

명세서

발명의 명칭: 혼합 냉매를 이용한 액화가스 과냉각 시스템

기술분야

- [1] 관련출원과의 상호인용
- [2] 본 출원은 2023년 01월 09일자 한국특허출원 제10-2023-0003084호, 2023년 9월 22일자 한국특허출원 제10-2023-0127311호 및 2024년 01월 09일자 한국특허출원 제10-2024-0003555호에 기초한 우선권의 이익을 주장하며, 해당 한국특허출원의 문헌에 개시된 모든 내용은 본 명세서의 일부로서 포함된다.
- [3] 기술분야
- [4] 본 발명은 혼합 냉매를 이용해 액화가스를 과냉각시키는 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [5] 천연가스를 액화시키면 부피가 줄어들어 저장 및 운송이 용이할 수 있다. 이 상태의 천연가스를 액화가스(Liquefied gas)라 한다. 예를 들어 액화 가스 중 LNG는 대기압 상태에서의 액화온도가 영하 163도 이므로, 이를 위해 극저온 상태를 유지할 수 있도록 단열 성능이 우수한 저장 탱크를 이용한다.
- [6] 하지만, 외부로부터 저장 탱크로의 열 유입을 완전히 차단할 수는 없고, 열이 유입되는 경우 저장 탱크 내부의 액화가스가 기화되어 BOG(Boil Off gas)가 생성된다. BOG가 발생하는 경우, 기존의 액화가스가 기체로 변하면서 부피가 늘어나고, 저장 탱크 내 압력이 늘어나 폭발 위험성이 발생한다. 또한, 액화가스가 기화되는 만큼 운반할 수 있는 양이 줄어들기 때문에 경제적인 손해가 발생한다.
- [7] BOG로 인해 발생하는 문제를 해결하기 위해, 여러 가지 방안이 연구되고 있다. 대표적으로, 기화된 천연 가스를 재액화시키는 방법 및 액화를 과냉각시키는 방법이 존재한다.
- [8] 위의 두 방법 모두 냉매의 순환을 통해 천연가스를 냉각시키는 냉각 사이클을 이용하고 있는데, 냉각 사이클의 공정 변화를 통해 효율을 증가시키거나 혼합 냉매를 사용하여 열교환 효율을 증가시키는 방법 등이 적용되고 있다.
- [9] 특히, 혼합 냉매가 펜탄과 같은 무거운 원소를 포함하는 경우, 열교환 과정에서 지나치게 온도가 내려갈 수 있고, 결빙이 발생할 수 있다. 결빙이 발생하는 경우 장치 고장을 일으킬 수 있으므로 혼합 냉매의 온도를 조절할 필요성이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본 발명의 과제는 액화가스 과냉각 시스템의 효율을 증대시키고, 혼합 냉매의 결빙을 방지하는 액화가스 과냉각 시스템을 제공하고자 하는 것이다.

과제 해결 수단

- [11] 본 발명의 일 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템은, 혼합 냉매를 이용해 액화가스를 과냉각 시키는 시스템에 있어서, 상기 혼합 냉매를 압축하는 압축기; 상기 압축기의 후단에 마련되어, 상기 혼합 냉매를 기상 냉매와 액상 냉매로 상 분리하는 제1 분리기; 상기 제1 분리기에서 분리된 액상 냉매가, 제1 감압 밸브를 거쳐 유동하는 제1 라인; 상기 제1 분리기에서 분리된 기상 냉매가, 제1 열교환기 및 제2 분리기를 거쳐 유동하는 제2 라인; 상기 제1 열교환기의 후단에 마련되어, 상기 제1 분리기에서 분리되어 상기 제2 라인을 거친 혼합 냉매를 기상 냉매와 액상 냉매로 상 분리하는 제2 분리기; 상기 제2 분리기에서 분리된 기상 냉매가, 제2 열교환기, 제2 감압 밸브, 제2 열교환기로의 재유입을 거쳐 유동하는 제2-1 라인; 상기 제2 분리기에서 분리된 액상 냉매가, 제3 감압 밸브를 거쳐 유동하는 제2-2 라인; 및 상기 제1 라인, 상기 제2-1 라인, 및 상기 제2-2 라인으로부터 합류된 혼합 냉매가, 상기 제1 열교환기, 상기 압축기, 및 상기 제1 분리를 거쳐 유동하는 제3 라인을 포함하고, 상기 제1 열교환기에서는, 상기 제1 분리기에서 분리되어 상기 제2 라인을 따라 유동하는 기상 냉매, 및 상기 제3 라인을 따라 유동하는 혼합 냉매가 열교환하고, 상기 제2 열교환기에서는, 상기 제2-1 라인을 따라 상기 제2 분리기에서 분리된 기상 냉매, 상기 제2-1 라인을 따라 상기 제2 감압 밸브를 통과한 혼합 냉매, 및 상기 액화가스가 열교환하고, 상기 제2 열교환기에서의 열교환에 의해 상기 액화가스가 과냉각될 수 있다.
- [12] 일 예에서, 상기 제1 감압 밸브에서는 상기 제1 분리기에서 분리되어 상기 제1 라인을 따라 유동하는 액상 냉매가 감압되어 온도가 하강하고, 상기 제2 감압 밸브에서 상기 제2-1 라인을 따라 상기 제2 열교환기를 통과한 혼합 냉매가 감압되어 온도가 하강하고, 상기 제3 감압 밸브에서 상기 제2 분리기에서 분리되어 상기 제2-2 라인을 따라 유동하는 액상 냉매가 감압되어 온도가 하강할 수 있다.
- [13] 일 예에서, 전단에서 상기 제1 라인, 상기 제2-1 라인, 및 상기 제2-2 라인과 연결되고, 후단에서 상기 제3 라인과 연결되는 합류부를 더 포함하고, 상기 합류부에서 합류된 혼합 냉매는 상기 제3 라인을 따라 유동하여 상기 제1 열교환기를 통과하고, 상기 합류부에서는, 상기 제1 감압 밸브를 통과한 액상 냉매, 상기 제2 감압 밸브를 거쳐 상기 제2 열교환기를 통과한 혼합 냉매, 상기 제3 감압 밸브를 통과한 액상 냉매가 합류될 수 있다.
- [14] 일 예에서, 전단에서 상기 제1 라인, 상기 제2-1 라인, 및 상기 제2-2 라인과 연결되고, 후단에서 상기 제3 라인과 연결되는 합류부를 더 포함하고, 상기 제2 라인 및 상기 제2-1 라인 중 적어도 하나의 라인으로부터 분기되는 우회 라인을 구비하고, 상기 우회 라인에 마련된 우회 밸브를 통하여 상대적으로 고온의 혼합 냉매의 유입을 조절하여, 상기 제2-1 라인 또는 상기 제2-2 라인 상의 상기 혼합 냉매의 온도를 조절하는 결빙 방지부를 더 포함할 수 있다.
- [15] 일 예에서, 상기 결빙 방지부는, 상기 제2-1 라인을 따라 상기 합류부에 들어가기 전 상기 혼합 냉매의 제1 온도를 제어할 수 있다.

- [16] 본 발명의 일 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템은, 혼합 냉매를 이용해 액화ガスを 과냉각 시키는 시스템에 있어서, 상기 혼합 냉매를 압축하는 압축기; 상기 압축기의 후단에 마련되어, 상기 혼합 냉매를 기상 냉매와 액상 냉매로 상분리하는 분리기; 상기 분리기에서 분리된 액상 냉매가, 제1 감압 밸브를 거쳐 유동하는 제4 라인; 상기 분리기에서 분리된 기상 냉매가, 제1 열교환기, 제2 열교환기, 제2 감압 밸브, 제2 열교환기로의 재유입을 거쳐 유동하는 제5 라인; 상기 제4 라인, 상기 제5 라인으로부터 합류된 혼합 냉매가, 상기 제1 열교환기, 상기 압축기, 및 상기 분리를 거쳐 유동하는 제6 라인; 및 상기 제5 라인, 및 상기 제6 라인 중 적어도 하나의 라인으로부터 분기되는 우회 라인을 구비하고, 상기 우회 라인에 마련된 우회 밸브를 통하여, 상대적으로 고온의 혼합 냉매의 유입을 조절하여, 상기 제5 라인 또는 상기 제6 라인 상의 상기 혼합 냉매의 온도를 조절하는 결빙 방지부를 포함하고, 상기 제1 열교환기에서는, 상기 분리기에서 분리되어 상기 제5 라인을 따라 유동하는 기상 냉매, 및 상기 제6 라인을 따라 유동하는 혼합 냉매가 열교환하고, 상기 제2 열교환기에서는, 상기 제5 라인을 따라 제1 열교환기를 통과한 혼합 냉매, 상기 제5 라인을 따라 상기 제2 감압 밸브를 통과한 혼합 냉매, 및 상기 액화가스가 열교환하고, 상기 제2 열교환기에서의 열 교환에 의해 상기 액화가스가 과냉각될 수 있다.
- [17] 일 예에서, 상기 분리기에서 분리되어 상기 제4 라인을 따라 유동하는 액상 냉매가 상기 제1 감압 밸브에서 감압되어 온도가 하강하고, 상기 제5 라인을 따라 상기 제2 열교환기를 통과한 혼합 냉매가 상기 제2 감압 밸브에서 감압되어 온도가 하강할 수 있다.
- [18] 일 예에서, 전단에서 상기 제4 라인, 및 상기 제5 라인과 연결되고, 후단에서 상기 제6 라인과 연결되는 합류부를 더 포함하고, 상기 결빙 방지부는, 상기 제6 라인을 따라 상기 제1 열교환기에 들어가기 전 상기 혼합 냉매의 제5 온도를 제어할 수 있다.
- [19] 일 예에서, 상기 결빙 방지부는 제5 우회 밸브를 포함하고, 상기 제5 우회 밸브는, 상기 제4 라인, 상기 제5 라인, 및 상기 제6 라인 중 적어도 하나의 라인에서 분기되어, 상기 제1 감압 밸브의 전단 또는 상기 제1 감압 밸브의 후단의 상기 제4 라인에 연결되는 제5 우회 라인 상에 마련될 수 있다.
- [20] 일 예에서, 전단에서 상기 제4 라인 및 상기 제5 라인과 연결되고, 후단에서 상기 제6 라인과 연결되는 합류부를 더 포함하고, 상기 결빙 방지부는 상기 제5 라인을 따라 상기 제2 감압 밸브를 거친 상기 혼합 냉매의 제6 온도를 제어할 수 있다.
- [21] 일 예에서, 상기 결빙 방지부는 제7 우회 밸브를 포함하고, 상기 제7 우회 밸브는, 상기 분리기와 상기 제1 열교환기 사이의 상기 제5 라인에서 분기되어, 상기 제2 감압 밸브의 전단 또는 상기 제2 감압 밸브의 후단의 상기 제5 라인에 연결되는 제7 우회 라인 상에 마련될 수 있다.

- [22] 일 예에서, 전단에서 상기 제4 라인 및 상기 제5 라인과 연결되고, 후단에서 상기 제6 라인과 연결되는 합류부를 더 포함하고, 상기 결빙 방지부는 상기 제6 라인을 따라 상기 압축기로 들어가는 상기 혼합 냉매의 제7 온도를 제어할 수 있다.
- [23] 일 예에서, 상기 결빙 방지부는 제8 우회 밸브를 포함하고, 상기 제8 우회 밸브는, 상기 압축기와 상기 분리기 사이의 상기 제6 라인에서 분기되어, 상기 제1 열교환기와 상기 압축기 사이의 상기 제6 라인으로 연결되는 제8 우회 라인 상에 마련될 수 있다.
- [24] 일 예에서, 상기 제4 라인은 상기 제1 감압 밸브의 전단에서 상기 제1 열교환기를 통과하고, 상기 제1 열교환기에서는, 상기 분리기에서 분리되어 상기 제4 라인을 따라 유동하는 액상 냉매, 상기 분리기에서 분리되어 상기 제5 라인을 따라 유동하는 기상 냉매, 및 상기 제6 라인을 따라 유동하는 혼합 냉매가 열교환할 수 있다.
- [25] 일 예에서, 상기 결빙 방지부는 제5 우회 밸브를 포함하고, 상기 제5 우회 밸브는, 상기 제4 라인, 상기 제5 라인, 및 상기 제6 라인 중 적어도 하나의 라인에서 분기되어, 상기 제1 감압 밸브의 전단 또는 상기 제1 감압 밸브의 후단의 상기 제4 라인에 연결되는 제5 우회 라인 상에 마련될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [26] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [27] 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [28] 도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [29] 도 4는 본 발명의 제4 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [30] 도 5는 본 발명의 제5 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [31] 도 6은 본 발명의 제6 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [32] 도 7은 본 발명의 제7 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [33] 도 8은 본 발명의 제8 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [34] 도 9는 본 발명의 제9 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [35] 도 10은 본 발명의 제10 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.

- [36] 도 11은 본 발명의 제11 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [37] 도 12는 본 발명의 제12 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [38] 도 13은 본 발명의 제13 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [39] 도 14는 본 발명의 제14 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [40] 도 15는 본 발명의 제15 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [41] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해서 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 실시예를 설명함에 있어 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 실시예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [42] 또한, 본 발명의 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [43] 본 명세서에서 전후, 좌우 및 상하 방향은 설명의 편의를 위해서 지칭된 것으로, 서로에 대해 직교하는 방향일 수 있다. 그러나 이러한 방향은 상대적으로 결정되는 것이며, 상하방향이라 하여 반드시 연직방향을 의미하지는 않을 수 있다.
- [44]
- [45] 액화가스를 운반하는 선박 내의 액화가스 과냉각 시스템에 대해서 제1 내지 3 실시예를 통해 간단히 설명한다.
- [46]
- [47] <제1 내지 제3 실시예>
- [48] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [49] 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.

- [50] 도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [51] 액화가스를 운반하는 선박의 경우, 탱크(500) 내에 액화가스 및 액화가스가 증발한 BOG가 저장되어 있다. 선박 운항 시에는 탱크로부터 BOG를 추출하여 BOG 압축기(520)에서 소정의 압력까지 승압시킨 후, 메인 엔진(560) 또는 발전 엔진(570)으로 공급하여 연료로 사용한다. 연료로 요구되는 양 이상으로 액화가스가 과도하게 증발되면 탱크 내의 압력 상승과 같은 문제가 발생하기 때문에 이를 해결하기 위해서 액화가스를 과냉각 시키는 시스템이 요구된다.
- [52] 액체 상태의 LNG를 과냉각시킴으로써, BOG 압축기(520)가 생략될 수 있다.
- [53] 도 1을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 혼합 냉매 열교환기(540), 액화가스 열교환기(550), 압축기(530), 감압 밸브(580)를 포함한다. 과냉각 시스템 내 사이클을 순환하며 냉각된 저온의 혼합 냉매는 액화가스 열교환기(550) 내에서 펌프(510)를 통해 탱크(500) 외부로 추출된 액화가스와 열교환을 하며 액화가스를 과냉각 시킨다. 액화가스와의 열교환을 마친 혼합 냉매의 온도가 올라가더라도, 이후 압축기를 거친 혼합 냉매와 비교하면 상대적으로 낮은 온도를 가지고 있다. 따라서, 혼합 냉매 열교환기(540)에서 두 혼합 냉매를 열교환 시킴으로써, 외부로부터의 추가적인 에너지 투입 없이 혼합 냉매의 온도를 낮출 수 있고, 냉각 사이클의 효율을 높일 수 있다. 혼합 냉매 열교환기(540)에서 냉각된 혼합 냉매는 감압 밸브(580)를 통해 극저온으로 냉각된 후, 다시 액화가스와의 열교환을 거친다.
- [54] 도 2를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 압축기(530), 2개의 혼합 냉매 열교환기(540, 541), 1개의 액화가스 열교환기(550), 분리기(590), 2개의 감압 밸브(581, 582)를 포함한다. 제1 실시예와 비교하여 분리기(590)를 추가하여, 혼합 냉매가 기상 냉매와 액상 냉매로 분리되는 점에서 차이가 있다. 이를 통해 액상 냉매에 포함된 오일 또는 C4, C5와 같은 무거운 원소가 사이클을 거치며 저온 구간에서 빙결이 발생하는 것을 방지할 수 있다. 액상 냉매는 액화가스와 열교환을 하면 냉각 우려가 있어 액화가스 열교환기(550)로 유입되지 않고, 감압 밸브(581)에서 냉각되어 혼합 냉매 열교환기(541)로 재유입된다. 혼합 냉매의 구체적인 흐름에 대해서는 아래의 제4 내지 제15 실시예를 참조한다.
- [55] 도 3을 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 압축기(530), 3개의 혼합 냉매 열교환기(540, 541, 542), 1개의 액화가스 열교환기(550), 2개의 분리기(590, 591), 3개의 감압 밸브(581, 582, 583)를 포함한다. 제2 실시예와 비교하여 분리기(590, 591)가 두 개이므로, 첫번째 분리기(590)에서 분리되지 않은 오일이나 무거운 원소들이 두번째 분리기(591)에서 분리될 수 있도록 하여 빙결 발생 우려를 더욱 낮출 수 있다.
- [56] 도 1 내지 도 3에 도시된 혼합 냉매 사이클은 선박 내에서 작동하는 액화가스 과냉각 시스템을 설명하기 위한 예시에 불과할 뿐, 이에 한정하지 않는다. 예를 들

어, 도 1 내지 도3에 도시된 혼합 냉매 사이클의 구체적인 구성은 후술하는 제4 실시예 내지 제15 실시예의 구성으로 대체될 수 있다.

[57] 혼합 냉매의 구체적인 흐름에 대해서는 아래의 제4 내지 제15 실시예를 참조한다.

[58]

[59] 이하에서는, 혼합 냉매를 상 분리하는 복수의 분리기 및 결빙을 방지하는 결빙 방지부를 포함하는 액화가스 과냉각 시스템에 대해서 제4 내지 제6 실시예를 통해 자세히 설명한다.

[60]

[61] <제4 실시예>

[62] 도 4는 본 발명의 제4 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.

[63] 도 4를 참조하면, 본 발명의 제4 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 압축기(210), 제1 분리기(220), 제2 분리기(230), 제1 열교환기(240), 제2 열교환기(250), 합류부(260), 제1 감압 밸브(270), 제2 감압 밸브(280), 제3 감압 밸브(290), 제1 라인(L101), 제2 라인(L102), 제3 라인(L103)을 포함한다.

[64] 이하에서, 각 구성과 그 역할 및 공정의 흐름에 대해 설명한다.

[65] 편의를 위해 제1 라인(L101), 제2 라인(L102), 제3 라인(L103)을 먼저 정의한다.

[66] 제1 라인(L101)은 제1 분리기(220)에서 분리된 액상 냉매가 제1 감압 밸브(270)를 거치는 경로를 말한다.

[67] 제2 라인(L102)은 제1 분리기(220)에서 분리된 기상 냉매가 제1 열교환기(240) 및 제2 분리기(230)를 거치는 경로를 말한다.

[68] 제2-1 라인(L102-1)은 제2 분리기(230)에서 분리된 기상 냉매가 제2 열교환기(250), 제2 감압 밸브(280), 제2 열교환기(250)로의 재유입을 거치는 경로를 말한다.

[69] 제2-2 라인(L102-2)은 제2 분리기(230)에서 분리된 액상 냉매가 제3 감압 밸브(290)를 거치는 경로를 말한다.

[70] 제1 라인(L101)을 따르는 혼합 냉매와 제2-1 라인(L102-1)을 따르는 혼합 냉매와 제2-2 라인(L102-2)을 따르는 혼합 냉매는 합류되어 제3 라인(L103)을 따르게 된다.

[71] 제3 라인(L103)은 제1 라인(L101), 제2-1 라인(L102-1), 제2-2 라인(L102-2)으로부터 합류된 혼합 냉매가 제1 열교환기(240), 압축기(210), 및 제1 분리기(220)를 거치는 경로를 말한다. 전단에서(유입부에서) 제1 라인(L101), 제2-1 라인(L102-1), 제2-2 라인(L102-2)과 연결되고, 후단에서(배출부에서) 제3 라인(L103)과 연결되는 합류부(260)를 더 포함할 수 있다. 이하에서는 합류부(260)를 포함하여 설명하지만, 이에 한정하지 않는다.

[72] 압축기(210)는 혼합 냉매를 고압으로 압축시킨다. 압축 과정에서 혼합 냉매의 온도가 올라가므로, 이 온도를 낮추기 위해 압축기(210)의 후단에는 냉각기(도면

미도시)가 설치될 수 있다. 냉각기는 해수와의 열교환을 통해 혼합 냉매의 온도를 해수의 온도 근처로 낮출 수 있다. 예를 들어, 이 온도는 해수에 의해 40°C가 될 수 있지만, 해수의 온도나 냉각기의 성능에 따라 달라질 수 있다.

- [73] 압축기의 후단에 냉각기를 설치하는 것은 압축기 사용에 있어서 일반적인 사항이므로 도면에 따로 도시하지 않았다.
- [74] 압축기(210)를 거친 혼합 냉매는 제3 라인(L103)을 따라 제1 분리기(220)로 들어가 기상 냉매와 액상 냉매로 상 분리될 수 있다. 예를 들어, 혼합 냉매를 이루는 성분 중 C1, C2와 같은 가벼운 성분은 기상 냉매로, C5와 같은 무거운 성분은 액상 냉매로 분리될 수 있다. 또한, 압축기(210)를 거침에 따라 혼합 냉매 내에 포함된 오일도 제1 분리기(220)에서 액상 냉매로 분리될 수 있다. 혼합 냉매를 기상과 액상으로 분리하는 이유는, 액상 냉매의 경우 극저온의 액화가스와 열교환을 하면 결빙이 발생할 우려가 있어, 기상 냉매만을 액화가스와 열교환시키기 위함이다.
- [75] 제1 분리기(220)에서 분리된 혼합 냉매, 즉 액상 냉매와 기상 냉매는 제1 라인(L101)과 제2 라인(L102)을 따라 각각 유동할 수 있다. 이에 대해 이하에서 자세히 설명한다.
- [76] 제1 분리기(220)에서 분리된 액상 냉매는 제1 라인(L101)을 따라 제1 감압 밸브(270)를 거쳐 합류부(260)로 들어가, 후술할 제2-1 라인(L102-1)을 따라 합류부(260)로 들어가는 혼합 냉매 및 제2-2 라인(L102-2)을 따라 합류부(260)로 들어가는 혼합 냉매와 합류된다.
- [77] 제1 분리기(220)에서 분리된 기상 냉매는 제2 라인(L102)을 따라 제1 열교환기(240)로 들어가고, 제3 라인(L103)을 따라 제1 열교환기(240)로 들어가는 혼합 냉매와 열교환하여 냉각될 수 있다. 제1 열교환기(240)에서는 2가지 냉매, 즉, 제2 라인(L102)을 따르는 기상 냉매 및 제3 라인(L103)을 따르는 혼합 냉매의 사이의 열교환이 이루어진다. 이후, 제1 열교환기(240)를 거친 기상 냉매는 제2 분리기(230)으로 들어가, 기상 냉매와 액상 냉매로 또 다시 분리된다. 제1 분리기(220)에서 이미 상 분리가 한 번 있었다고 하더라도, 이후 분리된 기상 냉매가 제1 열교환기(240)를 거치며 냉각되기 때문에 제2 분리기(230)에 이르러서는 기상 냉매 뿐만 아니라 액상이 된 혼합 냉매를 포함할 수 있다.
- [78] 제2 분리기(230)에서 분리된 기상 냉매는 제2-1 라인(L102-1)을 따라 제2 열교환기(250)로 들어가고, 제2 열교환기(250)를 거친 혼합 냉매는 제2 감압 밸브(280)에서 감압되어 냉각된다. 이후, 제2-1 라인(L102-1)을 따라 제2 열교환기(250)로 재유입되어, 합류부(260)에 이르게 된다. 제2 감압 밸브(280)에서의 냉각 과정에서 혼합 냉매는 영하 170도 이하의 온도로 냉각된다. 보통 액화가스의 온도가 영하 160도 정도이고, 이를 과냉각하는 경우 영하 170도까지 온도를 낮추기 때문이다. 또한, 여기서 제2 감압 밸브(280)를 거친 혼합 냉매의 온도가 급격히 낮아져 결빙이 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위한 결빙 방지부가 도입되었는데, 이에 대해서는 본 발명의 제5 실시예에서 설명한다.

- [79] 제2 감압 밸브(280)를 거친 혼합 냉매는 제2 열교환기(250)로 재유입되어 액화가스와 열교환하여 액화가스를 과냉각 시킨다. 이후, 열교환을 마친 혼합 냉매는 합류부(260)에 이르러 제1 라인(L101) 및 제2-2 라인(L102-2)을 따라 합류부(260)로 들어오는 2가지 흐름의 혼합 냉매와 합류된다. 이때, 제2-1 라인(L102-1)을 따라 제2 열교환기(250)를 거치는 혼합 냉매 및 액화가스 사이의 열교환이 제대로 이루어지지 않아, 혼합 냉매의 온도가 충분히 올라가지 않을 수 있다. 예를 들어, 제2-1 라인(L102-1)을 따라 제2 열교환기(250)를 거치는 혼합 냉매는 대략 0도로 나와야 하는데, 열교환이 충분히 이루어지지 않았을 때 그보다 낮은 영하의 온도로 제2 열교환기(250)를 나올 수 있다. 이는 합류부(260)에서 합류되는 제1 라인(L101) 및 제2-2 라인(L102-2)을 따라 유동하는 혼합 냉매 및 혼합 냉매에 포함된 오일의 결빙을 발생시킬 수 있다. 이를 해결하기 위한 결빙 방지부가 도입되었는데, 이에 대해서는 본 발명의 제5 실시예에서 설명한다. 제2 열교환기(250)에서는 3가지 냉매, 즉, 제2-1 라인(L102-1)을 따라 제2 열교환기(250)로 들어가는 혼합 냉매, 제2-1 라인(L102-1)을 따라 제2 감압 밸브(280)를 거쳐 재유입되는 혼합 냉매, 액화가스 사이의 열교환이 이루어진다.
- [80] 제2 분리기(230)에서 분리된 액상 냉매는 제2-2 라인(L102-2)을 따라 제3 감압 밸브(290)를 거쳐 합류부(260)로 들어가, 제2-1 라인(L102-1)을 따라 합류부(260)로 들어오는 혼합 냉매 및 제1 라인(L101)을 따라 합류부(260)로 들어오는 혼합 냉매와 합류된다. 또한, 여기서도 제3 감압 밸브(290)를 거친 혼합 냉매의 온도가 급격히 낮아져 결빙이 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위한 결빙 방지부가 도입되었는데, 이에 대해서는 본 발명의 제6 실시예에서 설명한다.
- [81] 합류부(260)에서 합류된 혼합 냉매는 제3 라인(L103)을 따라 제1 열교환기(240)로 들어간다. 제3 라인(L103)을 따라 제1 열교환기(240)로 들어온 혼합 냉매는 앞서 설명한 바와 같이, 제1 분리기(220)에서 분리된 기상 냉매와 열교환한다. 열교환을 마친 혼합 냉매는 제3 라인(L103)을 따라 압축기(210)로 다시 들어간다.
- [82]
- [83] <제 5 실시예>
- [84] 도 5는 본 발명의 제5 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [85] 결빙 방지부는 혼합 냉매의 결빙을 방지하기 위해 특정 지점의 온도를 감지하고 그 온도가 일정 이하로 내려가지 않도록 제어하는 구성이다.
- [86] 도 5를 참조하면, 본 발명의 제5 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 제1 온도(T1)(310)를 조절하여 결빙을 방지하기 위한 구성으로서 제1 우회 밸브(301)를 포함하고, 제2 온도(T2)(320)를 조절하여 결빙을 방지하기 위한 구성으로서, 제2-1 우회 밸브(302-1) 및 제2-2 우회 밸브(302-2)를 포함한다. 단, 도 5에서 제2-1 우회 밸브(302-1) 및 제2-2 우회 밸브(302-2) 중 적어도 하나는 생략될 수 있다. 이외의 다른 구성은 실시예 4와 동일하므로 설명을 생략한다.

- [87] 제1 우회 밸브(301)는 혼합 냉매가 제2-1 라인(L102-1)을 따라 합류부(260)에 들어가기 전의 온도(이하, '제1 온도(T1)(310)'라 한다)를 제어하기 위한 구성이다. 제1 우회 라인(L111)은, 제2 분리기(230)와 제2 열교환기(250) 사이의 제2-1 라인(L102-1)에서 분기되어, 제2 열교환기(250)와 합류부(260) 사이의 제2-1 라인(L102-1)으로 연결되는 경로를 말한다. 제1 우회 밸브(301)는 제1 우회 라인(L111) 상에 마련된다.
- [88] 제1 온도(310)를 감지하고, 해당 온도가 혼합 냉매의 결빙을 일으킬 정도로 낮으면, 제2 분리기(230)에서 분리되어 제2-1 라인(L102-1)을 따라 유동하는 고온의 혼합 냉매를 제1 우회 밸브(301)를 조절해 제1 우회 라인(L111)을 통해 합류부(260)의 전단으로 유입시켜 혼합 냉매의 온도를 높여 결빙을 방지한다.
- [89] 제2-1 우회 밸브(302-1) 및 제2-2 우회 밸브(302-2)는 혼합 냉매가 제2-1 라인(L102-1)을 따라 제2 감압 밸브(280)를 거치고 난 뒤의 온도(이하, '제2 온도(T2)(320)'라 한다)를 제어하기 위한 구성이다. 제2-1 우회 라인(L112-1)은, 제2 분리기(230)와 제2 열교환기(250) 사이의 제2-1 라인(L102-1)에서 분기되어, 제2 열교환기(250)의 후단과 제2 감압 밸브(280) 사이의 제2-1 라인(L102-1)으로 연결되는 경로를 말한다. 제2-2 우회 라인(L112-2)은, 제2 분리기(230)와 제2 열교환기(250) 사이의 제2-1 라인(L102-1)에서 분기되어, 제2 감압 밸브(280)의 후단과 제2 열교환기(250) 사이의 제2-1 라인(L102-1)으로 연결되는 경로를 말한다. 제2-1 우회 밸브(302-1)는 제2-1 우회 라인(L112-1) 상에 마련되고, 제2-2 우회 밸브(302-2)는 제2-2 우회 라인(L112-2) 상에 마련된다.
- [90] 제2 온도(320)를 감지하고, 해당 온도가 혼합 냉매의 결빙을 일으킬 정도로 낮으면, 제2 분리기(230)에서 분리되어 제2-1 라인(L102-1)을 따라 유동하는 고온의 혼합 냉매를 제2-1 우회 밸브(302-1)를 조절해 제2-1 우회 라인(L112-1)을 통해 제2 감압 밸브(280)의 전단으로 유입시키거나, 제2-2 우회 밸브(302-2)를 조절해 제2-2 우회 라인(L112-2)을 통해 제2 감압 밸브(280)의 후단으로 유입시켜 혼합 냉매의 온도를 높여 결빙을 방지한다.
- [91] 온도를 제어함으로써, 혼합 냉매의 결빙을 방지할 수 있다. 혼합 냉매의 결빙을 방지함으로써 액화가스 과냉각 시스템(1)의 고장을 방지할 수 있다.
- [92]
- [93] <제 6 실시예>
- [94] 도 6은 본 발명의 제6 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.
- [95] 도 6을 참조하면, 본 발명의 제6 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 제3 온도(T3)(330)를 조절하여 결빙을 방지하기 위한 구성으로서, 제3-1 우회 밸브(L303-1) 및 제3-2 우회 밸브(L303-2)를 포함한다. 이 외의 다른 구성은 실시예 4와 동일하므로 설명을 생략한다.
- [96] 제3-1 우회 밸브(303-1) 및 제3-2 우회 밸브(303-2)는 혼합 냉매가 제2-2 라인(L102-2)을 따라 제3 감압 밸브(290)를 거치고 난 뒤의 온도(이하, '제3 온도(T3)

(330)'라 한다)를 제어하기 위한 구성이다. 제3-1 우회 라인(L113-1)은, 제1 분리기(220)와 제1 열교환기(240) 사이의 제2 라인(L102)에서 분기되어, 제2 분리기(230)와 제3 감압 밸브(290) 사이의 제2-2 라인(L102-2)으로 연결되는 경로를 말한다. 제3-1 우회 밸브(303-1)는 제3-1 우회 라인(L113-1) 상에 마련된다. 제3-2 우회 라인(L113-2)은, 제1 분리기(220)와 제1 열교환기(240) 사이의 제2 라인(L102)에서 분기되어, 제3 감압 밸브(290)와 합류부(260) 사이의 제2-2 라인(L102-2)으로 연결되는 경로를 말한다. 제3-2 우회 밸브(303-2)는 제3-2 우회 라인(L113-2) 상에 마련된다.

[97] 제3 온도(330)를 감지하고, 해당 온도가 혼합 냉매의 결빙을 일으킬 정도로 낮으면, 제1 분리기(220)에서 분리되어 제2 라인(L102)을 따라 유동하는 고온의 혼합 냉매를 제3-1 우회 밸브(303-1)를 조절해 제3-1 우회 라인(L113-1)을 통해 제3 감압 밸브(290)의 전단으로 유입시키거나, 제3-2 우회 밸브(303-2)를 조절해 제3-2 우회 라인(L113-2)을 통해 제3 감압 밸브(290)의 후단으로 유입시켜 혼합 냉매의 온도를 높여 결빙을 방지한다.

[98] 혼합 냉매의 결빙을 방지함으로써 액화가스 과냉각 시스템(1)의 고장을 방지할 수 있다.

[99]

[100] 이하에서는, 혼합 냉매를 상 분리하는 분리기를 포함하지 않거나 단수의 분리기를 포함하고, 또한 결빙을 방지하는 결빙 방지부를 포함하는 액화가스 과냉각 시스템에 대해서 제7 내지 15 실시예를 통해 자세히 설명한다.

[101]

[102] <제7 실시예>

[103] 도 7은 본 발명의 제7 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템을 나타낸 도면이다.

[104] 도 7을 참조하면, 본 발명의 제7 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 압축기(10), 분리기(20), 제1 열교환기(30), 제2 열교환기(40), 합류부(70), 제1 감압 밸브(80), 제2 감압 밸브(90), 제4 우회 밸브(101), 제4 라인(L1), 제5 라인(L2), 제6 라인(L3)을 포함한다.

[105] 이하에서, 각 구성과 그 역할 및 공정의 흐름에 대해 설명한다.

[106] 편의를 위해 제4 라인(L1), 제5 라인(L2), 제6 라인(L3)을 먼저 정의한다.

[107] 제4 라인(L1)은 분리기(20)에서 분리된 액상 냉매가 제1 열교환기(30), 제1 감압 밸브(80)를 거치는 경로를 말한다.

[108] 제5 라인(L2)은 분리기(20)에서 분리된 기상 냉매가 제1 열교환기(30), 제2 열교환기(40), 제2 감압 밸브(90), 제2 열교환기(40)로의 재유입을 거치는 경로를 말한다. 제4 라인(L1)을 따르는 냉매와 제5 라인(L2)을 따르는 냉매는 합류되어 제6 라인(L3)을 따르게 된다.

[109] 제6 라인(L3)은 제4 라인(L1), 제5 라인(L2)으로부터 합류된 혼합 냉매가 제1 열교환기(30), 압축기(10), 및 분리기(20)를 거치는 경로를 말한다.

- [110] 전단에서(유입부에서) 제4 라인(L1), 제5 라인(L2)과 연결되고, 후단에서(배출부에서) 제6 라인(L3)과 연결되는 합류부(70)를 더 포함할 수 있다. 이하에서는 합류부(70)를 포함하여 설명하지만, 이에 한정하지 않는다.
- [111] 압축기(10)는 혼합 냉매를 고압으로 압축시킨다. 압축기(10)를 거친 혼합 냉매는 제6 라인(L3)을 따라 분리기(20)로 들어가 기상 냉매와 액상 냉매로 상 분리될 수 있다. 예를 들어, 혼합 냉매를 이루는 성분 중 C1, C2와 같은 가벼운 성분은 기상 냉매로, C5와 같은 무거운 성분은 액상 냉매로 분리될 수 있다. 혼합 냉매를 기상과 액상으로 분리하는 이유는, 액상 냉매의 경우 극저온의 액화가스와 열교환을 하면 결빙이 발생할 우려가 있어, 기상 냉매만이 액화가스와의 열교환이 이루어지기 때문이다.
- [112] 분리기(20)에서 분리된 혼합 냉매, 즉 액상 냉매와 기상 냉매는 제4 라인(L1)과 제5 라인(L2)을 따라 각각 유동할 수 있다. 이에 대해 이하에서 자세히 설명한다.
- [113] 분리기(20)에서 분리된 액상 냉매는 제4 라인(L1)을 따라 제1 열교환기(30)로 들어가고, 제6 라인(L3)을 따라 제1 열교환기(30)로 들어가는 혼합 냉매와 열교환하여 냉각될 수 있다. 제1 열교환기(30)에서는 3가지 냉매, 즉, 제4 라인(L1)을 따르는 액상 냉매, 제5 라인(L2)을 따르는 기상 냉매, 및 제6 라인(L3)을 따르는 혼합 냉매의 3가지 흐름 사이의 열교환이 이루어진다. 이후, 제1 열교환기(30)를 거친 액상 냉매는 제1 감압 밸브(80)에서 감압 되어 냉각된다.
- [114] 보통의 공정에서는 액상 냉매가 열교환기를 거치지 않고 바로 감압 밸브로 들어가지만, 본 발명에서는 액상 냉매가 제1 감압 밸브(80)를 거치기 전에 제1 열교환기(30)에서 1차적으로 냉각됨으로써, 제1 감압 밸브(80)에 상대적으로 더 낮은 온도의 액상 냉매가 들어갈 수 있다. 액상 냉매가 제1 감압 밸브(80)를 거치기 전에 제1 열교환기(30)에서 1차적으로 냉각됨으로써, 제1 감압 밸브(80)의 냉각 효율을 증대시키는 효과가 있다. 하지만, 감압 밸브 이전에 냉각과정이 추가되면서 감압 밸브를 거친 액상 냉매의 온도가 급격히 낮아져 결빙이 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위한 결빙 방지부가 도입되었는데, 이에 대해서는 뒤에서 다시 설명한다.
- [115] 제1 감압 밸브(80)를 거친 액상 냉매는 합류부(70)에 이르러 제5 라인(L2)을 따라 합류부(70)로 들어오는 냉매와 합류된다. 분리기(20)에서 제5 라인(L2)을 따라 합류부(70)로 들어오는 냉매는 기상 냉매이거나, 기상 냉매에 더하여 제2 열교환기(40), 또는 제2 감압 밸브(90)를 거치면서 일부가 액상이 된 혼합 냉매를 포함할 수 있다.
- [116] 분리기(20)에서 분리된 기상 냉매는 제5 라인(L2)을 따라 제1 열교환기(30)로 들어가고, 제6 라인(L3)을 따라 제1 열교환기(30)로 들어가는 혼합 냉매와 열교환하여 냉각된다. 기상 냉매는 제1 열교환기(30), 제2 열교환기(40), 제2 감압 밸브(90) 등을 거치면서 상이 변화할 수 있으므로, 이하에서는 혼동을 피하기 위해 기상 냉매와 액상 냉매를 구분하지 않고, 혼합 냉매로 용어를 통일한다. 이후, 혼합 냉매는 제5 라인(L2)을 따라 제2 열교환기(40)로 들어가고, 제2 열교환기(40)를

거친 혼합 냉매는 제2 감압 밸브(90)에서 감압 되어 냉각된다. 이후, 제5 라인(L2)을 따라 제2 열교환기(40)로 재유입되어, 합류부(70)에 이르게 된다. 제2 감압 밸브(90)에서의 냉각 과정에서 혼합 냉매는 영하 170도 이하의 온도로 냉각된다. 보통 액화가스의 온도가 영하 160도 정도이고, 이를 과냉각 하는 경우 영하 170도 까지 온도를 낮추기 때문이다. 또한, 여기서도 제2 감압 밸브(90)를 거친 혼합 냉매의 온도가 급격히 낮아져 결빙이 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위한 결빙 방지부가 도입되었는데, 이에 대해서는 뒤에서 다시 설명한다.

- [117] 제2 감압 밸브(90)를 거친 혼합 냉매는 제2 열교환기(40)로 재유입되어 액화가스와 열교환하여 액화가스를 과냉각 시킨다. 이후, 열교환을 마친 혼합 냉매는 합류부(70)에 이르러 제4 라인(L1)을 따라 합류부(70)로 들어오는 혼합 냉매와 합류된다. 제2 열교환기(40)에서는 3가지 냉매, 즉, 제5 라인(L2)을 따라 제1 열교환기(30)를 거친 혼합 냉매, 제5 라인(L2)을 따라 제2 감압 밸브(90)를 거쳐 재유입되는 혼합 냉매, 액화가스의 3가지 흐름 사이의 열교환이 이루어진다.
- [118] 합류부(70)에서 합류된 혼합 냉매는 제6 라인(L3)을 따라 제1 열교환기(30)로 들어간다. 이때, 제4 라인(L1)을 따라 들어오는 혼합 냉매가 저온의 제5 라인(L2)을 따라 들어오는 혼합 냉매와 만나 결빙이 발생할 수 있기 때문에 이를 해결하기 위한 결빙 방지부가 도입되었는데, 이에 대해서는 뒤에서 다시 설명한다. 결빙 방지부는 냉매의 결빙 및 오일의 결빙을 방지시킬 수 있다.
- [119] 제6 라인(L3)을 따라 제1 열교환기(30)로 들어온 혼합 냉매는 앞서 설명한 바와 같이, 제4 라인(L1)을 따라 제1 열교환기(30)로 들어온 혼합 냉매 및 제5 라인(L2)을 따라 제1 열교환기(30)로 들어온 혼합 냉매와 열교환한다. 열교환을 마친 혼합 냉매는 제6 라인(L3)을 따라 압축기(10)로 다시 들어간다.
- [120] 이하에서 결빙 방지부에 대해 설명한다.
- [121] 결빙 방지부는 혼합 냉매의 결빙을 방지하고 오일의 결빙을 방지하기 위해 특정 지점의 온도를 감지하고 그 온도가 일정 이하로 내려가지 않도록 제어하는 구성이다.
- [122] 도 7을 참조하면, 본 발명의 실시예 1은 결빙 방지부로서, 제4 우회 밸브(101)를 포함한다.
- [123] 제4 우회 밸브(101)는 제1 감압 밸브(80) 후단의 온도(이하, '제4 온도(T4)'(110)'라 한다) 및 합류부(70)와 제1 열교환기(30) 사이의 온도(이하, '제5 온도(T5)'(120)'라 한다)를 제어하기 위한 구성이다. 제4 우회 밸브(101)는 분리기(20)와 제1 열교환기(30) 사이의 제4 라인(L1)에서 분기되어, 제1 열교환기(30)와 제1 감압 밸브(80) 사이의 제4 라인(L1)으로 연결되는 제4 우회 라인(L11) 상에 마련된다.
- [124] 제4 온도(110) 및 제5 온도(120)를 감지하고, 해당 온도 중 더 낮은 온도가 혼합 냉매의 결빙을 일으킬 정도로 낮으면, 분리기(20)에서 분리되어 제4 라인(L1)을 따라 유동하는 고온의 혼합 냉매를 제4 우회 밸브(101)를 조절해 제4 우회 라인(L11)을 통해 제1 감압 밸브(31)의 전단으로 유입시켜 혼합 냉매의 온도를 높여 결빙을 방지한다.

- [125] 고온의 혼합 냉매는 제4 우회 라인(L11)을 통해 제1 감압 밸브(80)의 전단으로 유입되는 것으로 예시를 들어 설명했으나, 이에 한정하지 않는다. 예를 들어, 고온의 혼합 냉매는 제4 우회 라인(L11)을 통해 제1 감압 밸브(80)의 후단으로 유입될 수 있다.
- [126] 혼합 냉매의 결빙을 방지함으로써 액화가스 과냉각 시스템(1)의 고장을 방지할 수 있다.
- [127]
- [128] <제8, 9 실시예>
- [129] 도 8은 본 발명의 제8 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)을 나타낸 도면이다.
- [130] 도 9는 본 발명의 제9 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)을 나타낸 도면이다.
- [131] 제7 실시예는 제4 온도(110) 및 제5 온도(120)를 제어하기 위한 구성으로 제4 우회 라인(L11)을 포함하지만, 제8 실시예 및 제9 실시예에서는 제4 온도(110) 및 제5 온도(120)를 제어하기 위한 구성으로 제5 우회 라인(L12) 및 제6 우회 라인(L13)을 포함한다.
- [132] 도 8을 참조하면, 본 발명의 제8 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 제4 온도(110) 및 제5 온도(120)를 조절하여 결빙을 방지하기 위한 구성으로서, 제5 우회 라인(L12)을 포함한다. 이 외의 다른 구성은 실시예 1과 동일하므로 설명을 생략한다.
- [133] 제5 우회 밸브(102)는 분리기(20)와 제1 열교환기(30) 사이의 제5 라인(L2)에서 분기되어, 제1 열교환기(30)와 제1 감압 밸브(80) 사이의 제4 라인(L1)으로 연결되는 제5 우회 라인(L12) 상에 마련된다.
- [134] 다른 예를 들어, 제5 우회 밸브(102)는 분리기(20)와 제1 열교환기(30) 사이의 제4 라인(L1)의 일부에서 분기되어, 제1 열교환기(30)와 제1 감압 밸브(80) 사이의 제4 라인(L1)의 다른 일부로 연결되는 제5 우회 라인(L12) 상에 마련된다.
- [135] 제4 온도(110) 및 제5 온도(120)를 감지하고, 해당 온도 중 더 낮은 온도가 혼합 냉매의 결빙을 일으킬 정도로 낮으면, 분리기(20)에서 분리되어 제5 라인(L2)을 따라 유동하는 고온의 혼합 냉매를 제5 우회 밸브(102)를 조절해 제5 우회 라인(L12)을 통해 제1 감압 밸브(80)의 전단으로 유입시켜 혼합 냉매의 온도를 높여 결빙을 방지한다.
- [136] 고온의 혼합 냉매는 제5 우회 라인(L12)을 통해 제1 감압 밸브(80)의 전단으로 유입되는 것으로 예시를 들어 설명했으나, 이에 한정하지 않는다. 예를 들어, 고온의 혼합 냉매는 제5 우회 라인(L12)을 통해 제1 감압 밸브(80)의 후단으로 유입될 수 있다.
- [137] 도 9를 참조하면, 본 발명의 제9 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 제4 온도(110) 및 제5 온도(120)를 조절하여 결빙을 방지하기 위한 구성으로서, 제6

우회 밸브(103)를 포함한다. 이 외의 다른 구성은 도 7과 동일하므로 설명을 생략한다.

- [138] 제6 우회 밸브(103)는 압축기(10)와 분리기(20) 사이의 제6 라인(L3)에서 분기되어, 제1 열교환기(30)와 제1 감압 밸브(80) 사이의 제4 라인(L1)으로 연결되는 제6 우회 라인(L13) 상에 마련된다. 예를 들어, 제6 우회 라인(L13)은 제1 감압 밸브(80)의 전단 중 제1 열교환기(30)를 지난 제4 라인(L1)의 일부에 연결될 수 있다.
- [139] 제4 온도(110) 및 제5 온도(120)를 감지하고, 해당 온도 중 더 낮은 온도가 혼합 냉매의 결빙을 일으킬 정도로 낮으면, 압축기(10)에서 나온 고온의 혼합 냉매를 제6 우회 밸브(103)를 조절해 제6 우회 라인(L13)을 통해 제1 감압 밸브(80)의 전단으로 유입시켜 혼합 냉매의 온도를 높여 결빙을 방지한다.
- [140] 고온의 혼합 냉매는 제6 우회 라인(L13)을 통해 제1 감압 밸브(80)의 전단으로 유입되는 것으로 예시를 들어 설명했으나, 이에 한정하지 않는다. 예를 들어, 고온의 혼합 냉매는 제6 우회 라인(L13)을 통해 제1 감압 밸브(80)의 후단으로 유입될 수 있다.
- [141] 온도를 제어함으로써, 혼합 냉매의 결빙을 방지할 수 있다. 혼합 냉매의 결빙을 방지함으로써 액화가스 과냉각 시스템(1)의 고장을 방지할 수 있다.
- [142]
- [143] <제10 실시예>
- [144] 도 10은 본 발명의 제10 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)을 나타낸 도면이다.
- [145] 도 10을 참조하면, 본 발명의 제10 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 제6 온도(130)를 조절하여 결빙을 방지하기 위한 구성으로서, 제7 우회 밸브(104)를 포함한다. 이 외의 다른 구성은 실시예 1과 동일하므로 설명을 생략한다.
- [146] 제7 우회 밸브(104)는 제5 라인(L2)을 따라 제2 감압 밸브(90) 후단의 제2 열교환기(40)로의 재유입 전 온도(이하, '제6 온도(130)'라 한다)를 제어하기 위한 구성이다. 제7 우회 밸브(104)는 분리기(20)와 제1 열교환기(30) 사이의 제5 라인(L2)에서 분기되어, 제2 감압 밸브(90)와 제2 열교환기(40) 사이의 제5 라인(L2)으로 연결되는 제7 우회 라인(L14) 상에 마련된다.
- [147] 제6 온도(130)를 감지하고, 해당 온도가 혼합 냉매의 결빙을 일으킬 정도로 낮으면, 분리기(20)에서 분리되어 제5 라인(L2)을 따라 유동하는 고온의 혼합 냉매를 제7 우회 밸브(104)를 조절해 제7 우회 라인(L14)을 통해 제2 감압 밸브(90)의 후단으로 유입시켜 혼합 냉매의 온도를 높여 결빙을 방지한다.
- [148] 제7 우회 라인(L14)은, 제5 라인(L2)에서 분기되어, 제2 열교환기(40)를 1차 통과한 제5 라인(L2)의 일부분에 연결될 수 있다. 제7 우회 라인(L14)은, 제5 라인(L2)에서 분기되어, 제2 열교환기(40)를 1차 통과한 후 제2 감압 밸브(90) 이후의 제5 라인(L2)의 일부분에 연결될 수 있다.

- [149] 고온의 혼합 냉매는 제7 우회 라인(L14)을 통해 제2 감압 밸브(90)의 후단으로 유입되는 것으로 예시를 들어 설명했으나, 이에 한정하지 않는다. 예를 들어, 고온의 혼합 냉매는 제7 우회 라인(L14)을 통해 제2 감압 밸브(90)의 전단으로 유입될 수 있다.
- [150] 온도를 제어함으로써, 혼합 냉매의 결빙을 방지할 수 있다. 혼합 냉매의 결빙을 방지함으로써 액화가스 과냉각 시스템(1)의 고장을 방지할 수 있다.
- [151]
- [152] <제11 실시예>
- [153] 도 11은 본 발명의 제11 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)을 나타낸 도면이다.
- [154] 도 11을 참조하면, 본 발명의 제11 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 제7 온도(140)를 조절하여 결빙을 방지하기 위한 구성으로서, 제8 우회 밸브(105)를 포함한다. 이 외의 다른 구성은 실시예 1과 동일하므로 설명을 생략한다.
- [155] 제8 우회 밸브(105)는 제6 라인(L3)을 따른 압축기(10) 전단의 온도(이하, '제7 온도(140)'라 한다)를 제어하기 위한 구성이다. 제8 우회 밸브(105)는 압축기(10)와 분리기(20) 사이의 제6 라인(L3)에서 분기되어, 제1 열교환기(30)와 압축기(10) 사이의 제6 라인(L3)으로 연결되는 제8 우회 라인(L15) 상에 마련된다.
- [156] 제8 우회 라인(L15)은, 제6 라인(L3) 상에서, 압축기(10)의 후단에서 분기되어 압축기(10)의 전단으로 연결될 수 있다.
- [157] 제7 온도(140)를 감지하고, 해당 온도가 압축기(10)의 입구에 액적이 생길 정도로 낮으면, 압축기(10)에서 압축된 고온의 혼합 냉매를 제8 우회 밸브(105)를 조절해 제8 우회 라인(L15)을 통해 압축기(10)의 전단으로 유입시켜 혼합 냉매의 온도를 높여 액적 생성을 방지한다.
- [158] 액적 생성을 방지함으로써 액화가스 과냉각 시스템(1)의 고장을 방지할 수 있다.
- [159]
- [160] <제12, 13 실시예>
- [161] 도 12는 본 발명의 제12 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)을 나타낸 도면이다.
- [162] 도 13은 본 발명의 제13 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)을 나타낸 도면이다.
- [163] 도 12 및 도 13를 참조하면, 본 발명의 제12, 13 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은, 본 발명의 제7 내지 11 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)과 비교해서, 분리기(20)에서 분리된 액상 냉매는 제1 열교환기(30)를 거치지 않고, 바로 제1 감압 밸브(80)에서 감압 되어 냉각되는 차이점이 있다. 즉, 제12, 13 실시예에 따른 제4 라인(L1')은 분리기(20)에서 분리된 액상 냉매가 제1 감압 밸브(80) 및 합류부(70)를 거치는 경로를 말한다. 제5 라인(L2) 및 제6 라인(L3)은 앞서 설명한 제1 내지 제11 실시예와 동일하다.

- [164] 또한, 도 12에서 제7 우회 밸브(104) 및 제8 우회 밸브(105) 중 적어도 하나는 생략될 수 있다.
- [165] 액상 냉매가 제1 열교환기(30)를 거치지 않고 냉각되므로, 제1 감압 밸브(80)의 후단에서 빙결이 발생할 우려가 없으므로 제4 온도(110)를 제어할 필요가 없고, 제5 온도(120)만을 제어해 주면 된다.
- [166] 위 차이점에 따라 제5 온도(120)를 조절하는 결빙 방지부의 구성도 일부 달라진다. 단, 제6 온도(130), 제7 온도(140)를 조절하는 결빙 방지부의 구성은 동일하다.
- [167] 도 12를 참조하면, 제5 온도(120)를 조절하여 결빙을 방지하기 위한 구성으로서, 제5 우회 밸브(102')를 포함한다. 제5 우회 밸브(102')는 분리기(20)와 제1 열교환기(30) 사이의 제5 라인(L2)에서 분기되어, 분리기(20)와 제1 열교환기(30) 사이의 제4 라인(L1)으로 연결되는 제5 우회 라인(L12') 상에 마련된다.
- [168] 다른 예를 들어, 제5 우회 밸브(102')는 제1 감압 밸브(80)의 전단의 제4 라인(L1')의 일부에서 분기되어, 제1 감압 밸브(80)의 후단의 제4 라인(L1')의 다른 일부로 연결되는 제5 우회 라인(L12') 상에 마련된다.
- [169] 제5 온도(120)를 감지하고, 해당 온도가 혼합 냉매의 결빙을 일으킬 정도로 낮으면, 분리기(20)에서 분리된 고온의 혼합 냉매를 제5 우회 밸브(102')를 조절해 제5 우회 라인(L12')을 통해 제1 감압 밸브(80)의 전단으로 유입시켜 혼합 냉매의 온도를 높여 혼합 냉매 및 오일의 결빙을 방지한다.
- [170] 고온의 혼합 냉매는 제5 우회 라인(L12')을 통해 제1 감압 밸브(80)의 전단으로 유입되는 것으로 예시를 들어 설명했으나, 이에 한정하지 않는다. 예를 들어, 고온의 혼합 냉매는 제5 우회 라인(L12')을 통해 제1 감압 밸브(80)의 후단으로 유입될 수 있다.
- [171] 제5 우회 라인(L12')은 제4 라인(L1')으로 연결되어 혼합 냉매의 결빙을 방지하는 것으로 예시를 들어 설명했으나, 이에 한정하지 않는다. 예를 들어, 제5 우회 라인(L12')은 생략될 수 있다.
- [172] 제7 우회 라인(L14) 및 제7 우회 밸브(104)는 제10 실시예를, 제8 우회 라인(L15) 및 제8 우회 밸브(105)는 제11 실시예를 참조한다. 다른 예를 들어, 도 12의 액화 가스 과냉각 시스템(1)은 제7 우회 라인(L14) 및 제7 우회 밸브(104)를 생략하거나, 제8 우회 라인(L15) 및 제8 우회 밸브(105)를 생략할 수 있다.
- [173] 도 12에는 도시되지 않았으나, 제12 실시예는 제13 실시예의 제6 우회 라인(L13'), 및 제6 우회 밸브(103')를 더 포함할 수 있다.
- [174] 도 13을 참조하면, 제5 온도(120)를 조절하여 결빙을 방지하기 위한 구성으로서, 제6 우회 밸브(103')를 포함한다. 제6 우회 밸브(103')는 압축기(10)와 분리기(20) 사이의 제6 라인(L3)에서 분기되어, 분리기(20)와 제1 열교환기(30) 사이의 제4 라인(L1)으로 연결되는 제6 우회 라인(L13') 상에 마련된다.
- [175] 제5 온도(120)를 감지하고, 해당 온도가 혼합 냉매의 결빙을 일으킬 정도로 낮으면, 압축기(10)에서 나온 고온의 혼합 냉매를 제6 우회 밸브(103')를 조절해 제6 우회 라인(L13')을 통해 제1 감압 밸브(80)의 전단으로 유입시켜 혼합 냉매의 온

도를 높여 결빙을 방지한다. 혼합 냉매의 결빙을 방지함으로써 액화가스 과냉각 시스템(1)의 고장을 방지할 수 있다.

[176]

[177] <제14 실시예>

[178] 도 14는 본 발명의 제14 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)을 나타낸 도면이다.

[179] 도 14를 참조하면, 본 발명의 제14 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 제7 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)에 비해 제3 열교환기(50)를 추가로 가진다. 단, 이에 한정하지 않고, 제3 열교환기(50)는 제7 실시예 뿐 아니라 제8 실시예 내지 제13 실시예에도 똑같이 추가될 수 있다.

[180] 제14 실시예에 따른 제6 라인(L3')은 합류부(70)에서 합류된 혼합 냉매가 제1 열교환기(30), 제3 열교환기(50), 압축기(10), 제3 열교환기(50)로의 재유입 및 분리기(20)를 거치는 경로를 말한다. 제4 라인(L1) 및 제5 라인(L2)은 앞서 설명한 제7 실시예 내지 제11 실시예와 동일하다.

[181] 제3 열교환기(50)는 제6 라인(L3')을 따라 제1 열교환기(30)를 통과한 혼합 냉매 및 제6 라인(L3')을 따라 압축기(10)를 통과한 혼합 냉매가 열교환하도록 배치된다. 제3 열교환기(50)에서 열교환을 마친 혼합 냉매는 분리기(20)로 들어가 상 분리될 수 있다.

[182] 구체적으로, 제3 열교환기(50)에서 압축기(10)를 거친 고온의 혼합 냉매가 분리기(20)로 들어가 상 분리되기 이전에, 제6 라인(L3')을 따라 제1 열교환기(30)를 거친 상대적으로 저온인 혼합 냉매와 열교환을 하여 냉각된다. 혼합 냉매를 분리되기 이전에 한 번 냉각을 시킴으로써 상 분리가 더욱 잘 일어나는 효과가 있다. 예를 들어, 분리기(20)로 유입되기 전에 제3 열교환기(50)에서 냉각된 혼합 냉매는 제3 열교환기(50)를 거치지 않은 혼합 냉매보다 더 효과적으로 분리기(20)에서 상 분리될 수 있다.

[183]

[184] <제15 실시예>

[185] 도 15는 본 발명의 제15 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)을 나타낸 도면이다.

[186] 도 15를 참조하면, 본 발명의 제15 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 압축기(10), 열교환기(60), 감압 밸브(100), 제9 우회 밸브(106), 순환 라인(L4)을 포함한다.

[187] 순환 라인(L4)은 압축기(10)에서 압축된 혼합 냉매가 열교환기(60), 감압 밸브(100) 및 열교환기(60)로의 재유입을 거쳐 압축기(10)로 돌아오는 경로를 말한다.

[188] 압축기(10)에서 압축된 혼합 냉매는 순환 라인(L4)을 따라 열교환기(60)로 들어가고, 감압 밸브(100)를 거쳐 열교환기(60)로 재유입되는 혼합 냉매와 열교환을 하여 냉각된다. 1차적으로 냉각된 혼합 냉매는 감압 밸브(100)에서 감압되어 냉각된 후, 열교환기(60)로 재유입된다. 재유입된 혼합 냉매는 액화가스와의 열교

환을 통해 액화가스를 과냉각 시키고 순환 라인(L4)을 따라 압축기(10)로 돌아온다.

- [189] 상 분리가 되지 않으므로, 혼합 냉매는 C5와 같은 무거운 성분을 포함한 채로 냉각 과정에서 극저온으로 가는데, 이 과정에서 C5가 결빙되는 문제가 발생할 수 있다. 따라서, 감압 밸브(100) 후단의 열교환기(60)로 재유입 전 온도(이하 '제8 온도(150)'라 한다)를 조절하기 위해 결빙 방지부가 필요하다.
- [190] 제9 우회 밸브(106)는 제8 온도(150)를 제어하기 위한 구성이다. 제9 우회 밸브(106)는 압축기(10)와 열교환기(60) 사이의 순환 라인(L4)에서 분기되어, 감압 밸브(100)와 열교환기(60) 사이의 순환 라인(L4)으로 연결되는 제9 우회 라인(L16) 상에 마련된다.
- [191] 제8 온도(150)를 감지하고, 해당 온도가 혼합 냉매의 결빙을 일으킬 정도로 낮으면, 압축기(10)에서 나온 고온의 혼합 냉매를 제9 우회 밸브(106)를 조절해 제9 우회 라인(L16)을 통해 감압 밸브(100)의 전단으로 유입시켜 혼합 냉매의 온도를 높여 결빙을 방지한다.
- [192] 혼합 냉매의 결빙을 방지함으로써 액화가스 과냉각 시스템(1)의 고장을 방지할 수 있다.
- [193]
- [194] 본 발명의 제1 내지 15 실시예에 따른 액화가스 과냉각 시스템(1)은 그 성분으로 펜탄을 포함할 수 있다.
- [195]
- [196] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 혼합 냉매를 이용해 액화가스를 과냉각 시키는 시스템에 있어서,
 상기 혼합 냉매를 압축하는 압축기;
 상기 압축기의 후단에 마련되어, 상기 혼합 냉매를 기상 냉매와 액상 냉매로 상 분리하는 제1 분리기;
 상기 제1 분리기에서 분리된 액상 냉매가, 제1 감압 밸브를 거쳐 유동하는 제1 라인;
 상기 제1 분리기에서 분리된 기상 냉매가, 제1 열교환기 및 제2 분리기를 거쳐 유동하는 제2 라인;
 상기 제1 열교환기의 후단에 마련되어, 상기 제1 분리기에서 분리되어 상기 제2 라인을 거친 혼합 냉매를 기상 냉매와 액상 냉매로 상 분리하는 제2 분리기;
 상기 제2 분리기에서 분리된 기상 냉매가, 제2 열교환기, 제2 감압 밸브, 제2 열교환기로의 재유입을 거쳐 유동하는 제2-1 라인;
 상기 제2 분리기에서 분리된 액상 냉매가, 제3 감압 밸브를 거쳐 유동하는 제2-2 라인; 및
 상기 제1 라인, 상기 제2-1 라인, 및 상기 제2-2 라인으로부터 합류된 혼합 냉매가, 상기 제1 열교환기, 상기 압축기, 및 상기 제1 분리기를 거쳐 유동하는 제3 라인을 포함하고,
 상기 제1 열교환기에서는, 상기 제1 분리기에서 분리되어 상기 제2 라인을 따라 유동하는 기상 냉매, 및 상기 제3 라인을 따라 유동하는 혼합 냉매가 열교환하고,
 상기 제2 열교환기에서는, 상기 제2-1 라인을 따라 상기 제2 분리기에서 분리된 기상 냉매, 상기 제2-1 라인을 따라 상기 제2 감압 밸브를 통과한 혼합 냉매, 및 상기 액화가스가 열교환하고,
 상기 제2 열교환기에서의 열교환에 의해 상기 액화가스가 과냉각되는, 액화가스 과냉각 시스템.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
 상기 제1 감압 밸브에서는 상기 제1 분리기에서 분리되어 상기 제1 라인을 따라 유동하는 액상 냉매가 감압되어 온도가 하강하고,
 상기 제2 감압 밸브에서 상기 제2-1 라인을 따라 상기 제2 열교환기를 통과한 혼합 냉매가 감압되어 온도가 하강하고,
 상기 제3 감압 밸브에서 상기 제2 분리기에서 분리되어 상기 제2-2 라인을 따라 유동하는 액상 냉매가 감압되어 온도가 하강하는, 액화가스 과냉각 시스템.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,

전단에서 상기 제1 라인, 상기 제2-1 라인, 및 상기 제2-2 라인과 연결되고, 후단에서 상기 제3 라인과 연결되는 합류부를 더 포함하고, 상기 합류부에서 합류된 혼합 냉매는 상기 제3 라인을 따라 유동하여 상기 제1 열교환기를 통과하고, 상기 합류부에서는, 상기 제1 감압 밸브를 통과한 액상 냉매, 상기 제2 감압 밸브를 거쳐 상기 제2 열교환기를 통과한 혼합 냉매, 상기 제3 감압 밸브를 통과한 액상 냉매가 합류되는, 액화가스 과냉각 시스템.

[청구항 4]

청구항 1에 있어서, 전단에서 상기 제1 라인, 상기 제2-1 라인, 및 상기 제2-2 라인과 연결되고, 후단에서 상기 제3 라인과 연결되는 합류부를 더 포함하고, 상기 제2 라인 및 상기 제2-1 라인 중 적어도 하나의 라인으로부터 분기되는 우회 라인을 구비하고, 상기 우회 라인에 마련된 우회 밸브를 통하여 상대적으로 고온의 혼합 냉매의 유입을 조절하여, 상기 제2-1 라인 또는 상기 제2-2 라인 상의 상기 혼합 냉매의 온도를 조절하는 결빙 방지부를 더 포함하는, 액화가스 과냉각 시스템.

[청구항 5]

청구항 4에 있어서, 상기 결빙 방지부는, 상기 제2-1 라인을 따라 상기 합류부에 들어가기 전 상기 혼합 냉매의 제1 온도를 제어하는, 액화가스 과냉각 시스템.

[청구항 6]

혼합 냉매를 이용해 액화가스를 과냉각 시키는 시스템에 있어서, 상기 혼합 냉매를 압축하는 압축기; 상기 압축기의 후단에 마련되어, 상기 혼합 냉매를 기상 냉매와 액상 냉매로 상 분리하는 분리기; 상기 분리기에서 분리된 액상 냉매가, 제1 감압 밸브를 거쳐 유동하는 제4 라인; 상기 분리기에서 분리된 기상 냉매가, 제1 열교환기, 제2 열교환기, 제2 감압 밸브, 제2 열교환기로의 재유입을 거쳐 유동하는 제5 라인; 상기 제4 라인, 상기 제5 라인으로부터 합류된 혼합 냉매가, 상기 제1 열교환기, 상기 압축기, 및 상기 분리기를 거쳐 유동하는 제6 라인; 및 상기 제5 라인, 및 상기 제6 라인 중 적어도 하나의 라인으로부터 분기되는 우회 라인을 구비하고, 상기 우회 라인에 마련된 우회 밸브를 통하여, 상대적으로 고온의 혼합 냉매의 유입을 조절하여, 상기 제5 라인 또는 상기 제6 라인 상의 상기 혼합 냉매의 온도를 조절하는 결빙 방지부를 포함하고, 상기 제1 열교환기에서는, 상기 분리기에서 분리되어 상기 제5 라인을 따라 유동하는 기상 냉매, 및 상기 제6 라인을 따라 유동하는 혼합 냉매가 열교환하고,

상기 제2 열교환기에서는, 상기 제5 라인을 따라 제1 열교환기를 통과한 혼합 냉매, 상기 제5 라인을 따라 상기 제2 감압 밸브를 통과한 혼합 냉매, 및 상기 액화가스가 열교환하고,
상기 제2 열교환기에서의 열 교환에 의해 상기 액화가스가 과냉각되는, 액화가스 과냉각 시스템.

- [청구항 7] 청구항 6에 있어서,
상기 분리기에서 분리되어 상기 제4 라인을 따라 유동하는 액상 냉매가 상기 제1 감압 밸브에서 감압되어 온도가 하강하고,
상기 제5 라인을 따라 상기 제2 열교환기를 통과한 혼합 냉매가 상기 제2 감압 밸브에서 감압되어 온도가 하강하는, 액화가스 과냉각 시스템.
- [청구항 8] 청구항 6에 있어서,
전단에서 상기 제4 라인, 및 상기 제5 라인과 연결되고, 후단에서 상기 제6 라인과 연결되는 합류부를 더 포함하고,
상기 결빙 방지부는, 상기 제6 라인을 따라 상기 제1 열교환기에 들어가기 전 상기 혼합 냉매의 제5 온도를 제어하는, 액화가스 과냉각 시스템.
- [청구항 9] 청구항 8에 있어서,
상기 결빙 방지부는 제5 우회 밸브를 포함하고,
상기 제5 우회 밸브는, 상기 제4 라인, 상기 제5 라인, 및 상기 제6 라인 중 적어도 하나의 라인에서 분기되어, 상기 제1 감압 밸브의 전단 또는 상기 제1 감압 밸브의 후단의 상기 제4 라인에 연결되는 제5 우회 라인 상에 마련되는, 액화가스 과냉각 시스템.
- [청구항 10] 청구항 6에 있어서,
전단에서 상기 제4 라인 및 상기 제5 라인과 연결되고, 후단에서 상기 제6 라인과 연결되는 합류부를 더 포함하고,
상기 결빙 방지부는 상기 제5 라인을 따라 상기 제2 감압 밸브를 거친 상기 혼합 냉매의 제6 온도를 제어하는, 액화가스 과냉각 시스템.
- [청구항 11] 청구항 10에 있어서,
상기 결빙 방지부는 제7 우회 밸브를 포함하고,
상기 제7 우회 밸브는, 상기 분리기와 상기 제1 열교환기 사이의 상기 제5 라인에서 분기되어, 상기 제2 감압 밸브의 전단 또는 상기 제2 감압 밸브의 후단의 상기 제5 라인에 연결되는 제7 우회 라인 상에 마련되는, 액화가스 과냉각 시스템.
- [청구항 12] 청구항 6에 있어서,
전단에서 상기 제4 라인 및 상기 제5 라인과 연결되고, 후단에서 상기 제6 라인과 연결되는 합류부를 더 포함하고,
상기 결빙 방지부는 상기 제6 라인을 따라 상기 압축기로 들어가는 상기 혼합 냉매의 제7 온도를 제어하는, 액화가스 과냉각 시스템.
- [청구항 13] 청구항 12에 있어서,

상기 결빙 방지부는 제8 우회 밸브를 포함하고,
상기 제8 우회 밸브는, 상기 압축기와 상기 분리기 사이의 상기 제6 라인
에서 분기되어, 상기 제1 열교환기와 상기 압축기 사이의 상기 제6 라인으
로 연결되는 제8 우회 라인 상에 마련되는, 액화가스 과냉각 시스템.

[청구항 14]

청구항 6에 있어서,
상기 제4 라인은 상기 제1 감압 밸브의 전단에서 상기 제1 열교환기를 통
과하고,
상기 제1 열교환기에서는, 상기 분리기에서 분리되어 상기 제4 라인을 따
라 유동하는 액상 냉매, 상기 분리기에서 분리되어 상기 제5 라인을 따라
유동하는 기상 냉매, 및 상기 제6 라인을 따라 유동하는 혼합 냉매가 열교
환하는, 액화가스 과냉각 시스템.

[청구항 15]

청구항 14에 있어서,
상기 결빙 방지부는 제5 우회 밸브를 포함하고,
상기 제5 우회 밸브는, 상기 제4 라인, 상기 제5 라인, 및 상기 제6 라인 중
적어도 하나의 라인에서 분기되어, 상기 제1 감압 밸브의 전단 또는 상기
제1 감압 밸브의 후단의 상기 제4 라인에 연결되는 제5 우회 라인 상에 마
련되는, 액화가스 과냉각 시스템.