(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0012455
(43) 공개일자 2025년01월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F03G 7/06 (2006.01) *F01D 15/10* (2006.01)
(52) CPC특허분류
F03G 7/06113 (2021.08)
F01D 15/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0092743
(22) 출원일자 2023년07월17일
심사청구일자 2023년07월17일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
박일웅
인천광역시 남동구 서창남순환로 55, 503동 1604호(서창동,서창센트럴푸르지오)
(74) 대리인
특허법인태백

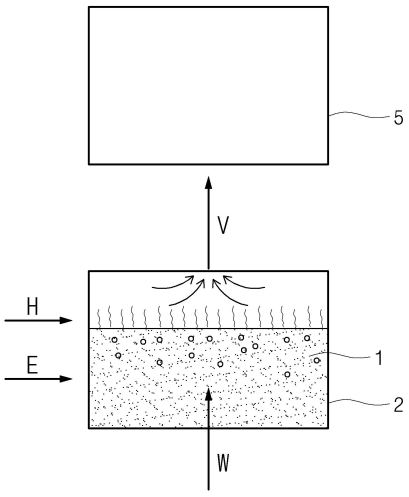
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **모래 배터리와 이를 이용한 에너지 추출 방법 및 에너지 생산 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 에너지 저장이 가능한 모래 배터리와 이를 이용하여 저장된 에너지를 활용 가능하도록 에너지를 추출하는 에너지 생산 방법 및 에너지 생산 시스템에 관한 것으로서, 모래와, 모래가 내부에 수용되는 사일로와, 사일로 내부로 소정의 물질을 주입하는 물질 공급부 및, 물질 공급부로부터 사일로 내부로 주입된 물질이 모래에 저장된 열에너지를 흡수하면서 상변화를 일으킬 때 상변화로 형성된 물질을 수집하는 물질 수집부를 포함함으로써, 모래에 저장된 열에너지가 물질 공급부로부터 주입되는 물질을 급속하게 상변화시킴으로써 열에너지가 추출될 수 있어, 모래 배터리에 저장된 열을 발전에 활용할 수 있도록 높은 효율로 추출할 수 있는 수단이 구비된 모래 배터리와 이를 이용한 에너지 생산 시스템 및 상기 모래 배터리를 이용한 에너지 추출 방법을 제공하고자 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
F05B 2220/702 (2020.08)
F05B 2220/706 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

모래;

상기 모래가 내부에 수용되는 사일로;

상기 사일로 내부로 소정의 물질을 주입하는 물질 공급부; 및,

상기 물질 공급부로부터 사일로 내부로 주입된 상기 물질이 상기 모래에 저장된 열에너지를 흡수하면서 상변화를 일으킬 때 상기 상변화로 형성된 상기 물질을 수집하는 물질 수집부;를 포함함으로써,

상기 모래에 저장된 열에너지가 상기 물질 공급부로부터 주입되는 물질을 급속하게 상변화시킴으로써 열에너지가 추출되는 모래 배터리.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 물질 공급부로 공급되는 상기 물질은 액체이고, 상기 물질 수집부를 통하여 회수되는 상기 상변화로 형성된 상기 물질은 상기 액체가 급속하게 기화된 기체이며,

상기 물질 공급부는 상기 모래 상부 또는 모래 내부에 설치되는 하나 이상의 물질 공급관으로 이루어지고,

상기 물질 수집부는 상기 사일로 내부에 설치된 하나 이상의 물질 수집 수단을 통해 물질을 수집하는 것을 특징으로 하는 모래 배터리.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 물질 공급관은 상기 모래 내부에 설치될 경우에, 일정한 간격마다 반복적으로 배치되고,

상기 물질 수집 수단은 상기 모래 내부에 설치되며, 상기 모래를 이루는 모래 입자 보다 더 작은 눈이 형성되는 메시 망으로 이루어지는 메시 덕트가 종 방향 또는 횡 방향으로 반복적으로 배치되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 모래 배터리.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 메시 덕트는 메시 덕트의 길이 방향을 따라 하나 이상의 골격 프레임이 형성되어 상기 메시 덕트의 골격을 유지시키는 것을 특징으로 하는 모래 배터리.

청구항 5

모래와, 모래가 내부에 수용되는 사일로와, 사일로 내부로 물질을 주입하는 물질 공급부와, 물질 공급부로부터 사일로 내부로 주입된 물질이 상변화를 거쳐 형성된 물질을 수집하는 물질 수집부를 포함하여, 상기 모래에 저장된 열에너지가 상기 물질 공급부로부터 주입되는 물질을 급속하게 상변화시킴으로써 상기 상변화를 거친 물질을 회수하면서 열에너지가 추출 가능하게 제작되는 모래 배터리; 및,

상기 모래 배터리에서 추출되는 물질로 에너지를 생산하는 에너지 활용 유닛;을 포함하는 모래 배터리를 이용한 에너지 생산 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 물질 공급부는 상기 모래 상부 또는 모래 내부에 설치되는 하나 이상의 물질 공급관으로 이루어지고,

상기 물질 수집부는 상기 사일로 내부에 설치된 하나 이상의 물질 수집 수단을 통해 증기를 수집하며,

상기 물질 공급관은 상기 모래 내부에 설치될 경우에, 일정한 간격마다 반복적으로 배치되고,

상기 물질 수집 수단은 상기 모래 내부에 설치되며, 상기 모래를 이루는 모래 입자 보다 더 작은 눈이 형성되는 메시 망으로 이루어지는 메시 덕트가 종 방향 또는 횡 방향으로 반복적으로 배치되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 모래 배터리를 이용한 에너지 생산 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 메시 덕트는 메시 덕트의 길이 방향을 따라 하나 이상의 골격 프레임이 형성되어 상기 메시 덕트의 골격을 유지시키고,

상기 사일로에는 상기 사일로 내부를 복수 개의 구역으로 구획하는 격벽이 설치되며,

상기 복수 개의 구역 마다 상기 물질 공급부와 물질 수집부가 구비되는 것을 특징으로 하는 모래 배터리를 이용한 에너지 생산 시스템.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 물질 공급부를 통하여 주입되는 물질은 액체이고, 상기 물질 수집부로 회수되는 물질은 상기 액체가 상기 모래에 저장된 열에너지를 흡수하면서 급속하게 기화된 기체이며,

상기 에너지 활용 유닛은 상기 물질 수집부에서 추출된 기체로 구동되는 터빈과, 터빈에 연결된 발전기와, 터빈에서 배출되는 기체를 응축시키는 응축기와, 응축기에서 배출되는 액체를 압축하는 압축기와, 압축기로 압축된 액체를 팽창시키는 팽창 밸브를 포함하고,

상기 팽창 밸브를 통과한 액체가 상기 물질 공급부로 다시 공급됨으로써, 상기 액체는 상기 모래 배터리와 상기 에너지 활용 유닛을 차례로 통과하며 순환하는 것을 특징으로 하는 모래 배터리를 이용한 에너지 생산 시스템.

청구항 9

사일로에 저장된 모래에 열에너지를 축적하는 단계;

상기 모래에서 열에너지를 추출하는 단계;를 포함하되,

상기 열에너지를 추출하는 단계는

상기 모래에 소정의 물질을 주입하는 단계와,

상기 물질이 모래의 열에너지를 흡수하면서 상변화가 발생하는 단계와,

상기 상변화를 거친 상기 물질을 회수하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 모래 배터리를 이용한 에너지 추출 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 소정의 물질은 액체이고, 상기 상변화를 거친 상기 물질은 기체인 것을 특징으로 하는 모래 배터리를 이용한 에너지 추출 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 물질을 회수하는 단계는 상기 모래 내부에 상기 모래를 구성하는 모래 입자는 통과하지 못하고 증기는 통과 가능한 메시 망으로 이루어지는 메시 덕트를 설치하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 모래 배터리를 이용한

에너지 추출 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 에너지 저장이 가능한 모래 배터리와 이를 이용하여 저장된 에너지를 활용 가능하도록 에너지를 추출하는 에너지 생산 방법 및 에너지 생산 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 모래 배터리는 열저장 능력 이 좋은 모래를 사일로(silo) 에 넣고 약 500 도까지 가열해 열에너지의 형태로 에너지원에서 발생한 전력 일부를 저장하는 배터리 개념이다. 모래 배터리는 최근 핀란드에서 개발되어 상업용으로 가동되고 있다.

[0003] 모래는 녹는점이 높고 열전달계수가 작아 열 손실이 적어 열을 잘 저장하고 장기간 저장할 수 있다. 모래는 열에너지를 저장할 수 있는 열용량이 물의 4 배로 높아서 500 도에 이르는 고온 상태로 열에너지를 수개월 동안 저장할 수 있다. 현재 가동되고 있는 모래 배터리 사일로는 8 MWh 의 에너지를 저장할 수 있으며 태양광 풍력 등 신재생 에너지 발전원의 본질적 특성에서 비롯되는 발전량의 수급 불균형 문제를 해결하기 위한 목적으로 겨울철 지역난방 등에 활용 되고 있다.

[0004] 모래의 가열은 모래가 들어 있는 사일로에 전기를 흘려보내면 저항으로 인해 열이 발생하며, 이때 발생하는 열은 최대 섭씨 500도 까지 오른다. 이때 모래와 서로 열을 교환할 수 있는 열 교환기가 설치되어 모래로부터 열에너지를 받아 뜨거운 공기를 생성하는 형태로 난방용 온수를 생산할 수 있다.

[0005] 그런데 현재 운전되고 있는 상업용 모래 배터리는 모래에 의해 뜨거워진 공기를 파이프를 통해 추출하여 중간 열교환기를 거쳐 난방수를 가열하는 형태로 제한적으로 활용되고 있다. 모래 배터리의 열을 전력 생산에 활용되는 개념은 아직은 제안된 바가 없고, 이 경우에도 중간 열교환기를 거치는 종래 기술로는 효율이 제한적이다.

[0006] 모래가 저장하고 있는 열을 파이프를 통해 전달할 경우, 분체 형태의 모래와 파이프 사이의 접촉 면적이 넓지 않기 때문에 모래로부터 파이프 표면까지의 열전달은 주로 빈 공간을 채우고 있는 공기를 통한 전도(conduction)로 이루어지는데, 기체는 열전도도가 고체나 액체와 비교하여 상대적으로 매우 낮아서 모래에서 파이프 표면까지 열을 수송하는 데 있어 큰 온도 감소가 발생한다. 즉 열 저항이 매우 크다.

[0007] 즉, 종래의 기술은 모래의 열을 사용하고자 하는 공정까지 전달하는 과정에서 큰 온도 감소가 발생하기 때문에 활용 온도 범위가 저온 영역으로 제한된다. 특히, 모래의 열에너지를 통해 전력을 생산하고자 할 경우에도 중간 열전달 과정에서 온도 감소가 커 전력생산 계통의 발전 효율이 매우 떨어진다. 참고로 일반적인 외연 기관은 고온부와 저온부의 온도차이가 클수록 발전 효율이 높다.

[0008] 또한 종래 기술은 중간 열전달 시스템들을 거치면서 배관 외벽이나 주별 구조물로의 열 손실(leakage) 또는 우회(bypass)가 발생할 수 있는 문제점이 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0009] (비특허문헌 0001) https://m.khan.co.kr/world/europe-russia/article/202207061728001#c2b 경향신문, 2022.07.06 17:28 공지

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 이에 본 발명은 모래 배터리에 저장된 열을 발전에 활용할 수 있도록 높은 효율로 추출할 수 있는 수단이 구비된 모래 배터리와 이를 이용한 에너지 생산 시스템 및 상기 모래 배터리를 이용한 에너지 추출 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 모래 배터리는 모래와, 모래가 내부에 수용되는 사일로와, 사일로 내부로 소정의 물질을 주입하는 물질 공급부 및, 상기 물질 공급부로부터 사일로 내부로 주입된 상기 물질이 상기 모래에 저장된 열에너지를 흡수하면서 상변화를 일으킬 때 상기 상변화로 형성된 상기 물질을 수집하는 물질 수집부를 포함함으로써, 상기 모래에 저장된 열에너지가 상기 물질 공급부로부터 주입되는 물질을 급속하게 상변화시킴으로써 열에너지가 추출된다.

[0012] 여기서 상기 물질 공급부로 공급되는 상기 물질은 바람직하게는 액체이고, 상기 물질 수집부를 통하여 회수되는 상기 상변화로 형성된 상기 물질은 상기 액체가 급속하게 기화된 기체이며, 상기 물질 공급부는 상기 모래 상부 또는 모래 내부에 설치되는 하나 이상의 물질 공급관으로 이루어지고, 상기 물질 수집부는 상기 사일로 내부에 설치된 하나 이상의 물질 수집 수단을 통해 물질을 수집할 수 있다.

[0013] 이 경우 상기 물질 공급관은 상기 모래 내부에 설치될 경우에, 바람직하게는 일정한 간격마다 반복적으로 배치되고, 상기 물질 수집 수단은 상기 모래 내부에 설치되며, 상기 모래를 이루는 모래 입자 보다 더 작은 눈이 형성되는 메시 망으로 이루어지는 메시 덕트가 종 방향 또는 횡 방향으로 반복적으로 배치되어 이루어질 수 있다.

[0014] 이때 상기 메시 덕트는 바람직하게는 메시 덕트의 길이 방향을 따라 하나 이상의 골격 프레임이 형성되어 상기 메시 덕트의 골격이 유지될 수 있다.

[0015] 한편, 전술한 모래 배터리를 이용한 본 발명에 따른 에너지 생산 시스템은 모래와, 모래가 내부에 수용되는 사일로와, 사일로 내부로 물질을 주입하는 물질 공급부와, 물질 공급부로부터 사일로 내부로 주입된 물질이 상변화를 거쳐 형성된 물질을 수집하는 물질 수집부를 포함하여, 상기 모래에 저장된 열에너지가 상기 물질 공급부로부터 주입되는 물질을 급속하게 상변화시킴으로써 상기 상변화를 거친 물질을 회수하면서 열에너지가 추출 가능하게 제작되는 모래 배터리 및, 모래 배터리에서 추출되는 물질로 에너지를 생산하는 에너지 활용 유닛을 포함한다.

[0016] 여기서 상기 물질 공급부는 바람직하게는 상기 모래 상부 또는 모래 내부에 설치되는 하나 이상의 물질 공급관으로 이루어지고, 상기 물질 수집부는 상기 사일로 내부에 설치된 하나 이상의 물질 수집 수단을 통해 증기를 수집하며, 상기 물질 공급관은 상기 모래 내부에 설치될 경우에, 일정한 간격마다 반복적으로 배치되고, 상기 물질 수집 수단은 상기 모래 내부에 설치되며, 상기 모래를 이루는 모래 입자 보다 더 작은 눈이 형성되는 메시 망으로 이루어지는 메시 덕트가 종 방향 또는 횡 방향으로 반복적으로 배치되어 이루어질 수 있다.

[0017] 이 경우 상기 메시 덕트는 바람직하게는 메시 덕트의 길이 방향을 따라 하나 이상의 골격 프레임이 형성되어 상기 메시 덕트의 골격을 유지시키고, 상기 사일로에는 상기 사일로 내부를 복수 개의 구역으로 구획하는 격벽이 설치되며, 상기 복수 개의 구역 마다 상기 물질 공급부와 물질 수집부가 구비될 수 있다.

[0018] 그리고 상기 물질 공급부를 통하여 주입되는 물질은 바람직하게는 액체이고, 상기 물질 수집부로 회수되는 물질은 상기 액체가 상기 모래에 저장된 열에너지를 흡수하면서 급속하게 기화된 기체이며, 상기 에너지 활용 유닛은 상기 물질 수집부에서 추출된 기체로 구동되는 터빈과, 터빈에 연결된 발전기와, 터빈에서 배출되는 기체를 응축시키는 응축기와, 응축기에서 배출되는 액체를 압축하는 압축기와, 압축기로 압축된 액체를 팽창시키는 팽창 밸브를 포함하고, 상기 팽창 밸브를 통과한 액체가 상기 물질 공급부로 다시 공급됨으로써, 상기 액체는 상기 모래 배터리와 상기 에너지 활용 유닛을 차례로 통과하며 순환할 수 있다.

[0019] 한편, 전술한 모래 배터리를 이용한 본 발명에 따른 에너지 생산 방법은 사일로에 저장된 모래에 열에너지를 축적하는 단계와, 상기 모래에서 열에너지를 추출하는 단계를 포함하되, 상기 열에너지를 추출하는 단계는 상기 모래에 소정의 물질을 주입하는 단계와, 상기 물질이 모래의 열에너지를 흡수하면서 상변화가 발생하는 단계와, 상기 상변화를 거친 상기 물질을 회수하는 단계로 이루어질 수 있다.

[0020] 이때 상기 소정의 물질은 바람직하게는 액체이고, 상기 상변화를 거친 상기 물질은 기체인 것을 특징으로 한다.

[0021] 이 경우 상기 물질을 회수하는 단계는 바람직하게는 상기 모래 내부에 상기 모래를 구성하는 모래 입자는 통과하지 못하고 증기는 통과 가능한 메시 망으로 이루어지는 메시 덕트를 설치하여 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따른 모래 배터리와 이를 이용한 에너지 생산 시스템 및 상기 모래 배터리를 이용한 에너지 추출 방

법은 종래의 모래 배터리 활용 방법에 비하여 훨씬 높은 효율로 열에너지를 추출하는 것이 가능함으로써 모래 배터리를 이용한 열에너지로 전력 생산을 포함한 광범위한 에너지 활용이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명에 따른 모래 배터리의 작동 개념도이다.

도 2a 및 도 2b는 본 발명에 따른 모래 배터리의 다양한 실시예를 나타내는 개념도이다.

도 3은 본 발명에 따른 모래 배터리의 일 실시예를 나타내는 정면투상도이다.

도 4는 도 3에서 물 공급관의 일 실시예를 나타내는 부분 사시도이다.

도 5는 도 3에서 메시 덕트의 일 실시예를 나타내는 부분 사시도이다.

도 6은 도 3의 모래 배터리를 이용한 본 발명에 따른 에너지 생산 시스템의 일 실시예를 나타내는 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 실시예에서 제시되는 특정한 구조 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있다. 또한 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 되며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경물, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0025] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 대해 상세히 설명한다.

[0026] 본 발명에 따른 모래 배터리는 종래 기술에 따른 모래 배터리에서 에너지를 현저하게 높은 효율로 얻기 위한 수단이 내장되는 모래 배터리이다.

[0027] 본 발명에 따른 모래 배터리는 도 1 내지 도 2b에 도시된 바와 같이 모래(1,11)와, 모래(1,11)가 내부에 수용되는 사일로(2,12)와, 물질 공급부(3,13)와, 물질 수집부(4,14)를 포함한다.

[0028] 물질 공급부(3,13)는 사일로(2,12) 내부로 소정의 물질을 주입하는 수단이고, 물질 수집부(4,14)는 물질 공급부(3,13)로부터 사일로(2,12) 내부로 주입된 물질이 모래(1,11)에 저장된 열에너지(H)를 흡수하면서 상변화를 일으킬 때 상기 상변화로 형성된 물질을 수집하는 수단이다.

[0029] 이때 물질 수집부(4,14)로 수집되는 물질은 모래(1,11)에 저장된 열에너지(H)를 흡수하면서 상변화를 일으켰으므로 물질 수집부(4,14)에 수집된 물질은 모래(1,11)가 가지고 있던 열에너지(H)를 잠열의 형태로 흡수한 상태의 물질이다.

[0030] 따라서 종래와 같이 열교환기를 통한 간접적인 열전달 형태로 모래의 열에너지를 회수하는 것과 달리 본 발명에서는 모래(1,11)와 직접 접촉하는 물질이 상변화를 거치면서 급속도로 모래의 열을 흡수함으로써 모래(1,11)가 가진 열에너지(H)를 고도로 높은 효율로 회수할 수 있다.

[0031] 여기서 물질 공급부(3,13)로 물질이 공급될 때 물질의 공급 속도와 공급 시간의 조절로 모래(1,11)에 저장된 열에너지(H)를 추출하는 양과 속도와 추출 지속 시간의 결정이 가능할 수 있다.

[0032] 물질 공급부(3,13)로 공급되는 물질은 모래(1,11)와 접촉하면서 빠른 속도로 급속하게 상변화를 일으킬수록 모래(1,11)가 가진 열에너지(H)를 손실을 최소화 하면서 흡수할 수 있다. 따라서 물질 공급부(3,13)로 공급되는 물질은 액체 형태일 경우 모래(1,11)와 접촉할 때 급속도로 기화가 일어날 수 있다.

[0033] 이 경우 물질 공급부(3,13)로 공급되는 상기 물질은 저렴하고 유해성이 없는 물(W)이 채택될 수 있다. 다만, 물(W) 이외에 기화 속도가 빠르고 잠열 형태로의 열 흡수 능률이 좋은 다른 액체가 채택되는 것을 배재하지 않는다.

[0034] 이하에서는 물질 공급부(3,13)로 공급되는 물질이 물(W)인 경우로 가정하여 서술하기로 한다. 다만 물 이외의 다른 액체에도 이하의 설명은 동일하게 적용될 수 있음을 밝혀 둔다.

[0035] 물질 공급부(3,13)로 공급되는 물질이 물(W)일 경우 물질 수집부(4,14)를 통하여 회수되는 물질은 물(W)이 급속하게 기화되어 생성되는 수증기(V)이다.

[0036] 물질 공급부(3,13)는 보다 구체적으로 사일로(2,12) 내부에 삽입되어 도 2b에 도시된 바와 같이 모래(11)의 상

부에 배치되거나 또는 도 2a에 도시된 바와 같이 모래(1)의 내부에 설치되는 하나 이상의 물 공급관으로 이루어질 수 있다.

[0037] 물질 수집부(4,14)는 물질 공급부(3,13)와 마찬가지로 사일로(2,12) 내부에 설치된 하나 이상의 물질 수집 수단을 통하여 수증기(V)를 회수할 수 있다.

[0038] 물 공급관(33)은 도 3에 도시된 바와 같이 모래(10) 내부에 일정한 간격마다 반복적으로 설치될 수 있다. 이때 물 공급관(33)은 도 2a 또는 도 3과 같이 수직 또는 수평 방향으로 설치되거나 도시되진 않았지만 경사방향으로 형성될 수도 있다.

[0039] 물 공급관(33)은 보다 구체적으로 도 4에 도시된 바와 같이 종 방향 및 횡 방향으로 설치되고 서로 연결될 수 있다. 이때 물 공급관(33)에는 외부 표면 전체에 걸쳐 노즐 공(311)이 형성될 수 있다.

[0040] 따라서 사일로(20) 내부의 모래(10) 전체 부피에 걸쳐 물 공급관(33)이 일정한 간격마다 고르게 종횡으로 설치되고, 노즐 공(311)을 통하여 물이 분사되면 사일로(20) 내부의 모래(10) 부피 전체에 걸쳐 균일하게 물이 공급될 수 있어, 사일로(20) 내부의 모래(10) 전체에 걸쳐 최대한 열에너지를 회수할 수 있다.

[0041] 상기 물질 수집 수단은 도 3 및 도 5에 도시된 바와 같이 모래(10) 내부에 설치되며, 모래(10)를 이루는 모래 입자 보다 더 작은 눈이 형성되는 메시 망(411)으로 이루어지는 메시 덕트(41)가 종 방향 또는 횡 방향으로 반복적으로 배치되어 이루어질 수 있다.

[0042] 메시 덕트(41)는 구체적으로 도 5에 도시된 바와 같이 메시 망(411)으로 이루어지는 파이프 또는 덕트 형태의 부재로서, 모래(10) 전체에 걸쳐 서로 종횡으로 연결된 복수 개의 메시 덕트(41)가 모래(10) 내부에 매립되는 형태로 설치된다.

[0043] 따라서 물 공급관(33)으로부터 모래(10) 내부 구석구석으로 분사된 물이 모래(10)와 접촉하면서 급속하게 기화될 때, 생성되는 수증기는 모래(10)의 압력으로 인해 가장 인접한 메시 덕트(41) 내부로 수집된다.

[0044] 메시 덕트(41)는 메시 망(411)으로 이루어지므로 구조적인 강성이 취약할 수 있다. 따라서 모래(10)에 깊이 매립된 메시 덕트(41)도 그 형태가 유지될 수 있도록 도 5에 도시된 바와 같이 메시 덕트(41)는 메시 덕트(41)의 길이 방향을 따라 하나 이상의 골격 프레임(412)이 형성되어 메시 덕트(41)의 골격을 유지시킬 수 있다.

[0045] 물 공급관(33)은 외부로부터 물을 주입받으며, 메시 덕트(41)는 사일로(20) 외부로 연결되는 증기 수집 관(43)으로 모일 수 있다. 이때 도 3에서는 메시 덕트(41)는 모래(10) 내부의 깊은 곳에서 수집된 수증기가 모래(10)의 상부까지 신속하게 올라올 수 있도록 수증기의 통로 역할을 한다. 따라서 메시 덕트(41) 중에서 도 3의 가장 상부의 메시 덕트(41)를 통하여 배출되는 수증기는 증기 수집관(43)으로 모여서 외부의 에너지 수요처로 이송될 수 있다.

[0046] 이로써 본 발명에 따른 모래 배터리는 모래(10)의 깊은 곳 구석구석까지 균일하게 물을 모래(10)와 직접 접촉시켜 급속 기화의 방법으로 열을 회수함으로써, 열 손실이 최소화 되고, 또한 수증기의 형태로 열을 수집함으로써, 발전기의 터빈(51)을 구동할 수 있게 되어, 모래 배터리가 직접 전력 생산에 사용될 수 있어 배터리라는 명칭에 정확하게 부합될 수 있는 진정한 폐열 회수를 통한 전력 공급원이 될 수 있다.

[0047] 또한 모래 배터리는 도 6에 도시된 바와 같이 도 3에 도시된 하나의 모래 배터리가 복수개가 서로 격벽(21)으로 구획되는 형태로 모여서 하나의 집합체 형태의 모래 배터리를 이룰 수도 있다.

[0048] 이하에서는 상술한 모래 배터리를 이용한 에너지 생산 시스템과 이를 이용한 에너지 추출 방법에 대하여 설명하기로 한다. 여기서는 앞서 모래 배터리에서 서술된 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0049] 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 생산 시스템은 도 6에 도시된 바와 같이 상술한 모래 배터리와, 모래 배터리에서 추출되는 물질로 에너지를 생산하는 에너지 활용 유닛(50)을 포함한다.

[0050] 에너지 활용 유닛(50)은 물질 수집부(40)에서 추출된 증기로 구동되는 터빈(51)과, 터빈(51)에 연결된 발전기(52)와, 터빈(51)에서 배출되는 증기를 응축시키는 응축기(53)와, 응축기(53)에서 배출되는 물을 압축하는 압축기(54)와, 압축기(54)로 압축된 물을 팽창시키는 팽창 밸브(55)를 포함하여 전력을 생산할 수 있다.

[0051] 이때 팽창 밸브(55)를 통과한 물이 물질 공급부(30)로 다시 공급됨으로써, 물은 모래 배터리와 에너지 활용 유닛(50)을 차례로 통과하며 순환할 수 있다.

[0052] 여기서 증기는 전력 생산뿐만 아니라, 도 6에 도시된 바와 같이 온수 탱크(56)가 구비되어 온수나 난방의 열원

으로도 활용될 수 있다. 따라서 손실되는 물에 대한 보충을 위하여 도 6을 참조하면 보충수 탱크(57)가 구비될 수 있고, 보충수 탱크(57)는 외부 수원(58)과 연결될 수 있다.

[0053] 또한 도 6에 도시된 바와 같이 도 3으로 구성되는 하나의 모래 배터리가 복수개가 격벽(21)으로 구획되는 형태로 하나의 집합체를 이룰 수도 있다. 이때 물질 공급부(30)에 물을 공급하는 물 공급관(33)은 팽창 밸브(55)와 연결될 수 있고, 물 공급관(33)은 각 구획마다 물을 공급하도록 분기될 수 있다.

[0054] 따라서 에너지 수요 상황에 맞게 각 구획 중 일부에만 물을 주입하여 수증기를 생산할 수 있으며, 이러한 수증기의 생산 양의 조절은 전력 수요나 난방 및 온수 수요에 맞게 중앙에서 자동으로 제어될 수도 있다.

[0055] 이하에서는 상술한 모래 배터리를 이용한 에너지 추출 방법에 대하여 간략하게 설명하기로 한다.

[0056] 본 발명의 일 실시예에 따른 모래 배터리를 이용한 에너지 추출 방법은 도 1 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 사일로에 저장된 모래에 열에너지를 축적하는 단계와, 모래에서 열에너지를 추출하는 단계를 포함하되, 상기 열에너지를 추출하는 단계는 모래에 소정의 물질을 주입하는 단계와, 상기 물질이 모래의 열에너지를 흡수하면서 상변화가 발생하는 단계와, 상기 상변화를 거친 상기 물질을 회수하는 단계로 이루어질 수 있다.

[0057] 여기서 상기 소정의 물질은 물이라고 가정할 때, 상변화를 거친 물은 수증기이므로 모래의 열을 흡수하면서 급속하게 기화된 수증기를 추출함으로써 모래의 열을 최대 효율로 얻을 수 있다.

[0058] 또한 물질을 회수하는 단계는 모래 내부에 모래를 구성하는 모래 입자는 통과하지 못하고 증기는 통과 가능한 메시 망으로 이루어지는 메시 덕트를 설치하여 이루어질 수 있다. 따라서 모래의 전 부피에 걸쳐 고르게 설치된 메시 덕트를 통하여 모래의 무게로 인해 자력으로 빠져나오지 못하는 수증기가 메시 덕트를 통해 모두 추출될 수 있다.

[0059] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다.

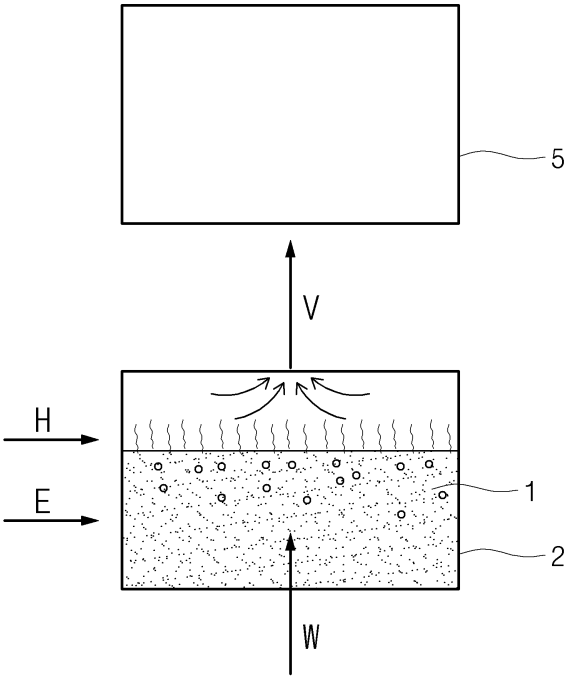
부호의 설명

[0060]

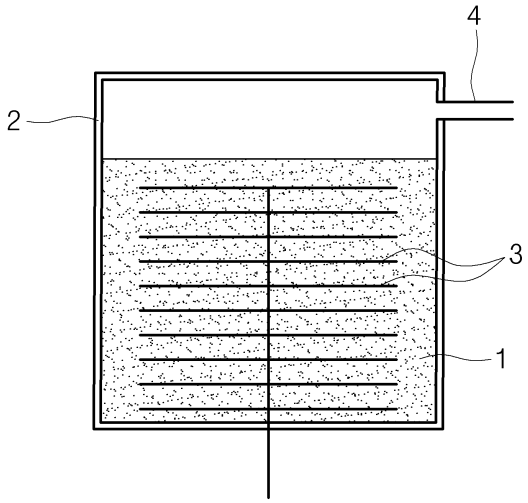
E : 전기 에너지	H : 열에너지
V : 증기	W : 물
1,10,11 : 모래	2,12,20 : 사일로
21 : 격벽	3,13,30 : 물질 공급부
4,14,40 : 물질 수집부	5,15,50 : 에너지 활용 유닛
31 : 노즐 파이프	32 : 노즐 측 밸브
33 : 물 공급관	41 : 메시 덕트
42 : 수집관용 밸브	43 : 증기 수집관
51 : 터빈	52 : 발전기
53 : 응축기	54 : 압축기
55 : 팽창 밸브	56 : 온수 탱크
57 : 보충수 탱크	58 : 외부 수원
311 : 노즐 공	411 : 메시 망
412 : 프레임	

도면

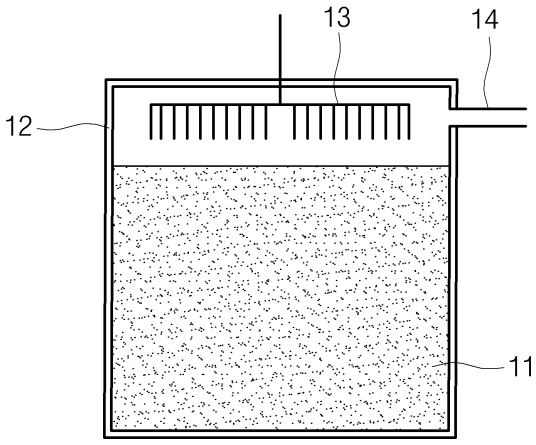
도면1



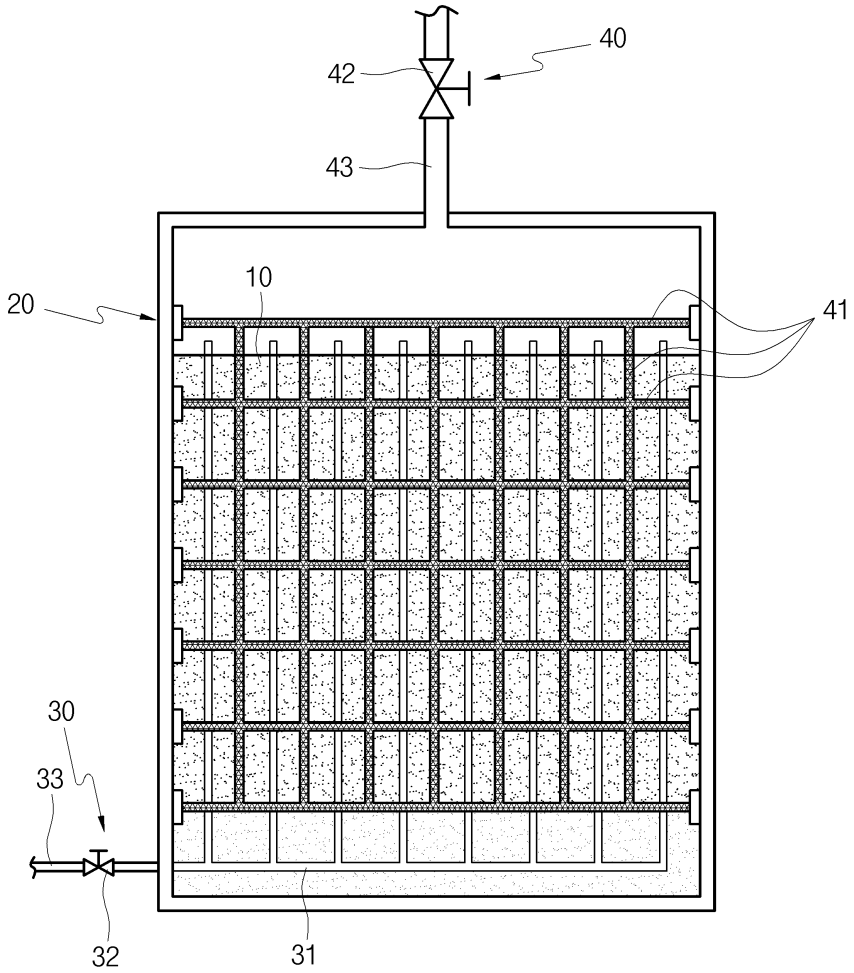
도면2a



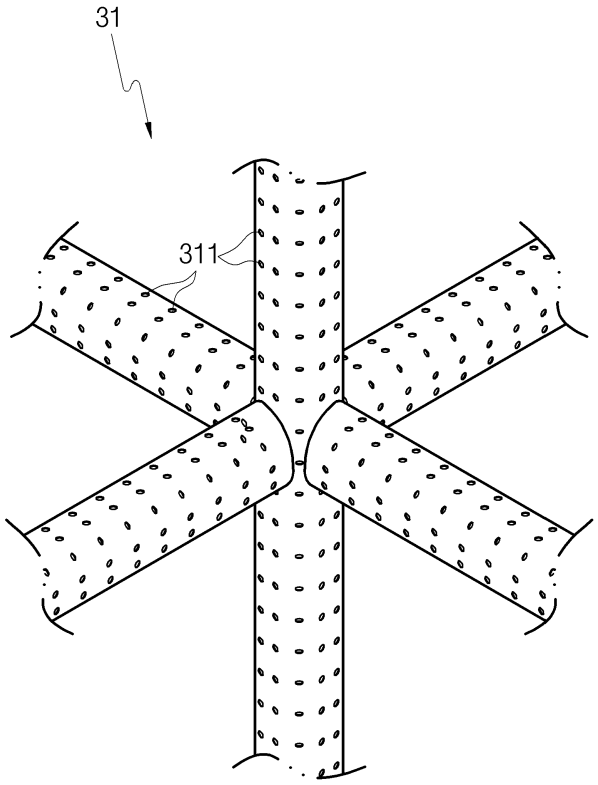
도면2b



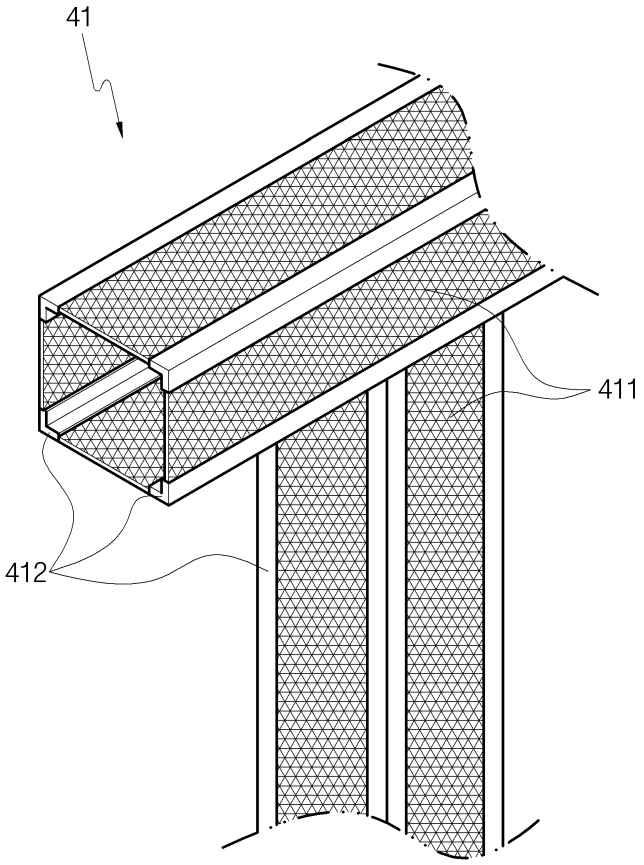
도면3



도면4



도면5



도면6

