



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월08일
 (11) 등록번호 10-1417115
 (24) 등록일자 2014년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01M 8/04 (2006.01) B60L 11/18 (2006.01)
 H01M 8/24 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2008-0101357
 (22) 출원일자 2008년10월15일
 심사청구일자 2012년11월15일
 (65) 공개번호 10-2010-0042187
 (43) 공개일자 2010년04월23일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020040072245 A*
 JP2000315513 A
 JP2001298807 A
 JP2008126847 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 현대자동차주식회사
 서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
 기아자동차주식회사
 서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
 (72) 발명자
 한수동
 경기도 용인시 기흥구 마북로240번길 17-5, 현대
 자동차 환경기술연구소 연료전지개발1팀 (마북동)
 (74) 대리인
 한라특허법인

전체 청구항 수 : 총 2 항

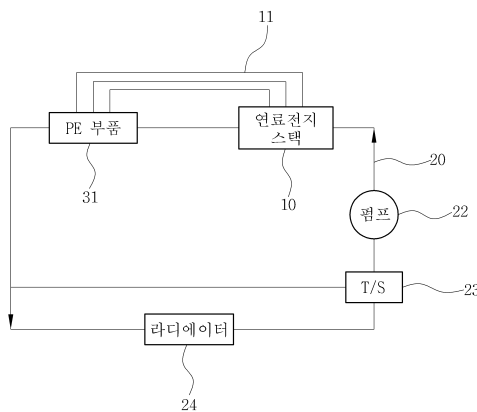
심사관 : 김명희

(54) 발명의 명칭 **연료전지 차량의 열 및 물 관리 시스템**

(57) 요약

본 발명은 연료전지 차량의 열 및 물 관리 시스템에 관한 것으로서, 연료전지 차량에 탑재된 전력전자부품(PE 부품)이 기존 COD 및 히터의 기능을 대신할 수 있도록 냉각루프를 개선하여 상기 전력전자부품이 연료전지의 전력을 소모하면서 전력전자부품에서 발생하는 열이 연료전지의 냉각수를 가열하는데 이용될 수 있도록 한 열 및 물 관리 시스템을 제시하고자 한다. 이러한 본 발명에서는 전기전력부품을 포함한 구동계 혹은 냉난방부품 등의 다른 부하소모장치에서 기존 COD/히터의 기능을 대신하게 됨으로써, TMS 라인의 공간 확보 및 부품수 축소, 원가 절감, 레이아웃 개선의 효과를 얻을 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

스택의 냉각수 라인(20)에 물펌프(22)와 라디에이터(24)를 설치하여 구성되는 연료전지 차량의 열 및 물 관리 시스템에 있어서,

차량에 탑재된 전력전자부품(31)의 냉각을 위해 상기 스택의 냉각수 라인(20)이 상기 전력전자부품(31)을 통과하도록 구비되어 전력전자부품의 냉각수 라인과 스택의 냉각수 라인이 하나의 통합된 구조로 되어 있고, 상기 전력전자부품(31)과 스택(10) 간을 순환하는 냉각수가 전력전자부품(31)을 냉각하는 동시에 그로부터 제공받은 열로 스택(10)을 워밍 업(warm up)해주도록 된 것을 특징으로 하는 연료전지 차량용 열 및 물 관리 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 전력전자부품(31)은 스택의 부하 소모가 필요한 경우에 스택(10)으로부터 연결된 케이블(11)을 통해 전력을 공급받아 구동하면서 스택의 전류를 소모하는 부하소모장치로 사용되는 것을 특징으로 하는 연료전지 차량용 열 및 물 관리 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 연료전지 차량의 열 및 물 관리 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 연료전지 차량에서 스택의 반응열을 시스템 외부로 제거하고 연료전지 스택의 운전온도를 제어하는 열 및 물 관리 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 연료전지는 연료가 가지고 있는 화학에너지를 연소에 의해 열로 바꾸지 않고 연료전지 스택 내에서 전기화학적으로 반응시켜 전기에너지로 변환시키는 일종의 발전장치이며, 산업용, 가정용 및 차량 구동용 전력을 공급할 뿐만 아니라 소형의 전기/전자제품, 특히 휴대용 장치의 전력 공급에도 적용될 수 있다.

[0003] 연료전지의 예로, 차량 구동을 위한 전력공급원으로 가장 많이 연구되고 있는 고분자 전해질막 연료전지(PEMFC: Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell, Proton Exchange Membrane Fuel Cell)는, 수소 이온이 이동하는 전해질막을 중심으로 막의 양쪽에 전기화학반응이 일어나는 촉매전극층이 부착된 막전극접합체(MEA: Membrane Electrode Assembly), 반응기체들을 고르게 분포시키고 발생된 전기에너지를 전달하는 역할을 수행하는 기체확산층(GDL: Gas Diffusion Layer), 반응기체들 및 냉각수의 기밀성과 적정 체결압을 유지하기 위한 가스켓 및 체결기구, 그리고 반응기체들 및 냉각수를 이동시키는 분리판(bipolar plate)을 포함하여 구성된다.

[0004] 상기한 연료전지에서 연료인 수소와 산화제인 산소(공기)가 분리판의 유로를 통해 막전극접합체의 애노드(anode)와 캐소드(cathode)로 각각 공급되는데, 수소는 애노드('연료극' 혹은 '수소극', '산화극'이라고도 함)로 공급되고, 산소(공기)는 캐소드('공기극' 혹은 '산소극', '환원극'이라고도 함)로 공급된다.

- [0005] 애노드로 공급된 수소는 전해질막의 양쪽에 구성된 전극층의 촉매에 의해 수소 이온(proton, H^+)과 전자(electron, e^-)로 분해되며, 이 중 수소 이온만이 선택적으로 양이온교환막인 전해질막을 통과하여 캐소드로 전달되고, 동시에 전자는 도체인 기체확산층과 분리판을 통해 캐소드로 전달된다.
- [0006] 상기 캐소드에서는 전해질막을 통해 공급된 수소 이온과 분리판을 통해 전달된 전자가 공기공급장치에 의해 캐소드로 공급된 공기 중 산소와 만나서 물을 생성하는 반응을 일으킨다. 이때 일어나는 수소 이온의 이동에 기인하여 외부 도선을 통한 전자의 흐름이 발생하며, 이러한 전자의 흐름으로 전류가 생성된다.
- [0007] 한편, 차량에 탑재되는 연료전지 시스템은 크게 전기에너지를 발생시키는 연료전지 스택, 연료전지 스택에 연료(수소)를 공급하는 연료공급장치, 연료전지 스택에 전기화학반응에 필요한 산화제인 공기 중 산소를 공급하는 공기공급장치, 연료전지 스택의 반응열을 시스템 외부로 제거하고 연료전지 스택의 운전온도를 제어하는 열 및 물 관리 시스템(TMS:Thermal Management System)으로 구성된다.
- [0008] 이와 같은 구성으로 연료전지 시스템에서는 연료인 수소와 공기 중의 산소에 의한 전기화학반응에 의해 전기를 발생시키고, 반응부산물로 열과 물을 배출하게 된다.
- [0009] 상기한 연료전지 시스템에서는 특히 반응부산물로 열을 발생시키므로 스택의 온도 상승을 방지하기 위해서는 스택을 냉각시키는 장치가 필수적이다. 또한 연료전지 시스템에서 가장 시급하고 어려운 문제가 냉시동성 확보 전략이므로 열 및 물관리 시스템의 역할은 무엇보다 중요하다 할 수 있다.
- [0010] 주지된 바와 같이 TMS 라인의 냉각수는 스택을 냉각시키는 냉매(冷媒) 역할과 더불어 냉시동시에는 히터에 의해 급속 가열되어 스택에 공급되므로 스택을 급속 해빙하는 열매(熱媒) 역할을 한다.
- [0011] 연료전지 차량에서 냉시동성 확보를 위한 종래의 해결책은 RTA(Rapid Thaw Accumulator) 내부의 히터를 이용한 순수의 급속 해빙이었다. 그러나, 순수를 이용하게 되면 빙점 이하에서는 순수가 결빙할 뿐만 아니라 냉각수 루프가 복잡해지고 추가적으로 드레인 밸브를 장착해야 하는 등 많은 어려움이 따른다.
- [0012] 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 스택용 부동액을 냉각수로 사용하고 빙점 이하의 온도에서 스택의 전력 생성을 원활하게 하기 위해 냉각수 급속 가열을 하는 방법이 있다. 이를 위해서는 히터를 스택 냉각수 라인에 부착하여야 한다.
- [0013] 또한 연료전지 차량에서는 연료전지의 시동(start up)/셴다운(shut down)시 촉매 담지 카본의 부식에 의한 스택 내구성 저하를 방지하기 위해 COD(Cathod Oxygen Depletion)를 스택 양 단자에 접촉시켜 수소와 산소의 반응에 의한 전력 생성을 열에너지로 소비하게 된다.
- [0014] 첨부한 도 1은 종래기술에 따른 열 및 물 관리 시스템(TMS)을 도시한 개략도로서, 연료전지 스택을 중심으로 구성되어 있는 TMS 라인의 구성을 도시한 것이다. 도시된 바와 같이, 냉각수 순환을 위한 물펌프(22), 외기와 냉각수의 열교환을 위한 라디에이터(24), 써모스탯(23), 부하 소모의 기능을 가진 COD 및 냉각수 가열을 위한 히터(21)를 포함한 구성으로 되어 있고, 여기서 COD와 히터는 일체화하여 동일 카트리지 형태로 구비될 수 있다.
- [0015] 이러한 COD/히터 카트리지는 가격이 고가이면서, 특히 COD의 경우 다수개의 히터봉이 내장된 구조로 구성되어 그 자체의 부피가 상당히 크기 때문에 전체 TMS 부피 중 상당한 부분을 차지한다. 이러한 COD의 큰 부피는 레이아웃 측면에서 매우 불리하게 작용한다.
- [0016] 근본적으로 히터와 COD는 모두 저항히터로서 사용시기와 용도만 다를 뿐 하나의 히터로 통합할 수 있다. 이와 같은 COD 통합 히터는 스택 냉각수 회로에 부착되어 발생되는 열을 모두 스택 냉각수의 승온에 사용해왔다. 또한 극저온 냉시동시 스택의 자체 발열 온도까지 냉각수 급속 승온 및 자체 발열 냉시동시 스택의 부하 소모, 그리고 연료전지의 시동 및 셴다운시 전극의 카본 부식 방지, 애노드 플러딩(anode flooding) 등 방지를 위해 COD 통합 히터가 TMS 라인에 별도로 부착되어 있었다.
- [0017] 만약 연료전지 차량의 전기동력 부품을 포함한 다른 구동계 혹은 다른 부하소모장치에서 상기한 COD 통합 히터의 기능을 대신 해준다면 TMS 라인의 공간 확보 및 부품수 축소, 원가 절감, 레이아웃 개선에 큰 효과를 얻을 수 있을 것이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0018] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 점을 고려하여 발명한 것으로서, 차량에 탑재된 전기전력부품을 포함한 구동계 혹은 냉난방부품 등의 다른 부하소모장치에서 기존 COD/히터의 기능을 대신할 수 있도록 냉각루프를 개선함으로써, 전체 시스템의 공간 확보 및 부품수 축소, 원가 절감, 레이아웃 개선이 가능해지는 연료전지 차량의 열 및 물 관리 시스템을 제공하는데 그 목적이 있는 것이다.

과제 해결수단

[0019] 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 스택의 냉각수 라인에 물펌프와 라디에이터를 설치하여 구성되는 연료전지 차량의 열 및 물 관리 시스템에 있어서,

[0020] 차량에 탑재된 전력전자부품의 냉각을 위해 상기 스택의 냉각수 라인이 상기 전력전자부품을 통과하도록 구비되어 전력전자부품의 냉각수 라인과 스택의 냉각수 라인이 하나의 통합된 구조로 되어 있고, 상기 전력전자부품과 스택 간을 순환하는 냉각수가 전력전자부품을 냉각하는 동시에 그로부터 제공받은 열로 스택을 워밍 업(warm up)해주도록 된 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한 본 발명은, 스택의 냉각수 라인에 물펌프와 라디에이터를 설치하여 구성되는 연료전지 차량의 열 및 물 관리 시스템에 있어서,

[0022] 차량에 탑재된 전력전자부품의 냉각을 위한 냉각수 라인이 상기 스택의 냉각수 라인과는 별도로 구비되며, 양측 냉각수 라인 사이에 중간열교환기가 설치되어, 스택의 냉각수가 상기 중간열교환기에서 전력전자부품을 통과한 냉각수로부터 열을 공급받아 스택을 워밍 업해주도록 된 것을 특징으로 한다.

[0023] 여기서, 상기 전력전자부품은 스택의 부하 소모가 필요한 경우에 스택으로부터 연결된 케이블을 통해 전력을 공급받아 구동하면서 스택의 전류를 소모하는 부하소모장치로 사용되는 것을 특징으로 한다.

[0024]

효과

[0025] 이에 따라, 본 발명의 열 및 물 관리 시스템에 의하면, 전기전력부품을 포함한 구동계 혹은 냉난방부품 등의 다른 부하소모장치에서 기존 COD/히터의 기능을 대신하게 됨으로써, TMS 라인의 공간 확보 및 부품수 축소, 원가 절감, 레이아웃 개선의 효과를 얻을 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 대해 더욱 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0027] 본 발명에서는 연료전지 차량에 탑재된 전력전자부품(PE(Power Electronics) 부품)이 기존의 COD(연료전지의 전력 소모가 주 기능임) 및 히터(연료전지의 냉각수 가열 및 스택의 냉시동성 개선이 주 기능임)의 기능을 대신할 수 있도록 냉각루프를 개선하여 상기 전력전자부품이 연료전지의 전력을 소모하면서 전력전자부품에서 발생하는 열이 연료전지의 냉각수를 가열하는데 이용될 수 있도록 한 열 및 물 관리 시스템을 제시하고자 한다.

[0028] 연료전지 차량에서 전력전자부품, 예를 들면 모터(차량 구동용 모터, 라디에이터 팬 모터 등)나 DCDC 컨버터(LDC(Low Voltage DCDC Converter) 등), 인버터 등의 전기전력부품을 포함한 구동계나 냉난방부품 등에는 자체 발열에 대응하기 위한 물관을 구비한 뒤 이 물관을 통해 냉각수를 공급하여 냉각수가 해당 부품으로부터 나오는 열을 흡수하도록 하는 냉각 시스템이 구성되어 있다.

[0029] 본 발명은 COD/히터의 역할을 열 발생 부품인 전력전자부품이 대신할 수 있도록 TMS 라인을 개선한 것으로, 전기전력부품을 포함한 구동계 혹은 냉난방부품 등의 다른 부하소모장치에서 기존 COD/히터의 기능을 대신하도록 함으로써, TMS 라인의 공간 확보 및 부품수 축소, 원가 절감, 레이아웃 개선의 효과를 얻고 한 것이다.

[0030] 본 발명에서와 같이 상기의 전력전자부품이 스택의 전력을 받아 전류를 소모하는 부하장치의 역할을 하면서 그때 발생하는 열로 스택을 워밍 업(warm up)시켜준다면 TMS 라인의 COD/히터는 삭제될 수 있으며, 다만 이때 스

택의 냉시동을 고려하여 TMS 라인의 냉각수 회로를 최적의 배열로 구성해야 한다.

- [0031] 첨부한 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료전지 차량용 열 및 물 관리 시스템의 구성도이고, 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 열 및 물 관리 시스템의 구성도이다.
- [0032] 도 2를 참조하면, 전력전자부품(PE 부품)의 냉각수 라인(40)과 스택의 냉각수 라인(20)이 일체화되어 하나의 냉각루프(40)로 구성된 열 및 물 관리 시스템을 볼 수 있다. 냉각수 순환을 위한 물펌프(22), 냉각수와 외기의 열교환을 위한 라디에이터(24), 써모스탯(23) 등이 종래와 마찬가지로 스택의 냉각수 라인(20)에 구비되어 있고, 냉각수가 물펌프(22)에 의해 스택(10)과 라디에이터(24) 사이를 순환하면서 스택(10)의 열을 흡수한 뒤 라디에이터(24)에서 방출하도록 되어 있다.
- [0033] 이때, 전력전자부품의 냉각수 라인을 스택의 냉각수 라인(20)과 통합하여 하나의 냉각수 라인(20)을 구성하고, 스택(10)과 라디에이터(24) 사이를 순환하는 냉각수가 전력전자부품(31)에서 발생하는 열에 의해 가열되어 스택에 공급되도록 한다. 또한 전력전자부품(31)에서 발생한 열을 냉각수가 흡수한 뒤 라디에이터(24)에서 방출하는 것도 가능해진다.
- [0034] 상기와 같이 전력전자부품(31)과 스택(10)에 대해 하나의 냉각루프를 구성하고, 이때 전력전자부품(31)은 스택(10)으로부터 연결된 케이블(11)을 통해 스택에서 생성된 전력을 공급받게 되어 있으며, 이에 필요시 전력전자부품(31)이 케이블(11)을 통해 스택(10)의 전력을 공급받아 구동하면서 전류를 소모할 수 있게 된다.
- [0035] 물론, 전력전자부품의 구동은 그것을 제어하는 각 제어기에 의해 제어가 되는데, 예컨대 모터의 경우 연료전지 시스템 제어기를 상위 제어기로 하면서 MCU의 제어하에 구동이 이루어진다. 또한 LDC의 경우 자체 제어기(LDC 제어기)가 그 구동을 제어하게 된다.
- [0036] 상기와 같은 단일 냉각루프의 구성에서 전력전자부품(31)이 스택(10)의 전력을 적절히 소모하면서 그때 발생하는 열로 스택에 공급되는 냉각수를 가열하여 스택을 워밍 업해준다면, 기존의 COD와 히터 없이도 스택의 전력 소모 및 냉시동성 개선이 가능해진다.
- [0037] 도 2의 구성에서 스택의 냉각수 이온전도도 조건을 맞추기 위해 냉각수 라인에 전기전도도 센서 등을 부착하여 전기전도도를 별도로 관리하는 것도 실시 가능하다.
- [0038] 다음으로, 도 3을 참조하면, 전력전자부품(PE 부품)의 냉각수 라인(40)과 스택의 냉각수 라인(20)이 별도로 구비되고 양측 냉각수 간의 열교환을 위한 중간열교환기(50)가 추가되어 구성된 열 및 물 관리 시스템을 볼 수 있다. 즉, 전력전자부품의 냉각수 라인(40)과 스택의 냉각수 라인(20)이 각각 구성되어 2개의 냉각루프가 구비되는 것이며, 두 냉각루프 사이에 중간열교환기(50)가 설치되는 것이다.
- [0039] 상기 스택의 냉각수 라인(20)에는 냉각수 순환을 위한 물펌프(22), 외기와 냉각수의 열교환을 위한 라디에이터(24), 써모스탯(23) 등이 종래와 마찬가지로 구비되어 있고, 냉각수가 물펌프(22)에 의해 스택(10)과 라디에이터(24) 사이를 순환하면서 스택(10)의 열을 흡수한 뒤 라디에이터(24)에서 방출하도록 되어 있다.
- [0040] 또한 상기 전력전자부품의 냉각수 라인(40)에는 냉각수 순환을 위한 물펌프(41)가 구비되며, 전력전자부품(31)은 스택(10)으로부터 연결된 케이블(11)을 통해 스택에서 생성된 전력을 공급받게 되어 있다. 이에 따라, 필요시 전력전자부품(31)이 케이블(11)을 통해 스택(10)의 전력을 공급받아 구동하면서 전류를 소모할 수 있게 된다.
- [0041] 중간열교환기(50)는 전력전자부품의 냉각수 라인(40)과 스택의 냉각수 라인(20) 간에 열을 전달하기 위한 것으로, 전력전자부품의 냉각수 라인(40)을 순환하는 냉각수가 전력전자부품(31)에서 발생한 열을 흡수한 뒤 중간열교환기(50)에서 스택의 냉각수에 열을 전달하며, 중간열교환기(50)에서 가열된 스택의 냉각수가 스택(10)으로 흘러 스택을 워밍 업해주게 된다.
- [0042] 결국, 전력전자부품의 냉각수 라인(40)을 흐르는 냉각수는 기본적으로 전력전자부품(31)을 냉각하게 되나, 냉각수가 전력전자부품을 냉각하는 동시에 가열되어 중간열교환기(50)에서 스택의 냉각수에 열을 전달하고, 이때 가열된 스택의 냉각수가 스택(10)을 워밍 업해주므로, 상기의 전력전자부품(31)은 기존 히터의 기능을 대신할 수 있게 된다.
- [0043] 또한 스택(10)이 워밍되고 난 뒤에는 전력전자부품(31)에서 흡수된 열은 냉각수, 중간열교환기(50), 스택의 냉각수, 라디에이터(24)의 경로를 따라 방출될 수 있게 된다.
- [0044] 상기와 같은 구성에서 전력전자부품(31)이 스택(10)의 전력을 적절히 소모해주면서 그때 발생하는 열로 스택에

공급되는 냉각수를 가열하여 스택을 워엄 업해주므로, 기존의 COD와 히터 없이도 스택의 전력 소모 및 냉시동성 개선이 가능해진다.

[0045] 이와 같이 하여, 본 발명에서는 전력전자부품(PE 부품)이 기존 COD/히터의 기능을 대신하도록 냉각 라인을 개선함으로써, TMS 라인의 공간 확보 및 부품수 축소, 원가 절감, 레이아웃 개선의 효과를 얻을 수 있으며, 특히 TMS 모듈 박스의 전체 부피에서 가장 큰 비중을 차지하는 COD가 삭제될 수 있으므로 전체 시스템의 부피 축소 및 공간 확보 측면에서 큰 효과가 있게 된다.

[0046] 만약, 본 발명에서와 같이 전력전자부품의 열을 이용하는 TMS에서 냉각수 라인에 COD를 그대로 적용한다 하더라도 COD의 히터봉 개수 축소 및 용량 축소가 가능해지며, 이는 히터를 그대로 적용하는 경우에도 마찬가지이다.

도면의 간단한 설명

[0047] 도 1은 종래기술에 따른 열 및 물 관리 시스템(TMS)을 도시한 개략도,

[0048] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료전지 차량용 열 및 물 관리 시스템의 구성도,

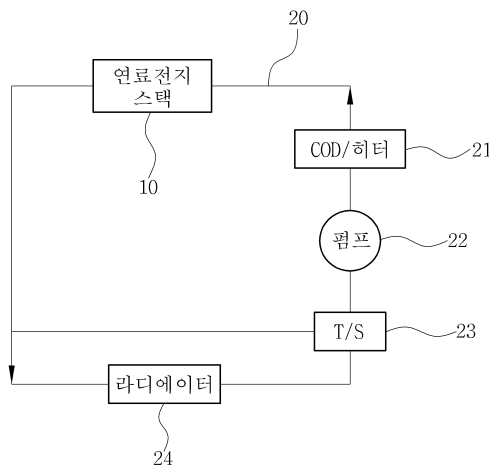
[0049] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 열 및 물 관리 시스템의 구성도.

[0050] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

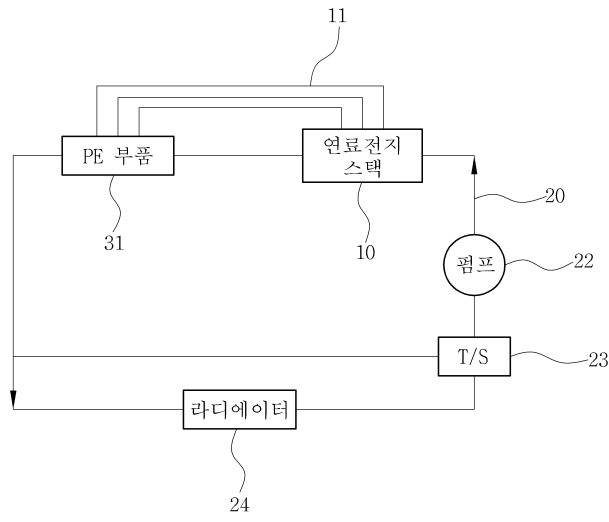
- | | |
|---------------------------|---------------------|
| [0051] 10 : 연료전지 스택 | 20 : 스택의 냉각수 라인 |
| [0052] 21 : COD/히터 | 22 : 물펌프 |
| [0053] 24 : 라디에이터 | 30 : 전력전자부품의 냉각수 라인 |
| [0054] 31 : 전력전자부품(PE 부품) | 32 : 물펌프 |
| [0055] 40 : 중간열교환기 | |

도면

도면1



도면2



도면3

