

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2016-0075222 (43) 공개일자 2016년06월29일
<hr/>		
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G01B 7/16 (2006.01) G01L 1/20 (2006.01)	(71) 출원인 인하대학교 산학협력단 인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)	
(21) 출원번호 10-2014-0184931		
(22) 출원일자 2014년12월19일	(72) 발명자	
심사청구일자 2014년12월19일	윤상희 인천광역시 남구 인하로 100 인하대학교, 2북 290 김종훈 전라남도 광양시 광영로 141 현대고층아파트 103동 508호 남경목 대전광역시 서구 둔산북로 215 가람아파트 1동 802호	
	(74) 대리인 특허법인충정	

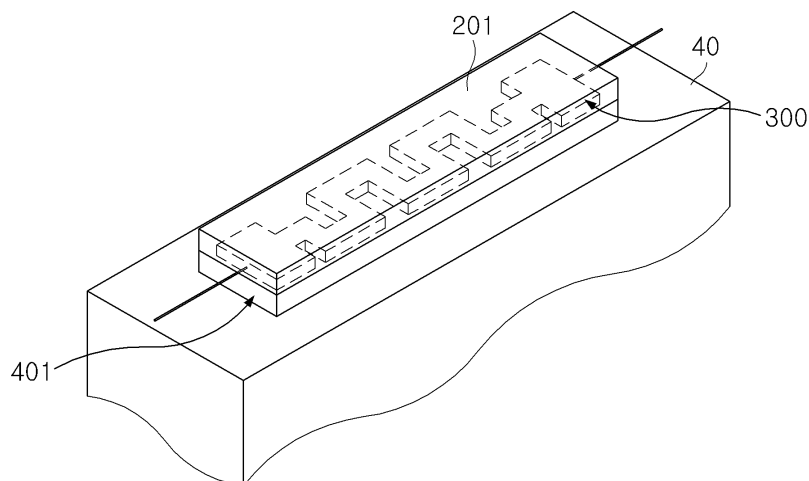
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 변형량 측정용 연성센서

(57) 요약

본 발명은 측정 대상물의 변형률이 100% 이상인 경우에도 파괴되지 아니하고 출력신호를 송부하여 그 측정기능 수행이 가능한 변형량 측정용 연성센서를 제공하는 것을 목적으로 한다. 이를 위하여 본 발명은 소정의 형상을 가지는 검지소자, 상기 검지소자의 양 끝단에 형성되는 전기적 연결부를 포함하고, 상기 검지소자는 흑연덩어리를 박리 후 파쇄시키어 제조한 흑연입자 및 탄성중합체를 포함하며, 상기 전기적 연결부는 입력선과 출력선을 포함하는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서를 제공하였다. 본 발명에 따라 자유곡면 형상의 표면을 가지는 측정 대상물의 변형률이 100% 이상인 경우에도 센서의 파괴 없이 측정 대상물의 변형 및 표면압력을 측정할 수 있으며, 아울러 이러한 경우에도 선형의 출력신호를 수신할 수 있으므로 출력신호의 처리가 용이할 수 있게 된다.

대표도 - 도6



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014R1A1A1006402

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신진연구자지원사업

연구과제명 생체모방형 연성생체조기 접합용 미소기계식 의료접착제 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교

연구기간 2014.05.01 ~ 2015.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

변형측정 대상물에 부착되어 변형측정 대상물과 함께 변형되고 이에 따른 저항값의 변화를 통하여 변형량을 측정하는 변형량 측정용 연성센서로서,

소정의 형상을 가지는 검지소자; 및

상기 검지소자의 양 끝단에 형성되는 전기적 연결부;

를 포함하고,

상기 검지소자는 흑연덩어리를 박리 후 파쇄시키어 제조한 흑연입자 및 탄성중합체를 포함하고, 상기 전기적 연결부는 입력선과 출력선을 포함하는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 검지소자의 상부 및 주변에 형성되어 상기 검지소자를 보호하는 보호층을 더 포함하고, 상기 보호층은 탄성중합체를 포함하는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 검지소자의 하부에 형성되어 상기 검지소자를 상기 변형측정 대상물로부터 전기적으로 절연시키는 절연층을 더 포함하고, 상기 절연층은 탄성중합체를 포함하는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 검지소자가 복수 개 구비되고,

상기 복수 개의 검지소자는 서로 다른 방향으로 배치되는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 검지소자의 상부에 형성되어 상기 검지소자의 변형량을 가시화하는 인쇄층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 검지소자의 형상은 블록, 서펜타인 및 라비린스 형상 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서.

청구항 7

제 1항 내지 제 3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 탄성중합체는 PDMS(polydimethylsiloxane), ACM(polyacrylate rubber), AEM(ethylene acrylic), AU(polyester urethane), BRIR(butadiene rubber), CR(chloroprene [or Neoprene] rubber), CSM(chlorosulfonated polyethylene), ECO(ethylene oxide epichlorohydrine rubber), EPDM(ethylene propylene diene rubber), EU(polyether urethane), FFKM(perfluorelastomer), FKM(fluocarbon rubber), FVMQ(fluorosilicone rubber), HNBR(hydrogenated acrylonitrile-butadiene rubber), IR(isoprene rubber), IIR(butyl rubber), NBR(acrylonitrile-butadiene rubber), NR(natural rubber), SBR(styrene-butadiene rubber) 및 VMQ(silicone rubber) 중 최소 한 개 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 흑연입자는 1nm 내지 1mm 의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서.

청구항 9

연성센서의 제조방법에 있어서,

검지소자 제조과정; 및

상기 검지소자의 양 끝단에 전기적 연결부를 형성시키는 과정을 포함하되,

상기 검지소자 제조과정은,

흑연덩어리를 열화학적 방법으로 박리시켜 박리된 흑연덩어리를 제조하는 과정;

상기 박리된 흑연덩어리를 기계적 방법으로 분쇄하여 흑연입자를 제조하는 과정;

상기 흑연입자에 탄성중합체를 혼합하여 혼합물을 제조하는 과정; 및

상기 혼합물을 성형하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서의 제조방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 흑연입자의 제조과정은,

상기 흑연덩어리에 박리제 및 산화제를 섞는 과정;

상기 박리제와 산화제의 혼합물을 전자레인지로 사용하여 가열하여 박리된 흑연덩어리를 제조하는 과정; 및

상기 박리된 흑연덩어리를 기계적 방법으로 분쇄시켜 흑연입자를 제조하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서의 제조방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 박리제는 질산 및 황산 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서의 제조방법.

청구항 12

제 10항에 있어서,

상기 산화제는 KMnO_4 및 NaNO_3 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서 제조 방법.

청구항 13

제 10항에 있어서,

상기 흑연입자 제조과정은,

상기 흑연입자의 전도도를 높이기 위하여 상기 박리된 흑연덩어리를 기계적 방법으로 분쇄시켜 제조된 상기 흑연입자를 벤질 알코올을 사용하여 환원시키는 환원처리과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서 제조방법.

청구항 14

제 9항에 있어서,

상기 검지소자를 제조하는과정은,

상기 흑연입자와 탄성중합체를 혼합하여 혼합물을 제조하는 과정;

상기 혼합물을 휘발성 용매에 녹여 스프레이액을 제조하는 과정; 및

상기 스프레이액을 공백부분이 형성된 마스크테이프에 분사시킨 후 건조시키는 성형과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서에 개시된 기술은 자유형상을 가지는 구조물의 변형 혹은 표면압력을 측정하기 위한 연성센서에 관한 것으로, 보다 상세하게는 외부 힘에 의해 측정대상 구조물에 변형이 가해짐에 따라 이에 부착된 연성 센서의 변형을 가져오고 이로 인하여 상기 연성 센서의 내부 전기저항 값이 변하여 그 변형 및 표면압력의 양을 측정할 수 있는 변형량 측정용 연성센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 교량, 댐, 고압선, 고층빌딩 등을 포함한 사회기반시설의 구조적 상태를 파악 및 진단하기 위해서는 해당 구조물의 변형과 표면압력을 측정할 필요가 있다. 또한 최근 각광을 받고 있는 착용형(wearable) 컴퓨터, 인공관절, 외골격 및 외근육형 재활보조기구 등과 같은 응용분야에서도 특정 부재에 대한 변형 혹은 표면압력을 측정할 필요성이 있다.

[0003] 일반적으로 변형 측정용 센서는 측정대상 구조물의 변형범위 보다 더 큰 범위에서 정상적인 동작이 가능하여야 하므로, 측정대상 구조물보다 기계적 신축성이 우수한 소재로 만들어져야 한다. 또한 측정대상 구조물의 변형 혹은 표면압력을 반복적으로 측정할 필요가 있는 경우에는 변형 측정용 센서의 탄성변형영역이 측정대상 구조물의 변형범위보다 커서, 측정 중 변형 측정용 센서의 영구소성변형이나 이력현상이 발생하지 아니하여야 한다. 이에 더하여 부착된 변형 측정용 센서가 측정대상 구조물의 기능에 제한을 주지 말아야 한다. 따라서 변형 측정용 센서는 측정대상 구조물의 예상 변형량, 크기, 표면상태, 사용시간, 변형 특성(동적?정적 변형), 사용 환경 등을 고려하여 설계 및 제작되어야 한다.

- [0004] 특히 구조물 헬스모니터링, 착용형 컴퓨터, 인공관절, 재활보조기구 등에 사용되는 변형 측정용 센서는 측정 대상물의 표면이 곡률을 가지거나 측정대상 표면적이 매우 큰 경우도 있으며 측정 변형률이 100% 이상인 경우도 발생하므로, 이러한 요구조건을 충족시킬 수 있는 변형 측정용 연성센서의 개발이 필요하다.
- [0005] 한편, 흑연은 탄소원자들이 육각형의 벌집모양으로 구성된 단층 구조물이 수없이 쌓여있는 3차원 구조를 가지는 전도성 물질이다. 위와 같이 탄소원자들이 육각형의 벌집모양으로 구성된 단층 구조물을 그래핀(graphene)이라 하며, 그래핀은 잘 휘어지고 방열이 뛰어나며 전기전도성이 매우 높다.
- [0006] 도 1은 그래핀의 구조를 도시한 개략도이다. 도 1을 참고하여 설명하면, 그래핀은 원자 하나 두께의 얇은 막으로 존재하며, 이는 안정적인 분자 구조로 존재할 수 있는 가장 얇은 재질이 된다.
- [0007] 위와 같은 구조 때문에 그래핀 내부의 전자는 그 이동속도가 광속의 약 1/300 에 달할 만큼 빠르다.
- [0008] 그래핀은 위와 같이 탁월한 전기적 성질을 가지므로 차세대 소재로 관심을 받고 있으나, 현재까지는 대면적의 그래핀을 만드는 것이 매우 어렵거나 비용이 많이 들기 때문에 관련기술의 상업화는 지연되고 있다.
- [0009] 종래의 변형 측정용 센서로는 측정구조물의 변형을 레버 및 다이얼게이지로 측정하는 기계식 센서, 빛과 광섬유를 매개로 측정하는 광학식 센서, 강선과 전기코일을 이용한 진동현식 센서, 변형량에 상응하는 전기저항의 변화를 측정하는 전기저항식 센서(스트레인게이지) 등이 있다.
- [0010] 기계식 센서의 경우에는 계측자에 의한 수동계측을 필요로 하므로, 빈번하거나 연속적인 측정이 필요한 경우 또는 측정 환경이 열악한 경우에 적합하지 아니하다는 문제점이 있다.
- [0011] 또한, 광학식 센서의 경우에는 온도변화에 대한 보정을 필요로 하고 소모되는 에너지가 크며 가격이 비싸다. 그리고 특히 자유곡면 형상을 가지는 측정 대상물에 부착 및 설치가 용이하지 아니하다는 문제점이 있다.
- [0012] 또한, 진동현식 센서 역시 자유곡면형상에 적용하기 어렵고 출력신호가 비선형이며 측정 대상물의 변형량이 큰 경우 적용이 힘들다는 문제점이 있다.
- [0013] 그리고 그 사용법이 간단하고 가격이 저렴하여 널리 사용되는 전기저항식 센서는, 그 재료가 주로 금속이나 세라믹이기 때문에 변형량이 크거나 자유곡면형상 내지 상대적으로 넓은 면적을 가지는 측정대상물에는 적용이 어렵다는 문제점이 있다. 이는 전기저항식 센서는 기본적으로 측정 가능한 변형률이 1% 내지 5% 정도에 지나지 않고, 양산되는 센서의 크기는 정해져 있으며, 기본적으로 평면 형상을 가지기 때문이다. 이에 더하여 전기저항식 센서의 경우 동일 지점에 대하여 2축 이상 방향의 변형을 측정하기 위하여는 측정이 필요한 축의 수와 동일한 개수의 센서를 이용하거나, 1개의 센서에 2축 이상의 변형 및 표면압력을 측정할 수 있도록 다수의 검지소자(sensing element)를 집적화 하는 방법을 사용한다. 그러나 2개 이상의 센서를 설치하는 경우 동일한 측정지점에 설치할 수 없다는 문제점이 있으며, 다축 변형 및 표면압력 측정목적의 검지소자가 집적화된 센서는 비용이 높다는 문제점이 있다. 게다가 전기저항식 센서의 측정값을 얻기 위하여는 항상 전기저항 측정장치를 필요로 한다는 문제점도 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로, 측정 대상물의 변형률이 100% 이상인 경우에도 파괴되지 아니하고 출력신호를 송부하여 그 측정기능 수행이 가능한 변형량 측정용 연성센서를 제공한다.
- [0015] 또한 본 발명은 측정 대상물의 변형 및 표면압력에 대한 빈번한 측정과 연속적 측정이 가능하고, 가격이 저렴하며, 측정에너지소모가 적은 변형량 측정용 연성센서를 제공한다.
- [0016] 또한 본 발명은 측정 대상물의 표면이 자유곡면이거나 상대적으로 넓은 면적을 가지는 경우에도 손쉽게 적용 가능하고 측정 대상물에 대한 접촉력 또한 우수한 변형량 측정용 연성센서를 제공한다.
- [0017] 또한 본 발명은 2축 이상 방향의 변형 및 표면압력을 측정하는 경우에도 센서의 부착과 관련된 어려움 없이 동

일한 위치에서 2축 이상의 변형량 및 표면압력을 측정할 수 있는 변형량 측정용 연성센서를 제공한다.

[0018] 이에 더하여, 본 발명은 전기저항 측정장치가 없는 경우에도 측정 대상물의 대략적인 변형량 측정이 가능한 변형량 측정용 연성센서를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0019] 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 변형측정 대상물에 부착되어 변형측정 대상물과 함께 변형되고 이에 따른 저항값의 변화를 통하여 변형량을 측정하는 변형량 측정용 연성센서로서, 소정의 형상을 가지는 검지소자 및 상기 검지소자의 양 끝단에 형성되는 전기적 연결부를 포함하고, 상기 검지소자는 흑연덩어리를 박리 후 파쇄시켜 제조한 흑연입자 및 탄성중합체를 포함하며, 상기 전기적 연결부는 입력선과 출력선을 포함하는 것을 특징으로 하는 변형량 측정용 연성센서를 제공하였다.

[0020] 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서는, 상기 검지소자의 상부 및 주변에 형성되어 상기 검지소자를 보호하는 보호층을 더 포함할 수 있고, 상기 검지소자의 하부에 형성되어 상기 검지소자를 상기 변형측정 대상물로부터 전기적으로 절연시키는 절연층을 더 포함할 수 있으며, 상기 검지소자의 상부에 형성되어 상기 검지소자의 변형량을 가시화하는 인쇄층을 더 포함할 수 있고, 상기 보호층 및 상기 절연층은 탄성중합체를 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 검지소자가 복수 개 구비되고, 상기 복수 개의 검지소자는 서로 다른 방향으로 배치될 수 있다.

[0022] 또한, 상기 검지소자의 형상은 블록, 서펜타인(serpentine) 및 라비린스(labyrinth) 형상 중 어느 하나일 수 있다.

[0023] 또한, 상기 탄성중합체는 PDMS(polydimethylsiloxane), ACM(polyacrylate rubber), AEM(ethylene acrylic), AU(polyester urethane), BRIR(butadiene rubber), CR(chloroprene [or Neoprene] rubber), CSM(chlorosulfonated polyethylene), ECO(ethylene oxide epichlorohydrine rubber), EPDM(ethylene propylene diene rubber), EU(polyether urethane), FFKM(perfluorelastomer), FKM(fluocarbon rubber), FVMQ(fluorosilicone rubber), HNBR(hydrogenated acrylonitrile-butadiene rubber), IR(isoprene rubber), IIR(butyl rubber), NBR(acrylonitrile-butadiene rubber), NR(natural rubber), SBR(styrene-butadiene rubber) 및 VMQ(silicone rubber) 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 흑연입자는 1nm 내지 1mm 의 두께를 가질 수 있다.

[0025] 그리고, 흑연덩어리를 열화학적 방법으로 박리시킨 후 기계적 방법으로 분쇄시켜는 흑연입자를 제조하는 흑연입자 제조과정, 상기 흑연입자와 탄성중합체를 혼합하여 혼합물을 제조하는 혼합과정 및 상기 혼합물을 성형하는 성형과정을 포함하는 변형량 측정용 연성센서의 제조방법을 제공하였다.

[0026] 또한, 상기 흑연입자 제조과정은, 박리제와 및 산화제를 섞는 과정 및 상기 박리제와 산화제의 혼합물을 전자레인지에 사용하여 가열하는 과정을 포함할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 박리제는 질산(HNO_3) 및 황산(H_2SO_4) 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있고, 상기 산화제는 과망간산 칼륨(KMnO_4) 및 질산나트륨(NaNO_3) 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 흑연입자 제조과정은 상기 흑연입자의 전도도를 높이기 위하여 상기 흑연입자를 벤질 알코올을 사용하여 환원시키는 환원처리과정을 더 포함할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 검지소자를 제조하는 과정은, 상기 흑연입자와 탄성중합체를 혼합하여 혼합물을 제조하는 과정, 상기 혼합물을 휘발성 용매에 녹여 스프레이액을 제조하는 과정 및 상기 스프레이액을 공백부분이 형성된 마스크 테이프에 분사시킨 후 건조시키는 성형과정을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 측정 대상물의 변형률이 100% 이상인 경우에도 센서의 파괴 없이

측정 대상물의 변형 및 표면압력을 측정할 수 있으며, 아울러 이러한 경우에도 선형의 출력신호가 발생되므로 출력신호의 처리가 용이하다.

- [0031] 이에 더하여, 본 발명을 통하여 측정 대상물의 변형 및 표면압력에 대한 빈번한 측정과 연속적 측정이 편리하게 되고, 센서의 가격이 낮아지며, 센서의 작동에 소요되는 에너지를 줄일 수 있다.
- [0032] 또한, 본 발명을 통하여, 측정 대상물의 2축 이상 방향에 대한 변형 측정이 필요한 경우에도, 센서의 부착과 관련된 어려움 없이 동일한 위치에서 2축 이상의 변형 및 표면압력을 측정할 수 있다.
- [0033] 그리고, 본 발명을 통하여, 측정 대상물의 표면이 자유곡면이거나 상대적으로 넓은 면적을 가지는 경우에도, 스텐실 기법을 통하여 간편하면서 안정적으로 원하는 형상과 크기의 변형량 측정용 연성센서를 제작 및 부착할 수 있게 된다.
- [0034] 나아가, 본 발명은 기존의 스트레인 게이지와 달리, 측정자가 전기저항 측정장치를 휴대하지 않은 경우에도 그 눈금을 통하여 측정 대상물의 변형량 측정이 가능하도록 하여 준다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 흑연덩어리를 구성하는 그래핀의 구조를 도시한 개략도이다.
- 도 2는 본 발명의 제 1실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서를 도시한 사시도이다.
- 도 3a 는 흑연덩어리의 구조를 도시한 개요도이다.
- 도 3b 는 흑연덩어리에 박리제와 산화제가 작용하여 흑연덩어리의 박리작업이 진행되는 구조를 도시한 개요도이다.
- 도 3c 는 박리작업이 완성된 후 박리된 흑연덩어리의 모습을 도시한 개요도이다.
- 도 3d 는 박리된 흑연덩어리를 기계적 방법으로 파쇄시켜 제조된 흑연입자의 모습을 도시한 개요도이다.
- 도 3e 는 흑연입자에 환원과정을 거치는 모습을 도시한 개요도이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 스텐실 기법을 도시한 개요도이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 틀을 통한 건조방법을 도시한 개요도이다.
- 도 6은 본 발명의 제 2실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서를 나타낸 사시도이다.
- 도 7은 본 발명의 제 2실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서를 나타낸 분해사시도이다.
- 도 8은 본 발명의 제 3실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서를 나타낸 사시도이다.
- 도 9는 본 발명의 제 3실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서가 a% 인장된 경우를 도시한 사시도이다.
- 도 10은 본 발명의 제 4실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서를 나타낸 분해사시도이다.
- 도 11은 본 발명의 제 5실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서를 나타낸 분해사시도이다.
- 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서의 제 1검지소자 및 제 2검지소자가 가질 수 있는 패턴들을 도시한 도면이다.
- 도 13a 는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서가 변형을 일으키지 아니한 상태에서 저항값을 측정한 것을 도시한 도면이다.
- 도 13b 는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서가 인장된 상태에서 저항값을 측정한 것을 도시한 도면이다.
- 도 13c 는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서의 변형에 따른 저항값의 변화를 도시한 도면이다.
- 도 14a 는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서를 건축물의 내력구조부에 적용한 것을 도시한 도면이다.
- 도 14b 는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서를 교량 구조물에 적용한 것을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서는, 변형측정 대상물에 부착되어 변형측정 대상물과 함께 변형되고 이에 따라 저항값이 변화되는 검지소자를 통하여 변형량 측정기능을 제공하기 위한 것으로, 상기 검지소자는 전기 전도성이 우수한 흑연입자와 기계적 신축성이 우수한 탄성중합체를 포함하여 구성되고 그 혼합액을 성형하여 제조되는 것을 특징으로 한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명한다. 각 실시예들을 설명함에 있어 동일한 구성에 대해서는 동일한 도면부호를 사용하며, 상세한 설명을 생략할 수 있다.
- [0037] 도 2는 본 발명의 제 1실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서를 도시한 사시도이다. 도 2를 참조하여 설명하면, 본 발명의 변형량 측정용 연성센서는 제 1계측부(300)를 포함하는 구조를 가진다. 상기 제 1계측부(300)는 변형에 따라 그 저항값이 변경되는 제 1검지소자(310), 상기 제 1검지소자(310)의 저항값을 측정하기 위한 전기신호 입력선인 제 1입력선(331) 및 상기 제 1검지소자(310)의 저항값을 측정하기 위한 전기신호 출력선인 제 1출력선(351)을 포함하여 구성된다.
- [0038] 상기 제 1검지소자(310)는 흑연입자(311)와 제 1탄성체 기저물질(313)이 혼합된 것을 포함하여 구성된다. 상기 흑연입자(311)는, 흑연덩어리를 박리하여 박리된 흑연덩어리를 제조한 후에 이를 1nm 내지 1mm 두께로 분쇄하여 제조한 것을 일컫는다. 상기 제 1탄성체 기저물질(313)은 상온에서 고체상태이고 전기절연성을 가지는 탄성체 물질로서 탄성중합체로 구성될 수 있다. 상기 흑연입자(311)는 1층 내지 복수층의 그래핀 조각으로 구성되어 매우 우수한 전기적 전도성을 가지고, 상기 제 1탄성체 기저물질(313)은 전기적 절연성을 가지므로, 이들이 혼합된 물질로 구성된 상기 제 1검지소자(310)는 탄성체이면서 전기적으로는 하나의 전도체로서의 특성을 가진다. 따라서 상기 제 1검지소자(310)는 그 변형에 따른 전기적 저항값이 변경되며, 이러한 특성은 상기 제 1검지소자(310)가 그 변형량에 대한 정보를 출력하여 주는 센서로서의 기능을 가지게 한다.
- [0039] 상기 제 1입력선(331)은 상기 제 1검지소자(310)의 일 단에 형성되고, 상기 제 1출력선(351)은 상기 제 1검지소자(310)의 타 단에 형성되며, 각 전기적 전도성을 가지는 소재를 포함하여 구성된다. 상기 제 1입력선(331)과 상기 제 1출력선(351)은 상기 제 1검지소자(310)에 그 전기적 저항값이 측정되도록 전류를 연결시키는 기능을 한다.
- [0040] 상기 흑연입자(311)를 제조하는 방법의 일례는 다음과 같다.
- [0041] 도 3a는 흑연덩어리의 구조를 도시한 개요도이다. 도 3a를 참고하면, 일반적인 흑연덩어리는 그래핀(13)들이 병렬 방향으로 층층이 쌓여 화학적으로 결합된 구조를 가진다.
- [0042] 도 3b는 흑연덩어리에 박리제와 산화제가 작용하여 흑연덩어리의 박리작업이 진행되는 구조를 도시한 개요도이다. 도 3b를 참고하면, 상기 흑연덩어리를 구성하는 그래핀(13)들은 화학적 박리제(intercalation agent, 15) 및 산화제(oxidation agent, 17)의 첨가 및 열(18)을 가하는 것에 의하여 서로의 간격이 벌어지게 되며 이를 박리작업이라 한다. 박리작업 후 상기 흑연덩어리는 외견상 그 부피가 증가되어 팽창된 형태로 보이며, 이를 박리된 흑연덩어리 내지 팽창된 흑연덩어리라 한다. 상기 박리작업은 상기 화학적 박리제 및 상기 산화제를 상기 흑연덩어리와 함께 가열해 주는 방법을 통하여 진행될 수 있으며, 본 발명에 따른 일 실시예로 상기 가열과정은 전자레인지를 사용할 수 있으나, 박리현상을 일으키도록 상기 흑연덩어리를 가열할 수 있는 가열수단이면 족하고 이에 한정되지는 아니한다.
- [0043] 도 3c는 박리작업이 완성된 후 박리된 흑연덩어리의 모습을 도시한 개요도이다. 도 3c를 참고하면, 상기 박리작업이 완성된 후 상기 흑연덩어리는 층간 간격이 벌어지게 되어, 단층 그래핀(13) 내지 수층 그래핀으로 구성된 그래핀 입자(14)들이 병렬로 연결된 형태를 가진다. 또한 상기 박리제(15)는 질산(HNO_3) 및 황산(H_2SO_4)중 어느 하나를 포함할 수 있으며, 상기 산화제(17)는 KMnO_4 , NaNO_3 중 어느 하나를 포함할 수 있으나, 흑연의 산화를 통한 그래핀의 층간간격을 증가시켜주며 층간 반데르발스 힘을 감소시켜 박리를 유도할 수 있으면 족하고, 상기 예에 한정되지는 아니한다.
- [0044] 도 3d는 박리된 흑연덩어리를 기계적 방법으로 분쇄시킨 모습을 도시한 개요도이다. 도 3d를 참고하여 설명하면, 상기 박리된 흑연덩어리를 1nm 내지 1mm 두께로 분쇄하는 기계적 분쇄과정을 거쳐 그래핀의 전기적 성질을 그대로 가지는 상기 흑연입자(311)를 얻을 수 있다. 바람직하게는 상기 기계적 분쇄과정에 초음파분쇄기(미도시)가 사용될 수 있으나, 상기 박리된 흑연덩어리를 1nm 내지 1mm 두께로 분쇄할 수 있으면 족하고 이에 한정되지는 아니한다.

- [0045] 도 3e 는 흑연입자(311)에 환원과정을 거치는 모습을 도시한 개요도이다. 도 3e 를 참고하여 설명하면, 상기 박리된 흑연덩어리의 분쇄에 의하여 얻어진 흑연입자(311)에 대하여, 전기적 전도도를 향상시키기 위하여 환원제(19)를 사용한 환원과정을 더 거칠 수 있으며, 이러한 환원과정의 일례로 벤질 알코올을 사용하는 화학적 환원과정을 선택할 수 있으나, 이에 한정되지는 아니한다.
- [0046] 상기 제 1탄성체 기저물질(313)는 상온에서 고체상태로 전기적 절연성을 가지며 탄성을 가지고, 휘발성 용매에 용해될 수 있는 성질을 함께 가지는 물질로 구성될 수 있다. 상기 제 1탄성체 기저물질(313)은 탄성중합체를 포함하여 구성될 수 있으나, 이에 한정되지는 아니한다. 본 발명에 따른 실시예로 상기 탄성중합체는 PDMS(polydimethylsiloxane), ACM(polyacrylate rubber), AEM(ethylene acrylic), AU(polyester urethane), BRIR(butadiene rubber), CR(chloroprene [or Neoprene] rubber), CSM(chlorosulfonated polyethylene), ECO(ethylene oxide epichlorohydrine rubber), EPDM(ethylene propylene diene rubber), EU(polyether urethane), FFKM(perfluorelastomer), FKM(fluocarbon rubber), FVMQ(fluorosilicone rubber), HNBR(hydrogenated acrylonitrile-butadiene rubber), IR(isoprene rubber), IIR(butyl rubber), NBR(acrylonitrile-butadiene rubber), NR(natural rubber), SBR(styrene-butadiene rubber), VMQ(silicone rubber) 중에 어느 하나를 포함하여 구성될 수 있으나, 상온에서 고체로 기계적 신축성과 전기적 절연성을 가지고 휘발성 용매에 용해될 수 있으면 족하고 이러한 상기 실시예에 한정되지는 아니한다.
- [0047] 상기 제 1검지소자(310)는 상기와 같은 방법으로 제조된 상기 흑연입자(311)와 상기 제 1탄성체 기저물질(313)을 혼합하는 과정 및 성형하는 과정을 포함하는 방법으로 제조된다.
- [0048] 상기 제 1검지소자(310)는 상기 흑연입자(311)와 상기 제 1탄성체 기저물질(313)이 휘발성 용매에 용해된 상태로 스프레이된 후 건조작업을 거쳐 굳어지게되는 스텐실 기법에 의하여 성형될 수 있다. 스텐실 기법에 의하여 성형되는 경우, 측정 대상물의 크기나 형상에 맞추어 구체적 응용이 가능하고 측정 대상물에 대한 접촉상태가 매우 좋아지는 장점이 있다.
- [0049] 도 4는 본 발명에 따른 스텐실 기법을 도시한 개요도이다. 도 4를 참고하면, 상기 스텐실 기법은 우선 원하는 센서의 모양과 크기에 해당하는 공백부분을 가지는 마스크테이프(50)를 제작하는 단계와, 이후 상기 제 1탄성체 기저물질(313)이 휘발성 용매에 용해된 용액과 상기 흑연입자(311)의 혼합물을 상기 마스크테이프(50)위에 분사 및 건조작업을 반복하는 과정을 통하여 원하는 두께를 형성시키는 단계를 포함하여 구성된다.
- [0050] 또한 상기 제 1검지소자(310)는 상기 제 1탄성체 기저물질(313)이 휘발성 용매에 용해된 용액과 상기 흑연입자(311)와의 혼합물을 틀에서 건조시키는 방법을 통하여 제조될 수 있다. 상기 틀에서 건조시키는 방법은 상기 스텐실 기법보다 작업과정이 간단하며, 규격화된 변형량 측정용 연성센서를 다량 제조해낼 수 있다는 장점이 있다.
- [0051] 도 5는 본 발명에 따른 틀을 통한 건조방법을 도시한 개요도이다. 도 5를 참조하면, 상기 틀에서 건조되는 방법은 우선 원하는 센서의 모양과 크기에 해당하는 내부공간을 가지는 틀(60)을 제작하는 단계와, 이후 상기 제 1탄성체 기저물질(313)이 휘발성 용매에 용해된 용액과 상기 흑연입자(311)의 혼합물을 상기 틀(60)에 부은 후 건조시키는 단계를 포함하여 구성된다.
- [0052] 도 6은 본 발명의 제 2실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서를 나타낸 사시도이다. 도 6을 참고하면, 본 실시예에 따르는 변형량 측정용 연성센서는 제 1보호층(201), 제 1계측부(300) 및 제 1절연층(401)을 포함하여 구성되며, 상기 제 1계측부의 구성은 제 1실시예와 동일하다.
- [0053] 도 7은 본 발명의 제 2실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서를 나타낸 분해사시도이다. 도 7을 참고하면, 상기 제 1보호층(201)은 상기 제 1계측부(300)의 주변 및 상부에 형성되며 상기 제 1계측부를 외부의 충격이나 이물질로부터 보호하는 역할을 한다. 상기 제 1보호층(201)은 탄성중합체를 포함하여 구성될 수 있으나, 이에 한정되지는 아니하고 상기 제 1탄성체 기저물질(313)의 재료가 될 수 있는 것은 어느 것이나 선택될 수 있다.
- [0054] 상기 제 1절연층(401)은 상기 제 1계측부(300)의 하부 및 측정 대상물(40)의 표면에 형성된다. 상기 제 1절연층

(401)은 측정 대상물(40)이 전도성 물질인 경우에 상기 제 1계측부(300)와 상기 측정 대상물(40)사이의 전기적 절연을 유지하는 역할을 한다. 따라서, 상기 측정 대상물(40)이 비전도성 물질인 경우에는 상기 제 1절연층(401)은 생략 가능하다. 상기 제 1절연층(401)은 탄성중합체를 포함하여 구성될 수 있으나, 이에 한정되지는 아니하고 상기 제 1탄성체 기저물질(313)의 재료가 될 수 있는 것은 어느 것이나 선택될 수 있다.

[0055] 상기 제 1절연층(401) 및 상기 제 1보호층(201)은 상기 제 1검지소자(310)와 동일하게 상기 스텐실 기법이나 상기 틀에서 건조되는 기법 중 어느 하나에 의하여 제조될 수 있다.

[0056] 도 8은 본 발명의 제 3실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서를 나타낸 사시도이다. 도 8을 참고하면, 본 실시예에 따르는 변형량 측정용 연성센서는 인쇄층(101), 제 1보호층(201), 제 1계측부(300) 및 제 1절연층(401)을 포함하여 구성되며, 그 변형량의 육안측정을 위하여 상기 인쇄층(101)이 더 포함된다는 점을 제외하면 그 구성은 제 2실시예와 동일하다.

[0057] 상기 인쇄층(101)은 상기 제 1보호층(201) 상부에 형성되며, 단위크기를 가지는 그림이다. 상기 인쇄층(101)은 상기 제 1검지소자(310)의 변형이 발생하는 경우, 상기 제 1검지소자(310)의 저항값 측정과정 없이 측정자(80)와의 육안비교를 통하여 상기 제 1검지소자(310)의 변형량을 측정할 수 있는 기능을 제공한다.

[0058] 본 실시예에 따르면, 상기 인쇄층(101)의 그림은 일정한 폭을 가지는 단위눈금으로 구성될 수 있다. 이를 더욱 상세히 설명하면, 상기 인쇄층(101)은 상기 제 1보호층(201)에 소정의 단위길이를 9등분하여 각 인쇄하여 형성될 수 있다. 또한, 상기 측정자(80)에는 상기 소정의 단위길이를 10등분하여 각 인쇄한 측정자 단위눈금이 형성될 수 있다. 우선 상기 단위길이를 L 이라 가정하면, 상기 인쇄층(101)이 변형되지 않는 상태에서는 1번째 인쇄층 단위눈금과 1번째 측정자 단위눈금의 위치가 일치하게 되고, 9번째 인쇄층 단위눈금과 10번째 측정자 단위눈금의 위치가 일치하게 된다. 이 경우 상기 인쇄층(101) 눈금간의 거리는 L/9 이고 상기 측정자 단위눈금간의 거리는 L/10 이 된다.

[0059] 이후, 상기 제 1계측부(300) 및 상기 제 1보호층(201)이 a% 인장되어, 동일하게 상기 인쇄층(101)이 a% 인장되는 경우를 가정한다. 그리고 그 결과 1번째 인쇄층 단위눈금과 1번째 측정자 단위눈금의 위치가 일치하며, 7번째 인쇄부 단위눈금과 8번째 측정자 단위눈금이 일치하게 된다고 가정한다. 도 9는 본 발명의 제 3실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서가 a% 인장된 경우를 도시한 사시도이다. 도 9를 참고하여 설명하면, 이러한 경우 상기 인쇄층(101)의 단위눈금 간의 거리는 $L(1+0.01a)/9$ 이고 상기 측정자 단위눈금 간의 거리는 여전히 L/10 이다. 따라서, 1번째 인쇄층 단위눈금과 7번째 인쇄층 단위눈금 사이의 거리는 $7L(1+0.01a)/9$ 이고, 1번째 측정자 단위눈금과 8번째 측정자 단위눈금 사이의 거리는 $8L/10$ 이 되며, 두 길이는 같게 된다. 결국 $7L(1+0.01a)/9 = 8L/10$ 이 되어 $a = 20/7$ 이 되므로, 위 경우 상기 인쇄층(101)의 변형률은 약 2.86% 임을 알 수 있다.

[0060] 상기 제 3실시예는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서의 변형량 육안측정방법을 상세히 설명하기 위하여 선택된 수치 들로 구성되어 있으나, 상기 인쇄층 단위눈금의 개수나 상기 측정자 단위눈금의 개수는 상기 제 3실시예의 경우에 한정되지는 아니한다.

[0061] 도 10은 본 발명의 제 4실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서를 나타낸 분해사시도이다. 도 10을 참고하면, 본 발명의 제 4실시예에 따른 상기 변형량 측정용 연성센서는 제 1보호층(201), 제 1계측부(300), 제 1절연층(401), 제 2계측부(500) 및 제 2절연층(601)을 포함하여 구성될 수 있으며, 상기 제 2절연층(601)은 생략될 수 있다. 본 실시예에 따르면 상기 측정 대상물의 2축 방향에 대하여 변형량 측정이 가능하다.

[0062] 본 실시예 에서 상기 제 1보호층(201), 제 1계측부(300) 및 제 1절연층(401)의 구성은 제 3실시예와 동일하다. 다만, 상기 제 2계측부(500)는 상기 제 1계측부(300)와 그 구성이 동일하며, 그 배치 방향이 수직방향을 회전축으로 90도 회전하여 배치된다. 또한, 상기 제 2절연층(601)은 상기 제 1절연층(401)과 그 구성이 동일하다.

[0063] 상기 제 2계측부(500)는 상기 제 1절연층(401)의 하부에 형성되며, 변형에 따라 그 저항값이 변경되는 제 2검지소자(510), 상기 제 2검지소자(510)의 저항값을 측정하기 위한 전기신호 입력선인 제 2입력선(531) 및 상기 제 2검지소자(510)의 저항값을 측정하기 위한 전기신호 출력선인 제 2출력선(551)을 포함하여 구성된다. 그리고, 상기 제 2입력선(531) 및 상기 제 2출력선(551)은, 각 상기 제 2검지소자(510)의 일단 및 타단에 형성되며, 상기 제 1입력선(331) 및 상기 제 1출력선(351)에 대비하여 상기 측정 대상물(40) 표면에 수직방향을 축으로 90도

회전한 위치에 배치된다. 따라서 상기 제 2검지소자(510)는 상기 제 1검지소자(310)의 변형량 측정 방향에 대하여 90도 회전한 방향의 변형량을 측정하는 기능을 수행한다.

[0064] 상기 제 2저항체(510)는 상기 흑연입자(311)와 상기 제 1탄성체 기저물질(313)의 혼합물을 포함하여 구성되며, 그 제조방법은 상기 제 1저항체(310)와 동일하다.

[0065] 상기 제 2절연층(601)은 상기 제 2계측부(500) 하부에 형성되며, 그 구성 재료 및 제조방법은 상기 제 1절연층(401)과 동일하다.

[0066] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 제 1검지소자(310)가 복수 개 구비되어 서로 다른 방향으로 배치될 수 있다. 이로써 측정 대상물(40)의 서로 다른 방향에 대한 변형량을 측정할 수 있다.

[0067] 도 11은 본 발명의 제 5실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서를 나타낸 분해사시도이다. 본 실시예에 따르면 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서는 표면압력 측정기능을 더 포함할 수 있다. 도 11을 참고하면, 본 실시예에 따른 상기 변형량 측정용 연성센서는 압력계 보호층(151), 압력 검지소자(161), 압력검지 입력선(163), 압력검지 출력선(165), 제 1보호층(201), 제 1계측부(300), 제 1절연층(401), 제 2계측부(500) 및 제 2절연층(601)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0068] 본 발명의 제 5실시예에서 제 1보호층(201), 제 1계측부(300), 제 1절연층(401), 제 2계측부(500) 및 제 2절연층(601)의 구성은 제 4실시예와 동일하다.

[0069] 상기 압력 검지소자(161)는 상기 제 1보호층(201)의 상부에 형성되고, 그 구성은 상기 흑연입자(311)와 상기 제 1탄성체 기저물질(313)의 혼합물을 포함하여 구성되며, 그 제조방법은 상기 제 1저항체(310)와 동일하다. 상기 압력 검지소자(161)는 탄성체 이므로 외부에서 압력이 가하여 지는 경우 그 재료의 특성에 따라 변형이 발생하며 이로 인하여 그 단면적과 길이가 변경되고 결국 그 전기적 저항값이 변경된다. 이러한 성질을 이용하여 상기 저항값의 변경량을 측정하면 상기 압력 검지소자(161)에 가하여진 상기 압력의 크기를 알 수 있다. 다만 상기 압력 검지소자(161)의 형상은 미로(迷路) 형상을 가지는 라비린스(labyrinth)형이 바람직하나, 상기 압력 검지소자(161)에 가하여지는 압력에 의하여 그 형상이 변형되고 이로 인하여 그 저항값이 변경될 수 있으면 족하고 이에 한정되지는 아니한다.

[0070] 상기 압력검지 입력선(163)은 상기 압력 검지소자(161)의 일단에 형성되며, 상기 압력 검지소자(161)의 저항값을 측정하기 위한 전기신호선의 기능을 수행한다.

[0071] 상기 압력검지 출력선(165)은 상기 압력 검지소자(161)의 타단에 형성되며, 상기 압력 검지소자(161)의 저항값을 측정하기 위한 전기신호선의 기능을 수행한다.

[0072] 상기 압력계 보호층(151)은 상기 압력 검지소자(161)의 주변 및 상부에 형성되며 상기 압력 검지소자(161)를 외부의 충격이나 이물질로부터 보호하는 역할을 한다. 상기 압력계 보호층(151)은 탄성중합체를 포함하여 구성될 수 있으나, 이에 한정되지는 아니하고 상기 제 1탄성체 기저물질(313)의 재료가 될 수 있는 것은 어느 것이나 선택될 수 있다. 상기 압력계 보호층(151)은 상기 제 1보호층(201)과 동일하게 상기 스텐실 기법이나 상기 틀에서 건조되는 기법 중 어느 하나에 의하여 제조될 수 있다.

[0073] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 변형량 측정용 연성센서의 압력 검지소자(161), 제 1검지소자(310) 및 제 2검지소자(510)가 가질 수 있는 패턴들을 도시한 도면이다. 본 실시예에 따르면, 상기 압력 검지소자(161), 상기 제 1검지소자(310) 및 상기 제 2검지소자(510)는 직선 및 서펜타인(serpentine) 타입이나 라비린스 타입 중 어느 하나의 형상을 가질 수 있으나, 그 변형에 따른 전기적 저항값의 변화를 가져올 수 있는 형상이면 족하고 이에 한정되지는 아니한다.

[0074] 도 13a 내지 도 13c는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서의 동작원리를 도시한 도면이다. 도 13a는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서가 변형을 일으키지 아니한 상태에서 저항값을 측정한 것을 도시한 도면이며, 도 13b는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서가 인장된 상태에서 저항값을 측정한 것을 도시한 도면이다.

또한 도 13c 는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서의 변형에 따른 저항값의 변화를 도시한 도면이다.

[0075] 도 13a 를 참고하면, 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서가 변형을 일으키지 아니한 상태에서는 낮은 저항값이 측정되는 것을 알 수 있다. 이에 비하여 도 13b 를 참고하면, 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서가 일정길이만큼 인장된 상태에서는 상대적으로 높은 저항값이 측정되는 것을 알 수 있다. 이는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서가, 상기 인장에 의하여 전류가 흐르는 방향에 대하여 그 단면적이 축소되고 동시에 그 길이가 증가하였기 때문이다. 도 13c 를 참고하면, 이러한 변형과 저항값의 상관관계가 선형의 그래프로 표시될 수 있음을 알 수 있다.

[0076] 도 14a 내지 도 14b 는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서의 사용례를 도시한 도면이다.

[0077] 도 14a 는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서를 건축물의 내력구조부(93)에 적용한 것을 도시한 도면이다. 도 14a 를 참고하면, 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서는 건축물 내력구조부(93)의 변형량을 측정하는 용도로 사용 가능한 것을 알 수 있다. 또한, 본 사용례에서의 측정대상물이 전기적 부도체인 건축물 내력구조부(93)이므로 상기 제 2실시예의 구성에서 제 1절연층(401)이 생략된 구성을 가지는 변형량 측정용 연성센서가 적용되었음을 알 수 있다.

[0078] 도 14b 는 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서를 교량 구조물(95)에 적용한 것을 도시한 도면이다. 도 14b 를 참고하면, 본 발명에 따른 변형량 측정용 연성센서를 교량 구조물(95)의 변형량을 측정하는 용도로 사용 가능한 것을 알 수 있다. 또한, 본 사용례에서의 측정대상물이 전기적 도체인 교량 구조물(95)이므로 상기 제 2실시예의 구성에 따라 변형량 측정용 연성센서가 적용되었음을 알 수 있다.

[0079] 이상 한정된 실시예 및 도면을 참조하여 설명하였으나, 이는 실시예일뿐이며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 다양한 변형 실시가 가능하다는 점은 통상의 기술자에게 자명할 것이다. 예를 들어, 각 실시예에서 사용된 구성은 다른 실시예에 선택적으로 적용될 수 있다. 따라서, 본 발명의 보호범위는 특허청구범위의 기재 및 그 균등 범위에 의해 정해져야 한다.

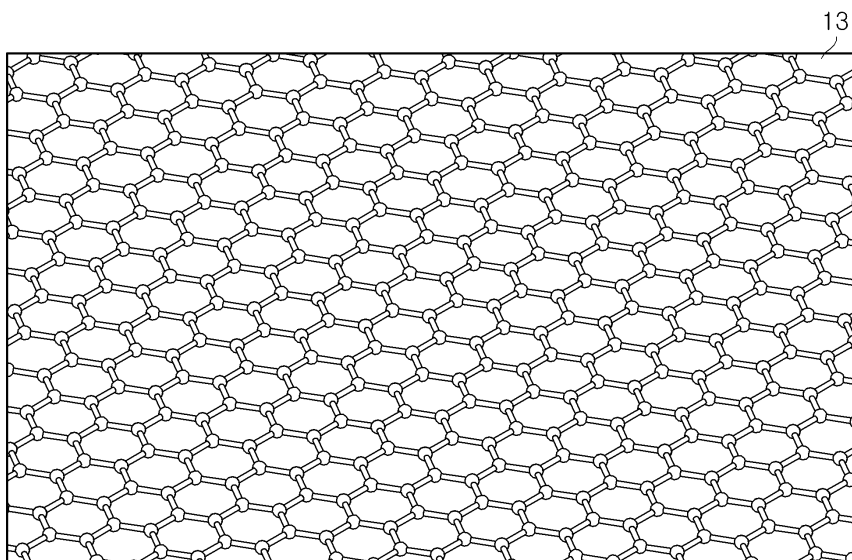
부호의 설명

- [0080]
- 13 그래핀
 - 14 그래핀 입자
 - 15 박리제 분자
 - 17 산화제 분자
 - 18 열
 - 19 환원제 분자
 - 40 측정 대상물
 - 50 마스킹테이프
 - 60 틀
 - 80 측정자
 - 90 저항계
 - 93 건축물의 내력구조부
 - 95 교량 구조물
 - 101 인쇄층
 - 151 압력계 보호층

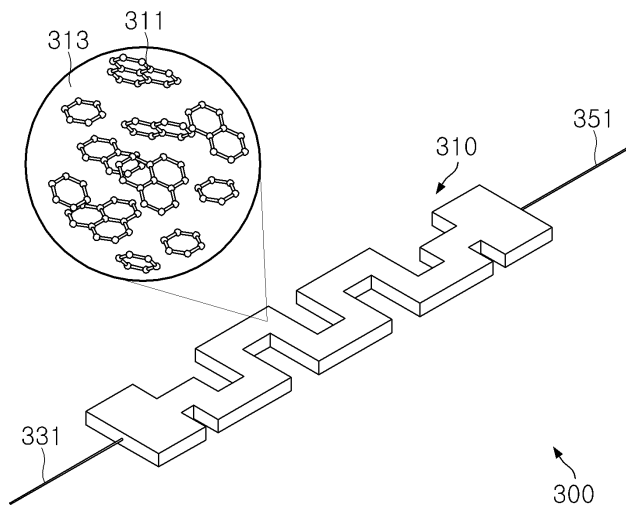
161 압력 감지소자
163 압력감지 입력선
165 압력감지 출력선
201 제 1보호층
300 제 1계측부
310 제 1감지소자
311 흑연입자
313 제 1탄성체 기저물질
331 제 1입력선
351 제 1출력선
401 제 1절연층
500 제 2계측부
510 제 2감지소자
531 제 2입력선
551 제 2출력선
601 제 2절연층

도면

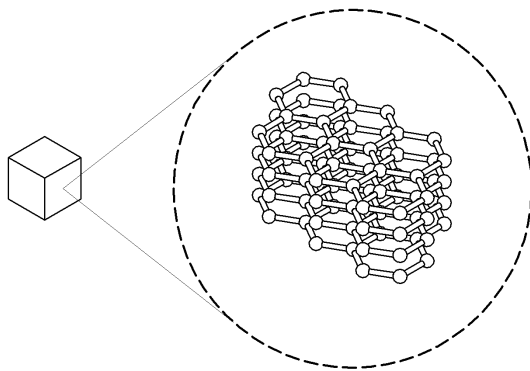
도면1



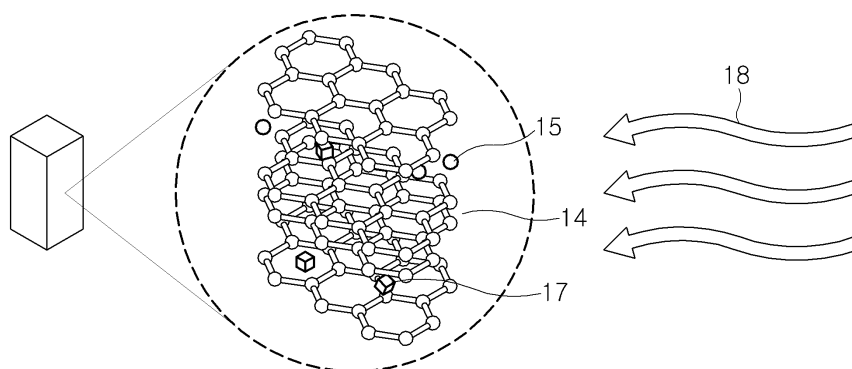
도면2



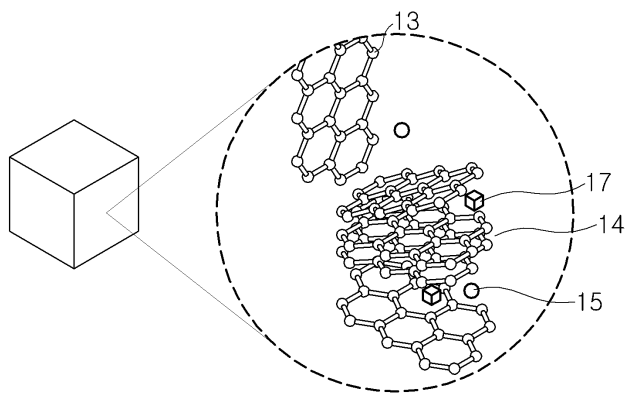
도면3a



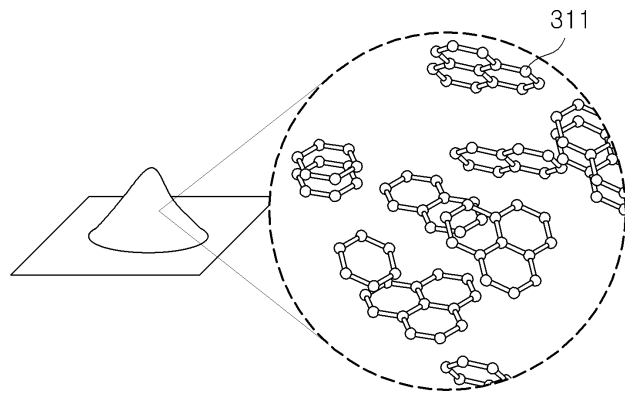
도면3b



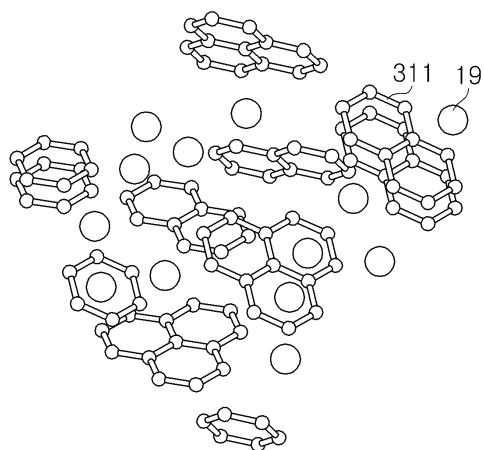
도면3c



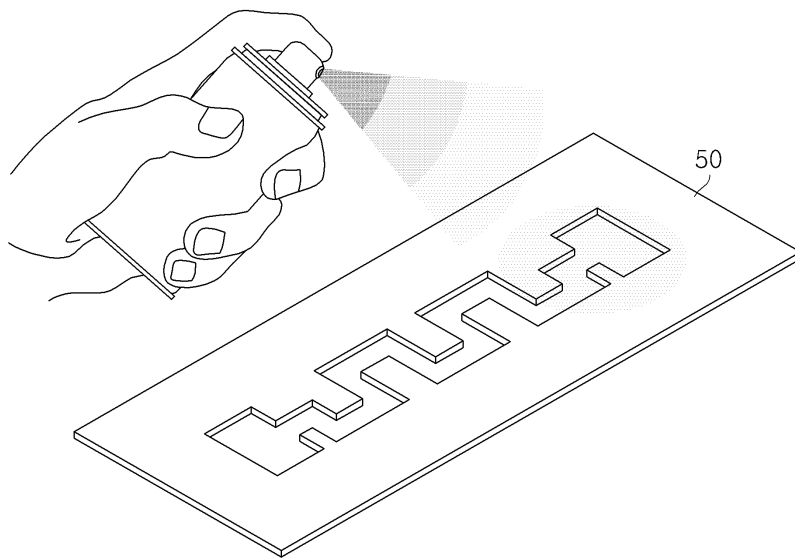
도면3d



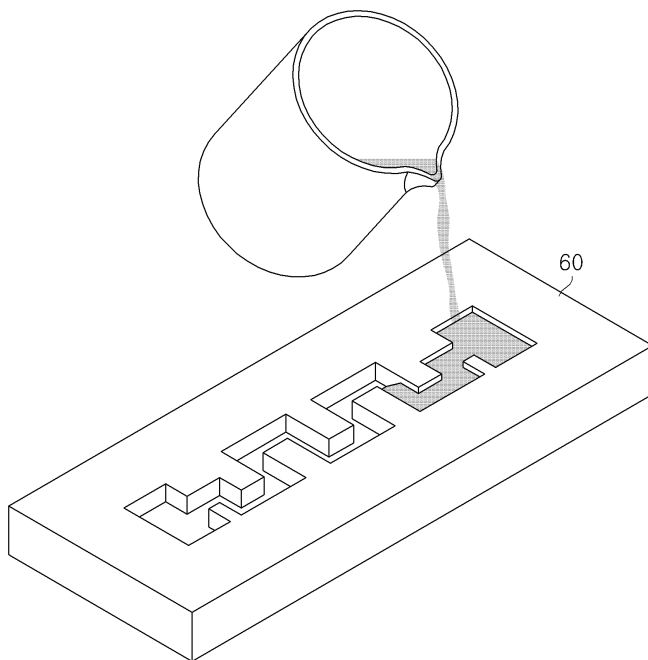
도면3e



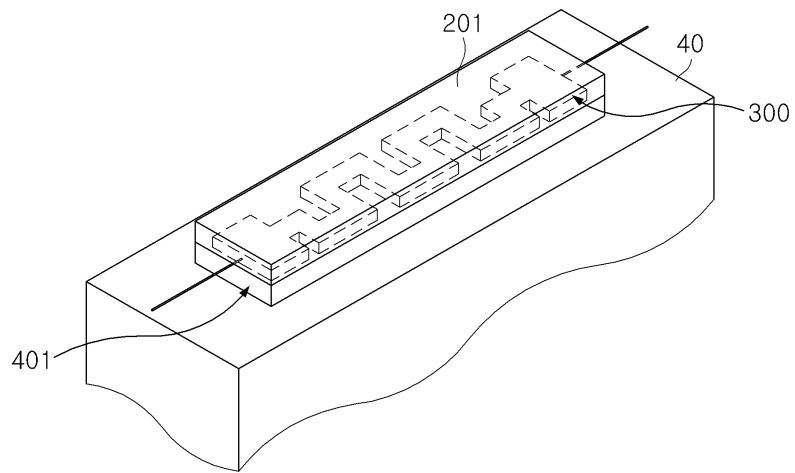
도면4



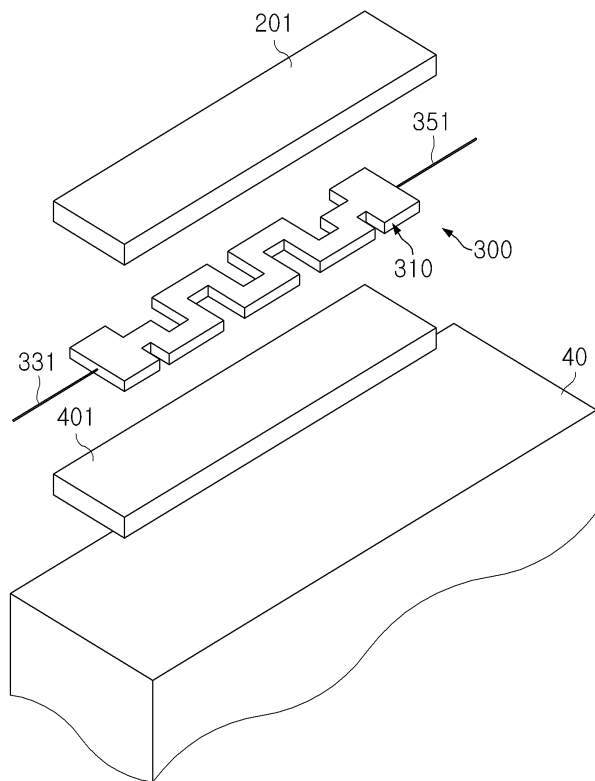
도면5



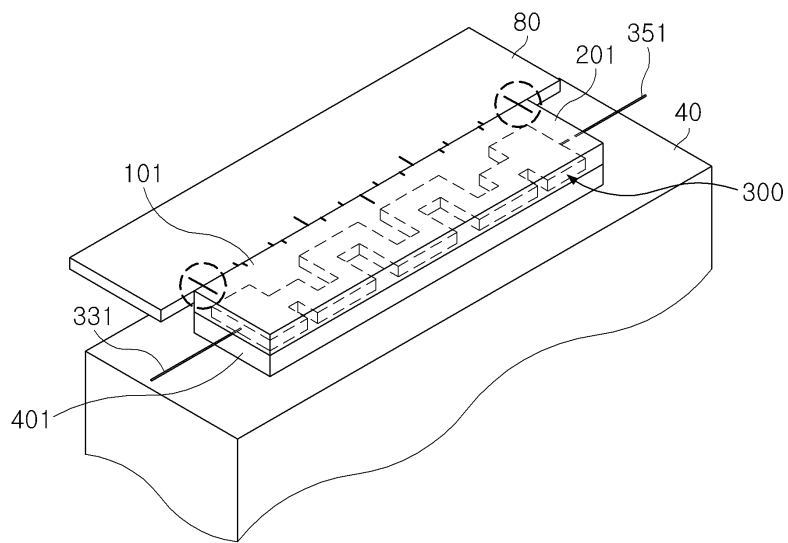
도면6



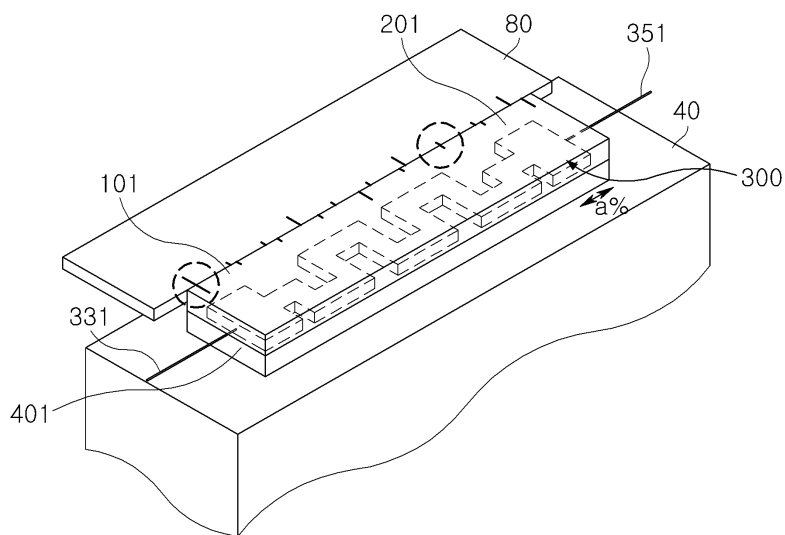
도면7



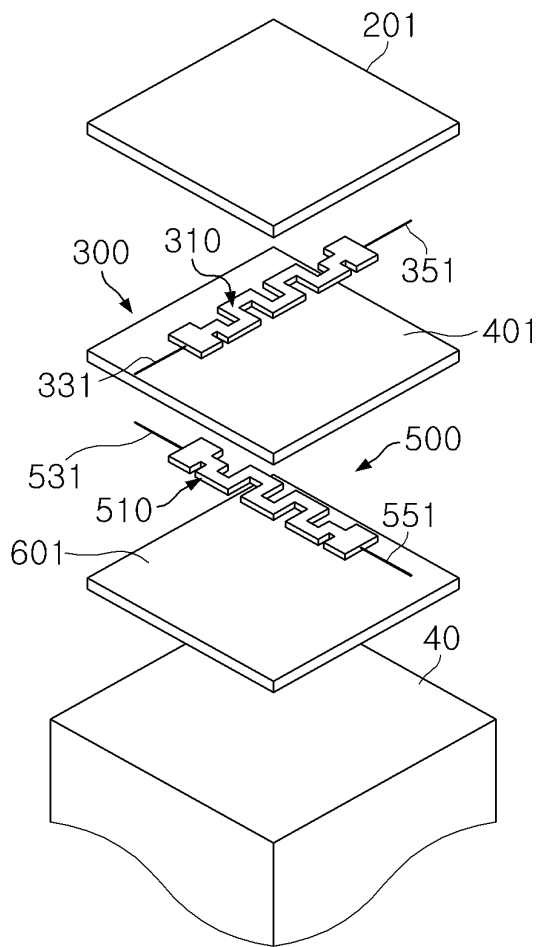
도면8



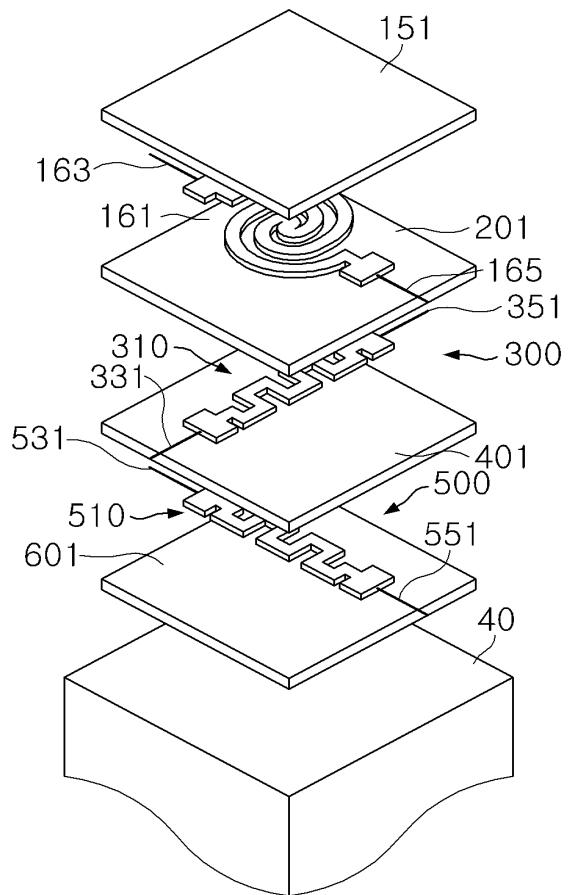
도면9



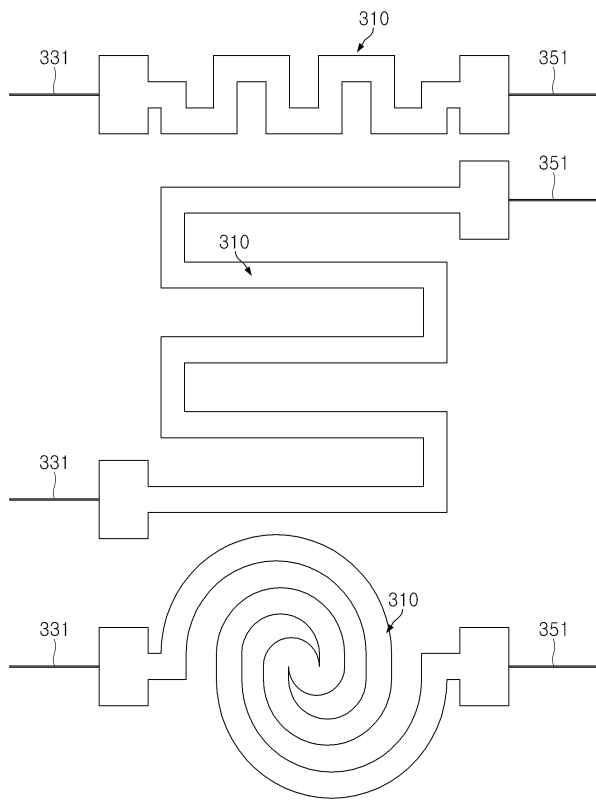
도면10



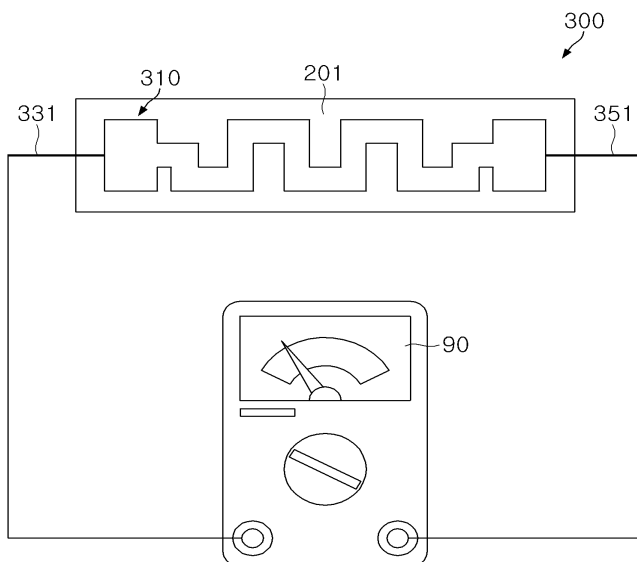
도면11



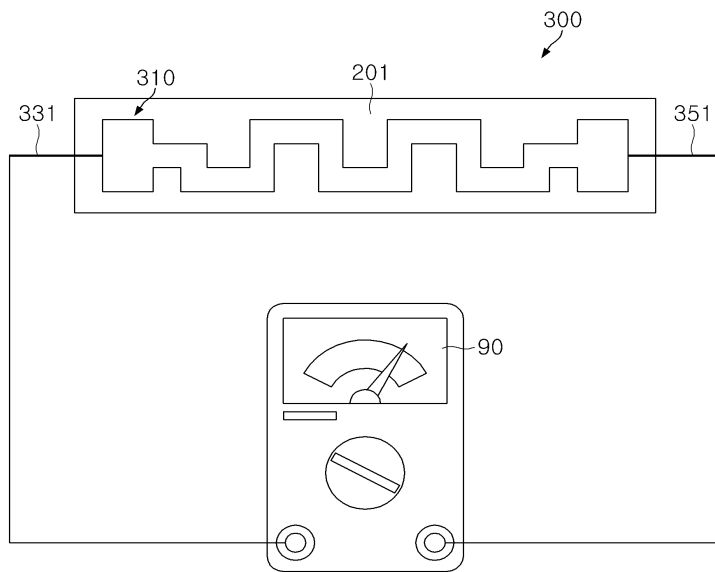
도면12



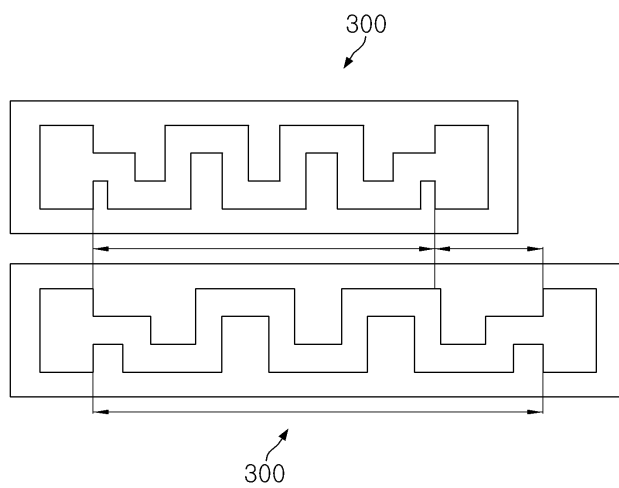
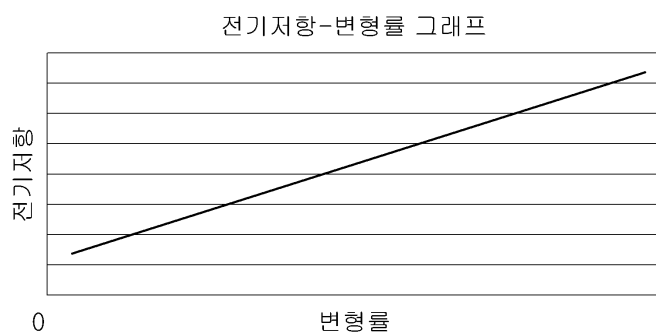
도면13a



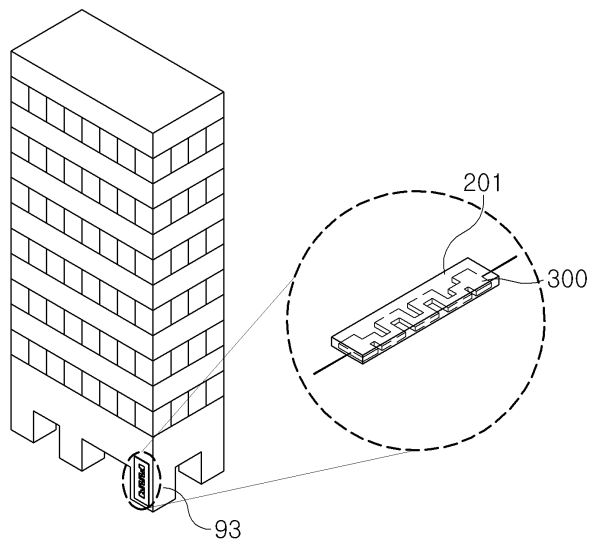
도면13b



도면13c



도면14a



도면14b

