



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0053961
(43) 공개일자 2009년05월28일

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) Int. Cl.
H01M 8/04 (2006.01) H01M 8/10 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2009-7007792</p> <p>(22) 출원일자 2009년04월16일
심사청구일자 2009년04월16일
번역문제출일자 2009년04월16일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2007/069405
국제출원일자 2007년09월27일</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2008/047603
국제공개일자 2008년04월24일</p> <p>(30) 우선권주장
JP-P-2006-286219 2006년10월20일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
도요타 지도샤 (주)
일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지</p> <p>(72) 발명자
이마니시 히로유키
일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지, 도요타 지도샤 (주) 내</p> <p>마나베 고타
일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지, 도요타 지도샤 (주) 내</p> <p>오가와 도모야
일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지, 도요타 지도샤 (주) 내</p> <p>(74) 대리인
특허법인화우</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

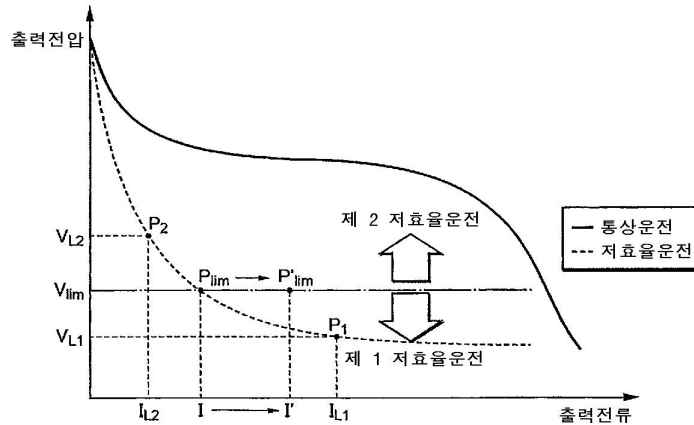
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 연료전지 시스템 및 그 운전방법

(57) 요약

발전을 행하는 연료전지와, 연료전지의 저효율 운전을 실현시키면서 연료전지로부터의 출력전력을 소정의 부하 동력원으로 공급하여 이 부하 동력원을 구동제어하는 제어수단을 구비하는 연료전지 시스템이다. 제어수단은, 저효율 운전시에 있어서의 연료전지의 출력전압을 부하 동력원의 최저 구동전압 이상으로 설정한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

발전을 행하는 연료전지와, 상기 연료전지의 저효율 운전을 실현시키면서 상기 연료전지로부터의 출력전력을 소정의 부하 동력원으로 공급하여 상기 부하 동력원을 구동제어하는 제어수단을 구비하는 연료전지 시스템에 있어서,

상기 제어수단은, 상기 저효율 운전시에 있어서의 상기 연료전지의 출력전압을 상기 부하 동력원의 최저 구동전압 이상으로 설정하는 것임을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제어수단은, 상기 저효율 운전시에 있어서의 상기 연료전지의 출력전압을 상기 부하 동력원의 최저 구동전압으로 설정하는 것임을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 제어수단은, 상기 부하 동력원으로부터의 출력요구에 따라 상기 연료전지의 출력전력을 제어함과 동시에, 상기 부하 동력원으로부터의 출력요구가 변화된 경우에, 상기 연료전지의 출력전압을 일정하게 유지한 상태에서 출력전력을 변화시키는 것임을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어수단은, 상기 부하 동력원으로부터의 출력요구가 없는 것으로 판정한 경우에, 상기 연료전지의 출력전압을 상기 부하 동력원의 최저 구동전압 미만으로 설정하여 상기 저효율 운전을 실현시키는 것임을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 부하 동력원은, 차량 구동용 모터이고,

상기 차량 구동용 모터의 운전모드를 선택하기 위한 선택수단을 구비하며,

상기 제어수단은, 상기 선택수단에 의하여 선택된 상기 차량 구동용 모터의 운전모드가 뉴트럴모드 또는 파킹모드인 경우에, 상기 차량 구동용 모터로부터의 출력요구가 없는 것으로 판정하는 것임을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 제어수단은, 상기 선택수단에 의하여 선택된 상기 차량 구동용 모터의 운전모드가 뉴트럴모드 또는 파킹모드인 경우에 있어서, 상기 차량 구동용 모터의 역기전압이 소정의 기준전압보다 큰 경우에, 상기 차량 구동용 모터의 구동제어를 속행하는 것임을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

청구항 7

발전을 행하는 연료전지를 구비하는 연료전지 시스템의 운전방법에 있어서,

상기 연료전지의 저효율 운전을 실현시키면서 상기 연료전지로부터의 출력전력을 소정의 부하 동력원으로 공급하여 상기 부하 동력원을 구동제어하는 공정을 구비하고,

상기 공정에서, 상기 저효율 운전시에 있어서의 상기 연료전지의 출력전압을 상기 부하 동력원의 최저 구동전압

이상으로 설정하는 것을 특징으로 하는 연료전지 시스템의 운전방법.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은, 연료전지 시스템 및 그 운전방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 종래부터, 반응가스(연료가스 및 산화가스)의 공급을 받아 발전을 행하는 연료전지를 구비한 연료전지 시스템이 제안되고, 실용화되어 있다. 현재에는, 연료전지의 저효율 운전(통상 운전시보다도 발전효율이 낮은 상태에서의 운전)을 실시함으로써, 공급한 반응가스의 에너지를 더 많이 열에너지로 변환하여, 연료전지를 승온시키는 기술이 제안되어 있다.

<3> 연료전지의 저효율 운전은, 저온 환경하에서의 연료전지의 난기(暖機)를 목적으로 하여, 연료전지의 「기동시」나 「정지시」에 실시되는 것이 많다. 또, 최근에는, 「통상 운전시」에서 연료전지의 온도가 소정 온도를 밑돈 경우에도 저효율 운전을 실시하는 취지의 기술적 사상이 개시되어 있다(예를 들면, 일본국 특개2006-73501호 공보 참조).

발명의 상세한 설명

<4> 그러나, 연료전지의 「통상 운전시」에 있어서는, 연료전지로부터 소정의 부하 동력원(예를 들면 차량 구동용 모터)으로 전력의 공급이 이루어지고 있기 때문에, 연료전지의 승온을 우선하여 종래와 동일한 저효율 운전을 실시하면, 부하 동력원에 충분한 전력이 공급되지 않게 되어, 부하 동력원의 구동이 곤란해질 우려가 있다.

<5> 본 발명은, 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 부하 동력원의 구동과, 저효율 운전에 의한 난기의 양쪽을 실현시킬 수 있는 연료전지 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

<6> 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 관한 연료전지 시스템은, 발전을 행하는 연료전지와, 이 연료전지의 저효율 운전을 실현시키면서 연료전지로부터의 출력전력을 소정의 부하 동력원으로 공급하여 이 부하 동력원을 구동제어하는 제어수단을 구비하는 연료전지 시스템에 있어서, 제어수단은, 저효율 운전시에 있어서의 연료전지의 출력전압을 부하 동력원의 최저 구동전압 이상으로 설정하는 것이다.

<7> 또, 본 발명에 관한 운전방법은, 발전을 행하는 연료전지를 구비하는 연료전지 시스템의 운전방법에 있어서, 연료전지의 저효율 운전을 실현시키면서 연료전지로부터의 출력전력을 소정의 부하 동력원에 공급하여 이 부하 동력원을 구동제어하는 공정을 구비하고, 이 공정에서, 저효율 운전시에 있어서의 연료전지의 출력전압을 부하 동력원의 최저 구동전압 이상으로 설정하는 것이다.

<8> 이러한 구성 및 방법을 채용하면, 연료전지의 출력전압을 소정의 부하 동력원(예를 들면 차량 구동용 모터)의 최저 구동전압 이상으로 설정한 상태에서, 연료전지의 저효율 운전을 실현시킬 수 있다. 따라서, 부하 동력원의 구동과, 저효율 운전에 의한 난기의 양쪽을 실현시키는 것이 가능해진다.

<9> 상기 연료전지 시스템에서, 저효율 운전시에 있어서의 연료전지의 출력전압을 부하 동력원의 최저 구동전압으로 설정하는 제어수단을 채용하는 것이 바람직하다.

<10> 이와 같이 하면, 부하 동력원을 구동하기 위한 최저 구동전압을 확보하면서, 저효율 운전에 의한 최대의 승온 효과를 얻는 것이 가능해진다.

<11> 또, 상기 연료전지 시스템에서, 부하 동력원으로부터의 출력요구에 따라 연료전지의 출력전력을 제어함과 동시에, 부하 동력원으로부터의 출력요구가 변화된 경우에, 연료전지의 출력전압을 일정하게 유지한 상태에서 출력전력을 변화시키는 제어수단을 채용하는 것이 바람직하다.

<12> 이러한 구성을 채용하면, 부하 동력원으로부터의 출력요구의 변화에 따라 연료전지의 출력전력을 변화시키는 경우에 있어서도, 연료전지의 출력전압을 일정하게 유지할 수 있다. 따라서, 연료전지의 출력전압의 변화에 기인한 충방전의 발생을 억제할 수 있기 때문에, 연료전지의 출력전력 제어의 정밀도를 향상시킬 수 있다. 또, 부하 동력원으로부터의 출력요구가 변화된 경우에 있어서도, 연료전지의 출력전압을 최저 구동전압 그대로 유지할 수 있기 때문에, 저효율 운전에 의한 최대의 승온 효과를 상시 얻는 것이 가능해진다.

- <13> 또, 상기 연료전지 시스템에서, 부하 동력원으로부터의 출력요구가 없는 것으로 판정한 경우에, 연료전지의 출력전압을 부하 동력원의 최저 구동전압 미만으로 설정하여 저효율 운전을 실현시키는 제어수단을 채용할 수 있다.
- <14> 이러한 구성을 채용하면, 부하 동력원으로부터의 출력요구가 없는 경우에, 연료전지의 출력전압을 부하 동력원의 최저 구동전압 미만으로 설정하여 저효율 운전을 실현시킬 수 있다. 따라서, 부하 동력원 구동을 위하여 사용하고 있었던 전력에너지를 열에너지로서 유효하게 이용하여 효율적으로 난기를 행할 수 있어, 승온시간을 단축하는 것이 가능해진다.
- <15> 또, 상기 연료전지 시스템에서, 부하 동력원으로서 차량 구동용 모터를 채용함과 동시에, 차량 구동용 모터의 운전모드를 선택하기 위한 선택수단을 설치할 수 있다. 이러한 경우에 있어서, 선택수단에 의하여 선택된 차량 구동용 모터의 운전모드가 뉴트럴모드 또는 파킹모드인 경우에, 차량 구동용 모터로부터의 출력요구가 없는 것으로 판정하는 제어수단을 채용할 수 있다.
- <16> 또, 상기 연료전지 시스템에서, 선택수단에 의하여 선택된 차량 구동용 모터의 운전모드가 뉴트럴모드 또는 파킹모드인 경우에 있어서, 차량 구동용 모터의 역기전압(逆起電壓)이 소정의 기준전압보다 큰 경우에, 차량 구동용 모터의 구동제어를 속행하는 제어수단을 채용하는 것이 바람직하다.
- <17> 이러한 구성을 채용하면, 차량 구동용 모터의 운전모드가 뉴트럴모드 또는 파킹모드이어도, 차량 구동용 모터의 역기전압이 소정의 기준전압(예를 들면 저효율 운전시의 시스템전압)보다 큰 경우에는, 차량 구동용 모터의 구동제어를 속행할 수 있다. 이 결과, 차량 구동용 모터의 역기전압에 기인한 인버터의 파손 등을 억제하는 것이 가능해진다.
- <18> 본 발명에 의하면, 부하 동력원의 구동과, 저효율 운전에 의한 난기의 양쪽을 실현시킬 수 있는 연료전지 시스템을 제공하는 것이 가능해진다.

실시예

- <25> 이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 실시형태에 관한 연료전지 시스템에 대하여 설명한다. 본 실시형태에서는, 본 발명을 연료전지차량의 차량 탑재 발전 시스템에 적용한 예에 대하여 설명하는 것으로 한다.
- <26> 먼저, 도 1~도 3을 이용하여, 본 발명의 실시형태에 관한 연료전지 시스템(1)의 구성에 대하여 설명한다.
- <27> 본 실시형태에 관한 연료전지 시스템(1)은, 도 1에 나타내는 바와 같이, 반응가스(산화가스 및 연료가스)의 공급을 받아 전력을 발생하는 연료전지(2), 산화가스로서의 공기를 연료전지(2)에 공급하는 산화가스 배관계(3), 연료가스로서의 수소가스를 연료전지(2)에 공급하는 연료가스 배관계(4), 시스템의 전력을 충방전하는 전력계(5), 시스템 전체를 통괄 제어하는 제어장치(6) 등을 구비하고 있다.
- <28> 연료전지(2)는, 예를 들면 고체고분자 전해질형으로 구성되어, 다수의 단전지(單電池)를 적층한 스택구조를 구비하고 있다. 연료전지(2)의 단전지는, 이온 교환막으로 이루어지는 전해질의 한쪽 면에 캐소드극(공기극)을 가지고, 다른쪽 면에 애노드극(연료극)을 가지고, 또한 캐소드극 및 애노드극을 양쪽에서 끼워넣도록 한 쌍의 세퍼레이터를 가지고 있다. 한쪽 세퍼레이터의 연료가스유로에 연료가스가 공급되고, 다른쪽 세퍼레이터의 산화가스유로에 산화가스가 공급되어, 이 가스 공급에 의하여 연료전지(2)는 전력을 발생한다. 연료전지(2)에는, 발전 중의 전류 및 전압(출력전류 및 출력전압)을 검출하는 전류센서(2a) 및 전압센서(2b)와, 연료전지(2)의 온도를 검출하는 온도센서(2c)가 부착되어 있다. 또한, 연료전지(2)로서는, 고체고분자 전해질형 외에, 인산형이나 용융탄산염형 등 여러가지 타입의 것을 채용할 수 있다.
- <29> 산화가스 배관계(3)는, 에어 컴프레서(31), 산화가스 공급로(32), 가습 모듈(33), 캐소드 오프 가스유로(34), 회석기(35), 에어 컴프레서(air compressor)(31)를 구동하는 모터(M1) 등을 가지고 있다.
- <30> 에어 컴프레서(31)는, 제어장치(6)의 제어지령으로 작동하는 모터(M1)의 구동력에 의하여 구동되어, 도시 생략한 에어 필터를 거쳐 외기(外氣)로부터 도입된 산소(산화가스)를 연료전지(2)의 캐소드극에 공급한다. 산화가스 공급로(32)는, 에어 컴프레서(31)로부터 공급되는 산소를 연료전지(2)의 캐소드극으로 유도하기 위한 가스유로이다. 연료전지(2)의 캐소드극에서는 캐소드 오프 가스가 배출된다. 캐소드 오프 가스에는, 연료전지(2)의 전지 반응에 제공한 후의 산소 오프 가스 외에, 캐소드극측에서 생성되는 펌핑수소 등이 포함된다. 이 캐소드 오프 가스는, 연료전지(2)의 전지 반응에 의하여 생성된 수분을 함유하기 때문에 고습윤 상태로 되어 있다.
- <31> 가습 모듈(33)은, 산화가스 공급로(32)를 흐르는 저습윤 상태의 산화가스와, 캐소드 오프 가스유로(34)를 흐르

는 고습윤 상태의 캐소드 오프 가스의 사이에서 수분 교환을 행하여, 연료전지(2)로 공급되는 산화가스를 적절하게 가습한다. 캐소드 오프 가스유로(34)는, 캐소드 오프 가스를 시스템 밖으로 배기하기 위한 가스유로이고, 그 가스유로의 캐소드극 출구 부근에는 공기 압력 조절밸브(A1)가 설치되어 있다. 연료전지(2)에 공급되는 산화가스의 배압(背壓)은, 공기 압력 조절밸브(A1)에 의하여 압력 조절된다. 희석기(35)는, 수소가스의 배출농도를 미리 설정된 농도 범위(환경기준에 의거하여 정해진 범위 등)에 들어가도록 희석한다. 희석기(35)에는, 캐소드 오프 가스유로(34)의 하류 및 뒤에서 설명하는 애노드 오프 가스유로(44)의 하류가 연통하고 있어, 수소 오프 가스 및 산소 오프 가스는 혼합 희석되어 시스템 밖으로 배기되게 된다.

- <32> 연료가스 배관계(4)는, 연료가스 공급원(41), 연료가스 공급로(42), 연료가스 순환로(43), 애노드 오프 가스유로(44), 수소 순환펌프(45), 체크밸브(46), 수소 순환펌프(45)를 구동하기 위한 모터(M2) 등을 가지고 있다.
- <33> 연료가스 공급원(41)은, 연료전지(2)에 수소가스 등의 연료가스를 공급하는 수단이고, 예를 들면 고압 수소탱크나 수소 저장탱크 등에 의하여 구성된다. 연료가스 공급로(42)는, 연료가스 공급원(41)으로부터 방출되는 연료가스를 연료전지(2)의 애노드극으로 유도하기 위한 가스유로이고, 그 가스유로에는 상류에서 하류에 걸쳐 탱크밸브(H1), 수소공급밸브(H2), FC 입구밸브(H3) 등의 밸브가 설치되어 있다. 탱크밸브(H1), 수소공급밸브(H2) 및 FC 입구밸브(H3)는, 연료전지(2)로 연료가스를 공급(또는 차단)하기 위한 셋 밸브이고, 예를 들면 전자밸브에 의하여 구성되어 있다.
- <34> 연료가스 순환로(43)는, 미반응 연료가스를 연료전지(2)로 환류시키기 위한 귀환가스유로이고, 그 가스유로에는 상류에서 하류에 걸쳐 FC 출구밸브(H4), 수소 순환펌프(45), 체크밸브(46)가 각각 설치되어 있다. 연료전지(2)로부터 배출된 저압의 미반응 연료가스는, 제어장치(6)의 제어지령으로 작동하는 모터(M2)의 구동력에 의하여 구동되는 수소 순환펌프(45)에 의하여 적절하게 가압되어, 연료가스 공급로(42)로 유도된다. 연료가스 공급로(42)로부터 연료가스 순환로(43)로의 연료가스의 역류는, 체크밸브(46)에 의하여 억제된다. 애노드 오프 가스유로(44)는, 연료전지(2)로부터 배출된 수소 오프 가스를 포함하는 애노드 오프 가스를 시스템 밖으로 배기하기 위한 가스유로이고, 그 가스유로에는 퍼지밸브(H5)가 설치되어 있다.
- <35> 전력계(5)는, 고압 DC/DC 컨버터(51), 배터리(52), 트랙션 인버터(53), 보조기계 인버터(54), 트랙션모터(M3), 보조기계 모터(M4) 등을 구비하고 있다.
- <36> 고압 DC/DC 컨버터(51)는, 직류의 전압변환기이고, 배터리(52)로부터 입력된 직류전압을 조정하여 트랙션 인버터(53)측으로 출력하는 기능과, 연료전지(2) 또는 트랙션모터(M3)로부터 입력된 직류전압을 조정하여 배터리(52)로 출력하는 기능을 가진다. 고압 DC/DC 컨버터(51)의 이들 기능에 의하여, 배터리(52)의 충방전이 실현된다. 또, 고압 DC/DC 컨버터(51)에 의하여 연료전지(2)의 출력전압이 제어된다.
- <37> 배터리(52)는, 충방전 가능한 2차 전지이고, 여러가지 타입의 2차 전지(예를 들면 니켈수소 배터리 등)에 의하여 구성되어 있다. 배터리(52)는, 도시 생략한 배터리 컴퓨터의 제어에 의하여 잉여전력을 충전하거나 보조적으로 전력을 공급하는 것이 가능하게 되어 있다. 연료전지(2)에서 발전된 직류전력의 일부는, 고압 DC/DC 컨버터(51)에 의하여 승강압되어, 배터리(52)에 충전된다. 배터리(52)에는, 배터리(52)의 충전상태(SOC : State Of Charge)를 검출하는 SOC 센서(5a)가 설치되어 있다. 또한, 배터리(52) 대신 2차 전지 이외의 충방전 가능한 축전기(예를 들면 커패시터)를 채용할 수도 있다.
- <38> 트랙션 인버터(53) 및 보조기계 인버터(54)는, 펄스 폭 변조 방식의 PWM 인버터이고, 주어지는 제어지령에 따라 연료전지(2) 또는 배터리(52)로부터 출력되는 직류전력을 3상 교류전력으로 변환하여 트랙션모터(M3) 및 보조기계 모터(M4)에 공급한다. 트랙션모터(M3)는, 차륜(7L, 7R)을 구동하기 위한 모터(차량 구동용 모터)이고, 본 발명에서의 및 부하 동력원의 일 실시형태이다. 트랙션모터(M3)에는, 그 회전수를 검지하는 회전수 검지센서(5b)가 설치되어 있다. 보조기계 모터(M4)는, 각종 보조기계류를 구동하기 위한 모터이고, 에어 컴프레서(31)를 구동하는 모터(M1)나 수소 순환펌프(45)를 구동하는 모터(M2) 등을 총칭한 것이다.
- <39> 제어장치(6)는, CPU, ROM, RAM 등에 의하여 구성되고, 입력되는 각 센서신호에 의거하여, 상기 시스템의 각 부를 통합적으로 제어한다. 구체적으로는, 제어장치(6)는, 액셀러레이터 페달 개도를 검출하는 액셀러레이터 페달 센서(6a), SOC 센서(5a), 회전수 검지센서(5b) 등으로부터 송출되는 각 센서 신호에 의거하여, 연료전지(2)의 출력요구전력을 산출한다. 그리고, 제어장치(6)는, 이 출력요구전력에 대응하는 출력전력을 발생시키도록 연료전지(2)의 출력전압 및 출력전류를 제어한다. 또, 제어장치(6)는, 트랙션 인버터(53) 및 보조기계 인버터(54)의 출력펄스 폭 등을 제어하여, 트랙션모터(M3) 및 보조기계 모터(M4)를 제어한다.
- <40> 또, 제어장치(6)는, 연료전지(2)에 설치된 온도센서(2c)에서 출력되는 센서신호에 의거하여 연료전지(2)의 온도

를 검출하고, 검출한 온도와 소정의 기준 온도를 비교함으로써, 난기가 필요한지의 여부를 판정한다. 그리고, 제어장치(6)는, 연료전지(2)의 온도가 기준 온도를 넘어, 난기가 불필요하다고 판정한 경우에, 통상 운전처리를 행한다. 여기서, 통상 운전처리란, 난기하지 않고 효율이 높은 운전 동작점(즉, 전력손실이 작은 운전 동작점)에서 운전하는 처리를 말한다. 한편, 제어장치(6)는, 연료전지(2)의 온도가 기준 온도 이하이고, 난기가 필요하다고 판정한 경우에, 저효율 운전처리(발전효율이 낮은 운전 동작점에서 운전하는 처리)를 행한다.

- <41> 여기서, 도 2A 및 도 2B를 이용하여, 통상 운전과 저효율 운전과의 관계에 대하여 설명한다.
- <42> 도 2A 및 도 2B에서, 가로축은 출력전류를, 세로축은 출력전압을 각각 나타내고 있고, OCV(Open Circuit Voltage ; 개방회로 전압)는, 연료전지(2)에 전류를 흘리고 있지 않은 상태에 있어서의 전압을 나타낸다. 일반적으로, 도 2A(도 2B)에 나타내는 바와 같은 전류·전압특성(IV 특성)이 얻어지는 연료전지(2)에서는, 제어장치(6)는, 도 2A에 나타내는 바와 같이, 출력전력에 대하여 전력손실이 작은 통상 운전 동작점(I_0 , V_0)에서 운전을 행한다. 이것에 대하여, 난기운전을 행하는 경우에는, 제어장치(6)는, 도 2B에 나타내는 바와 같이, 전력손실이 큰 저효율 운전 동작점(I_L , V_L)에서 운전을 행하여, 연료전지(2)의 내부온도를 상승시킨다. 이러한 저효율 운전이 행하여지는 과정에서는, 수소와 산소의 반응에 의하여 인출할 수 있는 에너지 중, 전력손실분(열에너지)을 적극적으로 증대시킬 수 있기 때문에, 신속한 난기를 실현시킬 수 있다.
- <43> 또한, 도 3은, 통상 운전시에 있어서의 IV 특성 맵(실선)과, 저효율 운전시에 있어서의 IV 특성 맵(파선)을 나타내는 것으로, 통상 운전시 및 저효율 운전시에서는 이들 IV 특성 맵을 이용하여 운전 동작점을 결정할 수 있다. 저효율 운전시에 있어서의 IV 특성 맵(파선)은, 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구에 따라 적절하게 설정할 수 있고, 도 3에 나타낸 것은 그 일례이다.
- <44> 또, 제어장치(6)는, 2 종류의 저효율 운전을 실현시킨다. 구체적으로는, 제어장치(6)는, 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구가 없는 것으로 판정한 경우에, 트랙션모터(M3)의 적극적인 구동제어를 동반하지 않는 저효율 운전(제 1 저효율 운전)을 실현시킨다. 한편, 제어장치(6)는, 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구가 있는 것으로 판정한 경우에, 트랙션모터(M3)의 적극적인 구동제어를 동반한 저효율 운전(제 2 저효율 운전)을 실현시킨다. 즉, 제어장치(6)는, 본 발명에서의 제어수단의 일 실시형태이다.
- <45> 또, 제어장치(6)는, 트랙션모터(M3)의 역기전압 정수, 회전수 및 최대 출력 등에 의거하여, 트랙션모터(M3)를 구동하기 위하여 최저한 필요한 연료전지(2)의 출력전압(최저 구동전압 : 예를 들면 도 3에 나타낸 V_{lim})을 산출한다. 그리고, 제어장치(6)는, 예를 들면 도 3의 운전 동작점(P_1)에 나타내는 바와 같이, 제 1 저효율 운전에서의 연료전지(2)의 출력전압(V_{L1})을, 최저 구동전압(V_{lim}) 미만으로 설정한다. 한편, 제어장치(6)는, 예를 들면 도 3의 운전 동작점(P_2)에 나타내는 바와 같이, 제 2 저효율 운전에서의 연료전지(2)의 출력전압(V_{L2})을, 최저 구동전압(V_{lim}) 이상으로 설정한다. 제 2 저효율 운전에서는, 예를 들면 도 3의 운전 동작점 (P_{lim})(I , V_{lim})에 나타내는 바와 같이, 연료전지(2)의 출력전압을 최저 구동전압과 동일한 값으로 설정하는 것이 바람직하다.
- <46> 또, 제어장치(6)는, 제 2 저효율 운전 중에 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구가 변화한 경우에, 연료전지(2)의 출력전압을 일정값(최저 구동전압)으로 유지한 상태에서 출력전력을 변화시킨다. 예를 들면, 제어장치(6)는, 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구가 P_{lim} 에서 P_{lim}' 로 변화한 경우에, 도 3에 나타내는 바와 같이 연료전지(2)의 출력전압을 최저 구동전압(V_{lim})으로 유지한 채로 출력전류를 I 에서 I' 로 변화시킨다.
- <47> 또, 제어장치(6)는, 트랙션모터(M3)의 운전모드(P : 파킹 모드, R : 리버스 모드, N : 뉴트럴 모드, D : 드라이브 모드, B : 회생 브레이크 모드)를 선택하기 위한 시프트 레버 등으로 이루어지는 조작부(8)(선택수단)로부터 송출되는 신호에 의거하여, 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구의 유무를 판정한다. 구체적으로는, 제어장치(6)는, 조작부(8)에 의하여 선택된 트랙션모터(M3)의 운전모드가 P(파킹 모드) 또는 N(뉴트럴 모드)이라는 취지의 신호를 받은 경우에, 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구가 없는 것으로 판정하여, 제 1 저효율 운전을 실현시킨다. 한편, 제어장치(6)는, 조작부(8)에 의하여 선택된 트랙션모터(M3)의 운전모드가 R(리버스 모드), D(드라이브 모드) 또는 B(회생 브레이크 모드)라는 취지의 신호를 받은 경우에, 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구가 있는 것으로 판정하여, 제 2 저효율 운전을 실현시킨다.
- <48> 또한, 트랙션모터(M3)의 역기전압이 소정의 기준전압(예를 들면 제 2 저효율 운전시의 시스템 전압)보다 큰 경우에 있어서, 제어장치(6)가 트랙션 인버터(53)의 제어를 정지시키면, 트랙션모터(M3)의 역기전력이 트랙션 인버터(53)에 작용한다. 이 때문에, 제어장치(6)는, 조작부(8)에 의하여 선택된 트랙션모터(M3)의 운전모드가 P

(과킹 모드) 또는 N(뉴트럴 모드)이라는 취지의 신호를 받은 경우이어도, 트랙션모터(M3)의 역기전압이 소정의 기준전압보다 큰 경우에는, 트랙션모터(M3)의 구동제어[트랙션 인버터(53)의 제어]를 속행한다. 본 실시형태에서, 제어장치(6)는, 회전수 검지센서(5b)로부터 송출되는 트랙션모터(M3)의 회전수에 관한 정보 등에 의거하여, 트랙션모터(M3)의 역기전력을 산출하도록 하고 있다.

- <49> 다음에, 도 4 및 도 5의 플로우 차트를 이용하여, 본 실시형태에 관한 연료전지 시스템(1)의 운전방법에 대하여 설명한다.
- <50> 먼저, 제어장치(6)는, 온도센서(2c)로부터 출력되는 센서신호에 의거하여 연료전지(2)의 온도를 검출하고(온도 검출공정 : S1), 검출한 온도와 소정의 기준 온도를 비교함으로써, 난기가 필요한지의 여부를 판정한다(난기판정공정 : S2). 제어장치(6)는, 난기판정공정(S2)에서, 연료전지(2)의 온도가 기준 온도를 넘어, 난기가 불필요하다고 판정한 경우에, 통상 운전을 실현시킨다(통상운전공정 : S6). 한편, 제어장치(6)는, 난기판정공정(S2)에서, 연료전지(2)의 온도가 기준 온도 이하이고, 난기가 필요하다고 판정한 경우에, 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구의 유무를 판정한다(출력요구 판정공정 : S3).
- <51> 제어장치(6)는, 출력요구 판정공정(S3)에서, 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구가 없는 것으로 판정한 경우에, 제 1 저효율 운전을 실현시킨다(제 1 저효율 운전공정 : S4). 제 1 저효율 운전공정(S4)에서, 제어장치(6)는, 목표운전 동작점, 즉, 목표로 하는 출력전류 지령값 및 출력전압 지령값[예를 들면, 도 3에 나타난 운전 동작점 (P₁)(I_{L1}, V_{L1})]을 설정한다. 이때, 제어장치(6)는, 연료전지(2)의 출력전압 지령값을, 트랙션모터(M3)의 최저 구동전압(예를 들면 도 3에서의 V_{lim}) 미만으로 설정한다. 그리고, 제어장치(6)는, 고압 DC/DC 컨버터(51)를 사용함으로써, 전압센서(2b)에서 검출한 연료전지(2)의 출력전압을 출력전압 지령값에 근접하는 제어를 행함과 동시에, 에어 컴프레서(31)나 공기 압력 조절밸브(A1)를 이용하여 연료전지(2)에 대한 공기 공급량을 낮춤으로써, 전류센서(2a)에서 검출한 연료전지(2)의 출력전류를 출력전류 지령값에 근접하는 제어를 행한다. 제어장치(6)는, 연료전지(2)의 온도가 소정의 기준 온도를 넘은 경우에 제 1 저효율 운전을 종료한다.
- <52> 한편, 제어장치(6)는, 출력요구 판정공정(S3)에서, 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구가 있는 것으로 판정한 경우에, 제 2 저효율 운전을 실현시킨다(제 2 저효율 운전공정 : S5). 여기서, 도 5의 플로우 차트를 이용하여, 제 2 저효율 운전공정(S5)에 대하여 설명한다.
- <53> 먼저, 제어장치(6)는, SOC 센서(5a)나 회전수 검지센서(5b) 등으로부터 송출되는 각 센서신호에 의거하여, 연료전지(2)의 출력요구전력을 산출한다(출력요구 산출공정 : S10). 이어서, 제어장치(6)는, 트랙션모터(M3)의 역기전압 정수, 회전수 및 최대 출력 등에 의거하여, 트랙션모터(M3)의 최저 구동전압(예를 들면, 도 3에서의 V_{lim})을 출력전압 지령값으로서 산출한다(전압 지령값 산출공정 : S11).
- <54> 이어서, 제어장치(6)는, 출력요구 산출공정(S10)에서 산출한 출력요구전력에 대응하는 IV 특성 맵과, 전압 지령값 산출공정(S11)에서 산출한 최저 구동전압(출력전압 지령값)에 의거하여, 출력전류 지령값을 산출한다(전류 지령값 산출공정 : S12). 예를 들면, 제어장치(6)는, 도 3에 나타난 과선의 IV 특성 맵과, 산출한 최저 구동전압(V_{lim})에 의거하여, 출력전류 지령값(I)을 산출한다. 이것에 의하여, 제 2 저효율 운전시의 운전 동작점 (P_{lim})(I, V_{lim})이 결정되게 된다.
- <55> 또한, 전압 지령값 산출공정(S11)에서 산출된 최저 구동전압의 값이 과잉으로 작은 경우에는, 전류 지령값 산출공정(S12)에서 산출되는 출력전류 지령값이 과잉으로 커지는 것이 상정된다. 이 때문에, 제어장치(6)는, 출력전류 지령값에 상한값(I_{lim})을 설정하여 두고, 산출되는 출력전류 지령값이 이 상한값(I_{lim})을 넘는 경우에는, 제 2 저효율 운전시의 운전 동작점을, 자동적으로, 출력전류 지령값의 상한값(I_{lim})을 포함하는 운전 동작점으로 시프트 시킨다. 시프트 후의 운전 동작점의 출력전압 지령값(V)은, 출력요구 산출공정(S10)에서 산출한 출력요구전력에 대응하는 IV 특성 맵과, 출력전류 지령값의 상한값(I_{lim})에 의거하여 산출되는 값(최저 구동전압보다도 큰 값)이 된다.
- <56> 이러한 전류 지령값 산출공정(S12)을 거쳐 출력전류 지령값을 결정한 후, 제어장치(6)는, 결정한 출력전류 지령값에 의거하여, 공기 화학양론비(air stoichiometric)를 결정한다(화학양론비 결정공정 : S13). 여기서, 공기 화학양론비란, 출력전류를 발생시키는 데 필요한 이론 공기 공급량에 대한 실제의 공기 공급량의 과잉률을 말한다. 본 실시형태에서는, 출력전류 지령값과, 공기 화학양론비의 관계를 나타내는 특정한 맵에 의거하여, 공기 화학양론비를 결정하고 있다.

- <57> 이어서, 제어장치(6)는, 공기 화학양론비 결정공정(S13)에서 결정한 공기 화학양론비에 의거하여, 연료전지(2)에 공급해야 할 산화가스의 유량(필요 공기 유량)을 산출한다(공기 유량 산출공정 : S14). 본 실시형태에서는, 공기 화학양론비를 특정한 수식에 대입함으로써, 필요 공기 유량을 산출하고 있다. 이어서, 제어장치(6)는, 전류 지령값 산출공정(S12)에서 산출한 출력전류 지령값과, 전류센서(2a)에 의하여 검출되는 출력전류값(실측값)을 비교하여 차분을 산출하고, 산출한 차분에 의거하여, 필요 공기 유량을 보정한다(공기 유량 보정공정 : S15).
- <58> 계속해서, 제어장치(6)는, 공기 유량 보정공정(S16)에서 보정된 필요 공기 유량에 의거하여, 에어 컴프레서(31)의 회전수를 산출하고, 이것을 지령회전수로 하여, 에어 컴프레서(31)의 모터(M2)를 구동제어함으로써, 연료전지(2)의 전류제어를 행함과 동시에, 고압 DC/DC 컨버터(51)를 사용함으로써, 전압센서(2b)에서 검출한 연료전지(2)의 출력전압을 출력전압 지령값에 근접시키는 전압제어를 행한다(전류전압 제어공정 : S16).
- <59> 그 후, 제어장치(6)는, 온도센서(2c)에서 공급되는 센서신호에 의거하여, 검출되는 연료전지(2)의 온도가 기준 온도를 넘었는지의 여부, 즉 난기를 종료하여도 좋은지의 여부를 판정한다(난기 종료 판정공정 : S17). 제어장치(6)는, 연료전지(2)의 온도가 기준 온도를 넘고 있지 않은 것으로 판정한 경우에는, 시스템의 난기를 속행하기 위하여, 출력요구 산출공정(S10)으로 되돌아가, 상기한 일련의 처리를 반복 실행한다. 한편, 제어장치(6)는, 연료전지(2)의 온도가 기준 온도를 넘은 것으로 판정한 경우에는, 그 이상의 난기는 불필요하다고 판단하여, 이상 설명한 처리를 종료한다.
- <60> 이상 설명한 실시형태에 관한 연료전지 시스템(1)에서는, 연료전지(2)의 출력전압을 트랙션모터(M3)(부하 동력원)의 최저 구동전압(V_{lim}) 이상으로 설정하는 저효율 운전(제 2 저효율 운전)을 실현시킬 수 있다. 따라서, 저효율 운전에 의한 난기시에 있어서도 확실하게 트랙션모터(M3)를 구동할 수 있다. 이 결과, 난기와 차량의 주행과의 양립이 가능해진다.
- <61> 또, 이상 설명한 실시형태에 관한 연료전지 시스템(1)에서는, 제 2 저효율 운전시에 있어서의 연료전지(2)의 출력전압을, 트랙션모터(M3)의 최저 구동전압(V_{lim})으로 설정할 수 있기 때문에, 트랙션모터(M3)를 구동하기 위한 전력을 확보하면서, 제 2 저효율 운전에 있어서의 최대의 승온 효과를 얻는 것이 가능해진다.
- <62> 또, 이상 설명한 실시형태에 관한 연료전지 시스템(1)에서는, 제 2 저효율 운전 중에 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구의 변화에 따라 연료전지(2)의 출력전력을 변화시키는 경우에 있어서도, 연료전지(2)의 출력전압을 일정하게 유지할 수 있다. 따라서, 연료전지(2)의 출력전압의 변화에 기인한 충방전의 발생을 억제할 수 있기 때문에, 연료전지(2)의 출력전력 제어의 정밀도를 향상시킬 수 있다. 또, 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구가 변화한 경우에 있어서도, 연료전지(2)의 출력전압을 최저 구동전압(V_{lim}) 그대로 유지할 수 있기 때문에, 제 2 저효율 운전에 의한 최대의 승온 효과를 상시 얻는 것이 가능해진다.
- <63> 또, 이상 설명한 실시형태에 관한 연료전지 시스템(1)에서는, 트랙션모터(M3)로부터의 출력요구가 없는 경우에, 연료전지(2)의 출력전압을 트랙션모터(M3)의 최저 구동전압(V_{lim}) 미만으로 설정하는 저효율 운전(제 1 저효율 운전)을 실현시킬 수 있다. 따라서, 모터의 구동에 사용되는 전력에너지를 열에너지로서 유효 이용하여 효율적으로 난기를 행할 수 있어, 승온시간을 단축하는 것이 가능해진다.
- <64> 또, 이상 설명한 실시형태에 관한 연료전지 시스템(1)에서는, 트랙션모터(M3)의 운전모드가 P(파킹모드) 또는 N(뉴트럴모드)이어도, 트랙션모터(M3)의 역기전압이 소정의 기준전압(예를 들면 제 2 저효율 운전시의 시스템전압)보다 큰 경우에는, 트랙션모터(M3)의 구동제어를 속행할 수 있다. 이 결과, 트랙션모터(M3)의 역기전압에 기인한 트랙션 인버터(53)의 파손 등을 억제하는 것이 가능해진다.
- <65> 또한, 이상의 실시형태에서는, 캐소드에 공급하는 산화가스를 줄인 상태에서 연료전지(2)를 발전시키는 저효율 운전에 대하여 설명하였으나, 이 대신에(또는 이것에 더하여), 애노드에 공급하는 연료가스를 줄인 상태에서 연료전지(2)를 발전시키는 저효율 운전을 채용할 수도 있다.
- <66> 또, 이상의 실시형태에서는, 연료전지(2)의 온도가 저하한 경우에, 난기를 목적으로 하여 저효율 운전을 실시한 예를 나타내었으나, 연료전지(2)의 촉매활성을 회복시키는 경우나, 연료전지(2)의 전극촉매가 피독(被毒)상태에 있는 것을 검지한 경우에, 저효율 운전을 실시할 수도 있다.
- <67> 또, 이상의 실시형태에서는, 연료전지(2)에 부착한 온도센서(2c)를 이용하여 연료전지(2)의 온도를 검출하여 난기가 필요한지의 여부 등의 판정을 행하였으나, 연료전지(2)의 온도 대신, 외기온도나 연료전지 주변의 부품 온

도를 검출하여 난기가 필요한지의 여부 등의 판정을 행할 수도 있다.

<68> 또, 이상의 실시형태에서는, 차량 구동용 모터[트랙션모터(M3)]를 부하 동력원으로서 채용한 예를 나타내었으나, 부하 동력원은 이것에 한정되는 것은 아니고, 연료전지로부터의 전력의 공급을 받아 작동함으로써 동력을 발생시키는 각종 동력원을 채용할 수 있다.

<69> 또, 이상의 실시형태에서는, 시프트 레버 등으로 이루어지는 조작부(8)를 선택수단으로 채용한 예를 나타내었으나, 선택수단은 이것에 한정되는 것은 아니다. 또, 이상의 실시형태에서는, 조작부(8)에 의하여 선택된 운전모드가 P 또는 N인 경우에, 모터에서의 출력요구가 없는 것으로 판정하여 제 1 저효율 운전을 실현시키는 한편, 조작부(8)에 의하여 선택된 운전모드가 R, D 또는 B인 경우에 모터에서의 출력요구가 있는 것으로 판정하여 제 2 저효율 운전을 실현시킨 예를 나타내었으나, 모터에서의 출력요구의 판정방법은 이것에 한정되는 것은 아니다.

산업상 이용 가능성

<70> 본 발명에 관한 연료전지 시스템은, 이상의 실시형태에 나타내는 바와 같이, 연료전지 차량에 탑재 가능하고, 또, 연료전지 차량 이외의 각종 이동체(로봇, 선박, 항공기 등)에도 탑재 가능하다. 또, 본 발명에 관한 연료전지 시스템을, 건물(주택, 빌딩 등)용의 발전설비로서 사용되는 정지용 발전시스템에 적용하여도 된다.

도면의 간단한 설명

<19> 도 1은, 본 발명의 실시형태에 관한 연료전지 시스템의 구성도,

<20> 도 2A는, 도 1에 나타난 연료전지 시스템의 통상 운전시의 출력전력과 전력 손실과의 관계를 나타내는 설명도,

<21> 도 2B는, 도 1에 나타난 연료전지 시스템의 저효율 운전시의 출력전력과 전력손실과의 관계를 나타내는 설명도,

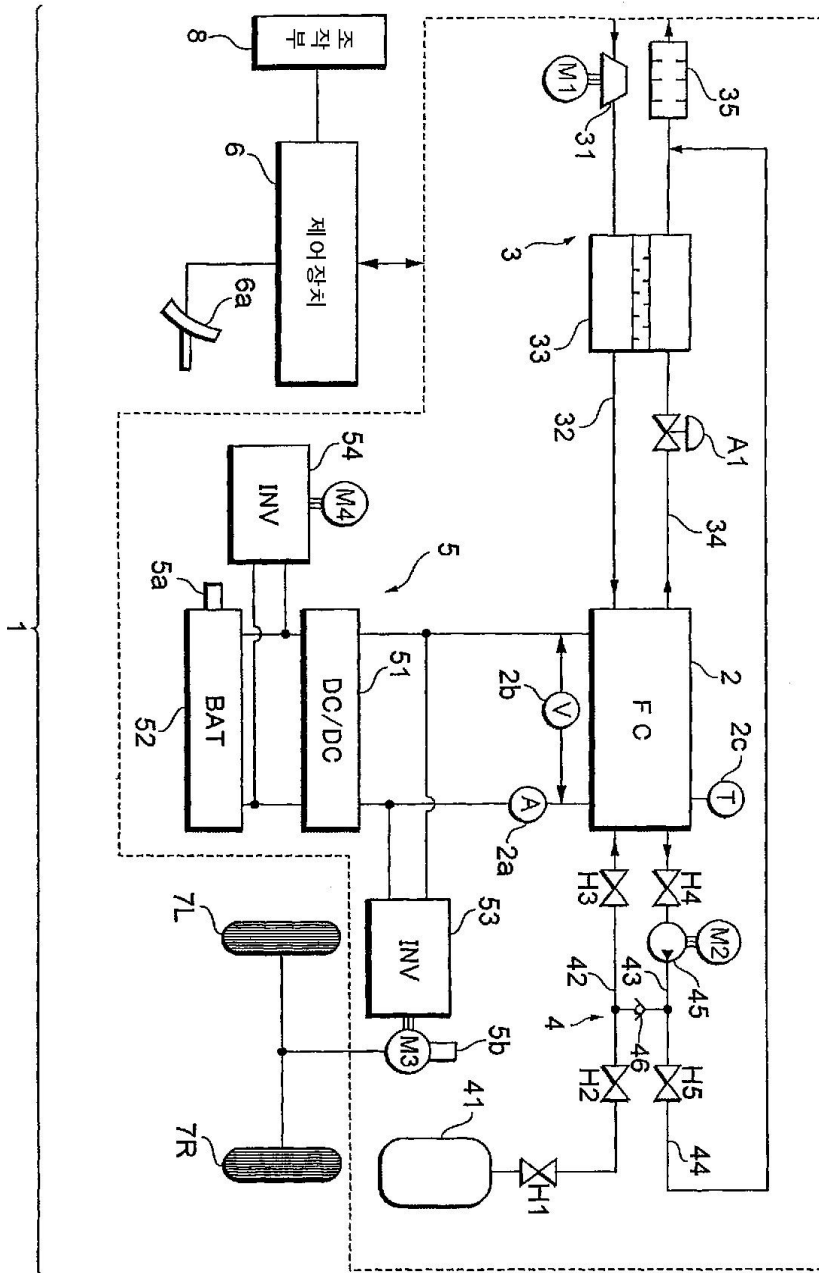
<22> 도 3은, 도 1에 나타난 연료전지 시스템의 통상 운전시 및 저효율 운전시에 있어서의 IV 특성 맵,

<23> 도 4는, 도 1에 나타난 연료전지 시스템의 운전방법을 설명하기 위한 플로우 차트,

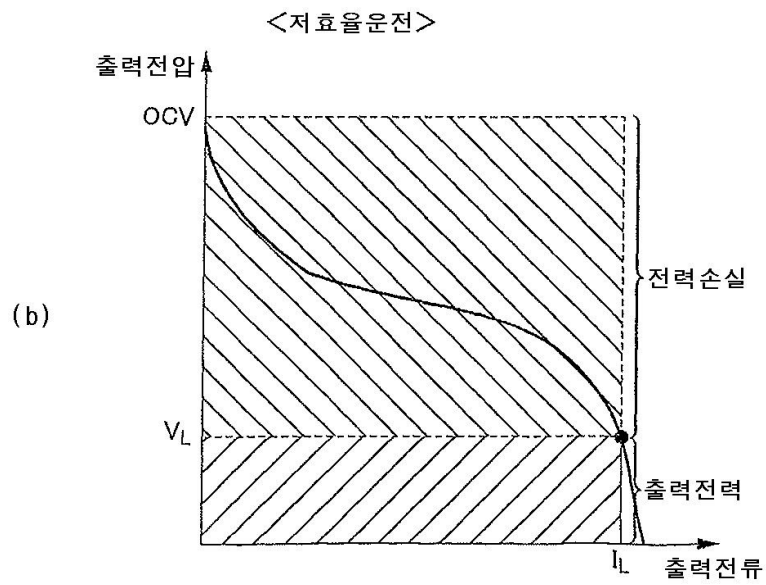
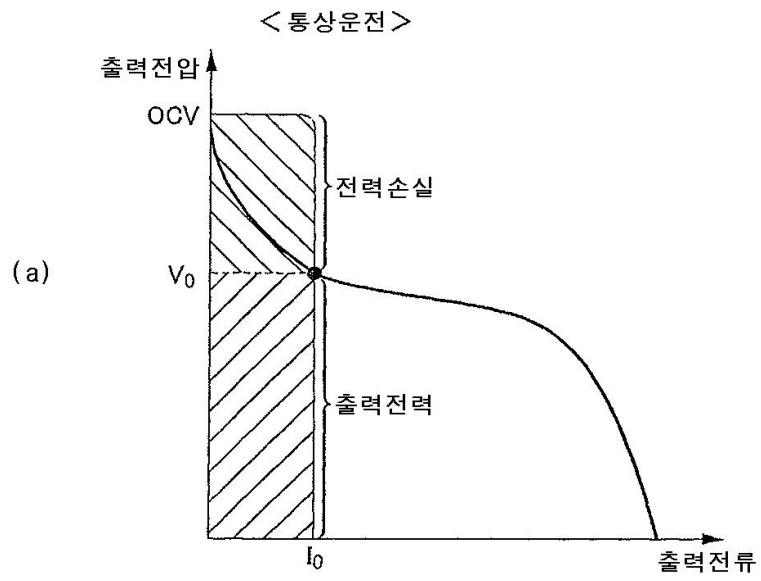
<24> 도 5는, 도 1에 나타난 연료전지 시스템의 제 2 저효율 운전을 설명하기 위한 플로우 차트이다.

도면

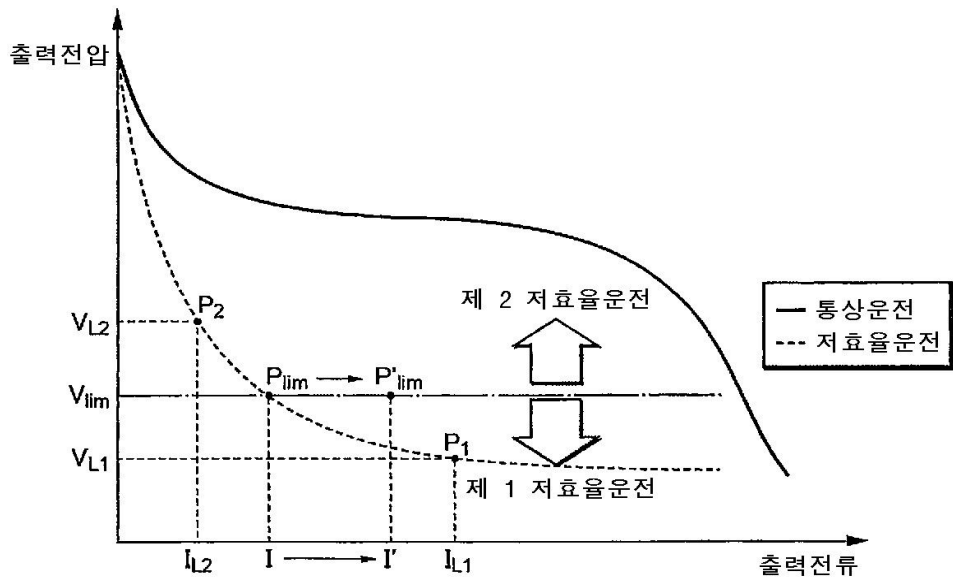
도면1



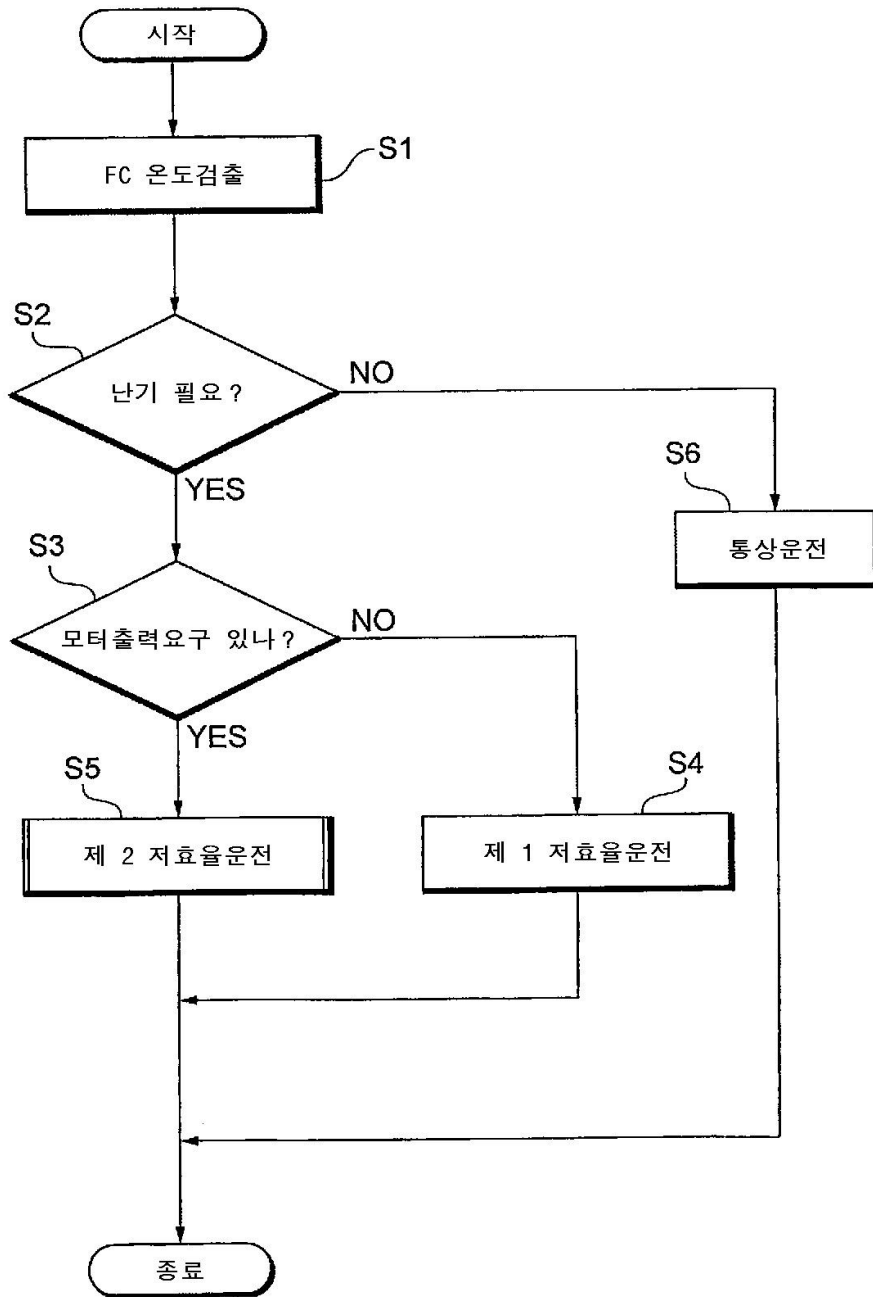
도면2



도면3



도면4



도면5

