



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년07월07일  
 (11) 등록번호 10-1637468  
 (24) 등록일자 2016년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H01B 12/02 (2006.01) H01B 13/00 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2014-0093836  
 (22) 출원일자 2014년07월24일  
 심사청구일자 2014년07월24일  
 (65) 공개번호 10-2016-0012428  
 (43) 공개일자 2016년02월03일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP05062536 A  
 JP2014072003 A  
 JP2011008949 A  
 KR1020080066655 A

(73) 특허권자  
 한국전기연구원  
 경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)  
 (72) 발명자  
 오상수  
 경상남도 김해시 울하3로 76, 809동 1002호(울하동, 중앙하이츠아파트)  
 하홍수  
 경상남도 창원시 성산구 원이대로 774, 304동 1801호(상남동, 토월성원아파트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인부경

전체 청구항 수 : 총 2 항

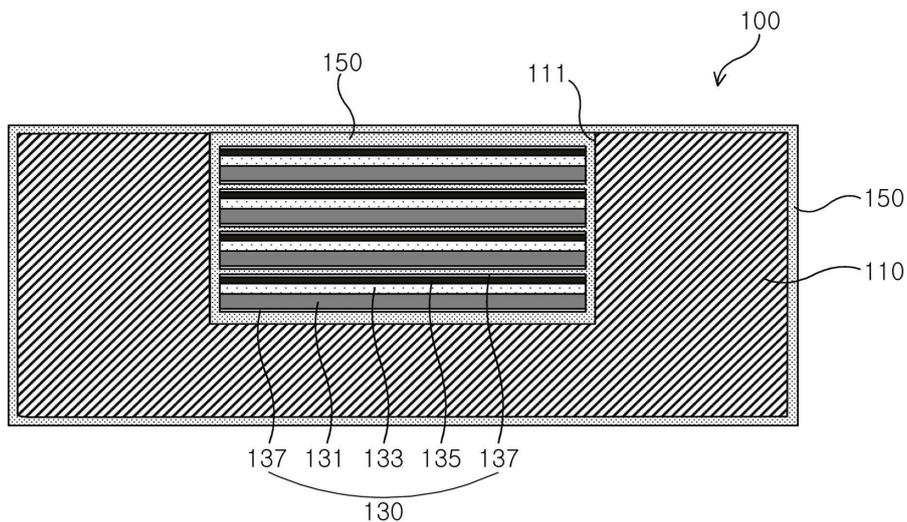
심사관 : 오지영

(54) 발명의 명칭 **하우징과 접합된 구조의 적층 고온초전도 선재 및 그 제조방법**

**(57) 요약**

본 발명은 하우징과 접합된 구조의 적층 고온초전도 선재 및 그 제조방법에 있어서, 길이방향을 따라 상면이 하향 함몰된 함몰부를 갖는 금속 안정화재 하우징과; 금속기관-완충층-초전도층이 순차적으로 적층되며, 상기 함몰부에 이격 배치되는 복수의 초전도 박막선재와; 상기 금속 안정화재 하우징 및 상기 초전도선재의 외주면을 둘러싸도록 형성된 솔더부재를 포함하는 것을 기술적 요지로 한다. 이에 따라 넓은 금속 안정화재 하우징의 내부에 복수의 초전도 박막선재를 배치하여 폭 방향의 힘에 대한 저항력이 증가되고, 선재 길이방향의 인장력에 대해서도 받는 힘이 분산되기 때문에 초전도 박막선재를 보호하는 효과를 제공한다. 또한 과도전류를 바이패스시키는 금속 안정화재를 초전도 박막선재의 좌우 및 폭방향으로 연결시켜 각 초전도층이 균등하게 전류전달이 보장되도록 하고 넓은 면적의 금속 안정화재를 초전도층이 서로 공유가능한 효과를 제공한다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**김호섭**

경상남도 김해시 번화1로 104, 301동 1402호(삼문동, 켈미마을3단지대동피렌체앙코르아파트)

**심기덕**

경상남도 김해시 월산로 142, 304동 604호(부곡동, 월산마을부영아파트)

**조전욱**

경상남도 창원시 의창구 창원천로94번길 19, 104동 2101호(대원동, 더시티세븐자이아파트)

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

삭제

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

하우징과 접합된 구조의 적층 고온초전도 선재의 제조방법에 있어서,

길이방향을 따라 상면이 하향 함몰된 함몰부를 갖는 금속 안정화재 하우징을 가공하는 제1단계와;

상기 금속 안정화재 하우징 및 상기 함몰부에 이격 배치되는 복수의 초전도 박막선재를 솔더용융조에 릴투릴 방식으로 통과시키면서 각각의 표면에 솔더링하는 제2단계와;

솔더링된 상기 안정화재 하우징의 상기 함몰부 내에 복수의 상기 초전도 박막선재가 적층되도록 적층롤러를 통과하는 제3단계와;

적층된 상기 적층 고온초전도 선재를 가열로 내에서 상호 접합시키는 제4단계와;

상기 적층 고온초전도 선재를 접합한 후 가압롤러를 통과하는 제5단계와;

상기 가압롤러를 지난 상기 적층 고온초전도 선재를 냉각하는 제6단계와;

냉각된 상기 적층 고온초전도 선재의 표면을 연마하도록 연마기를 통과하는 제7단계를 포함하며,

상기 금속 안정화재 하우징은 알루미늄 또는 알루미늄 합금이며,

상기 솔더링은 초음파 솔더기를 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 하우징과 접합된 구조의 적층 고온초전도 선재의 제조방법.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

제 9항에 있어서,

상기 가열로 내에는 가열된 상기 적층 고온초전도 선재 두께를 조절하도록 한 쌍의 가압부가 더 포함된 것을 특징으로 하는 하우징과 접합된 구조의 적층 고온초전도 선재의 제조방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 복수의 고온초전도 박막선재를 적층시켜 임계전류를 증가시키며, 적층된 고온초전도 박막선재 모듈의 3면으로 외부에 금속 안정화층을 배치하여 안정화 특성을 높인 하우징과 접합된 구조의 적층 고온초전도 선재 및 그 제조방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 초전도층을 포함하는 복합 초전도 박막선재는 임계 온도 이하에서 저항이 0인 상태로 많은 전류를 통전할 수 있다. 이러한 이점 때문에 저손실로 고밀도의 전류 공급이나 송전을 필요로 하는 산업 분야에 많이 이용될 것으로 기대되고 있다. RE(희토류 원소 : 이트륨(Y), 카드뮴(Cd), 사마륨(Sm), 네오디뮴(Nd), 홀뮴(Ho)...)-Ba-Cu-O계 초전도 박막선재는 일반적으로 니켈합금이나 스테인레스강 등과 같은 금속기판의 상부에 복수의 완충층을 코팅하고, 완충층의 상부에 초전도층을 물리적 또는 화학적인 방법으로 코팅하여 제조한다. 금속기판, 완충층 및 초전도층이 순차적으로 적층된 초전도 박막선재 중 외부로 노출된 금속기판 및 초전도층에는 필요에 따라서 은(Ag)을 추가로 코팅한다.

[0003] 초전도 박막선재를 코일이나 케이블 등과 같은 응용기기를 제작하기 위해 사용할 경우, 일반적으로 얇게 생산되기 때문에 적당한 인장력을 갖도록 초전도 박막선재를 제작하지 않으면 권선 작업시에 초전도 박막선재가 꺾이거나 절단되는 등과 같은 파손이 발생하게 된다. 또한 마그네트의 운전 시에 전자기력에 의하여 초전도 박막선재에 다양한 형태의 응력이 걸리고 이러한 응력에 의하여 초전도특성의 저하가 일어날 수 있다.

[0004] 이와 같이 초전도 박막선재의 인장력을 증가시키기 위해 종래에는 단독으로 선재를 사용할 때보다 전체 단면적을 증가시켜 인장력이 증가되도록 복수의 초전도 박막선재를 적층시키는 기술을 사용하고 있다. 이러한 종래기술로는 '대한민국 특허청 등록특허공보 공개번호 10-2008-0066655호\_고온 초전도체 와이어를 위한 아키텍처'와 같이 복수의 초전도 박막선재 및 금속 안정화층을 적층하여 초전도 박막선재의 단면적 증가시키거나, 종래기술 '대한민국 특허청 등록특허공보 공개번호 10-2006-0089523호\_박막형 초전도 선재의 집합방법 및 집합화된 초전도 선재'와 같이 복수의 초전도 박막선재를 적층시키고 이를 솔더링하여 단면적을 증가시켜 최종적으로 선재의 인장력을 증가시키는 기술이 알려져 있다.

[0005] 핵융합, 입자가속기, 에너지저장장치, 고자장 초전도마그네트 등의 대형 초전도 코일 등에 초전도 박막선재를 사용하는 경우, 전류 용량을 가능한 높일 필요가 있으며, 이 경우 박막선재에서 초전도층의 임계전류를 높이는 것이 요구된다. 초전도 박막선재의 임계전류는 초전도층의 임계전류밀도를 높이거나 임계전류밀도 향상이 어려운 경우 초전도층의 막 두께를 두껍게 성장시키는 후막화 기술이 필요하게 된다. 초전도 박막선재의 임계전류밀도를 증가시키는 것은 공정의 최적화로 달성할 수 있으나, 한계성이 있으며 두께가 두꺼워질수록 c축으로 성장하는 초전도층 결정 성장이 무너지면서 초전도층 후막화 역시 전류용량을 증가시키는 효율적인 방법이 될 수 없다.

[0006] 종래의 발명과 같이 초전도 박막선재 두 개를 솔더부재로 접합하여 적층하는 방식이 사용되고 있으나, 전류 용량을 증가시키는 데 제한적이다. 따라서 전류용량을 증가시키기 위해서는 그 구조에서 2개 이상의 초전도 박막

선재를 적층할 필요가 있고, 이 경우 금속 안정화재와 기계적으로 안정적인 결합을 제공해야 한다.

- [0007] 또한 종래의 발명과 같이 복수의 초전도 박막선재를 적층한 후 솔더부재가 최외곽에 둘러쌓이도록 솔더링을 할 경우 적층 초전도선재의 두께 및 너비 즉 단면적이 증가되는 것에 한계가 있다. 또한 적층 초전도선재가 폭 방향으로 힘을 받게 되는 경우 산화물 초전도체가 손상되기 쉬우며 초전도 박막선재끼리의 결합이 분해될 수 있다.
- [0008] 뿐만 아니라 외부의 자극으로부터 초전도선재가 국부적으로 손상되어 초전도체 내부에 크랙 등의 결합이 존재하는 경우, 그 영역이 정상 영역에 비해 임계전류가 급속도로 하락하기 때문에 임계전류 값을 넘어서는 과도 전류를 주위의 안정화재로 바이패스(bypass) 시켜야 한다. 종래의 기술에는 과도전류를 바이패스하는 역할을 관형상의 금속 안정화재나 솔더부재가 수행하였다.
- [0009] 이 경우 복수의 초전도선재가 받는 전류의 양에 비해 금속 안정화재 및 솔더부재의 단면적이 작아 과도전류를 충분히 수용하지 못하여 전류를 바이패스 함에 있어 안정적이지 못하는 문제점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0010] 따라서 본 발명의 목적은 단면적이 넓은 금속 안정화재 하우징의 내부에 복수의 초전도 박막선재를 배치하여 폭 방향의 힘에 대한 저항력을 증가시키고, 선재 길이방향의 인장력에 대해서도 받는 힘이 분산되는 하우징과 접합된 구조의 적층 고온초전도 선재 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.
- [0011] 본 발명의 또 다른 목적은 과도전류를 바이패스시키는 금속 안정화재를 적층된 초전도 박막선재의 좌우 폭 방향 양쪽으로 연결시켜 각 초전도 박막선재가 균등하게 전류 전달이 보장되고, 넓은 면적의 금속 안정화재를 초전도층이 서로 공유가능한 하우징과 접합된 구조의 적층 고온초전도 선재 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0012] 상기 목적은, 길이방향을 따라 상면이 하향 함몰된 함몰부를 갖는 금속 안정화재 하우징과; 금속기관-완충층-초전도층이 순차적으로 적층되며, 상기 함몰부에 이격 배치되는 복수의 초전도 박막선재와; 상기 금속 안정화재 하우징 및 상기 초전도 박막선재의 외주면을 둘러싸도록 형성된 솔더부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 적층 고온초전도 선재에 의해 달성된다.
- [0013] 여기서, 상기 금속 안정화재 하우징의 너비는 상기 함몰부의 너비에 대해 1.2 내지 2배이며, 상기 금속 안정화재 하우징의 두께는 상기 함몰부의 두께에 대해 1.2 내지 2배인 것이 바람직하다.
- [0014] 또한, 상기 금속 안정화재 하우징은 구리, 구리합금, 알루미늄, 알루미늄합금, 스테인레스강, 니켈합금, 인코넬 합금 중 적어도 어느 하나로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0015] 상기 금속 안정화재 하우징은, 하우징본체와; 상기 하우징본체의 재질보다 경질의 재질로 형성되며, 상기 하우징 본체의 길이방향을 따라 외주면을 둘러싸는 하우징피막을 포함하며, 상기 금속 안정화재 하우징은 소성가공법을 통해 성형되는 것이 바람직하다.
- [0016] 또한, 상기 초전도 박막선재는 희토류원소-바륨-구리-산소계(RE-Ba-Cu-O) 계를 사용하며, 상기 초전도 박막선재의 최상층 및 최하층에는 은(Ag)으로 이루어진 보호층이 형성된 것이 바람직하다.
- [0017] 본 발명의 또 다른 목적은, 적층 고온초전도 선재의 제조방법에 있어서, 상기에 따른 상기 금속 안정화재 하우징을 가공하는 제1단계와; 상기 금속 안정화재 하우징 및 복수의 상기 초전도 박막선재를 각각 솔더링하는 제2단계와; 솔더링된 상기 안정화재 하우징의 상기 함몰부 내에 복수의 상기 초전도 박막선재가 적층되도록 적층롤러를 통과하는 제3단계와; 적층된 상기 적층 고온초전도 선재를 가열로 내에서 상호 접합시키는 제4단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 적층 고온초전도 선재의 제조방법에 의해 달성된다.
- [0018] 여기서, 상기 적층 고온초전도 선재를 접합한 후 가압롤러를 통과하는 제5단계와; 상기 가압롤러를 지난 상기 적층 고온초전도 선재를 냉각하는 제6단계를 더 포함하며, 냉각된 상기 적층 고온초전도 선재의 표면을 연마하도록 연마기를 통과하는 제7단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0019] 또한, 상기 솔더링은 당업계에서 기 공지된 솔더링 방식을 이용할 수 있으나, 알루미늄합금이나 알루미늄합금이 외층으로 구성된 하우징과 솔더링하는 경우, 초음파 발생의 공구흔이 용융솔더조 내에 배치된 솔더기를 이용하

며, 상기 가열로 내에는 가열된 상기 적층 고온초전도 선재의 두께를 조절하도록 한 쌍의 가압부가 더 포함된 것이 바람직하다.

**발명의 효과**

[0020] 상술한 본 발명의 구성에 따르면 넓은 금속 안정화재 하우징의 내부에 복수의 초전도 박막선재를 배치하여 폭 방향의 힘에 대한 저항력이 증가되고, 선재 길이방향의 인장력에 대해서도 받는 힘이 분산되기 때문에 초전도 박막선재를 보호하는 효과를 제공한다.

[0021] 또한 과도전류를 바이패스시키는 금속 안정화재를 초전도 박막선재의 좌우 및 폭방향으로 연결시켜 각 초전도층이 균등하게 전류전달이 보장되도록 하고 넓은 면적의 금속 안정화재를 초전도층이 서로 공유가능한 효과를 제공한다.

**도면의 간단한 설명**

[0022] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 적층 고온초전도 선재의 단면도이고,  
 도 2는 본 발명의 제2실시예에 따른 적층 고온초전도 선재의 단면도이고,  
 도 3은 적층 고온초전도 선재의 제조방법에 사용되는 장치의 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0023] 이하 도면을 참고하여 본 발명의 제1실시예에 따른 적층 고온초전도 선재(100) 및 그 제조방법을 상세히 설명한다.

[0024] 도 1에 도시된 바와 같이 적층 고온초전도 선재(100)는 길이방향을 따라 상면이 하향 함몰된 함몰부(111)를 갖는 금속 안정화재 하우징(110)과, 함몰부(111)에 이격 배치되는 복수의 초전도 박막선재(130)를 포함한다.

[0025] 금속 안정화재 하우징(110)은 적층 고온초전도 선재(100)의 두께와 너비를 증가시켜 적층 고온초전도 선재(100)의 기계적 인장력을 보장하는 역할을 한다. 또한 함몰부(111)에 배치되는 복수의 초전도 박막선재(130)가 서로 분리되지 않고 견고하게 결합되며, 외부의 자극으로부터 초전도 박막선재(130)가 손상되지 않도록 초전도 박막선재(130)를 보호하는 역할을 한다.

[0026] 함몰부(111)는 초전도 박막선재(130)가 용이하게 배치되도록 초전도 박막선재(130)의 너비보다 넓은 너비를 가지며, 복수의 초전도 박막선재(130)가 적층가능한 두께로 하향 함몰된다. 금속 안정화재 하우징(110)은 적층 고온초전도 선재(100)의 제조공정이 용이하도록 함몰부(111)를 형성하는 것이 바람직하지만, 경우에 따라서 금속 안정화재 하우징(110)의 중앙영역을 관 형태로 관통시키고, 관통영역에 복수의 초전도 박막선재(130)를 배치하도록 구성할 수도 있다. 함몰부(111)는 금속 안정화재 하우징(110)의 길이방향으로 형성되며, 이는 절삭, 압출 및 인발 중 어느 하나를 이용한 소성가공법을 이용한다.

[0027] 금속 안정화재 하우징(110)을 이용하여 기계적인 인장력을 증가시키기 위해 금속 안정화재 하우징(110)의 너비는 함몰부(111)의 너비에 대해 1.2 내지 2배로 형성되고, 금속 안정화재 하우징(110)의 두께는 함몰부(111)의 두께에 대해 1.2 내지 2배인 것이 바람직하다.

[0028] 금속 안정화재 하우징(110)은 초전도 박막선재(130)의 초전도현상이 국부적으로 파괴될 경우 과도전류가 금속 안정화재 하우징(110)으로 바이패스(bypass)되도록 도체로 이루어진다. 금속 안정화재 하우징(110)은 가격에 비해 전기전도도와 열전도도가 뛰어난 구리, 구리합금, 알루미늄, 알루미늄합금, 스테인레스강, 니켈합금, 인코넬합금 등과 같은 단일 금속으로 형성된다.

[0029] 경우에 따라서 도 2에 도시된 바와 같이 제2실시예에 따른 적층 고온초전도 선재(200)에서 금속 안정화재 하우징(210)은 하우징본체(211)와, 하우징피막(213)으로 형성될 수 있다. 하우징피막(213)은 하우징본체(211)의 재질보다 고전도성의 재질로 형성되며 하우징본체(211)의 길이방향을 따라 외주면을 둘러싸도록 하여 금속 안정화재 하우징(210)이 이중으로 형성될 수도 있다. 여기서 하우징본체(211)는 알루미늄합금을 사용하고, 하우징피막(213)은 알루미늄에 비해 열전도성과 전기전도성이 뛰어난 구리를 사용하는 것이 바람직하다. 구리를 사용하여 하우징본체(211)를 제조할 경우 알루미늄보다 단가가 높아 적층 고온초전도 선재(200)의 단가가 증가할 수 있다.

[0030] 함몰부(111)에 적층되는 초전도 박막선재(130)는 금속기판(131)과, 금속기판(131)의 상부에 형성된 완충층(13

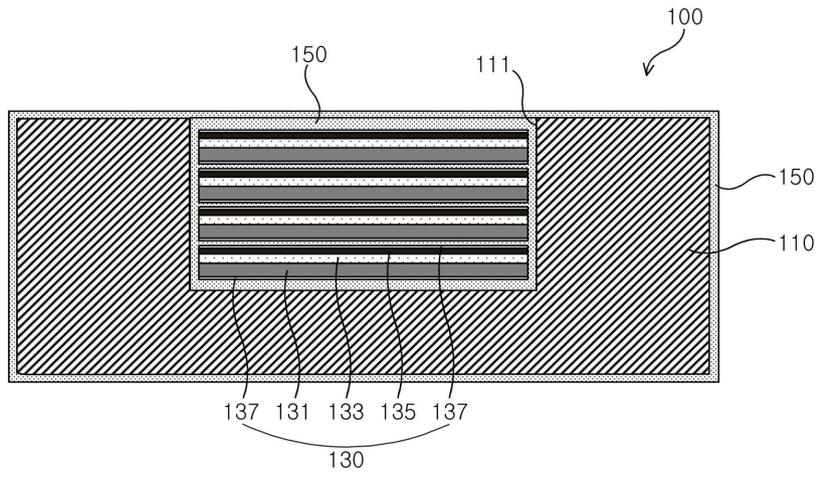
3)과, 완충층(133)의 상부에 초전도층(135)이 순차적으로 적층되도록 형성된다.

- [0031] 금속기판(131)은 내산화성을 지닌 니켈합금 또는 스테인레스강으로 이루어진다. 금속기판(131)의 상부에 형성된 산화물 완충층(133)은 금속기판(131)과 초전도층(135) 사이에 형성되어 초전도층(135)의 에피성장을 도와주고 금속기판(131)으로부터 불순물 원소의 확산방지막 역할을 한다. 구체적으로 초전도 박막선재(130) 제조시 초전도층(135)은 고온에서 형성되는데 이때 금속기판(131)의 금속물질이 초전도층(135)에 확산되어 초전도층(135)이 오염되는 것을 방지하며, 초전도층(135)의 초전도 특성을 향상시키는 역할을 한다.
- [0032] 완충층(133)의 상부에 형성된 초전도층(135)은 완충층(133)에 물리적 또는 화학적인 방법으로 코팅하여 형성된다. 초전도층(135)은 고온 초전도 특성을 가지는 히토류계 원소로 제조되며, 바람직한 초전도층(135)의 재료는 희토류원소-바륨-구리-산소(RE-Ba-Cu-O)계이다.
- [0033] 금속기판(131), 완충층(133) 및 초전도층(135)이 순차적으로 적층된 초전도 박막선재(130)의 최하층 및 최상층에는 은으로 형성된 보호층(137)이 적층된다. 보호층(137)은 초전도 박막선재(130)에 얇게 코팅되며, 외부로부터 초전도 박막선재(130)를 보호하는 역할을 한다. 경우에 따라서 제조비용을 감소시키기 위해 보호층(137)은 은(Ag)이 아닌 구리(Cu)가 될 수도 있으며, 은(Ag)과 구리(Cu)가 복수의 층으로 적층되도록 구성할 수도 있다.
- [0034] 보호층(137)-금속기판(131)-완충층(133)-초전도층(135)-보호층(137)이 순차적으로 적층된 초전도 박막선재(130)를 함몰부(111)에 배치시키고, 상부에 초전도 박막선재(130)를 계속적으로 적층시켜 함몰부(111) 내에 복수의 초전도 박막선재(130)가 배치되도록 한다. 이때 초전도 박막선재(130)의 방향을 동일한 방향으로 배치될 수도 있지만 서로 마주보는 반대 방향으로 배치될 수도 있다.
- [0035] 금속 안정화재 하우징(110)과 함몰부(111)에 적층된 초전도 박막선재(130)의 외주면에는 솔더부재(150)가 둘러싸여 있으며, 솔더부재(150)에 의해 초전도 박막선재(130)가 함몰부(111)에 견고하게 고정된다. 솔더부재(150)는 금속 안정화재 하우징(110)과 유사하거나 낮은 전기전도도 및 열전도도를 갖는 재질로 이루어지며, 각 초전도 박막선재(130)의 초전도상태가 파괴될 경우 초전도 박막선재(130)의 전류를 금속 안정화재 하우징(110)으로 전달하는 통로 역할을 한다. 따라서 전류가 금속 안정화재 하우징(110)으로 최종적으로 도달하도록 솔더부재(150)는 금속 안정화재 하우징(110)보다 유사하거나 낮은 전기전도도 및 열전도도를 갖는 것이 바람직하다.
- [0036] 초전도 박막선재(130)를 임계온도 이하의 온도에서 사용할 때 내적 혹은 외적 교란에 의해 초전도상태가 국부적으로 파괴될 경우 초전도 박막선재(130)의 저항이 급격하게 증가하고, 각 초전도 박막선재(130)의 소손현상이 발생할 수 있다. 이와 같이 초전도 박막선재(130)가 국부적으로 파괴될 경우 초전도 박막선재(130)를 통과하는 과도전류를 신속하게 바이패스시키기 위해 금속 안정화재 하우징(110)이 형성되며, 솔더부재(150)는 초전도 박막선재(130)를 접합하는 역할을 하며 금속 안정화재 하우징(110)과 초전도층(135)을 전기적으로 연결한다.
- [0037] 솔더부재(150)는 전류를 전달하는 역할을 할 뿐만 아니라 적층 고온초전도 선재(100)의 두께를 증가시키고 금속 안정화재 하우징(110)을 밀봉하여 외부의 자극으로부터 초전도 박막선재(130) 및 금속 안정화재 하우징(110)을 보호하는 역할을 한다. 필요에 따라서 솔더부재(150)의 최외곽에 절연부재를 추가로 코팅할 수도 있다.
- [0038] 이와 같은 적층 고온초전도 선재(100)의 제조방법으로는, 도 3에 도시된 제조장치(1)를 이용하며, 먼저 제1단계로써 금속 안정화재 하우징(110)을 가공한다. 사각형상의 금속 안정화재 하우징(110)의 상부에 하향 함몰된 함몰부(111)가 포함되도록 가공하며, 이러한 공정은 절삭가공이나, 압출 및 인발과 같은 소성가공을 통해 이루어진다.
- [0039] 제1단계를 통해 제조된 금속 안정화재 하우징(110)과 복수의 초전도 박막선재(130)를 각각 솔더링하는 제2단계를 포함한다. 솔더링은 솔더부재(150)의 젖음성을 향상시키기 위해 특히 알루미늄 합금 하우징의 경우 초음파 솔더기를 이용하여 수행된다. 5개의 스펴(10, 11) 중 최하부에 배치된 스펴(11)에는 금속 안정화재 하우징(110)이 감겨있고, 남은 4개의 스펴(10)에는 함몰부(111)에 배치될 복수의 초전도 박막선재(130)가 감겨있다. 각 스펴(10, 11)에 감긴 금속 안정화재 하우징(110)과 복수의 초전도 박막선재(130)를 각각 일정한 속도로 연속적으로 풀어주면서 세척조를 통과시켜 외부의 오염물을 제거한다. 그 후 초음파발생부와 결합된 솔더용융조에 릴 투릴 방식으로 금속 안정화재 하우징(110) 및 초전도 박막선재(130)를 통과시키면서 이들 표면에 솔더부재(150)를 코팅한다. 솔더용융조에 담긴 공구혼 또는 소노트로드(sonotrode)의 진동을 통하여 솔더부재(150)에 가해진 초음파는 미소 기포의 압축과 팽창을 반복하면서 금속 안정화재 하우징(110) 및 초전도 박막선재(130)의 표면에 양호한 젖음성(wetability)을 제공한다. 솔더부재(150)는 선택하는 금속 안정화재 하우징(110)의 종류에 따라 다양하게 변경될 수 있다.
- [0040] 제3단계에서는 솔더링된 금속 안정화재 하우징(110)의 함몰부(111) 내에 솔더링된 복수의 초전도 박막선재(130)

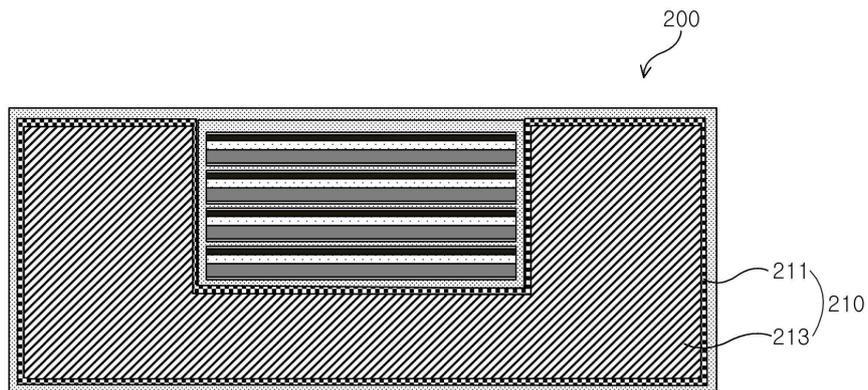


도면

도면1



도면2



도면3

