

(52) CPC특허분류

B60L 2230/28 (2013.01)

H01M 2250/20 (2013.01)

Y02E 60/521 (2013.01)

Y02T 90/34 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

W02010100748 A1*

JP2010176864 A*

JP2010041828 A*

JP2000348748 A

JP2008130424 A

JP2009043548 A

JP2013031348 A

JP2013198282 A

JP2013235751 A

JP2014083979 A

US20090030712 A1

KR101461918 B1

KR100641127 B1

JP2007006574 A

JP2007006574 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

차량에 탑재된 연료 전지(110) 및 이차 전지(140)로부터 외부 부하(200)에 전력을 공급하는 외부 급전 시스템(100)의 제어 방법이며,

상기 이차 전지(140)의 온도 및 축전량에 따라서 설정되는 상기 이차 전지(140)의 충전 전력의 상한값과, 상기 이차 전지(140)의 온도 및 축전량에 따라서 설정되는 상기 이차 전지(140)의 방전 전력의 상한값 중 작은 쪽 이하가 되도록 급전 허가 전력의 값을 설정하고,

상기 연료 전지(110) 및 상기 이차 전지(140)로부터 상기 외부 부하(200)에 공급되는 전력인 외부 급전 전력이 상기 급전 허가 전력 이하가 되도록 상기 연료 전지(110)의 발전 및 상기 이차 전지(140)의 충방전을 제어하는, 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 연료 전지(110)가 발전 전력을 상기 외부 부하에 공급 가능한 상태일 때는, 상기 이차 전지(140)의 충전 전력의 상기 상한값과, 상기 이차 전지(140)의 방전 전력의 상기 상한값과, 상기 연료 전지(110)의 발전 전력의 출력 제한값 중 최솟값 이하가 되도록 상기 급전 허가 전력의 값을 설정하는, 제어 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 이차 전지(140)의 충전 전력의 상기 상한값과, 상기 이차 전지(140)의 방전 전력의 상기 상한값과, 상기 연료 전지(110)의 발전 전력을 상기 외부 급전 전력으로 변환하는 전력 변환부를 통과하는 전력의 크기가 상기 전력 변환부를 보호하기 위해서 설정되는 상한값 이하가 되는 상기 급전 허가 전력의 상한값 중 최솟값 이하가 되도록 상기 급전 허가 전력의 값을 설정하는, 제어 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 연료 전지(110)가 발전 전력을 상기 외부 부하(200)에 공급 가능한 상태일 때는, 상기 이차 전지(140)의 충전 전력의 상기 상한값과, 상기 이차 전지(140)의 방전 전력의 상기 상한값과, 상기 연료 전지(110)의 발전 전력의 출력 제한값과, 상기 연료 전지(110)의 발전 전력을 상기 외부 급전 전력으로 변환하는 전력 변환부를 통과하는 전력의 크기가 상기 전력 변환부를 보호하기 위해서 설정되는 상한값 이하가 되는 상기 급전 허가 전력의 상한값 중 최솟값 이하가 되도록 상기 급전 허가 전력의 값을 설정하는, 제어 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 연료 전지(110)의 발전 전력의 외부 급전분이, 필요한 외부 급전 전력에 대하여 부족할 경우, 상기 필요한 외부 급전 전력과 상기 발전 전력의 외부 급전분과의 차분을 상기 이차 전지(140)의 방전 전력에 의해 보충하는, 제어 방법.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 연료 전지(110)의 발전 전력의 외부 급전분이, 필요한 외부 급전 전력보다도 큰 경우, 잉여 전력은 상기 이차 전지(140)에 충전되는, 제어 방법.

청구항 7

차량에 탑재된 연료 전지(110) 및 이차 전지(140)로부터 외부 부하(200)에 전력을 공급하는 외부 급전 시스템(100)이며, 상기 연료 전지(110) 및 상기 이차 전지(140)로부터 상기 외부 부하(200)에 공급되는 전력인 외부 급전 전력이 급전 허가 전력 이하가 되도록 상기 연료 전지(110)의 발전 및 상기 이차 전지(140)의 충방전을 제어하는 제어 장치(180)를 구비하고, 상기 제어 장치(180)는 상기 이차 전지(140)의 온도 및 축전량에 따라서 설정되는 상기 이차 전지(140)의 충전 전력의 상한값과, 상기 이차 전지(140)의 온도 및 축전량에 따라서 설정되는 상기 이차 전지(140)의 방전 전력의 상한값 중 작은 쪽 이하가 되도록 상기 급전 허가 전력의 값을

설정하는, 외부 급전 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 차량에 탑재된 연료 전지 및 이차 전지를 이용해서 외부에 전력을 공급하는 외부 급전 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래부터, 차량에 탑재된 연료 전지나 이차 전지를 이용해서 차량의 외부 부하에 전력을 공급하는 외부 급전 시스템이 제안되어 있다(일본 특허 공개 제2013-198292, 일본 특허 공개 제2013-93941).

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 그러나 연료 전지는, 에어 콤프레서의 이너셔에 의한 반응의 지연 등에 기인하여 필요한 외부 급전 전력의 증감에 대하여 발전 전력의 증감이 지연되므로, 외부 부하에 대하여 안정적으로 급전을 행할 수 없다고 하는 문제가 있었다. 한편, 일본 특허 공개 제2013-198292에서는, 이차 전지의 출력 전력만으로 외부 급전을 행하므로, 상술한 과제에 대해서는 아무것도 기재되어 있지 않다.

과제의 해결 수단

[0004] (1) 본 발명의 일 양태에 의하면, 차량에 탑재된 연료 전지 및 이차 전지로부터 외부 부하에 전력을 공급하는 외부 급전 시스템의 제어 방법이 제공된다. 이 제어 방법은, 연료 전지 및 상기 이차 전지로부터 상기 외부 부하에 공급되는 전력인 외부 급전 전력이 급전 허가 전력 이하가 되도록 상기 연료 전지의 발전 및 상기 이차 전지의 충전 전력을 제어하고, 상기 이차 전지의 온도 및 축전량에 따라서 설정되는 상기 이차 전지의 충전 전력의 상한값과, 상기 이차 전지의 온도 및 축전량에 따라서 설정되는 상기 이차 전지의 방전 전력의 상한값 중 작은 쪽 이하가 되도록 상기 급전 허가 전력의 값을 설정한다. 이 구성에 의하면, 필요한 외부 급전 전력이 급증해도, 발전 전력의 부족분을 이차 전지의 방전 전력에 의해 충분히 보충할 수 있다. 또한, 가령, 외부 급전 전력 모두를 연료 전지가 발전하고 있을 때에, 필요한 외부 급전 전력이 급감해서 제로가 되어도, 잉여 발전 전력을 이차 전지에 의해 충분히 충전할 수 있다. 이에 의해, 연료 전지의 발전 전력의 증감이 필요한 외부 급전 전력의 증감에 대하여 지연되어도, 외부 부하에 대하여 안정적으로 급전을 행할 수 있다.

[0005] (2) 상기 양태의 제어 방법에 있어서, 상기 연료 전지가 발전 전력을 상기 외부 부하에 공급 가능한 상태일 때는, 상기 이차 전지의 충전 전력의 상기 상한값과, 상기 이차 전지의 방전 전력의 상기 상한값과, 상기 연료 전지의 발전 전력의 출력 제한값, 중 최솟값 이하가 되도록 상기 급전 허가 전력의 값을 설정해도 좋다. 이 구성에 의하면, 또한 필요한 외부 급전 전력이 급증해도, 필요한 외부 급전 전력 모두를 연료 전지에 의해 발전할 수 있다. 이에 의해, 필요한 외부 급전 전력을 연료 전지가 충분히 발전할 수 없는 것에 의해, 이차 전지로부터 전력이 공급되어서 이차 전지의 축전량이 저하되는 것을 억제할 수 있다. 또한, 이차 전지의 축전량의 저하에 의해, 실제 외부 급전 전력이 저하되는 것을 억제할 수 있다.

[0006] (3) 상기 양태의 제어 방법에 있어서, 상기 이차 전지의 충전 전력의 상기 상한값과, 상기 이차 전지의 방전 전력의 상기 상한값과, 상기 연료 전지의 발전 전력을 상기 외부 급전 전력으로 변환하는 전력 변환부를 통과하는 전력의 크기가 상기 전력 변환부를 보호하기 위해서 설정되는 상한값 이하가 되는 상기 급전 허가 전력의 상한값, 중 최솟값 이하가 되도록 상기 급전 허가 전력의 값을 설정해도 된다. 이 구성에 의하면, 또한 필요한 외부 급전 전력이 증가해도, 전력 변환부의 손상 발생을 억제할 수 있다.

[0007] (4) 상기 양태의 제어 방법에 있어서, 상기 연료 전지가 발전 전력을 상기 외부 부하에 공급 가능한 상태일 때는, 상기 이차 전지의 충전 전력의 상기 상한값과, 상기 이차 전지의 방전 전력의 상기 상한값과, 상기 연료 전지의 발전 전력의 출력 제한값과, 상기 연료 전지의 발전 전력을 상기 외부 급전 전력으로 변환하는 전력 변환부를 통과하는 전력의 크기가 상기 전력 변환부를 보호하기 위해서 설정되는 상한값 이하가 되는 상기 급전 허가 전력의 상한값, 중 최솟값 이하가 되도록 상기 급전 허가 전력의 값을 설정해도 된다. 이 구성에 의하면, 또한 필요한 외부 급전 전력이 급증해도, 필요한 외부 급전 전력 모두를 연료 전지에 의해 발전할 수 있어, 이

차 전지의 충전량이 저하되는 것을 억제할 수 있다. 또한, 전력 변환부의 손상 발생을 억제할 수 있다.

[0008] (5) 본 발명의 제2 양태에 의하면, 차량에 탑재된 연료 전지 및 이차 전지로부터 외부 부하에 전력을 공급하는 외부 급전 시스템이 제공된다. 이 외부 급전 시스템은, 상기 연료 전지 및 상기 이차 전지로부터 상기 외부 부하에 공급되는 전력인 외부 공급 전력이 급전 허가 전력 이하가 되도록 상기 연료 전지의 발전 및 상기 이차 전지의 충전량을 제어하는 제어 장치를 구비하고, 상기 제어 장치는, 상기 이차 전지의 온도 및 충전량에 따라서 설정되는 상기 이차 전지의 충전 전력의 상한값과, 상기 이차 전지의 온도 및 충전량에 따라서 설정되는 상기 이차 전지의 방전 전력의 상한값 중 작은 쪽 이하가 되도록 상기 급전 허가 전력의 값을 설정한다. 이 구성에 의하면, 필요한 외부 급전 전력이 급증해도, 발전 전력의 부족분을 이차 전지의 방전 전력에 의해 충분히 보충할 수 있다. 또한, 가령, 외부 급전 전력 모두를 연료 전지가 발전하고 있을 때에, 필요한 외부 급전 전력이 급감해서 제로가 되어도, 잉여 발전 전력을 이차 전지에 의해 충분히 충전할 수 있다. 이에 의해, 외부 부하에 대하여 안정적으로 급전을 행할 수 있다.

발명의 효과

[0009] 또한, 본 발명은 다양한 양태로 실현하는 것이 가능하며, 예를 들어 연료 전지 및 이차 전지를 탑재한 차량, 차량의 외부 급전 방법, 이 방법을 실행하는 제어 장치, 이 제어 방법을 실현하는 컴퓨터 프로그램, 그 컴퓨터 프로그램을 기록한 기록 매체 등의 형태로 실현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 외부 급전 시스템을 포함하는 연료 전지 차량의 구성을 도시하는 개략도이다.

도 2는 급전 허가 전력 P_{Allw} 의 산출 순서를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3은 공급 가능 전력 P_{Pos} 의 내용을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 실시 형태의 효과의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] A. 제1 실시 형태 :

[0012] 도 1은, 제1 실시 형태의 외부 급전 시스템(100)을 포함하는 연료 전지 차량(10)의 구성을 도시하는 개략도이다. 연료 전지 차량(10)은, 연료 전지(110)와, FC 승압 컨버터(120)와, 파워 컨트롤 유닛(PCU)(130)과, 트랙션 모터(136)와, 에어 콤프레서(ACP)(138)와, 이차 전지(140)와, SOC 검출부(142)와, FC 보조 기기(150)와, 공조 장치(160)와, 외부 급전부(170)와, 전류 검출부(172)와, 제어 장치(180)와, 차륜(WL)을 구비한다. 연료 전지 차량(10)은, 연료 전지(110) 및 이차 전지(140)로부터 공급되는 전력에 의해 트랙션 모터(136)를 구동시켜서 주행한다. 본 실시 형태의 연료 전지 차량(10)은, 외부 급전 시스템(100)으로서도 기능하고, 연료 전지 차량(10)의 정차 중에, 외부 부하(200)에 대하여 전력을 공급할 수 있다.

[0013] 또한, 본 명세서에 있어서의 「연료 전지 차량(10)의 정차 중」이란, 연료 전지(110) 및 이차 전지(140)로부터 후술하는 트랙션 모터(136)의 구동에 대하여 전력을 공급하고 있지 않은 상태를 의미한다. 그리고 액셀러레이터 조작이나 시프트 체인지에 의해 가속이 개시되는 상태인, 소위 아이들링 상태를 포함하지 않는 것으로 한다. 또한, 파킹 브레이크(소위, 사이드 브레이크) 등의 제동 기구에 의해, 연료 전지 차량(10)의 이동이 고정적으로 제한된 상태도, 이 상태에 포함되는 것으로 한다. 한편, 「연료 전지 차량(10)의 주행 시」라 함은, 연료 전지(110)와 이차 전지(140) 중 적어도 한쪽 전력을 이용하여, 트랙션 모터(136)를 구동시키고 있는 상태를 의미한다. 그리고 이 상태에는, 상기한 아이들링 상태(파킹 브레이크 등의 제동 기구에 의해 고정적으로 이동이 제한된 상태를 제외함)가 포함되는 것으로 한다.

[0014] 연료 전지(110)는, 반응 가스로서 수소와 산소의 공급을 받아서 발전하는 고체 고분자형 연료 전지이다. 또한, 연료 전지(110)로서는 고체 고분자형 연료 전지에 한정되지 않고, 다른 다양한 타입의 연료 전지를 채용할 수 있다. 연료 전지(110)는, FC 승압 컨버터(120)를 거쳐 고압 직류 배선 DCH에 접속되고, 고압 직류 배선 DCH를 거쳐 PCU(130)에 포함되는 모터 드라이버(132) 및 ACP 드라이버(137)에 접속되어 있다. FC 승압 컨버터(120)는, 연료 전지(110)의 출력 전압 VFC를 모터 드라이버(132) 및 ACP 드라이버(137)로 이용 가능한 고압 전압 VH로 승압한다.

- [0015] 모터 드라이버(132)는 삼상 인버터 회로에 의해 구성되어, 트랙션 모터(136)에 접속되어 있다. 모터 드라이버(132)는 FC 승압 컨버터(120)를 통해 공급되는 연료 전지(110)의 출력 전력 및 BAT 승압 컨버터(134)를 통해 공급되는 이차 전지(140)의 출력 전력을 삼상 교류 전력으로 변환해서 트랙션 모터(136)에 공급한다. 트랙션 모터(136)는, 삼상 코일을 구비하는 동기 모터에 의해 구성되어, 기어 등을 통해 차륜(WL)을 구동한다. 또한, 트랙션 모터(136)는 연료 전지 차량(10)의 제동 시에 있어서, 연료 전지 차량(10)의 운동 에너지를 회생시켜서 회생 전력을 발생시키는 발전기로서도 기능한다.
- [0016] BAT 승압 컨버터(134)는, 제어 장치(180)로부터의 구동 신호에 따라서 고압 직류 배선 DCH의 전압 레벨을 조정하고, 이차 전지(140)의 충전/방전의 상태를 전환한다. 또한, 트랙션 모터(136)에 있어서 회생 전력이 발생할 경우에는, 그 회생 전력은 모터 드라이버(132)에 의해 직류 전력으로 변환되어, BAT 승압 컨버터(134)를 통해 이차 전지(140)에 충전된다.
- [0017] ACP 드라이버(137)는 삼상 인버터 회로에 의해 구성되고, ACP(138)에 접속되어 있다. ACP 드라이버(137)는, FC 승압 컨버터(120)를 통해 공급되는 연료 전지(110)의 출력 전력 및 BAT 승압 컨버터(134)를 통해 공급되는 이차 전지(140)의 출력 전력을 삼상 교류 전력으로 변환해서 ACP(138)에 공급한다. ACP(138)는 삼상 코일을 구비하는 동기 모터에 의해 구성되고, 공급된 전력에 따라서 모터를 구동시켜, 발전에 사용되는 산소(공기)를 연료 전지(110)에 공급한다.
- [0018] 이차 전지(140)는 전력 에너지를 축적하고, 충전과 방전을 반복할 수 있는 축전 장치이며, 예를 들어 리튬 이온 전지로 구성할 수 있다. 또한, 이차 전지(140)로서는, 연축 전지, 니켈 카드뮴 전지, 니켈 수소 전지 등 다른 종류의 전지라도 된다. 이차 전지(140)는, 저압 직류 배선 DCL을 거쳐 PCU(130)에 포함되는 BAT 승압 컨버터(134)에 접속되고, 또한 BAT 승압 컨버터(134)를 거쳐 고압 직류 배선 DCH에 접속되어 있다.
- [0019] SOC 검출부(142)는 이차 전지(140)의 충전량(SOC)을 검출하고, 제어 장치(180)로 송신한다. 또한, 본 명세서에 있어서 「충전량(SOC)」이라 함은, 이차 전지(140)의 현재의 충전 용량에 대한 충전 잔량의 비율을 의미한다. SOC 검출부(142)는, 이차 전지(140)의 온도 Tba나, 출력 전압 V, 출력 전류 I를 검출하고, 그들의 검출값에 기초하여, 충전량(SOC)을 검출한다. 또한, 본 실시 형태의 SOC 검출부(142)는, 이차 전지(140)의 온도 Tba에 대해서도 제어 장치(180)로 송신한다.
- [0020] FC 보조 기기(150)와 공조 장치(160)와 외부 급전부(170)는, 각각 저압 직류 배선 DCL에 접속되고, 연료 전지(110)나 이차 전지(140)로부터 공급되는 전력에 의해 구동한다. FC 보조 기기(150)는, 연료 전지(110)에 반응 가스를 공급하는 연료 펌프 및 연료 전지(110)에 냉매를 공급하는 냉매 펌프 등의 연료 전지(110)의 발전을 위한 보조 기기류이다. 공조 장치(160)는, 에어컨 등의 공조 기기이다.
- [0021] 외부 급전부(170)는, 외부 부하에 전력을 공급하기 위한 급전 기기이며, 교류 전력에 의해 작동하는 외부 부하(200)를 접속시키기 위한 외부 급전 장치(174)가 접속 가능하게 구성되어 있다. 외부 급전부(170)에 외부 급전 장치(174)가 접속됨으로써, 연료 전지 차량(10)은 외부 급전 시스템(100)으로서 기능하고, 연료 전지(110) 및 이차 전지(140)로부터, 외부 급전 장치(174)에 접속된 외부 부하(200)에 전력을 공급한다. 또한, 본 실시 형태의 외부 급전부(170)는, 저압 직류 배선 DCL로부터의 직류 전력을 외부 급전 장치(174)에 공급하고, 외부 급전 장치(174)는, 외부 급전부(170)로부터 공급되는 직류 전력을 교류 100V의 교류 전력으로 변환하고, 상용 전원용의 콘센트에 접속된 외부 부하에 전력을 공급한다. 외부 급전부(170)와 저압 직류 배선 DCL을 접속하는 배선에는 전류 검출부(172)가 설치되어 있고, 외부 급전부(170)에 공급되는 전류량이 계측된다.
- [0022] 제어 장치(180)는, 중앙 처리 장치와 주기억 장치를 구비하는 마이크로 컴퓨터에 의해 구성되어 있다. 제어 장치(180)는, 운전자에 의한 운전 모드 전환 스위치(도시하지 않음)를 통한 전환 조작을 접수하고, 연료 전지 차량(10)의 운전 모드를 전환한다. 여기서, 본 실시 형태의 연료 전지 차량(10)은, 운전 모드로서, 「통상 주행 모드」와 「전력 급전 모드」를 갖고 있다. 「통상 주행 모드」라 함은, 연료 전지 차량(10)을 운전자의 조작에 기초하여 주행시키기 위한 모드이다. 통상 주행 모드가 선택되어 있을 때에는, 제어 장치(180)는 운전자에 의한 액셀러레이터 조작 등의 조작을 검출하면, 그 조작 내용에 따라, 연료 전지(110)의 발전이나 이차 전지(140)의 충전방전을 제어한다. 제어 장치(180)는, 통상 주행 모드일 때에는, 모터 드라이버(132)와, BAT 승압 컨버터(134)에 각각, 액셀러레이터 답입량 D_{Acc} 에 따른 구동 신호를 생성해서 송신한다. 모터 드라이버(132)는, 제어 장치(180)의 구동 신호에 따라, 교류 전압의 펄스 폭을 조정하는 등하여, 트랙션 모터(136)에 액셀러레이터 답입량 D_{Acc} 에 따른 회전 구동을 시킨다.
- [0023] 한편, 「전력 급전 모드」라 함은, 연료 전지 차량(10)이 정지한 상태에서, 연료 전지 차량(10)을, 외부 급전 장

치(174)에 접속되어 있는 외부 부하(200)에 전력을 공급시키는 외부 급전 시스템(100)으로서 기능시키는 모드이다. 제어 장치(180)는, 전력 급전 모드에서, 정상적으로는 연료 전지(110)의 발전 전력 $P_{FC}[W]$ 만으로, 외부 부하(200)에 대하여 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 공급되도록 외부 급전 시스템(100)의 각 부의 제어를 행한다. 한편, 제어 장치(180)는 연료 전지(110)의 기동 시 등, 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 에 대하여 발전 전력 $P_{FC}[W]$ 가 부족할 경우에는, 이차 전지(140)로부터의 방전 전력에 의해, 부족분을 보충하도록 제어를 행한다. 제어 장치(180)는, 또한 외부 부하(200)에 공급되는 외부 급전 전력 P_{SUP} 의 상한값으로서의 급전 허가 전력 P_{ALW} 를 설정하고, 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 급전 허가 전력 P_{ALW} 를 넘지 못하도록 연료 전지(110)의 발전, 이차 전지(140)의 충방전 및 외부 급전부(170)를 제어한다. 급전 허가 전력 P_{ALW} 의 산출 방법은 후술한다.

[0024] 제어 장치(180)는, 전력 급전 모드일 때, 발전 요구 전력 $P_{FCRQ}[W]$ 를 다음의 식 (1)에 의해 산출한다. 제어 장치(180)는, 산출한 발전 요구 전력 P_{FCRQ} 에 기초하여 연료 전지(110)의 발전을 제어함으로써 발전 전력 P_{FC} 를 발생시킨다.

$$P_{FCRQ} = P_{ORQ} + P_{CRQ} + P_{ARQ} + P_{SOC} \dots (1)$$

[0026] 여기서, P_{ORQ} 는 외부 부하(200)의 동작에 필요로 하는 전력(외부 요구 전력)이며, 상술한 외부 급전 전력 P_{SUP} 에 대응한다. P_{CRQ} 는 ACP(138) 및 FC 보조 기기(150)의 동작에 필요로 하는 전력(보조 기기 요구 전력)이다. P_{ARQ} 는 공조 장치(160)의 동작에 필요로 하는 전력(공조 요구 전력)이다. P_{SOC} 는 이차 전지(140)의 축전량(SOC)을 목표한 축전량(예를 들어, 60%)에 근접시키기 위해서 사용되는 전력(SOC 보정 전력)이다. 외부 요구 전력 P_{ORQ} 는 전류 검출부(172)가 계측한 전류값 I (계측값)와 저압 전압 V_L 의 곱으로부터 산출할 수 있다. 여기에서는, 산출한 외부 요구 전력 P_{ORQ} 가 상술한 급전 허가 전력 P_{ALW} 를 초과할 경우에는, 급전 허가 전력 P_{ALW} 의 값을 외부 요구 전력 P_{ORQ} 의 값으로 설정한다. 보조 기기 요구 전력 P_{CRQ} 는 ACP(138) 및 FC 보조 기기(150)의 동작 상태에서 산출할 수 있다. 공조 요구 전력 P_{ARQ} 는 공조 장치(160)의 상태에서 산출할 수 있다. SOC 보정 전력 P_{SOC} 는 SOC 검출부(142)에 의해 검출되는 이차 전지(140)의 축전량(SOC)으로부터 산출할 수 있다.

[0027] 도 2는, 급전 허가 전력 P_{ALW} 의 산출 순서를 설명하기 위한 흐름도이다. 급전 허가 전력 P_{ALW} 를 산출하는데 있어서, 제어 장치(180)는, 먼저 연료 전지(110)가 통상 발전 모드인지 여부의 판정을 행한다(스텝 S110). 「통상 발전 모드」라 함은, 연료 전지(110)가 발전 전력을 외부 부하에 공급 가능한 상태를 의미하고 있으며, 예를 들어 연료 전지(110)의 「정지」시나 「기동 준비 모드」시 등이 제외된다. 「기동 준비 모드」라 함은, 통상 발전을 행하기 위한 준비 동작을 행하고 있는 상태를 의미하고 있으며, 예를 들어 영점 시동 시에 있어서 온기를 위해서 발전을 행하는 상태나, 시동 시에 캐소드측에 존재하는 수소를 회석하기 위한 운전을 행하는 상태 등을 포함한다. 또한, 기동 준비 모드 시에 발생하는 발전 전력은 외부 부하(200)에는 공급되지 않는다.

[0028] 제어 장치(180)는 연료 전지(110)가 통상 발전 모드가 아닐 경우, 다음의 식 (2)에 의해 급전 허가 전력 P_{ALW} 의 산출을 행한다(스텝 S120).

$$P_{ALW} = \min\{P_{Win}, P_{Wout}, P_{Pos}\} \dots (2)$$

[0030] 여기서, P_{Win} 은 이차 전지(140)의 온도 및 축전량(SOC)에 따라서 설정되는 이차 전지(140)의 충전 전력의 상한값(허용 충전 전력)이다. P_{Wout} 는, 이차 전지(140)의 온도 및 축전량(SOC)에 따라서 설정되는 이차 전지(140)의 방전 전력의 상한값(허용 방전 전력)이다. P_{Pos} 는, BAT 승압 컨버터(134) 등의 부품을 보호하기 위해서 설정되는 공급 가능 전력이다.

[0031] 허용 충전 전력 P_{Win} 및 허용 방전 전력 P_{Wout} 는, 이차 전지(140)의 SOC 충방전 특성 및 온도 충방전 특성으로부터 산출할 수 있다. 「SOC 충방전 특성」이라 함은, 이차 전지(140)의 축전량(SOC)과, 입력(충전) 전력 P_{in} 의 허용 충전 상한값 W_{in} 및 출력(방전) 전력 P_{out} 의 허용 방전 상한값 W_{out} 가 대응지어진 맵이다. 「온도 충방전 특성」이라 함은, 이차 전지(140)의 온도 T_{ba} 와, 충전 전력의 허용 충전 상한값 W_{in} 및 방전 전력의 허용 방전 상한값 W_{out} 가 대응지어진 맵이다. 제어 장치(180)는, SOC 검출부(142)로부터 취득한 축전량(SOC)과 SOC 충방전 특

성으로부터 특정되는 허용 충전값 W_{in} 과, SOC 검출부(142)로부터 취득한 온도 T_{ba} 와 온도 증방전 특성으로부터 특정되는 허용 충전 상한값 W_{in} 중 작은 쪽을 P_{win} 으로서 채용할 수 있다. 또한, 마찬가지로의 방법으로 P_{wout} 를 취득할 수 있다.

[0032] 도 3은, 공급 가능 전력 P_{POS} 의 내용을 설명하기 위한 도면이다. 제어 장치(180)는, 다음의 식 (3)에 의해 공급 가능 전력 P_{POS} 를 산출한다.

[0033]
$$P_{POS} = P_{PRO} + P_{Wout} - P_{CNS} \dots (3)$$

[0034] 여기서, P_{PRO} 는 BAT 승압 컨버터(134)를 통과 가능한 전력(BDC 통과 상한 허용 전력)이다. P_{CNS} 는, FC 보조 기기(150) 및 공조 장치(160)에서 소비되는 전력의 합계값이다. BDC 통과 상한 허용 전력 P_{PRO} 는, BAT 승압 컨버터(134) 등의 부품에 대전력이 통과하는 것에 의한 부품의 파손을 억제하기 위한 규제값이며, BAT 승압 컨버터(134)의 1차측 전압과, 2차측 전압과, P_{PRO} 와의 대응 관계가 나타내어진 맵에 의해 산출할 수 있다. P_{CNS} 는, 예를 들어 보조 기기 요구 전력 P_{CRQ} 와 공조 요구 전력 P_{ARQ} 의 합으로서 산출할 수 있다. 도 3에 도시한 바와 같이, 공급 가능 전력 P_{POS} 는, BAT 승압 컨버터(134) 및 이차 전지(140)로부터 공급되는 전력의 합계($P_{PRO} + P_{Wout}$)로부터, FC 보조 기기(150) 및 공조 장치(160)에서 소비되는 전력(P_{CNS})을 차감한 전력이며, 외부 급전부(170)에 공급되는 전력에 상당한다.

[0035] 도 2로 돌아와, 제어 장치(180)는 연료 전지(110)가 통상 발전 모드인 경우, 다음의 식 (4)에 의해 급전 허가 전력 P_{ALW} 의 산출을 행한다(스텝 S130).

[0036]
$$P_{ALW} = \min\{P_{win}, P_{Wout}, P_{POS}, P_{LIM}\} \dots (4)$$

[0037] 식 (4)는 식 (2)에 대하여 P_{LIM} 이 추가된 구성으로 되어 있다. P_{LIM} 은, 현재의 연료 전지(110)의 발전 전력의 상한값(출력 제한값)이며, 연료 전지(110)의 현재의 상태를 나타내는 여러 가지 파라미터로부터 산출할 수 있다. 연료 전지(110)의 현재 상태를 나타내는 파라미터는, 예를 들어 연료 전지(110)의 온도, ACP(138)가 도입하는 외기의 양, 연료 전지(110)에 공급되는 수소를 저장하는 수소 탱크 내의 수소의 잔량, 연료 전지(110)의 애노드 압력 및 캐소드 압력 등이 포함된다. 상기한 스텝 S110 내지 S130에 의해 급전 허가 전력 P_{ALW} 가 산출된다.

[0038] 도 4는, 본 실시 형태의 효과의 일례를 설명하기 위한 도면이다. 도 4에는, 급전 허가 전력 P_{ALW} , 외부 급전 전력 P_{SUP} 및 발전 전력 P_{FC} 의 외부 급전분 P_0 의 시계열 변화가 도시되어 있다. 여기에서는, T1 내지 T2 기간에 있어서, 연료 전지(110)는 「기동 준비 모드」이며, T2 내지 T6 기간에 있어서, 「통상 발전 모드」로 되어 있는 것으로서 설명한다. 도 4의 해치 부분은 이차 전지(140)의 방전(출력) 전력을 나타내고, 크로스 해치 부분은 이차 전지(140)의 충전(입력) 전력을 나타내고 있다.

[0039] 기동 준비 모드에서, 제어 장치(180)는 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 모두를 이차 전지(140)로부터의 방전 전력이 부담하도록 제어를 행한다. 본 실시 형태의 외부 급전 전력 P_{SUP} 는, 급전 허가 전력 P_{ALW} 이하가 되므로, 외부 급전 전력 P_{SUP} 는, 이차 전지(140)의 방전 전력의 상한값 P_{Wout} 이하가 된다. 따라서, 이차 전지(140)의 방전 전력의 값을 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 의 값까지 상승시킬 수 있다. 이에 의해, 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 상한값 P_{Wout} 를 초과함으로써, 이차 전지(140)의 방전 전력의 값이 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 의 값까지 상승할 수 없어, 실제 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 저하되는 것을 억제할 수 있다. 따라서, 안정적으로 외부 급전을 행할 수 있다. 또한, 실시 형태의 외부 급전 전력 P_{SUP} 는, 급전 허가 전력 P_{ALW} 의 이하가 되므로, 외부 급전 전력 P_{SUP} 는 BAT 승압 컨버터(134) 등의 부품을 보호하기 위해서 설정되는 공급 가능 전력 P_{POS} 이하가 된다. 그로 인해, 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 통과한 것에 의한 BAT 승압 컨버터(134) 등의 부품의 파손을 억제할 수 있다.

[0040] 그런데, 제어 장치(180)는 발전 요구 전력 P_{FCR} 에 대응하는 연료 전지(110)의 발전 전력 P_{FC} 는, 다음의 식 (5)와 같이 된다.

[0041]
$$P_{FC} = P_0 + P_C + P_A + P_{CHG} \dots (5)$$

- [0042] 여기서, P_0 은 상술한 외부 급전분이며, 외부 요구 전력 P_{ORQ} 에 대응한다. P_C 는 ACP(138) 및 FC 보조 기기(150)에 공급되는 전력(보조 기기 소비 전력)이며, 보조 기기 요구 전력 P_{CRQ} 에 대응한다. P_A 는 공조 장치(160)에 공급되는 전력(공조 소비 전력)이며, 공조 요구 전력 P_{ARQ} 에 대응한다. P_{CHG} 는, 이차 전지(140)에 공급되는 전력(충전 전력)이며, SOC 보정 전력 P_{SOC} 에 대응한다.
- [0043] 통상 발전 모드에서, 제어 장치(180)는 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 모두를 연료 전지(110)의 발전 전력 P_{FC} 가 부담하도록 제어를 행한다. 그러나 ACP(138)의 이너셔에 의한 반응의 지연 등에 기인하여, 발전 전력 P_{FC} 는 발전 요구 전력 P_{FCR} 에 대하여 지연되므로, 발전 전력 P_{FC} 의 외부 급전분 P_0 은 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} (외부 요구 전력 P_{ORQ})에 대하여 지연된다. 그로 인해, 예를 들어 T2 시점에 있어서, 「기동 준비 모드」로부터 「통상 발전 모드」로 전환되면, T2 내지 T3 기간에 있어서, 발전 전력 P_{FC} 의 외부 급전분 P_0 은 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 에 달하지 않다. 또한, T4 시점에 있어서, 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 급증하면, T4 내지 T5 기간에 있어서, 발전 전력 P_{FC} 의 외부 급전분 P_0 은 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 에 달하지 않는다. T2 내지 T3 기간 및 T4 내지 T5 기간에서는, 전력의 부족분은 이차 전지(140)로부터의 방전 전력에 의해 보충된다. 본 실시 형태의 외부 급전 전력 P_{SUP} 는, 급전 허가 전력 P_{ALW} 이하가 되므로, 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 와, 발전 전력 P_{FC} 의 외부 급전분 P_0 과의 차분(부족분)은, 이차 전지(140)의 방전 전력의 상한값 P_{Wout} 이하가 된다. 따라서, 이차 전지(140)의 방전 전력의 값을 부족분의 전력값까지 상승시킬 수 있다. 이에 의해, 부족분의 전력값이 상한값 P_{Wout} 를 초과함으로써, 이차 전지(140)의 방전 전력의 값이 부족분의 전압값까지 상승할 수 없어, 실제 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 저하되는 것을 억제할 수 있다.
- [0044] 한편, 예를 들어 T6 시점에 있어서, 필요한 발전 요구 전력 P_{FCR} 이 급감해서 제로가 되면, T6 내지 T7 기간에 있어서, 발전 전력 P_{FC} 의 외부 급전분 P_0 이 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 보다도 커진다. 이 기간에서는, 잉여 전력은 이차 전지(140)에 충전된다. 본 실시 형태의 외부 급전 전력 P_{SUP} 는, 급전 허가 전력 P_{ALW} 의 이하가 되므로, 발전 전력 P_{FC} 의 외부 급전분 P_0 과, 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 의 차분(잉여분)은 이차 전지(140)의 허용 충전 전력 P_{Win} 이하가 된다. 따라서, 이차 전지(140)의 충전 전력의 값을 잉여 전력값까지 상승시킬 수 있다. 이에 의해, 잉여 전력을 이차 전지(140)에 완전히 충전시키지 못하는 것에 의한 연비의 악화나, 허용 충전 전력 P_{Win} 을 초과하는 것에 의한 이차 전지(140)의 열화 및 파손을 억제할 수 있다.
- [0045] 또한, 본 실시 형태의 외부 급전 전력 P_{SUP} 는, 급전 허가 전력 P_{ALW} 의 이하가 되므로, 통상 발전 모드 시의 외부 급전 전력 P_{SUP} 는, 연료 전지(110)의 발전 전력의 출력 제한값 P_{LIM} 이하가 된다. 그로 인해, 연료 전지(110)의 발전 전력 P_{FC} 의 값을 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 의 값까지 상승시킬 수 있다. 이에 의해, 연료 전지(110)의 출력 제한에 의해 발전 전력 P_{FC} 의 값이 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 의 값까지 상승할 수 없는 것에 의해, 이차 전지(140)로부터 출력 전력이 공급되어서 이차 전지(140)의 충전량(SOC)이 저하되는 것을 억제할 수 있다. 또한, 이차 전지(140)의 충전량(SOC)의 저하에 의해 출력 전력이 저하되고, 실제 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 저하되는 것을 억제할 수 있다. 또한, 본 실시 형태의 외부 급전 전력 P_{SUP} 는, 급전 허가 전력 P_{ALW} 의 이하가 되므로, 이미 설명한 바와 같이, BAT 승압 컨버터(134) 등의 부품의 파손을 억제할 수 있다.
- [0046] 이상 설명한, 본 실시 형태의 연료 전지 차량(10)에 의하면, 급전 허가 전력 P_{ALW} 에 의해 외부 급전 전력 P_{SUP} 의 값을 규제하므로, 외부 급전 전력 P_{SUP} 의 변동 폭을 이차 전지의 충방전에 의해 흡수할 수 있도록 구성할 수 있다. 이에 의해, 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 급증해도, 발전 전력의 부족분을 이차 전지(140)의 방전 전력에 의해 충분히 보충할 수 있다. 또한, 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 급감해도, 발전 전력의 잉여분을 이차 전지(140)에 의해 충분히 충전할 수 있다. 이에 의해, 연료 전지(110)의 발전 전력의 증감이 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 의 증감에 대하여 지연되어도, 외부 부하(200)에 대하여 안정적으로 급전을 행할 수 있다. 또한, 본 실시 형태에 따르면, 급전 허가 전력 P_{ALW} 에 의해 외부 급전 전력 P_{SUP} 의 값을 규제하므로, 「통상 발전 모드」 시의 외부 급전 전력 P_{SUP} 의 변동 폭을 연료 전지(110)의 허용 출력 범위로 할 수 있다. 이에 의해, 예를 들어 정상

시에 있어서, 이차 전지(140)로부터의 출력을 억제해서 축전량(SOC)의 저하를 억제할 수 있다. 또한, 이차 전지(140)로부터의 출력 저하에 의해, 실제 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 저하되는 것을 억제할 수 있다.

[0047] B. 변형예 :

[0048] 또한, 본 발명은 상기한 실시 형태나 실시 형태에 한정되는 것은 아니며, 그 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양한 형태에 있어서 실시하는 것이 가능하며, 예를 들어 다음과 같은 변형도 가능하다.

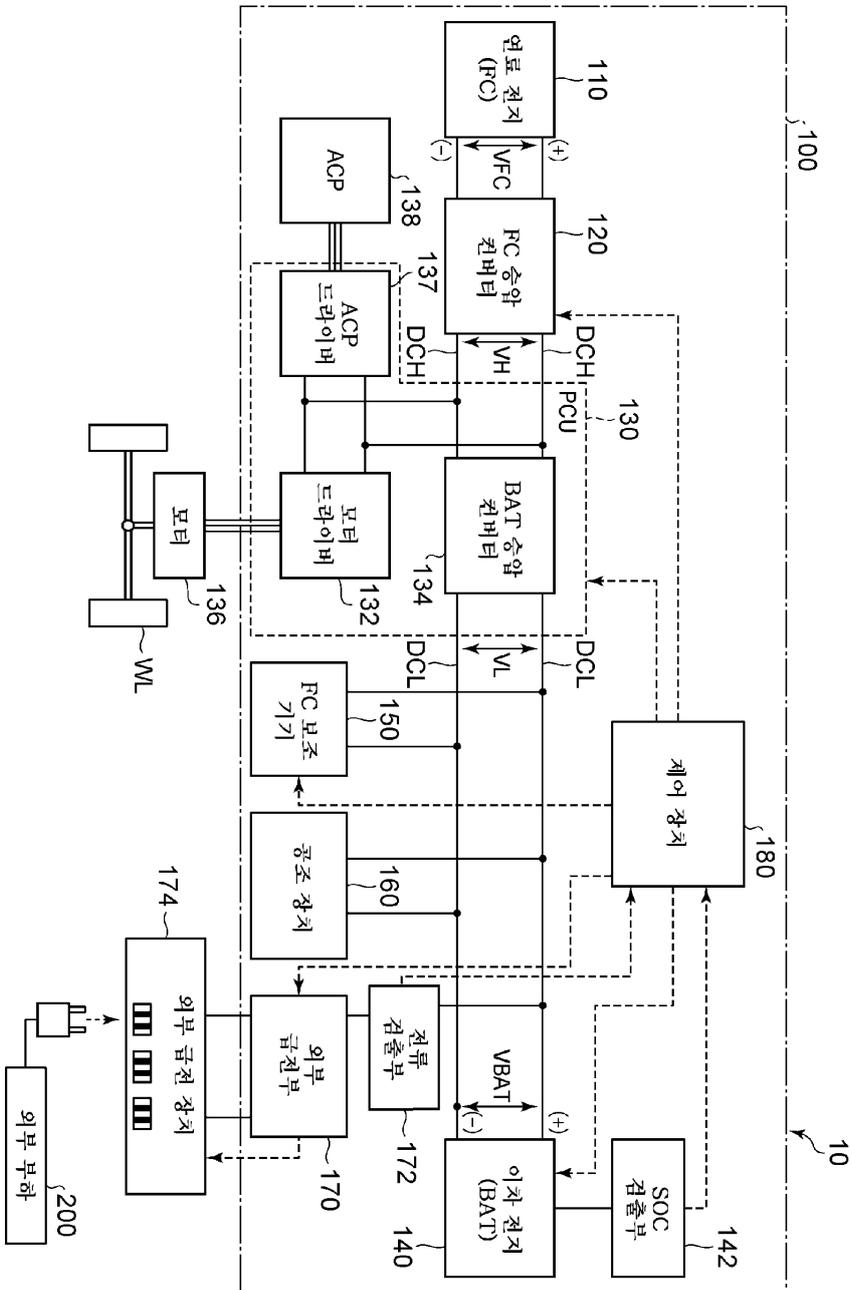
[0049] B-1. 변형예 1 :

[0050] 본 실시 형태에서는, 급전 허가 전력 P_{ALW} 를 산출하기 위한 식 (2) 및 식 (4)에는, 공급 가능 전력 P_{POS} 가 포함되어 있다. 그러나 식 (2) 및 식 (4)에는, 공급 가능 전력 P_{POS} 가 포함되어 있지 않아도 된다. 또한, 식 (4)에는, 출력 제한값 P_{LIM} 이 포함되어 있지 않아도 된다. 이들의 경우에도, 외부 급전 전력 P_{SUP} 의 변동 폭을 이차 전지의 충방전에 의해 흡수할 수 있도록 구성할 수 있다. 이에 의해, 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 급증해도, 발전 전력의 부족분을 이차 전지(140)의 방전 전력에 의해 충분히 보충할 수 있다. 또한, 필요한 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 급감해도, 발전 전력의 잉여분을 이차 전지(140)에 의해 충분히 충전할 수 있다.

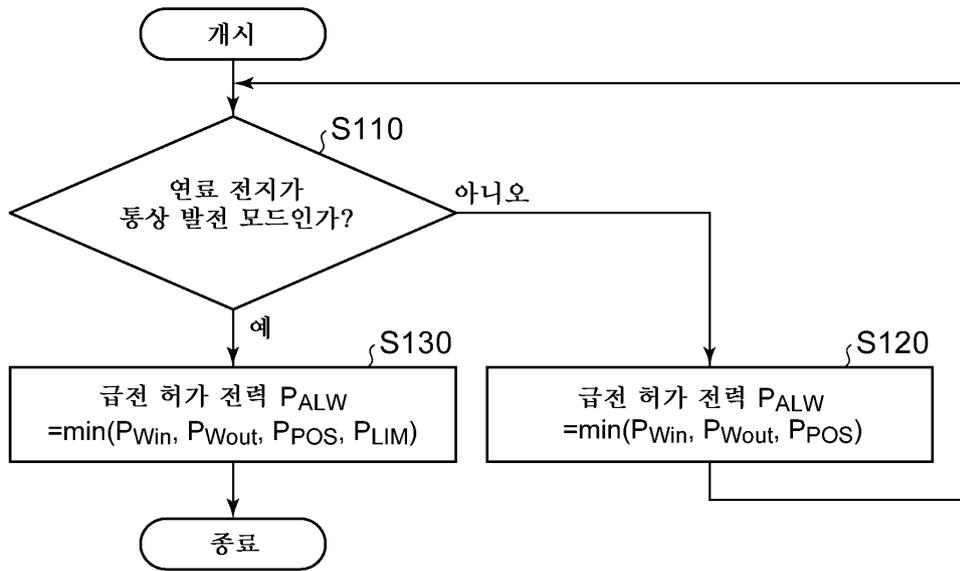
[0051] B-2. 변형예 2 :

[0052] 본 실시 형태에서는, 제어 장치(180)는 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 급전 허가 전력 P_{ALW} 를 넘지 못하도록 외부 급전부(170)를 제어하는 것으로서 설명하였다. 그러나 제어 장치(180)는, 외부 급전 전력 P_{SUP} 가 급전 허가 전력 P_{ALW} 를 넘지 못하도록 외부 급전부(170)를 제어하지 않아도 된다. 이 경우에도, 연료 전지(110)의 발전 요구 전력 P_{FCRQ} 에 포함되는 외부 요구 전력 P_{ORQ} 가 급전 허가 전력 P_{ALW} 이하가 되므로, 제어 장치(180)는 연료 전지(110)의 발전을 제어하여, 외부 급전 전력 P_{SUP} 를 급전 허가 전력 P_{ALW} 이하로 할 수 있다.

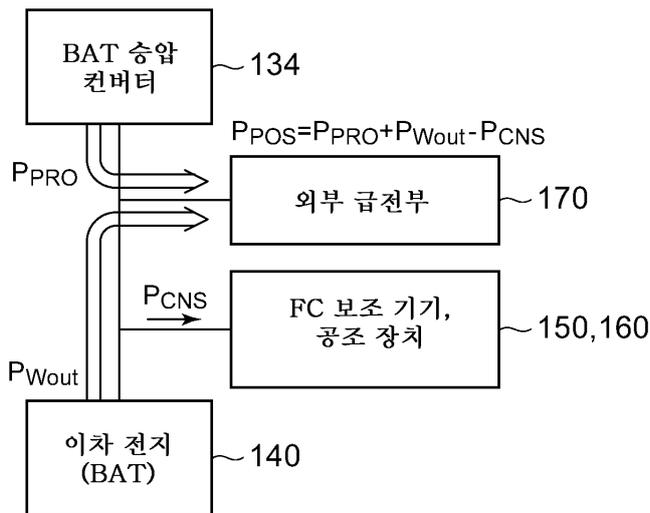
도면
도면1



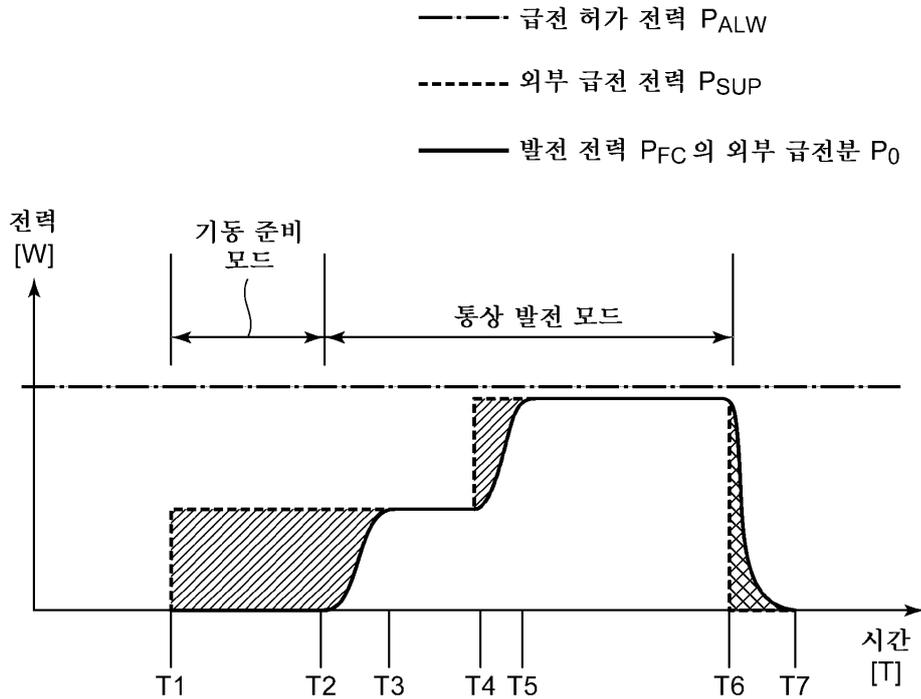
도면2



도면3



도면4



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항1

【변경전】

외부 급전 전력이 급전 허가 전력 이하가 되도록

【변경후】

외부 급전 전력이 상기 급전 허가 전력 이하가 되도록

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항1

【변경전】

상기 급전 허가 전력의 값을 설정하고

【변경후】

급전 허가 전력의 값을 설정하고