



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

(45) 공고일자 2014년02월12일  
 (11) 등록번호 10-1362603  
 (24) 등록일자 2014년02월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 F02C 7/22 (2006.01) F02C 9/48 (2006.01)  
 F02C 9/28 (2006.01) B82Y 30/00 (2011.01)  
 (21) 출원번호 10-2007-0133373  
 (22) 출원일자 2007년12월18일  
 심사청구일자 2012년10월25일  
 (65) 공개번호 10-2008-0057177  
 (43) 공개일자 2008년06월24일  
 (30) 우선권주장  
 11/612,760 2006년12월19일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP02018895 A\*  
 JP09079046 A\*  
 JP62167390 A\*  
 JP63194716 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**제너럴 일렉트릭 캄파니**  
 미합중국 뉴욕, 웨넥테디, 원 리버 로우드  
 (72) 발명자  
**왕 후아**  
 미국 뉴욕주 12065 클리프톤 파크 제이미슨 드라이브 11  
**니즈하완 사친**  
 미국 조지아주 30319 아틀란타 오글레소프 드라이브 노스이스트1803  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**제일특허법인, 장성구**

전체 청구항 수 : 총 5 항

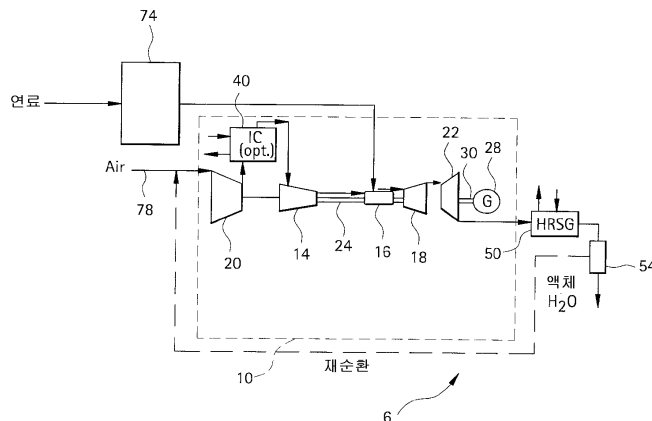
심사관 : 이택상

**(54) 발명의 명칭 가스 터빈에서 낮은 BTU 연료 가스를 사용하기 위한방법 및 시스템**

**(57) 요약**

하나의 실시양태에서, 연소 시스템은, 약 100 Btu/scf(British thermal units per standard cubic foot) 이하의 발열량을 갖는 연료를 포함하는 연료 공급기, 상기 연료 공급기와 유체 연통하는 불활성 가스 격리 유닛(32), 및 상기 불활성 가스 격리 유닛(32) 및 산화제(78) 공급기의 하류에 위치하여 그들과 유체 연통하는 연소 시스템을 포함한다. 불활성 가스 격리 유닛(32)은 CO로부터 N<sub>2</sub>를 분리하며 약 110 Btu/scf 이상의 발열량을 갖는 잔류물(retentate) 스트림을 형성하도록 구성된 멤브레인을 포함한다. 하나의 실시양태에서, 발전기(8)를 작동하는 방법은, 연료 스트림(76)을 불활성 가스 격리 유닛(32)을 통해 통과시켜 상기 연료 스트림(76)으로부터 N<sub>2</sub>를 제거하고 잔류물 스트림을 형성시키는 단계, 및 상기 잔류물 스트림 및 산화제(78) 스트림을 연소시켜 연소 스트림을 형성하는 단계를 포함한다.

**대표도**



(72) 발명자

수리아노 조셉 안토니

미국 뉴욕주 12065 클리프톤 파크 글라우세스터 스트리트 35

모에 닐 에드윈

미국 미네소타주 55343 미네톤카 클리어 뷰 드라이브 18749

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

3.7 MJ/m<sup>3</sup> 이하의 발열량을 갖는 연료를 포함하는 연료 공급기;

상기 연료 공급기와 유체 연통하는 것으로서, CO로부터 N<sub>2</sub>를 분리하며 6.7 내지 7.5 MJ/m<sup>3</sup>의 발열량을 갖는 잔류물(retentate) 스트림을 형성하도록 구성된, MFI 제올라이트 멤브레인을 포함하는 무기 분자체를 포함하는, 불활성 가스 격리 유닛(32); 및

상기 불활성 가스 격리 유닛(32) 및 산화제(78) 공급기의 하류에 위치하여 그들과 유체 연통하는 것으로서, 동력을 발생시키도록 구성된 가스 터빈 엔진 조립체(10)

를 포함하는 발전기(power plant)(8).

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

가스 터빈 엔진 조립체(10)가

산화제(78) 공급기의 하류에 위치하여 그와 유체 연통하는 압축기;

상기 압축기 및 불활성 가스 격리 유닛(32)의 하류에 위치하여 그들과 유체 연통하는 연소기; 및

상기 연소기의 하류에 위치하여 그와 유체 연통하는 터빈

을 추가로 포함하는 발전기(8).

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

멤브레인이 4 이상의 N<sub>2</sub>/CO 선택도를 갖는 발전기(8).

**청구항 7**

연료 스트림(76)을, MFI 제올라이트 멤브레인을 포함하는 무기 분자체를 포함하는 불활성 가스 격리 유닛(32)을 통해 통과시켜 상기 연료 스트림(76)으로부터 N<sub>2</sub>를 제거하고 잔류물 스트림을 형성시키되, 상기 연료 스트림(76)이 3.7 MJ/m<sup>3</sup> 이하의 발열량을 갖고, 상기 잔류물 스트림이 6.7 내지 7.5 MJ/m<sup>3</sup>의 발열량을 갖는, 발전기(8)의 작동 방법.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

연소하기 전에 산화제(78) 스트림을 압축시키는 단계; 및 연소 스트림을 터빈을 통해 통과시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 연소 시스템, 더욱 구체적으로는 낮은 발열량을 갖는 연료를 사용하기 위한 연소 시스템과 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 현존하는 고성능 동력 발생은 흔히 가스 터빈 기술에 기초한다. 그러나, 가스 터빈은 통상적으로 천연가스 연료로 작동하도록 설계된다. 광범위하게 분포되어 상호 연결되는 가스 파이프라인 및 액체 천연가스(LNG) 수입이 다양한 가스 품질을 주도한다. 또한, 대체 연료의 사용, 예컨대 바이오연료, 합성가스, 기화 산업용 폐기물, 예컨대 펄프 산업으로부터의 흑액(black liquor), 석유 재련 산업으로부터의 잔유, 및 철 및 강철 산업으로부터의 가스(예컨대 용광로 가스)는 점차 상업적으로 필수품이 되고 있다. 소비자는 최소의 하드웨어 또는 제어 변화로 신규 환경에서 작동하여 다양한 연료에 순응하는 가스 터빈 장비를 요구할 것이다. 이러한 다수의 대체 연료의 중요한 통상적 특징은 그들의 낮은 발열량이다.

[0003] 전 세계적인 공기 오염에 대한 우려는 더욱더 배출 표준을 엄격하게 하였다. 이들 표준은 동력 산업에 의해 생성되는 질소 산화물(NO<sub>x</sub>), 불연소 탄화수소(HC), 일산화탄소(CO) 및 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)의 배출을 규제한다. 특히, 이산화탄소는 온실 가스로서 규정되어 있으며, 이는 대기로 배출되는 이산화탄소의 농도를 감소시키기 위해 이행되는 다양한 기술을 초래한다.

[0004] 합성가스 변환 및 후속적인 정제의 적용(예컨대 석탄 기화 공정으로부터의 생성 후)은 석탄으로부터 전기 생성을 위한 통합된 기화 조합 사이클(integrated gasification combined cycle; IGCC) 발전기, 및 석탄으로부터 수소 및 전기와 같은 다수의 생성물을 생성시키는 IGCC계 다생산(polygeneration) 플랜트를 위해 사용될 수 있으며, 이산화탄소 분리를 포함하는 다른 플랜트에 유용하다. 또한, 정제는 천연 가스, 중질유, 바이오매스(biomass) 및 다른 황-함유 중질 탄소 연료를 비롯해 전기 생성 또는 다생산에 사용되는 것과 같은 다른 탄화수소-유도된 합성가스에 적용 가능하다.

[0005] 따라서, 오염 배출물(예컨대 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 산화질소(NO<sub>x</sub>))을 최소화하면서 광범위한 연료를 사용하여 가스 터빈을 효율적이고 안전하고 신뢰적으로 작동할 수 있는 방법과 시스템이 크게 가치 있으며 계속해서 찾고 있다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

[0006] 본원에서는 동력 시스템, 및 낮은 발열량 연료를 더욱 높은 발열량 연료로 전환시키기 위한 방법과 시스템, 및 이들의 용도가 개시된다.

과제 해결수단

[0007] 하나의 실시양태에서, 발전기는, 약 100 Btu/scf 이하의 발열량을 갖는 연료를 포함하는 연료 공급기, 상기 연료 공급기와 유체 연통하는 불활성 가스 격리 유닛, 및 상기 불활성 가스 격리 유닛 및 산화제 공급기의 하류에

위치하여 그들과 유체 연통하는 가스 터빈 엔진 조립체를 포함한다. 불활성 가스 격리 유닛은 CO로부터 N<sub>2</sub>를 분리하며 약 110 Btu/scf 이상의 발열량을 갖는 잔류물 스트림을 형성하도록 구성된 멤브레인을 포함한다. 가스 터빈 엔진 조립체는 동력을 발생하도록 구성된다.

[0008] 하나의 실시양태에서, 연소 시스템은, 약 100 Btu/scf 이하의 발열량을 갖는 연료를 포함하는 연료 공급기, 상기 연료 공급기와 유체 연통하는 불활성 가스 격리 유닛, 및 상기 불활성 가스 격리 유닛 및 산화제 공급기의 하류에 위치하여 그들과 유체 연통하는 가스 터빈 엔진 조립체를 포함한다. 불활성 가스 격리 유닛은 CO로부터 N<sub>2</sub>를 분리하며 약 110 Btu/scf 이상의 발열량을 갖는 잔류물 스트림을 형성하도록 구성된 멤브레인을 포함한다.

[0009] 하나의 실시양태에서, 발전기를 작동하는 방법은, 연료 스트림을 불활성 가스 격리 유닛을 통해 통과시켜 상기 연료 스트림으로부터 N<sub>2</sub>를 제거하고 잔류물 스트림을 형성시키는 단계, 및 상기 잔류물 스트림 및 산화제 스트림을 연소시켜 연소 스트림을 형성하는 단계를 포함한다. 연료 스트림은 100 Btu/scf 이하의 발열량을 갖고, 잔류물 스트림은 약 110 Btu/scf 이상의 발열량을 갖는다.

**효 과**

[0010] 본 발명에 따르면, 연료 발열량을 개선시키고 불활성 가스를 비용 효과적으로 제거할 수 있는 멤브레인 방법 및 멤브레인을 개시한다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

[0011] 이하 도면 및 상세한 설명에 의해 앞서 기재된 특징과 기타 특징들이 예시된다.

[0012] 연료 발열량을 개선시키고 가스 터빈용 연료 가스로서 코크 오븐 가스의 블렌딩을 제거 또는 감소시킬 수 있는, 용광로 가스와 같은 공정 연료로부터 불활성 가스(주로 N<sub>2</sub>, 및 선택적으로 CO<sub>2</sub>)를 비용 효과적으로 제거할 수 있는 멤브레인 방법 및 멤브레인을 개시한다. 개시된 방법은 가스 터빈 장비를 낮은 발열량 연료에 순응하는데 요구되는 최소 터빈 하드웨어 및 제어 변화로 작동하게 한다. 더욱 특히는, 낮은 발열량(예컨대 낮은 Btu) 공정 연료 가스(예컨대 약 90 Btu/scf 이하)로부터 질소(N<sub>2</sub>) 및 선택적으로 다른 불활성 성분(예컨대 CO<sub>2</sub>), 구체적으로 용광로 가스("BFG"; N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, 일산화탄소(CO) 및 수소(H<sub>2</sub>)의 혼합물)를 제거하기 위한 것으로서, 질소 농도가 50부피% 이하인 멤브레인 방법 및 멤브레인을 개시하고 있다. 상기 방법은, 낮은 Btu 연료 가스 공급물 스트림을 충분한 플릭스와 선택성을 갖는 멤브레인과 접촉시켜서, 이를 가스 멤브레인 분리 조건 하에서 불활성 가스(예컨대 N<sub>2</sub> 및 CO<sub>2</sub>)-풍부화된 투과 분획과 불활성 가스-부족 잔류물 분획으로 분리시키는 것을 포함한다. 잔류물 분획은 실질적으로 향상된 Btu 값, 예컨대 약 110 Btu/scf 이상, 더욱 특히는 약 140 Btu/scf 이상, 더욱더 특히는 약 180 Btu/scf 이상을 가질 수 있다. 180 Btu/scf 이상에서, 잔류물 분획은 가스 터빈 동력 발생 용도에 적합하다. 더욱 낮은 값에서, 잔류물 분획은 블렌딩 가스의 더욱 적은 스트림을 사용하는 가스 터빈 엔진 용도에 사용될 수 있다. 또한, N<sub>2</sub>/CO를 분리시키는 이 멤브레인 기술이 또한 다른 분리, 예컨대 Jenbacher 기계에서 사용되는 코크 오븐 가스로부터의 오염물의 제거에 사용될 수 있다.

[0013] 다양한 공정 연료, 예컨대 강철 공정, 낮은 품질/불량한(rank) 석탄을 사용하는 공기-취입된 기화, 및 정련을 사용하는 산소-취입된 기화로부터의 용광로 가스는 오직 천연 가스의 것의 분율인 발열량을 갖는다. 용광로 가스는 전형적으로 약 75 내지 약 100 Btu/scf의 낮은 발열량을 갖되, 다수의 가스 터빈 유닛은 약 180 내지 약 200 Btu/scf의 발열량을 갖는 연료를 사용한다. 예를 들면, 55부피% N<sub>2</sub>, 20부피% CO<sub>2</sub>, 20부피% CO 및 2 내지 3 부피% H<sub>2</sub>의 조성(용광로 가스의 총 부피를 기준으로 함)을 갖는 용광로 가스는 약 75 Btu/scf의 발열량을 갖는다. 그러므로, 이 용광로 가스를 가스 터빈에서 사용하기 위해서는, 코크 오븐 가스, 천연 가스 등과 블렌딩하여 발열량을 약 180 Btu/scf로 충분하게 상승시킨다. 그러나, 공정 연료로부터의 불활성 가스의 제거는 연료 발열량을 개선시키고, 블렌딩 가스를 감소 또는 심지어 제거시킬 수 있다.

[0014] 가스 터빈 성능은 연료의 발열량에 의해 크게 영향을 받는다. 연료 유동은 발열량이 강하하는 경우 증가하여 공정에 열을 제공하지만, 압축기는 추가의 대량 유동을 압축시키지 않는다. 증가된 대량 유동에 대한 몇몇 부작용이 존재한다. 1) 터빈을 통한 대량 유동에서의 증가는 터빈에 의해 전개된 동력을 증가시킨다. 압축기는

동력에서의 증가 일부를 사용하며, 이로 인해 압축기를 가로지르는 압력 비율을 증가시키고 이를 서징(surge) 한계에 근접하게 유도한다. 2) 터빈 동력에서의 증가는 또한 동력 기차 내의 터빈 및 모든 장비를 그들의 100% 등급 이상으로 작동시킬 수 있다. 그러므로, 일부 경우 더욱 높은 한계의 등급을 갖는 장비(예컨대 더욱 고가의 장비)가 요구될 수 있다. 3) 파이프의 크기와 비용은 연료 유량의 증가에 따라 증가한다. 4) 더욱 낮은 발열량을 갖는 가스는 보통 터빈에 전달되기 전에 물로 포화되며, 이로 인해 연소된 생성물의 열 전달 계수에서의 증가를 초래하며, 따라서 터빈의 온도가 증가된다. 5) 연료를 연소시키는데 요구되는 공기의 양은 발열량이 감소함에 따라 증가한다. 종합해 보면, 높은 점화 오도를 갖는 가스 터빈은 낮은 발열량 연료를 사용하여 작동할 수 없다.

[0015] 본 발명은 가스 스트림(예컨대 낮은 Btu 공정 연료 가스; 100 Btu/scf 이하의 발열량을 갖는 연료 가스), 특히 용광로 가스로부터 N<sub>2</sub> 및 다른 불활성 성분(예컨대 CO<sub>2</sub>)의 제거를 위한 멤브레인 방법 및 멤브레인을 개시한다. 상기 방법은, 연료 가스 공급물 스트림을 충분한 플럭스와 선택성을 갖는 멤브레인과 접촉시켜서 상기 연료 가스를 불활성 가스(예컨대 N<sub>2</sub> 및 CO<sub>2</sub>)-풍부화된 투과 분획과 불활성 가스-부족 잔류물 분획으로 분리시키는 것을 포함한다. 분리한 결과로서, 잔류물 분획은 실질적으로 향상된 발열량을 가지며, 발전기에 직접(또는 최소의 블렌딩 가스와 함께) 사용될 수 있는데, 예컨대 가스 터빈 동력 발생 용도에서 연료로서 터빈에 이송될 수 있다.

[0016] 도 1은 예시적인 가스 터빈 조립체(10)를 포함하는 예시적인 발전기(8)의 개략도이다. 가스 터빈 엔진 조립체는 공기 스트림(78) 중의 산화제(예: 공기)를 수용하며, 연료는 혼합기(제시되지 않음) 및 연소기(16)로의 도입 전에 불활성 가스(N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) 격리 유닛(74)를 통해 통과한다. 불활성 가스 격리 유닛은 불활성 가스 선택적 멤브레인을 포함한다.

[0017] 이론에 구속되지 않고서, 중합체 멤브레인을 통한 가스의 수송은 용액-확산 메커니즘에 의해 작동한다. 용액-확산 메커니즘은 3개의 단계를 갖는 것으로 생각된다: 상류 경계에서의 포획(예컨대 흡수 및/또는 흡착), 멤브레인을 통한 활성화된 확산(용해), 및 하류 측에서의 방출(예컨대 탈착 및/또는 증발). 이 가스 수송은 상류와 하류 측들에 존재하는 열동력학적 활성에서의 차이, 및 멤브레인 물질을 구성하는 분자와 투과 분자 사이의 상호작용력에 의해 유도된다. 활성에서의 차이는 농도 차이를 초래하며, 이로 인해 증가하는 활성의 방향으로 확산된다. 사용되는 특정 멤브레인은 여러 종류의 투과를 제어하는 능력에 기초한다.

[0018] 다시, 이론에 구속되지 않고서, 다공성 무기 멤브레인(들)을 통한 가스의 수송에서, 일부 메커니즘(들)은 다공성 멤브레인을 가로지르는 가스의 수송에 관여할 수 있다. 크누드센(Knudsen) 확산, 표면 확산, 모세관 축합, 적층 유동 및/또는 분자 체질(molecular sieving). 여러 메커니즘의 상대적 기여도는 멤브레인과 가스의 성질, 및 온도 및 압력과 같은 작동 조건에 의존한다. 분자체 멤브레인(예컨대 제올라이트 및 카본 분자체)은 다공성이며, 분자의 크기에 따라 선별될 수 있는 분자 치수(0.5 nm 초과)의 구멍들을 함유한다.

[0019] 투과성 또는 두께-정규화된 투과도가, 물질 두께와 곱하고, 면적에 의해 및 물질을 가로지르는 압력에 의해 나뉘는 멤브레인을 통한 가스 유량임을 주지한다. 이 양을 측정하기 위해, 장벽은 면적 1 cm<sup>2</sup> 및 압력에서의 수은 차이 1 cm마다 두께 1cm를 곱한 10<sup>-10</sup> cm<sup>3</sup>/초의 유량(표준 온도와 압력, 0°C와 1기압에서의 부피)으로 나타내는 투과도이다. 용어 "멤브레인 선택성" 또는 "선택성"은 2개의 가스들의 투과도의 비율이며, 상기 2개의 가스를 분리시키는 멤브레인의 능력의 척도이다. 예를 들면, N<sub>2</sub> 선택적 멤브레인의 선택성은 CO의 것에 대한 멤브레인을 통한 N<sub>2</sub>의 투과도의 비율이다. 멤브레인은 바람직하게는 약 4 이상의 선택성, 더욱 특히는 약 8 이상, 더욱 더 특히는 약 12 이상의 선택성을 갖는다.

[0020] 가능한 멤브레인은 중합체 멤브레인(예컨대, 비다공성 중합체 멤브레인, 예컨대 아크릴레이트 공중합체, 말레산 공중합체, 폴리이미드, 폴리설폰 등), 무기 분자체(예컨대 바람직하게 배향된 MF1 제올라이트 멤브레인), 나노-다공성 세라믹 멤브레인, 유기/무기 하이브리드 멤브레인, 예컨대 혼합된 매트릭스 멤브레인, 전이금속 이온을 갖는 축진화 멤브레인, 및 부동화되고/되거나 가교결합된 이온성 액체를 포함하는 멤브레인, 및 상기한 것들 중 하나 이상을 포함하는 조합을 포함한다. 멤브레인은 다양한 형태, 예컨대 나선-권취된 모듈 배치구조로 포장된 평탄-시트 형태, 공동 섬유 형태, 관 형태 등으로 사용될 수 있다.

[0021] 실제적으로, 멤브레인은 흔히 지지 층 상에 배치된 분리 층을 포함한다. 비대칭 무기 멤브레인에서, 다공성 지지체는 분리 층과 다른 물질을 포함할 수 있다. 비대칭 무기 멤브레인을 위한 지지 물질은 다공성 알루미늄, 티타니아, 코르디에라이트(cordierite), 카본, 실리카 유리(예: 비코르(Vycor)(등록상표)) 및 금속, 및 이들 물

질들 중 하나 이상을 포함하는 조합을 포함한다. 다공성 금속 지지 층은 철 물질, 니켈 물질 및 이들 물질들 중 하나 이상을 포함하는 조합, 예컨대 스테인레스 스틸, 철계 합금 및 니켈계 합금을 포함한다. 중합체 멤브레인은 중합체 또는 무기 지지체 상에 배치될 수 있다. 예를 들면, 가능한 멤브레인은 B-함유 다공성 유리 디스크로부터 에틸렌디아민, 트라이-n-프로필아민 및 H<sub>2</sub>O의 혼합된 증기 중에서 제조된 B-Al-ZSM-5 제올라이트 멤브레인이다. 이론에 구속되지 않고서, {101}/{011} 및 {002}의 배향을 갖는 결정이 멤브레인에 주로 점유하고 있는 기재 표면에 평행하게 평탄화되는 것으로 생각된다.

[0022] 가스 터빈 엔진 조립체(10)는 고압 압축기(14)(예컨대, 스트림을 약 45 바아 이상의 압력까지 압출시킬 수 있음), 연소기(16) 및 고압 터빈(18)을 포함하는 코어 가스 터빈 엔진(12)을 포함한다. 가스 터빈 엔진 조립체(10)는 또한 저압 압축기(20)(예컨대 약 5 바아 이하로 압출시킬 수 있음) 및 저압 터빈(22)을 포함한다. 고압 압축기(14) 및 고압 터빈(18)은 제 1 샤프트(24)에 의해 커플링되고, 저압 압축기(20)는 제 2 샤프트(26)에 의해 중간 압력 터빈(제시되지 않음)에 연결된다. 예시적인 실시양태에서, 저압 터빈(22)은 샤프트(30)를 통해 로드(load), 예컨대 발전기(28)에 연결된다. 예시적인 실시양태에서, 코어 가스 터빈 엔진(12)은 오하이오주 신시내티 소재의 제너럴 일렉트릭 에어크래프트 엔진스(General Electric Aircraft Engines)로부터 입수 가능한 LMS100이다.

[0023] 가스 터빈 엔진 조립체(10)는 고압 압축기(14) 내에 유입되는 압축 기류의 온도 감소를 촉진시키기 위해 중간냉각기(40)를 포함할 수 있다. 더욱 특히는, 중간냉각기(40)는 저압 압축기(20)와 고압 압축기(14) 사이의 유동 연통하여서 저압압축기(20)로부터의 배출된 기류가 고압 압축기(14)에 공급되기 전에 냉각된다.

[0024] 발전기(8)는 열 회수 스팀 발생기(HRSG)(50)를 또한 포함하는데, 이는 가스 터빈 엔진 조립체(10)로부터 배출된 상대적으로 고온인 배출 스트림을 수용하고 이 열 에너지를 HRSG(50)를 통해 유동하는 작업 유체에 전달하여서 스팀 터빈(52)을 예시적 실시양태에서 유도하는데 사용될 수 있는 스팀을 발생시키도록 구성된다. 드레인(54)은 HRSG(50)의 하류에 위치하여서 HRSG(50)로부터 배출된 배출 스트림으로부터 축합물을 실질적으로 제거할 수 있다. 탈습기(dehumidifier)(제시되지 않음)는 또한 배출 스트림으로부터의 물 제거를 촉진시키기 위해 HRSG(50)의 하류 및 드레인(54)의 상류에 사용될 수 있다. 탈습기는 건조제 공기 건조 시스템을 포함할 수 있다.

[0025] 중간냉각기(40 등)는 개별적으로 물-공기 열 교환기, 공기-공기 열 교환기 등일 수 있다. 물-공기 열 교환기는 이를 통해 유동하는 작업 유체(제시되지 않음)를 가질 수 있다. 예를 들면, 작업 유체는 발전기(8)에 근접하게 위치하는 물의 몸체로부터 채널화되는 미가공 물일 수 있다(예컨대 호수). 공기-공기 열 교환기는 이를 통해 유동하는 냉각 기류(제시되지 않음)를 가질 수 있다.

[0026] 작동 도중, 연료는 불활성 가스 격리 유닛(74)을 통해 통과하며, 여기서 N<sub>2</sub> 및 선택적으로 다른 불활성(예컨대 비연소성) 가스(들)(예: CO<sub>2</sub>)는 연료 스트림으로부터 제거된다. 그 다음, 연료 스트림(76)은 예컨대 압축기(14)로부터 공기로 연소되는 연소기(16) 내에 유입된다.

[0027] 가스 터빈 엔진 조립체(10)는 약 600°F(316°C) 내지 약 1,300°F(704°C)의 온도를 갖는 배출 스트림을 생성시킨다. 가스 터빈 엔진 조립체(10)로부터 배출된 배출 스트림은 HRSG(50)로부터 채널화되며, 여기서 상기 배출 스트림으로부터의 열 에너지의 실질적인 부분은 이를 통해 채널화된 작업 유체에 전달되어 전술된 바와 같이 스팀 터빈(52)을 유도하는데 사용될 수 있는 스팀을 발생시킨다. HRSG(50)는 배출 스트림의 작업 온도를 약 75°F(24°C) 내지 약 125°F(52°C)의 온도까지 감소시키는 것을 촉진시킨다. 예시적인 실시양태에서, HRSG(50)는 배출 스트림의 작업 온도를 약 100°F(38°C)의 온도까지 감소시키는 것을 촉진시킨다. 하나의 실시양태에서, 배출 스트림은 또한 추가의 열 교환기(제시되지 않음)를 통해 채널화되어 배출 스트림으로부터 물을 추가로 응축시킬 수 있으며, 이후 물은 예컨대 드레인(54)을 통해 배출된다.

[0028] 불활성 성분의 제거를 위한 멤브레인 방법 및 멤브레인이 도 1에 예시된 발전기와 관련되어 기재되었지만, 이들 멤브레인 및 방법은 기상 스트림으로부터의 N<sub>2</sub> 제거가 요구되는 다른 시스템 또는 임의의 변형된 발전기에 사용될 수 있다. 본 발명의 멤브레인을 포함하는 장치는 잔류물 스트림의 발열량이 불활성 가스(예컨대 N<sub>2</sub>) 제거 후 약 180 내지 약 200 Btu/scf인 경우 특히 유용하다.

[0029] 하기 실시예는 본 발명의 넓은 범위를 제한하지 않는 멤브레인 및 그의 용도를 추가로 설명하고자 제공된다.

[0030] 실시예

[0031] 실시예 1:

[0032] 도 2의 실시양태에 따라 연료 스트림 중의 CO로부터 N<sub>2</sub>를 분리시키는 방법을 입증하기 위해 컴퓨터 계산을 실시한다. 미가공 용광로 가스는 하기 표 1에 제시된 조성 부피% 및 발열량인 것으로 추정된다. 질소, 이산화탄소, 일산화탄소 및 수소에 대한 제올라이트 멤브레인의 상대 투과도는 각각 7.7, 41, 1 및 130이다.

표 1

미가공 용광로 가스	
성분	조성(부피%)
질소	58.0
이산화탄소	18.5
일산화탄소	21.5
수소	2.0
발열량(Btu/scf)	75

[0033]

[0034] 표 2는, 미가공 용광로 가스를 여러 회수율로 전술된 제올라이트 멤브레인에 의해 분리되는 경우의 계산된 잔류물 조성 및 발열량을 나타낸다(공급 유량에 대한 투과 유량의 비율, 또는 멤브레인을 통해 투과하는 공급물의 부피%).

표 2

잔류물 조성 및 발열량			
조성(부피%)	조성(부피%)		
	30% 회수	50% 회수	70% 회수
질소	63.9	59.7	41.2
이산화탄소	6.4	0.7	0
일산화탄소	29.7	39.4	58
수소	0	0	0
발열량(Btu/scf)	96	127	189

[0035]

[0036] 표 2는 잔류물의 발열량이 멤브레인을 통해 투과하는 불활성 질소와 이산화탄소의 결과로서 잔류물 중의 일산화탄소 농도의 증가와 함께 증가하는 것으로 나타난다. 잔류물의 발열량은 30%, 50% 및 70%의 회수율 각각에 대해 96, 127 및 189이다. 즉, 본 발명의 불활성 가스 격리 유닛에서, 약 115 Btu/scf 이상, 더욱 특히는 약 130 Btu/scf 이상, 더욱더 특히는 약 160 Btu/scf 이상, 더욱더 특히는 약 175 Btu/scf 이상, 더욱더 특히는 약 185 Btu/scf 이상의 발열량을 갖는 잔류물 스트림이 형성될 수 있다.

[0037] 비교 실시예 1:

[0038] 폴리다이메틸실록세인(PDMS) 멤브레인에 대한 컴퓨터 계산을 실시한다. 미가공 용광로 가스는 표 1에서 부피% 조성인 것으로 추정되었다. 이 미가공 용광로 가스의 발열량은 75 Btu/scf이다. 질소, 이산화탄소, 일산화탄소 및 수소에 대한 PDMS 멤브레인의 상대 투과도는 각각 0.76, 6.4, 1 및 1.9이다.

[0039] 표 3은 미가공 용광로 가스가 전술된 PDMS 멤브레인에 의해 여러 회수율(%)로 분리되는 경우의 계산된 잔류물 조성 및 발열량을 나타낸다(공급 유량에 대한 투과 유량의 비율, 또는 멤브레인을 통해 투과하는 공급물의 부피%).

표 3

잔류물 조성 및 발열량			
성분	조성(부피%)		
	10% 회수	30% 회수	50% 회수
N <sub>2</sub>	61.6	68.8	74.2
CO <sub>2</sub>	14	5.3	0.7
CO	22.5	24.1	23.9
H <sub>2</sub>	2	1.8	1.3
발열량(Btu/scf)	78	82	80

[0040]

[0041] 표 3은 잔류물 스트림의 발열량이 최소로 증가하는 것으로 나타난다. PDMS 멤브레인은 이산화탄소를 투과하고 질소를 거부한다. 결과로서, 잔류물 스트림 중의 높은 발열량 일산화탄소의 부피 비율은 10%, 30% 및 50%의 회수율 크게 변하지 않는다. 따라서, PDMS 멤브레인은 용광로 가스의 발열량을 크게 보강시키는데 유용하지



않다.

[0042] 비교 실시예 2:

[0043] 셀룰로스 아세테이트(CA) 멤브레인에 대한 컴퓨터 계산을 실시한다. 미가공 용광로 가스는 표 1에서 부피% 조성인 것으로 추정되었다. 이 미가공 용광로 가스의 발열량은 75 Btu/scf이다. 질소, 이산화탄소, 일산화탄소 및 수소에 대한 CA 멤브레인의 상대 투과도는 각각 0.62, 23, 1 및 50이다.

[0044] 표 4는 미가공 용광로 가스가 전술된 CA 멤브레인에 의해 여러 회수율(%)로 분리되는 경우의 계산된 잔류물 조성 및 발열량을 나타낸다(공급 유량에 대한 투과 유량의 비율, 또는 멤브레인을 통해 투과하는 공급물의 부피 %).

**표 4**

잔류물 조성 및 발열량			
성분	조성(부피%)		
	10% 회수	30% 회수	50% 회수
N <sub>2</sub>	63.6	74.1	77.6
CO <sub>2</sub>	12.3	0.3	0
CO	23.4	25.6	22.4
H <sub>2</sub>	0.7	0	0
발열량(Btu/scf)	77	82	72

[0045]

[0046] 여기에서는 잔류물 스트림의 발열량이 최소로 증가하거나, 또는 10%, 30% 및 50%의 회수율에서 발열량이 약간 감소하는 것으로 나타난다. CA 멤브레인은 이산화탄소를 투과하고 질소를 거부한다. 결과로서, 잔류물 스트림 중의 높은 발열량 일산화탄소의 부피 분율은 10%, 30% 및 50%의 회수율 크게 변하지 않았다. 따라서, CA 멤브레인은 용광로 가스의 발열량을 크게 보장시키는데 유용하지 않다. 본 발명의 멤브레인 및 방법은 기상 연료 중의 CO로부터 N<sub>2</sub>를 분리시킬 수 있으며, 따라서 연료의 발열량을 보장시킬 수 있다. 단지 CO가 연료(예컨대 용광로 가스)로부터 제거되면, 발열량은 10 Btu/scf 미만까지 증가한다. 그러나, 용광로 가스로부터 N<sub>2</sub>를 제거하면 발열량은 약 40 Btu/scf 이상, 특히는 약 60 Btu/scf 이상, 더욱 특히는 약 80 Btu/scf 이상, 더욱더 특히는 약 100 Btu/scf 이상까지 증가한다. 멤브레인은 CO로부터 N<sub>2</sub>를 분리시킬 수 있어서, 잔류물 스트림 중의 CO 농도가 잔류물 스트림의 총 부피를 기준으로 약 35부피% 이상, 더욱 특히는 약 45부피% 이상, 더욱더 특히는 55부피% 이상이 된다.

[0047] 본원에 개시된 범위가 포함되며 조합 가능하다(예컨대, "약 25부피% 이하, 더욱 특히는 약 5 내지 약 20부피%"의 범위는 "약 5 내지 약 25부피%" 등의 범위의 말단 및 모든 중간 값들을 포함한다). "조합"은 블렌드, 혼합물, 합금, 반응 생성물 등을 포함한다. 더욱이, 본원의 용어 "제 1", "제 2" 등은 임의의 순서, 양 또는 중요도를 나타내는 것이 아니며, 하나의 요소를 다른 것과 구별하는데 사용되고, 관사 "a" 및 "an"은 양을 제한하는 것이 아니며, 인용하는 품목의 하나 이상의 존재를 나타내는 것이다. 양과 관련되어 사용되는 수식어 "약"은 상태 값을 포함하며 문맥에 의해 지적되는 의미를 갖는다(예컨대 특정 양의 측정치와 관련된 오류의 정도를 포함한다). 본원에서 사용되는 바와 같은 접미사 "(들)"은 이 것이 수식하는 용어를 단수 또는 복수 모두 포함하며, 이로 인해 용어의 하나 이상을 포함한다(예컨대, 착색제(들)는 하나 이상의 착색제를 포함한다). 명세서 전반에 참고된 "하나의 실시양태", "다른 실시양태", "실시양태" 등은 상기 실시양태와 관련하여 기재된 특정 요소(예컨대, 특징, 구조 및/또는 특성)가 본원에 기재된 하나 이상의 실시양태로 포함되며, 다른 실시양태로 존재하거나 그렇지 않을 수 있음을 의미한다. 또한, 전술된 요소는 다양한 실시양태에서 임의의 적합한 방식으로 조합될 수 있는 것으로 이해된다.

[0048] 모든 인용 특허, 특허출원 및 기타 참조문헌은 본원에 참고로 전반적으로 인용되고 있다. 그러나, 본 발명에서의 용어는 인용된 참조문헌과 모순 또는 상충되지 않는다면, 본 발명의 용어는 인용된 참조문헌의 상충하는 용어에 대해 우선한다.

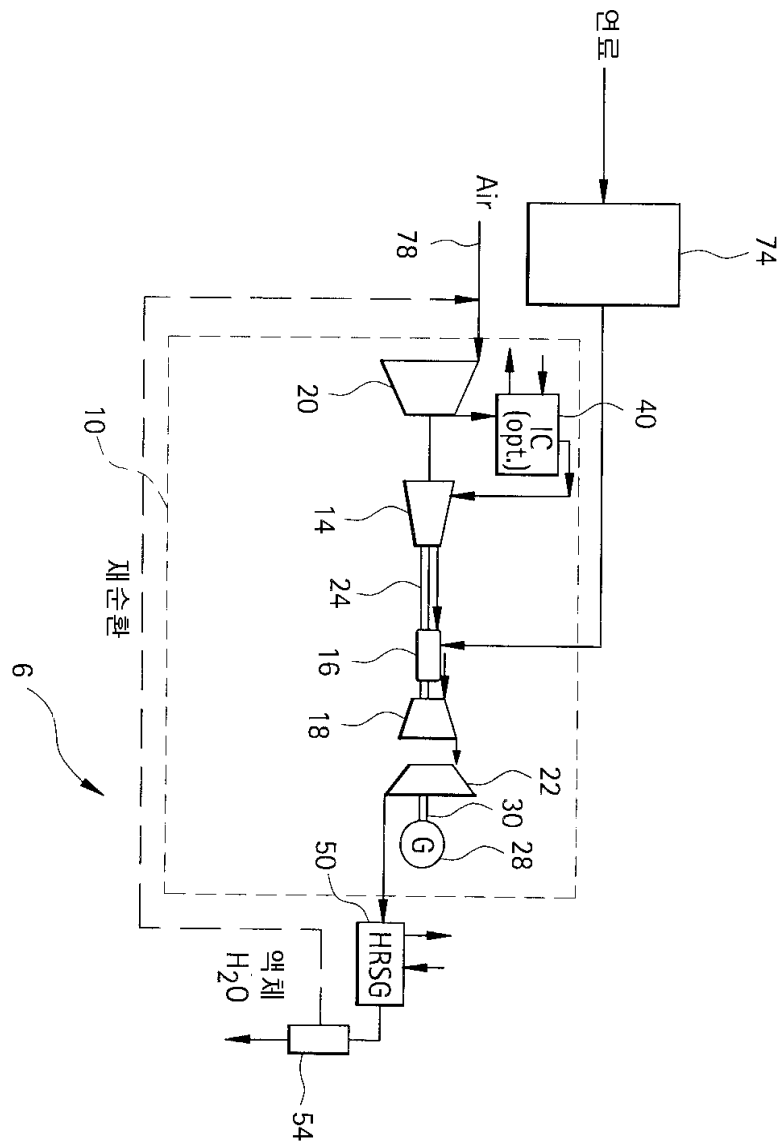
[0049] 본 발명이 바람직한 실시양태를 참고하여 기재되지만, 당해 분야의 숙련자라면 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고서 다양한 변화가 가능하고 그의 요소에 대해 동등한 내용이 교체될 수 있음을 이해할 것이다. 또한, 본 발명에 교시내용에 대해 특정 상황 또는 물질을 채택하는데 있어 그의 본질적인 범위에서 벗어나지 않고서 여러 변경이 가능하다. 따라서, 본 발명은 그를 실시하기 위해 고려된 가장 바람직한 방식으로 개시된 특정 실시양태에 국한되지 않으며, 본 발명은 첨부된 특허청구범위 내에 속하는 모든 실시양태를 포함할 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0050] 도면을 참고하면, 이는 예시적인 것이고 제한적인 것이 아니며, 유사 번호는 유사하게 넘버링된다.
- [0051] 도 1은 불활성 가스 격리 유닛을 갖는 예시적인 발전기의 개략도이다.
- [0052] 도 2는 제올라이트 멤브레인에 대한 투과된 부피% 대 농축물 중의 부피%로 나타내는 멤브레인 투과도의 그래프이다.

**도면**

**도면1**



도면2

