



등록특허 10-2713233



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년10월07일
(11) 등록번호 10-2713233
(24) 등록일자 2024년09월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F02C 3/22 (2006.01) C01B 3/04 (2006.01)
F01D 15/10 (2006.01) F02C 3/32 (2006.01)
F02C 7/224 (2006.01) H02J 3/32 (2006.01)
H02J 7/14 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F02C 3/22 (2013.01)
C01B 3/047 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0077697

(22) 출원일자 2023년06월16일

심사청구일자 2023년06월16일

(56) 선행기술조사문헌

JP2012255420 A*

KR1020180044998 A*

KR1020180084051 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

조선대학교 산학협력단

광주광역시 동구 조선대길 126(서석동, 산학협력단)

이원희

경기도 화성시 동탄대로6길 20, 3011동 103호 (산척동, 더레이크시티부영4단지)

(72) 발명자

박정수

광주광역시 남구 효사랑길 14

김중현

광주광역시 북구 경열로221번길 10-5, 301호

이원희

경기도 화성시 동탄대로6길 20, 3011동 103호 (산척동, 더레이크시티부영4단지)

(74) 대리인

(유)한양특허법인, 신용길, 전준

전체 청구항 수 : 총 4 항

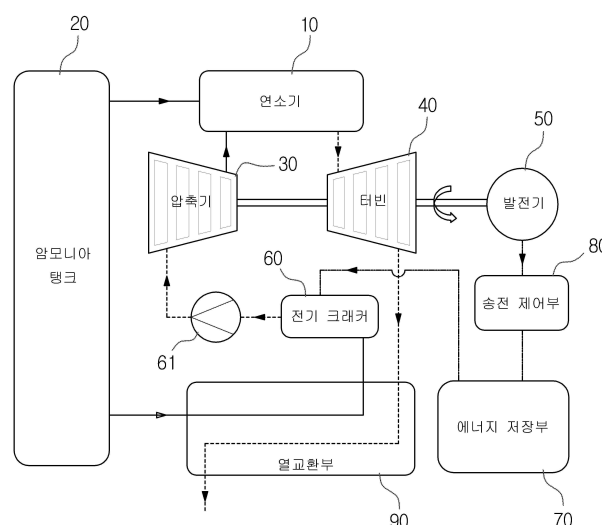
심사관 : 신명섭

(54) 발명의 명칭 가스 터빈 시스템

(57) 요약

본 발명은 가스 터빈 시스템에 관한 것으로, 더 구체적으로는 외부로부터 수소를 공급받는 방식이 아닌, 주 연료인 암모니아만을 활용하여 수소를 생산하고, 이를 가스터빈 시스템 내부로 재유입시킴으로써 암모니아의 고유 연료특성인 난연한계를 극복하고 연소 성능을 개선할 수 있도록 할 목적으로, 암모니아를 연료로 연소시키는 연소기(10); 상기 연소기(10)에 공급되는 암모니아를 저장한 암모니아 탱크(20); 상기 연소기(10)에 공기를 공급하는 압축기(30); 상기 연소기(10)로부터 배출되는 배기가스에 의해 동력을 발생하는 터빈(40); 및 상기 암모니아 탱크(20)로부터 공급된 암모니아의 일부를 공급받는 전기 크래커(60);를 포함하고, 상기 전기 크래커(60)는 암모니아를 전기 크래킹하여 수소를 생성함으로써 상기 연소기(10)에 수소를 주입하도록 마련된 가스 터빈 시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

F01D 15/10 (2013.01)

F02C 3/32 (2013.01)

F02C 7/224 (2013.01)

H02J 3/32 (2023.08)

H02J 7/1415 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

암모니아를 연료로 연소시키는 연소기;

상기 연소기에 공급되는 암모니아를 저장한 암모니아 탱크;

상기 연소기에 공기를 공급하는 압축기;

상기 연소기로부터 배출되는 배기가스에 의해 동력을 발생하는 터빈;

상기 암모니아 탱크로부터 공급된 암모니아의 일부를 공급받는 전기 크래커;

상기 터빈의 동력에 의해 전력을 생성하는 발전기; 및

상기 발전기에서 생성된 전력을 축전하는 에너지 저장부; 를 포함하고,

상기 전기 크래커는 암모니아를 전기 크래킹하여 수소를 생성함으로써 상기 연소기에 수소를 주입하게 되며,

상기 터빈이 기 설정된 부하보다 높은 고부하 운전이 요구되는 상황에서 상기 에너지 저장부에 저장된 전력을 상기 전기 크래커에 공급하도록 제어하는 송전 제어부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 터빈 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 송전 제어부는, 상기 터빈의 부하 변동을 감지하는 단계, 상기 에너지 저장부의 축전량을 분석하는 단계를 포함하고, 상기 터빈이 기 설정된 부하보다 낮은 비고부하 운전 상황에서, 상기 에너지 저장부의 축전량이 상기 에너지 저장부의 저장 용량을 초과하는 경우 상기 터빈에서 생성되는 전력을 송전 대상으로 송전하고, 상기 에너지 저장부의 축전량이 상기 에너지 저장부의 저장 용량보다 적은 경우 축전된 전력을 상기 전기 크래커에 공급하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 가스 터빈 시스템.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 연소기의 배기가스가 경유하는 열교환부를 더 포함하고,

상기 전기 크래커로 공급되는 암모니아가 상기 열교환부를 경유하게 구성함으로써 고온의 배기가스에 의해 암모니아가 예열 가능하게 된 것을 특징으로 하는 가스 터빈 시스템.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 전기 크래커에서 생성된 수소를 상기 연소기로 공급하는 펌프;를 더 포함하고, 수소는 상기 압축기의 전단 또는 후단으로 공급되는 것을 특징으로 하는 가스 터빈 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가스 터빈 시스템에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 암모니아로부터 추출된 수소 가스를 연소시켜 전기를 생산하는 가스 터빈 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 근래에 산업의 급격한 발전에 따라 대기 중으로 탄소 배출량이 급격하게 증가하고 있으며, 그에 따른 지구온난화가 가속화함에 따라 해수면 상승, 이상 기후 발생, 생태계의 변화 등으로 인한 해안 저지대 침수, 홍수, 가뭄, 폭풍우 등의 자연재해가 빈번하게 발생하고, 물 부족 현상도 발생하는 등 생활 및 산업 전반에서 큰 피해를 보고 있는 실정이다.

[0003] 이에, 세계적으로 지구 온난화의 주범인 탄소 배출량의 저감을 위해 환경규제 및 탄소배출량 제한 등 각종 정책을 펼치고 있으며, 탄화수소계 연료의 에너지 의존도가 높은 발전산업도 강화된 환경규제를 만족시키기 위해 무탄소 연료에 관한 연구가 활발히 진행 중이다.

[0004] 암모니아는 대표적인 무탄소 연료 중 하나로, 생산법 및 기반시설이 확보되어 높은 생산량과 비교적 낮은 생산단가 그리고 단위 질량당 준수한 에너지밀도로 인해 대규모 시설에 적합한 것으로 인식되고 있다.

[0005] 그러나 암모니아는 고유연료 특성인 난연한계(flammability)로 인해 운전영역이 좁고, 화염전파속도가 느려 연소한계가 높아 단일연료로 대상 시설에 적용하기 어려운 문제점이 존재하기 때문에 암모니아의 난연한계를 극복하기 위해 수소를 혼소(co-combustion, co-firing)하는 연구가 활발히 진행 중이다.

[0006] 수소를 생산하는 방식은 다양한데, 그 중 하나의 방식으로 주 연료인 암모니아를 활용하여 수소를 생산하는 '암모니아 크래킹(cracking)'이 높은 수율 및 연료전환효율(energy conversion efficiency) 그리고 비교적 청정(zero carbon)한 이점 때문에 연구적인 이목이 집중되고 있다.

[0007] '암모니아 크래킹(cracking)'은 수소를 생산하기 위한 하나의 방법으로, 암모니아에 에너지를 주입하여 수소와 질소로 분리하는 방법이다. 에너지 주입방법은 다양한데, 예를 들면 전기 분해를 활용한 '전기 크래킹(e-cracking)', 고온의 환경을 이용한 'partial oxidation' 및 'plasma'를 활용한 방법을 비롯하여 반응성을 높이기 위해 '촉매' 등을 이용하는 것이 대표적이며, 이러한 암모니아 크래킹(cracking)은 수소를 생산하는 방법으로서, 생산된 수소를 활용하는 것과는 독립적인 장치로 구분되고 있다.

[0008] 이에 본 발명자는 수소 생산을 위한 암모니아 전기 크래킹(e-cracking)을 수행하는 '전기 크래커(e-cracker)'와 에너지 저장장치(ESS; energy storage system)를 가스터빈 시스템에 접목함으로써 수소의 활용을 일원화 함과 동시에 암모니아를 전기 분해(cracking)하여 수소를 생산하는 방식과 이를 연소에 재참여 시키는 방법에 관하여 예의 연구한 결과 본 발명을 완성하게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 1. 대한민국 공개특허 제2019-0116522호 (2019.10.14 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 외부로부터 수소를 공급받는 방식이 아닌, 주 연료인 암모니아만을 활용하여 수소를 생산하고, 이를 가스터빈 시스템 내부로 재유입시킴으로써 암모니아의 고유연료특성인 난연한계를 극복하고 연소 성능을 개선할 수 있도록 하는 가스 터빈 시스템을 제공하고자 하는 것이다.

[0011] 본 발명의 다른 목적은, 시스템 자체에서 발전된 전력의 일부를 에너지 저장부에 저장하고 필요시 송전 보상 및 암모니아 전기 크래커에 공급함으로써 사이클의 전체 효율을 높일 수 있도록 하는 가스 터빈 시스템을 제공하고

자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 가스 터빈 시스템은, 암모니아를 연료로 연소시키는 연소기; 상기 연소기에 공급되는 암모니아를 저장한 암모니아 탱크; 상기 연소기에 공기를 공급하는 압축기; 상기 연소기로부터 배출되는 배기가스에 의해 동력을 발생하는 터빈; 및 상기 암모니아 탱크로부터 공급된 암모니아의 일부를 공급받는 전기 크래커;를 포함하고, 상기 전기 크래커는 암모니아를 전기 크래킹하여 수소를 생성함으로써 상기 연소기에 수소를 주입하게 된 것을 특징으로 한다.
- [0013] 바람직한 실시예로서, 본 발명은 상기 터빈의 동력에 의해 전력을 생성하는 발전기;를 더 포함하고, 상기 발전기에서 생성된 전력의 일부를 상기 전기 크래커에 공급하게 마련될 수 있다.
- [0014] 또한, 본 발명은 상기 터빈의 동력에 의해 전력을 생성하는 발전기; 및 상기 발전기에서 생성된 전력을 축전하는 에너지 저장부;를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 터빈이 기 설정된 부하보다 높은 고부하 운전이 요구되는 상황에서 상기 에너지 저장부에 저장된 전력을 상기 전기 크래커에 공급하도록 제어하는 송전 제어부;를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 바람직한 실시예로서, 상기 송전 제어부는, 상기 터빈의 부하 변동을 감지하는 단계, 상기 에너지 저장부의 축전량을 분석하는 단계를 더 포함하되, 상기 터빈이 기 설정된 부하보다 낮은 비고부하 운전 상황에서 상기 에너지 저장부의 축전량이 상기 에너지 저장부의 저장 용량을 초과하는 경우 상기 터빈에서 생성되는 전력을 송전 대상처로 송전하고, 상기 에너지 저장부의 축전량이 상기 에너지 저장부의 저장 용량보다 적은 경우 축전된 전력을 상기 전기 크래커에 공급하도록 제어할 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명은 상기 연소기의 배기가스가 경유하는 열교환부를 더 포함하고, 상기 전기 크래커로 공급되는 암모니아가 상기 열교환부를 경유하게 구성함으로써 고온의 배기가스에 의해 암모니아가 예열 가능하게 마련될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 전기 크래커에서 생성된 수소를 상기 연소기로 공급하는 펌프;를 더 포함하고, 수소는 상기 압축기의 전단 또는 후단으로 공급되도록 마련될 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따르면, 외부로부터 수소를 공급받는 방식이 아닌, 주 연료인 암모니아만을 활용하여 수소를 생산하고, 이를 가스터빈 시스템 내부로 재유입시킴으로써 암모니아의 고유 연료특성인 난연한계를 극복하고 연소 성능을 개선할 수 있는 이점이 있다.
- [0020] 또한, 외부 전력을 사용하는 것이 아닌, 자체 발전된 전력의 일부를 에너지 저장부(ESS)에 저장하고, 필요시 송전 보상 및 암모니아 전기 분해를 위한 전기 크래커에 공급하기 때문에 사이클의 전체 효율을 높일 수 있다.
- [0021] 게다가 전기 크래커에 의해 생산된 수소는 압축기 전단 혹은 연료 라인에 유입시켜 가스 터빈의 암모니아 연소에 참여하게 함으로써 암모니아 고유의 난연성 문제를 극복할 수 있는 이점이 있다.
- [0022] 그 결과 가스 터빈 시스템에서 실시간 수소 생산이 가능한 탑재형 크래킹(on-board reforming or on-board cracking) 및 종래 대비 새로운 형태의 재순환 기술을 통해 시스템의 성능 개선을 비롯하여 산업시설의 무탄소 연료 활성화에 기여할 것으로 기대된다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 암모니아를 연소시켜 발전을 하는 일반적인 가스 터빈의 기체 동력 사이클을 나타낸 것이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 가스 터빈 시스템의 전체 구조를 나타낸 개략도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 가스 터빈 시스템에서 전기 크래커에 의한 암모니아 크래킹 사이클을 나타낸 것이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 가스 터빈 시스템에서 전기 크래커를 위한 열교환 사이클을 나타낸 것이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 가스 터빈 시스템에서 송전 제어부의 송전 제어 알고리즘의 순서도이다.
- 도 6 및 도 7은 각각 기체 동력 사이클의 이상 사이클인 브레이턴 사이클(Brayton cycle)을 기반으로, 본 발명

에 따른 가스 터빈 시스템에서 암모니아 크래킹 이후 수소 첨가 시 창출할 수 있는 일(net work)을 계산하여 나타낸 T-s 선도 및 P-v 선도이다.

도 8은 본 발명에 따른 가스 터빈 시스템의 연소기에서 수소 첨가량 증감에 따른 주 연료량의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 9는 본 발명에 따른 가스 터빈 시스템의 연소기에서 수소 첨가량 증감에 따른 탄소산화물과 질소산화물의 변화량을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.
- [0025] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0026] 또한, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결'된다는 것은 '직접적으로 연결'되거나 어떠한 요소를 두고 '간접적으로 연결'된 경우를 포함하며, 어떤 구성요소를 '포함'한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아닌, 다른 구성요소가 추가될 수 있는 것을 의미한다.
- [0027] 도 1은 암모니아를 연소시켜 발전을 하는 일반적인 가스 터빈의 기체 동력 사이클을 나타낸 것이다.
- [0028] 도 1을 참조하는 바와 같이 일반적인 가스 터빈은 암모니아 탱크(20)로부터 공급된 액체 또는 기체 상의 암모니아 연료가 연소기(10)에 공급되고, 동시에 압축기(30)를 통해 공급된 공기가 연소기(10)에 공급되며, 연소기(10) 내에서 연료가 연소된 후 발생한 고온·고압의 배기가스가 터빈(40)을 회전시켜서 구동력을 생성한다.
- [0029] 그러나 암모니아만을 원료로 하는 가스 터빈은 암모니아 고유 특성상 난연한계(flammability)로 인해 운전영역이 좁고, 화염전파속도가 느려 연소한계가 높기 때문에 사용 범위가 높지 않다.
- [0030] 도 2는 본 발명에 따른 가스 터빈 시스템의 전체 구조를 나타낸 개략도이고, 도 3은 본 발명에 따른 가스 터빈 시스템에서 전기 크래커에 의한 암모니아 크래킹 사이클을, 도 4는 본 발명에 따른 가스 터빈 시스템에서 전기 크래커를 위한 열교환 사이클을 나타낸 것이며, 도 5는 본 발명에 따른 가스 터빈 시스템에서 송전 제어부의 송전 제어 알고리즘의 순서도이다.
- [0031] 도 2를 참조하는 바와 같이 본 발명의 가스 터빈 시스템은, 연소기(10), 암모니아 탱크(20), 압축기(30), 터빈(40), 발전기(50), 전기 크래커(60), 에너지 저장부(70), 송전 제어부(80) 및 열교환부(90)를 포함할 수 있으며, 여기서 연소기(10), 암모니아 탱크(20), 압축기(30) 및 터빈(40)은 도 1을 참조하여 상술한 내용과 동일하므로 이에 관한 중복 설명은 생략한다.
- [0032] 발전기(50)는 터빈(40)과 축(shaft)으로 연결되어 터빈(40)의 구동력에 의해 회전하여 전기를 생성하는 장치이고, 전기 크래커(60)(e-Cracker)는 암모니아로부터 수소를 생성하는 장치로서, 예를 들면 암모니아를 니켈 폼 전극으로 전기 분해하여 수소를 생산하는 방식일 수 있다. 이 방식은 물을 전기 분해하여 수소를 만드는 것보다 전력량의 소모가 적은 장점이 있는 것으로 알려져 있다.
- [0033] 물론 전기 크래커(60)의 수소 생성 방식은 루테튬(Ru) 등의 금속 촉매를 활용하여 수소를 추출하는 방식일 수도 있으며, 그 외에도 현재까지 알려진 다양한 방식이 적용될 수 있음을 이해해야 한다.
- [0034] 전기 크래커(60)는 암모니아 탱크(20)로부터 공급되는 암모니아의 일부를 공급받은 후 공급된 암모니아를 크래킹(cracking)하여 수소를 생성하며, 전기 크래커(60)에서 생성된 수소는 전기 크래커(60)의 후단에 구비된 펌프(61)를 통해 연소기(10)에 공급된다. 이때 수소의 공급 위치는 압축기(30)의 전단(입구)과 후단(출구)에 연결된 이송 배관 중 압축기(30)의 전단 또는 후단에 선택적으로 공급될 수 있다.
- [0035] 연소기(10) 내에서 암모니아와 수소가 혼소(混燒)되면 암모니아만이 가지는 난연한계를 극복할 수 있을 뿐 아니라 전기 크래커(60)에서 생성된 수소는 상대적으로 고온 상태이므로 연소기(10)로 공급되는 기체를 예열하는 기능을 가져서 연소기(10)의 연소성능을 개선할 수 있다.
- [0036] 한편, 수소 생성을 위해서 전기 크래커(60)에 전력이 공급되어야 하는데, 본 발명의 일 실시예에 따르면 발전기

(50)에서 생성된 전력의 일부를 전기 크래커(60)에 공급할 수 있으며, 이 경우 전기 크래커(60)로 전력을 공급하는 별도의 장치가 필요하지 않게 되어 시스템 설비를 간이화하는 것도 가능하다.

- [0037] 도 2 및 도 3을 참조하는 바와 같이 에너지 저장부(70)는 발전기(50)에서 생성된 전력을 축전하기 위한 것으로, 예를 들면 ESS(energy storage system) 장치 또는 그것과 동일한 기능이나 균등한 기능을 가진 장치일 수 있다.
- [0038] 송전 제어부(80)는 에너지 저장부(70)에 축전된 전력을 제어하기 위한 것으로, 예를 들어 터빈(40)이 기 설정된 부하보다 높은 고부하 운전이 요구되는 상황에서 에너지 저장부(70)에 저장된 전력을 전기 크래커(60)에 공급하도록 제어할 수 있다. 즉, 터빈(40)의 고부하 운전 상황에서 터빈(40)에서 생성된 전력을 곧바로 전기 크래커(60)이 공급하면, 터빈(40)의 부담이 가중되어 시스템 전체의 내구성이 저하될 수 있으므로 이를 방지하기 위해 터빈(40)에서 생성된 전력을 에너지 저장부(70)에 축전한 후, 축전된 전력을 전기 크래커(60)로 공급함으로써 터빈(40)의 부담을 감소시킬 수 있다.
- [0039] 또한, 도 3 및 도 5를 참조하는 바와 같이 송전 제어부(80)는 터빈(40)의 부하 변동을 감지하는 제1단계 및 에너지 저장부(70)의 축전량을 분석하는 제2단계를 더 포함할 수 있다.
- [0040] 제1단계에서 터빈(40)이 기 설정된 부하보다 낮은 비고부하 운전 상황이라고 판단되고, 제2단계에서 에너지 저장부(70)의 축전량이 에너지 저장부(70)의 저장 용량을 초과하는 경우, 터빈(40)에서 생성되는 전력을 송전 대상으로 송전한다.
- [0041] 또한, 제1단계에서 터빈(40)이 기 설정된 부하보다 낮은 비고부하 운전 상황이라고 판단되고, 제2단계에서 에너지 저장부(70)의 축전량이 에너지 저장부(70)의 저장 용량보다 적은 경우에는 에너지 저장부(70)에 축전된 전력을 송전 대상으로 송전하는 것이 아니라 전기 크래커(60)로 공급하여 수소를 생성하는데 활용되도록 함으로써 연소기(10)에서의 연소 불안정성을 개선시키는 동시에 터빈(40)에서의 발전량을 증가시킬 수 있다.
- [0042] 도 2 및 도 4를 참조하는 바와 같이 열교환부(90)는 연소기(10)에서 배출되는 고온의 배기가스를 이용하여 전기 크래커(60)로 공급되는 암모니아를 예열시키기 위한 것으로, 이를 위해 열교환기(90)는 소정의 챔버 형태일 수 있으며, 연소기(10)에서 배출되는 고온·고압의 배기가스가 터빈(40)을 회전시킨 후 배출되는 과정에서 고온의 배기가스가 열교환부(90)를 경유하도록 구성되는 한편, 암모니아 탱크(20)로부터 전기 크래커(60)로 공급되는 암모니아 이송 관로가 열교환부(90)를 경유하도록 구성된다.
- [0043] 이와 같이 전기 크래커(60)로 공급되는 암모니아를 예열하면, 전기 크래커(60)에서 암모니아를 크래킹(cracking) 하는데 소요되는 에너지를 감소시킬 수 있을 뿐 아니라 전기 크래커(60)에서 소요되는 전력을 절감할 수 있게 되어 암모니아의 에너지 전환 효율을 높일 수 있다.
- [0044] 도 6 및 도 7은 각각 기체 동력 사이클의 이상 사이클인 브레이턴 사이클(Brayton cycle)을 기반으로, 본 발명에 따른 가스 터빈 시스템에서 암모니아 크래킹 이후 수소 첨가 시 창출할 수 있는 일(net work)을 계산하여 나타낸 T-s 선도 및 P-v 선도이다.
- [0045] 본 발명과 같이 암모니아 크래킹을 통해 생성된 수소를 압축기(30) 전단에 공급할 때 도 6의 T-s 선도의 관점에서 보면, 총 입열량 중 수소의 첨가로 인해 연소 온도(T3)가 증가하게 되며, 이를 통해 사이클 전체 일량을 높일 수 있음을 확인하였다. 또한, 도 7과 같이 P-v 선도에서도 연소 온도 증가로 인해 비체적이 증가하여 기체 동력 사이클의 총 일량이 증가하는 것을 확인하였다.
- [0046] 도 8은 본 발명에 따른 가스 터빈 시스템의 연소기에서 수소 첨가량 증감에 따른 주 연료량의 변화를 나타낸 그래프이며, 도 9는 본 발명에 따른 가스 터빈 시스템의 연소기에서 수소 첨가량 증감에 따른 탄소산화물과 질소산화물의 변화량을 나타낸 그래프이다.
- [0047] 도 8을 참조하는 바와 같이 연소기에 공급되는 기체에 수소 첨가량이 증가함에 따라 목표(target) 온도를 만족시키기 위한 연료량(heat input)이 급격하게 감소하는 것을 확인하였으며, 이는 연료가 희박한 상태에서도 수소 첨가율을 높였을 때 화염전파가 가능하게 되어 연소 성능이 개선될 수 있음을 의미한다.
- [0048] 또한, 도 9를 참조하는 바와 같이 수소 첨가율이 증가함에 따라 연소기(10) 내부의 국부적인 연소온도가 증가하였고, 이로 인해 질소산화물(thermal NOx) 배출량이 증가하는 결과를 볼 수 있으나, 수소 첨가율이 증가할수록 주 연료량이 감소하여 탄소산화물이 크게 감소하는 결과를 확인하였다.
- [0049] 상술한 설명은 본 발명의 기술 사상을 보인 한정된 실시 예에 따라 설명하였으나, 본 발명은 특정의 실시예나 형상 및 수치에 한정되지 아니하며, 실시 예들의 구성요소 일부를 변경, 혼합하는 등, 본 발명의 요지를 벗어남

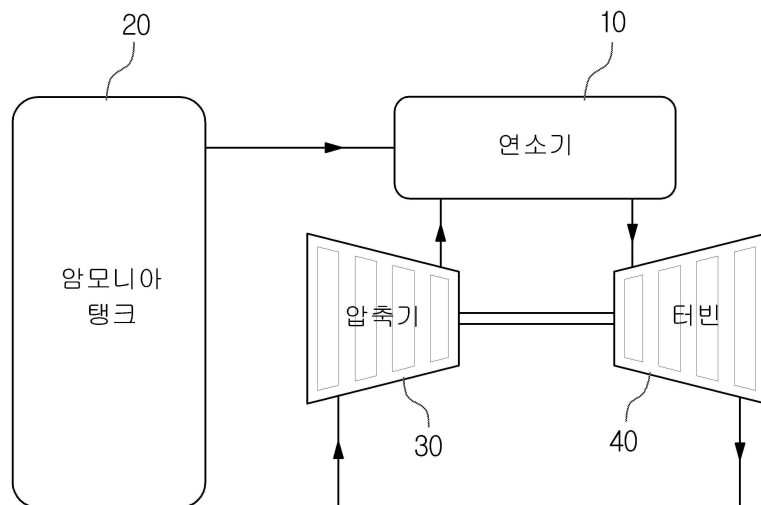
이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 수정 및 변형 실시가 가능하고, 그러한 수정 및 변형 실시는 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

부호의 설명

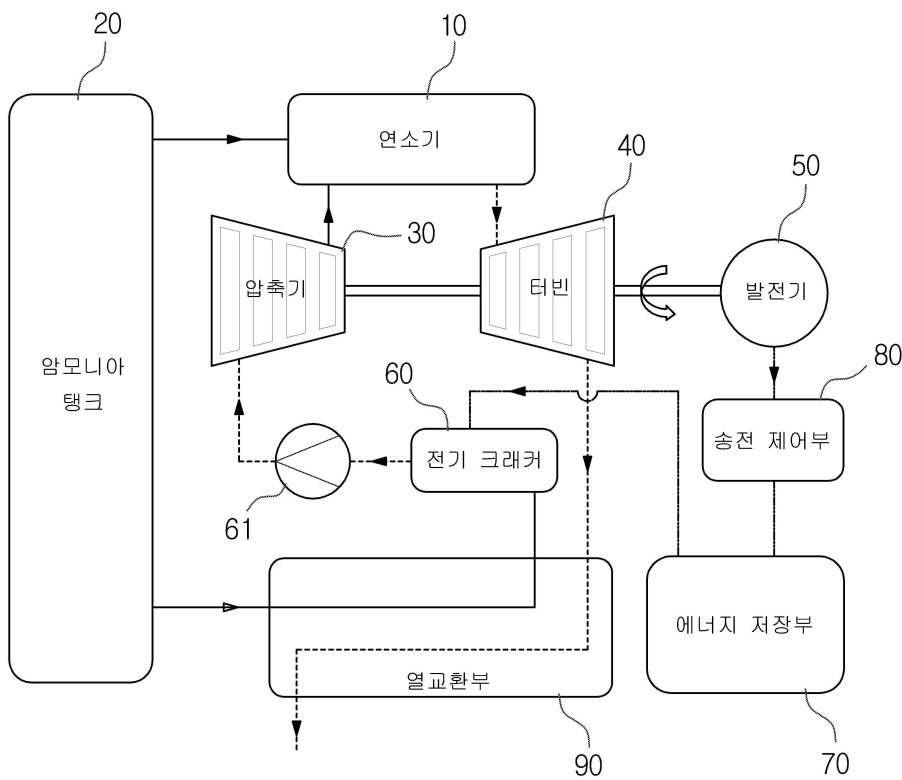
- 10... 연소기
- 20... 암모니아 탱크
- 30... 압축기
- 40... 터빈
- 50... 발전기
- 60... 전기 크래커
- 61... 펌프
- 70... 에너지 저장부
- 80... 송전 제어부
- 90... 열교환부

도면

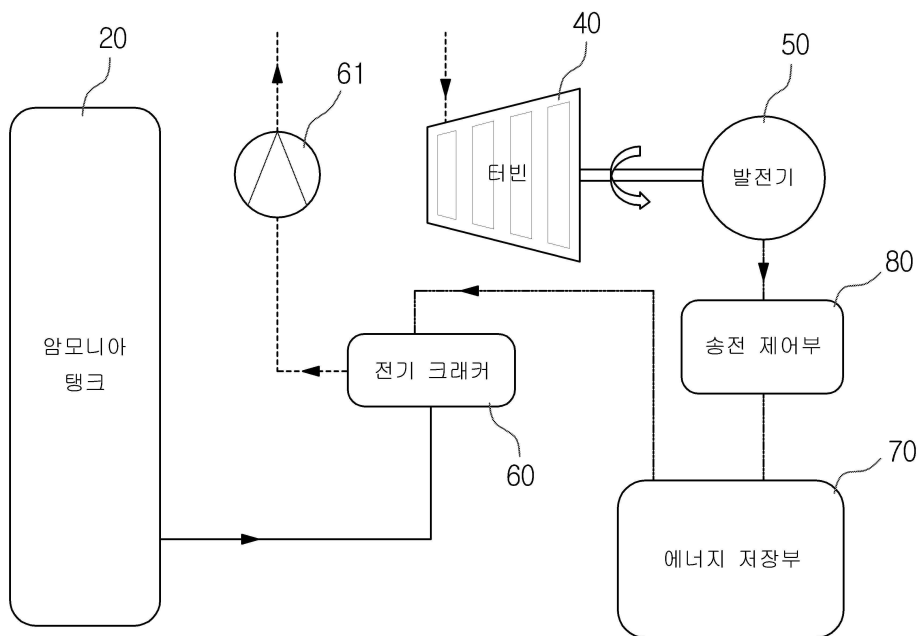
도면1



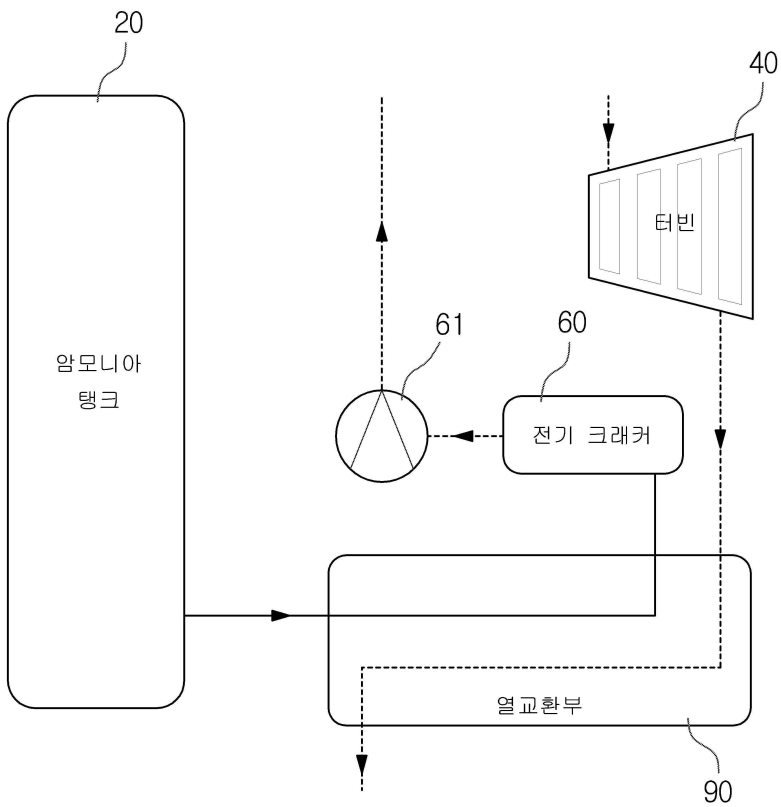
도면2



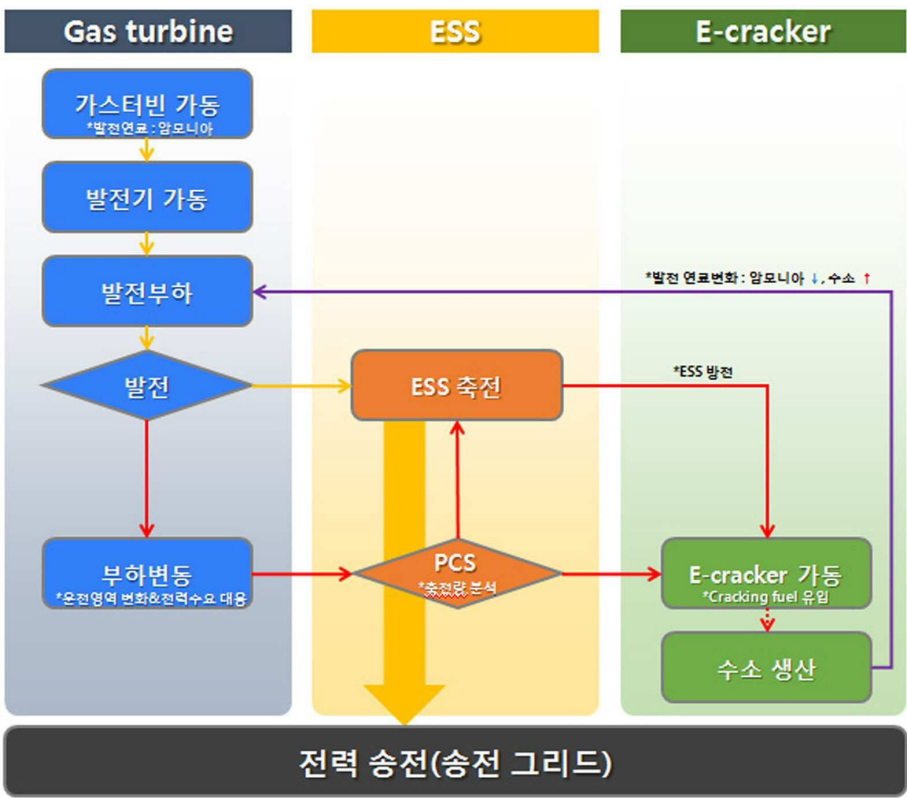
도면3



도면4

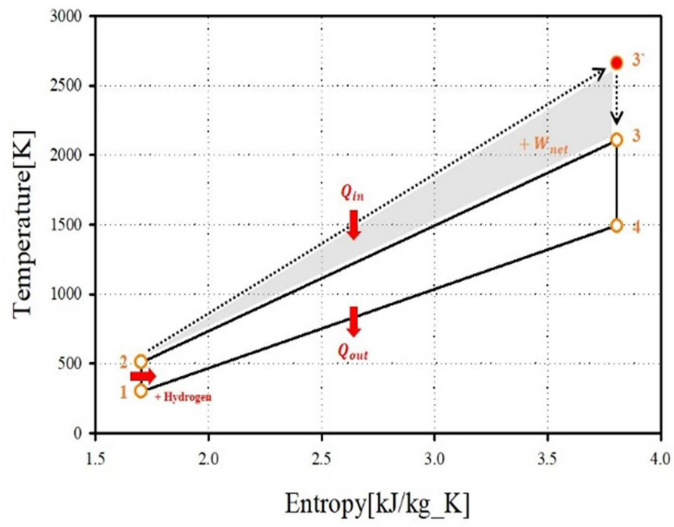


도면5



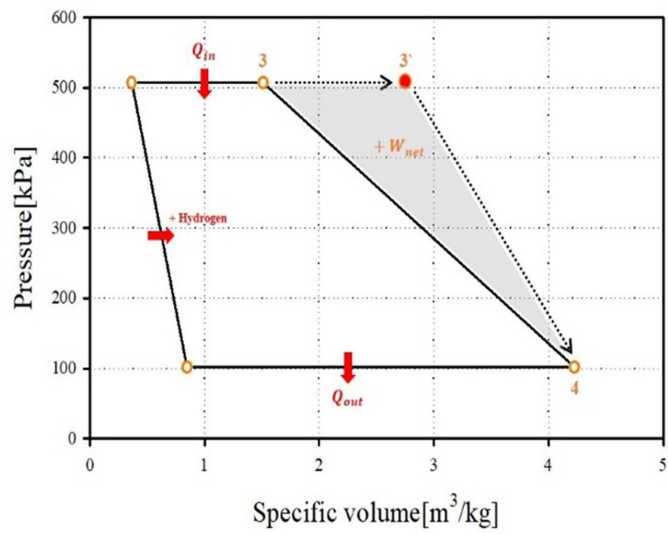
도면6

T-s diagram

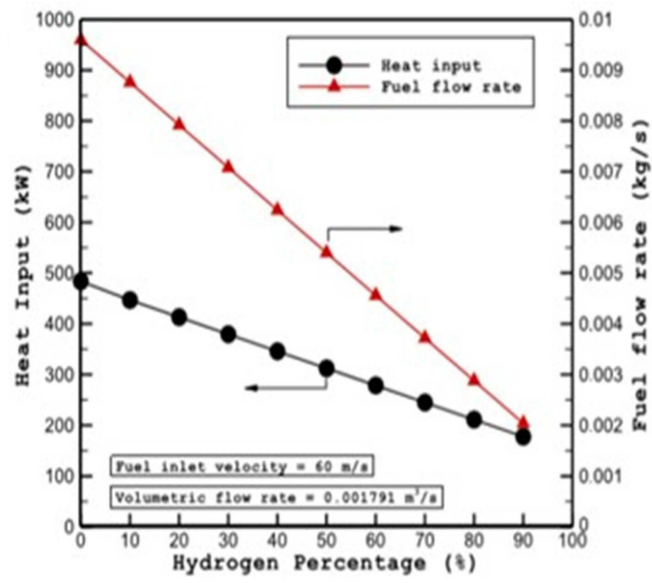


도면7

P-v diagram



도면8



도면9

