



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월14일
(11) 등록번호 10-1768334
(24) 등록일자 2017년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01M 8/04 (2016.01)

(52) CPC특허분류

H01M 8/04559 (2013.01)

H01M 8/04201 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0150812

(22) 출원일자 2015년10월29일

심사청구일자 2015년10월29일

(65) 공개번호 10-2016-0058681

(43) 공개일자 2016년05월25일

(30) 우선권주장

JP-P-2014-232251 2014년11월15일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2011060586 A

JP2013021854 A

(73) 특허권자

도요타지도샤가부시킴가이사

일본 아이치켄 도요타시 도요타초 1

(72) 발명자

야마나카 도미오

일본 아이치켄 도요타시 도요타초 1반지 도요타지
도샤가부시킴가이사 내

나다 미츠히로

일본 아이치켄 도요타시 도요타초 1반지 도요타지
도샤가부시킴가이사 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양영준, 성재동

전체 청구항 수 : 총 13 항

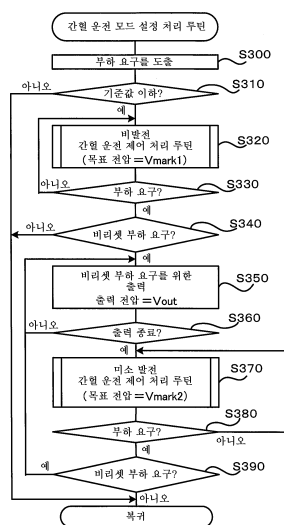
심사관 : 홍성란

(54) 발명의 명칭 전원 시스템 및 연료 전지의 전압 제어 방법

(57) 요약

부하 요구가 작은 경우를 포함하여, 연료 전지의 전압을 원하는 전압으로 유지해서 전압 변동을 억제한다. 연료 전지(100)를 구비하는 전원 시스템(30)에 있어서, 통상 부하 상태일 때는, 요구 전력의 적어도 일부를 연료 전지로부터 공급한다. 저부하 상태일 때는, 통상 부하 상태일 때 연료 전지에 공급하는 산소량보다도 적은 산소량이며, 연료 전지의 전압을 미리 설정한 목표 전압으로 하기 위해서 필요로 하는 산소량을 연료 전지에 공급한다. 제1 저부하 상태에서, 제1 목표 전압을 상기 목표 전압으로서 설정해서 연료 전지에 산소를 공급하고, 그 후, 요구 전력이 상기 기준값을 초과하는 상태가 되어, 제1 목표 전압을 초과하는 출력 전압으로 연료 전지를 발전시킨 후에, 제2 저부하 상태로 되었을 때는, 제1 목표 전압보다도 높은 제2 목표 전압을 목표 전압으로서 설정하여, 연료 전지에 산소를 공급한다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

H01M 8/04947 (2013.01)

H01M 2250/20 (2013.01)

Y02E 60/122 (2013.01)

(72) 발명자

스즈키 히로유키

일본 아이치켄 도요타시 도요타초 1반지 도요타지
도샤가부시키가이샤 내

오가와 도모히로

일본 아이치켄 도요타시 도요타초 1반지 도요타지
도샤가부시키가이샤 내

마루오 즈요시

일본 아이치켄 도요타시 도요타초 1반지 도요타지
도샤가부시키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

부하에 대하여 전력을 공급하는 연료 전지를 구비하는 전원 시스템에 있어서의 상기 연료 전지의 전압 제어 방법으로서,

상기 부하로부터의 요구 전력이 미리 정한 기준값을 초과하는 통상 부하 상태일 때는, 상기 요구 전력의 적어도 일부를 상기 연료 전지로부터 공급하고,

상기 요구 전력이 상기 기준값 이하가 되는 저부하 상태일 때는, 상기 통상 부하 상태일 때 상기 연료 전지에 공급하는 산소량보다도 적은 산소량이며, 상기 연료 전지의 전압을 미리 설정한 목표 전압으로 하기 위해서 필요로 하는 산소량을, 상기 연료 전지에 공급하고,

상기 요구 전력이 상기 기준값 이하가 되는 제1 저부하 상태에서, 제1 목표 전압을 상기 목표 전압으로서 설정해서 상기 연료 전지에 산소를 공급하고, 그 후, 상기 요구 전력이 상기 기준값을 초과하는 상태가 되어, 상기 제1 목표 전압을 초과하는 출력 전압으로 상기 연료 전지를 발전시킨 후에, 상기 요구 전력이 상기 기준값 이하가 되는 제2 저부하 상태로 되었을 때는, 상기 제1 목표 전압보다도 높은 제2 목표 전압을 상기 목표 전압으로서 설정하여, 상기 연료 전지에 산소를 공급하는, 연료 전지의 전압 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 저부하 상태 및 상기 제2 저부하 상태에서는,

상기 연료 전지와 상기 부하의 전기적인 접속을 차단하면서, 상기 연료 전지의 개회로 전압을 상기 목표 전압으로 하기 위해 필요로 하는 산소량을 상기 연료 전지에 공급하는 비발전 모드와,

상기 연료 전지가 상기 부하에 대하여 전력 공급하는 운전 모드이며, 상기 연료 전지의 출력 전압이 상기 목표 전압으로 되도록 제어하면서, 상기 연료 전지의 목표 발전량으로서 미리 정한 목표 발전량으로부터 이론적으로 도출되는 필요 산소량을 상기 연료 전지에 공급하는 미소 발전 모드,

를 포함하는 복수의 운전 모드에서 1개의 운전 모드가 선택되는, 연료 전지의 전압 제어 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 저부하 상태에서는, 상기 비발전 모드를 선택해서 상기 연료 전지에 대한 산소 공급을 행하고, 상기 제2 저부하 상태에서는, 상기 미소 발전 모드를 선택해서 상기 연료 전지에 대한 산소 공급을 행하는, 연료 전지의 전압 제어 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 부하는, 주 부하와, 상기 주 부하보다도 요구 전력이 적은 부 부하를 포함하고,

상기 통상 부하 상태는, 적어도 상기 주 부하로부터 전력이 요구되는 상태이며,

상기 제1 저부하 상태와 상기 제2 저부하 상태를 포함하는 상기 저부하 상태란, 상기 주 부하로부터 전력이 요구되지 않고, 상기 부 부하로부터 전력이 요구되는 상태인, 연료 전지의 전압 제어 방법.

청구항 5

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 미소 발전 모드를 선택하는 상태가 계속되고 있을 때, 상기 미소 발전 모드에서의 상기 연료 전지의 발전에 의해 상기 연료 전지 내에서 발생한 액수가 상기 연료 전지 내에 과잉으로 체류하는 액수 체류 조건에 해당하는 경우에는, 상기 미소 발전 모드로서의 제어를 일시적으로 중단하고, 상기 미소 발전 모드에서 상기 연료 전지에 공급되는 산소량을 초과하는 과잉량의 산소를 상기 연료 전지에 공급하는, 연료 전지의 전압 제어 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 전원 시스템은, 상기 부하의 일부로서, 상기 미소 발전 모드가 선택되어 있을 때 상기 연료 전지가 발전한 전력의 적어도 일부를 축전 가능한 축전부를 구비하고,

상기 전압 제어 방법은, 상기 미소 발전 모드를 선택하는 상태가 계속되고 있을 때, 상기 액수 체류 조건에 해당하는 경우에는, 상기 미소 발전 모드로서의 제어를 일시적으로 중단하기에 앞서, 상기 연료 전지의 상기 목표 발전량을 보다 작게 해서 상기 연료 전지를 발전시키는, 연료 전지의 전압 제어 방법.

청구항 7

부하에 대하여 전력을 공급하는 연료 전지를 구비하는 전원 시스템으로서,

상기 연료 전지의 캐소드에 산소를 공급하는 산소 공급부와,

상기 산소 공급부를 구동하여, 상기 산소 공급부가 상기 캐소드에 공급하는 산소량을 조절하는 산소량 조절부,를 구비하고,

상기 산소량 조절부는,

상기 부하로부터의 요구 전력이 미리 정한 기준값을 초과하는 통상 부하 상태일 때는, 상기 요구 전력의 적어도 일부를 상기 연료 전지로부터 공급 가능하게 하는 산소량을 상기 캐소드에 공급하도록, 상기 산소 공급부를 구동하고,

상기 요구 전력이 상기 기준값 이하가 되는 저부하 상태일 때는, 상기 통상 부하 상태일 때 상기 연료 전지에 공급하는 산소량보다도 적은 산소량이며, 상기 연료 전지의 전압을 미리 설정한 목표 전압으로 하기 위해 필요로 하는 산소량을 상기 캐소드에 공급하도록, 상기 산소 공급부를 구동하고,

상기 요구 전력이 상기 기준값 이하가 되는 제1 저부하 상태에서, 제1 목표 전압을 상기 목표 전압으로서 설정해서 상기 산소 공급부를 구동하고, 그 후, 상기 요구 전력이 상기 기준값을 초과하는 상태가 되어, 상기 제1 목표 전압을 초과하는 출력 전압으로 상기 연료 전지를 발전시킨 후에, 상기 요구 전력이 상기 기준값 이하가 되는 제2 저부하 상태로 되었을 때는, 상기 제1 목표 전압보다도 높은 제2 목표 전압을 상기 목표 전압으로서 설정해서 상기 산소 공급부를 구동하는, 전원 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

또한, 상기 저부하 상태일 때의 상기 전원 시스템의 운전 모드로서, 상기 연료 전지가 발전을 정지하는 비발전 모드와, 상기 연료 전지가 상기 부하에 대하여 전력 공급하는 미소 발전 모드를 포함하는 복수의 운전 모드에서 1개의 운전 모드를 선택하는 운전 모드 선택부와,

상기 운전 모드 선택부가 상기 운전 모드로서 상기 비발전 모드를 선택했을 때, 상기 연료 전지와 상기 부하의 전기적인 접속을 차단하는 부하 차단부와,

상기 운전 모드 선택부가 상기 운전 모드로서 상기 미소 발전 모드를 선택했을 때, 상기 연료 전지의 출력 전압을 상기 목표 전압으로 설정하는 출력 전압 제어부,

를 구비하고,

상기 산소량 조절부는,

상기 운전 모드 선택부가 상기 운전 모드로서 상기 비발전 모드를 선택했을 때는, 상기 연료 전지의 개회로 전압을 상기 목표 전압으로 하기 위해서 필요로 하는 산소량을 상기 연료 전지에 공급하도록 상기 산소 공급부를

구동하고,

상기 운전 모드 선택부가 상기 운전 모드로서 상기 미소 발전 모드를 선택했을 때는, 상기 연료 전지의 목표 발전량으로서 미리 정한 목표 발전량으로부터 이론적으로 도출되는 필요 산소량을 상기 연료 전지에 공급하도록 상기 산소 공급부를 구동하는, 전원 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 운전 모드 선택부는, 상기 통상 부하 상태에서 상기 저부하 상태로 되었을 때는, 상기 운전 모드로서, 상기 제1 목표 전압을 상기 목표 전압으로 하는 상기 비발전 모드를 선택하고, 그 후, 상기 요구 전력이 상기 기준값을 초과하는 상태가 되어, 상기 제1 목표 전압을 초과하는 출력 전압으로 상기 연료 전지의 발전이 행하여진 후에, 또한 상기 저부하 상태가 되었을 때는, 상기 운전 모드로서, 상기 제2 목표 전압을 목표 전압으로 하는 상기 미소 발전 모드를 선택하는, 전원 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 부하는, 주 부하와, 상기 주 부하보다도 작은 부 부하를 포함하고,

상기 통상 부하 상태는, 적어도 상기 주 부하로부터 전력이 요구되는 상태이며,

상기 저부하 상태란, 상기 주 부하로부터 전력이 요구되지 않고, 상기 부 부하로부터 전력이 요구되는 상태인, 전원 시스템.

청구항 11

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 운전 모드 선택부는, 상기 제2 목표 전압을 목표 전압으로 하는 상기 미소 발전 모드를 선택하고 있을 때, 상기 미소 발전 모드에서의 상기 연료 전지의 발전에 의해 상기 연료 전지 내에서 발생한 액수가 상기 연료 전지 내에 과잉으로 체류하는 액수 체류 조건에 해당하는 경우에는, 상기 미소 발전 모드의 선택을 일시적으로 해제하고,

상기 산소량 조절부는, 상기 운전 모드 선택부가 상기 미소 발전 모드를 일시적으로 해제했을 때는, 상기 미소 발전 모드에서 상기 연료 전지에 공급되는 산소량을 초과하는 과잉량의 산소를 상기 연료 전지에 공급하도록 상기 산소 공급부를 구동하는, 전원 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

또한, 상기 운전 모드 선택부에 의해 상기 미소 발전 모드가 선택되어 있을 때 상기 연료 전지가 발전한 전력의 적어도 일부를 축전 가능한 축전부를 구비하고,

상기 산소량 조절부는, 상기 운전 모드 선택부가 상기 미소 발전 모드를 선택하는 상태가 계속되고 있을 때, 상기 액수 체류 조건에 해당하는 경우에는, 상기 운전 모드 선택부가 상기 미소 발전 모드의 선택을 일시적으로 해제하기에 앞서, 상기 연료 전지의 상기 목표 발전량을 보다 작게 해서 상기 산소 공급부를 구동하는, 전원 시스템.

청구항 13

제7항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 산소 공급부는,

상기 캐소드에 접속하는 유로이며, 해당 유로의 일부가, 상기 연료 전지의 내부에서 상기 캐소드에 산소를 공급하는 캐소드측 유로를 형성하는 산소 공급로와,

상기 산소 공급로에 있어서의 상기 캐소드측 유로보다도 상류측의 위치에 대하여 산소를 도입하는 산소 도입부

와,

상기 산소 공급로로부터 분기되는 유로이며, 상기 산소 도입부로부터 공급되는 산소를, 상기 캐소드측 유로를 경유하지 않고 유도하는 바이패스 유로와,

상기 산소 공급로로부터 상기 바이패스 유로가 분기되는 위치에 설치되는 밸브이며, 밸브 개방 상태에 따라, 상기 산소 공급로와 상기 바이패스 유로에 분배되는 산소의 분배 비율을 변경 가능한 분류 밸브와,

상기 산소 공급로에 설치되어, 상기 캐소드에 공급되는 산소량을 변경 가능한 유량 조정 밸브,

를 구비하고,

상기 산소량 조절부는, 상기 산소 도입부가 도입하는 산소량, 상기 분류 밸브의 밸브 개방 상태, 및, 상기 유량 조정 밸브의 개방도에서 선택되는 적어도 하나를 변경함으로써, 상기 캐소드에 공급하는 산소량을 조절하는, 전원 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] [관련 출원의 상호 참조]

[0002] 본원은, 2014년 11월 15일에 출원된 출원 번호 2014-232251호의 일본 특허 출원에 기초하는 우선권을 주장하고, 그 개시의 모두가 참조에 의해 본원에 도입된다.

[0003] 본 발명은 전원 시스템 및, 연료 전지의 전압 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 연료 전지를 구비하는 전원 시스템에 있어서, 부하로부터의 요구 전력(이하, 부하 요구라고도 함)에 따라서 전원 시스템으로부터 전력을 취출할 때, 전원 시스템의 가동 중이라도 일시적으로 부하 요구가 매우 작아지는 경우가 있다. 연료 전지를 구비하는 시스템에서는, 일반적으로, 연료 전지의 발전 전력이 매우 작은 경우에는 시스템 전체의 에너지 효율이 저하된다는 성질을 갖고 있다. 그 때문에, 종래는, 전원 시스템에 대한 부하 요구가 매우 작을 때 행하는 제어의 하나로서, 연료 전지의 발전을 정지하는 제어가 행해지고 있었다. 그리고, 부하에 대해서는, 연료 전지와 함께 전원 시스템에 탑재한 2차 전지에 의해, 요구된 전력을 출력하고 있었다.

[0005] 연료 전지의 애노드측 유로 내에 수소가 잔류함과 함께 캐소드측 유로 내에 산소가 잔류하는 상태에서 연료 전지의 발전을 정지하면, 연료 전지는 매우 높은 개회로 전압(Open circuit voltage: OCV)를 나타낸다. 연료 전지의 개회로 전압이 과잉으로 높아지면, 연료 전지가 구비하는 전극(캐소드)의 전극 전위가 과잉으로 높아지고, 캐소드 전극에 있어서 촉매의 용출(열화)이 진행됨으로써, 연료 전지의 발전 성능 및 내구성이 저하된다.

[0006] 또한, 연료 전지의 발전 정지 후에는, 애노드측 유로 내에 잔류하는 수소가, 연료 전지의 전해질막을 통해서 캐소드측 유로에 투과하여, 캐소드 상에서 산화되는 반응이 진행된다. 그 결과, 연료 전지의 발전 정지 후 조금 있으면, 캐소드측 유로에 잔류하는 산소가 소비됨으로써, 개회로 전압이 저하(캐소드 전위가 저하)된다. 이러한 경우에는, 캐소드 촉매가 환원됨으로써, 그 후에 캐소드 전위가 재상승했을 때는, 캐소드 촉매의 용출이 보다 일어나기 쉬워진다. 그 때문에, 부하 요구가 매우 작아질 때는, 상기한 촉매의 열화를 억제하기 위해서, 연료 전지의 전압(전극 전위)을 적절한 범위 내로 유지할 것이 요망된다.

[0007] 부하 요구가 매우 작아질 때, 연료 전지의 전압을 적절한 범위 내로 유지하기 위한 방법으로서, 부하 요구가 매우 작아진 후에도 연료 전지에 있어서 미소한 발전을 계속하는 방법이 제안되어 있다(JP2013-161571A). 미소한 발전을 계속하는 방법으로서, 예를 들어, 연료 전지의 출력 전압이 저하되어서 소정의 범위의 하한값에 도달할 때까지는 연료 전지에 대한 산소의 공급을 정지하고, 출력 전압이 상기 하한값으로 저하된 후에는 출력 전압이 상승해서 상기 소정의 범위의 상한값에 도달할 때까지 연료 전지에 대한 산소의 공급을 행하는 방법이 제안되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 그러나, 상기와 같이 연료 전지에 대한 산소의 공급 및 정지를 반복하는 제어를 행하면, 연료 전지의 출력 전압은, 상기 소정의 범위의 하한값과 상한값의 사이에서 변동을 반복한다. 연료 전지에 있어서는, 전극 전위가 높아질수록, 전극 촉매가 용출되기 쉬워진다고 생각된다. 또한, 전극 전위가 일단 저하된 후에 재상승할 때는, 전극 전위가 저하될수록, 및, 그 후에 재상승하는 정도가 클수록, 전극촉매가 용출되기 쉬워진다고 생각된다. 그 때문에, 전극 촉매의 열화를 억제하고, 연료 전지의 내구성을 향상시키기 위해서는, 간단히, 전극이 과잉으로 고전위가 되는 것 및 과잉으로 저전위가 되는 것을 피할 뿐만 아니라, 연료 전지의 전압(전극 전위)의 변동을 억제할 것이 요망되고 있다. 또한, 상기와 같이 부하 요구가 매우 작은 상태가 계속되는 도중에, 일시적으로 부하 요구가 변동되는 경우도 생각할 수 있다. 이러한 경우에도 전압 변동을 억제하는 것이 바람직한데, 일시적인 부하 요구의 변동을 포함한 제어에 대해서는, 종래, 충분한 검토가 이루어지지 않았다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은, 상술한 과제를 해결하기 위해서 이루어진 것이며, 이하의 형태로서 실현하는 것이 가능하다.

[0010] (1) 본 발명의 일 형태에 의하면, 부하에 대하여 전력을 공급하는 연료 전지를 구비하는 전원 시스템에 있어서의 상기 연료 전지의 전압 제어 방법이 제공된다. 이 연료 전지의 전압 제어 방법은, 상기 부하로부터의 요구 전력이 미리 정한 기준값을 초과하는 통상 부하 상태일 때는, 상기 요구 전력의 적어도 일부를 상기 연료 전지로부터 공급하고; 상기 요구 전력이 상기 기준값 이하가 되는 저부하 상태일 때는, 상기 통상 부하 상태일 때 상기 연료 전지에 공급하는 산소량보다도 적은 산소량이며, 상기 연료 전지의 전압을 미리 설정한 목표 전압으로 하기 위해서 필요로 하는 산소량을, 상기 연료 전지에 공급한다. 그리고, 상기 요구 전력이 상기 기준값 이하가 되는 제1 저부하 상태에서, 제1 목표 전압을 상기 목표 전압으로서 설정해서 상기 연료 전지에 산소를 공급하고, 그 후, 상기 요구 전력이 상기 기준값을 초과하는 상태가 되어, 상기 제1 목표 전압을 초과하는 출력 전압으로 상기 연료 전지를 발전시킨 후에, 상기 요구 전력이 상기 기준값 이하가 되는 제2 저부하 상태로 되었을 때는, 상기 제1 목표 전압보다도 높은 제2 목표 전압을 상기 목표 전압으로서 설정하여, 상기 연료 전지에 산소를 공급한다.

[0011] 이 형태의 연료 전지의 전압 제어 방법에 의하면, 제1 저부하 상태일 때 제1 목표 전압을 목표 전압으로 설정해서 연료 전지에 산소를 공급하고, 그 후, 제1 목표 전압을 초과하는 출력 전압으로 연료 전지를 발전시킨 후에, 제2 저부하 상태가 되었을 때는, 제1 목표 전압보다도 높은 제2 목표 전압을 목표 전압으로서 설정한다. 그 때문에, 연료 전지의 전극 전위의 변동을 억제하고, 전극 촉매의 용출을 억제하여, 연료 전지의 내구성을 높일 수 있다.

[0012] (2) 상기 형태의 연료 전지의 전압 제어 방법에 있어서, 상기 제1 저부하 상태 및 상기 제2 저부하 상태에서는; 상기 연료 전지와 상기 부하의 전기적인 접촉을 차단하면서, 상기 연료 전지의 개회로 전압을 상기 목표 전압으로 하기 위해서 필요로 하는 산소량을 상기 연료 전지에 공급하는 비발전 모드와; 상기 연료 전지가 상기 부하에 대하여 전력 공급하는 운전 모드이며, 상기 연료 전지의 출력 전압이 상기 목표 전압이 되도록 제어하면서, 상기 연료 전지의 목표 발전량으로서 미리 정한 목표 발전량으로부터 이론적으로 도출되는 필요 산소량을 상기 연료 전지에 공급하는 미소 발전 모드; 를 포함하는 복수의 운전 모드에서 1개의 운전 모드가 선택되는 것으로 해도 된다.

[0013] 이 형태의 연료 전지의 전압 제어 방법에 의하면, 부하로부터의 요구 전력이 미리 정한 기준값 이하가 되는 저부하 상태일 때는, 연료 전지의 출력 전압을 바람직한 범위로 유지하면서, 저부하 상태에서의 과잉 발전을 억제할 수 있다.

[0014] (3) 상기 형태의 연료 전지의 전압 제어 방법에 있어서, 상기 제1 저부하 상태에서는, 상기 비발전 모드를 선택해서 상기 연료 전지에 대한 산소 공급을 행하고, 상기 제2 저부하 상태에서는, 상기 미소 발전 모드를 선택해서 상기 연료 전지에 대한 산소 공급을 행하는 것으로 해도 된다.

[0015] 이 형태의 연료 전지의 전압 제어 방법에 의하면, 저부하 상태가 되었을 때 미소 발전 모드에 앞서 비발전 모드를 선택함으로써, 저부하 상태가 되었을 때 연료 전지로부터의 과잉 발전을 억제하고, 전원 시스템의 에너지 효율을 높일 수 있다. 또한 상기 형태의 연료 전지의 전압 제어 방법에서는, 비발전 모드를 선택한 후에, 요구 전력이 기준값을 초과하는 상태가 되어서 연료 전지의 발전을 행하고, 그 후, 다시 저부하 상태가 되었을 때는, 미소 발전 모드를 선택한다. 그 때문에, 저부하 상태가 이어지는 경우에도, 전원 시스템을 구비하는 장치 내에서 요구되는 부하 요구의 적어도 일부를, 연료 전지에 의해 조달할 수 있다. 또한, 예를 들어 전원 시스템이 또한 축전부(연료 전지가 발전한 전력의 적어도 일부를 축전 가능하고 부하에 대하여 전력 공급 가능한 축전

부)를 구비하는 경우에는, 다시 저부하 상태가 된 후에 축전부의 잔존 용량이 저하되는 것을 억제할 수 있다. 그 결과, 다시 저부하 상태가 된 후의 축전부의 충전 빈도를 억제할 수 있다.

- [0016] (4) 상기 형태의 연료 전지의 전압 제어 방법에 있어서, 상기 부하는, 주 부하와, 상기 주 부하보다도 요구 전력이 적은 부 부하를 포함하고; 상기 통상 부하 상태는, 적어도 상기 주 부하로부터 전력이 요구되는 상태이며; 상기 제1 저부하 상태와 상기 제2 저부하 상태를 포함하는 상기 저부하 상태란, 상기 주 부하로부터 전력이 요구되지 않고, 상기 부 부하로부터 전력이 요구되는 상태인 것으로 해도 된다.
- [0017] 이 형태의 연료 전지의 전압 제어 방법에 의하면, 주 부하로부터 전력이 요구되는 상태에서부터 저부하 상태가 되었을 때는, 미소 발전 모드에 앞서 비발전 모드를 선택할 수 있기 때문에, 시스템 전체의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0018] (5) 상기 형태의 연료 전지의 전압 제어 방법에 있어서, 상기 미소 발전 모드를 선택하는 상태가 계속되고 있을 때, 상기 미소 발전 모드에서의 상기 연료 전지의 발전에 의해 상기 연료 전지 내에서 발생한 액수가 상기 연료 전지 내에 과잉으로 체류하는 액수 체류 조건에 해당하는 경우에는, 상기 미소 발전 모드로서의 제어를 일시적으로 중단하고, 상기 미소 발전 모드에서 상기 연료 전지에 공급되는 산소량을 초과하는 과잉량의 산소를 상기 연료 전지에 공급하는 것으로 해도 된다.
- [0019] 이 형태의 연료 전지의 전압 제어 방법에 의하면, 미소 발전 모드를 선택하는 상태가 계속되는 경우에도, 연료 전지 내로부터 액수를 제거하여, 연료 전지 내에 체류하는 액수량이 과잉으로 되는 것을 억제할 수 있다.
- [0020] (6) 상기 형태의 연료 전지의 전압 제어 방법에 있어서, 상기 전원 시스템은, 상기 부하의 일부로서, 상기 미소 발전 모드가 선택되어 있을 때 상기 연료 전지가 발전한 전력의 적어도 일부를 축전 가능한 축전부를 구비하고; 상기 전압 제어 방법은, 상기 미소 발전 모드를 선택하는 상태가 계속되고 있을 때, 상기 액수 체류 조건에 해당하는 경우에는, 상기 미소 발전 모드로서의 제어를 일시적으로 중단하기에 앞서, 상기 연료 전지의 상기 목표 발전량을 보다 작게 해서 상기 연료 전지를 발전시키는 것으로 해도 된다.
- [0021] 이 형태의 연료 전지의 전압 제어 방법에 의하면, 연료 전지의 목표 발전량을 일시적으로 작게 함으로써 축전기의 잔존 용량을 저하시킬 수 있다. 그 때문에, 그 후에, 미소 발전 모드에서 연료 전지에 공급되는 산소량을 초과하는 과잉량의 산소를 연료 전지에 공급함으로써 연료 전지의 발전량이 일시적으로 증가해도, 증가한 발전량을 축전부에 저장 없이 충전하는 것이 가능해진다.
- [0022] (7) 본 발명의 다른 형태에 의하면, 부하에 대하여 전력을 공급하는 연료 전지를 구비하는 전원 시스템이 제공된다. 전원 시스템은, 상기 연료 전지의 캐소드에 산소를 공급하는 산소 공급부와, 상기 산소 공급부를 구동하여, 상기 산소 공급부가 상기 캐소드에 공급하는 산소량을 조절하는 산소량 조절부를 구비한다. 상기 산소량 조절부는, 상기 부하로부터의 요구 전력이 미리 정한 기준값을 초과하는 통상 부하 상태일 때는, 상기 요구 전력의 적어도 일부를 상기 연료 전지로부터 공급 가능하게 하는 산소량을 상기 캐소드에 공급하도록, 상기 산소 공급부를 구동하고; 상기 요구 전력이 상기 기준값 이하가 되는 저부하 상태일 때는, 상기 통상 부하 상태일 때 상기 연료 전지에 공급하는 산소량보다도 적은 산소량이며, 상기 연료 전지의 전압을 미리 설정한 목표 전압으로 하기 위해서 필요로 하는 산소량을, 상기 캐소드에 공급하도록, 상기 산소 공급부를 구동하고; 상기 요구 전력이 상기 기준값 이하가 되는 제1 저부하 상태에서, 제1 목표 전압을 상기 목표 전압으로서 설정해서 상기 산소 공급부를 구동하고, 그 후, 상기 요구 전력이 상기 기준값을 초과하는 상태가 되어서, 상기 제1 목표 전압을 초과하는 출력 전압으로 상기 연료 전지를 발전시킨 후에, 상기 요구 전력이 상기 기준값 이하가 되는 제2 저부하 상태로 되었을 때는, 상기 제1 목표 전압보다도 높은 제2 목표 전압을 상기 목표 전압으로서 설정해서 상기 산소 공급부를 구동한다.
- [0023] 이 형태의 전원 시스템에 의하면, 제1 저부하 상태일 때 제1 목표 전압을 목표 전압으로 설정해서 산소 공급부를 구동하고, 그 후, 제1 목표 전압을 초과하는 출력 전압으로 연료 전지를 발전시킨 후에, 제2 저부하 상태가 되었을 때는, 제1 목표 전압보다도 높은 제2 목표 전압을 목표 전압으로 해서 산소 공급부를 구동하기 때문에, 연료 전지의 전극 전위의 변동을 억제하고, 전극 촉매의 용출을 억제하여, 연료 전지의 내구성을 높일 수 있다.
- [0024] 본 발명은, 상기 이외의 다양한 형태로 실현 가능하며, 예를 들어 전원 시스템을 구동용 전원으로서 탑재하는 이동체, 연료 전지를 구비하는 전원 시스템에서의 연료 전지의 고전위 회피 제어 방법, 앞서 서술한 전압 제어 방법 또는 고전위 회피 제어 방법을 실현하는 컴퓨터 프로그램, 그 컴퓨터 프로그램을 기록한 일시적이 아닌 기록 매체 등의 형태로 실현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 연료 전지 차량의 개략 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 2는 연료 전지에 있어서의 출력 전류와, 출력 전압 또는 출력 전력과의 관계를 모식적으로 도시하는 설명도이다.
- 도 3은 공급 산소량과 연료 전지의 개회로 전압과의 관계를 모식적으로 도시하는 설명도이다.
- 도 4는 과잉량의 수소를 공급하면서 산소 공급량을 변경했을 때의, 연료 전지의 IV 특성을 도시하는 설명도이다.
- 도 5는 미소 발전 모드 선택시에 취할 수 있는 동작점을, 통상 운전 모드의 IV 특성에 겹쳐서 도시하는 설명도이다.
- 도 6은 비발전 간헐 운전 제어 처리 루틴을 나타내는 흐름도이다.
- 도 7은 미소 발전 간헐 운전 제어 처리 루틴을 나타내는 흐름도이다.
- 도 8은 간헐 운전 모드 설정 처리 루틴을 나타내는 흐름도이다.
- 도 9는 각 문제를 발생시키지 않기 위해서 허용할 수 있는 수분량을 나타내는 설명도이다.
- 도 10은 캐소드 소기 제어 처리 루틴을 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] A. 전원 시스템의 전체 구성:
- [0027] 도 1은, 본 발명의 제1 실시 형태로서의 연료 전지 차량(20)의 개략 구성을 나타내는 블록도이다. 연료 전지 차량(20)은, 차체(22)에, 전원 시스템(30)을 탑재한다. 전원 시스템(30)과, 연료 전지 차량(20)의 구동용 모터(170)와의 사이는, 배선(178)에 의해 접속되어 있고, 배선(178)을 통해서, 전원 시스템(30)과 모터(170)의 사이에서 전력이 교환된다.
- [0028] 전원 시스템(30)은, 연료 전지(100)와, 수소 탱크(110)를 포함하는 수소 가스 공급부(120)와, 압축기(130)를 포함하는 공기 공급부(140)와, 2차 전지(172)와, DC/DC 컨버터(104)와, DC/DC 컨버터(174)와, 제어부(200)를 구비한다. 또한, 전원 시스템(30)은, 연료 전지(100)의 온도를 소정 범위로 유지하기 위해서 연료 전지를 냉각하는 냉매를 연료 전지 내에 유통시키는 도시하지 않은 냉매 순환부를, 더 구비하고 있다. 전원 시스템(30)에서는, 연료 전지(100) 및 2차 전지(172)의 각각이 단독으로, 또는, 연료 전지(100) 및 2차 전지(172)의 양쪽으로부터 동시에, 모터(170)를 포함하는 부하에 대하여 전력을 공급 가능하게 되어 있다.
- [0029] 연료 전지(100)는, 단셀이 복수 적층된 스택 구성을 갖고 있다. 본 실시 형태의 연료 전지(100)는, 고체 고분자형 연료 전지이다. 연료 전지(100)를 구성하는 각 단셀에서는, 전해질막을 사이에 개재하여, 애노드측에 수소가 흘러드는 유로(이후, 애노드측 유로(115)라고도 함)가 형성되고, 캐소드측에 산소가 흐르는 유로(이후, 캐소드측 유로(148)라고도 함)가 형성되어 있다. 또한, 도 1에서는, 연료 전지(100)의 내부에 애노드측 유로(115) 및 캐소드측 유로(148)가 형성되는 모습을, 모식적으로 도시하고 있다. 연료 전지(100)는, DC/DC 컨버터(104) 및 배선(178)을 통해서, 모터(170)를 포함하는 부하에 접속되어 있다. 연료 전지(100)의 전압은, 전압 센서(102)에 의해 검출된다. 또한, 연료 전지(100)의 출력 전류는, 배선(178)에 설치된 전류 센서(103)에 의해 검출된다. 전압 센서(102) 및 전류 센서(103)의 검출 신호는, 제어부(200)에 출력된다.
- [0030] DC/DC 컨버터(104)는, 제어부(200)의 제어 신호를 받아, 연료 전지(100)의 출력 상태를 변경하는 기능을 갖고 있다. 구체적으로는, DC/DC 컨버터(104)는, 연료 전지(100)가 발전할 때의 출력 전압을 설정하는 기능을 갖는다. 또한, DC/DC 컨버터(104)는, 연료 전지(100)가 발전한 전력을 부하에 공급할 때 출력 전압을 원하는 전압으로 승압하는 기능을 갖는다. 또한, DC/DC 컨버터(104)는, 다이오드를 구비하고 있다. DC/DC 컨버터(104)에 다이오드를 설치함으로써, 연료 전지(100)로부터의 출력 전류가 소정 값 이하로 되었을 때는, 연료 전지(100)와 부하의 사이의 전기적인 접속이 차단된다. 본 실시 형태에서는, DC/DC 컨버터(104)가 구비하는 다이오드가, 과제의 해결 수단에서의 「부하 차단부」에 상당한다.
- [0031] 수소 가스 공급부(120)가 구비하는 수소 탱크(110)는, 예를 들어 고압의 수소 가스를 저장하는 수소 용기, 또는, 수소 흡수 합금을 내부에 구비하고, 수소 흡수 합금에 수소를 흡장시킴으로써 수소를 저장하는 탱크로 할

수 있다. 수소 가스 공급부(120)는, 수소 탱크(110)로부터 연료 전지(100)에 이르는 수소 공급 유로(121)와, 미소비의 수소 가스(애노드 오프 가스)를 수소 공급 유로(121)에 순환시키는 순환 유로(122)와, 애노드 오프 가스를 대기 방출하기 위한 수소 방출 유로(123)를 구비한다. 수소 가스 공급부(120)에 있어서, 수소 탱크(110)에 저장된 수소 가스는, 수소 공급 유로(121)의 개폐 밸브(124)의 유로 개폐와, 감압 밸브(125)로의 감압을 거쳐서, 감압 밸브(125)의 하류의 수소 공급 기기(126)(예를 들어, 인젝터)로부터, 연료 전지(100)의 애노드측 유로(115)에 공급된다. 순환 유로(122)를 순환하는 수소의 유속은, 순환 펌프(127)에 의해 조절된다. 수소 공급 기기(126) 및 순환 펌프(127)의 구동량은, 압력 센서(128)가 검출한 순환 수소의 압력을 참조하면서, 부하 요구에 따라서 제어부(200)에 의해 조절된다.

[0032] 또한, 순환 유로(122)를 흐르는 수소 가스의 일부는, 순환 유로(122)로부터 분기된 수소 방출 유로(123)의 개폐 밸브(129)의 개폐 조절을 거쳐서, 소정의 타이밍에 대기 방출된다. 이에 의해, 순환 유로(122) 내를 순환하는 수소 가스 중의 수소 이외의 불순물(수증기나 질소 등)을 유로 외부로 배출할 수 있어, 연료 전지(100)에 공급되는 수소 가스 중의 불순물 농도의 상승을 억제할 수 있다. 상기 한 개폐 밸브(129)의 개폐 타이밍은, 제어부(200)에 의해 조절된다.

[0033] 공기 공급부(140)는, 압축기(130) 이외에, 제1 공기 유로(141), 제2 공기 유로(145), 제3 공기 유로(146), 분류 밸브(144), 공기 방출 유로(142), 배압 밸브(143) 및 유량 센서(147)를 구비한다. 제1 공기 유로(141)는, 압축기(130)가 도입하는 공기의 전량이 흐르는 유로이다. 제2 공기 유로(145) 및 제3 공기 유로(146)는, 제1 공기 유로(141)로부터 분기되어 설치되어 있다. 분류 밸브(144)는, 제1 공기 유로(141)가 제2 공기 유로(145) 및 제3 공기 유로(146)로 분기되는 부위에 설치되어 있다. 이 분류 밸브(144)의 밸브 개방 상태를 변경함으로써, 제1 공기 유로(141)로부터 제2 공기 유로(145) 또는 제3 공기 유로(146)에 흐르는 공기의 분배 비율을 변경 가능하게 되어 있다. 제2 공기 유로(145)의 일부는, 연료 전지(100) 내에서 캐소드측 유로(148)를 형성하고 있다. 제3 공기 유로(146)는, 연료 전지(100)를 경유하지 않고 공기를 유도하는 바이패스 유로이다. 제2 공기 유로(145)와 제3 공기 유로(146)는 합류하여, 공기 방출 유로(142)가 된다. 배압 밸브(143)는, 제2 공기 유로(145)에 있어서, 캐소드측 유로(148)보다도 하류측이며, 제3 공기 유로(146)와의 합류 개소보다 상류측에 설치된 스로틀 밸브이다. 배압 밸브(143)의 개방도를 조절함으로써, 연료 전지(100)에 있어서의 캐소드측 유로(148)의 배압을 변경할 수 있다. 공기 방출 유로(142)는, 제3 공기 유로(146)를 통과한 공기와 함께, 제2 공기 유로(145)를 통과한 공기(캐소드 오프 가스)를 대기 방출하기 위한 유로이다. 공기 방출 유로(142)에는, 앞서 서술한 수소 방출 유로(123)가 접속되어 있고, 수소 방출 유로(123)를 통해서 방출되는 수소는, 대기 방출에 앞서, 공기 방출 유로(142)를 흐르는 공기에 의해 희석된다. 유량 센서(147)는, 제1 공기 유로(141)에 설치되어, 제1 공기 유로(141)를 통해서 도입되는 공기의 총 유량을 검출한다.

[0034] 공기 공급부(140)에 있어서, 압축기(130)의 구동량, 분류 밸브(144)의 밸브 개방 상태, 및, 배압 밸브(143)의 개방도에서 선택되는 적어도 1개의 조건을 변경함으로써, 연료 전지(100)의 캐소드측 유로(148)에 공급되는 공기의 유량(산소 유량)을 조절할 수 있다. 본 실시 형태에서는, 배압 밸브(143)는, 도시하지 않은 스테핑 모터를 구비하고 있고, 스테핑 모터의 스텝수를 제어함으로써, 배압 밸브(143)의 밸브 개방도를, 높은 정밀도로 임의의 개방도로 조절 가능하게 되어 있다. 압축기(130)의 구동량, 분류 밸브(144)의 밸브 개방 상태, 및, 배압 밸브(143)의 개방도는, 제어부(200)에 의해 조절된다. 또한, 공기 공급부(140)는, 예를 들어 제1 공기 유로(141)에 있어서, 연료 전지(100)에 공급하기 위한 공기를 가습하는 가습 장치를 구비하는 것으로 해도 된다.

[0035] 또한, 본 실시 형태에서는, 공기 공급부(140)가, 과제를 해결하기 위한 수단에서의 「산소 공급부」에 상당한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 제1 공기 유로(141) 및 제2 공기 유로(145)가, 과제를 해결하기 위한 수단에서의 「산소 공급로」에 상당한다. 또한, 압축기(130)가, 과제를 해결하기 위한 수단에서의 「산소 도입부」에 상당하고, 제3 공기 유로(146)가, 과제를 해결하기 위한 수단에서의 「바이패스 유로」에 상당한다. 또한, 배압 밸브(143)가, 과제를 해결하기 위한 수단에서의 「유량 조정 밸브」에 상당한다.

[0036] 2차 전지(172)는, DC/DC 컨버터(174)를 통해서 상기 배선(178)에 접속하고 있고, DC/DC 컨버터(174)와 DC/DC 컨버터(104)는, 상기 배선(178)에 대하여 병렬로 접속되어 있다. 2차 전지(172)로서는, 예를 들어 납축전지나, 니켈 수소 전지, 리튬 이온 전지 등을 채용할 수 있다. 2차 전지(172)에는, 2차 전지(172)의 잔존 용량(SOC)을 검출하기 위한 도시하지 않은 잔존 용량 모니터가 병설되어 있고, 검출된 잔존 용량은 제어부(200)에 출력된다. 잔존 용량 모니터는, 2차 전지(172)에 있어서의 충전·방전의 전류값과 시간을 적산하는 SOC 미터로서 구성할 수 있다. 또는, 잔존 용량 모니터는, SOC 미터 대신에, 2차 전지(172)의 전압을 검출하는 전압 센서에 의해 구성하는 것으로 해도 된다. 본 실시 형태에서는, 2차 전지(172)가, 과제를 해결하기 위한 수단에서의 「충전부

」에 상당한다.

[0037] DC/DC 컨버터(174)는, 2차 전지(172)의 충·방전을 제어하는 충방전 제어 기능을 갖고 있으며, 제어부(200)의 제어 신호를 받아서 2차 전지(172)의 충·방전을 제어한다. 이밖에, DC/DC 컨버터(174)는, 출력측의 목표 전압을 제어부(200)의 제어 하에서 설정함으로써, 2차 전지(172)의 충전 전력의 인출과 모터(170)에의 전압 인가를 행하여, 전력 인출 상태와 모터(170)에 걸리는 전압 레벨을 가변하도록 조정한다. 또한, DC/DC 컨버터(174)는, 2차 전지(172)에 있어서 충방전을 행할 필요가 없을 때는, 2차 전지(172)와 배선(178)의 접속을 절단한다.

[0038] 제어부(200)는, 논리 연산을 실행하는 CPU나 ROM, RAM 등을 구비한 소위 마이크로컴퓨터로 구성된다. 제어부(200)는, 수소 가스 공급부(120)나 공기 공급부(140)가 구비하는 앞서 서술한 센서 외에, 액셀러레이터 개방도 센서(180), 시프트 포지션 센서, 차속 센서 및 외기온 센서 등, 다양한 센서로부터 검출 신호를 취득하여, 연료 전지 차량(20)에 관한 다양한 제어를 행한다. 예를 들어, 제어부(200)는, 액셀러레이터 개방도 센서(180)의 검출 신호 등에 기초하여 부하 요구의 크기를 구하고, 부하 요구에 따른 전력이 연료 전지(100)와 2차 전지(172) 중 적어도 한쪽으로부터 얻어지도록, 전원 시스템(30)의 각 부에 구동 신호를 출력한다. 구체적으로는, 연료 전지(100)로부터 전력을 얻는 경우에는, 원하는 전력이 연료 전지(100)로부터 얻어지도록, 수소 가스 공급부(120)나 공기 공급부(140)로부터의 가스 공급량을 제어한다. 또한, 제어부(200)는, 연료 전지의 출력 전압이 목표 전압이 되도록, 또는, 원하는 전력이 모터(170)에 공급되도록, DC/DC 컨버터(104, 174)를 제어한다. 본 실시 형태에서는, 제어부(200)는, 과제를 해결하기 위한 수단에서의 「산소량 조절부」, 「운전 모드 선택부」 및 「출력 전압 제어부」로서 기능한다. 또한, 제어부(200)는, 또한 타이머를 구비하고 있어, 다양한 신호를 입력하거나, 다양한 처리를 실행하고 나서의 경과 시간을 계측 가능하게 되어 있다.

[0039] B. 전원 시스템의 운전 모드:

[0040] 본 실시 형태의 연료 전지 차량(20)에서는, 전원 시스템(30)의 가동 중에, 통상 운전 모드와 간헐 운전 모드를 포함하는 복수의 운전 모드가 전환된다. 통상 운전 모드는, 전원 시스템(30)에 대한 부하 요구가, 미리 설정한 기준값을 초과하는 경우에 선택되는 운전 모드이며, 모터(170)의 요구 전력을 포함하는 부하 요구의 적어도 일부를, 연료 전지(100)가 발전하는 전력에 의해 조달하는 운전 모드이다. 간헐 운전 모드는, 전원 시스템(30)에 대한 부하 요구가, 미리 설정한 기준값 이하일 때 선택되는 운전 모드이다. 본 실시 형태에서는, 간헐 운전 모드는, 연료 전지(100)의 발전을 정지하는 비발전 모드와, 연료 전지(100)가 미소한 발전을 행하는 미소 발전 모드를 포함한다.

[0041] 여기서, 전원 시스템(30)으로부터 전력 공급을 받는 부하로서는, 연료 전지 차량(20)을 구동하는 모터(170) 외에, 차량 보조 기계 및 연료 전지 보조 기계가 포함된다. 따라서, 본 실시 형태의 전원 시스템(30)에 있어서, 부하 요구란, 모터(170)의 요구 전력과, 차량 보조 기계의 요구 전력과, 연료 전지 보조 기계의 요구 전력을 포함한다. 차량 보조 기계에는, 예를 들어 공조 설비(에어컨), 조명 장치, 비상등 및 방향 지시기 등이 포함된다. 연료 전지 보조 기계에는, 예를 들어 압축기(130), 순환 펌프(127), 분류 밸브(144)나 배압 밸브(143) 등의 각종 밸브, 앞서 서술한 냉매를 순환시키기 위한 냉매 펌프, 및, 냉매를 냉각하기 위한 라디에이터 팬이 포함된다. 또한, 2차 전지(172)의 잔존 용량(SOC)이 저하되었을 때는, 2차 전지(172)도 부하의 일부가 될 수 있다. 본 실시 형태에서는, 상기한 각 부하의 요구 전력의 총량으로서, 부하 요구를 구하고, 이 부하 요구가 기준값 이하인지 여부에 기초하여, 통상 운전 모드와 간헐 운전 모드의 사이의 전환을 행하고 있다.

[0042] (B-1) 통상 운전 모드:

[0043] 도 2는, 연료 전지(100)에 있어서의 출력 전류와, 출력 전압 또는 출력 전력과 관계를 모식적으로 도시하는 설명도이다. 이하에, 통상 운전 모드의 선택시의 제어를 설명한다.

[0044] 본 실시 형태에서는, 통상 운전 모드에 있어서의 연료 전지(100)의 발전량은, 연료 전지(100)의 출력 전압을 정함으로써 제어된다. 도 2에 도시하는 출력 전류와 출력 전력의 관계로부터 알 수 있는 바와 같이, 연료 전지(100)에 있어서는, 출력해야 할 전력(P_{FC})이 정해지면, 그때의 연료 전지(100)의 출력 전류의 크기(I_{FC})가 정해진다. 그리고, 도 2에 도시하는 전류-전압 특성(IV 특성)로부터 알 수 있는 바와 같이, 연료 전지(100)의 출력 전류(I_{FC})가 정해지면, 그때의 연료 전지(100)의 출력 전압(V_{FC})이 정해진다. 통상 운전 모드가 선택되어 있을 때는, 제어부(200)가, DC/DC 컨버터(174)에 대하여, 이와 같이 하여 구한 출력 전압(V_{FC})을 목표 전압으로서 지령함으로써, 연료 전지(100)의 발전량이 원하는 양이 되도록 제어한다. 또한, 통상 운전 모드가 선택될 때는, 연료 전지(100)에 공급되는 산소량 및 수소량이 모두, 연료 전지(100)로부터 원하는 전력을 얻기 위해서 이론적

으로 필요해지는 양을 초과하는 양(과잉량)이 되도록 제어된다.

[0045] (B-2) 비발전 모드:

[0046] 이하에, 간헐 운전 모드 중 비발전 모드에 대해서 설명한다. 비발전 모드를 선택해서 연료 전지(100)의 발전을 정지할 때는, 연료 전지(100)의 출력 전류는 0이 된다. 연료 전지(100)가 발전 상태에서 정지 상태가 될 때, 즉, 발전을 위해서 충분한 수소와 산소가 연료 전지(100)에 공급된 상태에서, 연료 전지(100)와 부하의 접촉을 차단해서 출력 전류를 0으로 할 때는, 연료 전지(100)는, 도 2에 도시하는 바와 같이 매우 높은 개회로 전압(OCV)을 나타낸다. 이것은, 연료 전지(100)의 캐소드의 전극 전위가 매우 높아지는 것을 나타낸다. 연료 전지(100)의 전극 전위가 높아지면, 전극이 구비하는 백금 등의 촉매 금속이 용출하여, 연료 전지(100)의 성능이 저하되는 것으로 알려져 있다. 그 때문에, 연료 전지(100)의 성능 저하를 억제하기 위해서는, 연료 전지(100)에 있어서 전극 전위의 과잉 상승을 억제하는 것이 바람직하다. 본 실시 형태에서는, 비발전 모드 선택 시에는, 연료 전지(100)의 발전 정지 중에 캐소드측 유로(148)에 공급하는 산소량을 제어함으로써, 캐소드의 전극 전위를 원하는 범위로 억제하고 있다.

[0047] 도 3은, 연료 전지(100)의 발전 정지 중에 있어서의, 공급 산소량과 연료 전지(100)의 개회로 전압(OCV)과의 관계를 모식적으로 도시하는 설명도이다. 이 도 3은, 애노드측 유로(115)에는, 통상 운전 모드의 발전을 행하기 위해서 충분한 수소가 공급되는 상태에서, 캐소드측 유로(148)에 공급하는 산소량을 변경했을 때의 상기 관계를 나타내고 있다. 캐소드측 유로(148)에 공급되는 산소량이 매우 적을 때는, 공급 산소량이 변화해도 OCV는 매우 낮은 레벨에서 그다지 변화하지 않는 상태가 된다. 이러한 공급 산소량의 범위를, 도 3에서는, 산소 결핍 영역 A로서, A를 기재한 화살표로 나타내고 있다. 공급 산소량을 더욱 증가시키면, 공급 산소량의 증가에 수반해서 OCV가 급격하게 상승하게 된다. 이러한 공급 산소량의 범위를, 도 3에서는, 당량비 1 상당 영역 B로서, B를 기재한 화살표로 나타내고 있다. 공급 산소량을 더욱 증가시키면, 공급 산소량이 변화해도 OCV는 매우 높은 레벨에서 그다지 변화하지 않는 상태가 된다. 이러한 공급 산소량의 범위를, 도 3에서는, 산소 과잉 영역 C로서, C를 기재한 화살표로 나타내고 있다. 본 실시 형태에서는, 비발전 모드 선택 시에는, OCV가, 당량비 1 상당 영역 B 내의 소정의 전압을 나타내도록, 공급 산소량을 제어하고 있다. 즉, 본 실시 형태에서는, 비발전 모드 선택 시에, OCV의 목표 전압으로서, 당량비 1 상당 영역 B 내의 특정한 전압이 미리 설정되어 있고, 연료 전지(100)의 개회로 전압이 상기 목표 전압이 되도록, 연료 전지(100)에 공급하는 산소량을 조절하고 있다.

[0048] 상술한 바와 같이, 본 실시 형태의 공기 공급부(140)에서는, 연료 전지(100)의 캐소드측 유로(148)에 공급되는 공기량(산소량)은, 압축기(130)의 구동량과, 분류 밸브(144)의 밸브 개방 상태와, 배압 밸브(143)의 개방도에 의해 정해진다. 본 실시 형태에서는, 비발전 모드 선택 시에는, 이들 파라미터 중, 압축기(130)의 구동량 및 분류 밸브(144)의 밸브 개방 상태를 고정하면서, 배압 밸브(143)의 개방도를 변경함으로써, 연료 전지(100)의 OCV가 목표 전압이 되도록 제어하고 있다. 그 때문에, 본 실시 형태에서는, 비발전 모드 선택을 위해서, 앞서 서술한 목표 전압과 함께, 이 목표 전압이 얻어지는 산소를 연료 전지에 공급하기 위한 배압 밸브(143)의 개방도의 초기값(배압 밸브(143)의 구동량의 초기값)을, 미리 제어부(200) 내의 메모리에 기억하고 있다. 목표 전압을 실현하기 위한 배압 밸브(143)의 개방도는, 예를 들어 미리 실험적으로 구할 수 있다.

[0049] 또한, 연료 전지(100)의 발전을 정지한 후에는, 각 단셀에 있어서, 애노드측 유로(115)로부터 캐소드측 유로(148)에 전해질막을 통해서 수소가 투과하고, 투과한 수소의 산화 반응이 캐소드에서 진행된다. 그 결과, 전해질막을 투과한 수소의 산화 반응에 의해, 캐소드측 유로(148) 내의 산소가 소비된다. 따라서, 발전 정지 중의 연료 전지(100)에 있어서, 당량비 1 상당 영역에 속하는 원하는 개회로 전압을 얻기 위해서는, 원하는 개회로 전압에 따라서 도 3으로부터 구해지는 산소량(기전력 발생에 필요한 산소량) 외에, 또한 투과한 수소의 산화 반응에 의해 소비되는 산소량(투과 수소에 의해 소비되는 산소량)을 공급할 필요가 있다. 즉, 비발전 모드 선택 시에 원하는 개회로 전압을 얻기 위해서 연료 전지(100)에 공급해야 할 산소량(셀 전압 유지 산소량)은, 이하의 (1)식으로 표현된다.

[0050] 셀 전압 유지 산소량=기전력 발생에 필요한 산소량+투과 수소에 의해 소비되는 산소량 … (1)

[0051] 배압 밸브(143)의 개방도를, 제어부(200) 내의 메모리에 기억한 개방도가 되도록 조절했을 때, 연료 전지(100)에 공급되는 산소량이 정확하게 (1)식을 만족하면, 연료 전지(100)의 개회로 전압은 목표 전압이 된다. 그러나, 전해질막을 투과하는 수소량은, 애노드측 유로(115)에서의 수소 압과, 연료 전지(100)의 내부 온도와, 연료 전지(100)의 내부 습도에 따라서 변동된다. 그 때문에, 예를 들어 이들 요인에 의해 공급 산소량이 부족한 경우에는, 연료 전지(100)의 개회로 전압은 목표 전압보다도 낮아지고, 공급 산소량이 과잉으로 되는 경우에는, 연료 전지(100)의 개회로 전압은 목표 전압보다도 높아진다. 본 실시 형태에서는, 연료 전지(100)의 개회

로 전압의 검출값과 목표 전압을 비교한 결과에 기초하여, 연료 전지(100)에의 공급 산소량을 증감시켜, 연료 전지(100)의 개회로 전압을 목표 전압에 근접시키는 제어를 하고 있다. 자세한 제어의 내용에 대해서는 후술한다.

[0052] 비발전 모드에서는, 상기와 같이 특정한 목표 전압이 설정되지만, 비발전 모드가 계속해서 선택되어 있는 도중에, 목표 전압을 변경하는 것도 가능하다. 예를 들어, 부하로부터 빠르게 부하 요구가 나타날 가능성이 높은 경우에는, 부하로부터 빠르게 부하 요구가 나타날 가능성이 보다 낮은 경우보다도, 목표 전압의 값을 보다 높게 설정해도 된다. 이와 같이 하면, 부하로부터 빠르게 부하 요구가 나타날 가능성이 높은 경우에는, 더 높은 목표 전압을 설정함으로써, 캐소드측 유로(148) 내에서 비교적 많은 산소량을 확보하여, 다음번에 부하 요구가 증가했을 때의 응답성을 확보할 수 있다. 또한, 부하로부터 빠르게 부하 요구가 나타날 가능성이 보다 낮은 경우에는, 더 낮은 목표 전압을 설정함으로써, 연료 전지(100)를 구성하는 각 셀의 전압의 변동이 확대되어도, 허용할 수 없을 정도로 전압이 상승하는 단셀의 발생을 억제할 수 있다. 그 결과, 연료 전지(100) 전체의 내구성을 향상시킬 수 있다.

[0053] 「부하로부터 빠르게 부하 요구가 나타날 가능성이 높은 경우」로서는, 예를 들어 시프트 포지션이 D 레인지인 경우를 들 수 있다. 또한, 「부하로부터 빠르게 부하 요구가 나타날 가능성이 보다 낮은 경우」로서는, 예를 들어 시프트 포지션이 P 레인지인 경우를 들 수 있다. 또는, 시프트 포지션이 D 레인지이더라도, 「시프트 포지션이 D 레인지인 상태이면서 또한 간헐 운전 모드에 대응하는 저부하 요구」라는 조건이 성립하고 나서의 경과 시간이나, 미리 설정한 기준 시간을 초과했을 때는, 「부하로부터 빠르게 부하 요구가 나타날 가능성이 보다 낮은 경우」가 되었다고 판단해도 된다.

[0054] 또한, 간헐 운전 모드(비발전 모드 및 후술하는 미소 발전 모드) 선택시라도, 연료 전지(100) 내의 애노드측 유로(115)에 있어서는, 간헐 운전 모드를 선택하는 기준이 되는 부하 요구를 초과하는 전력을 즉시 발전 가능하게 되는 양의 수소가 존재하는 상태가 유지된다. 즉, 간헐 운전 모드 선택시라도, 순환 펌프(127)의 구동이 계속됨과 함께, 전해질막을 통해서 캐소드측 유로(148)에 투과한 상실된 수소를 보충하기 위해서, 수소 공급 기기(126)로부터의 수소 공급이 행하여진다.

[0055] 여기서, 비발전 모드 선택시에 설정되는 연료 전지(100)의 OCV의 목표 전압(평균 셀 전압)은, 고전위에 기인하는 전극 촉매의 열화(용출)를 억제하는 관점에서, 0.9V 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.85V 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.8V 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다.

[0056] 이에 반해, 캐소드의 셀 전압이 낮아질수록, 즉, 캐소드측 유로(148)에 있어서의 산소 분압이 낮아질수록, 캐소드의 전극 촉매가 환원되기 쉬워진다(촉매 표면의 산화 피막이 소실된다)고 생각된다. 캐소드의 전극 촉매가 환원되면, 다음번에, 캐소드측 유로(148) 내에 산소가 공급되어서 캐소드의 전위가 상승했을 때, 캐소드의 전극 촉매의 용출이 진행되기 쉬워진다는 문제를 발생시킬 수 있다. 그 때문에, 비발전 모드 선택 시에는, 연료 전지(100)를 구성하는 각 셀 전압이 모두 0V로 저하되지 않는 것이 바람직하다. 따라서, 셀 전압의 저하에 기인하는 상기 문제를 억제하는 관점에서, 비발전 모드 선택시에 설정되는 OCV의 목표 전압(평균 셀 전압)은 0.1V 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.2V 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다.

[0057] 또한, 비발전 모드가 계속되는 경우에는, 각 단셀의 개회로 전압의 변동이 커질 가능성이 있지만, 이러한 경우에도, 모든 단셀의 전압이, 전극 촉매의 용출을 충분히 억제할 수 있는 전압인 것이 바람직하다. 그 때문에, 비발전 모드가 장기에 걸쳐 선택된 경우라도, 각 단셀의 OCV의 과잉 상승을 억제하는 관점에서, 예를 들어 앞서 서술한 「부하로부터 빠르게 부하 요구가 나타날 가능성이 보다 낮은 경우」에는, 비발전 모드 선택시에 설정되는 OCV의 목표 전압(평균 셀 전압)은 0.4V 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.3V 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0058] 또한, 비발전 모드 선택 시에는, 부하 요구가 기준값 이하로 되어 있지만, 전원 시스템(30)은 가동 중(사용자에 의한 시스템 정지의 지시는 입력되어 있지 않음)이기 때문에, 단시간에 다시 부하 요구가 증대될 가능성이 있다. 그 때문에, 다시 부하 요구가 증대되었을 때, 빠르게 원하는 전력을 얻는다는 관점에서는, 캐소드측 유로(148) 내의 산소량을 지나치게 감소시키지 않는 것이 바람직하다. 즉, 다음번에 부하 요구가 증대되었을 때의 응답성의 관점에서는, 비발전 모드 선택시에 설정되는 OCV의 목표 전압(평균 셀 전압)은 높은 것이 더 바람직하다. 따라서, 예를 들어 앞서 서술한 「부하로부터 빠르게 부하 요구가 나타날 가능성이 높은 경우」에는, 부하 요구에 대한 응답성을 확보하기 위해서, 목표 전압은, 예를 들어 0.6V 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.7V 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다.

- [0059] 간헐 운전 모드로서, 상기와 같은 비발전 모드를 선택하는 경우에는, 부하 요구가 미리 설정한 기준값 이하로 되는 저부하 상태일 때, 연료 전지(100)를 발전시키지 않고, 연료 전지(100)에 있어서의 고전위 상태를 피할 수 있다. 그 때문에, 요구되지 않은 과잉 발전을, 고전위 상태를 피하기 위한 만큼 행할 필요가 없다. 또한, 과잉으로 발전한 전력을 일단 2차 전지에 축적하는 것 등에 기인하여, 전원 시스템(30)의 에너지 효율이 저하되는 것을 억제할 수 있다.
- [0060] (B-3) 미소 발전 모드:
- [0061] 이하에, 간헐 운전 모드 중 미소 발전 모드에 대해서 설명한다. 미소 발전 모드는, 통상 운전 모드와 마찬가지로 연료 전지(100)의 발전을 수반하는 운전 모드이다. 그러나, 미소 발전 모드는, 연료 전지(100)에 대하여 과잉량의 산소를 공급하는 통상 운전 모드와는 달리, 연료 전지(100)의 목표 발전량으로부터 이론적으로 도출되는 필요 산소량을 연료 전지(100)에 공급하는 운전 모드이다.
- [0062] 도 4는, 연료 전지(100)에 대하여 과잉량의 수소를 공급하면서, 연료 전지(100)에 공급하는 산소량을 변경했을 때의, 연료 전지(100)의 IV 특성을 모식적으로 도시하는 설명도이다. 도 4에서는, 연료 전지(100)의 IV 특성을 나타내는 그래프로서 A_1 내지 A_4 의 4개의 그래프를 나타내고 있는데, A_1 , A_2 , A_3 , A_4 의 순서로 공급 산소량이 적다. 여기서, 그래프 A_1 은, 통상 운전 모드, 즉, 과잉량의 산소가 공급될 때의 IV 특성을 나타내고 있다. 도 4로부터 알 수 있는 바와 같이, 출력 전압(V_{FC})이 동일해도, 연료 전지(100)에 공급하는 산소량이 적을수록, 출력 전류(I_1 내지 I_4)는 작아지고, 그 결과, 출력 전력도 작아진다.
- [0063] 도 5는, 연료 전지(100)가 미소 발전 모드 선택시에 취할 수 있는 동작점을, 통상 운전 모드에 있어서의 IV 특성에 겹쳐서 도시하는 설명도이다. 통상 운전 모드 선택 시에는, 연료 전지(100)의 출력 전압을 특정한 값(V_{FC})으로 설정하면, 출력 전류는 I_1 이 된다. 이에 반해, 미소 발전 모드 선택 시에는, 연료 전지(100)의 출력 전압을 특정한 값(V_{FC})으로 설정하면서, 공급 산소량을 변경함으로써, 출력 전류의 크기를 상기한 I_1 보다도 작은 임의의 값으로 설정하여, 발전량이 원하는 값으로 되도록 제어하고 있다. 따라서, 연료 전지(100)가 미소 발전 모드 선택시에 취할 수 있는 동작점은, 출력 전압이 V_{FC} 이며, 출력 전류가 0 내지 I_1 의 범위의 선분 상에서 설정할 수 있다.
- [0064] 모터(170)가 전력을 요구하지 않는 미소 발전 모드 선택 시에는, 부하 요구의 총량은, 차량 보조 기계 및 연료 전지 보조 기계의 요구 전력을 적어도 포함하고 있다. 미소 발전 모드 선택시의 목표 발전량은, 상기한 부하 요구에 기초하여 설정된다. 또한, 미소 발전 모드 선택 시에 있어서, 상기한 부하 요구의 총량을 연료 전지(100)의 발전 전력에 의해 조달할(상기한 부하 요구의 총량 이상을 목표 발전량으로 함) 필요는 없고, 부하 요구의 일부를, 2차 전지(172)로부터 출력시켜도 된다. 또한, 상기 부하 요구의 총량은 또한 2차 전지(172)를 충전하기 위한 전력을 포함하고 있어도 된다. 미소 발전 모드 선택 시에 있어서, 상기한 차량 보조 기계, 연료 전지 보조 기계 및 2차 전지(172)의 요구 전력은 변동되기 때문에, 부하 변동에 수반하여, 연료 전지(100)의 목표 발전량도 변동될 수 있다. 단, 미소 발전 모드 선택시의 목표 발전량은, 차량 보조 기계 및 연료 전지 보조 기계의 요구 전력과, 2차 전지(172)의 요구 전력과의 총량을 초과하지 않는 것이 바람직하다.
- [0065] 여기서, 연료 전지(100)의 목표 발전량을, 차량 보조 기계 및 연료 전지 보조 기계의 요구 전력의 합계 이하로 하면, 2차 전지(172)의 잔존 용량(SOC)이 과잉으로 되는 것을 억제할 수 있다. 또한, 연료 전지(100)의 목표 발전량을, 차량 보조 기계 및 연료 전지 보조 기계의 요구 전력의 합계를 초과하도록 설정하면, 2차 전지(172)의 잔존 용량(SOC)이 너무 저하되는 것을 억제하여, 2차 전지(172)를 충전하는 빈도를 저하시킬 수 있다. 2차 전지(172)의 충전 시에는, 압축기(130)의 구동량이 증가해서 노이즈가 발생할 가능성이 있는데, 충전 빈도를 저감함으로써, 이러한 문제를 억제할 수 있다. 그 때문에, 미소 발전 모드 선택 시에 있어서의 연료 전지(100)의 목표 발전량은, 연료 전지 차량(20)의 운전 상태 및 부하 요구 등에 따라 적절히 설정하면 된다.
- [0066] 본 실시 형태의 공기 공급부(140)에서는, 상술한 바와 같이, 연료 전지(100)의 캐소드측 유로(148)에 공급되는 공기량(산소량)은, 압축기(130)의 구동량과, 분류 밸브(144)의 밸브 개방 상태와, 배압 밸브(143)의 개방도에 의해 정해진다. 본 실시 형태에서는, 미소 발전 모드 선택 시에는, 이들 파라미터 중, 분류 밸브(144)의 밸브 개방 상태를 고정하면서, 압축기(130)의 구동량 및 배압 밸브(143)의 개방도를 변경함으로써, 연료 전지(100)의 발전량이 목표 발전량이 되도록 제어하고 있다. 그 때문에, 본 실시 형태에서는, 설정할 수 있는 목표 발전량의 범위 전체에 걸쳐, 목표 발전량을 얻을 수 있는 산소를 연료 전지에 공급하기 위한 배압 밸브(143)의 개방도(배압 밸브(143)의 구동량) 및 압축기(130)의 구동량을, 미리 제어부(200) 내의 메모리에 초기값으로서 기억하

고 있다. 목표 발전량을 실현하기 위한 배압 밸브(143)의 개방도 및 압축기(130)의 구동량은, 예를 들어 미리 실험적으로 구할 수 있다. 또한, 미소 발전 모드 선택 시에는, 발전을 위해서 산소를 소비하기 때문에, 비발전 모드에 비해 압축기(130)의 구동량은 커진다.

[0067] 미소 발전 모드 선택시에 설정하는 연료 전지(100)의 발전 전압의 목표 전압(평균 셀 전압)은, 고전위에 기인하는 전극 촉매의 열화(용출)를 억제하는 관점에서, 0.9V 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.85V 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.8V 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다.

[0068] C. 간헐 운전 모드 선택시의 제어:

[0069] (C-1) 비발전 모드 선택시의 제어:

[0070] 도 6은, 비발전 모드 선택시의 동작으로서 제어부(200)의 CPU에서 실행되는 비발전 간헐 운전 제어 처리 루틴을 나타내는 흐름도이다. 본 루틴은, 비발전 모드가 선택되었을 때, 비발전 모드가 해제될 때까지 반복 실행된다. 비발전 모드는, 예를 들어 주 부하(모터(170))로부터의 부하 요구가 있었을 때 등에 해제된다(후술하는 도 8의 스텝 S330, 스텝 S340). 비발전 모드를 선택하는 동작에 대해서는 상세하게 후술한다. 또한, 본 루틴이 반복 실행될 때의 간격은, 본 루틴에 따라서 배압 밸브(143)의 개방도가 변경되었을 때, 그 결과로서 캐소드측 유로(148)에 공급되는 산소량이 실제로 변화할 때까지 필요로 하는 시간보다도 긴 시간(예를 들어 1 내지 5초)이 설정되어 있다.

[0071] 본 루틴이 실행되면, CPU는, 실행 중인 비발전 간헐 운전 제어 처리 루틴이, 전원 시스템(30)의 운전 모드가 금회의 간헐 운전 모드로 되고 나서 처음으로 실행되는 처리인지 여부를 판단한다(스텝 S100). 금회의 간헐 운전 모드가 되고 나서 처음으로 실행되는 처리라고 판단하면, CPU는, 배압 밸브(143)를, 반응장적 완전 폐쇄 상태로 한다(스텝 S170). 그리고, 전압 센서(102)로부터, 연료 전지(100)의 전압값(V_{me})을 취득한다(스텝 S175).

[0072] 반응장적 완전 폐쇄 상태란, 도 3에서의 산소 결핍 영역 A와 당량비 1 상당 영역 B의 경계에 있어서의 산소량을 공급할 때의, 배압 밸브(143)의 밸브 개방 상태이다. 즉, 연료 전지(100)의 발전 정지 중에 전해질막을 투과하는 수소의 산화에 필요로 하는 양의 산소를, 연료 전지(100)에 대하여 공급할 때의, 배압 밸브(143)의 밸브 개방 상태이다. 스텝 S170에서 배압 밸브(143)를 반응장적 완전 폐쇄 상태로 할 때는, 연료 전지(100)에 공급되는 산소량은, 통상 운전 모드 선택시에 비해 크게 감소한다. 본 실시 형태에서는, 반응장적 완전 폐쇄 상태가 될 때의 배압 밸브(143)의 개방도가 미리 설정되어, 제어부(200) 내의 메모리에 기억되어 있다.

[0073] 스텝 S100에서, 금회의 간헐 운전 모드가 되고 나서 처음으로 실행되는 처리라고 판단될 때가, 「부하 요구에 따라서 연료 전지(100)가 발전하는 상태」에서 「비발전 모드」로 전환될 때라면, 전환의 시점에서는, 연료 전지(100)에 대하여 과잉량의 산소가 공급되고 있다. 그 때문에, 스텝 S170의 후에 즉시 연료 전지(100)의 발전을 정지하면, 연료 전지(100)의 OCV가 허용할 수 없을 정도로 커질 가능성이 있다. 따라서, 스텝 S170의 후에는, 예를 들어 연료 전지(100)의 출력 전압이 허용할 수 있는 상한값 이하로 되는 상태에서, 연료 전지(100)의 발전을 계속해도 된다. 연료 전지(100)의 발전을 계속시키는 경우에는, 연료 전지(100)의 캐소드측 유로(148) 내의 산소량은, 발전에 의해 소비되어서 급격하게 감소한다. 그 때문에, 연료 전지(100)의 출력 전류는 점차 작아진다. 이렇게 연료 전지(100)의 출력 전류가 어느 정도 작아지면, DC/DC 컨버터(104)가 구비하는 다이오드의 작용으로, 연료 전지(100)로부터 부하에의 전력 공급이 차단되어서, 연료 전지(100)는 발전을 정지한다.

[0074] 스텝 S170 후, 연료 전지(100)가 발전을 정지하는 경우에는, 전해질막을 투과한 수소가 캐소드 상에서 산화됨으로써, 연료 전지(100)의 캐소드측 유로(148) 내의 산소량은 빠르게 감소한다. 이렇게 연료 전지(100) 내의 산소량이 감소함으로써, 발전 정지 후의 연료 전지(100)의 OCV는, 허용할 수 있는 상한값의 근방으로까지 저하되고, 연료 전지(100)의 발전 정지 상태가 더 계속되면, 연료 전지(100)의 OCV는, 상기 상한값 이하로까지 저하된다.

[0075] 스텝 S175에서 CPU는, 연료 전지(100)가 발전 중이라면, 연료 전지(100)의 출력 전압을 취득하고, 연료 전지(100)가 발전 정지 중이라면, 연료 전지(100)의 OCV를 취득한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 상기 전압값(V_{me})은, 전압 센서(102)가 검출한 스택 전체의 전압값을, 스택이 구비하는 셀수로 나눈 평균 셀 전압이다.

[0076] 스텝 S175에서 연료 전지(100)의 전압값(V_{me})을 취득하면, CPU는, 취득한 전압값(V_{me})과, 목표 전압(V_{mark})+ α 를 비교한다(스텝 S180). 여기에서 말하는 목표 전압(V_{mark})은, 상술한 바와 같이, 비발전 모드 선택시의 목표 전압으로서, 제어부(200)의 메모리에 미리 기억된 것이다. 또한 α 란, 양의 값이며, 캐소드측 유로(148)에의 공급 산소량의 증가가 제때에 맞지 않아, 연료 전지(100)의 OCV가 목표 전압(V_{mark})보다도 저하되어버리는 것을 억제하기 위해서 설치한 값이다. 상술한 바와 같이, 전압값(V_{me})은, 연료 전지(100)의 발전 정지 후에 점차 저

하되기 때문에, 본 실시 형태에서는, 전압값(Vme)이 목표 전압(Vmark)+ α 이하로 될 때까지, 스텝 S175에서의 전압값(Vme)의 취득과 스텝 S180의 판단을 반복한다.

- [0077] 스텝 S180에서 전압값(Vme)이 목표 전압(Vmark)+ α 이하로 되었다고 판단하면, CPU는, 배압 밸브(143)의 개방도가, Vmark를 실현하기 위한 개방도로서 미리 기억한 개방도가 되도록, 배압 밸브(143)의 스테핑 모터에 구동 신호를 출력해서(스텝 S190), 본 루틴을 종료한다. 즉, 연료 전지(100)에 공급하는 산소량을, 반응장적 완전 폐쇄 상태에 대응하는 산소량에서, 상기 Vmark를 실현하기 위한 개방도에 대응하는 산소량으로 증가시킨다.
- [0078] 여기서, 전압값(Vme)이 목표 전압(Vmark)으로 저하되고 나서 공급 산소량을 증가시키면, 원하는 양의 산소가 캐소드에 도달할 때까지 연료 전지(100)의 전압이 더 저하되어, Vmark를 하회할 가능성이 있다. 본 실시 형태에서는, Vme가 목표 전압(Vmark)+ α 로 저하된 타이밍에서 공급 산소량을 증가시키기 때문에, 연료 전지(100)의 전압이 목표 전압(Vmark)보다도 저하되어버리는 것을 억제할 수 있다. 상기 α 의 값은, 배압 밸브(143)를 구동할 때의 응답성이나, 공급량이 증가된 산소가 캐소드에 도달할 때까지의 속도(예를 들어, 캐소드측 유로(148)를 포함하는 유로에서의 유로 저항이나 유로 길이의 영향을 받음)를 고려하여, 적절히 설정하면 된다.
- [0079] 스텝 S100에서, 실행 중인 비발전 간헐 운전 처리 루틴이, 금회의 간헐 운전 모드로 되고 나서 처음으로 실행되는 처리가 아닌, 즉, 배압 밸브(143)의 개방도 제어가 이미 개시되어 있다고 판단하면, CPU는, 전압 센서(102)로부터, 연료 전지(100)의 전압값(Vme)을 취득한다(스텝 S110). 스텝 S110에서 전압값(Vme)을 취득할 때는, 연료 전지(100)는 이미 발전을 정지하고 있기 때문에, 스텝 S110에서는 연료 전지(100)의 OCV를 취득한다.
- [0080] 스텝 S110에서 전압값(Vme)을 취득한 후, CPU는, 취득한 전압값(Vme)과 목표 전압(Vmark)을 비교한다(스텝 S130). 비교의 결과, 전압값(Vme)이, 목표 전압(Vmark)에 비해 제1 값 이상 높은(이하, 고전압 상태라고도 함) 경우에는, CPU는, 비발전 상태에서, 배압 밸브(143)의 개방도를 작게 함으로써 캐소드측 유로(148)에 공급하는 산소의 유량을 감소시켜서(스텝 S140), 본 루틴을 종료한다. 비교의 결과, 전압값(Vme)이, 목표 전압(Vmark)에 비해 제2 값 이상 낮은(이하, 저전압 상태라고도 함) 경우에는, CPU는, 비발전 상태에서, 배압 밸브(143)의 개방도를 크게 함으로써 캐소드측 유로(148)에 공급하는 산소의 유량을 증가시켜서(스텝 S150), 본 루틴을 종료한다. 비교의 결과, 상기한 고전압 상태 및 저전압 상태에 해당하지 않는(전압 유지 상태에 해당함) 경우에는, CPU는, 비발전 상태에서, 현재의 배압 밸브(143)의 개방도를 유지함으로써, 캐소드측 유로(148)에 공급하는 산소량을 유지해서(스텝 S160), 본 루틴을 종료한다.
- [0081] 본 실시 형태에서는, 스텝 S140에서 배압 밸브(143)의 개방도를 작게 할 때, 및, 스텝 S150에서 배압 밸브(143)의 개방도를 크게 할 때는, 배압 밸브(143)의 스테핑 모터 구동량을, 개방도가 1 스텝분 변경되는 양으로 하고 있다. 즉, 배압 밸브(143)의 개방도를 변경할 때의 최소 단위에 의해 개방도를 변경하고 있다. 이에 의해, 연료 전지(100)의 과잉의 전압 변동을 억제하고 있다. 단, 배압 밸브(143)에 있어서의 1회당의 개방도의 변경량은, 2 스텝분 이상으로 설정해도 된다.
- [0082] 또한, 스텝 S140에서 산소량을 감소시키는 판단에 사용한 제1 값과, 스텝 S150에서 산소량을 증가시키는 판단에 사용한 제2 값은, 상이한 값이어도 되고, 동일값이어도 된다. 제1 및 제2 값은, 양의 값이면 되며, 배압 밸브(143)에 입력되는 구동 신호에 대한 산소 유량 변화의 응답성 등을 고려하여, 임의로 설정할 수 있다.
- [0083] (C-2) 미소 발전 모드 선택시의 제어:
- [0084] 도 7은, 미소 발전 모드 선택시의 동작으로서 제어부(200)의 CPU에서 실행되는 미소 발전 간헐 운전 제어 처리 루틴을 나타내는 흐름도이다. 본 루틴은, 미소 발전 모드가 선택되었을 때, 미소 발전 모드가 해제될 때까지 반복 실행된다. 미소 발전 모드는, 예를 들어 주 부하(모터(170))로부터의 부하 요구가 있었을 때 등에 해제된다(후술하는 도 8의 스텝 S380, 스텝 S390). 미소 발전 모드를 선택하는 동작에 대해서는, 상세히 후술한다. 또한, 본 루틴이 반복 실행될 때의 간격은, 본 루틴에 따라서 배압 밸브(143)의 개방도가 변경되었을 때, 그 결과로서 캐소드측 유로(148)에 공급되는 산소량이 실제로 변화할 때까지 필요로 하는 시간보다도 긴 시간(예를 들어 20 내지 30초)이 설정되어 있다.
- [0085] 본 루틴이 실행되면, CPU는, 실행 중인 미소 발전 간헐 운전 제어 처리 루틴이, 미소 발전 모드가 선택된 후에 처음으로 실행되는 처리인지 여부를 판단한다(스텝 S200). 미소 발전 모드가 선택되었을 때의 첫회의 처리라고 판단하면, CPU는, 배압 밸브(143)를, 앞서 서술한 반응장적 완전 폐쇄 상태로 함과 함께, 연료 전지(100)의 출력 전압을 목표 전압(Vmark)으로 설정하고(스텝 S280), 본 루틴을 종료한다. 즉, DC/DC 컨버터(174)에 대하여 미리 초기값으로서 메모리 내에 기억하고 있던 목표 전압(Vmark)을 목표 전압으로서 지령한다.
- [0086] 스텝 S280에서 배압 밸브(143)를 반응장적 완전 폐쇄 상태로 하면, 연료 전지(100)의 캐소드측 유로(148)에 대

한 산소 공급이 크게 감소한다. 캐소드측 유로(148)에 대한 산소 공급을 크게 감소시킨 상태에서 연료 전지(100)의 발전을 계속하면, 발전에 수반하여 캐소드측 유로(148) 내의 산소량이 감소한다. 이때, 연료 전지(100)의 출력 전압은 목표 전압(Vmark)에 고정되어 있기 때문에, 상기 산소량의 감소에 수반하여, 연료 전지(100)의 출력 전류 및 출력 전력이 점차 저하된다. 도 5에 도시한 바와 같이, 연료 전지(100)가 미소 발전 모드 선택시에 취할 수 있는 동작점은, 출력 전압이 V_{FC} (목표 전압(Vmark))이며, 출력 전류가 0 내지 I_1 의 범위의 선분 상에서 설정할 수 있다. 그 때문에, 캐소드측 유로(148)에 대한 산소 공급을 감소시키면, 연료 전지(100)의 동작점은, 상기 선분 상에 있어서, 출력 전류가 I_1 인 포인트로부터, 출력 전류가 작아지는 방향으로 점차 이동한다. 또한, 이때 연료 전지(100)가 발전한 전력은, 연료 전지 보조 기계 및 차량 보조 기계에서 소비하면 되며, 또한 많은 전력이 발생하는 경우에는, 2차 전지(172)의 충전에 사용하면 된다.

[0087] 스텝 S200에서, 실행 중인 미소 발전 간헐 운전 제어 처리 루틴이, 미소 발전 모드가 선택된 후에 처음으로 실행되는 처리가 아니라고 판단하면, CPU는, 연료 전지의 목표 발전량(Pmark)을 설정한다(스텝 S210). 목표 발전량(Pmark)은, 상술한 바와 같이, 차량 보조 기계, 연료 전지 보조 기계 및 2차 전지(172)의 요구 전력에 기초하여 설정하면 된다.

[0088] 스텝 S210에서 목표 발전량(Pmark)을 설정하면, CPU는, 배압 밸브(143)가 반응장적 완전 폐쇄 상태인지 여부를 판단한다(스텝 S220). 스텝 S220에서 배압 밸브(143)가 반응장적 완전 폐쇄 상태라고 판단되는 경우란, 미소 발전 간헐 운전 제어 처리 루틴이 개시되어, 스텝 S280에서 배압 밸브(143)가 반응장적 완전 폐쇄 상태로 된 직후이며, 캐소드측 유로(148)에 공급하는 산소량의 제어를 개시하고 있지 않은 경우이다.

[0089] 스텝 S220에서 배압 밸브(143)가 반응장적 완전 폐쇄 상태라고 판단한 경우에는, CPU는, 목표 발전량(Pmark)을 실현하기 위해서 필요로 하는 산소량이 캐소드측 유로(148)에 공급되도록, 공급 산소량을 조절하고(스텝 S290), 본 루틴을 종료한다. 상술한 바와 같이, 본 실시 형태에서는, 미소 발전 모드 선택시에 설정할 수 있는 목표 전압(Vmark)의 범위 전체에 걸쳐, 목표 발전량을 얻을 수 있는 산소를 연료 전지에 공급하기 위한 배압 밸브(143)의 개방도(배압 밸브(143)의 구동량) 및 압축기(130)의 구동량을, 미리 제어부(200) 내의 메모리에 맵으로서 기억하고 있다. 스텝 S290에서는, 목표 발전량(Pmark)에 기초하여, 상기 맵을 참조해서, 공급 산소량을 조절한다.

[0090] 스텝 S220에서 배압 밸브(143)가 반응장적 완전 폐쇄 상태가 아닌, 즉, 공급 산소량의 제어가 이미 개시되어 있다고 판단하면, CPU는, 연료 전지(100)의 현재의 발전량(Pme)을 도출한다(스텝 S230). 연료 전지(100)의 발전량(Pme)은, 전압 센서(102)가 검출한 출력 전압(Vme)과, 전류 센서(103)가 검출한 출력 전류(Ime)로부터 산출하면 된다.

[0091] 스텝 S230에서 발전량(Pme)을 도출하면, CPU는, 발전량(Pme)과 목표 발전량(Pmark)을 비교한다(스텝 S240). 비교의 결과, 발전량(Pme)이, 목표 발전량(Pmark)에 비해 제1 값 이상 많은(이하, 고출력 상태라고도 함) 경우에는, CPU는, 캐소드측 유로(148)에 공급하는 산소량을 감소시키는 제어를 행하고(스텝 S250), 본 루틴을 종료한다. 비교의 결과, 발전량(Pme)이, 목표 발전량(Pmark)에 비해 제2 값 이상 적은(이하, 저출력 상태라고도 함) 경우에는, CPU는, 캐소드측 유로(148)에 공급하는 산소량을 증가시키는 제어를 행하고(스텝 S260), 본 루틴을 종료한다. 비교의 결과, 상기한 고출력 상태 및 저출력 상태에 해당하지 않는(출력 유지 상태에 해당함) 경우에는, CPU는, 캐소드측 유로(148)에 공급하는 산소량을 유지하고(스텝 S270), 본 루틴을 종료한다.

[0092] 또한, 본 실시 형태에서는, 공급 산소량의 증감의 제어는, 상술한 바와 같이, 분류 밸브(144)의 밸브 개방 상태를 고정하면서, 압축기(130)의 구동량 및 배압 밸브(143)의 개방도를 변경함으로써 행하고 있다. 특히, 공급 산소량이 대략적인 변경은, 압축기(130)의 구동량의 변경에 의해 행하고, 공급 산소량의 미세 조정은, 배압 밸브(143)의 개방도 변경에 의해 행하고 있다. 예를 들어, 발전량(Pme)과 목표 발전량(Pmark)의 차가 작을 때는, 배압 밸브(143)의 개방도만을 변경하면 된다. 이때, 배압 밸브(143)의 개방도를 증감할 때의 변화량은, 항상 일정(예를 들어 1 스텝분씩 변경함)해도 되고, 발전량(Pme)과 목표 발전량(Pmark)의 차가 클수록, 배압 밸브(143)의 개방도를 증감하는 정도를 크게 해도 된다. 또한, 예를 들어 부하 요구가 변동되어 발전량(Pme)과 목표 발전량(Pmark)의 차가 커지는 경우에는, 배압 밸브(143)의 개방도 변경 대신에, 또는 배압 밸브(143)의 개방도 변경 외에, 압축기(130)의 구동량을 또한 변경해도 된다. 이와 같이, 압축기(130)의 구동량과 배압 밸브(143)의 개방도 변경을 조합함으로써, 압축기(130)의 구동량의 변동을 억제할 수 있다. 그 때문에, 압축기(130)의 회전 수가 변동되는 것에 기인하는 노이즈의 발생을 억제할 수 있다.

[0093] 또한, 스텝 S250에서 산소량을 감소시키는 판단에 사용한 제1 값과, 스텝 S260에서 산소량을 증가시키는 판단에

사용한 제2 값은, 상이한 값이어도 되고, 동일한 값이어도 된다. 제1 및 제2 값은, 양의 값이면 되며, 배압 밸브(143) 및 압축기(130)에 입력되는 구동 신호에 대한 산소 유량 변화의 응답성 등을 고려하여, 임의로 설정할 수 있다.

[0094] D. 간헐 운전 모드의 전환 제어:

[0095] 도 8은, 간헐 운전 모드의 설정에 관한 동작으로서 제어부(200)의 CPU에서 실행되는 간헐 운전 모드 설정 처리 루틴을 나타내는 흐름도이다. 본 루틴은, 전원 시스템(30)이 기동된 후, 사용자에게 의한 시스템 정지의 지시가 입력될 때까지, 전원 시스템(30)의 가동 중에 반복 실행된다. 전원 시스템(30)에서는, 상술한 바와 같이, 간헐 운전 모드로서 비발전 모드와 미소 발전 모드 중 어느 하나가 선택된다. 본 실시 형태에서는, 간헐 운전 모드 선택 시에는, 통상은 비발전 모드를 설정하고, 후술하는 바와 같이 간헐 운전 모드 선택 중에 특정한 부하 요구가 있는 경우에는, 미소 발전 모드를 선택해서 전압 변동을 억제하고 있다.

[0096] 본 루틴이 실행되면, CPU는, 부하 요구를 도출한다(스텝 S300). 부하 요구란, 상술한 바와 같이, 모터(170)의 요구 전력과, 차량 보조 기계 및 연료 전지 보조 기계의 요구 전력과의 총합이다. 모터(170)의 요구 전력은, 액셀러레이터 개방도 센서(180) 및 차속 센서의 검출 신호에 기초해서 구해진다. 차량 보조 기계 및 연료 전지 보조 기계의 요구 전력은, 각 보조 기계에 출력되는 구동 신호에 기초해서 구해진다.

[0097] 그 후, CPU는, 도출한 부하 요구가, 미리 정한 기준값 이하인지 여부를 판단한다(스텝 S310). 부하 요구가 기준값 이하가 아니라고 판단된 경우에는, 간헐 운전 모드는 선택되지 않고, CPU는 본 루틴을 종료한다. 이 경우에는, 부하 요구에 기초하여, 통상 운전 모드의 제어가 행하여진다.

[0098] 스텝 S310에서, 부하 요구가 기준값 이하라고 판단된 경우에는, CPU는, 도 6의 비발전 간헐 운전 제어 처리 루틴을 실행한다(스텝 S320). 또한, 스텝 S320의 비발전 간헐 운전 제어 처리 루틴에서는, 연료 전지(100)의 목표 전압은, 목표 전압(Vmark1)으로 설정된다. 본 실시 형태에서는, 스텝 S320에서 비발전 간헐 운전 제어 처리 루틴이 실행될 때의 부하 요구의 상태가, 과제를 해결하기 위한 수단에서의 「제1 저부하 상태」에 상당하고, 목표 전압(Vmark1)이, 과제를 해결하기 위한 수단에서의 「제1 목표 전압」에 상당한다.

[0099] 스텝 S320에서, CPU는, 비발전 간헐 운전 제어 처리 루틴을 실행할 때마다, 스텝 S310의 판단에서 사용한 기준값을 초과하는 부하 요구가 있는지 여부를 판단한다(스텝 S330). 스텝 S330에서, 상기 기준값을 초과하는 부하 요구가 있다고 판단될 때까지는, CPU는, 스텝 S320의 비발전 간헐 운전 제어 처리 루틴을 반복 실행한다.

[0100] 스텝 S330에서 상기 기준값을 초과하는 부하 요구가 있다고 판단하면, CPU는, 판단의 대상이 된 부하 요구가, 비리셋 부하 요구에 해당하는지 여부를 판단한다(스텝 S340). 본 실시 형태에서는, 상기 기준값을 초과하는 부하 요구를, 간헐 운전 모드를 해제해야 할(도 8의 간헐 운전 모드 설정 처리 루틴을 종료해야 할) 리셋 부하 요구와, 간헐 운전 모드를 해제하지 않는 비리셋 부하 요구로 나누고 있다. 본 실시 형태에서는, 2차 전지(172)의 SOC가 저하되었을 때의 부하 요구(2차 전지(172)를 충전하기 위한 부하 요구)를 비리셋 부하 요구로 하고 있다. 스텝 S340에서, 비리셋 부하 요구가 아닌, 즉 리셋 부하 요구라고 판단한 경우(예를 들어, 액셀러레이터 온으로 되었을 때)에는, CPU는 본 루틴을 종료한다.

[0101] 스텝 S340에서 비리셋 부하 요구라고 판단하면, CPU는, 간헐 운전 모드에 의한 발전을 중단하고, 비리셋 부하 요구를 위한 발전 제어를 행한다(스텝 S350). 2차 전지(172)의 충전과 같은 비리셋 부하 요구를 위한 발전 시에는, 통상 운전 모드와 마찬가지로 과잉량의 수소 및 산소를 연료 전지(100)에 공급하는 상태에서, 비리셋 부하 요구에 대응하는 전력을 발전 가능하게 되도록 연료 전지(100)의 발전 제어를 행한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 스텝 S350의 발전 제어에 있어서의 연료 전지(100)의 출력 전압을 Vout이라고 나타내고 있다. 본 실시 형태에서는, Vout은, 스텝 S320의 비발전 간헐 운전 제어 처리 루틴에서 설정한 목표 전압(Vmark1)보다도 큰 값이다.

[0102] 스텝 S350의 발전 제어를 개시하면, CPU는, 비리셋 부하 요구에 대한 연료 전지(100)로부터의 출력을 종료해야 할지 여부를 판단한다(스텝 S360). 구체적으로는, 2차 전지(172)의 SOC가 회복되고, 충전을 종료해야 할지 여부를 판단한다. CPU는, 비리셋 부하 요구에 대한 출력을 종료해야 하다고 판단할 때까지, 스텝 S350의 출력 제어를 속행한다.

[0103] 스텝 S360에서 비리셋 부하 요구에 대한 출력을 종료해야 하다고 판단하면, CPU는, 간헐 운전 모드로 복귀하는 제어 변경을 행함과 함께, 이후의 간헐 운전 모드에서는, 도 7의 미소 발전 간헐 운전 제어 처리 루틴을 실행한다(스텝 S370). 스텝 S370의 미소 발전 간헐 운전 제어 처리 루틴에서는, 연료 전지(100)의 목표 전압은, 스텝 S320에서 사용한 목표 전압(Vmark1)보다도 큰 값인 목표 전압(Vmark2)으로 설정된다. 본 실시 형태에서는, 스

스텝 S370에서 미소 발전 간헐 운전 제어 처리 루틴이 실행될 때의 부하 요구의 상태가, 과제를 해결하기 위한 수단에서의 「제2 거부하 상태」에 상당하고, 목표 전압(Vmark2)이, 과제를 해결하기 위한 수단에서의 「제2 목표 전압」에 상당한다. 또한, 스텝 S370에서 설정되는 제2 목표 전압(Vmark2)은, 스텝 S350에서의 출력 전압(Vout)보다도 낮은 것이 바람직하다. 출력 전압을 변경할 때는, 전압을 상승시키는 변경보다도 저하시키는 변경이, 각 단셀의 전압의 변동 확대를 더 억제할 수 있기 때문이다. 또한, 스텝 S370의 미소 발전 간헐 운전 제어 처리 루틴이 개시된 후에, 거부하 상태가 또한 계속되어 각 단셀의 전압 변동이 확대되는 경우에도, 바람직하지 않을 정도로 고전압이 되는 단셀의 발생을 억제할 수 있기 때문이다.

[0104] 스텝 S370에서, CPU는, 미소 발전 간헐 운전 제어 처리 루틴을 실행할 때마다, 스텝 S310의 판단에서 사용한 기준값을 초과하는 부하 요구가 있는지 여부를 판단한다(스텝 S380). 스텝 S380에서, 상기 기준값을 초과하는 부하 요구가 있다고 판단될 때까지는, CPU는, 스텝 S370의 미소 발전 간헐 운전 제어 처리 루틴을 반복 실행한다.

[0105] 스텝 S380에서 상기 기준값을 초과하는 부하 요구가 있다고 판단하면, CPU는, 판단의 대상이 된 부하 요구가, 비리셋 부하 요구에 해당하는지 여부를 판단한다(스텝 S390). 이 스텝 S390은, 앞서 서술한 스텝 S340과 마찬가지로의 처리이다. 스텝 S390에서, 비리셋 부하 요구라고 판단했을 때는, CPU는, 스텝 S350으로 복귀되고, 스텝 S350 이후의 앞서 서술한 처리를 실행한다. 스텝 S390에서, 비리셋 부하 요구가 아닌, 즉 리셋 부하 요구라고 판단한 경우(예를 들어, 액셀러레이터 온이 되었을 때)에는, CPU는 본 루틴을 종료한다. 또한, 스텝 S340 및 스텝 S390에서, 리셋 부하 요구가 있었다고 판단된 후에는, 모터(170)로부터의 부하 요구에 따라서, 통상 운전 모드에 의한 발전이 개시된다.

[0106] 이상과 같이 구성된 본 실시 형태의 전원 시스템(30)에 의하면, 부하 요구가 미리 설정한 기준값 이하로 되는 거부하 상태일 때 간헐 운전 모드를 선택하는 경우에는, 제1 목표 전압(Vmark1)을 목표 전압으로서 설정한다. 그리고, 그 후 부하 요구가 상기 기준값을 초과하고, 상기 간헐 운전 모드에서 사용한 제1 목표 전압(Vmark1)을 초과하는 출력 전압(Vout)으로 연료 전지(100)의 발전을 행한 후에, 다시 거부하 상태로 되어서 간헐 운전 모드를 선택하는 경우에는, 상기 제1 목표 전압(Vmark1)보다도 높은 제2 목표 전압(Vmark2)을 목표 전압으로 하고 있다. 이와 같이, 간헐 운전 모드 선택시의 제1 목표 전압(Vmark1)보다도 높은 출력 전압(Vout)으로 발전을 행한 후에는, 그 후 다시 간헐 운전 모드를 선택할 때 제1 목표 전압(Vmark1)보다도 높은 제2 목표 전압(Vmark2)을 사용함으로써 연료 전지(100)의 전압 변동을 억제할 수 있다. 그 때문에, 연료 전지(100)의 전극 전위의 변동을 억제하고, 전극 촉매(특히, 캐소드 전극 촉매)의 용출을 억제하여, 연료 전지(100)의 내구성을 높일 수 있다.

[0107] 본 실시 형태에서는, 간헐 운전 모드 설정 처리 루틴에 있어서, 간헐 운전 모드를 선택해야 할 거부하 상태라고 판단될 때는, 먼저, 비발전 모드가 선택된다(스텝 S320). 이와 같이, 거부하 상태일 때는, 미소 발전 모드에 앞서 비발전 모드를 선택함으로써, 거부하 상태에서의 연료 소비량을 억제하여, 전원 시스템(30) 전체의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다. 미소 발전 모드 선택 시에는, 발전을 위해서 수소를 소비하는 것에 반해, 비발전 모드 선택 시에는, 수소의 소비량은, 전해질막을 통해서 애노드측 유로(115)로부터 캐소드측 유로(148)에 투과해서 캐소드 상에서 산화되는 수소분만으로, 수소의 소비를 억제할 수 있기 때문이다. 또한, 발전을 수반하는 미소 발전 모드 선택 시가, 비발전 모드 선택 시보다 공급 산소량을 더 많게 할 필요가 있어, 압축기(130)의 구동량, 즉 압축기(130)의 소비 전력량도 많아지기 때문이다.

[0108] 또한, 본 실시 형태에서는, 제1 목표 전압(Vmark1)보다도 높은 출력 전압(Vout)으로 발전을 행한 후에, 제1 목표 전압(Vmark1)보다도 높은 제2 목표 전압(Vmark2)을 사용해서 간헐 운전 모드의 제어를 행할 때는, 간헐 운전 모드로서 미소 발전 모드를 선택하고 있다. 미소 발전 모드 선택 시에는, 연료 전지(100)가 발전하기 때문에, 2차 전지(172)의 SOC의 저하를 억제하여, 2차 전지(172)를 충전하는 빈도를 억제할 수 있다. 2차 전지(172)의 충전 시에는, 충전을 위한 전력을 연료 전지(100)로부터 얻기 위해서, 압축기(130)의 구동량을 증대시킬 필요가 있다. 간헐 운전 모드로서 미소 발전 모드를 선택하고, 2차 전지(172)의 충전 빈도를 억제함으로써, 충전 시에 압축기(130)의 구동량이 증대되는 것에 기인하는 노이즈의 발생을 억제할 수 있다.

[0109] 또한, 스텝 S320의 비발전 간헐 운전 제어 처리 루틴에서 설정되는 목표 전압은, 스텝 S320의 실행 중, 항상 일정할 필요는 없다. 예를 들어, 상술한 바와 같이, 「부하로부터 빠르게 부하 요구가 나타날 가능성이 높은 상태」일 때는, 보다 높은 목표 전압을 설정하고, 「부하로부터 빠르게 부하 요구가 나타날 가능성이 보다 낮은 상태」일 때는 보다 낮은 목표 전압을 설정할 수 있다. 이와 같이, 스텝 S320의 실행 중에 비발전 모드의 목표 전압이 변경되는 경우에도, 스텝 S320의 동작이 해제되기 직전의 목표 전압을, 앞서 서술한 제1 목표 전압(Vmark1)으로 했을 때, 스텝 S370에서, 상기 제1 목표 전압(Vmark1)보다도 높은 전압이 제2 목표 전압(Vmark2)으

로서 설정되면 된다.

- [0110] 본 실시 형태에서는, 스텝 S340에서 판단되는 비리셋 부하 요구를, 2차 전지(172)의 충전을 위한 부하 요구로 하고 있고, 리셋 부하 요구를, 액셀러레이터 온 시의 부하 요구로 하고 있지만, 서로 다른 구성으로 해도 된다. 예를 들어, 비리셋 부하 요구가, 모터(170)로부터의 부하 요구를 포함하는 것으로 해도 된다. 단, 전원 시스템(30)으로부터 전력 공급을 받는 부하 중 주된 부하(주 부하)인 모터(170)로부터의 부하 요구를 리셋 부하 요구로 하고, 주 부하보다도 요구 발전량이 작은 기타 부하(부 부하)로부터의 부하 요구를 비리셋 부하 요구로 하는 것이 더 바람직하다. 주 부하로부터의 부하 요구가 있을 때는, 간헐 운전 모드를 선택하는 판단을 리셋함으로써, 제어 전체에서, 간헐 운전 모드가 선택되었을 때 최초로 채용되는 운전 모드(본 실시 형태에서는 비발전 모드이며, 목표 전압으로서, 더 낮은 제1 목표 전압(Vmark1)이 설정됨)가 실행되기 쉬워진다. 이와 같이, 목표 전압값이 보다 낮은 운전 모드가, 제어 전체에서 우선적으로 실행되기 쉬워짐으로써, 시스템 전체의 에너지 효율을 높이는 것이 가능해진다.
- [0111] 본 실시 형태에서는, 간헐 운전 모드 선택시에 선택되는 운전 모드(최초의 운전 모드)를 비발전 모드로 하고 있고, 비리셋 부하 요구 후에 선택되는 운전 모드(후의 운전 모드)를 미소 발전 모드로 하고 있지만, 서로 다른 구성으로 해도 된다. 예를 들어, 최초의 운전 모드를 미소 발전 모드로 하고, 후의 운전 모드를 비발전 모드로 해도 된다. 또는, 예를 들어 간헐 운전 모드로서 미소 발전 모드만을 채용하고, 최초의 운전 모드와 후의 운전 모드의 양쪽을 미소 발전 모드로 해도 된다. 또는, 예를 들어 간헐 운전 모드로서 비발전 모드만을 채용하고, 최초의 운전 모드와 후의 운전 모드 양쪽을 비발전 모드로 해도 된다.
- [0112] 양쪽을 비발전 모드로 하는 형태로서는, 이하의 형태를 예시할 수 있다. 즉, 상술한 바와 같이 시프트 포지션이 P 레인지임으로써, 낮은 목표 전압을 사용해서 비발전 모드의 제어가 행하여질 때, 비리셋 부하 요구 후에 다시 저부하 상태가 되었을 때는, P 레인지가 유지되어 있는 경우라도, D 레인지 상당의, 더 높은 목표 전압을 사용해서 그 후의 비발전 모드의 제어를 행하면 된다.
- [0113] E. 미소 발전 모드 선택시의 캐소드 소기:
- [0114] 간헐 운전 모드로서 미소 발전 모드를 선택할 때는, 발전(전기 화학 반응의 진행)에 수반하여 캐소드 상에서 물이 생성된다. 캐소드 상에서 물이 발생하면, 캐소드 및 그 근방의 캐소드측 유로(148) 내에서, 액수가 체류할 가능성이 있다. 캐소드 및 그 근방에 액수가 체류하면, 체류한 액수에 기인하여 여러 문제가 발생할 수 있다. 그 때문에, 본 실시 형태에서는, 캐소드측 유로(148)에 공급하는 산소량(공기 유량)을 일시적으로 증가시켜서, 체류한 액수를 날려버려 제거하는 처리(이하, 캐소드 소기라고도 함)를 행하고 있다. 이하, 캐소드 소기에 대해서 설명한다.
- [0115] 통상 운전 모드에서 발전할 때는, 미소 발전 모드 선택 시보다 발전량이 많기 때문에, 발전에 수반되는 생성수량도 많다. 그러나, 통상 운전 모드 선택 시에는 캐소드에 공급하는 산소량(공기 유량)이 많기 때문에, 캐소드측 유로(148)에 공급하는 공기에 의해, 생성수를 수증기로서 날려보내거나, 액수의 상태로 날려버림으로써 제거할 수 있다. 이에 반해 미소 발전 모드 선택 시에는, 생성수량은 통상 운전 모드 선택시보다 적기는 하지만, 공기 유량이 훨씬 적음으로써, 캐소드 근방으로부터 제거하기 어려워, 체류한 액수에 기인하는 문제가 발생하기 쉽다.
- [0116] 캐소드 근방에 액수가 체류하는 것에 기인하는 문제로서는, 예를 들어 영하 시동성의 저하, 연료 전지(100)의 출력 저하, 물 튀김의 문제(연료 전지 차량(20)으로부터 배출된 다량의 액수가, 연료 전지 차량(20)의 근방에 서있는 사용자 등에게 튀으로써, 사용자 등에게 불쾌감을 주는 문제), 및, 애노드 측매에 있어서의 카본 산화를 들 수 있다.
- [0117] 영하 시동성의 저하의 문제란, 연료 전지 차량(20)의 사용 환경이 0℃를 하회하는 저온 상태일 때, 전원 시스템(30)을 일단 정지한 후에 다시 시동할 때 연료 전지(100)의 양호한 기동이 방해받을 수 있다는 문제이다. 캐소드 근방에 체류하는 액수가, 전원 시스템(30)의 정지 중에 동결하면, 다음번의 시동 시에, 동결수에 저지되어 캐소드에 대하여 충분 양의 산소가 도달할 수 없게 되기 때문에, 이러한 문제가 발생한다.
- [0118] 연료 전지(100)의 출력 저하의 문제란, 캐소드 근방에 액수가 체류함으로써, 연료 전지(100)의 발전 중에 연료 전지(100)의 발전량이 점차 저하된다는 문제이다. 캐소드 근방에 액수가 체류하면, 캐소드에 산소의 공급이 점차 방해되기 때문에, 이러한 문제가 일어난다.
- [0119] 물 튀김의 문제란, 연료 전지의 캐소드측 유로(148) 내에 체류하는 액수를 배출하는 처리를 실행할 때, 바람직하지 않을 정도로 다량의 물이 배출된다는 문제이다. 전원 시스템(30)에서는, 캐소드측 유로(148) 내에 액수가

채류할 때는, 상술한 바와 같이 캐소드 소기를 행한다. 이러한 캐소드 소기의 타이밍이 지연되어, 캐소드측 유로(148) 내에 채류하는 액수량이 과잉이 되면, 캐소드 소기시에 캐소드측 유로(148) 내로부터 차량 외부로 배출되는 액수량이 바람직하지 않을 정도로 다량이 될 수 있다. 그 때문에, 물 튀김의 문제를 억제하기 위해서는, 충분한 빈도로 캐소드 소기를 행하여, 한 번에 배출되는 액수량을 억제할 필요가 있다.

[0120] 애노드 측매에 있어서의 카본 산화의 문제란, 애노드에 과잉의 액수가 채류해서 애노드가 수소 부족해짐으로써, 발전 중의 연료 전지 내에서, 정상적인 전기 화학 반응 대신에, 애노드의 전극 측매를 담지하는 카본의 산화 반응(분해)이 진행된다는 문제이다. 이러한 문제는, 캐소드에 채류하는 액수가 과잉으로 되었을 때, 과잉의 액수가 전해질막을 통해서 애노드측에 이동해서 채류하여, 애노드에 수소가 도달하기 어려워짐으로써 일어난다. 그 때문에, 애노드측에 이동해서 채류하는 액수량이 과잉으로 되기 전에, 캐소드측의 액수를 제거함으로써, 카본 산화의 문제의 발생을 억제할 수 있다.

[0121] 도 9는, 캐소드 근방에 액수가 채류하는 것에 기인하는 상기한 각 문제를 발생시키지 않기 위해서 허용할 수 있는, 캐소드측 유로(148) 내의 수분량(이하, 허용 함수량이라고도 함)을 개념적으로 나타내는 설명도이다. 각 문제를 발생시키지 않기 위한 허용 함수량은, 적산 발전량으로부터 산출되는 캐소드에서의 생성수량을 모니터링하면서, 미소 발전 모드에서 발전을 계속하고, 상기한 각 문제가 발생할 때의 생성수량의 총량을 구함으로써, 미리 실험적으로 알 수 있다. 일어날 수 있는 문제마다 허용 함수량이 상이한 경우에는, 상기 각 문제의 허용 함수량 중 최솟값(도 9에서는 영하 시동성의 허용 함수량)에 기초하여, 캐소드 소기를 실시하는 타이밍을 제어하면 된다.

[0122] 캐소드 소기를 행해야 할 타이밍인지 여부(미소 발전 모드에서의 연료 전지의 발전에 의해 연료 전지 내에서 발생한 액수가 연료 전지 내에 과잉으로 채류하는 액수 채류 조건에 해당하는지 여부)의 판단은, 예를 들어 미소 발전 모드 선택 시에, 적산 발전량에 기초하는 생성수량의 산출을 계속적으로 행하여, 생성수량이 상기한 허용 함수량에 도달했는지 여부에 의해 판단할 수 있다. 또는, 캐소드측 유로(148) 내의 수분량이 액수 채류 조건에 해당하는 수분량에 도달할 때까지 필요로 하는 경과 시간을 미리 설정하고, 설정한 경과 시간마다 캐소드 소기를 행해도 된다. 이 경우에는, 예를 들어 미소 발전 모드 선택 시에 있어서의 목표 발전량의 최댓값 등을 고려하여, 미소 발전 모드 선택시의 발전량이 변동되어도, 캐소드측 유로(148) 내의 수분량이 과잉으로 되지 않도록, 상기 경과 시간을 설정하는 것이 바람직하다.

[0123] 본 실시 형태의 전원 시스템(30)에서는, 캐소드 소기 시에는, 배압 밸브(143)를 완전 개방으로 함과 함께, 분류 밸브(144)의 밸브 개방 상태를 변경함으로써, 압축기(130)가 도입한 공기의 전량을, 캐소드측 유로(148)에 공급한다. 상기한 캐소드측의 액수에 기인하는 문제의 발생을 충분히 억제하기 위한, 캐소드 소기 시의 공기 유량(압축기(130)의 구동량)은 미리 실험적으로 조사할 수 있다. 그 때문에, 캐소드 소기 시의 압축기(130)의 구동량은, 상기 실험적으로 조사한 결과에 기초해서 설정하면 된다. 발생할 수 있는 문제마다, 문제 발생 억제를 위해서 필요한 압축기(130)의 구동량이 상이한 경우에는, 예를 들어 문제 발생 억제에 필요한 압축기(130)의 구동량이 가장 큰 값에 맞추어, 압축기(130)의 구동량을 설정하면 된다. 또는, 상기한 허용 함수량이 가장 적은 문제를 해소하기 위해서 필요한 압축기(130)의 구동량을 사용하여, 캐소드 소기를 행해도 된다.

[0124] 상기와 같이 캐소드측 유로(148)에 공급하는 공기 유량을 증가할 때는, 발전량에 대하여 공급 공기량이 과잉으로 되기 때문에, 연료 전지(100)는, 도 5에 도시하는 통상 운전 모드 선택시의 IV 특성상의 동작점에서 발전한다. 그 때문에, 캐소드 소기 시에는, 통상 운전 모드 선택시의 IV 특성상의 동작점이며, 출력 전압이 허용 상한 이하로 되는 동작점이 되도록, 연료 전지(100)의 목표 전압이 적절히 선택된다. 즉, 캐소드 소기의 처리란, 캐소드측 유로(148) 내에 채류하는 액수를 제거하기 위해서, 미소 발전 모드로서의 제어를 일시적으로 중단하고, 미소 발전 모드에서 연료 전지(100)에 공급되는 산소량을 초과하는 과잉량의 산소를 연료 전지(100)에 공급하는 캐소드 소기 운전 모드를 선택하는 처리라고 할 수 있다.

[0125] 또한, 캐소드 소기 시에는, 상기와 같이 공급 산소량이 증대되기 때문에, 연료 전지(100)에 있어서의 발전량이, 미소 발전 모드 선택시보다도 많아진다. 이렇게 과잉으로 발전된 전력은, 2차 전지(172)에 충전된다. 그 때문에, 2차 전지(172)의 잔존 용량(SOC)이 크고, 캐소드 소기 시에 발생하는 전력을 충전하는 것이 곤란하다고 생각되는 경우에는, 캐소드 소기 시의 연료 전지(100)의 출력 전압을, 상기 허용 상한을 초과해서 설정하고, 캐소드 소기 시에 있어서의 연료 전지(100)의 발전량을 억제하는 것으로 해도 된다. 또한, 캐소드 소기에 앞서, 2차 전지(172)의 잔존 용량을 미리 저하시키는 것도 가능하다. 이러한 제어에 대해서 이하에 설명한다.

[0126] 도 10은, 캐소드 소기에 관한 동작으로서 제어부(200)의 CPU에서 실행되는 캐소드 소기 제어 처리 루틴을 나타내는 흐름도이다. 본 루틴은, 전원 시스템(30)에 있어서 미소 발전 모드가 선택되어 있을 때, 미소 발전 모드

가 해제될 때까지 반복 실행된다.

[0127] 본 루틴이 실행되면, CPU는, 액수 채류 조건이 성립했는지 여부를 판단한다(스텝 S400). 액수 채류 조건이 성립했는지 여부를 판단은, 앞서 서술한 바와 같다. 단, 본 실시 형태에서는, 후술하는 바와 같이, 캐소드 소기 처리에 앞서 2차 전지(172)의 잔존 용량을 저하시키는 처리를 행하기 위해서, 잔존 용량을 저하시키는 처리 후에 캐소드 소기 처리를 행하는 시점에서, 캐소드에 있어서의 생성수량이, 앞서 서술한 허용 함수량을 초과하지 않도록, 상기 액수 채류 조건의 성립을 판단하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 캐소드에 있어서의 생성수량이, 「앞서 서술한 허용 함수량에서, 잔존 용량을 저하시키는 처리 동안에 캐소드에서 발생하는 생성수량을 감산한 양」에 달하기 이전의 단계에서, 상기 액수 채류 조건이 성립했다고 판단하면 된다. CPU는, 액수 채류 조건이 성립할 때까지, 스텝 S400의 판단을 반복해서 행한다.

[0128] 스텝 S400에서 액수 채류 조건이 성립한다고 판단하면, CPU는, 연료 전지(100)의 내부 온도가, 미리 설정한 기준 온도 이하인지 여부를 판단한다(스텝 S410). 연료 전지(100)의 내부 온도가 상기 기준 온도를 초과한다고 판단하는 경우에는, CPU는, 캐소드 소기를 행하지 않고 본 루틴을 종료한다. 연료 전지(100)의 내부 온도가 높을수록, 캐소드측 유로(148) 내에서는 액수가 기화하기 쉬워져, 액수가 채류하기 어려워진다. 본 실시 형태에서는, 연료 전지(100)의 내부 온도가 상기 기준 온도를 초과했을 때는, 상기한 각 문제가 발생할 정도로는 캐소드측 유로(148) 내에 액수가 채류하지 않는다고 판단하고, 캐소드 소기를 행하지 않는 것으로 하고 있다. 연료 전지(100)의 내부 온도는, 예를 들어 연료 전지(100)로부터 배출되는 냉매의 온도를 검출함으로써 알 수 있다. 또는, 연료 전지(100)의 내부 온도를 직접 검출하는 온도 센서를 설치해도 된다. 또한, 연료 전지(100)의 내부 온도가 기준 온도를 초과했을 때는, 캐소드 소기를 행하지 않는 것이 아니라, 캐소드 소기 시의 공급 공기량(압축기(130)의 구동량)을 감소시키는 것으로 해도 된다. 또는, 연료 전지(100)의 내부 온도가 기준 온도를 초과했을 때는, 캐소드 소기를 행하는 시간 간격을 길게 하는 것으로 해도 된다. 또한, 연료 전지(100)의 내부 온도에 기초하는 제어 변경은 행하지 않는 것으로 해도 된다.

[0129] 스텝 S410에서, 연료 전지(100)의 내부 온도가 기준 온도 이하라고 판단했을 때는, CPU는, 2차 전지(172)의 잔존 용량(SOC)을 저하시키는 처리를 행한다(스텝 S420). 구체적으로는, 연료 전지(100)의 목표 전압으로서, 미소 발전 모드에서 사용하고 있는 목표 전압(Vmark)을 유지하면서, 목표 발전량을, 미소 발전 모드에서 사용하고 있는 목표 발전량(Pmark1)에서, 더 낮은 목표 발전량(Pmark2)으로 변경한다. 즉, 출력 전압이 목표 전압(Vmark)일 때, 발전량이 목표 발전량(Pmark2)으로 되는 공급 산소량을 실현할 수 있도록, 배압 밸브(143)의 개방도를 조절한다(배압 밸브(143)의 개방도를 폐쇄 방향으로 변경하여, 공급 산소량을 감소시킴).

[0130] 스텝 S420에서의 목표 발전량(Pmark2)은, 예를 들어 이하와 같이, 2차 전지(172)의 잔존 용량을 저하시켜야 할 정도에 따라서 설정할 수 있다. 즉, 캐소드 소기 시의 연료 전지(100)의 목표 전압은 미리 설정되어 있기 때문에, 상술한 바와 같이 통상 운전 모드 선택시의 IV 특성상의 동작점을 취하는 캐소드 소기 시의 발전량도 정해져 있다. 그 결과, 캐소드 소기 시에 발전된 잉여의 전력을 2차 전지(172)에 충전하기 위해서, 충전 전의 2차 전지(172)의 SOC를 어느 정도까지 저하시켜 두면 되는지(목표 잔존 용량)를 알 수 있다. 여기서, 연료 전지(100)의 발전량을, 차량 보조 기계 및 연료 전지 보조 기계로부터의 요구 부하 미만으로 하면, 부족분을 2차 전지(172)로부터 출력함으로써, 2차 전지(172)의 SOC를 저하시킬 수 있다. 또한, 본 실시 형태에서는, 스텝 S420의 처리를 계속하는 시간도 미리 설정되어 있다. 그 때문에, CPU는, 2차 전지(172)의 현재의 SOC와 상기 목표 잔존 용량을 비교하여, 보조 기계류로부터의 요구 부하를 고려해서, 상기 스텝 S420의 처리를 계속하는 시간으로서 미리 설정한 시간 내에, 2차 전지(172)의 SOC를 목표 잔존 용량으로 저하시킬 수 있도록, 스텝 S420에서의 목표 발전량(Pmark2)을 설정한다.

[0131] 스텝 S420에서 SOC 저하 처리를 행한 후, CPU는 캐소드 소기 처리를 실행한다(스텝 S430). 스텝 S430의 캐소드 소기 처리 후, CPU는, 미소 발전 모드로 제어 변경해서(스텝 S440), 본 루틴을 종료한다. 즉, 목표 전압(Vmark)을 유지하면서, 목표 발전량을, 미소 발전 모드의 목표 발전량(Pmark1)으로 되돌려서, 발전량이 목표 발전량(Pmark1)으로 되는 공급 산소량을 실현할 수 있도록, 배압 밸브(143)의 개방도나 압축기(130)의 구동량을 조절한다.

[0132] 이렇게 캐소드 소기 처리를 행하면, 미소 발전 모드가 장시간에 걸쳐 계속되는 경우에도, 캐소드에 있어서의 생성수에 기인하는 앞서 서술한 각종 문제의 발생을 억제할 수 있다. 그리고, 캐소드 소기에 앞서 2차 전지(172)의 SOC 저하 처리를 행함으로써, 캐소드 소기 시에 발생하는 과잉 전력을 2차 전지(172)에 충전할 수 있어, 캐소드 소기를 지장 없이 원하는 타이밍에서 행하는 것이 가능해진다.

[0133] F. 변형예:

[0134] · 변형예 1:

[0135] 상기 실시 형태에서는, 캐소드에 공급되는 산소량을 변경하기 위해서 산소 공급로에 설치하는 유량 조정 밸브를, 제2 공기 유로(145)에 설치한 배압 밸브(143)로 했지만, 상이한 구성으로 해도 된다. 연료 전지(100)로부터 배출된 산소가 흐르는 유로(하류측 유로)에 설치한 스로틀 밸브인 배압 밸브(143) 대신에, 연료 전지(100)에 산소를 공급하기 위한 유로(상류측 유로)에 설치한 스로틀 밸브의 개방도를 제어함으로써, 공급 산소량을 조절해도 된다. 또는, 하류측 유로와 상류측 유로의 양쪽에 설치한 스로틀 밸브의 개방도를 제어함으로써, 공급 산소량을 조절해도 된다. 캐소드에 공급되는 산소량을 조절 가능한 유량 조정 밸브를 설치하면, 실시 형태와 마찬가지로의 제어가 가능해진다.

[0136] 또한, 상기 실시 형태에서는, 비발전 모드 선택 시에는, 압축기(130)의 구동량 및 분류 밸브(144)의 밸브 개방 상태를 고정하면서, 배압 밸브(143)의 개방도를 변경함으로써, 연료 전지(100)의 OCV가 목표 전압(Vmark)이 되도록 공급 산소량을 제어하고 있지만, 상이한 구성으로 해도 된다. 예를 들어, 배압 밸브(143)의 개방도만을 변경하는 방법 이외의 제어 방법으로서, 압축기(130)의 구동량(산소 도입부가 도입하는 산소량), 분류 밸브(144)의 밸브 개방 상태, 및, 배압 밸브(143)의 개방도(유량 조정 밸브의 개방도)에서 선택되는 적어도 하나를 변경하는 방법에 의해 공급 산소량을 제어해도 된다.

[0137] 또한, 상기 실시 형태에서는, 산소 공급로에 바이패스 유로(제3 공기 유로(146))를 설치하고, 분류 밸브(144)의 밸브 개방 상태 및 배압 밸브(143)의 개방도(유량 조정 밸브의 개방도)를 조절함으로써, 압축기(130)의 공급 산소량의 하한값 이하의 산소량을 캐소드에 공급하여, 간헐 운전 모드의 제어를 행하고 있지만, 상이한 구성으로 해도 된다. 예를 들어, 압축기(130) 대신에, 또는 압축기(130) 외에, 간헐 운전 모드 선택 시에 있어서의 산소 공급량을 원하는 유량으로 조절 가능한 압축기를 설치하고, 이러한 압축기의 구동량 제어에 의해, 공급 산소량을 조절해도 된다. 이러한 구성으로 해도, 공급 산소량을 측정하지 않고, 전압값(Vme)이나 발전량(Pme)에 기초하여 공급 산소량을 조절함으로써, 간헐 운전 모드의 처리를 실행할 수 있다.

[0138] · 변형예 2:

[0139] 상기 실시 형태에서는, 비발전 모드의 스텝 S110에서, 스택 전체의 OCV를 셀수로 나눈 평균 셀 전압을 전압값(Vme)으로서 취득하고, 이 평균 셀 전압을 사용해서 스텝 S130의 비교 처리를 행했지만, 상이한 구성으로 해도 된다. 예를 들어, 연료 전지(100)를 구성하는 각 단셀의 전압을 개별로 측정하고, 전압값(Vme)으로서 최저 셀 전압을 사용해도 되고, 최고 셀 전압을 사용해도 된다. 최저 셀 전압을 사용하는 경우에는, 각 단셀의 전압이 너무 저하되어서 캐소드의 전극 촉매가 과도하게 환원되는 것을 억제하는 관점에서 유리하다. 또한, 최고 셀 전압을 사용하는 경우에는, 각 단셀의 전압이 너무 상승해서 캐소드의 전극 촉매가 과도하게 용출되는 것을 억제하는 관점에서 유리하다.

[0140] 상기 실시 형태에서, 소프트웨어에 의해 실현된 기능 및 처리의 일부 또는 전부는, 하드웨어에 의해 실현되어도 된다. 또한, 하드웨어에 의해 실현된 기능 및 처리의 일부 또는 전부는, 소프트웨어에 의해 실현되어도 된다. 하드웨어로서는, 예를 들어 집적 회로, 디스크리트 회로, 또는 그들의 회로를 조합한 회로 모듈 등, 각종 회로를 사용할 수 있다.

[0141] 본 발명은 상술한 실시 형태나 실시예, 변형예에 한정되는 것은 아니며, 그 취지를 일탈하지 않는 범위에서 다양한 구성으로 실현할 수 있다. 예를 들어, 발명의 개요의 란에 기재한 각 형태 중의 기술적 특징에 대응하는 실시 형태, 실시예, 변형예 중의 기술적 특징은, 상술한 과제의 일부 또는 전부를 해결하기 위해서, 또는, 상술한 효과의 일부 또는 전부를 달성하기 위해서, 적절히 바꾸거나, 조합을 행하는 것이 가능하다. 또한, 그 기술적 특징이 본 명세서 중에 필수적인 것으로서 설명되어 있지 않으면, 적절히, 삭제하는 것이 가능하다.

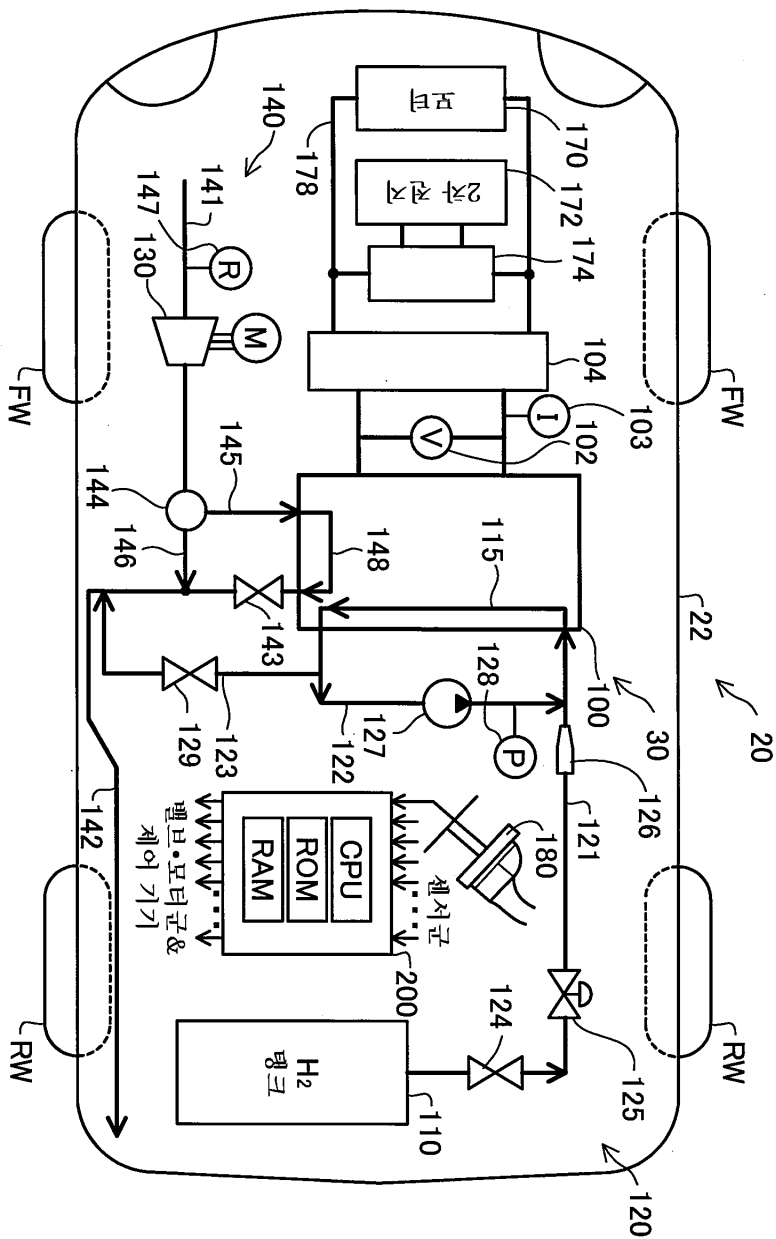
부호의 설명

[0142]	20 : 연료 전지 차량	22 : 차체
	30 : 전원 시스템	100 : 연료 전지
	102 : 전압 센서	103 : 전류 센서
	104 : 스위치	110 : 수소 탱크
	115 : 애노드측 유로	120 : 수소 가스 공급부

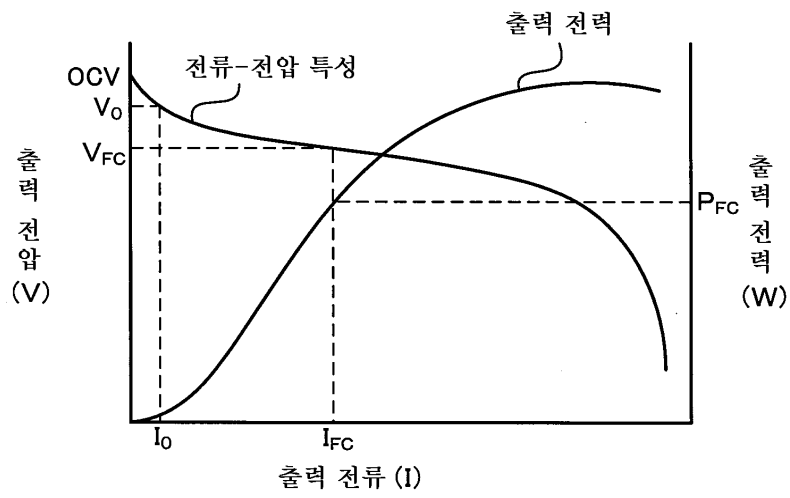
121 : 수소 공급 유로	122 : 순환 유로
123 : 수소 방출 유로	124 : 개폐 밸브
125 : 감압 밸브	126 : 수소 공급 기기
127 : 순환 펌프	128 : 압력 센서
129 : 개폐 밸브	130 : 압축기
140 : 공기 공급부	141 : 제1 공기 유로
142 : 공기 방출 유로	143 : 배압 밸브
144 : 분류 밸브	145 : 제2 공기 유로
146 : 제3 공기 유로	147 : 유량 센서
148 : 캐소드측 유로	170 : 모터
174 : DC/DC 컨버터	178 : 배선
180 : 액셀러레이터 개방도 센서	200 : 제어부

도면

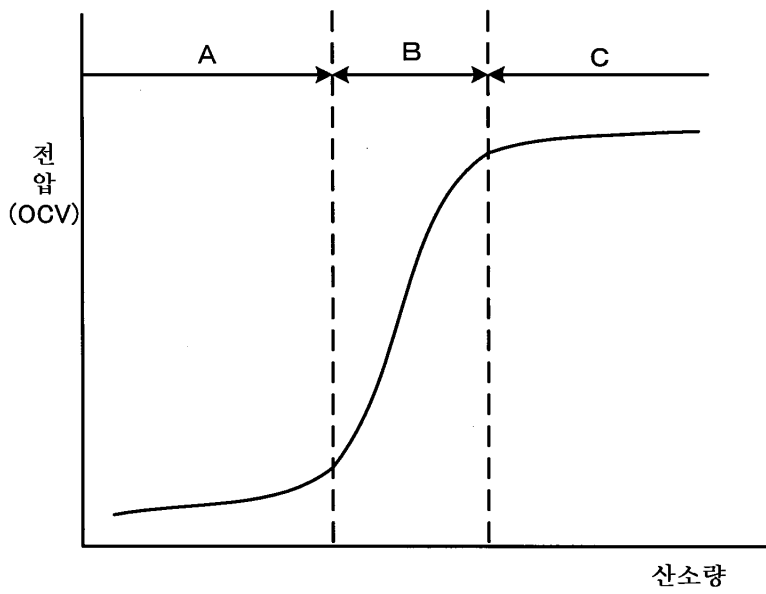
도면1



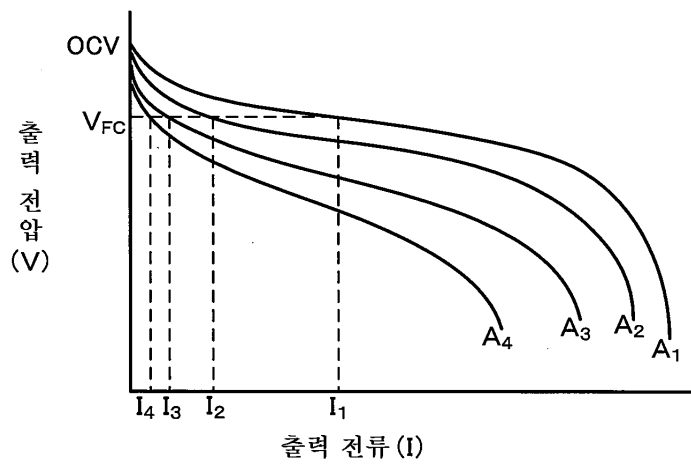
도면2



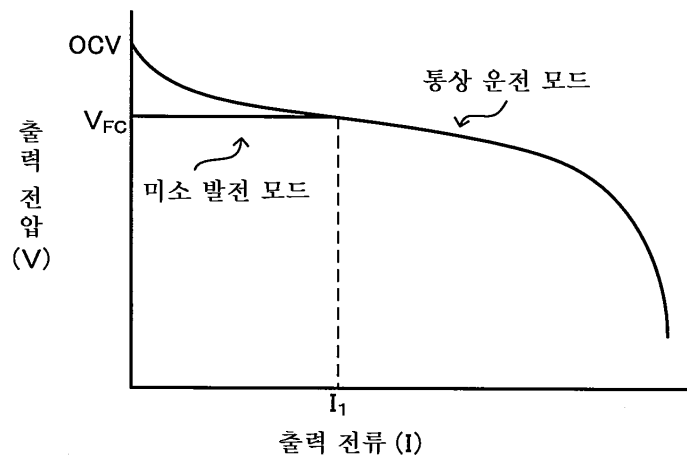
도면3



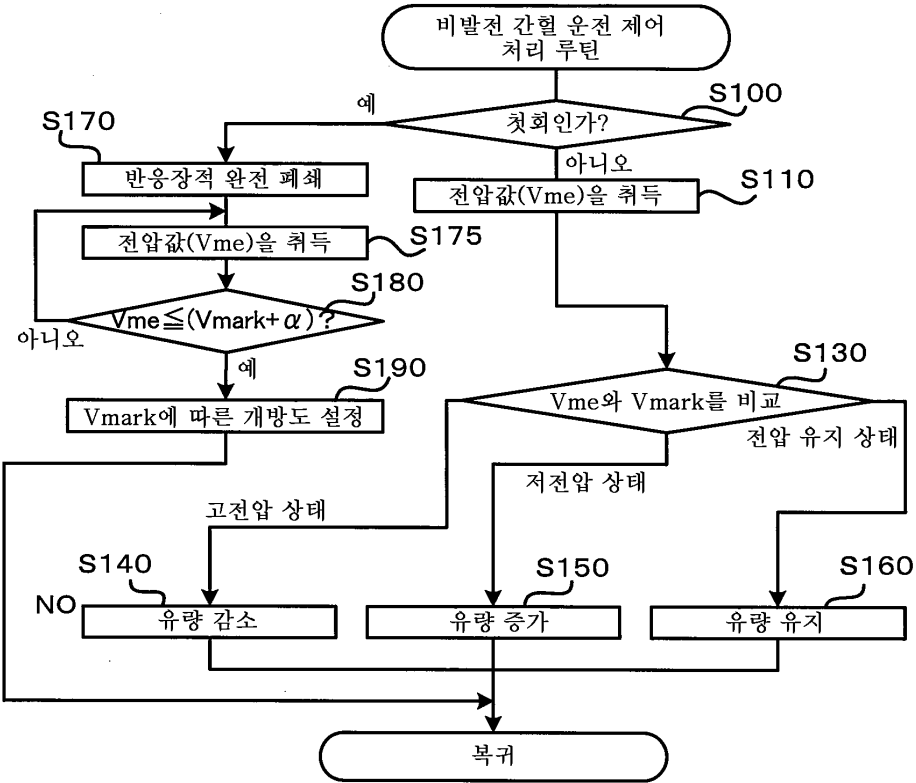
도면4



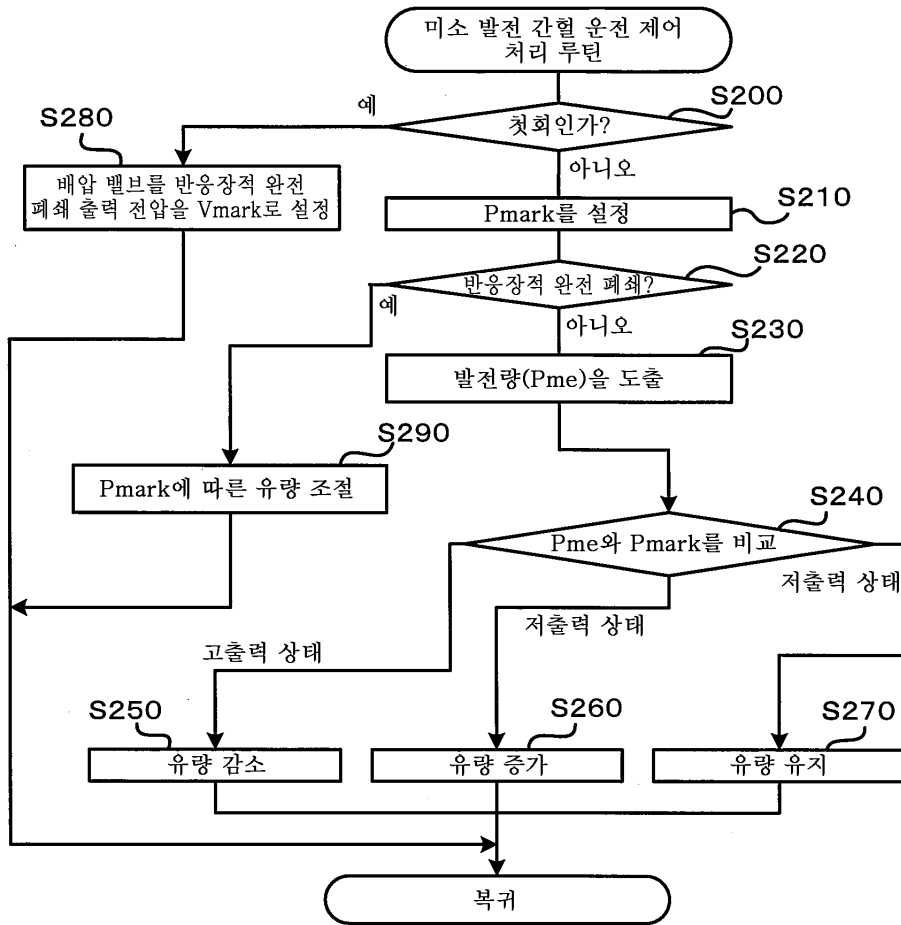
도면5



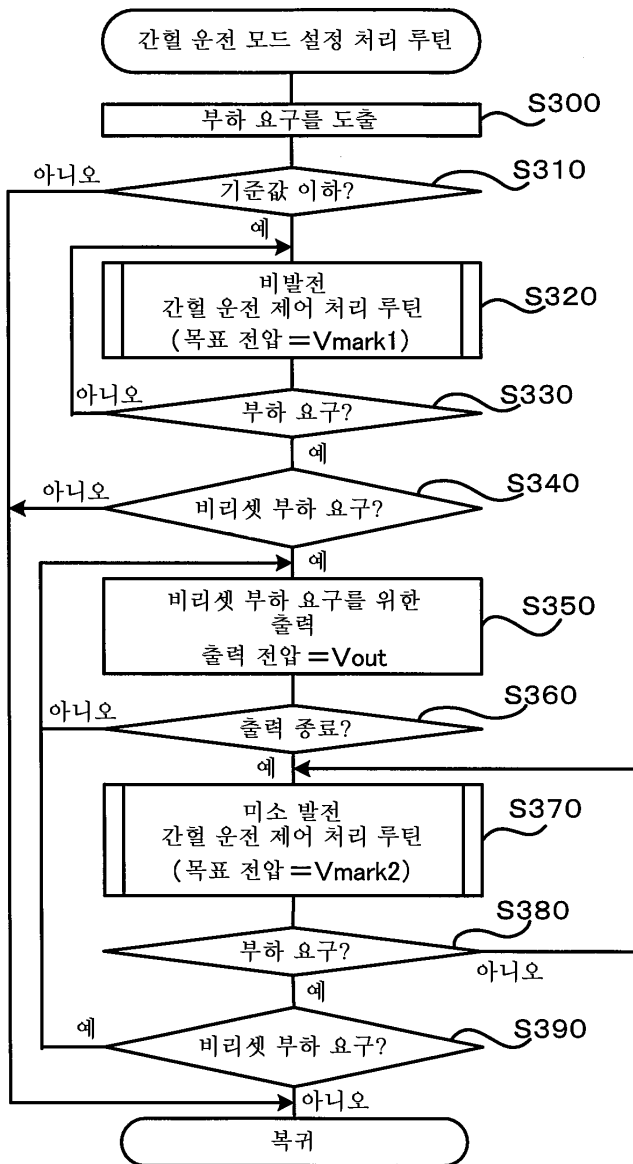
도면6



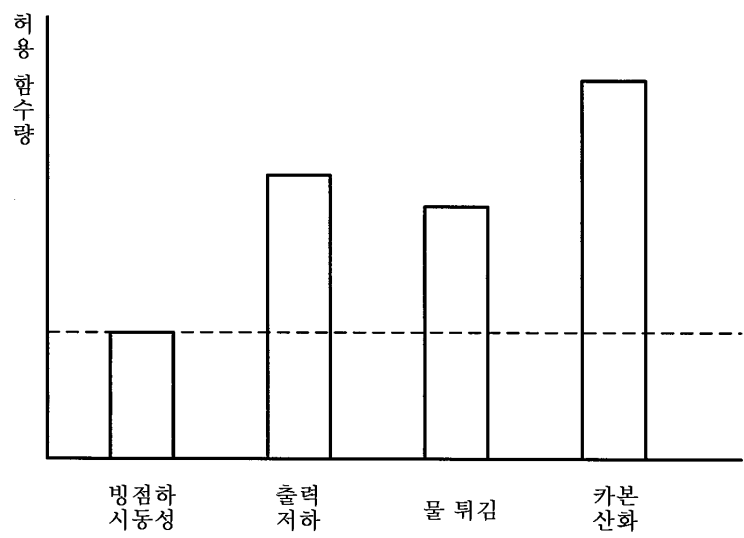
도면7



도면8



도면9



도면10

