(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0066576
(43) 공개일자 2021년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02H 9/02 (2006.01) *H02H 3/08* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02H 9/023 (2018.01)
H02H 3/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0155999
(22) 출원일자 2019년11월28일
심사청구일자 2019년11월28일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
최연옥
광주광역시 동구 용산3길 17, 303동 803호(용산동, 모아엘가 에듀파크)
김민창
광주광역시 동구 동계로 38(산수동, 무등산 그린웰로제비앙)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
함상혁

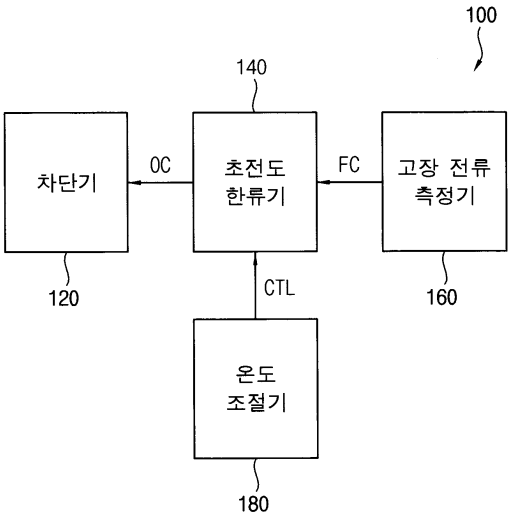
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **고장 전류 차단 시스템**

(57) 요 약

고장 전류 차단 시스템은 차단기, 초전도 한류기, 고장 전류 측정기 및 온도 조절기를 포함한다. 차단기는 적어도 하나의 분산 전원과 배전 계통 사이에 배치되고, 기준 차단 값보다 크거나 같은 과전류가 흐르면 적어도 하나의 분산 전원과 배전 계통 사이를 전기적으로 차단한다. 초전도 한류기는 차단기와 적어도 하나의 분산 전원 사이에 배치되고, 고장 발생 시 적어도 하나의 분산 전원으로부터 유입되는 고장 전류를 감소시켜 감소된 고장 전류를 과전류로서 차단기에 전달한다. 고장 전류 측정기는 초전도 한류기와 적어도 하나의 분산 전원 사이에 배치되어 고장 전류를 측정한다. 온도 조절기는 고장 전류와 기준 임계 값을 비교한 비교 결과를 도출하고, 상기 비교 결과에 따라 초전도 한류기의 온도를 조절한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H02J 3/382 (2013.01)
Y02E 40/60 (2020.08)
Y04S 10/20 (2020.08)
Y10S 505/85 (2013.01)
(72) 발명자
차화조
광주광역시 북구 대천로 195(문흥동, 현대아파트)
김태현
광주광역시 북구 부남길 33(문흥동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20184010201650
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	[고급]정책연계/융복합인력양성
연구과제명	건물 그린 리모델링을 위한 엔지니어링 및 시스템 고급트랙
기 여 율	1/1
과제수행기관명	조선대학교 산학협력단
연구기간	2019.03.01 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 분산 전원과 배전 계통 사이에 배치되고, 기준 차단 값보다 크거나 같은 과전류가 흐르면 상기 분산 전원과 상기 배전 계통 사이를 전기적으로 차단하는 차단기;

상기 차단기와 상기 분산 전원 사이에 배치되고, 고장 발생 시 상기 분산 전원으로부터 유입되는 고장 전류를 감소시켜 감소된 고장 전류를 상기 과전류로서 상기 차단기에 전달하는 초전도 한류기;

상기 초전도 한류기와 상기 분산 전원 사이에 배치되고, 상기 고장 전류를 측정하는 고장 전류 측정기; 및

상기 고장 전류와 기준 임계 값을 비교한 비교 결과를 도출하고, 상기 비교 결과에 따라 상기 초전도 한류기의 온도를 조절하는 온도 조절기를 포함하는 고장 전류 차단 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 초전도 한류기는 상기 고장 전류가 유입되지 않으면 초전도 상태를 유지하는 것을 특징으로 하는 고장 전류 차단 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 초전도 한류기는 상기 고장 전류가 유입되면 상기 초전도 상태에서 상전도 상태로 전이되는 것을 특징으로 하는 고장 전류 차단 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 초전도 한류기의 온도가 초전도 임계 온도보다 낮거나 같으면 상기 초전도 한류기는 초전도 상태를 유지하는 것을 특징으로 하는 고장 전류 차단 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 초전도 한류기의 상기 온도가 상기 초전도 임계 온도보다 높아지면 상기 초전도 한류기는 상기 초전도 상태에서 상전도 상태로 전이되는 것을 특징으로 하는 고장 전류 차단 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 온도 조절기는 상기 고장 전류가 상기 기준 임계 값보다 작으면 상기 초전도 한류기의 상기 온도를 초전도 임계 온도보다 낮거나 같게 유지시키는 것을 특징으로 하는 고장 전류 차단 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 온도 조절기는 상기 고장 전류가 상기 기준 임계 값보다 크거나 같으면 상기 초전도 한류기의 상기 온도를 상기 초전도 임계 온도보다 높게 상승시키는 것을 특징으로 하는 고장 전류 차단 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 고장 전류가 상기 기준 임계 값보다 작을 때, 상기 온도 조절기는 상기 고장 전류의 증가 속도가 기준 증가 속도보다 빠르거나 같으면 상기 기준 임계 값을 감소시키는 것을 특징으로 하는 고장 전류 차단 시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 고장 전류가 상기 기준 임계 값보다 작을 때, 상기 온도 조절기는 상기 고장 전류의 상기 증가 속도가 상기 기준 증가 속도보다 느리고 양(positive)의 변화율을 가지면 상기 기준 임계 값을 유지하는 것을 특징으로 하는 고장 전류 차단 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 고장 전류가 상기 기준 임계 값보다 작을 때, 상기 온도 조절기는 상기 고장 전류의 상기 증가 속도가 상기 기준 증가 속도보다 느리고 음(negative) 변화율을 가지면 상기 기준 임계 값을 증가시키는 것을 특징으로 하는 고장 전류 차단 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 고장 전류 차단 시스템에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 본 발명은 적어도 하나의 분산 전원(dispersed storage and generation; DSG)(예를 들어, 풍력 발전 시스템, 태양광 발전 시스템, 태양열 발전 시스템 등)에서 배전 계통으로 고장 전류가 유입되는 것을 방지하는 고장 전류 차단 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 분산 전원은 신재생 에너지원을 이용한 소규모 발전 시스템으로서 풍력, 태양광, 연료전지, 소수력, 가스엔진, 가스터빈 등이 실용화되고 있다. 일반적으로, 분산 전원은 에너지원의 효율적인 운용이나 전력품질 및 신뢰도의 유지 측면에서 배전 계통과 연계하여 운전된다. 최근, 배전 계통의 효율 향상과 효율적인 운영을 위한 스마트 그리드화로 다양한 분산 전원이 도입되고 있는데, 배전 계통에 연계된 대용량의 분산 전원이 배전 계통의 고장 전류 증가를 야기하고 있다. 이에, 고장 전류 차단을 위한 배전 계통과 분전 전원 사이에 배치되는 차단기의 용량을 증대시키는 것이 필요(즉, 종래의 차단기를 큰 용량의 차단기로 교체하는 것이 필요)하나, 종래의 차단기를 큰 용량의 차단기로 모두 교체하는 것은 시간과 비용적인 면에서 현실화되기 어렵다. 따라서, 차단기에 모선 분리, 직렬 리액터 적용과 같은 방식을 도입하고 있으나, 전력 공급의 신뢰도 저하, 평상시 손실 발생 등과 같은 문제가 야기되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 일 목적은 적어도 하나의 분산 전원(예를 들어, 풍력 발전 시스템, 태양광 발전 시스템, 태양열 발전 시스템 등)에서 배전 계통으로 고장 전류가 유입되는 것을 신속하게 방지할 수 있는 높은 차단 성능을 가진 고장 전류 차단 시스템을 제공하는 것이다. 다만, 본 발명의 목적은 상술한 목적으로 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예들에 따른 고장 전류 차단 시스템은 적어도 하나의 분산 전원과 배전 계통 사이에 배치되고, 기준 차단 값보다 크거나 같은 과전류가 흐르면 상기 분산 전원과 상기 배전 계통 사이를 전기적으로 차단하는 차단기, 상기 차단기와 상기 분산 전원 사이에 배치되고, 고장 발생 시 상기 분산 전원으로부터 유입되는 고장 전류를 감소시켜 감소된 고장 전류를 상기 과전류로서 상기 차단기에 전달하는 초전도 한류기, 상기 초전도 한류기와 상기 분산 전원 사이에 배치되고, 상기 고장 전류를 측정하는 고장 전류 측정기, 및 상기 고장 전류와 기준 임계 값을 비교한 비교 결과를 도출하고, 상기 비교 결과에 따라 상기 초전도 한류기의 온도를 조절하는 온도 조절기를 포함할 수 있다.

[0005] 일 실시예에 의하면, 상기 초전도 한류기는 상기 고장 전류가 유입되지 않으면 초전도 상태를 유지할 수 있다.

[0006] 일 실시예에 의하면, 상기 초전도 한류기는 상기 고장 전류가 유입되면 상기 초전도 상태에서 상전도 상태로 전이될 수 있다.

[0007] 일 실시예에 의하면, 상기 초전도 한류기의 온도가 초전도 임계 온도보다 낮거나 같으면 상기 초전도 한류기는 초전도 상태를 유지할 수 있다.

[0008] 일 실시예에 의하면, 상기 초전도 한류기의 상기 온도가 상기 초전도 임계 온도보다 높아지면 상기 초전도 한류기는 상기 초전도 상태에서 상전도 상태로 전이될 수 있다.

[0009] 일 실시예에 의하면, 상기 온도 조절기는 상기 고장 전류가 상기 기준 임계 값보다 작으면 상기 초전도 한류기

의 상기 온도를 초전도 임계 온도보다 낮거나 같게 유지시킬 수 있다.

[0010] 일 실시예에 의하면, 상기 온도 조절기는 상기 고장 전류가 상기 기준 임계 값보다 크거나 같으면 상기 초전도 한류기의 상기 온도를 상기 초전도 임계 온도보다 높게 상승시킬 수 있다.

[0011] 일 실시예에 의하면, 상기 고장 전류가 상기 기준 임계 값보다 작을 때, 상기 온도 조절기는 상기 고장 전류의 증가 속도가 기준 증가 속도보다 빠르거나 같으면 상기 기준 임계 값을 감소시킬 수 있다.

[0012] 일 실시예에 의하면, 상기 고장 전류가 상기 기준 임계 값보다 작을 때, 상기 온도 조절기는 상기 고장 전류의 상기 증가 속도가 상기 기준 증가 속도보다 느리고 양(positive)의 변화율을 가지면 상기 기준 임계 값을 유지할 수 있다.

[0013] 일 실시예에 의하면, 상기 고장 전류가 상기 기준 임계 값보다 작을 때, 상기 온도 조절기는 상기 고장 전류의 상기 증가 속도가 상기 기준 증가 속도보다 느리고 음(negative) 변화율을 가지면 상기 기준 임계 값을 증가시킬 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 실시예들에 따른 고장 전류 차단 시스템은 적어도 하나의 분산 전원과 배전 계통 사이에 배치되고 기준 차단 값보다 크거나 같은 과전류가 흐르면 적어도 하나의 분산 전원과 배전 계통 사이를 전기적으로 차단하는 차단기, 차단기와 적어도 하나의 분산 전원 사이에 배치되고 고장 발생 시 적어도 하나의 분산 전원으로부터 유입되는 고장 전류를 감소시켜 감소된 고장 전류를 과전류로서 차단기에 전달하는 초전도 한류기, 초전도 한류기와 적어도 하나의 분산 전원 사이에 배치되고 고장 전류를 측정하는 고장 전류 측정기 및 고장 전류와 기준 임계 값을 비교한 비교 결과를 도출하고 비교 결과에 따라 초전도 한류기의 온도를 조절하는 온도 조절기를 포함함으로써, 작은 용량의 차단기를 이용하면서도(즉, 종래의 차단기를 큰 용량의 차단기로 교체할 필요 없이) 적어도 하나의 분산 전원에서 배전 계통으로 고장 전류가 유입되는 것을 방지하는 높은 차단 성능을 확보할 수 있고, 적어도 하나의 분산 전원에서 배전 계통으로 유입되는 고장 전류의 크기에 따라 초전도 한류기의 온도를 추가적으로 조절하여 적어도 하나의 분산 전원에서 배전 계통으로 고장 전류가 유입되는 것을 신속하게 방지할 수 있다. 다만, 본 발명의 효과는 상술한 효과로 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 고장 전류 차단 시스템을 나타내는 블록도이다.

도 2는 도 1의 고장 전류 차단 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 도 1의 고장 전류 차단 시스템에 포함된 초전도 한류기의 상태 전이를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 도 1의 고장 전류 차단 시스템에서 초전도 한류기의 온도가 조절되는 일 예를 나타내는 순서도이다.

도 5는 도 1의 고장 전류 차단 시스템에서 기준 임계 값이 조절되는 일 예를 나타내는 순서도이다.

도 6은 도 1의 고장 전류 차단 시스템에서 기준 임계 값이 조절되는 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.

[0017] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0018] 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0019] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0020] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0021] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0022] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 고장 전류 차단 시스템을 나타내는 블록도이고, 도 2는 도 1의 고장 전류 차단 시스템을 설명하기 위한 도면이며, 도 3은 도 1의 고장 전류 차단 시스템에 포함된 초전도 한류기의 상태 전이를 설명하기 위한 도면이다.

[0024] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 고장 전류 차단 시스템(100)은 차단기(120), 초전도 한류기(140), 고장 전류 측정기(160) 및 온도 조절기(180)를 포함할 수 있다. 이 때, 도 2에 도시된 바와 같이, 고장 전류 차단 시스템(100)은 분산 전원(200)(예를 들어, 풍력 발전 시스템, 태양광 발전 시스템, 태양열 발전 시스템 등)과 배전 계통(300) 사이에 배치될 수 있다. 한편, 도 2에서는 하나의 분산 전원(200)만이 도시되어 있으나, 2이상의 분산 전원(200)들이 고장 전류 차단 시스템(100)에 연결될 수 있다. 다만, 설명의 편의를 위해 본 명세서에서는 하나의 분산 전원(200)을 기준으로 설명하기로 한다.

[0025] 차단기(120)는 분산 전원(200)과 배전 계통(300) 사이에 배치될 수 있다. 이 때, 차단기(120)는 기준 차단 값보다 크거나 같은 과전류(OC)가 흐르면 분산 전원(200)과 배전 계통(300) 사이를 전기적으로 차단하고, 기준 차단 값보다 작은 전류가 흐를 때(즉, 과전류(OC)가 흐르지 않을 때)에는 분산 전원(200)과 배전 계통(300) 사이를 전기적으로 차단하지 않을 수 있다. 이 때, 분산 전원(200)으로부터 유입되는 고장 전류(FC)가 초전도 한류기(140)에 의해 감소되어 차단기(120)로 유입(즉, 감소된 고장 전류(FC)가 과전류(OC)로서 차단기(120)로 유입)되기 때문에, 차단기(120)는 고장 전류(FC)가 직접적으로 차단기(120)에 유입되는 경우에 필요한 용량보다는 상대적으로 작은 용량을 가질 수 있다. 따라서, 고장 전류 차단 시스템(100)은 차단기(120)로서 이미 설치되어 있는 종래의 차단기를 그대로 이용하고, 초전도 한류기(140), 고장 전류 측정기(160) 및 온도 조절기(180)만을 새로이 설치하여 종래의 차단기에 연결하는 방식으로 구성될 수 있다. 이 경우, 고장 전류 차단 시스템(100)을 도입하기 위한 시간과 비용이 크게 절약될 수 있다.

[0026] 초전도 한류기(140)는 차단기(120)와 분산 전원(200) 사이에 배치될 수 있다. 이 때, 초전도 한류기(140)는 고장 발생 시 분산 전원(200)으로부터 유입되는 고장 전류(FC)를 감소시켜 감소된 고장 전류(FC)를 과전류(OC)로서 차단기(120)에 전달할 수 있다. 초전도 한류기(140)는 고장 전류(FC)가 유입되는지 여부 및 온도가 초전도임계 온도보다 높은지 여부에 따라 저항이 없는 상태(즉, 전력 손실이 없이 통전이 가능한 상태)에 해당하는 초전도 상태(10)와 저항이 존재하는 상태에 해당하는 상전도 상태(20) 사이를 전이할 수 있다. 즉, 초전도 한류기(140)는 특정한 온도(즉, 초전도 임계 온도) 이하에서 저항이 사라지고, 특정한 전류량(즉, 기준 임계 값) 이하에서 저항이 사라지는 초전도 임계 특성을 가질 수 있다. 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이, 초전도 한류기(140)는 고장 전류(FC)가 유입되지 않으면 초전도 상태(10)를 유지하고, 고장 전류(FC)가 유입되면 초전도 상태(10)에서 상전도 상태(20)로 전이되며, 고장 전류(FC)가 유입되다가 소멸되면 상전도 상태(20)에서 초전도 상태(10)로 전이될 수 있다. 또한, 도 3에 도시된 바와 같이, 초전도 한류기(140)의 온도가 초전도 임계 온도(예를 들어, 약 -200℃)보다 낮거나 같으면 초전도 한류기(140)는 초전도 상태(10)를 유지하고, 초전도 한류기(140)의

온도가 초전도 임계 온도보다 높아지면 초전도 한류기(140)는 초전도 상태(10)에서 상전도 상태(20)로 전이되며, 초전도 한류기(140)의 온도가 초전도 임계 온도보다 높았다가 낮아지면 초전도 한류기(140)는 상전도 상태(20)에서 초전도 상태(10)로 전이될 수 있다. 따라서, 고장 발생 시 분산 전원(200)으로부터 고장 전류(FC)가 유입되거나 및/또는 온도 조절기(180)에 의해 초전도 한류기(140)의 온도가 초전도 임계 온도보다 높아지는 경우, 초전도 한류기(140)는 저항이 존재하는 상태로 전이되고, 그에 따라, 전류를 제한(즉, 고장 전류(FC)를 감소시켜 감소된 고장 전류(FC) 즉, 과전류(OC)를 생성)할 수 있다.

[0027] 고장 전류 측정기(160)는 초전도 한류기(140)와 분산 전원(200) 사이에 배치될 수 있다. 이 때, 고장 전류 측정기(160)는 분산 전원(200)에서 초전도 한류기(140)로 유입되는 고장 전류(FC)를 측정할 수 있다. 실시예에 따라, 고장 전류 측정기(160)는 고장 전류(FC)의 크기뿐만 아니라 고장 전류(FC)의 증가 속도까지 도출할 수 있다. 이 경우, 고장 전류 측정기(160)는 고장 전류(FC)의 증가 속도는 물론 고장 전류(FC)의 증가 속도의 변화까지 파악할 수 있으므로, 고장 전류(FC)의 증가 속도가 양의 변화율을 갖는지(즉, 고장 전류(FC)의 증가 속도가 점점 빨라지는지) 또는 고장 전류(FC)의 증가 속도가 음의 변화율을 갖는지(즉, 고장 전류(FC)의 증가 속도가 점점 느려지는지)를 도출할 수 있다.

[0028] 온도 조절기(180)는 고장 전류(FC)와 기준 임계 값을 비교한 비교 결과를 도출하고, 상기 비교 결과에 따라 초전도 한류기(140)의 온도를 조절할 수 있다. 예를 들어, 초전도 한류기(140)가 극저온조 내부에 액체 질소가 담긴 구조를 갖는 경우, 극저온조 내부에서 액체 질소가 증발되어 생성된 기체 질소를 극저온조 외부로 신속히 방출하여 압력을 낮추는 방식으로 온도를 감소시키고, 극저온조 내부에서 액체 질소를 증발시켜 기체 질소를 생성하여 압력을 높이는 방식으로 온도를 증가시킬 수 있다. 다만, 이것은 예시적인 것으로서, 초전도 한류기(140)의 구조 및 그에 따른 초전도 한류기(140)의 온도 조절이 이에 한정되지 않는다. 한편, 온도 조절기(180)는 고장 전류(FC)가 기준 임계 값보다 작으면 초전도 한류기(140)의 온도를 초전도 임계 온도보다 낮거나 같게 유지시킬 수 있다. 이 경우, 초전도 한류기(140)의 온도가 초전도 임계 온도 이하이므로, 초전도 한류기(140)의 저항 값은 고장 전류(FC)의 크기에 의해서만 결정될 수 있다. 반면에, 온도 조절기(180)는 고장 전류(FC)가 기준 임계 값보다 크거나 같으면 초전도 한류기(140)의 온도를 초전도 임계 온도보다 높게 상승시킬 수 있다. 이 경우, 초전도 한류기(140)의 온도가 초전도 임계 온도 초과이므로, 초전도 한류기(140)의 저항 값은 고장 전류(FC)의 크기와 초전도 한류기(140)의 온도에 의해 결정될 수 있다. 즉, 초전도 한류기(140)의 저항 값이 상대적으로 신속하게 증가할 수 있다.

[0029] 일 실시예에서, 고장 전류(FC)가 기준 임계 값보다 작을 때(즉, 초전도 한류기(140)의 온도가 초전도 임계 온도보다 낮거나 같게 유지될 때), 온도 조절기(180)는 고장 전류(FC)의 증가 속도가 기준 증가 속도보다 빠르거나 같으면 기준 임계 값을 감소시킬 수 있다. 다시 말하면, 분산 전원(200)에서 유입되는 고장 전류(FC)의 증가 속도가 빨라 초전도 한류기(140)의 저항 값을 신속하게 증가시켜 배선 계통(300)을 빠르게 보호하는 것이 필요할 때, 온도 조절기(180)는 기준 임계 값을 감소시켜 초전도 한류기(140)의 온도 상승을 앞당기고, 그에 따라, 초전도 한류기(140)의 저항 값을 신속하게 증가시키는 것이다. 또한, 고장 전류(FC)가 기준 임계 값보다 작을 때(즉, 초전도 한류기(140)의 온도가 초전도 임계 온도보다 낮거나 같게 유지될 때), 온도 조절기(180)는 고장 전류(FC)의 증가 속도가 기준 증가 속도보다 느리고 양(positive)의 변화율을 가지면 기준 임계 값을 유지할 수 있다. 다시 말하면, 분산 전원(200)에서 유입되는 고장 전류(FC)의 증가 속도가 느리지만 점점 빨라지는 추세일 때에는, 초전도 한류기(140)의 저항 값을 고장 전류(FC)의 크기에 맞춰 증가시키기 위해 온도 조절기(180)는 기준 임계 값을 유지시키는 것이다. 나아가, 고장 전류(FC)가 기준 임계 값보다 작을 때(즉, 초전도 한류기(140)의 온도가 초전도 임계 온도보다 낮거나 같게 유지될 때), 온도 조절기(180)는 고장 전류(FC)의 증가 속도가 기준 증가 속도보다 느리고 음(negative) 변화율을 가지면 기준 임계 값을 증가시킬 수 있다. 다시 말하면, 분산 전원(200)에서 유입되는 고장 전류(FC)의 증가 속도가 느릴 뿐만 아니라 점점 느려지는 추세일 때에는, 초전도 한류기(140)의 온도 상승에 따른 초전도 한류기(140)의 저항 값 증가가 불필요하므로, 온도 조절기(180)는 기준 임계 값을 증가시키는 것이다.

[0030] 이와 같이, 고장 전류 차단 시스템(100)은 적어도 하나의 분산 전원(200)과 배전 계통(300) 사이에 배치되고 기준 차단 값보다 크거나 같은 과전류가 흐르면 적어도 하나의 분산 전원(200)과 배전 계통(300) 사이를 전기적으로 차단하는 차단기(120), 차단기(120)와 적어도 하나의 분산 전원(200) 사이에 배치되고 고장 발생 시 적어도 하나의 분산 전원(200)으로부터 유입되는 고장 전류(FC)를 감소시켜 감소된 고장 전류(FC)를 과전류(OC)로서 차단기(120)에 전달하는 초전도 한류기(140), 초전도 한류기(140)와 적어도 하나의 분산 전원(200) 사이에 배치되고 고장 전류(FC)를 측정하는 고장 전류 측정기(160) 및 고장 전류(FC)와 기준 임계 값을 비교한 비교 결과를 도출하고 비교 결과에 따라 초전도 한류기(140)의 온도를 조절하는 온도 조절기(180)를 포함함으로써, 작은 용

량의 차단기(120)를 이용하면서도(즉, 종래의 차단기를 큰 용량의 차단기로 교체할 필요 없이) 적어도 하나의 분산 전원(200)에서 배전 계통(300)으로 고장 전류(FC)가 유입되는 것을 방지하는 높은 차단 성능을 확보할 수 있고, 적어도 하나의 분산 전원(200)에서 배전 계통(300)으로 유입되는 고장 전류(FC)의 크기에 따라 초전도 한류기(140)의 온도를 추가적으로 조절하여 적어도 하나의 분산 전원(200)에서 배전 계통(300)으로 고장 전류(FC)가 유입되는 것을 신속하게 방지할 수 있다.

[0031] 도 4는 도 1의 고장 전류 차단 시스템에서 초전도 한류기의 온도가 조절되는 일 예를 나타내는 순서도이다.

[0032] 도 4를 참조하면, 고장 전류 차단 시스템(100)은 분산 전원(200)에서 유입되는 고장 전류(FC)를 측정(S120)하고, 분산 전원(200)에서 유입되는 고장 전류(FC)가 기준 임계 값보다 작은지 여부를 판단(S140)할 수 있다. 이 때, 분산 전원(200)에서 유입되는 고장 전류(FC)가 기준 임계 값보다 작은 경우, 고장 전류 차단 시스템(100)은 초전도 한류기(140)의 온도를 초전도 임계 온도보다 낮거나 같게 유지시킬 수 있다. 다시 말하면, 분산 전원(200)에서 유입되는 고장 전류(FC)가 기준 임계 값보다 작은 경우, 고장 전류 차단 시스템(100)은 초전도 한류기(140)의 온도 상승에 따른 초전도 한류기(140)의 저항 값 증가를 유도하지 않는 것이다. 따라서, 분산 전원(200)에서 유입되는 고장 전류(FC)가 기준 임계 값보다 작은 경우에는 초전도 한류기(140)의 저항 값은 고장 전류(FC)의 크기에 의해서만 결정될 수 있다. 반면에, 분산 전원(200)에서 유입되는 고장 전류(FC)가 기준 임계 값보다 크거나 같은 경우, 고장 전류 차단 시스템(100)은 초전도 한류기(140)의 온도를 초전도 임계 온도보다 높게 상승시킬 수 있다. 다시 말하면, 분산 전원(200)에서 유입되는 고장 전류(FC)가 기준 임계 값보다 크거나 같은 경우, 고장 전류 차단 시스템(100)은 초전도 한류기(140)의 온도 상승에 따른 초전도 한류기(140)의 저항 값 증가를 유도하는 것이다. 따라서, 분산 전원(200)에서 유입되는 고장 전류(FC)가 기준 임계 값보다 작은 경우에는 초전도 한류기(140)의 저항 값은 고장 전류(FC)의 크기와 초전도 한류기(140)의 온도에 의해 결정될 수 있다. 그 결과, 초전도 한류기(140)의 저항 값이 상대적으로 신속하게 증가할 수 있고, 그에 따라, 분산 전원(200)에서 배전 계통(300)으로 고장 전류(FC)가 유입되는 것이 신속하게 방지될 수 있다. 이와 같이, 고장 전류 차단 시스템(100)은 분산 전원(200)에서 배전 계통(300)으로 유입되는 고장 전류(FC)의 크기에 따라 초전도 한류기(140)의 온도를 추가적으로 조절함으로써 분산 전원(200)에서 배전 계통(300)으로 고장 전류(FC)가 유입되는 것을 신속하게 방지할 수 있다.

[0033] 도 5는 도 1의 고장 전류 차단 시스템에서 기준 임계 값이 조절되는 일 예를 나타내는 순서도이고, 도 6은 도 1의 고장 전류 차단 시스템에서 기준 임계 값이 조절되는 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0034] 도 5 및 도 6을 참조하면, 고장 전류 차단 시스템(100)은 분산 전원(200)에서 유입되는 고장 전류(FC)의 증가 속도(DIC)를 도출(S210)하고, 상기 고장 전류(FC)의 증가 속도(DIC)가 기준 증가 속도보다 느린지 여부를 판단(S220)할 수 있다. 이 때, 상기 고장 전류(FC)의 증가 속도(DIC)가 기준 증가 속도보다 빠르거나 같으면, 고장 전류 차단 시스템(100)은 기준 임계 값(RCV)을 감소(S230)(즉, DEC로 표시)시킬 수 있다. 이 경우, 기준 임계 값(RCV)이 감소됨에 따라 고장 전류(FC)가 빠르게 기준 임계 값(RCV)보다 커질 수 있고, 그에 따라, 초전도 한류기(140)의 온도 상승이 앞당겨져 초전도 한류기(140)의 저항 값이 신속하게 증가될 수 있다. 다시 말하면, 상기 고장 전류(FC)의 증가 속도가 빠르면, 고장 전류 차단 시스템(100)은 초전도 한류기(140)의 저항 값을 신속하게 증가시켜 배선 계통(300)을 빠르게 보호하는 것이다. 반면에, 상기 고장 전류(FC)의 증가 속도(DIC)가 기준 증가 속도보다 느리면, 고장 전류 차단 시스템(100)은 상기 고장 전류(FC)의 증가 속도(DIC)가 양의 변화율을 갖는지 여부를 판단(S240)할 수 있다. 이 때, 상기 고장 전류(FC)의 증가 속도(DIC)가 양의 변화율을 가지면, 고장 전류 차단 시스템(100)은 기준 임계 값(RCV)을 유지(S250)시킬 수 있다. 다시 말하면, 상기 고장 전류(FC)의 증가 속도가 느리지만 점점 빨라지는 추세일 때에는, 초전도 한류기(140)의 저항 값을 고장 전류(FC)의 크기에 맞춰 증가시키기 위해 고장 전류 차단 시스템(100)은 기준 임계 값(RCV)을 유지시키는 것이다. 반면에, 상기 고장 전류(FC)의 증가 속도(DIC)가 양의 변화율을 가지지 않으면(즉, 상기 고장 전류(FC)의 증가 속도(DIC)가 음의 변화율을 가지면), 고장 전류 차단 시스템(100)은 기준 임계 값(RCV)을 증가(S260)(즉, INC로 표시)시킬 수 있다. 이 경우, 기준 임계 값(RCV)이 증가됨에 따라 고장 전류(FC)가 느리게 기준 임계 값(RCV)보다 커질 수 있고, 그에 따라, 초전도 한류기(140)의 온도 상승이 늦춰질 수 있다. 다시 말하면, 상기 고장 전류(FC)의 증가 속도가 느릴 뿐만 아니라 점점 느려지는 추세일 때에는, 초전도 한류기(140)의 온도 상승에 따른 초전도 한류기(140)의 저항 값 증가가 불필요하므로, 고장 전류 차단 시스템(100)은 기준 임계 값(RCV)을 증가시키는 것이다. 이와 같이, 고장 전류 차단 시스템(100)은 분산 전원(200)에서 배전 계통(300)으로 유입되는 고장 전류(FC)의 크기에 따라 초전도 한류기(140)의 온도를 추가적으로 조절함으로써 분산 전원(200)에서 배전 계통(300)으로 고장 전류(FC)가 유입되는 것을 신속하게 방지할 수 있다.

산업상 이용가능성

[0035] 본 발명은 적어도 하나의 분산 전원(예를 들어, 풍력 발전 시스템, 태양광 발전 시스템, 태양열 발전 시스템 등)과 배전 계통 사이에 설치되는 고장 전류 차단 시스템에 광범위하게 적용될 수 있다. 한편, 이상에서는 본 발명에 대하여 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 아래 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0036] 10: 초전도 상태 20: 상전도 상태

100: 고장 전류 차단 시스템 120: 차단기

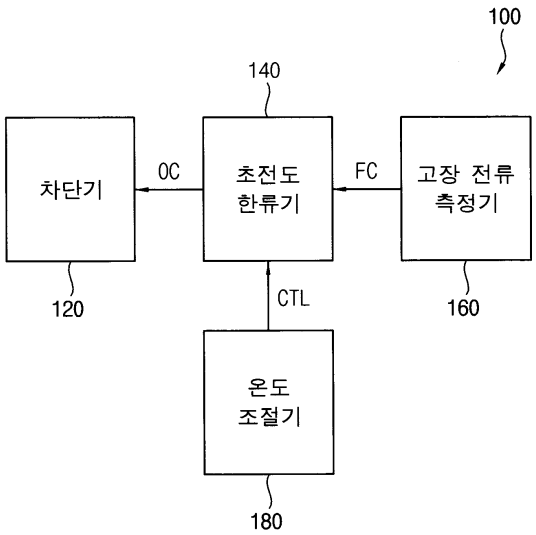
140: 초전도 한류기 160: 고장 전류 측정기

180: 온도 조절기 200: 분산 전원

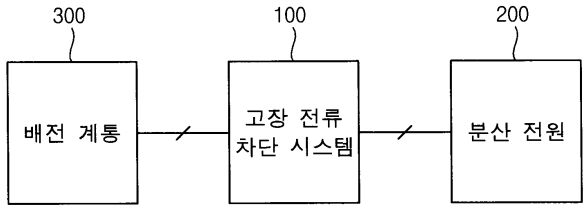
300: 배전 계통

도면

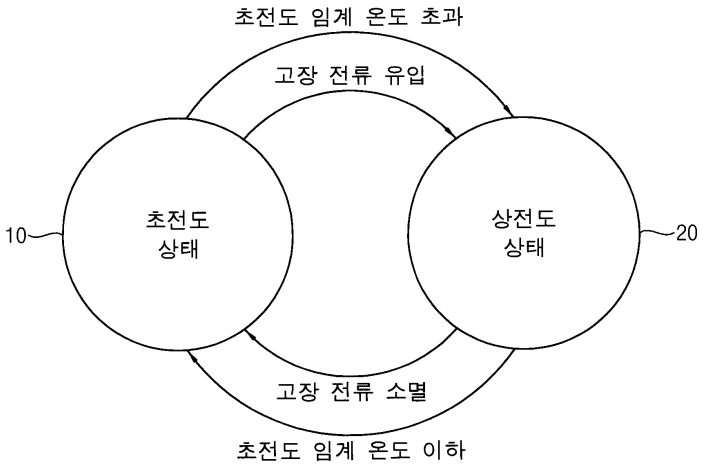
도면1



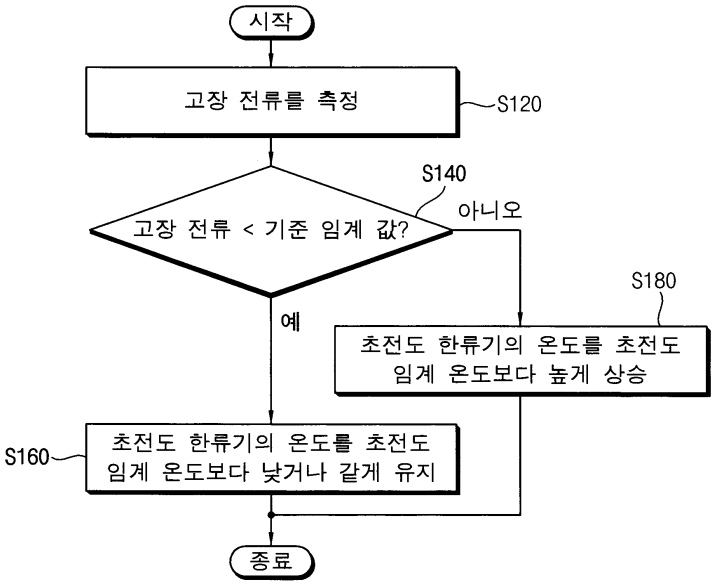
도면2



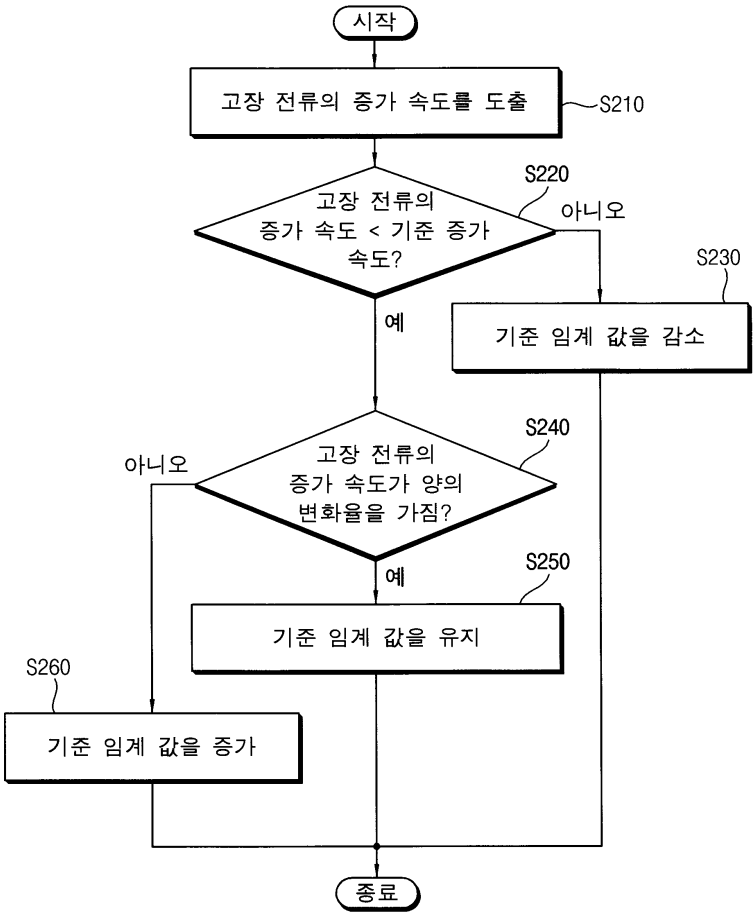
도면3


초전도 임계 온도 초과
고장 전류 유입
초전도
상태
10
상전도
상태
20
고장 전류 소멸
초전도 임계 온도 이하

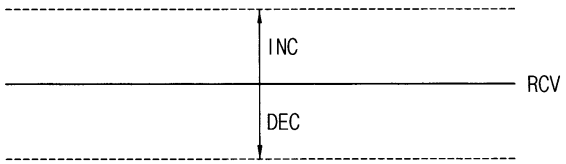
도면4

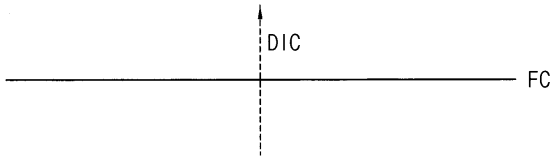

시작
고장 전류를 측정
S120
S140
고장 전류 < 기준 임계 값?
아니오
예
S180
초전도 한류기의 온도를 초전도
임계 온도보다 높게 상승
S160
초전도 한류기의 온도를 초전도
임계 온도보다 낮거나 같게 유지
종료

도면5


시작
고장 전류의 증가 속도를 도출
S210
S220
고장 전류의 증가 속도 < 기준 증가 속도?
아니오
S230
기준 임계 값을 감소
예
S240
고장 전류의 증가 속도가 양의 변화율을 가짐?
아니오
예
S250
기준 임계 값을 유지
S260
기준 임계 값을 증가
종료

도면6


INC
RCV
DEC


DIC
FC