



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0085404
(43) 공개일자 2025년06월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01N 3/04 (2006.01) B63B 43/06 (2006.01)
B63H 21/32 (2020.01)
(52) CPC특허분류
F01N 3/04 (2013.01)
B63B 43/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0174640
(22) 출원일자 2023년12월05일
심사청구일자 2023년12월05일

(71) 출원인
국립창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20(퇴촌동)
(72) 발명자
최원중
경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20, 52호관
413호(퇴촌동, 창원대학교)
(74) 대리인
김정수

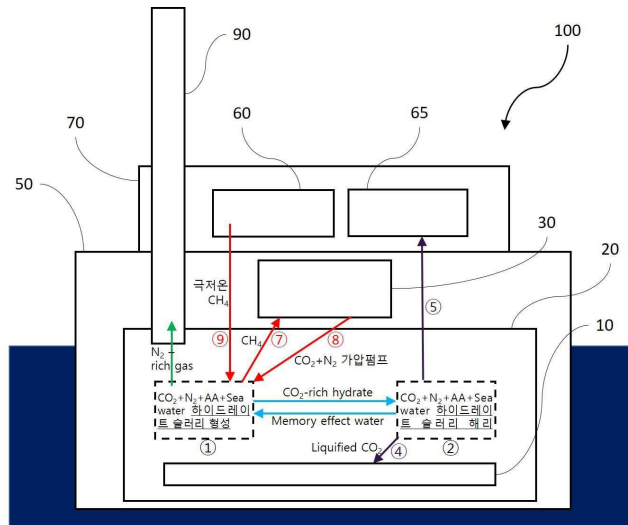
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템

(57) 요약

본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템은, LNG 추진 선박에 있어서, 엔진 연소후 배출되는 연소배가스로부터 이산화탄소 및 질소 혼합기체를 선박의 평형수를 이용하여 분리하고, 혼합기체를 평형수베셀 내부로 유입되게 하고, 혼합기체와 방빙제(anti-agglomerant) 및 해수 또는 담수를 혼합하여 하이드레이트 슬러리를 형성하는 것을 특징으로 한다. 이상과 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 연소배가스에서 이산화탄소를 선박의 평형수를 이용하여 분리하고 저장하고, 선박의 평형수로서 활용 가능하게 함으로써, 이산화탄소 배출량 감축으로 탄소중립형 운송이 가능하고, 에너지 효율 증가 효과를 갖는 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템을 제공할 수 있게 되는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B63H 21/32 (2013.01)

F01N 2570/10 (2013.01)

F01N 2590/02 (2013.01)

F01N 2610/1406 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345370810
과제번호	2021RIS-003
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체대학협력기반지역혁신사업
연구과제명	(울산경남지역혁신플랫폼)경상국립대학교
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(울산경남지역혁신플랫폼)경상국립대학교
연구기간	2023.04.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

LNG 추진 선박에 있어서,
엔진 연소후 배출되는 연소배가스로부터 이산화탄소 및 질소 혼합기체를 상기 선박의 평형수를 이용하여 분리하고,
상기 혼합기체를 평형수베셀 내부로 유입되게 하고,
상기 혼합기체와 방빙제(anti-agglomerant) 및 해수 또는 담수를 혼합하여 하이드레이트 슬러리를 형성하는 것을 특징으로 하는 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 하이드레이트 슬러리는,
상기 이산화탄소가 풍부해지는 경우,
해리되어 액화하고,
액화한 상기 이산화탄소 중 일부를 상기 평형수베셀 내부에 설치되는 이산화탄소 평형수탱크로 유입되게 한 후,
필요에 따라 상기 평형수베셀 내부로 재유입 되게 하는 것을 특징으로 하는 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템.

청구항 3

제 1항에 있어서,
상기 하이드레이트 슬러리는,
상기 이산화탄소가 풍부해지는 경우,
해리되어 액화하고,
액화한 상기 이산화탄소 중 일부를 상기 평형수베셀 외부로 배출하여 빈 LNG탱크로 유입되게 하는 것을 특징으로 하는 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템.

청구항 4

제 1항에 있어서,
상기 평형수베셀은,
상기 하이드레이트 슬러리의 형성 과정에서 배출되는 질소가 풍부한 가스를 상기 평형수베셀의 상단 또는 상단 근방에 결합된 가스배출구를 통하여 상기 선박의 외부로 배출하는 것을 특징으로 하는 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 슬러리 상태의 하이드레이트를 평형수로 이용하는 선박에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 LNG 추진 선박에서 배출되는 연소배가스에서 이산화탄소를 선박의 평형수를 이용하여 분리 및 저장하는 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로, 항해하는 선박은 파도의 영향을 받거나 선회하는 과정에서 선체가 기울어지게 되는데, 이때 선박 하부에 설치된 탱크에 채워지는 평형수가 복원력을 제공함으로써, 기울어진 선박은 평형수에 의해 본래의 자세로 복귀하게 되어 안전한 운항을 할 수 있게 된다.

[0004] 상기와 같은 평형수는 규정된 범위 내에서 탱크에 채워져야 하지만, 더 많은 화물을 적재하기 위해 평형수를 적게 넣어 안전사고를 유발하는 사례가 발생하므로 평형수 배출규제를 위한 구조적인 개선책이 요구되고 있다.

[0005] 이에 대한 개선책으로, 선박 하부에 제1,2저장탱크를 설치하여 엔진 연료로 사용되는 천연가스 하이드레이트 슬러리와, 엔진으로부터 배출되는 배기가스 중 CO₂ 를 포집하여 만든 CO₂ 하이드레이트 슬러리를 선박 평형수 및 선박 연료의 저장원으로 사용하여 연료저장탱크를 축소 또는 배제할 수 있게 되고, 그에 따른 추가적인 공간을 확보할 수 있다.

[0006] 또한, 출항시 근해에서 주입된 선박평형수를 해외의 다른 생태계를 가진 근해에 배출할 시, 배출지의 생태계의 교란을 일으킬 수 있다. 이를 방지하기 위해 최근 IMO (International Maritime Organization)에서는 선박평형수의 배출에 대한 규제를 강화하여 이에 대한 대응책이 요구되고 있다.

[0007] 이에 대응하기 위해, 하이드레이트 슬러리로 선박 평형수의 전체 또는 일부 대체할 수 있다. 따라서 선박평형수를 배출하지 않거나 소량 배출하게 되므로, 선박 평형수의 배출 규제에 따른 배출수 처리문제를 효과적으로 해결할 수 있다.

[0008] 한편, 종래의 기술인 KR 10-1165134 B1, 2012.7.5. "압축천연가스 운반선의 배출가스 처리방법"을 살펴보면, 먼저 CNG 운반선 내부에는 CNG저장용기가 설치 되는데, 상기 CNG저장용기에는 CNG 배출가스를 발라스트수와 혼합시켜 슬러리화하는 슬러리 가스하이드레이트 생성기와, 슬러리화 된 가스 하이드레이트를 이송하는 이송펌프와, 이송된 슬러리 상태의 가스 하이드레이트를 저장후 재 기화시키는 발라스트수 저장탱크와, 재기화된 가스를 공급받아 수분을 제거하는 수분제거장치와, 수분이 제거된 가스를 공급받아 승압시키는 압축기와, 엔진이 순차적으로 연결되는 구조로 되어 있다.

[0009] 상기 CNG 저장용기에 저장된 CNG는 슬러리 가스하이드레이트 생성기, 이송펌프, 발라스트수 저장탱크, 수분제거장치, 압축기 순으로 이동하면서 엔진으로 공급되고, 상기 엔진으로부터 연소된 CNG는 CO₂ 등을 포함한 배기가스로 방출된다.

[0010] 이 기술의 목표는 CNG 운반중 발생하는 천연가스의 자연기화분을 선박평형수와 함께 하이드레이트로 만들어 임시로 저장하여 연료로 사용함으로써 대기 중으로 방출되는 천연가스를 절감하는 것에 있다. 하지만 천연가스의 자연기화로 인한 대기방출을 방지하는 것 이외에는 큰 효과를 기대하기 힘든 단점이 있다.

[0011] 특히, 상기와 같이 엔진에서 연소된 CNG의 배기가스는 대기로 방출되어 환경오염 및 지구온난화의 주요 원인으로 작용하게 되는 문제점을 지닌다. 이를 해결하기 위해 배기가스중 CO₂를 포집하여 생성된 CO₂ 하이드레이트 슬러리를 평형수로 사용할 수 있다.

[0013] 가스 하이드레이트는 저온, 고압 환경에서 물과 기체가 만나면 형성되는 결정질 고체 물질임. 많은 양의 기체 분자를 안정적으로 저장할 수 있으며, 심해저 및 영구동토층에 천연가스가 하이드레이트의 형태로 매장되어 있다. 기체 분자의 종류에 따라 열역학적 안정 영역 및 선택도에 차이가 있으며 이를 이용해 기체 분리 및 저장 분야에 활용할 수 있어 활발히 연구중인 상황이다.

[0014] 순수한 물을 이용해 하이드레이트를 형성하는 경우 고상의 하이드레이트가 chunk 형태로 형성되어 유동성을 저해할 수 있게 된다. 석유 화학업계에서 개발 및 적용중인 anti-agglomerant를 첨가하면 하이드레이트 형성 후 슬러리 형태에서도 유동성을 확보할 수 있다.

[0015] 본 발명은 하이드레이트 형성을 통해 연소배가스인 CO₂+N₂ 기체로부터 이산화탄소 분리하는 기술과 Anti-

agglomerant 라는 첨가제를 이용해 하이드레이트 슬러리의 유동성을 확보하는 기술을 배경으로 한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0017] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 제10-2075296호(명칭: 천연가스하이드레이트를 이용하여 최소평형수 선박 내 연료공급, 평형수 대체 및 청수공급이 가능한 시스템, 등록일: 2020년 02월 03일)
- (특허문헌 0002) 한국 등록특허 제10-1612820호(명칭: 슬러리 상태의 하이드레이트를 평형수로 이용한 선박, 등록일: 2016년 04월 08일)
- (특허문헌 0003) 한국 등록특허 제10-1165134호(명칭: 압축천연가스 운반선의 배출가스 처리 방법, 등록일: 2012년 07월 05일)
- (특허문헌 0004) 일본 등록특허 제4644804호(명칭: 배가스 중의 이산화탄소를 회수하는 이산화탄소 회수 방법 및 장치, 등록일: 2010년 12월 17일)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0018] 본 발명은 상기한 문제점을 개선하기 위하여 발명된 것으로, 본 발명의 한 가지 목적은, 연소배가스에서 이산화탄소를 선박의 평형수를 이용하여 분리하고 저장 가능한 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템을 제공하는 것이다.
- [0019] 본 발명은 상기한 문제점을 개선하기 위하여 발명된 것으로, 본 발명의 다른 목적은, 연소배가스에서 분리한 이산화탄소를 이용하여 형성한 하이드레이트 슬러리를 선박의 평형수로서 활용 가능한 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템을 제공하는 것이다.
- [0020] 본 발명은 상기한 문제점을 개선하기 위하여 발명된 것으로, 본 발명의 또 다른 목적은, 연소배가스로부터 이산화탄소를 분리하여 활용함으로써, 이산화탄소 배출량 감축으로 탄소중립형 운용이 가능한 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템을 제공하는 것이다.
- [0021] 본 발명은 상기한 문제점을 개선하기 위하여 발명된 것으로, 본 발명의 다시 다른 목적은, LNG탱크에 저장된 천연가스의 쿨드 에너지를 이용하여 선박의 평형수를 냉각한 후 엔진에서 연소하여 에너지 효율이 증가된 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템을 제공하는 것이다.
- [0023] 본 발명의 기술적 과제는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0025] 상기 과제를 달성하기 위하여 안출된, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템은, LNG 추진 선박에 있어서, 엔진 연소후 배출되는 연소배가스로부터 이산화탄소 및 질소 혼합기체를 선박의 평형수를 이용하여 분리하고, 혼합기체를 평형수베셀 내부로 유입되게 하고, 혼합기체와 방빙제(anti-agglomerant) 및 해수 또는 담수를 혼합하여 하이드레이트 슬러리를 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또한, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템의 하이드레이트 슬러리는, 이산화탄소가 풍부해지는 경우, 해리되어 액화하고, 액화한 이산화탄소 중 일부를 평형수베셀 내부에 설치되는 이산화탄소 평형수탱크로 유입되게 한 후, 필요에 따라 평형수베셀 내부로 재유입

되게 하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 또한, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템의 하이드레이트 슬러리는, 이산화탄소가 풍부해지는 경우, 해리되어 액화하고, 액화한 이산화탄소 중 일부를 평형수베셀 외부로 배출하여 빈 LNG탱크로 유입되게 하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 또한, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템의 평형수베셀은, 하이드레이트 슬러리의 형성 과정에서 배출되는 질소가 풍부한 가스를 평형수베셀의 상단 또는 상단 근방에 결합된 가스배출구를 통하여 선박의 외부로 배출하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 연소배가스에서 이산화탄소를 선박의 평형수를 이용하여 분리하고 저장 가능한 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템을 제공할 수 있게 된다.

[0031] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 연소배가스에서 분리한 이산화탄소를 이용하여 형성한 하이드레이트 슬러리를 선박의 평형수로서 활용 가능한 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템을 제공할 수 있게 된다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 연소배가스로부터 이산화탄소를 분리하여 활용함으로써, 이산화탄소 배출량 감축으로 탄소중립형 운용이 가능한 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템을 제공할 수 있게 된다.

[0033] 본 발명의 일 실시예에 따르면, LNG탱크에 저장된 천연가스의 쿨드 에너지를 이용하여 선박의 평형수를 냉각한 후 엔진에서 연소하여 에너지 효율이 증가된 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템을 제공할 수 있게 된다.

[0035] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템을 포함하는 LNG 추진 선박의 개념적인 횡단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0039] 실시예를 설명함에 있어서 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려져 있고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.

[0040] 마찬가지로 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 개략적으로 도시되었다. 또한, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다. 각 도면에서 동일한 또는 대응하는 구성요소에는 동일한 참조 번호를 부여하였다.

[0043] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템을 포함하는 LNG 추진 선박의 개념적인 횡단면도이다.

[0044] 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집

및 저장 시스템(100)은, LNG 추진 선박에 있어서, 엔진 연소후 배출되는 연소배가스로부터 이산화탄소 및 질소 혼합기체를 선박의 평형수를 이용하여 분리하고, 혼합기체를 평형수베셀(20) 내부로 유입되게 하고, 혼합기체와 방방제(anti-agglomerant)(AA) 및 해수 또는 담수를 혼합하여 하이드레이트 슬러리를 형성(①)하는 것을 특징으로 한다.

[0045] 여기에서, 방방제(anti-agglomerant)(AA) 첨가량은 1~5 wt% 범위로 첨가하며, 방방제(anti-agglomerant)(AA) 첨가로 고체-액체가 혼합된 하이드레이트 슬러리의 유동성을 확보하여 하이드레이트 전환 효율을 증가시킬 수 있게 되며, 방방제(anti-agglomerant)(AA)는 하이드레이트 슬러리의 유동성 확보 목적으로 첨가되는 것이다.

[0046] 또한, 하이드레이트 슬러리의 형성/해리 과정에 있어서의 메모리 효과(memory effect)와, 선박의 진동 및 흔들림을 이용해 별도의 교반장치 구성을 설치하지 않고도 하이드레이트 형성 과정에 교반 작용 효과를 부가할 수 있다.

[0047] 또한, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템(100)의 하이드레이트 슬러리는, 이산화탄소가 풍부해지는 경우, 해리되어 액화하고, 액화한 이산화탄소 중 일부를 평형수베셀(20) 내부에 설치되는 이산화탄소 평형수탱크(10)로 유입(④)되게 한 후, 필요에 따라 평형수베셀(20) 내부로 재유입 되게 하는 것을 특징으로 한다. 이와 같이, 메모리 효과를 가진 해리된 평형수를 이산화탄소 평형수탱크(10)로부터 평형수베셀(20) 내부로 재유입되게 함으로써, 하이드레이트 형성을 가속화 할 수 있게 된다.

[0048] 또한, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템(100)의 하이드레이트 슬러리는, 이산화탄소가 풍부해지는 경우, 해리되어 액화하고(②), 액화한 이산화탄소 중 일부를 평형수베셀(20) 외부로 배출하여 빈 LNG탱크(65)로 유입(⑤)되게 하는 것을 특징으로 한다.

[0049] 또한, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템(100)의 평형수베셀(20)은, 하이드레이트 슬러리의 형성 과정에서 배출되는 질소가 풍부한 가스를 평형수베셀(20)의 상단 또는 상단 근방에 결합된 가스배출구(90)를 통하여 선박의 외부로 배출하는 것을 특징으로 한다.

[0051] 이상 도 1을 참조하여 설명한 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템(100)은, LNG 추진 선박에 있어서, 엔진 연소후 배출되는 연소배가스로부터 이산화탄소 및 질소 혼합기체를 선박의 평형수를 이용하여 분리하고, 혼합기체를 평형수베셀(20) 내부로 유입되게 하고, 혼합기체와 방방제(anti-agglomerant)(AA) 및 해수 또는 담수를 혼합하여 하이드레이트 슬러리를 형성함으로써, LNG추진선박에서 배출되는 연소배가스에서 이산화탄소를 선박 평형수를 이용해 분리 및 저장 가능하게 되고, 분리해 액화시킨 이산화탄소와 하이드레이트 슬러리를 선박의 평형수로서 활용할 수 있게 됨에 따라, LNG추진선박의 이산화탄소 배출량을 감소할 수 있게 되고 탄소중립형 선박 운용이 가능해지게 되는 효과가 있다.

[0052] 또한, LNG탱크(60)에 저장된 천연가스의 cold energy를 이용하여 선박의 평형수를 냉각한 후 엔진에서 연소함으로써, 에너지 효율 향상이 가능하게 된다.

[0054] 또한, 연소배가스를 가압하고 평형수와 접촉시켜 이산화탄소가 풍부한(CO₂-rich) 하이드레이트 슬러리를 형성하며, 이때 surfactant와 같은 방방제(anti-agglomerant)(AA)를 소량(1~5 wt%) 첨가해 고체-액체가 혼합된 하이드레이트 슬러리의 유동성 확보로 하이드레이트 전환 효율을 증가시킬 수 있게 된다. 또한, 하이드레이트 형성/해리 시의 메모리 효과와, 선박의 진동 및 흔들림을 이용해 별도의 교반장치 없이 하이드레이트 슬러리를 형성할 수 있게 된다.

[0055] 여기에서, 하이드레이트 슬러리 형성 후 이산화탄소가 제거된 질소가 풍부한 가스는 대기중으로 방출되게 된다.

[0056] 형성된 이산화탄소 하이드레이트 슬러리를 해리시켜 이산화탄소를 분리한 후 액화하여 평형수로서 활용(④)하며, 해리된 평형수는 메모리 효과를 가지고 있어 하이드레이트 슬러리 재형성 시의 복원력이 탁월하므로, 하이드레이트 슬러리 형성 베셀에 주입되어 재활용된다.

[0058] 한편, 본 명세서와 도면에는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 개시하였으며, 비록 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것

이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

[0059]

- 10 : 이산화탄소 평형수탱크
- 20 : 평형수베셀
- 30 : 엔진룸
- 50 : 선체하부
- 60 : LNG탱크 65 : 빈 LNG탱크
- 70 : 선체상부
- 90 : 가스배출구
- 100 : LNG 추진 선박용 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집 및 저장 시스템

도면

도면1

