



- (51) 국제특허분류:
G01R 33/035 (2006.01) A61B 5/05 (2006.01)
H01L 39/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/009107
- (22) 국제출원일: 2013년 10월 11일 (11.10.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0120380 2012년 10월 29일 (29.10.2012) KR
- (71) 출원인: 한국표준과학연구원 (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) [KR/KR]; 305-340 대전시 유성구 가정로 267, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 유권규 (YU, Kwon-Kyu); 305-315 대전시 유성구 원신흥동 어울림하트아파트 1207-202, Daejeon (KR). 이용호 (LEE, Yong-Ho); 305-755 대전시 유성구 어은동 99 한빛아파트 111-801, Daejeon (KR). 권혁찬

(KWON, Hyukchan); 305-500 대전시 유성구 용산동 725 푸르지오하임 203-204, Daejeon (KR). 김진목 (KIM, Jin-Mok); 305-370 대전시 유성구 원촌동 257-20 싸이언스빌 4-204, Daejeon (KR). 김기웅 (KIM, Kiwoong); 305-749 대전시 유성구 반석동 반석마을아파트 502-903, Daejeon (KR). 이상길 (LEE, Sang-Kil); 302-817 대전시 서구 내동 15-7, Daejeon (KR).

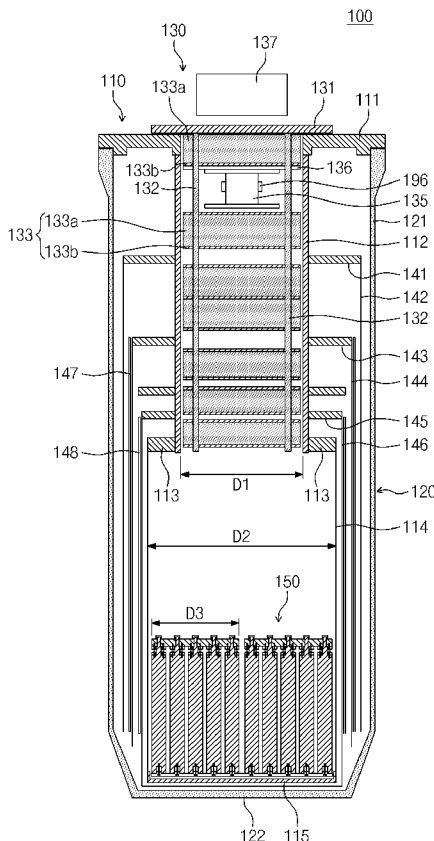
(74) 대리인: 이평우 (LEE, Pyung-Woo); 135-754 서울시 강남구 역삼동 837-11 유니온센타빌딩 1613, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[다음 쪽 계속]

(54) Title: LOW-TEMPERATURE COOLING DEVICE AND SUPERCONDUCTING QUANTUM INTERFERENCE ELEMENT SENSOR MODULE

(54) 발명의 명칭: 저온 냉각 장치 및 초전도 양자 간섭 소자 센서 모듈



(57) Abstract: The present invention provides a low-temperature cooling device and a SQUID sensor module. The low-temperature cooling device includes: an external container; an internal container arranged in the external container, wherein said internal container has a neck unit having a first diameter and a body unit having a second diameter larger than the first diameter; an insert inserted into the neck unit of the internal container; and a plurality of SQUID sensor modules inserted into the body unit of the internal container. Each of the SQUID sensor modules has a fan-shaped columnar shape and is fixed and coupled to the bottom plate in the internal container.

(57) 요약서: 본 발명은 저온 냉각 장치 및 SQUID 센서 모듈을 제공한다. 이 저온 냉각 장치는 외부 용기, 외부 용기의 내부에 배치되고 제 1 직경을 가진 목부 및 제 1 직경보다 큰 제 2 직경을 가진 몸체부를 포함하는 내부 용기, 내부 용기의 목부에 삽입되는 인서트, 및 내부 용기의 몸체부에 삽입되는 복수의 SQUID 센서 모듈을 포함하고, SQUID 센서 모듈의 각각은 부채꼴 기둥 형상을 가지고, 내부 용기의 내부 바닥판에 고정 결합한다.



(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 저온 냉각 장치 및 초전도 양자 간섭 소자 센서 모듈 기술분야

- [1] 본 발명은 저온 냉각 장치에 관한 것으로, 분할형 저온 냉각 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 생체자기 측정에 사용되는 SQUID(Superconductive QUantum Interference Device) 센서는 절대 온도 4K의 극저온에서 동작한다. 또한, 상기 SQUID 센서는 수 fT/√Hz 정도의 측정 감도를 가진다. 따라서 생체자기 측정용 SQUID 시스템에서는 극저온의 냉매를 저장할 수 있는 저온 냉매 저장 용기가 필요하다. 상기 저온 냉매 저장 용기는 생체로부터 발생하는 자기장을 왜곡시키지 않고, 상기 SQUID 센서의 안정적인 동작을 위해 자성을 띄지 않는 비자성(non-magnetic) 물질로 제작하여야 한다. 또한 상기 SQUID 센서의 냉매로 사용되는 액화 헬륨은 매우 고가이다. 따라서, 공급이 제한적임으로 증발률이 최소화되어야 한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [3] 본 발명의 해결하고자 하는 일 기술적 과제는 진동 노이즈 및 냉매의 증발률을 감소시키는 구조의 저온 냉각 장치 및 상기 저온 냉각 장치에 탑재되는 SQUID 센서 모듈을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [4] 본 발명의 일 실시 예에 따른 저온 냉각 장치는 외부 용기; 상기 외부 용기의 내부에 배치되고 제1 직경을 가진 목부 및 상기 제1 직경보다 큰 제2 직경을 가진 몸체부를 포함하는 내부 용기; 상기 내부 용기의 상기 목부에 삽입되는 인서트; 및 상기 내부 용기의 상기 몸체부에 삽입되는 복수의 SQUID 센서 모듈;을 포함하고, 상기 SQUID 센서 모듈의 각각은 부채꼴 기둥 형상을 가지고, 상기 내부 용기의 내부 바닥판에 고정 결합한다.
- [5] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 내부 바닥판은 상기 SQUID 센서 모듈이 삽입되어 정렬되도록 격벽을 포함할 수 있다.
- [6] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 인서트는 중간 연결 블록을 더 포함하고, 상기 SQUID 센서 모듈의 배선은 중간 연결 블록에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [7] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 SQUID 센서 모듈은 관통홀을 포함하는 상부 센서 결합판; 상기 관통홀에 정렬되도록 배치된 돌출부를 포함하는 상부 센서 결합판; 상기 관통홀에 정렬된 인쇄회로기판 관통홀을 포함하고 상기 상부 센서 결합판의 하부에 배치되는 상부 인쇄회로기판; 및 일단은 상기 관통홀 및 상기 인쇄회로기판 관통홀에 삽입되고, 타단은 상기 돌출부에 삽입되는 흡을

- 포함하는 SQUID 센서를 포함할 수 있다.
- [8] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 상부 센서 결합판은 보조 관통홀을 더 포함할 수 있다.
- [9] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 상부 센서 결합판은 그 하부면에 형성된 트렌치를 더 포함할 수 있다.
- [10] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 SQUID 센서 모듈은 부채꼴 형상의 중심 영역을 관통하여 상기 내부 바닥판에 결합하는 모듈 결합 기둥을 더 포함할 수 있다.
- [11] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 SQUID 센서는 픽업 코일이 감기는 보빈; 상기 보빈에 장착되고 상기 픽업 코일에 전기적으로 연결되는 SQUID; 및 상기 SQUID와 전기적으로 연결되고 상기 보빈에 고정되는 인쇄회로기판을 포함할 수 있다.
- [12] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 보빈은 원 기둥 형상의 몸체부; 상기 몸체부와 연결되고 측면이 평면을 이루도록 절개된 절개부; 상기 절개부와 연결되고 단면이 사각형 형상을 이루는 사각 기둥부; 및 상기 사각 기둥부의 중심에서 연장되는 원 기둥부를 포함하고, 상기 홈은 상기 몸체부의 하부면에 형성될 수 있다.
- [13] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 SQUID 센서 모듈 각각은 상기 SQUID 센서 모듈에 전기적으로 연결된 망가닌 선; 상기 망가닌 선을 보호하는 플라스틱 편조선; 및 상기 망가닌 선에 연결된 접속용 커넥터를 포함할 수 있다.
- [14] 본 발명의 일 실시 예에 따른 저온 냉각 장치는 외부 용기; 상기 외부 용기의 내부에 배치되고 제1 직경을 가진 목부 및 상기 제1 직경보다 큰 제2 직경을 가진 몸체부를 포함하는 내부 용기; 상기 내부 용기의 상기 목부에 삽입되는 인서트; 및 상기 내부 용기의 상기 몸체부에 삽입되는 복수의 SQUID 센서 모듈을 포함하고, 상기 SQUID 센서 모듈의 각각은 격벽으로 분리된 상기 내부 용기의 내부 바닥판에 정렬되어 고정 결합한다.
- [15] 본 발명의 일 실시 예에 따른 SQUID 센서 모듈은 내부 용기 및 외부 용기를 포함하는 저온 냉각 장치에 삽입된다. 상기 SQUID 센서 모듈은 결합 공구가 결합하는 결합 홈 및 관통홀을 포함하는 상부 센서 결합판; 상기 관통홀에 정렬되도록 배치된 돌출부를 포함하는 하부 센서 결합판; 상기 관통홀에 정렬된 인쇄회로기판 관통홀을 포함하고 상기 상부 센서 결합판의 하부에 배치되는 상부 인쇄회로기판; 및 일단은 상기 관통홀 및 상기 인쇄회로기판 관통홀에 삽입되고, 타단은 상기 돌출부에 삽입되는 홈을 포함하는 SQUID 센서를 포함한다.
- [16] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 상부 센서 결합판은 냉매 기포가 통과하는 보조 관통홀을 더 포함할 수 있다.
- [17] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 상부 센서 결합판은 그 하부면에 형성된 트렌치를 더 포함하고, 상기 트렌치에 상기 SQUID 센서 모듈의 배선들이 매설될

수 있다.

- [18] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 SQUID 센서 모듈을 관통하여 상기 내부 용기의 바닥판에 결합하는 모듈 결합 기둥을 더 포함할 수 있다.
- [19] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 SQUID 센서는 픽업 코일이 감기는 보빈; 상기 보빈에 장착되고 상기 픽업 코일에 전기적으로 연결되는 SQUID; 및 상기 SQUID와 전기적으로 연결되고 상기 보빈에 고정되는 인쇄회로기판을 포함할 수 있다.
- [20] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 보빈은 원 기둥 형상의 몸체부; 상기 몸체부와 연결되고 측면이 평면을 이루도록 절개된 절개부; 상기 절개부와 연결되고 단면이 사각형 형상을 이루는 사각 기둥부; 및 상기 사각 기둥부의 중심에서 연장되는 원 기둥부;를 포함하고, 상기 홈은 상기 몸체부의 하부면에 형성될 수 있다.
- [21] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 SQUID 센서 모듈은 상기 SQUID 센서 모듈에 전기적으로 연결된 망가닌 선; 상기 망가닌 선을 보호하는 플라스틱 편조선; 및 상기 망가닌 선에 연결된 접속용 커넥터를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [22] 본 발명에 따른 냉각 장치는 SQUID 센서의 냉각을 위한 저온 냉매 저장 용기의 냉매 증발률을 감소시키고, 상기 SQUID 센서가 장착된 측정 프로브를 통해 전달되는 진동 잡음을 제거한다. 따라서, 상기 SQUID 센서는 안정적으로 동작하고, 높은 신호 대 잡음비를 획득할 수 있다.
- [23] 본 발명에 따른 냉각 장치는 액시얼 형태(Axial type) 64채널 심자도(Magnetocardiograph; MCG) 시스템에 적용하였다. 단위 SQUID 센서 모듈은 16채널을 포함하고, MCG 시스템은 4개 모듈을 포함하였다. 각 SQUID 센서 모듈에 결합된 SQUID 센서의 개별 진동으로 인한 시스템 불안정 동작은 제거되었고, 진동 잡음을 제거함으로써 신호대잡음비가 향상되었다. 또한 저온 냉매 저장 용기의 형태를 변경할 수 있어, 액화 헬륨의 증발률은 50퍼센트 이상 감소되었다.

도면의 간단한 설명

- [24] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 저온 냉각 장치를 설명하는 부분 사시도이다.
- [25] 도 2는 도 1의 SQUID 센서 모듈을 나타내는 사시도이다.
- [26] 도 3은 도 1의 저온 냉각 장치를 설명하는 단면도이다.
- [27] 도 4는 SQUID 센서 모듈을 나타내는 사시도이다.
- [28] 도 5는 도 4의 A 방향에서 바라본 상부 센서 결합판을 나타내는 평면도이다.
- [29] 도 6은 도 5의 I-I'선을 따라 자른 단면도이다.
- [30] 도 7은 도 5의 II-II'선을 따라 자른 단면도이다.
- [31] 도 8a는 SQUID 센서를 나타내는 평면도이다.

- [32] 도 8b는 SQUID 센서를 나타내는 정면도이다.
- [33] 도 8c는 도 8a의 III-III'선을 따라 자른 단면도이다.
- [34] 도 8d는 도 8a의 IV-IV'선을 따라 자른 단면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [35] 저온 냉매 저장 용기는 외부 용기와 상기 외부 용기에 삽입되는 내부 용기를 포함한다. 상기 내부 용기와 외부 용기의 사이의 공간은 진공 상태로 유지된다. 액화 헬륨 증발률 감소를 위한 상기 저온 냉매 저장 용기의 구조는 일반적으로 3겹의 열 차폐막(thermal shield)을 사용하여 온도 구배(temperature gradient)를 적게 한다. 복사열 유입을 차단하기 위해 각 열 차폐막(thermal shield) 사이에 약 30 장(sheets)씩 모두 100겹 이상의 초단열체(superinsulator)와 폴리에스테르 네트(polyester net)가 설치된다. 저온 냉매를 수용하는 상기 내부 용기의 주 저장소(main reservoir)에서 외부로의 열전도를 방지하기 위해 진공층이 배치된다. 생체자기 측정 부위(뇌, 심장, 간, 근전도 등)에 따라 저온 냉매 저장 용기의 크기와 모양이 달라진다. 상기 저온 냉매 저장 용기의 크기 및 모양에 따라 냉매의 증발률은 크게 영향을 받는다.
- [36] 생체자기 측정용 SQUID 장치는 일반적으로 심장과 머리 등의 넓은 영역에서 발생하는 신호를 동시에 획득하여, 신호 분석을 수행한다. 따라서, 생체자기 측정용 SQUID 시스템은 다채널의 SQUID 센서를 사용한다. 통상적으로, 심자도의 경우, 64채널이 사용된다. 뇌자도의 경우, 128채널 내지 300채널이 사용된다.
- [37] 측정 프로브(probe)는 다채널의 SQUID 센서를 결합하는 수단이다. 통상적인 측정 프로브에서는 센서 결합용 원형판에 복수 개의 SQUID 센서가 장착된다. 상기 내부 용기의 목부에 인서트가 배치된다. 상기 인서트는 상기 측정 프로브와 고정 결합하고, 상기 측정 프로브는 냉매 속에 잠긴다.
- [38] 통상적으로 상기 저온 냉매 저장 용기의 재질은 유리 강화 에폭시(glass reinforced epoxy)인 G-10 에폭시이다. 상기 G-10 에폭시는 낮은 열전도율과 수축률을 가진다. 그러나, 와인딩(winding) 기법으로 제작된 G-10 에폭시의 경우, 실온(절대 온도 300K)에서 액화 헬륨 온도(4K)로 냉각되면, 1 미터(m) 당 수 밀리미터(mm)의 수축이 발생한다. 따라서 상기 측정 프로브를 냉각시키기 위한 저온 냉매 저장 용기의 길이 방향 배열(arrangement)을 위해, 상기 측정 프로브는 스프링과 같은 완충 장치를 요구한다. 상기 완충 장치는 상기 인서트 내부에 구현될 수 있다.
- [39] 상기 저온 냉매 저장 용기에서 저온 냉매로의 열 유입은 복사열과 전도열로 이루어진다. 상기 저온 냉매 저장 용기의 구조에 기인하여, 그 측면 및 바닥에서는 진공층에 의해 전도열에 의한 열 유입이 제한된다. 다만, 복사열에 의해 열 유입이 이루어진다. 하지만, 복사열에 의해 열 유입은 복층의 초단열체(superinsulator)와 폴리에스테르 네트(polyester net)를 설치함으로써

대부분 차단할 수 있다.

- [40] 전도열에 의한 열 유입은 주로 측정 프로브를 삽입하기 위한 저온 냉매 저장 용기의 입구 및 측정 프로브를 구성하고 있는 G-10 에폭시를 통해 이루어진다. 생체자기 측정용 다채널 SQUID 장치에서는 대면적의 측정 프로브가 필요하다. 상기 측정 프로브는 상기 저온 냉매 저장 용기의 입구를 통하여 삽입된다. 따라서, 상기 측정 프로브를 냉각하기 위한 저온 냉매 저장 용기의 입구도 상기 측정 프로브의 크기에 맞게 넓어야 한다. 한편, 상기 저온 냉매 저장 용기의 입구의 단면적에 비례하여 냉매의 증발률이 증가한다. 냉매의 손실을 감소시키기 위하여, 상기 저온 냉매 저장 용기의 입구를 감소시키는 구조가 요구된다.
- [41] 통상적인 생체자기 측정용 SQUID 장치에서, 측정 프로브는 내부 용기의 상판(top plate)에서 연장되는 여러 개의 에폭시 튜브(epoxy tube)를 이용하여 SQUID 센서 결합용 원형판을 지지한다. 상기 측정 프로브와 상기 저온 냉매 저장 용기의 길이 배열을 위해 완충장치가 요구된다. 이 경우, 상기 저온 냉매 저장 용기와 SQUID 센서가 장착된 상기 측정 프로브는 용기 내부에서 고정되지 않은 상태로 용기 바닥에 있게 놓이게 된다. 상기 완충장치는 외부 진동과 냉매 내부에서 발생한 기포에 의한 내부 진동을 유발시킨다. 이에 따라, 상기 외부 진동 및 상기 내부 진동은 자기장 하에서의 진동 잡음을 유발한다. 상기 진동 잡음은 SQUID 센서의 안정적인 동작을 방해한다. 또한, 미세한 생체자기 신호 측정을 할 경우, 상기 진동 잡음은 신호 대 잡음비를 감소시킬 수 있다.
- [42] 또한, 수십 mm의 기저선(baseline) 길이를 가지는 SQUID 미분계(gradimeter)가 센서 결합용 판에 다채널로 고정될 경우, 각각의 SQUID 미분계(gradimeter)의 길이 및 방향이 일정하지 않은 문제점이 있다. 센서의 길이가 일정하지 않음으로써, SQUID 미분계가 개별적으로 진동한다. 또한, 각각의 SQUID 미분계는 개별적으로 유입된 진동 잡음이 포함된 신호를 측정한다. 따라서, 신호 분석의 정확성이 떨어진다. 다채널 SQUID 시스템에서 개별적인 센서의 검출 코일 방향이 일정하지 않으면, 센서는 같은 신호원으로부터 발생하는 자기장에 대해 다른 성분(component)을 측정한다. 따라서, 신호원 국지화의 오차가 발생할 수 있다.
- [43] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되어지는 것이다. 도면들에 있어서, 구성요소는 명확성을 기하기 위하여 과장되어진 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [44] 본 발명의 일 실시 예에 따른 저온 냉각 장치(100)는 외부 용기(120), 상기 외부 용기(120)의 내부에 배치되고 제1 직경(D1)을 가진 목부(112) 및 상기 제1

직경보다 큰 제2 직경(D2)을 가진 몸체부(114)를 포함하는 내부 용기(110), 상기 내부 용기(110)의 상기 목부(112)에 삽입되는 인서트(130), 및 상기 내부 용기(110)의 상기 몸체부(114)에 삽입되는 복수의 SQUID 센서 모듈(150)을 포함한다. 상기 SQUID 센서 모듈(150) 각각은 부채꼴 기둥 형상을 가지고, 상기 내부 용기(150)의 내부 바닥판(115)에 고정 결합한다.

[45] 외부 용기(120)는 외부 바닥판(122)을 포함하는 외부 원통(121)을 포함한다. 상기 외부 용기는 G-10 에폭시로 형성될 수 있다. 상기 외부 용기의 하단부는 데이퍼질 수 있다.

[46] 내부 용기(110)는 상판(11), 상기 상판(111)에서 수직으로 연장되는 목부(112), 상기 목부(112)에 연결되는 중간판(113), 상기 중간판(113)에서 수직으로 연장되는 내부 몸체부(114), 및 상기 내부 몸체부의 하부면을 형성하는 내부 바바닥판(115)을 포함한다. 상기 내부 용기(110)는 G-10 에폭시로 형성되고, 결합 부위는 에폭시 수지로 결합될 수 있다. 상기 내부 몸체부(114)는 냉매를 수납할 수 있다.

[47] 상기 목부(112)의 외측면에 와서 형태의 제1 지지부가(141) 배치될 수 있다. 상기 제1 지지부(141)는 G-10 에폭시로 형성될 수 있다. 상기 제1 지지부(141)의 외주면에 제1 열 차폐부(142)가 결합할 수 있다. 상기 제1 열 차폐부(142)는 원통 형상의 도전체로 형성될 수 있다. 상기 제1 열 차폐부(142)의 하단부는 슬릿 형태를 가질 수 있다. 상기 제1 열 차폐부(142)는 상기 내부 몸체부(114)를 감싸도록 수직 방향으로 연장될 수 있다.

[48] 제2 지지부(143)는 상기 제1 지지부(141)와 수직으로 이격되어 상기 목부(112)의 외측면에 배치될 수 있다. 상기 제2 지지부(143)는 와서 형태일 수 있다. 상기 제2 열 차폐부(144)는 원통 형상의 도전체로 형성될 수 있다. 상기 제2 지지부(143)의 외주면에 상기 제2 열 차폐부(144)가 결합할 수 있다. 상기 제2 열 차폐부(144)의 직경은 상기 제1 열 차폐부(142)의 직경보다 작을 수 있다.

[49] 제3 지지부(145)는 상기 제2 지지부(143)와 수직으로 이격되어 상기 목부(112)의 외측면에 결합할 수 있다. 상기 제3 지지부(145)는 와서 형태일 수 있다. 상기 제3 열 차폐부(146)는 원통 형상의 도전체로 형성될 수 있다. 상기 제3 지지부(145)의 외주면에 상기 제3 열 차폐부(146)가 결합할 수 있다. 상기 제3 열 차폐부(146)의 직경은 상기 제2 열 차폐부(144)의 직경보다 작을 수 있다. 상기 제3 열 차폐부(146)는 상기 내부 용기(110)의 하부면을 감싸도록 연장될 수 있다.

[50] 상기 내부 용기(110)와 상기 외부 용기(120) 사이의 공간은 진공 상태일 수 있다. 상기 제1 열 차폐부(142)와 상기 제2 열 차폐부(144) 사이에 제1 초단열층(superinsulation layer, 147)이 배치될 수 있다. 상기 제2 열 차폐부(144)와 상기 제3 열 차폐부(146) 사이에 제2 초단열층(148)이 배치될 수 있다. 상기 진공층은 전도열의 유입을 차단하고, 상기 제1 내지 제3 열 차폐부(142, 144, 146)는 복사열의 유입을 차단할 수 있다. 또한, 상기 제1 초단열층(147) 및 제2 초단열층(148)은 복사열의 유입을 차단할 수 있다. 상기

- 제1 초단열층(147) 및 제2 초단열층(148)은 30 장(sheets)씩 모두 100겹 이상의 초단열체(superinsulator)와 폴리에스테르 네트(polyester net)을 포함할 수 있다.
- [51] 인서트(130)는 인서트 상판(131), 상기 인서트 상판(131)에 결합하고 수직으로 연장되는 가이드 봉(132), 상기 가이드 봉(132)에 삽입되는 인서트 배플(133), 및 상기 인서트 배플(133) 사이에 배치되는 중간 연결 블록(135)을 포함할 수 있다.
- [52] 상기 인서트 상판(131)은 원판 형상이고, G-10 에폭시로 형성될 수 있다. 상기 가이드 봉(132)은 G-10 에폭시로 형성되고, 봉 형상 또는 파이프 형상일 수 있다. 상기 인서트 배플(133)은 보온성이 높은 스티로폼(styrofoam, 133a)과 도전판(133b)을 포함할 수 있다. 상기 도전판(133b)은 복사열 차단을 위하여 차례로 적층된 알루미늄 코팅된 마일라(mylar), 및 구리층을 포함할 수 있다. 상기 인서트 배플(133)은 외부의 열전도 및 복사열 유입을 차단할 수 있다.
- [53] 상기 인서트 상판(131)의 상부에는 자속 고정 루프 회로(Flux-Locked-Loop Circuit; FLL circuit)와 연결하기 위한 상부 연결 블록(137)이 배치될 수 있다.
- [54] 상기 인서트 상판(131)의 바로 하부에는 스티로폼(133a)이 배치되고, 상기 스티로폼(133a) 하부에는 도전판(133b)이 배치될 수 있다. 상기 도전판(133b)의 하부에는 중간 연결 블록(135)을 고정하기 위한 보조 지지판(136)이 배치될 수 있다. 상기 보조 지지판(136)은 G-10 에폭시로 형성될 수 있다. 상기 보조 지지판(136)은 상기 가이드 봉(132)에 삽입되어 고정될 수 있다.
- [55] 상기 중간 연결 블록(135)은 SQUID 센서 모듈(150)의 배선과 전기적으로 연결된 32 핀 커넥터(196)와 결합할 수 있다. 상기 중간 연결 블록(135)은 상기 SQUID 센서 모듈(150)의 배선에 연결된 32 핀 커넥터(196)가 결합하는 수단일 수 있다. 상기 중간 연결 블록(135)은 상기 상부 연결 블록(137)과 망가닝 선으로 전기적으로 연결될 수 있다. 상기 중간 연결 블록(135)은 외부로부터의 기계적인 연결은 차단하고, 전기적 연결만을 위해 사용된다.
- [56] 통상적으로 측정 프로브는 SQUID 센서들이 배열된 원판 형태의 센서 결합판을 포함한다. 그러나, 대면적의 센서 결합판의 직경은 상기 목부의 직경보다 클 수 없다. 따라서, 상기 목부의 직경은 상기 센서 결합판의 직경보다 크도록 제작된다. 한편, 상기 냉매로의 열 유입량은 상기 내부 용기의 목부의 길이(L)에 반비례하고, 성가 목부의 단면적에 비례하여 증가한다.
- [57] 본 발명의 일 실시예에 따르면, SQUID 센서를 고정하기 위한 센서 결합판은 상기 목부의 크기 및 모양에 따라 부채꼴 형상을 가지도록 1/3, 1/4, 또는 1/6 등으로 분리하였다.
- [58] 구체적으로, 센서 결합판이 부채꼴 형상을 가지도록 1/4로 분할된 경우, 16개의 SQUID 센서가 하나의 SQUID 센서 모듈을 구성할 수 있다. 이 경우, 상기 센서 결합판을 분할하면 원판을 사용할 때보다 상기 목부의 단면적을 2배 이상 줄일 수 있다. 따라서, 상기 목부를 통하여 유입되는 열은 2배 이상 감소될 수 있다.
- [59] 분할된 SQUID 센서 모듈을 서로 고정되기 위해 상기 내부 용기의 내부 바닥판은 부채꼴 형상으로 1/4로 분할된다. 또한, 상기 SQUID 센서 모듈을

고정하기 위한 고정 너트가 상기 내부 바닥판에 형성된다.

- [60] 또한, 생체자기 신호원의 국지화 및 신호 분석을 위해 각각의 SQUID 센서 모듈은 위치 좌표를 가져야 한다. 따라서, 상기 SQUID 센서 모듈은 상기 내부 용기와 위치 정렬이 필요하다. 따라서 각 SQUID 센서 모듈과 상기 내부 용기의 정렬을 위해, 내부 바닥판은 각각의 SQUID 센서 모듈을 가이드할 수 있는 격벽을 포함할 수 있다.
- [61] 통상적인 원형의 센서 결합판은 넓은 면적의 내부 용기의 바닥면을 필요로 한다. 따라서, 진공과 냉각으로 인해 상기 바닥면의 변형이 발생된다. 따라서, 상기 바닥면의 변형을 방지하기 위하여, 상기 내부 용기의 바닥면은 두꺼운 판을 사용해야 한다. 이에 따라, 측정 대상으로 발생하는 자기 신호원과 SQUID 센서의 검출코일 사이의 거리가 증가된다. 이에 따라, 신호 감소의 원인이 된다.
- [62] 본 발명에 따르면, 센서 결합판을 1/4, 1/6로 분할하면, 각각의 SQUID 센서 모듈을 가이드 할 수 있는 두꺼운 격벽을 가진 내부 용기의 바닥면이 제공될 수 있다. 이에 따라, 상기 내부 용기의 바닥판의 두께는 감소될 수 있다. 이에 따라, 측정 대상으로 발생하는 자기 신호원과 SQUID 센서의 검출코일 사이의 거리가 감소된다.
- [63] 상기 SQUID 센서 모듈(150)은 관통홀(1511)을 포함하는 상부 센서 결합판(151), 상기 관통홀(1511)에 정렬되도록 배치된 돌출부(1531)를 포함하는 하부 센서 결합판(153), 상기 관통홀(1511)에 정렬된 인쇄회로기판 관통홀(1541)을 포함하고 상기 상부 센서 결합판(151)의 하부에 배치되는 상부 인쇄회로 기판(154), 및 일단은 상기 관통홀(1511) 및 상기 인쇄회로 기판 관통홀(1541)에 삽입되고, 타단은 상기 돌출부(1531)에 삽입되는 홈(1536)을 포함하는 SQUID 센서(152)를 포함한다.
- [64] 상기 상부 센서 결합판(151)은 부채꼴 형상을 가지며, G-10 에폭시로 형성될 수 있다. 상기 상부 센서 결합판(151)은 SQUID 센서(152)가 삽입되는 관통홀(1511)을 포함할 수 있다. 상기 상부 센서 결합판(151)은 냉매의 기포가 통과하도록 보조 관통홀(1514)을 포함할 수 있다. 상기 보조 관통홀(1514)을 형성하면, 상기 냉매의 기포에 의한 진동을 억제할 수 있다. 상기 상부 센서 결합판(151)은 그 하부면에 형성된 트렌치(1512)를 포함할 수 있다. 상기 트렌치(1512)는 상기 관통홀(1511) 주위로 연장될 수 있다. 상기 SQUID 센서(152)로부터의 배선은 상기 트렌치(1512)에 매몰될 수 있다. 상기 상부 센서 결합판(151)은 그 중심 부위에 모듈 결합 기둥용 관통홀(1516)을 포함할 수 있다. 상기 상부 센서 결합판(151)은 결합 공구 결합 용 관통홀(1515)을 포함할 수 있다. 상기 SQUID 센서 모듈은 상기 결합 공구 결합 용 관통홀(1515)에 결합된 결합 공구(미도시)를 통하여 상기 내부 몸체부(114)에 장착된다. 상기 상부 센서 결합판(151)의 최대 직경(D3)는 상기 목부의 직경(D1)보다 작다.
- [65] 상부 인쇄회로 기판(154)은 중심에서 빗나간 위치에 사각 형상의 관통홀(1541)을 가지며, 원판 형상일 수 있다. 상기 상부 인쇄회로 기판(154)은

상기 상부 센서 결합판(151)의 상기 관통홀(1511)에 정렬되어 상기 상부 센서 결합판(151)의 하부면에 장착될 수 있다. 상기 상부 인쇄회로 기판(154)은 커넥터(1542)를 포함할 수 있다. 상기 커넥터(1542)는 상기 SQUID 센서(152)의 커넥터(1551)와 전기적으로 연결될 수 있다.

- [66] 상기 하부 센서 결합판(153)은 부채꼴 형상으로 G-10 에폭시로 형성될 수 있다. 상기 하부 센서 결합판(153)은 상기 상부 센서 결합판(151)의 상기 관통홀(1511)에 정렬되도록 배치된 돌출부(1531)를 포함할 수 있다.
- [67] 상기 SQUID 센서 모듈(150)은 부채꼴 형상의 중심 영역을 관통하여 상기 내부 바닥판(115)에 결합하는 모듈 결합 기둥을(157)을 포함할 수 있다. 상기 모듈 결합 기둥(157)의 일단(1571)은 상기 사각 기둥 형상이고, 상기 모듈 결합 기둥의 타단(1572)은 숫 나사 형상일 수 있다.
- [68] 상기 내부 용기의 내부 바닥판(115)은 부채꼴 형상을 이루도록 격벽(117)을 포함할 수 있다. 또한, 상기 내부 바닥판(115)의 외주면은 돌출되어 상기 하부 센서 결합판이 삽입되어 정렬될 수 있다. 상기 내부 바닥판(115)은 모듈 결합 기둥 결합용 너트(116)를 포함할 수 있다. 상기 모듈 결합 기둥 결합용 너트(116)는 상기 내부 바닥판(115)에 형성된 홈에 삽입되고 에폭시 수지로 고정될 수 있다. 상기 모듈 결합 기둥(157)의 타단은 상기 하부 센서 결합판(153)의 관통홀(1532)에서 돌출된 상기 모듈 결합 기둥 결합용 너트(116)에 결합할 수 있다.
- [69] 상기 하부 센서 결합판(153)의 돌출부(1531)의 하부에는 홈이 형성되고, 고정 수단(156)은 상기 하부 센서 결합판(153)과 상기 SQUID 센서(152)의 타단을 서로 고정할 수 있다. 또한, 결합용 너트(1517)는 상기 SQUID 센서(152)의 일단과 상기 상부 센서 결합판(151)을 고정할 수 있다.
- [70] 상기 SQUID 센서(152)는 픽업 코일(1527)이 감기는 보빈(bobbin, 1521), 상기 보빈(1521)에 장착되고 상기 픽업 코일(1527)에 전기적으로 연결되는 SQUID(1525), 및 상기 SQUID(1525)와 전기적으로 연결되고 상기 보빈에 고정되는 인쇄회로기판(155)을 포함할 수 있다.
- [71] 상기 보빈(1521)은 원 기둥 형상의 몸체부(1521a), 상기 몸체부(1521a)와 연결되고 측면이 평면을 이루도록 절개된 절개부(1521b), 상기 절개부(1521b)와 연결되고 단면이 사각형 형상을 이루는 사각 기둥부(121c), 및 상기 사각 기둥부의 중심에서 연장되는 원 기둥부(1521d)를 포함할 수 있다. 상기 홈(1526)은 상기 몸체부(1521a)의 하부면에 형성될 수 있다.
- [72] 상기 인쇄회로기판(155)은 상기 SQUID와 접속 핀을 통하여 분리결합하도록 연결될 수 있다. 또한, 상기 인쇄회로 기판은 상기 사각형 기둥부의 하부면에 장착되고, 상기 인쇄회로기판의 커넥터(1551)는 상기 상부 인쇄회로기판(154)의 커넥터(1542)와 분리결합하도록 연결될 수 있다.
- [73] 상기 SQUID 센서 모듈 각각(150a~150d)은 상기 SQUID 센서 모듈에 전기적으로 연결된 망가닌 선(194), 상기 망가닌 선을 보호하는 플라스틱

편조선(192), 및 상기 망가닌 선에 연결된 접속용 커넥터(196)를 포함할 수 있다. 상기 접속용 커넥터는 상기 중간 연결 블록(135)에 삽입되어 전기적으로 연결될 수 있다.

- [74] 상기 SQUID 센서(152)의 구동 및 신호전달을 위해 플라스틱 편조선으로 보호된 망가닌 선이 사용된다. 하나의 SQUID 센서는 바이어스 전류, 출력 전압, 피드백(Feedback) 및 히터(heater) 구동을 위해 8개의 연결 단자를 가진다. 하나의 16 채널 SQUID 센서 모듈의 배선은 망가닌 선을 통하여 4 개의 32핀 코넥터로 연결된다. 따라서, 4 개의 SQUID 센서 모듈은 16 개의 32핀 코넥터를 통하여 상기 중간 연결 블록에 연결된다.
- [75] 각각의 SQUID 센서 모듈의 배선은 G-10 에폭시 가이드 튜브(1591)로 모인다. 이어서, 상기 SQUID 센서 모듈의 배선은 플라스틱 편조선(192)으로 보호된 망가닌 선(194)을 통하여 32 핀 커넥터(196)에 연결된다. 저온 냉매 저장 용기로부터 상기 SQUID 센서 모듈을 분해하거나 결합할 때 발생할 수 있는 손상을 막기 위해 모든 배선은 유연성이 우수한 플라스틱 편조선으로 보호할 수 있다. 또한, 상부 연결 블록과 상기 중간 연결 블록의 전기적 연결은 전도도가 낮은 망가닌 선을 이용할 수 있다.
- [76] 상기 SQUID 센서 모듈 각각(150a~150d)은 16개의 SQUID 센서를 상호 결합함으로써 개별 진동을 방지하였고, SQUID 센서간 거리와 방향을 일정하게 유지하였다.
- [77] SQUID 센서가 결합된 각각의 SQUID 센서 모듈을 상기 내부 용기의 내부로 삽입하기 위하여, 제1 결합 공구(미도시)는 각각의 SQUID 센서 모듈을 저장 용기의 바닥에 안착시키고, 제2 결합 공구는 바닥에 고정된 너트에 SQUID 센서 모듈의 상부에 위치한 볼트를 결합한다.
- [78] 본 발명의 따르면, 내부 용기의 목부의 단면적을 줄임으로써 액화 헬륨의 증발율은 획기적으로 감소되었다. 또한, 인서트의 배플(baffle)과 센서 결합판의 결합을 기계적으로 분리시킴으로써, 외부진동 및 내부의 헬륨 가스에 의한 진동을 차단하였다.
- [79] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되지 않으며, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 실시할 수 있는 다양한 형태의 실시예들을 모두 포함한다.

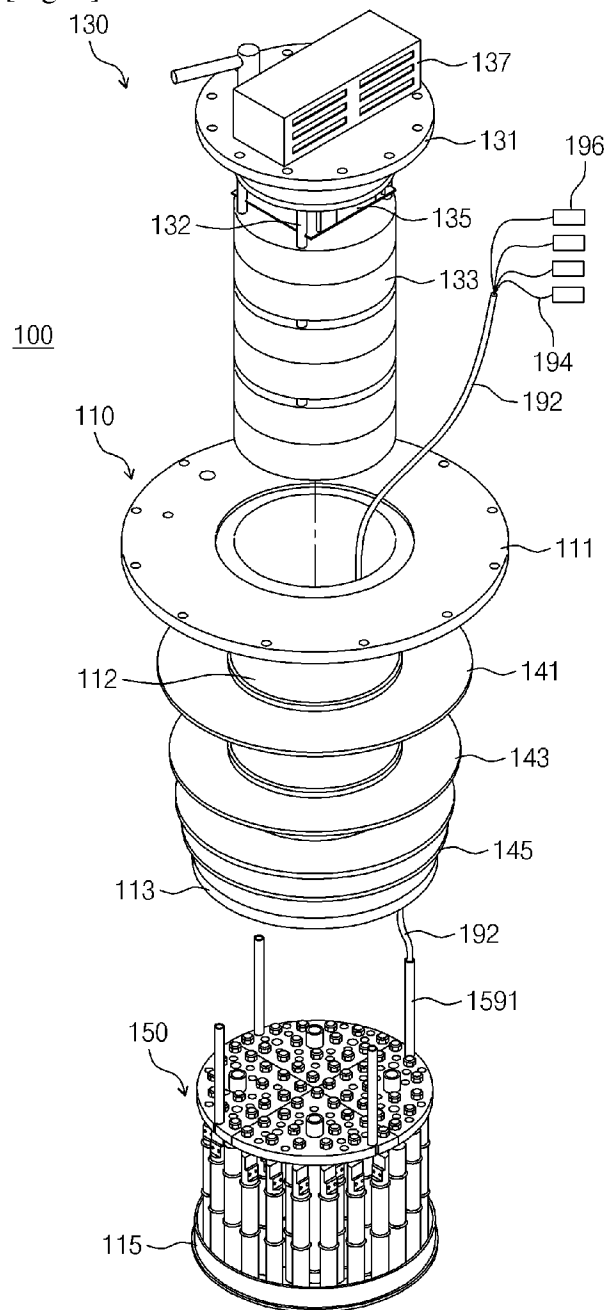
청구범위

- [청구항 1] 외부 용기;
상기 외부 용기의 내부에 배치되고 제1 직경을 가진 목부 및 상기 제1 직경보다 큰 제2 직경을 가진 몸체부를 포함하는 내부 용기;
상기 내부 용기의 상기 목부에 삽입되는 인서트; 및
상기 내부 용기의 상기 몸체부에 삽입되는 복수의 SQUID 센서 모듈;을 포함하고,
상기 SQUID 센서 모듈의 각각은 부채꼴 기둥 형상을 가지고, 상기 내부 용기의 내부 바닥판에 고정 결합하는 것을 특징으로 하는 저온 냉각 장치.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서,
상기 내부 바닥판은 상기 SQUID 센서 모듈이 삽입되어 정렬되도록 격벽을 포함하는 것을 특징으로 하는 저온 냉각 장치.
- [청구항 3] 제1 항에 있어서,
상기 인서트는 중간 연결 블록을 더 포함하고,
상기 SQUID 센서 모듈의 배선은 중간 연결 블록에 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 저온 냉각 장치.
- [청구항 4] 제1 항에 있어서,
상기 SQUID 센서 모듈은:
관통홀을 포함하는 상부 센서 결합판;
상기 관통홀에 정렬되도록 배치된 돌출부를 포함하는 상부 센서 결합판;
상기 관통홀에 정렬된 인쇄회로기판 관통홀을 포함하고 상기 상부 센서 결합판의 하부에 배치되는 상부 인쇄회로 기판; 및
일단은 상기 관통홀 및 상기 인쇄회로 기판 관통홀에 삽입되고, 타단은 상기 돌출부에 삽입되는 홈을 포함하는 SQUID 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 저온 냉각 장치.
- [청구항 5] 제4 항에 있어서,
상기 상부 센서 결합판은 보조 관통홀을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 저온 냉각 장치.
- [청구항 6] 제4 항에 있어서,
상기 상부 센서 결합판은 그 하부면에 형성된 트렌치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 저온 냉각 장치.
- [청구항 7] 제4 항에 있어서,
상기 SQUID 센서 모듈은 부채꼴 형상의 중심 영역을 관통하여 상기 내부 바닥판에 결합하는 모듈 결합 기둥을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 저온 냉각 장치.

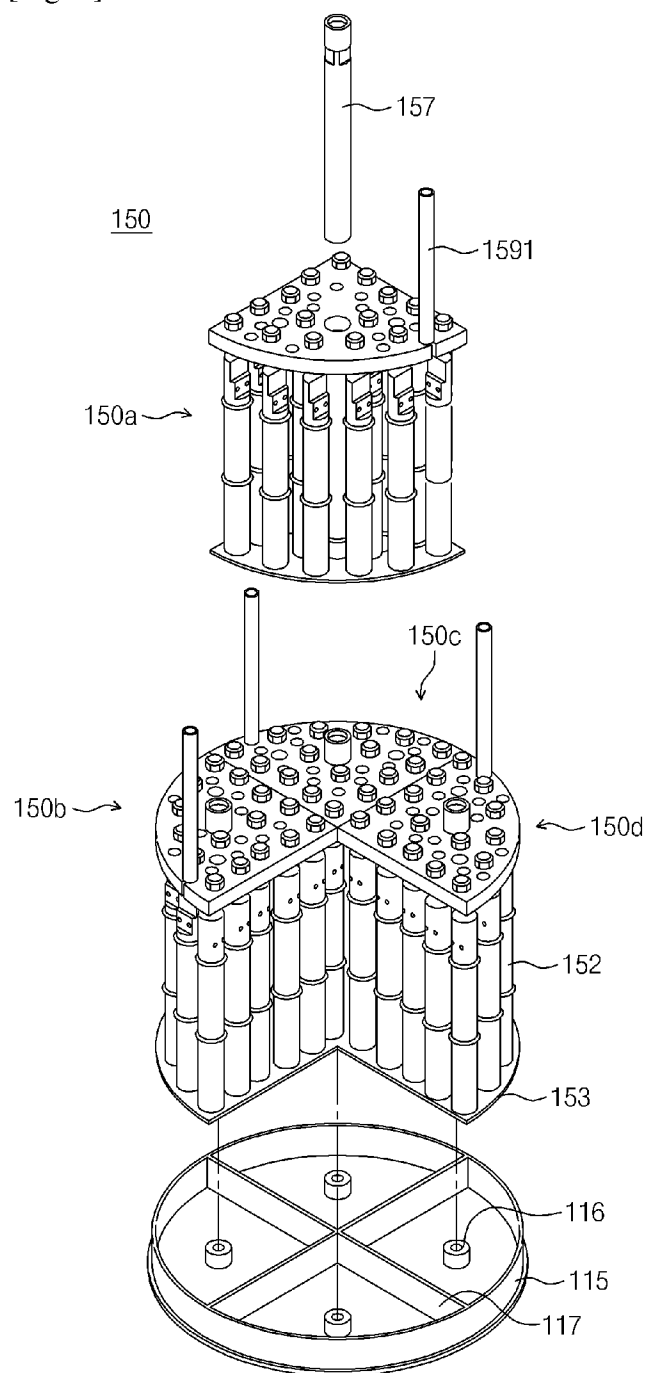
- [청구항 8] 제4 항에 있어서,
 상기 SQUID 센서는
 픽업 코일이 감기는 보빈;
 상기 보빈에 장착되고 상기 픽업 코일에 전기적으로 연결되는 SQUID; 및
 상기 SQUID와 전기적으로 연결되고 상기 보빈에 고정되는 인쇄회로기판을 포함하는 것을 특징으로 하는 저온 냉각 장치.
- [청구항 9] 제8 항에 있어서,
 상기 보빈은:
 원 기둥 형상의 몸체부;
 상기 몸체부와 연결되고 측면이 평면을 이루도록 절개된 절개부;
 상기 절개부와 연결되고 단면이 사각형 형상을 이루는 사각 기둥부; 및
 상기 사각 기둥부의 중심에서 연장되는 원 기둥부;를 포함하고,
 상기 홈은 상기 몸체부의 하부면에 형성되는 것을 특징으로 하는 저온 냉각 장치.
- [청구항 10] 제1 항에 있어서,
 상기 SQUID 센서 모듈 각각은
 상기 SQUID 센서 모듈에 전기적으로 연결된 망가닌 선;
 상기 망가닌 선을 보호하는 플라스틱 편조선; 및
 상기 망가닌 선에 연결된 접속용 커넥터를 포함하는 것을 저온 냉각 장치.
- [청구항 11] 외부 용기;
 상기 외부 용기의 내부에 배치되고 제1 직경을 가진 목부 및 상기 제1 직경보다 큰 제2 직경을 가진 몸체부를 포함하는 내부 용기;
 상기 내부 용기의 상기 목부에 삽입되는 인서트; 및
 상기 내부 용기의 상기 몸체부에 삽입되는 복수의 SQUID 센서 모듈;을 포함하고,
 상기 SQUID 센서 모듈의 각각은 격벽으로 분리된 상기 내부 용기의 내부 바닥판에 정렬되어 고정 결합하는 것을 특징으로 하는 저온 냉각 장치.
- [청구항 12] 내부 용기 및 외부 용기를 포함하는 저온 냉각 장치에 삽입되는 SQUID 센서 모듈에 있어서,
 결합 공구가 결합하는 결합 홈 및 관통홀을 포함하는 상부 센서 결합판;
 상기 관통홀에 정렬되도록 배치된 돌출부를 포함하는 하부 센서 결합판;
 상기 관통홀에 정렬된 인쇄회로기판 관통홀을 포함하고 상기 상부

- 센서 결합관의 하부에 배치되는 상부 인쇄회로 기판; 및
일단은 상기 관통홀 및 상기 인쇄회로 기판 관통홀에 삽입되고,
타단은 상기 돌출부에 삽입되는 홈을 포함하는 SQUID 센서를
포함하는 것을 특징으로 하는 SQUID 센서 모듈.
- [청구항 13] 제12 항에 있어서,
상기 상부 센서 결합관은 냉매 기포가 통과하는 보조 관통홀을 더
포함하는 것을 특징으로 하는 SQUID 센서 모듈.
- [청구항 14] 제12 항에 있어서,
상기 상부 센서 결합관은 그 하부면에 형성된 트렌치를 더
포함하고,
상기 트렌치에 상기 SQUID 센서 모듈의 배선들이 매설되는 것을
특징으로 하는 SQUID 센서 모듈.
- [청구항 15] 제12 항에 있어서,
상기 SQUID 센서 모듈을 관통하여 상기 내부 용기의 바닥판에
결합하는 모듈 결합 기둥을 더 포함하는 것을 특징으로 하는
SQUID 센서 모듈.
- [청구항 16] 제12 항에 있어서,
상기 SQUID 센서는:
픽업 코일이 감기는 보빈;
상기 보빈에 장착되고 상기 픽업 코일에 전기적으로 연결되는
SQUID; 및
상기 SQUID와 전기적으로 연결되고 상기 보빈에 고정되는
인쇄회로기판을 포함하는 것을 특징으로 하는 SQUID 센서 모듈.
- [청구항 17] 제16 항에 있어서,
상기 보빈은:
원 기둥 형상의 몸체부;
상기 몸체부와 연결되고 측면이 평면을 이루도록 절개된 절개부;
상기 절개부와 연결되고 단면이 사각형 형상을 이루는 사각
기둥부; 및
상기 사각 기둥부의 중심에서 연장되는 원 기둥부;를 포함하고,
상기 홈은 상기 몸체부의 하부면에 형성되는 것을 특징으로 하는
SQUID 센서 모듈.
- [청구항 18] 제12 항에 있어서,
상기 SQUID 센서 모듈은:
상기 SQUID 센서 모듈에 전기적으로 연결된 망가닌 선;
상기 망가닌 선을 보호하는 플라스틱 편조선; 및
상기 망가닌 선에 연결된 접속용 커넥터를 더 포함하는 것을
특징으로 하는 SQUID 센서 모듈.

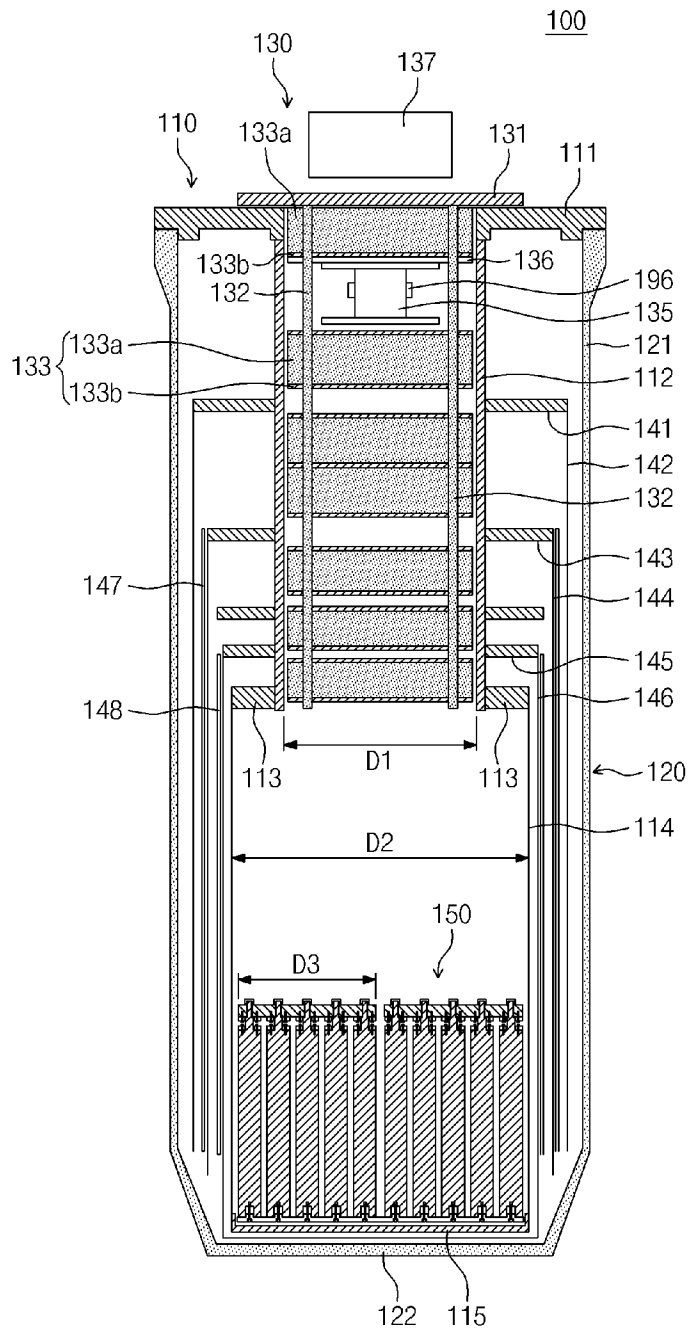
[Fig. 1]



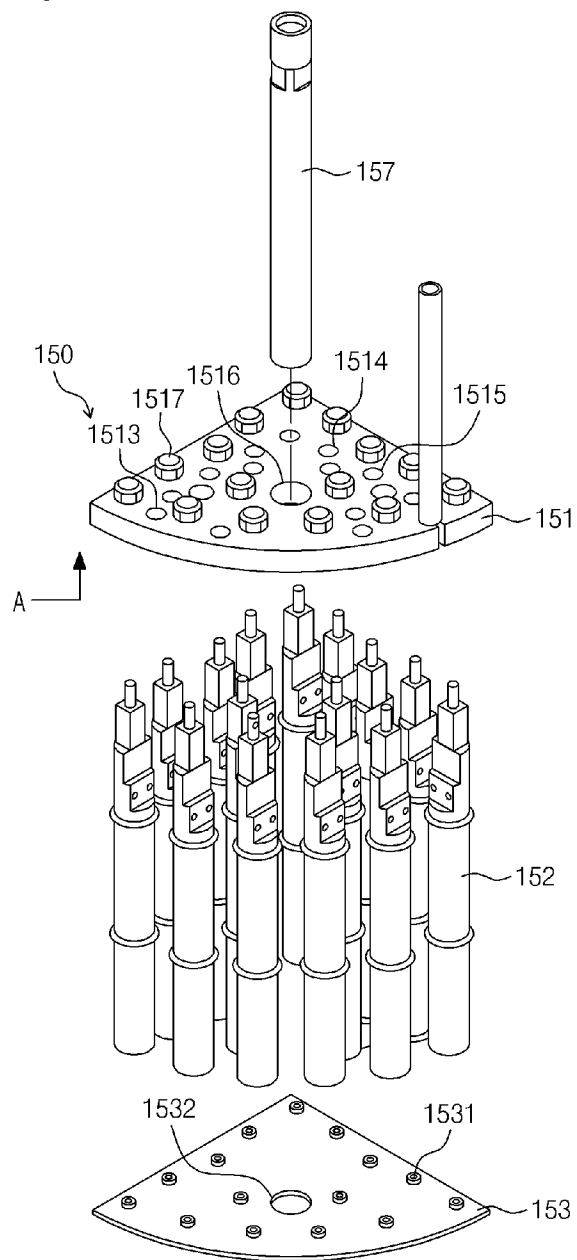
[Fig. 2]



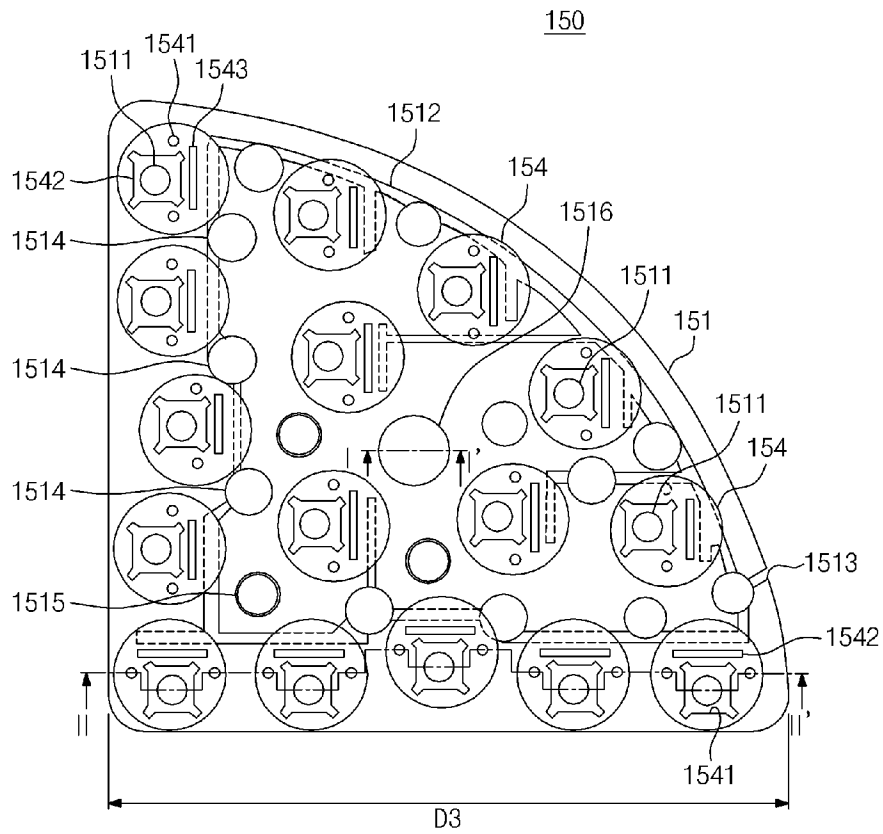
[Fig. 3]



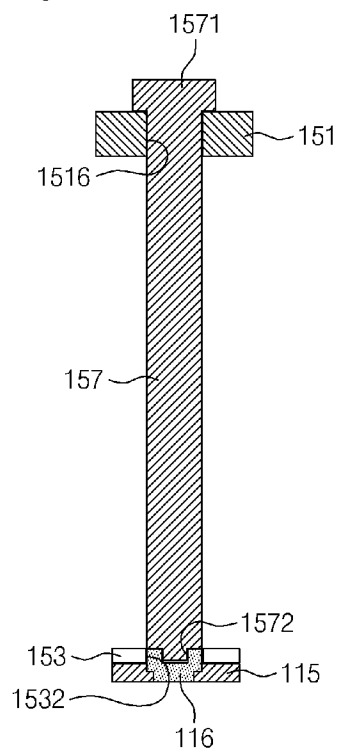
[Fig. 4]



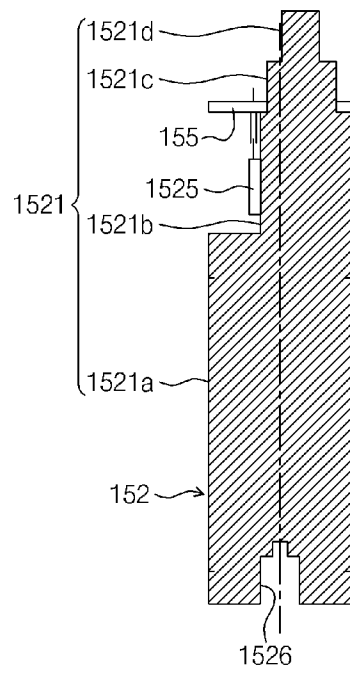
[Fig. 5]



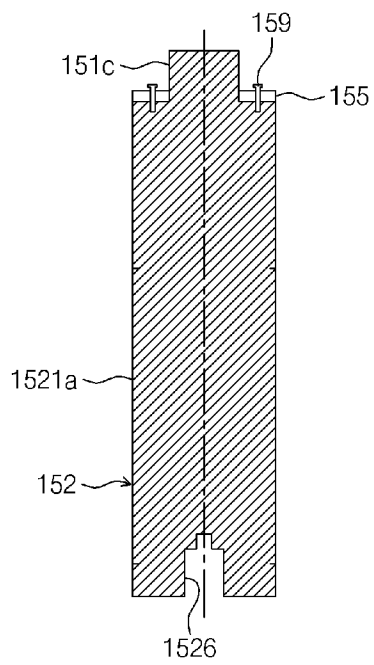
[Fig. 6]



[Fig. 8c]



[Fig. 8d]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/009107**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01R 33/035(2006.01)i, H01L 39/00(2006.01)i, A61B 5/05(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R 33/035; A61B 5/05; F25D 3/10; H01L 39/04; H01L 39/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: SQUID, ultralow temperature, magnetism

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-097754A (HITACHI LTD) 09 April 1999 Paragraphs [0026],[0028],[0032],[0033],[0046] and [0047]; figures 1,3.	1
A		2-18
A	JP 09-166654A (KANAZAWA KOGYO UNIV) 24 June 1997 Paragraphs [0013]-[0020]; figures 2-4	1-18
A	JP 2001-124837 A (HITACHI LTD) 11 May 2001 Paragraphs [0024]-[0035]; figures 1-7.	1-18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 JANUARY 2014 (07.01.2014)

Date of mailing of the international search report

08 JANUARY 2014 (08.01.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2013/009107

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 11-097754A	09/04/1999	JP 3581536 B2	27/10/2004
JP 09-166654A	24/06/1997	JP 03-194695 B2	30/07/2001
		US 05896645 A	27/04/1999
		US 06023633 A	08/02/2000
JP 2001-124837 A	11/05/2001	JP 3379520 B2	24/02/2003

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01R 33/035(2006.01)i, H01L 39/00(2006.01)i, A61B 5/05(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01R 33/035; A61B 5/05; F25D 3/10; H01L 39/04; H01L 39/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드:SQUID, 초저온, 자기

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 11-097754A (HITACHI LTD) 1999.04.09 문단 [0026],[0028],[0032],[0033],[0046],[0047]; 도면 1,3.	1
A		2-18
A	JP 09-166654A (KANAZAWA KOGYO UNIV) 1997.06.24 문단 [0013]-[0020]; 도면 2-4	1-18
A	JP 2001-124837 A (HITACHI LTD) 2001.05.11 문단 [0024]-[0035]; 도면 1-7.	1-18

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2014년 01월 07일 (07.01.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 01월 08일 (08.01.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

양찬호

전화번호 +82-42-481-5689



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 11-097754A	1999/04/09	JP 3581536 B2	2004/10/27
JP 09-166654A	1997/06/24	JP 03-194695 B2	2001/07/30
		US 05896645 A	1999/04/27
		US 06023633 A	2000/02/08
JP 2001-124837 A	2001/05/11	JP 3379520 B2	2003/02/24