



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0040859
(43) 공개일자 2020년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02H 9/02 (2006.01) H02H 7/12 (2006.01)
H02J 3/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02H 9/02 (2013.01)
H02H 7/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7008288
(22) 출원일자(국제) 2018년09월11일
심사청구일자 2020년03월20일
(85) 번역문제출일자 2020년03월20일
(86) 국제출원번호 PCT/CN2018/104949
(87) 국제공개번호 WO 2019/119886
국제공개일자 2019년06월27일
(30) 우선권주장
201711381798.9 2017년12월20일 중국(CN)

(71) 출원인
엔알 일렉트릭 컴퍼니 리미티드
중국 211102 장쑤 난징 장닝 쑤위안 애베뉴 넘버 69
엔알 엔지니어링 컴퍼니 리미티드
중국 211102 장쑤 난징 장닝 쑤위안 애베뉴 넘버 69
(72) 발명자
판, 레이
중국 211102 장쑤 난징 장닝 쑤위안 애비뉴 넘버 69
텐, 제
중국 211102 장쑤 난징 장닝 쑤위안 애비뉴 넘버 69
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 임규빈, 백만기

전체 청구항 수 : 총 18 항

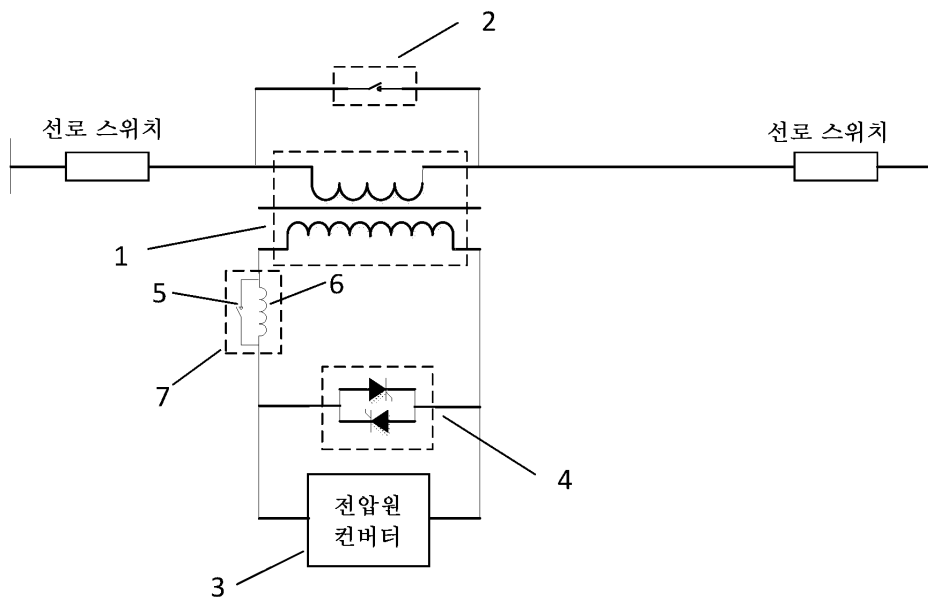
(54) 발명의 명칭 직렬 보상기 및 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 직렬 보상기 및 제어 방법을 제공하고, 직렬 보상기는 직렬 변압기, 직렬 변압기 바이패스 설비, 전압원 컨버터, 컨버터 고속 바이패스 설비, 고속 스위치 및 리액터를 포함하되, 상기 리액터와 상기 고속 스위치는 병렬 연결되어 전류 제한 모듈을 구성하고, 상기 직렬 변압기 중 일측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되며, 타

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



측 권선은 상기 전류 제한 모듈 및 상기 컨버터 고속 바이패스 설비에 순차적으로 연결되고, 상기 전압원 컨버터와 컨버터 고속 바이패스 설비는 병렬 연결되며, 상기 직렬 변압기의 적어도 일측 권선의 양단은 적어도 하나의 상기 직렬 변압기 바이패스 설비에 병렬 연결된다. 본 발명의 직렬 보상기는 전류 제한 모듈에 간접적으로 투입되어 시스템의 단락 전류를 효과적으로 제한할 수 있고, 보상기가 받는 고장 전류를 감소시키며, 교류 시스템 및 직렬 보상기의 신뢰성을 향상시키고, 또한 전류 제한 모듈의 전압 레벨은 낮고, 고속 스위치의 차단 전류는 작아, 비교적 양호한 공학적 실용성을 가진다.

(52) CPC특허분류

H02J 3/001 (2020.01)

(72) 발명자

차오, 둥밍

중국 211102 장쑤 난징 장닝 쑤위안 애비뉴 넘버 69

둥, 원룽

중국 211102 장쑤 난징 장닝 쑤위안 애비뉴 넘버 69

저우, 치원

중국 211102 장쑤 난징 장닝 쑤위안 애비뉴 넘버 69

황, 뤼하이

중국 211102 장쑤 난징 장닝 쑤위안 애비뉴 넘버 69

딩, 핑핑

중국 211102 장쑤 난징 장닝 쑤위안 애비뉴 넘버 69

명세서

청구범위

청구항 1

직렬 보상기로서,

직렬 변압기, 적어도 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비, 전압원 컨버터, 적어도 하나의 컨버터 고속 바이패스 설비, 적어도 하나의 고속 스위치 및 적어도 하나의 리액터를 포함하되;

상기 리액터와 상기 고속 스위치는 병렬 연결되어 전류 제한 모듈을 구성하고;

상기 직렬 변압기 중 일측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되며; 타측 권선은 상기 전류 제한 모듈 및 상기 컨버터 고속 바이패스 설비에 순차적으로 연결되고; 상기 전압원 컨버터와 컨버터 고속 바이패스 설비는 병렬 연결되며; 상기 직렬 변압기의 적어도 일측 권선의 양단은 적어도 하나의 상기 직렬 변압기 바이패스 설비에 병렬 연결되는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 직렬 변압기는 단상 변압기이고, 상기 직렬 변압기의 제1측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되며; 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 제1단은 상기 전류 제한 모듈의 제1단에 연결되고, 상기 전류 제한 모듈의 제2단은 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 제1단에 연결되며; 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 제2단은 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 제2단에 연결되고; 상기 전압원 컨버터의 제1 출력단은 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 제1단과 연결되고, 상기 전압원 컨버터의 제2 출력단은 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 제2단과 연결되는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 직렬 변압기는 3상 변압기이고, 상기 직렬 변압기의 제1측 권선 3상의 양단은 각각 3상 교류 선로에 직렬 접속되며; 상기 직렬 변압기의 제2측 권선은 성형 결선 방식이고, 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 출력단 3상은 각각 상기 전류 제한 모듈의 제1단의 3상에 연결되며, 상기 전류 제한 모듈의 제2단의 3상은 각각 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 제1단의 3상에 연결되고, 컨버터 고속 바이패스 설비의 제2단의 3상은 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 중성선에 연결되며; 상기 전압원 컨버터의 3상 교류 출력측은 상기 전류 제한 모듈의 제2단의 3상에 연결되는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 직렬 변압기는 3상 변압기이고, 상기 직렬 변압기의 제1측 권선 3상의 양단은 각각 3상 교류 선로에 직렬 접속되며; 상기 직렬 변압기의 제2측 권선은 델타 결선 방식이고, 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 3상 권선은 엔드 투 엔드로 순차적으로 연결되어 각형 구조를 구성하여 3상 출력단을 형성하며, 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 3상 출력단은 각각 상기 전류 제한 모듈의 제1단의 3상에 연결되고, 상기 전류 제한 모듈의 제2단의 3상은 각각 상기 전압원 컨버터의 교류 출력단의 3상에 연결되며; 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 3상 설비는 엔드 투 엔드로 순차적으로 연결되어 각형 구조를 구성하여 3상 출력단을 형성하고, 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 3상 출력단은 각각 상기 전압원 컨버터의 교류 출력단의 3상과 연결되는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전류 제한 모듈은 적어도 하나의 커패시터를 더 포함하되; 상기 커패시터와 상기 리액터는 병렬 연결되어

임피던스 유닛을 이루고, 상기 임피던스 유닛은 다시 상기 고속 스위치와 병렬 연결되어 전류 제한 모듈을 구성하는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 직렬 변압기의 제1측 권선의 일단은 차단기를 통해 상기 바이패스 설비의 일단과 연결되고, 타단은 분리 나이프 스위치를 통해 상기 바이패스 설비의 타단과 연결되거나; 또는 상기 직렬 변압기에서 선로 접속측 권선의 양단은 각각 차단기를 통해 상기 바이패스 설비의 양단과 연결되는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 직렬 변압기의 적어도 일측 권선의 양단은 적어도 하나의 과전압 보호 설비에 병렬 연결되고; 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 양단은 적어도 하나의 과전압 보호 설비에 병렬 연결되는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 과전압 보호 설비는 피뢰기 및 스파크 갭을 포함하는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 직렬 변압기 바이패스 설비는 기계 바이패스 스위치이거나, 또는 전력 전자 설비로 구성된 바이패스 스위치이고; 상기 컨버터 고속 바이패스 설비는 고속 기계 바이패스 스위치이거나, 또는 전력 전자 설비로 구성된 고속 바이패스 스위치이고; 상기 고속 스위치는 기계 스위치이거나, 또는 전력 전자 설비로 구성된 스위치인 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기.

청구항 10

제3항에 있어서,

상기 직렬 변압기는 제3측 권선을 포함하되, 제3측 권선 중 1상 권선은 하나의 리액터와 직렬 연결되고, 다시 다른 2상의 권선과 앤드 투 앤드로 순차적으로 연결되어 각형 구조를 구성하여 3상 출력단을 형성하는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기.

청구항 11

제3항에 있어서,

상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 중성선은 직접 접지되거나, 또는 저항을 통해 전기 접지되거나, 또는 리액터를 통해 접지되는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기.

청구항 12

직렬 보상기로서,

하나의 직렬 변압기, 적어도 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비, 전압원 컨버터, 적어도 하나의 컨버터 고속 바이패스 설비, N개의 고속 스위치 및 N개의 리액터를 포함 - N은 자연수이고, 또한 1보다 큼 - 하되;

상기 N개의 리액터는 각각 상기 N개의 고속 스위치와 병렬 연결되고, 각각의 리액터는 하나의 고속 스위치와 병렬 연결되어 하나의 전류 제한 모듈을 구성하여, 총 N개의 전류 제한 모듈을 구성하며; 상기 N개의 전류 제한 모듈은 순차적으로 직렬 연결되어 하나의 전류 제한 모듈 그룹을 구성하고;

상기 직렬 변압기 중 일측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되고; 타측 권선은 상기 전류 제한 모듈 그룹 및 상기 컨버터 고속 바이패스 설비에 순차적으로 연결되고; 상기 전압원 컨버터와 컨버터 고속 바이패스 설비는 병

렬 연결되고; 상기 직렬 변압기의 적어도 일측 권선의 양단은 적어도 하나의 상기 직렬 변압기 바이패스 설비에 병렬 연결되는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 직렬 보상기는 N개의 커패시터를 더 포함하고, 상기 N개의 리액터는 각각 상기 N개의 커패시터와 병렬 연결되며, 각각의 리액터는 하나의 커패시터와 병렬 연결되어 하나의 임피던스 유닛을 구성하여, 총 N개의 임피던스 유닛을 구성하고; 상기 N개의 임피던스 유닛은 각각 상기 N개의 고속 스위치와 병렬 연결되고, 각각의 임피던스 유닛은 하나의 고속 스위치와 병렬 연결되어 하나의 전류 제한 모듈을 구성하여, 총 N개의 전류 제한 모듈을 구성하는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기.

청구항 14

종합 조류 제어기로서,

직렬측 부분과 병렬측 부분을 포함하되;

상기 종합 조류 제어기의 직렬측 부분은 직렬 변압기, 적어도 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비, 전압원 컨버터, 적어도 하나의 컨버터 고속 바이패스 설비, 적어도 하나의 고속 스위치 및 적어도 하나의 리액터를 포함하되; 상기 리액터와 상기 고속 스위치는 병렬 연결되어 전류 제한 모듈을 구성하고; 상기 직렬 변압기 중 일측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되며; 타측 권선은 상기 전류 제한 모듈 및 상기 컨버터 고속 바이패스 설비에 순차적으로 연결되고; 상기 전압원 컨버터와 컨버터 고속 바이패스 설비는 병렬 연결되며; 상기 직렬 변압기의 적어도 일측 권선의 양단은 적어도 하나의 상기 직렬 변압기 바이패스 설비에 병렬 연결되고;

상기 종합 조류 제어기의 병렬측 부분은 병렬 변압기, 전압원 컨버터, 작동 회로 및 교류 차단기를 포함하되; 상기 작동 회로는 저항과 분리 나이프 스위치가 병렬 연결되어 구성되거나 또는 저항과 차단기가 병렬 연결되어 구성되고;

상기 종합 조류 제어기의 병렬측 부분 및 직렬측 부분은 전압원 컨버터의 직류측을 통해 연결되는 것을 특징으로 하는, 종합 조류 제어기.

청구항 15

제1항에 따른 직렬 보상기의 제어 방법으로서,

직렬 변압기, 적어도 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비, 전압원 컨버터, 적어도 하나의 컨버터 고속 바이패스 설비, 적어도 하나의 고속 스위치 및 적어도 하나의 리액터를 포함하되;

상기 리액터와 상기 고속 스위치는 병렬 연결되어 전류 제한 모듈을 구성하고;

상기 직렬 변압기 중 일측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되며; 타측 권선은 상기 전류 제한 모듈 및 상기 컨버터 고속 바이패스 설비에 순차적으로 연결되고; 상기 전압원 컨버터와 컨버터 고속 바이패스 설비는 병렬 연결되며; 상기 직렬 변압기의 적어도 일측 권선의 양단은 적어도 하나의 상기 직렬 변압기 바이패스 설비에 병렬 연결되고;

상기 직렬 보상기의 제어 방법은, 교류 시스템이 정상적으로 작동될 경우, 상기 리액터와 병렬 연결된 상기 고속 스위치는 도통 상태를 유지하고, 상기 직렬 변압기 바이패스 설비는 차단 상태이며, 상기 컨버터 고속 바이패스 설비는 차단 상태이고, 상기 전압원 컨버터는 폐쇄해제 상태이며, 상기 직렬 보상기는 교류 시스템에 투입되어 작동되고;

선로 근단에 심각한 고장이 발생한 것으로 판단된 후, 우선 상기 전압원 컨버터를 폐쇄시키고, 상기 컨버터 고속 바이패스 설비를 도통시키며, 그리고 나서 상기 리액터와 병렬 연결된 상기 고속 스위치를 차단시키고, 선로 고장 전류에 대해 제한을 수행하며; 선로 고장이 제거된 것으로 판단된 후, 다시 상기 직렬 변압기 바이패스 설비, 및 상기 리액터와 병렬 연결된 상기 고속 스위치를 도통시키는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기의 제어 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 선로 근단에 심각한 고장이 발생한 것으로 판단되는 경우는 구체적으로, 상기 직렬 보상기에 접속된 선로에서 흐르는 전류값이 기설정된 전류 임계값보다 크고, 또한 지속 시간이 기설정된 시간보다 큰 것으로 검출된 경우를 가리키고;

상기 선로 고장이 제거된 것으로 판단되는 경우는 구체적으로, 상기 직렬 보상기에 접속된 선로에서 흐르는 전류값이 기설정된 전류 임계값보다 작고, 또한 지속 시간이 기설정된 시간보다 큰 것으로 검출된 경우를 가리키는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기의 제어 방법.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 직렬 보상기는 하나의 직렬 변압기, 적어도 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비, 전압원 컨버터, 적어도 하나의 컨버터 고속 바이패스 설비, N개의 고속 스위치 및 N개의 리액터를 포함하되, N은 자연수이고, 또한 1보다 크며;

상기 N개의 리액터는 각각 상기 N개의 고속 스위치와 병렬 연결되고, 각각의 리액터는 하나의 고속 스위치와 병렬 연결되어 하나의 전류 제한 모듈을 구성하여, 총 N개의 전류 제한 모듈을 구성하며; 상기 N개의 전류 제한 모듈은 순차적으로 직렬 연결되어 하나의 전류 제한 모듈 그룹을 구성하고; 상기 직렬 변압기 중 일측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되며; 타측 권선은 상기 전류 제한 모듈 그룹 및 상기 컨버터 고속 바이패스 설비에 순차적으로 연결되고; 상기 전압원 컨버터와 컨버터 고속 바이패스 설비는 병렬 연결되며; 상기 직렬 변압기의 적어도 일측 권선의 양단은 적어도 하나의 상기 직렬 변압기 바이패스 설비에 병렬 연결되고;

상기 직렬 보상기의 제어 방법은, 교류 시스템이 정상적으로 작동될 경우, 제1 지정 규칙에 따라 상기 전류 제한 모듈이 투입 및 철수되어, 상기 전류 제한 모듈 중 상기 고속 스위치를 차단 및 도통시키며, 상기 직렬 변압기 바이패스 설비는 차단 상태이고, 상기 컨버터 고속 바이패스 설비는 차단 상태이며, 상기 전압원 컨버터는 폐쇄해제 상태이고, 상기 직렬 보상기는 교류 시스템에 투입되어 작동되며;

선로 또는 선로 근단에 심각한 고장이 발생한 것으로 판단된 후, 우선 상기 전압원 컨버터를 폐쇄시키고, 상기 컨버터 고속 바이패스 설비를 도통시키며, 그리고 나서 제2 지정 규칙에 따라 상기 전류 제한 모듈을 투입시켜 선로 고장 전류에 대해 제한을 수행하는 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기의 제어 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 제1 지정 규칙은, 시스템 조류 최적화의 요구에 따라, 직렬 보상기의 선로에 투입되어야 하는 상기 전류 제한 모듈의 개수를 계산하는 것이고;

상기 제2 지정 규칙은, m개의 기설정된 전류 임계값을 설정하여, 상기 직렬 보상기에 접속된 선로의 전류값이 m 번째의 기설정된 전류 임계값보다 크고, 또한 지속 시간이 m 번째의 기설정된 시간보다 큰 것으로 검출되면, 상기 전류 제한 모듈 그룹 내의 m개의 상기 전류 제한 모듈의 상기 고속 스위치를 차단시키는 것이되, m은 자연수이고 N보다 작거나 같은 것을 특징으로 하는, 직렬 보상기의 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전력 전자 분야에 속하는 것으로, 구체적으로는 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기 및 상응하는 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전력 시스템 용량 및 규모의 확장에 따라, 전력 시스템의 단락 고장의 전류 레벨도 계속 증가하고 있어, 전력 시스템 및 이와 연결된 전기 설비에 대한 단락 고장의 파괴력이 점점 더 커지고 있다. 한편, 대형 전력 시스템의 상호 연결 및 각종 신규 설비의 사용에 따라, 발전 및 송전의 경제성과 효율성을 높이는 동시에 전력 시스템의 규모와 복잡성도 증가시켰고, 사용자 부하의 지속적인 증가는 조류 제어 수단으로 기존의 출력 전송 기능을

향상시킬 것을 필요로 한다. 급성장하는 스마트 그리드와 전력 시장 사이의 복잡한 출력 교환은 빈번한 조류 제어를 필요로 하여, 조류 제어 및 단락 전류 제한에 대한 전력 시스템의 요구는 점점 증가하고 있다.

[0003] 현재, 시스템의 단락 전류를 제한하는 수단은, 고장 전류 제한기를 사용하여 고장 선로의 임피던스 파라미터를 신속하게 변화시키고, 단락 전류를 낮은 레벨로 제한하여, 기존의 차단기가 그 차단 기능을 초과하지 않는 전제 하에서 단락 고장을 절단하는 것을 충족시킨다. 그러나 이미 공개된 고장 전류 제한기에는 공명식 전류 제한기, 고체 상태 고장 전류 제한기 및 초전도 고장 전류 제한기 등이 있는데, 모두 고압 선로에 직접 설치되어, 전류 제한 설비가 받는 고장 전류가 비교적 크고, 전류 제한 설비에 상응하는 차단 스위치 또는 소자의 차단 시 전류도 비교적 커서, 설비의 신뢰성에 영향을 미친다. 선행 기술에서, 직렬 보상기의 사용은 시스템 조류를 최적화 되도록 조절할 수 있지만, 직렬 보상기는 시스템이 고장일 때 전류를 제어할 수 없고, 또한 심각한 고장은 직렬 보상기 설비의 안전에 영향을 미칠 것이다. 따라서, 시스템 조류를 최적화할 수 있을 뿐만 아니라, 시스템 단락 전류를 보다 안전하고 신뢰성 있게 제한할 수 있는 보상기가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은, 시스템의 조류 분포를 최적화할 수 있고, 또한 시스템 단락 전류를 감소시키며, 시스템 신뢰성을 향상시키고 또한 공학 응용에 적용될 수 있는 직렬 보상기 및 종합 조류 제어를 제공하고, 또한 직렬 보상기의 제어 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 해결 수단은 하기와 같다.

[0006] 직렬 보상기로서, 상기 직렬 보상기는 직렬 변압기, 적어도 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비, 전압원 컨버터, 적어도 하나의 컨버터 고속 바이패스 설비, 적어도 하나의 고속 스위치 및 적어도 하나의 리액터를 포함하되; 상기 리액터와 상기 고속 스위치는 병렬 연결되어 전류 제한 모듈을 구성하고; 상기 직렬 변압기 중 일측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되며; 타측 권선은 상기 전류 제한 모듈 및 상기 컨버터 고속 바이패스 설비에 순차적으로 연결되고; 상기 전압원 컨버터와 컨버터 고속 바이패스 설비는 병렬 연결되며; 상기 직렬 변압기의 적어도 일측 권선의 양단은 적어도 하나의 상기 직렬 변압기 바이패스 설비에 병렬 연결된다.

[0007] 나아가, 상기 직렬 변압기는 단상 변압기이고, 상기 직렬 변압기의 제1측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되며; 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 제1단은 상기 전류 제한 모듈의 제1단에 연결되고, 상기 전류 제한 모듈의 제2단은 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 제1단에 연결되며; 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 제2단은 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 제2단에 연결되고; 상기 전압원 컨버터의 제1 출력단은 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 제1단과 연결되고, 상기 전압원 컨버터의 제2 출력단은 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 제2단과 연결된다.

[0008] 나아가, 상기 직렬 변압기는 3상 변압기이고, 상기 직렬 변압기의 제1측 권선 3상의 양단은 각각 3상 교류 선로에 직렬 접속되며; 상기 직렬 변압기의 제2측 권선은 성형 결선(star connection) 방식이고, 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 출력단 3상은 각각 상기 전류 제한 모듈의 제1단의 3상에 연결되며, 상기 전류 제한 모듈의 제2단의 3상은 각각 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 제1단의 3상에 연결되고, 컨버터 고속 바이패스 설비의 제2단의 3상은 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 중성선(neutral line)에 연결되며; 상기 전압원 컨버터의 3상 교류 출력측은 상기 전류 제한 모듈의 제2단의 3상에 연결된다.

[0009] 나아가, 상기 직렬 변압기는 3상 변압기이고, 상기 직렬 변압기의 제1측 권선 3상의 양단은 각각 3상 교류 선로에 직렬 접속되며; 상기 직렬 변압기의 제2측 권선은 델타 결선(delta connection) 방식이고, 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 3상 권선은 엔드 투 엔드로 순차적으로 연결되어 각형[角形] 구조를 구성하여 3상 출력단을 형성하며, 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 3상 출력단은 각각 상기 전류 제한 모듈의 제1단의 3상에 연결되고, 상기 전류 제한 모듈의 제2단의 3상은 각각 상기 전압원 컨버터의 교류 출력단의 3상에 연결되며; 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 3상 설비는 엔드 투 엔드로 순차적으로 연결되어 각형 구조를 구성하여 3상 출력단을 형성하고, 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 3상 출력단은 각각 상기 전압원 컨버터의 교류 출력단의 3상과 연결된다.

[0010] 나아가, 상기 전류 제한 모듈은 적어도 하나의 커패시터를 더 포함하되; 상기 커패시터는 상기 리액터와 병렬

연결되어 임피던스 유닛을 이루고, 상기 임피던스 유닛은 다시 상기 고속 스위치와 병렬 연결되어 전류 제한 모듈을 구성한다.

- [0011] 나아가, 상기 직렬 변압기의 제1측 권선의 일단은 차단기를 통해 상기 바이패스 설비의 일단과 연결되고, 타단은 분리 나이프 스위치를 통해 상기 바이패스 설비의 타단과 연결되거나; 또는, 상기 직렬 변압기에서 선로 접속측 권선의 양단은 각각 차단기를 통해 상기 바이패스 설비의 양단과 연결된다.
- [0012] 나아가, 상기 직렬 변압기의 적어도 일측 권선의 양단은 적어도 하나의 과전압 보호 설비에 병렬 연결되고; 상기 컨버터 고속 바이패스 설비의 양단은 적어도 하나의 과전압 보호 설비에 병렬 연결된다.
- [0013] 나아가, 상기 과전압 보호 설비는 피뢰기 및 스파크 갭을 포함한다.
- [0014] 나아가, 상기 직렬 변압기 바이패스 설비는 기계 바이패스 스위치이거나, 또는 전력 전자 설비로 구성된 바이패스 스위치이고; 상기 컨버터 고속 바이패스 설비는 고속 기계 바이패스 스위치이거나, 또는 전력 전자 설비로 구성된 고속 바이패스 스위치이고; 상기 고속 스위치는 기계 스위치이거나, 또는 전력 전자 설비로 구성된 스위치이다.
- [0015] 나아가, 상기 직렬 변압기가 3상 변압기이고, 상기 직렬 변압기의 제2측 권선이 성형 결선일 경우, 제3측 권선을 포함하되, 제3측 권선 중 1상 권선은 하나의 리액터와 직렬 연결되고, 다시 다른 2상의 권선과 앤드 투 앤드로 순차적으로 연결되어 각형 구조를 구성하여 3상 출력단을 형성한다.
- [0016] 나아가, 상기 직렬 변압기가 3상 변압기이고, 상기 직렬 변압기의 제2측 권선이 성형 결선일 경우, 상기 직렬 변압기의 제2측 권선의 중성선은 직접 접지되거나, 또는 저항을 통해 전기 접지되거나, 또는 리액터를 통해 접지된다.
- [0017] 본 발명의 다른 일 해결 수단은 하기와 같다.
- [0018] 직렬 보상기로서, 상기 직렬 보상기는 하나의 직렬 변압기, 적어도 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비, 전압원 컨버터, 적어도 하나의 컨버터 고속 바이패스 설비, N개의 고속 스위치 및 N개의 리액터를 포함하되, N은 자연수이고, 또한 1보다 크며; 상기 N개의 리액터는 각각 상기 N개의 고속 스위치와 병렬 연결되고, 각각의 리액터는 하나의 고속 스위치와 병렬 연결되어 하나의 전류 제한 모듈을 구성하여, 총 N개의 전류 제한 모듈을 구성하며; 상기 N개의 전류 제한 모듈은 순차적으로 직렬 연결되어 하나의 전류 제한 모듈 그룹을 구성하고; 상기 직렬 변압기 중 일측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되고; 타측 권선은 상기 전류 제한 모듈 그룹 및 상기 컨버터 고속 바이패스 설비에 순차적으로 연결되고; 상기 전압원 컨버터와 컨버터 고속 바이패스 설비는 병렬 연결되고; 상기 직렬 변압기의 적어도 일측 권선의 양단은 적어도 하나의 상기 직렬 변압기 바이패스 설비에 병렬 연결된다.
- [0019] 나아가, 상기 직렬 보상기는 N개의 커패시터를 더 포함하고, 상기 N개의 리액터는 각각 상기 N개의 커패시터와 병렬 연결되며, 각각의 리액터는 하나의 커패시터와 병렬 연결되어 하나의 임피던스 유닛을 구성하여, 총 N개의 임피던스 유닛을 구성하고; 상기 N개의 임피던스 유닛은 각각 상기 N개의 고속 스위치와 병렬 연결되고, 각각의 임피던스 유닛은 하나의 고속 스위치와 병렬 연결되어 하나의 전류 제한 모듈을 구성하여, 총 N개의 전류 제한 모듈을 구성한다.
- [0020] 본 발명은 또한 직렬측 부분 및 병렬측 부분을 포함하는 종합 조류 제어기를 제공한다.
- [0021] 상기 종합 조류 제어기의 직렬측 부분은 직렬 변압기, 적어도 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비, 전압원 컨버터, 적어도 하나의 컨버터 고속 바이패스 설비, 적어도 하나의 고속 스위치 및 적어도 하나의 리액터를 포함하되; 상기 리액터와 상기 고속 스위치는 병렬 연결되어 전류 제한 모듈을 구성하고; 상기 직렬 변압기 중 일측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되며; 타측 권선은 상기 전류 제한 모듈 및 상기 컨버터 고속 바이패스 설비에 순차적으로 연결되고; 상기 전압원 컨버터와 컨버터 고속 바이패스 설비는 병렬 연결되며; 상기 직렬 변압기의 적어도 일측 권선의 양단은 적어도 하나의 상기 직렬 변압기 바이패스 설비에 병렬 연결된다.
- [0022] 상기 종합 조류 제어기의 병렬측 부분은 병렬 변압기, 전압원 컨버터, 작동 회로 및 교류 차단기를 포함하되; 상기 작동 회로는 저항과 분리 나이프 스위치가 병렬 연결되어 구성되거나 또는 저항과 차단기가 병렬 연결되어 구성된다.
- [0023] 상기 종합 조류 제어기의 병렬측 부분 및 직렬측 부분은 전압원 컨버터의 직류측을 통해 연결된다.
- [0024] 본 발명은 직렬 보상기의 제어 방법을 제공한다.

- [0025] 상기 직렬 보상기는 직렬 변압기, 적어도 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비, 전압원 컨버터, 적어도 하나의 컨버터 고속 바이패스 설비, 적어도 하나의 고속 스위치 및 적어도 하나의 리액터를 포함한다.
- [0026] 상기 리액터와 상기 고속 스위치는 병렬 연결되어 전류 제한 모듈을 구성한다.
- [0027] 상기 직렬 변압기 중 일측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되고; 타측 권선은 상기 전류 제한 모듈 및 상기 컨버터 고속 바이패스 설비에 순차적으로 연결되며; 상기 전압원 컨버터와 컨버터 고속 바이패스 설비는 병렬 연결되고; 상기 직렬 변압기의 적어도 일측 권선의 양단은 적어도 하나의 상기 직렬 변압기 바이패스 설비에 병렬 연결된다.
- [0028] 상기 직렬 보상기의 제어 방법은, 교류 시스템이 정상적으로 작동될 경우, 상기 리액터와 병렬 연결된 상기 고속 스위치는 도통(turned on) 상태를 유지하고, 상기 직렬 변압기 바이패스 설비는 차단(turned off) 상태이며, 상기 컨버터 고속 바이패스 설비는 차단 상태이고, 상기 전압원 컨버터는 폐쇄해제(deblocked) 상태이며, 상기 직렬 보상기는 교류 시스템에 투입되어 작동되고;
- [0029] 선로 근단에 심각한 고장이 발생한 것으로 판단된 후, 우선 상기 전압원 컨버터를 폐쇄(block)시키고, 상기 컨버터 고속 바이패스 설비를 도통시키며, 그리고 나서 상기 리액터와 병렬 연결된 상기 고속 스위치를 차단시키고, 선로 고장 전류에 대해 제한을 수행하며; 선로 고장이 제거된 것으로 판단된 후, 다시 상기 직렬 변압기 바이패스 설비, 및 상기 리액터와 병렬 연결된 상기 고속 스위치를 도통시킨다.
- [0030] 나아가, 상기 선로 근단에 심각한 고장이 발생한 것으로 판단되는 경우는 구체적으로, 상기 직렬 보상기에 접속된 선로에서 흐르는 전류값이 기설정된 전류 임계값보다 크고, 또한 지속 시간이 기설정된 시간보다 큰 것으로 검출된 경우를 가리킨다.
- [0031] 상기 선로 고장이 제거된 것으로 판단되는 경우는 구체적으로, 상기 직렬 보상기에 접속된 선로에서 흐르는 전류값이 기설정된 전류 임계값보다 작고, 또한 지속 시간이 기설정된 시간보다 큰 것으로 검출된 경우를 가리킨다.
- [0032] 본 발명은 또다른 직렬 보상기의 제어 방법을 제공한다.
- [0033] 상기 직렬 보상기는 하나의 직렬 변압기, 적어도 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비, 전압원 컨버터, 적어도 하나의 컨버터 고속 바이패스 설비, N개의 고속 스위치 및 N개의 리액터를 포함하되, N은 자연수이고, 또한 1보다 크다.
- [0034] 상기 N개의 리액터는 각각 상기 N개의 고속 스위치와 병렬 연결되고, 각각의 리액터는 하나의 고속 스위치와 병렬 연결되어 하나의 전류 제한 모듈을 구성하여, 총 N개의 전류 제한 모듈을 구성하며; 상기 N개의 전류 제한 모듈은 순차적으로 직렬 연결되어 하나의 전류 제한 모듈 그룹을 구성하고; 상기 직렬 변압기 중 일측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되며; 타측 권선은 상기 전류 제한 모듈 그룹 및 상기 컨버터 고속 바이패스 설비에 순차적으로 연결되고; 상기 전압원 컨버터와 컨버터 고속 바이패스 설비는 병렬 연결되며; 상기 직렬 변압기의 적어도 일측 권선의 양단은 적어도 하나의 상기 직렬 변압기 바이패스 설비에 병렬 연결된다.
- [0035] 상기 직렬 보상기의 제어 방법은, 교류 시스템이 정상적으로 작동될 경우, 제1 지정 규칙에 따라 상기 전류 제한 모듈이 투입 및 철수되어, 상기 전류 제한 모듈 중 상기 고속 스위치를 차단 및 도통시키며, 상기 직렬 변압기 바이패스 설비는 차단 상태이고, 상기 컨버터 고속 바이패스 설비는 차단 상태이며, 상기 전압원 컨버터는 폐쇄해제 상태이고, 상기 직렬 보상기는 교류 시스템에 투입되어 작동된다.
- [0036] 선로 또는 선로 근단에 심각한 고장이 발생한 것으로 판단된 후, 우선 상기 전압원 컨버터를 폐쇄시키고, 상기 컨버터 고속 바이패스 설비를 도통시키며, 그리고 나서 제2 지정 규칙에 따라 상기 전류 제한 모듈을 투입시켜 선로 고장 전류에 대해 제한을 수행한다.
- [0037] 나아가, 상기 제1 지정 규칙은, 시스템 조류 최적화의 요구에 따라, 직렬 보상기의 선로에 투입되어야 하는 상기 전류 제한 모듈의 개수를 계산하는 것이다.
- [0038] 상기 제2 지정 규칙은, m개의 기설정된 전류 임계값을 설정하여, 상기 직렬 보상기에 접속된 선로의 전류값이 m 번째의 기설정된 전류 임계값보다 크고, 또한 지속 시간이 m 번째의 기설정된 시간보다 큰 것으로 검출되면, 상기 전류 제한 모듈 그룹의 m개의 상기 전류 제한 모듈의 상기 고속 스위치를 차단시키는 것이되, m은 자연수이고 N보다 작거나 같다.

발명의 효과

[0039] 상기 해결수단을 사용한 후, 본 발명은 교류 시스템이 정상적일 경우, 직렬 컨버터의 제어에 의해 교류 시스템의 조류를 최적화할 수 있다. 교류 시스템이 고장될 경우, 한편으로 컨버터의 고속 바이패스 스위치를 통해 컨버터를 고장과 격리시키고, 다른 한편으로 전류 제한 모듈의 고속 투입을 통해 교류 시스템의 고장 전류를 제한할 수 있으며, 교류 시스템의 안전적 작동 및 직렬 변압기의 안전을 보호하여, 기존의 고장 전류 제한 설비가 고전압 레벨 시스템에 장착되어 받는 고전압 및 대전류를 방지함으로써, 설비의 신뢰성 및 경제성을 향상시키게 된다. 복수의 전류 제한 모듈을 사용하여 직렬시킬 경우, 시스템이 고장된 정도에 따라 상이한 레벨의 전류 제한을 수행할 수 있으며, 또한 일부 전류 제한 모듈이 고장난 후, 다른 고장 모듈의 작동에 영향을 미치지 않도록 하고, 고장 전류 제한 모듈의 이용률 및 신뢰성을 더욱 향상시킨다. 그밖에, 안정상태로 작동될 경우, 단지 일부 전류 제한 모듈만 투입하고, 직렬 컨버터의 제어에 배합하여 시스템의 조류를 최적화할 수 있어, 그 경제적 효과와 이익이 더욱 뚜렷하다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1은 본 발명의 제1 실시예의 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기이다.
 도 2는 본 발명의 제2 실시예의 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기이다.
 도 3은 본 발명의 제3 실시예의 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기이다.
 도 4는 본 발명의 제4 실시예의 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기이다.
 도 5는 본 발명의 제5 실시예의 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기이다.
 도 6은 본 발명의 제6 실시예의 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기이다.
 도 7은 본 발명의 일 실시예의 고장 전류 제한 기능을 구비하는 종합 조류 제어기이다.
 여기서, 1-직렬 변압기, 2-직렬 변압기 바이패스 설비, 3-전압원 컨버터, 4-컨버터 고속 바이패스 설비, 5-고속 스위치, 6-리액터, 7-전류 제한 모듈, 8-커패시터, 9-과전압 보호 설비, 10-과전압 보호 설비, 11-전류 제한 모듈 그룹, 12-전압원 컨버터, 13-병렬 변압기, 14-교류 차단기, 15-작동 회로, 16-저항, 17-격리 스위치, 18-변압기 중성선의 접지 저항, 19-과전압 보호 설비, 20-리액터.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041] 아래에서는 도면을 결합하여 본 발명의 구체적인 실시형태에 대해 상세하게 설명한다.

[0042] 선행 기술에서 직렬 보상기를 사용하여 시스템 조류를 최적화하게 조절할 수 있지만, 직렬 보상기는 시스템이 고장일 때 전류를 제어할 수 없으며, 또한 심각한 고장은 직렬 보상기 설비의 안전에 영향을 미친다. 그밖에, 기존의 고장 전류 제한기는 모두 고압 선로에 직접 설치되어, 전류 제한 설비가 받는 고장 전류가 비교적 크고, 전류 제한 설비에 상응하는 차단 스위치 또는 소자의 차단 시 전류도 비교적 커서 설비의 신뢰성에 영향을 미친다. 본 발명은 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기를 제공하며, 하나의 비교적 바람직한 실시예는 도 1에 도시된 바와 같다. 상기 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기는 하나의 직렬 변압기(1), 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비(2), 하나의 전압원 컨버터(3), 하나의 컨버터 고속 바이패스 설비(4), 하나의 고속 스위치(5) 및 하나의 리액터(6)를 포함한다.

[0043] 상기 직렬 변압기(1)는 단상 변압기이고; 리액터(6)와 고속 스위치(5)는 병렬 연결되어 전류 제한 모듈(7)을 구성하며; 직렬 변압기(1)의 제1측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되고; 직렬 변압기(1)의 제2측 권선의 제1단은 전류 제한 모듈(7)의 제1단에 연결되고, 전류 제한 모듈(7)의 제2단은 컨버터 고속 바이패스 설비(4)의 제1단에 연결되며, 컨버터 고속 바이패스 설비(4)의 제2단은 직렬 변압기(1)의 제2측 권선의 제2단에 연결되고; 전압원 컨버터(3)의 제1 출력단은 전류 제한 모듈(7)의 제2단, 및 컨버터 고속 바이패스 설비(4)의 제1단과 연결되고, 전압원 컨버터(3)의 제2 출력단은 상기 직렬 변압기(1)의 제2측 권선의 제2단과 연결되며; 직렬 변압기(1)의 제1측 권선의 양단은 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비(2)에 병렬 연결된다.

[0044] 본 발명에서 제공된 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기의 제2의 비교적 바람직한 실시예는 도 2에 도시된 바와 같고, 직렬 변압기(1)는 3상 변압기이며, 직렬 변압기(1)의 제1측 권선 3상의 양단은 각각 3상 교류 선로에 직렬 접속되고; 직렬 변압기(1)의 제1측 권선의 양단은 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비(2)에 병렬 연

결되며; 리액터(6)와 고속 스위치(5)는 병렬 연결되어 전류 제한 모듈(7)을 구성하고; 직렬 변압기(1) 제2측 권선은 성형 결선 방식이고, 직렬 변압기(1) 제2측 권선의 출력단 3상은 각각 전류 제한 모듈(7)의 제1단의 3상에 연결되며, 전류 제한 모듈(7)의 제2단의 3상은 각각 컨버터 고속 바이패스 설비(4)의 제1단의 3상과 연결되고, 컨버터 고속 바이패스 설비(4)의 제2단의 3상은 직렬 변압기(1) 제2측 권선의 중성선에 연결되며; 전압원 컨버터(3)의 3상 교류 출력측은 전류 제한 모듈(7)의 제2단의 3상과 연결된다.

[0045] 직렬 변압기(1)는 제3측 권선을 더 포함하되, 제3측 권선 중 1상 권선은 하나의 리액터(20)와 직렬 연결되고, 다시 다른 2상의 권선과 앤드 투 앤드로 순차적으로 연결되어 각형 구조를 구성하여 3상 출력단을 형성하며, 또한 3상 출력단 중 일단은 직접 접지되고, 다른 양단은 과전압 보호 설비(19)와 연결된 후 접지되며, 과전압 보호 설비는 피뢰기 및 스파크 갭을 포함한다.

[0046] 직렬 변압기(1) 제2측 권선의 중성선은 직접 접지되거나, 또는 저항을 통해 접지되거나, 또는 리액터를 통해 접지된다.

[0047] 도 3은 본 발명에서 제공된 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기의 제3의 비교적 바람직한 실시예로서, 직렬 변압기(1)는 3상 변압기이고, 직렬 변압기(1)의 제1측 권선 3상의 양단은 각각 3상 교류 선로에 직렬 접속되며; 직렬 변압기(1)의 제1측 권선의 양단은 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비(2)에 병렬 연결되고; 리액터(6)와 고속 스위치(5)는 병렬 연결되어 전류 제한 모듈(7)을 구성하고; 직렬 변압기(1)의 제2측 권선은 델타 결선 방식이고, 직렬 변압기(1)의 제2측 권선의 3상 권선은 앤드 투 앤드로 순차적으로 연결되어 각형 구조를 구성하여 3상 출력단을 형성하며, 직렬 변압기(1)의 제2측 권선의 3상 출력단은 각각 전류 제한 모듈(7)의 제1단의 3상에 연결되고, 전류 제한 모듈(7)의 제2단의 3상은 각각 전압원 컨버터(3)의 교류 출력단의 3상에 연결되며; 컨버터 고속 바이패스 설비(4)의 3상 설비는 앤드 투 앤드로 순차적으로 연결되어 각형 구조를 구성하여 3상 출력단을 형성하고, 컨버터 고속 바이패스 설비(4)의 3상 출력단은 전압원 컨버터(3)의 교류 출력단의 3상과 연결된다.

[0048] 도 4는 본 발명에서 제공된 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기의 제4의 비교적 바람직한 실시예로서, 전류 제한 모듈(7)은 적어도 하나의 커패시터(8)를 포함하고, 커패시터(8)는 리액터(6)와 직렬 연결되어 임피던스 유닛을 이루며, 다시 고속 스위치(5)와 병렬 연결되어 전류 제한 모듈(7)을 구성한다.

[0049] 도 5는 본 발명에서 제공된 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기의 제5의 비교적 바람직한 실시예로서, 직렬 변압기(1)의 제1측 권선은 하나의 과전압 보호 설비(9)에 병렬 연결되고, 컨버터 고속 바이패스 설비(4)의 양단은 하나의 과전압 보호 설비(10)에 병렬 연결되며; 상기 과전압 보호 설비(9) 및 과전압 보호 설비(10)는 피뢰기 및 스파크 갭을 포함한다.

[0050] 상기 모든 실시예에서, 직렬 변압기 바이패스 설비(2)는 기계 바이패스 스위치이거나, 또는 전력 전자 설비로 구성된 바이패스 스위치이며; 컨버터 고속 바이패스 설비(4)는 고속 기계 바이패스 스위치이거나, 또는 전력 전자 설비로 구성된 고속 바이패스 스위치이고; 상기 고속 스위치(5)는 기계 스위치이거나, 또는 전력 전자 설비로 구성된 스위치이다.

[0051] 상기 모든 실시예에서, 직렬 변압기(1) 제1측 권선 중 일단은 차단기를 통해 상기 바이패스 설비의 일단과 연결되고, 타단은 분리 나이프 스위치를 통해 상기 바이패스 설비의 타단과 연결되거나; 또는 상기 직렬 변압기의 선로에 접속된 측 권선의 양단은 각각 차단기를 통해 상기 바이패스 설비의 양단과 연결된다.

[0052] 상기 제1~제5의 실시예에 나타난 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기의 대응되는 제어 방법은 하기와 같다.

[0053] 교류 시스템이 정상적으로 작동될 경우, 리액터(6)와 병렬 연결된 고속 스위치(5)는 도통 상태를 유지하고, 직렬 변압기 바이패스 설비(2)는 차단 상태이며, 컨버터 고속 바이패스 설비(4)는 차단 상태이고, 전압원 컨버터(3)는 폐쇄해제 상태이며, 직렬 보상기는 교류 시스템에 투입되어 작동된다. 보상기에 접속된 선로 근단에 심각한 고장이 발생한 것으로 판단된 후, 우선 전압원 컨버터(3)를 폐쇄시키고, 컨버터 고속 바이패스 설비(4)를 도통시키며, 그리고 나서 고속 스위치(5)를 차단시키고, 선로 고장 전류에 대해 제한을 수행하며; 선로 고장이 제거된 것으로 판단된 후, 다시 직렬 변압기 바이패스 설비(2), 및 고속 스위치(5)를 도통시킨다.

[0054] 상기 선로 근단에 심각한 고장이 발생한 것으로 판단되는 방법은, 상기 직렬 보상기에 접속된 선로에서 흐르는 전류값이 기설정된 전류 임계값보다 크고, 또한 지속 시간이 기설정된 시간보다 큰 경우를 검출하는 것이다. 상기 선로 고장이 제거된 것으로 판단되는 방법은, 상기 직렬 보상기에 접속된 선로에서 흐르는 전류값이 기설정

된 전류 임계값보다 작고, 또한 지속 시간이 기설정된 시간보다 큰 경우를 검출하는 것이다.

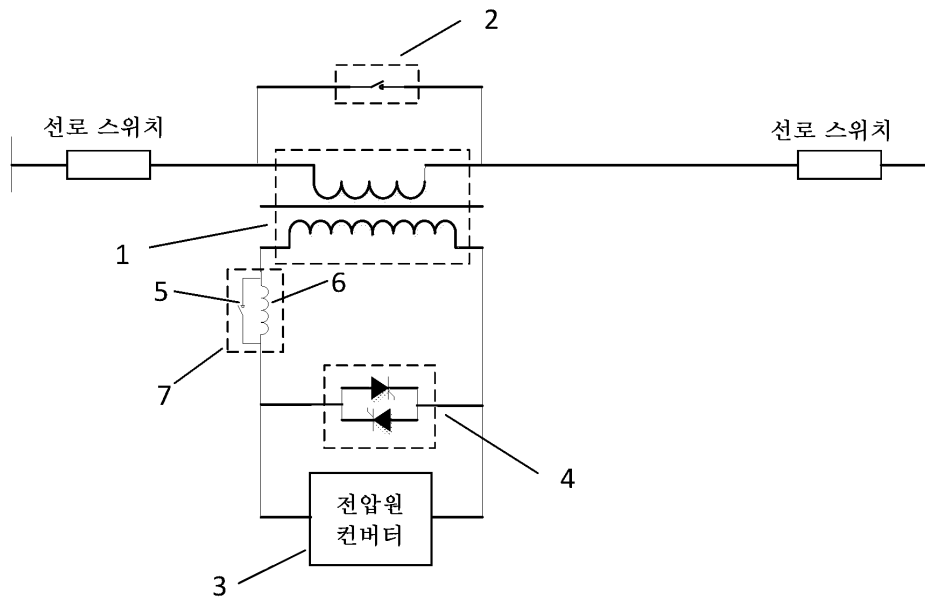
- [0055] 도 6은 본 발명에서 제공된 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기의 제6의 비교적 바람직한 실시예로서, 직렬 보상기는 하나의 직렬 변압기(1), 2개의 직렬 변압기 바이패스 설비(2), 전압원 컨버터(3), 하나의 컨버터 고속 바이패스 설비(4), N개의 고속 스위치(5) 및 N개의 리액터(6)를 포함하되, N은 자연수이고, 또한 1보다 크다.
- [0056] N개의 리액터(6)는 각각 N개의 고속 스위치(5)와 병렬 연결되고, 각각의 리액터(6)는 하나의 고속 스위치(5)와 병렬 연결되어 하나의 전류 제한 모듈(7)을 구성하여, 총 N개의 전류 제한 모듈(7)을 구성하며; N개의 전류 제한 모듈(7)은 순차적으로 직렬 연결되어 하나의 전류 제한 모듈 그룹(11)을 구성한다.
- [0057] 직렬 변압기(1) 제1측 권선의 양단은 선로에 직렬 접속되고; 제2측 권선의 제1단은 전류 제한 모듈 그룹(11)의 제1단에 연결되고, 상기 전류 제한 모듈 그룹의 제2단은 컨버터 고속 바이패스 설비(4)의 제1단에 연결되며, 컨버터 고속 바이패스 설비(4)의 제2단은 직렬 변압기(1) 제2측 권선의 제2단에 연결되고; 전압원 컨버터(3)의 출력단은 전류 제한 모듈(11)의 제2단, 및 컨버터 고속 바이패스 설비(4)의 제1단과 연결된다.
- [0058] 직렬 변압기(1) 양측 권선의 양단은 각각 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비(2)에 병렬 연결된다.
- [0059] 실시예6에서 나타난 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기의 제어 방법은 하기와 같다.
- [0060] 교류 시스템이 정상적으로 작동될 경우, 제1 지정 규칙에 따라 전류 제한 모듈(7) 중 고속 스위치(5)를 차단 및 도통시키고, 전류 제한 모듈(7)을 투입 및 철수시키며, 직렬 변압기 바이패스 설비(2)는 차단 상태이고, 컨버터 고속 바이패스 설비(4)는 차단 상태이며, 전압원 컨버터(3)는 폐쇄해제 상태이고, 직렬 보상기는 교류 시스템에 투입되어 작동된다.
- [0061] 선로 근단에 심각한 고장이 발생한 것으로 판단된 후, 우선 전압원 컨버터(3)를 폐쇄시키고, 컨버터 고속 바이패스 설비(4)를 도통시키며, 그리고 나서 제2 지정 규칙에 따라 전류 제한 모듈(7)을 투입시켜 선로 고장 전류에 대해 제한을 수행한다.
- [0062] 상기 제1 지정 규칙은, 시스템 조류 최적화의 요구에 따라, 직렬 보상기의 선로에 투입되어야 하는 전류 제한 모듈(7)의 개수를 계산하는 것이고; 상기 제2 지정 규칙은, m개의 기설정된 전류 임계값을 설정하여, 상기 직렬 보상기에 접속된 선로의 전류값이 m 번째의 기설정된 전류 임계값보다 크고, 또한 지속 시간이 m 번째의 기설정된 시간보다 큰 것으로 검출되면, 전류 제한 모듈 그룹(11)의 m개의 전류 제한 모듈(7)의 고속 스위치(5)를 차단시키는 것이되, m은 자연수이고 N보다 작거나 같다.
- [0063] 도 7은 본 발명에 따라 제공된 하나의 비교적 바람직한 종합 조류 제어기의 실시예로서, 종합 조류 제어기의 직렬측 부분은 상기 고장 전류 제한 기능을 구비하는 직렬 보상기의 구조와 동일하다. 상기 종합 조류 제어기는 직렬측 및 병렬측 두 부분을 포함하되, 직렬측은, 하나의 직렬 변압기(1), 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비(2), 하나의 전압원 컨버터(3), 하나의 컨버터 고속 바이패스 설비(4), 하나의 고속 스위치(5), 하나의 리액터(6) 및 하나의 변압기 중성선 접지 저항(18)을 포함하고; 병렬측은, 하나의 전압원 컨버터(12), 하나의 병렬 변압기(13), 하나의 교류 차단기(14), 하나의 저항(16) 및 하나의 격리 스위치(17)를 포함한다.
- [0064] 직렬 변압기(1)는 3상 변압기이고, 직렬 변압기(1)의 제1측 권선 3상의 양단은 각각 3상 교류 선로에 직렬 접속되며; 직렬 변압기(1)의 제1측 권선의 양단은 하나의 직렬 변압기 바이패스 설비(2)에 병렬 연결되고; 리액터(6)와 고속 스위치(5)는 병렬 연결되어 전류 제한 모듈(7)을 구성하며; 직렬 변압기(1) 제2측 권선은 성형 결선 방식이고, 직렬 변압기(1) 제2측 권선의 출력단 3상은 각각 전류 제한 모듈(7)의 제1단의 3상에 연결되며, 전류 제한 모듈(7)의 제2단의 3상은 각각 컨버터 고속 바이패스 설비(4)의 제1단의 3상과 연결되고, 컨버터 고속 바이패스 설비(4)의 제2단의 3상은 직렬 변압기(1) 제2측 권선의 중성선에 연결되며; 직렬 변압기(1) 제2측 권선의 중성선은 변압기 접지 저항(18)을 통해 접지되고; 전압원 컨버터(3)의 3상 교류 출력측은 전류 제한 모듈(7) 제2단의 3상과 연결되며; 직렬 변압기(1)는 제3측 권선을 더 포함하되, 제3측 권선 중 1상 권선은 하나의 리액터(20)와 직렬 연결되고, 다시 다른 2상의 권선과 앤드 투 앤드로 순차적으로 연결되어 각형 구조를 구성하여 3상 출력단을 구성한다.
- [0065] 전압원 컨버터(3)의 직류 출력측은 전압원 컨버터(12)의 직류 출력측과 병렬 연결되고; 저항(16)과 격리 스위치(17)는 병렬 연결되어 작동 회로(15)를 구성하며; 전압원 컨버터(12)의 3상 교류 출력측은 작동 회로(15)의 제1단의 3상과 연결되고; 작동 회로(15)의 제2단은 병렬 변압기(13)의 제1단과 연결되며; 병렬 변압기(13)의 제2단은 교류 차단기(14)의 제1단과 연결되고; 교류 차단기(14)의 제2단에 교류 모선에 연결된다.

[0066] 설명해야 할 것은, 본 발명에서의 리액터, 저항, 스위치 등과 같은 각각의 구성요소는 대부분 등가 구성 요소를 가리킨다. 다시 말해서, 회로 구조 중의 등가 구성 요소는 단일 구성 요소일 수 있고, 복수의 동일한 구성 요소의 캐스케이드(직렬, 병렬 등)로 형성될 수도 있다. 본 발명의 실시예에서의 임의의 등가 구성 요소에 대해, 동일한 기능을 구현할 수 있는 임의의 등가 회로는 본 발명의 실시예의 보호 범위 내에 포함되어야 한다. 그밖에, 본 발명의 실시예에서의 각각의 구성 요소 사이의 연결은 가장 기본적인 연결이며, 실질적으로 전력 시스템에서 흔히 사용되는 연결 방식 또는 일반적인 연결 설비를 사용하여 연결을 수행할 수 있다.

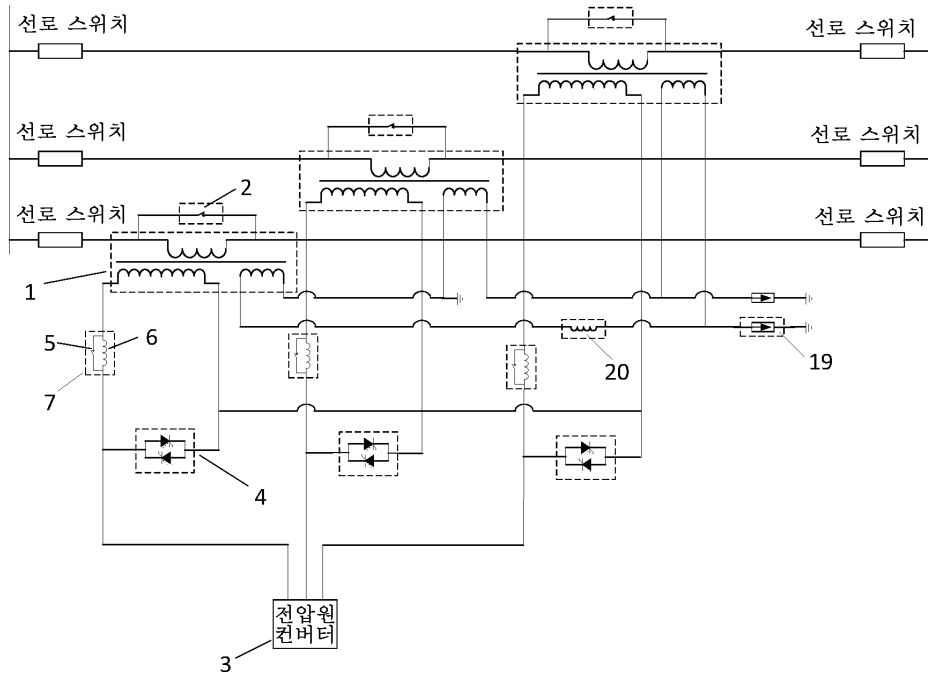
[0067] 마지막으로 설명해야 할 것은, 상기 실시예를 결합하여 단지 본 발명의 기술적 해결수단을 설명한 것일 뿐 이에 대해 한정하려는 것이 아니다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 본 기술분야의 기술자가 본 발명의 구체적인 실시형태에 대해 수정 또는 등가 교환을 수행할 수 있을 것이나, 이러한 수정 또는 변경은 모두 출원 중인 청구범위의 보호범위 내에 있음을 이해할 것이다.

도면

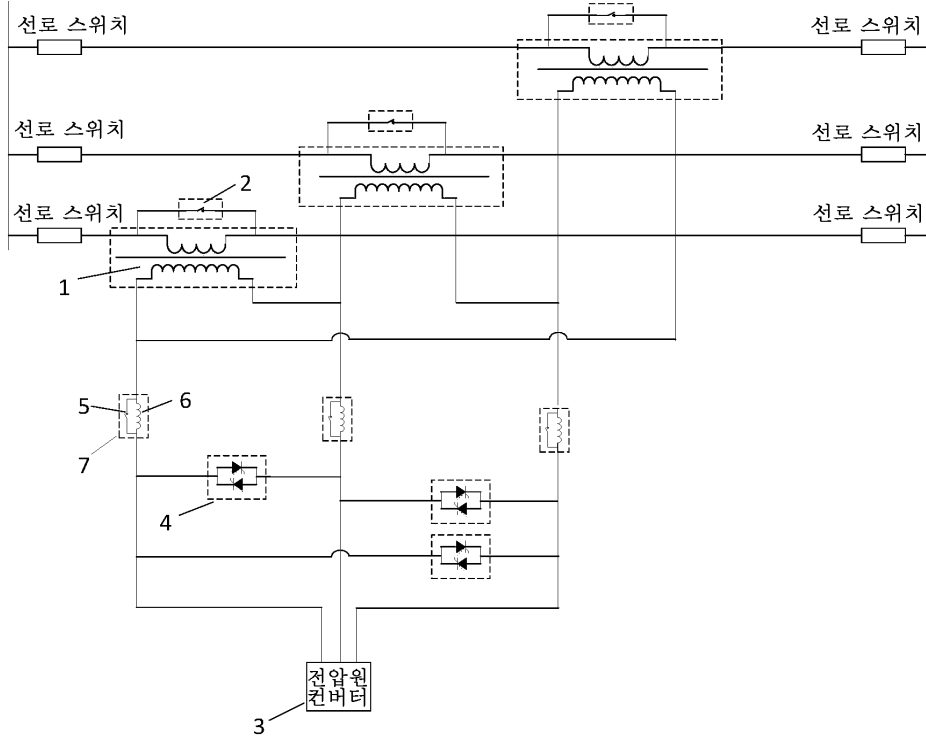
도면1



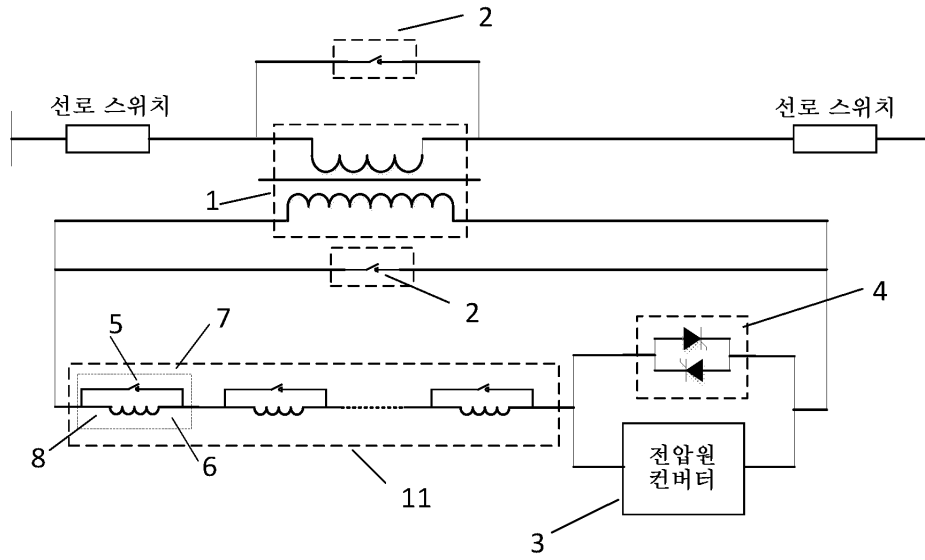
도면2



도면3



도면6



도면7

