



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년01월28일  
 (11) 등록번호 10-1356277  
 (24) 등록일자 2014년01월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**H02P 27/06** (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2013-7024941  
 (22) 출원일자(국제) 2011년03월31일  
 심사청구일자 2013년10월31일  
 (85) 번역문제출일자 2013년09월23일  
 (65) 공개번호 10-2013-0132615  
 (43) 공개일자 2013년12월04일  
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2011/058267  
 (87) 국제공개번호 WO 2012/131995  
 국제공개일자 2012년10월04일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2003111493 A  
 JP2005057846 A  
 JP2005324879 A  
 JP2009247193 A  
 전체 청구항 수 : 총 9 항

(73) 특허권자  
**미쓰비시덴키 가부시카가이샤**  
 일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메 7반 3고  
 (72) 발명자  
**오하시 마나부**  
 일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메 7반 3고 미쓰비시덴키 가부시카가이샤 내  
**나카무라 가즈야**  
 일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메 7반 3고 미쓰비시덴키 가부시카가이샤 내  
 (74) 대리인  
**특허법인태평양**

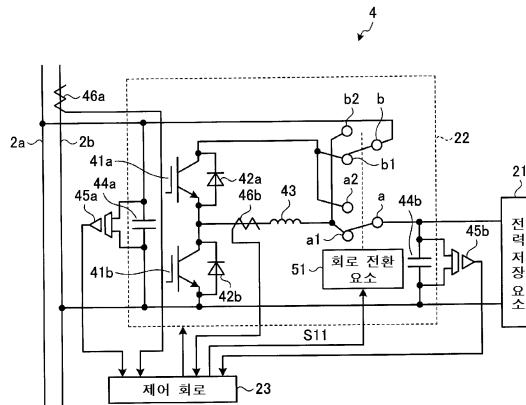
심사관 : 신용주

(54) 발명의 명칭 **교류 모터 구동 장치**

**(57) 요약**

직류 모선과 전력 저장 요소의 사이에 배치하는 승강압 쌍방향 초퍼 회로를, 승강압 특성이 상보적인 관계에 있는 제1 초퍼 회로와 제2 초퍼 회로를 전환하는 회로 전환 요소를 마련하고, 충전시 및 방전시에 있어서, 제1 및 제2 초퍼 회로를 병용한다. 이것에 의해서, 모선 전압과 관계없이, 전력 저장 요소의 충방전이 가능하며, 에너지 이용 효율을 높일 수 있는 전력 저장 장치를 탑재한 교류 모터 구동 장치를 얻는다.

**대표도** - 도5



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

직류 전원에 접속되는 직류 모선으로부터 공급되는 직류 전력을 교류 모터의 구동에 필요한 교류 전력으로 변환하는 인버터와 병렬로 상기 직류 모선에 접속되어, 그 직류 모선의 직류 전력을 제어하는 전력 저장 장치를 구비하는 교류 모터 구동 장치로서,

상기 전력 저장 장치는

직류 전력을 저장할 수 있는 전력 저장 요소와,

2개의 스위칭 소자의 직렬 회로 및 일단(一段)이 상기 2개의 스위칭 소자의 직렬 접속단에 접속되는 초크 코일을 주 구성 요소로 하고, 상기 직류 모선과 상기 전력 저장 요소의 사이에, 상기 직류 모선으로부터 상기 전력 저장 요소로의 충전 동작과 상기 전력 저장 요소로부터 상기 직류 모선으로의 방전 동작을 행하게 하기 위해서 배치되는 승강압 쌍방향 초퍼 회로와,

상기 승강압 쌍방향 초퍼 회로의 동작을, 상기 직렬 회로의 양극단을 상기 직류 모선의 양극측에 접속하고 상기 초크 코일의 타단을 상기 전력 저장 요소의 양극 단자에 접속한 제1 초퍼 회로로서의 제1 동작과, 상기 초크 코일의 타단을 상기 직류 모선의 양극측에 접속하고 상기 직렬 회로의 양극단을 상기 전력 저장 요소의 양극 단자에 접속한 제2 초퍼 회로로서의 제2 동작으로 전환하도록 제어하는 제어 회로를 구비하고,

상기 제어 회로는, 상기 직류 모선의 전압과 상기 전력 저장 요소의 전압을 비교하여 대소 관계가 바뀌는 타이밍의 전후에 있어서, 상기 승강압 쌍방향 초퍼 회로의 동작을 상기 제1 동작과 상기 제2 동작으로 소정의 순서로 전환하여 실행 시킴으로써 상기 충전 동작과 상기 방전 동작을 각각 실현하는 것을 특징으로 하는 교류 모터 구동 장치.

**청구항 2**

청구항 1에 있어서,

상기 전력 저장 장치는, 상기 승강압 쌍방향 초퍼 회로의 구성을, 상기 제1 초퍼 회로와 상기 제2 초퍼 회로를 전환하기 위한 회로 전환 요소를 추가로 구비하고,

상기 제어 회로는, 상기 직류 모선의 전압과 상기 전력 저장 요소의 전압을 비교하여, 대소 관계가 바뀌는 타이밍의 전후에 있어서, 상기 회로 전환 요소에 상기 제1 초퍼 회로와 상기 제2 초퍼 회로의 대응하는 회로를 전환하여 구성시키고, 상기 제1 초퍼 회로와 상기 제2 초퍼 회로를 소정의 순서로 동작시킴으로써 상기 충전 동작과 상기 방전 동작을 각각 실현하는 것을 특징으로 하는 교류 모터 구동 장치.

**청구항 3**

청구항 2에 있어서,

상기 제어 회로는

상기 교류 모터의 구동 운전시에 있어서, 상기 직류 모선의 전압과 상기 전력 저장 요소의 전압을 비교하여, 상기 직류 모선의 전압이 상기 전력 저장 요소의 전압보다도 높아져 충전 지령이 발생했을 경우에, 상기 회로 전환 요소에 상기 제1 초퍼 회로를 구성시켜서 상기 직류 모선의 전압을 강압하면서 상기 전력 저장 요소에 충전하는 동작을 행하게 하고, 상기 전력 저장 요소의 전압이 상승해 상기 직류 모선의 전압과 대소 관계가 바뀌는 타이밍의 근방에 있어서 상기 회로 전환 요소에 상기 제2 초퍼 회로를 구성시켜서 상기 직류 모선의 전압을 승압하면서 상기 전력 저장 요소에 충전하는 동작을 행하게 하는 것을 특징으로 하는 교류 모터 구동 장치.

**청구항 4**

청구항 3에 있어서,

상기 제어 회로는

상기 회로 전환 요소에 상기 제2 초퍼 회로를 구성시키고 있는 경우에, 방전 지령이 발생하면, 상기 구성시키고

있는 제2 초과 회로에 상기 전력 저장 요소의 전압을 강압하면서 상기 직류 모선으로 방전하는 동작을 행하게 하고, 상기 전력 저장 요소의 전압이 강하하여 상기 직류 모선의 전압과 대소 관계가 바뀌는 타이밍의 근방에 있어서 상기 회로 전환 요소에 상기 제1 초과 회로를 구성시키고 상기 전력 저장 요소의 전압을 승압하면서 상기 직류 모선으로 방전시키는 동작을 행하게 하는 것을 특징으로 하는 교류 모터 구동 장치.

**청구항 5**

청구항 2 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어 회로는

장치의 전원 투입시에 있어서, 충전 지령이 발생하면, 상기 직류 모선의 전압과 상기 전력 저장 요소의 전압을 비교하여, 상기 직류 모선의 전압이 상기 전력 저장 요소의 전압보다도 높은 경우에, 상기 회로 전환 요소에 상기 제1 초과 회로를 구성시켜서 상기 직류 모선의 전압을 강압하면서 상기 전력 저장 요소에 충전하는 동작을 행하게 하고, 상기 전력 저장 요소의 전압이 상승하여 상기 직류 모선의 전압과 대소 관계가 바뀌는 타이밍의 근방에 있어서 상기 회로 전환 요소에 상기 제1 초과 회로를 구성시켜서 상기 직류 모선의 전압을 승압하면서 상기 전력 저장 요소에 충전하는 동작을, 상기 전력 저장 요소의 전압이 상기 직류 모선의 전압을 초과하여 미리 정해 있는 초기 충전 전압에 도달할 때까지 행하게 하는 것을 특징으로 하는 교류 모터 구동 장치.

**청구항 6**

청구항 2 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어 회로는

장치의 전원을 오프로 하는 동작 종료시에 있어서, 방전 지령이 발생하면, 상기 회로 전환 요소에 상기 제2 초과 회로를 구성시켜서 상기 전력 저장 요소의 전압을 강압하면서 상기 직류 모선으로 방전하는 동작을 행하게 하고, 상기 전력 저장 요소의 전압이 강하하여 상기 직류 모선의 전압과 대소 관계가 바뀌는 타이밍의 근방에 있어서 상기 회로 전환 요소에 상기 제1 초과 회로를 구성시켜서 상기 전력 저장 요소의 전압을 승압하면서 상기 직류 모선으로 방전시키는 동작을, 상기 전력 저장 요소의 전압이 상기 직류 모선의 전압 이하로 미리 정해 있는 방전 한계 전압에 도달할 때까지 행하게 하는 것을 특징으로 하는 교류 모터 구동 장치.

**청구항 7**

청구항 2에 있어서,

상기 회로 전환 요소는

적어도, 상기 전력 저장 요소의 양극 단자와 상기 승강압 쌍방향 초과 회로의 사이의 접속을 개방하는 구성을 더 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 교류 모터 구동 장치.

**청구항 8**

청구항 7에 있어서,

상기 제어 회로는

상기 회로 전환 요소에 상기 제1 초과 회로를 구성시키고 있는 경우에, 장치의 내부 또는 외부로부터 이상 신호가 입력되면, 상기 회로 전환 요소에 상기 전력 저장 요소의 양극 단자와 상기 초크 코일의 타단의 접속을 개방시키는 것을 특징으로 하는 교류 모터 구동 장치.

**청구항 9**

청구항 7에 있어서,

상기 제어 회로는

상기 회로 전환 요소에 상기 제2 초과 회로를 구성시키고 있는 경우에, 장치의 내부 또는 외부로부터 이상 신호가 입력되면, 상기 회로 전환 요소에 전력 저장 요소의 양극 단자와 상기 직렬 회로의 양극단의 접속을 개방시키는 것을 특징으로 하는 교류 모터 구동 장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 직류 전원으로부터의 직류 전력을 인버터에 의해 교류 전력으로 변환하여 교류 모터에 공급하는 교류 모터 구동 장치에 관한 것으로, 특히 상기 직류 전력을 제어하기 위한 전력 저장 장치를 탑재하는 교류 모터 구동 장치에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 교류 모터 구동 장치에서는, 교류 모터의 역행(力行)시에는 가속을 위해서 큰 구동 전류가 흐르는 반면, 감속시에는 회생(回生) 전류가 발생한다. 그러한 모터의 회생 전류를 단지 저항기로 소비하여 열로서 방출하는 것은, 에너지 이용 효율이 나쁘고 바람직하지 않다.

[0003] 이 때문에, 종래부터, 직류화(直流化)용 컨버터와 교류화(交流化)용 인버터의 사이에, 인버터와 병렬로 전력 저장 장치를 개재(介在)시키고 있다. 이 전력 저장 장치는 대용량의 전해 콘덴서나 전기 이중층 캐패시터 등의 전력 저장 요소와, 이 전력 저장 요소와 직류화용 컨버터의 직류 모선의 사이에 마련되는 DC/DC 컨버터와, 이 DC/DC 컨버터를 제어하여 직류 모선과 전력 저장 요소의 사이에서의 충방전을 행하게 하는 제어 회로를 구비하고 있다.

[0004] 예를 들면 특허 문헌 1, 2, 3 등에 제시되어 있는 것처럼, 전력 저장 장치를 탑재하는 교류 모터 구동 장치에서는, 모터 역행시에는, 전력 저장 요소에 축전되어 있는 전력이 DC/DC 컨버터에 의해 직류 모선으로 방전되고, 그것이 인버터에 의해 교류 전력으로 변환되어 교류 모터로 공급된다. 한편, 모터 회생시에는 그 회생 전력이 인버터를 통하여 직류 모선의 전압을 상승시키므로, 그 모선 전압이 DC/DC 컨버터에 의해 전력 저장 요소에 충전 축전된다. 그 후, 전력 저장 요소에 축전되어 있는 전력이 DC/DC 컨버터에 의해 직류 모선으로 방전되어, 전원 회생이 실시된다. 이것에 의해서, 전력 저장 장치를 탑재하는 교류 모터 구동 장치에서는, 모터 구동 전류의 평준화(平準化)가 도모됨과 아울러, 회생 전력의 유효 이용이 도모된다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0005] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1: 일본국 특개 2001-103769호 공보
- (특허문헌 0002) 특허 문헌 2: 일본국 특개 2001-320893호 공보
- (특허문헌 0003) 특허 문헌 3: 일본국 특개 2008-99503호 공보
- (특허문헌 0004) 특허 문헌 4: 일본국 특허 제 3121378호
- (특허문헌 0005) 특허 문헌 5: 일본국 특개 2001-268900호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 그런데, 전력 저장 장치에 이용하는 DC/DC 컨버터로서, 간단한 구성으로, 직류 모선으로부터 전력 저장 요소로의 충전 제어와 전력 저장 장치로부터 직류 모선으로의 방전 제어가 가능한 쌍방향형 승강압(昇降壓) 초퍼 회로를 이용하는 경우에, 승강압 초퍼 회로의 스위칭 회로측이 직류 모선에 접속되어 초크 코일이 전력 저장 요소에 접속되는지, 혹은, 반대의 접속 관계에 있는지에 따라서, 직류 모선으로부터 전력 저장 요소로의 충전에서는, 전력 저장 요소에 여유가 있어도 그 충전 전압을 모선 전압 이상의 전압으로 할 수 없는 경우나, 전력 저장 요소로부터 직류 모선으로의 방전에서는, 전력 저장 요소로부터 방전할 수 있는 경우에도 모선 전압과 동일한 전압까지 밖에 방전할 수 없는 경우가 생긴다.

[0007] 이 문제를 해결하기 위해서, 예를 들면 특허 문헌 4, 5에 개시되는, 스위칭 회로를 2회로 직렬 접속하여 제어하는 구성을 채용하는 것을 고려할 수 있다. 이 구성에 의하면, 모선 전압과 관계없이, 직류 모선으로부터 전력 저장 요소로의 충전과, 전력 저장 요소로부터 직류 모선으로의 방전이 가능하다. 그러나 회로 구성이 복잡해지

고, 제어도 복잡해진다. 이에 더하여, 2회로의 스위칭 회로 각각에 있어서 전력 손실이 발생하는 것으로부터, 에너지의 변환 효율이 저하한다.

[0008] 본 발명은 상기를 감안하여 이루어진 것으로, 전력 저장 장치에 이용하는 쌍방향형 승강압 초퍼 회로에 스위칭 회로를 2회로 마련하는 등을 행하는 일 없이, 모션 전압과 관계없이 전력 저장 요소의 충방전이 가능하며, 에너지 이용 효율을 높일 수 있는 전력 저장 장치를 탑재한 교류 모터 구동 장치를 얻는 것을 목적으로 한다.

[0009] 또, 본 발명은 상기의 발명과 병행하여 이상 발생시에 전력 저장 요소의 축전 전력이, 전력 저장 장치에 이용하는 쌍방향형 승강압 초퍼 회로를 포함하는 다른 기기에 손상이나 파손을 일으키게 하는 파손 영향의 발생을 방지하여 보다 안전성이 높은 전력 저장 장치를 탑재한 교류 모터 구동 장치를 얻는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 상술한 과제를 해결하여 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은 직류 전원에 접속되는 직류 모션으로부터 공급되는 직류 전력을 교류 모터의 구동에 필요한 교류 전력으로 변환하는 인버터와 병렬로 상기 직류 모션에 접속되고, 그 직류 모션의 직류 전력을 제어하는 전력 저장 장치를 구비하는 교류 모터 구동 장치에 있어서, 상기 전력 저장 장치는 직류 전력을 저장할 수 있는 전력 저장 요소와, 2개의 스위칭 소자의 직렬 회로 및 일단(一端)이 상기 2개의 스위칭 소자의 직렬 접속단에 접속되는 초크 코일을 주(主) 구성 요소로 하고, 상기 직류 모션과 상기 전력 저장 요소의 사이에, 상기 직류 모션으로부터 상기 전력 저장 요소로의 충전 동작과 상기 전력 저장 요소로부터 상기 직류 모션으로의 방전 동작을 행하게 하기 위해서 배치되는 승강압 쌍방향 초퍼 회로와, 상기 승강압 쌍방향 초퍼 회로의 구성을, 상기 직렬 회로의 양극단을 상기 직류 모션의 양극측에 접속하고 상기 초크 코일의 타단을 상기 전력 저장 요소의 양극 단자에 접속한 제1 초퍼 회로와, 상기 초크 코일의 타단을 상기 직류 모션의 양극측에 접속하고 상기 직렬 회로의 양극단을 상기 전력 저장 요소의 양극 단자에 접속한 제2 초퍼 회로로 전환하기 위한 회로 전환 요소와, 상기 직류 모션의 전압과 상기 전력 저장 요소의 전압을 비교하여 대소 관계가 바뀌는 타이밍의 전후에 있어서, 상기 회로 전환 요소에 상기 제1 초퍼 회로와 상기 제2 초퍼 회로의 대응하는 회로를 전환하여 구성시키고, 상기 제1 초퍼 회로와 상기 제2 초퍼 회로를 소정의 순서로 동작시킴으로써 상기 충전 동작과 상기 방전 동작을 각각 실현하는 제어 회로를 구비하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0011] 본 발명에 의하면, 제1 및 제2 초퍼 회로는 단독 사용될 때는, 충전 동작과 방전 동작 중 한쪽이 모션 전압의 영향을 받지만, 서로 상대의 결점을 보충하는 상보적(相補的)인 승강압 특성을 가지고 있다는 점에 주목하여, 충전시 및 방전시에 있어서, 제1 및 제2 초퍼 회로를 병용(併用)한다. 이것에 의해서, 모션 전압과 관계없이, 전력 저장 요소의 충방전이 가능하며, 에너지 이용 효율을 높일 수 있는 전력 저장 장치를 탑재한 교류 모터 구동 장치를 실현할 수 있다고 하는 효과를 달성한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0012] 도 1은 본 발명의 실시예 1에 의한 교류 모터 구동 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 직류 전원에 관련되는 부분의 상세를 나타내는 회로도이다.
- 도 3은 도 1에 도시된 전력 저장 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 4는 도 3에 도시된 전력 저장 요소의 구성예를 나타내는 블록도이다.
- 도 5는 도 3에 도시된 승강압 쌍방향 초퍼 회로의 구체적인 구성예를 나타내는 회로도이다.
- 도 6은 도 5에 도시된 회로 전환 요소가 실현하는 제1 초퍼 회로를 나타내는 회로도이다.
- 도 7은 도 5에 도시된 회로 전환 요소가 실현하는 제2 초퍼 회로를 나타내는 회로도이다.
- 도 8은 도 6에 도시된 제1 초퍼 회로에 의한 충방전 특성을 설명하는 특성도이다.
- 도 9는 도 7에 도시된 제2 초퍼 회로에 의한 충방전 특성을 설명하는 특성도이다.
- 도 10은 도 3에 도시된 제어 회로가 구비하는 충방전 제어 회로의 일례를 나타내는 회로도이다.
- 도 11은 본 실시예 1에 의한 충전 동작을 설명하는 주요부 파형도이다.

도 12는 본 실시예 1에 의한 방전 동작을 설명하는 주요부 과형도이다.

도 13은 본 발명의 실시예 2로서, 이상 발생시에 대응할 수 있는 전력 저장 장치의 일 구성예를 나타내는 회로도이다.

도 14는 본 발명의 실시예 3으로서, 이상 발생시에 대응할 수 있는 전력 저장 장치의 다른 일 구성예를 나타내는 회로도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0013] 이하에 본 발명에 따른 교류 모터 구동 장치의 실시예를 도면에 기초하여 상세하게 설명한다. 또한, 이 실시예에 의해 이 발명이 한정되는 것은 아니다.
- [0014] 실시예 1
- [0015] 도 1은 본 발명의 실시예 1에 의한 교류 모터 구동 장치의 구성을 나타내는 블록도이다. 도 1에 있어서, 본 실시예 1에 의한 교류 모터 구동 장치는 직류 전원(1)으로부터 직류 전력이 공급되는 양음의 직류 모선(2a, 2b)에 병렬로 복수의 인버터(3, 3, ...)가 접속되어 있음과 아울러, 전력 저장 장치(4)가, 직류 전원(1)과 인버터(3)의 사이에 있어서의 직류 모선(2a, 2b)에 인버터(3)와 병렬로 접속되어 있다. 복수의 인버터(3, 3, ...)에는, 각각 교류 모터(5, 5, ...)가 접속되어 있다.
- [0016] 복수의 인버터(3, 3, ...)는 각각 직류 모선(2a, 2b)의 직류 전력으로부터 소망한 교류 전력을 생성하여, 각각의 교류 모터(5, 5, ...)를 구동한다. 또한, 도 1에서는, 인버터(3)와 교류 모터(5)의 조(組)가, 복수 조인 경우를 나타내고 있지만, 1조만인 경우도 있다. 어쨌든, 탑재하는 전력 저장 장치(4)는 1개이기 때문에, 인버터(3)와 교류 모터(5)의 조의 개수는 본 실시예를 적용할 때에 문제는 아니다. 인버터(3)의 구성에 대해서는 잘 알려져 있으므로, 여기에서는, 직류 전원(1)과 전력 저장 장치(4)의 구성에 대해서 설명한다.
- [0017] 도 2는 도 1에 도시된 직류 전원에 관련되는 부분의 상세를 나타내는 회로도이다. 도 2에 있어서, 도 1에 도시된 직류 전원(1)은 리액터(reactor)(13)와, 전과 정류 회로(14)와, 평활 콘덴서(15)를 구비하고 있다.
- [0018] 전과 정류 회로(14)는 직렬 접속된 3조의 상하 암 스위칭 소자(SW1, SW2)(SW3, SW4)(SW5, SW6)를 병렬로 접속한 구성이다. 스위칭 소자(SW1 ~ SW6)는 예를 들면 IGBT이지만, 각각 역(逆)병렬로 환류 다이오드(D1 ~ D6)가 접속되어 있다.
- [0019] 직렬 접속된 3조의 상하 암 스위칭 소자(SW1, SW2)(SW3, SW4)(SW5, SW6) 각각의 직렬 접속단이 3상(相) 교류 입력단이다. 이 3상 교류 입력단은 리액터(13) 및 트랜스(12)를 통하여 3상의 교류 전원(11)에 접속된다. 또, 그 상하 암 스위칭 소자(SW1, SW2)(SW3, SW4)(SW5, SW6)의 양단(병렬 접속단)이 직류 출력단(양극(positive) 출력단, 음극(negative) 출력단)이며, 양음의 직류 모선(2a, 2b)이 접속되어 있다.
- [0020] 이 전과 정류 회로(14)는 스위칭 소자(SW1 ~ SW6)가 서로 중복하지 않는 타이밍으로, 3상 교류 전압을 스위칭함으로써 정류화한다. 평활 콘덴서(15)는 양음의 직류 모선(2a, 2b) 사이에 마련되고, 전과 정류 회로(14)가 양음의 직류 모선(2a, 2b)으로 출력하는 정류화 전압을 평활하여, 양음의 직류 모선(2a, 2b) 사이에 소정의 직류 전압(직류 전원)을 형성한다.
- [0021] 또, 이 전과 정류 회로(14)는 전력 저장 장치(4)로부터 축전된 회생 전력을 직류 모선(2a, 2b)으로 방전하는 전원 회생 모드에서는, 그 회생 전력을 교류 전원(11)으로 회생하도록 스위칭 소자(SW1 ~ SW6)가 제어되게 되어 있다.
- [0022] 다음으로, 도 3은 도 1에 도시된 전력 저장 장치의 구성을 나타내는 블록도이다. 전력 저장 장치(4)는, 도 3에 도시된 바와 같이, 전력 저장 요소(21)와, 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)와, 제어 회로(23)를 구비하고 있다.
- [0023] 전력 저장 요소(21)는 대용량의 전해 콘덴서나 전기 이중층 캐패시터(EDLC) 등으로 구성된다(도 4 참조). 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)는 직류 모선(2a, 2b)으로부터 전력 저장 요소(21)로의 충전과, 전력 저장 요소(21)로부터 직류 모선(2a, 2b)으로의 방전의 쌍방향 동작이 가능하다. 본 실시예 1에서는, 이 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)에 「회로 전환 요소(51)」를 마련하고 있다(도 5 참조). 제어 회로(23)는 마이크로 컴퓨터에 의한 프로그램 제어에 의해서 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)의 상기한 쌍방향의 승강압 동작을 제어한다. 그때에, 본 실시예 1에서는, 제어 회로(23)는 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)에 마련한 「회로 전환 요소(51)」의 제어를 행하도록 되어 있다.



- [0024] 도 4는 도 3에 도시된 전력 저장 요소의 구성예를 나타내는 블록도이다. 도 4에서는, 전력 저장 요소(21)를 전기 이중층 캐패시터(EDLC)로 구성했을 경우를 나타낸다. 도 4에 있어서, 전력 저장 요소(21)는 EDLC 모듈(31, 31, ...)의  $m \times n$  ( $m, n$ 는 1 이상의 정수) 개를 직·병렬 접속한 EDLC 유니트로서 이용된다. EDLC 모듈(31)은 직렬 접속한 복수의 EDLC 셀(32, 32, ...)과, 각 EDLC 셀(31, 31, ...) 사이의 전압의 편차를 저감시키기 위해서, 각 EDLC 셀(31, 31, ...)에 대해서 개별적으로 병렬 접속한 전압 밸런스 저항기(33, 33, ...)로 구성된다.
- [0025] 이와 같이 구성되는 전력 저장 요소(21)는 그 정전 용량이 예를 들면 1F 정도인 대용량의 것이다. 1개의 EDLC 셀(32)의 정전 용량은, 통상 100F를 넘지만 최대 전압은 대체로 3V 이하이다. 또, 직류 모선(2a, 2b) 사이의 전압은, 통상 300V나 600V이기 때문에, 실용상은 전력 저장 요소(21)의 전압은 150V 이상이 된다. 또한, 전력 저장 요소(21)에는 퓨즈나 브레이커(breaker) 등을 포함하기도 하지만, 도 4에서는 생략하고 있다. 또, 전압 밸런스 저항기(33)는 생략 가능하고, 또 다른 밸런스 방식으로 하는 것도 가능하다.
- [0026] 도 5는, 도 3에 도시된 승강압 쌍방향 초퍼 회로의 구체적인 구성예를 나타내는 회로도이다. 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)에는, 여러 가지의 회로 형태가 알려져 있지만, 본 실시예에서는, 예를 들면 도 5에 도시된 바와 같이, 가장 심플한 회로 형태를 이용하고 있다.
- [0027] 도 5에 있어서, 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)는 직렬로 접속된 2개의 스위칭 소자(예를 들면 IGBT)(41a, 41b)와, 2개의 스위칭 소자(41a, 41b)의 직렬 접속단(도시예에서는 스위칭 소자(41a)의 이미터 단자와 스위칭 소자(41b)의 컬렉터 단자의 공통 접속단)에 일단이 접속되는 초크 코일(43)과, 본 실시예 1에 의한 회로 전환 요소(51)를 주된 요소로 하여 구성된다. 또한, 스위칭 소자(41a, 41b)에는, 각각 역병렬로 환류 다이오드(42a, 42b)가 접속되어 있다.
- [0028] 스위칭 소자(41a, 41b)의 직렬 회로의 일단인 음극단(도시예에서는 스위칭 소자(41b)의 이미터 단자)과, 전력 저장 요소(21)의 음극 단자는, 공통으로 음극의 직류 모선(2b)에 접속되어 있다. 평활 콘덴서(44a)는 직류 모선(2a, 2b) 사이에 접속되어 있다. 또, 평활 콘덴서(44b)는 전력 저장 요소(21)의 양극 단자와 음극 단자의 사이에 접속되어 있다. 또한, 평활 콘덴서(44a, 44b)는 생략되기도 한다.
- [0029] 여기서, 본 실시예 1에 의한 회로 전환 요소(51)는 프레임으로 둘러싸 나타내는 구동부가 2조의 전환 회로(a, a1, a2)(b, b1, b2)를 연동하여 동작시키는 구성이다. 한쪽 전환 회로(a, a1, a2)에서는, 전환기단(switching base terminal)(a)이 전력 저장 요소(21)의 양극 단자에 접속되고, 전환단(switching terminal)(a1)이 초크 코일(43)의 타단에 접속되고, 전환단(a2)이 스위칭 소자(41a, 41b)의 직렬 회로의 타단인 양극단(도시예에서는 스위칭 소자(41a)의 컬렉터 단자)에 접속되어 있다. 또, 다른 쪽 전환 회로(b, b1, b2)에서는, 전환기단(b)이 양극의 직류 모선(2a)에 접속되고, 전환단(b1)이 스위칭 소자(41a)의 컬렉터 단자에 접속되고, 전환단(b2)이 초크 코일(43)의 타단에 접속되어 있다.
- [0030] 제어 회로(23)에는, 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)의 2개의 스위칭 소자(41a, 41b) 및 회로 전환 요소(51)를 제어할 때의 참조 신호로서, 전압 센서(45a)가 검출한 직류 모선(2a, 2b)의 전압과, 전압 센서(45b)가 검출한 전력 저장 요소(21)의 전압과, 전류 센서(46a)가 검출한 모선 전류와, 전류 센서(46b)가 검출한 초크 코일(43)을 흐르는 전류가 입력된다. 또한, 제어 회로(23)에 입력되는 검출치는, 이상의 4개로 한정되는 것이 아니고, 일례로서 다른 검출치가 입력되기도 한다. 또, 도시하지 않은 상위의 컨트롤러로부터 입력되는 경우도 있다.
- [0031] 제어 회로(23)는 이들 검출치에 기초하여 스위칭 소자(41a, 41b)를 개별적으로 스위칭시키는 게이트 신호를 생성하여, 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)에, 모터(5)로부터의 회생 전력에 의해 전력 저장 요소(21)를 충전하는 동작과, 전력 저장 요소(21)에 축전된 회생 전력을 방전(전원 회생)하는 동작을 행하게 한다. 그때에, 제어 회로(23)는 이러한 검출치에 기초하여, 본 실시예 1에 의한 회로 전환 요소(51)를 제어하여 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)의 회로 구성을, 제1 초퍼 회로(도 6)와 제2 초퍼 회로(도 7)로 변경하는 것을 행한다.
- [0032] 구체적으로는, 제1 초퍼 회로(도 6)는, 회로 전환 요소(51)에 있어서, 한쪽 전환 회로(a, a1, a2)에 전환기단(a)과 전환단(a1)을 접속시켜 초크 코일(43)의 타단을 전력 저장 요소(21)의 양극 단자에 접속하고, 다른 쪽 전환 회로(b, b1, b2)에 전환기단(b)과 전환단(b1)을 접속시켜 스위칭 소자(41a)의 컬렉터 단자를 양극의 직류 모선(2a)에 접속한 구성이다.
- [0033] 또, 제2 초퍼 회로(도 7)는, 회로 전환 요소(51)에 있어서, 한쪽 전환 회로(a, a1, a2)에 전환기단(a)과 전환단(a2)을 접속시켜 스위칭 소자(41a)의 컬렉터 단자를 전력 저장 요소(21)의 양극 단자에 접속하고, 다른 쪽 전환 회로(b, b1, b2)에 전환기단(b)과 전환단(b2)을 접속시켜 초크 코일(43)의 타단을 양극의 직류 모선(2a)에 접속한 구성이다.

- [0034] 도 6에 도시된 제1 초과 회로는, 직류 모선(2a, 2b)으로부터 전력 저장 요소(21)로의 충전을 강압하여 행하고, 전력 저장 요소(21)로부터 직류 모선(2a, 2b)으로의 방전을 승압하여 행할 수 있다. 반대로, 도 7에 도시된 제2 초과 회로는, 직류 모선(2a, 2b)으로부터 전력 저장 요소(21)로의 충전을 승압하여 행하고, 전력 저장 요소(21)로부터 직류 모선(2a, 2b)으로의 방전을 강압하여 행할 수 있다.
- [0035] 제1 초과 회로도 제2 초과 회로도, 모두 전력 저장 장치(4)에서의 쌍방향 초과 회로로서 일반적으로 이용되고 있지만, 그 충방전 동작이 모선 전압의 영향을 받는 구성이므로, 종래에서는 전력 저장 요소(21)의 충전 능력(충전 에너지)을 충분히 활용할 수 없었다. 이 점에 대해서 도 8와 도 9를 참조하여 간단하게 설명한다. 또한, 도 8은 도 6에 도시된 제1 초과 회로에 의한 충방전 특성을 설명하는 특성도이다. 도 9는 도 7에 도시된 제2 초과 회로에 의한 충방전 특성을 설명하는 특성도이다.
- [0036] 도 8에서는, (1) 직류 모선(2a, 2b)의 전압 변화와, 그에 대한 (2) 전력 저장 요소(21)의 충방전 동작과, (3) 직류 모선(2a, 2b)의 전압 V1과 전력 저장 요소(21)의 전압 V2의 관계를 나타내는 전압차( $V3=V2-V1$ )가 도시되어 있다. 또, 직류 모선(2a, 2b)의 전압 V1에 대해, 전원 회생의 동작 임계치인 방전 개시 전압(60)이 정해져 있다.
- [0037] 도 8 (1)에 있어서, 직류 모선 전압 V1이 상승하고 있는 기간(61)은 감속 기간에 대응하고, 그 후 일정 전압인 기간(62)은 정속 기간에 대응하고, 그 후 하강하고 있는 기간(63)은 가속 기간에 대응하고 있다.
- [0038] 도 8 (2)에 있어서, 전력 저장 요소(21)에서는, 직류 모선 전압이 상승하고 있는 기간(61)의 초기에 있어서의 타이밍(64)에서 충전이 개시된다. 충전 동작은 전력 저장 요소(21)의 전압 V2가 직류 모선 전압 V1과 동일해질 때까지 행해진다. 도 8에서는, 직류 모선 전압 V1이 일정 전압인 기간(62)의 중단 부근의 타이밍(65)에서, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2가 직류 모선 전압 V1과 동일해졌을 경우를 나타내고 있다.
- [0039] 이 경우에, 직류 모선 전압 V1은 충전 종료 타이밍(65) 후의 타이밍(66)에 있어서, 일정 전압으로부터 강하하므로,  $V2 > V1$ 의 상황이 된다. 그러면, 전력 저장 요소(21)로부터 환류 다이오드(42a)를 통해서 직류 모선(2a)으로의 자연 방전이 일어나므로, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2도 최대 충전 전압으로부터 강하하게 된다. 이때에, 제어 회로(23)는 초크 코일(43)에 전류가 흐르고 있는 것은 전류 센서(46b)로부터의 통지로 인식할 수 있지만, 그 전류를 차단할 수 없다. 그 결과, 환류 다이오드(42a)를 통해서 직류 모선(2a)에 자연 방전되는 전류는, 전력 저장 요소(21)와 직류 모선(2a, 2b)이 동 전압이 되는 타이밍(67)까지 계속 흐른다.
- [0040] 그리고 직류 모선 전압 V1이 방전 개시 전압(60)을 하회하는 타이밍(67)에 있어서, 전원 회생이 개시된다. 전원 회생시의 타이밍(67)에서의 전력 저장 요소(21)의 전압은, 타이밍(66)에서의 최대 충전 전압으로부터 전압(68)만큼 저하한 전압으로, 도시에에서는 최대 충전 전압의 약 60%이다. 전압(68)은 에너지 손실에 상당한다. 즉, 제1 초과 회로를 이용했을 경우는, 전력 저장 요소(21)의 방전 개시시의 전압이 최대 충전 전압보다도 낮기 때문에, 그만큼, 초크 코일(43)을 흐르는 방전 전류가 커져, 이것이 에너지 손실로 되어 있어, 충전 에너지의 이용 효율을 낮게 하는 요인이 되고 있다.
- [0041] 다음으로, 도 9에서는, 승압압의 관계가 반대로 되지만, 도 8과 마찬가지로, (1) 직류 모선(2a, 2b)의 전압 변화와, 그에 대한 (2) 전력 저장 요소(21)의 충방전 동작과, (3) 직류 모선(2a, 2b)의 전압 V1과 전력 저장 요소(21)의 전압 V2의 관계를 나타내는 전압차( $V3=V1-V2$ )가 도시되어 있다. 또, 직류 모선(2a, 2b)의 전압 V1에 대해, 충전 개시 전압(70)과, 전원 회생의 동작 임계치인 방전 개시 전압(71)이 정해져 있다. 충전 개시 전압( $70 >$  방전 개시 전압(71))이다.
- [0042] 도 9 (1)에 있어서, 직류 모선 전압이 하강하고 있는 기간(72)은 가속 기간에 대응하고, 그 후 일정 전압인 기간(73)은 정속 기간에 대응하고, 그 후 상승하고 있는 기간(74)은 감속 기간에 대응하고 있다.
- [0043] 도 7의 구성으로부터 이해할 수 있는 것처럼, 직류 모선(2a, 2b)의 전압 V1이 전력 저장 요소(21)의 전압 V2보다도 높은 경우는 환류 다이오드(42a)를 통해 전력 저장 요소(21)로의 충전(자연 충전)이 행해진다. 도 9에 있어서 타이밍(75)에서는, 그러한 자연 충전이 행해지고 있다. 그 결과, 모선 전압 V1은 저하하여 타이밍(76)에 있어서 방전 개시 전압(71)을 하회하면, 방전이 개시된다. 방전 동작은 전력 저장 요소(21)의 전압 V2가 직류 모선 전압 V1과 동일해질 때까지 행해진다. 도 9에서는, 직류 모선 전압 V1이 일정 전압인 기간(73)의 중단 부근의 타이밍(77)에서, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2가 직류 모선 전압 V1과 동일해졌을 경우를 나타내고 있다.
- [0044] 이 경우에, 직류 모선 전압 V1은 방전 종료 타이밍(77) 후의 타이밍(78)에 있어서, 일정 전압으로부터 상승하므로,  $V1 > V2$ 의 상황이 된다. 그러면, 직류 모선(2a)으로부터 환류 다이오드(42a)를 통해서 전력 저장 요소(21)로



의 자연 충전이 일어나므로, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2도 상승한다. 그리고 직류 모션 전압 V1이 충전 개시 전압(70)을 초과하는 타이밍(79)에 있어서 본래의 충전이 개시된다. 타이밍(77)에서부터 타이밍(79)까지의 기간은, 전압차 V3가 제로인 기간이다. 즉, 제2 초과 회로를 이용했을 경우는, 전력 저장 요소(21)로부터의 방전은 모션 전압과 동일해지는 전압까지 밖에 행할 수 없기 때문에, 전원 회생에 의해 이용할 수 있는 축전 에너지의 이용 효율이 좋지 않다.

[0045] 여기서, 전원 회생시의 에너지 이용 효율을 높이는 관점으로부터 검토한다. 지금, 전력 저장 요소(21)의 방전 전 전압을 Va, 방전 후 전압을 Vb로 했을 때, 그 이용 가능 전력 P는  $P=(V_a^2-V_b^2)/2$ 가 된다. 전력 저장 요소(21)에 축전되어 있는 에너지의 이용 효율을 높이려면, 방전 전 전압 Va를 가능한 한 높게 하고, 또한 방전 후 전압 Vb를 가능한 한 낮게 설정하여 제어하는 것이 필요하다.

[0046] 도 8이나 도 9에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 초과 회로는 단독 사용에서는, 충전 동작과 방전 동작 중 한쪽이 모션 전압의 영향을 받으므로, 전력 저장 요소(21)의 전압을 상기의 요건을 충족하도록 제어할 수 없지만, 서로 상대의 결점을 보충하는 상보적인 승강압 특성을 가지고 있다. 이에, 본 실시예 1에서는, 승강압 쌍방향 초과 회로(22)에 회로 전환 요소(51)를 마련하고, 제어 회로(23)에 도 10에 도시된 충방전 제어 회로를 마련하여, 제1 초과 회로와 제2 초과 회로를 다음과 같이, 충전시 및 방전시에, 조합해 사용하도록 했다.

[0047] 도 10에 있어서, 충방전 제어 회로는 콤퍼레이터(81)와, 논리 반전 회로(82, 83, 84)와, 논리곱 회로(85 ~ 90)와, 논리합 회로(91, 92)로 구성할 수 있다. 콤퍼레이터(81)는 비반전 입력 단자 (+)에 전력 저장 요소(21)의 전압 V2가 입력되고, 반전 입력 단자(-)에 직류 모션 전압 V1이 입력되어, 비교 연산 결과인 회로 전환 요구 신호 S11을 출력한다.

[0048] 이 구성에서는, 콤퍼레이터(81)의 출력(회로 전환 요구 신호 S11)은,  $V1 > V2$ 인 경우에는 저레벨(이후 「L」 레벨)이라고 함)이 되고,  $V1 < V2$ 인 경우에는 고레벨(이후 「H」 레벨)이라고 함)이 된다. 회로 전환 요구 신호 S11은 회로 전환 요소(51)에 입력됨과 아울러, 논리곱 회로(87, 88)의 한쪽 입력이 되고, 논리 반전 회로(82)를 통해 논리곱 회로(89, 90)의 한쪽 입력이 되어 있다.

[0049] 또한, 콤퍼레이터(81)의 비교 연산에서는,  $V1 > V2$ 에서  $V1 < V2$ 로 천이하는 경우와 역방향 천이의 경우에 있어서,  $V1 = V2$ 의 타이밍에서 즉시 출력 레벨을 전환하도록 해도 좋지만, 일정한 불감대(不感帶)를 마련하여  $V1 = V2$ 의 상황이 단시간만 발생한 것 만으로는 회로의 전환을 행하지 않고, 일정시간 늦게 전환하도록 해도 좋다. 그리고 일정시간 늦게 전환하는 경우에,  $V1 > V2$ 에서  $V1 < V2$ 로 천이하는 경우와 역방향 천이의 경우 사이에, 시간폭을 t1, t2로 다르게 해도 된다(도 11, 도 12 참조).

[0050] 회로 전환 요소(51)는 본 실시예 1에서는, 회로 전환 요구 신호 S11="L" 레벨일 때에 제1 초과 회로(도 6)를 형성하고, 회로 전환 요구 신호 S11="H" 레벨일 때에 제2 초과 회로(도 7)를 형성한다고 하고 있다.

[0051] 충전 지령 신호 S1은 직류 모션 전압 V1이 미리 정해진 충전 개시 전압을 초과했을 때에 생성된다. 또, 방전 지령 신호 S2는 직류 모션 전압 V1이 미리 정해진 방전 개시 전압을 하회했을 때에 생성된다.

[0052] 논리곱 회로(85)의 한쪽 입력은 충전 지령 신호 S1이고, 다른 쪽 입력은 논리 반전 회로(84)를 통한 방전 지령 신호 S2이다. 논리곱 회로(85)의 출력은 논리곱 회로(87, 89)의 다른 쪽 입력으로 되어 있다.

[0053] 논리곱 회로(86)의 한쪽 입력은 방전 지령 신호 S2이고, 다른 쪽 입력은 논리 반전 회로(83)를 통한 충전 지령 신호 S1이다. 논리곱 회로(86)의 출력은 논리곱 회로(88, 90)의 다른 쪽 입력으로 되어 있다.

[0054] 논리합 회로(91)는 논리곱 회로(87, 88)의 출력을 입력으로 하고, 승압 초과 회로 동작 신호 S21을 출력한다. 여기서 말하는 「승압 초과 회로」는 방전시에 있어서의 제1 초과 회로 및 충전시에 있어서의 제2 초과 회로이다. 또, 논리합 회로(92)는 논리곱 회로(89, 90)의 출력을 입력으로 하고, 강압 초과 회로 동작 신호 S22를 출력한다. 여기서 말하는 「강압 초과 회로」는, 방전시에 있어서의 제2 초과 회로 및 충전시에 있어서의 제1 초과 회로이다. 논리합 회로(91, 92)의 출력에 기초하여, 2개의 스위칭 소자(41a, 41b)가 서로 상보적으로 스위칭 동작을 행할 수 있도록 하는 구동 신호가 생성되어, 스위칭 소자(41a, 41b)의 대응하는 게이트 단자에 인가된다.

[0055] 여기서, 제어 회로(23)는 본 실시예 1에서는 (1) 장치의 전원이 투입되면, 전력 저장 요소(21)에 미리 정한 초기 충전 전압까지 충전하는 제어를 행하고, (2) 그 후의 교류 모터(5)의 구동 운전시에 전력 저장 요소(21)와 직류 모션(2a, 2b)의 사이에서의 충방전을 제어하고, (3) 장치 전원을 오프로 하여 장치 동작을 종료할 경우에 전력 저장 요소(21)로부터 직류 모션(2a, 2b)로 미리 정한 방전 한계 전압까지 방전하는 제어를 행하도록 되어

있다. (1)의 조치는 전력 저장 요소(21)의 능력을 풀로(fully) 활용하는 조치이다. (3)의 조치는 장치 전원을 오프로 하여 전력 저장 요소(21)를 교환 등을 하는 경우의 안전 대책이다.

[0056] 도 10을 참조하여 (1)(2)(3)의 충방전 제어 동작에 대해서 설명하지만, (1)과 (3)은, (2)를 분리하여 채택한 것이고, (2)와 관련성을 갖게 해도 좋고 갖게 하지 않아도 좋다. 여기에서는, (2)와 (1)(3)의 동작 관련성은 없다고 하여 설명한다.

[0057] (1) 전원 투입시의 충전 제어

[0058] 전원 투입시는, 충전 지령 신호 S1은 "H" 레벨이고, 방전 지령 신호 S2는 "L" 레벨이다. 따라서 논리곱 회로(85)의 출력은 "H" 레벨이고, 논리곱 회로(86)의 출력은 "L" 레벨이다. 직류 모션 전압 V1은 전력 저장 요소(21)의 전압 V2보다도 높기 때문에, 콤퍼레이터(81)가 출력하는 회로 전환 요구 신호 S11은 "L" 레벨이다. 승강압 쌍방향 초과 회로(22)는 제1 초과 회로(도 6)로 되어 있다. 논리곱 회로(89)의 출력이 "H" 레벨로 되어, 논리합 회로(92)로부터 강압 초과 회로 동작 신호 S22가 출력된다. 제1 초과 회로(도 6)에 의해, 직류 모션 전압 V1을 강압하면서 전력 저장 요소(21)로의 충전이 행해진다.

[0059] 전력 저장 요소(21)로의 충전이 진행되어 전력 저장 요소(21)의 전압 V2가 직류 모션 전압 V1과 동일해지면, 콤퍼레이터(81)는 회로 전환 요구 신호 S11을 "L" 레벨에서 "H" 레벨로 전환한다. 그러면, 승강압 쌍방향 초과 회로(22)는 제2 초과 회로(도 7)로 전환된다. 논리곱 회로(87)의 출력이 "H" 레벨로 되고, 논리합 회로(91)로부터 승압 초과 회로 동작 신호 S21이 출력된다. 제2 초과 회로(도 7)에 의해, 직류 모션 전압 V1을 승압하면서 전력 저장 요소(21)로의 충전이, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2가 초기 충전 전압과 동일해질 때까지 계속된다. 제2 초과 회로(도 7)에서는, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2가 직류 모션 전압 V1보다도 높은 상태에서 스위칭 소자(41a, 41b)가 동작을 정지하지만, 전력 저장 요소(21)로부터 직류 모션(2a, 2b)으로의 방전로(放電路)는 형성되지 않기 때문에, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2는 직류 모션 전압 V1보다도 높은 초기 충전 전압으로 유지된다.

[0060] (2-1) 교류 모터의 구동 운전시의 충전 제어

[0061] 교류 모터의 운전 상태에 따라 변화하는 직류 모션 전압 V1이 충전 개시 전압을 초과했기 때문에, 충전 지령 신호 S1이 "H" 레벨로 되고, 방전 지령 신호 S2가 "L" 레벨인 경우에, 콤퍼레이터(81)가 회로 전환 요구 신호 S11을 "L" 레벨로 하면, 승강압 쌍방향 초과 회로(22)는 제1 초과 회로(도 6)로 된다. 논리곱 회로(89)의 출력이 "H" 레벨로 되어, 논리합 회로(92)로부터 강압 초과 회로 동작 신호 S22가 출력된다. 제1 초과 회로(도 6)에 의해, 직류 모션 전압 V1을 강압하면서 전력 저장 요소(21)로의 충전이 행해진다.

[0062] 전력 저장 요소(21)로의 충전이 진행되어 전력 저장 요소(21)의 전압 V2가 직류 모션 전압 V1과 동일해지면, 콤퍼레이터(81)는 회로 전환 요구 신호 S11을 "L" 레벨에서 "H" 레벨로 전환한다. 그러면, 승강압 쌍방향 초과 회로(22)는 제2 초과 회로(도 7)로 전환된다. 논리곱 회로(87)의 출력이 "H" 레벨로 되어, 논리합 회로(91)로부터 승압 초과 회로 동작 신호 S21이 출력된다. 제2 초과 회로(도 7)에 의해, 직류 모션 전압 V1을 승압하면서 전력 저장 요소(21)로의 충전이 계속된다. 제2 초과 회로(도 7)에서는, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2가 직류 모션 전압 V1보다도 높은 상태에서 스위칭 소자(41a, 41b)가 동작을 정지하지만, 전력 저장 요소(21)로부터 직류 모션(2a, 2b)으로의 방전로는 형성되지 않기 때문에, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2는 직류 모션 전압 V1보다도 높은 전압으로 유지된다. 즉, 방전 개시 전압을 직류 모션 전압 V1보다도 높은 최대 충전 전압으로 유지할 수 있다. 따라서 방전시에 초크 코일(43)에 흐르는 방전 전류가 저하하므로, 전력 손실을 저감시킬 수 있다.

[0063] (2-2) 교류 모터의 구동 운전시의 방전 제어

[0064] 콤퍼레이터(81)가 회로 전환 요구 신호 S11을 "H" 레벨로 하고, 승강압 쌍방향 초과 회로(22)가 제2 초과 회로(도 7)로 되어 있는 상태에 있어서, 교류 모터의 운전 상태에 따라 변화하는 직류 모션 전압 V1이 방전 개시 전압을 하회하기 때문에, 방전 지령 신호 S2가 "H" 레벨로 되고, 충전 지령 신호 S1이 "L" 레벨로 되었을 경우에, 논리곱 회로(88)의 출력이 "H" 레벨로 되어, 논리합 회로(91)로부터 승압 초과 회로 동작 신호 S21이 출력된다. 제2 초과 회로(도 7)에 의해, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2를 강압하면서 직류 모션(2a, 2b)으로의 방전이 행해진다.

[0065] 직류 모션(2a, 2b)으로의 방전이 진행되어 전력 저장 요소(21)의 전압 V2가 직류 모션 전압 V1과 동일해지면, 콤퍼레이터(81)는 회로 전환 요구 신호 S11을 "H" 레벨에서 "L"레벨로 전환한다. 그러면, 승강압 쌍방향 초과 회로(22)는 제1 초과 회로(도 6)로 전환된다. 논리곱 회로(90)의 출력이 "H" 레벨로 되어, 논리합 회로(92)로부터 강압 초과 회로 동작 신호 S22가 출력된다. 제1 초과 회로(도 6)에 의해, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2를 강압하면서 직류 모션(2a, 2b)으로의 방전이 계속된다. 즉, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2는 직류 모션(2a, 2

b)의 전압 V1 이하가 되도록 방전을 하므로, 전력 저장 요소(21)의 축전 에너지의 이용 효율을 향상시킬 수 있다.

- [0066] (3) 장치 동작 종료시의 방전 제어
- [0067] 장치 전원을 오프로 하여 장치 동작을 종료할 경우에는, 방전 지령 신호 S2는 "H" 레벨로 되고, 충전 지령 신호 S1은 "L" 레벨로 되어 있다. 콤퍼레이터(81)가 회로 전환 요구 신호 S11을 "H" 레벨로 하여, 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)가 제2 초퍼 회로(도 7)가 되는 상황이 되면, 논리곱 회로(88)의 출력이 "H" 레벨로 되고, 논리합 회로(91)로부터 승압 초퍼 회로 동작 신호 S21이 출력된다. 제2 초퍼 회로(도 7)에 의해, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2를 강압하면서 직류 모션(2a, 2b)으로의 방전이 행해진다.
- [0068] 직류 모션(2a, 2b)으로의 방전이 진행되어 전력 저장 요소(21)의 전압 V2가 직류 모션 전압 V1과 동일해지면, 콤퍼레이터(81)는 회로 전환 요구 신호 S11을 "H" 레벨에서 "L"레벨로 전환한다. 그러면, 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)는 제1 초퍼 회로(도 6)로 전환된다. 논리곱 회로(90)의 출력이 "H" 레벨로 되어, 논리합 회로(92)로부터 강압 초퍼 회로 동작 신호 S22가 출력된다. 제1 초퍼 회로(도 6)에 의해, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2를, 직류 모션 전압 V1 이하의 방전 한계 전압까지 강압하면서 직류 모션(2a, 2b)으로의 방전이 계속된다.
- [0069] 도 11은 본 실시예 1에 의한 충전 동작을 설명하는 주요부 파형도이다. 도 12는 본 실시예 1에 의한 방전 동작을 설명하는 주요부 파형도이다. 도 11과 도 12는, 이상 설명한 충전 동작, 방전 동작을 총괄하여 나타낸 것이다.
- [0070] 도 11에 도시된 바와 같이, 직류 모션(2a, 2b)의 전압 V1에 의하지 않고, 전력 저장 요소(21)의 전압 V2를 직류 모션(2a, 2b)의 전압 V1을 초과하여 상승시키는 것이 가능하게 되어, 전력 저장 요소(21)의 충전 가능 최대 전압(초기 충전 전압)까지 충전할 수 있다.
- [0071] 또, 도 12에 도시된 바와 같이, 방전 개시시의 전력 저장 요소(21)의 전압 V2는 직류 모션(2a, 2b)의 전압 V1보다도 높은 전압이므로, 전력 저장 요소(21)로부터 재이용할 수 있는 에너지량을 늘릴 수 있다. 또, 초크 코일(43)을 흐르는 방전 전류가 저하하여 전력 손실을 감소시킬 수 있다. 그리고 직류 모션(2a, 2b)의 전압 V1에 의하지 않고, 직류 모션(2a, 2b)의 전압 V1을 하회하는 전력 저장 요소(21)의 방전 가능 최저 전압(방전 한계 전압)까지 방전시킬 수 있다.
- [0072] 이상과 같이, 본 실시예 1에 의하면, 2개의 스위칭 소자의 직렬 회로 및 일단의 2개의 스위칭 소자의 직렬 접속단에 접속되는 초크 코일을 주 구성 요소로 하는 승강압 쌍방향 초퍼 회로를, 2개의 스위칭 소자의 직렬 회로의 양극단이 직류 모션에 접속되고 초크 코일의 타단이 전력 저장 요소에 양극 단자에 접속되는 제1 초퍼 회로와, 2개의 스위칭 소자의 직렬 회로의 양극단이 전력 저장 요소에 양극 단자에 접속되고 초크 코일의 타단이 직류 모션에 접속되는 제2 초퍼 회로로 전환하여 구성할 수 있는 회로 전환 요소를 마련하고, 충전시 및 방전시에 있어서, 제1 초퍼 회로와 제2 초퍼 회로를, 직류 모션 전압과 전력 저장 요소의 전압의 대소 관계가 바뀌는 타이밍 근방에서 전환하여 사용하도록 했으므로, 직류 모션 전압의 영향을 받지 않고, 충전시에서는 전력 저장 요소에 직류 모션 전압을 초과하는 높은 전압(충전 가능 최대 전압)까지 충전할 수 있고, 방전시에서는 전력 저장 요소로부터 직류 모션 전압을 하회하는 낮은 전압(방전 가능 최저 전압)까지 방전시킬 수 있다.
- [0073] 따라서 충전시에서는, 전력 저장 요소에는 축전할 수 있는 최대의 에너지를 축전할 수 있고, 방전시에서는 전력 저장 요소에 축전한 에너지를 최대한 유효 이용할 수 있으므로, 에너지 이용 효율의 향상을 도모할 수 있는 전력 저장 장치를 탑재한 교류 모터 구동 장치를 실현될 수 있다.
- [0074] 실시예 2
- [0075] 도 13은 본 발명의 실시예 2로서, 이상 발생시에 대응할 수 있는 전력 저장 장치의 일 구성예를 나타내는 회로도이다. 또한, 도 13에서는, 도 5(실시예 1)에 도시된 구성요소와 동일한 혹은 동등한 구성요소에는 동일한 부호가 부여되어 있다. 여기에서는, 본 실시예 2에 관련되는 부분을 중심으로 설명한다.
- [0076] 도 13에 있어서, 본 실시예 2에 의한 전력 저장 장치(4)는, 도 5(실시예 1)에 도시된 구성에 있어서, 회로 전환 요소(51)를 대신하여 2개의 회로 전환 요소(52a, 52b)가 마련되어 있다. 또, 제어 회로(23)에는 이상 신호가 장치 내부 또는 장치 외부로부터 입력된다.
- [0077] 장치 내부로부터 입력되는 이상 신호는, 직류 전원(1)이나 인버터(3)에 직류 모션(2a, 2b)의 전압을 저하시키는 고장, 직류 모션(2a, 2b) 간을 단락시키는 고장등이 발생한 것을 나타낸다. 장치 외부로부터 입력되는 이상 신호

호는, 장치를 정지시킬 필요가 생겼을 때에 입력된다.

- [0078] 회로 전환 요소(52a, 52b)는 구동부는 별개 독립이지만, 전력 저장 요소(21)의 양극 단자에 접속되는 전환기단(a)을 공유하는 전환 회로(a, a11, a12)(a, a21, a22)와, 양극의 직류 모선(2a)에 접속되는 전환기단(b)을 공유하는 전환 회로(b, b11, b12)(b, b21, b22)를 구비하고 있다.
- [0079] 회로 전환 요소(52a)의 전환 회로(a, a11, a12)(b, b11, b12)에서는, 전환단(a12)은 초크 코일(43)의 타단과 접속되고, 전환단(b12)은 스위칭 소자(41a)의 컬렉터 단자와 접속되지만, 전환단(a11, b11)은 어디에도 접속되어 있지 않다. 따라서 회로 전환 요소(52a)는 전환기단(a)에 전환단(a12)을 접속하고 전환기단(b)에 전환단(b12)을 접속하여 제1 초퍼 회로를 형성하는 동작과, 전환기단(a)에 전환단(a11)을 접속하고 전환기단(b)에 전환단(b11)을 접속하여 직류 모선(2a, 2b)과 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)의 사이 및 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)와 전력 저장 요소(21)의 사이를 개방 차단하는 동작을 행할 수 있다.
- [0080] 회로 전환 요소(52b)의 전환 회로(a, a21, a22)(b, b21, b22)에서는, 전환단(a22)은 스위칭 소자(41a)의 컬렉터 단자와 접속되고, 전환단(b22)은 초크 코일(43)의 타단과 접속되지만, 전환단(a21, b22)은 어디에도 접속되어 있지 않다. 따라서 회로 전환 요소(52b)는 전환기단(a)에 전환단(a22)을 접속하고 전환기단(b)에 전환단(b22)을 접속하여 제2 초퍼 회로를 형성하는 동작과, 전환기단(a)에 전환단(a21)을 접속하고 전환기단(b)에 전환단(b21)을 접속하여 직류 모선(2a, 2b)과 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)의 사이 및 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)와 전력 저장 요소(21)의 사이를 개방 차단하는 동작을 행할 수 있다.
- [0081] 제어 회로(23)는 장치가 건전하고 정상적인 운전 상태에 있어서는, 회로 전환 요소(52a, 52b)에 대해, 실시예 1에서 설명한 회로 전환 요구 신호 S11을 충전시인지 방전시인지에 따른 소정의 순서로 출력한다. 그리고 제어 회로(23)는 상기의 정상적인 운전 상태에 있어서, 이상 신호가 입력되면, 회로 전환 요소(52a, 52b) 중 회로 전환을 행하고 있던 회로 전환 요소에 대해, 회로 절단 요구 신호 S12를 출력하여, 직류 모선(2a, 2b)과 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)의 사이 및 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)와 전력 저장 요소(21)의 사이를 개방 차단시킨다.
- [0082] 이것에 의해서, 이상이 해제될 때까지, 전력 저장 요소(21)에 축전된 에너지를 저하시키지 않고 유지할 수 있으므로, 전력 저장 요소(21)에 축전된 에너지를 최대한 유효 이용할 수 있다.
- [0083] 또, 예를 들면, 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)가 제1 초퍼 회로로 되어 동작하고 있을 때, 직류 전원(1)이나 인버터(3)에 어떤 이상이 발생하여 직류 모선(2a, 2b)의 전압이 저하했을 경우, 환류 다이오드(42a)를 통해 직류 모선(2a)측으로의 방전이 발생한다. 이 방전은 제어 회로(23)가 컨트롤할 수 없는 자연 방전이다. 이때의 방전 전류는 대전류이기 때문에, 방지하면, 전류 경로에 존재하는 기기에 손상을 주는, 직류 전원(1)이나 인버터(3)의 고장 개소를 확대시키는 등의 악영향을 주변 회로에 주지만, 그것을 방지할 수 있다.
- [0084] 따라서 도 13에서는, 이상 발생시에 개방 차단하는 구성으로서 직류 모선(2a, 2b)과 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)의 사이와, 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)와 전력 저장 요소(21)의 사이를 개방 차단하는 경우를 나타내고 있지만, 적어도, 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)와 전력 저장 요소(21)의 사이를 개방 차단할 수 있으면 되는 것이다.
- [0085] 본 실시예 2에 의하면, 전력 저장 요소(21)를, 승강압 쌍방향 초퍼 회로(22)를 포함하는 다른 기기로부터 떼어 뜨려 놓으므로, 전력 저장 요소(21)가 다른 기기에 파손이나 손상을 일으키게 하는 파손 영향의 발생을 방지하여 보다 안전성이 높은 전력 저장 장치를 탑재한 교류 모터 구동 장치를 실현할 수 있다. 이에 더하여, 전력 저장 요소(21)에 축전된 에너지를 최대한 유효 이용할 수 있는 전력 저장 장치를 탑재한 교류 모터 구동 장치를 실현할 수 있다.
- [0086] 실시예 3
- [0087] 도 14는 본 발명의 실시예 3으로서, 이상 발생시에 대응할 수 있는 전력 저장 장치의 다른 일 구성예를 나타내는 회로도이다. 또한, 도 14에서는, 도 13(실시예 2)에 도시된 구성요소와 동일 또는 동등한 구성요소에는 동일한 부호가 부여되어 있다. 여기에서는, 본 실시예 3에 관련되는 부분을 중심으로 설명한다.
- [0088] 도 14에 있어서, 본 실시예 3에 의한 전력 저장 장치(4)에서는, 도 13(실시예 2)에 도시된 구성에 있어서, 제어 회로(23)에는, 실시예 2에서 설명한 이상 신호가 장치 내부 또는 장치 외부로부터 입력되지만, 회로 전환 요소(52a, 52b)를 대신하여 회로 전환 요소(53)가 마련되어 있다.
- [0089] 회로 전환 요소(53)는 프레임으로 둘러싸 나타내는 구동부가 2조의 전환 회로(a, a1, a2, a3)(b, b1, b2, b3)를



연동하여 동작시키는 구성이다. 한쪽 전환 회로(a, a1, a2, a3)에서는, 전환기단(a)이 전력 저장 요소(21)의 양극 단자에 접속되고, 전환단(a1)이 초크 코일(43)의 타단에 접속되고, 전환단(a2)이 어느 것에도 접속되지 않고, 전환단(a3)이 스위칭 소자(41a)의 컬렉터 단자에 접속되어 있다. 또, 다른 쪽 전환 회로(b, b1, b2, b3)에서는, 전환기단(b)이 양극의 직류 모션(2a)에 접속되고, 전환단(b1)이 스위칭 소자(41a)의 컬렉터 단자에 접속되고, 전환단(b2)이 어느 것에도 접속되지 않고, 전환단(b3)이 초크 코일(43)의 타단에 접속되어 있다.

[0090] 따라서 회로 전환 요소(53)는 전환기단(a)에 전환단(a1)을 접속하고 전환기단(b)에 전환단(b1)을 접속하여 제1 초과 회로를 형성하는 동작과, 전환기단(a)에 전환단(a3)과 접속하고 전환기단(b)에 전환단(b3)을 접속하여 제2 초과 회로를 형성하는 동작과, 전환기단(a)에 전환단(a2)을 접속하고 전환기단(b)에 전환단(b2)을 접속하여 직류 모션(2a, 2b)과 전력 저장 요소(21)의 사이를 개방 차단하는 동작을 행할 수 있다.

[0091] 제어 회로(23)는 장치가 건전하고 정상적인 운전 상태에 있어서는, 회로 전환 요소(53)에 대해, 실시예 1에서 설명한 회로 전환 요구 신호 S11을 출력한다. 그리고 제어 회로(23)는 상기의 정상적인 운전 상태에 있어서, 이상 신호가 입력되면, 회로 전환 요소(53)에 대해, 회로 절단 요구 신호 S12를 출력하고, 직류 모션(2a, 2b)과 전력 저장 요소(21)의 사이를 개방 차단시킨다.

[0092] 실시예 2와 마찬가지로, 도 14에서는, 이상 발생시에 개방 차단하는 구성으로서, 직류 모션(2a, 2b)과 승강압 쌍방향 초과 회로(22)의 사이와, 승강압 쌍방향 초과 회로(22)와 전력 저장 요소(21)의 사이를 개방 차단하는 경우를 나타내고 있지만, 적어도, 승강압 쌍방향 초과 회로(22)와 전력 저장 요소(21)의 사이를 개방 차단할 수 있으면 된다.

[0093] 따라서 본 실시예 3에 있어서도 실시예 2와 마찬가지로 전력 저장 요소(21)를 승강압 쌍방향 초과 회로(22)를 포함하는 다른 기기로부터 떨어뜨려 놓을 수 있으므로, 전력 저장 요소(21)가 접속되어 있었을 경우에 다른 기기에 파손을 일으키게 하는 파손 영향의 발생을 방지하여 보다 안전성이 높은 전력 저장 장치를 탑재한 교류 모터 구동 장치를 실현할 수 있다. 이에 더하여, 실시예 2와 마찬가지로 전력 저장 요소(21)에 축전된 에너지를 최대한 유효 이용할 수 있는 전력 저장 장치를 탑재한 교류 모터 구동 장치를 실현할 수 있다.

[0094] [산업상의 이용 가능성]

[0095] 이상과 같이, 본 발명에 따른 교류 모터 구동 장치는 전력 저장 장치에 이용하는 쌍방향형 승강압 초과 회로에 스위칭 회로를 2회로 마련하는 등을 행하는 일 없이, 모션 전압과 관계없이 전력 저장 요소의 충방전이 가능하며, 에너지 이용 효율을 높일 수 있는 전력 저장 장치를 탑재한 교류 모터 구동 장치로서 유용하다.

**부호의 설명**

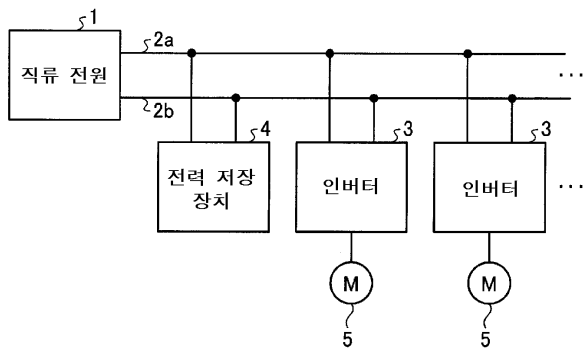
- [0096] 1: 직류 전원
- 2a, 2b: 직류 모션
- 3: 인버터
- 4: 전력 저장 장치
- 5: 교류 모터
- 21: 전력 저장 요소
- 22: 승강압 쌍방향 초과 회로
- 23: 제어 회로
- 31: EDLC(전기 이중층 캐패시터) 모듈
- 32: EDLC 셀
- 33: 전압 밸런스 저항기
- 41a, 41b: 스위칭 소자
- 42a, 42b: 환류 다이오드
- 43: 초크 코일



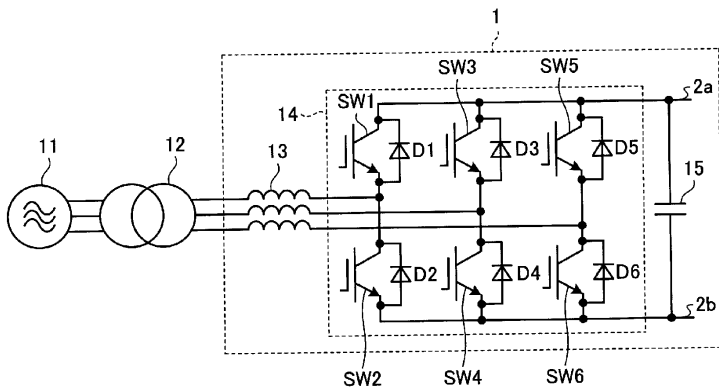
- 44a, 44b: 평활 콘덴서
- 45a, 45b: 전압 센서
- 46a, 46b: 전류 센서
- 51, 52a, 52b, 53: 회로 전환 요소
- 81: 콤퍼레이터
- 82 ~ 84: 논리 반전 회로
- 85 ~ 90: 논리곱 회로
- 91, 92: 논리합 회로

**도면**

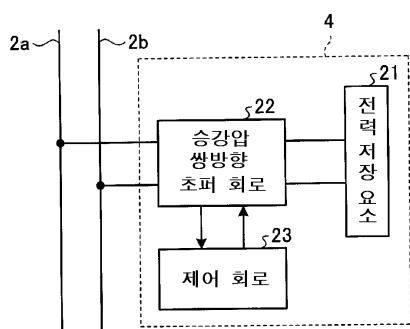
**도면1**



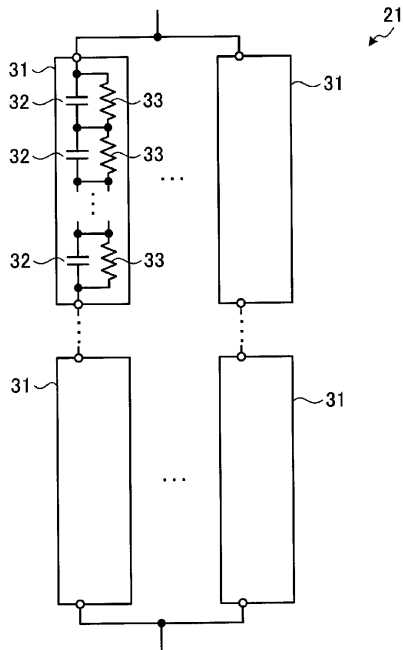
**도면2**



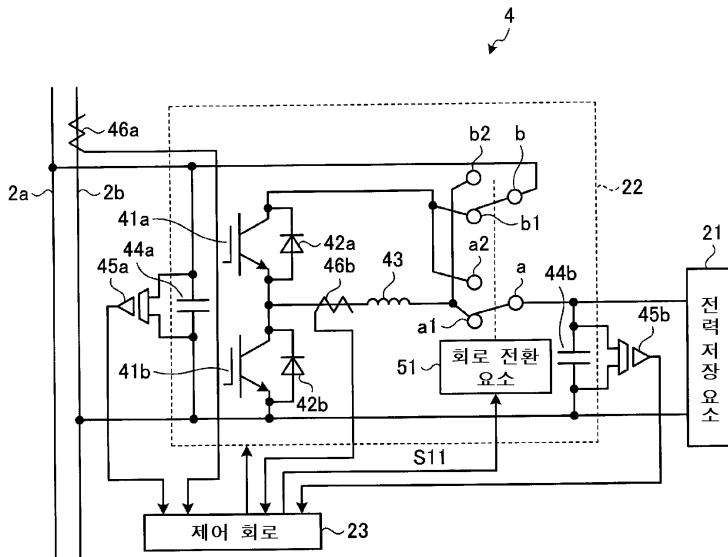
**도면3**



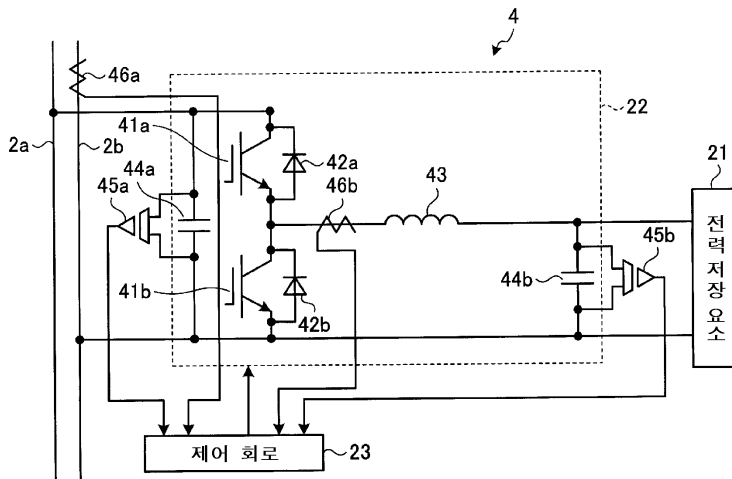
도면4



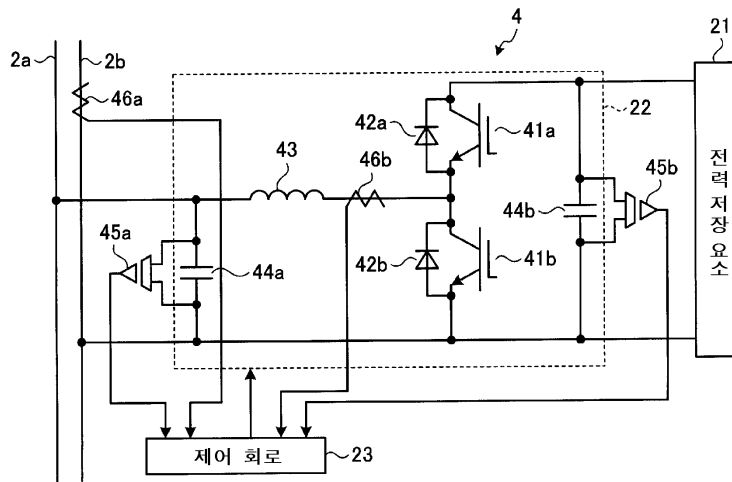
도면5



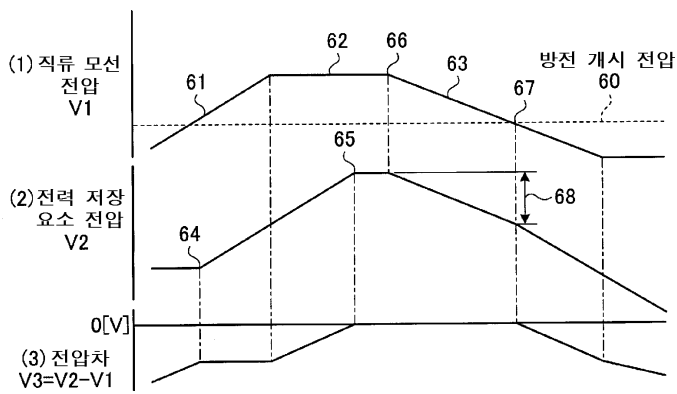
도면6



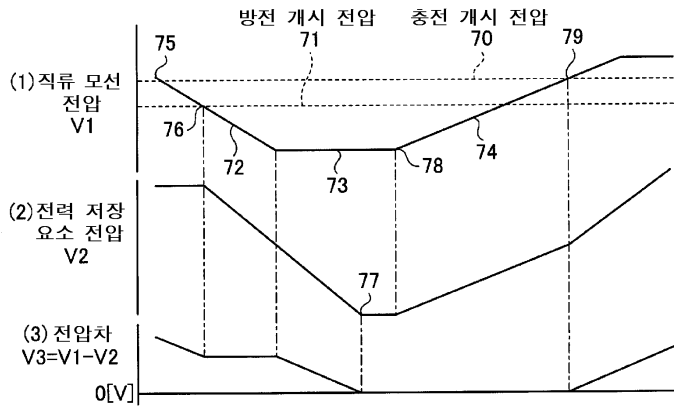
도면7



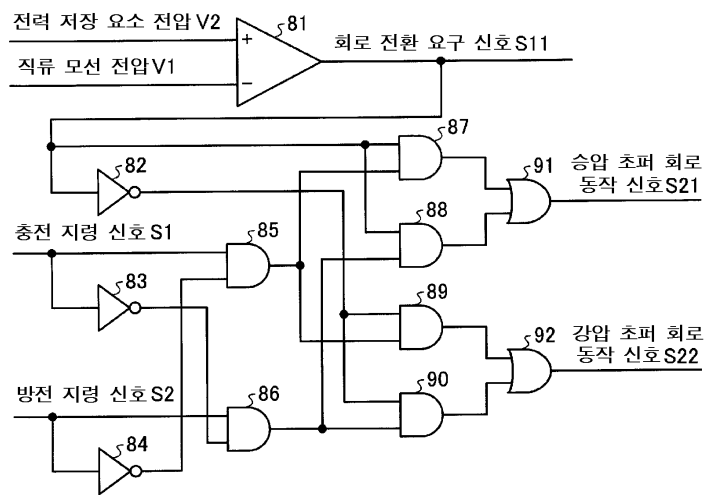
도면8



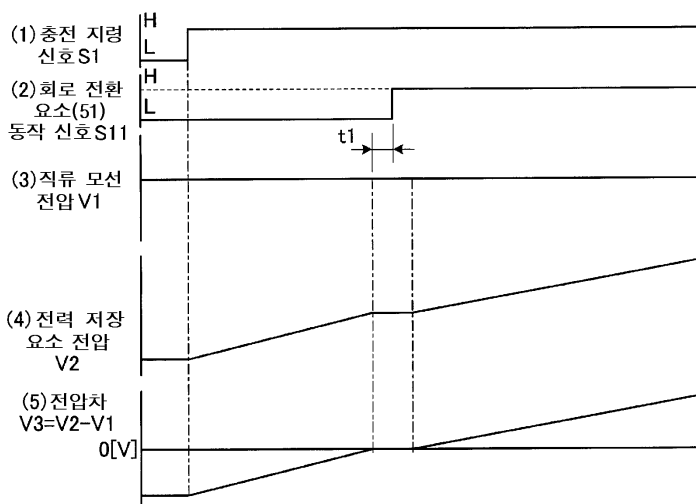
도면9



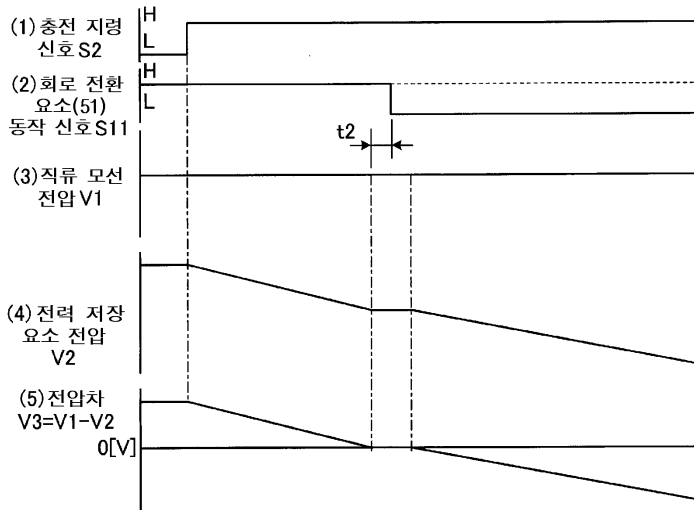
도면10



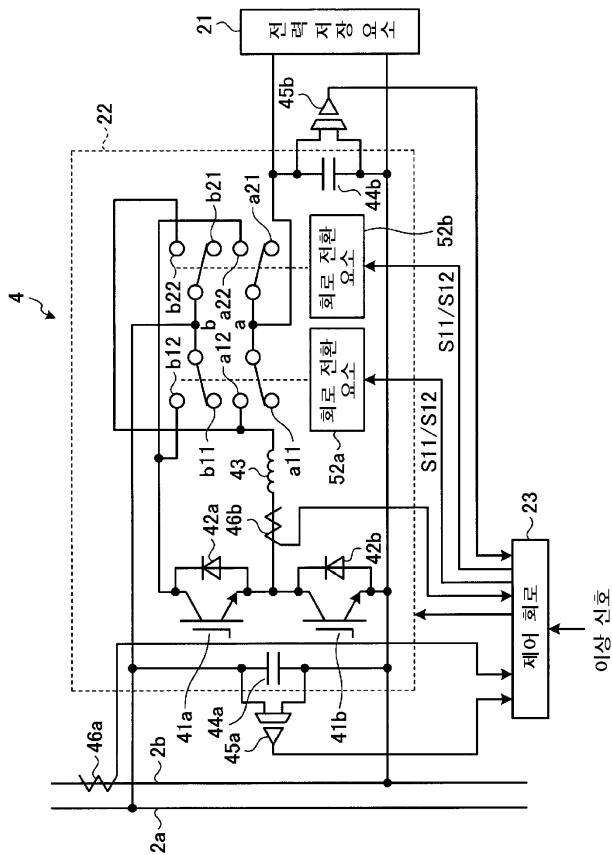
도면11



도면12



도면13





도면14

