(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0089210
(43) 공개일자 2022년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60G 15/04 (2006.01) *B29C 65/48* (2018.01)
B60G 17/015 (2006.01) *G01D 5/16* (2006.01)
B82Y 15/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
B60G 15/04 (2013.01)
B29C 65/4865 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0179625
(22) 출원일자 2020년12월21일
심사청구일자 2020년12월21일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
강인필
부산광역시 해운대구 센텀중앙로 145, 110동 4704호(재송동, 더샵센텀파크1차아파트)
최백규
경상남도 양산시 대운5길 7, 104동 301호(명동, 웅상신도시 화성파크드림)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
남건필, 박종수, 차상윤

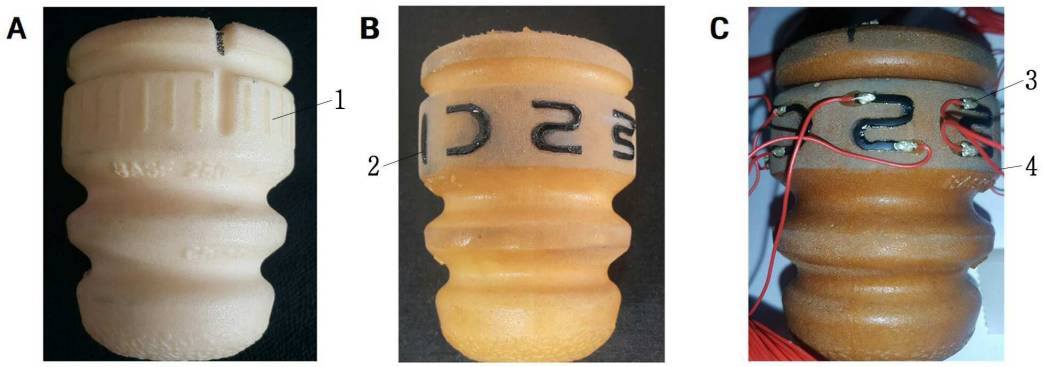
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 **스마트 범퍼 스토퍼**

(57) 요 약

본 발명은 스마트 범퍼 스토퍼 및 이를 제조하는 방법이 개시된다. 상기 스마트 범퍼 스토퍼는, 범퍼 스토퍼 몸체; 상기 범퍼 스토퍼 몸체의 측면에 부착된 탄소 스트립; 상기 탄소 스트립의 양단에 전극부; 및 상기 전극부와 연결된 저항 측정 수단;을 포함하고, 상기 탄소 스트립은 접착 수지 내 탄소 입자가 분산되어 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B60G 17/015 (2013.01)
C08K 3/041 (2017.05)
C09J 11/04 (2013.01)
C09J 163/00 (2013.01)
G01D 5/16 (2013.01)
B60G 2206/80 (2013.01)
B60G 2400/60 (2013.01)
B60Y 2306/09 (2013.01)
B82Y 15/00 (2013.01)
(72) 발명자
김성용
부산광역시 중구 법수길 72, 409호(보수동1가, 대림에이스타운)
오광원
경상남도 김해시 김해대로2324번길 54-27, 106동 1701호(봉황동, 봉황역e편한세상아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345322071
과제번호	2020R1A6A3A13076361
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명	초탄성 재료의 비선형 거동 계측을 위한 탄소나노 기반 대변형 스트레인 센서의 전왜성 매커니즘 분석 및 설계 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	부경대학교(제2캠퍼스)
연구기간	2020.06.01 ~ 2021.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

범퍼 스토퍼 몸체; 상기 범퍼 스토퍼 몸체의 측면에 부착된 탄소 스트립; 상기 탄소 스트립의 양단에 전극부; 및 상기 전극부와 연결된 저항 측정 수단;을 포함하고,

상기 탄소 스트립은 접착 수지 내 탄소 입자가 분산되어 있는,

하중과 변위 측정이 가능한 스마트 범퍼 스토퍼.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 탄소 입자는 터널링 저항과 접촉 저항이 상기 수지 내부에 포화 상태로 존재하는,

하중과 변위 측정이 가능한 스마트 범퍼 스토퍼.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 탄소 입자는 탄소 나노 튜브인,

하중과 변위 측정이 가능한 스마트 범퍼 스토퍼.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 탄소 스트립은 0.2wt% 내지 0.4wt%의 탄소 입자를 포함하는,

하중과 변위 측정이 가능한 스마트 범퍼 스토퍼.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 탄소 스트립은, 만곡된 U자 형상을 갖는,

하중과 변위 측정이 가능한 스마트 범퍼 스토퍼.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 탄소 스트립의 U자 형상은, U자 형태가 스마트 범퍼 스토퍼에 가해지는 하중과 수직하도록 가로로 눕혀져 있는,

하중과 변위 측정이 가능한 스마트 범퍼 스토퍼.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 탄소 스트립의 U자 형상은 2개 이상 포함되고, 상기 U자 형상들은 각각 서로 다른 방향으로 만곡된,

하중과 변위 측정이 가능한 스마트 범퍼 스토퍼.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 센서는, 탄소 스트립 및 상기 전극부 상단에 도포되는 보호층을 추가로 포함하는,

하중과 변위 측정이 가능한 스마트 범퍼 스토퍼.

청구항 9

제3항에 있어서,

상기 보호층은 상기 접착 수지와 동일한 재질인,

하중과 변위 측정이 가능한 스마트 범퍼 스토퍼.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 범퍼 스토퍼 몸체는 초탄성 재질로 구성되는,

하중과 변위 측정이 가능한 스마트 범퍼 스토퍼.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 접착 수지는 에폭시 계열의 접착형 수지인,

하중과 변위 측정이 가능한 스마트 범퍼 스토퍼.

청구항 12

탄소 입자를 용매에 분산시켜 탄소 입자의 분산물을 얻는 단계;

상기 분산물의 용매를 일부 증발시켜 탄소 페이스트를 얻는 단계;

상기 탄소 페이스트를 접착 수지와 혼합하고, 상기 남은 용매를 증발시켜 탄소 접착 수지를 제조하는 단계;

범퍼 스토퍼의 몸체 측면에 임의의 스트립 형상을 갖도록 마스킹하는 단계;

마스킹된 영역에 상기 탄소 접착 수지를 도포하는 단계;를 포함하는,

스마트 범퍼 스토퍼를 제조하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 탄소 입자는 탄소 나노 튜브인,

스마트 범퍼 스토퍼를 제조하는 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 용매는 메틸렌 클로라이드인,

스마트 범퍼 스토퍼를 제조하는 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 분산물을 얻기 위한 분산 공정으로 초음파 공정을 사용하는,

스마트 범퍼 스토퍼를 제조하는 방법.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 접착 수지는 에폭시 계열의 접착형 수지인,

스마트 범퍼 스토퍼를 제조하는 방법.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 탄소 페이스트를 접착 수지와 혼합하기 위해 공자전 믹싱 공정을 사용하는,

스마트 범퍼 스토퍼를 제조하는 방법.

청구항 18

제12항에 있어서,

상기 마스킹된 영역에 상기 탄소 접착 수지를 도포하기 위해, 스프레이, 페인팅, 또는 몰딩 기법 중 하나를 활용하는,

스마트 범퍼 스토퍼를 제조하는 방법.

청구항 19

제12항에 있어서,

상기 탄소 접착 수지를 도포하는 단계 이후, 상기 탄소 접착 수지를 경화하는 단계를 추가로 포함하는,

스마트 범퍼 스토퍼를 제조하는 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 경화된 탄소 접착 수지의 양단에 전선을 배치하고 전도성 전극을 도포한 뒤, 그 위에 전도성 접착제를 도포하여 전극부를 형성하는 단계를 추가로 포함하는,

스마트 범퍼 스토퍼를 제조하는 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 전도성 접착제는 에폭시 접착제인,

스마트 범퍼 스토퍼를 제조하는 방법.

청구항 22

제20항에 있어서,

상기 전극부를 형성하는 단계 이후, 상기 전극부를 보호하는 보호층을 도포하는 단계를 추가로 포함하는,

스마트 범퍼 스토퍼를 제조하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 스마트 범퍼 스토퍼에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 범퍼 스토퍼 몸체의 측면에 2개 이상의 U자 형상을 갖는 탄소 나노 소재 센서가 부착되어, 범퍼 스토퍼에 가해지는 하중 및 변위를 직접 정확하게 측정 가능

한 스마트 범퍼 스토퍼에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 범퍼 스토퍼는 차량 서스펜션 시스템에 장착되며 거친 노면에서 차량이 받는 과도한 충격을 완화시켜주는 보조 스프링의 역할을 한다. 일차적으로 범퍼 스토퍼는 충격을 받을 때 속업-쇼버 압축 시의 가동 변위를 제한하여 맞닿는 금속부 간의 접촉을 방지하며 이차적으로 범퍼 스토퍼에 작용하는 압축 하중에 대한 변위특성에 기반하여 운전자가 느끼는 승차감을 향상시켜주는 핵심요소 부품이다. 다른 명칭으로는, 자운스 범퍼, 범퍼 러버 등이 있다. 범퍼 스토퍼는 충격 흡수에 용이하며 경량의 폴리우레탄 재질 다공성 고무 부품으로 요철 형태의 점진적 스프링(progressive spring)의 구조를 갖는다. 이러한 범퍼 스토퍼의 구조 형태는 부드러운 점진적 압축 거동으로 승차감을 향상시키며 또한 급격한 조향에서 차량 전·후륜의 차체 자세안전성에 영향을 미친다. 이처럼, 범퍼 스토퍼는 하중 전달이 끊임없이 작용하는 자동차 부품 중 하나로, 범퍼 스토퍼의 건전성 감시와 함께 작용하는 하중 변위 정보를 정확하게 측정하는 것이 중요하다. 그러나, 초탄성 재료 기반의 범퍼 스토퍼는 소재의 대변형과 비선형성에 의해 종래의 상용 하중 및 변위 센서로는 연속적인 거동 계측이 용이하지 않으며 정확한 하중-변위 정보 획득하는 것이 어렵고 그 비용이 상당하다.

[0003] 범퍼 스토퍼에 가해지는 하중 및 변위 특성을 검증하는 종래의 평가 방법은 시행 착오법으로 시뮬레이션 해석에 기반을 두고 있으므로, 직접 측정에 의한 정량적인 평가가 아닌 외부 수단을 활용하는 간접 측정법이다. 그러나, 이러한 시뮬레이션 기법은 실제 차량 환경에서는 상당한 오차를 보이며, 이를 입증할 수 있는 정량적인 계측 수단 역시 부재하다. 하지만, 범퍼 스토퍼는 차량의 진동과 소음에 관련한 NVH성능에 가장 큰 영향을 미치는 부품 중 하나이기 때문에 범퍼 스토퍼의 하중 및 변위를 보다 정확하게 측정할 수 있는 새로운 기술의 필요성이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 일 목적은, 종래의 범퍼 스토퍼의 하중 및 변위를 직접적으로 정확하게 측정할 수 있는 측정 수단을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 일 측면으로서, 본 발명은, 범퍼 스토퍼 몸체; 상기 범퍼 스토퍼 몸체의 측면에 부착된 탄소 스트립; 상기 탄소 스트립의 양단에 전극부; 및 상기 전극부와 연결된 저항 측정 수단;을 포함하고, 상기 탄소 스트립은 접착 수지 내 탄소 입자가 분산되어 있고, 하중과 변위 측정이 가능한 스마트 범퍼 스토퍼를 제공한다.

[0006] 상기 범퍼 스토퍼 몸체의 측면은, 상하로 하중을 받는 범퍼 스토퍼의 하중 방향에 수직한 상면 및 하면을 이어주는, 상기 상면 및 하면과 수직한 방향의 원통형 면이다. 상기 측면은 범퍼 스토퍼에 가해지는 하중의 원활한 완충을 위해 요철 형태를 갖는 점진적 스프링 구조를 포함할 수 있다.

[0007] 본 발명의 탄소 스트립은 상기 범퍼 스토퍼의 측면에 부착되며, 측면 중에서도 요철이 없는 평탄한 구간에 설치될 수 있다. 상기 탄소 스트립은 상기 범퍼 스토퍼에 가해지는 하중 및 변위를 측정하기 위해, 상기 범퍼 스토퍼의 몸체 측면에 직접 위치하며, 상기 범퍼 스토퍼의 압축 거동에 따라 저항값이 변하는 전왜성의 특징을 갖는 탄소 입자를 소재로써 이용할 수 있다. 전왜성이란, 외력이 가해지면 전기적인 특성이 변화하는 성질이며, 이와 같은 전왜성 성질을 갖는 소재를 활용하여, 하중을 측정하는 센서로 사용할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 탄소 스트립은 범퍼 스토퍼 몸체보다 높은 경도의 접착 수지 소재를 추가로 포함하고, 이에 따라 기존 형태로의 빠른 회복이 가능하여 대변형의 측정에 신속한 응답성을 보여주어 센서로써 적합한 특징을 나타낸다.

[0009] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 탄소 입자는 터널링 저항과 접촉 저항이 상기 수지 내부에 포화 상태로 존재하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 탄소 입자를 포함하는 전왜성 센서의 기본 저항(R_0)은 탄소 입자 자체의 저항(R_{filer}), 탄소 입자 상호 간의 터널링 거리 안에서 발생하는 전기적 호핑에 의한 터널링 저항(R_{tunnel}), 및 탄소 입자 상호 간의 접촉에 의한 접촉 저항($R_{contact}$)의 세 개 요소에 의해 결정될 수 있으며, 구체적인 관계는 아래의 수식 (1)과 같이 나타내어진다.

[0011] $R_0 = R_{filer} + R_{tunnel} + R_{contact}$ 수식(1)

[0012] 이러한 기본 저항은, 탄소 소재로 이루어진 센서에 가해지는 외력에 의해 센서 내 탄소 입자 간의 상호 물리적인 접촉 및 변위에 따라 변화할 수 있다. 상기 탄소 소재로 이루어진 센서에 인장력이 가해졌을 때, 탄소 입자 사이의 거리가 멀어져 터널링 저항 및 접촉 저항에 의한 전도성 통로가 상대적으로 감소하기 때문에 전기전도도가 낮아져 저항이 커지게 된다. 반대로 압축이 가해졌을 때, 탄소 입자 사이의 거리가 가까워져 전도성 통로가 증가하기 때문에 전기전도도가 높아져 저항이 낮아지게 된다.

[0013] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 탄소 입자는 탄소 나노 튜브인 것을 특징으로 한다. 바람직하게는, 상기 탄소 나노 튜브는 다중벽 탄소 나노 튜브이다.

[0014] 상기 다중벽 탄소 나노 튜브는, 원기둥 모양의 나노구조를 갖는 탄소의 동소체이며, 열 전도성 및 전기 전도성이 뛰어나고 변형에 대한 내구성 및 물질의 강도 역시 우수한 소재이기 때문에, 다양한 복합구조 물질의 첨가제로 사용된다. 특히, 본 발명에서 사용되는 탄소 나노 튜브는 높은 직경비를 가지는 것이 유리하다.

[0015] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 탄소 스트립은 0.2wt% 내지 0.4wt%의 탄소 입자를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 분산된 탄소 입자를 포함하는 상기 탄소 스트립에서 가장 중요한 것은, 접착 수지 내 포함되어 있는 탄소 입자의 양이다.

[0017] 상기 탄소 입자의 양이 너무 적을 경우, 센서의 기본 저항을 이루는 요소가 R_{filer} 와 $R_{contact}$의 항 보다는 터널링에 의한 R_{tunnel} 항의 비율이 높기 때문에 전도성 통로의 수가 상대적으로 감소하게 된다. 이렇게 전도성 통로의 수가 줄어든 탄소 스트립, 즉 전왜성 센서는, 상기 센서의 형태의 변형에 R_{tunnel} 항의 비율의 증가에 따라 민감도가 매우 높아지지만, 전기전도도가 매우 낮아져서 신호의 안정성이 떨어지게 되며, 변형에 대한 센서의 선형성이 낮다. 또한, 제작 공정에서 균일한 센서의 성능을 얻기 어려움에 따라 신뢰성이 낮다.

[0018] 반면, 상기 탄소 입자의 양이 너무 많을 경우, 센서의 기본 저항을 이루는 요소에 $R_{contact}$ 및 R_{tunnel}이 혼재하여 전도성 통로의 수가 상대적으로 많아 지게 된다. 따라서, 탄소 입자 간 접촉은 충분히 발생하나 기본 상태에서의 탄소 입자 간 접촉이 너무 많기 때문에 변형에 대하여 탄소 입자 간 접촉이 과도하게 생성된다. 이렇게 전도성 통로의 수가 과도하게 생성된 탄소 스트립, 즉, 전왜성 센서는, 상기 센서의 형태 변형에 대하여 R_{tunnel} 항의 비율이 낮고 과도하게 높아진 전기전도도에 의해 변형에 의한 민감도가 낮아지지만 선형성이 높다. 또한 제작 공정에서 균일한 센서의 성능을 얻기에 유리하여 신뢰성이 높다. 따라서 적절한 탄소 입자의 양을 제작·설계 공정에서 선정하는 것이 중요하다.

[0019] 또한, 분산된 탄소 입자를 포함하는 상기 탄소 스트립에서 그 다음으로 중요한 것은, 접착 수지 내 포함되어 있는 탄소 입자의 균일한 분산이다.

[0020] 상기 탄소 스트립의 접착 수지 내 탄소 입자가 3차원적으로 균일하게 분산되어 있을 경우, 상기 탄소 스트립에 가해지는 하중 및 변형을 비교적 오차가 적게 계측할 수 있다. 반면, 상기 탄소 스트립의 접착 수지 내 탄소 입자가 3차원적으로 불균일하게 분산되어 있을 경우, 하중 및 변형이 가해지더라도, 전기전도도를 결정짓는 탄소 입자가 편재되어 있으면, 상기 탄소 스트립에 가해지는 하중 및 변형을 정확히 측정할 수 없게 된다.

[0021] 이는 탄소 입자를 전왜성 센서 내에 포함시켜 사용할 때 가장 중요한 특성이 되며, 따라서, 상기 탄소 입자의 접착 수지 내 분산이 고르게 될 필요성이 있다.

[0022] 센서의 전기전도도와 관련하여 탄소 입자의 포화도를 나타내는 Percolation threshold는 전기전도도의 역치 구간으로, 접착 수지 내 탄소 입자의 양에 따라 탄소 스트립의 전도성이 급격하게 변화하는 구간, 즉, 터널링 저항과 접촉 저항이 탄소 스트립의 내부에 포화 상태로 존재하여 전도성 통로가 최적으로 배열이 되는 구간을 의미한다. 본 발명에서는, 탄소 입자가 접착 수지 내 0.2wt%-수지 내지 0.4wt%-수지의 양으로 포함되는 구간에 해당하며, 상기 역치 구간은 0.2wt%-수지 미만일 때와 비교하여 탄소 스트립의 전도성이 급격하게 증가하고 0.2wt% 내지 0.4wt%으로는 탄소 스트립의 전도성의 뚜렷한 증가가 관찰되지 않는다. 따라서, 본 발명의 탄소 스트립에 적합한 탄소 입자의 양은 0.2wt%-수지 내지 0.4wt%-수지의 양이 바람직하다.

[0023] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 탄소 스트립은, 만곡된 U자 형상을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0024] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 탄소 스트립의 U자 형상은, U자 형태가 스마트 범퍼 스토퍼에 가해지는 하중과

수직하도록 가로로 눕혀져 있는 것을 특징으로 한다.

[0025] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 탄소 스트립의 U자 형상은 2개 이상 포함되고, 상기 U자 형상들은 각각 서로 다른 방향으로 만곡된 것을 특징으로 한다.

[0026] 상기 탄소 스트립은 범퍼 스토퍼의 초탄성 비선형 거동을 측정하기 위하여 2개 이상의 U자 형상을 갖는 S자형 곡선 형태이기 때문에, 상기 범퍼 스토퍼에 압축 거동이 가해질 때 내부에 혼합된 탄소 소재의 터널링 거리가 멀어짐에 따라 저항이 증가하게 된다. 구체적으로, 상기 탄소 스트립은 압축 하중으로 일정 하중 이상에서 초탄성 재료의 버클링 현상에 의한 굽힘을 받는 2개 이상의 U 자 형상을 갖는 S자형 곡선 형태로, 범퍼 스토퍼의 거동을 정확히 묘사하기 위해 이와 같이 곡선부가 존재하는 형상으로 제작되었다. 이러한 형상에서, 상기 탄소 스트립의 U자 형상은 상기 범퍼 스토퍼 몸체의 압축 대변형을 U자 형상의 평면 굽힘으로 수용하여 상기 범퍼 스토퍼에 주어지는 하중에 선형적이다. 이는, 탄소 스트립이 받는 압축 하중을 인장으로 변환하여 스마트 범퍼 스토퍼의 출력이 인장 방향으로 선형성을 가지도록 설계되었고, 버클링에 의한 굽힘 발생 시에 더욱 가파른 기울기를 가지는 곡선으로 탄소 스트립의 변형에 적합하게 신호를 출력하게 된다.

[0027] 상기 탄소 스트립은 직선부와 U자 형상으로 구분되어, 상기 탄소 스트립의 끝단, 즉, 직선부에 연결되는 전극의 결선 방향이 상기 탄소 스트립의 압축 거동과 수직이 되어 상기 전극이 거동에 주는 영향이 적고, 마찬가지로, 상기 압축 거동에 의해 상기 전극이 영향을 덜 받을 수 있어 전극의 안전성이 향상된다.

[0028] 본 발명의 스마트 범퍼 스토퍼는, 일정 이상의 압축 하중에서 범퍼 스토퍼 몸체를 이루는 초탄성 재료의 버클링 현상에 의해 굽힘을 받는, 2개의 기울기(압축 및 굽힘)를 가지는 부품이다. 상기 센서가 범퍼 스토퍼의 거동에 의해 압축 하중을 받을 때, 상기 센서 내 탄소 나노 튜브 역시 상호 물리적 접촉 및 변위가 증가하게 되어, 상기 센서의 저항 변화를 유발하는 것으로 상기 범퍼 스토퍼의 거동을 정확하게 파악할 수 있다.

[0029] 상기 탄소 스트립의 형상에 포함되는 U자 형상의 수에 따라 본 발명의 탄소 스트립의 측정 성능이 향상되며, 상기 탄소 스트립은 최소 2개 이상의 U자 형상을 포함하여야 한다. 상기 U자 형상의 수에 따라 상기 탄소 스트립의 내구 성능도 향상되며, 상기 U자 형상의 곡률 반경의 크기 역시 탄소 스트립의 감도에 영향을 미친다. 또한, 상기 탄소 스트립은, 상기 범퍼 스토퍼의 점진적 압축 거동에 따라, 1차 저강도 구간, 2차 경화 구간, 및 3차 고강도 구간으로 나누어 구간별 하중의 측정이 가능하다. 한편, 상기 U자 형상의 면적에 따라 탄소 스트립의 감도가 달라질 수 있는데 U자 형상의 수에 따른 반복 특성은 상기 U자 형상의 면적으로 평가가 가능하다. 상기 U자 형상이 하나만 존재하는 경우 하중에 대한 민감성은 좋으나 반복 오차가 불량하고, 최소 2 개 이상의 U자 형상을 갖는 경우부터 반복 오차가 향상되어 낮은 면적의 우수한 히스테리시스 특성을 갖기 때문에, 하중을 측정하기 위한 센서로써 사용 가능한 성능을 나타낸다.

[0030] 이러한 탄소 스트립의 양쪽 끝단에는 위와 같이 저항값의 변화를 측정하기 위한 전극부가 도포되어있다.

[0031] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 센서는, 탄소 스트립 및 상기 전극부 상단에 도포되는 보호층을 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0032] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 보호층은 상기 접착 수지와 동일한 재질인 것을 특징으로 한다.

[0033] 상기 보호층은, 상기 범퍼 스토퍼의 몸체 측면에 위치한, 탄소 나노 소재의 탄소 스트립 및 이와 연결된 전극부를 고정시키는 역할을 한다.

[0034] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 범퍼 스토퍼 몸체는 초탄성 재질로 구성되는 것을 특징으로 한다. 본 발명에서는, 상기 범퍼 스토퍼 몸체의 소재로 우레탄을 사용하였다.

[0035] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 접착 수지는 에폭시 계열의 접착형 수지인 것을 특징으로 한다. 본 발명에서는, 상기 접착 수지로 에폭시 수지를 사용하였다.

[0037] 일 측면으로서, 본 발명은, 탄소 입자를 용매에 분산시켜 탄소 입자의 분산물을 얻는 단계; 상기 분산물의 용매를 일부 증발시켜 탄소 페이스트를 얻는 단계; 상기 탄소 페이스트를 접착 수지와 혼합하고, 상기 남은 용매를 증발시켜 탄소 접착 수지를 제조하는 단계; 범퍼 스토퍼의 몸체 측면에 임의의 스트립 형상을 갖도록 마스킹하는 단계; 마스킹된 영역에 상기 탄소 접착 수지를 도포하는 단계;를 포함하는, 스마트 범퍼 스토퍼를 제조하는 방법을 제공한다.

[0038] 상기 기술된 것과 같이, 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 탄소 입자는 탄소 나노 튜브인 것을 특징으로 한다.

[0039] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 용매는 메틸렌 클로라이드인 것을 특징으로 한다.

[0041] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 분산물을 얻기 위한 분산 공정으로 초음파 공정을 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0042] 상기 초음파 공정은, 소니케이터에 의해 수행될 수 있다. 상기 초음파 공정은 40w로 30분 동안 수행될 수 있다.

[0044] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 접착 수지는 에폭시 계열의 접착형 수지인 것을 특징으로 한다.

[0045] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 탄소 페이스트를 접착 수지와 혼합하기 위해 공자전 믹싱 공정을 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0046] 상기 공자전 믹싱 중, 공전 믹싱은 2200rpm으로 3분 동안 수행될 수 있고, 자전 믹싱은 2000rpm으로 2분 동안 수행될 수 있다.

[0047] 상기 세 공정, 초음파 공정, 및 공정 믹싱 및 자전 믹싱을 모두 사용할 경우, 상기 접착 수지 내 상기 탄소 나노 소재의 분산도가 우수해지는 효과가 있다.

[0049] 공자전 믹싱 공정을 거친 이후, 진공 펌프 내에서 상기 액상 내 기포가 제거될 수 있다. 이는, 상기 탄소 나노 소재의 접착 수지 내 고른 분산을 위해 남겨두었던 잔여 용매를 마저 기화시켜 제거하는 과정이다.

[0051] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 마스킹된 영역에 상기 탄소 접착 수지를 도포하기 위해, 스프레이, 페인팅, 또는 몰딩 기법 중 하나를 활용하는 것을 특징으로 한다.

[0052] 본 발명에서, 탄소 나노 소재 센서는, 상기 범퍼 스토퍼의 몸체 측면에 접착제를 사용하여 접착되는 대신, 상기 범퍼 스토퍼의 표면에 직접 경화되는 방식으로 부착되어, 응력 손실 없이 정확하게 하중 및 변위를 측정할 수 있다. 여기서, 상기 액상의 점도에 따라 상이한 방법을 선택하여 상기 범퍼 스토퍼의 몸체 측면에 상기 액상을 경화시킬 수 있다.

[0054] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 탄소 접착 수지를 도포하는 단계 이후, 상기 탄소 접착 수지를 경화하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0055] 80℃ 이하에서 5시간 동안, 이후 120℃에서 1시간 동안 상기 액상을 경화

[0057] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 경화된 탄소 접착 수지의 양단에 전선을 배치하고 전도성 전극을 도포한 뒤, 그 위에 전도성 접착제를 도포하여 전극부를 형성하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0058] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 전도성 접착제는 에폭시 접착제인 것을 특징으로 한다.

[0059] 일 구현예로서, 본 발명은, 상기 전극부를 형성하는 단계 이후, 상기 전극부를 보호하는 보호층을 도포하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0060] 본 발명에 따르면, 본 발명의 스마트 범퍼 스토퍼의 표면에 직접 설치된 전왜성 탄소 나노 소재 센서에 의해, 범퍼 스토퍼에 가해지는 하중 및 변위를 실시간으로 및 직접 측정할 수 있다. 또한, 종래의 센서 기술로는 측정할 수 없는 데이터를 제공할 수 있어, 해석 입증, 설계 개선, 실차 환경 내 제품 성능 예측, 극한 환경에서의 차량 진동 성능 향상 및 조향 성능 개선 등 많은 분야에서 유용하게 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0061] 도 1은 본 발명의 스마트 범퍼 스토퍼의 샘플 사진을 도시한다.

도 2A는 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 개략도를 도시한다.

도 2B은 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 샘플 사진을 도시한다.

도 3은 탄소 나노 소재의 전왜성에 대한 모식도를 도시한다.

도 4는 본 발명의 탄소 나노 소재를 제조하는 개략도를 도시한다.

도 5는 종래 범퍼 스토퍼의 장착도 및 장착 사진을 도시한다.

도 6은 본 발명의 스마트 범퍼 스토퍼 샘플의 시험 사진을 도시한다.

도 7은 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 형상에 따른, 압축(㎜)에 대한 신호 출력 양상 그래프를 도시한다.

도 8은 3개의 U자 형상을 갖는 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 하중에 대한 신호 출력 양상 그래프를 도시한다.

도 9은 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 형상에 따른 내구성 및 출력의 안정성 그래프를 도시한다.

도 10 은 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 하중-변위 특성 그래프를 도시한다.

도 11은 본 발명의 탄소 스트립의 조성비에 대한 탄소 스트립의 기본 저항을 나타내는 그래프를 도시한다.

도 12는 본 발명의 탄소 스트립의 조성비(Filler loading)에 따른 탄소 스트립 특성을 나타내는 그래프를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0062] 도 1은 본 발명의 스마트 범퍼 스토퍼의 샘플 사진을 도시한다.

[0063] 도 2A는 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 개략도를 도시한다.

[0064] 도 2B은 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 샘플 사진을 도시한다.

[0065] 도 3은 탄소 나노 소재의 전왜성에 대한 모식도를 도시한다.

[0066] 도 4는 본 발명의 탄소 나노 소재를 제조하는 개략도를 도시한다.

[0067] 도 5는 종래 범퍼 스토퍼의 장착도 및 장착 사진을 도시한다.

[0068] 도 6은 본 발명의 스마트 범퍼 스토퍼 샘플의 시험 사진을 도시한다.

[0069] 도 7은 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 형상에 따른, 압축(㎜)에 대한 신호 출력 양상 그래프를 도시한다.

[0070] 도 8은 3개의 U자 형상을 갖는 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 하중에 대한 신호 출력 양상 그래프를 도시한다.

[0071] 도 9은 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 형상에 따른 내구성 및 출력의 안정성 그래프를 도시한다.

[0072] 도 10 은 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 하중-변위 특성 그래프를 도시한다.

[0073] 도 11은 본 발명의 탄소 스트립의 조성비에 대한 탄소 스트립의 기본 저항을 나타내는 그래프를 도시한다.

[0074] 도 12는 본 발명의 탄소 스트립의 조성비(Filler loading)에 따른 탄소 스트립 특성을 나타내는 그래프를 도시한다.

표 1

[0075]

	탄소 입자 조성비	U자 형상
실시예 1	0.5wt%	2개
실시예 2	0.5wt%	없음
실시예 3	0.5wt%	1개
실시예 4	0.5wt%	3개
실시예 5	0.125wt%	2개
실시예 6	0.25wt%	2개
실시예 7	0.35wt%	2개
실시예 8	1.0wt%	2개

[0076] 도 6에 도시된 것과 같이, 상기와 같이 제조된 실시예 1 내지 실시예 8의 성능 평가 테스트를 수행했다. 상기 도 6은, 스마트 범퍼 스토퍼를 테스트기에 설치하는 A단계, 상기 테스트기를 통해 스마트 범퍼 스토퍼에 장력을 가하는 B 단계, 상기 테스트기를 통해 스마트 범퍼 스토퍼에 압축하중을 가하는 C 단계의 실제 테스트 사진을 보여준다.

[0078] <평가예>

[0079] 본 발명의 스마트 범퍼 스토퍼의 성능을 평가하기 위해, 상기의 실시예 1 내지 실시예 8을 이용하여 다음과 같은 테스트를 수행했다.

[0081] 테스트1 - 탄소 스트립의 U자 형상 개수에 따른 스마트 범퍼 스토퍼의 신호 출력 양상

[0082] 본 발명의 스마트 범퍼 스토퍼의 탄소 스트립 U자 형상의 개수를 달리 한 실시예 1 내지 4를 이용하여, 탄소 스트립의 U자 형상 개수에 따른 스마트 범퍼 스토퍼의 신호 출력 양상을 평가했다.

[0083] 도 2A에 나타난 것과 같이, U자 형상이 없는 구조를 갖는 실시예 2(plain), 1개의 U자 형상이 존재하는 실시예 3(1grid), 2개의 U자 형상이 존재하는 실시예1(2grid), 및 3개의 U자 형상이 존재하는 실시예 4(3grid)를, 각각 2개씩 준비했다.

[0084] 상기 실시예 1 내지 실시예 4의 스마트 범퍼 스토퍼에, 0mm 내지 30mm의 동일한 압축을 가했다. 탄소 스트립의 U자 형상 개수마다 각각 2회의 압축 실험을 실시했다.

[0085] 도 7은 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 형상에 따른, 압축(mm)에 대한 신호 출력 양상 그래프를 도시한다. 도 7의 그래프에서, 실시예 2의 경우, 단순 압축에 의한 - 방향으로의 신호 출력 및 버클링(부풀림)에 의한 + 방향으로의 신호 출력이 혼합되어 하중에 대한 선형성이 없지만, U자 형상이 존재하는 그 외의 경우(실시예 1, 3 및 4), + 방향으로의 선형성이 상기 범퍼 스토퍼의 구간별로 출력되어, 신호 출력에 대한 반복 오차가 줄어들어 정확한 하중의 측정이 가능하다. 이는, 상용의 로드셀로는 측정하기 어려운 범퍼 스토퍼 영역의 하중이 측정 가능하다는 것을 의미한다.

[0087] 또한, 본 발명의 스마트 범퍼 스토퍼의 탄소 스트립의 재현성을 입증하기 위해, 실시예 4(3grid)의 스마트 범퍼 스토퍼의 신호 출력 양상을 평가했다.

[0088] 상기 실시예 4의 스마트 범퍼 스토퍼를 추가로 2개 준비했다(3grid 3 및 3grid 4). 상기 실시예 4의 탄소 스트립이 부착된 스마트 범퍼 스토퍼에, 0N 내지 1000N의 동일한 하중을 가했고, 2회의 하중 실험을 실시했다.

[0089] 도 8은 실시예 4의 스마트 범퍼 스토퍼의 하중에 대한 신호 출력 양상 그래프를 도시한다. 이는 3개의 U자 형상을 갖는 서로 다른 실시예(3grid 3, 및 3grid 4)에서 일정한 스마트 범퍼 스토퍼의 하중 측정 성능을 보여준다는 것을 나타낸다.

[0091] 테스트2 - 탄소 스트립의 U자 형상 개수에 따른 스마트 범퍼 스토퍼의 내구성 측정

[0092] 본 발명의 스마트 범퍼 스토퍼의 탄소 스트립 U자 형상의 개수를 달리 한 실시예 1 내지 4를 이용하여, 탄소 스트립의 U자 형상 개수에 따른 스마트 범퍼 스토퍼의 내구성을 평가했다.

[0093] 상기와 같이, U자 형상이 없는 구조를 갖는 실시예 2(plain), 1개의 U자 형상이 존재하는 실시예3(1grid), 2개의 U자 형상이 존재하는 실시예1(2grid), 및 3개의 U자 형상이 존재하는 실시예 4(3grid)를, 각각 2개씩 준비했다.

[0095] MTS 370.10 모델의 만능재료시험기를 이용하여 스마트 범퍼 스토퍼의 내구성을 평가하였다. 변위 제어 모드에서 시험하였고 최대 변위 30mm, 변위 비율(Displacement ratio)은 0.1 (d_{max} = 30mm, d_{min} = 3mm)로 범퍼 스토퍼가

장착되어 압축하중을 받는 시점의 상태를 고려하였다. 시험 주파수는 0.3 Hz로 범퍼 스토퍼가 제작된 테스트 지그에서 벗어나지 않으며 공진이 발생하지 않도록 낮은 주파수 조건에서 시험하였다. 최대 반복 사이클은 1000 사이클로 설정하였다.

[0097] 최대 압축 변위의 환경에서의 내구성을 측정하기 위해, 상기 실시예 1 내지 4의 스마트 범퍼 스토퍼에, 높은 하중(800N 내지 1000N)을 0 내지 1000 사이클 가했다.

[0098] 도 9는 본 발명의 탄소 나노 소재 센서의 형상에 따른 내구성 및 출력의 안정성 그래프를 도시한다. 상기 그래프는 가해진 사이클에 따른 실시예 1 내지 4의 최대 출력값 및 최소 출력값을 도시하며, 비교예로써 시험기에 장착된 상용 로드셀(그래프 내 흑색 점)의 최대 출력 및 최소 출력 역시 함께 도시한다. 실시예 2의 탄소 스트립은 500 사이클 이상에서 탄소 스트립의 파손이 발생해 내구성이 좋지 않은 반면, 최소 2개 이상의, 서로 다른 방향으로 만곡된 U자 형상을 갖는 탄소 스트립, 즉, 실시예 1, 3 및 4의 탄소 스트립은 1000 사이클까지의 테스트에도 탄소 스트립의 파손 없이 일정한 센서 성능을 보여주었다.

[0099] 도 10은 본 발명의 스마트 범퍼 스토퍼의 사이클 구간별 신호 출력 양상을 도시한다. 상기 그래프는 실시예 1, 4 및 상기 상용 로드셀의 10 사이클에서의 압축하중에 대한 센서 출력값, 실시예 1, 4 및 상기 상용 로드셀의 100 사이클에서의 압축하중에 대한 센서 출력값, 및 실시예 1, 4 및 상기 상용 로드셀의 1000 사이클에서의 압축하중에 대한 센서 출력값을 도시한다.

[0100] 상기 도 10에 의하면, 스마트 범퍼 스토퍼는 탄소 나노 소재 센서가 몸체에 부착되어 하부의 접촉에 의해 계측이 가능한 상용 로드셀로는 측정할 수 없는 몸체의 잔류 응력 정보를 계측할 수 있고, 이와 함께 실시간으로 내구성 및 신호 출력의 상태 감시가 가능한 것을 보여준다.

[0102] 테스트3 - 탄소 스트립의 조성비에 따른 스마트 범퍼 스토퍼의 특성 측정

[0103] 본 발명의 스마트 범퍼 스토퍼의 탄소 스트립의 탄소 입자 조성비를 달리 한 실시예 1, 및 실시예 5 내지 8을 이용하여, 탄소 스트립의 탄소 입자 함유량에 따른 스마트 범퍼 스토퍼의 특성을 평가했다.

[0104] 0.125wt%의 탄소 입자를 포함하는 실시예 5의 탄소 스트립, 0.25wt%의 탄소 입자를 포함하는 실시예 6의 탄소 스트립, 0.35wt%의 탄소 입자를 포함하는 실시예 7의 탄소 스트립, 0.5wt%의 탄소 입자를 포함하는 실시예 1의 탄소 스트립, 및 1.0wt%의 탄소 입자를 포함하는 실시예 8의 탄소 스트립을 준비했다.

[0105] 실시예 1, 및 실시예 5 내지 8의 스마트 범퍼 스토퍼의 저항을 측정했다. 탄소 스트립의 탄소 입자 조성비마다 각각 2회의 저항 측정을 실시했다.

[0106] 도 11은 본 발명의 탄소 스트립의 조성비에 대한 탄소 스트립의 기본 저항을 나타내는 그래프(Dimensions(mm):50x8x1.2)를 도시한다.

[0107] 상기 그래프를 참조하면, 탄소 스트립 내 탄소 나노 튜브의 함량이 증가함에 따라 기본 저항값이 낮아지고, 이는 즉, 탄소 스트립 내 탄소 나노 튜브의 함량이 증가함에 따라 전도성 통로의 개수가 증가함을 의미하기 때문에 탄소 스트립의 전기전도성이 우수해지는 결과를 유도한다. 상기 그래프 중, 실시예 6, 실시예 7 및 실시예 1의 구간, 즉, 탄소 스트립이 대략 0.2wt% 내지 0.4wt%의 탄소 입자를 포함하는 구간은 역치 구간이며, 상기 탄소 스트립은 상기된 역치 구간인 0.2wt% 내지 0.4wt%의 조성비에서 적절한 기본 저항값을 가지게 된다.

[0108] 또한, 도 12는 본 발명의 탄소 스트립의 조성비(Filler loading)에 따른 탄소 스트립 특성을 나타내는 그래프를 도시한다.

[0109] 상기 탄소 스트립 내 탄소 나노 튜브의 함량이 적을수록, 터널링 저항에 지배적으로 반응하여 외력에 대한 저항 민감도가 상승하며, 반대로 상기 탄소 스트립 내 탄소 나노 튜브의 함량이 증가하면 접촉 저항에 의한 전도성 통로가 우세하게 관여하게 되어 외력에 대한 저항 민감도가 하락한다. 따라서 위와 같이, 탄소 스트립의 탄소 나노 튜브 함량에 따라 스마트 범퍼 스토퍼의 특성이 상이하게 된다. 상기 탄소 나노 튜브의 함량이 너무 적을 경우에는 민감도가 상승하는 대신 신호 안정성 및 재현성이 떨어지게 되므로 센서로서의 역할을 할 수 없어, 0.2wt%-수지 이상의 조성비가 스마트 범퍼 스토퍼의 전기적 안정성 및 내구성의 향상에 가장 유익한 효과를 갖는다.

[0111] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0112] 1: 범퍼 스토퍼 몸체

2: 탄소 스트립

21: 직선부

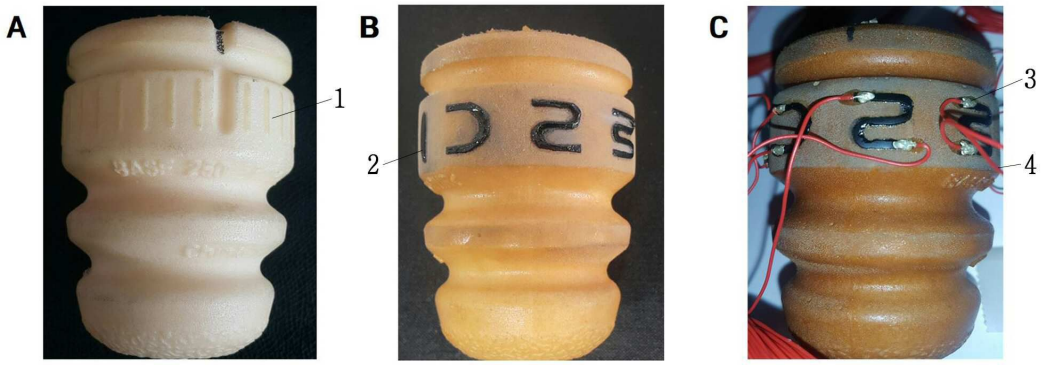
22: U자 형상

3: 전극부

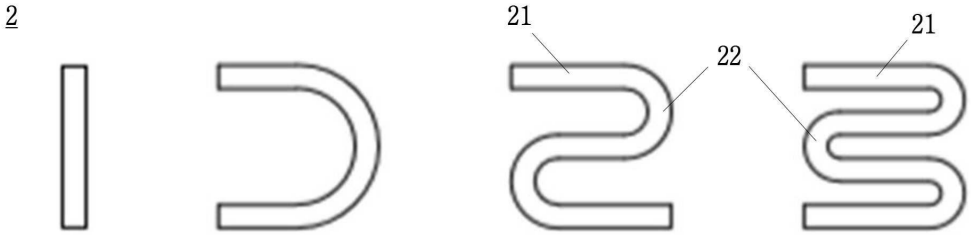
4: 전선

도면

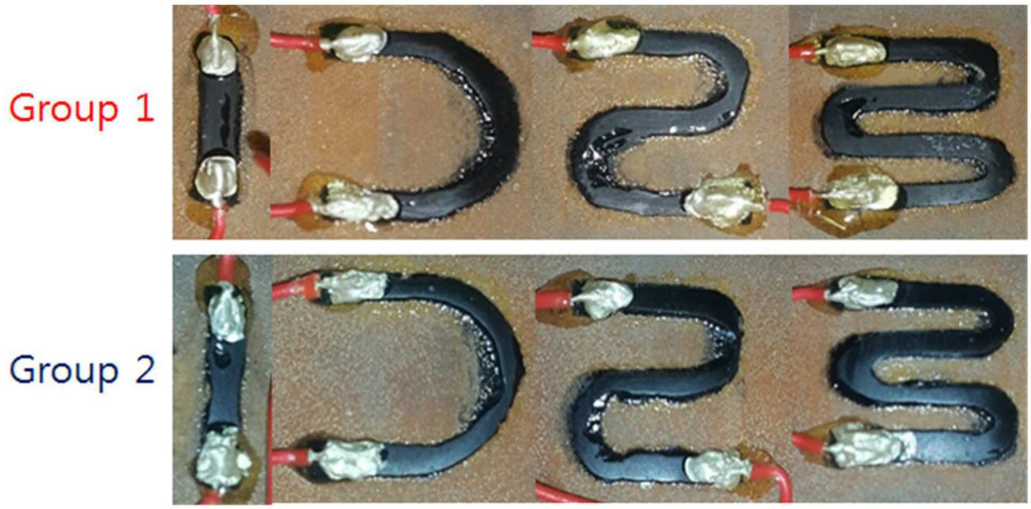
도면1



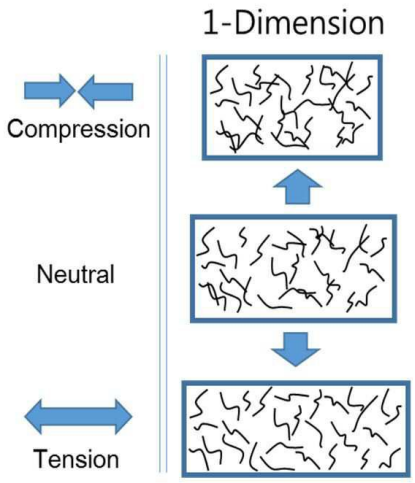
도면2a



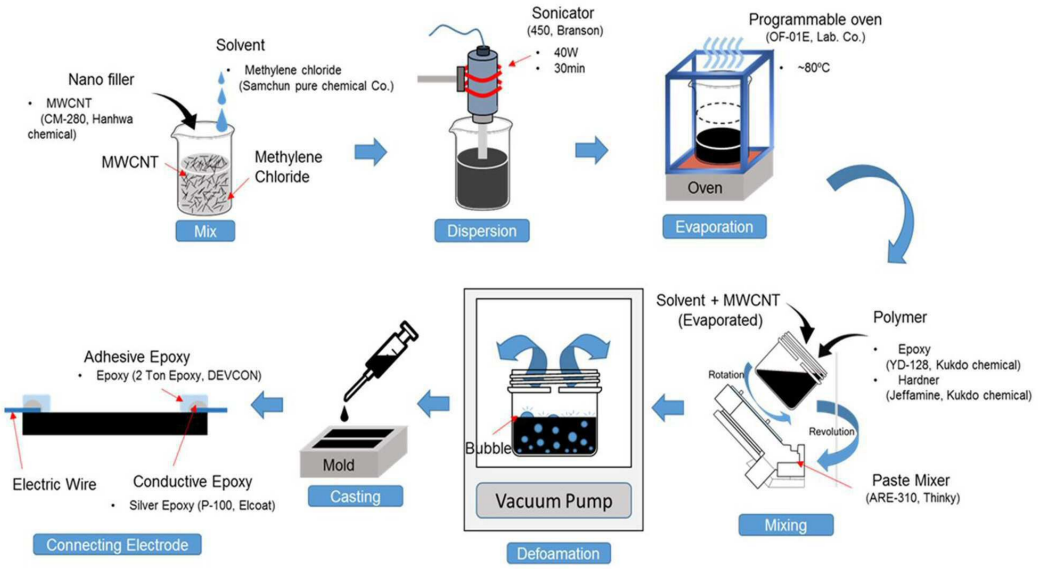
도면2b



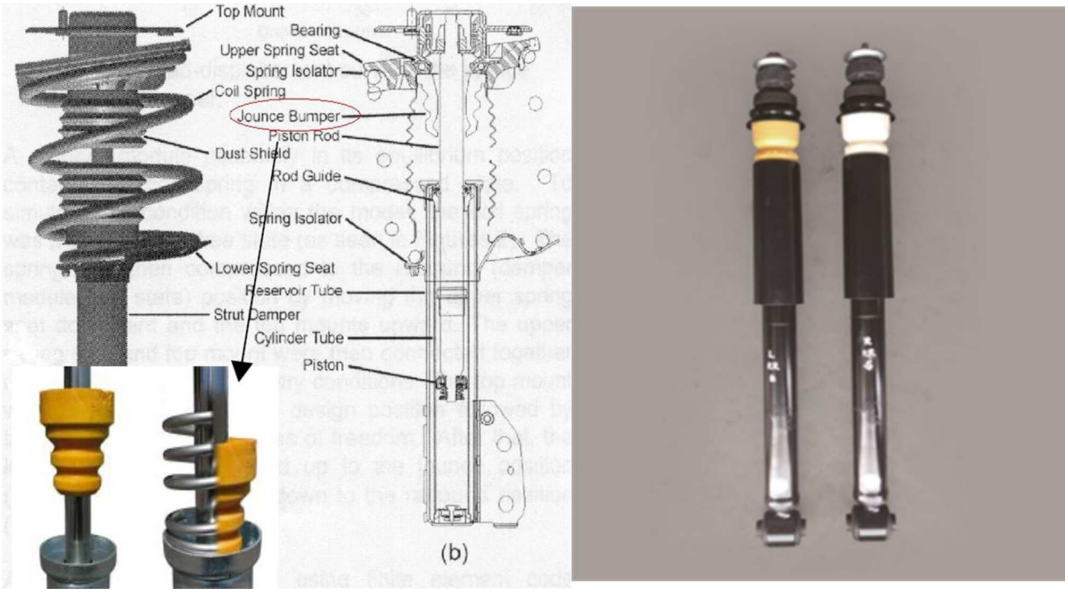
도면3



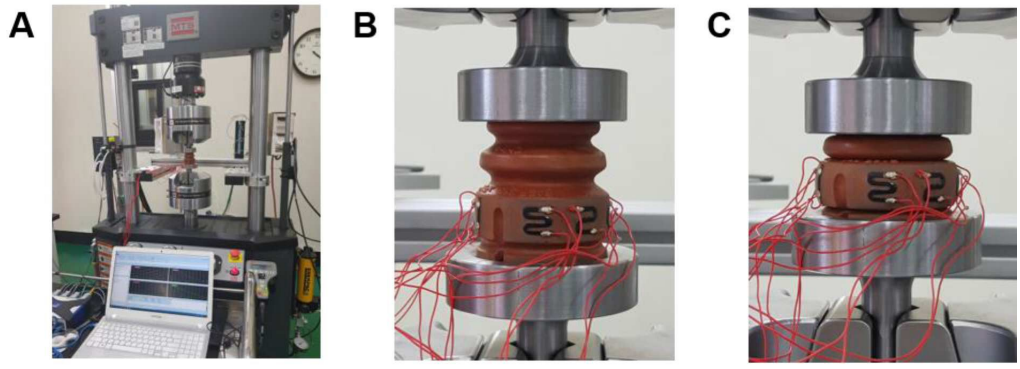
도면4


Solvent
Methylene chloride
(Samchun pure chemical Co.)
Nano filler
MWCNT
(CM-280, Hanhwa chemical)
MWCNT
Methylene Chloride
Mix
Sonicator
(450, Branson)
40W
30min
Dispersion
Programmable oven
(OF-01E, Lab. Co.)
~80°C
Oven
Evaporation
Solvent + MWCNT
(Evaporated)
Polymer
Epoxy
(YD-128, Kukdo chemical)
Hardner
(Jeffamine, Kukdo chemical)
Rotation
Revolution
Paste Mixer
(ARE-310, Thinky)
Mixing
Bubble
Vacuum Pump
Defoamation
Mold
Casting
Adhesive Epoxy
Epoxy (2 Ton Epoxy, DEVCON)
Electric Wire
Conductive Epoxy
Silver Epoxy (P-100, Elcoat)
Connecting Electrode

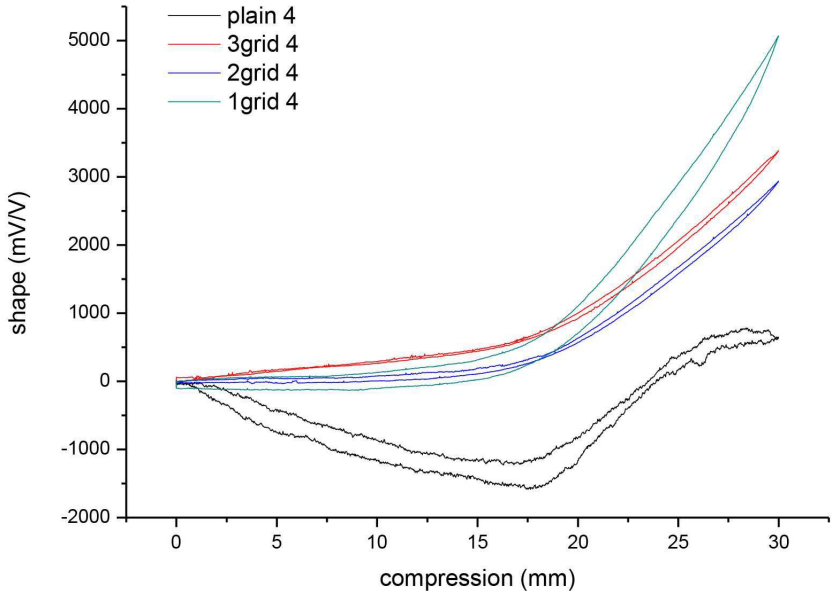
도면5


Top Mount
Bearing
Upper Spring Seat
Spring Isolator
Coil Spring
Jounce Bumper
Piston Rod
Dust Shield
Rod Guide
Spring Isolator
Lower Spring Seat
Reservoir Tube
Strut Damper
Cylinder Tube
Piston
(b)

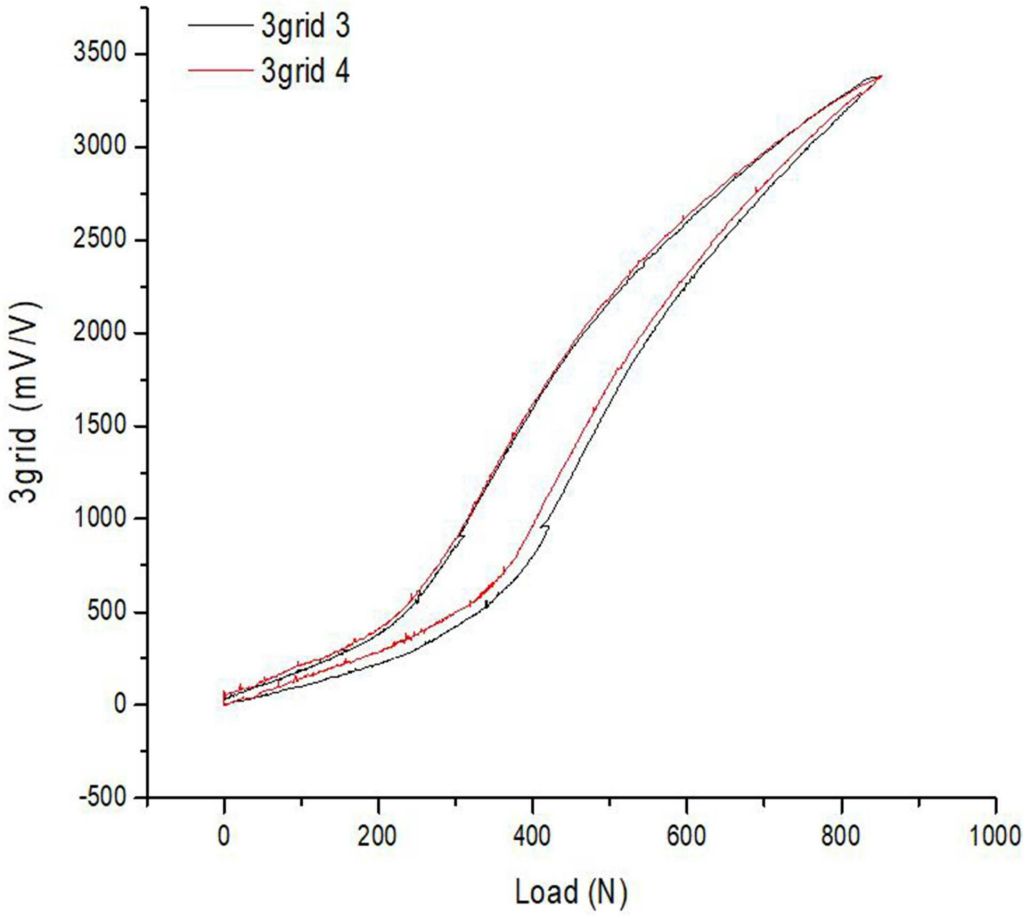
도면6


A
B
C

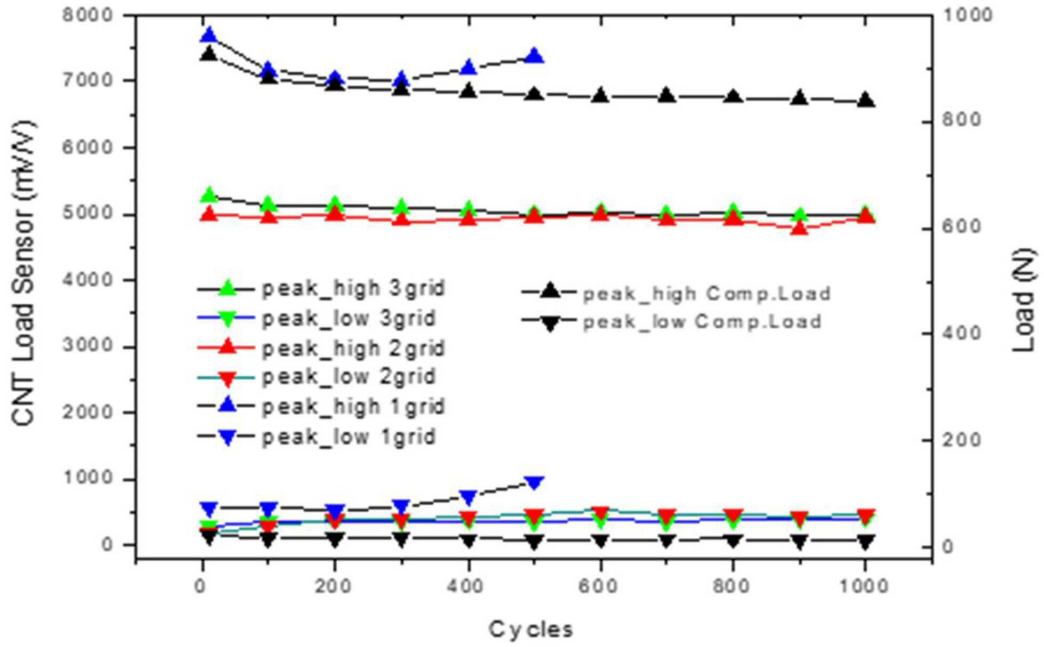
도면7


plain 4
3grid 4
2grid 4
1grid 4
shape (mV/V)
compression (mm)

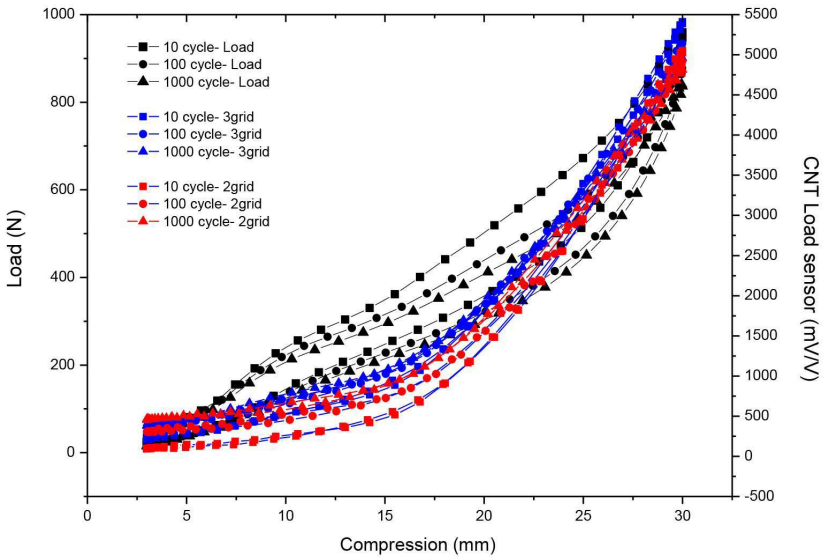
도면8


3grid 3
3grid 4
3grid (mV/V)
Load (N)

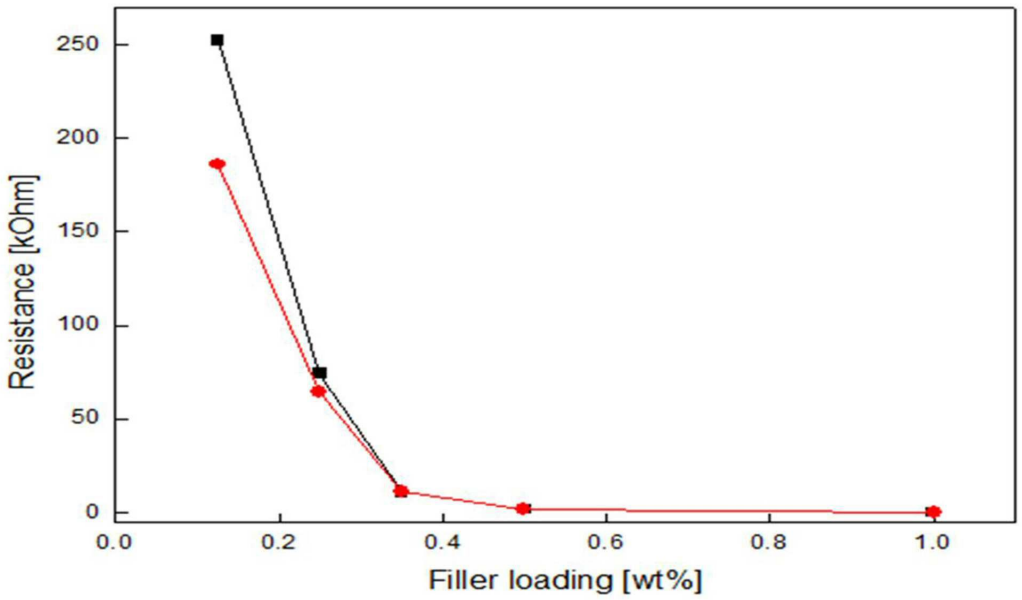
도면9


CNT Load Sensor (mV/V)
Load (N)
Cycles
peak_high 3grid
peak_low 3grid
peak_high 2grid
peak_low 2grid
peak_high 1grid
peak_low 1grid
peak_high Comp.Load
peak_low Comp.Load

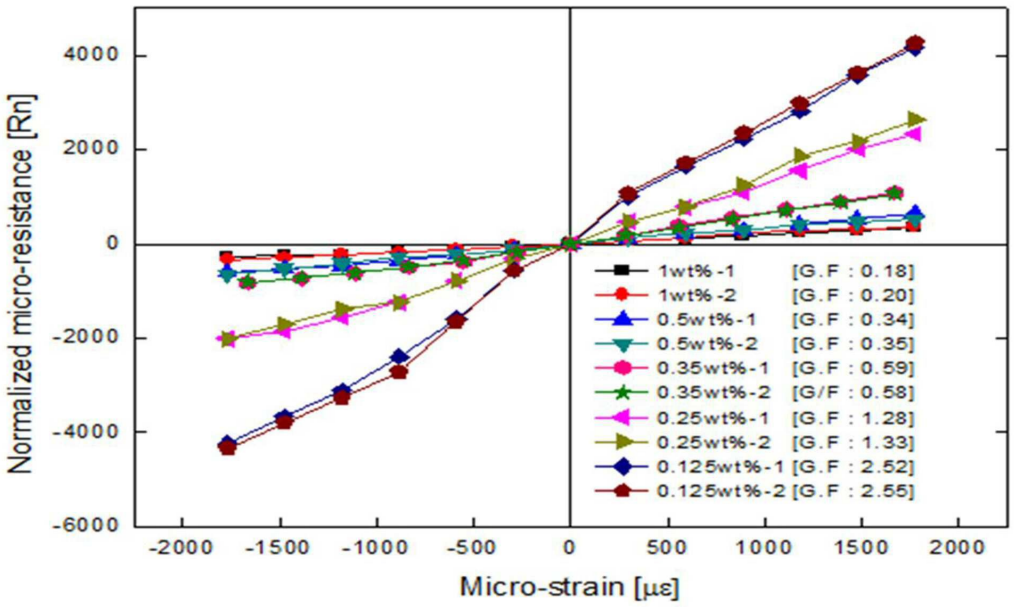
도면10


Load (N)
CNT Load sensor (mV/V)
Compression (mm)
10 cycle- Load
100 cycle- Load
1000 cycle- Load
10 cycle- 3grid
100 cycle- 3grid
1000 cycle- 3grid
10 cycle- 2grid
100 cycle- 2grid
1000 cycle- 2grid

도면11


Resistance [kOhm]
250
200
150
100
50
0
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Filler loading [wt%]

도면12


Normalized micro-resistance [Rn]
4000
2000
0
-2000
-4000
-6000
-2000
-1500
-1000
-500
0
500
1000
1500
2000
Micro-strain [με]
1wt%-1 [G.F : 0.18]
1wt%-2 [G.F : 0.20]
0.5wt%-1 [G.F : 0.34]
0.5wt%-2 [G.F : 0.35]
0.35wt%-1 [G.F : 0.59]
0.35wt%-2 [G/F : 0.58]
0.25wt%-1 [G.F : 1.28]
0.25wt%-2 [G.F : 1.33]
0.125wt%-1 [G.F : 2.52]
0.125wt%-2 [G.F : 2.55]