(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0059759
(43) 공개일자 2025년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 25/18 (2006.01) *G01K 1/14* (2021.01)
G01M 99/00 (2011.01)
(52) CPC특허분류
G01N 25/18 (2013.01)
G01K 1/14 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2023-0143668
(22) 출원일자 2023년10월25일
심사청구일자 2023년10월25일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김민석
경기도 안양시 동안구 관평로212번길 21, 310동 1207호 (관양동, 공작부영아파트)
이장현
인천광역시 연수구 해돋이로6번길 33, 111동 502호 (송도동, 송도해모로아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태백

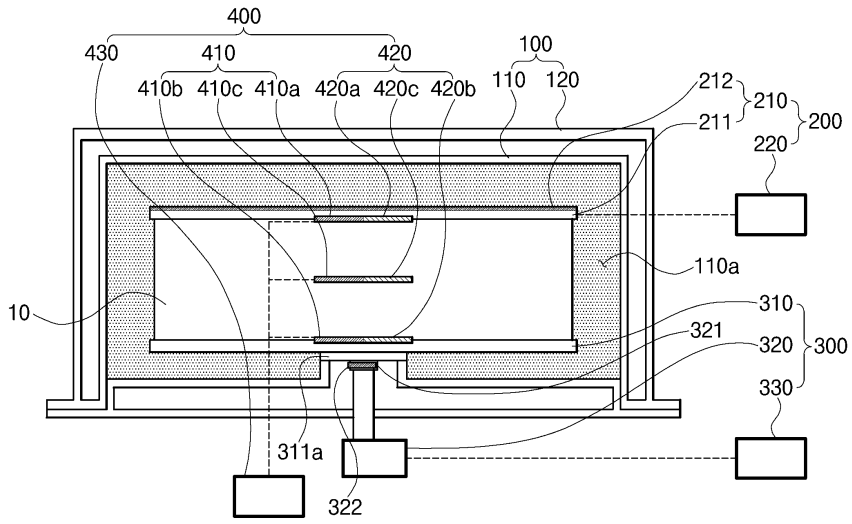
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치**

(57) 요 약

본 발명은, 평가대상 단열시료가 배치되는 메인 챔버부, 평가대상 단열시료의 상면과 연결되며, 평가대상 단열시료를 냉각하는 냉각부, 평가대상 단열시료의 저면과 연결되며, 평가대상 단열시료를 가열하는 가열부, 평가대상 단열시료에 연결되며, 평가대상 단열시료의 열유속 및 온도를 측정하여 평가대상 단열시료의 단열성능을 평가하는 단열성능 평가부를 포함하는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치를 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01M 99/002 (2013.01)
(72) 발명자
장호상
인천광역시 미추홀구 경인남길102번길 120 (용현동)
김유일
인천광역시 연수구 컨벤시아대로42번길 77, 904동 2202호 (송도동, 더샵 엑스포)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415182725
과제번호	P0018490
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	친환경선박용극저온단열시스템실증기반구축(R&D)
연구과제명	LNG 극저온 화물창 소재 및 구조체의 성능평가 기술개발사업
기 여 율	1/1
과제수행기관명	목포대학교
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

평가대상 단열시료가 배치되는 메인 챔버부;

상기 평가대상 단열시료의 상면에 연결되며, 평가대상 단열시료를 가열하는 가열부;

상기 평가대상 단열시료의 저면에 연결되며, 평가대상 단열시료를 냉각하는 냉각부;

상기 평가대상 단열시료에 연결되며, 평가대상 단열시료의 열유속 및 온도를 측정하여 평가대상 단열시료의 단열성능을 평가하는 단열성능 평가부;를 포함하는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 메인 챔버부는

상기 평가대상 단열시료가 수용되는 수용공간이 마련되는 내부 케이스,

상기 평가대상 단열시료의 외측을 감싸는 외부 케이스를 포함하는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 내부 케이스의 내부는 진공상태 또는 질소 가스가 주입된 상태로 유지되며,

상기 내부 케이스와 상기 외부 케이스 사이는 진공상태로 유지되는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 가열부는

상기 평가대상 단열시료의 저면에 접하도록 배치되는 발열체,

상기 발열체와 연결되며, 상기 발열체의 발열온도를 제어하는 가열온도 조절수단을 포함하는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 발열체는

상기 온도조절수단에서 공급되는 전류에 의해 발열되는 발열판재,

상기 발열판재의 상면에 배치되며, 상기 발열판재에서 발생된 열이 상기 발열판재의 상부로 이동되는 것을 차단하는 보호판재를 포함하는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 냉각부는,

상기 평가대상 단열시료의 저면에 접하도록 배치되는 냉각판,

상기 냉각판과 연결되며, 상기 냉각판을 냉각시키는 극저온 냉동기,

상기 극저온 냉동기와 연결되며, 상기 냉각판의 냉각온도를 제어하는 냉각온도 조절수단을 포함하는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 냉각판은 동일한 크기를 가지는 복수의 단위냉각영역으로 구성되며,

상기 극저온 냉동기와 복수의 단위냉각영역을 각각 연결시키는 복수의 냉각전달부재를 더 포함하는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 극저온 냉동기에는 발생된 냉열을 복수의 상기 냉각전달부재로 전달하는 헤드가 구비되며,

상기 헤드는 상기 냉각판의 중앙에 배치되는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

복수의 상기 냉각전달부재는 동일한 길이와 형태 및 면적을 가지며,

각각의 상기 냉각전달부재는 상기 단위냉각영역의 중앙에 연결되는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 헤드에는 히터가 더 구비되는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 단열성능 평가부는

상기 평가대상 단열시료와 연결되어, 상기 평가대상 단열시료의 온도를 측정하는 온도센서,

상기 평가대상 단열시료와 연결되어, 상기 평가대상 단열시료의 열유속을 측정하는 열유속측정센서,

상기 온도센서 및 열유속측정센서와 연결되며, 측정된 평가대상 단열시료의 온도 및 열유속 정보로 평가대상 단열시료의 단열성능을 도출하는 성능도출부를 포함하는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 온도센서 및 열유속측정센서는 평가대상단열시료의 상면과 저면 및, 상면과 저면 사이 측면 중간에 각각 배치되는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

청구항 13

청구항 11에 있어서,

상기 성능도출부는 측정된 평가대상 단열시료의 온도 및 열유속 정보로부터 열전도 계수 'λ'를 도출하여 평가대상 단열시료의 단열성능을 평가하는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 열전달 계수 'λ'(W/m·℃)는

$$\lambda = q'' \cdot \frac{d}{\Delta T} = \frac{V \cdot d}{s \cdot \Delta T}$$

(여기서, V는 열유속측정센서의 출력전압(V), S는 열유속측정센서의 감도(㎶/(W/m^2)), q"는 열유속(W/m^2), d는 평가대상 단열시료의 두께(m), △T는 평가대상 단열시료의 상면과 저면 사이의 온도차(℃))를 통해 도출되는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 LNG운반선의 LNG를 저장하는 LNG화물창의 단열박스에 대해 실제 설치환경을 모사한 상태에서 단열박스에 적용되는 단열재의 단열성능을 확인 가능하게 하는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 액화가스는 기체를 냉각 또는 압축하여 액체로 만든 것으로서, 수송 및 저장의 편의성을 위해 상온에서 기체인 것을 냉각하여 액체로 상 변화한 것이다.

[0003] 액화가스 중에서 널리 이용되고 중요한 자원으로 여겨지는 것 중 하나로 액화천연가스(LNG, Liquified Natural Gas)가 있다. 액화천연가스는 메탄(Methane)을 주성분으로 하는 천연가스를 약 -162℃로 냉각해 그 부피를 1/600로 줄인 무색 투명한 초저온 액체를 말한다.

[0004] 최근 액화천연가스가 중요한 에너지 자원으로 이용됨에 따라 액화천연가스를 생산지로부터 각종 수요지까지 대량으로 수송 가능하게 하는 LNG선박이 많이 사용되고 있는 실정이다.

[0005] 이러한, LNG선박에는 LNG를 보관 및 저장할 수 있도록 극저온에 견딜 수 있는 LNG화물창 내에 단열박스가 설치된다. LNG는 대기압보다 높은 증기압을 가지며, 초저온의 비등 온도를 갖기 때문에 LNG화물창의 단열박스는 초저온에 견딜 수 있는 재료로 제작되어야 하며, 기타 열응력 및 열수축에 강하고 열침입을 막을 수 있는 단열성

능을 필요로 하게 된다.

[0006] 따라서, LNG화물창의 단열박스에 대한 단열성능에 대한 평가는 LNG선박의 건조시 중요하나, LNG선박의 건조 전 단열박스에 적용되는 단열재의 단열성능에 대한 시험이 수행되지 않고, 단열박스의 완성 후 BOG의 발생량을 측정하여 단열성능을 측정함으로써 LNG선박의 건조 전에 단열성능의 평가에 따른 단열재의 성능보완이 어려움이 있다.

[0007] 이러한, 액화가스 저장용기의 검사에 대한 관련기술은, 대한민국 공개특허공보 제10-2020-0078133호(2020.07.01)에 제시된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은, 실제 설치환경을 모사한 상태로 LNG화물창의 단열박스에 적용되는 단열재의 단열성능을 평가하여, LNG선박에 단열재를 실제 LNG선박에 설치 전에 정확한 단열성능을 유추할 수 있는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은, 평가대상 단열시료가 배치되는 메인 챔버부, 상기 평가대상 단열시료의 상면에 연결되며, 평가대상 단열시료를 가열하는 가열부, 상기 평가대상 단열시료의 저면에 연결되며, 평가대상 단열시료를 냉각하는 냉각부, 상기 평가대상 단열시료에 연결되며, 평가대상 단열시료의 열유속 및 온도를 측정하여 평가대상 단열시료의 단열성능을 평가하는 단열성능 평가부를 포함하는 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치를 제공한다.

[0010] 또한, 상기 메인 챔버부는 상기 평가대상 단열시료가 수용되는 수용공간이 마련되는 내부 케이스, 상기 평가대상 단열시료의 외측을 감싸는 외부 케이스를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 내부 케이스의 내부는 진공상태 또는 질소 가스가 주입된 상태로 유지되며, 상기 내부 케이스와 상기 외부 케이스 사이는 진공상태로 유지될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 가열부는 상기 평가대상 단열시료의 저면에 접하도록 배치되는 발열체, 상기 발열체와 연결되며, 상기 발열체의 발열온도를 제어하는 가열온도 조절수단을 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 발열체는 상기 온도조절수단에서 공급되는 전류에 의해 발열되는 발열판재, 상기 발열판재의 상면에 배치되며, 상기 발열판재에서 발생된 열이 상기 발열판재의 상부로 이동되는 것을 차단하는 보호판재를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 냉각부는, 상기 평가대상 단열시료의 저면에 접하도록 배치되는 냉각판, 상기 냉각판과 연결되며, 상기 냉각판을 냉각시키는 극저온 냉동기, 상기 극저온 냉동기와 연결되며, 상기 냉각판의 냉각온도를 제어하는 냉각온도 조절수단을 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 냉각판은 동일한 크기를 가지는 복수의 단위냉각영역으로 구성되며, 상기 극저온 냉동기와 복수의 단위냉각영역을 각각 연결시키는 복수의 냉각전달부재를 더 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 극저온 냉동기에는 발생된 냉열을 복수의 상기 냉각전달부재로 전달하는 헤드가 구비되며, 상기 헤드는 상기 냉각판의 중앙에 배치될 수 있다.

[0017] 또한, 복수의 상기 냉각전달부재는 동일한 길이와 형태 및 면적을 가지며, 각각의 상기 냉각전달부재는 상기 단위냉각영역의 중앙에 연결될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 헤드에는 히터가 더 구비될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 단열성능 평가부는 상기 평가대상 단열시료와 연결되어, 상기 평가대상 단열시료의 온도를 측정하는 온도센서, 상기 평가대상 단열시료와 연결되어, 상기 평가대상 단열시료의 열유속을 측정하는 열유속측정센서, 상기 온도센서 및 열유속측정센서와 연결되며, 측정된 평가대상 단열시료의 온도 및 열유속 정보로 평가대상 단열시료의 단열성능을 도출하는 성능도출부를 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 온도센서 및 열유속측정센서는 평가대상단열시료의 상면과 저면 및, 상면과 저면 사이 측면 중간에 각각 배치될 수 있다.

[0021] 또한, 상기 성능도출부는 측정된 평가대상 단열시료의 온도 및 열유속 정보로부터 열전도 계수 'λ'를 도출하여 평가대상 단열시료의 단열성능을 평가할 수 있다.

$$\lambda = q'' \cdot \frac{d}{\Delta T} = \frac{V \cdot d}{s \cdot \Delta T}$$

[0022] 또한, 상기 열전달 계수 'λ'(W/m·℃)는 (여기서, V는 열유속측정센서의 출력전압(V), S는 열유속측정센서의 감도(μV/(W/m^2)), q"는 열유속(W/m^2), d는 평가대상 단열시료의 두께(m), △T는 평가대상 단열시료의 상면과 저면 사이의 온도차(℃))를 통해 도출될 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따른 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치는, 메인 챔버부에 배치된 평가대상 단열시료의 상면은 가열부로 가열되고, 평가대상 단열시료의 저면은 냉각부로 냉각되면서 평가대상 단열시료가 실제 LNG선박의 화물창 단열박스에 사용되는 단열재의 설치환경으로 모사된 후, 단열성능 평가부에서 평가대상 단열시료의 열유속 및 온도 측정을 통해 열전달 계수가 도출되는 바, 실제 LNG선박에 평가대상 단열시료의 설치 전에 평가대상 단열시료의 단열성능을 정확하게 평가할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치를 나타낸 구성도이다.

도 2은 본 발명의 일 실시예에 따른 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치의 저면 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치는, 메인 챔버부(100)와, 가열부(200)와, 냉각부(300) 및, 단열성능 평가부(400)를 포함할 수 있다.

[0027] 상기 메인 챔버부(100)는 내측에 평가대상 단열시료(10)가 배치되도록 수용공간을 제공하는 부분으로, 보다 상세하게는 메인 챔버부(100)는 평가대상 단열시료(10)를 수용상태로 지지할 수 있다. 이러한, 메인 챔버부(100)는 내부 케이스(110)와, 외부 케이스(120)를 포함하는 이중벽 구조로 구성될 수 있다.

[0028] 상기 내부 케이스(110)는 상기 평가대상 단열시료(10)를 수용하며, 상기 평가대상 단열시료(10)를 지지한다. 이러한, 상기 내부 케이스(110)는 상기 평가대상 단열시료(10)를 수용하는 수용공간(110a)이 마련될 수 있다. 이때, 상기 내부 케이스(110)의 수용공간(110a)은 진공상태나 질소가스가 주입된 상태로 유지될 수 있다. 여기서, 상기 내부 케이스(110)의 수용공간(110a)이 진공상태로 유지될 경우에는 외부에서 상기 수용공간(110a)으로 열유입을 차단하여 단열성능 평가부(400)에 의한 단열성능 평가의 신뢰성을 높일 수 있게 한다. 또한, 상기 내부 케이스(110)의 수용공간(110a)이 질소가스로 충진될 경우에는 선박의 LNG를 저장하는 LNG화물창의 실제 설치환경을 조성한 상태로 단열성능 평가부(400)에 의한 단열성능 평가가 이루어질 수 있게 한다. 이때, 상기 내부 케이스(110)의 수용공간(110a)이 질소가스로 충진시, 상기 수용공간(110a)은 진공펌프를 통해 내부의 공기가 제거된 뒤 질소가스가 주입되는 것이 바람직하다.

[0029] 상기 외부 케이스(120)는 상기 내부 케이스(110)의 외측을 감싸도록 배치된다. 이러한, 상기 외부 케이스(120)의 내측, 보다 상세하게는 상기 외부 케이스(120)의 내측면과 상기 내부 케이스(110)의 외측면 사이에는 진공상태로 유지되어, 외부 대기의 열 침입을 방지할 수 있게 한다.

[0030] 상기 가열부(200)는 상기 메인 챔버부(100)에 배치된 상기 평가대상 단열시료(10)를 가열하는 부분이다. 이러한, 상기 가열부(200)는 평가대상 단열시료(10)의 상면과 연결되어, 실제 LNG선박에서 액화천연가스가 저장되는 단열박스의 단열재 외측 환경을 모사되게 한다. 여기서, 상기 가열부(200)는 발열체(210), 가열온도 조절수단(220)을 포함할 수 있다.

[0031] 상기 발열체(210)는 상기 평가대상 단열시료(10)를 가열하도록 열을 발생시키는 수단이다. 이러한, 상기 발열체

(210)는 메인 챔버부(100)에 배치된 평가대상 단열시료(10)의 상면과 접하도록 배치될 수 있다. 여기서, 상기 발열체(210)는 발열판재(211)와, 보호판재(212)를 포함할 수 있다.

[0032] 상기 발열판재(211)는 가열온도 조절수단(220)에서 공급되는 전류을 공급받을 경우 발열이 이루어진다. 이러한, 상기 발열판재(211)는 히팅패드를 적용하나, 이에 한정하지 않고 가열된 유체의 순환이 이루어지는 유체순환배관의 형태로 적용될 수도 있음은 물론이다. 여기서, 상기 발열판재(211)는 알루미늄이 이루어진 중심층과, 중심층의 상면 및 하면에 운모나 세라믹으로 이루어진 표면층으로 구성될 수 있으나, 이에 한정하지 않음은 물론이다. 그리고, 상기 발열판재(211)는 상기 평가대상 단열시료(10)의 상면 면적과 동일한 면적을 가지도록 마련되는 것이 바람직하다.

[0033] 그리고, 상기 보호판재(212)는 평가대상 단열시료(10)의 표면과 맞닿는 상기 발열판재(211)의 저면부분을 제외한 나머지 부분을 감싸도록 배치될 수 있다. 이러한, 보호판재(212)는 상기 발열판재(211)의 손상 방지 및 발열판재(211)에 의한 발열시 열 보존이 이루어지게 한다. 여기서, 보호판재(212)는 펄프와 섬유가 혼합된 재질로 구비될 수 있으나, 이에 한정하지 않음은 물론이다.

[0034] 상기 가열온도 조절수단(220)은 상기 발열체(210)의 발열판재(211) 발열온도를 제어하는 부분이다. 즉, 가열온도 조절수단(220)은 상기 발열체(210)로 평가대상 단열시료(10)의 가열시 가열온도를 조절한다. 이러한, 가열온도 조절수단(220)은 발열체(210)의 발열판재(211)와 케이블을 통해 연결될 수 있다. 이때, 가열온도 조절수단(220)은 상기 발열판재(211)를 20 내지 40℃로 가열온도를 조절하나 이에 한정하지 않음은 물론이다.

[0035] 상기 냉각부(300)는 상기 메인 챔버부(100)에 배치된 평가대상 단열시료(10)를 냉각하는 부분이다. 이러한, 냉각부(300)는 평가대상 단열시료(10)의 저면과 연결되어, 실제 LNG선박에서 액화천연가스가 맞닿는 단열박스용 단열재의 내측 환경을 모사하게 된다. 여기서, 냉각부(300)는 냉각판(310)과, 극저온 냉동기(320) 및 냉각온도 조절수단(330)을 포함할 수 있다.

[0036] 상기 냉각판(310)은 상기 극저온 냉동기(320)에서 냉열을 전달받아 냉각되면서 상기 평가대상 단열시료를 냉각시키는 판재이다. 이러한, 상기 냉각판(310)은 상기 평가대상 단열시료(10)의 저면에 접하도록 배치되며, 이때, 상기 냉각판(310)은 상기 평가대상 단열시료(10)의 저면 면적과 동일한 면적을 가지도록 마련되는 것이 바람직하다. 여기서, 상기 냉각판(310)은 열전도성이 우수한 구리재질로 이루어질 수 있다.

[0037] 도 2를 참조하면, 상기 냉각판(310)은 동일한 크기를 가지는 복수의 단위냉각영역(310a)으로 구성될 수 있으며, 각각의 단위냉각영역(310a)의 중앙부에는 극저온 냉동기(320)와 연결되는 복수의 냉각전달부재(311a)가 구비될 수 있다. 여기서, 상기 냉각전달부재(311a)는 구리 재질로 이루어진 편조선 또는 부스바 형태로 구비될 수 있다. 그리고, 복수의 냉각전달부재(311a)는 극저온 냉동기(320)에서 발생된 냉열을 상기 냉각판(310)의 단위냉각영역(310a)에 균일하게 전달시킬 수 있도록 동일한 재질로 동일한 길이와 형태 및 면적을 가지도록 구비되는 것이 바람직하다.

[0038] 이와 같이, 상기 냉각판(310)이 복수의 단위냉각영역(310a)으로 구성된 상태에서 각각의 냉각전달부재(311a)를 통해 극저온 냉각기(320)와 연결될 경우, 극저온 냉각기(320)에서 발생된 냉각열이 상기 냉각전달부재(311a)에 균일하게 전달되면서 상기 냉각판(310)의 전체가 동일한 냉각온도를 가지게 된다.

[0039] 상기 극저온 냉동기(Cryo-Cooler, 320)는 상기 냉각온도 조절수단(330)에 의해 작동이 제어되면서 냉각열을 발생시킨다. 이러한, 상기 극저온 냉동기(320)에서 발생된 냉각열을 상기 냉각전달부재(311a)로 전달하는 헤드(321)가 구비될 수 있다. 이러한, 헤드(321)는 냉각판(310)의 중앙 배치된 상태로 냉각판(310)과 연결되는데, 보다 상세하게는 극저온 냉동기(320)의 헤드(321)는 복수의 상기 냉각전달부재(311a)를 통해 상기 냉각판(310)의 저면과 연결될 수 있다.

[0040] 그리고, 상기 극저온 냉동기(320)는 상기 냉각온도 조절수단(330)과 케이블과 같은 유선수단이나 와이파이나 블루투스 또는 적외선통신과 같은 무선수단을 통해 연결되어, 상기 냉각온도 조절수단(330)으로부터 제어신호를 전달받아 작동될 수 있다.

[0041] 또한, 상기 극저온 냉동기(320)의 헤드(321)에는 히터(322)가 구비될 수 있다. 이러한, 히터(322)는 극저온 냉동기(320)의 헤드(321)가 일정한 온도를 유지할 수 있도록 헤드(321)를 가열하는 기능을 수행한다. 여기서, 상기 히터(322)는 상기 냉각온도 조절수단(330)으로부터 제어신호를 전달받아 작동될 수 있다.

[0042] 상기 냉각온도 조절수단(330)은 상기 극저온 냉동기(320)에서 발생되는 냉열온도를 제어하는 부분이다. 즉, 냉각온도 조절수단(330)은 상기 냉각판(310)으로 평가대상 단열시료(10)의 냉각시 냉열온도를 조절한다. 이러한,

냉각온도 조절수단(330)은 상기 극저온 냉동기(320)와 케이블과 같은 유선수단이나 와이파이나 블루투스 또는 적외선통신과 같은 무선수단을 통해 연결될 수 있다.

[0043] 이때, 상기 냉각온도 조절수단(330)은 상기 냉각판(310)을 -160℃ 이하로 냉각온도를 조절하나 이에 한정하지 않음은 물론이다. 이에 대해 좀 더 상세하게 설명하면, 상기 냉각온도 조절수단(330)은 상기 메인 챔버부(100)의 내부 케이스(110)에 질소가스가 주입된 경우, 내부 케이스(110)의 질소가스를 -160℃ 이하로 유지시키도록 상기 극저온 냉동기(320)의 작동을 제어하고, 내부 케이스(110)를 진공상태로 유지시킨 경우, 상기 냉각판(310)을 -160℃ 이하로 냉각상태를 유지시키도록 상기 극저온 냉동기(320)의 작동을 제어한다.

[0044] 상기 단열성능 평가부(400)는 가열부(200)와 냉각부(300)를 통해 가열 및 냉각된 평가대상 단열시료(10)의 열유속 및 온도를 측정한 후, 평가대상 단열시료(10)의 단열성능을 평가하는 부분이다. 이러한, 단열성능 평가부(400)는 평가대상 단열시료(10)와 연결되게 구비될 수 있다. 여기서, 단열성능 평가부(400)는 온도센서(410)와, 열유속측정센서(420) 및, 성능도출부(430)를 포함할 수 있다.

[0045] 상기 온도센서(410)는 가열부(200)와 냉각부(300)를 통해 가열 및 냉각된 평가대상 단열시료(10)의 표면 온도를 측정하는 센서이다. 이러한, 온도센서(410)는 평가대상 단열시료(10)에 접하도록 배치될 수 있다. 여기서, 온도센서(410)는 제1온도센서(410a), 제2온도센서(410b), 제3온도센서(410c)를 포함할 수 있으며, 온도센서(410)는 평가대상 단열시료(10)의 표면에 대한 온도 측정시 넓은 범위의 온도를 측정할 수 있도록 써모커플(Thermocouple) 형태로 적용되는 것이 바람직하나 이에 한정하지 않음은 물론이다.

[0046] 상기 제1온도센서(410a)는 평가대상 단열시료(10)의 상면에 접하도록 배치되어, 평가대상 단열시료(10) 상면의 표면온도를 측정한다.

[0047] 상기 제2온도센서(410b)는 평가대상 단열시료(10)의 저면에 접하도록 배치되어, 평가대상 단열시료(10) 저면의 표면온도를 측정한다.

[0048] 상기 제3온도센서(410c)는 평가대상 단열시료(10)의 측면, 보다 상세하게는 평가대상 단열시료(10)의 상면과 저면 사이의 측면 중간에 접하도록 배치되어, 평가대상 단열시료(10) 측면 중간부의 표면온도를 측정한다.

[0049] 상기 열유속측정센서(420)는 가열부(200)와 냉각부(300)를 통해 가열 및 냉각된 평가대상 단열시료(10)의 표면에서 열유속(Heat flux)을 측정하는 센서이다. 이러한, 열유속측정센서(420)는 평가대상 단열시료(10)에 접하도록 배치될 수 있다. 여기서, 열유속측정센서(420)는 제1열유속측정센서(420a)와, 제2열유속측정센서(420b) 및, 제3열유속측정센서(420c)를 포함할 수 있다.

[0050] 상기 제1열유속측정센서(420a)는 평가대상 단열시료(10)의 상면에 접하도록 배치되어, 평가대상 단열시료(10) 상면의 열유속을 측정한다.

[0051] 상기 제2열유속측정센서(420b)는 평가대상 단열시료(10)의 저면에 접하도록 배치되어, 평가대상 단열시료(10) 저면의 열유속을 측정한다.

[0052] 상기 제3열유속측정센서(420c)는 평가대상 단열시료(10)의 측면, 보다 상세하게는 평가대상 단열시료(10)의 상면과 저면 사이의 측면 중간에 접하도록 배치되어, 평가대상 단열시료(10) 측면 중간부의 열유속을 측정한다.

[0053] 상기 성능도출부(430)는 온도센서(410)와 열유속측정센서(420)를 통해 측정된 평가대상 단열시료(10)의 상면과 저면 및 측면 중간의 온도 및 열유속 정보를 통해 평가대상 단열시료(10)의 단열성능을 도출하는 부분이다. 이러한, 성능도출부(430)는 온도센서(410)의 각 제1온도센서(410a)와 제2온도센서(410b)와 제3온도센서(410c) 및 열유속측정센서(420)의 제1열유속측정센서(420a)와 제2열유속측정센서(420b) 및 제3열유속측정센서(420c)와 케이블과 같은 유선수단이나 와이파이나 블루투스 또는 적외선통신과 같은 무선수단으로 연결되어, 측정된 측정값을 입력받을 수 있으나 이에 한정하지 않음은 물론이다.

[0054] 여기서, 상기 성능도출부(430)는 온도센서(410)와 열유속측정센서(420)를 통해 측정된 평가대상 단열시료(10)의 상면과 저면 및 측면 중간의 온도 및 열유속 정보로부터 열전도 계수(λ)를 도출하여 평가대상 단열시료(10)의 단열성능을 평가하게 된다.

[0055] 이때, 상기 성능도출부(430)에서 도출되는 열전달 계수 'λ'(W/m · ℃)는 아래의 수학식 1을 통해 계산될 수 있다.

수학식 1

[0056] $$\lambda = q'' \cdot \frac{d}{\Delta T} = \frac{V \cdot d}{s \cdot \Delta T}$$

[0057] (여기서, V는 열유속측정센서의 출력전압(V), S는 열유속측정센서의 감도(㎶/W/m^2), q"는 열유속(W/m^2), d는 평가대상 단열시료의 두께(m), △T는 평가대상 단열시료의 상면과 저면 사이의 온도차(℃)이다.)

[0058] 이때, 상기 성능도출부(430)에서 열전달 계수 'λ'의 계산시, 평가대상 단열시료(10)의 상면 및 저면에서 각각 측정되는 온도의 편차가 작은 안정화가 이루어지는 구간, 보다 구체적으로는 평가대상 단열시료(10)의 가열 및 냉각이 이루어지는 4 ~ 13시간 사이에서 측정되는 평가대상 단열시료(10)의 온도 및 열유속 측정값의 평균값을 사용하게 된다.

[0059] 이와 같이, 일 실시예의 LNG 화물창 단열박스용 단열재의 성능평가장치는, 메인 챔버부(100)에 배치된 평가대상 단열시료(10)의 상면은 가열부(200)로 가열되고, 평가대상 단열시료(10)의 저면은 냉각부(300)로 냉각되면서 평가대상 단열시료(10)가 실제 LNG선박의 화물창 단열박스에 사용되는 단열재의 설치환경으로 모사된 후, 단열성능 평가부(400)에서 평가대상 단열시료(10)의 열유속 및 온도 측정을 통해 열전달 계수가 도출되는 바, 실제 LNG선박에 평가대상 단열시료(10)의 설치 전에 평가대상 단열시료(10)의 단열성능을 정확하게 평가할 수 있게 된다.

[0060] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0061] 100: 메인 챔버부 110: 내부 케이스

110a: 수용공간 120: 외부 케이스

200: 가열부 210: 발열체

211: 발열판재 212: 보호판재

220: 가열온도 조절수단 300: 가열부

310: 냉각판 310a: 단위냉각영역

311a: 냉각전달부재 320: 극저온 냉동기

330: 냉각온도 조절수단 400: 단열성능 평가부

410: 온도센서 410a: 제1온도센서

410b: 제2온도센서 410c: 제3온도센서

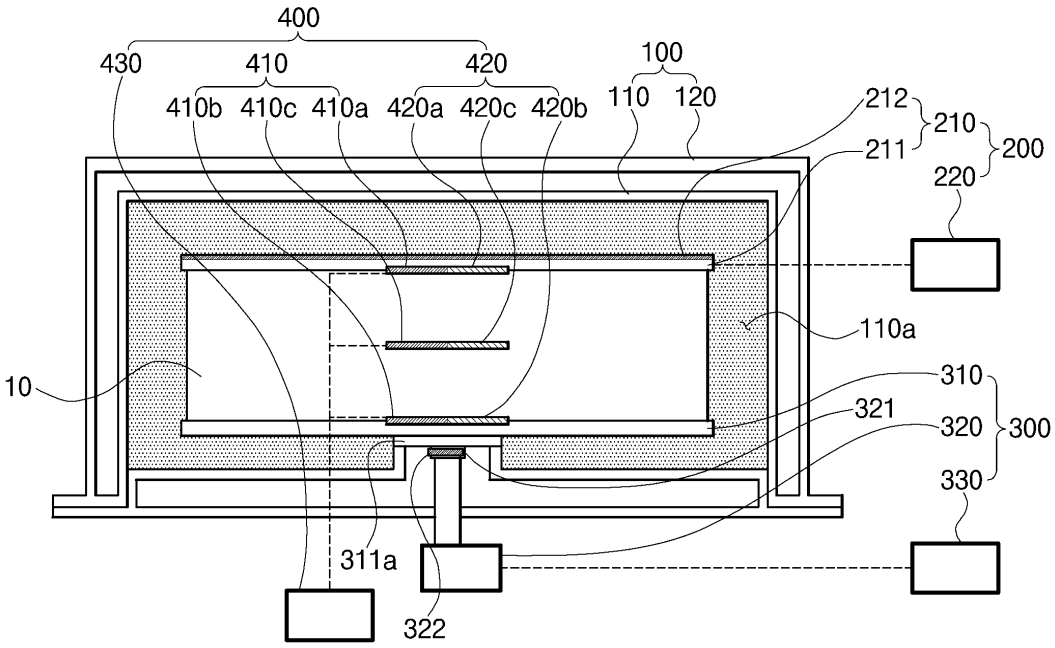
420: 열유속측정센서 420a: 제1열유속측정센서

420b: 제2열유속측정센서 420c: 제3열유속측정센서

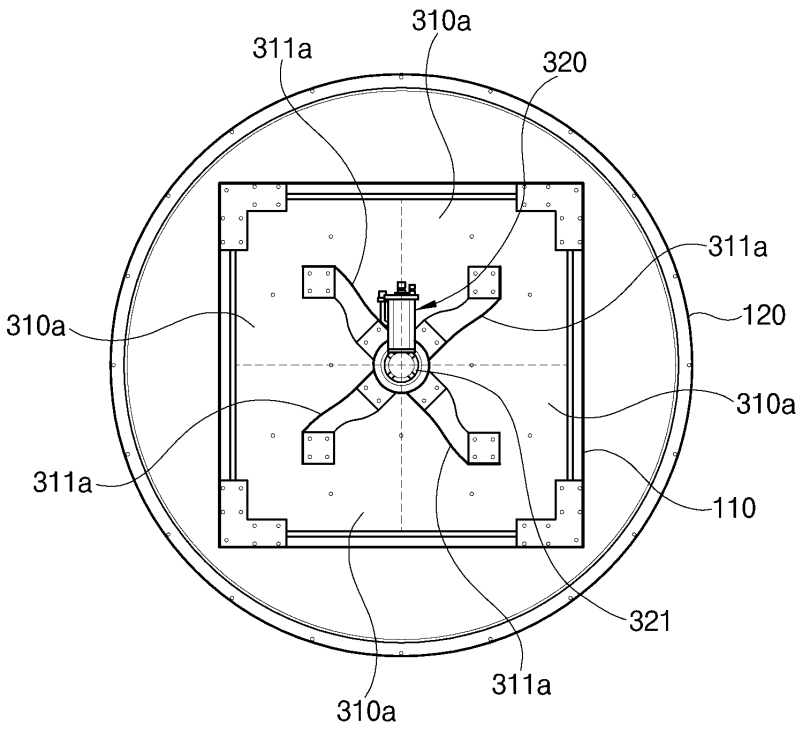
430: 성능도출부

도면

도면1


400
430
410
420
410b
410c
410a
420a
420c
420b
100
110
120
212
211
210
200
220
110a
10
310
321
320
300
330
311a
322

도면2


310a
311a
320
311a
120
310a
110
321
311a
310a
311a
310a