



등록특허 10-2574448



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년09월01일

(11) 등록번호 10-2574448

(24) 등록일자 2023년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H10N 30/30 (2023.01) H10N 30/85 (2023.01)

H10N 30/87 (2023.01)

(52) CPC특허분류

H10N 30/306 (2023.02)

H10N 30/302 (2023.02)

(21) 출원번호 10-2020-0108052

(22) 출원일자 2020년08월26일

심사청구일자 2020년08월26일

(65) 공개번호 10-2022-0026918

(43) 공개일자 2022년03월07일

(56) 선행기술조사문헌

JP2014524579 A*

KR100230891 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김지원

서울특별시 종로구 평창30길 71-11(평창동)

이지연

충청북도 청주시 청원구 오창읍 구룡3길 13

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 11 항

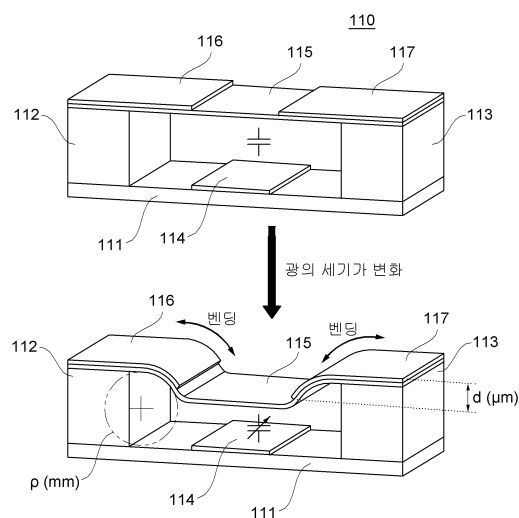
심사관 : 위재우

(54) 발명의 명칭 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서 및 이의 센싱 방법

(57) 요약

본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서의 센싱 방법은, 광반응성 소재와 금속 소재로 이루어지는 캔틸레버 부분이 광의 세기 변화에 따라 벤딩되는 정도(기계적 움직임)가 달라지고, 캔틸레버 부분의 벤딩에 따라 양 전극 사이에 유도되는 정전 용량 변화를 감지하여 압력을 측정함으로써, 일반적인 환경에서의 압력 변화의 감지가 가능할 뿐만 아니라, 극한 환경(빛이 들어올 수 없는 곳에 매립하여 사용하는 경우 등)에서도 압력 변화의 감지가 가능하고, 광반응성 소재로 아조벤젠(Azobenzene)이 결합된 폴리디메틸사일록센(AzoPDMS)를 이용하면, AzoPDMS가 광의 세기가 증가함에 따라 벤딩되는 정도가 선형적으로 증가하는 특성을 나타내고 있기 때문에, 추가적인 회로 등을 직접하지 않아도 되어 전체 정전식 감응 센서의 구조가 단순화될 뿐만 아니라 제작 비용을 절감할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H10N 30/85 (2023.02)

H10N 30/87 (2023.02)

(72) 발명자

오서예

경기도 부천시 신흥로86번길 13(심곡동)

김동준

인천광역시 연수구 송도과학로51번길 136(송도동)

김건호

전라북도 전주시 덕진구 진버들6길 7-5(우아동2가)

박지현

인천광역시 연수구 원인재로 81(동춘동)

윤서영

충청남도 천안시 서북구 불당17길 14(불당동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615011591

과제번호 20CTAP-C157556-01

부처명 국토교통부

과제관리(전문)기관명 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술연구개발

연구과제명 철근콘크리트 구조물 진단 및 내구수명 평가를 위한 콘크리트 응력 거동/열화인자

동시 감지용 이중 센서 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 연세대학교 산학협력단

연구기간 2020.04.13 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

광반응성 소재와 금속 소재가 바이메탈 구조로 형성되어, 광원부로부터 조사되는 광의 세기에 따라 상기 광반응성 소재의 벤딩되는 정도가 달라지고, 상기 광반응성 소재의 벤딩에 따라 정전 용량 변화를 유도하는 캔틸레버부; 및

상기 캔틸레버부의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 변화를 감지하고, 감지한 정전 용량 변화를 기반으로 압력을 감지하는 센싱부;

를 포함하고,

상기 광반응성 소재는,

아조벤젠(Azobenzene)이 결합된 폴리디메틸사일록센(AzoPDMS)인,

광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에서,

상기 캔틸레버부는,

기판 위의 일측에 위치하는 제1 유전층;

상기 기판 위의 타측에 상기 제1 유전층과 이격되어 위치하는 제2 유전층;

상기 기판 위에 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층과 이격되어 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층 사이에 위치하고, 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층 보다 더 낮은 높이를 가지는 제1 금속 전극;

상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층 위에 위치하여, 상기 제1 금속 전극의 상부에 공간이 형성되도록 하는 제2 금속 전극;

상기 제2 금속 전극 위의 일측에 위치하고, 상기 제1 유전층보다 상기 제1 금속 전극 방향으로 더 연장되는 제1 광반응성 소재; 및

상기 제2 금속 전극 위의 타측에 상기 제1 광반응성 소재와 이격되어 위치하고, 상기 제2 유전층보다 상기 제1 금속 전극 방향으로 더 연장되는 제2 광반응성 소재;

를 포함하는 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서.

청구항 4

제3항에서,

상기 캔틸레버부는,

상기 광원부로부터 조사되는 광의 세기에 따라 상기 제1 광반응성 소재 및 상기 제2 광반응성 소재가 상기 제1 금속 전극 방향으로 벤딩되는 정도가 달라지고, 상기 제1 광반응성 소재 및 상기 제2 광반응성 소재의 벤딩에 따라 상기 제1 금속 전극과 상기 제2 금속 전극 사이의 정전 용량 변화를 유도하는,

광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서.

청구항 5

제1항에서,

상기 센싱부는,

상기 캔틸레버부의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 값을 획득하고, 획득한 정전 용량 값을 기반으로 벤딩되는 거리를 획득하며, 획득한 거리를 곡률 반지름으로 변환하고, 변환된 곡률 반지름을 기반으로 광의 세기를 획득하며, 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득하는,

광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서.

청구항 6

제5항에서,

상기 센싱부는,

광의 세기와 곡률 반지름 사이의 미리 설정된 상관 관계 데이터를 이용하여, 변환된 곡률 반지름을 기반으로 광의 세기를 획득하는,

광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서.

청구항 7

제5항에서,

상기 센싱부는,

압력과 광의 세기 사이의 미리 설정된 상관 관계 데이터를 이용하여, 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득하는,

광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서.

청구항 8

제7항에서,

상기 광원부로부터 조사되는 광은,

광섬유를 통해 상기 캔틸레버부에 조사되고,

상기 센싱부는,

상기 광섬유에 대응되는, 압력과 광의 세기 사이의 상관 관계 데이터를 이용하여, 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득하는,

광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서.

청구항 9

광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서가 수행하는 센싱 방법으로서,

광반응성 소재와 금속 소재가 바이메탈 구조로 형성되어, 광원부로부터 조사되는 광의 세기에 따라 상기 광반응성 소재의 벤딩되는 정도가 달라지고, 상기 광반응성 소재의 벤딩에 따라 정전 용량 변화를 유도하는 캔틸레버부의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 변화를 감지하는 단계; 및

감지한 정전 용량 변화를 기반으로 압력을 감지하는 단계;

를 포함하고,

상기 광반응성 소재는,

아조벤젠(Azobenzene)이 결합된 폴리디메틸사일록센(AzoPDMS)인,

광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서의 센싱 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제9항에서,

상기 캔틸레버부는,

기관 위의 일측에 위치하는 제1 유전층;

상기 기관 위의 타측에 상기 제1 유전층과 이격되어 위치하는 제2 유전층;

상기 기관 위에 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층과 이격되어 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층 사이에 위치하고, 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층 보다 더 낮은 높이를 가지는 제1 금속 전극;

상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층 위에 위치하여, 상기 제1 금속 전극의 상부에 공간이 형성되도록 하는 제2 금속 전극;

상기 제2 금속 전극 위의 일측에 위치하고, 상기 제1 유전층보다 상기 제1 금속 전극 방향으로 더 연장되는 제1 광반응성 소재; 및

상기 제2 금속 전극 위의 타측에 상기 제1 광반응성 소재와 이격되어 위치하고, 상기 제2 유전층보다 상기 제1 금속 전극 방향으로 더 연장되는 제2 광반응성 소재;

를 포함하는 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서의 센싱 방법.

청구항 12

제9항에서,

상기 압력 감지 단계는,

상기 캔틸레버부의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 값을 획득하고, 획득한 정전 용량 값을 기반으로 벤딩되는 거리를 획득하며, 획득한 거리를 곡률 반지름으로 변환하고, 변환된 곡률 반지름을 기반으로 광의 세기를 획득하며, 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득하는 것으로 이루어지는,

광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서의 센싱 방법.

청구항 13

제9항, 제11항, 및 제12항 중 어느 한 항에 기재된 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서의 센싱 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위하여 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서 및 이의 센싱 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 광반응성 소재와 금속 소재로 이루어지는 캔틸레버 부분이 광의 세기 변화에 따라 벤딩되는 정도가 달라지고, 캔틸레버 부분의 벤딩에 따라 양 전극 사이에 유도되는 정전 용량 변화를 감지하여 압력을 측정하는 센서 및 이의 센싱 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기존 광섬유를 활용한 압력/하중 센서들은 압력/하중에 의한 광의 세기, 굴절률, 간섭, 편광 등의 변화를 포토 트랜지스터와 같은 전기 신호로의 추가적인 변환 과정을 이용하여 측정하고 있다. 또한, 기존의 미세 전자 기계 시스템(Micro Electro Mechanical System, MEMS) 기반 정전식 감응 센서는 직접적인 압력/하중에 의한 캔틸레버 부분의 변형에 따라 변하는 정전 용량을 통해 압력을 측정하고 있으나, 정전식 감응 센서의 특성상 압력에 따른 캔틸레버 부분의 변형이 비선형적이기 때문에 추가적인 회로 등이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0003] 본 발명이 이루고자 하는 목적은, 광반응성 소재와 금속 소재로 이루어지는 캔틸레버 부분이 광의 세기 변화에 따라 벤딩되는 정도가 달라지고 캔틸레버 부분의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 변화를 감지하여 압력을 측정하는, 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서 및 이의 센싱 방법을 제공하는 데 있다.
- [0004] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0005] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서는, 광반응성 소재와 금속 소재가 바이메탈 구조로 형성되어, 광원부로부터 조사되는 광의 세기에 따라 상기 광반응성 소재의 벤딩되는 정도가 달라지고, 상기 광반응성 소재의 벤딩에 따라 정전 용량 변화를 유도하는 캔틸레버부; 및 상기 캔틸레버부의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 변화를 감지하고, 감지한 정전 용량 변화를 기반으로 압력을 감지하는 센싱부;를 포함한다.
- [0006] 여기서, 상기 광반응성 소재는, 아조벤젠(Azobenzene)이 결합된 폴리디메틸사일록센(AzoPDMS)일 수 있다.
- [0007] 여기서, 상기 캔틸레버부는, 기판 위의 일측에 위치하는 제1 유전층; 상기 기판 위의 타측에 상기 제1 유전층과 이격되어 위치하는 제2 유전층; 상기 기판 위에 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층과 이격되어 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층 사이에 위치하고, 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층 보다 더 낮은 높이를 가지는 제1 금속 전극; 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층 위에 위치하여, 상기 제1 금속 전극의 상부에 공간이 형성되도록 하는 제2 금속 전극; 상기 제2 금속 전극 위의 일측에 위치하고, 상기 제1 유전층보다 상기 제1 금속 전극 방향으로 더 연장되는 제1 광반응성 소재; 및 상기 제2 금속 전극 위의 타측에 상기 제1 광반응성 소재와 이격되어 위치하고, 상기 제2 유전층보다 상기 제1 금속 전극 방향으로 더 연장되는 제2 광반응성 소재;를 포함할 수 있다.
- [0008] 여기서, 상기 캔틸레버부는, 상기 광원부로부터 조사되는 광의 세기에 따라 상기 제1 광반응성 소재 및 상기 제2 광반응성 소재가 상기 제1 금속 전극 방향으로 벤딩되는 정도가 달라지고, 상기 제1 광반응성 소재 및 상기 제2 광반응성 소재의 벤딩에 따라 상기 제1 금속 전극과 상기 제2 금속 전극 사이의 정전 용량 변화를 유도할 수 있다.
- [0009] 여기서, 상기 센싱부는, 상기 캔틸레버부의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 값을 획득하고, 획득한 정전 용량 값을 기반으로 벤딩되는 거리를 획득하며, 획득한 거리를 곡률 반지름으로 변환하고, 변환된 곡률 반지름을 기반으로 광의 세기를 획득하며, 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득할 수 있다.
- [0010] 여기서, 상기 센싱부는, 광의 세기와 곡률 반지름 사이의 미리 설정된 상관 관계 데이터를 이용하여, 변환된 곡률 반지름을 기반으로 광의 세기를 획득할 수 있다.
- [0011] 여기서, 상기 센싱부는, 압력과 광의 세기 사이의 미리 설정된 상관 관계 데이터를 이용하여, 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득할 수 있다.
- [0012] 여기서, 상기 광원부로부터 조사되는 광은, 광섬유를 통해 상기 캔틸레버부에 조사되고, 상기 센싱부는, 상기 광섬유에 대응되는, 압력과 광의 세기 사이의 상관 관계 데이터를 이용하여, 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득할 수 있다.
- [0014] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서의 센싱 방법은, 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서가 수행하는 센싱 방법으로서, 광반응성 소재와 금속 소재가 바이메탈 구조로 형성되어, 광원부로부터 조사되는 광의 세기에 따라 상기 광반응성 소재의 벤딩되는 정도가 달라지고, 상기 광반응성 소재의 벤딩에 따라 정전 용량 변화를 유도하는 캔틸레버부의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 변화를 감지하는 단계; 및 감지한 정전 용량 변화를 기반으로 압력을 감지하는 단계;를 포함한다.

- [0015] 여기서, 상기 광반응성 소재는, 아조벤젠(Azobenzene)이 결합된 폴리디메틸사일록센(AzoPDMS)일 수 있다.
- [0016] 여기서, 상기 캔틸레버부는, 기관 위의 일측에 위치하는 제1 유전층; 상기 기관 위의 타측에 상기 제1 유전층과 이격되어 위치하는 제2 유전층; 상기 기관 위에 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층과 이격되어 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층 사이에 위치하고, 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층 보다 더 낮은 높이를 가지는 제1 금속 전극; 상기 제1 유전층 및 상기 제2 유전층 위에 위치하여, 상기 제1 금속 전극의 상부에 공간이 형성되도록 하는 제2 금속 전극; 상기 제2 금속 전극 위의 일측에 위치하고, 상기 제1 유전층보다 상기 제1 금속 전극 방향으로 더 연장되는 제1 광반응성 소재; 및 상기 제2 금속 전극 위의 타측에 상기 제1 광반응성 소재와 이격되어 위치하고, 상기 제2 유전층보다 상기 제1 금속 전극 방향으로 더 연장되는 제2 광반응성 소재;를 포함할 수 있다.
- [0017] 여기서, 상기 압력 감지 단계는, 상기 캔틸레버부의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 값을 획득하고, 획득한 정전 용량 값을 기반으로 벤딩되는 거리를 획득하며, 획득한 거리를 곡률 반지름으로 변환하고, 변환된 곡률 반지름을 기반으로 광의 세기를 획득하며, 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득하는 것으로 이루어질 수 있다.
- [0019] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 저장되어 상기한 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서의 센싱 방법 중 어느 하나를 컴퓨터에서 실행시킨다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서 및 이의 센싱 방법에 의하면, 광의 세기 변화를 기계적 움직임(캔틸레버의 벤딩 정도)을 통해 센싱함으로써, 일반적인 환경에서의 압력 변화의 감지가 가능할 뿐만 아니라, 극한 환경(빛이 들어올 수 없는 곳에 매립하여 사용하는 경우 등)에서도 압력 변화의 감지가 가능하다.
- [0021] 또한, 본 발명에 따른 광반응성 소재로 아조벤젠(Azobenzene)이 결합된 폴리디메틸사일록센(AzoPDMS)를 이용하면, AzoPDMS가 광의 세기가 증가함에 따라 벤딩되는 정도가 선형적으로 증가하는 특성을 나타내기 때문에, 추가적인 회로 등을 직접하지 않아도 되어 전체 정전식 감응 센서의 구조가 단순화될 뿐만 아니라 제작 비용을 절감할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서를 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 2는 도 1에 도시한 캔틸레버부의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 도 2에 도시한 캔틸레버부의 동작 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서의 센싱 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 5는 도 4에 도시한 압력 감지 단계의 세부 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0025] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로

사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

- [0026] 본 명세서에서 "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0027] 본 명세서에서 각 단계들에 있어 식별부호(예를 들어, a, b, c 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0028] 본 명세서에서, "가진다", "가질 수 있다", "포함한다" 또는 "포함할 수 있다"등의 표현은 해당 특징(예: 수치, 기능, 동작, 또는 부품 등의 구성요소)의 존재를 가리키며, 추가적인 특징의 존재를 배제하지 않는다.
- [0029] 또한, 본 명세서에 기재된 '~부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA(field-programmable gate array) 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '~부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 '~부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '~부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터 구조들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '~부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부'들로 더 분리될 수 있다.
- [0031] 이하에서 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서 및 이의 센싱 방법의 바람직한 실시예에 대해 상세하게 설명한다.
- [0033] 먼저, 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서에 대하여 설명한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서를 설명하기 위한 블록도이고, 도 2는 도 1에 도시한 캔틸레버부의 구성을 설명하기 위한 도면이며, 도 3은 도 2에 도시한 캔틸레버부의 동작 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서(이하 '정전식 감응 센서'라 한다)(100)는 광반응성 소재와 금속 소재로 이루어지는 캔틸레버 부분이 광원부(200)로부터 조사되는 광의 세기 변화에 따라 벤딩되는 정도가 달라지게 되고, 캔틸레버 부분의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 변화를 감지하여 압력을 측정한다. 이때, 광원부(200)로부터 조사되는 광은 광섬유(도시하지 않음)를 통해 정전식 감응 센서(100)에 조사될 수 있다.
- [0036] 여기서, 광반응성 소재는 광스위칭성 분자 아조벤젠(Azobenzene)이 결합된 폴리디메틸사일록센(AzoPDMS)일 수 있다. AzoPDMS는 광의 세기가 증가함에 따라 벤딩되는 정도가 선형적으로 증가한다.
- [0038] 이를 위해, 정전식 감응 센서(100)는 캔틸레버부(110) 및 센싱부(130)를 포함할 수 있다.
- [0039] 캔틸레버부(110)는 광반응성 소재와 금속 소재가 바이메탈 구조로 형성되어, 광원부(200)로부터 조사되는 광의 세기에 따라 광반응성 소재의 벤딩되는 정도가 달라지고, 광반응성 소재의 벤딩에 따라 정전 용량 변화를 유도한다.
- [0040] 즉, 도 2를 참조하면, 캔틸레버부(110)는 기관(111), 제1 유전층(112), 제2 유전층(113), 제1 금속 전극(114), 제2 금속 전극(115), 제1 광반응성 소재(116) 및 제2 광반응성 소재(117)를 포함할 수 있다.
- [0041] 기관(111)은 실리콘 웨이퍼(Si wafer) 등을 말한다.
- [0042] 제1 유전층(112)은 PI 유전체 등으로 이루어지며, 기관(111) 위의 일측에 위치할 수 있다.
- [0043] 제2 유전층(113)은 PI 유전체 등으로 이루어지며, 기관(111) 위의 타측에 제1 유전층(112)과 이격되어 위치할 수 있다.
- [0044] 제1 금속 전극(114)은 Al 전극 등을 이루어지며, 기관(111) 위에 제1 유전층(112) 및 제2 유전층(113)과 이격되

어 제1 유전층(112) 및 제2 유전층(113) 사이에 위치하고, 제1 유전층(112) 및 제2 유전층(113) 보다 더 낮은 높이를 가질 수 있다.

[0045] 제2 금속 전극(115)은 AI 전극 등으로 이루어지며, 제1 유전층(112) 및 제2 유전층(113) 위에 위치하여, 제1 금속 전극(114)의 상부에 공간이 형성되도록 할 수 있다.

[0046] 제1 광반응성 소재(116)는 AzoPDMS 등으로 이루어지며, 제2 금속 전극(115) 위의 일측에 위치하고, 제1 유전층(112)보다 제1 금속 전극 방향(114)으로 더 연장될 수 있다.

[0047] 제2 광반응성 소재(117)는 AzoPDMS 등으로 이루어지며, 제2 금속 전극(115) 위의 타측에 제1 광반응성 소재(116)와 이격되어 위치하고, 제2 유전층(113)보다 제1 금속 전극(114) 방향으로 더 연장될 수 있다.

[0048] 그리고, 캔틸레버부(110)는 도 3에 도시된 바와 같이, 광원부(200)로부터 조사되는 광의 세기에 따라 제1 광반응성 소재(116) 및 제2 광반응성 소재(117)가 제1 금속 전극(114) 방향(즉, 하측 방향)으로 벤딩되는 정도가 달라지고, 제1 광반응성 소재(116) 및 제2 광반응성 소재(117)의 벤딩에 따라 제1 금속 전극(114)과 제2 금속 전극(115) 사이의 정전 용량 변화를 유도할 수 있다. 즉, 광반응성 소재는 조사되는 광의 세기 변화에 따라 전체 부피가 증가하면서, 광반응성 소재는 하측 방향으로 구부러지게 된다. 캔틸레버부(110)의 양쪽 끝이 고정된 상태에서, 광반응성 소재가 구부러지게 되면, 상측에 위치한 금속 전극의 높이가 낮아지게 되고, 이에 따라 상측 금속 전극과 하측 금속 전극 사이의 거리가 변화되며, 이로 인해 정전 용량이 변화되게 된다.

[0050] 다시 도 1을 참조하면, 센싱부(130)는 캔틸레버부(110)의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 변화를 감지하고, 감지한 정전 용량 변화를 기반으로 압력을 감지한다.

[0051] 즉, 센싱부(130)는 캔틸레버부(110)의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 값을 획득할 수 있다. 예컨대, 센싱부(130)는 CV analyzer, LCR meter 등의 장비를 통해 정전 용량 값을 측정할 수 있다.

[0052] 그리고, 센싱부(130)는 획득한 정전 용량 값을 기반으로 벤딩되는 거리(도 3의 d)를 획득할 수 있다. 예컨대, 센싱부(130)는 아래의 [수학식 1]을 통해 획득한 정전 용량 값으로부터 벤딩되는 거리(도 3의 d)를 획득할 수 있다.

[0053] [수학식 1]

$$[0054] \quad \epsilon_0 \epsilon_r * A / d = C$$

[0055] 여기서, ϵ_0 와 ϵ_r 는 유전율을 나타내고, A는 면적을 나타내며, d는 거리를 나타내고, C는 정전 용량을 나타낸다.

[0056] 그리고, 센싱부(130)는 획득한 거리(도 3의 d)를 광반응성 소재의 곡률 반지름(도 3의 ρ)으로 변환할 수 있다. 예컨대, 센싱부(130)는 미리 설정된 거리-곡률 반지름 변환 식 등을 통해 획득한 거리(도 3의 d)를 곡률 반지름(도 3의 ρ)으로 변환할 수 있다.

[0057] 그리고, 센싱부(130)는 변환된 곡률 반지름(도 3의 ρ)을 기반으로 광의 세기를 획득할 수 있다. 여기서, 센싱부(130)는 광의 세기와 곡률 반지름 사이의 미리 설정된 상관 관계 데이터를 이용하여, 변환된 곡률 반지름을 기반으로 광의 세기를 획득할 수 있다.

[0058] 그리고, 센싱부(130)는 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득할 수 있다. 여기서, 센싱부(130)는 압력과 광의 세기 사이의 미리 설정된 상관 관계 데이터를 이용하여, 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득할 수 있다. 이때, 센싱부(130)는 광원부(200)로부터 조사되는 광을 정전식 감응 센서(100)에 전달하는 광섬유에 대응되는, 압력과 광의 세기 사이의 상관 관계 데이터를 이용하여, 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득할 수 있다. 예컨대, 광섬유의 안쪽 반경(core radius), 바깥쪽 반경(cladding radius), 굴절률(refractive index) 등에 따라, 광섬유에 가해지는 압력에 의해 변화되는 광 세기가 달라지게 되므로, 정전식 감응 센서(100)에 광을 전달하는 광섬유에 맞는 압력-광 세기 상관관계 데이터를 이용하여, 획득한 광의 세기로부터 압력을 획득할 수 있다.

[0061] 그러면, 도 4 및 도 5를 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서의 센싱 방법에 대하여 설명한다.

[0062] 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광반응성 복합 소재를 이용한 미세 전자 기계 시스템 기반 정전식 감응 센서의 센싱 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

- [0063] 도 4를 참조하면, 정전식 감응 센서(100)는 캔틸레버부(110)의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 변화를 감지한다(S110). 즉, 정전식 감응 센서(100)는 광반응성 소재와 금속 소재가 바이메탈 구조로 형성되어, 광원부(200)로부터 조사되는 광의 세기에 따라 광반응성 소재의 벤딩되는 정도가 달라지고, 광반응성 소재의 벤딩에 따라 정전 용량 변화를 유도하는 캔틸레버부(110)의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량을 감지할 수 있다.
- [0064] 여기서, 광반응성 소재는 광스위치성 분자 아조벤젠(Azobenzene)이 결합된 폴리디메틸사일록센(AzoPDMS)일 수 있다. 그리고, 캔틸레버부(110)는 기판(111), 제1 유전층(112), 제2 유전층(113), 제1 금속 전극(114), 제2 금속 전극(115), 제1 광반응성 소재(116) 및 제2 광반응성 소재(117)를 포함할 수 있다. 즉, 캔틸레버부(110)는 광원부(200)로부터 조사되는 광의 세기에 따라 제1 광반응성 소재(116) 및 제2 광반응성 소재(117)가 제1 금속 전극(114) 방향(즉, 하측 방향)으로 벤딩되는 정도가 달라지고, 제1 광반응성 소재(116) 및 제2 광반응성 소재(117)의 벤딩에 따라 제1 금속 전극(114)과 제2 금속 전극(115) 사이의 정전 용량 변화를 유도할 수 있다.
- [0065] 그런 다음, 정전식 감응 센서(100)는 감지한 정전 용량 변화를 기반으로 압력을 감지한다(S130).
- [0067] 도 5는 도 4에 도시한 압력 감지 단계의 세부 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0068] 도 5를 참조하면, 정전식 감응 센서(100)는 캔틸레버부(110)의 벤딩에 따라 유도되는 정전 용량 값을 획득할 수 있다(S131).
- [0069] 그런 다음, 정전식 감응 센서(100)는 획득한 정전 용량 값을 기반으로 벤딩되는 거리를 획득할 수 있다(S133).
- [0070] 그리고, 정전식 감응 센서(100)는 획득한 거리를 곡률 반지름으로 변환할 수 있다(S135). 예컨대, 정전식 감응 센서는 미리 설정된 거리-곡률 반지름 변환 식 등을 통해 획득한 거리를 곡률 반지름으로 변환할 수 있다.
- [0071] 그런 다음, 정전식 감응 센서(100)는 변환된 곡률 반지름을 기반으로 광의 세기를 획득할 수 있다(S137). 여기서, 정전식 감응 센서(100)는 광의 세기와 곡률 반지름 사이의 미리 설정된 상관 관계 데이터를 이용하여, 변환된 곡률 반지름을 기반으로 광의 세기를 획득할 수 있다.
- [0072] 그리고, 정전식 감응 센서(100)는 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득할 수 있다(S139). 여기서, 정전식 감응 센서(100)는 압력과 광의 세기 사이의 미리 설정된 상관 관계 데이터를 이용하여, 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득할 수 있다. 이때, 정전식 감응 센서(100)는 광원부(200)로부터 조사되는 광을 정전식 감응 센서(100)에 전달하는 광섬유에 대응되는, 압력과 광의 세기 사이의 상관 관계 데이터를 이용하여, 획득한 광의 세기를 기반으로 압력을 획득할 수 있다.
- [0075] 이와 같이, 본 발명은 광의 세기 변화에 따라 캔틸레버 부분의 벤딩되는 정도가 달라지고, 이로 인해 유도되는 정전 용량을 통해 압력을 측정할 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 압력/하중에 따른 광섬유 내 광의 세기 변화를 기계적 움직임(캔틸레버의 벤딩 정도)을 통해 센싱함으로써, 일반적인 환경에서의 압력 변화의 감지가 가능할 뿐만 아니라, 극한 환경(빛이 들어올 수 없는 곳에 매립하여 사용하는 경우 등)에서도 압력 변화의 감지가 가능하다. 예컨대, 콘크리트 내부에 광섬유를 설치하여, 콘크리트에 가해지는 압력을 측정할 수 있다.
- [0076] 또한, 본 발명에 따른 광반응성 소재로 AzoPDMS를 이용하면, AzoPDMS가 광의 세기가 증가함에 따라 벤딩되는 정도가 선형적으로 증가하는 특성을 나타내고 있기 때문에, 추가적인 회로를 직접할 필요없이 간단한 공정으로 효율적인 감응 센서를 형성할 수 있다.
- [0079] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성요소들이 하나로 결합하거나 결합하여 동작하는 것으로 기재되어 있다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다. 또한, 그 모든 구성요소들이 각각 하나의 독립적인 하드웨어로 구현될 수 있지만, 각 구성요소들의 그 일부 또는 전부가 선택적으로 조합되어 하나 또는 복수개의 하드웨어에서 조합된 일부 또는 전부의 기능을 수행하는 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수도 있다. 또한, 이와 같은 컴퓨터 프로그램은 USB 메모리, CD 디스크, 플래쉬 메모리 등과 같은 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체(Computer Readable Media)에 저장되어 컴퓨터에 의하여 읽혀지고 실행됨으로써, 본 발명의 실시예를 구현할 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 기록 매체로서는 자기기록매체, 광기록매체 등이 포함될 수 있다.
- [0080] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위

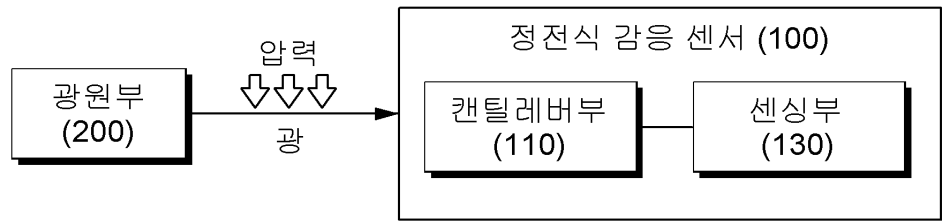
가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- 100 : 정전식 감응 센서,
- 110 : 캔틸레버부,
- 111 : 기판,
- 112 : 제1 유전층,
- 113 : 제2 유전층,
- 114 : 제1 금속 전극,
- 115 : 제2 금속 전극,
- 116 : 제1 광반응성 소재,
- 117 : 제2 광반응성 소재
- 130 : 센싱부,
- 200 : 광원부

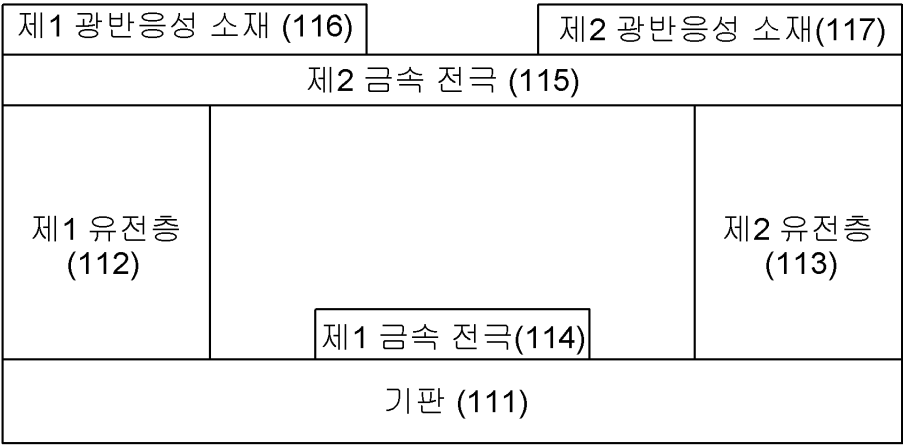
도면

도면1

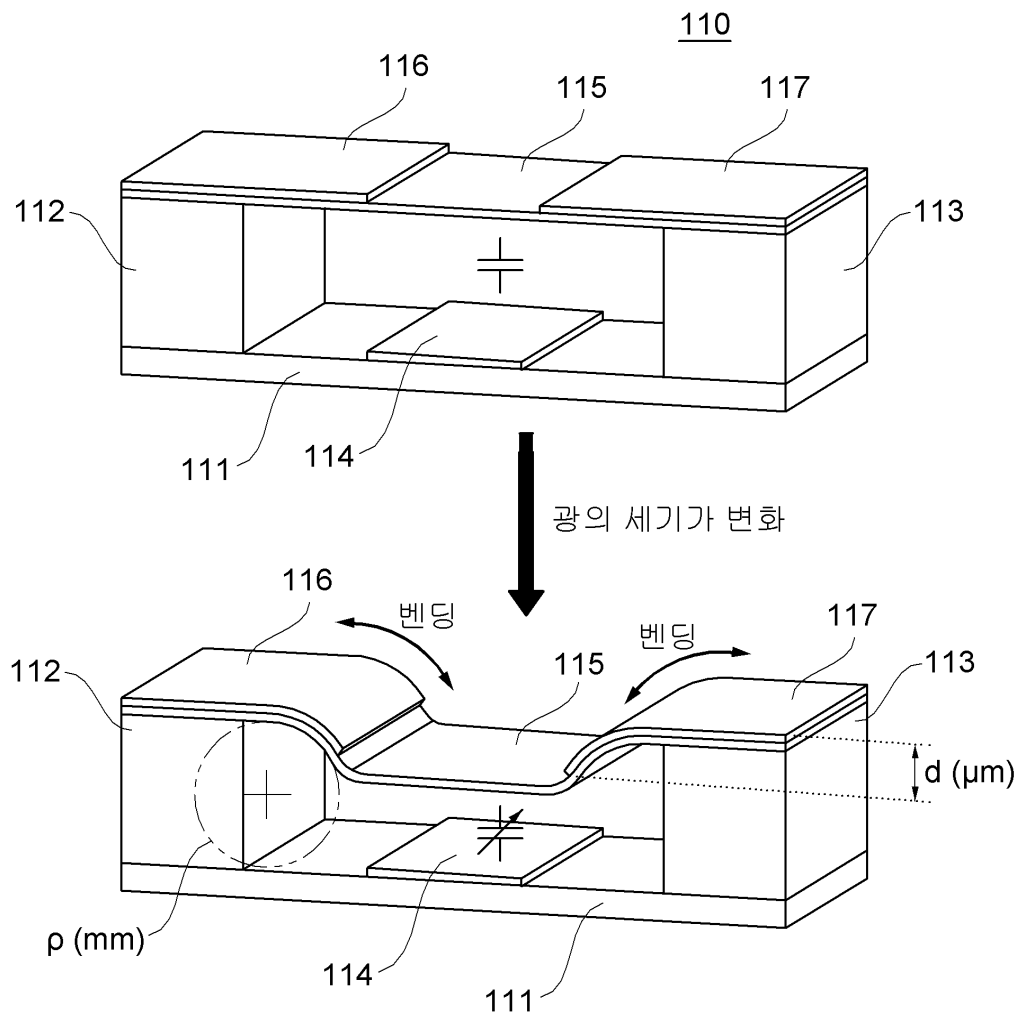


도면2

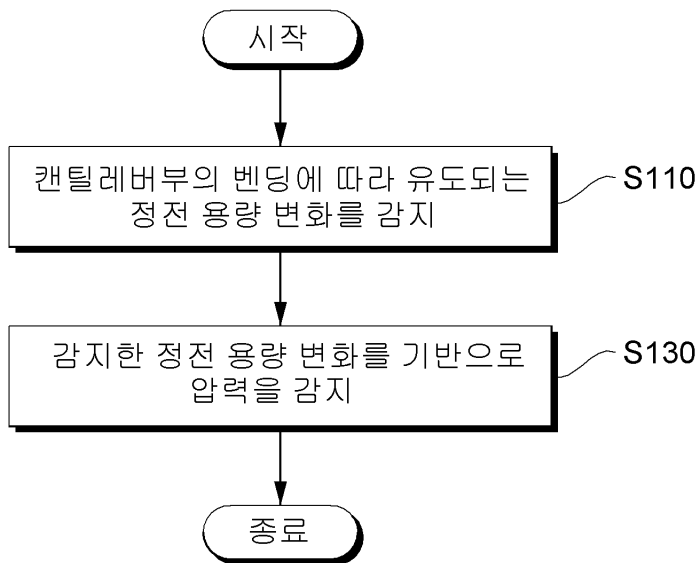
110



도면3



도면4



도면5

