



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0102367
(43) 공개일자 2013년09월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01F 23/22 (2006.01) *G01F 23/24* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0023554

(22) 출원일자 2012년03월07일

심사청구일자 2012년03월07일

(71) 출원인

창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 사림동 9 창원대학교

(72) 발명자

김석호

경상남도 김해시 장유면 율하3로 76 중앙하이츠아파트 805동 1802호

정환준

경상남도 창원시 마산합포구 반월남7길 5

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김종선, 이형석

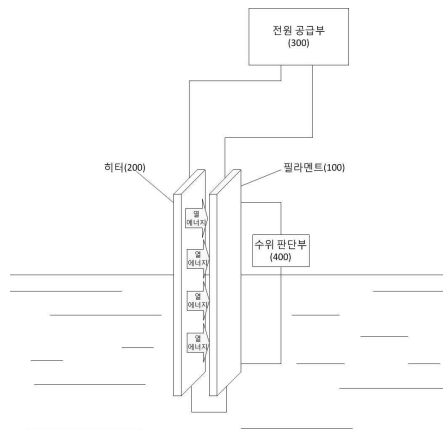
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계

(57) 요약

본 발명은 고온 초전도 소재의 필라멘트를 이용한 액체 질소 수위계에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 상기 필라멘트의 온도에 따른 초전도/상전도 상변화 특성을 이용하여 액체 질소의 수위를 판단하는 액체 질소 수위계에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

박희철

경상남도 창원시 성산구 반송로 105 럭키아파트 1
5동 1204호

이찬경

경상남도 창원시 마산회원구 양덕북18길 9-2

조장운

경상남도 통영시 여황로 143-1 2층

김푸른

경상북도 포항시 북구 양덕로50번길 33 양덕삼성세
르빌 105동 1903호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011-0024

부처명 교육과학기술부

연구사업명 광역경제권 선도산업 인재 양성 사업

연구과제명 극저온 유체 자동 충전 시스템 개발

주관기관 창원대학교 산학협력단

연구기간 2011.07.01 ~ 2012.12.30

특허청구의 범위

청구항 1

액체 질소 용기 내부에 존재하여 액체 질소의 수위를 측정하는 액체 질소 수위계에 있어서,
 상기 액체 질소 용기 내부에 설치된 고온 초전도 소재의 필라멘트;
 상기 필라멘트의 길이방향과 평행하도록 대향하여 일정 거리 이상 이격되어 구성되고, 상기 필라멘트에 열 에너지를 제공하는 히터;
 상기 필라멘트 및 상기 히터에 전류를 공급하는 전원 공급부; 및
 상기 필라멘트의 양 끝단 전압을 측정하고, 상기 양 끝단 전압값의 차이를 이용하여 상기 액체 질소 용기에 담겨 있는 액체 질소의 수위를 판단하는 수위 판단부를 포함하는 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 히터는,
 상기 필라멘트와 전기적으로 직렬연결되는 것을 특징으로 하는 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계.

청구항 3

제 1항에 있어서,
 상기 필라멘트는,
 임계온도가 77K 이상인 고온 초전도 선재인 것을 특징으로 하는 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계.

청구항 4

제 1항에 있어서,
 상기 필라멘트상에서 길이방향으로 일정 간격 이격되어 구성되는 하나 또는 두 개 이상의 온도 측정부를 더 포함하고,
 상기 수위 판단부는,
 상기 온도 측정부의 정보를 추가적으로 이용하여 상기 액체 질소 용기에 담겨 있는 액체 질소의 수위를 판단하는 것을 특징으로 하는 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계.

청구항 5

제 1항에 있어서,
 상기 필라멘트 및 상기 히터를 포함하여 감싸고 있는 에폭시 층; 및
 상기 에폭시 층의 외부에 스테인리스 튜브를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 스테인리스 튜브는,

상기 에폭시 층의 외주면과 일정 간격 이격되어 설치되고,

상기 스테인리스 튜브에는,

상기 에폭시 층의 외주면과 상기 스테인리스 튜브의 이격된 공간 사이로 액체 질소가 유입할 수 있는 구멍이 하나 또는 두 개 이상이 형성되는 것을 특징으로 하는 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 고온 초전도 소재의 필라멘트를 이용한 액체 질소 수위계에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 상기 필라멘트의 온도에 따른 초전도/상전도 상변화 특성을 이용하여 액체 질소의 수위를 판단하는 액체 질소 수위계에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 산업이 발달함에 따라 생명공학분야 및 산업체 전반에서 고압의 극저온 액화가스 사용이 매년 증가하고 있으며 관련 기술에 대한 개발도 병행되고 있다. 그리고 반도체산업 관련분야가 활성화되며, 산업용가스(질소, 아르곤, 산소)와 의료용 특수가스(산소, 아르곤, 헬륨)의 수요가 지속적으로 증가하고 있다.

[0003] 상온에서 기체상태로 존재하는 대부분의 가스들은 -10°C 이하의 온도에서 액화되지만, 헬륨, 수소, 네온, 질소, 아르곤, 공기, 메탄 등의 극저온 가스는 -169°C (100K 정도) 이하로 온도가 떨어져야만 액화가 되며, 액화 후에는 체적이 수백분의 1로 감소한다. 극저온 가스를 액화상태로 저장하면 고압의 압축가스(기체상태)로 저장하는 것에 비하여 동일 크기 저장용기의 저장능력을 수배 증대시킬 수 있으며, 충전압력을 보다 낮게 유지할 수 있으므로 안전성이 크게 높아진다.

[0004] 이와 같은 극저온 액화가스의 잔존량을 측정하는 방법으로 저장용기 내의 액체 및 기체의 유전율 차이를 이용하는 방법 및 저장용기의 상부와 하부의 압력차이를 이용하는 방법 등이 적용되고 있다. 다만, 상기 방법들은 액화가스의 잔존량 측정 방식이 까다롭고 고압전 환경에서 적용이 불가능하다는 문제점이 있다. 이에 미국 등록특허 제 3943767호에서는 초전도 선재의 필라멘트를 이용한 극저온 액화가스의 수위 측정 방법을 제시하고 있다.

[0005] 초전도 현상이란 극저온의 환경에서 전기저항이 0에 가까워지는 현상을 말하며, 이와 같은 초전도현상이 나타나는 도체를 초전도체라 한다. 상기 초전도체는 상온에서는 초전도현상을 나타내지 않고 일정 전기저항을 갖지만, 임계온도 이하에서는 초전도현상을 나타내며 전기저항이 0에 가까워진다. 상기 초전도체는 고유의 임계온도를 가지며, 보통의 저온 초전도체의 임계온도는 20K 이하이다. 다만, 1980년대 이후에 발견된 고온 초전도체는 이에 비해 높은 임계온도를 가지는 초전도 물질로 70K 이상의 임계온도를 갖는다.

[0006] 1974년 출원된 미국 등록특허 제 3943767호는 초전도 선재의 필라멘트를 이용하여 극저온 액화가스의 수위를 측정하는 기술에 대해 제시하고 있다. 상기 기술은 상기 필라멘트의 상부측에 위치한 히터로부터 공급되는 열에너지를 이용하여 극저온 액화가스에 잠기지 않은 상기 필라멘트 부분을 상전도 상태가 되도록 하고, 상기 필라멘트에 일정 크기의 전류를 공급하여 발생하는 전압 값을 통해 극저온 액화가스의 수위를 측정하는 기술에 대해 제시하고 있다.

[0007] 다만, 상기 기술은 임계온도가 20K 이하인 저온 초전도체를 이용하여 액체 헬륨의 수위를 측정하는 기술에 대해서만 제시하고 있으며, 끓는점이 77K 정도인 액체 질소의 수위를 측정하는 방법에 대해서는 제시하고 있지 않다. 또한, 열에너지를 공급하는 히터가 초전도 선재의 필라멘트의 상부에 위치하여, 액체 질소의 수위가 낮은 경우 상기 수위 부근의 필라멘트 부분까지 열에너지가 전도되는데 시간이 오래 걸려, 수위 측정에 오랜 시간이 소요되는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 미국 등록특허 제 3943767호

발명의 내용**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 끓는점이 77K인 액체 질소의 수위를 측정할 수 있는 액체 질소 수위계를 제공하고자 한다.

[0010] 또한, 본 발명은 액체 질소 용기에 담겨 있는 액체 질소의 수위가 낮은 경우에도 보다 빠르게 수위를 측정할 수 있는 액체 질소 수위계를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 측면에 따른 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계는 액체 질소 용기 내부에 존재하여 액체 질소의 수위를 측정하는 액체 질소 수위계에 있어서, 상기 액체 질소 용기 내부에 설치된 고온 초전도 소재의 필라멘트; 상기 필라멘트의 길이방향과 평행하도록 대향하여 일정 거리 이상 이격되어 구성되고, 상기 필라멘트에 열 에너지를 제공하는 히터; 상기 필라멘트 및 상기 히터에 전류를 공급하는 전원 공급부; 및 상기 필라멘트의 양 끝단 전압을 측정하고, 상기 양 끝단 전압값의 차이를 이용하여 상기 액체 질소 용기에 담겨 있는 액체 질소의 수위를 판단하는 수위 판단부를 포함한다.

[0012] 이때, 상기 히터는, 상기 필라멘트와 전기적으로 직렬연결될 수 있다.

[0013] 게다가, 상기 필라멘트는, 임계온도가 77K 이상인 고온 초전도 선재로 구성될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 필라멘트상에서 길이방향으로 일정 간격 이격되어 구성되는 하나 또는 두 개 이상의 온도 측정부를 더 포함하고, 상기 수위 판단부는, 상기 온도 측정부의 정보를 추가적으로 이용하여 상기 액체 질소 용기에 담겨 있는 액체 질소의 수위를 판단할 수 있다.

[0015] 본 발명에 적용가능한 일 실시예로, 상기 필라멘트 및 상기 히터를 포함하여 감싸고 있는 에폭시 층; 및 상기 에폭시 층의 외부에 스테인리스 튜브를 더 포함할 수 있다.

[0016] 이때, 상기 스테인리스 튜브는, 상기 에폭시 층의 외주면과 일정 간격 이격되어 설치되고, 상기 스테인리스 튜브에는, 상기 에폭시 층의 외주면과 상기 스테인리스 튜브의 이격된 공간 사이로 액체질소가 유입할 수 있는 구멍이 하나 또는 두 개 이상이 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계는 임계온도가 80K 이상인 고온 초전도 소재의 필라멘트를 이용하여, 끓는점이 77K인 액체 질소의 수위를 측정할 수 있는 효과가 있다.

[0018] 또한, 고온 초전도 소재의 필라멘트에 대해 전체적으로 열 에너지를 전달할 수 있는 히터를 이용하여, 액체 질소 용기에 담겨 있는 액체 질소의 수위가 낮은 경우에도 보다 빠르게 수위를 측정할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명에 적용가능한 일 실시예에 따른 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계를 나타낸 도면,

도 2는 본 발명에 적용가능한 다른 실시예에 따른 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계를 나타낸 도면, 및
도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0021] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0022] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "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.
- [0023] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0024] 도 1은 본 발명에 적용가능한 일 실시예에 따른 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계를 나타낸 도면이다.
- [0025] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에 따른 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계는 액체 질소 용기 내부에 존재하여 액체 질소의 수위를 측정하는 액체 질소 수위계에 있어서, 상기 액체 질소 용기 내부에 설치된 고온 초전도 소재의 필라멘트(100); 상기 필라멘트(100)의 길이방향과 평행하도록 대향하여 일정 거리 이상 이격되어 구성되고, 상기 필라멘트(100)에 열 에너지를 제공하는 히터(200); 상기 필라멘트(100) 및 상기 히터(200)에 전류를 공급하는 전원 공급부(300); 및 상기 필라멘트(100)의 양 끝단 전압을 측정하고, 상기 양 끝단 전압값의 차이를 이용하여 상기 액체 질소 용기에 담겨 있는 액체 질소의 수위를 판단하는 수위 판단부(400)를 포함한다.
- [0026] 필라멘트(100)는 상기 액체 질소 용기 내부에 설치된다. 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 필라멘트(100)는 상기 액체 질소 용기의 수직길이 이상의 길이로 구성되어, 상기 액체 질소 용기에 담겨있는 액체 질소의 수위를 제한 없이 측정할 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 필라멘트(100)는 고온 초전도체로 구성된다. 고온 초전도체는 유연성이 적은 산화물계 초전도체여서, 기판 위에 박막형태로 입혀져 선재 형태로 제작되어 사용된다. 이와 같은 고온 초전도 선재는 물리적, 기계적 특성이 다른 여러 재료의 복합체로서 금속용해, 기계가공, 용접, 소성가공, 열처리 등의 공정을 거쳐 제작된다.
- [0028] 이때, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 필라멘트(100)는 BSCCO계의 1세대 고온 초전도체로 구성될 수 있다. 상기 BSCCO계의 고온 초전도체는 BSCCO-2223 산화물을 금속 또는 은 피복관에 채운 다음 인발, 압연 방법에 의해 테이프 형태로 가공하는 PIT(Powder in Tube)법을 이용하여 제작될 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 필라멘트(100)는 REBCO계의 2세대 고온 초전도체로도 구성될 수 있다. 상기 2세대 고온 초전도체는 금속기판위에 산화물막이 다층으로 코팅된 형태로 구성되어 CC(Coated Conductor)라고도 불린다. YBCO 초전도체로 대표되는 상기 2세대 고온 초전도체는 다양한 박막제조 방법 및 이를 증착하기 위한 금속 기판을 제조하는 방법 등을 이용하여 제조될 수 있다.
- [0030] 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서, 상기 필라멘트(100)는 임계온도가 77K(액체 질소의 끓는점) 이상인 고온 초전도 선재로 구성될 수 있다. 이때, 상기 고온 초전도 소재의 필라멘트(100)는 다양한 공정을 통해 제작된다. 상기 제작과정 중 열처리 과정에서 사용되는 산소비율을 조절하여 고온 초전도 선재의 임계온도 및 임계전류의 특성을 조절할 수 있다. 그러므로 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 열처리 과정에서 사용되는 산소비율을 조절하여 상기 필라멘트(100)의 임계온도를 약 77K이 되도록 제작하여 수위면에서 최대한 가까운 부근에서 상전이가 일어나도록 함으로써, 보다 정확하게 액체 질소의 수위를 측정할 수 있다.

- [0031] 히터(200)는 상기 필라멘트(100)의 길이방향과 평행하도록 대향하여 일정 거리 이상 이격되고, 상기 필라멘트(100) 전체에 일정량의 열 에너지를 제공한다. 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 상기 히터(200)는 상기 필라멘트(100)와 동일하거나 상기 필라멘트(100) 이상의 길이로 구성될 수 있다. 상기 히터(200)는 상기 필라멘트(100)의 길이 이상으로 구성되어, 상기 필라멘트(100)에 대해 전체적으로 균일하게 열 에너지를 전달할 수 있게 된다.
- [0032] 이때, 액체 질소의 수위 위로 노출된 상기 필라멘트(100) 부분은 상기 히터(200)로부터 제공받은 열 에너지를 유지하게 된다. 상기 노출된 필라멘트(100) 부분 주위에는 기체 질소가 존재하나, 액체 질소에 비해 열 전도도가 매우 낮아 상기 노출된 필라멘트(100) 부분은 액체 질소의 끓는점(77K) 이상의 온도를 가질 수 있다.
- [0033] 반면에 액체 질소에 담겨 있는 상기 필라멘트(100) 부분은 상기 히터(200)로부터 열 에너지를 제공받아도 극저온의 액체 질소에게 상기 제공받은 열 에너지를 빼앗긴다. 즉, 상기 히터(200)로부터 제공받은 열 에너지를 주위의 액체 질소가 흡수하여, 액체 질소에 담겨 있는 상기 필라멘트(100) 부분은 액체 질소의 끓는점인 77K 이하의 온도를 유지하게 된다.
- [0034] 이와 같은 원리를 이용하여 상기 히터(200)는 액체 질소의 수위 면 근처에 위치하는 상기 필라멘트(100) 부분이 임계온도를 갖도록 제어한다. 이때, 상기 히터(200)의 열량이 너무 낮으면 수위면과 상기 필라멘트(100)가 상전이되는 부분의 높이차가 크게 되어 정확도가 낮아지고, 상기 히터(200)의 열량이 너무 높으면 용기 내 발생하는 열 에너지량이 많아지므로 안정성이 낮아진다. 이를 위해 필요한 상기 히터(200)의 열량은 상기 필라멘트(100) 특성에 따라 달라질 수 있으며, 이는 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있다.
- [0035] 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 히터(200)는 상기 필라멘트(100)와 전기적으로 직렬연결되어 액체 질소 수위계의 전체 구성을 간단하게 할 수 있다. 이와 같은 구조를 통해 상기 액체 질소 수위계의 제작 비용을 줄일 수 있고 전체 시스템의 제어를 편리하게 할 수 있다.
- [0036] 또한, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 히터(200)는 스테인리스 재질의 히터(200)가 적용될 수 있다. 다만, 이는 일 실시예로 본 발명의 또 다른 실시예에서 상기 히터(200)로는 상기 전원 공급부(300)로부터 공급되는 전류에 의해 적정한 열 에너지량을 발생시킬 수 있는 재질이면 모두 적용될 수 있다. 이때, 상기 필라멘트(100) 전체에 열 에너지를 공급하기 용이하도록 상기 히터(200)는 상기 필라멘트(100)와 동일한 폭 및 길이로 구성될 수 있다.
- [0037] 전원 공급부(300)는 상기 필라멘트(100) 및 상기 히터(200)에 전류를 공급한다. 보다 상세하게는, 상기 전원 공급부(300)는 직렬로 연결된 고온 초전도 소재의 필라멘트(100) 및 히터(200)에 일정량의 전류를 공급할 수 있다.
- [0038] 먼저, 상기 전원 공급부(300)는 상기 필라멘트(100)에 전류를 공급하고, 이로 인해 상기 필라멘트(100)는 초전도/상전도 상변화 정도에 대응되는 전압값을 갖게 된다.
- [0039] 또한, 상기 전원 공급부(300)는 히터(200)에 전류를 공급하여, 상기 히터(200)가 열 에너지를 생성하게 한다. 이때, 상기 히터(200)는 생성되는 열 에너지를 상기 필라멘트(100)에 제공한다.
- [0040] 또한, 상기 전원 공급부(300)는 사용자로부터 별도의 입력을 받거나 미리 설정된 조건에 따라 일정 시간 간격으로 전류의 공급을 차단할 수 있다. 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 액체 질소 수위계는 액체 질소 용기와 결합된 형태가 될 수 있다. 이때, 상기 전원 공급부(300)로부터 상기 필라멘트(100) 및 히터(200)에 일정 전류를 끊임없이 공급하게 되면, 계속 발생하는 열에너지로 인해 기화되는 액체 질소의 양이 증가하여 상기 액체 질소 용기가 폭발하는 등의 위험한 경우가 발생할 수 있다. 상기과 같은 경우를 방지하기 위해 상기 전원 공급부(300)는 일정 시간 간격으로 전류의 공급을 차단하여 과도한 열에너지 발생을 방지할 수 있다.
- [0041] 수위 판단부(400)는 상기 필라멘트(100)의 양 끝단 전압을 측정하고, 상기 양 끝단 전압값의 차이를 이용하여 상기 액체 질소 용기에 담겨 있는 액체 질소의 수위를 판단한다.
- [0042] 상기 필라멘트(100)는 상기 히터(200)로부터 공급되는 열 에너지에 의해 액체 질소의 수위면을 기준으로 상부측

은 상전도 상태가 되고, 하부측은 초전도 상태가 된다. 즉, 상기 액체 질소의 수위면을 기준으로 상기 필라멘트(100) 상부측은 일정 저항값을 갖는 상태인 반면, 하부측은 저항값이 0인 상태가 된다. 이때, 상기 전원 공급부(300)로부터 공급되는 전류에 의해 상기 필라멘트(100)는 전압값을 가게 되는데, 상기 전압값은 상기 액체 질소의 수위면 위로 노출되는 상기 필라멘트(100) 길이에 비례한다. 이와 같은 성질을 이용하여 상기 수위 판단부(400)는 측정되는 전압값을 이용하여 상기 액체 질소의 수위를 판단한다.

[0043] 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 필라멘트(100)의 임계온도는 액체 질소의 끓는 점인 77K 이상의 값이 될 수 있다. 이때 상기 필라멘트(100)의 임계온도가 80K이라하면, 상기 필라멘트(100)는 정확히 수위면 부분에서 임계온도를 가질 수 없다. 왜냐하면 상기 액체 질소의 수위면의 온도는 액체 질소에 의해 77K가 유지되기 때문이다. 이와 같이 액체 질소 수위 측정에 있어 발생할 수 있는 오차 원인은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 수 있는 것으로, 상기 수위 측정부는 상기와 같은 오차원인들을 고려하여 액체 질소의 수위를 측정할 수 있다.

[0044] 이때, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계는 액체 질소 용기에 대하여 수직하게 위치하도록 구성될 수 있다. 또한, 본 발명에 적용가능한 다른 실시예에서 상기 액체 질소 수위계는 저장된 액체 질소 표면에 대하여 수직하게 위치하도록 구성될 수도 있다. 상기 수위 판단부(400)는 상기 액체 질소 수위계가 설치된 형태에 맞게 변형된 방법을 통해 액체 질소의 수위를 판단할 수 있다.

[0045] 도 2는 본 발명에 적용가능한 다른 실시예에 따른 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계를 나타낸 도면이다.

[0046] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 적용가능한 실시예에서, 상기 고온 초전도체를 이용한 액체 질소 수위계는 상기 필라멘트(100)상에서 길이방향으로 일정 간격 이격되어 형성되는 하나 또는 두 개 이상의 온도 측정부(500); 상기 필라멘트(100) 및 상기 히터(200)를 포함하여 감싸고 있는 에폭시 층(600); 및 상기 에폭시 층(600)의 외부에 스테인리스 튜브(700)를 더 포함할 수 있다.

[0047] 온도 측정부(500)는 상기 필라멘트(100)상에서 길이방향으로 일정 간격 이격되어 형성되어 상기 필라멘트(100)의 온도 정보를 측정할 수 있다. 예를 들면, 전체 필라멘트(100)를 4등분하여 길이의 0%, 25%, 50%, 75%, 100%에 해당하는 위치에 상기 온도 측정부(500)가 위치하도록 할 수 있다.

[0048] 이때, 상기 수위 판단부(400)는 상기 온도 측정부(500)의 정보를 추가적으로 이용하여 상기 액체 질소 용기에 담겨 있는 액체 질소의 수위를 판단할 수 있다. 예를 들면, 상기 수위 판단부(400)는 상기 온도 측정부(500)로부터 측정된 온도 정보가 상기 필라멘트(100)의 임계온도 이상인지를 판단하여 상기 필라멘트(100)의 상변화 정도를 가늠하고, 상기 필라멘트(100)의 양 끝단 전압값의 차이를 이용하여 보다 정확하게 액체 질소의 수위를 판단할 수 있다. 이는 일 실시예로 본 발명은 이에 국한되지 않으며, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 수위 판단부(400)는 상기 필라멘트(100)의 각 부분별 온도 및 상기 필라멘트(100)에 걸리는 전압값을 이용하여 상기와는 다른 방법으로 액체 질소의 수위를 판단할 수 있다.

[0049] 본 발명에 적용가능한 실시예에서 온도 측정부(500)로 서모커플 모듈 등의 다양한 온도 측정 장치가 적용될 수 있다.

[0050] 본 발명에 적용가능한 실시예에서 에폭시 층(600)은 상기 필라멘트(100) 및 상기 히터(200)를 포함하여 감싼다. 이때, 상기 필라멘트(100) 및 상기 히터(200)는 접촉부의 열 전도성을 증가시키는 서멀 그리스(thermal grease)로 결합될 수 있다. 또한, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 필라멘트(100) 및 상기 히터(200) 사이에 캡톤 등의 전기 절연체를 위치하여 상기 액체 질소 수위계는 전기적으로 안정한 액체 질소 수위계가 될 수 있다.

[0051] 에폭시 층(600)은 상기와 같은 결합체를 감싸며, 액체 질소 수위계를 외부의 충격으로부터 보호한다. 또한, 상기 액체 질소 수위계의 주변 온도를 상기 필라멘트(100)로 전달하여 상기 필라멘트(100)가 초전도 상태 또는 상전도 상태가 되도록 한다.

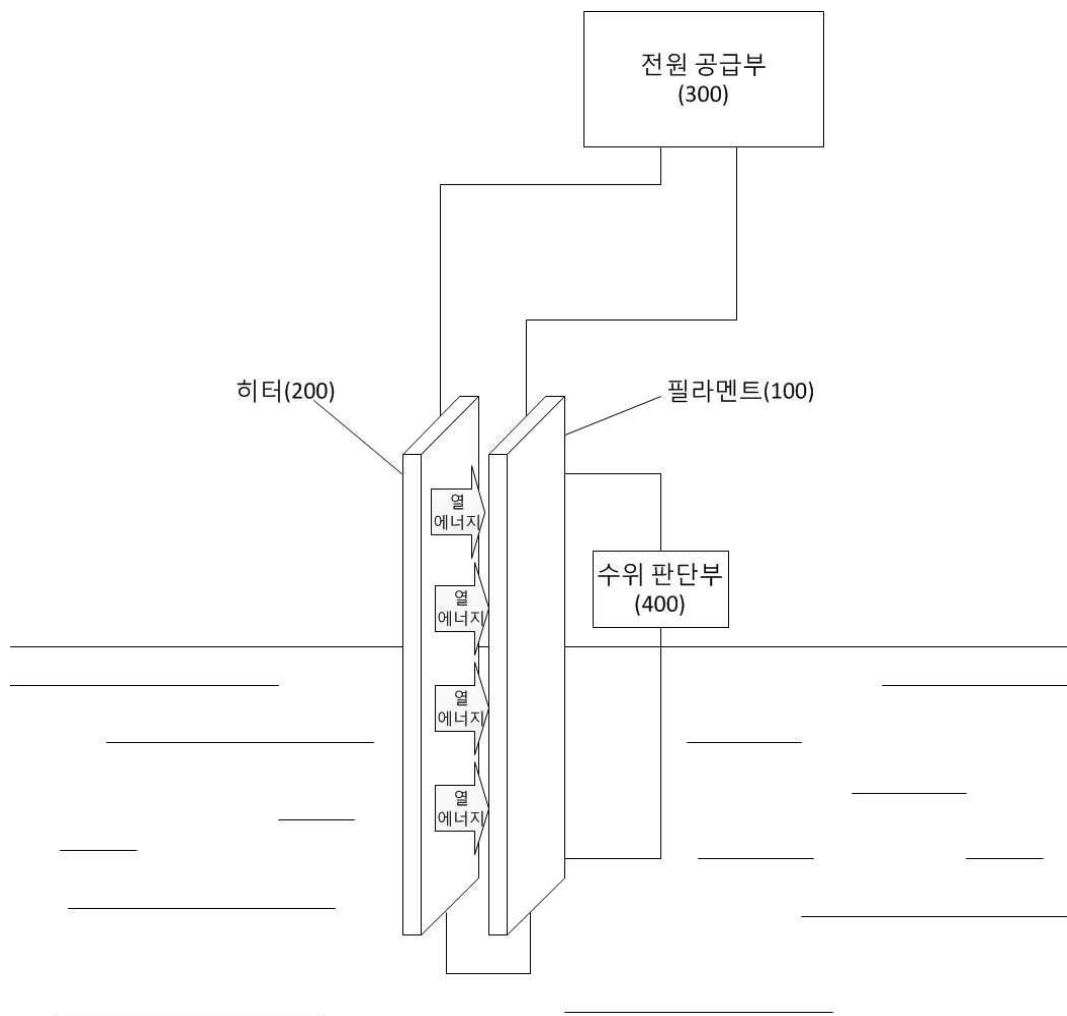
- [0052] 또한, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 스테인리스 튜브(700)는 상기 에폭시 층(600)의 외부에 형성될 수 있다. 이때, 상기 스테인리스 튜브(700)는 상기 에폭시 층(600)의 외주면에 부착되어 형성되거나, 상기 에폭시 층(600)의 외주면과 일정 간격 이격되어 형성될 수 있다. 상기 스테인리스 튜브(700)는 상기 에폭시 층(600)과 함께 액체 질소 수위계를 외부의 충격으로부터 보호한다. 또한, 상기 액체 질소 수위계의 주변 온도를 상기 필라멘트(100)로 전달하여 상기 필라멘트(100)가 초전도 상태 또는 상전도 상태가 되도록 한다.
- [0053] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예를 나타낸 도면이다.
- [0054] 도 3a에 도시된 바와 같이 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 스테인리스 튜브(700)에는 상기 에폭시 층(600)의 외주면과 상기 스테인리스 튜브(700)의 이격된 공간 사이로 액체 질소가 유입할 수 있는 구멍이 하나 또는 두 개 이상이 형성될 수 있다. 상기 구멍을 통해 유입된 극저온의 액체 질소가 직접 에폭시 층(600)과 닿게 되어 상기 필라멘트(100)로의 열전달을 좋게 하기 위한 것으로, 액체 질소 수위계의 반응속도를 향상시킬 수 있다. 이때, 상기 구멍으로는 액체 질소가 통과할 수 있는 크기의 구멍이 적용될 수 있다.
- [0055] 또한, 도 3b에 도시된 바와 같이 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 스테인리스 튜브(700)는 상기 에폭시 층(600)의 외주면과 일정 간격 이격되어 형성될 수 있다. 이와 같은 스테인리스 튜브(700)는 외부의 충격으로부터 액체 질소 수위계를 보호하며, 내부로는 상기 구멍을 통해 유입된 극저온의 액체 질소가 직접 에폭시 층(600)과 닿게 되어 상기 필라멘트(100)로의 열전달을 좋게 할 수 있다.
- [0056] 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 액체 질소 용기에 저장된 액체 질소량이 일정 이하가 되면 상기 액체 질소 용기에 액체 질소를 공급하는 액체 질소 공급부를 더 포함할 수 있다. 상기 액체 질소 공급부는 상기 수위 측정부로부터 전달받은 정보를 이용하여 액체 질소의 잔존량을 판단하고, 일정 이하가 되면 추가적으로 액체 질소가 공급되도록 할 수 있다. 상기 기준값은 사용자에 의해 설정되거나 미리 설정될 수 있다.
- [0057] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

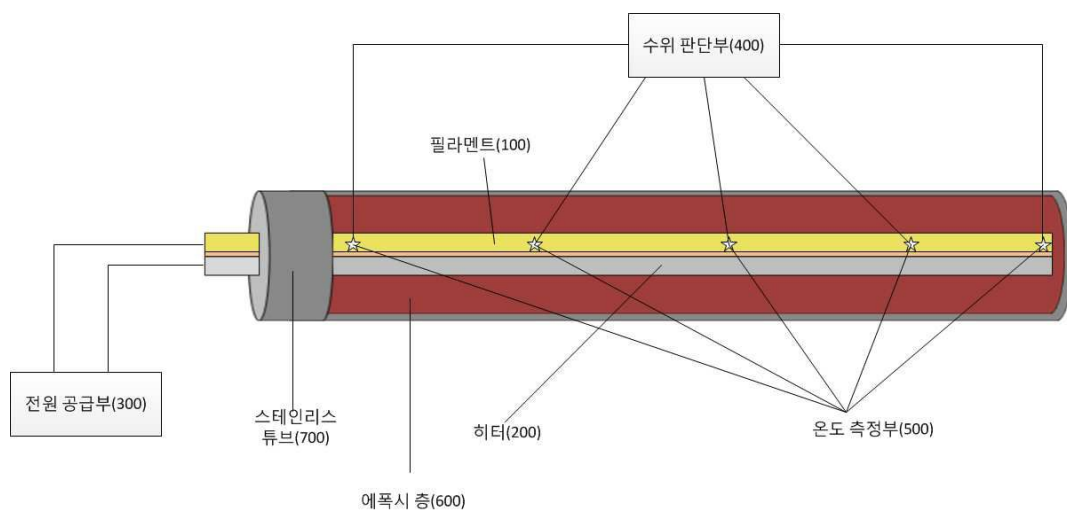
- [0058]
- | | |
|---------------|-------------|
| 100: 필라멘트 | 200: 히터 |
| 300: 전원 공급부 | 400: 수위 판단부 |
| 500: 온도 측정부 | 600: 에폭시 층 |
| 700: 스테인리스 튜브 | |

도면

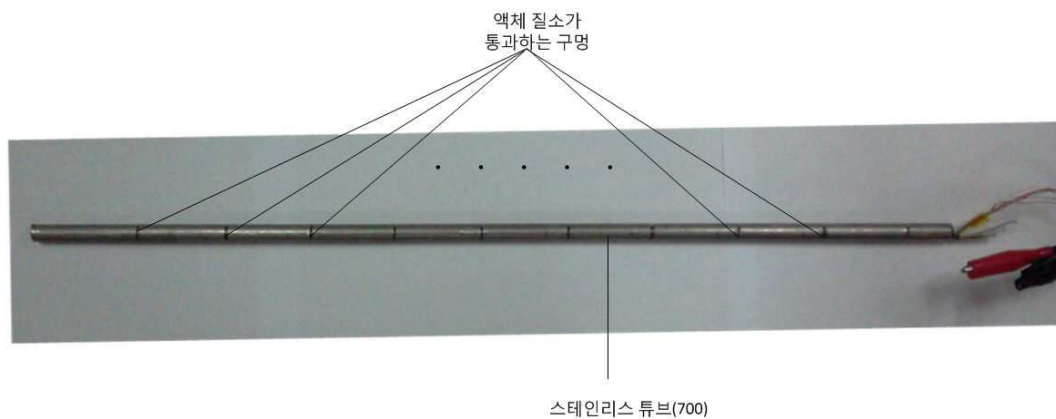
도면1



도면2



도면3a



도면3b

