



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년10월17일
(11) 등록번호 10-1319254
(24) 등록일자 2013년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 3/36 (2006.01) H02J 3/46 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0084698
(22) 출원일자 2011년08월24일
심사청구일자 2011년08월24일
(65) 공개번호 10-2013-0022039
(43) 공개일자 2013년03월06일
(56) 선행기술조사문헌
JP2010124605 A*
KR1020100061453 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
그린베일 주식회사
서울시 마포구 마포대로 44 801호(도화동, 진도빌딩)
(72) 발명자
권오웅
서울특별시 마포구 아현동 서서울삼성아파트 101-701
(74) 대리인
특허법인 충정

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 추형석

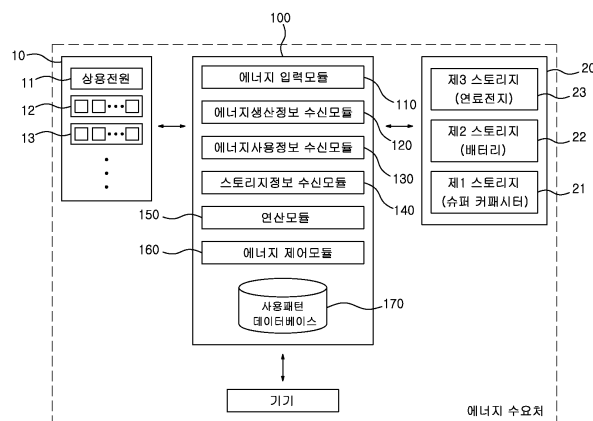
(54) 발명의 명칭 스마트 마이크로 그리드 운영시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 스마트 마이크로 그리드 운영시스템 및 방법에 관한 것이다.

이를 위해, 본 발명에 따른 스마트 마이크로 그리드 운영시스템은 에너지 입력모듈, 에너지생산정보 수신모듈, 에너지사용정보 수신모듈, 스토리지정보 수신모듈, 연산모듈 및 제어모듈을 포함한다. 상기 에너지 입력모듈은 재생에너지원 또는 신에너지원을 포함하는 분산전원으로부터 전기 에너지를 공급 받는다. 상기 에너지생산정보 수신모듈은 상기 분산전원의 전기에너지 생산에 관련된 에너지생산정보를 수신한다. 상기 에너지사용정보 수신모듈은 에너지 수요처로부터 전기에너지 사용에 관한 에너지사용정보를 수신한다. 상기 스토리지정보 수신모듈은 서로 다른 특성을 가지는 복수의 스토리지(storage)에 관한 스토리지정보를 수신한다. 상기 연산모듈은 상기 에너지생산정보, 에너지사용정보 및 스토리지정보를 기초로 전기요금이 최소화될 수 있도록 하는 에너지 맵을 계산한다. 상기 에너지 제어모듈은 상기 에너지 맵에 따라 선택된 스토리지에 분산전원의 전기에너지가 저장되고, 선택된 스토리지에서 전기에너지가 출력되도록 제어한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

재생에너지원 또는 신에너지원을 포함하는 분산전원으로부터 전기 에너지를 공급 받는 에너지 입력모듈;
 상기 분산전원의 전기에너지 생산에 관련된 에너지생산정보를 수신하는 에너지생산정보 수신모듈;
 에너지 수요처로부터 전기에너지 사용에 관한 에너지사용정보를 수신하는 에너지사용정보 수신모듈;
 서로 다른 특성을 가지는 복수의 스토리지(storage)에 관한 스토리지정보를 수신하는 스토리지정보 수신모듈;
 상기 에너지생산정보, 에너지사용정보 및 스토리지정보를 기초로 전기요금이 최소화될 수 있도록 하는 에너지 맵을 계산하는 연산모듈; 및
 상기 에너지 맵에 따라 선택된 스토리지에 분산전원의 전기에너지가 저장되고, 선택된 스토리지에서 전기에너지가 출력되도록 제어하는 에너지 제어모듈
 을 포함하며,
 상기 에너지 맵은,
 상기 에너지 수요처의 전기에너지 사용패턴에 관한 에너지사용패턴정보를 통해 상기 재생에너지원의 전기에너지가 즉시 사용될 것으로 예측되면, 입출력 속도가 가장 빠른 제1 스토리지에 상기 재생에너지원의 전기에너지가 임시 저장되도록 하고,
 상기 재생에너지원의 잉여 전기에너지는 상기 제1 스토리지에 비해 입출력 속도가 느린 제2 스토리지에 저장되도록 하며,
 상기 제2 스토리지의 충전잔량이 없는 경우 전기에너지의 장기 보관이 가능한 제3 스토리지에 재생에너지원의 전기에너지가 저장되도록 하는 정보
 를 포함하는 스마트 마이크로 그리드(Smart Micro-Grid) 운영시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 에너지 맵은,
 스토리지들의 충전 특성 및 입출력 속도 특성을 고려하여, 상기 재생에너지원의 전기에너지가 저장될 스토리지를 선택하는 정보를 포함하는 것
 을 특징으로 하는 스마트 마이크로 그리드 운영시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 에너지 수요처의 전기에너지 사용패턴에 관한 에너지사용패턴정보를 저장하는 사용패턴 데이터베이스를 더 포함하고,
 상기 연산모듈은 상기 에너지사용패턴정보를 더 고려하여 상기 에너지 맵을 계산하는 것
 을 특징으로 하는 스마트 마이크로 그리드 운영시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제3항에 있어서,
 상기 에너지 맵은,
 상기 에너지사용패턴정보를 통해 현 시점부터 일정 시간 이후 예상되는 재생에너지원의 전기에너지 공급이 부족할 경우 상기 신에너지원을 미리 가동시키는 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 마이크로 그리드 운영시스템.

청구항 7

재생에너지원 또는 신에너지원을 포함하는 분산전원의 전기에너지 생산에 관련된 에너지생산정보를 수신하는 에너지생산정보 수신모듈;
 에너지 수요처로부터 전기에너지 사용에 관한 에너지사용정보를 수신하는 에너지사용정보 수신모듈;
 서로 다른 특성을 가지는 복수의 스토리지에 관한 스토리지정보를 수신하는 스토리지정보 수신모듈;
 상기 에너지 수요처의 전기에너지 사용패턴에 관한 에너지사용패턴정보를 저장하는 사용패턴 데이터베이스;
 상기 에너지생산정보, 에너지사용정보, 스토리지정보 및 에너지사용패턴정보를 기초로 전기요금에 최소화될 수 있도록 하는 에너지 맵을 계산하는 연산모듈; 및
 상기 에너지 맵에 따라 선택된 스토리지에 분산전원의 전기에너지가 저장되고, 선택된 스토리지에서 전기에너지가 출력되도록 제어하는 에너지 제어모듈에 상기 에너지 맵을 전송하는 에너지맵 전송모듈을 포함하며,
 상기 에너지 맵은,
 상기 에너지사용패턴정보를 통해 상기 재생에너지원의 전기에너지가 즉시 사용될 것으로 예측되면, 입출력 속도가 가장 빠른 제1 스토리지에 상기 재생에너지원의 전기에너지가 임시 저장되도록 하고,
 상기 재생에너지원의 잉여 전기에너지는 상기 제1 스토리지에 비해 입출력 속도가 느린 제2 스토리지에 저장되도록 하며,
 상기 제2 스토리지의 충전잔량이 없는 경우 전기에너지의 장기 보관이 가능한 제3 스토리지에 재생에너지원의 전기에너지가 저장되도록 하는 정보를 포함하는 스마트 마이크로 그리드 운영시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 에너지 맵은,
 스토리지들의 충전 특성 및 입출력 속도 특성을 고려하여, 상기 재생에너지원의 전기에너지가 저장될 스토리지를 선택하는 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 마이크로 그리드 운영시스템.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제7항에 있어서,
 상기 에너지 맵은,

상기 에너지사용패턴정보를 통해 현 시점부터 일정 시간 이후 예상되는 재생에너지원의 전기에너지 공급이 부족할 경우 상기 신에너지원을 미리 가동시키는 정보를 포함하는 것

을 특징으로 하는 스마트 마이크로 그리드 운영시스템.

청구항 12

재생에너지원 또는 신에너지원을 포함하는 분산전원의 전기에너지 생산에 관련된 에너지생산정보, 에너지 수요처로부터 전기에너지 사용에 관한 에너지사용정보, 및 서로 다른 특성을 가지는 복수의 스토리지(storage)에 관한 스토리지정보를 수신하는 단계;

상기 에너지생산정보, 에너지사용정보 및 스토리지정보를 기초로 전기요금이 최소화될 수 있도록 하는 에너지 맵을 계산하는 단계; 및

상기 에너지 맵에 따라 선택된 스토리지에 분산전원의 전기에너지가 저장 또는 선택된 스토리지에서 전기에너지가 출력되도록 제어하는 단계를 포함하며,

상기 에너지 맵은,

상기 에너지 수요처의 전기에너지 사용패턴에 관한 에너지사용패턴정보를 통해 상기 재생에너지원의 전기에너지가 즉시 사용될 것으로 예측되면, 입출력 속도가 가장 빠른 제1 스토리지에 상기 재생에너지원의 전기에너지가 임시 저장되도록 하고,

상기 재생에너지원의 잉여 전기에너지는 상기 제1 스토리지에 비해 입출력 속도가 느린 제2 스토리지에 저장되도록 하며,

상기 제2 스토리지의 충전잔량이 없는 경우 전기에너지의 장기 보관이 가능한 제3 스토리지에 재생에너지원의 전기에너지가 저장되도록 하는 정보

를 포함하는 스마트 마이크로 그리드 운영방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 에너지 맵은,

스토리지들의 충전 특성 및 입출력 속도 특성을 고려하여, 상기 재생에너지원의 전기에너지가 저장될 스토리지를 선택하는 정보를 포함하는 것

을 특징으로 하는 스마트 마이크로 그리드 운영방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 에너지 수요처의 전기에너지 사용패턴에 관한 에너지사용패턴정보를 저장하는 단계를 더 포함하고,

상기 계산하는 단계는 상기 에너지사용패턴정보를 더 고려하여 상기 에너지 맵을 계산하는 것

을 특징으로 하는 스마트 마이크로 그리드 운영방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 에너지 맵은,

상기 에너지사용패턴정보를 통해 현 시점부터 일정 시간 이후 예상되는 재생에너지원의 전기에너지 공급이 부족할 경우 상기 신에너지원을 미리 가동시키는 정보를 포함하는 것

을 특징으로 하는 스마트 마이크로 그리드 운영방법.

청구항 18

에너지 수요처로부터 전기에너지 사용패턴에 관한 에너지사용패턴정보를 저장하는 단계;

재생에너지원 또는 신에너지원을 포함하는 분산전원의 전기에너지 생산에 관련된 에너지생산정보, 상기 에너지 수요처의 전기에너지 사용에 관한 에너지사용정보, 및 서로 다른 특성을 가지는 복수의 스토리지에 관한 스토리지정보를 수신하는 단계;

상기 에너지사용패턴정보, 에너지생산정보, 에너지사용정보, 및 스토리지정보를 기초로 전기요금에 최소화될 수 있도록 하는 에너지 맵을 계산하는 단계; 및

상기 에너지 맵에 따라 선택된 스토리지에 분산전원의 전기에너지가 저장되고, 선택된 스토리지에서 전기에너지가 출력되도록 제어하는 에너지 제어모듈에 상기 에너지 맵을 전송하는 단계를 포함하며,

상기 에너지 맵은,

상기 에너지사용패턴정보를 통해 상기 재생에너지원의 전기에너지가 즉시 사용될 것으로 예측되면, 입출력 속도가 가장 빠른 제1 스토리지에 상기 재생에너지원의 전기에너지가 임시 저장되도록 하고,

상기 재생에너지원의 잉여 전기에너지는 상기 제1 스토리지에 비해 입출력 속도가 느린 제2 스토리지에 저장되도록 하며,

상기 제2 스토리지의 충전잔량이 없는 경우 전기에너지의 장기 보관이 가능한 제3 스토리지에 재생에너지원의 전기에너지가 저장되도록 하는 정보

를 포함하는 스마트 마이크로 그리드 운영방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 에너지 맵은,

스토리지들의 충전 특성 및 입출력 속도 특성을 고려하여, 상기 재생에너지원의 전기에너지가 저장될 스토리지를 선택하는 정보를 포함하는 것

을 특징으로 하는 스마트 마이크로 그리드 운영방법.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

제18항에 있어서,

상기 에너지 맵은,

상기 에너지사용패턴정보를 통해 현 시점부터 일정 시간 이후 예상되는 재생에너지원의 전기에너지 공급이 부족할 경우 상기 신에너지원을 미리 가동시키는 정보를 포함하는 것

을 특징으로 하는 스마트 마이크로 그리드 운영방법.

청구항 23

제12항 내지 제14항, 제17항 내지 제19항, 제22항 중 어느 한 항의 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록되어 있는 것을 특징으로 하는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 스마트 마이크로 그리드 운영시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 날씨, 온도, 습도 등과 같은 외부환경이나, 이에 영향받는 전기에너지 생산량, 분산전원에 대응되는 전기요금 등 복잡적이고, 예측이 난해하며, 비선형적인 행태를 보이는 요소들을 고려하여 기존보다 전기요금의 절감효과가 극대화될 수 있는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지난 수십 년간 지구온난화와 환경오염의 심각성이 점진적으로 더해감에 따라 전 세계적으로 에너지 절감, 온실가스 감축에 대한 필요성을 절실히 공감하게 되었다. 기존의 화석연료를 대체하기 위해 제안된 태양광, 태양열, 풍력, 지열 등 다양한 신재생에너지는 아직 가격경쟁력이나 많은 기술적인 문제에 부딪혀 전반적인 확장으로 이어지지는 못하고 있지만, 국내를 비롯해 미국, 유럽에서 강력한 정부 지원에 힘입어 많은 투자와 연구활동이 진행 중이다.

[0003] 현재의 전력 인프라는 수력, 화력, 원자력 등을 통해 중앙 집중적으로 생산한 후 일부 독과점적인 업체에 의해 일방적으로 송배전되고, 일반적으로 정해진 고정 가격에 기반해서 과금되고 있다. 과금 체계가 공개되어 있다고는 하지만, 일반적으로 전력은 다른 재화에 비해 가격탄력성이 거의 없다고 봐도 무방할 정도이다. 최근에는 일부 전력 인프라의 노후화에 대한 인식, 신재생에너지의 필요성에 대한 인식 등과 맞물려 기존과 전혀 다른 전력 인프라에 대한 필요성이 생겨남에 따라, 직접 태양광 패널을 설치하여 생산되는 에너지를 자급하거나 오히려 남는 전력을 Utility 사업자에게 되파는 가정도 생겨나고 있다.

[0004] 앞으로는 Plug-in Hybrid 자동차가 향후 20여 년간 급속한 성장세를 보일 것으로 예상되고 있는데, 이렇게 되면 이전에는 가솔린/디젤로만 움직이던 자동차들이 가정의 전력 소비량의 많은 부분을 차지하게 될 것이다. 또한, Utility 사업자로부터 계속적으로 전력을 공급받아 꼬박꼬박 비싼 전기요금을 내느니, 신재생에너지와 에너지 저장장치로 이루어진 자급자족형 에너지 Facility 또는 좀 더 큰 규모의 마이크로 그리드(Micro-Grid)를 가정별, 건물별, 지역별로 구성하고자 하는 니즈도 커지게 될 것이다.

[0005] 마이크로 그리드는 기존에 소비만하던 수용가 중에서 전력공급망 상에 자체의 발전설비에 의한 자체 소비뿐만 아니라 전력을 공급할 수 있는 능력을 가진 수용가들이 등장하였지만, 기존의 전력공급망에서 이런 자체발전 수용가는 자급자족만 할 뿐, 전체 네트워크에는 기여하지 못하였던 것을 극복하기 위한 것으로, 전력공급망에 산재하는 자체발전 수용가에서 생산하는 전기에너지를 활용하여 전체 네트워크의 에너지 활용을 극대화 시키기 위한 기술이자 새로운 전력 생산/소비 모델이다. 이러한 그리드에 대해 지역적으로 작은 규모로 이루어진 것을 Micro-Grid라 하고, 전국적인 차원에서 넓은 지역에 걸쳐 이루어진 것을 Smart Grid, Super Grid, Smart Electric Grid 등 여러 이름으로 불려지고 있다. 대개 마이크로 그리드 시스템은 풍력발전, 태양광발전, 연료전지 등 다수의 분산전원과 축전지저장장치 같은 에너지 저장장치, 복수의 부하로 구성되며, 각 구성들을 감시제어하기 위한 에너지관리시스템이 통신망을 통하여 연결되어 있다.

[0006] 전 세계적인 인식의 변화와 정부의 추진, 또 이에 따른 시장의 흐름으로 보았을 때, 향후에는 다양한 에너지원과 새로운 형태 및 규모의 에너지 수요처를 유동적이면서 효율적으로 묶어 운영할 수 있는 시스템이 요구될 수 밖에 없지만, 이 시스템은 비선형적인 특성과 어려운 미래예측 특성으로 말미암아 상당한 기술적 어려움이 존재한다. 예로, Hybrid 자동차 같은 경우 단 두 개의 에너지원(엔진과 배터리)으로 이루어져 있지만, 에너지 소비패턴의 다양성으로 말미암아 최적화가 상당히 어렵다.

[0007] 따라서 보다 많은 에너지원과 더 다양한 에너지 수요처를 유동적으로 통합하고 운영하여 최적의 결과, 즉 최소의 전기요금으로 에너지 소비 만족을 실현할 수 있는 시스템이 필요하다.

[0008] 이와 관련하여 한국등록특허 제10-0798347호 "재생에너지를 이용한 주택의 복합형 냉난방 시스템"에는 지열을

이용한 펌프 가동 시 필요한 전기를 태양광으로부터 생산된 전기를 사용하고 부족한 전기만 한전의 전기를 사용할 수 있게 하는 기술이 설명되어 있다. 본 선행기술에 따르면, 우천시 태양광발전시스템의 기능이 저하되거나 또는 상실될 시에는 상용전원라인으로부터 전기를 공급받아 지열냉난방시스템을 가동시킴으로써, 전기요금을 최소화시킨다.

[0009] 하지만, 재생에너지원은 전기에너지를 불균일하게 생산하기 때문에, 주로 상용전원으로부터 전기를 공급받게 되고, 그만큼 전기요금의 절감효과가 미비하다.

[0010] 그러므로, 미리 각 재생에너지원의 전력생산에 영향을 주는 변수들을 측정 및 예측하여 보다 전기요금이 최소화될 수 있는 기술이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0798347호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 많은 분산전원과 다양한 에너지 수요처를 유동적으로 통합하고 운영하여 최적의 결과, 즉 최소의 전기요금으로 에너지 소비 만족을 실현할 수 있는 시스템 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명은 날씨, 온도, 습도 등과 같은 외부환경이나, 이에 영향 받는 전기에너지 생산량, 분산전원에 대응되는 전기요금 등 복합적이고, 예측이 난해하며, 비선형적인 행태를 보이는 요소들을 고려하여 시스템을 운영할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 이러한 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 스마트 마이크로 그리드 운영시스템은 에너지 입력모듈, 에너지 생산정보 수신모듈, 에너지사용정보 수신모듈, 스토리지정보 수신모듈, 연산모듈 및 제어모듈을 포함한다. 상기 에너지 입력모듈은 재생에너지원 또는 신에너지원을 포함하는 분산전원으로부터 전기 에너지를 공급 받는다. 상기 에너지생산정보 수신모듈은 상기 분산전원의 전기에너지 생산에 관련된 에너지생산정보를 수신한다. 상기 에너지사용정보 수신모듈은 에너지 수요처로부터 전기에너지 사용에 관한 에너지사용정보를 수신한다. 상기 스토리지정보 수신모듈은 서로 다른 특성을 가지는 복수의 스토리지(storage)에 관한 스토리지정보를 수신한다. 상기 연산모듈은 상기 에너지생산정보, 에너지사용정보 및 스토리지정보를 기초로 전기요금이 최소화될 수 있도록 하는 에너지 맵을 계산한다. 상기 에너지 제어모듈은 상기 에너지 맵에 따라 선택된 스토리지에 분산전원의 전기에너지가 저장되고, 선택된 스토리지에서 전기에너지가 출력되도록 제어한다.

발명의 효과

[0015] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 많은 분산전원과 다양한 에너지 수요처를 유동적으로 통합하고 운영하여 최적의 결과, 즉 최소의 전기요금으로 에너지 소비 만족을 실현할 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명은 날씨, 온도, 습도 등과 같은 외부환경이나, 이에 영향 받는 전기에너지 생산량, 분산전원에 대응되는 전기요금 등 복합적이고, 예측이 난해하며, 비선형적인 행태를 보이는 요소들을 고려하여 운영시스템을 운영할 수 있기 때문에, 복잡한 운영시스템을 안정적으로 구동함과 동시에 효율적인 방식으로 컨트롤할 수 있고, 이에 따라 최종적으로는 최소한의 전기요금이 나올 수 있어 전기요금의 절감이 가능하다.

[0017] 또, 본 발명은 에너지 수요처에서의 전기에너지 사용패턴을 지속적으로 업데이트하여 에너지 맵을 계산하면 보다 정교한 예측이 가능하므로, 효율적으로 운영시스템을 제어하여 기존보다 전기요금의 절감효과가 극대화될 수

있다.

[0018] 또, 본 발명에 따른 운영시스템을 에너지 제어모듈과 별도로 중앙전산센터의 서버에 설치하여 중앙 전산시스템을 통해 실행시키거나, 또는 연산모듈을 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)과 같이 여러 분산시스템을 통해 실행시킴으로써, 공간적인 제약 조건을 극복하면서 경제적인 효과를 제공할 수 있다. 이러한 운영시스템의 서비스 제공 주체는 개선된 최적화 알고리즘의 지속적인 제공을 통해 에너지 수요처의 고객에게 전력사용비용의 절감기회를 제공하고, 일회성이 아닌 지속적인 과금을 실현할 수 있으며, 지속적인 서비스 수익 창출의 가능성이 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 마이크로 그리드(Smart Micro-Grid) 운영시스템의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 스마트 마이크로 그리드 운영시스템 개략적인 구성을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 마이크로 그리드 운영방법의 개략적인 흐름을 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 스마트 마이크로 그리드 운영방법의 개략적인 흐름을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략하기로 한다. 또한 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어 구체적인 수치는 실시예에 불과하며, 설명의 편의와 이해를 위하여 실제와는 달리 과장된 수치가 제시되었을 수 있다.

<시스템에 대한 설명>

[0022] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 마이크로 그리드(Micro-Grid) 운영시스템의 구성을 개략적으로 나타낸 것이다.

[0023] 본 발명에 따른 운영시스템(100)은 학교, 산업단지 등 특정 소규모 지역단위나 전역 단위별로 에너지 수요처(Site)에 설치되어 전력을 공급하며, 이를 위해 에너지 입력모듈(110), 에너지생산정보 수신모듈(120), 에너지 사용정보 수신모듈(130), 스토리지정보 수신모듈(140) 연산모듈(150), 에너지 제어모듈(160) 등을 포함하여 구성된다.

[0024] 에너지 입력모듈(110)은 상용전원(11), 재생에너지원(12), 또는 신에너지원(13)을 포함하는 분산전원(10)으로부터 전기에너지를 공급 받는다. 여기서, 상용전원(11)은 한전과 같은 전력회사의 발전기를 의미하며, 재생에너지원(12)은 화석 연료와 원자력을 대체할 수 있는 태양열, 태양광, 바이오 에너지, 풍력, 수력 등 무공해의 재생 가능한 에너지를 이용한 발전기이고, 신에너지원(13)은 수소, 연료전지, 석탄액화가스 등 종래와 다른 새로운 에너지를 이용한 발전기를 말한다.

[0025] 에너지생산정보 수신모듈(120)은 분산전원(10)의 전기에너지 생산에 관련된 에너지생산정보를 수신한다.

[0026] 일반적으로 태양광이나 풍력발전과 같은 재생에너지원(12)은 본질적으로 그 발전의 근본이 자연환경에 의존적이기 때문에, 전기에너지 생산량이 기상상태 등의 외부환경에 민감하고, 이에 따라 발전량이 불규칙적이며, 예측이 상당히 어렵다. 태양광발전의 경우에는 아주 지협적인 날씨나 온도뿐만 아니라, 패널의 먼지 등에 의해서도 전기에너지 생산량에 영향을 받고, 풍력발전 역시 지협적인 풍속에 의해 영향을 받는다. 또한, 연료전지 등의 신에너지원의 경우에는 전기에너지 생산에 필요한 초기 준비 시간이 존재하므로, 신속한 전기에너지 공급이 어렵다. 고체산화물(Solid Oxide) 연료전지를 이용하기 위해서는 섭씨 800~1000도의 온도를 만족해야 하기 때문에, 상기 온도까지 높이는 데 시간이 소요된다. 고분자 전해질막(Polymer Electrolyte Membrane) 연료전지는 적정 온도(~80도)를 만족해야 할 뿐만 아니라 적절한 습도 조건도 만족해야 하므로, 이를 위한 준비에 시간이 소요될 수 밖에 없다. 이러한 다양한 변수와 비이상적인 현상들을 고려하지 않을 경우에는 본 발명에 따른 운영시스템(100)이 안정적으로 운영될 수 없을 뿐만 아니라, 불필요한 전력의 낭비가 수반될 수 밖에 없다.

- [0027] 따라서 본 발명에서의 에너지생산정보는 각 분산전원(10)에서 생산되는 전기에너지 생산량에 관한 정보, 각 분산전원(10)의 전기에너지 생산에 영향을 주는 외부정보 및 각 분산전원(10)의 전기에너지 생산비용에 관한 정보 중 적어도 하나 이상을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0028] 먼저, 전기에너지 생산량에 관한 정보는 어느 분산전원(10)으로부터 전기에너지가 얼마만큼 생산되는지에 관한 정보를 의미하는 것으로, 재생에너지원(12)의 경우에는 외부환경에 의해 전기에너지 생산량이 변하게 되므로, 전기에너지 생산량을 모니터링하는 것이 필요하다.
- [0029] 전기에너지 생산에 영향을 주는 외부정보는 날씨나 기온, 풍속 등 전기에너지 생산량에 영향을 주는 변수를 의미하는 것으로, 앞서 기술한 바와 같이 태양광발전이나 풍력발전 등의 재생에너지원(12)은 기존의 상용전원(11)이나 신에너지원(13)에 비하여 전력공급의 안정성이나 품질이 떨어질 수 있으므로, 실시간으로 모니터링하는 것이다. 이러한 날씨나 기온, 풍속 등은 기상청 데이터베이스로부터 지역별 온도 정보를 통해서 파악할 수도 있고, 온도센서 등을 통해서도 파악할 수 있다.
- [0030] 전기에너지 생산비용에 관한 정보는 전기에너지 사용 시, 낮과 밤, 또는 실시간으로 변화하는 전기요금뿐만 아니라, 분산전원(10)에 따라 다르게 적용되는 전기요금을 의미한다. 보통 상용전원(11)의 전기요금이 가장 비싸고, 그 다음으로 신에너지원(13), 재생에너지원(12) 순이므로, 재생에너지원(12)에서 생산된 전기에너지 공급량이 많을수록 전기요금의 절감효과가 극대화될 수 있다.
- [0031] 한편, 에너지사용정보 수신모듈(130)은 에너지 수요처로부터 전기에너지 사용에 관한 에너지사용정보를 수신하며, 상기 에너지사용정보는 공장, 학교, 가정 등과 같은 수요처에서의 실시간 전력사용현황을 의미한다.
- [0032] 스토리지정보 수신모듈(140)은 서로 다른 충전 특성 및 입출력 속도 특성을 가지는 복수의 스토리지(20)에 관한 스토리지정보를 수신한다. 상기 스토리지정보는 재생에너지원(12)의 전기에너지를 최대한 이용할 수 있도록 각 스토리지(20)의 충전잔량이나 초기 준비 시간 정보, 에너지 저장에 영향을 미치는 스토리지(20)의 실시간 내부 온도나 습도와 같은 환경정보 등 비선형적인 형태를 보이는 요소들을 포함한다. 이때, 스토리지(20)는 급속 충전이 가능하여 재생에너지원(12)의 전력량을 일정하게 유지시키는, 즉 입출력 속도가 빨라 재생에너지원(12)으로부터 간헐적으로 생산되는 전기에너지를 임시 저장하는 슈퍼 커패시터(Super Capacitor) 등의 제1 스토리지(21), 전기요금의 절감효과가 극대화될 수 있도록 재생에너지원(12)의 잉여 전기에너지를 저장하는 배터리 등의 제2 스토리지(22)로 구성된다. 재생에너지원(12)의 잉여 전기에너지는 전기에너지를 생산/저장하는 연료전지 등의 제3 스토리지(23)에 저장될 수도 있다. 연료전지는 신에너지원(13)이면서 제3 스토리지(23)에 해당한다.
- [0033] 연산모듈(150)은 에너지생산정보, 에너지사용정보 및 스토리지정보를 기초로 전기요금이 최소화될 수 있도록 하는 에너지 맵을 계산한다. 상기 에너지 맵은 각 분산전원(10)의 전기에너지 생산량과 에너지 수요처에서의 전기에너지 사용량을 단기적으로 예측하고, 각 분산전원(10)에 대한 전기요금을 실시간으로 고려하여 전기요금을 최소화하는 최적화 알고리즘을 통해 생성된 결과물이다. 즉, 연산모듈(150)은 각 스토리지(20)로부터 전력을 공급받아 사용할 경우 발생하는 비용의 KW 당 구입가격을 비교하여, 최적의 조합을 도출해내고, 에너지 제어모듈(160)은 이러한 최적의 조합으로 전기에너지를 출력한다.
- [0034] 에너지 제어모듈(160)은 에너지 맵에 따라 선택된 스토리지(20)에 분산전원(10)의 전기에너지가 저장되고, 선택된 스토리지(20)에서 전기에너지가 출력되도록 제어한다. 이를 위해, 에너지 맵은 전기요금이 최소화될 수 있도록 스토리지(20)의 충전 특성 및 입출력 속도 특성을 고려하여, 재생에너지원(12)의 전기에너지가 저장될 스토리지(20)를 선택하는 정보를 포함한다. 예를 들어, 재생에너지원(12)의 전력공급이 원활하면 에너지 제어모듈(160)은 급변하는 재생에너지원(12)의 전력이 안정적으로 부하에 공급되도록 재생에너지원(12)의 전기에너지를 제1 스토리지(21)에 임시 저장한 후, 에너지 수요처로 공급되도록 제어한다. 또, 전기요금이 최소화될 수 있도록 재생에너지원(12)의 잉여 전기에너지를 제2 스토리지(22)나 제3 스토리지(23)에 저장하여, 환경친화적이고 값싼 전기에너지를 최대한 많이 확보한다. 연료전지의 전기요금은 재생에너지원 보다 비싸지만, 신에너지원이라 상용전원보다는 저렴하므로, 제2 스토리지(22)에 잉여 전기에너지가 없는 경우 연료전지의 전기에너지를 공급한다.
- [0035] 만약, 분산전원(10)이 상용전원, 태양열발전, 풍력발전, 연료전지로 구성되고, 배터리와 연료전지에 전기에너지가 충전되어 있으며, 기상상태가 맑고 바람이 불지 않는다면, 풍력발전의 발전량은 상당히 적을 것이다. 이 경우에는 먼저, 가장 값싼 태양열발전에서 생산된 전기에너지를 에너지 수요처로 공급하고, 공급량이 부족한 경우에는 배터리의 전기에너지를 에너지 수요처로 공급함으로써, 전기요금이 최소화될 수 있도록 한다. 그리고 배터리가 방전되면, 연료전지의 전기에너지를 이용한다. 단, 연료전지의 경우에는 전기에너지를 생산하는데 초기 준

비 시간이 필요하므로, 초기 준비 시간 동안에만 상용전원으로부터 전기에너지를 공급 받고, 연료전지로부터 전기에너지를 공급 받는 시점부터는 상용전원으로부터 공급되는 전기에너지를 차단한 후, 연료전지로부터 전기에너지를 공급받도록 할 수 있지만, 상용전원보다 싼 연료전지를 미리 가동시켜 경제적 효율성을 높이는 것이 바람직하다.

- [0036] 전술한 바에 의하면, 날씨, 온도, 습도 등과 같은 외부환경이나, 이에 영향 받는 전기에너지 생산량, 분산전원(10)에 대응되는 전기요금 등 복잡적이고, 예측이 난해하며, 비선형적인 행태를 보이는 요소들을 고려하여 운영시스템(100)을 운영할 수 있기 때문에, 복잡한 운영시스템(100)을 안정적으로 구동함과 동시에 효율적인 방식으로 컨트롤할 수 있고, 이에 따라 최종적으로는 최소한의 전기요금이 나올 수 있어 전기요금의 절감이 가능하다.
- [0037] 한편, 보통 전력소비량은 에너지 수요처의 특성이나 계절에 따라 일정치 않으므로, 재생에너지원(12)의 간헐적인 전기에너지로 에너지 수요에 적극 대응하기에는 한계가 있다.
- [0038] 이에 따라, 본 발명의 운영시스템(100)은 전기에너지 사용패턴에 관한 에너지사용패턴정보를 저장하는 사용패턴 데이터베이스(170)를 더 포함하여 구성되고, 연산모듈(150)은 상기 에너지사용패턴정보를 더 고려하여 에너지 맵을 계산한다.
- [0039] 에너지사용패턴정보는 에너지 수요처에서 하루 중 에너지 소비가 높은 시간대나 최대 소비전력량 등과 같은 전기에너지 사용패턴으로, 연산모듈(150)은 이를 최적화 알고리즘에 적용하여 에너지 맵을 생성한다.
- [0040] 상기 에너지 맵은 에너지사용패턴정보를 통해 재생에너지원(12)의 전기에너지가 즉시 사용될 것으로 예측되면, 입출력 속도가 가장 빠른 제1 스토리지(21)에 재생에너지원(12)의 전기에너지가 임시 저장되도록 하고, 재생에너지원(12)의 잉여 전기에너지는 제1 스토리지(21)에 비해 입출력 속도가 느린 제2 스토리지(22)에 저장되도록 하며, 제2 스토리지(22)의 충전잔량이 없는 경우 전기에너지의 장기 보관이 가능한 제3 스토리지(23)에 재생에너지원(12)의 전기에너지가 저장되도록 하는 정보를 포함한다. 제1, 2, 3 스토리지(21, 22, 23)는 앞서 기술한 바와 같으므로, 이에 관한 설명은 생략하기로 한다.
- [0041] 예를 들어, 사용패턴 데이터베이스(170)를 통해 밤에 전기에너지 소비량이 최대가 되는 패턴을 가지는 에너지 수요처가 있고, 제2, 3 스토리지(22, 23)가 방전된 상태이며, 외부환경의 모니터링 결과, 현재 빛과 바람이 충분한 환경이라고 하면, 연산모듈(150)은 상기 패턴과 스토리지, 환경정보를 기초로 전기요금이 최소화될 수 있도록 에너지 맵을 생성한다. 상기 에너지 맵에 의하면, 에너지 제어모듈(160)은 전기요금이 가장 저렴한 태양광 발전과 풍력발전에서 생산된 전기에너지를 제1 스토리지(21)에 임시 저장한 후 에너지 수요처로 공급함으로써, 외부로부터의 전원 사용을 최소화하여 전기요금의 절감효과가 극대화될 수 있도록 한다. 만약, 에너지 수요처에서 전력소비가 많지 않으면, 풍력발전의 전기에너지는 제2 스토리지(22)에 저장될 것이다. 잉여 전기에너지가 제2 스토리지(22)에 다 저장되면, 나머지 잉여 전기에너지는 제3 스토리지(23)에 저장된다. 이러한 상황에서 밤이 되면, 태양광발전에서는 전기에너지가 생산될 수 없으므로, 풍력발전 외에 다른 전기에너지 공급원이 필요하다. 따라서 연산모듈(150)은 최적화된 결과물로, 풍력발전과 다른 분산전원(10)의 조합을 생성하는데, 제2 스토리지(22)의 충전량이 충분하므로, 제2 스토리지(22)의 전기에너지를 에너지 수요처로 공급한다. 밤에 바람이 없어 풍력발전의 가동이 불가능하고, 전력소비패턴 분석 결과 향후 소비전력이 높아질 것으로 예상되면, 제2 스토리지(22)에 저장된 전기에너지를 안정적으로 공급할 수 없게 되는데, 이 경우에는 제3 스토리지(23)를 가동시킨다. 이때, 제3 스토리지(23)는 신에너지원으로 초기 준비 시간이 필요하므로, 이를 고려하여 제2 스토리지(22)가 방전되기 전에 미리 신에너지원을 가동시키는데, 신에너지원이 여러 개인 경우 전기요금이 가장 저렴할 수 있도록 조합하여 최적화된 결과물을 생성한다.
- [0042] 이러한 본 발명에 따르면, 수요처에서의 전기에너지 사용패턴을 지속적으로 업데이트하여 에너지 맵을 계산하면 보다 정교한 예측이 가능하므로, 효율적으로 운영시스템(100)을 제어하여 기존보다 전기요금의 절감효과가 극대화될 수 있다. 또한, 각 스토리지(20)의 충전잔량을 모니터링하여 어느 분산전원(10)으로부터 얼마만큼의 전기에너지가 생산되고 저장되는지, 또 여기에 소비되는 비용이 얼마인지 등의 정보를 고려하여 에너지 맵을 계산함에 따라, 전기에너지의 소비 및 분배를 최적화할 수 있는 결과를 생산할 수 있다.
- [0043] 한편, 도 2는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 운영시스템의 구성을 개략적으로 나타낸 것으로, 운영시스템(200)은 에너지생산정보 수신모듈(210), 에너지사용정보 수신모듈(220), 스토리지정보 수신모듈(230), 사용패턴 데이터베이스(240), 연산모듈(250) 및 에너지맵 전송모듈(260) 등을 포함하여 구성된다.
- [0044] 에너지생산정보 수신모듈(210)은 상용전원(11), 재생에너지원(12), 또는 신에너지원(13)을 포함하는 분산전원

(10)의 전기에너지 생산에 관련된 에너지생산정보를 수신한다. 여기서, 상용전원(11), 재생에너지원(12), 신에너지원(13)은 앞서 살펴본 바와 유사하므로 생략하기로 한다. 에너지생산정보는 각 분산전원(10)에서 생산되는 전기에너지 생산량에 관한 정보, 각 분산전원(10)의 전기에너지 생산에 영향을 주는 외부정보 및 각 분산전원(10)의 전기에너지 생산비용에 관한 정보 중 적어도 하나 이상을 포함하며, 이에 관해서도 앞서 살펴본 바와 유사하므로 생략하기로 한다.

[0045] 에너지사용정보 수신모듈(220)은 에너지 수요처의 전기에너지 사용에 관한 에너지사용정보를 수신하며, 상기 에너지사용정보는 공장, 학교, 가정 등과 같은 수요처에서의 실시간 전력사용현황을 의미한다.

[0046] 스토리지정보 수신모듈(230)은 서로 다른 충전 특성 및 입출력 속도 특성을 가지는 복수의 스토리지(20)에 관한 스토리지정보를 수신한다. 상기 스토리지정보는 재생에너지원(12)의 전기에너지를 최대한 이용할 수 있도록 각 스토리지(20)의 충전잔량이나 초기 준비 시간 정보, 에너지 저장에 영향을 미치는 스토리지(20)의 실시간 내부 온도나 습도 등의 환경정보 등 비선형적인 형태를 보이는 요소들을 포함하는 것이 바람직하다. 스토리지(20)는 급속 충방전이 가능하여 재생에너지원(12)의 전력량을 일정하게 유지시키는, 즉 입출력 속도가 빨라 재생에너지원(12)으로부터 간헐적으로 생산되는 전기에너지를 임시 저장하는 슈퍼 커패시터 등의 제1 스토리지(21), 전기요금의 절감효과가 극대화될 수 있도록 재생에너지원(12)의 잉여 전기에너지를 저장하는 배터리 등의 제2 스토리지(22)로 구성된다. 재생에너지원의 잉여 전기에너지는 전기에너지를 생산/저장하는 연료전지 등의 제3 스토리지(23)에 저장될 수도 있다.

[0047] 사용패턴 데이터베이스(240)는 에너지 수요처의 전기에너지 사용패턴에 관한 에너지사용패턴정보를 저장하며, 상기 에너지사용패턴정보는 전력 피크 시간대나 시간대별 전력사용량 등 전기에너지 사용과 관련된 패턴을 의미한다.

[0048] 연산모듈(260)은 에너지생산정보, 에너지사용정보 및 스토리지정보를 기초로 전기요금이 최소화될 수 있도록 하는 에너지 맵을 계산한다. 상기 에너지 맵은 전체 분산전원(10)의 전기에너지 생산량과 에너지 수요처의 전기에너지 사용량을 단기적으로 예측하고, 각 분산전원(10)에 대한 전기요금을 실시간으로 고려하여 전기요금을 최소화하는 최적화 알고리즘을 통해 생성된 결과물이다. 즉, 재생에너지 보급의 가장 큰 문제점은 전력생산의 간헐성이므로, 연산모듈(260)은 다양한 신재생에너지원(12)으로부터 전기에너지를 최적으로 교차 생산할 수 있도록 여러 정보들을 최적화 알고리즘에 적용함으로써, 어느 시점에 어느 분산전원(10)으로부터 전기에너지를 생산해야 전기요금이 최소화될 수 있는지를 예측하는 것이다. 특히, 에너지 맵은 전기요금이 최소화될 수 있도록 스토리지(20)의 충전 특성 및 입출력 속도 특성을 고려하여, 재생에너지원(12)의 전기에너지가 저장될 스토리지(20)를 선택하는 정보를 포함한다. 이때, 각 분산전원(10)으로부터의 전기요금은 시장의 수요와 공급, 날씨, 전력사고 등에 따라 변하므로, 최적의 조합은 실시간 가격정보를 이용하여 분산전원(10)의 전기에너지를 공급하는 것이 바람직하다.

[0049] 에너지맵 전송모듈(260)은 상기 에너지 맵에 따라 선택된 스토리지(20)에 분산전원(10)의 전기에너지가 저장되고, 선택된 스토리지(20)에서 전기에너지가 출력되도록 제어하는 에너지 제어모듈(30)에 상기 에너지 맵을 전송한다.

[0050] 본 발명에서의 에너지 제어모듈(30)은 에너지 맵에 따라 선택된 스토리지(20)에 분산전원(10)의 전기에너지가 저장되고, 선택된 스토리지(20)에서 전기에너지가 출력되도록 제어하며, 학교, 산업단지 등 특정 소규모 지역단위나 전역 단위별로 에너지 수요처에 설치되어 전력을 공급한다.

[0051] 상기 에너지 맵은 에너지사용패턴정보를 통해 재생에너지원(12)의 전기에너지가 즉시 사용될 것으로 예측되면, 입출력 속도가 가장 빠른 제1 스토리지(21)에 재생에너지원(12)의 전기에너지가 임시 저장되도록 하고, 재생에너지원(12)의 잉여 전기에너지는 제1 스토리지(21)에 비해 입출력 속도가 느린 제2 스토리지(22)에 저장되도록 하며, 제2 스토리지(22)의 충전잔량이 없는 경우 전기에너지의 장기 보관이 가능한 제3 스토리지(23)에 재생에너지원(12)의 전기에너지가 저장되도록 하는 정보를 포함한다. 제1, 2, 3 스토리지(21, 22, 23)는 앞서 기술한 바와 같으므로, 이에 관한 설명은 생략하기로 한다.

[0052] 예를 들어, 분산전원(10)이 태양열발전, 풍력발전, 연료전지, 상용전원으로 구성되고, 사용패턴 데이터베이스(240)를 통해 14시~17시 사이에 전기에너지 소비량이 최대가 되는 패턴을 가지는 에너지 수요처가 있으며, 제2 스토리지(22)는 충전 완료, 제3 스토리지(23)는 일부 충전된 상태이고, 외부환경의 모니터링 결과, 현 시점 9시에 빛과 바람이 충분한 환경이라고 하면, 연산모듈(260)은 상기 패턴과 스토리지, 환경정보를 기초로 전기요금이 최소화될 수 있도록 에너지 맵을 생성한다. 상기 에너지 맵에 의하면, 에너지 제어모듈(30)은 전기요금이 가

장 저렴한 태양광발전과 풍력발전의 전기에너지를 제1 스토리지(21)에 임시 저장한 후 에너지 수요처로 공급한다. 에너지 수요처에서 전력소비가 많지 않으면, 풍력발전의 전기에너지는 제3 스토리지(23)에 저장될 것이다. 14시가 되어 에너지 수요처의 전력소비가 증가하면서 재생에너지원으로 원활한 전력 공급이 불가능한 경우에는 제2 스토리지(22)의 전기에너지를 에너지 수요처로 공급한다. 제2 스토리지(22)에 충전된 전기에너지가 다 소비되면, 제3 스토리지(23)에 저장된 전기에너지를 공급한다. 제3 스토리지(23)가 연료전지인 경우에는 저장뿐만 아니라, 전기에너지 생산이 가능하므로, 연료전지에 저장된 전기에너지가 다 소비되면, 연료전지에서 바로 전기에너지를 생산하여 에너지 수요처로 공급한다. 단, 연료전지의 경우에는 전기에너지를 생산하는데 초기 준비 시간이 필요하므로, 연료전지를 미리 가동시켜 상용전원의 사용을 최소화하는 것이 경제적으로 효율적이다. 제3 스토리지(23)에 저장된 전기에너지는 추후 판매될 수도 있다.

[0053] 전술한 바와 같이, 날씨, 온도, 습도 등과 같은 외부환경이나, 이에 영향 받는 전기에너지 생산량, 분산전원에 대응되는 전기요금 등 복합적이고, 예측이 난해하며, 비선형적인 행태를 보이는 요소들을 다양하게 고려하여 운영시스템(200)을 운영할 수 있기 때문에, 전기요금의 절감이 가능하다. 특히, 에너지 수요처에서의 전기에너지 사용패턴을 지속적으로 업데이트하여 에너지 맵을 계산하면 보다 정교한 예측이 가능하므로, 효율적으로 운영시스템(200)을 제어하여 전기요금의 절감효과가 극대화될 수 있다.

[0054] 한편, 연산모듈(250)은 본 발명에 따른 최적화 알고리즘을 이용해서도 상당한 연산시간이 소요되고, 재생에너지원(12)의 경우 향후 5~10분 후의 에너지 생산을 예측하기 어려워 에너지의 분배 및 생산의 제어에 많은 정보들을 필요로 할뿐만 아니라, 정밀한 예측을 위해 에너지 사용패턴의 지속적인 업데이트가 필요하다. 따라서 본 발명에 따른 운영시스템(200)을 에너지 제어모듈(30)과 별도로 중앙전산센터에 설치하여 중앙 전산시스템을 통해 실행시키거나, 또는 연산모듈(250)을 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)과 같이 여러 분산시스템을 통해 실행시킴으로써, 공간적인 제약 조건을 극복하면서 경제적인 효과를 제공하는 것이 바람직하다. 즉, 운영시스템(200)을 지역별로 설치하기에는 공간 및 비용적인 부담이 크므로, 특히 가정이나 자동차 등에 응용하거나 공간적인 제약이 큰 경우에는 더욱 그러하기 때문이다.

[0055] 이러한 운영시스템(200)의 서비스 제공 주체는 개선된 최적화 알고리즘의 지속적인 제공을 통해 수요처의 고객에게 전력사용비용의 절감기회를 제공하고, 일회성이 아닌 지속적인 과금을 실현할 수 있으며, 지속적인 서비스 수익 창출의 가능성이 있다.

[0056] <방법에 대한 설명>

[0057] 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 마이크로 그리드 운영방법에 대해서 도 3에 도시된 흐름도를 참조하여 설명하기로 한다.

[0058] 1. 에너지사용패턴정보 저장단계<S310>

[0059] 에너지 수요처에서 전기에너지 사용패턴에 관한 에너지사용패턴정보를 일정 기간 동안 수신하여 저장하는 단계로, 상기 정보는 에너지 수요처에서 하루 중 소비전력이 높은 시간대나 최대 전력소비량 등의 전기에너지 사용패턴을 의미한다.

[0060] 2. 에너지생산정보, 사용정보 및 스토리지정보 수신단계<S320>

[0061] 상용전원(11), 재생에너지원(12) 또는 신에너지원(13)을 포함하는 분산전원(10)의 전기에너지 생산에 관련된 에너지생산정보, 에너지 수요처의 전기에너지 사용에 관한 에너지사용정보, 및 서로 다른 특성을 가지는 복수의 스토리지(20)에 관한 정보를 수신한다. 상기 스토리지정보는 재생에너지원(12)의 전기에너지를 최대한 이용할 수 있도록 각 스토리지(20)의 충전잔량이나 초기 준비 시간 정보, 에너지 저장에 영향을 미치는 스토리지(20)의 실시간 내부 온도나 습도 등의 환경정보 등 비선형적인 행태를 보이는 요소들을 포함한다.

[0062] 3. 에너지맵 계산단계<S330>

[0063] 에너지사용패턴정보, 에너지생산정보, 에너지사용정보, 및 스토리지정보를 기초로 전기요금에 최소화될 수 있도록 하는 에너지 맵을 계산하며, 상기 정보들에 대해서는 이미 살펴보았으므로, 이에 관한 설명은 생략하기로 한다. 본 발명에서의 에너지 맵은 전체 분산전원(10)의 전기에너지 생산량과 에너지 수요처의 전기에너지 사용량

을 단기적으로 예측하고, 분산전원(10)에 대한 각각의 전기요금을 실시간으로 고려하여 전기요금을 최소화하는 최적화 알고리즘을 통해 생성된 결과물이다. 즉, 스토리지(20)에 저장된 전기에너지 저장량을 모니터링하여 어느 분산전원(10)으로부터 얼마만큼의 전기에너지가 생산되고 저장되는지, 또 여기에 소비되는 비용이 얼마인지 등의 정보를 고려하여 에너지 맵을 계산함에 따라, 전기에너지의 소비 및 분배를 최적화할 수 있는 결과를 생산하는 것이다. 이때, 에너지사용패턴정보를 더 고려하여 에너지 맵을 계산하면, 보다 정밀한 예측이 가능하여 전기요금의 절감효과가 극대화될 수 있다.

[0064] 특히, 상기 에너지 맵은 에너지사용패턴정보를 통해 재생에너지원(12)의 전기에너지가 즉시 사용될 것으로 예측되면, 입출력 속도가 가장 빠른 제1 스토리지(21)에 재생에너지원(12)의 전기에너지가 임시 저장되도록 하고, 재생에너지원(12)의 잉여 전기에너지는 제1 스토리지(21)에 비해 입출력 속도가 느린 제2 스토리지(22)에 저장되도록 하며, 제2 스토리지(22)의 충전잔량이 없는 경우 전기에너지의 장기 보관이 가능한 제3 스토리지(23)에 재생에너지원(12)의 전기에너지가 저장되도록 하는 정보를 포함한다. 제1 스토리지(21)는 재생에너지원(12)으로부터 간헐적으로 생산되는 전기에너지를 임시 저장하는 슈퍼 커패시터일 수 있고, 제2 스토리지(22)는 배터리를 포함할 수 있으며, 제3 스토리지(23)는 전기에너지를 생산 및 저장하는 신에너지원일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.

[0065] 4. 전기에너지 저장 또는 제어단계<S340>

[0066] 상기 단계 S330에서의 에너지 맵에 따라 선택된 스토리지(20)에 분산전원(10)의 전기에너지가 저장되고, 선택된 스토리지(20)에서 전기에너지가 출력되도록 제어한다.

[0067] 예를 들어, 분산전원(10)이 상용전원, 태양열발전, 풍력발전, 연료전지이고, 스토리지(20)가 슈퍼 커패시터와 배터리로 구성되는 경우, 연료전지는 스토리지의 역할을 동시에 수행한다. 만약, 배터리와 연료전지의 충전잔량이 거의 없으며, 기상상태가 맑고 바람이 분다면, 태양열발전과 풍력발전에서 생산된 전기에너지는 슈퍼 커패시터에 일시적으로 저장되었다가 에너지 수요처로 출력되고, 잉여 전기에너지 발생 시 잉여 전기에너지는 배터리에 저장될 것이다. 밤이 되어 태양열발전으로부터 전기에너지 생산이 이루어지지 않는 경우에는 풍력발전의 전기에너지가 에너지 수요처로 공급되는데, 이때 풍속이 약해 풍력발전의 전기에너지 생산량이 소량이면, 원활한 전력공급이 불가능할 수 있다. 이 경우, 배터리에 저장된 전기에너지를 에너지 수요처로 공급한다. 그리고 에너지 수요처에서의 소비전력량이 많아 배터리가 방전되면, 배터리가 방전 되기 전에 미리 연료전지를 가동하여 연료전지에서 생산되는 전기에너지를 공급한다. 상기와 같이, 가장 비싼 상용전원의 전기에너지 사용을 최소화하면, 전기요금의 절감효율이 높다.

[0068] 다른 예를 들어, 에너지 수요처의 전력사용패턴 분석 결과, 소비전력이 주중에는 거의 없고 주말에 최대가 되며, 외부환경의 모니터링 결과, 주말의 낮 동안 빛과 바람이 충분한 환경이라고 하면, 연산모듈(150)은 상기 조건들을 고려하여 전기요금이 최소화될 수 있도록 에너지 맵을 생성한다. 상기 에너지 맵에 따라 전기요금이 최소화되려면, 주말에 태양광발전과 풍력발전의 전기에너지를 슈퍼 커패시터에 임시 저장한 후 에너지 수요처로 공급하고, 소비전력이 늘어남에 따라 배터리에 저장된 전기에너지도 에너지 수요처로 공급하는 것이 바람직하다.

[0069] 이러한 본 발명에 의하면, 각 스토리지(20)의 충전잔량을 모니터링하여 어느 분산전원(10)으로부터 얼마만큼의 전기에너지가 생산되고 저장되는지, 또 여기에 소비되는 비용이 얼마인지 등의 정보를 고려하여 에너지 맵을 계산함에 따라, 전기에너지의 소비 및 분배를 최적화할 수 있는 결과를 생산할 수 있다.

[0070] 한편, 본 발명의 다른 일실시예에 따른 스마트 마이크로 그리드 운영방법에 대해서 도 4에 도시된 흐름도를 참조하여 설명하기로 한다.

[0071] 1. 에너지사용패턴정보 저장단계<S410>

[0072] 에너지 수요처로부터 전기에너지 사용패턴에 관한 에너지사용패턴정보를 저장한다.

[0073] 2. 에너지생산정보 및 에너지사용정보 수신단계<S420>

[0074] 상용전원(11), 재생에너지원(12) 또는 신에너지원(13)을 포함하는 분산전원(10)의 전기에너지 생산에 관련된 에

너지생산정보 및 에너지 수요처의 전기에너지 사용에 관한 에너지사용정보를 저장한다. 여기서, 상용전원(11)은 한전과 같은 전력회사의 발전기를 의미하며, 재생에너지원(12)은 화석 연료와 원자력을 대체할 수 있는 태양열, 태양광, 바이오 에너지, 풍력, 수력 등 무공해의 재생 가능한 에너지를 이용한 발전기이고, 신에너지원(13)은 수소, 석탄액화가스 등 종래와 다른 새로운 에너지를 이용한 발전기를 말하며, 이에 관한 설명은 앞서 살펴본 바와 유사하므로 생략하기로 한다. 또, 에너지생산정보는 각 분산전원(10)에서 생산되는 전기에너지 생산량에 관한 정보, 각 분산전원(10)의 전기에너지 생산에 영향을 주는 외부정보 및 각 분산전원(10)의 전기에너지 생산 비용에 관한 정보 중 적어도 하나 이상을 포함하며, 이에 관해서도 앞서 살펴본 바와 유사하므로 생략하기로 한다.

[0075] 3. 에너지맵 계산단계<S430>

[0076] 에너지생산정보, 에너지사용정보 및 에너지사용패턴정보를 기초로 전기요금이 최소화될 수 있도록 하는 에너지맵을 계산한다. 즉, 재생에너지 보급의 가장 큰 문제점은 전력생산의 간헐성이므로, 다양한 신재생에너지원(12)으로부터 전기에너지를 최적으로 교차 생산할 수 있도록 여러 정보들을 최적화 알고리즘에 적용함으로써, 어느 시점에 어느 분산전원(10)으로부터 전기에너지를 생산해야 전기요금이 최소화될 수 있는지를 예측하는 것이다. 이를 위해, 에너지 맵은 전기요금이 최소화될 수 있도록 스토리지(20)의 충전 특성 및 입출력 속도 특성을 고려하여, 재생에너지원(12)의 전기에너지가 저장될 스토리지(20)를 선택하는 정보를 포함한다. 또한, 상기 에너지 맵은 에너지사용패턴정보를 통해 재생에너지원(12)의 전기에너지가 즉시 사용될 것으로 예측되면, 입출력 속도가 가장 빠른 제1 스토리지(21)에 재생에너지원(12)의 전기에너지가 임시 저장되도록 하고, 재생에너지원(12)의 잉여 전기에너지는 제1 스토리지(21)에 비해 입출력 속도가 느린 제2 스토리지(22)에 저장되도록 하며, 제2 스토리지(22)의 충전잔량이 없는 경우 전기에너지의 장기 보관이 가능한 제3 스토리지(23)에 재생에너지원(12)의 전기에너지가 저장되도록 하는 정보를 포함한다.

[0077] 4. 에너지맵 전송단계<S440>

[0078] 상기 단계 S430에서 계산된 에너지 맵에 따라 선택된 스토리지(20)에 분산전원(10)의 전기에너지가 저장되고, 선택된 스토리지(20)에서 전기에너지가 출력되도록 제어하는 에너지 제어모듈(30)에 상기 에너지 맵을 전송한다.

[0079] 이때, 에너지 제어모듈(30)은 에너지 맵에 따라 선택된 스토리지(20)에 분산전원(10)의 전기에너지가 저장되고, 선택된 스토리지(20)에서 전기에너지가 출력되도록 제어하며, 학교, 산업단지 등 특정 소규모 지역단위나 전역 단위별로 에너지 수요처에 설치되어 전력을 공급한다. 제3 스토리지(23)에 저장된 유휴 전력은 에너지 수요처 간에 거래될 수 있다.

[0080] 전술한 바와 같이, 본 발명에 따른 최적화 알고리즘을 이용해서도 상당한 연산시간이 소요되고, 재생에너지원(12)의 경우 향후 5~10분 후의 에너지 생산을 예측하기 어려워 에너지의 분배 및 생산의 제어에 많은 정보들을 필요로 할뿐만 아니라, 정밀한 예측을 위해 에너지 사용패턴의 지속적인 업데이트가 필요하다. 따라서 본 발명에 따른 운영방법은 에너지 수요처에 설치된 에너지 제어모듈(30)과 별도로 중앙전산센터의 서버에서 실행시켜, 공간적인 제약 조건을 극복하면서 경제적인 효과를 제공하는 것이 바람직하다.

[0081] 한편, 본 발명의 일 실시 및 다른 일 실시예에 따른 운영방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의

소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

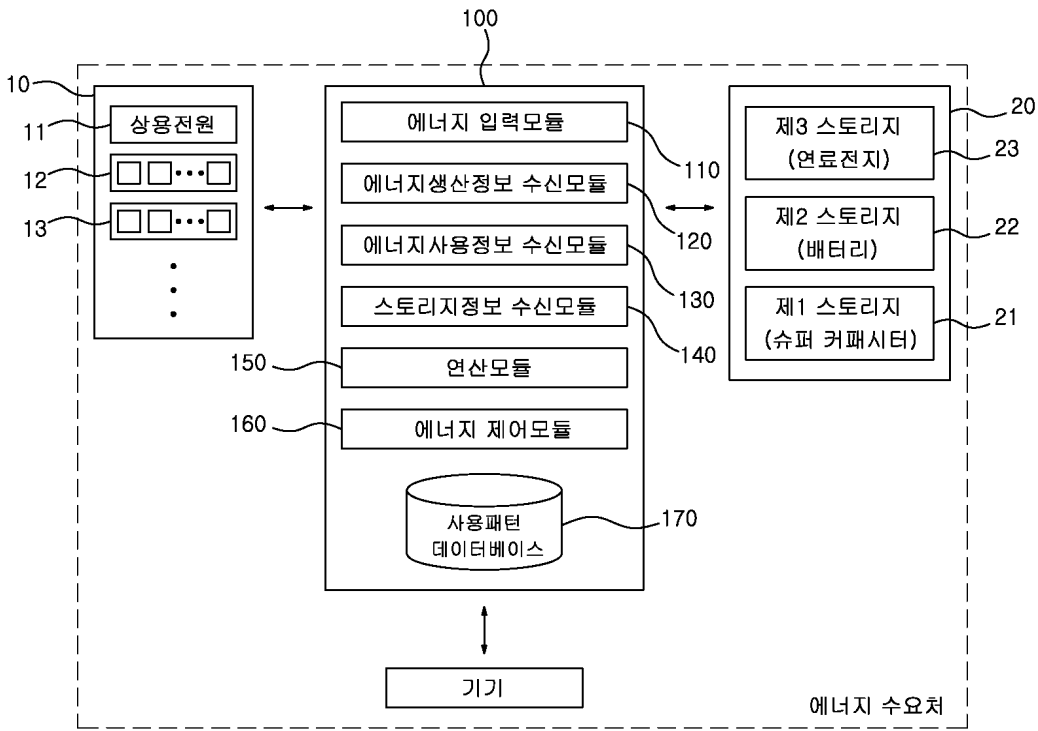
[0082] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

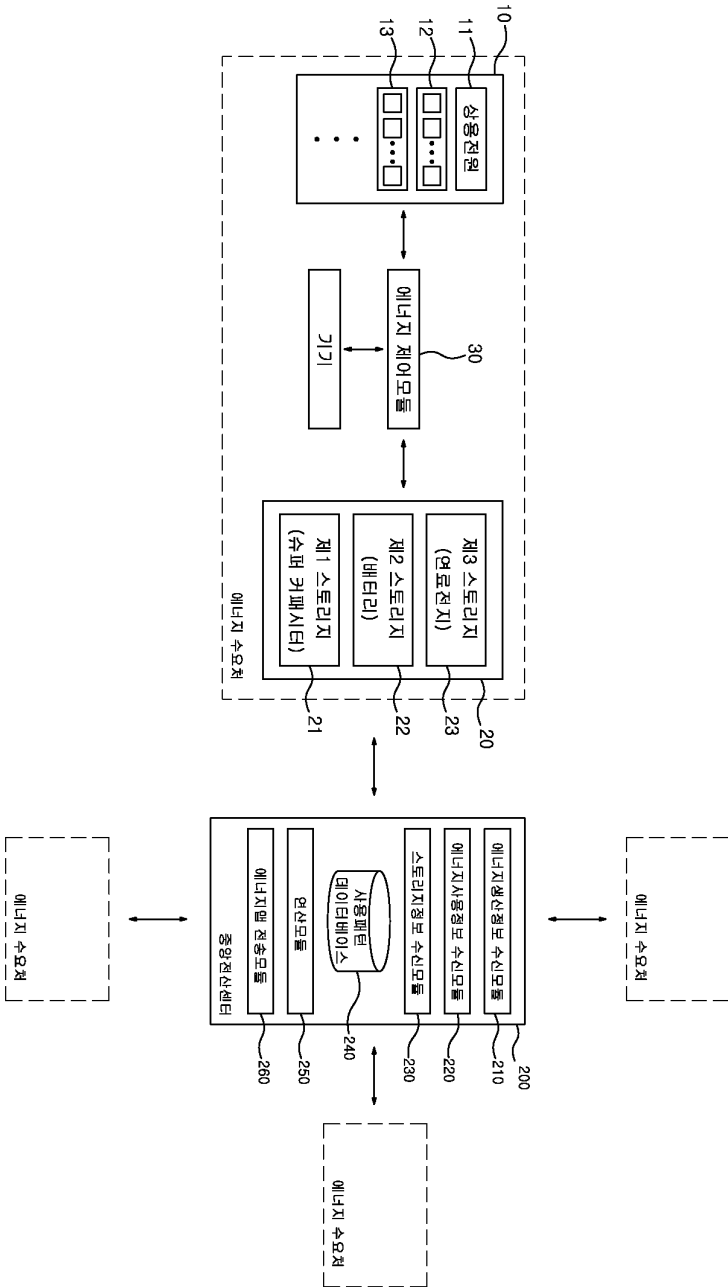
[0083] 100, 200: 스마트 마이크로 그리드 운영시스템

도면

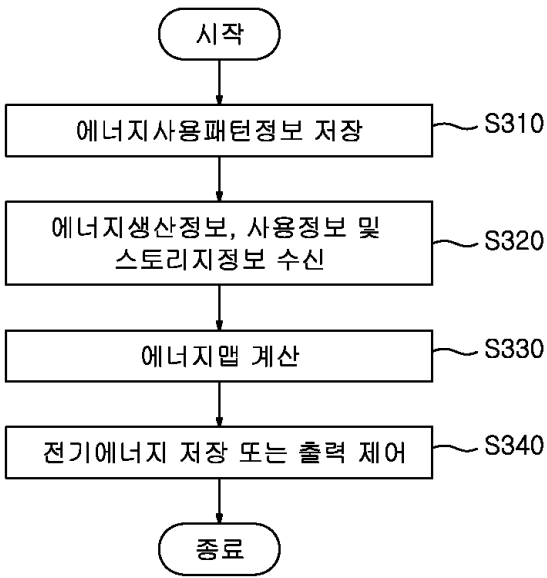
도면1



도면2



도면3



도면4

