



(51) 국제특허분류:

F01K 25/10 (2006.01)

F01K 7/16 (2006.01)

F01K 7/32 (2006.01)

F02G 5/02 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2017/010393

(22) 국제출원일:

2017 년 9 월 21 일 (21.09.2017)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2016-0127568 2016 년 10 월 4 일 (04.10.2016) KR

(71) 출원인: 두산중공업 주식회사 (DOOSAN HEAVY INDUSTRIES & CONSTRUCTION CO., LTD) [KR/KR]; 51711 경상남도 창원시 성산구 두산블로로 22, Gyeongsangnam-do (KR).

(72) 발명자: 차송훈 (CHA, Song Hun); 18143 경기도 오산시 오산로132번길 10, 204동 1104호, Gyeonggi-do (KR). 김

학수 (KIM, Hak Soo); 17090 경기도 용인시 처인구 지삼로590번길 24, 103동 202호, Gyeonggi-do (KR).

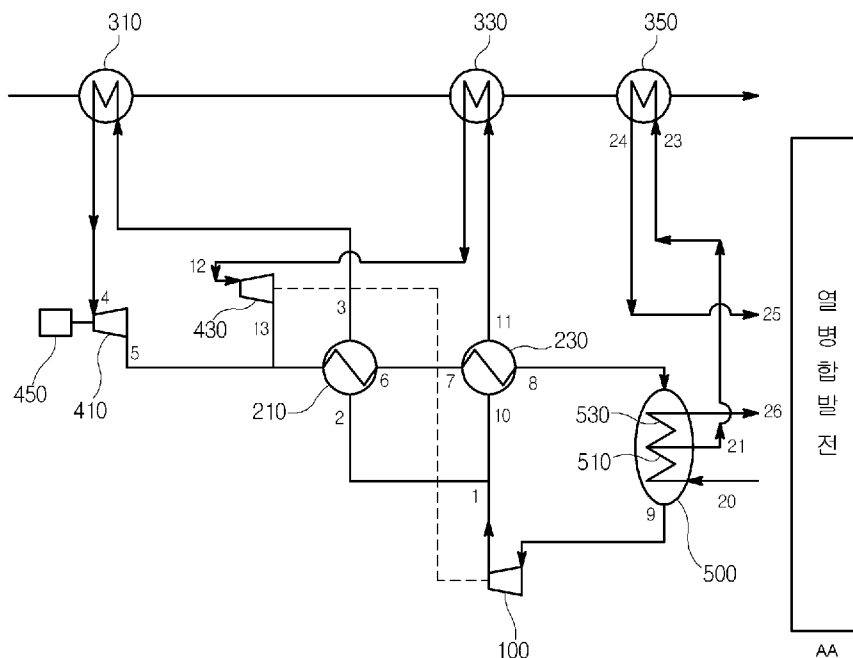
(74) 대리인: 특허법인 정안 (HONESTY & JR PARTNERS INTELLECTUAL PROPERTY LAW GROUP); 06103 서울시 강남구 선릉로 615, 5층, Seoul (KR).

(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, 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, 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 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) Title: HYBRID-TYPE GENERATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 하이브리드형 발전 시스템



AA ... Combined heat and power generation

(57) **Abstract:** The present invention relates to a hybrid-type generation system. The present invention allows supercritical carbon dioxide generation and combined heat and power generation to be integrally performed so as to improve electricity generation and heat generation efficiency. In addition, the present invention improves heat efficiency of a generation cycle and enables active coping with electric power demand that changes seasonally.

(57) **요약서:** 본 발명은 하이브리드형 발전 시스템에 관한 것으로, 본 발명에 따르면, 초임계 이산화탄소 발전과 열병합 발전을 통합 운용하여 전기 생산 및 난방열 생산 효율을 향상시키는 효과가 있다. 뿐만 아니라 발전 사이클의 열효율이 향상되고, 계절별로 달라지는 전력 수요에 능동적으로 대처할 수 있는 효과가 있다.



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))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

명세서

발명의 명칭: 하이브리드형 발전 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 하이브리드형 발전 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 초임계 이산화탄소 발전과 열병합 발전을 통합 운용하여 전기 생산 및 난방열 생산 효율을 향상시킨 하이브리드형 발전 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 국제적으로 효율적인 전력 생산에 대한 필요성이 점차 커지고 있고, 공해물질 발생을 줄이기 위한 움직임이 점차 활발해짐에 따라 공해물질의 발생을 줄이면서 전력 생산량을 높이기 위해 여러 가지 노력을 기울이고 있다. 그러한 노력의 하나로 한국공개특허 제2013-0036180호에 개시된 바와 같이 초임계 이산화탄소를 작동 유체로 사용하는 초임계 이산화탄소 발전 시스템(Power generation system using Supercritical CO₂)에 대한 연구 개발이 활성화되고 있다.
- [3] 초임계 상태의 이산화탄소는 액체 상태와 유사한 밀도에 기체와 비슷한 점성을 동시에 가지므로 기기의 소형화와 더불어, 유체의 압축 및 순환에 필요한 전력소모를 최소화할 수 있다. 동시에 임계점이 섭씨 31.4도, 72.8기압으로, 임계점이 섭씨 373.95도, 217.7기압인 물보다 매우 낮아서 다루기가 용이한 장점이 있다.
- [4] 또한, 초임계 이산화탄소 발전 시스템은 발전에 사용된 이산화탄소를 외부로 배출하지 않는 폐사이클(closed cycle)로 운영되는 경우가 대부분이기 때문에 국가별 공해물질 배출 감소에 큰 도움이 될 수 있다.
- [5] 그러나 기존의 초임계 이산화탄소 발전 시스템은 일정 규모 이상으로 대용량화하기가 어려워 필요 전력량의 일부만을 공급할 수 있는 한계가 있다. 또한, 석탄화력 발전의 경우 전력 생산 효율은 증가시키면서도 공해물질의 배출량은 줄여야하는 과제가 있다.
- [6] 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 초임계 이산화탄소 발전 시스템 및 석탄화력 발전 시스템을 개선하고 전력 생산 효율을 향상시켜야 할 방안을 개발할 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명의 목적은 초임계 이산화탄소 발전과 열병합 발전을 통합 운용하여 전기 생산 및 난방열 생산 효율을 향상시킬 수 있는 하이브리드형 발전 시스템을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [8] 본 발명의 하이브리드형 발전 시스템은, 초임계 이산화탄소를 작동 유체로 사용해 전기 에너지를 생산하는 초임계 이산화탄소 발전 시스템과, 연료를

연소해 열 에너지 및 전기 에너지를 생산하는 열병합 발전 시스템을 혼합한 하이브리드형 발전 시스템에 있어서, 상기 작동 유체를 순환시키는 적어도 하나의 펌프와, 상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체를 1차로 가열하는 적어도 하나의 리큐퍼레이터와, 폐열을 열원으로 하여 상기 리큐퍼레이터에서 가열된 상기 작동 유체를 재가열하는 적어도 하나의 열교환기와, 상기 열교환기에서 재가열된 상기 작동 유체에 의해 구동되는 복수의 터빈과, 상기 열병합 발전 시스템의 난방수와 상기 작동 유체를 열교환해 상기 난방수는 가열하고 상기 작동 유체는 냉각시키는 복합 열교환기를 포함하며, 상기 터빈을 거친 상기 작동 유체는 상기 리큐퍼레이터에서 상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체와 열교환해 냉각된 후 상기 복합 열교환기로 공급되는 것을 특징으로 하고, 상기 초임계 이산화탄소 발전 시스템과 상기 열병합 발전 시스템은 상기 복합 열교환기를 공유하는 것을 특징으로 한다.

- [9] 상기 복합 열교환기를 통과한 상기 작동 유체는 상기 펌프로 순환되는 것을 특징으로 한다.
- [10] 상기 난방수는 상기 리큐퍼레이터와 상기 열교환기 중 적어도 어느 하나에 의해 가열된 후 상기 열병합 발전 시스템으로 공급되는 것을 특징으로 한다.
- [11] 상기 난방수는 상기 열병합 발전 시스템으로부터 상기 복합 열교환기로 유입된 후 일부 또는 전부가 상기 리큐퍼레이터 또는 상기 열교환기로 공급되거나, 상기 복합 열교환기와 상기 리큐퍼레이터 또는 상기 열교환기로 각각 분기되어 공급되는 것을 특징으로 한다.
- [12] 상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체는 상기 리큐퍼레이터에서 1차로 가열되고, 상기 열교환기로 보내져 2차로 가열된 뒤 분기되어 상기 복수의 터빈으로 공급되는 것을 특징으로 한다.
- [13] 상기 리큐퍼레이터 및 상기 열교환기는 복수 개로 구비되며, 상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체는 상기 복수의 리큐퍼레이터로 분기되어 1차로 가열된 후 상기 복수의 열교환기로 각각 공급되어 2차로 가열된 뒤 상기 복수의 터빈으로 각각 공급되는 것을 특징으로 한다.
- [14] 상기 리큐퍼레이터 및 상기 열교환기는 복수 개로 구비되며, 상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체는 상기 복수의 리큐퍼레이터로 분기되어 1차로 가열된 후 상기 복수의 열교환기로 각각 공급되어 2차로 가열된 뒤 상기 복수의 터빈 또는 적어도 하나의 상기 리큐퍼레이터로 각각 공급되는 것을 특징으로 한다.
- [15] 상기 터빈을 통과한 상기 작동 유체는 적어도 하나의 상기 리큐퍼레이터로 유입되는 것을 특징으로 한다.
- [16] 상기 열교환기는 복수 개로 구비되며, 폐열 기체가 유입되는 부분에서 배출되는 부분을 향해 순차적으로 배치되는 것을 특징으로 한다.
- [17] 상기 리큐퍼레이터는 복수 개가 순차적으로 배치되며, 상기 터빈을 통과한 작동 유체가 상기 리큐퍼레이터를 순차적으로 통과하여 냉각되는 것을 특징으로 한다.

- [18] 또한, 본 발명은 초임계 이산화탄소를 작동 유체로 사용해 전기 에너지를 생산하는 초임계 이산화탄소 발전 시스템과, 연료를 연소해 열 에너지 및 전기 에너지를 생산하는 열병합 발전 시스템을 혼합한 하이브리드형 발전 시스템에 있어서, 상기 작동 유체를 순환시키는 적어도 하나의 펌프와, 상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체를 1차로 가열하는 적어도 하나의 리큐퍼레이터와, 폐열을 열원으로 하여 상기 리큐퍼레이터에서 가열된 상기 작동 유체를 재가열하는 적어도 하나의 열교환기와, 상기 열교환기에서 재가열된 상기 작동 유체에 의해 구동되는 하나의 터빈과, 상기 열병합 발전 시스템의 난방수와 상기 작동 유체를 열교환해 상기 난방수는 가열하고 상기 작동 유체는 냉각시키는 복합 열교환기를 포함하며, 상기 터빈을 거친 상기 작동 유체는 상기 리큐퍼레이터에서 상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체와 열교환해 냉각된 후 상기 복합 열교환기로 공급되는 것을 특징으로 하고, 상기 초임계 이산화탄소 발전 시스템과 상기 열병합 발전 시스템은 상기 복합 열교환기를 공유하는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 초임계 이산화탄소 발전 시스템을 제공한다.
- [19] 상기 복합 열교환기를 통과한 상기 작동 유체는 상기 펌프로 순환되는 것을 특징으로 한다.
- [20] 상기 난방수는 상기 리큐퍼레이터와 상기 열교환기 중 적어도 어느 하나에 의해 가열된 후 상기 열병합 발전 시스템으로 공급되는 것을 특징으로 한다.
- [21] 상기 난방수는 상기 열병합 발전 시스템으로부터 상기 복합 열교환기로 유입된 후 일부 또는 전부가 상기 리큐퍼레이터 또는 상기 열교환기로 공급되거나, 상기 복합 열교환기와 상기 리큐퍼레이터 또는 상기 열교환기로 각각 분기되어 공급되는 것을 특징으로 한다.
- [22] 상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체는 상기 리큐퍼레이터에서 1차로 가열되고, 상기 열교환기로 보내져 2차로 가열된 뒤 상기 터빈으로 공급되는 것을 특징으로 한다.
- [23] 상기 펌프, 상기 리큐퍼레이터 및 상기 열교환기는 복수 개로 구비되며, 상기 복합 열교환기의 전단에서 분기된 상기 작동 유체는 상기 펌프 중 고온 측 펌프로 공급되고, 상기 펌프 중 저온 측 펌프를 통과한 상기 작동 유체는 상기 리큐퍼레이터 중 저온 측 리큐퍼레이터에서 1차로 가열된 후 상기 고온 측 펌프를 통과한 상기 작동 유체와 혼합되어 상기 리큐퍼레이터 중 고온 측 리큐퍼레이터에서 2차로 가열되는 것을 특징으로 한다.
- [24] 상기 리큐퍼레이터 중 고온 측 리큐퍼레이터에서 2차로 가열된 상기 작동 유체는 상기 열교환기 중 어느 하나로 공급되어 재가열된 뒤 상기 터빈으로 공급되는 것을 특징으로 한다.
- [25] 상기 터빈을 통과한 상기 작동 유체는 적어도 하나의 상기 리큐퍼레이터로 유입되는 것을 특징으로 한다.
- [26] 상기 열교환기는 복수 개로 구비되며, 폐열 기체가 유입되는 부분에서 배출되는 부분을 향해 순차적으로 배치되는 것을 특징으로 한다.

- [27] 상기 리큐퍼레이터는 복수 개가 순차적으로 배치되며, 상기 터빈을 통과한 작동 유체가 상기 리큐퍼레이터를 순차적으로 통과하여 냉각되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [28] 본 발명의 일 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 초임계 이산화탄소 발전과 열병합 발전을 통합 운용하여 전기 생산 및 난방열 생산 효율을 향상시키는 효과가 있다. 뿐만 아니라 발전 사이클의 열효율이 향상되고, 계절별로 달라지는 전력 수요에 능동적으로 대처할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [29] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도,
 [30] 도 2 내지 도 4는 제1 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도,
 [31] 도 5는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도,
 [32] 도 6은 제2 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도,
 [33] 도 7은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도,
 [34] 도 8은 제3 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도,
 [35] 도 9는 본 발명의 제4 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도,
 [36] 도 10 내지 도 12는 제4 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도,
 [37] 도 13은 본 발명의 제5 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도,
 [38] 도 14는 본 발명의 제6 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도,
 [39] 도 15는 본 발명의 제7 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도,
 [40] 도 16 및 도 17은 제7 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도,
 [41] 도 18은 본 발명의 제8 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도,
 [42] 도 19는 제8 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도,
 [43] 도 20은 본 발명의 제9 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도,
 [44] 도 21은 본 발명의 제10 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도,
 [45] 도 22 및 도 23은 제10 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도,
 [46] 도 24는 본 발명의 제11 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한

- 모식도,
- [47] 도 25는 본 발명의 제12 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도,
- [48] 도 26은 본 발명의 제13 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도,
- [49] 도 27 및 도 28은 제13 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도,
- [50] 도 29는 본 발명의 제14 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도,
- [51] 도 30은 본 발명의 제15 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [52] 이하에서는 도면을 참조하여, 본 발명의 일 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템의 실시 예들에 대해 상세히 설명하기로 한다(각 실시 예를 설명함에 있어, 동일한 구성에 대해서는 동일한 참조번호를 사용해 설명하되 중복되는 상세한 설명을 생략하기로 하며, 동일한 참조 부호로 설명하더라도 각 참조 부호는 해당 도면에 도시된 구성을 의미하는 것으로 이해되어야 할 것이다. 또한, 폐열 기체를 열원으로 사용하는 폐열 회수 열교환기가 복수 개인 경우, 이들은 고온 영역에서 저온 영역까지 순차적으로 배치된다).
- [53] 일반적으로 초임계 이산화탄소 발전 시스템은 발전에 사용된 이산화탄소를 외부로 배출하지 않는 폐사이클(close cycle)을 이루며, 작동 유체로 초임계 상태의 이산화탄소를 이용한다.
- [54] 초임계 이산화탄소 발전 시스템은 작동 유체가 초임계 상태의 이산화탄소이므로 화력 발전소 등에서 배출되는 배기 가스를 이용할 수 있어 단독 발전 시스템뿐만 아니라 화력 발전 시스템과의 하이브리드 발전 시스템에도 사용될 수 있다. 초임계 이산화탄소 발전 시스템의 작동 유체는 배기 가스로부터 이산화탄소를 분리하여 공급할 수도 있고, 별도의 이산화탄소를 공급할 수도 있다.
- [55] 사이클 내의 초임계 이산화탄소(이하 작동 유체)는 압축기를 통과한 후, 히터 등과 같은 열원을 통과하면서 가열되어 고온고압의 작동 유체가 되어 터빈을 구동시킨다. 터빈에는 발전기 또는 펌프가 연결되며, 발전기에 연결된 터빈에 의해 전력을 생산하고 펌프에 연결된 터빈을 이용해 펌프를 구동한다. 터빈을 통과한 작동 유체는 열교환기를 거치면서 냉각되며, 냉각된 작동 유체는 다시 압축기로 공급되어 사이클 내를 순환한다. 터빈이나 열교환기는 복수 개가 구비될 수 있다.
- [56] 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 초임계 이산화탄소 발전 시스템이란 사이클 내에서 유동하는 작동 유체 모두가 초임계 상태인 시스템뿐만 아니라, 작동 유체의 대부분이 초임계 상태이고 나머지는 아임계 상태인 시스템도 포함하는

의미로 사용된다.

- [57] 또한, 본 발명의 다양한 실시 예에서 작동 유체로 이산화탄소가 사용되는데, 여기서 이산화탄소란, 화학적인 의미에서 순수한 이산화탄소, 일반적인 관점에서 불순물이 다소 포함되어 있는 상태의 이산화탄소 및 이산화탄소에 한가지 이상의 유체가 첨가물로서 혼합되어 있는 상태의 유체까지도 포함하는 의미로 사용된다.
- [58] 본 발명의 각 구성들은 작동 유체가 흐르는 이송관(도 1의 숫자 1~27에 해당하는 라인이 이송관을 표현하는 것임)에 의해 연결되며, 특별히 언급하지 않더라도 작동 유체는 이송관을 따라 유동하는 것으로 이해되어야 한다. 다만, 복수 개의 구성들이 일체화 되어 있는 경우, 일체화된 구성 내에 사실상 이송관의 역할을 하는 부품 내지 영역이 있을 것이므로, 이 경우에도 당연히 작동 유체는 이송관을 따라 유동하는 것으로 이해되어야 한다. 별도의 기능을 하는 유로의 경우 추가로 설명하기로 한다. 작동 유체의 흐름은 이송관의 번호를 기재하여 설명하기로 한다.
- [59] 또한, 본 발명에서 설명하는 작동 유체의 온도는 여러 케이스 중 하나의 케이스를 예로 들어 설명한 것이므로, 절대적인 온도 값으로 이해되어서는 안될 것이다.
- [60]
- [61] 본 발명에서는 열원으로 폐열 기체를 이용하는 복수의 열교환기(히터)가 구비되고, 초임계 이산화탄소 발전 사이클의 컨덴서를 대신하여 열병합 발전(지역 난방용 발전)의 히터를 두 시스템이 공유하는 하이브리드형 발전 시스템을 제안하고자 한다.
- [62]
- [63] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.
- [64] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 이산화탄소를 작동 유체로 사용하며, 작동 유체를 순환시키는 펌프(100)와, 펌프(100)를 통과한 작동 유체와 열교환하는 복수의 리큐퍼레이터 및 열교환기와, 리큐퍼레이터 및 열교환기를 통과하며 가열된 작동 유체에 의해 구동되는 복수의 터빈과, 터빈에 의해 구동되어 전력을 생산하는 발전기(450), 그리고 펌프(100)로 유입되는 작동 유체를 냉각시키는 복합 열교환기(500)를 포함하여 구성될 수 있다. 복합 열교환기(500)는 초임계 이산화탄소 발전 시스템의 복합 열교환기 역할 및 열병합 발전 시스템의 난방수를 가열하는 히터 역할을 병행하는 열교환기로, 이에 대해서는 후술하기로 한다.
- [65]
- [66] 펌프(100)는 후술할 저압 터빈(430)에 의해 구동되며(도 1의 점선 참조), 복합 열교환기(500)를 거쳐 냉각된 저온의 작동 유체를 리큐퍼레이터 또는 열교환기로 보내는 역할을 한다. 본 실시 예에서는 두 개의 리큐퍼레이터로 작동

유체를 분기하여 보내는 것을 기준으로 설명한다. 작동 유체의 순환 유로를 선택하기 위해 펌프(100)의 후단에는 1개의 3방향 밸브 또는 2개의 2방향 밸브(두 개의 리큐퍼레이터로 분기되는 분기점)가 설치되어 제어되는 것이 바람직하다.

- [67] 리큐퍼레이터는 터빈을 통과해 팽창되면서 고온에서 중온으로 냉각된 작동 유체와 펌프(100)를 거친 작동 유체를 열교환하여 터빈을 거친 작동 유체를 1차로 냉각시키고, 펌프(100)를 거친 작동 유체는 복열한다. 냉각된 작동 유체는 복합 열교환기(500)로 보내져 2차로 냉각된 후 펌프(100)로 보내진다. 펌프(100)를 통해 리큐퍼레이터로 보내진 작동 유체는 터빈을 통과한 작동 유체와 열교환하여 1차로 가열되고, 후술할 열교환기로 공급된다. 본 실시예에서 터빈과 리큐퍼레이터는 각각 2개로 구비되는 것을 예로 하여 설명한다.
- [68] 제1 리큐퍼레이터(210)와 제2 리큐퍼레이터(230)는 직렬로 설치되며, 펌프(100)를 거친 작동 유체는 제1 리큐퍼레이터(210) 및 제2 리큐퍼레이터(230)로 각각 분기되어 유입된다.
- [69] 제1 리큐퍼레이터(210)에서는 펌프(100)를 통과한 작동 유체의 일부와 터빈을 통과한 작동 유체가 열교환하게 된다. 제1 리큐퍼레이터(210)로는 고압 터빈(410)을 통과한 작동 유체 및 저압 터빈(430)을 통과한 작동 유체가 합쳐져 유입된다. 고압 터빈(410) 및 저압 터빈(430)을 통과한 뒤 혼합된 작동 유체가 펌프(100)를 통과한 작동 유체를 가열시키게 된다. 펌프(100)를 거쳐 제1 리큐퍼레이터(210)에서 1차로 가열된 작동 유체는 후술할 열교환기 중 하나로 유입되고, 펌프(100)를 통과한 작동 유체를 복열한 작동 유체는 제1 리큐퍼레이터(210)를 거쳐 제2 리큐퍼레이터(230)로 유입된다.
- [70] 제2 리큐퍼레이터(230)에서는 펌프(100)를 통과한 작동 유체의 일부와 제1 리큐퍼레이터(210)를 통과한 작동 유체가 열교환하게 된다. 즉, 제1 리큐퍼레이터(210)를 통과한 작동 유체가 제2 리큐퍼레이터(230)에서 펌프(100)를 통과한 작동 유체를 복열한다. 가열된 작동 유체는 후술할 열교환기 중 하나로 유입되고, 펌프(100)를 통과한 작동 유체를 복열한 작동 유체는 복합 열교환기(500)로 보내진다. 즉, 터빈을 통과한 후 제1 리큐퍼레이터(210) 및 제2 리큐퍼레이터(230)를 순차적으로 거쳐 냉각된 작동 유체는 복합 열교환기(500)로 유입되어 냉각된 후 다시 펌프(100)로 공급된다.
- [71] 열교환기는 필요에 따라 복수 개로 구비될 수 있으며, 본 실시예에서는 3개의 열교환기가 구비되는 것을 예로 하여 설명한다. 제1 내지 제3 열교환기(310, 330, 350)는 발전소의 보일러에서 배출되는 배기 가스와 같은 외부 열원을 이용하는 열교환기이다. 제1 열교환기(310) 내지 제3 열교환기(350)는 폐열을 갖는 기체(이하 폐열 기체)를 열원으로 사용하며, 폐열 기체와 사이클 내를 순환하는 작동 유체와 열교환하여 폐열 기체로부터 공급된 열로 작동 유체를 가열하는 역할을 한다. 본 발명에서는 열병합 발전 시스템의 폐열 기체를 열원으로 이용하는 열교환기를 적용할 수 있다.

- [72] 또한, 제1 열교환기(310) 내지 제3 열교환기(350)는 폐열 기체의 온도에 따라 상대적으로 저온, 중온, 고온으로 구분할 수 있다. 즉, 열교환기는 폐열 기체가 유입되는 입구단 쪽에 가까울수록 고온에서의 열교환이 가능하고, 폐열 기체가 배출되는 출구단 쪽에 가까울수록 저온에서의 열교환이 된다.
- [73] 본 실시 예에서 제1 열교환기(310)는 다른 열교환기들에 비해 상대적으로 고온이고, 제2 열교환기(330)는 상대적으로 중온이며, 제3 열교환기(350)는 상대적으로 저온인 것을 예로 하여 설명하기로 한다. 좀더 상세히 설명하면, 폐열 기체가 유입되는 입구단에서 배출단 쪽으로 제1 열교환기(310), 제2 열교환기(330), 제3 열교환기(350)가 순차적으로 배치된 것을 예로 하여 설명하기로 한다.
- [74] 제1 열교환기(310)는 폐열 기체의 열로 제1 리큐퍼레이터(210)를 거쳐 1차로 가열된 작동 유체를 가열하며, 제1 열교환기(310)에서 가열된 작동 유체는 고압 터빈(410)을 구동시킨 후 제1 리큐퍼레이터(210)로 이송된다. 제2 열교환기(330)는 폐열 기체의 열로 제2 리큐퍼레이터(230)를 거쳐 1차로 가열된 작동 유체를 가열하며, 제2 열교환기(330)에서 가열된 작동 유체는 저압 터빈(430)을 구동시킨 후 제1 리큐퍼레이터(210)로 이송된다. 제3 열교환기(350)는 후술할 복합 열교환기(500)를 통과한 난방수의 일부를 폐열 기체의 열로 가열하는 역할을 한다.
- [75] 터빈은 고압 터빈(410) 및 저압 터빈(430)으로 구성되며, 작동 유체에 의해 구동되어 이 터빈들 중 적어도 어느 하나의 터빈에 연결된 발전기(450)를 구동시킴으로써 전력을 생산하는 역할을 한다. 고압 터빈(410) 및 저압 터빈(430)을 통과하면서 작동 유체가 팽창되므로 터빈(410, 430)은 팽창기(expander)의 역할도 하게 된다. 본 실시 예에서는 고압 터빈(410)에 발전기(450)가 연결되어 전력을 생산하며, 저압 터빈(430)은 펌프(100)를 구동시키는 역할을 한다.
- [76] 여기서 고압 터빈(410)과 저압 터빈(430)이라는 용어는 특정 압력을 기준값으로 하는 용어가 아닌 상대적인 의미를 갖는 용어로 이해되어야 한다.
- [77] 복합 열교환기(500)는 초임계 이산화탄소 발전 시스템의 작동 유체로부터 열을 빼앗아 열병합 발전 시스템의 난방수를 가열하는 열교환기로, 제2 리큐퍼레이터(230)를 통과한 작동 유체를 냉각시킨다. 즉, 복합 열교환기(500)는 초임계 이산화탄소 발전 시스템의 측면에서는 작동 유체를 냉각하는 쿨러의 역할을, 열병합 발전 시스템의 측면에서는 난방수를 가열하는 히터 역할을 한다. 복합 열교환기(500)를 거쳐 냉각된 작동 유체는 다시 펌프(100)로 유입된다.
- [78] 복합 열교환기(500)는 제1 히터(510) 및 제2 히터(530)로 구성될 수 있으며, 제1 히터(510)로 유입된 난방수의 유량이 제2 히터(530)를 거쳐 열병합 발전 시스템으로 공급되거나, 제1 히터(510)를 거친 난방수의 유량이 일부 분기되어 열교환기를 거쳐 가열된 후 열병합 발전 시스템으로 공급될 수도 있다.
- [79]

- [80] 한편, 열병합 발전 시스템은 화력 발전소에서 증기 터빈으로 발전기를 구동하고, 터빈의 뜨거운 배기 열을 이용해 지역 난방을 하는 발전 시스템이다. 화석 연료를 연소시켜 물을 가열해 증기를 생산함으로써 증기 터빈을 구동시켜 전기를 생산하고, 이 물로 냉각수를 이용해 난방을 하게 된다. 열병합 발전 시스템 역시 터빈을 구동시킨 증기와 난방수를 열교환하기 위한 열교환기를 구비하며, 본 실시 예에서는 복수의 열교환기 중 적어도 하나가 초임계 이산화탄소 발전 시스템으로부터 여분의 열을 공급받는 것을 예로 하여 설명한다.
- [81] 복합 열교환기(500)로 난방수가 유입되면, 복합 열교환기(500)를 통과하는 초임계 이산화탄소 발전 시스템의 작동 유체와 열교환이 일어난다. 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수는 작동 유체로부터 열을 받아 제1 히터(510)에서 가열되고(20), 작동 유체는 냉각된다. 냉각된 작동 유체는 펌프(100)로 다시 유입된다(9). 제1 히터(510)에서 가열된 난방수는 복합 열교환기(500) 내에서 분기되어 일부는 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송된다(26). 분기된 난방수의 일부는 제3 열교환기(350)로 보내져(21, 23) 재가열된 후 열병합 발전 시스템으로 이송될 수 있다(24, 25). 복합 열교환기(500) 내에서 분기되어 열병합 발전 시스템으로 이송된 난방수와 제3 열교환기(350)에서 재가열된 후 열병합 발전 시스템으로 이송된 난방수는 혼합되어 사용되거나, 각기 다른 온도에 맞게 각각 다른 용도로 이용될 수 있다.
- [82] 또는, 도면에 도시하지는 않았으나, 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 배출되는 난방수와 제3 열교환기(350)에서 재가열된 난방수를 먼저 혼합한 뒤 열병합 발전 시스템으로 보낼 수도 있다.
- [83]
- [84] 이하에서는 작동 유체 및 난방수의 흐름을 설명하기로 한다.
- [85] 펌프(100)를 통과(1)하면서 냉각된 저온의 작동 유체는 제1 리큐퍼레이터(210) 및 제2 리큐퍼레이터(230)로 각각 분기(2, 10)된다. 제1 리큐퍼레이터(210)를 통과하면서 1차로 가열된 작동 유체는 제1 열교환기(310)로 보내져(3) 폐열 기체와 열교환해 2차로 가열된다. 제1 열교환기(310)는 고온의 폐열 기체를 열교환에 이용하므로, 제1 열교환기(310)에서 열교환된 작동 유체는 고온의 작동 유체가 된다. 제1 열교환기(310)를 통과한 작동 유체는 고압 터빈(410)으로 보내져(4) 고압 터빈(410)을 구동시키고, 고압 터빈(410)의 구동에 의해 발전기(450)가 구동하여 전력을 생산한다. 고압 터빈(410)을 통과한 작동 유체는 제1 리큐퍼레이터(210)로 보내져(5) 펌프(100)를 통과한 작동 유체와 열교환된 뒤 제2 리큐퍼레이터(230)로 유입된다(6).
- [86] 제2 리큐퍼레이터(230)로 보내져(10) 1차로 가열된 작동 유체는 제2 열교환기(330)로 이송되어(11) 폐열 기체와 열교환된다. 제2 열교환기(330)는 중온의 폐열 기체를 열교환에 이용하므로, 제2 열교환기(330)에서 열교환된 작동 유체는 중온의 작동 유체가 된다. 제2 열교환기(330)를 통과한 작동 유체는 저압

터빈(430)으로 보내져(12) 저압 터빈(430)을 구동시킨다. 저압 터빈(430)은 전술한 펌프(100)에 구동력을 제공하며(3), 저압 터빈(430)을 통과한 작동 유체는 고압 터빈(410)을 통과한 작동 유체와 합쳐져(13) 제1 리큐퍼레이터(210)로 보내진다.

[87] 제1 리큐퍼레이터(210)로 유입된 작동 유체는 펌프(100)로부터 제1 리큐퍼레이터(210)로 유입되는 냉각 유체를 가열한 뒤 제2 리큐퍼레이터(230)로 전달되고(7), 제2 리큐퍼레이터(230)로 유입된 작동 유체는 펌프(100)로부터 제2 리큐퍼레이터(230)로 유입되는 작동 유체를 가열한 뒤 복합 열교환기(500)로 보내진다(8).

[88] 복합 열교환기(500)로 보내진 작동 유체는 복합 열교환기(500)에서 난방수와 열교환해 냉각된 뒤 펌프(100)로 다시 보내진다(9). 복합 열교환기(500)로 유입된 열병합 발전 시스템의 난방수는(20) 작동 유체에 의해 가열된 뒤 일부는 열병합 발전 시스템으로 바로 이송되고(26), 일부는 제3 열교환기(350)로 이송된다(23). 제3 열교환기(350)는 저온측 열교환기로 고온 고압의 작동 유체를 만들기 위한 열원으로는 부족할 수 있으나, 열병합 발전 시스템의 난방수를 가열하는데 충분한 열원이 될 수 있다. 제3 열교환기(350)에서 가열된 난방수는(24) 열병합 발전 시스템으로 이송된다(25). 복합 열교환기(500)와 제3 열교환기(350)를 거친 난방수는 필요한 온도가 되도록 혼합되어 사용되거나, 각기 다른 온도에 맞게 각각 다른 용도로 이용될 수 있다.

[89]

[90] 전술한 구성을 갖는 하이브리드형 발전 시스템의 운용 방법을 설명하면 다음과 같다.

[91] 하이브리드형 발전 시스템은 별도의 컨덴서 없이도 초임계 이산화탄소 발전 시스템을 운용할 수 있어 설비비 및 시설 유지비를 절감할 수 있으며, 지역 난방을 위한 난방수의 요구 온도를 충족하는 난방수를 생산할 수 있다.

[92] 난방수의 요구 온도를 충족시키기 위한 방법으로, 전술한 바와 같이 복합 열교환기 및 폐열 회수 열교환기 또는 초임계 이산화탄소 발전 시스템의 리큐퍼레이터(이 실시 예는 후술함)를 이용해 난방수를 가열하고, 이를 적절히 혼합해 사용하는 방법을 제시하였다.

[93] 또는 복합 열교환기(500)로 유입된(20) 난방수 유량의 일부를 열병합 발전 시스템의 이코노마이저(미도시) 쪽으로 공급하여(26) 난방수를 가열할 수 있다.

[94] 예를 들어, 지역 난방을 위한 난방수의 요구 온도가 섭씨 100 내지 120도 라고 한다면, 섭씨 40도의 난방수가 복합 열교환기(500)로 유입된 후 제1 히터(510)에서 섭씨 70도로 가열되어 제2 히터(530)로 일부 분기되고, 나머지는 이코노마이저로 분기될 수 있다. 60%의 난방수가 제2 히터(530)를 거치면서 섭씨 110도로 가열되고, 40%의 난방수는 이코노마이저로 분기되어 섭씨 110도로 가열될 수 있다. 이렇게 가열되어 요구 온도에 도달한 난방수를 혼합해 지역 난방에 사용할 수 있다.

- [95] 이때 제2 히터(530)로 분기되는 난방수는 제2 히터(530)에 의해서만 가열될 수도 있고, 전술한 제3 열교환기(350)에 의해서 추가로 가열될 수도 있다.
- [96] 또는, 초임계 이산화탄소 발전 시스템의 설비 출력 향상을 위해 복합 열교환기(500)에서 난방수를 요구 온도보다 낮게 가열하고, 이코노마이저에서 난방수를 요구 온도보다 높게 가열해 이들을 혼합할 수도 있다.
- [97] 예를 들어, 섭씨 40도의 난방수가 복합 열교환기(500)로 유입된 후 제1 히터(510)에서 섭씨 70도로 가열되어 제2 히터(530)로 일부 분기되고, 나머지는 이코노마이저로 분기될 수 있다. 60%의 난방수가 제2 히터(530)를 거치면서 섭씨 90도로 가열되고, 40%의 난방수는 이코노마이저로 분기되어 섭씨 135도로 가열될 수 있다. 이렇게 가열되어 요구 온도에 도달한 난방수를 혼합해 요구 온도인 섭씨 110도가 되도록 한 후 지역 난방에 사용할 수 있다.
- [98] 전술한 운용 방법은 본 발명의 모든 실시 예에 공통적으로 적용될 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

- [99] 도 2 내지 도 4는 제1 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도이다.
- [100] 도 2 내지 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 다양하게 변형되어 운용될 수 있다.
- [101] 도 2에 도시된 바와 같이, 하이브리드형 발전 시스템은 2개의 리큐퍼레이터 및 2개의 열교환기를 구비하고, 초임계 이산화탄소 발전 시스템 및 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유할 수 있다.
- [102] 이 경우 시스템 구성은 제1 실시 예에서와 동일하나, 제3 열교환기가 없으므로 복합 열교환기(500)는 제1 히터(510) 및 제2 히터(530)에서 초임계 이산화탄소 발전 시스템의 작동 유체와 열교환을 통해 난방수를 가열한다(20, 21).
- [103] 또는, 도 3에 도시된 바와 같이, 하이브리드형 발전 시스템은 2개의 리큐퍼레이터 및 3개의 열교환기를 구비하고, 초임계 이산화탄소 발전 시스템 및 열병합 발전 시스템이 제3 열교환기(350)를 공유할 수 있다.
- [104] 이 경우 복합 열교환기(500)는 초임계 이산화탄소 발전 시스템의 작동 유체를 냉각하는 컨덴서 역할만을 하고, 제3 열교환기(350)가 열병합 발전 시스템의 난방수를 가열해 공급하는 역할을 할 수 있다(20~23).
- [105] 또는, 도 4에 도시된 바와 같이, 하이브리드형 발전 시스템은 2개의 리큐퍼레이터 및 2개의 열교환기를 구비하고, 초임계 이산화탄소 발전 시스템 및 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유할 수 있다.
- [106] 이 경우 제1 실시 예와는 달리, 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수는(20) 제1 히터(510) 및 제2 히터(530)를 거쳐 가열된 뒤 전체 유량이 제3 열교환기(350)로 보내져(21, 22) 재가열 될 수 있다. 제3 열교환기(350)에서 가열된 난방수는 열병합 발전 시스템으로 전량 보내진다(23, 24).
- [107]
- [108] 이하에서는 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템에

대해 설명하기로 한다(각 실시 예를 설명함에 있어, 동일한 구성에 대해서는 동일한 참조번호를 사용해 설명하되 중복되는 상세한 설명을 생략하기로 하며, 동일한 참조 부호로 설명하더라도 각 참조 부호는 해당 도면에 도시된 구성을 의미하는 것으로 이해되어야 할 것이다).

[109]

[110] 도 5는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.

[111] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 2개의 터빈과 2개의 리큐퍼레이터, 폐열 기체를 열원으로 하는 4개의 열교환기를 구비하며, 초임계 이산화탄소 발전 시스템과 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유한다. 터빈은 고압 터빈(410) 및 저압 터빈(430)으로 구성되고, 리큐퍼레이터는 제1 리큐퍼레이터(210) 및 제2 리큐퍼레이터(230)로 구성된다. 열교환기는 제1 열교환기(310) 내지 제4 열교환기(370)가 순차 배치되며, 제1 열교환기(310)부터 제4 열교환기(370)로 갈수록 고온에서 저온의 폐열 기체를 이용하며, 제2 열교환기(330)와 제3 열교환기(350)는 중온의 폐열 기체를 이용하도록 나란히 배치된다.

[112] 펌프(100)를 통과한 작동 유체는(1) 제1 리큐퍼레이터(210) 및 제2 리큐퍼레이터(230)로 각각 분기되고(2, 10), 제1 리큐퍼레이터(210)로 분기된 작동 유체는(2) 1차로 가열된 뒤 제1 열교환기(310)로 보내진다(3). 제1 열교환기(310)에서 가열된 고온의 작동 유체는 고압 터빈(410)을 구동시키고(4), 고압 터빈(410)을 통과한 작동 유체는 제1 리큐퍼레이터(210)로 유입되어 펌프(100)를 통과한 작동 유체에 열을 빼앗겨 1차로 냉각된다.

[113] 제2 리큐퍼레이터(230)로 분기된 작동 유체는(10) 제2 리큐퍼레이터(230)에서 1차로 가열된 뒤 제3 열교환기(350)로 보내져(11) 2차로 가열되고, 가열된 작동 유체는 저압 터빈(430)으로 공급된다(12). 저압 터빈(430)을 구동시킨 작동 유체는 고압 터빈(410)을 통과한 작동 유체와 혼합되어(13) 제1 리큐퍼레이터(210)로 보내진다.

[114] 제1 리큐퍼레이터(210)를 통과한 작동 유체는 제2 리큐퍼레이터(230)로 이송되어(6, 7) 펌프(100)를 통과한 작동 유체에 열을 빼앗겨 2차로 냉각되며, 제2 리큐퍼레이터(230)를 통과한 작동 유체는 복합 열교환기(500)로 이송된다(8). 복합 열교환기(500)에서 난방수에 열을 빼앗겨 냉각된 작동 유체는 펌프(100)로 재순환된다(9).

[115] 한편, 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수는(20) 작동 유체로부터 열을 받아 제1 히터(510)에서 가열되고(20), 제1 히터(510)에서 가열된 난방수는 복합 열교환기(500) 내에서 분기되어(21) 일부는 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송되고(26), 일부는 열교환기로 보내져 재가열된 후 열병합 발전 시스템으로 이송될 수 있다(25). 이때, 제1 히터(510)에서 분기된 난방수의 일부는 제4 열교환기(370)로 유입되고(22), 나머지 일부는 제2 열교환기(330)로

유입된다(23). 제2 열교환기(330) 및 제4 열교환기(370)에서 가열된 난방수는 혼합되어 열병합 발전 시스템으로 이송된다(25).

- [116] 제1 내지 제4 열교환기(370)가 고온부 영역에서 저온부 영역으로 순차 배치되므로, 제2 열교환기(330)에서 가열된 난방수의 온도는 제4 열교환기(370)에서 가열된 난방수의 온도보다 높아진다. 상대적으로 높은 온도의 난방수와 낮은 온도의 난방수를 혼합함으로써 난방수 요구 온도를 효율적으로 충족시킬 수 있다.
- [117]
- [118] 도 6은 제2 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도이다.
- [119] 또는, 도 6에 도시된 바와 같이, 하이브리드형 발전 시스템은 2개의 터빈과 2개의 리큐퍼레이터, 폐열 기체를 열원으로 하는 3개의 열교환기를 구비하며, 초임계 이산화탄소 발전 시스템과 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유할 수 있다. 제1 열교환기(310)는 고온의 폐열 기체를 이용하고, 제2 및 제3 열교환기(350)는 중온의 폐열 기체를 이용하도록 배치된다.
- [120] 이 경우, 제2 실시 예와 시스템 구성 및 운용은 동일하나, 제4 열교환기가 없으므로 제1 히터(510)에서 분기된 난방수가(21) 제2 열교환기(330)로 이송되어(22, 23) 가열된 후 열병합 발전 시스템으로 이송된다(24, 25).
- [121]
- [122] 도 7은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.
- [123] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제3 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 3개의 리큐퍼레이터와 2개의 폐열 회수 열교환기를 구비하고, 초임계 이산화탄소 발전 시스템 및 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유할 수 있다.
- [124] 이 경우 시스템 구성은 제1 실시 예에서와 유사하나, 제3 리큐퍼레이터(250)에서의 작동 유체 흐름이 상이하며, 상세한 작동 유체의 흐름은 아래와 같다.
- [125] 고압 터빈(410) 및 저압 터빈(430)을 통과한 작동 유체가 제1 리큐퍼레이터(210)의 전단에서 합류해 제1 리큐퍼레이터(210)로 들어가고, 이 작동 유체가 제1 리큐퍼레이터(210)에서 펌프(100)를 통과한 작동 유체를 가열시킨 뒤 제1 리큐퍼레이터(210)를 빠져나간다(6). 제1 리큐퍼레이터(210)에서 나온 작동 유체는 제2 리큐퍼레이터(230) 및 제3 리큐퍼레이터(250)로 각각 분기되는데, 제2 리큐퍼레이터(230)로 분기된 작동 유체는(7) 펌프(100)를 통과한 작동 유체를 가열시킨 후 복합 열교환기(500)로 전달된다(8). 제3 리큐퍼레이터(250)로 분기된 작동 유체는 복합 열교환기(500)를 거쳐 제3 리큐퍼레이터(250)로 유입되는 난방수를 가열한 뒤 제2 리큐퍼레이터(230)를 거친 작동 유체와 합류하여 복합 열교환기(500)로 전달된다.

- [126] 복합 열교환기(500)로 유입된 열병합 발전 시스템의 난방수는(20) 제1 히터(510)에서 가열된 뒤 일부는 분기되어 제2 히터(530)에서 가열되어 열병합 발전 시스템으로 이송된다(26). 분기된 나머지 난방수는 제3 리큐퍼레이터로 이송되고(21~23), 제3 리큐퍼레이터(250)에서 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송된다(25).
- [127] 도 8은 제3 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도이다.
- [128] 또는, 도 8에 도시된 바와 같이, 하이브리드형 발전 시스템은 3개의 리큐퍼레이터와 3개의 폐열 회수 열교환기를 구비하고, 초임계 이산화탄소 발전 시스템 및 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유할 수 있다.
- [129] 이 경우 시스템 구성은 제 3 실시 예와 동일하나, 복합 열교환기(500)에서 분기된 난방수가 제3 리큐퍼레이터(250)로 이송되기 전, 제3 열교환기(350)로 일부 분기되는 구성이 상이하다.
- [130] 복합 열교환기(500)에서 가열된 난방수는 일부가 제3 열교환기(350)로 분기되고(22, 23B), 일부는 바로 제3 리큐퍼레이터(250)로 이송된다(23A). 제3 열교환기(350)에서 가열된 난방수는(24B) 제3 리큐퍼레이터(250)를 거쳐 가열된 난방수와(24A) 혼합되어 열병합 발전 시스템으로 이송된다.
- [131]
- [132] 도 9는 본 발명의 제4 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.
- [133] 도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제4 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 하나의 리큐퍼레이터 및 폐열 회수 열교환기를 거쳐 가열된 작동 유체를 두 개의 터빈으로 분기해 공급하는 형태로 구성될 수 있다. 본 실시 예에서 폐열 기체를 열원으로 사용하는 열교환기는 2개가 구비될 수 있고, 초임계 이산화탄소 발전 시스템과 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유하도록 구성될 수 있다. 좀더 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [134] 펌프(100)를 통과한 작동 유체는 리큐퍼레이터(210)를 거쳐 1차로 가열되고(1) 제1 열교환기(310)로 이송된다(2). 제1 열교환기(310)에서 2차로 가열된 작동 유체는(3) 각각 고압 터빈(410) 및 저압 터빈(430)으로 분기된다(4A, 4B). 고압 터빈(410) 및 저압 터빈(430)을 구동시킨 작동 유체는(5A, 5B) 리큐퍼레이터(210)의 전단에서 합류되어(6) 리큐퍼레이터(210)로 이송된다.
- [135] 리큐퍼레이터(210)로 이송된 작동 유체는(7) 펌프(100)를 통과한 작동 유체에 열을 빼앗겨 냉각된 후 복합 열교환기(500)로 보내지고(8), 복합 열교환기(500)에서 난방수와 열교환해 다시 한번 냉각된 후 펌프(100)로 재순환된다(9).
- [136] 한편, 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수는(20) 작동 유체로부터 열을 받아 제1 히터(510)에서 가열되고(20), 제1 히터(510)에서 가열된 난방수는 복합 열교환기(500) 내에서 분기되어(21) 일부는 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송되고(26), 일부는 제2 열교환기(330)로 보내져(23)

재가열된 후 열병합 발전 시스템으로 이송될 수 있다(24, 25).

- [137] 또는, 도면에 도시하지는 않았으나, 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 배출되는 난방수와 제2 열교환기(330)에서 재가열된 난방수를 먼저 혼합한 뒤 열병합 발전 시스템으로 보낼 수도 있다.
- [138]
- [139] 도 10 내지 도 12는 제4 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도이다.
- [140] 도 10에 도시된 바와 같이, 제4 실시 예의 변형 예로 하이브리드형 발전 시스템은 하나의 리큐퍼레이터와 하나의 폐열 회수 열교환기를 구비하고, 초임계 이산화탄소 발전 시스템과 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유하도록 구성될 수 있다.
- [141] 이 경우 시스템 구성은 제4 실시 예와 동일하나, 폐열 기체를 열원으로 사용하는 열교환기가 하나이므로, 난방수를 가열하는 열원은 복합 열교환기(500) 하나가 된다.
- [142] 또는 도 11에 도시된 바와 같이, 폐열 회수 열교환기는 2개가 구비되며 복합 열교환기(500)는 초임계 이산화탄소 발전 시스템의 작동 유체를 냉각하는 컨덴서 역할만 하고, 난방수는 제2 열교환기(330)로 유입되어(20, 21) 가열된 후 열병합 발전 시스템으로 이송될 수 있다(22, 23).
- [143] 도 12에 도시된 바와 같이, 유입된 난방수(20)를 복합 열교환기(500) 내에서 분기하지 않고 제1 히터(510) 및 제2 히터(530)를 거쳐 가열한 뒤, 난방수의 전체 유량을 제2 열교환기(330)로 보내(21, 22) 재가열 할 수 있다. 제2 열교환기(330)에서 가열된 난방수는 열병합 발전 시스템으로 전량 보내진다(23, 24).
- [144]
- [145] 도 13은 본 발명의 제5 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.
- [146] 도 13에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제5 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 제4 실시 예에서와 같이 하나의 리큐퍼레이터 및 폐열 회수 열교환기를 거쳐 가열된 작동 유체를 두 개의 터빈으로 분기해 공급하는 형태로 구성될 수 있다. 폐열 회수 열교환기는 3개가 구비될 수 있고, 초임계 이산화탄소 발전 시스템과 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유하도록 구성될 수 있다. 제1 열교환기(310) 및 제2 열교환기(330)는 고온 또는 중온의 폐열 기체를 이용하도록 나란히 배치될 수 있다.
- [147] 펌프(100)를 통과한 작동 유체는 리큐퍼레이터(210)를 거쳐 1차로 가열되고(1) 제2 열교환기(330)로 이송된다(2). 제2 열교환기(330)에서 2차로 가열된 작동 유체는(3) 각각 고압 터빈(410) 및 저압 터빈(430)으로 분기된다(4A, 4B). 고압 터빈(410) 및 저압 터빈(430)을 구동시킨 작동 유체는(5A, 5B) 리큐퍼레이터(210)의 전단에서 합류되어(6) 리큐퍼레이터(210)로 이송된다.
- [148] 리큐퍼레이터(210)로 이송된 작동 유체는(7) 펌프(100)를 통과한 작동 유체에

열을 빼앗겨 냉각된 후 복합 열교환기(500)로 보내지고(8), 복합 열교환기(500)에서 난방수와 열교환해 다시 한번 냉각된 후 펌프(100)로 재순환된다(9).

- [149] 한편, 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수는(20) 작동 유체로부터 열을 받아 제1 히터(510)에서 가열되고(20), 제1 히터(510)에서 가열된 난방수는 복합 열교환기(500) 내에서 분기되어(21) 일부는 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송되고(26), 일부는 다시 분기되어 제1 열교환기(310) 및 제3 열교환기(350)로 보내진다(22, 23). 제1 열교환기(310) 및 제3 열교환기(350)에서 재가열된 난방수는 혼합되어 열병합 발전 시스템으로 이송될 수 있다(24, 25).
- [150] 또는 도면에 도시하지는 않았으나, 제3 열교환기를 삭제하고 2개의 폐열 회수 열교환기만으로 시스템을 구성할 수도 있다. 이 경우 시스템 구성은 제5 실시 예와 동일하나, 복합 열교환기(500)에서 분기된 난방수(21, 22)가 제1 열교환기(310)에서 가열되어 열병합 발전 시스템으로 이송된다(25).
- [151]
- [152] 도 14는 본 발명의 제6 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.
- [153] 도 14에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제6 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 제4 실시 예와 마찬가지로 하나의 리큐퍼레이터 및 폐열 회수 열교환기를 거쳐 가열된 작동 유체를 두 개의 터빈으로 분기해 공급하는 형태로 구성될 수 있다. 그러나 2개의 리큐퍼레이터 및 2개의 폐열 회수 열교환기를 구비하고, 초임계 이산화탄소 발전 시스템과 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유하도록 구성될 수 있다. 제1 리큐퍼레이터(210)와 제2 리큐퍼레이터(230)는 병렬로 설치된다.
- [154] 펌프(100)를 통과한 작동 유체의 흐름은 제4 실시 예와 동일하나, 고압 터빈(410) 및 저압 터빈(430)을 통과한 작동 유체는(5A, 5B) 혼합된 후(6) 제1 리큐퍼레이터(210)의 전단에서 분기되어 일부는 제1 리큐퍼레이터(210)로 유입되고(7), 나머지는 제2 리큐퍼레이터(230)로 유입된다. 제1 리큐퍼레이터(210)로 보내진 작동 유체는 펌프(100)를 거친 작동 유체를 가열하는 역할을 하며, 제2 리큐퍼레이터(230)로 보내진 작동 유체는 난방수를 추가로 가열하는 역할을 한다.
- [155] 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수는(20) 작동 유체로부터 열을 받아 제1 히터(510)에서 가열되고(20), 제1 히터(510)에서 가열된 난방수는 복합 열교환기(500) 내에서 분기되어(21) 일부는 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송된다(26). 복합 열교환기(500)에서 분기된 난방수는 제2 열교환기(330) 및 제2 리큐퍼레이터(230)로 각각 분기되어 가열된다(22, 23A). 제2 열교환기(330)에서 가열된 난방수는(23B, 24B) 제2 리큐퍼레이터(230)에서 가열된 난방수와(23A, 24A) 혼합된 뒤 열병합 발전 시스템으로 공급된다.
- [156] 또는, 도면에 도시하지는 않았으나 제2 열교환기를 삭제하고 제2

리큐퍼레이터(230)만으로 복합 열교환기(500)에서 분기된 난방수를 추가로 가열해 열병합 발전 시스템으로 공급할 수도 있다.

[157]

[158] 도 15는 본 발명의 제7 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.

[159] 도 15에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제7 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 2개의 리큐퍼레이터와 3개의 폐열 회수 열교환기를 구비하고, 초임계 이산화탄소 발전 시스템과 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유한다. 2개의 리큐퍼레이터 및 3개의 열교환기는 각각 순차적으로 배치된다.

[160] 펌프(100)를 거친 작동 유체는 제1 리큐퍼레이터(210) 및 제2 리큐퍼레이터(230)로 각각 분기되어(2, 10) 각각 제1 열교환기(310) 및 제2 열교환기(330)로 보내져 가열된다(3, 11). 제1 열교환기(310)에서 가열된 작동 유체는 고압 터빈(410)으로(4), 제2 열교환기(330)에서 가열된 작동 유체는 저압 터빈(430)으로(12) 이송된다. 고압 터빈(410)을 거친 작동 유체는 제1 리큐퍼레이터(210)로 이송되고, 저압 터빈(430)을 거친 작동 유체는 제1 리큐퍼레이터(210)의 후단으로 보내져(13) 제1 리큐퍼레이터(210)를 거친 작동 유체와 혼합된 뒤 제2 리큐퍼레이터(230)로 유입된다(7).

[161] 제2 리큐퍼레이터(230)를 거친 작동 유체는 복합 열교환기(500)에서 난방수와 열교환해 다시 한번 냉각되어(8) 펌프로 재순환된다(9).

[162] 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수는(20) 작동 유체로부터 열을 받아 제1 히터(510)에서 가열되고(20), 제1 히터(510)에서 가열된 난방수는 복합 열교환기(500) 내에서 분기되어(21) 일부는 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송되고(26), 일부는 제3 열교환기(350)로 보내져(23) 재가열된 후 열병합 발전 시스템으로 이송될 수 있다(24, 25).

[163] 또는, 도면에 도시하지는 않았으나, 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 배출되는 난방수와 제3 열교환기(350)에서 재가열된 난방수를 먼저 혼합한 뒤 열병합 발전 시스템으로 보낼 수도 있다.

[164] 폐열 회수 열교환기를 3개가 아닌 2개로 구성할 수도 있으며, 이 경우 열병합 발전 시스템의 난방수는 복합 열교환기(500)에서 작동 유체와 열교환해 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 공급될 수 있다.

[165]

[166] 도 16 및 도 17은 제7 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도이다.

[167] 도 16에 도시된 바와 같이, 하이브리드형 발전 시스템은 제7 실시 예와 시스템 구성은 동일하다. 그러나 복합 열교환기(500)는 초임계 이산화탄소 발전 시스템의 작동 유체를 냉각하는 컨덴서 역할만을 하고, 제3 열교환기(350)가 열병합 발전 시스템의 난방수를 가열해 공급하는 역할을 할 수 있다(20~23).

[168] 또는, 도 17에 도시된 바와 같이, 제3 열교환기(350)를 구비하고, 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수를(20) 제1 히터(510) 및 제2 히터(530)에서

가열한 뒤 전체 유량을 제3 열교환기(350)로 보내(21, 22) 재가열 할 수 있다. 제3 열교환기(350)에서 가열된 난방수는 열병합 발전 시스템으로 전량 보내진다(23, 24).

[169]

[170] 도 18은 본 발명의 제8 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.

[171] 도 18에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제8 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 2개의 리큐퍼레이터와 4개의 폐열 회수 열교환기를 구비하고, 초임계 이산화탄소 발전 시스템 및 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유할 수 있다. 2개의 리큐퍼레이터 및 4개의 열교환기는 각각 순차적으로 배치되고, 제1 열교환기(310)는 고온의 폐열 기체를, 제2 및 제3 열교환기(350)는 중온의 폐열 기체를, 제4 열교환기(370)는 저온의 폐열 기체를 이용하도록 배치된다.

[172] 펌프(100)를 통과한 작동 유체는 분기되어 2개의 리큐퍼레이터로 각각 보내지고, 제1 리큐퍼레이터(210)에서 가열된 작동 유체는(2) 제1 열교환기(310)에서 재가열되어(3) 고온 펌프(100)로 보내진다(4). 제2 리큐퍼레이터(230)에서 가열된 작동 유체는(10) 제3 열교환기(350)에서 재가열되어(11) 저압 터빈(430)으로 보내지고(23, 12), 저압 터빈(430)을 통과한 작동 유체는 제1 리큐퍼레이터(210)의 후단으로 이송된다(13).

[173] 고온 펌프(100)를 통과한 작동 유체는 제1 리큐퍼레이터(210)에서 냉각되어 저온 펌프(100)를 통과한 작동 유체와 혼합된 뒤 제2 리큐퍼레이터(230)로 보내진다(6, 7). 제2 리큐퍼레이터(230)를 거쳐 냉각된 작동 유체는 복합 열교환기(500)로 보내져(8) 냉각된 후 펌프(100)로 재순환된다(9).

[174] 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수는(20) 작동 유체로부터 열을 받아 제1 히터(510)에서 가열되고(20), 제1 히터(510)에서 가열된 난방수는 복합 열교환기(500) 내에서 분기되어(21) 일부는 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송된다(26). 분기된 난방수의 나머지는 제4 열교환기(370)로 일부 분기되고(22) 제2 열교환기(330)로 나머지가 분기되어(23) 재가열된 후 혼합되어 열병합 발전 시스템으로 이송될 수 있다(24, 25).

[175]

[176] 도 19는 제8 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도이다.

[177] 또는, 도 19에 도시된 바와 같이, 제4 열교환기를 삭제하고, 복합 열교환기(500)에서 분기된 난방수가 제2 열교환기(330)로 보내져 재가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송될 수도 있다.

[178]

[179] 도 20은 본 발명의 제9 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.

[180] 도 20에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제9 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 3개의 리큐퍼레이터와 3개의 폐열 회수 열교환기를 구비하고, 초임계

이산화탄소 발전 시스템 및 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유할 수 있다. 이 경우 시스템 구성은 도 8의 실시 예와 동일하나, 저압 터빈(430)을 거친 작동 유체가 제1 리큐퍼레이터(210)의 후단으로 이송되는 구성이 상이하다.

[181] 따라서 난방수는 복합 열교환기(500)의 제1 히터(510)에서 1차로 가열되어 분기된 후 일부가 열병합 발전 시스템으로 이송되고, 나머지가 제3 열교환기(350) 및 제3 리큐퍼레이터(250)에서 재가열된 후 열병합 발전 시스템으로 이송된다.

[182] 또는, 도면에 도시하지는 않았으나, 제3 열교환기를 삭제하고 복합 열교환기(500)에서 분기된 난방수를 제3 리큐퍼레이터(250)에서 재가열한 뒤 열병합 발전 시스템으로 보낼 수도 있다.

[183]

[184] 도 21은 본 발명의 제10 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.

[185] 도 21에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제10 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 각각 순차 배치된 3개의 리큐퍼레이터 및 3개의 폐열 회수 열교환기를 구비하고, 초임계 이산화탄소 발전 시스템 및 열병합 발전 시스템이 복합 열교환기(500)를 공유할 수 있다. 터빈은 발전기의 구동을 위한 고압 터빈(410)과, 펌프(100)의 구동을 위한 저압 터빈(430)이 구비되며(도 21의 점선 부분 참조), 저압 터빈(430)은 제1 리큐퍼레이터(210)로부터 공급받는 작동 유체에 의해 별도로 구동된다.

[186] 먼저 펌프(100)를 통과한 작동 유체는 가장 낮은 온도의 작동 유체가 통과하는 제3 리큐퍼레이터(250)에서 1차적으로 가열된 뒤(1), 중온의 작동 유체가 통과하는 제2 리큐퍼레이터(230)와(2A) 중온의 폐열 기체를 이용하는 제2 열교환기(330)로(2B) 각각 분기되어 가열된다.

[187] 그 후 제2 리큐퍼레이터(230)와 제2 열교환기(330)를 거친 작동 유체가 혼합된 뒤 제1 열교환기(310)의 전단에서 분기된다. 분기된 작동 유체의 일부는 고온의 작동 유체가 통과하는 제1 리큐퍼레이터(210)로 보내져 가열된 뒤, 저압 터빈(430)을 구동시킨다(5B). 분기된 작동 유체의 나머지는 고온의 폐열 기체를 이용하는 제1 열교환기(310)로 보내져 가열된 뒤(4A) 고압 터빈(410)을 구동시키고 제1 리큐퍼레이터(210)로 보내진다. 고압 터빈(410)의 구동 후 제1 리큐퍼레이터(210)로 보내진 작동 유체는 제1 열교환기(310)의 전단에서 분기되어 제1 리큐퍼레이터(210)로 보내진 작동 유체와 열교환해 1차로 냉각된 후 배출된다. 제1 리큐퍼레이터(210)에서 냉각된 작동 유체는 저압 터빈(430)을 구동시킨 후 다시 제1 리큐퍼레이터(210)의 후단으로 유입된 작동 유체와 혼합된다(6B).

[188] 혼합된 작동 유체는 제2 리큐퍼레이터(230)로 유입된다(7). 제2 리큐퍼레이터(230)에서 펌프(100)를 거쳐 제3 리큐퍼레이터(250)에서 1차로 가열된 작동 유체에 열을 빼앗겨 2차로 냉각된 작동 유체는 제3

리큐퍼레이터(250)로 보내진다(8). 제3 리큐퍼레이터(250)에서 펌프(100)를 거친 작동 유체와 열교환해 3차로 냉각된 작동 유체는 복합 열교환기(500)로 이송되어(9) 난방수와 열교환해 재냉각된 뒤 펌프(100)로 재순환된다(10).

[189] 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수는(20) 작동 유체로부터 열을 받아 제1 히터(510)에서 가열되고(20), 제1 히터(510)에서 가열된 난방수는 복합 열교환기(500) 내에서 분기되어(21) 일부는 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송되고(26), 일부는 제3 열교환기(350)로 보내져(23) 재가열된 후 열병합 발전 시스템으로 이송될 수 있다(24, 25).

[190] 또는, 도면에 도시하지는 않았으나, 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 배출되는 난방수와 제3 열교환기(350)에서 재가열된 난방수를 먼저 혼합한 뒤 열병합 발전 시스템으로 보낼 수도 있다.

[191] 또는, 제3 열교환기를 삭제하고 난방수의 가열을 복합 열교환기(500)에서만 이루어지도록 시스템을 구성할 수도 있다.

[192]

[193] 도 22 및 도 23은 제10 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도이다.

[194] 도 22에 도시된 바와 같이, 전술한 제10 실시 예의 변형 예로, 제3 열교환기(350)를 구비하되 복합 열교환기(500)는 초임계 이산화탄소 발전 시스템의 작동 유체를 냉각하는 컨덴서 역할만을 하고, 제3 열교환기(350)가 열병합 발전 시스템의 난방수를 가열해 공급하는 역할을 할 수 있다(20~23).

[195] 또는, 도 23에 도시된 바와 같이, 제3 열교환기(350)를 구비하고, 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수를(20) 제1 히터(510) 및 제2 히터(530)에서 가열한 뒤 전체 유량을 제3 열교환기(350)로 보내(21, 22) 재가열 할 수 있다. 제3 열교환기(350)에서 가열된 난방수는 열병합 발전 시스템으로 전량 보내진다(23, 24).

[196]

[197] 도 24는 본 발명의 제11 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.

[198] 도 24에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제11 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 제 10 실시 예와 동일한 시스템으로 구성되되, 순차 배치된 4개의 폐열 회수 열교환기를 구비할 수 있다. 이때 제2 열교환기(330) 및 제3 열교환기(350)는 중온의 폐열 기체를 이용하도록 나란히 배치될 수 있다.

[199] 이 경우 작동 유체의 흐름은 제10 실시 예와 동일하나, 복합 열교환기(500)에서 분기된 난방수가 제4 열교환기(370)와(22) 제2 열교환기(330)로(23) 각각 분기되어 재가열될 수 있다. 재가열된 난방수는 다시 혼합되어 열병합 발전 시스템으로 보내진다(24, 25).

[200] 또는, 도면에 도시하지는 않았으나, 제4 열교환기를 삭제하고, 복합 열교환기(500)에서 분기된 난방수가 제2 열교환기(330)를 통해 재가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 보내질 수도 있다.

[201]

[202] 도 25는 본 발명의 제12 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.

[203] 도 25에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제12 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 제10 실시 예와 동일한 시스템 구성을 갖되, 제3 리큐퍼레이터(250)와 병렬 설치된 제4 리큐퍼레이터(270)를 추가로 구비할 수 있다.

[204] 작동 유체의 흐름은 제10 실시 예에서와 동일하되, 고압 터빈(410)을 거쳐 제1 및 제2 리큐퍼레이터(230)를 통해 냉각된 작동 유체의 일부가 제4 리큐퍼레이터(270)로 분기되는 구성이 상이하다. 분기된 작동 유체는 제3 리큐퍼레이터(250) 및 제4 리큐퍼레이터(270)로 각각 유입되며, 제3 리큐퍼레이터(250)로 유입된 작동 유체는(8) 펌프(100)를 통과한 작동 유체와 열교환해 냉각된다. 제4 리큐퍼레이터(270)로 분기된 작동 유체는(24) 난방수와 열교환해 냉각된 뒤 제3 리큐퍼레이터(250)의 후단으로 유입된다. 제3 리큐퍼레이터(250) 및 제4 리큐퍼레이터(270)를 거친 작동 유체가 혼합되어 복합 열교환기(500)로 보내진다.

[205] 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수는(20) 작동 유체로부터 열을 받아 제1 히터(510)에서 가열되고(20), 제1 히터(510)에서 가열된 난방수는 복합 열교환기(500) 내에서 분기되어(21) 일부는 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송되고(26), 일부는 제3 열교환기(350)와(22, 23B)와 제4 리큐퍼레이터(270)로(23A) 각각 분기된다.

[206] 제3 열교환기(350)와 제4 리큐퍼레이터(270)에서 각각 가열된 난방수는 제4 리큐퍼레이터(270)의 후단에서 혼합되어 열병합 발전 시스템으로 공급된다.

[207]

[208] 도 26은 본 발명의 제13 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.

[209] 도 26에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제13 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 2개의 리큐퍼레이터와 2개의 열교환기, 하나의 펌프 및 2개의 펌프가 구비될 수 있다. 초임계 이산화탄소 발전 시스템과 열병합 발전 시스템은 복합 열교환기를 공유한다. 제1 리큐퍼레이터(210)와 제2 리큐퍼레이터(230)는 순차 배치되고, 제1 열교환기(310) 및 제2 열교환기(330)는 각각 고온 및 저온의 폐열 기체를 이용하도록 배치된다. 2개의 펌프는 하나의 터빈에 의해 구동되며, 복합 열교환기를 거쳐 냉각된 작동 유체가 유입되는 펌프는 저온 측 펌프, 복합 열교환기의 전단에서 분기된 작동 유체가 유입되는 펌프는 저온 펌프에 비해 상대적으로 고온인 고온 측 펌프이다. 제1 펌프(100)를 통과한 작동 유체는 저온의 작동 유체와 열교환하는 저온측 리큐퍼레이터인 제2 리큐퍼레이터(230)로 이송되어(1) 1차로 가열된 뒤 제2 펌프(110)의 후단으로 이송된다(2). 그 후 제2 펌프(110)를 통과한 작동 유체와 혼합되어 고온의 작동 유체와 열교환하는 고온 측 리큐퍼레이터인 제1 리큐퍼레이터(210)로

유입되어(3) 재가열된다. 제1 리큐퍼레이터(210)에서 가열된 작동 유체는 제1 열교환기(310)로 보내지고(4), 고온의 폐열 기체에 의해 가열되어 터빈(410)으로 이송되어(5) 터빈(410)을 구동시킨다. 터빈(410)의 구동에 의해 발전기(450)와 제1 펌프(100) 및 제2 펌프(110)가 구동된다.

[210] 터빈(410)을 구동시킨 작동 유체는 제1 리큐퍼레이터(210)로 보내져(6) 제2 펌프(110)를 통과한 작동 유체에 열을 빼앗겨 1차로 냉각된 후 제2 리큐퍼레이터(230)로 이송된다(7). 제2 리큐퍼레이터(230)에서 제1 펌프(100)를 통과한 작동 유체에 열을 빼앗겨 2차로 냉각된 작동 유체는 제2 리큐퍼레이터(230)의 후단에서 분기되어 일부는 제2 펌프(110)로 보내지고(9B), 나머지는 복합 열교환기(500)로 보내진다(9). 복합 열교환기(500)에서 난방수와 열교환해 냉각된 작동 유체는 제1 펌프(100)로 재순환된다(10).

[211] 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수는(20) 작동 유체로부터 열을 받아 제1 히터(510)에서 가열되고(20), 제1 히터(510)에서 가열된 난방수는 복합 열교환기(500) 내에서 분기되어(21) 일부는 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송되고(26), 일부는 제2 열교환기(330)로 보내져(23) 재가열된 후 열병합 발전 시스템으로 이송될 수 있다(24, 25).

[212] 또는, 도면에 도시하지는 않았으나, 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 배출되는 난방수와 제2 열교환기(330)에서 재가열된 난방수를 먼저 혼합한 뒤 열병합 발전 시스템으로 보낼 수도 있다.

[213] 또는, 폐열 회수 열교환기를 2개가 아닌 1개로 구성할 수도 있으며, 이 경우 열병합 발전 시스템의 난방수는 복합 열교환기(500)에서 작동 유체와 열교환해 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 공급될 수 있다.

[214]

[215]

[216] 도 27 및 도 28은 제13 실시 예의 변형 예를 도시한 모식도이다.

[217] 도 27에 도시된 바와 같이, 제13 실시 예의 변형 예로 하이브리드형 발전 시스템은 제13 실시 예와 시스템 구성은 동일할 수 있다. 그러나 복합 열교환기(500)는 초임계 이산화탄소 발전 시스템의 작동 유체를 냉각하는 컨덴서 역할만을 하고, 제2 열교환기(330)가 열병합 발전 시스템의 난방수를 가열해 공급하는 역할을 할 수 있다(20~23).

[218] 또는 도 28에 도시된 바와 같이, 제13 실시 예의 변형 예로 하이브리드형 발전 시스템이 제13 실시 예와 동일한 시스템 구성을 갖되, 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수를(20) 제1 히터(510) 및 제2 히터(530)에서 가열한 뒤 전체 유량을 제2 열교환기(330)로 보내(21, 22) 재가열 할 수 있다. 제2 열교환기(330)에서 가열된 난방수는 열병합 발전 시스템으로 전량 보내진다(23, 24).

[219]

[220] 도 29는 본 발명의 제14 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.

- [221] 도 29에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제14 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 제13 실시 예와 동일한 시스템 구성을 갖되, 3개의 폐열 회수 열교환기를 구비할 수 있다. 이 경우 제1 열교환기(310)는 고온의 폐열 기체를, 제2 열교환기(330)는 중온의 폐열 기체를, 제3 열교환기(350)는 저온의 폐열 기체를 이용하도록 순차 배치될 수 있다.
- [222] 작동 유체의 흐름은 제13 실시 예와 동일하나, 복합 열교환기(500)를 거친 난방수의 흐름이 상이하다. 즉, 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수는(20) 작동 유체로부터 열을 받아 제1 히터(510)에서 가열되고(20), 제1 히터(510)에서 가열된 난방수는 복합 열교환기(500) 내에서 분기되어(21) 일부는 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송된다(26). 복합 열교환기(500)에서 분기된 난방수의 일부는 제3 열교환기(350)와(22) 제2 열교환기(330)로(23) 각각 분기되어 재가열되며, 제2 열교환기(330) 및 제3 열교환기(350)에서 가열된 난방수는 혼합되어 열병합 발전 시스템으로 공급된다(25).
- [223] 또는, 도면에 도시되지는 않았으나, 제3 열교환기를 삭제하고 복합 열교환기(500)에서 분기된 난방수가 제2 열교환기(330)에서 전량 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 공급될 수도 있다.
- [224]
- [225] 도 30은 본 발명의 제15 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템을 도시한 모식도이다.
- [226] 도 30에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제15 실시 예에 따른 하이브리드형 발전 시스템은 도 26의 제13 실시 예와 시스템 구성이 동일하되, 추가로 제3 리큐퍼레이터(250)가 구비될 수 있다.
- [227] 이 경우 작동 유체의 흐름은 도 26의 제13 실시 예와 동일하나, 터빈(410)을 거쳐 제1 리큐퍼레이터(210)에서 1차로 냉각된 작동 유체가 제2 리큐퍼레이터(230)의 전단에서 일부 분기되어 제3 리큐퍼레이터(250)로 공급되는 것이 상이하다(7).
- [228] 제3 리큐퍼레이터(250)로 공급된 작동 유체는 난방수와 열교환해 한번 더 냉각된 뒤 복합 열교환기(500)의 전단에서 제2 리큐퍼레이터(230)를 거쳐 2차로 냉각된 작동 유체와(8) 혼합되어 복합 열교환기(500)로 공급된다.
- [229] 복합 열교환기(500)로 유입된 난방수는(20) 작동 유체로부터 열을 받아 제1 히터(510)에서 가열되고(20), 제1 히터(510)에서 가열된 난방수는 복합 열교환기(500) 내에서 분기되어(21) 일부는 제2 히터(530)에서 가열된 뒤 열병합 발전 시스템으로 이송된다(26). 복합 열교환기(500)에서 분기된 난방수의 나머지는 제2 열교환기(330)와(23B) 제2 리큐퍼레이터(230)로(23A) 다시 분기되어 재가열된다. 재가열된 난방수는 혼합되어 열병합 발전 시스템으로 공급된다(24, 25).
- [230] 또는, 도면에 도시되지는 않았으나, 제2 열교환기를 삭제하고 제3

리큐퍼레이터(250)만으로 복합 열교환기(500)에서 분기된 난방수를 추가로 가열해 열병합 발전 시스템으로 공급할 수도 있다.

산업상 이용가능성

- [231] 초임계 이산화탄소 발전과 열병합 발전을 통합 운용하여 전기 생산 및 난방열 생산 효율을 향상시킨 하이브리드형 발전 시스템에 이용할 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 초임계 이산화탄소를 작동 유체로 사용해 전기 에너지를 생산하는 초임계 이산화탄소 발전 시스템과, 연료를 연소해 열 에너지 및 전기 에너지를 생산하는 열병합 발전 시스템을 혼합한 하이브리드형 발전 시스템에 있어서,
상기 작동 유체를 순환시키는 적어도 하나의 펌프와,
상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체와 열교환해 복열하는 적어도 하나의 리큐퍼레이터와,
외부 열원을 이용해 상기 리큐퍼레이터에서 복열된 상기 작동 유체를 재가열하는 적어도 하나의 열교환기와,
상기 열교환기에서 재가열된 상기 작동 유체에 의해 구동되는 복수의 터빈과,
상기 열병합 발전 시스템의 난방수와 상기 작동 유체를 열교환해 상기 난방수는 가열하고 상기 작동 유체는 냉각시키는 복합 열교환기를 포함하며,
상기 터빈을 거친 상기 작동 유체는 상기 리큐퍼레이터에서 상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체와 열교환해 냉각된 후 상기 복합 열교환기로 공급되는 것을 특징으로 하고,
상기 초임계 이산화탄소 발전 시스템과 상기 열병합 발전 시스템은 상기 복합 열교환기를 공유하는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 복합 열교환기를 통과한 상기 작동 유체는 상기 펌프로 순환되고, 상기 난방수는 상기 리큐퍼레이터와 상기 열교환기 중 적어도 어느 하나에 의해 가열된 후 상기 열병합 발전 시스템으로 공급되는 것을 특징으로 하며, 상기 난방수는 상기 열병합 발전 시스템으로부터 상기 복합 열교환기로 유입된 후 일부 또는 전부가 상기 리큐퍼레이터 또는 상기 열교환기로 공급되거나, 상기 복합 열교환기와 상기 리큐퍼레이터 또는 상기 열교환기로 각각 분기되어 공급되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체는 상기 리큐퍼레이터에서 상기 복수의 터빈을 거친 작동 유체와 열교환해 1차로 가열되고, 상기 열교환기로 보내져 2차로 가열된 뒤 분기되어 상기 복수의 터빈으로 각각 공급되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
상기 리큐퍼레이터 및 상기 열교환기는 복수 개로 구비되며, 상기 펌프를

통과한 상기 작동 유체는 상기 복수의 리큐퍼레이터로 분기되어 1차로 가열된 후 상기 복수의 열교환기로 각각 공급되어 2차로 가열된 뒤 상기 복수의 터빈으로 각각 공급되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.

- [청구항 5] 제2항에 있어서,
상기 리큐퍼레이터 및 상기 열교환기는 복수 개로 구비되며, 상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체는 상기 복수의 리큐퍼레이터로 분기되어 1차로 가열된 후 상기 복수의 열교환기로 각각 공급되어 2차로 가열된 뒤 상기 복수의 터빈 또는 적어도 하나의 상기 리큐퍼레이터로 각각 공급되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.
- [청구항 6] 제3항에 있어서,
상기 복수의 터빈을 각각 통과한 상기 작동 유체는 혼합되어 적어도 하나의 상기 리큐퍼레이터로 유입되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.
- [청구항 7] 제4항에 있어서,
상기 복수의 터빈을 각각 통과한 상기 작동 유체는 혼합되어 적어도 하나의 상기 리큐퍼레이터로 유입되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.
- [청구항 8] 제5항에 있어서,
상기 복수의 터빈을 각각 통과한 상기 작동 유체는 혼합되어 적어도 하나의 상기 리큐퍼레이터로 유입되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 열교환기는 복수 개로 구비되며, 폐열 기체가 유입되는 부분에서 배출되는 부분을 향해 순차적으로 배치되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.
- [청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 리큐퍼레이터는 복수 개가 순차적으로 배치되며, 상기 복수의 터빈을 통과한 작동 유체가 상기 리큐퍼레이터를 순차적으로 통과하면서 상기 펌프를 거친 작동 유체와 열교환해 냉각되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.
- [청구항 11] 초임계 이산화탄소를 작동 유체로 사용해 전기 에너지를 생산하는 초임계 이산화탄소 발전 시스템과, 연료를 연소해 열 에너지 및 전기 에너지를 생산하는 열병합 발전 시스템을 혼합한 하이브리드형 발전 시스템에 있어서,
상기 작동 유체를 순환시키는 적어도 하나의 펌프와,
상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체와 열교환해 복열하는 적어도 하나의 리큐퍼레이터와,

외부 열원을 이용해 상기 리큐퍼레이터에서 복열된 상기 작동 유체를 재가열하는 적어도 하나의 열교환기와,
 상기 열교환기에서 재가열된 상기 작동 유체에 의해 구동되는 하나의 터빈과,
 상기 열병합 발전 시스템의 난방수와 상기 작동 유체를 열교환해 상기 난방수는 가열하고 상기 작동 유체는 냉각시키는 복합 열교환기를 포함하며,
 상기 터빈을 거친 상기 작동 유체는 상기 리큐퍼레이터에서 상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체와 열교환해 냉각된 후 상기 복합 열교환기로 공급되는 것을 특징으로 하고,
 상기 초임계 이산화탄소 발전 시스템과 상기 열병합 발전 시스템은 상기 복합 열교환기를 공유하는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 초임계 이산화탄소 발전 시스템.

- [청구항 12] 제11항에 있어서,
 상기 복합 열교환기를 통과한 상기 작동 유체는 상기 펌프로 순환되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,
 상기 난방수는 상기 리큐퍼레이터와 상기 열교환기 중 적어도 어느 하나에 의해 가열된 후 상기 열병합 발전 시스템으로 공급되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.
- [청구항 14] 제13항에 있어서,
 상기 난방수는 상기 열병합 발전 시스템으로부터 상기 복합 열교환기로 유입된 후 일부 또는 전부가 상기 리큐퍼레이터 또는 상기 열교환기로 공급되거나, 상기 복합 열교환기와 상기 리큐퍼레이터 또는 상기 열교환기로 각각 분기되어 공급되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.
- [청구항 15] 제14항에 있어서,
 상기 펌프를 통과한 상기 작동 유체는 상기 리큐퍼레이터에서 상기 터빈을 거친 작동 유체와 열교환해 1차로 가열되고, 상기 열교환기로 보내져 2차로 가열된 뒤 상기 터빈으로 공급되는 것을 특징으로 하고,
 상기 터빈을 통과한 상기 작동 유체는 혼합되어 적어도 하나의 상기 리큐퍼레이터로 유입되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.
- [청구항 16] 제14항에 있어서,
 상기 펌프, 상기 리큐퍼레이터 및 상기 열교환기는 복수 개로 구비되며,
 상기 복합 열교환기의 전단에서 분기된 상기 작동 유체는 상기 펌프 중 고온 측 펌프로 공급되고, 상기 펌프 중 저온 측 펌프를 통과한 상기 작동 유체는 상기 리큐퍼레이터 중 저온 측 리큐퍼레이터에서 1차로 가열된 후

상기 고온 측 펌프를 통과한 상기 작동 유체와 혼합되어 상기 리큐퍼레이터 중 고온 측 리큐퍼레이터에서 2차로 가열되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.

[청구항 17] 제16항에 있어서,

상기 리큐퍼레이터 중 고온 측 리큐퍼레이터에서 2차로 가열된 상기 작동 유체는 상기 열교환기 중 어느 하나로 공급되어 재 가열된 뒤 상기 터빈으로 공급되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.

[청구항 18] 제17항에 있어서,

상기 터빈을 통과한 상기 작동 유체는 혼합되어 적어도 하나의 상기 리큐퍼레이터로 유입되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.

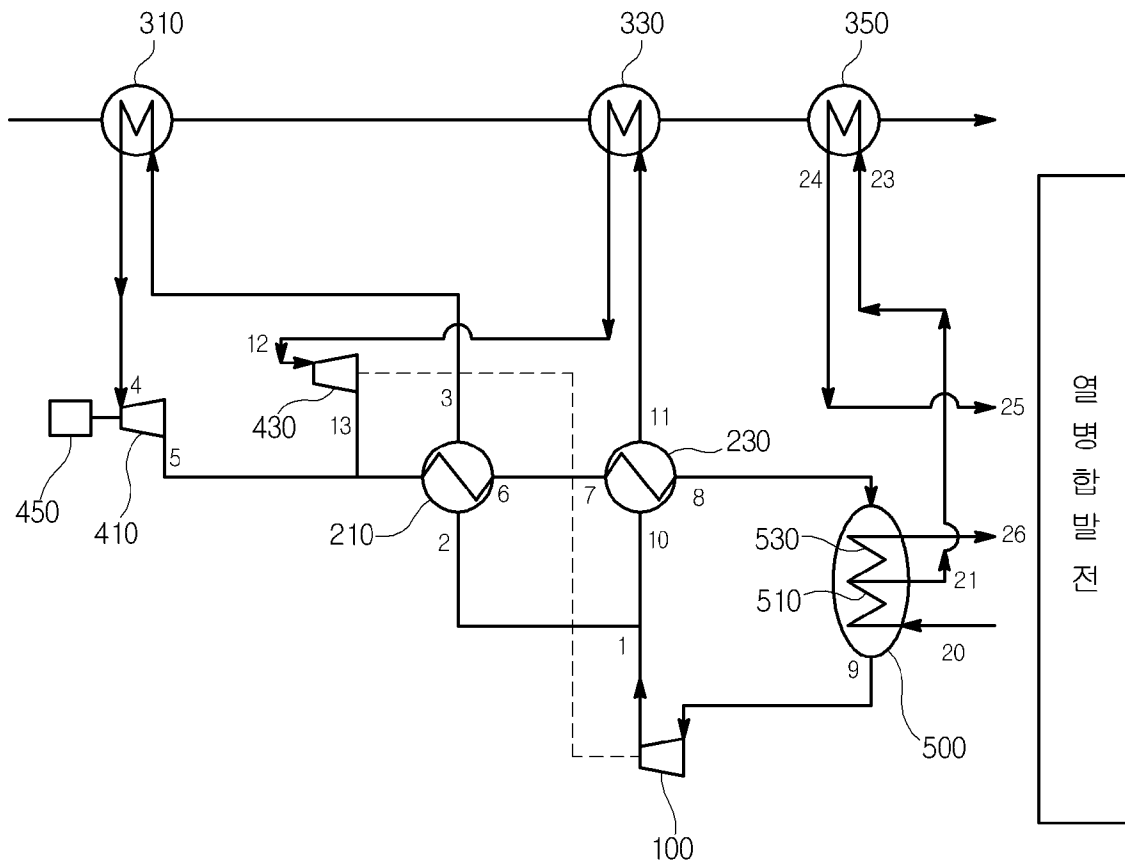
[청구항 19] 제11항에 있어서,

상기 열교환기는 복수 개로 구비되며, 폐열 기체가 유입되는 부분에서 배출되는 부분을 향해 순차적으로 배치되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.

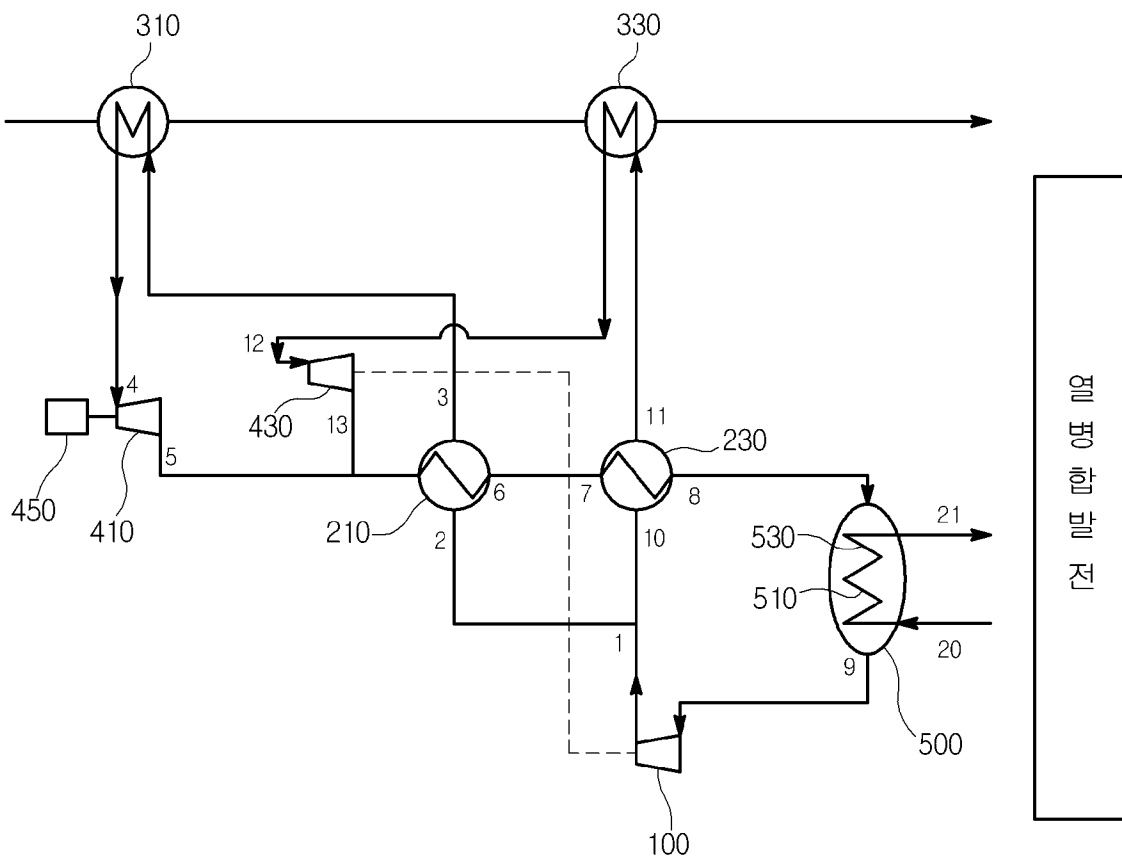
[청구항 20] 제11항에 있어서,

상기 리큐퍼레이터는 복수 개가 순차적으로 배치되며, 상기 터빈을 통과한 작동 유체가 상기 리큐퍼레이터를 순차적으로 통과하면서 상기 펌프를 거친 작동 유체와 열교환해 냉각되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 발전 시스템.

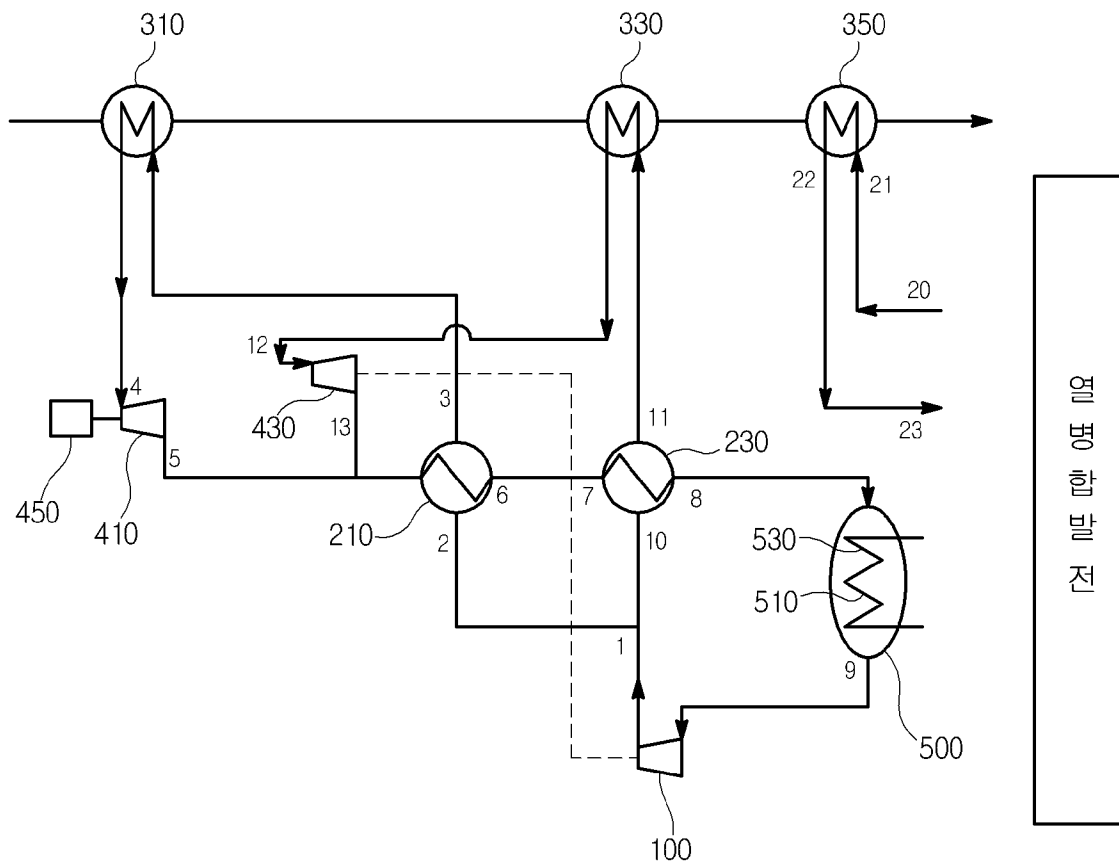
[도1]



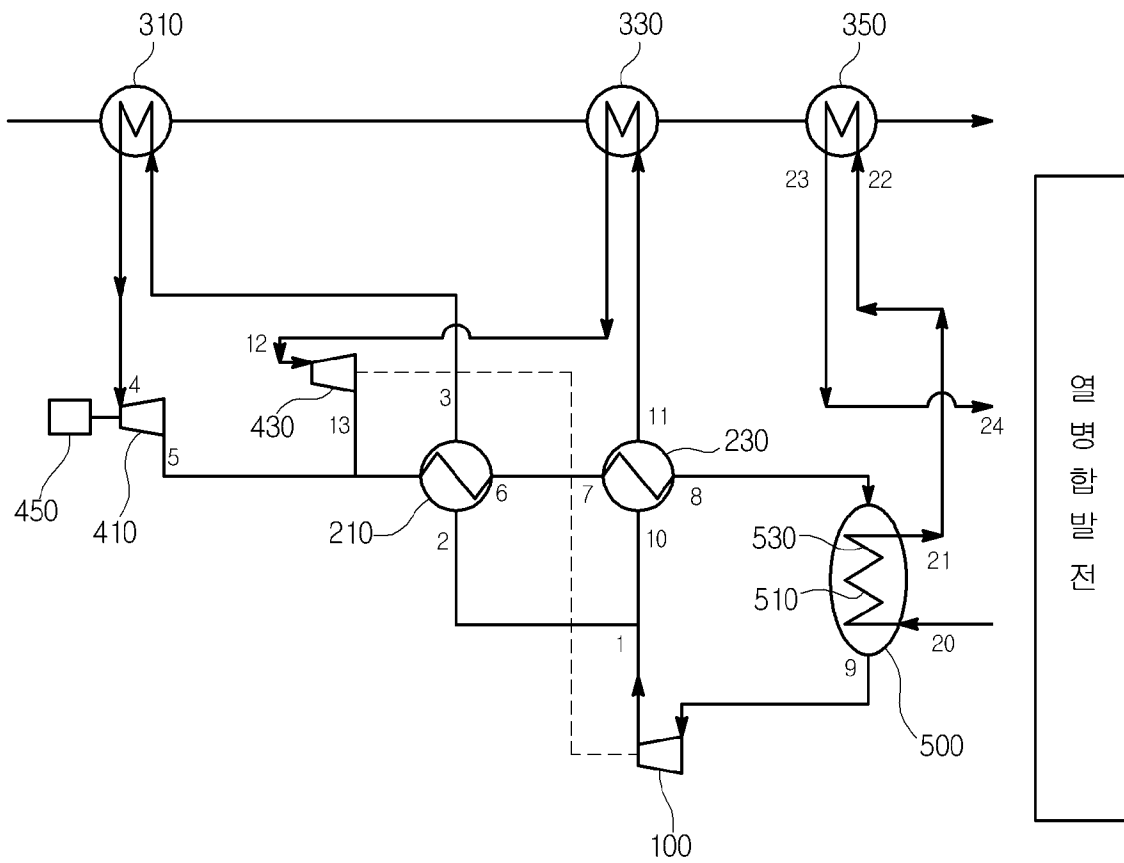
[도2]

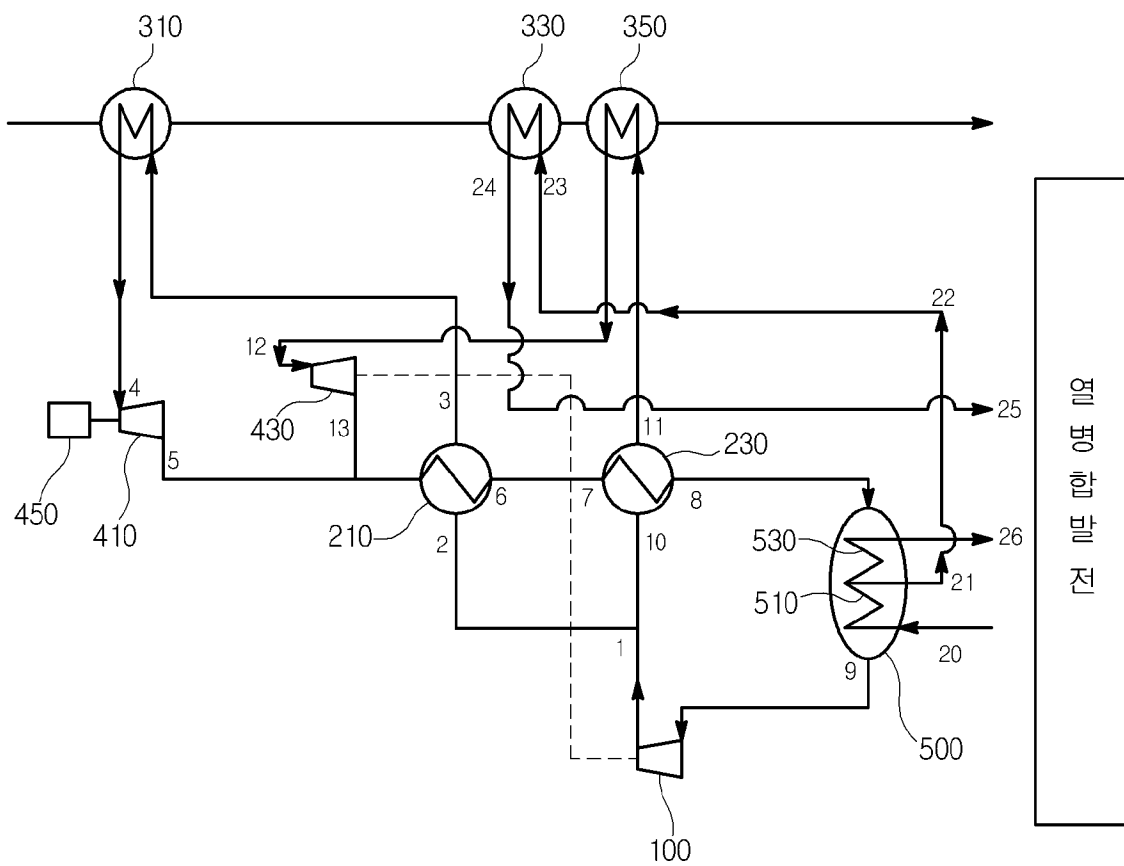


[도3]

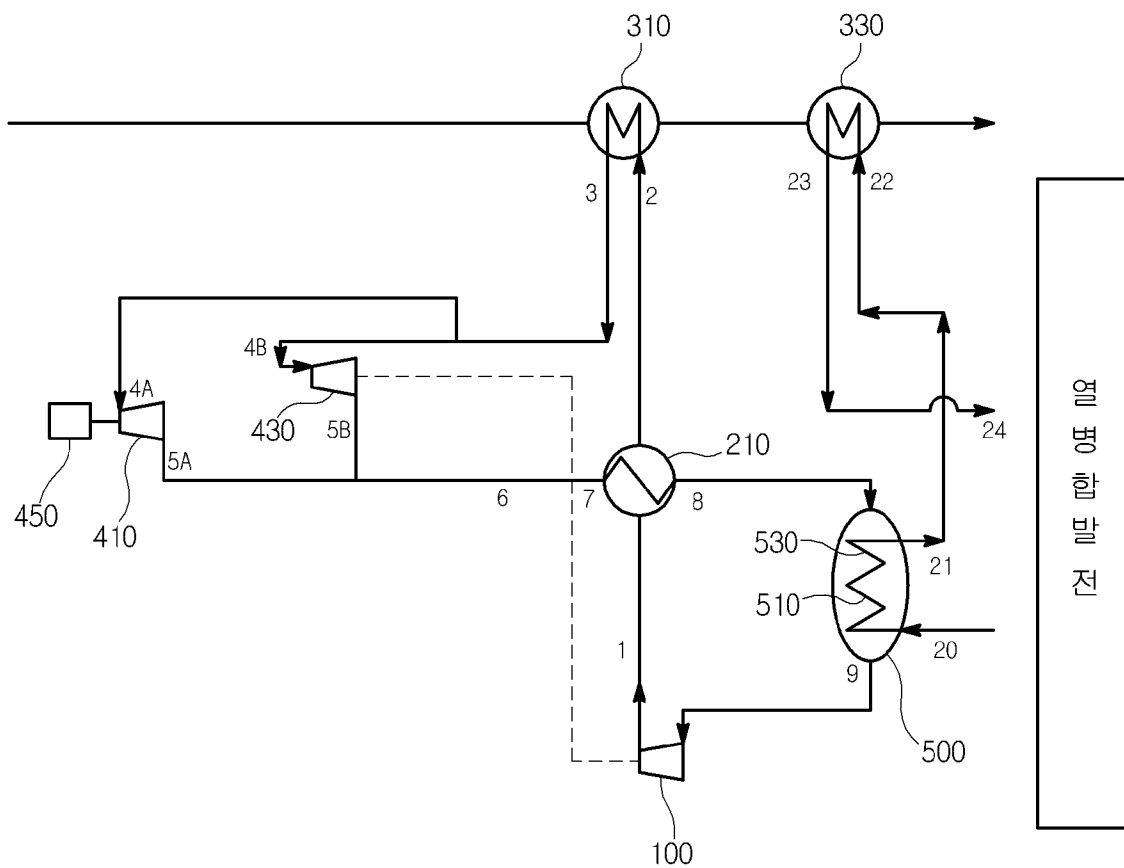
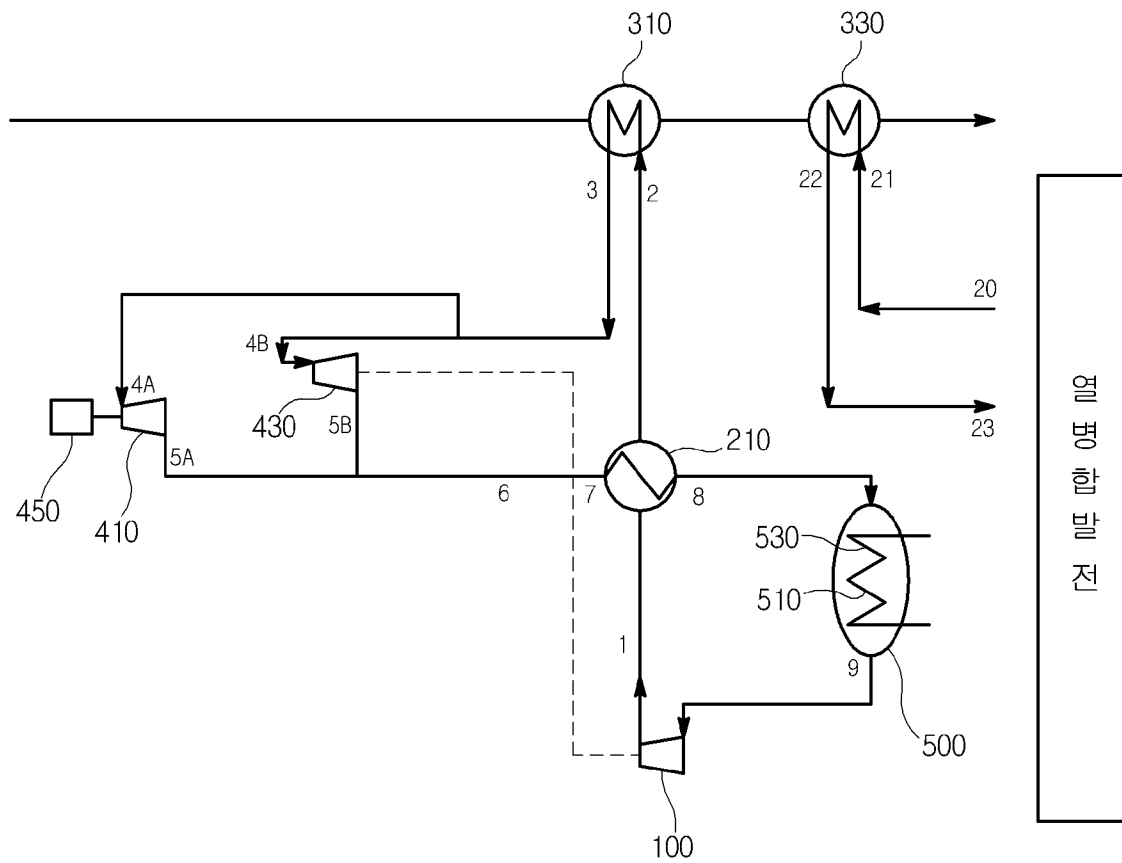


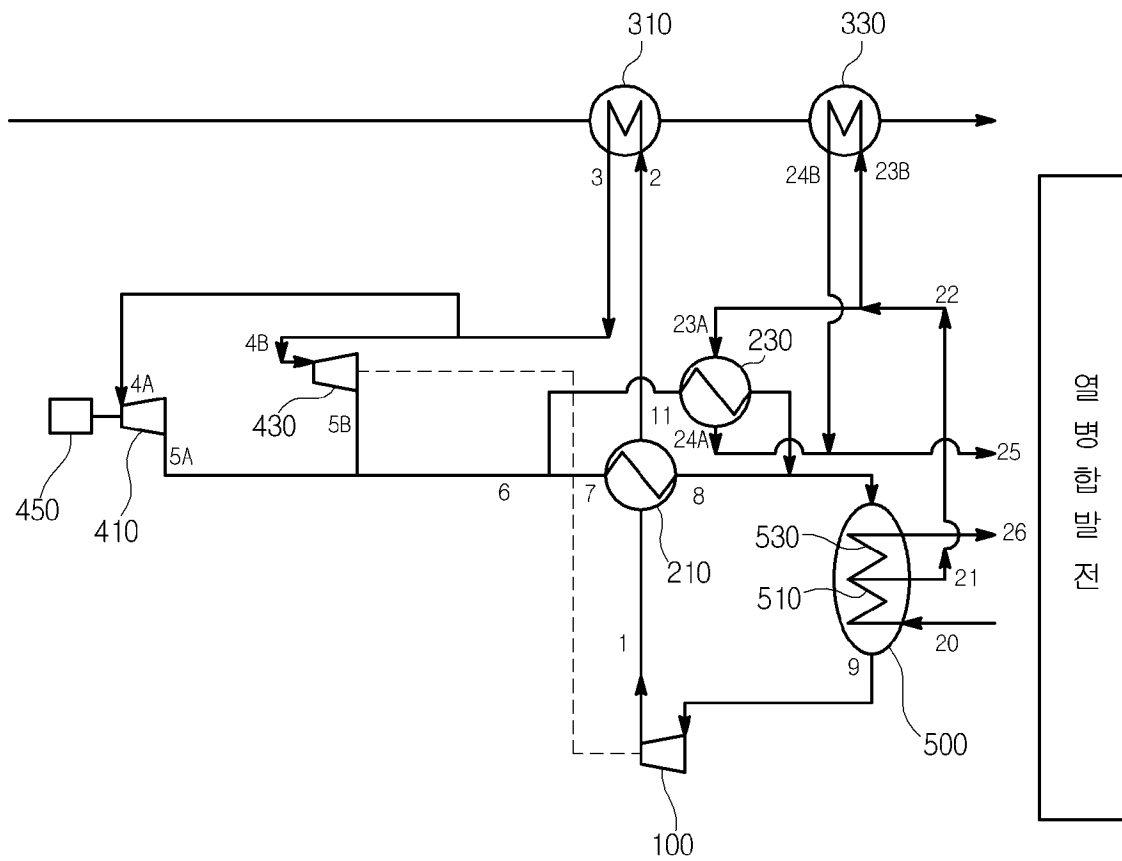
[도4]





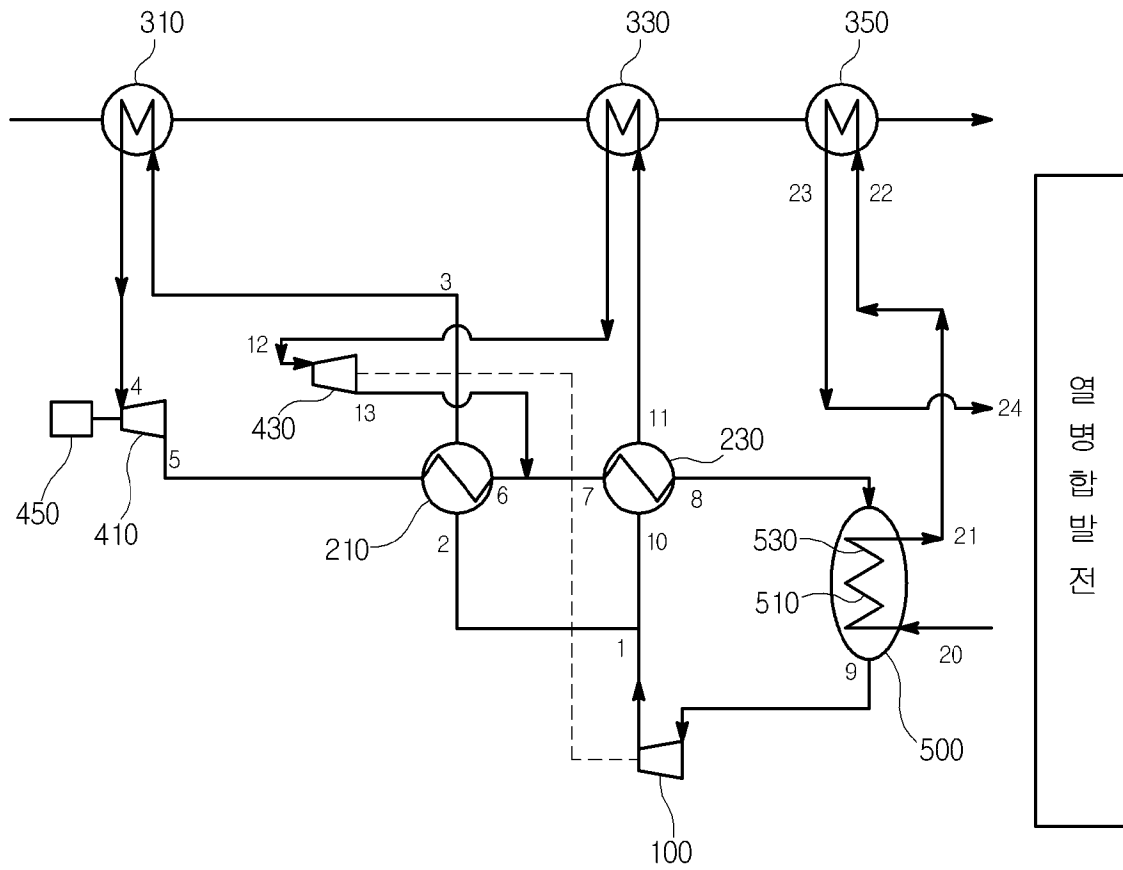
영역별 발전



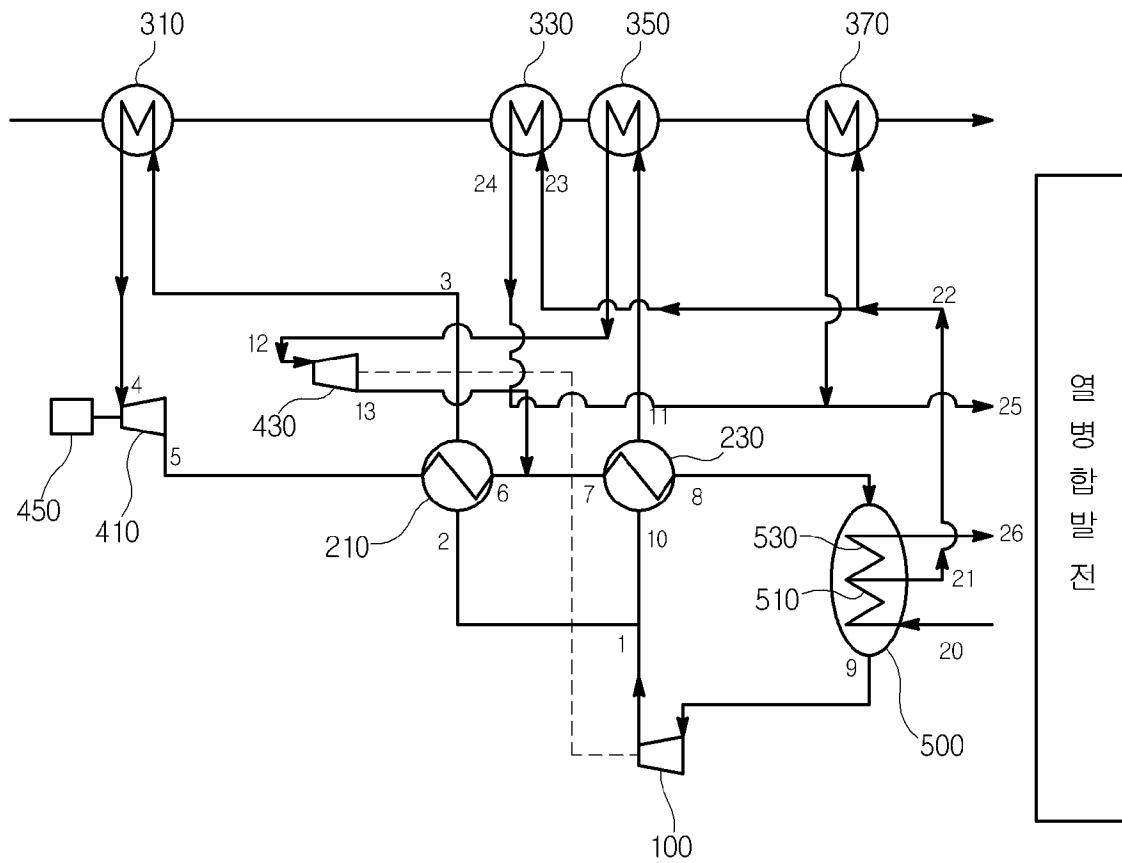


[illegible][illegible]

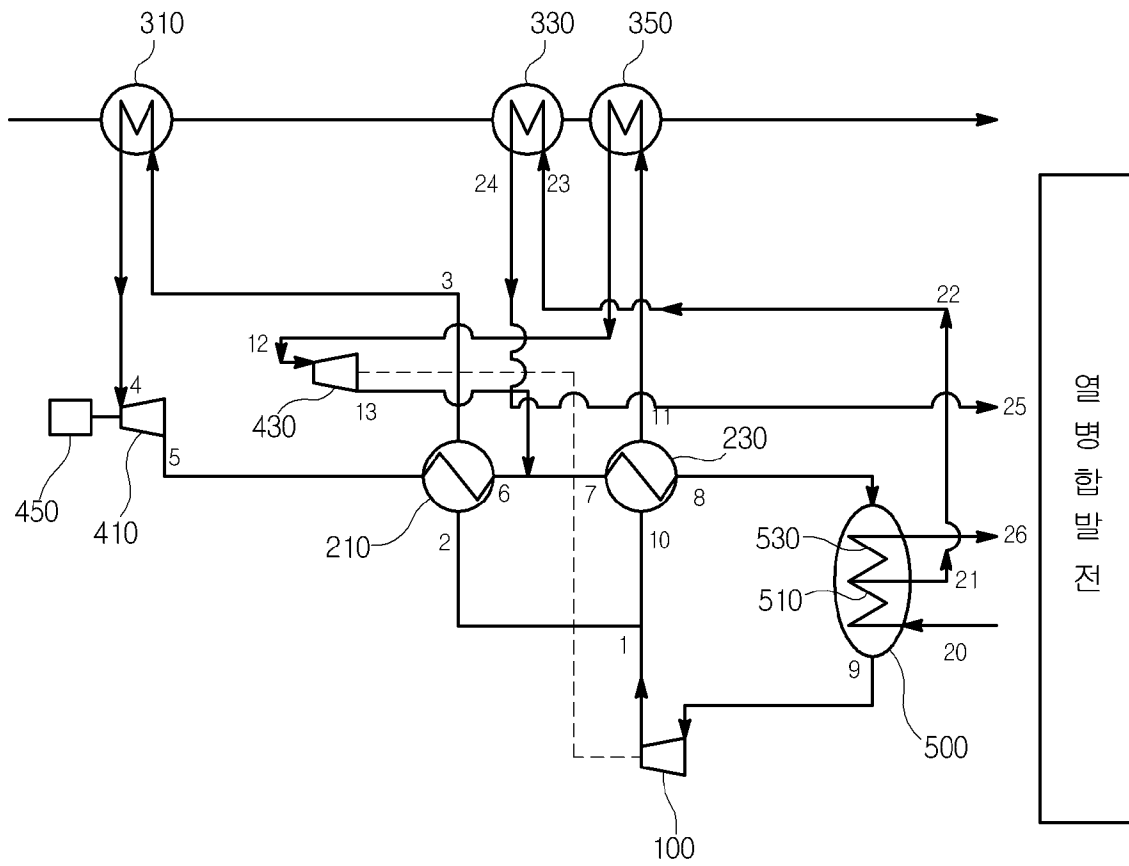
[도17]



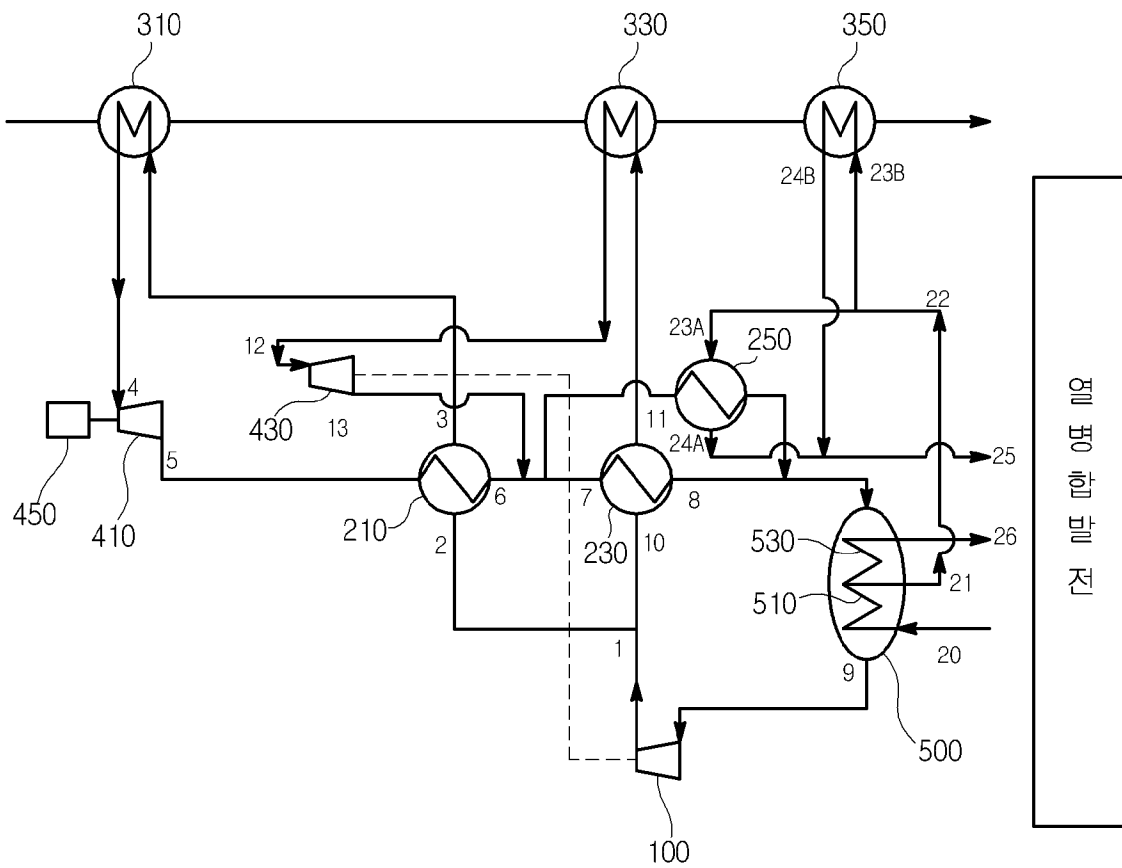
[도18]

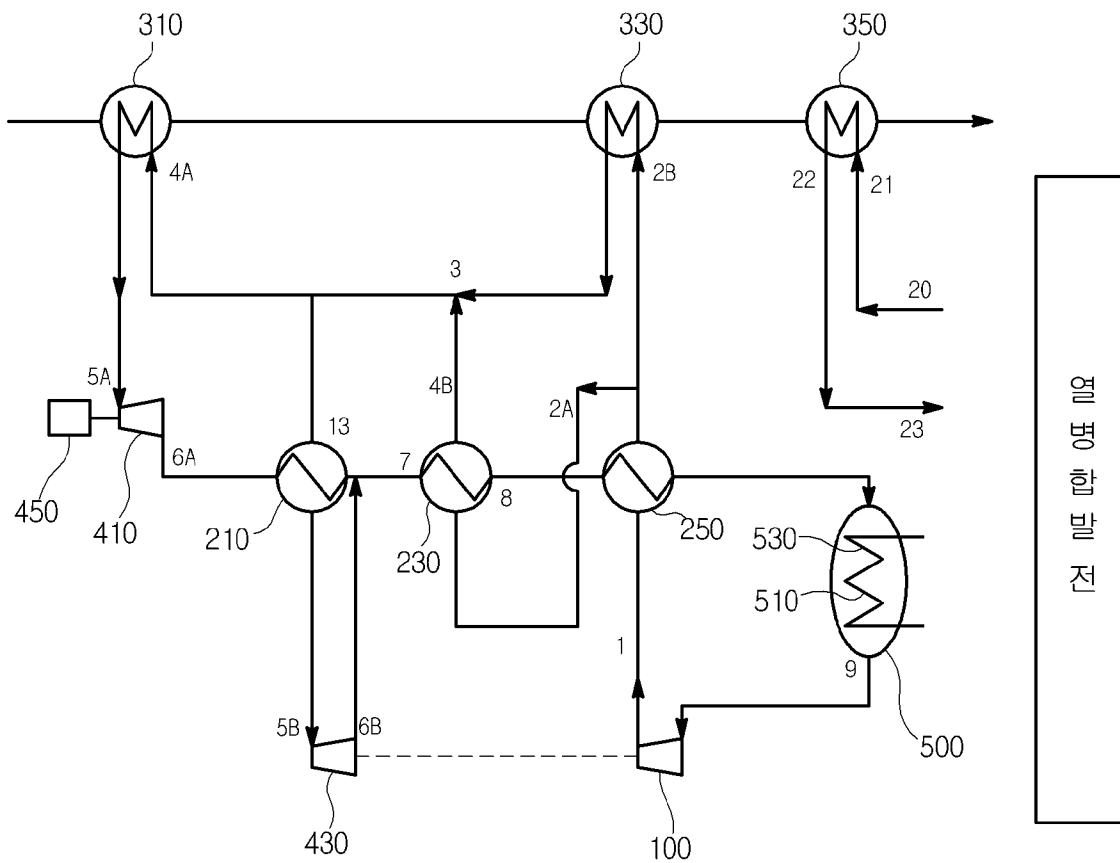


[도19]

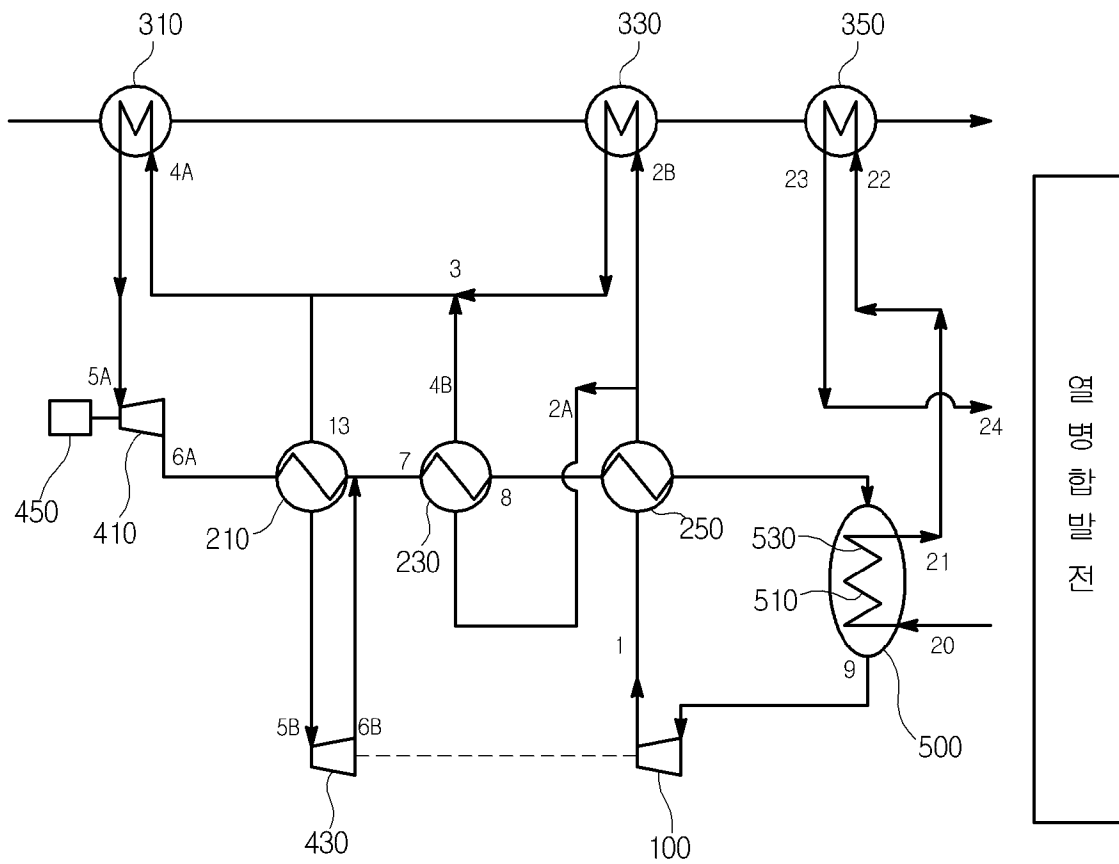


[도20]

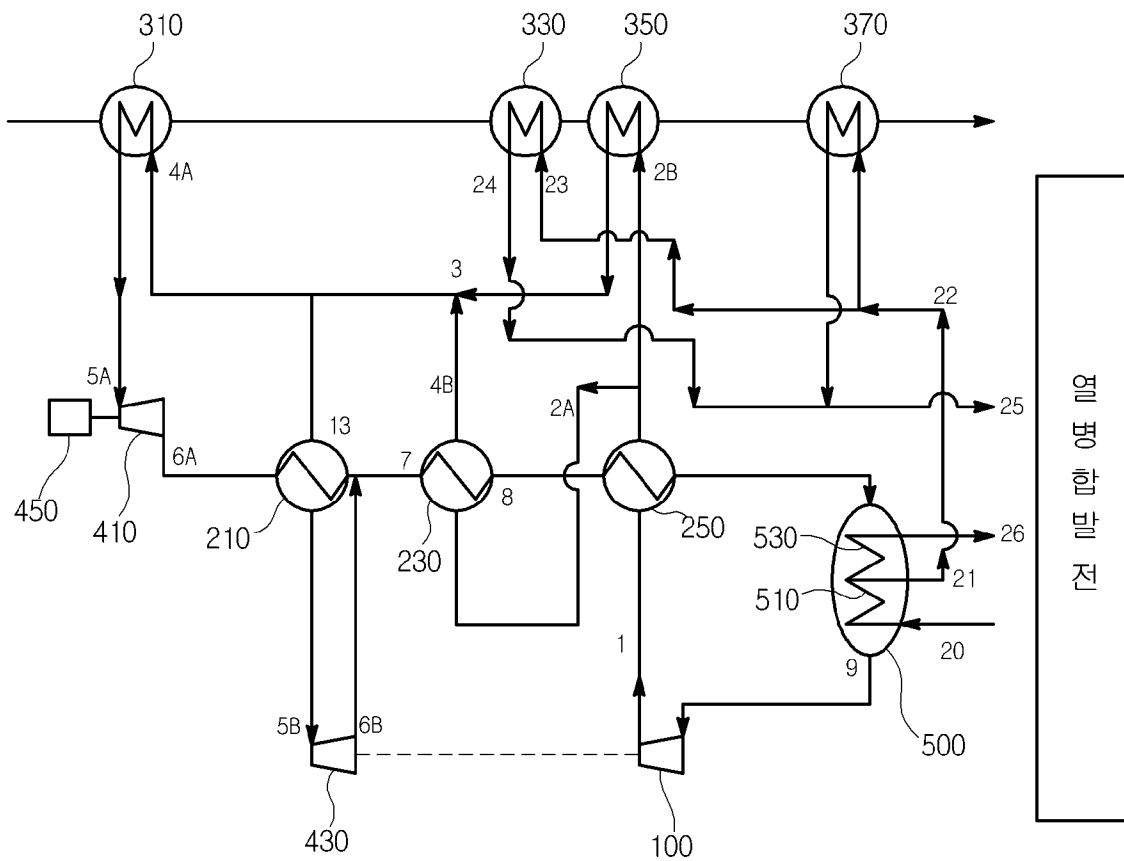




[도23]



[도24]



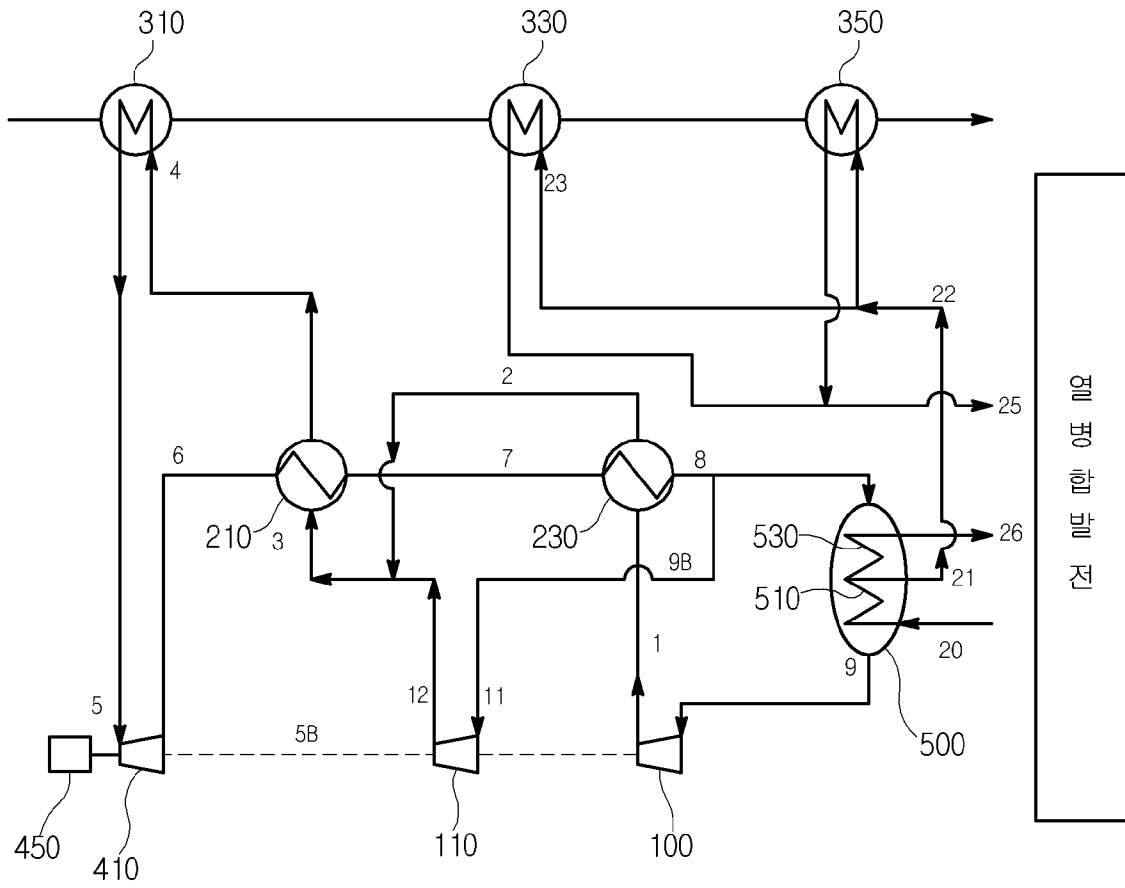
[illegible]

열병합발전

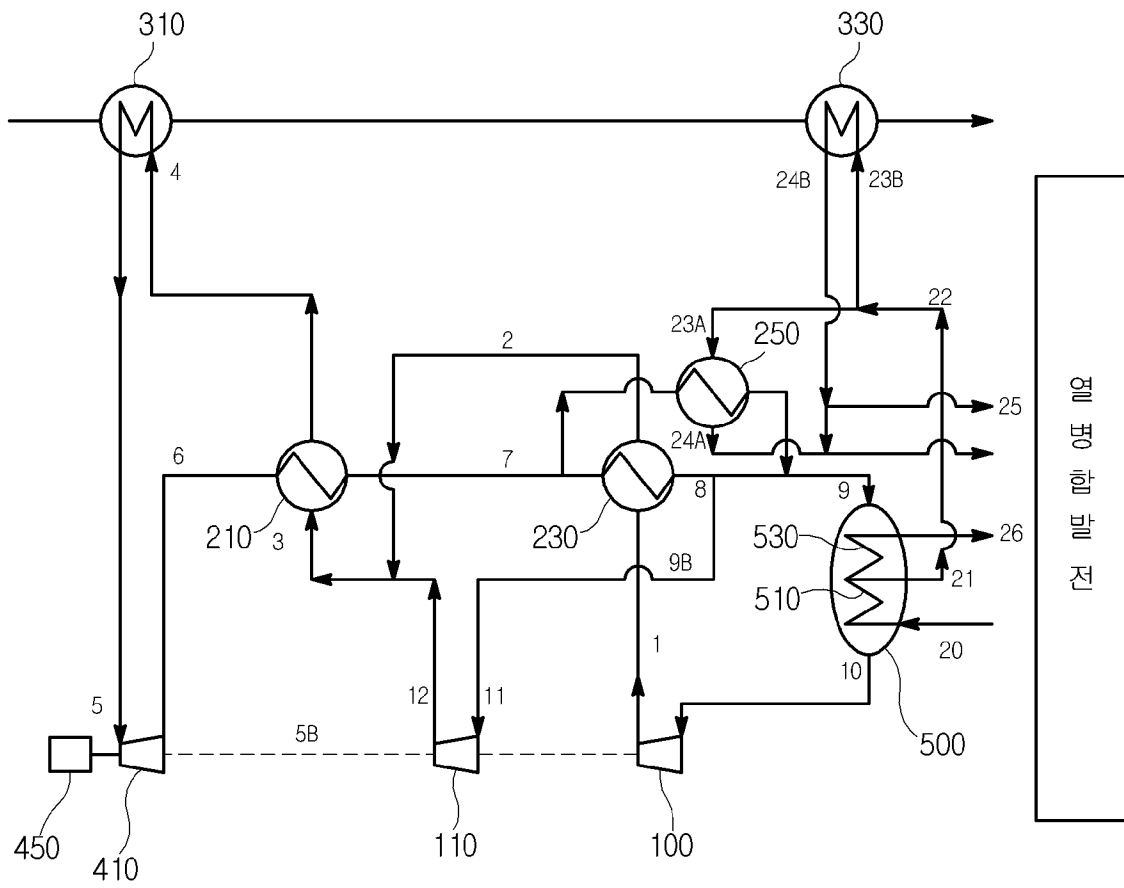
[illegible]

열병합발전

[도29]



[도30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/010393**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****F01K 25/10(2006.01)i, F01K 7/32(2006.01)i, F01K 7/16(2006.01)i, F02G 5/02(2006.01)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)

F01K 25/10; F01K 23/02; F01K 23/10; F01K 17/02; F01K 25/02; F01D 15/10; F02G 5/02; F01K 27/00; F01K 7/32; F01K 7/16

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: supercritical CO₂, cogeneration, pump, recuperator, heat exchanger, turbine, heating water, composite heat exchanger, share**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-1628030 B1 (KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH) 08 June 2016 See paragraphs [0015]-[0020], [0058]-[0067] and figures 1, 5.	11-12
Y		1-10, 13-20
Y	KR 10-2014-0064704 A (ECHOGEN POWER SYSTEMS, LLC.) 28 May 2014 See paragraphs [0036]-[0039] and figures 1, 3.	1-10, 15-20
Y	CN 103244214 A (NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY) 14 August 2013 See claims 1-2 and figure 1.	2-8, 13-18
A	KR 10-1536760 B1 (GLOBAL ENERGY DEVELOPMENT LTD.) 15 July 2015 See paragraphs [0025]-[0027], [0040]-[0041] and figure 1.	1-20
A	KR 10-2015-0036155 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 07 April 2015 See paragraphs [0010]-[0013] and figure 1.	1-20



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

29 JANUARY 2018 (29.01.2018)

Date of mailing of the international search report

30 JANUARY 2018 (30.01.2018)

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. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/010393

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1628030 B1	08/06/2016	KR 10-2016-0059730 A	27/05/2016
KR 10-2014-0064704 A	28/05/2014	AU 2011-336831 A1	13/06/2013
		AU 2011-336831 B2	01/12/2016
		AU 2011-336831 C1	25/05/2017
		CA 2774632 A1	24/03/2011
		CA 2774632 C	19/04/2016
		CA 2794150 A1	29/09/2011
		CA 2818816 A1	07/06/2012
		CA 2820606 A1	07/06/2012
		CA 2890527 A1	24/03/2011
		CA 2890527 C	15/03/2016
		CN 102741536 A	17/10/2012
		CN 102741536 B	06/01/2016
		CN 103477035 A	25/12/2013
		CN 103477035 B	10/08/2016
		EP 2478201 A1	25/07/2012
		EP 2478201 A4	30/09/2015
		EP 2478201 B1	16/08/2017
		EP 2550436 A2	30/01/2013
		EP 2550436 A4	20/04/2016
		EP 2646657 A2	09/10/2013
		EP 2646657 A4	09/07/2014
		EP 2646658 A2	09/10/2013
		EP 2646658 A4	25/06/2014
		JP 2014-502329 A	30/01/2014
		JP 6039572 B2	07/12/2016
		KR 10-2014-0048075 A	23/04/2014
		RU 2013124072 A	10/01/2015
		US 2010-0156112 A1	24/06/2010
		US 2011-0061384 A1	17/03/2011
		US 2011-0061387 A1	17/03/2011
		US 2011-0185729 A1	04/08/2011
		US 2012-0047892 A1	01/03/2012
		US 2012-0131918 A1	31/05/2012
		US 2012-0131919 A1	31/05/2012
		US 2012-0131920 A1	31/05/2012
		US 2012-0131921 A1	31/05/2012
		US 2013-0033037 A1	07/02/2013
		US 2013-0036736 A1	14/02/2013
		US 2013-0113221 A1	09/05/2013
		US 2014-0096521 A1	10/04/2014
		US 2014-0096524 A1	10/04/2014
		US 2014-0345279 A1	27/11/2014
		US 2015-0000281 A1	01/01/2015
		US 8096128 B2	17/01/2012
		US 8281593 B2	09/10/2012
		US 8613195 B2	24/12/2013
		US 8616001 B2	31/12/2013

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/010393

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		US 8783034 B2	22/07/2014
		US 8794002 B2	05/08/2014
		US 8813497 B2	26/08/2014
		US 8857186 B2	14/10/2014
		US 8869531 B2	28/10/2014
		US 8966901 B2	03/03/2015
		US 9115605 B2	25/08/2015
		US 9284855 B2	15/03/2016
		US 9410449 B2	09/08/2016
		US 9458738 B2	04/10/2016
		US 9816403 B2	14/11/2017
		WO 2011-034984 A1	24/03/2011
		WO 2011-119650 A2	29/09/2011
		WO 2011-119650 A3	12/01/2012
		WO 2012-074905 A2	07/06/2012
		WO 2012-074905 A3	04/10/2012
		WO 2012-074907 A2	07/06/2012
		WO 2012-074907 A3	07/09/2012
		WO 2012-074911 A2	07/06/2012
		WO 2012-074911 A3	16/08/2012
		WO 2012-074940 A2	07/06/2012
		WO 2012-074940 A3	22/11/2012
		WO 2013-059687 A1	25/04/2013
		WO 2013-070249 A1	16/05/2013
CN 103244214 A	14/08/2013	CN 103244214 B	25/02/2015
KR 10-1536760 B1	15/07/2015	KR 10-2015-0066775 A	17/06/2015
KR 10-2015-0036155 A	07/04/2015	AU 2013-280987 A1	22/01/2015
		CA 2876421 A1	03/01/2014
		CN 104487662 A	01/04/2015
		EP 2882942 A2	17/06/2015
		JP 2015-525846 A	07/09/2015
		MX 2014015418 A	09/04/2015
		RU 2014150481 A	20/08/2016
		US 2014-0000261 A1	02/01/2014
		WO 2014-004061 A2	03/01/2014
		WO 2014-004061 A3	02/10/2014

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

F01K 25/10(2006.01)i, F01K 7/32(2006.01)i, F01K 7/16(2006.01)i, F02G 5/02(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

F01K 25/10; F01K 23/02; F01K 23/10; F01K 17/02; F01K 25/02; F01D 15/10; F02G 5/02; F01K 27/00; F01K 7/32; F01K 7/16

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: 초임계 이산화탄소, 열병합 발전, 펌프, 리큐퍼레이터, 열교환기, 터빈, 난방수, 복합 열교환기, 공유

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-1628030 B1 (한국에너지기술연구원) 2016.06.08 단락 [0015]-[0020], [0058]-[0067] 및 도면 1, 5 참조.	11-12
Y		1-10, 13-20
Y	KR 10-2014-0064704 A (에코진 파워 시스템즈, 엘엘씨) 2014.05.28 단락 [0036]-[0039] 및 도면 1, 3 참조.	1-10, 15-20
Y	CN 103244214 A (NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY) 2013.08.14 청구항 1-2 및 도면 1 참조.	2-8, 13-18
A	KR 10-1536760 B1 (글로벌에너지개발 주식회사) 2015.07.15 단락 [0025]-[0027], [0040]-[0041] 및 도면 1 참조.	1-20
A	KR 10-2015-0036155 A (제네럴 일렉트릭 컴퍼니) 2015.04.07 단락 [0010]-[0013] 및 도면 1 참조.	1-20

☐ 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

2018년 01월 29일 (29.01.2018)

국제조사보고서 발송일

2018년 01월 30일 (30.01.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

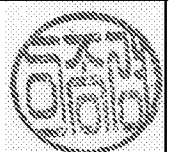
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이종경

전화번호 +82-42-481-3360



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1628030 B1	2016/06/08	KR 10-2016-0059730 A	2016/05/27
KR 10-2014-0064704 A	2014/05/28	AU 2011-336831 A1	2013/06/13
		AU 2011-336831 B2	2016/12/01
		AU 2011-336831 C1	2017/05/25
		CA 2774632 A1	2011/03/24
		CA 2774632 C	2016/04/19
		CA 2794150 A1	2011/09/29
		CA 2818816 A1	2012/06/07
		CA 2820606 A1	2012/06/07
		CA 2890527 A1	2011/03/24
		CA 2890527 C	2016/03/15
		CN 102741536 A	2012/10/17
		CN 102741536 B	2016/01/06
		CN 103477035 A	2013/12/25
		CN 103477035 B	2016/08/10
		EP 2478201 A1	2012/07/25
		EP 2478201 A4	2015/09/30
		EP 2478201 B1	2017/08/16
		EP 2550436 A2	2013/01/30
		EP 2550436 A4	2016/04/20
		EP 2646657 A2	2013/10/09
		EP 2646657 A4	2014/07/09
		EP 2646658 A2	2013/10/09
		EP 2646658 A4	2014/06/25
		JP 2014-502329 A	2014/01/30
		JP 6039572 B2	2016/12/07
		KR 10-2014-0048075 A	2014/04/23
		RU 2013124072 A	2015/01/10
		US 2010-0156112 A1	2010/06/24
		US 2011-0061384 A1	2011/03/17
		US 2011-0061387 A1	2011/03/17
		US 2011-0185729 A1	2011/08/04
		US 2012-0047892 A1	2012/03/01
		US 2012-0131918 A1	2012/05/31
		US 2012-0131919 A1	2012/05/31
		US 2012-0131920 A1	2012/05/31
		US 2012-0131921 A1	2012/05/31
		US 2013-0033037 A1	2013/02/07
		US 2013-0036736 A1	2013/02/14
		US 2013-0113221 A1	2013/05/09
		US 2014-0096521 A1	2014/04/10
		US 2014-0096524 A1	2014/04/10
		US 2014-0345279 A1	2014/11/27
		US 2015-0000281 A1	2015/01/01
		US 8096128 B2	2012/01/17
		US 8281593 B2	2012/10/09
		US 8613195 B2	2013/12/24
		US 8616001 B2	2013/12/31

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		US 8783034 B2	2014/07/22
		US 8794002 B2	2014/08/05
		US 8813497 B2	2014/08/26
		US 8857186 B2	2014/10/14
		US 8869531 B2	2014/10/28
		US 8966901 B2	2015/03/03
		US 9115605 B2	2015/08/25
		US 9284855 B2	2016/03/15
		US 9410449 B2	2016/08/09
		US 9458738 B2	2016/10/04
		US 9816403 B2	2017/11/14
		WO 2011-034984 A1	2011/03/24
		WO 2011-119650 A2	2011/09/29
		WO 2011-119650 A3	2012/01/12
		WO 2012-074905 A2	2012/06/07
		WO 2012-074905 A3	2012/10/04
		WO 2012-074907 A2	2012/06/07
		WO 2012-074907 A3	2012/09/07
		WO 2012-074911 A2	2012/06/07
		WO 2012-074911 A3	2012/08/16
		WO 2012-074940 A2	2012/06/07
		WO 2012-074940 A3	2012/11/22
		WO 2013-059687 A1	2013/04/25
		WO 2013-070249 A1	2013/05/16
CN 103244214 A	2013/08/14	CN 103244214 B	2015/02/25
KR 10-1536760 B1	2015/07/15	KR 10-2015-0066775 A	2015/06/17
KR 10-2015-0036155 A	2015/04/07	AU 2013-280987 A1	2015/01/22
		CA 2876421 A1	2014/01/03
		CN 104487662 A	2015/04/01
		EP 2882942 A2	2015/06/17
		JP 2015-525846 A	2015/09/07
		MX 2014015418 A	2015/04/09
		RU 2014150481 A	2016/08/20
		US 2014-0000261 A1	2014/01/02
		WO 2014-004061 A2	2014/01/03
		WO 2014-004061 A3	2014/10/02