

발명의 설명

발명의 명칭: 액체유량계 극저온 교정 시스템 및 이의 운전 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 극저온 환경에서 액체가스의 유량을 측정하기 위한 기기인 액체유량계에 관한 것으로, 보다 상세하게는 극저온 환경에서 액체가스의 유량을 측정하는 액체유량계 교정에 측정 소급성을 확보하기 위한 시스템 및 이의 운전 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 유량계는 배관을 통해 전달되는 액체나 기체의 유량을 측정하기 위한 기기이며 유체 종류에 따라 액체유량계 혹은 기체유량계로 분류된다. 이러한 유량계는 수자원 및 폐수처리, 중화학 공업, 식품 및 음료, 반도체산업 등 다양한 산업 분야에서 유량을 측정하기 위해 사용되고 있다.
- [4] 글로벌 친환경 기조에 따라 LNG 및 액화수소 등의 역할이 강조되고 있으며, 이에 따라 액체유량계를 극저온 환경에서 교정하는 것의 필요성이 대두되고 있다.
- [5] 액체유량계를 교정하기 위한 방법 중 일정하게 흐르는 유체를 특정 시간 동안 수집한 뒤 수집된 중량을 측정하는 방식의 중량식 방법이 가장 정확한 방법으로 알려져 있다.
- [6] 극저온 환경에서 액체유량계를 교정하기 위한 노력으로는 1970년대 미국 NBS(NIST의 전신)에서 Cryogenic Flow Facility를 설계하여 구축 후 2015년까지 운용하였다. 이 설비는 교정전문업체인 CEESI로 2016년에 이관되어 공동연구를 수행한 뒤 2020년경 해체되었다. 한편, 네덜란드의 VSL에서는 LNG를 교정하기 위한 극저온 PSL(Primary Standard Loop) 및 MSL(Mid Scale Loop)을 구축하였다.
- [7] 그러나, 국내에서는 극저온 환경에서 액체유량계를 교정하는 방법에 대한 연구가 많이 부족할 뿐만 아니라 그 설비 또한 부족하여, 수요가 많이 증가하고 있는 액체가스의 유량을 측정하는 액체유량계를 극저온 환경에서 교정하기 위한 기술 및 설비가 필요한 실정이다.
- [8] 또한, 기존에 있었던 극저온 환경에서 액체유량계를 교정하는 방법 중 하나(네덜란드 VSL 시스템 등)는 교정 시스템 내부의 온도가 증가하거나 압력이 낮아져 액체가스가 기액혼상류 상태가 되어, 작은 오차 범위에서 액체유량계를 교정하는 것이 어려웠다.

[9]

발명의 내용

기술적 과제

- [10] 상기와 같은 문제를 해결하기 위한 본 발명의 목적은 액체가스의 유량을 측정하는 액체유량계를 극저온 환경에서 작은 오차 범위에서 교정하기 위한 교정 시스템 및 이의 운전 방법을 제공하는 것이다.
- [11] 또한, 본 발명의 목적은 교정 시스템의 중단없이 연속적으로 액체유량계를 교정하여 교정에 필요한 시간을 단축시키고 재가동에 불필요한 에너지가 낭비되는 것을 방지하는 것이다.
- [12] 또한, 본 발명의 목적은 외부 열에 의해 영향을 덜 받는 이중 단열 구조 혹은 진공 구조인 교정 시스템 구성 장치들을 제공하여, 외부 열에 의해 구성 장치 및 구성 장치 내부에 있는 액체가스의 온도가 상승하여 액체가스가 기화되는 현상을 방지하는 것이다.
- [13] 또한, 본 발명의 목적은 교정 전 교정 시스템 내부를 냉각시키고 일정 온도 이하로 유지시켜, 교정 시스템 내부 온도가 상승하여 액체가스가 기화되는 현상을 방지하는 것이다.
- [14] 또한, 본 발명의 목적은 교정 전 교정 시스템 압력을 상승시키고 일정 압력 이상으로 유지시켜, 교정 시스템 내부 압력이 낮아져 액체가스가 기화되는 현상을 방지하는 것이다.
- [15] 또한, 본 발명의 목적은 실제 액체가스의 동작환경과 동일한 교정 시스템 환경을 제공하는 것이다.
- [16] 또한, 본 발명의 목적은 외부로 배출되는 액체가스로 인해 발생하는 환경오염을 줄이기 위해, 사용한 액체를 재사용하도록 하는 것이다.
- [17] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[18]

과제 해결 수단

- [19] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구성은 액체를 저장하는 저장탱크; 일단이 상기 저장탱크와 연결되고 타단이 열교환기와 연결되며, 상기 저장탱크로부터 공급되는 상기 액체를 기화시키는 기화기; 일단이 상기 저장탱크와 연결되고 타단이 측정탱크와 연결되며, 상기 저장탱크로부터 공급되는 액체를 이용하여 순환탱크로부터 공급되는 액체를 냉각시켜 측정탱크로 액체를 공급하는 열교환기; 일단이 상기 열교환기와 연결되고 타단이 순환탱크와 연결되며, 상기 열교환기로부터 공급되는 상기 액체의 중량을 하단에 마련된 저울을 통해 측정하는 측정탱크; 일단이 상기 측정탱크와 연결되고 타단이 순환펌프와 연결되며, 상기 측정탱크에서 측정이 끝난 상기 액체가 공급되는 순환탱크; 일단이 상기 순환탱크와 연결되고 타단이 상기 열교환기와 연결되며, 상기 순환탱크에 저장된 상기 액체를 상기 열교환기로 공급하는 순

회전펌프; 및 상기 측정탱크로부터 상기 순환탱크로의 상기 액체가스의 공급을 차단하고, 상기 측정탱크에 상기 액체가스가 저장되도록 상기 액체가스의 유로를 변경하는 유로 변경 밸브를 포함하며, 상기 측정탱크에 일정 시간동안 저장되는 상기 액체가스의 중량 값을 상기 저울을 통해 실시간으로 계측하여, 계측된 상기 중량 값을 바탕으로 액체유량계의 유량 값을 교정하는 것을 특징으로 하는 액체유량계 극저온 교정 시스템을 제공한다.

[20] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 유로 변경 밸브는 솔레노이드 밸브인 것을 특징으로 할 수 있다.

[21] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 측정탱크는 이중 용기로 제작되며, 상기 이중 용기를 구성하는 외부 및 내부 용기 사이에는 진공이 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[22] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 저장탱크, 기화기, 열교환기, 측정탱크, 순환탱크 및 순환펌프는 서로 배관으로 연결되고, 상기 배관은 내부 및 외부의 이중 배관으로 구성되며, 상기 이중 배관 사이에는 진공이 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[23]

발명의 효과

[24] 상기와 같은 구성에 따르는 본 발명의 효과는, 극저온의 환경에서 액체유량계를 작은 오차 범위에서 교정할 수 있다.

[25] 또한, 본 발명에 따르면, 연속적으로 액체유량계를 교정할 수 있어, 교정에 필요한 시간을 단축시키고 재가동에 필요한 에너지 낭비를 방지할 수 있다.

[26] 또한, 본 발명에 따르면, 교정 시스템을 구성하는 장치들의 구조가 이중 단열 구조 혹은 진공 구조여서 외부 열에 의해 영향을 덜 받아 교정 시스템이 저온의 일정 온도로 유지될 수 있으며, 이에 의해 외부 열에 의해 교정 시스템 내부 온도가 상승하여 발생하는 액체가스 기화 현상 방지하고 교정의 오차를 줄이고 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[27] 또한, 본 발명에 따르면, 교정 전 교정 시스템 내부를 냉각시키고 일정 온도 이하로 유지시키는 냉각 운전 단계를 제공하여, 교정 시스템 내부 온도가 상승하여 발생하는 액체가스 기화 현상 방지하고 교정의 오차를 줄여 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[28] 또한, 본 발명에 따르면, 교정 전 교정 시스템 내부 압력을 상승시키고 일정 압력 이상으로 유지시키는 압력 제어 운전 단계를 제공하여, 교정 시스템 내부 압력이 낮아져 발생하는 액체가스 기화 현상 방지하고 교정의 오차를 줄여 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[29] 또한, 본 발명에 따르면, 교정 시스템은 실제 액체가스의 동작환경과 동일한 시스템 환경을 제공하여 교정의 오차를 줄이고 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[30] 또한, 본 발명에 따르면, 사용한 액체가스를 재사용할 수 있어, 액체가스의 외부 배출로 인해 발생하는 환경오염을 줄일 수 있다.

[31] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[32]

도면의 간단한 설명

[33] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 액체유량계 극저온 교정 시스템의 예시도이다.

[34] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 액체유량계 극저온 교정 시스템의 개략도이다.

[35] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 액체유량계 극저온 교정 시스템의 냉각 운전 상태를 보여주는 개략도이다.

[36] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 액체유량계 극저온 교정 시스템의 압력 제어 운전 상태를 보여주는 개략도이다.

[37] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 액체유량계 극저온 교정 시스템의 순환 운전 상태를 보여주는 개략도이다.

[38] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 액체유량계 극저온 교정 시스템의 교정 운전 상태를 보여주는 개략도이다.

[39]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[40] 본 발명에 따른 가장 바람직한 일 실시예는,

[41]

발명의 실시를 위한 형태

[42] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[43] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.

[44] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다

르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [45] 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...유닛", "...모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [46] 또한, 본 명세서에서, 어떤 단계가 다른 단계와 "전에" 또는 "후에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 단계가 다른 단계와 직접적 시계열적인 관계에 있는 경우만이 아니라, 각 단계 후의 혼합하는 단계와 같이 두 단계의 순서에 시계열적 순서가 바뀔 수 있는 간접적 시계열적 관계에 있는 경우와 동일한 권리를 포함한다.
- [47] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이하 상세한 설명에서 액체유량계 극저온 교정 시스템 및 이의 운전 방법에 대해 편의상 액화질소(-196°C)를 실시예로 하여 설명하지만, 본 발명의 액체유량계 극저온 교정 시스템은 액화천연가스(LNG, -162°C), 액체메탄(-163°C), 액체산소(-183°C), 액체수소(-253°C) 및 액체헬륨(-269°C)과 같은 액체가스의 액체유량계를 교정하는 데에도 사용된다.
- [48] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 액체유량계 극저온 교정 시스템의 예시도이며, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 액체유량계 극저온 교정 시스템의 개략도이다.
- [49] 도 1 및 2를 참고하면, 액체유량계 극저온 교정 시스템(1) 외부에는 저장탱크(10)가 배치되며, 액체유량계 극저온 교정 시스템(1) 내부에는 열교환기(30), 순환펌프(40), 순환탱크(50), 측정탱크(60), 저울(70), 제1 유량계(80), 제2 유량계(90), 제3 유량계(100) 및 제4 유량계(110)가 배치된다.
- [50] 저장탱크(10)의 일단에서 형성된 배관(p1)은 분기되며, 분기된 하나의 배관(p2)은 열교환기(30)에 연결되고, 분기된 다른 하나의 배관(p3)은 순환탱크(50)에 연결된다. 열교환기(30)의 일단에서 형성된 배관(p2)은 저장탱크(10)와 연결되고, 열교환기(30)의 타단에서 형성된 배관(p4)은 제1 유량계(80) 및 제2 유량계(90)와 연결된 후 측정탱크(60)와 연결된다. 측정탱크(60)의 일단에서 형성된 배관(p4)은 제2 유량계(90)와 연결되며, 측정탱크(60)의 타단에서 형성된 배관(p5)은 순환탱크(50)와 연결된다. 순환탱크(50)의 일단에서 형성된 배관(p3)은 저장탱크(10)와 연결되며, 순환탱크(50)의 타단에서 형성된 배관(p6)은 순환펌프(40)와 연결된 후 열교환기(30)와 연결된다.
- [51] 저장탱크(10)에는 액화질소가 저장된다. 저장탱크(10)로부터 공급되는 액화질소는 열교환기(30)로 바로 공급되어 냉각되거나, 순환탱크(50)로 공급된 후 열교환기(30)로 공급되어 냉각된다. 순환탱크(50)로 공급된 액화질소는 순환펌프(40)

를 통해 열교환기(30)로 공급되며, 공급된 액화질소는 열교환기(30)를 거쳐 냉각된다.

- [52] 열교환기(30)를 통과한 저온의 액화질소는 제1 유량계(80) 및 제2 유량계(90)를 거쳐 측정탱크(60)로 공급된다. 측정탱크(60)는 일정시간 동안 공급된 액화질소를 저장하며 측정탱크(60)에 마련된 저울(70)을 통해 저장된 액화질소의 중량을 측정한다. 측정탱크(60)에서 측정이 끝난 액화질소는 다음 시험을 위해 순환탱크(50)로 공급된다.
- [53] 순환탱크(50)는 초저온 액화질소를 저장할 수 있는 재질로 만들어지며, 초저온(-196°C) 및 고압(1.0MPa)의 환경에서 신축 및 기밀이 유지될 수 있는 구조로 설계된다. 또한, 순환탱크(50)에는 시스템의 운전 동안 침입하는 열량을 줄여 초저온 상태로 액화질소를 유지하기 위해 단열재가 사용된다.
- [54] 측정탱크(60)는 극저온 액화질소를 저장하는 내부 용기와 상온 노출된 외부 용기의 이중 용기로 제작되며, 내부 용기와 외부 용기 사이에는 진공이 형성돼, 외부로부터 대류열전달 형태로 전달되는 열 유입이 차단된다. 이중 용기 사이에 형성된 진공의 진공도는 10^{-4} Torr인 것이 바람직하나 시스템의 운전 상황에 따라 달라질 수 있다.
- [55] 시스템에서 장치들을 연결하는데 사용되는 배관들은 이중 단열 구조로 만들어진다. 배관들은 내부 및 외부의 이중 배관으로 구성되며 이중 배관 사이에는 진공이 형성된다. 또한, 이중 배관 사이는 보온재로 보온된다. 이를 통해, 배관들은 단열되며 액화질소가 배관 내부로 공급될 때 기화되는 것이 방지된다.
- [56] 이상으로 액체유량계 극저온 교정 시스템(1)을 구성하는 주요 장치와 이들 장치들의 상호 연결관계를 대략적으로 기술하였으며, 이하 액체유량계 극저온 교정 시스템(1)의 운전 방법을 설명하면서 보다 상세하게 기술하고자 한다.
- [57] 액체유량계 극저온 교정 시스템(1)의 운전 방법은 4 단계를 포함한다. 4단계 중 제1 단계는 냉각 운전 단계, 제2 단계는 압력 제어 운전 단계, 제3 단계는 순환 운전 단계 및 제4 단계는 교정 운전 단계이다.
- [58] 냉각 운전 단계에서는 시험 대상 액화질소를 포화온도 보다 더 낮은 Sub cooling 상태로 유지시켜, 시험 대상 액화질소가 기화되어 기액혼상류 상태가 되는 것을 방지한다.
- [59] 압력 제어 운전 단계에서는 옥외에 설치된 기화기(20)를 통해 생산되는 기체질소를 열교환기(30)를 통해 냉각시킨 후 측정탱크(60) 및 순환탱크(50)로 공급하고, 이를 통해 액체유량계 극저온 교정 시스템(1) 내부를 가압하여 내부 압력을 상승시킨다.
- [60] 순환 운전 단계에서는 교정 운전 전 옥외의 저장탱크(10)로부터 공급받은 액화질소가 일정한 온도 및 압력 하에서 시스템 내부를 안정적으로 순환할 수 있도록 시스템을 안정화시킨다.
- [61] 교정 운전 단계에서는 액체유량계 극저온 교정 시스템(1) 내부를 순환하는 액화질소가 유동 안정화 상태가 되면, 액화질소의 유로를 변경하여 액화질소를 측

정탱크(60)로 공급하고, 측정탱크(60)로 공급된 액화질소가 일정 시간 동안 저장 되면, 측정탱크(60) 하단에 마련된 저울(70)을 통해 저장된 액화질소의 중량 값을 계측하고 이를 통해 교정이 필요한 액체유량계를 교정한다.

- [62] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 액체유량계 극저온 교정 시스템의 냉각 운전 상태를 보여주는 개략도이다.
- [63] 액화질소의 중량을 측정하기 위해 액화질소가 시스템 내부에 이동 및 저장될 때 시스템 내부의 온도가 상승하여 액화질소가 기화되어 액화질소가 기액혼상류 상태가 되면 액화질소의 중량을 측정할 때 오차가 발생하여 보다 정확하게 액체유량계를 교정할 수 없다. 따라서, 시스템 내부를 냉각시키고 일정한 온도 이하로 유지시켜 액화질소가 기화되는 현상을 방지해야 하며, 이를 위해 시스템 내부를 냉각시키는 냉각 운전이 필수적이다.
- [64] 도 3을 참고하면, 저장탱크(10)에 저장되어 있는 액화질소는 열교환기(30)로 공급되는 경로(제1 경로)와 순환탱크(50)로 공급되는 경로(제2 경로)를 통해 각각 열교환기(30) 및 순환탱크(50)로 공급된다. 이때, 제2 경로를 통해 순환탱크(50)로 공급되는 액화질소의 양은 순환탱크(50)의 체적(예를 들어, 1 m³)을 가득 채울 수 있는 양이 유지되는 것이 바람직하다.
- [65] 제1 경로를 통해 열교환기(30)로 공급된 액화질소는 열교환기(30)를 거치며 냉각되고 냉각된 액화질소는 제1 유량계(80) 및 제2 유량계(90)를 거쳐 측정탱크(60)로 공급된다. 또한, 측정탱크(60)로 공급된 액화질소는 측정탱크(60)를 거쳐 순환탱크(50)로 공급된다.
- [66] 또한, 제2 경로를 통해 순환탱크(50)로 공급된 액화질소는 순환펌프(40)가 동작하며 열교환기(30)로 공급된다. 열교환기(30)로 공급된 액화질소는 제1 경로를 통해 열교환기(30)로 공급된 액화질소와 동일한 방법으로 최종적으로 순환탱크(50)로 공급된다.
- [67] 제1 및 제2 경로를 통해 열교환기(30)로 공급된 액화질소가 열교환기(30)를 거치면서 냉각되고 냉각된 액화질소가 시스템 내부를 순환하면서 시스템 내부의 장치 및 배관들은 저온 상태를 유지하며, 이를 통해 이후 기술될 시스템 측정 운전에서 측정을 위해 교정 시스템 내부를 순환하는 액화질소가 시스템 내부의 온도 상승에 의해 기화되는 것을 방지한다.
- [68] 상기 시스템의 냉각 운전이 진행되는 동안 제1 밸브에서 제12 밸브까지의 모든 밸브는 개방되며, 열교환기(30) 및 측정탱크(60) 내부의 액화질소 중 일부는 각각 v4 및 v7 밸브를 통해 외부로 배출된다. 또한, 저장탱크(10)에서 순환탱크(50)로 공급되는 액화질소 중 일부는 v12 밸브를 통해 외부로 배출된다.
- [69] 또한, 시스템 내부에는 시스템 내부의 온도를 측정하기 위한 복수의 온도 측정기가 설치될 수 있다.
- [70] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 액체유량계 극저온 교정 시스템의 압력 제어 운전 상태를 보여주는 개략도이다.

- [71] 액화질소의 중량을 측정하기 위해 액화질소가 시스템 내부에 이동 및 저장될 때 시스템 내부의 압력이 떨어져 액화질소가 기화되어 액화질소가 기액혼상류 상태가 되면 액화질소의 중량을 측정할 때 오차가 발생하게 된다. 따라서, 시스템 내부의 압력을 높이고 일정한 압력 이상으로 유지시켜 액화질소가 기화되어 기포가 발생하는 현상을 방지해야 하며, 이를 위해 시스템 내부의 압력을 상승시켜 유지시키는 압력 제어 운전이 필수적이다.
- [72] 도 4를 참고하면, 액체유량계 극저온 교정 시스템의 외부에는 기화기(20)가 추가적으로 배치된다. 기화기(20)의 일단에 형성된 배관은 저장탱크(10)와 연결되며 기화기(20)의 타단에 형성된 배관은 열교환기(30)와 연결되며, 열교환기(30)와 측정탱크(60)를 연결하는 배관에는 추가적으로 제3 유량계(100)가 배치된다. 또한, 시스템 내부의 기체질소를 외부로 배출하기 위해, 측정탱크(60)와 순환탱크(50)를 연결하는 배관으로부터 새로운 배관이 분기되어 형성된다. 또한, 상기 새로운 배관에는 제4 유량계(110)가 배치된다.
- [73] 저장탱크(10)에 저장된 액화질소는 기화기(20)로 공급되며, 기화기(20)를 거친 액화질소는 기체질소로 상태가 변한다. 상태가 변한 기체질소는 열교환기(30)를 거쳐 냉각되며, 냉각된 기체질소는 시스템을 구성하는 장치 및 배관들에 공급된다. 공급된 기체질소는 시스템 내부를 가압하여 내부의 압력을 상승시키고, 이후 일정한 압력으로 시스템 내부의 압력을 유지한다.
- [74] 이때, 시스템 내부의 가압을 위해 v7 및 v14 밸브는 폐쇄되고 v13 밸브는 개방되며, 만약 시스템 내부를 가압 후 감압 할 경우, 시스템 내부의 기체질소를 외부로 배출하기 위해 v7, v13 및 v14 밸브는 모두 개방된다.
- [75] 열교환기(30)에서 측정탱크(60)로 공급되는 기체질소의 공급량은 제3 유량계(100)에 의해 측정되며, 시스템 내부에서 외부로 배출되는 기체질소의 배출량은 제4 유량계(110)에 의해 측정된다. 또한, 상기 측정된 기체질소의 공급량과 배출량의 차이에 의해 시스템 내부에 잔존해 있는 기체질소의 양은 계산된다. 시스템 내부에는 복수의 압력 측정기가 설치되어 시스템 내부의 압력을 측정한다.
- [76] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 액체유량계 극저온 교정 시스템의 순환 운전 상태를 보여주는 개략도이다.
- [77] 도 5를 참고하면, 액체유량계 극저온 교정 시스템(1) 내부의 온도와 압력이 시스템 내부에 설치된 복수의 온도 및 압력 측정기에서 액화질소가 기화되지 않도록 기 설정된 온도와 압력으로 일정하게 유지되는 것이 확인되면, 시스템의 v5, v6, v8, v9 및 v10 밸브는 개방되고 나머지 모든 밸브는 폐쇄된다.
- [78] 이후, 액화질소는 열교환기(30), 측정탱크(60), 순환탱크(50) 및 순환펌프(40)가 서로 배관으로 연결된 순환 루프를 계속 순환한다.
- [79] 이때, 순환펌프(40)는 멈추지 않고 계속 가동되어 순환탱크(50)에 저장되어 있는 액화질소는 시스템 내부를 계속 순환한다. 순환펌프(40)는 20에서 60Hz 범위 구간 사이에서 인버터를 사용하여 액화질소의 유량을 조절하며, 1시간에 20m³의 양으로 액화질소를 공급한다.

- [80] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 액체유량계 극저온 교정 시스템의 교정 운전 상태를 보여주는 개략도이다.
- [81] 도 6을 참고하면, 액체유량계 극저온 교정 시스템(1) 내부에서 순환하는 액화질소가 일정한 온도와 압력을 유지하며 순환을 안정적으로 하는 유동 안정화 상태가 되면, v8 밸브는 폐쇄되고 액화질소의 유로는 변경된다. v8 밸브는 솔레노이드 밸브가 사용될 수 있으며, v8 밸브를 사용하여 유로를 변경하는 시간은 100ms 이내로 빨라야 한다.
- [82] 유로가 변경되면 일정 시간동안 측정탱크(60)에 액화질소가 저장되며, 액화질소가 측정탱크(60)에 저장되는 동안 측정탱크(60) 하단에 마련된 저울(70)은 저장되는 액화질소의 중량을 실시간으로 계측한다. 이후, 저울(70)을 통해 실시간으로 계측된 중량 값을 바탕으로 제2 유량계(90)의 유량을 교정한다. 이때, 측정탱크(60)에는 저장된 액화질소의 높이를 측정하는 레벨 센서가 구비되어, 측정탱크(60)에 저장된 액화질소의 높이를 측정한다.
- [83] 전술한 본 발명의 설명은 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다. 또한, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행될 수도 있다.
- [84] 본 명세서에서 설명되는 실시예와 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 예시적으로 설명하는 것에 불과하다. 따라서, 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.
- [85]
- [86] <부호의 설명>
- [87] 1: 액체유량계 극저온 교정 시스템
- [88] 10: 저장탱크
- [89] 20: 기화기
- [90] 30: 열교환기
- [91] 40: 순환펌프
- [92] 50: 순환탱크
- [93] 60: 측정탱크
- [94] 70: 저울
- [95] 80: 제1 유량계
- [96] 90: 제2 유량계(교정 유량계)

WO 2025/080081**PCT/KR2024/096276**

- [97] 100: 제3 유량계
- [98] 110: 제4 유량계

청구범위

- [청구항 1] 저장탱크에 저장되어 있는 액체가스를 이용하여 순환탱크로부터 공급되는 액체가스를 냉각시켜 측정탱크로 액체가스를 공급하는 열교환기; 상기 저장탱크에 저장되어 있는 액체가스를 기화시켜 상기 열교환기로 공급하는 기화기; 상기 열교환기로부터 공급되는 액체가스의 중량을 하단에 마련된 저울을 통해 측정하는 측정탱크; 상기 측정탱크에서 측정이 끝난 액체가스를 저장하는 순환탱크; 상기 순환탱크에 저장되어 있는 액체가스를 상기 열교환기로 공급하는 순환펌프; 및 상기 측정탱크로부터 상기 순환탱크로의 액체가스의 공급을 차단하고, 상기 측정탱크에 액체가스가 저장되도록 액체가스의 유로를 변경하는 유로 변경 밸브;를 포함하며, 상기 측정탱크에 일정 시간동안 저장되는 액체가스의 중량 값을 상기 저울을 통해 실시간으로 계측하여, 상기 계측된 중량 값을 바탕으로 액체유량계의 유량 값을 교정하는 것을 특징으로 하는 액체유량계 극저온 교정 시스템.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 유로 변경 밸브는 솔레노이드 밸브인 것을 특징으로 하는 액체유량계 극저온 교정 시스템.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서, 상기 측정탱크는 이중 용기로 제작되며, 상기 이중 용기를 구성하는 내부 및 외부 용기 사이에는 진공이 형성되는 것을 특징으로 하는 액체유량계 극저온 교정 시스템.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서, 상기 저장탱크, 기화기, 열교환기, 측정탱크, 순환탱크 및 순환펌프는 서로 배관으로 연결되고, 상기 배관은 내부 및 외부의 이중 배관으로 구성되며, 상기 이중 배관 사이에는 진공이 형성되는 것을 특징으로 하는 액체유량계 극저온 교정 시스템.
- [청구항 5] 액체유량계 극저온 교정 시스템의 운전 방법에 있어서, 저장탱크로부터 공급되는 액체가스가 열교환기를 통해 냉각되며, 냉각된 상기 액체가스가 서로 순차적으로 배관을 통해 연결된 측정탱크, 순환탱크 및 순환펌프에 공급되어, 상기 장치 및 배관을 냉각시키는 냉각 운전 단계; 상기 저장탱크로부터 공급되는 액체가스가 기화기를 통해 기화되며, 기화된 기체가스가 상기 측정탱크 및 순환탱크에 순차적으로 공급되어, 상기 장치 및 배관을 가압하는 압력 제어 운전 단계; 상기 냉각 운전 단계 및 압력 제어 운전 단계 이후, 상기 액체가스가 일정 온도 및 압력 하에서 유동 안정화 상태가 되면, 상기 액체가스를 상기 측

- 정탱크, 순환탱크, 순환펌프 및 열교환기가 서로 순차적으로 배관을 통해 연결되는 순환 루프를 통해 순환시키는 순환 운전 단계; 및
 상기 순환탱크로 공급되는 상기 액체가스가 상기 측정탱크에 저장되도록 유로 변경 밸브를 제어하여 상기 액체가스의 유로를 변경하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 액체유량계 극저온 교정 시스템 운전 방법.
- [청구항 6] 제 5 항에 있어서, 일정 시간 동안 상기 측정탱크에 상기 액체가스가 저장되면, 상기 측정탱크 하단에 마련된 저울을 통해 저장된 상기 액체가스의 중량 값을 실시간으로 계측하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액체유량계 극저온 교정 시스템 운전 방법.
- [청구항 7] 제 6 항에 있어서, 계측된 상기 중량 값을 바탕으로 액체유량계의 유량 값을 교정하는 교정 운전 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액체유량계 극저온 교정 시스템 운전 방법.
- [청구항 8] 제 5 항에 있어서, 상기 냉각 운전 단계에서 상기 저장탱크로부터 상기 순환탱크로 액체가스가 공급되고, 상기 순환탱크로 공급된 상기 액체가스는 상기 순환펌프를 통해 상기 열교환기로 공급되며, 냉각된 상기 액체가스가 서로 순차적으로 배관을 통해 연결된 측정탱크, 순환탱크 및 순환펌프에 공급되어, 상기 장치 및 배관을 냉각시키는 단계를 더 포함하는 액체유량계 극저온 교정 시스템 운전 방법.
- [청구항 9] 제 5 항에 있어서, 상기 유로 변경 밸브는 솔레노이드 밸브인 것을 특징으로 하는 액체유량계 극저온 교정 시스템 운전 방법.
- [청구항 10] 제 5 항에 있어서, 상기 측정탱크는 이중 용기로 제작되며, 상기 이중 용기를 구성하는 외부 및 내부 용기 사이에는 진공이 형성되는 것을 특징으로 하는 액체유량계 극저온 교정 시스템 운전 방법.
- [청구항 11] 제 5 항에 있어서, 상기 저장탱크, 기화기, 열교환기, 측정탱크, 순환탱크 및 순환펌프를 서로 연결하는 배관은 내부 및 외부의 이중 배관으로 구성되며, 상기 이중 배관 사이에는 진공이 형성되는 것을 특징으로 하는 액체유량계 극저온 교정 시스템 운전 방법.