



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년08월27일  
(11) 등록번호 10-0854794  
(24) 등록일자 2008년08월21일

(51) Int. Cl.

C01B 3/00 (2006.01) B01D 61/58 (2006.01)

B01D 53/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0140359

(22) 출원일자 2007년12월28일

심사청구일자 2007년12월28일

(56) 선행기술조사문헌

US3972695 B

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

한국과학기술연구원

서울 성북구 하월곡2동 39-1

(72) 발명자

이덕영

경기 안산시 상록구 사2동 1370-4 301호

석현광

서울 도봉구 방학1동 720-18 삼성래미안 108동 101호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

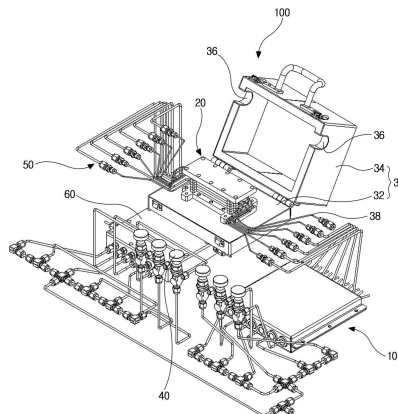
심사관 : 장기완

(54) 수소 분리장치

(57) 요약

본 발명은 수소가 포함된 혼합가스에서 적은 비용으로 고순도 수소를 대량으로 정제하기 위한 수소 분리장치에 관한 것이다. 수소 분리장치는, 수소가 포함된 혼합가스의 온도를 200℃ 내지 800℃의 범위로 조절하는 온도 조절유닛, 혼합가스가 유출입되는 하우징의 내부에 다단으로 적층되며 상호 이격된 복수의 수소 투과 분리막을 포함하고 수소 투과 분리막의 사이에는 혼합가스가 유입되어 수소가 흡착되는 수소 흡착부와 흡착된 수소가 탈착되어 배출되는 수소 탈착부가 교대로 형성되는 수소 분리 유닛, 그리고 수소 흡착부의 압력이 수소 탈착부의 압력보다 크도록 제어하는 압력 조절유닛을 포함한다.

대표도 - 도1



- (72) 발명자  
**석 송**  
충북 청주시 상당구 용암동 2104 27통 1반 현대2차  
아파트 201동104호  
**에릭 플러리**  
서울 성북구 하월곡동 39-1 한국과학기술연구원아  
파트 B동 206호  
**한승희**  
서울 노원구 중계1동 롯데우성아파트 107동 902호  
**김윤배**  
서울 동대문구 용두동 138-48
- 김유찬**  
경기 고양시 덕양구 행신동 소만마을 부영아파트  
103동 1008 호  
**진홍석**  
서울 노원구 공릉동 683-9 103호  
**홍대환**  
충북 충주시 호암동 542-18 예성세경아파트 103동  
711호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2M19160
부처명	산업자원부
연구사업명	에너지. 자원기술개발사업
연구과제명	합성가스에서 고순도 수소정제용 저가 금속분리막개발
주관기관	한국과학기술연구원
연구기간	2006년12월~2007년10월

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

수소가 포함된 혼합가스의 온도를 200℃ 내지 800℃의 범위로 조절하는 온도 조절유닛;  
 상기 혼합가스가 유출입되는 하우징의 내부에 다단으로 적층되며, 상호 이격된 복수의 수소 투과 분리막을 포함하고, 상기 수소 투과 분리막의 사이에는 상기 혼합가스가 유입되어 수소가 흡착되는 수소 흡착부와 흡착된 수소가 탈착되어 배출되는 수소 탈착부가 교대로 형성되는 수소 분리 유닛; 및  
 상기 수소 흡착부의 압력이 상기 수소 탈착부의 압력보다 크도록 제어하는 압력 조절유닛을 포함하는 수소 분리장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,  
 상기 수소 투과 분리막은 금속 분리막과, 세라믹막 또는 고분자막인 수소 분리장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서,  
 상기 온도 조절유닛은,  
 상기 혼합가스를 가열하는 가열기를 포함하는 수소 분리장치.

**청구항 4**

제1항에 있어서,  
 상기 수소 분리 유닛에는 상기 탈착된 수소의 양 및 순도를 측정하는 수소 순도 측정기가 장착되는 수소 분리장치.

**청구항 5**

제1항에 있어서,  
 상기 수소 분리 유닛에는 탈착된 수소를 포집하는 수소 포집기를 포함하는 수소 분리장치.

**청구항 6**

제1항에 있어서,  
 상기 수소 분리 유닛은,  
 상기 하우징을 외기로부터 단열시키는 단열부재를 포함하는 수소 분리장치.

**청구항 7**

제6항에 있어서,  
 상기 단열부재는,  
 상기 하우징이 안착되는 단열 베드, 및  
 상기 단열 베드의 일측에 회전 가능하게 장착되어, 상기 하우징을 수납하여 외기로부터 단열하는 단열 커버를 포함하는 수소 분리장치.

**청구항 8**

제1항에 있어서,  
 상기 하우징은,

베이스,

상기 베이스 상에 다단으로 적층되고 상기 수소 투과 분리막을 포함하는 복수의 프레임, 및

상기 프레임의 상측을 덮는 커버

를 포함하는 수소 분리장치.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 프레임에는 인입홈이 형성되어 상기 수소 투과 분리막이 삽입 고정되는 수소 분리장치.

#### 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 복수의 프레임은,

상기 수소 흡착부에 대응하여 장착되며 상기 혼합가스가 유입되는 유입부가 형성되는 제1 프레임, 및

상기 수소 탈착부에 대응하여 장착되며 탈착된 상기 수소가 배출되는 배출부가 형성되는 제2 프레임

을 포함하며,

상기 제1 프레임과 상기 제2 프레임은 교대로 장착되는 수소 분리 장치.

### 명세서

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술분야

- <1> 본 발명은 수소 분리장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 수소가 포함된 혼합가스에서 적은 비용으로 고순도 수소를 대량으로 정제하기 위한 수소 분리장치에 관한 것이다.

##### 배경기술

- <2> 일반적으로 수소가 포함된 혼합가스에서 고순도 수소를 정제하기 위한 방법으로 전기 분해법을 비롯하여, 불순 물을 초저온에서 흡착 제거하는 심냉 흡착법 또는 흡수법등이 사용된다.
- <3> 그러나, 수소 정제방법으로 사용되는 전기 분해법과, 심냉 흡착법 및 흡수법은 많은 에너지가 소요되어 생산원가가 매우 높은 문제점이 있다.
- <4> 또한, 수소의 정제를 위해 수소 투과 분리막을 이용하는 방법이 제시되었으나, 일정 시간에 대량의 수소를 정제하기 어려워 생산성이 떨어지는 문제점이 있다.

##### 발명의 내용

##### 해결하고자하는 과제

- <5> 아르곤, 탄화수소, 메탄, 산소, 질소, 일산화탄소, 수소 및 이산화탄소를 포함하는 혼합가스에서 대량의 수소를 적은 에너지 소모를 통해 정제하도록 한다.

##### 과제 해결수단

- <6> 수소 투과성이 양호한 수소 투과 분리막을 다단 복층으로 형성하여, 아르곤, 탄화수소, 메탄, 산소, 질소, 일산화탄소, 수소 및 이산화탄소를 포함하는 혼합가스에서 대량의 수소를 정제하도록 한다.
- <7> 또한, 온도 조절유닛과 압력 조절유닛을 이용하여 수소 투과 분리막의 온도 조절 및 압력 조절을 가능하도록 함으로써, 수소 투과 분리막을 이용한 수소의 정제 작업이 보다 원활하게 이루어지도록 한다.

**효 과**

- <8> 첫째, 수소를 정제하는 수소 투과 분리막을 다단으로 적층하여 혼합가스의 수소를 정제함으로써, 다량의 수소의 정제가 가능하여 수소 정제 작업의 효율을 향상시킨다.
- <9> 둘째, 수소 투과 분리막에 압력 조절유닛 및 온도 조절유닛을 장착하여 단위 시간당 수소 정제량이 증가되도록 함으로써, 적은 에너지의 소모에도 많은 양의 수소의 정제가 가능하여 생산원가의 절감이 가능하다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- <10> 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 분리장치는, 수소가 포함된 혼합가스의 온도를 200℃ 내지 800℃의 범위로 조절하는 온도 조절유닛과, 혼합가스가 유출입되는 하우징의 내부에 다단으로 적층되며 상호 이격된 복수의 수소 투과 분리막을 포함하고 수소 투과 분리막의 사이에는 혼합가스가 유입되어 수소가 흡착되는 수소 흡착부와 흡착된 수소가 탈착되어 배출되는 수소 탈착부가 교대로 형성되는 수소 분리 유닛과, 수소 흡착부의 압력이 수소 탈착부의 압력보다 크도록 제어하는 압력 조절유닛을 포함한다.
- <11> 수소 투과 분리막은 금속 분리막과, 세라믹막 또는 고분자막을 포함한다.
- <12> 온도 조절 유닛은, 혼합가스를 가열하는 가열기를 포함한다.
- <13> 수소 분리 유닛에는 탈착된 수소의 양 및 순도를 측정하는 수소 순도 측정기가 장착될 수 있다.
- <14> 수소 분리 유닛에는 탈착된 수소를 포집하는 수소 포집기를 포함한다.
- <15> 수소 분리 유닛은, 하우징을 외기로부터 단열시키는 단열부재를 포함할 수 있다.
- <16> 단열부재는, 하우징이 안착되는 단열 베드와, 단열 베드의 일측에 회전 가능하게 장착되어 하우징을 수납하여 외기로부터 단열하는 단열 커버를 포함할 수 있다.
- <17> 하우징은, 베이스와, 베이스 상에 다단으로 적층되고 수소 투과 분리막을 포함하는 복수의 프레임과, 프레임의 상측을 덮는 커버를 포함한다.
- <18> 프레임에는 인입홈이 형성되어 수소 투과 분리막이 삽입 고정될 수 있다.
- <19> 복수의 프레임은, 수소 흡착부이 대응하여 장착되며 혼합가스가 유입되는 유입부가 형성되는 제1 프레임과, 수소 탈착부에 대응하여 장착되며 탈착된 수소가 배출되는 배출부가 형성되는 제2 프레임을 포함하여, 제1 프레임과 제2 프레임은 교대로 장착될 수 있다.
- <20> 이하 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 분리장치를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.
- <21> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 분리 장치를 개략적으로 도시한 사시도이고, 도 2는 도 1의 수소 분리 장치의 개략적인 평면도이다.
- <22> 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 분리장치(100)는, 혼합가스의 온도를 조절하는 온도 조절유닛(10)과, 다수개의 수소 투과 분리막(21)을 포함하는 수소 분리 유닛(20) 및 수소 분리 유닛(20)의 압력을 조절하는 압력 조절유닛(40)을 포함한다.
- <23> 온도 조절유닛(10)은 혼합가스를 가열하는 가열기(이하, 온도 조절유닛과 동일 참조번호)를 포함한다. 이러한 구성의 온도 조절유닛(10)은 수소 분리 유닛(20)에 혼합가스를 공급하기 전에 혼합가스를 200℃ 내지 800℃ 범위로 유지되도록 한다. 온도 조절유닛(10)을 이용한 혼합가스의 온도의 조절은 수소 분리 유닛(20)을 이용한 수소의 분리 작용을 보다 원활하게 하기 위함이다. 즉, 수소 투과 분리막(21)을 이용한 수소의 분리는 용해(solution) 및 확산(diffusion) 작용으로 이루어진다. 따라서, 온도 조절유닛(10)을 이용하여 혼합가스를 일정 온도 이상으로 승온시킨 상태에서 공급하며, 수소의 분리 작용이 보다 원활하게 이루어진다.
- <24> 이하에서는 혼합가스의 온도 조절에 따른 수소 분리의 작용을 보다 상세하게 설명한다.
- <25> 수소 투과 분리막(21)을 이용한 수소 분리에 적용되는 확산 작용은, 확산하는 물질과 확산하는 물질이 통과하는 매질의 종류에 따라서 확산 속도가 변할 수 있다. 즉, 물질의 확산은 Fick의 법칙으로 설명되며, 단위 시간에

단위 면적을 지나는 물질의 양(Flux)  $J$ 는,  $J = -DdC/dx$ 로 정의 된다.

- <26> 여기서,  $C$ 는 농도,  $D$ 는 확산계수,  $dC/dx$ 는 위치에 따른 농도의 변화량을 말한다. 여기서 마이너스(-) 부호는 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 확산이 일어남을 말한다. 즉, 확산은 고농도 영역에서 저농도 영역으로 확산이 일어나게 된다. 확산계수  $D$ 는 온도, 확산방법, 확산입자의 크기, 확산물질이 통과하는 매질 등에 따라 다른 값을 가질 수 있다. 기체가 확산하는 경우 온도  $T$ 에서 기체 입자의 평균적인 운동에너지는  $3kT/2$ 로 주어진다. 여기서,  $k$ 는 볼츠만 상수,  $T$ 는 절대온도를 말한다. 즉, 온도가 높을수록 기체분자의 운동에너지가 크고 속도가 빨라져 확산이 빠르게 진행된다. 따라서, 수소 분리 유닛(20)에 유입되는 혼합가스를 적정온도, 본 발명의 실시예에서는 200℃ 내지 800℃의 범위로 공급하도록 하여 혼합가스에 포함된 수소의 분리가 보다 원활하게 이루어지게 된다.
- <27> 도 3은 온도 조절유닛을 구성하는 가열기를 도시한 도면이다.
- <28> 도 3에 도시된 바와 같이, 가열기(11)는 다수개의 카트리지가 히터가 배열되어, 혼합가스를 가열하도록 구비된다. 참조번호 13은 덮개를 말한다. 가열기(11)는 전술한 바와 같이, 수소가 포함된 혼합가스를 공급받아, 혼합가스의 온도를 200℃ 내지 800℃의 범위를 유지하도록 하여 수소 분리 유닛(20)에 공급한다. 이에 따라, 혼합가스에 포함된 수소는 승온된 상태로 수소 분리 유닛(20)에 공급되어, 수소의 해리 및 확산 작용이 활발하게 발생되어 보다 원활한 수소 분리 작용이 이루어지게 된다.
- <29> 도 4는 수소 분리 유닛을 도시한 사시도이고, 도 5은 도 4의 분해 사시도이고, 도 6은 도 4의 VI-VI 선을 따라 잘라서 본 단면도이고, 도 7은 프레임에 인입홈의 형성을 도시한 도면이다.
- <30> 도 4 내지 도 7에 도시된 바와 같이, 수소 분리 유닛(20)은, 혼합가스가 유출입되는 하우징(22)과, 하우징(22)의 내부에 다단으로 적층되는 수소 투과 분리막(21)을 포함한다.
- <31> 하우징(22)은 베이스(23)와, 베이스(23) 상에 다단으로 적층되며 수소 투과 분리막(21)을 장착하는 복수의 프레임(25)과, 프레임(25)의 상측을 덮는 커버(27)를 포함한다.
- <32> 프레임(25)은 혼합가스가 유입되는 유입부(29)가 형성된 제1 프레임(24)과, 혼합가스가 배출되는 제2 프레임(28)이 교대로 형성될 수 있다. 제1/제2 프레임(24)(28)의 내측에는 인입홈(31)이 형성되어 수소 투과 분리막(21)이 다단으로 적층되도록 한다. 여기서, 제1/제2 프레임(24)(28)은 적층되는 장착 개수의 조절에 의해, 수소 투과 분리막(21)의 적층 높이의 조절이 가능하도록 한다. 이는 화력 발전소 또는 제철소의 설치위치와 설치 공간에 따라 혼합가스의 발생량에 따라 수소 투과 분리막(21)의 장착 개수를 조절할 수 있도록 하기 위함이다. 이러한 구성의 하우징 외측에는 단열부재(30)가 장착될 수 있다.
- <33> 단열부재(30)는 하우징(22)이 안착되는 단열베드(32)와, 단열베드(32)의 일측에 회전 가능하게 장착되는 단열커버(34)를 포함한다. 단열커버(34)는 회전 작용에 의해 하우징(22)을 수납 가능하도록 함으로써, 외기로부터 단열 가능하도록 한다. 참조번호 36은 혼합 가스 유출입을 위해 장착되는 파이프부재(38)와의 간섭의 방지를 위한 장착홈을 말한다. 파이프부재(38)를 통해 유입된 혼합가스는 수소 투과 분리막(21)을 통해 수소의 분리 작용이 이루어진다.
- <34> 수소 투과 분리막(21)은 하우징(22)을 구성하는 복수의 프레임(25)에 다수개로 장착된다. 이러한 수소 투과 분리막(21)의 다수개의 적층된 구성을 통해, 수소의 흡착을 위한 공간인 수소 흡착부(21a)와 수소의 분리 배출을 위한 공간인 수소 탈착부(21b)가 교대로 형성된다. 수소 투과 분리막(21)은 다수개의 금속 분리막을 포함한 구성으로 이루어진다. 그러나, 수소 투과 분리막(21)은 금속 분리막으로 한정되지 않고, 금속분리막과 세라믹막 또는 고분자막의 선택된 조합으로도 사용가능하다.
- <35> 수소 투과 분리막(21)을 이용한 수소의 분리 작용은 수소 원자의 해리를 통한 확산 작용으로 이루어지며, 이 해리와 확산을 이용한 수소의 분리 작용은 온도와 압력의 상승에 따라 보다 원활하게 이루어진다. 이에 따라, 본 발명의 실시예에서는 수소 분리 유닛(20)에 온도 조절유닛(10) 및 압력 조절유닛(40)을 함께 장착하여, 수소 분리 유닛(20)에 공급하는 혼합가스의 온도를 조절하고 수소 분리 유닛(20) 내부의 압력을 조절하여 혼합가스로부터 수소 원자의 분리 작용이 보다 원활하게 이루어지도록 한다.
- <36> 이를 위해, 도 3에 도시된 바와 같이, 다수개의 카트리지가 히터를 구비한 가열기(11)를 통해 혼합가스의 온도를 200℃ 내지 800℃의 범위를 유지하도록 한다. 또한, 수소 분리 유닛(20)에 압력 조절유닛(40)을 장착하여 수소 흡착부(21a)의 압력이 수소 탈착부(21b)의 압력보다 크도록 한다. 이에 따라, 혼합가스에 포함된 수소는 해리 및 확산 작용이 보다 원활하게 이루어짐으로써, 일정시간에 대량의 수소의 분리가 가능하여 생산성이 향상된다.

- <37> 또한, 수소 분리 유닛(20)에는 수소 탈착부(21b)에 연결되어 혼합가스로부터 분리된 수소를 포집하는 수소 포집기(50)가 장착될 수 있다. 수소 포집기(50)는 프레임(25)의 배출부(26) 각각에 연결되어 탈착된 수소의 포집하여, 저장탱크(미도시)로 분리된 수소의 저장이 이루어지게 한다. 또한 수소 분리 유닛(20)의 근접 위치에는 탈착된 수소의 양 및 순도를 측정하는 순도 측정기가 장착될 수 있다.
- <38> 도 8은 수소 분리 유닛에 장착되는 냉각기를 도시한 도면이다.
- <39> 도 8에 도시된 바와 같이, 수소 분리 유닛(20)에는 냉각기(60)가 장착될 수 있다. 참조번호 61은 커버부재이고 63은 냉각수를 말한다. 이러한 냉각기(60)는 수소의 분리를 위해 승온된 수소의 온도를 일정 온도 이하로 냉각하도록 한다. 냉각기(60)의 장착은 수소 분리 유닛(20)의 수소 배출 측에 장착됨이 가능하다.
- <40> 상기 구성에 따른 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 분리장치의 작용을 설명한다.
- <41> 먼저, 수소가 포함된 혼합가스를 온도 조절유닛(10)을 이용하여 200℃ 내지 800℃의 범위를 갖도록 가열한다.
- <42> 이어서, 온도 조절유닛(10)을 통한 혼합가스의 가열과 함께, 압력 조절유닛(40)을 통해 수소 분리 유닛(20)의 압력을 조절한다. 압력 조절은 수소 흡착부(21a)의 압력이 수소 탈착부(21b)의 압력보다 크게 조절하여, 혼합가스에 포함된 수소의 분리 작용을 보다 용이하도록 할 수 있다.
- <43> 다음, 가열된 혼합가스를 수소 분리 유닛(20)에 공급한다. 혼합가스는 수소 분리 유닛(20)의 유입부(29) 통해 수소 흡착부(21a)로 유입된다. 수소 흡착부(21a)로 유입된 혼합가스는 수소 투과 분리막(21)을 통해 수소의 분리가 이루어지며 인접한 수소 탈착부(21b)로 수소 분리 작용이 이루어진다. 수소 탈착부(21b)에는 배출부(26)가 마련되며, 파이프라인을 통해 연결된 수소 포집기(50)를 이용하여 분리된 수소의 포집 작용이 이루어진다.
- <44> 이상, 본 발명을 도면에 도시된 실시예를 참조하여 설명하였다. 그러나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명과 균등한 범위에 속하는 다양한 변형예 또는 다른 실시예가 가능하다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호범위는 이어지는 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

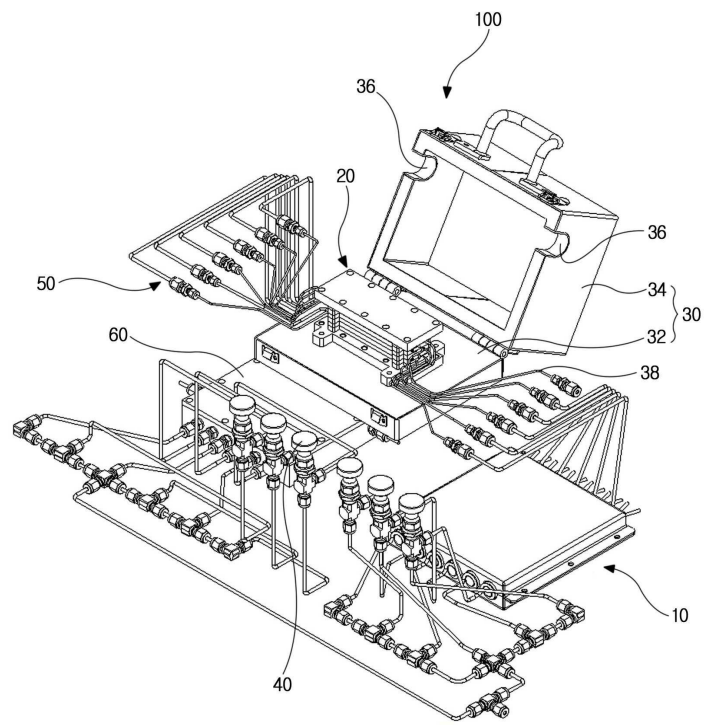
**도면의 간단한 설명**

- <45> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 분리 장치를 개략적으로 도시한 사시도이다.
- <46> 도 2는 도 1의 수소 분리장치의 개략적인 평면도이다.
- <47> 도 3은 온도 조절유닛을 구성하는 가열기를 도시한 도면이다.
- <48> 도 4는 수소 분리 유닛을 도시한 사시도이다.
- <49> 도 5은 도 4의 분해 사시도이다.
- <50> 도 6은 도 4의 VI-VI 선을 따라 잘라서 본 단면도이다.
- <51> 도 7은 프레임에 인입홈의 형성을 도시한 도면이다.
- <52> 도 8은 수소 분리 유닛에 장착되는 냉각기를 도시한 도면이다.
- <53> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <54> 10...온도 조절 유닛                    11...가열기
- <55> 20...수소 분리 유닛                    21...수소 투과 분리막
- <56> 22...하우징                              23...베이스
- <57> 24...제1 프레임                        25...프레임
- <58> 26...배출부                              27...커버
- <59> 28...제2 프레임                        29...유입부
- <60> 30...단열부재                            40...압력 조절 유닛
- <61> 50...수소 포집기                        60...냉각기



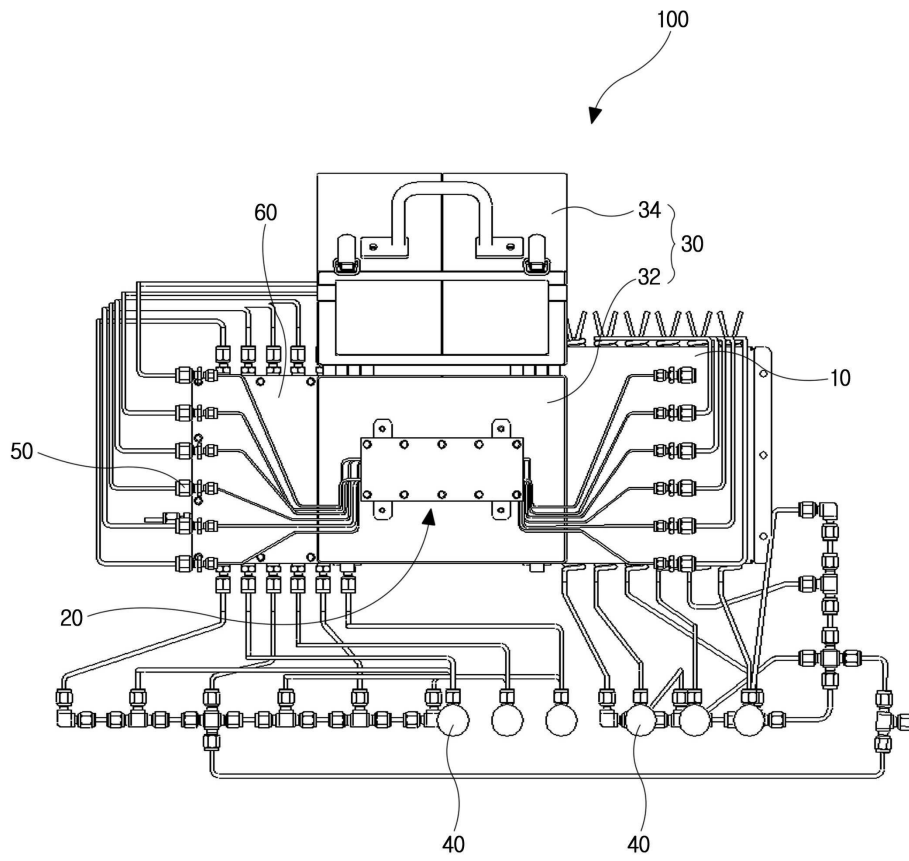
도면

도면1

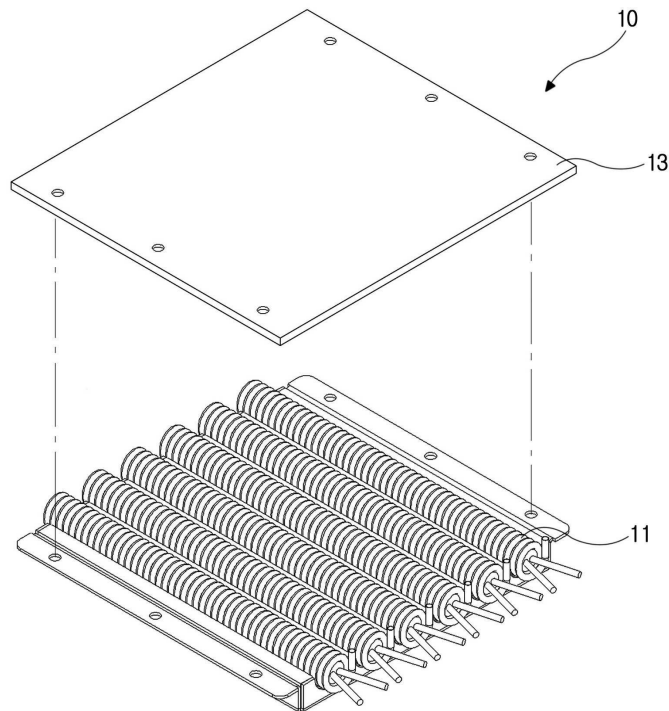




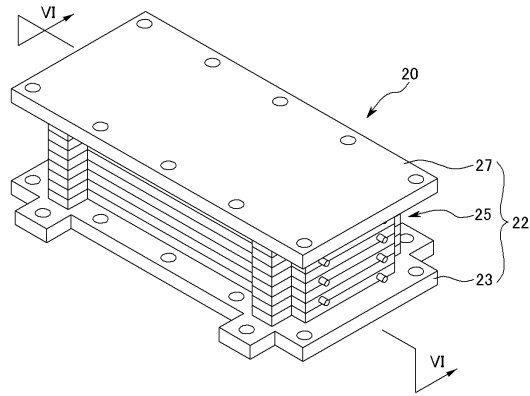
도면2



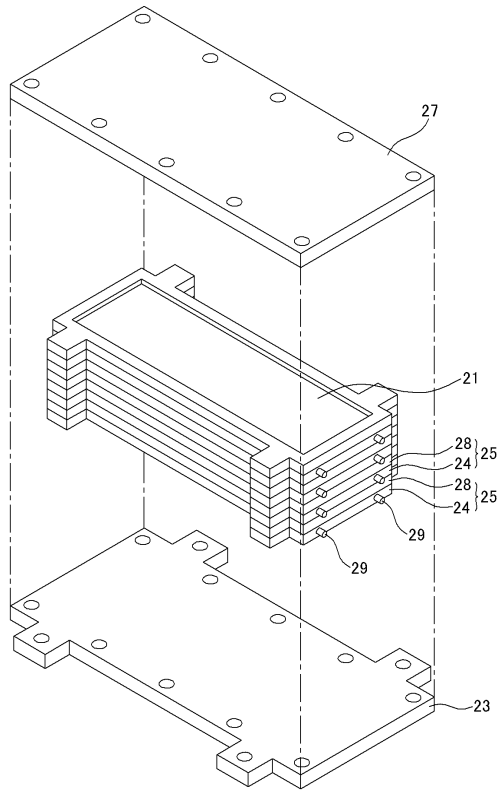
도면3



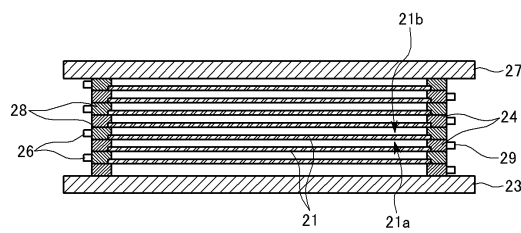
도면4



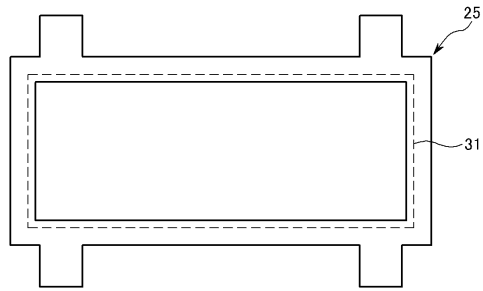
도면5



도면6



도면7



도면8

