



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0117974
(43) 공개일자 2016년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02M 1/32 (2007.01)

(52) CPC특허분류

H02M 1/32 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0046133

(22) 출원일자 2015년04월01일

심사청구일자 2015년04월01일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

허건

서울특별시 송파구 올림픽로 399, 5동 102호(잠실동, 진주아파트)

김희진

서울특별시 서대문구 독립문로14길 33, 213동 905호(냉천동, 돈의문센트레빌)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

오위환, 정기택

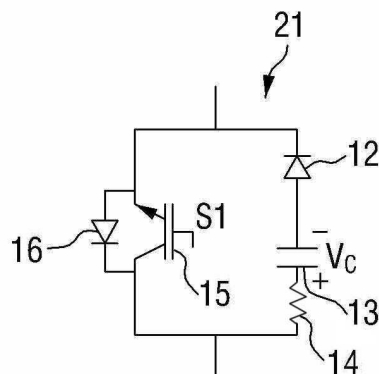
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치

(57) 요약

본 발명은 모듈러 멀티-레벨 컨버터의 암(Arm) 내부에 구성되어 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 DC 사고 발생 시 사고 전류를 우회시켜 DC 사고 전류 저감을 위한 서브모듈(SM)의 커패시터 과전압 보호 장치를 제공하기 위한 것으로, 모듈러 멀티 레벨 컨버터에 구성되는 서브모듈이 직렬 연결되는 컨버터 암의 사고 전류를 우회시켜 상기 컨버터 암을 보호하고, 상기 컨버터 암과 직렬로 연결되는 우회 회로와, 상기 우회 회로에 설치되어 상기 사고 전류가 우회하도록 하는 다이오드, 상기 우회 회로에 설치되어 상기 사고 전류를 저장하여 흡수시켜 사고 전류로 인한 서브모듈의 손상을 방지하고, 상기 다이오드와 직렬 연결되는 커패시터 및 상기 우회 회로에 설치되어 상기 서브모듈의 각 커패시터들에서 각 상 및 암 별로 발생하는 과전압 및 전압불균형을 억제하고, 상기 커패시터와 직렬 연결되는 저항을 포함하여 구성되는데 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

강재식

서울특별시 금천구 가산로5길 33-1, 703호(가산동)

김상민

서울특별시 강동구 구천면로42길 92, 401호(천호동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014-11-0007

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 BK21플러스 사업

연구과제명 BK21플러스 사업 BEST 사업단

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2014.03.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

모듈러 멀티 레벨 컨버터에 구성되는 서브모듈이 직렬 연결되는 컨버터 암의 사고 전류를 우회시켜 상기 컨버터 암을 보호하고, 상기 컨버터 암과 직렬로 연결되는 우회 회로와,

상기 우회 회로에 설치되어 상기 사고 전류가 우회하도록 하는 다이오드, 상기 우회 회로에 설치되어 상기 사고 전류를 저장하여 흡수시켜 사고 전류로 인한 서브모듈의 손상을 방지하고, 상기 다이오드와 직렬 연결되는 커패시터 및 상기 우회 회로에 설치되어 상기 서브모듈의 각 커패시터들에서 각 상 및 암 별로 발생하는 과전압 및 전압불균형을 억제하고, 상기 커패시터와 직렬 연결되는 저항을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 모듈러 멀티 레벨 컨버터는

사고 전류 발생시 사고 전류가 상기 서브모듈로 흐르는 것을 차단하기 위해 상기 우회 회로와 병렬로 연결되는 스위칭 소자 및 상기 스위칭 소자에 병렬 연결되는 다이오드를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 우회 회로에 설치되는 다이오드는,

상기 스위칭 소자에 병렬 연결되는 다이오드와 상기 우회 회로 상에서 역방향으로 전류를 흐르도록 설치하는 것을 특징으로 하는 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 스위칭 소자는 적어도 1개 이상의 IGBT 또는 싸이리스터(Thyristor)로 구성되는 것을 특징으로 하는 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치.

청구항 5

서브모듈이 직렬 연결되는 컨버터 암을 복수개 포함하는 모듈러 멀티 레벨 컨버터와,

상기 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 DC 사고 발생시 DC 사고 발생으로 인한 사고 전류를 우회시키기 위한 다이오드, 사고 전류를 저장하기 위한 커패시터 및 서브모듈의 각 커패시터의 각 상 및 암 별로 발생하는 과전압 및 전압불균형을 억제하기 위한 저항이 직렬로 연결되어 상기 컨버터 암의 사고 전류의 우회 통로를 제공하는 우회 회로를 구성하는 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 모듈과,

상기 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 사고 전류 또는 전압을 감지하는 사고 감지부와,

상기 사고 전류가 감지되면, 상기 우회 회로로 상기 사고 전류가 흐르도록 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 사고 감지부는 모듈러 멀티 레벨 컨버터에서 발생하는 사고 전류를 감지하는 전류 감지 센서로 구성되어, 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 암에 적어도 한 개 이상 설치하거나, DC 송전선에 적어도 한 개 이상 설치되는 것을

특징으로 하는 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 사고 감지부는 IGBT 양단의 전압 또는 스위치 양단의 전압 측정을 통하여 사고 전류를 감지하는 전압 감지 장치로 구성되는 것을 특징으로 하는 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 제어부는 사고 전류가 감지되면, 서브모듈에 연결되는 스위칭 소자를 온(On) 상태에서 오프(Off) 상태로 스위칭 변경하는 것을 특징으로 하는 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 모듈러 멀티-레벨 컨버터의 암(Arm) 내부의 DC 사고 전류 저감을 위한 서브모듈(SM)에 관한 것으로, 특히 DC 사고 전류 저감을 위한 서브모듈(SM)의 커패시터 과전압 보호 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 모듈러 멀티 레벨 컨버터(Modular Multilevel Converter: MMC)는 다중 레벨 컨버터의 한 종류로써, 여러 개의 서브모듈(Sub Module: SM)로 이루어진 컨버터이다. 이러한 모듈러 멀티 레벨 컨버터는 다중 컨버터가 가지는 높은 전압의 출력 및 대용량의 출력을 나타낼 수 있고, 계단식의 출력으로 출력 전압을 조절할 수 있다.
- [0003] 모듈러 멀티 레벨 컨버터는 일반적인 다중 레벨 컨버터에 비해 구조가 간단하여 구현하기가 쉽고 여분의 서브모듈을 사용함으로써 그 수명을 더욱 연장시킬 수 있다는 장점이 있다.
- [0004] 도 1 은 일반적인 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0005] 도 1에서 도시하고 있는 것과 같이, 모듈러 멀티 레벨 컨버터(1)는 예를 들어, 3개의 레그(Leg, 13-1, 13-2, 13-3), 6개의 암(Arm, 11-1, 11-2, 11-3, 15-1, 15-2, 15-3)으로 이루어질 수 있고, 각 암에는 n(단, n은 자연수)개의 서브모듈(SM)이 포함될 수 있다. 암은 다시 상위 암(11-1, 11-2, 11-3) 및 하위 암(15-1, 15-2, 15-3)으로 구성되어 있다.
- [0006] 모듈러 멀티 레벨 컨버터(1)의 출력 전압은 각 암에 포함된 서브모듈(SM)의 온/오프(On/Off) 상태에 따라 달라지게 된다. 즉, 상위 암 및 하위 암 각각에 4개의 서브모듈이 포함된 경우, 온(On) 상태를 유지하는 서브모듈의 개수에 따라 출력 전압을 5단계(서브모듈의 개수 +1)로 조절할 수 있다. 이때의 출력 전압을 조절하기 위해 각 암에 있는 서브모듈(SM) 스위치의 온/오프를 제어할 수 있다.
- [0007] 도 2 는 일반적인 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 암(Arm)에 포함된 서브모듈(SM)을 도시한 회로도이다.
- [0008] 도 2에서 도시하고 있는 것과 같이, 각 서브모듈(SM)(5)은 한 쌍의 IGBT(Insulated gate bipolar transistor)(6), 한 쌍의 다이오드(7), 그리고 하나의 커패시터(8)를 포함할 수 있다. 여기에서, IGBT(6)의 온/오프(ON/OFF) 동작에 의해 서브모듈의 스위칭이 이루어진다.
- [0009] 충방전의 일례로서, 온(On)에 해당하는 서브모듈은 암 전류의 전류 방향에 따라 충전과 방전이 이루어질 수 있다. 예를 들어, 암 전류가 양의 값을 가지면 가장 작은 전압을 가진 서브모듈을 선택하고, 암 전류가 음의 값을 가지면 가장 큰 전압을 가진 서브모듈을 선택하여 방전이 이루어지도록 동작한다.
- [0010] 그런데, 이러한 모듈러 멀티 레벨 컨버터(1)는 AC(alternating current) 사고에 대한 대책은 많이 연구되었으나, DC(direct current) 사고에 대한 대책이 약점으로 관련 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 모듈러 멀티 레벨 컨버터(1)의 DC 사고 시, 대전류가 흐르기 때문에 서브모듈(SM)(5) 내의 IGBT(6), 다이오드(7), 그리고 하나의 커패시터(8)가 손상될 수 있다. 또한, 사고 전류가 흐르는 송전선, 케이블도 큰 손상을 입게 된다. 그리고 커패시터(8)의 모든 전압이 방전되어 재기동하기 위해서는 오랜 시간이 걸릴 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 미국공개특허 US2013/0128636호 (2013.05.23 공개)
 (특허문헌 0002) 미국공개특허 US2014/0049230호 (2014.02.20 공개)
 (특허문헌 0003) 미국공개특허 US2013/0279211호 (2013.10.24 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 따라서 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로서, 모듈러 멀티-레벨 컨버터의 암(Arm) 내부에 구성되어 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 DC 사고 발생 시 사고 전류를 우회시켜 DC 사고 전류 저감을 위한 서브모듈(SM)의 커패시터 과전압 보호 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0013] 본 발명의 다른 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치의 특징은 모듈러 멀티 레벨 컨버터에 구성되는 서브모듈이 직렬 연결되는 컨버터 암의 사고 전류를 우회시켜 상기 컨버터 암을 보호하고, 상기 컨버터 암과 직렬로 연결되는 우회 회로와, 상기 우회 회로에 설치되어 상기 사고 전류가 우회하도록 하는 다이오드, 상기 우회 회로에 설치되어 상기 사고 전류를 저장하여 흡수시켜 사고 전류로 인한 서브모듈의 손상을 방지하고, 상기 다이오드와 직렬 연결되는 커패시터 및 상기 우회 회로에 설치되어 상기 서브모듈의 각 커패시터들에서 각 상 및 암 별로 발생하는 과전압 및 전압불균형을 억제하고, 상기 커패시터와 직렬 연결되는 저항을 포함하여 구성되는데 있다.
- [0015] 바람직하게 상기 모듈러 멀티 레벨 컨버터는 사고 전류 발생시 사고 전류가 상기 서브모듈로 흐르는 것을 차단하기 위해 상기 우회 회로와 병렬로 연결되는 스위칭 소자 및 상기 스위칭 소자에 병렬 연결되는 다이오드를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 바람직하게 상기 우회 회로에 설치되는 다이오드는, 상기 스위칭 소자에 병렬 연결되는 다이오드와 상기 우회 회로 상에서 역방향으로 전류를 흐르도록 설치하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 바람직하게 상기 스위칭 소자는 적어도 1개 이상의 IGBT 또는 사이리스터(Thyristor)로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치의 다른 특징은 서브모듈이 직렬 연결되는 컨버터 암을 복수개 포함하는 모듈러 멀티 레벨 컨버터와, 상기 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 DC 사고 발생시 DC 사고 발생으로 인한 사고 전류를 우회시키기 위한 다이오드, 사고 전류를 저장하기 위한 커패시터 및 서브모듈의 각 커패시터의 각 상 및 암 별로 발생하는 과전압 및 전압불균형을 억제하기 위한 저항이 직렬로 연결되어 상기 컨버터 암의 사고 전류의 우회 통로를 제공하는 우회 회로를 구성하는 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 모듈과, 상기 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 사고 전류 또는 전압을 감지하는 사고 감지부와, 상기 사고 전류가 감지되면, 상기 우회 회로로 상기 사고 전류가 흐르도록 제어하는 제어부를 포함하는데 있다.
- [0019] 바람직하게 상기 사고 감지부는 모듈러 멀티 레벨 컨버터에서 발생하는 사고 전류를 감지하는 전류 감지 센서로 구성되어, 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 암에 적어도 한 개 이상 설치하거나, DC 송전선에 적어도 한 개 이상 설치되는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 바람직하게 상기 사고 감지부는 IGBT 양단의 전압 또는 스위치 양단의 전압 측정을 통하여 사고 전류를 감지하는 전압 감지 장치로 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0021] 바람직하게 상기 제어부는 사고 전류가 감지되면, 서브모듈에 연결되는 스위칭 소자를 온(On) 상태에서 오프(Off) 상태로 스위칭 변경하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0022] 이상에서 설명한 바와 같은 본 발명에 따른 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치는 다음과 같은 효과가 있다.

[0023] 첫째, 모듈러 멀티 레벨 컨버터에서 사고 전류를 위회시키고, 커패시터를 상기 사고 전류의 우회 통로에 삽입하여 사고 전류를 낮출 수 있다.

[0024] 둘째, 사고 전류가 들어들어 IGBT, 다이오드, 커패시터의 손상을 막을 수 있고, 커패시터 전압의 방전을 막기 때문에 사고 제거 후에 모듈러 멀티 레벨 컨버터를 빠르게 재기동할 수 있다.

[0025] 셋째, 기존의 DC 사고 전류 저감 기능을 가지는 풀 브릿지(Full-Bridge) 형태의 모듈로 구성된 암보다 사용되는 IGBT, 다이오드의 양을 줄일 수 있고, 상기 전류가 지나가는 통로의 IGBT 등에서 소비되는 스위칭 손실도 줄여 드는 효과를 가진다.

[0026] 넷째, 서브모듈(SM)에 삽입되는 커패시터는 각 상 및 암 별로 불균형 및 과전압이 발생하는 문제가 있기 때문에, 서브모듈(SM) 내 커패시터와 직렬로 저항을 삽입하여 커패시터의 과전압 및 전압 불균형을 잡을 수 있는 효과가 있다.

[0027] 다섯째, 서브모듈(SM) 내 커패시터와 직렬로 저항을 삽입하는 구성으로 정전용량을 줄 일 수 있기 때문에 경제적인 측면에서 유리한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1 은 일반적인 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 구조를 설명하기 위한 도면

도 2 는 일반적인 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 암(Arm)에 포함된 서브모듈(SM)을 도시한 회로도

도 3 은 본 발명의 실시예에 따른 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치를 도시한 회로도

도 4 는 본 발명의 일 실시예에 따라 모듈러 멀티 레벨 컨버터와 상기 모듈러 멀티 레벨 컨버터에 커패시터 과전압 보호 장치가 직렬로 연결된 암(Arm)을 도시한 회로도

도 5 및 도 6 은 본 발명의 일 실시예에 따른 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치를 갖는 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 전체 시스템의 구성을 도시한 블록도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명의 다른 목적, 특성 및 이점들은 첨부한 도면을 참조한 실시예들의 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.

[0030] 본 발명에 따른 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치의 바람직한 실시예에 대하여 첨부한 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록하며 통상의 지식을 가진자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0031] 도 3 은 본 발명의 실시예에 따른 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치를 도시한 회로도이다.

[0032] 이때, 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치는 서브모듈(SM)과 직렬로 연결되고, 상기 직렬로 연결된 모듈러 멀티-레벨 컨버터의 암(Arm)을 복수개 포함하는 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 사고 전류를 감소시키기 위한 것이다. 그리고 상기 서브모듈은 풀 브릿지(Full-Bridge) 형태일 수도 있고, 하프 브릿지(Half-Bridge) 형태일 수도 있다.

[0033] 도 3에서 도시하고 있는 것과 같이, 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치는 하나의 스위칭 소자가 포함된 정

상 회로와, 하나의 다이오드(12), 하나의 커패시터(13) 및 하나의 저항(14)이 직렬로 연결되는 우회 회로를 포함하여 컨버터 암의 사고 전류의 우회 회로를 제공할 수 있다.

- [0034] 구체적으로, 상기 우회 회로는 다이오드(12)와 커패시터(13) 및 저항이 서로 직렬로 연결된 것으로 커패시터(13)가 사고 전류를 저장하여 흡수시켜 사고 전류로 인한 서브모듈의 손상을 줄일 수 있다.
- [0035] 여기에서, 우회 회로에 설치되는 다이오드(12)는 사고 전류의 우회 통로를 제공하며, 다이오드(12)를 통하여 사고 전류가 커패시터(13)를 충전시켜 AC와 DC 사이의 전위차를 줄여 사고 전류를 저감한다. 이러한 커패시터(13)에 의해 사고 전류가 0으로 수렴할 수 있다.
- [0036] 여기에서, 우회 회로에 설치되는 커패시터(13)는 미리 충전되어 있을 수 있으며, 이 경우, 사고 전류 저감에 필요한 시간이 줄어든다.
- [0037] 또한 우회 회로에 설치되는 저항(14)은 서브모듈의 각 커패시터들(8)에서 각 상 및 암 별로 발생하는 과전압 및 전압불균형을 억제하고, 발생하는 정전용량을 줄일 수 있다.
- [0038] 그리고 상기 정상 회로는 서브모듈에 연결되는 IGBT로 구성되는 스위칭 소자(14) 및 상기 스위칭 소자(15)에 병렬 연결되는 다이오드(16)를 더 포함할 수 있다.
- [0039] 예를 들어, 정상 전류가 흐르는 경우, 스위칭 소자(15)는 온(On) 상태이고, 이에 따라 각 서브모듈을 흐르는 전류 패스(Current Path)가 형성된다. 또한, 사고전류가 흐르는 경우, 스위칭 소자(15)는 오프(Off) 상태이고, 이에 따라 우회 회로로 흐르는 전류 패스(Current Path)가 형성된다.
- [0040] 여기에서, 스위칭소자(15)는 IGBT로 구성하고 있으나, 상기 스위칭소자(15)가 IGBT 소자 외에 다른 스위칭 소자일 수 있음은 당업자에게 자명하다 할 것이다. 예를 들어, 스위칭소자(15)가 Fast Switch일 수 있다. 또한, 상기 스위칭 소자(15)는 사이리스터(Thyristor)일 수 있다. 또한 스위칭소자(15)는 복수개의 IGBT로 구성될 수도 있다.
- [0041] 이때, 우회 회로에 설치되는 다이오드(12) 및 상기 다이오드(12)에 연결되는 커패시터(13)는 사고 전류 발생시 사고 전류를 흡수하여 거의 0(zero)에 가깝게 만들 수 있다. 이러한 우회 회로에 설치된 커패시터(13)는 사고 전류 발생시 사고 전류를 충분히 흡수할 만한 전력 용량을 가진 것을 설치해야 한다.
- [0042] 이러한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치를 통해 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치와 연결된 서브모듈(SM)은 자연 방전 회로를 통하여 초기화 가능하므로 DC 사고 발생시에도 모든 회로들이 안전하게 보호되어 서브모듈(SM) 및 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치의 손상을 방지할 수 있다.
- [0043] 만약 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치가 없는 모듈러 멀티 레벨 컨버터에서는 DC 사고시 과도한 전류가 지속적으로 흐르게 된다. 따라서 모듈러 멀티 레벨 컨버터에 포함된 암들은 모두 손상되어 모듈러 멀티 레벨 컨버터 전체를 교체해야만 한다.
- [0044] 그러나 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치를 상기 모듈러 멀티 레벨 컨버터에 직렬로 연결하게 되면, 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 DC 사고에 대응한 비용을 줄일 수 있다.
- [0045] 도 4 는 본 발명의 일 실시예에 따라 모듈러 멀티 레벨 컨버터와 상기 모듈러 멀티 레벨 컨버터에 커패시터 과전압 보호 장치가 직렬로 연결된 암(Arm)을 도시한 회로도이다.
- [0046] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 커패시터 과전압 보호 장치가 두개 직렬로 연결된 사고 전류 저감 모듈(23)을 모듈러 멀티 레벨 컨버터에 직렬로 연결할 수 있다. 사고 전류 저감 모듈(23)은 AC쪽에 연결되어 상위 암(Upper Arm)과 하위 암(Lower Arm)의 양 DC 측이 접지되어 DC 사고가 발생하는 것을 막을 수 있다.
- [0047] 구체적으로 전류는 양단의 전압 차이가 클수록 큰 전류가 흐르게 된다. 그런데 AC 쪽에서 전압이 형성되어 출력되는데 DC 쪽의 상위 암과 하위 암이 접지되면, DC쪽 전압(VDC)은 0(zero)이 된다. 이때 AC쪽 전압과 DC 쪽 전압의 큰 차이가 생겨 과도한 전류가 흐르게 된다.
- [0048] 또한, 상위 암과 하위 암의 온(On) 상태의 서브모듈에 의하여 형성되는 전압으로 인한 프리휠링 전류 패스(Freewheeling Current Path)가 형성되어 과도한 전류가 흐르게 된다.
- [0049] 본 발명의 일 실시예에 따른 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치(23)는 DC 사고 발생시 매우 큰 전류가 흐를 때 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 앞 또는 뒤에서 방패처럼 큰 전류를 흡수해주게 된다. 이러한 흡수하는 역할은

커패시터(13)가 하게 되며, 커패시터(13)는 사고 전류를 흡수할 만큼의 전력 용량을 갖는 것을 포함시켜야 하므로 서브모듈(SM)의 커패시터(8)와 상이한 것으로 배치할 수 있다.

[0050] 이처럼, 사고 전류 우회 통로에 커패시터(13)를 추가함으로써, AC와 DC 연결점 사이의 전위차를 빠르게 줄여 DC 사고 전류가 흐르는 것을 막는다. 즉, 기존에는 풀 브릿지(Full-Bridge)라고 불리는 형태의 서브모듈을 사용하여 이 문제를 해결할 수 있지만, 이 경우, 하프 브릿지(Half-Bridge) 서브모듈에 비하여 기존 손실의 30% 이상의 손실 증가를 가지고 온다. 그러나 본 발명과 같이 사고 전류 우회 통로에 커패시터(13)를 추가함으로써, 10% 미만의 손실 증가로 같은 효과를 가질 수 있다. 또한 풀 브릿지에 비해 사용되는 IGBT 및 다이오드의 양이 25% 가량 줄어드는 효과를 가진다.

[0051] 그러나 이러한 구성은 각 상 및 암에 있는 차단 모듈 내 커패시터(8)에 과전압과 전압불균형이 발생하게 되는데, 본 발명은 우회 회로에 저항을 삽입함으로써 그 부작용을 억제시킬 수 있도록 구성하고 있다.

[0052] 도 5 는 본 발명의 일 실시예에 따른 DC 사고 차단을 위한 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치를 갖는 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 전체 시스템의 구성을 도시한 블록도이다.

[0053] 도 5에서 도시하고 있는 것과 같이, 커패시터 과전압 보호 장치는 서브모듈(SM)(미도시)이 직렬 연결되는 컨버터 암을 복수개 포함하며, 사고 전류를 우회시키기 위한 다이오드(12), 사고 전류를 저장하기 위한 커패시터(13) 및 서브모듈의 각 커패시터(8)의 각 상 및 암 별로 발생하는 과전압 및 전압불균형을 억제하기 위한 저항(14)이 직렬로 연결되어 상기 컨버터 암의 사고 전류의 우회 통로를 제공하는 우회 회로를 구성하는 모듈러 멀티 레벨 컨버터(110)와, 상기 모듈러 멀티 레벨 컨버터(110)의 사고 전류를 감지하는 사고 전류 감지부(120)와, 상기 사고 전류가 감지되면, 상기 우회 회로로 상기 사고 전류가 흐르도록 제어하는 제어부(130)를 포함한다.

[0054] 이때, 상기 모듈러 멀티 레벨 컨버터(110)는 서브모듈이 직렬 연결되는 컨버터 암을 복수개 포함한다. 또한, 컨버터 암은 상기 사고 전류를 차단하기 위해 상기 서브모듈에 연결되는 스위칭 소자 및 다이오드를 더 포함할 수 있다.

[0055] 여기에서, 컨버터 암의 사고 전류의 우회 통로를 제공하는 우회 회로와, 상기 사고 전류를 우회시키기 위해 상기 우회 회로에 설치되는 다이오드, 커패시터 및 저항은 그 구조가 도 3을 통해 기술한 본 발명의 일 실시예에 따른 서브모듈의 커패시터 과전압 보호 장치의 구성과 동일하므로, 상세한 설명은 생략하도록 한다.

[0056] 상기 사고 전류 감지부(120)는 모듈러 멀티 레벨 컨버터(110)에서 발생하는 사고 전류를 감지하는 것으로, 전류 감지 센서 등을 사용할 수 있다.

[0057] 또한, 사고 전류 감지부(120)는 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 암에 복수개 설치할 수도 있고, DC 송전선에 복수개 설치할 수도 있다.

[0058] 참고로 도 6에서 도시하고 있는 것과 같이 상기 사고 전류 감지부(120) 대신에 전압 감지 장치(140)를 통해 제어부(130)가 사고 전류를 인지하여 사고 전류 저감 구조를 동작시킬 수도 있다.

[0059] 즉, 상기 전압 감지 장치(140)는 정상 상태에서 IGBT에 전류가 흐르게 되면 양단에 걸리는 전압은 0(zero)이 되지만, 사고 전류 발생시 전류가 흐르지만 양단에 걸리는 전압은 0(zero)이 되지 않는다. 따라서 이러한 IGBT 양단의 전압 측정을 통하여 사고 전류를 감지할 수 있다. 뿐만 아니라 상기 전압 감지 장치(140)는 스위치 양단의 전압을 측정하여 사고 전류를 감지할 수도 있다.

[0060] 그리고 상기 제어부(130)는 사고 전류가 감지되면, 서브모듈에 연결되는 스위칭 소자를 온(On) 상태에서 오프(Off) 상태로 스위칭 변경한다.

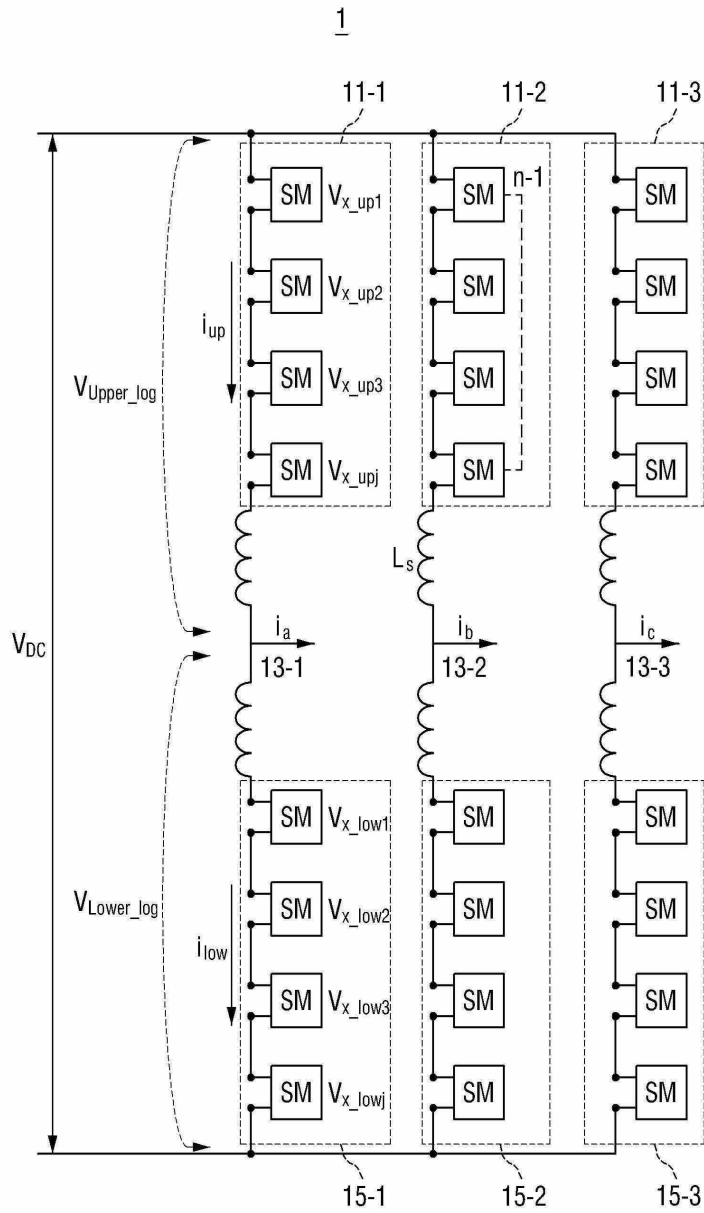
[0061] 이에 따라, 사고 전류가 모듈러 멀티 레벨 컨버터의 각 서브모듈의 스위칭 소자를 경유하지 않고, 우회 회로를 따라 흐르게 되며, 각 서브모듈의 스위칭 소자를 보호할 수 있다. 또한, 각 우회경로의 커패시터(13)에 의해 AC와 DC 사이의 전위 차이를 소멸시키게 되어 사고 전류가 0(zero)으로 줄어들 수 있고, 각 서브모듈의 다이오드와 커패시터를 보호할 수 있다.

[0062] 상기에서 설명한 본 발명의 기술적 사상은 바람직한 실시예에서 구체적으로 기술되었으나, 상기한 실시예는 그 설명을 위한 것이며 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술적 분야의 통상의 지식

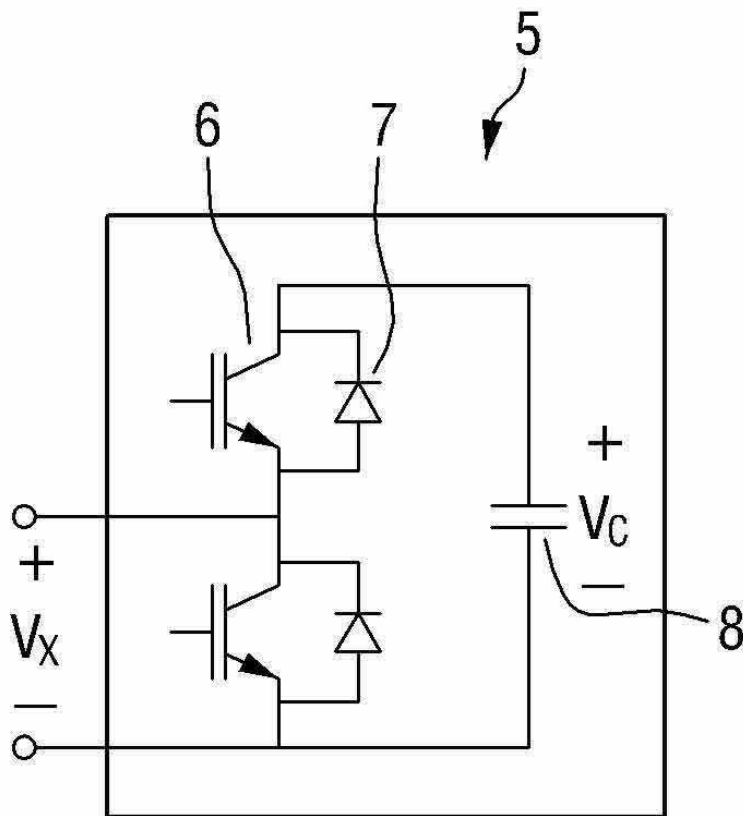
을 가진자라면 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 다양한 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

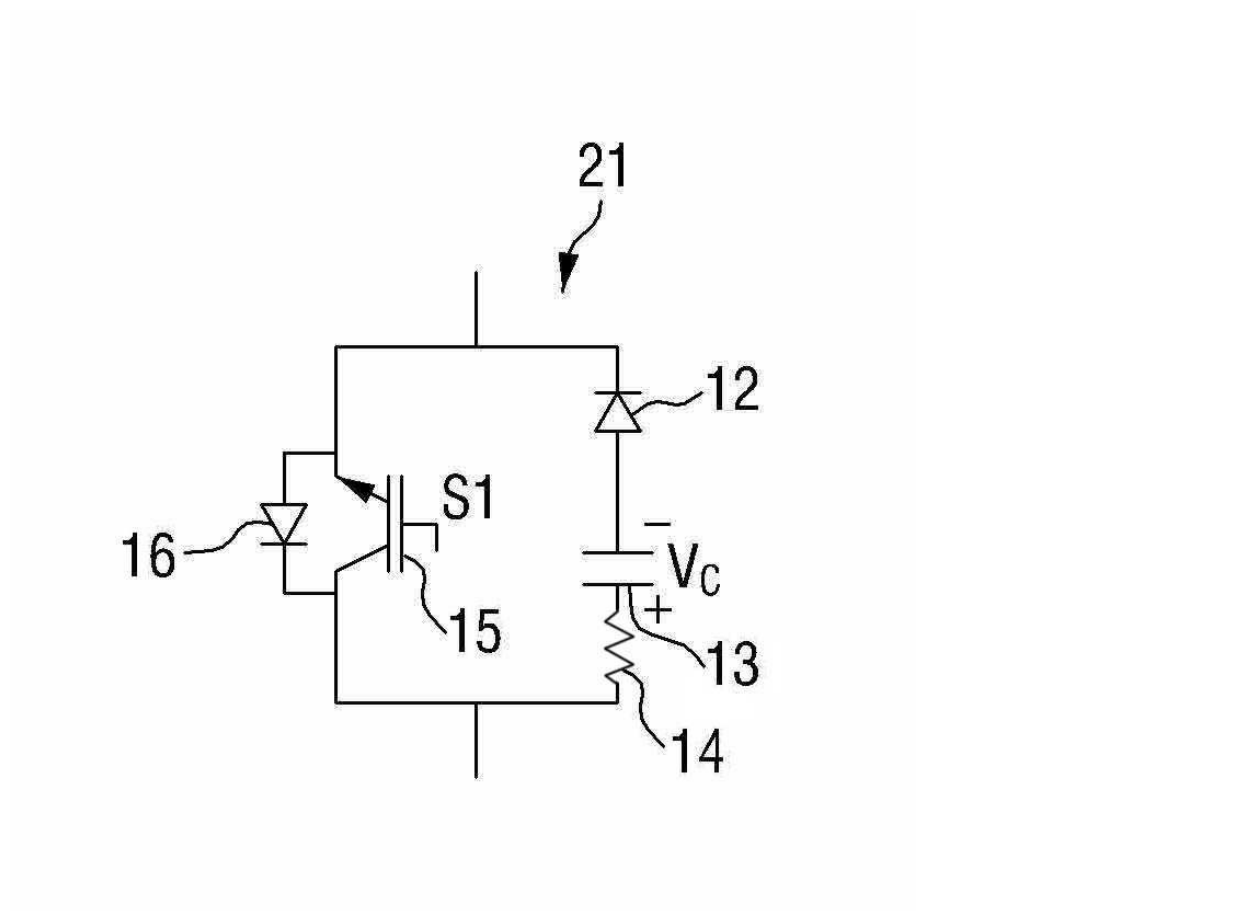
도면1



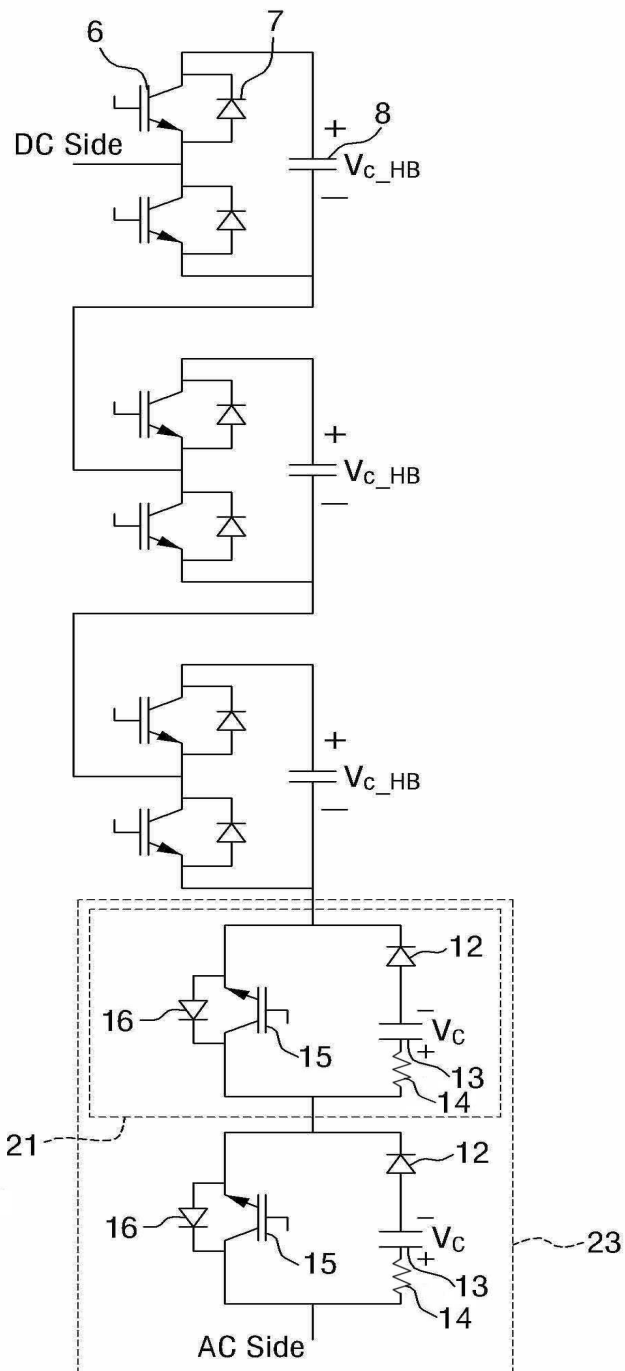
도면2



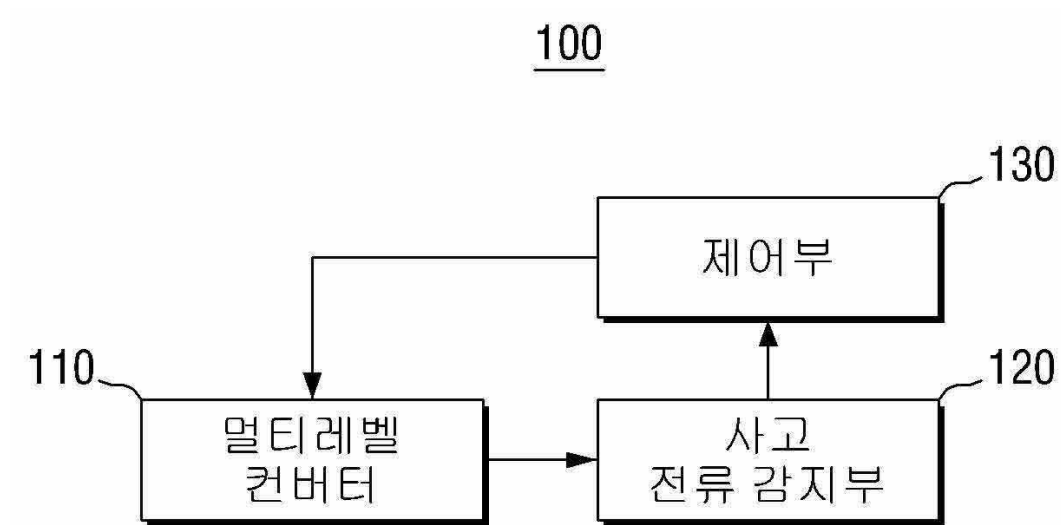
도면3



도면4



도면5



도면6

