



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년02월01일
(11) 등록번호 10-0799725
(24) 등록일자 2008년01월24일

(51) Int. Cl.

H01M 8/04	(2006.01)
(21) 출원번호	10-2006-7013406
(22) 출원일자	2006년07월04일
심사청구일자	2006년07월04일
번역문제출일자	2006년07월04일
(65) 공개번호	10-2006-0112679
(43) 공개일자	2006년11월01일
(86) 국제출원번호	PCT/JP2005/000263
국제출원일자	2005년01월05일
(87) 국제공개번호	WO 2005/067089
국제공개일자	2005년07월21일
(20) 유서권주장	

(30) 구신원구성
IR_B_2004_00002172 2004년01월07일 81頁 (IR)

(56) 석해기술조사문현

TP08124588 A

JP14289237 A

전체 청구항 수 : 총 7 항

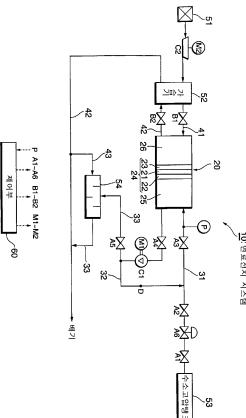
심사관 : 박진

(54) 혼료 전지 시스템 및 그 운전방법

(57) 요약

본 발명의 연료 전지 시스템은, 연료가스와 산화 가스의 공급을 받아 발전하는 연료전지와, 연료전지의 애노드입구에의 연료가스공급을 차단하는 연료가스공급 차단장치와, 연료전지의 애노드 출구로부터 애노드 오프 가스를 차단하는 애노드 오프 가스 차단장치를 구비한다. 연료가스공급 차단장치는 시스템의 이상발생시에 애노드 입구에의 연료가스공급을 차단하는 한편으로, 애노드 오프 가스 차단장치는 시스템의 이상발생시에 애노드 출구를 개방하여 두고, 소정의 조건이 만족된 후에 애노드 오프 가스를 차단한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

연료가스와 산화 가스의 공급을 받아 발전하는 연료전지와,

상기 연료전지의 애노드 입구에의 연료가스공급을 차단하는 연료가스공급 차단장치와,

상기 연료전지의 애노드 출구로부터의 애노드 오프 가스를 차단하는 애노드 오프 가스 차단장치와,

상기 애노드 출구로부터 배기된 애노드 오프 가스의 수소농도를 저감하는 수소농도 저감장치와,

상기 연료전지의 캐소드 입구에 산화 가스를 공급하기 위한 산화 가스 공급장치와,

상기 연료전지의 캐소드 출구로부터 배기된 캐소드 오프 가스를 상기 수소농도 저감장치에 도입하기 위한 캐소드 오프 가스 유로를 구비하고,

상기 연료가스공급 차단장치는 시스템의 이상 발생시에 상기 애노드 입구에의 연료가스공급을 차단하는 한편으로,

상기 애노드 오프 가스 차단장치는 시스템의 이상이 발생하고 나서 소정의 조건이 만족될 때까지 상기 애노드 출구의 개방을 유지하고,

상기 산화 가스 공급장치는 시스템의 이상이 발생하고 나서 상기 애노드 출구가 개방되어 있는 기간에 있어서, 계속적으로 상기 캐소드 입구에 산화 가스를 공급함으로써 상기 캐소드 출구로부터 배기된 캐소드 오프 가스를 상기 수소농도 저감장치에 도입하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서

상기 소정의 조건은 애노드 가스 채널의 내압이 소정 압력 이하에 도달하는 것임을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 소정의 조건은 시스템의 이상이 발생한 시점으로부터 소정시간 경과하는 것임을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 애노드 출구로부터 배기되는 애노드 오프 가스를 흡인하는 흡인장치를 더 구비하고,

상기 흡인장치는 상기 애노드 출구가 개방되어 있는 동안은 상기 애노드 출구로부터 배기되는 애노드 오프 가스를 흡인하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 흡인장치는 상기 애노드 출구로부터 배기된 애노드 오프 가스를 상기 애노드 입구로 환류시키기 위한 순환펌프인 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

연료가스와 산화 가스의 공급을 받아 발전하는 연료전지를 구비한 연료 전지 시스템의 운전방법에 있어서, 시스템의 이상 발생시에 연료전지의 애노드 입구에의 연료가스공급을 차단하는 한편으로, 시스템의 이상이 발생하고 나서 소정의 조건이 만족될 때까지 애노드 출구의 개방을 유지하고, 시스템의 이상이 발생하고 나서 상기 애노드 출구가 개방되어 있는 기간은, 계속적으로 캐소드 입구에 산화 가스를 공급함으로써 상기 캐소드 출구로부터 배기되는 캐소드 오프 가스로 상기 애노드 출구로부터 배기된 애노드 오프 가스의 수소농도를 저감하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템의 운전방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 애노드 출구가 개방되어 있는 동안은 상기 애노드 출구로부터 배기되는 애노드 오프 가스를 흡인하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템의 운전방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

명세서

기술 분야

<1> 본 발명은 연료 전지 시스템 및 그 운전방법에 관한 것으로, 특히 시스템 이상정지시에 있어서의 애노드 오프 가스의 배기처리기술에 관한 것이다.

배경기술

<2> 연료 전지 시스템은 가연성의 연료가스(수소 리치가스)를 사용하여 전력발전을 행하기 때문에, 시스템의 이상 발생시에 있어서는, 연료전지에의 연료가스공급을 차단하여 시스템의 안전을 확보할 필요가 있다. 예를 들면 일본국 특개소61-147465호 공보에는, 연료전지의 운전 트러블에 의한 긴급정지시에 있어서, 연료전지 스택의 애노드극 및 캐소드극의 각각의 입구 및 출구에 설치된 전자밸브를 폐쇄함과 동시에, 애노드극 및 캐소드극의 각각을 불활성 가스 버퍼 탱크와 연결하도록 구성하여, 긴급정지시에 생기는 양극 사이의 차압을 최소한으로 억제하여 연료전지를 보호하는 기술이 제안되어 있다.

<3> [특허문헌 1]

<4> 일본국 특개소61-147465호 공보

발명의 상세한 설명

<5> 그러나 연료전지의 애노드가스 채널이 연료가스로 가압된 상태에서 애노드 입구 및 출구의 전자밸브가 폐쇄되면, 연료가스가 전해질막을 통과하여 캐소드 가스 채널에 크로스리크되는 경우가 생길 수 있다. 또 이와 같은 경우, 안전점검 확인 후에 시스템을 재기동할 때에, 공기 압축기로 캐소드 가스 채널에 가압 공기를 공급 하여도 캐소드 가스 채널에 크로스리크된 연료가스는 충분한 농도로 희석되지 않은 채로 압출되게 되어 시스템 밖으로 배기될 염려가 있다.

<6> 따라서 본 발명은 상기한 문제를 해결하여 시스템 이상정지시에 있어서의 연료가스의 캐소드 가스 채널에의 크로스리크를 저감하는 것을 과제로 한다.

<7> 상기한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 연료 전지 시스템은, 연료가스와 산화 가스의 공급을 받아 발전하는 연료전지와, 연료전지의 애노드 입구에의 연료가스공급을 차단하는 연료가스공급 차단장치와, 연료전지의 애노드 출구로부터의 애노드 오프 가스를 차단하는 애노드 오프 가스 차단장치를 구비하고, 연료가스공급 차단장치

는 시스템의 이상발생시에 애노드 입구에의 연료가스공급을 차단하는 한편으로, 애노드 오프 가스 배기 차단장치는 시스템의 이상이 발생하고 나서 소정의 조건이 만족될 때까지 애노드 출구의 개방을 유지한다.

<8> 또, 본 발명에 관한 연료 전지 시스템의 운전방법은, 연료가스와 산화 가스의 공급을 받아 발전하는 연료전지를 구비한 연료 전지 시스템의 운전방법으로서, 시스템의 이상발생시에 연료전지의 애노드 입구에의 연료가스공급을 차단하는 한편으로, 시스템의 이상이 발생하고 나서 소정의 조건이 만족될 때까지 애노드 출구의 개방을 유지한다.

<9> 이상의 구성에 의하면, 시스템 이상이 발생하면, 소정의 조건이 만족될 때까지 애노드 출구의 개방을 유지함으로써 애노드 가스 채널 내의 잔존 애노드 가스(수소)를 저감하여, 캐소드 가스 채널에의 애노드 가스의 크로스리크를 억제할 수 있다. 또 시스템 재기동시에 있어서의 캐소드 가스 채널로부터의 고농도 수소가스의 배기를 저감할 수 있다. 여기서 「애노드 출구의 개방을 유지한다」란, 애노드 오프 가스 차단장치에 의한 애노드 출구의 차단을 금지하는 것을 의미한다. 또 「시스템 이상발생시」란, 연료 전지 시스템에 관계되는 시스템 이상을 검출하였을 때 뿐만 아니라, 시스템 이상을 검출하여 연료 전지 시스템의 이상 대응모드(페일세이프모드)를 작동시켰을 때를 포함하는 것으로 한다.

<10> 여기서 「소정의 조건」이란, 시스템 이상정지시에 연료전지 내부(예를 들면, 애노드 가스 채널)에 잔류하는 애노드 가스의 잔존량이 소정량 이하에 도달하기 위한 조건을 말한다. 구체예로서, 예를 들면 (1) 애노드 가스 채널의 내압이 소정압력 이하에 도달하는 것, (2) 시스템의 이상이 발생한 시점으로부터 소정시간 경과하는 것, (3) 시스템 이상정지시에 애노드 출구로부터 배기되는 애노드 오프 가스유량의 적산값이 소정 유량을 넘은 것, (4) 시스템 이상정지시에 애노드 출구로부터 배기되는 애노드 오프 가스의 수소농도가 소정 농도 이하에 도달한 것, (5) 시스템 이상정지시에 애노드 출구로부터 배기되는 애노드 오프 가스의 온도가 소정 온도 이하에 도달한 것, 등의 조건을 설정할 수 있다. 페일세이프모드의 일례로서, 예를 들면 애노드 입구에 의 연료가스공급을 차단하는 경우, 애노드 입구에의 연료가스공급을 차단한 시점으로부터 소정 시간 경과하기까지 애노드 출구의 개방을 유지하는 것을 「소정의 조건」이라 하여도 좋다.

<11> 상기한 연료 전지 시스템의 구성에 더하여, 애노드 출구로부터 배기되는 애노드 오프 가스를 흡인하는 흡인장치를 더 구비하고, 이 흡인장치는 애노드 출구가 개방되어 있는 동안은 애노드 출구로부터 배기되는 애노드 오프 가스를 흡인하도록 구성하는 것이 바람직하다. 또 상기한 연료 전지 시스템의 운전방법의 구성에 더하여 애노드 출구가 개방되어 있는 동안은 애노드 출구로부터 배기되는 애노드 오프 가스를 흡인하도록 구성하여도 좋다. 이들 구성에 의하여 애노드 출구를 개방하고 있는 시간을 단축 가능하다.

<12> 흡인장치로서는 예를 들면 애노드 출구로부터 배기된 애노드 오프 가스를 애노드 입구로 환류시키기 위한 순환펌프가 적합하다. 수소 순환계에 설치되어 있는 기존의 순환펌프를 이용하면, 새로운 장치를 추가하지 않고 애노드 오프 가스의 흡인을 가능하게 할 수 있다.

<13> 상기한 연료 전지 시스템의 구성에 더하여, 애노드 출구로부터 배기된 애노드 오프 가스의 수소농도를 저감하는 수소농도 저감장치를 더 구비하는 것이 바람직하다. 또 상기한 연료 전지 시스템의 운전방법의 구성에 더하여, 애노드 출구로부터 배기된 애노드 오프 가스의 수소농도를 저감하도록 구성하여도 좋다. 이들 구성에 의하여 애노드 오프 가스의 수소농도를 충분히 저감한 다음에 시스템 밖으로 배기할 수 있다.

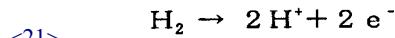
<14> 상기한 연료 전지 시스템의 구성에 더하여, 연료전지의 캐소드 입구에 산화 가스를 공급하기 위한 산화 가스 공급장치와, 연료전지의 캐소드 출구로부터 배기된 캐소드 오프 가스를 수소농도 저감장치에 도입하기 위한 캐소드 오프 가스유로를 더 구비하고, 산화 가스 공급장치는 시스템의 이상이 발생하고 나서 애노드 출구가 개방되어 있는 기간에 있어서, 캐소드 입구에 산화 가스를 계속적으로 공급함으로써 캐소드 출구로부터 배기된 캐소드 오프 가스를 수소농도 저감장치에 도입하도록 구성하는 것이 바람직하다. 또 상기한 연료 전지 시스템의 운전방법의 구성에 더하여, 시스템의 이상이 발생하고 나서 애노드 출구가 개방되어 있는 기간은, 캐소드 입구에 산화 가스를 계속적으로 공급함으로써 캐소드 출구로부터 배기되는 캐소드 오프 가스로 애노드 출구로부터 배기된 애노드 오프 가스의 수소농도를 저감하도록 구성하여도 좋다. 이들 구성에 의하여 애노드 오프 가스를 희석 또는 연소하기 위하여 필요한 가스를 수소농도 저감장치에 공급할 수 있어, 애노드 오프 가스의 수소농도를 안정되게 저감할 수 있다.

실시예

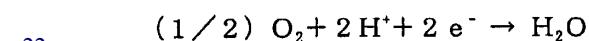
<18> 도 1은 본 실시형태의 연료 전지 시스템의 주요 구성도를 나타내고 있다.

- <19> 연료 전지 시스템(10)은 연료전지 전기자동차(FCEV)에 탑재되어 전력발전을 행하는 온보드 발전장치로서 구성되어 있고, 반응가스(연료가스, 산화 가스)의 공급을 받아 전력발전을 행하는 연료전지(20)를 구비하고 있다.
- <20> 연료전지(20)는 불소계 수지에 의하여 형성된 프로톤 전도성의 이온 교환막 등으로 이루어지는 고분자 전해질막(21)의 한쪽 면에 애노드극(22)을, 다른쪽 면에 캐소드극(23)을 스크린 인쇄 등으로 형성한 막·전극 접합체(MEA)(24)를 구비하고 있다. 막·전극 접합체(24)의 양면은 리브부착 세퍼레이터(도시 생략)에 의하여 사이에 끼워지고, 이 세퍼레이터와 애노드극(22) 및 캐소드극(23)과의 사이에 각각 홈형상의 애노드 가스 채널(25) 및 캐소드 가스 채널(26)을 형성하고 있다. 애노드극(22)에서는 수학식 (1)의 산화반응이 생기고, 캐소드극(23)에서는 수학식 (2)의 환원반응이 생긴다. 연료전지(20) 전체로서는 수학식 (3)의 발전반응이 생긴다.

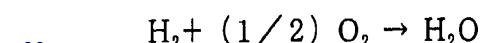
수학식 1



수학식 2



수학식 3



- <24> 또한, 상기 도면에서는 설명의 편의상, 막·전극 접합체(24), 애노드 가스 채널(25) 및 캐소드 가스 채널(26)로 이루어지는 단셀의 구조를 모식적으로 나타내고 있으나, 실제로는 상기한 리브부착 세퍼레이터를 거쳐 복수의 단셀이 직렬로 접속된 스택구조를 구비하고 있다.

- <25> 연료 전지 시스템(10)의 산화 가스 공급계통에는, 캐소드 가스 채널(26)에 산화 가스를 공급하기 위한 산화 가스유로(41)와, 캐소드 가스 채널(26)로부터 유출되는 캐소드 오프 가스(산소 오프 가스)를 배기하기 위한 캐소드 오프 가스유로(42)가 배관되어 있다. 캐소드 오프 가스란, 캐소드 출구로부터 배기되는 배기ガ스를 말한다. 산화 가스유로(41)에는 캐소드 입구로 유입하는 산화 가스를 차단하는 캐소드 입구 밸브(B1)가 설치되고, 캐소드 오프 가스유로(42)에는 캐소드 출구로부터 유출되는 캐소드 오프 가스를 차단하는 캐소드 출구 밸브(B2)가 설치되어 있다. 이를 밸브(B1~B2)는, 예를 들면 셔트밸브(전자밸브) 등으로 구성되어 있다. 밸브(B1)는 캐소드 입구에의 산화 가스공급을 차단하는 산화 가스공급 차단장치로서 기능하고, 밸브(B2)는 캐소드 출구로부터의 캐소드 오프 가스 배기를 차단하는 캐소드 오프 가스 배기 차단장치로서 기능한다. 에어필터(51)를 거쳐 대기로부터 도입된 공기는, 모터(M2)에 의하여 구동되는 공기 압축기(산화 가스공급장치)(C2)로 가압된 후, 가습기(52)로 적절하게 가습되어 산화 가스유로(41)를 경유하여 캐소드 가스 채널(26)로 흘러 듦다. 가습기(52)에서는 연료전지(20)의 전지반응으로 생긴 생성수에 의하여 고습윤상태가 된 캐소드 오프 가스와, 대기로부터 도입된 저습윤상태의 산화 가스와의 사이에서 수분교환이 행하여진다. 캐소드 오프 가스유로(42)를 흐르는 캐소드 오프 가스는 차 밖으로 배기된다.

- <26> 한편, 연료 전지 시스템(10)의 연료가스 공급계통에는 애노드 가스 채널(25)에 연료가스를 공급하기 위한 연료 가스유로(31)와, 애노드 가스 채널(25)로부터 배기되는 애노드 오프 가스(수소 오프 가스)를 애노드극(22)으로 환류시키기 위한 순환유로(32)가 배관되어 있다. 애노드 오프 가스란, 애노드 출구로부터 배기되는 배기ガ스를 말한다. 연료가스유로(31)와 순환유로(32)에 의하여 수소 순환계통이 구성되어 있다. 연료가스유로(31)에는 수소 고압 탱크(53)의 탱크 밸브(메인 밸브)(A1)와, 연료가스의 압력조정을 행하는 레귤레이터(A6)와, 수소 고압 탱크(53)로부터 연료가스유로(31)에의 연료가스공급/차단을 제어하는 공급밸브(A2)와, 애노드 입구로 유입하는 연료가스를 차단하는 애노드 입구 밸브(A3)와, 애노드 가스 채널(25)의 내압(가스압)을 검출하는 압력센서(P)가 설치되어 있다. 이를 밸브(A1~A3)는, 예를 들면 셔트밸브(전자밸브) 등으로 구성되어 있고, 애노드 입구에의 연료가스공급을 차단하는 연료가스공급 차단장치로서 기능한다.

- <27> 순환 유로(32)에는, 애노드 출구로부터 유출되는 애노드 오프 가스의 배기를 차단하는 애노드 출구 밸브(A4)와, 애노드 오프 가스를 연료가스유로(31)로 환류시키는 순환펌프(C1)가 설치되어 있다. 애노드 가스 채널(25)을 통과할 때에 압력손실을 받은 애노드 오프 가스는 모터(M1)에 의하여 구동되는 순환펌프(C1)에 의하여 적절한 압력으로까지 승압되어 연료가스유로(31)로 유도된다. 순환 유로(32)에는, 순환 수소에 함유되는 수소 이외의

성분 농도가 높아진 시점으로부터 애노드 오프 가스의 일부를 순환 유로(32)로부터 시스템 밖으로 퍼지하기 위한 애노드 오프 가스유로(33)가 분기배관되어 있다. 애노드 오프 가스의 퍼지조작은 애노드 오프 가스유로(33)에 설치된 수소 배기밸브(A5)에 의하여 조정할 수 있도록 구성되어 있다. 순환 유로(32)와 애노드 오프 가스유로(33)에 의하여 애노드 오프 가스의 배기계통이 구성되어 있다. 상기한 밸브(A4~A5)는, 예를 들면 셔트밸브(전자밸브) 등으로 구성되어 있고, 애노드 출구로부터의 애노드 오프 가스의 배기를 차단하는 애노드 오프 가스 차단장치로서 기능한다.

- <28> 애노드 오프 가스유로(33)의 경로상에는, 애노드 오프 가스(피회석가스)와 캐소드 오프 가스의 일부(회석가스)를 혼합 회석함으로써, 애노드 오프 가스의 수소 농도를 저감하기 위한 회석기(54)가 설치되어 있다. 캐소드 오프 가스유로(42)에는 회석기(54)와 연통하는 분기유로(43)가 분기 배관되어 있고, 캐소드 오프 가스의 일부를 회석 공기로 하여 회석기(54)로 유도하고 있다. 애노드 오프 가스의 배기계통에 설치되는 수소농도 저감장치로서는, 상기한 회석기(54) 외에, 예를 들면 촉매 연소기(수소 연소기) 등도 적합하다.
- <29> 제어부(60)는 시스템 전체를 제어함과 동시에, 시스템 이상의 발생시에 있어 서는 뒤에서 설명하는 애노드 오프 가스의 배기 처리순서에 따라 압력센서(P)로부터의 센서신호에 의거하여 애노드 가스 채널(25)의 내압을 감시하면서, 필요에 따라 모터(M1, M2)를 구동 제어하여 순환펌프(C1), 공기 압축기(C2)의 회전수를 조정하고, 상기한 밸브(A1~A6)의 폐쇄조작(가스 차단조작)을 행함으로써, 시스템정지처리를 실행한다.
- <30> 다음에 시스템 이상발생시에 있어서의 애노드 오프 가스의 배기처리에 대하여 그 개요를 설명한다.
- <31> (1) 연료 전지 시스템(10)의 주요장치 또는 보조기기 부품 등이 온도, 압력, 전압, 전류, 수소 안전, 고전압 안전 등에 관한 이상진단에 있어서 이상이라고 판단되어, 시스템정지가 행하여지는 경우, 제어부(60)는 연료가스 공급계통에 설치된 밸브(A1~A3)를 폐쇄하여 연료전지(20)에의 연료가스공급을 차단한다.
- <32> (2) 제어부(60)는 애노드 가스 채널(25)의 내압이 소정압 이하까지 강압하거나, 또는 시스템의 이상이 발생한 시점으로부터 소정시간 경과하기까지의 사이[예를 들면, 밸브(A1~A3)의 폐쇄시로부터 소정 시간 경과하기까지의 사이], 애노드 출구를 강제적으로 개방한다. 시스템 정지시에 애노드 출구를 잠시 강제적으로 개방함으로써 애노드 가스 채널(25)에 체류하는 애노드 오프 가스는 고분자 전해질막(21)을 투과하여 캐소드 가스 채널(26)에 크로스리크되지 않고 전지 밖으로 배기된다. 전지 밖으로 배기된 애노드 오프 가스는 회석기(54)로 유입된다. 시스템 이상정지시에 캐소드 가스 채널(26)에 크로스리크된 수소가스가 시스템 재기동시에 캐소드 가스 채널(26)로부터 고농도 수소가스로서 배기되지 않도록 충분히 회석하는 것은 시스템의 안전성 등을 확보하는 데에 있어서 필요한 과제이기 때문에, 애노드 오프 가스를 상기한 바와 같이 배기 처리함으로써, 이 과제를 해결할 수도 있다.
- <33> (3) 시스템 정지를 행하는 경우, 모든 보조기기류는 작동을 정지시키는 것이 바람직하나, 공기 압축기(C2)가 작동 가능한 상태에서는 공기 압축기(C2)를 작동시켜 가압 공기를 회석기(54)에 도입하는 것이 바람직하다. 이것에 의하여 회석기(54)에 체류하고 있는 애노드 오프 가스를 충분한 농도까지 회석할 수 있다.
- <34> (4) 또한 순환펌프(C1)의 하류측에 수소 배기밸브(A5)가 설치되어 있는 바와 같은 시스템구성(예를 들면, 도 1에 나타내는 바와 같은 시스템구성)으로서, 또한 순환펌프(C1)를 작동할 수 있는 상태에서는, 순환펌프(C1)를 작동시켜 애노드 오프 가스의 전지 밖으로의 배기를 촉진하는(강제배기를 행한다) 것이 더욱 바람직하다. 이와 같이 애노드 오프 가스를 강제배기함으로써 애노드 출구를 개방하고 있는 시간을 단축하는 것이 가능해져, 시스템 정지처리를 단시간으로 행할 수 있다. 순환펌프(C1)는 애노드 출구로부터 강제적으로 애노드 오프 가스를 흡인하는 흡인장치로서 기능한다.
- <35> 단, 순환펌프(C1)의 상류측에 수소 배기밸브(A5)가 설치되어 있는 바와 같은 시스템 구성[예를 들면, 도 1의 위치(D)에 순환펌프(C1)가 설치되어 있는 바와 같은 시스템 구성]에서는, 순환펌프(C1)를 작동시켜도 애노드 오프 가스를 강제 배기할 수 없기 때문에, 순환펌프(C1)를 작동시킬 필요는 없다.
- <36> (5) 애노드 가스 채널(25)의 내압이 크로스리크를 일으키지 않는 압력까지 충분히 저하하였으면, 밸브(A4~A5)를 폐쇄하고 애노드 오프 가스의 배기계통을 차단한다. 이에 의하여 시스템 정지처리가 완료된다.
- <37> 도 2는 시스템 이상정지시의 제어순서를 기술한 제 1 제어루틴이다.
- <38> 상기 제어루틴은 순환펌프(C1)의 하류측에 수소 배기밸브(A5)가 설치되어 있는 바와 같은 시스템 구성으로서, 또한 순환펌프(C1)를 작동할 수 있는 상태를 상정하고 있다.
- <39> 주제어 프로그램 중에서 상기 제어루틴이 호출되면, 제어부(60)는 시스템 이상발생의 유무를 체크한다(S101).

시스템 이상발생의 유무는 온도, 압력, 전류, 수소안전, 고전압 안전 등에 관한 이상진단 프로그램에 의하여 체크된다. 여기서 「이상있음」이라고 판단되면(S101 ; YES), 제어부(60)는 밸브(A1~A3)를 폐쇄하고, 연료가스공급계통을 차단한다(S102). 이때 애노드 출구는 개방된 상태에 있다. 이어서 순환펌프(C1)를 작동시켜 애노드 오프 가스를 희석기(54)로 강제 배기한다 (S103).

<40> 이어서 공기 압축기(C2)가 작동 가능한지의 여부를 체크한다(S104). 작동 가능하면(S104 ; YES), 공기압축기(C2)를 작동시켜 희석기(54)에 희석 공기를 도입하여 애노드 오프 가스를 희석한다(S105). 이어서 압력센서(P)가 검출한 애노드 가스 채널(25)의 내압(PA)과, 미리 정해진 문턱값(Pt)을 비교하여, $PA \leq Pt$ 인지의 여부를 체크한다(S106). 문턱값(Pt)으로서는 애노드 오프 가스가 크로스리크되지 않을 정도의 압력값으로 설정하는 것이 바람직하다. 내압(PA)이 문턱값(Pt) 이하가 되면(S106 ; YES), 애노드 오프 가스의 배기계통에 설치되어 있는 밸브(A4~A5)를 폐쇄하고, 애노드 오프 가스의 배기를 차단한다(S107). 이어서 공기 압축기(C2)와 순환펌프(C1)를 순차 정지시킨다(S108, S109).

<41> 한편, 공기 압축기(C2)가 예를 들면 전원계의 이상 등에 의하여 작동 불능인 경우에는(S104 ; NO), 공기 압축기(C2)가 정지한 그대로의 상태에서 내압(PA)과 문턱값(Pt)을 비교하여, $PA \leq Pt$ 인지의 여부를 체크한다(S110). 내압(PA)이 문턱값(Pt) 이하가 되면(S110 ; YES), 제어부(60)는 밸브(A4~A5)를 폐쇄하고(S111), 다시 순환펌프(C1)를 정지시킨다(S109).

<42> 도 3은 시스템 이상정지시의 제어순서를 기술한 제 2 제어루틴이다.

<43> 상기 제어루틴의 S201~S211는 제 1 제어루틴의 S101~S111에 대응하고 있다.

<44> 주제어 프로그램 중에서 상기 제어루틴이 호출되면, 제어부(60)는 시스템 이상발생의 유무를 체크한다(S201). 여기서 「이상있음」이라고 판단되면(S201 ; YES), 제어부(60)는 밸브(A1~A3)를 폐쇄하고, 연료가스공급계통을 차단한다(S202). 이때 애노드 출구는 개방된 상태에 있다. 이어서 순환펌프(C1)를 작동시켜 애노드 오프 가스를 희석기(54)로 강제 배기한다(S203). 이어서 공기 압축기(C2)가 작동 가능한지의 여부를 체크한다(S204). 작동 가능하면(S204 ; YES), 공기 압축기(C2)를 작동시켜 희석기(54)에 희석 공기를 도입하여 애노드 오프 가스를 희석한다(S205).

<45> 이어서, 연료가스공급계통을 차단한 시점으로부터의 경과시간(t)과, 미리 정해진 문턱값(t1)을 비교하여, $t \geq t1$ 인지의 여부를 체크한다(S206). 문턱값(t1)으로서는 애노드 오프 가스가 크로스리크되지 않을 정도의 시간으로 설정하는 것이 바람직하다. 경과시간(t)이 문턱값(t1) 이상이 되면(S206 ; YES), 애노드 오프 가스의 배기계통에 설치되어 있는 밸브(A4~A5)를 폐쇄하고, 애노드 오프 가스의 배기를 차단한다(S207). 이어서 공기 압축기(C2)와 순환펌프(C1)를 순차 정지시킨다(S208, S 209).

<46> 한편, 공기 압축기(C2)가, 예를 들면 전원계의 이상 등에 의하여 작동 불능인 경우에는(S204 ; NO), 공기 압축기(C2)가 정지한 그대로의 상태에서 연료가스공급계통을 차단한 시점으로부터의 경과시간(t)과, 미리 정해진 문턱값(t2)을 비교하여, $t \geq t2$ 인지의 여부를 체크한다(S210). 문턱값(t2)으로서는, 공기 압축기(C2)가 작동불능인 것을 고려하여, 문턱값(t1)보다 약간 긴 시간으로 설정하는 것이 좋다. 경과시간(t)이 문턱값(t2) 이상이 되면(S210 ; YES), 애노드 오프 가스의 배기계통에 설치되어 있는 밸브(A4~A5)를 폐쇄하고(S211), 이어서 순환펌프(C1)를 정지시킨다(S209).

<47> 이와 같이 연료가스공급차단장치(밸브 A1~A3)를 제어하여 애노드 입구에의 연료가스공급을 차단하는 한편으로, 애노드 출구를 강제적으로 잠시 개방하여 두고, 애노드 가스 채널(25)의 내압이 소정 압력(Pt) 이하에 도달한 후, 또는 소정시간(t1) (또는 t2)을 경과한 후에 애노드 출구로부터의 애노드 오프 가스의 배기를 차단하도록 애노드 오프 가스 차단장치(밸브 A4~A5)를 제어함으로써, 애노드 가스 채널(25) 내의 잔존 수소압을 저감하여, 캐소드 가스 채널(26)에의 애노드 오프 가스의 크로스리크를 억제할 수 있다. 이에 의하여 시스템 재기동시에 있어서의 캐소드 가스 채널(26)로부터의 고농도 수소의 배기를 억제하는 것이 가능해진다.

<48> 또, 애노드 오프 가스의 배기계통에 설치된 순환펌프(C1)의 펌프작용(흡인작용)에 의하여 애노드 출구로부터 애노드 오프 가스를 흡인하여 전지 밖으로 강제적으로 배기할 수 있기 때문에, 애노드 출구의 개방시간을 단축할 수 있다. 또 애노드 오프 가스의 배기계통에 희석기(54) 등의 수소농도 저감장치를 설치함으로써 애노드 오프 가스의 수소농도를 충분히 저감한 다음에 시스템 밖으로 배기할 수 있다. 즉, 시스템 이상정지시에는, 탱크밸브(A1), 공급밸브(A2) 및 애노드 입구 밸브(A3)를 폐쇄함과 동시에, 애노드 출구 밸브(A4)와 수소 배기밸브(A5)를 개방하여 순환펌프(C1)를 작동시켜 애노드 내의 잔류 가스를 전지 밖으로 배출시킨다. 순환펌프(C1)가 작동하고 있는 동안은 캐소드 입구 밸브(B1)와 캐소드 출구 밸브(B2)를 개방상태로 유지하면서 공기 압축기(C

2)를 작동시킴으로써 캐소드 가스 채널(26)에 공기를 공급하고, 캐소드 하류에 설치된 희석기(54)에 희석 공기를 도입하는 것이 바람직하다. 이에 의하여 시스템 이상정지시에 희석기(54)에 유입된 애노드 오프 가스를 충분히 희석할 수 있다. 애노드 가스 채널(25) 내부의 애노드 가스 잔존량이 소정량 이하로 저감되면 애노드 출구 밸브(A4)와 수소 배기밸브(A5)를 폐쇄함과 동시에 순환펌프(C1)를 정지시킨다.

<49> 또한 본 실시형태에서는 (1) 애노드 가스 채널의 내압이 소정 압력 이하에 도달하는 것, 또는 (2) 시스템의 이상이 발생한 시점으로부터 소정시간 경과하는 것을 조건으로 하여 시스템 이상정지시에 있어서의 연료전지 내부의 애노드 가스의 잔존량이 소정량 이하에 도달하였는지의 여부를 체크하는 경우를 예시하였으나, 본 발명은 이 것에 한정되는 것이 아니라, 애노드 가스의 잔존량에 관련되는 물리량을 검출함으로써, 애노드 가스의 잔존량이 소정량 이하에 도달하였는지의 여부를 판정하여도 좋다. 예를 들면 (3) 시스템 이상정지시에 애노드 출구로부터 배기되는 애노드 오프 가스유량의 적산값이 소정 유량을 넘은 것, (4) 시스템 이상정지시에 애노드 출구로부터 배기되는 애노드 오프 가스의 수소 농도가 소정 농도 이하에 도달한 것, (5) 시스템 이상정지시에 애노드 출구로부터 배기되는 애노드 오프 가스의 온도가 소정 온도 이하에 도달한 것, 등을 조건으로 하여 시스템 이상정지시에 있어서의 연료전지 내부의 애노드 가스의 잔존량이 소정량 이하에 도달하였는지의 여부를 체크하여도 좋다.

<50> 또, 본 실시형태의 구성에서 순환 유로(32)나 순환펌프(C1)를 생략하고, 애노드 오프 가스 차단장치[밸브(A4 또는 A5)의 적어도 어느 하나]를 거쳐 애노드 오프 가스를 시스템 밖으로 배기하도록 시스템 구성을 변형하여도 좋다. 또 애노드 출구가 개방되어 있는 기간에서는 순환펌프(C1)의 작동을 정지하여도 좋다. 또 순환 유로(32)의 상류에 시스템 밖과 연통하는 바이패스 통로를 설치하여 두고, 시스템 이상정지 처리 중에 이 바이패스 통로를 개방하여도 좋다. 또 희석기(54) 대신에 연소기(촉매)를 설치하여도 좋다. 또한 캐소드측의 공기 압축기(C2)의 작동이나, 희석기(54)에의 캐소드 오프 가스의 공급을 각각 생략하여도 좋다.

산업상 이용 가능성

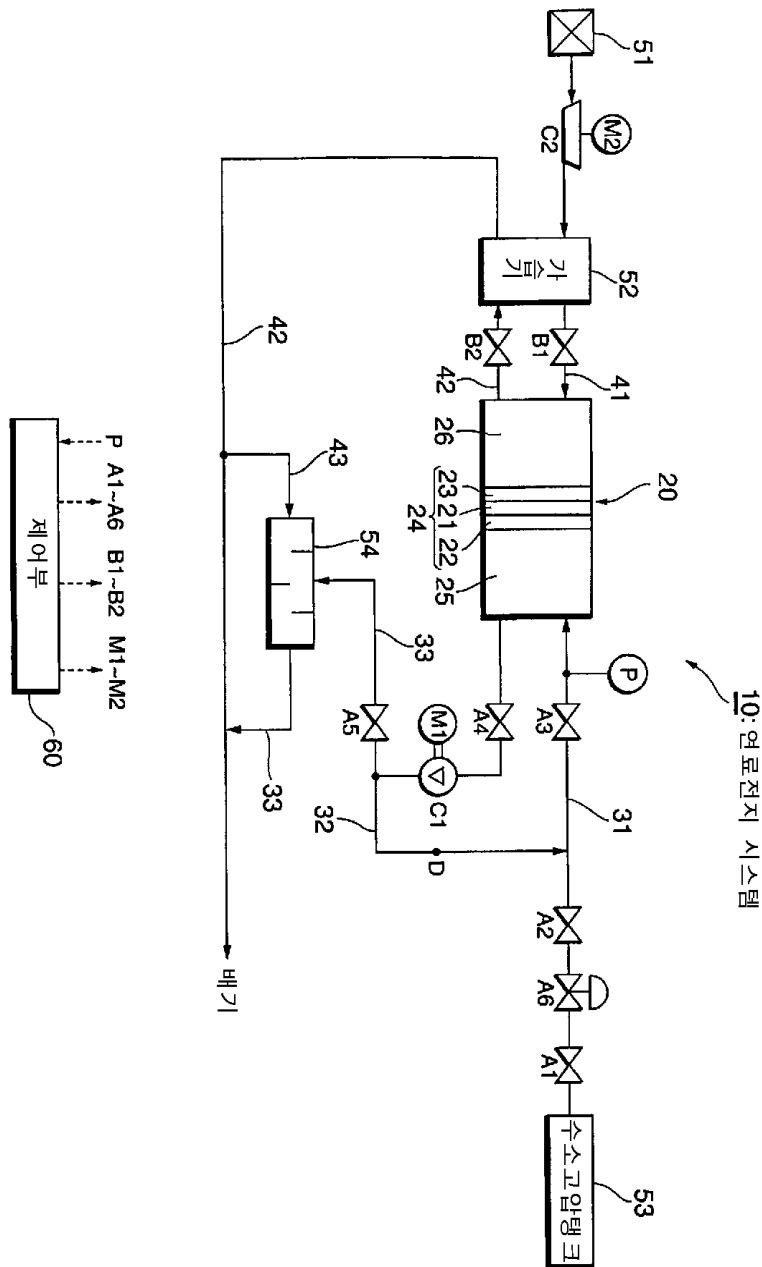
<51> 본 발명은, 시스템 이상이 발생하면 소정의 조건이 만족될 때까지 애노드 출구의 개방을 유지함으로써, 애노드 가스 채널 내의 잔존 애노드 가스압을 저감하여 캐소드 가스 채널에의 애노드 가스의 크로스리크를 억제할 수 있다. 따라서 시스템재기동시에 있어서의 캐소드 가스 채널로부터의 고농도 수소가스의 배기를 저감하는 것이 요구되는 연료 전지 시스템에 유용하며, 그와 같은 연료 전지 시스템에 널리 이용 가능하다.

도면의 간단한 설명

- <15> 도 1은 본 실시형태의 연료 전지 시스템의 주요 구성도,
- <16> 도 2는 애노드 오프 가스의 배기처리순서를 나타내는 제 1 제어루틴,
- <17> 도 3은 애노드 오프 가스의 배기처리순서를 나타내는 제 2 제어루틴이다.

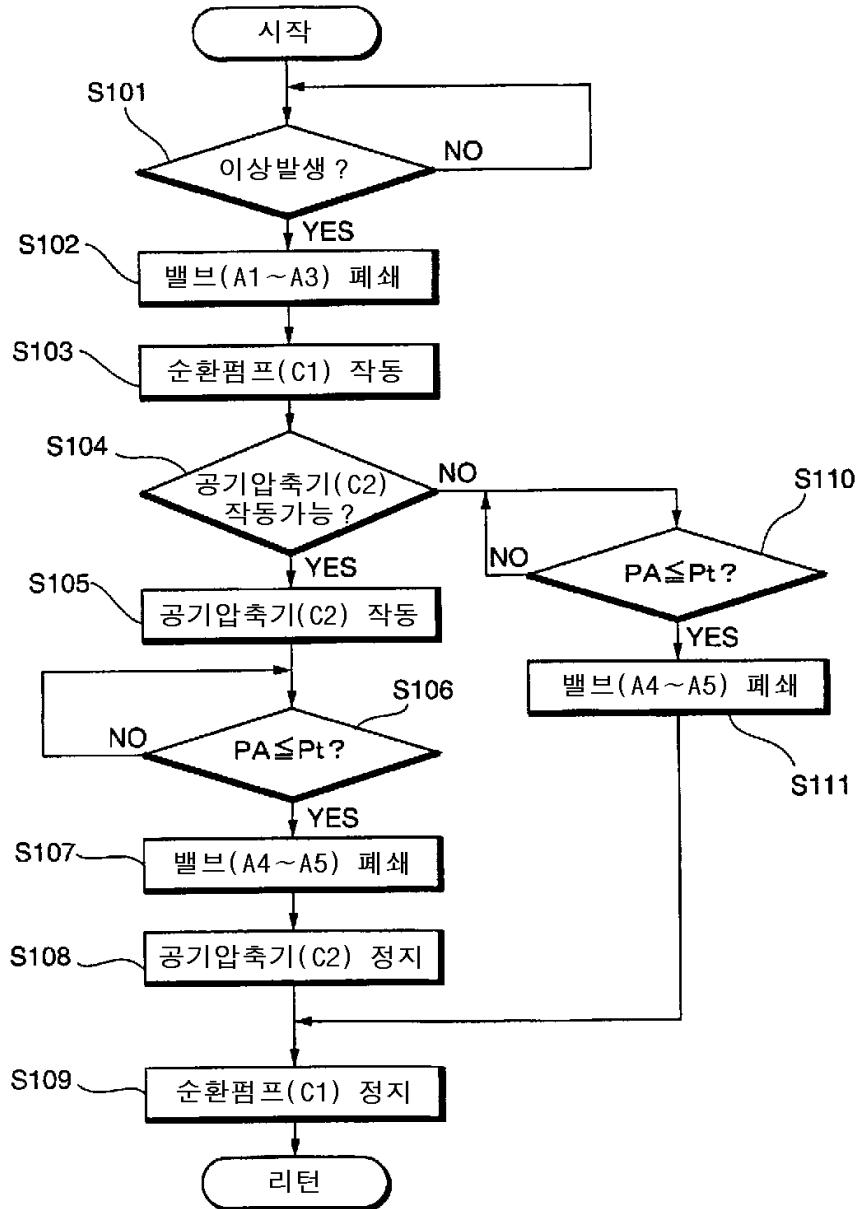
도면

도면1



도면2

시스템 이상정지시의 제어루틴



도면3

시스템 이상정지시의 제어루틴

