



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0020985
(43) 공개일자 2024년02월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60L 53/24 (2019.01) H02M 1/14 (2006.01)
H02M 3/156 (2006.01) H02M 7/219 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B60L 53/24 (2019.02)
B60L 50/61 (2019.02)

(21) 출원번호 10-2022-0099392

(22) 출원일자 2022년08월09일

심사청구일자 2022년08월09일

(71) 출원인

계명대학교 산학협력단

대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교
산학협력관 201호(신당동)

(72) 발명자

박영수

대구광역시 달성군 다사읍 매곡로14길 8

(74) 대리인

특허법인아주

전체 청구항 수 : 총 17 항

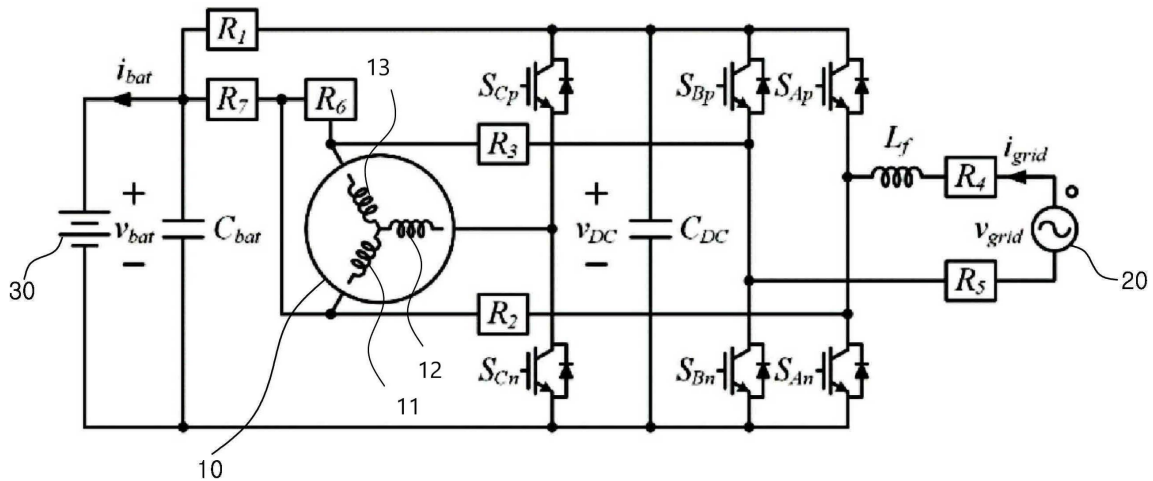
(54) 발명의 명칭 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템 및 그 동작방법

(57) 요약

본 발명은 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템 및 그 동작방법에 관한 것으로, 시동 발전기의 권선을 컨버터의 필터 인덕터로 사용하여 시동 발전기와 충전기를 통합하고, 릴레이의 동작에 따라 배터리 충전모드와 시동 발전기 구동모드 중 어느 하나로 동작하도록 구성되어, 통합된 구조에서 모드에 따라 각각 독립적으로 동작이 가능하고, 통합된 회로를 피드 포워드 제어(Feed Forward Control)를 통해 배터리의 부하에 따른 전압의 변동에 대응하여 DC 링크의 전압 변동을 감소시켜 충전 효율을 향상시키고 고조파 성분을 효과적으로 제거하여, 안정성을 향상시키는 효과가 있다.

대표도

100



(52) CPC특허분류

H02M 1/14 (2013.01)

H02M 3/156 (2013.01)

H02M 7/219 (2013.01)

B60L 2210/10 (2013.01)

B60Y 2200/91 (2013.01)

B60Y 2200/92 (2013.01)

Y02T 10/70 (2020.08)

Y02T 10/7072 (2020.08)

명세서

청구범위

청구항 1

배터리;

시동 발전기;

복수의 릴레이; 및

복수의 스위칭 소자 및 복수의 커패시터를 포함하여, 상기 복수의 릴레이의 동작에 의해 상기 배터리를 충전하는 배터리 충전모드 및 상기 시동 발전기를 동작시키는 시동 발전기 구동모드 중 어느 하나로 동작하는 전력변환부;를 포함하고,

상기 전력변환부는 상기 배터리 충전모드에서,

상기 복수의 스위칭 소자 중 일부로 구성되는 풀 브리지 컨버터; 및

상기 복수의 스위칭 소자 중 다른 일부와 상기 시동 발전기의 내부에 구비되는 권선을 필터 인덕터로 사용하는 DC-DC 컨버터;를 포함하여, 교류인 계통 전원을 변환하여 상기 배터리를 충전하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전력변환부는 상기 배터리의 전압이 변동되는 경우, 상기 풀 브리지 컨버터로 인가되는 전류를 제어하여, DC 링크의 전압 변동을 감소시키는 것을 특징으로 하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 전력변환부는 피드 포워드 제어 방식(FEED-FORWARD CONTROL METHOD)을 기반으로 피드 포워드 전류를 생성하여 상기 풀 브리지 컨버터로 인가하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 전력변환부는, 상기 풀 브리지 컨버터를 제어하기 위한 DC 링크 전압 제어기의 전류와, 상기 피드 포워드 전류를 합산한 지령 전류를 이용하여 상기 풀 브리지 컨버터를 제어하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 전력변환부는 상기 DC 링크의 커패시터에 인가되는 전류가 0이 되도록 상기 풀 브리지 컨버터로 인가되는 상기 전류를 제어하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 전력변환부는 상기 배터리 충전모드에서, 상기 복수의 스위칭 소자 중 상기 계통 전원 측에 연결되는 제 1 스위칭 소자 내지 제 4 스위칭 소자를 포함하여 상기 풀 브리지 컨버터를 구성하고,

상기 복수의 스위칭 소자 중, DC 링크와 상기 시동 발전기 사이에 연결되는 제 5 스위칭 소자 및 제 6 스위칭 소자와, 상기 시동 발전기 내부의 권선을 필터 인덕터로 사용하여 상기 DC-DC 컨버터를 구성하는 것을 특징으로

하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 전력변환부는 상기 시동 발전기 구동모드에서, 상기 복수의 스위칭 소자로 3상 인버터를 구성하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 전력변환부는 상기 계통 전원에 포함된 고조파 성분들 중 3차 고조파 성분, 5차 고조파 성분 및 7차 고조파 성분을 감소시키는 것을 특징으로 하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 전력변환부는 비이상적 PR 제어기(Nonideal Proportional Resonant Controller)을 이용하여 특정 주파수 대역의 상기 3차 고조파 성분을 감소시키는 것을 특징으로 하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 전력변환부는 상기 계통 전원의 전류에 포함된 상기 5차 고조파 성분 및 상기 7차 고조파 성분을 좌표 변환을 통해 6차 고조파 성분으로 변환하고,

올 패스 필터(All Pass Filter)를 이용하여 상기 6차 고조파 성분을 감소시키는 것을 특징으로 하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템.

청구항 11

복수의 릴레이의 동작에 의해 배터리 충전모드 및 시동 발전기 구동모드 중 어느 하나의 모드가 설정되는 단계;

상기 배터리 충전모드가 설정되면, 전력변환부가, 복수의 스위칭 소자 중 일부로 구성되는 풀 브리지 컨버터 및 상기 복수의 스위칭 소자 중 다른 일부와 상기 시동 발전기의 내부에 구비되는 권선을 필터 인덕터로 사용하는 DC-DC 컨버터로 구성되는 단계; 및

계통 전원을 변환하여 배터리를 충전하는 단계; 를 포함하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 동작방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 배터리 충전모드에서, 상기 배터리의 전압이 변동되는 경우, 상기 풀 브리지 컨버터로 인가되는 전류를 제어하여, DC 링크의 전압 변동을 감소시키는 단계; 를 더 포함하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 동작방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 DC 링크의 커패시터에 인가되는 전류가 0이 되도록 상기 풀 브리지 컨버터로 인가되는 상기 전류를 제어하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 동작방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 배터리 충전모드에서, DC 링크 전압 제어기로부터 상기 풀 브리지 컨버터를 제어하기 위한 전류를 산출하

는 단계;

피드 포워드 제어 방식(FEED-FORWARD CONTROL METHOD)를 기반으로 피드 포워드 전류를 산출하는 단계;

상기 DC 링크 전압 제어기의 전류와 상기 피드 포워드 전류를 합산하여 지령 전류를 산출하는 단계; 및

상기 지령 전류를 기반으로 상기 풀 브리지 컨버터를 제어하는 단계; 를 더 포함하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 동작방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 계통 전원의 전류와 전압을 필터링 하는 단계;

상기 계통 전원의 전압, 필터링된 전압을 기반으로 위상각을 산출하는 단계; 및

상기 계통 전원의 전류, 필터링된 전류 및 상기 위상각을 기반으로 좌표변환을 수행하여 d축 전류 및 q축 전류를 생성하는 단계; 를 더 포함하고,

상기 d축 전류, 상기 q축 전류 및 상기 지령 전류를 기반으로 상기 풀 브리지 컨버터를 제어하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 동작방법.

청구항 16

제 11 항에 있어서,

상기 계통 전원의 전류와 전압이 입력되면, 상기 계통 전원에 포함된 3차 고조파 성분을 비이상적 PR 제어기(Nonideal Proportional Resonant Controller)을 이용하여 감소시키는 단계; 를 더 포함하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 동작방법.

청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 계통 전원의 전류와 전압이 입력되면, 상기 계통 전원의 전류에 포함된 5차 고조파 성분 및 7차 고조파 성분을 좌표 변환을 통해 6차 고조파 성분으로 변환하는 단계; 및

올 패스 필터(All Pass Filter)를 이용하여 상기 6차 고조파 성분을 감소시키는 단계; 를 더 포함하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 동작방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템 및 그 동작방법에 관한 내용으로서, 구체적으로 엔진 구동을 위한 시동 발전기와 충전기에 대한 통합형 전력변환 회로를 구성하여 회로 구성을 단순화하고 안정적인 전원을 공급하는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템 및 그 동작방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 하이브리드 전기 자동차(Hybrid Electric Vehicle, HEV)는 전기 에너지와 엔진을 통한 에너지를 모두 사용하여 구동하므로, 전기 에너지를 처리하는 모터 및 배터리 시스템은 물론, 엔진 시스템을 모두 포함한다.

[0003] 예를 들어, 하이브리드 전기 자동차는 일반 가정용 계통 전원을 이용하여 충전하는 경우, 탑재형 충전기(On Board Charger, OBC)를 사용하여 배터리를 충전한다.

[0004] 한편, 하이브리드 전기 자동차는 내연기관인 엔진을 구동하기 위해 시동 발전기와 구동 인버터로 구성된 시동 발전기 시스템을 사용하여 엔진을 작동시킨다.

[0005] 또한, 하이브리드 전기 자동차는 탑재형 충전기(OBC)와 시동 발전기 시스템을 독립적으로 동작시키기 위한 전력 변환 장치를 각각 포함한다.

- [0006] 이와 같이 하이브리드 전기 자동차는 탑재형 충전기(OBC)와 시동 발전기 시스템은 물론 각각에 연결되는 전력 변환 장치를 포함하므로, 일반 내연기관 자동차 또는 전기자동차와 비교하여 차량에 구비되는 부품의 수가 많고, 부품으로 인한 부피가 크고, 무게가 크게 증가하는 문제가 있다.
- [0007] 이러한 문제를 해소하기 위해, 최근 통합형 충전기(OBC)에 대한 연구가 진행되고 있다.
- [0008] 관련 기술로, 대한민국 등록특허 제10-2376932호(2022.03.16), '전기자동차 통합형 전력변환 시스템' 이 있다.
- [0009] 종래 발명은 스위치 소자를 추가하고, 전기 자동차의 배터리 충전을 위한 전력변환장치의 구성을 통합하여 회로를 단순화한다.
- [0010] 그러나, 종래 발명은 충전기(OBC), LDC 및 트랙션 컨버터에 각각 사용되는 DC-DC 컨버터를 하나만 사용하도록 하는 것으로, 배터리의 부하가 급격하게 변동하는 경우 전압이 변동하는 문제가 있다.
- [0011] 그에 따라 통합형 충전기(OBC)를 구성하되 부하 변동에도 전압 및 전류를 안정적으로 출력할 방안이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-2376932호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 상기와 같은 필요성에 의해 창출된 것으로서, 시동 발전기의 권선을 컨버터의 필터 인덕터로 사용하여 시동 발전기와 충전기를 통합하고, 배터리 부하 변동에 따른 직류 전압의 변동을 감소시키는 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템 및 그 동작방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템은, 배터리; 시동 발전기; 복수의 릴레이; 및 복수의 스위칭 소자 및 복수의 커패시터를 포함하여, 상기 복수의 릴레이의 동작에 의해 상기 배터리를 충전하는 배터리 충전모드 및 상기 시동 발전기를 동작시키는 시동 발전기 구동모드 중 어느 하나로 동작하는 전력변환부; 를 포함하고, 상기 전력변환부는 상기 배터리 충전모드에서, 상기 복수의 스위칭 소자 중 일부로 구성되는 풀 브리지 컨버터; 및 상기 복수의 스위칭 소자 중 다른 일부와 상기 시동 발전기의 내부에 구비되는 권선을 필터 인덕터로 사용하는 DC-DC 컨버터; 를 포함하여, 교류인 계통 전원을 변환하여 상기 배터리를 충전하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 상기 전력변환부는 상기 배터리의 전압이 변동되는 경우, 상기 풀 브리지 컨버터로 인가되는 전류를 제어하여, DC 링크의 전압 변동을 감소시키는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 상기 전력변환부는 피드 포워드 제어 방식(FEED-FORWARD CONTROL METHOD)을 기반으로 피드 포워드 전류를 생성하여 상기 풀 브리지 컨버터로 인가하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 상기 전력변환부는, 상기 풀 브리지 컨버터를 제어하기 위한 DC 링크 전압 제어기의 전류와, 상기 피드 포워드 전류를 합산한 지령 전류를 이용하여 상기 풀 브리지 컨버터를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 상기 전력변환부는 상기 DC 링크의 커패시터에 인가되는 전류가 0이 되도록 상기 풀 브리지 컨버터로 인가되는 상기 전류를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 상기 전력변환부는 상기 배터리 충전모드에서, 상기 복수의 스위칭 소자 중 상기 계통 전원 측에 연결되는 제 1 스위칭 소자 내지 제 4 스위칭 소자를 포함하여 상기 풀 브리지 컨버터를 구성하고, 상기 복수의 스위칭 소자 중, DC 링크와 상기 시동 발전기 사이에 연결되는 제 5 스위칭 소자 및 제 6 스위칭 소자와, 상기 시동 발전기 내부의 권선을 필터 인덕터로 사용하여 상기 DC-DC 컨버터를 구성하는 것을 특징으로 한다.

- [0020] 상기 전력변환부는 상기 시동 발전기 구동모드에서, 상기 복수의 스위칭 소자로 3상 인버터를 구성하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 상기 전력변환부는 상기 계통 전원에 포함된 고조파 성분들 중 3차 고조파 성분, 5차 고조파 성분 및 7차 고조파 성분을 감소시키는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 상기 전력변환부는 비이상적 PR 제어기(Noneideal Proportional Resonant Controller)를 이용하여 특정 주파수 대역의 상기 3차 고조파 성분을 감소시키는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 상기 전력변환부는 상기 계통 전원의 전류에 포함된 상기 5차 고조파 성분 및 상기 7차 고조파 성분을 좌표 변환을 통해 6차 고조파 성분으로 변환하고, 올 패스 필터(All Pass Filter)를 이용하여 상기 6차 고조파 성분을 감소시키는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 본 발명의 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 동작방법은, 복수의 릴레이의 동작에 의해 배터리 충전모드 및 시동 발전기 구동모드 중 어느 하나의 모드가 설정되는 단계; 상기 배터리 충전모드가 설정되면, 전력변환부가, 복수의 스위칭 소자 중 일부로 구성되는 풀 브리지 컨버터 및 상기 복수의 스위칭 소자 중 다른 일부와 상기 시동 발전기의 내부에 구비되는 권선을 필터 인덕터로 사용하는 DC-DC 컨버터로 구성되는 단계; 및 계통 전원을 변환하여 배터리를 충전하는 단계; 를 포함한다.
- [0025] 상기 배터리 충전모드에서, 상기 배터리의 전압이 변동되는 경우, 상기 풀 브리지 컨버터로 인가되는 전류를 제어하여, DC 링크의 전압 변동을 감소시키는 단계; 를 더 포함한다.
- [0026] 상기 DC 링크의 커패시터에 인가되는 전류가 0이 되도록 상기 풀 브리지 컨버터로 인가되는 상기 전류를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 상기 배터리 충전모드에서, DC 링크 전압 제어기로부터 상기 풀 브리지 컨버터를 제어하기 위한 전류를 산출하는 단계; 피드 포워드 제어 방식(FEED-FORWARD CONTROL METHOD)를 기반으로 피드 포워드 전류를 산출하는 단계; 상기 DC 링크 전압 제어기의 전류와 상기 피드 포워드 전류를 합산하여 지령 전류를 산출하는 단계; 및 상기 지령 전류를 기반으로 상기 풀 브리지 컨버터를 제어하는 단계; 를 더 포함한다.
- [0028] 상기 계통 전원의 전류와 전압을 필터링 하는 단계; 상기 계통 전원의 전압, 필터링된 전압을 기반으로 위상각을 산출하는 단계; 및 상기 계통 전원의 전류, 필터링된 전류 및 상기 위상각을 기반으로 좌표변환을 수행하여 d축 전류 및 q축 전류를 생성하는 단계; 를 더 포함하고, 상기 d축 전류, 상기 q축 전류 및 상기 지령 전류를 기반으로 상기 풀 브리지 컨버터를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 상기 계통 전원의 전류와 전압이 입력되면, 상기 계통 전원에 포함된 3차 고조파 성분을 비이상적 PR 제어기(Noneideal Proportional Resonant Controller)를 이용하여 감소시키는 단계; 를 더 포함한다.
- [0030] 상기 계통 전원의 전류와 전압이 입력되면, 상기 계통 전원의 전류에 포함된 5차 고조파 성분 및 7차 고조파 성분을 좌표 변환을 통해 6차 고조파 성분으로 변환하는 단계; 및 올 패스 필터(All Pass Filter)를 이용하여 상기 6차 고조파 성분을 감소시키는 단계; 를 더 포함한다.

발명의 효과

- [0031] 일 측면에 따르면, 본 발명에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템 및 그 동작방법은, 시동 발전기의 내부 권선을 컨버터의 필터 인덕터로 사용함으로써 중복되는 회로를 통합하여 구성함으로써, 각각 독립적으로 동작이 가능하고, 피드 포워드 제어(Feed Forward Control)를 통해 배터리의 부하에 따른 전압의 변동에 대응하여 DC 링크의 전압 변동을 감소시켜 충전 효율을 향상시키는 효과가 있다.
- [0032] 본 발명의 일 측면에 따르면, 계통 전원에 포함된 고조파 성분을 효과적으로 제거하여, 안정성을 크게 향상시킬 수 있다.
- [0033] 또한, 본 발명은 부품의 수가 감소하여 회로 구성을 단순화하고, 차량의 무게를 감소시켜 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 도시된 도이다.
- 도 2 는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 모드별 회로 구성이 도시

된 도이다.

도 3 은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 동작방법을 설명하는데 참조되는 도이다.

도 4 는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 고조파 성분의 제거를 위한 구성이 도시된 도이다.

도 5 는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 DC 링크 전류 흐름을 설명하는데 참조되는 도이다.

도 6 은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 피드 포워드 제어 및 고조파 성분 제거에 따른 동작을 설명하는데 참조되는 도이다.

도 7 은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 고조파 성분이 포함된 신호가 도시된 도이다.

도 8 은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 고조파 성분이 제거된 신호가 도시된 도이다.

도 9 는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 일반 제어 시 부하 변동에 따른 신호 변화가 도시된 도이다.

도 10 은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 피드포워드 제어 시 부하 변동에 따른 신호 변화가 도시된 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 일 실시예를 설명하도록 한다.
- [0036] 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로, 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0037] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 도시된 도이다.
- [0038] 도 1에 도시된 바와 같이, 통합형 충전 시스템(100)은 외부 입력에 의한 계통 전원(20), 시동 발전기(10), 배터리(30), 복수의 릴레이(R1 내지 R7) 및 전력변환부를 포함한다.
- [0039] 계통 전원(20)은 일반 가정용 전원으로 전압(v_{grid})과 전류(i_{grid})를 인가한다.
- [0040] 전력변환부는, 복수의 스위칭 소자(S_{AP} , S_{AN} , S_{BP} , S_{BN} , S_{CP} , S_{CN}), 복수의 커패시터(C_{DC} , C_{bat})를 포함한다.
- [0041] 전력변환부는 모드에 따라, 복수의 스위칭 소자(S_{AP} , S_{AN} , S_{BP} , S_{BN} , S_{CP} , S_{CN})와 복수의 커패시터(C_{DC} , C_{bat})에 시동 발전기(10)를 연결하여 풀 브리지 컨버터, DC-DC 컨버터 및 인버터 중 적어도 하나를 구성한다.
- [0042] 전력변환부는 복수의 스위칭 소자 중 제 1 스위칭 소자 내지 제 4 스위칭 소자(S_{AP} , S_{AN} , S_{BP} , S_{BN})를 포함하여 단상 풀 브리지 컨버터를 구성한다.
- [0043] 또한, 전력변환부는 시동 발전기(10)의 내부에 구비되는 권선(11 내지 13)과 제 5 스위칭 소자(S_{CP}) 및 제 6 스위칭 소자(S_{CN})를 포함하여 DC-DC 컨버터를 구성한다.
- [0044] 배터리(30) 충전 시 시동 발전기(10)가 동작하는 것은 아니나, 전력변환부는 시동 발전기 내부에 구비되는 권선(11 내지 13)을 배터리 충전을 위한 DC-DC 컨버터의 필터 인덕터로써 사용한다.
- [0045] 또한, 전력변환부는 제 1 스위칭 소자 내지 제 6 스위칭 소자(S_{AP} , S_{AN} , S_{BP} , S_{BN} , S_{CP} , S_{CN})를 포함하여 3상 인버터를 구성한다.
- [0046] 통합형 충전 시스템(100)의 전력변환부는 복수의 릴레이의 온오프 동작에 따라 회로 연결을 변경하여, 배터리

충전모드 또는 시동 발전기 구동모드 중 어느 하나 모드로 회로를 구성한다.

- [0047] 통합형 충전 시스템(100)은 배터리 충전이 필요한 경우 또는 외부 전원이 충전단자에 연결되는 경우 복수의 릴레이를 제어하여 배터리 충전모드를 설정하여 배터리를 충전한다.
- [0048] 통합형 충전 시스템(100)은 제1 릴레이(R1) 내지 제 3 릴레이(R3)를 오프(OFF)하고, 제4 릴레이(R4) 내지 제7 릴레이(R7)를 온(ON)하여 배터리 충전모드를 설정한다.
- [0049] 통합형 충전 시스템(100)은 배터리 충전모드에서, 단상 계통 전원(20)을 입력받아 배터리(30)를 충전하기 위한 충전전원을 생성한다.
- [0050] 또한, 통합형 충전 시스템(100)은 엔진 시동 시 시동 발전기 구동모드를 설정한다. 시동키가 입력되거나 차량의 속도에 따라 엔진 구동을 시작하는 때에 시동 발전기 구동모드를 설정할 수 있다.
- [0051] 통합형 충전 시스템(100)은 제1 릴레이(R1) 내지 제 3 릴레이(R3)를 온(ON)하고, 제4 릴레이(R4) 내지 제7 릴레이(R7)를 오프(OFF)하여 시동 발전기 구동모드를 설정한다.
- [0052] 제1 릴레이(R1) 내지 제 3 릴레이(R3)는 제 1 릴레이 그룹을 형성하고, 제4 릴레이(R4) 내지 제7 릴레이(R7)는 제 2 릴레이 그룹으로 설정할 수 있다. 제 2 릴레이 그룹은 계통 전원(20)을 복수의 스위칭 소자와 연결하거나 연결 해제한다.
- [0053] 도 2 는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 모드별 구성이 도시된 도이다.
- [0054] 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이, 통합형 충전 시스템(100A)은 전력변환부를 배터리 충전모드로 회로를 구성하여 계통 전원(20)을 이용하여 배터리(30)를 충전한다.
- [0055] 통합형 충전 시스템(100A)은 배터리 충전모드에서 제1 릴레이(R1) 내지 제 3 릴레이(R3)를 오프(OFF)하고, 제4 릴레이(R4) 내지 제7 릴레이(R7)를 온(ON)한다.
- [0056] 전력변환부는 복수의 스위칭 소자 중 계통 전원(20) 측에 연결되는 제 1 스위칭 소자 내지 제 4 스위칭 소자(S_{AP} , S_{AN} , S_{BP} , S_{BN})를 포함하여 풀 브리지 컨버터(Full Bridge Converter)(120)를 구성한다.
- [0057] 전력변환부는 복수의 스위칭 소자 중 DC 링크와 시동 발전기(10)의 사이에 연결되는 제5 스위칭 소자(S_{CP}), 제 6 스위칭 소자(S_{CN}), 및 시동 발전기(10)의 내부 권선(11 내지 13)을 필터 인덕터로 사용하여 DC-DC 컨버터(DC-DC Converter)(110)를 구성한다.
- [0058] 통합형 충전 시스템(100A)은 배터리 충전모드에서, 전력변환부가 풀 브리지 컨버터(120)와 DC-DC 컨버터(110)를 구성함으로써, 단상 계통 전원(20)을 입력받아 배터리(30)를 충전하기 위한 충전 전류를 생성한다.
- [0059] 배터리 충전모드에서, 계통 전원(20)의 단상 교류 전원이 입력되면, 풀 브리지 컨버터(120)는 복수의 스위칭 소자 중 제1 스위칭 소자 내지 제4 스위칭 소자(S_{AP} , S_{AN} , S_{BP} , S_{BN})의 동작에 의해 직류 전원을 생성한다.
- [0060] 풀 브리지 컨버터(120)에 의해 생성되는 직류 전원은 DC 링크로 인가되고, 제5 스위칭 소자(S_{CP}), 제 6 스위칭 소자(S_{CN}) 및 필터 인덕터로 구성되는 DC-DC 컨버터(110)는 직류 전원을 변환하여 충전전류를 생성한다. 필터 인덕터는 시동 발전기(10)의 내부에 구비되는 권선(11 내지 13)이다.
- [0061] 배터리(30)는 DC-DC 컨버터(110)의 충전전류를 인가받아 배터리셀을 충전한다.
- [0062] 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이, 통합형 충전 시스템(100B)은 전력변환부를 시동 발전기 구동모드로 회로를 구성하여 시동 발전기(10)를 이용하여 엔진을 구동한다.
- [0063] 통합형 충전 시스템(100B)은 시동 발전기 구동모드에서, 제1 릴레이(R1) 내지 제 3 릴레이(R3)를 온(ON)하고, 제4 릴레이(R4) 내지 제7 릴레이(R7)를 오프(OFF)한다.
- [0064] 전력변환부는 시동 발전기 구동모드에서, 제 1 스위칭 소자 내지 제 6 스위칭 소자(S_{AP} , S_{AN} , S_{BP} , S_{BN} , S_{CP} , S_{CN})를 포함하여 3상 인버터(130)를 구성한다.
- [0065] 통합형 충전 시스템(100B)은 배터리(30)로부터 인가되는 전류를 기반으로 동작하고, 메인제어기(미도시) 또는 엔진제어기(미도시)의 제어신호에 의해 인버터(130)에 포함되는 복수의 스위칭 소자(S_{AP} , S_{AN} , S_{BP} , S_{BN} , S_{CP} , S_{CN})

n)가 동작하여 엔진을 구동한다.

- [0066] 도 3 은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 동작방법을 설명하는데 참조되는 도이다.
- [0067] 도 3에 도시된 바와 같이, 통합형 충전 시스템(100)은 배터리 충전모드에서, 전력변환부가 풀 브리지 컨버터(120)와 DC-DC 컨버터(110)를 구성하여 계통 전원(20)을 변환하여 배터리(30)를 충전한다.
- [0068] 통합형 충전 시스템(100)은 단상의 계통 전원(20)의 전압(v_g)과 전류(i_g)가 입력되면(S10), 각각 올 패스 필터(All Pass Filter)(170)를 통과하여(S20) 필터링된 전압(v_β)과 전류(i_β)가 출력된다.
- [0069] 전압(v_g)과 전류(i_g)는 앞서 설명한 계통 전원(20)의 전압(v_{grid})과 전류(i_{grid})이다.
- [0070] 또한, 입력되는 전압(v_g)과 필터링된 전압(v_β)을 위상 고정 루프(SRF-PLL, Synchronous Reference Frame-Phase Locked Loop)로 인가하여, 단상 계통 전원의 위상각(θ_g)을 검출한다(S30).
- [0071] 풀 브리지 컨버터(120)는 단상 계통 전원(20)에 연결되므로, 대역 통과 필터와 위상 고정 루프(SRF-PLL, Synchronous Reference Frame-Phase Locked Loop)를 통해 단상 계통 전원의 위상각을 검출할 필요가 있다.
- [0072] 전류(i_g) 및 전류(i_β)는 위상각(θ_g)을 통해 좌표변환하여, d축 전류(i_d)와 q축 전류(i_q)를 출력한다(S40).
- [0073] d축 전류(i_d)와 q축 전류(i_q)는 전류제어기(Current Controller)(140)로 인가된다.
- [0074] 한편, DC 링크 전압 제어기(DC-Link Voltage Controller)(160)는 DC 링크의 전압 제어를 위한 전류(i_{fb}^*)를 출력한다(S50).
- [0075] 피드 포워드 제어기(180)는 배터리 전압(v_{bat}), 배터리 전류(i_{bat}) 및 계통 전원(20)의 전압(v_{grid})의 크기(v_m)를 입력받아 피드 포워드 제어방식(Feed-Forward Control Method)을 이용하여 피드 포워드 전류(i_{ff}^*)를 생성하여 출력한다(S60).
- [0076] 피드 포워드 전류(i_{ff}^*)는 DC 링크의 전압 변동을 감소시키기 위한 전류이다.
- [0077] DC 링크 전압 제어기(160)의 전류(i_{fb}^*)와 피드 포워드 전류(i_{ff}^*)가 합산되고(S75), 합산된 결과 지령 전류(i_q^*)가 전류제어기(140)로 인가된다.
- [0078] 전력변환부는 DC 링크 전압 제어기(160)의 전류(i_{fb}^*)와 피드 포워드 전류(i_{ff}^*)가 합산된 지령 전류(i_q^*)를 기반으로 풀 브리지 컨버터(120)를 제어한다. 그에 따라 풀 브리지 컨버터(120)로부터 DC 링크로 인가되는 전압 및 전류가 가변되어 DC 링크의 전압 및 전류를 제어할 수 있다.
- [0079] 전류제어기(140)는 d축 전류(i_d)와 q축 전류(i_q) 및 지령 전류(i_q^*)를 입력받아 풀 브리지 컨버터(120)를 제어하기 위한 기준 전압(Reference Voltage)을 설정한다(S80)(S90).
- [0080] 풀 브리지 컨버터(120)는 기준전압을 기반으로 계통 전원(20)의 교류 전원을 직류 전원으로 변환한다.
- [0081] 이와 같이, 풀 브리지 컨버터(120)는 DC 링크의 전압 제어와 단상 계통 전원 측의 전류 제어를 통해 단상 계통 전원에서 발생하는 전력을 DC 링크로 전달하여 AC-DC 전력 변환을 수행한다.
- [0082] 한편, 배터리 전압 전류 제어기(Battery Voltage Current Controller)(150)는 DC-DC 컨버터(110)를 제어하기 위한 기준전압을 생성하여(S110)(S120), DC-DC 컨버터(110)를 제어한다.
- [0083] 배터리 전압 전류 제어기(150)는 배터리 전압 제어기(Battery Voltage Controller)와 배터리 전류 제어기(Battery Current Controller)를 포함한다. 배터리 전압 전류 제어기(150)는 PI제어를 수행하여 제 5 스위칭 소자(S_{CP}) 및 제 6 스위칭 소자(S_{CN})의 듀티비(Duty Ratio)를 제어한다.
- [0084] DC-DC 컨버터(110)는 기준전압에 대응하여, 직류 전원으로부터 배터리 충전을 위한 충전전류를 생성하여 배터리

(30)로 인가한다(S130).

- [0085] 통합형 충전 시스템(100)은 DC 링크 전압 제어기(160)의 전류(i_{fb}^*)와 피드 포워드 전류(i_{ff}^*)를 이용하여 풀 브리지 컨버터를 제어함으로써, 배터리(30)의 전압의 크게 변동되더라도 DC 링크의 전압의 변동을 감소시켜 안정적으로 동작할 수 있다.
- [0086] 도 4 는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 고조파 성분 제거를 위한 구성이 도시된 도이다.
- [0087] 계통 전원(20)의 전류(i_{grid})에는 고조파 성분들이 포함되어 있어, 출력 품질, 작동 효율 및 성능이 감소하는 문제가 있다. 또한, 전류(i_{grid})에 포함된 고조파 성분에 의해 풀 브리지 컨버터(120)의 제어가 불안정해지고, 소자의 수명을 단축시키는 문제가 있다. 전류(i_{grid})와 전류(i_g)는 동일한 값이다.
- [0088] 도 4에 도시된 바와 같이, 통합형 충전 시스템(100)은 계통 전원(20)의 전류(i_{grid})에 포함된 고조파 성분들, 특히 3차 고조파 성분, 5차 고조파 성분, 및 7차의 고조파 성분을 감소시킨다.
- [0089] 통합형 충전 시스템(100)에서 3차 고조파 성분은 단상 계통 전원(Single Phase Grid Source)이 사용되기 때문에 기본적으로 계통 전원의 전류(i_{grid})에 포함된다.
- [0090] 통합형 충전 시스템(100)의 전력변환부는 3차 고조파 성분을 감소시키기 위해, 비이상적 PR 제어기(Nonideal Proportional Resonant Controller)를 사용한다.
- [0091] 비이상적 PR 제어기는 특정 주파수 대역에서 전류(i_{grid})를 선택적으로 제어할 수 있으며, 주파수 대역폭이 협소하여 기본 성분(Fundamental component)에 근접한 3차 고조파 성분을 감소시킬 수 있다.
- [0092] 스위칭 소자의 비선형 특성으로 인한 전압(v_{grid})의 왜곡과 풀 브리지 컨버터(120)의 데드 타임에 대한 영향으로 인해 5차 및 7차 고조파 구성 요소도 전류(i_{grid})에 포함된다.
- [0093] 계통 전원(20)의 전압(v_{grid})은 이상적으로 정현파(Sinusoidal Wave)의 형태로 발생하지만, 5차 및 7차 고조파 성분은 비이상적인 계통 전압(Nonideal Vgrid)에 포함된다. 이 성분들은 또한 계통 전원의 전류(i_{grid})의 5차 및 7차 고조파 성분들에 영향을 받는다.
- [0094] 전류 i_α 와 전류 i_β 는 푸리에 변환으로 표현되며, 전류(i_{grid})의 기본 성분뿐만 아니라 5차 고조파 성분 및 7차 고조파 성분을 포함한다.

수학식 1

$$\begin{aligned} i_\alpha &= I_m \left\{ \sin(\omega_{grid}t) + \frac{1}{5} \sin(5\omega_{grid}t) + \frac{1}{7} \sin(7\omega_{grid}t) + L \right\} \\ i_\beta &= I_m \left\{ -\cos(\omega t) + \frac{1}{5} \cos(5\omega_{grid}t) - \frac{1}{7} \cos(7\omega_{grid}t) + L \right\} \\ i_d &= I_m \left\{ \frac{1}{5} \sin(6\omega_{grid}t) + \frac{1}{7} \sin(6\omega_{grid}t) + L \right\} \\ i_q &= I_m \left\{ -1 + \frac{1}{5} \cos(6\omega_{grid}t) - \frac{1}{7} \cos(6\omega_{grid}t) + L \right\} \end{aligned}$$

[0095]

- [0096] 여기서 i_m 은 전류(i_{grid})의 크기이고 ω_{grid} 는 단상 계통 전원(Single Phase Grid Source)의 주파수이다. 또한, 수학식 1과 같이, i_α 와 i_β 의 동기 기준 프레임에 대한 좌표 변환에 의해 d축 전류(i_d)와 q축 전류(i_q)가 표현된

다.

- [0097] 결과적으로, 수학적 식 1과 같이, 전류 i_a 와 전류 i_β 에 포함된 5차 고조파 성분 및 7차 고조파 성분은 d축 전류(i_d)와 q축 전류(i_q)의 6차 고조파 성분으로 변환된다. 따라서 6차 고조파 성분의 제어를 통해 계통 전류의 5차 및 7차 고조파 성분을 감소시킬 수 있다.
- [0098] 6차 고조파 성분의 감소를 위해, 동기식 기준 프레임에서 i_{grid} 의 5차 고조파 성분($i_{d, 5th}$ 및 $i_{q, 5th}$)과 7차 고조파 성분($i_{d, 7th}$ 및 $i_{q, 7th}$)은 대역폭이 300과 420Hz인 올패스 필터(APF)를 사용하여 얻을 수 있고, v_{grid} 로 동기식 기준 프레임으로의 변환을 조정할 수 있다.
- [0099] 5차 고조파 성분($i_{d, 5th}$ 및 $i_{q, 5th}$)과 7차 고조파 성분($i_{d, 7th}$ 및 $i_{q, 7th}$) 중, $i_{d, 5th}$ 와 $i_{d, 7th}$ 의 합, $i_{q, 5th}$ 와 $i_{q, 7th}$ 의 합은 각각 6차 고조파 성분($i_{d, 6th}$ 및 $i_{q, 6th}$)이다.
- [0100] 또한, 대역폭이 360Hz이고 $6\theta_{grid}$ 가 있는 동기식 기준 프레임으로의 좌표 변환이 $i_{d, 6th}$ 및 $i_{q, 6th}$ 에 사용된다.
- [0101] 전류 i_{grid} 의 6차 고조파 성분의 감소를 위한 기준 전압($v_{da, 6th}$ 및 $v_{qa, 6th}$)은 PI 컨트롤러를 사용하여 좌표 변환의 출력을 0으로 조절함으로써 얻을 수 있다.
- [0102] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 DC 링크 전류 흐름을 설명하는데 참조되는 도이다.
- [0103] 도 5에 도시된 바와 같이, 통합형 충전 시스템(100)에서 풀 브리지 컨버터(120)는 DC-DC 컨버터(110)의 동작에 관계없이 DC-링크 전압을 조절한다.
- [0104] 통합형 충전 시스템(100)에서 배터리 측의 출력이 급변할 경우 DC 링크 전압이 크게 변동하여 충전 성능의 저하를 초래할 수 있으므로, 제안된 피드-포워드 제어방식으로 $i_{DC, cap}$ 이 0이 되도록 조절하여 DC 링크의 전압 변동을 감소시킨다.
- [0105] 풀 브리지 컨버터(120)가 연결되는 단상 계통 전원(20)으로부터 DC-링크(Link)로 유입되는 전류($i_{DC, grid}$)가 DC 링크의 커패시터(C_{DC})로 유입되는 배터리측 전류($i_{DC, bat}$)와 같으면, DC 링크로 유입되는 전류($i_{DC, cap}$)가 0이 되므로 DC-Link 전압이 변동하지 않는다.
- [0106] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 피드포워드 제어 및 고조파 성분 제거에 따른 동작을 설명하는데 참조되는 도이다.
- [0107] 도 6에 도시된 바와 같이, 통합형 충전 시스템(100)은 DC 링크의 전압 변동이 DC 링크의 커패시터로 흐르는 전류($I_{DC, cap}$)에 의해 발생하므로, 해당 전류가 0이 되도록 제어하여 DC 링크의 전압 변동을 감소시킨다.
- [0108] 단상 계통 전원(20)에서 DC 링크로 흐르는 전류($I_{DC, g}$)와 DC 링크에서 배터리 측으로 흐르는 전류($I_{DC, bat}$)가 동일하도록 설정하여 DC 링크의 전류($I_{DC, cap}$)를 0으로 제어한다.
- [0109] 통합형 충전 시스템(100)의 손실을 무시하는 경우 전류($I_{DC, g}$)와 전류($I_{DC, bat}$)는 다음 수학적 식 2와 같다.

수학식 2

$$I_{DC,g} = \frac{1}{2v_{DC}} v_m i_m, \quad I_{DC,bat} = \frac{v_{bat} i_{bat}}{v_{DC}}.$$

$$I_{DC,cap} = I_{DC,g} - I_{DC,bat} = \frac{1}{2v_{DC}} v_m i_m - \frac{v_{bat} i_{bat}}{v_{DC}} = 0.$$

$$\frac{1}{2v_{DC}} v_m i_q = \frac{v_{bat} i_{bat}}{v_{DC}}, \quad v_m i_q = 2v_{bat} i_{bat}.$$

$$i_{ff}^* = \frac{2v_{bat} i_{bat}}{v_m}.$$

[0110]

[0111] P_{grid} 와 P_{bat} 는 단상 계통 전원(20)과 배터리(30) 측의 전력으로 통합 충전 시스템의 손실을 무시한다. v_m 및 i_m 은 v_{grid} 및 i_{grid} 의 크기 이고, $i_{DC, g}$ 및 $i_{DC, bat}$ 는 수학식 2에 기재된 바와 같다.

[0112] $I_{DC, cap}$ 은 DC 링크의 커패시터(C_{DC}) 노드에 대한 키르히호프(Kirchhoff)의 전류 법칙에 따라 수학식1과 같이 표현 될 수 있다. $I_{DC, cap}$ 은 배터리 전압에 의한 DC-링크의 전압 변동을 줄이기 위해 0으로 조절해야 한다. i_m 은 i_d 가 풀 브리지 컨버터(120)를 사용하여 0으로 제어되기 때문에 i_q 와 같다.

[0113] 따라서 DC-링크의 전압 변동을 감소시키기 위한 피드 포워드 전류(i_{ff}^*)를 산출할 수 있다.

[0114] 앞서 설명한 바와 같이 풀 브리지 컨버터(120)의 전류 제어를 위한 지령 전류(i_q^*)에 피드 포워드 전류를 합산하여, 배터리의 전압 변동 시 DC 링크 커패시터(C_{DC})의 전류($I_{DC, cap}$)가 0이 되도록 제어한다.

[0115] 도 7 은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 고조파 성분이 포함된 신호가 도시된 도이고, 도 8 은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 고조파 성분이 제거된 신호가 도시된 도이다.

[0116] 도 7 및 도 8의 (a)는 계통 전원의 전압(v_g)이고, (b)는 계통 전원의 전류(I_g)이고, (c)는 DC 링크의 전압(v_{DC})이며, (d)는 배터리측 전압(v_{bat})이고, (d)는 고조파 성분이 도시된 도이다.

[0117] 도 7의 (a), (b)와 같이 계통 전원에 고조파 성분이 포함되어 있다. 도 7의 (c), (d)와 같이 이때, DC 링크의 전압(v_{DC})과 배터리측 전압(v_{bat})은 제어되나, 계통 전원의 전류(i_g)는 고조파 성분에 의해 왜곡된다.

[0118] 따라서 도 7의 (e)와 같이 고속 푸리에 변환(FFT, Fast Fourier Transform) 스펙트럼에 고조파 성분이 나타난다.

[0119] 한편, 도 8에 도시된 바와 같이, 본 발명의 통합형 충전 시스템(100)은 고조파 성분을 감소시킴에 따라 도 8의 (b)와 같이 계통 전원의 전류 성분의 왜곡이 감소하고, 도 8의 (c)와 같이 DC 링크의 전압의 변동이 감소한다.

[0120] 또한, 도 8의 (e)와 같이, 3차, 5차 7차의 고조파 성분이 감소함을 확인할 수 있다.

[0121] 도 9 는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 일반 제어 시 부하 변동에 따른 신호 변화가 도시된 도이고, 도 10 은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전기 자동차의 통합형 충전 시스템의 피드포워드 제어 시 부하 변동에 따른 신호 변화가 도시된 도이다.

- [0122] 도 9 및 도 10에서 (a)는 계통 전원의 전류(i_{grid})이고, (b)는 DC 링크의 전압(v_{DC})이며, (c)는 배터리측 전압(v_{bat})의 변화가 도시된 그래프이다.
- [0123] 도 9의 (c)와 같이 배터리 전압(v_{bat})이 0.8s 지점에서 증가하는 경우, 도 9의 (b)와 같이 DC 링크의 전압(v_{DC})이 크게 변동하게 된다.
- [0124] 한편, 본 발명의 통합형 충전 시스템(100)은 피드포워드 제어를 통해, DC 링크의 전압 변동을 감소시킨다.
- [0125] 풀 브리지 컨버터(120)의 전류 제어를 위한 지령 전류에 피드 포워드 전류를 합산하여, DC 링크의 커패시터(C_D)에 흐르는 전류가 0이 되도록 제어함으로써, 배터리 전압의 변동에 의한 DC 링크의 전압 변동을 감소시킨다.
- [0126] 그에 따라 도 10의 (b)에 도시된 바와 같이 배터리 전압이 변동하더라도 DC 링크 전압(v_{DC})의 변동이 크게 감소함을 확인할 수 있다.
- [0127] 따라서 본 발명은 시동 발전기(10) 내의 권선을 DC-DC 컨버터(110)의 필터 인덕터로 사용하도록 시동 발전기의 구동회로와 배터리 충전용 회로를 통합하여 회로를 단순화하면서, 시동 발전기의 구동모드와 배터리 충전모드로 각각 독립적으로 동작할 수 있고, 계통 전원에 포함된 고조파 성분을 제거하고, 배터리 부하에 의한 배터리 전압의 변동에도 DC 링크의 전압 변동을 감소시켜 안정적으로 동작할 수 있다.
- [0128] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.
- [0129] 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

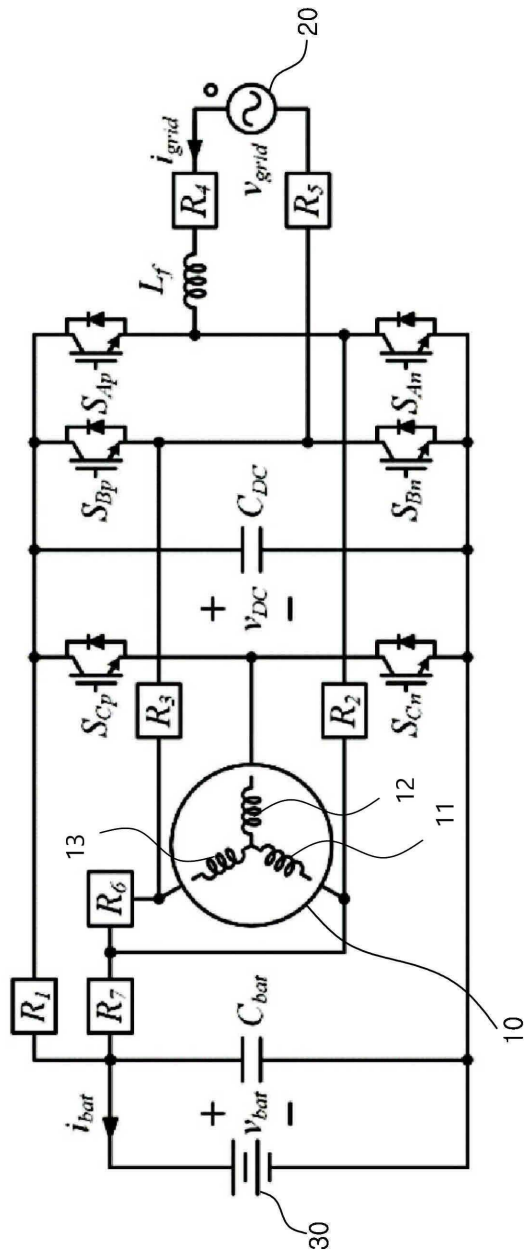
부호의 설명

- [0130] 10: 시동 발전기 20: 계통 전원
30: 배터리
100: 통합형 충전 시스템
110: DC-DC 컨버터 120: 풀 브리지 컨버터
130: 인버터 140: 전류제어기
150: 배터리 전압전류 제어기 160: DC 링크 전압제어기
180: 피드포워드 제어기

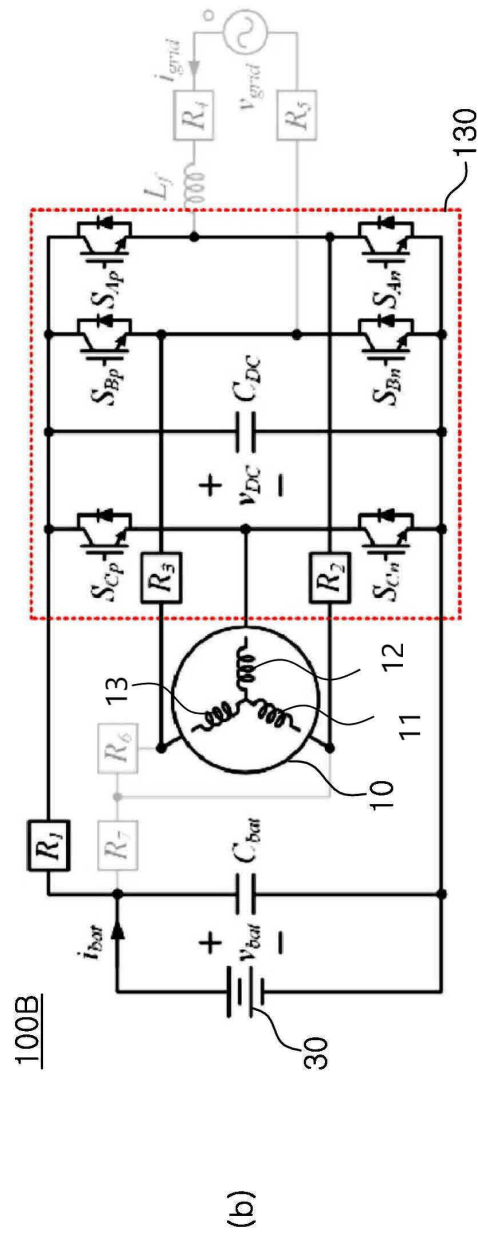
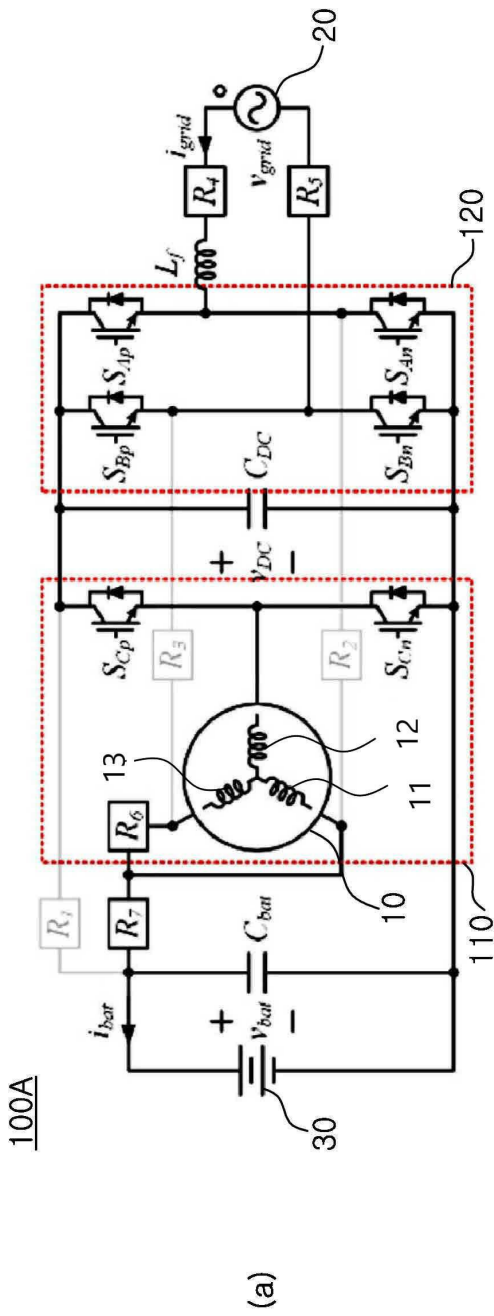
도면

도면1

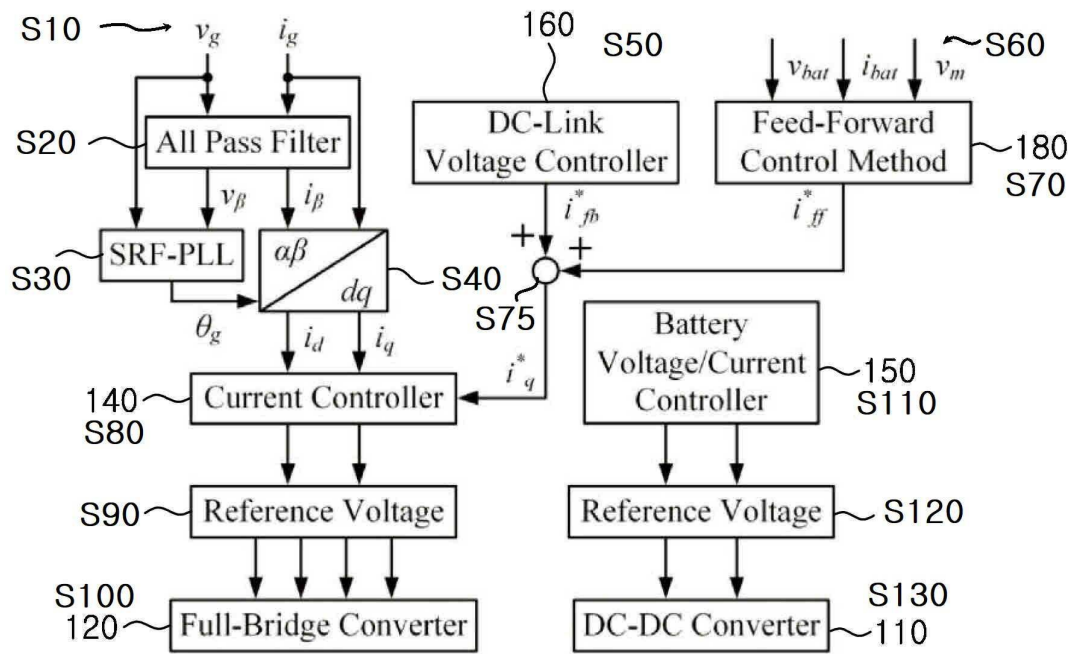
100



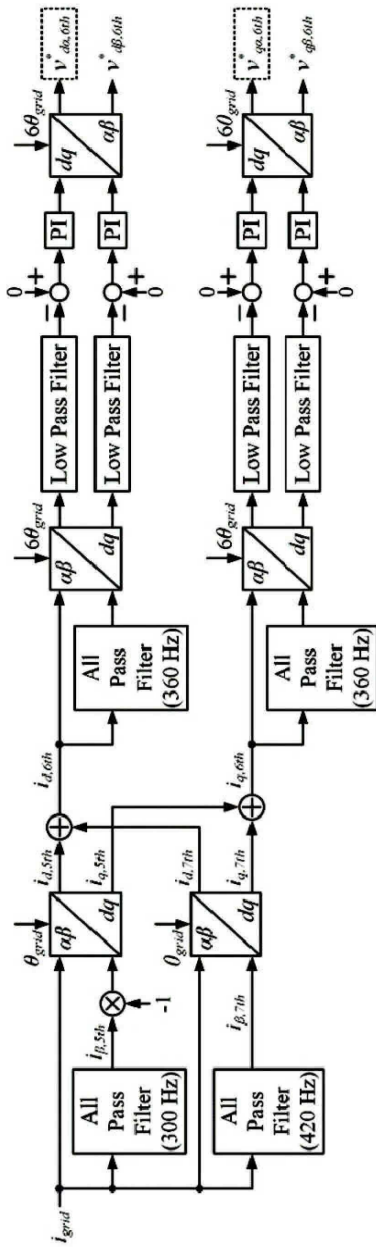
도면2



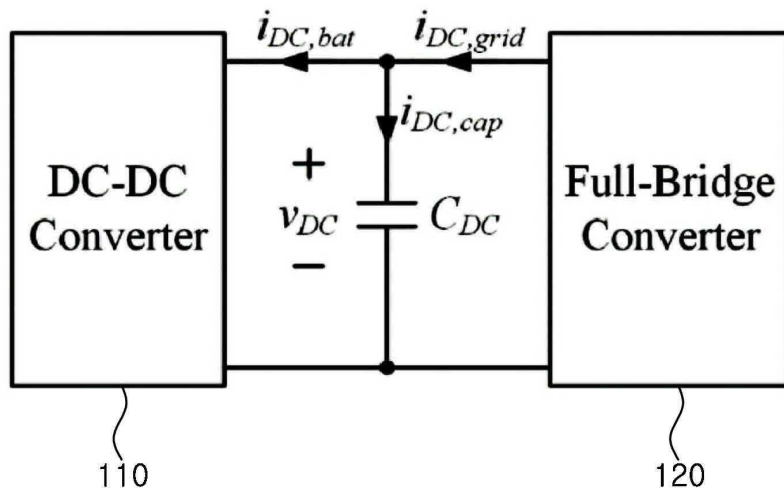
도면3



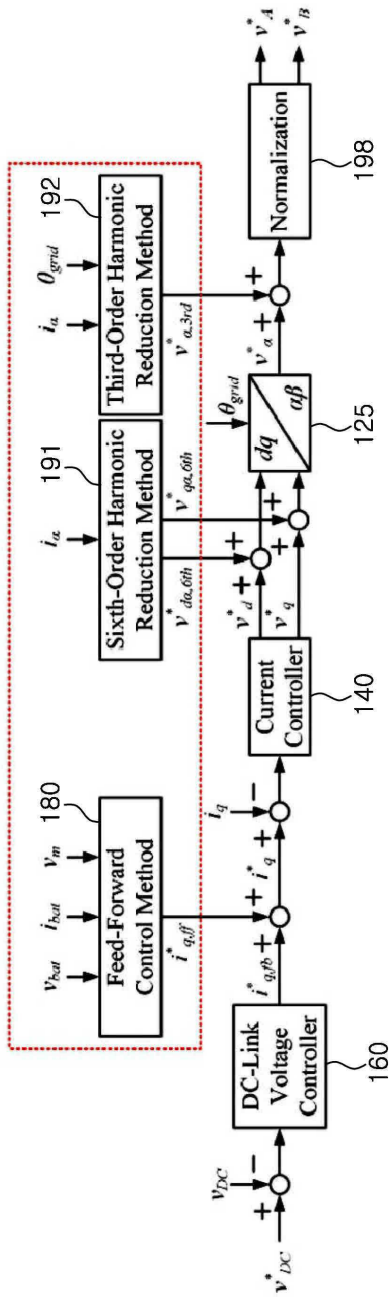
도면4



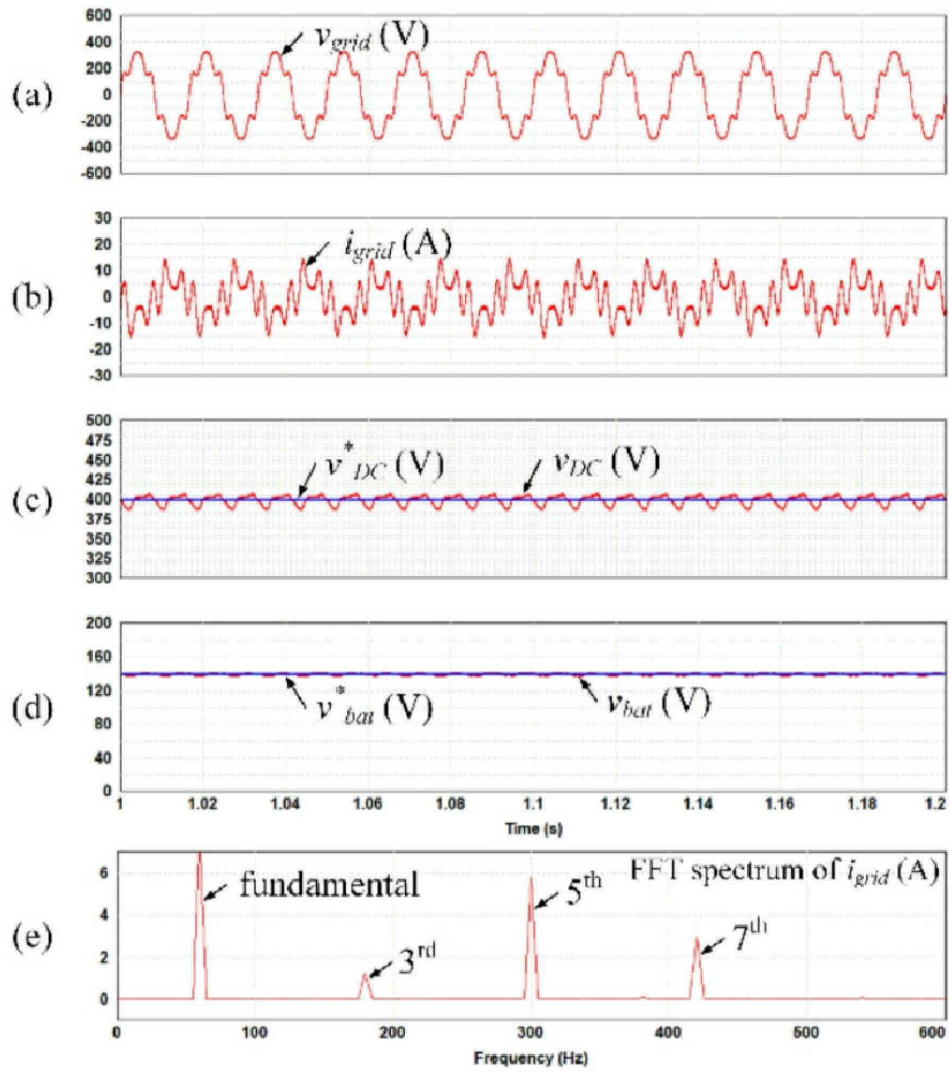
도면5



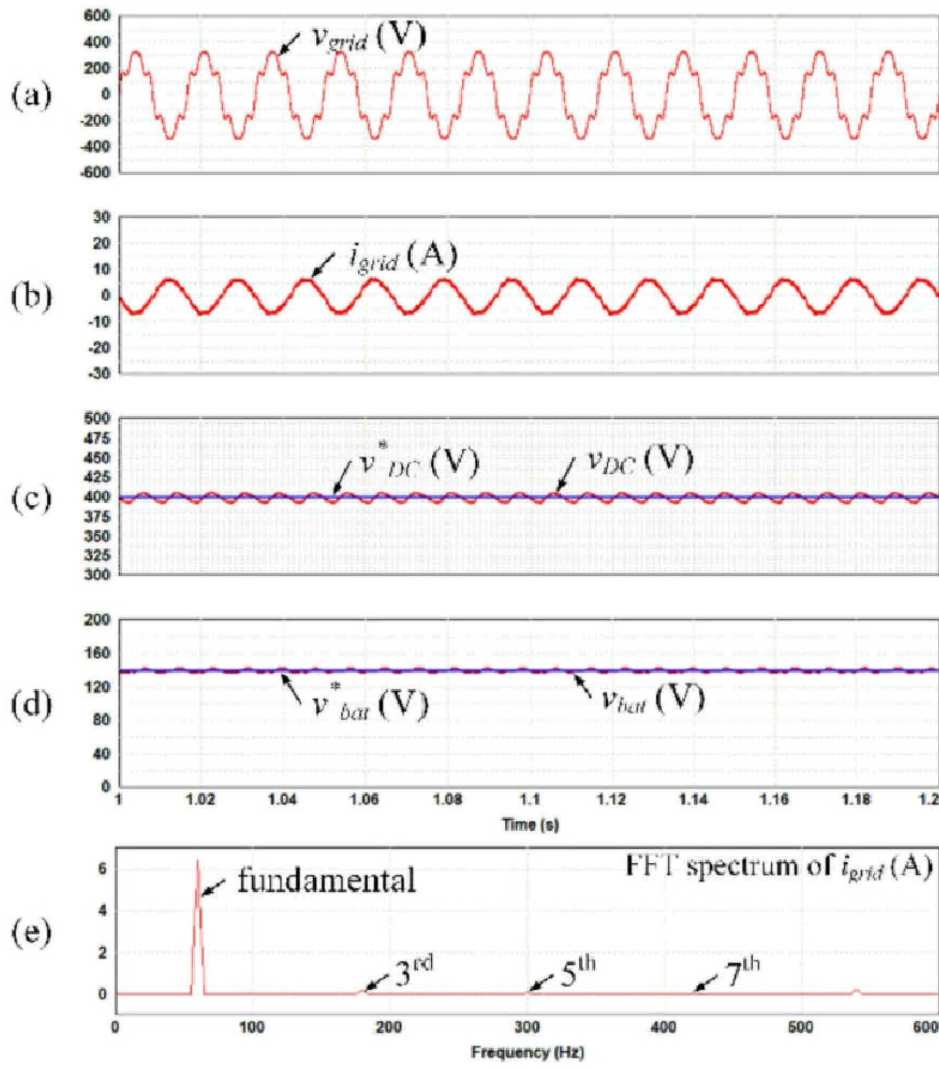
도면6



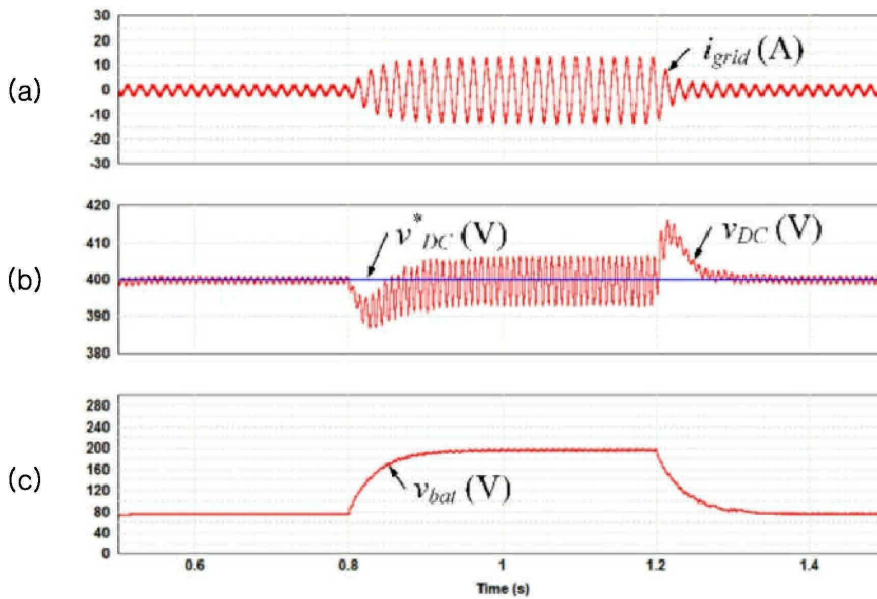
도면7



도면8



도면9



도면10

