



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2023-0037918  
(43) 공개일자 2023년03월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*F01N 3/10* (2006.01) *B63B 25/16* (2006.01)  
*B63J 2/02* (2006.01) *B63J 2/12* (2006.01)  
*F01N 3/04* (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
*F01N 3/106* (2013.01)  
*B63B 25/16* (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2021-0121057  
 (22) 출원일자 2021년09월10일  
 심사청구일자 2021년09월10일

(71) 출원인  
 한국생산기술연구원  
 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89  
 (72) 발명자  
 임동하  
 울산광역시 중구 백양로 139-1  
 최재형  
 부산광역시 남구 유엔로 246, 105동 1001호(대연동, 대연자이)  
 이철호  
 대구광역시 북구 연암공원로14길 29-3  
 (74) 대리인  
 오위환, 나성곤, 정기택

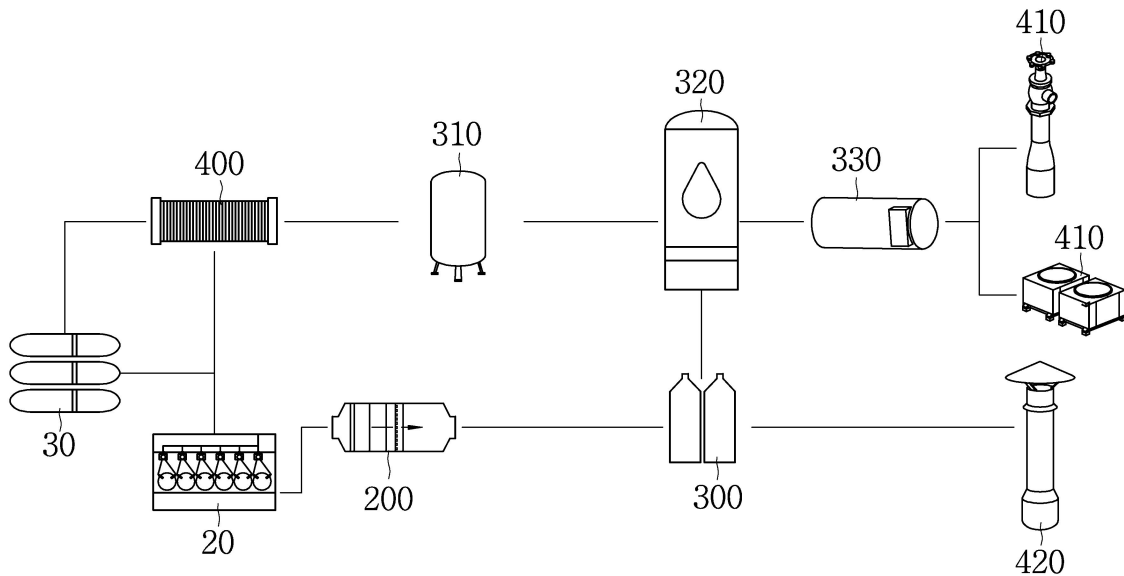
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템

**(57) 요약**

본 발명은 국제해사기구 배출가스 규제강화 대응을 위한 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 LNG 추진 선박에서 배출되는 CH<sub>4</sub>, CO, THC, NO<sub>x</sub>의 온실가스 및 대기오염물질을 효율적으로 제거할 수 있는 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템에 관한 것이다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

- B63J 2/02* (2013.01)
- B63J 2/12* (2013.01)
- F01N 3/04* (2013.01)
- F01N 3/108* (2013.01)
- F02M 21/0215* (2013.01)
- F02M 21/0221* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415173431
과제번호	20007868
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	조선해양산업기술개발(R&D)
연구과제명	중소형 선박 엔진용 복합 SCR 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	STX엔진주식회사
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

LNG를 저장하는 LNG 탱크부(30);

상기 LNG를 연료로 사용하는 LNG 선박의 엔진부(20)로부터 배출되는 배출가스에 포함된 CH<sub>4</sub>, CO, THC 및 NO<sub>x</sub> 중 어느 하나 이상을 CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> 및 H<sub>2</sub>O로 전환하는 복합 산화/환원 촉매부(200);

상기 복합 산화/환원 촉매부(200)에서 CH<sub>4</sub>, CO, THC 및 NO<sub>x</sub> 중 어느 하나 이상을 CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> 및 H<sub>2</sub>O로 전환 시 발생하는 CO<sub>2</sub>를 열교환기를 포함하는 BOG 냉열 열교환부(400)에서 상기 LNG 탱크부(30)에서 자연 발생된 BOG(Boil-Off Gas)와 열교환하여 CO<sub>2</sub>를 액화 포집하는 CO<sub>2</sub> 액화부(320);를 포함하는, LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 촉매부는 CH<sub>4</sub>, CO, THC 및 NO<sub>x</sub> 중 어느 하나 이상을 복합 산화 촉매를 이용하여 CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> 및 H<sub>2</sub>O로 산화/환원시키는 복합 산화/환원 촉매부(200);를 포함하는, LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템.

#### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 복합 산화/환원 촉매부(200)에서 생성된 CO<sub>2</sub>를 건식으로 포집하는 건식 CO<sub>2</sub> 포집부(300);를 더 포함하는, LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템.

#### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 CO<sub>2</sub> 액화부(320)에서 액화된 CO<sub>2</sub>를 상기 선박(10)의 공조시스템 친환경 CO<sub>2</sub> 냉매제 또는 소화전에 공급하여 소화액으로 사용하는 CO<sub>2</sub> 활용부(410);를 더 포함하는, LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 선박이 배출가스 통제구역(ECA)을 운항하는 경우에는, 상기 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템이 활성화되도록 제어하는 제어부(500);를 더 포함하는 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

본 발명은 국제해사기구 배출가스 규제 강화 대응을 위한 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 LNG 추진 선박에서 배출되는 CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, THC, NO<sub>x</sub>의 온실가스 및 대기오염물질을 효율적으로 제거할 수 있는 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템에 관한 것이다.

[0001]

**배경 기술**

- [0002] 최근 지구온난화 및 기후변화로 인한 국제 사회적 문제가 크게 대두되면서 국제해사기구(International Maritime Organization)에서는 대표적인 선박 배출가스 물질인 질소산화물(Nitrogen Oxide; NOx), 황산화물(Sulphur Oxide; SOx), 입자상물질(Particulate Matter; PM), 온실가스(GHG)에 대한 규제를 강화하고 있다. 국제해사기구의 해양오염방지협약 마폴(MARPOL) 부속서 VI에서는 NOx, SOx, PM, CO<sub>2</sub> 등 오염물질에 대한 규제를 단계적으로 적용하도록 하고 있으며, 최근 LNG 추진 선박에서 배출되는 메탄슬립(Methane slip)에 대한 추가적인 규제 법안도 계획하고 있다. 특히 엄격한 규제가 적용되는 배출가스 통제구역(Emission Control Area; ECA)을 미국, 캐나다, 북해, 발트해 등 대표적으로 설정하여 운영 중에 있다. 또한 선박에 의한 환경오염 문제에 대한 관심이 높아지면서 향후에는 배출가스 통제구역이 멕시코, 지중해, 말라카 해협 및 일본 등까지 여러 지역으로 확장될 것으로 예상되고 있으며, 배출가스 통제구역을 통과하거나 통과할 예정인 선박들은 강력한 규제 기준을 반드시 준수해야 한다.
- [0003] 마폴 부속서 VI 제13조에 따른 NOx에 대한 규제는 출력 130 kW 이상 디젤선박에 적용되며, 2000년 1월부터 전세계 모든 해역에 Tier I이 적용되었으며, 2011년 1월에는 전 해역에 Tier II가 적용되었다. 최근 2016년 1월부터는 배출가스 통제구역 내 Tier III 기준을 Tier I의 NOx 배출 제한 기준 대비 80% 저감된 수준으로 강화되었으며, 기존 북미 및 카리브해 지역 외에도 2021년부터 북해와 발트해 지역까지 확대될 전망이다.
- [0004] 마폴 부속서 VI 제14조에 따른 SOx에 대한 규제는 2005년 1월부터 전 해역에 황 함유량 4.5% 이하 선박연료유를 사용하도록 했고, 2012년 1월부터는 황 함유량 3.5% 이하 선박연료유를 사용하도록 하고 있다. 그리고 2015년 1월부터는 배출가스 통제구역(북미 연안, 카리브해, 발트해, 북해)에서는 0.1% 이하 저유황유를 사용하도록 하고 있으며, 2020년 1월부터는 전 해역에서 0.5% 이하 저유황유를 사용해야 한다. 예외적으로 스크러버(Scrubber)를 통해 SOx 배출 제한 기준 이하로 배출할 수도 있다.
- [0005] 또한, 마폴 부속서 VI 제12조에 따라 2020년부터 적용되는 2단계 선박의 선종 및 크기별 기준 대비 20% CO<sub>2</sub> 저감을, 2025년부터 적용되는 3단계는 기준 대비 30% CO<sub>2</sub>를 저감해야 한다. 특히, 2022년에 채택 예정인 국제해사기구의 온실가스(GHG, Greenhouse Gas) 감축을 위한 로드맵에 따라 2030년부터 적용이 예상되는 4단계에서는 기준 대비 40% CO<sub>2</sub> 저감, 2050년 5단계에서는 70% CO<sub>2</sub>를 저감해야 한다.
- [0006] 국제해사기구는 2020년 1월부터 선박배출가스 규제를 강화하여 연료 내 포함하는 SOx를 3.5% 미만에서 0.5% 미만으로 낮추도록 규제하였다. 이에 따라 선박들은 저유황유를 사용 또는 SOx를 줄이는 스크러버를 설치하거나 액화천연가스(Liquefied Natural Gas; LNG)를 연료로 하는 LNG 추진 선박으로 바뀌어야 한다. 하지만 선주들은 저유황유보다는 스크러버나 LNG 추진 선박을 선호하고 있으며, 최근 스크러버 장착 추세가 주춤하는 사이 LNG 추진 선박에 대한 관심이 증가하고 있다. 특히, 친환경 청정연료인 LNG 사용으로 인해 기존 중유 대비 PM과 SOx는 거의 100%, NOx는 약 80%, CO<sub>2</sub>는 약 30% 감소시킴에 따라 'IMO 2020 선박 환경규제'를 대응할 수 있는 LNG 추진 선박이 가장 효율적인 것으로 평가되고 있으며 전 세계적으로 그 수요가 급증하고 있다.
- [0007] 하지만, LNG 추진 선박에서도 적절한 형태의 배출가스 후처리 설비가 장착하지 않으면 오히려 국제해사기구에서 제시한 환경규제 제한을 준수하지 못하게 된다. LNG 추진 선박은 SOx나 CO<sub>2</sub> 배출량은 기존 중유보다 낮지만 탄화수소(Hydrocarbon; HC)나 일산화탄소(Carbon Monoxide; CO)의 배출량은 높다. 이 중 HC 배출량의 85%는 CH<sub>4</sub>이며, 이는 LNG 엔진에서 불완전 연소된 메탄(Methane; CH<sub>4</sub>)이 대기로 방출되는 메탄슬립(Methane Slip)의 문제가 발생하기 때문이다. CH<sub>4</sub>은 지구온난화에 미치는 영향력이 100년 기준으로 CO<sub>2</sub>의 28배, 20년간 기준으로는 무려 84배나 된다. 따라서 LNG는 디젤과 HFO(Heavy Fuel Oil)에 비해 상대적으로 오염물질 배출은 현저히 낮지만 지구온난화 관점에서는 매우 심각할 수 있다.
- [0008] 또한, 불완전 연소된 CH<sub>4</sub>으로 인해 NOx를 처리하는 선택적환원촉매(Selective Reduction Catalysts, SCR) 공정에 악영향을 줌에 따라 Tier III 기준에 만족하는 NOx 배출 기준을 만족하지 못하는 문제도 함께 발생한다. 그리고 LNG 연소를 통해 발생하는 CO<sub>2</sub> 경우, 2030년 40%, 2040년 70% 기준을 준수도 해야 하지만 LNG 추진 선박으로부터 배출되는 CO<sub>2</sub>를 처리할 수 있는 기술도 함께 마련되어야 한다.
- [0009] 국제해사기구에서도 상기에서 기술한 CH<sub>4</sub> 배출량 감소 및 CO<sub>2</sub> 처리 문제를 해결하기 위해 기술적인 방안을 모색

하고 있으며, IMO 2020 규제 대응을 만족하기 위해서는 LNG 추진 선박용 배출가스 처리 복합 시스템 기술 개발이 매우 시급한 실정에 있다. 특히, LNG 추진 선박에 집적화된 배출가스 처리 시스템과 선체유동 및 한정된 공간에서의 선박 특성에 최적화된 콤팩트한 CO<sub>2</sub> 처리, 저장, 활용 등에 대한 해결방안 제시가 반드시 필요하다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 제10-214729호(선박용 고압 배기가스 처리장치)
- (특허문헌 0002) 한국 공개특허 제2018-0086566호(선박의 배기가스 유해물질 저감 장치)
- (특허문헌 0003) 한국 등록특허 제10-2141729호(선박용 고압 배기가스 처리장치)

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

- [0011] 이에 본 발명은 상기와 같은 제반 사항을 고려하여 제안된 것으로, 본 발명은 점차 강화되는 국제해사기구의 선박 배출가스 규제에 효과적으로 대응할 수 있는 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템을 제공하고자 한다.
- [0012] 즉, 복합 산화/환원 촉매공정과 LNG 냉열을 이용한 CO<sub>2</sub> 액화공정을 통해 CH<sub>4</sub>, CO, THC, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>를 효과적으로 저감할 수 있는 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템을 제공하고자 한다.
- [0013] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

#### 과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 실시예들에 따른 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템은 LNG를 저장하는 LNG 탱크부, 상기 LNG를 연료로 사용하는 LNG 선박의 엔진부로부터 배출되는 배출가스에 포함된 CH<sub>4</sub>, CO, THC 및 NO<sub>x</sub> 중 어느 하나 이상을 N<sub>2</sub> 또는 O<sub>2</sub>로 전환하는 촉매부, 상기 촉매부에서 CH<sub>4</sub>, CO, THC 및 NO<sub>x</sub> 중 어느 하나 이상을 N<sub>2</sub> 또는 O<sub>2</sub>로 전환 시 발생하는 CO<sub>2</sub>를 열교환기를 포함하는 BOG 냉열 열교환부에서 상기 LNG 탱크부에서 자연 발생된 BOG(Boil-Off Gas)와 열교환하여 액화 포집하는 CO<sub>2</sub> 액화부를 포함한다.
- [0015] 그리고 상기 촉매부는 CH<sub>4</sub>, CO, THC 및 NO<sub>x</sub> 중 어느 하나 이상을 복합 산화/환원 촉매를 이용하여 CO<sub>2</sub>와 N<sub>2</sub>로 산화/환원시키는 복합 산화/환원 촉매부를 포함한다.
- [0016] 그리고 상기 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템은, 상기 촉매부에서 생성된 CO<sub>2</sub>를 건식으로 포집하는 건식 CO<sub>2</sub> 포집부를 더 포함한다.
- [0017] 그리고 상기 CO<sub>2</sub> 액화부에서 액화된 CO<sub>2</sub>를 상기 선박 내 냉동공조시스템 적용 CO<sub>2</sub> 냉매로 사용하거나 소화전에 공급하여 소화액으로 사용하는 CO<sub>2</sub> 활용부를 더 포함한다.
- [0018] 그리고 상기 선박이 배출가스 통제구역(ECA)을 운항하는 경우에는, 상기 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템이 활성화되도록 제어하는 제어부를 더 포함한다.

#### 발명의 효과

- [0019] 본 발명의 실시예에 의한 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템은 열화학 촉매와 전기화학 촉매를 사용하여 LNG 선박 배출가스 처리 과정에서 유래되는 부생성물(황화암모늄, 질산암모늄 등)을 전혀 발생시키지 않는 매우 우수한 효과가 있다.

[0020] 그리고 발생된 CO<sub>2</sub>는 선박의 선체유동에 전혀 영향을 받지 않는 건식 포집공정을 통해 CO<sub>2</sub>를 포집 및 압축하고, LNG 탱크에서 자연 발생되는 BOG의 냉열로부터 고효율 열교환기를 통해 CO<sub>2</sub>를 액화하여 액화된 CO<sub>2</sub>를 저장탱크에 액화저장하고, 저장된 CO<sub>2</sub>를 활용함으로써 LNG 추진 선박에서 배출되는 온실가스 배출을 효과적으로 제어할 수 있다.

[0021] 본 발명의 실시예에 의한 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템은 이를 통해 IMO 선박 배출가스 규제에 대응할 수 있는 새로운 선박 건조기술에 기여하며, 국내 조선업체의 수주 능력 제고 및 수입 대체 효과를 통해 조선해양산업의 재도약을 기대할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0022] 도 1 내지 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템이 적용된 선박을 나타낸 참조도이다.

도 3 내지 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템의 구성도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명에 따른 실시예에 대하여 구체적으로 설명하기 전에, 본 발명은 이하의 상세한 설명 또는 첨부 도면에 도시된 구성에 한정되지 않으며 다양한 방식으로 사용되거나 수행될 수 있다.

[0024] 또한, 본 명세서에 사용되는 표현이나 용어는, 단지 설명을 위한 것이며, 한정을 위한 것으로 간주되어서는 안 된다는 것을 알아야 한다.

[0025] 즉, 본 명세서에 사용되는, "장착된", "설치된", "접속된", "연결된", "지지된", "결합된" 등의 표현은, 다른 것을 나타내는 것으로 지시하거나 한정하고 있는 않는 한, 직접적인 그리고 간접적인 장착, 설치, 접속, 연결, 지지, 및 결합을 모두 포함하는 광범위한 표현으로 사용되고 있다. "접속된", "연결된", "결합된"이라고 하는 표현은, 물리적인 또는 기계적인 접속, 연결 또는 결합에 한정되지 않는다.

[0026] 그리고 본 명세서에서, 상부, 하부, 하향, 상향, 후방, 바닥, 전방, 후부 등과 같이 방향을 나타내는 용어는 도면을 설명하기 위해 사용되고 있지만, 이러한 용어는, 편의를 위해 도면에 대해 상대적인 방향(정상적으로 봤을 때)을 나타내는 것이다. 이러한 방향을 나타내는 용어는, 어떠한 형태로든 본 발명을 그 문자대로 한정하거나 제한하는 것으로 받아들여져서는 안 된다.

[0027] 또한, 본 명세서에서 사용되는 "제1", "제2", "제3" 등의 용어는, 단지 설명을 위한 것이며, 상대적인 중요도를 의미하는 것으로 고려되어서는 안 된다.

[0028] 이하에서는 본 발명의 실시예에 대하여 첨부된 도면을 참조로 하여 자세히 설명하기로 한다.

[0030] 도 1 내지 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템(100)이 구비된 선박(10)을 나타낸 참조도이고, 도 3 내지 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템(100)의 구성도로서, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템(100)은 가스연료로 사용하는 엔진인 이중연료 엔진과 가스 엔진이 설치된 LNG, LPG, LNH<sub>3</sub>, LH<sub>2</sub> 등의 가스연료운반선(Gas Carrier Ships)와 액화저장탱크(Liquefied Storage Tank) 및 연료가스 공급시스템(FGSS: Fuel Gas Supply System)이 설치 및 운영되는 일반 상선 중 어느 하나에 포함될 수 있다.

[0031] 그리고 선박(10)의 엔진은, DFDE(Dual Fuel Diesel Electric), X-DF(Extra Long Stroke Dual Fuel), ME-GI(Main engine Electronic control Gas Injection) 엔진 중 어느 하나를 포함한다.

[0032] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템(100)은 이와 같이 다양한 가스연료 및 엔진에 적용 가능하지만, 아래 설명에서는 LNG를 연료로 사용하는 LNG 엔진부(20)를 실시예로하여 설명하기로 한다.

[0033] 다음으로 선박(10)에는 LNG를 저장하는 LNG 탱크부(30)를 포함한다.

- [0034] 다음으로 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템(100)은 복합 산화/환원 촉매부(200), 건식 CO<sub>2</sub> 포집부(300), CO<sub>2</sub> 압축 저장부(310), CO<sub>2</sub> 액화부(320), 액화 CO<sub>2</sub> 저장부(330), BOG 냉열 열교환부(400) 및 제어부(500)을 포함한다.
- [0036] 먼저 복합 산화/환원 촉매부(200)는 상기 LNG를 연료로 사용하는 LNG 선박의 엔진부(20)로부터 배출되는 상기 배출가스에 포함된 메탄(CH<sub>4</sub>), 일산화탄소(CO), 총탄화수소(THC), 질소산화물(NO<sub>x</sub>)를 복합 산화/환원 촉매를 이용하여 동시에 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)와 질소(N<sub>2</sub>)로 산화/환원시킨다.
- [0038] 상기 복합 산화/환원 촉매는 활성금속과 활성금속 담지 지지체로 구성되며, 활성금속은 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 로듐(Rh), 몰리브데늄(Mo), 텅스텐(W), 망간(Mn), 구리(Cu), 철(Fe), 세리움(Ce)으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소를 포함하는 것을 특징으로 하는 활성금속과 활성금속 담지 지지체는 제올라이트(Zeolite), 알루미나(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 실리카(SiO<sub>2</sub>), 지르코니아(ZrO<sub>2</sub>), 타이타니아(TiO<sub>2</sub>), 세리아(CeO<sub>2</sub>)로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0039] 상기 복합 산화/환원 촉매는 상압조건에서 반응온도 300 °C에서 450 °C 범위 내에서 배출가스에 포함된 CH<sub>4</sub>, CO, THC, NO<sub>x</sub>를 동시에 CO<sub>2</sub>와 N<sub>2</sub>로 산화/환원시킨다.
- [0040] 아래는 이에 대한 참조 도식이다.
- [0041]  $CH_4 + 1/2O_2 \rightarrow CO + 2H_2$
- [0042]  $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$
- [0043]  $CO + 1/2O_2 \rightarrow CO_2$
- [0044]  $C_xH_y + (x+y/4)O_2 \rightarrow xCO_2 + (y/2)H_2O$
- [0045]  $4NO + 4NH_3 + O_2 \rightarrow 4N_2 + 6H_2O$
- [0047] 그리고 건식 CO<sub>2</sub> 포집부(300)는 복합 산화/환원 촉매부(200)에서 생성된 CO<sub>2</sub>를 건식으로 포집한다. 상기 건식법을 이용한 CO<sub>2</sub> 포집방법은 다양한 방법으로 구현가능하다.
- [0048] 하나의 실시예에 대하여 설명하면, 두개의 반응기를 이용하여 CO<sub>2</sub>를 포집하는 것으로, 회수반응기에 공급된 CO<sub>2</sub>를 고체흡수제(건식흡수제)에 흡착하고, 상기 고체흡수제는 재생반응기로 유입되어 흡착된 CO<sub>2</sub>를 분리 배출하고, 전처리 반응기에서 고체흡수제에 H<sub>2</sub>O를 흡습시켜 다시 회수반응기에 공급하는 과정으로 이루어진다.
- [0049] 이와 같이 건식 CO<sub>2</sub> 포집부(400)에서 분리 포집된 CO<sub>2</sub>는 CO<sub>2</sub> 압축 저장부(310)로 이송되어 압축 저장된다.
- [0050] CO<sub>2</sub> 압축 저장부(310)는 다양한 방법으로 CO<sub>2</sub>를 압축 저장이 가능하다.
- [0051] 하나의 실시예에 대하여 설명하면, CO<sub>2</sub>는 컴프레셔(도시하지 않음)을 거쳐 압축 저장된다.
- [0052] 이와 같이 CO<sub>2</sub> 압축 저장부(310)에서 압축 저장된 CO<sub>2</sub>는 BOG 냉열 열교환부(400)를 이용하여 CO<sub>2</sub> 액화부(320)에서 액화 저장된다.
- [0053] 천연가스의 액화온도는 상압 -163°C의 극저온이므로, LNG는 그 온도가 상압 -163°C 보다 약간만 높아도 쉽게 증발된다. LNG 저장탱크의 경우 단열처리가 되어 있기는 하지만, 외부의 열이 LNG 저장탱크에 지속적으로 전달되므로, LNG 저장탱크 내 LNG가 지속적으로 자연 기화되어 LNG 저장 탱크 내에 증발가스(Boil-Off Gas, BOG)가 발생한다.



- [0054] 이와 같이 발생된 BOG는 CO<sub>2</sub> 액화에 이용된다. 즉 BOG 냉열 열교환부(400)로 각각의 유로를 통하여 공급되는 BOG와 CO<sub>2</sub>는 상호 열교환이 이루어짐으로써 CO<sub>2</sub>는 액화되며 액화된 CO<sub>2</sub>는 CO<sub>2</sub> 액화부(320)에 저장된다.
- [0055] 여기서 사용자는 고압가스 압축기를 이용하여 BOG를 고압으로 압축하여 BOG 냉열 열교환부(400)로 공급할 수 있다.
- [0056] 본 실시예에서는 BOG 냉열 열교환부(400)와 CO<sub>2</sub> 액화부(320)를 별도로 구분하여 설명하였지만 이는 설명의 이해를 돕기 위한 것으로 사용자의 선택에 따라서는 하나의 시스템으로 구성할 수 있다.
- [0057] 이와 같이 액화된 CO<sub>2</sub>는 CO<sub>2</sub> 활용부(410)를 통해 선박(10)의 냉동공조시스템에 공급하여 친환경 CO<sub>2</sub> 냉매제로 활용하거나, 소화전에 공급하여 CO<sub>2</sub> 소화액으로 사용이 가능하다.
- [0058] 즉, CO<sub>2</sub> 활용부(410)는 액화된 CO<sub>2</sub>를 선박 내 냉동공조시스템의 친환경 CO<sub>2</sub> 냉매제로 공급하여 선박 내 공조 중심의 냉방시스템 및 쾌적한 환경을 조성하는 효과가 있다. 또는 액화된 CO<sub>2</sub>를 화재 발생시 재기화하여 선박(10)의 소화전 등 공급하여 줌으로써 선박(10)의 소화전은 CO<sub>2</sub>를 보관하기 위한 저장탱크를 별도로 필요로 하지 않아 선박(10)의 공간 사용 효율성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0059] 또는 액화 CO<sub>2</sub> 저장부(330)에 저장 후 냉동물류산업이 집약된 항만에 정박하여 액화 CO<sub>2</sub>를 필요로 하는 대형 냉동창고, 식품가공산업 등에 냉매제로 공급할 수 있다.
- [0060] 다음으로 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템(100)은 제어부(500)를 통해 상기 선박이 배출가스 통제구역(ECA)을 운항하는 경우에는, 상기 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템(100)이 활성화되도록 제어 가능하다.
- [0061] 다음으로 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 LNG 추진 선박 유래 온실가스 저감을 위한 에너지 절감 배출가스 처리 복합 시스템(100)은 이와 같은 구성을 통하여 기존 공정에 비해 후처리 시스템 콤팩트화 및 공정 개선 가능하다.
- [0062] 즉, 기존의 LNG 선박 배기가스 처리시스템(한국 등록특허 제10-2141729호)에 개시된 기술내용을 살펴보면, 엔진으로부터 배기관으로 나온 배출가스는, 상기 배기관 내에 배치된 환원촉매를 먼저 통과하면서 메탄과 질소산화물이 동시에 제거된 후, 반응기의 후단 공간에 모여, 상기 후단 공간에서 산화촉매를 통과하면서 산화 반응을 통해 잔류하는 메탄이 추가로 더 제거되며, 상기 산화촉매를 통과한 배출가스는 배출관을 따라 터보차저의 전단으로 배출되는 것을 특징으로 한다.
- [0063] 즉, 선행기술에서는 메탄과 질소산화물만을 처리할 뿐 CO<sub>2</sub>의 처리에 대해서는 개시되어 있지 않다. 그러나 본 발명은 CO<sub>2</sub>를 액화 저장하여 선박 내 공조시스템 냉매제 및 소화가스로 사용하는 등 CO<sub>2</sub>를 배출하지 않고 저장 및 재사용함으로써 온실가스 배출을 효과적으로 제어할 수 있는 효과가 있다.
- [0064] 그리고 온실가스 및 대기오염물질 저감을 통해 연안선박에 적용된 환경규제에 대응함으로써 PM 2.5 및 온실가스 배출 감소와 함께 연안 대기오염 감소 효과도 기대할 수 있다.
- [0065] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였으나, 본 발명은 다양한 변화와 변경 및 균등물을 사용할 수 있다. 본 발명은 상기 실시예를 적절히 변형하여 동일하게 응용할 수 있음이 명확하다. 따라서 상기 기재 내용은 하기 특허청구범위의 한계에 의해 정해지는 본 발명의 범위를 한정하는 것이 아니다.

**부호의 설명**

- [0066] 10: 선박 20: LNG 엔진부 30: LNG 탱크부
- 100: LNG 선박용 콤팩트 배출가스 후처리 복합시스템
- 200: 복합 산화/환원 촉매부 300: 건식 CO<sub>2</sub> 포집부
- 310: CO<sub>2</sub> 압축 저장부 320: CO<sub>2</sub> 액화부 330: 액화 CO<sub>2</sub> 저장부

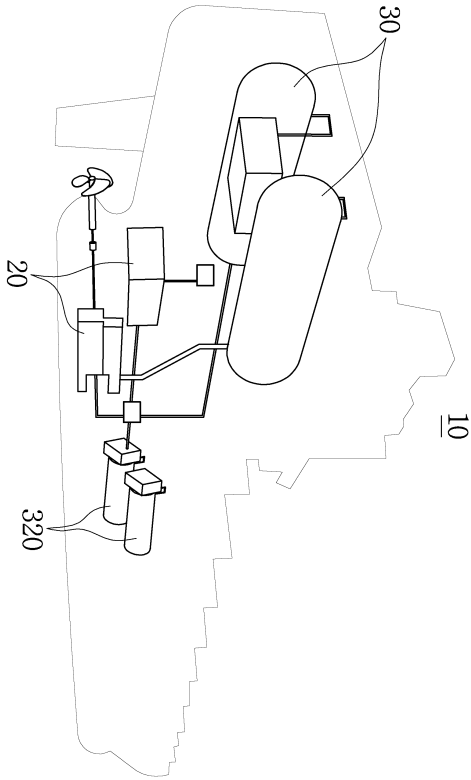


400: BOG 냉열 열교환부 410: CO<sub>2</sub> 활용부

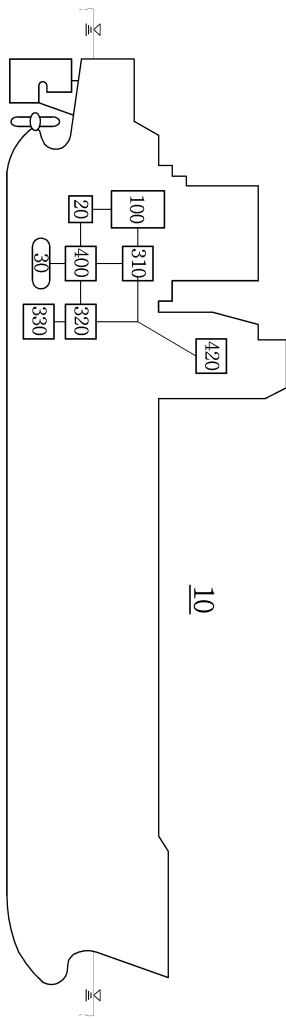
420: 배출가스 배출부

도면

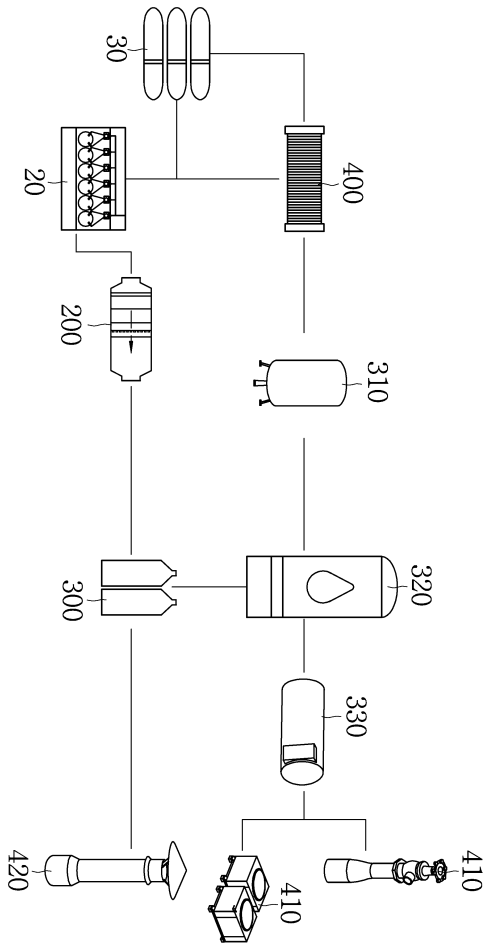
도면1



도면2



도면3



도면4

