(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0077116
(43) 공개일자 2024년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60L 58/40 (2019.01) *B60L 58/12* (2019.01)
B60L 58/30 (2019.01) *H01M 8/04537* (2016.01)
H01M 8/04858 (2016.01)
(52) CPC특허분류
B60L 58/40 (2019.02)
B60L 58/12 (2019.02)
(21) 출원번호 10-2022-0159261
(22) 출원일자 2022년11월24일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 헌릉로 12 (양재동)
기아 주식회사
서울특별시 서초구 헌릉로 12 (양재동)
(72) 발명자
김미지
경기도 과천시 향교말1길 14, B02
김주연
서울특별시 동작구 동작대로29길 119, 112동 907호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 신세기

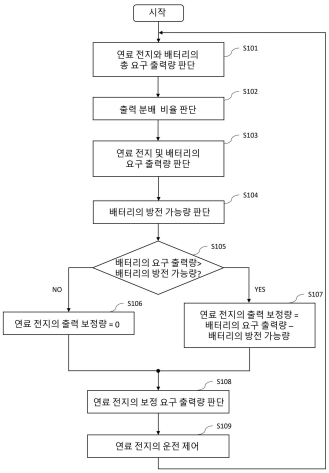
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **연료 전지 차 및 이의 제어 방법**

(57) 요 약

연료 전지 차의 제어 방법은 배터리의 현재 SOC 값에 따른 연료 전지 스택의 출력 분배 비율을 기반으로, 상기 배터리와 상기 연료 전지 스택의 총 요구 출력량으로부터 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 결정하는 단계; 및 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 기반으로 상기 연료 전지 스택의 운전을 제어하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
B60L 58/30 (2019.02)
H01M 8/04619 (2013.01)
H01M 8/04626 (2013.01)
H01M 8/0494 (2013.01)
H01M 2250/20 (2013.01)
Y02E 60/50 (2020.08)
Y02T 10/70 (2020.08)
Y02T 10/7072 (2020.08)
Y02T 90/40 (2020.08)
(72) 발명자
정성철
경기도 수원시 팔달구 인계로 20, 135동 201호
하재옥
경기도 용인시 수지구 정든로 5, 1810호

명 세 서

청구범위

청구항 1

배터리의 현재 SOC 값에 따른 연료 전지 스택의 출력 분배 비율을 기반으로, 상기 배터리와 상기 연료 전지 스택의 총 요구 출력량으로부터 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 결정하는 단계; 및

상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 기반으로 상기 연료 전지 스택의 운전을 제어하는 단계를 포함하는, 연료 전지 차의 제어 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

구동 모터의 요구 출력량과 보기류의 전력 소모량을 합산하여 상기 총 요구 출력량을 판단하는 단계를 더 포함하는, 연료 전지 차의 제어 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 배터리의 목표 SOC 오차 값 및 상기 총 요구 출력량을 기반으로 상기 출력 분배 비율을 판단하는 단계를 더 포함하되,

상기 목표 SOC 오차 값은,

상기 배터리의 목표 SOC 값에서 상기 현재 SOC 값을 감산한 값에 해당하는, 연료 전지 차의 제어 방법.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 출력 분배 비율을 판단하는 단계는,

상기 목표 SOC 오차 값이 클수록 상기 출력 분배 비율을 높게 조정하는 단계를 포함하는, 연료 전지 차의 제어 방법.

청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 출력 분배 비율을 판단하는 단계는,

상기 총 요구 출력량을 기반으로 상기 출력 분배 비율이 선형화되도록 제어하는 단계를 포함하는, 연료 전지 차의 제어 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 결정하는 단계는,

상기 총 요구 출력량에 상기 출력 분배 비율을 승산하여 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 판단하도록 수행되는, 연료 전지 차의 제어 방법.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

상기 배터리의 방전 가능량에 따른 상기 연료 전지 스택의 출력 보정량을 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량에 가산하여 상기 연료 전지 스택의 보정 요구 출력량을 판단하는 단계; 및

상기 보정 요구 출력량을 기반으로 상기 연료 전지 스택의 운전을 제어하는 단계를 포함하는, 연료 전지 차의 제어 방법.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 배터리의 요구 출력량이 상기 방전 가능량을 초과할 경우, 상기 배터리의 요구 출력량에서 상기 방전 가능량을 감산하여 상기 출력 보정량을 설정하는 단계; 및

상기 배터리의 요구 출력량이 상기 방전 가능량 이하일 경우, 상기 출력 보정량을 '0'으로 설정하는 단계를 더 포함하는, 연료 전지 차의 제어 방법.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 총 요구 출력량에서 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 감산하여 상기 배터리의 요구 출력량을 판단하는 단계를 더 포함하는, 연료 전지 차의 제어 방법.

청구항 10

연료 전지 스택;

배터리; 및

상기 배터리의 현재 SOC 값에 따른 상기 연료 전지 스택의 출력 분배 비율을 기반으로 상기 배터리와 상기 연료 전지 스택의 총 요구 출력량으로부터 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 결정하고, 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 기반으로 상기 연료 전지 스택의 운전을 제어하는 컨트롤러를 포함하는, 연료 전지 차.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 컨트롤러는,

구동 모터의 요구 출력량과 보기류의 전력 소모량을 합산하여 상기 총 요구 출력량을 판단하는, 연료 전지 차.

청구항 12

제10 항에 있어서,

상기 컨트롤러는,

상기 배터리의 목표 SOC 오차 값 및 상기 총 요구 출력량을 기반으로 상기 출력 분배 비율을 판단하되,

상기 목표 SOC 오차 값은,

상기 배터리의 목표 SOC 값에서 상기 현재 SOC 값을 감산한 값에 해당하는, 연료 전지 차.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 컨트롤러는,

상기 목표 SOC 오차 값이 클수록 상기 출력 분배 비율을 높게 조정하는, 연료 전지 차.

청구항 14

제12 항에 있어서,

상기 컨트롤러는,

상기 총 요구 출력량을 기반으로 상기 출력 분배 비율이 선형화되도록 제어하는, 연료 전지 차.

청구항 15

제10 항에 있어서,

상기 컨트롤러는,

상기 총 요구 출력량에 상기 출력 분배 비율을 승산하여 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 판단하는, 연료 전지 차.

청구항 16

제10 항에 있어서,

상기 컨트롤러는,

상기 배터리의 방전 가능량에 따른 출력 보정량을 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량에 가산하여 상기 연료 전지 스택의 보정 요구 출력량을 판단하고, 상기 보정 요구 출력량을 기반으로 상기 연료 전지 스택의 운전을 제어하는, 연료 전지 차.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 컨트롤러는,

상기 배터리의 요구 출력량이 상기 방전 가능량을 초과할 경우, 상기 배터리의 요구 출력량에서 상기 방전 가능량을 감산하여 상기 출력 보정량을 설정하고,

상기 배터리의 요구 출력량이 상기 방전 가능량 이하일 경우, 상기 출력 보정량을 '0'으로 설정하는, 연료 전지 차.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 컨트롤러는,

상기 총 요구 출력량에서 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 감산하여 상기 배터리의 요구 출력량을 판단하는, 연료 전지 차.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 연료 전지 차 및 이의 제어 방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 출력 분배 비율에 따라 연료 전지 스택과 배터리의 출력량을 분배하는 연료 전지 차 및 이의 제어 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 환경에 대한 관심이 높아짐과 함께, 전기 모터를 동력원으로 구비한 친환경 차량이 증가하는 추세이다. 친환경 차량은 전동화 차량이라고도 하며, 대표적으로 하이브리드 자동차(HEV: Hybrid Electric Vehicle), 전기차(EV: Electric Vehicle) 및 연료 전지 차(FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle)를 예로 들 수 있다.

[0003] 일반적으로, 연료 전지 차는 에너지원으로 고전압 배터리와 같은 에너지 저장 장치와 연료 전지 스택을 구비하며, 연료 전지 차의 효율과 내구성을 증대하기 위해 고전압 배터리와 연료 전지 스택의 출력량을 적절하게 분배할 수 있다.

[0004] 예컨대, 연료 전지 스택의 출력만으로 모터를 구동할 경우, 연료의 사용량이 증가하고, 회생 제동 에너지를 회수할 수 없어 에너지 효율이 낮아진다. 이와 달리, 고전압 배터리의 출력만으로 모터를 구동할 경우, 배터리 용량의 한계로 인해 모터링과 회생 제동 에너지 회수의 제한이 존재하고, 배터리가 일방적으로 충전되거나 방전되므로 배터리의 내구성에 문제가 발생할 수 있다.

[0005] 이에 따라, 연료 전지 차는 구동 모터의 출력이 설정 출력 미만인 구간(즉, 저출력 구간)에서는 배터리의 출력량으로 구동 모터의 요구 출력을 충족하고, 구동 모터의 출력이 설정 출력 이상인 구간(즉, 고출력 구간)에서는 출력 분배 비율에 따라 고전압 배터리와 연료 전지 스택 간의 출력량을 분배함으로써, 연료 전지 시스템의 운전 효율을 높일 수 있다.

[0006] 다만, 일정한 출력 분배 비율에 따라 고전압 배터리와 연료 전지 스택의 출력량을 분배할 경우, 고전압 배터리의 충전 상태(SOC, State Of Charge) 또는 방전 제한에 따라 구동 모터의 요구 출력이 충족되지 않을 수 있고, 구동 모터의 출력이 설정 출력에 해당할 때 연료 전지 스택의 출력이 불연속적으로 증가할 수 있다.

[0007] 상기의 배경기술로서 설명된 사항들은 본 발명의 배경에 대한 이해 증진을 위한 것일 뿐, 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 이미 알려진 종래기술에 해당함을 인정하는 것으로 받아들여져서는 안 될 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 이에, 본 발명은 배터리의 충전 상태(SOC)에 따른 출력 분배 비율을 기반으로 연료 전지 스택과 배터리의 요구 출력량을 설정함으로써, 배터리의 충전 상태(SOC)를 안정적으로 관리하고, 배터리의 충전 상태(SOC)에 관계없이 구동 모터의 요구 출력을 충족하는 것을 해결하고자 하는 기술적 과제로 한다.

[0009] 또한, 본 발명은 출력 분배 비율이 선형화되도록 제어함으로써, 구동 모터의 출력이 설정 출력에 해당할 때 연료 전지 스택의 출력을 안정화하는 것을 해결하고자 하는 기술적 과제로 한다.

[0010] 추가로, 본 발명은 배터리의 방전 가능량에 따라 연료 전지 스택의 요구 출력량을 보정함으로써, 배터리의 방전 제한에 관계없이 구동 모터의 요구 출력을 충족하는 것을 해결하고자 하는 기술적 과제로 한다.

[0011] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하

게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 연료 전지 차의 제어 방법은 배터리의 현재 SOC 값에 따른 연료 전지 스택의 출력 분배 비율을 기반으로, 상기 배터리와 상기 연료 전지 스택의 총 요구 출력량으로부터 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 결정하는 단계; 및 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 기반으로 상기 연료 전지 스택의 운전을 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 일 예에 있어서, 구동 모터의 요구 출력량과 보기류의 전력 소모량을 합산하여 상기 총 요구 출력량을 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0014] 일 예에 있어서, 상기 배터리의 목표 SOC 오차 값 및 상기 총 요구 출력량을 기반으로 상기 출력 분배 비율을 판단하는 단계를 더 포함하되, 상기 목표 SOC 오차 값은, 상기 배터리의 목표 SOC 값에서 상기 현재 SOC 값을 감산한 값에 해당할 수 있다.

[0015] 일 예에 있어서, 상기 출력 분배 비율을 판단하는 단계는, 상기 목표 SOC 오차 값이 클수록 상기 출력 분배 비율을 높게 조정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 일 예에 있어서, 상기 출력 분배 비율을 판단하는 단계는, 상기 총 요구 출력량을 기반으로 상기 출력 분배 비율이 선형화되도록 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 일 예에 있어서, 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 결정하는 단계는, 상기 총 요구 출력량에 상기 출력 분배 비율을 승산하여 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 판단하도록 수행될 수 있다.

[0018] 일 예에 있어서, 상기 제어하는 단계는, 상기 배터리의 방전 가능량에 따른 상기 연료 전지 스택의 출력 보정량을 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량에 가산하여 상기 연료 전지 스택의 보정 요구 출력량을 판단하는 단계; 및 상기 보정 요구 출력량을 기반으로 상기 연료 전지 스택의 운전을 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 일 예에 있어서, 상기 배터리의 요구 출력량이 상기 방전 가능량을 초과할 경우, 상기 배터리의 요구 출력량에서 상기 방전 가능량을 감산하여 상기 출력 보정량을 설정하는 단계; 및 상기 배터리의 요구 출력량이 상기 방전 가능량 이하일 경우, 상기 출력 보정량을 '0'으로 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0020] 일 예에 있어서, 상기 총 요구 출력량에서 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 감산하여 상기 배터리의 요구 출력량을 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 연료 전지 차는 연료 전지; 배터리; 및 상기 배터리의 현재 SOC 값에 따른 상기 연료 전지 스택의 출력 분배 비율을 기반으로 상기 배터리와 상기 연료 전지 스택의 총 요구 출력량으로부터 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 결정하고, 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 기반으로 상기 연료 전지 스택의 운전을 제어하는 컨트롤러를 포함할 수 있다.

[0022] 일 예에 있어서, 상기 컨트롤러는, 구동 모터의 요구 출력량과 보기류의 전력 소모량을 합산하여 상기 총 요구 출력량을 판단할 수 있다.

[0023] 일 예에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 배터리의 목표 SOC 오차 값 및 상기 총 요구 출력량을 기반으로 상기 출력 분배 비율을 판단하되, 상기 목표 SOC 오차 값은, 상기 배터리의 목표 SOC 값에서 상기 현재 SOC 값을 감산한 값에 해당할 수 있다.

[0024] 일 예에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 목표 SOC 오차 값이 클수록 상기 출력 분배 비율을 높게 조정할 수 있다.

[0025] 일 예에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 총 요구 출력량을 기반으로 상기 출력 분배 비율이 선형화되도록 제어할 수 있다.

[0026] 일 예에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 총 요구 출력량에 상기 출력 분배 비율을 승산하여 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 판단할 수 있다.

[0027] 일 예에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 배터리의 방전 가능량에 따른 출력 보정량을 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량에 가산하여 상기 연료 전지 스택의 보정 요구 출력량을 판단하고, 상기 보정 요구 출력량을 기반으로 상기 연료 전지 스택의 운전을 제어할 수 있다.

[0028] 일 예에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 배터리의 요구 출력량이 상기 방전 가능량을 초과할 경우, 상기 배터리의 요구 출력량에서 상기 방전 가능량을 감산하여 상기 출력 보정량을 설정하고, 상기 배터리의 요구 출력량이 상기 방전 가능량 이하일 경우, 상기 출력 보정량을 '0'으로 설정할 수 있다.

[0029] 일 예에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 총 요구 출력량에서 상기 연료 전지 스택의 요구 출력량을 감산하여 상기 배터리의 요구 출력량을 판단할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 본 발명에 의하면, 배터리의 충전 상태(SOC)에 따른 출력 분배 비율을 기반으로 연료 전지 스택과 배터리의 요구 출력량을 설정함으로써, 배터리의 충전 상태(SOC)를 안정적으로 관리하고, 배터리의 충전 상태(SOC)에 관계없이 구동 모터의 요구 출력을 충족할 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명에 의하면, 출력 분배 비율이 선형화되도록 제어함으로써, 구동 모터의 출력이 설정 출력에 해당할 때 연료 전지 스택의 출력을 안정화할 수 있다.

[0032] 추가로, 본 발명에 의하면, 배터리의 방전 가능량에 따라 연료 전지 스택의 요구 출력량을 보정함으로써, 배터리의 방전 제한에 관계없이 구동 모터의 요구 출력을 충족할 수 있다.

[0033] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0034] 본 명세서에서 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 것이며, 후술하는 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니된다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지 차의 전력 시스템 구성을 나타내는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지 차의 제어 방법을 설명하기 위한 플로우 차트이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 컨트롤러가 연료 전지 스택의 요구 출력량을 판단하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지 스택의 요구 출력량을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 연료 전지 스택과 고전압 배터리의 출력이 분배되는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0036] 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0037] 다음의 실시예들의 기재에 있어서, "기 설정된"이라는 용어는 프로세스나 알고리즘에서 매개변수를 사용할 때 매개변수의 수치가 미리 결정되어 있음을 의미한다. 매개변수의 수치는 실시예에 따라서 프로세스나 알고리즘이 시작할 때 설정되거나 프로세스나 알고리즘이 수행되는 구간 동안 설정될 수 있다.

[0038] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0039] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에

직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0040] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0041] 본 명세서에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0042] 또한, 수소 연료 제어기(FCU: Fuel cell Control Unit), 모터 제어기(MCU: Motor Control Unit) 등의 명칭에 포함된 유닛(Unit) 또는 제어 유닛(Control Unit)은 차량 특정 기능을 제어하는 제어 장치(Controller)의 명명에 널리 사용되는 용어일 뿐, 보편적 기능 유닛(Generic function unit)을 의미하는 것은 아니다. 예컨대, 각 제어기는 담당하는 기능의 제어를 위해 다른 제어기나 센서와 통신하는 통신 장치, 운영체제나 로직 명령어와 입출력 정보 등을 저장하는 메모리 및 담당 기능 제어에 필요한 판단, 연산, 결정 등을 수행하는 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있다.

[0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지 차의 전력 시스템 구성을 나타내는 블록도이다.

[0044] 도 1에 도시된 바와 같이, 연료 전지 차의 전력 시스템은 모터 시스템(10), 연료 전지 스택(20), 보기류(BoP: Balance of Plant)(30), 고전압 배터리(40), DC/DC 컨버터(50) 및 컨트롤러(100)을 포함할 수 있다.

[0045] 모터 시스템(10)은 복수의 상 각각에 대응하는 복수의 권선을 가지는 구동 모터와 직류단(D1) 및 직류단(D2) 간의 전압을 기반으로 구동 모터를 구동하는 인버터를 포함할 수 있다.

[0046] 연료 전지 스택(20)은 복수의 연료 전지 셀이 적층된 스택 구조를 가지고, 연료(수소)와 공기(산소)의 전기 화학 반응을 통해 발전하여 전력을 직류단(D1, D2)으로 전달할 수 있다.

[0047] 보기류(30)는 연료 전지 스택(20)의 주변 기계/전자 장치에 해당하며, 직류단(D1) 및 직류단(D2) 간의 전압을 기반으로 작동할 수 있다.

[0048] 고전압 배터리(40)는 DC/DC 컨버터(50)를 통해 직류단(D1, D2)과 연결될 수 있다.

[0049] DC/DC 컨버터(50)는 직류단(D1, D2)과 고전압 배터리(40) 사이에 연결되며, 고전압 배터리(40)의 전압을 기반으로 직류단(D1) 및 직류단(D2) 간의 전압을 조정하거나, 직류단(D1) 및 직류단(D2) 간의 전압을 기반으로 고전압 배터리(40)를 충전할 수 있다.

[0050] 컨트롤러(100)는 연료 전지 스택(20)의 연료(수소) 및 공기(산소)의 공급 제어와 DC/DC 컨버터(50)의 동작 제어 등을 통해 출력 분배 비율에 따라 연료 전지 스택(20)과 고전압 배터리(40)의 출력량을 분배할 수 있다. 구현에 있어서, 컨트롤러(100)는 단일 제어기로 구현될 수 있고, 복수의 제어기에 기능이 분산된 형태로 구현될 수도 있다. 예컨대, 컨트롤러(100)는 연료 전지 제어기(FCU, Fuel cell Control Unit)로 구현되거나, 연료 전지 제어기와 이의 하위 제어기의 결합으로 구현될 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0051] 본 실시예에서는, 연료 전지 차가 컨트롤러(100)를 통해 고전압 배터리(40)의 충전 상태(SOC)을 기반으로 출력 분배 비율을 조정함으로써, 고전압 배터리(40)의 충전 상태(SOC)를 안정적으로 관리하고, 고전압 배터리(40)의 충전 상태(SOC)에 관계없이 모터 시스템(10)에 포함된 구동 모터의 요구 출력을 충족하는 것을 제안한다.

[0052] 또한, 본 실시예에 따른 연료 전지 차의 컨트롤러(100)는 연료 전지 스택(20)의 출력 안정화를 위해 출력 분배 비율이 선형화되도록 제어하고, 고전압 배터리(40)의 방전 제한에 관계없이 구동 모터의 요구 출력을 충족시킬 수 있다. 이를 위한 동작 방법이 도 2에 도시된다.

[0053] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지 차의 제어 방법을 설명하기 위한 플로우 차트이다.

[0054] 도 2를 참조하면, 컨트롤러(100)는 고전압 배터리(40)의 현재 SOC 값에 따른 연료 전지 스택(20)의 출력 분배 비율을 기반으로, 연료 전지 스택(20)과 고전압 배터리(40)의 총 요구 출력량으로부터 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량을 판단할 수 있다(S101-S103).

[0055] 또한, 컨트롤러(100)는 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량을 기반으로 연료 전지 스택(20)의 운전을 제어할 수 있다(S104-S109). 좀 더 구체적으로, 컨트롤러(100)는 고전압 배터리(40)의 방전 가능량에 따른 연료 전지 스택

(20)의 출력 보정량을 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량에 가산하여 연료 전지 스택(20)의 보정 요구 출력량을 판단하고(S104-S108), 연료 전지 스택(20)의 보정 요구 출력량을 기반으로 연료 전지 스택(20)의 운전을 제어할 수 있다(S109).

[0056] 이하에서는, S101-S109의 각 단계에 대해 구체적으로 설명한다.

[0057] 우선, 컨트롤러(100)는 모터 시스템(10)에 포함된 구동 모터의 요구 출력량과 보기류(30)의 전력 소모량을 합산하여 연료 전지 스택(20)과 고전압 배터리(40)의 총 요구 출력량을 판단할 수 있다(S101).

[0058] 이후, 컨트롤러(100)는 고전압 배터리(40)의 목표 SOC 오차 값 및 S101에서 산출한 총 요구 출력량을 기반으로, 출력 분배 비율을 판단할 수 있다(S102). 이때, 고전압 배터리(40)의 목표 SOC 오차 값은 고전압 배터리(40)의 목표 SOC 값에서 고전압 배터리(40)의 현재 SOC 값을 감산한 값에 해당할 수 있다. 출력 분배 비율은 총 요구 출력량 대비 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량의 비율에 해당할 수 있다.

[0059] 좀 더 구체적으로, 컨트롤러(100)는 고전압 배터리(40)의 목표 SOC 오차 값이 클수록 연료 전지 스택(20)의 출력 배분 비율을 높게 조정할 수 있다. 즉, 목표 SOC 오차 값이 클수록 고전압 배터리(40)의 충전 필요량이 커지므로, 컨트롤러(100)는 고전압 배터리(40)의 요구 출력량을 줄이기 위해 연료 전지 스택(20)의 출력 배분 비율을 높게 조정할 수 있다. 이와 달리, 목표 SOC 오차 값이 작을수록 고전압 배터리(40)의 방전 필요량이 커지므로, 컨트롤러(100)는 고전압 배터리(40)의 요구 출력량을 높이기 위해 연료 전지 스택(20)의 출력 배분 비율을 낮게 조정할 수 있다. 즉, 본 실시예에 따른 컨트롤러(100)는 고전압 배터리(40)의 충전 상태(SOC)를 출력 분배 비율에 선제적으로 반영함으로써, 고전압 배터리(40)의 충전 상태(SOC)를 안정적으로 관리하고, 고전압 배터리(40)의 충전 상태(SOC)에 관계없이 구동 모터의 요구 출력을 충족할 수 있다.

[0060] 또한, 컨트롤러(100)는 S101에서 산출한 총 요구 출력량을 기반으로, 출력 분배 비율이 선형화되도록 제어함으로써, 구동 모터의 요구 출력량이 설정 출력량에 도달할 때 연료 전지 스택(20)의 출력이 연속성을 가지게 할 수 있다. 이때, 설정 출력량은 연료 전지 스택(20)의 출력이 시작되는 시점(즉, 연료 전지 스택이 고전압 배터리와 함께 구동 모터의 출력을 지원하는 시점)에서 구동 모터의 출력량에 해당하며, 실시예에 따라 다양한 값을 가질 수 있다.

[0061] 이후, 컨트롤러(100)는 S101에서 산출한 총 요구 출력량에 출력 분배 비율을 승산하여 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량을 판단할 수 있다(S103). 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량은 고전압 배터리(40)의 목표 SOC 오차 값과 총 요구 출력량이 클수록 증가할 수 있다. 또한, 컨트롤러(100)는 총 요구 출력량에서 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량을 감산하여 고전압 배터리(40)의 요구 출력량을 판단할 수 있다.

[0062] 한편, 고전압 배터리(40)의 방전 가능량이 고전압 배터리(40)의 요구 출력량보다 작을 경우 고전압 배터리(40)는 자신의 요구 출력량을 충족시킬 수 없으므로, 본 실시예에 따른 컨트롤러(100)는 고전압 배터리(40)의 방전 가능량을 기반으로 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량을 보정할 수 있다.

[0063] 우선, 컨트롤러(100)는 연료 전지 스택(20)의 출력 보정량을 결정하기 위해, 고전압 배터리(40)의 방전 가능량을 판단할 수 있다(S104). 좀 더 구체적으로, 컨트롤러(100)는 고전압 배터리(40)의 방전 가능 출력 또는 고전압 배터리(40)의 방전 가능 전류에 고전압 배터리(40)의 전압을 곱한 출력 중 더 작은 값을 고전압 배터리(40)의 방전 가능량으로 설정할 수 있다.

[0064] 이후, 컨트롤러(100)는 고전압 배터리(40)의 요구 출력량이 고전압 배터리(40)의 방전 가능량을 초과하는지 여부를 판단할 수 있다(S105).

[0065] 고전압 배터리(40)의 요구 출력량이 고전압 배터리(40)의 방전 가능량 이하일 경우(S105의 NO), 컨트롤러(100)는 연료 전지 스택(20)의 출력 보정량을 '0'으로 설정할 수 있다(S106).

[0066] 고전압 배터리(40)의 요구 출력량이 고전압 배터리(40)의 방전 가능량을 초과할 경우(S105의 YES), 컨트롤러(100)는 고전압 배터리(40)의 요구 출력량에서 고전압 배터리(40)의 방전 가능량을 감산하여 연료 전지 스택(20)의 출력 보정량을 설정할 수 있다(S107).

[0067] S107의 경우 고전압 배터리(40)의 방전 가능량이 양수인 경우를 가정하여 설명하였다. 다만, 고전압 배터리(40)의 방전 가능량이 음수일 경우, 즉, 고전압 배터리(40)의 충전이 요구될 경우, 컨트롤러(100)는 고전압 배터리(40)의 요구 출력량을 연료 전지 스택(20)의 출력 보정량으로 설정할 수 있다. 즉, 연료 전지 스택(20)의 출력 보정량은 실시예에 따라 아래 식 1과 같이 산출될 수 있다.

[0068] 식 1: 연료 전지의 출력 보정량 = Wf * max(0, min(배터리의 요구 출력량, 배터리의 요구 출력량 - 배터리의 방전 가능량))

[0069] 이때, 'Wf'는 연료 전지의 출력이 반영된 가중 계수(Weighting factor)에 해당할 수 있다.

[0070] 이후, 컨트롤러(100)는 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량에 연료 전지 스택(20)의 출력 보정량을 가산하여 연료 전지 스택(20)의 보정 요구 출력량을 판단하고(S108), 연료 전지 스택(20)의 보정 요구 출력량을 기반으로 연료 전지 스택(20)의 운전을 제어할 수 있다(S109).

[0071] 연료 전지 스택(20)의 보정 요구 출력량은 실시예에 따라 아래 식 2와 같이 산출될 수 있다.

[0072] 식 2: 연료 전지의 보정 요구 출력량 = B * (연료 전지의 요구 출력량 + 연료 전지의 출력 보정량)

[0073] 이때, 'B'는 연료 전지 출력의 특성이 반영된 디레이팅 계수(Derating factor)에 해당할 수 있다.

[0074] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 컨트롤러가 연료 전지 스택의 요구 출력량을 판단하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0075] 도 3을 참조하면, 연료 전지 스택(20)과 고전압 배터리(40)의 총 요구 출력량은 구동 모터의 요구 출력량과 보기류(30)의 전력 소모량의 합으로 산출될 수 있다(S101).

[0076] 연료 전지 스택(20)의 출력 분배 비율은 고전압 배터리(40)의 목표 SOC 오차 값(즉, 고전압 배터리의 목표 SOC 값에서 고전압 배터리의 현재 SOC 값을 감산한 값)과 S101에서 산출된 총 요구 출력량에 대한 함수를 기반으로 산출될 수 있다(S102).

[0077] 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량은 S101에서 산출된 총 요구 출력량에 S102에서 산출된 출력 분배 비율을 곱한 값으로 설정될 수 있다(S103).

[0078] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지 스택의 요구 출력량을 설명하기 위한 도면이다.

[0079] 도 4를 참조하면, 고전압 배터리(40)의 목표 SOC 오차 값과 연료 전지 스택(20)과 고전압 배터리(40)의 총 요구 출력량에 따른 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량에 대한 분포도가 도시되어 있다.

[0080] 'A1'은 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량이 제1 범위에 포함되는 영역에 해당하고, 'A2'는 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량이 제1 범위보다 높은 제2 범위에 포함되는 영역에 해당하며, 'A3'는 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량이 제2 범위보다 높은 제3 범위에 포함되는 영역에 해당할 수 있다.

[0081] 목표 SOC 오차 값은 고전압 배터리(40)의 목표 SOC 값이 고전압 배터리(40)의 현재 SOC 값보다 클 경우(즉, 고전압 배터리의 충전이 필요할 경우) 양수이고, 고전압 배터리(40)의 목표 SOC 값이 고전압 배터리(40)의 현재 SOC 값보다 작을 경우(즉, 고전압 배터리의 방전이 필요할 경우) 음수이다.

[0082] 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량은 목표 SOC 오차 값과 연료 전지 스택(20)과 고전압 배터리(40)의 총 요구 출력량이 클수록 증가할 수 있다.

[0083] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 연료 전지 스택과 고전압 배터리의 출력이 분배되는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0084] 도 5를 참조하면, 구동 모터의 요구 출력량이 설정 출력량 미만인 구간(즉, 저출력 구간)에서 구동 모터의 요구 출력량은 고전압 배터리(40)의 요구 출력량으로 충족되며, 구동 모터의 요구 출력량이 설정 출력량 이상인 구간(즉, 고출력 구간)에서 구동 모터의 요구 출력량은 출력 분배 비율에 따른 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량과 고전압 배터리(40)의 요구 출력량으로 충족될 수 있다.

[0085] 이때, 출력 분배 비율은 설정 출력량 전후로 선형화되므로, 연료 전지 스택(20)의 요구 출력량 또한 설정 출력량 전후로 연속성을 가질 수 있다. 이에 따라, 연료 전지 스택(20)의 출력이 안정화될 수 있다.

[0086] 또한, 고전압 배터리(40)의 요구 출력량이 고전압 배터리(40)의 방전 가능량을 초과할 경우, 연료 전지 스택(20)의 출력 보정량은 고전압 배터리(40)의 요구 출력량과 고전압 배터리(40)의 방전 가능량의 차분으로 설정될 수 있다. 이에 따라, 고전압 배터리(40)의 요구 출력량이 고전압 배터리(40)의 방전 가능량을 초과하더라도, 연료 전지 스택(20)와 고전압 배터리(40)의 출력으로 총 요구 출력량을 충족할 수 있다.

[0087] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명은 고전압 배터리의 충전 상태(SOC)에 따른 출력 분배 비율을 기반으로 연료 전지 스택과 고전압 배터리의 요구 출력량을 설정함으로써, 고전압 배터리의 충전 상태(SOC)를 안정적으로

관리하고, 고전압 배터리의 충전 상태(SOC)에 관계없이 구동 모터의 요구 출력을 충족할 수 있다.

[0088] 또한, 본 발명은 출력 분배 비율이 선형화되도록 제어함으로써, 구동 모터의 출력이 설정 출력에 해당할 때 연료 전지 스택의 출력을 안정화할 수 있다.

[0089] 추가로, 본 발명은 고전압 배터리의 방전 가능량에 따라 연료 전지의 요구 출력량을 보정함으로써, 고전압 배터리의 방전 제한에 관계없이 구동 모터의 요구 출력을 충족할 수 있다.

[0090] 한편, 전술한 본 발명은, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체의 예로는, HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Disk), SDD(Silicon Disk Drive), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

부호의 설명

[0091] 10: 모터 시스템

20: 연료 전지 스택

30: 보기류(BoP)

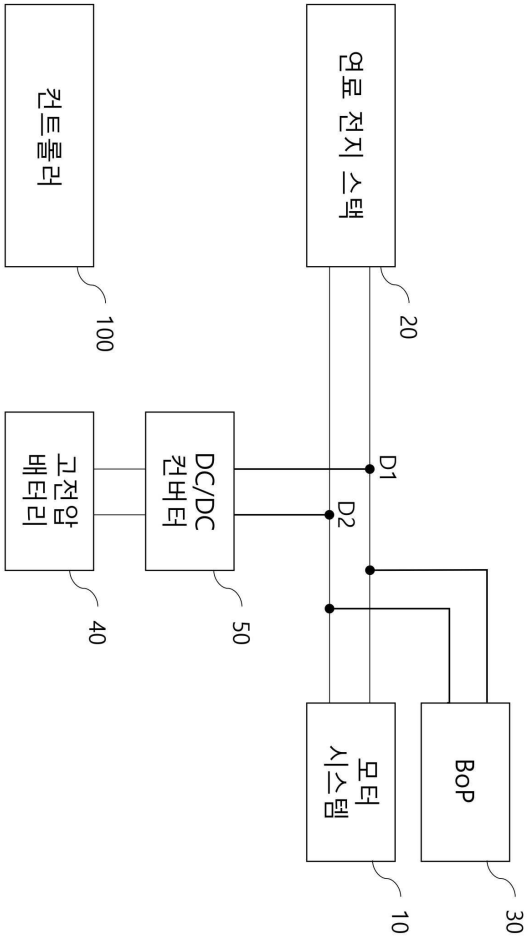
40: 고전압 배터리

50: DC/DC 컨버터

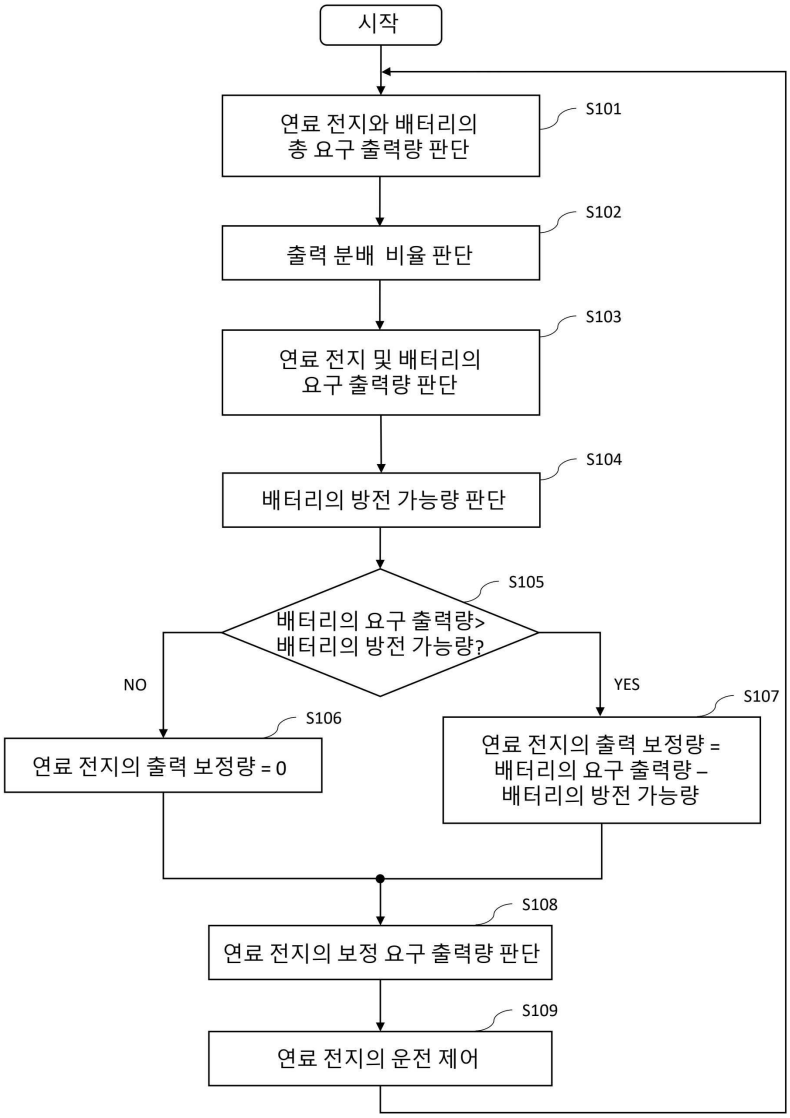
100: 컨트롤러

도면

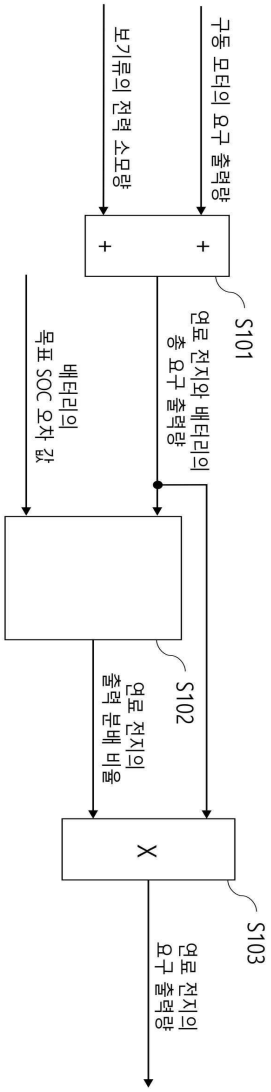
도면1



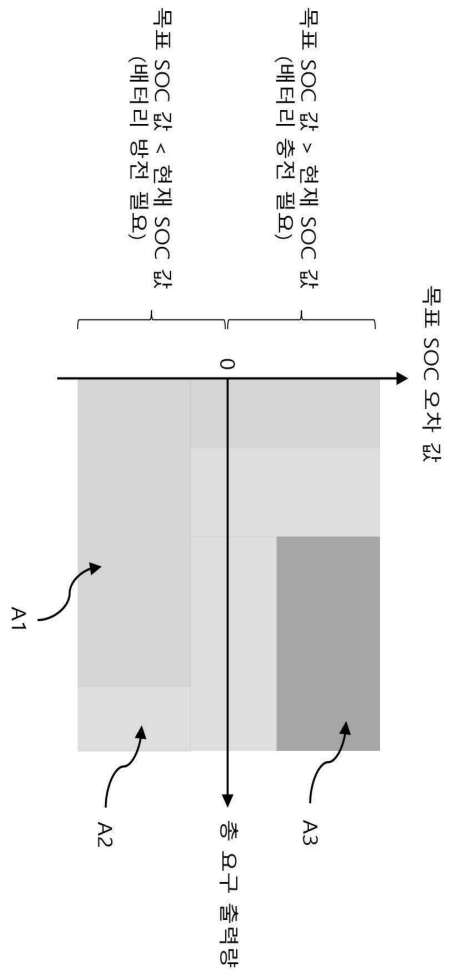
도면2


시작
연료 전지와 배터리의
총 요구 출력량 판단
S101
출력 분배 비율 판단
S102
연료 전지 및 배터리의
요구 출력량 판단
S103
배터리의 방전 가능량 판단
S104
배터리의 요구 출력량>
배터리의 방전 가능량?
S105
NO
YES
연료 전지의 출력 보정량 = 0
S106
연료 전지의 출력 보정량 =
배터리의 요구 출력량 –
배터리의 방전 가능량
S107
연료 전지의 보정 요구 출력량 판단
S108
연료 전지의 운전 제어
S109

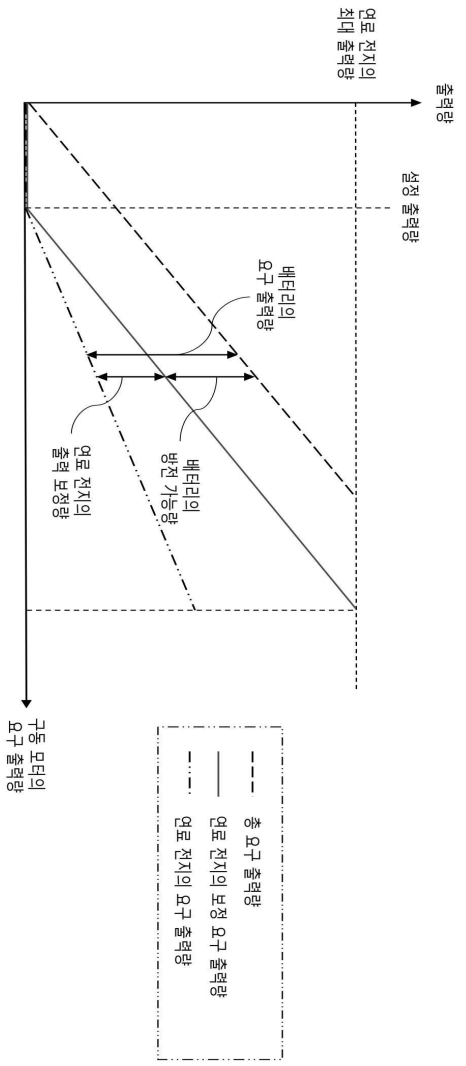
도면3


구동 모터의 요구 출력량
보기류의 전력 소모량
+
+
S101
연료 전지와 배터리의
총 요구 출력량
배터리의
목표 SOC 오차 값
S102
연료 전지의
출력 분배 비율
X
S103
연료 전지의
요구 출력량

도면4


목표 SOC 오차 값
0
목표 SOC 값 < 현재 SOC 값
(배터리 충전 필요)
목표 SOC 값 > 현재 SOC 값
(배터리 방전 필요)
A1
A2
A3
총 요구 출력량

도면5


연료 전지의
최대 출력량
출력량
설정 출력량
배터리의
요구 출력량
연료 전지의
출력 보정량
배터리의
방전 가능량
구동 모터의
요구 출력량
총 요구 출력량
연료 전지의 보정 요구 출력량
연료 전지의 요구 출력량