



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0070312
(43) 공개일자 2020년06월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 7/14 (2006.01) B60L 53/22 (2019.01)
B60L 53/24 (2019.01) B60L 55/00 (2019.01)
H02J 7/02 (2016.01) H02J 7/24 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H02J 7/1423 (2013.01)
B60L 53/22 (2019.02)
- (21) 출원번호 10-2020-7013481
- (22) 출원일자(국제) 2018년10월12일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년05월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/CA2018/051292
- (87) 국제공개번호 WO 2019/071360
국제공개일자 2019년04월18일
- (30) 우선권주장
62/572,120 2017년10월13일 미국(US)

- (71) 출원인
더 가버닝 카운슬 오브 더 유니버시티 오브 토론토
캐나다 온타리오 엠5취 1엘5 토론토 컬리지 스트리트 100 밴딩 인스티튜트 스위트 413
하벨라르 캐나다 인터스트리얼 알 앤 디 래버러토리 리미티드
캐나다 온타리오주 엠3에이 1에이1 노스요크 9 코데코 코트
- (72) 발명자
렌 피터
캐나다 온타리오주 엠5엔 1엔7 토론토 155 힐허스트 블러바드
송 테오도르
캐나다 온타리오주 토론토 2204-770 베이 스트리트
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인아주김장리

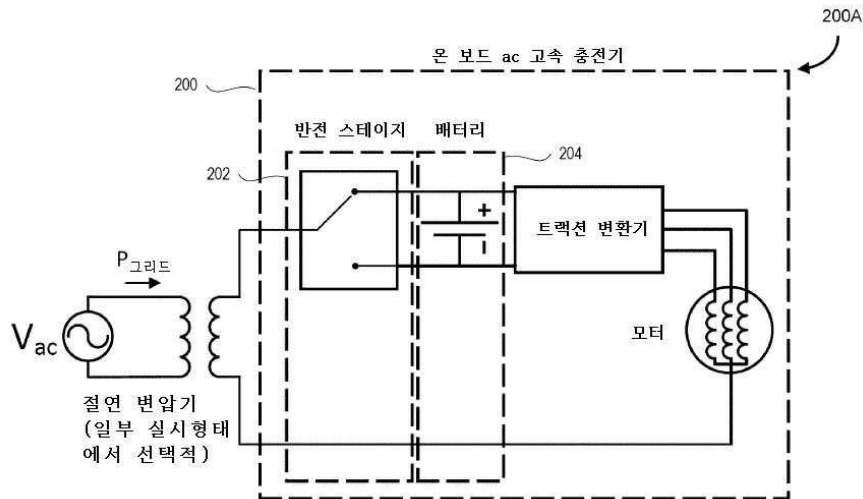
전체 청구항 수 : 총 61 항

(54) 발명의 명칭 전기 차량을 위한 온 보드 양방향성 AC 고속 충전기

(57) 요약

전기 차량이 정지해 있고 전력망에 연결될 때 트랙션 변환기를 갖는 전기 차량의 자기 구성요소의 재사용을 위해 적응된 전기 차량 고속 충전기 및 그의 방법이 설명된다. 하나 이상의 스위치 세트에 의해 제공된 스위칭 스테이지는 (i) 그리드 전압의 반전을 제공하고 (ii) 그리드 전압의 파형을 추적하도록 전기 차량과 전력망 사이에 그리드 전류를 형성하기 위해 트랙션 변환기의 스위치와 상보적으로 제어된다. 스위치 제어기 회로와 함께 단일 스위칭 스테이지 및 이중 스위칭 스테이지 회로가 고려되고, 스위치 제어를 위한 명령어가 설정된다. 변형은 저장 디바이스 사이의 에너지 불균형을 수용하기 위해 에너지 전달을 제공한다.

대표도 - 도2a



(52) CPC특허분류

B60L 53/24 (2019.02)

B60L 55/00 (2019.02)

H02J 7/02 (2013.01)

H02J 7/24 (2013.01)

(72) 발명자

그레이 필립

캐나다 온타리오주 엘4에이 1엑스8 스토우프빌 35
소머 럼 코트

셈사르 세페르

캐나다 온타리오주 엘3티 2브이5 손힐 36 럼콤포
드라이브

명세서

청구범위

청구항 1

전기 차량이 정지해 있을 때, 사용 중이지 않은 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치(traction converter switch)를 갖는 하나 이상의 트랙션 변환기를 갖는 상기 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위해 적용된 전기 차량 고속 충전기로서,

파형 및 주파수를 갖는 그리드 전압을 제공하는 전력망에 결합하기 위해 구성된 한 쌍의 차동 단자로서, 상기 전력망과 상기 전기 차량 고속 충전기 사이에 그리드 전류를 전달하는, 상기 한 쌍의 차동 단자;

상기 차동 단자를 통해 상기 전력망에 결합되고 하나 이상의 에너지 저장 디바이스 중 대응하는 에너지 저장 디바이스에 결합된 하나 이상의 스위치 세트로서, 각각의 스위치 세트는: 전류 단방향성 스위치 또는 전류 양방향성 2 사분면 스위치 중 적어도 하나를 포함하는, 상기 하나 이상의 스위치 세트;

상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스로서, 각각의 에너지 저장 디바이스는 상기 하나 이상의 스위치 세트 중 대응하는 스위치 세트에 결합되고 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 중 대응하는 트랙션 변환기에 결합되는, 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스; 및

케이팅 신호를 생성하기 위해 구성된 스위칭 제어기로서,

(i) 상기 그리드 전압의 반전을 제공하거나, (ii) 상기 그리드 전류에 상기 그리드 전압과 동일한 파형 또는 주파수를 부과하도록 전류 성형을 제공하기 위해 상기 하나 이상의 스위치 세트 중 스위치를 제어하고; 그리고

(i) 상기 그리드 전압과 동기인 반전을 제공하거나, (ii) 상기 그리드 전류에 상기 그리드 전압과 동일한 파형 또는 주파수를 부과하도록 전류 성형을 제공하기 위해 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치를 제어하기 위한, 상기 스위칭 제어기를 포함하되,

상기 하나 이상의 스위치 세트의 스위치 및 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치 중 적어도 하나는 반전을 제공하고 상기 하나 이상의 스위치 세트의 스위치 및 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치 중 적어도 하나는 전류 성형을 제공하는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 스위칭 제어기는 상기 하나 이상의 스위치 세트의 스위치 또는 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치 중 어느 스위치가 반전을 제공하는지를 결정하기 위해 더 구성되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 스위칭 제어기는 상기 전기 차량 고속 충전기의 동작 특성을 모니터링하기 위해 더 구성되고, 상기 하나 이상의 스위치 세트의 스위치 또는 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치 중 어느 스위치가 반전을 제공하는지를 결정하는 것은 적어도 상기 모니터링된 동작 특성에 기초하여 동적으로 행해지는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 스위칭 제어기는 상기 전기 차량 고속 충전기의 동작 특성을 모니터링하기 위해 더 구성되고, 상기 하나 이상의 스위치 세트의 스위치 또는 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치 중 어느 스위치가 전류 성형을 제공하는지를 결정하는 것은 적어도 상기 모니터링된 동작 특성에 기초하여 동적으로 행해지는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 스위치 세트는 2개의 스위치 세트를 포함하고;

상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스는 2개의 에너지 저장 디바이스를 포함하고;

상기 하나 이상의 트랙션 변환기는 2개의 트랙션 변환기를 포함하며;

각각의 스위치 세트는 대응하는 에너지 저장 디바이스 및 대응하는 트랙션 변환기와 연관되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 2개의 에너지 저장 디바이스의 각각의 동작 전압은 상기 그리드 전압 미만인, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 하나 이상의 스위치 세트의 각각은 고조파를 감소시키기 위해 상이한 변조 반송파 위상 시프트에서 동작되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 2개의 트랙션 변환기의 각각에 대응하는 상기 스위치의 각각은 고조파를 감소시키기 위해 상이한 변조 반송파 위상 시프트에서 동작되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 9

제5항에 있어서, 상기 에너지 저장 디바이스의 충전 레벨을 모니터링하고, 에너지 저장 디바이스 사이의 상기 충전 레벨의 불균형의 검출 시에, 상기 스위칭 제어기로 하여금 시간에 걸쳐, 상기 에너지 저장 디바이스의 충전 레벨이 균형을 이루게 되도록 변조 바이어스를 적용하게 하기 위해 구성된 에너지 저장 디바이스 모니터링 회로를 포함하는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 10

제5항에 있어서, 상기 에너지 저장 디바이스의 충전 레벨을 모니터링하고, 에너지 저장 디바이스 사이의 상기 충전 레벨의 불균형의 검출 시에, 상기 스위칭 제어기로 하여금 시간에 걸쳐, 상기 에너지 저장 디바이스의 충전 레벨이 균형을 이루게 되도록 상기 트랙션 변환기의 모터 위상 사이에 순환 전류를 도입하게 하기 위해 구성된 에너지 저장 디바이스 모니터링 회로를 포함하는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 그리드 전압의 반전을 제공하는 상기 스위치는 상기 그리드 주파수에서 동작하고, 상기 그리드 전류의 전력 성형을 제공하는 상기 스위치는 상기 그리드 주파수보다 적어도 큰 제2 주파수에서 동작하는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 전기 차량 고속 충전기는 상기 전기 차량의 하우징 내에 배치되고 상기 전기 차량의 상기 하나 이상의 모터에 결합되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 전기 차량 고속 충전기는 상기 전기 차량의 하우징 외부에 배치되고 상기 전기 차량의 상기 하나 이상의 모터에 결합되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 하나 이상의 전기 모터의 상기 하나 이상의 자기 구성요소는 상기 전기 차량의 구동 모드 동안 추진을 제공하기 위해 활용되고, 상기 하나 이상의 자기 구성요소는 상기 전기 차량이 정지해 있을 때 상기 전기 차량의 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스와 상기 전력망의 사이의 전력 흐름을 제어하기 위해 활용되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 스위칭 제어기는 복수의 역할에서의 동작을 위해 구성되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 스위칭 제어기는 양방향성 전력 흐름 동작을 위해 구성되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 스위칭 제어기는 상기 전력망에 전력을 제공하기 위해 구성되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 18

제18항에 있어서, 상기 스위칭 제어기는 상기 전력망으로의 반응성 전력의 흐름을 제어하도록 구성되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 19

제1항에 있어서, 상기 스위칭 제어기는 상기 그리드 전압을 측정하고 상기 그리드 전류를 상기 그리드 전압의 파형과 동기화하도록 구성되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 20

제1항에 있어서, 상기 스위칭 제어기는 단방향성 전력 흐름 동작을 위해 구성되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 21

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스는 동일한 유형의 에너지 저장 디바이스를 포함하는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 22

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스는 적어도 2개 이상의 유형의 에너지 저장 디바이스를 포함하는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 2개 이상의 유형의 에너지 저장 디바이스는 전력 밀집 및 에너지 밀집 디바이스의 조합을 포함하는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 24

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스는 배터리인, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 25

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스는 커패시터인, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 26

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스는 2개의 에너지 저장 디바이스를 포함하고 하나의 에너지 저장 디바이스는 배터리이며 다른 하나의 에너지 저장 디바이스는 커패시터인, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 27

제1항에 있어서, 상기 전력망은 AC 전력을 위해 구성되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 28

제1항에 있어서, 상기 전력망은 DC 전력을 위해 구성되는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 29

제1항에 있어서, 상기 그리드 전압의 파형은 고조파 구성요소를 포함하는, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 30

제1항에 있어서, 상기 스위칭 제어기는 펄스 폭 변조기인, 전기 차량 고속 충전기.

청구항 31

전기 차량이 정지해 있을 때, 사용 중이지 않은 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치를 갖는 하나 이상의 트랙션 변환기를 갖는 상기 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법으로서,

상기 전기 차량을 전력망에 결합하는 단계로서, 상기 전력망은 상기 전력망과 상기 전기 차량 사이의 그리드 전류를 확립하기 위해 파형 및 주파수를 갖는 그리드 전압을 제공하고, 상기 결합 단계는 하나 이상의 에너지 저장 디바이스 중 대응하는 에너지 저장 디바이스에 결합되는 하나 이상의 스위치 세트에 걸쳐 행해지고, 각각의 에너지 저장 디바이스는 상기 하나 이상의 스위치 세트 중 대응하는 스위치 세트에 결합되고 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 중 대응하는 트랙션 변환기에 결합되는, 상기 결합하는 단계; 및

(i) 상기 그리드 전압의 반전을 제공하거나, (ii) 상기 그리드 전류에 상기 그리드 전압과 동일한 파형 또는 주파수를 부과하도록 전류 성형을 제공하기 위해 상기 하나 이상의 스위치 세트의 스위치를 제어하기 위한 제1 세트의 게이팅 신호를 생성하는 단계; 및

(i) 상기 그리드 전압과 동기인 반전을 제공하거나, (ii) 상기 그리드 전류에 상기 그리드 전압과 동일한 파형 또는 주파수를 부과하도록 전류 성형을 제공하기 위해 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치를 제어하기 위한 제2 세트의 게이팅 신호를 생성하는 단계를 포함하되,

상기 하나 이상의 스위치 세트의 스위치 및 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치 중 적어도 하나는 반전을 제공하고 상기 하나 이상의 스위치 세트의 스위치 및 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치 중 적어도 하나는 전류 성형을 제공하는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 32

제31항에 있어서, 상기 하나 이상의 스위치 세트의 스위치 또는 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치 중 어느 스위치가 반전을 제공하는지를 결정하는 단계를 포함하는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 33

제31항에 있어서, 상기 전기 차량의 동작 특성을 모니터링하는 단계; 및

(i) 상기 하나 이상의 스위치 세트의 스위치 또는 (ii) 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치 중 어느 스위치가 적어도 상기 모니터링된 동작 특성에 기초하여 반전을 제공하는지를 동적으로 할당하는 단계를 포함하는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 34

제31항에 있어서, 상기 전기 차량의 동작 특성을 모니터링하는 단계; 및

(i) 상기 하나 이상의 스위치 세트의 스위치 또는 (ii) 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치 중 어느 스위치가 적어도 상기 모니터링된 동작 특성에 기초하여 성형을 제공하는지를 동적으로 할당하는 단계를 포함하는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 35

제31항에 있어서, 상기 하나 이상의 스위치 세트는 2개의 스위치 세트를 포함하고; 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스는 2개의 에너지 저장 디바이스를 포함하고; 상기 하나 이상의 트랙션 변환기는 2개의 트랙션 변환기를 포함하며; 각각의 스위치 세트는 대응하는 에너지 저장 디바이스 및 대응하는 트랙션 변환기와 연관되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 36

제35항에 있어서, 상기 2개의 에너지 저장 디바이스의 각각의 동작 전압은 상기 그리드 전압 미만인, 전기 차량

의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 37

제35항에 있어서, 상기 하나 이상의 스위치 세트의 각각의 스위치는 고조파를 감소시키기 위해 상이한 변조 반송파 위상 시프트에서 동작되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 38

제35항에 있어서, 상기 2개의 트래션 변환기의 각각에 대응하는 상기 스위치의 각각은 고조파를 감소시키기 위해 상이한 변조 반송파 위상 시프트에서 동작되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 39

제35항에 있어서, 상기 에너지 저장 디바이스의 충전 레벨을 모니터링하고, 에너지 저장 디바이스 사이의 상기 충전 레벨의 불균형의 검출 시에, 상기 스위칭 제어기로 하여금 시간에 걸쳐, 상기 에너지 저장 디바이스의 충전 레벨이 균형을 이루게 되도록 변조 바이어스를 적용하게 하기 위해 구성된 에너지 저장 디바이스 모니터링 회로를 포함하는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 40

제35항에 있어서, 상기 에너지 저장 디바이스의 충전 레벨을 모니터링하고, 에너지 저장 디바이스 사이의 상기 충전 레벨의 불균형의 검출 시에, 상기 스위칭 제어기로 하여금 시간에 걸쳐, 상기 에너지 저장 디바이스의 충전 레벨이 균형을 이루게 되도록 상기 트래션 변환기의 모터 위상 사이에 순환 전류를 도입하게 하기 위해 구성된 에너지 저장 디바이스 모니터링 회로를 포함하는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 41

제31항에 있어서, 상기 그리드 전압의 반전을 제공하는 상기 스위치는 상기 그리드 주파수에서 동작하고, 상기 그리드 전류의 전력 성형을 제공하는 상기 스위치는 상기 그리드 주파수보다 적어도 큰 제2 주파수에서 동작하는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 42

제31항에 있어서, 상기 하나 이상의 스위치 세트 및 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스는 상기 전기 차량의 하우징 내에 배치되고 상기 전기 차량의 상기 하나 이상의 모터에 결합되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 43

제31항에 있어서, 상기 하나 이상의 스위치 세트는 상기 전기 차량의 하우징 외부에 배치되고 상기 전기 차량의 상기 하나 이상의 모터 및 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스에 결합되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 44

제42항에 있어서, 상기 하나 이상의 전기 모터의 상기 하나 이상의 자기 구성요소는 상기 전기 차량의 구동 모드 동안 추진을 제공하기 위해 활용되고, 상기 하나 이상의 자기 구성요소는 상기 전기 차량이 정지해 있을 때 상기 전기 차량의 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스와 상기 전력망의 사이의 전력 흐름을 제어하기 위해 활용되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 45

제31항에 있어서, 상기 제1 세트의 게이팅 신호 또는 상기 제2 세트의 게이팅 신호는 복수의 역률에서의 동작을 위해 적용되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 46

제31항에 있어서, 상기 제1 세트의 게이팅 신호 또는 상기 제2 세트의 게이팅 신호는 양방향성 전력 흐름 동작을 위해 적응되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 47

제31항에 있어서, 상기 제1 세트의 게이팅 신호 또는 상기 제2 세트의 게이팅 신호는 상기 전력망에 전력을 제공하기 위해 적응되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 48

제48항에 있어서, 상기 제1 세트의 게이팅 신호 또는 상기 제2 세트의 게이팅 신호는 상기 전력망으로의 반응성 전력의 흐름을 제어하도록 적응되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 49

제31항에 있어서, 상기 그리드 전압을 측정하고 적어도 상기 측정된 그리드 전압에 기초하여 상기 그리드 전류를 상기 그리드 전압의 파형과 동기화하는 단계를 포함하는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 50

제31항에 있어서, 상기 제1 세트의 게이팅 신호 또는 상기 제2 세트의 게이팅 신호는 단방향성 전력 흐름 동작을 위해 적응되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 51

제31항에 있어서, 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스는 동일한 유형의 에너지 저장 디바이스를 포함하는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 52

제31항에 있어서, 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스는 적어도 2개 이상의 유형의 에너지 저장 디바이스를 포함하는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 53

제52항에 있어서, 상기 2개 이상의 유형의 에너지 저장 디바이스는 전력 밀집 및 에너지 밀집 디바이스의 조합을 포함하는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 54

제31항에 있어서, 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스는 배터리인, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 55

제31항에 있어서, 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스는 커패시터인, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 56

제31항에 있어서, 상기 하나 이상의 에너지 저장 디바이스는 2개의 에너지 저장 디바이스를 포함하고 하나의 에너지 저장 디바이스는 배터리이며 다른 하나의 에너지 저장 디바이스는 커패시터인, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 57

제31항에 있어서, 상기 전력망은 AC 전력을 위해 구성되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 58

제31항에 있어서, 상기 전력망은 DC 전력을 위해 구성되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 59

제31항에 있어서, 상기 그리드 전압의 파형은 고조파 구성요소를 포함하는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 60

제31항에 있어서, 상기 스위칭 제어는 펄스 폭 변조기에 의해 수행되는, 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위한 방법.

청구항 61

기계 판독가능한 매체로서, 실행될 때, 프로세서 또는 구성가능한 회로로 하여금 제31항 내지 제60항 중 어느 한 항에 따른 방법의 단계를 수행하게 하는 기계 해석가능한 명령어를 저장하는, 기계 판독가능한 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

상호 참조

[0002]

본 출원은 미국 출원 제62/572120호(출원일: 2017년 10월 13일, 발명의 명칭: "On-board bidirectional AC fast charger for electric vehicles")에 대한 우선권을 포함하는 정규 출원이고, 그에 대한 모든 이득을 주장하며, 이 기초출원은 그의 전문이 본 명세서에 참조에 의해 인용된다.

[0003]

기술분야

[0004]

본 발명의 일부 실시형태는 일반적으로, 전력 전자 장치의 분야에 관한 것이고, 더 구체적으로 전기 차량 또는 다른 휴대가능한 전자 장치와 함께 사용하기 위한 충전기 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0005]

전력 전자 장치로 전기 충전을 제공하는 것은 특히, 전기 차량(EV) 또는 휴대가능한 발전기와 같은 전기적으로 전력을 공급받는 휴대가능한 객체에서 도전이될 수 있다. 전기 차량은 오랜 시간에 걸쳐 추진, 제어 시스템, 엔터테인먼트 시스템에 대해 상당한 양의 전력을 요구한다. 전기 차량은 종종 전기 차량 배터리/트랙션 배터리를 갖고, 전력 대 중량 비가 최적화된, 고 전력 대 중량, 및 에너지 대 중량 비에 대해 구성될 수 있다.

[0006]

일부 경우에서, 예를 들면, 다수의 모터를 구동하기 위해 다수의 배터리가 활용된다. 특정 트럭 등에 대한 것과 같은 중장비 작업은 효율을 높이는데 도움이 될 수 있는 더 높은 전압 모터와 함께 사용하기 위해 더 높은 전압이 가능할 수 있으므로 이중 인버터를 요구할 수 있다. 더 높은 전압이 가능한 경우, 부가적인 모터에 대한 필요성을 감소시킬 수 있는 잠재적인 효율 개선이 존재할 수 있다.

[0007]

전기 차량은 무엇보다도 차량에 전력을 공급하기 위해 더 깨끗하고 더 환경 친화적인 에너지를 촉진시키기 위해 바람직하다. 그러나, 전기 차량 기술에 관련하여, 특히 에너지 저장 및 충전과 관련된 제한으로 인해 전기 차량의 채택이 상대적으로 느리다. 더 빠른 충전은 더 많은 범위가 얻어지는 것을 가능하게 하고, 일상적인 운송 모드로서의 전기 차량의 효과에 영향을 미친다.

[0008]

전기 차량을 위한 충전기는 종종, 충전소가 전용 전자 장치가 요구되는 체적이 크고 무거운 설계로 구현되기 때문에 매우 비싸다.

[0009]

그에 따라, 개선된 충전기 기술을 제공하려는 요구가 존재한다.

발명의 내용

[0010]

외부 전기 콘센트(예로서, 상이한 실시형태에 따른 AC 전원 콘센트, 또는 DC 전력원)로부터 EV를 충전하는 비용

효과적이고 편리한 수단을 제공하는 EV 고속 충전기가 설명된다. 일부 실시형태에서 고속 충전기는 예를 들면, 고속 충전기가 전기 차량과 같은 휴대가능한 전자 디바이스의 하우징 상에 상주하거나 하우징에 결합되는 온 보드 충전(on-board charging)을 위해 최적화된다. EV 고속 충전기는 단상 AC 또는 DC 전력원으로부터 충전할 수 있다. 일부 실시형태에서, 오프 보드 충전이 또한 고려된다(예로서, 충전기가 하우징 외부에 있는 경우).

- [0011] 전기 차량 고속 충전기는 전기 차량이 정지해 있을 때 사용 중이지 않은 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치 (traction converter switch)를 갖는 하나 이상의 트랙션 변환기를 갖는 전기 차량의 하나 이상의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위해 적응된다. 특히, 전기 차량 고속 충전기는 파형 및 주파수를 갖는 그리드 전압을 제공하는 전력망에 결합하기 위해 구성된 한 쌍의 차동 단자를 포함한다.
- [0012] 전력망과 전기 차량 고속 충전기 사이에 그리드 전류가 확립된다. 그리드 전류의 파형 및/또는 주파수와 관련하여 상호운용성에 대한 도전이 발생하며, 기술적 목적은 그리드 전류가 그리드 전압과 동일한(또는 상당히 유사한) 파형 및/또는 주파수를 갖도록 그리드 전류를 부과(예로서, 조절)하기 위해 기술 메커니즘을 사용하는 것이다.
- [0013] 제1 스위칭 스테이지(switching stage)를 제공하는 하나 이상의 스위치 세트가 제공된다. 이들 스위치는 차동 단자를 통해 전력망에 결합되고 하나 이상의 에너지 저장 디바이스 중 대응하는 에너지 저장 디바이스에 결합된다. 다양한 실시형태에서, 각각의 스위치 세트는: 전류 단방향성 스위치 또는 전류 양방향성 2 사분면 스위치 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0014] 고속 충전기는 하나 이상의 에너지 저장 디바이스를 포함하고, 각각은 하나 이상의 스위치 세트 중 대응하는 스위치 세트에 결합되며 상기 하나 이상의 트랙션 변환기 중 대응하는 트랙션 변환기에 결합된다.
- [0015] (i) 그리드 전압의 반전을 제공하거나, (ii) 그리드 전류에 그리드 전압과 동일한 파형 또는 주파수를 부과하도록 전류 성형을 제공하기 위해 스위칭 스테이지의 스위치를 제어하고, 보완적으로 (i) 그리드 전압과 동기인 반전을 제공하거나, (ii) 그리드 전류에 그리드 전압과 동일한 파형 또는 주파수를 부과하도록 전류 성형을 제공하기 위해 하나 이상의 트랙션 변환기 스위치를 제어하는 게이팅 신호를 생성하기 위해 구성되는 스위칭 제어기가 제공된다. 그에 따라, 제어기는 스위칭 스테이지가 반전을 제공하고, 트랙션 변환기 스위치가 전류 성형을 제공하며, 그 반대로 마찬가지로 스위치의 동작을 조작한다. 반전과 함께 전류 성형은 그리드 전류가 그리드 전압과 동일하거나 유사한 형상 또는 주파수를 갖도록 효과적으로 강제한다.
- [0016] 설명된 일부 실시형태는 그의 상업화가 환경 영향을 해결 또는 완화하거나 자연 환경 및 자원을 보존하는 것을 도울 기술에 관한 것이다. 기술은 재생 에너지 자원에 대한 증가된 채택 및 효율성 포함하는, 오염이 적고 영향이 적은 에너지원을 사용함으로써 에너지 절약을 촉진하는 것에 의해 온실 가스 감축을 포함하는 녹색 기술에 관한 것이다. 설명된 일부 실시형태는 (예로서, 개선된 제어 기술 및 회로 토폴로지를 통해 기존의 자기를 재사용함으로써) 전체 물리 구성요소 요구조건을 감소시킨다. 또한, 유연한 역률 및 반응성 전력 고려 사항은 예를 들면, 특정 상황에서 필요에 따라 전력망에 전력을 다시 제공하기 위해 전력망에 대한 연결을 확립하는데 도움이 된다. 개선된 제어 특성은 더 유연한 범위의 동작을 허용한다.
- [0017] 고속 충전기는 개선된 변환기 토폴로지(일부 실시형태에서, 전기 회로, 하드웨어 디바이스, 또는 그의 전자 구성요소를 저장하는 회로 기관의 형태로 제공됨)의 형태로 제공되며, 이에 의해 상이한 역률에서 양방향성 전력 흐름 및/또는 유연한 동작에 대해 적응되는 변환기가 제공된다. 일부 실시형태에서 동일하게 동작하고 동일하게 제공하는 방법이 고려되며, 또한 일부 실시형태에서 기계 판독가능한 명령어 세트를 저장하는 기계 판독가능한 매체(예로서, 컴퓨터 판독가능한 매체)가 고려된다. 이들 명령어 세트는 파형 제어를 포함하는 하드웨어 회로에서 실행될 때, 본 명세서에서 설명된 방법의 일부를 구현한다.
- [0018] 일부 실시형태에서, 양방향성 전력 흐름은 상이한 역률에서 가요성 동작과 독립적으로 제공되고, 다른 실시형태에서, 상이한 역률에서의 유연한 동작은 양방향성 전력 흐름 없이 제공된다. 일부 실시형태에서, 양방향성 전력 흐름의 조합이 제공되고 상이한 역률에서의 유연한 동작이 제공된다.
- [0019] 양방향 충전기는 에너지 저장 디바이스(예로서, 배터리, 커패시터)를 충전 및 방전 둘 모두를 할 수 있고, 따라서 차량의 배터리가 다른 용도 중에서 백업 전원으로서 사용될 수 있도록 실제 및/또는 반응성 전력을 또 다른 요소(예로서, 전력망)에 공급할 수 있다. 양방향성은 예를 들면, 전력이 부족하고 차량의 배터리가 발전기와 같은 또 다른 디바이스를 구동하는 마지막 수단(예로서, 허리케인 동안 병원 운영을 유지하는 것)인 것과 같은 응급 상황에서 유용하다.
- [0020] 일부 실시형태에서, 단일 트랙션 변환기 버전이 설명된다. 다른 실시형태에서, 서로 연동되는 2개의 트랙션 변

환기가 제공된다. 2개의 트랙션 변환기는 다른 이득 중에서, 증가된 전압 범위를 제공한다.

- [0021] 고속 충전기는 "스위칭 스테이지" 및 "트랙션 변환기" 구성요소를 갖는 것으로서 모델링될 수 있고, 조합하여 에너지 저장 디바이스를 갖는 "스위칭 스테이지" 및 "트랙션 변환기" 구성요소는 "충전 스테이지"로 고려될 수 있으며, 여기서 "온 보드 고속 충전기"는 하나 이상의 "충전 스테이지" 및 모터로 구성된다.
- [0022] 스위칭 스테이지는 다양한 실시형태에 따라, (1) 반전을 제공하거나 (2) 전류 성형, 또는 그의 조합을 위해 활용될 수 있는 스위치의 세트이며, 이에 의해 트랙션 변환기의 스위치는 다른 기능을 위해 활용된다. 전류 성형은 파형이 입력 소스(예로서, 특정 파형 및 주파수를 갖는 AC 소스)의 파형을 추적(예로서, 일치시키려고 시도)하도록 고조파를 감소시키기 위해 활용된다.
- [0023] 주목할 중요한 고려 사항은 스위칭 효율을 최적화하기 위해 스위칭 스테이지의 스위치가 선택될 수 있는 반면, 트랙션 스테이지의 스위치는 트랙션 스테이지의 스위치가 종종 이미 전기 차량에 존재하기 때문에 선택에 대한 더 적은 유연성을 갖거나, 이동(전기 차량에 대해) 또는 일반적으로 토크(발전기에 대해)를 제공하는 것과 같은 상이한 기능을 위해 최적화되도록 이미 선택되었다는 것이다. 그에 따라, 트랙션 스테이지의 스위치는 스위칭 스테이지의 스위치에 비해 트랙션 스테이지에서 활용된 특정 스위치에 의존하여 반전 기능 또는 전류 성형 기능을 제공하기 위해 아마도 더 양호할 것이다.
- [0024] 본 명세서에서, 스위칭 스테이지는 반전 스테이지로서 언급될 수 있지만, 다양한 실시형태에서, 반전 스테이지 및 트랙션 스테이지의 기능은 반전 스테이지가 전류 성형을 제공하고 트랙션 변환기가 전류 반전을 제공하도록 역전될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 스위칭 스테이지 및 트랙션 스테이지 중 어느 것을 선택하는 것은 어느 기능이 제어기 회로에 의해 결정되거나 미리 결정되거나 동적으로 결정되는지를 제공한다. 제어기 회로는 일부 실시형태에서, 기능을 선택하고 그것을 스위칭 스테이지 및 트랙션 스테이지에 할당하기 위해 스위치 동작 파라미터 또는 디바이스의 동작 특성을 모니터링한다(예로서, 센서를 통해). 기능은 특정 스테이지의 스위치가, 어떤 스위치가 어떤 시간에(예로서, 어떤 주파수에서) 동작하는지를 결정하는 게이팅 신호에 따라 동작하도록 제어되도록 스위치에 적용된 제어 메커니즘의 수정을 통해 구현된다.
- [0025] 모니터링된 동작 특성은 스위칭 손실의 결정을 포함하고, 동작 파라미터는 무엇보다도 스위치 등급, 스위치 동작 메커니즘(트랜지스터 유형과 같은)을 포함할 수 있다. 일부 실시형태에서, 고속 충전기는 그리드 전압 및 그것의 특성을 모니터링하기 위해 예를 들면, 그리드 전압에서 관측된 그리드 전류 파형이 얼마나 잘 일치하는지를 추적하기 위해(예로서, 피드백을 통한 제어를 제공하기 위해) 활용되는 센서를 포함한다.
- [0026] 반전 스테이지는 단일 사분면 스위칭 디바이스와 반대로 전류 양방향성 2 사분면 스위치로 구현될 수 있으며, 이들 스위치가 사용될 때, 변환기의 차동 단자에서 최대 예상 입력 전압이 2개의 에너지 저장 요소 전압의 합 미만이면, 반전 스테이지는 기본 그리드 주파수의 임의의 위상에서 ac 고속 충전기의 전압을 반전시킬 수 있다. 다른 실시형태가 가능하며 예를 들면, 현재 양방향성 2 사분면 스위치보다 다이오드가 활용될 수 있지만, 다이오드가 활용되는 경우, 충전기는 양방향성 충전을 제공할 수 없고 단일 역률에서 동작한다.
- [0027] 전류 양방향성 2 사분면 스위칭 능력을 갖는 스위칭 디바이스 예는 무엇보다도, 절연 게이트 바이폴라 트랜지스터(IGBT), 전력 금속 산화물 반도체 전계 효과 트랜지스터(MOSFETs)를 포함한다. 전류 단방향성 스위칭 능력을 갖는 스위칭 디바이스 예는 무엇보다도, 다이오드를 포함한다. 단일 인버터 실시형태의 경우에, 배터리 전압은 모든 조건 하에서 피크 전압보다 커야 한다. 이중 인버터 실시형태의 경우에, 배터리 전압의 합은 모든 전하 상태 조건 하에서 피크 전압보다 커야 한다.
- [0028] 양방향성 전력 흐름은 예를 들면, 충전 스테이지를 갖는 차량의 모터(예로서, 그리드에 대한 에너지원이 차량의 배터리로부터인 경우)가 전압 지원, 주파수 조절, 및 최고 부하 저감(peak shaving)과 같은 그리드 지원 애플리케이션을 위한 에너지원으로서 사용될 수 있는(예로서, 운송을 위한 것 대신에) 전형적인 변환기에 비해 더 넓은 범위의 사용을 허용한다. 충전기의 구조는 또한 본질적으로, 그리드 측 결합에 대해 결합 허용성이 있고, 그에 의해 온 보드 구성요소의 손상을 잠재적으로 방지한다.
- [0029] 유사하게, 상이한 역률에서의 동작은 EV 고속 충전기(예로서, 단일 역률, 0.7의 역률)를 위한 잠재적 그리드 연결에 대한 개선된 유연성을 허용한다. 단일 역률에서 동작이 요구되는 일 대안적인 접근법과 비교하여, 일부 실시형태의 충전기는 실제 및 반응성 전력에 대해 동작하도록 구성된다. 반응성 전력을 생성하거나 흡수하도록 동작하는 능력은 전력 유연성을 제공한다. 반전 스테이지는 충전기에 다양한 역률에서 동작하기 위한 유연성을 제공하도록 적용된다. 예를 들면, 각각의 전력 설비는 상이한 특성으로 동작할 수 있어서, 충전기가 특정한 전력 설비에 적합하도록 역률을 유연하게 수정하는 것을 허용할 수 있으므로 동작의 유연성이 유용하다. 반응성 전력

과 관련하여 동작하는 능력은 그리드 지원 능력을 제공하는데 도움이 된다. 반응성 전력의 주입은 그리드의 전압 프로파일이 다른 이득 보다도, 규제 또는 안전 요구조건을 충족시키는 것을 보장하는데 도움이 될 수 있다. 반응성 전력이 점점 더 바람직해지고 있고, 일부 설비는 전력 수요 등에 의존하여 전압을 증가시키기 위해 그리드에 공급될 반응성 전력을 요구할 수 있다. 반응성 전력은 그리드에서 전압을 안정화시키기 위해 활용될 수 있다.

- [0030] 고속 충전기의 구성은 대안적인 접근법에 비해 개선된 제어 특성을 제공하고 이에 의해, 역률 정정 메커니즘은 프론트 엔드 정류기를 포함하여, 기본 구성요소의 최대 6차 고조파까지의 제어 대역폭(예로서, 60Hz 시스템에 대해 최대 720Hz까지의 제어 대역폭)을 요구한다. 이에 비해, 본 명세서에서 설명된 고속 충전기의 일부 실시형태는 단일 주파수(예로서, 60Hz 시스템에 대해 60Hz 주파수, 또는 그리드 주파수에 의존하여 50Hz)를 단지 추적할 필요가 있다.
- [0031] 일부 양태에서, 변환기는 구동부 및 AC 고속 충전기 둘 모두로서 동작할 수 있다. 온 보드 고속 충전기의 실시형태는 무엇보다도, 모터, 트랙션 변환기, 에너지 저장 디바이스(예로서, 배터리, 커패시터), 및 반전 스테이지를 포함하는 4개의 주요 부분을 포함할 수 있다. 제안된 변환기는 전기 차량의 모터의 누설 인덕턴스를 유리하게 활용하는 온 보드 AC 고속 충전기여서, 충전기가 차량이 정지해 있을 때, 스위칭 스테이지와 조합하여(하기의 일부 양태에서 인버터 스테이지로서 언급됨) 관습적으로 사용되지 않을 충전을 위해 모터의 자기를 재사용하는 것을 가능하게 한다.
- [0032] 일부 실시형태에 따르면, 제안된 온 보드 AC 고속 충전기는 (i) 차량이 정지해 있을 때 단상 AC 고속 충전기, 및 (ii) 차량이 움직이고 있을 때 트랙션 변환기 둘 모두로서 이중 목적을 제공하도록 구성된다. 고속 충전기로서, 토폴로지는 다양한 상업용 입력 AC 전압을 수용할 수 있다. 온 보드 AC 고속 충전기는 정지해 있을 때 배터리의 AC 고속 충전에서 사용하기 위해 트랙션 변환기 및 모터를 재배치한다. 일부 상황에서 절연 변압기(isolation transformer)가 필요하지 않을 수 있으며, 필요한 경우 변압기 자체는 충전소에 설치될 수 있다. 그에 따라, 충전소를 위해 최소 충전 기반시설이 필요하며, 이는 케이블 또는 절연 변압기 케이블로 제한된다.
- [0033] 일부 실시형태의 제안된 AC 고속 충전기는 전용 배터리 충전기를 사용하지 않고 AC 전기 차량 충전을 가능하게 하여, 잠재적 비용, 중량, 효율 절감, 및 고객(예로서, 전기 차량의 운전자)에 대한 개선된 편의성을 야기한다. 단일 트랙션 변환기를 사용하는 일부 실시형태에 대해, EV는 정지해 있을 때 배터리의 AC 고속 충전에 사용하기 위해 트랙션 변환기 및 모터를 동적으로 재배치한다. 상기 설명된 바와 같이, 모터의 누설 인덕턴스는 일부 실시형태에서 전기 차량이 정지해 있을 때 구성요소를 재사용하기 위해 사용된다. 충전할 때, 반전 스테이지 및 트랙션 변환기는 배터리를 충전하도록 제어된다. 배터리의 충전 이외에, 시스템은 양방향성 동작을 허용하고, 일부 실시형태에서 다양한 역할에서 동작할 수 있다.
- [0034] 또 다른 양태에서, 변환기 시스템은 2개의 인버터 시스템을 사용한다. 2개의 인버터 시스템이 존재하는 경우, 이중 인버터 구동부에는 움직이고 있을 때 차량을 구동하기 위해 2개의 트랙션 변환기가 제공된다. 토폴로지의 구조는 2개의 더 낮은 전압 배터리가 2개의 트랙션 변환기를 통해 간접적으로 직렬 연결되는 것을 허용한다. 이것은 전압 범위가 확장되고 따라서 예를 들면, 부스트 유형 변환기에 대한 필요 없이 충전 동안 더 높은 입력 AC 전압이 수용되는 것을 허용함을 의미한다.
- [0035] 모터 구동부로서, 이중 인버터 구동부는 모터 구동부의 정격 전압을 증가시키고, 결과적으로 구동 시스템 효율을 증가시키는 이득을 갖는다. 이러한 실시형태는 또한, 2개의 별개의 에너지 저장 유닛을 갖고, 여기서 이들 에너지 저장 유닛 중 하나 또는 2개는 유사하거나 유사하지 않은 화학의 배터리일 수 있다. 다양한 또 다른 양태에서, 본 발명은 대응하는 시스템 및 디바이스, 및 이러한 시스템, 디바이스, 및 방법을 구현하기 위한 기계 실행가능한 코딩된 명령어 세트와 같은 논리 구조를 제공한다.
- [0036] 일 양태에서, 전기 차량이 정지해 있을 때 사용 중이지 않은 트랙션 변환기 및 전기 차량의 모터의 자기 구성요소를 재사용하기 위해 적응된 전기 차량 고속 충전기가 제공되며, 전기 차량 고속 충전기는 모터에 결합하고 전력망에 착탈가능하게 결합하기 위해 구성되고: 전기 차량 고속 충전기는 고속 충전기의 차동 단자에서 최대 예상 입력 전압이 AC 소스의 피크 전압인 경우, 단일 역률 동작을 유지하기 위해 전압을 반전시키도록 구성된 전류 단방향성 스위치 또는 기본 그리드 주파수의 임의의 위상에서 트랙션 변환기의 전압을 반전시키도록 구성된 전류 양방향성 2 사분면 스위치를 포함하는 반전 스테이지를 포함한다.
- [0037] 또 다른 양태에서, 전기 차량 고속 충전기는 전기 차량의 하우징 내에 배치되고 (i) 전기 차량의 하나 이상의 전기 모터 및 (ii) 전기 차량의 하나 이상의 에너지 저장 디바이스 둘 모두에 결합된다.

- [0038] 또 다른 양태에서, 하나 이상의 전기 모터의 하나 이상의 자기 구성요소는 전기 차량의 구동 모드 동안 추진을 제공하기 위해, 그리고 충전 모드 동안 전기 차량의 하나 이상의 에너지 저장 디바이스로의 또는 그로부터 전력망으로의 전력 흐름을 제어하기 위해 활용된다.
- [0039] 또 다른 양태에서, 전기 차량 고속 충전기는 복수의 역률에서의 동작을 위해 구성된다.
- [0040] 또 다른 양태에서, 전기 차량 고속 충전기는 양방향성 전력 흐름 동작을 위해 구성된다.
- [0041] 또 다른 양태에서, 전기 차량 고속 충전기는 전력망에 전력 흐름을 제공하기 위해 구성된다.
- [0042] 또 다른 양태에서, 전기 차량 고속 충전기는 전력망으로의 반응성 전력의 흐름을 제어하도록 구성된다.
- [0043] 또 다른 양태에서, 2개 이상의 트랙션 변환기는 서로의 연동을 위해 구성된다.
- [0044] 또 다른 양태에서, 상기 양태 중 임의의 양태의 반전 스테이지로 구성된 전기 차량 고속 충전기 변형은 에너지 저장 디바이스, 트랙션 인버터, 및 전력망이 반전 스테이지 및 모터에 연결되는 모터에 연결되고, 여기서 반전 스테이지는 고속 충전기의 차동 단자에서의 최대 예상 AC 소스 입력 전압이 에너지 저장 디바이스의 전압 미만이 되도록 구성된다.
- [0045] 또 다른 양태에서, 2개의 반전 스테이지, 2개의 에너지 저장 디바이스, 2개의 트랙션 인버터, 및 전력망이 2개의 반전 스테이지에 연결되는 모터로 구성된 변형 충전기가 제공되고, 여기서 반전 스테이지는 고속 충전기의 차동 단자에서의 최대 예상 AC 소스 입력 전압이 2개의 에너지 저장 디바이스의 합산된 총 전압 미만이 되는 방식으로 연결된다.
- [0046] 또 다른 양태에서, 충전기는 그리드 주파수에서 신호를 단지 추적할 필요가 있는 제어 하드웨어에 의해 제어된다.
- [0047] 또 다른 양태에서, 실시형태 중 임의의 실시형태의 전기 차량 고속 충전기를 포함하는 전기 차량이 제공된다.
- [0048] 이와 관련하여, 적어도 하나의 실시형태를 상세히 설명하기 전에, 실시형태가 다음의 설명에서 제시되거나 도면에서 도시된 구성요소의 배열에 및 구성의 상세에 적용되는 것으로 제한되지 않음을 이해해야 한다. 또한, 본 명세서에서 이용된 어구 및 전문용어는 설명의 목적을 위한 것이며 제한적인 것으로서 간주되어서는 안된다는 것을 이해해야 한다.
- [0049] 본 명세서에서 설명된 실시형태에 관한 많은 또 다른 특징 및 그의 조합은 본 발명의 관독에 이어서 당업자에게 나타날 것이다.

도면의 간단한 설명

[0050] 도면에서, 실시형태가 예로서 도시된다. 설명 및 도면이 단지 예시의 목적을 위한 것이고 이해를 위한 보조 수단임을 명백히 이해해야 한다.

실시형태는 이제 첨부된 도면을 참조하여 단지 예로서 설명될 것이다:

도 1a 내지 도 1d는 대안적인 온 보드 충전기 접근법의 개략도.

도 2a는 일부 실시형태에 따른, 액세스가능한 중립 지점을 갖는 모터를 사용하여 제안된 통합 배터리 충전기를 도시하는 토폴로지 다이어그램.

도 2b는 일부 실시형태에 따른, 2개의 트랙션 변환기를 활용하는 일 대안적인 실시형태의 토폴로지 다이어그램.

도 3a 및 도 3b는 일부 실시형태에 따른, 단일 인버터(도 3a) 및 이중 인버터 시스템(도 3b)을 사용하는 제안된 통합 배터리 충전기의 일부 실시형태의 토폴로지 다이어그램이다. 도 3a는 모터로부터의 단일 복귀 연결(즉, 액세스가능한 중립 지점)을 포함한다. 도 3b는 모터(개방 고정자)로부터의 3상 복귀 연결을 포함한다.

도 4는 일부 실시형태에 따른, 예를 들면, 단일 역률에서 동작할 때의 시스템(이중 인버터 버전) 과형을 도시하는 한 세트의 과형도.

도 5는 일부 실시형태에 따른, 충전 스테이지가 3개의 바이폴라 전압원(하나는 트랙션 변환기의 각각의 위상을 위한 것)으로서 부잉될 수 있고, 이에 의해 3개의 바이폴라 전압원이 전력 균형에 의해 중속 전류원에 연결됨을 도시하는 이중 인버터 실시형태의 평균 모델을 도시한 도면.

도 6은 일부 실시형태에 따른, 충전 제어기가 그리드 전류가 최소 고조파를 가짐을 보장하고, 원하는 역률이 성취되는 것을 보장하며, 그리드로부터 정확한 전력이 추출되는 것을 보장하는 제어 접근법을 도시하는 제어 다이어그램이다. 제어 접근법은 일부 실시형태에 따라, 상부와 하부 충전 스테이지 사이의 전력의 순환을 제어하기 위해 에너지 균형 제어를 활용하고, 변조 블록은 상부 및 하부 충전 스테이지로 송신되는 게이팅 신호를 결정하도록 구성된다.

도 7은 일부 실시형태에 따른, 정류된 전류 파형 및 그것의 푸리에 분해를 도시하고, 요구된 제어 대역폭을 묘사하고, 기본 구성요소의 최대 6차 고조파까지의 주파수 구성요소로 구성되며 기본 구성요소의 6차 고조파를 포함하는 일 대안적인 접근법의 파형도이다. 본 명세서 내에 설명된 일부 실시형태는 도 7의 대안적인 접근법에 비해 더 용이한 제어를 제공한다.

도 8은 일부 실시형태에 따른, 단일 역률에서 동작하는 온 보드 고속 충전기에 대한 파형 시뮬레이션 결과를 포함하는 도면.

도 9는 일부 실시형태에 따른, 0.7의 진상 역률에서 동작하는 온 보드 고속 충전기에 대한 파형 시뮬레이션 결과를 포함하는 도면.

도 10은 일부 실시형태에 따른, 시스템이 양방향성(에너지 저장 디바이스를 충전하고 방전할 수 있음)인 그리드에 전력을 공급하는 온 보드 고속 충전기에 대한 파형 시뮬레이션 결과를 포함하는 도면.

도 11은 일부 실시형태에 따른, 트랙션 변환기 사이의 전압 차를 사용하여 배터리 팩 사이에서 전력을 전달하는 온 보드 고속 충전기에 대한 파형 시뮬레이션 결과를 포함하는 도면이고, 이에 의해 충전 스테이지 사이의 상대 전압을 변경함으로써 에너지 균형이 성취될 수 있다. 상부 충전 스테이지는 도 4를 사용하여 미리 논의된 바와 같이 50% 대신에 그리드 전압의 60%를 생성한다. 도 11의 경우에서, 각각의 트랙션 변환기 위상은 동일한 전류를 전달하며, 트랙션 변환기에 의해 출력된 전압 만이 변경된다. 마지막 그래프에 표시된 평균 전력은 상부 충전 스테이지의 평균 전력이 하부 충전 스테이지보다 크다는 것을 나타낸다.

도 12a, 도 12b 및 도 12c는 일부 실시형태에 따른, 순환 전류를 사용하여 배터리 팩 사이에 전력을 전달하는 온 보드 고속 충전기에 대한 파형 시뮬레이션 결과를 포함하는 도면이고, 여기서 에너지 균형은 기계 내에 전류를 순환시킴으로써 성취될 수 있다. 그러나, 전압이 또한 변경되어야 한다. 이 경우에서, 각각의 위상의 전류가 상이하고, 각각의 위상에 의해 출력된 전압이 또한 상이하다.

도 13은 일부 실시형태에 따른, 시스템이 단일 인버터 구동 변형을 위해 DC 그리드에 인터페이스될 때를 도시하는 토폴로지 다이어그램.

도 14a, 도 14b, 도 14c는 모든 3개의 위상 출력(u, v, 및 w)이 정상 동작에서(즉, 충전 스테이지(1)과 충전 스테이지(2) 사이에 에너지를 전달할 필요가 없을 때) 동등하다는 것을 도시하는 파형도.

도 15는 일부 실시형태에 따른, 0.7의 진상 역률에서 더 높은 전력 충전 동작을 도시하는 파형 시뮬레이션 결과를 포함하는 도면.

도 16은 일부 실시형태에 따른, 실험 설정의 일부로서 사용된 액체 냉각 식 110kW 기계의 이미지를 도시한 도면.

도 17은 일부 실시형태에 따른, 2개의 충전 스테이지를 특징으로 하는 수냉식 이중 인버터 구동 변환기의 이미지를 도시한 도면.

도 18은 일부 실시형태에 따른, 단일 역률에서의 충전 동작을 설명하는 실험적으로 얻어진 파형 결과의 세트를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0051] 전형적인 온 보드 충전기는 DC/AC 스테이지 및 AC 그리드에 연결된 절연된 DC/DC 스테이지로 구성된다. 대안적으로, 오프 보드 변압기를 통해 절연이 제공될 수 있다. 절연된 DC/DC 스테이지는 배터리 전압의 변화를 수용할 수 있다. 이러한 온 보드 충전기는 차량의 부가적인 구성요소이고, 이는 차량이 움직이고 있을 때 사용되지 않은 비용 및 중량을 차량에 부가한다.

[0052] 본 명세서의 일부 실시형태에서, 고속 충전 능력을 제공하기 위해 (예로서, 차량이 움직이지 않을 때 차량의) 기존의 자기를 활용하기 위한 개선된 접근법이 설명된다. 일부 실시형태의 제안된 변환기는 전기 차량의 모터의

누설 인덕턴스를 유리하게 활용하는 온 보드 AC 고속 충전기여서, 충전기가 차량이 정지해 있을 때 관습적으로 사용되지 않을 충전을 위한 모터의 자기를 재사용하는 것을 가능하게 한다. 추가적인 스위칭 스테이지(하나 이상의 스위치 세트를 가짐)가 제공된다. 추가적인 스위칭 스테이지의 스위치의 세트는 그리드와 고속 충전기 사이에 흐르는 전류의 파형 제어가 수행될 수 있도록 트랙션 구성요소의 스위치와 함께 상보적으로 제어된다. 스위칭 스테이지 또는 트랙션 구성요소 중 어느 하나는 반전을 수행하고, 다른 구성요소는 스위칭 제어기에 의해 그들의 구성요소 스위치의 조정된 제어를 통해 전류 성형을 수행한다.

- [0053] 스위칭 제어기는 그리드로부터 나오는 전압 파형을 추적하기(예로서, 일치시키기) 위해 전류에 제어를 부과하려고 시도하며, 이는 본 명세서에서 언급된 바와 같이 상호운용성을 개선한다. 다양한 실시형태에서 설명된 해결책은 일부 대안적인 접근법에 비해 스위칭 손실을 감소시키고 제어가능성을 개선하는 것을 돕는다. 일부 실시형태는 DC 그리드 소스와 개선된 연동을 제공할 수 있고, 다른 실시형태는 AC 그리드 소스와 개선된 연동을 제공할 수 있다. 일부 실시형태에서, 회로는 AC 및 DC 그리드 소스와 호환 가능하게 사용될 수 있다. AC 및 DC 소스는 하기에 설명되고, 비 제한적인 예인 것으로 여겨진다.
- [0054] 일부 실시형태에서, 기술적 차이는 정현파 그리드 전압이 모터 권선 내에서 정현파 전류를 동시에 유지하면서 성취될 수 있다는 것이다. 정류된 정현파 모터 전류가 흐르도록 요구하는 다이오드 변환기와 관련하여, 정현파 모터 전류와 함께 동작시키기 위한, 일부 실시형태의 토폴로지의 능력은 모터에서 상당한 고조파 손실(예로서, 관할구역 등에 의존하는 비 50/60Hz 구성요소)을 제거하고, AC 그리드 전류의 왜곡을 감소시킨다.
- [0055] 모터에 흐르는 50/60Hz 전류만을 가질 필요는 임의의 연관된 제어 시스템의 요구된 대역폭을 상당히 감소시키고 또한, 더 낮은 스위칭 주파수의 사용을 가능하게 할 수 있고, 따라서 손실을 더 감소시킨다.
- [0056] AC 레벨 충전의 요약이 표 I에 도시된다.
- [0057] AC 레벨 1 충전에 대해, 정류기 및 DC/DC 변환기는 전형적으로, 단순한 "플러그인 및 충전" 기능을 제공하기 위해 차량에 온 보드 설치된다. 이 전력 레벨에서 충전기는 배터리에 최대 1.4kW를 전달하며 임의의 사용가능한 120V 단상 가정용 전원 콘센트에 꽂을 수 있다.
- [0058] AC 레벨 2 충전기는 240V 단상 또는 3상 사설 또는 공용 콘센트로부터 4kW 내지 19.2kW 사이의 EV 충전을 제공한다.
- [0059] AC 레벨 3 충전은 상업용 고속 충전소에서 사용가능하지만, 50kW보다 큰 전력 레벨을 공급하기 위해 전용 오프 보드 하드웨어를 요구한다.
- [0060] 충전기 복잡성을 해결하기 위해, 조합된 트랙션 및 충전 시스템이 출원인에 의해 광범위하게 연구되어 왔다. 목적은 충전을 위한 온 보드 트랙션 구성요소를 구성하고, 따라서 배터리 충전기의 복잡성을 없애거나 크게 감소시키는 것이다. 대안적인 접근법은 9상 트랙션 시스템에 기초하는 집적된 충전기를 제안했다. 일부 실시형태에 따르면, 온 보드 트랙션 구성요소는 복수의 상업용 입력 AC 전압을 수용할 수 있는 토폴로지를 제공함으로써 고속 충전을 수용한다.
- [0061] 도 1a의 회로도(100A)에 도시된 바와 같이, 기계의 중립 지점은 3상 AC 입력부(102)에 직접적으로 연결될 수 있고 따라서, AC 그리드와 트랙션 시스템 사이에 어떠한 추가적인 하드웨어도 요구하지 않는다. 이 토폴로지는 또한, 충전 프로세스에서 차량 추진을 위한 어떠한 순 토크도 생성하지 않는다.
- [0062] 집적 충전을 위한 다른 다상 기계가 고려되었다. 단상 AC 시스템을 통한 통합 충전의 측면에서, 도 1b는 제2 접근법에 의해 제안된 토폴로지를 나타낸다. 그것은 정류기(104)를 통하여 단상 AC 소스에 인터페이스되는 PFC 부스트 변환기로서 트랙션 시스템을 이용한다. 도 1c에서, 여전히 또 다른 대안적인 접근법은 단상 AC 소스로부터 충전하기 위해 2개의 모터 및 병렬 연결된 트랙션 변환기의 세트를 사용했고, 그에 의해 정류기에 대한 필요성을 제거한다.
- [0063] 어느 토폴로지에서나, 충전기는 어떠한 추가적인 DC/DC 변환기를 요구하지 않고, 따라서 전기 차량 공급 장비(EVSE)의 중량, 체적 및 비용 고려 사항을 해결한다. 그러나, 둘 모두의 경우에서, 최소 허용가능한 배터리 전압은 항상 AC 주전원의 피크 전압을 초과해야 한다. 예를 들면, 도 2b의 이중 인버터 실시형태에서, 2배의 AC 전압은 주어진 레벨의 배터리 전압에 대해 지원될 수 있으며, 이는 도 1a 내지 도 1c에서 상기 도시된 토폴로지에 비해 개선이 존재한다. 일부 실시형태에서, 이것은 그것이 특수화된 배터리/에너지 저장 디바이스를 필요로 하지 않고 표준 배터리/에너지 저장 디바이스의 수용을 허용하기 때문에 중요한 고려 사항이다. 예를 들면, 더 높은 전압 등급의 반도체와 달리 도시된 토폴로지를 성취하기 위해 표준 600V 등급의 반도체가 활용될 수 있다.

예를 들면, 도 1a 내지 도 1c에서 상기 도시된 토폴로지에서는, 더 높은 등급의 반도체 및 에너지 저장 디바이스가 요구되어, 비용 및 복잡성을 증가시키고, 안전성을 감소시킬 수 있다.

[0064] 구동 애플리케이션을 위해, 이중 인버터 트랙션 시스템은 DC/DC 전력 변환기 또는 부가적인 자성 재료를 사용하지 않고 속도 범위 및 배터리 통합을 증가시키기 위해 2개의 트랙션 변환기를 사용하고, 따라서 전기 차량에 대해 매력적인 효율적이고 경량의 솔루션을 제공한다.

[0065] 이중 인버터 구동부와 연관된 도전은 2개의 독립적인 배터리를 충전할 필요성이다. 일 대안적인 접근법은 단일 충전기가 2개의 배터리 모듈을 충전하기 위해 활용될 수 있음을 설명했다. 도 1d에서 1차 배터리(106)는 독립형 충전기(108)를 사용하여 충전되는 반면, 2차 배터리는 트랙션 시스템(110)을 통하여 제1 배터리로부터 충전됨이 도시된다.

[0066] 표 I:

충전 레벨	충전기 위치	전형적인 용도	예상 전력 레벨
AC 레벨 1 120 Vac (미국) 230 Vac (유럽)	온 보드 1상	집 또는 사무실	1.4kW(12A) 1.9kW(20A)
AC 레벨 2 240 Vac (미국) 400 Vac (유럽)	온 보드 1상 또는 3상	사설 또는 공용 할인점	4kW(17A) 8kW(32A) 19.2kW(80A)
AC 레벨 3 또는 DC 208 내지 600 Vac 또는 Vdc	오프 보드 3상 또는 DC 주전원	상업적인 충전소	50kW 100kW

[0067]

[0068] 도 2a 및 도 2b는 온 보드 EV 고속 충전기의 2개의 실시형태를 도시하는 개략도(200A 및 200B)이다. 도 2a는 에너지 저장(배터리)(204)에 연결된 단일 인버터 회로(202)를 갖는 온보드 AC 고속 충전기(200)에 관한 것이다. 도 2b는 이중 인버터 회로(202)를 갖는 반전 스테이지에 관한 것으로, 각각의 인버터 회로는 (204)의 대응하는 배터리 및 트랙션 변환기에 연결된다.

[0069] 도 2b에 도시된 바와 같이, 반전 스테이지는 소스(예로서, 그리드)로부터 제공된 전류의 고 주파수 스위칭 및 성형을 수행하기 위해 활용될 수 있다. 정류기 접근법(예로서, 도 1b의)과 관련하여, 정류기가 전류를 형성할 수 없어서, 트랙션 인버터가 강제로 전류를 형성하게 함으로서 개선이 제공된다. 이것은 트랙션 변환기 스위치의 더 높은 등급으로 인해 잠재적으로 중요할 수 있으며, 전류 성형을 위해 트랙션 인버터를 이용하는 것은 스위칭 손실이 더 높아지고 시스템 효율이 더 낮아진다. 고 주파수 반전 스테이지가 활용되면, 그것은 또한, 접근법이 다이오드 정류기 접근법으로는 가능하지 않을 그리드로의 양방향성 전력 교환으로 동작하는 것을 가능하게 한다.

[0070] 도 2a의 단일 반전 스테이지와 대조적으로, 도 2b의 이중 반전 스테이지는 반전 스테이지에서 더 낮은 전압 등급의 구성요소(예로서, 더 비용 효율적인 반도체)를 허용하여, 인터리빙된 스위칭 기술이 효과적인 스위칭 주파수(스위칭 손실을 감소시킬 수 있음)를 개선하기 위해 최대한 활용되는 것을 허용한다. 다이오드 접근법과 비교하여, 배터리 전압 레벨을 상당히 증가시키지 않고 더 높은 전압 AC 네트워크에 대한 연결이 성취될 수 있다. 예를 들면, 안전상의 이유로 차량에서 배터리 전압 레벨을 낮게 유지(예로서, 450V)하는 것이 중요한 일부 실시형태의 접근법에서, 900V 배터리(시스템 내에서 잠재적인 단락 전류로 인해 발생하는 위험 레벨을 증가시킴)를 요구할 도 1b의 다이오드 정류기 접근법과 반대로, 이 접근법은 반전 스테이지로 동작하는 2개의 450V 배터리를 활용할 수 있다.

[0071] AC 전원 콘센트로부터 비용 효율적이고 편리한 EV 충전을 제공하는 온 보드 EV 고속 충전기가 도입된다. 변환기는 구동부(예를 들면, 전기 차량이 위치 마다 구동되고 있을 때 토크를 통해 이동을 제공함) 및 DC 또는 AC 고속 충전기 둘 모두로서 동작할 수 있다.

[0072] 온 보드 고속 충전기의 실시형태는 모터, 트랙션 변환기, 배터리, 및 스위칭 스테이지("반전 스테이지"로서 호환 가능하게 언급되지만, 그것은 반드시 반전으로 제한되지 않고 또한, 형성을 위해 사용될 수 있음에 주의함)인 4개의 주요 부분으로 구성된다. 도 2a 및 도 2b에 도시된 실시형태 둘 모두에서, AC 전원 콘센트는 제안된 온 보드 통합 충전 및 구동 시스템에 직접적으로 연결된다.

[0073] 절연 변압기는 특정한 용도 시나리오의 요구조건에 의존하여 필요하지 않을 수 있다. 필요한 경우, 변압기 자체가 충전소에 설치될 수 있다. 이것은 충전소에 최소한의 충전 기반시설이 필요하다는 것을 의미한다. 그것은 케이블 또는 절연 변압기 케이블로 제한될 것이다.

- [0074] 일부 실시형태의 제안된 온 보드 AC 고속 충전기는 차량이 정지해 있을 때의 단상 AC 고속 충전기, 및 차량이 움직이고 있을 때의 트랙션 변환기 둘 모두로서의 이중 목적을 제공한다. 고속 충전기로서, 토폴로지는 충전할 때 208V 상업용, 277V/480V 상업용(미국), 240/400V(유럽) 및 347V/600V 상업용(캐나다)을 포함하는 모든 공통 상업용 입력 AC 전압을 수용할 수 있다. 이것은 전용 배터리 충전기를 사용하지 않고 AC 전기 차량을 충전하는 것을 가능하게 하여, 비용, 중량, 효율성 절감, 및 고객을 위한 편의성에 대한 상당한 잠재력을 야기한다.
- [0075] 도 2a에 도시된 바와 같이 단일 트랙션 변환기를 사용하는 일부 실시형태에 대해, EV는 정지해 있을 때 배터리의 AC 고속 충전에 사용하기 위해 트랙션 변환기 및 모터를 동적으로 재배치한다.
- [0076] 모터의 누설 인덕턴스의 사용은 충전기가 차량이 정지해 있을 때 사용 중이지 않은 구성요소를 재사용하는 것을 허용한다. 충전할 때, 반전 스테이지 및 트랙션 변환기는 배터리를 충전하도록 제어된다. 배터리의 충전 이외에도, 시스템은 양방향성 동작을 허용하고 복수의 역률로 동작할 수 있다.
- [0077] 변환기 시스템의 다른 실시형태는 도 2b에 도시된 바와 같이 2개의 인버터 시스템(202)을 사용한다. 이 실시형태는 움직이고 있을 때 자동차를 운전하기 위해 2개의 트랙션 변환기를 갖는 이중 인버터 구동부를 사용한다. 토폴로지의 구조는 2개의 더 낮은 전압 배터리(204)가 2개의 트랙션 변환기를 통해 간접적으로 직렬 연결되는 것을 허용한다. 구조는 전압 범위가 확장됨을 제공하고, 따라서 더 높은 입력 AC 전압이 예를 들면, 부스트 유형 변환기에 대한 필요 없이 충전 동안 수용되는 것을 허용한다.
- [0078] 모터 구동부로서, 이중 인버터 구동부는 모터 구동부의 정격 전압을 증가시키고, 결과적으로 구동 시스템 효율을 증가시킬 수 있는 잠재적 이득을 갖는다. 이러한 실시형태는 또한, 2개의 별개의 에너지 저장 유닛을 가지며, 여기서 이들 에너지 저장 유닛 중 하나 또는 2개는 유사하거나 상이한 화학 배터리(또는 다른 에너지 저장 디바이스)일 수 있다.
- [0079] 도면에서 2개의 에너지 저장원은 배터리이지만, 임의의 에너지 저장원(즉, 배터리, 슈퍼커패시터, 연료 전지, 또는 그의 임의의 조합)이 사용될 수 있다. 예시의 목적을 위해, 배터리 유형의 에너지 저장원이 이 문서에서 언급된다.
- [0080] 일 실시형태에서, 2개의 반전 스테이지는 에너지 저장 유닛을 충전하기 위해 2개의 트랙션 변환기와 결부하여 사용될 것이다. 단일 인버터를 사용하는 실시형태와 비교하여, 일부 실시형태가 다상 기계를 사용할 수 있을지라도, 이중 인버터 실시형태는 도 2b에 도시된 바와 같이 개방형 기계를 요구할 것이다. 단일 인버터 및 이중 인버터 실시형태 둘 모두는 AC 그리드(또는 일부 실시형태에서 DC 그리드)로부터 단상 고속 충전을 성취하기 위해 동일한 원리를 사용한다.
- [0081] 예를 들면, 도 2a 및 도 2b에 도시된 충전기의 일부 실시형태의 동작이 하기에 설명된다. 변환기 토폴로지는 온 보드 충전기로서 동작하고 있다. 구동부로서, 토폴로지는 정상적으로, EV가 움직이고 있을 때 인버터 구동부로서 동작할 것이다.
- [0082] 제안된 AC 고속 충전기의 2개의 예시적인 실시형태가 도 3a 및 도 3b에 도시되고, 이들은 도 3a의 단일 인버터 실시형태 및 도 3b의 이중 인버터 실시형태를 도시하는 개략도이다. 이들 예시적인 실시형태에서, 반전 스테이지(예로서, 인버터 회로)는 IGBT 능동 스위치(302 304)로 구현되지만, 대안적인 스위칭 디바이스가 사용될 수 있다.
- [0083] 도 3b를 참조하면, 전류의 성형은 반전 스테이지(이 도면에서, 하프 브리지 1 또는 2)의 변조를 통해, 또는 트랙션 변환기(예로서, 트랙션 변환기 1 또는 2), 또는 그의 조합을 통해 성취될 수 있다. 전류의 성형은 전류가 원하는 신호 형상(예로서, AC 소스의 맥락에서 정현파, 또는 DC 소스의 맥락에서 DC 신호)을 추적하도록 형성되도록, 반전 스테이지 및/또는 트랙션 변환기의 스위치의 동작의 제어를 통해 행해진다.
- [0084] 반전 스테이지가 반드시 반전으로 제한되는 것은 아니며, 오히려 그것은 일부 실시형태에서, 또한 성형 스테이지로 고려될 수 있다는 점에 주의하는 것이 중요하다(예로서, 스위치는 전류 성형을 위해 사용됨). 이러한 경우에서, 트랙션 인버터는 반전 스테이지의 역할을 한다. 반전 스테이지가 성형을 위해 사용되는 경우, 본 명세서의 다양한 실시형태에서 설명된 실시형태(및 그의 조합 및 순열)는 따라서, 성형 스테이지를 용어(반전 스테이지)로 대체할 것이다.
- [0085] 반전 스테이지 및 트랙션 스테이지는 (1) 반전 및 (2) 성형을 위해 활용된다. 일 실시형태에서, 스테이지 중 하나는 반전을 위해 활용되고 다른 하나는 성형을 위해 활용되며, 제어기는 스테이지 중 어느 것이 반전을 위해 활용되고 성형을 위해 활용되는지(예로서, 스위칭 패턴을 변경함으로써, 여기서 하나는 50/60Hz에서 스위칭하고

있고(하나는 반전을 행함), 다른 하나는 더 높은 주파수(하나는 성형을 행함)에서 스위칭하고 있음)를 효과적으로 할당하기 위해 활용될 수 있다. 더 높은 스위칭 손실을 갖는 스테이지는 일 실시형태에서, 더 낮은 주파수에서 동작될 것이며, 이것은 일부 실시형태의 제어기 회로에 의해 선택될 수 있다.

[0086] 특정 실시형태에서, 트랙션 변환기는 전형적인 바와 같이, 반전을 위해 활용되고 반전 스테이지는 성형을 위해 활용되며, 트랙션 변환기는 (예로서, 자동차에) 구동 기능을 제공하기 위한 그것의 이중 용도로 인해 더 높은 스위칭 손실을 갖는다. 일 대안적인 실시형태에서, 반전 스테이지는 반전 기능을 제공하기 위해(예로서, 스위칭 제어에 따라 그리드 전압을 반전시키기 위해) 활용되고 트랙션 변환기는 기능을 형성하기 위해 활용된다(예로서, 이것은 손실 분석이, 예를 들면 선택되거나, 제어기 회로에 의해 미리 결정되거나 동적으로 결정될 수 있는 이러한 접근법이 더 효율적일 것임을 나타내는 경우에 발생할 것이다). 반전 스테이지가 다이오드로 구성되는 경우에, 트랙션 변환기에 의해 성형이 행해져야 한다.

[0087] 일반적으로, 트랙션 변환기는 반전 스테이지보다 크고, 이는 트랙션 변환기 스테이지에서 스위칭하는 것이 손실이 더 높음을 의미한다. 이러한 경우에서, 스위칭은 우선적으로 반전 스테이지에서 행해져서, 손실을 최적화하는 메커니즘을 제공하고(예로서, 먼저 구동 및 트랙션 변환기의 효율을 최적화함) 그 후에, 개선된 충전 효율(예로서, 최대 충전 효율)을 위해 반전 스테이지를 설계하고 최적화한다. 대안적인 다이오드 접근법의 단점은 큰 구동부와 통합된 더 작은 충전기가 상대적으로 높은 스위칭 손실(예로서, 얼마나 많은 전류가 인출되고 있는지에 관계없이 고정될 수 있고, 따라서 이 문제는 더 작은 충전 전류에 대해 악화됨)을 갖는 큰 반도체를 사용하는 트랙션 변환기에 의해 작은 충전 전류의 성형이 수행되어야 하기 때문에 상당히 비효율적일 수 있다는 것이다.

[0088] 제안된 시스템의 일 실시형태는 IGBTs 대신에 다이오드를 사용할 수 있지만, 기능이 감소된다. 본 문서의 나머지 부분에 대해, 단일 인버터 실시형태가 적절한 작은 조정으로 동일하게 동작하기 때문에 AC 고속 충전기의 이중 인버터 실시형태에 대한 논의에 초점이 맞춰질 것이다.

[0089] 예시적인 파형이 도 3b에 기초하여 도 4에서 제공된다. 도 3b에 도시된 이중 인버터 실시형태는 상부 충전 스테이지(306) 및 하부 충전 스테이지(308)로 분할되고, 여기서 각각의 충전 스테이지는 트랙션 변환기, 배터리, 및 반전 스테이지로 구성된다. 이 예에서, 트랙션 변환기는 성형 기능을 제공하고 있다.

[0090] 효과적으로, 반전 스테이지 전압(v_{inv1})은 반전 스테이지의 온 오프 상태를 제공하고 있고, 트랙션 인버터 전압은 반전 스테이지의 변조 지수에 비례한다.

[0091] 온 보드 고속 충전기의 일부로 동작할 때, u , v , 및 w 로서 표시된 각각의 트랙션 변환기 위상은 모터의 각각의 위상을 통해 동일한 전류를 구동하기 위해 동등한 전압을 생성할 것이다. 따라서, 도 4는 i_{su} , i_{sv} 및 i_{sw} 가 i_{ac} 의 1/3임을 나타낸다. 이들 동등한 전류는 제로 시퀀스 전류로서 언급되고 단지 제로 시퀀스 전류가 모터를 통과할 때 기계는 임의의 평균 토크를 생성하지 않을 것이다. 따라서, 이 배열은 배터리의 고정식 충전을 위해 적합하다. 특정 실시형태에서, 제로 시퀀스 전류는 AC로부터 충전할 때 50/60Hz 정현파 상태/파형일 수 있거나, 그것은 DC 소스로부터 충전할 때 DC 전류일 것이다. 어느 경우이든, 기계의 회전자는 어떠한 회전 토크도 생성되지 않도록 어떠한 회전 플럭스에도 노출되지 않는다.

[0092] 동일한 전류를 추적하는 것에 더하여, 일부 실시형태에서, 상보 변조는 기계의 스위칭 고조파를 감소시키기 위해 상부 및 하부 충전 스테이지(예로서, 어느 쪽이든 성형을 행하고 있는 반전 스테이지 또는 트랙션 변환기)에 걸쳐 또한 적용될 수 있다. 예를 들면, 도 3b를 참조하면, 하프 브리지(1) 및 하프 브리지(2)가 성형을 수행하고 있으면, 하프 브리지(1)의 스위치는 하프 브리지(2) 스위치에 대해 상보적으로 동작하거나, 그 반대일 것이다. 예를 들면, 디바이스는 고 주파수에서 스위칭하고 있으며 고조파를 감소시키기 위해 상이한 변조 반송파 위상 시프트에서 동작될 수 있다(예로서, 위상 시프트는 고조파의 영향을 예를 들면, 180도만큼 감소시키기 위해 조정될 수 있음).

[0093] 트랙션 변환기가 성형을 행하는 실시형태에서, 각각의 변환기 레그에서 변조 반송파의 각각의 위상은 입력 충전 전류(예로서, 다양한 실시형태에 따른 AC 또는 DC)에서 고조파를 더 최소화하기 위해 이웃 레그로부터 오프셋된다(예로서, 3상 트랙션 변환기에 대해 120도).

[0094] 도 4의 파형은 온 보드 고속 충전기가 그리드 전압(v_{ac}) 및 전류(i_{ac})에 연결될 때 상부 충전 스테이지에 의해 생성된 전압을 나타낸다. 설명된 바와 같이, 다음으로서 정의된 상부 충전 스테이지($v_{chg:u1}$, $v_{chg:v1}$ 및 $v_{chg:w1}$)에 의해 생성된 전압:

$$v_{chg,u1} = v_{inv1} - v_{u1} \quad (1)$$

$$v_{chg,v1} = v_{inv1} - v_{v1} \quad (2)$$

$$v_{chg,w1} = v_{inv1} - v_{w1} \quad (3)$$

[0095]

은 동등하고 AC 그리드 전압의 약 절반이다.

[0096]

[0097]

이 비 제한적인 예에서(반전 기능 및 성형 기능이 도 3b의 하프 브리지와 트래션 변환기의 상이한 조합에 의해 행해질 수 있음에 주의함), 반전 스테이지(예로서, 어떤 단계가 반전 기능을 수행하고 있는지) 전압(v_{inv1})은 충전 스테이지가 바이폴라 전압을 생성하는 것을 허용하기 위해 반전 스테이지가 매 절반 사이클마다 단지 동작한다는 것을 도시한다. 매 절반 라인 사이클마다 전압 반전이 단지 발생하기 때문에, 반전 스테이지는 최소 60Hz (또는 50Hz)에서 스위칭해야 하지만, 원한다면 유사한 결과를 생성하면서 더 높은 주파수에서 스위칭될 수 있다. 이것은 반전 스테이지가 전도 손실에 대해서만 최적화될 수 있기 때문에 냉각을 최소화하고, 이는 냉각 요구조건 및 시스템 중량을 감소시킨다.

[0098]

그리드 전압 및 전류는 그리드로부터의 예상된 입력을 나타낸다. 더 낮은 충전 스테이지가 동일하므로 상위 충전 스테이지 파형(첨자 1로 표시됨)만 표시된다. 상부 및 하부 충전 스테이지가 동등한 전압을 생성할 것으로 예상된다. 이것이 상부 충전 스테이지 전압이 그리드 전압의 절반과 동등한 이유이다.

[0099]

반전 스테이지 및 트래션 변환기 전압은 각각의 하프 브리지의 단자에서 생성된 전압을 나타낸다. 이들 2개의 전압의 조합은 전체 충전 스테이지 전압과 동등하다. 트래션 변환기에 대해 3개의 위상이 존재하기 때문에 트래션 변환기 전압, 상부 충전 스테이지 전압 및 모터 전류는 3개의 파형을 나타낸다. 이 예에서, 모든 3상이 동일하게 동작된다. 따라서, 3상 전류는 그리드 전류의 1/3과 동일하고 동등하다.

[0100]

이 다이어그램에서, 시스템은 충전 스테이지가 전체적으로 바이폴라 전압을 생성하는 것을 허용하기 위해 60Hz (그리드 주파수에서, 또는 50Hz에서)에서 동작된다. 그러나, 동작은 일례로서 도시되며 충전기는 반전 스테이지를 60Hz(또는 50Hz)에서 동작시키는 것으로 제한되지 않는다. 충전 스테이지(반전 스테이지 및 트래션 변환기를 함께)는 바이폴라 전압원으로서 고려될 수 있다. 충전 스테이지가 AC 전압의 절반을 생성하는 한 동작 요구조건이 만족된다.

[0101]

마지막으로, 트래션 변환기 단독으로 단일 극성의 전압을 단지 생성할 수 있다. 트래션 변환기가 반전 스테이지 출력과 조합하여 도 4에 도시된 바와 같이 동일한 v_{u1} , v_{v1} 및 v_{w1} 을 생성하면, 원하는 $v_{chg;u1}$, $v_{chg;v1}$ 및 $v_{chg;w1}$ 가 생성된다. 트래션 변환기는 기본 그리드 주파수를 추적하고 그리드 요구조건을 충족하기에 충분한 주파수에서 동작해야 한다.

[0102]

AC 동작에 더하여, 제안된 시스템은 다이어그램(1300A)으로 도시된, 도 13에 도시된 바와 같이 DC 시스템에 또한 적용가능하다. 이것은 일 대안적인 접근법의 동작과 유사하지만, 반전 스테이지로 인해 양방향성 결합 차단 기능이 이제 부가된다. 예를 들면, 도 2b의 토폴로지는 일부 실시형태에서, DC 또는 AC 소스를 수용하도록 유연하게 배치될 수 있다. 소스가 DC인 경우, 회로는 심지어 반전이 요구되지 않고 DC 전류가 모터 권선을 통해 흐르더라도 여전히 전류를 조절할 수 있다.

[0103]

온 보드 고속 충전기의 공칭 동작은 상부와 하부 충전 스테이지 사이의 에너지 균형을 가능하게 하기 위해 더 증가될 수 있다. 이것은 도 5에 도시된 평균 모델(500)을 사용하여 최상으로 설명된 몇몇 수단을 통해 실현될 수 있다. 모델에서, 충전 스테이지의 각각의 위상은 양극 가변 전압원에 의해 표현된다. 정상 동작에서, 상기 설명된 바와 같이, 상부 및 하부 충전 스테이지는 동등한 전압을 출력한다.

[0104]

상부와 하부 충전 스테이지 에너지 저장 디바이스(예로서, 배터리) 사이의 충전 상태(SOC)가 동등화될 필요가 있으면(예로서, 비 이상적이거나 비 일치 에너지 저장 디바이스로부터 발생하고 예를 들면, 여기서 저장 용량은 에너지 저장 디바이스 중 단지 하나에 대해 도달하지만, 다른 하나에 대해 도달하지 않음), 몇몇 상이한 방법은 그들 사이의 에너지의 균형을 맞추기 위해 사용될 수 있다. 일부 실시형태에서, 에너지 저장 디바이스 모니터링 메커니즘(예로서, 회로)은 스위칭 제어기와 상호연결되어 스위칭 제어기가 불균형을 정정하기 위해 동작 특성을 수정할 수 있게 한다.

[0105] 정상 동작에서 충전 스테이지의 조합된 전압은 V_{chg} 이어야 하고, 따라서 시스템의 전압 및 전류는 방정식 (5) 내지 (7)에 의해 주어진다.

$$v_{1u} = v_{1v} = v_{1w} = 0.5V_{chg} \quad (5)$$

$$v_{2u} = v_{2v} = v_{2w} = 0.5V_{chg} \quad (6)$$

$$i_u = i_v = i_w = \frac{i_{ac}}{3} \quad (7)$$

[0106]

[0107] 상부 및 하부 충전 스테이지의 전력은 방정식 (8) 및 (9)에 나타낸 바와 같이 동등하다.

$$P_1 = Re\{0.5v_{chg}i_{chg}\} \quad (8)$$

$$P_2 = Re\{0.5v_{chg}i_{chg}\} \quad (9)$$

[0108]

[0109] 제안된 온 보드 고속 충전기의 일부 실시형태는 모터 위상 내의 상대 전압 또는 순환 전류를 수정함으로써 상부 및 하부 충전 스테이지의 에너지 저장 디바이스 사이의 에너지의 균형을 맞출 수 있다.

[0110] 상대 전압을 수정하는 일례는 방정식 (10) 내지 (12)에서 주어진 바와 같이 전압 및 전류가 생성된 경우일 것이다.

$$v_{1u} = v_{1v} = v_{1w} = 0.6V_{chg} \quad (10)$$

$$v_{2u} = v_{2v} = v_{2w} = 0.4V_{chg} \quad (11)$$

$$i_u = i_v = i_w = \frac{i_{ac}}{3} \quad (12)$$

[0111]

[0112]

[0113] 상부 및 하부 충전 스테이지의 전력은 방정식 (13) 및 (14)에 나타낸 바와 같이 동등하지 않다.

$$P_1 = Re\{0.6v_{chg}i_{chg}\} \quad (13)$$

$$P_2 = Re\{0.4v_{chg}i_{chg}\} \quad (14)$$

[0114]

[0115] 상부와 하부 충전 스테이지 사이의 다른 전압 비는 그들이 1.0에 합산된다면 사용될 수 있다.

[0116] 순환 전류의 일레는 방정식 (15) 내지(20)에 주어진 바와 같이 전압 및 전류가 생성된 경우일 것이다.

$$v_{1u} = 0.6V_{chg} \quad (15)$$

$$v_{1v} = v_{1w} = 0.5V_{chg} \quad (16)$$

$$v_{2u} = 0.4V_{chg} \quad (17)$$

$$v_{2v} = v_{2w} = 0.5V_{chg} \quad (18)$$

$$i_u = \frac{i_{ac}}{3} + i_{circ} \quad (19)$$

$$i_v = i_w = \frac{i_{ac}}{3} - \frac{i_{circ}}{2} \quad (20)$$

[0117]

[0118] 상부 및 하부 충전 스테이지의 전력은 방정식 (21) 및 (22)에 나타낸 바와 같이 동등하지 않다.

$$P_1 = Re\left\{\frac{8}{15}v_{chg}i_{chg} + \frac{1}{10}v_{chg}i_{circ}\right\} \quad (13)$$

$$P_2 = Re\left\{\frac{7}{15}v_{chg}i_{chg} - \frac{1}{10}v_{chg}i_{circ}\right\} \quad (14)$$

[0119]

[0120] 이 예에서, 모든 전류는 기본 주파수에 있지만 전류는 기본 주파수 전류로 제한될 필요는 없다.

[0121] 이들 예는 상부와 하부 충전 스테이지 사이에 에너지를 전달하기 위해 온보드 고속 충전기의 구조에 의해 가능하게 된 2가지 가능한 접근법을 나타낸다.

[0122] 양방향성 전력 흐름 및 그리드 지원 동작이 이제 하기에 설명된다.

[0123] 일부 실시형태에서, 반전 스테이지는 단일 사분면 스위칭 디바이스들과 반대로 현재 양방향성 2 사분면 스위칭들로 구현될 수 있다. 이들 스위치가 사용될 때, 변환기의 차동 단자에서 최대 예상 입력 전압이 에너지 저장 요소 전압의 합 미만이면, 반전 스테이지는 기본 그리드 주파수의 임의의 위상에서 AC 고속 충전기의 전압을 반전시킬 수 있다. 단일 인버터 실시형태의 경우에, 에너지 저장 디바이스 전압은 모든 조건 하에서 피크 전압보다 커야 한다. 이중 인버터 실시형태의 경우에, 에너지 저장 디바이스 전압의 합은 모든 충전 상태 조건 하에서 피크 전압보다 커야 한다. 전압 요구조건이 덜 까다롭기 때문에 더 큰 범위의 에너지 저장 디바이스(예로서, 더 안전한 저장 디바이스)가 이중 인버터 실시형태를 위해 사용될 수 있기 때문에, 이것은 이중 인버터 실시형태에 대한 잠재적인 장점이다.

[0124] 이것은 충전기가 임의의 역률에서 양방향성 전력 흐름이 가능하여 그리드 지원 애플리케이션을 위해 적합하게 함을 의미한다. EV 충전기는 이제 부하 레벨링, 최고 부하 저감, 주파수 제어, 백업 전원으로서의 동작 등과 같은 서비스를 위한 그리드를 제공할 수 있다. 게다가, 시스템은 그리드 전압 지원을 위해 반응성 전력을 제공할 수 있다. 부가된 이득으로서, 시스템은 그리드 결함의 경우 결함 차단 능력을 수행할 수 있다.

[0125] 일부 실시형태에 따른, 제어 전략이 하기에 설명된다. 충전기의 동작은 예를 들면, 충전기가 그리드 요구조건을 충족하면서 EV 배터리의 충전을 가능하게 하도록 구성되도록 제어된다.

[0126] 요구조건이 필터 구성요소로 충족될 수 있을지라도, 더 경량의 솔루션은 낮은 왜곡을 갖는 전압 및 전류를 생성하기 위해 온 보드 고속 충전기를 제어하는 것이다. 중량 감소는 더 낮은 중량이 증가된 주행 범위, 또는 더 긴 동작을 허용하므로 전기 차량의 개발 및 설계 시에 고려해야 할 중요한 인자이다.

[0127] 온 보드 고속 충전기에 대해, 각각의 충전 스테이지는 바이폴라 전압원으로서 고려될 수 있으며, 이는 낮은 왜곡을 갖는 AC 그리드 전류를 제어하기 위해 사용될 수 있다. 이 목적을 위해 적합한 고 레벨 제어 방식이 도 6

의 다이어그램(600)에 도시된다. 그것은 온 보드 고속 충전기를 제어하기 위해 사용될 변조 블록(606)에 연결된 충전 제어기(602) 및 에너지 균형 제어기(604)를 나타낸다.

[0128] 충전 제어기(602)는 기본 주파수 전류가 모터의 위상 사이에 전류를 또한 동등하게 분할하면서 그리드 코드를 충족시키도록 조절됨을 보장한다. 반전 스테이지로 인해, 제어기는 바이폴라 전류를 추적할 수 있고 따라서, 그리드 주파수에서 전류를 단지 추적한다.

[0129] 에너지 균형 제어기(604)는 그리드 전압 또는 전류에 영향을 미치지 않고 상부 및 하부 충전 스테이지 사이에 전력을 내부적으로 전달한다. 마지막으로, 변조 블록(606)은 도 4에 도시된 바와 같이 원하는 파형을 생성하기 위해 필요한 게이팅 신호를 생성하도록 제어기로부터의 입력을 사용한다. 대안적인 제어 방법이 또한 가능할 수 있다.

[0130] 대역폭 요구조건이 하기에 설명된다. 반전 스테이지가 없는 실시형태와 비교하여, 이러한 실시형태는 단극 전압을 단지 생성할 수 있을 것이고, 대신에 예를 들면, 다이오드 정류기에 연결될 필요가 있을 것이다.

[0131] 트랙션 변환기는 역률 정정(PFC) 변환기와 유사하게 동작할 것이고, 이는 왜곡을 최소화하기 위해 정류된 정현파 기준을 추적한다. 이것은 변환기가 그리드 요구조건을 충족시키기 위해 기본 그리드 주파수의 주파수 배수를 강제로 추적하게 한다.

[0132] 도 7 및 표 II는 정류된 정현파의 저 주파수 파괴(breakdown)를 나타낸다. 6차 고조파 구성요소가 기본 구성요소의 대략 2%로 감소한다고 결정된다. 따라서, 제어기는 정류된 파형을 충분히 재생하기 위해 기본의 최대 6차 고조파까지(즉, 60Hz 그리드에 대해 720Hz) 주파수를 추적할 필요가 있을 것이다. 따라서, 제안된 온 보드 고속 충전기의 실시형태는 제어 설계를 단순화할 뿐만 아니라, 최소 스위칭 주파수 요구조건을 낮추는 더 낮은 대역폭 요구조건을 갖는다.

[0133] 표 II:

고조파 차수	주파수(Hz)	진폭($x_{i_{pk}}/\pi$)	기본 %
0	0	2	-
1	120	1.33	100
2	240	0.266	20
3	360	0.114	8.57
4	480	0.0635	4.76
5	600	0.0404	3.03
6	720	0.0279	2.1
7	840	0.0205	1.54
8	960	0.0156	1.18

[0134]

시뮬레이션 결과

[0135]

[0136] 통합 충전 토폴로지의 상세한 모델은 PLECS 툴박스를 사용하여 MATLAB에서 시뮬레이션된다. 시스템의 고 레벨 다이어그램이 도 3b에 도시된다.

[0137] 2개의 동일한 배터리 팩은 온 보드 단상 AC 고속 충전기 및 구동 시스템을 통하여 120V 단상 AC 소스로부터 충전된다. 이 시뮬레이션에서, 배터리 팩은 이상적인 전압원에 의해 교체된다. 시스템 파라미터는 표 III에 나열된다.

[0138] 표 III: 시뮬레이션 파라미터

그리드 파라미터	부호	값
그리드 전압	V_g	120V
그리드 전류	i_g	11.7A
평균 전력	P_{avg}	1.4kW
온 보드 고속 충전기 파라미터	부호	값
피크 입력 전압	$V_{in.pk}$	170V
출력 전압	V_1, V_2	120V
인덕터 저항	R_s	0.3Ω
인덕턴스	L_s	0.5mH
배터리 전압	V_{batt1}, V_{batt2}	120V
스위칭 주파수	f_{sw}	9kHz

- [0139]
- [0140] 도 8은 단일 역률에서 동작될 때 충전기의 전압 및 전류량을 나타낸다. 이 도면에서, 전압의 저 주파수 스위칭 구성요소를 나타내기 위해 트랙션 변환기 전압 및 상부 충전 상태 전압이 필터링된다. 이들 수치는 도 4에 도시된 바와 같이 이상적인 파형과 일치한다. 정기적인 동작을 위해, 트랙션 변환기의 모든 3상이 동등하다. 따라서, 도 8은 위상(u) 전압 및 전류를 단지 나타낸다. 참고로, 도 14a, 도 14b, 도 14c에서 다른 위상 전압 및 전류는 모든 위상 전압 및 전류가 동등하다는 것을 나타내기 위해 제공된다.
- [0141] 또한, 예상된 바와 같이, 위상 당 인덕터 전류는 입력 전류의 대략 1/3을 추적한다. 이와 같이, 정지 충전 동안에 순 토크의 최소 생성을 보장하기 위해 모터 권선에 제로 시퀀스 전류만 주입된다.
- [0142] 도 9는 0.7 진상 역률에서 동작될 때 충전기의 전압 및 전류량을 나타낸다. 이들 시뮬레이션 결과는 충전기가 다양한 역률에서 동작하는 능력을 설명한다. 변환기가 상부와 하부 충전소 사이에 에너지를 전달하고 있지 않기 때문에, 모든 위상 전압 및 전류가 동등하고 도시되어 있지 않다.
- [0143] 게다가, 온 보드 고속 충전기는 그리드 지원 애플리케이션을 위해 그리드에 전력을 또한 제공할 수 있으며, 이는 도 10에 도시된다. 이들 시뮬레이션 결과는 일부 실시형태에 따라, 제안된 시스템의 양방향성 기능을 검증한다. 변환기가 상부와 하부 충전소 사이에 에너지를 전달하고 있지 않기 때문에, 모든 위상 전압 및 전류가 동등하고 도시되어 있지 않다.
- [0144] 단일 및 이중 인버터 구동 실시형태 둘 모두에 대해, 총 배터리 전압은 피크 AC 전압의 총 배터리 전압보다 커야 한다. 따라서, 단일 인버터 구동부와 동일한 배터리 팩을 사용하는 이중 인버터 구동부 실시형태에 대해, 전압 범위는 단일 인버터의 전압 범위의 2배일 수 있다.
- [0145] 이중 인버터 구동부를 사용하는 실시형태에 대해, 다양한 실시형태에서 설명된 바와 같이 배터리 팩 사이에 전력이 전달될 수 있다.
- [0146] 도 11은 하나의 에너지 저장 디바이스를 다른 하나에 걸쳐 충전하기 위해 상부와 하부 충전 스테이지 사이에 전압 오프셋을 도입한다. 이는 P_{batt1} 의 평균값이 P_{batt2} 보다 높기 때문에 순간 배터리 전력에 의해 설명된다.
- [0147] 대안적으로, 순환 전류가 도 12a 내지 도 12c에서 설명된 바와 같이 도입될 수 있다(예로서, 에너지 저장 디바이스 전압의 균형을 맞추는 방식으로). 제로 시퀀스 전류와 대조적으로, 순환 전류는 토크를 생성하기 위해 회전자와 잠재적으로 상호작용할 수 있는 기계에서 고정자 플럭스를 생성할 것이다. 도 12a는 하나의 위상과 관련하여 제공되고, 도 12b는 다른 2개의 위상과 관련하여 제공된다. 전류의 상이한 진폭은 순환 전류의 결과이다. 도 12c는 상이한 평균 전력이 각각의 저장 디바이스에 진입함을 설명한다.
- [0148] 고정자 플럭스는 위상 전류(들)에 의해 정의된 고정된 방향을 가질 것이다. 순환 전류의 결과로서 어떠한 토크도 생성되지 않음을 보장하기 위해 고정자 플럭스의 방향은 회전자 자기 축과 정렬하여 설정되어야 한다.
- [0149] 순환 전류의 도입은 예를 들면, 다른 접근법이 동작하지 않거나 제한된 용량을 갖는 경우 예를 들면, 상대적으로 고 전압 AC 네트워크에 동시에 인터페이스되는 동안의 에너지 저장 디바이스의 전압 사이에서와 같이 극도로 불균형한 상황에서 유용할 수 있다.
- [0150] 이것은 예를 들면, 커패시터 및 배터리와의 하이브리드 접근법과 같은 이중 유형 또는 매체의 디바이스가 에너지 저장을 위해 사용되는 경우에 발생할 수 있다(하나는 완전한 충전 상태에 도달하거나 그렇지 않으면 더 많은

전하를 수신할 수 없고 전하가 다른 것으로 전환될 필요가 있을 수 있음).

[0151] 순환 전류에 의해 생성된 순 필드(net field)는 어떠한 순 평균 토크도 생성되지 않을 회전자 축에 정렬되는 각도로 동작될 것이다.

[0152] 더 높은 전력 레벨 및 그리드 전압에서의 시뮬레이션 결과가 도 15에서 설명된다. 동작이 설명된 것과 유사함을 알 수 있다. 이 부가적인 시뮬레이션 결과에 대한 시스템 파라미터는 표 IV에서 제공된다.

[0153] 표 IV: 시뮬레이션 파라미터

그리드 파라미터	부호	값
그리드 전압	V_g	240V
그리드 전류	i_g	80A
평균 전력	P_{avg}	19.2kW
온 보드 고속 충전기 파라미터	부호	값
피크 입력 전압	$V_{in.pk}$	340V
출력 전압	V_1, V_2	400V
인덕터 저항	R_s	0.3Ω
인덕턴스	L_s	0.5mH
배터리 전압	V_{batt1}, V_{batt2}	400V
스위칭 주파수	f_{sw}	9kHz

[0154]

[0155] 실험 결과

[0156] 일부 실시형태의 단일 역률 동작을 설명하기 위해 실험 설정이 구성되었다. 도 16 및 도 17은 이 실험 설정에서 충전 스테이지뿐만 아니라, 전기 모터를 나타내는 사진이다. 이 실험 설정에 대한 주요 회로 파라미터의 요약은 표 V에서 제공된다.

[0157] 표 V: 실험 회로 파라미터

그리드 파라미터	부호	값
그리드 전압	V_g	120V
그리드 전류	i_g	14.8A
평균 전력	P_{avg}	1.78kW
온 보드 고속 충전기 파라미터	부호	값
피크 입력 전압	$V_{in.pk}$	170V
출력 전압	V_1, V_2	120V
인덕터 저항	R_s	0.045Ω
인덕턴스	L_s	0.5mH
배터리 전압	V_{batt1}, V_{batt2}	120V
스위칭 주파수	f_{sw}	10kHz

[0158]

[0159] 도 18은 시스템으로부터 캡처된 실험 파형을 제공한다. 그리드 전류가 입력 그리드 전압과 동위상이므로 단일 역률 동작은 직접적으로 관측될 수 있다. 도시되고 추론된 바와 같이, 위상 전류는 그리드 전류의 정확히 3분의 1을 추적하고 동등하여, 기계에서 어떠한 순 토크도 생성하지 않는다.

[0160] 시뮬레이션 결과와는 반대로, 이들 실험 결과에서 인터리브(interleave)된 동작이 설명되지 않음을 주목하는 것이 중요하다. 이러한 이유로, 스위칭 주파수 고조파는 대응하는 시뮬레이션 결과의 것보다 크기가 더 큰 것으로 관측될 수 있다. (1806)은 대표적인 위상 전류이고, (1804)는 그리드 전류이고 (1802)는 그리드 전압이며 - 모터 전류가 (정류된 정현파가 아니라) 정현파임을 나타냄, 이것은 그리드 전류(1802)의 위상이 정현파이고 그리드 전압을 갖는 동위상으로 되어야 함을 도시하며, 이는 (1806)의 정현파 충전이 정현파 모터 전류로 달성됨을 나타낸다.

[0161] 결론

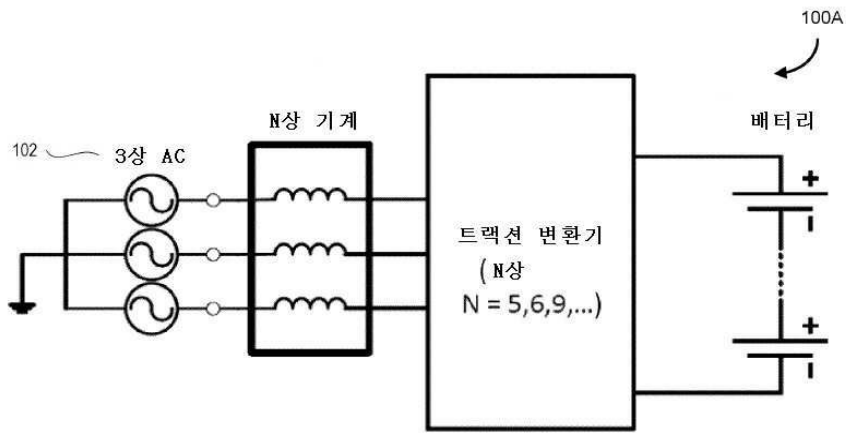
[0162] AC 전원 콘센트로부터 비용 효율적이고 편리한 EV 충전을 제공하는 새로운 온 보드 통합 충전기 및 구동 시스템이 설명된다. 단상 온 보드 EV 고속 충전을 가능하게 하는 토폴로지 및 연관된 제어가 개발되고 검증된다. 움직임

이고 있을 때, 토폴로지는 구동부로서 동작하지만, 정지해 있을 때 시스템은 단상 AC 충전기 또는 DC 충전기의 일부로서 동작하기 위해 모터 및 트랙션 변환기를 동적으로 재배치할 수 있고, 따라서 자동차의 설치된 구성요소를 활용하는 비용 효율적인 솔루션을 제공한다.

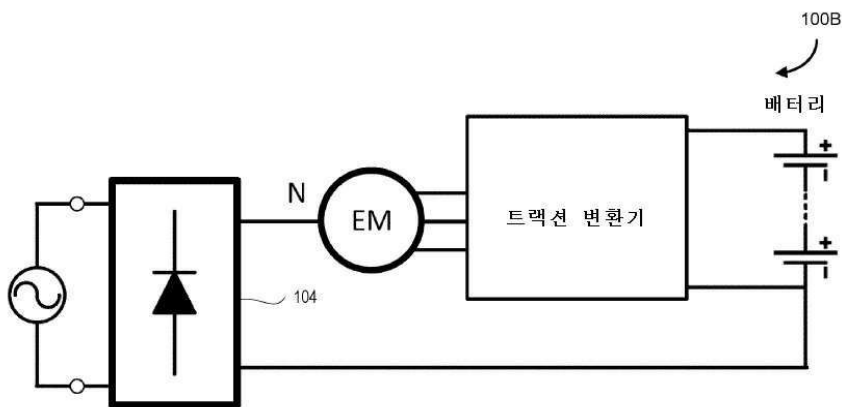
- [0163] 일부 실시형태에서, 제안된 시스템은 임의의 역률에서 동작할 수 있고 심지어 양방향성 전력 흐름이 가능하다. 이것은 차량이 전압 지원, 주파수 조절, 및 최고 부하 저감과 같은 그리드 지원 애플리케이션을 위해 사용되는 것을 허용한다. 게다가, 제안된 변환기는 결함 차단 능력을 갖는다.
- [0164] 충전기로서 작용할 때, 그것은 저 주파수 고조파를 감소시키도록 제어되고, 그에 의해 절연이 필요한 경우 단독 케이블 또는 변압기 케이블에 대한 기반시설 요구조건을 감소시킨다. 그러나, AC 그리드 충전의 다른 방법과 비교하여, 제안된 시스템은 다이오드 정류기에 의존하지 않는다. 이것은 정류된 정현파와 달리 기본 주파수 전류만 추적될 필요가 있고, 따라서 제어 요구조건을 단순화함을 의미한다. 이에 비해, 제어기는 제안된 시스템에 대한 60Hz 신호와 달리 최소 720Hz 신호를 추적해야 할 것이다.
- [0165] 하나가 단일 인버터 구동 시스템에 기초하고, 또 다른 것이 이중 인버터 구동 시스템에 기초하는 제안된 시스템의 변형이 설명된다.
- [0166] 이중 인버터 구동 시스템의 이득은 하나가 전력 전달을 위해 더 양호하게 적합할 수 있고 다른 하나가 에너지 저장을 위해 더 양호하게 적합할 수 있는 2개의 별개의 에너지 저장원(즉, 배터리, 슈퍼커패시터, 연료 전지 또는 그의 조합)의 통합이다.
- [0167] 2개의 저장 요소의 사용은 더 높은 전압 모터의 사용이 단일의 더 높은 전압 저장 요소의 사용 없이 구동계 효율을 증가시키는 것을 가능하게 하고 다른 접근법보다 높은 전압의 빠른 충전을 가능하게 한다. 이중 인버터 구동 변형에 대해, 별개의 에너지 저장 유닛 사이의 에너지 전달은 그리드에 영향을 미치지 않고 다양한 실시형태에서 설명된 접근법에 의해 용이해진다.
- [0168] 적용에 대해 말하자면, 제안된 토폴로지의 실시형태는 충전할 때 208V 상업용, 277V/480V 상업용(미국), 240/400V(유럽) 및 347V/600V 상업용(캐나다)을 포함하는 모든 공통 상업용 입력 AC 전압을 수용할 수 있다.
- [0169] 일부 실시형태의 충전 속도의 제안된 토폴로지는 모터 및 트랙션 전력 전자 장치의 열 제약에 의해 제한되고, 따라서 기존 그리드 기반시설로부터 직접적으로 차량을 충전하는 능력을 강조하고 구동계 시스템으로 충전 능력을 스케일링한다.
- [0170] 방법, 시스템, 및 장치의 실시형태는 도면에 대한 참조를 통해 설명된다.
- [0171] 다음의 논의는 본 발명의 주제의 많은 예시적인 실시형태를 제공한다. 각각의 실시형태가 본 발명의 요소의 단일 조합을 표현할지라도, 본 발명의 주제는 개시된 요소의 모든 가능한 조합을 포함하도록 고려된다. 따라서, 하나의 실시형태가 요소(A, B, 및 C)를 포함하고, 제2 실시형태가 요소(B 및 D)를 포함하면, 본 발명의 주제는 심지어 명시적으로 개시되지 않더라도, A, B, C, 또는 D의 다른 나머지 조합을 포함하도록 또한 고려된다.
- [0172] 본 명세서에서 설명된 디바이스, 시스템 및 방법의 실시형태는 전자 하드웨어 및 소프트웨어 둘 모두의 조합으로 구현될 수 있다. 이들 실시형태는 무엇보다도 스위치, 트랜지스터의 동작을 타이밍 맞추거나 또는 다르게는 제어하기 위한 제어 메커니즘과 같은, 프로그래밍가능한 컴퓨터 또는 다른 전자 제어 시스템에서 구현될 수 있다.
- [0173] 소프트웨어가 제어 신호를 생성하기 위해 활용되는 경우, 프로그램 코드는 입력 데이터에 적용된다. 실시형태가 상세히 설명될지라도, 본 명세서에서 다양한 변경, 대체 및 변경이 행해질 수 있음을 이해해야 한다.
- [0174] 게다가, 본 출원의 범위는 본 명세서에 설명된 프로세스, 기계, 제조, 물질의 조성, 수단, 방법 및 단계의 특정한 실시형태로 제한되도록 의도되지 않는다.
- [0175] 이해될 수 있는 바와 같이, 상기 설명되고 예시된 예는 단지 예시적인 것이 되도록 의도된다.

도면

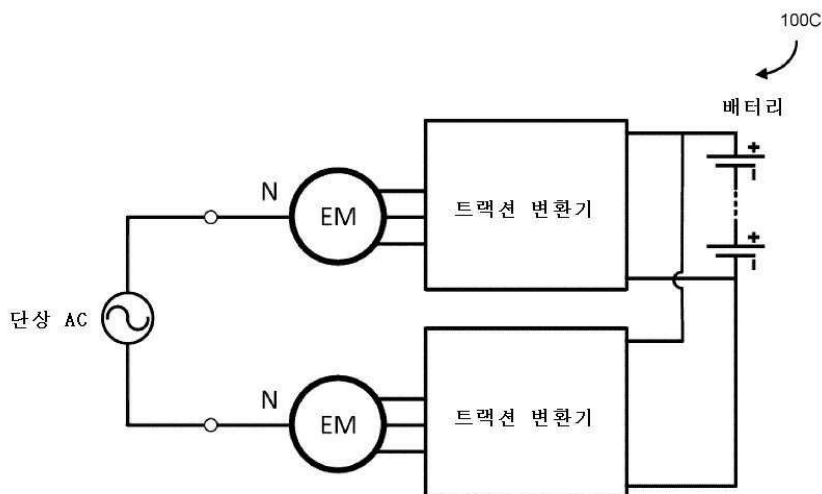
도면1a



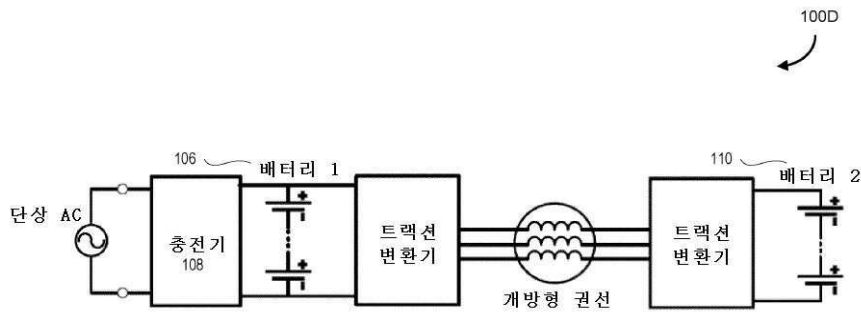
도면1b



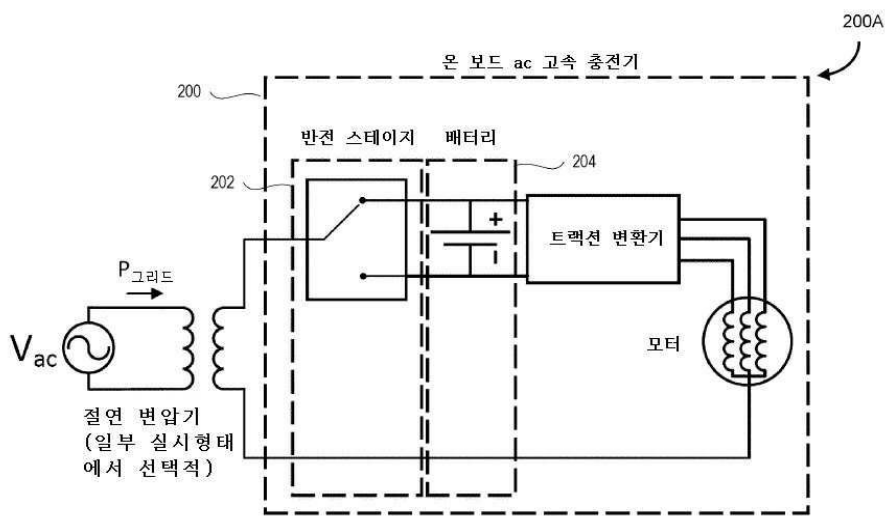
도면1c



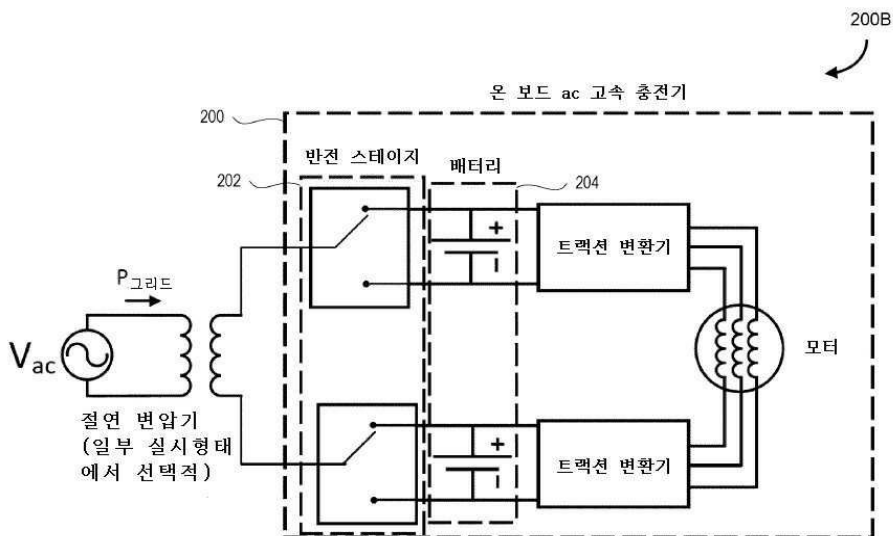
도면1d



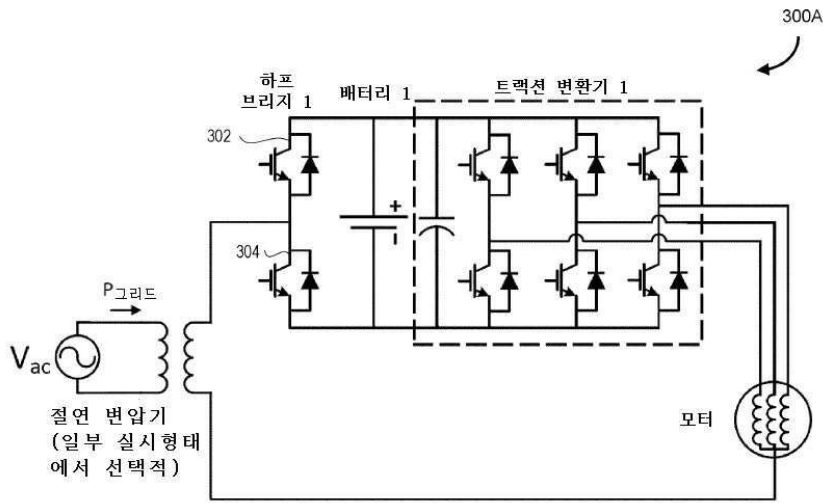
도면2a



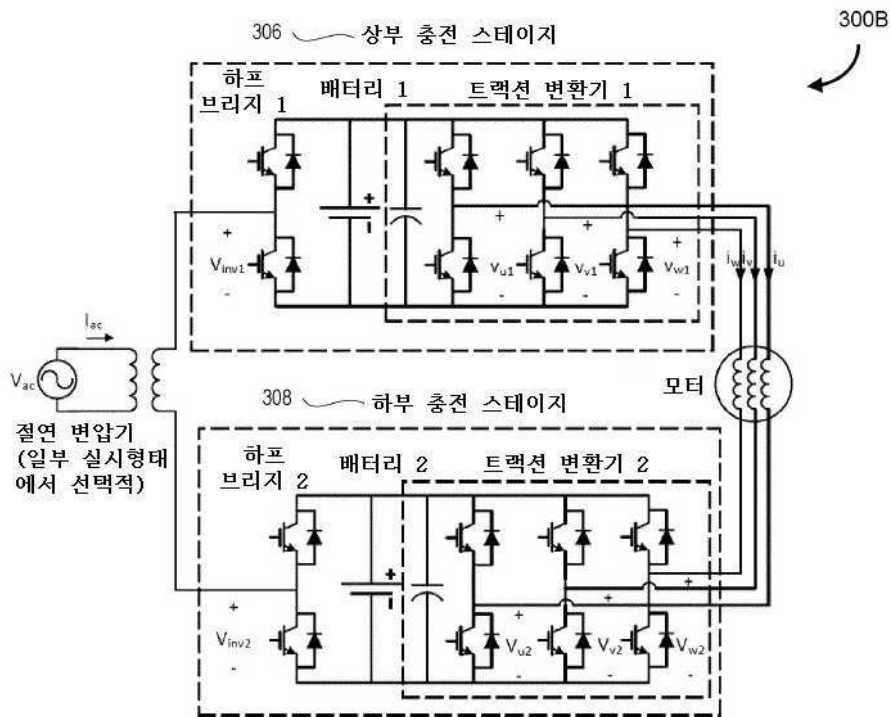
도면2b



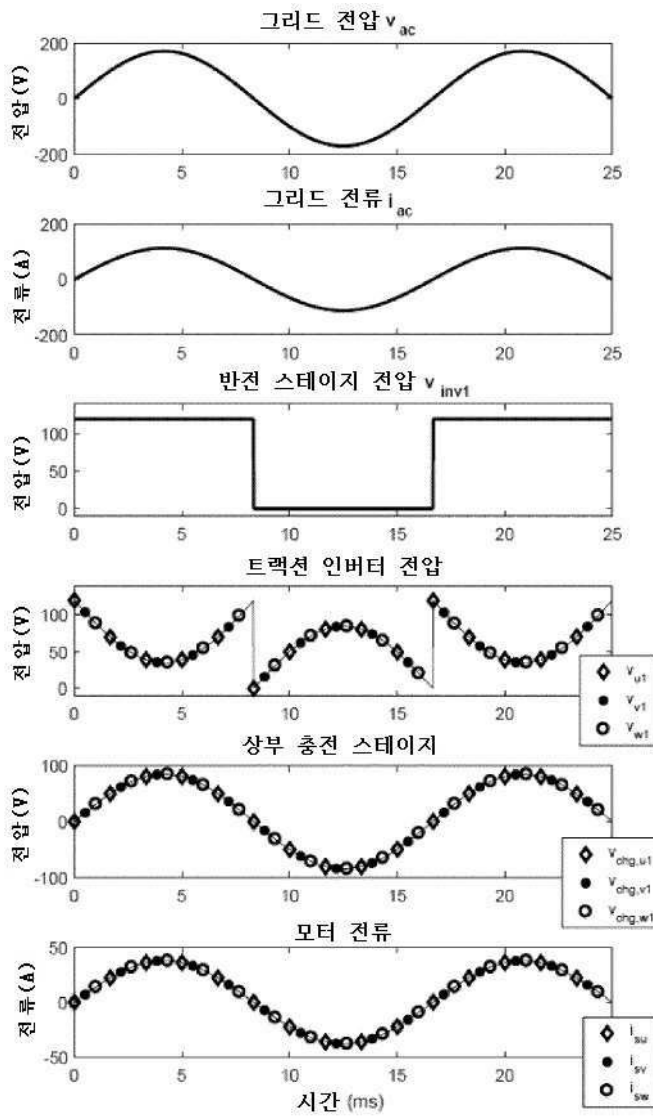
도면3a



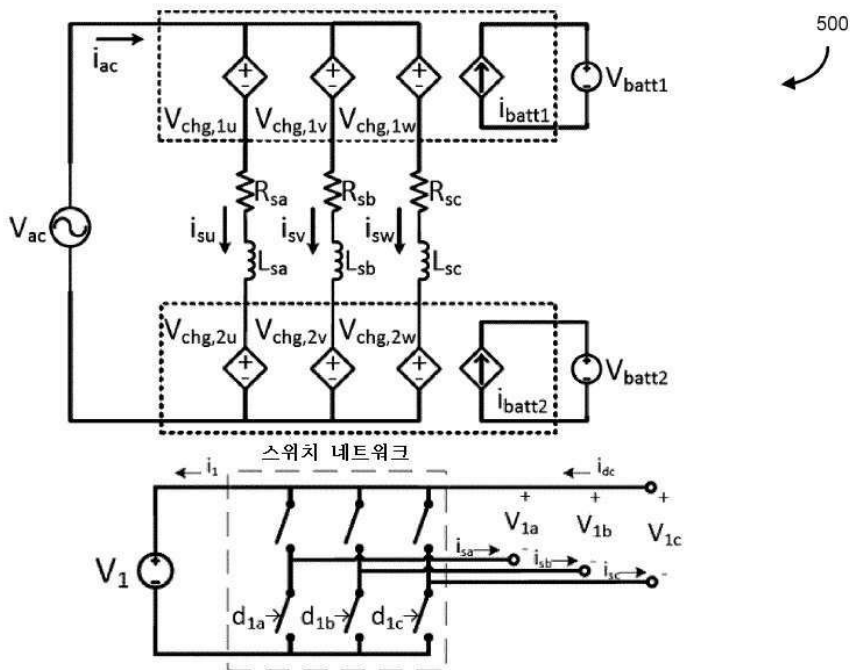
도면3b



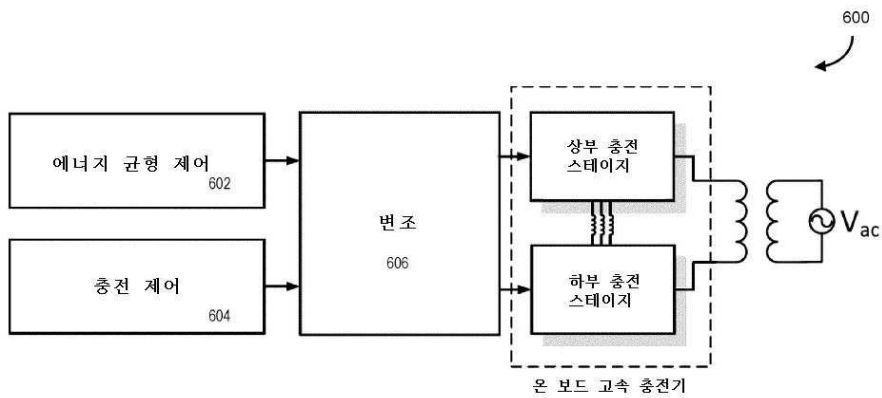
도면4



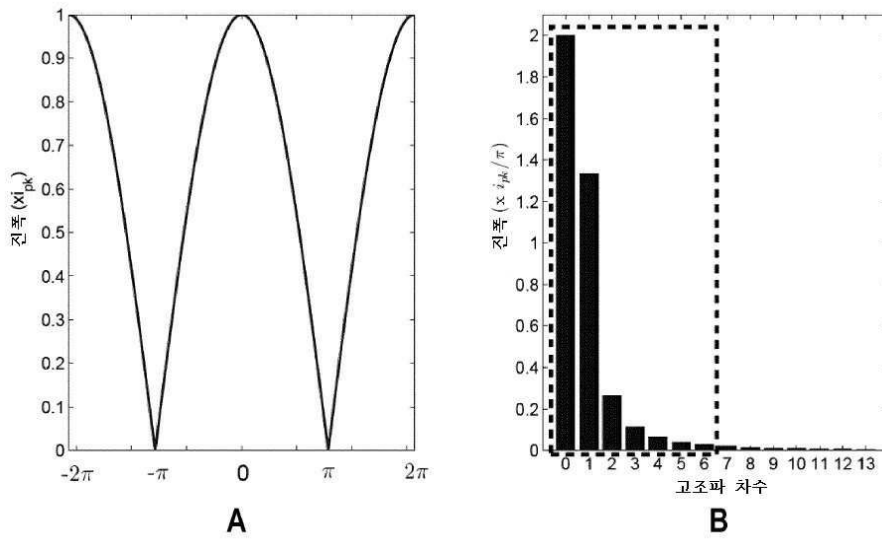
도면5



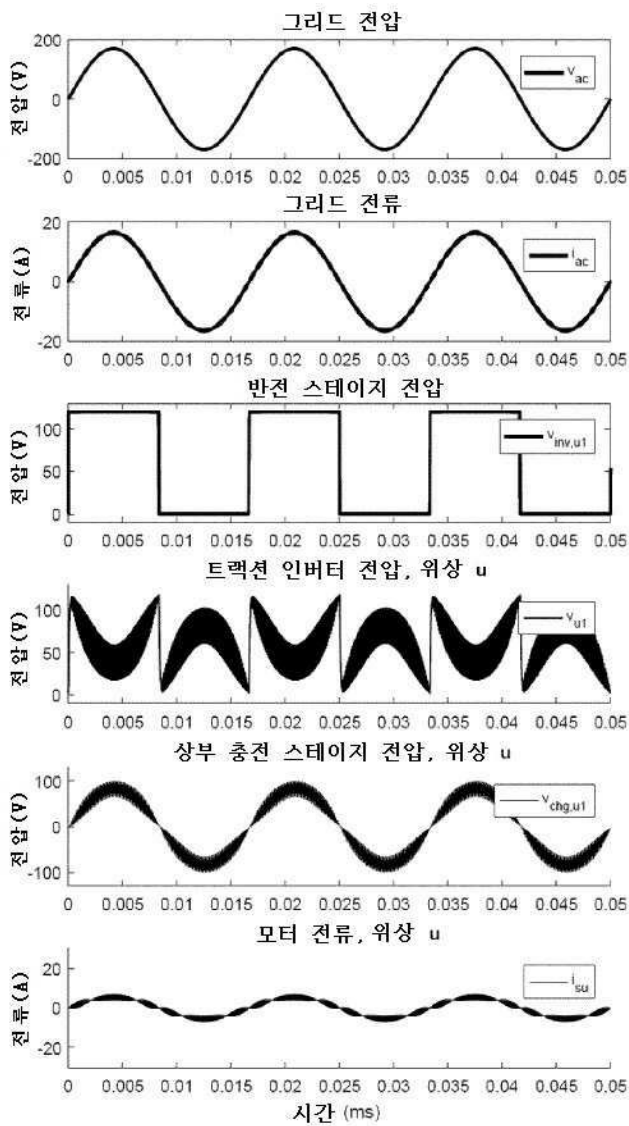
도면6



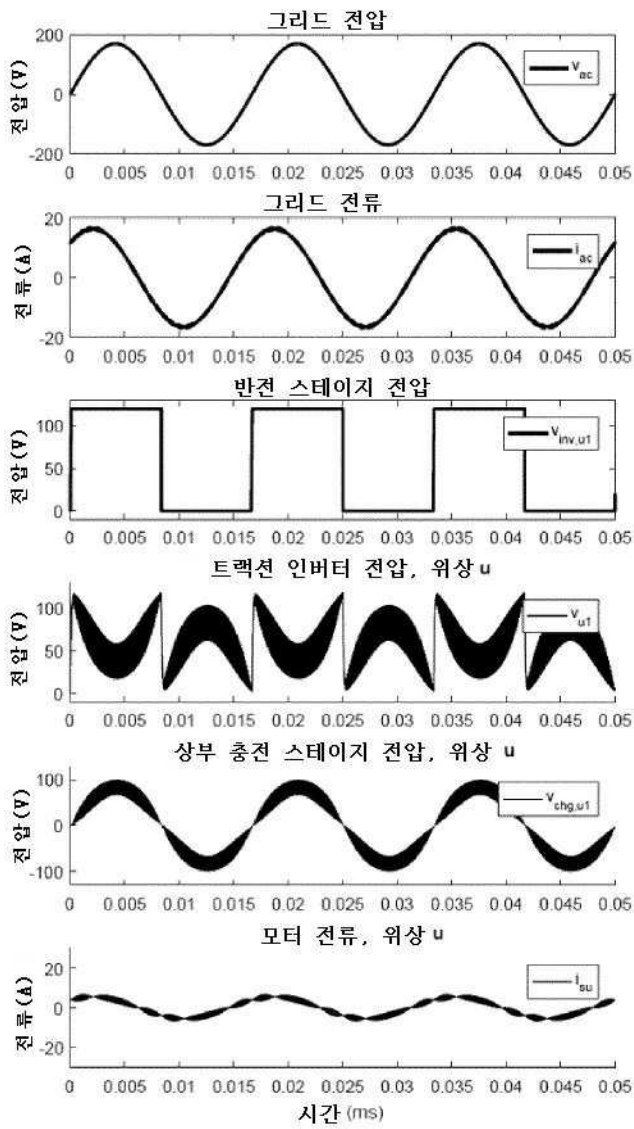
도면7



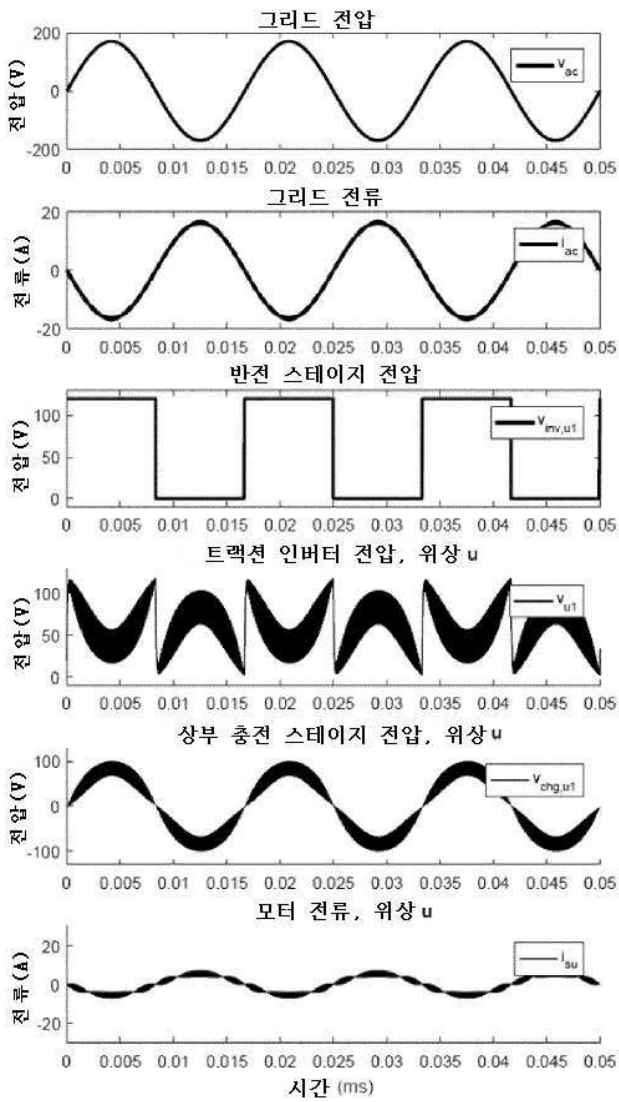
도면8



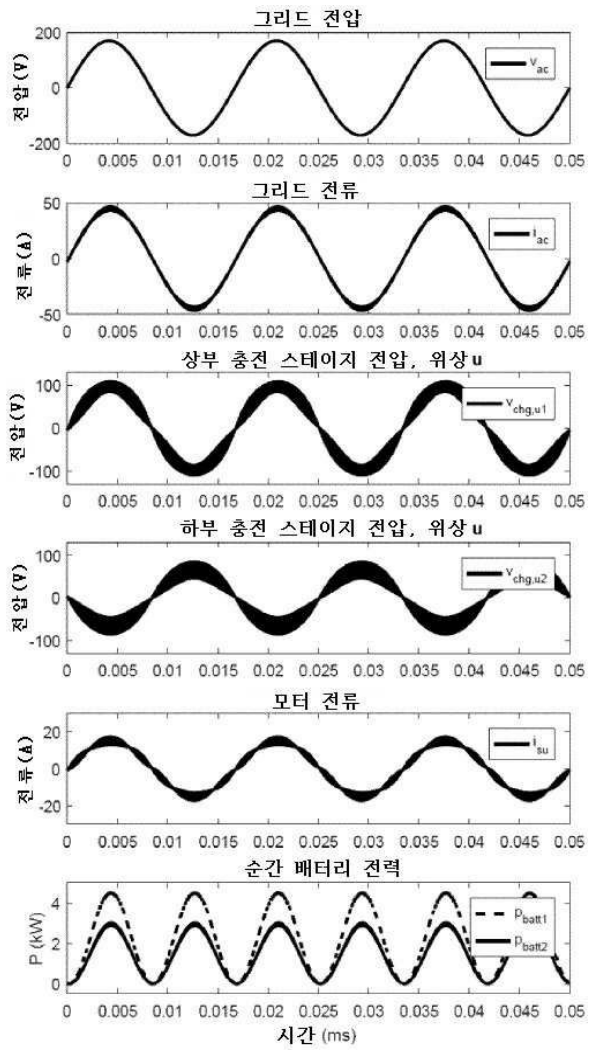
도면9



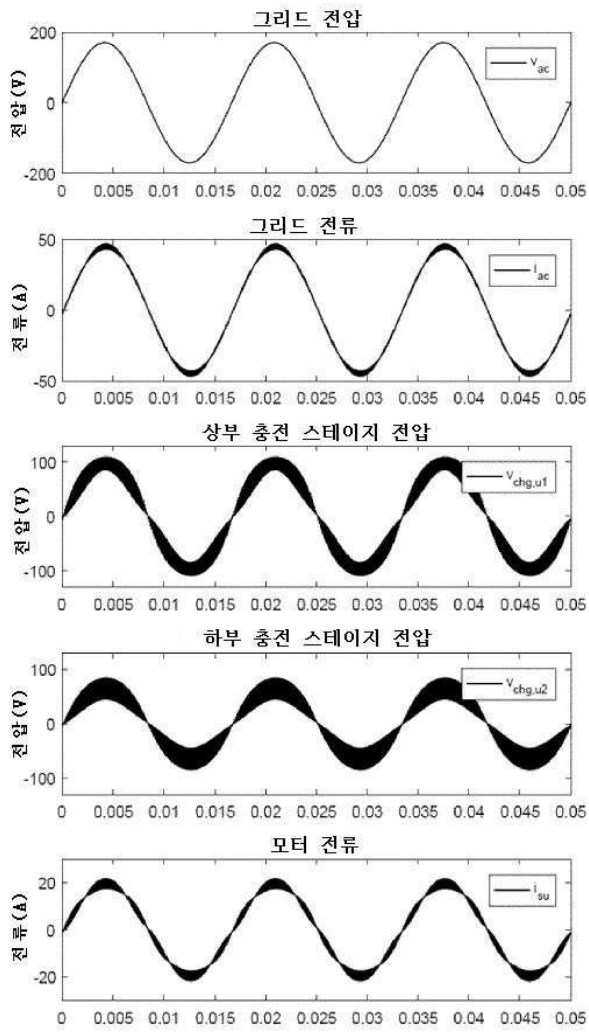
도면10



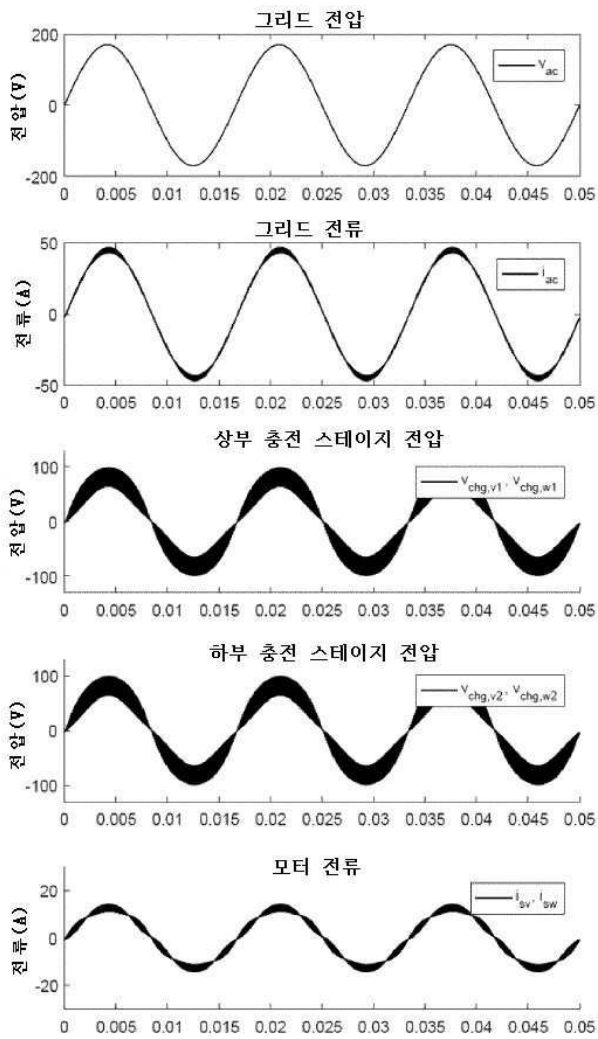
도면11



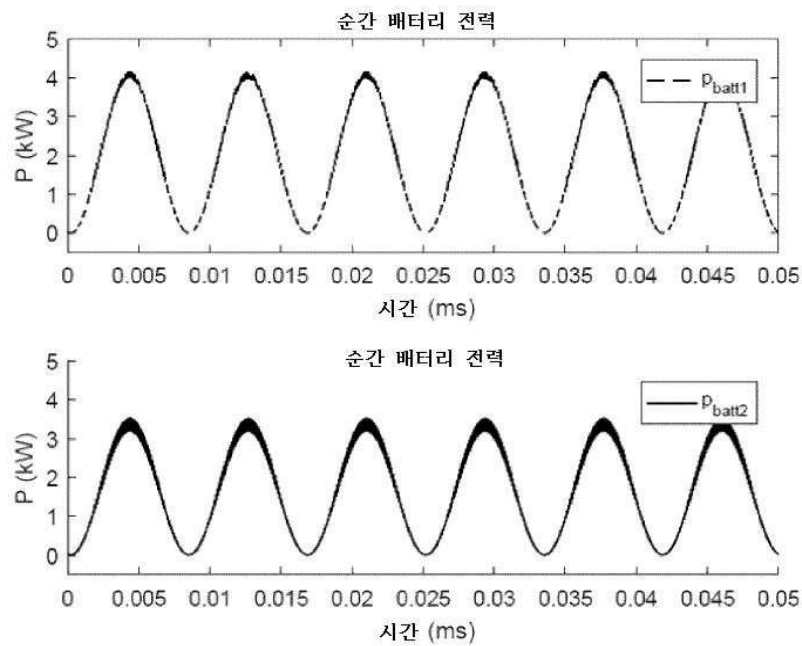
도면12a



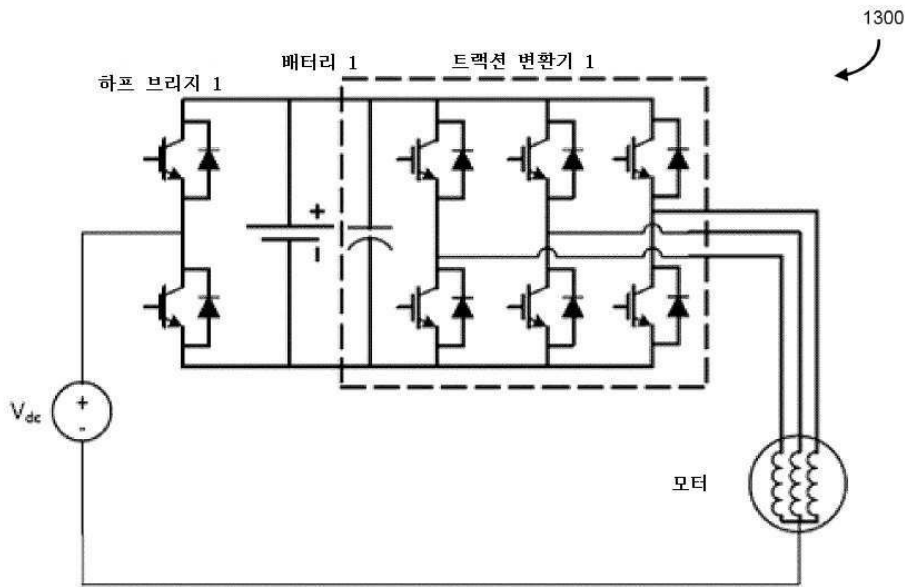
도면12b



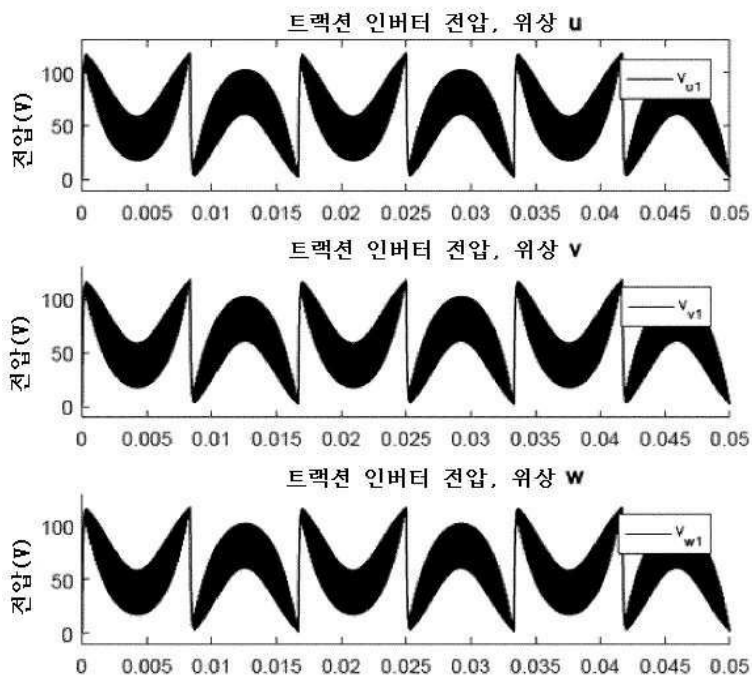
도면12c



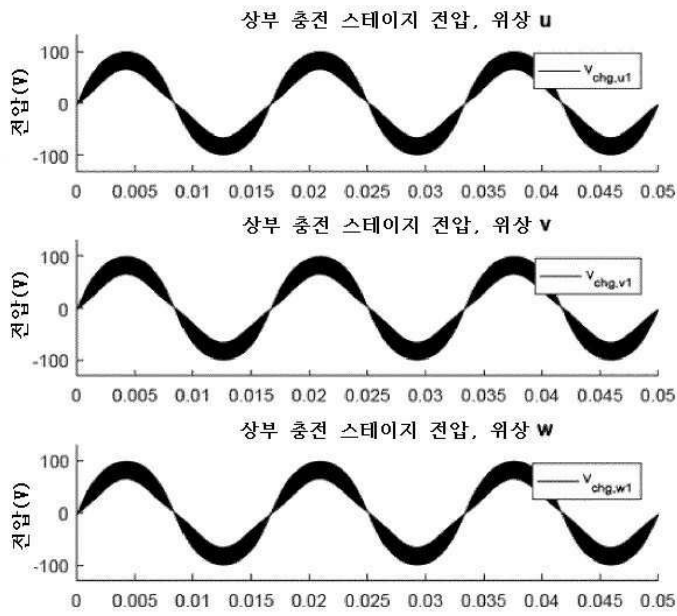
도면13



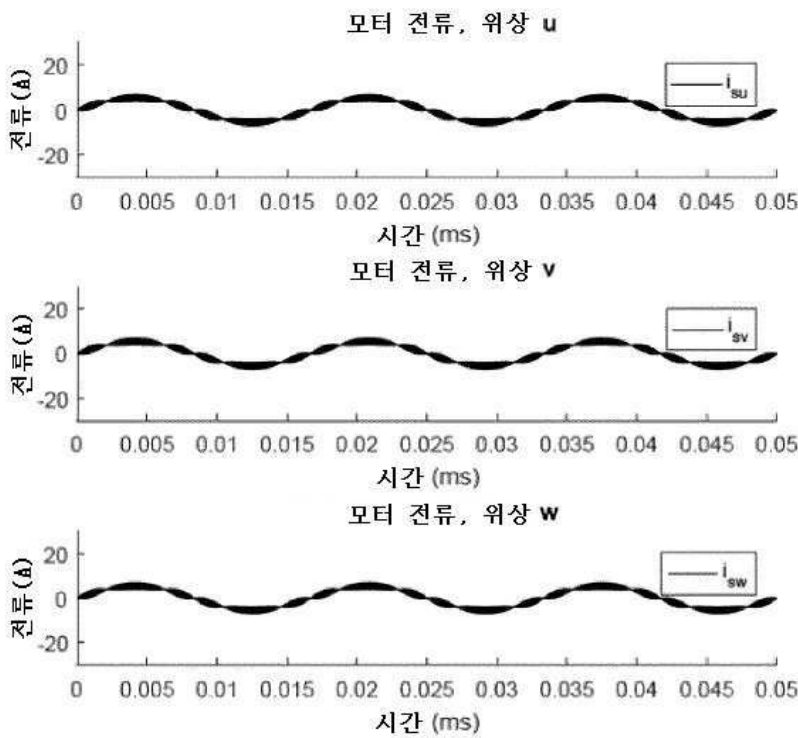
도면14a



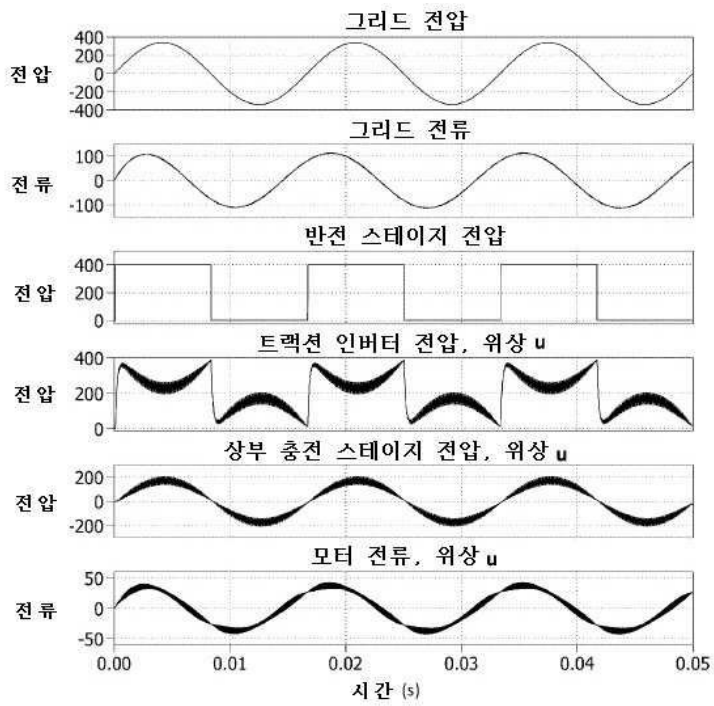
도면14b



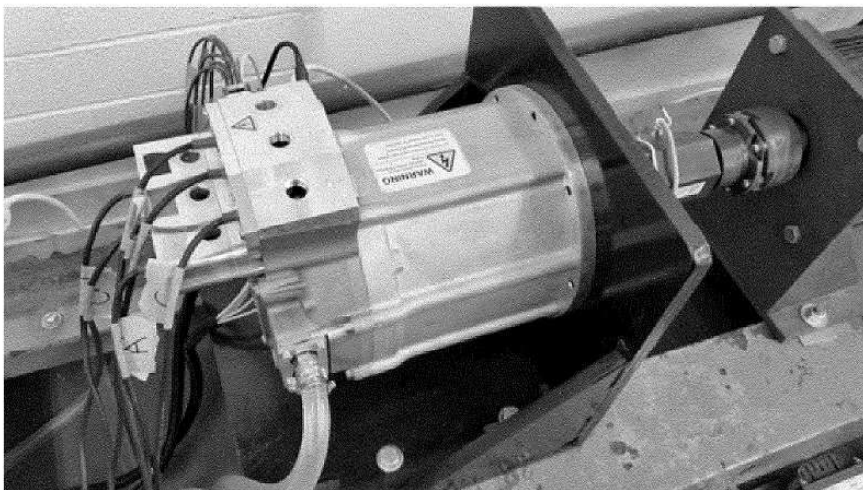
도면14c



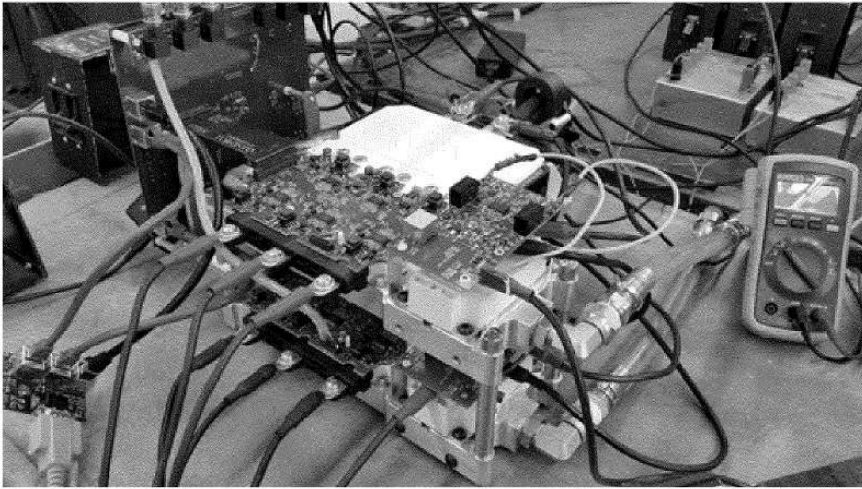
도면15



도면16



도면17



도면18

