(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월13일
(11) 등록번호 10-2088864
(24) 등록일자 2020년03월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 1/03 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05K 1/0393 (2013.01)
H05K 1/0353 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0155974
(22) 출원일자 2017년11월21일
심사청구일자 2017년11월21일
(65) 공개번호 10-2018-0061003
(43) 공개일자 2018년06월07일
(30) 우선권주장
1020160160729 2016년11월29일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
WO2011143384 A1*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 7 항

(73) 특허권자
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
한국과학기술연구원
서울특별시 성북구 화랑로14길 5 (하월곡동)
(72) 발명자
주영창
서울특별시 강남구 선릉로 120, 15동 505호
이영주
서울특별시 영등포구 선유동1로 50, 919호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이인행, 김한, 김남식

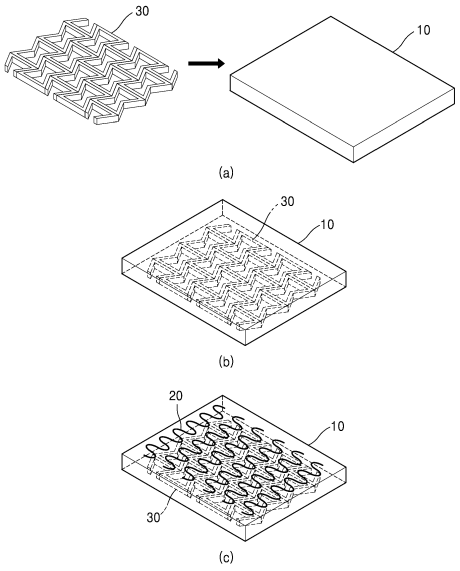
심사관 : 구본재

(54) 발명의 명칭 **전도성 유연 소자**

(57) 요 약

본 발명은 전도성 유연 소자에 관한 것이다. 본 발명의 전도성 유연 소자(1)는 기판부(10) 및 기판부(10)의 적어도 일면 상에 배치되는 전극부(20)를 포함하고, 기판부(10)에는 옥세틱(auxetic) 구조체(30)가 삽입되는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도5



(72) 발명자
임승민
서울특별시 관악구 솔밭로2길 5, 308호
양정권
경기도 구리시 장자대로37번길 55, 107동 1902호
최광묵
서울특별시 관악구 서원7길 7, 102호
진민기
서울특별시 광진구 군자로9길 12-4, 1층
이정호
경기도 수원시 영통구 삼성로 11, 206동 1401호
최인석
서울특별시 성북구 화랑로14길 5

(56) 선행기술조사문헌
KR1020160042288 A
US09030079 B1
US20120147351 A1
US20130344601 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 0677-20170001
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 이공분야기초연구사업/선도연구센터지원사업
연구과제명 인간중심 소프트로봇기술 연구센터
기 여 율 1/1
주관기관 서울대학교 산학협력단
연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

탄성 재질로 구성되고 푸아송비(Poisson's ratio)는 0.47 내지 0.52인 기판부; 및

상기 기판부의 적어도 일면 상에 배치되는 전극부

를 포함하고,

상기 기판부에는 옥세틱(auxetic) 구조체가 삽입되는, 전도성 유연 소자.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전극부는 금속 재질로 구성되는, 전도성 유연 소자.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전극부는 Au, Ag, Al, Cu, Ti 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 전도성 유연 소자.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 전극부의 푸아송비는 0.31 내지 0.41인, 전도성 유연 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 옥세틱 구조체는 푸아송비가 음의 값을 가지는, 전도성 유연 소자.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 옥세틱 구조체는 탄성 재질로 구성되는, 전도성 유연 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 기판부에 옥세틱 구조체가 삽입되어, 푸아송비 값이 감소되는, 전도성 유연 소자.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전도성 유연 소자에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 기판부와 전극부의 푸아송비를 조절하여 인장 특

성, 신축성 및 신뢰성을 향상시킨 전도성 유연 소자에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 들어, 단단한 기판 상에 전극을 형성한 전도성 소자에서 벗어나, 유연한 기판 상에 전극을 형성한 전도성 유연 소자가 많이 연구되고 있다. 특히, 전도성 유연 소자는 플렉서블 장치, 웨어러블 장치 등에 적용될 수 있고, 더 나아가서는 표피 상에 또는 인체 내에 부착되어 센서, 전극 등으로 활용될 가능성이 있다.

[0003] 유연성과 바이오 호환성을 확보하기 위한 종래 기술의 유형을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 금속 전극의 구조에 초점을 맞춘 기술로서, 금속 전극의 패턴을 물결(wavy), 말발굽(horse-shoe) 등의 유연 특성에 적합한 구조로 만드는 것이다. 둘째, 전극 재료에 초점을 맞춘 기술로서, 유연특성이 뛰어난 전도성 고분자, CNT, 그래핀(graphene) 등의 재료를 채용하는 것이다.

[0004] 이처럼, 기존의 전도성 유연 소자는 통상적으로 고분자 재료 내 금속 전극을 형성하여 구현하는 것이 대부분이다. 이렇게 구현한 전도성 유연 소자는 당김, 접힘 등의 외력에 노출될 수 있고, 이때, 금속과 고분자 재료 간의 물성의 차이로 인해서 소자 내 크랙(crack), 버클링(buckling) 등의 결함(defect)이 발생되는 문제점이 있었다.

[0005] 전도성 유연 소자 내 금속과 고분자 재료 간의 물성 중에서 탄성 매칭(elastic matching)이 중요하게 된다. 당김, 접힘 등의 외력에 노출될 경우, 금속과 고분자가 각각 신축되는 특성이 다르기 때문에, 계면에서 결함이 발생되기 때문이다. 수직 인가 응력에 의한 가로 변형과 세로 변형과의 비를 의미하는 푸아송비(Poisson's ratio)는 이러한 신축되는 특성을 반영하는 수치로서 고려될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 도 1은 각종 재료에 대한 영률(Young's modulus), 푸아송비(Poisson's ratio)를 나타내는 그래프이다. 도 2는 금속과 고분자 재료 간의 탄성 미스매칭(elastic mismatching)을 나타내는 개략도이다.

[0007] 도 1에서 탄성 고분자(elastomer)의 푸아송비는 약 0.5, 금속의 푸아송비는 약 3.5에 해당한다. 도 2의 (a)와 같이 탄성 고분자를 지지 기판으로 사용하고, 상부에 금속 박막을 접합하여 전도성 유연 소자를 제조할 수 있다. 전도성 유연 소자의 특정 방향으로의 외력이 작용하면, 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이 탄성 고분자 기판과 금속 박막은 푸아송비의 차이에 따라 가로 변형과 세로 변형이 상이하게 이루어 질 수 있다. 결과적으로 도 2의 (c)에 도시된 바와 같이 고분자 기판과 금속 박막의 계면에서 푸아송비의 차이에 의한 미스매치가 누적되면, 계면 접착이 약화되거나 금속 박막에 손상이 발생하여 유연 소자의 신뢰성 저하를 초래할 수 있다.

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 전도성 유연 소자의 기판 물질과 전극 물질 간의 푸아송비 차이를 줄일 수 있는 전도성 유연 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 그리고, 본 발명은 인장 특성, 신축성 및 신뢰성을 향상시킨 전도성 유연 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 관점에 따르면, 기판부; 및 상기 기판부의 적어도 일면 상에 배치되는 전극부를 포함하고, 상기 기판부에는 옥세틱(auxetic) 구조체가 삽입되는, 전도성 유연 소자가 제공된다.

[0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 기판부는 탄성 재질로 구성될 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 기판부의 푸아송비(Poisson's ratio)는 0.47 내지 0.52일 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 전극부는 금속 재질로 구성될 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 전극부는 Au, Ag, Al, Cu, Ti 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 전극부의 푸아송비는 0.31 내지 0.41일 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 옥세틱 구조체는 푸아송비가 음의 값을 가질 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 옥세틱 구조체는 탄성 재질로 구성될 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 기판부에 옥세틱 구조체가 삽입되어, 푸아송비 값이 감소될 수 있다.

발명의 효과

[0020] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전도성 유연 소자의 기판 물질과 전극 물질 간의 푸아송비 차이를 줄일 수 있는 효과가 있다.

[0021] 그리고, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 인장 특성, 신축성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0022] 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 각종 재료에 대한 영률(Young's modulus), 푸아송비(Poisson's ratio)를 나타내는 그래프이다.

도 2는 금속과 고분자 재료 간의 탄성 미스매칭(elastic mismatching)을 나타내는 개략도이다.

도 3은 논옥세틱(Non-auxetic)과 옥세틱(Auxetic)을 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 옥세틱 구조체를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 유연 소자의 제조 과정을 나타내는 개략도이다.

도 6 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 옥세틱 구조체가 결합된 PDMS 및 비교예에 따른 PDMS의 푸아송비를 측정하는 과정 및 결과를 나타낸다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 유연 소자 및 비교예에 따른 전도성 유연 소자를 나타낸다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 옥세틱 구조체의 유무에 따른 인장 피로도 특성을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭하며, 길이 및 면적, 두께 등과 그 형태는 편의를 위하여 과장되어 표현될 수도 있다.

[0025] 이하에서는, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 바람직한 실시예들에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0027] 도 3은 논옥세틱(Non-auxetic)과 옥세틱(Auxetic)을 나타내는 도면이다.

[0028] 도 3의 (a)를 참조하면, 일반적인 물질, 즉, 논옥세틱(Non-auxetic) 물질들은 물질 내부에 응력이 가해지면 해당 방향으로 신장함과 동시에 수직 방향으로 수축이 행해진다. 따라서, 재료 내부에 생기는 수직 응력에 의한 가로 변형과 세로 변형과의 비를 의미하는 푸아송비(Poisson's ratio)는 양수를 가진다.

[0029] 도 3의 (b)를 참조하면, 반대로, 옥세틱(Auxetic) 물질[또는, 팽창 구조(Auxetic structure)를 가지는 물질]들은 물질 내부에 응력이 가해지면 해당 방향과 수직 방향으로 모두 신장될 수 있다. 따라서, 푸아송비는 음수를 가진다.

[0030] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 옥세틱 구조체(30)를 나타내는 도면이다.

[0031] 도 4의 (a)를 참조하면, 본 발명의 전도성 유연 소자(1)는 옥세틱 구조체(30)를 포함하여 구현될 수 있다. 종래 기술들은 전극의 구조, 전극의 재료 등에 초점을 맞춘 반면, 본 발명의 전도성 유연 소자(1)는 기판부(10)의 구

조를 조절하는 것에 초점을 맞춘 것을 특징으로 한다. 옥세틱 구조를 가지는 옥세틱 구조체(30)를 기판부(10) 내에 삽입시킨 전도성 유연 소자(1)가 구현될 수 있다.

[0032] 옥세틱 구조체(30)는 한 쌍의 삼각형이 상호 대향하고, 삼각형의 꼭지점 부분이 중첩되어 일체로 연결된 듯한 단위 테두리를 가질 수 있다. 이러한 단위 테두리가 가로 방향 및 세로 방향으로 빈틈없이 반복 배치된 형태를 가질 수 있다. 하지만, 반드시 옥세틱 구조체(30)가 반드시 이 형상에 제한되는 것은 아니며, 푸아송비가 음수를 가지는 구조라면 본 발명의 옥세틱 구조체(30)로 채용할 수 있다.

[0033] 도 4의 (b)를 참조하면, 옥세틱 구조체(30)에 응력이 가해지면 해당 응력 인가 방향과 그에 수직하는 방향으로 모두 신장(30')될 수 있다. 즉, 옥세틱 구조체(30)가 점유하는 면적이 커지는 방향으로 신장(30')될 수 있다.

[0034] 응력이 인가되었다가 해제되면 다시 옥세틱 구조체(30')가 원래의 형태(30)로 원상복구될 수 있도록, 옥세틱 구조체(30)는 탄성 재질로 구성되는 것이 바람직하다. 도 4의 (c)에는 탄성 재질인 실리콘 러버(Si rubber)로 옥세틱 구조체(30)를 형성한 실시예가 도시된다.

[0035] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 유연 소자(1)의 제조 과정을 나타내는 개략도이다.

[0036] 도 5의 (a)를 참조하면, 먼저, 기판부(10) 및 옥세틱 구조체(30)를 준비한다.

[0037] 유연성, 신축성을 확보하기 위해 기판부(10)는 탄성 재질로 구성되는 것이 바람직하다. 탄성 재질은 도 1의 탄성체(elastomers) 군에서 선택된 어느 하나의 재질로 구성될 수 있다. 이러한 탄성 재질은 푸아송비가 약 0.47 ~ 0.52의 값을 가질 수 있다. 본 명세서에서는 PDMS(polydimethylsiloxane)을 재질의 기판부(10)를 사용하는 것을 상정하여 설명한다.

[0038] 옥세틱 구조체(30)는 도4에서 설명한 구조, 재질을 가질 수 있다.

[0039] 다음으로, 도 5의 (b)를 참조하면, 옥세틱 구조체(30)를 기판부(10)에 삽입할 수 있다. 옥세틱 구조체(30)를 삽입한다는 의미는, 기판부(10)와 옥세틱 구조체(30)를 각각 제조한 후 옥세틱 구조체(30)를 기판부(10)에 집어넣는 방식으로 삽입하는 것뿐만 아니라, 기판부(10)를 형성하는 과정에서 옥세틱 구조체(30)가 기판부(10) 내부에 매립되도록 형성하는 것까지 포함하는 의미로 이해되어야 한다.

[0040] 일 예로, 글래스 상에 옥세틱 구조체(30)를 배치한 후, 글라스 및 옥세틱 구조체(30) 상부에 PDMS 베이스와 경화제가 10:1로 섞인 용액을 도포한 후, 경화를 거쳐 PDMS 기판부(10)와 옥세틱 구조체(30)를 일체로 형성할 수 있다.

[0041] 다음으로, 도 5의 (c)를 참조하면, 기판부(10)의 적어도 일면 상에 전극부(20)를 형성할 수 있다. 전극부(20)는 금속박을 부착하거나, 프린팅법, 도금법, 물리기상 증착법(Physical Vapor Deposition: PVD), 화학기상 증착법(Chemical Vapor Deposition: CVD) 등 공지의 박막 형성 방법을 제한없이 사용하여 형성할 수 있다.

[0042] 전극부(20)는 유연 특성에 적합하도록, 물결(wavy), 말발굽(horse-shoe) 등의 전극 패턴을 가지는 와이어 형태인 것이 바람직하나, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다. 전극부(20)의 재질은 도 1의 금속(metal) 군에서 선택된 재질, 즉, Au, Ag, Al, Cu, Ti 등의 재질로 구성될 수 있다. 이러한 금속 재질은 푸아송비가 약 0.31 ~ 0.41의 값을 가질 수 있다.

[0043] 본 발명의 전도성 유연 소자(1)는 기판부(10)에 옥세틱 구조체(30)가 삽입됨에 따라, 기판부(10)의 원래 푸아송비보다 낮은 푸아송비를 가지도록 조절한 것을 특징으로 한다.

[0044] 예를 들어, PDMS 기판부(10)는 푸아송비가 약 0.5, Cu 전극부(20)는 푸아송비가 약 0.34로 차이가 있다. PDMS 기판부(10)에 음의 푸아송비를 가지는 옥세틱 구조체(30)를 삽입하면, PDMS 기판부(10)의 푸아송비가 0.5보다 낮아지게 된다. 즉, PDMS 기판부(10)에 응력을 인가하면 응력 인가 방향으로 신장과 동시에 응력 인가 방향에 수직하는 방향으로는 축소가 되어야 하는데, 옥세틱 구조체(30)가 응력 인가 방향으로 신장과 동시에 응력 인가 방향에 수직하는 방향으로도 신장이 되어, PDMS 기판부(10)가 수직하는 방향으로 축소되는 것을 어느 정도 방지할 수 있게 된다. 따라서, 결과적으로 옥세틱 구조체(30)가 삽입된 PDMS 기판부(10)의 푸아송비가 감소되는 효과가 나타날 수 있다.

[0045] 옥세틱 구조체(30)가 삽입된 PDMS 기판부(10)의 푸아송비를 Cu 전극부(20)에 유사한 정도로 감소시키게 되면, PDMS 기판부(10)와 Cu 전극부(20)의 계면에 작용하는 응력을 감소시킬 수 있고, 전극부(20)에 크랙, 버클링 등의 결함이 발생하는 것을 감소시킬 수 있다.

[0046] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 옥세틱 구조체가 결합된 PDMS 및 비교예에 따른 PDMS의 푸아송비를 측정하는 과정 및 결과를 나타낸다. 도 6 내지 도 8에서는 전극부(20)를 형성하지 않고, 옥세틱 구조체(30)의 삽입 여부에 따른 기판부(10)의 푸아송비의 변화를 살펴본다.

[0047] 도 6을 참조하면, 비교예[도 6의 (a)]에 따라 2㎜의 두께를 가지는 PDMS 기판부를 제조하고(이하, "비교예 샘플"), 실시예[도 6의 (b)]에 따라 2㎜의 두께를 가지고 Si rubber 재질의 옥세틱 구조체(30)가 삽입된 PDMS 기판부(10)를 제조하였다(이하, "실시예 샘플"). 그리고, 인장강도 테스트 장비를 이용하여 비교예 샘플, 실시예 샘플을 인장시키는 동안, 각 샘플 내의 인식점(빨간점으로 표시) 간 거리를 측정하여 변형율을 계산하였다.

[0048] 도 7의 (a)와 같이, 비교예 샘플을 인장시키는 동안, Position (1), (2), (3)의 인식점 3개에 대해서 푸아송비를 측정하였다. 그 결과, 도 7의 (b)와 같이, 비교예 샘플의 Position (1), (2), (3)에서의 푸아송비 데이터는 약 0.71, 0.82, 0.74로 측정되었다.

[0049] 또한, 도 8의 (a)와 같이, 실시예 샘플을 인장시키는 동안, Position (1), (2), (3)의 인식점 3개에 대해서 푸아송비를 측정하였다. 그 결과, 도 8의 (b)와 같이, 실시예 샘플의 Position (1), (2), (3)에서의 푸아송비 데이터는 약 0.23, 0.28, 0.44로 측정되었다.

[0050] 옥세틱 구조체(30)를 적용한 실시예 샘플과 적용하지 않은 비교예 샘플 간의 유의차를 확인하기 위해 2-sample T test를 실시한 결과, 옥세틱 구조체(30)를 적용하기 전 푸아송비는 0.76에서, 적용한 후 0.32로 감소하였다.

[0051] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 유연 소자(1) 및 비교예에 따른 전도성 유연 소자(5)를 나타낸다. 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 옥세틱 구조체의 유무에 따른 인장 피로도 특성을 나타내는 그래프이다.

[0052] 도 9를 참조하면, 본 발명의 전도성 유연 소자(1)는 PDMS 기판부(10)에 옥세틱 구조체(30)를 삽입/결합하고, Cu 전극부(20)를 접합하였다. Cu 전극부(20)는 옥세틱 구조체(30)의 단위 테두리가 반복 배치된 방향에 대응하도록 배치되는 것이 바람직하나, 이에 제한되는 것은 아니다. 비교예의 전도성 유연 소자(5)는 PDMS 기판부(10)에 Cu 전극부(20)를 접합하였다. 기판부(10)의 두께는 2㎜, 전극부(20)의 두께는 2㎛로 형성하였다.

[0053] 도 9의 샘플을 이용하여, 인장력 인가, 5% 신장, frequency 0.05 Hz의 테스트 조건 하에 인장 피로도 특성을 테스트 하였다. 도 10을 참조하면, 비교예의 전도성 유연 소자(5)는 10회의 인장 테스트를 넘지 못하고 전극부(20)가 파단되어 저항 값이 높게 나타나는 반면, 실시예의 전도성 유연 소자(1)는 1000회 정도까지 특성을 유지하여 옥세틱 구조체(30)를 삽입/결합한 유연 소자(1)의 인장 피로도 특성이 우수함을 확인할 수 있다.

[0054] 이는 옥세틱 구조를 적용하지 않은 고분자 재료의 경우는 푸아송비가 약 0.5 정도로 측정되는데, 옥세틱 구조를 적용한 동일한 고분자 재료의 경우에는 푸아송비가 0.3 수준으로 감소한 결과이다. 금속의 푸아송비가 약 0.3 수준이므로 옥세틱 구조를 통해서 고분자와 금속 재료의 푸아송비를 유사한 수준으로 조절함으로써 인장 특성을 향상 시킬 수 있음을 보여준다.

[0055] 위와 같이, 본 발명은 고분자 기판 내 옥세틱 구조를 삽입함으로써 전도성 유연 소자의 기판 물질과 전극 물질 간의 푸아송비 차이를 줄일 수 있는 효과가 있다. 그리고, 인장 특성, 신축성 및 신뢰성을 향상시킴에 따라, 플렉서블 장치, 웨어러블 장치 등에 적용가능한 효과가 있다.

[0056] 본 발명은 상술한 바와 같이 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형과 변경이 가능하다. 그러한 변형예 및 변경예는 본 발명과 첨부된 특허청구범위의 범위 내에 속하는 것으로 보아야 한다.

부호의 설명

[0057] 1: 전도성 유연 소자

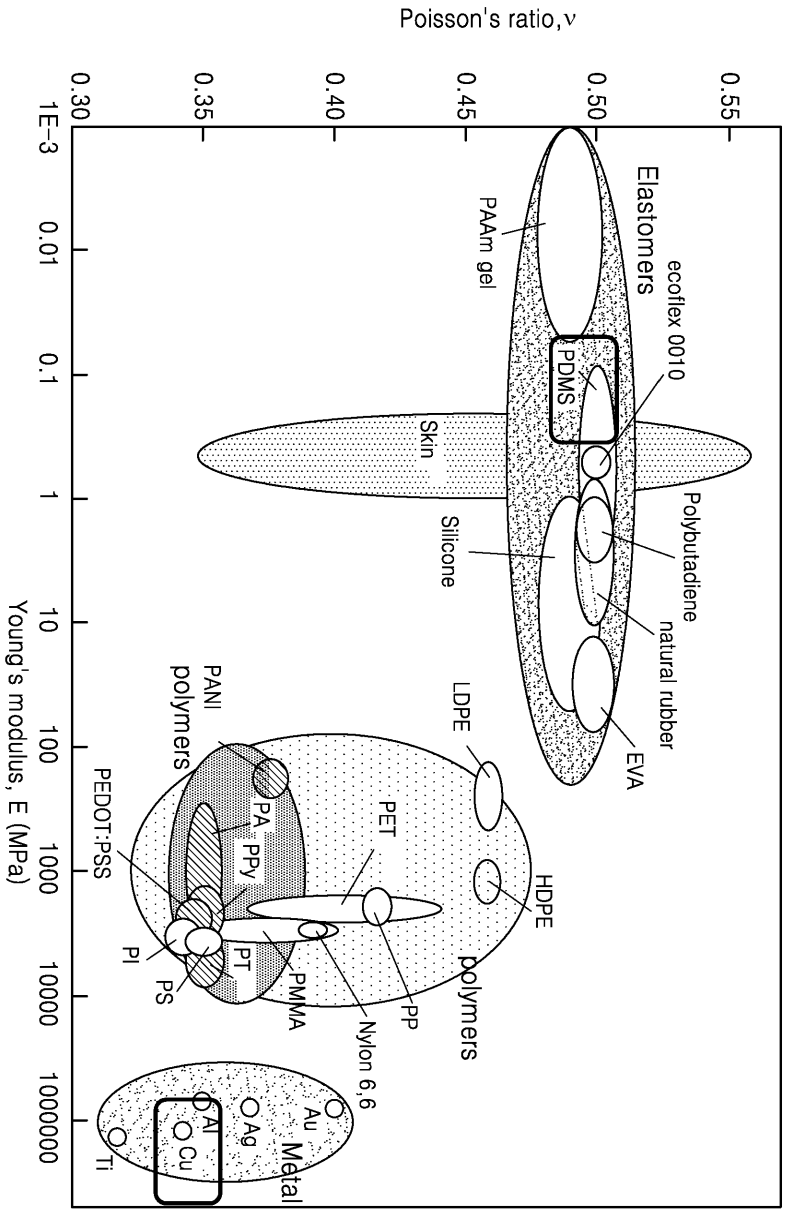
10: 기판부

20: 전극부

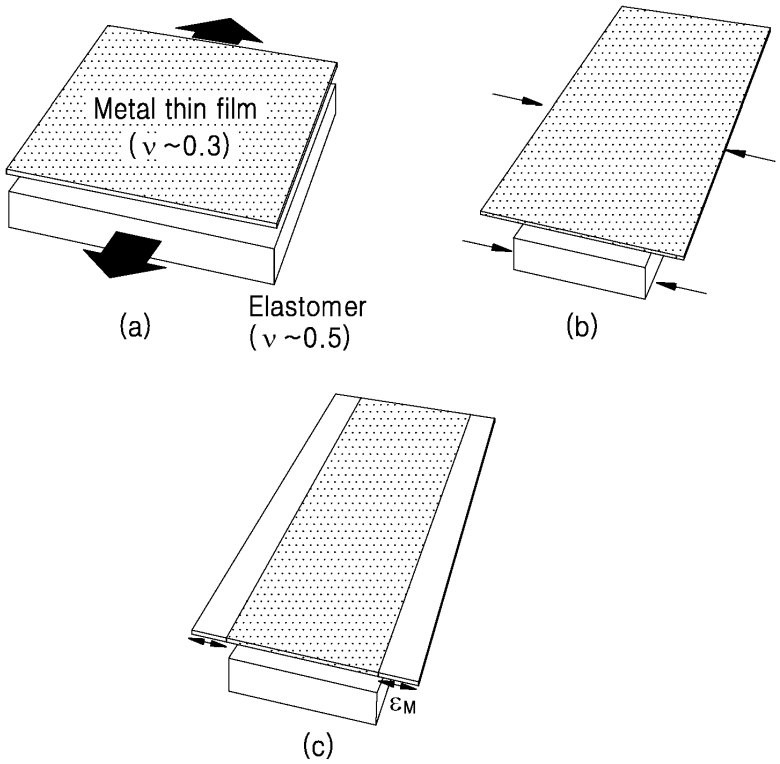
30: 옥세틱 구조체

도면

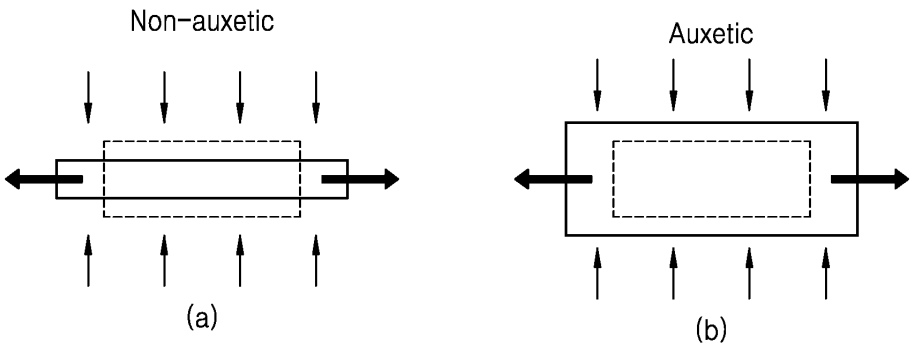
도면1


Poisson's ratio, ν
0.30
0.35
0.40
0.45
0.50
0.55
Young's modulus, E (MPa)
1E-3
0.01
0.1
1
10
100
1000
10000
100000
1000000
Elastomers
PAAm gel
ecoflex 0010
PDMS
Skin
Silicone
Polybutadiene
natural rubber
EVA
polymers
LDPE
HDPE
PET
PP
PMMA
Nylon 6,6
PANI
polymers
PA
PPy
PT
PS
PI
PEDOT:PSS
Metal
Au
Ag
Al
Cu
Ti

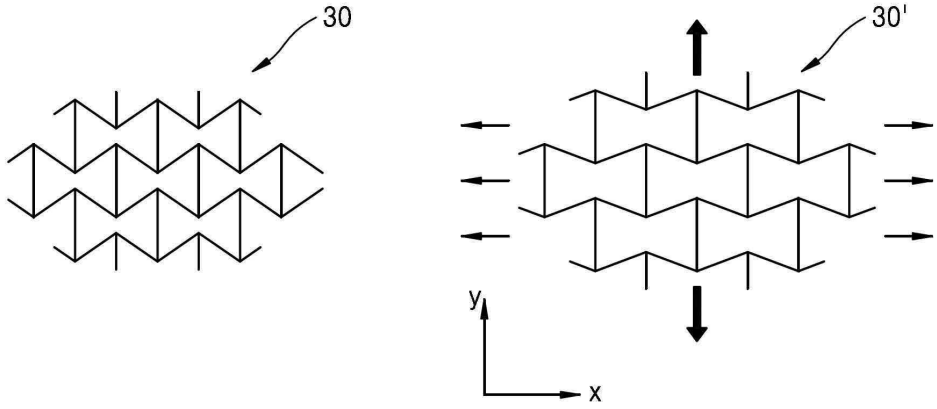
도면2


Metal thin film
(ν ~0.3)
Elastomer
(ν ~0.5)
(a)
(b)
εM
(c)

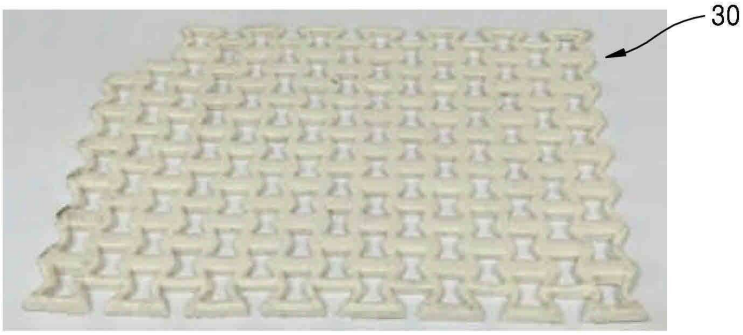
도면3


Non-auxetic
(a)
Auxetic
(b)

도면4

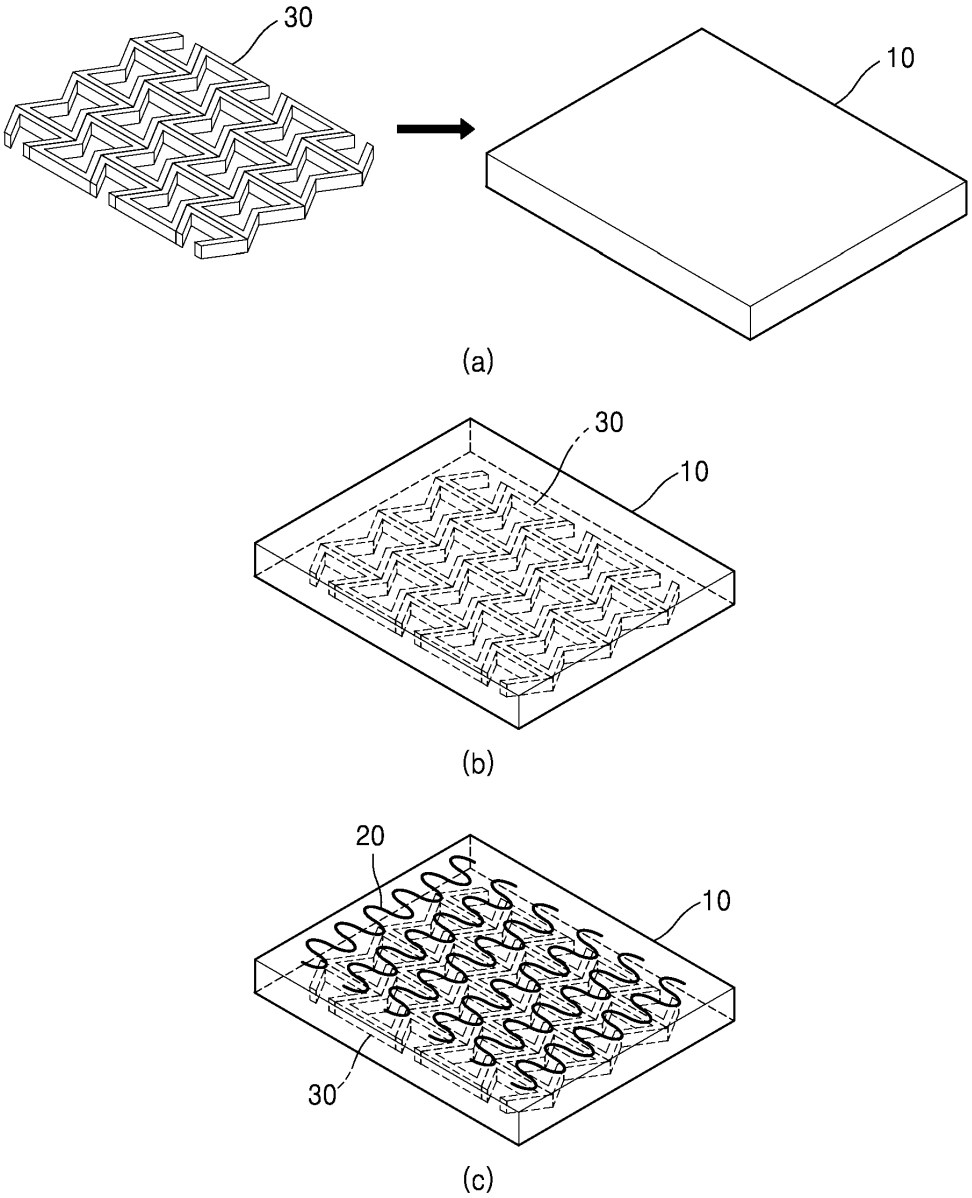


(a) (b)

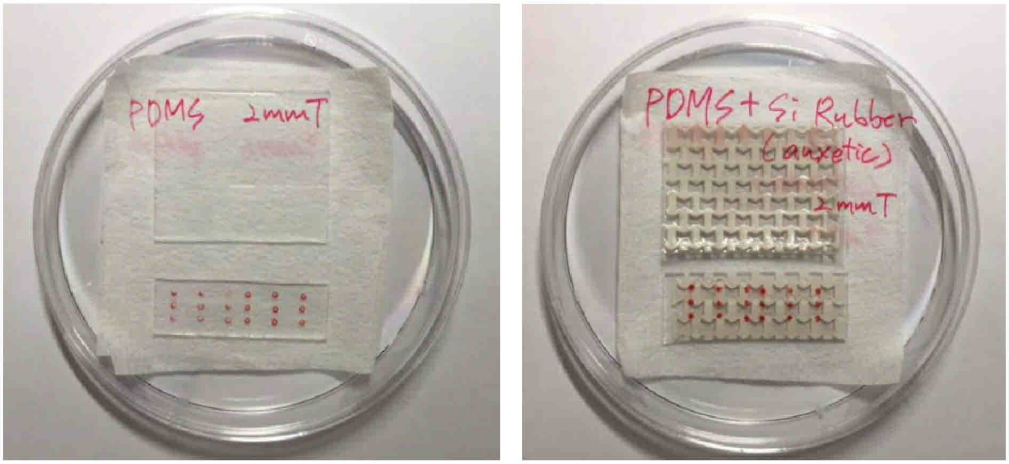


(c)

도면5

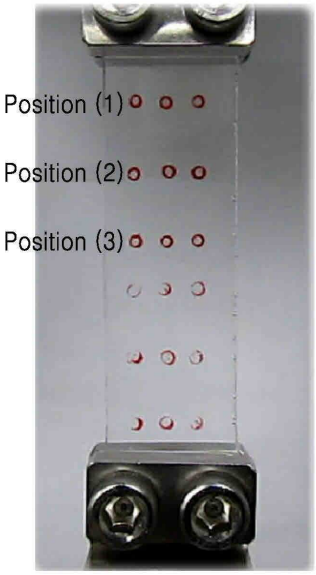


도면6

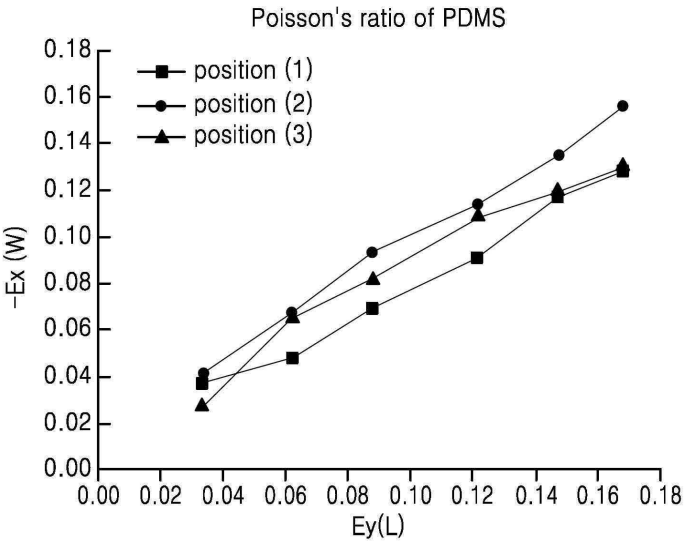


(a) (b)

도면7

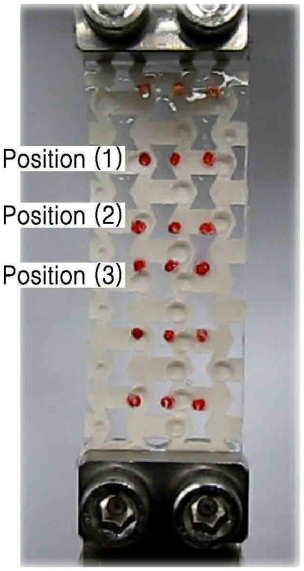

Position (1)
Position (2)
Position (3)

(a)

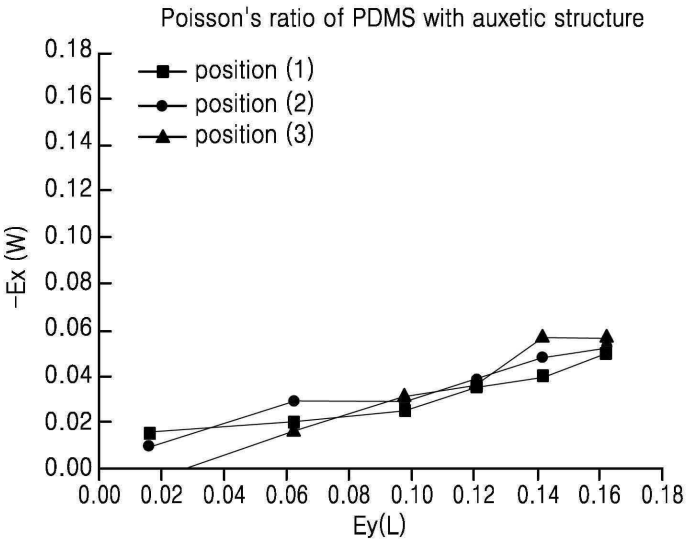

Poisson's ratio of PDMS
position (1)
position (2)
position (3)
-Ex (W)
Ey(L)
0.00
0.02
0.04
0.06
0.08
0.10
0.12
0.14
0.16
0.18

(b)

도면8

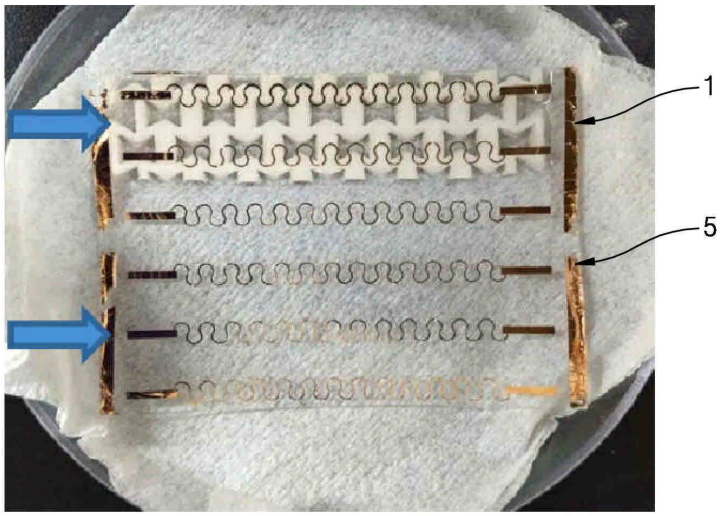

Position (1)
Position (2)
Position (3)

(a)

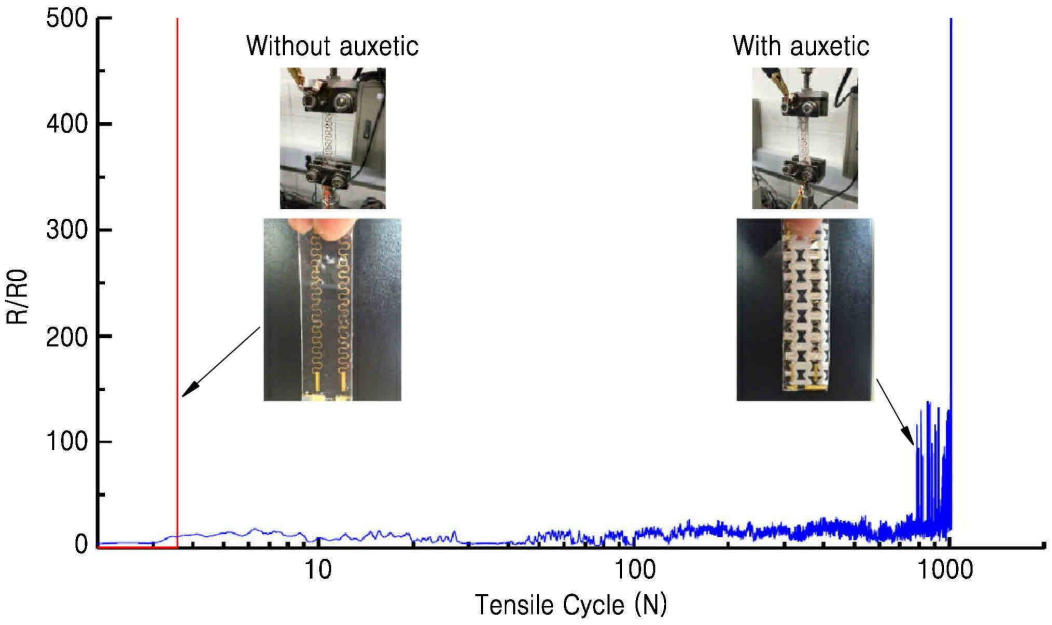

Poisson's ratio of PDMS with auxetic structure
position (1)
position (2)
position (3)
-Ex (W)
Ey(L)
0.00
0.02
0.04
0.06
0.08
0.10
0.12
0.14
0.16
0.18

(b)

도면9


1
5

도면10


Without auxetic
With auxetic
R/R0
500
400
300
200
100
0
10
100
1000
Tensile Cycle (N)