



(19) 대한민국 지식재산청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2026년03월03일
(11) 등록번호 10-2932671
(24) 등록일자 2026년02월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 3/38 (2026.01) G06Q 50/06 (2024.01)
H02J 3/18 (2026.01)
(52) CPC특허분류
H02J 3/381 (2023.08)
G06Q 50/06 (2024.01)
(21) 출원번호 10-2023-0057805
(22) 출원일자 2023년05월03일
심사청구일자 2023년05월03일
(65) 공개번호 10-2024-0160899
(43) 공개일자 2024년11월12일
(56) 선행기술조사문헌
KR101748294 B1*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
국립한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
정승민
대전광역시 유성구 노은동로 111, 1005-1102
유덕기
서울특별시 송파구 중대로10길 40-15, 501호
(74) 대리인
특허법인플러스

전체 청구항 수 : 총 8 항

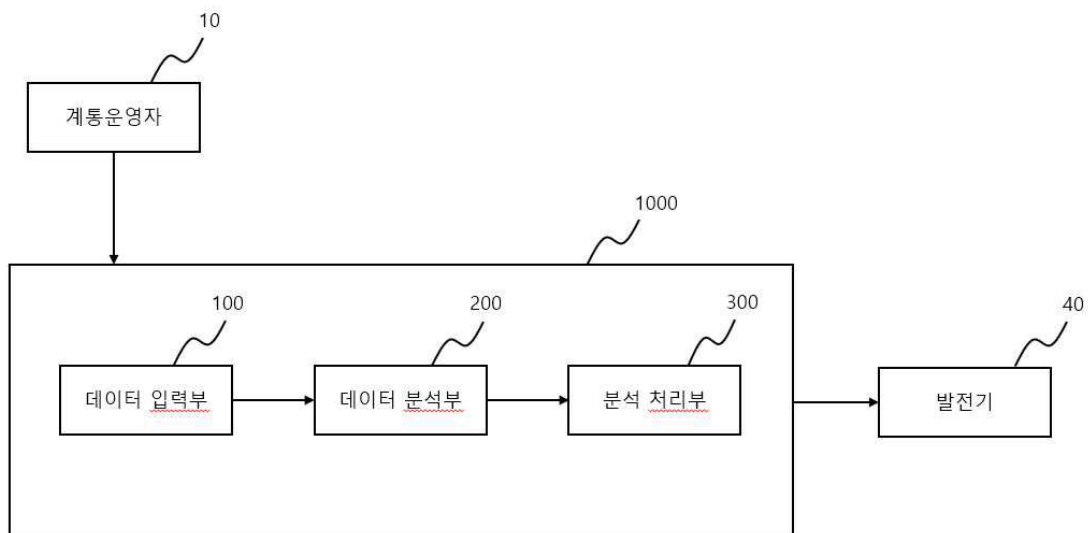
심사관 : 박성민

(54) 발명의 명칭 신재생에너지 제어관리시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 신재생에너지 제어관리시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 상기 신재생에너지 제어관리시스템은 적어도 하나의 발전기를 포함하는 발전 단지의 환경 변수 및 계통 정보를 입력받는 데이터 입력부, 상기 발전 단지의 제어 조건을 고려한 사전에 저장된 목적 함수, 상기 환경 변수 및 상기 각 발전기의 무효 전력 할당 비율에 기초하여 상기 각 발전기의 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출하는 데이터 분석부 및 상기 산출된 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치에 대한 발전 지령 신호를 상기 각 발전기로 송신하는 분석 처리부를 포함하되, 상기 데이터 분석부는 상기 계통 정보에 기초하여 상기 각 발전기의 무효 전력 지령치를 산출하기 위한 무효 전력 할당 비율을 산출하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H02J 3/18 (2026.01)

Y04S 10/123 (2020.08)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020120083848 A

KR102393137 B1

KR101484064 B1

KR101732028 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711190497

과제번호 2021R1C1C1005292

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 신진연구지원사업

연구과제명 PHILS 기술을 이용한 AI 기반 풍력발전단지 제어관리시스템

기 여 율 1/1

과제수행기관명 한밭대학교

연구기간 2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 발전기를 포함하는 발전 단지의 환경 변수 및 계통 정보를 입력받는 데이터 입력부;

상기 발전 단지의 제어 조건을 고려한 사전에 저장된 목적 함수, 상기 환경 변수 및 상기 각 발전기의 무효 전력 할당 비율에 기초하여 상기 각 발전기의 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출하는 데이터 분석부; 및

상기 산출된 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치에 대한 발전 지령 신호를 상기 각 발전기로 송신하는 분석 처리부;를 포함하되,

상기 데이터 분석부는,

상기 계통 정보에 기초하여 둘 이상의 발전기가 상호 연결되어 형성되는 연계 지점의 무효 전력 할당 비율을 산출하고,

상기 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기의 무효 전력 지령치를 산출하기 위한 무효 전력 할당 비율을 산출하며,

상기 연계 지점과 상기 연계 지점에 의해 연결된 상기 각 발전기 사이의 구간 저항에 대한 대표 저항값을 산출하고, 상기 대표 저항값 및 상기 구간 저항의 병렬값에 기초하여 상기 연계 지점의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 것

을 특징으로 하는 신재생에너지 제어관리시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 데이터 분석부는,

상기 구간 저항에 기초하여 상기 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을 산출하고,

상기 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기의 구간 저항값에 기초하여 상기 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 것

을 특징으로 하는 신재생에너지 제어관리시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 데이터 분석부는,

상기 산출된 연계 지점의 무효 전력 할당 비율 및 상기 산출된 각 발전기의 무효 전력 할당 비율에 기초하여 상기 각 발전기의 무효 전력 지령치를 산출하는 것

을 특징으로 하는 신재생에너지 제어관리시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 계통 정보는,

상기 발전 단지의 발전기 수, 연계 지점 수 및 상기 하나 이상의 연계 지점 중 적어도 하나 이상을 포함하는 어레이 수를 포함하는 것

을 특징으로 하는 신재생에너지 제어관리시스템.

청구항 7

연산처리수단에 의해 수행되는 신재생에너지 제어관리방법에 있어서,

상기 연산처리수단이,

(a) 적어도 하나의 발전기를 포함하는 발전 단지의 환경 변수 및 계통 정보를 입력받는 단계;

(b) 상기 계통 정보에 기초하여 상기 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 단계;

(c) 상기 발전 단지의 제어 조건을 고려한 사전에 저장된 목적 함수, 상기 환경 변수 및 산출된 상기 무효 전력 할당 비율에 기초하여 상기 각 발전기의 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출하는 단계; 및

(d) 상기 산출된 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치에 대한 발전 지령 신호를 상기 각 발전기로 송신하는 단계;를 포함하고,

상기 단계 (b)는,

(b1) 상기 계통 정보에 기초하여 둘 이상의 발전기가 상호 연결되어 형성되는 연계 지점의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 단계; 및

(b2) 상기 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 단계;를 포함하며,

상기 단계 (b1)은,

상기 연계 지점과 상기 연계 지점에 의해 연결된 상기 각 발전기 사이의 구간 저항에 대한 대표 저항값을 산출하고, 상기 대표 저항값 및 상기 구간 저항의 병렬값에 기초하여 상기 연계 지점의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 것

을 특징으로 하는 신재생에너지 제어관리방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 단계 (b2)는,

상기 구간 저항에 기초하여 상기 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을 산출하고,

상기 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기의 구간 저항값에 기초하여 상기 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을

산출하는 것

을 특징으로 하는 신재생에너지 제어관리방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 단계 (c)는,

상기 산출된 연계 지점의 무효 전력 할당 비율 및 상기 산출된 각 발전기의 무효 전력 할당 비율에 기초하여 상기 각 발전기의 무효 전력 지령치를 산출하는 것

을 특징으로 하는 신재생에너지 제어관리방법.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 계통 정보는,

상기 발전 단지의 발전기 수, 연계 지점 수 및 상기 하나 이상의 연계 지점 중 적어도 하나 이상을 포함하는 어레이 수를 포함하는 것

을 특징으로 하는 신재생에너지 제어관리방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 신재생에너지 제어관리시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 발전 단지에 포함된 각 발전기의 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출하되, 발전 단지의 계통 정보를 반영하여 각 발전기의 무효 전력 지령치를 산출하기 위한 무효 전력 할당 비율을 산출함으로써 효율적인 에너지 공급이 가능한 신재생에너지 제어관리시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 신재생에너지 발전 단지를 효율적으로 관리하기 위해, 신재생에너지 제어관리시스템은 예측, 운영, 관리 등 다수의 고려사항을 반영하여 제어할 수 있도록 개발되어 왔다. 또한, 여러 고려사항 중에서 제어 및 운영에 대한 설정값이 다양하게 분류되어 복잡도가 증가하게 되면서, 설정값에 대한 머신러닝, 최적화 기법 등이 연구되고 있다.

- [0003] 기존의 신재생에너지 제어관리시스템은 제어기 또는 함수가 하나의 프로그램으로 구성되거나, 단일화된 패키지 형태로 설계되기 때문에, 특정 설정값에 대한 최적화 또는 목적 함수 변경을 위한 재설계가 불가능하다는 문제점이 있다.

- [0004] 또한, 최적화 또는 목적 함수에 사용되는 무효 전력 할당 비율을 발전 단지의 계통 정보를 반영하여 적절하게 변환 하지 않기 때문에 정확한 무효 전력 지령치를 산출할 수 없다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본 등록특허공보 제7250632호("재생 가능 에너지 발전 시스템의 통합 제어 장치 및 통합 제어 방법", 공고일 2023.03.24.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명에 의한 신재생에너지 제어관리시스템 및 그 방법은, 발전 단지에 포함된 각 발전기에 할당되는 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출하되, 발전 단지의 계통 정보에 기초하여 각 발전기의 무효 전력 지령치를 산출하기 위한 무효 전력 할당 비율을 산출함으로써, 효율적인 에너지 공급을 할 수 있는 신재생에너지 제어관리시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리시스템은 적어도 하나의 발전기를 포함하는 발전 단지의 환경 변수 및 계통 정보를 입력받는 데이터 입력부, 상기 발전 단지의 제어 조건을 고려한 사전에 저장된 목적 함수, 상기 환경 변수 및 상기 각 발전기의 무효 전력 할당 비율에 기초하여 상기 각 발전기의 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출하는 데이터 분석부 및 상기 산출된 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치에 대한 발전 지령 신호를 상기 각 발전기로 송신하는 분석 처리부를 포함하되, 상기 데이터 분석부는 상기 계통 정보에 기초하여 상기 각 발전기의 무효 전력 지령치를 산출하기 위한 무효 전력 할당 비율을 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0008] 또한, 상기 데이터 분석부는 상기 계통 정보에 기초하여 둘 이상의 발전기가 상호 연결되어 형성되는 연계 지점의 무효 전력 할당 비율을 산출하고, 상기 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 또한, 상기 데이터 분석부는 상기 연계 지점과 상기 연계 지점에 의해 연결된 상기 각 발전기 사이의 구간 저항에 대한 대표 저항값을 산출하고, 상기 대표 저항값 및 상기 구간 저항의 병렬값에 기초하여 상기 연계 지점의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 또한, 상기 구간 저항에 기초하여 상기 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 것
- [0011] 상기 데이터 분석부는 상기 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기의 구간 저항값에 기초하여 상기 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 상기 데이터 분석부는 상기 산출된 연계 지점의 무효 전력 할당 비율 및 상기 산출된 각 발전기의 무효 전력 할당 비율에 기초하여 상기 각 발전기의 무효 전력 지령치를 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 계통 정보는 상기 발전 단지의 발전기 수, 연계 지점 수 및 상기 하나 이상의 연계 지점 중 적어도 하나 이상을 포함하는 어레이 수를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 의한 연산처리수단에 의해 수행되는 신재생에너지 제어관리방법에 있어서, 상기 연산처리수단이 (a) 적어도 하나의 발전기를 포함하는 발전 단지의 환경 변수 및 계통 정보를 입력받는 단계, (b) 상기 계통 정보에 기초하여 상기 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 단계, (c) 상기 환경 변수 및 상기 발전 단지의 제어 조건을 고려한 사전에 저장된 목적 함수에 기초하여 상기 각 발전기의 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출하는 단계 및 (d) 상기 산출된 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치에 대한 발전 지령 신호를 상기 각 발전기로 송신하는 단계를 포함하는 것
- [0015] 또한, 상기 단계 (b)는 (b1) 상기 계통 정보에 기초하여 둘 이상의 발전기가 상호 연결되어 형성되는 연계 지점의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 단계 및 (b2) 상기 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 단계 (b1)는 상기 연계 지점과 상기 연계 지점에 의해 연결된 상기 각 발전기 사이의 구간 저항에 대한 대표 저항값을 산출하고, 상기 대표 저항값 및 상기 구간 저항의 병렬값에 기초하여 상기 연계 지점의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 상기 단계 (b2)는 상기 구간 저항에 기초하여 상기 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 것
- [0018] 상기 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기의 구간 저항값에 기초하여 상기 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을

산출하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 단계 (c)는 상기 산출된 연계 지점의 무효 전력 할당 비율 및 상기 산출된 각 발전기의 무효 전력 할당 비율에 기초하여 상기 각 발전기의 무효 전력 지령치를 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 계통 정보는 상기 발전 단지의 발전기 수, 연계 지점 수 및 상기 하나 이상의 연계 지점 중 적어도 하나 이상을 포함하는 어레이 수를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 상기한 바와 같은 본 발명의 다양한 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리시스템 및 그 방법에 의하면, 계통운영자의 목적에 따라 복수의 목적 함수를 선택적으로 활용함으로써 전력 계통의 안정적인 운영이 가능하고, 발전 단지의 계통 정보를 반영하여 각 발전기의 무효 전력 할당 비율을 산출하기 때문에 정확한 전력 지령치를 산출할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리시스템을 나타낸 개략도이다.

도 2는 일반적인 발전 단지 구조를 나타낸 개략도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리시스템이 제어하는 발전 단지 구조를 나타낸 개략도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리방법을 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 상술한 본 발명의 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 실시예를 통하여 보다 분명해질 것이다. 이하의 특정된 구조 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서 또는 출원에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 본 발명의 개념에 따른 실시예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 특정 실시예들은 도면에 예시하고 본 명세서 또는 출원에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정된 개시 형태에 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. '제1 및' 또는 '제2' 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소들로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소는 제1 구성 요소로도 명명될 수 있다. 어떠한 구성 요소가 다른 구성 요소에 연결되어 있다거나 접속되어 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떠한 구성 요소가 다른 구성 요소에 직접 연결되어 있다거나 또는 직접 접속되어 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하기 위한 다른 표현들, 즉 '~사이에' 와 '바로 ~사이에' 또는 '~에 인접하는' 과 '~에 직접 인접하는' 등의 표현도 마찬가지로 해석되어야 한다. 본 명세서에서 사용하는 용어는 단지 특정된 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써 본 발명을 상세히 설명하도록 한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리시스템을 나타낸 개략도이고, 도 2는 일반적인 발전

단지 구조를 나타낸 개략도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리시스템이 제어하는 발전 단지 구조를 나타낸 개략도이다. 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 신재생에너지 제어관리시스템을 자세히 알아보도록 한다.

[0025] 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리시스템(1000)은 도 1에 도시된 바와 같이, 데이터 입력부(100), 데이터 분석부(200) 및 분석 처리부(300)을 포함한다. 각 구성들은 컴퓨터 등을 포함하는 적어도 하나 이상의 연산처리수단에 각각 또는 통합 포함되어 동작을 수행하는 것이 바람직하다.

[0026] 각 구성에 대해서 자세히 알아보자면,

[0027] 상기 데이터 입력부(100)는 적어도 하나의 발전기(40)를 포함하는 발전 단지의 환경 변수 및 계통 정보를 입력 받을 수 있다. 여기서, 상기 환경 변수는 풍력 발전 단지로 예를 들어 설명하자면, 풍속, 일사량, 출력제한지령, 무효전력지령, 연계지점 전압 및 각 풍력 발전기의 전류 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이 때, 상기 데이터 입력부(100)는 상기 환경 변수를 계통운영자(10)로부터 사전에 직접 입력받거나 또는, 각 발전기(40)마다 형성된 측정 장치로부터 수신할 수 있다.

[0028] 상기 데이터 분석부(200)는 상기 발전 단지의 제어 조건을 고려한 사전에 저장된 목적 함수, 상기 환경 변수 및 상기 각 발전기의 무효 전력 할당 비율에 기초하여 상기 각 발전기(40)의 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출할 수 있다. 상세하게는, 상기 데이터 분석부(200)는 상기 발전 단지에 대한 출력변동성, 생산량, 공급우선순위 및 양방향 또는 단방향 제어 중 적어도 하나를 포함하는 제어 조건을 고려한 목적 함수를 기반으로, 상기 환경 변수 및 상기 각 발전기의 무효 전력 할당 비율에 기초하여 상기 각 발전기(40)의 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출할 수 있다. 여기서, 본 발명에서의 목적함수는 어떠한 특정한 목적함수로 한정하는 것이 아니며, 계통운영자(10)로부터 원하는 목적함수를 입력받을 수 있고, 입력되는 목적함수에 따라 당연히 지령치 산출값이 변경되며, 이에 따라 각 발전기(40)로 송신되는 지령 신호 역시 상이해지게 된다.

[0029] 상기 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출하기 이전에, 상기 데이터 분석부(200)는 상기 각 발전기(40)의 무효 전력 지령치를 산출하기 위한 무효 전력 할당 비율을 산출하되, 발전 단지 구조에 따라 변화하는 계통 정보를 반영하여 무효 전력 할당 비율을 산출해야한다. 예를 들면, 발전기(40)의 유지보수에 의해 상기 발전 단지에 포함된 발전기(40) 수, 연계 지점(30) 수 및 어레이(20) 수 중 적어도 하나 이상에 변화가 생기면, 상기 데이터 분석부(200)는 상기 변화된 계통 정보를 반영할 수 있어야 한다. 따라서, 상기 데이터 분석부(200)가 상기 계통 정보에 기초하여 상기 각 발전기(40)의 무효 전력 지령치를 산출하는 과정에 대해 자세히 설명 하겠다.

[0030] 먼저, 일반적인 발전 단지 구조는 도 2에 도시된 바와 같이, 각각의 발전기(40)가 케이블로 상호 연결되어 어레이(20)를 형성하고, 상기 적어도 하나의 어레이(20)가 계통 연계 지점(PCC, Point of common coupling)에 접속 되는 구조다. 따라서, 상기 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율은 하기의 수학적 식 1과 같이 계산될 수 있다.

수학적 식 1

$$\alpha_n = \frac{\sqrt{r_{nn+1}}}{\sqrt{r_{con,n}} + \sqrt{r_{nn+1}}}$$

[0031]

[0032] 여기서, r_{nn+1} 은 n번째 발전기(40)와 n+1번째 발전기(40) 사이의 구간 저항값이고, $r_{con,n}$ 은 연계 지점(30)과 n번째 발전기에 형성된 인버터 사이의 거리에 따른 구간 저항값이다.

[0033] 다음으로, 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리시스템(1000)이 제어하는 발전 단지 구조는 도 3에 도시된 바와 같이, 둘 이상의 발전기(40)가 케이블로 상호 연결되어 연계 지점(30)을 형성하고, 상기 각 연계 지점(30) 또한 케이블로 상호 연결되어 어레이(20)를 형성하며, 상기 적어도 하나의 어레이(20)가 계통 연계 지점(PCC)에 접속되는 구조다. 여기서, 상기 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리시스템(1000)이 제어하는 발전 단지 구조는 상기 일반적인 발전 단지 구조와 달리, 둘 이상의 발전기(40)를 포함하는 연계 지점(30)이 추가로 형성되어 있다. 따라서, 상기 데이터 분석부(200)는 발전 단지 구조에 따라 변화하는 계통 정보를 반영하여 상기 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율을 변환해야한다.

[0034] 상기 데이터 분석부(200)는 상기 계통 정보에 기초하여 둘 이상의 발전기(40)가 상호 연결되어 형성되는 연계

지점(30)의 무효 전력 할당 비율을 산출하고, 상기 연계 지점(30)에 의해 연결된 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율을 산출할 수 있다. 이 때, 상기 계통 정보는 상기 발전 단지의 발전기(40) 수, 연계 지점(30) 수 및 상기 하나 이상의 연계 지점(30) 중 적어도 하나 이상을 포함하는 어레이(20) 수를 포함할 수 있다.

[0035] 상기 데이터 분석부(200)는 상기 연계 지점(30)과 상기 연계 지점(30)에 의해 연결된 각 발전기(40) 사이의 구간 저항에 대한 대표 저항값을 산출하고, 상기 대표 저항값 및 상기 구간 저항의 병렬값에 기초하여 상기 연계 지점(30)의 무효 전력 할당 비율을 산출할 수 있다.

[0036] 상세하게는, 상기 연계 지점(30)의 무효 전력 할당 비율은 하기의 수학식 2와 같이 계산될 수 있다.

수학식 2

$$\alpha_{lm} = \frac{\sqrt{R_{p \cdot lm}}}{\sqrt{R_{x \cdot lm}} + \sqrt{R_{p \cdot lm}}}$$

[0037]

[0038] 여기서, 상기 연계 지점(30)과 상기 연계 지점(30)에 의해 연결된 각 발전기(40) 사이의 구간 저항에 대한 대표 저항값은 $R_{x \cdot lm} = r_{0 \cdot l(m+1)} + R_{x \cdot l(m+1)} \parallel R_{p \cdot l(m+1)} (R_{x \cdot l m_l} = R_{p \cdot l m_l})$ 이며, $r_{0 \cdot l(m+1)}$ 은 계통 연계 지점(PCC)과 1번째 어레이(20)의 m+1번째 연계 지점 사이의 구간 저항값, $R_{x \cdot l(m+1)}$ 은 1번째 어레이(20)의 m+1번째 연계 지점과 상기 m+1번째 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기(40) 사이의 구간 저항에 대한 대표 저항값, $R_{p \cdot l(m+1)}$ 은 1번째 어레이(20)의 m+1번째 연계 지점과 상기 m+1번째 연계 지점에 의해 연결된 각 발전기(40) 사이의 구간 저항의 병렬값이다.

[0039] 상기 데이터 분석부(200)는

[0040] 상기 구간 저항에 기초하여 상기 연계 지점(30)에 의해 연결된 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율을 산출할 수 있다.

[0041] 상기 연계 지점(30)에 의해 연결된 각 발전기(40)의 구간 저항값에 기초하여 상기 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율을 산출할 수 있다.

[0042] 상세하게는, 상기 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율은 하기의 수학식 3과 같이 계산될 수 있다.

수학식 3

$$\beta_{lmn} = \frac{(\prod_{k=1}^{N_{lm}} \sqrt{r_{lmk}}) / \sqrt{r_{lmn}}}{\sum_{j=1}^{N_{lm}} [(\prod_{i=1}^{N_{lm}} \sqrt{r_{lmi}}) / \sqrt{r_{lmj}}]}$$

[0043]

[0044] 여기서, $r_{lm(i,j,k,n)}$ 는 1번째 어레이(20)의 m번째 연계 지점에 포함된 (i, j, k, n)번째 발전기(40)의 구간 저항값이다.

[0045] 이로 인해, 상기 데이터 분석부(200)는 발전 단지의 계통 정보에 따라 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율을 변환하게 된다.

[0046] 상기 데이터 분석부(200)는 상기 산출된 연계 지점(30)의 무효 전력 할당 비율 및 상기 산출된 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율에 기초하여 상기 각 발전기(40)의 무효 전력 지령치를 산출할 수 있다.

[0047] 상세하게는, 상기 각 발전기(40)의 무효 전력치는 하기의 수학식 4와 같이 계산될 수 있다.

수학식 4

$$Q_{ref}(l, m, n) = [\prod_{k=1}^{m-1} (1 - \alpha_{lk})] \cdot \alpha_{lm} \cdot \beta_{lmn} \cdot Q_{ora}(l)$$

여기서, $Q_{ora}(l)$ 는 1번째 어레이(20)의 무효 전력값이다.

상기 분석 처리부(300)는 상기 산출된 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치에 대한 발전 지령 신호를 상기 각 발전기(40)로 송신할 수 있다. 상세하게는, 상기에서 산출된 유효 전력 지령치와, 상기 무효 전력 할당 비율에 기초하여 산출된 무효 전력 지령치에 따른 발전 지령 신호를 상기 각 발전기(40)로 송신할 수 있다.

이를 통해서, 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리시스템(1000)은 발전 단지의 계통 정보를 반영하여 상기 발전 단지에 포함된 각 발전기(40)에 대한 적절한 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출하고, 상기 산출된 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치에 대한 발전 지령 신호를 상기 각 발전기(40)로 송신하게 된다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리방법을 나타낸 순서도이다. 도 4를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리방법을 상세히 설명하도록 한다.

본 발명의 일 실시예에 의한 연산처리수단에 의해 수행되는 신재생에너지 제어관리방법은 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 연산처리수단이 적어도 하나의 발전기(40)를 포함하는 발전 단지의 환경 변수 및 계통 정보를 입력받는 단계(S100), 상기 계통 정보에 기초하여 상기 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 단계(S200), 상기 발전 단지의 제어 조건을 고려한 사전에 저장된 목적 함수, 상기 환경 변수 및 산출된 상기 무효 전력 할당 비율에 기초하여 상기 각 발전기(40)의 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출하는 단계(S300) 및 상기 산출된 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치에 대한 발전 지령 신호를 상기 각 발전기(40)로 송신하는 단계(S400)를 포함할 수 있다. 각 단계는 컴퓨터 등을 포함하는 적어도 하나 이상의 연산처리수단에 각각 또는 통합 포함되어 동작을 수행하는 것이 바람직하다.

상기 단계(S100)는 상기 데이터 입력부(100)에서, 적어도 하나의 발전기(40)를 포함하는 발전 단지의 환경 변수 및 계통 정보를 입력받을 수 있다. 여기서, 상기 환경 변수는 풍력 발전 단지로 예를 들어 설명하자면, 풍속, 일사량, 출력제한지령, 무효전력지령, 연계지점 전압 및 각 풍력 발전기의 전류 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이 때, 상기 단계(S100)는 상기 환경 변수를 계통운영자(10)로부터 사전에 직접 입력받거나 또는, 각 발전기(40)마다 형성된 측정 장치로부터 수신할 수 있다.

상기 단계(S200)는 상기 데이터 분석부(200)에서, 상기 계통 정보에 기초하여 상기 각 발전기(40)의 무효 전력 지령치를 산출하기 위한 무효 전력 할당 비율을 산출할 수 있다.

일반적인 발전 단지 구조에서는, 각각의 발전기(40)가 케이블로 상호 연결되어 어레이(20)를 형성하고, 상기 적어도 하나의 어레이(20)가 계통 연계 지점(PCC, Point of common coupling)에 접속된다. 따라서, 상기 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율은 상기의 수학식 1과 같이 계산될 수 있다.

상기 일반적인 발전 단지 구조와 달리, 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리시스템(1000)이 제어하는 발전 단지 구조에서는, 둘 이상의 발전기(40)가 케이블로 상호 연결되어 연계 지점(30)을 형성하고, 상기 각 연계 지점(30) 또한 케이블로 상호 연결되어 어레이(20)를 형성하며, 상기 적어도 하나의 어레이(20)가 계통 연계 지점(PCC)에 접속된다. 따라서, 상기 단계(S200)는 발전 단지 구조에 따라 변화하는 계통 정보를 반영하여 상기 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율을 변환해야한다.

상기 단계(S200)는 상기 계통 정보에 기초하여 둘 이상의 발전기(40)가 상호 연결되어 형성되는 연계 지점(30)의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 단계(S210) 및 상기 연계 지점(30)에 의해 연결된 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율을 산출하는 단계(S220)를 포함할 수 있다. 이 때, 상기 계통 정보는 상기 발전 단지의 발전기(40) 수, 연계 지점(30) 수 및 상기 하나 이상의 연계 지점(30) 중 적어도 하나 이상을 포함하는 어레이(20) 수를 포함할 수 있다.

상기 단계(S210)는 상기 데이터 분석부(200)에서, 상기 연계 지점(30)과 상기 연계 지점(30)에 의해 연결된 각 발전기(40) 사이의 구간 저항에 대한 대표 저항값을 산출하고, 상기 대표 저항값 및 상기 구간 저항의 병렬값에 기초하여 상기 연계 지점(30)의 무효 전력 할당 비율을 산출할 수 있다. 상세하게는, 상기 연계 지점(30)의 무

효 전력 할당 비율은 상기의 수학식 2와 같이 계산될 수 있다.

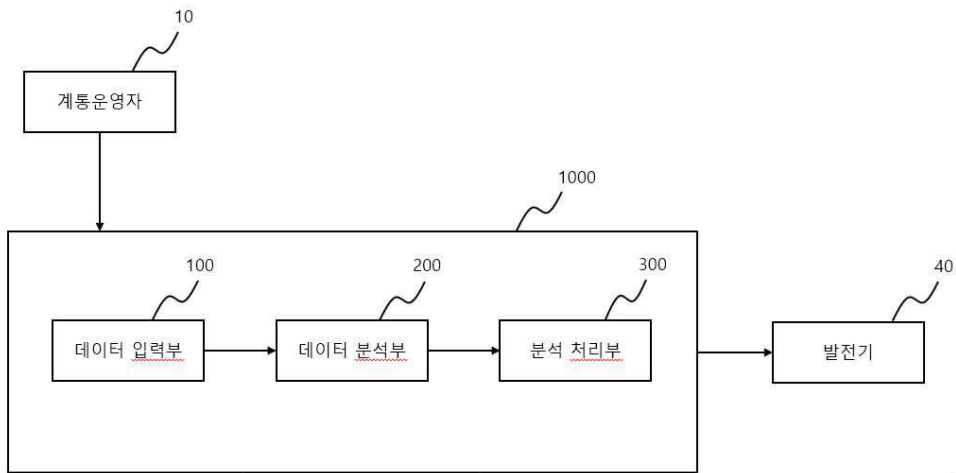
- [0060] 상기 단계(S220)는 상기 데이터 분석부(200)에서, 상기 구간 저항에 기초하여 상기 연계 지점(30)에 의해 연결된 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율을 산출할 수 있다. 상세하게는, 상기 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율은 상기의 수학식 3과 같이 계산될 수 있다.
- [0061] 이로 인해, 상기 단계(S200)는 발전 단지의 계통 정보에 따라 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율을 변환하게 된다.
- [0062] 상기 단계(S300)는 상기 데이터 분석부(200)에서, 상기 산출된 연계 지점(30)의 무효 전력 할당 비율 및 상기 산출된 각 발전기(40)의 무효 전력 할당 비율에 기초하여 상기 각 발전기(40)의 무효 전력 지령치를 산출할 수 있다. 상세하게는, 상기 각 발전기(40)의 무효 전력치는 상기의 수학식 4와 같이 계산될 수 있다.
- [0063] 상기 단계(S400)는 상기 분석 처리부(300)에서, 상기 산출된 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치에 대한 발전 지령 신호를 상기 각 발전기(40)로 송신할 수 있다. 상세하게는, 상기 단계(S300)에서 산출된 유효 전력 지령치와, 상기 무효 전력 할당 비율에 기초하여 산출된 무효 전력 지령치에 따른 발전 지령 신호를 상기 각 발전기(40)로 송신할 수 있다.
- [0064] 이를 통해서, 본 발명의 일 실시예에 의한 신재생에너지 제어관리방법은 발전 단지의 계통 정보를 반영하여 발전 단지에 포함된 각 발전기(40)에 대한 적절한 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출하고, 상기 산출된 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치에 대한 발전 지령 신호를 상기 각 발전기(40)로 송신하게 된다.
- [0065] 종합하자면, 본 발명의 일 실시예에 따른 신재생에너지 제어관리시스템 및 그 방법은, 발전 단지의 계통 정보를 반영하여 상기 발전 단지에 포함된 각 발전기(40)에 대한 적절한 유효 전력 지령치 및 무효 전력 지령치를 산출하고, 이에 따른 발전 지령 신호를 상기 각 발전기(40)에 송신함으로써, 효율적이고 안정적인 에너지 공급이 가능하고, 계통운영자(10)의 목적에 따라 복수의 목적 함수를 선택적으로 활용할 수 있어 전력 계통을 안정적으로 운영할 수 있는 효과가 있다.
- [0066] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것일 뿐이다. 따라서, 본 발명의 기술 사상은 개시된 각각의 실시예뿐만 아니라, 개시된 실시예들의 조합을 포함하고, 나아가, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 첨부된 청구 범위의 사상 및 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능하며, 그러한 모든 적절한 변경 및 수정은 균등물로서 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

부호의 설명

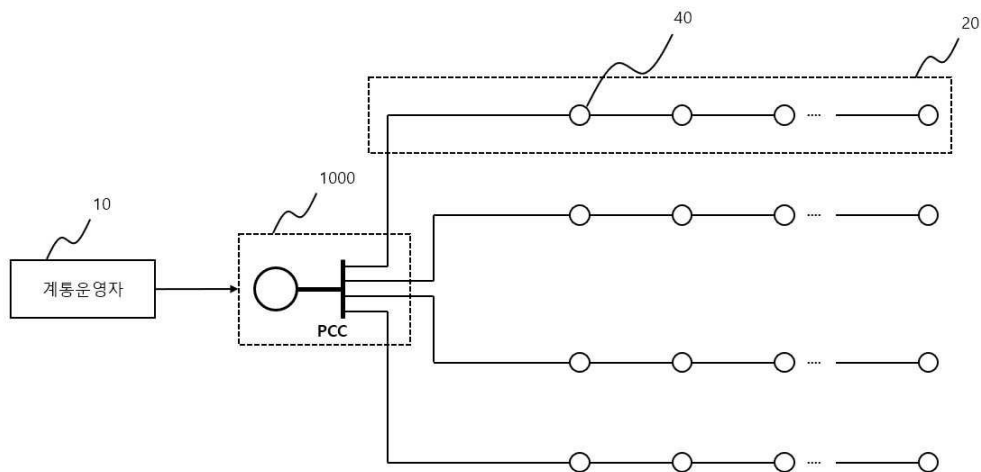
- [0067] 10 : 계통운영자
 20 : 어레이
 30 : 연계 지점
 40 : 발전기
 100 : 데이터 입력부
 200 : 데이터 분석부
 300 : 분석 처리부
 1000 : 신재생에너지 제어관리시스템

도면

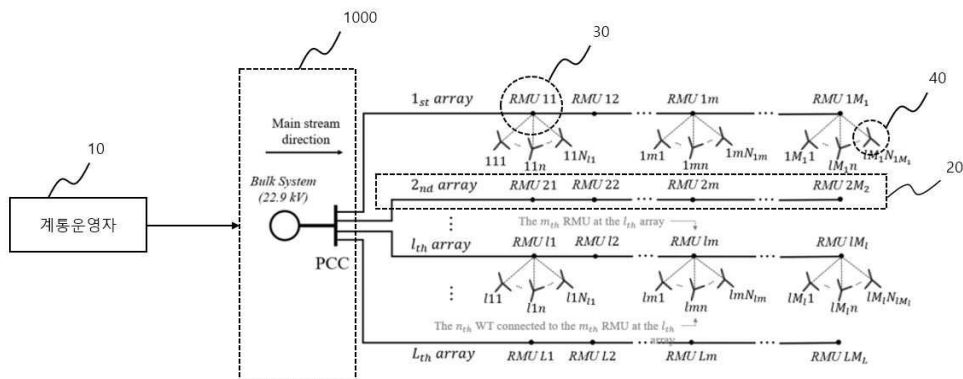
도면1



도면2



도면3



도면4

