

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0033433

(43) 공개일자 2020년03월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F01K 7/16 (2006.01) F01D 15/10 (2006.01)

F02C 3/22 (2006.01) F02C 7/18 (2006.01)

F17C 7/04 (2006.01) F25J 3/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F01K 7/16 (2013.01)

F01D 15/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0112671

(22) 출원일자 2018년09월20일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성중공업 주식회사

경기도 성남시 분당구 판교로227번길 23 (삼평동)

(72) 발명자

문성재

경상남도 거제시 장평3로 80 (주)삼성중공업

(74) 대리인

권혁수, 송윤호

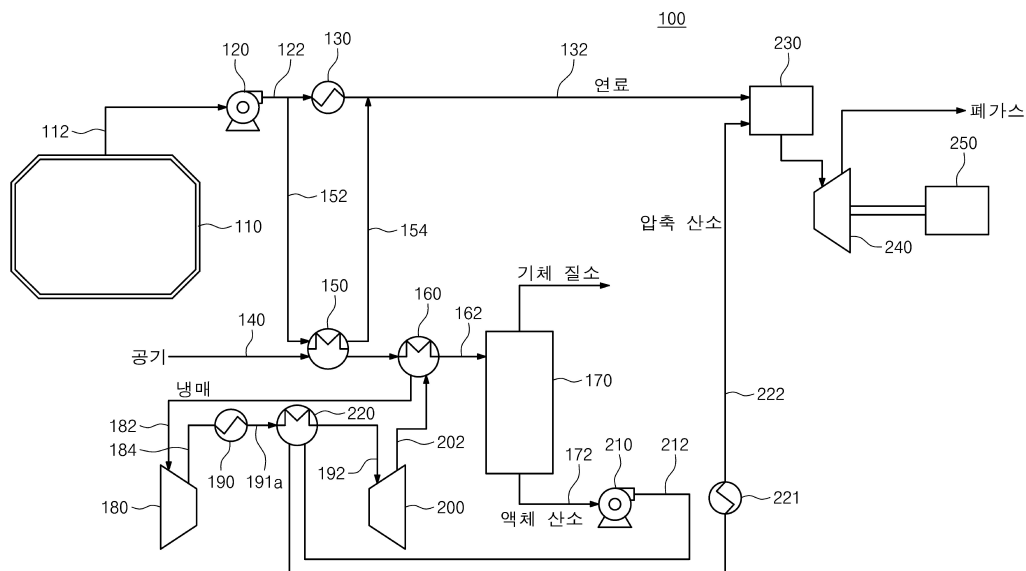
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템

(57) 요약

공기를 액체산소로 압축한 후 액체산소를 가압하여 연소기로 공급하여 발전을 수행하는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템이 개시된다. 본 발명의 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템은 공기를 냉매와 열교환시켜 냉각하여 액체공기를 생성하는 제1 열교환기; 제1 열교환기를 통과한 냉매를 압축하는 압축기와, 압축기에 의해 압축된 냉매를 냉각하는 냉각기와, 냉각기에 의해 냉각된 냉매를 팽창시켜 제1 열교환기로 공급하는 팽창기를 포함하는 냉매 냉각라인; 제1 열교환기에 의해 생성된 액체공기에서 액체산소와 기체질소를 분리하고 액체산소를 저장하는 산소분리기; 산소분리기에 저장된 액체산소를 가압하여 공급하는 제1 펌프; 제1 펌프에 의해 공급되는 액체산소를 기화시켜 압축산소를 생성하는 제1 기화기; 제1 기화기에 의해 기화된 압축산소를 연료가스와 함께 연소시켜 터빈을 회전시키는 연소기; 및 터빈의 회전에 의해 발전하는 발전기를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

F02C 3/22 (2013.01)

F02C 7/18 (2013.01)

F17C 7/04 (2013.01)

F25J 3/04018 (2013.01)

F17C 2221/011 (2013.01)

F17C 2270/0102 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

공기를 냉매와 열교환시켜 냉각하여 액체공기를 생성하는 제1 열교환기;

상기 제1 열교환기를 통과한 냉매를 압축하는 압축기와, 상기 압축기에 의해 압축된 냉매를 냉각하는 냉각기와, 상기 냉각기에 의해 냉각된 냉매를 팽창시켜 상기 제1 열교환기로 공급하는 팽창기를 포함하는 냉매 냉각라인;

상기 제1 열교환기에 의해 생성된 액체공기에서 액체산소와 기체질소를 분리하고, 액체산소를 저장하는 산소분리기;

상기 산소분리기에 저장된 액체산소를 가압하여 공급하는 제1 펌프;

상기 제1 펌프에 의해 공급되는 액체산소를 기화시켜 압축산소를 생성하는 제1 기화기;

상기 제1 기화기에 의해 기화된 압축산소를 연료가스와 함께 연소시켜 터빈을 회전시키는 연소기; 및

상기 터빈의 회전에 의해 발전하는 발전기를 포함하는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 기화기는 상기 제1 펌프에 의해 공급되는 액체산소를 상기 압축기에 의해 압축된 냉매와 열교환시켜 상기 액체산소를 기화시키는 제2 열교환기를 포함하는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

액화가스를 저장하는 액화가스 저장탱크;

상기 액화가스 저장탱크에 저장된 액화가스를 가압하여 공급하는 제2 펌프; 및

상기 제2 펌프에 의해 공급되는 액화가스를 기화시켜 상기 연료가스를 생성하는 제2 기화기를 더 포함하는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 열교환기의 상류에 설치되고, 상기 공기를 상기 제2 펌프에 의해 공급되는 액화가스 중의 적어도 일부와 열교환시켜 냉각하는 제3 열교환기를 더 포함하는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 열교환기는 상기 압축기와 상기 냉각기의 사이 또는 상기 냉각기와 상기 팽창기의 사이에 설치되는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제3 열교환기는 $-50 \sim 50^{\circ}\text{C}$, $0 \sim 1 \text{ barg}$ 공기를 $-150 \sim -100^{\circ}\text{C}$ 로 냉각하고,

상기 제1 열교환기는 상기 제3 열교환기에 의해 냉각된 공기를 상기 냉매와 열교환시켜 $-200 \sim -190^{\circ}\text{C}$ 로 냉각하는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 압축기는 상기 제1 열교환기에서 상기 공기를 냉각시킨 $-190 \sim -150^{\circ}\text{C}$, $0 \sim 1$ barg 냉매를 $-100 \sim 0^{\circ}\text{C}$, $10 \sim 30$ barg 냉매로 단열 압축하고,

상기 냉각기는 상기 압축기에 의해 압축된 냉매를 $-170 \sim -150^{\circ}\text{C}$ 온도로 냉각하고,

상기 팽창기는 상기 냉각기에 의해 냉각된 냉매를 팽창시켜 $-200 \sim -190^{\circ}\text{C}$, $0 \sim 1$ barg 냉매를 생성하여 상기 제1 열교환기로 공급하는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템.

청구항 8

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 제1 펌프는 상기 산소분리기에 저장된 액체산소를 $20 \sim 60$ barg로 가압하여 상기 제2 열교환기로 공급하고, 상기 제2 열교환기는 상기 액체산소를 기화시켜 $-160 \sim -10^{\circ}\text{C}$ 압축산소를 생성하는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제2 열교환기에 의해 기화된 압축산소를 $400 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 로 가열하는 가열기와, 상기 가열기에 의해 가열된 압축산소를 상기 연소기로 공급하는 압축산소 공급라인을 더 포함하는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 팽창기는 팽창 터빈으로 제공되는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 공기를 액체산소로 압축한 후 액체산소를 가압하여 연소기로 공급하여 발전을 수행하는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 가스터빈 발전 시스템은 압축공기를 연료가스와 함께 연소시켜 터빈을 회전시켜 발전을 하는 시스템이다. 도 1은 종래의 해양플랜트 가스터빈 발전 시스템을 보여주는 도면이다. 종래의 해양플랜트 가스터빈 발전 시스템은 저장탱크(10), 펌프(20), 기화기(30), 압축기(40), 연소기(50), 터빈(60) 및 발전기(70)를 포함한다.

[0003] 저장탱크(10)에 저장된 액화천연가스(LNG; Liquefied Natural Gas)는 기화기(30)에 의해 천연가스(NG)로 기화되어 연소기(50)에 연료가스로 공급된다. 압축기(40)에서 공기를 압축하여 압축된 공기를 연소기(50)로 공급하면, 연소기(50)는 압축공기를 연료가스(NG)와 같이 연소하여 터빈(60)을 회전시켜 발전기(70)에 의해 전기에너지를 생산한다.

[0004] 연소기(50)가 가압된 공기 속에서 연료를 연소시킬 수 있도록, 압축기(40)는 공기를 일정 수준의 압력(예를 들어, $20 \sim 60$ barg)까지 압축시킨 압축공기를 공급해야 한다. 이때, 압축기(40)에서 공기를 압축하는데 사용되는 일(전력)은 발전기(70)에 의해 발생하는 전력의 약 60%를 차지하고 있다. 따라서, 압축기(40)에서 소모되는 전력을 차감하고 나면, 실제 발전기(70)에 의해 발생하는 전력의 약 40%의 전력 만을 얻을 수 있게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 공기를 액체산소로 압축한 후 액체산소를 가압, 기화하여 연소기로 공급하여 발전을 수행하는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템을 제공하기 위한 것이다.
- [0006] 또한, 본 발명은 연소기로 연소가스를 공급하기 위해 사용되는 전력을 줄여 발전 효율을 높일 수 있는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템을 제공하기 위한 것이다.
- [0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않는다. 언급되지 않은 다른 기술적 과제들은 이하의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템은 공기를 냉매와 열교환시켜 냉각하여 액체공기를 생성하는 제1 열교환기; 상기 제1 열교환기를 통과한 냉매를 압축하는 압축기와, 상기 압축기에 의해 압축된 냉매를 냉각하는 냉각기와, 상기 냉각기에 의해 냉각된 냉매를 팽창시켜 상기 제1 열교환기로 공급하는 팽창기를 포함하는 냉매 냉각라인; 상기 제1 열교환기에 의해 생성된 액체공기에서 액체산소와 기체질소를 분리하고 액체산소를 저장하는 산소분리기; 상기 산소분리기에 저장된 액체산소를 가압하여 공급하는 제1 펌프; 상기 제1 펌프에 의해 공급되는 액체산소를 기화시켜 압축산소를 생성하는 제1 기화기; 상기 제1 기화기에 의해 기화된 압축산소를 연료가스와 함께 연소시켜 터빈을 회전시키는 연소기; 및 상기 터빈의 회전에 의해 발전하는 발전기를 포함한다.
- [0009] 상기 제1 기화기는 상기 제1 펌프에 의해 공급되는 액체산소를 상기 압축기에 의해 압축된 냉매와 열교환시켜 상기 액체산소를 기화시키는 제2 열교환기를 포함할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템은 액화가스를 저장하는 액화가스 저장탱크; 상기 액화가스 저장탱크에 저장된 액화가스를 가압하여 공급하는 제2 펌프; 및 상기 제2 펌프에 의해 공급되는 액화가스를 기화시켜 상기 연료가스를 생성하는 제2 기화기를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템은 상기 제1 열교환기의 상류에 설치되고, 상기 공기를 상기 제2 펌프에 의해 공급되는 액화가스 중의 적어도 일부와 열교환시켜 냉각하는 제3 열교환기를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 제2 열교환기는 상기 압축기와 상기 냉각기의 사이 또는 상기 냉각기와 상기 팽창기의 사이에 설치될 수 있다.
- [0013] 상기 제3 열교환기는 $-50 \sim 50^{\circ}\text{C}$, $0 \sim 1 \text{ barg}$ 공기를 $-150 \sim -100^{\circ}\text{C}$ 로 냉각하고, 상기 제1 열교환기는 상기 제3 열교환기에 의해 냉각된 공기를 상기 냉매와 열교환시켜 $-200 \sim -190^{\circ}\text{C}$ 로 냉각할 수 있다.
- [0014] 상기 압축기는 상기 제1 열교환기에서 상기 공기를 냉각시킨 후 배출되는 $-190 \sim -150^{\circ}\text{C}$, $0 \sim 1 \text{ barg}$ 냉매를 $-100 \sim 0^{\circ}\text{C}$, $10 \sim 30 \text{ barg}$ 냉매로 단열 압축하고, 상기 냉각기는 상기 압축기에 의해 압축된 냉매를 $-170 \sim -150^{\circ}\text{C}$ 온도로 냉각하고, 상기 팽창기는 상기 냉각기에 의해 냉각된 냉매를 팽창시켜 $-200 \sim -190^{\circ}\text{C}$, $0 \sim 1 \text{ barg}$ 냉매를 생성하여 상기 제1 열교환기로 공급할 수 있다.
- [0015] 상기 제1 펌프는 상기 산소분리기에 저장된 액체산소를 $20 \sim 60 \text{ barg}$ 로 가압하여 상기 제2 열교환기로 공급하고, 상기 제2 열교환기는 상기 액체산소를 기화시켜 $-160 \sim -10^{\circ}\text{C}$ 압축산소를 생성할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템은 상기 제2 열교환기에 의해 기화된 압축산소를 $400 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 로 가열하는 가열기와, 상기 가열기에 의해 가열된 압축산소를 상기 연소기로 공급하는 압축산소 공급라인을 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 팽창기는 팽창 터빈으로 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명의 실시예에 의하면, 공기를 액체산소로 압축한 후 액체산소를 가압, 기화하여 연소기로 공급하여 발전을 수행하고, 연소기로 압축산소를 공급하기 위해 사용되는 전력을 줄여 발전 효율을 높일 수 있는 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템이 제공된다.
- [0019] 본 발명의 효과는 상술한 효과들로 제한되지 않는다. 언급되지 않은 효과들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터

터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 해양플랜트 가스터빈 발전 시스템을 보여주는 도면이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템의 구성도이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템의 구성도이다.

도 4는 본 발명의 제3 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

본 발명의 다른 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술하는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 만일 정의되지 않더라도, 여기서 사용되는 모든 용어들(기술 혹은 과학 용어들을 포함)은 이 발명이 속한 종래 기술에서 보편적 기술에 의해 일반적으로 수용되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 공지된 구성에 대한 일반적인 설명은 본 발명의 요지를 흐리지 않기 위해 생략될 수 있다. 본 발명의 도면에서 동일하거나 상응하는 구성에 대하여는 가급적 동일한 도면부호가 사용된다.

본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다", "가지다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템의 구성도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템(100)은 액화가스 저장탱크(110), 제2 펌프(120), 제2 기화기(130), 공기 유입라인(140), 제3 열교환기(150), 제1 열교환기(160), 산소분리기(170), 압축기(180), 냉각기(190), 팽창기(200), 제1 펌프(210), 제1 기화기(220), 연소기(230), 터빈(240) 및 발전기(250)를 포함한다.

액화가스 저장탱크(110)는 액화가스를 저장한다. 액화가스는 예를 들어, 천연가스를 액화시킨 액화천연가스(LNG; Liquefied Natural Gas), 석유가스를 액화시킨 액화석유가스(LPG; Liquefied Petroleum Gas) 등과 같은 액화된 가스일 수 있다. 액화가스 저장탱크(110)는 예를 들어, LNG와 같은 액화가스를 약 -160°C 이하의 극저온 상태로 저장하는 단열탱크로 제공될 수 있다.

제2 펌프(120)는 액화가스 저장탱크(110)에 저장된 액화가스를 가압하여 공급한다. 액화가스 저장탱크(110)에 저장된 액화가스는 제2 펌프(120)에 의해 액화가스 공급라인(112, 122)을 통해 제2 기화기(130)로 공급된다.

제2 기화기(130)는 제2 펌프(120)에 의해 공급되는 액화가스를 기화시켜 연료가스(예를 들어, 천연가스)를 생성한다. 제2 기화기(130)는 액화가스를 $100 \sim 200^{\circ}\text{C}$ 로 가열하여 기화시킬 수 있다. 제2 기화기(130)에 의해 기화된 연료가스는 연료가스 공급라인(132)을 통해 연소기(230)로 공급된다.

제3 열교환기(150)는 제1 열교환기(160)의 상류에 설치되고, 공기 유입라인(140)을 통해 유입되는 공기를 제2 펌프(120)에 의해 공급되는 액화가스 중의 적어도 일부와 열교환시켜 냉각한다. 제2 펌프(120) 후단의 액화가스 공급라인(122)으로부터 분지된 분지라인(152)을 통해 극저온의 액화가스가 제3 열교환기(150)로 공급되고, 제3 열교환기(150)에서 액화가스와 공기 간의 열교환을 통해 공기가 냉각된다. 제3 열교환기(150)는 $-50 \sim 50^{\circ}\text{C}$, $0 \sim 1 \text{ barg}$ 공기를 액화가스와 열교환시켜 $-150 \sim -100^{\circ}\text{C}$ 로 냉각할 수 있다.

제3 열교환기(150)에서 액화가스는 공기와의 열교환에 의해 기화되고, 회수라인(154)을 통해 제2 기화기(130) 후단의 연료가스 공급라인(132)으로 회수되어 연소기(230)로 공급된다. 제3 열교환기(150)에서 공기에 의해 액화가스의 일부를 기화할 수 있으므로, 연소기(230)로 공급될 연료가스를 생성하기 위해 액화가스를 기화시키는 데 필요한 제2 기화기(130)의 에너지 사용량을 줄일 수 있다.

제3 열교환기(150)에 의해 냉각된 공기는 제1 열교환기(160)로 전달된다. 제1 열교환기(160)는 제3 열교환기(150)에 의해 냉각된 공기를 냉매와 열교환시켜 냉각하여 액체공기를 생성한다. 공기 냉각을 위해 사용되는 냉

매는 예를 들어, 질소, 메탄 등의 단일 냉매 또는 둘 이상의 냉매가 혼합된 혼합 냉매일 수 있으나, 이러한 냉매로 제한되지 않고 다른 냉매가 사용될 수도 있음은 물론이다. 제1 열교환기(160)는 $-150 \sim -100^{\circ}\text{C}$ 공기를 냉매와 열교환하여 냉각함으로써 산소의 액화가 가능한 온도, 예를 들어, 산소의 액화 온도보다 높고, 질소의 액화점 이하인 온도인 $-200 \sim -190^{\circ}\text{C}$ 온도로 냉각할 수 있다.

- [0030] 제1 열교환기(160)에서 공기를 냉각시킨 냉매는 냉매 냉각라인을 순환하며, 냉매 냉각라인에 마련된 압축기(180), 냉각기(190) 및 팽창기(200)에 의해 냉각된다. 제1 열교환기(160)에서 공기와 열교환된 냉매는 $-190 \sim -150^{\circ}\text{C}$ 로 온도가 상승한다.
- [0031] 제1 열교환기(160)에서 공기와 열교환되어 승온된 냉매를 $-200 \sim -190^{\circ}\text{C}$ 온도로 냉각하기 위하여, 압축기(180)는 제1 열교환기(160)의 냉매 배출라인(182)을 통해 배출되는 $-190 \sim -150^{\circ}\text{C}$, $0 \sim 1$ barg 냉매를 $-100 \sim 0^{\circ}\text{C}$, $10 \sim 30$ barg 냉매로 단열 압축할 수 있다.
- [0032] 압축기(180)에 의해 단열 압축된 냉매는 제1 이송라인(184)을 통해 냉각기(190)로 이송된다. 냉각기(190)는 압축기(180)에 의해 압축된 냉매를 냉각한다. 냉각기(190)는 압축기(180)에 의해 압축된 냉매를 $-170 \sim -150^{\circ}\text{C}$ 로 냉각할 수 있다.
- [0033] 냉각기(190)에 의해 냉각된 냉매는 제2 이송라인(192)을 통해 팽창기(200)로 공급된다. 팽창기(200)는 냉각기(190)에 의해 냉각된 냉매를 팽창시켜 감압 및 냉각한다. 팽창기(200)는 냉각기(190)에 의해 냉각된 냉매를 팽창시켜 산소 액화점(약 -183°C) 보다 낮은 온도를 가지는 $-200 \sim -190^{\circ}\text{C}$, $0 \sim 1$ barg 냉매를 생성하여 제1 열교환기(160)로 공급할 수 있다.
- [0034] 팽창기(200)는 팽창 터빈으로 제공될 수 있다. 압축기(180)에서 사용되는 전력 중의 일부는 팽창 터빈에 의해 회수될 수 있다. 팽창 터빈은 보조 발전기를 통해 전력의 일부가 회수되도록 구성될 수 있다. 팽창기(200)에서 배출되는 저온 냉매는 냉매 유입라인(202)을 통해 제1 열교환기(160)로 공급된다.
- [0035] 제1 열교환기(160)는 냉매 냉각라인에서 냉각된 냉매에 의해 공기를 냉각시켜 액화함으로써, 액체공기를 생성할 수 있다. 제3 열교환기(150) 및 제1 열교환기(160)를 통해 생성된 액체공기는 액체공기 유입라인(162)을 통해 산소분리기(170)로 이송된다. 산소분리기(170)는 액체공기 유입라인(162)을 통해 공급되는 액체공기에서 액체산소와 기체질소를 분리하고, 액체산소를 저장한다. 산소분리기(170)는 내부에 저장된 액체산소를 약 $-200 \sim -190^{\circ}\text{C}$ 온도로 유지할 수 있도록 단열탱크로 제공될 수 있다.
- [0036] 제1 펌프(210)는 산소분리기(170)에 저장된 액체산소를 가압하여 제1 기화기(220)로 공급한다. 산소분리기(170)에 저장된 액체산소는 제1 펌프(210)에 의해 액체산소 공급라인(172, 212)을 통해 제1 기화기(220)로 공급된다. 제1 펌프(210)는 산소분리기(170)에 저장된 액체산소를 $20 \sim 60$ barg로 가압하여 제1 기화기(220)로 공급할 수 있다.
- [0037] 제1 기화기(220)는 제1 펌프(210)에 의해 공급되는 액체산소를 기화시켜 압축산소를 생성한다. 제1 기화기(220)는 액체산소를 기화시켜 $400 \sim 600^{\circ}\text{C}$, $20 \sim 60$ barg 압축산소를 생성할 수 있다. 제1 기화기(220)는 제1 펌프(210)에 의해 공급되는 액체산소를 터빈(240)에서 배출되는 고온(약 $500 \sim 600^{\circ}\text{C}$)의 폐가스와 열교환시키거나, 엔진 냉각수, 스팀터빈 발전기의 스팀 응축수 등의 폐열을 이용함으로써, 액체산소를 기화시킬 수 있다. 제1 기화기(220)에 의해 기화된 압축산소는 압축산소 공급라인(222)을 통해 연소기(230)로 공급된다.
- [0038] 연소기(230)는 제2 기화기(130)에 의해 기화된 연료가스(예를 들어, 천연가스)를 연료가스 공급라인(132)을 통해 공급받고, 제1 기화기(220)에 의해 기화된 압축산소를 압축산소 공급라인(222)을 통해 공급받는다. 연소기(230)는 압축산소를 연료가스와 함께 연소시켜 터빈(240)을 회전시킨다. 발전기(250)는 터빈(240)의 회전에 의해 발전하여 전기에너지를 생산한다.
- [0039] 액체산소를 가압하여 연소기(230)로 공급하기 위하여 제1 펌프(210)의 가동에 사용되는 전력은 종래에 연소기로 압축공기를 공급하기 위해 사용되는 압축기의 사용 전력의 약 $1/1000$ 수준에 불과하다. 공기 액화를 위해 냉매를 단열 압축시키는 압축기(180)의 가동에 사용되는 전력은 종래에 연소기로 압축공기를 공급하기 위해 사용되는 압축기의 사용 전력 대비 약 25% 정도 크지만, 압축기(180)의 가동에 사용되는 전력 중의 약 45% 이상의 전력을 팽창기(200)에 의해 회수 가능하다.
- [0040] 따라서, 본 발명의 실시예에 의하면, 연소기(230)로 연료가스(압축산소)를 공급하기 위해 사용되는 전력을 종래 대비 약 31% 이상 절감할 수 있다. 종래에 공기를 압축공기로 압축하는데 사용되는 전력은 발전기에 의해 생산되는 전력의 약 60% 수준으로 매우 높고 실제 얻을 수 있는 전력은 40%에 불과하다. 그러나, 본 발명의 실시예

에 의하면, 공기를 압축산소로 압축하는데 사용되는 전력을 발전기에 의해 생산되는 전력의 약 40% 수준까지 낮출 수 있고, 발전기에 의해 실제 얻을 수 있는 전력을 종래 대비 20% 혹은 그 이상 높일 수 있다.

[0041] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템은 공기를 압축하여 연소기로 연소가스를 공급하는 대신, 압축기, 냉각기 및 팽창기로 이루어지는 냉매 냉각라인에 의해 냉매를 냉각시키고, 공기를 냉각된 냉매와의 열교환에 의해 액화시켜 액체산소를 저장하고, 저장된 액체산소를 펌프에 의해 가압 후 기화시켜 가스터빈의 연소가스로 공급함으로써, 연소가스의 공급 비용을 절감하고 에너지 효율을 향상시킨다.

표 1

비고	사용 전력 (종래 발전 시스템)	사용 전력 (본 발명의 발전 시스템)
압축기	75.17 MW	95.27 MW
팽창기	-	-43.76 MW
펌프	-	0.08512 MW
총 사용 전력	75.17 MW	51.59 MW

[0043] 도 1에 도시된 종래의 가스터빈 발전 시스템과 본 발명의 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템의 발전 효율을 시뮬레이션에 의해 비교 분석한 결과, 표 1에 나타난 바와 같이, 종래의 가스터빈 발전 시스템의 경우, 공기 압축을 위한 압축기(40)의 사용 전력이 75.17 MW 인 반면, 본 발명의 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템은 공기 압축을 위한 사용 전력이 51.59 MW 로, 종래의 가스터빈 발전 시스템 대비 사용 전력이 약 31% 이상 절감됨을 알 수 있다.

[0044] 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템의 구성도이다. 도 3을 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템(100)은 제1 기화기(220)가 압축기(180)에 의해 압축된 냉매와 열교환에 의해 액체산소를 기화시키는 제2 열교환기로 구성되고, 제1 기화기(220)에 의해 기화된 압축산소를 가열하는 가열기(221)가 구비된 점에서, 제1 실시예와 차이가 있다.

[0045] 제1 기화기(제2 열교환기)(220)는 냉각기(190)와 팽창기(200)의 사이에 설치되어, 압축기(180)에 의해 압축된 냉매가 냉각기(190)와 제2 열교환기를 순차적으로 거친 후에 팽창기(200)로 유입된다.

[0046] 압축기(180)에 의해 단열 압축된 냉매는 냉각기(190)에 의해 1차 냉각된 후 제2 공기이송라인(191a)을 통해 제1 기화기(제2 열교환기)(220)로 전달되고, 제1 기화기(제2 열교환기)(220)에 의해 2차 냉각된다. 냉각기(190)에 의해 냉각된 냉매는 제1 기화기(제2 열교환기)(220)에서 액체산소와 열교환되어 -170 ~ -150℃로 냉각될 수 있다.

[0047] -195 ~ -180℃ 액체산소는 제1 기화기(220)에서 냉매와 열교환되어 산소 액화 온도보다 높은 -160 ~ -10℃ 온도로 가열되어 기화된다. 가열기(221)는 제1 기화기(220)에 의해 기화된 압축산소를 가열한다. 연소기(230)에서의 연소 효율을 높이기 위하여, 가열기(221)는 제1 기화기(220)에서 기화된 압축산소를 400 ~ 600℃로 가열할 수 있다. 가열기(221)는 압축산소를 터빈(240)에서 배출되는 고온(약 500 ~ 600℃)의 폐가스와 열교환시키거나, 엔진 냉각수, 스팀터빈 발전기의 스팀 응축수 등의 폐열을 이용함으로써, 압축산소를 가열할 수 있다. 가열기(221)에 의해 가열된 압축산소는 압축산소 공급라인(222)을 통해 연소기(230)로 공급된다.

[0048] 본 발명의 제2 실시예에 의하면, 압축기(180)에 의해 단열 압축된 냉매의 열에너지를 이용하여 액체산소를 기화시킬 수 있으며, 액체산소의 기화를 위해 별도의 열에너지를 공급할 필요가 없다. 또한 액체산소를 기화시키는 반대 급부로, 액체산소의 냉열을 이용하여 압축기(180)에 의해 단열 압축된 냉매를 냉각할 수 있어, 발전 효율을 보다 높일 수 있다. 한편, 필요한 열의 양에 따라 냉각기(190)를 생략하고, 압축기(180)와 팽창기(200) 사이에 하나의 열교환기를 설치하여 사용할 수도 있다.

[0049] 도 4는 본 발명의 제3 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템의 구성도이다. 도 4를 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템(100)은 제1 기화기(제2 열교환기)(220)가 압축기(180)와 냉각기(190) 사이에 설치되는 점에서, 제2 실시예와 차이가 있다. 본 발명의 제3 실시예에서, 압축기(180)에 의해 압축된 냉매는 제1 기화기(제2 열교환기)(220)와 냉각기(190)를 순차적으로 거친 후에 팽창기(200)로 유입된다.

[0050] 압축기(180)에 의해 압축된 냉매는 제1 기화기(제2 열교환기)(220)에 의해 1차 냉각된 후 제2 공기이송라인

(191b)을 통해 냉각기(190)로 전달되고, 냉각기(190)에 의해 2차 냉각된다. 본 발명의 제3 실시예에 의하면, 압축기(180) 후단에 열교환기를 추가하여 압축기(180) 후단의 냉매의 온도를 이용하여 액체산소를 기화시킨 후 연소실(230)로 공급할 수 있고, 액체산소를 기화시키기 위한 별도의 기화 장치를 마련할 필요 없으므로, 설비 및 운용 비용을 줄일 수 있다.

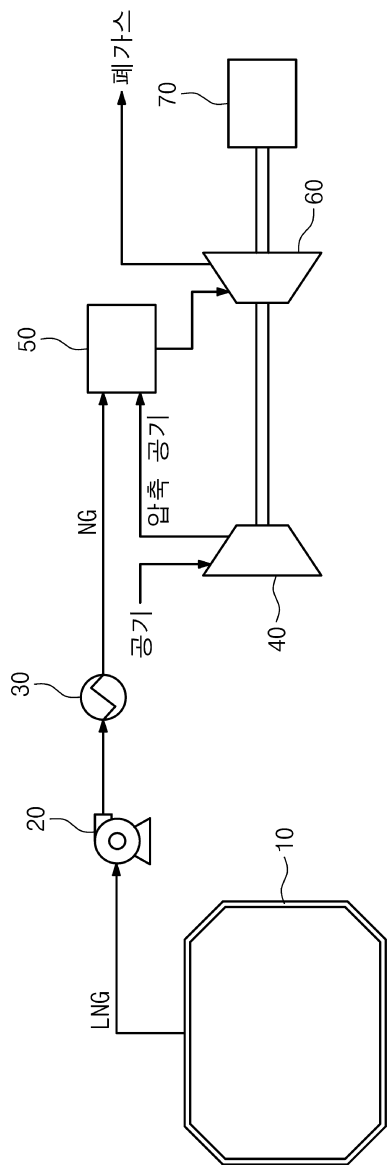
[0051] 이상의 실시예들은 본 발명의 이해를 돕기 위하여 제시된 것으로, 본 발명의 범위를 제한하지 않으며, 이로부터 다양한 변형 가능한 실시예들도 본 발명의 범위에 속하는 것임을 이해하여야 한다. 본 발명의 기술적 보호범위는 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이며, 본 발명의 기술적 보호범위는 특허청구범위의 문언적 기재 그 자체로 한정되는 것이 아니라 실질적으로는 기술적 가치가 균등한 범주의 발명에 대하여까지 미치는 것임을 이해하여야 한다.

부호의 설명

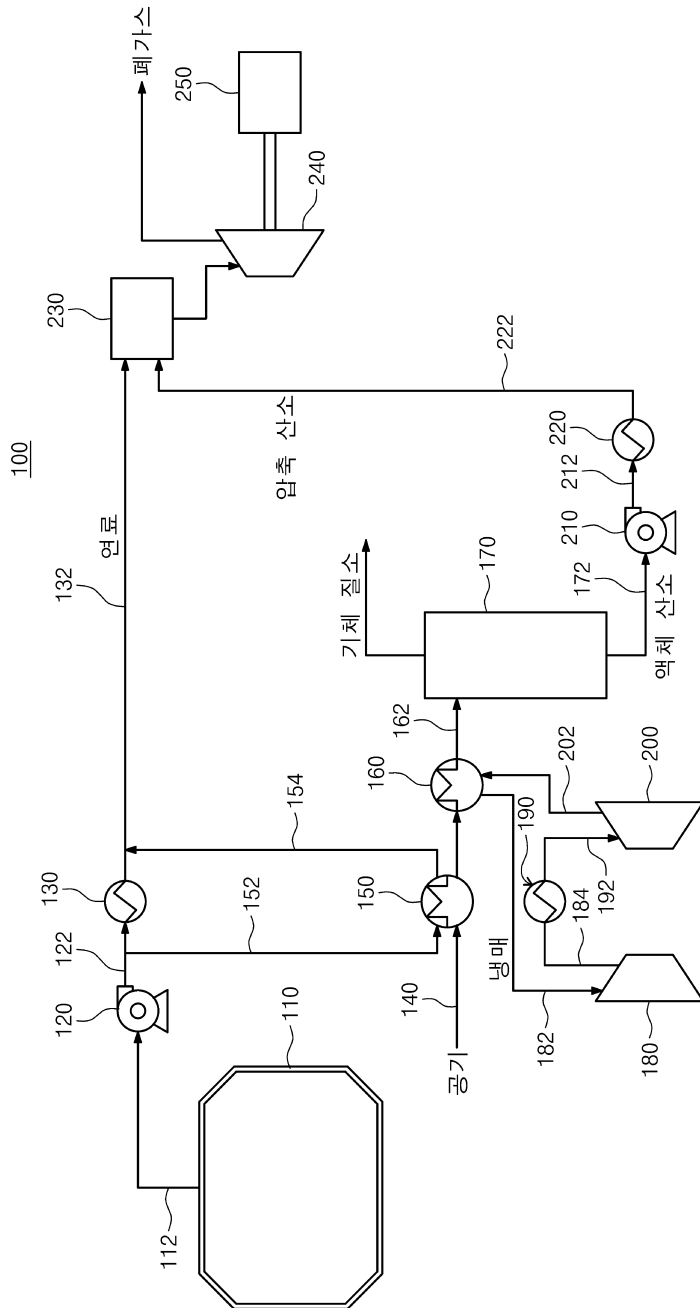
[0052] 100: 액체산소를 이용한 가스터빈 발전 시스템 110: 액화가스 저장탱크
120: 제2 펌프 130: 제2 기화기
140: 공기 유입라인 150: 제3 열교환기
160: 제1 열교환기 170: 산소분리기
180: 압축기 190: 냉각기
200: 팽창기 210: 제1 펌프
220: 제1 기화기 230: 연소기
240: 터빈 250: 발전기

도면

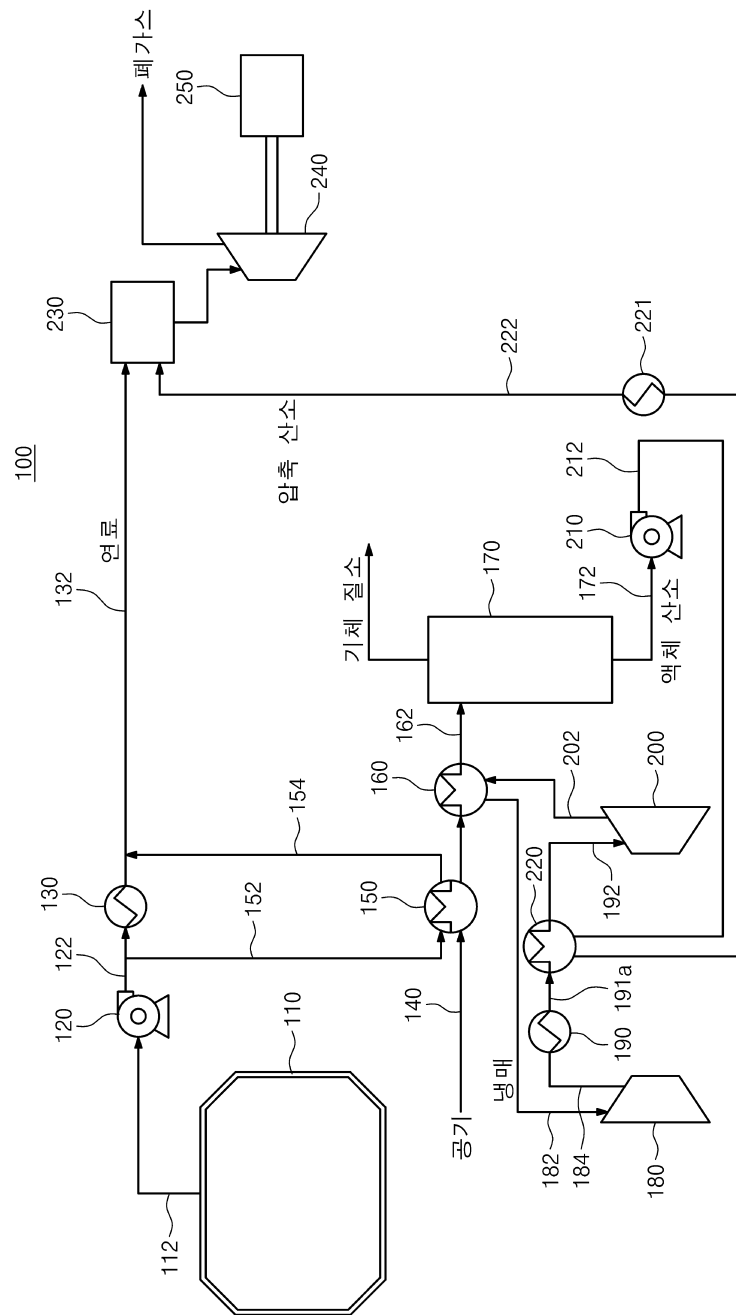
도면1



도면2



도면3



도면4

