



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0128335
(43) 공개일자 2014년11월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60L 11/18 (2006.01) B60L 5/00 (2006.01)
B60M 7/00 (2006.01) H02J 7/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7022897
(22) 출원일자(국제) 2013년02월18일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2014년08월14일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2013/053174
(87) 국제공개번호 WO 2013/121040
국제공개일자 2013년08월22일
(30) 우선권주장
1202853.6 2012년02월17일 영국(GB)

- (71) 출원인
봄바디어 트랜스포테이션 게엠베하
독일 베를린 10785 쾰른베르거 우페르 1
(72) 발명자
앤더스 도미니
독일 만하임 68163 린덴호프스트라세 96
(74) 대리인
박장원

전체 청구항 수 : 총 15 항

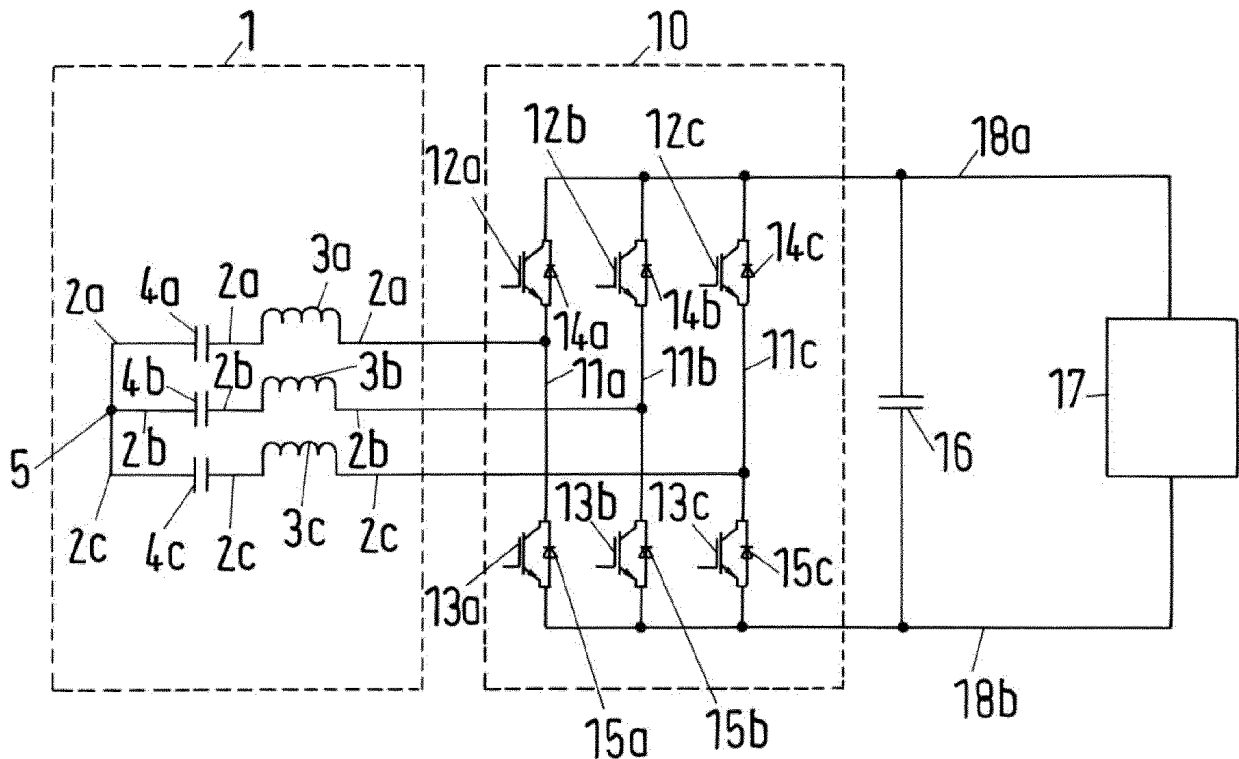
(54) 발명의 명칭 유도 및 정류기를 이용하여 차량에 전기 에너지를 제공

(57) 요약

본 발명은 차량, 특히 궤도 구축 차량 및/또는 로드 자동차에 전기 에너지를 제공하기 위한 구조에 관한 것이며, 상기 구조는, 교류 전자계를 수신하고 전자기 유도에 의해 교류 전류를 생성하도록 된 수신 디바이스(1)를 포함하며, 상기 수신 디바이스(1)는 전자기 유도에 의해 교류 전류의 일 위상을 생성하기 위해 전기적으로 전도성인

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



물질로 형성된 적어도 하나의 인덕턴스(3)를 포함하고, 상기 적어도 하나의 인덕턴스(3) 및 교류 전류의 일 위상을 생성하기 위해 상기 인덕턴스(3)에 연결된 옵션에 따른 적어도 하나의 추가의 전기적 요소(4)는 공진 주파수를 가지고, 대응하는 주파수의 교류 전자계가 상기 수신 디바이스(1)에 의해 수신되면 상기 공진 주파수에서 교류 전류의 위상이 생성되고, 상기 인덕턴스(3)는, 교류 전류를 정류하고 그럼으로써 직류 전류를 생성하기 위한 정류기(10)에 연결되며, 상기 정류기(10)는 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)를 포함하며, 상기 스위치 또는 - 하나보다 많은 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)가 존재하는 경우 - 스위치들은 상기 스위치(12, 13)를 닫거나 또는 복수의 스위치들(12, 13)을 닫으면 결과적으로, 상기 인덕턴스(3)에 걸친 또는 둘 이상의 인덕턴스들(3)에 걸친 단락 회로가 초래되는 방식으로 배치되고, 상기 구조는 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)를 제어하도록 된 제어 디바이스를 포함하며, 상기 제어 디바이스는 상기 공진 주파수보다 작은 주파수에서 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)를 스위치 온 및 오프시키도록 되어 있다.

특허청구의 범위

청구항 1

차량, 특히 궤도 구속 차량(track bound vehicle) 및/또는 로드 자동차(road automobile)에 전기 에너지를 제공하기 위한 구조(arrangement)로서,

- 상기 구조는 교류 전자계(alternating electromagnetic field)를 수신하고 전자기 유도에 의해 교류 전류를 생성하도록 된 수신 디바이스(1)를 포함하여 구성되며,
- 상기 수신 디바이스(1)는 적어도 하나의 인덕턴스(3)를 포함하고, 상기 인덕턴스는 전자기 유도에 의해 상기 교류 전류의 일 위상(one phase)을 생성하기 위해 전기적으로 전도성인 물질로 형성되고,
- 상기 적어도 하나의 인덕턴스(3) 및, 상기 교류 전류의 일 위상을 생성하기 위해 상기 인덕턴스(3)에 연결되는 옵션(option)에 따른 적어도 하나의 추가의 전기적 요소(4)는 공진 주파수를 가지며, 대응하는 주파수의 교류 전자계가 상기 수신 디바이스(1)에 의해 수신되면 상기 공진 주파수에서 상기 교류 전류의 위상이 생성되고,
- 상기 인덕턴스(3) 및 옵션에 따른 상기 적어도 하나의 추가의 전기적 요소(4)는, 상기 교류 전류를 정류(rectify)하고 그림으로써 직류 전류를 생성하기 위한 정류기(10)에 연결되며,
- 상기 정류기(10)는 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)를 포함하고, 상기 스위치 또는 - 하나보다 많은 자동으로 제어가능한 스위치들이 존재하는 경우 - 스위치들(12, 13)은 상기 스위치(12, 13)를 닫거나 또는 복수의 상기 스위치들을 닫으면 결과적으로 상기 적어도 하나의 추가의 전기적 요소(들)(4)를 옵션에 따라 포함하여 상기 인덕턴스(3)에 걸친 또는 둘 이상의 인덕턴스들(3)에 걸친 단락 회로가 초래되는 방식으로 배치되며,
- 상기 구조는 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)를 제어하도록 된 제어 디바이스를 포함하고, 그리고
- 상기 제어 디바이스는 상기 공진 주파수보다 작은 주파수에서 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)를 스위치 온(switch on) 및 오프(off)시키도록 된 것을 특징으로 하는 구조.

청구항 2

선행하는 청구항에 있어서,

상기 수신 디바이스(1)는 전기적으로 전도성인 물질로 이루어진 복수의 위상 라인들(2a, 2b, 2c)을 포함하며, 각각의 위상 라인(2a, 2b, 2c)은 인덕턴스들(3) 중 하나를 포함하며, 각각의 인덕턴스(3)는 상기 교류 전류의 복수의 위상들 중 하나를 생성하도록 되어 있고, 상기 위상 라인들(2a, 2b, 2c)은 상기 위상 라인(2a, 2b, 2c)의 일 단부(end)에서 스타 포인트(star point) 연결을 형성하기 위해 서로와 연결되고, 상기 위상 라인(2a, 2b, 2c)의 대향 단부에서 상기 정류기(10)에 연결되는 것을 특징으로 하는 구조.

청구항 3

선행하는 청구항에 있어서,

상기 위상 라인들(2a, 2b, 2c)의 대향 단부들 각각은 상기 정류기(10)의 복수의 브릿지들 중 하나에 연결되며, 각각의 브릿지는 서로와 직렬로 연결된 두 개의 단방향 밸브(one-way valve)들(14, 15)을 포함하고, 각각의 밸브(14, 15)는 일 방향으로만 전류를 전도시키도록 되어 있고, 각각의 브릿지의 상기 밸브들 중 적어도 하나는 상기 자동으로 제어가능한 스위치들(12, 13) 중 하나와 결합되어서, - 상기 스위치(12, 13)가 온(on)이면 - 전류가 상기 밸브(14, 15)를 통해 반대 방향으로 흐를 수 있거나 또는 반대 방향으로 상기 밸브(14, 15)를 바이패스할 수 있는 것을 특징으로 하는 구조.

청구항 4

선행하는 청구항들 중 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)는 상기 정류기(10)의 밸브(14, 15)와 결합되며, 상기

밸브(14, 15)는 일 방향으로만 전류를 전도시키도록 되어 있고, - 상기 스위치(12, 13)가 온이면 - 전류가 상기 밸브를 통해 반대 방향으로 흐를 수 있거나 또는 반대 방향으로 상기 밸브(14, 15)를 바이패스할 수 있으며, 상기 제어 디바이스는 상기 밸브(14, 15)를 통하는 전류의 크기(size)가 0이되거나 또는 소정 임계값보다 작은 동안에만 상기 스위치(12, 13)를 스위치 온시키도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 구조.

청구항 5

선행하는 청구항들 중 하나에 있어서,

상기 제어 디바이스는 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)가 오프인 동안의 시간 간격들에 대한 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)가 온인 - 따라서 상기 단락 회로가 존재하는 - 동안의 시간 간격들의 비(ratio)를 제어하도록 된 제어를 포함하는 것을 특징으로 하는 구조.

청구항 6

선행하는 청구항들 중 한 항에 있어서,

상기 제어 디바이스는 상기 정류기(10)의 직류 전류 측에서의 전압 및/또는 전류의 크기(들)에 따라 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)의 스위칭을 제어하도록 된 것을 특징으로 하는 구조.

청구항 7

선행하는 청구항에 있어서,

상기 구조는 상기 정류기(10)에 의해 전달되는 전기 에너지를 저장하기 위한 스토리지(storage)를 포함하며,

상기 정류기(10)는 상기 스토리지에 연결되고, 상기 제어 디바이스는 상기 스토리지를 충전하기 위해 요구되는 전압 및/또는 전류의 크기(들)에 따라 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)의 스위칭을 제어하도록 된 것을 특징으로 하는 구조.

청구항 8

선행하는 청구항들 중 한 항의 구조를 포함하는 차량으로서,

상기 정류기(10)는 전기 에너지를 저장하기 위한 스토리지에 연결되는 것을 특징으로 하는 차량.

청구항 9

전기 에너지를 이용하여 차량, 특히 궤도 구속 차량 및/또는 로드 자동차를 동작시키는 방법으로서,

- 교류 전자계가 수신되고 전자기 유도에 의해 교류 전류를 생성하기 위해 사용되며,
- 상기 교류 전자계는 적어도 하나의 인덕턴스(3)에 의해 수신되며, 상기 인덕턴스(3)는 전기적으로 전도성인 물질로 형성되고 상기 전자기 유도에 의해 상기 교류 전류의 일 위상을 생성하며,
- 상기 인덕턴스(3) 및, 상기 인덕턴스(3)에 연결된 옵션에 따른 적어도 하나의 추가의 전기적 요소(4)는 공진 주파수에서 상기 교류 전류의 위상을 생성하고,
- 상기 교류 전류는 정류기(10)에 의해 정류되고, 그럼으로써 직류 전류가 생성되며,
- 상기 정류기(10)는 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)를 이용하여 동작되고, 상기 스위치 또는 - 하나보다 많은 자동으로 제어가능한 스위치들이 존재하는 경우 - 스위치들(12, 13)은 - 적어도 하나의 추가의 전기적 요소(들)(4)을 옵션에 따라 포함하여 - 상기 인덕턴스(3)에 걸친 또는 둘 이상의 인덕턴스들(3)에 걸친 단락 회로가 초래되도록 일시적으로(temporarily) 닫히며,
- 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)는 상기 공진 주파수보다 작은 주파수에서 스위치 온 및 오프되도록 제어 디바이스에 의해 제어되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

선행하는 청구항에 있어서,

상기 교류 전류는 전기적으로 전도성인 물질로 이루어진 복수의 위상 라인들(2a, 2b, 2c)을 이용하여 생성되고,

각각의 위상 라인(2a, 2b, 2c)은 교류 전류의 복수의 위상들 중 하나를 생성하는 인덕턴스들(3) 중 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

선행하는 청구항들 중 한 항에 있어서,

상기 정류기(10)는 교류 전류를 정류하기 위해 사용되는 밸브(14, 15)를 포함하고, 상기 자동으로 제어되는 스위치(12, 13)는 상기 밸브(14, 15)와 결합되며, 상기 밸브(14, 15)는 - 상기 스위치(12, 13)가 오프인 동안의 제1 동작 모드에서 - 일 방향으로만 전류를 전도시키고, 상기 밸브 또는 상기 밸브(14, 15)의 바이패스는 - 상기 스위치(12, 13)가 온인 동안의 제2 동작 상태에서 - 반대 방향으로 전류를 전도시키며, 상기 스위치(12, 13)를 스위치 온시키는 것은 상기 밸브(14, 15)를 통한 전류의 크기가 0이거나 또는 소정 임계값보다 작은 동안에만 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

선행하는 청구항들 중 한 항에 있어서,

상기 제어 디바이스에 의해, 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)가 오프인 동안의 시간 간격들에 대한 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)가 온인 - 따라서 상기 단락 회로가 존재하는 - 동안의 시간 간격들의 비가 제어되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

선행하는 청구항들 중 한 항에 있어서,

상기 제어 디바이스는 상기 정류기(10)의 직류 전류 측에서의 전압 및/또는 전류의 크기(들)에 따라 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)의 스위칭을 제어하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

선행하는 청구항에 있어서,

상기 정류기(10)에 의해 전기 에너지가 상기 차량의 에너지 스토리지에 전달되고, 상기 제어 디바이스는 상기 스토리지를 충전하기 위해 요구되는 전압 및/또는 전류의 크기(들)에 따라 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)의 스위칭을 제어하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

차량, 특히 궤도 구속 차량 및/또는 로드 자동차를 제조하는 방법으로서,

- 교류 전자계를 수신하고 전자기 유도에 의해 교류 전류를 생성하도록 된 수신 디바이스(1)를 제공하는 단계와,
- 전자기 유도에 의해 교류 전류의 일 위상을 생성하기 위해 전기적으로 전도성인 물질로 형성된 적어도 하나의 인덕턴스(3)를 상기 수신 디바이스(1)에 제공하는 단계와,
- 상기 적어도 하나의 인덕턴스(3) 및 교류 전류의 일 위상을 생성하기 위해 상기 인덕턴스(3)에 연결된 옵션에 따른 적어도 하나의 추가의 전기적 요소(4)가 공진 주파수 - 대응하는 주파수의 교류 전자계가 상기 수신 디바이스(1)에 의해 수신되면 상기 공진 주파수에서 상기 교류 전류의 위상이 생성되고 - 에서 동작하도록 하는 단계와,
- 교류 전류를 정류하고 그림으로써 직류 전류를 생성하기 위해 상기 인덕턴스(10) 및 옵션에 따른 적어도 하나의 추가의 전기적 요소를 정류기(10)에 연결하는 단계와,
- 상기 스위치(12, 13)를 단거나 또는 복수의 스위치들(12, 13)을 닫으면 결과적으로, 상기 적어도 하나의 추가의 전기적 요소(들)(4)를 옵션에 따라 포함하여 상기 인덕턴스(3)에 걸친 또는 둘 이상의 인덕턴스들(3)에 걸친 단락 회로가 초래되는 방식으로 상기 정류기(10)의 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)를 배치하는 단계와,
- 제어 디바이스를 제공하는 단계 및 상기 제어 디바이스가 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치

(12, 13)를 제어할 수 있도록 하는 단계와, 그리고

- 상기 제어 디바이스가 상기 공진 주파수보다 작은 주파수에서 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치(12, 13)를 스위치 온 및 오프시킬 수 있도록 하는 단계를 포함하는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 차량(vehicle) 특히, 궤도 구속 차량(track bound vehicle) 및/또는 로드 자동차(road automobile)에 전기 에너지를 제공하기 위한 구조(arrangement)에 관한 것이고, 상기 구조는 교류 전자계를 수신하고 전자기 유도에 의해 교류 전류를 생성(즉, 자기 유도가 전자계에 의해 야기되고, 이러한 유도는 전기 에너지를 생성한다)하도록 된 수신 디바이스를 포함한다. 상기 수신 디바이스는 전자기 유도에 의해 교류 전류의 일 위상(phase)을 생성하기 위한 전기적으로 전도성인 물질로 형성되는 적어도 하나의 인덕턴스(inductance)를 포함한다. 적어도 하나의 인덕턴스 및, 교류 전류의 일 위상을 생성하기 위해 상기 인덕턴스에 (특히, 직렬로) 연결된 옵션(option)에 따른 적어도 하나의 추가의 전기적 요소(특히, 커패시턴스)가 공진 주파수(resonance frequency)를 가지는 바, 대응하는 주파수의 교류 전자계가 수신 디바이스에 의해 수신되면 상기 공진 주파수에서 교류 전류의 위상이 생성된다. 인덕턴스는, 교류 전류를 정류하고 그림으로써 직류 전류를 생성하기 위한 정류기에 연결된다. 이 기술분야의 숙련자가 알게될 바와 같이, 상기 교류 전류의 위상이 생성되는 공진 주파수는 수신 디바이스와 전자계를 생성하는 디바이스와의 사이의 전도성 커플링에 따라 변화할 수 있다.

[0002] 더욱이, 본 발명은 차량에 에너지를 전달하기 위한 상기 구조를 포함하는 시스템에 관한 것이며, 상기 구조를 포함하는 차량에 관한 것이다. 본 발명은 또한, 상기 구조를 제조하는 방법 및, 교류 전자계를 수신하고 자기 유도에 의해 교류 전류를 생성하는 수신 디바이스에 의해 차량을 동작시키는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 국제출원공개 번호 제WO 2010/031595 A2호는 차량, 특히 궤도 구속 차량에 전기 에너지를 제공하기 위한 구조를 개시하며, 상기 구조는, 교류 전자계를 수신하고 전자기 유도에 의해 교류 전류를 생성하도록 된 수신 디바이스를 포함한다. 상기 수신 디바이스는 전기적으로 전도성인 물질로 이루어진 복수의 권선(winding)들 및/또는 코일들을 포함하며, 각각의 권선 또는 코일은 교류 전류의 개별 위상을 생성하도록 되어 있다.

발명의 내용

[0004] 본 발명은 (비록 이로만 국한되는 것은 아니지만은 단지 일시적으로 육상에 있는 어떤 차량을 포함하는) 어떤 육상 차량(land vehicle)에 적용될 수 있으며, 특히 철도 차량(rail vehicle)들(예컨대, 전차(tram)들)과 같은 궤도 구속 차량들뿐만 아니라 개인용 (사적인) 승용차들 또는 대중 교통 차량들(예컨대, 역시 궤도 구속 차량들인 트롤리버스(trolleybuse)들을 포함하는 버스들)과 같은 로드 자동차들에 적용될 수 있다. 바람직하게는, 교류 전자계를 생성하는 1차 측 전도체 구조(primary side conductor arrangement)가 차량의 궤도 또는 로드와 통합되어서, 상기 1차 측 전도체 구조의 전기 선들이 상기 차량이 이동할 수 있는 로드 또는 궤도의 표면에 거의 평행한 면(plane)으로 확장된다. 국제출원공개 번호 제WO 2010/031595 A2호에서 또한 기술되는 바와 같이, 수신 디바이스는 차량의 하부측에 위치될 수 있고, 슬래브(slab) 또는 플레이트의 형태의 본체(body)와 같은 강자성체(ferromagnetic body)에 의해 커버될 수 있다. 적절한 물질은 페라이트(ferrite)이다. 상기 본체는 자계의 자기력선(field line)들을 뭉치고(bundle), 리디렉트(redirect)하며 따라서, 본체 위의 필드 강도를 거의 0으로 감소시킨다. 그러나, 1차 측 전도체 구조의 다른 구성들, 위치들 및/또는 지향들이 가능하다. 예를 들어, 1차 측 전도체 구조는 차량의 측면에 위치될 수 있다.

[0005] 어떤 경우, 1차 측 전도체 구조와 수신 디바이스의 적어도 하나의 인덕턴스와의 사이의 갭(gap)은 가능한 작아 야만 하는 바, 그 이유는 1차와 2차 측 간의 무선 에너지 전달의 효율이 갭이 클수록 작아지기 때문이다. 동일한 이유로, 적어도 하나의 인덕턴스에 유도되는 전압은 갭의 크기(size)에 좌우된다. 시스템의 2차 측 상의 다양한 전압을 다루는 일 방식은, 내전압성(voltage-tolerant)인, 즉 넓은 범위의 전압들에서 동작될 수 있는 전력 컨슈머(consumer)들에만 전기 에너지를 공급하는 것이다. 본 발명이 적용될 수 있는 일 예는 철도 차량의 견인(traction) 시스템인 바, 상기 시스템은 수신 디바이스에 연결된 직류 중간 회로를 포함하고, 직류 전류를 차량의 적어도 하나의 견인 모터를 동작시키기 위한 교류 전류로 변환시키는 적어도 하나의 인버터(inverter)를 더 포함한다. 상기 인버터는 직류 전류 중간 회로에서 전압 변동을 보상하도록 제어될 수 있다.

- [0006] 그러나, 다양한 전압을 견딜 수 없는 차량들 내의 다른 전기 시스템들 또는 디바이스들이 존재한다. 그러므로, 차량에 에너지를 제공하고 이를 사용하는 추가의 가능성은 작은 범위의 전압들 내에 전압 변동들을 유지시키기 위해 1차와 2차 측 인덕턴스들 사이의 갭의 크기를 제어하는 것이다.
- [0007] 국제출원공개 번호 제WO 2009/074207 A2호는 시스템의 부분으로의 비접촉 에너지 전송을 위한 시스템을 기술하며, 특히 이동할 수 있게 배치된 시스템의 부분 및 방법을 기술하며, 여기서 고정적으로 설치된 1차 전도체가 제공되는 바, 상기 부분에 의해 둘러싸인 하나 또는 여러 개의 2차 코일들이 상기 1차 전도체에 유도 커플링(inductively coupled)된다. 2차 코일들은 하나 또는 여러 개의 커패시터들과 직렬로 연결되어서, 이에 따라 형성된 직렬 공진 회로의 공진 주파수는 1차 전도체 내로 주입되는 교류 전류의 주파수와 필수적으로 동일하며, 상기 직렬 공진 회로에서 발생하는 전압은 정류기에 피딩되는 바, 상기 정류기의 출력 측 상에 단락 회로로서 작동될 수 있는 스위치가 제공되고, 상기 스위치를 통과하지 않는 전류는 프리 휠링 다이오드(free-wheeling diode)를 통해 평활화 커패시터(smoothing capacitor)에 피딩되며, 상기 평활화 커패시터에서 발생하는 전압은 사용자에게 이용가능해 진다.
- [0008] 이 2차 측 구조의 단점은 동작 동안 손실들을 증가시키는 프리 휠링 다이오드이다. 더욱이, 국제출원공개 번호 제WO 2009/074207 A2호의 도 1에 도시된 실시예는 전류가 항상 두 개의 반도체들, 즉 프리 휠링 다이오드 및 정류기 내의 다이오드들 중 하나의 직렬 연결을 통해 흐르고, 결과적으로 전기 손실들이 증가된다는 단점을 가진다.
- [0009] 차량에 전기 에너지를 제공하기 위한 구조를 제공하는 것이 본 발명의 목적이며, 상기 구조는 전자기 유도에 의해 교류 전류를 생성하기 위한 인덕턴스를 포함하는 수신 디바이스를 포함하고, 상기 구조는 전압 변동을 감소시키기 위한 수단을 제공한다. 알려진 해법들에 비해, 동작 동안의 손실들이 감소될 수 있다. 특히, 상기 구조는 또한, 전압 변동들을 감소시키기 위한 수단에 의해, 야기될 수 있는 손실들을 최소화하기 위한 수단들을 제공할 수 있다. 본 발명의 추가의 목적들은 차량에 에너지를 전달하기 위한 대응하는 시스템, 상기 구조를 포함하는 차량, 상기 차량을 동작시키는 방법 및 상기 구조를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 기본 사상은 정류기에 적어도 하나의 스위치를 통합시키는 것이다. 국제출원공개 번호 제WO 2009/074207 A2호와는 대조적으로, 스위치는 정류기의 출력 측 상에 제공되지 않는다. 결과적으로, 추가적인 프리 휠링 다이오드는 생략될 수 있다. 정류기에 통합된 적어도 하나의 스위치는 교류 전자계를 수신하고 전자기 유도에 의한 교류 전류를 생성하도록 된 수신 디바이스의 인덕턴스에 걸쳐 또는 둘 이상의 인덕턴스들에 걸쳐 단락 회로를 생성하도록 동작된다. 특히, 다음의: 차량, 특히 궤도 구속 차량 및/또는 로드 자동차에 전기 에너지를 제공하기 위한 구조가 제시되는 바, 여기서,
- [0011] - 상기 구조는 교류 전자계를 수신하고 전자기 유도에 의해 교류 전류를 생성하도록 된 수신 디바이스를 포함한다
- [0012] - 상기 수신 디바이스는 전자기 유도에 의해 교류 전류의 일 위상을 생성하기 위해 전기적으로 전도성인 물질로 형성된 적어도 하나의 인덕턴스를 포함한다
- [0013] - 상기 적어도 하나의 인덕턴스 및, 교류 전류의 일 위상을 생성하기 위해 상기 인덕턴스에 연결된 옵션에 따른 적어도 하나의 추가의 전기적 요소는 공진 주파수를 가지는 바, 대응하는 주파수의 교류 전자계가 상기 수신 디바이스에 의해 수신되면 상기 공진 주파수에서 교류 전류의 위상이 생성된다
- [0014] - 상기 인덕턴스 및 옵션에 따른 적어도 하나의 추가의 전기적 요소는 교류 전류를 정류하고 그럼으로써 직류 전류를 생성하기 위한 정류기에 연결된다
- [0015] - 상기 정류기는 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치를 포함하고, 상기 스위치 또는 - 하나 보다 많은 자동으로 제어가능한 스위치들이 존재하는 경우 - 스위치들은 상기 스위치를 닫거나 (즉, 스위치 온(on)시키거나) 또는 복수의 스위치들을 닫으면 결과적으로, 적어도 하나의 추가의 전기적 요소(들)을 옵션에 따라 포함하여 인덕턴스에 걸친 또는 둘 이상의 인덕턴스들에 걸친 단락 회로가 초래되는 방식으로 배치된다
- [0016] - 상기 구조는 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치를 제어하도록 된 제어 디바이스를 포함한다
- [0017] - 상기 제어 디바이스는 상기 공진 주파수보다 작은 주파수에서 상기 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치를 스위칭 온(즉, 스위치는 닫는 것) 및 오프(즉, 스위치는 여는 것)시키도록 된 것이다.
- [0018] 상기에 언급된 배경기술에 비해, 적어도 하나의 스위치는 정류기의 단방향 밸브(특히, 다이오드)에 병렬로 연결되거나 또는 대안적으로는, 상기 스위치는 단방향 밸브(예컨대, IGBT 또는 MOSFET이 사용될 수 있는 바, 이들은

통합 다이오드(integrated diode), 이른바 바디-다이오드(body-diode)를 가진다)에 통합되며, 상기 정류기의 각각의 밸브는 일 방향으로만 전류를 전도시키도록 된 것이어서, - 만일 스위치가 온이면 - 전류가 상기 밸브를 통해 반대 방향으로 흐를 수 있거나 또는 반대 방향으로 상기 밸브를 바이패스할 수 있다. 만일 상기 스위치가 (제1) 단방향 밸브에 병렬로 연결되고 그리고 만일 상기 정류기가 두 개의 단방향 밸브들이 서로와 직렬로 연결되게 하는 브릿지를 포함하면, 상기 스위치는 또한 다른 (제2) 단방향 밸브에 직렬로 연결된다.

[0019] 바람직하게는, 상기 구조는 대응하는 수의 위상 라인들에서의 전자기 유도로 인해 교류 전류의 하나 보다 많은 위상(예컨대, 세 개의 위상들)을 생성한다. 복수의 위상들은 정류기의 출력 측 상에 평할한 직류 전류를 제공하는다. 더욱이, 복수의 위상 수신기들은 고전력을 생성하고 부유 효과(stray effect)들이 감소될 수 있다.

[0020] 특히, 수신 디바이스는 전기적으로 전도성인 물질로 이루어진 복수의 위상 라인들을 포함하고, 각각의 위상 라인은 인덕턴스들 중 하나를 포함하며, 각각의 인덕턴스는 교류 전류의 복수의 위상들 중 하나를 생성하도록 되고, 상기 위상 라인들은 위상 라인의 일 단부(end)에서 스타 포인트(star point) 연결을 형성하도록 서로와 연결되고, 상기 위상 라인의 대향 단부에서 정류기에 연결된다.

[0021] 특히, 위상 라인들의 대향 단부들 각각은 정류기의 복수의 브릿지들 중 하나에 연결되고, 각각의 브릿지는 서로에 직렬로 연결된 두 개의 단방향 밸브들을 포함하며, 각각의 밸브는 일 방향으로만 전류를 전도시키도록 되어 있고, 각각의 브릿지의 밸브들 중 적어도 하나는 자동적으로 제어가능한 스위치들 중 하나와 결합되어서, - 만일 스위치가 온이면 - 전류는 밸브를 통해 반대 방향으로 흐를 수 있거나 또는 반대 방향으로 밸브를 바이패스할 수 있다. 동일한 사항이 단상(single-phase) 수신 디바이스의 경우 풀-브릿지 정류기에 적용된다.

[0022] 적어도 하나의 자동적으로 제어가능한 스위치는 정류기의 밸브와 결합될 수 있고(예컨대, 밸브에 통합될 수 있거나 또는 밸브에 병렬로 연결될 수 있고), 상기 밸브는 일 방향으로만 전류를 전도시키도록 되어 있고, - 만일 스위치가 온이면 - 전류는 상기 밸브를 통해 반대 방향으로 흐를 수 있거나 또는 반대 방향으로 상기 밸브를 바이패스할 수 있으며, 제어 디바이스는 밸브를 통한 전류의 크기가 0이거나 또는 소정 임계값보다 작은 동안에만 스위치를 스위치 온시킬 수 있도록 되어 있다. 동작 동안의 손실들이 이 실시예에 의해 현저하게 감소될 수 있다. 이는 제어 디바이스가 공진 주파수보다 작은 스위칭 주파수에서 적어도 하나의 자동적으로 제어가능한 스위치를 스위치하도록 되어 있기 때문에 가능하다. 이 스위칭 주파수로 상기 적어도 하나의 스위치가 스위치 온된다. 또한, 적어도 하나의 스위치는 이 스위칭 주파수로 스위치 오프된다. 일반적으로, 스위치를 스위칭 온시키는 것과 스위칭 오프시키는 것 간의 시간 간격이 상기 스위치를 스위칭 오프시키는 것과 스위치 온시키는 것 간의 시간 간격과 다르기 때문에, 그리고 이 시간 간격들이 변화할 수 있기 때문에, 이 시간 간격들의 상이한 비(ratio)들 또는 듀티 사이클들(하기 참조)이 설정될 수 있다.

[0023] 바람직한 실시예에 따르면, 밸브(들)를 통한 전류의 크기가 0이거나 또는 소정 임계 값보다 작은 동안 적어도 하나의 스위치를 스위치 온시키고 스위치 오프시킬 수 있게 하기 위해, 스위칭 주파수는 공진 주파수의 정수 분율(fraction)인 바, 즉, 공진 주파수는 스위칭 주파수의 정수배이다. 특히, 정수 분율은 미리결정될 수 있는 바, 즉, 수신 디바이스의 동작 전에 설정될 수 있다. 이는 동작 동안 정수 분율을 다른 값에 적응시키는 것을 배제하지 않는다.

[0024] 특히, 공진 주파수 또는 등가량(equivalent quantity)은 동작 동안 결정될 수 있다. 그러므로, 공진 주파수는 동작 동안의 스위칭 주파수의 정확한 정수배일 수 있다. 예를 들어, 만일 공진 주파수가 변경되면, 스위칭 주파수는 이에 대응하여 그리고 바람직하게는 자동적으로 적응된다. 등가량은 정류기의 입력 측 상의 교류 전류 또는 교류 전압, 예컨대 수신 디바이스의 일 위상 또는 하나보다 많은 위상의 교류 전류 또는 교류 전압의 주기 또는 반주기(half period)의 시간일 수 있다. 예를 들어, 카운터에 커플링된 검출기는 교류 전류 또는 교류 전압이 0 이될 때를 반복적으로 측정하고, 계산 디바이스가 공진 주파수를 계산한다. 그러나, 교류 전류 또는 교류 전압의 주파수가 다른 방식으로 스위칭 주파수의 생성을 트리거하는 것 역시 가능하다.

[0025] 제어 디바이스는 적어도 하나의 자동적으로 제어가능한 스위치가 오프인 동안의 시간 간격들에 대한, 적어도 하나의 자동적으로 제어가능한 스위치가 온인 - 따라서 단락 회로가 존재하는 - 동안의 시간 간격들의 비를 제어하도록 된 제어기를 포함할 수 있다. 스위칭 프로세스의 타이밍으로 인해, 그렇지 않을 경우 스위치 및 밸브 내에서 생성될 수 있는 전기적 손실들은 현저하게 감소된다. 더욱이, 스위치는 적은 열을 생성하고, 스위치의 냉각이 용이하게 이루어진다.

[0026] 특히, 제어 디바이스는 정류기의 직류 전류 측 상의 전압 및/또는 전류의 크기(들)에 따라 적어도 하나의 자동적으로 제어가능한 스위치의 스위칭을 제어하도록 될 수 있다. 일 예가 하기에 주어질 것이다.

- [0027] 본 발명의 특정한 어플리케이션에 따르면, 구조는 정류기에 의해 전달되는 전기 에너지를 저장하기 위한 스토리지를 포함하고, 상기 정류기는 상기 스토리지에 연결되며, 상기 제어 디바이스는 상기 스토리지를 충전하기 위해 요구되는 전압 및/또는 전류의 크기(들)에 따라 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치의 스위칭을 제어하도록 되어 있다.
- [0028] 더욱이, 본 발명은 본 명세서에 기술된 실시예들 중 하나에 따른 구조를 포함하는 차량을 포함하며, 정류기는 전기 에너지를 저장하기 위한 스토리지에 연결된다.
- [0029] 추가적으로, 본 발명은 전기 에너지를 이용하여 차량, 특히 궤도 구속 차량 및/또는 로드 자동차를 동작시키는 방법을 포함하는 바, 여기서
- [0030] - 교류 전자계가 수신되고, 전자기 유도에 의해 교류 전류를 생성하기 위해 사용된다
- [0031] - 교류 전자계는, 전기적으로 전도성인 물질로 형성되고 전자기 유도에 의해 교류 전류의 일 위상을 생성하는 적어도 하나의 인덕턴스에 의해 수신된다
- [0032] - 상기 인덕턴스 및, 상기 인덕턴스에 연결된 옵션에 따른 적어도 하나의 추가의 전기적 요소는 공진 주파수에서 교류 전류의 위상을 생성한다
- [0033] - 교류 전류는 정류기에 의해 정류되고 그럼으로써 직류 전류가 생성된다
- [0034] - 정류기는 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치를 이용하여 동작되고, 상기 스위치 또는 - 하나보다 많은 자동으로 제어가능한 스위치들이 존재하는 경우 - 스위치들은 일시적으로 단혀서 - 적어도 하나의 추가의 전기적 요소(들)를 옵션에 따라 포함하여 - 인덕턴스에 걸친 또는 둘 이상의 인덕턴스들에 걸친 단락 회로가 초래된다
- [0035] - 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치는, 공진 주파수보다 작은 주파수에서 스위치 온되고 오프되도록 제어 디바이스에 의해 제어된다.
- [0036] 특히, 교류 전류는 전기적으로 전도성인 물질로 이루어진 복수의 위상 라인들을 이용하여 생성될 수 있고, 각각의 위상 라인은 교류 전류의 복수의 위상들 중 하나를 생성하는 인덕턴스들 중 하나를 포함한다. 방법의 다른 실시예들이 구조의 설명에 뒤따른다.
- [0037] 예를 들어, 정류기는 교류 전류를 정류하기 위해 사용되는 밸브를 포함할 수 있고, 자동으로 제어가능한 스위치는 상기 밸브와 결합되며, 상기 밸브는 - 스위치가 오프되어 있는 동안의 제1 동작 상태에서 - 일 방향으로만 전류를 전도시키고, 상기 밸브 또는 상기 밸브의 바이패스는 - 스위치가 온되어 있는 동안의 제2 동작 상태에서 - 반대 방향으로 전류를 전도시킬 수 있으며, 상기 밸브를 통한 전류의 크기가 0이거나 또는 소정 임계값보다 작은 동안에만 스위치를 온 시키는 것이 이루어진다.
- [0038] 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치가 오프인 동안의 시간 간격에 대한, 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치가 온인 - 따라서 단락 회로가 존재하는 - 동안의 시간 간격의 비는 제어 디바이스에 의해 제어될 수 있다.
- [0039] 특히, 제어 디바이스는 정류기의 직류 전류 측에서 전압 및/또는 전류의 크기(들)에 따라 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치의 스위칭을 제어할 수 있다.
- [0040] 전기 에너지는 정류기에 의해, 차량의 에너지 스토리지에 전달될 수 있고, 제어 디바이스는 상기 스토리지를 충전하기 위해 요구되는 전압 및/또는 전류의 크기(들)에 따라 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치의 스위칭을 제어할 수 있다.
- [0041] 본 발명은 차량, 특히 궤도 구속 차량 및/또는 로드 자동차를 제조하는 방법을 포함하며, 상기 방법은 다음의 단계들:
- [0042] - 교류 전자계를 수신하고 전자기 유도에 의해 교류 전류를 생성하도록 된 수신 디바이스를 제공하는 단계와,
- [0043] - 전자기 유도에 의해 교류 전류의 일 위상을 생성하기 위해 전기적으로 전도성인 물질로 형성되는 적어도 하나의 인덕턴스를 상기 수신 디바이스에 제공하는 단계와,
- [0044] - 적어도 하나의 인덕턴스 및 교류 전류의 일 위상을 생성하기 위해 상기 인덕턴스에 연결된 옵션에 따른 적어도 하나의 추가의 전기적 요소가 공진 주파수 - 대응하는 주파수의 교류 전자계가 수신 디바이스에 의해 수신되

면 상기 공진 주파수에서 교류 전류의 위상이 생성된다 - 에서 동작하도록 하는 단계와,

- [0045] - 교류 전류를 정류하고, 그럼으로써 직류 전류를 생성하기 위한 정류기에 인덕턴스 및 옵션에 따른 적어도 하나의 추가의 전기적 요소를 연결하는 단계와,
- [0046] - 스위치를 닫거나 또는 복수의 스위치들을 닫으면 결과적으로 적어도 하나의 추가적인 전기적 요소(들)을 옵션에 따라 포함하여 인덕턴스에 걸친 또는 둘 이상의 인덕턴스에 걸친 단락 회로가 조래되는 방식으로 정류기의 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치를 배치하는 단계와,
- [0047] 제어 디바이스를 제공하고, 제어 디바이스가 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치를 제어할 수 있도록 하는 단계와, 그리고
- [0048] - 상기 제어 디바이스가 공진 주파수보다 작은 주파수에서 적어도 하나의 자동으로 제어가능한 스위치를 스위치 온 및 오프할 수 있도록 하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0049] 본 발명의 예들은 다음의 첨부된 도면들을 참조하여 기술될 것이다.
- 도 1은 정류기에 연결된 수신 디바이스의 회로도를 도시하며, 상기 정류기의 직류 전류는 로드(1)에 연결되는 바예컨대, 직류 전류 중간 회로를 통해 견인 컨버터에 연결된다.
- 도 2는 두 개의 브릿지들만을 가지는 수정된 정류기를 도시한다.
- 도 3은 도 1의 구조와 유사한 구조의 회로도를 도시하며, 수신 디바이스의 위상 전류를 측정하고 직류 전류 중간 회로의 전압을 측정하기 위한 측정 디바이스들이 도시된다.
- 도 4는 도 3의 구조와 유사한 구조의 회로도를 도시하며, 정류기의 각각의 브릿지는 일 스위치를 포함한다.
- 도 5는 정류기, 예컨대 도 1, 3 또는 4의 정류기에 통합된 스위칭 프로세스들을 제어하기 위한 제어 루프의 회로도를 도시한다.
- 도 6은 3개의 도표의 상부 도표에서 도 4에 도시된 정류기와 같은 정류기에 연결된 수신 디바이스에 의해 생성된 교류 전류와 시간의 함수, 3개의 도표의 중간 도표에서 정류기의 출력에서의 직류 전압과 시간의 함수, 및 3개의 도표의 하부 도표에서 스위치들의 스위칭 상태를 나타내는 계단 함수로서의 양(quantity)들의 도표를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0050] 도 1에 도시된 전자계를 수신하기 위한 수신 디바이스(1)는 일 측 상에서 공통 스타 포인트(5)에 연결된 세 개의 위상 라인들(2a, 2b, 2c)을 포함한다. 각각의 위상 라인(2a, 2b, 2c)의 다른 측은 정류기(10)의 각각의 브릿지에 연결된다. 각각의 위상 라인(2a, 2b, 2c)은 인덕턴스(3a, 3b, 3c)에 의해 야기되는 부유 인덕턴스들을 보상하기 위해 커패시턴스(4a, 4b, 4c)에 직렬로 연결된 상기 인덕턴스(3a, 3b, 3c)를 포함한다. 인덕턴스들(3) 각각 및 보상 커패시턴스들(2) 각각은 (인덕터 또는 커패시터와 같은) 단일 요소에 의해 또는 (인덕터들 또는 커패시터들의 직렬 연결 및/또는 병렬 연결과 같은) 요소들의 조합에 의해 실현될 수 있다. 또한, 위상 라인(2)의 인덕턴스(3)의 제1 부분이 커패시턴스(4)의 제1 부분 또는 단 하나의 부분을 통해 인덕턴스(3)의 제2 부분에 연결되는 것이 가능하다.
- [0051] 수신 디바이스(1)의 동작 동안, 입사(incident) 전자계는 인덕턴스들(3a, 3b, 3c)에 전압을 유도하여서, 일 단부에서의 스타 포인트(5)와 다른 단부에서의 정류기(10)의 브릿지들(11)로의 연결과의 사이의 각각의 위상 라인(2a, 2b, 2c)에 걸쳐 전압이 존재하게 된다. 만일, 로드(17)가 정류기(10)의 직류 전류 측에 연결되고, 상기 로드가 동작되면, 대응하는 교류 전류가 위상 라인들(2a, 2b, 2c)을 통해 흐르고, 이러한 전류는 정류기(10)에 의해 정류되어 연결 라인들(18a, 18b)을 통해 직류 전류로서 로드(17)에 제공된다. 위상 라인들(2a, 2b, 2c)을 통한 전류들은 (예컨대, 로고스키 코일(Rogowski-coil)들을 이용하는) 도 3 및 도 4에 도시된 측정 디바이스들(36a, 36b, 36c)에 의해 표시되는 것으로서 측정될 수 있다.
- [0052] 수신 디바이스(1)의 인덕턴스들(3a, 3b, 3c)은 바람직하게는, 입사 전자계가, 전형적으로 3-상 교류 전류에 대한 경우에서처럼 120°의 위상 시프트로 위상 라인(2a, 2b, 2c)에 교류 전류를 생성하는 방식으로 배치된다.
- [0053] 도 1에 도시된 정류기(10)는 세 개의 브릿지들(11a, 11b, 11c)을 포함한다. 브릿지들(11) 각각은 두 개의 다이

오드들의 직렬 연결(14a 및 15a, 14b 및 15b, 14c 및 15c)을 포함한다. 이 다이오드들(14 및 15)은 도 1에 도시된 하부측으로부터 도 1에 도시된 상부측으로 전류가 흐르게 할 수 있어서, 전류 라인(18b)의 전위는 전류 라인(18a)보다 높다. 평활화 커패시터(16)는 직류 전류 라인들(18a 및 18b) 사이에 연결된다. 평활화 커패시터(16)는 정류기의 출력 측에, 즉 세 개의 브릿지들(11)의 출력 측에 연결되며, 정류기(10)의 부분이 아니다. 각각의 브릿지(11)는 일 단부에서 제1 직류 전류 라인(18a)에 연결되고, 다른 단부에서 제2 직류 전류 라인(18b)에 연결된다.

[0054] 도 1에 도시된 특정한 실시예에서, 각각의 다이오드(14 및 15)는 스위치(12 및 13)에 병렬로 연결되어서, 스위치(12 및 13)는 스위치가 온인 동안 다이오드(14 및 15)를 바이패싱하는 전류가 흐르게 할 수 있다.

[0055] 수신 디바이스(1) 및 정류기(10)의 동작 동안, 스위치들(12 및 13)은 정류기(10)의 정상 동작에 비해 정류기(10)의 출력 측 상의 직류 전류를 증가 또는 감소시키기 위해 반복적으로 스위치 온 및 오프될 수 있다. "정상 동작"은 스위치들(12 및 13) 중 어느 것도 동작되지 않음을 의미한다. 특히, 스위치들(12 및 13)은 브릿지들(11)의 제1 스위치들(12a, 12b, 12c) 또는 제2 스위치들(13a, 13b, 13c)이 동시에 온되는 방식으로 동작된다. 예를 들어, 모든 스위치들(12 및 13)이 오프되어 있는 동안의 제1 동작 상태에서 시작하여, 제1 스위치들(12a, 12b, 12c)은 스위치 온되고 특정 시간 간격 후에 스위치 오프되며, 그 다음 제2 시간 간격 후에, 제2 스위치들(13a, 13b, 13c)은 스위치 온되고, 제3 시간 간격 후에 스위치 오프된다. 제4 시간 간격 후에, 제1 스위치들(12a, 12b, 12c)은 제1 시간 간격 동안 다시 스위치 온되는 등, 이러한 방식으로 이어질 수 있다. 이러한 동작 동안, 듀티 사이클 d 가 정의되는 바, d 는 (모든 스위치들(12 및 13)이 오프된 동안의) 제2 및 제4 시간 간격들의 합에 대한 (스위치들(12) 또는 스위치들(13)이 온 되어 있는 동안의) 제1 및 제3 시간 간격들의 합의 비이다. 정류기(10)의 출력 측의 전압은:

$$U_A = 1/(1 - d) * U_E$$

[0056]

[0057] 이며, 여기서 U_A 는 평활화 커패시터(16)에 걸친 정류기(10)의 출력 측 상의 직류 전압이고, U_E 는 수신 디바이스(1)와 정류기(10) 사이의 연결부에서의 3-상 교류 전압의 평균제곱근(RMS)이다.

[0058] 특히, 단지 도 1 내지 도 5의 회로 도면들에만 관계하는 것은 아니지만, 스위치들(12 및 13)의 스위칭 주파수는 수신 디바이스의 위상 라인들 또는 위상 라인에 의해 생성되는 교류 전류의 주파수보다 작다. 그러므로, 밸브(예컨대, 다이오드(14 및 15))를 통한 전류가 0이거나 또는 소정 임계값보다 작은 동안에만 스위치들(12 및 13)을 스위칭 온시키는 것이 가능하며, 이러한 스위칭이 선호된다. 그러므로, 로드 하의 스위치들(12 및 13)을 스위칭시킴으로써 야기되는 손실들은 회피되거나 또는 감소될 수 있다. 밸브들을 통한 전류가 0인지 또는 소정 임계 값보다 작은지를 검출하기 위해, 도 3 및 도 4와 연계하여 언급된 측정 디바이스(36)가 사용될 수 있다.

[0059] 도 2는 두 개의 브릿지들(21a 및 21b)만을 가지는 수정된 정류기를 도시한다. 다시, 각각의 브릿지(21)는 두 개의 밸브들의 직렬 연결(다이오드들(34a 및 35a, 34b 및 35b))을 포함하며, 각각의 밸브(34 및 35)에 병렬인 스위치(32a 및 33a, 32b 및 33b)가 존재하고, 그럼으로써 스위치(32 및 33)가 온되어 있는 동안 밸브를 바이패싱시킨다.

[0060] 도 2에 도시된 위상 라인들(22a 및 22b)은 2-상 교류 전류의 위상 라인들일 수 있거나 또는 전자계가 입사하는 동안 교류 전류의 단 하나의 위상을 생성하는 수신기로의 연결 라인들일 수 있다.

[0061] 서로 다른 도면들에서 동일한 도면 부호들은 동일하거나 또는 기능적으로 동일한 요소들을 나타낸다. 그러므로, 도 2의 18a 및 18b는 정류기의 출력 측에서의 직류 전류 라인들을 나타낸다.

[0062] 도 4에 도시된 바와 같이, 스위치들(즉, 도 1 및 도 3의 스위치들(13))의 일 세트는 생략될 수 있다. 이는 인덕턴스(3)에 걸쳐 변화가 일어나고 그러므로 정류기의 출력 측 상의 직류 전압이 변화하도록 하기 위해 위상 라인들(2)에 걸친 단락 회로를 생성하는 데에 스위치들의 단 하나의 세트(예컨대, 도 1 및 도 3의 스위치들(12) 또는 스위치들(13))만이 요구된다는 점을 발견함에 근거한 것이다. 동일한 사항이 도 2에 도시된 정류기의 수정된 구조 또는 어떤 다른 정류기에 적용된다. 도 2의 경우, 스위치들(32a 및 32b)은 생략될 수 있고, 스위치들(33a 및 33b)은 반복적으로 스위치 온 및 오프될 수 있고, 바람직하게는, 연결 라인(22a 및 22b) 즉, 위상 라인들(22a 및 22b) 각각에 걸친 단락 회로를 생성하기 위해 동시에 스위치 온 및 오프될 수 있다.

[0063] 도 3 및 4에 도시된 바와 같이, 두 개의 추가의 커패시터들(42 및 43)의 직렬 연결은 자신의 반대쪽 단부들에서 직류 전류 라인들(18a 및 18b)에 연결될 수 있다. 더욱이, 커패시터들(42 및 43) 사이에 있는 연결 포인트

는 도 3 및 4에 나타내진 바와 같이 접지 포텐셜에 연결될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로는, 측정 디바이스(41)는 직류 전류 라인들(18a 및 18b) 사이에 연결될 수 있다. 특히, 측정 디바이스(41)는 라인들(18a 및 18b) 사이의 전압을 측정하고, 바람직하게는 라인들(18a 및 18b) 중 적어도 하나를 통하는 전류 역시 측정하도록 되어 있을 수 있다. 측정 디바이스(41)에 의해 전달되는 측정값들은 로드(예컨대, 도 1의 로드(17) 또는 전기 에너지를 저장하기 위한 에너지 스토리지와 같은 다른 로드)의 동작을 제어하기 위해 사용될 수 있고 그리고/또는 정류기의 스위치들의 동작을 제어하기 위해 사용될 수 있다. 특히, 측정 디바이스(41)의 측정 값들에 근거하여, 스위치들의 듀티 사이클은 폐쇄 루프 제어가 실현되도록 설정될 수 있다. 그러므로, 예컨대 직류 전류 라인들(18a 및 18b) 사이의 직류 전압은 일정하도록 제어될 수 있다. 대안적으로는, 정류기의 출력 측 상의 전압 및/또는 전류는 로드 또는 로드들의 다른 요건들과 부합하도록 제어될 수 있다.

[0064] 도 1에 도시된 정류기(10)와 같은 정류기의 스위치들의 동작을 제어하기 위한 제어 루프의 예가 도 5를 참조하여 설명될 것이다. 상기에 언급된 바와 같이, 수신 디바이스의 위상 라인들을 통한 교류 전류들은 특히, 지속적으로 또는 준-지속적으로(quasi-continuously) 측정된다. 예로서 3-상 수신 디바이스의 경우(대응하는 제어 루프가 수신 디바이스의 다른 어떤 개수의 위상 라인들에 대해 실현될 수 있다), 3-상 교류 전류의 세 개의 위상 전류들은 Ia, Ib, Ic에 의해 나타내질 수 있다. 이러한 위상 전류들은 각각의 위상해 대해 개별적으로 위상 전류들의 평균제곱근(RMS)을 계산하기 위해 제1 계산 디바이스(51a, 51b, 51c)에 입력된다. RMS는 값들을 더하고 감산 디바이스(subtracting device)(53)에 결과적인 합을 출력하기 위해 덧셈 디바이스(52)에 출력되며, 상기 감산 디바이스는 설정 값 Iset으로부터 상기 합을 감한다. 상기 설정 값 Iset은 제어의 요건들에 따라 생성된다. 예를 들어, 상기 설정 값은 상기에 언급된 바와 같은 정류기의 출력 측 상의 직류 전압의 측정에 근거하여 생성될 수 있다.

[0065] 감산 디바이스(53)에 의해 출력되는 차이는 제어기(54)에 입력되는 바, 상기 제어기는 PI-제어기(proportional-integral-controller)일 수 있다. 제어기(54)의 출력값은 비교기(56)에 입력되며, 상기 비교기는 삼각-생성 디바이스(triangle-producing device)(55)에 의해 생성되는 삼각-신호와 상기 출력을 비교한다. 삼각-신호의 주파수는 스위칭 주파수와 동일하고, 상기 스위칭 주파수는 공진 주파수의 정수 배율인 바, 즉 상기 공진 주파수는 상기 스위칭 주파수의 정수배이다.

[0066] 특히, 비교기(56)에 의해 제어기(54)로부터 수신되는 입력은 상기 언급된 듀티 사이클 d일 수 있다. 비교기(56)의 결과적인 출력은 듀티 사이클에 대응하는 두 개의 서로 다른 함수값들 즉 1 및 0을 가지는 계단-함수이다. 이 계단-함수는 예컨대 도 1의 스위치들(12 및 13) 또는 도 4의 스위치들(12)을 구동시키기 위한 개별적인 구동 디바이스들(59a, 59b, 59c)에 피딩된다. 스위치들의 두 개의 세트들(12 및 13)을 가지는 경우, 구동 디바이스들(59)은 스위치들(12 및 13)을 교번하여 구동시키기 위한 교번기(alternator)와 결합되는 바, 즉 스위치들(12)은 스위치들(13)이 스위치 온 및 오프된 후에 스위치 온 및 오프되고, 반대의 경우도 마찬가지이다.

[0067] 비교기(56)의 출력은 구동 디바이스들(59)의 제1 입력 D에 입력되며, 바람직하게는, 각각의 밸브를 통하는 전류가 0이거나 또는 소정 임계값 Ilim보다 작은 경우에만 스위치들을 스위치 온시키기 위해 구동 디바이스(59)의 제2 입력 Q에 입력되는 제2 입력값이 존재한다. 이 임계값 Ilim은 제2 비교기들(58a 및 58b)의 세트에 입력되고, 위상 라인들(즉, 위상 전류들 Ia, Ib, Ic)의 측정된 교류 전류들은 또한, 각각의 위상에 대해 개별적으로 제2 비교기들(58)에 출력된다. 제2 비교기들(58)은 임계값 Ilim과 교류 전류의 현재값을 비교하고, 위상 전류가 임계 값 Ilim보다 작거나 또는, 임계값 Ilim보다 작거나 동일한 경우에만 각각의 할당된 구동 디바이스(59)에 인에이블 신호를 출력한다.

[0068] 도 6은 도 4에 도시된 정류기에 연결된 (도 1에 도시된 수신 디바이스와 같은) 수신 디바이스를 포함하는 구조의 동작 동안의 시간의 함수들로서 서로 다른 양들의 예를 도시한다. 도 4의 정류기는 단지 간략성을 위해서 선택된다. 정류기의 출력 측 상의 직류 전압의 유사한 거동이, 도 1 내지 도 3에 도시된 정류기들을 이용하여 그리고 정류기의 각각의 브랜치에 두 개의 스위치들이 존재한다는 사실에 대응하는 스위치들의 수정된 제어를 이용하여 달성될 수 있다.

[0069] 도표의 수평축은 정규화된 시간(normalised time) 즉, 시간 t를, 스위치들(12)을 스위치 온 또는 스위치 오프시키는 사이클의 주기 tau_AR로 나눈 몫(quotient)에 대응한다. 세개의 도표의 상부 도표에서, 수직축은 수신 디바이스의 교류 전류에 대응한다. 수평의 양쪽 화살표는 공진 주파수 f_RES로 변동하는 교류 전류의 주기 tau_RES를 도시한다. 이 예에서, 전류의 피크값들은 -20A 내지 20A의 범위 내에 있다. 세개의 도표의 중간 도표에서 수직축은 정류기의 직류 전압에 대응한다. 이 예에서, 전압의 값들은 60V 내지 70V 사이에서 다양하다. 세개의 도표의 하부 도표에서, 수직축은 각각의 신호 및 임계값의 전압에 대응한다. 이 예에서, 임계값은 0.4V이

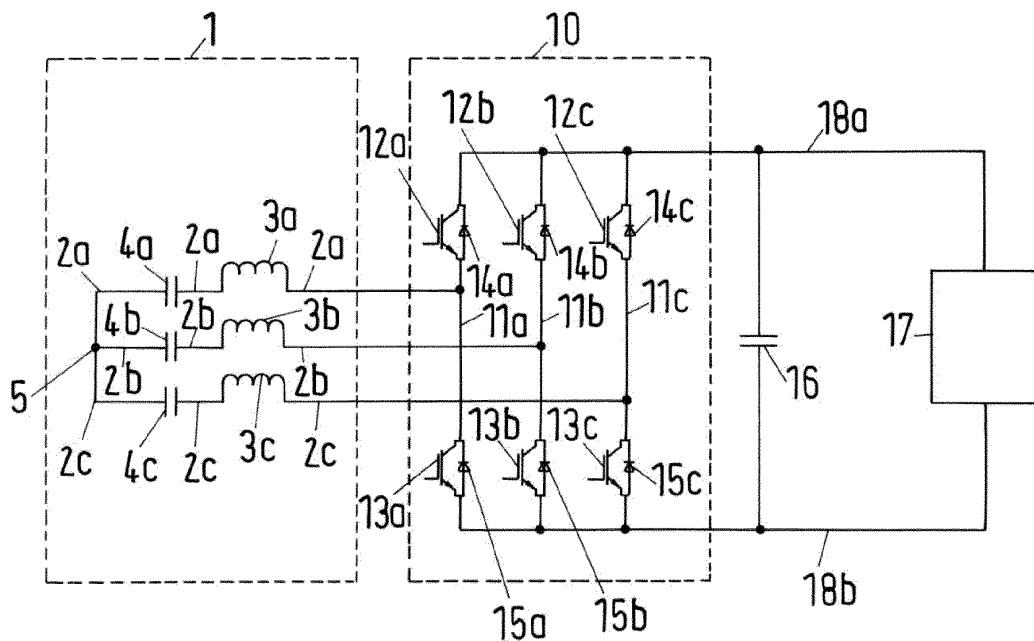
고, 이 레벨에서 수평 라인으로 표시된다. 수평의 양쪽 화살표는 스위치들(12)을 스위치 오프시키는 사이클의 주기 τ_{AR} 를 도시한다.

[0070] 도 6의 상부 도표에 도시된 바와 같이, 정류기의 입력 측 상의 교류 전류는 공진 주파수로 진동한다. 예를 들어, 상기 도 5와 연계하여 기술된 바와 같이, 삼각-신호(피크값들 0V와 1V 사이를 변동하는 도 6의 하부 도표)는 임계값과 비교되며, 정류기의 스위치들(12)을 스위치시키는 것을 트리거한다. 삼각-신호가 임계값(이 예에서는 0.4V) 미만으로 떨어질 때, 스위치들(12)은, -1V로부터 1V로 스텝업되는, 도 6의 하부 도표의 계단 함수에 의해 표시되는 바와 같이 스위치 온된다. 삼각-신호가 다시 임계값에 도달할 때, 이 스위치들(12)은 1V로부터 0V로 스텝다운되는 계단 함수에 의해 표시되는 바와 같이 다시 스위치 오프된다.

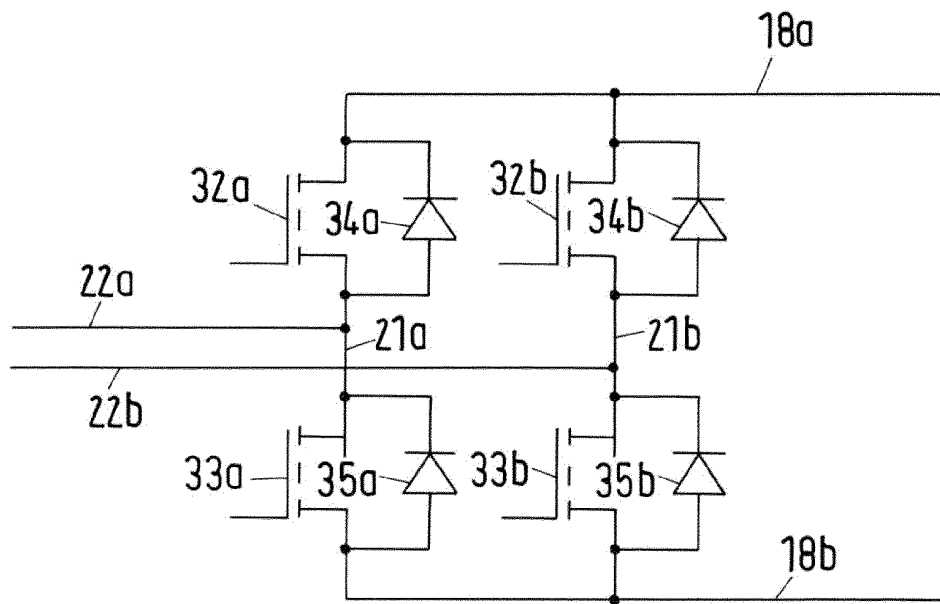
[0071] 스위치들(12)이 스위치 온되는 시점에, 수신 디바이스의 위상 라인들이 단락된다. 그러므로, 세 개의 도표의 상부 도표에 도시된 교류 전류의 피크 값은 다음 주기들 동안 상승한다. 추가적으로, 세 개의 도표의 중간 도표에 도시된 직류 전압은 하락한다. 이러한 하락은 스위치들(12)을 다시 스위치 오프시킴으로써 멈춘다. 그 후, 스위치들(12)이 오프인 동안, 직류 전압은 상승한다.

도면

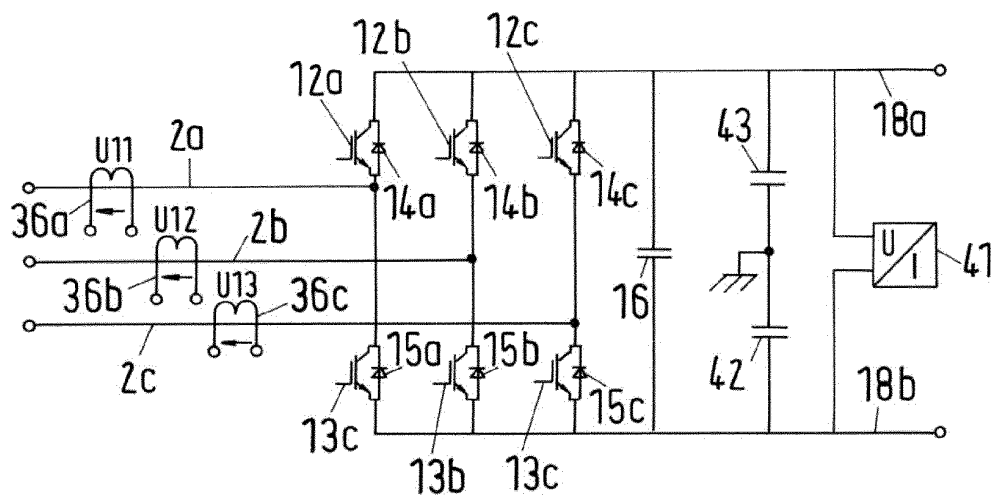
도면1



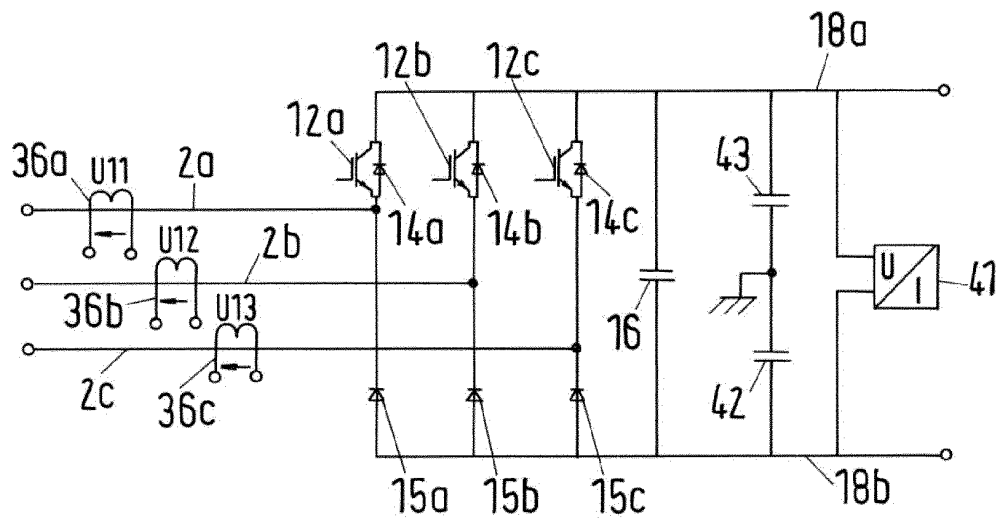
도면2



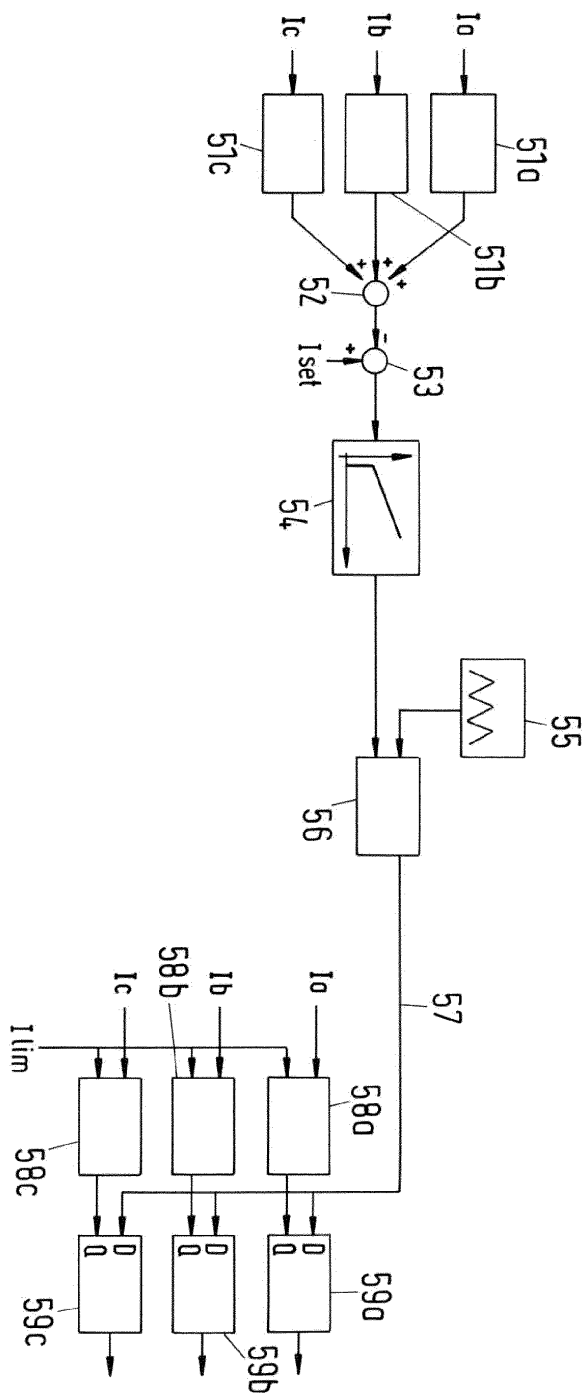
도면3



도면4



도면5



도면6

