

명세서

발명의 명칭: 저온탱크용 진공단열장치

기술분야

- [1] 본 발명은 저온탱크를 진공단열하는 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 초저온 상태의 액화가스를 저장 및 운송하기 위한 저온탱크를 진공단열할 수 있는 장치에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 일반적으로 액화천연가스(Liquefied Natural Gas, LNG)는 메탄을 주성분으로 하는 천연가스를 영하 162°C로 냉각하여 그 부피를 6백분의 1로 줄인 무색투명한 초저온 액체를 말하며, 이러한 액화천연가스가 에너지 자원으로 등장함에 따라 이 가스를 에너지로 이용하기 위해서는 생산기지에서부터 수요지의 인수지까지 대량으로 수송할 수 있는 효율적인 운송방안이 검토되었으며, 그 결과물로서 액화천연가스의 해상수송을 위한 액화천연가스 운반선이 나타났다.
- [4] 상술한 바와 같은 액화천연가스 운반선에는 초저온 상태로 액화시킨 액화천연가스의 보관 및 운송을 위해 이를 저장할 수 있는 저온탱크가 구비되어야 하며, 이러한 저온탱크는 대기압 보다 높은 중기압과 영하 160°C의 비등온도를 갖는 액화천연가스를 저장하기 위하여, 초저온에 견딜 수 있는 재료(알루미늄 합금, 스테인리스강, 35% 니켈강 등)로 제작되어야 하며, 열응력 및 열수축에 대응할 수 있는 설계와 열침입을 막을 수 있는 단열(Insulation)구조의 설치 등이 요구된다.
- [5] 여기에서, 액화천연가스 운반선에서 적용되는 저온탱크는 그 구조에 따라 멤브레인(membrane)형과 독립(Self-supporting)형으로 분류될 수 있으며, 상기 멤브레인형 탱크는 한국 공개특허공보 제10-2017-0116584호(주름진 실링 멤브레인을 갖는 밀폐 탱크, 2017.10.19.)에서 개시된 바와 같이, 액화가스가 저장되는 탱크의 내면은 액화가스에 따른 열변형에 대응되어 열 수축이 가능하도록 스테인리스 재료의 주름진 박판 멤브레인 시트(Corrugated Membrane Sheet)가 이용되며, 상기 멤브레인 시트를 지지하기 위해 외면을 감싸는 단열재층 및 수송선의 선체에 지지되는 2차 방벽을 이루도록 형성되어, 탱크 내부에서 발생하는 압력을 선체가 지탱하는 방식으로 이루어진다.
- [6] 이때, 종래에는 상기 단열재층에 잔존하는 수분이 냉각되어 단열재의 성능을 저하시키는 것을 방지하기 위하여, 내부에 영하 50 ~ 60°C의 이슬점을 갖는 건조한 공기(dry air)를 충전하였으나, 액화되어 영하 250°C의 비등온도를 갖는 액화수소(LH2)의 경우, 내부에 충전된 건조한 공기의 산소 및 질소가 액화수소 탱크 표면 부근에서 액화 및 응결되어 단열재의 성능을 현저히 저하시켜, 전체 단열층의 성능 실패를 유발하며, 탱크의 안정성에 장기적인 신뢰성이

의심된다는 문제점들이 야기되고 있다.

[7]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하고자 안출된 것으로, 액체질소(LN2) 또는 액체수소(LH2)등의 초저온 액화기체를 저장할 수 있도록 상시 진공으로 유지되는 단열재를 이용하여, 높은 단열성과 진공안정성을 갖는 대형 저온탱크의 진공단열장치를 제공하고자 한다.

[9]

과제 해결 수단

- [10] 상기한 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 저온탱크용 진공단열장치는 저온단열층을 진공상태로 유지하여, 액화수소(LH2) 또는 액체질소(LN2)와 같은 초저온 유체의 저장이 가능한 저온탱크용 진공단열장치를 제공할 수 있다.
- [11] 또한, 상기 저온탱크 또는 저온단열층의 수축에 따라, 진공자켓의 일부가 수축 가능한 유연한 구조를 갖도록 구성하여, 저온탱크 스스로 내부에 저장되는 초저온 유체의 압력을 지지하며, 초저온 유체의 온도에 의해 저온탱크의 열수축에 대응 가능한 저온탱크용 진공단열장치를 제공할 수 있다.

[12]

발명의 효과

- [13] 상기한 구성에 따른 본 발명은, 저온탱크의 외피를 감싸는 저온단열층을 항상 진공상태로 유지하여, 더욱 높은 단열효율을 유지함으로써 장기적인 신뢰성을 확보하며, 상기 저온탱크 또는 저온단열층의 수축에 따라, 진공자켓의 일부가 수축 가능한 유연한 구조를 갖음으로써, 저온탱크 스스로 내부에 저장되는 초저온 유체의 압력을 지지하며, 초저온 유체의 온도에 의해 저온탱크의 열수축에 대응 가능한 진공자켓을 제공함으로써, 장기간에 신뢰성이 높은 대형탱크의 제작이 가능한 장점이 있다.

[14]

도면의 간단한 설명

- [15] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 진공단열장치를 도시한 사시도.
- [16] 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 진공단열장치를 도시한 단면도.
- [17] 도 3 내지 도 5는 본 발명의 제1실시예에 따른 변형성이음부의 다양한 변형예를 도시한 단면도.
- [18] 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 진공단열장치를 도시한 사시도.
- [19] 도 7 및 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 저온단열층의 다양한 변형예를 도시한 단면도.
- [20] 도 9는 도 6의 AA'단면에 따른 내부배기공간의 다양한 변형예를 도시한 도면.
- [21] 도 10은 본 발명의 제3실시예에 따른 진공단열장치를 도시한 단면도.

- [22] 도 11 내지 도 15는 본 발명의 제3실시예에 따른 진공단열장치의 다양한 변형예를 도시한 단면도.
- [23] 도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 구조를 갖는 진공자켓을 도시한 단면도.
- [24] 도 17 내지 도 21은 본 발명의 제4실시예에 따른 진공단열장치를 도시한 단면도.
- [25]
- 발명의 실시를 위한 최선의 형태**
- [26] 상기한 과제를 해결하기 위한, 본 발명은 내부에 초저온 유체를 수용하는 저장공간을 갖는 저온탱크와, 저온탱크의 외피를 감싸도록 구비되는 저온단열층, 내부공간이 진공상태로 유지되며, 상기 저온단열층의 외면을 감싸도록 밀봉되어 외부와의 기밀을 유지하는 진공자켓을 포함하며, 상기 진공자켓은 적어도 일부가 수축 또는 팽창 가능한 유연구조를 갖는 것을 특징으로 한다.
- [27] 이때, 본 발명의 일 방면으로, 상기 진공자켓은 상기 저온단열층의 외면을 감싸며 서로 소정거리 이격된 평판으로 이루어진 복수의 평활부와, 상기 복수의 평활부 사이에 형성되어 상기 유연구조를 갖는 변형성이음부를 포함할 수 있다.
- [28] 또한, 상기 변형성이음부는 상기 복수의 평활부를 연결하며, 상기 진공자켓의 내부공간의 변형에 대응되어 신축 가능한 고분자탄성체로 이루어질 수 있다.
- [29] 또한, 상기 고분자탄성체는 상기 복수의 평활부 사이에 개재되어, 상기 복수의 평활부의 넓이 방향으로의 외측단에 접촉되는 것을 특징으로 한다.
- [30] 또한, 상기 복수의 평활부는 인접하는 적어도 하나 이상의 평활부와 두께방향으로 서로 겹쳐지도록 구비되어, 상기 내부공간의 변형 시에 미끄러지며 상기 내부공간의 수축 또는 팽창에 대응되며, 상기 고분자탄성체는 상기 복수의 평활부들에 겹쳐진 부위의 상면에 구비되어, 상기 진공자켓의 기밀을 유지하며, 상기 평활부의 변형에 대응되어 신축되도록 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [31] 또한, 본 발명의 다른 일방면으로, 상기 저온단열층은 복수로 이루어지며, 상기 복수의 저온단열층은 서로 이격되도록 구비되어, 인접하는 복수의 저온단열층 사이에 진공형성을 위한 유로를 이루는 내부배출공간을 형성할 수 있다.
- [32] 이때, 상기 복수의 저온단열층은 두께방향으로 다층을 이루도록 구비되며, 상기 저온탱크의 외피, 진공자켓 또는 인접하는 저온단열층 중 적어도 하나 이상과 고정볼트를 이용하여 소정거리 이격되도록 고정되는 것을 특징으로 한다.
- [33] 또한, 상기 진공단열장치는 상기 내부배출공간에 구비되며, 외주면에 상기 진공자켓의 내부공간과 연통된 흡입공이 형성된 배출파이프를 더 포함할 수 있다.

- [34] 또한, 본 발명의 다른 일방면으로, 상기 변형성이음부는 상기 복수의 평활부와 일체로 형성되되, 두께방향으로의 외측으로 만곡된 요철부를 이루며, 상기 요철부는 상기 진공자켓의 내부공간의 수축 또는 팽창에 따라 변형되는 것을 특징으로 한다.
- [35] 이때, 상기 변형성이음부는 두께방향의 외측으로 만곡된 상기 요철부의 내측으로 진공형성을 위한 유로를 이루는 내부배출공간을 형성될 수 있다.
- [36] 또한, 상기 진공자켓은 상기 복수의 평활부가 서로 용접되어 일체를 이루되, 상기 진공자켓의 외면에 이루어지는 용접선은 상기 진공자켓의 내부공간에 구비되어 상기 진공펌프와 연결되는 내부배출공간과 일치하는 위치에 형성될 수 있다.
- [37] 또한, 상기 진공자켓은 상기 복수의 평활부가 서로 용접되어 일체를 이루되, 상기 진공단열장치는 상기 진공자켓의 외면에 이루어지는 용접선의 내측에 구비되어, 상기 용접선 인근의 저온단열층의 열변형을 방지하는 고온단열재를 더 포함할 수 있다.
- [38] 또한, 상기 진공자켓은 상기 저온단열층의 외면을 감싸는 제1진공자켓 및 상기 제1진공자켓의 외면을 감싸도록 구비되는 제2진공자켓을 포함하되, 상기 진공단열장치는 상기 제1진공자켓과 제2진공자켓 사이에 개재되어, 상기 제1진공자켓과 제2진공자켓을 일정거리 이격시키도록 구비되는 스페이서를 더 포함할 수 있다.
- [39] 또한, 본 발명의 다른 일방면으로, 상기 진공자켓은 상기 저온단열층의 외면을 감싸며 상기 유연구조를 갖는 유연부와, 상기 진공자켓의 적어도 일부가 강건한 구조로 구성되어 상기 진공단열장치를 지지하는 강건부로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [40] 이때, 상기 저온탱크는 다면체로 이루어지되, 상기 유연부는 상기 진공자켓의 평면을 이루는 상기 저온단열층의 외면을 감싸도록 형성되며, 상기 강건부는 상기 진공자켓의 모서리를 이루는 상기 저온단열층의 외면을 감싸도록 형성될 수 있다.
- [41] 이때, 상기 진공자켓은 상기 강건부의 내측으로 진공형성을 위한 유로를 이루는 내부배출공간이 형성될 수 있다.
- [42] 또한, 상기 강건부는 상기 진공자켓의 하부를 이루는 상기 저온단열층의 외면을 감싸도록 형성되어, 상기 진공단열장치의 저면을 지지하는 것을 특징으로 한다.
- [43] 또한, 상기 진공단열장치는 상기 저온탱크를 공중에 띄운 상태로 지지하며, 상기 진공자켓의 하단이 지반으로부터 소정거리 이격되도록 형성되는 탱크지지체를 더 포함할 수 있다.
- [44] 이때, 상기 탱크지지체는 상기 저온탱크의 상면에 연결되는 탱크걸이와 상기 탱크걸이를 지지하되, 상기 진공자켓의 일부를 이루는 상부지지체 및 상기 진공자켓의 하단이 지반으로부터 이격되도록 상방으로 연장되어, 상기

상부지지체를 지지하는 측면지지체를 포함할 수 있다.

- [45] 또한, 상기 탱크지지체는 상기 저온탱크의 측면에 연결되는 탱크걸이와 상기 진공자켓의 일부를 이루며 상기 진공자켓의 하단이 지반으로부터 이격되도록 상방으로 연장되어 상기 탱크걸이를 지지하는 측면지지체를 포함할 수 있다.

[46]

발명의 실시를 위한 형태

- [47] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명을 하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [48] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 “연결되어” 있다거나 “접속되어” 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

- [49] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다.

- [50] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [51] 이하, 본 발명의 기술적 사상을 첨부된 도면을 사용하여 더욱 구체적으로 설명한다.

- [52] 첨부된 도면은 본 발명의 기술적 사상을 더욱 구체적으로 설명하기 위하여 도시한 일예에 불과하므로 본 발명의 기술적 사상이 첨부된 도면의 형태에 한정되는 것은 아니다.

[53]

- [54] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 진공단열장치를 도시한 사시도이고, 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 진공단열장치를 도시한 단면도로서, 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 진공단열장치(1000)는 내부에 초저온 유체를 수용하는 저장공간을 갖는 저온탱크(100)와, 상기 저온탱크의 외피(110)를 감싸도록 구비되는 저온단열층(200)과, 상기 저온단열층(200)의 외면을 감싸도록 형성되어, 외부와의 기밀을 유지하는 진공자켓(300) 및 상기 진공자켓(300)의 내부공간에 연결되어, 상기 내부공간에 개재된 저온단열층(200)을 진공상태로 유지시키는 진공펌프(410)를 포함하여 구성될 수 있다.

- [55] 이때, 상기 진공단열장치(1000)는 상기 저온단열층(200)이 구비되는 상기 진공자켓(300)의 내부공간을 상기 진공압으로 유지하여, 내부에 잔존하는 기체 또는 수분을 흡입하여 외부로 배출시킴으로써, 상기 저온단열층(200)의 단열 성능을 더욱 증대시킬 수 있다. 여기에서 상기 저온단열층(200)의 압력을 진공으로 유지하면 상기 저온단열층(200)은 1기압의 압축을 받게 되며, 이에 따른 압축성이 저하되지 않도록 충분한 압축강도를 갖는 재료를 사용해야 하며, 바람직하게는 강화 고분자(Reinforced Poly Urethane Foam : R-PUF)를 사용하여 충분한 단열성과 압축강도를 확보할 수 있다. 또한, 본 출원인은 상기 저온단열층(200)의 압력을 진공상태로 유지하였을 시, 100KPa의 압력 하에 놓인 저온단열층보다 상기 저온단열층(200)의 열전도도가 절반 이하로 감소하는 것을 확인하였다. 여기에서, 상기 내부공간을 상기 진공압으로 유지하는 상기 진공펌프(410)의 작동은 상기 저온탱크(100) 내부에 초저온 유체가 저장되었을 시를 의미 하며, 상기 진공펌프(410)의 작동은 상기 저온탱크(100)의 운용 또는 시험, 정비 등에 적절하게 조작, 제어되는 것이 바람직하다.
- [56] 이때, 상기 저온탱크(100)의 외피(110)는 내부에 저장되는 초저온 유체의 정적압력 및 동적압력을 견디도록 설계되어, 탱크 내부의 유체가 누설되지 않도록 밀폐된 일체로 이루어지는 것이 바람직하며, 본 발명의 진공단열장치(1000)의 진공자켓(300)은 적어도 일부가 수축 또는 팽창 가능한 유연구조를 갖도록 이루어짐으로써, 상기 저온탱크(100)의 외피(110) 또는 상기 저온단열층(200)의 수축 또는 팽창 에 따라 변형되는 내부공간에 대응되어 외표면을 변형하도록 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [57] 즉, 전술한 바와 같이, 본 발명의 진공단열장치(1000)는 상기 진공자켓(300)은 내부에 개재된 상기 저온단열층(200)으로 공기가 유입되는 것을 방지하도록 밀봉되며, 열수축에 대비하여 상기 저온탱크(100)의 외표면을 이루는 진공자켓(300)이 수축 또는 팽창됨에 따라서, 상기 저온탱크(100)의 외피(110)는 내부에 저장되는 초저온 유체의 압력을 탱크 자체가 지지 가능한 초저온 금속재료(니켈강, 스테인레스강, 알루미늄 등)로 이루어 질 수 있으며, 종래의 주름진 표면을 내부에 갖음으로써, 스스로 지지할 수 없어 선체에 의지하는 멤브레인형 저온탱크의 단점을 극복하며, 내부 유체의 온도에 따른 탱크의 수축 및 팽창을 수행 가능한 V-PUF Insulation 타입의 진공단열장치를 제공할 수 있다.
- [58] 이때, 상기 진공펌프(410)는 상기 저온탱크(100)의 규격에 따라 전면적에서의 진공을 유지하기 위해 복수로 구성될 수 있으며, 상기 진공자켓(300)의 내부와 연결되는 배기관(430), 상기 배기관(430)의 개폐를 수행하는 배기밸브(420)를 포함하여 구성될 수 있으며, 상기 진공펌프(410)는 상업적으로 흔히 사용되는 진공펌프를 이용하여 상기 진공자켓(300) 내부의 진공을 위해 활용될 수 있다.
- [59] 또한, 상기 진공자켓(300)은 상기 저온단열재(200)의 외면을 감싸며 서로 소정거리 이격된 평판으로 이루어진 복수의 평활부(310)와 상기 복수의 평활부(310) 사이에 형성되어 상기 유연구조를 갖는 변형성이음부(320)를

포함하여 이루어질 수 있으며, 이때 상기 진공자켓(300)의 내부공간이 수축 또는 팽창됨에 따라 상기 복수의 평활부(310)가 수축 또는 팽창되기 위하여, 인접한 변형성이음부(320)를 가압하게 되고, 이에 따라 상기 변형성이음부(320)가 수축 또는 팽창되어, 상기 진공자켓(300) 내부의 변형에 반응할 수 있다. 이때, 상기 평판은 상기 진공자켓(300) 내부의 진공압에 견고한 강성과 낮은 기체투과도를 갖는 금속 또는 플라스틱으로 이루어질 수 있다. 여기에서, 상기 진공자켓(300)은 제작시에 연결된 상기 진공펌프(410)를 작동하여 내부공간을 진공상태로 형성시키고, 이후 상기 진공자켓(300)을 밀봉하여 진공상태를 유지하되, 상기 진공자켓(300)의 내부공간의 진공도를 측정할 수 있는 별도의 측정수단을 구비하여, 이후 상기 진공자켓(300)의 내부공간에 진공도가 낮아지면 상기 진공펌프(410)를 재 작동시켜, 적어도 상기 저온탱크(100) 내부에 초저온 유체가 저장되었을 시에는 항상 진공상태를 유지하도록 관리하는 것이 바람직하다.

[60]

[61] < 제1실시예 >

[62] 도 3 내지 도 5는 본 발명의 제1실시예에 따른 변형성이음부(320)의 다양한 변형예를 도시한 단면도로서, 도 1 내지 도 5를 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 변형성이음부(320)는 상기 복수의 평활부(310)를 연결하며, 상기 진공자켓(300)의 내부공간의 변형에 대응되어 신축 가능한 고분자탄성체(231)로 이루어질 수 있다.

[63] 도 3을 참조하면, 상기 고분자탄성체(231)는 상기 복수의 평활부(310) 사이에 개재되어, 상기 복수의 평활부(310)의 길이 방향으로의 외측단에 접촉됨으로써, 상기 복수의 평활부(310)들을 연결하고, 상기 진공자켓(300)의 밀봉을 수행할 수 있다. 이때 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이, 상기 진공자켓(300) 내부가 수축되면, 인접하는 복수의 평활부(310) 사이가 좁아지도록 상기 고분자탄성체(231)가 압축되어, 상기 진공자켓(300) 내부의 변형에 대응할 수 있다.

[64] 이때, 상기 고분자탄성체(321)와 상기 평활부(310)의 외측단(311)의 접촉면적을 넓히기 위하여 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 평활부(310)의 길이방향으로의 외측단(311)에 상기 고분자탄성체(321)의 일부가 요입되도록 형성된 요입홈(311A)이 형성되어 상기 고분자탄성체(321)와 상기 평활부(310)간의 접촉면적을 늘리며, 상기 진공자켓(300)의 밀봉력을 증대시킬 수 있을 것이다. 또한, 상기 저온단열층(200)을 감싸는 상기 고분자탄성체(321)는 상기 평활부(310)가 배치되는 공간이 중공된 메쉬(mesh)를 이루는 일체의 그물망 형상으로 형성되어 상기 저온단열층(200)의 외면을 감싸도록 설치되어 상기 평활부(310)와의 결합을 더욱 용이하게 수행할 수 있을 것이다. 더하여, 상기 고분자탄성체(321)는 상기 저온단열층(200)과 대향되는 내측으로 만곡(彎曲)되도록 수축되어, 상기 저온단열층(200)을 내측으로 압축함으로써, 상기 저온단열층(200)과 상기 저온탱크(100)의 외피(110)간의 밀착력을 증대시킬 수 있다.

- [65] 도 5는 본 발명의 고분자탄성체(321)와 상기 평활부(310)의 결합의 다른 일양태를 도시한 예시도로서, 도 5를 참조하면, 상기 복수의 평활부(310)는 인접하는 적어도 하나 이상의 평활부(310)와 두께방향으로 서로 겹쳐지도록 구비되어, 상기 내부공간의 변형 시에 상기 겹쳐진 복수의 평활부(310)가 미끄러지며 상기 내부공간의 수축 또는 팽창에 대응되며, 상기 변형성이음부(320)를 이루는 고분자탄성체(321)는 상기 복수의 평활부(310)들에 겹쳐진 부위의 상면에 접촉되어, 상기 진공자켓(300)의 기밀을 유지하도록 밀봉되며, 상기 평활부(310)의 미끄러짐에 대응되어 신축되도록 형성될 수 있다. 이때, 상술한 구성을 갖는 상기 고분자탄성체(321)는 외측을 향하도록 만곡된 반원형의 도넛형상으로 이외의 본 발명의 요지에 벗어 남이 없이 다양한 형상으로 이루어 질 수 있다.
- [66]
- [67] < 제2실시예 >
- [68] 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 진공단열장치(1000)를 도시한 사시도이고, 도 7 및 도 8은 본 발명의 제2실시예에 따른 저온단열층(200)의 다양한 변형예를 도시한 단면도이며, 도 9는 도 6의 AA'단면에 따른 내부배기공간(210)의 다양한 변형예를 도시한 단면도로서, 도 6내지 도 9를 참조하면, 본 발명의 제2실시예에 따른 진공단열장치(1000)의 저온단열층(200)은 복수로 이루어지되, 상기 복수의 저온단열층(200)은 서로 이격되도록 구비되어, 인접하는 복수의 저온단열층(200) 사이에 상기 진공펌프(410)와 연결되며, 진공형성을 위한 유로를 이루는 내부배출공간(210)을 형성할 수 있다.
- [69] 상기 내부배출공간(210)은 상기 진공자켓(300) 내부의 진공형성을 위해 내부의 배기 유체를 유도하기 위한 구성으로써, 상기 저온단열층(200)의 일부가 천공되어 이루어질 수 있으며, 바람직하게는 상기 저온단열층(200)을 복수로 구획하고 구획된 복수의 저온단열층(200)간에 이격된 사이의 공간을 활용할 수 있다. 이때, 상기 진공펌프(410)는 상기 진공자켓(300) 내부에 형성된 내부배출공간(210) 중 어느 일부에 연결되어, 상기 저온단열층(200)의 진공을 위해 내부 유체를 흡입할 수 있다. 이때, 상기 저온탱크(100)의 크기가 커질수록, 상기 저온탱크(100)의 외피(110)를 감싸는 저온단열층(200)의 표면적이 증대됨에 따라, 상기 저온단열층(200)의 균일한 진공을 위해 내부 유체를 흡입하는 배기관(430)이 복수로 구성되어 상기 진공자켓(300)과 연결되는 것이 바람직하다.
- [70] 이때, 도 7의 (a)는 접착되어 상기 저온탱크(100)의 외피(110)에 화학적으로 부착된 저온단열층(200)을 도시한 도면이고, 도 7의 (b)는 상기 저온탱크(100)의 외피(110)에 용접 또는 타공되어 고정된 고정볼트(220)에 의해 물리적으로 부착된 상기 저온단열층(200)을 도시한 도면으로서, 도 7을 참조하면, 상기 복수의 저온단열층(200)은 상기 저온탱크(100)의 외피(110)의 외면 및 상기 진공자켓(300)의 내면과 접착되어 부착될 수 있으나, 과도한 접착제의 사용은

상기 저온단열층(200)의 진공형성 시 또는 저온탱크 수축 시에 문제가 될 수 있고, 이에 따라 상기 고정볼트(220)를 이용하여, 상기 저온탱크(100)의 외피(110)에 고정됨으로써, 인접하는 저온단열재(200) 간에 상기 내부배출공간(210)을 형성하도록 이격시켜 배치할 수 있다.

[71] 도 8은 상기 복수의 저온단열층(200)이 두께방향으로 다층을 이루도록 구비된 일 양태를 도시한 도면으로써, 도 8의 (a)는 어느 하나의 저온단열층(200)과 두께방향으로 다층을 이루도록 구비된 다른 하나의 저온단열층(200)이 외측의 일부만 접촉되도록 배열되어, 두께방향으로 적층된 층간 내부 유체가 이동할 수 있는 연속된 내부배출공간(210)을 형성하도록 접촉될 수 있다. 이때 상기 내부유체의 흐름은 상기 두께방향으로 적층된 층간 서로 직교하는 방향으로 교번되며 이동하여 상기 저온탱크(100)로부터 상기 진공자켓(300)방향으로 이동하며, 상기 내부배출공간(210)에 구비된 배기관(430)을 통해 외부로 배출된다.

[72] 이때, 본 발명의 다른 일 방면으로 도 8의 (b)를 참조하면, 상기 복수의 저온단열재(300)는 두께방향으로 다층을 이루도록 구비되며, 상기 저온탱크(100)의 외피(110), 진공자켓(300) 또는 인접하는 저온단열재(200) 중 적어도 하나 이상과 상기 고정볼트(220)를 이용하여 소정거리 이격되도록 고정됨으로써, 더욱 원활하게 내부 유체가 배출될 수 있는 내부배출공간(210)을 형성할 수 있다.

[73]

[74] 도 9는 도 6의 AA'단면에 따른 내부배기공간(210)의 다양한 변형예를 도시한 단면도로서, 도 9를 참조하면, 상기 진공단열장치(1000)는 상기 내부배출공간(210)에 구비되며, 외주면에 상기 진공자켓(210)의 내부공간과 연통된 흡입공(441)이 형성된 배출파이프(440)를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[75] 상기 배출파이프(440)는 상기 저온단열층(200)에 구획된 내부배출공간(210)사이를 지나도록 복수로 구성되며, 엘보관 또는 십자관 등의 관이음부를 이용하여 연속되게 연결될 수 있을 것이다. 이때, 상기 배출파이프(440)의 일부에 상기 진공펌프(410)와 연결된 배기관(430)이 연결되어, 상기 배출파이프(440) 내부로 흐르는 내부 유체를 외부로 분출시키며, 상기 배출파이프(400)의 내부와 외부가 연통되도록 외면에 타공된 흡입공(441)을 통해 상기 저온단열층(200) 내에 잔존하는 내부 유체들을 흡입함으로써, 상기 저온단열층(200)에 진공압을 인가할 수 있다.

[76]

[77] < 제3실시예 >

[78] 도 10은 본 발명의 제3실시예에 따른 진공단열장치(1000)를 도시한 단면도로서, 도 10을 참조하면, 본 발명의 제3실시예에 따른 진공단열장치(1000)의 상기 변형성이음부(320)는 상기 복수의 평활부(310)와 일체로 형성되며, 두께방향의 외측으로 만곡된 요철부(322)를 이루며, 상기

요철부(322)는 상기 진공자켓(310)의 내부공간의 수축 또는 팽창에 따라 변형될 수 있다.

- [79] 이때, 상기 진공자켓(300)은 전체가 강재로 형성되어, 상기 진공단열장치(1000)의 외부를 보강하며, 상기 요철부(322)는 두께방향의 외측으로 절곡되어 상기 진공자켓(300)의 내부공간의 수축 또는 팽창에 따라 수축 또는 팽창을 병행하며 변형될 수 있다. 더욱 자세하게는 상기 진공자켓(300)의 내부공간이 수축될 시에, 상기 진공자켓(300)의 요철부(322)가 만곡된 외측으로 수축되고, 상기 내부공간이 팽창되면 상기 요철부(322)의 만곡된 경사가 완만하게 퍼짐으로써 상기 내부공간의 팽창에 반응하도록 변형된다. 또한, 상기 요철부(322)는 상기 진공자켓(300)의 외면에 발생하는 결로수를 응집시켜 자중방향으로 흐르도록 유도하는 할 수 있다.
- [80]
- [81] 또한, 상기 진공자켓(300)은 복수의 평활부(310) 또는 요철부(320) 간 용접을 통해 일체를 이루도록 제작될 수 있으며, 이때 용접에 따른 열에 의해 상기 저온단열층(200)을 열변형 및 파손을 방지하기 위하여, 상기 용접이 이루어지는 부근의 내측에 고온단열재(500)를 구비하여, 상기 저온단열층(200)의 파손을 방지할 수 있다.
- [82]
- [83] 하기에서는 도 11 내지 도 14를 참조하여, 본 발명의 제3실시예에 따른 진공단열장치(1000)의 내부배기공간(210), 저온단열층(200) 및 고온단열재(500)간의 다양한 변형예를 설명하기로 한다.
- [84] 우선, 도 11에 도시된 바와 같이, 상기 진공자켓(300)은 복수의 평활부(310)가 서로 용접되어 일체를 이루며, 이때 용접이 이루어지는 용접선(B)의 내측으로 상기 고온단열재(500)가 구비되는 것이 바람직하다. 이때 상기 고온단열재(500)는 유리 섬유, 탄화 섬유 또는 실리카 섬유 등의 내열성 재질로 이루어질 수 있으며 용접열에 의해 변형되지 않되, 상기 진공단열장치(1000)의 충무게를 과도하게 증대시키지 않도록 가벼운 소재를 사용하는 것이 바람직하다.
- [85] 이때, 상기 저온단열층(200)의 외면에 형성되는 내부배출공간(210)이 충분히 크게 형성될 경우에는 상기 고온단열재(500)를 구비하지 않아도, 용접에 따른 저온단열층(200)의 파손을 방지할 수 있다. 도 12는 상술한 상기 내부배출공간(210)이 충분히 큰 경우에 따른 상기 진공자켓(300)의 변형예를 도시한 도면으로서, 도 12의 (a) 및 (b)는 상기 내부배출공간(210)에 상기 배출파이프(440)가 구비된 변형예를 도시하고, (c) 및 (d)는 상기 내부배출공간(210)에 상기 배출파이프(440)가 구비되지 않았을 시의 변형예를 도시하고 있다.
- [86] 도 12의 (a)를 참조하면, 상기 진공자켓(300)의 용접선(B)은 상기 배출파이프(440)와 일치하도록 구비되되, 상기 배출파이프(440)가 상기

진공자켓(300)의 내면과 상기 저온단열층(200)의 외면 사이를 소정거리 이격시키도록 형성되어, 상기 진공자켓(300)의 용접에 따른 용접열이 상기 저온단열층(200)으로 전달되지 않도록 구성될 수 있다. 이때, 상기 배출파이프(440)는 충분히 큰 사이즈로 형성되어 상기 배출파이프(440)에 따른 열전달을 최소화 하거나, 내열성을 갖는 소재로 이루어지는 것이 바람직하다. 도 12의 (b)를 참조하면, 상기 진공자켓(300)의 일부가 외측으로 절곡되어 상기 절곡된 진공자켓(300)의 내부로 내부배출공간(210)을 형성하고, 이때 형성된 내부배출공간(210)에 구비된 배출파이프(440)의 상면과 접하도록 용접선(B)을 일치시킴으로써, 상기 저온단열층(200)의 파손을 방지할 수 있다.

[87] 도 12의 (C)는 상기 내부배출공간(210)이 상기 저온단열층(200)의 외면 상에 충분히 넓게 형성되고, 형성된 내부배출공간(210)과 상기 용접선(B)이 일치되도록 상기 인접하는 평활부(310a, 310b)를 용접함으로써, 상기 저온단열층(200)의 파손을 방지할 수 있으며, 도 12의 (d)에 도시된 바와 같이, 외측으로 일부가 절곡된 진공자켓(300)의 내측에 형성되는 내부배출공간(210)과 상기 용접선(B)이 일치하도록 상기 인접하는 평활부(310a, 310b)를 용접함으로써, 상기 저온단열층(200)의 파손을 방지할 수 있다.

[88]

[89] 도 13 및 14는 상기 고온단열재(500)가 상기 내부배출공간(210)에 구비되어, 상기 용접선(B)과 일치되도록 구성된 진공단열장치(1000)의 변형예를 도시한 도면으로서, 도 13의 (a) 내지 (c)를 참조하면, 상기 고온단열재(500)는 상기 내부배출공간(210)을 갖는 상기 배출파이프(440) 및 상기 용접선(B)과 일치되는 상기 진공자켓(300)의 내측에 구비될 수 있으며, 상기 고온단열재(500)는 내부가 요입되어 상기 배출파이프(440)를 수용(a)~(b)하도록 형성될 수 있으며, 상기 고온단열재(500)의 외부에 상기 배출파이프(440)가 구비되어 상기 진공자켓(300)의 외면에 형성되는 용접선(B)이 상기 고온단열재(500) 및 내부배출공간(210)에 일치하는 위치에 형성되도록 구성될 수 있다.

[90] 또는, 도 14에 도시된 바와 같이, 상기 배출파이프(440)를 배제하여, 상기 내부배출공간(210)과 상기 고온단열재(500) 및 용접선(B)을 일치하는 위치에 형성하고, 이때 상기 고온단열재(500)는 외측으로부터 내측으로 일부 요입되어 상기 내부배출공간(210)을 형성(d)하거나, 외측으로 절곡된 진공자켓(300)의 내부에 형성된 내부배출공간(210)과 상기 저온단열층(200) 사이에 개재(e)되어 용접에 따른 상기 저온단열층(200)의 변형 및 파손을 방지할 수 있다.

[91] 이때, 상기 고온단열재(500)는 진공펌프(410)로부터 흡입되는 진공압에 의해 상기 저온단열층(200)에 잔존하는 내부 유체를 흡입할 수 있도록 다공이 형성되거나, 섬유질로 짜여져 내부 유체가 지나갈 수 있는 기공이 형성되는 재질로 이루어지는 것이 바람직하다.

[92]

[93] 도 15는 본 발명의 제3실시예에 따른 진공단열장치(1000)의 변형예를 도시한

단면도로서, 도 15를 참조하면, 상기 변형성이음부(320)는 두께방향의 외측으로 만곡된 상기 요철부(322)로 이루어지며, 상기 요철부(322)의 내측으로 상기 진공펌프(410)와 연결되어, 진공형성을 위한 유로를 이루는 내부배출공간(210)이 형성될 수 있다. 이때, 상기 요철부(322)는 상기 평활부(310)의 외측단(310a, 310b)이 외측으로 절곡되어 서로 인접하는 외측단과 용접되어 형성되며, 이때, 상기 요철부(322)를 이루는 상기 평활부(310)의 외측단(310a, 310b)과 내측의 상기 저온단열층(200)의 외측면과 이루는 각도가 예각을 이루도록 절곡되어 상기 진공자켓(300)의 내부공간의 병형에 따라 수축 또는 팽창되도록 구성될 수 있다. 더하여, 상기 요철부(322)의 내측으로 형성되는 내부배출공간(210)과 고온단열재(500) 및 용접선(B)은 서로 일치하는 위치에 형성될 수 있도록 배치하여, 상기 진공단열장치(1000)의 설치작업을 더욱 간략히 할 수 있다.

[94]

[95] 도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 구조를 갖는 진공자켓을 도시한 단면도로서, 도 16을 참조하면, 이중 진공 단열구조를 갖는 상기 진공단열장치(1000)는 상기 저온단열층(200)의 외면을 감싸는 제1진공자켓(300A) 및 상기 제1진공자켓(300A)의 외면을 감싸도록 구비되는 제2진공자켓(300B)을 포함하며, 상기 제1진공자켓(300A)과 제2진공자켓(300B) 사이에 개재되어, 상기 제1진공자켓(300A)과 제2진공자켓(300B)을 일정거리 이격시키며, 이격된 공간의 진공압을 견디도록 구비되는 스페이서(600)를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[96] 이때, 상기 제1진공자켓(300A) 및 제2진공자켓(300B)은 각기 별도의 배기관(430A, 430B)으로 연결되어 각기 독립된 진공공간을 갖도록 형성되는 것이 바람직하다. 이때, 상기 제2진공자켓(300B)은 상기 제1진공자켓(300A)의 진공이 유실될 시에, 일정 기간 이상 진공 상태를 유지하여, 화물의 운송 기간 동안의 안정성을 유지할 수 있도록 설계 되는 것이 바람직하다.

[97]

[98] < 제4실시예 >

[99] 도 17 내지 도 21은 본 발명의 제4실시예에 따른 진공단열장치를 도시한 단면도로서, 도 17 내지 도 21을 참고하면, 본 발명의 제4실시예에 따른 진공단열장치(1000)는 상기 진공자켓(300)이 상기 저온단열층(200)의 외면을 감싸며, 상기 유연구조를 갖는 유연부(340)와 상기 진공자켓(300)의 적어도 일부가 강건한 구조로 구성되어 상기 진공단열장치(1000)를 지지하는 강건부(330)로 이루어지는 것이 바람직하며, 이때 상기 강건한 구조는 상기 강건부(330)를 이루는 진공자켓(300)이 상기 진공단열장치(1000)를 지지하기 위한 보강재 또는 지지체 등과 결합가능하거나 스스로 상기 진공단열장치(1000)의 하중을 지지할 수 있도록 형성된 구조를 갖는 것을 의미하며, 예컨대 상기 강건한 구조는 상기 저온탱크(100)의 외피(110)를 이루는

인바강(invar steel)로 이루어지며, 상기 유연부(340)는 전술한 변형성이음부(320)로 이루어지는 것이 바람직하다.

- [100] 도 17은 본 발명의 제4실시예에 따른 진공단열장치(1000)의 일 변형예를 도시한 단면도로서, 도 17을 참조하면, 상기 진공단열장치(1000)의 상기 저온탱크(100)는 복수의 평면과 상기 복수의 평면을 잇는 모서리를 갖는 다면체로 이루어지되, 상기 유연부(340)는 상기 진공자켓(300)의 평면을 이루는 상기 저온단열층(200)의 외면을 감싸도록 형성되며, 상기 강건부(330)는 상기 진공자켓(300)의 모서리를 이루는 상기 저온단열재(200)의 외면을 감싸도록 형성되어, 상기 진공자켓(300)의 내부공간의 변형에 따라, 상기 유연부(340)가 내측으로 압축 또는 외측으로 팽창되어, 상기 저온탱크(100)의 외피(110)를 감싸는 저온단열층(200)을 지지하는 구조를 이루는 것이 바람직하다. 이때, 상기 강건부(330)는 외부의 구조물에 고정될 수 있으며, 상기 강건부(330)의 내부에 형성된 공간을 상기 진공펌프(410)와 연결되는 내부배출공간(210)으로 활용하는 것이 바람직하다.

[101]

- [102] 도 18은 본 발명의 제4실시예에 따른 진공단열장치(1000)의 다른 일방면으로의 변형예를 도시한 단면도이고, 도 19는 도 18에 따른 진공단열장치(1000)를 설치하는 순서를 도시한 예시도로서, 도 18 내지 19를 참고하면, 상기 진공단열장치(1000)는 상기 강건부(330)가 상기 진공자켓(300)의 하부를 이루는 상기 저온단열층(200)의 외면을 감싸도록 형성되어, 상기 진공단열장치(1000)의 저면을 지지하도록 구성될 수 있다. 이때, 상기 진공자켓(300)의 유연부(340)는 상기 진공자켓(300)의 내부공간의 변형에 따라 수축 또는 팽창을 수행하는 변형성이음부(320)로 형성되어, 상기 진공단열장치(1000)의 하부를 제외한 상방으로의 팽창 및 수축을 수행할 수 있다.

- [103] 이때, 상기 진공단열장치(1000)의 저온탱크(100)는 부피 1000M³이상 급의 대형탱크로 이루어지며, 내부 압력에 강건한 실린더 형상으로 제작될 시 10000M³이상의 부피를 갖는 대형탱크로의 제작이 가능하며, 전술한 바와 같은 대형탱크의 경우, 도 19에 도시된 바와 같이, 지면에 안착된 강건부(330)의 내부에 저온방열층(200)을 이루는 R-PUF를 분사 또는 접착하고, 접착된 저온방열층(200)의 상부로 미리 제작된 저온탱크(100)를 안착하여 고정한다(a). 이후, 고정된 저온탱크(100)의 외면을 따라 상기 저온방열층(200)을 형성하고, 이후 상기 진공자켓(300)의 상부를 결합하여 상기 진공자켓(300)의 상부 및 하부의 결합면을 용접함으로써 제작할 수 있다. 상술한 바와 같은 제작단계를 갖는 본 발명의 진공단열장치(1000)는 운반이 불가능한 초대형 탱크 및 진공 단열을 현장에서 제작 가능하게 한다.

[104]

- [105] 상술한 구성에 따른 본 발명의 저온탱크용 진공단열장치(1000)는 액화수소(LH2) 또는 액화질소(LN2)와 같은 초저온 액화기체의 수송 및 저장에

더욱 적합하며, 상기 액화수소(LH2)를 저장하는 저온탱크의 경우, 상기 액화수소의 밀도는 0.08988g/L로 상기 저온탱크(100)의 무게에 큰 영향을 미치지 않는다. 따라서, 도 20 및 21에서는 상기 저온탱크(100)를 공중에 띄운 상태로 지지하며, 상기 진공자켓(300)의 하단이 지반(1)으로부터 소정거리 이격되도록 형성되는 탱크지지체(10)를 더 포함하는 진공단열장치를 도시하고 있으며, 도 20을 참조하면, 상기 탱크지지체(20)는 상기 저온탱크(100)의 상면에 연결되는 탱크걸이(13)와 상기 탱크걸이(130)를 지지하되, 상기 진공자켓(300)의 일부를 이루는 상부지지체(12) 및 상기 진공자켓(300)의 하단이 지반(1)으로부터 이격되도록 상방으로 연장되어, 상기 상부지지체(12)를 지지하는 측면지지체(11)를 포함하여 구성될 수 있다. 이때 상기 탱크지지체(10)의 상부지지체(12)의 하면에 상기 진공자켓(300)이 접합되어 일체를 이루므로써, 상기 상부지지체(12)가 전술하였던 상기 진공자켓(300)의 강건부의 역할을 수행하게 된다.

[106] 또한, 도 21에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 일방면으로의 상기 탱크지지체(10)는 상기 저온탱크(100)의 측면에 연결되는 탱크걸이(13)와 상기 진공자켓(300)의 일부를 이루며 상기 진공자켓의 하단이 지반(1)으로부터 이격되도록 상방으로 연장되어 상기 탱크걸이를 지지하는 측면지지체(13)를 포함하여 구성될 수 있다. 이때, 상기 측면지지체(13)는 상기 진공자켓(300)의 측면에 접합되어 전술한 강건부의 역할을 수행할 수 있다.

[107] 이때, 상술한 구성에 따른 탱크지지체(10)를 통하여 상기 진공단열장치(1000)를 지반(1)으로부터 이격시킴으로써, 상기 지반(1)으로부터 상기 저온탱크(100) 및 진공자켓(300)의 하단으로 유입되는 열을 차단할 수 있으며, 상기 저온탱크(100)의 하단에 외측으로 절곡된 상기 진공자켓(300)의 변형성이음부(320)를 구비할 수 있는 장점이 있다.

[108]

[109] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

[110]

[111] <부호의 설명>

[112] 1000 : 진공단열장치

[113] 100 : 저온탱크 110 : 탱크외피

[114] 200 : 저온단열층 210 : 내부배기공간

[115] 220 : 고정볼트

[116] 300 : 진공자켓 310 : 평활부

[117] 311 : 외측단 311A : 요홈

[118] 320 : 변형성이음부 321 : 고분자탄성체

[119] 322 : 요철부

- [120] 330 : 강건부 340 : 유연부
- [121] 410 : 진공펌프 420 : 배기밸브
- [122] 430 : 배기관
- [123] 440 : 배출파이프 441 : 흡기공
- [124] 500 : 고온단열재 600 : 스페이서
- [125] A : 접촉면 B : 용접선
- [126] 1 : 지반
- [127] 10 : 탱크지지체 11 : 측면지지체
- [128] 12 : 상부지지체 13 : 탱크걸이
- [129]

산업상 이용가능성

- [130] 본 발명은 초저온 상태의 액화가스를 저장 및 운송하기 위한 저온탱크의 진공단열장치에 관한 것으로, 초저온 상태의 액화가스를 저장 및 운송 가능한 대형 탱크를 제작 가능한 효과가 있다. 즉, 초저온 상태의 액화가스를 저장 및 운송 하는 저온탱크를 탑재하는 선박 또는 지상형 탱크의 제조산업상 이용 가능성이 있다.

청구범위

- [청구항 1] 내부에 초저온 유체를 수용하는 저장공간을 갖는 저온탱크;
저온탱크의 외피를 감싸도록 구비되는 저온단열층; 및
내부공간이 진공상태로 유지되며, 상기 저온단열층의 외면을 감싸도록
밀봉되어 외부와의 기밀을 유지하는 진공자켓;을 포함하며,
상기 진공자켓은 적어도 일부가 수축 또는 팽창 가능한 유연구조를 갖는
것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 진공자켓은,
상기 저온단열층의 외면을 감싸며 서로 소정거리 이격된 평판으로
이루어진 복수의 평활부와,
상기 복수의 평활부 사이에 형성되어 상기 유연구조를 갖는
변형성이음부를 포함하는 것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 변형성이음부는 상기 복수의 평활부를 연결하며, 상기 진공자켓의
내부공간의 변형에 대응되어 신축 가능한 고분자탄성체로 이루어지는
것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 고분자탄성체는 상기 복수의 평활부 사이에 개재되어, 상기 복수의
평활부의 넓이 방향으로의 외측단에 접촉되는 것을 특징으로 하는
저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 5] 제3항에 있어서,
상기 복수의 평활부는 인접하는 적어도 하나 이상의 평활부와
두께방향으로 서로 겹쳐지도록 구비되어, 상기 내부공간의 변형 시에
미끄러지며 상기 내부공간의 수축 또는 팽창에 대응되며,
상기 고분자탄성체는 상기 복수의 평활부들에 겹쳐진 부위의 상면에
구비되어, 상기 진공자켓의 기밀을 유지하며, 상기 평활부의 변형에
대응되어 신축되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 저온탱크용
진공단열장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 저온단열층은 복수로 이루어지며,
상기 복수의 저온단열층은 서로 이격되도록 구비되어, 인접하는 복수의
저온단열층 사이에 진공형성을 위한 유로를 이루는 내부배출공간을
형성하는 것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 복수의 저온단열층은 두께방향으로 다층을 이루도록 구비되며,
상기 저온탱크의 외피, 진공자켓 또는 인접하는 저온단열층 중 적어도

하나 이상과 고정볼트를 이용하여 소정거리 이격되도록 고정되는 것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.

- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 진공단열장치는 상기 내부배출공간에 구비되며, 외주면에 상기 진공자켓의 내부공간과 연통된 흡입공이 형성된 배출파이프;
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 9] 제2항에 있어서,
상기 변형성이음부는 상기 복수의 평활부와 일체로 형성되며,
두께방향으로의 외측으로 만곡된 요철부를 이루며, 상기 요철부는 상기 진공자켓의 내부공간의 수축 또는 팽창에 따라 변형되는 것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 변형성이음부는 두께방향의 외측으로 만곡된 상기 요철부의 내측으로, 진공형성을 위한 유로를 이루는 내부배출공간을 형성하는 것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 11] 제9항에 있어서,
상기 진공자켓은 상기 복수의 평활부가 서로 용접되어 일체를 이루되,
상기 진공자켓의 외면에 이루어지는 용접선은 상기 진공자켓의 내부공간에 구비되어 상기 내부배출공간과 일치하는 위치에 형성되는 것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 12] 제9항에 있어서,
상기 진공자켓은 상기 복수의 평활부가 서로 용접되어 일체를 이루되,
상기 진공단열장치는 상기 진공자켓의 외면에 이루어지는 용접선의 내측에 구비되어, 상기 용접선 인근의 저온단열층의 열변형을 방지하는 고온단열재;
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 13] 제1항에 있어서,
상기 진공자켓은 상기 저온단열층의 외면을 감싸는 제1진공자켓 및 상기 제1진공자켓의 외면을 감싸도록 구비되는 제2진공자켓을 포함하되,
상기 진공단열장치는 상기 제1진공자켓과 제2진공자켓 사이에 개재되어,
상기 제1진공자켓과 제2진공자켓을 일정거리 이격시키도록 구비되는 스페이서;
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 14] 제1항 내지 제13항 중 어느 하나의 항에 있어서,
상기 진공자켓은 상기 저온단열층의 외면을 감싸며 상기 유연구조를 갖는 유연부와, 상기 진공자켓의 적어도 일부가 강건한 구조로 구성되어
상기 진공단열장치를 지지하는 강건부로 이루어지는 것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.

- [청구항 15] 제14항에 있어서,
 상기 저온탱크는 다면체로 이루어지되,
 상기 유연부는 상기 진공자켓의 평면을 이루는 상기 저온단열층의
 외면을 감싸도록 형성되며, 상기 강건부는 상기 진공자켓의 모서리를
 이루는 상기 저온단열층의 외면을 감싸도록 형성되는 것을 특징으로
 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 16] 제14항에 있어서,
 상기 진공자켓은 상기 강건부의 내측으로 진공형성을 위한 유로를
 이루는 내부배출공간을 형성하는 것을 특징으로 하는 저온탱크용
 진공단열장치.
- [청구항 17] 제14항에 있어서,
 상기 강건부는 상기 진공자켓의 하부를 이루는 상기 저온단열층의
 외면을 감싸도록 형성되어, 상기 진공단열장치의 저면을 지지하는 것을
 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 18] 제14항에 있어서,
 상기 진공단열장치는 상기 저온탱크를 공중에 띄운 상태로 지지하며,
 상기 진공자켓의 하단이 지반으로부터 소정거리 이격되도록 형성되는
 탱크지지체;
 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 19] 제18항에 있어서,
 상기 탱크지지체는,
 상기 저온탱크의 상면에 연결되는 탱크걸이와,
 상기 탱크걸이를 지지하되, 상기 진공자켓의 일부를 이루는 상부지지체
 및
 상기 진공자켓의 하단이 지반으로부터 이격되도록 상방으로 연장되어,
 상기 상부지지체를 지지하는 측면지지체,
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.
- [청구항 20] 제18항에 있어서,
 상기 탱크지지체는,
 상기 저온탱크의 측면에 연결되는 탱크걸이와,
 상기 진공자켓의 일부를 이루며 상기 진공자켓의 하단이 지반으로부터
 이격되도록 상방으로 연장되어 상기 탱크걸이를 지지하는 측면지지체,
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 저온탱크용 진공단열장치.