(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년06월30일
(11) 등록번호 10-2550179
(24) 등록일자 2023년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60L 58/40 (2019.01) *B60L 58/13* (2019.01)
B60L 8/00 (2019.01) *H02J 7/35* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B60L 58/40 (2019.02)
B60L 58/13 (2019.02)
(21) 출원번호 10-2022-0007202
(22) 출원일자 2022년01월18일
심사청구일자 2022년01월18일
(56) 선행기술조사문헌
KR102153626 B1*
US20090076661 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
안경관
울산광역시 남구 대공원로 207, 102동 402호(신정동, 대공원 월드메르디앙)
찐, 호아이 안
울산광역시 남구 대학로 93(무거동, 울산대학교)
쯔엉, 호아이 부 안
울산광역시 남구 대학로55번길 21, 102호(무거동)
(74) 대리인
김정수

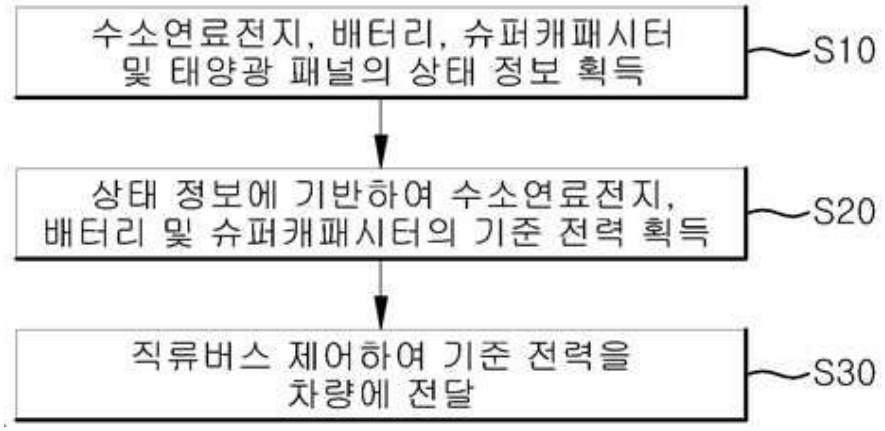
전체 청구항 수 : 총 3 항 심사관 : 이중호

(54) 발명의 명칭 **수소연료전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 패널을 동력원으로 사용하는 차량의 전력 제어방법 및 제어장치**

(57) 요 약

일 실시예에 따른 차량의 전력 제어 방법은 수소연료전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 패널을 동력원으로 포함하는 차량의 전력 제어 방법에 있어서, 상기 수소연료전지, 상기 배터리, 상기 슈퍼캐패시터 및 상기 태양광 패널 각각의 상태 정보를 획득하는 단계, 상기 각각의 상태 정보에 기반하여 상기 수소연료전지, 상기 배터리 및 상기 슈퍼캐패시터의 각각의 기준 전력을 결정하는 단계 및 상기 직류버스를 제어하여 상기 각각의 기준 전력을 상기 차량에 전달하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
B60L 8/003 (2013.01)
H02J 7/35 (2013.01)
B60Y 2200/91 (2013.01)
H01M 2220/20 (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)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345341781
과제번호 2021RIS-003
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 지자체-대학 협력기반 지역혁신사업
연구과제명 수소건설기계 가상화시스템 및 응용기술개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 울산대학교
연구기간 2021.11.01 ~ 2025.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415177548
과제번호 P0018648
부처명 산업통산자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술진흥원
연구사업명 수소전기트램실증
연구과제명 수소전기트램 실주행 환경 실증 및 운영기술 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 (재)울산테크노파크
연구기간 2021.07.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

수소연료전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 패널을 동력원으로 포함하는 차량의 전력 제어 방법에 있어서,

상기 수소연료전지, 상기 배터리, 상기 슈퍼캐패시터 및 상기 태양광 패널 각각의 상태 정보를 획득하는 단계;

상기 각각의 상태 정보에 기반하여 상기 수소연료전지, 상기 배터리 및 상기 슈퍼캐패시터의 각각의 기준 전력을 결정하는 단계; 및

직류버스를 제어하여 상기 각각의 기준 전력을 상기 차량에 전달하는 단계; 를 포함하며,

상기 각각의 기준 전력은,

상기 각각의 상태 정보 및 상기 차량의 요구전력에 기반하여 상기 수소연료전지가 고효율 영역에서 상기 차량에 전력을 공급할 수 있는지 여부를 판단하고,

상기 수소연료전지가 고효율 영역에서 상기 차량에 전력을 공급할 수 있는지 여부 판단에 기반하여 제1 케이스 및 제2 케이스로 구분하여 결정되며,

상기 제2 케이스에서는

상기 배터리의 충전 상태가 최저 충전 상태를 초과하는지 판단하고,

상기 배터리의 충전 상태가 최저 충전 상태 이하이면, 상기 슈퍼캐패시터가 최저 충전 상태를 초과하는지 판단하여,

상기 슈퍼캐패시터가 최저 충전 상태를 초과하면, 태양광 패널의 전력을 보조 전력으로이용하여 상기 각각의 기준 전력을 결정하고

상기 슈퍼캐패시터가 최저 충전 상태 이하이면 상기 차량의 요구 전력이 상기 수소연료전지의 정격 전력 이하인지 판단하고, 태양광 패널을 보조 전력으로 이용하여 상기 각각의 기준 전력을 결정하는,

차량의 전력 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 각각의 상태 정보는,

미리 설정된 주기에 의하여 주기적으로 획득되거나 또는 상기 차량에 의해 요구되는 부하의 급격한 변동이 있을 때 획득되는,

차량의 전력 제어 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

복수의 인스트럭션들을 저장하도록 구성된 적어도 하나의 메모리;

차량 동력원의 전력을 차량으로 전달하는 직류버스 및

상기 적어도 하나의 메모리 및 상기 직류버스와 기능적으로 결합된 적어도 하나의 프로세서; 를 포함하고,

상기 차량 동력원은 수소연료전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 패널을 포함하며,

상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 복수의 인트트럭션들이 실행될 때,

상기 수소연료전지, 상기 배터리, 상기 슈퍼캐패시터 및 상기 태양광 패널 각각의 상태 정보를 획득하고,

상기 각각의 상태 정보에 기반하여 상기 수소연료전지, 상기 배터리 및 상기 슈퍼캐패시터의 각각의 기준 전력을 결정하고,

상기 직류버스를 제어하여 상기 각각의 기준 전력을 상기 차량에 전달하도록 구성되며,

상기 각각의 기준 전력은,

상기 각각의 상태 정보 및 상기 차량의 요구전력에 기반하여 상기 수소연료전지가 고효율 영역에서 상기 차량에 전력을 공급할 수 있는지 여부를 판단하고,

상기 수소연료전지가 고효율 영역에서 상기 차량에 전력을 공급할 수 있는지 여부 판단에 기반하여 제1 케이스 및 제2 케이스로 구분하여 결정되며,

상기 제2 케이스에서는

상기 배터리의 충전 상태가 최저 충전 상태를 초과하는지 판단하고,

상기 배터리의 충전 상태가 최저 충전 상태 이하이면, 상기 슈퍼캐패시터가 최저 충전 상태를 초과하는지 판단하여,

상기 슈퍼캐패시터가 최저 충전 상태를 초과하면, 태양광 패널의 전력을 보조 전력으로이용하여 상기 각각의 기준 전력을 결정하고,

상기 슈퍼캐패시터가 최저 충전 상태 이하이면 상기 차량의 요구 전력이 상기 수소연료전지의 정격 전력 이하인지 판단하고, 태양광 패널을 보조 전력으로 이용하여 상기 각각의 기준 전력을 결정하는

차량의 전력 제어 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 수소연료전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 발전을 동력원으로 사용하는 차량의 전력 제어방법 및 제어장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 환경문제 및 화석연료의 부족 문제로 친환경자원을 이용한 운행수단 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0003] 운행수단에 있어서 에너지를 효율적으로 소비하는 것은 큰 관심사이며 다중동력원을 이용하는 방법 또한 연구되고 있다. 따라서 하이브리드 형태의 동력원을 가지는 운행 수단이 개발되고 있다.

[0004] 배터리는 큰 에너지를 저장할 수 있으나 부하에 대한 응답속도가 느리고, 캐패시터는 배터리에 비하여 에너지

저장 용량이 작으나 부하에 대한 응답속도가 빨라서 배터리 및 캐패시터를 함께 이용하면 운행수단에 효율적으로 전력을 전달할 수 있다.

[0005] 또한 태양광 패널은 에너지 발전 용량이 적을 수 있으나 별도의 자원이 없이도 자체적으로 전력을 생산할 수 있는 장점이 있다.

[0006] 수소전기트램은 수소연료전지를 이용하기 때문에 오염물질을 배출하지 않고 최근 보급되고 있는 수소차에 탑재된 수소연료전지를 이용할 수 있기 때문에 별도의 인프라가 필요 없는 장점이 있다. 수소전기트램에 전력을 공급하는 수소연료전지 기술은 물을 전기분해 했을 때 수소와 산소가 발생하는 원리를 이용하는 것으로서 전기 대신 수소를 충전하고 화학반응을 통해 전기를 발생시킬 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국공개특허공보 제10-2011-0073089

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 다중동력원을 가지는 차량의 전력을 제어하는 방안이 요구된다. 다중동력원에 태양광 패널을 포함하면 큰 전력이 요구되지 않는 차량의 전자장치 및 난방장치를 구동하기 위한 에너지를 효율적으로 공급할 수 있다.

[0009] 태양광 패널을 포함하는 다중동력원을 효율적으로 제어할 수 있는 방법이 요구된다. 또한 배터리와 캐패시터간 에너지 충전, 에너지 공급에 대한 제어방법이 요구된다.

과제의 해결 수단

[0010] 일 실시예에 따른 차량의 전력 제어 방법은 수소연료전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 패널을 동력원으로 포함하는 차량의 전력 제어 방법에 있어서, 상기 수소연료전지, 상기 배터리, 상기 슈퍼캐패시터 및 상기 태양광 패널 각각의 상태 정보를 획득하는 단계, 상기 각각의 상태 정보에 기반하여 상기 수소연료전지, 상기 배터리 및 상기 슈퍼캐패시터의 각각의 기준 전력을 결정하는 단계 및 직류버스를 제어하여 상기 각각의 기준 전력을 상기 차량에 전달하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 각각의 상태 정보는 미리 설정된 주기에 의하여 주기적으로 획득되거나 또는 상기 차량에 의해 요구되는 부하의 급격한 변동이 있을 때 획득될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 각각의 기준 전력은 상기 각각의 상태 정보 및 상기 차량의 요구전력에 기반하여 상기 수소연료전지가 고효율 영역에서 상기 차량에 전력을 공급할 수 있는지 여부를 판단하고, 상기 수소연료전지가 고효율 영역에서 상기 차량에 전력을 공급할 수 있는지 여부 판단에 기반하여 제1 케이스 및 제2 케이스로 구분하여 결정될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 제1 케이스에서는 상기 배터리 및 상기 슈퍼캐패시터의 충전 상태가 각각 최대 충전 상태 미만인지 판단하고, 상기 배터리 및 상기 슈퍼캐패시터의 충전 상태가 각각 최대 충전 상태 미만이면, 상기 수소연료전지의 기준 전력을 상기 수소연료전지의 최적 전력으로 결정하며, 상기 배터리 및 상기 슈퍼캐패시터의 기준전력을 상기 차량의 요구전력, 상기 수소연료전지의 최적 전력, 상기 태양광 패널의 최적 전력에 기반하여 결정하고, 상기 배터리 및 상기 슈퍼캐패시터 전력 분할 모드(mode)에 기반하여 상기 각각의 기준 전력을 결정할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 제2 케이스에서는 상기 배터리의 충전 상태가 최저 충전 상태를 초과하는지 판단하고, 상기 배터리의 충전 상태가 최저 충전 상태를 초과하면, 상기 차량의 요구 전력이 상기 배터리의 최대 전력과 상기 수소연료전지의 최대 최적 전력의 합 이하인지 판단하여 상기 각각의 기준 전력을 결정할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 제2 케이스에서는 상기 배터리의 충전 상태가 최저 충전 상태를 초과하는지 판단하고, 상기 배터리의 충전 상태가 최저 충전 상태 이하이면, 상기 슈퍼캐패시터가 최저 충전 상태를 초과하는지 판단하여, 상기 슈퍼캐패시터가 최저 충전 상태를 초과하면, 태양광 패널의 전력을 보조 전력으로이용하여 상기 각각의 기준 전력을 결정하고, 상기 슈퍼캐패시터가 최저 충전 상태 이하이면 상기 차량의 요구 전력이 상기 수소연료전지의

정격 전력 이하인지 판단하고, 태양광 패널을 보조 전력으로 이용하여 상기 각각의 기준 전력을 결정할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따르는 차량의 전력 제어 장치는, 복수의 인스트럭션들을 저장하도록 구성된 적어도 하나의 메모리, 차량 동력원의 전력을 차량으로 전달하는 직류버스 및 상기 적어도 하나의 메모리 및 상기 직류버스와 기능적으로 결합된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 차량 동력원은 수소연료전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 패널을 포함하며, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 복수의 인트트럭션들이 실행될 때, 상기 수소연료전지, 상기 배터리, 상기 슈퍼캐패시터 및 상기 태양광 패널 각각의 상태 정보를 획득하고, 상기 각각의 상태 정보에 기반하여 상기 수소연료전지, 상기 배터리 및 상기 슈퍼캐패시터의 각각의 기준 전력을 결정하고, 상기 직류버스를 제어하여 상기 각각의 기준 전력을 상기 차량에 전달하도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 제어 방법은 다중 동력원에 태양광 패널을 포함함으로써 차량의 구동 계통을 제외한 보조 계통(예: 팬, 에어컨, 오디오)에 효율적으로 전력을 공급할 수 있고, 태양광 패널의 남은 전력을 배터리와 캐패시터 충전에 활용할 수 있으므로 다중 동력원 전체의 전력 제어를 효율적으로 수행할 수 있는 효과가 있다.

[0018] 또한 태양광 패널을 포함함으로써 수소연료전지에 대한 부하변동의 영향을 최소화하여 수소연료전지가 고효율 영역에서 동작할 수 있는 효과가 있다.

[0019] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 발명의 설명의 기재로부터 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 다중동력원을 가지는 차량 제어 방법을 실행할 수 있는 구성에 대한의 개략도이다.

도 2는 다중동력원의 기준 전력을 차량에 전달하는 순서에 대한 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수소연료전지의 최적 제어 방법에 대한 그래프이다.

도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 수소연료전지의 상태 정보에 기반한 전력 제어 방법에 대한 순서도이다.

도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 기준 전력 결정에 대한 순서도이다.

도 4c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 기준 전력 결정에 대한 순서도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 및 슈퍼캐패시터의 전력 제어 방법에 대한 개념도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 제어부의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적으로 해석되어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

[0022] 도면에서 도시된 각 시스템에서, 몇몇 경우에서의 요소는 각각 동일한 참조 번호 또는 상이한 참조 번호를 가져서 표현된 요소가 상이하거나 유사할 수 있음을 시사할 수 있다. 그러나, 요소는 상이한 구현을 가지고 본 명세서에서 보여지거나 기술된 시스템 중 몇몇 또는 전부와 작동할 수 있다. 도면에서 도시된 다양한 요소는 동일하거나 상이할 수 있다. 어느 것이 제1 요소로 지칭되는지 및 어느 것이 제2 요소로 불리는지는 임의적이다.

[0023] 본 명세서에서 '연결'된다 함은 구성요소가 직접 연결되는 것 뿐 아니라 그 사이에 다른 구성요소가 결합되는

것을 포함할 수 있는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 본 명세서에서 어느 하나의 구성요소가 다른 구성요소로 데이터 또는 신호를 '전송' 또는 '제공'한다 함은 어느 한 구성요소가 다른 구성요소로 직접 데이터 또는 신호를 전송하는 것은 물론, 적어도 하나의 또 다른 구성요소를 통하여 데이터 또는 신호를 다른 구성요소로 전송하는 것을 포함한다.

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 차량의 전력 제어 방법의 전 단계 또는 어느 일부 단계는 하나의 물리적 또는 논리적 컴퓨팅 디바이스에 의해 구현되거나 둘 이상의 물리적 또는 논리적 컴퓨팅 디바이스에 의해 분산되어 구현될 수 있다.

[0026] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 이하의 상세한 설명은 본 명세서에서 기술된 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[0027] 도 1은 본 발명의 다중동력원을 가지는 차량 제어 방법을 실행할 수 있는 구성에 대한의 개략도이다.

[0028] 도 1을 참조하면 본 발명인 차량 제어 방법의 다중 동력원은 태양광 패널(101), 수소연료전지(102), 배터리(103) 및 슈퍼캐패시터(104)를 포함할 수 있다.

[0029] 상술한 각각의 동력원은 직류버스에 병렬로 연결되어 차량의 구동 계통 및 보조 계통(예: 팬, 에어컨, 오디오)에 전력을 공급할 수 있다.

[0030] 태양광 패널(101)은 광기전 효과(Photovoltaic effect) 즉 미시 단계의 물리적 변환을 이용하여 전기를 생산하는 것으로 현재 상용 셀 또는 모듈은 15~22%의 연료 효율을 가진다.

[0031] 태양광 패널(101)은 텐덤 구조를 가져 여러 셀(cell)을 적층하거나 구조를 변경하여 효율을 높일 수 있다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 패널(101)은 차량의 지붕에 설치되어 축전 및 방전을 위하여 태양 에너지를 흡수하고, 이를 전기 에너지로 변환할 수 있다.

[0033] 수소연료전지(102)는 물을 이용한 전기분해의 역반응을 이용하여 전력을 생산할 수 있고, 석유, 가스 등에서 추출된 수소를 연료로 충전하여 공기 중의 산소와 반응시킬 수 있다. 수소연료전지(102)는 공기가 공급되는 동안 전력을 생산할 수 있으며 에너지 효율이 높고 소음을 발생시키지 않아 차량에 장착되면 효과적인 동력원이 될 수 있다.

[0034] 슈퍼캐패시터(104)는 전극과 전해질 계면으로의 이온의 이동 및 표면화학 반응에 의한 충전현상을 이용한 것으로 급속 방전, 급속 충전이 가능하고 높은 충방전 효율 및 반영구적인 사이클 수명 특성으로 보조배터리나 배터리의 대체 수단으로 사용될 수 있다.

[0035] 본 발명인 차량의 전력 제어 방법은 수소전기트램 등의 친환경 운송수단이나 하이브리드 차량 등 다양한 운송수단에 적용될 수 있다.

[0036] 도 2는 다중동력원의 기준 전력을 차량에 전달하는 순서에 대한 순서도이다.

[0037] 본 발명인 차량의 전력 제어 방법은 제어부가 수소연료전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 패널의 상태 정보를 획득하는 단계(S10), 상태 정보에 기반하여 수소연료전지, 배터리 및 슈퍼캐패시터의 기준 전력을 결정하는 단계(S20) 및 기준 전력을 직류버스를 제어하여 차량에 제어하는 단계(S30)을 포함할 수 있다.

[0038] 수소연료전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 패널의 상태 정보를 획득하는 단계(S10)는 제어부가 4개 동력원의 상태 정보를 획득하는 단계이다.

[0039] 본 발명의 일 실시예에 따른 수소연료전지의 상태 정보는 수소연료전지가 최적 구간에서 동작하는지 여부에 대한 정보를 의미한다. 예를 들면 수소연료전지는 본 발명이 적용될 수 있는 차량의 주 동력원일 수 있고 따라서 제어부는 수소연료전지의 출력이 현재 차량의 요구 전력 P_{req} 또는 부하의 요구 전력보다 큰 경우에 효율적으로 전력 제어를 수행할 수 있다.

[0040] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수소연료전지의 최적 제어 방법에 대한 그래프이다.

[0041] 도 3을 참조하면 본 발명의 동력원인 수소연료전지의 전력은 차량의 요구전력에 따라 변할 수 있으나 최적 전력점(P_{opt}) 부근의 고효율 영역에서 동작할 수 있도록 제어될 수 있다.

[0042] 도 3을 참조하면 고효율 영역은 $P_{opt,\ low}$ 에서 $P_{opt,\ high}$ 사이를 의미한다. 차량의 요구전력이 증가하고, 차량의 요구전력이 수소연료전지의 최대 고효율점($P_{opt,\ high}$)보다 크다면 제어부는, 직류버스를 제어하여 배터리의 전력을 차량의 요구전력 충족을 위해 차량에 전달할 수 있다.

[0043] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 상태 정보는 배터리의 현재 충전 상태(SOC_B, Baterry state of charge)에 대한 정보를 의미한다.

[0044] 본 발명의 일 실시예에 따른 슈퍼캐패시터의 상태 정보는 슈퍼캐패시터의 현재 충전 상태(SOC_{SC}, Supercapacitor state of charge)를 의미한다.

[0045] 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 패널의 상태 정보는 태양광 패널이 현재 공급 가능한 전력량(예: 일사량 및 날씨에 따라 변화되는 전력량)을 의미한다.

[0046] 미리 설정된 주기에 의하여 주기적으로 획득되는 상태 정보는 예를 들면, 주기적인 샘플링 타임 k에 의하여 상태 정보가 획득되거나 시간적 시퀀스에 의하여 획득될 수 있다. 예를 들면 미리 설정된 주기는 10분 내지 1시간일 수 있다.

[0047] 일 실시예에 따르면 태양광 패널, 수소연료전지, 배터리 및 슈퍼캐패시터를 동력원으로 포함하는 차량의 제어부가 차량 부하의 급격한 변동을 판단하여 상술한 4개 동력원의 상태 정보를 획득할 수 있다.

[0048] 상태 정보에 기반하여 수소연료전지, 배터리 및 슈퍼캐패시터의 기준 전력을 획득하는 단계(S20)는 제어부가 상술한 4개 동력원의 상태 정보에 기반하여 태양광 패널을 제외한 3개 동력원의 기준 전력을 결정하는 단계이다.

[0049] 태양광 패널에서 추출된 전력은 먼저 보조 계통(예: 팬, 에어컨, 오디오)이 요구하는 전력에 사용된 다음, 태양광 패널이 유휴 모드에 있을 때, 다시 말해 전력을 외부로 전달하지 않거나 충전 중인 상태인 경우에 배터리 및 슈퍼캐패시터의 상태 정보에 따라 배터리 및 슈퍼캐패시터를 충전하는 데 사용될 수 있다. 이는 태양광 패널에서 추출된 전력을 배터리 및 슈퍼캐패시터가 허용될 수 있는 범위에서, 다시 말해 장기적 또는 이후의 사용을 위해 배터리 및 슈퍼캐패시터가 $SOC_{\min} \le SOC_{BAT,SC} \le SOC_{\max}$ 범위에서 동작하도록 하기 위함이다.

[0050] 또한 배터리 및 슈퍼캐패시터가 모두 방전되는 예기치 못한 경우에 수소연료전지는 태양광 패널에서 발생된 전력을 이용하여 차량의 요구 전력 또는 부하의 요구 전력을 충족시키기 위해 상술한 고효율 영역에서 동작할 수 있다. 그리고 본 발명인 차량의 전력 제어 방법에서 잉여 전력은 피크(peak) 전력 흡수를 위해 먼저 슈퍼캐패시터를 충전하는 데 사용될 수 있다.

[0051] 도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 수소연료전지의 상태 정보에 기반한 전력 제어 방법에 대한 순서도이다.

[0052] 본 발명의 일 실시예에 따르면 제어부는 상술한 수소연료전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 패널의 상태 정보에 기반하여 각각의 전력 상태를 판단할 수 있다(S110).

[0053] 제어부는 상술한 각각의 전력 상태에 기반하여 4개 전력원이 모두 준비되었는지 판단할 수 있고, 준비되지 않았다면 알람을 발생할 수 있다. 알람이 발생한 상태는 유휴 모드로써 슈퍼캐패시터와 배터리를 충전하는 상태를 의미한다.

[0054] 상술한 4개 전력원이 모두 준비되었다면 제어부는 차량의 요구전력(P_{req})을 획득할 수 있다(S120).

[0055] 제어부는 차량의 요구전력을 획득하면 수소연료전지가 차량에 전력을 충분히 공급할 수 있는지 판단(S130)할 수 있다. 예를 들면 수소연료전지가 차량에 전력을 충분히 공급할 수 있는지 여부는 수소연료전지가 상술한 고효율 영역에서 동작하는 상태인지 여부에 따라 결정될 수 있다. 제어부는 판단결과에 따라 ⓐ또는 ⓑ단계로 수소연료전지, 배터리 및 슈퍼캐패시터의 기준 전력($P_{FC,ref}$, $P_{B,ref}$, $P_{SC,ref}$)을 결정할 수 있다.

[0056] ⓐ단계는 제1 케이스 ⓑ단계는 제2 케이스를 의미한다.

[0057] 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 기준 전력 결정에 대한 순서도이다.

[0058] 상술한 ⓐ단계로 들어간 경우, 제어부는 배터리 및 슈퍼캐패시터의 충전 상태가 각각의 최대 충전 상태 미만인지 판단할 수 있다(S125). 배터리 및 슈퍼캐패시터가 각각의 최대 충전 상태 이상이라면 제어부는, 현재의 수소연료전지, 배터리 및 슈퍼캐패시터의 전력을 각각의 기준 전력으로 결정할 수 있다.

[0059] 배터리 및 슈퍼캐패시터가 각각의 최대 충전 상태 미만이라면 제어부는, 수소연료전지의 기준전력($P_{FC,ref}$)을 소수연료전지의 최적 전력($P_{FC,opt}$)로 결정할 수 있다(S130).

[0060] 이후에 제어부는 배터리 및 슈퍼캐패시터의 기준전력을 차량의 요구전력, 수소연료전지의 최적 전력, 태양광 전력의 최적 전력에 기반하여 결정할 수 있다(S135).

[0061] 일 실시예에 따르면 배터리 및 슈퍼캐패시터의 기준 전력은 하기의 수학식 1과 같이 결정될 수 있다.

수학식 1

[0062] $$P_{SC,ref}(k) + P_{B,ref}(k) = P_{req}(k) - P_{FC,opt}(k) - P_{PV,opt}(k)$$

[0063] 여기서 $P_{SC,ref}$ (k)는 슈퍼캐패시터의 기준 전력 $P_{B,ref(}$(k)는 배터리의 기준 전력, $P_{req(}$(k)는 차량의 요구 전력, $P_{FC,opt(}$(k)는 수소연료전지의 최적 전력, $P_{PV,opt}$(k)는 태양광 패널의 최적 전력을 의미한다. k는 일정한 주기 또는 제어부가 차량의 부하를 획득한 시간을 의미한다.

[0064] 이후에 제어부는 배터리 및 슈퍼캐패시터 전력 분할 모드에 기반하여 배터리 및 슈퍼캐패시터의 기준 전력을 결정할 수 있다(S140).

[0065] 배터리 및 슈퍼캐패시터의 전력 분할 모드는 서로간의 응답 규칙에 의하여 배터리 및 슈퍼캐패시터의 기준 전력을 결정하는 것으로서 도 5에서 상세히 설명된다.

[0066] 도 4c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 기준 전력 결정에 대한 순서도이다.

[0067] 상술한 ⓑ단계로 들어간 경우 제어부는 배터리의 상태 정보가 최소 충전 상태를 초과하는지 판단할 수 있다.

[0068] 배터리의 상태 정보가 최소 충전 상태를 초과한다면 제어부는 차량의 요구 전력 P_{req} 가 배터리의 최대 전력 $P_{B,max}$ 와 수소연료전지의 최대 고효율점 $P_{opt,\ high}$ 의 합 이하인지 판단할 수 있다.

[0069] 차량의 요구 전력 P_{req} 가 배터리의 최대 전력 $P_{B,max}$ 와 수소연료전지의 최대 고효율점 $P_{opt,\ high}$ 의 합을 초과한다면, 제어부는 하기의 수학식 2에 따라 배터리의 기준 전력과 수소연료전지의 기준 전력을 결정할 수 있다.

수학식 2

[0070] $$P_{B,ref}(k) = P_{B,max}$$

$$P_{FC,ref}(k) = P_{req}(k) - P_{FC,ref}(k)$$

[0071] 차량의 요구 전력 P_{req} 가 배터리의 최대 전력 $P_{B,max}$ 와 수소연료전지의 최대 고효율점 $P_{opt,\ high}$ 의 합 이하라면, 제어부는 하기의 수학식 3에 따라 배터리의 기준 전력을 결정할 수 있다. 다만, 수소연료전지의 기준 전력이 수소연료전지의 최적 전력($P_{FC,opt}$)과 수소연료전지의 최대 고효율점($P_{opt,\ high}$) 사이에 있는 조건을 만족하여야 한다.

수학식 3

[0072] $$P_{B,ref}(k) = P_{req}(k) - P_{FC,ref}(k)$$

[0073] 상술한 ⓑ단계에서, 배터리의 상태 정보가 최소 충전 상태 이하라면, 제어부는 슈퍼캐패시터의 상태 정보가 최소 충전 상태를 초과하는지 판단할 수 있다.

[0074] 슈퍼캐패시터의 상태 정보가 최소 충전 상태 이하라면 제어부는 하기의 수학식 4에 따라 수소연료전지, 슈퍼캐패시터 및 배터리의 기준 전력을 결정할 수 있다.

수학식 4

$$P_{FC,ref}(k) = P_{FC,max}(k)$$

$$P_{PV} \rightarrow P_{req,remain}(k)$$

$$P_{SC,ref}(k) = (1-\alpha)P_{PV,opt}(k)$$

[0075]

$$P_{B,ref}(k) = 0$$

[0076]

[0077] $P_{FC,\ max}(k)$는 수소연료전지의 정격 전력, $P_{req,\ remain}(k)$는 태양광 패널의 남은 필요 전력, $P_{PV,\ opt}(k)$는 태양광 패널의 최적 전력을 의미한다.

[0078] 슈퍼캐패시터의 상태 정보가 최소 충전 상태를 초과한다면 제어부는 차량의 요구 전력 P_{req}가 수소연료전지의 최대 전력 이하인지 판단할 수 있다.

[0079] 차량의 요구전력 P_{req}가 수소연료전지의 최대 전력을 초과한다면 제어부는 하기의 수학식 5에 따라 수소연료전지, 슈퍼캐패시터 및 배터리의 기준 전력을 결정할 수 있다.

수학식 5

$$P_{FC,ref}(k) = P_{FC,max}(k)$$

$$P_{SC,ref}(k) = P_{req}(k) - P_{FC,ref}(k)$$

$$P_{B,ref}(k) = -P_{PV,opt}(k)$$

[0080]

[0081] 차량의 요구전력 P_{req}가 수소연료전지의 최대 전력을 이하라면 제어부는 하기의 수학식 6에 따라 수소연료전지, 슈퍼캐패시터 및 배터리의 기준 전력을 결정할 수 있다.

수학식 6

$$P_{FC,ref}(k) = P_{req}(k)$$

$$P_{SC,ref}(k) = P_{req,peak}(k)$$

$$P_{B,ref}(k) = -P_{PV,opt}(k)$$

[0082]

[0083] $P_{req,\ peak}(k)$는 요구되는 피크 전력을 의미한다.

[0084] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 및 슈퍼캐패시터의 전력 제어 방법에 대한 개념도이다.

[0085] 본 발명의 일 실시예에 따르면 수소연료전지 및 태양광 패널의 초과 전력은 각각의 상태정보와 관련하여 배터리

및 슈퍼캐패시터를 충전하는데 사용될 수 있다.

[0086] 부하의 변화율과 관련하여 최대 과도 부하는 슈퍼캐패시터 및 배터리에서 획득되어야 한다. 일반적으로 슈퍼캐패시터는 먼저 충전되어야 한다. 그러나 슈퍼캐패시터와 배터리의 현재 상태 정보가 변화함에 따라, 다음과 같은 슈퍼캐패시터와 배터리의 전력 분할 모드가 실행될 수 있다.

[0087] 배터리 및 슈퍼캐패시터의 전력 분할 모드는 다음과 같은 규칙을 따른다.

[0088] 첫째, 슈퍼캐패시터와 배터리 중 현재 충전 상태가 낮은 소자가 먼저 충전된다. 둘째, 슈퍼캐패시터와 배터리의 현재 충전 상태가 유사한 경우 슈퍼캐패시터가 먼저 충전된다. 셋째, 슈퍼캐패시터의 현재 충전 상태가 낮고 배터리의 현재 충전 상태가 높으면 슈퍼캐패시터는 초과 전력으로 충전된다.

[0089] 배터리 및 슈퍼캐패시터의 전력 분할 모드는 하기의 표 1에 상세히 설명되어 있다.

표 1

[0090]

Gains $P_{B,ref}$, $P_{SC,ref}$		SOC_{SC}									
		Low		Medium-low		Medium		Medium-high		High	
SOC_B	Low	NS	NVB	NS	NVB	NM	NVB	NB	NM	NVB	NS
	Medium-low	NS	NVB	NS	NVB	NS	NVB	NM	NM	NB	NS
	Medium	Z	NVB	Z	NVB	NS	NVB	NS	NM	NM	Z
	Medium-high	PS	NVB	PS	NVB	Z	NVB	NS	NM	NS	Z
	High	PM	NVB	PM	NVB	PS	NVB	Z	NM	NS	Z

[0091] 출력은 충전된 배터리와 슈퍼캐패시터 간의 이득률(gain percentage)로서, 매우 높은 음의 이득(NVB), 높은 음의 이득(NB), 음의 중간 이득(NM), 작은 음의 이득(NS) 및 0 등으로 특정될 수 있다. 배터리와 슈퍼캐패시터 간의 응답 특성에 대한 일 실시예는 도 5에 나타나 있다.

[0092] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 제어부의 블록도이다.

[0093] 본 발명의 제어부는 프로세서(620), 메모리(630) 및 DC버스를 포함할 수 있다.

[0094] 프로세서(620)는 본 발명인 차량의 전력 제어 방법의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 예를 들면 프로세서(620)는 수소연료전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 패널의 상태 정보에 기반하여 기준 전력 또는 요구 전력을 결정할 수 있고, 결정된 기준 전력을 DC버스를 통해 차량으로 전달하도록 제어할 수 있다.

[0095] 일 실시예에 따른 프로세서(620)는 하나의 프로세서 코어(single core)를 포함하거나, 복수의 프로세서 코어들을 포함할 수 있다. 예를 들면 프로세서(620)는 듀얼 코어(dual-core), 쿼드 코어(quad-core), 헥사 코어(hexa-core) 등의 멀티 코어(multi-core)를 포함할 수 있다. 실시예들에 따라 프로세서는 메모리 내부 또는 외부에 위치된 캐시 메모리(cache memory)를 더 포함할 수 있다.

[0096] 일 실시예에 따른 메모리(630)는, 프로세서(620)에 입력 및/또는 출력되는 데이터 및/또는 인스트럭션을 저장하기 위한 하드웨어 컴포넌트를 포함할 수 있다. 메모리(630)는 예를 들어 RAM(Random-Access Memory)와 같은 휘발성 메모리(Volatile Memory) 및/또는 ROM(Read-Only Memory)와 같은 비휘발성 메모리(Non-Volatile Memory)를 포함할 수 있다. 휘발성 메모리는 예를 들어 DRAM(Dynamic RAM), SRAM(Static RAM), Cache RAM, PSRAM(Pseudo SRAM) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0097] 일 실시예에 따르면 메모리(630)는 프로세서(620)가 결정한 수소연료전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 패널의 기준 전력에 대한 데이터를 저장할 수 있다. 메모리(630)는 상술한 4개 전력원의 상태 정보에 따른 전력 상태에 대한 데이터, 예를 들면 일사량에 따른 태양광 패널의 전력 상태에 대한 데이터를 저장할 수 있다.

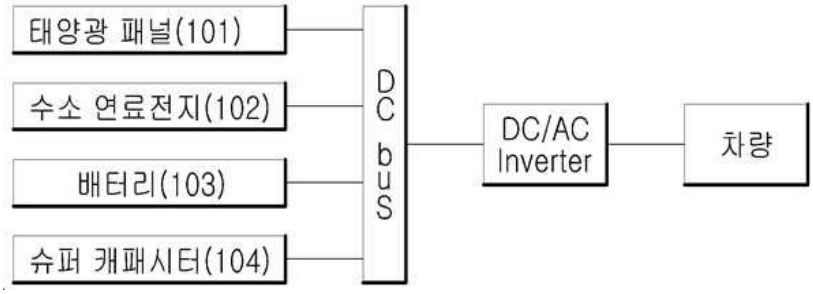
[0098] DC버스는 수소연료전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 패널과 직렬 또는 병렬로 연결되어 프로세서(620)가 결정한 기준 전력을 차량으로 전달하는 통로가 될 수 있다.

[0099] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

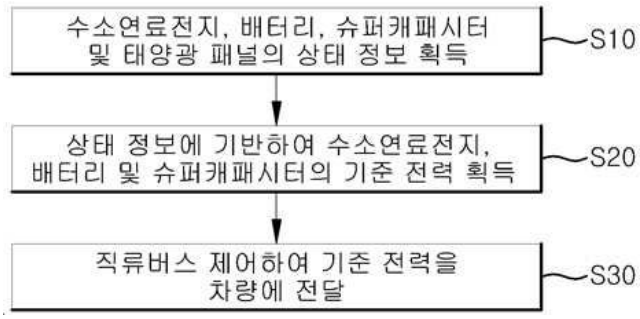
[0100] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

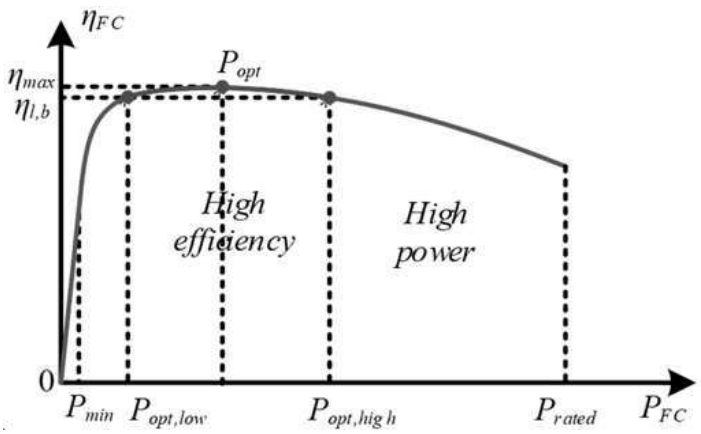
도면1



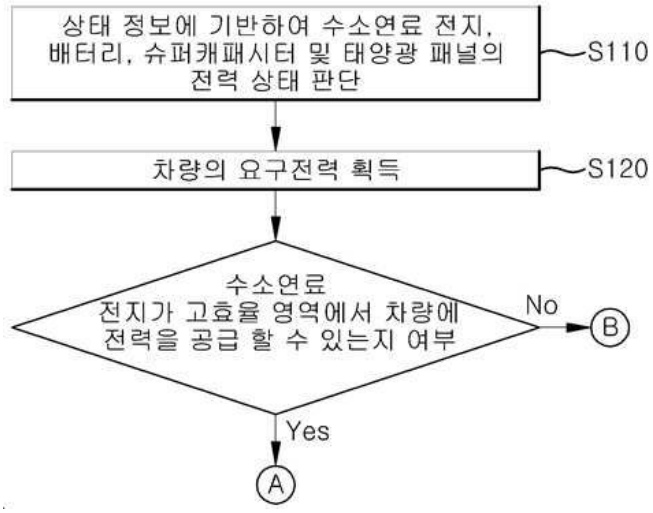
도면2



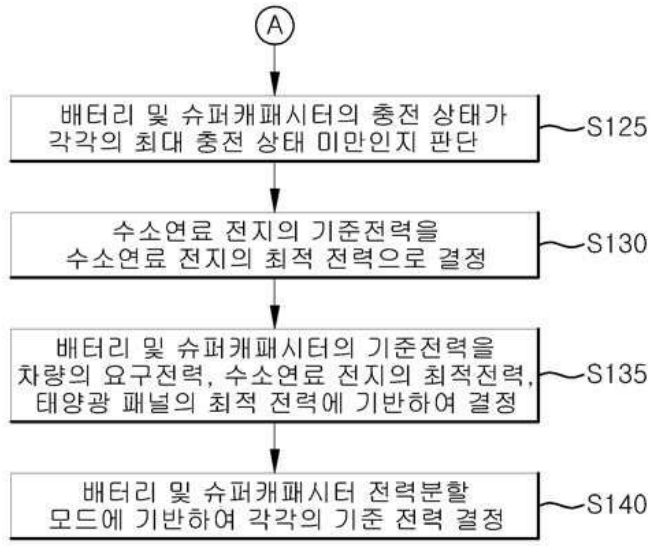
도면3



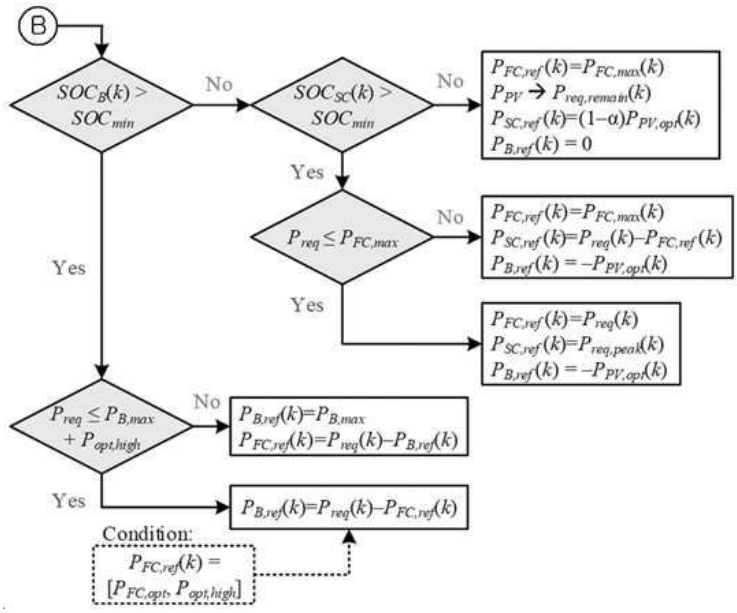
도면4a


상태 정보에 기반하여 수소연료 전지, 배터리, 슈퍼캐패시터 및 태양광 패널의 전력 상태 판단
S110
차량의 요구전력 획득
S120
수소연료 전지가 고효율 영역에서 차량에 전력을 공급 할 수 있는지 여부
No
B
Yes
A

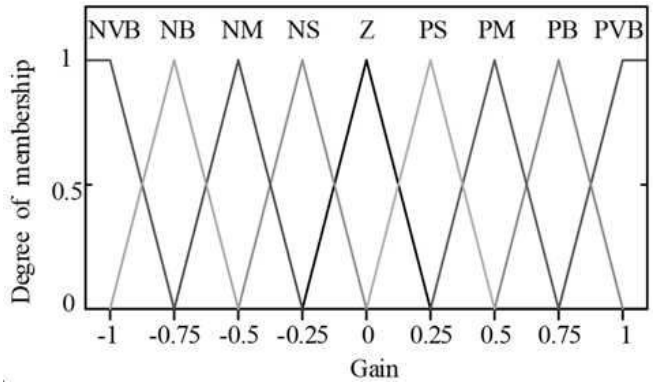
도면4b


A
배터리 및 슈퍼캐패시터의 충전 상태가 각각의 최대 충전 상태 미만인지 판단
S125
수소연료 전지의 기준전력을 수소연료 전지의 최적 전력으로 결정
S130
배터리 및 슈퍼캐패시터의 기준전력을 차량의 요구전력, 수소연료 전지의 최적전력, 태양광 패널의 최적 전력에 기반하여 결정
S135
배터리 및 슈퍼캐패시터 전력분할 모드에 기반하여 각각의 기준 전력 결정
S140

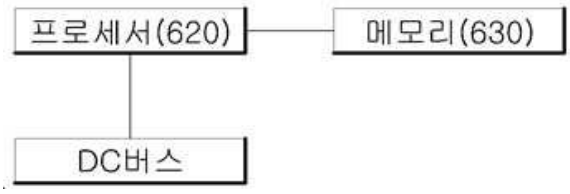
도면4c


B
$SOC_B(k) > SOC_{min}$
No
$SOC_{SC}(k) > SOC_{min}$
No
$P_{FC,ref}(k)=P_{FC,max}(k)$
$P_{PV} \rightarrow P_{req,remain}(k)$
$P_{SC,ref}(k)=(1-\alpha)P_{PV,opt}(k)$
$P_{B,ref}(k)=0$
Yes
$P_{req} \le P_{FC,max}$
No
$P_{FC,ref}(k)=P_{FC,max}(k)$
$P_{SC,ref}(k)=P_{req}(k)-P_{FC,ref}(k)$
$P_{B,ref}(k)=-P_{PV,opt}(k)$
Yes
Yes
$P_{FC,ref}(k)=P_{req}(k)$
$P_{SC,ref}(k)=P_{req,peak}(k)$
$P_{B,ref}(k)=-P_{PV,opt}(k)$
$P_{req} \le P_{B,max} + P_{opt,high}$
No
$P_{B,ref}(k)=P_{B,max}$
$P_{FC,ref}(k)=P_{req}(k)-P_{B,ref}(k)$
Yes
$P_{B,ref}(k)=P_{req}(k)-P_{FC,ref}(k)$
Condition:
$P_{FC,ref}(k) = [P_{FC,opt}, P_{opt,high}]$

도면5


NVB
NB
NM
NS
Z
PS
PM
PB
PVB
1
0.5
0
Degree of membership
-1
-0.75
-0.5
-0.25
0
0.25
0.5
0.75
1
Gain

도면6


프로세서(620)
메모리(630)
DC버스