



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0123835
(43) 공개일자 2017년11월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01H 33/59 (2006.01) G01R 19/165 (2006.01)
G01R 31/02 (2006.01) G01R 31/12 (2006.01)
H01H 9/54 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01H 33/596 (2013.01)
G01R 19/16571 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0052962
(22) 출원일자 2016년04월29일
심사청구일자 2016년04월29일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
최효상
광주광역시 남구 제석로 72, 101동 1002호(봉선동, 봉선더쉴1단지)
정인성
광주광역시 서구 월산로 203, 304호 (농성동, 대원주택)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인충정

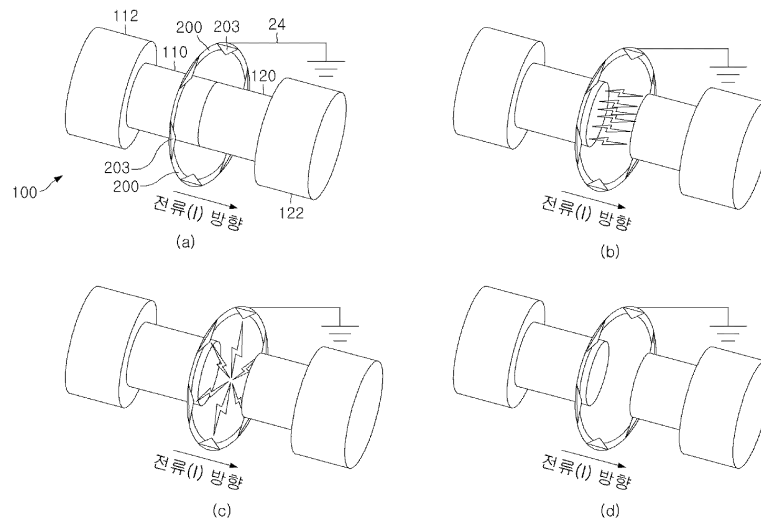
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 아크 유도형 초전도 직류 차단 시스템

(57) 요약

아크 유도형 초전도 직류 차단 시스템은 직류 전원을 공급하는 전원부의 전류 변화량을 검출하여 사고 전류를 감지하는 전류 검출기; 및 상기 전류 검출기의 사고 전류 발생에 따라 동작하여 기계적 접점인 애노드 영역과 캐소드 영역을 분리하여 전류를 차단하고, 상기 애노드 영역과 상기 캐소드 영역이 서로 접촉되는 접점 지점에서 일정 거리 이격하여 둘러싸는 형태로 링 모양의 유도링과 사고 전류를 일정한 설정 값으로 제한하는 초전도소자를 형성하는 직류 차단기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01R 31/02 (2013.01)

G01R 31/12 (2013.01)

H01H 9/54 (2013.01)

(72) 발명자

최혜원

광주광역시 서구 화운로 170-3 (화정동)

이유경

광주광역시 동구 지호로52번길 6, 315호(지산동)

박상용

광주광역시 동구 밤실로 61-2, 301호(지산동)

박노아

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

황선호

전라남도 나주시 왕건길 27,1층 (송월동)

김준범

광주광역시 북구 신흥로 28-3, 3층 (중흥동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345234698

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 지역혁신창의인력양성사업

연구과제명 초전도 코일을 적용한 자기공진형 무선전력전송 시스템 및 초전도 응용기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 조선대학교 산학협력단

연구기간 2015.05.01 ~ 2016.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

직류 전원을 공급하는 전원부의 전류 변화량을 검출하여 사고 전류를 감지하는 전류 검출기; 및

상기 전류 검출기의 사고 전류 발생에 따라 동작하여 기계적 접점인 애노드 영역과 캐소드 영역을 분리하여 전류를 차단하고, 상기 애노드 영역과 상기 캐소드 영역이 서로 접촉되는 접점 지점에서 일정 거리 이격하여 둘러싸는 형태로 링 모양의 유도링을 형성하는 직류 차단기를 포함하는 것을 특징으로 하는 아크 유도형 초전도 직류 차단기 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유도링은 안쪽 테두리를 따라 형성하여 일측 끝단으로 갈수록 곡률 반경을 작게 형성한 유도침을 하나 이상을 형성하여 상기 애노드 영역과 캐소드 영역의 접점에서 발생하는 아크를 흡수 또는 유도하는 것을 특징으로 하는 아크 유도형 초전도 직류 차단기 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 유도링의 일측에는 유도된 사고 전류를 흘려 보내는 접지선과 연결되는 것을 특징으로 하는 아크 유도형 초전도 직류 차단기 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 유도링의 일측에는 전기적으로 연결된 제1 스위치 접점과 제2 스위치 접점을 구비한 고속 인터럽트를 포함하고, 상기 제1 스위치 접점은 고저항 임피던스와 연결되고, 상기 고저항 임피던스와 상기 제2 스위치 접점은 접지단자와 연결되며, 상기 제1 스위치 접점과 상기 제2 스위치 접점은 접점 동작이 반대로 동작하는 것을 특징으로 하는 아크 유도형 초전도 직류 차단기 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전류 검출기, 상기 전류 차단기와 전기적으로 연결되어 상기 전류 검출기로부터 제어 신호를 수신하는 경우, 상기 전류 차단기를 동작시킴과 동시에 상기 제1 스위치 접점을 온 접점으로 동작시키며, 상기 제2 스위치 접점을 오프 접점으로 동작시키는 것을 특징으로 하는 아크 유도형 초전도 직류 차단기 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전류 차단기와 직렬로 연결되어 사고 전류가 상기 유도링으로 유도되기 전 선로에 흐르는 일부 사고 전류를 제한시키는 초전도소자를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 아크 유도형 초전도 직류 차단기 시스템.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 유도침은 일측 끝단이 뾰족한 형태로 상기 유도링의 안쪽 테두리를 따라 일정 간격으로 복수개 형성하는 것을 특징으로 하는 아크 유도형 초전도 직류 차단기 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 유도링의 관통된 공간에는 상기 애노드 영역과 상기 캐소드 영역이 접근하여 맞대어 접촉하고, 상기 유도링은 상기 애노드 영역과 상기 캐소드 영역보다 직경이 크게 형성하며, 상기 직류 차단기의 내부 일측면에 연결되어 고정되는 것을 특징으로 하는 아크 유도형 초전도 직류 차단기 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 직류 차단 시스템에 관한 것으로서, 특히 직류 차단기의 기계적 접점 사이에 발생하는 아크를 직렬로 연결된 주 선로가 아닌 기계적 접점과 일정 거리 이격된 유도링으로 유도하여 고속 인터럽트와 고저항 임피던스를 이용하여 소멸시켜 아크 발생으로 인한 사고를 미리 방지하는 아크 유도형 초전도 직류 차단 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 직류 배전 시스템은 태양광 및 연료 전지 발전 등 신재생 에너지를 기반으로 한 분산 전원이 발달함에 따라 주목받고 있다. 직류 배전망은 태양광 발전을 포함한 신재생 에너지의 발전으로 직류 형태의 발전원이 확산됨에 따라 관심이 높아지고 있다.

[0003] 직류 배전의 가장 큰 장점은 직류 전원을 필요로 하는 기기에 적용할 경우 전력 변환의 과정이 필요없이 비용 절감과 더불어 전력 손실을 줄일 수 있다.

[0004] 직류 배전 시스템을 계통에 적용하기 위해서는 직류 전원을 이용한 연구뿐만 아니라 계통에 대한 보호 기술에 관한 연구가 필요하다.

[0005] 직류 계통의 빠른 보급을 위해서는 안정도 및 높은 신뢰도를 확보하기 위한 주요 보호 기술인 직류 차단기 기술 개발이 필연적이다.

[0006] 직류 기술에 문제가 되는 요인 중 하나가 아크 소호이다. 직류 차단기는 교류 차단기와 같이 영점을 잡을 수 없으며 사고 발생 시 직류 차단기의 접점이 개극이 되면서 높은 개폐 서지 전압으로 인해 아크가 발생할 수 있다.

[0007] 따라서, 직류에서 발생한 아크는 소호 시간이 매우 길며, 아크용접과도 같은 원리로 국부적으로 높은 열이 발생하고 이 때문에 전극의 파손뿐만 아니라 화재까지 발생할 위험성이 있다.

[0008] 또한, 직류는 도통 시에도 순간적인 돌입 전류의 크기가 교류와 비교하면 상당히 크게 나타난다. 부하 기기에서는 돌입 전류 방지 대책이 이루어져야 한다. 그러나 직류 제품에는 아직 돌입 전류 제한에 관한 규정이 확립되어 있지 않아 문제이다. 직류 아크를 억제할 수 있는 추가적인 기술 방안과 효율적인 소호 방안 연구가 시급한 이유이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 직류 차단기의 기계적 접점 개극 시 선로로 들어가는 아크 전류를 유도링에 의해 접지선으로 유도하여 전류 사고를 미연해 방지하는데 그 목적이 있다.

[0010] 본 발명은 아크 전류를 유도링에 의해 유도 시 고속 인터럽트의 스위칭 동작과 고저항 임피던스를 이용하여 아크 전류를 소호시켜 직류 차단기의 안정적인 동작 특성과 신뢰도가 높은 고장 전류 차단 효과를 확보하는데 그 목적이 있다.

[0011] 본 발명은 직류 차단기와 직렬로 연결된 초전도소자를 이용하여 아크 전류를 유도하여 소호하기 전에 주 선로에서 흐르는 일부 사고 전류를 제한시키는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 아크 유도형 초전도 직류 차단 시스템은,

[0013] 직류 전원을 공급하는 전원부의 전류 변화량을 검출하여 사고 전류를 감지하는 전류 검출기; 및

- [0014] 상기 전류 검출기의 사고 전류 발생에 따라 동작하여 기계적 접점인 애노드 영역과 캐소드 영역을 분리하여 전류를 차단하고, 상기 애노드 영역과 상기 캐소드 영역이 서로 접촉되는 접점 지점에서 일정 거리 이격하여 둘러싸는 형태로 링 모양의 유도링을 형성하는 직류 차단기를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 상기 유도링은 안쪽 테두리를 따라 형성하여 일측 끝단으로 갈수록 곡률 반경을 작게 형성한 유도침을 하나 이상을 형성하여 상기 애노드 영역과 캐소드 영역의 접점에서 발생하는 아크를 흡수 또는 유도하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 초전도 소자가 직류 계통의 사고 발생 시 어떤 설정 값으로 사고 전류를 제한시키고 이후 크기가 줄어든 아크가 상기 유도링에 의하여 흡수 또는 유도되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0017] 진술한 구성에 의하여, 본 발명은 직류 차단기의 기계적 접점 개극 시 선로로 들어가는 아크 전류를 유도링에 의해 접지선으로 유도하여 전류 사고를 방지하는 효과가 있다.
- [0018] 본 발명은 직류 차단기 시스템의 직류 차단기에서 아크 전류를 유도하여 소호하기 전에 초전도소자를 이용하여 주 선로에서 흐르는 일부 사고 전류를 제한시키는 효과가 있다.
- [0019] 본 발명은 직류 차단기의 기계적 접점 개극 시 접점에 발생하는 아크를 유도링에 의해 접지선으로 유도하여 사고 전류 차단 시 발생할 수 있는 기계적 접점 손상 및 마모를 줄일 수 있는 효과가 있다.
- [0020] 본 발명은 유도링과 초전도소자를 결합한 직류 차단기를 구현하여 직류 차단기의 아크를 소호할 때 발생하는 피해를 최소화하여 직류 차단기의 안정적인 동작 특성과 신뢰도가 높은 고장 전류 차단 효과를 확보함으로써 전력 계통을 보호하고 직류 계통의 보급 확대에 기여하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 아크 유도형 초전도 직류 차단 시스템의 구성을 간략하게 나타낸 회로도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 아크 유도형 초전도 직류 차단기를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유도링을 나타낸 정면도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 아크 유도에 대한 개념을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 직류 차단기의 접점 개극에 의해 생겨난 아크의 진행 방향을 유도링의 개수에 따라 비교한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 아크 유도형 초전도 직류 차단 시스템의 구성을 간략하게 나타낸 회로도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 아크 유도형 초전도 직류 차단기를 나타낸 도면이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유도링을 나타낸 정면도이다.
- [0024] 본 발명의 실시예에 따른 아크 유도형 초전도 직류 차단 시스템(10)은 직류 전원을 공급하는 전원부(11), 전원 인가 스위치(12), 직류선로 합성저항(13), 전류 검출기(14), 스위칭 컨트롤러 릴레이(15), 초전도소자(16), 사고 발생 스위치(17) 및 아크 유도형 초전도 직류 차단기(100)를 포함한다.
- [0025] 아크 유도형 초전도 직류 차단 시스템(10)은 전원 인가 스위치(12)를 통해 직류 전원을 인가하면 선로를 따라 전류가 정상적으로 수용가 부하(18)로 도통된다.
- [0026] 전류 검출기(Current Transformer, CT)(14)는 전원부(11), 스위칭 컨트롤러 릴레이(15) 및 직류 차단기(100)가 각각 전기적으로 연결된다. 전류 검출기(14)는 직류선로 합성저항(13)에 흐르는 전류 변화량을 검출하여 사고 전류 발생을 판단한다.
- [0027] 스위칭 컨트롤러 릴레이(15)는 전류 검출기(14) 및 직류 차단기(100)와 전기적으로 연결되고, 전류 검출기(14)로부터 제어 신호를 수신하는 경우, 직류 차단기(100)가 순간적으로 지연없이 동작하도록 제어한다.

- [0028] 유도링(200)은 직류 차단기(100)의 기계적 접점 부근에 위치하여 접점 개극시 아크를 유도 또는 흡수하며, 일측에 접지선(24)과 연결되어 유도된 사고 전류를 접지선(24)을 통해 흘러 보내진다.
- [0029] 초전도소자(16)는 임계 전류 이하의 전류가 흐를 때 방해하지 않으며 임계 전류 이상이 흐를 때 스스로 저항을 발생시키는 장치이며, 직류 차단기(100)의 일단에 전기적으로 직렬 연결되어 사고 전류가 유도링(200)으로 유도되기 전 선로에 흐르면 일부 사고 전류를 제한시키는 기능을 한다.
- [0030] 고속 인터럽트(20)는 유도링(200)의 일측에 전기적으로 연결된 제1 스위칭 접점(21)과 제2 스위칭 접점(22)을 포함하고, 스위칭 컨트롤러 릴레이(15)의 스위칭 동작에 따라 제1 스위칭 접점(21)과 제2 스위칭 접점(22)이 동작한다. 즉 스위칭 컨트롤러 릴레이(15)는 입력단에 전류 검출기(14)가 전기적으로 연결되고, 출력단에 직류 차단기(100)가 전기적으로 연결되며, 또 다른 출력단에 제1 스위칭 접점(21)과 제2 스위칭 접점(22)이 일체로 연결되어 한 번의 제어로 동시에 온오프 동작을 고속으로 수행할 수 있다.
- [0031] 제1 스위칭 접점(21)과 제2 스위칭 접점(22)은 접점 상태가 반대로 되어 있으며, 동작 시 반대로 온오프 접점을 수행한다.
- [0032] 제1 스위칭 접점(21)은 고저항 임피던스(23)와 연결되고 고저항 임피던스(23)가 접지단자(25)에 연결되며, 제2 스위칭 접점(22)은 접지단자(25)에 연결된다.
- [0033] 스위칭 컨트롤러 릴레이(15)는 오프 동작 시 제1 스위칭 접점(21)을 오프 접점으로 동작시키고 제2 스위칭 접점(22)을 온 접점으로 동작시킨다.
- [0034] 스위칭 컨트롤러 릴레이(15)는 전류 검출기(14)로부터 제어 신호를 수신하는 경우, 온 동작되어 직류 차단기(100)를 동작하도록 제어함과 동시에 제1 스위칭 접점(21)을 온 접점으로 동작시키고, 제2 스위칭 접점(22)을 오프 접점으로 동작시킨다. 이때, 유도링(200)으로부터 유도된 사고 전류는 접지선(24)을 통해 제1 스위칭 접점(21)과 고저항 임피던스(23)를 거쳐 흘러 보내진다.
- [0035] 즉, 대부분의 사고 전류는 고속 인터럽트(20)의 스위칭 동작과 고저항 임피던스(23)에 의해 소호하게 된다.
- [0036] 고속 인터럽트(20)는 접지선으로 흐르는 사고 전류의 선로를 바꿔주는 기능을 하며, 고저항 임피던스(23)는 사고 전류의 흐름을 방해하여 최대한 사고 전류를 줄여주는 기능을 한다.
- [0037] 사고 발생 스위치(17)는 온 동작으로 모의 사고를 발생시키는 경우, 이를 전류 검출기(14)가 감지하여 직류 차단기(100)의 기계적 접점(애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120))이 개극됨과 동시에 사고 전류의 흐름을 2가지 갈래로 나눌 수 있다.
- [0038] 2가지 갈래는 직류 차단기(100)의 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 개극된 이후에 선로에서 흐르는 일부 사고 전류와 유도링(200)으로 유도되어 접지선으로 흐르는 대부분의 사고 전류이다.
- [0039] 선로에 흐르는 일부 사고 전류는 초전도소자(16)에 의해 소호되고, 유도링(200)으로 흐르는 대부분의 사고 전류는 접지선(24)을 따라 흐른다. 이때, 대부분의 사고 전류는 접지선(24)을 따라 고속 인터럽트(20)의 제1 스위칭 접점(21)과 고저항 임피던스(23)를 통과하여 접지선으로 흐르게 된다.
- [0040] 아크 유도형 초전도 직류 차단기(100)는 전류 검출기(14)에서 사고 전류를 감지하는 경우, 기계적 접점을 개극하여 전류를 차단하게 되는데, 사고 전류의 감지시 스위칭 컨트롤러 릴레이(15)의 동작으로 순간적으로 지연없이 동작된다.
- [0041] 아크 유도형 초전도 직류 차단기(100)는 기계적 접점이 개극되면서 유도링(200)에 의해 유도된 사고 전류가 고속 인터럽트(20)의 스위칭 동작과 고저항 임피던스(23)를 통과하여 접지선으로 흐르게 된다.
- [0042] 도 2 및 도 3을 참조하여 아크 유도형 초전도 직류 차단기(100)와 유도링(200)의 구성을 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0043] 본 발명의 실시예에 따른 아크 유도형 초전도 직류 차단기(100)는 전원부(11)와 수용가 부하(18) 사이에 구성되고, 원통 형상의 도체로 애노드 영역(110)과 애노드 영역(110)을 지지하는 제1 지지대(112)와 캐소드 영역(120)과 캐소드 영역(120)을 지지하는 제2 지지대(122)로 구성되며, 사고 전류 차단을 위해 직류 차단기(100)의 맞대어 있는 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 서로 분리되면서 개극되어 전류가 차단된다. 직류 차단기(100)의 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 서로 분리되고 접촉되는 기구적 구조는 공지된 기술이므로 상세한 구성요소의 설명을 한다.

- [0044] 본 발명의 실시예에 따른 직류 차단기(100)의 유도링(200)은 링 형태로 형성되어 직류 차단기(100)의 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)보다 직경이 크게 형성되며, 직류 차단기(100)의 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 맞대어 접촉되는 접점 지점에 설치된다.
- [0045] 유도링(200)의 관통된 공간(201)에는 직류 차단기(100)의 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 접근하여 맞대어 접촉된다. 유도링(200)은 일측이 접지선(24)에 연결되어 있고, 직류 차단기(100)의 내부 일측면에 연결부재(101)에 의해 고정된다.
- [0046] 유도링(200)은 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 접촉되는 접점 지점에서 일정 거리 이격하여 둘러싸고 있다.
- [0047] 유도링(200)은 안쪽 테두리(202)를 따라 유도링(200)의 유도침(203)가 하나 이상이 형성되는데 유도링(200)의 유도침(203)의 개수에 따라 아크를 분해하고 흡수하는 형태가 달라지며, 바람직하게는 6개 정도가 바람직하다.
- [0048] 유도링(200)의 유도침(203)은 피뢰기의 원리를 이용하여 원뿔형으로 경사를 만들어 일측 끝단으로 갈수록 곡률 반경을 작게 형성한다.
- [0049] 유도링(200)의 유도침(203)은 일측 끝단이 뾰족한 형태로 유도링(200)의 안쪽 테두리(202)를 따라 일정 간격으로 복수개 형성한다.
- [0050] 직류 차단기(100)는 스위칭 컨트롤러 릴레이(15)로부터 동작 제어 신호를 수신하는 경우, 맞대어 있던 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 서로 분리된다.
- [0051] 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 분리될 때 전류 아크가 발생하게 되는데, 유도링(200)의 유도침(203)은 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)의 접점에서 발생하는 아크를 흡수 또는 유도하는 역할을 한다.
- [0052] 유도링(200)은 도 2에 도시된 바와 같이, 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 분리되면서 발생하는 아크를 유도링(200)의 유도침(203)으로 유도 또는 흡수하여 접지선(24), 제1 스위칭 접점(21), 고저항 임피던스(23)을 통과하여 흐르게 된다.
- [0053] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 아크 유도에 대한 개념을 설명하기 위한 도면이다.
- [0054] 도 4의 (a)는 직류 차단기(100)의 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 접촉되어 있는 모습이다. 도 4의 (b)는 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이의 접점 거리가 유도극(204)의 거리보다 짧은 경우이다.
- [0055] 도 4의 (b)는 직류 차단기(100)의 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 동작되어 분리되기 시작되면 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이에 흐르던 전류가 개폐 서지가 발생되고 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이에서 점화 현상이 발생한다.
- [0056] 여기서, 유도극(204)은 유도침(203)의 일측 끝단과 애노드 영역(110) 또는 캐소드 영역(120)의 사이의 거리를 나타낸다.
- [0057] 도 4의 (b) 이후에 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이의 접점 거리가 멀어질수록 아크의 세기가 점점 높아지게 된다.
- [0058] 도 4의 (c)는 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이의 접점 거리가 유도극(204)의 거리와 같은 경우이고, 도 4의 (d)는 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이의 접점 거리가 유도극(204)의 거리보다 길어지는 경우이다. 도 4의 (c)에서부터 개폐 서지인 아크가 유도링(200)의 뾰족한 형태의 유도침(203)으로 유도되기 시작한다.

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

- [0059] 아크가 유도되는 원리는 쿨롱의 법칙에 의해 해석이 가능하며, $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 에 의해 거리 제곱에 반 비례하는 힘이 작용하게 된다.
- [0060] 도 4의 (d)와 같이, 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이의 접점 거리가 유도극(204)의 거리보다 멀어졌을 경우, 쿨롱의 법칙에 의해 개폐 서지는 애노드 영역(110)과 유도링(200)의 유도침(203) 사이에 생기게 된다. 이러한 현상은 개폐 서지인 아크가 유도링(200)의 유도침(203)에 유도되는 모습으로 보여진다.
- [0061] 도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 직류 차단기의 접점 개극에 의해 생겨난 아크의 진행 방향을 유도링의

개수에 따라 비교한 도면이다.

- [0062] 도 5와 같이, 유도링(200)은 유도침(203)이 1개 형성된 타입이고, 도 6과 같이, 유도링(200)은 유도침(203)이 2개 형성된 타입이다.
- [0063] 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, (a)-(b)-(c)-(d) 순으로 직류 차단기(100)의 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이가 개방되면서 발생하는 아크의 진행 상황을 보여준다.
- [0064] 도 5의 (b)는 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이가 개방됨에 따라 아크가 발생한다. 도 5의 (c)는 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이의 접점 거리가 유도극(204)의 거리보다 커지는 시점부터 한 개의 유도링(200)의 유도침(203)으로 아크가 매우 집중되어 흐르는 상황을 볼 수 있다. 그 이후에 도 5의 (d)는 직류 차단기(100)의 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 완전히 개방되어 전류를 차단한다.
- [0065] 도 6의 (b)는 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이가 개방됨에 따라 아크가 발생한다. 도 6의 (c)는 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이의 접점 거리가 유도극(204)의 거리보다 커지는 시점부터 두 개의 유도링(200)의 유도침(203)으로 아크가 분배되어 흐르는 상황을 볼 수 있다. 그 이후에 도 6의 (d)는 직류 차단기(100)의 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 완전히 개방된다.
- [0066] 전술한 도 2는 직류 차단기(100)의 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이의 접점이 개극한 후 아크가 소멸까지의 모습을 나타낸 것이다.
- [0067] 유도링(200)의 유도침(203)이 6개로 형성하고 도 2의 (b)는 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이의 접점이 개방됨에 따라 아크가 발생한다. 도 2의 (c)는 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120) 사이의 접점 거리가 유도극(204)의 거리보다 커지는 시점부터 6개의 유도링(200)의 유도침(203)으로 아크가 분산되어 유도되는 것을 볼 수 있다. 그 이후에 도 2의 (d)는 직류 차단기(100)의 애노드 영역(110)과 캐소드 영역(120)이 완전히 개방되어 전류를 차단한다.
- [0068] 본 발명에서의 유도링(200)은 직류전원의 계통 사고에서 적용되고 있지만 이에 한정하지 않으며 교류전원의 계통 사고에도 적용할 수 있다.
- [0069] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예는 장치 및/또는 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 본 발명의 실시예의 구성에 대응하는 기능을 실현하기 위한 프로그램, 그 프로그램이 기록된 기록 매체 등을 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 앞서 설명한 실시예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 전문가라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다.
- [0070] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

- | | |
|----------------------|------------------|
| [0071] 10: 직류 차단 시스템 | 11: 전원부 |
| 12: 전원 인가 스위치 | 13: 직류선로 합성저항 |
| 14: 전류 검출기 | 15: 스위칭 컨트롤러 릴레이 |
| 16: 초전도소자 | 17: 사고 발생 스위치 |
| 18: 부하 | 20: 고속 인터럽트 |
| 21: 제1 스위칭 접점 | 22: 제2 스위칭 접점 |
| 23: 고저항 임피던스 | 24: 접지선 |
| 25: 접지단자 | 100: 직류 차단기 |
| 101: 연결부재 | 110: 애노드 영역 |
| 112: 제1 지지대 | 120: 캐소드 영역 |
| 122: 제2 지지대 | 200: 유도링 |

201: 공간

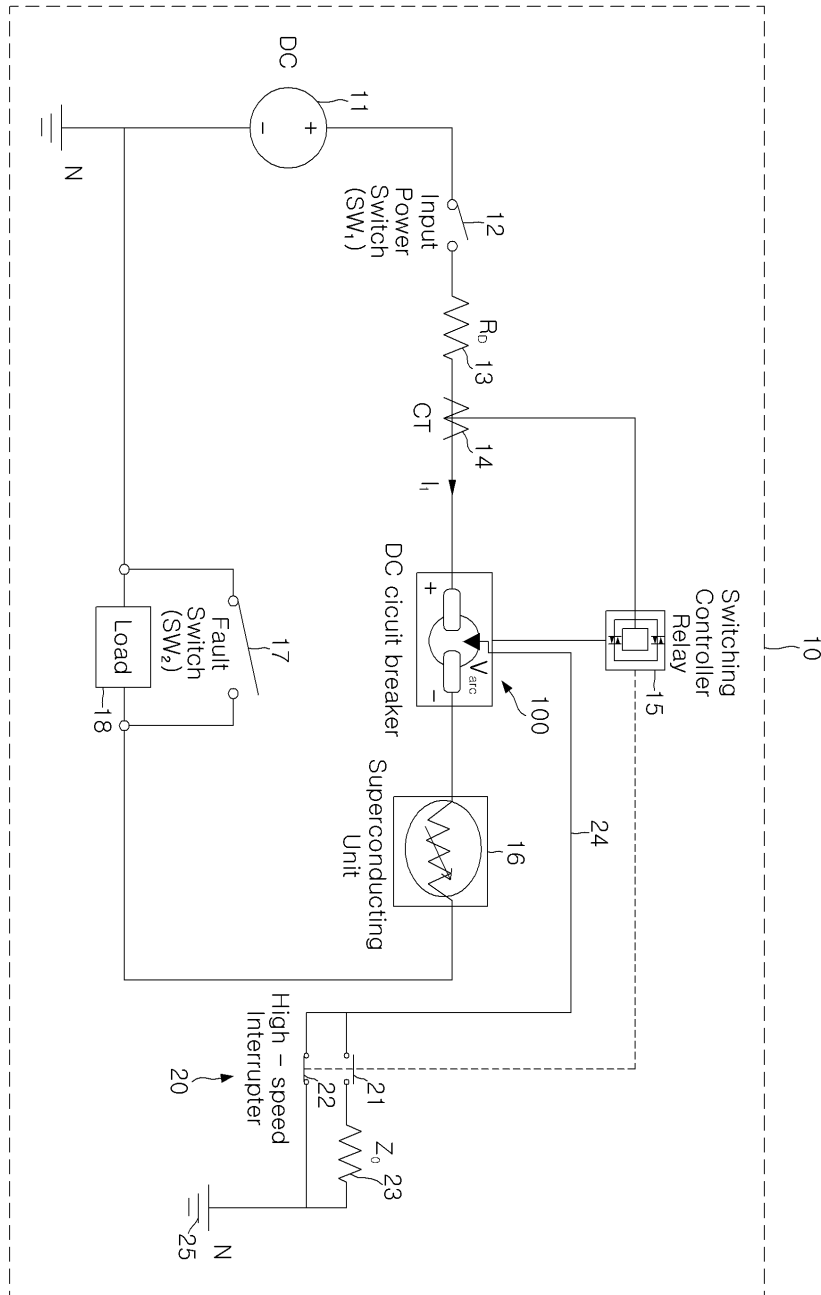
202: 안쪽 테두리

203: 유도침

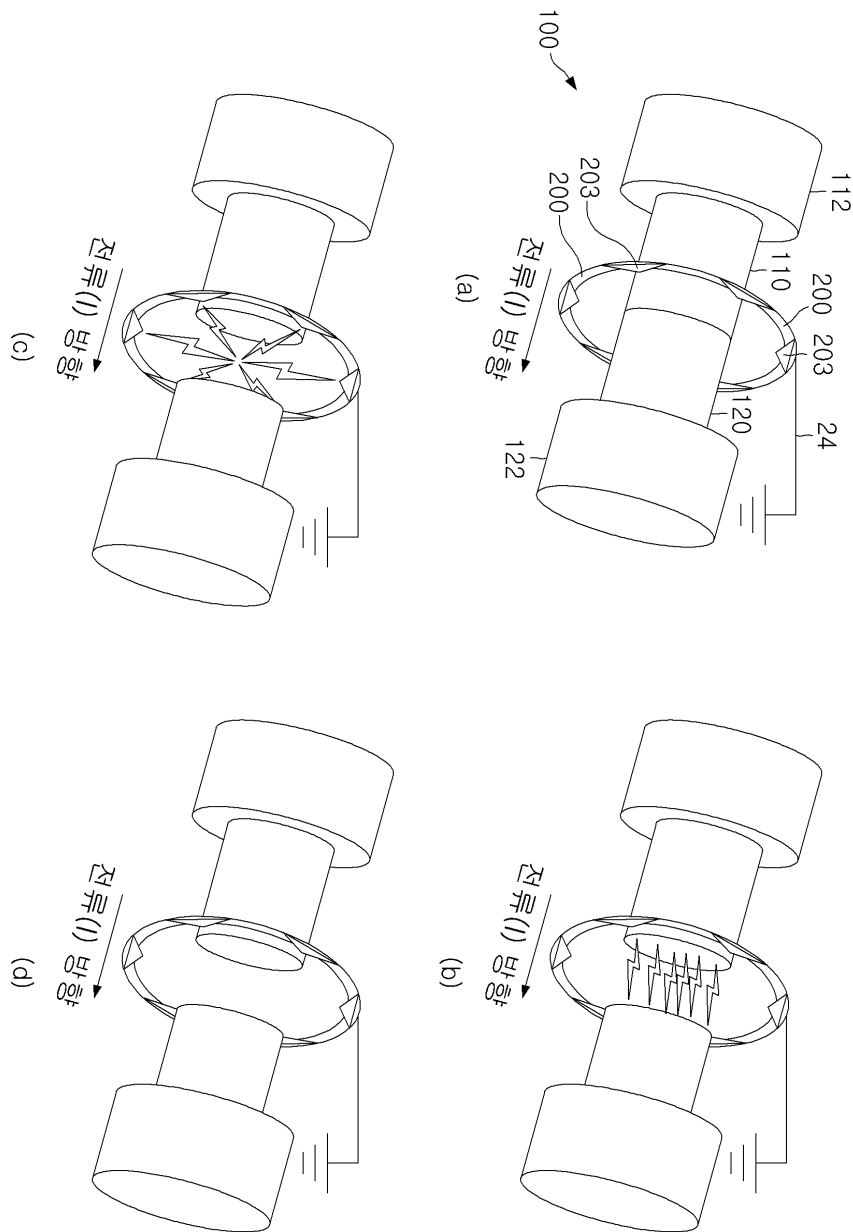
204: 유도극

도면

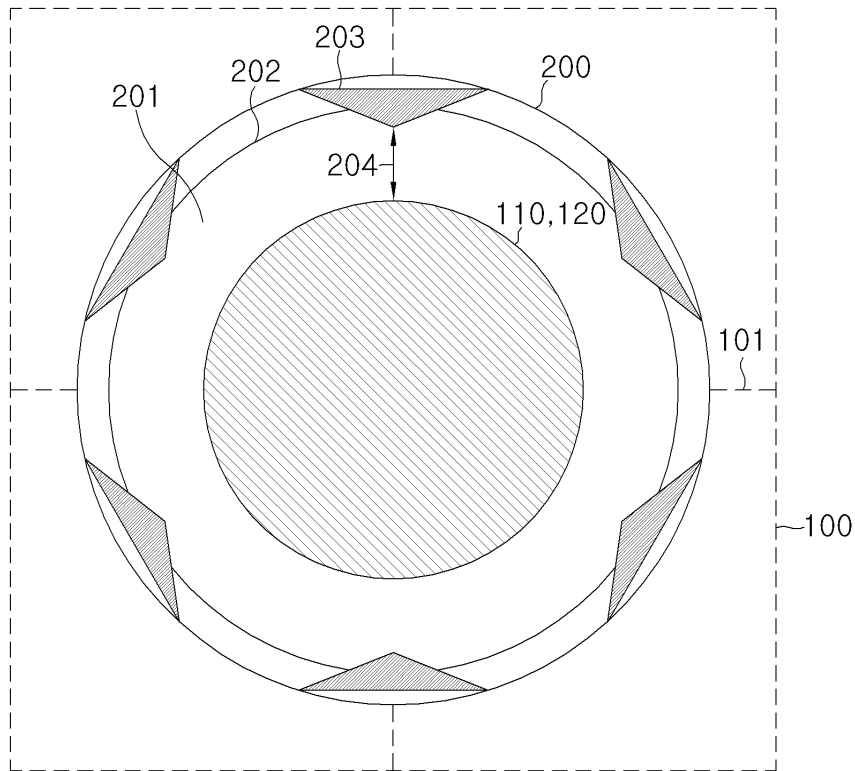
도면1



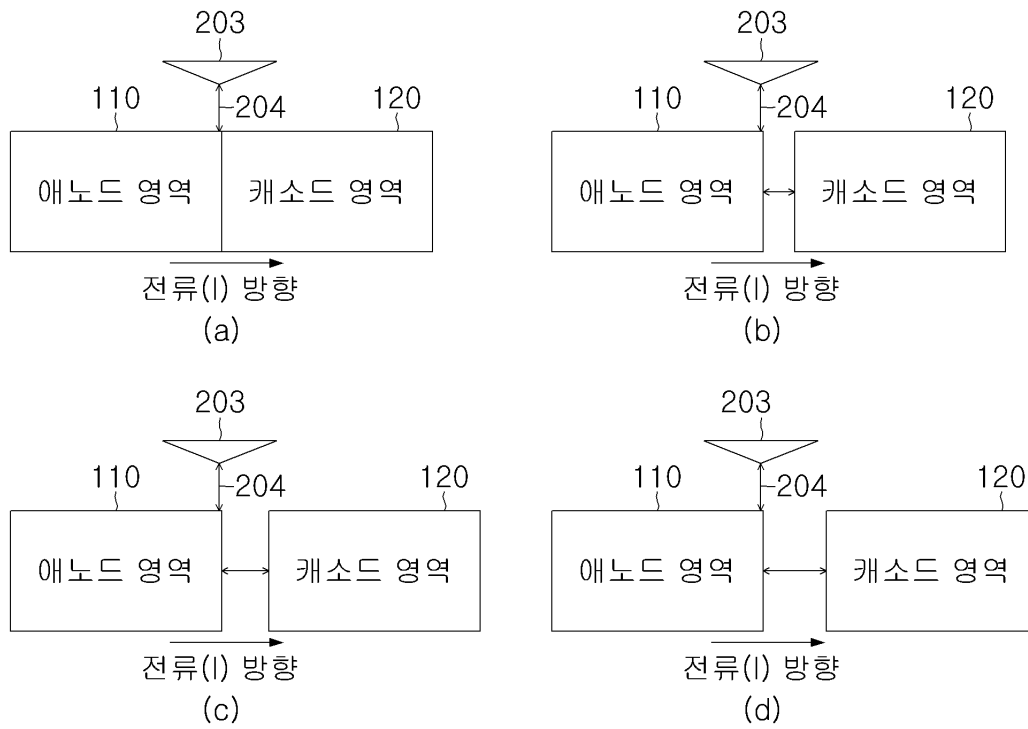
도면2



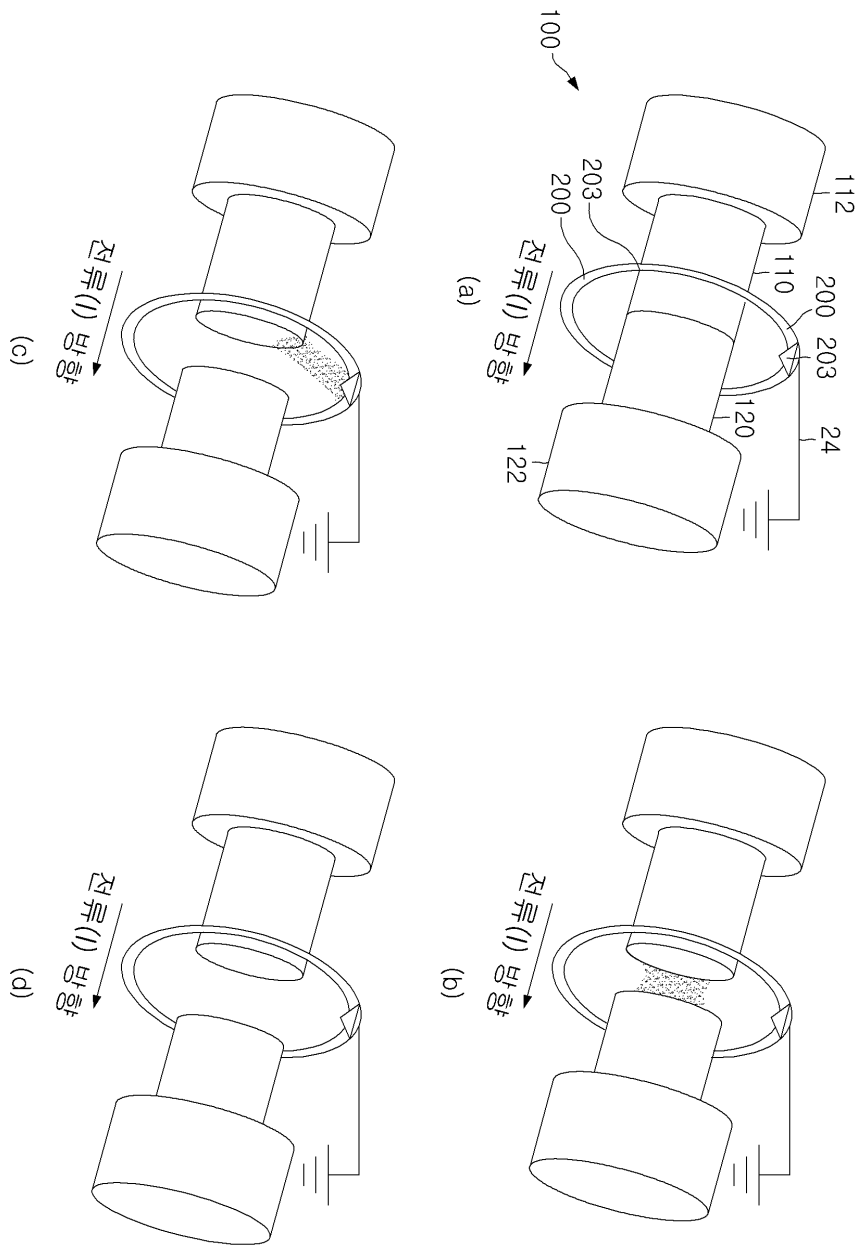
도면3



도면4



도면5



도면6

