(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월23일
(11) 등록번호 10-1422911
(24) 등록일자 2014년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*B63B 25/16* (2006.01) *F17C 3/04* (2006.01)
*F17C 13/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0046906
(22) 출원일자 2012년05월03일
심사청구일자 2012년05월03일
(65) 공개번호 10-2013-0123637
(43) 공개일자 2013년11월13일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020090112791 A*
KR1020090112790 A
KR1020100134173 A
KR1020080104801 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
**한국과학기술원**
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
**송태호**
대전 유성구 대학로 291, (구성동, 한국과학기술원)
**여인석**
대전 유성구 대학로 291, (구성동, 한국과학기술원)
(74) 대리인
**특허법인무한**

전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 김경훈

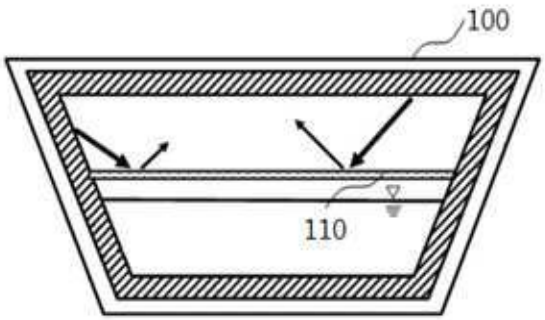
(54) 발명의 명칭 **LNG 운반선의 증발가스 억제를 위한 복사열 차폐막 장치를 포함하는 저장탱크**

## (57) 요 약

본 발명은 LNG 운반선의 액화천연가스 운송 중 발생하는 증발가스를 최소화하기 위한 복사열 차폐막 장치를 포함하는 저장탱크에 관한 것이다.

본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 외부로부터 전달되어 들어오는 열에 의하여 상대적으로 높아진 온도의 저장탱크 내 벽면과 극저온의 액화천연가스의 온도 차이에 의하여 발생되는 복사열이 액화천연가스에 직접적으로 전달되지 못하도록 차단하는 장치로, 증발가스 발생을 최소화시키기 위해 액화천연가스 수면 위에 복사열 차폐막을 설치하는 것을 특징으로 한다.

*대 표 도* - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

액화천연가스를 밀폐 보관하도록 구성되는 저장탱크로서,

상기 저장탱크의 천정부 및 상기 액화천연가스의 수면 사이에 설치되는 복사열 차폐막; 및

롤러

를 포함하고

상기 복사열 차폐막은 상기 롤러를 감싸는 벨트 형식의 구조이고, 전자동으로 개폐가 가능한

저장탱크.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복사열 차폐막의 구성요소는,

반사율이 미리 정해진 제1 기준보다 크고 방사율이 미리 정해진 제2 기준보다 작은 금속으로 구성된 박판이거나, 상기 반사율이 상기 미리 정해진 제1 기준보다 크고 방사율이 상기 미리 정해진 제2 기준보다 작은 금속으로 코팅을 한 박판, 혹은 필름인

저장탱크.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복사열 차폐막은 단층 혹은 다층으로 설치되는 것

을 특징으로 하는 저장탱크.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복사열 차폐막은 지지대를 포함하는 구조인 것

을 특징으로 하는 저장탱크.

### 청구항 5

삭제

## 명 세 서

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 LNG 운반선의 액화천연가스 저장탱크 내부에서의 기화에 의한 증발가스 발생을 줄이기 위한 방법의 일환으로서, 저장탱크 내에 설치되는 복사열 차폐막 장치에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 현재 지구온난화와 같은 환경문제가 심각해 짐에 따라 각종 기후 협약 및 이산화탄소 발생량 규제가 강화되어 청정에너지인 천연가스에 대한 수요가 늘어나고 있다. 이와 함께 LNG 물동량의 증가로 LNG 운반선의 수요 또한 증가하고 있는데, 이 LNG 운반선은 천연가스의 원거리 운송의 편의성을 위해 극저온으로 액화시켜 부피를 약 1/600로 축소시켜 대량의 천연가스 운송을 용이하게 한다. 이때, 천연가스를 액화시키는데 요구되는 온도는 약 -163℃로, 이 온도보다 높아지게 되면 천연가스가 기화되어 증발가스가 발생하게 되고, 이렇게 발생된 증발가스

를 저장탱크 내에 방치하게 되면 탱크의 내부압력이 점차 상승하여 위험을 초래하므로, 발생된 증발가스는 탱크 밖으로 배출하고, 탱크 밖으로 배출된 증발가스는 선박 엔진의 연료로 사용하거나, 태워서 처리하기도 한다.

[0003] 이렇게 버려지는 에너지 손실을 최소화하기 위한 종래의 기술은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째로는 증발가스의 일정량을 선박의 주 추진 동력으로 사용하고 남은 증발가스를 다시 재액화하여 저장탱크 내로 돌려보내는 것이다. 이러한 방법에 따른 재액화 장치는 냉동사이클을 가지며, 배출된 증발가스를 압축기에서 압축을 한 후에, 고압으로 압축된 증발가스를 냉각기를 통하여 재액화시켜 액체만을 분리하여 다시 저장탱크 내로 보내지는 방법이 사용된다. 두 번째로는 발생된 증발가스를 다시 재액화시키는 방법이 아닌, 화물창 내 구조를 고압에서도 견디게 만들어 내부압력을 높여, 보다 높은 온도에서 기화되도록 하여 증발가스를 줄이는 방법이 있다.

[0004] 하지만, 종래의 기술들은 각각의 문제점들을 가지고 있는데, 첫 번째의 재액화시키는 방법의 경우는 재액화에 필요한 압축기, 냉각기 등 추가적인 많은 장치가 필요하다. 이는 곧 제한된 선박 내 공간에서 공간적인 문제뿐만 아니라 무겁고 고가인 재액화 장치들을 필요 유무에 관계없이 항상 싣고 다녀야 하는 불편함과 함께 경제적인 문제 또한 야기시킨다. 뿐만 아니라, 선박의 추진 동력으로 사용하기 위해 추진기관 역시 별도로 설치되어야 한다.

[0005] 두 번째 방법의 경우, 저장탱크가 보다 높은 압력에서 견딜 수 있도록 탱크의 구조 및 재료적인 보강이 이루어져야 하기 때문에, 복잡하고 기술적인 어려움이 있을 뿐만 아니라 많은 비용이 요구될 수 있다.

[0006] 따라서, 종래의 기술들보다 간단하면서도 효과적이며 경제적인 방법으로 증발가스 발생을 억제하는 장치가 필요하다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 기존 발명의 불편함과 경제적인 문제를 최소화하기 위해, 저장탱크의 내부에서 증발가스 발생을 억제하는 방법을 제안한다.

[0008] 상대적으로 고온인 저장탱크 내벽과 극저온의 액화천연가스 사이에 온도 차이에 의해서, 전체 열 전달량의 1/2까지 복사에 의해 열이 액화천연가스로 전달되므로, 이러한 증발가스 발생의 직접적인 원인인 복사열을 차단하여 기화를 억제하는 것을 그 목적으로 한다.

[0009] 따라서, 외부에서 전달되는 열에 의해 상대적으로 온도가 높아진 저장탱크 내벽과 극저온 상태인 액화석유가스와의 온도 차에 의해 발생하는 복사열전달 막고, 극저온을 유지할 수 있게 하여, 증발가스의 발생을 억제시켜 에너지 손실을 최소화할 수 있게 한다.

### 과제의 해결 수단

[0010] LNG 운반선의 저장탱크 내에서 외부로부터 전달되어 들어오는 열에 의한 온도 상승으로 자연적으로 기화되어 발생하는 증발가스를 억제하기 위한 방법으로서, 액화천연가스를 밀폐 보관하도록 구성되는 저장탱크는 액화천연가스의 수면 위에 설치되는 복사열 차폐막을 포함한다.

[0011] 일례에 있어서, 복사열 차폐막의 구성요소는 반사율이 크고 방사율이 작은 금속으로 구성된 박판이거나, 반사율이 크고 방사율이 작은 금속으로 코팅을 한 박판, 혹은 필름일 수 있다.

[0012] 또 다른 측면에 있어서, 복사열 차폐막은 단층으로 혹은 다층으로 설치될 수 있다.

[0013] 또 다른 측면에 있어서, 복사열 차폐막은 차폐막을 받치는 지지대를 포함하는 구조일 수 있다.

[0014] 또 다른 측면에 있어서, 복사열 차폐막은 롤러를 포함하는 벨트 형식의 구조인 것으로, 전자동으로 개폐가 가능한 것일 수 있다.

### 발명의 효과

[0015] 본 발명에 의하면, LNG 운반선 저장탱크에 저장되어 있는 액화천연가스의 수면 위에 복사열 차폐막을 설치함으로써, 내벽으로부터 전달되는 복사열을 차단하여 기화 온도 이상으로 온도가 상승하는 것을 막을 수 있으며, 이로 인해 증발가스 발생 자체를 억제시켜 증발가스 후처리 과정이 필요 없게 되고, 손실되는 에너지를 최소화 할

수 있다. 이때 복사열 차폐막을 다층으로 설치할수록 더 높은 온도의 복사열을 차단할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 복사열 차폐막이 설치된 LNG 운반선의 저장탱크를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, 복사열 차폐막을 다층으로 설치한 LNG 운반선의 저장탱크를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 복사열 차폐막 구조의 일례를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 복사열 차폐막 구조의 일례를 나타낸 도면이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0018] LNG 운반선의 저장탱크에 저장되어 있는 액화천연가스는, 외부로부터 전달되어 들어오는 열에 의해 저장탱크 내의 온도가 상승하여 자연적으로 기화되어 증발가스가 발생한다. 이렇게 발생하는 증발가스의 가장 직접적인 원인은 저장탱크 내의 복사열에 의한 것으로, 이러한 복사열을 차단하여 기화를 최소화함으로써 증발가스가 발생하는 현상을 줄일 수 있다.

[0019] 따라서, 본 발명은 저장탱크 내의 복사열 전달을 차단하는 방법으로, 저장되어 있는 액화천연가스의 수면 위에 복사열을 반사시킬 수 있는 복사열 차폐막을 설치함으로써 복사열이 직접적으로 액화천연가스와 접촉하지 못하도록 하여, 증발가스의 발생을 억제하는 방법을 제안한다.

[0020] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 복사열 차폐막(110)이 설치된 LNG 운반선의 저장탱크(100)를 나타낸 도면이다. 실시예의 저장탱크(100)는 액화천연가스를 밀폐 보관하도록 구성되는 저장탱크로서, 액화천연가스의 수면 위에 설치되는 복사열 차폐막(110)을 포함하도록 한다.

[0021] LNG 운반선의 저장탱크(100)는 극저온을 유지하기 위해 상당한 두께의 단열부를 가지지만, 외부와의 큰 온도 차로 인해 외부의 열이 내부로 전달되고, 저장탱크의 내벽의 온도는 상대적으로 높아지게 된다. 따라서, 저장탱크 내벽과 액화천연가스 사이의 온도 차이로 인해 복사열이 발생하여, 직접적으로 전달받아 가열된 액화천연가스는 기화되어 증발하게 된다. 이러한 액화천연가스 사이에 온도 차이에 의한 전체 열전달량의 1/2 정도가 복사열에 의한 것이므로, 이렇게 증발가스 발생의 주요 원인인 복사열 전달을 막기 위해 복사열 차폐막(110)을 설치하는 것이다.

[0022] 복사열 전달을 차단하기 위해 저장탱크(100) 내에 복사열 차폐막(110)을 설치할 때, 사용될 수 있는 복사열 차폐막(110)은 복사열을 보다 효과적으로 반사하기 위해 반사율이 크고 방사율이 작은 금속, 즉 금, 은, 알루미늄, 스테인리스스틸과 같은 금속으로 구성된 박판을 사용하거나, 이러한 금속으로 코팅된 박판 혹은 필름을 사용할 수 있다.

[0023] 고온부인 저장탱크 내벽과 저온부인 액화천연가스 사이에서 발생하는 복사열 전달을 막기 위해 복사열 차폐막을 삽입하면, 저온부로 전달되는 복사열이 크게 줄어들게 되는데, 이때 복사열 차폐막(110)은 도 1과 같이 한 층으로 설치하여 사용할 수 있지만, 도 2와 같이 복사열 차폐막(210)을 두 층 혹은 그 이상의 층으로 설치하여, 보다 복사열 차단을 효과적으로 할 수 있다. 즉, 복사열 차폐막(210)의 층을 높일수록, 액화천연가스에 직접 전달되는 복사열은 더욱 줄어들게 되고, 따라서 증발가스의 발생량 또한 줄어드는 것이다.

## 수학식 1

[0024]
$$q_r'' = \frac{\sigma T_w^4 - \sigma T_{LNG}^4}{M\left(\frac{2}{\varepsilon_s} - 1\right)/A_s + \frac{1-\varepsilon_w}{\varepsilon_w A_w} + \frac{1-\varepsilon_{LNG}}{\varepsilon_{LNG} A_w} + \frac{1}{A_w}}$$

[0025] 수학식 1은 복사열 차폐막(210)의 삽입 층수에 따라 변하는 복사열 전달량을 나타낸 식이다.

[0026] 여기서 $T_w$, $T_{LNG}$는 각각 저장탱크 내벽 온도와 액화천연가스의 온도를 나타내며, $\sigma$는 스테판볼츠만상수, $\varepsilon_s$은 차폐막 표면의 방사율, $\varepsilon_w$, $\varepsilon_{LNG}$은 각각 저장탱크내벽과 액화천연가스 수면의 방사율을 나타낸다. 또한 $A_s$, $A_w$, $A_{LNG}$은 각각 차폐막, 저장탱크내벽, 액화천연가스의 표면적을 나타내며 N은 복사열 차폐막의 삽입 층수를 나타낸다.

[0027] 위의 식 분모의 첫 번째 항은 복사열 차폐막을 삽입함으로 인해 추가되는 항으로, 복사열 차폐막의 삽입에 의해 복사열 전달량이 작아지는 것을 알 수 있고, N값이 커지면 즉, 복사열 차폐막을 더 높은 층으로 설치할수록, 저온부에 전달되는 복사열을 줄일 수 있기 때문에, 효과적으로 증발가스 발생을 억제할 수 있다. 실제로, $\varepsilon_s$=0.2 정도의 스테인리스 판을 한 장($N=1$) 적용할 경우에 $q_r''$은 차폐막이 없는 경우보다 1/3 이하로 줄어들게 된다.

[0028] 복사열 차폐막을 설치하는 방법에 있어서, 도 3과 도 4를 그 일실시예로 들 수 있는데, 도 3과 같은 경우, 복사열 차폐막(310)을 설치하는데 있어서, 복사열 차폐막(310)을 받치는 받침대(320)를 포함하는 구조이며, 도 4의 경우, 저장탱크 내에 롤러(420)가 설치된 벨트 형식으로 복사열 차폐막(410)을 설치할 수 있다. 도 4와 같이 설치한 경우, 필요할 때 사용할 수 있도록 개폐가 가능하게 전자동 형식으로 설치될 수 있다. 또한, 복사열 차폐막을 설치하는 방법은 상기 명시된 방법들 이외에도 다양하고 간단한 방법으로 설치되어 사용될 수 있다.

[0029] 이와 같이, 본 발명에서는 LNG 운반선의 저장탱크 내에 복사열 차폐막을 설치함으로써 액화천연가스의 운송 시에, 온도 차이에 의한 기화 증발가스를 줄이고 에너지의 낭비를 방지하여, 효과적으로 운반할 수 있는 액화천연가스 저장 방법을 제시한다. 본 발명에 따르면, 액화천연가스의 수면 위로 복사열 차폐막을 설치함으로써, 내벽으로부터 전달되는 복사열을 차단하여 온도의 상승을 최소화할 수 있고, 따라서 증발가스 발생 자체를 억제시켜 손실되는 에너지를 최소화하며, 증발가스의 후처리 과정을 생략할 수 있게 되어, 경제적 낭비를 줄일 수 있다.

[0030] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상술한 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0031] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

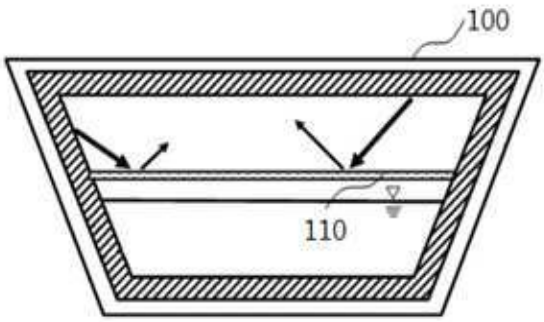
## 부호의 설명

[0032] 100: 저장탱크

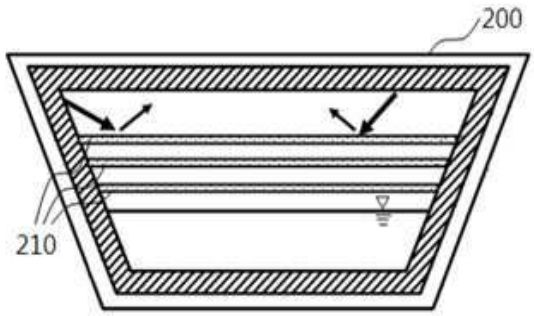
110: 복사열 차폐막

## 도면

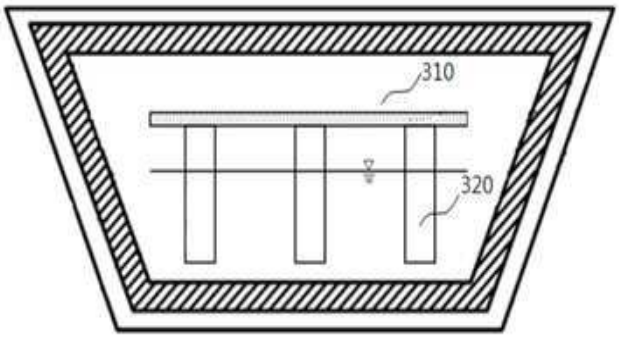
### 도면1

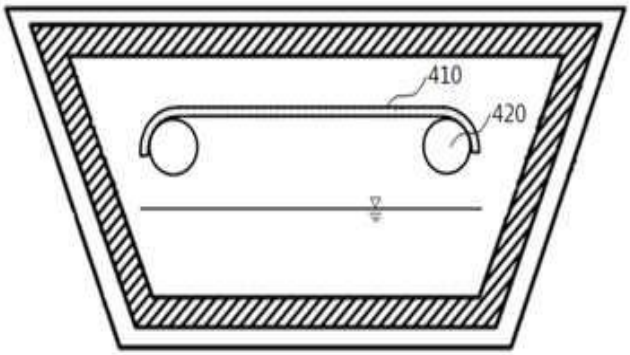


도면2




도면3




도면4