



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2018년06월15일  
 (11) 등록번호 10-1868273  
 (24) 등록일자 2018년06월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 F01K 25/10 (2006.01) F01K 19/04 (2006.01)  
 F01K 7/32 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 F01K 25/103 (2013.01)  
 F01K 19/04 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2017-0039383  
 (22) 출원일자 2017년03월28일  
 심사청구일자 2017년03월28일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2015203417 A  
 US8281593 B2  
 KR100774568 B1  
 JP2013545930 A

(73) 특허권자  
 두산중공업 주식회사  
 경상남도 창원시 성산구 두산볼보로 22 (귀곡동)  
 (72) 발명자  
 박상신  
 충청북도 괴산군 청천면 후평도원로 224  
 강승규  
 경기도 용인시 수지구 신봉2로 26, 101동 1801호  
 (신봉동, LG신봉자이1차아파트)  
 (뒀면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 20 항

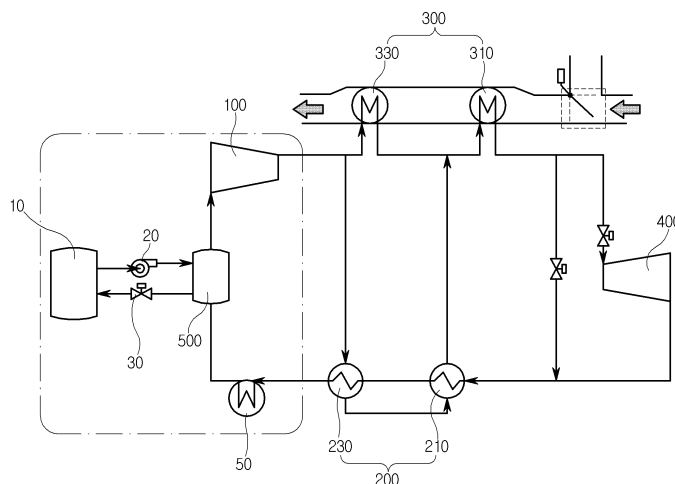
심사관 : 박종오

(54) 발명의 명칭 **작동 유체 공급 제어 장치**

**(57) 요약**

본 발명은 작동 유체 공급 제어 장치에 관한 것으로, 작동 유체를 압축하는 압축기와, 상기 압축기로 공급되는 작동 유체를 냉각하는 프리 쿨러가 구비된 발전 사이클로 작동 유체를 공급하기 위한 작동 유체 공급 제어 장치에 있어서, 상기 발전 사이클로 공급되는 상기 작동 유체를 저장하는 저장 탱크와, 상기 프리 쿨러와 상기 압축기의 사이에 배치되어 상기 작동 유체가 유동하거나 일시 저장되는 플로테이션 탱크를 포함하며, 상기 압축기 입구 및 상기 프리 쿨러의 출구의 압력에 따라 상기 플로테이션 탱크 내 압력 및 상기 작동 유체의 유량이 제어되는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면, 고가의 인벤토리 탱크를 사용하지 않아도 압축기 입출구의 압력을 제어할 수 있으며, 작동 유체의 유량을 효율적으로 제어할 수 있으므로 사이클 구성의 비용을 저감하여 경제성이 향상되는 효과가 있다.

**대표도 - 도1**



(52) CPC특허분류

**F01K 7/32** (2013.01)

(72) 발명자

**황정호**

경기도 용인시 수지구 성복2로76번길 52, 101호 (성복동)

**이효성**

울산광역시 동구 방어진순환도로 999, 202동 504호 (서부동, 현대패밀리서부2차아파트)

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

작동 유체를 압축하는 압축기와, 상기 압축기로 공급되는 작동 유체를 냉각하는 프리 쿨러가 구비된 발전 사이클로 작동 유체를 공급하기 위한 작동 유체 공급 제어 장치에 있어서,

상기 발전 사이클로 공급되는 상기 작동 유체를 저장하는 저장 탱크와,

상기 프리 쿨러와 상기 압축기의 사이에 배치되어 상기 작동 유체가 유동하거나 일시 저장되는 플로테이션 탱크를 포함하며,

상기 압축기 입구 및 상기 프리 쿨러의 출구의 압력에 따라 상기 플로테이션 탱크 내 압력 및 상기 작동 유체의 유량이 제어되는 것을 특징으로 하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 저장 탱크와 상기 플로테이션 탱크의 사이에 구비되어 상기 저장 탱크로부터 상기 작동 유체를 상기 플로테이션 탱크로 공급하는 공급 펌프와, 상기 저장 탱크와 상기 플로테이션 탱크의 사이에 구비되어 상기 플로테이션 탱크로부터 상기 작동 유체를 상기 저장 탱크로 배출하기 위한 제어 밸브를 더 포함하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 플로테이션 탱크는 피스톤 축압기(accumulator) 타입의 탱크인 것을 특징으로 하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 플로테이션 탱크는 상기 작동 유체가 유입되는 탱크 본체와, 상기 탱크 본체의 내부에 설치 외부에서 공급되는 제어용 유체에 의해 승강하는 피스톤을 포함하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 플로테이션 탱크는 상기 탱크 본체의 하단에 구비되어 상기 제어용 유체가 유출입하는 제어 유체 유입부와, 상기 탱크 본체의 일측에 구비되어 상기 공급 펌프로부터 상기 작동 유체가 유입되는 제1 입구와, 상기 탱크 본체의 타측에 구비되어 상기 제어 밸브로 상기 작동 유체가 배출되는 제1 출구를 더 포함하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 플로테이션 탱크는 상기 탱크 본체의 상부에 구비되어 상기 프리 쿨러로부터 상기 작동 유체가 유입되는 제2 입구와, 상기 탱크 본체의 상부에 구비되어 상기 압축기로 상기 작동 유체가 배출되는 제2 출구를 더 포함하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 프리 쿨러 후단에서의 압력인 P1 또는 상기 압축기 전단에서의 압력인 P2가 높아지는 경우, 상기 제어 유체 유입부로 상기 제어용 유체가 공급되고, 상기 제어 밸브를 개방해 상기 제1 출구를 통해 상기 플로테이션 탱크 내의 작동 유체를 상기 저장 탱크로 배출하는 것을 특징으로 하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 제어용 유체의 공급 및 상기 저장 탱크로의 상기 작동 유체의 배출은 상기 피스톤의 높이가 설정값에 대응하는 높이에 도달할 때까지 이루어지는 것을 특징으로 하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 9**

제6항에 있어서,

상기 프리 쿨러 후단에서의 압력인 P1 또는 상기 압축기 전단에서의 압력인 P2가 낮아지는 경우, 상기 공급 펌프를 작동해 상기 제1 입구를 통해 상기 플로테이션 탱크 내로 상기 작동 유체를 공급하는 것을 특징으로 하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

상기 플로테이션 탱크 내로의 상기 작동 유체의 공급은 상기 피스톤의 높이가 설정값에 대응하는 높이에 도달할 때까지 이루어지는 것을 특징으로 하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 11**

작동 유체를 압축하는 압축기와, 상기 압축기로 공급되는 작동 유체를 냉각하는 프리 쿨러가 구비된 발전 사이클로 작동 유체를 공급하기 위한 작동 유체 공급 제어 장치에 있어서,

상기 발전 사이클로 공급되는 상기 작동 유체를 저장하는 저장 탱크와,

상기 압축기의 입구 저압 라인에 배치되어 상기 작동 유체가 유동하거나 일시 저장되는 플로테이션 탱크와,

상기 저장 탱크와 상기 플로테이션 탱크의 사이에 구비되어 상기 저장 탱크로부터 상기 작동 유체를 상기 플로테이션 탱크로 공급하는 공급 펌프와, 상기 저장 탱크와 상기 플로테이션 탱크의 사이에 구비되어 상기 플로테이션 탱크로부터 상기 작동 유체를 상기 저장 탱크로 배출하기 위한 제어 밸브를 포함하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 프리 쿨러의 출구 또는 상기 압축기 입구의 압력이 높아지면 상기 플로테이션 탱크로부터 상기 작동 유체를 상기 저장 탱크로 배출시키고, 상기 프리 쿨러의 출구 또는 상기 압축기 입구의 압력이 낮아지면 상기 저장 탱크로부터 상기 플로테이션 탱크로 상기 작동 유체를 공급하는 것을 특징으로 하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 플로테이션 탱크는 피스톤 축압기(accumulator) 타입의 탱크인 것을 특징으로 하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 플로테이션 탱크는 상기 작동 유체가 유입되는 탱크 본체와, 상기 탱크 본체의 내부에 설치 외부에서 공급되는 제어용 유체에 의해 승강하는 피스톤을 포함하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 15**

제14항에 있어서,

상기 플로테이션 탱크는 상기 탱크 본체의 하단에 구비되어 상기 제어용 유체가 유출입하는 제어 유체 유입부와, 상기 탱크 본체의 일측에 구비되어 상기 공급 펌프로부터 상기 작동 유체가 유입되는 제1 입구와, 상기 탱크 본체의 타측에 구비되어 상기 제어 밸브로 상기 작동 유체가 배출되는 제1 출구를 더 포함하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 16**

제15항에 있어서,

상기 플로테이션 탱크는 상기 탱크 본체의 상부에 구비되어 상기 프리 쿨러로부터 상기 작동 유체가 유입되는 제2 입구와, 상기 탱크 본체의 상부에 구비되어 상기 압축기로 상기 작동 유체가 배출되는 제2 출구를 더 포함하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 17**

제16항에 있어서,

상기 프리 쿨러 후단에서의 압력인 P1 또는 상기 압축기 전단에서의 압력인 P2가 높아지는 경우, 상기 제어 유체 유입부로 상기 제어용 유체가 공급되고, 상기 제어 밸브를 개방해 상기 제1 출구를 통해 상기 플로테이션 탱크 내의 작동 유체를 상기 저장 탱크로 배출하는 것을 특징으로 하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

상기 제어용 유체의 공급 및 상기 저장 탱크로의 상기 작동 유체의 배출은 상기 피스톤의 높이가 설정값에 대응하는 높이에 도달할 때까지 이루어지는 것을 특징으로 하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 19**

제16항에 있어서,

상기 프리 쿨러 후단에서의 압력인 P1 또는 상기 압축기 전단에서의 압력인 P2가 낮아지는 경우, 상기 공급 펌프를 작동해 상기 제1 입구를 통해 상기 플로테이션 탱크 내로 상기 작동 유체를 공급하는 것을 특징으로 하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**청구항 20**

제19항에 있어서,

상기 플로테이션 탱크 내로의 상기 작동 유체의 공급은 상기 피스톤의 높이가 설정값에 대응하는 높이에 도달할 때까지 이루어지는 것을 특징으로 하는 작동 유체 공급 제어 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 작동 유체 공급 제어 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 작동 유체의 유량 및 압력을 효율적이고 경제적으로 제어해 발전 사이클 내로 공급할 수 있는 작동 유체 공급 제어 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 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 초임계 이산화탄소를 작동 유체로 사용하는 초임계 이산화탄소 발전 시스템(Power generation system using Supercritical CO2)에 대한 연구 개발이 활성화되고 있다.

- [0003] 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.
- [0004] 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.
- [0005] 일반적으로 초임계 이산화탄소 발전 시스템은 발전에 사용된 이산화탄소를 외부로 배출하지 않는 폐사이클(close cycle)을 이루며, 작동 유체로 초임계 상태의 이산화탄소를 이용한다.
- [0006] 작동유체는 발전 사이클 내로 주입되어 터보기기를 구동시키는 발전용과, 터보기기의 베어링 윤활 및 실링을 위한 터보기기용의 두가지 목적으로 사이클 내로 공급된다. 작동 유체의 공급 방법의 일 예가 미국특허등록 8281593호에 개시되어 있다.
- [0007] 전술한 선행문헌에 개시된 작동 유체의 충전 시스템은 저장 탱크에 저장된 작동 유체를 고압용 피스톤 펌프를 이용해 사이클 내부 및 터보 머신으로 공급하는 방식이다. 또한, 작동 유체의 유량 제어 및 압축기 입출구의 압력 제어를 위해 매스 컨트롤 탱크(mass control tank)가 구비된다. 매스 컨트롤 탱크는 인벤토리 탱크(Inventory tank)라고도 하며, 일반적으로 매스 컨트롤 탱크는 압축기 출구 고압 라인과 프리 쿨러의 입구 저압 라인에 연결되도록 설치된다. 압축기 출구 압력이 증가할 때 고압 밸브를 열어 유량의 일부를 매스 컨트롤 탱크로 보내 압력을 감소할 수 있다. 압축기 입구 압력이 감소할 때 저압 밸브를 열어 매스 컨트롤 탱크의 일부 유량을 압축기 입구 라인으로 보내 압력을 증가시킬 수 있다.
- [0008] 따라서 매스 컨트롤 탱크는 압축기 출구 고압 라인에 연결되므로 고압에 견딜 수 있는 고가의 재질 및 부품으로 구성되는 것이 필수적이므로, 비용이 비싸고 경제성이 떨어지는 문제가 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0009] (특허문헌 0001) 미국특허등록 8281593호 (등록일 2012.10.09)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0010] 본 발명의 목적은 작동 유체의 유량 및 압력을 효율적이고 경제적으로 제어해 발전 사이클 내로 공급할 수 있는 작동 유체 공급 제어 장치를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0011] 본 발명의 작동 유체 공급 제어 장치는, 작동 유체를 압축하는 압축기와, 상기 압축기로 공급되는 작동 유체를 냉각하는 프리 쿨러가 구비된 발전 사이클로 작동 유체를 공급하기 위한 작동 유체 공급 제어 장치에 있어서, 상기 발전 사이클로 공급되는 상기 작동 유체를 저장하는 저장 탱크와, 상기 프리 쿨러와 상기 압축기의 사이에 배치되어 상기 작동 유체가 유동하거나 일시 저장되는 플로테이션 탱크를 포함하며, 상기 압축기 입구 및 상기 프리 쿨러의 출구의 압력에 따라 상기 플로테이션 탱크 내 압력 및 상기 작동 유체의 유량이 제어되는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 상기 저장 탱크와 상기 플로테이션 탱크의 사이에 구비되어 상기 저장 탱크로부터 상기 작동 유체를 상기 플로테이션 탱크로 공급하는 공급 펌프와, 상기 저장 탱크와 상기 플로테이션 탱크의 사이에 구비되어 상기 플로테이션 탱크로부터 상기 작동 유체를 상기 저장 탱크로 배출하기 위한 제어 밸브를 더 포함한다.
- [0013] 상기 플로테이션 탱크는 피스톤 축압기(accumulator) 타입의 탱크인 것을 특징으로 한다.
- [0014] 상기 플로테이션 탱크는 상기 작동 유체가 유입되는 탱크 본체와, 상기 탱크 본체의 내부에 설치 외부에서 공급되는 제어용 유체에 의해 승강하는 피스톤을 포함한다.
- [0015] 상기 플로테이션 탱크는 상기 탱크 본체의 하단에 구비되어 상기 제어용 유체가 유출입하는 제어 유체

유입부와, 상기 탱크 본체의 일측에 구비되어 상기 공급 펌프로부터 상기 작동 유체가 유입되는 제1 입구와, 상기 탱크 본체의 타측에 구비되어 상기 제어 밸브로 상기 작동 유체가 배출되는 제1 출구를 더 포함한다.

- [0016] 상기 플로테이션 탱크는 상기 탱크 본체의 상부에 구비되어 상기 프리 쿨러로부터 상기 작동 유체가 유입되는 제2 입구와, 상기 탱크 본체의 상부에 구비되어 상기 압축기로 상기 작동 유체가 배출되는 제2 출구를 더 포함한다.
- [0017] 상기 프리 쿨러 후단에서의 압력인 P1 또는 상기 압축기 전단에서의 압력인 P2가 높아지는 경우, 상기 제어 유체 유입부로 상기 제어용 유체가 공급되고, 상기 제어 밸브를 개방해 상기 제1 출구를 통해 상기 플로테이션 탱크 내의 작동 유체를 상기 저장 탱크로 배출하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 상기 제어용 유체의 공급 및 상기 저장 탱크로의 상기 작동 유체의 배출은 상기 피스톤의 높이가 설정값에 대응하는 높이에 도달할 때까지 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 상기 프리 쿨러 후단에서의 압력인 P1 또는 상기 압축기 전단에서의 압력인 P2가 낮아지는 경우, 상기 공급 펌프를 작동해 상기 제1 입구를 통해 상기 플로테이션 탱크 내로 상기 작동 유체를 공급하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 상기 플로테이션 탱크 내로의 상기 작동 유체의 공급은 상기 피스톤의 높이가 설정값에 대응하는 높이에 도달할 때까지 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 본 발명은 작동 유체를 압축하는 압축기와, 상기 압축기로 공급되는 작동 유체를 냉각하는 프리 쿨러가 구비된 발전 사이클로 작동 유체를 공급하기 위한 작동 유체 공급 제어 장치에 있어서, 상기 발전 사이클로 공급되는 상기 작동 유체를 저장하는 저장 탱크와, 상기 압축기의 입구 저압 라인에 배치되어 상기 작동 유체가 유동하거나 일시 저장되는 플로테이션 탱크와, 상기 저장 탱크와 상기 플로테이션 탱크의 사이에 구비되어 상기 저장 탱크로부터 상기 작동 유체를 상기 플로테이션 탱크로 공급하는 공급 펌프와, 상기 저장 탱크와 상기 플로테이션 탱크의 사이에 구비되어 상기 플로테이션 탱크로부터 상기 작동 유체를 상기 저장 탱크로 배출하기 위한 제어 밸브를 포함하는 작동 유체 공급 제어 장치를 제공할 수 있다.
- [0022] 상기 프리 쿨러의 출구 또는 상기 압축기 입구의 압력이 높아지면 상기 플로테이션 탱크로부터 상기 작동 유체를 상기 저장 탱크로 배출시키고, 상기 프리 쿨러의 출구 또는 상기 압축기 입구의 압력이 낮아지면 상기 저장 탱크로부터 상기 플로테이션 탱크로 상기 작동 유체를 공급하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 상기 플로테이션 탱크는 피스톤 축압기(accumulator) 타입의 탱크인 것을 특징으로 한다.
- [0024] 상기 플로테이션 탱크는 상기 작동 유체가 유입되는 탱크 본체와, 상기 탱크 본체의 내부에 설치 외부에서 공급되는 제어용 유체에 의해 승강하는 피스톤을 포함한다.
- [0025] 상기 플로테이션 탱크는 상기 탱크 본체의 하단에 구비되어 상기 제어용 유체가 유출입하는 제어 유체 유입부와, 상기 탱크 본체의 일측에 구비되어 상기 공급 펌프로부터 상기 작동 유체가 유입되는 제1 입구와, 상기 탱크 본체의 타측에 구비되어 상기 제어 밸브로 상기 작동 유체가 배출되는 제1 출구를 더 포함한다.
- [0026] 상기 플로테이션 탱크는 상기 탱크 본체의 상부에 구비되어 상기 프리 쿨러로부터 상기 작동 유체가 유입되는 제2 입구와, 상기 탱크 본체의 상부에 구비되어 상기 압축기로 상기 작동 유체가 배출되는 제2 출구를 더 포함한다.
- [0027] 상기 프리 쿨러 후단에서의 압력인 P1 또는 상기 압축기 전단에서의 압력인 P2가 높아지는 경우, 상기 제어 유체 유입부로 상기 제어용 유체가 공급되고, 상기 제어 밸브를 개방해 상기 제1 출구를 통해 상기 플로테이션 탱크 내의 작동 유체를 상기 저장 탱크로 배출하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 상기 제어용 유체의 공급 및 상기 저장 탱크로의 상기 작동 유체의 배출은 상기 피스톤의 높이가 설정값에 대응하는 높이에 도달할 때까지 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 상기 프리 쿨러 후단에서의 압력인 P1 또는 상기 압축기 전단에서의 압력인 P2가 낮아지는 경우, 상기 공급 펌프를 작동해 상기 제1 입구를 통해 상기 플로테이션 탱크 내로 상기 작동 유체를 공급하는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 상기 플로테이션 탱크 내로의 상기 작동 유체의 공급은 상기 피스톤의 높이가 설정값에 대응하는 높이에 도달할 때까지 이루어지는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0031] 본 발명의 일 실시 예에 따른 작동 유체 공급 제어 장치는 고가의 인벤토리 탱크를 사용하지 않아도 압축기 입출구의 압력을 제어할 수 있으며, 작동 유체의 유량을 효율적으로 제어할 수 있으므로 사이클 구성의 비용을 저감하여 경제성이 향상되는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 작동 유체 공급 제어 장치가 적용된 발전 사이클의 일 예를 도시한 모식도,

도 2는 도 1에 따른 작동 유체 공급 제어 장치의 일 예를 도시한 모식도,

도 3 및 도 4는 도 2에 따른 작동 유체 공급 제어 장치의 작동 상태를 도시한 모식도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0033] 이하에서는 도면을 참조하여, 본 발명의 일 실시 예에 따른 작동 유체 공급 제어 장치에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0034] 일반적으로 초임계 이산화탄소 발전 시스템은 발전에 사용된 이산화탄소를 외부로 배출하지 않는 폐사이클(close cycle)을 이루며, 작동 유체로 초임계 상태의 이산화탄소를 이용한다.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 작동 유체 공급 제어 장치가 적용된 발전 사이클의 일 예를 도시한 모식도이다.

[0040] 도 1에 도시된 바와 같이, 작동 유체 공급 제어 장치가 적용된 발전 사이클은 하나의 터빈과 복수의 리큐퍼레이터(200), 복수의 외부 열교환기(300)를 구비한 초임계 이산화탄소 발전 사이클일 수 있다.

[0041] 본 발명의 각 구성들은 작동 유체가 흐르는 이송관에 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(본 발명에서 이송관은 괄호 안의 숫자로 표기하기로 한다).

[0042] 작동 유체 공급 제어 장치를 통해 사이클 내로 공급된 작동 유체는 압축기(100)에서 고압으로 압축되며, 일부는 리큐퍼레이터(200)로 분기되고 일부는 외부 열교환기(300)로 분기된다.

[0043] 리큐퍼레이터(200)는 제1 리큐퍼레이터(210) 및 제2 리큐퍼레이터(230)로 구성되며, 이들은 직렬로 배치되어 제1 리큐퍼레이터(210)를 통과한 작동 유체가 제2 리큐퍼레이터(230)로 순차적으로 유입된다. 터빈(400)을 통과한 작동 유체가 제1 리큐퍼레이터(210)로 먼저 유입되므로, 제1 리큐퍼레이터(210)는 제2 리큐퍼레이터(230)에 비



해 상대적으로 고온의 작동 유체와 열교환을 하게 된다.

- [0044] 외부 열교환기(300)는 제1 열교환기(310) 및 제2 열교환기(330)로 구성된다. 제1 및 제2 열교환기(310, 330)는 발전소의 보일러에서 배출되는 배기 gas와 같이 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.
- [0045] 복수의 열교환기(300)가 구비되는 경우, 폐열 기체의 온도에 따라 상대적으로 저온, 중온, 고온 등으로 구분할 수 있다. 즉, 열교환기는 폐열 기체가 유입되는 입구단 쪽에 가까울수록 고온에서의 열교환이 가능하고, 폐열 기체가 배출되는 출구단 쪽에 가까울수록 저온에서의 열교환이 된다.
- [0046] 본 실시 예에서 제1 열교환기(310)는 제2 열교환기(330)에 비해 상대적으로 고온 또는 중온의 폐열 기체를 사용하는 열교환기이고, 제2 열교환기(330)는 상대적으로 중온 또는 저온인 폐열 기체를 사용하는 열교환기일 수 있다. 즉, 폐열 기체가 유입되는 입구단에서 배출단 쪽으로 제1 열교환기(310), 제2 열교환기(330)가 순차적으로 배치된 것을 예로 하여 설명하기로 한다.
- [0047] 진술한 바와 같이, 압축기(100)를 거친 작동 유체의 일부는 제2 리큐퍼레이터(230)로 보내져 제1 리큐퍼레이터(210)를 거친 작동 유체와 열교환해 1차로 가열된 후 제1 리큐퍼레이터(210)로 보내져 터빈(400)을 거친 작동 유체와 열교환해 가열된다. 그 후 제1 열교환기(310)의 전단으로 이송된다.
- [0048] 압축기(100)를 거친 작동 유체의 일부는 제2 열교환기(330)로 보내져 폐열 기체와 열교환해 1차로 가열된 후 제1 리큐퍼레이터(210)에서 가열된 작동 유체와 혼합되어 제1 열교환기(310)로 보내진다. 제1 열교환기(310)에서 가열된 작동 유체는 터빈(400)으로 공급된다.
- [0049] 터빈(400)은 작동 유체에 의해 구동되며, 터빈(400)에는 발전기(미도시)가 연결되어 터빈에 의해 전력을 생산할 수 있다. 터빈(400)을 통과하면서 작동 유체가 팽창되므로 터빈(400)은 팽창기(expander)의 역할도 하게 된다. 터빈(400)을 거친 작동 유체는 제1 리큐퍼레이터(210)로 이송된다.
- [0050] 제1 리큐퍼레이터(210) 및 제2 리큐퍼레이터(230)에서 압축기(100)를 통과한 작동 유체와 열교환해 냉각된 작동 유체는 프리 쿨러(50)로 이송된다.
- [0051] 프리 쿨러(50)는 공기 또는 냉각수를 냉매로 사용해 리큐퍼레이터(200)를 통과하고 1차로 냉각된 작동 유체를 2차로 냉각시킨다. 프리 쿨러(50)를 거쳐 냉각된 작동 유체는 플로테이션 탱크(floatation tank, 500)를 거쳐 압축기(100)로 공급된다.
- [0052] 압축기(100)로 작동 유체를 공급하기 위한 작동 유체공급 제어 장치는 진술한 프리 쿨러(50)와 압축기(100)의 사이에 배치되는 플로테이션 탱크(500)와, 작동 유체의 저장을 위한 저장 탱크(10)와, 저장 탱크(10)로부터 작동 유체를 플로테이션 탱크(500)로 공급하는 공급 펌프(20)와, 플로테이션 탱크(500)의 작동 유체를 저장 탱크(10)로 배출하기 위한 제어 밸브(30)를 포함하여 구성된다.
- [0053] 저장 탱크(10)는 사이클 전체에 필요한 작동 유체의 유량을 저장 및 공급할 수 있는 대용량 저장기로, 최소한 사이클 초기 구동 시 필요한 작동 유체의 양을 저장할 수 있을 정도의 크기를 갖는다. 저장 탱크(10)는 사이클 내에서 작동 유체의 일부 유량을 빼 줄 때에도 사용되므로 사이클의 총 작동 유체의 유량보다 큰 유량을 저장할 수 있는 것이 바람직하다. 저장 탱크(10)에서 플로테이션 탱크(500)로 공급되는 작동 유체의 압력은 공급 펌프(20)에 의해 1차로 승압되며, 플로테이션 탱크(500) 내에서 2차로 제어되어 압축기(100)로 공급될 수 있다.
- [0054] 플로테이션 탱크(500)는 압축기(100) 입구단에 설치되므로 압축기(100) 입구의 압력 변화에 대한 버퍼 작용을 하게 된다. 따라서 압축기(100) 입구의 압력 제어는 플로테이션 탱크(500)에 의해 자동으로 제어될 수 있다.
- [0055] 압축기(100) 입구의 압력 변화에 대한 버퍼 작용은 플로테이션 탱크(500) 내의 압력변화에 대한 버퍼 작용을 통해 이루어지며, 이를 위해 플로테이션 탱크(500)는 피스톤 축압기(accumulator) 타입의 탱크로 구비되는 것이 바람직하다. 플로테이션 탱크(500)의 최대 허용 flow rate는 예를 들어 215L/sec일 수 있다. 피스톤 축압기 타입의 탱크는 제어 반응의 응답 속도 및 반응 시간이 매우 빠른 장점이 있다.
- [0056] 플로테이션 탱크(500)가 압축기(100) 입구단에 설치되므로 압축되기 이전의 작동 유체를 일시 저장 또는 유동시키게 된다. 따라서 플로테이션 탱크(500)는 사이클 내의 저압 라인에 위치하게 되어 종래의 인벤토리 탱크와 같이 고압에 견디는 고가의 재질 및 부품을 필요로하지 않아 경제적인 사이클 구성이 가능한 장점이 있다.
- [0057] 저장 탱크(10)가 사이클 전체에서 필요로하는 작동 유체의 유량을 저장할 수 있을 정도의 최소 크기를 가져야

하는데 비해, 플로테이션 탱크(500)는 압력 버퍼 기능을 위해 전체 사이클 유량의 1/3 정도의 작동 유체를 저장할 수 있으면 충분하다. 따라서 종래의 인벤토리 탱크에 비해 1/3까지 플로테이션 탱크(500)의 크기를 축소할 수 있으므로 사이클 구성 비용을 감축할 수 있는 효과가 있다.

- [0058] 플로테이션 탱크(500)의 압력 버퍼 기능에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0059] 도 2는 도 1에 따른 작동 유체 공급 제어 장치의 일 예를 도시한 모식도, 도 3 및 도 4는 도 2에 따른 작동 유체 공급 제어 장치의 작동 상태를 도시한 모식도이다.
- [0060] 도 2에 도시된 바와 같이, 플로테이션 탱크(500)는 탱크 본체(510)와, 탱크 본체(510)의 내부에 설치된 피스톤(530)과, 탱크 본체(510)의 하단에 형성되어 피스톤(530)을 승강시키는 피스톤 위치 제어용 유체가 유출입하는 제어 유체 유입부(510a)와, 탱크 본체(510)의 일측에 구비되어 공급 펌프(20)로부터 작동 유체가 유입되는 제1 입구(512)와, 탱크 본체(510)의 타측에 구비되어 제어 밸브(30)로 작동 유체가 배출되는 제1 출구(514)가 구비된다. 또한, 제1 입구(512) 및 제1 출구(514)와 이격된 탱크 본체(510)의 상부에는 프리 쿨러(50)로부터 작동 유체가 유입되는 제2 입구(516)와, 제2 입구(516)와 이격되며 압축기(100)로 작동 유체가 배출되는 제2 출구(518)가 구비된다.
- [0061] 도 2에서 P1은 프리 쿨러(50) 후단에서의 압력이고, P2는 압축기(100) 전단에서의 압력이며, Ps는 플로테이션 탱크(500) 내의 압력을 의미한다. 또한, F1은 피스톤(530)의 위치를 제어하기 위한 제어 유체의 유량을 의미한다(사이클 내로 공급되는 작동 유체와 별개의 유체이며, 초임계 이산화탄소가 아닌 다른 작동 유체가 사용될 수 있다). Hs는 플로테이션 탱크(500) 내 설정 포인트에 따른 피스톤(530)의 높이이며, H<sub>A</sub>는 플로테이션 탱크(500) 내의 압력 변화에 따른 피스톤(530)의 높이를 의미한다. Ps 및 Hs는 사이클의 설계 시 미리 설정된 설정값으로 세팅되며, 압력 변화에 따라 플로테이션 탱크(500) 내 이러한 설정값이 유지되도록 제어된다. 이상을 참조하여 압력 변화에 따른 플로테이션 탱크(500)의 제어 방법에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0062] 도 3에 도시된 바와 같이, P1이 높아지는 경우가 발생할 수 있다.
- [0063] P1이 상승하면, 플로테이션 탱크(500) 내에서 피스톤(530)의 높이가 Hs에서 H<sub>A</sub>로 하강하게 된다. 이때, 플로테이션 탱크(500) 내 설정 높이 Hs까지 피스톤(530)을 상승시킴과 동시에 기준 압력 Ps를 유지하기 위해 F1으로 제어 유체의 유량을 주입시키게 된다. 동시에 제어 밸브(30)를 열어 플로테이션 탱크(500) 내의 일부 작동 유체의 유량을 배출해 저장 탱크(10)로 보낸다. 이러한 과정에 따라 Ps 및 Hs가 설정값으로 유지될 때 제어 밸브(30)를 닫아 플로테이션 탱크(500)로부터 작동 유체의 배출을 중지함과 동시에 F1으로의 제어 유체 유량 주입을 중지한다. 이때 공급 펌프(20)는 구동되지 않는다.
- [0064] 한편, P2가 높아지는 경우가 발생해도 도 3에 도시된 바와 같이 피스톤(530)이 H<sub>A</sub>의 높이로 하강할 수 있다. 이 경우에도 플로테이션 탱크(500) 내에서 피스톤(530)의 높이가 Hs에서 H<sub>A</sub>로 하강하게 된다. 따라서 F1으로 제어 유체를 주입해 기준 압력 Ps를 유지하고 Hs까지 피스톤(530)을 상승시킬 수 있도록 제어 밸브(30)를 열어 플로테이션 탱크(500) 내의 일부 작동 유체를 저장 탱크(10)로 배출한다. Ps 및 Hs가 설정값으로 유지될 때 제어 밸브(30)를 닫아 플로테이션 탱크(500)로부터 작동 유체의 배출을 중지함과 동시에 F1으로의 제어 유체 유량 주입을 중지한다.
- [0065] 반대로 도 4에 도시된 바와 같이, P1이 낮아지는 경우가 발생할 수 있다.
- [0066] P1이 감소하면, 플로테이션 탱크(500) 내에서 피스톤(530)의 높이가 Hs에서 H<sub>A</sub>로 상승하게 된다. 이때, 플로테이션 탱크(500) 내 설정 높이 Hs까지 피스톤(530)을 하강시킴과 동시에 기준 압력 Ps를 유지하기 위해 공급 펌프(20)를 작동시켜 플로테이션 탱크(500) 내로 작동 유체의 유량을 보충한다. 이러한 과정에 따라 Ps 및 Hs가 설정값이 되면 공급 펌프(20)를 정지시켜 플로테이션 탱크(500)로의 작동 유체의 공급을 중지하여 Ps 및 Hs를 유지한다. 이때 제어 밸브(30)는 구동되지 않으며, 피스톤(530)의 위치 설정을 위한 제어 유체 역시 공급되지 않는다.
- [0067] 또한, P2가 낮아지는 경우가 발생해도 도 4에 도시된 바와 같이 피스톤(530)이 H<sub>A</sub>의 높이로 상승할 수 있다. 따라서 플로테이션 탱크(500) 내 설정 높이 Hs까지 피스톤(530)을 하강시킴과 동시에 기준 압력 Ps를 유지하기 위해 공급 펌프(20)를 작동시켜 플로테이션 탱크(500) 내로 작동 유체의 유량을 보충한다. 이러한 과정에 따라 Ps 및 Hs가 설정값이 되면 공급 펌프(20)를 정지시켜 플로테이션 탱크(500)로의 작동 유체의 공급을 중지해 Ps 및 Hs를 유지한다.

[0068] 전술한 바와 같이, 압축기 입구 및 프리 쿨러 출구의 압력 변화에 따라 플로테이션 탱크 내의 압력 및 작동 유체 유량이 가변되므로 플로테이션 탱크 내 압력 및 피스톤의 높이가 일정 설정값으로 유지될 수 있다. 이와 같이 플로테이션 탱크가 압축기 입구의 압력 변화에 따른 버퍼 역할을 하므로 별도의 압력 제어가 필요하지 않아 종래의 인벤토리 탱크와 같은 고가의 재질 및 부품을 사용하지 않아도 되므로 사이클 구성 비용이 절감되는 효과가 있다. 또한, 플로테이션 탱크만으로 작동 유체의 유량을 효율적으로 제어할 수 있고, 압축기 입출구의 압력을 제어할 수 있어 사이클 구성 비용의 절감과 더불어 경제성이 향상되는 효과가 있다.

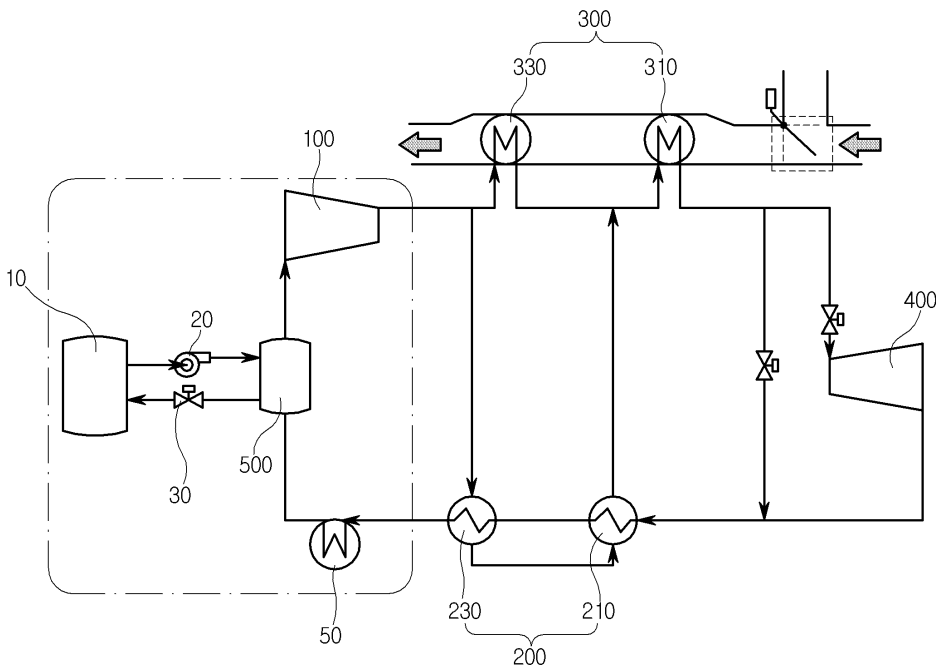
[0069] 앞에서 설명되고 도면에 도시된 본 발명의 일 실시 예는, 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 권리범위는 청구범위에 기재된 사항에 의해서만 제한되고, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 및 변경하는 것이 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경이 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한, 본 발명의 권리범위에 속하게 될 것이다.

**부호의 설명**

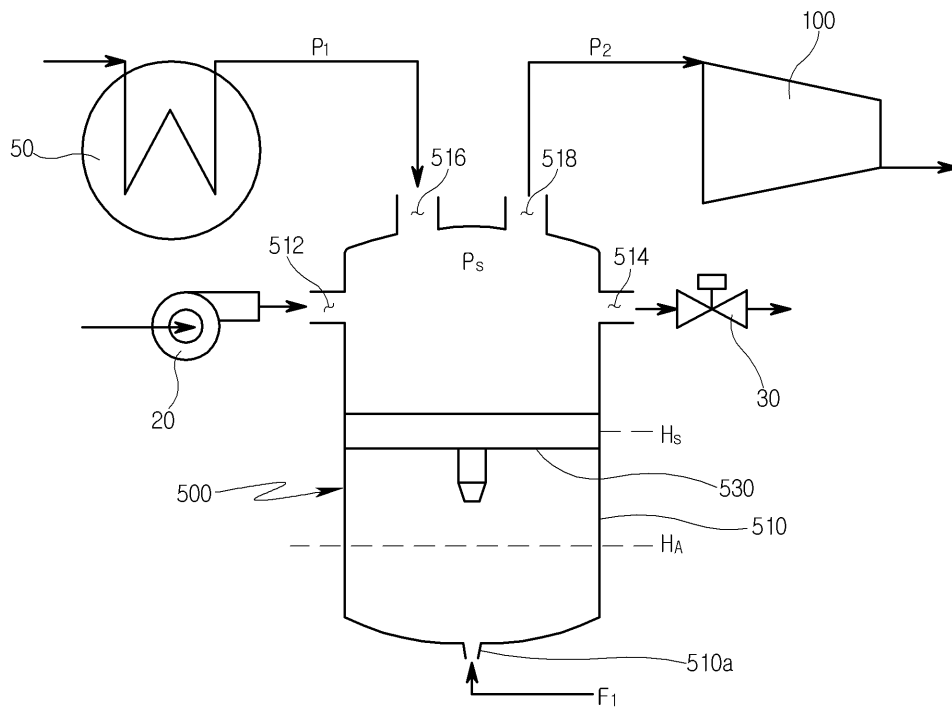
- [0070]
- 10: 저장 탱크
  - 20: 공급 펌프
  - 30: 제어 밸브
  - 50: 프리 쿨러
  - 100: 압축기
  - 200: 리큐퍼레이터
  - 300: 열교환기
  - 400: 터빈
  - 500: 플로테이션 탱크

**도면**

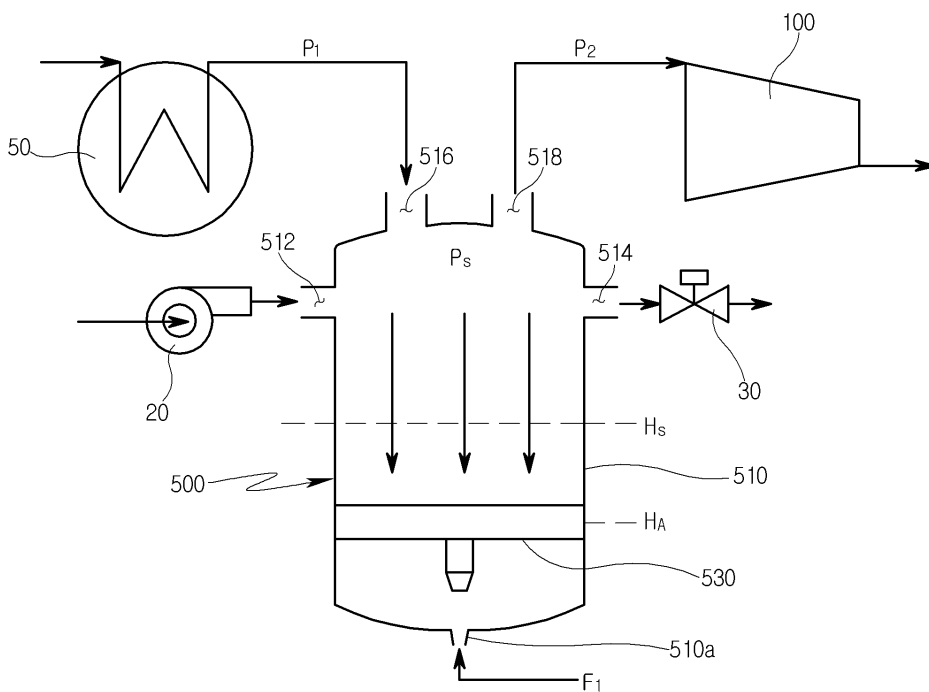
**도면1**



도면2



도면3



도면4

