



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0118219
(43) 공개일자 2012년10월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

E03B 3/15 (2006.01) *E03B 3/34* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0035667

(22) 출원일자 2011년04월18일

심사청구일자 2011년04월18일

(71) 출원인

부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)

(72) 발명자

변희룡

부산광역시 남구 분포로 111, LG아파트 142동 80
3호 (용호동)

(74) 대리인

특허법인다울

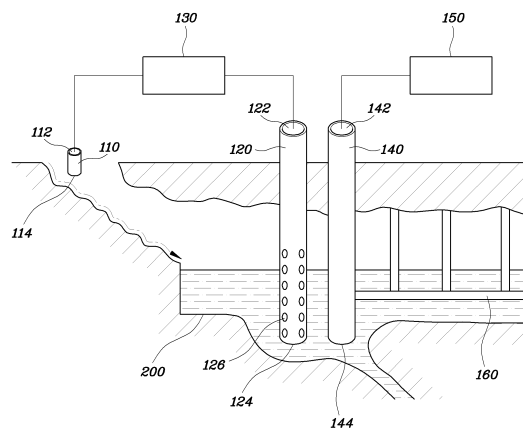
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 동굴을 이용한 수자원 저장장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 동굴수를 결빙하여 저장하고 필요시 해빙하여 사용함으로써 평상시 수자원을 풍요롭게 사용할 수 있으며, 갈수기나 가뭄 발생시 수자원 부족으로 인한 피해를 줄일 수 있는 동굴을 이용한 수자원 저장시스템 및 방법에 관한 것이다. 이 중에서 본 발명에 의한 동굴을 이용한 수자원 저장장치는, 동굴 속 계곡의 입구 측에 설치된 제1제빙관과, 상기 계곡 상에 설치된 제2제빙관과, 상기 제1 및 제2제빙관에 냉기를 공급하는 냉기공급수단을 포함한다. 또한, 상술한 수자원 저장장치를 이용한 수자원 저장방법은, 냉기를 생성하는 단계와, 생성된 냉기를 상기 제1제빙관 또는/및 상기 제2제빙관에 주입하는 단계와, 상기 제1제빙관 또는/및 상기 제2제빙관에 주입된 냉기를 이용하여 동굴 속 계곡으로 유입되는 유입수 또는/및 동굴 속 계곡의 동굴수를 결빙하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 Cater 2006-2306

부처명 기상청

연구사업명 기상지진기술 개발사업

연구과제명 가뭄 특성에 관한 연구

주관기관 부경대학교

연구기간 2010.03.01 ~ 2011.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

동굴 속 계곡의 입구 측에 설치된 제1제빙관;

상기 계곡 상에 설치된 제2제빙관;

상기 제1 및 제2제빙관에 냉기를 공급하는 냉기공급수단을 포함하고, 상기 냉기발생수단에서 생성된 냉기를 상기 제1 및 제2제빙관 중 적어도 하나에 공급하여 동굴수를 결빙하는 것을 특징으로 하는 동굴을 이용한 수자원 저장장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1제빙관과 상기 제2제빙관의 냉기 주입구는 지상으로 노출되고, 냉기 배출구가 상기 계곡의 바닥까지 연장된 것을 특징으로 하는 동굴을 이용한 수자원 저장장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제2제빙관의 외주면에 분사공이 형성된 것을 특징으로 하는 동굴을 이용한 수자원 저장장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 분사공은 상기 제2제빙관을 따라 등간격 형성되고, 상기 제2제빙관의 외주면에 방사상으로 형성된 것을 특징으로 하는 동굴을 이용한 수자원 저장장치.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 하나에 있어서,

상기 계곡 바닥까지 연장된 해빙관; 및

상기 해빙관에 온기를 공급하는 온기공급수단을 더 포함하고, 상기 해빙관을 통해 온기를 공급하여 결빙된 동굴수를 해빙시키는 것을 특징으로 하는 동굴을 이용한 수자원 저장장치.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 해빙관은 상기 계곡의 출구 측에 설치된 것을 특징으로 하는 동굴을 이용한 수자원 저장장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 계곡의 수중에 설치되고, 상기 해빙관에 연결되어 온기를 전달하는 전열봉을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 동굴을 이용한 수자원 저장장치.

청구항 8

청구항 1에 따른 수자원 저장장치를 이용한 수자원 저장방법에 있어서,

냉기를 생성하는 단계;

생성된 냉기를 상기 제1제빙관에 주입하는 단계; 및

상기 제1제빙관에 주입된 냉기를 이용하여 동굴 속 계곡으로 유입되는 유입수를 결빙하는 단계를 포함하는 동굴

을 이용한 수자원 저장방법.

청구항 9

청구항 1에 따른 수자원 저장장치를 이용한 수자원 저장방법에 있어서,

냉기를 생성하는 단계;

생성된 냉기를 상기 제2제빙관에 주입하는 단계; 및

상기 제2제빙관에 주입된 냉기를 이용하여 동굴 속 계곡의 동굴수를 결빙하는 단계를 포함하는 동굴을 이용한 수자원 저장방법.

청구항 10

청구항 1에 따른 수자원 저장장치를 이용한 수자원 저장방법에 있어서,

냉기를 생성하는 단계;

생성된 냉기를 상기 제1제빙관과 상기 제2제빙관에 주입하는 단계; 및

상기 제1제빙관과 상기 제2제빙관에 주입된 냉기를 이용하여 동굴 속 계곡으로 유입되는 유입수와 동굴 속 계곡의 동굴수를 동시에 결빙하는 단계를 포함하는 동굴을 이용한 수자원 저장방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 폐광을 포함하는 동굴을 이용한 수자원 저장시스템 및 방법에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 동굴수를 결빙, 저장하여 자연누수를 막고, 한랭기류의 재생산을 통해 결빙용 에너지의 사용을 최소화할 수 있으며, 해빙시간을 조절할 수 있을 뿐만 아니라 수질보전을 도모할 수 있는 동굴을 이용한 수자원 저장시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 동유럽의 알프스라 불리는 슬로바키아는 지하 동굴에 저장된 풍부한 수자원으로 인해 일찍부터 농업국으로 자리 잡았다. 지하 동굴의 수자원은 얼음의 형태로 존재하기 때문에 유실의 우려가 없으며, 가뭄에도 물을 지속적으로 공급할 수 있는 장점이 있다. 특히, 여름철에는 지하 동굴의 내부온도가 상승하여 저장된 얼음이 해빙되므로 농작물의 성장에 필요한 물을 충분하게 공급할 수 있고, 겨울철에는 다시 결빙되어 저장되므로 유실을 방지할 수 있다. 즉, 지하 동굴에서는 수자원의 냉동저장이 자연적으로 실행되고 있다.

[0003] 지하 동굴의 상술한 특수성은 동굴(폐광을 포함한 동굴)에 저장된 얼음이 태양과 바람에 직접 노출되지 않는다는 점에서 기인한다. 따라서 약간의 인공을 가미한다면 동굴 속에서 결빙 유도과 해빙 지연을 쉽게 조절할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 아직까지 이에 대한 연구가 진행되고 있지 않다.

[0004] 미국의 사우스다코타(South Dakota)주와 대한민국의 제주도는 물이 지하에 저장되지 못하는 지질학적 특성에 때문에 농작물의 재배가 어렵고, 댐의 건설도 용이하지 못하다. 특히, 사우스다코타(South Dakota)주 및 제주도에 는 윈드 케이브(Wind Cave) 및 만장굴과 같은 거대한 지하공간이 있음에도 불구하고, 수자원을 저장하기 위한 공간으로 활용되지 못하고 있는 실정이다. 상술한 두 지역 외에도 지구상의 여러 지역에서는 지하에 물이 저장되지 않아 사막이 되는 경우가 있다. 이러한 경우 지하로 스며든 물을 결빙하면 저장이 가능하나 이에 대한 연구가 진행되고 있지 않다.

[0005] 기후변화 및 문명발달에 기인한 물 부족 현상이 심화됨에 따라 머지않은 장래에 수자원 저장에 대한 필요성이 크게 증대될 것으로 예상된다. 댐이나 저수지의 건설은 더 이상 적합한 자리를 찾기가 어려우므로 수자원 저장의 대안이 될 수 없다. 따라서 방치된 동굴이나 폐광을 수자원 저장 공간으로 활용하는 방안이 새로운 대안이 될 수 있다. 그러나 동굴의 수자원을 결빙시키기 위해서는 많은 에너지가 필요하므로, 최소의 에너지를 이용하여 결빙량을 최대화할 수 있는 방안이 필요하다.

[0006] 한편, 지구상의 얼음동굴이나 얼음굴 중에는 겨울뿐만 아니라 여름에도 물이 결빙되는 곳이 존재하는데, 이와 같이 여름에 물이 결빙되는 원인을 ‘한랭공기 생산의 양의 되먹임 효과(Byun et al.(2011))’ 라고 판단하였다.

이러한 얼음동굴이나 얼음굴에서는 여름에 물이 결빙될 뿐만 아니라 결빙된 얼음이 녹지 않고 마를 때에 유지됨을 알 수 있다. 따라서 ‘한랭공기 생산의 양의 되먹임 효과’를 이용할 경우 천연상태에서 한랭기류가 지속적으로 재생산되어 결빙량을 최대화할 수 있을 것이라 판단된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서 동굴수를 결빙, 저장하여 자연누수를 막고, 한랭기류의 재생산을 통해 결빙용 에너지의 사용을 최소화할 수 있으며, 해빙시간을 조절할 수 있을 뿐만 아니라 수질보전을 도모할 수 있는 동굴을 이용한 수자원 저장시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 동굴을 이용한 수자원 저장장치는, 동굴 속 계곡의 입구 측에 설치된 제1제빙관과, 상기 계곡 상에 설치된 제2제빙관과, 상기 제1 및 제2제빙관에 냉기를 공급하는 냉기공급수단을 포함한다.

[0009] 상술한 구성에 따르면 상기 냉기발생수단에서 생성된 냉기를 상기 제1 및 제2제빙관 중 적어도 하나에 공급할 경우 동굴수를 결빙할 수 있다.

[0010] 한편, 상술한 수자원 저장장치를 이용한 수자원 저장방법은, 냉기를 생성하는 단계와, 생성된 냉기를 상기 제1제빙관 또는/및 상기 제2제빙관에 주입하는 단계와, 상기 제1제빙관 또는/및 상기 제2제빙관에 주입된 냉기를 이용하여 동굴 속 계곡으로 유입되는 유입수 또는/및 동굴 속 계곡의 동굴수를 결빙하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0011] 상술한 바와 같이 구성된 본 발명은, 동굴수를 결빙하여 저장하고 필요시 해빙하여 사용함으로써 평상시 수자원을 풍요롭게 사용할 수 있으며, 갈수기나 가뭄 발생시 수자원 부족으로 인한 피해를 줄일 수 있다. 예를 들어, 해빙된 냉수는 오랜 기간 제방되었다가 해빙된 것으로 별도의 정화작업을 거치지 않고도 음용할 수 있는 양질의 생수가 된다. 또 해빙된 냉수는 낮은 수온에서만 서식이 가능한 어족의 양식에 이용될 수 있다. 뿐만 아니라, 얼음이 해빙되는 과정에서 발생하는 냉기를 냉방, 냉장장치에 사용할 수 있어 양송이, 곰취 등의 재배가 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 동굴을 이용한 수자원 저장장치의 개략도.

도 2 내지 도 4는 도 1에 도시된 수자원 저장장치를 이용한 수자원 저장방법의 다양한 실시예를 도시한 도면.

도 5는 본 실시예에 따른 수자원 저장장치 및 수자원 저장방법에 의해 결빙된 동굴수의 해빙과정을 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 상세히 설명한다. 이하, 본 발명에 따른 실시예를 설명함에 있어, 그리고 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 부가하였다.

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 동굴을 이용한 수자원 저장장치의 개략도이다.

[0015] 본 실시예에 따른 동굴을 이용한 수자원 저장장치는, 동굴 속 계곡(200, 이하 계곡이라 함)에 냉기를 공급하기 위한 제빙관(110,120), 제빙관(110,120)에 냉기를 공급하는 냉기공급수단(130), 계곡(200)에 온기를 공급하기 위한 해빙관(140) 및 해빙관(140)에 온기를 공급하는 온기공급수단(150)을 포함한다.

[0016] 제빙관(110,120)은 냉기공급수단(130)에서 주입된 냉기를 계곡(200)에 공급하기 위한 수단이다. 이러한 제빙관(110,120)은 외부에서 유입수가 유입되는 계곡(200)의 입구 측에 설치된 제1제빙관(110)과, 동굴수가 흐르는 계곡(200)의 중단에 설치된 제2제빙관(120)으로 구성된다.

[0017] 그 형상을 살펴보면, 제1제빙관(110)과 제2제빙관(120)은 냉기의 주입이 가능하도록 소정의 직경을 갖는 파이프

형상으로 형성된다. 또한, 주입구(112,122)가 형성된 제1제빙관(110)과 제2제빙관(120)의 상단은 지상으로 노출되고, 배출구(114,124)가 형성된 제1제빙관(110)과 제2제빙관(120)의 하단은 계곡(200)의 바닥까지 연장된다. 물론, 주입된 냉기가 배출구(114,124)를 통해 배출될 수 있도록 계곡(200)의 바닥에서 일정 거리 이격되게 설치된다.

- [0018] 한편, 제2제빙관(120)의 외주면에는 주입된 냉기를 계곡(200)으로 배출하여 동굴수를 결빙하기 위한 분사공(126)이 형성된다. 이 분사공(126)은 냉기가 배출되는 분사공(126) 주위의 동굴수가 결빙되더라도 그 상부에서 냉기가 지속적으로 배출될 수 있도록 제2제빙관(120)을 따라 등간격 형성된다. 또한, 제2제빙관(120)의 외주면에 방사상으로 형성되어 분사공(126) 주위의 동굴수가 효율적으로 결빙되도록 한다.
- [0019] 냉기공급수단(130)은 제빙관(110,120)에 냉기를 공급하기 위한 수단이다. 이러한 냉기공급수단(130)은 외기의 온도가 영하로 떨어지면 영하의 외기를 제빙관(110,120)에 직접 공급하고, 외기의 온도가 영상으로 올라가면 인공적으로 냉각된 공기를 제빙관(110,120)에 공급한다. 이때, 인공적으로 냉각된 공기는 필요시에만 공급하는 것이 바람직하다.
- [0020] 해빙관(140)은 온기공급수단(150)에서 주입된 온기를 계곡(200)에 공급하기 위한 수단이다. 이러한 해빙관(140)은 온기의 주입이 가능하도록 소정의 직경을 갖는 파이프 형상으로 형성되고, 주입구(142)가 형성된 상단은 지상으로 노출되며, 배출구(144)가 형성된 하단은 계곡(200)의 바닥까지 연장된다.
- [0021] 상술한 해빙관(140)은 계곡(200)의 출구 측에 설치된 것이 바람직하다. 이는 계곡(200)의 출구 측이 먼저 해빙되어야만 해빙된 물이 계곡(200)의 출구를 통해 쉽게 배출될 수 있기 때문이다.
- [0022] 온기공급수단(150)은 해빙관(140)에 온기를 공급하기 위한 수단이다. 이러한 온기공급수단(150)은 외기의 온도가 영상으로 올라가면 영상의 외기를 해빙관(140)에 직접 공급하고, 외기의 온도가 영하로 떨어지면 영상으로 가열하여 해빙관(140)에 공급한다.
- [0023] 한편, 계곡(200)의 수중에는 전열봉(160)이 설치된다. 이 전열봉(160)은 일단이 해빙관(140)에 연결되어 해빙관(140)에서 전달된 온기를 이용하여 결빙된 계곡(200)을 해빙시키기 위한 수단이다.
- [0024] 이때, 전열봉(160)은 도 1에 도시된 것처럼 동굴의 상부에 고정될 수 있다. 하지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니며 계곡(200)의 바닥에 고정할 수 있음은 물론이다.
- [0025] 도 2 내지 도 4는 도 1에 도시된 수자원 저장장치를 이용한 수자원 저장방법의 다양한 실시예를 도시한 도면이다. 도 2는 간접결빙법을 이용한 수자원 저장방법이고, 도 3은 직접결빙법을 이용한 수자원 저장방법이며, 도 4는 직접결빙법과 간접결빙법을 모두 이용한 수자원 저장방법이다.
- [0026] 도 2를 참조하여 간접결빙법에 대해 살펴보면, 냉기공급수단(130)을 이용하여 냉기를 생성하고, 생성된 냉기를 제1제빙관(110)에 주입한 후 계곡(200)으로 유입되는 유입수를 결빙하여 동굴수가 결빙되도록 한다. 즉, 제1제빙관(110)을 이용하여 계곡(200)으로 유입되는 유입수에 냉기를 분사하면 계곡(200)의 입구 측이 먼저 결빙된다. 이 상태에서 결빙된 계곡(200)의 입구 측에 냉기를 지속적으로 분사하면 냉기와 접촉하는 얼음이 승화하면서 더 낮은 온도의 냉기를 생성한다. 참고로, 얼음 1g이 승화하면 0℃의 물 7.5g을 결빙할 수 있는 냉기(약600cal)가 생성된다.
- [0027] 결국, 더 낮은 온도의 냉기로 인해 얼음의 생성량이 증가하고 증가한 얼음에 냉기가 접촉되면 더 많은 양의 냉기가 생성된다. 즉, 결빙된 얼음에 얼음보다 더 낮은 온도의 공기가 접촉되면 얼음이 녹지 않고 마르는데, 이때 많은 양의 잠열이 소모되므로 더 낮은 온도의 냉기가 생성된다. 이러한 현상을 양의 되먹임효과(positive feedback of cold air generation)라고 하는데, 이때 얼음의 승화시 발생한 수증기는 가벼워 상승하고 냉기는 계곡(200)의 입구를 따라 내부로 유입된다. 이와 같이 냉기가 유입되면 계곡(200)의 유입수도 결빙된다. 따라서 적은 인공에너지로 결빙량을 최대화할 수 있다. 또한, 계곡(200)의 유입수는 한번 결빙되면 유입수의 누수를 방지할 수 있으며, 유입수가 지속적으로 결빙되므로 얼음층을 두껍게 할 수 있다.
- [0028] 도 3에 도시된 바와 같이, 직접결빙법은 냉기공급수단(130)을 이용하여 냉기를 생성하고, 생성된 냉기를 제2제빙관(120)에 주입한 후 계곡(200)의 동굴수를 직접적으로 결빙한다. 이 방법은 동굴수에 인공적인 에너지(냉기공급수단에서 생성된 냉기)를 직접 분사하여 결빙하는 방법으로, 계곡(200)에 냉기를 유입되면 수면에서부터 결빙되어 점차 수면이 상승하고, 이에 따라 결빙량이 증가하는 방법이다. 이러한 직접결빙법은 다양한 지형에서 적용 가능하다.
- [0029] 도 4는 직접결빙법과 간접결빙법을 모두 이용한 방법으로, 냉기공급수단(130)을 이용하여 냉기를 생성하고, 생

성된 냉기를 제1제빙관(110)과 제2제빙관(120)에 주입하여 계곡(200)으로 유입되는 유입수와 계곡(200)의 동굴수를 직간접적으로 결빙한다. 이러한 방법은 상술한 직접결빙법이나 간접결빙법에 비해 많은 에너지가 소모되지만 단시간에 동굴수를 결빙할 수 있는 장점이 있다.

[0030] 도 5를 참조하여 결빙된 동굴수의 해빙과정을 살펴보면 다음과 같다.

[0031] 본 실시예에 따른 수자원 저장장치 및 수자원 저장방법에 의해 결빙된 동굴수의 해빙이 요구될 경우 온기공급수단(150)을 이용하여 온기를 생성하고, 생성된 온기를 해빙관(140)에 주입하여 결빙된 동굴수를 해빙한다. 이때, 해빙관(140)은 계곡(200)의 출구 측에 설치되므로 온기 주입시 계곡(200)의 출구 측이 먼저 해빙되어 해빙된 물이 쉽게 배출된다.

[0032] 한편, 해빙관(140)에 열을 가하거나 계곡(200)의 수중에 설치된 전열봉(160)에 전기를 인가하여 열을 발생시킬 경우 결빙된 동굴수를 좀 더 효율적으로 해빙시킬 수 있다.

[0033] 다른 한편, 결빙된 얼음이 해빙되면 해빙관(140)을 배수관으로 사용할 수도 있다.

[0034] 이상 본 발명을 바람직한 실시예를 통하여 설명하였는데, 상술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과하며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변화가 가능함은 이 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 보호범위는 특정 실시예가 아니라 특허청구범위에 기재된 사항에 의해 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술적 사상도 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0035] 110: 제1제빙관 112: 주입구

114: 배출구 120: 제2제빙관

122: 주입구 124: 배출구

126: 분사공 130: 냉기공급수단

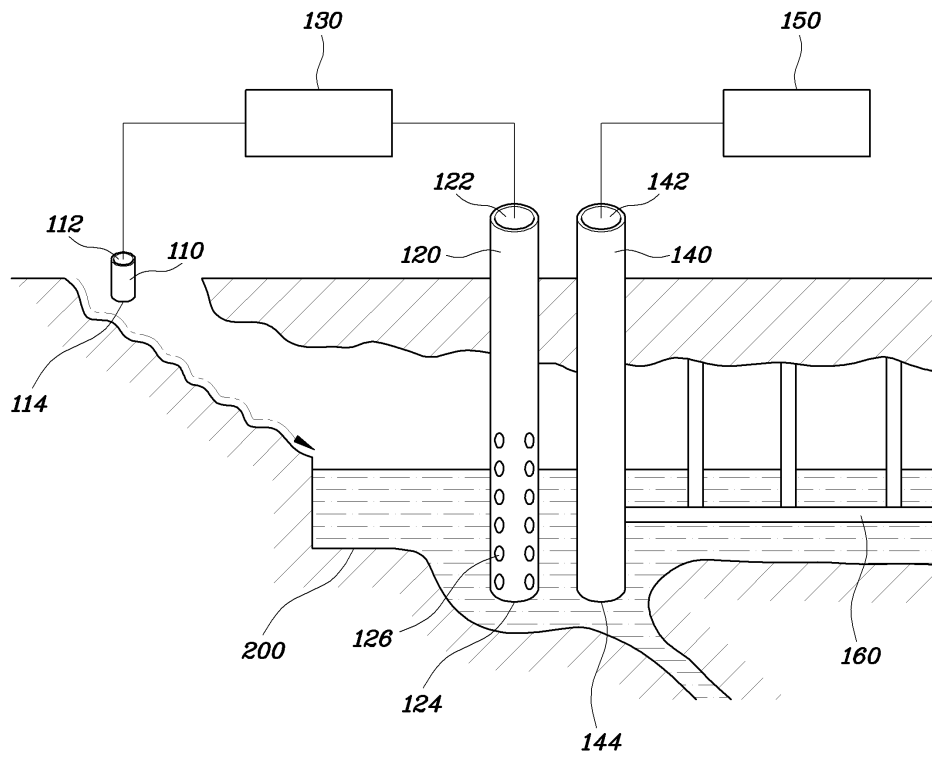
140: 해빙관 142: 주입구

144: 배출구 150: 온기공급수단

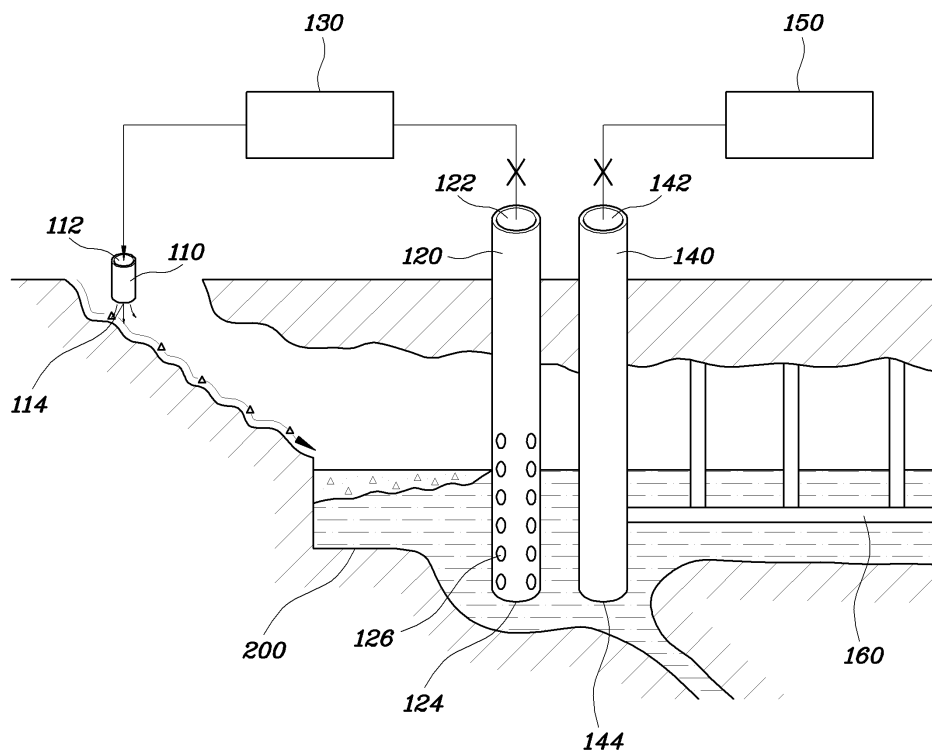
160: 전열봉 200: 동굴 속 계곡

도면

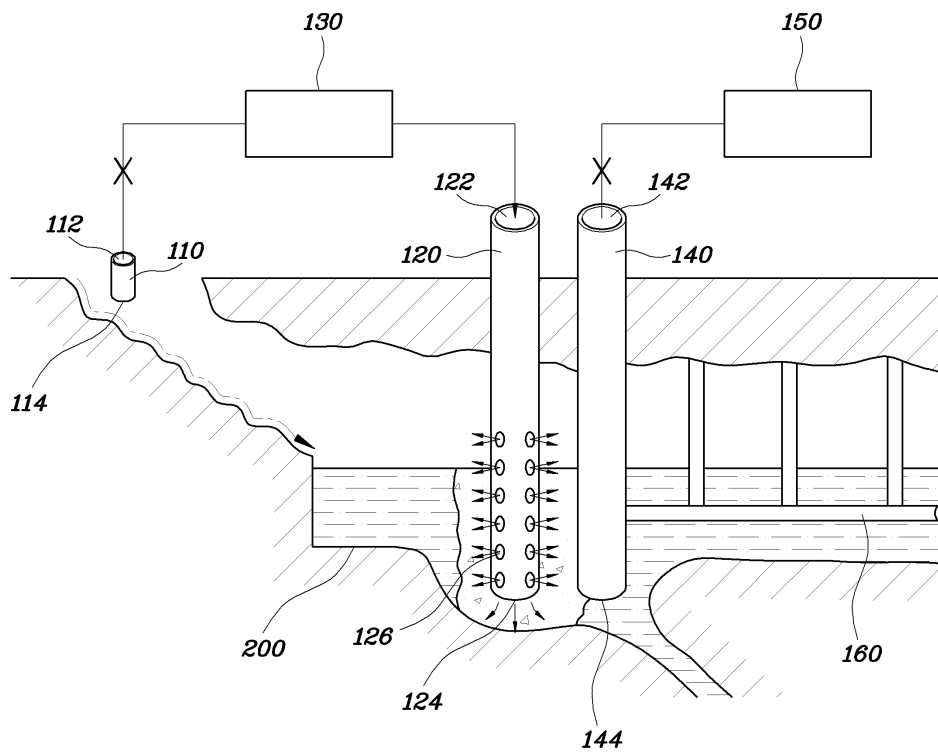
도면1



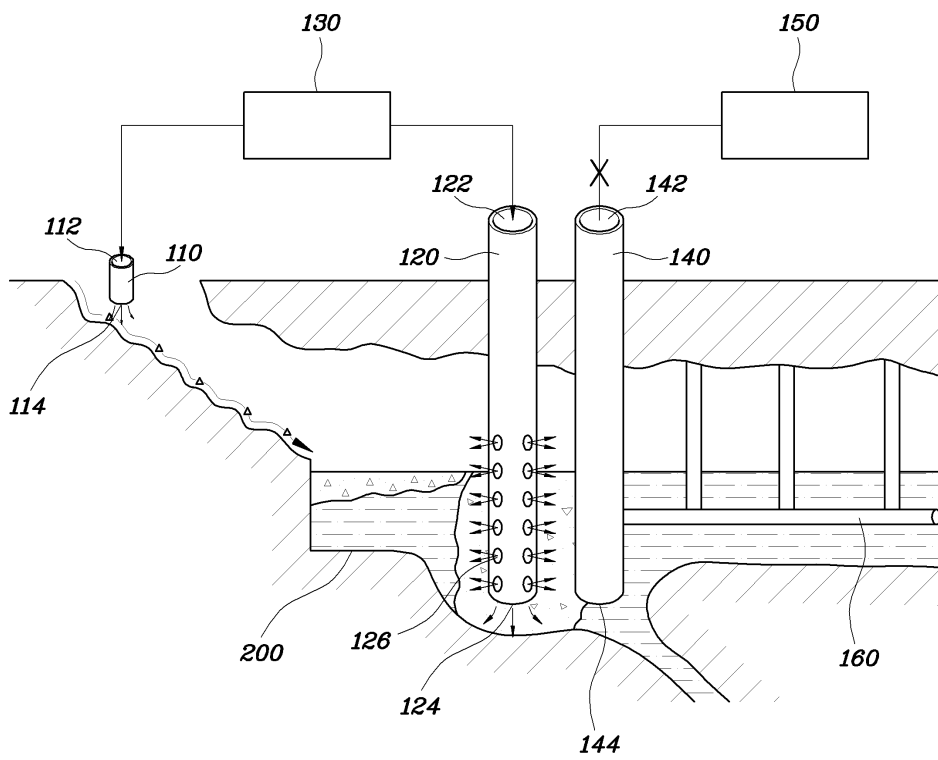
도면2



도면3



도면4



도면5

