



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0054411  
(43) 공개일자 2017년05월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*F01K 13/02* (2017.01) *F01K 23/10* (2006.01)  
*F01K 25/10* (2006.01) *F02C 1/10* (2006.01)  
*F28D 21/00* (2006.01) *F28D 9/00* (2006.01)  
*F28F 3/08* (2006.01) *F28F 9/00* (2006.01)  
*F28F 9/007* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*F01K 13/02* (2013.01)  
*F01K 23/10* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7007479
- (22) 출원일자(국제) 2015년08월21일  
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년03월17일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/046415
- (87) 국제공개번호 WO 2016/029184  
 국제공개일자 2016년02월25일
- (30) 우선권주장  
 62/040,988 2014년08월22일 미국(US)

- (71) 출원인  
 페레그린 터빈 테크놀로지스, 엘엘씨  
 미국 04578 메인주 위스커킷 사우스 포인트 드라이브 29
- (72) 발명자  
 스태프 데이비드 에스.  
 미국 04551 메인주 브레멘 메도맥 로드 320  
 브룩스 로버트  
 미국 메인주 04981 스톡턴 스프링스 허쉬 리트리트 로드 239
- (74) 대리인  
 양영준, 윤정호

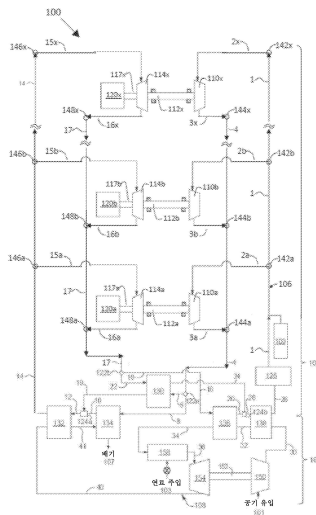
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 **동력 발생 시스템 및 동력 발생 방법**

(57) 요약

본 개시내용은 폐쇄형 초임계 유체 사이클(106)을 사용하는 동력 발생 시스템(100) 및 관련된 동력 발생 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 압축기(110a, b, x) 및 터빈(114a, b, x)을 각각 포함하는 복수의 코어가 시스템에 의해 발생된 동력 수준을 조절하도록 선택적으로 작동될 수도 있는 동력 발생 시스템 및 관련 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

*F01K 25/103* (2013.01)

*F02C 1/10* (2013.01)

*F28D 21/0003* (2013.01)

*F28D 9/0006* (2013.01)

*F28D 9/0025* (2013.01)

*F28F 3/08* (2013.01)

*F28F 9/001* (2013.01)

*F28F 9/0075* (2013.01)

*F28F 2009/004* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

관통 유동하는 초임계 유체를 갖는 초임계 유체 사이클, 및 초임계 유체의 유동과 혼합되지 않는 관통 유동하는 공기를 갖는 공기 흡입 사이클을 포함하는 시스템에서 동력을 발생시키기 위한 방법이며,

- a. 상기 초임계 유체 사이클을 따라 배치된 복수의 코어의 제1 코어를 통해 초임계 유체를 안내하는 단계로서, 각각의 코어는 압축기 및 터빈을 포함하는, 안내하는 단계와,
- b. 상기 초임계 유체가 압축된 초임계 유체로서 제1 코어의 압축기로부터 배출되도록 제1 코어의 압축기 내에서 초임계 유체를 압축하는 단계와,
- c. 상기 압축된 초임계 유체가 가열된 초임계 유체로서 적어도 하나의 열교환기로부터 배출되도록 적어도 하나의 열교환기 내에서 공기 흡입 사이클 내의 공기로부터 상기 압축된 초임계 유체로 열을 전달하는 단계와,
- d. 상기 가열된 초임계 유체의 적어도 일부를 상기 적어도 하나의 열교환기로부터 제1 코어의 터빈으로 안내하는 단계와,
- e. 상기 제1 코어가 출력 장치에서 제1 수준의 동력을 발생시키도록 제1 코어의 터빈 내에서 상기 가열된 초임계 유체를 팽창시키는 단계와,
- e. 제2 코어가 출력 장치 내에서 발생된 제1 수준의 동력을 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 동력으로 상승시키도록 복수의 코어의 적어도 제2 코어를 가동시키는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 가동시키는 단계는 시스템에 대한 동력 수요에 응답하는 것인, 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 가동시키는 단계는, 제2 코어의 터빈이 출력 장치에서의 제1 수준의 동력을 제2 수준의 동력으로 상승시키도록 초임계 유체를 제2 코어의 압축기, 적어도 하나의 열교환기 및 제2 코어의 터빈으로 유동시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 유동시키는 단계는,

상기 초임계 유체를 초임계 유체 사이클을 따라 복수의 코어의 제2 코어의 압축기로 안내하는 단계와,

상기 초임계 유체가 압축된 초임계 유체로서 제2 코어의 압축기로부터 배출되도록 제2 코어의 압축기 내에서 초임계 유체를 압축하는 단계와,

초임계 유체의 혼합물을 형성하기 위해 제2 코어의 압축기로부터 배출된 압축된 초임계 유체를 제1 코어의 압축기로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합하는 단계와,

상기 초임계 유체의 혼합물의 적어도 일부를 제2 코어의 터빈으로 안내하는 단계와,

상기 제2 코어가 출력 장치의 제1 수준의 동력을 제2 수준의 동력으로 상승시키도록 제2 코어의 터빈 내에서 상기 초임계 유체의 혼합물의 적어도 일부를 팽창시키는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 5

제3항에 있어서, 상기 가동시키는 단계는, 제3 코어의 터빈이 출력 장치에서의 제2 수준의 동력을 제3 수준의 동력으로 상승시키도록 초임계 유체를 제3 코어의 압축기, 적어도 하나의 열교환기 및 제2 코어의 터빈을 통해 유동시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

**청구항 6**

제5항에 있어서, 상기 유동시키는 단계는,  
 상기 초임계 유체를 초임계 유체 사이클을 따라 복수의 코어의 제3 코어의 압축기로 안내하는 단계와,  
 상기 초임계 유체가 압축된 초임계 유체로서 제3 코어의 압축기로부터 배출되도록 제3 코어의 압축기 내에서 초임계 유체를 압축하는 단계와,  
 상기 제3 코어의 압축기로부터 배출된 압축된 초임계 유체를 초임계 유체의 혼합물과 혼합하는 단계와,  
 상기 초임계 유체의 혼합물의 적어도 일부를 제3 코어의 터빈으로 안내하는 단계와,  
 상기 제3 코어가 출력 장치의 제2 수준의 동력을 제3 수준의 동력으로 상승시키도록 제3 코어의 터빈 내에서 상기 초임계 유체의 혼합물의 적어도 일부를 팽창시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 상기 초임계 유체는 이산화탄소를 포함하는, 방법.

**청구항 8**

제1항에 있어서, 팽창된 초임계 유체의 혼합물을 대략 초임계 유체의 임계점으로 냉각시키기 위해 충분한 열이 팽창된 초임계 유체로부터 전달되는, 방법.

**청구항 9**

제3항에 있어서, 상기 가동시키는 단계는, 적어도 하나의 추가적인 코어의 터빈이 출력 장치에서의 제2 수준의 동력을 총 가동 코어수와 동일한 수준의 동력으로 상승시키도록 초임계 유체를 복수의 코어의 적어도 하나의 추가적인 코어의 압축기, 적어도 하나의 열교환기 및 복수의 코어의 적어도 하나의 추가적인 코어의 터빈을 통해 유동시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

**청구항 10**

제9항에 있어서, 상기 유동시키는 단계는,  
 상기 초임계 유체를 초임계 유체 사이클을 따라 복수의 코어의 적어도 하나의 추가적인 코어의 압축기로 안내하는 단계와,  
 상기 초임계 유체가 압축된 초임계 유체로서 적어도 하나의 추가적인 코어의 압축기로부터 배출되도록, 적어도 하나의 추가적인 코어의 압축기 내에서 초임계 유체를 압축하는 단계와,  
 상기 적어도 하나의 추가적인 코어의 압축기로부터 배출된 압축된 초임계 유체를 초임계 유체의 혼합물과 혼합하는 단계와,  
 상기 초임계 유체의 혼합물의 적어도 일부를 적어도 하나의 추가적인 코어의 터빈으로 안내하는 단계와,  
 상기 적어도 하나의 추가적인 코어가 출력 장치의 제2 수준의 동력을 총 가동 코어수와 동일한 단계의 동력으로 상승시키도록 적어도 하나의 추가적인 코어의 터빈 내에서 상기 초임계 유체의 혼합물의 적어도 일부를 팽창시키는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 11**

적어도 관통 유동하는 초임계 유체를 갖는 초임계 유체 사이클을 포함하는 동력을 발생시키도록 구성된 시스템이며,  
 상기 초임계 유체 사이클을 따라 배치되는 복수의 코어로서, 각각의 코어는 압축기 및 터빈을 포함하며 그리고 동력 출력을 발생시키기 위해 선택적으로 작동되도록 구성되는, 복수의 코어와,  
 상기 초임계 유체 사이클을 따라 배치되는 복수의 열교환기로서, 복수의 열교환기 중의 적어도 하나는 복수의 코어의 각 코어와 유체 연통하도록 구성되는, 복수의 열교환기를 포함하고,  
 복수의 코어의 제1 코어는 제1 코어가 작동 중일 때의 제1 수준의 동력을 발생시키도록 구성되며, 복수의 코어

의 제2 코어는 제1 수준의 동력을 제1 및 제2 코어가 작동 중일 때의 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 동력으로 상승시키도록 구성되는, 시스템.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 각각의 코어의 압축기는 초임계 유체를 수용하여 압축하도록 구성되며, 각각의 코어의 터빈은 초임계 유체를 수용하여 팽창시키도록 구성되는, 시스템.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 복수의 열교환기 중의 적어도 하나는 복수의 코어의 적어도 하나의 코어의 터빈 내에서 팽창된 초임계 유체의 적어도 일부, 및 복수의 코어의 적어도 하나의 코어의 압축기 내에서 압축된 초임계 유체의 적어도 일부를 수용하도록 구성되는, 시스템.

**청구항 14**

제11항에 있어서, 작동 중인 코어수를 조절하기 위해 초임계 유체의 유동을 복수의 코어의 제1 코어 및 적어도 제2 코어를 통해 선택적으로 안내하도록 구성되는 제어기를 더 포함하는, 시스템.

**청구항 15**

제14항에 있어서, 상기 제어기에 작동적으로 연결되고 그리고 복수의 코어를 통하는 초임계 유체의 유동을 제어하도록 구성되는 하나 이상의 밸브를 더 포함하는, 시스템.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 복수의 코어의 각 코어는 압축기 내로의 초임계 유체의 유동을 제어하도록 구성되는 압축기 입력 밸브, 및 압축기로부터의 초임계 유체의 유동을 제어하도록 구성되는 압축기 배출 밸브를 추가로 포함하는, 시스템.

**청구항 17**

제15항에 있어서, 복수의 코어의 각 코어는 터빈 내로의 초임계 유체의 유동을 제어하도록 구성되는 터빈 입력 밸브, 및 초임계 유체 터빈으로부터의 초임계 유체의 유동을 제어하도록 구성되는 터빈 배출 밸브를 추가로 포함하는, 시스템.

**청구항 18**

제11항에 있어서, 복수의 코어의 각 코어에 작동적으로 커플링되는 적어도 하나의 동력 장치를 더 포함하는, 시스템.

**청구항 19**

제11항에 있어서, 복수의 코어의 각 코어에 작동적으로 커플링되는 복수의 동력 장치를 더 포함하는, 시스템.

**청구항 20**

제11항에 있어서, 상기 동력 장치는 발전기, 터보프롭, 터보팬 또는 기어박스 중의 하나인, 시스템.

**청구항 21**

제11항에 있어서, 상기 초임계 유체의 온도를 저감시키도록 구성되는 적어도 하나의 냉각기를 더 포함하는, 시스템.

**청구항 22**

초임계 유체 사이클 및 공기 흡입 사이클을 포함하는 엔진이며,  
상기 엔진은 복수개의 수준의 동력 출력을 생성하도록 구성되고,  
상기 엔진은,

상기 초임계 유체 사이클을 따라 배치되는 복수의 코어로서, 각각의 코어는 압축기 및 터빈을 포함하며 그리고 동력 출력을 발생시키기 위해 선택적으로 작동되도록 구성되는, 복수의 코어, 및

상기 초임계 유체 사이클을 따라 배치되는 복수의 열교환기로서, 복수의 열교환기 중의 적어도 하나는 복수의 코어의 각 코어와 유체 연통하도록 구성되는, 복수의 열교환기를 포함하고,

상기 엔진은 동력 출력의 수준을 조절하기 위해 작동 중인 복수의 코어의 코어수를 조절하도록 구성되는, 엔진.

**청구항 23**

제22항에 있어서, 복수의 코어의 제1 코어는 제1 수준의 동력을 발생시키도록 구성되며, 복수의 코어의 제2 코어는 제1 수준의 동력을 제1 및 제2 코어가 작동 중일 때의 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 동력으로 상승시키도록 구성되는, 엔진.

**청구항 24**

제22항에 있어서, 복수의 코어의 각 압축기와 터빈은 입구 및 출구를 포함하며,

상기 엔진은,

각각의 코어 내의 압축기의 입구에 연결되는 제1 입력 도관,

각각의 코어 내의 압축기의 출구에 연결되는 제1 배출 도관,

각각의 코어 내의 터빈의 입구에 연결되는 제2 입력 도관,

각각의 코어 내의 터빈의 출구에 연결되는 제2 배출 도관, 및

a) 상기 제1 및 제2 배출 도관으로부터 초임계 유체를 수용하도록, 그리고 b) 상기 엔진이 작동 중일 때 초임계 유체를 제1 및 제2 입력 도관으로 배출하도록 구성되는 복수의 열교환기를 더 포함하는, 엔진.

**청구항 25**

제24항에 있어서, 복수의 열교환기는 공기 흡입 사이클 내의 공기로부터의 열을 제1 배출 도관으로부터의 초임계 유체의 적어도 일부로 전달하도록 그리고 제2 배출 도관으로부터의 초임계 유체의 적어도 일부로부터의 열을 공기 흡입 사이클 내의 공기로 전달하도록 구성되는, 엔진.

**청구항 26**

제21항에 있어서, 상기 공기 흡입 사이클 내의 공기를 가열하는 장치를 더 포함하는, 엔진.

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 출원은 그 전체 내용이 본 명세서에서 인용되는 2014년 8월 22일자로 출원된 미국 특허 가출원 62/040,988호의 우선권을 주장한다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 발명은 초임계 유체를 사용하는 동력 발생 시스템 및 관련 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 복수의 코어가 발생된 동력의 양을 조절하기 위해 선택적으로 가동 또는 정지될 수도 있는 동력 발생 시스템 및 관련 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0005] 통상적으로, 브레이턴 사이클과 같은 열역학적 동력 발생 사이클은 대기와 같은 이상 기체를 이용한다. 그런 사이클은, 공기가 사이클의 구성요소를 통해 유동한 후에 연료의 연소에 의해 발생된 상당량의 열이 사이클로부터 소실되도록 비교적 고온에서 대기로 다시 배기된다는 점에서 개방형이다. 브레이턴 사이클 내에서 폐열을 포획 및 이용하는 일반적인 방법은 터빈 배기 가스로부터 열을 추출하여 열교환기를 통해 압축기로부터 배출되

는 공기로 전달하기 위해 복열 장치를 사용하는 것이다. 그런 열전달은 연소기로 유입되는 공기의 온도를 상승 시키기 때문에, 더 적은 연료가 소정의 터빈 입구 온도를 달성하는데 요구된다. 그 결과 전체 열역학적 사이클의 열효율이 향상되는데, 일반적으로 최대 약 40%의 효율 향상을 가져온다. 보다 진보된 블레이드 공기역학 설계로 이루어진 더 큰 터빈은 훨씬 더 높은 효율을 달성할 수도 있다. 그러나, 그런 복열 사이클의 경우에도 열은 고온 소스에서 저온 싱크로만 유동하기 때문에 터빈 배기 가스 온도가 압축기 배출 공기의 온도 미만으로 결코 생각될 수가 없다는 사실로 인해 열효율이 제한된다. 이는 더 높은 압력비를 이용한다는 사실로 인해 악화되는데, 더 높은 압력비는 터빈의 효율을 전반적으로 향상시키지만 더 높은 압축기 배출 온도를 그리고 이에 따라 복열 장치에서의 더 적은 열회수를 야기한다. 또한, 압축기는 더 높은 압력비를 달성하기 위해 다단 압축기를 통상 필요로 한다. 그리고 터빈의 부품은 대체로 동력 발생 사이클이 최대 효율에서 작동되도록 아주 높은 온도를 견딜 수 있는 고가의 재료로 제조되어야 한다. 따라서, 효율과 동력 출력의 향상은 동력 발생 터보기계류의 비용을 급격히 상승시킨다.

[0006] 아주 최근에는, 폐쇄형 열역학적 동력 발생 사이클에서 초임계 이산화탄소("SCO2")와 같은 초임계 유체를 사용하는 것에 대한 관심이 늘어나고 있다. 유리하게는, 초임계 유체는 - 즉, 액체상과 기체상이 평형 상태인 "임계점" 이상에 있는 유체는 - 유체를 소정의 압력비로 압축하는데 필요한 작업이 공기와 같은 이상 기체에 대한 것보다 훨씬 적도록 액체의 밀도 및 압축성과 근사한 밀도 및 압축성을 갖는다. 그 결과, 초임계 유체 동력 발생 사이클은 덜 비싼 일단 압축기 및 터빈 터보기계류를 이용한다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 적용예의 정상 작동 동력 부하를 충족시키도록 열역학적 사이클에서 초임계 유체를 사용하여 충분한 동력을 효율적으로 발생시키는 동시에, 적용예의 최대 동력 요건을 충족시키고 동력을 증가시킬 능력을 제공하는 시스템 및 방법이 필요하다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 개시내용의 일 실시예는 관통 유동하는 초임계 유체를 갖는 초임계 유체 사이클, 및 초임계 유체의 유동과 혼합되지 않는 관통 유동하는 공기를 갖는 공기 흡입 사이클을 포함하는 시스템에서 동력을 발생시키기 위한 방법이다. 본 발명의 방법은 초임계 유체 사이클을 따라 배치된 복수의 코어의 제1 코어를 통해 초임계 유체를 안내하는 단계를 포함하는데, 각각의 코어는 압축기 및 터빈을 포함한다. 본 발명의 방법은 초임계 유체가 압축된 초임계 유체로서 제1 코어의 압축기로부터 배출되도록 제1 코어의 압축기 내에서 초임계 유체를 압축하는 단계를 포함한다. 본 발명의 방법은 압축된 초임계 유체가 가열된 초임계 유체로서 적어도 하나의 열교환기로부터 배출되도록 적어도 하나의 열교환기 내에서 공기 흡입 사이클 내의 공기로부터 압축된 초임계 유체로 열을 전달하는 단계를 포함한다. 본 발명의 방법은 적어도 하나의 열교환기로부터의 가열된 초임계 유체의 적어도 일부를 제1 코어의 터빈으로 안내하는 단계를 포함한다. 본 발명의 방법은 제1 코어가 출력 장치에서 제1 수준(level)의 동력을 발생시키도록 제1 코어의 터빈 내에서 가열된 초임계 유체를 팽창시키는 단계를 포함한다. 그리고, 제2 코어가 출력 장치 내에서 발생된 제1 수준의 동력을 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 동력으로 상승시키도록 복수의 코어의 적어도 제2 코어를 가동시킨다.

[0009] 본 개시내용의 다른 실시예는 적어도 관통 유동하는 초임계 유체를 갖는 초임계 유체 사이클을 포함하는 동력을 발생시키도록 구성된 시스템이다. 본 발명의 시스템은 초임계 유체 사이클을 따라 배치되는 복수의 코어를 포함하는데, 각각의 코어는 압축기 및 터빈을 포함한다. 각각의 코어는 동력 출력을 발생시키기 위해 선택적으로 작동되도록 구성된다. 본 발명의 시스템은 초임계 유체 사이클을 따라 배치되는 복수의 열교환기를 또한 포함하는데, 복수의 열교환기의 적어도 하나는 복수의 코어 중의 각 코어와 유체 연통하도록 구성된다. 복수의 코어의 제1 코어는 제1 코어가 작동 중일 때의 제1 수준의 동력을 발생시키도록 구성되며, 복수의 코어의 제2 코어는 제1 수준의 동력을 제1 및 제2 코어가 작동 중일 때의 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 동력으로 상승시키도록 구성된다.

[0010] 본 개시내용의 다른 실시예는 초임계 유체 사이클 및 공기 흡입 사이클을 포함하는 엔진이다. 엔진은 복수개의 수준의 동력 출력을 생성하도록 구성된다. 엔진은 초임계 유체 사이클을 따라 배치되는 복수의 코어를 포함하는데, 각각의 코어는 압축기 및 터빈을 포함한다. 각각의 코어는 동력 출력을 발생시키기 위해 선택적으로 작동되도록 구성된다. 엔진은 초임계 유체 사이클을 따라 배치되는 복수의 열교환기를 또한 포함하는데, 복수의

열교환기의 적어도 하나는 복수의 코어의 각 코어와 유체 연통하도록 구성된다. 엔진은 동력 출력을 조절하기 위해 작동 중인 복수의 코어의 코어수를 조절하도록 구성된다.

**도면의 간단한 설명**

[0011] 상술된 요약뿐만 아니라 실시예에 대한 이하의 상세한 설명은 첨부 도면과 함께 관독될 때 보다 양호하게 이해될 것이다. 본 발명의 예시를 위해, 도면은 바람직한 실시예를 도시한다. 그러나, 본 발명은 도면에 도시된 특정 수단에 제한되지 않는다.

- 도 1은 본 개시내용의 실시예에 따른 동력 발생 시스템의 개략도이다.
- 도 2는 본 개시내용의 다른 실시예에 따른 동력 발생 시스템의 개략도이다.
- 도 3는 본 개시내용의 또 다른 실시예에 따른 동력 발생 시스템의 개략도이다.
- 도 4는 본 개시내용의 또 다른 실시예에 따른 동력 발생 시스템의 개략도이다.
- 도 5는 작동 코어의 개수에 대한 열교환기 유효성을 예시하는 차트이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0012] 본 개시내용의 실시예는 압축기와 터빈을 포함하는 하나 이상의 코어를 선택적으로 가동시킴으로써 선택적으로 동력 출력을 상승시키도록 구성되는 시스템, 방법 및 엔진을 포함한다. 통상적인 열역학적 동력 발생 사이클은 대체로 해군용 추진과 같은 적용예에서 사용되는데, 여기서 정상적인 필요 동력 출력은 동력 발생 사이클의 최대 동력 출력의 15 내지 20%이다. 그럼에도 불구하고, 통상적인 열역학적 동력 발생 사이클은 100% 용량에서 최대 효율을 위해 설계되는데, 이는 사이클이 더 낮은 부하에서 작동될 때 비효율로 이어진다. 따라서, 선택적으로 가동 또는 정지될 수 있는 복수의 코어를 포함하는 초임계 유체 사이클이 효율을 최대화할 수 있다. 개시된 시스템은 정상 부하 상태 하에 단일 코어로 작동되도록 설계될 수도 있으며 그리고 필요시 추가적인 동력을 발생시키도록 추가적인 코어를 추가함으로써 동력 출력을 증가시키도록 구성될 수도 있다. 본 명세서에 개시된 바와 같이 복수의 코어를 이용하는 시스템은 그 개시내용이 본 명세서에서 인용되는 미국 특허 공보 2013/0180259호("259 공보") 및 국제출원 PCT/US2015/017679호("679 출원")에 개시되어 있는 동력 발생 시스템을 포함할 수 있다.

[0013] 도 1은 작동 유체가 초임계 유체일 수 있는 제1 폐쇄형 브레이턴 사이클(92), 및 작동 유체가 주변 공기일 수 있는 제2 개방형 브레이턴 사이클(94)을 포함하는 동력 발생 시스템(10)을 도시한다. 제1 브레이턴 사이클(92) 및 제2 브레이턴 사이클(94)은 초임계 유체 유동 경로(96) 및 공기 유체 유동 경로(98)를 각각 포함한다. 일 실시예에서 유동 경로(96, 98)는 2개의 유동 경로(96, 98) 사이에서 초임계 유체와 공기 간의 혼합이 거의 유발되지 않거나 또는 전혀 유발되지 않도록 분리되어 있다.

[0014] 동력 발생 시스템(10)은 초임계 유체 유동 경로(96)를 따라 배치된 복수의 코어(60, 70, 80)를 포함한다. 각각의 코어는 압축기(62, 72, 82) 및 터빈(64, 74, 84)을 포함한다. 또한, 각각의 코어는 동력 발생 시스템(10)이 작동 코어의 개수에 따라 다른 수준의 동력을 발생시키도록 선택적으로 작동되게 구성된다. 동력 발생 시스템(10)은 하나 이상의 열원(58), 및 유동 경로(96, 98)를 따라 연결된 복수의 열교환기를 또한 포함한다. 열교환기는 복수의 교차 사이클 열교환기(32, 36)를 포함한다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "교차 사이클 열교환기"는 공기 흡입 사이클(94)로부터 공기 또는 공기와 연소 가스/열 양자를 수용할 뿐만 아니라 초임계 유체 사이클(92)로부터 초임계 유체를 수용하며 그리고 두 사이클에서 유체들 간에 열을 전달하는 열교환기를 지칭한다. 동력 발생 시스템(10)은 밸브, 유량계, 혼합 결합부(mixing junction), 및 동력 발생 시스템(10)의 작동을 제어하도록 구성된 하나 이상의 제어기를 또한 포함할 수도 있다.

[0015] 초기에, 초임계 유체의 스트림(1)이 초임계 유체 유동 경로(96)를 따라 제1 코어(60)로 안내된다. 초임계 유체는 축류(axial), 반경류(radial), 복열식(recuperating) 또는 유사한 유형의 압축기일 수도 있는 제1 코어 압축기(62)의 입구에 공급된다. 압축기(62)는 제1 SCO2 압축기(62)로 지칭될 수도 있다. 압축기(62)는 터빈(64)에 작동적으로 연결된 샤프트를 포함한다. 터빈(64)은 제1 SCO2 터빈(64)으로 지칭될 수도 있다. 스트림(1)을 따라서 유량계가 제1 SCO2 압축기(62) 입구로 공급되는 초임계 유체의 유량을 측정하도록 실시될 수도 있다. 유량계는 초임계 유체 사이클(92) 내에서의 총 SCO2 질량의 제어뿐만 아니라 전이 유체 거동을 용이하게 한다. 일 실시예에서, 초임계 유체는 이하에서 기술되는 바와 같이 그 임계점에 가까운 온도와 압력으로 냉각 및 팽창된 후에 제1 SCO2 압축기(62)의 입구에 유입된다. "초임계 유체"라는 용어는 별개의 액체상과 기체상이 존재하

지 않는 유체를 나타내며, 초임계 유체의 "임계점"이라는 용어는 물질이 초임계 상태에 있다고 할 수 있는 최저 온도와 압력을 나타낸다. "임계 온도" 및 "임계 압력"이라는 용어는 임계점에서의 온도 및 압력을 나타낸다. 이산화탄소에 있어서, 임계점은 대략 304.2° K 및 7.35Mpa이다. 일 실시예에서, 압축기(110)에 유입되는 초임계 유체는 그 임계점의 적어도  $\pm 2^\circ$  K 내로 냉각된다. 다른 실시예에서, 제1 SC02 압축기(62)에 유입되는 초임계 유체는 그 임계점의  $\pm 1^\circ$  K 내로 냉각된다. 또 다른 실시예에서, 제1 SC02 압축기(62)에 유입되는 초임계 유체는 그 임계점의  $\pm .2^\circ$  K 내로 냉각된다.

- [0016] 제1 SC02 압축기(62) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체의 배출 스트림(4)은 교차 사이클 열교환기(32)로 안내된다. 교차 사이클 열교환기(32) 내에서, 열이 유동 경로(98) 내의 공기로부터 압축된 초임계 유체로 전달된다. 가열된 초임계 유체 스트림(14)은 교차 사이클 열교환기(32)로부터 배출된다.
- [0017] 교차 사이클 열교환기(32)로부터의 가열된 초임계 유체의 스트림(14)은 제1 SC02 터빈(64)의 입구로 안내된다. 제1 SC02 터빈(64)은 축류, 반경류, 혼합 유동식 또는 유사한 유형의 터빈일 수도 있다. 제1 SC02 터빈(64)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 연결 샤프트를 통해 제1 SC02 압축기(62)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 또한, 제1 SC02 터빈(64)은 동력 발생 시스템(10)을 위한 제1 수준의 출력 동력을 제공하기 위해 발전기에 작동적으로 연결될 수도 있다.
- [0018] 팽창된 초임계 유체는 제1 SC02 터빈(64)으로부터 배출되고 그리고 팽창된 초임계 유체의 배출 스트림(17)으로 안내된다. 팽창된 초임계 유체의 배출 스트림(17)은 교차 사이클 열교환기(36)로 안내된다. 교차 사이클 열교환기(36) 내에서, 팽창된 초임계 유체는 유동 경로(98)를 따라 교차 사이클 열교환기(36)를 통과하는 공기의 유동에 의해 냉각된다.
- [0019] 냉각된 초임계 유체의 스트림은 교차 사이클 열교환기(36)로부터 배출되고 그리고 스트림(1)으로서 제1 SC02 압축기(62)의 입구로 안내된다. 대안적인 실시예에서, 교차 사이클 열교환기(36)로부터 배출된 냉각된 초임계 유체의 스트림은 제1 SC02 압축기(62)의 입구로 복귀되기 전에 초임계 유체의 온도를 추가로 저감시키기 위해 적어도 하나의 냉각기로 안내될 수도 있다. 추가적인 초임계 유체는 시스템으로부터의 초임계 유체의 임의의 누출을 보상하기 위해 스트림(1)으로 도입될 수도 있다. 어떤 경우에도, 초임계 유체 스트림(1)은 제1 SC02 압축기(62)의 입구로 안내되며 그리고 압축-가열-팽창-냉각의 단계는 반복된다.
- [0020] 동력 발생 시스템(10)에 대한 동력 수요가 증가된 경우, 제1 코어(60)만이 작동 중일 때 발생된 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 동력을 발생시키기 위해 초임계 유체 유동 경로(96)를 따르는 제2 코어(70)가 가동될 수도 있다.
- [0021] 제2 수준의 동력을 발생시키기 위해, 초임계 유체의 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체 유동 경로(96)를 따라 제2 코어(70)로 안내된다. 초임계 유체는 제2 SC02 압축기(72)로 지칭될 수도 있는 제2 코어 압축기(72)의 입구로 공급된다.
- [0022] 제2 SC02 압축기(72) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체의 배출물은 압축된 초임계 유체의 스트림(4)에서 제1 SC02 압축기(62)로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다. 압축된 초임계 유체가 교차 사이클 열교환기(32) 내에서 가열된 후에, 가열된 초임계 유체의 스트림(14)의 적어도 일부가 제2 SC02 터빈(74)의 입구로 안내된다.
- [0023] 제2 SC02 터빈(74)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 연결 샤프트를 통해 제2 SC02 압축기(72)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 또한, 제2 SC02 터빈(74)은 제2 SC02 터빈(74)이 동력 발생 시스템(10)을 위한 출력 동력을 제1 수준에서 제2 수준으로 상승시킨다.
- [0024] 팽창된 초임계 유체는 제2 SC02 터빈(74)으로부터 배출되고 그리고 팽창된 초임계 유체의 배출 스트림(17)에서 제1 SC02 터빈(64)으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다. 팽창된 초임계 유체의 배출 스트림(17)은 교차 사이클 열교환기(36) 내에서 냉각되고 그리고 냉각된 초임계 유체의 적어도 일부가 스트림(1)으로서 제2 SC02 압축기(72)의 입구로 안내된다.
- [0025] 동력 발생 시스템(10)에 대한 동력 수요가 추가로 증가된 경우, 제1 코어(60)와 제2 코어(70)가 작동 중일 때 발생된 제2 수준의 동력보다 큰 제3 수준의 동력을 발생시키기 위해 초임계 유체 유동 경로(96)를 따르는 제3 코어(80)가 가동될 수도 있다.
- [0026] 제3 수준의 동력을 발생시키기 위해, 초임계 유체의 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체 유동 경로(96)를 따라 제3 코어(80)로 안내된다. 초임계 유체는 제3 SC02 압축기(82)로 지칭될 수도 있는 제3 코어 압축기(82)

의 입구로 공급된다.

- [0027] 제3 SC02 압축기(82) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체의 배출물은 압축된 초임계 유체의 스트림(4)에서 제1 SC02 압축기(62)와 제2 SC02 압축기(72)로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다. 압축된 초임계 유체가 교차 사이클 열교환기(32) 내에서 가열된 후에, 가열된 초임계 유체의 스트림(14)의 적어도 일부가 제3 SC02 터빈(84)의 입구로 안내된다.
- [0028] 제3 SC02 터빈(84)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 연결 샤프트를 통해 제3 SC02 압축기(82)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 또한, 제3 SC02 터빈(84)은 제3 SC02 터빈(84)이 동력 발생 시스템(10)을 위한 출력 동력을 제2 수준에서 제3 수준으로 상승시킨다.
- [0029] 팽창된 초임계 유체는 제3 SC02 터빈(84)으로부터 배출되고 그리고 팽창된 초임계 유체의 배출 스트림(17)에서 제1 SC02 터빈(64)과 제2 SC02 터빈(74)으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다. 팽창된 초임계 유체의 배출 스트림(17)은 교차 사이클 열교환기(36) 내에서 냉각되고 그리고 냉각된 초임계 유체의 적어도 일부가 스트림(1)으로서 제3 SC02 압축기(84)의 입구로 안내된다.
- [0030] 도 1을 계속 참조하면, 동력 발생 시스템(10)의 공기 흡입 사이클(94) 부분은 개방형 유동 경로(98)를 형성한다. 초기에, 주변 공기는 유동 경로(98)를 따라 교차 사이클 열교환기(36)로 공급된다. 공기는 후속하여 열원(58) 내에서 가열되고 그리고 유동 경로(98)를 따라 교차 사이클 열교환기(32)를 통해 안내된다. 열원(58)은 화석 연료 또는 다른 연료 유형의 연료와 같은 연료의 스트림을 수용하도록 구성된 연소기일 수 있다. 열원(58)은 또한 시스템 열을 생성하는 태양열 집열기 또는 원자로에 의해, 또는 폐기물, 생물량 또는 생물 유 또는 연료의 연소를 포함하는 몇몇 다른 열원에 의해 작동될 수 있다.
- [0031] 본 개시내용의 상기 실시예에는 3개의 코어만이 기술되어있지만, 동력 발생 시스템(10)은 3개의 코어에 제한되지 않는다. 동력 발생 시스템(10)은 동력 발생 시스템(10)을 위한 최대 요구 동력 출력을 생성하기 위해 4개의 코어, 5개의 코어, 6개의 코어 또는 추가적인 코어를 포함할 수도 있다.
- [0032] 본 개시내용의 다른 실시예에 따른 동력 발생 시스템(100)의 개략도인 도 2를 참조한다. 동력 발생 시스템(100)은 제1 초임계 유체 사이클(102) 및 제2 또는 공기 흡입 사이클(104)을 포함한다는 점에서 동력 발생 시스템(10)과 유사하다. 제1 및 제2 사이클(102, 104)은 초임계 유체 유동 경로(106) 및 공기 유체 유동 경로(108)를 각각 포함하는데, 이들 유동 경로는 일 실시예에선 초임계 유체와 공기가 혼합되지 않도록 서로 분리되어 있다.
- [0033] 동력 발생 시스템(100)은 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 복수의 코어를 포함한다. 각각의 코어는 터빈에 작동적으로 연결된 샤프트를 갖춘 압축기를 포함한다. 일 실시예에서, 터빈은 출력 장치에 작동적으로 연결된 샤프트를 또한 포함한다. 대안적인 실시예에서, 코어는 출력 장치에 작동적으로 연결된 제2 터빈을 포함하며, 압축기에 작동적으로 연결된 터빈으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체는 출력 장치를 위한 샤프트 동력을 생성하는 제2 터빈을 통해 순환된다. 다른 실시예에서, 출력 장치는 출력 동력을 동력 발생 시스템(100)에 제공할 수도 있다. 또한, 각각의 코어는 동력 발생 시스템(100)이 작동 코어의 개수에 따라 다른 수준의 동력을 발생시키도록 선택적으로 작동되게 구성될 수도 있다. 본 명세서에 기술된 바와 같이, 출력 장치는 터보프롭, 터보샤프트, 기어박스 또는 발전기일 수 있다.
- [0034] 도 2에 도시된 바와 같이, 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 복수의 코어의 제1 코어는 샤프트(112a)를 통해 터빈(114a)에 작동적으로 연결된 압축기(110a)를 포함한다. 터빈(114a)은 제1 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(100)에 제공하는 출력 장치(120a)에 작동적으로 연결된 샤프트(117a)를 추가로 포함한다. 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 복수의 코어의 제2 코어는 샤프트(112b)를 통해 터빈(114b)에 작동적으로 연결된 압축기(110b)를 포함한다. 터빈(114b)은 제1 코어와 제2 코어가 작동 중일 때 제1 코어만이 작동 중일 때의 제1 수준의 출력 동력보다 큰 제2 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(100)에 제공하는 출력 장치(120b)에 작동적으로 연결된 샤프트(117b)를 추가로 포함한다. 동력 발생 시스템(100)의 설계시, 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 복수의 코어의 총 코어수는 임의의 특정 코어수에 제한되지 않는다.
- [0035] 도 2에 도시된 바와 같이, 바람직한 총 코어수에 이를 때까지 추가적인 코어가 특정 적용예에 기초하여 추가될 수도 있다. 총 코어수는 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 "최종 코어"로 도 2에 표시되어 있으며, 이 최종 코어는 샤프트(112x)를 통해 터빈(114x)에 작동적으로 연결된 압축기(110x)를 포함한다. "최종 코어"라는 용어는 참조의 편의를 위해 사용되며 그리고 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 복수의 코어의 전체 코어 또는 모든 코어가 작동 중인 상태 또는 경우를 나타낸다. 터빈(114x)은 동력 발생 시스템(100)을 위한

추가적인 수준의 출력 동력을 제공하는 출력 장치(120x)에 작동적으로 연결된 샤프트(117x)를 추가로 포함한다. 따라서, 동력 발생 시스템(100) 내의 총 코어수는 동력 발생 시스템(100)을 위한 출력 동력의 수준의 개수를 한정한다. 따라서, 동력 발생 시스템(100)을 위한 출력 동력은 동력 발생 시스템(100) 내의 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 작동 코어의 작동 중인 코어의 수를 선택적으로 가동 및/또는 정지시킴으로써 조절될 수도 있다.

- [0036] 초임계 사이클(102) 내의 각각의 코어는 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 각각의 코어 내외로의 초임계 유체의 유동을 제어하기 위해 압축기 입력 밸브(142a, 142b, 142x), 압축기 배출 밸브(144a, 144b, 144x), 터빈 입력 밸브(146a, 146b, 146x) 및 터빈 출력 밸브(148a, 148b, 148x)를 또한 포함할 수도 있다.
- [0037] 동력 발생 시스템(100)은 공기 유동 경로(104)를 따라 배치된 하나 이상의 압축기, 하나 이상의 터빈 및 하나 이상의 연소기, 및 유동 경로(106, 108)를 따라 배치된 복수의 열교환기를 추가로 포함한다. 열교환기는 복수의 교차 사이클 열교환기(132, 134, 136, 138)를 포함한다.
- [0038] 동력 발생 시스템(100)은 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 복열식 열교환기(130)를 또한 포함한다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "복열식 열교환기"라는 용어는 복수의 코어의 적어도 하나의 터빈(114a, 114b, 114x)으로부터 배출된 터빈 배출 스트림(17) 내의 팽창된 초임계 유체와 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 복수의 코어의 적어도 하나의 압축기(110a, 110b, 110x)로부터 배출된 압축기 배출 스트림(4) 내의 압축된 초임계 유체 사이의 열전달을 나타낸다. 동력 발생 시스템(100)은 밸브(122), (도시 안 된)유량계, 혼합 결합부(124), 및 동력 발생 시스템(100)의 작동을 제어하도록 구성된 (도시 안 된)하나 이상의 제어기를 또한 포함할 수도 있다.
- [0039] 초기에, 초임계 유체의 스트림(1)은 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 제1 코어로 안내된다. 초임계 유체는 제1 코어 압축기(110a)의 입구로 공급된다. 압축기(110a) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체는 압축기 배출 스트림(4)으로 배출된다. 대안적인 실시예에서, 스트림(1)은 초임계 유체의 스트림(2a)을 제1 코어 압축기(110a)의 입구로 안내하는 압축기 입력 밸브(142a)로 안내된다. 압축기(110a) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체는 압축된 초임계 유체를 압축기 배출 스트림(4)으로 안내하는 압축기 배출 밸브(144a)로 스트림(3a)에 의해 배출된다.
- [0040] 압축기 배출 스트림(4)은 배출 스트림(6)과 배출 스트림(8)과 같이 제1 및 제2 부분으로 분할될 수도 있다. 배출 스트림(6)과 배출 스트림(8)은 제1 및 제2 배출 스트림(6, 8)으로 지칭될 수도 있다. 대안적으로, 배출 스트림(6)과 배출 스트림(8)은 제1 및 제2 압축기 배출 스트림(6, 8)으로 지칭될 수도 있다. 그런 분할로 인해 압축기 배출 스트림(4)의 제1 부분은 복열되고 그리고 나머지 부분은 유동 경로(108)를 통한 공기 유체 순환으로 일련의 열교환기(134, 132)에 의해 직접 가열될 수 있다. 도시된 바와 같이, 압축기 배출 스트림(4)은 (도시 안 된)제어기와 전자 통신할 수 있는 밸브(122a)를 통해 분할된다. 제어기는 필요에 따라 유동을 유동 경로(106)를 통해 안내하기 위해 밸브(122a)를 작동 또는 가동시킨다. 일 실시예에서, 밸브(122a)는 압축기 배출 스트림(4)의 55% 내지 약 75%를 제1 배출 스트림(6)으로 안내하도록 구성된다. 압축기 배출 스트림(4)의 유동의 나머지 부분은 제2 배출 스트림(8)으로 안내된다. 다른 실시예에서, 밸브(122a)는 압축기 배출 스트림(4)의 약 67%를 제1 배출 스트림(6)으로 안내하도록 구성된다.
- [0041] 초임계 유체의 제1 배출 스트림(6)은 복열식 열교환기(130)로 안내되며, 이 복열식 열교환기에서 열이 제2 터빈 배출 스트림(22) 내의 가열된 초임계 유체로부터 제1 압축기 배출 스트림(6)으로 전달된다. 복열식 열교환기(130)로부터 배출된 가열된 초임계 유체의 스트림(19)은 결합부(124a)로 안내되고 그리고 교차 사이클 열교환기(134)를 빠져나가는 가열된 초임계 유체의 스트림(10)과 혼합된다.
- [0042] 제2 배출 스트림(8)은 교차 사이클 열교환기(134)로 안내된다. 교차 사이클 열교환기(134) 내에서, 유동 경로(108) 내의 연소 가스로부터의 열이 초임계 유체의 제2 배출 스트림(8)으로 전달된다. 열교환기(134)로부터 배출된 스트림(10)은 상술된 바와 같은 결합부(124a)에서 복열식 열교환기(130)로부터의 초임계 유체의 스트림(19)과 혼합된다. 결합부(124a)는 도관에 연결되는 조인트일 수도 있거나 또는 혼합 장치를 포함할 수도 있다.
- [0043] 혼합된 스트림(12)은 교차 사이클 열교환기(132)로 공급된다. 교차 사이클 열교환기(132) 내에서, 열이 유동 경로(108) 내의 연소 가스로부터 초임계 유체의 혼합된 스트림으로 전달된다. 교차 사이클 열교환기(132)는 터빈 입력 스트림(14)내로 가열된 초임계 유체를 배출한다.
- [0044] 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체는 제1 코어 터빈(114a)의 입구로 안내된다. 터빈(114a)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(112a)를 통해 압축기(110a)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈

(114a)은 또한 동력 발생 시스템(100)에 제1 수준의 출력 동력을 제공하기 위해 출력 장치(120a)를 구동시킨다. 터빈(114a) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 터빈 배출 스트림(17)으로 배출된다. 대안적인 실시예에서, 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체는 초임계 유체의 스트림(15a)을 제1 코어 터빈(114a)의 입구로 안내하는 터빈 입력 밸브(146a)로 안내된다. 터빈(114a)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(112a)를 통해 압축기(110a)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(114a)은 또한 동력 발생 시스템(100)에 제1 수준의 출력 동력을 제공하기 위해 출력 장치(120a)를 구동시킨다. 터빈(114a) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 초임계 유체를 터빈 배출 스트림(17)으로 안내하는 터빈 배출 밸브(148a)로 스트림(16a)에 의해 배출된다.

[0045] 터빈 배출 스트림(17)은 배출 스트림(18)과 배출 스트림(22)과 같이 제1 및 제2 부분으로 분할될 수도 있다. 배출 스트림(18)과 배출 스트림(22)은 제1 및 제2 배출 스트림(18, 22)으로 지칭될 수도 있다. 대안적으로, 배출 스트림(18)과 배출 스트림(22)은 제1 및 제2 터빈 배출 스트림(18, 22)으로 지칭될 수도 있다. 도시된 바와 같이, 밸브(122b)는 터빈 배출 스트림(17)을 제1 및 제2 배출 스트림(18, 22)으로 분할시킬 수 있다. 제어기는 밸브(122b)를 작동 또는 가동시킨다. 일 실시예에서, 밸브(122b)는 터빈 배출 스트림(17)의 70% 내지 약 90%를 제2 배출 스트림(22)으로 안내하도록 구성된다. 터빈 배출 스트림(17)의 유동의 나머지 부분은 제1 배출 스트림(18)으로 안내된다. 다른 실시예에서, 밸브(122b)는 터빈 배출 스트림(17)의 약 80%를 제2 배출 스트림(22)으로 안내하도록 구성된다. 터빈 배출 스트림(17)이 어떻게 분할되는지와는 상관 없이, 제1 배출 스트림(18)은 교차 사이클 열교환기(136)로 안내되고 그리고 유동 경로(108)를 따라 교차 사이클 열교환기(136)를 통과하는 공기의 유동에 의해 냉각된다.

[0046] 제2 배출 스트림(22)은 복열식 열교환기(130)로 안내되며, 이 복열식 열교환기에서 제2 터빈 배출 스트림(22) 내의 초임계 유체로부터의 열이 제1 압축기 배출 스트림(6) 내의 압축된 초임계 유체로 전달된다. 다시 말하면, 복열식 열교환기(130)는 초임계 유체의 터빈 배출 스트림(22)을 냉각시킨다. 복열식 열교환기(130)로부터의 냉각된 초임계 유체의 배출 스트림(24)은 결합부(124b)에서 교차 사이클 열교환기(136)로부터의 유입 스트림(20)과 혼합된다. 결합부(124b)로부터, 혼합된 스트림(26)은 (선택 사항일 수도 있는)교차 사이클 열교환기(138)로 안내된다. 예컨대, 혼합된 스트림(26)은 냉각된 초임계 유체의 스트림(28)으로 직접 안내된다. 상술된 바와 같이, 교차 사이클 열교환기(138) 내에서 초임계 유체의 혼합된 스트림(26)으로부터의 열이 공기 사이클(104)의 유동 경로(108)로 전달된다. 냉각된 초임계 유체의 스트림(28)은 (선택 사항일 수도 있는)냉각기(126)를 통해 안내되어 초임계 유체의 스트림(1)으로 복귀된다. 공급부(109)로부터의 추가적인 초임계 유체가 시스템으로부터의 초임계 유체의 임의의 누출을 보상하기 위해 초임계 유체의 스트림(1)으로 도입될 수 있다. 어떤 경우에도, 초임계 유체 스트림(1)은 제1 코어 압축기(110a)의 입구로 복귀되며 그리고 압축-가열-팽창-냉각의 단계는 반복된다.

[0047] 동력 발생 시스템(100)에 대한 동력 수요가 증가된 경우, 제1 코어만이 작동 중일 때 발생된 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 동력을 발생시키기 위해 초임계 유체 유동 경로(106)를 따르는 제2 코어가 가동될 수도 있다.

[0048] 제2 수준의 동력을 발생시키기 위해, 초임계 유체의 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 제2 코어로 안내된다. 초임계 유체는 제2 코어 압축기(110b)의 입구로 공급된다. 압축기(110b) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체의 배출물은 압축기 배출 스트림(4)으로 안내되며, 이 압축기 배출 스트림에서 압축기(110a)으로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다. 대안적인 실시예에서, 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체의 스트림(2b)을 제2 코어 압축기(110b)의 입구로 안내하는 압축기 입력 밸브(142b)로 안내된다. 압축기(110b) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체는 압축된 초임계 유체를 압축기 배출 스트림(4)으로 안내하는 압축기 배출 밸브(144a)로 스트림(3b)에 의해 배출되며, 이 압축기 배출 스트림에서 압축기(110a)로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다.

[0049] 압축기 배출 스트림(4)은 분할되어 상술된 바와 같은 복열식 열교환기(130)와 교차 사이클 열교환기(132, 134)로 안내되며, 이들 열교환기에서 초임계 유체는 터빈 입력 스트림(14)으로서 가열되어 배출된다.

[0050] 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체의 적어도 일부가 제2 코어 터빈(114b)의 입구로 안내된다. 터빈(114b)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(112b)를 통해 압축기(110b)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(114b)은 또한 제1 코어만이 작동 중일 때의 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(100)에 제공하기 위해 출력 장치(120b)를 구동시킨다. 터빈(114b) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 터빈 배출 스트림(17)으로 배출되며, 이 터빈 배출 스트림에서 터빈(114a)으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다. 대안적인 실시예에서, 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체는 초임

계 유체의 스트림(15b)을 제2 코어 터빈(114b)의 입구로 안내하는 터빈 입력 밸브(146b)로 안내된다. 터빈(114b)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(112b)를 통해 압축기(110b)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(114b)은 또한 제1 코어만이 작동 중일 때의 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(100)에 제공하기 위해 출력 장치(120b)를 구동시킨다. 터빈(114b) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 초임계 유체를 터빈 배출 스트림(17)으로 안내하는 터빈 배출 밸브(148b)로 스트림(16b)에 의해 배출되며, 이 터빈 배출 스트림에서 터빈(114a)으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다.

[0051] 터빈 배출 스트림(17)은 분할되어 상술된 바와 같은 복열식 열교환기(130)와 교차 사이클 열교환기(136, 138)로 안내되며, 이들 열교환기에서 팽창된 초임계 유체는 냉각되고 그리고 스트림(1) 내의 냉각된 초임계 유체의 적어도 일부가 제2 코어 압축기(110b)의 입구로 안내된다.

[0052] 동력 발생 시스템(100)에 대한 동력 수요가 추가로 증가된 경우, 제1 코어와 제2 코어가 작동 중일 때 발생하는 제2 수준의 동력보다 큰 추가적인 수준의 동력을 발생시키기 위해 초임계 유체 유동 경로(106)를 따르는 추가적인 코어가 가동될 수도 있다. 추가적인 수준의 동력은 상술된 방식으로 초임계 유체를 추가적인 코어를 통해 유동시킴으로써 발생된다. 동력 발생 시스템(100)을 위한 최고 수준의 출력 동력은 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 코어 모두가 작동 중일 때 생성된다.

[0053] 최고 수준의 동력을 발생시키기 위해, 초임계 유체의 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 최종 코어로 안내된다. 초임계 유체는 최종 코어 압축기(110x)의 입구로 공급된다. 압축기(110x) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체의 배출물은 압축기 배출 스트림(4)으로 안내되며, 이 압축기 배출 스트림에서 압축기(110a), 압축기(110b) 및 추가적인 코어 압축기로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다. 대안적인 실시예에서, 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체의 스트림(2x)을 최종 코어 압축기(110x)의 입구로 안내하는 압축기 입력 밸브(142x)로 안내된다. 압축기(110x) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체는 압축된 초임계 유체를 압축기 배출 스트림(4)으로 안내하는 압축기 배출 밸브(144x)로 스트림(3x)에 의해 배출되며, 이 압축기 배출 스트림에서 압축기(110a), 압축기(110b) 및 추가적인 코어 압축기로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다.

[0054] 압축기 배출 스트림(4)은 분할되어 상술된 바와 같은 복열식 열교환기(130)와 교차 사이클 열교환기(132, 134)로 안내되며, 이들 열교환기에서 초임계 유체는 터빈 입력 스트림(14)으로서 가열되어 배출된다.

[0055] 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체의 적어도 일부가 최종 코어 터빈(114x)의 입구로 안내된다. 터빈(114x)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(112x)를 통해 압축기(110x)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(114x)은 또한 모든 코어가 작동 중일 때 최고 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(100)에 제공하기 위해 출력 장치(120x)를 구동시킨다. 터빈(114x) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 터빈 배출 스트림(17)으로 배출되며, 이 터빈 배출 스트림에서 터빈(114a), 터빈(114b) 및 추가적인 코어 터빈으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다. 대안적인 실시예에서, 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체는 초임계 유체의 스트림(15x)을 최종 코어 터빈(114x)의 입구로 안내하는 터빈 입력 밸브(146x)로 안내된다. 터빈(114x)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(112x)를 통해 압축기(110x)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(114x)은 또한 모든 코어가 작동 중일 때 최고 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(100)에 제공하기 위해 출력 장치(120x)를 구동시킨다. 터빈(114x) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 초임계 유체를 터빈 배출 스트림(17)으로 안내하는 터빈 배출 밸브(148x)로 스트림(16x)에 의해 배출되며, 이 터빈 배출 스트림에서 터빈(114a), 터빈(114b) 및 추가적인 코어 터빈으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다.

[0056] 터빈 배출 스트림(17)은 분할되어 상술된 바와 같은 복열식 열교환기(130)와 교차 사이클 열교환기(136, 138)로 안내되며, 이들 열교환기에서 팽창된 초임계 유체는 냉각되고 그리고 스트림(1) 내의 냉각된 초임계 유체의 적어도 일부가 최종 코어 압축기(110x)의 입구로 안내된다.

[0057] 도 2를 계속 참조하면, 동력 발생 시스템(100)의 공기 흡입 사이클(104) 부분은 개방형 유동 경로(108)를 형성한다. 초기에, 주변 공기(101)가 축류, 반경류, 복열식 또는 유사한 유형의 압축기일 수도 있는 공기 흡입 압축기(150)에 공급된다. 압축기(150)는 터빈(154)에 작동적으로 연결된 샤프트(152)를 포함한다. 압축기(150)로부터의 압축된 공기의 스트림(30)은 후속하여 상술된 바와 같은 열교환기(130, 136)로부터 배출된 초임계 유체의 혼합된 스트림(26)으로부터의 열의 전달에 의해 (선택 사항일 수도 있는) 열교환기(138) 내에서 가열된다. 가열된 압축 공기의 스트림(32)은 후속하여 열교환기(136)로 안내되며, 이 열교환기에서 제1 터빈 배출 스트림(18) 내의 초임계 유체로부터의 열이 압축 공기의 스트림(32)으로 전달된다. 배출 스트림(34)은 연소기(158)로 안내된다. 연소기(158)는 터빈(154)의 터빈 입구에서의 필요 온도를 초과하게 압축 공기 스트림(34)의 온도를

상승시킨다. 압축기(150)는 터빈(154)에 의해 동력이 공급된 샤프트(152)를 통해 작동될 수 있다. 연소기(158)는 화석 연료 또는 다른 연료 유형과 같은 연료(103)의 스트림을 수용할 수 있다. 연소기(158)는 시스템 열을 생성하는 태양열 집열기 또는 원자로에 의해, 또는 폐기물, 생물량 또는 생물 유도 연료의 연소를 포함하는 몇몇 다른 열원에 의해 작동될 수 있다. 연소기(158)로부터의 연소 가스의 배출 스트림(36)은 터빈(154)으로 안내되며, 이 터빈에서 팽창될 수도 있다. 팽창된 고온 연소 가스의 스트림(40)은 열교환기(132)로 안내되며, 이 열교환기에서 열이 고온 연소 가스로부터 상술된 초임계 유체의 혼합된 스트림(12)으로 전달된다. 열교환기(132)를 빠져나간 후에, 고온 연소 가스의 스트림(41)은 열교환기(134)로 안내되며, 이 열교환기에서 열이 고온 연소 가스로부터 상술된 바와 같은 제2 압축기 배출 스트림(8) 내의 압축된 초임계 유체로 전달된다. 열교환기(134)의 배출 스트림(107)은 대기로 배기될 수도 있다.

[0058] 본 개시내용의 다른 실시예에 따른 동력 발생 시스템(200)의 개략도인 도 3을 참조한다. 동력 발생 시스템(200)은 동력 발생 시스템(100)과 거의 동일하므로, 동일한 도면부호가 동일한 구성요소를 식별하는데 사용된다. 동력 발생 시스템(200)에 있어서의 하나의 차이점은 동력 발생 시스템(200) 내의 각각의 코어가 출력 장치를 갖지 않는다는 점이다. 오히려, 동력 발생 시스템(200)은 샤프트(118)를 통해 출력 장치(220)에 작동적으로 연결된 동력 터빈(116)을 포함하는데, 각각의 코어 내의 터빈으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체는 출력 장치(220)를 위한 샤프트 동력을 생성하는 동력 터빈(116)을 통해 순환된다. 동력 터빈(116) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 복열식 열교환기 및 복수의 교차 사이클 열교환기를 향해 배출된다.

[0059] 동력 발생 시스템(200)은 제1 초임계 유체 사이클(202) 및 제2 또는 공기 흡입 사이클(204)을 포함한다. 제1 및 제2 사이클(202, 204)은 초임계 유체 유동 경로(106) 및 공기 유체 유동 경로(108)를 각각 포함하는데, 이들 유동 경로는 일 실시예에선 초임계 유체와 공기가 혼합되지 않도록 서로 분리되어 있다.

[0060] 동력 발생 시스템(200)은 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 복수의 코어를 포함한다. 각각의 코어는 터빈에 작동적으로 연결된 샤프트를 갖춘 압축기를 포함한다. 또한, 각각의 코어는 동력 발생 시스템(200)이 작동 코어의 개수에 따라 다른 수준의 동력을 발생시키도록 선택적으로 작동되게 구성될 수도 있다.

[0061] 도 3에 도시된 바와 같이, 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 복수의 코어의 제1 코어는 샤프트(112a)를 통해 터빈(114a)에 작동적으로 연결된 압축기(110a)를 포함한다. 제1 코어 터빈(114a)은 출력 장치(220)에서의 제1 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(200)에 제공한다. 출력 장치(220)는 터보프롭, 터보샤프트, 기어박스 또는 발전기일 수도 있다. 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 복수의 코어의 제2 코어는 샤프트(112b)를 통해 터빈(114b)에 작동적으로 연결된 압축기(110b)를 포함한다. 제2 코어 터빈(114b)은 제1 코어와 제2 코어가 작동 중일 때 제1 코어만이 작동 중일 때의 제1 수준의 출력 동력보다 큰 출력 장치(220)에서의 제2 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(200)에 제공한다. 동력 발생 시스템(200)의 설계시, 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 복수의 코어의 총 코어수는 임의의 특정 코어수에 제한되지 않는다. 도 3에 도시된 바와 같이, 바람직한 총 코어수에 이를 때까지 추가적인 코어가 특정 적용예에 기초하여 추가될 수도 있다. 총 코어수는 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 최종 코어로 도 3에 표시되어 있는데, 이 최종 코어는 샤프트(112x)를 통해 터빈(114x)에 작동적으로 연결된 압축기(110x)를 포함한다. 최종 코어 터빈(114x)은 모든 코어가 작동 중일 때 출력 장치(220)에서의 최고 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(200)에 제공한다. 따라서, 동력 발생 시스템(200) 내의 총 코어수는 동력 발생 시스템(200)을 위한 출력 동력의 수준의 개수를 한정한다. 따라서, 동력 발생 시스템(200)을 위한 출력 동력은 동력 발생 시스템(200) 내의 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 제1 코어에서부터 전체 코어/최종 코어까지 작동 중인 개수의 코어를 선택적으로 가동 및/또는 정지시킴으로써 동적으로 조절될 수도 있다.

[0062] 초임계 사이클(202) 내의 각각의 코어는 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 각각의 코어 내외로의 초임계 유체의 유동을 제어하기 위해 압축기 입력 밸브(142a, 142b, 142x), 압축기 배출 밸브(144a, 144b, 144x), 터빈 입력 밸브(146a, 146b, 146x) 및 터빈 출력 밸브(148a, 148b, 148x)를 또한 포함할 수도 있다.

[0063] 동력 발생 시스템(200)은 공기 유동 경로(204)를 따라 배치된 하나 이상의 압축기, 하나 이상의 터빈 및 하나 이상의 연소기, 및 유동 경로(106, 108)를 따라 배치된 복수의 열교환기를 추가로 포함한다. 열교환기는 복수의 교차 사이클 열교환기(132, 134, 136, 138)를 포함한다.

[0064] 동력 발생 시스템(200)은 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 복열식 열교환기(130)를 또한 포함한다. 동력 발생 시스템(200)은 밸브(122), (도시 안 된)유량계, 혼합 결합부(124), 및 동력 발생 시스템(200)의 작동을 제어하도록 구성된 (도시 안 된)하나 이상의 제어기를 또한 포함할 수도 있다.

- [0065] 초기에, 초임계 유체의 스트림(1)은 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 제1 코어로 안내된다. 초임계 유체는 제1 코어 압축기(110a)의 입구로 공급된다. 압축기(110a) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체는 압축기 배출 스트림(4)으로 배출된다. 대안적인 실시예에서, 스트림(1)은 초임계 유체의 스트림(2a)을 제1 코어 압축기(110a)의 입구로 안내하는 압축기 입력 밸브(142a)로 안내된다. 압축기(110a) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체는 압축된 초임계 유체를 압축기 배출 스트림(4)으로 안내하는 압축기 배출 밸브(144a)로 스트림(3a)에 의해 배출된다.
- [0066] 압축기 배출 스트림(4)은 배출 스트림(6)과 배출 스트림(8)과 같이 제1 및 제2 부분으로 분할될 수도 있다. 배출 스트림(6)과 배출 스트림(8)은 제1 및 제2 배출 스트림(6, 8)으로 지칭될 수도 있다. 대안적으로, 배출 스트림(6)과 배출 스트림(8)은 제1 및 제2 압축기 배출 스트림(6, 8)으로 지칭될 수도 있다. 그런 분할로 인해 압축기 배출 스트림(4)의 제1 부분은 복열되고 그리고 나머지 부분은 유동 경로(108)를 통한 공기 유체 순환으로 일련의 열교환기(134, 132)에 의해 직접 가열될 수 있다. 도시된 바와 같이, 압축기 배출 스트림(4)은 (도시 안 된) 제어기와 전자 통신할 수 있는 밸브(122a)를 통해 분할된다. 제어기는 필요에 따라 유동을 유동 경로(106)를 통해 안내하기 위해 밸브(122a)를 작동 또는 가동시킨다. 일 실시예에서, 밸브(122a)는 압축기 배출 스트림(4)의 55% 내지 약 75%를 제1 배출 스트림(6)으로 안내하도록 구성된다. 압축기 배출 스트림(4)의 유동의 나머지 부분은 제2 배출 스트림(8)으로 안내된다. 다른 실시예에서, 밸브(122a)는 압축기 배출 스트림(4)의 약 67%를 제1 배출 스트림(6)으로 안내하도록 구성된다.
- [0067] 초임계 유체의 제1 배출 스트림(6)은 복열식 열교환기(130)로 안내되며, 이 복열식 열교환기에서 열이 제2 터빈 배출 스트림(22) 내의 가열된 초임계 유체로부터 제1 압축기 배출 스트림(6)으로 전달된다. 복열식 열교환기(130)로부터 배출된 가열된 초임계 유체의 스트림(19)은 결합부(124a)로 안내되고 그리고 교차 사이클 열교환기(134)를 빠져나가는 가열된 초임계 유체의 스트림(10)과 혼합된다.
- [0068] 제2 배출 스트림(8)은 교차 사이클 열교환기(134)로 안내된다. 교차 사이클 열교환기(134) 내에서, 유동 경로(108) 내의 연소 가스로부터의 열이 초임계 유체의 제2 배출 스트림(8)으로 전달된다. 열교환기(134)로부터 배출된 스트림(10)은 상술된 바와 같은 결합부(124a)에서 복열식 열교환기(130)로부터의 초임계 유체의 스트림(19)과 혼합된다. 결합부(124a)는 도관에 연결되는 조인트일 수도 있거나 또는 혼합 장치를 포함할 수도 있다.
- [0069] 혼합된 스트림(12)은 교차 사이클 열교환기(132)로 공급된다. 교차 사이클 열교환기(132) 내에서, 열이 유동 경로(108) 내의 연소 가스로부터 초임계 유체의 혼합된 스트림으로 전달된다. 교차 사이클 열교환기(132)는 터빈 입력 스트림(14)내로 가열된 초임계 유체를 배출한다.
- [0070] 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체는 제1 코어 터빈(114a)의 입구로 안내된다. 터빈(114a)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(112a)를 통해 압축기(110a)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(114a) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 터빈 배출 스트림(17)으로 배출된다. 대안적인 실시예에서, 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체는 초임계 유체의 스트림(15a)을 제1 코어 터빈(114a)의 입구로 안내하는 터빈 입력 밸브(146a)로 안내된다. 터빈(114a)은 초임계 유체를 팽창시키고 그리고 샤프트(112a)를 통해 압축기(110a)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(114a) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 초임계 유체를 터빈 배출 스트림(17)으로 안내하는 터빈 배출 밸브(148a)로 스트림(16a)에 의해 배출된다.
- [0071] 터빈 배출 스트림(17)은 동력 터빈(116)의 입구로 안내되며, 여기서 해당 스트림은 제1 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(200)에 제공하기 위해, 샤프트(118)를 통해 출력 장치(220)를 구동시키는 샤프트 동력을 발생시키도록 팽창된다. 동력 터빈(116) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 터빈 배출 스트림(17a)으로 안내된다.
- [0072] 터빈 배출 스트림(17a)은 배출 스트림(18)과 배출 스트림(22)과 같이 제1 및 제2 부분으로 분할될 수도 있다. 배출 스트림(18)과 배출 스트림(22)은 제1 및 제2 배출 스트림(18, 22)으로 지칭될 수도 있다. 대안적으로, 배출 스트림(18)과 배출 스트림(22)은 제1 및 제2 터빈 배출 스트림(18, 22)으로 지칭될 수도 있다. 도시된 바와 같이, 밸브(122b)는 터빈 배출 스트림(17a)을 제1 및 제2 배출 스트림(18, 22)으로 분할시킬 수 있다. 제어기는 밸브(122b)를 작동 또는 가동시킨다. 일 실시예에서, 밸브(122b)는 터빈 배출 스트림(17a)의 70% 내지 약 90%를 제2 배출 스트림(22)으로 안내하도록 구성된다. 터빈 배출 스트림(17a)의 유동의 나머지 부분은 제1 배출 스트림(18)으로 안내된다. 다른 실시예에서, 밸브(122b)는 터빈 배출 스트림(17a)의 약 80%를 제2 배출 스트림(22)으로 안내하도록 구성된다. 터빈 배출 스트림(17a)이 어떻게 분할되는지와는 상관 없이, 제1 배출 스트림(18)은 교차 사이클 열교환기(136)로 안내되고 그리고 유동 경로(108)를 따라 교차 사이클 열교환기(136)를

통과하는 공기의 유동에 의해 냉각된다.

- [0073] 제2 배출 스트림(22)은 복열식 열교환기(130)로 안내되며, 여기서 해당 스트림은 제2 터빈 배출 스트림(22) 내의 초임계 유체로부터의 열이 제1 압축기 배출 스트림(6) 내의 압축된 초임계 유체로 전달된다. 다시 말하면, 복열식 열교환기(130)는 초임계 유체의 터빈 배출 스트림(22)을 냉각시킨다. 복열식 열교환기(130)로부터의 냉각된 초임계 유체의 배출 스트림(24)은 결합부(124b)에서 교차 사이클 열교환기(136)로부터의 유입 스트림(20)과 혼합된다. 결합부(124b)로부터, 혼합된 스트림(26)은 (선택 사항일 수도 있는)교차 사이클 열교환기(138)로 안내된다. 예컨대, 혼합된 스트림(26)은 냉각된 초임계 유체의 스트림(28)으로 직접 안내된다. 상술된 바와 같이, 교차 사이클 열교환기(138) 내에서 초임계 유체의 혼합된 스트림(26)으로부터의 열이 공기 사이클(204)의 유동 경로(108)로 전달된다. 냉각된 초임계 유체의 스트림(28)은 (선택 사항일 수도 있는)냉각기(126)를 통해 안내되어 초임계 유체의 스트림(1)으로 복귀된다. 공급부(109)로부터의 추가적인 초임계 유체가 시스템으로부터의 초임계 유체의 임의의 누출을 보상하기 위해 초임계 유체의 스트림(1)으로 도입될 수 있다. 어떤 경우에도, 초임계 유체 스트림(1)은 제1 코어 압축기(110a)의 입구로 복귀되며 그리고 압축-가열-팽창-냉각의 단계는 반복된다.
- [0074] 동력 발생 시스템(200)에 대한 동력 수요가 증가된 경우, 제1 코어만이 작동 중일 때 발생된 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 동력을 출력 장치(220)에서 발생시키기 위해 초임계 유체 유동 경로(106)를 따르는 제2 코어가 가동될 수도 있다.
- [0075] 제2 수준의 동력을 발생시키기 위해, 초임계 유체의 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 제2 코어로 안내된다. 초임계 유체는 제2 코어 압축기(110b)의 입구로 공급된다. 압축기(110b) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체의 배출물은 압축기 배출 스트림(4)으로 안내되며, 이 압축기 배출 스트림에서 압축기(110a)으로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다. 대안적인 실시예에서, 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체의 스트림(2b)을 제2 코어 압축기(110b)의 입구로 안내하는 압축기 입력 밸브(142b)로 안내된다. 압축기(110b) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체는 압축된 초임계 유체를 압축기 배출 스트림(4)으로 안내하는 압축기 배출 밸브(144a)로 스트림(3b)에 의해 배출되며, 이 압축기 배출 스트림에서 압축기(110a)로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다.
- [0076] 압축기 배출 스트림(4)은 분할되어 상술된 바와 같은 복열식 열교환기(130)와 교차 사이클 열교환기(132, 134)로 안내되며, 이들 열교환기에서 초임계 유체는 터빈 입력 스트림(14)으로서 가열되어 배출된다.
- [0077] 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체의 적어도 일부가 제2 코어 터빈(114b)의 입구로 안내된다. 터빈(114b)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(112b)를 통해 압축기(110b)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(114b) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 터빈 배출 스트림(17)으로 배출되며, 이 터빈 배출 스트림에서 터빈(114a)으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다. 대안적인 실시예에서, 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체는 초임계 유체의 스트림(15b)을 제2 코어 터빈(114b)의 입구로 안내하는 터빈 입력 밸브(146b)로 안내된다. 터빈(114b)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(112b)를 통해 압축기(110b)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(114b) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 초임계 유체를 터빈 배출 스트림(17)으로 안내하는 터빈 배출 밸브(148b)로 스트림(16b)에 의해 배출되며, 이 터빈 배출 스트림에서 터빈(114a)으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다.
- [0078] 터빈 배출 스트림(17)은 동력 터빈(116)의 입구로 안내되며, 이 동력 터빈에서 제1 코어만이 작동 중일 때의 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(200)에 제공하기 위해 샤프트(118)를 통해 출력 장치(220)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성하도록 팽창된다. 동력 터빈(116) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 터빈 배출 스트림(17a)으로 안내된다.
- [0079] 터빈 배출 스트림(17a)은 분할되어 상술된 바와 같은 복열식 열교환기(130)와 교차 사이클 열교환기(136, 138)로 안내되며, 이들 열교환기에서 팽창된 초임계 유체는 냉각되고 그리고 스트림(1) 내의 냉각된 초임계 유체의 적어도 일부가 제2 코어 압축기(110b)의 입구로 안내된다.
- [0080] 동력 발생 시스템(200)에 대한 동력 수요가 추가로 증가된 경우, 제1 코어와 제2 코어가 작동 중일 때 발생된 제2 수준의 동력보다 큰 추가적인 수준의 동력을 발생시키기 위해 초임계 유체 유동 경로(106)를 따르는 추가적인 코어가 가동될 수도 있다. 추가적인 수준의 동력은 상술된 방식으로 초임계 유체를 추가적인 코어를 통해 유동시킴으로써 발생된다. 동력 발생 시스템(200)을 위한 최고 수준의 출력 동력은 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 배치된 코어 모두가 작동 중일 때 생성된다.

- [0081] 최고 수준의 동력을 발생시키기 위해, 초임계 유체의 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체 유동 경로(106)를 따라 최종 코어로 안내된다. 초임계 유체는 최종 코어 압축기(110x)의 입구로 공급된다. 압축기(110x) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체의 배출물은 압축기 배출 스트림(4)으로 안내되며, 이 압축기 배출 스트림에서 압축기(110a), 압축기(110b) 및 추가적인 코어 압축기로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다. 대안적인 실시예에서, 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체의 스트림(2x)을 최종 코어 압축기(110x)의 입구로 안내하는 압축기 입력 밸브(142x)로 안내된다. 압축기(110x) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체는 압축된 초임계 유체를 압축기 배출 스트림(4)으로 안내하는 압축기 배출 밸브(144x)로 스트림(3x)에 의해 배출되며, 이 압축기 배출 스트림에서 압축기(110a), 압축기(110b) 및 추가적인 코어 압축기로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다.
- [0082] 압축기 배출 스트림(4)은 분할되어 상술된 바와 같은 복열식 열교환기(130)와 교차 사이클 열교환기(132, 134)로 안내되며, 이들 열교환기에서 초임계 유체는 터빈 입력 스트림(14)으로서 가열되어 배출된다.
- [0083] 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체의 적어도 일부가 최종 코어 터빈(114x)의 입구로 안내된다. 터빈(114x)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(112x)를 통해 압축기(110x)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(114x) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 터빈 배출 스트림(17)으로 배출되며, 이 터빈 배출 스트림에서 터빈(114a), 터빈(114b) 및 추가적인 코어 터빈으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다. 대안적인 실시예에서, 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체는 초임계 유체의 스트림(15x)을 최종 코어 터빈(114x)의 입구로 안내하는 터빈 입력 밸브(146x)로 안내된다. 터빈(114x)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(112x)를 통해 압축기(110x)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(114x) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 초임계 유체를 터빈 배출 스트림(17)으로 안내하는 터빈 배출 밸브(148x)로 스트림(16x)에 의해 배출되며, 이 터빈 배출 스트림에서 터빈(114a), 터빈(114b) 및 추가적인 코어 터빈으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다.
- [0084] 터빈 배출 스트림(17)은 동력 터빈(116)의 입구로 안내되며, 이 동력 터빈에서 모든 코어가 작동 중일 때 최고 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(200)에 제공하기 위해 샤프트(118)를 통해 출력 장치(220)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성하도록 팽창된다. 동력 터빈(116) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 터빈 배출 스트림(17a)으로 안내된다.
- [0085] 터빈 배출 스트림(17a)은 분할되어 상술된 바와 같은 복열식 열교환기(130)와 교차 사이클 열교환기(136, 138)로 안내되며, 이들 열교환기에서 팽창된 초임계 유체는 냉각되고 그리고 스트림(1) 내의 냉각된 초임계 유체의 적어도 일부가 최종 코어 압축기(110x)의 입구로 안내된다.
- [0086] 도 3을 계속 참조하면, 동력 발생 시스템(200)의 공기 흡입 사이클(204) 부분은 상술된 전반적인 동력 발생 시스템(100)의 공기 흡입 사이클(104) 부분과 작동 및 구성이 동일하다.
- [0087] 본 개시내용의 다른 실시예에 따른 동력 발생 시스템(300)의 개략도인 도 4를 참조한다. 동력 발생 시스템(300)은 제1 초임계 유체 사이클(302) 및 제2 또는 공기 흡입 사이클(304)을 포함한다는 점에서 동력 발생 시스템(100)과 유사하다. 제1 및 제2 사이클(302, 304)은 초임계 유체 유동 경로(306) 및 공기 유체 유동 경로(423)를 각각 포함하는데, 이들 유동 경로는 일 실시예에선 초임계 유체와 공기가 혼합되지 않도록 서로 분리되어 있다. 그러나, 동력 발생 시스템(100)과는 달리, 동력 발생 시스템(300)은 초임계 유체 사이클(302) 내에 복열식 열교환기를 포함하지 않는다.
- [0088] 동력 발생 시스템(300)은 초임계 유체 유동 경로(306)를 따라 배치된 복수의 코어를 포함한다. 각각의 코어는 터빈에 작동적으로 연결된 샤프트를 갖춘 압축기를 포함한다. 일 실시예에서, 터빈은 출력 장치에 작동적으로 연결된 샤프트를 또한 포함한다. 대안적인 실시예에서, 코어는 출력 장치에 작동적으로 연결된 제2 터빈을 포함하며, 압축기에 작동적으로 연결된 터빈으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체는 출력 장치를 위한 샤프트 동력을 생성하는 제2 터빈을 통해 순환된다. 다른 실시예에서, 출력 장치는 출력 동력을 동력 발생 시스템(300)에 제공할 수도 있다. 또한, 각각의 코어는 동력 발생 시스템(300)이 작동 코어의 개수에 따라 다른 수준의 동력을 발생시키도록 선택적으로 작동되게 구성될 수도 있다. 본 명세서에 기술된 바와 같이, 출력 장치는 터보프롭, 터보팬, 기어박스 또는 발전기일 수도 있다.
- [0089] 도 4에 도시된 바와 같이, 초임계 유체 유동 경로(306)를 따라 배치된 복수의 코어의 제1 코어는 샤프트(312a)를 통해 터빈(314a)에 작동적으로 연결된 압축기(310a)를 포함한다. 터빈(314a)은 제1 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(300)에 제공하는 출력 장치(320a)에 작동적으로 연결된 샤프트(317a)를 추가로 포함한다. 초임

계 유체 유동 경로(306)를 따라 배치된 복수의 코어의 제2 코어는 샤프트(312b)를 통해 터빈(314b)에 작동적으로 연결된 압축기(310b)를 포함한다. 터빈(314b)은 제1 코어와 제2 코어가 작동 중일 때 제1 코어만이 작동 중일 때의 제1 수준의 출력 동력보다 큰 제2 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(300)에 제공하는 출력 장치(320b)에 작동적으로 연결된 샤프트(317b)를 추가로 포함한다. 동력 발생 시스템(300)의 설계시, 초임계 유체 유동 경로(306)를 따라 배치된 복수의 코어의 총 코어수는 임의의 특정 코어수에 제한되지 않는다.

- [0090] 도 4에 도시된 바와 같이, 바람직한 총 코어수에 이를 때까지 추가적인 코어가 특정 적용예에 기초하여 추가될 수도 있다. 총 코어수는 도 4에 초임계 유체 유동 경로(306)를 따라 배치된 최종 코어로 표시되어 있는데, 이 최종 코어는 샤프트(312x)를 통해 터빈(314x)에 작동적으로 연결된 압축기(310x)를 포함한다. 터빈(314x)은 모든 코어가 작동 중일 때 최고 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(300)에 제공하는 출력 장치(320x)에 작동적으로 연결된 샤프트(317x)를 추가로 포함한다. 따라서, 동력 발생 시스템(300) 내의 총 코어수는 동력 발생 시스템(300)을 위한 출력 동력의 수준의 개수를 한정한다. 따라서, 동력 발생 시스템(300)을 위한 출력 동력은 동력 발생 시스템(300) 내의 초임계 유체 유동 경로(306)를 따라 배치된 제1 코어에서부터 전체 코어/최종 코어까지 작동 중인 개수의 코어를 선택적으로 가동 및/또는 정지시킴으로써 동적으로 조절될 수도 있다.
- [0091] 초임계 사이클(302) 내의 각각의 코어는 초임계 유체 유동 경로(306)를 따라 각각의 코어 내외로의 초임계 유체의 유동을 제어하기 위해 압축기 입력 밸브(342a, 342b, 342x), 압축기 배출 밸브(344a, 344b, 344x), 터빈 입력 밸브(346a, 346b, 346x) 및 터빈 출력 밸브(348a, 348b, 348x)를 또한 포함할 수도 있다.
- [0092] 동력 발생 시스템(300)은 공기 유동 경로(423)를 따라 배치된 하나 이상의 압축기, 하나 이상의 터빈 및 하나 이상의 연소기, 및 유동 경로(306, 423)를 따라 배치된 복수의 열교환기를 추가로 포함한다. 열교환기는 복수의 교차 사이클 열교환기(410, 418)를 포함한다.
- [0093] 초기에, 초임계 유체의 스트림(1)은 초임계 유체 유동 경로(306)를 따라 제1 코어로 안내된다. 초임계 유체는 제1 코어 압축기(310a)의 입구로 공급된다. 압축기(310a) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체는 압축기 배출 스트림(4)으로 배출된다. 대안적인 실시예에서, 스트림(1)은 초임계 유체의 스트림(2a)을 제1 코어 압축기(310a)의 입구로 안내하는 압축기 입력 밸브(342a)로 안내된다. 압축기(310a) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체는 압축된 초임계 유체를 압축기 배출 스트림(4)으로 안내하는 압축기 배출 밸브(344a)로 스트림(3a)에 의해 배출된다.
- [0094] 압축기 배출 스트림(4)은 초임계 유체 유동 경로(306)와 공기 흡입 유동 경로(423)에 연결되는 교차 사이클 열교환기(410) 내에서 가열된다. 배출물을 위한 교차 사이클 열교환기는 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체를 가열하였다.
- [0095] 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체는 제1 코어 터빈(314a)의 입구로 안내된다. 터빈(314a)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(312a)를 통해 압축기(310a)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(314a)은 또한 제1 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(300)에 제공하기 위해 출력 장치(320a)를 구동시킨다. 터빈(314a) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 터빈 배출 스트림(17)으로 배출된다. 대안적인 실시예에서, 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체는 초임계 유체의 스트림(15a)을 제1 코어 터빈(314a)의 입구로 안내하는 터빈 입력 밸브(346a)로 안내된다. 터빈(314a)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(312a)를 통해 압축기(310a)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(314a)은 또한 제1 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(300)에 제공하기 위해 출력 장치(320a)를 구동시킨다. 터빈(314a) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 초임계 유체를 터빈 배출 스트림(17)으로 안내하는 터빈 배출 밸브(348a)로 스트림(16a)에 의해 배출된다.
- [0096] 터빈 배출 스트림(17)은 교차 사이클 열교환기(418)로 안내되며, 이 교차 사이클 열교환기에서 팽창된 초임계 유체는 공기 흡입 유동 경로(423)를 따라 교차 사이클 열교환기(418)를 통과하는 공기의 유동에 의해 냉각된다.
- [0097] 냉각된 초임계 유체의 스트림은 (도시 안 됨)(선택 사항일 수도 있는)냉각기를 통해 안내되어 초임계 유체의 스트림(1)으로 복귀될 수도 있다. 공급부(331)로부터의 추가적인 초임계 유체가 시스템으로부터의 초임계 유체의 임의의 누출을 보상하기 위해 초임계 유체의 스트림(1)으로 도입될 수 있다. 어떤 경우에도, 초임계 유체 스트림(1)은 제1 코어 압축기(310a)의 입구로 복귀되며 그리고 압축-가열-팽창-냉각의 단계는 반복된다.
- [0098] 동력 발생 시스템(300)에 대한 동력 수요가 증가된 경우, 제1 코어만이 작동 중일 때 발생된 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 동력을 발생시키기 위해 초임계 유체 유동 경로(306)를 따르는 제2 코어가 가동될 수도 있다.
- [0099] 제2 수준의 동력을 발생시키기 위해, 초임계 유체의 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체 유동 경로(306)를

따라 제2 코어로 안내된다. 초임계 유체는 제2 코어 압축기(310b)의 입구로 공급된다. 압축기(310b) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체의 배출물은 압축기 배출 스트림(4)으로 안내되며, 이 압축기 배출 스트림에서 압축기(310a)으로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다. 대안적인 실시예에서, 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체의 스트림(2b)을 제2 코어 압축기(310b)의 입구로 안내하는 압축기 입력 밸브(342b)로 안내된다. 압축기(310b) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체는 압축된 초임계 유체를 압축기 배출 스트림(4)으로 안내하는 압축기 배출 밸브(344a)로 스트림(3b)에 의해 배출되며, 이 압축기 배출 스트림에서 압축기(310a)로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다.

[0100] 압축기 배출 스트림(4)은 상술된 바와 같은 교차 사이클 열교환기(410)로 안내되며, 이 교차 사이클 열교환기에서 초임계 유체는 터빈 입력 스트림(14)으로서 가열되어 배출된다.

[0101] 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체의 적어도 일부가 제2 코어 터빈(314b)의 입구로 안내된다. 터빈(314b)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(312b)를 통해 압축기(310b)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(314b)은 또한 제1 코어만이 작동 중일 때의 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(300)에 제공하기 위해 출력 장치(320b)를 구동시킨다. 터빈(314b) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 터빈 배출 스트림(17)으로 배출되며, 이 터빈 배출 스트림에서 터빈(314a)으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다. 대안적인 실시예에서, 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체는 초임계 유체의 스트림(15b)을 제2 코어 터빈(314b)의 입구로 안내하는 터빈 입력 밸브(346b)로 안내된다. 터빈(314b)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(312b)를 통해 압축기(310b)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(314b)은 또한 제1 코어만이 작동 중일 때의 제1 수준의 동력보다 큰 제2 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(300)에 제공하기 위해 출력 장치(320b)를 구동시킨다. 터빈(314b) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 초임계 유체를 터빈 배출 스트림(17)으로 안내하는 터빈 배출 밸브(348b)로 스트림(16b)에 의해 배출되며, 이 터빈 배출 스트림에서 터빈(314a)으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다.

[0102] 터빈 배출 스트림(17)은 상술된 바와 같은 교차 사이클 열교환기(418)로 안내되며, 이 교차 사이클 열교환기에서 팽창된 초임계 유체는 냉각되고 그리고 스트림(1) 내의 냉각된 초임계 유체의 적어도 일부가 제2 코어 압축기(310b)의 입구로 안내된다.

[0103] 동력 발생 시스템(300)에 대한 동력 수요가 추가로 증가된 경우, 제1 코어와 제2 코어가 작동 중일 때 발생된 제2 수준의 동력보다 큰 추가적인 수준의 동력을 발생시키기 위해 초임계 유체 유동 경로(306)를 따르는 추가적인 코어가 가동될 수도 있다. 추가적인 수준의 동력은 상술된 방식으로 초임계 유체를 추가적인 코어를 통해 유동시킴으로써 발생된다. 동력 발생 시스템(300)을 위한 최고 수준의 출력 동력은 초임계 유체 유동 경로(306)를 따라 배치된 코어 모두가 작동 중일 때 생성된다.

[0104] 최고 수준의 동력을 발생시키기 위해, 초임계 유체의 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체 유동 경로(306)를 따라 최종 코어로 안내된다. 초임계 유체가 최종 코어 압축기(310x)의 입구로 공급된다. 압축기(310x) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체의 배출물은 압축기 배출 스트림(4)으로 안내되며, 이 압축기 배출 스트림에서 압축기(310a), 압축기(310b) 및 추가적인 코어 압축기로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다. 대안적인 실시예에서, 스트림(1)의 적어도 일부가 초임계 유체의 스트림(2x)을 최종 코어 압축기(310x)의 입구로 안내하는 압축기 입력 밸브(342x)로 안내된다. 압축기(310x) 내에서의 압축 이후에, 압축된 초임계 유체는 압축된 초임계 유체를 압축기 배출 스트림(4)으로 안내하는 압축기 배출 밸브(344x)로 스트림(3x)에 의해 배출되며, 이 압축기 배출 스트림에서 압축기(310a), 압축기(310b) 및 추가적인 코어 압축기로부터 배출된 압축된 초임계 유체와 혼합된다.

[0105] 압축기 배출 스트림(4)은 상술된 바와 같은 교차 사이클 열교환기(410)로 안내되며, 이 교차 사이클 열교환기에서 초임계 유체는 터빈 입력 스트림(14)으로서 가열되어 배출된다.

[0106] 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체의 적어도 일부가 최종 코어 터빈(314x)의 입구로 안내된다. 터빈(314x)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(312x)를 통해 압축기(310x)를 구동시키는 샤프트 동력을 생성한다. 터빈(314x)은 또한 모든 코어가 작동 중일 때 최고 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(300)에 제공하기 위해 출력 장치(320x)를 구동시킨다. 터빈(314x) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 터빈 배출 스트림(17)으로 배출되며, 이 터빈 배출 스트림에서 터빈(314a), 터빈(314b) 및 추가적인 코어 터빈으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다. 대안적인 실시예에서, 터빈 입력 스트림(14) 내의 가열된 초임계 유체는 초임계 유체의 스트림(15x)을 최종 코어 터빈(314x)의 입구로 안내하는 터빈 입력 밸브(346x)로 안내된다. 터빈(314x)은 초임계 유체를 팽창시키며 그리고 샤프트(312x)를 통해 압축기(310x)를 구동시키는 샤프트 동력을

생성한다. 터빈(314x)은 또한 모든 코어가 작동 중일 때 최고 수준의 출력 동력을 동력 발생 시스템(300)에 제공하기 위해 출력 장치(320x)를 구동시킨다. 터빈(314x) 내에서의 팽창 이후에, 팽창된 초임계 유체는 초임계 유체를 터빈 배출 스트림(17)으로 안내하는 터빈 배출 밸브(348x)로 스트림(16x)에 의해 배출되며, 이 터빈 배출 스트림에서 터빈(314a), 터빈(314b) 및 추가적인 코어 터빈으로부터 배출된 팽창된 초임계 유체와 혼합된다.

[0107] 터빈 배출 스트림(17)은 상술된 바와 같은 교차 사이클 열교환기(418)로 안내되며, 이 교차 사이클 열교환기에서 팽창된 초임계 유체는 냉각되고 그리고 스트림(1) 내의 냉각된 초임계 유체의 적어도 일부가 최종 코어 압축기(310x)의 입구로 안내된다.

[0108] 공기 흡입 사이클(304)에서, 초기에 주변 공기(411)가 압축기(420)로 공급된다. 압축기(420)로부터의 압축 공기의 스트림(E)은 후속하여 터빈 출력 스트림(17) 내의 초임계 유체로부터의 열의 전달에 의해 열교환기(418) 내에서 가열된다. 가열된 압축 공기의 스트림(F)은 후속하여 연소기(424)로 안내된다. 연소기(424)는 연료 제어기(428)에 의해 도입되는 제트 연료, 디젤 연료, 천연 가스 또는 바이오 연료와 같은 연료의 스트림(427)을 수용하며 그리고 고온 연소 가스를 생성하기 위해 공기 중에서 연소시킨다. 연소기(424)로부터의 연소 가스의 스트림(G)은 열교환기(410)로 안내되며, 이 열교환기에서 열이 상술된 바와 같은 압축기 배출 스트림(4) 내의 압축된 초임계 유체로 전달된다. 열교환기(410)를 빠져나간 후에, 연소 가스의 스트림(H)은 샤프트(421)를 통해 공기 압축기(420)를 구동시킬 동력을 생성하는 터빈(426) 내에서 팽창된다. 터빈(426) 내에서의 팽창 이후에, 연소 가스(I)는 대기로 배기된다.

[0109] 6개의 코어를 포함하는 시스템 내의 열교환기의 유효성을 표시하는 차트인 도 5를 참조하는데, 여기서 열교환기는 하나의 코어만이 작동 중일 때(15 내지 20% 동력 수요) 최고 성능을 발휘하도록 설계된다. 도 5에 도시된 바와 같이, 열교환기는 시스템 내의 6개의 코어 모두가 작동 중일 때 효율의 최소 저하(대략 3%)만을 겪게 된다. 따라서, 이는 동력 발생 시스템이 최대 용량에서 작동 중일 때 상당한 성능을 희생할 필요 없이 경제적인 열교환기 설계를 가능케 한다. 일반적으로, 부분 동력 하에서 정상 작동되는 동력 발생 시스템은 최대 동력 출력의 희생 없이도 정상 작동 상태에서 연료 소모의 저감 가능성이 있다.

[0110] 본 개시내용의 다른 실시예에서, 교차 사이클 열교환기(132, 134, 136, 138)는 초임계 유체 사이클을 따라 배치된 복수의 코어의 단 하나의 코어만이 작동 중일 때 최고 성능을 발휘하도록 설계된다.

[0111] 다른 실시예에서, 복열식 열교환기(130)는 초임계 유체 사이클을 따라 배치된 복수의 코어의 단 하나의 코어만이 작동 중일 때 최고 성능을 발휘하도록 설계된다.

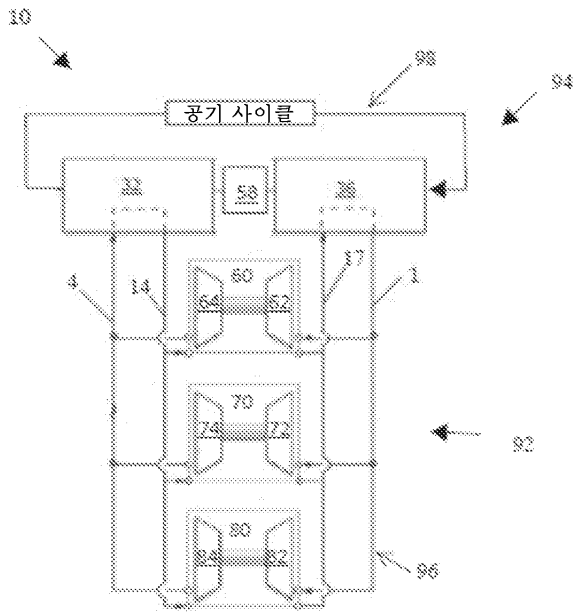
[0112] 다른 대안적인 실시예에서, 본 명세서에 개시된 바와 같은 동력 발생 시스템(100, 200, 300)은 259 공보에 개시된 바와 같은 와상 전류 토크 커플링을 포함하는 초임계 유체 터빈 조립체를 포함한다. 259 공보 내의 와상 전류 토크 커플링에 관한 개시내용은 그 전체가 본 출원에서 인용된다.

[0113] 동력 발생 시스템(100, 200, 300)을 위한 적용예는 (터보팬, 터보프롭 또는 터보샤프트와 같은)항공기 엔진, 지상 발전기, 해군용 추진 시스템, 육상 수송 엔진 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 또한, 동력 발생 시스템(100, 200, 300)은 지향성 에너지 무기(Directed Energy Weapons)(DEW) 동력 발생을 위해 사용될 수도 있다. 또한, 다른 적용예는 증기 및 고온수와 같은 동력 및 열 발생을 포함할 수 있다. 시스템은 샤프트 동력이 요구되는 임의의 다른 적용예에 사용될 수 있다.

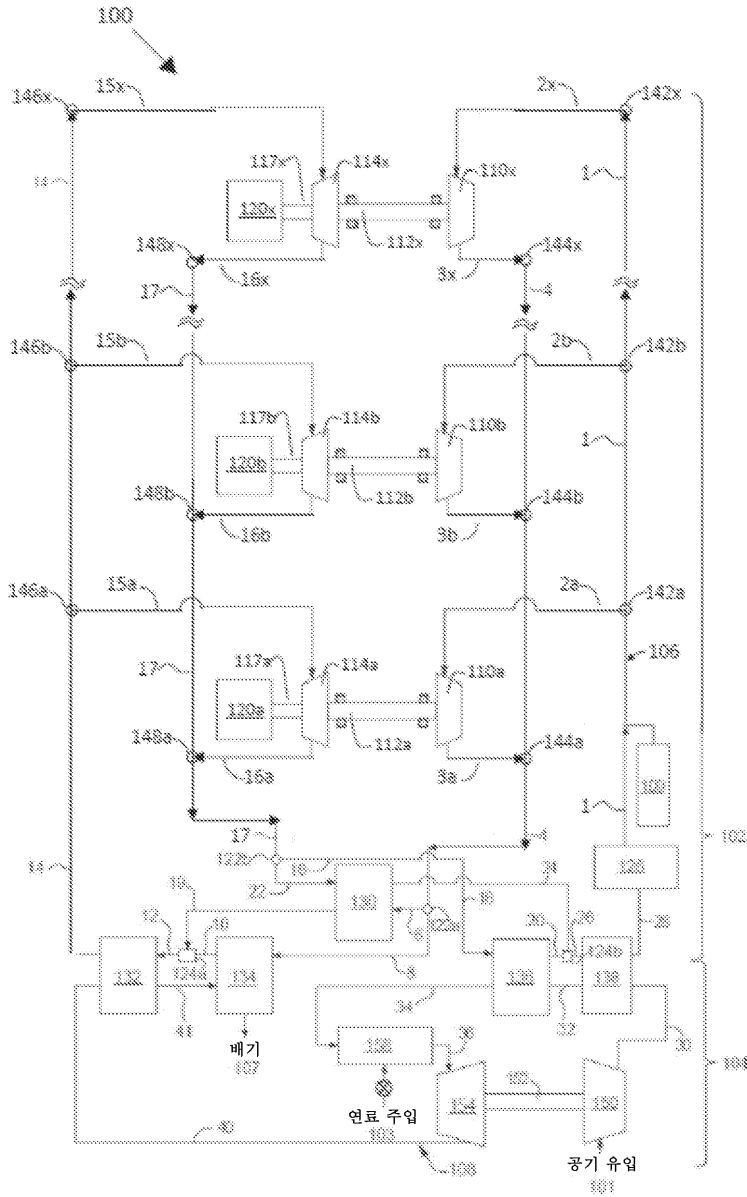
[0114] 상술된 내용은 설명을 위한 것일 뿐 본 발명을 제한하려는 것으로 해석되어선 안 된다. 본 발명은 바람직한 실시예 또는 바람직한 방법을 참조하여 기술되었지만, 본 명세서에 사용된 용어들은 제한적인 용어가 아닌 설명과 예시를 위한 용어이다. 또한, 본 발명은 특정 구조, 방법 및 실시예를 참조하여 본 명세서에 기술되었지만, 본 발명은 첨부된 청구범위의 범주 내에 있는 모든 구조, 방법 및 용도까지 미치지 때문에 본 발명은 본 명세서에 개시된 특정 사항으로 제한되는 것이 아니다. 본 명세서의 교시에서 이익을 보는 통상의 기술자는 본 명세서에 개시된 바와 같은 발명에 대한 수많은 변형예를 달성할 수도 있으며, 첨부된 청구범위에 의해 규정된 바와 같은 본 발명의 범주와 기술사상을 벗어나지 않고 변형예를 달성할 수도 있다.

도면

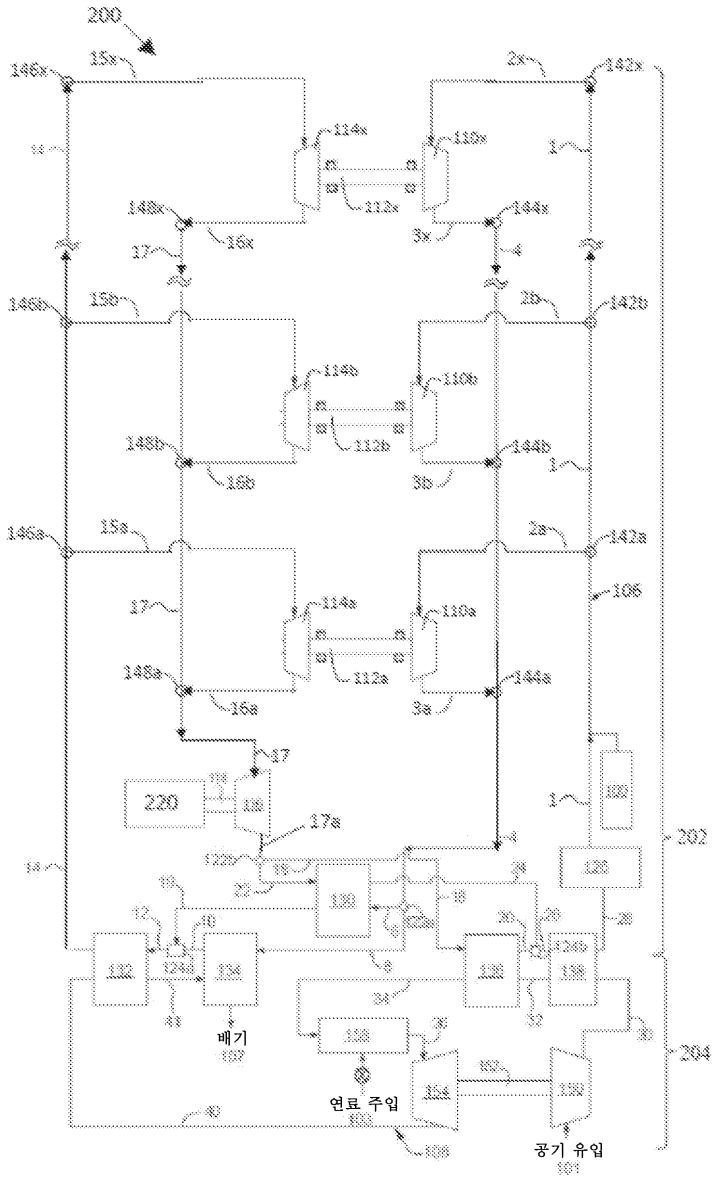
도면1



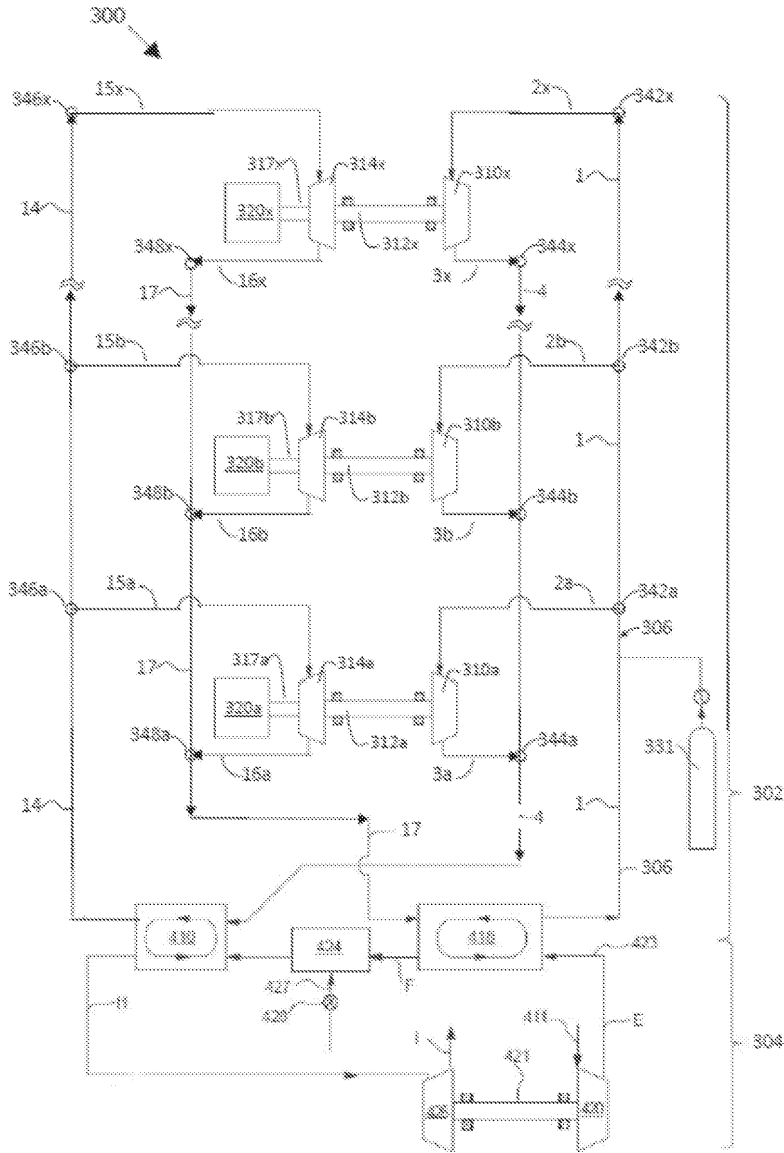
도면2



도면3



도면4



도면5

전체 크기 HX를 통한 1 내지 6개의 유닛 가동의 효과

