(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020 년 10 월 1 일 (01.10.2020)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2020/196983 A1

(51) 국제특허분류:
H02J 3/38 (2006.01) *G06Q 10/04* (2012.01)
H02J 3/32 (2006.01) *G06Q 10/06* (2012.01)
G06Q 50/06 (2012.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2019/004681

(22) 국제출원일: 2019 년 4 월 18 일 (18.04.2019)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2019-0036306 2019 년 3 월 28 일 (28.03.2019) KR

(71) 출원인: (주)제이에이치에너지 (**JHENERGY, CO. LTD**) [KR/KR]; 22853 인천시 서구 북항로120번길 13-26, Incheon (KR). 인천대학교 산학협력단 (**INCHEON UNIVERSITY INDUSTRY ACADEMIC CO-OPERATION FOUNDATION**) [KR/KR]; 22012 인천시 연수구 아카데미로 119, Incheon (KR).

(72) 발명자: 김용하 (**KIM, Yong Ha**); 16928 경기도 용인시 수지구 만현로67번길 7, 만현마을 아이파크 2단지 204동 701호, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인 티앤아이 (**TNI IP LAW FIRM**); 05854 서울시 송파구 법원로 114 엠스테이트 A동 1201호, Seoul (KR).

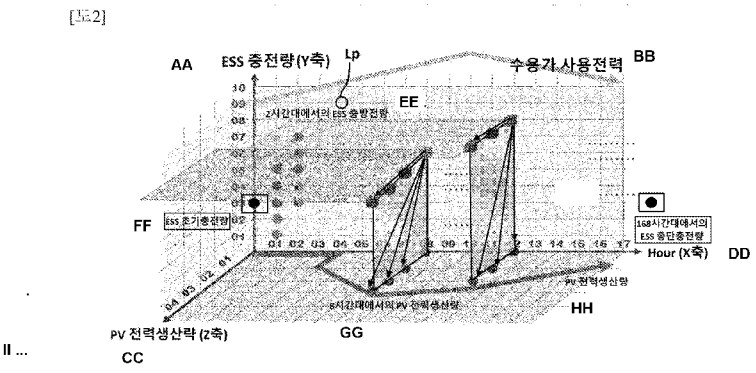
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD,

WO 2020/196983 A1

(54) **Title:** OPERATING METHOD FOR PV-ESS-LINKED SYSTEM USING CASE-GENERATION-BASED THREE-DIMENSIONAL DYNAMIC PLANNING METHOD

(54) **발명의 명칭:** 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법

[도2]



AA ... ESS charge amount (Y-axis)
BB ... Amount of power used by consumers
CC ... PV power production amount (Z-axis)
DD ... Hour (X-axis)
EE ... ESS charge/discharge amount at 2-hour timeslot
FF ... ESS initial charge amount
GG ... PV power production amount at 8-hour timeslot
HH ... PV power production amount
II ... ESS termination charge amount at 168-hour timeslot

(57) **Abstract:** The present invention relates to an operating method for a photovoltaic (PV)-energy storage system (ESS)-linked system and, specifically, to an operating method for PV-ESS-linked system using a case-generation-based three-dimensional dynamic planning method, which generates electricity rates for all situations that may occur when operating a PV-ESS system in terms of the economics of consumers and predicts an optimal PV-ESS operation schedule that can minimize electricity rates of the consumers on the basis of the generated situation-specific electricity rates, thereby stably providing the optimal PV-ESS operation schedule at all times.

[다음 쪽 계속]

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, ST, 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 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명은 PV(Photovoltaic)-ESS(Energy Storage System) 연계형 시스템의 운용방법에 관한 것으로, 상세하게는, 수용가의 경제성 측면에서 PV-ESS 시스템 운용시 발생할 수 있는 모든 상황별 전기요금을 생성하고, 이렇게 생성된 상황별 전기요금을 토대로 수용가의 전기요금을 최소화할 수 있는 PV-ESS 의 최적 운용 스케쥴을 예측하여 항상 안정적으로 최적의 PV-ESS 운용 스케쥴을 제공하는 케이스 생성 기반 3 차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법에 관한 것이다.

명세서

발명의 명칭: 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법

기술분야

[1] 본 발명은 PV(Photovoltaic)-ESS(Energy Storage System) 연계형 시스템의 운용방법에 관한 것으로, 상세하게는, 수용가의 경제성 측면에서 PV-ESS 시스템 운용시 발생할 수 있는 모든 상황별 전기요금을 생성하고, 이렇게 생성된 상황별 전기요금을 토대로 수용가의 전기요금을 최소화할 수 있는 PV-ESS의 최적 운용 스케쥴을 예측하여 항상 안정적으로 최적의 PV-ESS 운용 스케쥴을 제공하는 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 현재, 우리나라에서는 신재생 에너지 3020, 8차 전력 수급 기본계획, 2차 국가 에너지 기본계획 등을 통해 재생 에너지 중 하나인 PV(Photovoltaic)를 적극 보급하려는 추세에 있다. 특히 PV와 ESS(Energy Storage System)를 연계하여 운용하면 높은 신재생 에너지 시스템(Renewable Energy System, RES) 가중치를 부여하고 있다.

[3] 또한, 신재생 에너지를 이용하는 에너지 자립섬 등 계통이 분리되어 있는 곳이나, 혹은 공장, 가정용 등에 PV-ESS를 연계하여 에너지 자립도를 높이기 위해 수 많은 국가 사업들이 진행되고 있다. 이를 위해, 보통 작은 규모의 가상 발전소(Virtual Power Plant, VPP) 개념을 에너지 통합 관리센터(Total Operation Center, TOC)에 적용하여 에너지 효율성을 높이고자 하는 시도가 주로 이루어지고 있다.

[4] 이러한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법은 대부분 우리나라의 PV 지원정책에 최적화되어 운용되고 있다. 현재 PV-ESS 연계형 시스템에 적용되는 운용방식은 통상적으로 'SMP(System Marginal Pirce, 계통한계가격) + 5*REC(신재생에너지공급인증서)'를 기반으로 특정 시간에서 특정 시간까지 PV에서 생산된 전력을 모두 ESS에 충전하고, 특정 시간 이후에는 모두 한국전력(KEPCO)에 역송하도록 구성되어 있다.

[5] 이러한 종래기술에 따른 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법은 현재 적용되고 있는 전기요금방식, REC를 통한 지원정책, SMP(계통한계가격) 등의 외부 인자를 기반으로 PV-ESS 연계형 시스템의 운용 스케쥴을 결정함에 따라 효율성을 향상시킬 수는 있으나, PV-ESS 연계형 시스템의 운용시 효율성 향상에 영향을 미치는 요소들, 즉 전기요금방식, REC를 통한 지원정책, SMP(계통한계가격)은 항상 상황에 따라 변화됨에 따라 이러한 변화되는 요소들을 운용 스케쥴 결정시 반영할 필요가 있다.

[6] 그러나, 종래기술에 따른 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법에서는 운용 스케쥴 결정시 상황별로 변화하는 요소들의 변동값을 반영하지 않아 최적의 운용 효율성을 제공하는데 한계가 있었다. 즉, 현재 전기요금방식, 현재 REC를 통한 지원정책, 현재 SMP(계통한계가격) 등과 같이 현재 적용 조건만을 반영하여 운용 스케쥴을 결정함에 따라 변화하는 상황에 최적의 운용 효율성을 제공하는데 한계가 있었다.

[7] 이에, 전기요금 방식, REC를 통한 지원 정책, SMP 등의 인자들이 상황에 따라 변화되는 것을 상황별로 모델링하여 이를 능동적으로 상황에 맞게 반영하여 최적으로 PV-ESS 운용 스케쥴을 결정할 수 있는 알고리즘에 대한 기술개발이 요구되었다.

[8] [선행기술문헌]

[9] [특허문헌]

[10] (특허문헌 1) KR 10-1597993 B1, 2016. 02. 22.

[11] (특허문헌 2) KR 10-1834061 B1, 2018. 02. 23.

[12] (특허문헌 3) KR 10-1849664 B1, 2018. 04. 11.

[13] (특허문헌 4) KR 10-1777821 B1, 2017. 09. 06.

[14]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[15] 따라서, 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 다음과 같은 목적들이 있다.

[16] 첫째, 본 발명은 전기요금 방식, REC를 통한 지원 정책, SMP 등의 인자들이 상황에 따라 변화되는 것을 상황별로 모델링하여 이를 능동적으로 상황에 맞게 반영하여 최적으로 PV-ESS 운용 스케쥴을 결정할 수 있는 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[17] 둘째, 본 발명은 수용가의 경제성 측면에서 PV-ESS 시스템 운용시 수용가 측면에서 PV와 ESS의 용량을 얼마로 하여야 가장 경제적인지를 모든 상황별로 모델링하여 수용가의 전기요금을 생성하고, 이렇게 생성된 상황별 전기요금을 토대로 수용가의 전기요금이 최소화되는 PV-ESS의 최적의 운용 스케쥴을 추적 및 예측하여 항상 안정적으로 최적의 PV-ESS 운용 스케쥴을 제공하는 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법을 제공하는데 다른 목적이 있다.

과제 해결 수단

[18] 상기한 목적을 달성하기 위한 일 측면에 따른 본 발명은 (a) 3차원 동적 좌표 공간의 X축을 설정된 기간에 해당하는 STAGE로 하고, Y축을 ESS(Energy Storage System) 충전량(충전전위)에 해당하는 STATE로 하고, Z축을

PV(Photovoltaic) 전력 생산량으로 하고, X축, Y축 및 Z축이 교차하는 교차점마다 STATE 번호를 각각 설정하는 초기 조건을 설정하는 단계; (b) 설정된 기간 내의 모든 STAGE의 STATE에 대해 이전번째 STAGE의 각 STATE에서 현재 STAGE의 각 STATE로 천이할 때 각 STATE의 위치에 대응하는 ESS 충전량을 토대로 ESS의 충방전을 판단한 후 운전 상황별 모든 케이스를 생성하는 단계; (c) 설정된 시간 내에서 최초 STAGE의 각 STATE로부터 산출하고자 하는 최종 STAGE의 해당 STATE 까지의 ESS 충방전시 운전 상황별 모든 케이스에 대한 수용가의 전기요금 지불액을 계산하고, 계산된 수용가의 전기요금 지불액을 토대로 각 STAGE의 STATE별 모든 케이스 중 최소 천이 비용이 발생한 케이스를 탐색하는 단계; (d) 각 STAGE의 STATE별 모든 케이스 중 최소 천이 비용이 발생한 케이스에 대한 수용가 전기요금을 최초 STAGE의 각 STATE로부터 최종 STAGE의 해당 STATE 까지 누적하는 단계; (e) 최초 STAGE의 각 STATE로부터 최종 STAGE의 해당 STATE 까지 누적된 수용가 전기요금 중 누적 전기요금이 최소가 되는 최소치 누적 전기요금을 추출하는 단계; 및 (f) 최초 STAGE의 각 STATE로부터 최종 STAGE의 해당 STATE 까지 누적된 수용가 전기요금에서 추출된 최소치 누적 전기요금을 이용하여 최적 운용 스케쥴을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법을 제공한다.

[19] 또한, 상기 (b) 단계에서는, 이전번째 STAGE의 각 STATE에서 현재 STAGE의 각 STATE로 천이할 때 이전번째 STAGE의 STATE의 ESS 충전량이 현재 STAGE의 STATE의 ESS 충전량보다 낮으면 ESS는 충전상태로 판단하고, 이전번째 STAGE의 STATE의 ESS 충전량이 현재 STAGE의 STATE의 ESS 충전량보다 높으면 ESS는 방전상태로 판단하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[20] 또한, 상기 (b) 단계에서는, 판단 결과, ESS가 충전상태로 판단되면, ESS 충전시 PV, ESS, 수용가 및 한국전력의 운전 상황을 3가지로 모델링하되, PV가 전력을 생산하지 않고, ESS와 수용가는 PV가 아닌 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하는 운전 상황과, PV가 전력을 생산하여 한국전력으로 역송하는 한편, 수용가로 공급하고, ESS는 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하고, 수용가는 PV와 한국전력으로부터 전력을 공급받는 운전 상황과, PV가 전력을 생산하여 한국전력, ESS 및 수용가로 공급하고, ESS는 PV와 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하고, 수용가는 PV와 한국전력으로부터 전력을 공급받는 운전 상황을 포함하여 3가지로 모델링하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[21] 또한, 상기 PV가 전력을 생산하지 않고, ESS와 수용가는 PV가 아닌 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하는 운전 상황에서 케이스 생성은 하기 [수학식 1]로 계산하고, 상기 PV가 전력을 생산하여 한국전력으로 역송하는 한편, 수용가로 공급하고, ESS는 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하고, 수용가는 PV와 한국전력으로부터 전력을 공급받는 운전 상황에서 케이스 생성은 하기 [수학식 2]로 계산하고, 상기 PV가 전력을 생산하여 한국전력, ESS

및 수용가로 공급하고, ESS는 PV와 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하고, 수용가는 PV와 한국전력으로부터 전력을 공급받는 운전 상황에서 케이스 생성은 하기 [수학식 3]으로 계산하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[22] [수학식 1]

[23] ESS KEPCO 수전량 = ESS 충전량

[24] 수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하

[25] 여기서, 'ESS KEPCO 수전량'은 한국전력에서 ESS 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미함.

[26] [수학식 2]

[27] PV KEPCO 역송량 = PV 전력 생산량

[28] PV 수용가 공급량 = PV 전력 생산량 - PV KEPCO 역송량

[29] 수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하 - PV 수용가 공급량

[30] 여기서, 'PV 수용가 공급량'은 PV에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미함.

[31] [수학식 3]

[32] PV KEPCO 역송량 = PV 전력 생산량

[33] PV ESS 공급량 = PV 전력 생산량

[34] PV 수용가 공급량 = PV 전력 생산량 - PV KEPCO 역송량 - PV ESS 공급량

[35] ESS KEPCO 수전량 = ESS 충전량 - PV ESS 공급량

[36] 수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하 - PV 수용가 공급량

[37] 단, 'PV KEPCO 역송량 + PV ESS 공급량 > PV 전력 생산량', PV KEPCO 역송량 + PV ESS 공급량 > PV 전력 생산량', 'PV KEPCO 역송량 + PV ESS 공급량 > PV 전력 생산량' 또는 'PV KEPCO 역송량 + PV ESS 공급량 > PV 전력 생산량' 이면, 불가능.

[38] 여기서, 'PV 수용가 공급량'은 PV에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미하고, 'PV ESS 공급량'은 PV에서 ESS로 공급되는 전력량을 의미하고, 'PV KEPCO 역송량'은 PV에서 한국전력으로 공급되는 전력량을 의미하고, 'ESS KEPCO 수전량'은 한국전력에서 ESS으로 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미함.

[39] 또한, 상기 (b) 단계에서는, 판단 결과, ESS가 방전상태로 판단되면, ESS 충전시 PV, ESS, 수용가 및 한국전력의 운전 상황을 2가지로 모델링하되, PV가 전력을 생산하지 않고, ESS는 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하거나, 한국전력으로 전력을 공급하여 역송하고, 수용가는 한국전력과 ESS로부터 전력을 공급받아 수전하는 운전 상황과, PV가 전력을 생산하여 한국전력으로 역송하는 한편, 수용가로 공급하고, ESS는 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하거나 한국전력으로 전력을 공급하여 역송하고, 수용가는 한국전력과 ESS로부터 전력을 공급받아 수전하는 운전 상황을 포함하여 2가지로

모델링하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[40] 또한, 상기 PV가 전력을 생산하지 않고, ESS는 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하거나, 한국전력으로 전력을 공급하여 역송하고, 수용가는 한국전력과 ESS로부터 전력을 공급받아 수전하는 운전 상황에서 케이스 생성은 하기 [수학식 4]로 계산하고, 상기 PV가 전력을 생산하여 한국전력으로 역송하는 한편, 수용가로 공급하고, ESS는 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하거나 한국전력으로 전력을 공급하여 역송하고, 수용가는 한국전력과 ESS로부터 전력을 공급받아 수전하는 운전 상황에서 케이스 생성은 하기 [수학식 5]로 계산하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[41] [수학식 4]

[42] ESS KEPCO 역송량 = ESS 방전량

[43] ESS 수용가 공급량 = ESS 충전량 - ESS 방전량

[44] 수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하 - ESS 수용가 공급량

[45] 여기서, 'ESS KEPCO 역송량'은 ESS에서 한국전력으로 공급되는 전력량을 의미하고, 'ESS 수용가 공급량'은 ESS에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미함.

[46] [수학식 5]

[47] PV KEPCO 역송량 = PV 전력 생산량

[48] PV 수용가 공급량 = PV 전력 생산량 - PV KEPCO 역송량

[49] ESS 수용가 공급량 = ESS 충전량 - ESS KEPCO 역송량

[50] 수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하 - PV 수용가 공급량 - ESS 수용가 공급량

[51] 여기서, 'PV KEPCO 역송량'은 PV에서 한국전력으로 역송하는 전력량을 의미하고, 'PV 수용가 공급량'은 PV에서 수용가로 전력을 공급하는 전력량을 의미하고, 'ESS KEPCO 역송량'은 ESS에서 한국전력으로 공급되는 전력량을 의미하고, 'ESS 수용가 공급량'은 ESS에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미함.

발명의 효과

[52] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면 다음과 같은 효과들을 얻을 수 있다.

[53] 첫째, 본 발명은 전기요금 방식, REC를 통한 지원 정책, SMP 등의 인자들이 상황에 따라 변화되는 것을 상황별로 모델링하여 이를 능동적으로 상황에 맞게 반영하여 최적으로 PV-ESS 운용 스케쥴을 결정할 수 있다.

[54] 둘째, 본 발명은 수용가의 경제성 측면에서 PV-ESS 시스템 운용시 수용가 측면에서 PV와 ESS의 용량을 얼마로 하여야 가장 경제적인지를 모든 상황별로 모델링하여 수용가의 전기요금을 생성하고, 이렇게 생성된 상황별 전기요금을

토대로 수용가의 전기요금이 최소화되는 PV-ESS의 최적의 운용 스케쥴을 추적 및 예측하여 항상 안정적으로 최적의 PV-ESS 운용 스케쥴을 제공할 수 있다.

[55] 따라서, 본 발명은 수용가의 전기요금에 영향을 미치는 전기요금방식, REC를 통한 지원정책, SMP(계통한계가격) 등의 외부 인자를 고려하여 시간대별 PV(2)의 전력 생산량/ESS(3)의 충방전 전력량/시간대별 수용가(4)의 사용 전력량을 토대로 설정된 기간(시간대) 동안 운전 상황별 모든 케이스를 생성하고, 이렇게 생성된 케이스를 기반으로 PV-ESS 운용시 최적의 스케쥴을 결정함으로써 상황 변화에도 안정된 최적의 PV-ESS 운용 스케쥴을 제공하고, 이미 PV-ESS 연계형 시스템이 구축되어 있는 상태에서도 유용하게 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[56] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법을 설명하기 위해 도시한 시스템의 기본 모델.

[57] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법을 설명하기 위해 도시한 3차원 동적 모델링 개념도.

[58] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법을 도시한 흐름도.

[59] 도 4는 도 3에 도시된 상황별 케이스 생성과정을 설명하기 위해 도시한 흐름도.

[60] 도 5는 본 발명에 따라 ESS 충방전 상태를 판단하는 과정을 설명하기 위해 도시한 도면.

[61] 도 6은 본 발명에 따른 ESS 충전시 CASE #1의 운용 상태를 설명하기 위해 도시한 도면.

[62] 도 7은 본 발명에 따른 ESS 충전시 CASE #2의 운전 상황을 설명하기 위해 도시한 도면.

[63] 도 8은 본 발명에 따른 ESS 충전시 CASE #3의 운전 상황을 설명하기 위해 도시한 도면.

[64] 도 9는 본 발명에 따른 ESS 충전시 3가지 운전 상황에 대한 모든 케이스 생성을 나타낸 도면.

[65] 도 10은 본 발명에 따른 ESS 방전시 CASE #1의 운전 상황을 설명하기 위해 도시한 도면.

[66] 도 11은 본 발명에 따른 ESS 방전시 CASE #2의 운전 상황을 설명하기 위해 도시한 도면.

[67] 도 12는 본 발명에 따른 ESS 방전시 운전 상황에 대한 모든 케이스 생성을 나타낸 도면.

[68] 도 13은 도 3에 도시된 수용가의 누적 최소 전기요금 산출하는 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도.

[69] 도 14는 본 발명의 실시예에 따른 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법을 구현하기 위한 운용 시스템의 일례를 도시한 블록도.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[70] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 기술적 특징을 구체적으로 설명하기로 한다.

[71] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법을 설명하기 위해 도시한 시스템의 기본 모델이다.

[72] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법이 적용되는 시스템은 한국전력(KEPCO, 1), PV(2), ESS(3) 및 수용가(4)를 포함한다. 이때, PV(2)는 수용가(4)에 설치되어 운용되는 태양광 발전 시설을 의미한다.

[73] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법을 설명하기 위해 도시한 모델링 개념도이다.

[74] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법은 PV-ESS 연계형 시스템 운용시 운전 상황을 모두 고려한 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용하여 수용가 측면에서 최적의 운용 효율성, 즉 수용가의 전기요금을 최소로 할 수 있는 최적화된 운용 스케쥴을 결정할 수 있도록 제공될 수 있다.

[75] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법은 수용가의 전기요금에 영향을 미치는 전기요금방식, REC를 통한 지원정책, SMP(계통한계가격) 등의 외부 인자를 고려하여 시간대별 PV(2)의 전력 생산량/ESS(3)의 충방전 전력량/시간대별 수용가(4)의 사용 전력량을 토대로 설정된 기간(시간대) 동안 운전 상황별 모든 케이스를 생성하고, 이렇게 생성된 케이스를 기반으로 PV-ESS 운용시 최적의 스케쥴을 결정함으로써 상황 변화에도 안정된 최적의 PV-ESS 운용 스케쥴을 제공하고, 이미 PV-ESS 연계형 시스템이 구축되어 있는 상태에서도 유용하게 활용될 수 있다.

[76] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법을 도시한 흐름도이다.

[77] 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법은 초기 조건 설정단계(S1), ESS 충방전 운전 상황별 모든 케이스 생성단계(S2), 누적 수용가 전기요금 및 최소값 산출단계(S3) 및 최적 운용 스케쥴 결정단계(S4)를 포함한다.

[78] 초기 조건 설정단계(S1)는 3차원 동적 좌표 공간(도 2참조)의 X축을 설정된 기간에 해당하는 STAGE로 하고, Y축을 ESS(Energy Storage System) 충전량(충전전위)에 해당하는 STATE로 하고, Z축을 PV(Photovoltaic) 전력

생산량으로 하고, X축, Y축 및 Z축이 교차하는 교차점마다 STATE 번호를 각각 설정하는 초기 조건을 설정한다.

[79] 예를 들어, 초기 조건 설정단계(S1)에서는 'STAGE 개수', 'STATE 개수', 'STATE 번호', '격자점 간격' 등을 설정한다.

[80] 여기서, 'STAGE'는 고려 시간대(Hour)로서, 도 2에 도시된 공간 좌표에서 X축에 해당한다. 예를 들어, 'STAGE 개수'를 '168'(모델링하고자 하는 총 시간대)로 설정하는 경우, 'STAGE'는 1부터 168까지 3차원 동적 좌표 공간의 X축 좌표에 표시된다.

[81] 'STATE'는 ESS(3)의 전위 또는 충전상태, 즉 ESS 충전량 또는 ESS 충전전위를 나타내는 것으로, 도 2에 도시된 공간 좌표에서 Y축에 해당한다. 예를 들어, 공간 좌표에서 Y축에 설정된 'STATE 개수' 만큼 KWh 또는 MWh 단위로 일정한 크기로 표시된다.

[82] 'STATE 번호'는 X축에 해당하는 각 STAGE와 Y축에 해당하는 각 STATE, 그리고, Z축에 해당하는 PV(Photovoltaic) 전력 생산량 중 적어도 2개의 축이 교차하는 교차점을 격자점으로 하고, 각 격자점에 부여되는 번호를 의미한다. 이러한 격자점은 추후 최저 전기요금을 추적하기 위해 해당 교차점을 찾을 때 유용하게 사용될 수 있다.

[83] 일례로, 도 2에서, 격자점 Lp는 STAGE '04'와 STATE의 '09'의 교차점에 해당한다. 이때, 'STAGE 번호'는 격자점 Lp의 X축과 Y축 좌표인 '(04, 09)'로 표현될 수 있다.

[84] 물론, 'STATE 번호'는 격자점이 X, Y, Z축을 교차하는 교차점인 경우 X, Y, Z축 좌표로 표현될 수 있다.

[85] '격자점 간격'은 도 2의 공간 좌표에서 X축, Y축 및 Z축이 서로 교차하는 교차점 간의 간격을 의미하는 것으로, 예를 들어, '격자점 간격'은 X축의 경우 시간 당으로 설정할 수 있고, Y축과 Z축의 경우에는 1KWh 또는 1MWh 당으로 설정할 수 있다.

[86] 도 4는 도 3에 도시된 상황별 케이스 생성과정을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.

[87] 도 3 및 도 4와 같이, 운전 상황별 케이스 생성단계(S2)는 다음과 같은 방법으로 이루어진다.

[88] 먼저, 이전 STAGE의 모든 STATE로부터 현재 STAGE의 STATE들 중 천이되는 어느 하나의 STATE를 지정한다(S21).

[89] 이후, 이전 STAGE에서 현재 STAGE로 천이할 때, 이전 STAGE의 STATE와 현재 STAGE의 STATE를 비교하여 현재 STAGE에서 STATE 상태, 즉 ESS(3)의 상태를 판단한다(S22, S23). 이때, ESS의 충전과 방전은 동시에 이루어질 수 없다는 것을 전제로 한다.

[90] 도 5는 본 발명에 따라 ESS 충방전 상태를 판단하는 과정을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[91] 도 5와 같이, 이전 STAGE(N-1)에서 현재 STAGE(N)로 천이할 때 이전 STAGE(N-1)의 STATE와 현재 STAGE(N)의 STATE를 비교하여 현재 STAGE에서의 STATE를 판단한다.

[92] 예를 들어, 단계 21에서 현재 STAGE(N)의 해당 STATE(P1)가 지정된 경우, 이전 STAGE(N-1)의 STATE(S1)를 기준으로 지정된 STATE(P1)에서의 ESS 전위는 이전 STAGE(N-1)의 STATE(S1)에서의 ESS 전위보다 높아 ESS(3)는 충전상태로 판단한다. 반면, 이전 STAGE(N-1)의 STATE(S2)를 기준으로 지정된 STATE(P1)에서의 ESS 전위는 이전 STAGE(N-1)의 STATE(S1)에서의 ESS 전위보다 낮아 ESS(3)는 방전상태로 판단된다.

[93] 이와 같이 단계 21에서 지정된 현재 STAGE(N)의 STATE(P1)에서의 ESS(3)의 충전 또는 방전상태를 판단하는 과정은 이전 STAGE(N-1)의 모든 STATE에 대해 실시한다.

[94] 판단 결과, 현재 STAGE(N)의 지정된 STATE(P1)에서 ESS(3)가 충전상태로 판단되면(S24), 도 1에 도시된 PV-ESS 연계형 시스템의 기본 모델을 토대로 ESS 충전시 PV(2), ESS(3), 수용가(4) 및 한국전력(1)의 수전량 등의 운전 상황을 결정한다(S26).

[95] ESS 충전시 운전 상황은 [표 1]과 같이 모델링한다.

[96] [표1]

CASE	운전 상황
#1	PV가 전력 생산을 하지 않는 경우
#2	PV에서 ESS로 전력공급이 없고, ESS가 KEPCO로로부터 충전되는 경우
#3	PV 및 KEPCO에서 ESS로 전력을 공급하는 경우

[97] 도 6은 본 발명에 따른 ESS 충전시 CASE #1의 운용 상태를 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 6과 같이, ESS 충전시 CASE #1은 PV(2)가 전력을 생산하지 않고, ESS(3)와 수용가(4)는 PV(2)가 아닌 한국전력(1)으로부터 전력을 공급받아 수전하는 운전 상황이다.

[98] ESS 충전시 CASE #1에서, ESS(3)를 충전할 때 각 케이스 생성은 하기 [수학식 1]로 계산하였다.

[99] [수학식 1]

[100] ESS KEPCO 수전량 = ESS 충전량

[101] 수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하

[102] 여기서, 'ESS KEPCO 수전량'은 한국전력(1)에서 ESS(3)공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력(1)에서 수용가(4)로 공급되는 전력량을 의미한다.

[103] 도 7은 본 발명에 따른 ESS 충전시 CASE #2의 운전 상황을 설명하기 위해

도시한 도면이다.

[104] 도 7과 같이, ESS 충전시 CASE #2는 PV(2)가 전력을 생산하여 한국전력(1)으로 역송하는 한편, 수용가(4)로 공급하고, ESS(3)는 한국전력(1)으로부터 전력을 공급받아 수전하고, 수용가(4)는 PV(2)와 한국전력(1)으로부터 전력을 공급받는 운전 상황이다.

[105] ESS 충전시 CASE #2에서, ESS(3)를 충전할 때 케이스 생성은 하기 [수학식 2]로 계산하였다.

[106] [수학식 2]

[107] PV KEPCO 역송량 = PV 전력 생산량

[108] PV 수용가 공급량 = PV 전력 생산량 - PV KEPCO 역송량

[109] 수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하 - PV 수용가 공급량

[110] 여기서, 'PV 수용가 공급량'은 PV(2)에서 수용가(4)로 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력(1)에서 수용가(4)로 공급되는 전력량을 의미한다.

[111] 도 8은 본 발명에 따른 ESS 충전시 CASE #3의 운전 상황을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[112] 도 8과 같이, ESS 충전시 CASE #3은 PV(2)가 전력을 생산하여 한국전력(1), ESS(3)와 수용가(4)로 공급하고, ESS(3)는 PV(2)와 한국전력(1)으로부터 전력을 공급받아 수전하고, 수용가(4)는 PV(2)와 한국전력(1)으로부터 전력을 공급받는 케이스이다.

[113] ESS 충전시 CASE #3에서, ESS(3)를 충전할 때 케이스 생성은 하기 [수학식 3]로 계산하였다.

[114] [수학식 3]

[115] PV KEPCO 역송량 = PV 전력 생산량

[116] PV ESS 공급량 = PV 전력 생산량

[117] PV 수용가 공급량 = PV 전력 생산량 - PV KEPCO 역송량 - PV ESS 공급량

[118] ESS KEPCO 수전량 = ESS 충전량 - PV ESS 공급량

[119] 수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하 - PV 수용가 공급량

[120] 단, 'PV KEPCO 역송량 + PV ESS 공급량 > PV 전력 생산량', PV KEPCO 역송량 + PV ESS 공급량 > PV 전력 생산량', 'PV KEPCO 역송량 + PV ESS 공급량 > PV 전력 생산량' 또는 'PV KEPCO 역송량 + PV ESS 공급량 > PV 전력 생산량' 이면, 불가능.

[121] 여기서, 'PV 수용가 공급량'은 PV(2)에서 수용가(4)로 공급되는 전력량을 의미하고, 'PV ESS 공급량'은 PV(2)에서 ESS(3)로 공급되는 전력량을 의미하고, 'PV KEPCO 역송량'은 PV(2)에서 한국전력(1)으로 공급되는 전력량(수전량)을 의미하고, 'ESS KEPCO 수전량'은 한국전력(1)에서 ESS(3)으로 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력(1)에서 수용가(4)로 공급되는 전력량을 의미한다.

[122] 도 9는 본 발명에 따른 ESS 충전시 3가지 운전 상황에 대한 모든 케이스 생성을 나타낸 도면으로서, 일례로 수용가(4)의 부하는 '5', ESS(3)의 충전량은 '4', 현재 STAGE에서의 PV(2)의 출력이 '3'인 경우 ESS 충전시 CASE #1~#3별 모든 케이스 생성을 보여준다.

[123] 도 9와 같이, ESS 충전시 CASE #1에서는 1가지 케이스가 생성되고, CASE #2에서는 4가지의 케이스가 생성되고, CASE #3에서는 16가지의 케이스가 생성될 수 있다. 이때, 모든 케이스 생성은 [수학식 1] 내지 [수학식 3]을 토대로 산출하였다.

[124] 한편, 도 4에서, 판단 결과, 현재 STAGE(N)의 지정된 STATE(P1)에서 ESS(3)가 방전상태로 판단되면(S25), 도 1에 도시된 PV-ESS 연계형 시스템의 기본 모델을 토대로 ESS 방전시 PV(2), ESS(3), 수용가(4) 및 한국전력(1)의 수전량 등의 운전 상황을 결정한다(S26).

[125] ESS 방전시 운전 상황은 [표 2]와 같이 2가지로 모델링한다.

[126] [표2]

CASE	운전 상황
#1	PV가 전력 생산을 하지 않는 경우
#2	PV에서 ESS로 전력공급이 없고, ESS가 수용가 및 KEPCO로 전력을 공급하는 경우

[127] 도 10은 본 발명에 따른 ESS 방전시 CASE #1의 운전 상황을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 10과 같이, ESS 방전시 CASE #1은 PV(2)가 전력을 생산하지 않고, ESS(3)는 한국전력(1)으로부터 전력을 공급받아 수전하거나, 한국전력(1)으로 전력을 공급하여 역송하고, 수용가(4)는 한국전력(1)과 ESS(3)로부터 전력을 공급받아 수전한다.

[128] ESS 방전시 CASE #1에서, 케이스 생성은 하기 [수학식 4]로 계산하였다.

[129] [수학식 4]

[130] ESS KEPCO 역송량 = ESS 방전량

[131] ESS 수용가 공급량 = ESS 충전량 - ESS 방전량

[132] 수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하 - ESS 수용가 공급량

[133] 여기서, 'ESS KEPCO 역송량'은 ESS(3)에서 한국전력(1)으로 공급되는 전력량을 의미하고, 'ESS 수용가 공급량'은 ESS(3)에서 수용가(4)로 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력(1)에서 수용가(4)로 공급되는 전력량을 의미한다.

[134] 도 11은 본 발명에 따른 ESS 방전시 CASE #2의 운전 상황을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[135] 도 11과 같이, ESS 방전시 CASE #2의 운전 상황에서는 PV(2)가 전력을 생산하여 한국전력(1)으로 역송하는 한편, 수용가(4)로 공급한다. 그리고,

ESS(3)는 한국전력(1)으로부터 전력을 공급받아 수전하거나 한국전력(1)으로 전력을 공급하여 역송한다. 그리고, 수용가(4)는 한국전력(1)과 ESS(3)로부터 전력을 공급받아 수전한다.

[136] ESS 방전시 CASE #2에서, 케이스 생성은 하기 [수학식 5]로 계산하였다.

[137] [수학식 5]

[138] PV KEPCO 역송량 = PV 전력 생산량

[139] PV 수용가 공급량 = PV 전력 생산량 - PV KEPCO 역송량

[140] ESS 수용가 공급량 = ESS 충전량 - ESS KEPCO 역송량

[141] 수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하 - PV 수용가 공급량 - ESS 수용가 공급량

[142] 여기서, 'PV KEPCO 역송량'은 PV(2)에서 한국전력(1)으로 역송하는 전력량을 의미하고, 'PV 수용가 공급량'은 PV(2)에서 수용가(4)로 전력을 공급하는 전력량을 의미하고, 'ESS KEPCO 역송량'은 ESS(3)에서 한국전력(1)으로 공급되는 전력량을 의미하고, 'ESS 수용가 공급량'은 ESS(3)에서 수용가(4)로 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력(1)에서 수용가(4)로 공급되는 전력량을 의미한다.

[143] 도 12는 본 발명에 따른 ESS 방전시 운전 상황에 대한 모든 케이스 생성을 나타낸 도면이다.

[144] 도 12와 같이, 일례로 현재 수용가(4)의 부하는 '5', ESS(3)의 방전량은 '3', 현재 STAGE에서의 PV(2)의 출력이 '5'인 경우, [수학식 4] 및 [수학식 5]를 이용하여 ESS 방전시 CASE #1~#2별 모든 케이스를 생성하였다. 예를 들어, ESS 방전시 CASE #1에서는 4가지 케이스를 생성하였고, CASE #2에서는 24가지의 케이스를 생성하였다.

[145] 이와 같은 방법으로, ESS 충전 및 방전시 운전 상황별 모든 케이스를 생성한 후, 도 3과 같이, 생성된 모든 케이스를 토대로 수용가의 누적 전기요금 및 최소값을 산출한다(S3).

[146] 도 13은 도 3에 도시된 수용가의 누적 최소 전기요금 산출하는 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.

[147] 도 13을 참조하면, 본 발명에 따른 수용가의 누적 최소 전기요금을 산출하는 단계(S3)는 ESS 충전 및 방전시 운전 상황별 각 STAGE마다 각 STATE별에 대한 모든 케이스에 대한 수용가의 전기요금(전기요금 지불액)을 계산하는 단계(S31)와, 각 STAGE의 STATE별 모든 케이스 중 최소 천이 비용이 소요되는 케이스를 탐색하는 단계(32)와, 설정된 기간(시간대) 내에서 산출하고자 하는 최종 STAGE의 해당 STATE 까지의 수용가 전기요금을 누적하는 단계(S33)와, 누적된 수용가의 전기요금 중 최종 STAGE의 해당 STATE 까지의 누적 전기요금의 최소치를 추출하는 단계(S34)를 포함한다.

[148] ESS 충전 및 방전시 운전 상황별 각 STAGE마다 각 STATE별에 대한 모든 케이스에 대한 수용가의 전기요금 지불액을 계산하는 단계(S31)는 설정된 기간(시간대) 내에서 도 4 내지 도 12에 도시된 방법으로 각 STAGE의 각

STATE에 대해 ESS 충전 및 방전시 각 운전 상황별 모든 케이스에 대한 수용가의 전기요금 지불액을 계산한다.

[149] 즉, 도 5와 같은 방법으로 각 STAGE의 모든 STATE에 대해 ESS 충전 또는 방전시 운전 상황별(도 6~도 8(충전), 도 10~도 11(방전) 참조) 모든 케이스를 생성하고, 이렇게 생성된 모든 케이스에 대한 수용가의 전기요금 지불액을 계산하여 저장한다.

[150] 예를 들어, 도 5에서, 최종 STAGE가 'N'이고, 해당 STATE가 '03(P1)'인 경우, N-3 번째 STAGE의 모든 STATE(01~07)에서 N-2번째 STAGE의 모든 STATE(01~07)로 천이할 때 각 운전 상황별 모든 케이스에 대한 비용과, N-2번째 STAGE의 모든 STATE(01~07)에서 N-1번째 STAGE의 모든 STATE(01~07)로 천이할 때 각 운전 상황별 모든 케이스에 대한 비용과, N-1번째 STAGE의 모든 STATE(01~07)에서 N번째 STAGE의 해당 STATE(03)로 천이할 때 각 운전 상황별 모든 케이스에 대한 비용을 각각 계산한다.

[151] 각 STAGE의 STATE별 모든 케이스 중 최소 천이 비용이 소요되는 케이스를 탐색하는 단계(32)는 단계 31에서 각 STAGE의 모든 STATE에 대해 계산된 전기요금 지불액을 토대로 모든 케이스들 중 천이 비용(이전 STAGE의 각 STATE에서 현재 STAGE의 해당 STATE로 천이할 때 소요되는 비용, 도 5 참조)이 최소가 되는 케이스를 탐색한다. 이렇게 탐색된 천이 비용이 최소가 되는 케이스는 데이터베이스화여 저장한다. 이때, 천이 비용이 최소가 되는 이전 STATE 번호와 현재 STATE 번호를 함께 저장한다.

[152] 예를 들어, 도 5에서, 운전 상황별 모든 케이스 중 N 번째 STAGE의 경우 N-1 번째 STAGE의 STATE 중 'S1'에서 'P1'으로 천이할 때 가장 천이 비용이 적게 소요되는 케이스를 탐색한다. 그리고, 'S1' 격자점의 STATE 번호를 이전 STATE 번호로 저장하는 한편, 'P1' 격자점의 STATE 번호를 현재 STATE 번호로 저장한다. 그리고, 'S1'에서 'P1'으로 천이되는 운전 상황별 최소 천이 비용이 소요되는 케이스를 저장한다.

[153] 설정된 기간(시간대) 내에서 산출하고자 하는 최종 STAGE의 해당 STATE 까지의 수용가 전기요금을 누적하는 단계(S33)는 설정된 기간 내에서 단계 31 및 단계 32를 통해 탐색된 모든 STAGE의 모든 STATE에 대한 천이 비용을 누적하여 저장한다.

[154] 이때, 수용가의 누적 전기요금을 산출하는 방법은 최초 STAGE의 각 STATE를 기준으로 누적한다. 즉, 최초 STAGE의 각 STATE에서 최종 STAGE의 해당 STATE까지 이어지는 각 루트별로 각 천이 상태에서 발생하는 천이 비용(전기요금)을 누적하여 산출한다.

[155] 예를 들어, 도 5를 참조하여 설명하면, 설정된 기간 내에서 최종 STAGE가 'N'이고, 해당 STATE가 '03(P1)'인 경우, 최초 STAGE인 N-3 번째 STAGE의 모든 STATE(01~07)에서 N-2번째 STAGE의 모든 STATE(01~07)로 각각 천이할 때 각 운전 상황별 모든 케이스에 대한 각각의 비용과, N-2번째 STAGE의 모든

STATE(01~07)에서 N-1번째 STAGE의 모든 STATE(01~07)로 천이할 때 각 운전 상황별 모든 케이스에 대한 각각의 비용과, N-1번째 STAGE의 모든 STATE(01~07)에서 N번째 STAGE의 해당 STATE(03)로 천이할 때 각 운전 상황별 모든 케이스에 대한 각각의 비용을 누적한다.

[156] 일례로, 최초 STAGE인 N-3 번째 STAGE의 STATE '01'에서 N-2번째 STAGE의 STATE '02'로 천이할 때 각 운전 상황별 모든 케이스에 대한 각각의 비용과, N-2번째 STAGE의 STATE '02'에서 N-1 번째 STAGE의 STATE '03'으로 천이할 때 각 운전 상황별 모든 케이스에 대한 각각의 비용과, N-1번째 STAGE의 STATE '03'에서 최종 번째(N) STAGE의 해당 STATE(03)로 천이할 때 각 운전 상황별 모든 케이스에 대한 각각의 비용을 누적한다.

[157] 누적된 수용가의 전기요금 중 최종 STAGE의 해당 STATE 까지의 누적 전기요금의 최소치를 추출하는 단계(S34)는 단계 33에서 누적된 수용가의 전기요금을 토대로 설정된 기간 내에서 최종 STAGE의 해당 STATE까지 각 STAGE의 천이 과정을 통해 순차적으로 지나오는 루트에서 누적 수용가 전기요금이 최소로 소요되는 루트를 추출한다.

[158] 한편, 도 3과 같이, 최종 STAGE의 해당 STATE까지 오는 과정에서 최소의 누적 수용가 전기요금을 갖는 루트로 최적 운용 스케쥴을 결정하여 시스템에 반영한다(S4).

[159] 도 14는 본 발명의 실시예에 따른 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법을 구현하기 위한 운용 시스템의 일례를 도시한 블록도이다.

[160] 도 14와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템을 운용하기 위한 운용 시스템은 초기 설정부(11), 케이스 생성부(12), 전기요금 산출부(13) 및 최적 운용 스케쥴 결정부(14)를 포함한다.

[161] 초기 설정부(11)는 PV-ESS 시스템의 운용 최적화를 위해 초기 조건을 설정하는 단계로서, 'STAGE 개수', 'STATE 개수', 'STATE 번호', '격자점 간격' 등을 설정한다.

[162] 케이스 생성부(12)는 도 3 내지 도 12에 도시된 방법을 이용하여 이전 STAGE의 STATE에서 현재 STAGE의 STAGE로 천이할 때 운전 상황별 모든 케이스를 생성한다.

[163] 전기요금 산출부(13)는 ESS 충전 및 방전시 운전 상황별로 생성된 모든 케이스를 토대로 수용가의 누적 전기요금 및 최소값을 산출한다. 즉, 도 13과 같이, ESS 충전 및 방전시 운전 상황별 각 STAGE마다 각 STATE별에 대한 모든 케이스에 대한 수용가의 전기요금을 계산하고, 각 STAGE의 STATE별 모든 케이스 중 최소 천이 비용이 소요되는 케이스를 탐색하고, 설정된 기간(시간대) 내에서 산출하고자 하는 최종 STAGE의 해당 STATE 까지의 수용가 전기요금을 누적하고, 누적된 수용가의 전기요금 중 최종 STAGE의 해당 STATE 까지의

누적 전기요금의 최소치를 추출한다.

[164] 최적 운용 스케쥴 결정부(14)는 최종 STAGE의 해당 STATE까지 오는 과정에서 최소의 누적 수용가 전기요금을 갖는 루트로 최적 운용 스케쥴을 결정하여 시스템에 반영한다.

[165] 이상에서 설명된 본 발명의 실시예에 따른 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법은 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 기록 매체의 형태(또는 컴퓨터 프로그램 제품)로 구현될 수 있다. 예를 들어, PV-ESS 연계형 시스템을 통해 실행될 수 있다. 여기에서, 컴퓨터 판독 가능 매체라 함은 컴퓨터 저장 매체(예를 들어, 메모리, 하드디스크, 자기/광학 매체 또는 SSD(Solid-State Drive) 등)를 포함할 수 있다. 그리고, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있는데, 예를 들어, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.

[166] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법은 전체 또는 일부가 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하며, 컴퓨터 프로그램은 프로세서에 의해 처리되는 프로그래밍 가능한 기계 명령어를 포함하고, 고레벨 프로그래밍언어(High-level Programming Language), 객체 지향 프로그래밍 언어(Object-oriented Programming Language), 어셈블리 언어 또는 기계 언어 등으로 구현될 수 있다.

[167] 이상에서와 같이 본 발명의 기술적 사상은 바람직한 실시예에서 구체적으로 기술되었으나, 상기한 바람직한 실시예는 그 설명을 위한 것이며, 그 제한을 위한 것이 아니다. 이처럼 이 기술 분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술 사상의 범위 내에서 본 발명의 실시예의 결합을 통해 다양한 실시예들이 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

[168] [부호의 설명]

[169] 1 : 한국전력(KEPCO)

[170] 2 : PV(Photovoltaic)

[171] 3 : ESS(Energy Storage System)

[172] 4 : 수용가

[173] 11 : 초기 설정부

[174] 12 : 케이스 생성부

[175] 13 : 전기요금 산출부

[176] 14 : 최적 운용 스케쥴 결정부

[177]

[178]

청구범위

[청구항 1] (a) 3차원 동적 좌표 공간의 X축을 설정된 기간에 해당하는 STAGE로 하고, Y축을 ESS(Energy Storage System) 충전량에 해당하는 STATE로 하고, Z축을 PV(Photovoltaic) 전력 생산량으로 하고, X축, Y축 및 Z축이 교차하는 교차점마다 STATE 번호를 각각 설정하는 초기 조건을 설정하는 단계;

(b) 설정된 기간 내의 모든 STAGE의 STATE에 대해 이전번째 STAGE의 각 STATE에서 현재 STAGE의 각 STATE로 천이할 때 각 STATE의 위치에 대응하는 ESS 충전량을 토대로 ESS의 충방전을 판단한 후 운전 상황별 모든 케이스를 생성하는 단계;

(c) 설정된 시간 내에서 최초 STAGE의 각 STATE로부터 산출하고자 하는 최종 STAGE의 해당 STATE 까지의 ESS 충방전시 운전 상황별 모든 케이스에 대한 수용가의 전기요금 지불액을 계산하고, 계산된 수용가의 전기요금 지불액을 토대로 각 STAGE의 STATE별 모든 케이스 중 최소 천이 비용이 발생한 케이스를 탐색하는 단계;

(d) 각 STAGE의 STATE별 모든 케이스 중 최소 천이 비용이 발생한 케이스에 대한 수용가 전기요금을 최초 STAGE의 각 STATE로부터 최종 STAGE의 해당 STATE 까지 누적하는 단계;

(e) 최초 STAGE의 각 STATE로부터 최종 STAGE의 해당 STATE 까지 누적된 수용가 전기요금 중 누적 전기요금이 최소가 되는 최소치 누적 전기요금을 추출하는 단계; 및

(f) 최초 STAGE의 각 STATE로부터 최종 STAGE의 해당 STATE 까지 누적된 수용가 전기요금에서 추출된 최소치 누적 전기요금을 이용하여 최적 운용 스케쥴을 결정하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서,

상기 (b) 단계에서,

이전번째 STAGE의 각 STATE에서 현재 STAGE의 각 STATE로 천이할 때 이전번째 STAGE의 STATE의 ESS 충전량이 현재 STAGE의 STATE의 ESS 충전량보다 낮으면 ESS는 충전상태로 판단하고, 이전번째 STAGE의 STATE의 ESS 충전량이 현재 STAGE의 STATE의 ESS 충전량보다 높으면 ESS는 방전상태로 판단하는 것을 특징으로 하는 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법.

[청구항 3] 제 2 항에 있어서,

상기 (b) 단계에서는,

판단 결과, ESS가 충전상태로 판단되면, ESS 충전시 PV, ESS, 수용가 및

한국전력의 운전 상황을 3가지로 모델링하되, PV가 전력을 생산하지 않고, ESS와 수용가는 PV가 아닌 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하는 운전 상황과, PV가 전력을 생산하여 한국전력으로 역송하는 한편, 수용가로 공급하고, ESS는 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하고, 수용가는 PV와 한국전력으로부터 전력을 공급받는 운전 상황과, PV가 전력을 생산하여 한국전력, ESS 및 수용가로 공급하고, ESS는 PV와 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하고, 수용가는 PV와 한국전력으로부터 전력을 공급받는 운전 상황을 포함하여 3가지로 모델링하는 것을 특징으로 하는 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법.

[청구항 4] 제 3 항에 있어서,

상기 PV가 전력을 생산하지 않고, ESS와 수용가는 PV가 아닌 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하는 운전 상황에서 케이스 생성은 하기 [수학식 1]로 계산하고,

상기 PV가 전력을 생산하여 한국전력으로 역송하는 한편, 수용가로 공급하고, ESS는 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하고, 수용가는 PV와 한국전력으로부터 전력을 공급받는 운전 상황에서 케이스 생성은 하기 [수학식 2]로 계산하고,

상기 PV가 전력을 생산하여 한국전력, ESS 및 수용가로 공급하고, ESS는 PV와 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하고, 수용가는 PV와 한국전력으로부터 전력을 공급받는 운전 상황에서 케이스 생성은 하기 [수학식 3]으로 계산하는 것을 특징으로 하는 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법.

[수학식 1]

ESS KEPCO 수전량 = ESS 충전량

수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하

여기서, 'ESS KEPCO 수전량'은 한국전력에서 ESS 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미함.

[수학식 2]

PV KEPCO 역송량 = PV 전력 생산량

PV 수용가 공급량 = PV 전력 생산량 - PV KEPCO 역송량

수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하 - PV 수용가 공급량

여기서, 'PV 수용가 공급량'은 PV에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미함.

[수학식 3]

PV KEPCO 역송량 = PV 전력 생산량

PV ESS 공급량 = PV 전력 생산량
PV 수용가 공급량 = PV 전력 생산량 - PV KEPCO 역송량 - PV ESS 공급량
ESS KEPCO 수전량 = ESS 충전량 - PV ESS 공급량
수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하 - PV 수용가 공급량
단, 'PV KEPCO 역송량 + PV ESS 공급량 > PV 전력 생산량', PV KEPCO 역송량 + PV ESS 공급량 > PV 전력 생산량', 'PV KEPCO 역송량 + PV ESS 공급량 > PV 전력 생산량' 또는 'PV KEPCO 역송량 + PV ESS 공급량 > PV 전력 생산량' 이면, 불가능.
여기서, 'PV 수용가 공급량'은 PV에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미하고, 'PV ESS 공급량'은 PV에서 ESS로 공급되는 전력량을 의미하고, 'PV KEPCO 역송량'은 PV에서 한국전력으로 공급되는 전력량을 의미하고, 'ESS KEPCO 수전량'은 한국전력에서 ESS으로 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미함.

[청구항 5] 제 2 항에 있어서,
상기 (b) 단계에서는,
판단 결과, ESS가 방전상태로 판단되면, ESS 충전시 PV, ESS, 수용가 및 한국전력의 운전 상황을 2가지로 모델링하되, PV가 전력을 생산하지 않고, ESS는 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하거나, 한국전력으로 전력을 공급하여 역송하고, 수용가는 한국전력과 ESS로부터 전력을 공급받아 수전하는 운전 상황과, PV가 전력을 생산하여 한국전력으로 역송하는 한편, 수용가로 공급하고, ESS는 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하거나 한국전력으로 전력을 공급하여 역송하고, 수용가는 한국전력과 ESS로부터 전력을 공급받아 수전하는 운전 상황을 포함하여 2가지로 모델링하는 것을 특징으로 하는 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한 PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법.

[청구항 6] 제 5 항에 있어서,
상기 PV가 전력을 생산하지 않고, ESS는 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하거나, 한국전력으로 전력을 공급하여 역송하고, 수용가는 한국전력과 ESS로부터 전력을 공급받아 수전하는 운전 상황에서 케이스 생성은 하기 [수학식 4]로 계산하고,
상기 PV가 전력을 생산하여 한국전력으로 역송하는 한편, 수용가로 공급하고, ESS는 한국전력으로부터 전력을 공급받아 수전하거나 한국전력으로 전력을 공급하여 역송하고, 수용가는 한국전력과 ESS로부터 전력을 공급받아 수전하는 운전 상황에서 케이스 생성은 하기 [수학식 5]로 계산하는,
것을 특징으로 하는 케이스 생성 기반 3차원 동적 계획법을 이용한

PV-ESS 연계형 시스템의 운용방법.

[수학식 4]

ESS KEPCO 역송량 = ESS 방전량

ESS 수용가 공급량 = ESS 충전량 - ESS 방전량

수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하 - ESS 수용가 공급량

여기서, 'ESS KEPCO 역송량'은 ESS에서 한국전력으로 공급되는 전력량을 의미하고, 'ESS 수용가 공급량'은 ESS에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미함.

[수학식 5]

PV KEPCO 역송량 = PV 전력 생산량

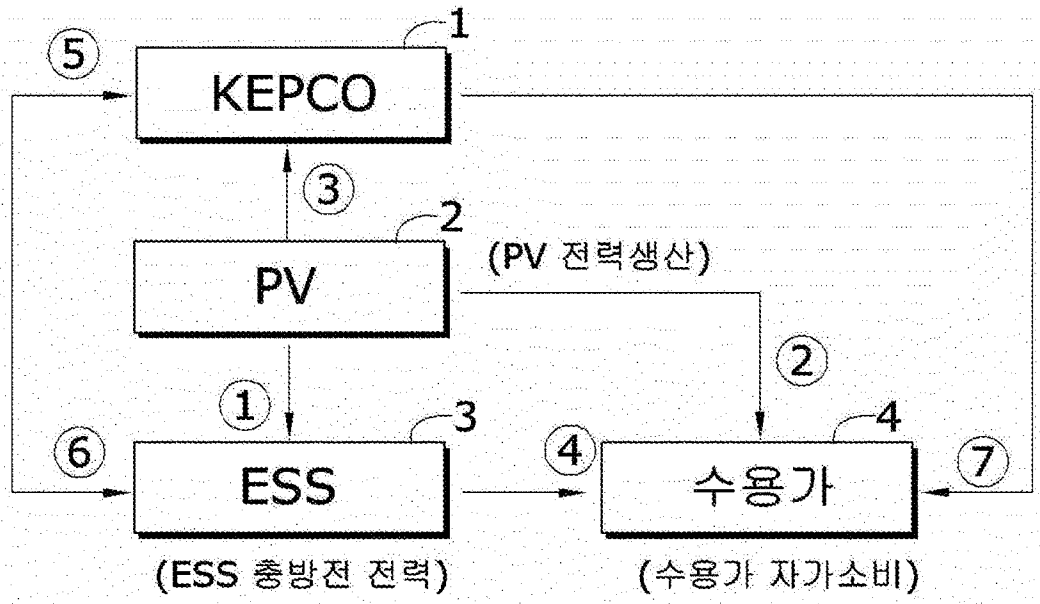
PV 수용가 공급량 = PV 전력 생산량 - PV KEPCO 역송량

ESS 수용가 공급량 = ESS 충전량 - ESS KEPCO 역송량

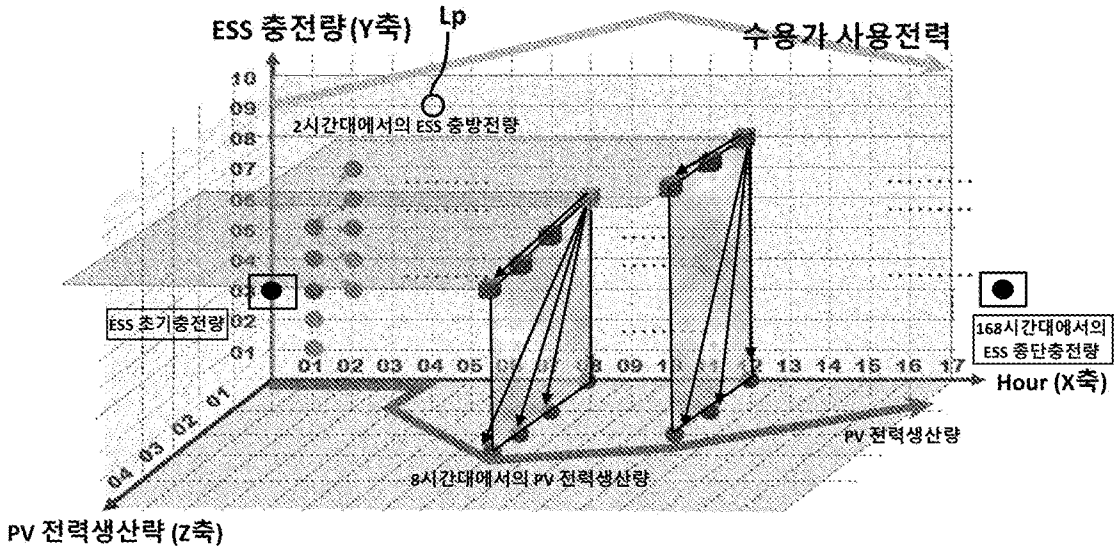
수용가 KEPCO 수전량 = 수용가 부하 - PV 수용가 공급량 - ESS 수용가 공급량

여기서, 'PV KEPCO 역송량'은 PV에서 한국전력으로 역송하는 전력량을 의미하고, 'PV 수용가 공급량'은 PV에서 수용가로 전력을 공급하는 전력량을 의미하고, 'ESS KEPCO 역송량'은 ESS에서 한국전력으로 공급되는 전력량을 의미하고, 'ESS 수용가 공급량'은 ESS에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미하고, '수용가 KEPCO 수전량'은 한국전력에서 수용가로 공급되는 전력량을 의미함.

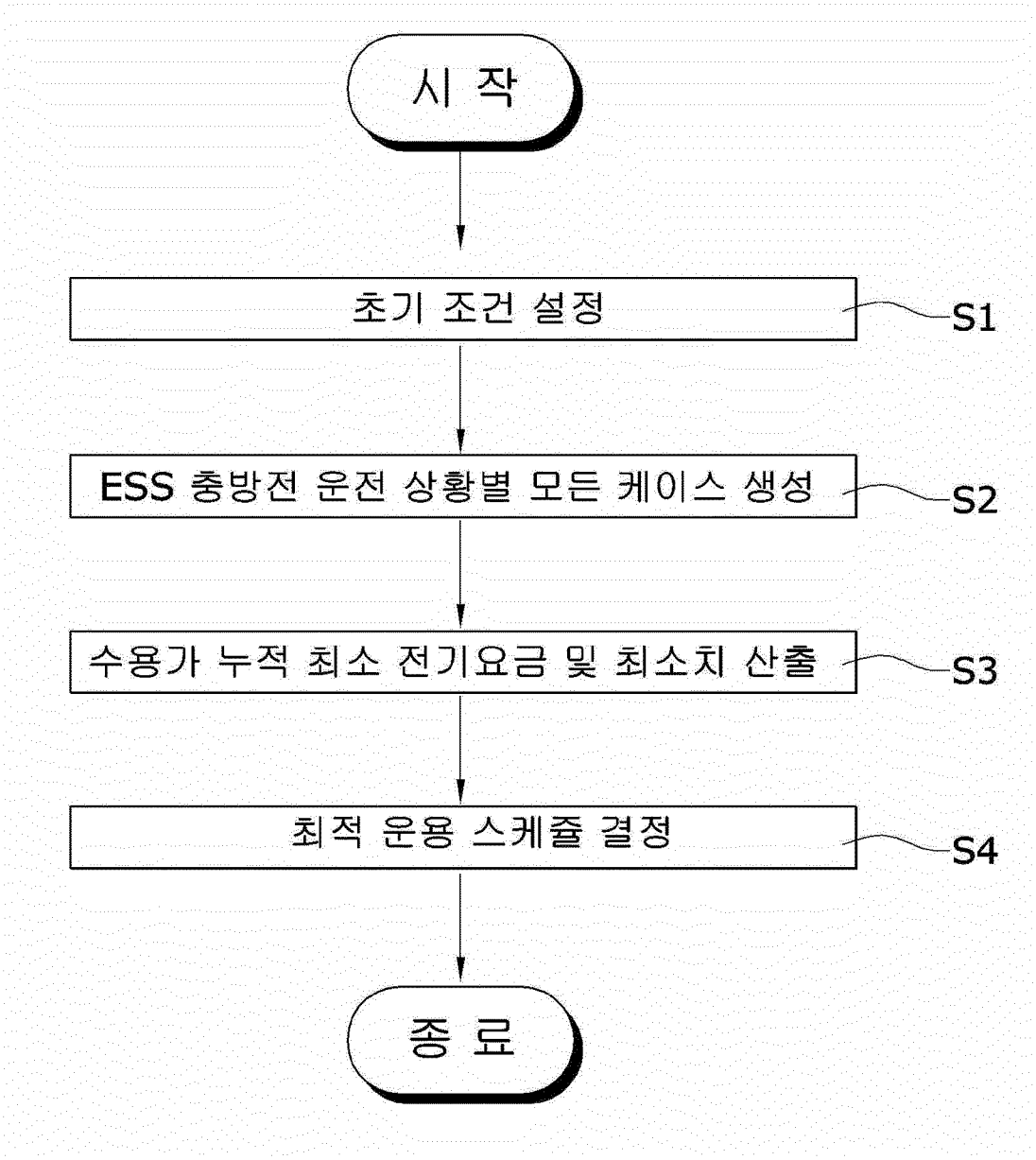
[도1]


KEPCO
PV
ESS
수용가
(PV 전력생산)
(ESS 충방전 전력)
(수용가 자가소비)

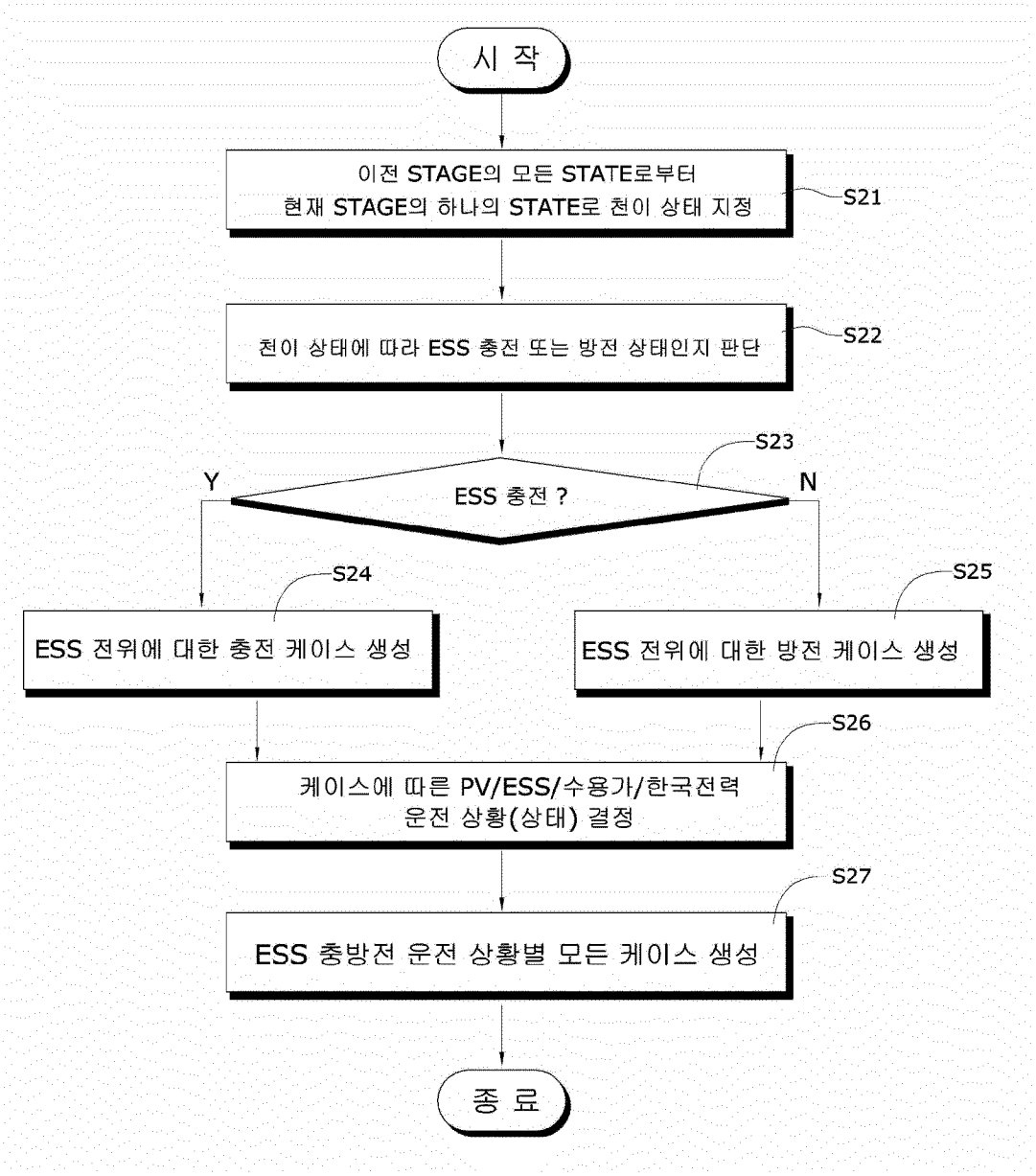
[도2]


ESS 충전량(Y축)
Lp
수용가 사용전력
2시간대에서의 ESS 충방전량
ESS 초기충전량
168시간대에서의 ESS 종단충전량
Hour (X축)
PV 전력생산량
8시간대에서의 PV 전력생산량
PV 전력생산량 (Z축)

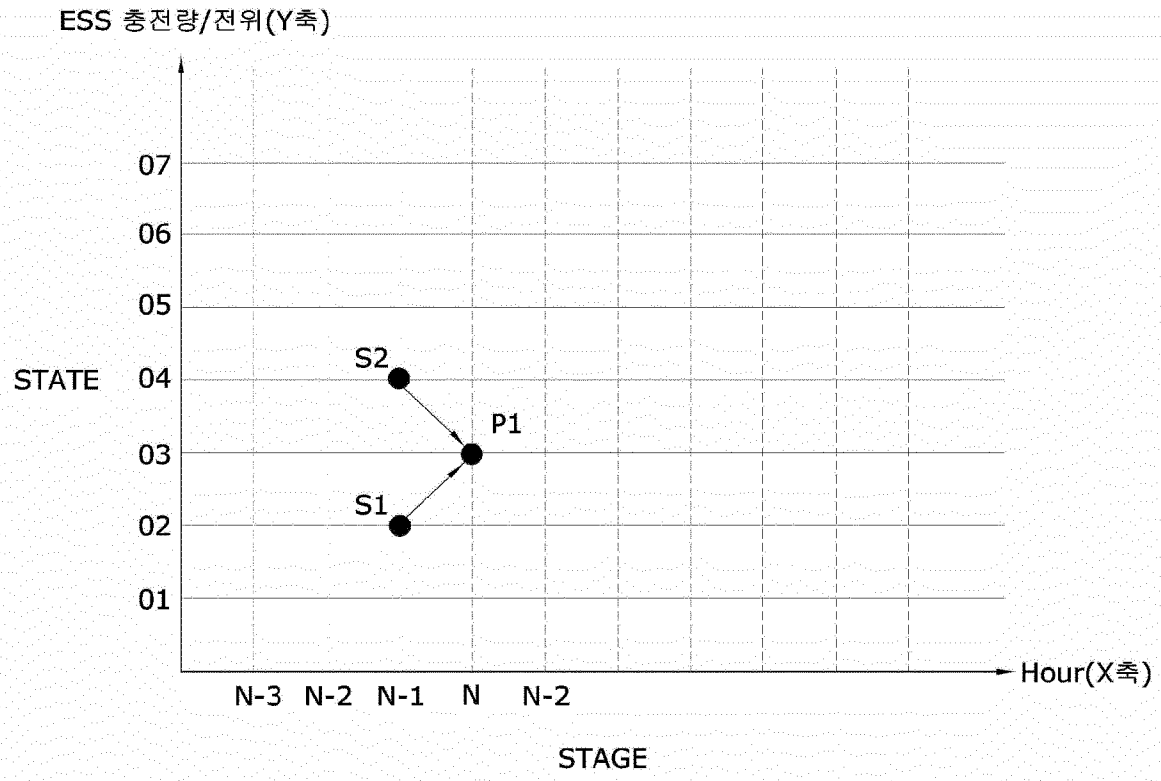
[도3]


시 작
초기 조건 설정
S1
ESS 충방전 운전 상황별 모든 케이스 생성
S2
수용가 누적 최소 전기요금 및 최소치 산출
S3
최적 운용 스케쥴 결정
S4
종 료

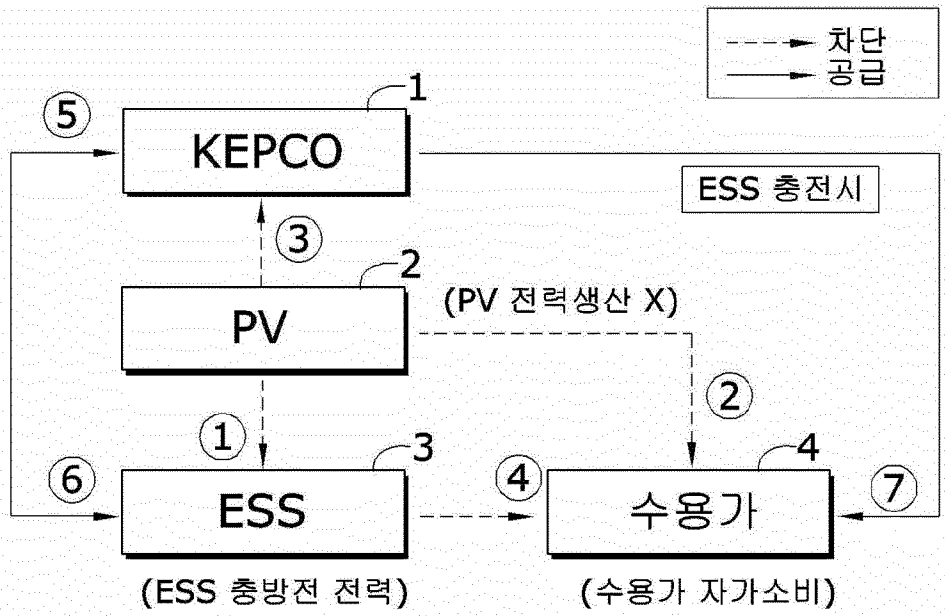
[도4]


시 작
이전 STAGE의 모든 STATE로부터
현재 STAGE의 하나의 STATE로 천이 상태 지정
S21
천이 상태에 따라 ESS 충전 또는 방전 상태인지 판단
S22
S23
ESS 충전 ?
Y
N
S24
ESS 전위에 대한 충전 케이스 생성
S25
ESS 전위에 대한 방전 케이스 생성
S26
케이스에 따른 PV/ESS/수용가/한국전력
운전 상황(상태) 결정
S27
ESS 충방전 운전 상황별 모든 케이스 생성
종 료

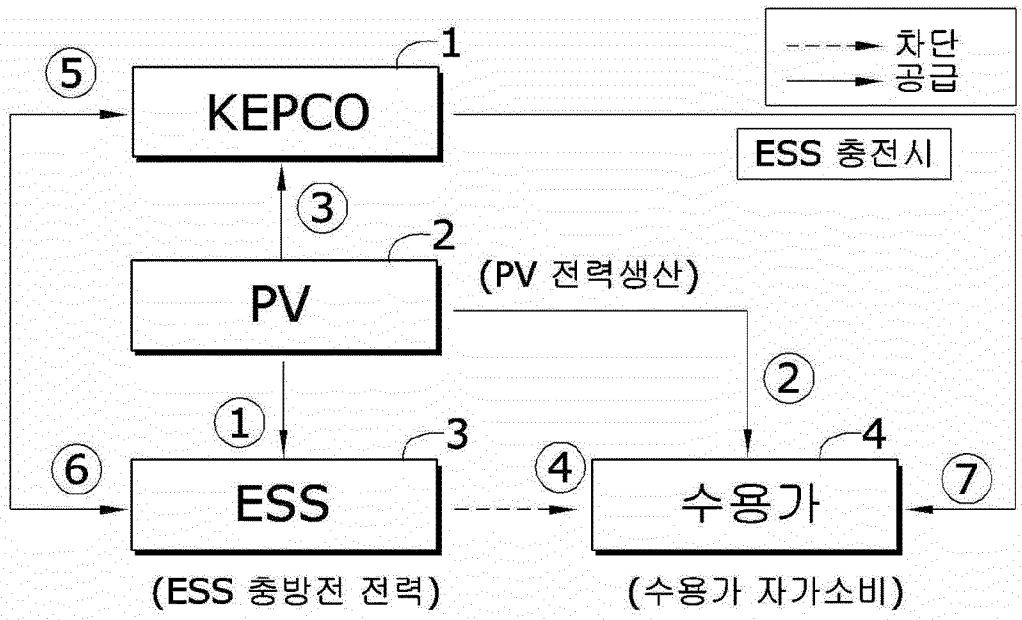
[도5]


ESS 충전량/전위(Y축)
07
06
05
STATE
04
03
02
01
S2
P1
S1
N-3
N-2
N-1
N
N-2
Hour(X축)
STAGE

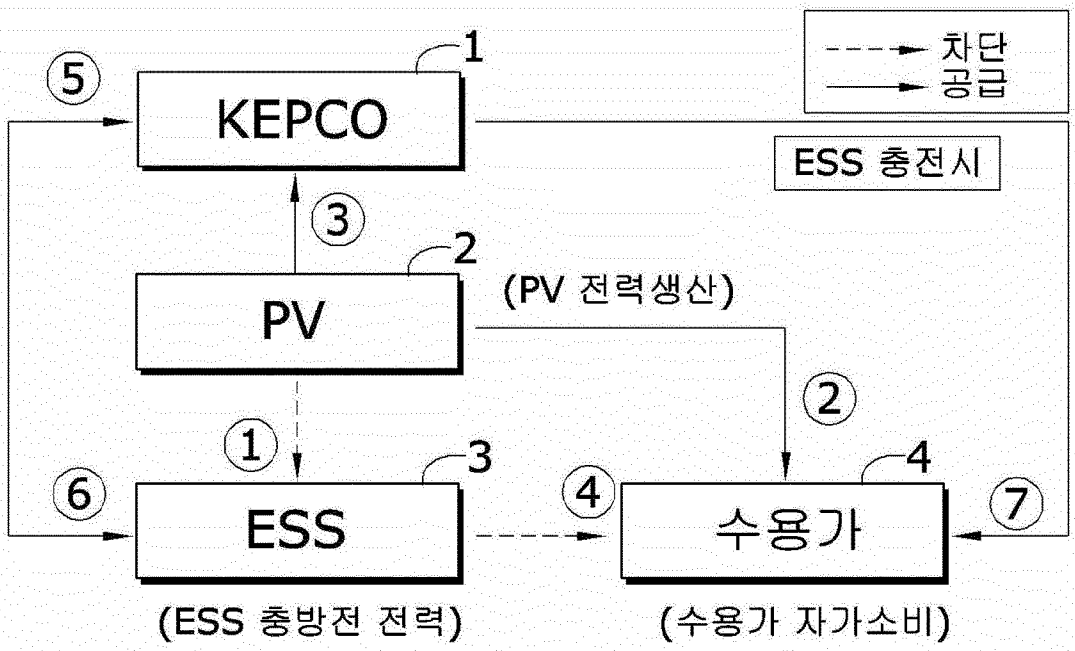
[도6]


차단
공급
KEPCO
1
5
ESS 충전시
3
PV
2
(PV 전력생산 X)
2
1
ESS
3
6
4
수용가
4
7
(ESS 충방전 전력)
(수용가 자가소비)

[도7]


차단
공급
KEPCO
1
5
ESS 충전시
3
PV
2
(PV 전력생산)
2
1
3
4
6
ESS
수용가
7
(ESS 충방전 전력)
(수용가 자가소비)

[도8]


차단
공급
KEPCO
1
5
ESS 충전시
3
PV
2
(PV 전력생산)
2
1
3
4
6
ESS
수용가
7
(ESS 충방전 전력)
(수용가 자가소비)

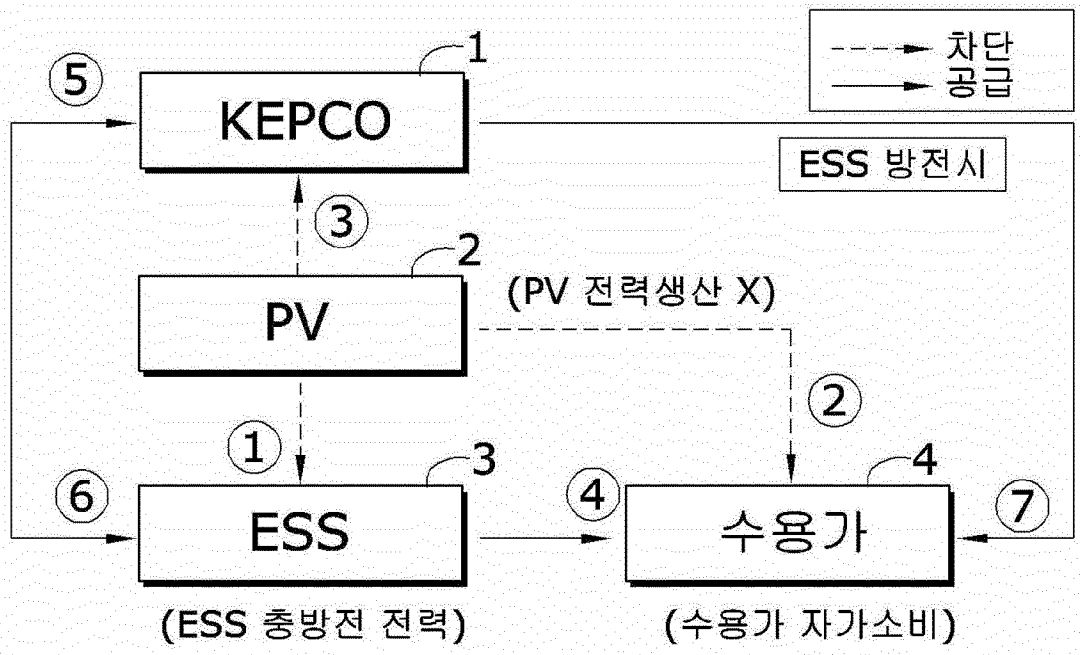
[도9]

현재 부하 5에서 ●5

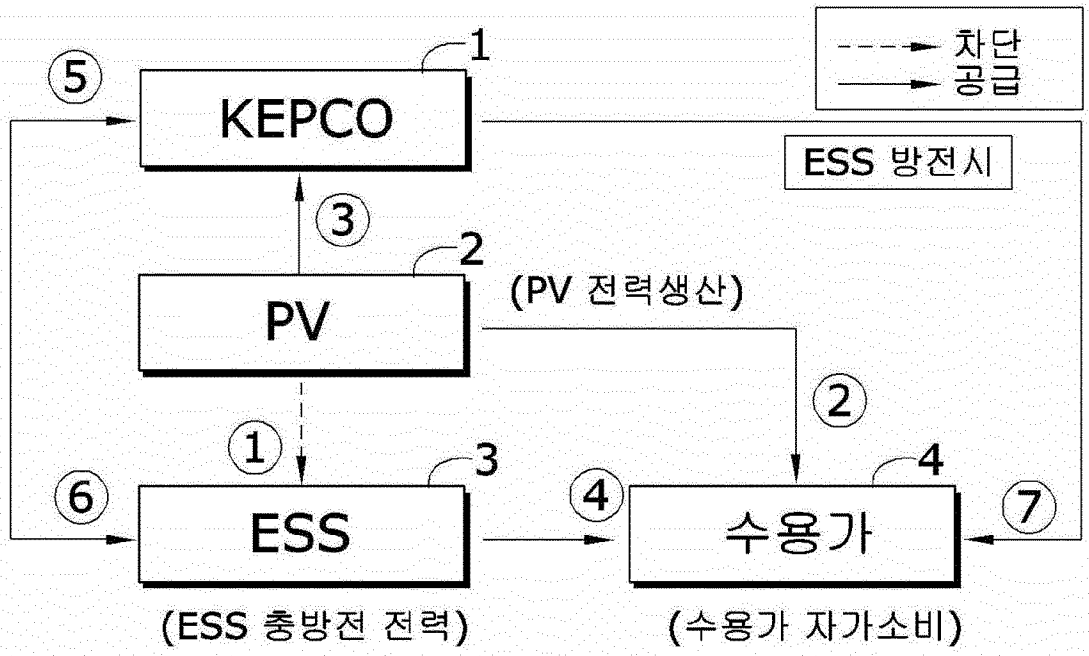
if ESS 충전을 4를 하는 경우 ■4 현재 PV 출력이 3 이라면 ★3

계산식				★3-(A+B)	■4-B	충전이므로	●5-C	Dimension	
경우	번호	PV KEPCO 역송량	PV ESS 공급량	PV 수용가 공급량	ESS KEPCO 수전량 수전 (+) 역송 (-)	ESS 수용가 공급량	수용가 KEPCO 수전량	case의 개수	
		A	B	C	D	E	F		
[1]	1	0	0	0	4	0	5	1	1
[2]	2	0	0	3	4	0	2	★3+1	4
	3	1	0	2	4	0	3		
	4	2	0	1	4	0	4		
	5	3	0	0	4	0	5		
[3]	6	0	0	3	4	0	2	(★3+1)**2	16
	7	0	1	2	3	0	3		
	8	0	2	1	2	0	4		
	9	0	3	0	1	0	5		
	10	1	0	2	4	0	3		
	11	1	1	1	3	0	4		
	12	1	2	0	2	0	5		
	13	1	3 (불가능)	불가능	불가능	0	불가능		
	14	2	0	1	4	0	4		
	15	2	1	0	3	0	5		
	16	2	2 (불가능)	불가능	불가능	0	불가능		
	17	2	3 (불가능)	불가능	불가능	0	불가능		
	18	3	0	0	4	0	5		
	19	3	1 (불가능)	불가능	불가능	0	불가능		
	20	3	2 (불가능)	불가능	불가능	0	불가능		
	21	3	3 (불가능)	불가능	불가능	0	불가능		21
			if (A+B) > ★3 then B,C,D,F불가능						
		0	계산하지 않아도 되는 값						

[도10]


차단
공급
KEPCO
1
5
ESS 방전시
3
PV
2
(PV 전력생산 X)
2
1
6
ESS
3
4
수용가
4
7
(ESS 충방전 전력)
(수용가 자가소비)

[도11]


차단
공급
KEPCO
1
5
ESS 방전시
3
PV
2
(PV 전력생산)
2
1
6
ESS
3
4
수용가
4
7
(ESS 충방전 전력)
(수용가 자가소비)

[도12]

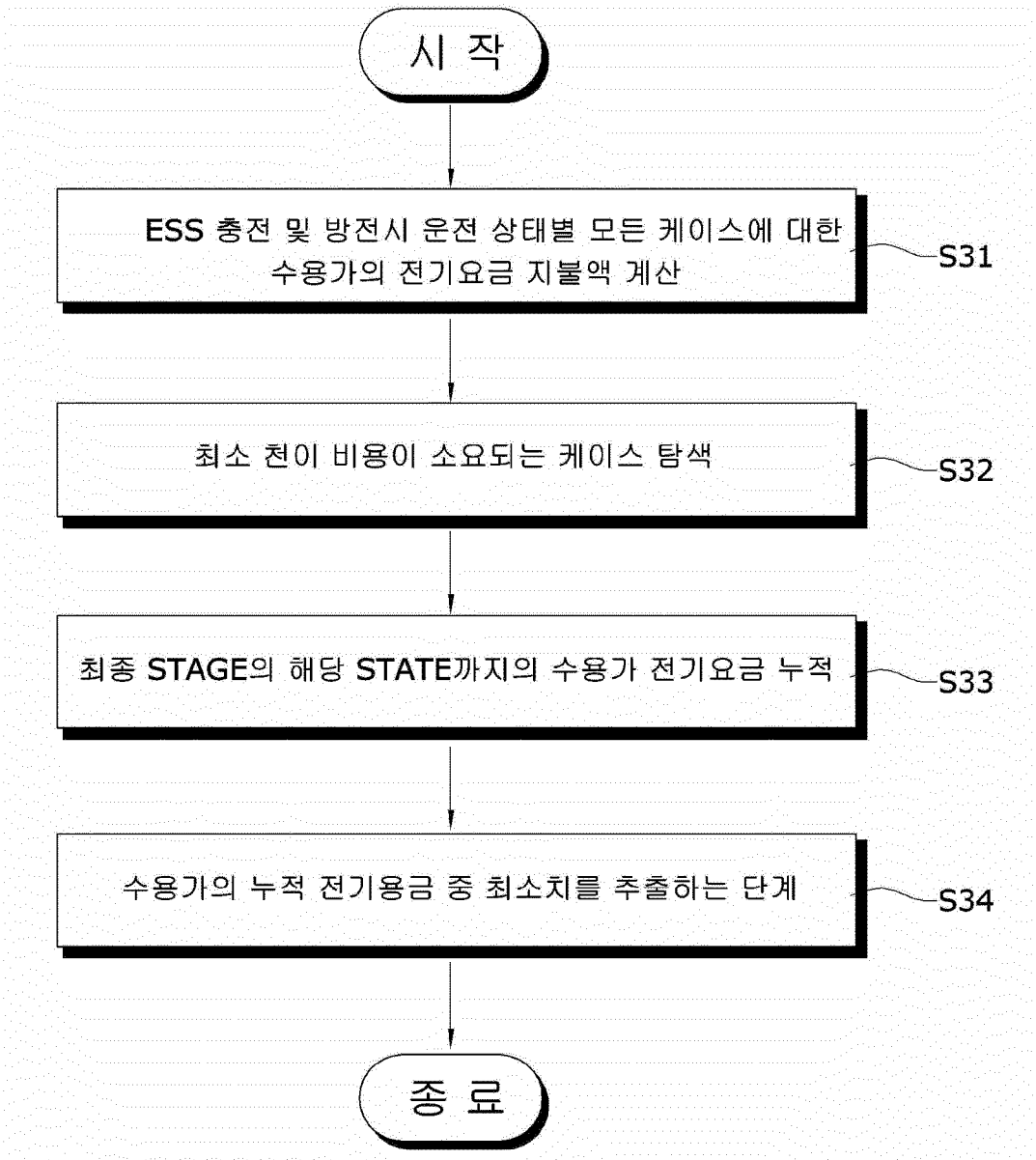
현재 부하 5에서 ●5
if ESS 방전을 3 하는 경우 ■3 현재 PV 출력이 5 라면 ★5

계산식			방전이므로	★5-A		■ 3+D	● 5-C-E	Dimension	
경우	번호	PV KEPCO 역송량	PV ESS 공급량	PV 수용가 공급량	ESS KEPCO 수전량 수전(+) 역송 (-)	ESS 수용가 공급량	수용가 KEPCO 수전량	case의 개수	
		A	B	C	D	E	F		
[1]	1	0	0	0	0	3	2	■3+1	4
	2	0	0	0	-1	2	3		
	3	0	0	0	-2	1	4		
	4	0	0	0	-3	0	5		
[2]	5	0	0	5	0	3(불가능)	불가능	(■3+1)(★5+1)	24
	6	0	0	5	-1	2(불가능)	불가능		
	7	0	0	5	-2	1(불가능)	불가능		
	8	0	0	5	-3	0	0		
	9	1	0	4	0	3(불가능)	불가능		
	10	1	0	4	-1	2(불가능)	불가능		
	11	1	0	4	-2	1	0		
	12	1	0	4	-3	0	1		
	13	2	0	3	0	3(불가능)	불가능		
	14	2	0	3	-1	2	0		
	15	2	0	3	-2	1	1		
	16	2	0	3	-3	0	2		
	17	3	0	2	0	3	0		
	18	3	0	2	-1	2	1		
	19	3	0	2	-2	1	2		
	20	3	0	2	-3	0	3		
	21	4	0	1	0	3	1		
	22	4	0	1	-1	2	2		
	23	4	0	1	-2	1	3		
	24	4	0	1	-3	0	4		
	25	5	0	0	0	3	2		
	26	5	0	0	-1	2	3		
	27	5	0	0	-2	1	4		
	28	5	0	0	-3	0	5		28
[3]	해당없음								

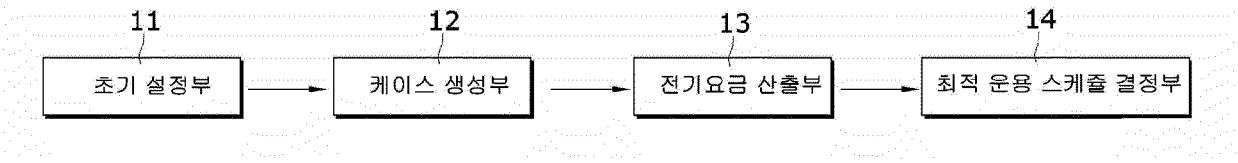
if (C+E) >●5 then E,F 불가능

0 계산하지 않아도 되는 값

[도13]


시 작
ESS 충전 및 방전시 운전 상태별 모든 케이스에 대한 수용가의 전기요금 지불액 계산
S31
최소 천이 비용이 소요되는 케이스 탐색
S32
최종 STAGE의 해당 STATE까지의 수용가 전기요금 누적
S33
수용가의 누적 전기용금 중 최소치를 추출하는 단계
S34
종 료

[도14]


11
초기 설정부
12
케이스 생성부
13
전기요금 산출부
14
최적 운용 스케줄 결정부

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2019/004681

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/38(2006.01)i, H02J 3/32(2006.01)i, G06Q 50/06(2012.01)i, G06Q 10/04(2012.01)i, G06Q 10/06(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)

H02J 3/38; F02G 5/04; F24H 1/00; G06Q 50/06; H01M 8/04; H02S 40/30; H02S 40/38; H02S 50/00; H02J 3/32; G06Q 10/04; G06Q 10/06

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: photovoltaic(PV), energy storage system(ESS), renewable, price, 3-dimensional

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2018-0044573 A (CUROO. INC.) 03 May 2018 See paragraphs [221]-[271], figures 5-8.	1-6
A	KR 10-2016-0042554 A (JHENERGY. CO., LTD. et al.) 20 April 2016 See paragraphs [15]-[69], figure 3.	1-6
A	JP 2007-220665 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.) 30 August 2007 See the entire document.	1-6
A	JP 2010-169328 A (FUJI ELECTRIC HOLDINGS CO., LTD.) 05 August 2010 See the entire document.	1-6
DA	KR 10-1597993 B1 (HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) 29 February 2016 See the entire document.	1-6

☐ 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	Date of mailing of the international search report
17 JANUARY 2020 (17.01.2020)	**20 JANUARY 2020 (20.01.2020)**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2019/004681

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2018-0044573 A	03/05/2018	KR 10-1893834 B1	31/08/2018
KR 10-2016-0042554 A	20/04/2016	KR 10-1715451 B1	14/03/2017
JP 2007-220665 A	30/08/2007	JP 5342108 B2	13/11/2013
JP 2010-169328 A	05/08/2010	JP 5278743 B2	04/09/2013
KR 10-1597993 B1	29/02/2016	None	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2019/004681

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H02J 3/38(2006.01)i, H02J 3/32(2006.01)i, G06Q 50/06(2012.01)i, G06Q 10/04(2012.01)i, G06Q 10/06(2012.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H02J 3/38; F02G 5/04; F24H 1/00; G06Q 50/06; H01M 8/04; H02S 40/30; H02S 40/38; H02S 50/00; H02J 3/32; G06Q 10/04; G06Q 10/06

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:태양광(photovoltaic, PV), 에너지 저장 시스템(energy storage system, ESS), 신재생(renewable), 요금(price), 3차원(3-dimensional)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2018-0044573 A (주식회사 쿠루) 2018.05.03 단락 221-271, 도면 5-8 참조.	1-6
A	KR 10-2016-0042554 A ((주)제이에이치에너지 등) 2016.04.20 단락 15-69, 도면 3 참조.	1-6
A	JP 2007-220665 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.) 2007.08.30 전체 문헌 참조.	1-6
A	JP 2010-169328 A (FUJI ELECTRIC HOLDINGS CO., LTD.) 2010.08.05 전체 문헌 참조.	1-6
DA	KR 10-1597993 B1 (현대중공업 주식회사) 2016.02.29 전체 문헌 참조.	1-6

☐ 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

"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

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

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

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

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

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

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

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

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2020년 01월 17일 (17.01.2020)	2020년 01월 20일 (20.01.2020)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
박혜련
전화번호 +82-42-481-3463

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2019/004681

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2018-0044573 A	2018/05/03	KR 10-1893834 B1	2018/08/31
KR 10-2016-0042554 A	2016/04/20	KR 10-1715451 B1	2017/03/14
JP 2007-220665 A	2007/08/30	JP 5342108 B2	2013/11/13
JP 2010-169328 A	2010/08/05	JP 5278743 B2	2013/09/04
KR 10-1597993 B1	2016/02/29	없음	