



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0059618
(43) 공개일자 2018년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02H 3/087 (2006.01) H02H 9/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02H 3/087 (2013.01)
H02H 9/023 (2018.01)
(21) 출원번호 10-2016-0158146
(22) 출원일자 2016년11월25일
심사청구일자 2016년11월25일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
최효상
광주광역시 남구 제석로 72 (봉선동)
정인성
광주광역시 서구 월산로 203, 304호(농성동, 대원
연립)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 DC 사고 전류 차단을 위한 선로 분산 스위칭 시스템

(57) 요약

본 발명은 DC 사고 전류 차단을 위한 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 본 발명의 선로 분산 스위칭 시스템은, 직류 전원과 출력단 사이에 순차로 결합된 검출부; 한류부; 선로 분산 스위칭부; 및 직류 차단부를 포함하고, 상기 선로 분산 스위칭부는, 상기 한류부와 상기 차단부 사이에 연결되어 주선의 연결을 스위칭하는 제1스위치; 및 상기 검출부와 상기 한류부 사이의 접점과 상기 차단부 사이의 보조 선로의 연결을 스위칭하는 제2스위치를 포함하며, 상기 검출부가 상기 직류 전원의 선로 상의 사고전류를 감지해 스위칭 동작 신호를 생성함에 따라, 상기 한류부의 초전도체의 퀘칭 작용, 상기 선로 분산 스위칭부에서 상기 제1스위치의 단락을 개방으로 변경과 상기 제2스위치의 개방을 단락으로 변경, 및 상기 차단부에서 출력단 부하로의 전류 공급을 차단을 수행한다.

대표도



(52) CPC특허분류

Y10S 505/85 (2013.01)

(72) 발명자

최혜원

경기도 안산시 단원구 다리간2길 46, 동아원룸 204호 (고잔동)

김준범

광주광역시 북구 신흥로 28-3 (중흥동)

박노아

광주광역시 북구 설죽로315번길 11, 101동 601호(매곡동, 동남맨션)

박상용

광주광역시 동구 밤실로, 3층 301호 (지산동)

황선호

전라남도 나주시 왕전길, 1층 (송월동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016-C-0025-010104

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 산학협력선도대학(LINC)육성 기술개발과제

연구과제명 EV(Electric Vehicle)용 가변형 무선충전시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 조선대학교산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2016.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

직류 전원과 출력단 사이에 순차로 결합된 검출부; 한류부; 선로 분산 스위칭부; 및 직류 차단부를 포함하고,

상기 선로 분산 스위칭부는, 상기 한류부와 상기 차단부 사이에 연결되어 주선로의 연결을 스위칭하는 제1스위치; 및 상기 검출부와 상기 한류부 사이의 접점과 상기 차단부 사이의 보조 선로의 연결을 스위칭하는 제2스위치

를 포함하는 것을 특징으로 하는 선로 분산 스위칭 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 검출부가 상기 직류 전원의 선로 상의 사고전류를 감지해 스위칭 동작 신호를 생성함에 따라, 상기 한류부의 초전도체의 퀘칭 작용, 상기 선로 분산 스위칭부에서 상기 제1스위치의 단락을 개방으로 변경과 상기 제2스위치의 개방을 단락으로 변경, 및 상기 차단부에서 출력단 부하로의 전류 공급을 차단을 수행하며,

상기 선로 분산 스위칭부는 상기 직류 전원을 사용하는 직류 계통에서 아크를 발생 없이 상기 스위칭의 동작을 수행하는 것을 특징으로 하는 선로 분산 스위칭 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 선로 분산 스위칭부는, 상기 제1스위치와 상기 제2스위치를 제어하여,

정상 동작 시에 상기 주선로의 단락과 상기 보조선로의 개방 상태를 유지시키며,

사고 발생 시에 상기 주선로와 상기 보조선로 모두의 단락을 먼저 수행 후 상기 주선로의 개방에 대한 순차적인 스위칭 동작을 수행하는 것을 특징으로 하는 선로 분산 스위칭 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

사고 발생 시에, 상기 선로 분산 스위칭부가, 상기 주선로와 상기 보조선로 모두의 단락을 먼저 수행하여 상기 초전도체의 퀘칭저항에 의해 상기 보조선로로만 전류가 흐르고 상기 주선로에 흐르는 전류가 0이 된 후, 상기 주선로의 개방에 대한 스위칭 동작을 제어하여 아크 발생없이 안정적인 스위칭이 이루어지도록 제어하는 것을 특징으로 하는 선로 분산 스위칭 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 한류부는 상기 초전도체가 초전도 상태를 유지하도록 냉각시키는 냉각장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 선로 분산 스위칭 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 선로 분산 스위칭부의 상기 제1스위치와 상기 제2스위치는 반도체 소자 스위치, 기계식 접점 스위치, 또는 전기적 스위칭 제어 가능한 스위치나 시스템으로 구현되는 것을 특징으로 하는 선로 분산 스위칭 시스템.

청구항 7

정상 동작 시에 주선로에서 초전도체 한류부와 제1스위치의 단락 상태를 통해, 차단부가 출력단으로 직류전원을 공급하도록 제어하는 단계;

사고 발생에 따라 사고전류를 감지해 스위칭 동작 신호를 생성함에 따라, 상기 초전도체의 퀘칭 작용을 이용하고, 보조 선로 상의 제2스위치를 단락시켜 상기 한류부로 흐르는 전류를 상기 보조 선로를 통해 상기 차단부로 흐르도록 제어한 후, 상기 제1스위치의 단락 상태를 개방으로 변경하는 단계; 및

상기 제2스위치의 단락 및 상기 제1스위치의 개방으로의 변경 후에 상기 차단부에서 출력단 부하로의 전류 공급을 차단하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 선로 분산 스위칭 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

사고 발생 시에, 상기 주선로와 상기 보조선로 모두의 단락을 먼저 수행하여 상기 초전도체의 퀘칭저항에 의해 상기 보조선로로만 전류가 흐르고 상기 주선로에 흐르는 전류가 0이 된 후, 상기 주선로의 개방에 대한 스위칭 동작을 제어하여 아크 발생없이 안정적인 스위칭이 이루어지도록 제어하는 것을 특징으로 하는 선로 분산 스위칭 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 직류 전원을 사용하는 직류 계통에 상기 제1스위치와 상기 제2스위치의 스위칭 동작을 수행함에 있어서 아크 발생 없이 스위칭 동작을 안정적으로 이루어지게 하기 위한 것을 특징으로 하는 선로 분산 스위칭 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 DC 사고 전류 차단을 위한 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 특히, DC 사고 전류 차단을 위한 선로 분산 스위칭 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 19세기 말 에디슨(T.A Edison)과 테슬라(N.Tesla)의 전류 전쟁(War of Current; 전력의 송전 방식을 두고 벌인 경쟁)이 일어 난지 어느덧 100년이 흐른 지금, 대부분의 전력 송전 방식으로는 교류를 사용하고 있다. 하지만 최근 주파수나 위상에 영향을 받지 않고 오직 크기만으로 제어를 하는 직류 송전 방식의 우수성을 확인하여 직류 송전방식에 대한 관심과 다양한 연구가 전 세계적으로 진행 중에 있다. 40년 전 도입된 스웨덴의 The HVDC Gotland를 시작으로 HVDC(High-Voltage Direct-Current)에 관한 개발은 실 계통에 다수 적용된 상태이며, 현재 MVDC(Middle-Voltage Direct-Current), LVDC(Low-Voltage Direct Current) 등의 배전급이나 UHVDC(Ultrahigh-Voltage Direct-Current)와 같은 초고압 직류 송전 방식이 새롭게 조명되고 있다. 또한, 석유자원의 고갈로 인하여 태양광, 풍력 및 연료전지와 같은 신재생 에너지를 기반으로 한 직류 분산 전원이 증가하였다. 이처럼 직류 송전 방식의 크기와 규모의 다양성 증대와 직류 분산 전원이 발달함에 따라 직류 배전 시스템이 주목 받고 있다. 국내의 경우 한전에서는 배전급 직류 전압으로 DC 1,500V(mono-polar, 단극성) 또는 DC 750(bi-polar, 양극성), 공급용량은 50~300kW급으로 설정하였고 이는 선박이나 공장과 같은 독립적인 계통망에 전력 공급을 할 예정이다. 뿐만 아니라 스마트그리드를 상용화 하여 발전된 직류 전원을 바로 사용하는 방법으로 전력수급 향상에 노력을 기울이고 있다.

[0003] 하지만, 최근 사람들의 전자기기와 냉난방 부하의 사용증가로 인해 매년 마다 전력수요량이 크게 증가하고 있으며 이에 따른 지락 및 단락 사고의 크기도 증가하고 있는 상황이다. 다양한 직류 배전 시스템을 실 계통에 안정적으로 적용하기 위해서는 직류 전원에 대한 연구뿐만 아니라 큰 사고 전류를 차단하는 차단 기술에 관한 연구가 필요하다. 차단기술의 핵심 기기로 직류 차단기에 대한 개발이 진행되고 있다. 교류는 자연적으로 1 사이클(cycle)당 2회의 영점이 발생하지만 직류는 전류 영점이 형성되지 않아 차단 시 점점 사이에 큰 아크가 발생한다. 큰 사고전류가 발생 시 차단기 점점 사이에는 아크 전압이 발생하여 높은 열이 발생하고 이로 인한 점점의

손상, 차단시간의 증대 그리고 최악의 상황시 화재까지 발생할 위험이 있다.

[0004] 이를 방지하기 위하여 직류계통에 한류기를 설치하여 초기 사고 전류를 한류 시키기 위한 한류소자, 반도체소자 등 다양한 기법의 직류 차단기 관련 개발이 이루어지고 있다. 하지만 상전도 한류 소자는 선로에 직접적으로 위치하여 선로에 큰 손실을 발생시키고, 초전도 한류 소자는 큰 사고 전류로 인하여 초전도체에 부담이 커져 수명이나 기능의 저하 우려가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은, 초전도 한류기와 스위칭 시스템을 이용하여 초전도체에 부담을 줄일 수 있고 스위칭 동작에 따른 아크도 발생하지 않아 안정적으로 직류를 차단함으로써 계통 내의 신뢰성과 안정도를 향상시킬 수 있는, DC 사고 전류 차단을 위한 선로 분산 스위칭 시스템 및 그 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 먼저, 본 발명의 특징을 요약하면, 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일면에 따른 선로 분산 스위칭 시스템은, 직류 전원과 출력단 사이에 순차로 결합된 검출부; 한류부; 선로 분산 스위칭부; 및 직류 차단부를 포함하고, 상기 선로 분산 스위칭부는, 상기 한류부와 상기 차단부 사이에 연결되어 주전로의 연결을 스위칭하는 제1스위치; 및 상기 검출부와 상기 한류부 사이의 접점과 상기 차단부 사이의 보조 선로의 연결을 스위칭하는 제2스위치를 포함한다.

[0007] 상기 검출부가 상기 직류 전원의 선로 상의 사고전류를 감지해 스위칭 동작 신호를 생성함에 따라, 상기 한류부의 초전도체의 켄칭 작용, 상기 선로 분산 스위칭부에서 상기 제1스위치의 단락을 개방으로 변경과 상기 제2스위치의 개방을 단락으로 변경, 및 상기 차단부에서 출력단 부하로의 전류 공급을 차단을 수행하며, 상기 선로 분산 스위칭부는 상기 직류 전원을 사용하는 직류 계통에서 아크를 발생 없이 상기 스위칭의 동작을 수행하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 상기 선로 분산 스위칭부는, 상기 제1스위치와 상기 제2스위치를 제어하여, 정상 동작 시에 상기 주전로의 단락과 상기 보조선로의 개방 상태를 유지시키며, 사고 발생 시에 상기 주전로와 상기 보조선로 모두의 단락을 먼저 수행 후 상기 주전로의 개방에 대한 순차적인 스위칭 동작을 수행할 수 있다.

[0009] 사고 발생 시에, 상기 선로 분산 스위칭부가, 상기 주전로와 상기 보조선로 모두의 단락을 먼저 수행하여 상기 초전도체의 켄칭저항에 의해 상기 보조선로로만 전류가 흐르고 상기 주전로에 흐르는 전류가 0이 된 후, 상기 주전로의 개방에 대한 스위칭 동작을 제어하여 아크 발생없이 안정적인 스위칭이 이루어지도록 제어한다.

[0010] 상기 한류부는 상기 초전도체가 초전도 상태를 유지하도록 냉각시키는 냉각장치를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 선로 분산 스위칭부의 상기 제1스위치와 상기 제2스위치는 반도체 소자 스위치, 기계식 접점 스위치, 또는 전기적 스위칭 제어 가능한 스위치나 시스템으로 구현될 수 있다.

[0012] 그리고, 본 발명의 다른 일면에 따른 선로 분산 스위칭 방법은, 정상 동작 시에 주전로에서 초전도체 한류부와 제1스위치의 단락 상태를 통해, 차단부가 출력단으로 직류전원을 공급하도록 제어하는 단계; 사고 발생에 따라 사고전류를 감지해 스위칭 동작 신호를 생성함에 따라, 상기 초전도체의 켄칭 작용을 이용하고, 보조 선로 상의 제2스위치를 단락시켜 상기 한류부로 흐르는 전류를 상기 보조 선로를 통해 상기 차단부로 흐르도록 제어한 후, 상기 제1스위치의 단락 상태를 개방으로 변경하는 단계; 및 상기 제2스위치의 단락 및 상기 제1스위치의 개방으로의 변경 후에 상기 차단부에서 출력단 부하로의 전류 공급을 차단하는 단계를 포함한다.

[0013] 사고 발생 시에, 상기 주전로와 상기 보조선로 모두의 단락을 먼저 수행하여 상기 초전도체의 켄칭저항에 의해 상기 보조선로로만 전류가 흐르고 상기 주전로에 흐르는 전류가 0이 된 후, 상기 주전로의 개방에 대한 스위칭 동작을 제어하여 아크 발생없이 안정적인 스위칭이 이루어지도록 제어한다.

[0014] 상기 선로 분산 스위칭 방법은, 상기 직류 전원을 사용하는 직류 계통에 상기 제1스위치와 상기 제2스위치의 스위칭 동작을 수행함에 있어서 아크 발생 없이 스위칭 동작을 안정적으로 이루어지게 하기 위한 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 따른 DC 사고 전류 차단을 위한 선로 분산 스위칭 시스템 및 그 방법에 따르면, 직류 계통에 있어 스위칭 시스템을 사용하여 스위칭 동작을 통해 사고전류가 도통되는 선로를 스위칭시킴으로써 초전도체에 대한 부담을 줄여 그 수명과 기능 그리고 회복 속도를 향상시킬 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명에 따르면, 초전도체를 사용하여 초기사고전류를 빠른 시간 이내에 한류시킴으로써 계통의 증가에 따른 차단기 용량의 여유를 확보 할 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명에 따르면, 스위칭 동작 중에 아크가 발생하지 않아 스위칭 시스템의 안정성과 유지 신뢰도를 높일 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따르면, 직류 차단기에 부담되는 사고전류를 제한함으로써 차단기 접점사이에 발생하는 아크의 크기를 감소시킬 수 있으므로, 아크에 따른 2차 피해를 줄일 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명에 따르면, 직류 차단기 시스템의 안정적인 동작 특성과 신뢰도가 높은 고장 전류 차단 효과를 확보함으로써 전력계통을 보호하고 직류 계통의 보급 확대에 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 선로 분산 스위칭 시스템의 개략적인 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 선로 분산 스위칭 시스템의 동작메커니즘을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 선로 분산 스위칭 시스템의 모의회로도이다.
- 도 4a 내지 도 4e는 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 선로 분산 스위칭 시스템에서 사고 전류 차단에 대한 순차적인 스위칭 과정을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 대해서 자세히 설명한다. 이때, 각각의 도면에서 동일한 구성요소는 가능한 동일한 부호로 나타낸다. 또한, 이미 공지된 기능 및/또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 이하에 개시된 내용은, 다양한 실시 예에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분을 중점적으로 설명하며, 그 설명의 요지를 흐릴 수 있는 요소들에 대한 설명은 생략한다. 또한 도면의 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시될 수 있다. 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니며, 따라서 각각의 도면에 그려진 구성요소들의 상대적인 크기나 간격에 의해 여기에 기재되는 내용들이 제한되는 것은 아니다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 선로 분산 스위칭 시스템(100)의 개략적인 블록도이다.
- [0023] 도 1을 참조하면, 직류 계통의 사고발생 시 사고 전류 차단 및 한류를 위한 본 발명의 선로 분산 스위칭 시스템(100)은, 직류전원에 연결되어 사고전류를 감지하고 스위칭 동작 신호를 생성하는 검출부(110), 사고 전류 발생 시 초기에 사고전류를 감지하고 사고전류로 켄칭(quenching) 작용을 통하여 저항을 증가시켜 한류시키는 초전도체 한류부(120), 검출부(110)에 의한 스위칭 동작 신호에 따라 주 선로와 보조선로의 스위칭 동작을 수행하되 정상 시 주 선로(primary line)의 단락과 보조 선로(secondary line)의 개방, 사고 발생 시 주 선로와 보조선로 모두의 단락, 및 이후 바로 주 선로의 개방에 대한 순차적인 스위칭 동작을 수행하는 선로 분산 스위칭부(130), 출력단과 선로 분산 스위칭부(130)의 출력측 주선로 및 보조선로를 직렬로 연결하며 스위칭 동작 신호에 따라 선로를 차단하는 직류 차단부(140)를 포함한다.
- [0024] 주선로 상에 설치된 한류부(120)는 초전도체를 이용하여 구현될 수 있다. 초전도체 한류부(120)는 저항형, 정류형, 포화 철심형, 자기 차폐형 등 다양한 형태로 구현될 수 있다. 예를 들어, 저항형의 경우, 한류부(120)의 초전도체가 소정의 극저온에서 초전도 상태(예, 저항 0)를 유지할 수 있도록 냉각 장치(도시되지 않음)가 구비될 수 있다. 즉, 한류부(120)의 초전도체는 사고 발생에 따라 주선로에 흐르는 전류 밀도가 증가함에 따라 임계 전류밀도 이상에서 초전도성을 잃고 저항이 급격히 증가한다.
- [0025] 사고가 없는 정상 동작 시에는 한류부(120)가 구비된 주선로를 통하여 정상전류가 선로 분산 스위칭부(130), 차단부(140)를 통하여 출력단으로 도통된다. 이때 한류부(120)는 초전도체이므로 아무런 손실 없이 송전이 가능하

다.

- [0026] 직류전원에 연결된 선로에 사고가 발생하여 소정의 전류 이상의 고전류가 흐를 경우 한류부(120)에서 먼저 한류 작용을 수행한다. 그리고 검출부(110)에서 사고 전류 감지에 따라 생성한 스위칭 동작 신호를 선로 분산 스위칭부(130)로 보내어 스위칭 동작을 수행하도록 제어한다. 선로 분산 스위칭부(130)의 스위칭 동작에 따라 한류부(120)로 들어오는 사고 전류가 보조선로로 우회하여 흐르게 된다. 이후 주선로 또는 보조선로를 통하여 흐르는 사고 전류는 차단부(140)가 차단함으로써 출력단으로 도통되지 않도록 한다. 차단부(140)의 1차 측에 병렬로 주선로와 보조선로가 연결되며, 소정의 전류 이상에서 차단부(140)는 출력단으로 전류가 흐르지 않도록 스위치를 개방하여 전류 흐름을 차단할 수 있다.
- [0027] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 선로 분산 스위칭 시스템(100)의 동작 매커니즘을 설명하기 위한 도면이다.
- [0028] 도 2를 참조하면, 먼저, 사고가 없는 정상 동작 시에는 직류전원으로부터의 정상전류가 주선로를 통해 초전도체 한류부(120), 선로 분산 스위칭부(130)(예, 주선로 b-점점 단락, 보조선로 a-점점 개방), 직류 차단부(140)를 거쳐 출력단으로 도통된다(S110). 한류부(120)는 초전도체이므로 아무런 손실 없이 송전이 가능하다.
- [0029] 낙뢰나 고장 등으로 직류전원에 연결된 선로에 사고가 발생하였을 경우에는(S120), 한류부(120)에서 먼저 한류 작용을 수행한다(S130). 그리고, 검출부(110)에서 사고 전류 감지에 따라 생성한 스위칭 동작 신호를 선로 분산 스위칭부(130)로 보내어 선로 분산 스위칭부(130)가 스위칭 동작을 수행하도록 제어한다(S140).
- [0030] 선로 분산 스위칭부(130)는 스위칭 동작 신호에 따라, 먼저, 보조 선로를 단락시켜서(예, 보조선로 b-점점 단락), 사고 전류를 우회시킨다(S150). 이때, 주 선로에는 초전도체 한류부(120)가 켜진 상태로 저항이 존재하고 보조 선로에는 다른 저항체가 없으므로 사고전류는 보조 선로로 흐르게 된다. 이후 즉시 선로 분산 스위칭부(130)는 주 선로에 단락된 스위치를 개방시킨다(예, 주선로 a-점점 개방) (S150). 이에 따라 주 선로에 흐르는 전류가 없으므로 스위칭 동작시 발생하는 아크는 발생하지 않게 된다.
- [0031] 이후 직류 차단부(140)가 작동하여 주선로나 보조선로부터 출력단으로 전류가 흐르지 않도록 전류 흐름을 차단한다(S160). 출력단으로 전류 차단이 완료되면 다시 선로 분산 스위칭부(130)는 주 선로측은 b-점점으로 스위칭하여 단락시키고 보조선로는 a-점점으로 스위칭하여 정상 상태로 복귀시킨다(S170).
- [0032] 이와 같은 직류 계통에서의 사고발생 시 사고 전류 차단 및 한류를 위한 본 발명의 선로 분산 스위칭 방법에 따라, 사고전류를 제한하여 직류 차단부(140)가 부담할 사고전류를 줄임으로서 발생하는 아크나 손실을 줄여줄 수 있을 뿐만 아니라 초전도체 한류부(120)에 대한 부담도 줄일 수 있다. 또한, 안정적으로 한류를 수행하고 직류를 차단함으로써 안정적인 직류 계통의 보호가 가능하고 계통 내의 신뢰성과 안정도를 향상시킬 수 있게 된다.
- [0033] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 선로 분산 스위칭 시스템(100)의 모의 회로도이다.
- [0034] 도 3을 참조하면, 직류 전원(DC Source)과 검출부(110) 사이에 선로 스위치(SW₁)와 선로저항(R_o)을 두었으며, 직류 차단부(DCCB)(140)의 2차 측에 연결된 부하(Load)에는 부하(Load)와 평행하게 연결된 사고 발생 스위치(SW₂)를 두었다.
- [0035] 선로 분산 스위칭부(130)는 한류부(120)와 차단부(140) 사이를 단락/개방 시키기 위한 주선로 상의 제1스위치(131)를 포함하고, 또한, 검출부(110)와 한류부(120) 간의 접점과 차단부(140) 사이를 단락/개방 시키기 위한 보조선로 상의 제2스위치(132)를 포함한다. 제1스위치(131)와 제2스위치(132)는 a-점점 개방/b-점점 단락 상태로 제어될 수 있다. 제1스위치(131)와 제2스위치(132)는 반도체 소자 스위치, 기계식 접점 스위치, 또는 전기적 스위칭 제어 가능한 스위치나 시스템 등으로 구현될 수 있다.
- [0036] 검출부(110)로서 변류기(Current Transformer)를 적용하였고, 선로 분산 스위칭부(130)는 검출부(110)로부터의 스위칭 동작 신호에 따라 제1스위치(131)와 제2스위치(132)의 단락/개방을 제어하기 위한 고속 스위칭 제어부(133)(Fast Switching Control system)을 포함할 수 있다. 고속 스위칭 제어부(133)(Fast Switching Control system)는 별도로 구현될 수도 있다.
- [0037] 도 4a 내지 도 4e는 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 선로 분산 스위칭 시스템에서 사고 전류 차단에 대한 순차적인 스위칭 과정을 설명하기 위한 도면이다. 도면에서 화살표의 색의 진한 정도와 두께가 전류의 크기를 나타낸다.
- [0038] 먼저, 도 4a와 같이, 사고가 없는 정상 동작 시에는 직류전원으로부터의 정상전류(400)가 주선로를 통해 초전도

체 한류부(120), 선로 분산 스위칭부(130)(예, 주선로 제1스위치 b-점점 단락, 보조선로 제2스위치 a-점점 개방), 직류 차단부(140)를 거쳐 출력단으로 도통되어 부하에 전류를 공급한다. 한류부(120)는 초전도체로 이루어지고 냉각장치에 의해 임계온도 이하에서 초전도 상태(예, 저항 0)를 유지하므로 아무런 손실 없이 송전이 가능하다.

[0039] 도 4b와 같이, 낙뢰나 고장 등으로 직류전원에 연결된 선로에 사고가 발생하였을 경우에는, 초기 사고 전류(420)에 대해 한류부(120)에서 먼저 한류 작용을 수행한다. 초기 사고전류는 한류부(120) 초전도체의 켄치 작용을 통하여 발생하는 저항으로 인해 제한된 전류인 한류(430) 처리된다.

[0040] 다음에, 도 4c와 같이, 스위칭 동작 신호에 따라, 선로 분산 스위칭부(130)가 빠른 속도로 보조 선로의 제2스위치(132)를 단락시켜서(예, 보조선로 b-점점 단락), 사고 전류를 우회시킨다. 이때, 주 선로에는 한류부(120) 초전도체가 켄치 된 상태로 저항이 존재하고 보조 선로에는 다른 저항체가 없으므로 사고전류는 보조 선로로 모두 흐르게 된다.

[0041] 이와 같이, 사고가 발생을 하고 초전도체가 켄치가 되고 난 후 켄치저항으로 인하여 보조선로에만 사고전류가 도통된 상황에서, 도 4d와 같이, 이후 즉시 선로 분산 스위칭부(130)는 빠른 속도로 주 선로에 단락된 제1스위치(131)를 개방시킨다(예, 주선로 a-점점 개방). 이로 인하여 사고 전류는 모두 보조선로로 흘러 차단부(140)로 흐르게 된다. 이미 그전 상황부터 주선로에 흐르는 전류는 0이므로 스위칭 동작을 할 때 아크가 발생하지 않고 안정적으로 스위칭 동작을 한다. 또한 지속적으로 초전도체 흐르는 전류가 없으므로 초전도체에 대한 부담도 줄어들며 이때부터 초전도체는 회복시간을 가지게 된다.

[0042] 위와 같은 제2스위치(132)의 단락과 제1스위치(131)의 개방 후, 한류 작용을 거친 사고전류가 부하로 공급되지 않도록, 직류 차단부(140)가 작동하여 주선로나 보조선로로부터 출력단으로 전류가 흐르지 않도록 전류 흐름을 차단한다. 여기서도 사고 전류가 제한됨으로써 차단시 발생하는 아크 또한 줄어든 것으로 예상한다.

[0043] 출력단으로 전류 차단이 완료가 되면 다시 선로 분산 스위칭부(130)는, 도 4e와 같이, 주 선로측의 제1스위치(131)은 b-점점으로 스위칭하여 단락시키고 보조선로측의 제2스위치(132)는 a-점점으로 스위칭하여 정상 상태로 복귀시킨다. 이때, 한류부(120) 초전도체는 다시 초전도성을 회복하여 대부분의 전류는 주선로로 흐르게 된다. 이때도 마찬가지로 보조선로 상의 제2스위치(132)가 b-점점(단락)에서 a-점점(개방)으로 스위칭 동작을 할 경우 대부분의 전류는 초전도체가 있는 주선로로 흐르므로 이와 같은 복귀 스위칭 동작 시 발생하는 아크는 없을 것이다.

[0044] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 DC 사고 전류 차단을 위한 선로 분산 스위칭 시스템(100)은, 직류 계통에 있어 스위칭 시스템을 사용하여 스위칭 동작을 통해 사고전류가 도통되는 선로를 스위칭시킴으로써 초전도체에 대한 부담을 줄여 그 수명과 기능 그리고 회복 속도를 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 초전도체를 사용하여 초기사고전류를 빠른 시간 이내에 한류시킴으로써 계통의 증가에 따른 차단부(140) 용량의 여유를 확보할 수 있다.

[0045] 또한, 본 발명에 따르면, 스위칭 동작 중에 아크가 발생하지 않아 스위칭 시스템의 안정성과 유지 신뢰도를 높일 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 직류 차단기에 부담되는 사고전류를 제한함으로써 차단기 점점사이에 발생하는 아크의 크기를 감소시킬 수 있으므로, 아크에 따른 2차 피해를 줄일 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 직류 차단기 시스템의 안정적인 동작 특성과 신뢰도가 높은 고장 전류 차단 효과를 확보함으로써 전력계통을 보호하고 직류 계통의 보급 확대에 기여할 수 있다.

[0046] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0047] 검출부(110)

한류부(120)

선로 분산 스위칭부(130)

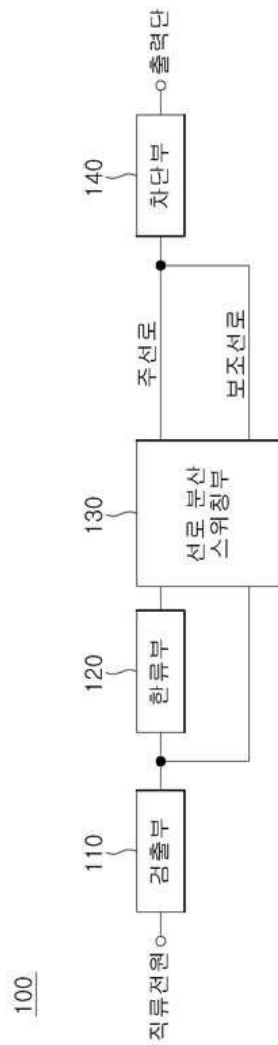
제1스위치(131)

제2스위치(132)

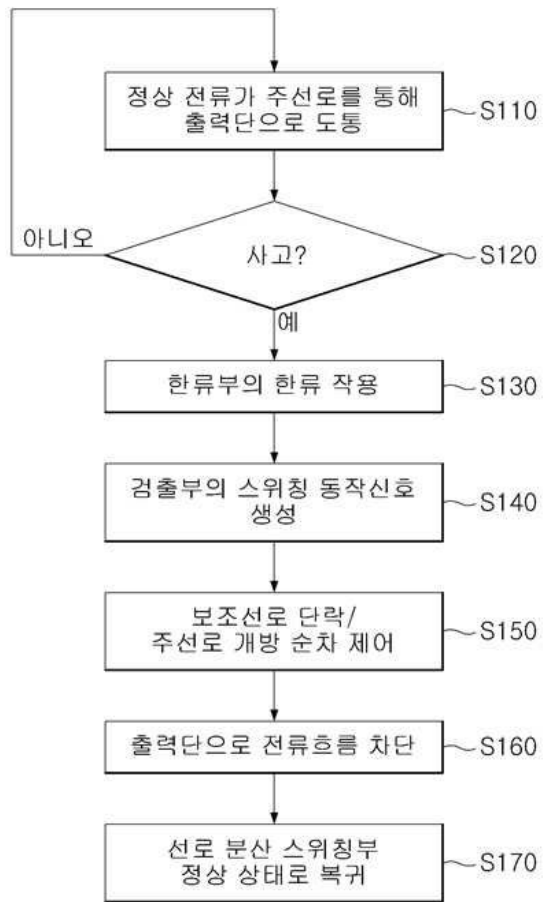
차단부(140)

도면

도면1

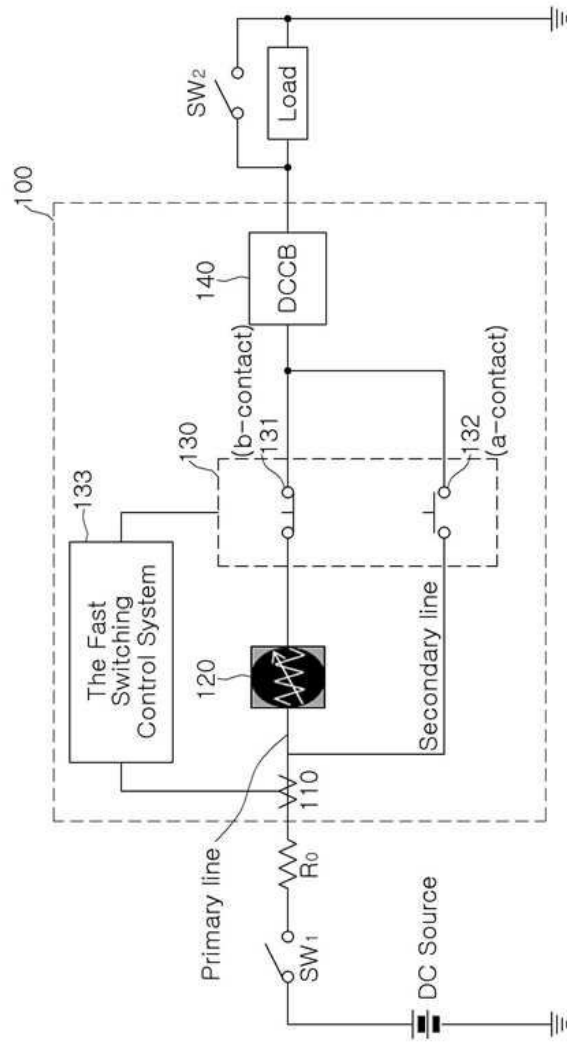


도면2

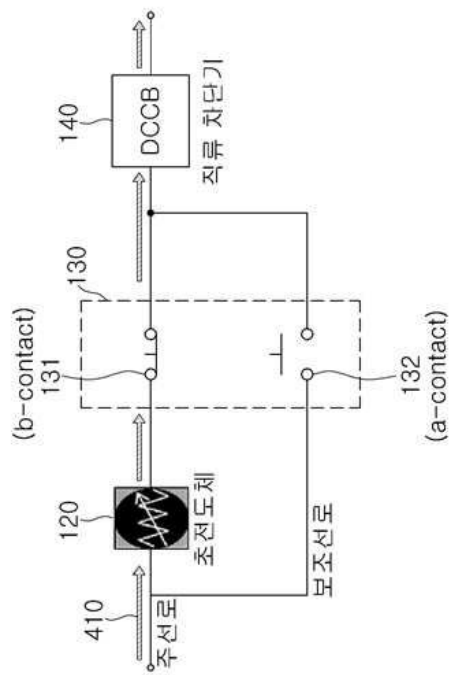


2018

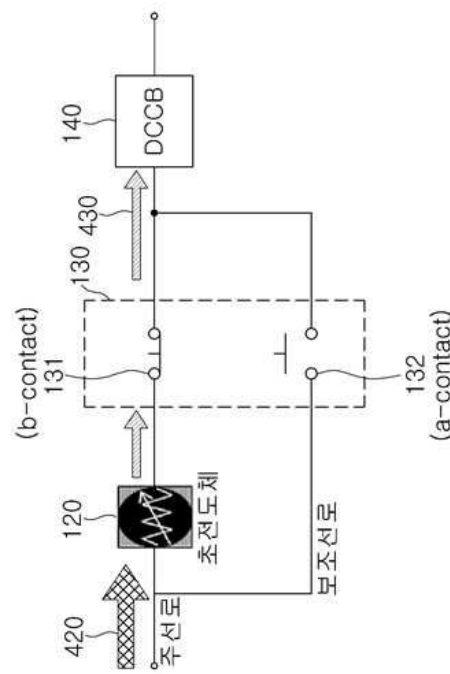
도면3



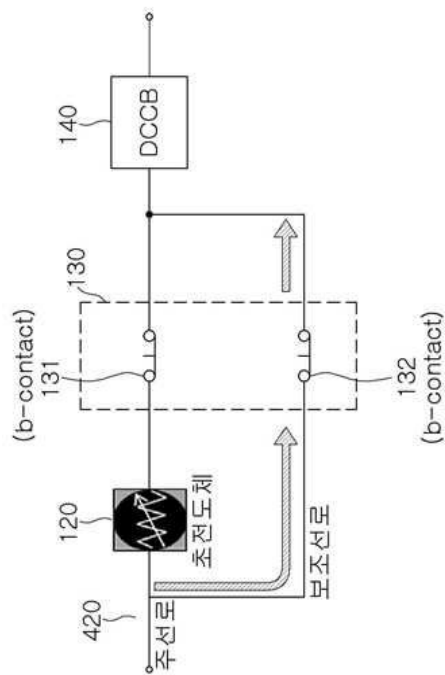
도면4a



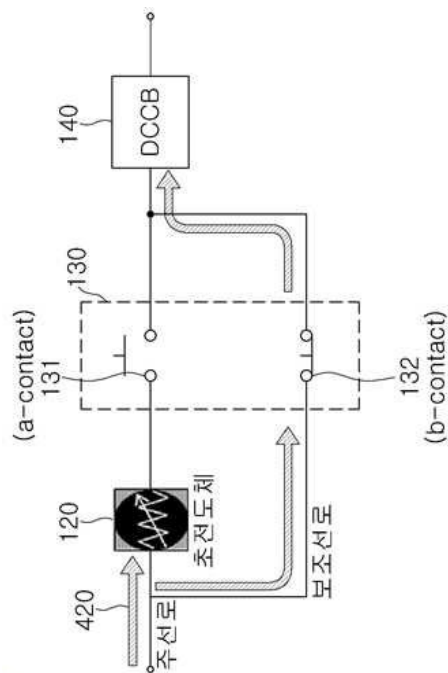
도면4b



도면4c



도면4d



도면4e

