



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0004589
(43) 공개일자 2021년01월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 7/483 (2007.01) H02J 3/36 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H02M 7/483 (2013.01)
H02J 3/36 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0081241
- (22) 출원일자 2019년07월05일
심사청구일자 2019년07월05일

- (71) 출원인
송실대학교산학협력단
서울특별시 동작구 상도로 369 (상도동)
- (72) 발명자
박종후
서울특별시 동작구 서달로 91, 104동 1204호 (혹석동, 혹석한강센터빌2차)
- 아쉬라프 아흐무드
서울특별시 동작구 상도로67길 20, 301호(상도동, 세원빌라)
- (74) 대리인
윤귀상

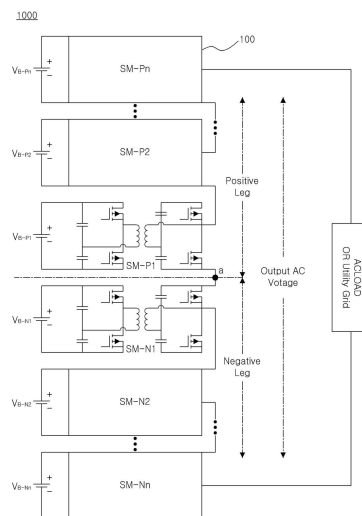
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 멀티 레벨 컨버터

(57) 요약

1차측 및 2차측이 변압기에 의해 절연된 양방향 브릿지 전력 변환 회로로 구성되는 서브 모듈이 복수 개 마련되며, 복수의 서브 모듈의 각 2차측이 직렬 연결되는 멀티 모듈 및 상기 멀티 모듈에 포함되는 스위치 소자를 각각 제어하는 제어 모듈을 포함하는 멀티 레벨 컨버터가 개시된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
 Y02E 60/60 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	201817221624
부처명	교육과학기술부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학 개인기초연구지원사업
연구과제명	전력저장장치 모듈화를 위한 차세대 분산형 셀 병렬 충방전 시스템 아키텍처
기 여 율	1/1
과제수행기관명	승실대학교 산학협력단
연구기간	2018.09.01 ~ 2019.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

변압기에 의해 절연되는 1차측 및 2차측에 능동 스위치 소자를 포함하여 양방향 브릿지 전력 변환 회로로 구성되는 서브 모듈이 복수 개 마련되며, 복수의 서브 모듈의 각 2차측이 직렬 연결된 양전압 레그(positive leg) 및 음전압 레그(negative leg)를 포함하는 멀티 모듈; 및

상기 멀티 모듈에 포함되는 스위치 소자를 각각 제어하는 제어 모듈을 포함하는 멀티 레벨 컨버터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 멀티 모듈은,

상기 복수의 서브 모듈에서 각각 1차측으로 입력되는 직류 전압을 구형파 형태의 전압으로 변환하여 2차측으로 출력하되, 상기 복수의 서브 모듈의 각 2차측 출력 간에 위상 차이를 갖고, 상기 복수의 서브 모듈의 각 2차측이 직렬 연결되어 멀티 레벨의 PWM 전압을 출력하는 멀티 레벨 컨버터.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제어 모듈은,

상기 복수의 서브 모듈의 각 2차측 출력 간의 위상 차이를 조절하여 상기 멀티 모듈의 전력 전달량을 제어할 수 있도록 상기 복수의 서브 모듈에 포함되는 스위치 소자의 동작 위상을 제어하는 멀티 레벨 컨버터.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 멀티 모듈은,

1차측 및 2차측의 각 브릿지에 복수의 스위치 소자가 마련되며, 상기 제어 모듈에 의해 상기 복수의 스위치 소자가 고정 듀티로 위상 천이 제어되어 변압기를 중심으로 양방향으로 전력을 전달하는 상기 서브 모듈이 복수 개 마련되는 멀티 레벨 컨버터.

청구항 5

변압기에 의해 절연되는 1차측 및 2차측에 능동 스위치 소자를 포함하여 양방향 브릿지 전력 변환 회로로 구성되는 서브 모듈이 복수 개 마련되며, 복수의 서브 모듈의 각 2차측이 직렬 연결된 양전압 레그(positive leg) 및 음전압 레그(negative leg)를 포함하는 제1 스트링 내지 제3 스트링; 및

상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링에 포함되는 스위치 소자를 각각 제어하는 제어 모듈을 포함하고,

상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링은 각각 3상 계통의 각 상에 연결되는 멀티 레벨 컨버터.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링은,

상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링에 각각 포함되는 복수의 서브 모듈의 각 입력단이 서로 연결되는 멀티 레벨 컨버터.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링은,

상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링에 각각 연결된 3상 계통의 각 상의 리플 전압을 상쇄하는 멀티 레벨 컨버터.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링은,

상기 복수의 서브 모듈에서 각각 1차측으로 입력되는 직류 전압을 구형파 형태의 전압으로 변환하여 2차측으로 출력하되, 상기 복수의 서브 모듈의 각 2차측 출력 간에 위상 차이를 갖고, 상기 복수의 서브 모듈의 각 2차측이 직렬 연결되어 멀티 레벨의 PWM 전압을 출력하는 멀티 레벨 컨버터.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제어 모듈은,

상기 복수의 서브 모듈의 각 2차측 출력 간의 위상 차이를 조절하여 상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링 각각의 전력 전달량을 제어할 수 있도록 상기 복수의 서브 모듈에 포함되는 스위치 소자의 동작 위상을 제어하는 멀티 레벨 컨버터.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링은,

1차측 및 2차측의 각 브릿지에 복수의 스위치 소자가 마련되며, 상기 제어 모듈에 의해 상기 복수의 스위치 소자가 고정 듀티로 위상 천이 제어되어 변압기를 중심으로 양방향으로 전력을 전달하는 상기 서브 모듈이 복수개 마련되는 멀티 레벨 컨버터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 멀티 레벨 컨버터에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 복수의 서브 모듈을 포함하여 전력 변환을 수행하는 멀티 레벨 컨버터에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 모듈형 멀티 레벨 컨버터는 계통연계형 신재생에너지 발전장치, 초고압 직류 송전(HIGH VOLTAGE DIRECT CURRENT, HVDC) 장치 등의 계통연계 전력 조절기로서 널리 사용되고 있다.

[0003] 종래의 모듈형 멀티 레벨 컨버터는 각각 전력 변환을 수행하는 복수의 서브 모듈을 포함하여 구성되는데, 각 서브 모듈은 절연을 위해 변압기를 필요로 한다.

[0004] 예를 들면, 종래의 서브 모듈은 DC-DC 절연 컨버터 및 DC-AC 인버터를 캐스케이드 연결한 2단 전력 변환 구조를 채택할 수 있다. 이는 가격 및 크기 상승, 효율 감소, 신뢰성 감소의 문제점이 따르며, 고정 듀티비의 위상 천이 제어가 아닌 가변 듀티비를 갖는 PWM 제어 이므로 각 서브 모듈 간의 정밀한 전력 전달 제어가 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 일측면은 복수의 서브 모듈을 고주파수 변압기를 포함하는 단일 전력 변환 구조의 양방향 DC-AC 컨버터로 구성하고, 그 출력단을 직렬 연결하여 멀티 레벨의 PWM 전압을 출력하는 멀티 레벨 컨버터를 제공한다.

[0006] 본 발명의 다른 측면은 복수의 서브 모듈로 구성되는 각 스트링을 3상 계통 또는 3상 모터에 연결하되, 3상에 각각 연결되는 스트링의 입력단을 연결하여 리플을 상쇄하는 멀티 레벨 컨버터를 제공한다.

[0007] 본 발명의 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 멀티 레벨 컨버터는 변압기에 의해 절연되는 1차측 및 2차측에 능동 스위치 소자를 포함하여 양방향 브릿지 전력 변환 회로로 구성되는 서브 모듈이 복수 개 마련되며, 복수의 서브 모듈의 각 2차측이 직렬 연결된 양전압 레그(positive leg) 및 음전압 레그(negative leg)를 포함하는 멀티 모듈 및 상기 멀티 모듈에 포함되는 스위치 소자를 각각 제어하는 제어 모듈을 포함한다.

[0009] 한편, 상기 멀티 모듈은, 상기 복수의 서브 모듈에서 각각 1차측으로 입력되는 직류 전압을 구형파 형태의 전압으로 변환하여 2차측으로 출력하되, 상기 복수의 서브 모듈의 각 2차측 출력 간에 위상 차이를 갖고, 상기 복수의 서브 모듈의 각 2차측이 직렬 연결되어 멀티 레벨의 PWM 전압을 출력할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 제어 모듈은, 상기 복수의 서브 모듈의 각 2차측 출력 간의 위상 차이를 조절하여 상기 멀티 모듈의 전력 전달량을 제어할 수 있도록 상기 복수의 서브 모듈에 포함되는 스위치 소자의 동작 위상을 제어할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 멀티 모듈은, 1차측 및 2차측의 각 브릿지에 복수의 스위치 소자가 마련되며, 상기 제어 모듈에 의해 상기 복수의 스위치 소자가 고정 듀티로 위상 천이 제어되어 변압기를 중심으로 양방향으로 전력을 전달하는 상기 서브 모듈이 복수 개 마련될 수 있다.

[0012] 한편, 본 발명의 멀티 레벨 컨버터는 변압기에 의해 절연되는 1차측 및 2차측에 능동 스위치 소자를 포함하여 양방향 브릿지 전력 변환 회로로 구성되는 서브 모듈이 복수 개 마련되며, 복수의 서브 모듈의 각 2차측이 직렬 연결된 양전압 레그(positive leg) 및 음전압 레그(negative leg)를 포함하는 제1 스트링 내지 제3 스트링 및 상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링에 포함되는 스위치 소자를 각각 제어하는 제어 모듈을 포함하고, 상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링은 각각 3상 계통의 각 상에 연결된다.

[0013] 한편, 상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링은, 상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링에 각각 포함되는 복수의 서브 모듈의 각 입력단이 서로 연결될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링은, 상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링에 각각 연결된 3상 계통의 각 상의 리플 전압을 상쇄할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링은, 상기 복수의 서브 모듈에서 각각 1차측으로 입력되는 직류 전압을 구형파 형태의 전압으로 변환하여 2차측으로 출력하되, 상기 복수의 서브 모듈의 각 2차측 출력 간에 위상 차이를 갖고, 상기 복수의 서브 모듈의 각 2차측이 직렬 연결되어 멀티 레벨의 PWM 전압을 출력할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제어 모듈은, 상기 복수의 서브 모듈의 각 2차측 출력 간의 위상 차이를 조절하여 상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링 각각의 전력 전달량을 제어할 수 있도록 상기 복수의 서브 모듈에 포함되는 스위치 소자의 동작 위상을 제어할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 제1 스트링 내지 상기 제3 스트링은, 1차측 및 2차측의 각 브릿지에 복수의 스위치 소자가 마련되며, 상기 제어 모듈에 의해 상기 복수의 스위치 소자가 고정 듀티로 위상 천이 제어되어 변압기를 중심으로 양방향으로 전력을 전달할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따르면, 복수의 서브 모듈이 단일 전력 변환 구조이고, 각 서브 모듈에 포함되는 변압기가 고주파수 변압기로 구성되어 전체적인 크기 감소 및 가격 저감 등의 효과를 기대할 수 있다.

[0019] 또한 각 서브 모듈을 고정 듀티로 위상 천이 제어하여 각 서브 모듈 간의 정밀한 전력 전달 제어가 가능하므로, 전력 전달의 고신뢰성을 보장할 수 있다.

[0020] 또한 단일 입력, 단일 출력 또는 다중 입력, 단일 출력 등 여러 모드에서 적용 가능하고, 단방향 또는 양방향 전력 전달이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 서브 모듈을 상세히 보여주는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예와 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.
- [0023] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터(1000)는 독립적인 직류 전압을 멀티 레벨의 PWM 전압으로 변환하여 계통 또는 AC 부하로 출력할 수 있다.
- [0027] 또는, 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터(1000)는 양방향 전력 전달이 가능한 컨버터로, 예컨대 배터리 충전에 적용될 수도 있다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터(1000)는 독립적인 직류 전압을 멀티 레벨의 PWM 전압으로 변환하여 출력할 수 있다.
- [0029] 이를 위해 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터(1000)는 복수의 서브 모듈(100)로 구성되는 멀티 모듈을 포함할 수 있다.
- [0030] 서브 모듈(100)은 1차측 및 2차측이 변압기에 의해 절연된 양방향 브릿지 전력 변환 회로로 구성될 수 있다. 서브 모듈(100)의 회로 구성과 관련하여 구체적인 설명은 도 2를 참조하여 후술한다.
- [0031] 서브 모듈(100)은 1차측 및 2차측의 브릿지에 마련되는 복수의 스위치 소자의 위상 천이 제어에 의해 1차측으로부터 2차측으로의 전력 변환을 가능하게 한다. 서브 모듈(100)에 마련되는 복수의 스위치 소자는 다이오드가 아닌 능동 스위치 소자, 예컨대 능동 트랜지스터로 마련될 수 있으며, 트랜지스터 구동회로를 포함할 수 있다. 따라서 서브 모듈(100)은 양방향 전력 전달이 가능한 컨버터, 예컨대 양방향 하프 브릿지, 양방향 풀 브릿지 또는 양방향 플라잉 캡(flying capacitor) 멀티레벨 컨버터로 2차측으로부터 1차측으로의 전력 변환 또한 가능하다. 이하에서는 서브 모듈(100)이 1차측으로부터 2차측으로 전력 변환을 수행하는 것을 대표로 예를 들어 설명한다.
- [0032] 서브 모듈(100)의 1차측은 직류 전원과 연결될 수 있으며, 1차측 및 2차측의 브릿지에 마련되는 복수의 스위치 동작에 의해 2차측은 구형파 형태의 전압, 구체적으로는, 직류 전압을 초핑(chopping)한 형태의 PWM 전압을 출력할 수 있다.
- [0033] 멀티 모듈은 이러한 서브 모듈(100)을 복수 개 포함하며, 복수의 서브 모듈(100)의 각 1차측은 독립적으로 분리하고, 복수의 서브 모듈(100)의 각 2차측을 직렬 연결하여 구성될 수 있다.
- [0034] 예를 들면, 제1 서브 모듈(SM-P1)의 출력 전압선은 제2 서브 모듈(SM-P2)의 접지선에 접속될 수 있으며, 제n 서브 모듈(SM-Pn)의 출력 전압선은 계통 또는 AC 부하에 접속됨으로써, n개의 서브 모듈(100)의 출력이 직렬 연결될 수 있다.
- [0035] 따라서 멀티 모듈은 각 서브 모듈(100)로 독립적으로 입력되는 직류 전압을 구형파 형태의 전압으로 출력하되,

복수의 서브 모듈(100)의 출력이 더해져서 멀티 레벨의 PWM 전압을 출력할 수 있다. 이때 복수의 서브 모듈(100)의 각 1차측은 동일한 크기의 직류 전압을 입력 받고, 복수의 서브 모듈(100)의 2차측 출력 간에는 위상 차이를 가질 수 있다.

- [0036] 예를 들면, 멀티 모듈은 중성점(a)에 접속되는 양전압 레그(positive leg) 및 음전압 레그(negative leg)를 구축할 수 있다. 양전압 레그 및 음전압 레그에는 각각 복수의 서브 모듈(100)이 마련될 수 있으며, 복수의 서브 모듈(100) 간의 출력이 직렬 연결될 수 있다. 양전압 레그 및 음전압 레그는 상하 대칭 형태로 구성될 수 있다. 예컨대 양전압 레그에 n개의 서브 모듈(100)이 마련되는 경우, 음전압 레그 또한 n개의 서브 모듈(100)이 마련되어 교류 전압을 생성할 수 있을 것이다.
- [0037] 멀티 모듈은 필요로 하는 전력 용량에 따라 서브 모듈(100)을 확장할 수도 있다.
- [0038] 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터(1000)는 이러한 멀티 모듈에 포함되는 스위치 소자를 각각 제어하기 위한 제어 모듈을 더 포함할 수 있다.
- [0039] 제어 모듈은 복수의 서브 모듈(100)에 각각 포함되는 스위치 소자의 스위칭 동작을 제어할 수 있다.
- [0040] 예를 들면, 제어 모듈은 복수의 서브 모듈(100)에 각각 포함되는 스위치 소자의 게이팅 신호를 조절하여 각 스위치 소자의 듀티 및 위상 등을 제어할 수 있다.
- [0041] 제어 모듈은 중앙 제어기 및 복수의 서브 제어기를 포함할 수 있다.
- [0042] 예를 들면, 중앙 제어기는 복수의 서브 제어기를 제어하고, 복수의 서브 제어기는 각각 자신이 담당한 하나의 서브 모듈(100)을 제어할 수 있다.
- [0043] 본 실시예에서 제어 모듈은 복수의 서브 모듈(100)에 각각 포함되는 스위치 소자가 위상 천이 방식으로 전력 변환을 수행하도록 제어할 수 있다. 이때 제어 모듈은 복수의 서브 모듈(100)에 각각 포함되는 스위치 소자를 고정 듀티(예컨대, 50%)를 갖도록 제어할 수 있다. 이에 따라 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터(1000)는 무효전력뿐만 아니라 유효전력의 전달이 가능하다.
- [0044] 또한 본 실시예에서 제어 모듈은 복수의 서브 모듈(100)의 각 2차측에 마련되는 스위치 소자의 동작 위상을 서브 모듈(100) 별로 다르게 유지하도록 제어함으로써, 멀티 모듈에서의 멀티 레벨의 PWM 전압 출력이 가능하게 한다.
- [0045] 또한 본 실시예에서 제어 모듈은 본 실시예에서 제어 모듈은 필요로 하는 멀티 모듈의 전력 전달량을 근거로 하여 복수의 서브 모듈(100)에 포함되는 각 스위치 소자의 동작 위상을 제어할 수 있다. 이와 같은 경우 복수의 서브 모듈(100)의 각 2차측 출력 간의 위상 차이가 조절되어 멀티 모듈의 전력 전달량이 제어될 것이다.
- [0047] 도 2는 도 1에 도시된 서브 모듈을 상세히 보여주는 도면이다.
- [0048] 도 2를 참조하면, 서브 모듈(100)은 입력단(101), 1차측(110), 변압기(150) 및 2차측(120)으로 구성되는 양방향 브릿지 전력 변환 회로 토폴로지를 채택할 수 있다.
- [0049] 서브 모듈(100)은 단일 DC-AC 전력 변환 회로로, 도 2에서는 1차측(110) 및 2차측(120)이 하프 브릿지 회로로 구성된 것을 예로 들어 도시하였으나, 이에 한정하는 것은 아니며 풀 브릿지 회로, 플라이 캡 회로 등과 같이 직류 전압으로부터 구형파 형태의 전압 변환이 가능한 다양한 형태의 단일 DC-AC 전력 변환 회로로 구성될 수도 있다. 이하에서는 1차측(110) 및 2차측(120)이 하프 브릿지 회로로 구성된 것을 예로 들어 설명한다.
- [0050] 입력단(101)은 직류 전압원으로, 예컨대, 신재생발전원, 배터리 등에 해당할 수 있다.
- [0051] 1차측(110) 및 2차측(120)은 복수의 스위치 소자가 마련된 하프 브릿지 회로로, 변압기(150)에 의해 절연되며 복수의 스위치 소자의 위상 천이 제어에 의해 양방향 전력 전달이 가능하다.
- [0052] 1차측(110)은 입력단(101)과 연결되며, 하프 브릿지를 구성하는 레그의 상측 및 하측에 각각 스위치 소자가 마련될 수 있다. 1차측(110)은 스위치 소자가 마련된 하프 브릿지와 상측 및 하측에 커패시터가 마련된 레그가 병렬 연결된 상태로 입력단(101)과 연결될 수 있다. 여기서 커패시터는 DC 성분을 유지하는 역할을 한다.
- [0053] 2차측(120)은 변압기(150)에 의해 1차측(110)과 절연되며, 하프 브릿지를 구성하는 레그의 상측 및 하측에 각각 스위치 소자가 마련될 수 있다. 2차측(120)은 스위치 소자가 마련된 하프 브릿지와 상측 및 하측에 커패시터가

마련된 레그가 병렬 연결된 상태로 변압기(150)의 2차단과 연결될 수 있다. 여기서 커패시터는 DC 성분을 유지하는 역할을 한다.

- [0054] 1차측(110) 및 2차측(120)에 마련된 복수의 스위치 소자는 능동 스위치로, 예를 들면, MOSFET 또는 IGBT 소자로 마련될 수 있다. 이에 따라 서브 모듈(100)은 양방향 전력 전달이 가능하다.
- [0055] 변압기(150)는 1차측(110) 및 2차측(120)에 각각 연결되어 1차측(110) 및 2차측(120)을 절연할 수 있다. 본 실시예에서 변압기(150)는 고주파수(예컨대, 60Hz 이상)로 동작하는 변압기가 적용되어, 서브 모듈(100)의 크기를 작게 할 수 있다.
- [0056] 변압기(150) 및 2차측(120)에 접속되는 출력 전압선(102)은 다른 서브 모듈(100)에 연결될 수 있다. 예를 들면, 출력 전압선(102)은 인접한 서브 모듈(SM-P2)의 접지선에 접속될 수 있으며, 마찬가지로 인접한 서브 모듈(SM-P2)의 출력 전압선은 또 다른 서브 모듈(SM-P3)의 접지선에 접속될 수 있다.
- [0057] 이와 같은 서브 모듈(100)은 1차측(110) 및 2차측(120)에 마련되는 복수의 스위치 소자의 위상 천이 제어에 의해 양방향 전력 전달이 가능하다. 특히 1차측(110)으로부터 2차측(120)으로 전력 변환을 수행하는 경우, DC 전압을 초핑(chopping)한 PWM 형태의 전압으로 변환할 수 있을 것이다.
- [0059] 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터(1000)는 멀티 모듈을 구성하는 복수의 서브 모듈(100)을 브릿지 타입의 단일 양방향 DC-AC 컨버터로 구성하고, 그 출력단을 직렬 연결하여 멀티 레벨의 PWM 전압 출력이 가능하다. 이때 복수의 서브 모듈(100)이 단일 전력 변환 구조이고, 각 서브 모듈(100)에 포함되는 변압기(150)가 고주파수 변압기로 구성되어 전체적인 크기 감소 및 가격 저감 등의 효과를 기대할 수 있다.
- [0061] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터를 보여주는 도면이다.
- [0062] 도 3을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터(2000)는 3상 계통 또는 3상 모터에 적용될 수 있다.
- [0063] 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터(2000)는 3상 계통 또는 3상 모터의 각 상에 연결되는 제1 스트링 내지 제3 스트링을 포함할 수 있으며, 각 스트링은 독립적인 직류 전압을 멀티 레벨의 PWM 전압으로 변환하여 출력할 수 있다.
- [0064] 이를 위해 제1 스트링 내지 제3 스트링은 각각 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터(1000)에 포함되는 멀티 모듈과 동일하게 구성될 수 있다. 제1 스트링 내지 제3 스트링은 동일한 구성을 가지므로 제1 스트링을 대표로 예를 들어 설명한다.
- [0065] 제1 스트링은 복수의 서브 모듈(100)로 구성될 수 있다.
- [0066] 서브 모듈(100)은 1차측 및 2차측이 변압기에 의해 절연된 양방향 브릿지 전력 변환 회로로 구성될 수 있다. 서브 모듈(100)의 회로 구성과 관련하여 구체적인 설명은 상술한 것으로 대체한다.
- [0067] 서브 모듈(100)은 1차측 및 2차측의 브릿지에 마련되는 복수의 스위치 소자의 위상 천이 제어에 의해 1차측으로부터 2차측으로의 전력 변환을 가능하게 한다. 서브 모듈(100)에 마련되는 복수의 스위치 소자는 다이오드가 아닌 능동 스위치 소자, 예컨대 능동 트랜지스터로 마련될 수 있으며, 트랜지스터 구동회로를 포함할 수 있다. 따라서 서브 모듈(100)은 양방향 전력 전달이 가능한 컨버터, 예컨대 양방향 하프 브릿지, 양방향 풀 브릿지 또는 양방향 플라잉 캡(flying capacitor) 멀티레벨 컨버터로 2차측으로부터 1차측으로의 전력 변환 또한 가능하다. 이하에서는 서브 모듈(100)이 1차측으로부터 2차측으로 전력 변환을 수행하는 것을 대표로 예를 들어 설명한다.
- [0068] 서브 모듈(100)의 1차측은 직류 전원과 연결될 수 있으며, 1차측 및 2차측의 브릿지에 마련되는 복수의 스위치 동작에 의해 2차측은 구형파 형태의 전압, 구체적으로는, 직류 전압을 초핑(chopping)한 형태의 PWM 전압을 출력할 수 있다.
- [0069] 제1 스트링은 이러한 서브 모듈(100)을 복수 개 포함하며, 복수의 서브 모듈(100)의 각 1차측은 독립적으로 분리하고, 복수의 서브 모듈(100)의 각 2차측을 직렬 연결하여 구성될 수 있다.
- [0070] 예를 들면, 제1 서브 모듈(SM-P1)의 출력 전압선은 제2 서브 모듈(SM-P2)의 접지선에 접속될 수 있으며, 제n 서브 모듈(SM-Pn)의 출력 전압선은 3상 계통 또는 3상 모터의 A 상에 접속됨으로써, n개의 서브 모듈(100)의 출력

이 직렬 연결될 수 있다.

- [0071] 따라서 제1 스트링은 각 서브 모듈(100)로 독립적으로 입력되는 직류 전압을 구형파 형태의 전압으로 출력하되, 복수의 서브 모듈(100)의 출력이 더해져서 멀티 레벨의 PWM 전압을 출력할 수 있다. 이때 복수의 서브 모듈(100)의 각 1차측은 동일한 크기의 직류 전압을 입력 받고, 복수의 서브 모듈(100)의 2차측 출력 간에는 위상 차이를 가질 수 있다.
- [0072] 예를 들면, 제1 스트링은 중성점(a)에 접속되는 양전압 레그(positive leg) 및 음전압 레그(negative leg)를 구축할 수 있다. 양전압 레그 및 음전압 레그에는 각각 복수의 서브 모듈(100)이 마련될 수 있으며, 복수의 서브 모듈(100) 간의 출력이 직렬 연결될 수 있다. 양전압 레그 및 음전압 레그는 상하 대칭 형태로 구성될 수 있다. 예컨대 양전압 레그에 n개의 서브 모듈(100)이 마련되는 경우, 음전압 레그 또한 n개의 서브 모듈(100)이 마련되어 교류 전압을 생성할 수 있을 것이다.
- [0073] 제1 스트링은 필요로 하는 전력 용량에 따라 서브 모듈(100)을 확장할 수도 있다.
- [0074] 이와 같은 제1 스트링의 출력단은 3상 계통 또는 3상 모터의 A 상에 연결될 수 있으며, 제2 스트링의 출력단은 B 상, 제3 스트링의 출력단은 C 상에 연결될 수 있다.
- [0075] 제1 스트링 내지 제3 스트링의 입력단은 서로 연결될 수 있다. 구체적으로는 제1 스트링에 포함되는 n개의 서브 모듈 중 n 번째 서브 모듈, 제2 스트링에 포함되는 n개의 서브 모듈 중 n 번째 서브 모듈 및 제3 스트링에 포함되는 n개의 서브 모듈 중 n 번째 서브 모듈의 입력단이 서로 연결될 수 있다. 이는 3상 계통의 각 상의 리플 전압을 상쇄하기 위함이다.
- [0076] 예를 들면 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터(2000)에서 60Hz의 전압을 출력하는 경우, A 상, B 상 및 C 상에서는 120Hz의 리플 전압이 발생할 것이다. 이때 각 상에 연결되는 제1 스트링 내지 제3 스트링의 입력단을 연결하여 각 상의 리플 전압을 상쇄할 수 있다.
- [0077] 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터(2000)는 이러한 제1 스트링 내지 제3 스트링에 포함되는 스위치 소자를 각각 제어하기 위한 제어 모듈을 더 포함할 수 있다.
- [0078] 제어 모듈은 복수의 서브 모듈(100)에 각각 포함되는 스위치 소자의 스위칭 동작을 제어할 수 있다.
- [0079] 예를 들면, 제어 모듈은 복수의 서브 모듈(100)에 각각 포함되는 스위치 소자의 게이팅 신호를 조절하여 각 스위치 소자의 듀티 및 위상 등을 제어할 수 있다.
- [0080] 제어 모듈은 중앙 제어기 및 복수의 서브 제어기를 포함할 수 있다.
- [0081] 예를 들면, 중앙 제어기는 복수의 서브 제어기를 제어하고, 복수의 서브 제어기는 각각 자신이 담당한 하나의 서브 모듈(100)을 제어할 수 있다.
- [0082] 본 실시예에서 제어 모듈은 복수의 서브 모듈(100)에 각각 포함되는 스위치 소자가 위상 천이 방식으로 전력 변환을 수행하도록 제어할 수 있다. 이때 제어 모듈은 복수의 서브 모듈(100)에 각각 포함되는 스위치 소자를 고정 듀티(예컨대, 50%)를 갖도록 제어할 수 있다. 이에 따라 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 레벨 컨버터(2000)는 무효전력뿐만 아니라 유효전력의 전달이 가능하다.
- [0083] 또한 본 실시예에서 제어 모듈은 복수의 서브 모듈(100)의 각 2차측에 마련되는 스위치 소자의 동작 위상을 서브 모듈(100) 별로 다르게 유지하도록 제어함으로써, 각 스트링에서의 멀티 레벨의 PWM 전압 출력이 가능하게 한다.
- [0084] 또한 본 실시예에서 제어 모듈은 본 실시예에서 제어 모듈은 필요로 하는 각 스트링의 전력 전달량을 근거로 하여 복수의 서브 모듈(100)에 포함되는 각 스위치 소자의 동작 위상을 제어할 수 있다. 이와 같은 경우 복수의 서브 모듈(100)의 각 2차측 출력 간의 위상 차이가 조절되어 각 스트링의 전력 전달량이 제어될 것이다.
- [0086] 이상에서는 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

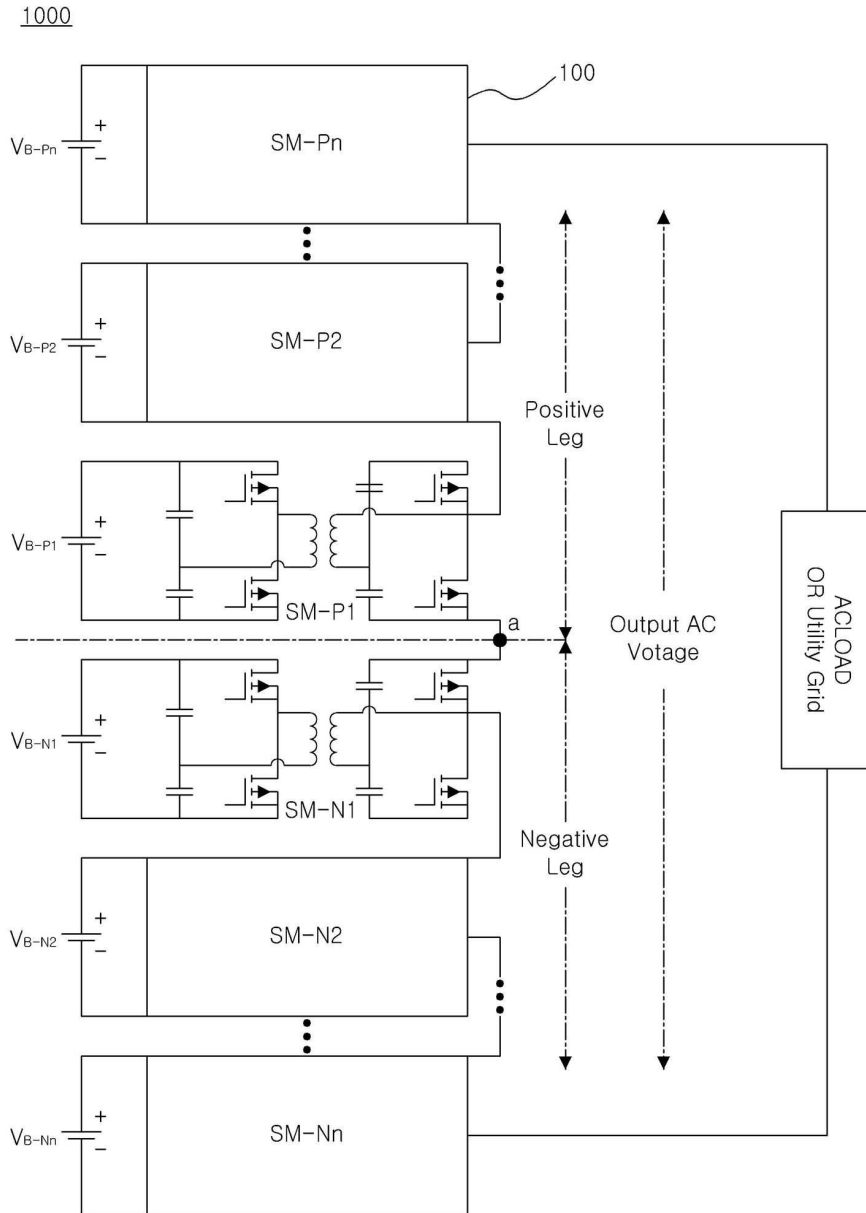
부호의 설명

[0087] 1000: 멀티 레벨 컨버터

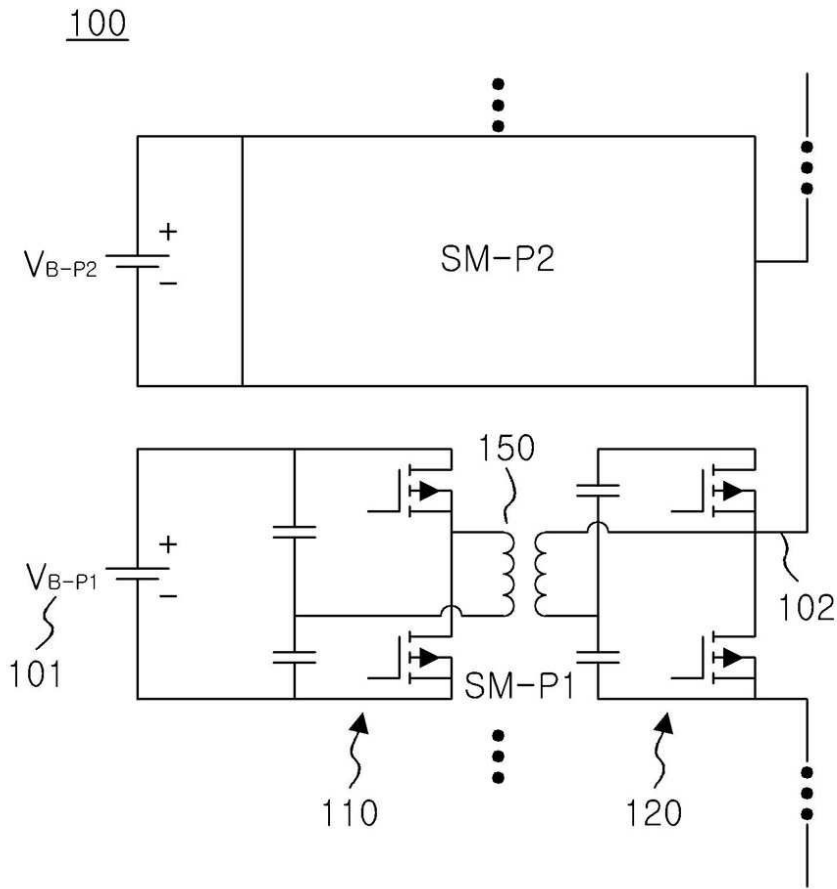
100: 서브 모듈

도면

도면1



도면2



도면3

2000

