



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0000004
(43) 공개일자 2025년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F17C 9/02 (2006.01) B63B 25/16 (2006.01)
B63B 35/44 (2006.01) B63J 3/04 (2006.01)
C01B 3/24 (2006.01) C09C 1/48 (2006.01)
F01D 15/10 (2006.01) F01K 23/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F17C 9/02 (2013.01)
B63B 25/16 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0080048

(22) 출원일자 2023년06월22일

심사청구일자 2023년06월22일

기술이전 희망 : 기술양도

(71) 출원인

최재웅

경기도 안양시 동안구 동편로 110 (관양동, 동편마을) 309-201

(72) 발명자

최재웅

경기도 안양시 동안구 동편로 110 (관양동, 동편마을) 309-201

전체 청구항 수 : 총 7 항

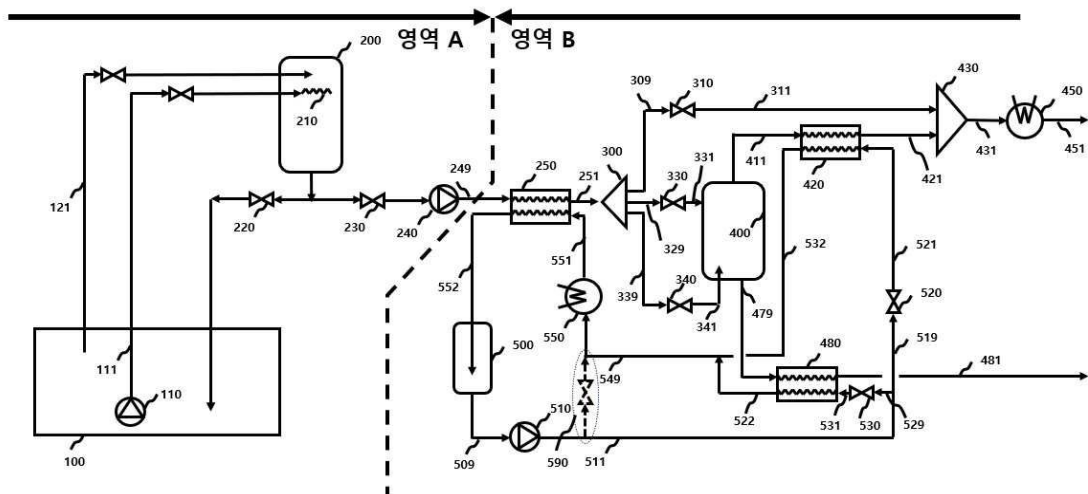
(54) 발명의 명칭 수소혼합 천연가스 공급 시스템

(57) 요약

본 발명은 온실가스 감축을 위해 사용이 증가하고 있는 천연가스 공급 설비인 부유식 재기화설비 (FSRU: Floating Storage, Regasification Unit) 또는 육상 LNG 터미널에 적용 가능한 것으로, 천연가스보다 온실가스 감축을 더욱 높이기 위해, 독립적인 수소 공급망이 필요없이 구현하기 위한 수소혼합 천연가스 공급에 관한 것으

(뒷면에 계속)

대표도



로, 천연가스를 수소생산용과 생산된 수소와 혼합용으로 구분하고, 수소생산용 천연가스는 열분해 방식으로 수소와 블랙카본으로 분리하고, 이를 혼합용 천연가스와 혼합하여 수요처 또는 소모처의 수소혼합 요구조건에 따라 공급하는 수소혼합 천연가스 공급 시스템을 구현하는 것이다. 이 과정에서, 천연가스의 열분해는 이산화탄소를 발생 없이 수소와 블랙카본을 생산하여 수요처 또는 소모처의 이산화탄소 발생을 근원적으로 감축할 수 있는 방안으로 활용되며, 별도의 이산화탄소 처리설비인 포집/액화/저장/이송 등이 필요없는 장점이 있게 된다. 또한, 부산물로 생산되는 블랙카본은 타이어나 코팅 등의 복합소재 분야 및 탄소섬유 등의 신소재 산업분야 등과 탄소농업 분야 등에 활용되는 소재가 되므로, 천연가스의 경제성 있는 온실가스 감축 기술이 되는 것이다. 이와 같은 공정기술은 LNG 터미널로부터의 천연가스 공급 외에도 LNG를 연료로 사용하는 제반 시스템에도 적용 가능한 수소혼합 천연가스 공급 시스템이 되는 것이다.

(52) CPC특허분류

B63B 35/44 (2013.01)
B63J 3/04 (2013.01)
C01B 3/24 (2013.01)
C09C 1/48 (2013.01)
F01D 15/10 (2013.01)
F01K 23/02 (2013.01)
C01B 2203/0861 (2013.01)
C01B 2203/1241 (2013.01)
F17C 2270/0123 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

액화천연가스를 기화시켜 수요처로 공급하는 육상 또는 해상 터미널과, 액화천연가스를 기화시켜 연료로 사용하는 엔진 또는 터빈 또는 보일러 등의 소모처에 있어서,

액화천연가스를 기화시키는 기화기(250);와

기화된 천연가스를 일부는 열분해용 가스 스트림으로 공급하고, 일부는 열분해 반응을 위한 열에너지 확보를 위해 열분해기로 입력되는 열분해기 가열 스트림으로 공급하며, 나머지 천연가스는 열분해기를 거치지 않는 바이패스용 천연가스 스트림으로 공급하도록 구성되는 천연가스 분배기(300);와

열분해기 가열 스트림을 통해 열분해 반응 에너지를 공급받고, 열분해용 가스 스트림을 통해 수소와 블랙카본으로 열분해 되는 천연가스를 공급받는, 열분해 반응을 담당하는 열분해기(400);를 두고,

열분해기에서 열분해 반응으로 생성된 수소 및 미반응 잔여 천연가스로 이루어진 열분해기 후단의 수소혼합 고온가스 스트림과, 열분해기를 거치지 않는 바이패스용 천연가스 스트림을, 수요처 또는 소모처의 수소혼합 요구조건에 따라 혼합률을 제어하는 가스 혼합기 및 제어기;를 두며,

부산물인 블랙카본은 별도로 분리;하여 저장하는 것을

특징으로 하는 수소혼합 천연가스 공급 시스템.

청구항 2

상기 1항에 있어서

열분해기는 고온 열분해 또는 저온 열분해 또는 플라즈마 방식 열분해 또는 촉매 기반의 열분해나 이들의 조합;을 기반으로 할 수 있으며,

열분해기의 반응 최적화를 위해 반응기 내부의 온도와 압력 등을 제어하도록 반응 제어기;를 구성하여 반응기 내의 반응 현상을 조절을 할 수 있으며,

플라즈마 방식의 경우, 플라즈마 생성용 캐리어 가스로는 아르곤이나 질소 또는 이산화탄소 등을 사용하며, 플라즈마 발생 소스로는 직류, 교류, 전자기파, 마이크로파 등을 포함;할 수 있는 것을

특징으로 하는 수소혼합 천연가스 공급 시스템.

청구항 3

상기 1항에 있어서

열분해기(400)의 생성물인 열분해기 후단의 수소혼합용 고온가스 스트림(411)과 및 부산물인 열분해기 후단의 고온 블랙카본 스트림(479)의 고온 열을 회수하기 위하여

폐열회수량 또는 공정구성에 따라 가스 폐열회수기(420)와 블랙카본 폐열회수기(480)를 함께 또는 하나를 선택적으로 설치;할 수 있으며,

회수된 열량에 따라, 공정상에 필요한 온도를 확보하기 위해 수소혼합 천연가스 온도제어기(450)와 기화기 열매체 온도제어기(550);를 히터 또는 쿨러로 구현할 수 있으며,

회수되는 폐열은 액화천연가스를 기화하는 기화기(250)의 열원과 열분해기에 공급되는 열분해용 가스 스트림(331)의 승온을 통한 열분해용 고온가스 스트림(332) 구현에 함께 또는 하나를 선택적으로 활용;할 수 있으며,

폐열회수를 위한 열매체는 스팀 또는 유기물질;로 구현될 수 있으며,

폐열회수 스트림은 이들 폐열회수기를 지나지 않는 열매체 바이패스 스트림(590);을 함께 구현할 수도 있으며, 구현된 열매체 바이패스 스트림(590)은, 열분해기 구동 초기 폐열이 충분하지 못한 경우 또는 폐열이 부족한 경우 등을 고려할 수 있도록 열분해기 폐열의 유무에 관계없이 기화기 공급에너지를 확보;할 수 있도록 구성할 수 있는 것을

특징으로 하는 수소혼합 천연가스 공급 시스템.

청구항 4

상기 3항에 있어서

열분해기 후단의 수소혼합용 고온가스 스트림(411)에 구현된 가스 폐열회수기(420)는

기화기(250)와 열분해기(400) 사이에 위치하여 열분해용 가스 스트림(331)과 바이패스용 천연가스 스트림(311) 및 기화기(250)로 향하는 열매체 공급 스트림(549)을 하나 또는 복수 또는 전체 스트림을 승온;하도록 하거나

열분해기(400)와 가스 혼합기(430) 사이에 위치하여, 액화천연가스의 기화를 위한 기화기(250)의 열매체 공급 스트림(549)과 바이패스용 천연가스 스트림(311)을 하나 또는 전체 스트림을 승온;하도록 구성하는 것을

특징으로 하는 수소혼합 천연가스 공급 시스템.

청구항 5

상기 3항과 4항에 있어서

열분해기 후단의 수소혼합 고온가스 스트림(411)과 열분해기 후단의 고온 블랙카본 스트림(479)에 각각 구현되는 가스 폐열회수기(420)와 블랙카본 폐열회수기(480);는

열분해기 후단의 고온 블랙카본 스트림(479)과 열분해기 후단의 수소혼합 고온가스 스트림(411)에서 동시에 폐열회수;를 수행하도록

열매체 스트림(511)에 대해 병렬;로 분기 설치하며

이들 폐열회수기들에서 회수된 폐열에너지가 열매체 공급 스트림(549);을 통하여 기화기(250)에 전달되도록 구성할 수 있는 것을

특징으로 하는 수소혼합 천연가스 공급 시스템.

청구항 6

상기 3항과 4항에 있어서

열분해기 후단의 수소혼합용 고온가스 스트림(411)과 열분해된 고온 블랙카본 스트림(479)에 각각 구현되는 가스 폐열회수기(420)와 블랙카본 폐열회수기(480);는

열분해기 후단의 블랙카본 스트림(479)에서 폐열회수를 먼저 수행하고 열분해기 후단의 수소혼합용 고온가스 스트림(411)에서 추가적으로 폐열회수를 수행;하거나

열분해기 후단의 수소혼합용 고온가스 스트림(411)에서 폐열회수를 먼저 수행하고, 열분해기 후단의 고온 블랙카본 스트림(479)에서 추가적으로 폐열 회수를 수행;하도록

열매체 스트림(511)에 대해 직렬;로 설치하며

이들 폐열회수기들에서 회수된 폐열에너지가 열매체 공급 스트림(549);을 통하여 기화기(250)에 전달되도록 구성할 수 있는 것을

특징으로 하는 수소혼합 천연가스 공급 시스템.

청구항 7

상기 3항에서 6항에 있어서

폐열에너지를 회수하는 공정에서, 열매체 공급 스트림(549)을 통하여 기화기(250)에 전달하기 전에, 폐열에너지의 일부 또는 전부를 터빈발전기 또는 열전소자기반 발전기; 등을 활용하여,

전기를 생산하도록 구현할 수 있는 것을 특징으로 하는 수소혼합 천연가스 공급 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 온실가스 감축을 위해 사용이 증가하고 있는 천연가스 공급 설비인 부유식 재기화설비 (FSRU: Floating Storage, Regasification Unit) 또는 육상 LNG 터미널에 적용 가능한 것으로, 천연가스의 열분해를 통해 이산화탄소 발생 없이 수소를 생산하고, 이를 천연가스와 혼합하여 수요처 또는 소모처의 수소혼합 요구 조건에 따라 공급하는 수소혼합 천연가스 공급 시스템 기술분야에 대한 것이다. 여기서 열분해를 통해 수소가 분리된 탄소 성분은 블랙카본이 되며, 타이어나 코팅 등의 복합소재 분야 및 탄소섬유 등의 신소재 산업분야 등과 탄소농업 분야 등에 활용 가능한 물질이 된다. 또한, 열분해 공정상의 열은 폐열 활용 공정을 추가하여 에너지 효율 증대를 위해 활용되거나 폐열발전 등으로 회수될 수 있다. 따라서 LNG 터미널에서 공급하는 천연가스에 외부의 수소공급 설비 없이, 수소혼합된 천연가스를 공급할 수 있는 본 발명은 탄소성분을 근원적으로 저감할 수 있는 온실가스 감축에 기여하는 기술 분야가 된다. 이는 엔진이나 터빈 또는 보일러 등의 소모처에 수소혼합 천연가스를 공급할 수 있도록 적용하는 것도 가능한 기술 분야가 될 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 지구온난화에 따른 기상이변 영향으로 지구온난화 물질의 대기 방출 제한에 공감대가 형성되었고, 이에 따라 온실가스 감축을 법제화하여 세계 각국이 2050 탄소중립 목표 달성을 위해 전방위적인 노력을 기울이고 있다.

[0004] 선박의 경우 IMO(International Maritime Organization)의 주도로 실행방안이 구체화되어 왔으며, 연소에 따른 이산화탄소 배출을 규제하기 위해 신조선의 경우 2015년 10%, 2020년 20%, 2025년 30%의 이산화탄소 배출 저감 목표를 수립하여 추진중에 있다. 발전분야의 경우도 국가별 차이는 있으나, 석탄발전의 금지와 LNG 발전의 확대 및 수소혼합 천연가스 발전으로의 전환 등이 온실가스 감축 방안으로 추진되고 있다. 또한, 도시가스 공급 배관망에 수소를 일정량 혼합하여 공급하는 수소혼합 천연가스 공급 사업도 일부 국가들에서 추진되어 가정과 산업 전반의 이산화탄소 감축에 기여하려는 노력을 기울이고 있다.

[0005] 이에 따라 본 발명에서는 육상 LNG 터미널이나 부유식 LNG 터미널에 적용할 수 있는 외부의 수소공급 없이 구현할 수 있는, 수소혼합 천연가스 공급 시스템을 제시하고자 한다. 이를 통해 기존의 LNG 터미널에서 공급되는 천연가스에 일정량의 수소를 혼합하여 공급하도록 하고, 이 과정에서 천연가스의 열분해를 통해 이산화탄소 대신 블랙카본을 생산하는 방식으로 온실가스 방출을 감축하는 효과를 얻을 수 있어, 이산화탄소 포집 및 격리 시설 없이도, 도시배관 및 발전용 LNG 터미널의 획기적인 이산화탄소 감축을 구현할 수 있게 될 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 천연가스를 공급하는 육상 또는 해상 LNG 터미널과, 엔진 또는 터빈 또는 보일러 등에 천연가스를 공급하는 공급설비에서, 이산화탄소 발생의 원인이 되는 탄소성분 감축을 위해 수소가 혼합된 천연가스를 공급할

수 있도록, 천연가스의 일부를 수소와 탄소로 분리하는 열분해기를 두고, 열분해로 생성된 수소와 열분해 반응을 거치지 않은 천연가스를 수요처 또는 소모처의 수소혼합 요구조건에 따라 혼합물을 제어하는 가스 혼합기 및 제어기를 두고, 부산물인 블랙카본은 별도로 분리하는 것을 특징으로 하는 수소혼합 천연가스 공급 시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 수소혼합 천연가스 공급 시스템은, 열분해기와 이를 최적으로 운영하기 위한 운영 공정으로 구분되며, 열분해기는 고온 열분해 또는 저온 열분해 또는 플라즈마 방식 열분해 또는 촉매 기반의 열분해나 이들의 조합을 기반으로 할 수 있으며, 최적 운영 공정은 열분해기 후단의 수소혼합용 고온가스 스트림과 부산물인 열분해기 후단의 고온 블랙카본 스트림의 고온 열을 회수하기 위하여 가스 폐열회수기와 블랙카본 열회수기를 함께 또는 각각 설치하여, 회수된 폐열은 액화천연가스를 기화하는 기화기의 열원이나 폐열발전기 에너지원으로 함께 또는 각각 사용되도록 수소혼합 천연가스 공급 시스템을 구성하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명의 실시예에 의한 액화천연가스를 기화시켜 공급하는 육상 또는 해상 LNG 터미널과, 액화천연가스를 기화시켜 엔진 또는 터빈 또는 보일러 등에 공급하는 연료공급 시스템에 있어서, 천연가스를 수소와 탄소로 분리하는 열분해기를 두고, 열분해로 전환된 수소 및 열분해 과정에서 전환되지 못한 잔여 천연가스와 열분해 반응을 거치지 않은 천연가스를 수요처 또는 소모처의 수소혼합 요구조건에 따라 혼합물을 제어하는 가스 혼합기 및 제어기를 이용하여, 수소혼합 천연가스를 공급하여 수요처 또는 소모처의 온실가스 발생량을 근원적으로 감축하게 하는 이점을 가지며, 부산물인 블랙카본은 별도로 분리하여 산업 분야 또는 농업 분야 등의 원료로 사용할 수 있어, 스팀개질에 기반한 블루수소 생산법의 단점인 이산화탄소 처리를 위한 포집, 액화, 하역 및 운송, 저장 등의 복잡성이 해소된 수소혼합 천연가스 공급 시스템이 되는 이점을 가진다.

[0013] 또한, 열분해 방식은 고온 또는 저온 열분해, 촉매 기반 열분해 또는 플라즈마 기반 열분해 등 다양한 방식으로 적용 가능한 수소혼합 천연가스 공급 시스템이 되는 이점을 가진다.

[0015] 또한, 열분해기의 운전에 따른 생성가스 및 생성 블랙카본 등이 함유하고 있는 잔열을 회수하여 열분해기로 입력되는 천연가스의 승온 또는 액화천연가스의 기화기 열원으로 독립적이거나 복합적으로 활용할 수 있어 에너지 사용량을 최소화할 수 있으며, 필요에 따라서는 폐열발전기를 구성하여 전력으로 회수할 수 있는 특징을 갖는 수소혼합 천연가스 공급 시스템이 되는 이점을 가진다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 육상 또는 해상 LNG터미널에 적용하는 수소혼합 연료공급 시스템의 실시예이며, 가스 폐열회수기가 열분해기와 가스 혼합기 사이에 설치되고, 블랙카본 폐열회수기와는 병렬로 구성된 경우를 도시한 것이다.

도 2는 도 1의 경우에 폐열발전기를 포함한 실시예를 도시한 것이다.

도 3은 육상 또는 해상 LNG터미널에 적용하는 수소혼합 연료공급 시스템의 실시예이며, 가스 폐열회수기가 열분해기와 천연가스 분배기 사이에 설치되고, 블랙카본 폐열회수기와는 병렬로 구성된 경우를 도시한 것이다.

도 4는 도 3의 경우에 폐열발전기를 포함한 실시예를 도시한 것이다.

도 5는 육상 또는 해상 LNG터미널에 적용하는 수소혼합 연료공급 시스템의 실시예로써, 도 1에 표현된 영역A의 LNG 펌핑과 재충전기 부분은 동일하여 제외한 것으로, 가스 폐열회수기가 열분해기와 가스 혼합기 사이에 설치되고, 블랙카본 폐열회수기와는 직렬로 구성된 2가지 경우를 도시한 것이다.

도 6은 도 5의 경우에 폐열발전기를 포함한 실시예를 도시한 것이다.

도 7은 육상 또는 해상 LNG터미널에 적용하는 수소혼합 연료공급 시스템의 실시예로써, 도 1에 표현된 영역A의 LNG 펌핑과 재응축기 부분은 동일하여 제외한 것으로, 가스 폐열회수기가 열분해기와 천연가스 분배기 사이에 설치되고, 블랙카본 폐열회수기와는 직렬로 구성된 2가지 경우를 도시한 것이다.

도 8은 도 7의 경우에 폐열발전기를 포함한 실시예를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시한다. 그러나 하기의 실시예는 본 발명을 더욱 쉽게 이해하기 위하여 제공되는 것일 뿐, 실시예에 의해 본 발명의 내용이 한정되는 것은 아니다. 또한, 스트림 라인에는 도시하지 않았지만, 라인의 분기 및 조합에 따른 압력 일치 및 제어를 위한 밸브 및 제어 로직 등은 이 분야의 통상적인 지식의 범주로 보아야 할 것이다.
- [0020] 도 1의 실시예는, 본 발명의 실시예에 의한 육상 또는 해상 LNG터미널에 적용 가능한 수소혼합 연료공급 시스템의 예이며, 영역A는 일반적으로 알려져 있는 액화천연가스 저장탱크(100)와 재응축기(200) 및 극저온 액화천연가스 운송을 위한 LNG 연료펌프(110) 및 LNG 부스트펌프(240)의 구성을 갖는 것이며, 영역B는 본 발명의 실시예에 따른 천연가스를 수소와 탄소로 열분해하는 열분해기(400) 및 열분해와 관련된 제반 에너지 최적운전을 위한 운영 공정에 관한 것으로, 가스 폐열회수기(420)가 열분해기(400)와 가스 혼합기(300) 사이에 설치되고, 블랙카본 폐열회수기(480)와는 병렬로 구성된 경우를 도시한 것이다.
- [0021] 여기서 LNG 스트림(249)은 기화기(250)에 입력되어 기화 및 일정온도로 승온되어 천연가스 스트림(251)으로 전환되며, 전환된 천연가스는 천연가스 분배기(300)를 통해, 첫째 분기 스트림A(309)의 바이패스용 천연가스 스트림을 형성하며 제어밸브A(310)를 통해 제어되고, 둘째 분기 스트림B(329)의 열분해용 천연가스 스트림을 형성하며 제어밸브B(330)를 통해 제어되며, 마지막으로 분기 스트림C(339)는 열분해기 가열용 천연가스 스트림을 형성하며 제어밸브C(340)를 통해 제어되도록 분배된다.
- [0022] 이렇게 분배된 분기 스트림B(329)의 열분해용 천연가스 스트림은 열분해기(400)로 입력되어, 수소와 블랙카본으로 열분해 된다. 열분해기(400)는 수천도의 온도를 활용하는 초고온 열분해(고온 열분해로 부르기도 한다) 또는 섭씨 1000도 전후의 온도대를 이용하는 고온 열분해(고온에 비해 낮은 온도이어서 저온 열분해로 부르기도 한다) 또는 플라즈마의 성질을 이용하는 열분해 또는 금속이나 비금속 촉매를 이용하는 열분해 등의 다양한 방법이나 이들의 조합을 기반으로 할 수 있다. 따라서 열분해기의 반응 최적화를 위해 반응기 내부 및 전후단의 온도나 압력 또는 물성 등을 모니터링하여 제어할 수 있도록 전체 에너지 제어기를 구성하여 반응기 내의 압력과 온도 조절을 할 수 있으며, 플라즈마 방식의 경우 플라즈마 생성용 캐리어 가스로, 아르곤이나 질소 또는 이산화탄소 등을 사용할 수 있으며, 플라즈마 발생 소스로는 직류, 교류, 전자기파, 마이크로파 등을 취할 수도 있다.
- [0023] 열분해된 천연가스인 수소혼합용 고온가스 스트림(411)은 수소와 잔여 천연가스로 크게 이루어지며 대체로 열분해기(400) 내부의 온도와 유사하여, 고온열의 활용이 가능하며, 고온열 활용 유무와 관계없이, 바이패스용 천연가스 스트림(311)과 가스 혼합기(430)를 통해 통합된다. 이 가스 혼합기(430)를 통과한 수소혼합 천연가스 스트림(431)은 수요처 또는 소모처(451)의 압력 및 온도에 따르도록 온도제어기A(450)와 그림에 도시는 되지 않았지만 적절한 압력밸브 및 제어기를 구성할 수 있을 것이다. 여기서 온도제어기A(450)은 수소혼합용 고온가스 스트림(411)으로부터 공급받는 열량에 따라 히터나 쿨러의 형식을 취할 수 있을 것이다.
- [0024] 한편, 폐열회수기(420, 480)는 열분해기(400)에서 얻은 열을 회수하기 위한 것으로, 수소혼합용 고온가스 스트림(411)과 고온 블랙카본 스트림(479)에 각각 또는 함께 존재할 수 있으며, 도 1에서는 이들이 병렬 구성으로 함께 존재하는 경우를 도시한 것이다. 열 회수를 위한 열매체 스트림은 별도의 폐순환 사이클로 구성이 되며, 열회수를 위한 열매체 메이크업 탱크(500)와 압력 보상을 위한 열매체 펌프(510)를 기반으로 구현되는 열매체 스트림(511)으로부터, 수소혼합용 고온가스 스트림(411)의 열회수를 위한 가스 폐열회수기(420)로 열매체를 공급하는 제어밸브A(520)와 고온 블랙카본 스트림(479)의 열회수를 위한 블랙카본 폐열회수기(480)로 열매체를 공급하는 제어밸브B(530)로 분기되는 구성을 갖도록 구현되며, 그림에는 도시하지 않았지만, 각 스트림 라인에 필요한 유량을 공급하도록 제어할 수 있는 밸브 및 제어기를 갖는 구성이 될 것이다. 또한, 열매체 스트림(511)의 일부를 온도제어기B(550)로 직접 공급하는 열매체 바이패스 스트림(590)을 구성하여, 초기 운전이나 열분해기 폐열의 안정화 단계까지 또는 열분해기 회수 에너지가 부족한 경우 등에 활용할 수 있으며, 그림에 도시하지는 않았지만, 폐열회수기(420, 480)를 하나만 선택적으로 구성할 수도 있다. 열매체로 사용 가능한 물질은 스팀이

나, 글리콜 수용액 또는 중저온 폐열회수에 유용한 유기냉매 등의 다양한 열매체가 후보군이 될 수 있을 것이다.

[0025] 도 1에서는 회수된 폐열을 LNG 스트림(249)의 기화를 위한 기화기(250)의 기화열원으로 활용하는 예로써, 가스 폐열회수기(420)와 블랙카본 폐열회수기(480)를 병렬로 통과한 열매체 공급 스트림(549)을 기화기(250)에 공급하는 구성이며, 기화기(250)의 요구온도 조건 만족을 위해 추가 히터나 쿨러로 적용될 수 있는 온도제어기 B(550)를 포함하는 구성 형식을 보여주고 있다.

[0026] 한편, 도 1의 영역A는 일반적인 육해상의 LNG 공급시스템으로 구현될 수 있으며, 그림에는 도시하지 않았지만, 수요처의 요구 압력에 따라 부스트 펌프(240)가 없거나 증발가스 스트림(121)에 별도의 압축기를 두어 천연가스 스트림(251)에 천연가스를 공급하는 구성을 취할 수도 있음은 잘 알려진 사실이다.

[0028] 도 2의 실시예는, 도 1의 실시예에서 폐열회수기를 통하여 회수한 열매체 공급 스트림(549)을 기화기(250)의 열원으로 활용하기 전에, 스팀이나 유기물질로 구현할 수 있는 열매체의 종류에 적합한 터빈 발전기 또는 열전발전기 등으로 구현할 수 있는 폐열발전기(540)를 구성한 조합을 도시한 것이다. 그림에는 구체적으로 표현되지 않지만, 스팀사이클의 스팀발전이나 유기랭킨사이클을 이용한 유기랭킨발전은 산업 전반에서 널리 활용되고 있으며, 열전발전의 경우도 고온부는 폐열회수 열매체 스트림(539) 또는 열매체 공급 스트림(549) 또는 수소혼합용 고온가스 스트림(411) 또는 고온 블랙카본 스트림(479)등이나 이들의 조합으로 구성할 수 있으며 저온부는 열매체 스트림(511) 또는 LNG 스트림(249) 등으로 구성할 수 있을 것이다.

[0030] 도 3의 실시예는, 도 1의 조건에서 가스 폐열회수기(420)가 열분해기(400)와 천연가스 분배기(300) 사이로 이동하여 설치되는 구성을 도시한 것으로, 가스 폐열회수기(420)에서는 열분해기(400) 후단의 수소혼합용 고온가스 스트림(411)이 공급열원이 되며, 열분해용 천연가스 스트림(331)과 열매체 스트림A(521)를 가열하는 열교환기 형식으로 구성된 것을 도시한 것이다. 추가하여 회수되는 폐열의 열량 및 온도 특성에 의해 열매체 스트림(521)은 가스 폐열회수기(420)의 적정 위치에서 분기할 수 있음을 도시한 것이다.

[0032] 도 4에서는 도 3의 조건에서 폐열회수 열매체 스트림(539)과 열매체 공급 스트림(549) 사이에 폐열발전기(540)를 구현한 것으로, 발전기의 구성에 대한 내용은 도 2의 설명에서 기술한 내용과 같다.

[0034] 도 5에서는 도 1에 표현된 영역A의 LNG 펌핑과 채움축기 부분은 동일하여 제외한 것으로, 열분해기(400) 후단의 수소혼합용 고온가스 스트림(411)에 설치되는 가스 폐열회수기(420)가 열분해기(400)와 가스 혼합기(430) 사이에 설치되고, 블랙카본 폐열회수기(480)와는 직렬로 구성된 2가지 예를 도시한 것이다. 즉, 도 5(a)는 열분해기(400) 후단의 수소혼합용 고온가스 스트림(411)에서 폐열회수를 먼저 수행하고, 열분해기(400) 후단의 고온 블랙카본 스트림(479)에서 추가적으로 폐열을 회수하는 경로A 공정을 보여주고, 도 5(b)는 열분해기(400) 후단의 고온 블랙카본 스트림(479)에서 폐열회수를 먼저 수행하고, 열분해기(400) 후단의 수소혼합용 고온가스 스트림(411)에서 추가적으로 폐열회수를 수행하는 경로B의 구성도를 표현한 것이다.

[0036] 도 6은 도 5의 경우와 동일한 경로A 및 경로B의 공정을 보여주는 경우이나 도 2에 기술한 바와 같이 폐열발전기(540)를 고려하는 구성을 도시한 예이다.

[0038] 도 7은 도 3에 표현된 영역A의 LNG 펌핑과 채움축기 부분은 동일하여 제외한 것으로, 열분해기(400) 후단의 수소혼합용 고온가스 스트림(411)에 설치되는 가스 폐열회수기(420)가 열분해기(400)와 천연가스 분배기(300) 사이에 설치되고, 블랙카본 폐열회수기(480)와는 직렬로 구성된 두 가지 예를 도시한 것이다. 즉, 도 7(a)는 열분해기(400) 후단의 수소혼합용 고온가스 스트림(411)에서 폐열회수를 먼저 수행하고 열분해기(400) 후단의 고온 블랙카본 스트림(479)에서 추가적으로 폐열을 회수하는 경로C의 공정을 보여주고, 도 7(b)는 열분해기(400) 후단의 고온 블랙카본 스트림(479)에서 폐열회수를 먼저 수행하고, 열분해기(400) 후단의 수소혼합용 고온가스 스트림(411)에서 추가적으로 폐열회수를 수행하는 경로D의 공정 구성도를 표현한 것이다.

[0040] 도 8은 도 7의 경우와 동일한 경로C와 경로D의 공정을 표현한 경우이나 도 4에 기술한 바와 같이 폐열발전기(540)를 고려하는 구성을 도시한 예이다.

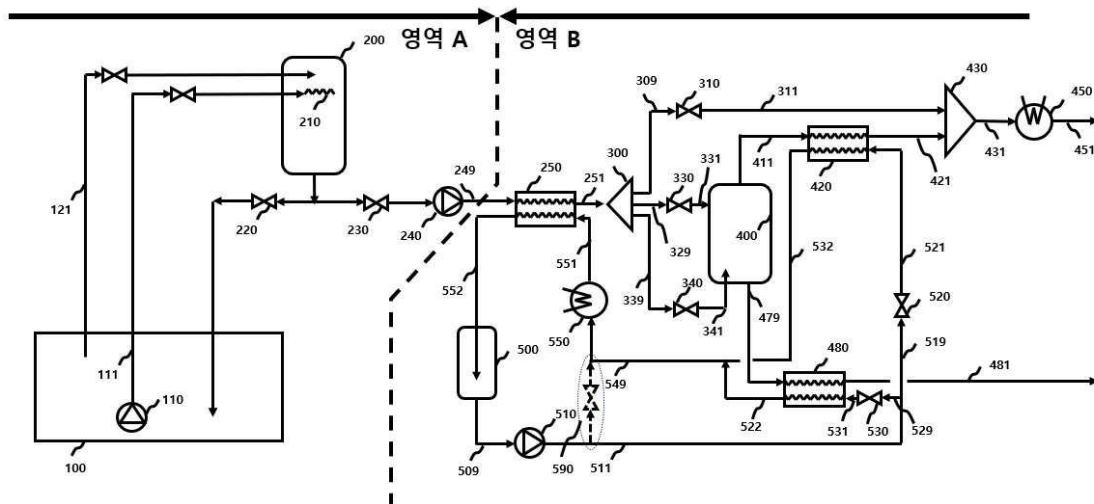
[0042] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

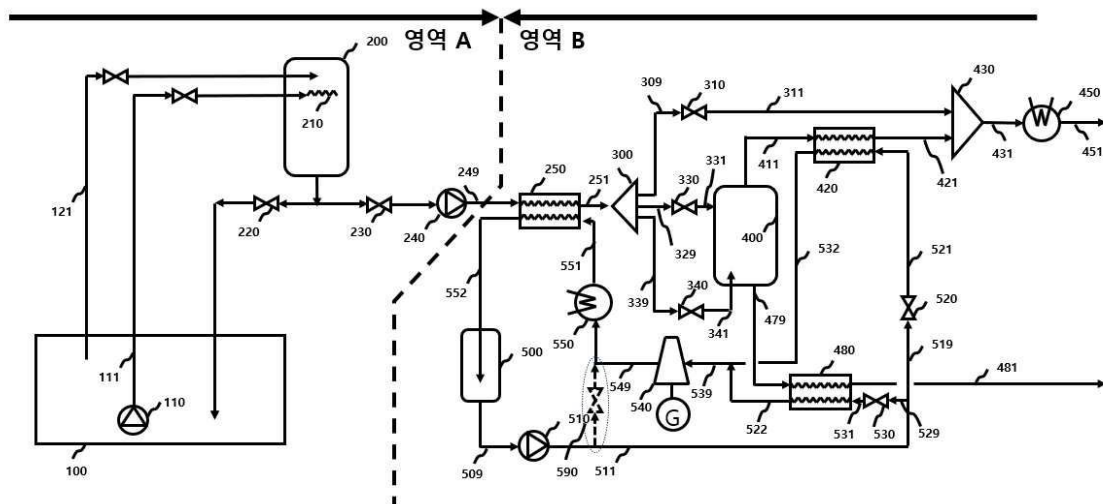
[0044] 100 LNG 저장탱크 110 LNG 펌프
111 LNG 스트림 121 증발가스 스트림
200 재응축기 210 분사 노즐
220 탱크 리턴 밸브 230 LNG 공급 밸브
240 LNG 부스트 펌프 249 LNG 스트림
250 기화기 251 천연가스 스트림
300 천연가스 분배기 309 분기 스트림A
310 제어밸브A
311 바이패스용 천연가스 스트림 329 분기 스트림B
330 제어밸브B 331 열분해용 가스 스트림
332 열분해용 고온가스 스트림 339 분기 스트림C
340 제어밸브C 341 열분해기 가열 스트림
400 열분해기
411 수소혼합용 고온가스 스트림 420 가스 폐열회수기
421 수소혼합용 가스 스트림 430 가스 혼합기
431 수소혼합 천연가스 스트림 450 온도제어기A
451 수소혼합 천연가스 공급 스트림
479 고온 블랙카본 스트림 480 블랙카본 폐열회수기
481 블랙카본 스트림
500 메이크업 탱크
510 열매체 펌프 511 열매체 스트림
520 제어밸브A 521 열매체 스트림A
530 제어밸브B 531 열매체 스트림B
539 폐열회수 열매체 스트림 540 폐열발전기
549 열매체 공급 스트림 550 온도제어기B
590 열매체 바이패스 스트림

도면

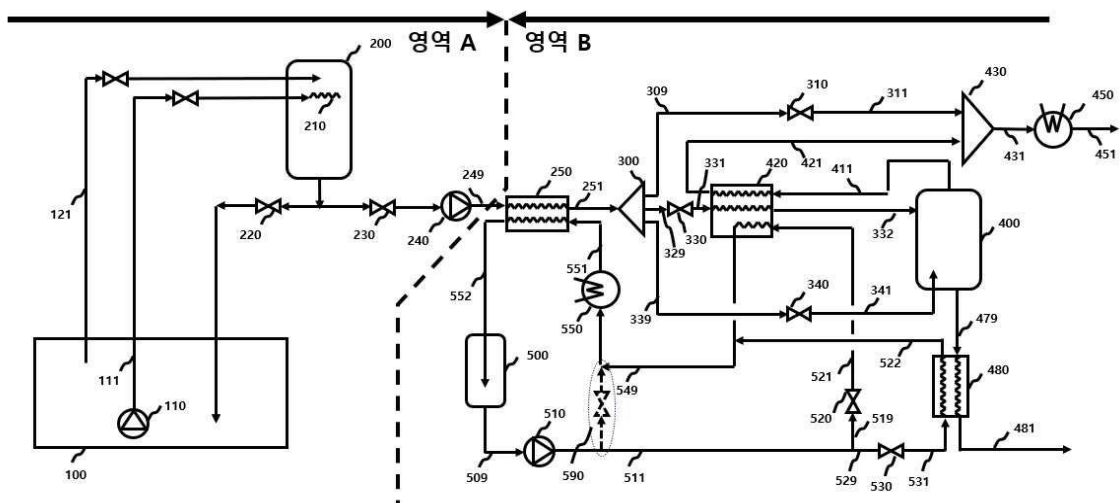
도면1



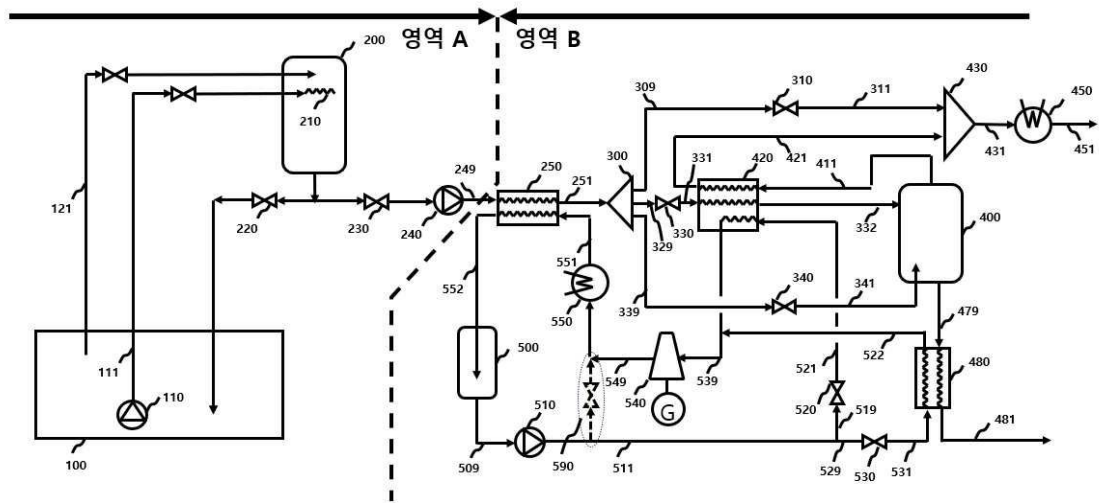
도면2



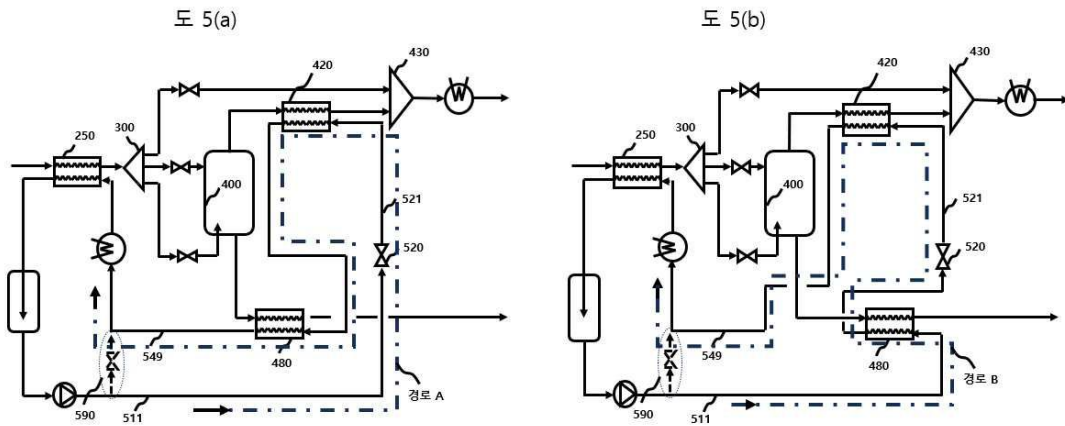
도면3



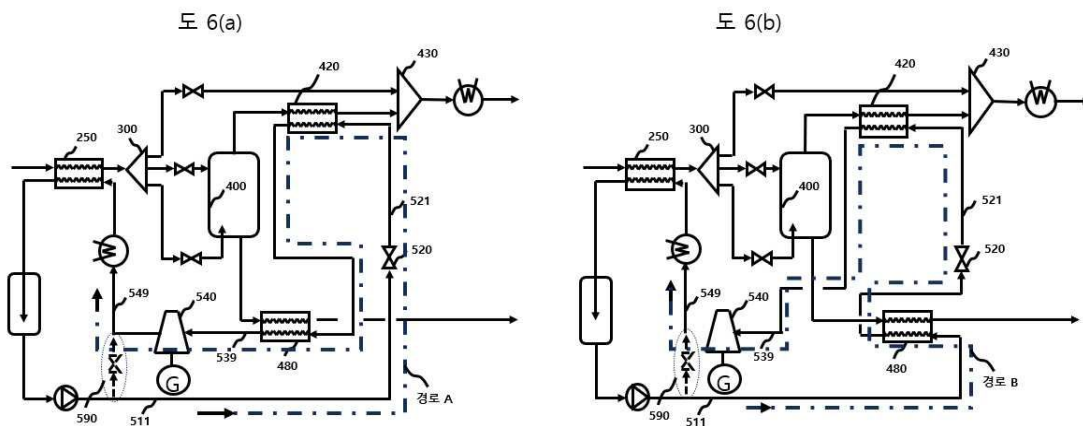
도면4



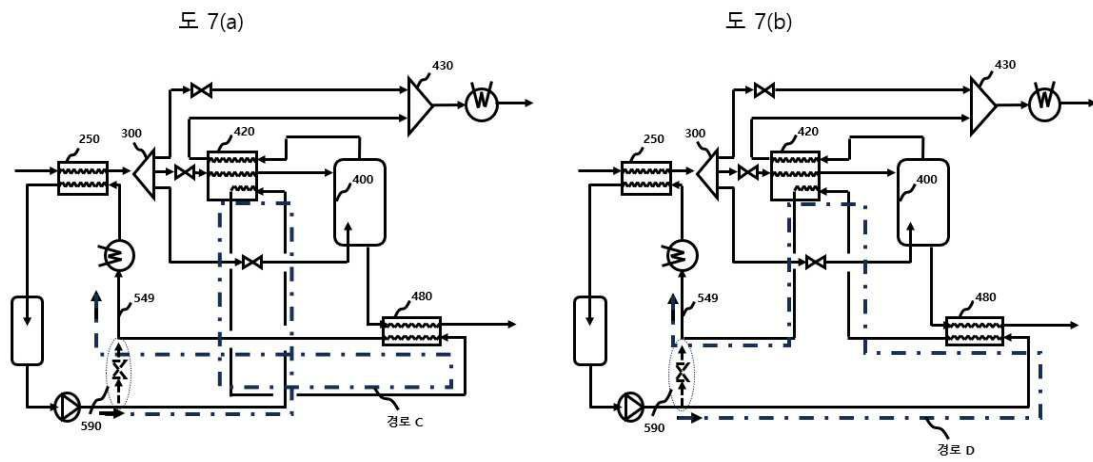
도면5



도면6



도면7



도면8

