



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2008년03월17일  
(11) 등록번호 10-0814434  
(24) 등록일자 2008년03월11일

(51) Int. Cl.

*H01M 8/04* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-7025363  
(22) 출원일자 2006년12월01일  
심사청구일자 2006년12월01일  
번역문제출일자 2006년12월01일  
(65) 공개번호 10-2007-0012527  
(43) 공개일자 2007년01월25일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2004/004779  
국제출원일자 2004년05월05일  
(87) 국제공개번호 WO 2005/107003  
국제공개일자 2005년11월10일

(56) 선행기술조사문헌

JP61200673A

JP58168182A

전체 청구항 수 : 총 10 항

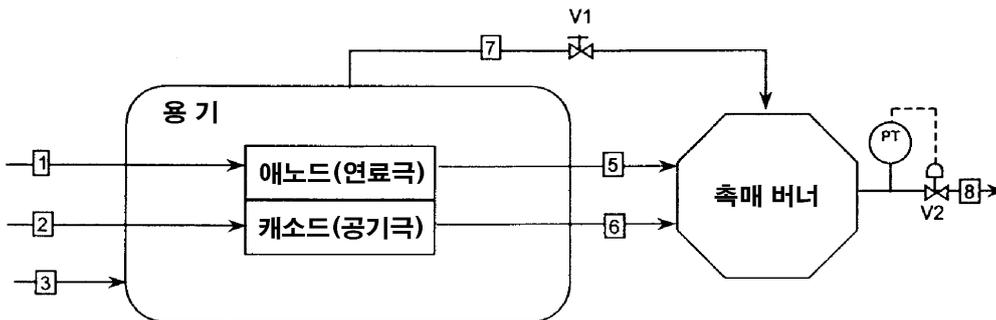
심사관 : 김경민

**(54) 용융탄산염 연료전지 발전플랜트의 차압제어방법**

**(57) 요약**

연료전지 스택(들)이 격납용기내에 둘러싸이고 버너 배출물은 시스템 작동압력을 제어하는데 사용되는 용융탄산염 연료전지 시스템이 개시된다. 또한, 정전 또는 제어밸브나 다른 성분의 문제로 인한 영향을 전혀 받지 않는 신뢰성이 높고 단순한 저가의 차압 제어방법도 개시된다. 애노드(연료극), 캐소드(공기극) 및 용기 배기가스를 격납용기 전방의 축매버너 입구로 안내하여 이들 가스의 압력이 서로 동일하도록 그 안에서 혼합시킴으로써 차압 제어밸브를 배제하고 비용을 감소시켜 이 연료전지 시스템은 용기와 반응물간의 동압 균형을 보장하여 연료전지 스택으로부터 반응물 누설을 방지하고 연료전지와 용기간, 애노드(연료극)와 캐소드(공기극)간 과잉 차압을 방지한다.

**대표도** - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

용융탄산염 연료전지 발전시스템으로서,

- 격납용기
- 상기 격납용기내에 둘러싸인 한 개 이상의 용융탄산염 연료전지 스택(들)
- 애노드(연료극) 배출물, 캐소드(공기극) 배출물 및 용기 배출물의 혼합물을 연소하여 버너 배기흐름을 생성하는 버너
- 상기 시스템을 가압상태로 유지하는 수단
- 연료전지 스택으로부터 연료와 산화제가 누설되지 않도록 격납용기와 연료및 산화제 흐름간의 차압을 유지하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 발전시스템.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 버너는 촉매버너인 것을 특징으로 하는 연료전지 발전시스템.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 격납용기와 연료 및 산화제 흐름간의 차압이 정차압인 것을 특징으로 하는 연료전지 발전시스템.

### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 시스템을 가압상태로 유지하는 수단은 시스템 압력을 감지하는 수단과 이 압력을 나타내는 제어신호를 제공하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 발전시스템.

### 청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 버너(B)는 격납용기(11)내에 배치되는 것을 특징으로 하는 연료전지 발전시스템.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 격납용기와 연료 및 산화제 흐름간의 차압은 부차압인 것을 특징으로 하는 연료전지 발전시스템.

### 청구항 7

제 5 항에 있어서, 상기 시스템을 가압상태로 유지하는 수단은 시스템 압력을 감지하는 수단과 이 압력을 나타내는 제어신호를 제공하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 발전시스템.

### 청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항의 용융탄산염 연료전지 스택 시스템의 작동방법으로서,

- 가압된 연료흐름과 가압된 산화제흐름을 연료 스택(들)에서 전기화학적으로 반응시켜 전기, 애노드(연료극) 배기흐름 및 캐소드(공기극) 배기흐름을 생성하는 단계;
- 버너에서 애노드(연료극) 배출물, 캐소드(공기극) 배출물 및 용기 배출물의 혼합물을 연소시켜 연소 배기흐름을 생성하는 단계;
- 격납용기와 연료전지 스택사이에서 요구되는 차압을 제어하에 유지하는 단계, 및
- 작동중에 애노드(연료극)-캐소드(공기극) 차압을 최소로 유지하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

- 시스템 압력을 감지하는 단계;
- 이렇게 감지된 압력을 나타내는 신호를 제공하는 단계, 및
- 시스템 압력이 소정 값으로 일정하게 되도록 연소기 배기흐름의 압력을 제어하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 10**

제 8 항에 있어서, 상기 애노드(연료극) 배출물, 캐소드(공기극) 배출물 및 용기 배출물의 혼합물은 상기 버너에서 연소되는 것을 특징으로 하는 방법.

**명세서**

**기술분야**

<1> 본 발명은 연료의 화학 에너지를 전기 에너지로 직접 변환시키는 가압식 용융탄산염 연료전지 발전시스템에 관한 것이다.

**배경기술**

- <2> 연료전지는 수소 (또는 수소가 풍부한 연료) 및 산소를 사용하여 전기화학공정을 통해 전기를 발생시키는 장치이다.
- <3> 단일 연료전지는 두 개의 박막전극(다공성 애노드(anode, 연료극)와 캐소드(cathode, 공기극))과 그 사이에 개재된 전해질로 구성된다. 여러 연료전지 유형이 있지만, 이들은 모두 동일한 원리, 즉, 수소 또는 수소가 풍부한 연료를 촉매에 의해 수소가 음전하를 띤 전자와 양전하를 띤 이온(양성자)으로 분리되는 애노드(연료극)로 공급하는 원리로 작동된다.
- <4> 캐소드(공기극)에서는, 산소가 전자와 결합하고, 때로는 양성자나 물과 같은 종류와 결합하여 각각 물이나 하이드록사이드 이온을 생성한다.
- <5> 고분자교환막(PEM)형 및 인산형 연료전지에서는, 양성자는 전해질을 통해 캐소드(공기극)로 이동하여 산소 및 전자와 결합하여 물 및 열을 생성한다.
- <6> 알칼리형, 용융탄산염형, 및 고체산화물형 연료전지에서는, 음이온이 전해질을 통해 애노드(연료극)로 이동, 수소와 결합하여 물 및 전자를 발생시킨다. 전지의 애노드(연료극)쪽 전자는 막을 통해 양전하를 띤 캐소드(공기극)로 이동하지 못하므로; 이들 전자는 전지의 다른 쪽에 도달하기 위해서 전기회로를 통해 그 주위로 이동해야만 한다. 이런 전하이동이 전류이다.
- <7> 연료전지에 의해 생산된 전력량은 몇몇 인자, 즉 연료전지 유형, 전지 크기, 작동온도와, 전지에 공급되는 가스 압력에 의존한다. 또한, 단일 연료전지는 최소량의 인가에도 충분한 전기를 생산한다. 따라서, 개개의 연료전지는 연료전지 스택으로 통상 직렬결합한다.
- <8> 통상의 연료전지 스택은 수백 개의 연료전지로 구성될 수 있다.
- <9> 직접 수소 연료전지는 유일한 방출물로서 순수(pure water)를 생성한다. 이 물은 통상 수증기로서 방출된다.
- <10> 또한 연료전지 시스템에는 메탄올, 천연가스, 가솔린, 또는 기화된 석탄과 같은 수소가 풍부한 연료가 공급될 수 있다. 많은 연료전지 시스템에서, 이들 연료는 연료로부터 수소를 추출하는 "개질장치"를 통과한다. 온보드(onboard) 개질공정은 몇가지 이점을 갖는다.
- <11> 첫째, 순수한 수소 가스보다 에너지 밀도가 높은, 메탄올, 천연가스 및 가솔린과 같은 연료의 사용을 가능하게 한다. 또한, 기존 구조 (예, 담체용 액체 가스펌프 및 고정원을 위한 천연가스라인)를 사용하여 운반되는 종래 연료의 사용도 가능하다.
- <12> EP-A-1 321 185에 개시된 바와 같이, 고온 연료전지 시스템은 연료전지 자체내에서 연료를 개질시킬 수 있고-내부 개질공정이라 하는 공정-또는 연료전지시스템에 의해 생성된 폐열을 사용하여 개질 흡열반응 (집적된 개질)을 지속할 수 있다.

- <13> 또한, 가스 연료내의 불순물은 전지효율을 감소시킬 수 있다.
- <14> 연료전지 시스템 설계는 상당히 복잡하고 연료전지 유형 및 그 적용에 따라 유의하게 변경될 수 있다. 그러나, 대부분의 연료전지 시스템은 다음 네 가지 기본성분으로 구성된다:
- <15> - 연료 처리장치
- <16> - 에너지 변환장치 (연료전지 또는 연료전지 스택)
- <17> - 전력 변환장치
- <18> - 열회수 시스템 (통상, 고정 적용에 사용되는 고온 연료전지 시스템에 사용)
- <19> 다른 성분 및 그 하위시스템은 연료전지의 습도, 온도, 가스압, 및 폐수를 제어하기 위해 제공된다.
- <20> 연료전지 시스템의 제 1 성분은 연료처리장치이다. 연료 처리장치는 연료를 연료전지에 의해 사용가능한 형태로 변환시킨다. 수소가 시스템에 공급되면, 처리장치가 필요하지 않을 수도 있거나 또는 이 장치가 수소 저장 및 공급 시스템이 될 수도 있다.
- <21> 시스템에, 메탄올, 가솔린, 디젤, 또는 기화된 석탄과 같은 수소가 풍부한 종래 연료가 공급되면, 개질장치는 일반적으로 탄화수소를, "개질물"로 언급되는, 수소와 탄소화합물의 가스 혼합물로 변환시키는데 주로 사용된다. 많은 경우, 개질물을 연료전지 스택으로 전달하기 전에 다른 반응기로 보내 탄소산화물이나 황과 같은 불순물을 제거한다. 이로써, 가스내 불순물이 연료전지용 촉매와 결합하는 것이 방지된다. 이러한 결합공정은 연료전지 효율과 수명 기대치를 감소시키기 때문에 "피독"이라고도 한다.
- <22> 용융탄산염 및 고체산화물 연료전지와 같은 일부 연료전지는 연료가 연료전지 자체내에서 개질될 수 있도록 충분히 높은 온도에서 작동하거나 또는 개질 흡열반응을 지속하기 위해 연료전지 시스템에 의해 생성된 폐열을 이용할 수 있다.
- <23> 내부 및 외부 개질반응으로 이산화탄소가 방출되는데, 그 양은 연료전지의 높은 변환율로 인해, 가솔린동력의 차량에 사용되는 내연기관에 의해 방출된 양보다 적다.
- <24> 연료전지 시스템은 열을 발생시키는데는 사용되지 않는다. 그러나, 상당한 양의 열이 몇몇 연료전지 시스템-특히 고체산화물 및 용융탄산염 시스템과 같이 고온에서 작동하는 것들-에 의해 발생되기 때문에, 이 과잉 에너지는 개질반응을 지속하기 위한 열에너지를 공급하는데 사용되어 증기 또는 열수를 생성하거나 또는 가스 터빈이나 다른 기술을 통해 전기로 변환될 수 있다. 이로써 시스템의 전체 에너지 효율이 증가된다.
- <25> 예를 들면, 이 경우에 개시된 유형의 종래 장치는 미국출원 제 4,904,547호에 개시된 연료전지장치이다.
- <26> 여기서, 차압 제어방법은 도 1에 개략적으로 도시되어 있으며, 스위칭 밸브(11)는 질소라인과 연료라인에 연결되며 용기 외부에 장착되어 있고, 스위칭 밸브(12)는 질소라인과 공기라인에 연결되어 있다.
- <27> 제 1 압력제어기(13)는 용기 압력과 애노드(연료극) 배출물간의 차압을 검출하는 제 1 차압검출기로부터 신호를 수신할 때 설정 신호를 연료 차압제어밸브(4)로 인가한다. 제 2 압력제어기(15)는 용기 압력과 캐소드(공기극) 배출물간의 차압을 검출하는 제 2 차압검출기로부터 신호를 수신할 때 설정 신호를 캐소드(공기극) 차압제어밸브(4)로 인가한다.
- <28> 작동중에 시스템 압력을 압력제어밸브(8)에 의해 조절하며 용기-애노드(연료극) 및 용기-캐소드(공기극)의 차압 제어를 위한 제어기는 각각 제어기(13 및 15)이고; 스위칭 밸브(11 및 12)는 닫혀 있다.
- <29> 긴급히 시스템을 중지시킬 때는, 밸브(7, 3, 5)를 닫고, 스위칭 밸브(11 및 12)를 개방하여, 용기내 질소압력을 자연스럽게 감소시킨다. 그 결과로서, 각 라인의 압력은 압력제어시스템에 따라 상압보다 낮아진다. 이와 같이 연료전지 작동을 소량의 질소로 단시간내에 중지시킬 수 있다.
- <30> 그러나, 차압제어밸브를 사용하는 상기 종래 방법은 압력이 빠르게 변화할 때마다 소정 범위내 차압을 확보할 수 없거나, 밸브 또는 차압 계량기 또는 공기 공급라인, 전원 또는 다른 성분에서 문제가 발생한다. 또한, 애노드(연료극)와 용기간, 캐소드(공기극)와 용기간 차압제어는 독립적이며 만일 단일 라인에서 어떤 문제가 발생한다면 전극간 차압이 증가되어 연료전지가 파손될 수 있다.
- <31> 용융탄산염 연료전지 (molten carbonate fuel cell, 이하 'MCFC'로 언급됨)의 높은 작동온도로 인해, 플랜트의 전체 비용중 많은 부분을 차지하는 고온 제어밸브가 사용되어야 한다.

<32> 이러한 종래 방법은 신뢰성 문제와 사용된 성분이 매우 고가인 문제를 갖는다.

**발명의 상세한 설명**

<33> 따라서, 본 발명의 목적은 종래 기술의 기술적 단점을 해결하는 동시에 비용면에서도 효과적인 MCFC 시스템을 제공하는 것이다.

<34> 이는, 연료전지 스택이 격납용기내에 둘러싸이고 촉매버너 배출물이 시스템 작동 압력을 제어하는데 사용되는 본 발명에 따른 용융탄산염 연료전지 시스템에 의해 얻어진다. 또한, 정전 또는 제어밸브나 차압제어 계량기나 다른 성분의 문제로 인한 영향을 전혀 받지 않는, 신뢰성이 높고 단순한 저가의 차압제어방법이 개시된다.

<35> 본 발명에 따른 용융탄산염 연료전지 시스템은 격납용기, 격납용기내에 둘러싸인 연료전지 스택과, 용기 다음에 제공된, 애노드(연료극) 배출물, 캐소드(공기극) 배출물 및 용기 배출물의 혼합물을 유동 연소시키는 촉매연소기를 포함한다.

<36> 압력제어밸브는 연소기 배기라인상에 위치되며 감압밸브는 용기 배기라인상에 위치된다.

<37> 이 연료전지 시스템은, 애노드(연료극), 캐소드(공기극) 및 용기 배기가스를 촉매버너 입구로 안내하여 이들 가스의 압력이 서로 동일하도록 그 안에서 혼합함으로써, 용기와 연료전지 반응물간의 동압 균형을 보장하고 연료전지 스택으로부터의 반응물 누설을 방지한다.

<38> 이와 같이, 연료전지와 용기간, 애노드(연료극)와 캐소드(공기극)간의 과잉 차압을 방지하는 것도 가능하다. 또한, 차압 제어밸브를 플랜트에서 배제함으로써, 비용이 실질적으로 감소된다.

<39> 제어되지 않은 경우, 본 방법은 연료전지 스택의 파손을 야기할 수 있는 높은 전극간 차압의 위험성 없이 시스템을 일정한 압력과 온도에서 유지되게 한다.

**실시예**

<43> 본 발명의 바람직한 실시예는 도 1을 참조하여 기재한다.

<44> 가압식 연료공급라인(1)은 연료전지 스택의 애노드(연료극)에 연결된다. 가압식 산화제공급라인(2)은 캐소드(공기극)에 도입되고 캐소드(공기극) 배출물과 같은 비활성가스( $N_2$ ) 공기 또는 다른 혼합물은 라인(3)을 통해 격납용기로 공급된다.

<45> 시스템 압력은 촉매버너, 압력센서 및 압력제어기 하류에 있는 밸브(V2)에 의해 제어된다.

<46> 용기 배기라인상에 위치한 밸브(V1)는 용기 분위기로 반응물이 누설되지 않도록 용기와 연료전지 반응물 사이에서 요구되는 차압을 일정하게 유지시킨다.

<47> 이때, 애노드(연료극), 캐소드(공기극) 및 용기 출구는 모두 동일한 압력에 있으며, 이는 기준점으로 작용하는 촉매버너내에서 균형을 이루고 있다. 애노드(연료극)와 캐소드(공기극) 압력은 스택 통과시 압력강하가 없으면 항상 균형을 이루고 있다.

<48> 이처럼, 애노드(연료극)-캐소드(공기극) 및 스택-용기에서 유의한 차압변화가 없다.

<49> 캐소드(공기극)나 애노드(연료극) 흐름이 없어도 만일 변화가 일어나면 그 변화범위는 약간의 mbar 정도이다.

<50> 시스템은 매우 균형을 이루고 있으며 전극간, 연료전지 스택과 용기간 차압의 위험성이 최소화되게 한다.

<51> 용기는 상온 이상에 있을 수 있고, 변경되어야 하는 유일한 기술적 특성은 밸브(V1)에 있는데, 이는 압력 강하가 낮은 "페일-오픈 카인드(fail-open kind)"이고, 다수 제공되거나 또는 임시 차단시 바이패스가 장착될 수 있다.

<52> 또한, 촉매 버너의 하류에 위치한 밸브는 압력제어 손실을 방지하는데 적절한 용량을 가지거나 또는 적당하게 과잉일 수 있다.

<53> 세가지 흐름(애노드(연료극), 캐소드(공기극) 및 용기)에 대한 별도의 압력제어와 비교하여, 본 압력제어장치는, 발전 플랜트가 배기 가스가 안내되는 촉매버너(CB)나 다른 적절한 혼합장치를 구비하여 애노드(연료극) 및 캐소드(공기극) 가스의 안전한 혼합/연소를 가능하게 하며; 밸브(V1) (또는 교정개구부)를 설정하면 용기를 스택상에서 약간 과압으로 유지할 수 있으므로 스택에서 격납용기로의 가스 누설없이 원래 안전한 작

동을 가능하게 하며; 최소 갯수의 제어밸브의 이점; 자동 압력균형(스택에 대한 실제 안전성)의 이점; 고장 성분이 없는 수동 제어시스템의 이점; 제어시스템이 제대로 작동하지 않는 경우, 시스템 온도 및 압력이 실내조건으로 감소될 필요가 없는 이점을 암시한다.

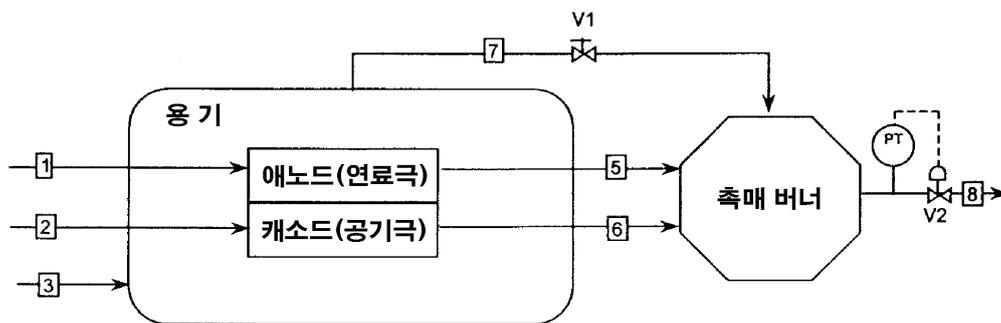
- <54> 본 발명에 따른 연료스택시스템의 다른 실시예는 도 2에 도시되어 있다.
- <55> 두 개의 스택(1 및 2)은 캐소드(공기극)에서 라인(1-2)에 의해, 애노드(연료극)에서 라인(3-4)에 의해 공급된다. 이 실시예에서는 스택 뿐만 아니라 버너(B)도 용기(11)내에 포함된다.
- <56> 배출된 애노드(연료극) 가스는 도관(5 및 6)을 통해 버너로 이송된다. 배출된 캐소드(공기극) 가스는 용기(화살표 7 및 8) 내로 직접 도입되어 커버링 분위기를 형성한다. 출구(10)에 의해 버너내 압력이 약간 낮게 형성되어 용기내 포함된 가스는 표시된 개구를 통해 버너내로 흡기된다.
- <57> 용기내 분위기는 산소함유 캐소드(공기극) 가스로 구성되어 있기 때문에, 버너내에서 수소함유 배출된 애노드(연료극) 가스 및 전지의 미반응 연료와 만나 연소된다.
- <58> 이때, 버너는 캐소드(공기극) 및 애노드(연료극) 흐름과 용기내 분위기에 대한 공통요소로 구성되며, 따라서 이들 세 부분의 압력에 대한 등전위점을 형성한다.
- <59> 종래 실시예와 주된 차이점은 다음과 같다:
- <60> - 한 개 이상의 스택이 동일 용기에 포함될 수 있고
- <61> - 한 개 이상의 스택이 공통지점에 연결될 수 있고
- <62> - 용기의 내부환경은 고온(~650℃)이며
- <63> - 용기의 내부 분위기는 비활성은 아니고 희석 공기를 함유하고
- <64> - 용기는 독립적으로 공급되지 않고 캐소드(공기극) 가스 자체로부터 공급되고
- <65> - 버너는 용기내에 배치된다.
- <66> 용기의 과압 조건은 도 3의 개략도에 의해 다시 확립될 수 있으며, 여기서 캐소드(공기극) 입구와 동일한 혼합물이 용기에 공급된다. 캐소드(공기극) 및 애노드(연료극) 출구는 도관을 통해 버너로 이어진다. 용기는 항상 스택(들)상에서 과압 조건에 있다.

**도면의 간단한 설명**

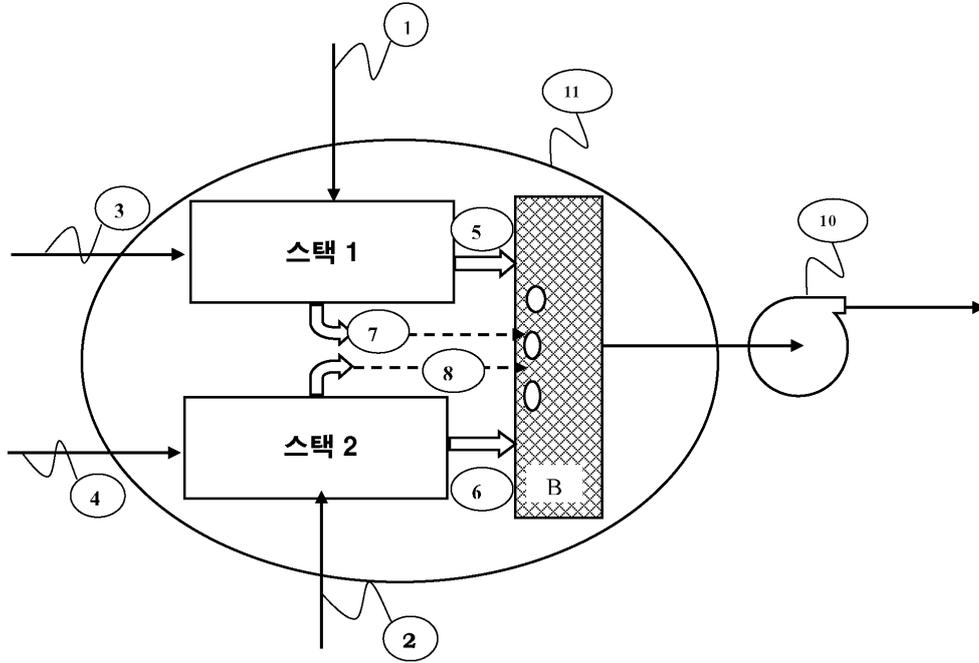
- <40> 도 1은 본 발명에 따른 연료스택시스템의 실시예를 나타낸 개략도.
- <41> 도 2는 본 발명에 따른 연료스택시스템의 다른 실시예를 나타낸 개략도.
- <42> 도 3은 용기의 과압조건에 따른 연료스택시스템을 나타낸 개략도.

**도면**

**도면1**



도면2



도면3

