

명세서

발명의 명칭: 가압액화천연가스 생산 방법 및 이에 사용되는 생산 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 가압액화천연가스 생산 방법 및 이에 사용되는 생산 시스템에 관한 것으로서, 플랜트 제작에 소요되는 비용과 유지비를 절감시킬 수 있고, 액화천연가스의 생산 단가를 줄일 수 있도록 구성된 가압액화천연가스 생산 방법 및 이에 사용되는 생산 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, 액화천연가스(Liquefied Natural Gas, LNG)는 메탄(Methane)을 주성분으로 하는 천연가스를 대기압에서 -162°C 의 극저온 상태로 냉각시켜 그 부피를 6백분의 1로 줄인 무색 투명한 초저온 액체로서, 기체상태보다 수송 효율이 좋아서 장거리 수송에 경제성이 있는 것으로 알려져 있다.
- [3] 이와 같은 액화천연가스는 생산 플랜트의 건설 및 운반선의 건조 비용이 많이 소요되어 경제성을 만족시키기 위해서 대규모, 장거리 수송에 적용되어 왔으며, 이에 반하여, 소규모, 단거리 수송에는 파이프라인이나 CNG(Compressed Natural Gas)가 경제성이 있다고 알려져 있으나, 파이프라인을 이용한 수송의 경우 지리적 제약이 따르며, 환경 파괴의 문제 등을 야기할 수 있고, CNG는 수송 효율이 낮은 단점을 가지고 있다.
- [4] 종래의 액화천연가스 생산 방법은 천연가스전에서 공급되는 천연가스로부터 산성 가스(Acid gas)를 제거하고, 탈수 과정을 거침으로써 수분이 제거된 천연가스에서 NGL(Natural Gas Liquid)을 분별(Fractionation)한 다음, 천연가스의 액화 과정을 거치게 된다.
- [5] 그러나, 종래의 액화천연가스 생산 방법은 이를 실시하기 위한 액화천연가스 플랜트를 건설하는데 많은 자본을 필요로 하고, 이를 유지하기 위하여 많은 비용을 필요로 하며, 또한, 천연가스를 극저온으로 냉각·액화하는데 많은 동력이 소모된다. 그러므로, 액화천연가스의 액화 플랜트를 건설하는 비용을 줄여서 천연가스의 생산 단가를 낮출 수 있다면, 기존의 천연가스 액화 및 수송 방식으로는 경제성이 없다고 판단되던 중소형 가스전의 경우에도 액화천연가스로 생산 및 수송하는 것이 경제적 측면에서 유리할 수 있게 된다. 따라서, 이러한 종래의 액화천연가스 생산 방법에서 몇 가지 과정을 제거한 액화천연가스 플랜트가 개발되었는데, 이를 설명하면 다음과 같다.
- [6] 종래의 기술에 따른 액화천연가스 생산 시스템은 대한민국 특허청에 등록된 특허 제358825호의 "액화 천연 가스의 가공, 저장 및 운송을 위한 시스템"으로서, 천연가스를 수송하고 천연가스로부터 액체 탄화수소를 제거하기 위한 공급가스수용 설비와, 천연가스로부터 수증기를 충분히 제거함으로써 가공

동안 천연가스가 동결하는 것을 방지하기 위한 탈수화 설비와, 천연가스를 액화천연가스로 전환시키기 위한 액화 설비로 이루어진다.

- [7] 그러나, 종래의 액화천연가스 생산 시스템은 액체 탄화수소인 NGL의 분리 등을 실시하기 위한 공정과 이에 사용되는 공급가스수용 설비 등을 여전히 필요로 하고 있고, 이로 인해 플랜트의 제작에 소요되는 비용과 에너지 사용량을 줄이는데 한계를 가지며, 이로 인해 액화천연가스 생산의 경제성에 장애를 초래하는 문제점을 가지고 있었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 플랜트 제작에 소요되는 비용과 유지비를 절감시키고, 극저온으로 천연가스를 냉각·액화시키는 동력 소모를 줄일 수 있어, 액화천연가스의 생산 단가를 줄일 수 있다.
- [9] 또한, 기존 방식으로는 경제성을 확보하기 어려웠던 중소형 가스전에서의 경제적인 이익 및 투자회수 기간의 단축을 보장할 수 있도록 한다.

과제 해결 수단

- [10] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, 액화천연가스를 생산하는 방법에 있어서, 천연가스전으로부터 천연가스를 공급받아 산성가스를 제거하는 과정 없이 탈수하는 탈수단계; 및 상기 탈수단계를 마친 천연가스를 NGL(Natural Gas Liquid)을 분별하는 과정 없이 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~ -95°C의 온도로 액화하여 가압액화천연가스를 생산하는 액화단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 방법을 제공한다.
- [11] 상기 탈수단계를 마친 천연가스에서 이산화탄소가 10%이하로 존재하는 경우 액화 과정에서 이산화탄소를 동결시킨 후 제거하는 이산화탄소 제거단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [12] 상기 액화단계를 마친 가압액화천연가스를 이중 구조의 저장 용기에 저장하는 저장단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [13] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 액화천연가스를 생산하는 시스템에 있어서, 천연가스전으로부터 천연가스를 공급받아 탈수하는 탈수설비; 및 상기 탈수설비를 거친 천연가스를 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~ -95°C의 온도로 액화하여 가압액화천연가스를 생산하는 액화설비를 포함하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템을 제공한다.
- [14] 상기 탈수설비를 거친 천연가스에서 이산화탄소가 10%이하로 존재하는 경우 액화 과정에서 이산화탄소를 동결시킨 후 제거하는 이산화탄소 제거설비를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [15] 상기 액화설비에 의해 생산된 가압액화천연가스를 이중구조의 저장용기에 저장하는 저장설비를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [16] 상기 저장용기의 이중구조 내부의 압력은 상기 저장용기 내부의 압력과 평형을 이루도록 상기 저장용기의 이중구조와 상기 저장용기의 내부간에는 연결유로를 갖는 것을 특징으로 한다.
- [17] 상기 이산화탄소 제거설비는 상기 가압된 천연가스가 공급되는 공급라인에 설치되며, 상기 가압된 천연가스를 저압으로 감압시키는 팽창 밸브;상기 팽창 밸브의 후단에 설치되며, 상기 팽창 밸브를 통과하여 액화된 천연가스의 내부에 존재하는 얼어서 고형화된 이산화탄소를 필터링하는 고형화 이산화탄소 필터;상기 팽창 밸브의 전단과 상기 고형화 이산화탄소 필터의 후단에 각각 설치되어 상기 고압 천연가스 및 상기 액화된 천연가스의 흐름을 각각 개폐시키는 제 1 및 제 2 개폐 밸브;상기 팽창 밸브와 상기 고형화 이산화탄소 필터의 고형화된 이산화탄소를 기화시키도록 열을 제공하는 가열부; 및 상기 제 1 개폐 밸브와 상기 팽창 밸브 사이의 상기 공급라인으로부터 분기되는 배출라인에 상기 가열부에 의해 재생된 이산화탄소의 배출을 개폐시키도록 설치되는 제 3 개폐 밸브를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [18] 상기 가열부는 상기 팽창 밸브 및 상기 고형화 이산화탄소 필터와의 열교환을 위한 열매가 순환 공급되는 재생 열교환기; 및 상기 재생 열교환기의 전단과 후단에 각각 설치되는 제 4 및 제 5 개폐 밸브를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [19] 상기 이산화탄소 제거설비는 다수로 이루어져서 일부가 이산화탄소의 필터링을 수행하는 동안 다른 일부가 이산화탄소의 재생을 수행하도록, 상기 제 1 내지 제 3 개폐 밸브와 상기 가열부가 제어되는 것을 특징으로 한다.
- [20] 상기 액화설비는 상기 탈수설비를 거친 천연가스를 공급받아 냉매와의 열교환에 의해 액화되도록 하는 액화용 열교환기; 및 상기 액화용 열교환기에 냉매를 냉매용 열교환기에 의해 냉각시켜서 공급하는 냉매 냉각부;를 포함하고,상기 액화용 열교환기와 상기 냉매용 열교환기가 서로 분리되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [21] 상기 액화용 열교환기는 스테인레스 스틸 재질로 이루어지며, 상기 냉매용 열교환기는 알루미늄 재질로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [22] 상기 냉매 냉각부는 상기 냉매용 열교환기가 제 1 및 제 2 냉매용 열교환기로 이루어지고, 상기 액화용 열교환기로부터 배출되는 냉매를 압축기 및 후냉각기에 의해 압축 및 냉각시키며, 상기 후냉각기를 통과한 냉매를 분리기에 의해 기상 냉매와 액상 냉매로 분리하여, 상기 기상 냉매를 상기 제 1 냉매용 열교환기의 제 1 유로와 상기 제 2 냉매용 열교환기의 제 1 유로로 공급하고, 상기 액상 냉매를 상기 제 1 냉매용 열교환기의 제 2 유로를 거쳐서 제 1 J-T 밸브에 의해 저압으로 팽창시켜서 상기 제 1 냉매용 열교환기의 제 3 유로를 거쳐서 상기 압축기에 공급되도록 하며, 상기 제 2 냉매용 열교환기의 제 1 유로를 통과한 냉매를 제 2 J-T 밸브에 의해 저압으로 팽창시켜서 상기 액화용 열교환기에 공급되도록 함과 아울러, 제 3 J-T 밸브에 의해 저압으로 팽창시켜서 제 2 냉매용 열교환기의 제 2 유로와 상기 제 1 냉매용 열교환기의 제 3 유로로

- 거쳐서 상기 압축기에 공급되도록 하는 것을 특징으로 한다.
- [23] 상기 냉매 냉각부는 상기 액화용 열교환기로부터 배출되는 냉매를 압축기 및 후냉각기에 의해 압축 및 냉각시켜서 상기 냉매용 열교환기의 제 1 유로에 공급하고, 상기 냉매용 열교환기의 제 1 유로를 통과한 냉매를 팽창기에 의해 팽창시켜서 유량배분밸브의 조작에 따라 상기 액상용 열교환기에 공급하거나, 상기 냉매용 열교환기의 제 2 유로를 거쳐서 상기 압축기로 공급하는 것을 특징으로 한다.
- [24] 상기 액화설비는 상기 탈수설비를 거친 천연가스와의 열교환을 위한 냉매를 공급하는 냉매공급부;상기 탈수설비를 거친 천연가스의 공급라인으로부터 다수로 분기되는 제 1 분기라인에 각각 설치되며, 상기 공급라인으로부터 공급되는 천연가스를 상기 냉매공급부로부터 공급되는 냉매와의 열교환에 의해 냉각시키는 다수의 열교환기; 및 상기 열교환기 각각에 응결된 이산화탄소를 제거하기 위해 재생유체를 선택적으로 공급하는 재생부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [25] 상기 열교환기는 전체 용량이 액화천연가스 생산량을 초과하도록 함으로써 액화천연가스의 생산시 하나 또는 다수가 대기 상태를 유지하도록 하는 것을 특징으로 한다.
- [26] 상기 재생부는 상기 재생유체를 공급하는 재생유체공급부;상기 재생유체공급부로부터 상기 제 1 분기라인 각각에서 상기 열교환기의 전단과 후단에 각각 연결되는 재생유체라인;상기 제 1 분기라인 각각에서 상기 재생유체라인이 연결되는 부위의 전단과 후단에 각각 설치되는 제 1 밸브; 및 상기 재생유체라인에서 상기 열교환기 각각의 전단과 후단에 설치되는 제 2 밸브를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [27] 상기 열교환기 각각에 대한 이산화탄소의 동결을 확인하도록 설치되는 감지부; 및 상기 감지부 각각으로부터 출력되는 감지신호를 수신받으며, 상기 제 1 및 제 2 밸브와 상기 재생유체공급부를 제어하는 제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [28] 상기 감지부는 상기 제 1 분기라인 각각에서 상기 열교환기의 후단에 설치되어 통과하는 액화천연가스의 유량을 측정하는 유량계 또는 상기 제 1 분기라인 각각에 설치되어 상기 열교환기의 전·후단의 가스에 함유되어 있는 이산화탄소의 함유량을 측정하는 이산화탄소측정기로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [29] 상기 냉매공급부로부터 상기 열교환기에 냉매를 공급하는 냉매라인에서 상기 열교환기 각각의 전단과 후단에 설치되며, 상기 제어부에 의해 각각 제어되는 제 3 밸브를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [30] 본 발명에 따르면, 플랜트 제작에 소요되는 비용과 유지비를 절감시킬 수 있고,

액화천연가스의 생산 단가를 줄일 수 있으며, 기존 방식으로는 경제성을 확보하기 어려웠던 중소형 가스전에서의 경제적인 이익 및 투자회수 기간의 단축을 보장할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [31] 도 1은 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 방법을 도시한 흐름도,
- [32] 도 2는 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템을 도시한 구성도,
- [33] 도 3은 본 발명에 따른 가압액화천연가스 분배방법을 도시한 흐름도,
- [34] 도 4는 본 발명에 따른 가압액화천연가스 분배방법을 설명하기 위한 구성도,
- [35] 도 5는 본 발명에 따른 가압액화천연가스 분배방법에 사용되는 압력 용기를 도시한 측면도,
- [36] 도 6은 본 발명에 따른 가압액화천연가스 분배방법의 다른 예를 설명하기 위한 구성도,
- [37] 도 7은 본 발명에 따른 액화천연가스의 저장 탱크를 도시한 사시도,
- [38] 도 8은 본 발명에 따른 액화천연가스의 저장 탱크에 대한 다양한 규격을 도시한 사시도,
- [39] 도 9는 본 발명에 따른 액화천연가스의 저장 탱크를 도시한 구성도,
- [40] 도 10은 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 탱크에 대한 다른 예를 도시한 구성도,
- [41] 도 11은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 단면도,
- [42] 도 12는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기에 형성된 연결부의 다른 실시예를 도시한 단면도,
- [43] 도 13은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기의 작용을 설명하기 위한 단면도,
- [44] 도 14는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 부분 단면도,
- [45] 도 15는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 부분 단면도,
- [46] 도 16은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 단면도,
- [47] 도 17은 도 16의 A-A'선에 따른 단면도,
- [48] 도 18은 도 17의 B-B'선에 따른 단면도,
- [49] 도 19는 본 발명의 제 5 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 단면도,
- [50] 도 20은 본 발명의 제 6 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 단면도,
- [51] 도 21은 도 20의 C-C'선에 따른 단면도,

- [52] 도 22는 본 발명의 제 7 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 단면도,
- [53] 도 23은 본 발명의 제 8 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 구성도,
- [54] 도 24는 본 발명의 제 9 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 구성도,
- [55] 도 25는 본 발명의 제 10 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 구성도,
- [56] 도 26은 본 발명의 제 11 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 단면도,
- [57] 도 27은 본 발명의 제 11 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기의 연결부에 대한 다른 예를 도시한 단면도,
- [58] 도 28은 본 발명의 제 11 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기의 연결부에 대한 또 다른 예를 도시한 단면도,
- [59] 도 29는 본 발명의 제 11 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기의 연결부에 대한 또 다른 예를 도시한 단면도,
- [60] 도 30은 본 발명의 제 12 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 요부 확대도,
- [61] 도 31은 본 발명의 제 12 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기에 마련된 완충부를 도시한 사시도,
- [62] 도 32는 본 발명의 제 12 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기에 마련된 완충부의 다른 예를 도시한 사시도,
- [63] 도 33은 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 액화설비를 도시한 구성도,
- [64] 도 34는 본 발명에 따른 저장 탱크 운반 장치를 가지는 부유식 구조물을 도시한 측면도,
- [65] 도 35는 본 발명에 따른 저장 탱크 운반 장치를 가지는 부유식 구조물을 도시한 정면도,
- [66] 도 36은 본 발명에 따른 저장 탱크 운반 장치를 가지는 부유식 구조물의 동작을 설명하기 위한 측면도,
- [67] 도 37은 본 발명에 따른 가압액화천연가스 저장 용기의 고압 유지 시스템을 도시한 구성도,
- [68] 도 38은 본 발명의 제 13 실시예에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 열교환기 분리형 액화 설비를 도시한 구성도,
- [69] 도 39는 본 발명의 제 14 실시예에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 열교환기 분리형 액화 설비를 도시한 구성도,
- [70] 도 40은 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 용기 운반선을 도시한 정단면도,
- [71] 도 41은 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 용기 운반선을 도시한 측단면도,

- [72] 도 42는 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 용기 운반선의 요부를 도시한 평면도,
- [73] 도 43은 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 이산화탄소 제거설비를 도시한 구성도,
- [74] 도 44는 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 이산화탄소 제거설비를 도시한 구성도,
- [75] 도 45는 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 용기의 연결구조를 도시한 단면도,
- [76] 도 46은 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 용기의 연결구조를 도시한 사시도, 그리고,
- [77] 도 47은 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 용기의 연결구조의 작용을 설명하기 위한 단면도이다.
- [78] < 부호의 설명 >
- [79] 1: 천연가스전 2: 선박
- [80] 3: 소비자 3a: 소비자
- [81] 4: 밸브 5: 안벽
- [82] 6: 저장 탱크 7: 선역라인
- [83] 7a: 밸브 8: 하역라인
- [84] 8a: 밸브 9a: 외부 주입부
- [85] 10: 가압액화천연 가스 생산 시스템
- [86] 11: 탈수설비 12: 액화설비
- [87] 13: 이산화탄소 제거설비 14: 저장설비
- [88] 21: 저장 용기 21a: 노즐
- [89] 22: 용기 어셈블리 22a: 통합노즐
- [90] 23: 재기화 시스템 30: 액화천연가스의 저장 탱크
- [91] 31: 본체 31a: 스페이서
- [92] 31b: 지지대 32: 저장 용기
- [93] 33: 선하역라인 33a, 33b: 선하역밸브
- [94] 34: 증발가스라인 34a, 34b: 증발가스밸브
- [95] 35: 압력감지부 36: 제어부
- [96] 36a: 조작부 37: 디스플레이부
- [97] 38: 가열부 38a: 열교환기
- [98] 38b: 전기 히터 39: 발열량 조절부
- [99] 41: 바이패스라인 41a: 바이패스밸브
- [100] 42: 온도감지부 50: 저장 용기
- [101] 51: 내부 쉘 51a: 출입구
- [102] 52: 외부 쉘 53: 단열층부
- [103] 54: 연결유로 55: 연결부
- [104] 56: 외부단열층 57: 히팅부재

- [105] 60,70 : 저장 용기 61 : 내부 셸
- [106] 62 : 외부 셸 63 : 지지대
- [107] 63a : 제 1 플랜지 63b : 제 2 플랜지
- [108] 63c : 제 1 웨브 64 : 단열층부
- [109] 65 : 단열부재 66 : 하부지지대
- [110] 80,90 : 저장 용기 81 : 내부 셸
- [111] 82 : 외부 셸 83 : 금속심
- [112] 83a : 지지점 84 : 단열층부
- [113] 86 : 하부지지대 100 : 저장 용기
- [114] 95 : 내부 셸 120 : 외부 셸
- [115] 130 : 단열층부 140,150,160,170 : 연결부
- [116] 141,151,161, : 주입부 142,152,162,172 : 제 1 플랜지
- [117] 143 : 연장부 144,174 : 제 2 플랜지
- [118] 163 : 체결부재 163a : 결합부
- [119] 181,183 : 볼트 182 : 너트
- [120] 200 : 가압액화천연가스의 생산 장치 210 : 냉매공급부
- [121] 211 : 냉매라인 220 : 공급라인
- [122] 221 : 제 1 분기라인 230 : 열교환기
- [123] 240 : 재생부 241 : 재생유체공급부
- [124] 242 : 재생유체라인 243 : 제 1 밸브
- [125] 244 : 제 2 밸브 250 : 감지부
- [126] 260 : 제어부 270 : 제 3 밸브
- [127] 300 : 저장 탱크 운반 장치를 가지는 부유식 구조물
- [128] 310 : 저장 탱크의 운반 장치 311 : 승강부
- [129] 311a : 적재대 311b : 이동발판
- [130] 311c : 힌지 결합부 311d : 보조레일
- [131] 312 : 레일 313 : 이송대차
- [132] 313a : 휠 313b : 탱크 보호대
- [133] 320 : 부유 구조물 330 : 저장 탱크
- [134] 400 : 가압액화천연가스 저장 용기의 고압 유지 시스템
- [135] 410 : 하역라인 411 : 저장 용기
- [136] 420 : 압력보충라인 430 : 증발기
- [137] 440 : 증발가스라인 450 : 압축기
- [138] 510 : 저장 용기 511 : 내부 셸
- [139] 512 : 외부 셸 513 : 단열층부
- [140] 514 : 이퀄라이징라인 514a : 개폐밸브
- [141] 514b : 제 2 배기밸브 514c : 제 2 배기라인
- [142] 515 : 제 1 배기라인 515a : 제 1 배기밸브

- [143] 516a : 제 1 연결부 516b : 제 2 연결부
- [144] 517 : 지지대 518 : 하부지지대
- [145] 520 : 저장 용기 521 : 내부 웰
- [146] 521a : 주입구 522 : 외부 웰
- [147] 522a : 연장부 523 : 단열층부
- [148] 524 : 연결부 525,526,527 : 완충부
- [149] 525a,526a,527a : 루프 525b : 이음부
- [150] 610,640 : 열교환기 분리형 천연가스 액화 장치
- [151] 620,650 : 액화용 열교환기 621 : 제 1 유로
- [152] 622 : 제 2 유로 623 : 액화라인
- [153] 624 : 개폐밸브 630,660 : 냉매 냉각부
- [154] 631,632,661 : 냉매용 열교환기 631a,632a,661a : 제 1 유로
- [155] 631b,632b,661b : 제 2 유로 631c : 제 3 유로
- [156] 633,663 : 압축기 634,664 : 후냉각기
- [157] 635 : 분리기 636a : 제 1 J-T 밸브
- [158] 636b : 제 2 J-T 밸브 636c : 제 3 J-T 밸브
- [159] 637 : 냉매공급라인 638 : 냉매순환라인
- [160] 638a : 기상라인 638b : 액상라인
- [161] 638c : 연결라인 665 : 팽창기
- [162] 666 : 유량배분밸브
- [163] 700 : 액화천연가스 저장 용기 운반선
- [164] 710 : 선체 711 : 데크
- [165] 720 : 화물창 721 : 개구
- [166] 730 : 제 1 상부지지대 740 : 제 2 상부지지대
- [167] 750 : 하부지지대 751 : 보강부재
- [168] 760 : 지지블록 761 : 지지면
- [169] 770 : 컨테이너적재부 791 : 저장용기
- [170] 792 : 컨테이너박스
- [171] 810 : 이산화탄소 고형화 제거 시스템 811 : 공급라인
- [172] 812 : 팽창 밸브 813 : 고형화 이산화탄소 필터
- [173] 814 : 제 1 개폐 밸브 815 : 제 2 개폐 밸브
- [174] 816 : 가열부 816a : 열매라인
- [175] 816b : 재생 열교환기 816c : 제 4 개폐 밸브
- [176] 816d : 제 5 개폐 밸브 817 : 제 3 개폐 밸브
- [177] 817a : 배출라인
- [178] 820 : 액화천연가스 저장 용기의 연결구조
- [179] 821 : 슬라이딩 결합부 822 : 연결부
- [180] 823 : 결합부 824 : 연장부

- [181] 830 : 액화천연가스 저장 용기 831 : 내부 셀
- [182] 831a : 주입구 832 : 외부 셀
- [183] 833 : 단열층부 840 : 외부 주입부

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [184] 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 구성 및 작용을 상세히 설명하면 다음과 같다. 또한 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [185] 여기서 각 도면의 구성요소들에 대해 참조부호를 부가함에 있어서 동일한 구성요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호로 표기되었음에 유의하여야 한다.
- [186] 도 1은 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 방법을 도시한 흐름도이다.
- [187] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 방법은 천연가스전(1)으로부터 공급되는 천연가스로부터 산성가스를 제거하는 과정 없이 탈수하고, 천연가스를 NGL(Natural Gas Liquid)을 분별하는 과정 없이 가압 및 냉각에 의해 액화하여 가압액화천연가스를 생산하는데, 이를 위해 탈수단계(S11)와 액화단계(S12)를 포함할 수 있다.
- [188] 탈수단계(S11)에 의하면, 천연가스전(1)으로부터 천연가스를 공급받아 산성가스(Acid gas)를 제거하는 과정 없이 탈수(Dehydration) 과정에 의해 수증기 등과 같은 수분을 제거하게 된다. 따라서, 천연가스에 대하여 산성 가스 제거과정을 거치지 않고 탈수과정을 거침으로써 산성 가스 제거과정의 생략에 의해 공정의 단순화 및 이에 소요되는 투자 및 유지 비용을 줄일 수 있도록 한다. 또한, 탈수단계(S11)에 의해 천연가스로부터 수분을 충분히 제거함으로써 생산 시스템의 작동 온도 및 압력에서 천연가스의 수분 동결을 방지하도록 한다.
- [189] 액화단계(S12)에 의하면, 탈수단계(S11)를 마친 천연가스를 NGL(Natural Gas Liquid)을 분별(Fractionation)하는 과정 없이 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~ -95°C의 온도로 액화하여 가압액화천연가스를 생산하게 되며, 일례로 17bar의 압력과 -115 °C의 온도를 가지는 가압액화천연가스를 생산할 수 있다. 따라서, 천연가스에 대하여 NGL, 즉 액화 탄화수소에 대한 분별과정을 생략함으로써 액화천연가스의 생산 공정을 단순화시킬 뿐만 아니라, 극저온으로 천연가스를 냉각·액화시키는 동력소모도 줄일 수 있어, 이에 소요되는 투자 및 유지 비용을 줄이도록 하여 액화천연가스의 단가를 낮출 수 있다.
- [190] 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 방법에서 천연가스전(1)의 조건은 산출되는 천연가스가 10%이하의 이산화탄소(CO₂)를 가지도록 할 수 있다. 또한, 탈수단계(S11)를 마친 천연가스에서 이산화탄소가 10%이하로 존재하는 경우 상기 액화 단계에서 이산화탄소를 동결(Freezing)시킨 후 제거하는 이산화탄소 제거단계(S13)를 더 포함할 수 있다.

- [191] 이산화탄소 제거단계(S13)는 탈수단계(S11)를 마친 천연가스에서 이산화탄소가 2%를 초과하거나 10%이하인 경우 실시될 수 있다. 여기서, 천연가스는 이산화탄소가 2%이하인 경우 후술하게 될 가압액화천연가스의 온도 및 압력 조건에서 액체 상태로 존재하므로 이산화탄소 제거단계(S13)를 실시하지 않더라도 가압액화천연가스의 생산 및 운반에 영향을 미치지 않게 되며, 이산화탄소가 2%를 초과하여 10%이하인 경우 고체로 냉동되기 때문에 액화를 위하여 이산화탄소 제거단계(S13)를 거치게 된다.
- [192] 액화단계(S12)를 마치면, 액화단계(S12)에 의해 생산된 가압액화천연가스를 이중 구조의 저장 용기에 저장하는 저장단계(S14)를 실시할 수 있으며, 이로 인해 가압액화천연가스를 원하는 위치로 이송시키도록 하는데, 이를 위해 저장 용기를 개별 또는 패키지화하여 선박을 통해 이송시키는 이송단계(S15)를 실시할 수 있다. 물론, 탱크의 강도가 강화된 액화천연가스 운반용 저장 용기를 개별 또는 패키지화하여 선박을 통해 이송시킬 수도 있을 것이다.
- [193] 이송단계(S15)에 사용되는 저장 용기는 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~ -95°C의 온도에 견디도록 하는 재질과 구조를 가질 수 있다. 또한, 저장 용기의 운반을 위한 선박은 액화천연가스 운반선과 같이 별도의 선박을 제조하지 않고, 기존의 바지선 또는 컨테이너선 등이 이용됨으로써 저장 용기의 운반에 소요되는 비용을 줄일 수 있다.
- [194] 이 경우 바지선이나 컨테이너선 등을 그대로 또는 최소의 개조를 통해서 저장 용기를 적재하여 운송하도록 할 수 있다. 여기서, 선박에 의해 이송된 저장 용기는 소비지의 요구에 따라 개별 저장 용기 단위로 운송될 수 있다.
- [195] 한편, 이송단계(S15)를 마침으로써 수요처로 공급된 저장 용기에 저장된 가압액화천연가스는 최종 소비지에서 재기화단계(S16)를 거쳐서 기체 상태의 천연가스로 공급되도록 한다. 여기서, 재기화단계(S16)를 실시하기 위한 재기화설비는 고압 펌프와 기화기로 구성될 수 있는데, 발전소나 공장 같은 개별 단위 소비지 같은 경우에는 자체 재기화 설비가 구비될 수 있다.
- [196] 도 2는 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템을 도시한 구성도이다.
- [197] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템(10)은 천연가스전(1)으로부터 천연가스를 공급받아 탈수하는 탈수설비(11)와, 탈수설비(11)를 거친 천연가스를 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~ -95°C의 온도로 액화하여 가압액화천연가스를 생산하는 액화설비(12)를 포함할 수 있다.
- [198] 탈수설비(11)는 천연가스전(1)으로부터 천연가스를 공급받아 탈수(Dehydration) 과정에 의해 수증기 등과 같은 수분을 제거함으로써 생산 시스템의 작동 온도 및 압력에서 천연가스의 동결을 방지하도록 한다. 이때, 천연가스전(1)으로부터 탈수설비(11)로 공급되는 천연가스는 산성가스(Acid gas)를 제거하는 과정을 거치지 않게 되며, 이로 인해 액화천연가스 생산 공정의 단순화 및 이에 소요되는 투자 및 유지 비용을 줄일 수 있도록 한다.
- [199] 액화설비(12)는 탈수설비(11)를 거친 천연가스를 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~

-95°C의 온도로 액화하여 가압액화천연가스를 생산하도록 하며, 일례로 17bar의 압력과 -115°C의 온도를 가지는 가압액화천연가스를 생산하도록 할 수 있으며, 이를 위해 저온 유체의 압축 및 냉각에 필요한 압축기 및 냉각기를 포함할 수 있다. 여기서, 탈수설비(11)를 거친 천연가스는 NGL(Natural Gas Liquid)을 분별(Fractionation)하는 과정 없이 액화설비(12)로 공급되어 액화단계를 거치게 됨으로써 NGL, 즉 액화 탄화수소에 대한 분별과정으로 인한 시스템의 제작 및 유지에 소요되는 비용을 줄이도록 하며, 이로 인해 액화천연가스의 단가를 낮추도록 한다.

- [200] 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템(10)은 탈수설비(11)를 거친 천연가스에서 이산화탄소가 10%이하로 존재하는 경우 천연가스로부터 이산화탄소를 동결(Freezing)시킨 후 제거하도록 마련되는 이산화탄소 제거설비(13)를 더 포함할 수 있다.
- [201] 이산화탄소 제거설비(13)는 탈수설비(11)를 거친 천연가스에서 이산화탄소가 2%를 초과하거나 10%이하인 경우에 한해서 천연가스로부터 이산화탄소의 제거를 수행하도록 할 수 있다. 즉, 천연가스는 이산화탄소가 2%이하인 경우 가압액화천연가스의 온도 및 압력 조건에서 액체 상태로 존재하므로 이산화탄소의 제거가 불필요하며, 이산화탄소가 2%를 초과하여 10%이하인 경우 고체로 냉동되기 때문에 이산화탄소 제거설비(13)에 의해 이산화탄소를 제거할 필요가 있다.
- [202] 액화설비(12)로부터 생산되는 가압액화천연가스는 저장설비(14)에서 이중 구조의 저장 용기에 저장되어 저장 용기의 운송에 의해 원하는 소비지로 이송된다.
- [203] 도 3은 본 발명에 따른 가압액화천연가스 분배방법을 도시한 흐름도이다.
- [204] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 가압액화천연가스 분배방법은 천연가스에 압력을 가하고, 냉각시킴으로써 액화시킨 가압액화천연가스가 저장되는 저장 용기를 선박에 적재하여 소비지로 이송시키고, 저장 용기를 소비지에 하역시킨 다음, 저장 용기를 소비지의 재기화 시스템에 연결시키도록 한다. 이를 위해 본 발명에 따른 가압액화천연가스 분배방법은 이송단계(S21)와, 하역단계(S22)와, 연결단계(S23)를 포함할 수 있다.
- [205] 도 4에 도시된 바와 같이, 이송단계(S21)에 의하면, 천연가스를 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~ -95°C의 온도에서 액화시킨 가압액화천연가스가 저장됨과 아울러 운반이 가능한 저장 용기(21)를 선박(2)에 적재하여 소비지(3)로 이송시키게 된다. 여기서, 가압액화천연가스는 상기한 가압액화천연가스의 생산 방법에 의해 생산될 수 있으며, 이를 저장하는 저장 용기(21)는 천연가스를 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~ -95°C의 온도를 견딜 수 있는 재질 및 구조를 가지고, 이중 구조로 이루어질 수 있으며, 선박(2)에 다수로 적재될 수 있다.
- [206] 이송단계(S21)는 소비지(3)가 내륙에 위치하는 경우 트레일러 또는 열차 등의 육상운반수단에 의해 저장 용기(21)를 이송시킬 수 있다.

- [207] 하역단계(S22)는 선박(2)이 소비지(3)에 도착하면, 하역시설에 의해 가압액화천연가스가 가득찬 저장 용기(21)를 소비지에 하역시키는 단계로서, 개별 저장 용기(21) 단위로 하역시킬 수 있다.
- [208] 연결단계(S23)는 저장 용기(21)를 소비지(3)의 재기화 시스템(23)에 연결시켜서 저장 용기(21)에 저장된 가압액화천연가스가 기화되도록 하는 단계로서, 저장 용기(21)의 가압액화천연가스를 기화시킴으로써 발생하는 천연가스를 소비자(3a)에게 공급할 수 있도록 한다. 한편, 저장 용기(21)는 도 5에 도시된 바와 같이, 가압액화천연가스의 출입과 재기화 시스템(23)의 기화라인에 연결되기 위한 노즐(21a)이 마련된다. 여기서, 노즐(21a)은 저장 용기(21)가 선박(2)에 적재되는 자세와 재기화 시스템(23)에 연결되는 자세에 따라 다양한 위치에 다양한 구조로 마련될 수 있으며, 가압액화천연가스의 저장설비와 재기화 시스템(23)의 커넥터에 연결될 수 있는 커넥터를 가질 수 있다.
- [209] 본 발명에 따른 가압액화천연가스의 분배방법은 소비지(3)로부터 빈 저장 용기(21)를 회수하는 회수단계(S24)를 더 포함할 수 있다.
- [210] 회수단계(S24)는 육상운반수단이나 선박(2)을 이용하여 빈 저장 용기(21)를 가압액화천연가스 생산 시스템(10)이 위치한 곳으로 회수되도록 함으로써 물류비를 절약하도록 하고, 이로 인해 천연가스의 공급 단가를 낮추도록 하는데 기여할 수 있다.
- [211] 도 6에 도시된 바와 같이, 이송단계(S21)에서 다수의 저장 용기(21)를 단일로 패키징한 용기 어셈블리(22)를 이송시킬 수 있다. 여기서, 용기 어셈블리(22)는 저장 용기(21) 각각에 가압액화천연가스의 출입을 위해 마련된 노즐(21a; 도 5에 도시)을 단일화시키도록 연결되는 통합노즐(22a)이 마련될 수 있다. 따라서, 용기 어셈블리(22)에 의해 저장 용기(21)를 묶음 단위로 구성함과 아울러 통합노즐(22a)에 의해 단일의 용기처럼 사용되도록 함으로써 이송단계(S21)에서의 적재, 하역단계(S22)에서의 하역, 연결단계(S23)에서의 재기화 시스템(23)과의 연결, 그리고, 회수단계(S24)에서의 회수에 있어서 소요되는 시간과 노력을 줄일 수 있다.
- [212] 용기 어셈블리(22)의 경우 저장 용기(21)가 다수로 이루어짐으로써 발전소 또는 공단 등과 같이, 단일 소비지로서 많은 천연가스를 필요로 하는 곳에 하역되어 사용되도록 함이 효율적이다.
- [213] 또한, 본 발명에 따른 가압액화천연가스의 분배방법에 의하면, 소비지에 별도의 저장 탱크가 필요하지 않는 장점이 있다. 또한, 재기화 시스템만 구비하면 되고, 선박 또는 선박과 병행한 육상운반수단에 의해 가압액화천연가스 생산 시스템(10)이 위치하는 곳으로부터 각 개별 소비지(3)까지 순환하면서 저장 용기(21)나 용기 어셈블리(22)를 하역하고, 빈 저장 용기(21)나 용기 어셈블리(22)를 회수하는 비즈니스가 가능하도록 한다. 특히, 동남아시아 등지와 같이 다수의 중소형 소비지가 다수의 섬에 분산되어 있는 경우, 각 소비지에 별도의 저장 시설 및 파이프 라인과 같은 인프라 구축을

최소화하는 비즈니스가 가능해진다.

[214] 도 7은 본 발명에 따른 액화천연가스의 저장 탱크를 도시한 사시도이다.

[215] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 액화천연가스의 저장 탱크(30)는 본체(31)의 내측에 액화천연가스가 각각 저장되기 위한 다수의 저장 용기(32)가 설치되고, 저장 용기(32) 각각에 연결됨과 아울러 선하역밸브(33a,33b)가 설치되는 선하역라인(33)을 통해서 저장 용기(32)에 대한 액화천연가스의 선·하역을 가능하도록 한다.

[216] 본체(31)는 내측에 다수의 저장 용기(32)가 배열되도록 설치되고, 저장 용기(32)가 서로 간격을 유지하면서 배열 상태를 유지하도록 저장 용기(32) 사이에 설치되는 스페이서(Spacer; 31a)를 포함할 수 있다.

[217] 또한, 본체(31)는 온도의 출입을 차단하기 위한 단열층을 가지거나, 단열을 위한 이중 구조로 이루어질 수 있으며, 본 실시예에서처럼 육면체 구조로 이루어지거나, 그 밖의 다양한 구조로 이루어질 수 있다. 또한, 본체(31)는 지면으로부터 이격됨으로써 지면의 열 전달을 차단하도록 함과 아울러 지면에 안정적인 자세로 설치되기 위하여 저면에 다수의 지지대(31b)가 마련될 수 있다.

[218] 도 8에 도시된 바와 같이, 본체(31)는 (a),(b),(c)에서와 같은 대.중.소의 규격을 가지도록 함으로써 저장 용기(32)의 수용 개수와 크기를 규격화할 수 있으며, 이에 한하지 않고, 다양한 개수의 저장 용기(32)를 수용할 수 있으며, 다양한 규격으로 제작될 수 있다.

[219] 저장 용기(32)는 액화천연가스가 각각 저장되도록 하는 후술하게 될 선하역라인(33)과 함께 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~ -95°C의 온도를 견디는 구조 또는 재질로 이루어질 수 있다. 따라서, 저장용기(32)와 선하역라인(33)은 이러한 압력 및 온도 조건에 견디도록 단열재가 설치됨과 아울러 2중 구조 등을 가짐으로써 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~ -95°C의 온도, 일례로 17bar의 압력과 -115°C의 온도를 가지는 가압액화천연가스의 저장 및 운반을 가능하도록 한다.

[220] 도 9에 도시된 바와 같이, 선하역라인(33)은 저장 용기(32) 각각에 연결되어 본체(31)의 외측까지 연장 설치되며, 저장 용기(32)에 대한 액화천연가스의 선·하역을 개폐시키기 위한 선하역밸브(33a,33b)가 설치된다. 따라서, 본체(31)가 소비지에 설치된 후, 선하역라인(33)이 소비지의 재기화 시스템이나 공급 라인 등에 연결되면 액화천연가스 또는 천연가스의 공급이 즉시 가능해진다.

[221] 여기서, 선하역밸브(33a,33b)는 저장 용기(32) 각각에 대한 액화천연가스의 선·하역을 개폐시키도록 개별적으로 설치되는 제 1 개별밸브(33a)와, 저장 용기(32) 전부에 대한 액화천연가스의 선·하역을 통합적으로 개폐시키도록 설치되는 제 1 통합밸브(33b)를 포함할 수 있는데, 선하역밸브로서 제 1 개별밸브(33a)를 모두 개방시킨다면 각각의 저장용기들이 하나의 패키지화되어 1개의 탱크로 사용할 수도 있다. 또한, 제 1 개별밸브(33a)만 설치하거나, 제 1 통합밸브(33b)만 설치하여 사용할 수도 있다.

- [222] 본 발명에 따른 액화천연가스의 저장 탱크(30)는 저장 용기(32)로부터 자연적으로 발생하는 증발가스의 배출을 위하여, 저장 용기(32)중 일부 또는 전부에 연결되어 본체(31)의 외측까지 연장 설치됨과 아울러, 저장 용기(32) 내에 발생하는 증발가스(BOG)의 배출을 개폐시키는 증발가스밸브(34a,34b)가 설치되는 증발가스라인(34)을 더 포함할 수 있다. 여기서, 증발가스라인(34)은 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~ -95°C의 온도를 견디는 구조 또는 재질로 이루어질 수 있다.
- [223] 또한, 증발가스밸브(34a,34b)는 저장 용기(32) 각각에 대한 증발가스의 배출을 개폐시키도록 개별적으로 설치되는 제 2 개별밸브(34a)와, 저장 용기(32) 전부에 대한 증발가스의 배출을 통합적으로 개폐시키도록 설치되는 제 2 통합밸브(34b)를 포함할 수 있는데, 증발가스밸브로서 제 2 개별밸브(34a)만 설치되거나, 제 2 통합밸브(34b)만 설치될 수도 있다. 여기에서도 상기에서 설명한 바와 같이 제 2 개별밸브(34a)를 모두 개방시킨다면 각각의 저장용기들이 하나의 패키지화되어 1개의 탱크로 사용하는 효과를 거둘 수 있을 것이다. 역시 제 2 개별밸브(34a)만 설치하거나, 제 1 통합밸브(34b)만을 설치하여 사용할 수도 있을 것이다.
- [224] 본 발명에 따른 액화천연가스의 저장 탱크(30)는 저장 용기(32) 각각 또는 전부에 대한 내부 압력을 측정하여 감지신호로 출력하는 압력감지부(35)와, 압력감지부(35)로부터 출력되는 감지신호를 수신받아 저장 용기(32) 각각 또는 전부에 대한 내부 압력을 디스플레이부(37)를 통해서 본체(31)의 외측으로 디스플레이되도록 하는 제어부(36)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 압력감지부(35)는 저장 용기(32) 각각 또는 전부에 대한 내부 압력을 측정하기 위하여, 일례로 선하역라인(33)에서 저장 용기(32)의 전단에 각각 설치되거나, 선하역라인(33)에서 액화천연가스의 선·하역을 위하여 이동하는 통합된 경로상에 설치될 수 있다. 또한, 제어부(36)는 본체(31)에 마련되거나 원격지에서 유·무선통신이 가능하도록 설치된 조작부(36a)로부터 출력되는 조작신호에 따라 선하역밸브(33a,33b)와 증발가스밸브(34a,34b)를 각각 제어하도록 할 수 있다.
- [225] 도 10에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 액화천연가스의 저장 탱크(30)는 저장 용기(32)로부터 하역되는 액화천연가스의 기화 및 소비지에서 요구되는 발열량(heating value)의 조절을 위하여, 저장용기(32) 일부 또는 전부로부터 하역되는 액화천연가스를 기화시키도록 설치되는 가열부(38)와, 가열부(38)를 통과하는 천연가스의 발열량을 조절하도록 설치되는 발열량 조절부(39)를 포함할 수 있다. 여기서, 가열부(38)와 발열량 조절부(39)는 선하역라인(33)에서 저장 용기(32)들 중에서 어느 하나 또는 다수가 통합되는 라인상에 설치되거나, 저장 용기(32)와 선하역라인(33)에 연결되어 밸브에 의해 액화천연가스를 통과시키도록 하는 별도의 라인에 설치될 수 있다.
- [226] 가열부(38)는 액화천연가스를 공기와의 열교환에 의해 1차적으로

가열시키도록 설치되는 플레이트 핀 타입의 열교환기(38a)와, 열교환기(38a)를 통과함으로써 기화되는 액화천연가스를 2차적으로 가열시키도록 설치되는 전기 히터(38b)를 포함할 수 있다.

- [227] 발열량 조절부(39)가 설치되는 라인, 예컨대 선하역라인(33)에는 발열량 조절부(39)를 바이패스밸브(41a)에 의해 바이패스하도록 연결되는 바이패스라인(41)을 더 포함할 수 있다. 따라서, 천연가스에 대한 발열량 조절이 필요한 경우에는 바이패스밸브(41a)의 동작에 의해 천연가스가 발열량 조절부(39)로 공급되도록 함으로써 소비지에서 요구되는 발열량을 가진 천연가스가 공급되도록 하며, 천연가스에 대한 발열량 조절이 불필요한 경우에는 바이패스밸브(41a)의 동작에 의해 천연가스가 바이패스라인(41)을 통해서 발열량 조절부(39)를 바이패스하도록 할 수 있다. 여기서, 바이패스밸브(41a)는 3방향 밸브로 이루어지거나, 다수의 양방향 밸브로 이루어질 수 있다.
- [228] 또한, 본 발명에 따른 액화천연가스의 저장 탱크(30)는 하역되는 천연가스가 소비지에서 요구되는 온도를 가지도록 하기 위하여, 하역되는 천연가스의 온도를 감지하는 온도감지부(42)와, 온도감지부(42)의 신호를 수신받아 천연가스가 설정된 온도 범위에 도달하도록 전기 히터(38b)를 제어하는 제어부(36)를 더 포함할 수 있다. 제어부(36)는 하역되는 천연가스의 온도를 디스플레이부(37)를 통해서 본체(31)의 외측으로 디스플레이되도록 할 수도 있다.
- [229] 여기서 온도감지부(42)는 선하역라인(33)의 출구측에 설치될 수 있다. 또한, 제어부(36)는 조작부(36a)의 조작신호에 따라 앞서 설명한 바이패스밸브(41a)를 제어할 수 있다.
- [230] 이와 같이, 본 발명에 따른 액화천연가스의 저장 탱크(30)는 기능에 따라 저장과 증발가스 처리가 가능한 저장 용기(32), 그리고 저장, 증발가스 처리뿐만 아니라 기화 설비, 발열량 조절이 가능한 저장 용기(32)로 나누어질 수 있으며, 소비지의 수요자 요구에 맞추어서 손쉽게 액화천연가스 또는 천연가스를 운송할 수 있도록 한다.
- [231] 도 11은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 단면도이다.
- [232] 도 11에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기(50)는 내측에 저장되는 액화천연가스의 저온을 견디는 금속으로 제작되는 내부 쉘(51)과 내부 쉘(51)의 외측을 감싸서 내부 압력을 견디기 위한 강 소재로 제작되는 외부 쉘(52) 사이에 열전달을 감소시키는 단열층부(53)가 설치될 수 있다.
- [233] 내부 쉘(51)은 내측에 액화천연가스가 저장되기 위한 공간을 형성하고, 액화천연가스의 저온에 견디는 금속, 예를 들면, 알루미늄, 스테인레스 스틸, 5~9%니켈강 등과 같은 저온 특성이 우수한 금속으로 이루어지며, 본

실시에에서처럼 튜브 형태로 이루어지거나, 그 밖의 다면체를 비롯한 다양한 형상을 가질 수 있다.

- [234] 외부 셀(52)은 내부 셀(51)과의 사이에 공간을 형성하도록 내부 셀(51)의 외측을 감싸며, 내부 압력을 견디기 위한 강 소재로 이루어지며, 내부 셀(51)에 가해지는 내부 압력을 분담함으로써 내부 셀(51) 소재의 사용량을 절감하도록 하여 제작 비용을 절감하도록 한다.
- [235] 내부 셀(51)은 후에 설명할 연결유로에 의해 내부 셀과 단열층부의 압력이 동일하거나, 근사해지므로, 가압액화천연가스의 압력은 외부 셀이 지탱할 수 있게 된다. 따라서, 내부 셀(51)은 -120 ~ -95°C의 온도를 견디도록 제작되어도, 내부 셀과 외부 셀에 의해 상기한 압력(13 ~ 25bar)과 온도 조건, 일례로 17bar의 압력과 -115°C의 온도를 가지는 가압액화천연가스의 저장을 가능하도록 하며, 외부 셀(52)과 단열층부(53)가 조립된 상태에서 상기한 압력과 온도 조건을 만족하도록 설계될 수도 있다.
- [236] 한편, 내부 셀(51)은 외부 셀(52)의 두께(t2)에 비하여 작은 두께(t1)를 가지도록 형성될 수 있으며, 이로 인해 제작시 저온 특성이 우수한 고가의 금속 사용을 줄일 수 있다.
- [237] 단열층부(53)는 내부 셀(51)과 외부 셀(52) 사이의 공간에 설치되고, 열전달을 감소시키는 단열재로 이루어진다. 또한, 단열층부(53)에는 내부 셀(51) 내의 압력과 동일한 압력이 가해지도록 구조 또는 재질적인 설계가 이루어질 수 있는데, 여기서, 내부 셀(51) 내의 압력과 동일한 압력이란, 엄밀한 정도로 동일한 것을 의미하는 것이 아니라 유사한 정도도 포함하는 의미이다.
- [238] 단열층부(53)와 내부 셀(51)의 내부는 내부 셀(51) 내측과 외측간의 압력 평형을 위해 연결유로(54)에 의해 서로 연결될 수 있다. 이와 같은 연결유로(54)에 의하여 내부 셀(51) 안과 밖(외부 셀(52) 안쪽)에서의 압력 평형이 되며, 외부 셀(52)이 압력의 상당부분을 지지하여 내부 셀(51)의 두께를 줄일 수 있게 된다.
- [239] 도 12에 도시된 바와 같이, 연결유로(54)는 내부 셀(51)의 출입구(51a)에 마련되는 연결부(55)에서 단열층부(53)가 접하는 측에 형성될 수 있다. 따라서, 내부 셀(51) 내의 압력이 연결유로(54)를 통해서 단열층부(53) 측으로 이동함으로써 내부 셀(51)의 내측과 외측간에 압력이 평형을 이루도록 한다.
- [240] 도 13에 도시된 바와 같이, 저온 특성이 우수한 금속으로 이루어진 내부 셀(51)과 강도가 우수한 강 소재로 이루어진 외부 셀(52) 사이에 열전달을 감소시킴과 아울러 적정 BOR(Boil Off Rate)을 유지하기 위한 두께를 가진 단열층부(53)가 설치됨으로써 액화천연가스 뿐만 아니라 가압액화천연가스의 저장을 가능하도록 하고, 내부 셀(51)의 내측과 외측간의 압력 균형으로 인하여 내부 셀(51)의 두께(t1)를 감소시켜 저온 특성이 우수한 고가의 금속 사용을 줄일 수 있다. 또한, 내부 셀(51)의 내압에 의한 구조적 결함 발생도 방지할 수 있고, 내구성이 우수한 저장 용기(50)를 제공할 수 있다.
- [241] 한편, 연결부(55)는 내부 셀(51)에서 액화천연가스의 공급 및 배출을 위하여

형성된 출입구(51a)에 일체를 이루도록 연결되어 외부 셀(52)의 외측으로 돌출되도록 마련됨으로써 밸브 등의 외부 부재가 연결되도록 할 수도 있다.

[242] 도 14에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기에 따르면, 외부 셀(52)의 외측에 단열을 위하여 외부단열층(56)이 설치될 수 있다. 여기서, 외부단열층(56)은 외부 셀(52)의 외측을 감싸도록 외부 셀(52)에 부착되거나, 성형 또는 제작된 자신의 형상에 의하여 외부 셀(52)을 감싸는 상태를 유지하도록 하고, 이로 인해 외부와의 열전달을 차단하도록 한다. 따라서, 열대지방과 같은 고온 환경에서 저장 용기에 저장된 액화천연가스나 가압액화천연가스로부터 발생하는 BOG를 감소시키도록 한다.

[243] 도 15에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기에 따르면, 외부 셀(52)의 외측에 히팅을 위하여 설치되는 히팅부재(57)가 설치될 수 있다. 또한, 히팅부재(57)는 열매의 순환 공급에 의해 외부 셀(52)에 열을 공급하도록 하는 열매순환라인이거나, 저장 용기(50)에 부착되는 배터리나 축전기 또는 외부의 전원공급부로부터 공급되는 전원에 의해 발열하는 히터로 이루어질 수 있으며, 힘이 가능한 판상 발열체나 본 실시예에서처럼 외부 셀(52)의 외측면을 따라 감겨지는 열선으로 이루어질 수 있다.

[244] 따라서, 극지방과 같은 저온 환경에서 저장 용기에 저장된 액화천연가스나 가압액화천연가스가 외부의 냉기로 인한 영향을 받지 않도록 함으로써 외부 셀(52)이 일반 강판으로 제작될 수 있도록 하여 제작 비용을 절감할 수 있다.

[245] 도 16은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 단면도이다. 도 16에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 4 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기(60)는 내측에 액화천연가스가 저장되는 내부 셀(61)과 내부 셀(61)의 외측을 감싸는 외부 셀(62) 사이에 내부 셀(61)과 외부 셀(62)을 지지하도록 하는 지지대(63)와 열전달을 감소시키는 단열층부(64)가 설치된다. 한편, 내부 셀(61)에 대한 액화천연가스의 공급 및 배출을 위하여 내부 셀(61)의 출입구에는 연결부(미도시)가 일체로 연결되어 외부 셀(62)의 외측으로 돌출될 수 있으며, 이러한 연결부에는 밸브 등의 외부 부재가 연결될 수 있다.

[246] 내부 셀(61)은 내측에 액화천연가스가 저장되기 위한 공간을 형성하고, 액화천연가스의 저온에 견디는 금속, 예를 들면, 알루미늄, 스테인레스 스틸, 5~9%니켈강 등과 같은 저온 특성이 우수한 금속으로 이루어질 수 있으며, 본 실시예에서처럼 튜브 형태로 이루어지거나, 그 밖의 다면체를 비롯한 다양한 형상을 가질 수 있다.

[247] 외부 셀(62)은 내부 셀(61)과의 사이에 공간을 형성하도록 내부 셀(61)의 외측을 감싸고, 내부 압력을 견디기 위한 강 소재로 이루어질 수 있으며, 내부 셀(61)에 가해지는 내부 압력을 분담함으로써 내부 셀(61)의 소재의 사용량을 절감하도록 하여 제작 비용을 절감할 수 있다.

[248] 내부 셀(61)은 연결유로에 의해 내부 셀과 단열층부의 압력이 동일하거나, 근사해지므로, 가압액화천연가스의 압력은 외부 셀이 지탱할 수 있게 된다.

따라서, 내부 셸(61)은 $-120 \sim -95^{\circ}\text{C}$ 의 온도를 견디도록 제작되어도, 내부 셸과 외부 셸에 의해 상기한 압력(13 ~ 25bar)과 온도 조건, 일례로 17bar의 압력과 -115°C 의 온도를 가지는 가압액화천연가스의 저장을 가능하도록 하며, 외부 셸(62), 지지대(63) 및 단열층부(64)가 조립된 상태에서 상기한 압력과 온도 조건을 만족하도록 설계될 수도 있다.

- [249] 지지대(63)는 내부 셸(61)과 외부 셸(62)을 지지하도록 내부 셸(61)과 외부 셸(62) 사이의 공간에 설치됨으로써 내부 셸(61)과 외부 셸(62)을 구조적으로 보강하게 되고, 액화천연가스의 저온에 견디기 위한 금속(예컨대, 저온강)으로 제작될 수 있으며, 도 17에 도시된 바와 같이, 내부 셸(61)과 외부 셸(62)의 측부 둘레를 따라 단일로 설치되거나, 본 실시예에서처럼 내부 셸(61)과 외부 셸(62)의 측부에서 상하로 간격을 두고서 다수로 설치될 수 있다.
- [250] 도 18에 도시된 바와 같이, 지지대(63)는 내부 셸(61)의 외측면과 외부 셸(62)의 내측면에 각각 지지되는 제 1 및 제 2 플랜지(63a, 63b)와, 제 1 및 제 2 플랜지(Flange; 63a, 63b) 사이에 마련되는 제 1 웹(Web; 63c)를 포함할 수 있다. 여기서, 제 1 및 제 2 플랜지(63a, 63b) 각각은 링 형태로 이루어지거나, 링 형태를 다수로 분할한 곡률 부재로 이루어질 수 있다.
- [251] 또한, 지지대(63)는 플랜지와 같은 별도의 부재를 사용하지 않고 내부 셸(61)의 외측면과 외부 셸(62)의 내측면에 용접으로 고정 지지될 수도 있다. 이 때, 지지대를 통해 외부로 열이 전달되는 것을 막기 위해 지지대에 유리섬유를 삽입할 수도 있다.
- [252] 제 1 웹(63c)는 제 1 및 제 2 플랜지(63a, 63b)에 양단이 각각 고정되는 다수의 그레이팅(Grating)으로 이루어질 수 있다. 여기서 그레이팅은 일부가 제 1 및 제 2 플랜지(63a, 62b) 사이에서 압축력을 주로 받도록 고정되고, 나머지가 트러스 구조를 이루도록 고정될 수 있으며, 형태 및 고정 위치를 변경 내지 조절할 수 있는데, 이는 제 1 웹(63c)가 내·외부 셸에 용접으로 고정 지지되는 경우에도 동일하다.
- [253] 외부 셸(62)의 내측면과 제 2 플랜지(63b) 사이에는 열전달을 차단하기 위한 단열부재(65)가 설치될 수 있다. 여기서, 단열부재(65)는 유리섬유(Glass fiber)로 이루어질 수 있고, 내부 셸(61)의 온도가 지지대(63)에 의해 외부 셸(62)로 전달되는 것을 방지한다.
- [254] 또한, 지지대(63)가 용접으로 고정지지 되는 경우에는 외부 셸(62)과 접촉하는 지지대(63)의 끝단 부분에 유리섬유와 같은 단열부재를 배치시킨 후 용접으로 고정하거나, 별도의 단열부재를 지지대 외부와 외부 셸 내측 사이에 배치시켜, 내부 셸(61)의 온도가 지지대(63)에 의해 외부 셸(62)로 전달 되는 것을 방지할 수도 있다.
- [255] 본 발명에 따른 액화천연가스의 저장 용기(60)은 내부 셸(61)과 외부 셸(62)을 지지하도록 내부 셸(61)과 외부 셸(62) 사이의 하부 공간에 설치되는 하부지지대(66)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 하부지지대(66)는 내부 셸(61)의

외측면과 외부 셸(62)의 내측면에 각각 지지되는 제 3 및 제 4 플랜지와, 제 3 및 제 4 플랜지 사이에 마련되는 제 2 웹를 포함할 수 있으며, 제 2 웹는 제 3 및 제 4 플랜지에 양단이 각각 고정되는 다수의 그레이팅으로 이루어질 수 있는데, 이들 구성요소에 대해서는 설치 위치에 따른 구체적인 형상만 달리할 뿐 지지대(63)와 대비되는 구성요소는 동일하다. 또한, 외부 셸(62)의 내측면과 제 4 플랜지 사이에 열전달을 차단하기 위한 단열부재(미도시)가 설치될 수 있다. 여기서, 단열부재는 유리섬유로 이루어질 수 있다.

- [256] 단열층부(64)는 내부 셸(61)과 외부 셸(62) 사이의 공간에 설치되고, 열전달을 감소시키는 단열재로 이루어진다. 또한, 단열층부(64)에는 내부 셸(61) 내의 압력과 동일한 압력이 가해지도록 설계가 이루어질 수 있는데, 여기서, 내부 셸(61) 내의 압력과 동일한 압력이란, 엄밀하게 동일한 것을 의미하는 것이 아니라, 유사한 정도도 포함하는 의미이다. 또한, 단열층부(64)와 내부 셸(61) 내부는 내부 셸(61) 내측과 외측간의 압력 평형을 위해 도 12에 도시된 이전의 실시예에서와 같이 연결유로(54; 도 12에 도시)에 의해 서로 연결될 수 있으며, 이러한 연결유로(54)에 대해서는 이전의 실시예에서 상세히 설명하였으므로 그 설명을 생략하기로 하겠다.
- [257] 또한, 단열층부(64)는 지지대(63), 특히 그레이팅 구조의 웹(63c)을 통과할 수 있는 입자(Grain) 형태의 단열재(예컨대, perlite)로 이루어질 수 있다. 따라서, 충전시에 입자 형태의 단열층부(64)가 자유롭게 고루 섞여서 충전될 수 있어 내부 셸(61)과 외부 셸(62)사이의 틈이 발생하지 않게 되어 단열 성능이 우수해질 수 있다.
- [258] 또한, 그레이팅 지지 구조 방식의 지지대(63)와 하부지지대(66)에 의해 충전시 단열층부(64)의 입자 유동이 자유롭도록 되어 단열층부(64)의 불균질성이 방지될 수 있다.
- [259] 도 19에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 5 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기(70)는 횡방향으로도 설치될 수 있는데, 이 경우 이전 실시예에서의 하부지지대(66; 도 16)를 생략할 수 있다.
- [260] 도 20은 본 발명의 제 6 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 단면도이다.
- [261] 도 20에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 6 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기(80)는 내측에 액화천연가스가 저장되는 내부 셸(81)과 내부 셸(81)의 외측을 감싸는 외부 셸(82) 사이에 열전달을 감소시키는 단열층부(84)가 설치되며, 내부 셸(81)의 외측면과 외부 셸(82)의 내측면이 금속심(83)에 의해 연결된다. 한편, 내부 셸(81)에 대한 액화천연가스의 공급 및 배출을 위하여 내부 셸(81)의 출입구에는 연결부(미도시)가 일체로 연결되어 외부 셸(82)의 외측으로 돌출될 수 있으며, 이러한 연결부에는 밸브 등의 외부 부재가 연결될 수 있다.
- [262] 내부 셸(81)은 내측에 액화천연가스가 저장되기 위한 공간을 형성하고, 액화천연가스의 저온에 견디는 금속, 예를 들면, 알루미늄, 스테인레스 스틸,

5~9%니켈강 등과 같은 저온 특성이 우수한 금속으로 이루어질 수 있으며, 본 실시예에서처럼 튜브 형태로 이루어지거나, 그 밖의 다면체를 비롯한 다양한 형상을 가질 수 있다.

[263] 외부 셸(82)은 내부 셸(81)과의 사이에 공간을 형성하도록 내부 셸(81)의 외측을 감싸고, 내부 압력을 견디기 위한 강 소재로 이루어질 수 있으며, 내부 셸(81)에 가해지는 내부 압력을 분담함으로써 내부 셸(81)의 소재를 절감하도록 하여 제작 비용을 절감할 수 있다.

[264] 내부 셸(81)은 연결유로에 의해 내부 셸과 단열층부의 압력이 동일하거나, 근사해지므로, 가압액화천연가스의 압력은 외부 셸이 지탱할 수 있게 된다. 따라서, 내부 셸(81)은 -120 ~ -95°C의 온도를 견디도록 제작되어도, 내부 셸과 외부 셸에 의해 상기한 압력(13 ~ 25bar)과 온도 조건, 일례로 17bar의 압력과 -115°C의 온도를 가지는 가압액화천연가스의 저장을 가능하도록 하며, 외부 셸(82), 금속심(83) 및 단열층부(84)가 조립된 상태에서 상기한 압력과 온도 조건을 만족하도록 설계될 수도 있다.

[265] 금속심(83)은 내부 셸(81)의 외측면과 외부 셸(82)의 내측면에 연결됨으로써 내부 셸(81)과 외부 셸(82)이 서로 지지되도록 하고, 내부 셸(81)과 외부 셸(82)의 측부 둘레를 따라 설치될 수 있는데, 본 실시예에서처럼 내부 셸(81)과 외부 셸(82)의 측부에서 상하로 간격을 두고서 다수로 설치될 수 있다. 또한, 금속심(83)은 강선 등과 같은 와이어(Wire)로 이루어질 수 있다. 여기서, 금속심(83)은 예컨대, 내부 셸(81)의 외측면과 외부 셸(82)의 내측면에 다수로 마련되는 고리 등에 연결되거나, 다수로 마련되는 지지점(83a)에 체결 또는 용접되거나, 그 밖에 다양한 방식에 의해 내부 셸(81)과 외부 셸(82)을 연결할 수 있다.

[266] 도 21에 도시된 바와 같이, 금속심(83)은 내부 셸(81)의 한 지지점(83a)이 인근한 외부 셸(82)의 두 지지점(83a)에 연결됨과 아울러, 외부 셸(82)의 한 지지점(83a)이 인근한 내부 셸(81)의 두 지지점(83a)에 연결됨을 반복하여 설치될 수 있으며, 내부 셸(81)과 외부 셸(82) 사이의 둘레를 따라 지그재그로 배열되도록 연결될 수 있으며, (a) 및 (b)에서와 같이, 연결 횟수 내지 개수를 달리할 수 있다.

[267] 본 발명에 따른 액화천연가스의 저장 용기(80)는 내부 셸(81)과 외부 셸(82)을 지지하도록 내부 셸(81)과 외부 셸(82) 사이의 하부 공간에 설치되는 하부지지대(86)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 하부지지대(86)는 내부 셸(81)의 외측면과 외부 셸(82)의 내측면에 각각 지지되는 플랜지와, 플랜지 사이에 마련되는 웨브를 포함할 수 있으며, 웨브가 플랜지에 양단이 각각 고정되는 다수의 그레이팅으로 이루어질 수 있는데, 이들 구성요소에 대해서는 제 5 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기(60)의 하부지지대(66)와 동일하므로 그 설명을 생략하기로 하겠다.

[268] 단열층부(84)는 내부 셸(81)과 외부 셸(82) 사이의 공간에 설치되고, 열전달을

감소시키는 단열재로 이루어진다. 또한, 단열층부(84)에는 내부 셀(81) 내의 압력과 동일한 압력이 가해지도록 구조 또는 재질적인 설계가 이루어질 수 있는데, 여기서, 내부 셀(81) 내의 압력과 동일한 압력이란, 엄밀한 의미의 동일이 아니라 근소한 차이를 가진 경우도 포함한다. 또한, 단열층부(84)와 내부 셀(81)은 내부 셀(81) 내측과 외측간의 압력 평형을 위해 도 12에 도시된 이전의 실시예에서와 같이 연결유로(54; 도 12에 도시)에 의해 서로 연결될 수 있으며, 이러한 연결유로(54)에 대해서는 이전의 실시예에서 상세히 설명하였으므로 그 설명을 생략하기로 하겠다.

- [269] 단열층부(84)는 금속심(83)을 통과할 수 있는 입자(Grain) 형태의 단열재로 이루어질 수 있다. 따라서, 충전시에 입자 형태의 단열층부(84)가 자유롭게 고루 섞여서 충전될 수 있어 내부 셀(81)과 외부 셀(82)사이의 틈이 발생하지 않아 단열층부(84)의 불균질성을 방지하여 우수한 단열 성능을 가지도록 한다.
- [270] 도 22에 도시된 바와 같이, 본 발명의 따른 액화천연가스의 저장 용기(90)는 횡방향으로도 설치될 수 있는데, 이 경우 이전 실시예에서의 하부지지대(86; 도 20)를 생략할 수 있다.
- [271] 도 23은 본 발명의 제 8 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 구성도이다.
- [272] 도 23에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 8 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기(510)는 내측에 액화천연가스가 저장되는 내부 셀(511)과 내부 셀(511)의 외측을 감싸는 외부 셀(512)을 포함하고, 내부 셀(511)의 내부 공간과 내부 셀(511)과 외부 셀(512) 사이의 공간이 이퀄라이징라인(514)에 의해 서로 연결된다. 또한, 내부 셀(511)과 외부 셀(512) 사이에 단열층부(513)가 설치될 수 있다.
- [273] 내부 셀(511)은 내측에 액화천연가스가 저장되기 위한 공간을 형성하고, 액화천연가스의 저온에 견디는 금속, 예를 들면, 알루미늄, 스테인레스 스틸, 5~9% 니켈강 등과 같은 저온 특성이 우수한 금속으로 이루어지며, 본 실시예에서처럼 튜브 형태로 이루어지거나, 그 밖의 다면체를 비롯한 다양한 형상을 가질 수 있다.
- [274] 내부 셀(511)은 연결유로에 의해 내부 셀과 단열층부의 압력이 동일하거나, 근사해지므로, 가압액화천연가스의 압력은 외부 셀이 지탱할 수 있게 된다. 따라서, 내부 셀(511)은 -120 ~ -95°C의 온도를 견디도록 제작되어도, 내부 셀과 외부 셀에 의해 상기한 압력(13 ~ 25bar)과 온도 조건, 일례로 17bar의 압력과 -115°C의 온도를 가지는 가압액화천연가스의 저장을 가능하도록 하며, 외부 셀(512)과 단열층부(513)가 조립된 상태에서 상기한 압력과 온도 조건을 만족하도록 설계될 수도 있다.
- [275] 내부 셀(511)의 내부 공간 상부에는 제 1 배기라인(515)이 연결되어 외부로 연장되며, 제 1 배기라인(515)에 가스의 흐름을 개폐시키기 위한 제 1 배기밸브(515a)가 설치된다. 따라서, 제 1 배기라인(515)이 제 1 배기밸브(515a)의

개방에 의해 내부 셀(511)의 내부 공간으로부터 외부로 가스를 배출시킬 수 있도록 한다.

- [276] 또한, 내부 셀(511)의 내부 공간 상단과 하단에 제 1 및 제 2 연결부(516a, 516b)가 각각 연결되어 외부 셀(512)을 통과하여 외부로 돌출된다. 따라서, 제 1 연결부(516a)에 연결되는 선역라인(7)을 통해서 내부 셀(511)의 내측으로 액화천연가스를 선역할 수 있도록 하고, 제 2 연결부(516b)에 연결되는 하역라인(8)을 통해서 내부 셀(511) 내측의 액화천연가스를 하역할 수 있도록 한다. 한편, 선역라인(7)과 하역라인(8)에는 밸브(7a, 8a)가 각각 설치될 수 있다.
- [277] 외부 셀(512)은 내부 셀(511)과의 사이에 공간을 형성하도록 내부 셀(511)의 외측을 감싸며, 내부 압력을 견디기 위한 강 소재로 이루어지며, 내부 셀(511)에 가해지는 내부 압력을 분담함으로써 내부 셀(511)의 소재를 줄이도록 하여 제작 비용을 절감하도록 한다.
- [278] 한편, 내부 셀(511)은 외부 셀(512)의 두께에 비하여 작은 두께를 가지도록 형성될 수 있으며, 이로 인해 저장 용기(510)의 제작시 저온 특성이 우수한 고가의 금속 사용을 줄일 수 있다.
- [279] 단열층부(513)는 내부 셀(511)과 외부 셀(512) 사이의 공간에 설치되고, 열전달을 감소시키는 단열재로 이루어진다. 또한, 단열층부(513)에는 내부 셀(511) 내의 압력과 동일한 압력이 가해지도록 구조 또는 재질적인 설계가 이루어질 수 있다.
- [280] 이퀄라이징라인(Equalizing line; 514)은 내부 셀(511)의 내부 공간과 내부 셀(511)과 외부 셀(512) 사이의 공간을 서로 연결시킴으로써 내부 셀(511)의 내측 공간과 외측 공간을 연결시키고, 이로 인해 내부 셀(511)의 내부 압력과 내부 셀(511)과 외부 셀(512) 사이의 압력 차이를 최소화하여 이들 압력이 서로 평형을 이룰 수 있도록 한다. 따라서, 내부 셀(511)의 내측과 외측간의 압력차이가 최소화됨으로써 내부 셀(511)이 부담하는 압력을 감소시키며, 이로 인해 내부 셀(511)의 두께를 줄일 수 있도록 하여 저온 특성이 우수한 고가의 금속 사용을 줄일 수 있고, 내부 셀(511)의 내압에 의한 구조적 결함 발생을 방지하며, 내구성이 우수한 저장 용기(510)를 제공할 수 있다.
- [281] 내부 셀(511)과 외부 셀(512)을 지지하도록 내부 셀(511)과 외부 셀(512) 사이의 공간에 지지대(517)가 설치될 수 있다. 지지대(517)는 내부 셀(511)과 외부 셀(512)을 구조적으로 보강하게 되고, 액화천연가스의 저온에 견디기 위한 금속으로 제작될 수 있으며, 내부 셀(511)과 외부 셀(512)의 측부 둘레를 따라 단일로 설치되거나, 본 실시예에서처럼 내부 셀(511)과 외부 셀(512)의 측부에서 상하로 간격을 두고서 다수로 설치될 수 있다.
- [282] 또한, 내부 셀(511)과 외부 셀(512)을 지지하도록 내부 셀(511)과 외부 셀(512) 사이의 하부 공간에 하부지지대(518)가 설치될 수 있다.
- [283] 지지대(517)와 하부지지대(518)는 도 18에 도시된 지지대(63)와 마찬가지로, 내부 셀(511)과 외부 셀(512)의 내측면에 각각 지지되는 플랜지와 이들 플랜지

사이에 마련되는 웨브를 포함할 수 있으며, 웨브가 플랜지 각각에 양단이 고정되는 다수의 그레이팅으로 이루어질 수 있고, 외부 셸(512)과 플랜지 사이에 열전달을 차단하도록 유리섬유 등과 같은 단열부재가 설치될 수 있다. 또한, 지지대(517)는 도 20에 도시된 금속심(83)과 마찬가지로, 내부 셸(511)의 외측면과 외부 셸(512)의 내측면에 연결됨으로써 내부 셸(511)과 외부 셸(512)이 서로 지지되도록 할 수 있다.

- [284] 도 24에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 9 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기에 따르면, 이퀄라이징라인(514)에 유체, 예컨대 천연가스나 증발가스의 흐름을 개폐시키기 위한 개폐밸브(514a)가 설치될 수 있다. 따라서, 저장 용기의 위치나 자세 변경 등과 같은 경우에 이퀄라이징라인(514)을 통한 유체의 이동을 개폐밸브(514a)에 의해 차단할 수 있다
- [285] 도 25에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 10 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기에 따르면, 이퀄라이징라인(514)에 제 2 배기밸브(514b)가 설치되는 제 2 배기라인(514c)이 연결될 수 있으며, 이로 인해 제 2 배기밸브(514b)의 개방에 의해 이퀄라이징라인(514)과 제 2 배기라인(514c)을 통해서 내부 셸(511) 내부의 가스를 외부로 배출시킬 수 있다. 따라서, 내부 셸(511)에 배기라인을 연결시키기 위한 복잡한 공정을 피할 수 있도록 하고, 구조적 안정성을 유지하도록 함과 아울러 용이하게 배기라인을 설치할 수 있다.
- [286] 도 26은 본 발명의 제 11 실시예에 따른 액화천연가스의 저장용기를 도시한 단면도다.
- [287] 도 26에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 11 실시예에 따른 액화천연가스의 저장용기(100)는 액화천연가스의 저온에 견디기 위한 금속으로 이루어지는 내부 셸(110)과 내부 셸(110)의 외측을 감싸는 외부 셸(120) 사이에 열전달을 감소키는 위한 단열층부(130)가 설치되고, 내부 셸(110)과 외부 셸(120)에 연결부(140)가 마련되되, 연결부(140)는 내부 셸(110)로부터 외측으로 연장되는 주입부(141)의 끝단에 밸브(4)에 접한 상태에서 플랜지 연결되기 위한 제 1 플랜지(142)가 마련되고, 외부 셸(120)로부터 주입부(141)를 감싸도록 연장되는 연장부(143)의 끝단에 밸브(4)에 플랜지 연결되기 위한 제 2 플랜지(144)가 형성된다.
- [288] 내부 셸(110)은 내측에 액화천연가스가 저장되기 위한 공간을 형성하고, 액화천연가스의 저온에 견디는 금속, 예를 들면, 알루미늄, 스테인레스 스틸, 5~9%니켈강 등과 같은 저온 특성이 우수한 금속으로 이루어지며, 본 실시예에서처럼 튜브 형태로 이루어지거나, 그 밖의 다면체를 비롯한 다양한 형상을 가질 수 있다.
- [289] 외부 셸(120)은 내부 셸(110)과의 사이에 공간을 형성하도록 내부 셸(110)의 외측을 감싸며, 내부 압력을 견디기 위한 강 소재로 이루어질 수 있으며 내부 셸(110)에 가해지는 내부 압력을 분담함으로써 내부 셸(110)의 소재를 절감하도록 하여 제작 비용을 절감하도록 한다.
- [290] 내부 셸(110)은 연결유로에 의해 내부 셸과 단열층부의 압력이 동일하거나,

근사해지므로, 가압액화천연가스의 압력은 외부 셀이 지탱할 수 있게 된다. 따라서, 내부 셀(110)은 -120 ~ -95°C의 온도를 견디도록 제작되어도, 내부 셀과 외부 셀에 의해 상기한 압력(13 ~ 25bar)과 온도 조건, 일례로 17bar의 압력과 -115°C의 온도를 가지는 가압액화천연가스의 저장을 가능하도록 하며, 외부 셀(120)과 단열층부(130)가 조립된 상태에서 상기한 압력과 온도 조건을 만족하도록 설계될 수도 있다.

- [291] 한편, 내부 셀(110)은 외부 셀(120)의 두께에 비하여 작은 두께를 가지도록 형성될 수 있으며, 이로 인해 제작시 저온 특성이 우수한 고가의 금속 사용을 줄일 수 있다.
- [292] 단열층부(130)는 내부 셀(110)과 외부 셀(120) 사이의 공간에 설치되고, 열전달을 감소시키는 단열재로 이루어진다. 또한, 단열층부(130)에는 내부 셀(110) 내의 압력과 동일한 압력이 가해지도록 구조 또는 재질적인 설계가 이루어질 수 있는데, 여기서, 내부 셀(110) 내의 압력과 동일한 압력이란, 엄밀한 의미의 동일이 아니라 어느 정도 근사한 압력도 해당되는 의미이다.
- [293] 단열층부(130)와 내부 셀(110)의 내부는 내부 셀(110) 내측과 외측간의 압력 평형을 위해 연결유로(미도시)에 의해 서로 연결될 수 있다. 여기서, 연결유로는 홀, 파이프 등과 같이 유로를 제공할 수 있는 다양한 실시형태를 포함할 수 있으며, 일례로 연결부(140)의 주입부(141)에 형성되는 홀로 이루어질 수 있다. 따라서, 내부 셀(110) 내의 압력이 연결유로를 통해서 단열층부(130) 측으로 이동함으로써 내부 셀(110)의 내압과 단열층부(130)의 내압이 평형을 유지하도록 한다.
- [294] 연결부(140)는 제 1 플랜지(142)가 밸브(4)에 직접 접촉하여 볼트(181)와 너트(182)에 의해 플랜지 연결됨으로써 주입부(141)와 밸브(4)의 유로가 연결되도록 하며, 주입부(141) 및 제 1 플랜지(142)가 액화천연가스에 직접 닿기 때문에 내부 셀(110)과 동일한 재질, 예컨대 저온 특성이 우수한 금속, 예컨대 알루미늄, 스테인레스 스틸, 5~9%니켈강 등으로 이루어질 수 있다.
- [295] 또한, 연결부(140)는 본 실시예에서처럼 연장부(143)가 주입부(141)의 외부로 간격을 가지고서 감싸며, 제 2 플랜지(144)가 제 1 플랜지(142)를 사이에 두고 밸브(4)에 볼트(181) 및 너트(182)로 플랜지 연결될 수 있으며, 연장부(143)와 제 2 플랜지(144)가 강 소재로 이루어질 수 있다.
- [296] 도 27에 도시된 바와 같이, 연결부(150)는 제 1 플랜지(152)가 주입부(151)에 나사 결합됨으로써 주입부(151)와 일체를 이루도록 한다.
- [297] 도 28에 도시된 바와 같이, 연결부(160)는 제 1 플랜지(162)가 주입부(161)에 볼트나 스크루 등의 체결부재(163)로 고정되도록 할 수 있다. 여기서, 체결부재(163)는 제 1 플랜지(162)를 관통하여 주입부(161)의 끝단에 형성되는 결합부(163a)에 원주방향을 따라 다수로 체결될 수 있다.
- [298] 체결부재(163)로서 볼트를 사용하는 경우에는 도 28 (a)와 같이 결합부(163a)와 제 1 플랜지(162)에 암나사선을 가공하고, 별도의 수나사선이 가공된 볼트로 제 1

플랜지(162)와 주입부(161a)를 체결하며, 이 때 수나사선을 가진 볼트의 머리는 주위 부재들과의 간섭을 피하기 위해 제 1 플랜지(162)에 볼트의 머리 부분을 수용할 수 있도록 볼트 머리 모양의 형태를 가공할 수 있다.

[299] 단, 제 1 플랜지의 외부로 볼트의 머리가 나오도록 구성한다면 도 28 (b)와 같이 볼트의 머리와 주위 부재들 간의 간섭을 피하기 위해 밸브(4)측에 볼트의 머리 부분을 수용할 수 있도록 볼트 머리 모양의 형태를 가공하여 제 1 플랜지와 체결하여야 할 것이다.

[300] 도 29에 도시된 바와 같이, 연결부(170)는 제 2 플랜지(174)가 제 1 플랜지(172)의 가장자리에 위치하여 밸브(4)에 접한 상태에서 볼트(181) 및 너트(182)에 의해 플랜지 연결될 수 있다. 이때, 제 1 플랜지(172)는 밸브(4)에 볼트(183)로만 서로 결합될 수 있다.

[301] 도 30은 본 발명의 제 12 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기를 도시한 요부 확대도이다.

[302] 도 30에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 12 실시예에 따른 액화천연가스의 저장 용기(520)는 내측에 액화천연가스가 저장되는 내부 쉘(521)과 내부 쉘(521)의 외측을 감싸는 외부 쉘(522)을 포함하고, 외부 주입부(9a)에 연결되어 단열층부(523)로 돌출되는 연결부(524)와 내부 쉘(521) 사이에 열수축을 완충시키도록 완충부(525)가 마련되며, 나아가서, 내부 쉘(521)과 외부 쉘(522) 사이의 공간에 단열층부(523)가 설치될 수 있다.

[303] 내부 쉘(521)은 내측에 액화천연가스가 저장되기 위한 공간을 형성하고, 액화천연가스의 저온에 견디는 금속, 예를 들면, 알루미늄, 스테인레스 스틸, 5~9% 니켈강 등과 같은 저온 특성이 우수한 금속으로 이루어지며, 본 실시예에서처럼 튜브 형태로 이루어지거나, 그 밖의 다면체를 비롯한 다양한 형상을 가질 수 있다.

[304] 외부 쉘(522)은 내부 쉘(521)과의 사이에 공간을 형성하도록 내부 쉘(521)의 외측을 감싸며, 내부 압력을 견디기 위한 강 소재로 이루어지며, 내부 쉘(521)에 가해지는 내부 압력을 분담함으로써 내부 쉘(521)의 소재를 줄이도록 하여 제작 비용을 절감하도록 한다.

[305] 내부 쉘(521)은 연결유로에 의해 내부 쉘과 단열층부의 압력이 동일하거나, 근사해지므로, 가압액화천연가스의 압력은 외부 쉘이 지탱할 수 있게 된다. 따라서, 내부 쉘(521)은 -120 ~ -95°C의 온도를 견디도록 제작되어도, 내부 쉘과 외부 쉘에 의해 상기한 압력(13 ~ 25bar)과 온도 조건, 일례로 17bar의 압력과 -115°C의 온도를 가지는 가압액화천연가스의 저장을 가능하도록 하며, 외부 쉘(522)과 단열층부(523)가 조립된 상태에서 상기한 압력과 온도 조건을 만족하도록 설계될 수도 있다.

[306] 한편, 내부 쉘(521)은 외부 쉘(522)의 두께에 비하여 작은 두께를 가지도록 형성될 수 있으며, 이로 인해 저장 용기(520)의 제작시 저온 특성이 우수한 고가의 금속 사용을 줄일 수 있다.

- [307] 단열층부(523)는 내부 셸(521)과 외부 셸(522) 사이의 공간에 설치되고, 열전달을 감소시키는 단열재로 이루어진다. 또한, 단열층부(523)에는 내부 셸(521) 내의 압력과 동일한 압력이 가해지도록 하는 구조 또는 재질적인 설계가 이루어질 수 있다.
- [308] 연결부(524)는 내부 셸(521)로부터 돌출되도록 마련되되, 내부 셸(521)에서 액화천연가스가 주입되도록 형성되는 주입구(521a)측에 연결되어 외측으로 돌출되며, 내부 셸(521)에 액화천연가스를 주입하기 위한 외부 주입부(9a)에 연결될 수 있는데, 완충부(525)를 매개로 내부 셸(521)에 연결될 수 있다. 이때, 외부 셸(522)은 연결부(524)를 감싸도록 일측에 연장부(522a)가 마련되며, 일례로 연장부(522a)의 끝단이 연결부(524)와 함께 외부 주입부(9a)에 연결될 수 있다.
- [309] 완충부(525)는 내부 셸(521)과 연결부(524) 사이에 열수축을 완충시키도록 마련됨으로써 내부 셸(521)에서 발생하는 열에 의한 수축을 완충시켜서 연결부(524)에 하중이 집중되는 것을 방지한다.
- [310] 또한, 완충부(525)는 본 실시예에서처럼 내부 셸(521)의 주입구(521a)와 연결부(524)에 양단이 플랜지 이음 등으로 연결되도록 이음부(525b)를 형성하는 배관 형태로 이루어질 수 있다. 또한, 완충부(525)는 내부 셸(521)과 연결부(524) 사이에 일체를 이루도록 형성될 수 있다.
- [311] 도 31에 도시된 바와 같이, 완충부(525)는 루프(525a)를 가질 수 있는데, 본 실시예에서처럼 루프(525a)가 단일로 이루어짐과 아울러 그 평면 형상이 다각형, 예컨대 사각형으로 이루어질 수 있다.
- [312] 도 32의 (a)에서와 같이, 완충부(526)는 단일의 루프(526a)로 이루어지되, 그 평면 형상이 원형으로 이루어질 수 있으며, 도 32의 (b)에 도시된 바와 같이, 완충부(527)는 루프(527a)가 다수로 이루어지는 코일 형태를 가질 수 있으며, 이러한 코일은 중심부로부터 양단으로 갈수록 폭이 감소되는 마름모꼴의 형태를 가질 수 있다. 따라서, 루프(526a, 527a)에 의해 내부 셸(521)의 열수축으로 인한 충격을 완화시킨다.
- [313] 도 33은 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 액화설비를 도시한 구성도이다.
- [314] 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 액화설비(200)는 탈수설비를 거친 천연가스의 공급라인(220)으로부터 다수로 분기되는 제 1 분기라인(221)에 열교환기(230)가 각각 설치되고, 열교환기(230)가 냉매공급부(210)로부터 공급되는 냉매를 이용하여 제 1 분기라인(221)을 통해 공급되는 탈수설비를 거친 천연가스를 냉각시키며, 재생부(240)에 의해 열교환기(230) 각각에 응결된 이산화탄소를 제거하도록 재생유체가 천연가스를 대신하여 공급된다.
- [315] 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 액화설비(200)는 액화천연가스뿐만 아니라, 일정한 압력으로 가압된 가압액화천연가스, 예컨대 13~25 bar의 압력으로 -120 ~ -95℃로 냉각된 가압액화천연가스의 생산에도 사용될 수 있다.

- [316] 냉매공급부(210)는 천연가스와의 열교환을 위한 냉매를 열교환기(230)에 공급함으로써 열교환기(230)에서 천연가스가 액화되도록 한다.
- [317] 열교환기(230)는 탈수설비를 거친 천연가스의 공급라인(220)으로부터 다수로 분기되는 제 1 분기라인(221)에 각각 설치됨으로써 다수개가 서로 병렬로 연결되고, 공급라인(220)으로부터 공급되는 천연가스를 냉매공급부(210)로부터 공급되는 냉매와의 열교환에 의해 냉각시키며, 전체 용량이 액화천연가스 생산량을 초과하도록 함으로써 액화천연가스의 생산시 하나 또는 다수가 대기 상태를 유지하도록 할 수 있다.
- [318] 열교환기(230)의 개수 및 용량은 전체 플랜트의 액화천연가스 생산량을 고려하여 정해질 수 있는데, 예를 들면, 액화천연가스 총 생산량의 20%를 담당할 수 있는 열교환기(230)의 경우 10대를 구비하고, 그 중 5대를 가동시키고, 나머지는 대기 상태를 유지하도록 할 수 있다. 이러한 구성은 이산화탄소가 동결된 열교환기에 대해 가동을 중단시키고 동결된 이산화탄소를 제거하는 동안에도 대기상태 중인 열교환기를 가동시킬 수 있으므로 전체 플랜트의 액화천연가스의 총 생산량을 일정하게 유지할 수 있게 해준다.
- [319] 재생부(240)는 열교환기(230) 각각에 천연가스를 대신하여 응결된 이산화탄소를 제거하는 재생유체를 선택적으로 공급한다. 또한 재생부(240)는 재생유체를 공급하는 재생유체공급부(241)와, 재생유체공급부(241)로부터 제 1 분기라인(221) 각각에서 열교환기(230)의 전단과 후단에 각각 연결되는 재생유체라인(242)과, 제 1 분기라인(221) 각각에서 재생유체라인(242)이 연결되는 부위의 전단과 후단에 각각 설치되는 제 1 밸브(243)와, 재생유체라인(242)에서 열교환기(230) 각각의 전단과 후단에 설치되는 제 2 밸브(244)를 포함할 수 있다.
- [320] 여기서 재생유체공급부(241)는 재생유체로서 일례로 고온의 에어를 사용할 수 있으며, 이러한 고온의 에어를 압력이나 펌핑력을 이용하여 열교환기(230) 측으로 공급하여 응결된 이산화탄소를 액체 또는 기체 상태로 상변화를 시켜 제거할 수 있다.
- [321] 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 액화설비(200)는 열교환기(230) 각각에 대한 이산화탄소의 동결 여부의 확인과 열교환기(230) 각각에 대한 재생유체의 공급 제어를 위하여, 열교환기(230) 각각에 대한 이산화탄소의 동결을 확인하도록 설치되는 감지부(250)와, 감지부(250) 각각으로부터 출력되는 감지신호를 수신받음과 아울러 제 1 및 제 2 밸브(243,244)와 재생유체공급부(241)를 제어하는 제어부(260)를 더 포함할 수 있다.
- [322] 제어부(260)는 감지부(250)로부터 출력되는 감지신호로부터 이산화탄소의 동결이 발생된 열교환기(230)를 확인하고, 이러한 열교환기(230)에 재생유체를 공급하기 위하여, 먼저 제 1 밸브(243)를 차단하여 열교환기(230)로의 천연가스 공급을 차단하고, 재생유체공급부(241)의 구동과 제 2 밸브(244)의 개방에 의해

재생유체가 열교환기(230)에 공급되도록 하며, 재생유체에 의해 열교환기(230)에 동결된 이산화탄소를 액화 또는 기화시켜서 제거되도록 한다. 한편, 제어부(260)는 열교환기(230)에 재생유체를 타이머에 의해 카운트하여 설정된 시간이 종료될 때까지 공급할 수 있다.

- [323] 감지부(250)는 본 실시예에서처럼 제 1 분기라인(221) 각각에서 열교환기(230)의 후단에 설치되어 통과하는 액화천연가스의 유량을 측정하는 유량계로 이루어질 수 있다. 따라서, 유량계인 감지부(250)가 측정한 유량값이 설정값 이하인 경우에는 해당하는 열교환기(230)에 이산화탄소의 동결이 발생한 것으로 판단할 수 있다.
- [324] 또한, 감지부(250)는 유량계 이외에도 제 1 분기라인(221) 각각에 설치되어 열교환기(230)의 전·후단의 가스에 함유되어 있는 이산화탄소의 함유량을 측정하는 이산화탄소측정기로 이루어질 수 있으며, 열교환기(230)의 전·후단에서 측정된 가스에 함유된 이산화탄소량의 차이가 설정량 이상인 경우 열교환기(230)에 이산화탄소의 동결이 발생한 것으로 판단할 수 있다.
- [325] 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 액화설비(200)는 이산화탄소의 동결이 발생한 열교환기(230)의 동작을 중지시키기 위하여 냉매공급부(210)로부터 열교환기(230)에 냉매를 공급하는 냉매라인(211)에서 열교환기(230) 각각의 전단과 후단에 설치되는 제 3 밸브(270)를 더 포함한다. 여기서, 제 3 밸브(270)는 제어부(260)에 의해 각각 제어될 수 있는데, 예를 들면, 제어부(260)가 감지부(250)를 통해서 이산화탄소가 동결된 열교환기(230)의 전단과 후단에 위치하는 제 3 밸브(270)를 차단시킴으로써 이산화탄소가 동결된 열교환기(230)의 동작을 정지시키도록 한다.
- [326] 도 34 및 도 35는 본 발명에 따른 저장 탱크 운반 장치를 가지는 부유식 구조물을 도시한 측면도 및 정면도이다.
- [327] 도 34 및 도 35에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 저장 탱크의 운반 장치를 가지는 부유식 구조물(300)은 부력에 의해 해상에 부유하도록 설치되는 부유 구조물(320) 상에 저장 탱크의 운반 장치(310)가 설치된다. 여기서, 부유 구조물(320)은 바지 타입(Barge type)으로 이루어진 구조물이거나, 자체 추력을 이용하여 항해가 가능한 선박일 수 있다.
- [328] 본 발명에 따른 저장 탱크의 운반 장치(310)는 승강부(311)에 의해 승강되는 적재대(311a) 상에 저장 탱크(330)의 이동 방향을 따라 레일(312)이 마련되고, 저장 탱크(330)가 적재되는 이송대차(313)가 레일(312)을 따라 이동 가능하도록 설치된다.
- [329] 이렇게 함으로써, 크레인 등을 이용하여 저장 탱크를 운반하는 것보다 저장 탱크에 가해지는 충격을 줄일 수 있으며, 또한 복수개의 저장 탱크를 연결하여 대량의 화물을 먼 거리까지 운송할 수 있어 비용측면에서 타 운송수단에 비해 보다 효율적이다. 또한, 이는 저장 탱크를 들어서 이동하는 방법이 아니므로 비교적 무거운 저장 탱크의 이동에 더욱 효과적일 것이다.

- [330] 본 발명에 따른 저장 탱크의 운반 장치(310)는 본 실시예에서처럼 부유 구조물(320)에 설치됨을 나타내었으나, 이에 한하지 않고, 지면에 고정되거나, 그 밖의 다양한 운송 장치에 설치될 수도 있다.
- [331] 저장 탱크(330)에는 액화천연가스 또는 일정한 압력으로 가압된 액화천연가스가 저장될 수 있으며, 이 밖에도 다양한 화물이 저장될 수 있다. 한편, 가압된 액화천연가스는 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~ -95°C의 온도로 액화된 천연가스일 수 있으며, 이러한 가압액화천연가스의 저장을 위하여 저장 탱크(330)는 저온과 압력에 충분히 견디기 위한 재질 및 구조로 이루어질 수 있다.
- [332] 또한, 저장 탱크(330)는 액화천연가스 또는 일정한 압력으로 가압된 액화천연가스를 저장할 수 있도록 이중구조로 제작하고, 상기에서 설명하였듯이 이중구조의 내부 압력과 저장탱크(330) 내부의 압력이 평형을 이루도록 저장 탱크의 이중구조와 저장탱크의 내부간에는 연결유로를 갖도록 할 수도 있다.
- [333] 도 36에 도시된 바와 같이, 승강부(311)는 적재대(311a)를 상하로 승강시키는데, 일례로 적재대(311a)를 부유식 구조물(320)로부터 안벽(5)의 상면까지 승강시킬 수 있다. 여기서, 적재대(311a)는 일측 또는 양측에 하단의 힌지 결합부(311c)를 중심으로 하방으로 회전하여 개방됨으로써 이송대차(313)의 이동로를 제공하는 이동발판(311b)이 설치될 수 있다.
- [334] 이동발판(311b)은 상측으로 접힌 경우에는 이송대차(313)의 움직임을 제한하는 역할을 하며, 승강부(311)에 의해 적재대(311a)가 안벽(5)의 높이와 동일한 높이로 상승시 안벽(5)과 적재대(311a)간의 연결을 도와줌으로써 이송대차(313)가 안전하게 육상으로 이동하도록 하는 역할을 한다. 또한, 이동발판(311b)은 하방으로 펼쳐졌을 때 상측을 향하는 면에 레일(312)에 연결되는 보조레일(311d)이 설치될 수 있다.
- [335] 또한, 승강부(311)는 적재대(311a)의 승강을 위하여 다양한 구조물과 액츄에이터가 사용될 수 있는데, 예를 들면, 적재대(311a)의 하부에 상하로 신축이 가능하도록 슬라이딩 결합되는 다수의 결합부재 또는 적재대(311a)의 하부에 서로 링크로 연결됨으로써 회동 방향에 따라 상하로 신축되는 다수의 링크부재 등에 의해 적재대(311)가 상하로 이동 가능하게 설치되도록 할 수 있고, 직선 운동을 위한 구동력을 제공하는 모터나 유압에 의해 동작하는 실린더 등과 같은 액츄에이터를 사용하여 적재대(311a)가 승강되도록 할 수 있다.
- [336] 레일(312)은 적재대(311a) 상에 저장 탱크(330)의 이동 방향을 따라 설치되는데, 한 쌍으로 이루어지되, 안벽(5) 상에 위치하는 열차의 레일(미도시)과 동일한 폭을 가지도록 나란하게 배열될 수 있다. 따라서, 승강부(311)에 의해 안벽(5)의 상면까지 상승된 이송대차(313)가 레일(312)을 따라 이동하여 안벽(5) 상의 레일로 이동하면 열차 등의 육상운송장치에 의해 원거리 이동이 가능해진다.
- [337] 이송대차(313)는 레일(312)을 따라 이동 가능한 휠(313a)이 하부에 다수로

마련되고, 상부에 저장 탱크(330)가 적재되며, 다른 이송대차(313)의 연결을 위하여 일측 또는 양측에 연결부가 마련될 수 있다. 또한, 이송대차(313)는 저장 탱크(330)가 장착됨으로써 저장 탱크(330)를 부식 및 외부의 충격으로부터 보호하기 위한 강 소재의 탱크 보호대(313b)가 상면에 설치될 수 있다.

[338] 이송대차(313)는 예를 들면 케이블을 통해 원치에 연결됨으로써 원치의 구동에 의해 레일(312)을 따라 이동할 수 있으며, 이에 한하지 않고, 휠(313a) 중 일부 또는 전부에 회전력을 전달하는 이송구동부(미도시)에 의해 자력으로 레일(312)을 따라 주행할 수 있다.

[339] 도 37은 본 발명에 따른 가압액화천연가스 저장 용기의 고압 유지 시스템을 도시한 구성도이다. 도 37에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 가압액화천연가스 저장 용기의 고압 유지 시스템(400)은 저장 용기(411)로부터 소비지의 저장 탱크(6)에 연결되어 가압액화천연가스의 하역을 가능하도록 하는 하역라인(410)을 포함하고, 하역라인(410)을 통해 하역되는 가압액화천연가스의 일부를 저장 용기(411)에 기화시켜서 공급하는데, 이를 위해 압력보충라인(420) 및 증발기(430)를 더 포함할 수 있다.

[340] 하역라인(410)은 저장 용기(411)로부터 소비지의 저장 탱크(6)에 연결되어 가압액화천연가스의 하역을 가능하도록 하며, 저장 용기(411)에 저장된 가압액화천연가스의 압력만으로 가압액화천연가스가 저장 탱크(6)에 하역되도록 할 수 있다. 이는 하역라인(410)을 저장 탱크(6)의 상부에서 하부까지 연장되도록 설치함으로써 저장 용기(411)에 저장된 가압액화천연가스의 압력만으로 가압액화천연가스를 저장 탱크(6)에 하역시킬 수 있게 하며, 또한 증발가스의 발생도 최소화시킬 수 있게 된다.

[341] 만약 하역시 발생하는 증발가스의 양을 보다 줄이기 위해 하역라인(411)을 저장 탱크(6)의 하부에 연결한다면 가압액화천연가스가 저장 탱크의 하부부터 적재되므로 증발가스의 벨생량이 보다 줄어들 수 있으나, 저장 용기(411)에 저장된 가압액화천연가스의 압력만으로 가압액화천연가스를 저장 탱크(6)로 안정적으로 하역시키기에는 압력이 부족해 질 수 있으므로 하역라인에 펌프를 추가 설치하여야 할 것이다.

[342] 압력보충라인(420)은 하역라인(410)으로부터 분기되어 저장 용기(411)에 연결되며, 증발기(430)가 설치된다. 또한, 압력보충라인(420)은 저장 용기(411)의 상부에 연결될 수 있으며, 이로 인해 압력보충라인(420)을 통해서 저장 용기(411)에 공급되는 천연가스가 저장 용기(411) 내의 가압액화천연가스와의 접촉에 의해 액화됨을 최소화함으로써 저장 용기(411)의 압력 감소를 낮추도록 한다.

[343] 증발기(430)는 압력보충라인(420)을 통해 공급되는 가압액화천연가스를 기화시켜서 저장 용기(411)에 공급되도록 한다. 따라서, 압력보충라인(420)을 통해서 증발기(430)에 의해 기화된 천연가스가 저장 용기(411)에 공급됨으로써 가압액화천연가스의 초기 하역시 감소되는 저장 용기(411) 내의 압력이

상승하게 되며, 이로 인해 저장 용기(411) 내의 압력은 액화천연가스의 거품점(Bubble point) 압력 이상으로 유지하게 된다.

[344] 본 발명에 따른 가압액화천연가스 저장 용기의 고압 유지 시스템(400)은 소비지의 저장탱크에서 발생하는 증발가스를 액화천연가스로 회수하도록 증발가스라인(440)과, 압축기(450)를 더 포함할 수 있다.

[345] 여기서, 증발가스라인(440)은 저장 탱크(6)로부터 발생하는 증발가스를 저장 용기(411)에 공급되도록 설치되는데, 저장 용기(411)의 하부에 연결됨으로써 온도 변화를 최소화하여 액화천연가스의 회수율을 높이도록 한다.

[346] 또한, 압축기(450)는 증발가스라인(440)에 설치되며, 증발가스라인(440)을 따라 공급되는 증발가스를 압축하여 저장 용기(411)에 저장되도록 한다. 따라서, 가압액화천연가스의 하역하는 동안 저장 탱크(6)에서 발생하는 증발가스를 증발가스라인(440)을 거쳐서 압축기(450)를 통해 가압한 뒤 저장 용기(411)의 하부로 주입하여 응축되도록 함으로써 가압액화천연가스의 운송 효율을 향상시킬 수 있다.

[347] 또한, 본 발명에 따른 가압액화천연가스 저장 용기의 고압 유지 시스템(400)에 의하면, 증발기(430)와 압축기(450)는 상호 보완이 가능함으로써 저장 탱크(6)에서 발생하는 증발가스의 양이 저장 용기(411)의 압력을 유지하기에 충분하지 않게 되면 증발기(430)의 부하는 증가하고, 증발가스가 충분하다면 증발기(430)의 부하는 감소하게 된다.

[348] 도 38은 본 발명의 제 13 실시예에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 열교환기 분리형 액화 설비를 도시한 구성도이다.

[349] 도 38에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 13 실시예에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 열교환기 분리형 액화 설비(610)는 천연가스가 스테인레스 스틸 재질로 이루어지는 액화용 열교환기(620)에 의해 냉매와 열교환됨으로써 액화되도록 하고, 알루미늄 재질로 이루어지는 냉매용 열교환기(631,632)에 의해 냉매를 냉각시켜서 액화용 열교환기(620)에 공급되도록 한다.

[350] 액화용 열교환기(620)는 액화라인(623)을 통해서 천연가스를 공급받아 냉매와의 열교환에 의해 액화되도록 하고, 이를 위해 액화라인(623)이 제 1 유로(621)에 연결됨과 아울러 냉매순환라인(638)이 제 2 유로(622)에 연결됨으로써 제 1 및 제 2 유로(621,622)를 각각 통과하는 천연가스와 냉매가 서로 열교환되도록 하며, 전부분이 스테인레스 스틸 재질로 이루어질 수 있으나, 이에 한하지 않고, 제 1 유로(621)와 같이 액화된 천연가스가 접촉되거나, 극저온에 견뎌야 할 필요를 가진 부품이나 부분에 대해서 부분적으로 스테인레스 스틸 재질로 이루어질 수 있다. 여기서, 액화라인(623)은 제 1 유로(621)의 후단에 개폐밸브(624)가 설치된다.

[351] 냉매용 열교환기(631,632)는 본 실시예에서처럼 다수, 예컨대 제 1 및 제 2 냉매용 열교환기(631,632)로 이루어질 수 있으며, 이에 한하지 않고, 단일로 이루어질 수 있는데, 전부분이 알루미늄 재질로 이루어지거나, 냉매의 접촉과

이로 인해 열전달이 필요한 부품이나 부분에 대해서 부분적으로 알루미늄 재질로 이루어질 수 있다. 또한, 냉매용 열교환기(631,632)는 냉매 냉각부(630)에 포함될 수 있다.

- [352] 냉매 냉각부(630)는 액화용 열교환기(620)에 냉매를 제 1 및 제 2 냉매용 열교환기(631,632)에 의해 냉각시켜서 공급하는데, 이를 위해 일례로, 액화용 열교환기(620)로부터 배출되는 냉매를 압축기(633) 및 후냉각기(after-cooler; 634)에 의해 압축 및 냉각시키며, 후냉각기(634)를 통과한 냉매를 분리기(635)에 의해 기상 냉매와 액상 냉매로 분리하여, 기상 냉매를 기상라인(638a)에 의해 제 1 냉매용 열교환기(631)의 제 1 유로(631a)와 제 2 냉매용 열교환기(632)의 제 1 유로(632a)로 공급하고, 액상 냉매를 액상라인(638b)에 의해 제 1 냉매용 열교환기(631)의 제 2 유로(631b)를 거쳐서 연결라인(638c)을 따라 제 1 J-T(Joule-Thomson) 밸브(636a)에 의해 저압으로 팽창시켜서 제 1 냉매용 열교환기(631)의 제 3 유로(631c)를 거쳐서 압축기(633)에 공급되어 압축 및 그 이후의 과정을 반복하도록 한다.
- [353] 또한, 냉매 냉각부(630)는 제 2 냉매용 열교환기(632)의 제 1 유로(632a)를 통과한 고압의 냉매를 제 2 J-T 밸브(636b)에 의해 저압으로 팽창시켜서 액화용 열교환기(620)에 공급되도록 함과 아울러, 냉매공급라인(637)을 통해서 제 3 J-T 밸브(636c)에 의해 저압으로 팽창시켜서 제 2 냉매용 열교환기(632)의 제 2 유로(632b)와 제 1 냉매용 열교환기(631)의 제 3 유로(631c)로 거쳐서 압축기(633)에 공급되도록 한다.
- [354] 후냉각기(634)는 압축기(633)에 의해 압축된 냉매의 압축열을 제거함과 아울러 냉매의 일부를 액화시킨다. 또한, 제 1 냉매용 열교환기(631)는 제 1 및 제 2 유로(631a,631b)를 통해서 공급되는 팽창전의 고온 냉매를 제 3 유로(631c)로 공급되는 팽창후의 저온 냉매와의 열교환에 의해 냉각시킨다. 그리고, 제 2 냉매용 열교환기(632)는 제 1 유로(632a)를 통해서 공급되는 팽창전의 고온 냉매를 제 2 유로(632b)로 공급되는 팽창후의 저온 냉매와의 열교환에 의해 냉각시킨다.
- [355] 또한, 액화용 열교환기(620)는 제 1 및 제 2 열교환기(631,632)와 제 2 J-T 밸브(636b)를 거쳐서 팽창된 저온 냉매가 공급됨으로써 천연가스를 냉각시켜서 액화시키게 된다.
- [356] 도 39는 본 발명의 제 14 실시예에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 열교환기 분리형 액화 설비를 도시한 구성도이다.
- [357] 도 39에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 14 실시예에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 열교환기 분리형 액화 설비(640)는 제 13 실시예에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 열교환기 분리형 액화 설비(610)와 마찬가지로, 천연가스를 공급받아 냉매와의 열교환에 의해 액화되도록 함과 아울러 스테인레스 스틸 재질로 이루어지는 액화용 열교환기(650)와, 액화용 열교환기(650)에 냉매를 알루미늄 재질로 이루어지는 냉매용 열교환기(661)에

의해 냉각시켜서 공급하는 냉매 냉각부(660)를 포함하는데, 제 13 실시예에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 열교환기 분리형 액화 설비(610)와 동일한 구성이나 부분에 대해서는 설명을 생략하고, 차이점에 대해서 설명하기로 하겠다.

[358] 냉매 냉각부(660)는 액화용 열교환기(650)로부터 배출되는 냉매를 압축기(663) 및 후냉각기(664)에 의해 압축 및 냉각시켜서 냉매용 열교환기(661)의 제 1 유로(661a)에 공급하고, 냉매용 열교환기(661)의 제 1 유로(661a)를 통과한 냉매를 팽창기(665)에 의해 팽창시켜서 유량배분밸브(666)의 조작에 따라 액상용 열교환기(650)에 공급하거나, 냉매용 열교환기(661)의 제 2 유로(661b)를 거쳐서 압축기(663)로 공급한다. 여기서, 유량배분밸브(666)는 본 실시예에서처럼 3방향 밸브로 이루어질 수 있으며, 이와 달리 다수의 양방향 밸브로 이루어질 수 있다.

[359] 냉매용 열교환기(661)는 제 1 유로(661a)를 통해서 공급되는 팽창전의 고온 냉매가 제 2 유로(661b)를 통해서 공급되는 팽창후의 저온 냉매와의 열교환에 의해 냉각되도록 한다. 또한, 유량배분밸브(666)의 조작에 따라 저온의 냉매를 냉매용 열교환기(661)와 액화용 열교환기(650)에 분배하게 되는데, 액화용 열교환기(650)는 냉매용 열교환기(661)와 팽창기(665)를 거친 저온 냉매에 의해 천연가스를 냉각시켜서 액화시키도록 한다.

[360] 도 40 및 도 41은 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 용기 운반선을 도시한 정단면도 및 측단면도이다.

[361] 도 40 및 도 41에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 용기 운반선(700)은 액화천연가스가 저장된 저장 용기를 운반하기 위한 선박으로서, 선체(710)에 마련되는 화물창(720)의 상부에 폭방향과 길이방향으로 다수로 설치됨으로써 화물창(720)의 상부를 다수의 개구(721)로 구획하는 제 1 및 제 2 상부지지대(730,740)를 포함하고, 개구(721)마다 삽입되는 저장 용기(791)를 제 1 및 제 2 상부지지대(730,740)에 의해 지지되도록 한다.

[362] 한편, 저장 용기(791)는 일반적인 액화천연가스는 물론, 일정 압력으로 가압된 액화천연가스, 예를 들면, 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~ -95°C의 온도를 가지는 가압액화천연가스가 저장될 수 있고, 이를 위해 이중 구조 또는 단열부재 등이 설치될 수 있으며, 튜브 형태 또는 실린더 형태로 이루어질 수 있고, 그 밖의 다양한 형태를 가질 수 있다.

[363] 화물창(720)은 선체(710)에 상부가 개방되도록 마련될 수 있는데, 이 경우 선체(710)는 컨테이너선의 선체가 활용될 수 있다. 따라서, 액화천연가스 저장 용기 운반선(700)의 제작에 소요되는 시간을 비용을 줄일 수 있도록 한다.

[364] 도 42에 도시된 바와 같이, 제 1 및 제 2 상부지지대(730,740)는 화물창(720)의 상부에 폭방향과 길이방향으로 다수로 설치됨으로써 화물창(720)의 상부를 다수의 개구(721)로 구획하며, 개구(721)마다 저장 용기(791)가 수직되게 삽입되어 지지되도록 한다. 즉, 제 1 상부지지대(730)는 화물창(720)의 상부에

선체(710)의 폭방향으로 설치되되, 선체(710)의 길이방향을 따라 간격을 두고서 다수로 설치된다. 또한, 제 2 상부지지대(740)는 화물창(720) 상부에 선체(710)의 길이방향을 따라 설치되되, 선체(710)의 폭방향을 따라 간격을 두고서 다수로 설치된다. 따라서, 제 1 및 제 2 상부지지대(730,740)는 화물창(720)의 상부에 가로방향과 세로방향으로 다수의 개구(721)가 형성되도록 하며, 화물창(720)의 상단에 용접에 의해 고정되거나, 볼트 등의 체결부재로 고정될 수 있다.

[365] 또한, 제 1 및 제 2 상부지지대(730,740)와 화물창(720)의 내측면 중 일부 또는 전부에 저장 용기(791)의 측부를 지지하기 위한 지지블록(760)이 다수로 설치될 수 있다. 지지블록(760)은 저장 용기(791)의 전후 및 좌우를 각각 지지하도록 마련될 수 있고, 저장 용기(791)를 안정적으로 지지하도록 저장 용기(791)의 외측면 곡률과 상응하는 곡률을 가지는 지지면(761)이 형성될 수 있다.

[366] 하부지지대(750)는 화물창(720)의 하부에 설치되며, 개구(721)로 삽입된 저장 용기(791)의 하부를 지지하는데, 화물창(720)의 바닥면에 상방을 향하여 수직되게 다수로 설치되고, 각각의 사이에 간격 유지를 위한 보강부재(751)가 더 설치될 수 있다. 한편, 하부지지대(750) 및 보강부재(751)는 저장 용기(791)마다 한 조로 이루어질 수 있으며, 화물창(720)의 바닥면에 세로방향과 가로방향으로 다수로 설치됨으로써 다수의 저장 용기(791) 하부를 지지하도록 할 수 있다.

[367] 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 용기 운반선(700)은 저장 용기(791)의 지지를 위하여 컨테이너선의 경우 스탠천(Stanchion), 래싱 브리지(lashing bridge) 등을 그대로 이용할 수 있고, 이 때 제 1 및 제 2 상부지지대(730, 740)를 스탠천 및 래싱 브리지에 고정 지지시켜 사용할 수도 있다.

[368] 이로 인해 종래의 컨테이너선을 적은 변경으로만으로도 저장 용기(791)의 운반을 가능하도록 개조할 수 있으며, 저장 용기(791)와 함께 컨테이너박스(792)를 운송하도록 데크(711) 상에 컨테이너적재부(770)를 추가로 마련할 수도 있을 것이다.

[369] 도 43은 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 이산화탄소 제거설비를 도시한 구성도이다.

[370] 도 43에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 이산화탄소 제거설비(810)는 고압 천연가스를 저압으로 감압시키는 팽창 밸브(812)와, 팽창 밸브(812)의 후단에 설치됨과 아울러 액화된 천연가스의 내부에 존재하는 열어서 고형화된 이산화탄소를 필터링하는 고형화 이산화탄소 필터(813)와, 팽창 밸브(812) 및 고형화 이산화탄소 필터(813)의 고형화된 이산화탄소를 기화시키는 가열부(816)를 포함하고, 고형화 이산화탄소 필터(813)에 의해 액화된 천연가스로부터 고형화된 이산화탄소를 필터링하고, 팽창 밸브(812)와 고형화 이산화탄소 필터(813)에 천연가스의 공급을 중단한 상태에서 가열부(816)로부터 열을 공급하여 고형화된 이산화탄소를 재생하여 제거시킬 수 있다.

[371] 팽창 밸브(812)는 고압 천연가스가 공급되는 공급라인(811)에 설치되며,

공급라인(811)을 통해서 공급되는 고압 천연가스를 저압으로 감압시켜 액화시킨다.

- [372] 고형화 이산화탄소 필터(813)는 공급라인(811)에서 팽창 밸브(812)의 후단에 설치되며, 팽창 밸브(812)로부터 공급되는 액화천연가스로부터 열어서 고형화된 이산화탄소를 필터링하게 되며, 이를 위해 이산화탄소 고형물을 필터링하기 위한 필터부재가 내측에 설치된다.
- [373] 또한, 팽창 밸브(812)와 고형화 이산화탄소 필터(813)는 제 1 및 제 2 개폐 밸브(814,815)에 의해 고압 천연가스의 공급과 저압 액화천연가스의 배출이 개폐되는데, 이를 위해 제 1 및 제 2 개폐 밸브(814,815)는 공급라인(811)에서 팽창 밸브(812)의 전단과 고형화 이산화탄소 필터(813)의 후단에 각각 설치되어 천연가스의 흐름을 각각 개폐시키킨다. 여기서, 제 1 개폐 밸브(814)는 팽창 밸브(812)로의 고압 천연가스 공급을 개폐시키며, 제 2 개폐 밸브(815)는 고형화 이산화탄소 필터(813)로부터 배출되는 저압 액화천연가스의 배출을 개폐시킨다.
- [374] 가열부(816)는 팽창 밸브(812)와 고형화 이산화탄소 필터(813)의 고형화된 이산화탄소를 기화시키도록 열을 제공하는데, 일례로 팽창 밸브(812) 및 고형화 이산화탄소 필터(813)와의 열교환을 위한 열매가 순환 공급되는 열매라인(816a)에 설치되는 재생 열교환기(816b)와, 열매라인(816a)에서 재생 열교환기(816b)의 전단과 후단에 각각 설치되는 제 4 및 제 5 개폐 밸브(816c,816d)를 포함한다.
- [375] 가열부(816)에 의해 재생된 이산화탄소를 외부로 배출시키도록 이산화탄소가 배출되는 배출라인(817a)에 제 3 개폐 밸브(817)가 설치된다.
- [376] 제 3 개폐 밸브(817)는 제 1 개폐 밸브(814)와 팽창 밸브(812) 사이의 공급라인(811)으로부터 분기되는 배출라인(817a)에 가열부(816)에 의해 재생된 이산화탄소의 배출을 개폐시키도록 설치된다.
- [377] 또한, 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 이산화탄소 제거설비(810)는 다수로 이루어져서 일부가 이산화탄소의 필터링을 수행하는 동안 다른 일부가 이산화탄소의 재생을 수행하도록 제 1 내지 제 3 개폐 밸브(814,815,817)와 가열부(816)가 제어될 수 있으며, 본 실시예에서는 2개로 이루어져서 각각이 이산화탄소의 필터링과 재생을 교번하여 수행하게 되며, 이를 위한 동작을 첨부된 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- [378] 도 44에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 이산화탄소 제거설비(810)는 어느 하나를 기준으로 설명하면, 먼저 제 1 및 제 2 개폐 밸브(814,815)의 개방에 의해 공급라인(811)을 통해서 팽창 밸브(812) 측으로 고압 천연가스를 공급하여 저압 팽창시키면, 천연가스는 냉각되어 저압의 액화천연가스가 고형화 이산화탄소 필터(813)에 공급되며, 냉각에 의해 액화천연가스에 포함되는 고형화된 이산화탄소는 이산화탄소 필터(813)에 의해 필터링 된다. 고형화 이산화탄소 필터(813)에 고형화된 이산화탄소가 지속적으로 쌓이게 되면, 제 1 및 제 2 개폐 밸브(814,815)를 폐쇄시킴으로써

공급라인(811)을 통한 고압 천연가스의 공급을 중단시킨 다음, 제 4 및 제 5 개폐 밸브(816c,816d)의 개방에 의해 재생 열교환기(816b)에 열매를 순환 공급시킴으로써 팽창 밸브(812) 및 고형화 이산화탄소 필터(813)에 열을 공급하여 고형화된 이산화탄소를 기화시킴으로써 재생시킨다.

[379] 재생된 이산화탄소는 제 3 개폐 밸브(817)의 개방에 의해 배출라인(817a)을 따라 외부로 배출됨으로써 제거된다.

[380] 또한, 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 이산화탄소 제거설비(810)이 다수, 예컨대 2개로 이루어지는 경우 어느 하나(I)가 천연가스로부터 고형화된 이산화탄소 필터링이 수행되도록 제 1 내지 제 5 개폐 밸브(814,815,817,816c,816d)가 제어되며, 다른 하나(II)는 이와는 상반되는 동작을 함으로써 고형화된 이산화탄소의 기화를 통한 재생이 수행되도록 한다.

[381] 이와 같이, 본 발명에 따른 가압액화천연가스 생산 시스템의 이산화탄소 제거설비(810)은 이산화탄소 제거 방식 중에서 이산화탄소를 얼려서 고형화하여 분리하는 저온 방식을 적용하고 있으며, 이로 인해 천연가스 액화과정과 결합하는 것이 가능하도록 한다. 이 경우 전처리 이산화탄소의 제거 과정이 필요없게 되므로 그에 따른 설비 감소가 발생된다. 또한, 고압으로 급송되는 천연가스를 액화하고 팽창 밸브(812)에 의해 저압으로 팽창 및 감압 시 이산화탄소가 고형화되는 경우, 고형화된 이산화탄소를 기계적인 필터인 고형화 이산화탄소 필터(813)로 필터링하고, 고형화된 이산화탄소가 고형화 이산화탄소 필터(813)에 지속적으로 쌓이게 되는 경우 다수의 고형화 이산화탄소 필터(813)를 번갈아 사용하면서 동시에 이산화탄소의 재생을 가능하도록 할 수 있다.

[382] 도 45는 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 용기의 연결구조를 도시한 단면도이다.

[383] 도 45에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 용기의 연결구조(820)는 이중 구조를 갖는 액화천연가스 저장 용기(830)의 내부 셸(831)과 외부 주입부(840)를 연결하는 구조로서, 내부 셸(831)과 외부 주입부(840)가 슬라이딩 결합되는데, 이를 위해 슬라이딩 결합부(821)를 포함할 수 있다.

[384] 슬라이딩 결합부(821)는 내부 셸(831)과 외부 주입부(840)의 연결부분에 마련되며, 내부 셸(831) 또는 외부 셸(832)의 열수축 또는 열팽창을 완충시키도록 열수축 또는 열팽창에 의해 변위가 발생하는 방향을 따라 내부 셸(831)과 외부 주입부(840)의 연결부분이 서로 슬라이딩 가능하도록 마련될 수 있다.

[385] 한편, 저장 용기(830)는 일례로 내부 셸(831)의 내측에 액화천연가스가 저장되고, 내부 셸(831)의 외측을 외부 셸(832)이 감싸며, 내부 셸(831)과 외부 셸(832) 사이의 공간에 온도 영향을 감소시키는 단열층부(833)가 설치될 수 있다.

[386] 여기서, 내부 셸(831)은 일반적인 액화천연가스의 저온에 견디는 금속, 예를 들면, 알루미늄, 스테인레스 스틸, 5~9% 니켈강 등과 같은 저온 특성이 우수한

금속으로 이루어질 수 있다.

- [387] 저장 용기(830)는 이전의 실시예들과 마찬가지로 외부 셸(832)이 내부 압력을 견디기 위한 강 소재로 이루어질 수 있으며, 내부 셸(831)의 내부와 단열층부(833)가 위치하는 공간에 동일한 압력이 가해지기 위한 구조를 가질 수 있으며, 일례로 내부 셸과 단열층부를 연결하는 연결유로에 의해 내부 셸의 내부와 단열층부의 압력이 동일하거나 근사해질 수 있게 된다.
- [388] 이로 인해 내부 셸 내측에 있는 가압액화천연가스의 압력은 외부 셸이 지탱하게 되어, 내부 셸이 -120 ~ -95°C의 온도를 견디도록 제작되어도, 내부 셸과 외부 셸에 의해 상기한 압력(13 ~ 25bar)과 온도 조건, 일례로 17bar의 압력과 -115°C의 온도를 가지는 가압액화천연가스의 저장이 가능하다.
- [389] 또한, 외부 셸과 단열층부가 조립된 상태에서 상기한 압력과 온도 조건을 만족하도록 저장 용기(830)를 설계할 수도 있다.
- [390] 슬라이딩 결합부(821)는 내부 셸(831)에 액화천연가스의 주입 및 배출을 위해 형성되는 주입구(831a)로부터 외측으로 연장되는 연결부(822)와 외부 주입부(840)로부터 돌출되는 결합부(823)가 끼움 방식에 의해 서로 슬라이딩 결합됨으로써 이루어질 수 있다.
- [391] 도 46에 도시된 바와 같이, 연결부(822)와 결합부(823)는 원형관으로 이루어짐으로써 어느 하나가 다른 하나에 삽입되어 슬라이딩 가능하게 결합될 수 있으며, 이에 한하지 않고, 사각형이나 다양한 형태의 단면 형상을 서로 상응하게 형성함으로써 슬라이딩 결합될 수 있다.
- [392] 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 용기의 연결구조(820)는 외부 셸(832)로부터 슬라이딩 결합부(821)를 감싸도록 연장 형성되는 연장부(824)를 더 포함할 수 있다. 따라서, 연장부(824)에 의해 슬라이딩 결합부(821)가 외부로 노출됨으로써 외부 환경에 의해 영향을 받는 것을 방지할 수 있다. 또한, 연장부(824)는 끝단에 플랜지가 형성됨으로써 외부 주입부(840)에 플랜지 결합될 수 있으며, 이로 인해 저장 용기(830)가 외부 주입부(840)에 안정적으로 결합되도록 할 수 있다.
- [393] 한편, 외부 주입부(840)에 마련된 결합부(823)는 본 실시예에서처럼 외부 주입부(840)에 일체를 이루도록 형성될 수 있고, 이와 달리, 외부 주입부(840)와는 별개의 부재로 이루어져서 연장부(824)에 고정될 수 있으며, 이때 외부 주입부(840)에 플랜지 결합이나 다양한 방식에 의해 결합될 수 있다.
- [394] 도 47에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 액화천연가스 저장 용기의 연결구조(820)는 열수축 또는 열팽창에 의해 내부 셸(831)과 외부 주입부(840) 사이의 연결부분에 하중이 집중되더라도 연결부(822)와 결합부(823)가 서로 슬라이딩 운동할 수 있게 됨으로써 열수축 또는 열팽창을 완충시켜서 내부 셸(831)과 외부 주입부(840)에 하중이 집중되는 것을 방지하며, 이로 인해 열수축 또는 열팽창에 따른 손상을 방지한다.
- [395] 또한, 슬라이딩 결합부(821)의 틈(공차)을 통해 저장 용기(830) 내의 천연가스가

단열충부(833)로 이동할 수 있으므로 단열충부(833)의 압력과 내부 셀(831)의 압력이 동일하거나, 근사해질 수 있고, 이는 도 23 내지 도 25에 도시된 바와 같은 단열 충부와 내부 셀의 등가 압력 유지를 위한 이퀄라이징라인을 대체할 수 있는 효과도 가질 수 있다.

- [396] 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않고 본 발명의 기술적 요지를 벗어나지 아니하는 범위 내에서 다양하게 수정 또는 변형되어 실시될 수 있음은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어서 자명한 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 액화천연가스를 생산하는 방법에 있어서,
천연가스전으로부터 천연가스를 공급받아 산성가스를 제거하는
과정 없이 탈수하는 탈수단계; 및
상기 탈수단계를 마친 천연가스를 NGL(Natural Gas Liquid)을
분별하는 과정 없이 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~ -95℃의 온도로
액화하여 가압액화천연가스를 생산하는 액화단계
를 포함하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 방법.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 탈수단계를 마친 천연가스에서 이산화탄소가 10%이하로
존재하는 경우 액화 과정에서 이산화탄소를 동결시킨 후 제거하는
이산화탄소 제거단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는
가압액화천연가스 생산 방법.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서, 상기 액화단계를 마친 가압액화천연가스를
이중 구조의 저장 용기에 저장하는 저장단계를 더 포함하는 것을
특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 방법.
- [청구항 4] 액화천연가스를 생산하는 시스템에 있어서,
천연가스전으로부터 천연가스를 공급받아 탈수하는 탈수설비; 및
상기 탈수설비를 거친 천연가스를 13 ~ 25bar의 압력과 -120 ~
-95℃의 온도로 액화하여 가압액화천연가스를 생산하는 액화설비
를 포함하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.
- [청구항 5] 청구항 4에 있어서,
상기 탈수설비를 거친 천연가스에서 이산화탄소가 10%이하로
존재하는 경우 액화 과정에서 이산화탄소를 동결시킨 후 제거하는
이산화탄소 제거설비를 더 포함하는 것을 특징으로 하는
가압액화천연가스 생산 시스템.
- [청구항 6] 청구항 4에 있어서, 상기 액화설비에 의해 생산된
가압액화천연가스를 이중구조의 저장용기에 저장하는
저장설비를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스
생산 시스템.
- [청구항 7] 청구항 6에 있어서, 상기 저장용기의 이중구조 내부의 압력은 상기
저장용기 내부의 압력과 평형을 이루도록 상기 저장용기의
이중구조와 상기 저장용기의 내부간에는 연결유로를 갖는 것을
특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.
- [청구항 8] 청구항 5에 있어서, 상기 이산화탄소 제거설비는
상기 가압된 천연가스가 공급되는 공급라인에 설치되며, 상기
가압된 천연가스를 저압으로 감압시키는 팽창 밸브;

상기 팽창 밸브의 후단에 설치되며, 상기 팽창 밸브를 통과하여 액화된 천연가스의 내부에 존재하는 얼어서 고형화된 이산화탄소를 필터링하는 고형화 이산화탄소 필터;
 상기 팽창 밸브의 전단과 상기 고형화 이산화탄소 필터의 후단에 각각 설치되어 상기 고압 천연가스 및 상기 액화된 천연가스의 흐름을 각각 개폐시키는 제 1 및 제 2 개폐 밸브;
 상기 팽창 밸브와 상기 고형화 이산화탄소 필터의 고형화된 이산화탄소를 기화시키도록 열을 제공하는 가열부; 및
 상기 제 1 개폐 밸브와 상기 팽창 밸브 사이의 상기 공급라인으로부터 분기되는 배출라인에 상기 가열부에 의해 재생된 이산화탄소의 배출을 개폐시키도록 설치되는 제 3 개폐 밸브를 포함하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.

[청구항 9]

청구항 8에 있어서, 상기 가열부는
 상기 팽창 밸브 및 상기 고형화 이산화탄소 필터와의 열교환을 위한 열매가 순환 공급되는 재생 열교환기; 및
 상기 재생 열교환기의 전단과 후단에 각각 설치되는 제 4 및 제 5 개폐 밸브를 포함하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.

[청구항 10]

청구항 8에 있어서, 상기 이산화탄소 제거설비는 다수로 이루어져서 일부가 이산화탄소의 필터링을 수행하는 동안 다른 일부가 이산화탄소의 재생을 수행하도록, 상기 제 1 내지 제 3 개폐 밸브와 상기 가열부가 제어되는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.

[청구항 11]

청구항 4에 있어서, 상기 액화설비는
 상기 탈수설비를 거친 천연가스를 공급받아 냉매와의 열교환에 의해 액화되도록 하는 액화용 열교환기; 및
 상기 액화용 열교환기에 냉매를 냉매용 열교환기에 의해 냉각시켜서 공급하는 냉매 냉각부;를 포함하고,
 상기 액화용 열교환기와 상기 냉매용 열교환기가 서로 분리되어 있는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.

[청구항 12]

청구항 11에 있어서,
 상기 액화용 열교환기는 스테인레스 스틸 재질로 이루어지며,
 상기 냉매용 열교환기는 알루미늄 재질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.

[청구항 13]

청구항 11에 있어서, 상기 냉매 냉각부는
 상기 냉매용 열교환기가 제 1 및 제 2 냉매용 열교환기로 이루어지고,

상기 액화용 열교환기로부터 배출되는 냉매를 압축기 및 후냉각기에 의해 압축 및 냉각시키며,
 상기 후냉각기를 통과한 냉매를 분리기에 의해 기상 냉매와 액상 냉매로 분리하여, 상기 기상 냉매를 상기 제 1 냉매용 열교환기의 제 1 유로와 상기 제 2 냉매용 열교환기의 제 1 유로로 공급하고, 상기 액상 냉매를 상기 제 1 냉매용 열교환기의 제 2 유로를 거쳐서 제 1 J-T 밸브에 의해 저압으로 팽창시켜서 상기 제 1 냉매용 열교환기의 제 3 유로를 거쳐서 상기 압축기에 공급되도록 하며, 상기 제 2 냉매용 열교환기의 제 1 유로를 통과한 냉매를 제 2 J-T 밸브에 의해 저압으로 팽창시켜서 상기 액화용 열교환기에 공급되도록 함과 아울러, 제 3 J-T 밸브에 의해 저압으로 팽창시켜서 제 2 냉매용 열교환기의 제 2 유로와 상기 제 1 냉매용 열교환기의 제 3 유로로 거쳐서 상기 압축기에 공급되도록 하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.

[청구항 14]

청구항 11에 있어서, 상기 냉매 냉각부는
 상기 액화용 열교환기로부터 배출되는 냉매를 압축기 및 후냉각기에 의해 압축 및 냉각시켜서 상기 냉매용 열교환기의 제 1 유로에 공급하고,
 상기 냉매용 열교환기의 제 1 유로를 통과한 냉매를 팽창기에 의해 팽창시켜서 유량배분밸브의 조작에 따라 상기 액상용 열교환기에 공급하거나, 상기 냉매용 열교환기의 제 2 유로를 거쳐서 상기 압축기로 공급하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.

[청구항 15]

청구항 4에 있어서, 상기 액화설비는
 상기 탈수설비를 거친 천연가스와의 열교환을 위한 냉매를 공급하는 냉매공급부;
 상기 탈수설비를 거친 천연가스의 공급라인으로부터 다수로 분기되는 제 1 분기라인에 각각 설치되며, 상기 공급라인으로부터 공급되는 천연가스를 상기 냉매공급부로부터 공급되는 냉매와의 열교환에 의해 냉각시키는 다수의 열교환기; 및
 상기 열교환기 각각에 응결된 이산화탄소를 제거하기 위해 재생유체를 선택적으로 공급하는 재생부를 포함하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.

[청구항 16]

청구항 15에 있어서, 상기 열교환기는
 전체 용량이 액화천연가스 생산량을 초과하도록 함으로써 액화천연가스의 생산시 하나 또는 다수가 대기 상태를 유지하도록 하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.

[청구항 17]

청구항 15에 있어서, 상기 재생부는

상기 재생유체를 공급하는 재생유체공급부;
 상기 재생유체공급부로부터 상기 제 1 분기라인 각각에서 상기 열교환기의 전단과 후단에 각각 연결되는 재생유체라인;
 상기 제 1 분기라인 각각에서 상기 재생유체라인이 연결되는 부위의 전단과 후단에 각각 설치되는 제 1 밸브; 및
 상기 재생유체라인에서 상기 열교환기 각각의 전단과 후단에 설치되는 제 2 밸브를 포함하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.

[청구항 18]

청구항 17에 있어서, 상기 열교환기 각각에 대한 이산화탄소의 동결을 확인하도록 설치되는 감지부; 및
 상기 감지부 각각으로부터 출력되는 감지신호를 수신받으며, 상기 제 1 및 제 2 밸브와 상기 재생유체공급부를 제어하는 제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.

[청구항 19]

청구항 18에 있어서, 상기 감지부는
 상기 제 1 분기라인 각각에서 상기 열교환기의 후단에 설치되어 통과하는 액화천연가스의 유량을 측정하는 유량계 또는 상기 제 1 분기라인 각각에 설치되어 상기 열교환기의 전·후단의 가스에 함유되어 있는 이산화탄소의 함유량을 측정하는 이산화탄소측정기로 이루어지는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.

[청구항 20]

청구항 18에 있어서, 상기 냉매공급부로부터 상기 열교환기에 냉매를 공급하는 냉매라인에서 상기 열교환기 각각의 전단과 후단에 설치되며, 상기 제어부에 의해 각각 제어되는 제 3 밸브를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가압액화천연가스 생산 시스템.