

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0112409
(43) 공개일자 2022년08월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/06 (2012.01) G06Q 30/02 (2012.01)
G06Q 30/08 (2012.01) H02J 3/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/06 (2013.01)
G06Q 30/0283 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0015915
(22) 출원일자 2021년02월04일
심사청구일자 2021년02월04일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
최정훈
인천광역시 미추홀구 독정리로 35-7 15동 5반
원동준
서울특별시 서초구 신반포로15길 19 아크로리버파크 111동 702호
진윤선
경상남도 창원시 마산합포구 자산술밭로 52 한우아파트 2동 415호
(74) 대리인
이은철, 이수찬

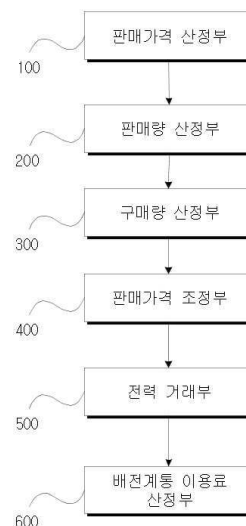
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 전력거래 중개 시스템 및 방법

(57) 요약

본 기술은 전력거래 중개 시스템 및 방법이 개시되어 있다. 본 기술의 구체적인 구현 예에 의하면, 컨슈머의 반응을 고려하여 판매가격 및 판매량을 산정하고, 컨슈머의 전력거래 가격에 대한 반응하여 구매량을 산정하는 중개 서버를 네트워크 기반으로 구축함에 따라 P2P(Peer To Peer) 거래를 통해 프로슈머의 이익 창출을 극대화할 수 있고, 프로슈머의 에너지 저장 스케줄링 및 부하 조정을 통해 P2P 전력거래 시간이 증가됨에 따라 배전 선로 혼잡도를 완화할 수 있고, 계통으로부터 수전 받는 전력량이 감소되고 계통과 프로슈머 간의 공통 접속점에서 유출되는 전력과 역전송되는 발전량이 제거됨에 따라 전압 안정도가 향상되고 이에 계통 운용과 전력 관리를 안정적으로 수행할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G06Q 30/08 (2013.01)

H02J 3/008 (2013.01)

Y04S 50/10 (2013.01)

Y04S 50/12 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

판매가격 및 판매량을 제시하는 다수의 프로슈머와 부하 전력의 효율을 최대화된 구매량을 산정하는 다수의 컨슈머 간에 네트워크를 기반으로 전력거래를 수행하는 중개 서버를 포함하고,

상기 중개 서버는,

다수의 프로슈머 각각에 대해 판매가격 및 판매량을 도출하고, 다수의 컨슈머 각각의 구매량을 도출하며, 도출된 각 프로슈머의 판매가격 및 판매량과 각 컨슈머의 구매량을 기반으로 P2P(Peer to Peer) 방식의 게임 이론을 통해 전력거래를 수행하도록 구비되는 것을 특징으로 하는 전력거래 중개 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 중개 서버는,

각 프로슈머의 임의의 시점의 판매가격을 도출하는 판매가격 산정부;

임의의 시점에서 각 프로슈머의 판매량을 도출하는 판매량 산정부;

각 컨슈머의 구매량을 도출하는 구매량 도출부;

도출된 각 프로슈머의 판매가격 및 판매량과 각 컨슈머의 구매량을 기반으로 각 프로슈머의 거래 참여율을 도출하고 도출된 각 프로슈머의 거래 참여율을 토대로 각 프로슈머의 할당 판매량을 도출하며 도출된 할당 판매량으로 해당 프로슈머의 판매가격을 재산정하는 판매가격 조정부; 및

상기 재산정된 판매가격이 기 정해진 균형해에 수렴하는 경우 상기 조정된 판매가격을 최종 판매가격으로 산정하여 전력거래를 수행하는 전력거래부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력거래 중개 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 판매가격 산정부는,

임의의 시간의 계통으로부터의 구매 가격, 계통으로의 판매가격, 기 정해진 가격 갱신 계수, 컨슈머의 요구 수요량 및 각 프로슈머의 잉여 발전량을 기반으로 판매가격을 도출하도록 구비되는 것을 특징으로 하는 전력거래 중개 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 판매량 산정부는,

각 컨슈머의 부하 소비 선호도, 부하 소비량 및 부하 조정량과, 프로슈머의 계통으로부터의 구매량 및 프로슈머의 계통으로의 판매량과,

프로슈머의 분산 전원의 발전량, 분산 전원의 충전량, 총 발전량, 발전 충전량, 분산 전원의 방전 효율, 분산 전원의 충전 효율, 분산 전원의 정격 용량, 분산 전원의 최종 충전량, 분산 전원의 초기 추정량, 분산 전원의 충전 상태 변수, 분산 전원의 방전 상태변수, 계통 구매 상태변수, 계통 판매 상태변수 중 적어도 하나를 기반으로 판매량을 도출하도록 구비되는 것을 특징으로 하는 전력거래 중개 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 구매량 도출부는,

기 정해진 컨슈머의 부하 소비 선호도 계수, 부하 소비량, 부하 조정량, 계통으로부터의 구매량과, 프로슈머로부터의 구매량 및 프로슈머의 거래 참여율과, 부하 조정 기피 계수를 기반으로 구매량을 도출하도록 구비되는 것을 특징으로 하는 전력거래 중개 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 판매가격 조정부는,

각 프로슈머의 이전 거래 참여율, 판매량 및 판매가격을 기반으로 각 프로슈머의 거래 참여율을 도출하는 거래 참여율 도출모듈;

도출된 각 프로슈머의 거래 참여율과 컨슈머의 총 구매량을 기반으로 각 프로슈머의 할당 판매량을 도출하는 할당 판매량 도출모듈; 및

출력된 각 프로슈머의 할당 판매량으로 해당 프로슈머의 판매가격을 재산정하는 판매가격 재산정모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 전력거래 중개 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 중개 서버는,

전력을 생산하여 프로슈머에 전달하는 유틸리티와 프로슈머 간의 공통접속점(PCC)의 전력거래 전 후 각각의 기준전압 pu(per unit)에 대한 전력 변동분과 전력거래 전 후의 전력 변동 차이를 토대로 배전계통 이용료를 도출하는 배전계통 이용료 산정부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력거래 중개 시스템.

청구항 8

판매가격 및 판매량을 제시하는 다수의 프로슈머와 부하 전력의 효율을 최대화된 구매량을 산정하는 다수의 컨슈머 간의 네트워크를 기반으로 컴퓨팅 수단에 의해 설정된 프로그램 루틴과 입력변수를 이용하여 P2P의 게임 이론을 통해 전력거래를 수행하는 전력거래 중개 방법에 있어서,

다수의 프로슈머 각각에 대해, 소정 시간의 계통으로부터의 구매 가격, 계통으로의 판매가격, 가격 갱신 계수, 컨슈머의 요구 수요량 및 프로슈머의 잉여 발전량을 기반으로 판매가격을 도출하는 판매가격 산정단계;

다수의 컨슈머 각각에 대해, 부하 소비 선호도, 부하 소비량 및 부하 조정량과, 각 프로슈머의 계통으로부터의 구매량 및 프로슈머의 계통으로의 판매량과, 각 프로슈머의 분산 전원의 발전량, 분산 전원의 충전량, 총 발전량, 발전 충전량, 분산 전원의 방전 효율, 분산 전원의 충전 효율, 분산 전원의 정격 용량, 분산 전원의 최종 충전량, 분산 전원의 초기 추정량, 분산 전원의 충전 상태 변수, 분산 전원의 방전 상태변수, 계통 구매 상태변수, 계통 판매 상태변수 중 적어도 하나를 기반으로 판매량을 도출하는 판매량 산정단계;

각 컨슈머의 부하 소비 선호도 계수, 부하 소비량 및 부하 조정량과 계통으로부터의 구매량 및 프로슈머로부터의 구매량과, 프로슈머의 거래 참여율, 부하 조정 기피 계수를 기반으로 구매량이 도출하는 구매량 도출단계; 및

각 프로슈머의 판매 금액 및 판매량과 각 컨슈머의 구매량을 기반으로 각 프로슈머의 거래 참여율을 도출하고 도출된 각 프로슈머의 거래 참여율에 의거 컨슈머의 총 구매량 중 각 프로슈머의 할당 판매량을 도출하며 도출된 각 프로슈머의 할당 판매량으로 판매가격을 재산정하는 판매가격 조정단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력거래 중개 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 판매가격 조정단계는,

각 프로슈머의 이전 거래 참여율, 판매량 및 판매가격을 기반으로 각 프로슈머의 거래 참여율을 도출하는 단계;

도출된 각 거래 참여율과 컨슈머의 총 구매량을 기반으로 각 프로슈머의 할당 판매량을 도출하는 단계;

상기 할당 판매량으로 해당 프로슈머의 판매가격을 재산정하는 단계; 및

재산정된 판매가격이 기 정해진 균형 해에 수렴하면 최종 판매가격으로 전력거래를 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력거래 중개 방법.

청구항 10

제9항 또는 제10항의 전력거래 중개 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록되고 컴퓨터에서 판단 가능한 기록매

체.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 전력거래 중개 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 다수의 프로슈머와 다수의 컨슈머 간에 네트워크 기반으로 중개 서버를 구축함에 있어 프로슈머의 측면에서 컨슈머의 반응을 고려하여 판매가격 및 판매량을 산정하고, 컨슈머의 측면에서 프로슈머의 판매가격 결정에 반응하여 구매량을 산정할 수 있도록 한 기술에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근에는 태양광 발전 등을 이용한 소규모 분산 전원이 늘어남에 따라 소비(Consumer)와 생산자(Producer)의 합성어로 생산에 참여하는 소비를 의미하는 프로슈머(prosumer)가 등장하였고, 전력 소비만을 수행하는 주체가 분산 전원을 통해 자가 소비 후 남은 잉여 전력을 판매하는 주체로 전환된다.
- [0003] 초기 에너지 프로슈머는 주택용 태양광을 설치한 고객이 생산한 전력을 자기 소비한 후 누적된 잉여 전력을 상계함에 있어, 요금 상계 또는 한전 구매계약 제도(Power Purchase Agreement, PPA)을 통해 소규모 분산 전원으로서 생산한 전력을 시장에 판매할 수 있다.
- [0004] 그러나, PPA를 통해 시장 참여한 경우 정보 탐색 및 계약에 따른 행정 비용이 들고, 1면에 한번 가중 평균 계통 한계가격 (System Marginal Price, SMP)으로 정산 받게 되어 수익이 낮은 한계에 도달하였다.
- [0005] 그러나, SMP 가격 역시 지속적으로 하락세에 있어 누적 잉여 전력에 대한 현금 정산 시 프로슈머의 수익은 여전히 낮은 문제점이 있었다.
- [0006] 이에 본 출원인은 컨슈머의 반응을 고려하여 판매가격 및 판매량을 산정하고, 컨슈머의 전력거래 가격에 대한 반응하여 구매량을 산정하는 중개 서버를 네트워크 기반으로 구축하는 방안을 제안하고자 한다.
- [0007] 이에 본 명세서는 한국전력공사의 2018년 착수 에너지 거점대학 클러스터 사업 과제 연구비 지원에 통해 도출된 것이다(과제번호:R18XA01).

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 컨슈머의 반응을 고려하여 판매가격 및 판매량을 산정하고, 컨슈머의 전력거래 가격에 대한 반응하여 구매량을 산정하는 중개 서버를 네트워크 기반으로 구축함에 따라 P2P(Peer To Peer) 거래를 통해 프로슈머의 이익 창출을 달성할 수 있는 전력거래 중개 시스템 및 방법을 제공하고자 한다.
- [0009] 본 발명은 배전계통의 전압 안정도가 향상됨에 따라 피크 수요 감소, 전력 손실 감소 등의 효율적인 전력 운영이 가능한 전력거래 중개 시스템 및 방법을 제공하고자 한다.
- [0010] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 청구범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 실시 양태에 의거한 전력거래 중개 시스템은
- [0013] 판매가격 및 판매량을 제시하는 다수의 프로슈머와 부하 전력의 효율을 최대화된 구매량을 산정하는 다수의 컨슈머 간에 네트워크를 기반으로 전력거래를 수행하는 중개 서버를 포함하고,
- [0014] 상기 중개 서버는,

- [0015] 다수의 프로슈머 각각에 대해 판매가격 및 판매량을 도출하고, 다수의 컨슈머 각각의 구매량을 도출하며, 도출된 각 프로슈머의 판매가격 및 판매량과 각 컨슈머의 구매량을 기반으로 P2P(Peer to Peer)의 게임 이론을 통해 전력거래를 수행하도록 구비되는 것을 일 특징으로 한다.
- [0016] 바람직하게 상기 중개 서버는,
- [0017] 각 프로슈머의 임의의 시점의 판매가격을 도출하는 판매가격 산정부; 임의의 시점에서 각 프로슈머의 판매량을 도출하는 판매량 산정부; 각 컨슈머의 구매량을 도출하는 구매량 도출부; 도출된 각 프로슈머의 판매가격 및 판매량과 각 컨슈머의 구매량을 기반으로 각 프로슈머의 거래 참여율을 도출하고 도출된 각 프로슈머의 거래 참여율을 토대로 각 프로슈머의 할당 판매량을 도출하며 도출된 할당 판매량으로 해당 프로슈머의 판매가격을 재산정하는 판매가격 조정부; 및 상기 재산정된 판매가격이 기 정해진 균형해에 수렴하는 경우 상기 조정된 판매가격을 최종 판매가격으로 산정하여 전력거래를 수행하는 전력거래부를 포함할 수 있다.
- [0018] 바람직하게 상기 판매가격 산정부는,
- [0019] 임의의 시간의 계통으로부터의 구매 가격, 계통으로의 판매가격, 기 정해진 가격 갱신 계수, 컨슈머의 요구 수요량 및 각 프로슈머의 잉여 발전량을 기반으로 판매가격을 도출하도록 구비되는 것을 일 특징으로 한다.
- [0020] 바람직하게 상기 판매량 산정부는,
- [0021] 각 컨슈머의 부하 소비 선호도, 부하 소비량 및 부하 조정량과, 프로슈머의 계통으로부터의 구매량 및 프로슈머의 계통으로의 판매량과,
- [0022] 프로슈머의 분산 전원의 발전량, 분산 전원의 충전량, 총 발전량, 발전 충전량, 분산 전원의 방전 효율, 분산 전원의 충전 효율, 분산 전원의 정격 용량, 분산 전원의 최종 충전량, 분산 전원의 초기 추정량, 분산 전원의 충전 상태 변수, 분산 전원의 방전 상태변수, 계통 구매 상태변수, 계통 판매 상태변수 중 적어도 하나를 기반으로 판매량을 도출하도록 구비될 수 있다.
- [0023] 바람직하게 상기 구매량 도출부는,
- [0024] 기 정해진 컨슈머의 부하 소비 선호도 계수, 부하 소비량, 부하 조정량, 계통으로부터의 구매량과, 프로슈머로부터의 구매량 및 프로슈머의 거래 참여율과, 부하 조정 기피 계수를 기반으로 구매량을 도출하도록 구비될 수 있다.
- [0025] 바람직하게 상기 판매가격 조정부는,
- [0026] 각 프로슈머의 이전 거래 참여율, 판매량 및 판매가격을 기반으로 각 프로슈머의 거래 참여율을 도출하는 거래 참여율 도출모듈;
- [0027] 도출된 각 프로슈머의 거래 참여율과 컨슈머의 총 구매량을 기반으로 각 프로슈머의 할당 판매량을 도출하는 할당 판매량 도출모듈; 및
- [0028] 출력된 각 프로슈머의 할당 판매량으로 해당 프로슈머의 판매가격을 재산정하는 판매가격 재산정모듈을 포함할 수 있다.
- [0029] 바람직하게 상기 중개 서버는, 전력을 생산하여 프로슈머에 전달하는 유틸리티와 프로슈머 간의 공통접속점(PCC)의 전력거래 전 후 각각의 기준전압 pu(per unit)에 대한 전력 변동분과 전력거래 전 후의 전력 변동 차이를 토대로 배전계통 이용료를 도출하는 배전계통 이용료 산정부를 더 포함할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 다른 실시예에 의거한 전력거래 중개 방법은,
- [0031] 판매가격 및 판매량을 제시하는 다수의 프로슈머와 부하 전력의 효율을 최대화된 구매량을 산정하는 다수의 컨슈머 간의 네트워크를 기반으로 컴퓨팅 수단에 의해 설정된 프로그램 루틴과 입력변수를 이용하여 P2P의 게임 이론을 통해 전력거래를 수행하는 전력거래 중개 방법에 있어서,
- [0032] 다수의 프로슈머 각각에 대해, 소정 시간의 계통으로부터의 구매 가격, 계통으로의 판매가격, 가격 갱신 계수, 컨슈머의 요구 수요량 및 프로슈머의 잉여 발전량을 기반으로 판매가격을 도출하는 판매가격 산정단계;
- [0033] 다수의 컨슈머 각각에 대해, 부하 소비 선호도, 부하 소비량 및 부하 조정량과, 각 프로슈머의 계통으로부터의 구매량 및 프로슈머의 계통으로의 판매량과, 각 프로슈머의 분산 전원의 발전량, 분산 전원의 충전량, 총 발전량, 발전 충전량, 분산 전원의 방전 효율, 분산 전원의 충전 효율, 분산 전원의 정격 용량, 분산 전원의 최종

충전량, 분산 전원의 초기 추정량, 분산 전원의 충전 상태 변수, 분산 전원의 방전 상태변수, 계통 구매 상태변수, 계통 판매 상태변수 중 적어도 하나를 기반으로 판매량을 도출하는 판매량 산정단계;

- [0034] 각 컨슈머의 부하 소비 선호도 계수, 부하 소비량 및 부하 조정량과 계통으로부터의 구매량 및 프로슈머로부터의 구매량과, 프로슈머의 거래 참여율, 부하 조정 기피 계수를 기반으로 구매량이 도출하는 구매량 도출단계; 및
- [0035] 각 프로슈머의 판매 금액 및 판매량과 각 컨슈머의 구매량을 기반으로 각 프로슈머의 거래 참여율을 도출하고 도출된 각 프로슈머의 거래 참여율에 의거 컨슈머의 총 구매량 중 각 프로슈머의 할당 판매량을 도출하며 도출된 각 프로슈머의 할당 판매량으로 판매가격을 재산정하는 판매가격 조정단계를 포함할 수 있다.
- [0036] 바람직하게 상기 판매가격 조정단계는,
- [0037] 각 프로슈머의 이전 거래 참여율, 판매량 및 판매가격을 기반으로 각 프로슈머의 거래 참여율을 도출하는 단계;
- [0038] 도출된 각 거래 참여율과 컨슈머의 총 구매량을 기반으로 각 프로슈머의 할당 판매량을 도출하는 단계;
- [0039] 상기 할당 판매량으로 해당 프로슈머의 판매가격을 재산정하는 단계; 및
- [0040] 재산정된 판매가격이 기 정해진 균형 해에 수렴하면 최종 판매가격으로 전력거래를 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0041] 본 발명에 따르면, 컨슈머의 반응을 고려하여 판매가격 및 판매량을 산정하고, 컨슈머의 전력거래 가격에 대한 반응하여 구매량을 산정하는 중개 서버를 네트워크 기반으로 구축함에 따라 P2P(Peer To Peer) 거래를 통해 프로슈머의 이익 창출을 극대화할 수 있다.
- [0042] 또한 본 발명에 의거, 프로슈머의 에너지 저장 스케줄링 및 부하 조정을 통해 P2P 전력거래 시간이 증가됨에 따라 배전 선로 혼잡도를 완화할 수 있고, 계통으로부터 수전 받는 전력량이 감소되고 계통과 프로슈머 간의 공통 접속점에서 유출되는 전력과 역전송되는 발전량이 제거됨에 따라 전압 안정도가 향상되고 이에 계통 운용과 전력 관리를 안정적으로 수행할 수 있다.
- [0043] 한편, 본 발명에 의해, 시간 별 부하 사용, 태양광 발전, 에너지 저장장치의 운용 등에 대한 전압, 역조류 해석 결과를 통해 산정되는 전기 품질 관련된 배전 시스템의 이용료를 절감할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0044] 본 명세서에서 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 것이며, 후술하는 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니된다.

도 1은 일 실시예가 적용되는 전력거래 시스템의 구성도이다.

도 2는 일 실시예의 시스템의 중개 서버의 세부 구성도이다.

도 3은 일 실시예의 중개 서버의 거래 참여율 산정부의 세부 구성도이다.

도 4는 일 실시예에 의거 산정된 판매가격을 보인 예시도이다.

도 5는 일 실시예에 의거 전력거래된 판매량을 보인 예시도이다.

도 6은 일 실시예에 의거 프로슈머의 수익을 보인 예시도이다.

도 7은 일 실시예에 의거 공통접속점(PCC)의 전압을 보인 예시도이다.

도 8은 일 실시예에 의거 모선별 전압을 보인 예시도이다.

도 9는 다른 실시예의 전력거래 중개 과정을 보인 전체 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0045] 일 실시예는 다수의 프로슈머(판매자)와 다수의 컨슈머(소비자) 간의 전력거래를 수행하는 중개 서버를 네트워크 기반으로 구축하여 다수의 프로슈머 측면에서 각각의 이익을 최대화하기 위해 각 프로슈머의 판매가격 및 판

매량을 산정한다.

- [0046] 네트워크 기반의 중개 서버를 공유하는 다수의 컨슈머 각각은 폐쇄적 수식을 이용하여 구매량을 결정함으로써 프로슈머의 가격 결정에 반응한다.
- [0047] 컨슈머 측면에서 프로슈머의 가격 결정에 대한 반응을 고려하여 프로슈머에 대한 가격경쟁의 경제적 이점을 분석할 필요가 있으며, 이에 중개 서버는 다중리더-다중팔로워 스택켈베르그(stackelberg) 게임으로서의 구조적 의사결정 구조를 설계함으로써 달성될 수 있는 바, 이러한 중개 서버의 기능에 기반한 프로슈머 및 컨슈머 모두의 행동 특성이 고유의 균형해로 수렴하여 참여하는 모든 프로슈머 및 컨슈머의 이익을 최대화하도록 허용한다. 스택켈베르그(stackelberg) 게임 이론에서 고유의 균형해가 설정되는 일련의 과정은 널리 알려진 공지의 기술로 구체적인 설명은 생략한다. 이하 일 실시예의 폐쇄형 수식들은 프로슈머 및 컨슈머에 상응하는 전략을 위해 제공된다.
- [0048] 도 1은 일 실시예에 적용되는 전력거래 중개 시스템의 구성도이고, 도 2는 도 1에 도시된 중개 서버의 세부 구성도이며, 도 3은 도 2에 도시된 거래 참여율 산정부의 세부 구성도이며, 도 1 내지 도 3을 참조하면 일 실시예의 전력거래 중개 시스템은, 각 프로슈머(P1 ~ PN)의 판매량 및 판매 금액을 결정하고 컨슈머(C1~ CM)의 구매량 및 프로슈머의 거래 참여율을 결정하며, 거래 참여율에 의거 각 프로슈머의 할당 판매량을 결정하고, 결정된 프로슈머의 할당 판매량과 잉여 발전량의 비교 결과에 의거 판매 금액을 재산정하며, 재산정된 판매 금액이 고유의 균형해에 수렴되면 재산정된 최종 판매 금액으로 전력거래를 수행하는 구성을 갖추며, 이에 판매가격 산정부(100), 판매량 산정부(200), 구매량 도출부(300), 판매가격 조정부(400) 및 전력거래부(500) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0049] 판매가격 산정부(100)는 소정 시간 t의 계통으로부터의 구매 가격 $\lambda_{up,t}$, 계통으로의 판매가격 $\lambda_{low,t}$, 기 정해진 가격 갱신 계수 γ , 컨슈머의 요구 수요량 $P_{j,t}^{req}$ 및 프로슈머의 잉여 발전량 $P_{j,t}^{exc}$ 을 기반으로 프로슈머 j에 대한 판매가격 $\lambda_{j,t}$ 을 도출하고, 도출된 프로슈머 j의 판매가격 $\lambda_{j,t}$ 은 다음 식 1을 만족한다.
- [0050] [식 1]
- $$\lambda_{j,t} = (\lambda_{up,t} + \lambda_{low,t})/2 + \gamma \times (P_{j,t}^{req} - P_{j,t}^{exc})$$
- $\lambda_{j,t}$: t시간의 프로슈머j가 제시하는 가격 [\$/kWh]
 $\lambda_{up,t}$: t시간의 계통 구매 가격 [\$/kWh]
 $\lambda_{low,t}$: t시간의 계통 판매가격 [\$/kWh]
 γ : 가격 갱신 계수
 $P_{j,t}^{req}$: t시간의 프로슈머 j의 요구 수요량 [kWh]
 $P_{j,t}^{exc}$: t시간의 프로슈머 j의 잉여 발전량 [kWh]
- [0051]
- [0052] 여기서, 계통으로의 판매가격 $\lambda_{low,t}$ 은 계통 상황을 반영한 실시간 요금제 (Real Time Price, RTP)으로 정해진다.
- [0053] 그리고 계통으로부터의 구매가격 $\lambda_{up,t}$ 은 거래 시간별로 적용되는 전력량에 대한 시장가격(\$/KWh)으로 전력도매 가격인 계통한계가격 (System Marginal Price, SMP)이 적용하여 정해진다. 일례로 계통으로부터의 구매가격 $\lambda_{up,t}$ 은 중앙 급전 발전기 발전비용, 수요관리 사업자의 입찰, 발전기 및 전기저장장치의 입찰 또는 발전계획, 전력 계통의 수요예측 등을 이용하여 각 발전기의 유효 발전 가격 중 가장 높은 가격으로 결정된다.
- [0054] 식 1을 참조하면, 구매자들로부터 요구된 수요가 프로슈머의 잉여 발전량보다 많은 시간에는 판매가격 $\lambda_{j,t}$ 이 상대적으로 높아지고, 반대로 잉여전력량이 요구된 수요보다 많은 시간에는 판매가격 $\lambda_{j,t}$ 이 낮아진다.
- [0055] 그리고, 도출된 프로슈머 j의 판매가격 $\lambda_{j,t}$ 는 판매량 산정부(200)로 전달된다.
- [0056] 판매량 산정부(200)는 잉여발전량과 부하소비량, 요구된 수요량, 해당 시간의 계통 거래 가격과 제시한 거래 가격 등을 종합적으로 고려하여 효용을 최대화하기 위한 스케줄링을 수행한 다음 기 정해진 스케줄에 의거 소정 시간 단위 별 판매량을 도출한다. 여기서, 효용을 최대화하기 위한 스케줄링하는 일련의 과정은 널리 알려진 공

지의 기술이므로 이에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

[0057] 여기서, 판매량 $U_{j,t}$ 을 결정하기 위한 목적함수는 다음 식 2로 나타낼 수 있고, 제약조건은 다음 식 3으로 정의된다.

[0058] [식 2]

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \{U_{j,t}\} \\
 & U_{j,t} = U_{j,t}^1 + U_{j,t}^2 + U_{j,t}^3 + U_{j,t}^4 \\
 & U_{j,t}^1 = p_{j,t} \times \ln(P_{j,t}^{\text{load}} - P_{j,t}^{\text{change}}) \\
 & U_{j,t}^2 = (P_{j,t}^{\text{exc}} + P_{j,t}^{\text{change}} + P_{j,t}^{\text{grid,buy}} - P_{j,t}^{\text{grid,sell}} + P_{j,t}^{\text{ess,dch}} - P_{j,t}^{\text{ess,cha}}) \times \lambda_{j,t} \\
 & U_{j,t}^3 = -P_{j,t}^{\text{grid,buy}} \times \lambda_{up,t} \\
 & U_{j,t}^4 = P_{j,t}^{\text{grid,sell}} \times \lambda_{low,t} \\
 & P_{j,t}^{\text{gen}} + P_{j,t}^{\text{change}} + P_{j,t}^{\text{grid,buy}} - P_{j,t}^{\text{grid,sell}} - P_{j,t}^{\text{ess,cha}} + P_{j,t}^{\text{ess,dch}} = P_{j,t}^{\text{req}} + P_{j,t}^{\text{load}} \\
 & SOC_{j,t} = SOC_{j,t-1} - \frac{P_{j,t}^{\text{ess,dch}} \times t^{\text{step}}}{Eff^{\text{dch}}} / E_j^{\text{rate}} \\
 & \quad + \frac{P_{j,t}^{\text{ess,cha}} \times t^{\text{step}}}{Eff^{\text{cha}}} / E_j^{\text{rate}} \\
 & SOC_{j,T} = SOC_{j,0}
 \end{aligned}$$

[0059]

[0060] [식 3]

$$\begin{aligned}
 & P_{j,t}^{\text{ess,cha}} \times u_{j,t}^{\text{ess,cha}} \leq P_j^{\text{rate}} \\
 & P_{j,t}^{\text{ess,dch}} \times u_{j,t}^{\text{ess,dch}} \leq P_j^{\text{rate}} \\
 & P_{j,t}^{\text{grid,buy}} \times u_{j,t}^{\text{grid,buy}} \leq P_{\text{max}}^{\text{grid}} \\
 & P_{j,t}^{\text{grid,sell}} \times u_{j,t}^{\text{grid,sell}} \leq P_{\text{max}}^{\text{grid}} \\
 & u_{j,t}^{\text{ess,cha}} + u_{j,t}^{\text{ess,dch}} \leq 1 \\
 & u_{j,t}^{\text{grid,sell}} + u_{j,t}^{\text{grid,buy}} \leq 1 \\
 & P_{j,t}^{\text{load}} \times 0.5 \leq P_{j,t}^{\text{change}} \leq P_{j,t}^{\text{load}} \times 0.5 \\
 & 0 \leq P_{j,t}^{\text{grid,buy}} \leq P_{\text{max}}^{\text{grid}} \\
 & 0 \leq P_{j,t}^{\text{grid,sell}} \leq P_{\text{max}}^{\text{grid}} \\
 & 0 \leq P_{j,t}^{\text{ess,cha}} \leq P_j^{\text{rate}} \\
 & SOC_j^{\text{min}} \leq SOC_{j,t} \leq SOC_j^{\text{max}} \\
 & 0 \leq u_{j,t}^{\text{ess,cha}} \leq 1 \\
 & 0 \leq u_{j,t}^{\text{ess,dch}} \leq 1 \\
 & 0 \leq u_{j,t}^{\text{grid,buy}} \leq 1 \\
 & 0 \leq u_{j,t}^{\text{grid,sell}} \leq 1
 \end{aligned}$$

[0061]

$P_{j,t}^{load}$: t시간, 프로슈머 j의 부하 소비량 [kW]
 $P_{j,t}^{change}$: t시간, 프로슈머 j의 부하 조정량 [kW]
 $P_{j,t}^{grid,buy}$: t시간, 프로슈머 j의 계통 구매량 [kW]
 $P_{j,t}^{grid,sell}$: t시간, 프로슈머 j의 계통 판매량 [kW]
 $P_{j,t}^{ess,dech}$: t시간, 프로슈머 j의 ESS 방전량 [kW]
 $P_{j,t}^{ess,cha}$: t시간, 프로슈머 j의 ESS 충전량 [kW]
 $P_{j,t}^{gen}$: t시간, 프로슈머 j의 발전량 [kW]
 $SOC_{j,t}$: t시간, 프로슈머 j의 ESS SOC [%]
 t^{step} : 시뮬레이션 시간 간격 [h]
 E_{ff}^{dech} : ESS 방전 효율 [%]
 E_{ff}^{cha} : ESS 충전 효율 [%]
 E_j^{rate} : j번째 ESS 정격 용량 [kWh]
 $SOC_{j,T}$: 최종 SOC [%]
 $SOC_{j,0}$: 초기 SOC [%]
 $u_{j,t}^{ess,cha}$: t시간, 프로슈머 j의 ESS 충전 상태변수
 $u_{j,t}^{ess,dech}$: t시간, 프로슈머 j의 ESS 방전 상태변수
 $u_{j,t}^{grid,sell}$: t시간, 프로슈머 j의 계통구매 상태변수

[0062]

[0063]

산정된 판매가격 및 판매량은 구매량 도출부(300)로 전달되고, 구매량 도출부(300)는 프로슈머가 제시한 가격과 판매량에 따라 자신의 구매량을 결정한다. 여기서 컨슈머는 프로슈머와 달리 태양광 발전장치, ESS와 같은 분산 전원을 소유하고 있지 아니한다고 가정하고, P2P 거래를 통해 구매한 전력과 계통에서 구매한다고 가정하면, 컨슈머 i의 구매량 $U_{i,t}$ 을 산정하기 위한 목적함수 및 제약조건은 다음 식 4으로 나타낼 수 있다.

[0064]

[식 4]

$$\begin{aligned}
 &Max \{ U_{i,t} \} \\
 &U_{i,t} = U_{i,t}^1 + U_{i,t}^2 + U_{i,t}^3 + U_{i,t}^4 \\
 &U_{i,t}^1 = p_{i,t} \times \ln(P_{i,t}^{load} - P_{i,t}^{change}) \\
 &U_{i,t}^2 = P_{i,t}^{buy} \times \sum_{j=1}^S (\lambda_{j,t} \times \alpha_{j,t}) \\
 &U_{j,t}^3 = -d_{i,t} \times P_{i,t}^{change^2} \\
 &U_{i,t}^4 = P_{i,t}^{grid,buy} \times \lambda_{up,t} \\
 &P_{i,t}^{change} + P_{i,t}^{grid,buy} + P_{i,t}^{buy} = P_{i,t}^{load} \\
 &0 \leq P_{i,t}^{grid,buy} \leq P_{i,t}^{load} \\
 &-P_{i,t}^{load} \times 0.5 \leq P_{i,t}^{change} \leq P_{i,t}^{load} \times 0.5 \\
 &0 \leq P_{i,t}^{buy} \leq P_{max}^{p2p}
 \end{aligned}$$

[0065]

$p_{i,t}$: t시간 컨슈머 i의 부하 소비 선호도계수

$P_{i,t}^{load}$: t시간 컨슈머 i의 부하 소비량 [kW]

$\alpha_{j,t}$: t시간프로슈머j의 거래 참여율 [%]

$d_{i,t}$: t시간 컨슈머 i의 부하 조정 기피계수

$P_{i,t}^{change}$: t시간, 컨슈머 i의 부하 조정량 [kW]

$P_{i,t}^{grid,buy}$: t시간 컨슈머 i의 계통 구매량 [kW]

$P_{i,t}^{buy}$: t시간 컨슈머 i의 P2P 구매량 [kW]

[0066]

[0067]

그리고 프로슈머의 판매가격 및 판매량과 컨슈머의 구매량은 판매가격 조정부(400)로 전달된다. 여기서, 거래 참여율 $\alpha_{j,t}$ 은 전체 컨슈머의 총 구매량 중 개별 프로슈머 각각에 할당되는 요구 수요량으로 정의된다. 도출된 거래 참여율에 따른 할당 판매량은 해당 프로슈머의 판매가격에 영향을 미친다.

[0068]

판매가격 조정부(400)는 소정 시간 t 해당 프로슈머 j에 대한 거래 참여율 $\alpha_{j,t}$ 을 도출하고 도출된 거래 참여율을 토대로 해당 프로슈머 j의 할당 판매량을 도출하며 도출된 할당 판매량으로 해당 프로슈머 j의 판매가격을 재산정하는 구성을 갖추며, 이에 판매가격 조정부(400)는 도 3에 도시된 바와 같이 거래 참여율 도출모듈(410), 할당 판매량 도출모듈(420) 및 판매가격 재산정모듈(430)을 포함할 수 있다.

[0069]

여기서, 거래 참여율 도출모듈(410)은 소정 시간 t 해당 프로슈머 j에 대한 거래 참여율 $\alpha_{j,t}$ 을 도출하고, 도출된 거래 참여율 $\alpha_{j,t}$ 은 다음 식 5로 나타낼 수 있다.

[0070]

[식 5]

$$\alpha_{j,t} = \alpha_{j,t-1} + \sigma_1 \times P_{j,t}^{sell} + \sigma_2 \times (1/\lambda_{j,t})$$

$$P_{j,t}^{req} = \alpha_{j,t} \times \sum_{i=1}^B P_{i,t}^{buy}$$

[0071]

[0072]

여기서, 소정 시간 t를 기준으로 소정의 단위 시간 이전의 이전 전력거래에서 연산된 거래 참여율 $\alpha_{j,t-1}$ 과, 업데이트 계수 σ_1, σ_2 와, 컨슈머 i의 구매량 $P_{i,t}^{buy}$ 과, 프로슈머 j의 판매량 $P_{j,t}^{sell}$ 이다.

[0073]

이러한 프로슈머 j의 거래 참여율 $\alpha_{j,t}$ 은 할당 판매량 도출모듈(420)로 전달되며, 할당 판매량 도출모듈(420)은 전달받은 해당 프로슈머 j의 거래 참여율 $\alpha_{j,t}$ 및 컨슈머의 총 구매량 $U_{i,t}$ 으로 해당 프로슈머 j의 할당 판매량을 결정한다.

[0074]

그리고 해당 프로슈머 j의 할당 판매량은 판매가격 재산정모듈(430)로 전달된다.

[0075]

판매가격 재산정모듈(430)은 해당 프로슈머 j의 할당 판매량을 토대로 해당 프로슈머 j의 판매가격을 재산정하고, 프로슈머 j의 재산정되는 판매가격은 전술한 판매가격 산정부(100)에서 전술한 바와 동일 또는 유사하므로 이에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

[0076]

그리고, 판매가격 재산정모듈(430)의 조정된 해당 프로슈머 j의 판매가격은 전력거래부(500)로 전달되며, 전력거래부(500)는 해당 프로슈머 j의 판매가격이 스택엘베르그(stackelberg) 게임 이론에 의거 정해진 고유한 균형해에 수렴되는 경우 재산정된 해당 프로슈머 j의 판매가격이 해당 프로슈머 j의 최종 판매가격으로 설정한다. 즉, 게임이론을 통해 디자인된 예측 모델을 기반으로 반복 정책을 활용해 수렴하는 균형해(Stackelberg equilibrium point)를 찾아내어 최종 판매가격이 도출된다. 이에 정해진 해당 프로슈머 j의 최종 판매가격으로 컨슈머와 해당 프로슈머 j간의 전력거래가 이루어지므로, Stackelberg게임을 적용하여 다수의 프로슈머의 판매가격 책정 및 분배 문제가 해결된다.

[0077]

한편, 프로슈머와 컨슈머 간의 P2P 전력거래 시 계통전력을 생산하여 다수의 프로슈머 및 다수의 컨슈머 중 적어도 하나에 전달하는 유틸리티(Utility)의 수익이 낮아질 수 있으나, 프로슈머와 컨슈머 간의 P2P 전력거래가 계통의 배전시스템 설비를 통해 이루어지므로 프로슈머는 유틸리티에 일정한 계통배전 이용료를 지불하여야 한다.

[0078] 이에 일 실시예의 전력거래 중개 시스템은, 계통배전 이용료를 산정하는 배전계통 이용료 산정부(600)를 더 포함할 수 있다.

[0079] 배전계통 이용료 산정부(600)는 전력거래 전 후 각각의 기준전압 pu(per unit)에 대한 전력 변동분 및 전력거래 전 후의 전력 변동 차이를 토대로 배전계통 이용료 φ_p 를 도출하며, 배전계통 이용료 φ_p 는 조류해석 기법으로 산정된다. 이에 배전계통 이용료 φ_p 는 다음 식 6으로 도출될 수 있다.

[0080] [식 6]

$$\begin{aligned} \vartheta_{Base} &= |1 - V_{Base}| \\ \vartheta_{P2P} &= |1 - V_{p2p}| \\ \varphi_p &= \varphi_{base} - (\vartheta_{Base} - \vartheta_{P2P}) \times \varphi_{charge} \\ \vartheta_{Base} &: \text{P2P 거래 전 전압 변동} \\ \vartheta_{P2P} &: \text{P2P 거래 후 전압 변동} \\ \varphi_{base} &: \text{수수료 기본요금} \\ \varphi_{charge} &: \text{전압 변동분에 대해 부과되는 수수료 } [\$/\text{pu}] \\ \varphi_p &: \text{거래 참여자에게 부과되는 수수료 } [\$/\text{pu}] \\ V_{Base} &: \text{거래 전 모선 전압} \\ V_{p2p} &: \text{거래 후 모선 전압} \end{aligned}$$

[0081]

[0082] 이러한 모선의 전압 변동량으로 도출된 배전계통 이용료로 전압 안정도에 기여한 정도가 정해진다. 이에 모선 전압 변동량에 의거 전압 안정도에 영향을 주는 프로슈머가 지불하여야 하는 계통배전 이용료는 낮아진다.

[0083] 따라서, 일 실시예는 컨슈머의 반응(거래 참여율)을 고려하여 판매가격 및 판매량을 산정하고, 컨슈머의 판매가격에 반응하여 구매량을 산정하는 중개 서버를 네트워크 기반으로 구축함에 따라 P2P(Peer To Peer) 거래를 통해 프로슈머의 이익 창출을 극대화할 수 있다.

[0084] 즉, 프로슈머는 자신의 부하 소비에 대한 효용계수에 따라 부하량을 조절하여 판매량을 증감할 수 있으므로 하기 표 1에 예시된 프로슈머의 순 부하량 및 분산 전원의 사양에 대한 프로슈머의 판매가격은 도 4에 도시된 바와 같다. 즉, 도 4를 참조하면, 판매가격은 발전량이 없는 시간에는 판매량보다 구매량이 많으므로 기존의 계통 구매가격(RTP)과 유사하고, 잉여 발전량이 존재하는 오전 8시부터 19시까지는 계통 구매가격(RTP) 보다 낮다는 것을 알 수 있으며, 이에 프로슈머는 판매량을 증가하는 전략을 수행하여야 한다.

[0085] [표 1]

분산전원	구분	사양
ESS	$P_j^{ess.rate}$	5 [kW]
	E_j^{rate}	15 [kWh]
	SOC_j^{min}	10 [%]
	SOC_j^{max}	90 [%]
	Eff_j^{dch}	90 [%]
	Eff_j^{cha}	90 [%]
	$SOC_{j,0}$	50 [%]
	$SOC_{j,24}$	50 [%]

[0086]

[0087] 또한 도 4를 참조하면, 잉여 발전량이 가장 많은 프로슈머는 다른 프로슈머에 비해 낮은 판매가격을 제시함을 확인할 수 있다.

[0088] 그리고, 도 5를 참조하면, 프로슈머의 부하 사용량을 조정함에 따라 잉여 발전량이 존재하지 아니한 시간에 판매량이 존재함으로 확인할 수 있다.

[0089] 이에 프로슈머의 수익은 도 6에 도시된 바와 같이, 잉여 발전량이 가장 많은 프로슈머가 가장 높음을 확인할 수 있고, 프로슈머의 부하 사용량을 판매 금액에 따라 조정함으로써, 잉여 발전량을 통해 전력거래의 수익이 높아

진다.

- [0090] 한편, P2P 전력거래에 대한 유틸리티와 프로슈머(P1 ~ PN) 간의 거래 시 부하 사용량이 적고 발전량이 집중되는 오전 시간 대 유틸리티로 역 전송되는 전력이 발생할 수 있다. 일 레로 전압 배전계통에 접속되는 태양광 발전 등의 분산 전원이 증가됨에 따라 발전 시간에 역조류가 발생할 가능성이 높아진다.
- [0091] 이에 일 실시예는 계통과 프로슈머의 공동접속점(PCC: Point of Common Coupling)에 설치된 18 bus radial distribution system에 의해 계통의 변전소로 유입되는 총 전력을 측정함에 따라 프로슈머의 역전송 전력을 도출할 수 있다.
- [0092] 프로슈머가 분산 전원의 스케줄링 및 발전량 제어를 통해 발전량이 없는 새벽이나 저녁 시간에도 거래에 참여할 수 있고, 이에 거래 시간이 증가함에 따라 배전 선로 혼잡도가 완화될 수 있다. 도 7을 참조하면 프로슈머가 속하는 배전 계통의 PCC로부터 유출되는 전력이 제거됨을 확인할 수 있다.
- [0093] 또한, 도 8을 참조하면, 발전량이 높은 시간 대에 분산 전원을 충전함에 따라 모든 모선 별 전압이 유지 기준치인 0.95 pu ~ 1.05 pu 이내로 유지됨을 알 수 있고, 이에 계통으로부터 수전받는 전력량이 감소되고 이에 역 전송되는 발전량이 제거되어 계통의 전압 안정도가 향상되며, 계통 운용과 전력 관리를 안정적으로 수행할 수 있다.
- [0094] 도 9는 도 2에 도시된 중개 서버의 동작을 보인 전체 흐름도로서, 도 9를 참조하여 본 발명의 다른 실시예에 의한 전력거래 중개 과정을 설명한다.
- [0095] 여기서, 다른 실시예는 전력거래 중개 과정을 제시하는 것으로서, 다수의 프로슈머와 컨슈머들 간의 네트워크를 기반으로 컴퓨팅 수단에 의해 설정된 처리 루틴과 입력변수를 포함하는 소프트웨어로 구현되고, 소프트웨어의 각 기능이 네트워크 컴퓨터상에서 수행됨으로써 상기 각 기능이 구성요소가 되어 중개 서버를 구성한다.
- [0096] 본 발명은 프로슈머의 관점에서 판매가격 및 판매량을 도출하고 컨슈머의 관점에서 구매량을 도출하며, 도출된 판매가격, 판매량, 및 구매량을 토대로 거래 참여율을 도출한 다음 도출된 거래 참여율을 기반으로 프로슈머의 할당 판매량을 도출하고, 도출된 프로슈머의 할당 판매량에 의거 프로슈머의 판매가격을 조정한 후 조정된 최종 판매가격으로 거래를 수행한다.
- [0097] 즉, 판매가격 산정단계(S11)를 통해, 일 실시예의 판매가격 산정부(100)는 다수의 프로슈머 각각에 대해, 소정 시간의 계통으로부터의 구매 가격, 계통으로의 판매가격, 가격 갱신 계수, 컨슈머의 요구 수요량 및 프로슈머의 잉여 발전량을 기반으로 판매가격을 도출한다. 도출된 판매가격은 판매량 산정부(200)로 전달된다.
- [0098] 그리고, 판매량 산정단계(S12)에서, 일 실시예의 판매량 산정부(200)는 다수의 컨슈머 각각에 대해, 부하 소비 선호도, 부하 소비량 및 부하 조정량과, 각 프로슈머의 계통으로부터의 구매량 및 프로슈머의 계통으로의 판매량과, 각 프로슈머의 분산 전원의 발전량, 분산 전원의 충전량, 총 발전량, 발전 충전량, 분산 전원의 방전 효율, 분산 전원의 충전 효율, 분산 전원의 정격 용량, 분산 전원의 최종 충전량, 분산 전원의 초기 추정량, 분산 전원의 충전 상태 변수, 분산 전원의 방전 상태변수, 계통 구매 상태변수, 계통 판매 상태변수 중 적어도 하나를 기반으로 판매량을 도출한다.
- [0099] 도출된 판매량 및 판매가격은 구매량 도출부(300)로 전달된다.
- [0100] 구매량 도출단계(S13)에서, 일 실시예의 구매량 도출부(300)는 각 컨슈머의 부하 소비 선호도 계수, 부하 소비량 및 부하 조정량과 계통으로부터의 구매량 및 프로슈머로부터의 구매량과, 프로슈머의 거래 참여율, 부하 조정 기피 계수를 기반으로 구매량이 도출한다.
- [0101] 그리고 컨슈머의 관점에서 구매량과 프로슈머 관점에서의 판매가격 및 판매량은 판매가격 조정부(400)로 전달된다.
- [0102] 일 실시예의 판매가격 조정부(400)는 단계(S14) ~ 단계(S17)에 의거, 각 프로슈머의 거래 참여율을 도출하고 도출된 각 프로슈머의 거래 참여율에 의거 컨슈머의 총 구매량 중 각 프로슈머의 할당 판매량을 도출하며 도출된 각 프로슈머의 할당 판매량으로 판매가격을 재산정한 다음 판매가격 재산정을 반복 수행하여 수렴하는 최종 판매가격을 도출한다.
- [0103] 그리고 거래 조정부(500)는 단계(S18)에서 최종 판매가격으로 프로슈머와 컨슈머 간의 전력거래가 수행된다.
- [0104] 한편, 배전계통 이용료 산정부(600)는 단계(S18)를 통해, 전력을 생산하여 프로슈머에 전달하는 유틸리티와 프

로슈머 간의 공통접속점(PCC)의 전력거래 전 후 각각의 기준전압 pu(per unit)에 대한 전력 변동분과 전력거래 전 후의 전력 변동 차이를 토대로 배전계통 이용료를 도출한다. 도출된 배전계통 이용료는 프로슈머에 의해 유틸리티로 지불된다.

[0105] 이에 일 실시예는 컨슈머의 반응을 고려하여 판매가격 및 판매량을 산정하고, 컨슈머의 전력거래 가격에 대한 반응하여 구매량을 산정하는 중개 서버를 네트워크 기반으로 구축함에 따라 P2P(Peer To Peer) 거래를 통해 프로슈머의 이익 창출을 극대화할 수 있다.

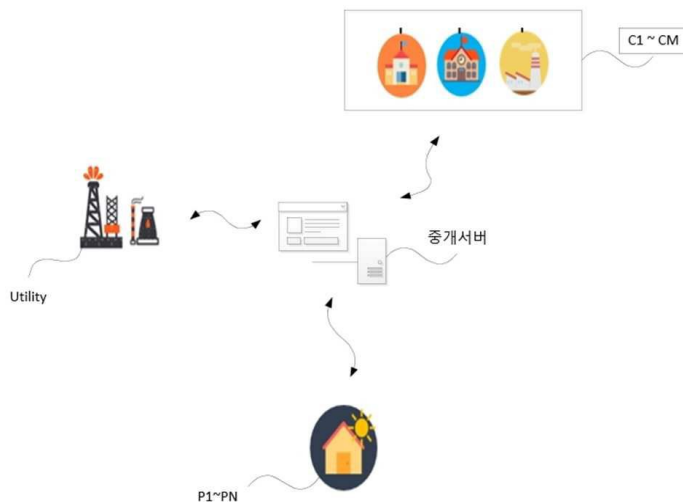
[0106] 또한 일 실시예는 프로슈머의 에너지 저장 스케줄링 및 부하 조정을 통해 P2P 전력거래 시간이 증가됨에 따라 배전 선로 혼잡도를 완화할 수 있고, 계통으로부터 수전 받는 전력량이 감소되고 계통과 프로슈머 간의 공통 접속점에서 유출되는 전력과 역전송되는 발전량이 제거됨에 따라 전압 안정도가 향상되고 이에 계통 운용과 전력 관리를 안정적으로 수행할 수 있다.

부호의 설명

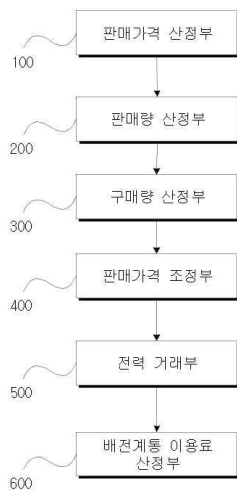
[0107] 100 : 판매가격 산정부
200 : 판매량 산정부
300 : 구매량 도출부
400 : 판매가격 조정부
500 : 전력거래부
600 : 배전계통 이용료 산정부

도면

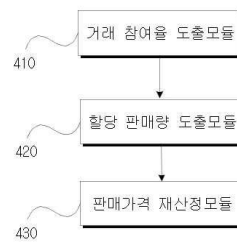
도면1



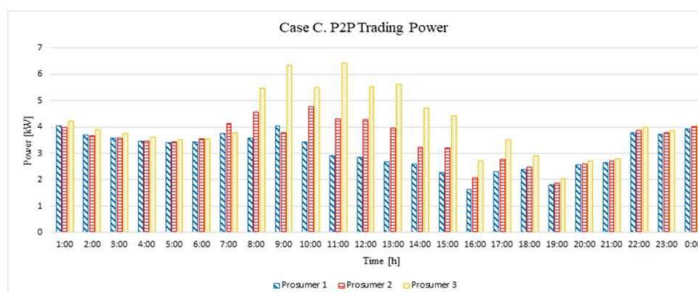
도면2



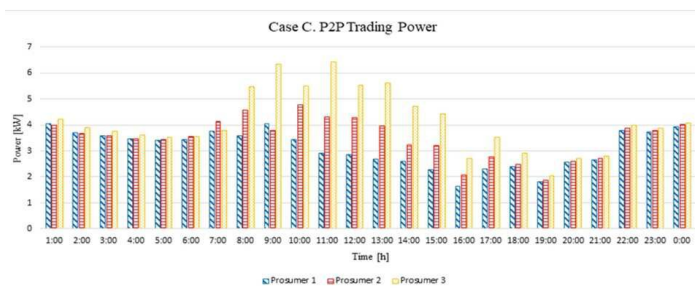
도면3



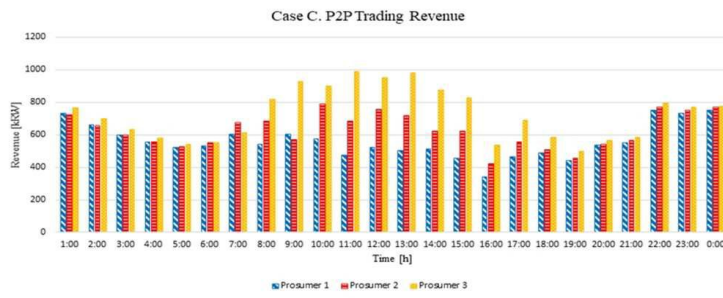
도면4



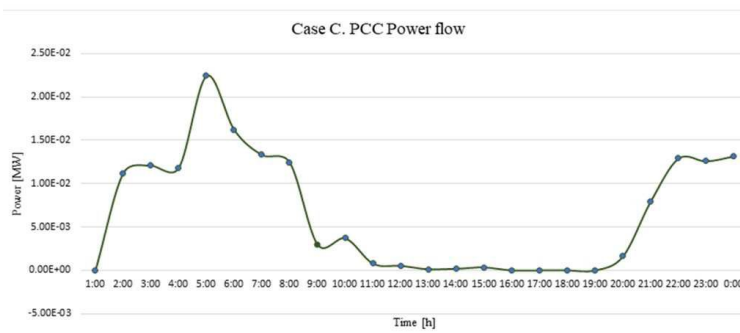
도면5



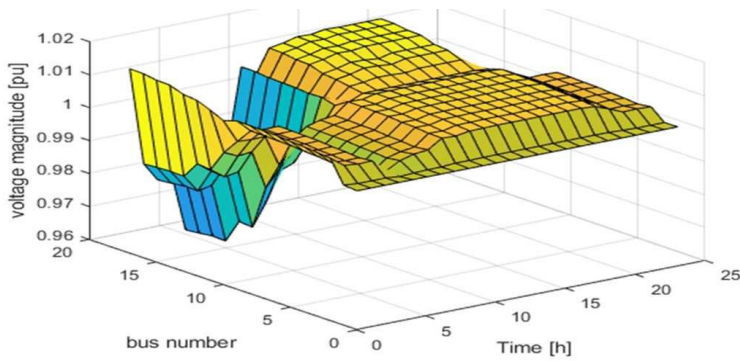
도면6



도면7



도면8



도면9

