(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0033987
(43) 공개일자 2015년04월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 12/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0113980
(22) 출원일자 2013년09월25일
심사청구일자 2013년09월25일
기술이전 희망 : 기술양도

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
박민원
경상남도 김해시 장유면 덕정로12번길 24
유인근
경상남도 창원시 성산구 대암로 95-17 (대방동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김종선, 이형석

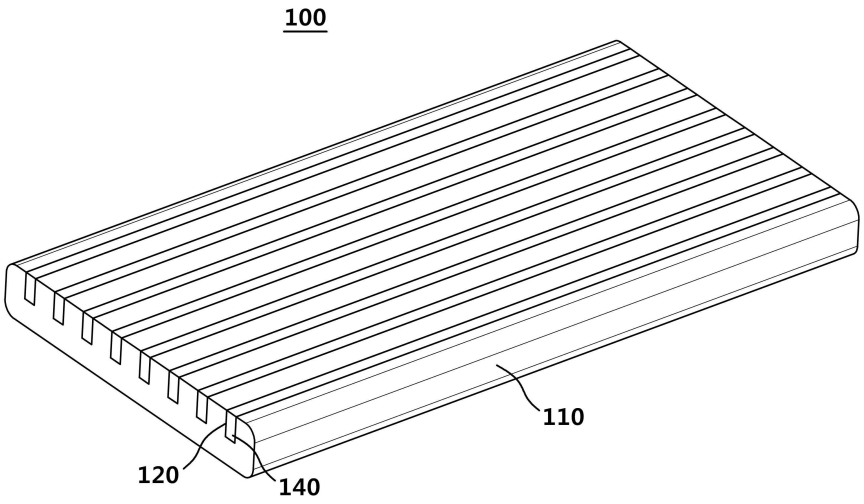
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **대전류 전송 바 및 그의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 대전류 전송 바 및 그 제조방법에 관한 것이다. 본 발명의 전송 바는, 금속 또는 비금속 재질로 이루어진 지지체의 상부에 형성된 삽입 홈에 용융점이 낮은 납땜 재료를 이용하여 초전도 선재가 결합하는 새로운 형상의 플러그인 타입의 대전류 전송 바를 제공하고 있다. 이는, 지지체의 상면에 삽입 홈을 형성하고, 상기 지지체를 예열하면서 상기 삽입 홈에 납땜 재료를 삽입하고, 상기 납땜 재료가 상기 삽입 홈에 침투되도록 초음파를 인가한 후 상기 삽입 홈에 초전도 선재를 삽입하고, 마지막으로 초전도 선재의 상부에 납땜 재료를 추가 삽입한 다음 초음파를 다시 인가하는 공정을 통해 제조된다. 이와 같은 본 발명에 따르면, 제조 공정이 간단하여 비용 및 시간을 절감할 수 있고, 초전도 선재가 박리되는 현상을 방지할 수 있는 이점이 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김진근

경상남도 창원시 성산구 원이대로 449, 101동 1001호 (반림동, 노블파크아파트)

김광민

경상남도 창원시 의창구 창이대로460번길 9 (용호동)

김성규

경상남도 창원시 마산회원구 석전남10길 7-1 (석전동)

명 세 서

청구범위

청구항 1

일정 형상의 지지체;

상기 지지체의 길이 방향을 따라 상기 지지체 상면에 형성된 적어도 하나의 삽입 홈; 및

상기 삽입 홈에 각각 고정된 초전도 선재를 포함하는 대전류 전송 바.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 삽입 홈에 납땜 재료를 삽입하고 용융시키기 위하여 상기 지지체를 예열시키기 위한 열원이 상기 지지체 하부에 더 마련되는 대전류 전송 바.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 납땜 재료는 인듐(In) 또는 비스무트(bismuth)인 대전류 전송 바.

청구항 4

지지체의 상면에 삽입 홈을 형성하는 형성단계;

상기 지지체를 예열시키는 예열단계;

상기 삽입 홈에 납땜 재료를 삽입하는 제1 삽입단계;

상기 납땜 재료를 상기 삽입 홈에 침투시키도록 초음파를 인가하는 제1 초음파 인가단계;

상기 납땜 재료가 용융된 상태에서 상기 삽입 홈에 초전도 선재를 삽입하는 제2 삽입단계; 및

상기 삽입 홈에 삽입된 초전도 선재의 상부에 납땜 재료를 추가 삽입하고 초음파를 다시 인가하는 제2 초음파 인가단계를 포함하는 대전류 전송 바의 제조방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 예열 단계는 상기 지지체 하부에 마련된 열선을 이용하는 대전류 전송 바의 제조방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 제2 초음파 인가단계는 상기 삽입 홈과 상기 초전도 선재 사이에 존재하는 공간을 상기 납땜 재료로 충진되게 하는 대전류 전송 바의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 대전류 전송 바에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 금속 또는 비금속 재질의 지지체에 플러그 인(plug-in) 방법을 이용하여 초전도 선재를 일체로 형성시킴으로써 대전류 통전이 가능하게 한 대전류 전송 바 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 초전도 응용기기를 제작할 때 고온 초전도 선재를 이용하게 된다. 이는 초전도 선재의 경우 초전도 현상에 의하여 저항에 의한 전력손실이 발생하지 않기 때문이다. 이처럼 초전도 선재는 일반 도체와 달리 특정 조건 하에서 저항이 없기 때문에 대전류를 손실 없이 통전할 수 있다. 다만 알려진 바와 같이 1개의 초전도 선재로는 허용 임계전류를 가지기 때문에 그 이상의 전류가 통전되면 퀜치(quench)가 발생하여 초전도 선재가 손상될 수 있다. 예컨대 1개의 초전도 선재는 1000A 이상의 대전류를 통전시키지 못한다.

[0003] 따라서 기존에 초전도 선재를 이용하여 대전류를 통전할 수 있는 다양한 구조가 제안된 바 있다. 현재까지의 대전류를 통전시키기 위한 구조를 보면, 크게 2가지로 구분할 수 있다.

[0004] 하나는 주로 납작한 원통형 포머(former)에 초전도 선재를 권선하여 제작한 코일을 이용하는 예이다.

[0005] 다른 하나는 포머(former) 상에 피치(pitch)를 형성하여 초선도 선재를 권선하는 케이블 형태를 이용하는 것이다.

[0006] 그러나 상술한 통전을 위한 구조는 실질적으로 초전도 응용기기의 대전류화에 많은 어려움을 초래하고 있다.

[0007] 즉, 초전도 선재를 권선하는 구조이기 때문에 장시간 사용에 따라 포머로부터 분리되는 박리(delamination) 현상이 발생하였다. 예컨대 포머 등에 권선된 초전도 선재가 완벽하게 결합하지 못하고 분리되거나 들뜬 상태가 되는 현상이 종종 발생하는 것이다. 이럴 경우 대전류 통전을 할 수 없게 된다.

[0008] 다른 문제로 응용기기/ 전력기기의 핸들링 실수로 인한 손상이 많이 초래하고 있기도 한다.

[0009] 또한 종래 초선도 선재를 권선할 경우 제조공정이 간단하지 않았다. 제조공정의 복잡함은 제조비용의 상승과 함께 불량율이 증가하는 단점을 감안해야 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2011-0127941 (2011. 11. 28)

(특허문헌 0002) 한국공개특허 10-2011-0055760 (2011. 05. 26)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 따라서 본 발명의 목적은, 간단한 구조 및 제조방법을 통해 대용량 전류를 통전시킬 수 있는 새로운 형상을 가지는 대전류 전송 바 및 그의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명의 다른 목적은 대전류 전송 바에 장착되는 초전도 선재를 완벽하게 보호할 수 있도록 하는 대전류 전송 바 및 그의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따르면, 일정 형상의 지지체; 상기 지지체의 길이 방향을 따라 상기 지지체 상면에 형성된 적어도 하나의 삽입 홈; 및 상기 삽입 홈에 각각 고정된 초전도 선재를 포함하는 대전류 전송 바를 제공한다.

[0014] 그리고 상기 삽입 홈에 납땜 재료를 삽입하고 용융시키기 위하여 상기 지지체를 예열시키기 위한 열원이 상기 지지체 하부에 더 마련된다.

[0015] 상기 납땜 재료는 인듐(In) 또는 비스무트(bismuth)이다.

[0016] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 지지체의 상면에 삽입 홈을 형성하는 형성단계; 상기 지지체를 예열시키는 예열단계; 상기 삽입 홈에 납땜 재료를 삽입하는 제1 삽입단계; 상기 납땜 재료를 상기 삽입 홈에 침투시키도록 초음파를 인가하는 제1 초음파 인가단계; 상기 납땜 재료가 용융된 상태에서 상기 삽입 홈에 초전도 선재를 삽입

하는 제2 삽입단계; 및 상기 삽입 홈에 삽입된 초전도 선재의 상부에 납땜 재료를 추가 삽입하고 초음파를 다시 인가하는 제2 초음파 인가단계를 포함하는 대전류 전송 바의 제조방법을 제공한다.

[0017] 상기 예열 단계는 상기 지지체 하부에 마련된 열선을 이용하게 된다.

[0018] 상기 제2 초음파 인가단계는 상기 삽입 홈과 상기 초전도 선재 사이에 존재하는 공간을 상기 납땜 재료로 충진되게 하는 것이다.

발명의 효과

[0019] 이와 같은 본 발명의 대전류 전송 바 및 그의 제조방법에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.

[0020] 먼저, 직육면체 형상의 지지체에 형성된 삽입 홈에 납땜 재료를 이용하여 초전도 선재가 결합하는 새로운 구조를 가지는 전송 바를 제공하고 있다. 이는 복수 개의 초전도 선재를 사용하는 효과를 제공하게 되어 대전류 통전이 가능하게 한다.

[0021] 그리고 종래 원통형 포머에 초전도 선재를 권선하여 제작한 코일 형태 또는 피치를 주어 권선하는 케이블 형태에 비해 간단한 제조 공정으로도 대전류 전송 바를 제공할 수 있어, 제조비용 및 제조시간을 단축할 수 있다.

[0022] 또한 본 발명은 삽입 홈에 납땜 재료 및 초음파 공정을 이용하여 초전도 선재를 결합하고 있어 초전도 선재가 지지체에서 박리되는 현상 등을 방지할 수 있음은 물론 초전도 선재를 완벽히 보호할 수 있는 구조적인 강도를 보장할 수 있다.

[0023] 또한 본 발명은 제시된 대전류 전송 바의 형상을 이용하여 초대전류 통전을 요구하는 산업이나 발전 플랜트를 위한 다양한 응용기기의 제작도 가능한 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 대전류 전송 바를 보인 사시도

도 2 내지 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 대전류 전송 바의 제조 방법을 설명하는 예시 도면

도 9는 본 발명의 대전류 전송 바의 제조방법 흐름도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 발명은 종래 전류를 통전시키는 전도체인 구리(Cu)에 비하여 대략 100배 이상의 전류 밀도를 가지는 초전도 선재를 이용하여 대전류를 통전할 수 있도록 하는 대전류 전송 바의 새로운 형상을 제공함을 기술적 특징으로 한다. 이러한 새로운 형상은 초전도 선재의 기계적 특성과 전기적 특성을 모두 고려한 형상이 된다.

[0026] 이하 본 발명에 의한 대전류 전송 바 및 그의 제조방법의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 대전류 전송 바를 보인 사시도이다.

[0028] 도 1을 살펴보면 대전류 전송 바(100)는, 대략 직육면체 형상의 지지체(110)가 제공된다. 지지체(110)는 대전류 전송 바(100)의 외형 및 골격을 형성하는 역할을 한다. 지지체(110)의 재질은 금속 재료 또는 비금속 재료가 사용될 수 있다.

[0029] 지지체(110)의 상면에는 길게 형성된 길이 방향을 따라 삽입 홈(120)이 복 수개 형성된다. 삽입 홈(120)들은 서로 일정 간격만큼 이격되어 형성된다. 여기서, 상기 삽입 홈(120)은 실질적으로 후술하는 초전도 선재(140)를 완전히 수용한 상태에서 납땜 등의 접합 물질로 접합되게 충분한 폭 및 깊이를 가진다.

[0030] 그리고 삽입 홈 내부에는 초전도 선재(140)가 장착된다. 삽입 홈(120)과 초전도 선재(140)의 결합은 후술하여 설명하겠지만 열전도율이 좋고 용융점이 낮은 납땜 재료를 이용하게 된다. 정확하게는 통전시 초전도 선재(140)가 손상을 입지않을 정도의 용융점을 가져야 하는 것이다. 예컨대 인듐(In) 또는 비스무트(bismuth) 등을 예로 들 수 있다.

[0031] 이와 같이 본 발명의 대전류 전송 바(100)는 대략 직육면체의 지지체(110) 및 그 지지체(110) 상면에 길이 방향으로 길게 형성된 삽입 홈(120)에 끼움 결합하는 초전도 선재(140)를 포함하여 구성되는 것이다. 물론 지지체(110)의 하면에는 그 지지체(110)를 예열하기 위한 열선(200)이 더 구성된다. 열선(200)은 지지체(110)의 하면

과 결합할 수도 있고, 단순히 열선(200)의 상부에 지지체(110)가 놓이는 구조일 수도 있다.

[0032] 한편, 본 발명의 대전류 전송 바(100)의 구성인 상기 삽입 홈(120)에 초전도 선재(140)를 결합할 경우 상술한 납땜 재료를 이용하는데, 이 경우 납땜 재료는 초음파에 의해 삽입 홈 내로 침투되어 골고루 분포되어야 한다. 따라서 대전류 전송 바를 제조하는 공정에 있어 초음파 공정이 함께 이용된다.

[0033] 이처럼 초음파 공정을 적용하여 대전류 전송 바를 제조하는 방법을 도 2 내지 도 8을 참조하여 설명하기로 한다. 도 2 내지 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 대전류 전송 바의 제조 방법을 설명하는 예시 도면이다.

[0034] 먼저, 도 2에 도시한 바와 같이 금속 또는 비금속 재료를 준비한다. 이를 공정 전 지지체(102)라고 하기로 할 것이다. 즉 공정 전 지지체(102)는 대전류 전송 바(100)의 골격 및 외형이 되지만 삽입 홈(120)이 미 형성된 공정 전 지지체는 도면부호 102로 부여하여, 삽입홈(120)이 형성된 지지체(110)와 구분하기로 한다. 한편 공정 전 지지체(102)는 도면과 같이 직육면체 형상으로 제공되나, 반드시 이러한 형상으로 국한되지는 않아도 된다. 예컨대 정육면체 형상도 가능할 것이다.

[0035] 그 상태에서 지지체(102)의 상면에 삽입 홈(120)을 형성한다. 그러면 도 3과 같이 공정 전의 지지체(102)는 삽입 홈(120)이 형성된 지지체(110)와 같은 상태가 된다. 여기서 삽입 홈(120)은 지지체(110)의 길이가 긴 길이 방향을 따라 일단 및 끝단이 모두 개방된 상태를 가진다. 또한 삽입 홈(120)은 후술하는 초전도 선재(140)의 형상과 대응되는 형상으로 형성된다. 예컨대 초전도 선재(140)가 육면체의 경우 그 육면체가 수용될 수 있는 형상으로 형성되고, 만약 초전도 선재(140)가 원기둥 형상의 경우 원기둥의 초전도 선재가 수용될 수 있는 형상으로 형성되어야 할 것이다. 또한 삽입 홈(120)의 각각의 폭은 삽입 홈 사이를 형성하는 두께보다 얇다.

[0036] 삽입 홈(120)이 형성된 지지체(110)가 제공되면 그 삽입 홈(120)에 초전도 선재(140)를 결합하기 위하여 납땜 재료를 삽입하고 녹이는 작업이 수행되어야 한다. 이를 위해 도 4a와 같이 납땜 재료를 삽입하기 전에 지지체(110) 전체를 예열(warm-up)하는 공정이 선행되어야 한다. 예열 공정은 지지체(110)의 하부에 마련된 열선(200)을 이용한다. 도 4b와 같이 열선(200)은 대략 파이프 형상으로 지지체(110)를 전반적으로 예열할 수 있는 전체 형상을 가진다.

[0037] 지지체(110)의 예열이 이루어지거나 또는 예열이 이루어지는 도중에 삽입 홈 (120)내에 납땜 재료(130)를 삽입한다. 납땜 재료(130)가 삽입된 상태는 도 5에 도시되어 있다. 도 5를 보면 삽입 홈(120)의 측면 및 하면에 모두 접하도록 제공된다. 여기서 납땜 재료(130)는 용융점이 낮은 물질로서 인듐(In) 또는 비스무트(bismuth) 등이 될 수 있다. 일단 납땜 재료(130)가 삽입 홈(120)에 삽입되면 열선(200)에 의해 상기 납땜 재료(130)는 어느 정도 용융이 이루어지게 된다. 다만 용융 상태에서는 삽입 홈(120) 내에 수용될 초전도 선재(200)와 결합이 완전하지 않을 수 있다.

[0038] 따라서, 도 6과 같이 상기 열선(200)에 의해 용융된 납땜 재료(130)의 접착 강도를 향상시키기 위하여 지지체(110)의 상면 전면적에 대해 초음파 인가공정이 수행된다. 초음파 인가공정은 지지체(110)의 상부 방향에 위치한 초음파 장치(미 도시)를 이용하게 된다. 그러면 상기 납땜 재료(130)는 삽입 홈(120)의 내면에 골고루 침투되게 된다.

[0039] 이후, 도 7에 도시된 바와 같이 납땜 재료(130)가 용융된 삽입 홈(120)에 초전도 선재(140)를 삽입하는 공정이 수행된다. 초전도 선재(140)의 삽입 공정은 복수의 삽입 홈(120)에 모든 초전도 선재(140)를 동시에 삽입하거나 또는 독립적으로 삽입할 수 있다. 이처럼 납땜 재료(130)가 삽입 홈(120)의 측면과 저면에 용융된 상태에서 삽입 홈(120)에 초전도 선재(140)가 삽입되면 삽입 홈(120)과 초전도 선재(140)는 어느 정도의 결합력에 의해 결합 상태가 된다. 다만 이 경우 초전도 선재(140)의 상면은 납땜 재료(130)가 미 제공된 상태이기 때문에, 초전도 응용기기의 사용시 사용환경에 따라 초전도 선재(140)가 삽입 홈(120)으로부터 분리될 수 있는 위험성이 어느 정도 가능하다.

[0040] 그렇기 때문에 삽입 홈(120)과 초전도 선재(140)와의 결합력 증대를 위해 마지막 공정에서는 초전도 선재(140)의 상면에 납땜 재료(130)를 다시 제공하고 초음파를 인가한다. 이에 납땜 재료(130)는 용융되면서 초전도 선재(140)와 삽입 홈(120) 사이에 침투되기 때문에 삽입 홈(120) 내에 수용된 초전도 선재(140)를 더 견고하게 결합시킬 수 있게 된다. 두 번째 초음파 인가 공정은 도 8에 도시하고 있다.

[0041] 이처럼 본 발명의 대전류 전송 바(100)는 길이 방향으로 길게 삽입 홈(120)이 형성된 지지체(110)를 열선(200)을 이용하여 예열시키고, 이후 삽입 홈(120)에 초전도 선재(140)를 삽입시키면서 낮은 용융점을 가지는 납땜 재료(130)를 이용하여 결합시켜서 제조하게 된다.

[0042] 이와 같은 상기의 대전류 전송 바의 제조공정은 도 9와 같이 나타낼 수 있다. 도 9는 본 발명의 대전류 전송 바의 제조방법 흐름도이다. 도 9는 상술한 도 2 내지 도 8의 제조 공정을 개략적으로 설명하기 위한 것으로서 상세한 설명은 위에서 언급하였기에 생략할 것이다.

[0043] 이를 보면, 지지체(110)에 삽입 홈(120)을 형성하는 홈 형성공정을 수행한다(s100).

[0044] 그리고 열선(200)을 이용하여 지지체(110)을 전체적으로 예열시키는 예열 공정을 수행한다(s102).

[0045] 그 상태에서 삽입 홈(120)에 납땜 재료(130)를 삽입하고, 제1 초음파 인가공정을 수행한다(s104). 이렇게 하면 납땜 재료(130)는 용융 상태가 된다.

[0046] 이후 삽입 홈(120)에 초전도 선재(140)를 삽입하고(s106), 다시 납땜 재료를 초전도 선재(140) 윗부분에도 제공한 상태에서 제2 초음파 인가공정을 수행한다(s108). 그러면 납땜 재료(130)가 초전도 선재(140)를 감싸면서 삽입 홈(120)과 완전하게 결합되며, 이에 대전류 전송바(100)가 완성된다(s110).

[0047] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명은 금속/비금속 재질의 지지체에 형성된 삽입 홈에 납땜 재료를 이용하여 초전도 선재를 삽입, 고정함으로써 대전류 통전이 가능한 새로운 형상의 대전류 전송 바를 제공하는 것을 기본적인 기술적 요지로 하고 있음을 알 수 있다.

[0048] 이상과 같이 본 발명의 도시된 실시 예를 참고하여 설명하고 있으나, 이는 예시적인 것들에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진자라면 본 발명의 요지 및 범위에 벗어나지 않으면서도 다양한 변형, 변경 및 균등한 타 실시 예들이 가능하다는 것을 명백하게 알 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적인 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

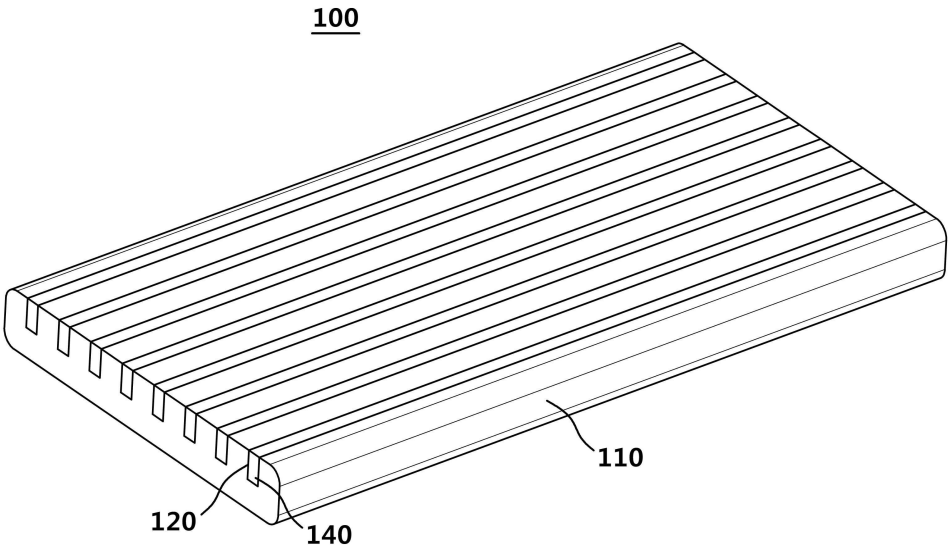
부호의 설명

[0049]

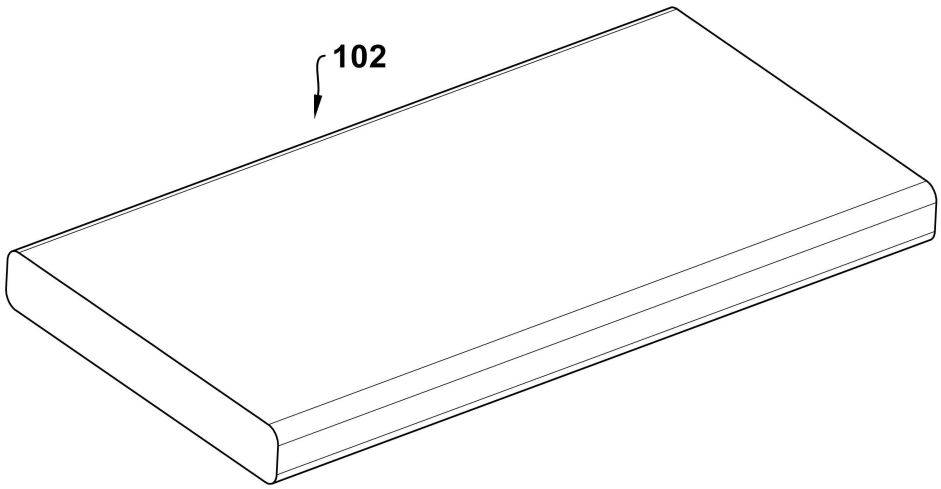
100 : 대전류 전송 바	110 : 지지체
120 : 삽입 홈	130 : 납땜 재료
140 : 초전도 선재	200 : 열선

도면

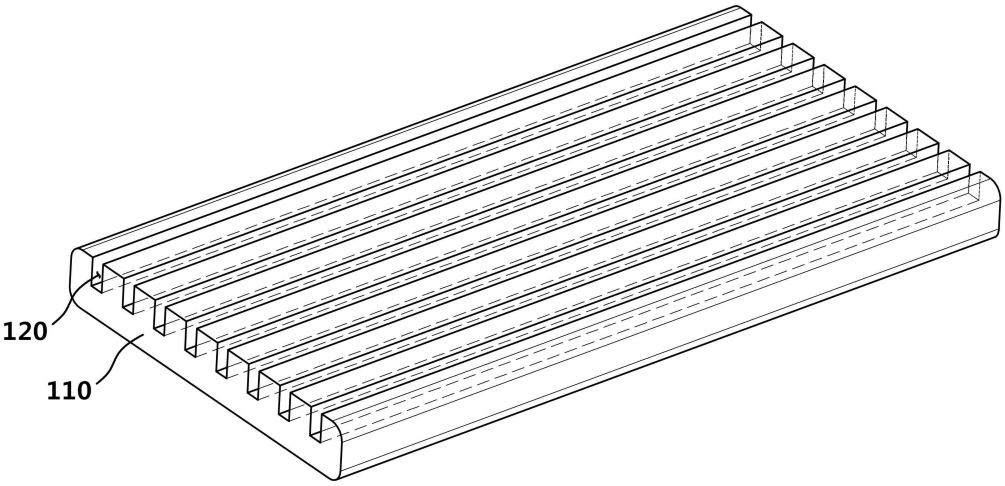
도면1



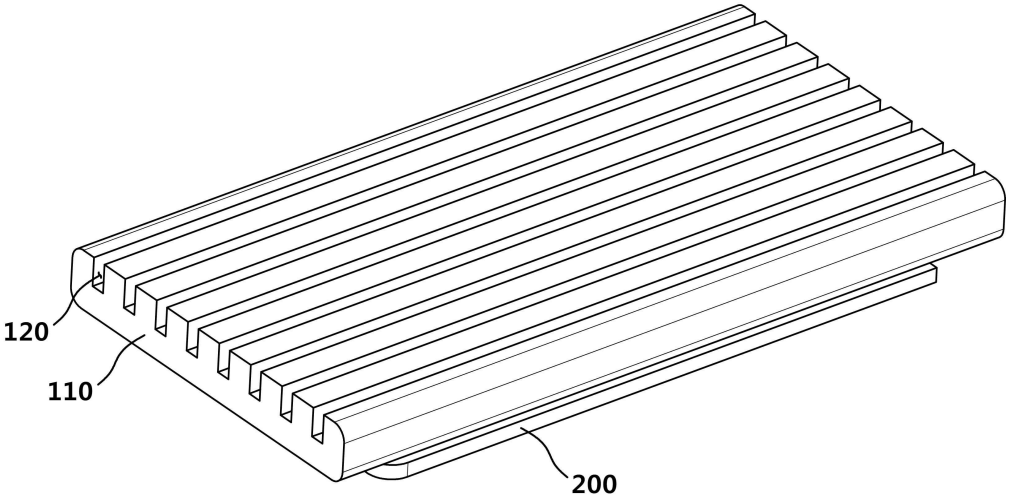
도면2



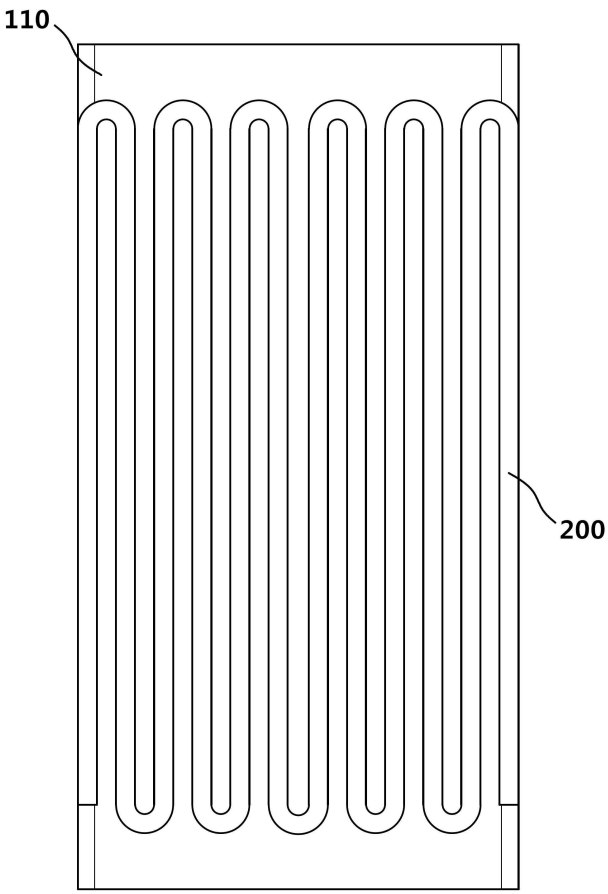
도면3



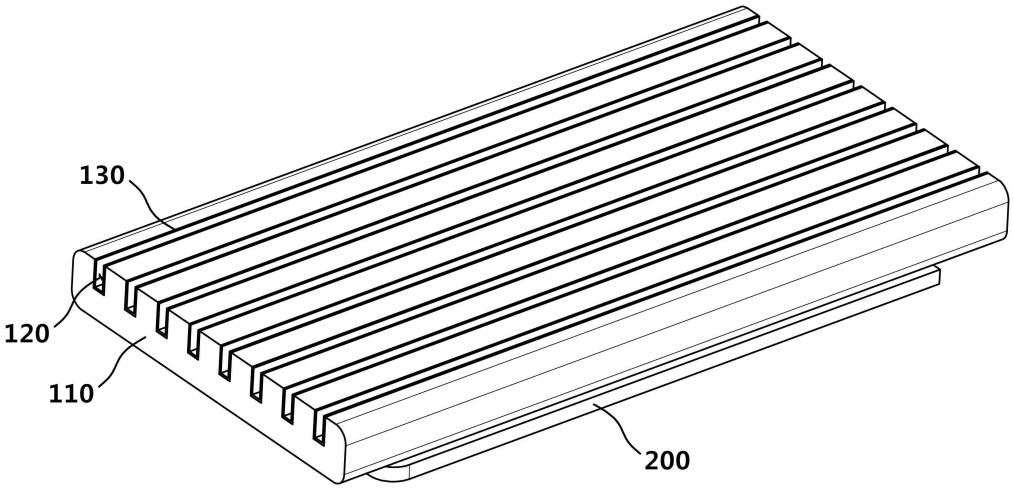
도면4a



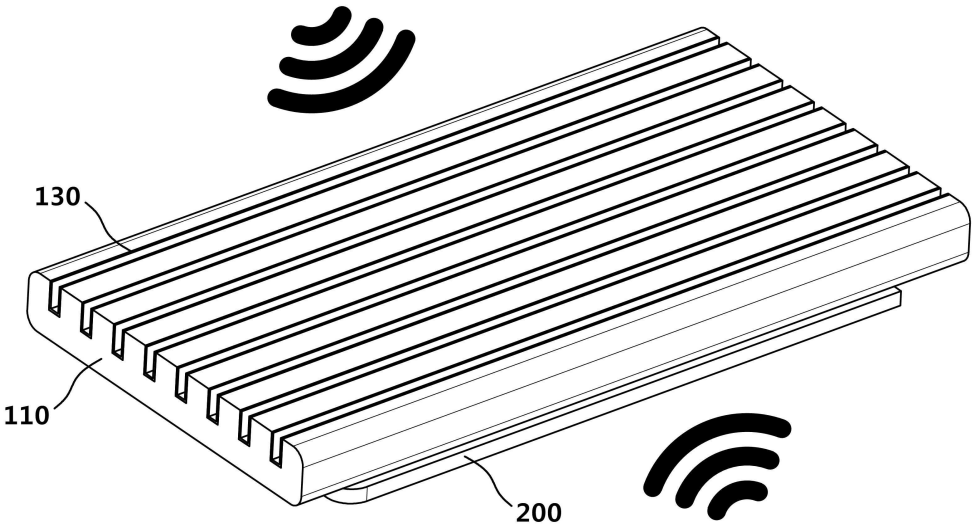
도면4b



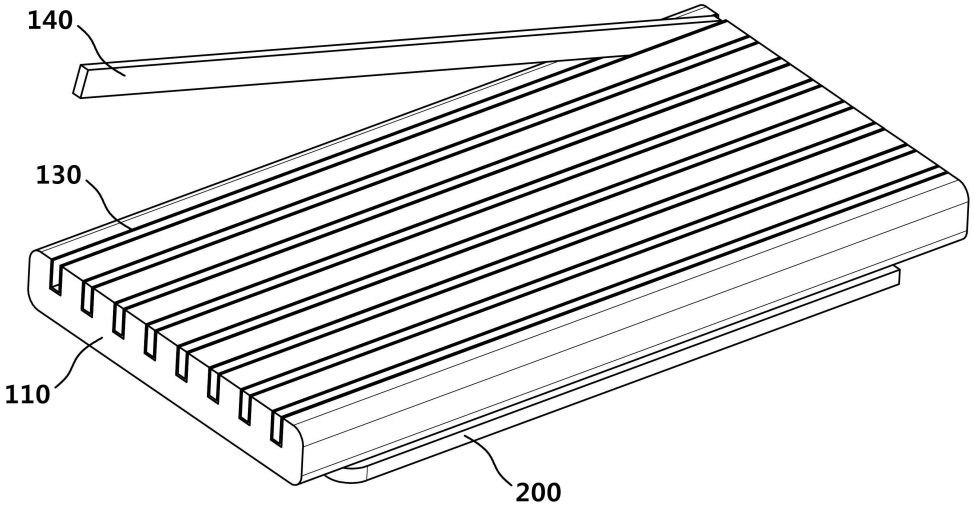
도면5



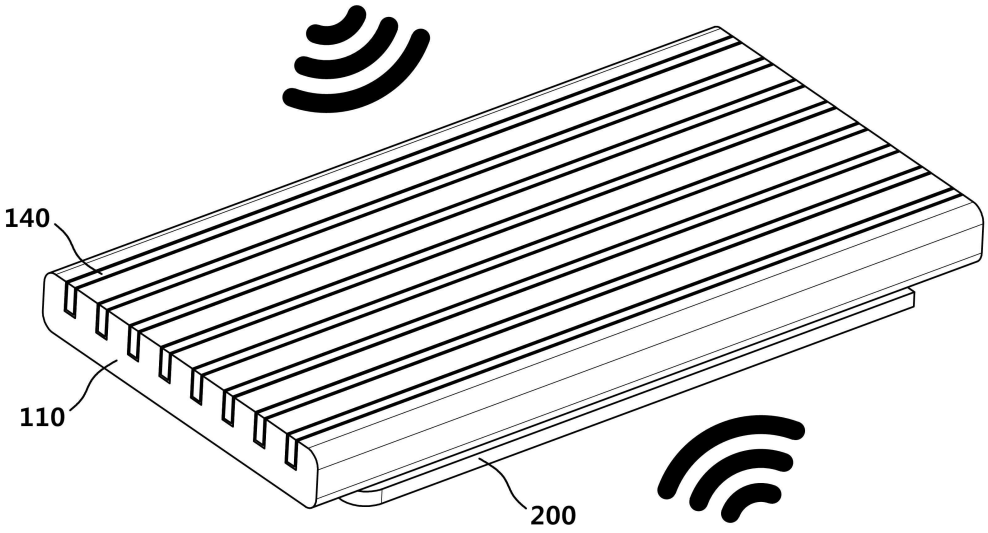
도면6



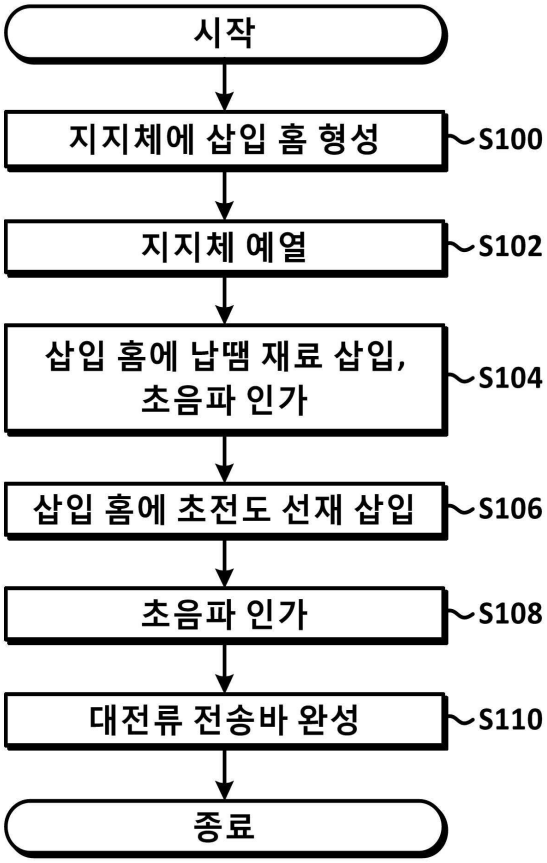
도면7



도면8


140
110
200

도면9


시작
지지체에 삽입 홈 형성
S100
지지체 예열
S102
삽입 홈에 납땜 재료 삽입,
초음파 인가
S104
삽입 홈에 초전도 선재 삽입
S106
초음파 인가
S108
대전류 전송바 완성
S110
종료