

명세서

발명의 명칭: LNG 추진 선박용 증발가스 압축기

기술분야

- [1] 본 발명은 LNG를 추진엔진의 연료로 사용하는 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 압축기 하우징과 모터 하우징이 일체로 이루어진 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기에 관한 것이다.

배경기술

- [2] LNG를 운반하는 LNG 운반 선박에서는 전통적으로 LNG를 연료로 사용하였다. 그러나 최근에는, LNG 운반 선박 이외에도, 오일에 비해 상대적으로 값이 싸고 환경오염 방지 측면에서 배기가스 규제 등을 충족시키기에 유리한 LNG를 주 연료로 사용하는 LNG 추진 선박이 많이 건조되고 있다.
- [3] LNG 추진 선박에서 연료로서 사용하기 위해 선박 내에 적재하는 LNG의 양은, LNG 자체를 운반하는 LNG 운반 선박에 비해 1/50 ~ 1/10 정도이며, LNG 저장탱크로부터 발생하는 증발가스(Boil-Off Gas; BOG)의 양도 이 저장탱크의 용량에 비례하여 LNG 운반선에 비해 상당히 적다.
- [4] 하지만, 발생하는 BOG의 양이 상대적으로 적은 LNG 추진 선박의 경우에도, LNG 운반 선박과 마찬가지로, 증발가스를 효율적으로 처리하지 않으면 저장탱크의 압력이 올라가서 매우 위험한 상태에 도달하게 된다. 또한 LNG 추진 선박에서는 LNG 자체를 운반하는 것이 주 목적이 아니라 단지 LNG를 연료로 사용하는 것이고, 선원들도 LNG를 전문으로 취급하는 전문가들이 아니므로, LNG 관련 시스템과 장비는 단순화 되어야 한다.
- [5] LNG를 주 엔진(예컨대, 추진 엔진)의 연료로 사용하는 선박에서는 LNG 저장탱크에서 발생하는 BOG의 양이 주 엔진에서 소요되는 양보다 매우 적고, 또한 연료 가압에 소요되는 동력을 줄이기 위해 LNG 펌프와 LNG 기화기로 된 연료공급 장치를 주로 사용한다. 그리하여 LNG 저장탱크로부터 BOG를 뽑아내지 않는 한 저장탱크의 내부 압력은 계속 올라갈 수밖에 없다.
- [6] 저장탱크의 내부 압력을 관리하기 위한 방법으로서, 높은 압력에서 견디는 LNG 저장탱크를 준비하여 이 탱크의 자연압으로 발전기 등의 보조엔진에 연료를 보내 탱크 내 압력이 일정수준 이상으로 올라가지 않게 하는 방법이 있다. 그러나 이 방법으로는 LNG 저장탱크의 압력을 유지하는데 어려움이 있고, 값이 비싼 높은 압력의 LNG 저장탱크를 준비하여야 하는 경제적인 부담이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 이러한 문제를 해결하기 위해, LNG 추진 선박에 BOG 압축기를 추가로 설치하는 방법이 활용될 수 있다. 여기서 사용되는 BOG 압축기는, 용량은

작지만, 극저온과 낮은 유량에 따른 여러 기술적인 문제를 안고 있다.

일반적으로 유량이 적은 압축기에서는 원심형 압축기의 구현이 어렵다. 이는 적은 유량과 이에 따른 작은 임펠러 치수로 고속운전이 이루어져야 하기 때문이다. 이러한 이유 등으로 LNG 추진 선박의 BOG 압축기로서는 스크류형 압축기나 왕복형 압축기를 사용하는 경향이 있다.

- [8] 스크류형 압축기는, 다량의 윤활유를 사용하는 특성으로 인하여, LNG 제품 품질을 위해 압축기 출구에 복잡한 윤활유 제거 장치를 설치하여야 한다. 또한 스크류형 압축기는, 낮은 온도의 BOG를 바로 처리할 수 없기에, 스크류형 압축기의 입구에 압축기 보호용 히터를 설치하여야 한다. 이와 같이 스크류형 압축기를 사용하기 위해서는, 압축기 이외에도 각종 장비가 추가되어 시스템 신뢰도를 낮출 뿐 아니라, 상대적으로 높은 온도에서 작동하기에 압축기 효율도 떨어지게 된다.
- [9] 왕복형 압축기의 경우에도 윤활유 시스템이 별도로 설치되어야 한다. 또한 왕복형 압축기는 회전속도(RPM)가 낮아 원심형 압축기에 비해 크기가 매우 크고 무거운 단점도 있다.
- [10] 이러한 이유로, 스크류형 압축기나 왕복형 압축기에 비해, 원심형 압축기는 부피나 신뢰성 측면에서 우수하나, LNG 추진 선박에 적용하기에는 저유량 문제로 기술적 구현이 매우 어렵다. BOG 처리량이 큰 기존의 LNG 운반 선박에서는 고유량 원심형 BOG 압축기가 사용되었다. 이 경우, 일정한 압축비를 얻기 위해서는, 20,000 RPM 이상의 압축기 임펠러의 회전속도가 요구되는데, 최대속도가 일반적으로 3,600 RPM 정도인 전기모터의 특성상 증속 기어박스를 채택하여야 한다.
- [11] 상대적으로 용량이 적은 LNG 추진 선박용 BOG 압축기에서는 증속기어와 이에 따른 윤활유 시스템이 전체 장비의 단순화와 가격측면에서 매우 불리하게 작용한다. 원심형 압축기에서 유량이 적은 경우는 더 높은 회전수가 요구되어 기술적으로 대용량 원심형 압축기보다 기술적으로 더 어려운 문제가 있었다.
- [12] 또한, 기존의 원심형, 스크류형, 왕복형 압축기 모두 구동부인 전기 모터와 압축기 임펠러, 스크류, 실린더가 별도의 부분으로 이루어지며, 이들을 연결하는 연결 부위에서 가연성 가스 유출을 피할 수 없다. 이를 해결하기 위해 여러 단계의 가스 밀봉장치가 사용되어야 한다. 이 밀봉장치는 그 자체가 고가이며 질소 등 비활성 가스를 계속 주입해 주어야 하고, 또 이 밀봉장치에서 누출되는 소량의 가스를 외부로 배출하는 별도 시스템을 만들어 주어야 한다. 그럼에도 불구하고 가연성 가스 누출을 근본적으로 막을 수 없는 안전상의 문제가 있다. 전기 모터의 경우에도 가스가 유출될 수 있는 지역에 설치되므로 방폭형 전기 모터를 사용해야 하며 이로 인하여 비용이 상당히 증가하게 된다.
- [13] 이러한 기술적, 가격적 문제로 LNG 추진 선박에서는 현재까지 완전하지 못한 BOG 압축기를 사용해야만 하는 실정이었다.
- [14] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, LNG를

추진엔진의 연료로 사용하는 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기에 있어서 압축기 하우징과 모터 하우징을 일체로 형성함으로써, 가연성 가스, 즉 증발가스의 유출 및 외부공기의 유입을 근본적으로 방지할 수 있는 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기를 제공하고자 하는 것이다.

[15] 또한, 본 발명은, LNG 추진 선박용 증발가스 압축기로서, 증발가스를 입구 히터로 가열할 필요 없이 극저온 상태에서 압축시킬 수 있는 원심형 압축 방식을 채택함으로써 압축 효율을 향상시킬 수 있는 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기를 제공하고자 하는 것이다.

[16] 또한, 본 발명은, LNG 추진 선박용 증발가스 압축기로서, 압축된 증발가스의 품질에 영향을 미치는 윤활유 누출을 방지하기 위해 무급유형 베어링을 사용하고, 고 주파수 인버터에 의해 모터 회전수를 높임으로써 증속기어 없이도 요구되는 임펠러 회전수를 얻을 수 있는 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기를 제공하고자 하는 것이다.

과제 해결 수단

[17] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, LNG를 추진엔진의 연료로 사용하는 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기로서, 내부에 임펠러가 회전 가능하게 설치되는 압축기 하우징과; 상기 임펠러를 구동시키기 위한 모터가 내부에 설치되는 모터 하우징과; 상기 모터의 회전 구동력을 상기 임펠러에 전달하기 위한 회전축을 회전 가능하게 지지하는 베어링; 을 포함하며, 상기 압축기 하우징 및 상기 모터 하우징은 일체로 이루어지는, LNG 추진 선박용 증발가스 압축기가 제공된다.

[18] 상기 모터는 고속 주파수 인버터에 의해 구동되고, 상기 임펠러는 별도의 증속기어 없이 상기 모터에 직접 연결될 수 있다.

[19] 상기 베어링은 윤활유를 사용하지 않는 무윤활유 방식의 베어링일 수 있다.

[20] 상기 임펠러 및 상기 압축기 하우징은, 상기 모터 하우징을 중심으로 양쪽에 각각 하나씩 설치될 수 있다.

[21] 상기 임펠러는 상기 모터 하우징의 일측에 배치된 제1 임펠러와 상기 모터 하우징의 타측에 배치된 제2 임펠러를 포함하며, 상기 제1 임펠러를 통과하면서 가압된 증발가스는 중간 냉각기에서 냉각된 후 상기 제2 임펠러에 공급되어 추가로 가압될 수 있다.

[22] 상기 회전축은 상기 모터 하우징과 상기 압축기 하우징 사이의 격벽을 관통하여 상기 압축기 하우징의 내부로 연장되며, 상기 압축기 하우징의 내부와 상기 모터 하우징의 내부는 상기 회전축과 상기 격벽 사이의 간극을 통해 서로 연통 가능하여, 증발가스는 상기 압축기 하우징의 내부로부터 상기 모터 하우징의 내부로 유동할 수 있다.

[23] 상기 모터 하우징과 상기 압축기 하우징 사이의 격벽에는 단열부재가 설치될 수 있다. 또, 상기 회전축이 상기 격벽 및 상기 단열부재를 관통하는 부분에는,

기밀 기능과 가열 기능을 겸비하는 기밀 및 가열부재가 설치되어, 상기 단열부재와 상기 기밀 및 가열부재에 의해 상기 모터의 온도 저하를 완화시킬 수 있다.

[24] 상기 증발가스 압축기는, 상기 모터 하우징의 내부 압력을 검출할 수 있는 압력 센서를 더 포함할 수 있다.

[25] 상기 모터 하우징에는, 외부로부터 상기 모터 하우징의 내부로 기체를 공급할 수 있는 공급 구멍과, 내부의 기체를 배출할 수 있는 벤트 구멍이 형성될 수 있다.

발명의 효과

[26] 본 발명에 따르면, LNG를 추진엔진의 연료로 사용하는 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기에 있어서 압축기 하우징과 모터 하우징을 일체로 형성함으로써, 가연성 가스, 즉 증발가스의 유출 및 외부공기의 유입을 근본적으로 방지할 수 있는 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기가 제공될 수 있다.

[27] 본 발명의 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기에 따르면, LNG 추진 선박이나 LNG 운반 선박의 LNG 저장탱크에서 발생하는 증발가스를 원심형 압축 방식에 의해 효율적으로 압축하여, 가스를 연료로 하는 엔진으로 공급함으로써, 증발가스 손실을 막고 LNG 저장탱크 압력을 안전한 범위로 유지할 수 있다.

[28] 본 발명의 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기에 따르면, 장치 전체의 부피가 작고 가격이 싸면서도 극저온 증발가스를 별도 가열장치를 사용할 필요 없이 직접 압축이 가능하며, 증속기어, 윤활장치, 가스 밀봉장치, 모터 방폭구조를 생략할 수 있다. 또한 압축기 하우징과 모터 하우징을 일체로 형성함으로써, 단순한 구조만으로 윤활유나 가스의 유출 문제를 근본적으로 해결하여, 안전과 보수 유지 측면에서도 유리하다.

[29] 또한, 본 발명의 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기에 따르면, 압축된 증발가스의 품질에 영향을 미치는 윤활유 누출을 방지하기 위해 무급유형 베어링을 사용하고, 고 주파수 인버터에 의해 모터 회전수를 높임으로써 증속기어 없이도 요구되는 임펠러 회전수를 얻을 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[30] 도 1은 본 발명에 따른 증발가스 압축기가 장착된 LNG 추진 선박의 연료 공급 시스템의 개념도이다.

[31] 도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기의 개략적인 측면도이다.

[32] 도 3은 본 발명의 변형예에 따른 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기의 개략적인 측면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[33] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기를, 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

- [34] LNG 추진 선박에서 증발가스의 효율적 활용은 경제적인 측면뿐 아니라 환경적인 면에서도 매우 중요한 고려 사항이다. 만약 LNG 추진 선박에서 발생하는 증발가스(BOG)가 제대로 처리되지 않으면 저장탱크 보호를 위해 증발가스를 대기 중으로 방출시켜야 한다. 메탄가스가 주성분인 BOG는 이산화탄소보다 약 23배의 지구온난화 지수를 가지고 있어, LNG 추진 선박에서 이의 배출을 엄격히 제한하여야 한다.
- [35] LNG 추진 선박에서 증발가스 처리를 위해 스크류형 압축기나 왕복형 압축기가 사용되기도 하나, 이들 압축기는 극저온의 증발가스를 직접 처리할 수 없거나, 윤활유로 인한 LNG 제품 오염 문제를 피할 수 없었다. 원심형 압축기는 적은 용량일 경우 시스템의 구현 자체가 어렵고, 증속기어, 가스 밀봉장치, 가격상승의 문제 등이 있었다.
- [36] 본 발명에 따르면, LNG를 추진엔진의 연료로 사용하는 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기에 있어서 압축기 하우징과 모터 하우징을 일체로 형성함으로써, 가연성 가스, 즉 증발가스의 유출 및 외부공기의 유입을 근본적으로 방지할 수 있는, 원심형 압축 방식의 증발가스 압축기가 제공될 수 있다.
- [37] 도 1에는 본 발명에 따른 증발가스 압축기가 장착된 LNG 추진 선박의 연료 공급 시스템을 개략적으로 나타내는 개념도가 도시되어 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, LNG 추진 선박의 연료 공급 시스템은, 연료로서의 LNG 및 증발가스(즉, LNG로부터 증발하여 발생한 천연가스)를 저장하기 위한 저장탱크(2)와, 이 저장탱크(2)에 저장된 LNG 및 증발가스를 공급받아 연료로서 사용하기 위한 주 엔진(8) 및 보조 엔진(9)을 포함한다.
- [38] 주 엔진(8)은 선박의 항해를 위한 추진력을 제공하기 위한 추진 엔진일 수 있으며, 보조 엔진(9)은 선박 내에서 소요되는 전력을 공급하기 위한 발전 엔진일 수 있다.
- [39] 저장탱크(2)에 저장된 LNG는, LNG 펌프(4)에 의해 가압되고, LNG 기화기(5)에 의해 가열된 후, 주 엔진(8) 및 보조 엔진(9) 중 적어도 하나에 연료로서 공급될 수 있다. 저장탱크(2) 내에서 LNG로부터 발생하는 증발가스는, 본 발명에 따른 증발가스 압축기(10)에 의해 압축된 후, 주 엔진(8) 및 보조 엔진(9) 중 적어도 하나에 연료로서 공급될 수 있다.
- [40] LNG 펌프(4) 및 LNG 기화기(5)에 의해 가압 및 가열된 LNG는 주로 주 엔진(8)에 연료로서 공급될 수 있고, 증발가스 압축기(10)에 의해 가압된 증발가스는 주로 보조 엔진(9)에 연료로서 공급될 수 있다.
- [41] 증발가스의 발생량이 보조 엔진(9)에서의 연료 필요량보다 적은 경우, 주 엔진(8)에 공급되는 연료가스(즉, 가압 및 가열된 LNG) 중 일부는 보조 엔진(9)에 연료로서 공급될 수 있다. 이때, 보조 엔진(9)에서 요구하는 연료가스의 압력이 주 엔진(8)에서 요구하는 연료가스의 압력보다 낮은 경우, 연료가스는 J-T 밸브 등과 같은 감압수단(도시생략)에 의해 감압된 후 보조 엔진(9)에 공급될 수 있다.

- [42] 한편, 증발가스 압축기(10)에 의해 가압된 증발가스의 압력이 주 엔진(8)에서 요구하는 연료가스의 압력값을 만족시킬 수 있고, 증발가스의 발생량이 보조 엔진(9)에서의 연료 필요량보다 많은 경우, 보조 엔진(9)에 공급되는 연료가스(즉, 가압된 증발가스) 중 일부는 주 엔진(8)에 공급될 수 있다.
- [43] 도 1에 도시된 LNG 추진 선박의 연료 공급 시스템은, 본 발명에 따른 증발가스 압축기(10)가 장착될 수 있는 연료 공급 시스템의 일례를 나타내는 것이며, 본 발명에 따른 증발가스 압축기(10)는 도 1에 도시된 시스템 이외의 연료 공급 시스템에도 장착되어 사용될 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 증발가스 압축기(10)는, 증발가스를 엔진에 연료로서 공급하는 연료 공급 시스템에서만 사용될 수 있는 것은 아니며, 증발가스를 가압할 필요가 있는 어떠한 시스템에도 장착되어 사용될 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 증발가스 압축기(10)는, 압축하고자 하는 물질이 증발가스, 즉 천연가스뿐만 한정되는 것은 아니고, LPG로부터 증발된 가스나 오일로부터 휘발된 가스 등을 비롯하여, 폭발 가능성이 있는 모든 종류의 가연성 가스를 압축하기 위해 사용될 수 있다.
- [44] 도 2에는 본 발명의 일 실시형태에 따른 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기의 개략적인 측면도가 도시되어 있다.
- [45] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시형태에 따른 증발가스 압축기(10)는, 내부에 임펠러(30a, 30b)가 회전 가능하게 설치되는 압축기 하우징(24a, 24b)과, 임펠러(30a, 30b)를 구동시키기 위한 모터(14), 예컨대 전기 모터가 내부에 설치되는 모터 하우징(12)을 포함한다. 임펠러(30a, 30b) 및 압축기 하우징(24a, 24b)은, 모터 하우징(12)을 중심으로 양쪽에 각각 하나씩 설치될 수 있으며, 도 2에서 모터 하우징(12)의 좌측에 배치된 것을 제1 임펠러(30a) 및 제1 압축기 하우징(24a)이라 하고, 모터 하우징(12)의 우측에 배치된 것을 제2 임펠러(30b) 및 제2 압축기 하우징(24b)이라 한다.
- [46] 본 실시형태에 따르면, 모터 하우징(12)과 제1 및 제2 압축기 하우징(24a, 24b)은 일체로 제작되어 있다. 여기서, "모터 하우징과 압축기 하우징이 일체로 제작되어 있다(혹은, 일체로 이루어진다)"는 표현은, 외형적으로 볼 때 모터 하우징(12)과 압축기 하우징(24a, 24b)이 하나로 연결되어 있다는 것을 의미하는 동시에, 압축기 하우징(24a, 24b)으로부터 누출된 증발가스가 모터 하우징(12)의 내부로 유입될 수 있는 상태로 모터 하우징(12)과 압축기 하우징(24a, 24b)이 서로 인접하고 있다는 것을 의미한다.
- [47] 도 2에는 모터 하우징(12)을 중심으로 양쪽에 임펠러(30a, 30b) 및 압축기 하우징(24a, 24b)이 각각 하나씩 설치된 증발가스 압축기(10)가 예시되어 있지만, 본 발명은 모터 하우징의 어느 한 쪽에만 임펠러 및 압축기 하우징이 설치되도록 변형될 수 있다.
- [48] 도 2에 도시된 바와 같이, 모터 하우징(12)을 중심으로 양쪽에 임펠러(30a, 30b) 및 압축기 하우징(24a, 24b)이 각각 하나씩 설치된 경우, 모터(14)의 회전 구동력은 제1 회전축(16a)에 의해 제1 임펠러(30a)에 전달되고 제2 회전축(16b)에

의해 제2 임펠러(30b)에 전달될 수 있다. 이때 제1 회전축(16a)과 제2 회전축(16b)은 동축일 수 있다.

- [49] 제1 회전축(16a) 및 제2 회전축(16b)은, 각각, 베어링(18)에 의해 회전 가능하게 지지될 수 있다. 본 실시형태에 있어서, 베어링(18)은 윤활유를 사용하지 않는 무윤활유 방식의 베어링이다. 무윤활유 방식의 베어링을 사용하면, 증발가스의 오염 문제를 해결할 수 있으며, 윤활유 공급 시스템이 생략될 수 있어 압축기의 전체 구성이 간단해 질 수 있다. 무윤활유 방식의 베어링으로서는, 예를 들어, 가스 또는 전자기력을 이용하여 회전축을 부양시키는 방식의 베어링을 들 수 있다.
- [50] 제1 회전축(16a)은, 모터 하우징(12)과 제1 압축기 하우징(24a) 사이의 격벽을 관통하여 제1 압축기 하우징(24a)의 내부로 연장되고, 제1 임펠러(30a)와 결합되어 모터(14)가 구동됨에 따라 제1 임펠러(30a)를 회전시킨다. 마찬가지로, 제2 회전축(16b)은, 모터 하우징(12)과 제2 압축기 하우징(24b) 사이의 격벽을 관통하여 제2 압축기 하우징(24b)의 내부로 연장되고, 제2 임펠러(30b)와 결합되어 모터(14)가 구동됨에 따라 제2 임펠러(30b)를 회전시킨다.
- [51] 모터 하우징(12)과 제1 및 제2 압축기 하우징(24a, 24b) 사이의 격벽에는 단열부재(20)가 각각 설치되며, 단열부재(20)에 의해 극저온의 증발가스가 가진 냉열이 모터 하우징(12)의 내부로 전달되는 것을 방지할 수 있다. 제1 및 제2 회전축(16a, 16b)이 격벽 및 단열부재(20)를 관통하는 부분에는, 기밀 기능과 가열 기능을 겸비하는 기밀 및 가열부재(22)가 설치된다. 단열부재(20)와 기밀 및 가열부재(22)에 의해, 모터(14)의 온도가 지나치게 떨어지지 않도록 하여, 냉열로 인하여 모터(14) 등의 장치에 악영향을 미치는 것을 방지할 수 있다.
- [52] 기밀 및 가열부재(22)에 의해 제1 및 제2 압축기 하우징(24a, 24b) 내부를 유동하는 증발가스가 가열되는 것을 방지하기 위해서, 단열부재(20)는 기밀 및 가열부재(22)와 제1 및 제2 압축기 하우징(24a, 24b)과의 사이에 배치되는 것이 유리하다.
- [53] 제1 압축기 하우징(24a)에는, 제1 임펠러(30a)에 증발가스가 공급될 수 있도록 제1 유입구(26a)가 축방향으로 연장 형성되어 있고, 제1 임펠러(30a)에 의해 가압된 증발가스가 배출될 수 있도록 제1 유출구(28a)가 도 2에서 볼 때 축방향에 대해 수직인 방향으로 연장 형성되어 있다. 마찬가지로, 제2 압축기 하우징(24b)에는, 제2 임펠러(30b)에 증발가스가 공급될 수 있도록 제2 유입구(26b)가 축방향으로 연장 형성되어 있고, 제2 임펠러(30b)에 의해 가압된 증발가스가 배출될 수 있도록 제2 유출구(28b)가 도 2에서 볼 때 축방향에 대해 수직인 방향으로 연장 형성되어 있다.
- [54] 모터 하우징(12)에는 압력 센서(32)가 설치되어, 모터 하우징(12)의 내부 압력을 검출할 수 있다. 또한, 모터 하우징(12)에는 도시하지 않은 온도 센서가 하나 이상 설치될 수 있다. 온도 센서는 모터 하우징뿐만 아니라 압축기 하우징 등 온도 검출이 요구되는 여러 위치에 설치될 수 있다.

- [55] 모터 하우징(12)에는, 외부로부터 모터 하우징(12)의 내부로 기체를 공급할 수 있는 공급 구멍(34)과, 내부의 기체를 배출할 수 있는 벤트 구멍(36)이 형성될 수 있다. 공급 구멍(34)은, 예를 들어 증발가스 압축기의 유지보수, 조립 및 분해시, 질소 등의 불활성 가스를 모터 하우징(12)의 내부로 공급하기 위해 사용될 수 있다.
- [56] 제1 및 제2 유입구(26a, 26b)와 제1 및 제2 유출구(28a, 28b)에는, 배관의 연결을 용이하게 할 수 있도록 플랜지(도시생략)가 설치될 수 있다.
- [57] 계속해서, 위와 같이 구성되는 본 실시형태의 증발가스 압축기의 작용 및 효과에 대해 설명한다.
- [58] 본 실시형태에 따른 증발가스 압축기(10)에 따르면, 극저온 상태의 증발가스가 제1 및 제2 압축기 하우징(24a, 24b)에 직접 유입되어도 단열부재(20)에 의해 극저온이 차단되어 고속으로 동작하는 전기 모터(14)의 작동에 영향을 주지 않는다. 또한 제1 및 제2 압축기 하우징(24a, 24b)이 모터 하우징(12)과 연결되는 부위에, 추가로 별도의 기밀 기능을 겸한 히터, 즉 기밀 및 가열부재(22)가 설치되어 전기 모터 부분을 보호할 수 있다. 또한 전기 모터(14)의 가동으로 인하여 발생하는 열은 모터 하우징(12)에 설치된 자켓형 냉각시스템(도시생략)을 통해 외부로 배출시킬 수 있다.
- [59] 빠른 회전수가 요구되는 제1 및 제2 임펠러(30a, 30b)는 별도의 증속기어 없이 모터(14)에 직접 연결된다. 이 모터(14) 즉 고속 전기모터는 모터 하우징(12)의 외부에 설치될 수 있는 고속 주파수 인버터(도시생략)에 의해 구동될 수 있다.
- [60] 증발가스 등 가연성 가스를 사용하는 일반적인 종래의 압축기에서는 전기 모터와 압축기 부분이 분리되어 있어, 회전축 부위에 몇 단계의 가스밀봉장치가 설치되어야 한다. 이 가스 밀봉장치에는 비활성 가스를 연속적으로 공급해 주어야 할 뿐 아니라, 가스 밀봉장치에서 누설된 가스를 외부로 배출시키는 장치가 추가로 설치되어야 한다. 그럼에도 불구하고 가스의 완전한 차단이 어려워 안전상 문제가 될 수 있다.
- [61] 그러나 본 실시형태에서는 압축기와 전기모터 부위, 즉 제1 및 제2 압축기 하우징(24a, 24b)과 모터 하우징(12)이 일체로 이루어지며, 제1 및 제2 압축기 하우징(24a, 24b)과 모터 하우징(12)의 내부는 외부와 완전히 차단되어 가연성 가스의 유출을 근본적으로 방지할 수 있다.
- [62] 본 실시형태에서는 무윤활유형 베어링 시스템을 채택한 제1 및 제2 베어링(18)을 사용하여 별도의 윤활유 공급장치가 필요 없고, 증발가스가 윤활유로 오염되는 것을 원천적으로 막을 수 있다. 증발가스의 윤활유 오염은 극저온을 특징으로 하는 LNG 운반 선박이나 LNG 추진 선박에 설치되는 각종 장비나 저장탱크에서 윤활유의 응결에 의한 많은 문제를 야기시킬 수 있다.
- [63] 일반적인 가연성 가스 압축기에서는 임펠러 부분과 전기 장치인 모터부분은 분리되어 있으며, 모터로서 특수한 방폭 모터를 사용한다. 그러나 본 실시형태에 따르면, 기밀 및 가열부재(22)가 설치되어 있긴 하지만, BOG 등의 가스를 완전히

차단하지는 않아, 증발가스가 제1 및 제2 압축기 하우징(24a, 24b)과 모터 하우징(12) 사이를 이동할 수 있도록 이루어진다. 그로 인해 모터(14) 등 전기 장치는 가연성 가스가 채워진 상태에서 가동된다.

- [64] 가연성 가스가 사용되는 장소에서는 이 가연성 가스에 의한 폭발을 방지하는 것이 매우 중요하다. 이를 위해 특수한 방폭형 전기 장치가 일반적으로 사용된다. 그러나 본 실시형태에서는 전기 모터(14)가 설치된 부분, 즉 모터 하우징(12)의 내부에 오히려 가연성 가스를 채우고 산소 공급을 차단하여 폭발 위험성을 근본적으로 제거한다. 연소나 폭발이 일어나기 위해서는 가연물질, 산소, 점화원의 3 요소가 필요하지만, 본 실시형태에서는 모터 하우징(12)의 내부에 대한 산소의 공급가능성을 제거함으로써, 기존의 방폭 장치보다 더욱 안전한 상태를 유지할 수 있다.
- [65] 모터 하우징(12)의 내부는 항상 대기압보다 높은 압력을 유지함으로써, 어떠한 경우에도 산소가 포함된 외기가 모터 하우징(12)의 내부로 유입되는 것을 막는다. 전술한 바와 같이, 증발가스는 제1 및 제2 압축기 하우징(24a, 24b)의 내부에서 모터 하우징(12) 쪽으로 흘러 들어갈 수 있다. 제1 및 제2 압축기 하우징(24a, 24b)의 내부에서는 제1 및 제2 임펠러(30a, 30b)에 의해 증발가스가 가압되고 있으므로, 모터 하우징(12)의 내부로 흘러 들어간 증발가스는 대기압보다 높은 압력으로 가압된 상태일 수 있다. 그로 인해 모터(14)가 설치된 모터 하우징(12)의 내부 압력은 대기압보다 높은 압력을 유지할 수 있다.
- [66] 모터 하우징(12)의 내부 압력을 측정하기 위해, 모터 하우징(12) 혹은 압력이 같은 다른 부위에 압력 센서(32)를 설치하고, 만약 모터 하우징(12)의 내부 압력이 대기압보다 낮아진 경우에는 자동으로 모터(14)의 작동을 정지시키도록 할 수 있다.
- [67] 도 3에는 본 발명의 변형예에 따른 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기의 개략적인 측면도가 도시되어 있다.
- [68] 도 3에 도시된 변형예에 따른 증발가스 압축기(10)는 제1 임펠러(30a)에 의해 가압된 증발가스를 제2 임펠러(30b)에 의해 추가로 가압하도록 배관이 구성되어 있다는 점 이외에는 도 2에 도시된 증발가스 압축기(10)와 유사하며, 동일하거나 유사한 구성요소에는 동일한 부재번호를 부여하고 자세한 설명은 생략한다.
- [69] 도 3의 증발가스 압축기(10)는 2단 압축기로서 구성될 수 있다. 이 경우에는 압축기 1단 출력부, 즉 제1 임펠러(30a)에 의해 가압된 후 제1 유출구(28a)로부터 배출되는 증발가스를, 중간 냉각기(Inter-Cooler)(40)에서 열교환하여 온도를 낮춘 다음, 압축기 2단 입력부, 즉 제2 유입구(26b)를 통해 제2 임펠러(30b)에서 추가로 가압한다. 또한 1단 출력부 가스 온도가 낮을 경우에는 중간 냉각기를 통하지 않고 바로 2단 입력부로 공급될 수 있다. 이를 위해, 중간 냉각기(40)를 우회할 수 있는 바이패스 라인(42)이 설치될 수 있다.
- [70] 이와 같이, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해서 설명하였으나, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지

변형이 가능함은 물론이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

청구범위

- [청구항 1] LNG를 추진엔진의 연료로 사용하는 LNG 추진 선박용 증발가스 압축기로서,
내부에 임펠러가 회전 가능하게 설치되는 압축기 하우징과;
상기 임펠러를 구동시키기 위한 모터가 내부에 설치되는 모터 하우징과;
상기 모터의 회전 구동력을 상기 임펠러에 전달하기 위한 회전축을 회전 가능하게 지지하는 베어링;
을 포함하며,
상기 압축기 하우징 및 상기 모터 하우징은 일체로 이루어지는, LNG 추진 선박용 증발가스 압축기.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 모터는 고속 주파수 인버터에 의해 구동되고, 상기 임펠러는 별도의 증속기어 없이 상기 모터에 직접 연결되는, LNG 추진 선박용 증발가스 압축기.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,
상기 베어링은 윤활유를 사용하지 않는 무윤활유 방식의 베어링인, LNG 추진 선박용 증발가스 압축기.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,
상기 임펠러 및 상기 압축기 하우징은, 상기 모터 하우징을 중심으로 양쪽에 각각 하나씩 설치되는, LNG 추진 선박용 증발가스 압축기.
- [청구항 5] 청구항 4에 있어서,
상기 임펠러는 상기 모터 하우징의 일측에 배치된 제1 임펠러와 상기 모터 하우징의 타측에 배치된 제2 임펠러를 포함하며,
상기 제1 임펠러를 통과하면서 가압된 증발가스는 중간 냉각기에서 냉각된 후 상기 제2 임펠러에 공급되어 추가로 가압되는, LNG 추진 선박용 증발가스 압축기.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,
상기 회전축은 상기 모터 하우징과 상기 압축기 하우징 사이의 격벽을 관통하여 상기 압축기 하우징의 내부로 연장되며,
상기 압축기 하우징의 내부와 상기 모터 하우징의 내부는 상기 회전축과 상기 격벽 사이의 간극을 통해 서로 연통 가능하며, 증발가스는 상기 압축기 하우징의 내부로부터 상기 모터 하우징의 내부로 유동할 수 있는, LNG 추진 선박용 증발가스 압축기.
- [청구항 7] 청구항 6에 있어서,
상기 모터 하우징과 상기 압축기 하우징 사이의 격벽에는 단열부재가 설치되는, LNG 추진 선박용 증발가스 압축기.
- [청구항 8] 청구항 7에 있어서,

상기 회전축이 상기 격벽 및 상기 단열부재를 관통하는 부분에는, 기밀 기능과 가열 기능을 겸비하는 기밀 및 가열부재가 설치되어, 상기 단열부재와 상기 기밀 및 가열부재에 의해 상기 모터의 온도 저하를 완화시키는, LNG 추진 선박용 증발가스 압축기.

[청구항 9]

청구항 1에 있어서,
상기 모터 하우징의 내부 압력을 검출할 수 있는 압력 센서를 더 포함하는, LNG 추진 선박용 증발가스 압축기.

[청구항 10]

청구항 1에 있어서,
상기 모터 하우징에는, 외부로부터 상기 모터 하우징의 내부로 기체를 공급할 수 있는 공급 구멍과, 내부의 기체를 배출할 수 있는 벤트 구멍이 형성되는, LNG 추진 선박용 증발가스 압축기.