



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0105944
(43) 공개일자 2018년10월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01L 5/16 (2006.01) G01L 1/14 (2006.01)
G01L 3/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01L 5/16 (2013.01)
G01L 1/14 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0033296
(22) 출원일자 2017년03월16일
심사청구일자 2017년03월16일

(71) 출원인
성균관대학교산학협력단
경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균관대학교내)

(72) 발명자
최혁렬
경기도 군포시 용호1로 55, 용호마을LG아파트 104동 104호

김의겸
경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교 자연과학캠퍼스 제 2종합연구동 83253호

김용범
경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교 자연과학캠퍼스 제 2종합연구동 83253호

(74) 대리인
조영현

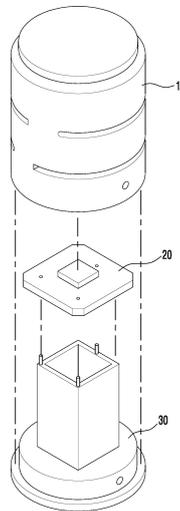
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 소형화가 가능한 힘/토크 센서

(57) 요약

본 발명에 따른 힘/토크 센서는 내부 공간을 갖는 그라운드부, 상기 내부 공간의 내부에 위치하며 그라운드부와 사이에서 정전용량을 발생시키는 복수개의 전극을 갖는 센서부, 및 그라운드부의 일부 영역과 결합하여 센서부를 지지하는 지지부를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
G01L 3/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014M3C1B2048175

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 생체모사형(바이오닉암)메카트로닉스융합기술개발사업 3/5

연구과제명 [EZ][1세부-성균관대]생체모사 근육형 구동기 기술 개발

기여율 1/1

주관기관 성균관대학교 산학협력단

연구기간 2016.09.01 ~ 2017.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

센싱 영역, 베이스 영역, 상기 센싱 영역과 베이스 영역을 연결하며 탄성 변형하는 변형 영역으로 이루어지며, 상기 베이스 영역과 변형 영역을 관통하여 상기 센싱 영역까지 일부분까지 이어지는 내부 공간을 갖는 그라운드부;

상기 센싱 영역에 해당하는 상기 내부 공간의 내부에 위치하며, 상기 그라운드부와 사이에서 정전용량을 발생시키는 복수 개의 전극을 갖는 센서부; 및

상기 베이스 영역과 결합하며, 상기 센서부를 지지하는 지지부;

를 포함하여 이루어지는 힘/토크 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 지지부는 상기 센서부의 일부분이 상기 그라운드부 외부와 연통되도록 하기 위한 관통홀을 갖는 것으로 하는 힘/토크 센서.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 변형 영역은 변형 영역에 해당하는 상기 그라운드부의 일부 측면을 절개하여 형성된 것을 특징으로 하는 힘/토크 센서

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 지지부는 상기 베이스 영역과 결합하는 제1 영역과 상기 제1 영역과 상기 센서부를 연결하는 제2 영역을 포함하여 이루어지고,

상기 제1 영역은 상기 베이스 영역에 해당하는 상기 내부 공간에 대응하는 단면적을 가져 상기 내부 공간에 끼워맞춤되며,

상기 센서부는 상기 제1 영역의 폭방향 면적보다 작은 폭방향 면적을 가져 폭방향에 있어서 상기 내부 공간과 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 힘/토크 센서.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 영역은 상기 제1 영역 보다 작은 폭방향 면적을 가지고, 상기 제1 영역이 상기 베이스 영역에 끼워맞춤된 상태에서 상기 센서부가 길이방향에 있어서 상기 내부 공간과 이격되도록 하는 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 힘/토크 센서.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수 개의 전극은 사각 전극이며, 상기 사각 전극의 윗면과 적어도 하나의 측면이 상기 센싱 영역 사이에서 정전용량을 발생시키는 것을 특징으로 하는 힘/토크 센서.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 센서부는 8개의 전극을 포함하고, 상기 8개의 전극은 가상의 정사각형의 4 모서리에 각각 2개씩 위치하며, 상기 4 모서리의 중심점을 지나는 X축과 Y축에 대칭되도록 위치되는 것을 특징으로 하는 힘/토크 센서.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 8개의 전극과 상기 센싱 영역 사이의 정전용량을 제1 내지 제8 정전용량이라고 할 때,

상기 X축 방향의 힘이 작용할 경우 제1 및 제2 정전용량이 감소하고, 제5 및 제6 정전용량은 증가하며, 제3, 제4, 제7, 제8 정전용량은 변화가 없고,

상기 Y축 방향의 힘이 작용할 경우 제3 및 제4 정전용량이 증가하고, 제7 및 제8 정전용량이 감소하며, 제1, 제2, 제5, 제6 정전용량은 변화가 없고,

상기 X축 및 Y축에 수직한 Z축 방향의 힘이 작용할 경우 제1 내지 제8 정전용량이 증가하고,

상기 X축 방향의 토크가 작용할 경우 상기 제1 및 제2 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제5 및 제6 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하며, 제3, 제4, 제7, 제8 정전용량은 변화가 없고,

상기 Y축 방향의 토크가 작용할 경우 상기 제3 및 제4 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제7 및 제8 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하며, 제1, 제2, 제5, 제6 정전용량은 변화가 없고,

상기 Z축 방향의 토크가 작용할 경우 상기 제1 및 제2 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제3 및 제4 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제5 및 제6 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하며, 상기 제7 및 제8 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하는 것을 특징으로 하는 힘/토크 센서.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 센서부는 상기 복수 개의 전극이 형성된 사각형 기판을 포함하고,

상기 센싱 영역에 해당하는 상기 내부 공간은 상기 사각형 기판과 일정 거리만큼 이격된 육면체 공간인 것을 특징으로 하는 힘/토크 센서.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 사각형 기관은 사각형의 꼭지점 인접 영역이 제거되어 있는 것을 특징으로 하는 힘/토크 센서.

청구항 11

내부 공간을 갖는 그라운드부; 및

상기 내부 공간에 위치하며, 상기 그라운드부와의 사이에서 정전용량을 발생시키는 전극을 포함하는 센서부;

를 포함하여 이루어지고, 상기 정전용량은 어떤 방향의 힘 또는 토크가 작용하더라도 상기 그라운드부와 상기 전극 사이의 거리 변화에 의존하여 변화하는 것을 특징으로 하는 힘/토크 센서.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 센서부는 8개의 전극을 포함하고,

상기 8개의 전극은 가상의 사각형의 4 모서리에 각각 2개씩 위치하며, 상기 4 모서리의 중심점을 지나는 X축과 Y축에 대칭되도록 위치되는 것을 특징으로 하는 힘/토크 센서.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 8개의 전극은 윗면과 일부 측면이 상기 그라운드부와 마주보는 것을 특징으로 하는 힘/토크 센서.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 내부 공간은 육면체 공간이며, 상기 전극은 적어도 하나의 측면이 상기 그라운드부와 마주보는 사각 전극인 것을 특징으로 하는 힘/토크 센서.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 기관은 사각형 기관이며, 상기 기관의 네 변에 각각 2개의 상기 전극이 위치하는 것을 특징으로 하는 6축 힘/토크 센서.

청구항 16

제15항에 있어서,

외부의 힘/토크가 작용하지 않는 평형 상태일 때,

상기 8개의 전극 중 상기 육면체 공간의 제1 측면에 가장 인접한 제1 및 제2 전극은 상기 제1 측면과 동일한 간격으로 이격되어 있고,

상기 8개의 전극 중 상기 육면체 공간의 제2 측면에 가장 인접한 제3 및 제4 전극은 상기 제2 측면과 동일한 간격으로 이격되어 있고,

상기 8개의 전극 중 상기 제1 측면과 마주보는 상기 육면체 공간의 제3 측면에 가장 인접한 제5 및 제6 전극은

상기 제3 측면과 동일한 간격으로 이격되어 있고,

상기 8개의 전극 중 상기 제2 측면과 마주보는 상기 육면체 공간의 제4 측면에 가장 인접한 제7 및 제8 전극은 상기 제4 측면과 동일한 간격으로 이격되어 있고,

상기 제1 내지 제8 전극은 상기 육면체 공간의 윗면과 동일한 간격으로 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 6축 힘/토크 센서.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 제1 내지 제8 전극과 상기 그라운드부 사이의 정전용량을 각각 제1 내지 제8 정전용량이라고 할 때,

상기 X축 방향의 힘이 작용할 경우 제1 및 제2 정전용량이 감소하고, 제5 및 제6 정전용량은 증가하며, 제3, 제4, 제7, 제8 정전용량은 변화가 없고,

상기 Y축 방향의 힘이 작용할 경우 제3 및 제4 정전용량이 증가하고, 제7 및 제8 정전용량이 감소하며, 제1, 제2, 제5, 제6 정전용량은 변화가 없고,

상기 X축 및 Y축에 수직인 Z축 방향의 힘이 작용할 경우 제1 내지 제8 정전용량이 증가하고,

상기 X축 방향의 토크가 작용할 경우 상기 제1 및 제2 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제5 및 제6 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하며, 제3, 제4, 제7, 제8 정전용량은 변화가 없고,

상기 Y축 방향의 토크가 작용할 경우 상기 제3 및 제4 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제7 및 제8 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하며, 제1, 제2, 제5, 제6 정전용량은 변화가 없고,

상기 Z축 방향의 토크가 작용할 경우 상기 제1 및 제2 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제3 및 제4 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제5 및 제6 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하며, 상기 제7 및 제8 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하는 것을 특징으로 하는 6축 힘/토크 센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 힘/토크 센서에 관한 것이다. 보다 구체적으로 본 발명은 크기를 최소화할 수 있는 구조를 갖는 힘/토크 센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지금까지의 힘/토크 센서는 대부분 스트레인 게이지를 이용한 저항 방식 센서가 대부분이었다.

[0003] 하지만 스트레인 게이지를 이용한 저항 방식 센서는 스트레인 게이지를 부착하는 작업의 특성상 자동화가 어려워 대량 생산이 불가능하고 가격이 높으며, 충격에 매우 약한 단점을 가지고 있다.

[0004] 이에 정전용량 변화를 이용하여 힘과 토크를 측정하는 정전용량형 힘/토크 센서가 개발되어 저항 방식 센서가 갖는 많은 문제를 해결할 수 있었으나 지금까지 개발된 정전용량형 힘/토크 센서 역시 구조가 복잡하고 정밀한 조립이 필요하여 소형화가 어려우며, 소형화할수록 측정 감도가 저하되어 인간형 로봇의 관절이나 단부에 부착되어 사용될 정도로 소형화하기 불가능한 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1477120호 "정전용량형 6축 힘/토크 센서"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 목적은 정전용량형 힘/토크 센서를 제공하는 것이다.
- [0007] 본 발명의 다른 목적은 소형화가 가능한 힘/토크 센서를 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명의 또 다른 목적은 구조가 간단하고 조립이 용이한 힘/토크 센서를 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 또 다른 목적은 작은 크기의 힘/토크도 용이하게 검출할 수 있는 힘/토크 센서를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 상기 및 기타 목적들은, 본 발명에 따른 힘/토크 센서에 의해 모두 달성될 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서는 그라운드부, 센서부 및 지지부를 포함하여 이루어진다.
- [0012] 그라운드부는 센싱 영역, 베이스 영역, 상기 센싱 영역과 베이스 영역을 연결하며 탄성 변형하는 변형 영역으로 이루어지며, 상기 베이스 영역과 변형 영역을 관통하여 상기 센싱 영역까지 일부분까지 이어지는 내부 공간을 갖는다.
- [0013] 센서부는 상기 센싱 영역에 해당하는 상기 내부 공간의 내부에 위치하며, 상기 그라운드부와 사이에서 정전용량을 발생시키는 복수 개의 전극을 갖는다.
- [0014] 지지부는 상기 베이스 영역과 결합하며, 상기 센서부를 지지한다.
- [0015] 상기 지지부는 상기 센서부의 일부분이 상기 그라운드부 외부와 연통되도록 하기 위한 관통홀을 가질 수 있다.
- [0016] 상기 변형 영역은 변형 영역에 해당하는 상기 그라운드부의 일부 측면을 절개하여 형성될 수 있다.
- [0017] 상기 지지부는 상기 베이스 영역과 결합하는 제1 영역과 상기 제1 영역과 상기 센서부를 연결하는 제2 영역을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0018] 상기 제1 영역은 상기 베이스 영역에 해당하는 상기 내부 공간에 대응하는 단면적을 가져 상기 내부 공간에 끼워맞춤되며, 상기 센서부는 상기 제1 영역의 폭방향 면적보다 작은 폭방향 면적을 가져 폭방향에 있어서 상기 내부 공간과 이격되어 있을 수 있다.
- [0019] 상기 제2 영역은 상기 제1 영역 보다 작은 폭방향 면적을 가지고, 상기 제1 영역이 상기 베이스 영역에 끼워맞춤된 상태에서 상기 센서부가 길이방향에 있어서 상기 내부 공간과 이격되도록 하는 길이를 가질 수 있다.
- [0020] 상기 복수 개의 전극은 사각 전극이며, 상기 사각 전극의 윗면과 적어도 하나의 측면이 상기 센싱 영역 사이에서 정전용량을 발생시킬 수 있다.
- [0021] 상기 센서부는 8개의 전극을 포함하고, 상기 8개의 전극은 가상의 정사각형의 4 모서리에 각각 2개씩 위치하며, 상기 4 모서리의 중심점을 지나는 X축과 Y축에 대칭되도록 위치될 수 있다.
- [0022] 상기 8개의 전극과 상기 센싱 영역 사이의 정전용량을 제1 내지 제8 정전용량이라고 할 때, 3축 힘/토크에 의해 제1 내지 제8 정전용량 변화는 다음과 같을 수 있다.
- [0023] X축 방향의 힘이 작용할 경우 제1 및 제2 정전용량이 감소하고, 제5 및 제6 정전용량은 증가하며, 제3, 제4, 제7, 제8 정전용량은 변화가 없다.
- [0024] Y축 방향의 힘이 작용할 경우 제3 및 제4 정전용량이 증가하고, 제7 및 제8 정전용량이 감소하며, 제1, 제2, 제5, 제6 정전용량은 변화가 없다.
- [0025] X축 및 Y축에 수직인 Z축 방향의 힘이 작용할 경우 제1 내지 제8 정전용량이 증가한다.
- [0026] X축 방향의 토크가 작용할 경우 상기 제1 및 제2 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제5 및 제6 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하며, 제3, 제4, 제7, 제8 정전용량은 변화가

없다.

- [0027] Y축 방향의 토크가 작용할 경우 상기 제3 및 제4 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제7 및 제8 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하며, 제1, 제2, 제5, 제6 정전용량은 변화가 없다.
- [0028] Z축 방향의 토크가 작용할 경우 상기 제1 및 제2 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제3 및 제4 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제5 및 제6 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하며, 상기 제7 및 제8 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소한다.
- [0029] 상기 센서부는 상기 복수 개의 전극이 형성된 사각형 기관을 포함할 수 있고 상기 센싱 영역에 해당하는 상기 내부 공간은 상기 사각형 기관과 일정 거리만큼 이격된 육면체 공간일 수 있다.
- [0030] 상기 사각형 기관은 사각형의 꼭지점 인접 영역이 제거될 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서는 내부 공간을 갖는 그라운드부; 및 상기 내부 공간에 위치하며, 상기 그라운드부와 사이에서 정전용량을 발생시키는 전극을 포함하는 센서부를 포함하여 이루어지고, 상기 정전용량은 어떤 방향의 힘 또는 토크가 작용하더라도 상기 그라운드부와 상기 전극 사이의 거리 변화에 의존하여 변화하는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 상기 센서부는 8개의 전극을 포함하고, 상기 8개의 전극은 가상의 사각형의 4 모서리에 각각 2개씩 위치하며, 상기 4 모서리의 중심점을 지나는 X축과 Y축에 대칭되도록 위치될 수 있다.
- [0033] 상기 8개의 전극은 윗면과 일부 측면이 상기 그라운드부와 마주볼 수 있다.
- [0034] 상기 내부 공간은 육면체 공간이며, 상기 전극은 적어도 하나의 측면이 상기 그라운드부와 마주보는 사각 전극일 수 있다.
- [0035] 상기 기관은 사각형 기관이며, 상기 기관의 네 변에 각각 2개의 상기 전극이 위치할 수 있다.
- [0036] 외부의 힘/토크가 작용하지 않는 평형 상태일 때, 8개의 전극과 육면체 공간의 관계는 다음과 같을 수 있다.
- [0037] 상기 8개의 전극 중 상기 육면체 공간의 제1 측면에 가장 인접한 제1 및 제2 전극은 상기 제1 측면과 동일한 간격으로 이격되어 있다.
- [0038] 상기 8개의 전극 중 상기 육면체 공간의 제2 측면에 가장 인접한 제3 및 제4 전극은 상기 제2 측면과 동일한 간격으로 이격되어 있다.
- [0039] 상기 8개의 전극 중 상기 제1 측면과 마주보는 상기 육면체 공간의 제3 측면에 가장 인접한 제5 및 제6 전극은 상기 제3 측면과 동일한 간격으로 이격되어 있다.
- [0040] 상기 8개의 전극 중 상기 제2 측면과 마주보는 상기 육면체 공간의 제4 측면에 가장 인접한 제7 및 제8 전극은 상기 제4 측면과 동일한 간격으로 이격되어 있다.
- [0041] 상기 제1 내지 제8 전극은 상기 육면체 공간의 윗면과 동일한 간격으로 이격되어 있다.
- [0042] 상기 제1 내지 제8 전극과 상기 그라운드부 사이의 정전용량을 각각 제1 내지 제8 정전용량이라고 할 때, 6축 힘/토크에 의해 제1 내지 제8 정전용량의 변화는 다음과 같을 수 있다.
- [0043] 상기 X축 방향의 힘이 작용할 경우 제1 및 제2 정전용량이 감소하고, 제5 및 제6 정전용량은 증가하며, 제3, 제4, 제7, 제8 정전용량은 변화가 없다.
- [0044] 상기 Y축 방향의 힘이 작용할 경우 제3 및 제4 정전용량이 증가하고, 제7 및 제8 정전용량이 감소하며, 제1, 제2, 제5, 제6 정전용량은 변화가 없다.
- [0045] 상기 X축 및 Y축에 수직한 Z축 방향의 힘이 작용할 경우 제1 내지 제8 정전용량이 증가한다.
- [0046] 상기 X축 방향의 토크가 작용할 경우 상기 제1 및 제2 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제5 및 제6 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하며, 제3, 제4, 제7, 제8 정전용량은 변화가 없다.
- [0047] 상기 Y축 방향의 토크가 작용할 경우 상기 제3 및 제4 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제7 및 제8 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하며, 제1, 제2, 제5, 제6 정전용량은 변화가

없다.

[0048] 상기 Z축 방향의 토크가 작용할 경우 상기 제1 및 제2 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제3 및 제4 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하고, 상기 제5 및 제6 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소하며, 상기 제7 및 제8 정전용량 중 하나가 증가하고 나머지 하나가 감소한다.

발명의 효과

[0049] 본 발명은 구조가 간단하고 조립이 용이하여 소형화가 용이한 힘/토크 센서를 제공하는 효과를 갖는다. 특히 큰 크기의 힘/토크도 용이하게 검출해 낼 수 있어 소형화가 가능한 힘/토크 센서를 제공하는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0050] 제1도는 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서의 사시도이다.
 제2도는 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서의 분해사시도이다.
 제3도는 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서의 단면도이다.
 제4도는 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서의 그라운드부를 보여주는 도면이다.
 제5도는 전극에 수직한 힘이 작용하였을 때 변화를 보여주는 도면이다.
 제6도는 전극에 평행한 힘이 작용하였을 때 변화를 보여주는 도면이다.
 제7도는 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서의 예시적인 센서부를 보여주는 도면이다.
 제8도는 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서의 다른 예시적인 센서부를 보여주는 도면이다.
 제9도는 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서에 힘/토크가 작용한 경우 센서부와 그라운드부 사이의 위치 변화를 보여주는 도면이다.
 제10도는 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서에 힘/토크가 작용한 경우 각 전극 셀에서의 정전용량 변화를 보여주는 표이다.
 제11도는 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서가 단부에 부착된 최소 침습 수술 도구를 보여주는 도면이다.
 제12도는 제11도에 도시된 최소 침습 수술 도구에 6축 힘/토크를 가하는 실험을 보여주는 도면이다.
 제13도 내지 제18도는 6축 힘/토크에 의해 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서의 각 센싱셀에서 측정된 정전용량 변화를 보여주는 그래프이다.
 제19도는 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서와 참조 센서를 비교하기 위한 실험을 보여주는 도면이다.
 제20도는 제19도에 도시된 실험에 따른 결과를 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0051] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 힘/토크 센서에 대해 상세히 설명하도록 한다.
 [0052] 하기의 설명에서는 본 발명의 실시예에 따른 힘/토크 센서를 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흐트리지 않도록 생략될 수 있다.
 [0053] 또한, 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 본 발명을 가장 적절하게 표현할 수 있도록 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
 [0054] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
 [0055] 여러 실시예에 있어서, 동일한 구성을 가지는 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 사용하여 대표적으로 일 실시예에서 설명하고, 그 외의 실시예에서는 일 실시예와 다른 구성에 대해서 설명하기로 한다.

- [0057] 도 1에 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서를 보여주는 사시도, 도 2에 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서의 분해 사시도가 도시되어 있다.
- [0058] 도 1과 도 2에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서(100)는 그라운드부(10), 센서부(20), 및 지지부(30)를 포함하여 이루어진다.
- [0059] 그라운드부(10)는 센서부(20)와의 사이에서 정전용량을 형성하기 위한 구성요소이다.
- [0060] 그라운드부는 센서부와와의 사이에서 정전용량을 형성하기 위해 도 3에 도시된 바와 같이 센서부와 이격되어 있으며, 센서부와 다른 전위를 갖는다.
- [0061] 그라운드부가 센서부와 다른 전위를 갖도록 하기 위해 적절한 전원이 그라운드부에 공급될 수도 있으나 그라운드부를 접지시키는 방법으로 그라운드부가 센서부와 다른 전위를 갖도록 하는 것이 바람직하다.
- [0062] 또한 그라운드부(10)는 외부의 힘/토크가 작용하였을 때 센서부(20)에 대해 상대적인 움직임을 가져 센서부와 그라운드부 사이의 정전용량이 변화되도록 한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서는 이러한 정전용량 변화를 이용하여 외부에서 작용하는 힘과 토크를 감지할 수 있다.
- [0063] 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서의 단면도가 도시된 도 3을 참조로 센서부(20)에 대해 상대적인 움직임을 갖기 위한 그라운드부(10)의 구성에 대해 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0064] 도 3에 도시된 바와 같이 그라운드부(10)는 센싱 영역(10-1), 변형 영역(10-2), 베이스 영역(10-3)으로 이루어지며, 베이스 영역(10-3)과 변형 영역(10-2)을 관통하여 센싱 영역(10-1)의 일부분까지 이어지는 내부 공간(11)이 형성되어 있다.
- [0065] 센싱 영역(10-1)은 센서부와 함께 정전용량을 형성하는 영역으로서 센서부와 전위차를 갖는 영역이다.
- [0066] 센싱 영역에 대응하는 내부 공간(11) 내에 센서부(20)가 위치되어 센싱 영역과 센서부 사이에 정전용량이 발생하며, 외부 힘/토크에 의해 센싱 영역이 센서부에 대해 상대적으로 위치가 이동함으로써 정전용량이 변화하게 된다.
- [0067] 변형 영역(10-2)은 그라운드부에 힘 또는 토크가 작용할 경우 변형되며, 작용한 힘 또는 토크가 제거될 경우 제자리로 돌아오는 탄성 변형이 가능한 영역이다.
- [0068] 변형 영역은 그라운드부(10)의 측면 일부를 절개함으로써 간단히 형성할 수 있다.
- [0069] 보다 구체적으로 그라운드부(10)의 측면에 도 4에 도시된 바와 같이 Z축과 교차하는 방향으로 C자 모양을 갖는 절개부(12-1, 12-2)를 2개 이상 형성하되 C자 절개부에 의해 절개되지 남겨진 이음부(C-1, C-2)가 X-Y 평면에 있어서 중첩되지 않도록 함으로써 적절한 탄성변형이 가능한 변형 영역을 형성할 수 있다.
- [0070] 이때 변형영역(10-2)의 탄성변형 정도는 절개부(12-1, 12-2)의 개수, 절개부의 높이(t'), 길이, 복수 개의 절개부 사이의 거리(1), 그라운드부의 두께(t) 등을 조절함으로써 조절할 수 있다.
- [0071] 또한 그라운드부(10)의 측면에 연속된 나선형 절개부(미도시)를 형성함으로써 적절한 탄성변형이 가능한 변형 영역을 형성할 수도 있다.
- [0072] 센싱 영역(10-1)과 베이스 영역(10-3)은 위와 같은 변형 영역(10-2)에 의해 연결되기 때문에 그라운드부에 힘 또는 토크가 작용할 경우 센싱 영역(10-1)은 베이스 영역(10-3)에 대해 상대적으로 위치가 변화된다.
- [0073] 또한 도 3에 도시된 바와 같이 센서부(20)는 지지부(30)에 의해 베이스 영역(10-3)에 연결되기 때문에 그라운드부에 힘/토크가 작용하였을 때 센싱 영역이 센서부에 대해 상대적인 위치가 변화하며, 이로 인해 센서부와 센싱 영역 사이의 정전용량 역시 변화하게 된다.
- [0074] 센서부(20)를 베이스 영역(10-3)에 연결하는 지지부(30)의 구성을 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0075] 지지부(30)는 센서부를 지지하기 위한 구성요소이다.
- [0076] 지지부(30)는 내부 공간 내에서 센싱 영역과 이격되어 위치하는 센서부를 지지하기 위해 일측은 센서부(20)와 결합되고 타측은 베이스 영역(10-3)과 결합된다.
- [0077] 보다 구체적으로, 지지부(30)는 베이스 영역(10-3)과 결합하는 제1 영역(31), 및 제1 영역(31)과 센서부를 연결

하는 제2 영역(32)을 포함하여 이루어질 수 있다.

- [0078] 제1 영역(31)은 도 3에 도시된 바와 같이 베이스 영역(10-3)에 해당하는 그라운드부의 내부 공간(11)에 대응하는 단면적(도면에서 Z축과 직교하는 단면의 면적)을 가져 베이스 영역에 해당하는 그라운드부 내부 공간에 끼워맞추될 수 있다. 이때 제1 영역과 베이스 영역의 결합을 견고하게 하기 위해 고정 나사와 같은 결합부재가 사용될 수도 있다.
- [0079] 제2 영역(32)은 변형 영역(10-2)에 해당하는 그라운드부의 내부 공간에 위치하여 제1 영역과 센서부를 연결하는 영역으로서 변형 영역(10-2)에 해당하는 그라운드부의 내부 공간보다 작은 단면적을 가져 변형 영역의 탄성적 움직임이 제한되지 않도록 하는 것이 바람직하다.
- [0080] 또한 제2 영역의 길이는 지지부(30)와 결합되어 그라운드부(10)의 내부 공간(11)에 위치한 센서부(20)가 센싱 영역(10-1)과 도면의 Z축 방향으로 일정 간격 이격될 수 있도록 하는 길이로 형성된다.
- [0081] 센서부(20) 역시 센싱 영역(10-1)으로부터 도면의 X축 방향 및 Y축 방향으로 일정 간격 이격되도록 센싱 영역(10-1)에 해당하는 내부 공간(11) 보다 작은 크기로 구성된다.
- [0082] 또한 지지부(30)에는 도면의 Z축 방향으로 지지부 내부를 관통하는 관통홀(H)을 갖는다.
- [0083] 도 3에 도시된 바와 같이 관통홀에 의해 센서부의 일부분이 그라운드부 외부와 연통될 수 있다. 따라서 센서부에 전원을 공급하기 위한 전원선, 센서부로부터 신호를 외부로 출력하기 위한 신호선이 관통홀을 통해 센서부에 용이하게 연결될 수 있다.
- [0084] 지금까지 설명한 바와 같이 본원발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서는 단순한 형상의 그라운드부, 센서부, 지지부에 의해 구성되므로 소형화에 매우 유리하다.
- [0085] 또한 센서부와 지지부를 결합한 후 그라운드부(10)의 내부 공간에 삽입하고 지지부를 그라운드부의 베이스 영역(10-3)과 결합시키는 간단한 공정으로 힘/토크 센서의 조립이 완성될 수 있다.
- [0086] 또한 본원발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서(100)는 그라운드부가 형성하는 내부 공간에 센서부가 위치함으로써 소형화하더라도 높은 센싱 민감도를 가질 수 있다.
- [0087] 보다 상세히 설명하면, 마주하는 두 전극 사이에 발생하는 정전용량(C)은 아래와 같은 식에 의해 계산된다.

[0088]
$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$
 (여기서 d는 두 전극 사이의 거리, A는 두 전극 사이의 중첩된 면적임)

- [0089] 이 때 도 5에 도시된 바와 같이 면적이 100제곱밀리미터인 두 개의 전극이 10밀리미터 이격되어 있는 상태에서 전극에 수직한 방향의 힘(F_A)이 작용하여 (-)전극이 5밀리미터 이동한 경우 정전용량은 힘이 작용하기 전보다 2배로 커진다(200% 증가).
- [0090] 그러나 도 6에 도시된 바와 같이 전극에 수평한 방향의 힘(F_B)이 작용하여 (-)전극이 5밀리미터 이동한 경우 정전용량은 힘이 작용하기 전보다 25% 감소된다.
- [0091] 즉, 두 전극 사이의 정전용량은 마주하는 면적보다는 두 전극 사이의 거리에 크게 의존함을 알 수 있다.
- [0092] 이에 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서는 어떤 방향의 힘/토크가 작용하더라도 마주하는 정전용량을 형성하는 두 전극, 즉, 센서부와 그라운드부 사이의 거리가 변하도록 구성하였다.
- [0093] 따라서 힘/토크 센서가 소형화되어 두 전극 사이의 거리가 제한된 범위 내에서 변화될 수 밖에 없더라도 작은 거리 변화가 큰 정전용량의 변화를 일으켜 힘/토크 센서에 작용된 힘/토크를 잘 감지할 수 있다.
- [0094] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서(100)가 3방향의 힘과 3방향의 토크를 모두 측정할 수 있는 6축 힘/토크 센서를 구성할 수 있는 예시적인 센서부의 구성과 함께 본원발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서(100)의 힘/토크 측정 방법에 대해 자세히 설명하기로 한다.
- [0095] 하지만 이하에서 설명되는 센서부의 구성은 효율적인 6축 힘/토크 센서를 구성하기 위한 예시적인 구성에 불과하며, 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서는 센서부의 구성을 달리하여 3축 센서를 비롯한 다양한 힘/토크 센서로 구성될 수 있음을 이해하여야 할 것이다.
- [0096] 도 7에 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서(100)를 6축 힘/토크 센서로 구성하기 위한 예시적인 센서부

(20)의 구성이 도시되어 있다.

- [0097] 도 7에 도시된 바와 같이 센서부(20)는 기관(21) 및 복수 개의 전극($Cell_1 \sim Cell_8$)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0098] 기관(21)은 각 전극에 전원을 공급하고, 각 전극에 의한 정전용량을 측정하기 위한 회로가 형성된 회로기관이며, 기관(21)에는 도 7에 도시된 바와 같이 측정된 정전용량을 디지털 신호로 변환하기 위한 정전용량-디지털 컨버터 칩(CDC chip)이 구비될 수 있다.
- [0099] 복수 개의 전극은 그라운드부와와 사이에서 정전용량을 형성하는 전극으로서 상부면과 적어도 일부의 측면이 그라운드부와 마주보도록 배치된다.
- [0100] 또한 복수 개의 전극은 6축 힘/토크를 용이하게 감지하기 위해 사각 전극인 것이 바람직하다.
- [0101] 또한 복수 개의 전극은 도 7에 도시된 바와 같은 필름타입 전극이 사용될 수 있다. 그러나 전극의 측면에 의해서도 큰 정전용량이 발생할 수 있도록 도 8에 도시된 바와 같은 블럭타입 전극을 사용하는 것이 더 바람직하다.
- [0102] 또한 복수 개의 전극은 6축 힘/토크를 효율적으로 감지하기 위해 도 7과 도 8에 도시된 바와 같이 8개로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0103] 8개의 전극은 2개씩 일렬로 배열되며, 일렬로 배열된 한 쌍의 전극이 다른 한 쌍의 전극과 평행하게 배열된다.
- [0104] 즉, 도 7과 도 8에 도시된 바와 같이 8개의 전극은 가상의 사각형 모서리에 각각 2개씩 위치하며, 4 모서리의 중심점을 지나 직교하는 2개의 축(도면에서 X축과 Y축)에 대칭되도록 위치될 수 있다.
- [0105] 도 7과 도 8에서 기관(21)이 가상의 사각형에 대응하는 형상으로 도시되어 있으나 기관의 형상이 사각형에 한정되는 것은 아니며, 복수 개의 센서 역시 반드시 기관의 모서리에 위치되어야 하는 것은 아니다.
- [0106] 다만 기관을 사각형으로 구성할 경우, 토크가 작용하여 그라운드부가 센서부에 대해 회전할 경우 사각형 기관의 꼭지점 부분이 그라운드부에 접촉하지 않도록 도 7과 도 8에 도시된 바와 같이 사각형 기관은 사각형의 꼭지점 인접 영역이 제거되어 있는 것이 바람직하다.
- [0107] 위와 같이 배열된 8개의 전극은 그라운드부, 센서부, 지지부의 조립에 의해 윗면이 그라운드부(10)와 일정 간격(d)만큼 이격되고, 하나의 측면이 그라운드부와 일정 간격(d')만큼 이격되도록 그라운드부(10)의 내부 공간(11)에 위치하게 된다(도 3 참조).
- [0108] 또한 전극과 그라운드부 사이의 간격 유지를 위해 센서부가 위치하는 센싱 영역(10-1)에 해당하는 내부 공간은 육면체 공간으로 형성될 수 있다.
- [0109] 이와 같이 구성된 본 발명의 일 실시예에 따른 6축 힘/토크가 작용할 때 8개의 전극과 그라운드부 사이에 발생하는 정전용량의 변화를 도 8과 도9를 참조로 설명하면 다음과 같다.
- [0110] 우선, 설명의 편의를 위해 8개의 전극을 각각 제1 전극($Cell_1$), 제2 전극($Cell_2$), 제3 전극($Cell_3$), 제4 전극($Cell_4$), 제5 전극($Cell_5$), 제6 전극($Cell_6$), 제7 전극($Cell_7$), 제8 전극($Cell_8$)이라고 한다.
- [0111] 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서(100)에 힘/토크가 작용하지 않은 상태일 때 각 전극은 아래와 같은 상태이다.
- [0112] 제1 전극($Cell_1$)의 윗면은 그라운드부와 d_1 만큼 이격되어 있고, 측면은 그라운드부와 d'_1 만큼 이격되어 제1전극과 그라운드부 사이의 정전용량은 C1이다.
- [0113] 제2 전극($Cell_2$)의 윗면은 그라운드부와 d_2 만큼 이격되어 있고, 측면은 그라운드부와 d'_2 만큼 이격되어 제2전극과 그라운드부 사이의 정전용량은 C2이다.
- [0114] 제3 전극($Cell_3$)의 윗면은 그라운드부와 d_3 만큼 이격되어 있고, 측면은 그라운드부와 d'_3 만큼 이격되어 제1전극과 그라운드부 사이의 정전용량은 C3이다.
- [0115] 제4 전극($Cell_4$)의 윗면은 그라운드부와 d_4 만큼 이격되어 있고, 측면은 그라운드부와 d'_4 만큼 이격되어 제1전극과 그라운드부 사이의 정전용량은 C4이다.
- [0116] 제5 전극($Cell_5$)의 윗면은 그라운드부와 d_5 만큼 이격되어 있고, 측면은 그라운드부와 d'_5 만큼 이격되어 제1전극

과 그라운드부 사이의 정전용량은 C5이다.

- [0117] 제6 전극(Ce11₆)의 윗면은 그라운드부와 d₆만큼 이격되어 있고, 측면은 그라운드부와 d'₆만큼 이격되어 제1전극과 그라운드부 사이의 정전용량은 C6이다.
- [0118] 제7 전극(Ce11₇)의 윗면은 그라운드부와 d₇만큼 이격되어 있고, 측면은 그라운드부와 d'₇만큼 이격되어 제1전극과 그라운드부 사이의 정전용량은 C7이다.
- [0119] 제8 전극(Ce11₈)의 윗면은 그라운드부와 d₈만큼 이격되어 있고, 측면은 그라운드부와 d'₈만큼 이격되어 제1전극과 그라운드부 사이의 정전용량은 C8이다.
- [0120] 위와 같은 상태의 힘/토크 센서(100)에 Z축 방향 힘(F_Z)가 작용할 경우 도 9에 도시된 바와 같이 제1 내지 제8 전극의 측면과 그라운드부 사이의 거리에는 변화가 없는 반면 제1 내지 제8 전극의 윗면과 그라운드부 사이의 거리가 가까워진다. 따라서 도 10에 도시된 바와 같이 제1 내지 제8 전극에서 측정되는 정전용량 C1~C8이 모두 증가하고, 이러한 정전용량 변화를 통해 Z축 방향 힘(F_Z)이 작용하였음을 감지할 수 있다.
- [0121] 또한 힘/토크 센서(100)에 X축 방향 힘(F_X)가 작용할 경우 제1 내지 제8 전극의 윗면과 그라운드부 사이의 거리에는 변화가 없다. 그러나 도 9에 도시된 바와 같이 제1 전극 및 제2 전극의 측면과 그라운드부 사이의 거리는 가까워지고, 제5 전극 및 제6 전극의 측면과 그라운드부 사이의 거리는 멀어진다. 그리고 제3 전극, 제4 전극, 제7 전극 및 제8 전극의 측면과 그라운드부 사이의 거리에는 변화가 없다. 따라서 도 10에 도시된 바와 같이 C1과 C2는 증가하고, C5와 C6은 감소하며, C3, C4, C7, C8에는 변화가 없다. 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서는 이러한 정전용량 변화를 통해 X축 방향 힘(F_X)이 작용하였음을 감지할 수 있다. 여기서 변화가 없다는 것은 C3, C4, C7, C8의 변화가 C1, C2, C5, C6의 변화에 비해 무시할 수 있을 정도로 작은 변화인 경우도 포함하는 의미한다.
- [0122] 이와 마찬가지로 힘/토크 센서(100)에 Y축 방향 힘(F_Y)가 작용할 경우 제1 내지 제8 전극의 윗면과 그라운드부 사이의 거리에는 변화가 없다. 그러나 제3 전극 및 제4 전극의 측면과 그라운드부 사이의 거리는 가까워지고, 제7 전극 및 제8 전극의 측면과 그라운드부 사이의 거리는 멀어진다. 그리고 제1 전극, 제2 전극, 제5 전극 및 제6 전극의 측면과 그라운드부 사이의 거리에는 변화가 없다. 따라서 도 10에 도시된 바와 같이 C3과 C4는 증가하고, C7과 C8은 감소하며, C1, C2, C5, C6에는 변화가 없다. 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서는 이러한 정전용량 변화를 통해 Y축 방향 힘(F_Y)이 작용하였음을 감지할 수 있다.
- [0123] 다음으로 힘/토크 센서(100)에 Z축 방향 토크(T_Z)가 작용할 경우 제1 내지 제8 전극의 윗면과 그라운드부 사이의 거리에는 변화가 없다. 그러나 도 9에 도시된 바와 같이 제1 전극, 제3 전극, 제5 전극 및 제7 전극의 측면과 그라운드부 사이의 거리는 가까워지고, 제2 전극, 제4 전극, 제6 전극 및 제8 전극의 측면과 그라운드부 사이의 거리는 멀어진다. 따라서 도 10에 도시된 바와 같이 C1, C3, C5, C7은 증가하고, C2, C4, C6, C8은 감소한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서는 이러한 정전용량 변화를 통해 Z축 방향 토크(T_Z)가 작용하였음을 감지할 수 있다.
- [0124] 또한 힘/토크 센서(100)에 X축 방향 토크(T_X)가 작용할 경우 도 9에 도시된 바와 같이 제1, 제2, 제5, 제6 전극의 측면과 그라운드부 사이의 거리에는 변화가 없다. 그러나 제2 및 제5 전극의 윗면과 그라운드부 사이의 거리가 가까워지고 제1 및 제6 전극의 윗면과 그라운드부 사이의 거리가 멀어져 C2와 C5는 증가하고, C1과 C6은 감소한다. 그리고 나머지 전극은 윗면과 그라운드부 사이의 거리가 멀어지면 측면과 그라운드부 사이의 거리가 가까워지고, 윗면과 그라운드부 사이의 거리가 가까워지면 측면과 그라운드부 사이의 거리가 멀어져 정전용량의 변화가 없다. 이러한 정전용량 변화를 통해 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서에 X축 방향 토크(T_X)가 작용하였음을 감지할 수 있다.
- [0125] 이와 마찬가지로 힘/토크 센서(100)에 Y축 방향 토크(T_Y)가 작용할 경우 제3, 제4, 제7, 제8 전극의 측면과 그라운드부 사이의 거리에는 변화가 없다. 그러나 제4 및 제7 전극의 윗면과 그라운드부 사이의 거리가 가까워지고 제3 및 제8 전극의 윗면과 그라운드부 사이의 거리가 멀어져 C4와 C7은 증가하고, C3과 C8은 감소한다. 나머지 전극은 윗면과 그라운드부 사이의 거리가 멀어지면 측면과 그라운드부 사이의 거리가 가까워지고, 윗면과 그라운드부 사이의 거리가 가까워지면 측면과 그라운드부 사이의 거리가 멀어져 정전용량의 변화가 없다. 이러한

정전용량 변화를 통해 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서에 X축 방향 토크(T_Y)가 작용하였음을 감지할 수 있다.

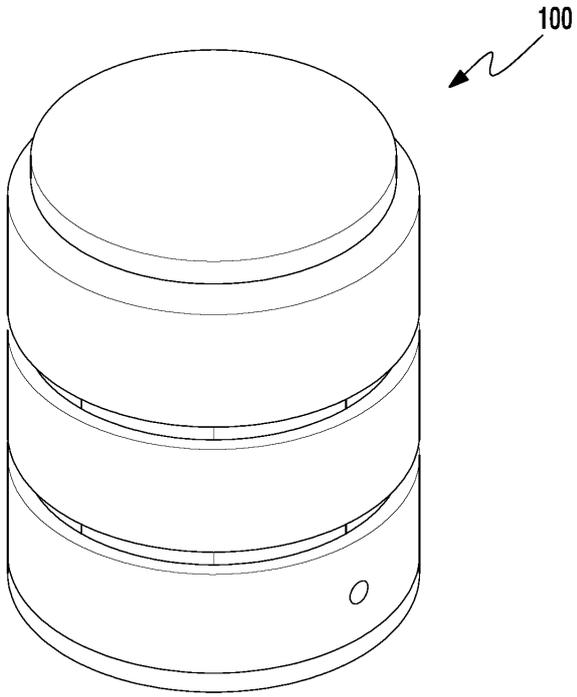
- [0126] 또한 도 10에 도시된 정전용량 변화와 반대되는 변화가 발생한 경우 지금까지 설명한 힘/토크와 반대 방향의 힘/토크가 작용하였음을 이해할 수 있을 것이다. 즉, C5와 C6는 증가하고, C1과 C2는 감소하며, C3, C4, C7, C8에는 변화가 없는 경우 $-F_X$ 가 작용하였음을 감지할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0127] 지금까지 설명한 바와 같이 도 7과 도 8에 도시된 바와 같은 센서부(20)를 포함하는 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서는 6축 힘/토크 센서로서 기능할 수 있다.
- [0128] 도 11에 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서가 단부에 부착된 최소 침습 수술 도구가 도시되어 있다. 최소 침습 수술 도구에 적용하기 위해 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서의 그라운드부를 지름 10mm, 높이 10mm로 구성하고 센서와 그라운드부 사이의 거리가 약 0.1mm가 되도록 구성하였다.
- [0129] 이러한 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서에 도 12에 도시된 바와 같이 6축 힘/토크를 인가하고 정전용량의 변화를 측정된 결과 도 13 내지 도 18에 도시된 바와 같이 일반적으로 최소 침습 수술 과정에서 수술 도구에 의해 조직에 인가되는 힘과 토크의 범위 내에서 정전용량의 변화가 명확히 감지됨을 확인할 수 있었다.
- [0130] 또한 현재 시판되고 있는 참조 센서(ATI Industrial Automation의 Nano17)와 본 발명의 일 실시예에 따라 구현된 힘/토크 센서를 도 19에 도시된 바와 같이 고정 지그로 연결하고 동일한 힘/토크가 인가되도록 한 후 힘/토크 출력값을 비교하였다. 그 결과 도 20에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따라 구현된 힘/토크 센서의 출력값과 참조 센서의 출력값이 일치함을 확인할 수 있었다.
- [0131] 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 힘/토크 센서는 현재 시판되고 있는 최소 크기의 참조 센서 보다 작은 크기로 구현될 수 있으면서도 정확한 힘/토크를 측정할 수 있다.
- [0133] 지금까지 본 발명의 실시예에 따른 6축 힘/토크 센서를 구체적인 실시예를 참고로 한정되게 설명하였다. 그러나 본 발명은 이러한 구체적인 실시예에 한정되지 않으며, 특허청구범위에 청구된 발명의 사상 및 그 영역을 이탈하지 않으면서 다양한 변화 및 변경이 있을 수 있음을 이해하여야 할 것이다.

부호의 설명

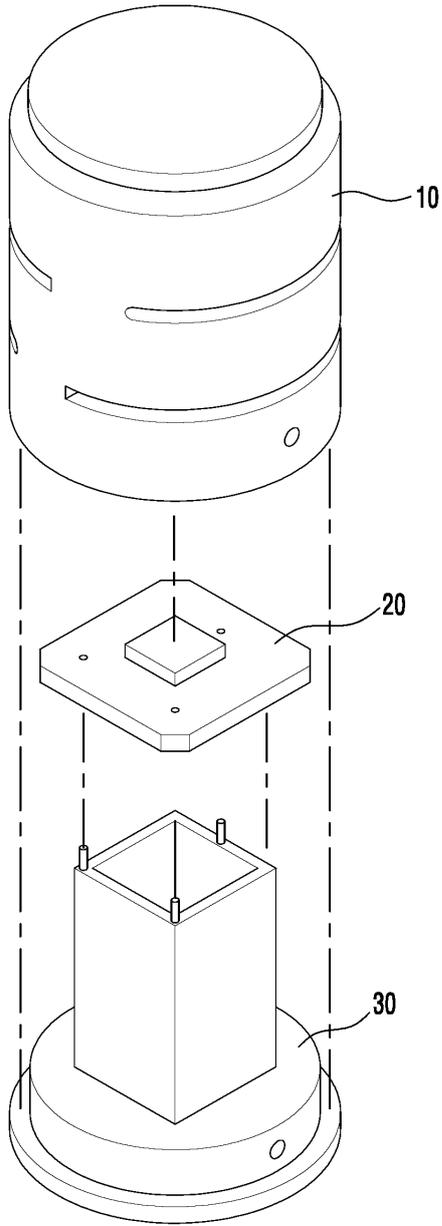
- [0135] 10: 그라운드부 10-1: 센싱 영역
- 10-2: 변형 영역 10-3: 베이스 영역
- 11: 내부 공간 20: 센서부
- 21: 기관 30: 지지부
- 31: 제1 영역 32: 제2 영역
- H: 관통홀

도면

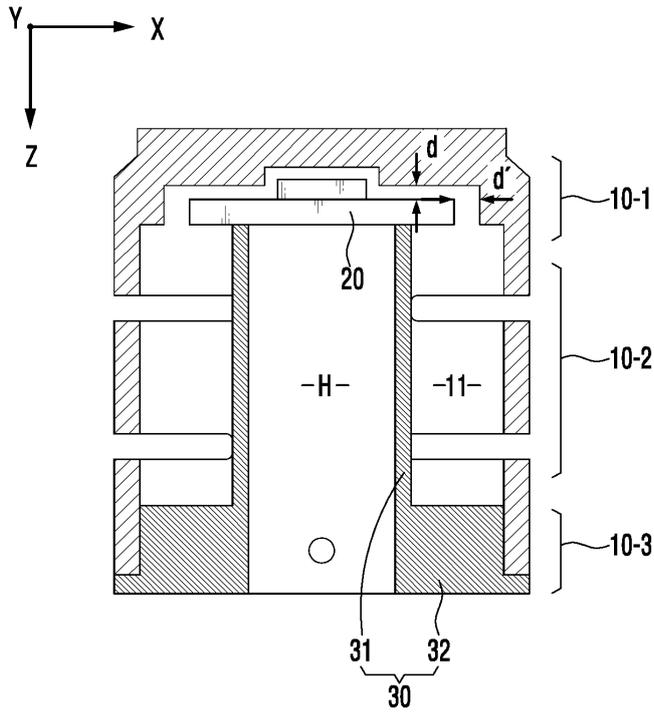
도면1



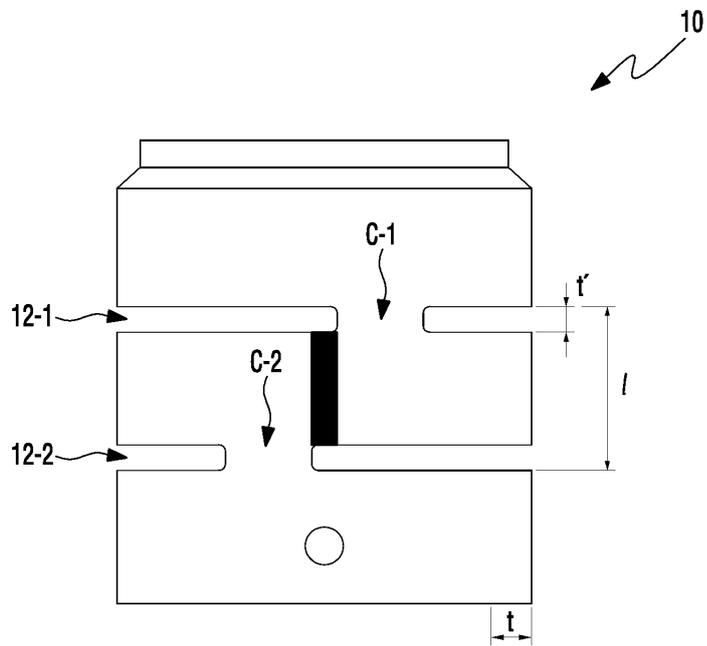
도면2



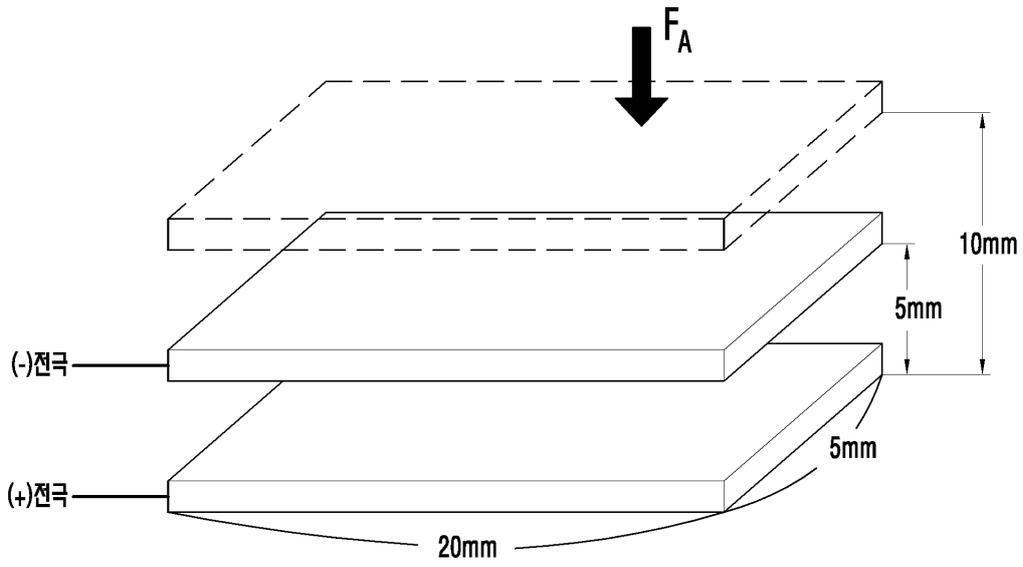
도면3



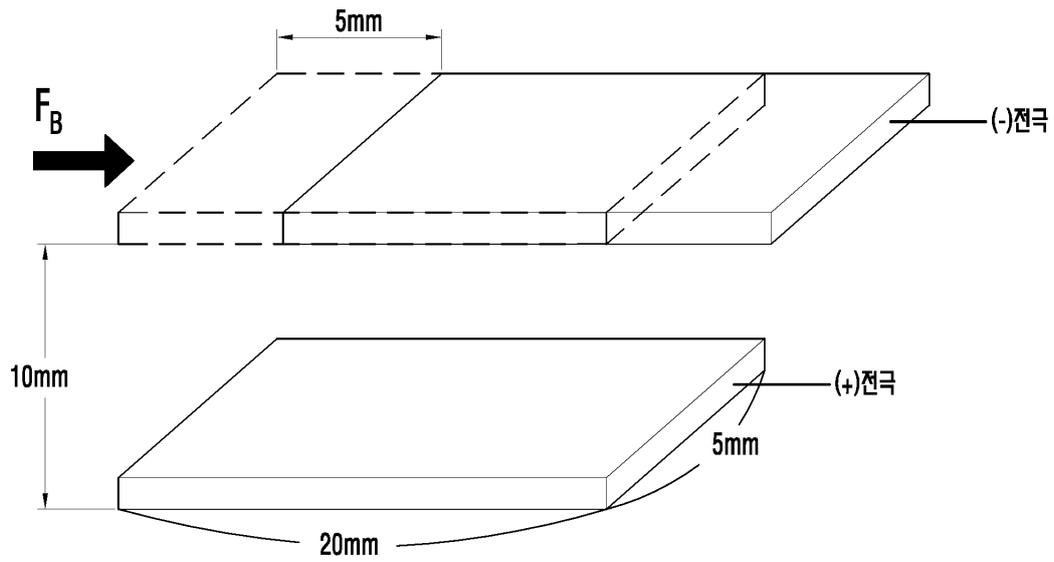
도면4



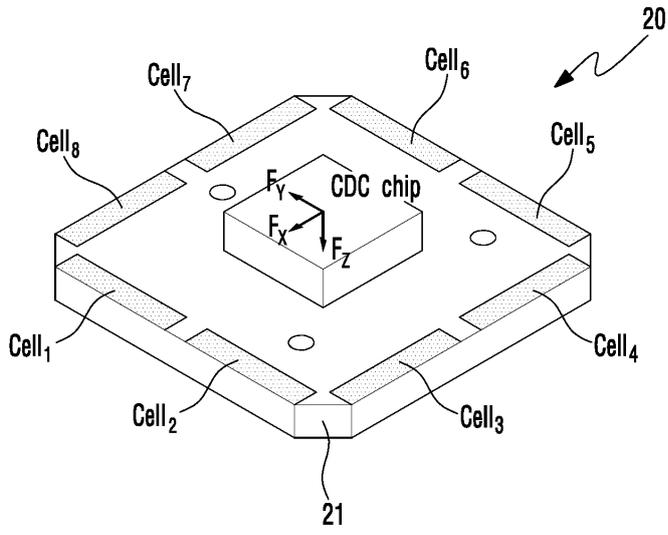
도면5



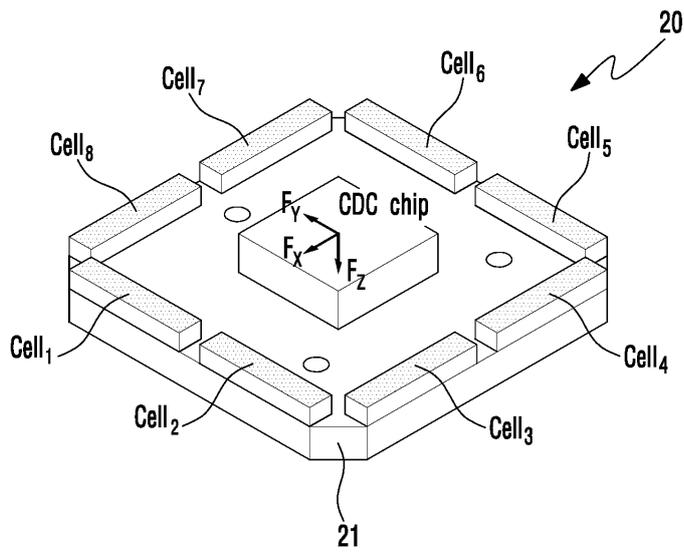
도면6



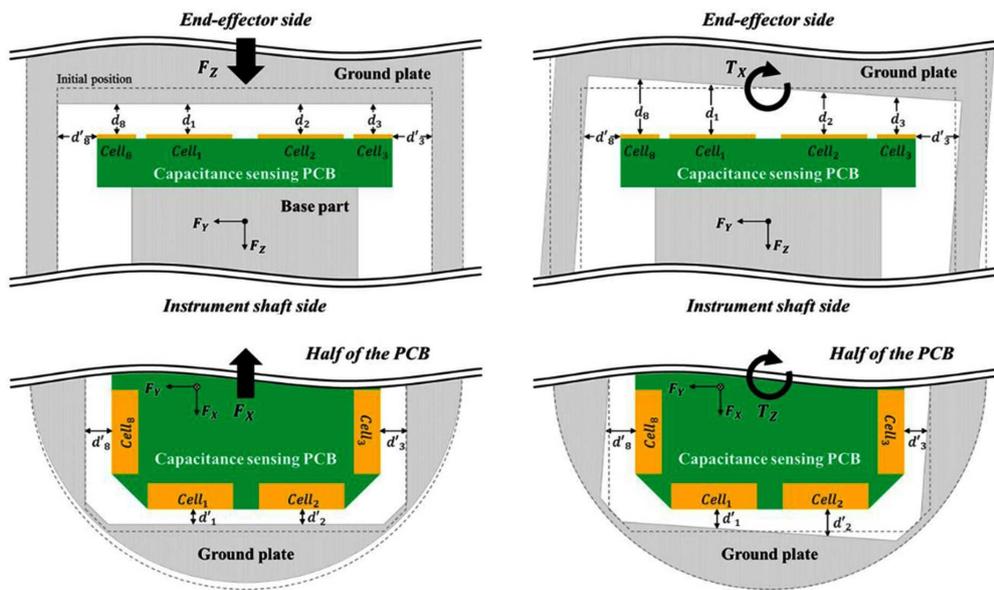
도면7



도면8



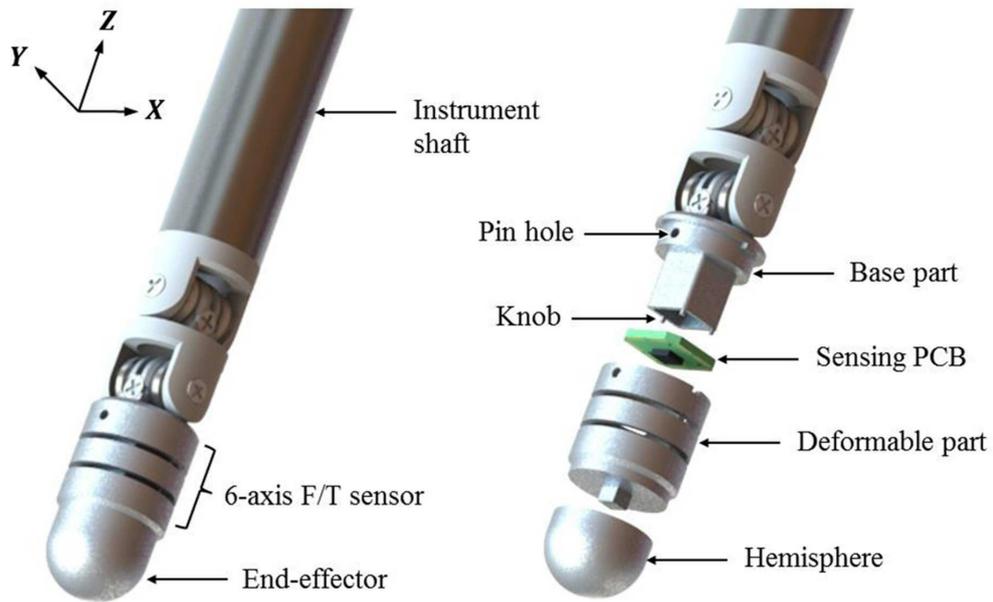
도면9



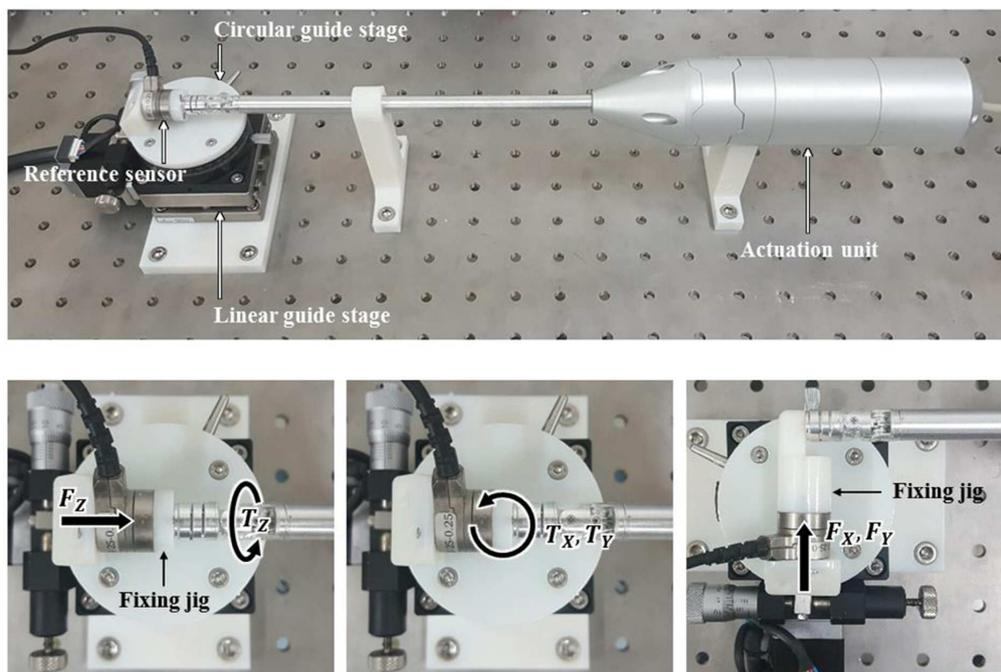
도면10

Cell	1	2	3	4	5	6	7	8
F_x	↑	↑	-	-	↓	↓	-	-
F_y	-	-	↑	↑	-	-	↓	↓
F_z	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
T_x	↓	↑	-	-	↑	↓	-	-
T_y	-	-	↓	↑	-	-	↑	↓
T_z	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓

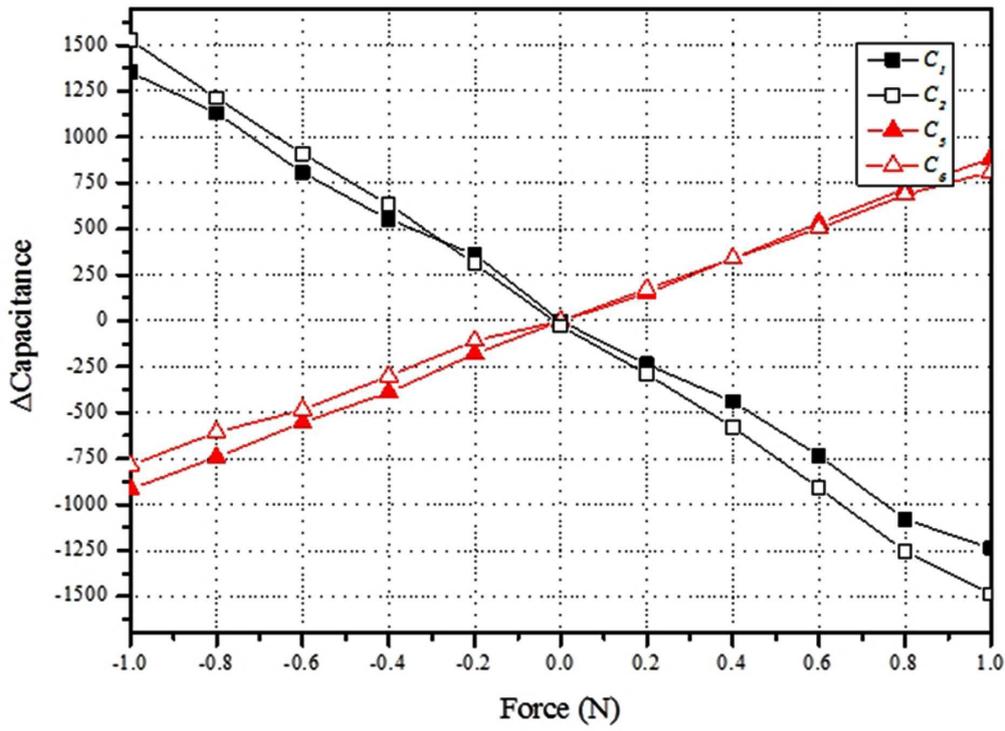
도면11



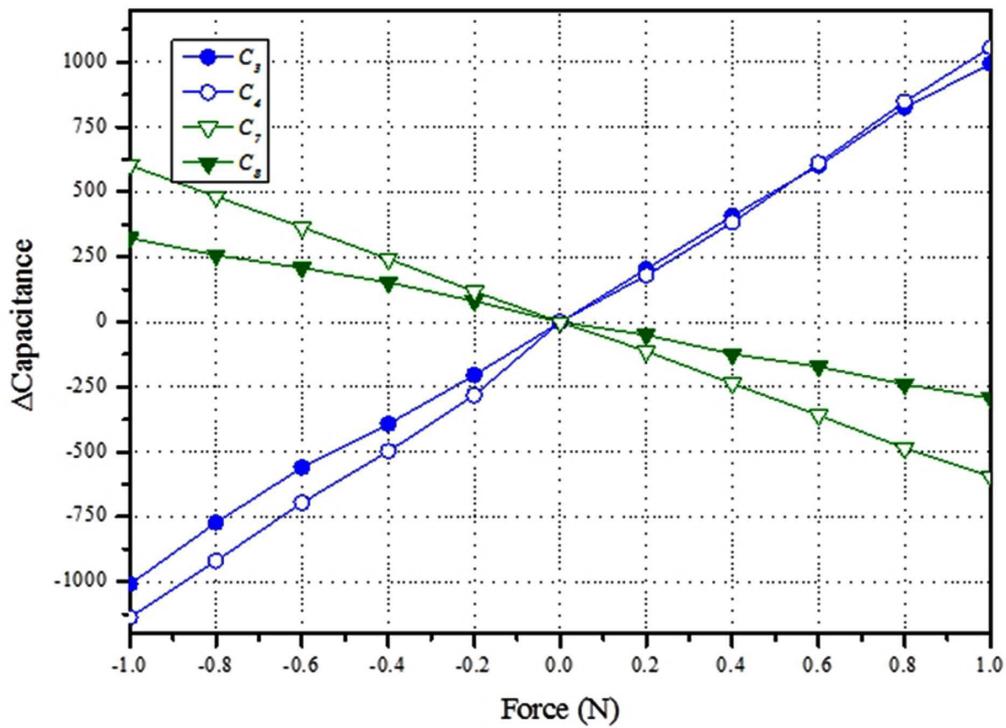
도면12



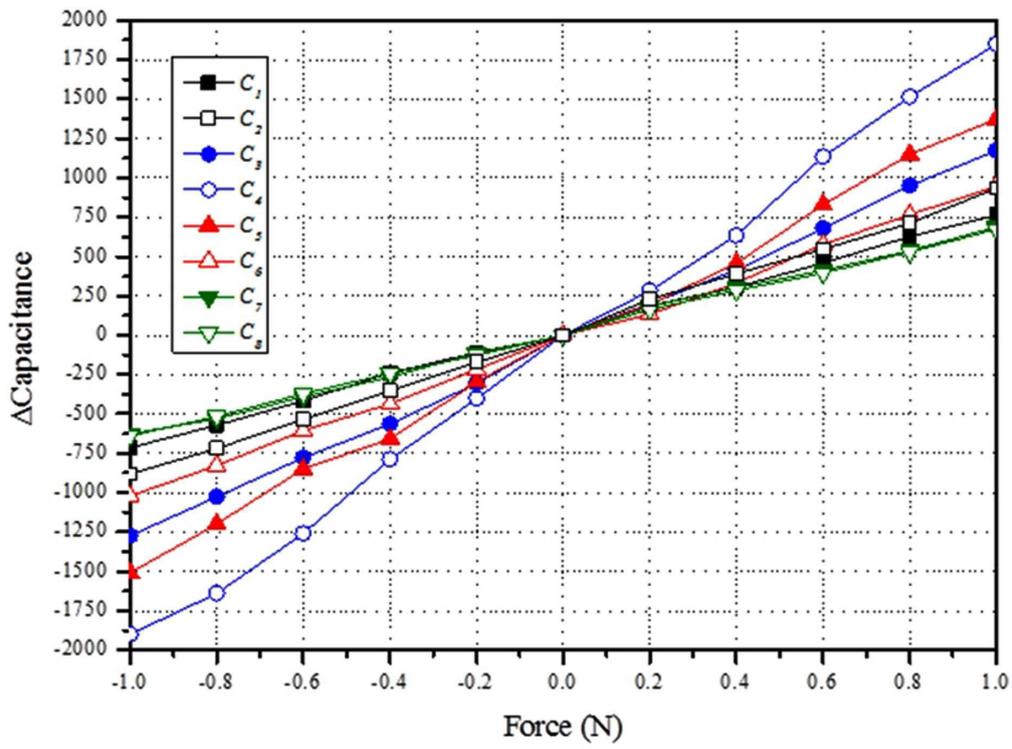
도면13



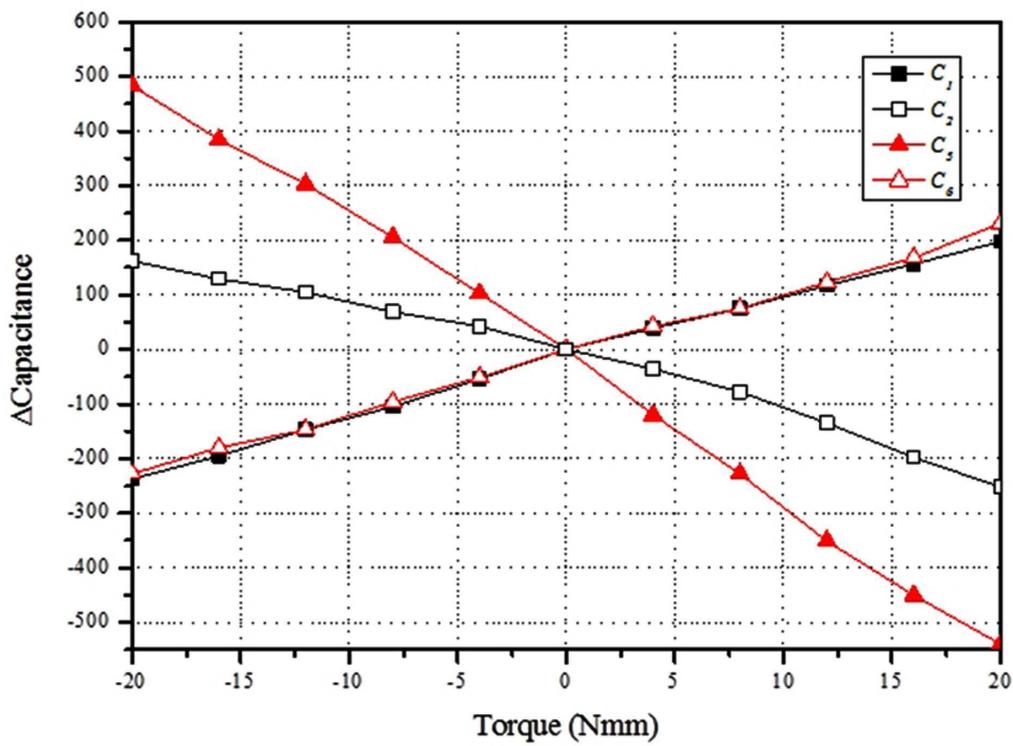
도면14



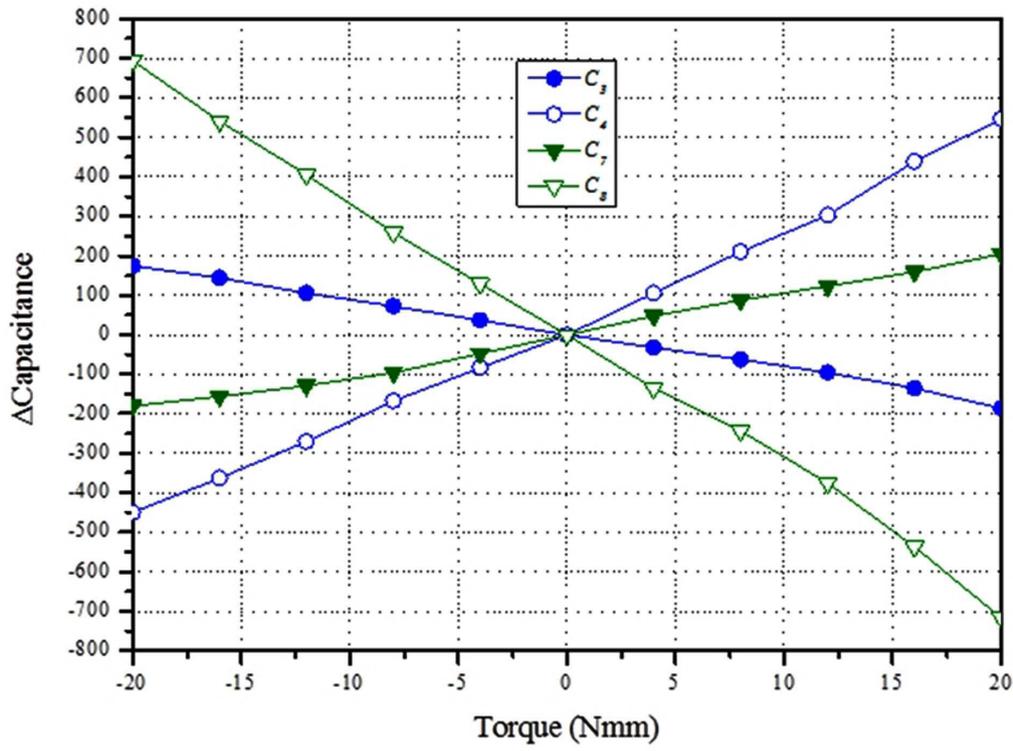
도면15



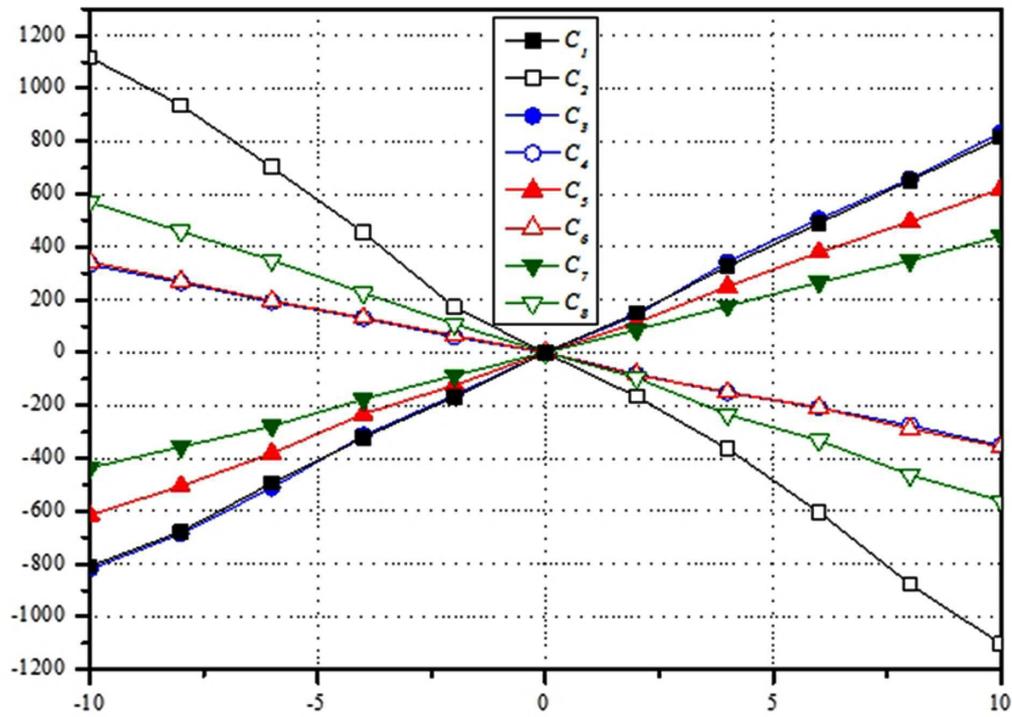
도면16



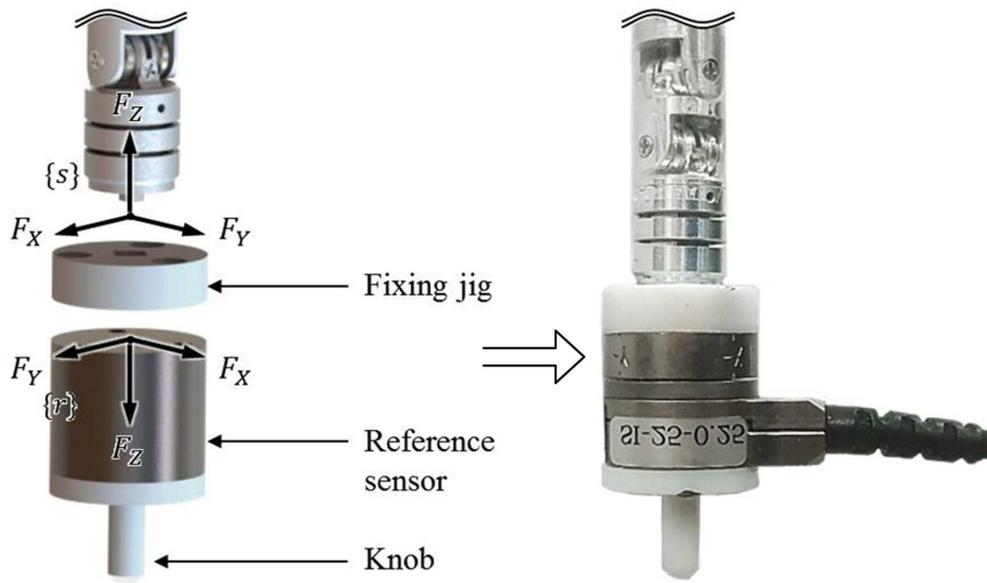
도면17



도면18



도면19



도면20

