(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0103373
(43) 공개일자 2010년09월27일

(51) Int. Cl.
G05F 1/10 (2006.01) *G05F 3/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0020571
(22) 출원일자 2010년03월08일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
09290181.8 2009년03월13일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
넥쌍
프랑스공화국, 75008 빠리, 뤼 뒤 제네랄 푸아 8
(72) 발명자
슈템레, 마크
독일연방공화국, 30161 하노버, 뵈데커슈트라쎄 8
소이카, 라이너
독일연방공화국, 30559 하노버, 아돌프-팔케-벡 13
(74) 대리인
특허법인오리진

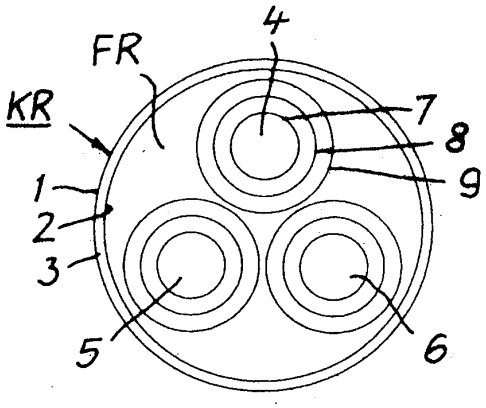
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 전류 제한 장치

(57) 요 약

서로 동심으로 배열되고 그 사이에 진공 절연체(3)가 채워진 두 개의 금속성 튜브들(1, 2)을 포함하는 저온유지장치(KR) 내에 배치되며 초전도성 물질로 구성되는 부품들(4, 5, 6)을 사용하는 전류 제한 장치가 개시되며, 상기 저온유지장치는 냉각제가 통과하는 자유 공간을 둘러싼다. 상기 부품들(4, 5, 6) 각각은 희토류(ReBCO)에 기초한 초전도성 물질로 구성된 세 개의 위상 전도체들(7, 8, 9)을 포함하며, 상기 전도체들은 서로 절연되고 동심으로 배열된다. "n" 개의 부품들(4, 5, 6)이 상기 저온유지장치(KR) 내에 배열되며, 각 부품의 내측 위상 전도체(7)는 제2부품의 중앙 위상 전도체(8)에 연결되고 상기 중앙 위상 전도체(8)는 제3부품의 외측 위상 전도체(9)에 연결되도록, 상기 부품들의 위상 전도체들은 전기적으로 전도되게 주기적으로 상호 연결되며, 이때 n은 3 또는 3의 정수 배이다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

서로 동심으로 배열되고 그 사이에 진공 절연체가 채워진 두 개의 금속성 튜브를 포함하는 저온유지장치 내에 배치되며 초전도성 물질로 구성되는 부품을 사용하는 전류 제한 장치로서, 상기 저온유지장치는 냉각제가 통과하는 자유 공간을 둘러싸는 전류 제한 장치에 있어서,

상기 부품들(4,5,6) 각각은 희토류(ReBCO)에 기초한 초전도성 물질로 구성된 세 개의 위상 전도체들(7,8,9)을 포함하며, 상기 전도체들은 서로 절연되고 서로에 대해 동심으로 배열되고,

"n" 개의 부품들(4,5,6)이 상기 저온유지장치(KR) 내에 배열되며, 각 부품의 내측 위상 전도체(7)는 제2부품의 중앙 위상 전도체(8)에 연결되고 상기 중앙 위상 전도체(8)는 제3부품의 외측 위상 전도체(9)에 연결되도록, 상기 부품들의 위상 전도체들은 전기적으로 전도되게 주기적으로 상호 연결되며, 이때 n은 3 또는 3의 정수 배인 것을 특징으로 하는 전류 제한 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 위상 전도체들(7,8,9)은 상기 초전도성 물질을 지지하는 리본들을 포함하며, 상기 리본들은 서로 절연되고 적어도 두 개의 층들로 지지체 둘레에 감겨지며, 상기 층들은 서로 절연되고 서로 위아래로 배치되며 바람직하게는 짧은 레이 길이로 배치되는 것을 특징으로 하는 전류 제한 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 리본들의 레이 길이 및 레이 방향은 상기 위상 전도체들(7,8,9)이 가능한 작은 인덕턴스를 갖도록 설계되는 것을 특징으로 하는 전류 제한 장치.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 층들 각각의 상기 리본들은 전기적으로 병렬로 연결되는 것을 특징으로 하는 전류 제한 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부품들(4,5,6)은 물리적으로 서로 나란하게 배열되는 것을 특징으로 하는 전류 제한 장치.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부품들(4,5,6)은 물리적으로 축방향에서 서로 앞뒤로 배열되는 것을 특징으로 하는 전류 제한 장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상 전도체들(7,8,9)은 YBCO로 구성되는 것을 특징으로 하는 전류 제한 장치.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부품들(4,5,6)의 상기 위상 전도체들(7,8,9) 사이의 연결 전도체들(14)로서 BSCCO로 구성되는 초전도성 전도체들이 사용되는 것을 특징으로 하는 전류 제한 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 저온유지장치(cryostat) 내에 배열되는 초전도성 물질(superconducting material)로 구성되는 부품들(components)을 사용하는 전류 제한 장치에 관한 것이며, 상기 저온유지장치는 서로 동심으로 배열되고 진공 절연체가 그 사이에 채워지는 두 개의 금속성 튜브를 포함하고, 냉각제(coolant)가 통과하는 자유 공간을 둘러싼다(EP 1 681 731 A1).

배 경 기 술

[0002] 초전도성 물질은, 예를 들어 전력 이송을 위해 사용되는 케이블에서 전도체로서 사용된다. 현대 기술에서, 초전도성 물질은 세라믹 물질을 포함하는 합성 물질을 포함하며, 상기 합성 물질은 충분히 낮은 온도에서 초전도성 상태로 변한다. 특정 전류 레벨(임계 전류 레벨)을 초과하지 않는 조건에서, 냉각이 충분하다면 상기와 같은 방식으로 구성되는 전도체의 전기적 직류 저항(electrical direct-current resistance)은 0(zero)이다. 적합한 세라믹 물질들은, 예를 들어 희토류에 기초한 산화 물질들(ReBCO)이며, 특히 YBCO(yttrium-barium-copper oxide) 또는 BSCCO(bismuth-strontium-calcium-copper oxide)이다. 예를 들어, 그러한 물질을 초전도성 상태로 변화시키는 충분히 낮은 온도는 67K 내지 110K이다. 적합한 냉각제는 예를 들어, 질소, 헬륨, 네온 및 수소, 또는 이들 성분들의 혼합물들이다.

[0003] 서두에 기술된 바와 같은 전류 제한 장치는, 더 큰 또는 더 작은 크기의 전류가 전달되는, 케이블 경로(cable path) 또는 스위치기어 조립체(switchgear assembly)와 같은 어떤 전달 경로(transmission path)에 퓨즈(fuse) 유형으로서 장착될 수 있다. 그 목적은, 전달 경로 상에 쇼트(short) 발생시, 보호되어야 할 전달 경로에 상당한 손상이 발생하는 것을 방지하는 것이다. 쇼트 회로 발생시, 상기 장치의 전기적인 임피던스는, 그것 스스로 피크 쇼트-회로 전류(peak short-circuit current)를 크게 감소시키는 방식으로 상당히 커진다. 이후 전달 경로는, 쇼트 회로를 극복하기 위해, 회로 차단기(circuit breaker)에 의해 차단된다. 일단 쇼트 회로의 원인이 고쳐지면, 상기 전류 제한 장치에 어떠한 변화를 가하지 않고도 상기 전달 경로는 재연결될 수 있다.

[0004] 서두에서 인용된 EP 1 681 731 A1은 전류 제한을 위한 적어도 하나의 초전도성 부품을 갖는 장치를 기술하고 있다. 상기 부품은 초전도성 전도체가 감겨진, 초전도성 물질로 구성된 원통형 지지체를 포함하며, 통상적인 전도체가 그것에 평행하게 연결된다. 그러한 부품들 복수개가 전기적으로 직렬 또는 병렬로 연결되어 배치됨으로써 전류 제한기(current limiter)를 구성한다.

발명의 내용

[0005] 본 발명은 서두에 기술한 장치를 보다 간단하게 제조하는 목적에 기초한다.

[0006] 본 발명에 따라, 상기 목적은 하기 특징들에 의해 달성된다.

[0007] 상기 부품들 각각은 초전도성 물질로 구성된 세 개의 위상 전도체들을 포함하며, 상기 전도체들은 서로 절연되고 서로에 대해 동심으로 배열되는 특징, 그리고

[0008] "n" 개의 부품들이 상기 저온유지장치 내에 배열되며, 각 부품의 내측 위상 전도체는 제2부품의 중앙 위상 전도체에 연결되고 상기 중앙 위상 전도체는 제3부품의 외측 위상 전도체에 연결되도록, 상기 부품들의 위상 전도체들은 전기적으로 전도되게 주기적으로 상호 연결되며, 이때 n은 3 또는 3의 정수 배인 특징.

[0009] ReBCO 물질은 소위 2세대 초전도성 물질이다. ReBCO 물질로 구성되는 전도체들은 보통의 전도 범위에서 BSCCO로 예시되는 1세대 물질로 구성된 전도체들보다 상당히 작은 전기적 저항을 갖는다. 상기 부품들의 위상 전도체들은, 그것들의 임계 전류 레벨이 쇼트-회로(short-circuit) 전류 제한이 일어나게 되는 상한의 전류 크기에 대응하도록, 용이하게 설계된다. 이러한 전류 레벨에 도달하면, 상기 위상 전도체들의 상기 초전도성 물질은 보통의 전도성 상태로 변한다. 이러한 상태에서, 상기 ReBCO 물질은 전기적으로 열악한 전도성을 띠며, 따라서 이는 상기 위상 전도체들의 저항이 크게 증대하는 것에 직결된다. 다시 말해서 상기 부품들의 전기적 임피던스가 증가한다. 따라서 상기 장치를 통해 흐르는 쇼트-회로 전류는 현저하게 빠르게 제한된다. 상기 쇼트-회로 전류에 의해 상기 부품들로 인가되는 에너지는 그것들이 가열되도록 한다. 상기 쇼트-회로 전류가 제한되면, 상기 장치는 상기 전달 경로로부터 용이하게 분리되어, 상기 부품들이 빠르게 냉각될 수 있다. 이는 상기 장치가 쇼트-회로 전류에 의해 손상되지 않게 됨을 보장한다. 짧은 냉각 시간 이후 그리고 상기 전달 경로 상에서 쇼트 회로의 원

인이 고쳐지면, 어떠한 수단이 없더라도 상기 장치는 다시 가동할 준비가 된다.

[0010] 상기 장치의 바람직한 일 실시예로서 초전도성 케이블의 단지 세 개의 부품들이 사용될 때, 상기 위상 전도체들의 연결을 위해 단지 적은 수의 접촉이 요구된다. 이는 접촉에 따른 손실을 감소시키며, BSCCO로 예시되는 1세대 초전도성 전도체들이 각 위상 전도체들의 연결을 위해 사용될 때 특히 그러하다. 상기 장치의 세 개의 다른 부품들 내의 세 개의 다른 위상 전도체들의 주기적 연통(through-connection)은, 상기 장치 전체에 걸쳐 특별히 균일한 임피던스를 가져오기 때문에 특히 유리하다. 세 개의 부품들을 갖는 장치는 또한 그 장치가 매우 컴팩트하게 제조될 수 있도록 하며, 이때 상기 저온유지장치는 비교적 작은 표면적을 가지며 따라서 적은 열손실을 갖게 된다. 통상적인 작동 도중, 상호 보상(mutual compensation)은 각각의 부품 안의 위상 전도체들의 동심 구조 바깥에는 어떠한 전자기장도 발생하지 않음을 의미한다. 따라서, 상기 장치에는 어떠한 에디 전류(eddy current)도 유도되지 않을 수 있으며, 상기 에디 전류는 마찬가지로 손실을 유발할 수 있는 것이다.

도면의 간단한 설명

[0011] 본 발명에 따른 주제의 예시적인 실시예들이 도면들에 도시된다.

도 1은 본 발명에 따른 장치의 개략적인 측면도를 도시한다.

도 2는 도 1에 도시된 장치의 상세 모습을 확대 도시한다.

도 3은 도 1에 도시된 것으로부터 수정된 장치의 일 실시예로서, 마찬가지로 개략적인 형상이다.

도 4는 상기 장치의 부품들 사이의, 전기적 도전성 연결의 레이아웃을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하의 설명에서 본 발명에 따른 장치(arrangement)는, 각각 세 개의 초전도성 위상 전도체(superconducting phase conductor)들을 갖는 세 개의(n=3) 부품들에 관하여 설명될 것이다. 적절한 설계에 의해, 상기 세 개의 부품들을 각각 갖는 두 개 이상의 유닛들이 하나의 저온유지장치 내에 수용될 수도 있다.

[0013] 도 1은 서로에 대해 동심으로 배열되는 두 개의 금속성 튜브들(1, 2)을 포함하는 저온유지장치(KR)를 도시한다. 상기 튜브들(1, 2) 사이에는 진공 절연체(3: vacuum insulation)가 배치되며, 상기 튜브들은 그것들의 길이 방향을 가로질러 주름지게 형성될 수도 있다. 상기 저온유지장치(KR)는 냉각제(coolant)가 통과하는 자유 공간(FR)을 둘러싸며, 그 자유 공간(FR) 내에는 세 개의 부품들(4, 5, 6)이 배열되고, 이들 부품들 각각은 세 개의 위상 전도체들(7, 8, 9: phase conductor)을 가지며, 이들 위상 전도체들은 상호 절연되고 서로에 대해 동심으로 배열된다.

[0014] 상기 초전도성 위상 전도체들(7, 8, 9)은 유리하게는 ReBCO, 정확히 말하면 바람직하게는 YBCO로 구성되는 리본(ribbon)들을 포함한다. 내측의 위상 전도체(7)는 지지체(10: support)를 둘러싸는 형상이며, 상기 지지체는, 도시된 예시적인 실시예에서, 유리-섬유-강화 플라스틱(glass-fibre-reinforced plastic)으로 유리하게 구성된 튜브 형상이다. 지지체(10)로서 스트랜드(strand)가 사용될 수도 있다. 상기 위상 전도체(7)는 일정 거리를 두고 상기 중앙의 위상 전도체(8)에 의해 동심으로 둘러싸이며, 상기 중앙의 위상 전도체도 마찬가지로 일정 거리를 두고 상기 외측의 위상 전도체(9)에 의해 동심으로 둘러싸인다. 상기 위상 전도체들 사이의 동심의 간극(concentric gap)들은, 상기 위상 전도체(7, 8) 사이에서는 절연층 11이며, 상기 위상 전도체들(8, 9) 사이에서는 절연층 12이다.

[0015] 상기 절연층들(11, 12)은 유리하게는, 상기 저온유지장치를 통과하는 상기 냉각제가 통과할 수 있는 자유 간극들이며, 같은 방식으로, 상기 지지체(10)가 튜브 형상일 때, 상기 장치의 작동 도중 상기 냉각제는 상기 지지체(10)를 통과한다. 이로 인해 쇼트 회로(short circuit)가 일단 고쳐지면 상기 장치는 더욱 빠르게 냉각될 수 있다. 상기 위상 전도체들이 적절하게 고정되어 있다면, 상기 위상 전도체들 사이의 자유 간극들은 추가적인 도움 없이도 스스로 고정될 수 있다. 하지만, 상기 위상 전도체들 사이에, 상기 위상 전도체들의 경로 상의 적은 수의 지점에, 절연 물질로 구성되나 소량의 물질을 사용하는 스페이서(spacer)들을 끼워넣는 것도 가능하며, 상기 스페이서들은 상기 위상 전도체들 사이를 통과하는 냉각제에 대한 장애를 거의 형성하지 않는다. 절연층들(11, 12)로서 절연 물질로 구성된 튜브들을 사용하는 것도 가능하며, 예로써 유리-섬유-강화 플라스틱으로 구성된 튜브들이 가능하다.

[0016] 도 1에 도시된 실시예에서, 상기 세 개의 부품들(4, 5, 6)은, 그것들이 서로 접촉하지는 않지만 상기 장치의 작동 도중 냉각제가 그것들 주위를 흐르도록, 상기 저온유지장치(KR) 내에 배치될 수 있다. 하지만, 도 2에 도시

된 바와 같이, 상기 부품들(4, 5, 6)의 외측 위상 전도체(9) 위에 절연층(13)이 끼워질 수도 있다.

[0017] 상기 위상 전도체들(7, 8, 9)은 유리하게는 YBCO 물질이 적용된 리본(ribbon)들을 포함하며, 이들 리본들은 적어도 두 개의 층으로 그들 각각의 기판 둘레에 감겨진다. 상기 리본들을 포함하는 상기 층들은 서로 절연된다. 복수의 리본들은 각각의 층 내에서 서로 나란히 배열되고, 마찬가지로 서로 절연되며, 전기적으로 병렬로 연결된다. 가능한 긴 길이의 YBCO 물질을 달성하기 위해, 상기 리본들은 유리하게는 짧은 레이(lay)를 가지고 감겨진다. 개별 층들의 권취 방향은 바람직하게는 반대일 수 있다. 상기 리본들 대신, YBCO 물질이 적용되는 와이어(wire)들을 사용하는 것도 가능하다. 상기 리본들의 레이 길이(lay length) 및 레이 방향(lay direction)은 상기 위상 전도체들(7, 8, 9)이 가능한 작은 인덕턴스(inductance)를 갖도록 선택된다.

[0018] 도 1에서 볼 수 있는 바와 같이, 상기 부품들(4, 5, 6)은 저온유지장치(KR) 내에서 서로 나란히 배열된다. 이는 상기 장치가 축 방향으로 짧으며 컴팩트 해지는 것을 가능케 한다. 하지만, 도 3에서 볼 수 있는 바와 같이, 상기 부품들(4, 5, 6)은 저온유지장치(KR) 내에서 서로 앞뒤로 끼워질 수도 있으며, 따라서 저온유지장치(KR)의 직경을 감소시킬 수 있다. 두 실시예에서, 저온유지장치는 비교적 작은 외부 표면적을 가지며, 이에 따라 적은 열손실을 갖는다.

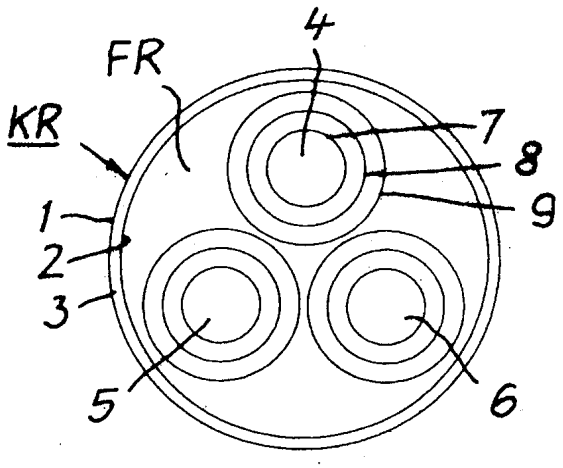
[0019] 상기 세 개의 부품들(4, 5, 6)의 위상 전도체들(7, 8, 9)은 서로 전기적으로 도전성으로 연결된다. 이러한 목적으로 BSCCO로 구성된 연결 전도체들(14)이 유리하게 사용된다. 도 4에서 볼 수 있는 바와 같이, 그 연결은 공간이 뒤바뀌도록 주기적으로 이루어지며, 그리하여 구조체 내의 각각의 위상 전도체들은 세 개의 가능한 위치들 각각을 차지한다.

[0020] 이런 점에서, 예를 들어, 상기 부품(4)의 외측 위상 전도체(9)는 상기 부품(5)의 내측 위상 전도체(7)와 연결되고, 더 나아가, 상기 부품(6)의 중앙 위상 전도체(8)에 연결된다. 상기 부품(4)의 중앙 위상 전도체(8)는 상기 부품(5)의 외측 위상 전도체(9)에 연결되고, 더 나아가, 상기 부품(6)의 내측 위상 전도체(7)에 연결된다. 상기 부품(4)의 내측 위상 전도체(7)는 마찬가지로 상기 부품(5)의 중앙 위상 전도체(8)에 연결되고, 더 나아가, 상기 부품(6)의 외측 위상 전도체(9)에 연결된다. 대응되는 연결 전도체들(14)은 도 4에서 교차하는 선들로서 도시된다.

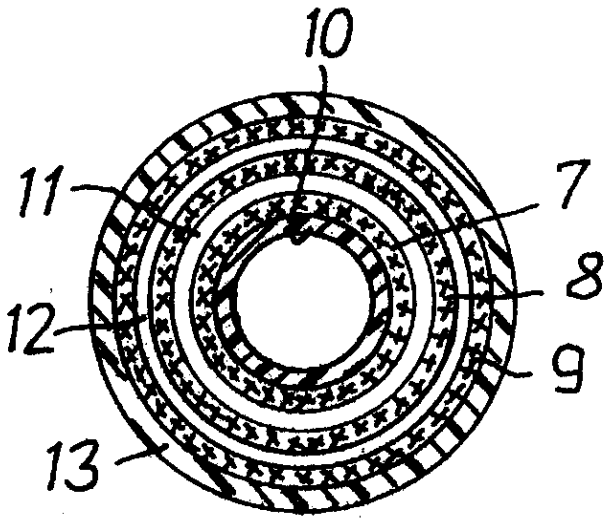
[0021] 이러한 방식으로 제조된 장치는 용도상 전기 회로의 전달 경로(transmission path)에 연결된다. 이후 상기 부품들(4, 5, 6)은 그 전달 경로의 부분이 된다. 전력 공급 시스템에서 쇼트 회로가 발생하면, 증가된 전류 레벨을 갖는 전류가 그 전달 경로를 통해 흐른다. 이러한 전류 레벨이 상기 부품들(4, 5, 6)의 위상 전도체들(7, 8, 9)에서의 임계 전류 레벨(critical current level)보다 더 높으면, 그것들의 전기적 저항이 갑자기 상당히 커지고, 그 결과 장치의 전기적 임피던스가 갑자기 커진다. 이는 적절한 모니터링 회로에 등록되어 상기 전달 경로가 분리(disconnection)되도록 한다. 이는 상기 부품들(4, 5, 6)이 즉시 냉각되도록 한다. 상기 쇼트 회로의 원인이 고쳐지는 즉시, 상기 전달 경로는 재연결될 수 있다.

도면

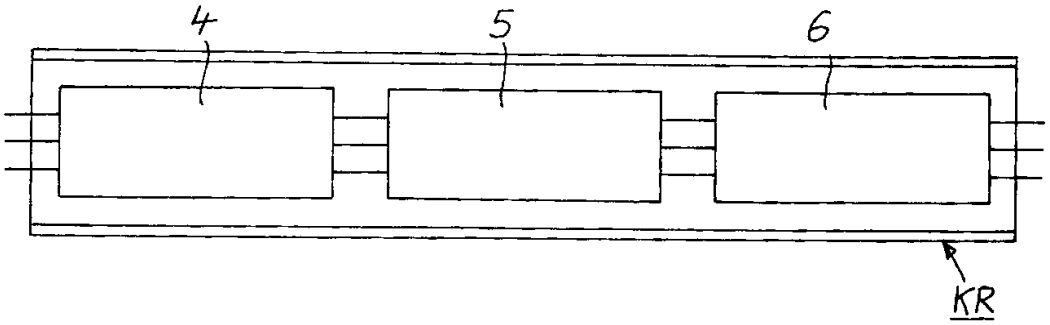
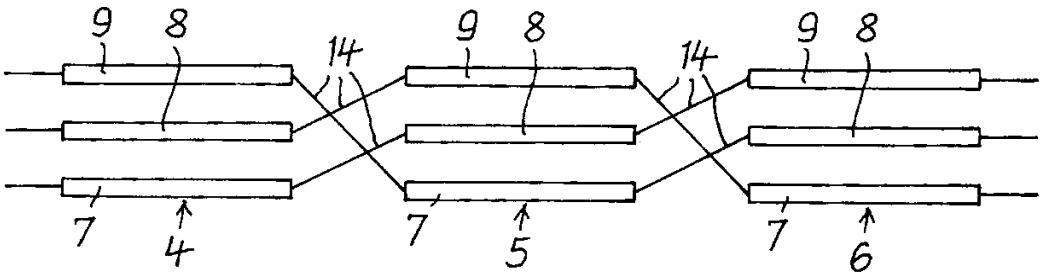
도면1



도면2



도면3



도면4