



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.	(45) 공고일자	2007년01월09일
H01F 6/00 (2006.01)	(11) 등록번호	10-0665670
H01F 6/06 (2006.01)	(24) 등록일자	2006년12월29일

(21) 출원번호	10-2005-0084817	(65) 공개번호
(22) 출원일자	2005년09월12일	(43) 공개일자
심사청구일자	2005년09월12일	

(73) 특허권자 학교법인 한국산업기술대학
 경기도 시흥시 정왕동 2121번지

(72) 발명자 이희균
 경기도 의왕시 내손동 반도보라아파트 209동 704호

 홍계원
 경기도 성남시 분당구 금곡동 청솔마을대원아파트 814동 201호

 최경달
 서울특별시 양천구 목1동 925번지 목동 7단지아파트 705동 602호

 김우석
 서울특별시 성동구 금호3가 두산아파트 116동 1203호

 이승욱
 경기도 안산시 상록구 사동 푸른마을4단지아파트 401동 102호

(74) 대리인 이풍우

(56) 선행기술조사문헌	
JP2004030967 A	JP2004063225 A *
JP2004311173 A	KR1020040053360 A
* 심사관에 의하여 인용된 문헌	

심사관 : 이학왕

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 전위를 위한 2세대 초전도선재의 제조방법 및 이를이용하여 제작한 초전도코일

(57) 요약

본 발명은 2세대 초전도선재를 전위(Transposition) 시키기 위한 방법과 이를 이용하여 제조한 초전도코일에 관한 것이다. 에피택시알(Epitaxial)하게 성장시킨 다층 얇은 박막의 초전도선재(10)를 지그재그로 슬릿(10a)(Slit)하는 제1단계(S10)와; 상기 초전도선재(10)의 슬릿(10a)된 형태를 따라 굴곡부(15)가 형성된 한주기(d1)를 연속적으로 반복하여 작업하고자 하는 길이만큼 가공하는 제2단계(S20)와; 상기 초전도선재(10)에서 가공된 제1,2선재(11,12)를 125mm 이하의

길이(d2)로 형성된 굴곡부(15)를 서로 마주보도록 위치시키는 제3단계(S30)와; 상기 제1선재(11)를 마주하는 제2선재(12)와의 제1교차점(P1)에서 상부로 통과시키고, 제2교차점(P2)에서 하부로 통과시켜, 제1,2선재(11,12)를 서로 교차시켜 결합하는 제4단계(S40)를 포함한다. 따라서, 본 발명은 여러 가닥의 초전도선재를 겹쳐서 교차시킴으로써 각 선재의 임피던스 균형을 맞추어 줄 수 있고, 전체 선재의 임계전류를 증가시켜 줄과 동시에 교류손실을 낮출 수 있으며, 선재의 길이와 수에 제한이 없으며, 가공된 선재의 굴곡부 간의 거리는 필요에 따라 조절할 수 있어, 초전도선재의 규격화된 작업으로 인한 생산성 향상의 효과가 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

2세대 고온초전도체의 제조방법에 있어서,

에피택시알(Epitaxial)하게 성장시킨 다층 얇은 박막의 초전도선재(10)를 지그재그로 슬릿(10a)(Slit)하는 제1단계(S10)와;

상기 초전도선재(10)의 슬릿(10a)된 형태를 따라 굴곡부(15)가 형성된 한주기(d1)를 연속적으로 반복하여 작업하고자 하는 길이만큼 가공하는 제2단계(S20)와;

상기 초전도선재(10)에서 가공된 제1,2선재(11,12)를 125mm 이하의 길이(d2)로 형성된 굴곡부(15)를 서로 마주보도록 위치시키는 제3단계(S30)와;

상기 제1선재(11)를 마주하는 제2선재(12)와의 제1교차점(P1)에서 상부로 통과시키고, 제2교차점(P2)에서 하부로 통과시켜, 제1,2선재(11,12)를 서로 교차시켜 결합하는 제4단계(S40)를 포함하는 것을 특징으로 하는 전위를 위한 2세대 초전도선재의 제조방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 초전도선재(10)에 슬릿(10a)되는 폭(d3)을 조절하여 1개 또는 다수개의 선재로 가공하는 것을 특징으로 하는 전위를 위한 2세대 초전도선재의 제조방법.

청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 125mm 이하의 길이(d2)로 형성되는 굴곡부(15)는 한주기(d1)의 범위내에서 길이 조절이 가능한 것을 특징으로 하는 전위를 위한 2세대 초전도선재의 제조방법.

청구항 4.

제 1항에 있어서,

상기 가공된 제1,2선재(11,12)는 각각 다수의 선재(11a,11b,11c,11d) 또는 선재(12a,12b,12c,12d)를 규칙적 또는 임의의 순서로 꼬아서 결합하는 것을 특징으로 하는 전위를 위한 2세대 초전도선재의 제조방법.

청구항 5.

삭제

청구항 6.

2세대 고온초전도체에 있어서,

초전도선재(10)를 지그재그로 가공시킨 단일 또는 다수의 제1,2선재(11,12)를 제1교차점(P1)과 제2교차점(P2)을 기준으로 서로 교차시켜 테이프 형태로 결합시키고, 결합된 제1,2선재(11,12)를 보빈(60)에서 코일 형태로 권선하여 제작되는 초전도코일(20)로 구성되는 것을 특징으로 하는 2세대 초전도체를 이용하여 제작한 초전도코일.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 2세대 초전도코일에 관한 것으로, 더욱 세부적으로는 2세대 초전도선재를 전위(Transposition) 시키기 위한 방법과 이를 이용하여 제조한 초전도코일에 관한 것이다.

어떤 물질은 일정 온도 이하에서 저항이 사라지는 현상을 보이며, 이와 같은 물질을 사용하면 열을 발생시키지 않으면서 전기를 흘릴 수 있어 에너지 손실이 없다. 상기와 같은 물질을 초전도체라 하며, 초전도 현상은 특정한 물질에서만 나타나며 온도, 자장 그리고 통전전류에 영향을 받는다.

초전도체는 초전도 전이온도(T_c) 이하와 임계자장(H_c) 이하에서만 저항이 없이 전류를 흘릴 수 있고, 이때 저항이 없이 흘릴 수 있는 최대 통전전류밀도인 임계전류밀도(J_c)가 존재한다. 상기 초전도체를 응용하는데 있어 선 혹은 테이프 형태로 가공이 유용하여, 상기 가공된 초전도체를 사용하여 높은 자장을 생성시키는 초전도 전자석에 널리 사용되고 있다.

상기 코일은 선재를 여러 기하학적 형태의 코일로 권선하여 제작되며, 선재를 통해 전류를 흘리면 자장이 코일로부터 발생하게 되는데, 선재가 초전도체이면 저항에 의한 전력 손실이 없으며 이를 초전도코일이라 한다.

상기 초전도코일 또는 권선은 변압기와 모타, MRI(Magnetic Resonance Imaging) 및 NMR(Nuclear Magnetic Resonance)의 Spectroscopy 등에 사용되며, 여러 가닥의 초전도선재를 겹쳐서 코일을 제조하는 경우에는 각 선재 임피던스의 균형을 맞추어 줌으로써 전체 선재의 임계전류를 증가시켜주며, 동시에 교류손실을 낮추어 줄 수 있어서 초전도코일 권선에 있어 전위(Transposition)가 중요하다.

현재까지 초전도코일 제작에 사용되는 1세대 초전도선재 BSCCO 계열의 초전도체를 미세한 가루형태로 만들고, 상기 가루를 은 튜브(Silver Tube)에 채워 넣어 수회에 걸친 압출 성형작업으로 다심 선재화 시킨 테이프 형상을 가지며, 상기 1세대 초전도선재를 사용하여 여러 가닥으로 전위(Transpose)하여 사용함에 있어서, 복잡한 공정에 따른 생산효율의 저하와 전위간격이 규격화 되지 않는 문제점이 있다. 현재 1세대 초전도선재를 사용한 전위의 예는 독일의 Siemens사에서 개발된 Roebel Bar가 있으며, 이 외의 경우에는 코일을 제작한 후 전류도입 단자에서 전위를 구현하는 경우가 대부분이며, 1세대 초전도선재를 대신할 2세대 초전도선재에서는 니켈 합금의 기관위에 초전도 층을 증착하여 제작하는 방식을 취하기 때문에 Roebel Bar와 같은 방법으로 전위 시키기가 힘들다. 또한, 전류도입 단자에서 전위를 구현하는 방법은 코일의 갯수가 많을 경우 전위 구현이 어려우며, 전류도입 단자에서 발생하는 열로 인한 손실 발생으로 초전도선재의 장점을 살리기 힘들다는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 2세대 초전도선재의 전위를 위해 초전도선재 제작시 피치(Pitch)를 고려하여 초전도선재를 가공하고, 가공된 여러 가닥의 초전도선재를 서로 교차시킴으로써 각 선재의 임피던스 균형을 쉽게 맞출 수 있어, 전체 선재의 임계전류를 증가시켜주고, 동시에 교류손실을 감소시킬 수 있는 초전도선재의 가공방법과 이를 이용한 초전도코일을 제조하는데 목적이 있다.

또한, 초전도선재를 전위 시키는 경우에 있어 전위 피치 거리를 20cm이하로 조절하는 방법이 중요시 되는데, 최근에 각광받고 있는 2세대 초전도선재의 경우 얇은 박막형태로 제작하며, 상기 제작된 초전도선재를 일정한 넓이의 직선으로 자르는 작업을 통하여 초전도선재가 만들어지게 된다. 상기 초전도선재를 자르는 과정에서 피치를 고려하여 지그재그로 자르게 되고, 가공된 여러 가닥으로 선재를 만들 때 서로 교차시킴으로써 각 선재의 균일한 임피던스와 임계전류의 증가뿐만 아니라 교류손실을 감소시킬 수 있기 때문에 초전도선재를 지그재그로 자르는 것이 바람직하다.

발명의 구성

목적달성하기 위한 고온초전도 피복도체의 제조방법으로는, 에피택시알(Epitaxial)하게 성장시킨 다층 얇은 박막의 초전도선재를 지그재그로 슬릿(Slit)하는 제1단계와; 상기 초전도선재의 슬릿된 형태를 따라 굴곡부가 형성된 한주기를 연속적으로 반복하여 작업하고자 하는 길이만큼 가공하는 제2단계와; 상기 초전도선재에서 가공된 제1,2선재를 125mm 이하의 길이로 형성된 굴곡부를 서로 마주보도록 위치시키는 제3단계와; 상기 제1선재를 마주하는 제2선재와의 제1교차점에서 상부로 통과시키고, 제2교차점에서 하부로 통과시켜, 제1,2선재를 서로 교차시켜 결합하는 제4단계를 포함한다.

본 발명의 다른 특징으로서, 상기 초전도선재에 슬릿되는 폭을 조절하여 1개 또는 다수개의 선재로 가공한다.

본 발명의 또 다른 특징으로서, 상기 125mm 이하의 길이로 형성되는 굴곡부는 한주기의 범위내에서 길이 조절이 가능하다.

본 발명의 또 다른 특징으로서, 상기 가공된 제1,2선재는 각각 다수의 선재를 규칙적 또는 임의의 순서로 꼬아서 결합한다.

본 발명의 또 다른 특징으로서, 초전도선재의 가공은 슬리터의 전단력에 의한 가공방법과 와이어 방전가공에 의한 가공방법 중 선택적으로 사용한다.

목적달성하기 위한 구성으로는, 초전도선재를 지그재그로 가공시킨 단일 또는 다수의 제1,2선재를 제1교차점과 제2교차점을 기준으로 서로 교차시켜 테이프 형태로 결합시키고, 결합된 제1,2선재를 보빈에서 코일 형태로 권선하여 제작되는 초전도코일로 구성된다.

도 1은 본 발명에 따른 2세대 초전도체의 제조방법이고, 도 2 내지 4는 본 발명에 따른 2세대 초전도체의 제2실시예이고, 도 5는 본 발명에 따른 초전도코일의 사시도이고, 도 6은 본 발명에 따른 초전도선재의 전단력에 의한 가공방법이고, 도 7은 본 발명에 따른 초전도선재의 와이어방전가공에 의한 가공방법이고, 도 8은 본 발명에 따른 2세대 초전도체의 작업 공정도이다.

이하, 도면을 참고로 구성요소를 설명하면 다음과 같다.

도 1은 2세대 초전도체의 제조방법으로써, 도 1(a)의 가공하고자 하는 초전도선재(10)를 작업하고자 하는 폭(d3)을 갖도록 지그재그로 슬릿(10a)(Slit)한 후, 상기 슬릿(10a)된 형태를 따라 초전도선재(10)를 도 1(b)와 같이 125mm 이하의 길이(d2)를 갖는 굴곡부(15)가 형성된 한주기(d1)를 연속적으로 반복하여 작업하고자 하는 길이만큼 가공하여 제1선재(11)로 제작하고, 상기 제1선재(11)와 동일하게 가공하여 180°회전시킨 제2선재(12)와 제1선재(11)의 굴곡부(15)를 서로 마주보도록 위치하게 된다. 그리고, 제1선재(11)를 마주하는 제2선재(12)와의 제1교차점(P1)에서 상부로 통과시키고, 제2교차점(P2)에서 하부로 통과시켜, 제1,2선재(11,12)를 서로 교차시켜 결합하게 된다.

상기와 같이 초전도선재(10)에 슬릿(10a)을 내는 이유는 초전도선재에서 발생하는 교류손실을 줄이기 위함인데, 교류손실이 중요한 이유는 초전도선재에 손실이 많으면 많을수록 냉동 부하가 커지기 때문이다.

상기 초전도선재(10)에 슬릿(10a)되는 폭(d3)을 조절하여 도 1(a)와 같이 1개 또는 도 1(c)와 같이 다수개의 선재로 가공할 수 있는데 즉, 상기 초전도선재(10)의 폭(d3)이 1cm이고, 가공되는 선재의 폭(d3')을 5mm로 할 경우에 1개의 선재를 얻게 되지만, 가공되는 선재의 폭(d3')을 1mm로 할 경우에는 9개의 선재를 얻을 수 있어, 동일한 폭을 갖는 초전도선재(10)이지만 폭(d3)의 크기를 작게하면 많은 갯수의 선재를 가공할 수 있다.

또한, 상기 125mm 이하의 길이(d2)로 형성되는 굴곡부(15)는 한주기(d1)의 범위내에서 길이 조절이 가능하다.

도 2 내지 4는 본 발명의 2세대 초전도체의 제2실시예로, 다수개의 초전도선재를 사용하여 1000~2000Amp(암페어)를 요구하는 전력용 변압기나 2000Amp 이상의 대형선박용 모터등에 사용되는 2세대 초전도체의 제조방법을 도시한다.

도 2에서는 도 1의 단일 제1선재(11)와 동일한 형상으로 구성되는 다수의 선재(11a,11b,11c,11d)를 제작하는데, 기준되는 선재(11a) 하부로 두번째 선재(11b)를 부착하여 교차점(P1,P2)을 기준으로 서로 꼬아서 결합하고, 세번째 선재(11c)를 상기 두번째 선재(11b)의 하부로 부착하여 교차점(P1,P2)을 기준으로 서로 꼬아서 결합하고, 네번째 선재(11d)를 상기 세번째 선재(11c)의 하부로 부착하여 교차점(P1,P2)을 기준으로 서로 꼬아서 결합하게 되며, 상기 선재(11a,11b,11c,11d)의 꼬는 순서는 규칙적 또는 임의의 순서로 할 수 있으며, 필요에 따라 선재의 갯수를 선택적으로 사용할 수 있다.

도 3에서는 상기 도 2와 같이 다수의 선재(11a,11b,11c,11d)로 결합된 제1선재(11)와, 다수의 선재(12a,12b,12c,12d)로 결합된 제2선재(12)를 180°회전시켜, 도 1(b)의 한개를 서로 교차시켜 결합하는 방법과 동일하게 다수개로 결합된 제1선재(11)를 마주하는 다수개로 결합된 제2선재(12)와의 제1교차점(P1)에서 상부로 통과시키고, 제2교차점(P2)에서 하부로 통과시켜, 제1,2선재(11,12)를 서로 교차시켜 결합하게 된다.

도 4에서는 다섯개의 초전도선재를 상기 도 2와 같은 방법으로 서로 꼬아서 결합한 제1선재(11)와, 동일한 방법으로 결합한 제2선재(12)를 상기 도 3과 같이 180°회전시켜 제1,2선재(11,12)를 서로 교차시켜 10개의 초전도선재를 결합한 상태에서, 상기 제1,2선재(11,12)와 같은 작업을 반복적으로 실시하여 또다른 10개의 초전도선재를 결합한 제3,4선재(13,14)를 상기 제1,2선재(11,12) 측면으로 붙이는 것으로 즉, 단일갯수 10개를 2열(총 20개)의 한쌍으로 구성하며, 또다른 한쌍인 2열(총 20개)을 상기 제작된 초전도선재 측면으로 붙이는 구성으로 갯수에 관계없이 원하는 만큼의 다수 열로 제작할 수 있다.

따라서, 1개의 초전도선재가 100Amp를 가진다면, 한쌍(20개)으로 구성되는 초전도선재는 2000Amp의 용량을 가지게 되므로써 대용량을 필요로 하는 장치에 사용할 수 있다.

도 5는 가공된 초전도선재를 이용하여 초전도코일(20)로 제작한 사시도로써, 가공된 선재의 일단부가 돌출되도록 하여 보빈(60) 하단부에서 상단부로 나선형으로 감아 선재의 타단부가 상단부로 돌출되도록 하며, 보빈(60)에 감겨진 선재의 양단부에 전류를 연결하여 사용하게 된다.

상기 초전도선재(10)의 가공방법에 있어서는 도 6과 같이 초전도선재(10)의 상하에 구비되는 슬리터(30)의 전단력에 의한 가공방법과, 도 7과 같이 초전도선재(10)의 상하에 구비되는 와이어(50) 방전가공에 의한 가공방법 중 선택적으로 사용할 수 있으며, 도 6(a)와 7(a)는 1개의 선재를 가공하는 방법이며, 도 6(b)와 7(b)는 다수개의 선재를 가공하는 방법을 도시하고 있다.

도 8은 고온초전도 피복도체의 공정도로써, 에피택시알(Epitaxial)하게 성장시킨 다층 얇은 박막의 초전도선재(10)를 지그재그로 슬릿(10a)(Slit)하고, 상기 초전도선재(10)의 슬릿(10a)된 형태를 따라 굴곡부(15)가 형성된 한주기(d1)를 연속적으로 반복하여 작업하고자 하는 길이만큼 가공한 후, 상기 초전도선재(10)에서 가공된 제1,2선재(11,12)를 125mm 이하의 길이(d2)로 형성된 굴곡부(15)를 서로 마주보도록 위치시켜, 상기 제1선재(11)를 마주하는 제2선재(12)와의 제1교차점(P1)에서 상부로 통과시키고, 제2교차점(P2)에서 하부로 통과시켜, 제1,2선재(11,12)를 서로 교차시켜 결합하게 된다.

상기와 같이 제작된 테이프 형태의 제1,2선재(11,12)를 보빈(60)에서 코일 형태로 권선하여 초전도코일(20)로 제작하며, 상기의 에피택시알(Epitaxial)하게 성장시킨 다층 얇은 박막의 초전도선재(10)는 용도에 따라 절연체 또는 도체로 제작할 수 있고, 피복으로 랩핑(Lapping)하여 코일형상으로 가공된 초전도코일(20)을 이용하여, 변압기와 모터, MRI(Magnetic Resonance Imaging) 및 NMR(Nuclear Magnetic Resonance)의 Spectroscopy 등에 사용할 수 있다.

발명의 효과

상기한 바와 같이, 본 발명은 여러 가닥의 초전도선재를 겹쳐서 교차시킴으로써 각 선재의 임피던스 균형을 맞추어 줄 수 있고, 전체 선재의 임계전류를 증가시켜 줌과 동시에 교류손실을 낮출 수 있으며, 선재의 길이와 수에 제한이 없으며, 가공된 선재의 굴곡부 간의 거리는 필요에 따라 조절할 수 있어, 초전도선재의 규격화된 작업으로 인한 생산성 향상의 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 2세대 초전도체의 제조방법.

도 2 내지 4는 본 발명에 따른 2세대 초전도체의 제2실시에.

도 5는 본 발명에 따른 초전도코일의 사시도.

도 6은 본 발명에 따른 초전도선재의 진단력에 의한 가공방법.

도 7은 본 발명에 따른 초전도선재의 와이어방전가공에 의한 가공방법.

도 8은 본 발명에 따른 2세대 초전도체의 작업 공정도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호 설명>

10 : 초전도선재 11 : 제1선재

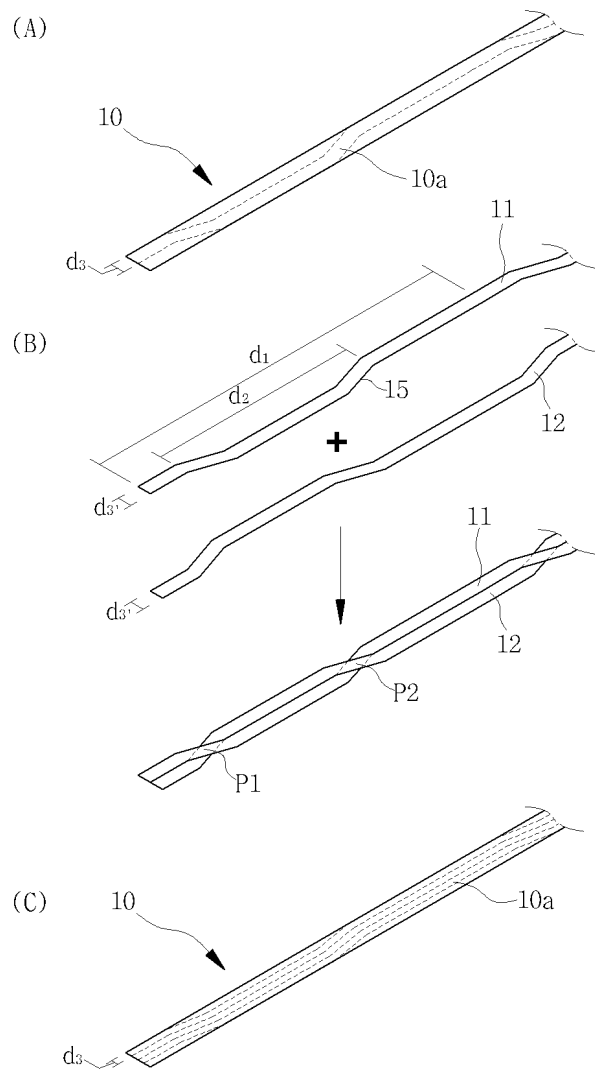
12 : 제2선재 20 : 초전도코일

30 : 슬리터 50 : 와이어

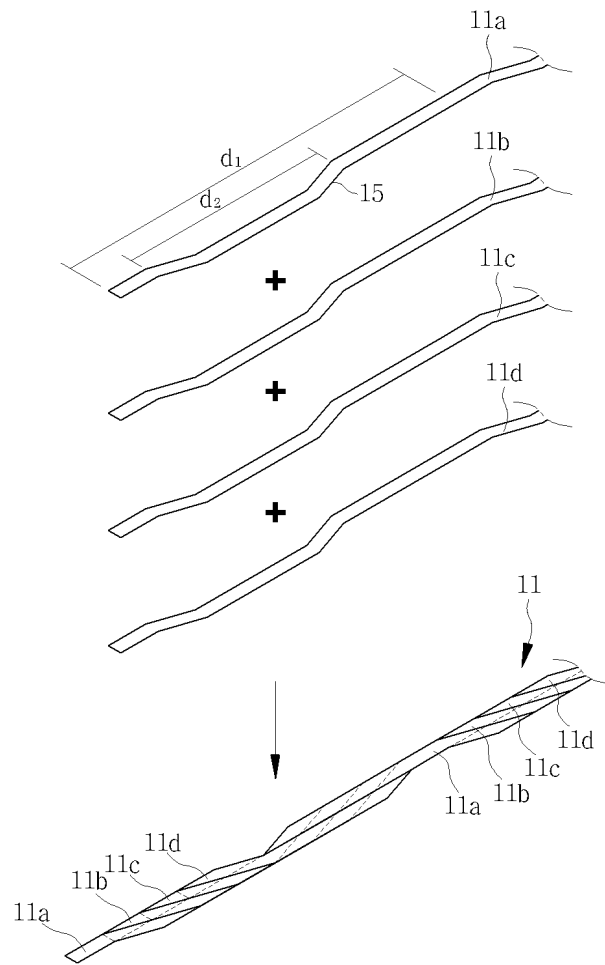
60 : 보빈

도면

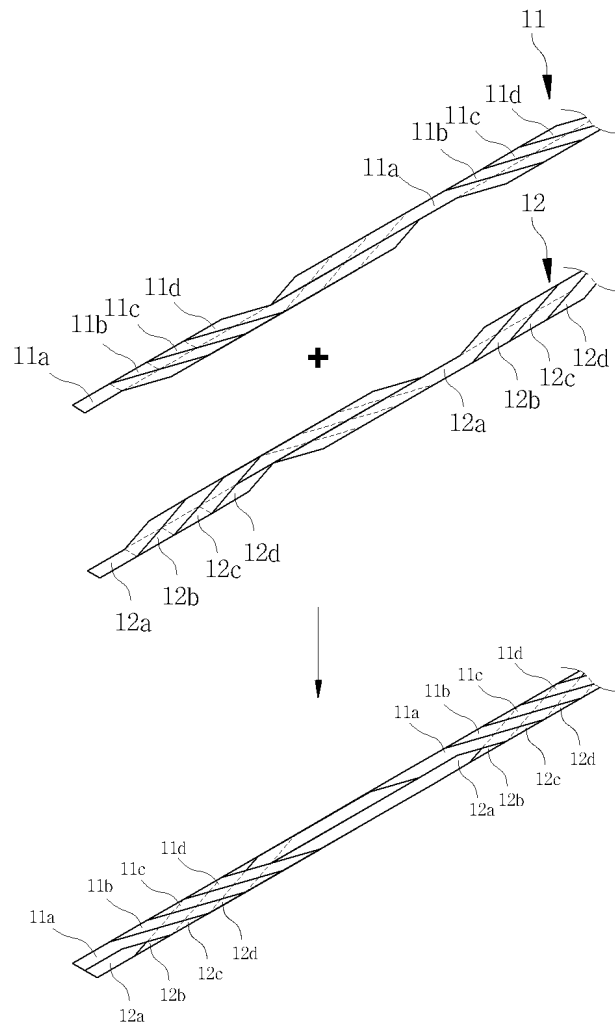
도면1



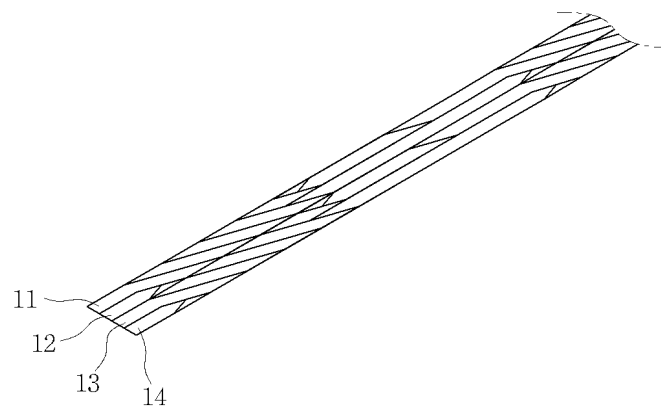
도면2



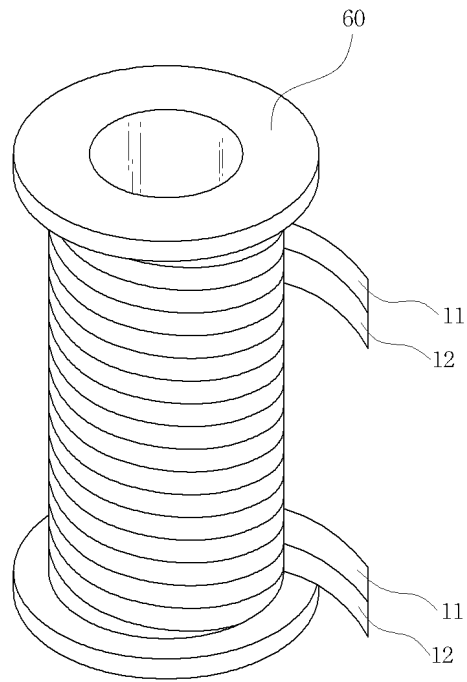
도면3



도면4

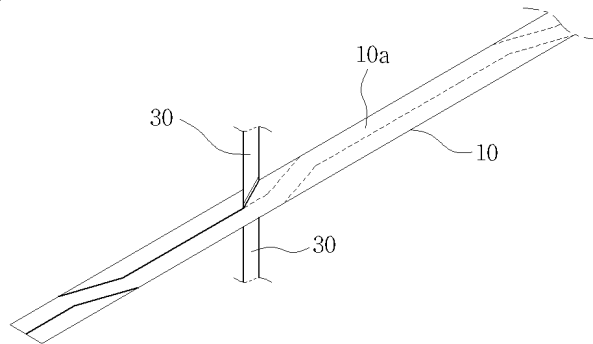


도면5

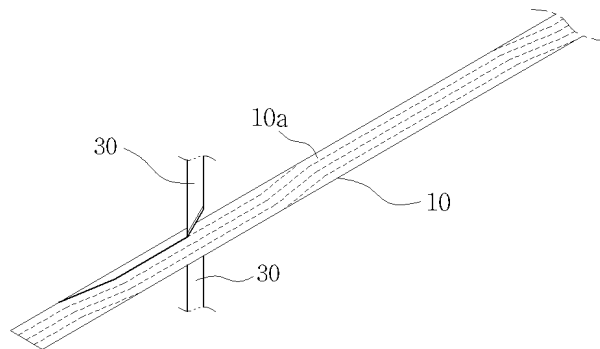


도면6

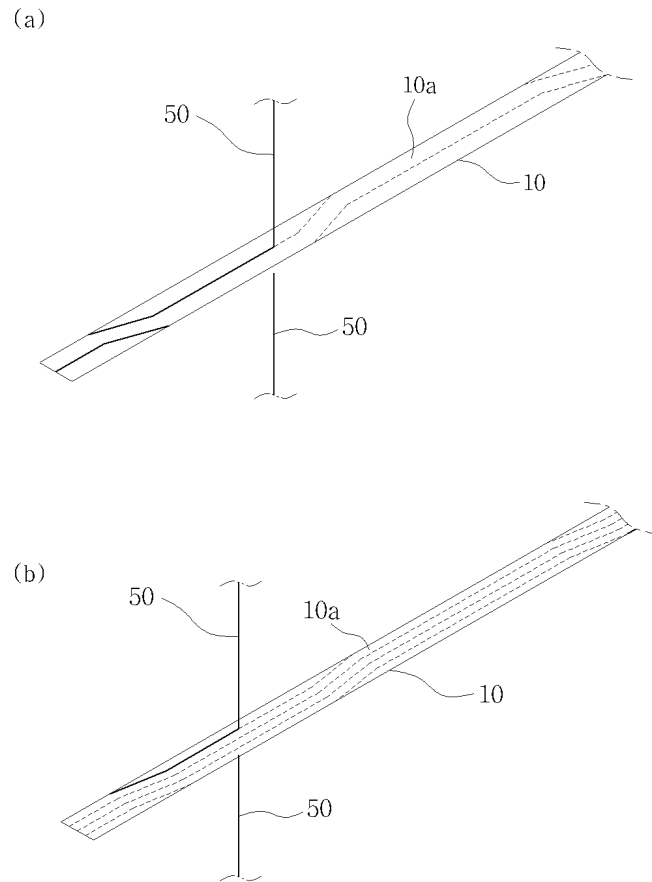
(a)



(b)



도면7



도면8

