



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0150321
(43) 공개일자 2024년10월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01D 11/26 (2006.01) *G01D 11/24* (2006.01)
G01D 21/00 (2006.01) *G01K 1/08* (2021.01)
G01L 19/14 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01D 11/26 (2013.01)
G01D 11/245 (2021.05)

(21) 출원번호 10-2023-0087264

(22) 출원일자 2023년07월05일
 심사청구일자 2023년07월05일

(30) 우선권주장
 1020230046380 2023년04월07일 대한민국(KR)

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자
강원
경기도 고양시 일산동구 소재울3길 21 (중산동)

(74) 대리인
리앤목특허법인

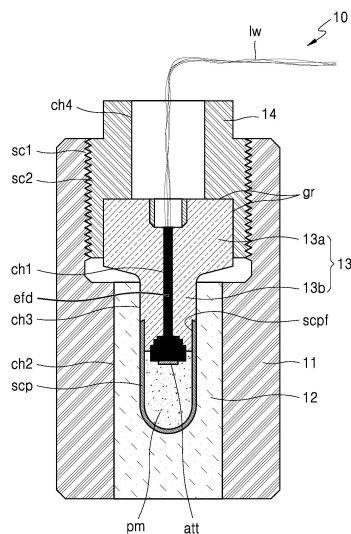
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 밀폐 장치 및 이를 포함하는 압력셀

(57) 요약

밀폐 장치 및 이를 포함하는 압력셀이 개시된다. 개시된 밀폐 장치는 서로 일체로 형성된 베이스부 및 가압부를 포함하고, 상기 베이스부 및 가압부는 제1 방향으로 나란히 배치되고, 상기 가압부의 상기 제1 방향과 직교하는 제2 방향의 길이가 상기 베이스부의 대응 길이보다 짧고, 상기 베이스부와 상기 가압부에는 이들을 상기 제1 방향으로 관통하는 중앙홀이 형성된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01D 21/00 (2013.01)

G01K 1/08 (2013.01)

G01L 19/14 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345364876
과제번호	2018R1D1A1B07050087
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(교육부)
연구과제명	저차원 층상 전자계의 양자 자기 진동 및 각도의존자기저항 메커니즘 연구
기 여 율	25/100
과제수행기관명	이화여자대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2023.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345362481
과제번호	2018R1A6A1A03025340
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축
연구과제명	신재생에너지연구센터
기 여 율	75/100
과제수행기관명	이화여자대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

서로 일체로 형성된 베이스부 및 가압부를 포함하고,
상기 베이스부 및 가압부는 제1 방향으로 나란히 배치되고,
상기 가압부의 상기 제1 방향과 직교하는 제2 방향의 길이가 상기 베이스부의 대응 길이보다 짧고,
상기 베이스부와 상기 가압부에는 이들을 상기 제1 방향으로 관통하는 중앙홀이 형성된 밀폐 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 베이스부 및 상기 가압부는 각각 중공 실린더 형상을 갖는 밀폐 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 가압부의 선단부 외주면에 형성된 실링 캡슐 고정부를 더 포함하는 밀폐 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 중앙홀을 통해 상기 밀폐 장치의 내부에 삽입되되, 일단부와 타단부가 각각 상기 중앙홀의 외부로 노출된 리드 와이어를 더 포함하는 밀폐 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 중앙홀에 배치된 전기 피드스루를 더 포함하는 밀폐 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,
상기 중앙홀의 상기 가압부측 외부로 노출된 리드 와이어에 부착된 부착물을 더 포함하는 밀폐 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 부착물은 샘플, 온도센서, 압력센서 또는 이들의 조합을 포함하는 밀폐 장치.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 밀폐 장치를 포함하는 압력셀.

청구항 9

제8항에 있어서,
중공 실린더형 외부 본체;
상기 외부 본체의 중공에 삽입 가능하도록 구성된 중공 실린더형 내부 본체;
상기 내부 본체의 중공에 삽입 가능하도록 구성된 상기 밀폐 장치; 및

상기 외부 본체에 나사결합되어 상기 밀폐 장치를 위치 고정시키도록 구성된 클램핑 너트를 포함하는 압력셀.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 외부 본체 및 상기 내부 본체는 프리스트레스(pre-stressed)가 도입된 것인 압력셀.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 외부 본체는 그 내벽이 길이방향으로 테이퍼지게 형성되고, 상기 내부 본체는 그 외벽이 길이방향으로 테이퍼지게 형성된 압력셀.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 내부 본체는 그 외경이 상기 외부 본체의 대응 내경보다 크도록 구성된 압력셀.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 밀폐 장치가 상기 내부 본체의 중공에 완전히 삽입된 상태에서, 상기 가압부와 상기 내부 본체 사이에 여유공간이 존재하도록 구성된 압력셀.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 가압부와 상기 내부 본체 사이의 상기 여유공간에 충전된 압력 전달 매질을 더 포함하는 압력셀.

청구항 15

제9항에 있어서,

개구부를 갖는 중공형 실링 캡슐을 더 포함하고, 상기 실링 캡슐은 그 외표면은 전체적으로 상기 내부 본체의 내벽에 밀착되고, 상기 개구부측 내표면은 상기 밀폐 장치의 상기 실링 캡슐 고정부와 밀착되게 배치되도록 구성된 압력셀.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 밀폐 장치 및 이를 포함하는 압력셀이 개시된다. 보다 상세하게는, 밀폐 장치로서의 본연의 기능뿐만 아니라 샘플 지지대, 전기 피드스루 및 피스톤의 역할도 함께 수행하도록 구성된 밀폐 장치 및 이를 포함하는 압력셀이 개시된다.

배경 기술

[0002] 고압은 응집 물질 물리학(condensed matter physics) 연구에서 매우 유용한 기술이다. 고압은 제어 가능한(그리고 일반적으로 가역적인) 방식으로 주어진 물질의 분자간(또는 원자간) 간격을 변경함으로써 물성의 변화를 가져온다.

[0003] 특히 대부분의 유기 반도체에서와 같이 측정하려고 하는 시료가 강한 이방성 압축성(anisotropic compressibility)을 나타낼 때 압력의 유용성은 극적으로 증가한다. 베릴륨 구리(BeCu)로 만든 원통형 압력셀은 구성이 쉽고 상대적으로 많은 샘플 공간을 제공하기 때문에 이러한 목적에 일반적으로 사용되었다.

[0004] 최근 강한 자기장에서 이방성 물질에 대한 각도 의존 연구(angular dependent study)가 많은 관심을 받고 있으며 이를 위한 압력셀 제작이 필요하게 되었다. 그러나, 통상적인 원통형 압력셀의 길이 대 직경 비율은 너무 커

서 많이 쓰이는 표준 보어 자석(standard bore magnet) 안에서 회전할 수 없다. 가로 액세스(transverse access)가 있는 분할 쌍 초전도 자석(split pair superconducting magnet)이 대안을 제공하지만 제공하는 자기장에 비하여 매우 고가이므로 접근성이 현저히 떨어진다.

[0005] 한편, Bitter 전자석 또는 하이브리드 자석과 같은 대부분의 고자기장 자석에서는 샘플의 접근이 자석 축을 따라서만 허용되기 때문에 어떻게든 자석 축에 수직인 축 주위로 압력셀을 회전시켜야 한다.

[0006] 게다가, 저온 유지 장치(low temperature cryostat)를 구축하기 위하여 여러 층의 스테인리스 스틸 튜브가 사용되면서 사용 가능한 샘플 공간을 극적으로 줄이기 때문에 공간 제한은 저온으로 가면서 더욱 심각해진다. 따라서, 귀중한 샘플 공간을 잃지 않으면서 압력셀의 크기를 줄이는 것이 매우 바람직하다. Danner와 Chaikin은 이러한 목적을 위해 독창적인 소형 압력셀을 개발하였다(선행기술문헌 1 참조).

선행기술문헌

비특허문헌

[0007] (비특허문헌 0001) 1. G. M. Danner and P. M. Chaikin, Rev. Sci. Instrum. 66, 3951 (1995).

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 구현예는 밀폐 장치로서의 본연의 기능뿐만 아니라 샘플 지지대, 전기 피드스루 및 피스톤의 역할도 함께 수행하도록 구성된 밀폐 장치를 제공한다.

[0009] 본 발명의 다른 구현예는 상기 밀폐 장치를 포함하는 압력셀을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 측면은,

[0011] 서로 일체로 형성된 베이스부 및 가압부를 포함하고,

[0012] 상기 베이스부 및 가압부는 제1 방향으로 나란히 배치되고,

[0013] 상기 가압부의 상기 제1 방향과 직교하는 제2 방향의 길이가 상기 베이스부의 대응 길이보다 짧고,

[0014] 상기 베이스부와 상기 가압부에는 이들을 상기 제1 방향으로 관통하는 중앙홀이 형성된 밀폐 장치를 제공한다.

[0015] 상기 베이스부 및 상기 가압부는 각각 중공 실린더 형상을 가질 수 있다.

[0016] 상기 밀폐 장치는 상기 가압부의 선단부 외주면에 형성된 실링 캡슐 고정부를 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기 밀폐 장치는 상기 중앙홀을 통해 상기 밀폐 장치의 내부에 삽입되되, 일단부와 타단부가 각각 상기 중앙홀의 외부로 노출된 리드 와이어를 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 밀폐 장치는 상기 중앙홀에 배치된 전기 피드스루를 더 포함할 수 있다.

[0019] 상기 밀폐 장치는 상기 중앙홀의 상기 가압부측 외부로 노출된 리드 와이어에 부착된 부착물을 더 포함할 수 있다.

[0020] 상기 부착물은 샘플, 온도센서, 압력센서 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0021] 본 발명의 다른 측면은 상기 밀폐 장치를 포함하는 압력셀을 제공한다.

[0022] 상기 압력셀은,

[0023] 중공 실린더형 외부 본체;

[0024] 상기 외부 본체의 중공에 삽입 가능하도록 구성된 중공 실린더형 내부 본체;

[0025] 상기 내부 본체의 중공에 삽입 가능하도록 구성된 상기 밀폐 장치; 및

- [0026] 상기 외부 본체에 나사결합되어 상기 밀폐 장치를 위치 고정시키도록 구성된 클램핑 너트를 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 외부 본체 및 상기 내부 본체는 프리스트레스(pre-stressed)가 도입된 것일 수 있다.
- [0028] 상기 외부 본체는 그 내벽이 길이방향으로 테이퍼지게 형성되고, 상기 내부 본체는 그 외벽이 길이방향으로 테이퍼지게 형성된 것일 수 있다.
- [0029] 상기 내부 본체는 그 외경이 상기 외부 본체의 대응 내경보다 크도록 구성될 수 있다.
- [0030] 상기 압력셀은 상기 밀폐 장치가 상기 내부 본체의 중공에 완전히 삽입된 상태에서, 상기 가압부와 상기 내부 본체 사이에 여유공간이 존재하도록 구성될 수 있다.
- [0031] 상기 압력셀은 상기 가압부와 상기 내부 본체 사이의 상기 여유공간에 충전된 압력 전달 매질을 더 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 압력셀은 개구부를 갖는 중공형 실링 캡슐을 더 포함하고, 상기 실링 캡슐은 그 외표면은 전체적으로 상기 내부 본체의 내벽에 밀착되고, 상기 개구부측 내표면은 상기 밀폐 장치의 상기 실링 캡슐 고정부와 밀착되게 배치되도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

- [0033] 본 발명의 일 구현예에 따른 밀폐 장치는 밀폐 장치로서의 본연의 기능뿐만 아니라 샘플 지지대, 전기 피드스루 및 피스톤의 역할도 함께 수행할 수 있다.
- [0034] 또한, 본 발명의 일 구현예에 따른 압력셀은 초전도 및 저항성 자석 모두에서 성공적으로 사용될 수 있고, 구성할 부품 수가 최소화되어 압력 전달 매질의 누출 위험이 크게 줄어들며, 작은 샘플 공간에서도 360도 회전 가능하며, 압력셀을 열지 않고도 압력을 변경할 수 있어 동일한 샘플을 여러 압력 값에 대해 연구할 수 있어서 연구 결과의 신뢰성을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 밀폐 장치 및 이를 포함하는 압력셀을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 2는 실제로 제작된 다양한 크기의 압력셀들을 나타낸 사진이다.
- 도 3은 상온에서 실제로 제작된 압력셀에 가해진 압력과 저온에서 순수 주석의 초전도 전이 온도로부터 측정된 압력 사이의 관계를 그래프로 나타낸 도면이다.
- 도 4는 상온에서 압력에 따른 유기 초전도체((TMTSF)₂ReO₄)의 층간 저항(R_{zz})의 변화를 그래프로 나타낸 도면이다.
- 도 5는 상온에서 회전 각도에 따른 유기 초전도체((TMTSF)₂ReO₄)의 층간 저항(R_{zz})의 변화를 그래프로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 일 구현예에 따른 밀폐 장치 및 이를 포함하는 압력셀을 상세히 설명한다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 밀폐 장치(13) 및 이를 포함하는 압력셀(10)을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 구현예에 따른 밀폐 장치(13)는 베이스부(13a) 및 가압부(13b)를 포함할 수 있다.
- [0039] 베이스부(13a) 및 가압부(13b)는 서로 일체로 형성될 수 있다.
- [0040] 또한, 베이스부(13a) 및 가압부(13b)는 제1 방향(즉, 도 1에서 세로방향)으로 나란히 배치될 수 있다.
- [0041] 가압부(13b)의 상기 제1 방향과 직교하는 제2 방향(즉, 도 1에서 가로방향)의 길이는 베이스부(13a)의 대응 길이보다 짧을 수 있다.
- [0042] 또한, 베이스부(13a) 및 가압부(13b)에는 이들을 상기 제1 방향으로 관통하는 중앙홀(ch1)이 형성될 수 있다.

- [0043] 또한, 베이스부(13a) 및 가압부(13b)는 각각 중공 실린더 형상을 가질 수 있다.
- [0044] 또한, 밀폐 장치(13)는 실링 캡슐 고정부(scpf)를 더 포함할 수 있다.
- [0045] 실링 캡슐 고정부(scpf)는 가압부(13b)의 선단부 외주면에 형성될 수 있다. 여기서, 가압부(13b)의 선단부란 가압부(13b)의 베이스부(13a)쪽 단부의 반대쪽 단부를 의미한다.
- [0046] 구체적으로, 실링 캡슐 고정부(scpf)는 가압부(13b)의 선단부에 형성된 것으로서, 그 외경이 실링 캡슐 고정부(scpf)에 해당하지 않는 나머지 가압부(13b)의 외경보다 작도록 구성될 수 있다. 또한, 실링 캡슐 고정부(scpf)의 외주면 중 일부는 실링 캡슐 고정부(scpf)에 해당하지 않는 나머지 가압부(13b)의 외주면으로 덮이도록 구성되어 홈(이 홈으로 후술하는 실링 캡슐(scp)의 일단부가 삽입될 수 있음)을 형성할 수 있다. 이와 관련하여 도 1을 참조하면, 실링 캡슐(scp)의 상단부가 실링 캡슐 고정부(scpf)에 해당하지 않는 나머지 가압부(13b)의 하부 외주면 내로 삽입된 것을 볼 수 있다.
- [0047] 또한, 밀폐 장치(13)는 리드 와이어(lw)를 더 포함할 수 있다.
- [0048] 리드 와이어(lw)는 중앙홀(ch1)을 통해 밀폐 장치(13)의 내부에 삽입되되, 일단부와 타단부가 각각 중앙홀(ch1)의 외부로 노출될 수 있다.
- [0049] 또한, 리드 와이어(lw)는 8~16개의 리드 와이어를 포함할 수 있다.
- [0050] 또한, 리드 와이어(lw)는 금 리드 와이어, 구리 리드 와이어 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0051] 또한, 리드 와이어(lw)는 직경이 0.1~0.14mm인 복수개의 리드 와이어를 포함할 수 있다.
- [0052] 또한, 밀폐 장치(13)는 전기 피드스루(electrical feedthrough)(efd)를 더 포함할 수 있다.
- [0053] 전기 피드스루(efd)는 중앙홀(ch1)에 배치된 것일 수 있다. 이러한 전기 피드스루(efd)는 리드 와이어(lw)가 배치된 중앙홀(ch1)의 빈틈을 에폭시 수지로 완전히 밀봉하여 형성된 것으로, 도전(conducting wire) 및 압력 차단재 역할을 동시에 수행할 수 있다. 예를 들어, 상기 에폭시 수지는 Stycast[®] 2850FT를 포함할 수 있다. 구체적으로, 리드 와이어(lw)를 밀폐 장치(13)의 중앙홀(ch1)에 넣고, 중앙홀(ch1)을 에폭시 수지로 밀봉하는데, 이때 기포가 상기 에폭시 수지에 갇히지 않도록 주의한다. 한편, 밀폐 장치(13)의 중앙홀(ch1)을 에폭시 수지로 밀봉하기 전에, 중앙홀(ch1)을 한정하는 밀폐 장치(13)의 내벽과 리드 와이어(lw)를 세정액(예를 들어, 메틸 알코올)으로 세정할 수 있다.
- [0054] 또한, 밀폐 장치(13)는 부착물(att)을 더 포함할 수 있다.
- [0055] 부착물(att)은 중앙홀(ch1)의 가압부(13b)측 외부로 노출된 리드 와이어(lw)에 부착된 것일 수 있다.
- [0056] 구체적으로, 부착물(att)은 샘플, 온도센서, 압력센서 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0057] 상기 샘플은 그 물리량(온도, 압력, 저항 등)을 측정할 목적으로 밀폐 장치(13)에 투입되는 것이다.
- [0058] 밀폐 장치(13)는 금속으로 제조된 것일 수 있다.
- [0059] 상기 금속은 BeCu 합금을 포함할 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0060] 또한, 밀폐 장치(13)는 대부분의 경우 여러 번 재활용될 수 있다.
- [0061] 상기와 같은 구성을 갖는 본 발명의 일 구현예에 따른 밀폐 장치(13)는 밀폐 부재, 샘플 지지대, 전기 피드스루 및 피스톤으로 동시에 작용하여, 종래의 압력셀의 필수 구성요소인 약간의 자성이 있는 텅스텐 카바이드 피스톤을 제거할 수 있다.
- [0062] 이하 다시 도 1을 참조하여 본 발명의 일 구현예에 따른 압력셀(10)을 상세히 설명한다.
- [0063] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 구현예에 따른 압력셀(10)은 상술한 밀폐 장치(13)를 포함한다.
- [0064] 구체적으로, 압력셀(10)은 외부 본체(11), 내부 본체(12), 밀폐 장치(13) 및 클램핑 너트(14)를 포함할 수 있다.
- [0065] 외부 본체(11) 및 내부 본체(12)는 각각 중공 실린더형일 수 있다.
- [0066] 내부 본체(12)는 외부 본체(11)의 중공(즉, 중앙홀(ch2))에 삽입 가능하도록 구성될 수 있다.

- [0067] 밀폐 장치(13)는 내부 본체(12)의 중공(즉, 중앙홀(ch3))에 삽입 가능하도록 구성될 수 있다.
- [0068] 외부 본체(11) 및 내부 본체(12)는 프리스트레스(pre-stressed)가 도입된 것일 수 있다. 이에 따라, 내부 본체(12)의 내부 압력이 증가하더라도 외부 본체(11) 및 내부 본체(12)는 상기 증가된 내부 압력을 잘 견딜 수 있다.
- [0069] 외부 본체(11) 및 내부 본체(12)로 이루어진 이중벽 구조의 본체는, 비전문가도 쉽게 만들 수 있기 때문에, 본 발명자는 더 정교한 자긴가공(autofrettage)보다 이중벽 시스템을 선호하였다. 구체적으로, 외부 본체(11)와 내부 본체(12)의 양단부를 평평하게 만들고, 외부 본체(11)와 내부 본체(12)에 각각 중공(즉, 중앙홀(ch2, ch3))을 뚫었다. 내부 본체(12)에 형성된 중공(즉, 중앙홀(ch3))의 끝은 변형이 효율적으로 분산되도록 반구형으로 형성될 수 있다.
- [0070] 또한, 외부 본체(11)는 그 내벽이 길이방향(즉, 상기 제1 방향)으로 테이퍼지게 형성될 수 있다(제1 특징). 구체적으로, 외부 본체(11)는 이에 형성된 중공(즉, 중앙홀(ch2))의 직경이 길이방향(즉, 상기 제1 방향)을 따라 일정한 비율로 연속적으로 감소하도록 형성될 수 있다.
- [0071] 또한, 내부 본체(12)는 그 외벽이 길이방향(즉, 상기 제1 방향)으로 테이퍼지게 형성된 것일 수 있다(제2 특징). 구체적으로, 내부 본체(12)는 그 외경이 길이방향(즉, 상기 제1 방향)을 따라 일정한 비율로 연속적으로 감소하도록 형성될 수 있다.
- [0072] 또한, 내부 본체(12)는 그 외경이 외부 본체(11)의 대응 내경보다 크도록 구성될 수 있다(제3 특징). 예를 들어, 내부 본체(12)는 그 외경이 외부 본체(11)의 대응 내경보다 약 1.5%만큼 크도록 구성될 수 있다. 여기서, “내부 본체(12)의 외경”이란 내부 본체(12)가 외부 본체(11)에 삽입되기 전 상태에서 측정된 내부 본체(12)의 외경을 의미하고, “외부 본체(11)의 대응 내경”이란 내부 본체(12)가 외부 본체(11)에 삽입되기 전 상태에서 측정된 외부 본체(11)의 내경을 의미하고, 아울러 “외부 본체(11)의 대응 내경”이란 내부 본체(12)가 외부 본체(11)에 완전히 삽입된 상태에서 내부 본체(12)의 외경에 대응되는 위치의 외부 본체(11)의 대응 내경을 의미한다.
- [0073] 상기 제1 특징 내지 상기 제3 특징으로 인하여 내부 본체(12)는 최대 작동력(maximum force of operation)보다 3배 이상의 더 큰 힘으로 외부 본체(11)의 테이퍼진 중공(즉, 중앙홀(ch2))에 강제로 삽입될 수 있다. 여기서, “최대 작동력”이란 내부 본체(12)의 내벽과 밀폐 장치(13)의 가압부(13b)의 외벽으로 둘러싸인 후술하는 여유 공간(즉, 샘플 공간)의 최대 도달 가능 압력을 의미한다.
- [0074] 클램핑 너트(14)는 외부 본체(11)에 나사결합되어 밀폐 장치(13)를 위치 고정시키도록 구성될 수 있다. 구체적으로, 외부 본체(11)의 상단부 내벽에 형성된 암나사산(sc1)과 클램핑 너트(14)의 하단부 외벽에 형성된 수나사산(sc2)이 서로 나사결합될 수 있다.
- [0075] 또한, 클램핑 너트(14)에는 중공(즉, 중앙홀(ch4))이 형성되어, 상기 중공을 통해 리드 와이어(lw)의 일부가 압력셀(10)의 외부로 빼내어질 수 있다.
- [0076] 또한, 클램핑 너트(14)에는 홈(gr)이 형성되고, 이 홈(gr)에 밀폐 장치(13)의 베이스부(13a)의 상단부 전체 및 측단부 일부가 밀착되어, 클램핑 너트(14)의 위치 고정력이 밀폐 장치(13)에 그대로 전달될 수 있다.
- [0077] 한편, 압력셀(10)의 크기가 작은 경우(예를 들어, 압력셀(10)의 직경이 8mm 이하인 경우), 당해 압력셀(10)은 클램핑 너트(14) 대신에 외부에서 밀폐 장치(13)를 위치 고정시키도록 구성된 지그(미도시)를 포함할 수 있다.
- [0078] 또한, 압력셀(10)은 밀폐 장치(13)가 내부 본체(12)의 중공(즉, 중앙홀(ch3))에 완전히 삽입된 상태에서, 가압부(13b)와 내부 본체(12) 사이에 여유공간이 존재하도록 구성될 수 있다.
- [0079] 외부 본체(11), 내부 본체(12), 밀폐 장치(13) 및 클램핑 너트(14)는 금속으로 제조된 것일 수 있다.
- [0080] 상기 금속은 BeCu 합금을 포함할 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0081] 또한, 압력셀(10)은 압력 전달 매질(pm)을 더 포함할 수 있다. 이러한 압력 전달 매질(pm)은 밀폐 장치(13)가 내부 본체(12)의 중공(즉, 중앙홀(ch3))에 삽입된 상태에서, 가압부(13b)와 내부 본체(12) 사이에 형성된 여유 공간 내에 충전될 수 있다.
- [0082] 압력 전달 매질(pm)은 실리콘 오일, FC-77 Fluorinert(3M), Daphne 7373 오일(Idemitsu) 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 특히, Daphne 7373 오일은 깨지기 쉬운 유기 반도체 연구에 좋은 선택일 수 있다. 또한,

Daphne 오일의 응고는 액체와 고체 사이의 열수축 계수의 차이로 인해 발생하는 저항 대 온도 곡선의 작은 기울기 변화, 또는 액체 또는 응고된 매질을 향한 열 분산 차이로 인해 발생하는 열전력 측정(thermopower measurement)의 온도 구배 양의 변화로 쉽게 감지할 수 있다

[0083] 또한, 압력셀(10)은 실링 캡슐(scpl)을 더 포함할 수 있다.

[0084] 실링 캡슐(scpl)은 중공형으로서 개구부를 가질 수 있다.

[0085] 또한, 실링 캡슐(scpl)은 그 외표면은 전체적으로 내부 본체(12)의 내벽에 밀착되고, 상기 개구부측 내표면은 밀폐 장치(13)의 실링 캡슐 고정부(scplf)와 밀착되게 배치되도록 구성될 수 있다.

[0086] 실링 캡슐(scpl)이 내부 본체(12)의 내벽 및 밀폐 장치(13)의 실링 캡슐 고정부(scplf)와 밀착되게 배치됨으로써 구현되는 이러한 종류의 밀봉은 매우 간단한 구조이지만 압력 전달 매질(pm)의 누출에 대해 놀라울 정도로 안정적이며, 1회 조립 사용시 여러 번 압력을 변경할 수 있는 이점을 갖는다. 실험이 끝나면 실링 캡슐(scpl)을 압력셀(10)에 남겨두고 소량의 압력 전달 매질(pm)을 추가하는 방식으로 당해 압력셀(10)을 여러 번 재사용할 수 있다.

[0087] 실링 캡슐(scpl)은 폴리테트라플루오로에틸렌(즉, 테프론)으로 제조된 것일 수 있다.

[0088] 또한, 압력셀(10)은 압력 해제 후 밀폐 장치(13)를 내부 본체(12)로부터 외부로 빼낼 수 있는 장치(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0089] 상기와 같은 구성을 갖는 본 발명의 일 구현예에 따른 압력셀(10)은 구조가 간단하고, 강한 자기장에서의 재료 연구에 적합하며, 구성요소(element)의 수가 최소화되어 압력 전달 매질(pm)의 누출 가능성이 크게 줄어들고, 모듈식 설계가 가능하며, 쉽게 크기 확장이 가능하므로 저온의 강한 자기장 하에서 각도 의존 연구에 적합한 소형 셀로 제작될 수 있으며, 압력셀(10)을 열지 않고도 압력을 변경할 수 있어 동일한 샘플을 여러 압력 값에 대해 연구할 수 있어서 결과의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0090] 도 2는 실제로 제작된 다양한 크기의 압력셀들을 나타낸 사진이다.

[0091] 도 2를 참조하면, 비교를 위해 1센트짜리 미국 동전을 압력셀들 옆에 놓았다. 압력셀들의 외경은 왼쪽부터 각각 8mm, 14mm 및 24mm이고, 길이 대 직경 비율은 모두 약 1.5이다. 낮은 압력만 필요한 압력셀의 경우 클램핑 너트의 길이를 줄일 수 있다. 왼쪽 두 개의 압력셀은 각각 각도 종속 연구(angle dependent study)를 위해 직경 15mm 및 26mm 샘플 공간에서 회전할 수 있다. 특히, 외경이 8mm인 가장 작은 압력셀은 직경 15.3mm의 작은 샘플 공간에서 360도 회전할 수 있다.

[0092] 이하, 본 발명을 하기 실시예를 들어 설명하지만, 본 발명이 하기 실시예로만 한정되는 것은 아니다.

[0093] 실시예 1: 압력셀의 제작

[0094] 도 2에 도시된 다양한 크기의 압력셀들을 제작하였다. 구체적으로, 직경 0.10~0.14mm의 와이어를 최대 16개까지 최대압력을 희생하지 않고 붙일 수 있기 때문에, 통상 8개는 다양한 실험에 사용되었고, 4개는 상온 망가닌 압력 게이지용으로 사용되었으며, 나머지 4개는 저온 초전도 압력 게이지용으로 사용되었다.

[0095] 상온에서 가압하는 동안 압력을 모니터링하는데 사용되는 상온 압력 게이지는 독일 Isabellenhutte의 짧은 길이 0.05mm 직경의 실크 절연 망가닌 와이어로 제작되었다. 상기 실크 절연 망가닌 와이어의 일반적인 저항 범위는 10~20Ω이다. 상기 상온 압력 게이지는 구리선 기둥 주위에 변형 없이(strain freely) 감겼다. 또한, 상기 상온 압력 게이지는 냉각 중에 압력을 모니터링하는데도 사용할 수 있지만, 압력 손실의 양은 압력 매질, 압력셀 설계, 압력 볼륨 내부의 재료 등에 따라 복잡하게 변하기 때문에 이를 감안하여 정성적으로만 사용하여야 한다.

[0096] 저온 압력 게이지는 순수(6N) 주석 와이어로 제작되었다.

[0098] 평가예 1: 압력 교정

[0099] 상온에서 망가닌 와이어의 저항 변화 또는 저온에서 순수 납 또는 주석의 초전도 전이로 압력을 모니터링할 수 있다. 저온에서의 압력은 일반적으로 BeCu와 압력 전달 매질 사이의 다른 열 수축 계수로 인해 실온에서 적용된 초기 압력보다 낮다. Daphne 오일의 경우 온도가 낮아짐에 따라 압력 손실이 거의 선형으로 나타남이 보고되었다(참고문헌 1 참조). 상기 실시예 1에서 제조된 압력셀들 중 외경이 14mm인 압력셀에 대하여, 실온(300K)과 저온(4.2K)에서 측정된 압력 사이의 관계가 도 3에 실선으로 도시되어 있다. 참고문헌 1에 공개된 데이터(점선)와

의 편차는 압력셀의 설계가 다르고, 샘플 대 셀 부피의 비율이 다르기 때문일 수 있다.

[0100] 상기 참고문헌 1은 K. Murata, H. Yoshino, H. O. Yadav, Y. Honda, and N. Shirakawa, Rev. Sci. Instrum. 68, 2490 (1997)이다.

[0101] 평가예 2: 상온에서 압력에 따른 유기 초전도체((TMTSF)₂ReO₄)의 층간 저항(R_{zz})의 변화 측정

[0102] 상기 실시예 1에서 제조된 압력셀들 중 외경이 14mm인 압력셀에 대하여, 상온에서 압력에 따른 유기 초전도체((TMTSF)₂ReO₄)의 층간 저항(R_{zz})의 변화를 측정하여, 그 결과를 도 4에 그래프로 나타내었다. 압력은 망가닌 와이어 압력 게이지의 저항 증가량으로 결정되었다.

[0103] 도 4를 참조하면, 압력이 16kbar까지 원활하게 증가한 것을 볼 수 있으며, 압력이 16kbar인 경우 샘플 저항은 주위 압력에서의 값의 22%에 불과한 것으로 나타났다.

[0104] 평가예 3: 상온에서 회전 각도에 따른 유기 초전도체((TMTSF)₂ReO₄)의 층간 저항(R_{zz})의 변화 측정

[0105] 상기 실시예 1에서 제조된 압력셀들 중 외경이 14mm인 압력셀에 대하여, 0.5K 및 H = 25T(H: H-field, T: Tesla)의 자기장 조건에서 회전 각도에 따른 유기 초전도체((TMTSF)₂ReO₄)의 층간 저항(R_{zz})의 변화를 측정하여, 그 결과를 도 5에 그래프로 나타내었다.

[0106] 도 5를 참조하면, 0도에서 180도까지 회전 각도가 변화됨에 따라 유기 초전도체((TMTSF)₂ReO₄)의 층간 저항(R_{zz})이 대략 좌우 대칭 형상의 여러 피크를 형성하는 것으로 나타났다.

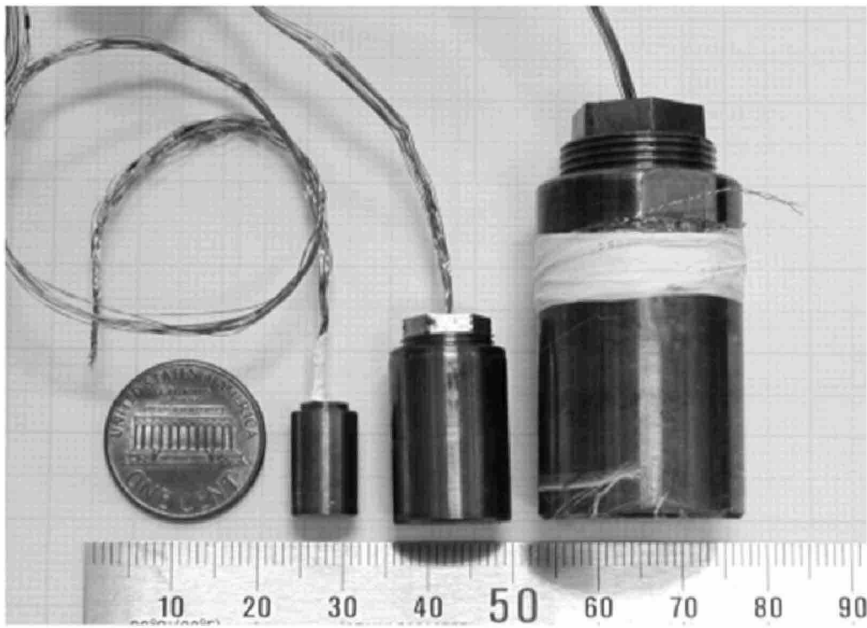
[0107] 이상에서 도면 및 실시예를 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 구현예가 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 구현예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

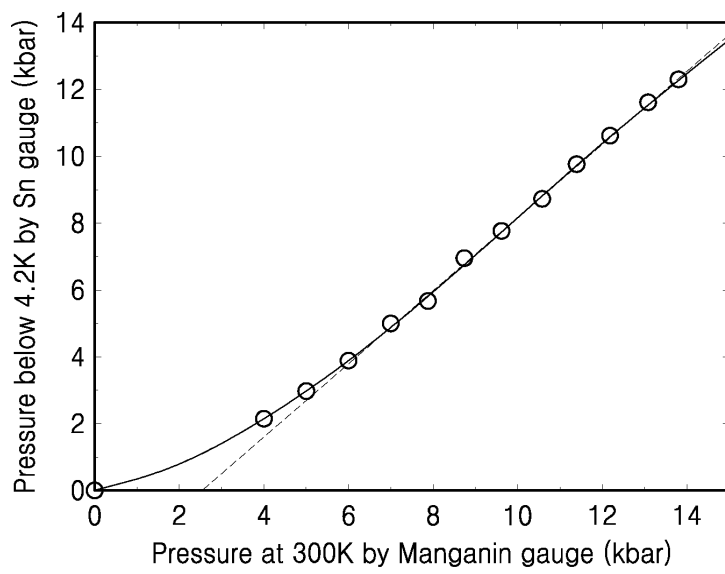
[0108]

10: 압력셀	11: 외부 본체
12: 내부 본체	13: 밀폐 장치
13a: 베이스부	13b: 가압부
14: 클램핑 너트	scpf: 실링 캡슐 고정부
ch1, ch2, ch3, ch4: 중앙홀	efd: 전기 피드스루
scp: 실링 캡슐	pm: 압력 전달 매질
att: 부착물	lw: 리드 와이어
gr: 홈	sc1: 압나사산
sc2: 수나사산	

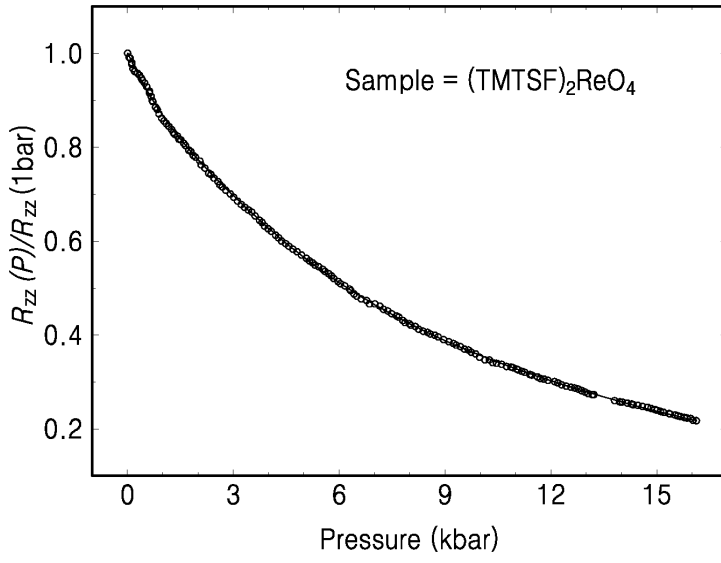
도면2



도면3



도면4



도면5

