



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0062301
(43) 공개일자 2018년06월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E21B 41/00 (2006.01) E21B 47/00 (2006.01)
G06F 17/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
E21B 41/0092 (2013.01)
E21B 47/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0162399
(22) 출원일자 2016년11월30일
심사청구일자 2016년11월30일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인화로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
신현돈
서울특별시 양천구 목동서로 340 목동아파트 930-103
이정빈
경기도 부천시 오정구 오정로 245 창보아파트 101-305
(74) 대리인
이은철, 이수찬

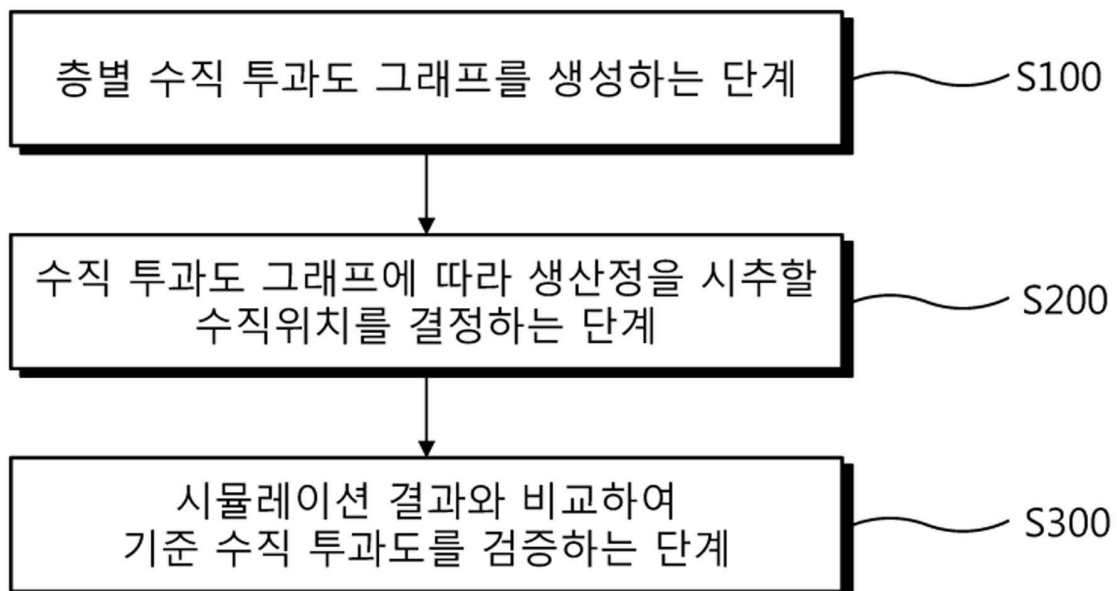
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 수평정의 수직 위치 결정방법

(57) 요약

본 발명은 수평정의 수직 위치 결정방법에 관한 것으로서 (a) 오일샌드층의 깊이에 따른 층별 수직 투과도 그래프를 생성하는 단계; 그리고 (b) 상기 (a) 단계에서 생성된 층별 수직 투과도 그래프에서의 수직 투과도가 상기 기준 수직 투과도보다 같거나 큰 값을 갖는 상기 오일샌드층의 깊이를 투수층으로 구분하고, 반대의 경우를 불투수층으로 구분하여 수평정을 삽입할 수직위치를 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이로 인해, 층별 수직 투과도 그래프를 생성하고 이로부터 수평정 수직 삽입 위치를 결정함으로써, 오일샌드(10)에 협재되어 오일 생산 효율을 저하시키는 불투수층을 피해 수평정을 삽입할 위치를 결정할 수 있고, 이에 따라, 오일 생산량을 효율적으로 증대시킬 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
G06F 17/5009 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

(a) 오일샌드층의 깊이에 따른 층별 수직 투과도 그래프를 생성하는 단계; 그리고

(b) 상기 (a) 단계에서 생성된 층별 수직 투과도 그래프에서의 수직 투과도가 기준 수직 투과도보다 같거나 큰 값을 갖는 상기 오일샌드층의 깊이를 투수층으로 구분하고, 반대의 경우를 불투수층으로 구분하여 수평정을 삽입할 수직위치를 결정하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 수평정의 수직 위치 결정방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (a) 단계 및 상기 (b) 단계는 프로세서에서 수행되는 것을 특징으로 하는 수평정의 수직 위치 결정방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 (b) 단계는 상기 불투수층의 두께가 기준 데이터 이하의 값을 갖는 경우, 기준 데이터 이하의 값을 갖는 불투수층을 투수층에 포함시켜 오일 생산 구간으로 분류하고, 분류된 오일 생산 구간이 복수개인 경우 그 두께가 가장 큰 구간을 최대 오일 생산 효율을 갖는 구간으로 판단하여 해당 구간의 가장 깊은 지점에 수평정을 삽입할 수직위치로 결정하는 것을 특징으로 하는 수평정의 수직 위치 결정방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 (b) 단계는 프로세서에서 수행되고, 상기 프로세서는 상기 기준 데이터를 미리 저장하고 있거나 외부로부터 전달받는 것을 특징으로 하는 수평정의 수직 위치 결정방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 프로세서와 전기적으로 연결되어 있고, 상기 기준 데이터를 미리 저장하고 있다가 상기 프로세서로 전달하는 저장장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수평정의 수직 위치 결정방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 기준 수직 투과도는 1.0 다시(darcy)인 것을 특징으로 하는 수평정의 수직 위치 결정방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

(c) 수평정 시추 시 오일 생산량의 시뮬레이션한 결과를 수직 투과도에 따른 오일생산량과 비교하여 상기 (b) 단계에서 이용한 기준 수직 투과도를 검증하고, 프로세서에서 수행되는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수평정의 수직 위치 결정방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 (c) 단계에서 이용하는 수직 투과도는 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 그리고 1.4로 설정되어 해당 수직 투과도에 대한 오일 생산량을 수평정 시추 시 오일 생산량의 시뮬레이션한 결과와 비교하여 수행되는 것을 특징으로 하는 수평정의 수직 위치 결정방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 프로세서는 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 그리고 1.4로 설정되어 해당 수직 투과도에 대한 오일 생산량의 평균값을 수평정 시추 시 오일 생산량의 시뮬레이션한 결과와 비교하여 상기 (c) 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 수평정의 수직 위치 결정방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수평정의 수직 위치 결정방법에 관한 것으로, 좀더 자세하게는, 오일샌드에서 효율적인 오일 생산을 위한 수평정이 시추될 위치를 결정하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

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

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

[0004] 이때, 도 1의 (a)에 도시한 것처럼, 주입정(100)(A_INJ)과 생산정(200)(A_PRD)이 오일샌드(10)에 시추되어 오일을 생산함에 있어서, 오일샌드(10)에는 투과도가 낮은 불투수층(Low permeable zone)이 존재하고 있어 주입정(100)에서 방출한 스팀이 오일샌드층(1a)으로 도달하기 어렵고, 이에 따라, 오일샌드층(1a)에 포함된 오일을 생산정(200)으로 인입받기 어렵다.

[0005] 그러나 이때, 도 1의 (b)에 도시한 것처럼, 주입정(100)과 오일샌드층(1b) 사이에 불투수층이 존재하지 않는 경우 생산정(200)에 인입되는 오일 효율이 좋으나, 생산정(200) 하부의 오일샌드층(2)에서는 오일을 생산할 수 없어 손실이 발생한다.

[0006] 이와 같이, 오일샌드층(1a, 1b)에 스팀을 투과하여 효율적으로 오일을 생산하기 위해서 주입정(100) 및 생산정(200)을 시추할 위치를 정하는 것이 중요하고, 특히, 오일 생산이 가능한 오일샌드층(1b)과 오일 생산이 불가능한 오일샌드층(2)을 모두 고려하여 오일 생산량이 최대인 지점을 결정하는 것이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제1382753호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 주입정 및 생산정을 불투수층을 피해 시추함으로써, 불투수층에 의한 오일샌드로부터의 석유 생산효율을 저하를 방지하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 한 실시예에 따른 수평정의 수직 위치 결정방법은 (a) 오일샌드층의 깊이에 따른 층별 수직 투과도 그래프를 생성하는 단계; 그리고 (b) 상기 (a) 단계에서 생성된 층별 수직 투과도 그래프에서의 수직 투과도가 기준 수직 투과도보다 같거나 큰 값을 갖는 상기 오일샌드층의 깊이를 투수층으로 구분하고, 반대의 경우를 불투수층으로 구분하여 수평정을 삽입할 수직위치를 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기 (a) 단계 및 상기 (b) 단계는 프로세서에서 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 (b) 단계는 상기 불투수층의 두께가 기준 데이터 이하의 값을 갖는 경우, 기준 데이터 이하의 값을 갖는 불투수층을 투수층에 포함시켜 오일 생산 구간으로 분류하고, 분류된 오일 생산 구간이 복수개인 경우 그 두께가 가장 큰 구간을 최대 오일 생산 효율을 갖는 구간으로 판단하여 해당 구간의 가장 깊은 지점에 수평정을 삽입할 수직위치로 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 상기 (b) 단계는 프로세서에서 수행되고, 상기 프로세서는 상기 기준 데이터를 미리 저장하고 있거나 외부로부터 전달받는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 프로세서와 전기적으로 연결되어 있고, 상기 기준 데이터를 미리 저장하고 있다가 상기 프로세서로 전달하는 저장장치를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 상기 기준 수직 투과도는 1.0 다시(darcy)인 것을 특징으로 한다.

[0015] 한 예에서, (c) 수평정 시추 시 오일 생산량의 시뮬레이션한 결과를 수직 투과도에 따른 오일생산량과 비교하여 상기 (b) 단계에서 이용한 기준 수직 투과도를 검증하고, 프로세서에서 수행되는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 상기 (c) 단계에서 이용하는 수직 투과도는 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 그리고 1.4로 설정되어 해당 수직 투과도에 대한 오일 생산량을 수평정 시추 시 오일 생산량의 시뮬레이션한 결과와 비교하여 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 이때, 상기 프로세서는 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 그리고 1.4로 설정되어 해당 수직 투과도에 대한 오일 생산량의 평균값을 수평정 시추 시 오일 생산량의 시뮬레이션한 결과와 비교하여 상기 (c) 단계를 수행하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0018] 이러한 특징에 따르면, 오일 생산량이 최대가 되는 지점에 수평정, 즉, 주입정 및 생산정을 시추하도록 수평정의 수직 위치를 결정하는 방법을 제공함으로써, 오일샌드로부터의 오일 생산 효율이 불투수층에 의해 저하되는 것을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 수평정의 수직 위치 결정방법의 설명을 위해 오일샌드지층 및 불투수층을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 수평정의 수직 위치 결정방법의 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 수평정의 수직 위치 결정방법에서 생성하는 층별 수직 투과도 그래프이다.

도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 수평정의 수직 위치 결정방법에서의 각 수직 투과도에 따른 시뮬레이션 결과 비교 그래프이다.

도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 수평정의 수직 위치 결정방법에서의 시뮬레이션 결과 비교 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 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.
- [0021] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 수평정의 수직 위치 결정방법을 자세하게 설명하면, 본 발명은 도 1의 (b)에 도시한 것처럼 주입정(100) 및 생산정(200)인 수평정의 상부에 불투수층이 존재하지 않도록 주입정(100) 및 생산정(200)을 오일샌드(10)에 시추하여 오일샌드(10)로부터 효율적으로 오일을 생산하기 위한 것이다.
- [0022] 이러한 본 발명의 한 실시예에 따른 수평정의 수직 위치 결정방법은 도 2에 도시한 것처럼 층별 수직 투과도 그래프를 생성하는 단계(S100), 수직 투과도 그래프에 따라 생산정을 시추할 수직위치를 결정하는 단계(S200), 그리고 시뮬레이션 결과와 비교하여 기준 수직 투과도를 검증하는 단계(S300)를 포함하여 이루어진다.
- [0023] 이때, 도 2를 참고로 하여 설명할 본 발명의 단계들은 오일샌드(10)에서의 오일 시추 결과를 오일 생산량 정보로서 제공받아 이를 가공하고, 가공한 정보를 이용하여 판단동작을 수행하는 컴퓨터 처리장치일 수 있다.
- [0024] 그리고 이때, 컴퓨터 처리장치는 정보 가공처리, 판단동작 수행을 위해서, 기준이 되는 데이터를 미리 입력받아 저장하고 있는 저장장치와 전기적으로 연결되어, 기준 데이터를 이용하여 처리동작을 수행할 수 있다.
- [0025] 한 예에서, 기준 데이터는 오일 생산량을 저하시키는 불투수층 구간 두께값을 포함할 수 있다.
- [0026] 그리고, 컴퓨터 처리장치는 컴퓨터장치에 구성된 중앙처리장치(CPU)와 같은 프로세서일 수 있다.
- [0027] 이처럼, 프로세서가 수평정의 수직 위치를 결정하는 과정을 설명하면, 먼저, 첫 번째 단계(S100)에서, 프로세서는 층별 수직 투과도로부터 층별 수직 투과도 그래프를 생성한다.
- [0028] 한 예에서, 층별 수직 투과도 그래프는 도 3의 (a)에 도시한 것처럼 x축이 수직 투과도(vertical permeability)이고 y축이 층(layer)인 형태를 갖는데, y축인 층은 오일샌드(10)의 최저바닥(bottom) 부분부터 오일샌드(10)의 표면(reservoir top)에 이르는 깊이로 구분되며, 단위는 미터(m)이다.
- [0029] 그리고, 도 3의 (a)에 도시된 층별 수직 투과도 그래프에서, 오일샌드(10)의 수직 깊이인 층(layer)에 따른 수직 투과도의 단위는 다시(Darcy)이며, 프로세서는 특정 깊이의 층에서 다시가 1.0 이상의 값을 갖는 경우 해당 층의 수직 투과도가 좋은 것으로 간주하고, 특정 깊이의 층에서 다시가 1.0 미만의 값을 갖는 경우 해당 층의 수직 투과도가 좋지 않은 것으로 간주한다.
- [0030] 이때, 층별 수직 투과도 그래프에서, 해당 층에서 평균 수직 투과도를 다시 단위로 나타내는 것이 좋다.
- [0031] 이처럼, 프로세서는 도 3의 (a)의 층별 수직 투과도 그래프를 기반으로 수직 투과도가 다시 기준 1.0 이상인 층 구간을 투수층으로 분류하고, 수직 투과도가 다시 기준 1.0 미만인 층 구간을 불투수층으로 분류하여, 도 3의 (b)에 도시한 것과 같이 각 층의 투수여부가 구분되게 된다.
- [0032] 도 3의 (b)를 좀더 자세하게 설명하면, 프로세서는 오일샌드(10)에서 표면으로부터 수직 깊이가 40m인 구간에서 36m인 구간까지는 불투수층인 것으로 분류하고, 수직 깊이가 36m인 구간에서 32m인 구간은 투수층으로서 C 구간으로 분류한다.
- [0033] 이때, C 구간으로 분류된 투수층은 4m의 두께를 갖는다.
- [0034] 그리고, 프로세서는 수직 깊이가 32m인 구간에서 31m에 이르는 구간은 도 3의 (a)의 그래프에서 1.0 이하의 다시 값을 가지므로 불투수층으로 분류하고, 수직 깊이가 31m에서 28.4m에 이르는 구간은 약 1.7 및 약 1.4의 다시 값을 각각 가지므로, 해당 구간을 투수층으로 분류한다.
- [0035] 한 예에서, 프로세서는 투수층으로 분류한 수직 깊이가 36m인 구간에서 32m인 구간(C 구간)의 하부에 수평정, 즉, 주입정(100) 및 생산정을 시추할 경우 효율적으로 오일을 생산할 수 있을 것으로 판단하여 수평정의 수직 위치를 결정할 수 있다.

- [0036] 그리고, 한 예로써, 프로세서는 C 구간의 상부에 1m의 불투수층이 위치하고 바로 그 상부에 약 2.6m의 투수층이 위치하는 총 구간에 대해서, 즉, 수직 깊이가 36m에서 28.4m에 이르는 총 7.6m의 구간에 대해서 효율적으로 오일을 생산할 수 있는 구간으로 판단할 수 있다.
- [0037] 이는, 7.6m의 구간에 형성된 두께 약 1m의 불투수층은 주입정 및 생산정의 오일 생산 효율에 영향을 크게 미치지 않는다는 알고리즘에 의한 판단결과로서, 프로세서는 오일 생산 효율에 영향을 미치지 않는 기준 데이터를 미리 저장하여 알고 있거나 전기적으로 연결된 저장장치로부터 전달받아 이용할 수 있다.
- [0038] 계속해서, 도 3의 (b)를 참고로 하여 설명하면, 프로세서는 도 3의 (a) 그래프에 따라 층별 다시 값에 따라 투수층과 불투수층을 분류하고, 수직 깊이가 21m인 지점에서 수직 깊이가 14m인 지점에 이르는 구간을 투수층인 B 구간으로 분류한다.
- [0039] 그리고 이때, 프로세서는 B 구간의 상부에 형성된 약 1m의 불투수층과 그 상부의 1.6m의 투수층을 포함하여 총 9.6m의 구간을 효율적으로 오일을 생산할 수 있는 구간으로 판단할 수 있다.
- [0040] 프로세서는 위에서 이미 설명한 것처럼, 오일 생산 효율에 영향을 미치지 않는 불투수층 두께의 기준 데이터가 1m임에 따라 B 구간 상부에 형성된 두께 1m의 불투수층을 포함하여 9.6m의 구간에서 효율적으로 오일을 생산할 수 있음으로 판단한다.
- [0041] 그리고, 프로세서는 수직 깊이가 3.2m인 지점에서 수직 깊이가 약 8m인 지점에 이르는 두께 4.8m의 투수층을 A 구간으로 분류하고, A 구간 하부에 수직 깊이가 8m인 지점에서 수직 깊이가 8.5m인 지점에 형성된 두께 0.5m의 불투수층과, 그 하부에 수직 깊이가 8.5m인 지점에서 수직 깊이가 10.2m인 지점에 이르는 1.7m의 투수층을 모두 포함하여 총 7m의 구간을 효율적으로 오일을 생산할 수 있는 구간으로 판단한다.
- [0042] 이때, 프로세서는 A 구간을 포함하는 7m의 구간에 포함된 불투수층의 두께가 0.5m로서 오일 생산 효율에 영향을 미치지 않는 불투수층 두께의 기준 데이터인 1m 이내이므로 해당 불투수층을 구간에 포함시킨다.
- [0043] 도 3을 참고로 하여 설명한 것처럼, 프로세서는 오일샌드(10)를 수직 층으로 나누어 각 층의 수직 투과도로부터 층별 수직 투과도 그래프를 생성하고, 투수층 및 불투수층을 구분하여 기준 두께 이하의 불투수층을 포함하여 효율적으로 오일을 생산할 수 있는 구간을 판단한다.
- [0044] 그런 다음, 프로세서는 도 2의 도시한 두 번째 단계(S200)인 수직 투과도에 따라 생산정을 시추할 수직위치를 결정하는 단계(S200)를 수행하는데, 도 3의 (b)를 통해 분류한 오일 생산 가능 구간의 두께가 가장 큰 구간을 생산정을 시추할 수직위치로서 결정한다.
- [0045] 도 3의 (b)를 참고로 하는 예에서, 프로세서는 두께가 4.8m인 A 구간을 포함하는 7m의 구간과, 두께가 7m인 B 구간을 포함하는 9.6m의 구간, 그리고 두께가 4m인 C 구간을 포함하는 7.6m의 구간 중, 두께가 가장 큰 9.6m의 구간, 즉 A 구간을 포함하는 구간을 오일 생산 효율이 가장 좋은 구간으로 판단하여 해당 구간을 수평정을 수직 위치시킬 구간으로 결정한다.
- [0046] 이때, 프로세서는 B 구간을 포함하는 9.6m의 구간 중 가장 바닥 부분인 수직 깊이 21m인 지점을 수평정 수직 위치시킬 구간으로 판단한다.
- [0047] 그런 다음, 프로세서는 도 2의 세 번째 단계(S300)인 시뮬레이션 결과와 비교하여 기준 수직 투과도를 검증하는 단계(S300)를 수행하는데, 프로세서는 서로 다른 다섯 개의 유정 모델(A1, A2, A3, A4, A5)의 오일샌드(10)에 수평정을 시추했을 때의 오일 생산량을 시뮬레이션한 결과를 도 4의 그래프에 도시한 것처럼 수직 투과도에 따른 생산량과 비교한다.
- [0048] 도 4에 도시한 것처럼, 프로세서는 시뮬레이션 결과를 0.6에서 1.4에 이르는 수직 투과도별로 분류한 각각의 시뮬레이션 그래프와 비교하고, 이때, 시뮬레이션 결과에 따른 오일 생산량은 수직 투과도가 1(1.0)일 때의 생산량과 가장 유사하다는 것을 확인한다.
- [0049] 즉, 도 3의 (a)의 층별 수직 투과도 그래프와 같이 기준 수직 투과도를 1.0으로 정하여 수직위치를 결정하였을 때의 오일 생산량이 시뮬레이션 결과와 가장 유사함에 따라, 기준 수직 투과도가 제대로 설정되었음을 검증할 수 있게 된다.
- [0050] 좀더 자세하게는, 도 4에 도시한 그래프의 결과들 중 수직 투과도를 0.6에서 1.4에 이르도록 변경하면서 산출한 오일 생산량의 평균값과 시뮬레이션 결과에 따른 오일 생산량이 도 5에 도시한 것처럼 기준 수직 투과도가 1.0 일 때 상관계수가 높은 것을 확인함으로써, 프로세서는 마지막 단계(S300)에서 시뮬레이션 결과로부터 기준 수

직 투과도가 바르게 설정된 것으로 검증한다.

[0051] 이처럼, 프로세서는 층별 수직 투과도 그래프를 생성하고 이로부터 수평정 수직 삽입 위치를 결정함으로써, 오일샌드(10)에 탑재되어 오일 생산 효율을 저하시키는 불투수층을 피해 수평정을 삽입할 위치를 결정할 수 있고, 이에 따라, 오일 생산량을 효율적으로 증대시킬 수 있다.

[0052] 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.

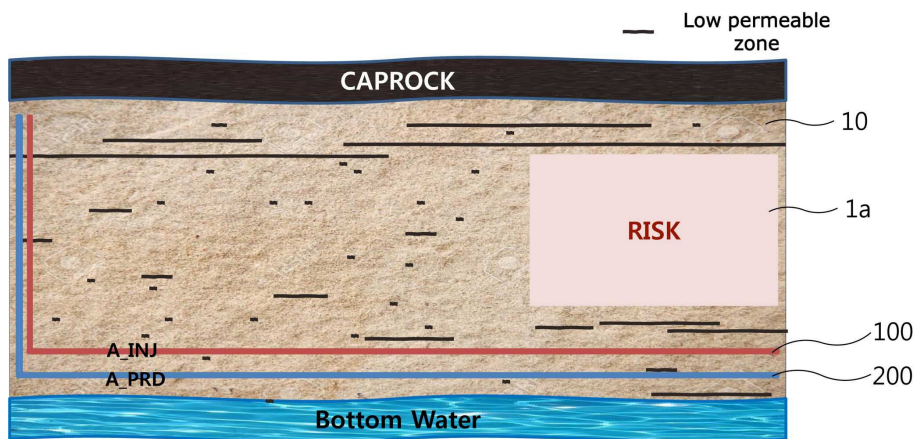
부호의 설명

[0053] 1a, 1b, 2 : 오일샌드층 10 : 오일샌드

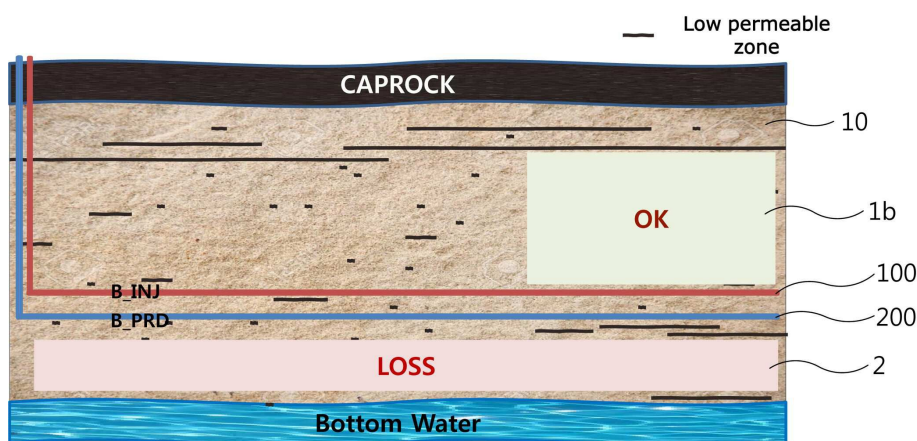
100 : 주입정 200 : 생산정

도면

도면1

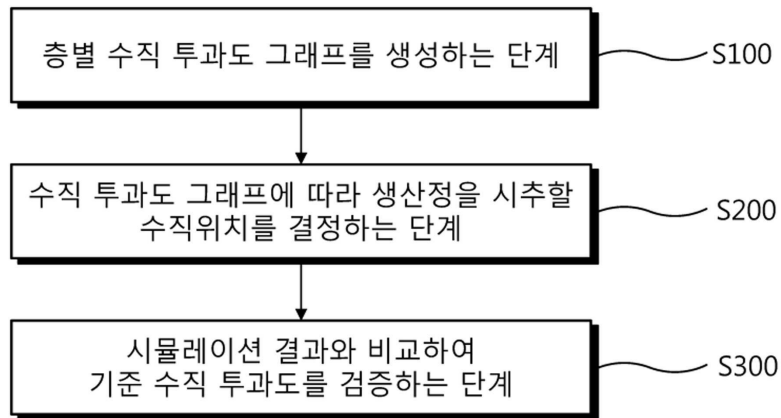


(a)

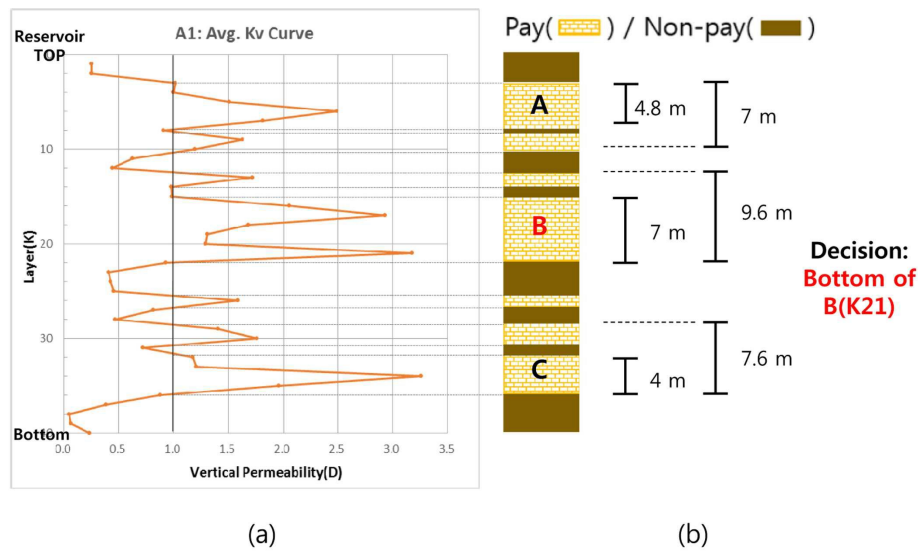


(b)

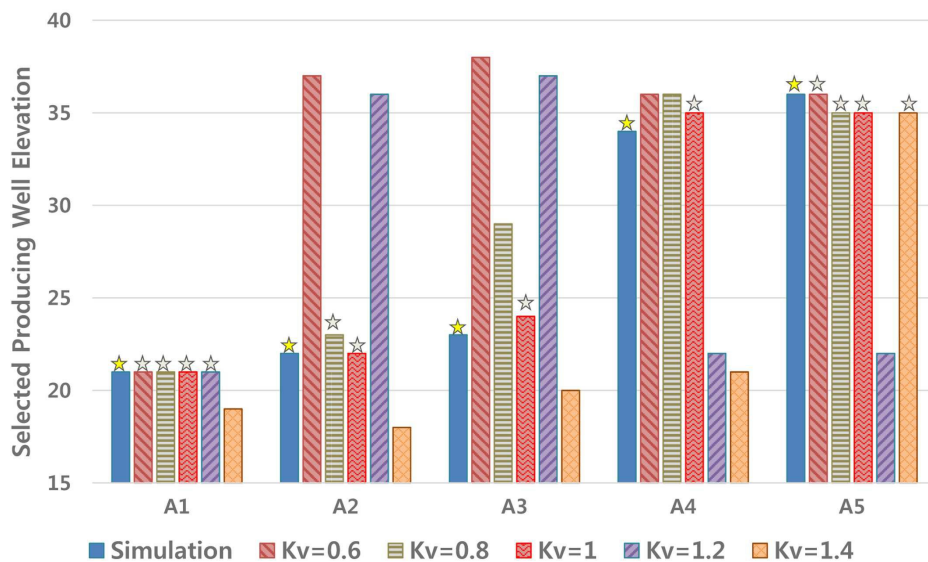
도면2



도면3



도면4



도면5

