



- (51) 국제특허분류:
G06Q 50/06 (2012.01) G06Q 50/10 (2012.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/006635
- (22) 국제출원일: 2013년 7월 24일 (24.07.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0080406 2012년 7월 24일 (24.07.2012) KR
- (71) 출원인: 주식회사 효성 (HYOSUNG CORPORATION)
[KR/KR]; 121-720 서울시 마포구 공덕동 450 효성빌딩, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김명희 (KIM, Myong Hoe); 138-916 서울시 송파구 송파대로 567, 501-606, Seoul (KR). 최인선 (CHOI, In Sun); 435-748 경기도 군포시 송파대로 567, 501-606, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 정안 (HONESTY & JR PARTNERS INTELLECTUAL PROPERTY LAW GROUP); 135-833 서울시 강남구 선릉로 615 5층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

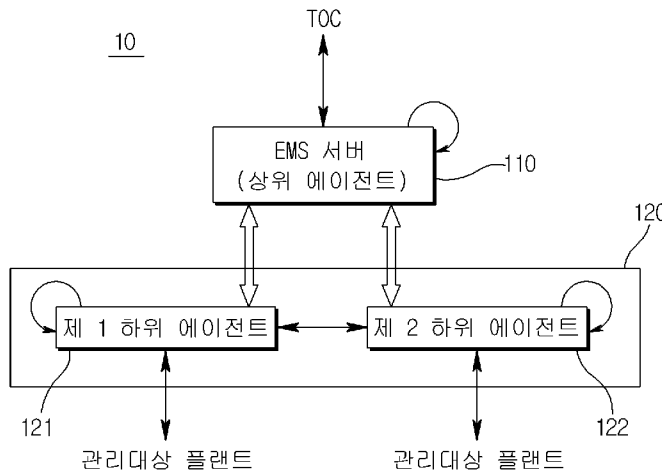
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: AGENT-BASED ENERGY MANAGEMENT SYSTEM AND METHOD

(54) 발명의 명칭 : 에이전트 기반 에너지 관리 시스템 및 방법



- AA ... Plant to be managed
110 ... EMS server (upper agent)
121 ... First lower agent
122 ... Second lower agent

(57) Abstract: The present invention relates to an agent-based energy management system (EMS) and method, which involve distributing a centralized operation algorithm to lower agents and optimizing the operation algorithm to achieve the improved performance of the whole system. The agent-based energy management method enables the real-time monitoring of at least one plant to be managed on a micro-energy grid, as well as the control of energy production and consumption in the plant to be managed in the agent-based energy management system having an EMS server and lower agents connected to the EMS server, the method comprising the steps of: enabling the EMS server to establish a transaction and scheduling plan for remote monitoring, for generation management, and for system operation for the plant to be managed; and enabling a plurality of lower agents arranged to partially assume the role of the EMS server and perform real-time control or emergency control on the plant to be managed based on the transaction and scheduling plan of the EMS server, wherein each of the lower agents acquires data corresponding to the role thereof from the plant to be managed, and processes the acquired data.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



본 발명은 중앙으로 집중된 운영 알고리즘을 하위 에이전트별로 분산시키고 운영 알고리즘을 최적화함으로써 시스템 전체의 성능을 향상시킬 수 있는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템 및 방법에 관한 것으로, 에이전트 기반 에너지 관리 방법은, 에너지 관리 시스템(EMS) 서버 및 EMS 서버와 연결된 하위 에이전트를 구비하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템에서 마이크로 에너지 그리드 내의 적어도 어느 하나의 관리대상 플랜트를 실시간 감시하고 관리대상 플랜트에서의 에너지 생산 및 소비를 제어하기 위한 에이전트 기반 에너지 관리 방법으로서, EMS 서버 측에서 관리대상 플랜트에 대한 원격 감시, 발전 관리 및 계통 운용을 위해 거래 및 스케줄링 계획을 수립하는 단계와, EMS 서버의 일부 역할을 나누어 담당하도록 설치되는 복수의 하위 에이전트에서 EMS 서버의 거래 및 스케줄링 계획에 따라 관리대상 플랜트의 실시간 제어 또는 비상 제어를 수행하는 단계를 포함하고, 여기서 하위 에이전트는 관리 대상 플랜트로부터 자신의 담당 역할에 상응하는 데이터를 취득하여 처리한다.

명세서

발명의 명칭: 에이전트 기반 에너지 관리 시스템 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 에이전트 기반 에너지 관리 시스템 및 방법에 관한 것으로, 상세하게는, 중앙으로 집중된 운영 알고리즘을 하위 에이전트별로 분산시키고 운영 알고리즘을 최적화함으로써 시스템 전체의 성능을 향상시킬 수 있는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템 및 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 마이크로 에너지 그리드(Micro Energy Grid: MEG)는 스마트 그리드, 분산 전원, 건물 에너지를 융합한 차세대 에너지 기술이다. MEG는 에너지 생산과 사용을 효율적으로 운용하여 에너지 제어 건물, 에너지 자급 자족 도시를 구현하기 위한 에너지 토털 솔루션으로 그에 대한 다양한 연구 개발이 진행되고 있다.
- [4] 현재 온실 가스 감축을 위해 우리나라는 물론 선진국들은 에너지 소비량이 큰 건물이나 플랜트에 대하여 고효율과, 제어 에너지화를 의무화하고 있다. 이러한 분위기에 따라 분산 전원의 건물 적용과 건물의 에너지 효율 향상을 위한 다양한 노력이 시도되고 있다.
- [5] 예컨대, 태양광 발전, 에너지 저장, 소형 가스터빈, 태양광 발전, 연료전지 발전, 풍력 발전 등의 분산 전원을 빌딩에 적용하기 위하여 마이크로 그리드 EMS(Energy Management System)을 빌딩 에너지 관리 시스템(BEMS)과 통합하거나, 건물의 전력 수요 절감을 위한 실시간 수요 관리 프로그램을 도입하거나, 지능형 건물 전력 제어 시스템을 적용하는 등 여러 가지 노력이 시도되고 있다.
- [6] 종래의 에너지 관리 시스템의 일례가 한국등록특허 제1079929호(2011. 10. 28)에 개시되어 있다. 이 공보의 종래 기술에서는 각 전기 기기마다 구비되는 장치에서 전기 기기의 사용시간, 소모 전력량, 전기요금 등 각종 에너지 관련 정보를 표시하고 각 전기 기기의 동작을 제어함으로써 한정된 에너지를 더욱 효율적으로 이용할 수 있도록 하고 있다.
- [7] 그러나, 전술한 종래 기술은 중앙 서버에서 각 전기 기기마다 구비되는 하부 관리 장치를 제어하는 구조를 갖기 때문에 중앙 서버와 하부 관리 장치 간에 통신 두절 시 각 전기 기기의 운영에 악영향을 미치는 단점이 있다. 더욱이, 전술한 종래 기술은 특정 전기 기기에서 문제가 발생하는 경우 전기 기기의 문제 발생을 실시간을 인식하지 못하므로 전기 기기의 문제 발생에 대하여 효과적으로 대처하기 어렵다.
- [8] 이와 같이, 대부분의 종래 기술은 중앙 집중적인 운영 알고리즘을 사용하기

때문에 비상 상태 발생 시 중앙 서버와 하위 장비 간의 통신 단절로 인하여 하위 장비의 운영이 불가능하고, 즉각적인 조치와 정상 가동을 위한 원격 유지 보수가 어려운 문제점이 있다. 또한, 계획되지 않은 상황 발생 시 실질적으로 실시간 대처가 불가능한 단점이 있다.

[9]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[10] 본 발명의 목적은 중앙으로 집중된 운영 알고리즘을 에이전트별로 분산시키고 운영 알고리즘을 최적화함으로써 시스템 전체의 성능과 신뢰도를 향상시킬 수 있는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

[11] 본 발명의 다른 목적은 비상 상황 등에서도 같이 긴급한 제어가 필요한 경우 하위 에이전트 단에서 현장의 관리대상 플랜트를 실시간 제어할 수 있고, 하위 에이전트 기반으로 관리대상 플랜트로부터의 데이터를 안정적이고 체계적으로 취득하고 처리할 수 있는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

[12]

과제 해결 수단

[13] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 측면에 따른 에이전트 기반 에너지 관리 방법은, EMS(Energy Management System) 서버 및 EMS 서버와 연결된 하위 에이전트를 구비하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템에서 마이크로 에너지 그리드 내의 적어도 어느 하나의 관리대상 플랜트를 실시간 감시하고 관리대상 플랜트에서의 에너지 생산 및 소비를 제어하기 위한 에이전트 기반 에너지 관리 방법에 있어서, EMS 서버 측에서 관리대상 플랜트에 대한 원격 감시, 발전 관리 및 계통 운용을 위해 거래 및 스케줄링 계획을 수립하는 단계; 및 EMS 서버의 일부 역할을 나누어 담당하도록 설치되는 복수의 하위 에이전트에서 EMS 서버의 거래 및 스케줄링 계획에 따라 관리대상 플랜트의 실시간 제어 또는 비상 제어를 수행하는 단계를 포함하고, 여기서 하위 에이전트는 관리 대상 플랜트로부터 자신의 담당 역할에 상응하는 데이터를 취득하여 처리한다.

[14] 일 실시 예에서, EMS 서버 및 하위 에이전트는 정상 모드와 비상 모드 사이 또는 정상 모드와 위반 모드 사이의 전환 단계, 비상 모드와 위반 모드 간의 전환 단계, 비상 모드 또는 실패 모드에서 실패 모드로의 진행 단계, 및 실패 모드에서 정상 모드로의 초기화 단계 중 적어도 어느 하나를 수행하며, 상기 정상 모드, 비상 모드, 위반 모드 및 실패 모드는 관리대상 플랜트의 상태에 따라 설정된다.

[15] 일 실시 예에서, 실시간 제어를 수행하는 단계는, 정상 모드 하에서 하위 에이전트가 EMS 서버의 실시간 제어 스케줄링에 기초하여 기수립한 실시간 제어 시나리오에 따라 관리대상 플랜트를 제어하는 단계를 포함한다.

- [16] 일 실시 예에서, 실시간 제어를 수행하는 단계는, 정상 모드 하에서 하위 에이전트가 실시간 제어 시나리오에 따라 운용비 최소화 모드를 실행하는 단계; 및 상기 운용비 최소화 모드 하에서 통합운용센터로부터 수요 반응 신호가 수신되면 EMS 서버와 연동하는 하위 에이전트가 실시간 제어 시나리오에 따라 부하 추종 제어 동작을 위한 수요 반응 모드를 실행하는 단계를 포함한다.
- [17] 일 실시 예에서, 운용비 최소화 모드를 실행하는 단계는, 에너지 거래일 전에 전기 및 열 에너지 공급 비용을 최소화하기 위한 분산전원 장치의 기준 출력과, 에너지저장 장치의 충방전량 및 수전량을 결정하는 단계를 포함한다.
- [18] 일 실시 예에서, 수요 반응 모드를 실행하는 단계는, 관리대상 플랜트의 기준 출력 대비 변동된 전기 부하를 공급하기 위해 분산전원 장치의 출력을 재분배하는 단계를 포함한다.
- [19] 일 실시 예에서, 수요 반응 모드를 실행하는 단계는, 하위 에이전트에서 상기 수요 반응 신호에 기초한 수요 반응 시간대에 관리대상 플랜트의 수전점의 정전력 제어를 위해 분산전원 장치의 출력을 재분배하는 단계를 포함한다.
- [20] 일 실시 예에서, 비상 제어를 수행하는 단계는, 비상 모드 하에서 하위 에이전트가 EMS 서버로부터의 비상 제어 스케줄링에 기초하여 기수립한 비상 제어 시나리오를 토대로 하위 에이전트 단에서 관리대상 플랜트를 비상 제어하는 단계를 포함한다.
- [21] 일 실시 예에서, 비상 제어를 수행하는 단계는, 하위 에이전트에서 관리대상 플랜트로부터 비상 상태 발생 정보를 취득하는 단계; EMS 서버로부터의 비상 제어 스케줄링에 기초하여 기수립한 비상 제어 시나리오에서 비상 상태 발생 정보에 상응하는 특정 비상 제어 시나리오를 선택하는 단계; 및 선택한 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어하는 단계를 포함한다.
- [22] 일 실시 예에서, 비상 제어를 수행하는 단계는, 하위 에이전트에서 비상 상태 발생 정보에 상응하는 비상 상태 알람 신호를 EMS 서버로 전송하는 단계를 더 포함한다.
- [23] 일 실시 예에서, 에이전트 기반 에너지 관리 방법은, EMS 서버에서 비상 상태 알람 신호에 기초하여 거래 및 스케줄링 계획을 재수립하는 단계; 하위 에이전트에서 EMS 서버로부터의 상기 재수립 스케줄링 계획에 기초하여 관리대상 플랜트에 대한 비상 제어 시나리오를 업데이트하는 단계; 하위 에이전트에서 상기 업데이트된 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 추가 비상 제어하는 단계; 및 추가 비상 제어하는 단계에서 추가 비상 제어가 성공하면 비상 모드에서 정상 모드로 복귀하고, 상기 추가 비상 제어가 실패하면, 비상 모드에서 위반 모드 또는 실패 모드로 진행하는 단계를 더 포함한다.
- [24] 일 실시 예에서, 비상 제어를 수행하는 단계는, 하위 에이전트에서 관리대상 플랜트로부터 비상 상태 발생 정보를 취득하는 단계; 비상 상태 발생 정보에 기초하여 관리대상 플랜트의 위반 상태를 인식하는 단계; 및 EMS 서버로부터의

- 비상 제어 스케줄링에 기초하여 기수립한 비상 제어 시나리오에서 위반 상태에 가장 근접한 특정 비상 제어 시나리오를 선택하는 단계; 및 선택한 특정 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어하는 단계를 포함한다.
- [25] 일 실시 예에서, 위반 상태를 인식하는 단계는 EMS 서버의 비상 제어 스케줄링에 기초한 하위 에이전트의 비상 제어 시나리오에서 비상 상태 발생 정보에 상응하는 비상 제어 시나리오를 선택하는 것을 실패하는 단계를 포함한다.
- [26] 일 실시 예에서, 비상 제어를 수행하는 단계는 상기 가장 근접한 비상 제어 시나리오를 선택하는 단계에서의 선택실패 시 위반 모드에서 실패 모드로 진행하는 단계를 더 포함한다.
- [27] 일 실시 예에서, 비상 제어를 수행하는 단계는, 하위 에이전트에서 상기 위반 상태에 상응하는 위반 상태 데이터를 EMS 서버와 공유하는 단계를 더 포함한다.
- [28] 일 실시 예에서, 에이전트 기반 에너지 관리 방법은, EMS 서버에서 상기 위반 상태 데이터에 기초하여 신규 케이스 데이터베이스를 추가하는 단계; 신규 케이스 데이터베이스를 토대로 스케줄링 계획을 재수립하는 단계; 하위 에이전트에서 상기 재수립된 스케줄링 계획은 적용하여 관리대상 플랜트를 비상 제어하는 단계; 및 재수립된 스케줄링 계획에 기초한 관리대상 플랜트의 비상 제어가 성공하면 위반 모드에서 정상 모드 또는 비상 모드로 복귀하고, 상기 재수립된 스케줄링 계획에 기초한 관리대상 플랜트의 비상 제어가 실패하면 실패 모드로 진행하는 단계를 더 포함한다.
- [29] 일 실시 예에서, 에이전트 기반 에너지 관리 방법은, 실패 모드로 진행하는 단계 후에, 하위 에이전트에서 실패 케이스 정보를 관리하는 단계; 및 관리대상 플랜트의 오프라인 조치 요청 신호를 기설정 관리자 장치로 전송하는 단계를 포함한다.
- [30] 일 실시 예에서, 에이전트 기반 에너지 관리 방법은, 하위 에이전트에서 자체 보호 초기화를 수행하는 단계를 더 포함한다. 또한, 에이전트 기반 에너지 관리 방법은, 하위 에이전트에서 실패 케이스 정보를 EMS 서버로 전송하는 단계; EMS 서버에서 실패 케이스 정보에 기초하여 신규 케이스 데이터베이스를 추가하는 단계; 및 EMS 서버에서 기설정된 전체 시스템 오프라인 상황 조치를 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [31] 일 실시 예에서, 에이전트 기반 에너지 관리 방법은, 실패 모드로 진행하는 단계 후에, 하위 에이전트에서 관리대상 플랜트의 초기화 가능 상태를 검출하는 단계; EMS 서버에서 하위 에이전트로부터 관리대상 플랜트의 초기화 가능 상태 정보를 수신하는 단계; EMS 서버에서 플랜트 초기화 가능 여부를 확인하는 단계; 및 하위 에이전트에서 EMS 서버의 플랜트 초기화 신호에 기초하여 관리대상 플랜트를 초기화하는 단계를 더 포함한다.
- [32] 본 발명의 일 측면에 따른 에이전트 기반 에너지 관리 시스템은, 마이크로 에너지 그리드 내의 적어도 어느 하나의 관리대상 플랜트를 실시간 감시하고

관리대상 플랜트에서의 에너지 생산 및 소비를 제어하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템으로서, 관리대상 플랜트에 대한 원격 감시, 발전 관리 및 계통 운용을 위해 거래 및 스케줄링 계획을 수립하는 EMS(Energy Management System) 서버; 및 EMS 서버의 일부 역할을 나누어 담당하며 EMS 서버의 거래 및 스케줄링 계획에 따라 관리대상 플랜트의 실시간 제어 또는 비상 제어를 수행하는 복수의 하위 에이전트를 포함하고, 여기서 하위 에이전트는 관리 대상 플랜트로부터 담당 역할에 상응하는 데이터를 취득하여 처리한다.

- [33] 일 실시 예에서, EMS 서버 및 하위 에이전트는 정상 모드와 비상 모드 사이 또는 정상 모드와 위반 모드 사이의 전환, 비상 모드와 위반 모드 간의 전환, 비상 모드 또는 실패 모드에서 실패 모드로의 진행, 및 실패 모드에서 정상 모드로의 초기화 중 적어도 어느 하나를 수행하며, 여기서 정상 모드, 비상 모드, 위반 모드 및 실패 모드는 관리대상 플랜트의 상태에 따라 설정된다.
- [34] 일 실시 예에서, EMS 서버는 정상 모드 하에서 통합운용센터(TOC: Total Operating Center)로부터 시장 정보와 부하 정보를 포함한 TOC 정보를 받고, TOC 정보에 기초하여 실시간 제어와 비상 제어에 대한 거래 및 스케줄링 계획을 수립하고, 수립한 거래 및 스케줄링 계획을 하위 에이전트로 전송한다. 그리고, 하위 에이전트는 정상 모드 하에서 EMS 서버의 거래 및 스케줄링 계획에 기초하여 실시간 제어 시나리오 및 비상 제어 시나리오를 수립하고, 수립한 실시간 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 실시간 제어하며, 관리대상 플랜트로부터 데이터를 취득하고, 관리대상 플랜트로부터 취득한 에너지 생산 현황을 EMS 서버와 공유한다.
- [35] 일 실시 예에서, EMS 서버는 정상 모드 하에서 통합운용센터로부터 수요 반응 신호를 수신하고, 수요 반응 신호에 응하여 거래 및 스케줄링 계획을 재수립 또는 수정하고, 수정된 거래 및 스케줄링 계획을 하위 에이전트로 전송한다. 그리고, 하위 에이전트는 정상 모드 하에서 EMS 서버로부터의 기수정된 거래 및 스케줄링 계획에 기초하여 실시간 제어 시나리오를 재수립하고, 재수립된 실시간 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 실시간 제어한다.
- [36] 일 실시 예에서, 하위 에이전트는 관리대상 플랜트로부터 비상 상태 발생 정보를 취득하고, 비상 제어 시나리오 중에서 비상 상태 발생 정보에 상응하는 특정 비상 제어 시나리오를 선택하고, 선택한 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어하고, 비상 상태 알람 신호를 EMS 서버로 전송한다.
- [37] 일 실시 예에서, 하위 에이전트는 비상 모드 하에서 비상 제어 시나리오에 따라 기설정 부하 추종 제어 시나리오를 진행하고, 부하 추종 제어 시나리오에 따라 중요 부하의 변동에 맞추어 분산전원 장치의 출력을 조정한다.
- [38] 일 실시 예에서, 하위 에이전트는 정상 모드 또는 비상 모드 하에서 관리대상 플랜트로부터 취득한 비상 상태 발생 정보가 위반 상태 정보임을 확인하고, 실시간 제어 시나리오 또는 비상 제어 시나리오에서 위반 상태에 가장 근접한

비상 제어 시나리오를 선택하고, 가장 근접한 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어한다.

[39] 일 실시 예에서, 하위 에이전트가 위반 상태 정보임을 확인하는 것은 비상 상태 발생 정보가 실시간 제어 시나리오 또는 비상 제어 시나리오에서 대응하는 제어 시나리오가 없는 정보이거나 관리대상 플랜트의 기설정 기준 출력과 현재의 출력을 비교할 때 그 차이가 일정 값 이상인 경우를 포함한다.

[40] 일 실시 예에서, EMS 서버는 하위 에이전트로부터의 위반 상태 정보에 기초하여 신규 케이스 데이터베이스를 생성하고, 신규 케이스 데이터베이스가 추가된 거래 및 스케줄링 계획을 재수립한다. 그리고, 하위 에이전트는 EMS 서버로부터의 재수립 거래 및 스케줄링 계획에 기초한 추가 비상 제어 시나리오를 적용하여 관리대상 플랜트를 추가 비상 제어한다.

[41] 일 실시 예에서, 하위 에이전트는 비상 모드 또는 위반 모드 하에서 관리대상 플랜트로부터 취득한 데이터 또는 비상 상태 발생 정보로부터 비상 제어 또는 추가 비상 제어의 실패를 인식하고, 오프라인 상황 조치를 위한 기설정 동작을 수행한다.

[42] 일 실시 예에서, EMS 서버는 하위 에이전트로부터의 실패 케이스 정보에 기초하여 신규 데이터 베이스를 추가하고, 전체 시스템의 오프라인 상황 조치를 위한 기설정 동작을 수행한다.

[43] 일 실시 예에서, 하위 에이전트는 실패 모드 하에서 관리대상 플랜트에서 초기화 가능 상태 데이터를 검출한다. 그리고, EMS 서버는 하위 에이전트로부터의 초기화 가능 상태 데이터에 기초하여 시스템 초기화 가능 여부를 확인하고, 시스템 초기화 신호를 하위 에이전트로 전송한다. 하위 에이전트는 시스템 초기화 신호에 응하여 관리대상 플랜트를 초기화한다.

[44]

발명의 효과

[45] 본 발명에 의하면, 중앙으로 집중된 운영 알고리즘을 하위 에이전트별로 분산시키고 운영 알고리즘을 최적화함으로써 시스템 전체의 성능과 신뢰도를 향상시킬 수 있는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템 및 방법을 제공할 수 있다.

[46] 또한, 비상 상황 등에서도 같이 긴급한 제어가 필요한 경우 하위 에이전트 단에서 현장의 관리대상 플랜트를 효과적으로 실시간 제어할 수 있고, 하위 에이전트 기반으로 관리대상 플랜트로부터의 데이터를 안정적이고 체계적으로 취득하고 처리할 수 있는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템 및 방법을 제공할 수 있다.

[47]

도면의 간단한 설명

[48] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 에이전트 기반 에너지 관리 시스템(이하, 간략히 에너지 관리 시스템이라 함)의 개략적인 블록도이다.

- [49] 도 2는 도 1의 에너지 관리 시스템의 동작 모드를 설명하기 위한 개략적인 상태천이도이다.
- [50] 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 에이전트 기반 에너지 관리 방법(이하, 간략히 에너지 관리 방법이라 함)을 설명하기 위한 개략적인 순서도이다.
- [51] 도 5는 도 4의 에너지 관리 방법에 채용 가능한 하위 에이전트의 데이터 취득 과정을 설명하기 위한 순서도이다.
- [52] 도 6은 본 발명의 에너지 관리 시스템이 채용되어 있는 소비자 참여형 배전계통의 일 실시 예에 대한 개략적인 구성도이다.
- [53] 도 7는 도 6의 에너지 관리 시스템에 채용 가능한 상위 에이전트에 대한 개략적인 블록도이다.
- [54] 도 8은 도 6의 에너지 관리 시스템에 채용 가능한 하위 에이전트에 대한 개략적인 블록도이다.

[55]

발명의 실시를 위한 형태

- [56] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [57] 후술하는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로, 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 하여 내려져야 할 것이다.
- [58] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 에이전트 기반 에너지 관리 시스템(이하, 간략히 에너지 관리 시스템이라 함)의 개략적인 구성도이다.
- [59] 도 1을 참조하면, 본 실시 예에 따른 에너지 관리 시스템(10)은 EMS(Energy Management System) 서버(110) 및 하위 에이전트 그룹(120)을 구비하며, 마이크로 에너지 그리드 내의 적어도 하나의 관리대상 플랜트를 실시간 감시하고 관리대상 플랜트에서의 에너지 생산 및 소비를 제어한다. 여기서, 관리대상 플랜트는 전력, 열, 가스 등의 에너지를 생산하는 생산원, 에너지를 소비하는 소비자 또는 수용가, 또는 이들의 조합 중 어느 하나일 수 있다. 생산원은 분산전원 장치, 에너지 저장 장치 등을 포함한다.
- [60] EMS 서버(110)는 마이크로 에너지 그리드 또는 마이크로 그리드(Micro Grid)에서 적어도 하나의 특정 관리대상 플랜트를 관리하는 에너지 관리 시스템(EMS)에서 그 역할의 일부를 나누어 담당한다. 본 실시 예에서 EMS 서버(110)는 그 기능 일부를 하위 에이전트에 분담하고 관리대상 플랜트의 에너지 생산과 사용을 위한 거래 및 스케줄링 기능을 담당하는 수단이나 이러한 수단에 상응하는 기능을 수행하는 구성부에 대응한다. EMS 서버(110)는 하위 에이전트에 대응하는 개념에서 상위 에이전트로 지칭될 수 있고, 네트워크를 통해 외부의 통합운용센터(TOC: Total Operating Center)와 연결된다.

통합운영센터는 예컨대 마이크로 에너지 그리드(Micro Energy Grid)를 관리하는 적어도 하나의 관제 센터일 수 있다. EMS 서버(110)는 별도의 시스템 관리자 또는 시스템 관리자에 대응하는 기설정 관리자 장치에 연결될 수 있는데, 이 경우 시스템 관리자는 다양한 건물이나 빌딩에서 비상 상태 등의 상황 발생 시 이에 대한 처리 및/또는 보수를 담당하는 사람이나 이 사람이 운용하는 시스템일 수 있다.

[61] 하위 에이전트 그룹(120)은 마이크로 에너지 그리드 또는 마이크로 그리드(Micro Grid)에서 적어도 하나의 특정 관리대상 플랜트를 관리하는 에너지 관리 시스템(EMS)에서 그 역할의 일부를 나누어 담당한다. 본 실시 예에서 하위 에이전트 그룹(120)은 제1 하위 에이전트(121) 및 제2 하위 에이전트(122)를 구비한다. 제1 하위 에이전트(121)는 실시간 제어 기능을 담당하는 실시간 제어 모듈일 수 있고, 제2 하위 에이전트(122)는 비상 제어 기능을 담당하는 비상 제어 모듈일 수 있다. 이러한 하위 에이전트는 관리대상 플랜트의 수요자원 장치(부하 장치 등)이나 분산전원 장치가 있는 현장의 마이크로 그리드 게이트웨이(MG Gateway)의 MEG EMS에 설치될 수 있다. 하위 에이전트 그룹(120)은 EMS 서버와 연동하며, EMS 서버(110)의 경우와 유사하게 네트워크를 통해 시스템 관리자와 연결될 수 있다.

[62] 네트워크는 음성 통화를 위한 이동통신망, 영상 통화를 위한 이동통신망, IP(Internet Protocol) 또는 LTE(Long Term Evolution) 기반의 데이터 통신망, 또는 인터넷 등과 같이 통화 또는 통신 기능을 수행할 수 있는 모든 네트워크를 포함한다. 이러한 네트워크는 이동통신망이나 데이터망이나 위성망을 포함할 수 있고, 이동통신망은 예컨대 그 전송거리에 따라 BAN(Body Area Network), PAN(Personal Area Network), LAN(Local Area Network), MAN(Metropolitan Area Network), WAN(Wide Area Network) 등으로 분류될 수 있다.

[63] 본 실시 예에 따른 에너지 관리 시스템의 작동과정을 간략히 설명하면 다음과 같다.

[64]

[65] *우선, 에너지 공급 또는 수요 현장의 각종 데이터 취득 포인트로부터 얻은 정보에 기초하여 통합운영센터(TOC: Total Operating Center)에서는 현장을 분석하고, 분석한 자료를 시나리오 상황(Case)별 데이터베이스화한다. 여기서, 데이터베이스는 예컨대 XML(eXtensible Markup Language) 표준 형태로 관리될 수 있고, 에너지 관리 시스템 간 연결 관계 정보 및 각 에너지 관리 시스템이 관리하는 스위치 정보를 포함할 수 있다.

[66] 통합운영센터에서 기능별 또는 지역별 에너지 관리 시스템에 시장 상황 정보를 포함한 전체 에너지 관리 정보(이하, 간단히 TOC 정보라고 함)를 전송하면, 본 실시 예에 따른 에너지 관리 시스템의 상위 에이전트는 다른 에너지 관리 시스템들과의 지역별 또는 기능별 역할 분담을 위한 에너지 그리드 운영 계획(에너지 생산량 정보 등)을 수립하고 수립한 정보를 통합운영센터로

전송하거나, 하위 에이전트와의 역할 분담을 위한 에너지 그리드 운용 계획을 수립하고, 수립된 계획을 하위 에이전트에 배포한다.

- [67] 다음으로, 하위 에이전트는 상위 에이전트에서 수립된 실시간 제어 계획과 비상 제어 계획에 기초하여 시나리오 계획 스키마 파일을 포함하는 제어 시나리오를 수립하고, 시나리오 상황 발생 시 시나리오 계획 스키마 파일에 기초하여 관리대상 플랜트를 제어한다.
- [68] 본 실시 예에서, 관리대상 플랜트는 제1 하위 에이전트(121) 및 제2 하위 에이전트(122)에 따라 그룹핑될 수 있다. 예컨대, 관리대상 플랜트는 제1 하위 에이전트(121)에 의해 제어되는 부하 장치 또는 수요자원 장치와 제2 하위 에이전트(122)에 의해 제어되는 분산전원 장치로 분류될 수 있다.
- [69] 본 실시 예에 의하면, 마이크로 그리드 또는 마이크로 에너지 그리드 내 적어도 하나의 특정 관리대상 플랜트를 관리하는 에너지 관리 시스템(EMS: Energy Management System)에서, 역할 담당별로 상위 에이전트와 하위 에이전트를 설치하고, 이들 간의 연동을 통해 운용 알고리즘을 최적화할 수 있다. 특히, 상위 에이전트의 특정 기능을 하위 에이전트에 이양하고 하위 에이전트들 간에 연동하도록 함으로써, 관리대상 플랜트에서의 문제 발생 시 즉각적인 조치와 정상 가동을 위한 원격 유지보수를 신속하게 수행할 수 있고, 상위 에이전트와 하위 에이전트 간의 통신 두절 시 하위 에이전트 단에서 즉각적인 조치를 수행할 수 있으며, 그에 의해 시스템의 안정성과 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [70]
- [71] 도 2는 도 1의 에너지 관리 시스템의 동작 모드를 설명하기 위한 개략적인 상태천이도이다.
- [72] 도 2를 참조하면, 본 실시 예에 따른 에너지 관리 시스템은 미리 정해진 동작 모드를 가지며, 제어 시나리오에 따라 동작 모드의 상태 천이를 수행한다. 에너지 관리 시스템은 기본적으로 네 개의 동작 모드를 구비하며, 네 개의 동작 모드는 정상 모드(Normal Mode, 11), 비상 모드(Emergency Mode, 22), 위반 모드(Violation Mode, 23) 및 실패 모드(Failure Mode, 24)이다. 정상 모드, 비상 모드, 위반 모드 및 실패 모드는 관리대상 플랜트의 상태에 따라 설정된다.
- [73] 에너지 관리 시스템은 정상 모드와 비상 모드 사이 또는 정상 모드와 위반 모드 사이의 전환, 비상 모드와 위반 모드 간의 전환, 비상 모드 또는 실패 모드에서 실패 모드로의 진행, 및 실패 모드에서 정상 모드로의 초기화 중 어느 하나의 모드 전환을 수행하며, 관리대상 플랜트의 에너지 생산 및 소비를 관리한다.
- [74] 정상 모드(11)는 정상 상태 또는 평소 스케줄링에 기초한 실시간 제어 시나리오(제1 시나리오)를 토대로 관리대상 플랜트를 실시간 제어하기 위한 모드이다. 정상 모드(11) 하에서, 하위 에이전트는 상위 에이전트로부터의 에너지 공급 및/또는 수요 계획에 기초하여 제1 시나리오를 수립하고, 제1 시나리오에 따라 해당 관리대상 플랜트를 실시간 제어하고, 관리대상 플랜트로부터 취득한 데이터를 상위 에이전트와 공유한다.

- [75] 에너지 관리 시스템은 정상 모드(11) 하에서 시스템 자체의 에너지 효율을 극대화하거나 그리드 전체의 에너지 효율을 극대화하기 위하여 운용비 최소화 모드(Cost Minimize Mode)로 작동할 수 있다. 운용비 최소화 모드에서는 거래일 전에 구동되어 앞으로 거래되는 전기 및 열 에너지 공급 비용을 최소화하기 위한 에너지 생산원의 기준 출력, 에너지 저장 장치의 충방전량 및 수전량을 결정할 수 있다. 여기서, 거래일 전은 에너지 거래일의 1일 전이거나 에너지 거래일 전의 미리 설정된 시간일 수 있다.
- [76] 또한, 에너지 관리 시스템은 정상 모드(11) 하에서 통합운용센터로부터 수요 반응 신호를 수신할 수 있고, 그 경우, 정상 모드(11) 하에서 수요 반응 모드(Demand Response Mode)를 수행할 수 있다. 전력시장의 수요 반응(Demand Response)이란 소비자에게 시간대별 한계비용에 근접한 전기요금 신호를 제공함으로써 소비자의 전력사용 패턴의 변화를 유도하기 위해 고안된 시간대별 요금제도(tariff) 또는 전력시장의 가격안정성이나 전력계통의 신뢰도에 문제가 예상되는 경우 소비자의 전력사용 감소를 유도하기 위하여 고안된 인센티브 기반제도(incentive program)로 정의할 수 있다.
- [77] 에너지 관리 시스템은 수요 반응 모드에서 관리대상 플랜트의 수요 감축을 이행하면서 전기 및 열 에너지 공급 비용을 최소화하기 위해 에너지 생산원의 기준 출력, 에너지 저장 장치의 충방전량을 결정하고, 총 수요 감축량을 각 수용가 별로 분배할 수 있다.
- [78] 또한, 에너지 관리 시스템은 수요 반응 모드(15) 하에서 부하 추종 제어(Load Following Control) 기술을 활용하여 자체 에너지 생산원에서 생산된 에너지를 전력 피크 등의 에너지 주요 소비 시간대에 수용가에 공급함으로써 에너지 효율을 증대시켜 경제성을 확대할 수 있다. 부하 추종 제어 기술은 전력, 열 등의 에너지 수급의 변화에 대응하여 각 시점의 부하에 따라 즉시 전력을 생산하는 제어 방식을 지칭한다.
- [79] 전술한 정상 모드(11) 하에서, 에너지 관리 시스템은 하위 에이전트를 통해 관리대상 플랜트로부터 취득되는 데이터 또는 비상 상태 발생 정보에 기초하여 정상 상태, 비상 상태 및 위반 상태 중 어느 하나를 인식하고, 비상 상태 또는 인식 상태 인식 시 정상 모드에서 해당 모드로 진행할 수 있다.
- [80] 비상 모드(12)는 정상 제어 스케줄링 계획에 포함되지 않거나 비상 제어 스케줄링 계획에 포함되는 케이스 상황에 상응하는 비상 상태 발생 시 비상 제어 스케줄링에 따른 비상 제어 시나리오(제2 시나리오)를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어하기 위한 모드이다. 비상 모드(12) 하에서, 하위 에이전트는 제2 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어하고, 비상 제어의 성공 시 정상 모드로 복귀하고, 비상 제어의 실패 시 위반 모드(13)나 실패 모드(14)로 진행한다.
- [81] 위반 모드(13)는 정상 제어 스케줄링(실시간 제어 스케줄링 등) 및 비상 제어 스케줄링에 포함되지 않는 케이스 상황에 상응하는 비상 상태 발생 시 정상 제어

스케줄링이나 비상 제어 스케줄링에 기초한 제어 시나리오 중에서 해당 위반 상태에 가장 근접한 특정 제어 시나리오를 선택하고 선택한 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어하기 위한 모드이다. 위반 모드(13) 하에서, 에너지 관리 시스템은 위반 상태에 대하여 재수립된 스케줄링과 이에 기초한 추가 비상 제어 시나리오(제3 시나리오)를 토대로 관리대상 플랜트를 추가 비상 제어할 수 있다. 위반 모드(13) 하에서, 비상 제어 또는 추가 비상 제어가 성공하면 에너지 관리 시스템은 위반 모드(13)에서 정상 모드(11)로 복귀하거나 비상 모드(12)로 진행하고, 비상 제어 또는 추가 비상 제어가 실패하면 에너지 관리 시스템은 위반 모드(13)에서 실패 모드(14)로 진행한다.

- [82] 실패 모드(14)는 비상 모드(12) 하에서 관리대상 플랜트에 대한 비상 제어 실패 시에, 또는 위반 모드(13) 하에서 관리대상 플랜트에 대한 비상 제어 또는 추가 비상 제어의 실패 시에, 비상 모드(12) 또는 위반 모드(13)에서 전이하는 모드이다. 실패 모드(23) 하에서, 에너지 관리 시스템은 실패 상황에 대한 정보를 관리하고, 실패 상황에 대한 스케줄링과 제어 시나리오를 재수립하고, 오프라인 시스템 관리자에게 알람을 통지하거나 전체 시스템을 초기화할 수 있다.

[83]

- [84] 다음은 도 1의 에너지 관리 시스템에 채용 가능한 에이전트 기반 에너지 관리 방법의 각 동작 모드를 도 1 및 도 2를 참조하여 상세히 설명한다.

[85]

- [86] 운용비 최소화 모드

[87]

- [88] 도 1 및 도 2를 참조하면, 운용비 최소화 모드(Cost Minimize Mode)는 정상 모드(11) 하에서 전기 및 열 에너지 공급 비용을 최소화하기 위한 모드로서, 에컨대 이 모드 하에서 에너지 관리 시스템은 거래일 전에 구동되어 전기 및 열 에너지 공급 비용을 최소화하기 위한 생산원(분산전원 장치 등)의 기준 출력과, 에너지 저장 장치의 충방전량 및 수전량을 결정하도록 동작할 수 있다. 이를 위해 EMS 서버 또는 상위 에이전트(110)와 하위 에이전트 그룹(이하, 간단히 하위 에이전트라고 한다, 120)은 다음과 같이 연동할 수 있다.

- [89] 우선, 상위 에이전트(110)는 통합운용센터(TOC)로부터 TOC 정보를 수신한다. 상위 에이전트(110)는 TOC 정보에 기초하여 관리대상 플랜트의 전기와 열 에너지 관리를 위한 스케줄링, 비상 계획 등을 위한 계획(운용 계획 등)을 수립하고, 수립한 운용 계획을 하위 에이전트(120)로 전송한다. 그리고, 상위 에이전트(110)는 통합운용센터(TOC)로 생산량 정보를 전송한다.

- [90] 다음, 하위 에이전트(120)는 담당 역할별로 상위 에이전트로부터의 운용 계획에 기초하여 실시간 제어 시나리오 또는 비상 제어 시나리오를 수립하고, 관리대상 플랜트를 실시간 제어한다. 하위 에이전트(120)는 관리대상 플랜트로부터 데이터 취득한다. 이때, 하위 에이전트(120)는 담당 역할에 상응하는 데이터를 각각 취득하고 처리한다. 그리고, 하위 에이전트(120)는

관리대상 플랜트로부터 취득한 생산 현황을 상위 에이전트(110)와 공유한다.

[91]

[92] 수요 반응 모드

[93]

[94] 도 1 및 도 2를 참조하면, 수요 반응 모드(Demand Response Mode, 15)는 정상 모드(11) 하에서 또는 정상 운전 시 구동되며, 상위 에이전트의 스케줄링 모듈(미도시)에서 도출된 생산원의 기준 출력 대비 수요 반응에 따라 변동된 전기 부하를 공급하기 위해 생산원의 출력을 재분배하거나, 수요 반응 신호에 기초한 수요 반응 시간대에 관리대상 플랜트의 수전점의 정전력 제어가 가능하도록 생산원의 출력을 재분배하기 위한 모드이다. 이를 위해 상위 에이전트(110)와 하위 에이전트(120)는 다음과 같이 연동할 수 있다.

[95] 우선, 상위 에이전트(110)는 통합운용센터(TOC)로부터 수요 반응 신호를 수신한다. 상위 에이전트(110)는 수요 반응 신호에 응하여 기설정 운영 계획을 수정한 수정 계획을 수립하고, 수립한 수정 계획을 하위 에이전트(120)로 전송한다. 그리고, 상위 에이전트(110)는 수요 반응 가능 여부 질의 신호 및 생산량 정보를 통합운용센터로 전송한다.

[96] 다음, 하위 에이전트(120)는 상위 에이전트(110)로부터의 수정 계획에 기초하여 실시간 제어 시나리오와 비상 제어 시나리오를 수립하고, 수립된 실시간 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 실시간 제어한다. 그리고, 하위 에이전트(120)는 관리대상 플랜트로부터 데이터를 취득하고, 관리대상 플랜트로부터 취득한 생산 현황을 상위 에이전트(110)와 공유한다.

[97] 본 실시 예에 따른 에너지 관리 시스템(10)은 상위 에이전트(110)와 하위 에이전트(120)의 역할 분담에 의해 운용비 최소화 모드에서 수요 반응 모드로 변동할 때 별도의 절차 과정 없이 진행할 수 있고, 그에 의해 시스템의 운영 알고리즘을 최적화할 수 있다.

[98]

[99] 비상 모드

[100]

[101] 도 1 및 도 2를 참조하면, 비상 모드(Emergency Mode, 12)는 관리대상 플랜트에서의 비상 상태 발생 시 이에 대처하기 위한 모드로서, 상위 에이전트(110)는 스케줄링 계획을 토대로 각종 비상 상태에 따른 그리드 및 생산원의 운용 시나리오를 작성하여 하위 에이전트(120)에 배포할 수 있고, 하위 에이전트(120)는 수용가(수요자원 장치 등)의 중요 부하에 에너지를 공급하기 위해 생산원, 에너지 저장장치 및 예비전원의 출력량을 분배하고, 부하 차단(Load Shedding) 신호를 건물 에너지 관리 시스템(BEMS: Building Energy Management System) 등 외부 시스템에 송출할 수 있다.

[102] 예를 들면, 전술한 운용비 최소화 모드, 수요 반응 모드 등의 정상 모드 하에서, 하위 에이전트(120)는 관리대상 플랜트로부터 비상 상태 발생 정보를 취득한다.

하위 에이전트(120)는 상위 에이전트(110)로부터의 비상제어 계획에 기초하여 기설정된 비상 제어 시나리오 중에서 비상 상태 발생 정보에 대응하는 특정 비상 제어 시나리오를 선택하고, 선택한 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어한다. 그리고, 하위 에이전트(120)는 비상 상태 알람 신호를 상위 에이전트(110)로 전송할 수 있다.

[103] 본 실시 예에 있어서, 비상 모드에 준하는 관리대상 플랜트의 비상 상태는 관리대상 플랜트의 원격 감시, 발전 관리 및 계통 운용에 대하여 기설정된 제1 시나리오 케이스 사항과는 다른 것으로 분류된 제2 시나리오 케이스 사항에 해당하는 상태가 관리대상 플랜트로부터 감지된 경우에 해당한다. 여기서, 제2 시나리오 케이스 사항은 제1 시나리오 케이스 사항 외의 모든 사항을 포함하는 것이 될 수 있으며, 관리대상 플랜트의 상태가 기설정 비상 상태 케이스 사항에 해당하거나 기설정 비상 상태 케이스 사항에는 해당하지 않지만 그에 근접한 기설정 비상 상태 케이스 사항에 해당하는 경우를 포함한다. 여기서, 용어 '근접'은 제어 공학에 있어서 기설정 유사도 범위 내에 포함되거나 추정된 유사도에 가장 가까운 값을 갖는 것을 지칭할 수 있다.

[104] 본 실시 예에 의하면, 비상 상태 발생 시 하위 에이전트(120)은 비상 상태 발생 정보에 상응하는 기설정 비상 제어 시나리오를 토대로 하위 에이전트 단에서 관리대상 플랜트에 대한 비상 제어를 수행할 수 있다. 이와 같이, 본 실시 예에 따른 에너지 관리 시스템(10)에서는, 상위 에이전트(110)와 하위 에이전트(120) 간의 통신 두절 등의 원하지 않는 상황 하에서 관리대상 플랜트에 문제가 발생하는 경우에도 하위 에이전트 단에서 즉각적이고 신속하게 문제 상황을 조치할 수 있다.

[105] 또한, 에너지 관리 시스템(10)은 비상 모드(12) 하에서 부하 추종 모드(Load Following Mode)를 통해 중요 부하에 공급되는 에너지를 차단하지 않고 중요 부하의 변동에 맞춰 생산원의 출력량을 조정하거나 분배할 수 있다.

[106]

[107] 정상 위반 모드

[108]

[109] 도 1 및 도 2를 참조하면, 정상 위반 모드(Normal Violation Mode, 13)는 정상 모드에서 위반 모드로 진행된 위반 모드의 일종이다. 이 위반 모드 하에서 상위 에이전트(110)는 스케줄링 모듈(미도시)에서 도출된 생산원의 기준 출력 대비 현재 출력 데이터가 오차율 범위를 넘어설 경우 새로운 스케줄링을 수립하고, 하위 에이전트(120)는 재수립된 비상 제어 스케줄링에 기초한 비상 제어 시나리오에 따라 관리대상 플랜트를 제어할 수 있다. 정상 모드에서 정상 위반 모드로의 진행과 정상 위반 모드에서의 동작 과정을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[110] 우선, 하위 에이전트(120)에서 관리대상 플랜트로부터 데이터를 취득하고, 취득한 데이터로부터 관리대상 플랜트의 위반 상태를 확인한다. 위반 상태의

확인 은 스케줄링 상의 기설정 기준 출력과 현재의 출력을 비교함으로써 수행될 수 있다. 위반 상태가 확인되면, 하위 에이전트(120)는 기설정 실시간 제어 시나리오 중 위반 상태에 가장 근접한 제어 시나리오를 선택하고 선택한 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어한다. 그리고, 하위 에이전트(120)는 상위 에이전트(110)로 위반 상태 데이터 및 알람 신호를 전송한다. 하위 에이전트(120)는 관리대상 플랜트로부터 비상 제어 결과 피드백을 취득한다.

[111] 다음, 상위 에이전트(110)는 위반 상태 데이터에 기초하여 통합운용센터에 TOC 정보를 요청하고, 통합운용센터로부터 TOC 정보를 수신한다. 상위 에이전트(110)는 TOC 정보에 기초하여 스케줄링 및 비상 제어 계획을 재수립하고, 재수립 계획을 하위 에이전트(120)로 전송한다. 그리고, 상위 에이전트(110)는 통합운용센터로 수요 반응 가능 여부 및 생산량 정보를 전송한다.

[112] 다음, 하위 에이전트(120)는 비상 제어 결과 피드백과 상위 에이전트(110)로부터의 재수립 계획에 기초하여 비상 제어 시나리오를 재수립하고, 재수립된 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 추가 비상 제어한다.

[113] 그리고, 에너지 관리 시스템(10)은 추가 비상 제어 후에 관리대상 플랜트로부터 데이터를 획득하고, 획득한 데이터에 기초하여 추가 비상 제어가 성공 또는 일부 성공한 것으로 확인되면 위반 모드에서 정상 모드로 복귀하거나 위반 모드에서 비상 모드로 진행하고, 추가 비상 제어가 실패한 것으로 확인되면 위반 모드에서 실패 모드로 진행한다.

[114]

[115] 비상 위반 모드

[116]

[117] 도 1 및 도 2를 참조하면, 비상 위반 모드(Emergency Violation Mode, 13)는 비상 모드에서 위반 모드로 진행한 위반 모드의 일종이다. 이 위반 모드 하에서, 하위 에이전트(120)는 관리대상 플랜트로부터 획득한 비상 상태 발생 정보에 상응하는 특정 비상 제어 시나리오가 기설정 비상 제어 시나리오에 없는 위반 상태임을 확인한 경우로서, 기설정 비상 제어 시나리오에서 비상 상태 발생 정보에 가장 근접 특정 시나리오를 선택하고 선택한 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어한다. 비상 위반 모드에서의 하위 에이전트와 상위 에이전트의 동작 과정의 일 실시 예는 다음과 같다.

[118] 우선, 하위 에이전트(120)는 관리대상 플랜트로부터 비상 상태 발생 정보를 획득하고, 비상 상태 발생 정보에 대응하는 비상 제어 시나리오의 선택 실패에 따라 위반 상태를 확인한 후, 비상 상태 발생 정보에 가장 근접한 시나리오를 선택하고 선택한 근접 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어한다. 근접 시나리오의 선택 실패 시 하위 에이전트 또는 에너지 관리 시스템은 초기화

모드로 진행할 수 있다. 그리고, 하위 에이전트(120)는 상위 에이전트(110)로 위반 상태 데이터 및 알람 신호를 전송하고, 관리대상 플랜트로부터 제어 결과 피드백을 취득한다.

[119] 다음, 상위 에이전트(110)는 위반 상태 데이터에 기초하여 신규 케이스 데이터베이스를 추가하고, 스케줄링 및 비상 제어에 대한 계획을 재수립한 후, 재수립 계획은 하위 에이전트(120)로 전송한다.

[120] 다음, 하위 에이전트(120)는 재수립 계획에 기초하여 추가 시나리오를 수립하고 이를 토대로 관리대상 플랜트를 추가 비상 제어한다. 하위 에이전트(120)는 관리대상 플랜트로부터 데이터를 획득한다. 그리고, 하위 에이전트(120)는 추가 비상 제어에 의해 관리대상 플랜트의 상태가 기설정 제어 시나리오에 대응하도록 제어되었으면 추가 비상 제어가 성공한 것으로 판단하고 현재의 위반 모드를 대응 시나리오에 해당하는 정상 모드 또는 비상 모드로 복귀한다. 한편, 하위 에이전트(120)는 추가 비상 제어에도 불구하고 관리대상 플랜트의 상태가 여전히 기설정 제어 시나리오에 대응하는 것을 갖지 못하면, 추가 비상 제어가 실패한 것으로 판단하고 위반 모드에서 실패 모드로 진행한다.

[121]

[122] 실패 모드

[123]

[124] 도 1 및 도 2를 참조하면, 실패 모드(Failure Mode, 14)는 비상 모드나 위반 모드에서의 제어 실패 시 진행되는 모드이다. 본 실시 예의 에너지 관리 시스템은, 정상 모드에서 비상 모드로 진행한 후 실패 모드로 진입하거나, 정상 모드에서 위반 모드로 진행한 후 실패 모드로 진입하거나, 또는 정상 모드에서 비상 모드를 거쳐 위반 모드로 진행한 후 실패 모드로 진입하도록 동작할 수 있다. 실패 모드에서, 하위 에이전트는 관리대상 플랜트로부터 취득한 데이터 또는 비상 상태 발생 정보에 기초하여 실패 상태를 인식하고, 실패 상태에 대한 대처를 위해 기설정 비상 제어 시나리오에 따라 오프라인 상황 조치를 수행한다. 오프라인 상황 조치는 시스템을 전체적으로 초기화(Shut Down 등)하는 것을 포함한다. 실패 모드에서의 에너지 관리 시스템의 작동 과정의 일 실시 예는 다음과 같다.

[125] 우선, 하위 에이전트(120)는 관리대상 플랜트로부터 데이터를 취득하고, 취득한 데이터에 기초하여 위반 상태를 확인한다. 이러한 위반 상태가 기설정 횟수나 범위(기준 값 등)에 도달하면, 하위 에이전트(120)는 비상 제어 또는 추가 비상 제어의 실패를 인식하고, 실패 모드에 대한 기설정 시나리오(오프라인 상황 조치 등)를 수행한다. 그리고, 하위 에이전트(120)는 시나리오 적용 실패 케이스 정보를 관리하고, 위반 케이스 정보를 상위 에이전트로 전송한다. 하위 에이전트(120)는 전술한 동작 후에 자체 보호를 위한 초기화를 수행하도록 구현될 수 있다.

- [126] 다음, 상위 에이전트(110)는 위반 케이스 정보에 기초하여 신규 케이스 데이터베이스를 추가하고, 전체 시스템에 대한 오프라인 상황 조치를 수행한다. 오프라인 상황 조치는 시스템 관리자나 시스템 관리자에 대응하는 기설정 관리자 장치에 관리대상 플랜트의 비상 상태 발생 정보 및/또는 알람 신호를 전송하는 것을 포함한다. 그리고, 하위 에이전트(120)는 상위 에이전트(110)로부터의 재수립 계획에 기초하여 추가 제어 시나리오를 수립하고, 이를 적용하여 관리대상 플랜트를 다시 제어한다.
- [127]
- [128] 초기화 모드
- [129]
- [130] 도 1 및 도 2를 참조하면, 초기화 모드(Initial Mode)는 실패 모드 하에서 관리대상 플랜트가 초기화 가능 상태가 아닐 때 시스템을 전체적으로 초기화하기 위한 모드이다. 물론, 실패 모드 하에서 관리대상 플랜트로부터 취득한 데이터에서 초기화 가능 상태가 인식되면 에너지 관리 시스템은 기인식된 초기화 가능 상태에 기초하여 시스템을 제어할 수 있다. 초기화 모드의 일 실시 예를 설명하면 다음과 같다.
- [131] 우선, 하위 에이전트(120)는 관리대상 플랜트의 초기화 가능 상태를 검출하고, 관리대상 플랜트의 초기화 가능 상태 정보를 상위 에이전트로 전송한다.
- [132] 다음, 상위 에이전트(110)는 기설정 스케줄링이나 비상 제어 계획에 기초하여 시스템 초기화 가능 여부를 확인하고, 하위 에이전트(120)로 초기화 신호를 전송한다. 하위 에이전트(120)는 초기화 신호에 응하여 관리대상 플랜트를 초기화한다.
- [133] 본 실시 예에 있어서, 기본적인 실패 모드는 하위 에이전트가 주도적으로 동작하지만, 초기화 모드는 상위 에이전트가 전체 시스템 동작 가능 여부를 파악하여 주도적으로 동작하도록 구현함으로써, 위반 모드나 실패 모드 하에서 비상 상황에 대한 즉각적인 대처를 할 수 있고, 이에 의해 에너지 관리 시스템의 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 또한, 문제 발생 시 정상 가동을 위한 원격 유지 보수 시스템의 구축을 용이하게 할 수 있다.
- [134]
- [135] 전술한 실시 예에 의하면, 상위 에이전트(110)와 하위 에이전트 그룹(120) 간의 통신 두절 시, 하위 에이전트(120)는 서로 간의 통신을 통해 미리 설정된 실시간 제어 및/또는 비상 제어 시나리오에 기초하여 관리대상 플랜트를 제어함으로써 하위 에이전트들에 소속된 관리대상 플랜트의 운영에 원하지 않는 악영향이 미치는 것을 방지할 수 있다.
- [136] 또한, 기능별 또는 모듈별로 에이전트의 역할을 분담하도록 에너지 관리 시스템(10)을 구현함으로써, 관리대상 플랜트로부터 에너지 생산 데이터, 에너지 요구 데이터, 에너지 소비 데이터 등의 데이터를 적정량 취득할 수 있을 뿐만 아니라 관리대상 플랜트로부터의 데이터를 안정적이고 체계적으로 취득하여

처리할 수 있다.

- [137] 아울러, 본 실시 예의 에너지 관리 시스템(10)에서는 비상 상태, 위반 상태 또는 실패 상태 발생 시 이중적인 에이전트 계통 운영을 통해 이에 대한 정보를 공유하고 실시간 제어 시나리오 재수립을 통해 효과적으로 문제 상황에 대처할 수 있다. 즉, 본 실시 예의 에이전트 상위 및 하위 연계 구조를 이용하면, 상위 및 하위 에이전트에 공유되는 실시간 시나리오 관리를 통해 비상 상황에 대한 즉각적인 조치와 정상 가동을 위한 원격 유지 보수 시스템 구축을 용이하게 하고, 이에 의해 시스템의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.
- [138] 또한, 본 실시 예의 에너지 관리 시스템(10)은 표준 기반의 미들웨어(Middleware) 형태로 마이크로 에너지 그리드(MEG)에 적용될 수 있다. 여기서, 미들웨어에는 CIM(Common Information Model) 표준(IEC 61970/61968 등)이 적용될 수 있다. 그 경우, MEG에 있어서 시스템 통합(SI: System Integration)에 대한 편의성을 향상시킬 수 있고, 에너지 생산원의 제어를 이용하게 하며, 그리드 운영 및 에너지 거래에 대한 서비스 신뢰도를 확보하거나 증대시킬 수 있다. 또한, 에이전트의 역할 분담으로 시스템 확장성과 편리성을 확보하고, 이에 의해 시스템 운영 및 유지보수를 용이하게 함으로써 비용을 절감할 수 있다. 아울러, 기존의 에너지 관리 시스템의 중앙 집중 운영에 의한 구조적인 문제점 및 비상 상황에 대한 실시간 시나리오 관리 부재로 인해 시스템의 신뢰성이 낮은 문제점을 개선할 수 있다.
- [139]
- [140] 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 에이전트 기반 에너지 관리 방법(이하, 간략히 에너지 관리 방법이라 함)을 설명하기 위한 개략적인 순서도이다.
- [141] 도 3을 참조하면, 상위 에이전트는 미리 설정된 전체 에너지 관리 정보에 기초하여 관리대상 플랜트에 대한 실시간 제어 및 비상 제어 계획(스케줄링)을 수립한다(S31). 전체 에너지 관리 정보는 통합운용센터로부터 수신한 시장 정보 및 부하 정보를 포함할 수 있다.
- [142] 실시간 제어 및 비상 제어 계획은 상위 에이전트에서 하위 에이전트로 배포되는데, 그때 상위 에이전트는 하위 에이전트의 담당 역할에 필요한 스케줄링만을 해당 하위 에이전트에 전송할 수 있다. 예컨대, 상위 에이전트는 비상 제어 스케줄링을 토대로 비상 상태에 따른 그리드 및 생산원의 운영 시나리오를 작성하여 제2 하위 에이전트에 배포할 수 있다. 그 경우, 비상 상태 발생 시 제2 하위 에이전트는 비상 제어 스케줄링에 기초하여 기수립한 비상 제어 시나리오를 토대로 수용가 또는 관리대상 플랜트를 비상 제어할 수 있다.
- [143] 다음, 하위 에이전트는 상위 에이전트로부터의 스케줄링에 기초하여 실시간 제어 시나리오 및 비상 제어 시나리오를 수립한다(S32). 하위 에이전트는 기수립한 실시간 제어 시나리오 또는 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 제어한다.

- [144] 다음, 하위 에이전트는 관리대상 플랜트로부터의 데이터에 기초하여 관리대상 플랜트의 상태를 인식한다(S33). 관리대상 플랜트는 정상 상태, 비상 상태, 위반 상태 또는 실패 상태를 가진다. 관리대상 플랜트로부터 취득한 데이터는 상위 에이전트와 공유될 수 있다.
- [145] 다음, 하위 에이전트는 관리대상 플랜트의 정상 상태, 비상 상태, 위반 상태 및 실패 상태 중 어느 하나의 상태에 따라 동작 모드를 전환하고 해당 동작 모드에 대한 기설정 제어 시나리오를 수행한다(S34). 기설정 제어 시나리오는 실시간 제어, 비상 제어 또는 오프라인 상황 조치 등을 포함한다.
- [146] 도 4를 참조하면, 본 실시 예에 따른 에너지 관리 방법을 채용하는 에너지 관리 시스템은 우선 각종 센서를 통해 관리대상 플랜트에서 발생하는 이벤트를 감지한다(S41). 그리고, 감지된 이벤트가 어떤 케이스의 상황인가를 판별한다(S42). 본 판별 단계에서는 기감지된 이벤트가 기설정 제어 시나리오에 포함된 케이스의 이벤트 발생 상황인지 혹은 기설정 제어 시나리오의 포함되지 않은 케이스의 이벤트(계획되지 않은 이벤트 등) 발생 상황인지를 판별한다.
- [147] 상기 단계(S42)에서의 판단 결과, 기감지된 이벤트가 미리 설정된 제어 시나리오에 포함되는 것으로 판단되면, 해당 이벤트에 상응하는 케이스 상황에 맞추어 일련의(Sequence) 제어 동작을 수행한다(S43). 예컨대, 특정 지역에 설치된 제1 하위 에이전트와 제4 하위 에이전트의 연계 동작에 의해 이벤트를 제어하도록 수행될 수 있다(도 6 및 도 8 참조). 일련의 제어 동작을 수행한 후, 하위 에이전트는 상위 에이전트에 해당 이벤트 처리에 대하여 이벤트 처리 정보를 통보할 수 있다(S44).
- [148] 한편, 상기 단계(S42)에서, 기감지된 이벤트가 미리 설정된 시나리오 계획에 포함되지 않은 것으로 판단되면, 하위 에이전트는 기감지된 이벤트에 대한 근접 시나리오가 존재하는가를 판단한다(S45). 근접 시나리오는 기설정 제어 시나리오 중에서 기감지된 이벤트(비상 상태 발생 정보 등)에 가장 근접한 특정 제어 시나리오를 지칭하며, 이러한 근접 시나리오의 선택은 이벤트 내의 감지 값에 가장 가까운 값을 가지거나 가장 많은 감지 값을 가지는 시나리오를 선택하는 것에 대응할 수 있다.
- [149] 상기 단계(S45)에서의 판단 결과, 기감지된 이벤트에 대한 근접 시나리오가 있으면, 하위 에이전트는 근접 시나리오를 선택한 후 선택한 근접 시나리오에 기초하여 일련의 제어 동작을 수행한다(S46).
- [150] 다음, 상기 단계(S45)에서 기감지된 이벤트에 대한 근접 시나리오가 없다고 판단한 후 또는 근접 시나리오에 기초하여 일련의 제어 동작을 수행한 후, 하위 에이전트는 이벤트 정보 또는 이벤트 정보와 해당 이벤트의 처리 정보를 상위 에이전트에 통보한다(S47). 여기서, 이벤트 정보는 위반 케이스 정보 또는 위반 케이스의 처리 실패에 대한 실패 케이스 정보를 포함할 수 있다.
- [151] 다음, 하위 에이전트는 제어 실패인지를 판단한다(S48). 제어 실패는 근접 시나리오를 토대로 시퀀스 제어 동작을 수행하였지만 원하는 대로 제어되지

않은 경우이거나 근접 시나리오가 없어서 제어 불가능한 상태인 경우를 포함한다. 상기 단계(S48)에서의 판단 결과, 제어 실패이면, 하위 에이전트는 기설정 제어 시나리오에 따라 오프라인 상황 조치를 수행한다(S49).

[152] 한편, 상기 단계(S48)에서의 판단 결과, 제어 실패가 아니면, 상위 에이전트는 해당 위반 케이스 정보에 기초하여 신규 케이스 데이터베이스를 추가하고 비상 제어 등에 대한 계획을 재수립한다(S50). 재수립된 비상 제어 계획은 하위 에이전트로 재배포되고, 하위 에이전트는 재수립된 비상 제어 계획을 적용하여 관리대상 플랜트를 추가 비상 제어한다(S51).

[153] 추가 비상 제어 후에, 관리대상 플랜트로부터 취득한 데이터에 기초하여 판단한 결과가 이벤트를 적절하게 처리하지 못한 경우이면, 하위 에이전트는 이벤트 처리 실패 정보를 관리하고, 이를 상위 에이전트로 통보한 후 자체 초기화를 수행하거나 상위 에이전트로부터의 초기화 신호에 따라 관리대상 플랜트를 초기화할 수 있다.

[154]

[155] 도 5는 도 4의 에너지 관리 방법에 채용 가능한 하위 에이전트의 데이터 취득 과정을 설명하기 위한 순서도이다.

[156] 도 5를 참조하면, 우선 하위 에이전트는 에이전트별로 또는 담당 역할별로 소비자 또는 수용가의 소비자 패턴을 인지한다(S51). 소비자 또는 수용가는 전력, 열 등의 에너지를 소비하는 대상에 대응되고, 소비자 패턴은 에너지 수요 패턴으로 평일, 주말, 공휴일, 계절별 등의 카테고리에 따라 분류될 수 있다.

[157] 다음, 하위 에이전트는 인지한 소비자 패턴을 패턴별로 데이터베이스화한다(S52). 패턴별 데이터베이스화에 있어서, 에너지 관리 시스템에서는 패턴 중의 공통 사항의 연계 정보를 누적하여 일정 주기의 패턴을 정립할 수 있고, 정립된 패턴에 기초하여 XML 스키마 파일 형태로 데이터베이스를 관리할 수 있다.

[158] 다음, 하위 에이전트는 에이전트별 패턴 데이터베이스 스키마 파일을 상위 에이전트로 전송한다(S53). 상위 에이전트는 하위 에이전트로부터 올라온 패턴 데이터베이스 스키마 파일을 기반으로 스케줄링 프로세스를 수행하여 실시간 제어, 비상 제어 등에 대한 운용 계획을 구성하고 구성한 운용 계획을 하위 에이전트에 배포한다.

[159] 다음, 하위 에이전트는 상위 에이전트로부터 받은 운용 계획에 기초하여 특정 시나리오 케이스를 수립하거나 추가 시나리오 케이스를 업데이트하고, 이를 토대로 시나리오 계획 프로세스를 수행 또는 재수행하여 관리대상 플랜트를 제어한다(S54). 예를 들면, 제어 시나리오의 일레인 특정 시나리오 케이스는 상위 케이스 1(상위 XML 1)이라 명명될 수 있고, 그것은 예컨대 제1 하위 에이전트와 제2 하위 에이전트가 연동하여 상황을 처리하는 시나리오에 대응할 수 있다(도 6 및 도 8 참조).

[160] 전술한 과정(S51 내지 S54)을 통해, 에너지 관리 시스템은 상위 에이전트와

하위 에이전트를 이용한 에이전트 운전을 통해 관리대상 플랜트를 효율적으로 제어한다(S55). 전술한 과정에 있어서 하위 에이전트는 해당 에이전트용 시나리오 계획 스키마 파일을 상위 에이전트로부터 불러오고 불러온 파일에 기초하여 관리대상 플랜트를 제어하도록 구현될 수 있다.

[161]

[162] 도 6은 본 발명의 에너지 관리 시스템이 채용되어 있는 소비자 참여형 배전계통의 일 실시 예에 대한 개략적인 구성도이다.

[163] 도 6에 도시한 바와 같이, 본 실시 예에 따른 에너지 관리 시스템(EMS, 100)은 에너지 관리 시스템(100) 내의 계통운영(113a), 계통분배(114a), 발전관리(115a), 통합감시(101), 미들웨어 엔진(102) 프로그램 등은 미들웨어(M/W: Middleware, 103)를 통하여 평상 시에 계통 및 타 시스템으로부터 시스템 운영에 필요한 정보를 취득하도록 구현된다. 여기서, 미들웨어(103)란 시스템 소프트웨어와 응용 소프트웨어 사이 또는 두 가지 다른 종류의 응용 프로그램 사이에서 조정 및 중개 역할을 하는 프로그램을 지칭한다. 본 실시 예에 있어서, 에너지 관리 시스템(100), 미들웨어(103) 또는 이들의 조합은 전술한 에너지 관리 시스템의 EMS 서버(10)에 대응할 수 있다.

[164] EMS(100)는 취득된 정보를 바탕으로 계통운영, 계통배전 및 발전관리 등에 필요한 시나리오를 작성한다. EMS는 작성된 시나리오를 미들웨어 엔지니어링 프로그램을 통하여 미들웨어(103)에 전송한다.

[165] 미들웨어(103)는 EMS(100)로부터 전달받은 시나리오를 바탕으로 해당 하위 에이전트들(123, 124, 125)을 설정한다. 여기서, 에이전트들은 배전 계통에 연결된 건물 내 전력 시스템의 장치들(210, 220, 230)에 각각 결합한 제3 내지 제5 하위 에이전트들에 대응될 수 있다(도 8 참조).

[166] 시나리오 상황이 발생하면, 에이전트들은 서로 간의 직접 통신을 통하여 설정된 시나리오를 수행하고, 이러한 기설정 시나리오에 따른 에이전트 운전에 의해 관리대상 플랜트는 신뢰성 있게 관리 운용될 수 있다.

[167]

[168] 도 7은 도 6의 에너지 관리 시스템에 채용 가능한 상위 에이전트에 대한 개략적인 블록도이다.

[169] 도 7을 참조하면, 본 실시 예에 따른 상위 에이전트(110a)는 제1 실시간 제어 모듈(111) 및 제1 비상 제어 모듈(112)을 구비한다. 그리고, 제1 실시간 제어 모듈(111)은 제1 계통 운영 모듈(113), 제1 계통 분배 모듈(114) 및 제1 발전 관리 모듈(115)을 구비한다. 물론, 제1 계통 운영 모듈(113), 제1 계통 분배 모듈(114) 및 제1 발전 관리 모듈(115)은 제1 실시간 제어 모듈(111)에 소속되지 않고 제1 실시간 제어 모듈(111)과 독립적으로 또는 병렬적으로 배치될 수 있다.

[170] 상위 에이전트(110a)는 평시에 대한 실시간 제어 스케줄링과 비상 시에 대한 비상 제어 스케줄링을 수립하고, 수립한 스케줄링 계획 결과를 제1 실시간 제어 모듈(111)을 통해 하위 에이전트로 전송한다. 또한, 상위 에이전트(110a)는

필요에 따라 하위 에이전트로부터의 비상 케이스, 위반 케이스 또는 실패 케이스 등에 대한 데이터를 수신하고, 수신한 데이터에 기초하여 신규 케이스 데이터베이스를 생성하거나 기본 데이터베이스에 추가하고, 비상 제어 스케줄링을 재수립하며, 재수립한 비상 제어 스케줄링을 제1 비상 제어 모듈(112)을 통해 하위 에이전트로 전송한다.

[171] 또한, 제1 실시간 제어 모듈(111)은 평시 스케줄링을 토대로 정상 상태에 따른 그리드 및 에너지 생산원의 운영 계획을 작성하여 하위 에이전트에 배포할 수 있다. 그리고, 제1 실시간 제어 모듈(111)은 전기 및 열 에너지 공급 비용을 최소화하기 위하여 거래일 전에 에너지 생산원의 기준 출력, 에너지 저장 장치의 충방전량 및 수전량을 결정할 수 있다.

[172] 제1 비상 제어 모듈(112)은 비상 제어 스케줄링을 토대로 비상 상태에 따른 그리드 및 에너지 생산원의 운영 계획을 작성하여 하위 에이전트에 배포할 수 있다. 그리고, 제1 비상 제어 모듈(112)은 하위 에이전트로부터 위반 또는 실패 케이스에 대한 데이터(위반 및/또는 실패 상태의 알람 메시지 및 제어 값 등)를 수신하고, 수신한 데이터 및/또는 제어 값에 기초하여 비상 제어 스케줄링을 재수립한 후 재수립한 비상 제어 스케줄링 계획 결과를 해당 하위 에이전트에 전송할 수 있다.

[173] 제1 계통 운영 모듈(113)은 하위 에이전트의 제2 계통 운영 모듈과 연동하여 배전 계통에서 수용가가 인입되는 배전반에 설치되어 배전 인입을 제어하는 그리드 상위 운영 수단 또는 이러한 수단에 상응하는 기능을 수행하는 구성부에 대응할 수 있고, 제1 계통 분배 모듈(114)은 하위 에이전트의 제2 계통 분배 모듈과 연동하여 수용가의 배전반에서 각 부하에 대한 전력 분배를 제어하는 그리드 상위 운영 수단 또는 이러한 수단에 상응하는 기능을 수행하는 구성부에 대응할 수 있으며, 제1 발전 관리 모듈(115)은 하위 에이전트의 제2 발전 관리 모듈과 연동하여 수용가에서 에너지를 생산하여 수용가 또는 배전 계통 측으로 전력을 공급하는 그리드 상위 운영 수단 또는 이러한 수단에 상응하는 기능을 수행하는 구성부에 대응할 수 있다(도 6 참조).

[174] 도 8은 도 6의 에너지 관리 시스템에 채용 가능한 하위 에이전트에 대한 개략적인 블록도이다.

[175]

[176] 도 8을 참조하면, 본 실시 예에 따른 하위 에이전트(120a)는 제2 실시간 제어 모듈(1211)을 구비한 제1 하위 에이전트(121), 제2 비상 제어 모듈(1212)을 구비한 제2 하위 에이전트(122), 제2 계통 운용 모듈(1213)을 구비한 제3 하위 에이전트(123), 제2 계통 분배 모듈(1214)을 구비한 제4 하위 에이전트(124), 및 제2 발전 관리 모듈(1215)을 구비한 제5 하위 에이전트(125)를 구비한다. 여기서, 제1 내지 제5 하위 에이전트들은 서로 통신하며 데이터를 공유할 수 있다.

[177] 제1 하위 에이전트(121) 또는 제2 실시간 제어 모듈(1211)은 정상 모드에서 상위 에이전트의 해당 기능부(제1 실시간 제어 모듈 등)에서 도출된 에너지

생산원의 기준 출력 대비 변동된 전기 부하를 관리대상 플랜트 등에 공급하기 위하여 에너지 생산원의 출력을 조정하거나 재분배한다.

- [178] 관리대상 플랜트의 에너지 소비에 대한 수요 반응 데이터에 기초하여, 특정 하위 에이전트는 비용 절감을 위한 제1 모드(운용비 최소화 모드에 대응)에서 수요 반응 신호에 대응하기 위한 제2 모드(수요 반응 모드에 대응)로 동작 모드를 전환할 수 있는데, 그 경우 제2 실시간 제어 모듈(1211)은 수요 반응 데이터의 전력 피크 등에 상응하는 수요 반응 시간대에 수전점의 정전력 제어가 가능하도록 에너지 생산원의 출력을 재분배할 수 있다.
- [179] 제2 하위 에이전트(122) 또는 제2 비상 제어 모듈(1212)은 비상 상태 발생 시 비상 제어 스케줄링에 기초하여 수용가의 중요 부하에 전력을 공급하기 위해 에너지 생산원, 에너지 저장장치 및 예비 전원의 출력량을 분배하고 부하 차단 신호를 관리대상 플랜트의 건물 에너지 관리 시스템 등의 외부 시스템에 송출할 수 있다.
- [180] 관리대상 플랜트로부터 비상 제어 스케줄링에 위배된 위반 상태가 감지되면, 제2 비상 제어 모듈(1212)은 감지된 위반 상태에 근접한 비상 제어 시나리오를 선택하고, 선택한 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 제어한다. 그 경우, 상위 에이전트는 제2 하위 에이전트(122)로부터 위반 상태 정보, 알람 메시지, 위반 상태에 대한 제어 값 등을 수신하고, 수신한 위반 상태 정보나 제어 값에 기초하여 새로운 비상 제어 케이스 데이터베이스를 기존 데이터베이스에 추가하고, 비상 제어 스케줄링을 재수립한 후, 재수립한 비상 제어 스케줄링 결과를 하위 에이전트로 전송한다. 제2 하위 에이전트(122)는 상위 에이전트로부터의 재수립 비상제어 스케줄링 계획 결과에 기초하여 비상 제어 시나리오를 재수립하고 이를 토대로 관리대상 플랜트를 추가 비상 제어한다.
- [181] 비상 제어 스케줄링 또는 재수립된 비상 제어 스케줄링에 따른 관리대상 플랜트의 제어 실패 시, 제2 하위 에이전트(122)는 상위 에이전트로 위반 및/또는 실패 케이스에 대한 데이터를 전송하고, 시스템 관리자 측에 경보 신호를 전송하고, 시스템 자체의 보호를 위한 초기화를 수행할 수 있다.
- [182] 제3 하위 에이전트(123)는 상위 에이전트의 해당 기능부(제1 계통 운영 모듈 등)와 연동하는 제2 계통 운용 모듈(1213)을 구비하며, 배전 계통에서 수용가가 인입되는 배전반에 설치되어 배전 인입을 제어하는 장치에 결합하는 그리드 하위 운영 수단 또는 이러한 수단에 상응하는 기능을 수행하는 구성부에 대응할 수 있고, 제4 하위 에이전트(124)는 상위 에이전트의 해당 기능부(제1 계통 분배 모듈 등)와 연동하는 제2 계통 분배 모듈(1214)을 구비하며, 수용가의 배전반에서 각 부하에 대한 전력 분배를 제어하는 장치에 결합하는 그리드 하위 운영 수단 또는 이러한 수단에 상응하는 기능을 수행하는 구성부에 대응할 수 있고, 제5 하위 에이전트(125)는 상위 에이전트의 해당 기능부(제1 발전 관리 모듈 등)와 연동하는 제2 발전 관리 모듈(1215)을 구비하며, 수용가에서 에너지를 생산하여 수용가 또는 배전 계통 측으로 전력을 공급하는 장치에

결합하는 그리드 하위 운영 수단 또는 이러한 수단에 상응하는 기능을 수행하는 구성부에 대응할 수 있다(도 6 및 도 7 참조).

- [183] 전술한 실시 예에 의하면, 소비자 참여를 위한 분산 전원을 포함하는 마이크로 에너지 그리드 시스템에 있어서 에이전트를 담당 역할 별로 분리하여 형성한 구조와, 기설정 이외의 시나리오 케이스 사항에 대하여 하위 에이전트에서 실시간 데이터를 획득하고 이를 상위 에이전트에 통보하는 구조를 채용함으로써, 에너지 관리 시스템의 운영 기능을 필요로 하는 현장 설비에 맞게 역할을 분담하고 각 역할에 상응하는 데이터를 취득하도록 할 수 있으며, 그에 의해 에너지 관리 시스템 전체의 구성 비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 실시간 데이터 처리의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 아울러, 비상 상태 발생 시 실시간으로 비상 상황을 인지함으로써 비상제어 시나리오에 따른 에이전트 간 자동 이벤트 처리를 통해 효과적으로 비상 상황에 대처할 수 있다. 또한, 미들웨어 형태로 마이크로 에너지 그리드 상에 채용되는 경우, 온라인 원격 관리와 시스템 확장성 및 편리성 확보를 통해 시스템 전체의 운영 및 유지보수 비용을 절감할 수 있다.

- [184] 전술한 실시 예는 본 발명의 권리범위를 한정하는 것이 아니라 본 발명의 청구범위에 제시된 구성요소의 예시적인 사항에 불과하며, 본 발명의 명세서 전반에 걸친 기술사상에 포함되고 청구범위의 구성요소에서 균등물로서 치환 가능한 구성요소를 포함하는 실시 예는 본 발명의 권리범위에 포함될 수 있다.

[185]

산업상 이용가능성

- [186] 중앙으로 집중된 운영 알고리즘을 하위 에이전트별로 분산시키고 운영 알고리즘을 최적화함으로써 시스템 전체의 성능과 신뢰도를 향상시킬 수 있는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템 및 방법에 적용될 수 있다.

[187]

청구범위

[청구항 1]

EMS(Energy Management System) 서버 및 EMS 서버와 연결된 하위 에이전트를 구비하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템에서 마이크로 에너지 그리드 내의 적어도 어느 하나의 관리대상 플랜트를 실시간 감시하고 관리대상 플랜트에서의 에너지 생산 및 소비를 제어하기 위한 에이전트 기반 에너지 관리 방법에 있어서, 상기 EMS 서버 측에서 관리대상 플랜트에 대한 원격 감시, 발전 관리 및 계통 운용을 위해 거래 및 스케줄링 계획을 수립하는 단계; 및
상기 EMS 서버의 일부 역할을 나누어 담당하도록 설치되는 복수의 하위 에이전트에서 상기 EMS 서버의 거래 및 스케줄링 계획에 따라 관리대상 플랜트의 실시간 제어 또는 비상 제어를 수행하는 단계를 포함하고,
상기 하위 에이전트는 관리 대상 플랜트로부터 자신의 담당 역할에 상응하는 데이터를 취득하여 처리하는 것을 특징으로 하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 2]

제1항에 있어서,
상기 EMS 서버 및 하위 에이전트는 정상 모드와 비상 모드 사이 또는 정상 모드와 위반 모드 사이의 전환 단계, 비상 모드와 위반 모드 간의 전환 단계, 비상 모드 또는 실패 모드에서 실패 모드로의 진행 단계, 및 실패 모드에서 정상 모드로의 초기화 단계 중 적어도 어느 하나를 수행하며, 상기 정상 모드, 비상 모드, 위반 모드 및 실패 모드는 관리대상 플랜트의 상태에 따라 설정되는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 3]

제2항에 있어서,
상기 실시간 제어를 수행하는 단계는, 정상 모드 하에서 하위 에이전트가 EMS 서버의 실시간 제어 스케줄링에 기초하여 기수립한 실시간 제어 시나리오에 따라 관리대상 플랜트를 제어하는 단계를 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 4]

제3항에 있어서,
상기 실시간 제어를 수행하는 단계는, 정상 모드 하에서 하위 에이전트가 실시간 제어 시나리오에 따라 운용비 최소화 모드를 실행하는 단계; 및 상기 운용비 최소화 모드 하에서 통합운용센터로부터 수요 반응 신호가 수신되면 EMS 서버와 연동하는 하위 에이전트가 실시간 제어 시나리오에 따라 부하 추종 제어 동작을 위한 수요 반응 모드를 실행하는 단계를

포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 5]

제4항에 있어서,

상기 운용비 최소화 모드를 실행하는 단계는, 에너지 거래일 전에 전기 및 열 에너지 공급 비용을 최소화하기 위한 분산전원 장치의 기준 출력과, 에너지저장 장치의 충방전량 및 수전량을 결정하는 단계를 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 6]

제4항에 있어서,

상기 수요 반응 모드를 실행하는 단계는, 관리대상 플랜트의 기준 출력 대비 변동된 전기 부하를 공급하기 위해 분산전원 장치의 출력을 재분배하는 단계를 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 7]

제4항에 있어서,

상기 수요 반응 모드를 실행하는 단계는, 하위 에이전트에서 상기 수요 반응 신호에 기초한 수요 반응 시간대에 관리대상 플랜트의 수전점의 정전력 제어를 위해 분산전원 장치의 출력을 재분배하는 단계를 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 8]

제2항에 있어서,

상기 비상 제어를 수행하는 단계는, 비상 모드 하에서 상기 하위 에이전트가 상기 EMS 서버로부터의 비상 제어 스케줄링에 기초하여 기수립한 비상 제어 시나리오를 토대로 하위 에이전트 단에서 관리대상 플랜트를 비상 제어하는 단계를 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 9]

제2항에 있어서,

상기 비상 제어를 수행하는 단계는, 상기 하위 에이전트에서 관리대상 플랜트로부터 비상 상태 발생 정보를 취득하는 단계; 상기 EMS 서버로부터의 비상 제어 스케줄링에 기초하여 기수립한 비상 제어 시나리오에서 비상 상태 발생 정보에 상응하는 특정 비상 제어 시나리오를 선택하는 단계; 및 상기 선택한 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어하는 단계를 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 10]

제9항에 있어서,

상기 비상 제어를 수행하는 단계는, 상기 하위 에이전트에서 상기 비상 상태 발생 정보에 상응하는 비상 상태 알람 신호를 EMS 서버로 전송하는 단계를 더 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 11]

제10항에 있어서,

상기 EMS 서버에서 상기 비상 상태 알람 신호에 기초하여 거래 및 스케줄링 계획을 재수립하는 단계;

상기 하위 에이전트에서 EMS 서버로부터의 상기 재수립 스케줄링 계획에 기초하여 관리대상 플랜트에 대한 비상 제어 시나리오를 업데이트하는 단계;
 상기 하위 에이전트에서 상기 업데이트된 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 추가 비상 제어하는 단계; 및
 상기 추가 비상 제어하는 단계에서 추가 비상 제어가 성공하면 비상 모드에서 정상 모드로 복귀하고, 상기 추가 비상 제어가 실패하면, 비상 모드에서 위반 모드 또는 실패 모드로 진행되는 단계
 를 더 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 12]

제2항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 비상 제어를 수행하는 단계는, 상기 하위 에이전트에서 관리대상 플랜트로부터 비상 상태 발생 정보를 취득하는 단계;
 상기 비상 상태 발생 정보에 기초하여 관리대상 플랜트의 위반 상태를 인식하는 단계; 및 상기 EMS 서버로부터의 비상 제어 스케줄링에 기초하여 기수립한 비상 제어 시나리오에서 위반 상태에 가장 근접한 특정 비상 제어 시나리오를 선택하는 단계; 및
 상기 선택한 특정 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어하는 단계를 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 13]

제12항에 있어서,
 상기 위반 상태를 인식하는 단계는 EMS 서버의 비상 제어 스케줄링에 기초한 하위 에이전트의 비상 제어 시나리오에서 비상 상태 발생 정보에 상응하는 비상 제어 시나리오를 선택하는 것을 실패하는 단계를 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 14]

제12항에 있어서,
 상기 비상 제어를 수행하는 단계는 상기 가장 근접한 비상 제어 시나리오를 선택하는 단계에서의 선택실패 시 위반 모드에서 실패 모드로 진행되는 단계를 더 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 15]

제12항에 있어서,
 상기 비상 제어를 수행하는 단계는, 상기 하위 에이전트에서 상기 위반 상태에 상응하는 위반 상태 데이터를 EMS 서버와 공유하는 단계를 더 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 16]

제15항에 있어서,
 상기 EMS 서버에서 상기 위반 상태 데이터에 기초하여 신규 케이스 데이터베이스를 추가하는 단계;
 상기 신규 케이스 데이터베이스를 토대로 스케줄링 계획을

재수립하는 단계;

상기 하위 에이전트에서 상기 재수립된 스케줄링 계획은 적용하여 관리대상 플랜트를 비상 제어하는 단계; 및

상기 재수립된 스케줄링 계획에 기초한 관리대상 플랜트의 비상 제어가 성공하면 위반 모드에서 정상 모드 또는 비상 모드로 복귀하고, 상기 재수립된 스케줄링 계획에 기초한 관리대상 플랜트의 비상 제어가 실패하면 실패 모드로 진행하는 단계를 더 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 17]

제16항에 있어서,

상기 실패 모드로 진행하는 단계 후에,

상기 하위 에이전트에서 실패 케이스 정보를 관리하는 단계; 및
상기 관리대상 플랜트의 오프라인 조치 요청 신호를 기설정 관리자 장치로 전송하는 단계를 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 18]

제17항에 있어서,

상기 하위 에이전트에서 자체 보호 초기화를 수행하는 단계를 더 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 19]

제17항에 있어서,

상기 하위 에이전트에서 실패 케이스 정보를 EMS 서버로 전송하는 단계;

상기 EMS 서버에서 실패 케이스 정보에 기초하여 신규 케이스 데이터베이스를 추가하는 단계; 및

상기 EMS 서버에서 기설정된 전체 시스템 오프라인 상황 조치를 처리하는 단계를 더 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 20]

제16항에 있어서,

상기 실패 모드로 진행하는 단계 후에,

상기 하위 에이전트에서 관리대상 플랜트의 초기화 가능 상태를 검출하는 단계;

상기 EMS 서버에서 하위 에이전트로부터 상기 관리대상 플랜트의 초기화 가능 상태 정보를 수신하는 단계;

상기 EMS 서버에서 플랜트 초기화 가능 여부를 확인하는 단계; 및

상기 하위 에이전트에서 상기 EMS 서버의 플랜트 초기화 신호에 기초하여 관리대상 플랜트를 초기화하는 단계를 더 포함하는 에이전트 기반 에너지 관리 방법.

[청구항 21]

마이크로 에너지 그리드 내의 적어도 어느 하나의 관리대상

플랜트를 실시간 감시하고 관리대상 플랜트에서의 에너지 생산 및 소비를 제어하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템에 있어서,

관리대상 플랜트에 대한 원격 감시, 발전 관리 및 계통 운용을 위해

거래 및 스케줄링 계획을 수립하는 EMS(Energy Management System) 서버; 및

상기 EMS 서버의 일부 역할을 나누어 담당하며 상기 EMS 서버의 거래 및 스케줄링 계획에 따라 관리대상 플랜트의 실시간 제어 또는 비상 제어를 수행하는 복수의 하위 에이전트를 포함하고, 상기 하위 에이전트는 관리 대상 플랜트로부터 담당 역할에 상응하는 데이터를 취득하여 처리하는 것을 특징으로 하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템.

[청구항 22]

제21항에 있어서,

상기 EMS 서버 및 하위 에이전트는 정상 모드와 비상 모드 사이 또는 정상 모드와 위반 모드 사이의 전환, 비상 모드와 위반 모드 간의 전환, 비상 모드 또는 실패 모드에서 실패 모드로의 진행, 및 실패 모드에서 정상 모드로의 초기화 중 적어도 어느 하나를 수행하며, 상기 정상 모드, 비상 모드, 위반 모드 및 실패 모드는 관리대상 플랜트의 상태에 따라 설정되는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템.

[청구항 23]

제22항에 있어서,

상기 정상 모드 하에서,

상기 EMS 서버는 통합운영센터(TOC: Total Operating Center)로부터 시장 정보와 부하 정보를 포함한 TOC 정보를 받고, TOC 정보에 기초하여 실시간 제어와 비상 제어에 대한 거래 및 스케줄링 계획을 수립하고, 수립한 거래 및 스케줄링 계획을 하위 에이전트로 전송하며,

상기 하위 에이전트는 EMS 서버의 거래 및 스케줄링 계획에 기초하여 실시간 제어 시나리오 및 비상 제어 시나리오를 수립하고, 수립한 실시간 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 실시간 제어하며, 관리대상 플랜트로부터 데이터를 취득하고, 관리대상 플랜트로부터 취득한 에너지 생산 현황을 EMS 서버와 공유하는 것을 특징으로 하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템.

[청구항 24]

제23항에 있어서,

상기 정상 모드 하에서,

상기 EMS 서버는 통합운영센터로부터 수요 반응 신호를 수신하고, 수요 반응 신호에 응하여 거래 및 스케줄링 계획을 재수립 또는 수정하고, 수정된 거래 및 스케줄링 계획을 하위 에이전트로 전송하며,

상기 하위 에이전트는 수정된 거래 및 스케줄링 계획에 기초하여 실시간 제어 시나리오를 재수립하고, 재수립된 실시간 제어

시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 실시간 제어하는 것을 특징으로 하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템.

[청구항 25]

제24항에 있어서,

상기 하위 에이전트는 관리대상 플랜트로부터 비상 상태 발생 정보를 취득하고, 비상 제어 시나리오 중에서 비상 상태 발생 정보에 상응하는 특정 비상 제어 시나리오를 선택하고, 선택한 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어하고, 비상 상태 알람 신호를 EMS 서버로 전송하는 것을 특징으로 하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템.

[청구항 26]

제25항에 있어서,

상기 비상 모드 하에서, 상기 하위 에이전트는 비상 제어 시나리오에 따라 기설정 부하 추종 제어 시나리오를 진행하고, 부하 추종 제어 시나리오에 따라 중요 부하의 변동에 맞추어 분산전원 장치의 출력을 조정하는 것을 특징으로 하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템.

[청구항 27]

제25항에 있어서,

상기 정상 모드 또는 비상 모드 하에서, 상기 하위 에이전트는 관리대상 플랜트로부터 취득한 비상 상태 발생 정보가 위반 상태 정보임을 확인하고, 실시간 제어 시나리오 또는 비상 제어 시나리오에서 위반 상태에 가장 근접한 비상 제어 시나리오를 선택하고, 가장 근접한 비상 제어 시나리오를 토대로 관리대상 플랜트를 비상 제어하는 것을 특징으로 하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템.

[청구항 28]

제27항에 있어서,

상기 위반 상태 정보임을 확인하는 것은 비상 상태 발생 정보가 실시간 제어 시나리오 또는 비상 제어 시나리오에서 대응하는 제어 시나리오가 없는 정보이거나 관리대상 플랜트의 기설정 기준 출력과 현재의 출력을 비교할 때 그 차이가 일정 값 이상인 경우를 포함하는 것을 특징으로 하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템.

[청구항 29]

제27항에 있어서,

상기 EMS 서버는 하위 에이전트로부터의 위반 상태 정보에 기초하여 신규 케이스 데이터베이스를 생성하고, 신규 케이스 데이터베이스가 추가된 거래 및 스케줄링 계획을 재수립하며, 상기 하위 에이전트는 EMS 서버로부터의 재수립 거래 및 스케줄링 계획에 기초한 추가 비상 제어 시나리오를 적용하여 관리대상 플랜트를 추가 비상 제어하는 것을 특징으로 하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템.

[청구항 30]

제29항에 있어서,

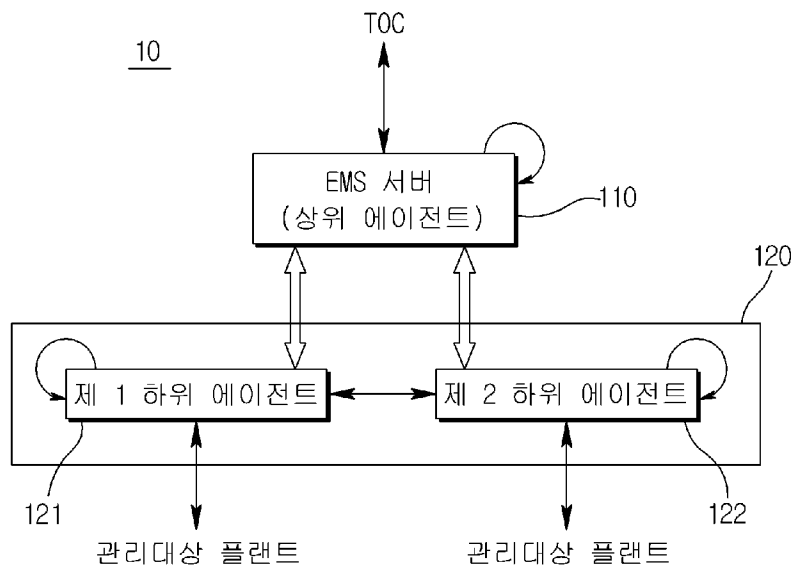
[청구항 31]

상기 비상 모드 또는 위반 모드 하에서,
상기 하위 에이전트는 관리대상 플랜트로부터 취득한 데이터 또는
비상 상태 발생 정보로부터 비상 제어 또는 추가 비상 제어의
실패를 인식하고, 오프라인 상황 조치를 위한 기설정 동작을
수행하는 것을 특징으로 하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템.
제30항에 있어서,

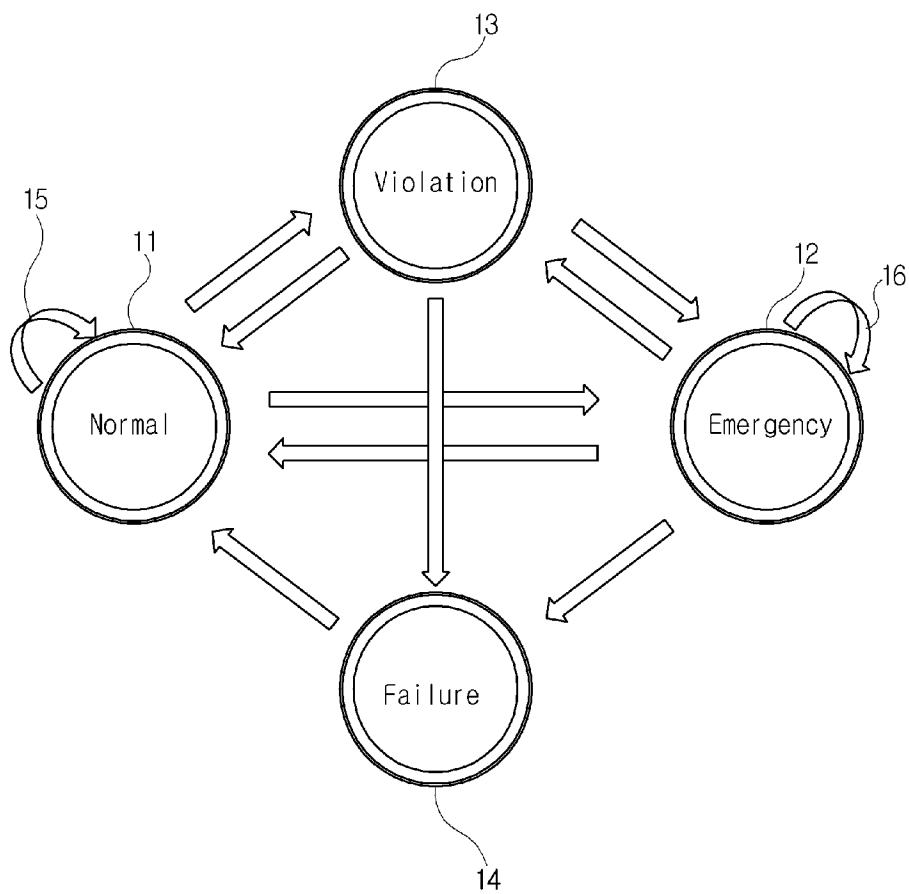
[청구항 32]

상기 EMS 서버는 하위 에이전트로부터의 실패 케이스 정보에
기초하여 신규 데이터 베이스를 추가하고, 전체 시스템의
오프라인 상황 조치를 위한 기설정 동작을 수행하는 것을
특징으로 하는 에이전트 기반 에너지 관리 시스템.
제30항에 있어서,
상기 하위 에이전트는 관리대상 플랜트에서 초기화 가능 상태
데이터를 검출하고,
상기 EMS 서버는 하위 에이전트로부터의 초기화 가능 상태
데이터에 기초하여 시스템 초기화 가능 여부를 확인하고, 시스템
초기화 신호를 하위 에이전트로 전송하며,
상기 하위 에이전트는 시스템 초기화 신호에 응하여 관리대상
플랜트를 초기화하는 것을 특징으로 하는 에이전트 기반 에너지
관리 시스템.

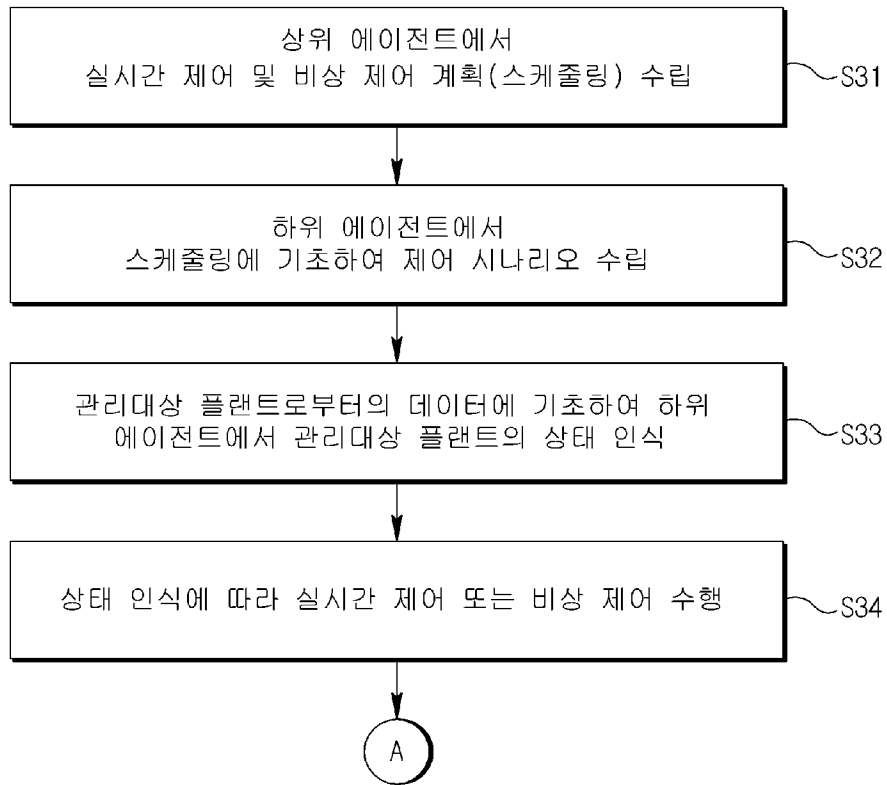
[Fig. 1]



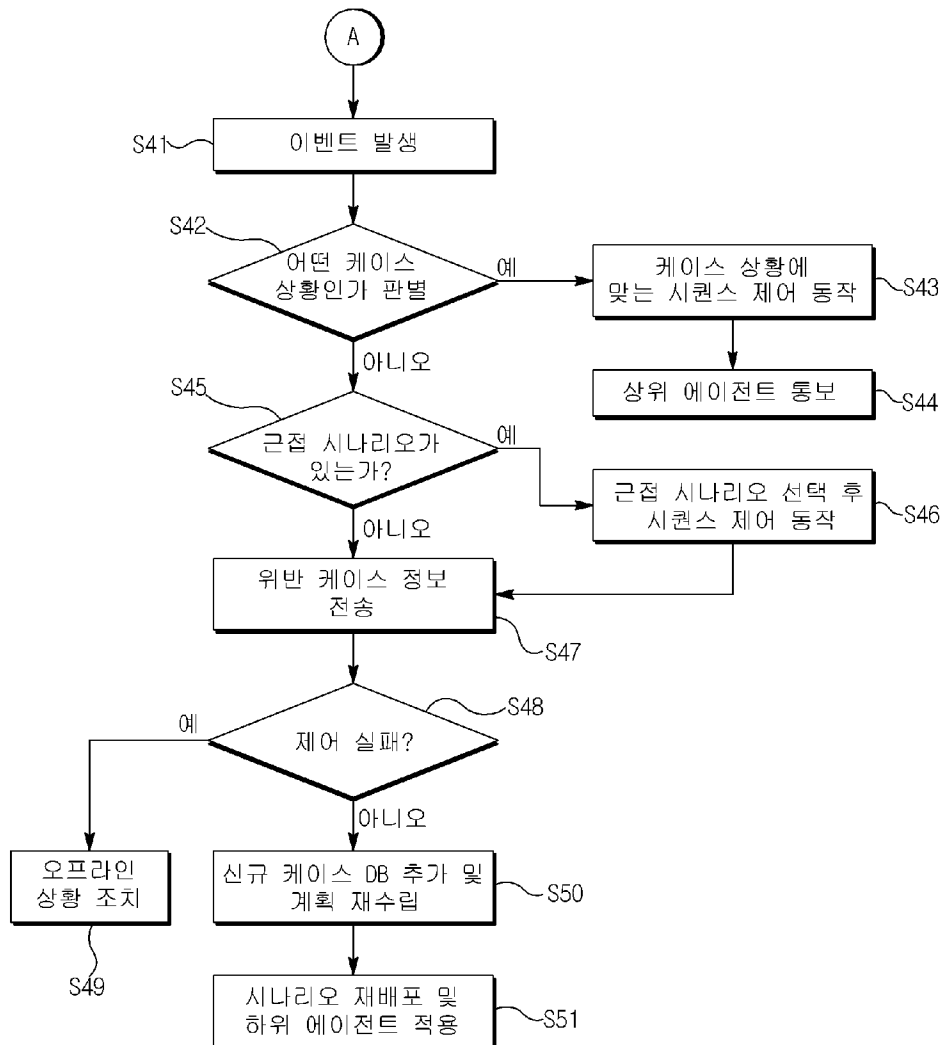
[Fig. 2]



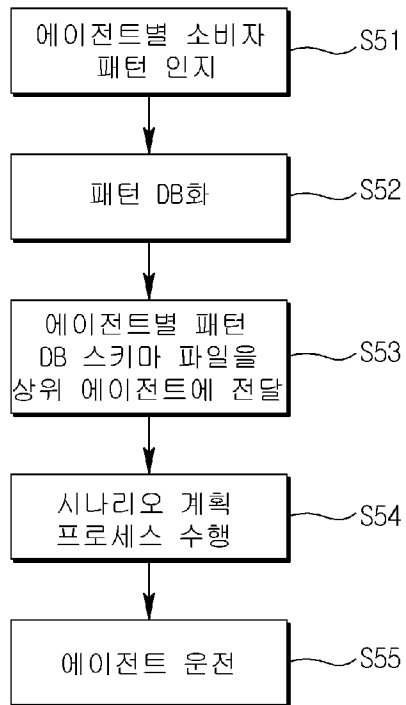
[Fig. 3]



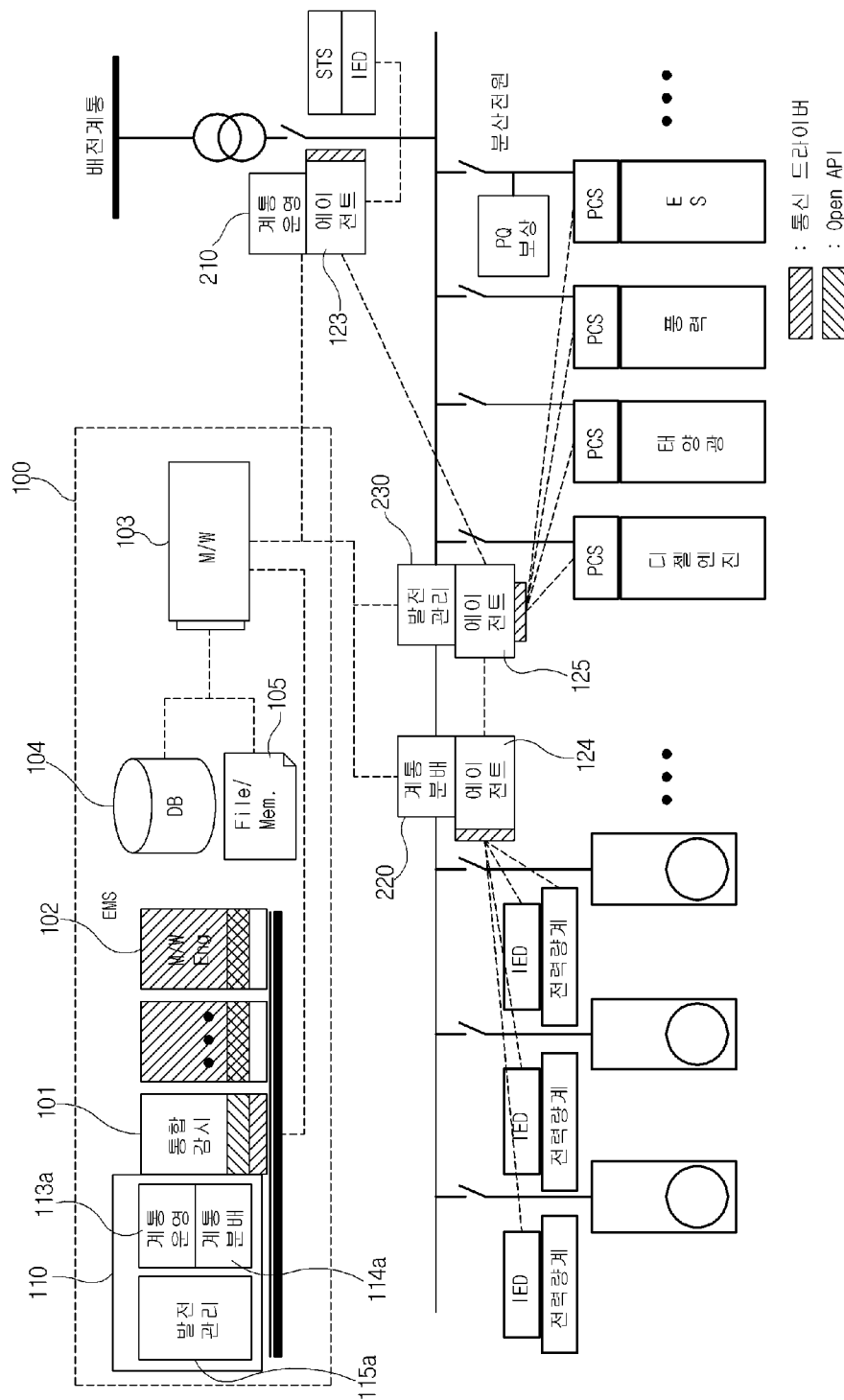
[Fig. 4]



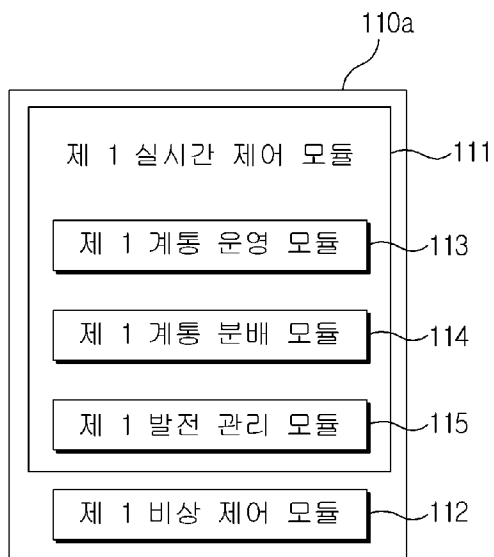
[Fig. 5]



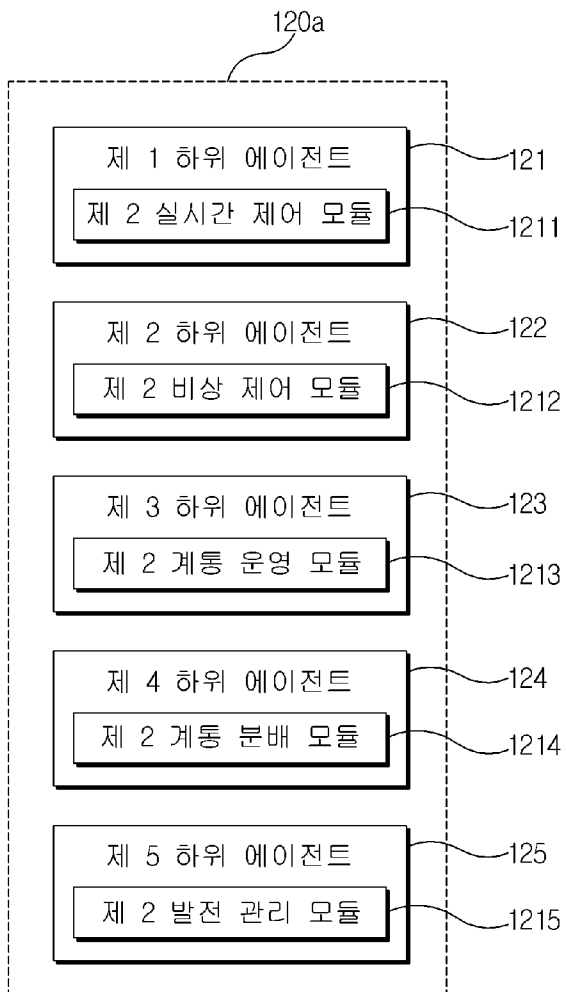
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/006635**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G06Q 50/06(2012.01)i, G06Q 50/10(2012.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q 50/06; G06F 19/00; H02J 3/46; H02J 13/00; H02J 11/00; H02J 3/00; G06Q 50/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: energy, plant, dispersion, agent, control, management

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2011-0034888 A (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION) 06 April 2011	1,21
A	See abstract, claim 1, page 7, figure 1.	2-20,22-32
Y	KR 10-2010-0018444 A (CHUNG-ANG UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMY COOPERATION FOUNDATION) 17 February 2010	1,21
A	See abstract, pages 12-14, figures 1-3.	2-20,22-32
A	JP 2010-213454 A (MEIDENSHA CORP) 24 September 2010	1-32
	See abstract, claim 1.	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 SEPTEMBER 2013 (13.09.2013)

Date of mailing of the international search report

16 SEPTEMBER 2013 (16.09.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2013/006635

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2011-0034888 A	06/04/2011	WO 2011-040656 A1	07/04/2011
KR 10-2010-0018444 A	17/02/2010	NONE	
JP 2010-213454 A	24/09/2010	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06Q 50/06(2012.01)i, G06Q 50/10(2012.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G06Q 50/06; G06F 19/00; H02J 3/46; H02J 13/00; H02J 11/00; H02J 3/00; G06Q 50/10

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 에너지, 플랜트, 분산, 에이전트, 제어, 관리

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y A	KR 10-2011-0034888 A (한국전력공사) 2011.04.06 요약, 청구항 1, 페이지 7, 도면 1 참조.	1, 21 2-20, 22-32
Y A	KR 10-2010-0018444 A (중앙대학교 산학협력단) 2010.02.17 요약, 페이지 12-14, 도면 1-3 참조.	1, 21 2-20, 22-32
A	JP 2010-213454 A (MEIDENSHA CORP) 2010.09.24 요약, 청구항 1 참조.	1-32

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2013년 09월 13일 (13.09.2013)

국제조사보고서 발송일

2013년 09월 16일 (16.09.2013)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

이상돈

전화번호 +82-42-481-5665



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2011-0034888 A	2011/04/06	WO 2011-040656 A1	2011/04/07
KR 10-2010-0018444 A	2010/02/17	없음	
JP 2010-213454 A	2010/09/24	없음	