



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년07월21일
(11) 등록번호 10-2136257
(24) 등록일자 2020년07월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D03D 15/08 (2006.01) D03D 1/00 (2006.01)
D03D 13/00 (2006.01) D03D 15/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
D03D 15/08 (2013.01)
D03D 1/0088 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0127297
(22) 출원일자 2019년10월14일
심사청구일자 2019년10월14일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110010527 A*
JP2018087392 A
KR1020180103823 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
광림섬유(주)
대구광역시 달서구 성서공단로 192 (월암동)
(72) 발명자
정상욱
대구광역시 달서구 장산남로 33 롯데캐슬아파트
106동 2305호
김홍제
대구광역시 수성구 청수로 257 캐슬골드파크3단지
1307동 1001호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
서상호

전체 청구항 수 : 총 6 항

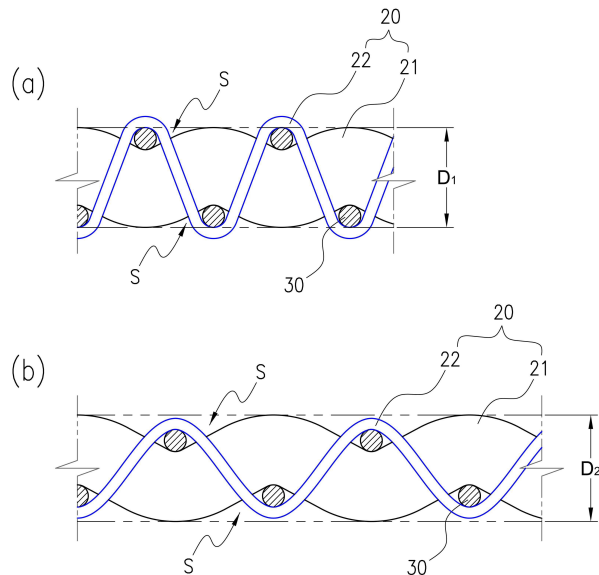
심사관 : 김중규

(54) 발명의 명칭 전기신호의 왜곡 없이 전달 가능한 신축성 전기전도 직물밴드

(57) 요약

본 발명은 웨어러블 스마트 디바이스를 상호 연결하여 전기신호를 전송하는 신축성 전기전도 직물밴드에 관한 것으로, 일방향으로 신장되더라도 신장에 따른 저항변화가 거의 없어 전기신호를 왜곡 없이 정확하게 전달할 수 있는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

D03D 13/00 (2013.01)

D03D 15/0094 (2013.01)

D10B 2401/16 (2013.01)

(72) 발명자

전상후

대구광역시 달성군 다사읍 대실역북로 38 대실역청
아람1단 지아파트 102동 407호

황진년

대구광역시 북구 팔달로37길 120-18

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10062694

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 산업기술평가관리원

연구사업명 산업기술혁신사업(산업핵심기술개발사업)

연구과제명 인체신호 감지용 나노소재 복합섬유기반 편/직물 섬유센서 제조 및 이를 적용한 언더셔츠
개발

기여율 1/1

주관기관 동명기술(주)

연구기간 2016.07.01 ~ 2020.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

제1방향 섬유와 제2방향 섬유가 직교하는 전기전도 직물밴드에 있어서,

상기 제1방향 섬유는 신장되는 신축사와 전기 전도성을 가지는 전도사로 이루어져 상기 제2방향 섬유에 상하로 각각 직교하며, 상기 전도사 보다 섬도가 굵은 신축사가 상기 제2방향 섬유와 직교하여 제1방향을 따라 배열되는 사이에 형성되는 여유공간 내에 상기 전도사가 배열되되, 신축사의 신장 전, 후의 전도사가 형성하는 높이차만큼 신축사 사이에 형성되는 여유공간 내에서 상기 전도사가 제1방향으로 신장되는 것을 특징으로 하는 신축성 전기전도 직물밴드.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 여유공간은,

상기 제2방향 섬유의 상부 및 하부에 돌출되는 상기 신축사에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 신축성 전기전도 직물밴드.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

단일 또는 복수의 상기 전도사가 하나 이상의 상기 신축사와 제1방향을 따라 교번하여 배열되는 것을 특징으로 하는 신축성 전기전도 직물밴드.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전도사와 신축사의 섬도 비는 1:4~8인 것을 특징으로 하는 신축성 전기전도 직물밴드.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전기전도 직물밴드는 제1방향으로 신장에 따른 저항변화율이 3% 이하인 것을 특징으로 하는 신축성 전기전도 직물밴드.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 전기전도 직물밴드를 제1방향으로 80% 이하로 신장한 경우에 저항변화율이 3% 이하인 것을 특징으로 하는 신축성 전기전도 직물밴드.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 웨어러블 스마트 디바이스를 상호 연결하여 전기신호를 전송하는 전기전도 직물밴드에 관한 것으로, 보다 상세하게는 일방향으로 신장되더라도 신장에 따른 저항변화가 거의 없어 전기신호를 왜곡 없이 정확하게 전달할 수 있는 신축성 전기전도 직물밴드에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 정보통신 기술의 발달함에 따라 사용자에게 착용되는 웨어러블 스마트 디바이스(Wearable Smart Device)에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

[0003] 웨어러블 스마트 디바이스는 신체 또는 사물 등에 부착하여 외부 컴퓨터등과 연동되어 정보수집이나 분석을 할 수 있는 전자기기로, 의류나 시계, 팔찌, 안경과 같은 포터블(portable) 디바이스, 피부에 부착되어 심박이나 체온을 측정하는 패치형태인 어태처블(attachable) 디바이스, 신체에 이식할 수 있는 이식형(implantable) 디바이스가 개발되고 있다.

[0004] 웨어러블 스마트 디바이스는 정보수집이나 분석을 위하여 상호 기기 간 또는 외부 컴퓨터 등에 전기신호를 통신하도록 전도선으로 연결된다. 종래에는 케이블 형태의 도전선을 사용하였는데, 케이블형 도전선은 착용감이 불량하고 세탁시 제거해야 하는 등 사용이 매우 불편하였다. 이러한 문제점을 해결하도록, 편안하게 착용할 수 있고 세탁이 가능하면서도 전기 전도성을 동시에 가지는 전도사와 섬유를 적용하는 기술 개발이 이루어지고 있다.

[0005] 이와 같은 예로 대한민국 공개특허 제10-2010-0012593호에는 전도사를 비전도성 원단에 자수형태로 형성된 원단이 개시되어 있다. 하지만, 이와 같은 자수 방식은 제품마다 별도의 설계와 패턴을 제작함에 따라 생산성이 저하되는 문제가 있다.

[0006] 그리고, 대한민국 공개특허 제10-2018-0069287호에는 전도사가 위사 또는 경사로 제직되는 전도성 원단이 개시되어 있는데, 전술한 자수방식과 비교하여 생산성이 우수하고, 전도사에 크림프가 형성되어 있어 사용자의 움직임에 따라 자유롭게 신장될 수 있다는 장점이 있다.

[0007] 하지만, 이와 같은 전도성 원단이 웨어러블 스마트 디바이스에 사용되면 착용자의 신체 움직임에 자유롭게 신축될 수 있어 착용자의 편의성을 제공하지만, 신축시 전도사의 단면적이나 길이가 가변하여 저항변화가 발생하게 된다.

[0008] 따라서, 착용자의 신체 움직임에 따라 저항변화가 발생함에 따라 전달되는 전기신호에 노이즈가 발생하여 생체 신호와 같이 미세한 전기적 신호를 정확하게 전달하기에는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2010-0012593호(발명의 명칭: 전기전도성 금속복합자수사 및 이를 이용한 자수회로)

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제10-2018-0069287호(발명의 명칭: 신축성 도전성 원단)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 이와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 창안된 것으로, 본 발명의 목적은 웨어러블 스마트 디바이스에 연결되어 일 방향으로 신장되더라도 신장에 따른 저항변화가 최소화되어 전기신호를 왜곡 없이 연결된 전자기기로 전송할 수 있는 신축성 전기전도 직물밴드를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 신축사와 전도사를 제1방향 섬유로 배열한 후, 이를 각각 제2방향 섬유와 직교함으로써 신축사의 신장되는 방향으로 전기신호를 전달할 수 있는데, 여기서 전도사 보

다 섬도가 굵은 신축사를 제2방향 섬유와 직교하여 형성하는 여유공간 내에 전도사가 배열됨으로써 신축사의 신장에 따라 전도사가 하중이나 외력을 받지 않고 경로길이의 변화 없이 신장될 수 있어 신축에 따른 저항변화를 최소화할 수 있는 신축성 전기전도 직물밴드를 제공한다.

- [0012] 또한, 본 발명의 여유공간은 제1방향을 따라 배열되는 신축사 사이에 형성된다.
- [0013] 또한, 본 발명의 여유공간은 제2방향 섬유의 상부 및 하부에 돌출되는 신축사에 의해 형성된다.
- [0014] 또한, 본 발명의 전도사는 신축사의 신장 전, 후의 전도사가 형성하는 높이차만큼 여유공간 내에서 제1방향으로 신장된다.
- [0015] 또한, 본 발명의 단일 또는 복수의 상기 전도사가 하나 이상의 상기 신축사와 제1방향을 따라 교번하여 배열된다.
- [0016] 또한, 본 발명의 전도사와 신축사의 섬도 비는 1:4~8이다.
- [0017] 또한, 본 발명의 전기전도 직물밴드는 제1방향 신장에 따른 저항변화율이 3% 이하이다.
- [0018] 또한, 본 발명의 전기전도 직물밴드는 제1방향으로 80% 이하로 신장한 경우에 저항변화율이 3% 이하이다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따른 신축성 전기전도 직물밴드는 제1방향 섬유인 신축사와 전도사가 각각 제2방향 섬유에 직교됨에 따라 신장되는 방향으로 전기신호를 전달할 수 있으며, 신축사의 신장 시 섬도가 굵은 신축사가 형성하는 여유공간 내에서 전도사가 신장에 따른 하중이나 외력을 받지 않고 경로길이의 변화 없이 신장됨에 따라 저항변화를 최소화할 수 있어, 웨어러블 스마트 디바이스에 사용 시 생체신호와 같이 미세한 전기신호를 노이즈 없이 정확하게 연결된 전자기기로 전송할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명에 따른 전기전도 직물밴드의 평면도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 전기전도 직물밴드의 신장 전, 후의 제1방향 단면도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 전기전도 직물밴드의 신장 전, 후의 전도사 형태변화를 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 전기전도 직물밴드의 사진이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 실시예와 비교예의 신장에 따른 저항변화율을 측정하는 실험을 도시한 사진이다.
- 도 6은 도 5의 실험에 따라 측정된 실시예와 비교예의 신장에 따른 저항변화율 비교 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.
- [0022] 본 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되어지는 것으로서, 도면에서의 요소의 형상, 요소의 크기, 요소간의 간격 등은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해서 과장되거나 축소되어 표현될 수 있다.
- [0023] 또한, 실시예를 설명하는데 있어서 원칙적으로 관련된 공지의 기능이나 공지의 구성과 같이 이미 당해 기술분야의 통상의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 기술적 특징을 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [0024] 본 발명에서의 용어 '섬유'란, 길고 가늘며 연하게 굽힐 수 있는 천연 또는 인조의 선상 고분자 물체를 의미하고, 용어 '신장율'은 잡아당겨 늘어난 길이와 원래 길이와의 비를 의미한다(단위 : %).
- [0025] 또한, 본 발명에서 용어 '제1방향 섬유'는 길이가 신장되는 방향으로 배열되는 섬유로 경사 또는 위사를 의미하고, '제2방향 섬유'는 '제1방향 섬유'와 직교하는 섬유로 위사 또는 경사를 의미한다.
- [0026] 본 발명에 따른 전기전도 직물밴드는 스마트 의류에 내장되는 센서와 같은 전자소자, 디스플레이 또는 단말기와 같은 전자장치, 센서나 전자장치를 구동하는 전원부를 전기적으로 연결하도록 사용되는 도전 선로이다.
- [0027] 도 1은 본 발명에 따른 전기전도 직물밴드(10)의 평면도이다. 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 전기전도 직물

밴드(10)는 소정 길이를 가지는 띠 형태로 형성되어, 편안한 착용감과 유연성을 가지도록 제1방향 섬유(20)와 제1방향 섬유(20)와 직교하는 제2방향 섬유(30)로 이루어진다.

- [0028] 제1방향 섬유(20)는 신축성을 가지는 신축사(21)와 전기 전도성을 가지는 전도사(22)로 이루어져 각각 제2방향 섬유(30)와 직교된다. 여기서, 신축사(21)와 전도사(22)는 동일한 제1방향으로 배열됨에 따라, 전기신호가 전송되는 제1방향으로 사용자의 움직임에 따라 신축사(21)에 의해 자유롭게 신장된다.
- [0029] 그리고, 신축사(21)는 제1방향으로 전기전도 직물밴드(10)를 신장시키는 것과 함께, 전도사(22)가 배열되는 제1방향으로 여유공간(S)을 형성하는데, 이를 위해 신축사(21)는 도 1에 도시된 바와 같이 전도사(22)에 비하여 굵은 섬도로 형성되는데, 이에 대해서는 후술한다. 신축사(21)로는 폴리우레탄(polyurethane), SBS(styrene-butadiene-styrene), SBR(styrene butadiene rubber), PDMS(polydimethylsiloxane) 또는 실리콘 재질의 단일섬유 또는 복합섬유가 사용될 수 있다.
- [0030] 전도사(22)는 전기 전도성을 가지는 섬유로 제1방향으로 따라 신축사(21)와 교번하여 배열된다. 도 1에는 전도사(22)와 신축사(21)가 1:1로 교번되게 배열되는 예가 도시되어 있으나, 전도사(22)는 전송하는 전기신호의 크기나 연결되는 전자기기의 환경에 따라 제1방향을 따라 다양한 밀도로 배열될 수 있는 바, 단일 또는 복수의 전도사(22)가 하나 이상의 신축사(21)와 제1방향으로 교번하여 배열될 수 있다.
- [0031] 이와 같이 신축사(21)와 교번하여 배열되는 전도사(22)는 인접하는 신축사(21)에 의하여 자유롭게 신축될 수 있을 뿐만 아니라, 도 1에 도시된 바와 같이 신축사(21)가 형성하는 여유공간(S) 내부로 전도사(22)가 용이하게 배열될 수 있다. 전도사(22)로는 섬유 표면에 금속 나노입자나 도전성 폴리머가 코팅된 섬유가 사용될 수 있다. 코팅되는 섬유는 제한 없이 적용할 수 있으며, 금속 나노입자는 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 니켈(Ni) 등이 사용될 수 있으며, 도전성 폴리머는 카본블랙, 카본나노튜브(CNT), 은 나노와이어, 폴리우레탄 등이 사용될 수 있다.
- [0032] 제1방향 섬유(20)인 신축사(21)와 전도사(22)와 각각 교직되는 제1방향 섬유(20)는 폴리에스테르사, 나일론사와 같은 통상의 합성섬유가 사용될 수 있다. 한편, 도 1에 도시된 전기전도 직물밴드(10)는 제1방향 섬유(20)와 제1방향 섬유(20)가 평직으로 교직된 예가 도시되었지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 능직, 주자직 또는 이들의 변화조직으로 제직될 수도 있다.
- [0033] 도 2는 본 발명에 따른 전기전도 직물밴드(10)의 신장 전,후의 제1방향 단면도로, 도 2(a) 및 2(b)는 각각 신장 전,후의 단면도이다. 도 2(a)를 참조하면, 섬도가 굵은 신축사(21)가 제1방향 섬유(20)와 교직되어 제1방향 섬유(20)의 상부 및 하부에 돌출되어 배열됨에 따라, 도 1과 도시된 바와 같이 제1방향으로 배열된 신축사(21) 사이에 여유공간(S)이 형성되며, 여유공간(S) 내에 신축사(21) 보다 섬도가 가는 전도사(22)가 배열된다.
- [0034] 즉, 제1방향 섬유(20)의 상부 및 하부에 직교되는 신축사(21)가 그 굵기만큼 돌출되고, 신축사(21)보다 섬도가 가는 전도사(22)가 신축사(21)와 평행하게 제1방향 섬유(20)와 직교됨에 따라, 신축사(21)와 전도사(22) 섬도 차이만큼 도 2(a)에서와 같이 전도사(22)와 제1방향 섬유(20)의 교차점에 여유공간(S)이 형성된다.
- [0035] 여기서, 신축사(21)에 의한 여유공간(S)이 형성되기 위하여 전도사(22)와 신축사(21)의 섬도 비는 1:4~8인 것이 바람직한데, 신축사(21)의 섬도가 1:4 미만이면 여유공간(S)이 작아 신축사(21)의 신장율이 높아지면 저항변화가 발생하고, 신축사(21)의 섬도가 1:8을 초과하면 여유공간(S)이 너무 크게 형성되어 전도사(22)와 제1방향 섬유(20)가 제직되기 어렵다. 또한, 전도사(22)와 제1방향 섬유(20)의 섬도 비는 1:1~4인 것이 바람직한데, 제2방향 섬유(30)의 섬도가 1:1 미만이면 제1방향 섬유(20)와 제직되기 어렵고, 제2방향 섬유(30)의 섬도가 1:4를 초과하면 신축시 전도사(22)를 가압하여 저항변화가 발생한다.
- [0036] 전기전도 직물밴드(10)를 신장한 상태가 도 2(b)에 도시되어 있는데, 이를 참조하면 신축사(21)가 제1방향으로 신장되면 신축사(21)의 굵기가 감소하고($D_1 \rightarrow D_2$), 신축사(21)의 굵기 감소폭($D_1 - D_2$) 만큼 전도사(21)의 수직높이가 낮아지면서 제1방향으로 신장된다.
- [0037] 이와 같이 신장되는 전기전도 직물밴드(10)의 신장 전,후의 전도사(22) 형태 변화가 도 3(a) 및 3(b)는 각각 도시되어 있다. 이를 참조하면, 신축사(21)의 신장 시 전도사(22)의 높이차($H_1 \rightarrow H_2$) 만큼 여유공간(S) 내에서 제1방향을 따라 거리가 신장되어(신장길이: $H_1 H_2$), 신장 전, 후의 전도사(22)의 경로길이(C)는 동일하며, 또한 신축사(22)의 신장시 여유공간(S) 내에 배치되는 전도사(22)는 신축사(21)의 신장에 따른 하중이나 외력을 받지 않아 단면적 변화도 없어 신장 전, 후의 저항변화가 거의 발생하지 않게 된다.

[0038] 이상과 같이 이루어지는 본 발명의 실시예와 비교예를 이하 설명한다.

[0039] <실시예 1>

[0040] 심사인 폴리우레탄사인 외면에 나일론사로 커버링하여 섬도가 420데니어인 신축사와, 나일론사의 표면에 은(Ag) 나노분말이 코팅하여 섬도가 70데니어인 전도사를 경사로 준비하였다. 그리고, 위사로 섬도가 150 데니어인 폴리에스테르사를 준비하여 신축사와 전도사를 한 가닥씩 경사방향으로 교번하여 위사와 교직하여 양측 변부를 형성하고 중앙에는 신축사와 위사만으로 제직하여 도 4와 같이 길이가 20cm 폭이 5cm인 전기전도 직물밴드를 제조하였다.

[0041] <실시예 2>

[0042] 신축사의 섬도를 350데니어를 사용한 것 이외에는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0043] <비교예 1>

[0044] 신축사의 섬도를 200데니어를 사용한 것 이외에는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0045] <비교예 2>

[0046] 신축사의 섬도를 전도사와 동일하게 70데니어를 사용한 것 이외에는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0047] <비교예 3>

[0048] 위사를 섬도를 350데니어를 사용한 것 이외에는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0049] 이와 같이 제조된 실시예 1,2와 비교예 1 내지 3의 신장에 따른 저항 변화율을 아래와 같이 측정하였다.

[0050] <실험 1: 신장에 따른 저항변화율 측정>

[0051] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 실시예 1,2와 비교예 1~3의 양측을 클램프(40)로 고정된 후, 경사방향을 따라 10%, 25%, 50%, 75%, 80%로 각각 신장시켜, 신장 전, 후의 저항변화율을 측정하였으며, 측정된 결과는 아래 표 1와 도 6과 같다.

[0052] ※ 신장에 따른 저항변화율(%) = (경사 방향으로 신장한 후의 저항값 - 신장 이전의 저항값) / (신장 이전의 저항값) × 100.

표 1

구분/신장율	10%	25%	50%	75%	80%
실시예 1	0.1%	0.4%	1.1%	1.8%	2.3%
실시예 2	0.2%	0.8%	1.8%	2.4%	3.0%
비교예 1	1.8%	4.5%	11%	24%	32%
비교예 2	5%	22%	45%	66%	73%
비교예 3	1.5%	3.9%	10%	22%	29%

[0054] 표 1 및 도 6에 나타난 바와 같이, 실시예 1,2는 신장율이 10%에서 80%까지 신장될때까지 저항변화율이 0.1%~3.0%로 매우 낮은 반면에, 실시예와 신축사 섬도가 상이한 비교예 1,2는 실시예의 저항변화율과 비교하여 10배 이상 급격하게 변화하였는데, 특히 신축사와 전도사와 섬도가 동일한 비교예 2는 저항변화율이 최대 73%까지 변화하였다. 또한, 실시예 1,2와 위사의 섬도가 차이가 있는 비교예 3의 경우 비교예 1,2에 비하여 저항변화율은 다소 낮았으나, 실시예 1,2와는 큰 차이를 확인할 수 있었다.

[0055] 이와 같은 실험으로 전도사(22)와 동일 방향으로 배열되는 신축사 및 위사와의 섬도 차이가 저항 변화율에 영향을 크게 미치는 것을 알 수 있었다. 이는 신장시 섬도가 굵은 신축사(21)가 형성하는 여유공간(S)의 내에 배치되는 전도사(22)가 신축사(21)의 신장에 따른 하중이나 외력을 받지 않고 경사방향으로 신장되어 신장 전, 후의 전도사(22)의 단면적 및 경로길이(C)는 거의 동일하여 저항변화가 거의 없는 것으로 판단된다.

[0056] 이와 같이 본 발명에 따른 전기전도 직물밴드(10)는 신축사(21)와 전도사(22) 동일한 방향으로 배열됨에 따라 신장되는 방향으로 전기신호를 전달할 수 있으며, 신장 시 저항변화를 최소화할 수 있어, 미세한 전기신호를 노이즈 없이 정확하게 연결된 전자기기로 전송할 수 있다.

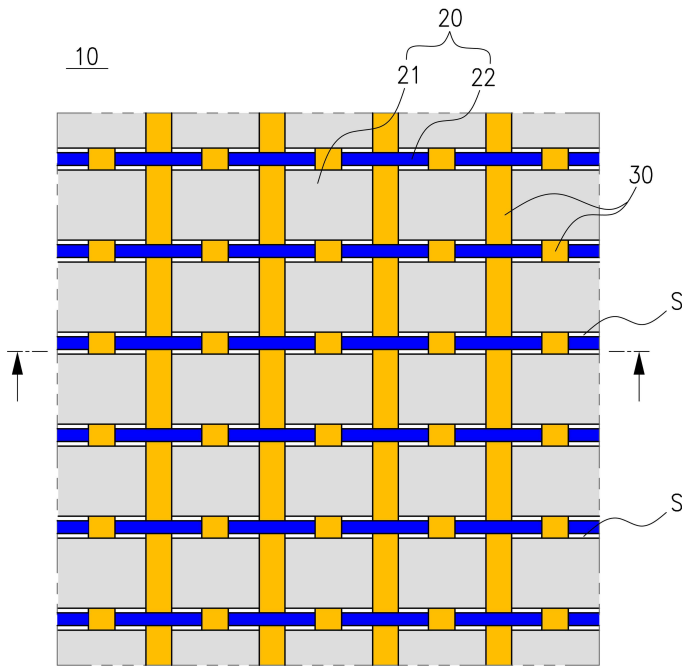
[0057] 이상 설명한 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하다. 따라서 그러한 변형예 또는 수정예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 해야 할 것이다.

부호의 설명

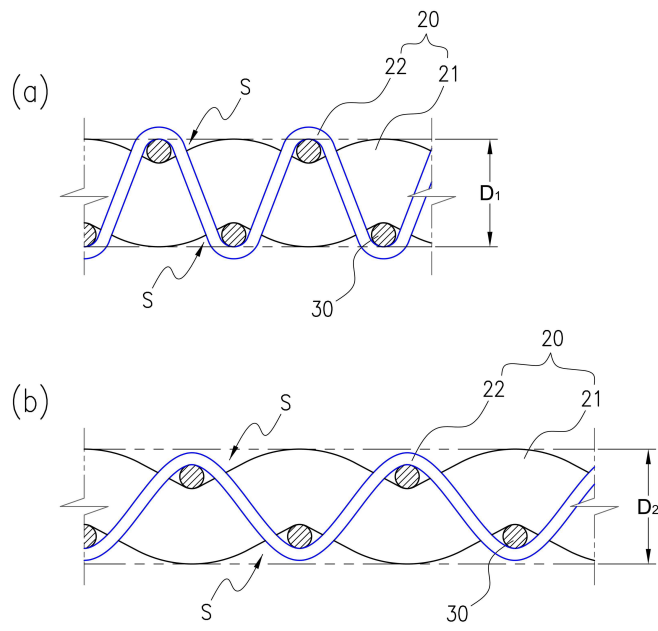
- [0058]
- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 10: 전기전도 직물밴드 | 20: 제1방향 섬유 |
| 21: 신축사 | 22: 전도사 |
| 30: 제2방향 섬유 | 40: 클램프 |
| S: 여유공간 | D ₁ : 신장 전 신축사 굵기 |
| D ₂ : 신장 후 신축사 굵기 | H ₁ : 신장 전 전도사 높이 |
| H ₂ : 신장 후 전도사 높이 | C: 전도사 경로길이 |

도면

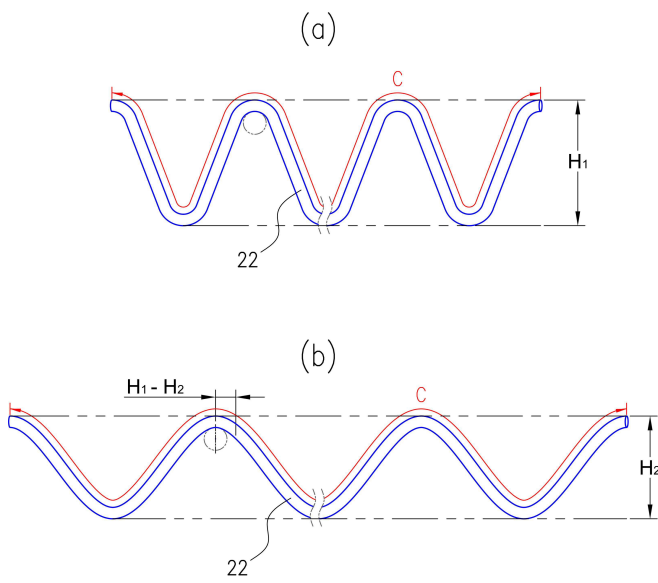
도면1



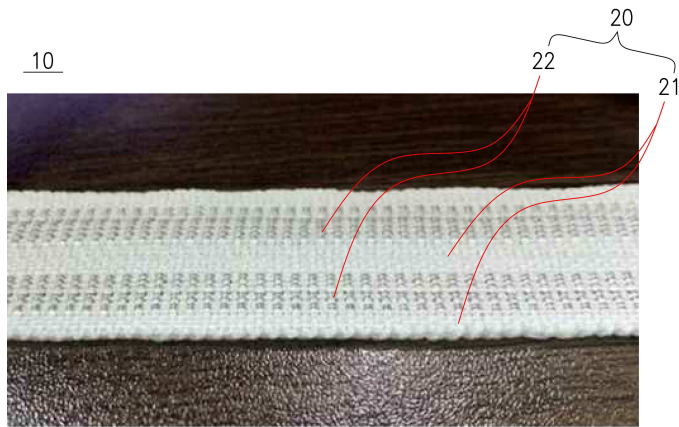
도면2



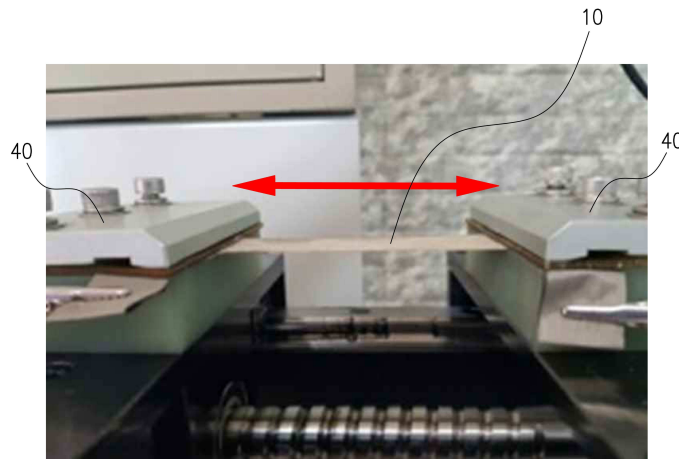
도면3



도면4



도면5



도면6

