



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0061683  
(43) 공개일자 2011년06월10일

(51) Int. Cl.

H01M 8/04 (2006.01) G01R 31/36 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0118157

(22) 출원일자 2009년12월02일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

현대자동차주식회사

서울 서초구 양재동 231

(72) 발명자

이남우

경기도 화성시 능동 숲속마을 자연엔데시아 876동 2603호

오승찬

경기도 용인시 기흥구 마북동 104 현대기아연구개발본부 연료전지시스템개발팀

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

한라특허법인

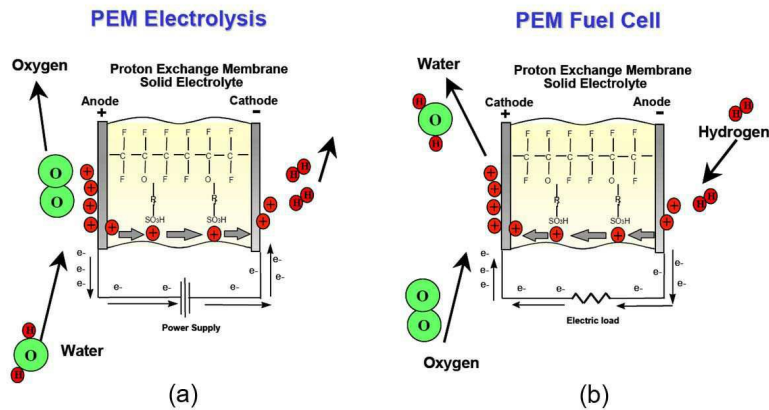
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 차량용 연료전지의 물 제거 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 차량용 연료전지의 물 제거 장치 및 방법에 관한 것으로서, 시스템 비용을 상승시키는 바이패스라인이나 감압펌프 등 장치의 추가 및 사용 없이 연료전지의 섯다운 과정에서 연료전지 스택의 셀 내에 존재하는 물을 신속히 제거하여 냉시동성을 향상시킬 수 있는 장치 및 방법에 관한 것이다. 이를 위해, 본 발명은, 연료전지 스택의 캐소드 전극 및 애노드 전극에 연결되어 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 물의 전기분해를 위한 전류를 인가하는 전류인가장치와; 연료전지 스택의 셀 전압을 검출하기 위한 셀 전압 검출부와; 상기 셀 전압 검출부에 의해 검출되는 셀 전압을 모니터링하면서 전류 인가시 셀 전압이 전극의 촉매 부식 방지를 위해 설정된 기준전압 이상이 되지 않도록 상기 전류인가장치의 전류 출력을 제어하는 제어기;를 포함하는 차량용 연료전지의 물 제거 장치를 제공한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**권상욱**

경기도 용인시 기흥구 마북동 104번지

**임세준**

경기도 용인시 기흥구 마북동 104 현대기아연구개발본부 연료전지시스템개발팀

**고재준**

경기도 군포시 당동 무지개마을 대림아파트 105동 104호

**윤종진**

서울 동작구 사당동 105 우성아파트 305동 1307호

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

연료전지 스택의 캐소드 전극 및 애노드 전극에 연결되어 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 물의 전기분해를 위한 전류를 인가하는 전류인가장치와;

연료전지 스택의 셀 전압을 검출하기 위한 셀 전압 검출부와;

상기 셀 전압 검출부에 의해 검출되는 셀 전압을 모니터링하면서 전류 인가시 셀 전압이 전극의 촉매 부식 방지를 위해 설정된 기준전압 이상이 되지 않도록 상기 전류인가장치의 전류 출력을 제어하는 제어기;

를 포함하는 차량용 연료전지의 물 제거 장치.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 전류인가장치는,

전류공급원으로서 배터리 또는 파워 서플라이와;

상기 제어기에 의해 온/오프 제어되어 상기 배터리 또는 파워 서플라이로부터 연료전지 스택에 인가되는 전류를 선택적으로 차단하기 위한 스위치;

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 차량용 연료전지의 물 제거 장치.

### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 전류공급원에서 전류가 인가되는 도선에 상기 스위치와 함께 전류량 제어를 위해 설치되는 저항을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 차량용 연료전지의 물 제거 장치.

### 청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 스위치와 저항 복수개가 상기 전류가 인가되는 도선에서 병렬로 설치되어 연료전지 스택에 인가되는 전류량이 단계적으로 제어될 수 있도록 한 것을 특징으로 하는 차량용 연료전지의 물 제거 장치.

### 청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 전류공급원은 캐소드 내 물을 제거하기 위해 캐소드 전극이 (+)로 연결되는 것을 특징으로 하는 차량용 연료전지의 물 제거 장치.

### 청구항 6

청구항 2에 있어서,

상기 전류공급원으로서 배터리는 연료전지 스택 및 구동모터에서 생성된 전력을 저장하는 보조 동력원의 배터리인 것을 특징으로 하는 차량용 연료전지의 물 제거 장치.

**청구항 7**

청구항 1에 있어서,

상기 전류인가장치는 전류공급원으로서 상기 제어기에 의해 출력 전류량이 조절되는 파워 서플라이를 포함하고, 상기 제어기가 셀 전압이 기준전압 이상이 되면 파워 서플라이의 출력 전류량을 줄여주어 상기 셀 전압이 기준전압 이내가 되도록 유지하는 것을 특징으로 하는 차량용 연료전지의 물 제거 장치.

**청구항 8**

청구항 7에 있어서,

상기 파워 서플라이는 캐소드 내 물을 제거하기 위해 캐소드 전극이 (+)로 연결되는 것을 특징으로 하는 차량용 연료전지의 물 제거 장치.

**청구항 9**

청구항 2 또는 청구항 7에 있어서,

상기 연료전지 스택이 복수개의 스택 모듈로 구성되는 경우 각 스택 모듈이 상기 전류공급원으로부터 독립적으로 전류를 인가받도록 연결되는 것을 특징으로 하는 차량용 연료전지의 물 제거 장치.

**청구항 10**

반응가스의 공급을 중지한 상태에서 전류인가장치를 구동하여 연료전지 스택의 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 전류를 인가함으로써 셀 내의 물을 전기분해하는 단계와;

상기 셀 내의 물을 전기분해하는 동시에 셀 전압 검출부에 의해 검출되는 셀 전압을 모니터링하는 단계와;

물의 전기분해 및 셀 전압의 모니터링과 동시에 셀 전압이 전극의 촉매 부식 방지를 위해 설정된 기준전압 이상이 되지 않도록 상기 전류인가장치의 전류 출력을 제어하는 단계;

를 포함하는 차량용 연료전지의 물 제거 방법.

**청구항 11**

청구항 10에 있어서,

상기 전류인가장치의 구동 전에 연료전지 스택 및 배관 내 물 제거를 위해 퍼지가스로 연료전지 스택을 퍼징하는 단계를 우선 실시하는 것을 특징으로 하는 차량용 연료전지의 물 제거 방법.

**청구항 12**

청구항 11에 있어서,

상기 연료전지 스택의 캐소드에 퍼지가스로서 공기를 공급하여 퍼징하는 공기 퍼징을 실시하는 것을 특징으로 하는 차량용 연료전지의 물 제거 방법.

**청구항 13**

청구항 10 또는 청구항 12에 있어서,

상기 연료전지 스택의 캐소드 내 물을 제거하기 위해 전류 인가시 캐소드 전극을 (+)로 연결하는 것을 특징으로 하는 차량용 연료전지의 물 제거 방법.

**청구항 14**

청구항 10에 있어서,

상기 셀 전압이 기준전압 이상이 되면 촉매의 부식 방지를 위해 전류인가장치로부터 인가되는 전류량을 줄여주어 상기 셀 전압을 기준전압 이내로 유지하는 것을 특징으로 하는 차량용 연료전지의 물 제거 방법.

**청구항 15**

청구항 10에 있어서,

상기 셀 전압이 기준전압 이상이 되면 촉매의 부식 방지를 위해 전류인가장치로부터 인가되는 전류를 차단하여 물의 전기분해를 중지하는 것을 특징으로 하는 차량용 연료전지의 물 제거 방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 연료전지에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 냉시동 실패의 근본 원인이 되는 연료전지 스택 내부의 물을 신속하고 확실하게 제거해줄 수 있는 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 수소 연료전지 차량에 적용되는 연료전지 시스템은, 반응가스의 전기화학반응으로부터 전기에너지를 생성하는 연료전지 스택과, 연료전지 스택에 연료인 수소를 공급하는 수소공급장치와, 연료전지 스택에 전기화학반응에 필요한 산화제인 산소를 포함하는 공기를 공급하는 공기공급장치와, 연료전지 스택의 전기화학반응 부산물인 열을 외부로 방출시켜 연료전지 스택의 운전온도를 최적으로 제어하고 물 관리 기능을 수행하는 열 및 물 관리 시스템과, 연료전지 시스템의 작동 전반을 제어하는 연료전지 시스템 제어를 포함하여 구성된다.

[0003] 여기서, 수소공급장치는 수소탱크, 고압/저압 레귤레이터, 수소밸브, 수소 재순환 장치 등을 포함하고, 공기공급장치는 공기블로워, 공기밸브, 가습기 등을 포함하며, 열 및 물 관리 시스템은 냉각수 펌프, 라디에이터 등을 포함한다.

[0004] 수소공급장치에서는 수소탱크로부터 공급되는 고압의 수소가 고압/저압 레귤레이터를 차례로 거친 뒤 낮은 압력으로 연료전지 스택에 공급되며, 수소 재순환 장치에서는 재순환 라인의 블로워가 스택의 애노드에서 사용하고 남은 미반응 수소를 다시 애노드로 재순환시켜 수소의 재사용을 도모한다.

[0005] 공기공급장치에서는 공기블로워에 의해 공급되는 건조한 공기가 가습기를 통과하는 동안 스택의 캐소드 출구에서 배출된 배출가스(습윤공기)와 수분 교환하여 가습된 뒤 연료전지 스택의 캐소드 입구로 공급된다.

[0006] 한편, 연료전지 차량에서 해결해야 할 여러 과제 중 가장 시급하고 어려운 문제가 냉시동성 확보이다. 연료전지 시스템이 빙점 이하의 온도에 노출된 채로 장기간 보관되면, 연료전지를 포함하여 밸브류 등 시스템 각 구성부에 존재하는 물이 얼어붙게 되면서 시동이 어렵게 된다. 차량 운행을 마친 뒤에 빙점 이하의 온도에서는 연료전지의 보관상태에 따라 연료전지의 내구성과 냉시동성이 결정된다.

[0007] 고분자 전해질 연료전지의 성능을 나타내는 전해질막의 이온전도성은 전해질막의 가수화 정도가 클수록 증가하

게 된다. 따라서, 연료전지의 운전시 전해질막의 가수화를 위해 재순환 장치나 가습기를 도입하고 있는데, 가습을 통해 공급된 물과 반응에 의해 생성된 물은 연료전지의 온도가 빙점인 0℃ 이하로 떨어지게 되면 얼게 된다. 이렇게 물이 얼음으로 변할 때의 부피팽창은 기공구조를 갖는 막전극접합체(MEA)와 가스확산층(GDL)에 손상을 줄 수 있다. 또한 냉시동시 생성수가 전극 내에서 얼어 있게 되면 해동 전까지는 배출되지 못하기 때문에 반응가스의 이동통로를 막게 된다.

- [0008] 따라서, 상기한 문제점을 해결하고 냉시동성을 향상시키기 위해 운전 정지 후 연료전지 내 물을 제거하기 위한 다양한 방법들이 제시되어 있다.
- [0009] 가장 기본적인 방법으로는, 1) 별도의 건조질소를 이용하는 방법(US 6,479,177), 2) 바이패스라인을 통해 장시간 건조가스를 공급하는 방법(US 6,479,177), 3) 감압을 이용하여 물을 제거하는 방법(US 6,358,637), 4) 펄스 퍼지를 이용하여 물을 제거하는 방법(US 6,960,401)들이 있다.
- [0010] 도 1은 스택 내 물 제거를 위해 바이패스라인을 통해 건조가스를 공급하는 일 예를 도시한 도면으로, 공기블로워 등의 공기공급부(10)에 의해 공급되는 공기를 가습기(21)를 통과하지 않도록 바이패스라인을 통해 바이패스시켜 연료전지 스택(1)에 공급하는 방법을 도시한 것이다.
- [0011] 그러나, 건조질소를 공급하는 방법은 별도의 질소통을 차량에 장착해야 하는 단점이 있고, 바이패스라인을 이용하는 방법은 직경이 큰 바이패스배관(22)과 밸브(22a)를 설치하여 제어해야 하는 단점이 있다.
- [0012] 또한 감압을 이용하는 방법에서는 큰 감압펌프가 필요한 단점이 있고, 펄스 퍼지를 이용하는 방법은 스택의 애노드에만 적용이 가능하거나 캐소드를 위해서는 별도의 밸브가 추가되어야 하는 단점이 있다. 또한 퍼징만으로는 스택의 셀 내의 물 제거가 어렵고, 긴 퍼징시간이 필요하며, 특히 저온 정지시 물 제거가 거의 불가능하다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

- [0013] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 발명한 것으로서, 시스템 비용을 상승시키는 바이패스라인이나 감압펌프 등 장치의 추가 및 사용 없이 연료전지 스택의 셀 내에 존재하는 물을 신속히 제거하여 연료전지의 냉시동성을 향상시킬 수 있는 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0014]

**과제 해결수단**

- [0015] 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 연료전지 스택의 캐소드 전극 및 애노드 전극에 연결되어 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 물의 전기분해를 위한 전류를 인가하는 전류인가장치와; 연료전지 스택의 셀 전압을 검출하기 위한 셀 전압 검출부와; 상기 셀 전압 검출부에 의해 검출되는 셀 전압을 모니터링하면서 전류 인가시 셀 전압이 전극의 촉매 부식 방지를 위해 설정된 기준전압 이상이 되지 않도록 상기 전류인가장치의 전류 출력을 제어하는 제어기;를 포함하는 차량용 연료전지의 물 제거 장치를 제공한다.
- [0016] 또한 본 발명은, 반응가스의 공급을 중지한 상태에서 전류인가장치를 구동하여 연료전지 스택의 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 전류를 인가함으로써 셀 내의 물을 전기분해하는 단계와; 상기 셀 내의 물을 전기분해하는 동시에 셀 전압 검출부에 의해 검출되는 셀 전압을 모니터링하는 단계와; 물의 전기분해 및 셀 전압의 모니터링과 동시에 셀 전압이 전극의 촉매 부식 방지를 위해 설정된 기준전압 이상이 되지 않도록 상기 전류인가장치의 전류 출력을 제어하는 단계;를 포함하는 차량용 연료전지의 물 제거 방법을 제공한다.

**효 과**

- [0017] 이에 따라, 본 발명에 따른 차량용 연료전지의 물 제거 장치 및 방법에 의하면, 연료전지 스택의 셀 내에 존재하는 물을 신속히 제거하여 연료전지의 냉시동성을 향상시킬 수 있게 된다. 특히, 빙점 이하의 온도에서 정지(콜드 셋다운)시 보다 신속하고 확실하게 셀 내의 물을 제거할 수 있다.
- [0018] 또한 겨울철 짧은 거리 주행 후 정지시에도 셀 내부의 물 제거가 용이해지며, 겨울철 짧은 거리 주행 후 스택 온도를 올리기 위해 사용하던 낮은(스택의 전류 출력을 크게 할 수 있는) 저항값을 갖는 저항체가 필요 없게 된

다.

[0019] 또한 냉시동시 캐소드 물 제거를 위해 필요한 건조공기 퍼징을 위한 구성, 즉 바이패스배관 및 밸브 등이 필요 없으며, 이에 공기공급계 관련 패키징이 용이해진다. 또한 건조질소를 공급하기 위한 구성이나 감압 이용을 위해 필요했던 감압펌프 등이 불필요해진다.

[0020] 또한 본 발명에서는 물의 전기분해시 셀 전압을 모니터링하여 전류량을 조절하므로 촉매층의 카본 부식을 방지 하면서 물을 제거할 수 있게 된다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

[0021] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명하기로 한다.

[0022] 본 발명은 연료전지 스택의 각 셀 내에 존재하는 물을 신속하고 확실하게 제거하여 냉시동성을 향상시킬 수 있는 장치 및 방법에 관한 것이다.

[0023] 특히, 본 발명의 장치 및 방법은 연료전지 차량에서 연료전지 셧다운(시스템 오프/운전 정지) 프로세스에 이용될 수 있는 것으로, 셧다운시 연료전지에 전류를 인가하여 물의 전기분해(Electrolysis)를 유도함으로써 연료전지 스택의 셀 내에 잔존하는 물을 제거하는데 주안점이 있다.

[0024] 도 2는 전해질막, 촉매층을 갖는 애노드 및 캐소드 전극을 포함하는 막전극접합체(MEA)에서 전기분해와 연료전지 반응의 메커니즘을 나타낸 도면으로서, (a)는 고분자 전해질막(PEM:Polymer Electrolyte Membrane/Proton Exchange Membrane)의 표면에 형성된 애노드 및 캐소드 전극 사이에 전류를 인가하였을 때 물이 수소와 산소로 분해되는 전기분해 반응을, (b)는 애노드와 캐소드에 반응가스인 수소와 산소를 공급하여 전류 및 물이 생성되는 통상의 연료전지 반응을 나타내고 있다.

[0025] 도 2의 (a)와 같이 연료전지 스택의 애노드 전극 및 캐소드 전극 사이에 전류를 인가하면 전기분해에 의해 물을 제거할 수 있으며, 종래의 퍼징 방법에 비해 촉매층 등 셀 내에 존재하는 물을 보다 신속하고 확실하게 제거할 수 있다. 특히, 빙점 이하 온도의 콜드 셧다운(저온 정지)시 신속한 물 제거가 가능하여 이후 냉시동성을 향상시키는 데 기여할 수 있게 된다.

[0026] 냉시동 성능을 증가시키기 위해서는 겨울철과 같이 외기 온도가 영하일 때 연료전지 시스템이 정지되기 전 스택 내부의 물 제거가 필요한데, 종래 스택 내에 잔존하는 물을 제거하기 위해 다양한 퍼징 기술들이 적용되고 있으나, 퍼징 구성을 적용하는 경우 시스템 비용 및 공간적인 제약이 있고, 특히 짧은 거리 주행으로 정상 운전온도까지 충분히 도달하지 못한 상태로 저온에서 정지되었을 때 퍼징 효과가 매우 적기 때문에 물 제거가 용이하지 않다.

[0027] 따라서, 본 발명에서는 냉시동성 향상을 위해 연료전지 셧다운시 연료전지 스택에 전류를 강제 인가함으로써 스택 내부, 좀더 구체적으로는 캐소드 전극 내에 있는 물을 전기분해하여 기체로 배출, 제거하며, 이를 위해 스택의 전극 사이에 전류를 인가할 수 있는 전류인가장치를 구비한다. 전류인가장치의 전류공급원에는 별도의 파워 서플라이가 사용되거나 연료전지 차량에 기 탑재된 고전압 배터리가 사용될 수 있다.

[0028] 우선, 도 3은 본 발명에 따른 물 제거 장치의 구성을 나타내는 블록도이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 물 제거 장치 및 방법을 나타내는 도면이다.

[0029] 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 물 제거 장치는, 연료전지 스택(1)의 캐소드 전극 및 애노드 전극에 연결되어 상기 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 전기분해를 위한 전류를 인가하는 전류인가장치(4)와; 연료전지 스택(1)의 셀 전압을 검출하기 위한 셀 전압 검출부(2)와; 상기 셀 전압 검출부(2)를 통해 검출되는 셀 전압을 모니터링하면서 상기 셀 전압이 전극의 촉매 부식을 방지하기 위해 설정된 기준전압 이상이 되지 않도록 상기 전류인가장치(4)의 전류 출력을 제어하는 제어기(3)를 포함하여 구성된다.

[0030] 본 발명에서 상기 제어기(3)는 기본적으로 연료전지가 셧다운될 때 전류인가장치(4)를 구동하여 연료전지 스택(1)으로 전기분해를 위한 전류를 인가하나, 온도센서(도시하지 않음)의 검출값을 기초로 빙점 이하 온도의 셧다운(콜드 셧다운)을 판단하는 경우에만 전류를 인가하도록 설정될 수도 있다.

[0031] 그리고, 본 발명에서 전류인가장치(4)는 후술하는 바와 같이 촉매의 카본 부식을 방지하기 위해 전류의 출력 제



어가 가능하도록 구성되는데, 이를 위해 전류인가장치(4)의 전류공급원으로서 도 4의 실시예와 같이 출력 전류량을 조절할 수 있는 직류 파워 서플라이(Power Supply)(40)가 사용될 수 있다.

- [0032] 이때, 연료전지 스택(1)의 캐소드 및 애노드 전극에 도선을 통해 파워 서플라이(40)를 연결하되, 캐소드 내 물을 제거하기 위해 캐소드 전극을 (+)로 연결한다.
- [0033] 본 발명에서 전류인가장치(4)의 구동 제어는 제어기(3), 예컨대 연료전지 시스템의 셋다운시 전류인가장치를 구동시킬 수 있는 연료전지 시스템 제어기에 의해 수행되며, 따라서 도 4의 실시예에서 제어기(도 3의 도면부호 3입)에 의해 파워 서플라이(40)의 온/오프 및 전류 출력 제어가 수행된다.
- [0034] 또한 후술하는 바와 같이 연료전지 스택(1)의 셀 전압을 모니터링하여 연료전지 스택에 인가되는 전류량을 제어해야 하므로, 본 발명의 장치는 전류인가장치(4) 및 제어기(3)와 더불어 연료전지 스택(1)의 셀 전압을 모니터링하기 위한 셀 전압 검출부(2)를 더 포함한다. 여기서, 셀 전압 검출부(2)는 연료전지 시스템에 사용되고 있는 기존의 셀 전압 모니터링 장치가 사용될 수 있다.
- [0035] 전극의 촉매 부식, 즉 연료전지 촉매의 카본 부식은 퍼징에 의한 물 배출이 힘든 상온 이하의 저온에서는 운전 온도 60℃ 이상의 정상 운전시에 비해 현저히 줄기 때문에 전류 인가 및 전기분해를 통한 물 제거 방법의 적용이 가능하지만, 전류 인가시 스택 내에 고전압의 셀 전압이 발생하면 촉매의 카본 부식이 발생할 우려가 있다.
- [0036] 따라서, 본 발명에서는 촉매의 카본 부식을 방지하기 위해 셀 전압을 모니터링하는 동시에 카본 부식이 발생할 수 있는 전압 이내로 셀 전압이 유지되도록 스택에 인가되는 전류를 제어하는 것에 주된 특징이 있다.
- [0037] 전기분해시 인가되는 전류량이 높을수록 전극 내에서 기체로 변하는 물의 양은 증가하지만, 이때 스택의 셀 전압이 높아지기 때문에, 카본 부식에 대한 내구성을 고려하여 스택의 셀 전압을 부식이 발생할 수 있는 전압, 예컨대 1.3V 이상이 되지 않도록 전류량을 제어해야 한다.
- [0038] 이에 따라, 도 4의 실시예에서는 파워 서플라이(40)를 통해 전류 인가시 제어기(3)가 셀 전압 검출부(2)를 통해 셀 전압을 모니터링하면서 셀 전압이 카본 부식 방지를 위해 설정한 기준전압 이상이 되면 전류인가장치(4), 보다 명확히는 전류인가장치의 전류공급원인 파워 서플라이(40)에서 스택에 인가되는 전류량을 줄여 셀 전압을 기준전압 이내로 낮추는 제어 과정이 수행된다. 이러한 제어 과정을 통해 전류를 인가하는 시간을 길게 유지하여 낮은 전압에서 충분한 전기분해가 일어나도록 한다.
- [0039] 한편, 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 물 제거 장치 및 방법을 나타내는 도면으로서, 전류인가장치(도 3에서 도면부호 4입)의 전류공급원으로 연료전지 차량에 기 탑재된 고전압 배터리(30)를 사용하는 실시예를 도시한 것이다.
- [0040] 상기 고전압 배터리(30)는 연료전지 스택(1)에서 생성된 전력을 저장하거나 회생제동시 구동모터(미도시됨)에서 생성된 전력을 저장하는 배터리로서, 제어기(도 3에서 도면부호 3입)에 의해 충/방전이 제어되면서 연료전지 차량의 주 동력원인 연료전지 스택(1)과 함께 구동모터 및 각종 고전압 전장부품을 구동하는 보조 동력원으로 사용되는 배터리이다.
- [0041] 도시된 바와 같이 DC/DC 컨버터(31)를 매개로 연료전지 스택(1)에 연결된 고전압 배터리(30)가 연료전지 스택의 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 전류를 인가하는데 사용된다.
- [0042] 이때, DC/DC 컨버터(31)를 통해 배터리 전류가 인가될 수 있도록 DC/DC 컨버터가 도선을 통해 연료전지 스택(1)의 캐소드 전극 및 애노드 전극에 연결되고, 이때 캐소드 내 물 제거를 위해 캐소드 전극을 (+)로 연결한다.
- [0043] 이와 같이 파워 서플라이(40) 대신 연료전지 스택(1)보다 전압이 높은 고전압 배터리(30)를 전류공급원으로 사용하는 것이 가능하며, 스택의 전압에 비해 배터리의 전압이 높기 때문에 스택과 연결시 전류를 인가할 수 있고, 이를 통해 전기분해 반응을 일으킬 수 있다.
- [0044] 도시된 실시예에서는, 배터리(30)로부터 인가되는 전류의 출력 제어를 위해, 제어기(3)의 제어신호에 따라 온/오프 제어가 가능한 스위치(32)로서 릴레이가 구비되며, 이는 연료전지 스택(1)에 전류가 인가되는 도선에 설치된다.
- [0045] 이러한 본 발명의 실시예에서, 제어기(3)는 셋다운시 전류 인가 및 전기분해가 진행되는 상태에서, 셀 전압 검출부(2)를 통해 모니터링되는 스택의 셀 전압이 카본 부식 방지를 위해 설정된 기준전압(예, 1.3V) 이상이 되면, 릴레이(32)를 오프시켜 전기분해를 중지한다.



- [0046] 이와 같이 배터리(30)와 릴레이(32)를 이용하는 것으로 스택(1)에 전류를 인가하면서 전기분해를 통해 물 제거를 수행하되, 스택의 셀 전압이 기준전압 이상이 되면 릴레이(32)를 오프시켜 전기분해를 중지함으로써 촉매의 부식을 방지하게 된다.
- [0047] 다음으로, 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 장치 및 방법을 나타내는 도면으로서, 도 5의 실시예와 동일하게 전류공급원으로 기 탑재된 고전압 배터리(30)를 사용하도록 구성되되, 전류 출력 제어를 위한 회로 개폐용 스위치(32)와 더불어 전류량 제어가 가능하도록 도선 상에 저항(33)을 설치한 예를 도시한 것이다. 도 6의 실시예에서 전류공급원인 배터리(30)는 파워 서플라이로 대체될 수 있다.
- [0048] 셀 전압 검출부(2)를 통해 모니터링되는 셀 전압이 기준전압 이상이 될 때 전류를 차단하여 촉매층의 카본 부식을 방지하는 도 5의 실시예와 비교할 때, 셀 전압이 기준전압을 넘지 않도록 스택(1)에 인가되는 전류량을 제한하기 위한 저항(33)을 도선에 설치한 것에 차이가 있다.
- [0049] 본 실시예에서는 셀 전압이 기준전압을 넘지 않도록 저항(33)을 이용하여 배터리(30)로부터 인가되는 전류량을 제한하는 동시에, 셀 전압이 기준전압 이상이 되는 경우 릴레이(32)를 오프시켜 전기분해를 중지함으로써 촉매의 부식을 방지하게 된다.
- [0050] 다음으로, 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 장치 및 방법을 나타내는 도면으로서, 도 5의 실시예와 동일하게 전류공급원으로 기 탑재된 고전압 배터리(30)를 사용하도록 구성되되, 모니터링되는 셀 전압 전압에 대해 제어기(3)가 보다 능동적인 전류량 제어를 수행할 수 있도록 복수개의 스위치(예, 릴레이)(32a-32c) 및 저항(33a-33c)이 병렬로 설치되어 구성된 실시예를 도시한 것이다. 본 실시예에서 배터리(30)는 파워 서플라이로 대체될 수 있다.
- [0051] 본 실시예에서, 도선 상에 병렬로 설치되는 복수개의 스위치(32a-32c) 및 저항(33a-33c)은 전기분해 반응을 일으키기 위해 연료전지 스택(1)으로 인가되는 배터리 전류량을 단계적으로 조절하기 위한 전류량 조절수단이 된다.
- [0052] 이에 따라, 셋다운 과정에서 배터리 전류를 인가하여 물을 전기분해 및 제거함에 있어서, 제어기(도 3에서 도면부호 3)는 전체 스위치(32a-32c) 중 미리 설정된 스위치를 온(on) 시켜 배터리 전류를 인가하되, 셀 전압 검출부(2)에 의해 모니터링되는 셀 전압이 기준전압 이상이 되면, 스위치를 추가로 온(on) 시켜 도선 상의 저항값을 증가시키고, 이로써 전류량을 줄이는 동시에 셀 전압을 낮추게 된다.
- [0053] 이와 같이 제어기(3)가 연료전지 스택(1)의 셀 전압 상태에 따라 병렬로 설치된 복수개의 스위치(32a-32c)를 적절히 온/오프 제어하는 방식으로 연료전지 스택에 인가되는 전류량을 촉매의 카본 부식이 발생하지 않는 조건으로 제어할 수 있으며, 특히 촉매의 카본 부식을 방지하면서 전류 인가를 셋다운시 정해진 시간 동안 유지하여 보다 신속하게 물의 전기분해 및 제거를 수행할 수 있게 된다.
- [0054] 도 7에서 스위치(32a-32c)와 저항(33a-33c)을 병렬로 설치하여 연료전지 스택(1)에 인가되는 전류량을 능동적으로 제어하는 전류량 제어수단은 도 4와 같이 파워 서플라이를 전류공급원으로 사용하는 구성에서도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0055] 즉, 도면으로 예시하지는 않았으나, 파워 서플라이와 연료전지 스택을 연결하는 도선 상에 스위치와 저항을 병렬로 설치하고, 제어기가 셀 전압 검출부를 통해 모니터링되는 셀 전압에 따라 스위치를 온/오프 제어하여 저항을 변동시킴으로써 전류량을 조절할 수 있도록 하는 것이다.
- [0056] 한편, 도 8과 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예를 도시한 것으로, 연료전지 스택이 복수개의 스택 모듈(1a,1b)로 구성될 때 각 스택 모듈(1a,1b)에 전류를 인가하는 구성을 도시한 것이다.
- [0057] 도 8에 도시된 바와 같이, 각 모듈(1a,1b)이 전류공급원인 파워 서플라이(40)에 독립적으로 전류를 인가받도록 연결되며, 이는 복수개의 모듈(1a,1b)로 구성된 연료전지 스택에 대해 물의 전기분해 및 제거를 수행함에 있어서 저용량의 파워 서플라이가 이용될 수 있도록 한다.
- [0058] 도시된 바와 같이, 전류공급원인 파워 서플라이(40)에 복수개의 스택 모듈(1a,1b)이 독립적으로 연결되고, 이때 앞의 실시예와 마찬가지로 캐소드 내 물을 제거하기 위해 파워 서플라이(40)의 (+)극 단자가 각 스택 모듈(1a,1b)의 캐소드 전극에 연결된다.
- [0059] 또한 각 모듈(1a,1b)로 연결되어 전류가 인가되는 도선 상에는 제어기(도 3에서 도면부호 3)에 의해 온/오프 제어가 가능한 스위치(32-1,32-2) 및 전류량 제어를 위한 저항(33-1,33-2)이 설치된다.

- [0060] 상기 스위치와 저항이 설치될 때 도시된 바와 같이 촉매의 카본 부식이 발생하지 않는 조건으로 전류량을 제한하기 위한 단수의 스위치(32-1,32-2)와 저항(33-1,33-2)이 설치될 수 있으며, 또는 각 스택 모듈(1a,1b)에 대해서도 7의 실시예와 마찬가지로 복수개의 스위치와 저항이 병렬로 설치될 수 있다.
- [0061] 또한 촉매의 카본 부식 방지를 위해 셀 전압이 기준전압 이상이 되면 전류 인가를 차단하여 전기분해 반응을 중지하기 위한 스위치만을 각 스택 모듈에 대해 설치하는 것이 가능하다(도 5의 실시예 참조).
- [0062] 또한 파워 서플라이(40)로서 도 4의 실시예와 마찬가지로 제어기의 제어신호에 따라 출력 전류량이 조절될 수 있는 파워 서플라이를 사용하는 경우, 스위치나 저항이 생략 가능하다.
- [0063] 도 9는 전류공급원으로 파워 서플라이 대신 배터리 전류를 사용하는 실시예로서, 배터리 전류가 인가되도록 각 스택 모듈(1a,1b)이 DC/DC 컨버터(31)를 매개로 전류공급원인 배터리(30)에 독립적으로 연결되는데, 스위치(32-1,32-2)나 저항(33-1,33-2)의 구성은 도 8의 실시예와 차이가 없다.
- [0064] 도 9의 실시예와 같이 복수개의 스택 모듈(1a,1b)이 직렬로 연결된 경우에서 각 스택 모듈이 전류공급원로부터 독립적으로 전류를 인가받도록 도선이 연결되면 배터리 전압이 전체 스택의 전압보다 낮은 경우에도 각 스택 모듈에 전류가 인가될 수 있고, 물의 전기분해가 가능해지게 된다.
- [0065] 이상으로, 본 발명에서는 상기와 같은 구성의 전류인가장치가 연료전지 시스템에 구비되어, 연료전지 스택이 전류인가장치에 의해 전기분해에 필요한 전류를 인가받도록 함으로써 연료전지 스택 내 물의 신속한 제거가 가능해진다.
- [0066] 이러한 물의 전기분해는 냉시동성 향상을 위해 연료전지 시스템의 셧다운 과정에서 실시될 수 있으며, 특히 빙점 이하 온도의 콜드 셧다운시 매우 효과적으로 이용될 수 있다.
- [0067] 도 10은 운전 온도별 아이스 블로킹 평가 결과를 나타내는 도면으로서, -20℃와 같은 극저온에서 냉시동을 위해 스택 해동 전 약 200mg/cell 이상의 물(또는 열)이 생성되어야 한다면, 30℃ 이하의 저온에서는 스택을 공기 등으로 퍼지하더라도 약 30 ~ 80mg/cell 정도 밖에 생성되지 않는다. 즉, 안정적인 전압을 유지하면서 냉시동을 할 수 있는 시간이 짧기 때문에 냉시동이 불가해지나, 본 발명의 적용시에는 약 100초(12A 기준, 전류량에 따라 다름)의 시간이면 200mg/cell의 물 생성이 가능하며, -20℃에서 냉시동이 가능하다.
- [0068] 도 10을 참조하면, 연료전지 스택에서 운전 정지(셧다운) 전 운전온도가 낮을수록 냉시동시 생성 가능한 최대 물량이 줄어드는 것을 알 수 있다. 또한 30 ~ 50℃에서 운전이 정지되었을 경우 -20℃에서는 냉시동이 안되기 때문에 스택을 정지시킨 후 물을 제거해주어야만 냉시동이 가능해짐을 알 수 있다. 30 ~ 40℃로 운전이 정지되었을 경우 추가적으로 물을 100mg/cell 이상 제거해야만 -20℃에서 냉시동이 가능하며, 이 물량을 본 발명에서와 같이 전기분해를 통해 운전 정지 후 제거해주면 냉시동 문제가 해결될 수 있다.
- [0069] 도 11은 본 발명의 물 제거 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0070] 우선, 연료전지 시동 후 연료전지 운전상태에서(S11) 제어기(3)가 키 오프(Key-off) 신호를 검출하면 반응가스(수소와 공기)의 공급을 중지하는 등 통상의 연료전지 셧다운(연료전지 운전 정지) 과정을 진행하되(S12), 셧다운 과정에서 전류 인가 및 전기분해를 통해 물을 제거하는 과정을 실시한다.
- [0071] 냉시동 후 주행을 통해 연료전지의 운전온도가 정상적으로 올라가지 않은 상태에서 다시 연료전지의 운전이 정지되면 셀 내 물량은 과량으로 존재하게 된다.
- [0072] 따라서, 반응가스의 공급을 중지한 뒤 퍼지가스로 연료전지 퍼징을 우선 실시하여 연료전지 스택 내 채널 및 배관의 물을 제거하는 것이 바람직한데, 예컨대 공기공급부의 블로워 또는 컴프레서로 스택 내에 공기를 공급하는 공기 퍼징을 실시하되, 가습기를 통과하지 않도록 바이패스된 공기를 공급하는 무가습 퍼징(바이패스배관 설치 등 추가 비용 필요)이 아닌, 가습 퍼징으로 실시 가능하다(S13).
- [0073] 이후 반응가스의 공급을 중지한 상태에서 전류인가장치를 구동하여 연료전지 스택에 전류를 인가하는 동시에 셀 전압 검출부를 통해 연료전지 스택의 셀 전압을 모니터링한다(S14).
- [0074] 연료전지 스택에 전류를 인가하게 되면 전술한 바와 같이 스택의 셀 내에 존재하는 물이 전기분해되면서 기체로 전환되어 제거된다.
- [0075] 이와 같이 전류 인가 및 전기분해가 이루어지는 동안에는 셀 전압을 모니터링하여, 셀 전압이 기준전압 이상이 되지 않는 조건으로 유지될 수 있도록 스택에 인가되는 전류량을 조절하게 되고, 이로써 촉매의 카본 부식을 방

지하게 된다(S15).

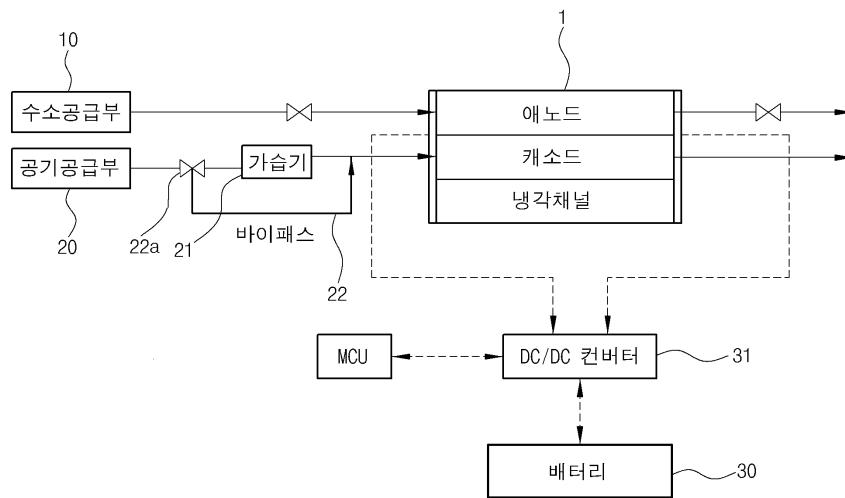
- [0076] 이후 상기와 같은 전류 인가 및 전기분해 과정을 일정시간 동안 실시한 뒤 스택에 인가되는 전류를 차단하고(S16), 캐소드 내 산소를 제거하는 과정을 진행한 뒤 시스템을 오프시킨다(S17,S18).
- [0077] 즉, 애노드에 수소를 공급하는 상태에서 스택 부하(COD)를 구동시켜 스택 전류를 소모시킴으로써 캐소드 산소 소진 및 스택 전압을 제거하는 과정을 진행하여 시스템을 완전 오프시킨다.
- [0078] 이와 같이 하여, 본 발명의 연료전지 물 제거 장치 및 방법에 의하면, 연료전지 스택의 셀 내에 존재하는 물을 신속히 제거하여 연료전지의 냉시동성을 향상시킬 수 있게 된다. 특히, 빙점 이하의 온도에서 정지(콜드 셋다운)시 보다 신속하고 확실하게 셀 내의 물을 제거할 수 있다.
- [0079] 또한 겨울철 짧은 거리 주행 후 정지시에도 셀 내부의 물 제거가 용이해지며, 겨울철 짧은 거리 주행 후 스택 온도를 올리기 위해 사용하던 낮은(스택의 전류 출력을 크게 할 수 있는) 저항값을 갖는 저항체가 필요 없게 된다.
- [0080] 또한 냉시동시 캐소드 물 제거를 위해 필요한 건조공기 퍼징용 구성, 즉 바이패스배관 및 밸브 등이 필요 없으며, 이에 공기공급계 관련 패키징이 용이해진다. 또한 건조질소를 공급하기 위한 구성이나 감압 이용을 위해 필요했던 감압펌프 등이 불필요해진다.
- [0081] 또한 본 발명에서는 물의 전기분해시 셀 전압을 모니터링하여 전류량을 조절하므로 촉매층의 카본 부식을 방지하면서 물을 제거할 수 있게 된다.
- [0082] 이상으로 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명하였는 바, 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되지 않으며, 다음의 특허청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 포함된다.

**도면의 간단한 설명**

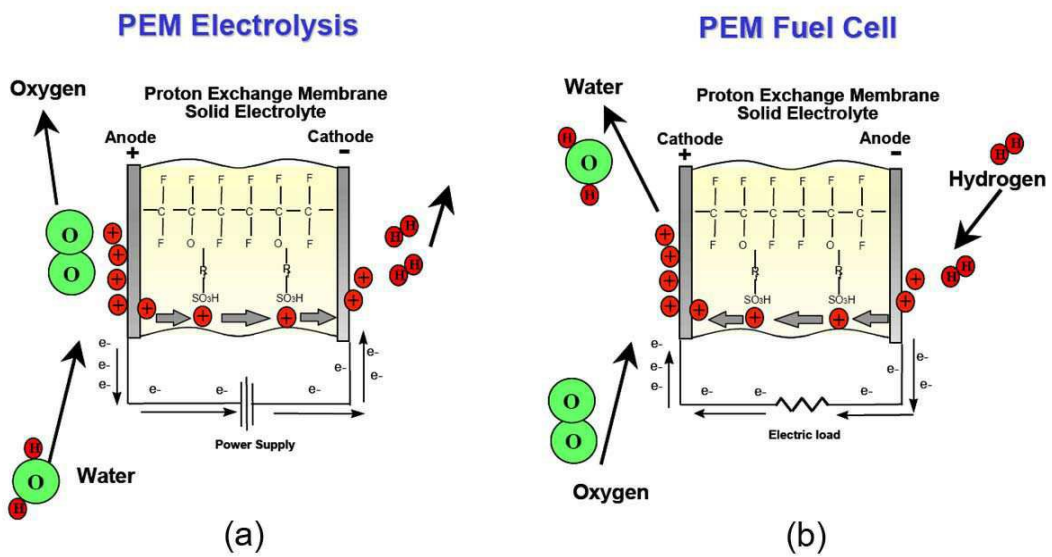
- [0083] 도 1은 스택 내 물 제거를 위해 종래 바이패스라인을 통해 건조가스를 공급하는 일 예를 도시한 도면이다.
- [0084] 도 2는 전기분해와 연료전지 반응의 메커니즘을 비교하여 나타낸 도면이다.
- [0085] 도 3은 본 발명에 따른 물 제거 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [0086] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 물 제거 장치 및 방법을 나타내는 도면이다.
- [0087] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 물 제거 장치 및 방법을 나타내는 도면이다.
- [0088] 도 6 내지 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 물 제거 장치 및 방법을 나타내는 도면이다.
- [0089] 도 10은 운전 온도별 아이스 블로킹 평가 결과를 나타내는 도면이다.
- [0090] 도 11은 본 발명의 방법을 이용한 연료전지 셋다운(시스템 오프) 과정을 나타내는 순서도이다.

도면

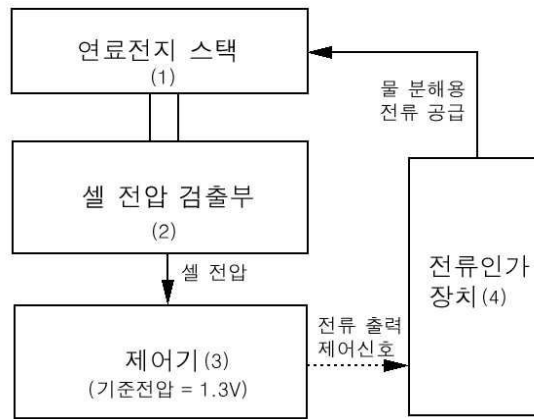
도면1



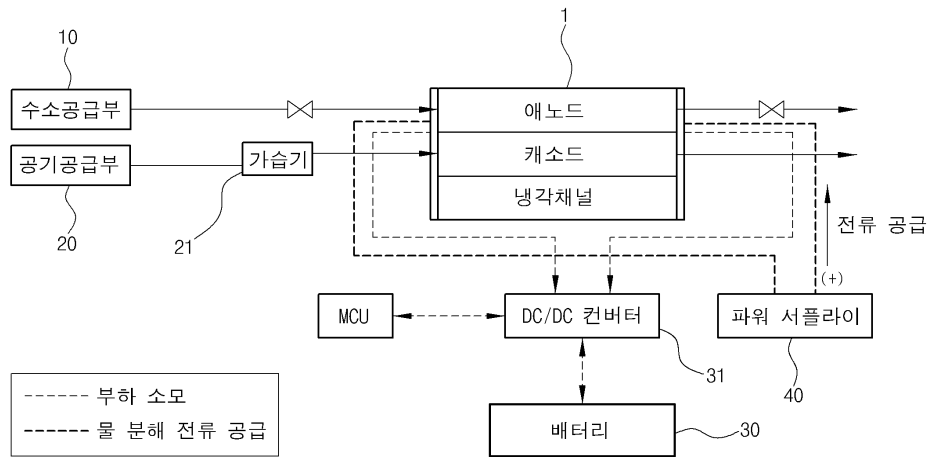
도면2



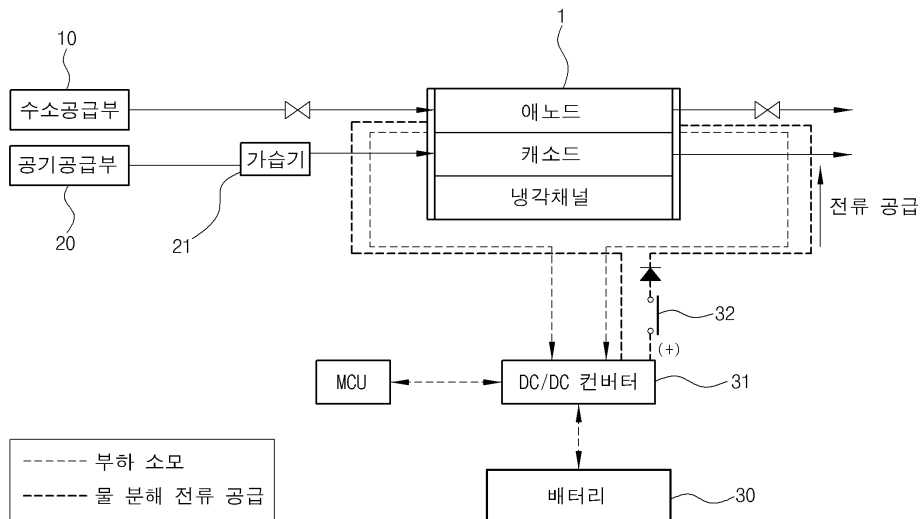
도면3



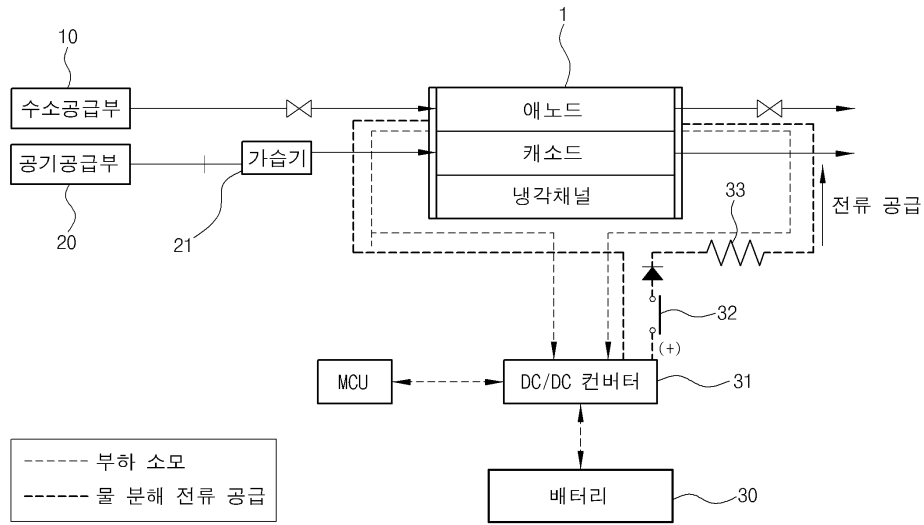
도면4



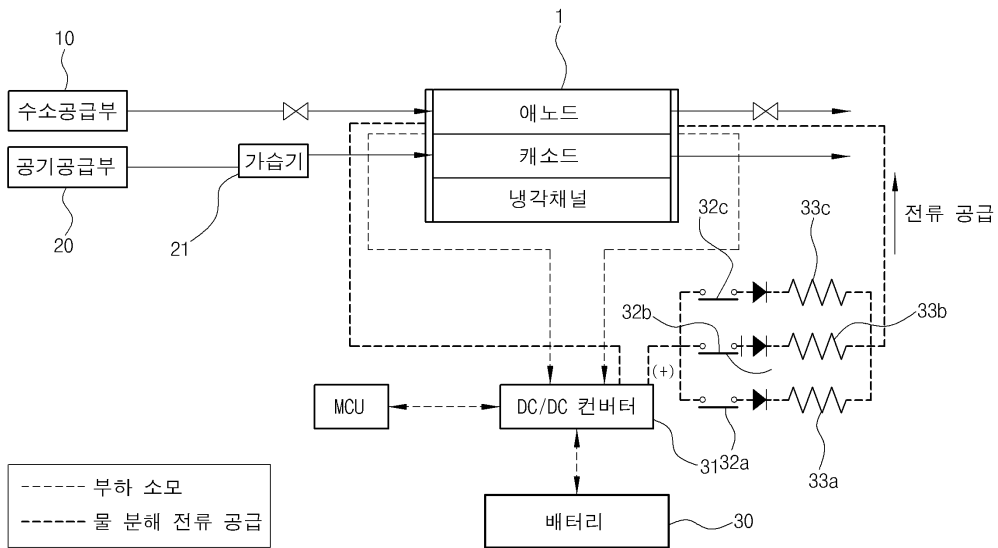
도면5



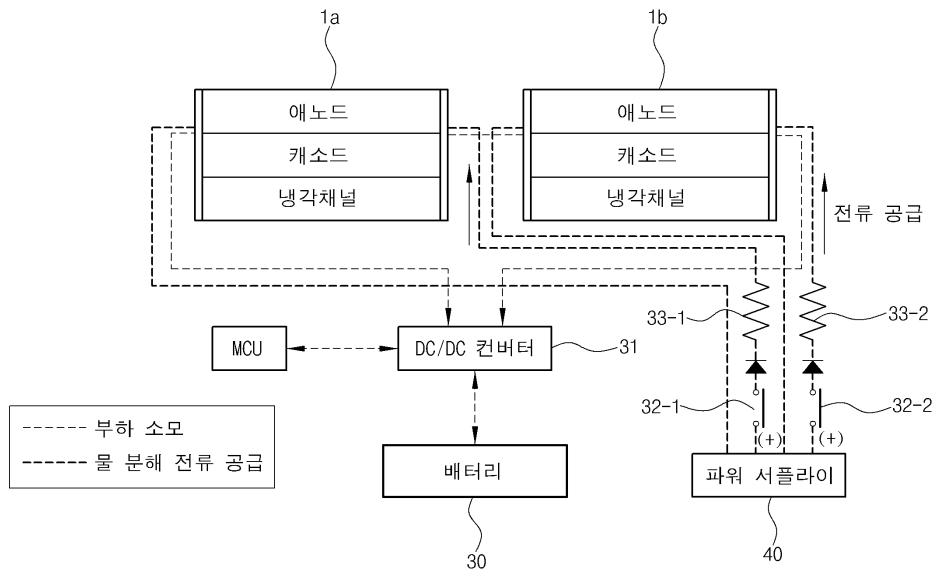
도면6



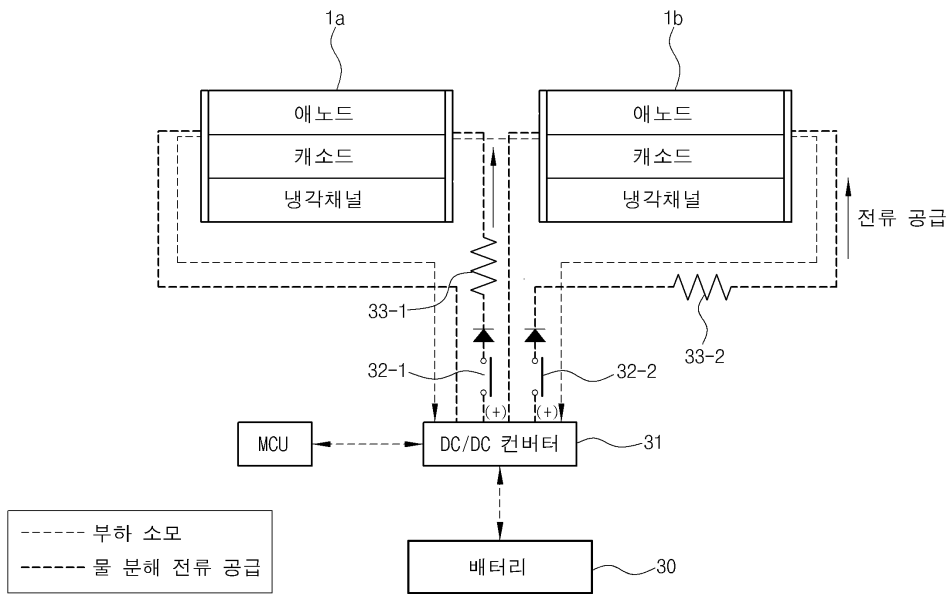
도면7



도면8

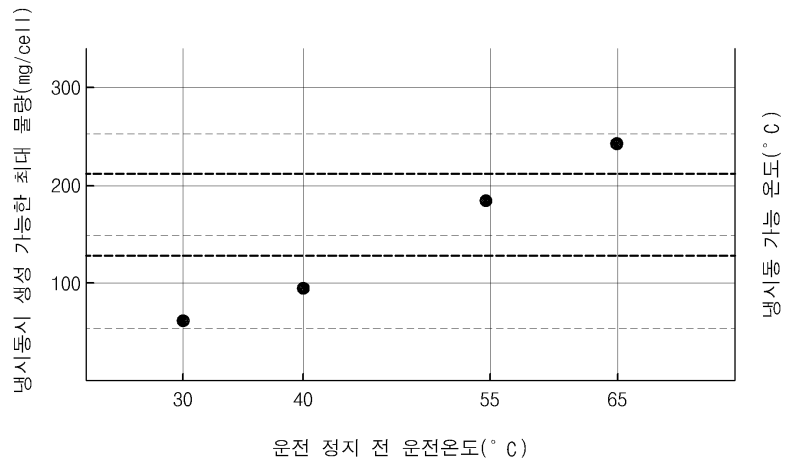


도면9





도면10



도면11

