



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월23일  
(11) 등록번호 10-1952933  
(24) 등록일자 2019년02월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06F 17/50 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G06F 17/5068 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0164151  
(22) 출원일자 2017년12월01일  
심사청구일자 2017년12월01일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020140039372 A  
KR1020140137039 A  
KR1020120050740 A  
KR1020080104791 A

(73) 특허권자  
울산과학기술원  
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50  
(72) 발명자  
박영빈  
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50  
정창윤  
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50  
이인용  
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50  
(74) 대리인  
전용준

전체 청구항 수 : 총 8 항

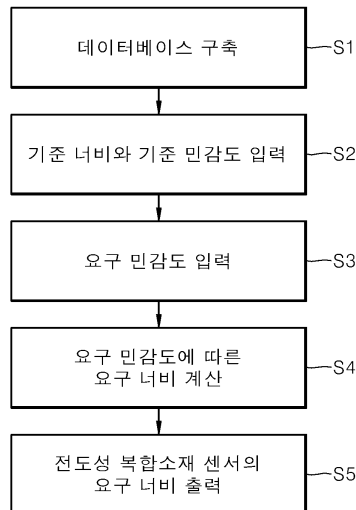
심사관 : 박승철

(54) 발명의 명칭 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법

(57) 요약

본 발명은, 전도성 물질의 길이방향으로 인장 변형시 전도성 물질의 너비에 따른 민감도에 대한 데이터를 구축함으로써, 사용자가 원하는 요구 민감도를 입력하여 상기 전도성 물질의 요구 너비를 산출하여, 사용자가 원하는 민감도를 가지는 전도성 복합소재 센서를 제작할 수 있는 이점이 있다. 본 발명은, 전도성 복합소재 센서의 민감도를 조절하여 제작할 수 있으므로, 용도에 맞게 다양한 센서의 설계가 가능한 이점이 있다.

대표도 - 도3



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

전도성 물질의 종류와 너비가 서로 다르게 형성된 복수의 전도성 복합소재 센서들을 대상으로 상기 전도성 물질의 길이 방향으로 인장력을 가하여, 인장 변형시 저항 변화를 측정하여 상기 전도성 물질의 너비에 따른 민감도를 도출하여 데이터베이스로 구축하는 단계와;

사용자가 전도성 복합소재 센서를 설계하고자 할 때, 설계하고자 하는 센서에 포함되는 전도성 물질을 설정하고, 설정된 전도성 물질의 기준 너비와 기준 민감도를 입력부를 통해 입력하는 단계와;

사용자가 원하는 요구 민감도를 상기 입력부를 통해 입력하는 단계와;

제어부는 상기 기준 너비와 상기 기준 민감도를 이용하여, 상기 데이터베이스로부터 상기 전도성 물질의 너비에 따른 민감도의 관계식을 도출하고, 상기 관계식으로부터 상기 요구 민감도에 대한 상기 전도성 물질의 요구 너비를 산출하는 단계를 포함하는 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 기준 너비와 상기 기준 민감도는,

상기 전도성 물질의 종류에 따라 상기 데이터베이스에 미리 저장된 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 기준 너비와 상기 기준 민감도는,

상기 인장 변형시 상기 전도성 물질의 종류와 너비에 따라 도출된 민감도에 대한 값들 중 대표값으로 설정되어, 상기 데이터베이스에 저장된 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 기준 너비와 상기 기준 민감도를 입력하는 단계에서는 상기 전도성 물질에 대한 정보도 입력하는 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 전도성 물질은, 탄소나노튜브, 탄소섬유 및 그래핀 중 적어도 하나를 포함하는 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법.

#### 청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 전도성 복합소재 센서는,

비전도성 물질의 표면에 상기 전도성 물질이 상기 인장력의 방향으로 길게 배치되어 형성된 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법.

#### 청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 비전도성 물질은 고분자 수지를 포함하는 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법.

## 청구항 8

비전도성 물질의 표면에 탄소나노튜브를 포함하는 전도성 물질이 인장력 방향으로 길게 배치되고, 상기 탄소나노튜브의 종류와 상기 전도성 물질의 너비가 서로 다르게 형성된 복수의 전도성 복합소재 센서들을 대상으로 상기 전도성 물질의 길이 방향으로 인장력을 가하여, 인장 변형시 저항 변화를 측정하고, 상기 저항 변화를 이용하여 상기 전도성 물질의 너비에 따른 민감도로 도출하여, 상기 너비와 상기 민감도에 대한 관계식을 데이터베이스로 구축하는 단계와;

사용자가 설계하고자 하는 센서의 전도성 물질의 기준 너비와 기준 민감도를 입력부를 통해 입력하는 단계와;

사용자가 원하는 요구 민감도를 상기 입력부를 통해 입력하는 단계와;

제어부는 상기 기준 너비와 상기 기준 민감도를 이용하여, 상기 데이터베이스로부터 상기 전도성 물질의 너비에 따른 민감도의 관계식을 도출하고, 상기 관계식으로부터 상기 요구 민감도에 대한 상기 전도성 물질의 요구 너비를 산출하는 단계를 포함하고,

상기 기준 너비와 상기 기준 민감도는 상기 탄소나노튜브의 종류에 따라 미리 설정되고, 상기 데이터베이스에 저장된 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 인장 변형시 전도성 물질의 너비에 따른 민감도 변화를 이용하여 민감도를 설계하는 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 일반적으로 탄소섬유나 탄소나노튜브를 이용한 전도성 복합소재는 기계장치나 로봇 등 다양한 산업 분야의 소재로 사용이 점차 늘고 있다. 상기 전도성 복합소재는, 전도성을 갖는 탄소섬유나 탄소나노튜브가 전도성을 갖지 않는 수지에 함침된 구조를 가진다.

[0003] 그러나, 상기 탄소섬유강화플라스틱으로 제조된 제품의 경우, 변위나 압력을 측정하기 위해서는 스트레인 게이지나 다이아프램 형태의 압력 센서 등을 별도로 설치해야 한다.

[0004] 최근에는 전도성 복합소재에 가해지는 기계적 자극에 따른 저항 변화를 측정하여, 기계적 자극을 측정하는 전도성 복합소재 센서에 대한 연구가 계속 진행되고 있다. 따라서 상기 전도성 복합소재 센서의 설계 방법에 대한 연구도 필요하다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2012-0039993호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은, 전도성 물질과 민감도의 관계를 이용하여 원하는 민감도를 설계할 수 있는 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법을 제공하는 데 있다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 따른 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법은, 전도성 물질의 종류와 너비가 서로 다르게 형성된 복수의 전도성 복합소재 센서들을 대상으로 상기 전도성 물질의 길이 방향으로 인장력을 가하여, 인장 변형시 저항 변화를 측정하여 상기 전도성 물질의 너비에 따른 민감도를 도출하여 데이터베이스로 구축하는 단계와; 사용자가 전도성 복합소재 센서를 설계하고자 할 때, 설계하고자 하는 센서에 포함되는 전도성 물질을 설정하고, 설정된 전도성 물질의 기준 너비와 기준 민감도를 입력부를 통해 입력하는 단계와; 사용자가 원하는 요구 민감도를 상기 입력부를 통해 입력하는 단계와; 제어부는 상기 기준 너비와 상기 기준 민감도를 이용하여, 상기 데이터베이스로부터 상기 전도성 물질의 너비에 따른 민감도의 관계식을 도출하고, 상기 관계식으로부터 상기 요구 민감도에 대한 상기 전도성 물질의 요구 너비를 산출하는 단계를 포함한다.

[0008] 본 발명의 다른 측면에 따른 전도성 복합소재 센서의 민감도 설계 방법은, 비전도성 물질의 표면에 탄소나노튜브를 포함하는 전도성 물질이 인장력 방향으로 길게 배치되고, 상기 탄소나노튜브의 종류와 상기 전도성 물질의 너비가 서로 다르게 형성된 복수의 전도성 복합소재 센서들을 대상으로 상기 전도성 물질의 길이 방향으로 인장력을 가하여, 인장 변형시 저항 변화를 측정하고, 상기 저항 변화를 이용하여 상기 전도성 물질의 너비에 따른 민감도로 도출하여, 상기 너비와 상기 민감도에 대한 관계식을 데이터베이스로 구축하는 단계와; 사용자가 설계하고자 하는 센서의 전도성 물질의 기준 너비와 기준 민감도를 입력부를 통해 입력하는 단계와; 사용자가 원하는 요구 민감도를 상기 입력부를 통해 입력하는 단계와; 제어부는 상기 기준 너비와 상기 기준 민감도를 이용하여, 상기 데이터베이스로부터 상기 전도성 물질의 너비에 따른 민감도의 관계식을 도출하고, 상기 관계식으로부터 상기 요구 민감도에 대한 상기 전도성 물질의 요구 너비를 산출하는 단계를 포함하고, 상기 기준 너비와 상기 기준 민감도는 상기 탄소나노튜브의 종류에 따라 미리 설정되고, 상기 데이터베이스에 저장된다.

### 발명의 효과

[0009] 본 발명은, 전도성 물질의 길이방향으로 인장 변형시 전도성 물질의 너비에 따른 민감도에 대한 데이터를 구축함으로써, 사용자가 원하는 요구 민감도를 입력하여 상기 전도성 물질의 요구 너비를 산출하여, 사용자가 원하는 민감도를 가지는 전도성 복합소재 센서를 제작할 수 있는 이점이 있다.

[0010] 본 발명은, 전도성 복합소재 센서의 민감도를 조절하여 제작할 수 있으므로, 용도에 맞게 다양한 센서의 설계가 가능한 이점이 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전도성 복합소재 센서들의 전도성 물질의 너비에 따른 전기 회로도를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전도성 복합소재 센서들의 인장 변형시 저항 변화를 나타낸 그래프이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 전도성 복합소재 센서들의 민감도 설계 방법을 나타낸 순서도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 전도성 복합소재 센서들의 인장 변형시 전도성 물질의 너비에 따른 민감도의 일 예를 나타낸 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전도성 복합소재 센서들의 전도성 물질의 너비에 따른 전기 회로도를 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전도성 복합소재 센서들의 인장 변형시 저항 변화를 나타낸 그래프이다.

[0014] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 전도성 복합소재 센서(11)(12)(13)는, 비전도성 물질의 표면에 전도성 물질(10)이 배치된 구조이다.

[0015] 상기 비전도성 물질은, 고분자 수지를 사용하는 것으로 예를 들어 설명하나, 이에 한정되지 않고 비전도성이라든 어느 소재나 사용가능하다.

[0016] 상기 전도성 물질(10)은, 탄소나노튜브, 탄소섬유 및 그래핀 중 적어도 하나를 포함한다. 이하, 본 실시예에서는, 상기 전도성 물질(10)은 다중벽 탄소나노튜브(MWCNT)인 것으로 예를 들어 설명한다.

[0017] 도 1을 참조하면, 상기 전도성 물질(10)의 너비(W1)(W2)(W3)가 서로 다른 3개의 제1,2,3전도성 복합소재 센서

(11)(12)(13)를 비교하여 나타낸다.

[0018] 상기 전도성 물질(10)은, 인장력(P)이 가해지는 방향으로 길게 배치되고, 상기 전도성 물질(10)의 길이방향에 수직한 방향으로 소정의 너비를 갖도록 배치된다.

[0019] 상기 제1전도성 복합소재 센서(11)는 상기 전도성 물질(10)의 너비(W1)가 20mm이고, 상기 제2전도성 복합소재 센서(12)는 상기 전도성 물질(10)의 너비(W2)가 10mm이고, 상기 제3전도성 복합소재 센서(13)는 상기 전도성 물질(10)의 너비(W3)가 5mm인 것으로 예를 들어 설명한다.

[0020] 상기 전도성 물질(10)의 너비가 넓을수록 저항의 개수가 증가되며, 복수의 저항들은 병렬 구조로 연결된다.

[0021] 상기 제1전도성 복합소재 센서(11)의 저항은 수학식 1과 같다.

[0022] <수학식 1>

$$\Delta R_{20mm} = \frac{1}{\frac{1}{\Delta R1} + \frac{1}{\Delta R2} + \frac{1}{\Delta R3}}$$

[0024] 상기 제2전도성 복합소재 센서(12)의 저항은 수학식 2와 같다.

[0025] <수학식 2>

$$\Delta R_{10mm} = \frac{1}{\frac{1}{\Delta R1} + \frac{1}{\Delta R2} + \frac{1}{\Delta R3}}$$

[0027] 상기 제3전도성 복합소재 센서(13)의 저항은 수학식 3과 같다.

[0028] <수학식 3>

$$\Delta R_{5mm} = \frac{1}{\frac{1}{\Delta R1}}$$

[0030] 수학식 1 내지 수학식 3, 도 2를 참조하면, 저항의 개수가 증가할수록 저항 변화율이 감소하는 것을 알 수 있다.

[0031] 즉, 상기 전도성 물질(10)의 너비가 넓을수록 상기 저항이 병렬로 추가 연결되므로, 인장 변형시 저항 변화율이 감소하는 것을 알 수 있다.

[0032] 따라서, 상기 전도성 복합소재 센서들에 포함된 전도성 물질(10)의 너비에 따른 저항 변화율이 다르기 때문에, 상기 전도성 물질(10)의 너비를 조절하여 상기 전도성 복합소재 센서의 민감도를 설계할 수 있다.

[0033] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 전도성 복합소재 센서들의 민감도 설계 방법을 나타낸 순서도이다.

[0034] 도 3을 참조하여, 전도성 복합소재 센서들의 민감도 설계 방법을 설명하면 다음과 같다.

[0035] 먼저, 전도성 물질의 종류, 너비가 서로 다르게 형성된 복수의 전도성 복합소재 센서들을 대상으로 인장 변형 실험을 통해 데이터베이스를 구축한다.(S1)

[0036] 상기 전도성 물질은 다중벽 탄소나노튜브를 사용하고, 너비는 5mm, 10mm, 20mm 등으로 서로 다른 너비를 갖는 복수의 전도성 복합소재 센서들을 제작한 후, 상기 전도성 물질의 길이방향으로 인장력을 가하여 인장 변형시 저항 변화를 측정한다.

[0037] 상기 인장 변형시, 상기 전도성 물질의 너비에 따른 저항 변화율들을 각각 측정하여, 측정된 저항 변화율들을 상기 전도성 물질의 너비에 따른 민감도(sensitivity,%)로 상기 데이터베이스에 저장한다.

[0038] 상기 데이터베이스에는, 상기 전도성 물질이 다중벽 탄소나노튜브일 때, 상기 전도성 물질의 너비에 따른 민감도에 대한 데이터들이 축적된다.

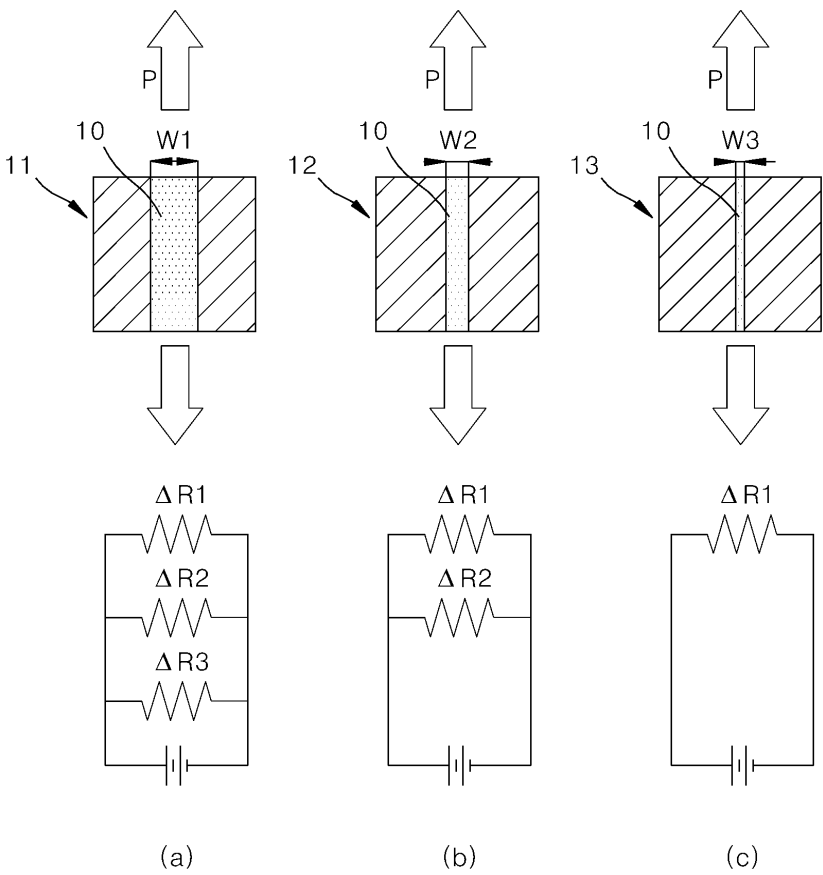
- [0039] 이후, 사용자가 전도성 복합소재 센서를 설계하고자 할 때, 설계하고자 하는 센서에 포함되는 전도성 물질을 설정하고, 설정된 전도성 물질의 종류와, 상기 전도성 물질의 기준 너비와 기준 민감도를 입력부를 통해 입력한다.(S2)
- [0040] 상기 전도성 물질의 종류는, 다중벽 탄소나노튜브, 탄소섬유 및 그래핀 등을 포함한다. 이에 한정되지 않고, 상기 전도성 물질의 두께, 비율, 제조사 등을 포함하는 정보도 입력할 수 있다.
- [0041] 상기 기준 너비와 상기 기준 민감도는 상기 전도성 물질의 종류에 따라 미리 설정된 값이다. 상기 기준 너비와 상기 기준 민감도는, 상기 인장 변형 실험 동안 상기 전도성 물질의 종류와 너비에 따라 도출된 민감도에 대한 값들 중 대표값으로 설정된 것이다.
- [0042] 상기 기준 너비와 상기 기준 민감도는 상기 데이터베이스에 미리 저장되는 것도 가능하고, 별도로 사용자에게 제공되어 사용자가 알고 있는 것도 가능하다. 즉, 사용자는 설계하고자 하는 센서의 전도성 물질을 상기 다중벽 탄소나노튜브로 설정하면, 상기 다중벽 탄소나노튜브를 사용시 기준 너비와 기준 민감도를 상기 데이터베이스나 상기 다중벽 탄소나노튜브의 제조사로부터 제공받을 수 있다. 따라서, 사용자는 상기 전도성 물질의 기준 너비와 기준 민감도를 입력할 수 있다.
- [0043] 또한, 사용자는 설계하고자 하는 센서의 요구 민감도를 입력한다.(S3)
- [0044] 상기 요구 민감도는, 사용자가 원하는 민감도이다. 상기 요구 민감도는, 상기 전도성 복합소재 센서의 용도에 따라 달라지기 때문에, 사용자가 센서의 용도에 따라 상기 요구 민감도를 입력할 수 있다.
- [0045] 상기에서 상기 전도성 물질의 종류, 상기 기준 너비와 상기 기준 민감도가 입력되면, 상기 제어부는 상기 데이터베이스로부터 상기 다중벽 탄소나노튜브의 너비에 따른 민감도에 대한 데이터들을 도출한다.
- [0046] 상기 데이터베이스에는, 상기 전도성 물질의 종류에 따른 너비와 민감도에 대한 데이터들이 저장되어 있으므로, 상기 제어부는 상기에서 입력된 정보에 따라 필요한 데이터를 도출할 수 있다.
- [0047] 도 4를 참조하면, 인장변형시 상기 다중벽 탄소나노튜브의 너비에 따른 민감도에 대한 데이터를 그래프로 나타내고 있다.
- [0048] 상기 제어부는, 도 4에 도시된 바와 같은 상기 다중벽 탄소나노튜브의 너비(W)에 따른 민감도(S)에 대한 그래프를 도출하고, 이로부터 관계식을 도출할 수 있다. 상기 너비(W)에 따른 상기 민감도(S)에 대한 관계식은, 상기 전도성 물질의 너비에 대한 반비례 함수이다.
- [0049] 상기 제어부는, 상기 다중벽 탄소나노튜브의 너비에 따른 민감도의 관계식으로부터, 상기 요구 민감도에 대한 요구 너비를 산출할 수 있다.(S4)
- [0050] 상기 다중벽 탄소나노튜브의 너비에 따른 민감도의 관계식에 상기 요구 민감도를 입력하면, 상기 요구 너비가 산출된다.
- [0051] 상기 요구 너비는, 상기 요구 민감도를 가지는 전도성 복합소재 센서를 제작하기 위해서 필요한 상기 전도성 물질의 너비에 해당한다.
- [0052] 상기 요구 너비가 산출되면, 상기 전도성 복합소재 센서의 요구 너비를 출력한다.(S5)
- [0053] 사용자는 출력된 요구 너비를 확인하고, 상기 전도성 물질의 너비를 상기 요구 너비에 맞게 제작하여, 상기 전도성 복합소재 센서를 제작할 수 있다.
- [0054] 따라서, 사용자는 원하는 요구 민감도를 입력하면, 상기 요구 민감도에 맞는 전도성 물질의 요구 너비를 알 수 있기 때문에, 원하는 민감도의 센서를 제작할 수 있다.
- [0055] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

## 부호의 설명

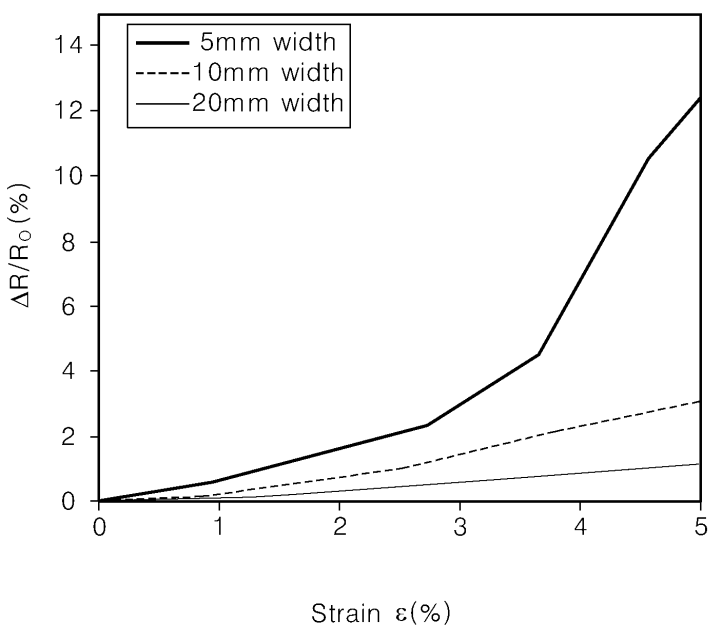
- [0056] 10: 전도성 물질                      11,12,12: 제1,2,3전도성 복합소재 센서

도면

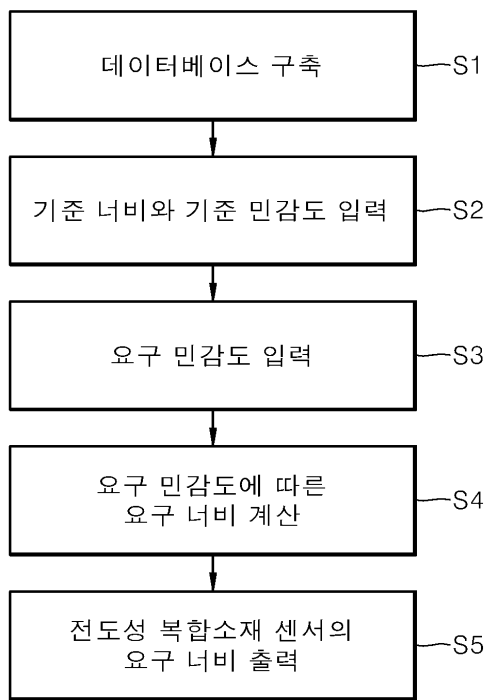
도면1



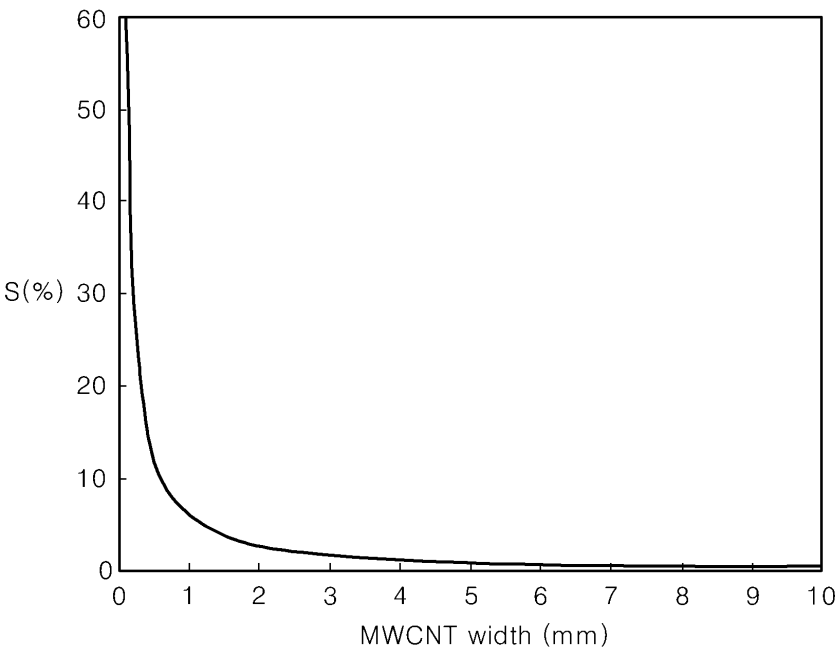
도면2



도면3



도면4



【심사관 직권보정사항】  
【직권보정 1】  
【보정항목】 청구범위  
【보정세부항목】 청구항 6의 줄 3  
【변경전】  
상기 인장력 방향으로

【변경후】

상기 인장력의 방향으로