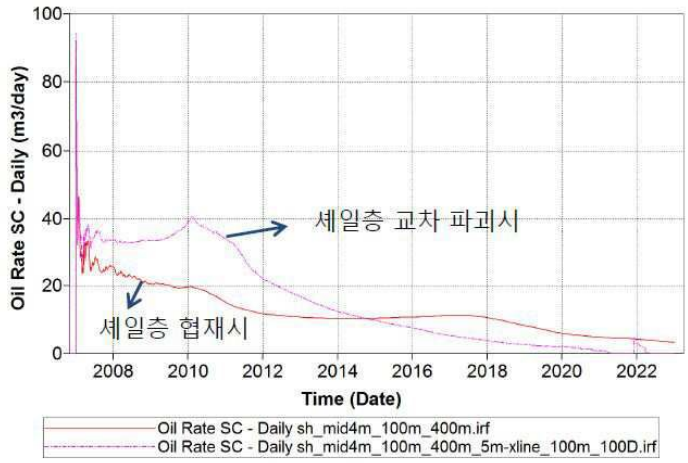


(a)

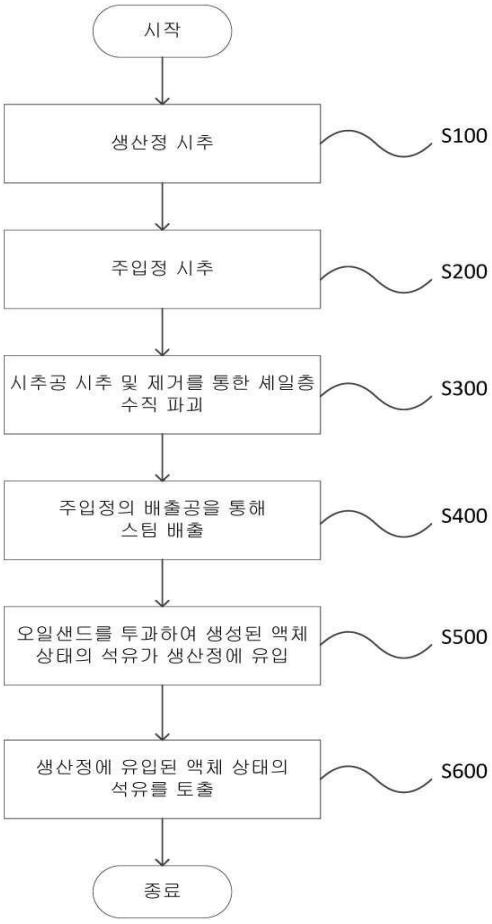


(b)

도면6


Oil Rate SC - Daily (m3/day)
100
80
60
40
20
0
2008
2010
2012
2014
2016
2018
2020
2022
Time (Date)
셰일층 교차 파괴시
셰일층 협재시
Oil Rate SC - Daily sh_mid4m_100m_400m.irf
Oil Rate SC - Daily sh_mid4m_100m_400m_5m-xline_100m_100D.irf

도면7


시작
생산정 시추
S100
주입정 시추
S200
시추공 시추 및 제거를 통한 셰일층 수직 파괴
S300
주입정의 배출공을 통해 스팀 배출
S400
오일샌드를 투과하여 생성된 액체 상태의 석유가 생산정에 유입
S500
생산정에 유입된 액체 상태의 석유를 토출
S600
종료