



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0083367
(43) 공개일자 2022년06월20일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 3/18 (2019.01) H02J 3/06 (2006.01)
H02J 3/32 (2006.01) H02J 3/46 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H02J 3/18 (2019.02)
H02J 3/06 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-0173540</p> <p>(22) 출원일자 2020년12월11일
심사청구일자 없음</p> | <p>(71) 출원인
한국전력공사
전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)
전남대학교산학협력단
광주광역시 북구 용봉로 77 (용봉동)</p> <p>(72) 발명자
박성준
전라남도 담양군 봉산면 독서골길 31-1
정다음
부산광역시 북구 화명신도시로 145, 102동 1405호(화명동, 대우이안)</p> <p>(74) 대리인
특허법인 정안</p> |
|--|---|

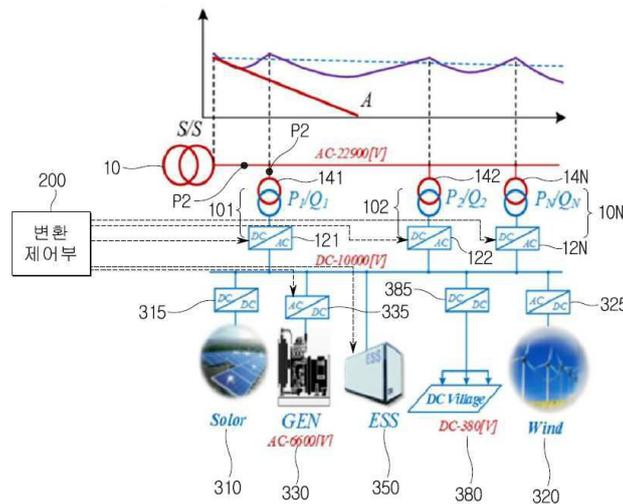
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 교류-직류간 협조 연계 시스템 및 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템

(57) 요약

본 발명의 교류-직류간 협조 연계 시스템은, 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망을 연계시키는 교류-직류간 협조 연계 시스템으로서, 상기 교류 전력 전송망의 선로를 기준으로, 선로의 전기적 특성에 차이가 존재하는 거리로 서로 이격된 지점에 각각 배치되며, 교류 전력과 직류 전력을 상호 변환하는 적어도 2개 이상의 전력 공유형 변환 장치들; 및 상기 교류 전력 전송망에서의 계통 상황에 따라 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 전력 변환을 제어하는 전력 변환 제어부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H02J 3/32 (2013.01)

H02J 3/46 (2013.01)

H02J 2300/20 (2020.01)

명세서

청구범위

청구항 1

교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망을 연계시키는 교류-직류간 협조 연계 시스템으로서,

상기 교류 전력 전송망의 선로를 기준으로, 선로의 전기적 특성에 차이가 존재하는 거리로 서로 이격된 지점에 각각 배치되며, 교류 전력과 직류 전력을 상호 변환하는 적어도 2개 이상의 전력 공유형 변환 장치들; 및

상기 교류 전력 전송망에서의 계통 상황에 따라 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 전력 변환을 제어하는 전력 변환 제어부

를 포함하는 교류-직류간 협조 연계 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 각 전력 공유형 변환 장치의 배치 지점의 교류 전력 정보 측정값을 획득하는 교류 계통 정보 획득부

를 더 포함하고,

상기 전력 변환 제어부는,

상기 전력 정보 측정값을 이용하여 상기 계통 상황을 판단하는 교류-직류간 협조 연계 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전력 변환 제어부는,

상기 각 전력 공유형 변환 장치의 배치 지점에서의 상기 교류 전력 전송망의 부하량에 따라 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 전력 변환을 제어하는 부하 대응 제어부; 및

상기 교류 전력망에 발생된 무효 전력을 보상하기 위해 상기 적어도 2개 이상의 전력 공유형 변환 장치들의 전력 변환을 제어하는 무효 전력 보상 제어부

를 포함하는 교류-직류간 협조 연계 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 무효 전력 보상 제어부는,

상기 배치 지점의 무효전력이 0이 되도록 하며, 상기 배치 지점과 상기 교류 전력망의 주 변전소의 거리를 고려하여 상기 각 계통연계형 인버터들의 무효전력 보상량을 계산하는 교류-직류간 협조 연계 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 각 전력 공유형 변환 장치는,

상기 교류 전력망의 해당 전력 공유형 변환 장치의 배치 지점에서, 예측되는 최대 부하량에 의해 전압 강하가 발생하는 상황에서, 상기 교류 전력망에 요구되는 최소 한계 전압 및 최소 한계 주파수를 유지할 수 있는 전력량을 공급할 수 있는 직류에서 교류로의 변환 용량을 가지는 교류-직류간 협조 연계 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 각 전력 공유형 변환 장치는,

교류 전력과 직류 전력을 서로 변환하되 변환되는 전력량을 조절할 수 있는 양방향 교류/직류 변환기; 및

상기 교류/직류 변환기와 상기 교류 전력망을 절연 상태로 연계하는 연계 변압기

를 포함하는 교류-직류간 협조 연계 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 양방향 교류/직류 변환기는,

유효전력 및 무효전력 제어가 가능한 계통연계형 인버터를 포함하는 교류-직류간 협조 연계 시스템.

청구항 8

주 변전소를 중심으로 교류 전력 전송을 위한 선로를 포함하는 교류 전력 전송망;

분산 발전 설비가 직류 전력 전송 선로로 연결된 직류 전력 전송망;

상기 교류 전력 전송망의 선로를 기준으로, 선로의 전기적 특성에 차이가 존재하는 거리로 서로 이격된 배치 지점에 각각 배치되며, 상기 교류 전력 전송망의 교류 전력과 상기 직류 전력 전송망의 직류 전력을 상호 변환하는 적어도 2개 이상의 전력 공유형 변환 장치들; 및

상기 교류 전력 전송망에서의 계통 상황에 따라 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 전력 변환을 제어하는 전력 변환 제어부

를 포함하는 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 각 전력 공유형 변환 장치는,

교류 전력과 직류 전력을 서로 변환하되 변환되는 전력량을 조절할 수 있는 양방향 교류/직류 변환기; 및

상기 교류/직류 변환기와 상기 교류 전력망을 절연 상태로 연계하는 연계 변압기

를 포함하는 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 각 전력 공유형 변환 장치의 배치 지점의 교류 전력 정보 측정값을 획득하는 교류 계통 정보 획득부

를 더 포함하고,

상기 전력 변환 제어부는,

상기 전력 정보 측정값을 이용하여 상기 계통 상황을 판단하는 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 전력 변환 제어부는,

상기 각 전력 공유형 변환 장치의 배치 지점에서의 상기 교류 전력 전송망의 부하량에 따라 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 전력 변환을 제어하는 부하 대응 제어부; 및

상기 교류 전력망에 발생된 무효 전력을 보상하기 위해 상기 적어도 2개 이상의 전력 공유형 변환 장치들의 전력 변환을 제어하는 무효 전력 보상 제어부

를 포함하는 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 직류 전력 전송망에 연결된 하나 이상의 에너지 저장 장치

를 더 포함하는 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 서로 협조 연계할 수 있도록 구성된 전력 전송망 시스템 및 전력 전송망들간의 협조 연계를 수행하는 교류-직류간 협조 연계 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 전력전자 기술 발전으로 인해, 데이터 센터, 전기차 충전소 등의 직류 부하 설비와 태양광발전, ESS 등의 직류 전원 설비가 배전 계통에 설치되고 있다. 그에 따라, 직류 부하 설비 및 직류 전원 설비들의 배전 계통 연계 용량 증대 및 효율 향상을 위해 직류 배전 시스템이 주목을 받고 있다.

[0004] 직류 배전 시스템은 전력 변환 장치 등 주요기기의 기술 발전으로 신뢰성 및 경제성이 향상되어 국내외에서 다양한 대상으로 사업화가 진행이 되고 있으며, 교류 송배전 시스템에서 직류 송배전 시스템으로 전환에 대한 시도가 활발히 진행되고 있다.

[0005] 이에 관한 대표적인 연구가 HVDC, MVDC 및 LVDC 송배전 시스템으로 전력전송 능력과 거리 등의 조건에 의해 송배전 전압을 결정된다. 이 경우, 직류 송배전 시스템의 설치 단가를 경감하기 위해 철탑과 전주 등은 기존 교류 송배전 시스템을 이용하는 경우가 대부분이다.

[0006] 인접한 교류 및 직류 송배전 시스템을 구축할 시, 두 전력전송 시스템 간 협조가 이루어질 때 그 시너지 효과는 배가 될 수 있다.

[0007] 도 1은 일반적인 교류 전력 전송 시스템의 구성 및 여기에서의 계통 전압 움직임의 도시한다.

[0008] 교류 전력 전송 시스템에서 최우선으로 고려되어야 할 사항은 계통 전압 안정도이다. 도 1과 같이 계통 전압의

변동성을 경감하기 위해 조상기를 통한 무효 전력 제어 또는, SVR을 통한 인위적인 전압 상승이 요구된다. 따라서, 계통 전압 안정화를 위해 ULTC, SVR 같은 탭 제어 방식을 사용하여 하위 구역의 전체 전압을 제어하거나, FACTS 및 유/무효전력 제어기기를 통해 전압 및 무효전력을 보상한다. 그러나 발전량이 항상 일정하지 않은 신재생 에너지원의 유입은 계통 안정도에 악영향을 미치며, 송전 용량 한계 초과로 인해 선로의 추가 증설이 요구되는 곳이 증대되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국 등록공보 10-1799363호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 발전량이 항상 일정하지 않은 신재생 에너지원의 유입에 의한 계통 안정도에 악영향을 방지할 수 있는 교류-직류간 협조 연계 시스템 및 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템을 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 일 측면에 따른 교류-직류간 협조 연계 시스템은, 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망을 연계시키는 교류-직류간 협조 연계 시스템으로서, 상기 교류 전력 전송망의 선로를 기준으로, 선로의 전기적 특성에 차이가 존재하는 거리로 서로 이격된 지점에 각각 배치되며, 교류 전력과 직류 전력을 상호 변환하는 적어도 2개 이상의 전력 공유형 변환 장치들; 및 상기 교류 전력 전송망에서의 계통 상황에 따라 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 전력 변환을 제어하는 전력 변환 제어부를 포함할 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 배치 지점의 교류 전력 정보 측정값을 획득하는 교류 계통 정보 획득부를 더 포함하고, 상기 전력 변환 제어부는, 상기 전력 정보 측정값을 이용하여 상기 계통 상황을 판단할 수 있다.

[0015] 여기서, 상기 전력 변환 제어부는, 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 배치 지점에서의 상기 교류 전력 전송망의 부하량에 따라 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 전력 변환을 제어하는 부하 대응 제어부; 및 상기 교류 전력망에 발생된 무효 전력을 보상하기 위해 상기 적어도 2개 이상의 전력 공유형 변환 장치들의 전력 변환을 제어하는 무효 전력 보상 제어부를 포함할 수 있다.

[0016] 여기서, 상기 무효 전력 보상 제어부는, 상기 배치 지점의 무효전력이 0이 되도록 하며, 상기 배치 지점과 상기 교류 전력망의 주 변전소의 거리를 고려하여 상기 각 계통연계형 인버터들의 무효전력 보상량을 계산할 수 있다.

[0017] 여기서, 상기 각 전력 공유형 변환 장치는, 상기 교류 전력망의 해당 전력 공유형 변환 장치의 배치 지점에서, 예측되는 최대 부하량에 의해 전압 강하가 발생하는 상황에서, 상기 교류 전력망에 요구되는 최소 한계 전압 및 최소 한계 주파수를 유지할 수 있는 전력량을 공급할 수 있는 직류에서 교류로의 변환 용량을 가질 수 있다.

[0018] 여기서, 상기 각 전력 공유형 변환 장치는, 교류 전력과 직류 전력을 서로 변환하되 변환되는 전력량을 조절할 수 있는 양방향 교류/직류 변환기; 및 상기 교류/직류 변환기와 상기 교류 전력망을 절연 상태로 연계하는 연계 변압기를 포함할 수 있다.

[0019] 여기서, 상기 양방향 교류/직류 변환기는, 유효전력 및 무효전력 제어가 가능한 계통연계형 인버터를 포함할 수 있다.

- [0021] 본 발명의 다른 측면에 따른 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템은, 주 변전소를 중심으로 교류 전력 전송을 위한 선로를 포함하는 교류 전력 전송망; 분산 발전 설비가 직류 전력 전송 선로로 연결된 직류 전력 전송망; 상기 교류 전력 전송망의 선로를 기준으로, 선로의 전기적 특성에 차이가 존재하는 거리로 서로 이격된 배치 지점에 각각 배치되며, 상기 교류 전력 전송망의 교류 전력과 상기 직류 전력 전송망의 직류 전력을 상호 변환하는 적어도 2개 이상의 전력 공유형 변환 장치들; 및 상기 교류 전력 전송망에서의 계통 상황에 따라 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 전력 변환을 제어하는 전력 변환 제어부를 포함할 수 있다.
- [0022] 여기서, 상기 각 전력 공유형 변환 장치는, 교류 전력과 직류 전력을 서로 변환하되 변환되는 전력량을 조절할 수 있는 양방향 교류/직류 변환기; 및 상기 교류/직류 변환기와 상기 교류 전력망을 절연 상태로 연계하는 연계 변압기를 포함할 수 있다.
- [0023] 여기서, 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 배치 지점의 교류 전력 정보 측정값을 획득하는 교류 계통 정보 획득부를 더 포함하고, 상기 전력 변환 제어부는, 상기 전력 정보 측정값을 이용하여 상기 계통 상황을 판단할 수 있다.
- [0024] 여기서, 상기 전력 변환 제어부는, 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 배치 지점에서의 상기 교류 전력 전송망의 부하량에 따라 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 전력 변환을 제어하는 부하 대응 제어부; 및 상기 교류 전력망에 발생된 무효 전력을 보상하기 위해 상기 적어도 2개 이상의 전력 공유형 변환 장치들의 전력 변환을 제어하는 무효 전력 보상 제어부를 포함할 수 있다.
- [0025] 여기서, 상기 직류 전력 전송망에 연결된 하나 이상의 에너지 저장 장치를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 상술한 구성의 본 발명의 사상에 따른 교류-직류간 협조 연계 시스템 및/또는 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템을 실시하면, 교류 및 직류 송배전 시스템들 간 협조를 통해, 발전량이 항상 일정하지 않은 신재생 에너지원의 유입에 의한 계통 안정도에 악영향을 방지할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 일반적인 교류 전력 전송 시스템의 구성 및 여기에서의 계통 전압 움직임을 도시한 블록도.
- 도 2는 본 발명의 사상에 따른 교류-직류간 협조 연계 시스템의 일 실시예를 도시한 블록도.
- 도 3은 도 2의 교류-직류간 협조 연계 시스템 구비한 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템에서의, 교류 전력 전송 시스템 협조를 위한 직류 전력 전송 시스템 운용 형태를 도시한 개념도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 본 발명을 설명함에 있어서 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되지 않을 수 있다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0031] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 연결되어 있거나 접속되어 있다고 언급되는 경우는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해될 수 있다.
- [0032] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0033] 본 명세서에서, 포함하다 또는 구비하다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것으로서, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해될

수 있다.

- [0034] 또한, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0036] 교류 전력 전송망에서의 안정도 관련 문제들은 교류 전력 전송시스템 부근에 직류 전력 전송시스템이 존재하여 상호 협조를 얻을 수 있다면 해결이 가능하다.
- [0037] 본 발명에서는 기존 교류 전력전송 시스템에서 직류 전력 전송 시스템의 협조에 의해 교류 전력전송시스템의 안정화 및 전력전송 효율 증대를 위한, 교류 및 직류 전력 전송망 시스템의 구성 및 교류-직류간 협조 연계 시스템을 고려한다. 상기 협조 연계 시스템의 특징으로, 직류 전력전송 시스템의 전압변동을 크게 설정함으로써 시스템 구성단계 저감 및 운용 여유도 증대를 기대할 수 있으며, FACTS 및 유/무효전력 제어기기를 교류 전력 시스템에 삽입함으로써 기존의 ULTC 및 SVR 기능을 수행할 수 있을 뿐만 아니라, 동특성이 우수하여 계통 안정도를 개선할 수 있다. 또한, 교류 전력전송 시스템에서 전력전송량 및 전압변동의 제한조건에서 효율적인 운용이 어려운 경우, 국부적으로 직류 전력 전송을 이용함으로써 운용 능력을 극대화할 수 있다.
- [0038] 본 발명은 교류 전력 전송을 위한 송전망이나 배전망에 있어서, 무효 전력 보상이나 부하 증감 대응에 대한 협조를 위한 직류 전력 전송 시스템 연결 구조를 제시한다. 즉, 교류 전력 전송을 위한 송전망이나 배전망에 대하여 별도의 FACTS나 STATCOM을 구비하지 않고도(또는, 구비한 상태에서 병행 사용을 위해), 계통연계형 인버터 등을 경유한 직류 전력 전송 시스템(HVDC, MVDC 및 LVDC 송배전 시스템 등)의 협조 연계로, 무효 전력 보상이나 부하 증감 대응을 수행할 수 있다.
- [0039] 다시말해, 기존 송배전선로 하단에 DC 송배전선 설치하고, 직류 배전 시스템의 부분적인 투입을 통해 부하량 증가 시 선로 용량 억제한다. 이때, 가급적 신재생 발전 설비나 기존 방식의 분산 발전 설비(예: 디젤 발전기, 가스 발전기)까지도 DC 송배전선에 연결하는 것이, 직류 전력을 통해 무효 전력 보상 장치 및 FACTS를 구축함으로써 교류 전력 전송 라인 전압 및 무효 전력 제어에 협조하는 관점에서 유리하다.
- [0041] 도 2는 본 발명의 사상에 따른 교류-직류간 협조 연계 시스템의 일 실시예를 도시한 블록도이다.
- [0042] 도시한 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망을 연계시키는 교류-직류간 협조 연계 시스템은, 상기 교류 전력 전송망의 선로를 기준으로, 선로의 전기적 특성에 차이가 존재하는 거리로 서로 이격된 지점에 각각 배치되며, 교류 전력과 직류 전력을 상호 변환하는 적어도 2개 이상의 전력 공유형 변환 장치들(101, 102 ~ 10N); 및 상기 교류 전력 전송망에서의 계통 상황에 따라 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 전력 변환을 제어하는 변환 제어부(200)를 포함할 수 있다.
- [0043] 상기 선로의 전기적 특성에 차이가 존재하는 거리는, 교류 전력 전송 선로상에서 2 지점들 간에 연결된 부하나 상당히 긴 선로 저항에 의해, 송배전 관리를 위한 모니터링시 동일 선로로 간략화할 수 없는 거리를 의미할 수 있다.
- [0044] 이하, 설명에서는 송전망과 배전망을 아우르는 개념으로서, 전력 전송망을 규정하여 이용한다.
- [0045] 도 2에는 교류 전력 전송 시스템에 협조를 위한 직류 전력 전송 시스템의 협조 연계 구성을 나타내고 있다. 도시한 바와 같이 직류 전력 전송망은 배터리 등을 이용한 고압 ESS 시스템(350) 뿐만 아니라 충전을 위한 디젤 발전기(330)에도 연결되어 있다. 도시한 각 전력 전송망에서의 설비 할당 방식은, 교류 전력 전송망에서 부담으로 작용하는 신재생 에너지원들(310, 320)과 직류 부하를 사용하는 직류 배전을 직류 전력 전송망으로 이관하고, 교류 전력 전송망의 전압 안정화를 위해 투입되는 무효 전력 발생기를 대신하여 직류 전력 전송망으로부터 무효 전력 보상 전력을 공급하게 된다.
- [0046] 상기 전력 변환 제어부(200)가 상기 교류 계통 상황을 판단하기 위한 근거로서, 상기 각 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)의 배치 지점의 교류 전력 정보 측정값을 이용할 수 있다. 이를 위해, 상기 각 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)의 배치 지점의 교류 전력 정보 측정값을 획득하는 교류 계통 정보 획득부를 더 포함할 수 있다.
- [0047] 예컨대, 상기 교류 계통 정보 획득부는, 상기 각 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)의 배치 지점으로서, 전력 공유형 변환 장치와 교류 선로의 연결점을 기준으로 전력 공유형 변환 장치쪽 지점(P2)과 교류 선로의 주 변전소(10)쪽 지점(P1) 중 하나 또는 모두에 설치된 CT 및/또는 PT일 수 있다.

- [0048] 교류 선로의 주 변전소(10)쪽 지점(P1)에서의 전력 정보 측정값은 교류 전력 전송망의 상태를 보다 정확히 나타낼 수 있으며, 전력 공유형 변환 장치쪽 지점(P2)에서의 전력 정보 측정값은 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)를 보다 정확히 제어할 수 있는 참조값을 획득하는 이점이 있다.
- [0049] 상기 변환 제어부(200)는, 상기 각 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)의 배치 지점에서의 상기 교류 전력 전송망의 부하량에 따라 상기 각 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)의 전력 변환을 제어하는 부하 대응 제어부; 및 상기 교류 전력망에 발생된 무효 전력을 보상하기 위해 상기 적어도 2개 이상의 전력 공유형 변환 장치들의 전력 변환을 제어하는 무효 전력 보상 제어부로 기능별로 구분될 수 있다.
- [0050] 상기 부하 대응 제어부는, 일종의 유효 전력 보상을 수행하는 것으로, 부하의 증감에 따라 교류 계통 전압이 증감하거나, 교류 주파수가 증감하는 것을 억제하는 기능을 수행한다. 도시한 전력망들간 배치 구조에서, 상기 부하 대응 제어부는 주로 부하 증가에 의해 교류 계통 전압이 소정의 상기 교류 전력망에 요구되는 최소 한계 전압 및 최소 한계 주파수를 유지할 수 있는 전력량을 교류 전력 전송망에 공급하는 기능을 수행한다.
- [0051] 상술한 관점에서, 교류 전력 전송망의 전력 부족에 대응하기 위해, 상기 각 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)는, 상기 교류 전력망의 해당 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)의 배치 지점에서, 예측되는 최대 부하량에 의해 전압 강하가 발생하는 상황에서, 상기 교류 전력망에 요구되는 최소 한계 전압 및 최소 한계 주파수를 유지할 수 있는 전력량을 공급할 수 있는 직류에서 교류로의 변환 용량을 가지도록 상기 교류-직류간 협조 연계 시스템을 설계할 수 있다.
- [0052] 구현에 따라, 상기 무효 전력 보상 제어부는, 각 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)에 대하여, 상기 배치 지점의 무효전력이 0이 되도록 하며, 상기 배치 지점과 상기 교류 전력망의 주 변전소(10)의 거리를 고려하여 상기 각 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)에 할당할 무효전력 보상량을 계산할 수 있다.
- [0053] 도시한 각 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)는, 교류 전력과 직류 전력을 서로 변환하되 변환되는 전력량을 조절할 수 있는 양방향 교류/직류 변환기(121, 122 ~ 12N); 및 상기 교류/직류 변환기(121, 122 ~ 12N)와 상기 교류 전력망을 절연 상태로 연계하는 연계 변압기(141, 142 ~ 14N)로 이루어질 수 있다. 상기 양방향 교류/직류 변환기(121, 122 ~ 12N)는, 유효전력 및 무효전력 제어가 가능한 계통연계형 인버터를 포함할 수 있다.
- [0054] 구현에 따라, 도시한 직류 전력 전송망에는, 태양광 발전기(310), 풍력 발전기(320) 및 비상 발전기(380)가, DC/DC 변환회로(315) 또는 AC/DC 변환회로(325, 335)를 매개하여 연결될 수 있고, DC/DC 변환회로(385)를 매개하여 DC 배전 마을(380)이 연결될 수 있다.
- [0055]
- [0056] 도 3은 도 2의 교류-직류간 협조 연계 시스템 구비한 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템에서의, 교류 전력 전송 시스템 협조를 위한 직류 전력 전송 시스템 운용 형태를 도시한다. 도시한 운용 형태는 교류 전력 전송망 보상 운용을 위한 집단 DC 라인 형성 구조를 형성한다. 즉, 직류 전력을 통해 교류 시스템의 무효 전력 보상을 위해 집단 전력 거래 조합이 설치된 구조이다. 한편, 도시한 DC 배전 마을(380)은 직류 전력 전송망(DC 송배전선)에 연결되는 직류 마이크로 그리드를 형성할 수 있다.
- [0057] 상술한 관점에서, 본 발명의 사상에 따라 구축되는 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템은, 주 변전소(10)를 중심으로 교류 전력 전송을 위한 선로를 포함하는 교류 전력 전송망; 분산 발전 설비(310, 320)가 직류 전력 전송 선로로 연결된 직류 전력 전송망; 상기 교류 전력 전송망의 선로를 기준으로, 선로의 전기적 특성에 차이가 존재하는 거리로 서로 이격된 배치 지점에 각각 배치되며, 상기 교류 전력 전송망의 교류 전력과 상기 직류 전력 전송망의 직류 전력을 상호 변환하는 적어도 2개 이상의 전력 공유형 변환 장치들(101, 102 ~ 10N); 및 상기 교류 전력 전송망에서의 계통 상황에 따라 상기 각 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)의 전력 변환을 제어하는 전력 변환 제어부(200)를 포함할 수 있다.
- [0058] 추가적으로 상술한 집단 DC 라인(직류 전력 전송망)에 집단 ESS를 설치하여, 교류 라인 정전 시 중요 시설의 집단 UPS 기능도 가능하도록 구현할 수 있다. 이를 위해, 상술한 교류/직류 연계 전력 전송망 시스템은, 상기 직류 전력 전송망에 연결된 하나 이상의 에너지 저장 장치(350)를 더 포함할 수 있다.
- [0060] 다음, 도 3에 도시한 본 발명의 사상에 따른 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템의 구축 운용 과정을 살펴본다.

- [0061] 먼저, 기존 교류 송배전선로 하단에 직류 전력 전송망으로서 DC 송배전 선로를 설치한다. 이와 같은, 교류 송배전선로에 대하여 직류 배전 시스템의 부분적인 투입을 통해 부하량 증가시를 대비한 교류 선로 용량이 증가하는 것을 억제할 수 있다. 상술한 직류 전력 전송망의 설치 과정에서는 기존 교류 전력 시스템의 구조물을 이용할 수 있어 직류 전력 전송 시스템 자체의 구축비도 저감할 수 있다.
- [0062] 다음, 신재생 발전 설비(보다 광범위하게는 분산 발전 설비)들(310, 320)을 DC 송배전 선로에 연결한다. 이러한 연결 구성은, 기존의 교류 전력 전송 시스템에 분산(신재생) 발전 설비를 연결한 경우 보다, 신재생용 발전기를 직류 시스템으로 연결하여 신재생용 전력 변환기의 단가 저감과 신재생 에너지의 발전량 불규칙성으로 인한 교류 시스템의 계통 악영향 억제하는 이점이 있다.
- [0063] 다음, 교류 송배전 선로(교류 전력 전송망) 및 DC 송배전 선로(직류 전력 전송망)의 상호 연결되는 다수 지점에 전력 공유형 DC/AC 변환 장치들(101, 102 ~ 10N)을 각각 설치한다.
- [0064] 상기 다수개의 전력 공유형 DC/AC 변환 장치들(101, 102 ~ 10N)은, 무효 전력 보상 장치 및 FACTS(또는 STATCOM) 기능을 수행할 수 있도록, 선로의 전기적 특성에 차이가 존재하는 거리로 서로 이격된 배치 지점에 각각 배치된다. 그러면, 상기 다수개의 전력 공유형 DC/AC 변환 장치들이 공급하는 직류 전력을 통해 무효 전력 보상 장치 및 FACTS를 구축함으로써 교류 전력 전송 라인 전압 및 무효전력제어에 협조가 가능하게 된다.
- [0065] 상술한 바와 같이, 무효 전력 보상 장치 및 FACTS로서의 최적 위치로서 상기 배치 지점들을 선정하여, 교류 계통 시스템의 전압변동을 효과적으로 대처 가능하다. 또한, 직류 전력을 통해 교류 시스템의 무효 전력 보상이 가능하며, 집단 전력 거래 조합 설치도 가능하게 된다.
- [0066] 도시하지는 않았지만, 상기 교류/직류 연계 전력 전송망 시스템은, 상기 각 전력 공유형 변환 장치의 배치 지점으로서, 전력 공유형 변환 장치와 교류 선로의 연결점을 기준으로 전력 공유형 변환 장치쪽 지점(P2)과 교류 선로의 주 변전소(10)쪽 지점(P1) 중 하나 또는 모두에 설치된 CT 및/또는 PT를 포함하는 교류 계통 정보 획득부를 더 포함할 수 있다. 상기 교류 계통 정보 획득부에서 획득한 교류 계통 정보는 상기 전력 변환 제어부(200)로 전달될 수 있다.
- [0067] 상기 전력 변환 제어부(200)는, 상기 각 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)의 배치 지점에서의 상기 교류 전력 전송망의 부하량에 따라 상기 각 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)의 전력 변환을 제어하는 부하 대응 제어부; 및 상기 교류 전력망에 발생된 무효 전력을 보상하기 위해 상기 적어도 2개 이상의 전력 공유형 변환 장치들(101, 102 ~ 10N)의 전력 변환을 제어하는 무효 전력 보상 제어부로 기능별로 구분되어 구축될 수 있다.
- [0068] 상기 부하 대응 제어부는, 일종의 유효 전력 보상을 수행하는 것으로, 부하의 증감에 따라 교류 계통 전압이 증감하거나, 교류 주파수가 증감하는 것을 억제하는 기능을 수행한다. 특히, 교류 전력 전송망의 전력 부족에 대응하기 위해, 상기 각 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)는, 상기 교류 전력망의 해당 전력 공유형 변환 장치의 배치 지점에서, 예측되는 최대 부하량에 의해 전압 강하가 발생하는 상황에서, 상기 교류 전력망에 요구되는 최소 한계 전압 및 최소 한계 주파수를 유지할 수 있는 전력량을 공급할 수 있는 직류에서 교류로의 변환 용량을 가진 것으로 구축될 수 있다.
- [0069] 구현에 따라, 상기 무효 전력 보상 제어부는, 각 전력 공유형 변환 장치에 대하여, 상기 배치 지점의 무효전력이 0이 되도록 하며, 상기 배치 지점과 상기 교류 전력망의 주 변전소(10)의 거리를 고려하여 상기 각 전력 공유형 변환 장치에 제공할 무효전력 보상량을 계산하도록, 상기 거리가 설정되어 구축될 수 있다.
- [0070] 추가적으로, 상기 DC 송배전 선로(직류 전력 전송망)에 집단 ESS 구조가 설치될 수 있다. 설치되는 집단 ESS 구조는 교류 송배전 선로(교류 전력 전송망) 정전시 중요 시설의 집단 UPS로서 기능하기 위한 것으로, 교류 송배전 선로(교류 전력 전송망) 정전을 감지하거나 외부 관리 시스템 등에서 통보받은 상기 전력 변환 제어부(200)의 지시에 따라, 상기 전력 공유형 변환 장치(101, 102 ~ 10N)들의 전력 공급에 따라, UPS로서 동작하게 된다.
- [0071] 다음, 일종의 로컬 직류 마이크로 그리드로서 DC 배전 마을을 DC 송배전 선로(직류 전력 전송망)에 연결한다. 이와 같이 직류 배전 시스템을 구성할 경우 교류 계통시 발생하는 문제점을 제거함과 동시에 DC 배전의 단가도 저감하는 것이 가능하다.
- [0072] 마지막으로, 배전 협조용 비상 발전기(디젤 발전기, 가스 발전기)를 DC 송배전 선로(직류 전력 전송망)에 연결하여, 상기 전력 전송망 시스템 구축을 완료한다. 구현에 따라, 앞서 기술한 분산 발전 설비를 DC 송배전 선로(직류 전력 전송망)에 연결하는 구축 과정에서 일종의 분산 발전 설비로서 디젤 발전기(330)나 가스 발전기가

연결될 수도 있다.

[0073] 그런데, 비상 발전기의 정확한 용량은 교류 송배전 선로(교류 전력 전송망)와 DC 송배전 선로(직류 전력 전송망)의 상호 연계 협조 구조가 상당히 갖춰지 상태에서 정확히 산출될 수 있으므로, 구축시 용량을 지정가능한 비상 발전기의 경우에는, 마지막 단계에서 구축되는 것이 유리하다. 상기 비상 발전기의 추가 구축에 의해, 직류 송배전의 ESS 용량 저감과 정전 시 연속 전원 공급 가능하며, 대용량 DR 시스템 구축이 가능하게 된다.

[0074] 상술한 과정으로, 교류 전력 전송망과 직류 전력 전송망이 협조 연계된 전력 전송망 시스템을 구축하면, 교류 및 직류 송배전 시스템이 인접하게 위치하여 구축되어, 두 계통 간 협조를 통한 전력전송 시스템의 안정화를 위하여 새로운 시스템을 구성하고 운용할 수 있다. 또한, 제안하는 새로운 운용 방안을 통해 두 계통 간의 상호 협조가 가능하였으며, 협조 운용시 부수적인 다른 효과들도 기대할 수 있다.

[0076] 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있으므로, 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0078] 10 : 주 변전소

101, 102 ~ 10N : 전력 공유형 변환 장치

121, 122 ~ 12N : 양방향 교류/직류 변환기

141, 142 ~ 14N : 연계 변압기

200 : 변환 제어부

310 : 태양광 발전기

320 : 풍력 발전기

330 : 비상 발전기

315, 385 : DC/DC 변환회로

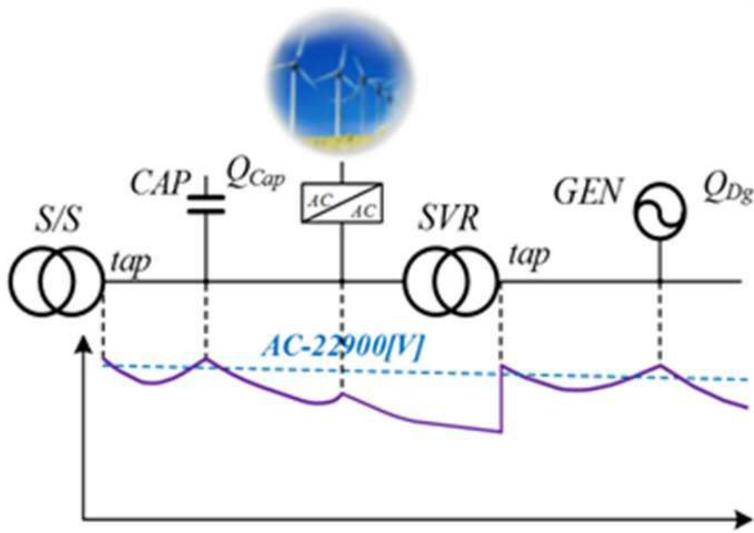
325, 335 : AC/DC 변환회로

350 : ESS

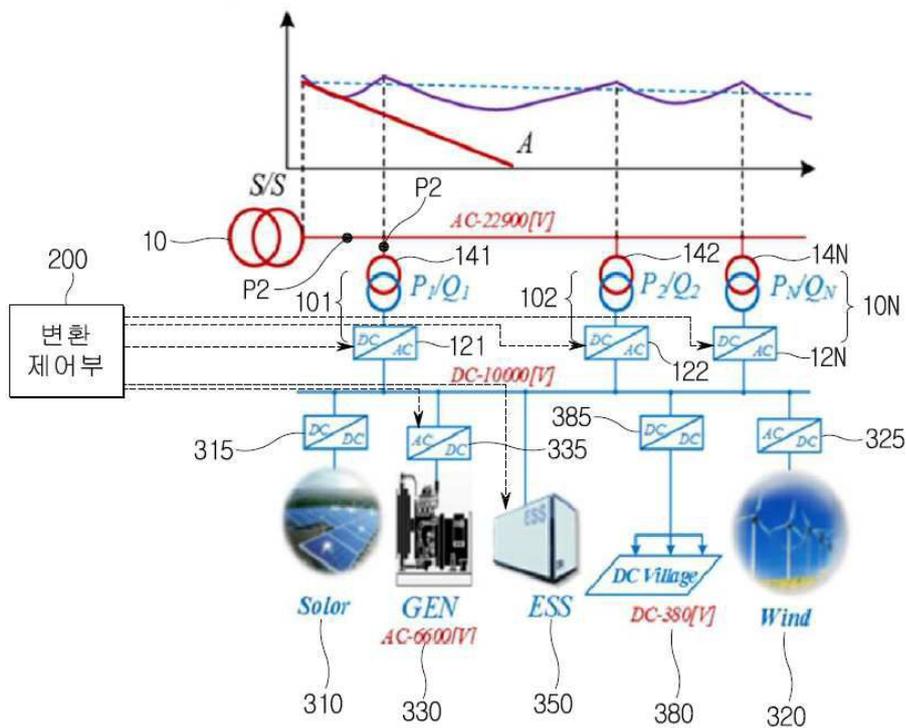
380 : DC 배전 마을

도면

도면1



도면2



도면3

