



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

(45) 공고일자 2011년03월21일  
(11) 등록번호 10-1023618  
(24) 등록일자 2011년03월11일

(51) Int. Cl.  
*H01M 8/04* (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2008-7015537  
(22) 출원일자(국제출원일자) 2006년12월26일  
심사청구일자 2008년06월26일  
(85) 번역문제출일자 2008년06월26일  
(65) 공개번호 10-2008-0072075  
(43) 공개일자 2008년08월05일  
(86) 국제출원번호 PCT/IB2006/003765  
(87) 국제공개번호 WO 2007/074378  
국제공개일자 2007년07월05일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2005-00374709 2005년12월27일 일본(JP)  
JP-P-2005-00374792 2005년12월27일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
WO2005053075 A1  
WO2006134461 A1  
US5170124 A  
전체 청구항 수 : 총 35 항

(73) 특허권자  
닛산 지도우샤 가부시키키가이샤  
일본 가나가와켄 요코하마시 가나가와구 다카라쵸 2반지  
(72) 발명자  
시모이 료이찌  
일본 221-0023 가나가와켄 요코하마시 가나가와구 다카라쵸 2반지  
닛산 지도우샤 가부시키키가이샤 내 이이모리 다카시  
일본 221-0023 가나가와켄 요코하마시 가나가와구 다카라쵸 2반지  
닛산 지도우샤 가부시키키가이샤 내 (뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
성재동, 장수길

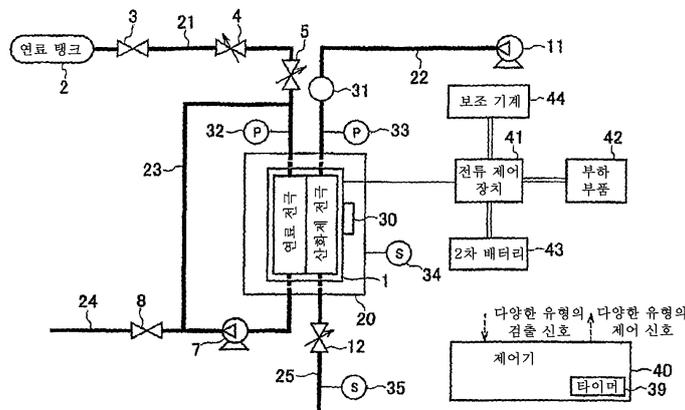
심사관 : 김영민

**(54) 연료 전지 시스템**

**(57) 요약**

연료 전지 시스템은 연료 전지의 열화를 최소화하면서 더 짧은 시간 내에 개시될 수 있다. 연료 전지 시스템은 연료 전극, 산화제 전극 및 이들 사이에 배치된 전해막을 가지며, 연료 전극 및 산화제 전극으로 각각 공급되는 연료 가스 및 산화제 가스의 전기화학적 반응에 의해 전기를 생산하는 연료 전지 스택(1)과, 연료 전지 스택(1)으로 연료 가스를 공급하기 위한 연료 가스 공급 장치와, 연료 전지 스택(1)으로 산화제 가스를 공급하기 위한 산화제 가스 공급 장치와, 연료 전지 스택(1)으로부터 전류를 추출하기 위한 전류 제어 장치(41)와, 적어도 2개의 연료 전지 스택(1) 내에 배치된 전압 센서(30)를 포함한다. 개시의 시점에서, 산화제 전극으로 산화제 기체를 공급하지 않으면서 연료 전극으로 연료가스가 공급된 후에 전압 센서(30)로부터 얻어지는 최소 전압이 0 볼트 이상이 되도록, 제어기(40)가 전류 제어 장치(41)를 제어한다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**고또오 겐이찌**

일본 221-0023 가나가와켄 요코하마시 가나가와꾸  
다까라쵸 2반지넛산 지도우샤 가부시키키가이샤 내

**가미하라 테즈야**

일본 221-0023 가나가와켄 요코하마시 가나가와꾸  
다까라쵸 2반지넛산 지도우샤 가부시키키가이샤 내

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

연료 전지 스택(1), 연료 전지 스택(1)으로 연료 가스를 공급하기 위한 연료 가스 공급 유닛 및 연료 전지 스택(1)으로 산화제 가스를 공급하기 위한 산화제 가스 공급 유닛을 포함하며, 연료 전지 스택(1)은 연료 가스를 공급받는 연료 전극과 산화제 가스를 공급받는 산화제 전극 사이에 전해막을 개재시킴으로써 각각 형성된 복수의 적층된 셀을 포함하는 연료 전지 시스템에 있어서,

전류 제어 장치(41)가 연료 전지 스택(1)으로부터 전류를 추출하고,

전압 센서(30)가 연료 전지 스택(1)의 복수의 상이한 셀들로부터 전압을 측정하고,

상기 연료 전지 스택(1)의 작동을 개시하는 시점에서, 전압 센서(30)에 의해 검출되는 최소값이 0 볼트 이상이 되어, 산화제 가스가 연료 전지 스택(1) 내에서 전기를 생산하기 시작하기 위해 산화제 전극으로 공급될 때까지, 산화제 전극으로 산화제 가스를 공급하지 않으면서 연료 가스가 연료 전극으로 공급되도록, 제어기(40)가 전류 제어 장치(41) 및 전압 센서(30)에 전기적으로 결합되는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 연료 전극으로 연료 가스를 공급한 후에, 제어기(40)는 전압 센서(30)에 의해 검출되는 최소값이 0 볼트 이상이 된 후, 전류 제어 장치(41)를 통해 연료 전지 스택(1)으로부터 전류를 추출하는 연료 전지 시스템.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 제어기(40)는 전압 센서(30)에 의해 검출되는 최소값이 0보다 큰 소정값 이상이 된 후, 전류 제어 장치(41)를 통해 연료 전지 스택(1)으로부터 전류를 추출하는 연료 전지 시스템.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 제어기(40)는 공급되는 연료 가스로부터 계산되는 목표 연료 이용률을 유지하기 위해 전류 제어 장치(41)를 통해 전류를 추출하는 연료 전지 시스템.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 전류 제어 장치(41)를 통해 제어기(40)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류는 공급되는 연료 가스로부터 계산되는 목표 연료 이용률 이하인 연료 전지 시스템.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 제어기(40)는 개시의 시점에서 전압 센서(30)에 의해 검출되는 모든 전압이 0 볼트 이상이 되도록 전류 제어 장치(41)를 통해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류를 제어하는 연료 전지 시스템.

### 청구항 7

제6항에 있어서, 제어기(40)는 개시의 시점에서 전압 센서(30)에 의해 검출되는 모든 전압이 0 볼트 이상이 될 때, 최대 전류가 추출되도록, 전류 제어 장치(41)를 통해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류를 제어하는 연료 전지 시스템.

### 청구항 8

제7항에 있어서, 전류 제어 장치(41)는 보조 기계(44) 및 보조 전원을 제공하는 배터리(43)에 전기적으로 결합되고, 전류 제어 장치(41)를 통해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 최대 전류는 배터리(43)의 충전량 및 보조 기계(44)의 소비 전력량의 합으로부터 결정되는 연료 전지 시스템.

### 청구항 9

제1항에 있어서, 제어기(40)는 전압 센서(30)에 의해 검출되는 연료 전지 스택(1)의 총 전압에 응답하여 전류 제어 장치(41)를 통해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류를 제어하는 연료 전지 시스템.

**청구항 10**

제9항에 있어서, 전류 제어 장치(41)를 통해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류는 전압 센서(30)에 의해 검출되는 연료 전지 스택(1)의 총 전압의 증가에 응답하여 증가하는 연료 전지 시스템.

**청구항 11**

제9항에 있어서, 제어기(40)는 전압 센서(30)에 의해 검출되는 모든 전압의 변동이 소정값 이하가 되도록 전류 제어 장치(41)를 통해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류를 제어하는 연료 전지 시스템.

**청구항 12**

제1항에 있어서, 전류 제어 장치(41)는 보조 기계(44) 및 보조 전원을 제공하는 배터리(43)에 전기적으로 결합되고, 제어기(40)는 보조 전원을 제공하는 배터리(43) 및 연료 전지 시스템의 보조 기계(44)에서 소비되는 최대 전류량 이하인 목표 명령 전류를 전류 제어 장치(41)로 출력하는 연료 전지 시스템.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 제어기(40)는 보조 전원을 제공하는 배터리(43) 및 연료 전지 시스템의 보조 기계(44)에서 소비되는 최대 전력량 이하인 목표 명령 전류를 전류 제어 장치(41)로 출력하는 연료 전지 시스템.

**청구항 14**

제1항에 있어서, 전압 센서(30)는 연료 전지 스택(1) 내의 복수의 적층된 셀들의 각각의 셀 내에 배치된 개별 전압 센서(30a)를 포함하는 연료 전지 시스템.

**청구항 15**

제1항에 있어서, 전압 센서(30)는 연료 전지 스택(1) 내의 복수의 적층된 셀들의 각각의 셀 그룹 내에 배치된 개별 전압 센서(30c)를 포함하는 연료 전지 시스템.

**청구항 16**

제1항에 있어서, 전압 센서(30)는 전압 센서(30a, 30b)들의 쌍을 포함하고, 전압 센서(30a, 30b)들의 각각의 쌍은 연료 전지 스택(1) 내의 복수의 적층된 셀들의 각각의 셀 및 연료 전지 스택(1) 내의 복수의 적층된 셀들의 각각의 셀 그룹 중 적어도 하나 내에 배치되는 연료 전지 시스템.

**청구항 17**

제16항에 있어서, 전압 센서(30a, 30b)들의 각 쌍은 연료 가스 공급측에서 전압을 측정하는 제1 전압 센서(30a) 및 연료 가스 배기측에서 전압을 측정하는 제2 전압 센서(30b)를 포함하는 연료 전지 시스템.

**청구항 18**

제1항에 있어서, 제어 유닛(40)은 전류 제어 장치(41)를 통해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 실제 전류에 대해 목표 명령 전류를 비교하고, 상기 목표 명령 전류는 보조 전원을 제공하는 배터리(43) 및 연료 전지 시스템의 보조 기계(44)에서 소비되는 최대 전류량 이하이고, 제어 유닛(40)은 실제 전류가 목표 명령 전류 미만이면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결하는 연료 전지 시스템.

**청구항 19**

제1항에 있어서, 제어 유닛(40)은 전압 및 전류에 응답하여 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결하는 연료 전지 시스템.

**청구항 20**

제1항에 있어서, 제어 유닛(40)은 연료 전지 스택(1)의 전류 및 전압 중 적어도 하나에 기초한 값을 초과하는 연료 전극에서의 산화제 가스 농도에 대한 연료 가스 농도의 비율에 응답하여 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결하는 연료 전지 시스템.

**청구항 21**

제20항에 있어서, 제어 유닛(40)은 산화제 전극에서의 산화제 가스 농도가 감소하기 시작할 때, 연료 전지 스택(1)의 전류 및 전압 중 적어도 하나에 기초한 값을 초과하는 연료 전극에서의 산화제 가스 농도에 대한 연료 가스 농도의 비율에 응답하여 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결하는 연료 전지 시스템.

**청구항 22**

제1항에 있어서, 제어 유닛(40)은 연료 전지 스택(1)의 전류 및 전압 중 적어도 하나의 감소에 응답하여 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결하는 연료 전지 시스템.

**청구항 23**

제22항에 있어서, 제어 유닛(40)은 연료 전지 스택(1)의 전류 및 전압 중 적어도 하나의 최대값을 기록하고, 제어 유닛(40)은 최대값에 대한 소정값 또는 소정 비율 중 적어도 하나만큼의 전류 또는 전압 중 적어도 하나의 감소에 응답하여 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결하는 연료 전지 시스템.

**청구항 24**

제1항에 있어서, 연료 전지 스택(1)은 연료 전지 스택(1)을 보호하는 연료 전지 스택 케이스(20)를 포함하고, 제어 유닛(40)은 소정의 농도를 초과하는 연료 전지 스택 케이스(20) 내의 연료 가스 농도에 응답하여 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결하는 연료 전지 시스템.

**청구항 25**

제24항에 있어서, 연료 전지 스택(1)은 연료 전지 스택 케이스(20) 내에 배치된 제1 연료 가스 농도 센서(34)를 포함하고, 제어 유닛(40)은 연료 전지 스택 케이스(20) 내의 추산되는 연료 가스 농도에 대해 연료 가스 농도 센서(34)의 출력을 비교하고, 추산되는 연료 가스 농도는 연료 전극에서의 연료 가스 압력 및 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출의 기간에 기초하여 제어 유닛(40)에 의해 계산되는 연료 전지 시스템.

**청구항 26**

제25항에 있어서, 연료 전지 스택 케이스(20)의 출구는 제2 연료 가스 농도 센서(35)를 포함하고, 제어 유닛(40)은 연료 전지 스택 케이스(20)로 산화제 가스를 공급하고, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출이 수행되고, 제어 유닛(40)은 제2 연료 가스 농도 센서(35)에 의해 측정되는 값이 소정의 농도를 초과하면, 추산되는 연료 가스 농도값을 더 높은 값으로 수정하고, 제어 유닛(40)은 제2 연료 가스 농도 센서(35)에 의해 측정되는 값이 소정의 농도 이하이면, 추산되는 연료 가스 농도값을 더 낮은 값으로 수정하는 연료 전지 시스템.

**청구항 27**

제1항에 있어서, 제어 유닛(40)은 소정의 농도를 초과하는 산화제 전극에서의 연료 가스 농도에 응답하여 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결하는 연료 전지 시스템.

**청구항 28**

제27항에 있어서, 연료 전지 스택(1)은 산화제 전극에 배치된 제1 연료 가스 농도 센서(34)를 포함하고, 제어 유닛(40)은 연료 전지 스택 케이스(20) 내의 추산되는 연료 가스 농도에 대해 연료 가스 농도 센서(34)의 출력을 비교하고, 추산되는 연료 가스 농도는 연료 전극에서의 연료 가스 압력 및 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출의 기간에 기초하여 제어 유닛(40)에 의해 계산되는 연료 전지 시스템.

**청구항 29**

제27항에 있어서, 제어 유닛(40)은 전해막의 습도에 응답하여 산화제 전극에서의 제1 연료 가스 농도 센서(34)에 의해 측정되는 연료 가스 농도값을 수정하는 연료 전지 시스템.

**청구항 30**

제29항에 있어서, 유희 시간 측정 유닛이 연료 전지 스택(1)의 이전의 작동 정지로부터 연료 전지 스택(1)의 개시까지의 간격을 측정하고, 제어 유닛(40)은 유희 시간 측정 유닛에 의해 측정되는 간격에 기초하여 전해막의

습도를 추산하는 연료 전지 시스템.

**청구항 31**

제28항에 있어서, 연료 전지 스택 케이스(20)의 출구는 제2 연료 가스 농도 센서(35)를 포함하고, 제어 유닛(40)은 연료 전지 스택 케이스(20)로 산화제 가스를 공급하고, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출이 수행되고, 제어 유닛(40)은 제2 연료 가스 농도 센서(35)에 의해 측정되는 값이 소정의 농도를 초과하면, 추산되는 연료 가스 농도값을 더 높은 값으로 수정하고, 제어 유닛(40)은 제2 연료 가스 농도 센서(35)에 의해 측정되는 값이 소정의 농도 이하이면, 추산되는 연료 가스 농도값을 더 낮은 값으로 수정하는 연료 전지 시스템.

**청구항 32**

제1항에 있어서, 산화제 유량 검출기(31)는 산화제 전극으로 유동하는 산화제 가스의 양에 대응하는 신호를 제어 유닛(40)에 출력하고, 제어 유닛(40)은 산화제 전극으로 유동하는 산화제 가스의 부재에 응답하여 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결하는 연료 전지 시스템.

**청구항 33**

제1항에 있어서, 연료 가스 순환 시스템이 연료 전지 스택(1) 내에 잔류하는 연료 가스를 재순환시키는 연료 전지 시스템.

**청구항 34**

연료 전지 스택(1), 연료 전지 스택(1)으로 연료 가스를 공급하기 위한 연료 가스 공급 유닛 및 연료 전지 스택(1)으로 산화제 가스를 공급하기 위한 산화제 가스 공급 유닛을 포함하며, 연료 전지 스택(1)은 연료 가스를 공급받는 연료 전극과 산화제 가스를 공급받는 산화제 전극 사이에 전해막을 개재시킴으로써 각각 형성된 복수의 적층된 셀을 포함하는 연료 전지 시스템에 있어서,

상기 연료 전지 스택(1)으로부터 전류를 추출하기 위한 전류 추출 수단(41)과,

상기 연료 전지 스택(1)의 복수의 상이한 셀들로부터 전압을 측정하기 위한 전압 측정 수단(30)과,

상기 연료 전지 스택(1)을 개시하기 위해 연료 가스만을 공급하고, 전압을 연료 전지 스택(1)을 열화시키지 않는 값 이하로 만들기 위해 전류를 추출하기 위한 제어 수단(40)을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

**청구항 35**

연료 전지 스택(1), 연료 전지 스택(1)으로 연료 가스를 공급하기 위한 연료 가스 공급 유닛 및 연료 전지 스택(1)으로 산화제 가스를 공급하기 위한 산화제 가스 공급 유닛을 포함하며, 연료 전지 스택(1)은 연료 가스를 공급받는 연료 전극과 산화제 가스를 공급받는 산화제 전극 사이에 전해막을 개재시킴으로써 각각 형성된 복수의 적층된 셀을 포함하는 연료 전지 시스템을 작동시키는 방법에 있어서,

상기 연료 전지 스택(1)으로부터 전류를 추출하는 단계와,

상기 연료 전지 스택(1)의 복수의 상이한 셀들로부터 전압을 측정하는 단계와,

상기 산화제 전극으로 산화제 가스를 공급하지 않으면서 연료 전극으로 연료 가스를 공급함으로써 연료 전지 스택(1)의 작동을 개시하는 단계를 포함하고,

전기 생산은 전압 센서(30)에 의해 검출되는 최소값이 0 볼트 이상이 되어, 산화제 가스가 산화제 전극으로 공급된 후에 발생하는 것을 특징으로 하는 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2005년 12월 27일자로 출원된 일본 특허 출원 제2005-374709호 및 2005년 12월 27일자로 출원된 일본 특허 출원 제2005-374792호를 기초로 하여 우선권을 주장하고, 이들의 개시 내용은 본 명세서에서 전체적으로 참조되어 통합되었다.

[0003] 본 발명은 연료 전지 시스템에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0004] 일본 특허 출원 공개 제2005-158555호에 개시된 것과 같은 종래의 연료 전지 시스템에서, 공기 차단 밸브 및 공기 압력 제어 밸브는 연료 전지 시스템을 개시 또는 정지시킬 때 캐소드로의 공기 유동을 차단하도록 폐쇄된다. 아울러, 수소가 연료 전지에서 전기를 생성하기 위해 그리고 전력을 추출하기 위해 수소 탱크로부터 애노드로 공급되고, 이에 의해 캐소드에 잔류하는 산소를 소비한다.

[0005] 그러나, 종래의 연료 전지 시스템에서, 셀 전압은 출력 전류가 추출될 때 연료 부족으로 인해 연료 전지의 국소 셀 내에서 음(-)이 될 수 있다. 그러한 상태에서, 그에 의해 음(-)이 되는 촉매 층이 열화될 수 있다.

**발명의 상세한 설명**

[0006] 본 발명의 목적은 연료 전지 전극에서 연료 및 산화제의 혼합물에 의한 열화를 방지하는 동시에 가능한 한 많은 전류를 추출할 수 있는 연료 전지 시스템을 제공하는 것이다. 이는 개시의 시점에서 연료 가스만을 공급함으로써 전압 측정 수단으로부터 얻어지는 최소 전압이 0 볼트 이상이 되도록 전류 추출 수단을 제어함으로써 달성될 수 있다. 아울러, 본 발명의 연료 전지 시스템은 전류가 추출될 때 연료 전지의 국소 셀 내의 음(-)의 셀 전압에 의한 열화를 방지할 수 있다. 결과적으로, 본 발명은 개시의 시점에서 연료 전지의 열화를 최소화하면서, 더 짧은 시간 내에 개시될 수 있는 연료 전지 시스템을 제공할 수 있다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 연료 전지 시스템은 연료 전지 스택, 연료 전지 스택으로 연료 가스를 공급하기 위한 연료 가스 공급 유닛 및 연료 전지 스택으로 산화제 가스를 공급하기 위한 산화제 가스 공급 유닛을 포함한다. 연료 전지 스택은 연료 가스를 공급받는 연료 전극과 산화제 가스를 공급받는 산화제 전극 사이에 전해막을 개재시킴으로써 각각 형성된 복수의 적층된 셀을 포함한다. 연료 전지 시스템은 전류 제어 장치가 연료 전지 스택으로부터 전류를 추출하고, 전압 센서가 연료 전지 스택의 복수의 상이한 셀들로부터 전압을 측정하고, 연료 전지 스택의 작동을 개시하는 시점에서, 전압 센서에 의해 검출되는 최소값이 0 볼트 이상이 되어, 산화제 가스가 연료 전지 스택 내에서 전기를 생산하기 시작하기 위해 산화제 전극으로 공급될 때까지, 산화제 전극으로 산화제 가스를 공급하지 않으면서 연료 가스가 연료 전극으로 공급되도록, 제어가 전류 제어 장치 및 전압 센서에 전기적으로 결합되는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 연료 전지 시스템은 연료 전지 스택, 연료 전지 스택으로 연료 가스를 공급하기 위한 연료 가스 공급 유닛 및 연료 전지 스택으로 산화제 가스를 공급하기 위한 산화제 가스 공급 유닛을 포함한다. 연료 전지 스택은 연료 가스를 공급받는 연료 전극과 산화제 가스를 공급받는 산화제 전극 사이에 전해막을 개재시킴으로써 각각 형성된 복수의 적층된 셀을 포함한다. 연료 전지 시스템은 전류 추출 수단이 연료 전지 스택으로부터 전류를 추출하고, 전압 측정 수단이 연료 전지 스택의 복수의 상이한 셀들로부터 전압을 측정하고, 제어 수단이 연료 전지 스택을 개시하기 위해 연료 가스만을 공급하고, 전압을 연료 전지 스택을 열화시키지 않는 소정값 이하로 만들기 위해 전류를 추출하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 아울러, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 연료 전지 스택, 연료 전지 스택으로 연료 가스를 공급하기 위한 연료 가스 공급 유닛 및 연료 전지 스택으로 산화제 가스를 공급하기 위한 산화제 가스 공급 유닛을 포함하는 연료 전지 시스템을 작동시키는 방법이 있고, 연료 전지 스택은 연료 가스를 공급받는 연료 전극과 산화제 가스를 공급받는 산화제 전극 사이에 전해막을 개재시킴으로써 각각 형성된 복수의 적층된 셀을 포함한다. 이 방법은 연료 전지 스택으로부터 전류를 추출하고, 연료 전지 스택의 복수의 상이한 셀들로부터 전압을 측정하고, 산화제 전극으로 산화제 가스를 공급하지 않으면서 연료 전극으로 연료 가스를 공급함으로써 연료 전지 스택의 작동을 개시하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본원에 포함되어 본 명세서의 일부를 구성하는 첨부된 도면은 본 발명의 양호한 실시예를 도시하고, 기술된 일반적인 설명 및 후술되는 상세한 설명과 함께, 본 발명의 특징을 설명한다.

**실시 예**

[0026] 제1 실시예

[0027] 도1은 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따라 구성된 연료 전지 시스템을 도시한다. 바람직한 제1 실시예의 연료 전지 시스템은, 예를 들어, 연료 전지 차량용 전원으로 사용될 수 있다. 도1에 도시된 바와 같이, 연료

전지 시스템은 수소 및 공기를 공급함으로써 전기를 생산하기 위한 연료 전지 스택(1)을 포함한다.

- [0028] 연료 전지 스택(1)은 그의 전압을 검출하기 위한 수단으로서 전압 센서(30)를 포함한다. 각각의 셀 또는 여러 셀을 포함하는 그룹 내에 전압 센서를 포함시킴으로써, 각각의 셀 또는 셀들의 그룹 내의 국소 전압과, 연료 전지 스택(1) 내의 총 전압이 검출될 수 있다. 아울러, 연료 전지 스택(1)은 연료 전지 스택 케이스(20) 내에 설치된다. 또한, 연료 센서(34: 예를 들어, 연료 가스 농도 센서)가 연료 전지 스택 케이스(20) 내에 또는 연료 전지 스택 케이스(20)의 출구 둘레에 설치된다.
- [0029] 연료 가스 공급 시스템은 양호하게는 연료 탱크(2), 연료 공급 밸브(3), 탱크측 연료 압력 제어 밸브(4), 연료 공급 압력 제어 밸브(5), 연료 압력 센서(32), 연료 소기 밸브(8), 연료 공급 파이프(21) 및 연료 배기 파이프(24)를 포함한다. 연료 가스 순환 시스템은 양호하게는 연료 순환 펌프(7) 및 연료 순환 파이프(23)를 포함한다. 산화제 가스 공급 시스템은 양호하게는 산화제 압축기(11), 산화제 유량 검출기(31), 산화제 압력 센서(33), 산화제 압력 제어 밸브(12), 연료 센서(35: 예를 들어, 연료 가스 농도 센서), 산화제 공급 파이프(22) 및 산화제 배기 파이프(25)를 포함한다.
- [0030] 부하 시스템은 양호하게는 전류 제어 장치(41), 2차 배터리(43), 보조 기계(44) 및 부하 부품(42)을 포함한다. 아울러, 제어 시스템은 양호하게는 연료 전지 스택(1)과, 연료 가스 공급 시스템, 산화제 가스 공급 시스템 및 부하 시스템의 센서를 포함한 다양한 검출기에 의해 검출된 신호에 기초하여, 연료 가스 공급 시스템, 연료 가스 순환 시스템, 산화제 가스 공급 시스템 및 부하 시스템의 각각의 구성요소들을 제어하기 위한 제어기(40)를 포함한다.
- [0031] 연료 전지 스택(1)은 양호하게는 전기를 생산하기 위한 복수의 셀을 포함한다. 각각의 셀은 양호하게는 애노드, 예를 들어 수소 형태의 연료 가스가 공급되는 연료 전극과, 캐소드, 예를 들어 공기 형태의 산화제 가스가 공급되는 산화제 전극과, 전극들 사이에 배치된 전해질을 포함한다. 또한, 연료 전지 스택(1)은 복수의 셀들을 위한 층상 구조를 가지며, 수소와 공기 내의 산소의 전기화학적 반응에 의해 화학 에너지를 전기 에너지로 변환한다. 수소 가스는 애노드로 공급되고, 공기는 캐소드로 공급된다. 이와 같이, 하기의 반응이 전기를 생산하기 위해 발생될 수 있다:
- [0032] 애노드: 
$$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \quad (1)$$
- [0033] 캐소드: 
$$2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{e}^- + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \quad (2)$$
- [0034] 즉, 연료 전지 스택(1)의 각각의 셀 내에서, 애노드로 공급된 수소 가스는 수소 이온과 전자로 분할된다. 아울러, 전기를 생산하기 위하여, 수소 이온은 전해질을 통해 캐소드로 이동하고, 전자는 외부 회로를 통해 캐소드로 이동한다. 캐소드 내에서, (공급된 공기) 내의 산소, (전해질을 통해 이동된) 수소 및 (외부 회로를 통해 이동된) 전자가 함께 반응하여 물을 생성하고, 이는 그 후 외부로 배출된다.
- [0035] 더 높은 에너지 집적, 저비용 및 경량화를 제공하기 위해, 중합체 전해막이 연료 전지 스택(1)의 전해질로서 채용될 수 있다. 중합체 전해막은 수소화에 의해 활성화되는, 이온성(즉, 양이온)이며 전도성인 중합체 막(예를 들어, 불소 수지 이온 교환막)을 포함한다.
- [0036] 연료 전지 스택(1) 내에서 전기를 생산하기 위해, 각각의 셀의 연료 전극 및 산화제 전극으로 각각 수소(연료 가스) 및 공기(산화제 가스)를 공급하는 것이 필요하다. 이를 위해, 연료 가스 공급 시스템, 연료 가스 순환 시스템 및 산화제 가스 공급 시스템이 연료 전지 시스템 내에 포함된다.
- [0037] 연료 가스 공급 시스템에서, 연료 가스는 연료 공급 밸브(3), 탱크측 연료 압력 제어 밸브(4), 연료 공급 압력 제어 밸브(5) 및 연료 공급 파이프(21)를 통해 애노드로 공급된다. 연료 탱크(2)로부터 공급되는 고압 수소는 연료 공급 밸브(3) 및 탱크측 연료 압력 제어 밸브(4)에 의해 소정의 압력으로 감압된다. 아울러, 연료 전지 스택(1) 내의 수소 압력은 연료 공급 압력 제어 밸브(5)에 의해 원하는 수소 압력으로 제어된다.
- [0038] 또한, 연료 순환 펌프(7) 및 연료 순환 파이프(23)를 포함하는 연료 가스 순환 시스템이 애노드에 잔류하는 수소를 재순환시키도록 설치된다. 애노드에서의 수소 압력은 연료 공급 압력 제어 밸브(5)를 구동하기 위해 연료 압력 센서(32)에 의해 검출되는 수소 압력을 피드백하는 제어기(40)에 의해 제어된다. 수소 압력을 원하는 목표 압력으로 제어함으로써, 수소는 연료 전지 스택(1)에 의해 소비되는 양까지 자동으로 보충될 수 있다.
- [0039] 연료 소기 밸브(8)는 양호하게는 적어도 3가지 기능을 수행한다. 첫째로, 연료 소기 밸브(8)는 연료 가스 공급

시스템 내에 축적된 질소를 배출하여 연료 순환 기능을 촉진한다. 수소를 순환시키는 경우에, 질소, 일산화탄소 등과 같은 불순물이 시스템 내부에 축적되어, 수소의 순환과 동반될 수 있다. 아울러, 불순물이 과도하게 축적되면, 수소 배출 압력이 감소하여 연료 전지 스택(1)의 출력을 감소시킨다. 또한, 연료 가스 순환 시스템의 수소 순환 유량은 순환 가스의 평균 질량이 증가기때문에 감소한다. 따라서, 불순물은 수소와 함께 수소 순환 시스템의 내부를 소기하기 위해 연료 소기 밸브(8)를 개방함으로써 연료 배기 파이프(24)로부터 시스템의 외부로 배출된다. 둘째로, 연료 전지 스택(1)의 셀 전압을 회복하기 위해, 가스 유동 통로 또는 가스 파이프 내에 막힌 물이 취출될 수 있다. 셋째로, 개시의 시점에서 연료 가스 공급 시스템을 수소로 교체하기 위해, 연료 가스 공급 시스템 내부의 가스가 배출될 것이다.

[0040] 산화제 가스 공급 시스템에서, 압축기(11)가 캐소드로 공기를 공급한다. 공기 압력은 산화제 압력 제어 밸브(12)를 구동하기 위해 산화제 압력 센서(33)에 의해 검출되는 공기 압력을 피드백하는 제어기(40)에 의해 제어된다.

[0041] 다음으로, 부하 시스템이 설명될 것이다. 연료 전지 스택(11)은 전류 제어 장치(41)에 전기적으로 연결된다. 또한, 전류 제어 장치(41)는 보조 전력 공급으로서 전기를 충전 및 방전시킬 수 있는 2차 배터리(43)에, 연료 전지 시스템 내에서 전기를 생산하기 위해 요구되는 보조 기계(44)에, 그리고 차량을 구동하도록 구성된 모터와 같은 부하 부품(42)에 전기적으로 연결된다.

[0042] 전류 제어 장치(41)는 보조 기계(44) 및 부하 부품(42)에 공급하기 위해 (방전시 시에) 연료 전지 스택(1) 또는 2차 배터리(43)로부터 출력(즉, 전류 또는 전력)을 추출한다. 전류 제어 장치는 또한 2차 배터리(43)의 충전 및 방전을 제어한다. 전류 제어 장치(41)의 출력 추출 부품은 고정 저항을 연결/분리함으로써 가변 출력을 추출하거나 추출되는 출력을 제어하도록 구성될 수 있다.

[0043] 양호하게는, 제어기(40)는 CPU, ROM, RAM, 주변 인터페이스 등을 포함하는 마이크로 컴퓨터를 포함한다. 아울러, 제어기(40)는 연료 전지 스택(1), 연료 가스 공급 시스템, 산화제 가스 공급 시스템 및 부하 시스템 내의 센서를 포함한 다양한 유형의 검출기로부터 검출된 신호를 수신한다. 신호에 기초하여, 제어기(40)는 연료 전지 시스템 내에서의 발전을 제어하기 위해 연료 가스 공급 시스템, 연료 가스 순환 시스템, 산화제 가스 공급 시스템 및 부하 시스템의 각각의 구성요소들을 제어한다 (예를 들어, 제어기는 다양한 액추에이터를 구동한다).

[0044] 제어기(40)는 연료 전지 스택(1)의 산화제 전극으로 산화제 가스를 공급하지 않으면서 연료 전극으로 연료 가스를 공급한 후에, 전압 센서(30)로부터 얻어지는 최소 전압이 0 볼트 이상이 되도록 전류 제어 장치(41)를 제어한다. 그 다음, 산화제 가스가 발전을 개시하기 위해 산화제 전극으로 공급된다.

[0045] 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 전류를 추출하는 시점에 대해, 제어기(40)는 양호하게는 다음과 같이 구성된다. 제어기(40)는 연료 전극에 연료 가스를 공급한다. 그 다음, 제어기(40)는 양호하게는 전압 센서(30)로부터 얻어지는 최소 전압이 0 볼트 이상이 된 후에, 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 전류를 추출한다. 대안적으로, 신뢰할 수 있는 시점 제어를 위해, 전압 센서(30)로부터 얻어지는 최소 전압이 소정값 이상(예를 들어, 하나의 셀당 대략 10여 밀리볼트 이상)이 된 후에, 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 전류를 추출하는 것이 바람직하다.

[0046] 또한, 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류는, 양호하게는, 공급되는 연료 가스에 기초하여 계산되는 목표 연료 이용률을 유지하거나 또는 그 이하가 되도록 제어된다.

[0047] 제어기(40)가 전류 제어 장치(41)에 지시하는 목표 명령 전류는 양호하게는 연료 전지 시스템의 2차 배터리(43) 및 보조 기계(44) 내에서 소비되는 전류 또는 전력의 최대량 이하이다.

[0048] 본 발명의 바람직한 제1 실시예에서, 전류 제어 장치(41)에 의한 연료 전지 스택(1)으로부터의 전류의 추출은 연료 전지 스택(1)의 전압에 기초하여 제어된다. 전압 센서(30)의 세부 구성이 연료 전지 스택(1) 내에 설치된 전압 센서(30)의 다양한 구성을 도시하는 도2 내지 도5를 참조하여 설명될 것이다.

[0049] 전압 센서(30)의 제1 구성에서, 도2에 도시된 바와 같이, 연료 전지 스택(1)은 N개의 셀을 갖고, 개별 전압 센서(30a-1 내지 30a-N)가 각각의 셀 내에 각각 설치된다. 도2의 개별 셀(1a-i)에 대해, 도면 부호 1b-i, 1c-i 및 1d-i는 각각 연료 전극, 산화제 전극 및 전해막을 표시한다. 도2에 도시된 바와 같이, 각각의 전압 센서(30a-i)는 연료 전극(1b-i)의 연료 가스 공급측에 설치된다. 그러나, 본 발명은 그러한 설치 위치로 제한되지는 않는다. 오히려, 각각의 셀의 최소 전위가 검출될 수 있으며 센서가 설치될 수 있는, 임의의 설치 위치가 이용가능하다.

- [0050] 도3에 도시된 바와 같이, 전압 센서의 제2 구성에서, 연료 전지 스택(1)은 N개의 셀을 갖고, 전압 센서[30c-1 내지 30c-M(예를 들어, 도 3에서  $M = N/3$ )]가 각각 수 개의 셀마다 설치된다 [예를 들어, 하나의 전압 센서(30c)가 도3에서 3개의 셀마다 도시되어 있다].
- [0051] 도4에 도시된 바와 같이, 전압 센서의 제3 구성에서, 연료 전지 스택(1)은 N개의 셀을 갖고, 한 쌍의 전압 센서가 모든 셀 내에 설치된다. 전압 센서(30a-1 내지 30a-N) 및 전압 센서(30b-1 내지 30b-N)의 각 쌍이 각각의 셀 내에 설치된다. 아울러, 도4에 도시된 바와 같이, 전압 센서(30a-i)는 연료 전극(1b-i)의 연료 가스 공급측에 설치되고, 전압 센서(30b-i)는 연료 전극(1b-i)의 연료 가스 배기측에 설치된다. 그러나, 본 발명은 그러한 설치로 제한되지 않는다. 오히려, 각 셀의 전위가 연료 전지 스택(1)의 구조 내에서 검출될 수 있으며 셀(1a-i) 및 센서가 설치될 수 있는, 임의의 설치 위치가 이용가능하다.
- [0052] 도5에 도시된 바와 같이, 전압 센서의 제2 구성에서, 연료 전지 스택(1)은 N개의 셀을 갖고, 한 쌍의 전압 센서가 각 수 개의 셀마다 설치된다. 전압 센서(30c-1 내지 30c-M) 및 전압 센서(30d-1 내지 30d-M)의 각각의 쌍이 각 수 개의 셀마다 설치된다 [예를 들어, 한 쌍의 전압 센서(30c, 30d)가 도5에서 3개의 셀마다 도시되어 있다].
- [0053] 다음으로, 본 발명의 연료 전지 시스템을 개시하는 제어기(40)의 작동이 도6 및 도7을 참조하여 설명될 것이다. 도6은 연료 전지 시스템의 개시를 제어하는 순서를 도시하는 흐름도이다. 도7은 연료 전지 시스템을 개시하는 시점에서의 다양한 파라미터의 타이밍 차트이다. 도7에서, 그래프 (a)는 연료 전지 스택(1) 내의 연료 전극의 수소 압력을 도시하고, 그래프 (b)는 연료 순환 펌프(7)의 모터 RPM을 도시하고, 그래프 (c)는 연료 전지 스택(1)의 산화제 전극에서의 공기 압력을 도시하고, 그래프 (d)는 공기 공급 유량을 도시하고, 그래프 (e)는 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류를 도시하고, 그래프 (f)는 각 셀의 국소 전압 또는 연료 전지 스택(1)의 총 전압을 도시한다.
- [0054] 도6에 도시된 바와 같이, 제어가 시작되면, 제어기(40)는 산화제 가스가 연료 전지 스택(1)의 산화제 전극으로 공급되는 것을 방지하기 위해 산화제 압력 제어 밸브(12)를 폐쇄한다(S101). 산화제 압축기(11)가 개시되지 않으면, 공기는 가압되지 않고, 이러한 단계는 반드시 요구되지는 않는다. 그 후에, 연료 소기 밸브(8)는 수소 소기가 개시의 시점에서 요구되지 않으므로 폐쇄된다(S102).
- [0055] 다음으로, 연료 가스 순환 시스템의 연료 순환 펌프(7)가 구동되기 시작한다. 아울러, 연료 순환 파이프(23) 내의 가스가 재순환되기 시작한다(S103)[도7의 타이밍 차트의 시점(T1)].
- [0056] 그 다음, 연료 가스 공급 시스템에 의해 연료 전지 스택(1)의 애노드로의 수소의 공급을 시작할지의 여부가 결정된다 (S104). 그렇다면, 수소의 공급이 시작된다(S105) [시점(T4)].
- [0057] 수소의 공급을 시작할지의 여부를 결정하는 것은, 타이머(39)가 연료 가스 순환 시스템에 의한 연료 가스 순환이 시작된 후의 소정 시간을 측정하는지, 또는 순환 연료 파이프(23) 내에 설치될 수 있는 연료 유량 측정 기기가 소정의 연료 가스 순환 유량을 측정하는지에 따른다. 아울러, 타이머(39)는 제어기(40) 내의 CPU 내에서 구현될 수 있는 소프트웨어 타이머, 또는 보조 하드웨어 타이머일 수 있다.
- [0058] 다음으로, 전류 제어 장치(41)에 의한 연료 전지 스택(1)으로부터의 전류 추출을 시작할지의 여부가 결정된다 (S106). 그렇다면, 전류 추출이 시작된다(S107).
- [0059] 개시를 위한 전압 제한 제어("VLC")의 방법에서, 전류 추출을 시작할지의 여부를 결정하는 것은, 타이머(39)가 연료 가스 순환 시스템에 의한 연료 가스 순환을 시작한 후의 소정 시간을 측정하는지에 따른다. 대안적으로, 그러한 결정은 연료 가스 공급 시스템에 의한 수소의 공급을 시작함과 동시에 수행될 수 있다(대기 시간 없음). 개시를 위한 전압 제한 제어(VLC)의 방법에서, 수소만이 개시의 시점에서 연료 가스 공급 시스템에 의해 공급되고, 전류(즉, 출력)는 연료 전지 스택(1)의 전압을 소정값 이하(즉, 연료 전지 스택(1)을 열화시키지 않는 전압의 상한)로 만들기 위해 추출된다. 그 다음, 발전이 산화제 가스 공급 시스템이 공기를 공급하기 시작하면서 시작된다.
- [0060] 그러나, 본 발명은 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 전류를 추출하는 시작 시점이 연료 전지 스택(1)의 전압에 따르는 것을 특징으로 한다. 전류 추출을 시작할지의 여부를 결정하는 것은 전압 센서(30)의 검출 결과에 기초하여 수행된다. 바꾸어 말하면, 연료 가스가 연료 전극으로 공급되고, 전압 센서(30) [즉, 센서(30a-i, 30a-i 및 30b-i ( $i = 1$  내지  $N$ ), 30c-j, 또는 30c-j 및 30d-j ( $j = 1$  내지  $M$ ))]로부터 얻어지는 최소 전압은 0 볼트 이상 또는 소정값(예를 들어, 하나의 셀당 대략 10여 밀리볼트 이상)이 된다. 아울러,

전류가 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출된다.

- [0061] 도7의 그래프 (e)에 도시된 바와 같이, 도7의 타이밍 차트는 제어기에 의해 전류 제어 장치(41)에 지시되는 목표 명령 전류(VLC 목표 지시)의 양은, 타이머(39)가 연료 가스 순환 시스템에 의한 연료 가스 순환을 시작한 후의 소정 시간을 측정하는 시점(T3)에서 설정되는 것을 도시하지만, 전류 제어 장치(41)에 의한 실제 전류 추출은 연료 전지 스택(1)의 최소 셀 전압이 0 볼트 이상이 된 후에 시작된다[도7의 그래프 (f) 참조]. 아울러, 전류 제어 장치(41)에 의한 실제 전류 추출은 연료 전지 스택(1)의 최소 셀 전압이 소정값 이상을 초과한 후에 시작되는 것이 바람직하다.
- [0062] 다음으로, 전류 제어 장치(41)에 의한 연료 전지 스택(1)으로부터의 전류 추출을 종료할지의 여부가 결정된다(S108). 그렇다면, 공기가 산화제 가스 공급 시스템에 의해 연료 전지 스택(1)의 캐소드로 공급되기 시작한다(S109).
- [0063] 전류 추출을 종료할지를 결정하는 것은, 타이머(39)가 전류 제어 장치(41)가 전류 추출을 시작한 후의 소정 시간을 측정하는지에 따른다. 대안적으로, 이는 연료 전지 스택(1)의 전압[연료 전지 스택(1)의 총 전압]의 변동 또는 전류 제어 장치(41)에 의해 추출되는 전류량의 변동에 따른다.
- [0064] 다음으로, 개시를 위한 VLC가 완료될지의 여부가 결정된다 (S110). 그렇다면, 개시를 위한 제어가 완료되고, 정상 구동 제어가 시작된다.
- [0065] VLC가 완료될지의 여부를 결정하는 것은, 타이머(39)가 전류 제어 장치의 전류 추출이 시작되거나 종료된 후의 소정 시간을 측정하는지에 따른다. 대안적으로, 이는 연료 전지 스택(1)의 전압[즉, 연료 전지 스택(1)의 총 전압]의 변동에 의존한다.
- [0066] 도7의 그래프 (e) 및 (f)에 도시된 바와 같이, 전류 제어 장치(41)의 전류 추출을 종료하는 것(즉, VLC 종료)은 시점(T8)에서 수행된다. 아울러, 도7의 그래프 (c) 및 (d)에 도시된 바와 같이, 산화제 가스 공급 시스템에 의한 공기 공급은 소정 시간 후의 시점(T9)에서 시작된다. 그 후에, 수소 압력은 시점(T10)에서 증가하고[도7의 그래프 (a) 참조], 개시 제어를 완료하기 위한 결정은 시점(T11)에서 수행된다.
- [0067] 다음으로, 도8 및 도9를 참조하여, 연료 전지 스택(1)으로부터의 전류 추출을 시작한 후의 전류 제어 장치(41)의 전류 제어(S107)가 상세하게 설명될 것이다. 도8 및 도9는 본 발명에 따른 전류 제어 장치(41)의 전류 제어를 도시하는 타이밍 차트를 도시한다.
- [0068] 전류 제어 장치(41)의 전류 추출을 개시할 때, 제어기(40)는 제어기(40)가 전류 제어 장치(41)에 지시하는 목표 명령 전류의 양을 설정한다. 아울러, 목표 명령 전류의 양은 공급되는 수소로부터 계산되는 연료의 목표 이용률을 유지하거나 그 이하가 되는 값으로서 설정될 수 있다.
- [0069] 연료 가스 순환 시스템에 의해 재순환되는 연료의 목표 이용률은 연료 전지 스택(1)의 애노드로 공급되는 수소의 양에 대해 연료 전지 스택(1) 내에서 소비되는 수소의 양을 표시한다. 연료의 목표 이용률은 100% 이하이다. 즉, 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류의 양은 연료 전지 스택(1) 내에서 소비되는 수소의 양에 대응한다. 그러므로, 연료 전지 스택(1) 내에서의 수소의 부족이 목표 명령 전류의 양을 연료의 목표 이용률을 유지하거나 그 이하가 되는 값으로서 설정함으로써 방지될 수 있다.
- [0070] 아울러, 목표 명령 전류의 양은 연료 전지 시스템의 2차 배터리(43) 및 보조 기계(44) 내에서 소비되는 전류 또는 전력의 최대량 이하의 값이다.
- [0071] 도8에서, 실선은 연료 가스 공급 시스템에 의해 연료 전지 스택(1)의 애노드로 공급되는 연료의 양을 도시한다. 아울러, 쇄선은 연료의 목표 이용률의 66%에서의 연료 소비의 목표량을 도시한다. 이 때, 제어기(40)는 목표 명령 전류의 양을 연료의 목표 이용률을 유지하는 값으로서 설정한다. 그러므로, 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류는 점선을 따른다.
- [0072] 도9에서, 연료 가스 공급 시스템에 의해 연료 전지 스택(1)의 애노드로 공급되는 연료의 양(도9의 실선)에 큰 변동이 있다. 이 경우, 연료 제어 장치(41)에 의해 추출되는 전류의 양을 신뢰할 수 있게 제어하는 것이 어렵다. 그러므로, 제어기(40)는 목표 명령 전류의 양을 연료의 목표 이용률 이하로 유지되도록 설정한다. 즉, 연료의 목표 이용률의 66%에서의 연료 소비의 목표량은 쇄선을 따른다. 따라서, 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류의 양(즉, 도9의 점선)은 목표 명령 전류의 양을 연료의 목표 이용률의 최소값 이하가 되도록 설정함으로써 제한된다.

- [0073] 이와 같이, 본 발명의 연료 전지 시스템은 개시의 시점에서 연료 가스만을 공급하고, 전류 제어 장치(41)에 의해 전류를 추출한다. 이는 연료 전지 스택(1)의 최소 셀 전압이 0 볼트 이상이 되도록 되어 있다. 그러므로, 연료 전극 내의 연료와 산화제의 혼합에 의해 일어나는 열화가 방지될 수 있고, 따라서 전류를 가능한 한 많이 추출하는 것이 가능하다. 아울러, 전류를 추출할 때 연료 전지 스택(1)의 국소 셀 상의 음(-)의 셀 전압으로부터 야기되는 열화가 방지될 수 있다. 결과적으로, 개시의 시점에서의 연료 전지 스택의 열화가 가능한 한 많이 방지될 수 있다. 따라서, 더 짧은 시간 내에 높은 내구성으로 개시를 수행할 수 있는 연료 전지 시스템이 달성될 수 있다.
- [0074] 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 전류를 추출하는 시점에 대해, 본 발명의 제어기(40)는 연료 전극으로 연료 가스를 공급한다. 그 후에, 전압 센서(30)로부터 얻어지는 최소 전압이 0 볼트 이상이 될 때, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 전류를 추출한다. 그러므로, 충분한 연료가 없이 전류를 추출하는 것으로부터 야기되는 연료 전지 스택(1)의 국소 셀의 열화가 방지될 수 있다. 결과적으로, 개시의 시점에서의 열화가 더욱 신뢰성 있게 방지될 수 있다.
- [0075] 아울러, 신뢰할 수 있는 시점 제어를 수행하기 위해, 본 발명의 제어기(40)는 전압 센서(30)로부터 얻어지는 최소 전압이 소정값 이상(예를 들어, 하나의 셀당 대략 10여 밀리볼트 이상)을 초과한 후에, 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 전류를 추출한다. 심각한 열화가 아직 시작되지 않았고, 전류는 연료 공급이 확인된 후에 추출될 수 있다. 그러므로, 충분한 연료가 없이 전류를 추출하는 것으로부터 야기되는 연료 전지 스택(1)의 국소 연료 전지의 열화가 방지될 수 있다. 결과적으로, 개시의 시점에서의 열화가 더욱 신뢰성 있게 방지될 수 있다.
- [0076] 본 발명의 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류를, 공급되는 연료 가스로부터 계산되는 연료의 목표 이용률을 유지할 수 있는 값으로서 설정되도록 제어한다. 연료 가스의 공급량에 따라 전류의 추출량을 제어함으로써, 불충분한 연료가 과도한 연료 공급의 경우에서도 방지될 수 있다. 아울러, 전류는 열화가 없이 가능한 한 많이 추출된다. 결과적으로, 연료 전지 시스템은 더 짧은 시간 내에 높은 내구성으로 개시를 수행할 수 있다.
- [0077] 본 발명의 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류를, 공급되는 연료 가스로부터 계산되는 연료의 목표 이용률 이하가 되도록 제어한다. 연료 가스의 공급량에 따라 전류의 추출량을 제어함으로써, 연료 불충분이 과도한 연료 공급의 경우에서도 방지될 수 있다. 아울러, 연료의 이용률을 더 낮은 값으로 설정하는 것은 연료의 부족을 방지하는 장점을 증대시킬 수 있다. 또한, 전류는 열화가 없이 가능한 한 많이 추출된다. 결과적으로, 연료 전지 시스템은 더 짧은 시간 내에 높은 내구성으로 개시를 수행할 수 있다.
- [0078] 본 발명의 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)에 지시되는 목표 명령 전류의 양을 연료 전지 시스템의 2차 배터리(43) 및 보조 기계(44) 내에서 소비되는 전류의 최대량 이하가 되도록 설정한다. 목표 명령 전류의 양이 연료 전지 시스템의 상태에 따라 변화되므로, 전류는 열화가 없이 그리고 임의의 오류 없이 가능한 한 많이 추출된다. 따라서, 연료 전지 시스템은 더 짧은 시간 내에 신뢰성 있는 개시를 수행할 수 있다.
- [0079] 본 실시예에서, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)에 지시되는 목표 명령 전류의 양을 연료 전지 시스템의 2차 배터리(43) 및 보조 기계(44) 내에서 소비되는 전력의 최대량 이하가 되도록 설정한다. 목표 명령 전류의 양이 연료 전지 시스템의 상태에 따라 변화되므로, 전류는 열화가 없이 그리고 임의의 오류 없이 가능한 한 많이 추출된다. 아울러, 전압 변동은 적절하게 처리될 수 있다. 이와 같이, 연료 전지 시스템은 더 짧은 시간 내에 임의의 오류 없이 신뢰성 있는 개시를 수행할 수 있다.
- [0080] 본 실시예에서, 연료 전지 스택(1) 내에서 소비되지 않은 연료 가스를 연료 가스 공급 시스템으로 순환시키기 위한 연료 가스 순환 시스템이 제공된다. 개시 시에 연료 전극을 완전히 폐쇄함으로써, 연료 전지 시스템으로부터의 연료 가스의 방출이 개시의 시점에서 방지될 수 있다. 따라서, 연료 가스는 개시 중에 방출되지 않는다. 아울러, 연료 순환 펌프(7)가 본 실시예에서 연료 가스를 순환시키기 위한 수단으로서 사용된다. 그러나, 배출기가 사용될 수도 있다.
- [0081] 본 실시예에서, 전압 센서(30)는 연료 전지 스택(1)의 각각의 셀 내에 설치된다. 결과적으로, 열화 또는 열화의 가능성이 더욱 신뢰성 있게 결정될 수 있다.
- [0082] 본 실시예에서, 전압 센서(30)는 연료 전지 스택(1)의 수 개의 셀마다 설치된다. 결과적으로, 열화 또는 열화의 가능성이 단순한 특징에 의해 더욱 신뢰성 있게 결정될 수 있다. 따라서, 연료 전지 시스템은 더 낮은 비용

으로 제공될 수 있다.

[0083] 본 실시예에서, 한 쌍의 전압 센서(30)가 단일 셀 또는 복수의 셀의 2개의 지점 내에서 전압을 측정하도록 제공된다. 결과적으로, 전압 센서들 중 하나가 고장이 나더라도 교체 없이 구동을 유지하는 것이 가능하다. 따라서, 연료 전지 시스템의 신뢰성이 개선될 수 있다.

[0084] 본 실시예에서, 연료 전극의 연료 가스 공급측 및 연료 가스 배출측의 2개의 지점의 전압이 단일 셀 또는 복수의 셀에 대해 측정된다. 결과적으로, 연료 가스가 셀 내에서 공급되고 있는 상태가 신뢰성 있게 결정될 수 있다. 아울러, 개시의 시점에서의 열화가 방지될 수 있다.

[0085] 제2 실시예

[0086] 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따라 구성된 연료 전지 시스템이 아래에서 설명될 것이다. 바람직한 제2 실시예의 연료 전지 시스템의 특징은 바람직한 제1 실시예(도1 내지 도5)의 특징과 본질적으로 일치한다. 따라서, 각각의 특징의 구체적인 설명은 아래에서 제공되는 것 이외에는, 본 명세서에서 생략된다.

[0087] 바람직한 제2 실시예의 제어기(40)는 후술되는 바와 같이, 제1 실시예의 제어기와 상이하다. 첫째로, 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류는 개시의 시점에서 전압 센서(30)에 의해 얻어지는 모든 전압이 0 볼트 이상이 되도록 제어된다. 전류는 개시의 시점에서 전압 센서(30)에 의해 얻어지는 모든 전압이 0 볼트 이상이 될 때 최대값이다. 둘째로, 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류는 2차 배터리(43)로의 충전량 및 연료 전지 시스템의 보조 기계(44)의 소비 전력의 합에 의해 결정되는 최대값이다.

[0088] 개시의 시점에서의 제어기의 전체적인 제어는 제1 실시예(도6 및 도7)와 유사하다. 따라서, 그에 대한 구체적인 설명은 본 명세서에서 생략될 것이다.

[0089] 바람직한 제2 실시예는 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터의 전류 추출을 시작한 후의 전류 제어(도6의 S107)를 특징으로 한다. 따라서, 특유한 특징이 바람직한 제2 실시예의 전류 제어 장치(41)의 전류 제어를 도시하는 타이밍 차트를 도시하는 도10 및 도11을 참조하여 구체적으로 설명될 것이다.

[0090] 바람직한 제2 실시예에서, 전압 센서(30)로부터 얻어지는 전압은 전류 추출을 시작한 후에도 모니터링된다. 아울러, 최소 전압은 결국 최소 셀 전압에 따라 목표 명령 전류의 양을 변화시키기 위해 모니터링에 의해 갱신된다. 즉, 도10 및 도11에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 셀 전압이 전압 1, 전압 2 및 전압 3과 같은 시간적 전개를 따를 때, 목표 명령 전류의 양은 최소값(전압 3)에 따라 변화된다. 구체적으로, 전압이 대략 0 볼트가 되면, 목표 명령 전류는 더 낮은 값을 갖는다. 아울러, 전압이 0 볼트보다 훨씬 더 커지면, 목표 명령 전류는 더 높은 값을 갖는다.

[0091] 위에서 설명된 바와 같이, 바람직한 제2 실시예의 연료 전지 시스템에서, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류를 제어한다. 이는 개시의 시점에서 전압 센서(30)로부터 얻어지는 모든 전압이 0 볼트 이상이 되도록 되어 있다. 이로 인해, 측정되는 연료 전지 스택(1)의 국소 셀 내에서, 불충분한 연료 상태에서의 전류 인출에 의한 열화가 방지될 수 있다. 결과적으로, 개시의 시점에서의 열화가 셀들 사이의 연료의 변동이 크더라도 신뢰성 있게 방지될 수 있다.

[0092] 제2 실시예에서, 제어기(40)에 대해, 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류는 개시의 시점에서 전압 센서(30)로부터 얻어지는 모든 전압이 0 볼트 이상이 될 때, 최대 전류로서 제공된다. 전류 제어 장치(41)가 추출할 수 있는 만큼 많은 전류를 추출함으로써, 연료 전극 내의 연료와 산화제의 혼합물에 의한 열화가 극적으로 제한될 수 있다. 아울러, 전류는 임의의 열화 없이 가능한 한 많이 추출될 수 있다. 결과적으로, 개시는 더 짧은 시간 내에 열화가 극적으로 제한되며 달성될 수 있다.

[0093] 제2 실시예에서, 제어기(40)에 대해, 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류는 2차 배터리(43)로의 충전량 및 연료 전지 시스템의 보조 기계(44) 내에서 소비되는 전력의 합으로부터 결정되는 최대값으로서 제공된다. 전류의 양을 연료 전지 시스템 상의 구조적 제약으로부터 얻어지는 양에 따라 결정함으로써, 전류의 양은 연료 전지 시스템의 상태에 따라 설정될 수 있다. 아울러, 전류는 임의의 열화가 없이 가능한 한 많이 추출될 수 있다. 결과적으로, 연료 전지 시스템의 상태에 적응된 개시 제어가 수행될 수 있고, 개시는 더 짧은 시간 내에 달성될 수 있다.

[0094] 제3 실시예

- [0095] 본 발명의 바람직한 제3 실시예에 따라 구성된 연료 전지 시스템이 아래에서 설명될 것이다. 제3 실시예의 연료 전지 시스템의 특징은 바람직한 제1 실시예(도1 내지 도5)와 본질적으로 일치한다. 따라서, 각각의 특징의 구체적인 설명은 아래에서 제공되는 것 이외에는, 본 명세서에서 생략될 것이다.
- [0096] 바람직한 제3 실시예의 제어기(40)는 후술되는 바와 같이, 제1 실시예의 제어기와 상이하다. 첫째로, 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류는 전압 센서(30)에 의해 얻어지는 연료 전지 스택(1)의 총 전압에 따라 제어된다. 전류는 연료 전지 스택(1)의 총 전압이 증가함에 따라 증가하도록 제어되고, 전류는 전압 센서(30: 전압 측정 수단)로부터 얻어지는 모든 전압의 변동이 소정값 이하가 되도록 제어된다.
- [0097] 개시의 시점에서의 제어기의 전체적인 제어는 제1 실시예(도6 및 도7)와 유사하다. 따라서, 그에 대한 구체적인 설명은 본 명세서에서 생략될 것이다.
- [0098] 제3 실시예는 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터의 전류 추출을 시작한 후의 전류 제어(도6의 S107)를 특징으로 한다. 전류 제어는 도12를 참조하여 구체적으로 설명될 것이다.
- [0099] 도12는 바람직한 제3 실시예의 전류 제어 장치(41)의 전류 제어를 도시하는 타이밍 차트를 도시한다. 도12에서, 쇄선은 스택의 총 전압을 표시하고, 실선은 전압 변동(Vdiff)의 정도를 표시하고, 점선은 전류 제어 장치(41)에 의해 추출되는 전류를 표시한다.
- [0100] 제3 실시예에서, 전압 센서(30: 예를 들어, 임의의 전압 측정 수단)에 의해 얻어지는 모든 전압 변동(Vdiff)의 정도가 계산되고, 목표 명령 전류의 양은 전압 변동의 정도에 따라 변화된다. 즉, 전압 변동(Vdiff)의 정도가 더 높아질수록, 목표 명령 전류의 양은 더 낮게 설정되고, 그 반대로 가능하다.
- [0101] 전압 변동(Vdiff)의 정도를 계산하는 방법은 다음과 같다:
- [0102] 
$$Vdiff1 = \text{평균 셀 전압} - \text{최소 셀 전압} \quad (3)$$
- [0103] 
$$Vdiff2 = \text{최대 셀 전압} - \text{최소 셀 전압} \quad (4)$$
- [0104] 
$$Vdiff3 = (\text{평균 셀 전압} - \text{최소 셀 전압}) / \text{평균 셀 전압} \quad (5)$$
- [0105] 전술된 바와 같이, 제3 실시예의 연료 전지 시스템에서, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류를 연료 전지 스택(1)의 총 전압이 증가함에 따라 증가하도록 전압 센서(30)에 의해 얻어지는 연료 전지 스택(1)의 총 전압에 따라 제어한다. 전류의 양을 연료 전지 스택의 총 전압에 의존하여 설정함으로써, 개시 제어는 종래의 연료 전지 시스템에 구성요소를 추가하지 않고서 제공될 수 있다. 따라서, 개시의 시점에서의 열화가 더 낮은 비용으로 효과적으로 방지될 수 있다. 아울러, 전류는 임의의 열화 없이 가능한 한 많이 추출될 수 있고, 개시는 더 짧은 시간 내에 달성될 수 있다.
- [0106] 제3 실시예에서, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)를 거쳐, 전압 센서(30)에 의해 얻어지는 바와 같은 연료 전지 스택(1)의 총 전압의 증가가 있을 때, 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류의 증가를 제어한다. 전류의 양은 연료 전지 스택(1)의 총 전압에 따라 제어된다. 전류는 전압이 더 높을 때 더 높도록 제어되고, 그 반대로 가능하다. 아울러, 불충분한 연료뿐만 아니라 연료 전극 내의 연료와 산화제의 혼합물에 의한 임의의 열화를 효과적으로 제한하는 것이 가능하다. 그러므로, 개시의 시점에서 일어나는 임의의 열화를 제한하는 것이 가능하다. 아울러, 전류는 열화 없이 가능한 한 많이 추출될 수 있고, 개시는 더 짧은 시간 내에 달성될 수 있다.
- [0107] 제3 실시예에서, 제어 수단(40)은 전압 센서(30)로부터 얻어지는 총 전압의 변동이 소정값 이하가 되도록 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 추출되는 전류를 제어한다. 전압 변동이 모든 전압에서 계산되며, 변동이 작을 때 전류의 양이 증가되고, 그 반대로 가능하므로, 불충분한 연료 상태에서의 전류 인출에 의한 열화가 효과적으로 방지될 수 있다. 아울러, 전류는 임의의 열화 없이 가능한 한 많이 추출될 수 있고, 개시는 더 짧은 시간 내에 달성될 수 있다.
- [0108] 제4 실시예
- [0109] 제어기(40)는, 산화제 전극으로 산화제 가스를 공급하지 않으면서 연료 가스가 연료 전극으로 공급된 후에, 전류 제어 장치(41)를 거쳐 전류 추출을 시작하고, 연료 전지 스택(1)의 전압에 기초하여 전류 추출을 종결한다. 그 후에, 제어기(40)는 발전을 시작하기 위해 연료 전지 스택(1)의 산화제 전극으로 산화제 가스를 공급한다. 일 실시예에서, 전압 센서(30)에 의해 얻어지는 연료 전지 스택(1)의 총 전압에 기초하여, 전류 제어 장치(41)

가 전류 추출을 종결할지의 여부가 결정된다.

- [0110] 아울러, 제어기(40)는, 산화제 가스 농도에 대한 연료 가스 농도의 비율이 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압)에 기초하여 연료 전극 내에서 소정값을 초과한다고 결정되면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다.
- [0111] 또한, 제어기(40)는 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압)에 기초하여, 산화제 가스 농도에 대한 연료 가스 농도의 비율이 연료 전극 내에서 소정값 이상인 것을 결정한다. 아울러, 동시에, 산화제 전극의 산화제 가스 농도가 감소하기 시작할 때, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다.
- [0112] 또한, 제어기(40)는 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압)이 감소하면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 구체적으로, 제어기(40)는 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압)의 최대값을 기록하고, 연료 전지 스택(1)의 전압이 최대값으로부터 소정의 값 또는 비율로 감소되면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다.
- [0113] 이와 같이, 본 실시예에서, 연료 전지 스택(1)의 전압 파라미터에 기초하여, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출이 종결될지의 여부가 결정된다.
- [0114] 다음으로, 이제 도6을 참조하여, 바람직한 제1 실시예와 다른 부분이 설명될 것이다.
- [0115] 일 실시예에서, 전류 추출이 시작될지는 연료 가스 순환이 연료 가스 순환 시스템에 의해 시작된 후 또는 수소의 공급이 연료 가스 공급 시스템에 의해 시작된 후의 소정 시간을 타이머(39)가 카운팅하는지에 기초하여 결정된다. 대안적으로, 상기 사항은 수소가 연료 가스 공급 시스템에 의해 공급되기 시작함과 동시에(대기하지 않고서) 결정된다.
- [0116] 도7의 그래프 (c)에 도시된 바와 같이, 제어기(40)에 의해 전류 제어 장치(41)에 지시되는 목표 명령 전류량(VLC 목표 명령)이 시점(T3), 즉 연료 가스 순환 시스템에 의한 연료 가스 순환을 시작한 후에 타이머(39)에 의해 측정되는 시점에서 설정되지만, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출은 실제로는 연료 가스 공급 시스템에 의한 수소의 공급 시작 후에[연료 전지 스택(1)의 셀 전압의 최소값이 0 볼트 또는 소정값을 초과한 후에] 타이머(39)에 의해 측정되는 시점에서 시작된다[예를 들어, 도7의 그래프 (f) 참조].
- [0117] 다음으로, 전류 제어 장치(41)에 의한 연료 전지 스택(1)으로부터의 전류 추출이 종결될지의 여부가 결정된다(S108). 그렇다면, 산화제 가스 공급 시스템은 연료 전지 스택(1)의 캐소드로 공기를 공급하기 시작한다(S109).
- [0118] 일 실시예에서, 전류 추출이 종결될지의 여부는 넓은 의미에서 개시 VLC에서 결정된다.
- [0119] 다음으로, VLC에 의한 개시 제어가 완료될지의 여부가 결정된다(S110). 그렇다면, 개시 제어가 완료되고, 종래의 구동 제어가 수행된다.
- [0120] 일 실시예에서, 개시 제어가 완료될지의 여부는 전류 제어 장치(41)에 의해 전류 추출을 종결하거나 전류 추출을 시작한 후의 소정 시간을 타이머(39)가 측정하는지에 기초하여 결정된다. 대안적으로, 그러한 작동은 연료 전지 스택(1)의 전압 파라미터[예를 들어, 연료 전지 스택(1)의 총 전압]의 변화에 기초하여 수행된다.
- [0121] 도7의 타이밍 차트 (e) 및 (f)에서, 전류 추출이 전류 제어 장치(41)에 의해 종결될지(VLC 종료)의 여부가 시점(T8)에서 결정된다. 아울러, 도7의 타이밍 차트 (c) 및 (d)에 도시된 바와 같이, 공기 공급이 소정의 시간 후의 시점(T9)에서 산화제 가스 공급 시스템에 의해 시작되고, 그 다음 수소의 압력이 시점(T10)에서 증가된다[도7의 (a) 참조]. 그 후에, 개시 제어가 완료될지의 여부가 시점(T11)에서 결정된다.
- [0122] 전류 추출이 전류 제어 장치(41)에 의해 종결될지의 여부를 결정하는 과정(S108)이 도13 내지 도15를 참조하여 아래에서 상세하게 설명될 것이다. 도13은 전류 추출이 본 발명의 일 실시예에 따른 전류 제어 장치(41)에 의해 종결될지의 여부를 결정하는 과정을 설명하기 위한 그래프를 도시한다. 더욱 구체적으로, 도13은 전류 추출 기간 중의 연료 전지 스택(1)의 총 전압 및 전류 추출의 추이를 도시하는 예시적인 타이밍 차트를 도시한다. 도14는 도13에 도시된 바와 같이, 전류 추출 기간 중의 연료 전지 스택(1)의 총 전압 및 전류 추출이 변할 때, 연료 전극에서의 수소 농도, 산소 농도 및 질소 농도의 추이와, 산화제 전극에서의 산소 농도 및 질소 농도의 추이를 도시하는 예시적인 타이밍 차트를 도시한다. 도15는 수소가 산소가 혼합될 때 측정되는 혼합 전위를 설명하기 위한 그래프를 도시한다.
- [0123] 전술된 바와 같이, 전류 추출이 전류 제어 장치(41)에 의해 종결될지의 여부는 전압 센서(30)에 의해 측정되는

연료 전지 스택(1)의 총 전압에 기초하여 결정된다. 더욱 구체적으로, 도13에 도시된 바와 같이, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출은 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압)이 감소할 때 종결된다. 즉, 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압)의 최대값이 기록되고, 전류 제어 장치(41)에 의한 전류 추출은 전압이 최대값으로부터 소정의 값 또는 비율로 감소될 때 종결된다. 도13에서, 연료 전지 스택(1)의 총 전압(도13의 "A")이 소정값 이상(예를 들어, 최대 전압의 30%)만큼 저하될 때, 전류 추출이 종결된다.

[0124] 이제 도14를 참조하여, 전류 추출 기간 중의 각각의 가스 농도의 변화가 설명될 것이다. 도14에서, 전류 추출 기간의 제1 반부가 Ta로서 표시되고, 다른 반부가 Tb로서 표시된다. 전류 추출 기간의 제1 반부(Ta) 중에, 산소와 수소가 연료 전극측에서 혼합되고, 산소는 전류 추출을 통해 소비되고 수소로 교체된다. 다음으로, 전류 추출 기간의 제1 반부(Ta) 중에, 산소는 연료 전극측에서 수소로 교체되어 산소가 거의 소비되고, 산화제 전극측에서의 산소는 전류 추출을 통해 제거된다. 이와 같이, 산소가 산화제 전극측에서 충분히 공급되면, 연료 전지 스택(1)에서의 총 전압(A) 및 전류 추출(B)이 감소된다.

[0125] 상기 과정은 혼합 전위를 사용하여 설명될 수 있다. 도15는 전압 센서(30)에 의해 측정되는 셀 전압의 그래프를 도시하고, 여기서 수소와 산소의 혼합비 및 표준 수소 전극이 각각 x 및 y 축에 표시되어 있다. 도10은 연료 전극측에서의 가스 분위기가 90%:10%로 수소 및 산소를 포함하고, 산화제 전극측에서의 가스 분위기가 50%:50%의 비율로 수소 및 산소를 포함할 때, 연료 전극 및 산화제 전극에서의 전위들 사이의 차이(셀 전압)를 도시한다.

[0126] 연료 공급이 시작되면, 교체가 연료 전지 스택(1) 내에서 수행되고, 연료 전극측에서의 수소의 농도가 낮으므로, 연료 전극에서의 전위는 산화제 전극에서의 전위와 실질적으로 동일하고, 연료 전지 스택(1)의 총 전압은 0 볼트에 접근된다. 그 후에, 연료 전극측에서의 수소 농도는 연료 공급을 통해 증가되며, 연료 전극의 전위는 감소하고, 이는 연료 전극과 산화제 전극 사이의 전위차를 일으킨다. 그 다음, 산화제 전극측에서의 산소가 소멸됨에 따라, 산화제 전극에서의 전위는 연료 전극에서의 전위에 가까워진다. 아울러, 셀 전압이 감소하고 연료 전지 스택(1)의 총 전압이 감소하므로, 연료 전지 스택(1)으로부터 방출되는 전류의 양도 동시에 감소된다.

[0127] 따라서, 전류 추출이 전류 제어 장치(41)에 의해 종결될지의 여부를 결정하기 위한 조건으로서 역할할 수 있는 적어도 2가지 특징, 즉 연료 전극에서의 산화제 가스 농도에 대한 연료 가스 농도의 비율이 소정값을 초과하는지 그리고/또는 동시에 산화제 전극에서의 산화제 가스 농도가 감소하기 시작하는지가 있다. 그러한 조건을 결정하는 것은 도13을 참조하여 상세하게 설명된, 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압)에 기초하여 수행된다.

[0128] 전술된 바와 같이, 본 발명의 연료 전지 시스템에서, 개시 단계 중에, 제어기(40)는 산화제 전극으로 산화제 가스를 공급하지 않으면서 연료 전극으로 연료 가스를 공급한 후에 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 시작한다. 제어기는 그 다음 연료 전지 스택(1)의 전압에 기초하여 전류 추출을 종결하고, 산화제 전극으로 산화제 가스를 공급함으로써 전류 생성을 시작한다.

[0129] 그러므로, 개시 단계 중에, 연료 전극 내에서 연료 가스와 산화제 가스를 혼합하는 것에 의한 촉매 열화가 방지될 수 있다. 아울러, 연료 전지 스택(1)의 상태에 기초하여 시스템을 제어함으로써, 개시 시간 및 개시를 위해 소비되는 연료의 양이 감소될 수 있다. 결과적으로, 개시 시간을 감소시킴으로써 높은 효율을 유지하면서, 개시 단계 중에 열화를 방지함으로써, 우수한 내구성을 갖는 연료 전지 시스템을 얻는 것이 가능하다.

[0130] 아울러, 실시예에서, 제어기(40)는 전압 센서(30)에 의해 측정되는 연료 전지 스택(1)의 총 전압에 기초하여, 전류 추출이 전류 제어 장치(41)에 의해 종결될지를 결정한다. 따라서, 연료 전지 스택(1)의 총 전압에 기초하여 전류 추출 종결 조건을 결정함으로써, 그러한 목적에 대해 맞춰진 임의의 추가 구성요소 없이 전류 추출 종결 조건을 쉽게 결정하는 것이 가능하다. 아울러, 임의의 비용 증가 없이 개시 단계 중에 열화를 방지하는 것이 가능하다. 결과적으로, 우수한 내구성 및 높은 효율을 갖는 연료 전지 시스템이 개시 시간을 감소시킴으로써 얻어질 수 있다.

[0131] 또한, 실시예에서, 전압 센서(30)는 연료 전지 스택(1)의 각각의 셀 내에 설치된다. 제어기(40)는 전압 센서(30)에 의해 측정되는 전압에 기초하여 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 그러므로, 종결 조건을 결정하기 위해 연료 전지 스택(1)의 상태를 정확하게 점검하여, 우수한 내구성을 갖는 연료 전지 시스템을 얻는 것이 가능하다.

[0132] 아울러, 실시예에서, 한 쌍의 전압 센서(30)가 하나 이상의 셀 내에서 연료 전극의 연료 가스 공급측 및 연료

가스 배기측에서 전압을 측정한다. 그러므로, 종결 조건을 결정하기 위해 연료 전지 스택(1)의 연료 전극에서의 연료 가스의 교체율을 정확하게 점검하여, 우수한 내구성을 갖는 연료 전지 시스템을 얻는 것이 가능하다.

[0133] 또한, 실시예에서, 제어기(40)가 연료 전극에서의 산화제 가스 농도에 대한 연료 가스 농도의 비율이 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압)에 기초한 소정값을 초과한다고 결정하면, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 이와 같이, 개시 단계 중에 연료 전극 내에서 연료 가스와 산화제 가스를 혼합하는 것에 의한 촉매 열화가 방지될 수 있다. 아울러, 연료 전지 스택(1)의 상태에 기초하여 시스템을 제어함으로써, 개시 시간 및 연료 소비량도 감소될 수 있다. 결과적으로, 개시 시간을 감소시킴으로써 높은 효율을 유지하면서, 개시 단계 중에 열화를 방지함으로써, 우수한 내구성을 갖는 연료 전지 시스템을 얻는 것이 가능하다.

[0134] 추가적으로, 실시예에서, 제어기(40)는 연료 전극에서의 산화제 가스 농도에 대한 연료 가스 농도의 비율이 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압)에 기초한 소정값을 초과하고, 산화제 전극의 산화제 가스 농도가 감소하기 시작한다고 결정되면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 이와 같이, 개시 단계 중에 연료 전극 내에서 연료 가스와 산화제 가스를 혼합함으로써 야기되는 촉매 열화를 결정함으로써 그리고 산화제 전극 내의 산화제 농도의 감소를 점검함으로써, 열화가 개시 단계에서 억제될 수 있다. 또한, 개시 단계에서 열화를 방지하기 위해 열화의 진행을 모니터링하는 것이 가능하다. 결과적으로, 종결 조건을 정확하게 결정하여, 우수한 내구성을 갖는 연료 전지 시스템을 얻는 것이 가능하다.

[0135] 아울러, 실시예에서, 제어기(40)는 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압)이 감소하면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 이와 같이, 개시 단계에서, 연료 전지 스택(1)의 전압이 감소하면 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결함으로써, 연료 전극 내의 연료 가스가 산화제 가스에 대해 충분히 풍부한지 그리고 산화제 전극에서의 산화제 가스 농도가 낮고 열화에 대한 증가된 가능성이 있는지의 여부가 쉽게 결정될 수 있다. 결과적으로, 전류 추출 종결 조건을 쉽게 결정하고 우수한 내구성을 갖는 연료 전지 시스템을 얻는 것이 가능하다.

[0136] 또한, 실시예에서, 제어기(40)는 연료 전지 스택(1)의 전압이 전압의 최대값으로부터 소정의 값 또는 비율만큼 감소되면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 이와 같이, 개시 단계에서 전압의 시간 궤적에 기초하여 전류 제어 장치(41)에 의한 전류 추출 종결 조건을 결정함으로써, 연료 전극 내의 연료 가스가 풍부하고 산화제 전극에서의 산화제 가스 농도가 상당히 낮은지의 여부가 쉽게 결정될 수 있다. 결과적으로, 종결 조건을 더욱 정확하게 결정할 수 있으며 우수한 내구성을 갖는 연료 전지 시스템을 얻는 것이 가능하다.

[0137] 아울러, 실시예에서, 연료 시스템은 연료 전지 스택(1) 내에 잔류하는 연료 가스를 연료 가스 공급 시스템으로 순환시키기 위한 연료 가스 순환 시스템을 포함한다. 그러므로, 연료 소비 및 배기는 낮아질 수 있으며, 연료 효율은 높아져, 효율적인 연료 전지 시스템을 생성한다. 또한, 이러한 예에서, 연료 순환 펌프(7)가 연료 가스를 순환시키기 위한 수단으로서 사용되지만, 배출기가 순환 수단으로서 사용될 수도 있다.

[0138] 도1에 도시된 바와 같이, 연료 전지 스택(1)은 전형적으로 보호를 위해 연료 전지 스택(1)의 케이스(20) 내에 설치된다. 제1 변형예에 따르면, 연료 전지 스택의 케이스(20) 내의 연료 가스 농도가 소정의 농도를 초과할 때, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41: 예를 들어, 임의의 전류 추출 수단)를 통한 전류 추출을 강제로 종결할 수 있다. 이와 같이, 연료 전지 스택의 케이스(20) 내의 연료 가스 농도가 허용 가능한 연료 가스 농도값을 초과하면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 강제로 종결함으로써, 연료 전지 스택(1)은 적절하게 활성화될 수 있다.

[0139] 아울러, 연료 가스 농도 센서(34)가 연료 전지 스택(1)의 케이스(20) 내에 설치되면, 연료 가스 농도 센서(34)는 연료 전지 스택(1)의 케이스(20) 내의 연료 가스 농도를 측정한다. 그러한 구성을 채용함으로써, 연료 가스 농도를 정확하게 검출하는 것이 가능하다.

[0140] 연료 가스 농도 센서(34)가 연료 전지 스택의 케이스(20) 내에 설치되지 않으면, 제어기(40)는 연료 전극에서의 연료 가스 압력 및 전류 제어 장치(41)에 의한 전류 추출 기간에 기초하여, 연료 전지 스택의 케이스(20) 내의 연료 가스 농도를 계산할 수 있다. 일 실시예에서, 연료 가스 농도는 예를 들어 실험 데이터에 기초하여 준비된, 연료 가스 농도를 대응하는 전류 추출 기간 및 연료 전극에서의 연료 가스 압력에 맵핑시키는 표를 참조함으로써 추산될 수 있다. 이와 같이, 연료 가스 농도 센서(34)를 사용하지 않고서 연료 가스 압력 및 전류 추출 기간에 기초하여 연료 가스 농도를 추산함으로써, 비용을 증가시키지 않고서 시스템을 적절하게 활성화하는 것이 가능하다.

- [0141] 아울러, 연료 가스 농도 센서(34)가 연료 전지 스택(1)의 케이스(20)의 출구에 설치되면, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)가 소정의 기간 이상 동안 전류 추출을 수행할 때, 연료 전지 스택의 케이스(20)에 공기를 공급할 수 있다. 아울러, 연료 가스 농도 센서(34)의 측정값이 소정값 이하이면, 추산되는 연료 가스 농도값은 더 낮은 값으로 수정될 수 있다. 반면에, 연료 가스 농도 센서(34)의 측정값이 소정값을 초과하면, 추산되는 연료 가스 농도값은 더 높은 값으로 수정될 수 있다. 이와 같이, 연료 전지 스택(1)의 상태에 기초하여 연료 가스 농도의 추산값을 변화시킴으로써, 연료 전지 시스템은 적절하게 활성화될 수 있다.
- [0142] 제2 변형예에 따르면, 제어기(40)는 산화제 전극에서의 연료 가스 농도가 소정값을 초과할 때, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 강제로 종결할 수 있다. 이와 같이, 산화제 전극에서의 연료 가스 농도가 허용 가능한 연료 가스 농도값을 초과할 때, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 강제로 종결함으로써, 연료 전지 스택(1)은 적절하게 활성화될 수 있다.
- [0143] 또한, 연료 가스 농도 센서(34)가 산화제 전극 내에 설치되면, 연료 가스 농도 센서(35)는 산화제 전극에서의 연료 가스 농도를 측정한다. 그러므로, 연료 가스 농도를 정확하게 검출하는 것이 가능하다.
- [0144] 연료 가스 농도 센서(34)가 산화제 전극 내에 설치되지 않으면, 제어기(40)는 연료 전극에서의 연료 가스 압력 및 전류 제어 장치(41: 전류 추출 수단)에 의한 전류 추출 기간에 기초하여 산화제 전극에서의 연료 가스 농도를 추산할 수 있다. 일 실시예에서, 연료 가스 농도는 예를 들어 실험 데이터에 기초하여 준비된, 연료 가스 농도를 전류 추출 기간 및 연료 전극에서의 연료 가스 압력에 대응하게 맵핑시키는 표를 참조함으로써 추산될 수 있다. 이와 같이, 연료 가스 농도 센서를 사용하지 않고서 연료 가스 압력 및 전류 추출 기간에 기초하여 연료 가스 농도를 추산함으로써, 시스템은 비용을 증가시키지 않고서 적절하게 활성화될 수 있다.
- [0145] 아울러, 제어기(40)는 전해막 내의 습도에 기초하여 산화제 전극에서의 연료 가스 농도를 수정할 수 있다. 이와 같이, 전해막 내의 습도를 검출하고 검출된 습도에 기초하여 산화제 전극에서의 연료 농도를 수정함으로써, 연료 가스 농도를 정밀하게 추산하는 것이 가능하다.
- [0146] 또한, 타이머(39)는 연료 전지 시스템의 이전의 정지로부터 개시까지의 기간을 측정한다. 제어기(40) 내에서, 타이머(39)는 측정된 기간에 기초하여 전해막의 습도를 추산한다. 이와 같이, 측정된 기간에 기초하여 전해막의 습도를 추산함으로써, 시스템 내에서 습도 검출 수단을 생략하는 것이 가능하다. 그러므로, 연료 전지 시스템은 비용 증가 없이 적절하게 활성화될 수 있다.
- [0147] 아울러, 연료 가스 농도 센서(35)가 산화제 전극 내에 설치되면, 제어기(40)는, 연료 전극에서의 연료 가스 압력이 소정값이고 전류 제어 장치(41)가 소정의 기간 이상 동안 전류 추출을 수행할 때, 산화제 전극에 산화제 가스를 공급할 수 있다. 또한, 연료 가스 농도 센서(35)의 측정값이 소정값 이하이면, 추산되는 연료 가스 농도값은 더 낮은 값으로 수정될 수 있다. 반면에, 연료 가스 농도 센서(35)의 측정값이 소정값을 초과하면, 추산되는 연료 가스 농도값은 더 높은 값으로 수정될 수 있다. 이와 같이, 연료 전지 스택(1)의 상태에 기초하여 연료 가스 농도의 추산값을 변화시킴으로써, 연료 전지 시스템은 적절하게 활성화될 수 있다.
- [0148] 도1에 도시된 바와 같이, 산화제 전극에서의 산화제 가스 유동을 검출하기 위한 산화제 유동 검출기(31)가 제공되면, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 수행하면서 산화제 공급량을 검출할 수 있다. 제3 변형예에 따르면, 제어기(40)는, 그 후 산화제가 더 이상 공급되지 않을 때, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결할 수 있다. 이와 같이, 개시 단계에서 산화제 전극에서의 산화제 가스 공급량을 검출함으로써, 산화제 전극에서의 산화제 가스의 소비가 종결될지의 여부를 결정하여, 전류 추출의 종결을 더욱 정확하게 결정하는 것이 가능하다.
- [0149] 제5 실시예
- [0150] 본 발명의 바람직한 제5 실시예에 따라 구성된 연료 전지 시스템이 아래에서 설명될 것이다. 제5 실시예의 연료 전지 시스템의 구성은 제4 실시예의 구성과 유사하다. 따라서, 그의 구성요소들의 상세한 설명은 본 명세서에서 생략될 것이다.
- [0151] 이러한 실시예에서, 제어기(40)는 개시 단계에서, 산화제 가스가 연료 전지 스택(1)의 산화제 전극으로 공급되지 않을 때, 연료 전극으로 연료 가스를 공급한다. 그 다음, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41: 예를 들어, 임의의 전류 추출 수단)를 통한 전류 추출을 시작한다. 다음으로, 제어기(40)는 연료 전지 스택(1)의 전류에 기초하여 전류 추출을 종결한다. 그 후에, 제어기(40)는 전류 생성을 시작하기 위해 연료 전지 스택(1)의 산화제 전극으로 산화제 가스를 공급한다. 따라서, 전류 추출이 종결될지의 여부는 이러한 실시예에서 연료 전지 스택

(1)의 전류에 기초하여 결정되고, 전류 추출 종결 조건의 결정은 제4 실시예에서의 연료 전지 스택(1)의 전압에 기초하여 수행된다.

- [0152] 제5 실시예에서, 전류 제어 장치(41) 내의 전류 추출 종결 조건을 결정하는 것은 전류 제어 장치(41)에 제공되는 목표 명령 전류 및 전류 제어 장치(41)에 의해 연료 전지 스택(1)으로부터 방출되는 실제 전류값을 모니터링함으로써 수행된다. 아울러, 실제 전류가 목표 명령 전류 미만이 되는지의 여부가 결정된다. 실제 전류가 목표 명령 전류 미만이 되면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출이 종결된다.
- [0153] 아울러, 제어기(40)는, 연료 전극 내의 산화제 가스 농도에 대한 연료 가스 농도의 비율이 소정값을 초과한다고 결정되면, 연료 전지 스택(1)의 전류에 기초하여 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다.
- [0154] 또한, 제어기가 연료 전극 내의 산화제 가스 농도에 대한 연료 가스 농도의 비율이 연료 전지 스택(1)의 전류에 기초한 연료 전극 내의 소정값을 초과하고, 동시에 산화제 전극에서의 산화제 가스 농도가 감소하기 시작한다고 결정하면, 제어기는 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다.
- [0155] 또한, 제어기(40)는, 연료 전지 스택(1)의 전류가 감소하고 있다고 결정되면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 특히, 제어기(40)는 연료 전지 스택(1)의 전류의 최대값을 기록하고, 전류가 최대값으로부터 소정의 값 또는 비율만큼 감소된다고 결정되면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다.
- [0156] 아울러, 개시 단계 중의 제어기(40)의 작동이 제4 실시예(도6 및 도7 참조)와 실질적으로 동일하므로, 그의 상세한 설명은 본 명세서에서 생략될 것이다.
- [0157] 이러한 실시예에 따른 전류 제어 장치(41) 내의 전류 추출 종결 조건의 결정(도6의 단계 S108)이 이제 도13을 참조하여 상세하게 설명될 것이다.
- [0158] 전술된 바와 같이, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출은 연료 전지 스택(1)의 전류가 감소한다고 결정되면, 종결된다. 또한, 연료 전지 스택(1)의 전류의 최대값이 기록되고, 전류 제어 장치(41)에 의한 연료 전지 스택(1)의 연료 추출은 전류가 최대값으로부터 소정의 값 또는 비율만큼 감소된다고 결정되면, 종결된다. 예를 들어, 도13에 도시된 바와 같이, 연료 전지 스택(1)의 전류가 소정값(예를 들어, 최대 전류의 20%)만큼 감소되면, 전류 추출이 종결된다.
- [0159] 전술된 바와 같이, 제5 실시예의 연료 전지 시스템에서, 제어기(40)는 산화제 가스가 산화제 전극으로 공급되지 않을 때 연료 전극으로 연료 가스를 공급하고, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 시작하고, 연료 전지 스택(1)의 전류 추출을 종결한다. 그 후에, 제어기(40)는 전류 생성을 시작하기 위해 산화제 전극으로 산화제 가스를 공급한다. 그러므로, 개시 단계에서, 연료 전극 내에서 연료 가스와 산화제 가스를 혼합하는 것에 의한 촉매 열화가 방지될 수 있다. 아울러, 연료 전지 스택(1)의 상태에 따른 다른 제어에 의해, 개시 시간 및 연료 소비량이 감소될 수 있다. 결과적으로, 개시 시간을 감소시킴으로써 높은 효율을 유지하면서, 열화를 방지함으로써, 우수한 내구성을 갖는 연료 전지 시스템을 얻는 것이 가능하다.
- [0160] 아울러, 제5 실시예에서, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)에 제공되는 목표 명령 전류 및 전류 제어 장치(41)를 통해 연료 전지 스택(1)으로부터 방출되는 실제 전류를 모니터링한다. 실제 전류가 목표 명령 전류 이하라고 결정되면, 전류 제어 장치(41)에 의한 전류 추출이 종결된다. 이와 같이, 전류 제어 장치(41)로부터의 전류 추출에 기초하여 전류 추출 종결 조건을 결정함으로써, 전류 추출 종결 조건의 결정은 임의의 추가 구성요소 없이 전류 제어 장치(41)만을 사용함으로써 수행될 수 있다. 결과적으로, 높은 효율 및 우수한 내구성을 갖는 연료 전지 시스템이 얻어질 수 있다.
- [0161] 아울러, 실시예에서, 제어기(40)가, 연료 전지 스택(1)의 전류에 기초하여, 연료 전극 내의 산화제 가스 농도에 대한 연료 가스 농도의 비율이 소정값을 초과한다고 결정할 때, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 이와 같이, 연료 전극 내에서 연료 가스와 산화제 가스를 혼합함으로써 야기되는 촉매 열화를 검출함으로써, 개시 단계에서 열화를 제한하는 것이 가능하다. 아울러, 연료 전지 스택(1)의 상태에 기초하여 시스템을 제어함으로써, 개시 시간 및 연료 소비량이 감소될 수 있다. 결과적으로, 개시 시간을 감소시킴으로써 높은 효율을 유지하면서, 열화를 방지함으로써, 우수한 내구성을 갖는 연료 전지 시스템을 얻는 것이 가능하다.
- [0162] 아울러, 제5 실시예에서, 제어기(40)가 연료 전극 내의 산화제 가스 농도에 대한 연료 가스 농도의 비율이 연료 전지 스택(1)의 전류에 기초한 소정값을 초과하고, 동시에 산화제 가스 농도가 감소하기 시작한다고 결정하면, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 이와 같이, 개시 단계에서 연료 전극 내에서

연료 가스와 산화제 가스를 혼합함으로써 야기되는 촉매 열화를 검출하는 것이 가능하다. 또한, 산화제 전극 내의 산화제 농도의 감소를 점검함으로써 개시 단계에서 열화의 진행을 모니터링하여, 개시 단계에서 열화를 방지하는 것이 가능하다. 결과적으로, 전류 추출 종결 조건을 정확하게 결정하고, 우수한 내구성을 갖는 연료 전지 시스템을 얻는 것이 가능하다.

[0163] 아울러, 제5 실시예에서, 제어기(40)는, 연료 전지 스택(1)의 전류가 감소하고 있다고 결정되면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 이와 같이, 개시 단계에서, 연료 전지 스택(1)의 전류가 감소하고 있다고 결정되면 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결함으로써, 연료 전극 내의 산화제 가스가 충분한지 그리고 또한 산화제 가스 농도가 낮은지의 여부가 쉽게 결정될 수 있다.

[0164] 아울러, 제5 실시예에서, 제어기(40)는 연료 전지 스택(1)의 전류의 최대값을 기록하고, 전류가 최대값으로부터 소정의 값 또는 비율만큼 감소된다고 결정되면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 이와 같이, 개시 단계에서 전류의 시간 궤적에 기초하여 전류 제어 장치(41) 내의 전류 추출 종결 조건의 결정을 수행함으로써, 연료 전극 내의 연료 가스가 풍부하고 산화제 전극의 산화제 농도 또한 낮다는 것의 여부가 쉽게 결정될 수 있다. 결과적으로, 높은 내구성을 갖는 연료 전지 시스템을 얻는 것이 가능하다.

[0165] 또한, 제1 실시예의 제1 변형예(즉, 케이스 내의 연료 가스 농도에 기초한 전류 추출 종결 조건 결정), 제2 변형예(즉, 산화제 전극에서의 연료 가스 농도에 기초한 전류 추출 종결 조건 결정) 및 제3 변형예(즉, 산화제의 유동에 기초한 전류 추출 종결 조건 결정)의 구성이 제5 실시예에도 적용될 수 있다는 것을 알아야 한다.

[0166] 제6 실시예

[0167] 본 발명의 바람직한 제6 실시예에 따라 구성된 연료 전지 시스템이 아래에서 설명될 것이다. 제6 실시예의 연료 전지 시스템의 구성은 제4 실시예의 구성과 유사하다. 따라서, 그의 구성요소들의 상세한 설명은 본 명세서에서 생략될 것이다.

[0168] 제어기(40)는 개시 단계에서, 산화제 가스가 연료 전지 스택(1)의 산화제 전극으로 공급되지 않을 때 연료 전극으로 연료 가스를 공급하고, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 시작한다. 그 다음, 제어기(40)는 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압) 및 전류에 기초하여 전류 추출을 종결한다. 그 후에, 제어기(40)는 연료 전지 스택(1)의 산화제 전극으로 산화제 가스를 공급함으로써 전류 생성을 시작한다. 전압 및 전류에 기초하여 전류 추출 종결 조건을 결정한 결과에 따라, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출이 종결된다.

[0169] 따라서, 전류 추출 종결 조건의 결정은 제6 실시예에서 연료 전지 스택(1)의 전류 및 전압에 기초하여 수행되고, 전류 추출 종결 조건의 결정은 제4 실시예에서 연료 전지 스택(1)의 전압에 기초하여 수행된다[따라서, 제4 및 제5 실시예의 종결 조건들의 논리곱(AND)이 제6 실시예에서의 종결 조건이다].

[0170] 아울러, 제어기(40)는, 연료 전극 내의 산화제 가스 농도에 대한 연료 가스 농도의 비율이 소정값을 초과한다고 결정되면, 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압) 및 전류에 기초하여 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다.

[0171] 또한, 제어기(40)는, 제어기가 산화제 전극에서의 산화제 가스 농도에 대한 연료 가스 농도의 비율이 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압) 및 전류에 기초한 소정값을 초과하고, 동시에 산화제 전극에서의 산화제 가스 농도가 감소하기 시작한다고 결정하면, 전류 제어 장치를 통한 전류 추출을 종결한다.

[0172] 아울러, 제어기(40)는, 연료 전지 스택(1)의 전압 및 전류가 감소하고 있다고 결정되면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 특히, 제어기(40)는, 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압) 및 전류의 최대값을 기록하고, 전류 및 전압이 각각의 최대값으로부터 소정의 값 또는 비율만큼 감소한다고 결정되면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다.

[0173] 아울러, 개시 단계에서의 제어기(40)의 작동이 제4 실시예(도6 및 도7 참조)와 실질적으로 동일하므로, 그의 상세한 설명은 본 명세서에서 생략될 것이다.

[0174] 제6 실시예에서, 전류 제어 장치(41) 내의 전류 추출 종결 조건을 결정하는 과정(도6의 S108)이 도13을 참조하여 상세하게 설명될 것이다.

[0175] 전술된 바와 같이, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출은 연료 전지 스택(1)의 전류 및 전압(예를 들어, 총 전압)이 감소한다고 결정되면, 종결된다. 아울러, 제어기(40)는, 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압) 및 전류의 최대값을 기록하고, 전류 및 전압이 각각의 최대값으로부터 소정의 값 또는 비율만큼 감소한다고

결정되면, 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 예를 들어, 도13에 도시된 바와 같이, 연료 전지 스택(1)의 총 전압(A) 및 전류(B)가 소정값 이상(예를 들어, 각각 최대값의 30% 및 20%)만큼 감소되면, 전류 추출이 종결된다.

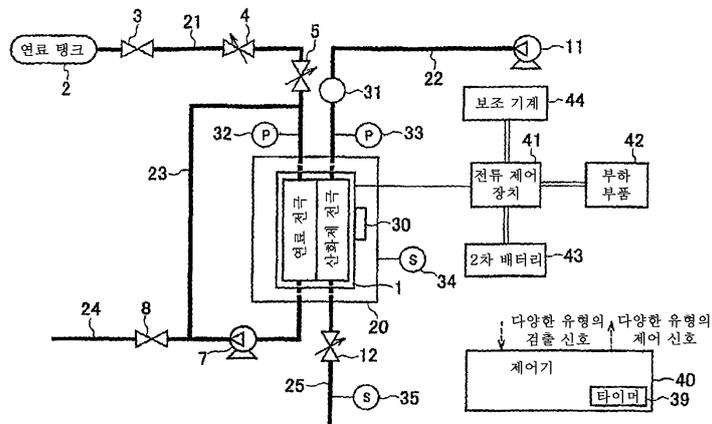
- [0176] 전술된 바와 같이, 제6 실시예의 연료 전지 시스템에서, 전압 및 전류에 기초하여 전류 추출 종결 조건을 결정한 결과에 따라, 제어기(40)는 전류 제어 장치(41)를 통한 전류 추출을 종결한다. 이와 같이, 전압 및 전류에 기초하여 전류 추출 종결 조건을 결정함으로써, 전압 또는 전류만에 기초하여 전류 추출 종결 조건을 결정하는 것에 비해 전류 추출 종결 조건을 정확하게 결정하는 것이 가능하다.
- [0177] 아울러, 제4 실시예의 제1 변형예(즉, 케이스 내의 연료 가스 농도에 기초한 전류 추출 종결 조건 결정), 제2 변형예(즉, 산화제 전극에서의 연료 가스 농도에 기초한 전류 추출 종결 조건 결정) 및 제3 변형예(즉, 산화제의 유동에 기초한 전류 추출 종결 조건 결정)의 구성이 제6 실시예에도 적용될 수 있다는 것을 알아야 한다.
- [0178] 또한, 제4 내지 제6 실시예에서, 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압) 또는 전류가 너무 낮다고 결정되면, 전류 제어 장치(41: 예를 들어, 임의의 전류 추출 수단)를 통한 전류 추출은 연료 전지 스택(1)의 전압(예를 들어, 총 전압) 및 전류가 얼마나 많이 최대값으로부터 감소되는지에 관계없이, 종결될 수 있다.
- [0179] 본 발명이 특정한 양호한 실시예를 참조하여 설명되었지만, 설명된 실시예에 대한 많은 변형예, 변경예 및 변화는, 첨부된 청구의 범위 및 그의 등가물에서 한정되는 바와 같이, 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어나지 않고서 가능하다. 따라서, 본 발명은 설명된 실시예로 제한되는 것이 아니라, 이하의 청구의 범위의 언어에 의해 한정되는 완전한 범주를 갖도록 의도된다.

**도면의 간단한 설명**

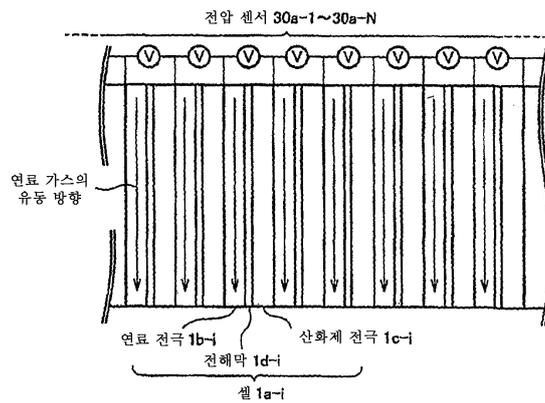
- [0011] 도1은 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따라 구성된 연료 전지 시스템을 도시한다.
- [0012] 도2는 연료 전지 스택 내에 설치된 전압 센서의 제1 구성을 도시한다.
- [0013] 도3은 연료 전지 스택 내에 설치된 전압 센서의 제2 구성을 도시한다.
- [0014] 도4는 연료 전지 스택 내에 설치된 전압 센서의 제3 구성을 도시한다.
- [0015] 도5는 연료 전지 스택 내에 설치된 전압 센서의 제4 구성을 도시한다.
- [0016] 도6은 연료 전지 시스템의 개시를 제어하는 순서를 도시하는 흐름도이다.
- [0017] 도7은 연료 전지 시스템을 개시할 때 포함되는 다양한 파라미터의 타이밍 차트이다.
- [0018] 도8은 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따라 구성된 전류 제어 장치의 전류 제어를 도시하는 제1 타이밍 차트이다.
- [0019] 도9는 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따라 구성된 전류 제어 장치의 전류 제어를 도시하는 제2 타이밍 차트이다.
- [0020] 도10은 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따라 구성된 전류 제어 장치의 전류 제어를 도시하는 제1 타이밍 차트이다.
- [0021] 도11은 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따라 구성된 전류 제어 장치의 전류 제어를 도시하는 제2 타이밍 차트이다.
- [0022] 도12는 본 발명의 바람직한 제3 실시예에 따라 구성된 전류 제어 장치의 전류 제어를 도시하는 타이밍 차트이다.
- [0023] 도13은 전류 제어 장치 내의 전류 추출 종결 조건을 결정하는 과정을 도시하는 개략도, 더욱 구체적으로 전류 추출 기간 중의 연료 전지 스택의 총 전압 및 방출 전류의 시간 궤적을 도시하는 타이밍 차트이다.
- [0024] 도14는 전류 추출 기간 중의 방출 전류 및 연료 전지 스택의 총 전압이 도13의 시간 궤적을 따를 때의, 연료 전극에서의 수소 농도, 산소 농도 및 질소 농도와, 산화제 전극에서의 산소 농도 및 질소 농도의 시간 궤적을 도시하는 타이밍 차트이다.
- [0025] 도15는 수소와 산소가 혼합될 때의 혼합 전위를 도시하는 개략도이다.

도면

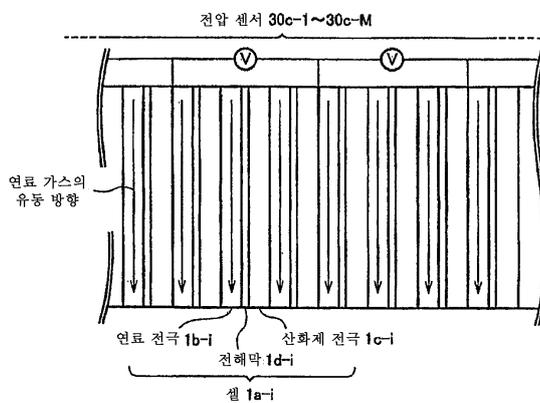
도면1



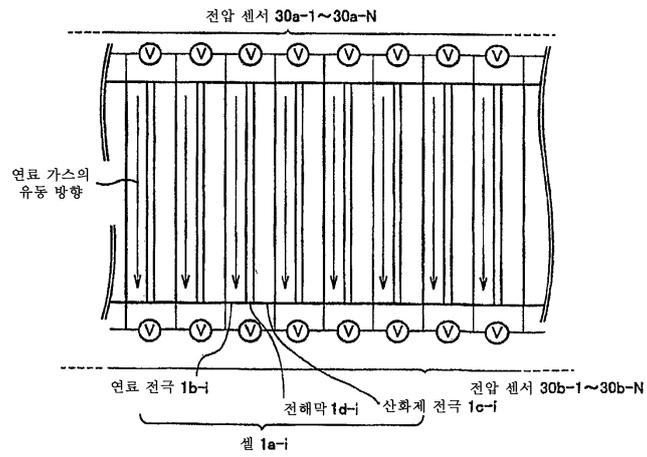
도면2



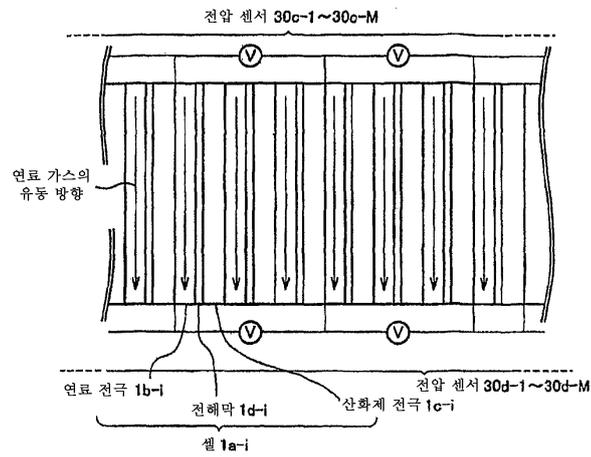
도면3



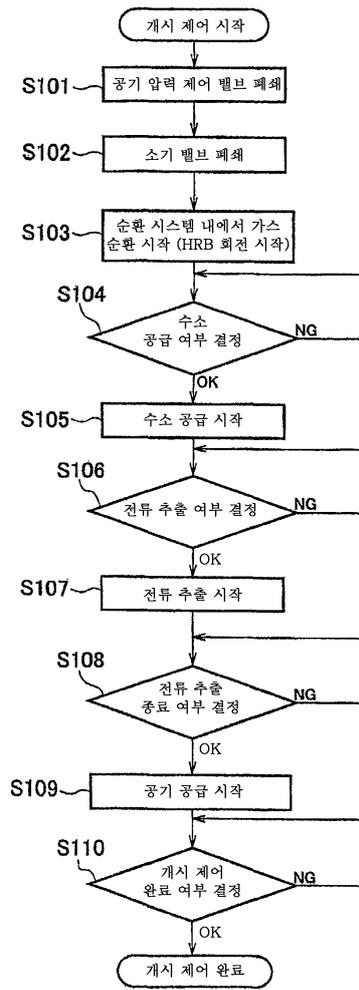
도면4



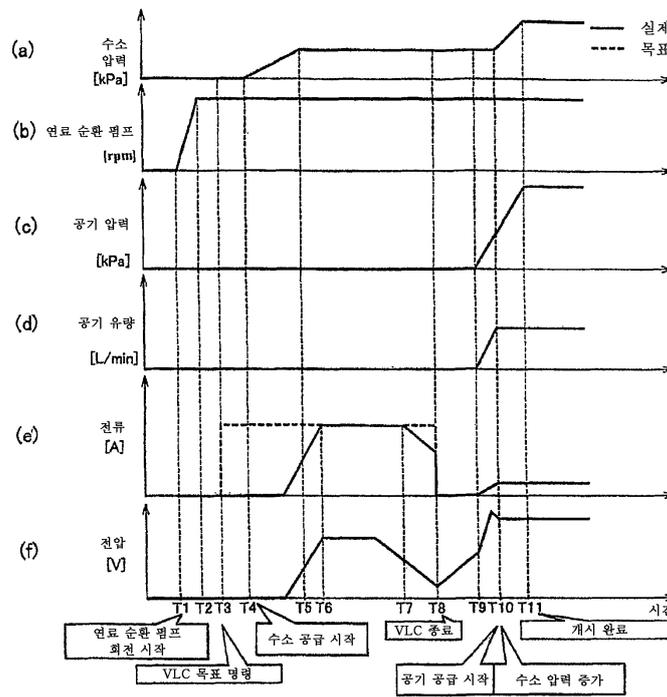
도면5



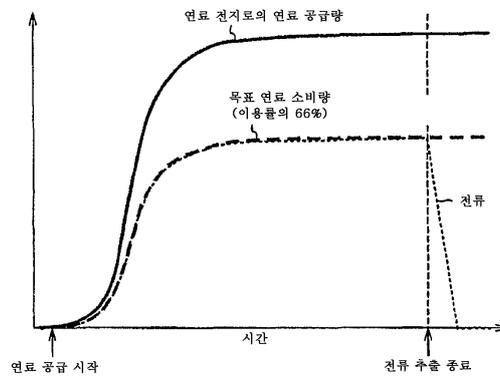
도면6



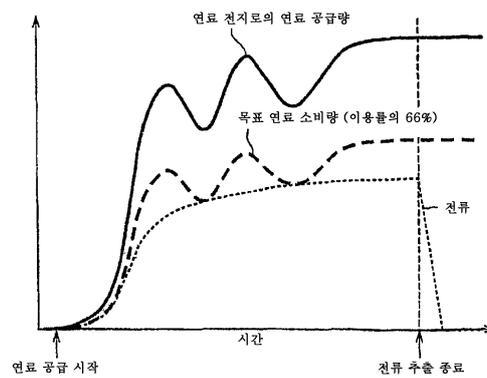
도면7



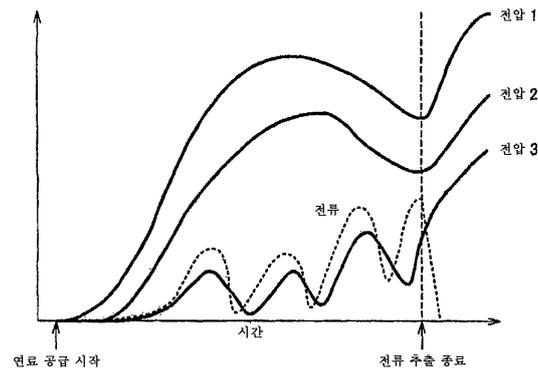
도면8



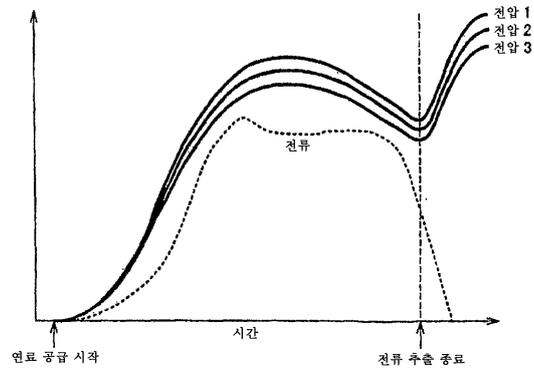
도면9



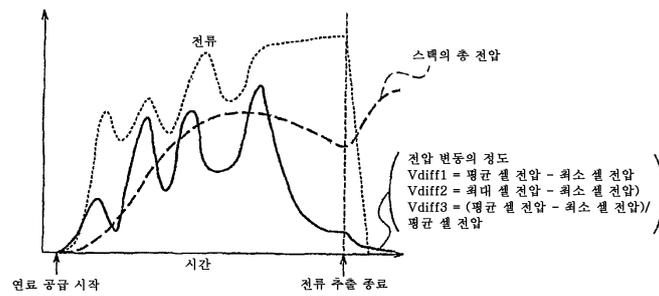
도면10



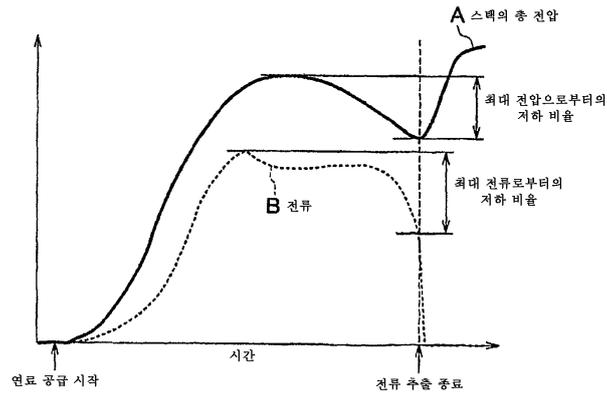
도면11



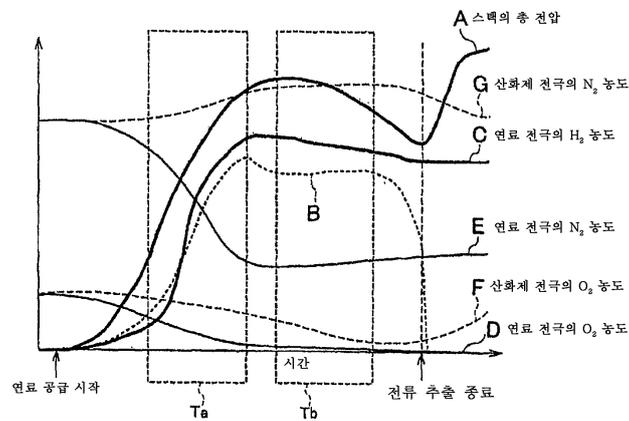
도면12



도면13



도면14



도면15

