



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월01일
 (11) 등록번호 10-1467626
 (24) 등록일자 2014년11월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01L 1/16 (2006.01) *G01L 5/00* (2006.01)
B25J 19/02 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2012-0014699
 (22) 출원일자 2012년02월14일
 심사청구일자 2013년02월14일
 (65) 공개번호 10-2012-0093779
 (43) 공개일자 2012년08월23일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2011-029737 2011년02월15일 일본(JP)
 JP-P-2012-019708 2012년02월01일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2009198496 A*
 US05052226 A*
 JP2001349900 A*
 JP2010131743 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 8 항

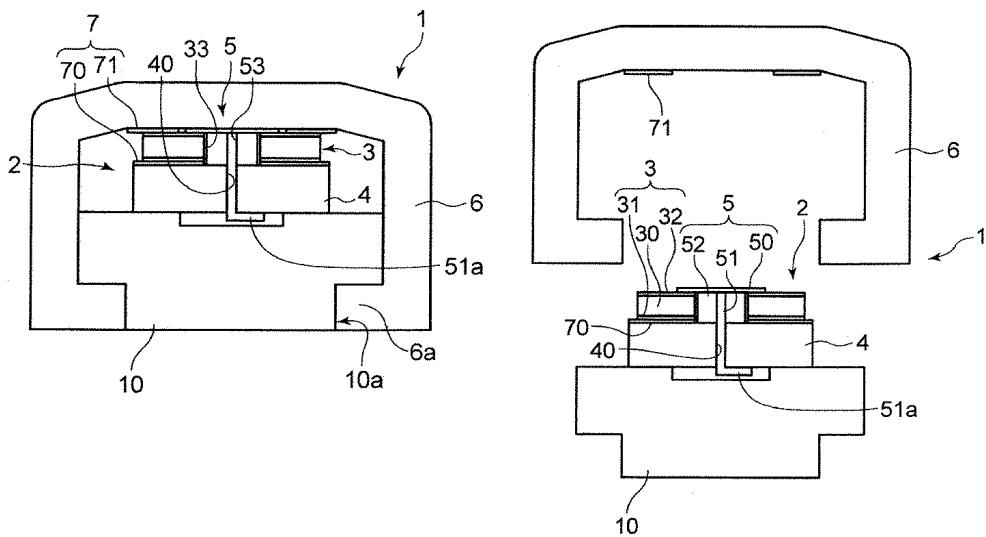
심사관 : 김수현

- (54) 발명의 명칭 압전 진동형 힘 센서 및 로봇 장치

(57) 요약

디스크 형상의 압전체 및 한 쌍의 구동 전극을 포함하고, AC 전압이 상기 한 쌍의 구동 전극에 인가되면 상기 압전체의 반경 방향으로 진동하는 진동체, 상기 진동체의 일측의 면에 접촉하게 되는 기판, 상기 진동체의 다른쪽 측의 면에 접촉하게 되도록 배치되는 탄성 부재, 및 접촉부 및 상기 중공 관통 홀에 헬거운 끼워지는 헬거운 끼움부를 포함하는 유지 부재를 포함하는 압전 진동형 힘 센서가 제공된다. 유지 부재는, 진동 방향과 진동 방향에 직교하는 방향으로의 진동체의 이동이 위치 결정을 위해 억제되도록 접촉부 및 헬거운 끼움부를 고정한다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

중공 관통 홀을 갖는 링 형상의 압전체 및 상기 압전체의 양측에 부착된 한 쌍의 구동 전극을 포함하고, AC 전압이 상기 한 쌍의 구동 전극에 인가되면 상기 압전체의 확장 방향으로 진동하는 진동체;

상기 진동체의 일측의 면에 접촉하는 기판;

상기 진동체의 다른쪽 측의 면에 접촉하도록 배치되고, 외부로부터 가해진 힘을 탄성 변형에 의해 상기 진동체에 전달하는 탄성 부재;

상기 진동체의 다른쪽 측의 면에 접촉하며 상기 중공 관통 홀보다 크고 상기 진동체의 외주 부분 보다 작은 접촉부와, 상기 중공 관통 홀에 헐겁게 끼워지고 상기 기판에 고정되는 헐거운 끼움부(loose-fit portion)를 포함하는 유지부; 및

상기 한 쌍의 구동 전극에 AC 전압을 인가하는 한 쌍의 신호 전극을 포함하는,

압전 진동형 힘 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유지부 내의 상기 헐거운 끼움부는, 상기 진동체의 진동 방향과 교차하는 방향으로 형성된 제1 관통 홀을 갖고, 상기 기판은 제2 관통 홀을 갖고,

상기 압전 진동형 힘 센서는, 상기 제1 관통 홀 및 상기 제2 관통 홀을 관통하는 샤프트 부재를 더 포함하고, 상기 샤프트 부재는 상기 접촉부에 연결되는 일단부와 상기 기판에 고정되는 다른쪽 단부를 포함하는, 압전 진동형 힘 센서.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 샤프트 부재의 다른쪽 단부가 절곡되어, 상기 기판의 상기 제2 관통 홀을 관통한 후에 상기 기판에 고정되는, 압전 진동형 힘 센서.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제2 관통 홀에는 상기 샤프트 부재의 다른쪽 단부를 상기 기판에 압착시키기 위한 압입 부재(press fit member)가 제공되고,

상기 샤프트 부재의 다른쪽 단부는 상기 압입 부재를 통해 상기 기판에 고정되는, 압전 진동형 힘 센서.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 헐거운 끼움부는 절연 재료로 형성되고, 상기 접촉부 및 상기 샤프트 부재는 도전성 재료로 형성되고,

상기 한 쌍의 신호 전극은, 상기 진동체의 일측의 면 상의 구동 전극에 접촉하게 되도록 상기 진동체의 일측의 면과 접촉하는 상기 기판의 전면(front surface)에 부착되는 제1 신호 전극과, 상기 샤프트 부재의 다른쪽 단부와 접촉하게 되고 상기 샤프트 부재를 통해 상기 진동체의 다른쪽 측의 면 상의 구동 전극에 전기적으로 연결되도록 상기 기판의 이면(rear face)에 부착되는 제2 신호 전극을 포함하는, 압전 진동형 힘 센서.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 기판은 상기 제2 관통 홀과 병렬로 형성된 제3 관통 홀을 갖고,

상기 압전 진동형 힘 센서는, 상기 제1 신호 전극에 연결된 일단부를 포함하는, 도전성 재료로 형성된 인입 샤프트와, 상기 제3 관통 홀을 관통하는 상기 인입 샤프트에 접촉하여 상기 제1 신호 전극에 전기적으로 연결되도록, 상기 기판의 이면 상에서 상기 제2 신호 전극과 병렬로 배치되는 제3 신호 전극을 더 포함하는, 압전 진동형 힘 센서.

청구항 7

로봇 팔거를 포함하는 로봇 핸드의 일부에 실장된 제1항에 따른 압전 진동형 힘 센서를 포함하는, 로봇 핸드.

청구항 8

아암부(arm portion)를 포함하는 로봇 아암의 일부에 실장된 제1항에 따른 압전 진동형 힘 센서를 포함하는, 로봇 아암.

명세서

기술 분야

[0001]

본 발명은 힘을 검출하기 위한 힘 센서에 관한 것으로, 더욱 구체적으로, 압전체의 공진 현상이 이용되어 압전체에 가해진 힘을 검출하는 압전 진동형 힘 유닛, 압전 진동형 힘 센서 및 로봇 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

종래에, 스트레인 게이지(strain gauge), 커페시턴스의 변화, 도전성 고무 등을 이용한 다양한 힘 센서가 알려져 있다. 이러한 힘 센서 모두는 힘 센서를 구성하는 부재(예를 들면, 스트레인 게이지에서의 금속 저항체)의 변형을 이용한다. 따라서, 측정의 고감도 및 광범위를 실현하기 위해서, 부재의 충분한 변형이 요구된다. 그 때문에, 센서가 소형화되었을 때, 충분한 변형이 얻어질 수 없는 경우가 있어, 출력 신호가 노이즈에 파묻혀 정밀도가 감소될 수 있는 문제점이 있다.

[0003]

반대로, AC 전압이 인가되면 전압의 진폭의 시간 변동에 따라 특정 방향으로 진동하는 특성을 갖는 압전체의 공진 현상을 이용한 압전 진동형 힘 센서가 개시되어 있다(일본 특허 출원 공개 S52-78473호 참조).

[0004]

일본 특허 출원 공개 S52-78473호에 개시된 바와 같이, 압전 진동형 힘 센서는, 임피던스 소자가 직렬로 접속된 압전체를 포함하고, 압전체의 공진 주파수보다 높지 않은 주파수의 전압이 압전체를 여기하기 위해 인가된다. 이 상태에서, 진동 주파수가 고정된 채로 외력이 압전체에 가해진다. 그러면, 압전체의 임피던스 소자가 증가되어 공진 주파수가 고주파 측으로 이동된다. 공진 주파수가 고주파 측으로 이동된 상태에서 외력이 압전체에 인가되면, 압전체에 가해지는 전압의 값이 외력이 가해지기 전의 값으로부터 변한다. 이 전압의 값의 변화에 기초하여, 압전체에 가해진 외력이 정량적으로 계산될 수 있다. 압전 진동형 힘 센서는 작은 부하에서 전압 진폭의 변화가 크므로, 압전 진동형 힘 센서는 검출 감도가 높은 이점을 갖는다(후술하는 도 4 참조).

[0005]

여기에서, 압전 진동형 힘 센서와는 상이하지만, 참고로서, 압전형 힘 센서에 압전체를 실장하는 방법에 대해 일본 특허 출원 공개 H01-260334호를 참조하여 설명한다. 일본 특허 출원 공개 H01-260334호는, 매트릭스 형상으로 배치된 복수의 압전체(압전 소자)로부터 발생되는 전압에 기초하여 접촉 압력 분포를 검출하는 압전형 힘 센서의 구조를 개시한다. 일본 특허 출원 공개 H01-260334호에 개시된 압전형 힘 센서는, 힘이 가해지는 측에 배치되는, 힘을 검출하기 위한 가압판과, 가압판이 압전체의 상단에 압접(contact)할 수 있도록 압전체의 상방에 배치된 가압판을 포함한다. 따라서, 예를 들면, 결함이 복수의 압전체의 일부에 발생했을 경우에, 가압판을 제거함으로써, 압전체에 용이하게 접근할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006]

그런데, 압전 진동형 힘 센서는, 압전체가 전압을 인가함으로써 진동되는 상태에서 사용된다. 따라서, 압전체가 진동할 수 있는 상태에서 압전체에 부착된 구동 전극에 AC 전압을 인가하기 위한 실장 구조를 채택하는 것이 필요하다. 예를 들면, 압전체를 소정의 위치에서 유지하면서 압전체에 전력을 공급하기 위한 실장 구조를 채용

하는 것이 필요하다.

[0007] 이에 대해, 예를 들면, 일본 특허 출원 공개 H01-260334호에 개시된 압전형 힘 센서와 같이 압전체를 고정 부속품이나 접착제로 고정하는 것을 고려할 수 있다. 그러나, 압전 진동형 힘 센서는, AC 전압이 압전체에 인가되어 진동하는 상태에서 사용되므로, 압전체가 진동 방향에서 높은 강성을 갖는 부재로 고정되거나, 압전체의 마찰면이 접착제로 고정되면, 압전체의 진동이 억제된다. 따라서, 압전체가 고정되어 진동을 억제하는 실장 구조에서는, 작은 진동 진폭의 변화에 대해 검출된 값이 감소되어, 감도가 저하된다. 또한, 동일한 AC 전압이 인가되어 진동하여도, 진동량이 고정 부속품이나 접착제로 고정되는 방식에 따라 변화되면, 센서의 값이 불안정해진다.

[0008] 따라서, 본 발명의 목적은, 검출 감도를 저하시키지 않고 용이하게 압전체를 실장할 수 있는 압전 진동형 힘 센서를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 중공 관통 홀을 갖는 링 형상의 압전체 및 상기 압전체의 양측에 부착된 한 쌍의 구동 전극을 포함하고, AC 전압이 상기 한 쌍의 구동 전극에 인가되면 상기 압전체의 확장 방향으로 진동하는 진동체; 상기 진동체의 일측의 면에 접촉하게 되는 기판; 상기 진동체의 다른쪽 측의 면에 접촉하게 되도록 배치되고, 외부로부터 가해진 힘을 탄성 변형에 의해 상기 진동체에 전달하는 탄성 부재; 상기 진동체의 다른쪽 측의 면에 접촉하게 되도록 상기 중공 관통 홀보다 큰 접촉부 및 상기 중공 관통 홀에 혈접게 끼워지는 혈거운 끼움부를 포함하고, 상기 혈거운 끼움부는 상기 기판에 고정되는 유지부; 및 상기 한 쌍의 구동 전극에 AC 전압을 인가하는 한 쌍의 신호 전극을 포함하는, 압전 진동형 힘 센서가 제공된다.

[0010] 본 발명의 실시예에 따르면, 상술한 압전 진동형 힘 센서를 포함하는 로봇 핸드 및 로봇 아암이 제공된다.

발명의 효과

[0011] 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면, 검출 감도를 저하시키지 않고 용이하게 압전체를 실장할 수 있는 압전 진동형 힘 센서 및 로봇 장치가 제공될 수 있다.

[0012] 본 발명의 추가적인 특징은 첨부 도면을 참조하여 실시예의 후술하는 설명으로부터 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1a는, 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서가 로봇 팽거에 실장된 상태를 개략적으로 나타내는 단면도이며, 도 1b는, 도 1a에 나타낸 힘 센서의 댐핑 부재(damping member)가 제거된 상태를 나타내는 단면도이다.

도 2a는, 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서의 유지 부재의 다른 형태를 나타내는 도면이며, 도 2b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서를 개략적으로 나타내는 분해 사시도이며, 도 2c는 본 발명의 제1 실시예에 따른 진동체의 다른 형태를 개략적으로 나타내는 평면도이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서를 이용한 힘 센서 디바이스의 회로 블록도를 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서에 가해지는 외력과 출력 전압 사이의 관계를 나타내는 도면이다.

도 5a는, 본 발명의 제2 실시예에 따른 힘 센서가 로봇 팽거에 실장된 상태를 개략적으로 나타내는 단면도이며, 도 5b는, 도 5a에 나타낸 힘 센서의 댐핑 부재가 제거된 상태를 개략적으로 나타내는 단면도이다.

도 6a는, 본 발명의 제3 실시예에 따른 힘 센서가 로봇 팽거에 실장된 상태를 개략적으로 나타내는 단면도이며, 도 6b는, 도 6a에 나타낸 힘 센서의 댐핑 부재가 제거된 상태를 개략적으로 나타내는 단면도이다.

도 7은 본 발명의 제4 실시예에 따른 힘 센서를 개략적으로 나타내는 단면도이다.

도 8은 도 7에 나타낸 힘 센서의 분해 사시도이다.

도 9는 본 발명의 제4 실시예에 따른 힘 센서의 변형예를 개략적으로 나타내는 단면도이다.

도 10은 본 발명의 제5 실시예에 따른 힘 센서 및 로봇 핸드를 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 11은 본 발명의 제6 실시예에 따른 힘 센서, 로봇 핸드 및 아암을 개략적으로 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세하게 설명한다.
- [0015] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 압전 진동형 힘 센서(이하, "힘 센서"라고 칭함)에 대해 첨부 도면을 참조하여 설명한다. 본 실시예에 따른 힘 센서는, AC 전압이 인가될 때 압전체의 반경 방향으로 진동(확장 진동)하는 압전체의 공진 현상을 이용한 전압 진동형 힘 센서이다.
- [0016] (제1 실시예)
- [0017] 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서(1)에 대해 도 1a 내지 도 4를 참조하여 설명한다. 도 1a는, 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서(1)가 로봇 평거(10)에 실장된 상태를 개략적으로 나타내는 단면도이다. 도 1b는, 도 1a에 나타낸 힘 센서(1)의 댐핑 부재(6)가 제거된 상태를 나타내는 단면도이다. 도 2a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서(1)의 유지 부재(5)의 다른 형태를 나타내는 도면이다. 도 2b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서(1)를 개략적으로 나타내는 분해 사시도이다. 도 2c는 본 발명의 제1 실시예에 따른 센서(1)의 진동체(3)의 다른 형태를 나타내는 도면이다. 도 3은, 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서(1)를 이용한 힘 센서 디바이스의 회로 블록도를 개략적으로 나타내는 도면이다. 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서(1)에 가해지는 외력과 그 출력 전압 사이의 관계를 나타내는 도면이다.
- [0018] 도 1a 내지 2b에 나타낸 바와 같이, 힘 센서(1)는 진동체(3)와, 진동체(3)의 일측의 면에 접촉하고 제2 관통 홀(40)이 형성되는 기판(4)과, 진동체(3)의 다른쪽 측의 면에 접촉하도록 배치된 탄성 부재로서의 댐핑 부재(6)와, 위치 결정 유닛으로서의 유지 부재(5)와, 신호 전극(7)을 포함한다. 진동체(3), 기판(4), 댐핑 부재(6) 및 유지 부재(5)는 압전 진동형 힘 유닛(이하, "힘 유닛(2)"이라 칭함)을 구성한다는 것에 유의해야 한다.
- [0019] 진동체(3)는 중공 관통 홀(hollow through hole)(33)을 갖는 원판 형상(이하, "환형상(annular shape)"이라 칭함)으로 형성되고, 환형상으로 형성된 압전체(30)와, 환형상으로 형성된 한 쌍의 구동 전극으로서의 제1 구동 전극(31) 및 제2 구동 전극(32)을 포함한다. 물론, 진동체(3)의 형상은 환형상 이외에도 링 형상일 수도 있지만, 설명의 편의를 위해, 이하의 설명에서 진동체(3)는 환형상을 갖는다고 상정한다.
- [0020] 압전체(30)는, 수정, 티타늄산 바륨, 폴리불화비닐리텐과 같은 압전 소자로 형성되고, 압전 소자를 분극해서 진동 방향을 결정한 후, 진동 방향이 반경 방향(확장 진동)이 되도록 환형상으로 잘라내어 제조된다. 압전체(30)의 진동 방향에 대해, 압전체(30)의 형상을 잘라냄으로써 주요한 진동 방향이 결정되어, 진동의 1차 모드 방향이 결정될 수 있다.
- [0021] 제1 구동 전극(31) 및 제2 구동 전극(32)은 압전체(30)의 양측에 부착된다. 구체적으로는, 제1 구동 전극(31)은 압전체(30)(진동체(3))의 일측의 면에 부착되고, 제2 구동 전극은 압전체(진동체(3))의 다른쪽 측의 면에 부착된다. 압전체(30)(진동체(3))는, 제1 구동 전극(31) 및 제2 구동 전극(32)에 AC 전압(시변동 전압)이 인가될 때 진동한다. 압전체(30)가 진동하면, 압전체(30)의 양측에 부착된 제1 구동 전극(31) 및 제2 구동 전극(32)도 진동된다. 즉, 진동체(3)가 진동된다.
- [0022] 기판(4)은 진동체(3)를 배치하는 데 사용된다. 또한, 기판(4)은, 후술하는 연결 샤프트(51)가 삽입될 수 있는 제2 관통 홀(40)을 갖는다. 제2 관통 홀(40)은 진동체(3)의 진동 방향과 직교하는 방향(후술하는 제1 관통 홀(53)과 같은 방향)으로 형성되고, 연결 샤프트(51)를 관통시켜 진동체(3)의 위치 결정을 할 수 있게 형성된다.
- [0023] 댐핑 부재(6)는, 실리콘 또는 우레탄과 같이 탄성적으로 변형될 수 있는 탄성 재료로 이루어지며, 외부로부터 가해진 힘을 탄성 변형에 의해 진동체(3)로 전달한다. 또한, 댐핑 부재(6)는, 로봇 평거(10)에 형성된 피결합부(engaged portion)(10a)에 결합 가능한 결합부(engaging portion)(60)를 갖는다. 댐핑 부재(6)는, 로봇 평거(10)의 피결합부(10a)에 결합부(60)가 결합하여, 댐핑 부재(6)가 진동체(3)의 다른쪽 측의 면에 접촉하고, 이 상태에서 댐핑 부재(6)가 로봇 평거(10)로부터 제거되는 구조를 갖는다. 따라서, 예를 들면, 댐핑 부재(6)가 마모된 경우에도, 힘 센서(1)를 교환하는 것 대신에, 제2 신호 전극(71)과 함께가 아니라 댐핑 부재(6)만을 교환하는 것으로 충분하며, 교환이 용이하게 행해질 수 있다.
- [0024] 유지 부재(5)는, 진동체(3)의 중공 관통 홀(33)보다 큰 직경을 갖고 진동체(3)의 다른쪽 측의 면에 접촉하는 접촉부(50)와, 진동체(3)의 중공 관통 홀(33)에 헐겁게(loosely) 끼워지는 헐거운 끼움부(52)를 기판(4)에 고정시키기 위한 고정 부재로서의 연결 샤프트(51)를 포함한다. 제1 실시예에서, 접촉부(50), 연결 샤프트(51) 및 헐거운 끼움부(52)는 절연 재료로 이루어

진다. 헐거운 끼움부(52)가 도 1a 및 1b에서는 절연 재료로서 나타내어졌지만, 전기적 절연만 유지되면 충분하다. 절연 재료가 헐거운 끼움부에 사용되면, 위치 결정이 용이하다. 진공 공간이 헐거운 끼움부에 사용되면, 비용이 절감될 수 있다. 전기적 절연이 확보되면, 접촉부(50)와 연결 샤프트(51)는 금속으로 이루어질 수도 있다. 금속이 사용되면, 강도가 확보되고 처리가 용이하다.

[0025] 접촉부(50)는, 진동체(3)가 반경 방향으로 자유롭게 진동하고, 진동 방향과 직교하는 방향으로의 진동체(3)의 이동을 억제할 수 있도록 진동체(3)와 접촉한다. 예를 들면, 접촉부(50)는, 도 2a에 나타낸 바와 같이, T형, U형 또는 압정형일 수 있다. 막대형 절연 재료가 가공되어 거의 같은 형상(거의 원 형상)을 형성하면, 비용에 이점이 있다. 유지 부재(5)의 접촉부(50)는, 진동체(3)의 중공 관통 홀(33)보다 접촉부(50)가 더 크면, 중공 관통 홀(33)로부터 빠지지 않고, 진동체(3)의 외주보다 접촉부(50)가 더 작으면, 진동체(3)의 외륜(outer rim)으로부터 돌출하지 않는다. 접촉부(50)가 이러한 형상을 가지면, 힘 센서(1)는, 유지 부재(5)로 확실하게 진동체(3)를 기판(4)에 고정시킬 수 있다.

[0026] 헐거운 끼움부(52)는, 헐거운 끼움부(52)와 진동체(3)의 중공 관통 홀(33) 사이에 소정의 간극이 형성되도록 원주 형상으로 형성된다. 헐거운 끼움부(52)는, 진동체(3)가 반경 방향으로 진동하고 진동체(3)의 진동 방향으로의 이동을 억제할 수 있는 상태에서 진동체(3)의 위치 결정을 행한다. 또한, 헐거운 끼움부(52)는, 연결 샤프트(51)가 삽입될 수 있는 제1 관통 홀(53)을 갖는다. 제1 관통 홀(53)은, 원주 형상으로 형성된 헐거운 끼움부(52)의 중심축 상에 형성되고, 제2 관통 홀(40)과 동축으로 형성된다. 즉, 제1 관통 홀(53)은 진동체(3)의 진동 방향과 직교하는 방향(제2 관통 홀(40)과 같은 방향)으로 형성된다. 헐거운 끼움부(52)는, 기판(4)이 고무와 같은 탄성 재료로 이루어지면, 기판(4)과 일체로 형성될 수도 있다는 것에 유의해야 한다.

[0027] 연결 샤프트(51)는, 그 일단에서 접촉부(50)와 연결되고, 제1 관통 홀(53) 및 제2 관통 홀(40)을 관통하게 형성된다. 연결 샤프트(51)는 제1 관통 홀(53) 및 제2 관통 홀(40)을 관통하고, 연결 샤프트(51)의 다른쪽 단부(51a)가 절곡되어, 진동체(3)가 진동할 수 있는 상태에서 접촉부(50) 및 헐거운 끼움부(52)가 기판(4)에 고정된다.

[0028] 신호 전극(7)은, 진동체(3)의 일측의 면에 접촉하는 기판(4)의 표면에 부착되고 제1 구동 전극(31)에 접촉하는 제1 신호 전극(70)과, 댐핑 부재(6)에 부착되고 제2 구동 전극(32)에 접촉하는 제2 신호 전극(71)을 포함한다. 제1 신호 전극(70) 및 제2 신호 전극(71)은 제1 구동 전극(31) 및 제2 구동 전극(32)에 AC 전압을 각각 인가하는 데 사용된다.

[0029] 도 3에 나타낸 바와 같이, 상술한 구성을 갖는 힘 센서(1)에, 저항체 등을 포함하는 임피던스(11)를 통해 가변 주파수 발진기(12)로부터 압전체(30)의 공진 주파수 근방의 주파수를 갖는 전압이 인가되어 진동체(3)를 진동시킨다. 이 상태에서, 댐핑 부재(6)에 힘이 가해지면, 댐핑 부재(6)는 진동체(3)의 진동을 억제한다. 따라서, 압전체(30)의 임피던스가 커지면, 임피던스(11)의 양단의 전압의 진폭이 변한다. 그 결과, 도 4에 나타낸 바와 같은 힘과 출력 전압 사이의 관계가 도시될 수 있고, 변하는 임피던스로부터 힘이 검출될 수 있다. 도 4에 나타낸 바와 같이, 힘 센서(1)는 작은 부하에서 전압 진폭의 큰 변동을 갖는다. 따라서, 힘 센서(1)는 검출 감도가 높다고 하는 이점을 갖는다.

[0030] 상술한 구성을 갖는, 제1 실시예에 따른 힘 센서(1)는 진동체(3)의 일측의 면과 유지 부재(5)의 접촉부(50)의 접촉면 사이에 생기는 마찰력, 또는 진동체(3)의 다른쪽 측의 면과 신호 전극(70)의 접촉면 사이에 생기는 마찰력에 의해 진동체(3)의 진동을 억제할 수 있다. 진동체(3)의 진동 방향과 교차하지 않도록, 접촉부(50)가 진동 방향과 대략 평행하게 배치되면, 진동체(3)의 진동면과의 직접적인 간섭이 억제되므로 실장에 이점이 있다.

[0031] 이렇게, 종래의 압전 진동형 힘 센서는, 진동면에 접촉부를 접촉시키고 외력 F를 사용하여 진동 방향과 직교하는 방향으로부터 진동체(3)의 진동을 직접 억제하지만, 힘 센서(1)는, 동적 마찰 계수가 μ 로 표기되는 마찰력 μF 에 의해 진동체(3)의 반경 방향으로의 진동을 억제한다. 따라서, 이론적으로는 μ 가 0.5이면, 종래의 경우에서와 같이 진동이 직접 억제되는 경우에 비해, 대략 2배까지의 힘을 검출할 수 있다. 또한, μ 가 0.1이면, 동일한 경우에서 대략 10배까지의 힘을 검출할 수 있다. 즉, 힘 센서(1)는 진동을 억제하기 위한 마찰력을 이용함으로써 정적인 힘을 넓은 범위에 걸쳐 검출할 수 있다.

[0032] 또한, 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서(1)에서, 압전체(30)(진동체(3))는 환형상을 갖는다. 따라서, 진동체(3)의 위치 결정은 중공 관통 홀(33)을 이용해서 용이하게 수행될 수 있다. 상술한 설명에서, 압전체(30)(진동체(3))가 환형상을 갖지만, 압전체(30)는 반드시 환형상을 가질 필요는 없다. 도 2c에 나타낸 바와 같이, 동일한 효과가 얻어질 수 있도록, 압전체(30)가 중공 관통홀을 갖는 다른 형상을 가질 수도 있다.

- [0033] 또한, 기판(4)의 재료에 제한은 없다. 예를 들면, 기판(4)이 인쇄 회로 보드인 경우, 제1 신호 전극(70)은 진동체(3)와 접촉면이 되는 기판(4)의 표면에 형성되고, 제1 신호 전극(70)은 진동체(3)의 제1 구동 전극(31)에 접촉한다. 이러한 구성으로, 제1 신호 전극(70)은 패터닝에 의해 형성될 수 있다. 예를 들면, 임피던스(11)와 구동원(도시 생략)에의 연결이 용이하게 수행될 수 있도록 커넥터를 실장할 수 있다. 또한, 기판(4)이 고무와 같은 탄성 재료로 이루어지면, 힘에 대하여 진동이 더욱 억제될 수 있도록, 진동체(3)는 기판(4)과 댐핑 부재(6) 사이에 끼워진다. 따라서, 검출 감도가 더욱 향상될 수 있다.
- [0034] 또한, 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서(1)에는, 환형상을 갖는 진동체(3)의 다른쪽 측의 면에 접촉하게 배치된 접촉부(50)와, 중공 관통 홀(33)에 헐겁게 끼워지는 헐거운 끼움부(52)와, 접촉부(50)와 헐거운 끼움부(52)를 기판(4)에 고정시키기 위한 연결 샤프트(51)를 포함하는 유지 부재(5)가 설치된다. 힘 센서(1)는 유지 부재(5)를 가지므로, 진동체(3)를 원하는 위치에서 유지하는 것이 용이해진다. 또한, 진동체(3)의 진동이 방해 받지 않는 상태에서, 유지 부재(5)가 진동체(3)를 유지할 수 있으므로, 진동의 방해로 인한 검출 감도의 저하를 억제할 수 있다.
- [0035] 또한, 제1 실시예에 따른 힘 센서(1)는, 환형상을 갖는 진동체(3)가 넓어지는 방향으로 신축하는 작용을 이용하므로, 진동 방향을 고려한 유지 방법을 사용할 필요가 있다. 그러나, 힘 센서(1)는 진동체(3)와, 제2 신호 전극(71) 뿐만 아니라 제1 신호 전극(70) 사이의 마찰에 의해 검출값을 변화시킨다. 따라서, 진동체(3)와, 제2 신호 전극(71) 뿐만 아니라 제1 신호 전극(70) 사이의 접촉면의 면적이 더 커지면, 검출 범위의 설정이 더욱 용이하게 변할 수 있다.
- [0036] 또한, 진동체(3)(압전체(30))가 환형상을 갖는 경우, 내주 길이가 외주 길이보다 더 작으므로, 내주 부분에서 진동에 대한 영향이 더 작다. 따라서, 제1 실시예에 따른 진동체(3)의 실장 방법에서, 진동체(3)의 위치 결정을 용이하게 할 수 있을 뿐만 아니라, 진동체(3)가 진동체(3)의 외주 부분에서 고정되는 경우에 비해, 신축과 마찰면에 끼치는 영향이 더 작게 되도록 감소시킬 수 있다. 따라서, 안정된 검출이 행해질 수 있다. 특히, 센서가 힘의 분포를 측정하기 위한 힘 센서로서 사용되는 경우에, 분포된 진동체(3)(압전체(30))의 위치 및 검출 값이 정밀하게 얻어질 수 있으므로, 그 방법이 효과적이다.
- [0037] 이렇게, 본 발명의 제1 실시예에 따른 힘 센서(1)에서, 기판(4)은 환형상을 갖는 진동체(3)(압전체(30))를 유지 부재(5)를 사용하여 유지한다. 따라서, 검출 감도를 저하시키지 않고, 압전체가 용이하게 고정된다. 예를 들면, 로봇 핑거(10)에 실장될 수 있다. 또한, 제1 실시예에 따른 힘 센서(1)는, 진동체(3)(압전체(30))의 실장 위치가 정밀하게 되므로, 안정된 감지를 수행할 수 있다. 또한, 마모된 댐핑 부재(6)가 용이하게 교환될 수 있다. 따라서, 유지보수성이 향상될 수 있다. 즉, 용이하게 실장될 수 있고 넓은 범위에 걸쳐 정적인 힘을 검출할 수 있는 압전 진동형의 힘 센서(1)를 제공할 수 있다.
- [0038] (제2 실시예)
- [0039] 다음으로, 본 발명의 제2 실시예에 따른 힘 센서(1A)에 대해서, 도 5a 및 5b를 참조하여 설명한다. 도 5a는, 본 발명의 제2 실시예에 따른 힘 센서(1A)가 로봇 핑거(10)에 실장된 상태를 개략적으로 나타내는 단면도이다. 도 5b는, 도 5a에 나타낸 힘 센서(1A)의 댐핑 부재(6)가 제거된 상태를 개략적으로 나타내는 단면도이다.
- [0040] 도 5a 및 5b에 나타낸 바와 같이, 제2 실시예에 따른 힘 센서(1A)는 제2 신호 전극(70)의 배치에서 제1 실시예와 상이하다. 따라서, 제2 실시예에서는, 제1 실시예와 다른 점, 즉, 제2 신호 전극(70)의 배치를 주로 설명하고, 제1 실시예의 힘 센서(1)와 동일한 구성을 갖는 부재는 동일한 참조 부호로 표기하고, 그 설명을 생략한다. 제2 실시예에서는, 제1 실시예와 동일한 구성을 갖는 부재는 제1 실시예와 동일한 효과를 갖는다는 것에 유의해야 한다.
- [0041] 제2 실시예에 따른 힘 센서(1A)에서, 제2 신호 전극(70)이 기판(4)의 이면(rear surface)에 부착된다. 또한, 힘 센서(1A)에서, 유지 부재(5A)의 접촉부(50A) 및 연결 샤프트(51A)는 각각 도전성 재료로 형성되고, 연결 샤프트(51A)의 다른 단부(51a)는 제2 신호 전극(70)에 접촉한다. 즉, 제2 실시예에 따른 힘 센서(1A)는, 제2 신호 전극(70)이 연결 샤프트(51) 및 접촉부(50)를 통해 제2 구동 전극(32)에 전기적으로 연결되는 구성을 갖는다.
- [0042] 접촉부(50A) 및 연결 샤프트(51A)는 도전성만 갖고 있으면 되며, 가공성 및 비용의 면에서 금속으로 이루어지는 것이 바람직하다. 또한, 접촉부(50A)의 두께가 진동체(3)의 진동 방향으로 너무 크면, 접촉부(50A)와 댐핑 부재(6) 사이에 간극이 생길 수 있고, 마찰을 방해할 수 있다. 따라서, 검출되는 힘이나 진동체(3)(압전체(30))의 크기에 따라 두께가 상이할 수 있지만, 접촉부(50A)의 두께는 예를 들면, 0.05 내지 5mm인 것이 바람직하다.

- [0043] 상술한 구성을 갖는 제2 실시예에 따른 힘 센서(1A)는 댐핑 부재(6)에 제2 신호 전극(70)을 가질 필요가 없다. 따라서, 예를 들면, 댐핑 부재(6)가 교환되는 경우에, 댐핑 부재(6)만을 교환하면 충분하다. 따라서, 교환이 용이하게 수행될 수 있고 유지보수 비용 등이 절감될 수 있다. 이렇게, 가해지는 외력에 의해 댐핑 부재(6)의 표면이 마모되거나 손상되는 경우에도, 댐핑 부재(6)가 용이하고 간단하게 교환될 수 있다.
- [0044] 또한, 기판(4)이 인쇄 회로 보드인 경우에, 매트릭스형의 배선이 다층 기판 등에서의 패터닝에 의해 제2 신호 전극(70)에 용이하게 연결될 수 있다.
- [0045] (제3 실시예)
- [0046] 다음으로, 본 발명의 제3 실시예에 따른 힘 센서(1B)에 대해 도 6a 및 6b를 참조하여 설명한다. 도 6a는, 본 발명의 제3 실시예에 따른 힘 센서(1B)가 로봇 핑거(10)에 실장된 상태를 개략적으로 나타내는 단면도이다. 도 6b는, 도 6a에 나타낸 힘 센서(1B)의 댐핑 부재(6)가 제거된 상태를 개략적으로 나타내는 단면도이다.
- [0047] 도 6a 및 6b에 나타낸 바와 같이, 제3 실시예에 따른 힘 센서(1B)는 유지 부재(5)를 기판(4)에 고정하는 방법에서 제2 실시예와 상이하다. 따라서, 제3 실시예에서는, 제2 실시예와 다른 점, 즉, 유지 부재(5)를 고정하는 방법에 대해 주로 설명하고, 제1 실시예 및 제2 실시예의 힘 센서(1)와 동일한 구성을 갖는 부재는 동일한 참조 부호로 표기되며, 그 설명을 생략한다. 제3 실시예에서, 제1 실시예 및 제2 실시예와 동일한 구성을 갖는 부재는 제1 실시예 및 제2 실시예와 동일한 효과를 갖는다는 것에 유의해야 한다.
- [0048] 제3 실시예에 따른 힘 센서(1B)는 기판(4)에 형성된 제2 관통 홀(40)에 배치된 압입 부재(press fit member)로서의 소켓(41)을 포함하고, 소켓(41)에 연결 샤프트(51B)가 압입되어 접촉부(50B) 및 혈거운 끼움부(52)가 기판(4)에 고정되는 구성을 갖는다. 또한, 제2 신호 전극(70)은 기판(4)의 이면에 배치되고 소켓(41)에 연결된다. 연결 샤프트(51B) 및 접촉부(50B)는 각각 도전성 재료로 이루어진다. 즉, 소켓(41)에 연결 샤프트(51B)가 압입되어, 제2 신호 전극(71)이 연결 샤프트(51B) 및 접촉부(50B)를 통해 제2 구동 전극(32)에 전기적으로 연결된다.
- [0049] 접촉부(50A) 및 연결 샤프트(51A)는 도전성만 가지면 되며, 가공성 및 비용의 면에서 금속으로 이루어지는 것이 바람직하다. 또한, 접촉부(50A)의 두께가 진동체(3)의 진동하는 방향에서 너무 크면, 접촉부(50A)와 댐핑 부재(6) 사이에 간극이 생길 수 있고, 마찰을 방해할 수 있다. 따라서, 검출되는 힘이나 진동체(3)(압전체(30))의 크기에 따라 그 두께가 상이할 수 있지만, 접촉부(50A)의 두께는 예를 들어 0.05 내지 5mm인 것이 바람직하다.
- [0050] 상술한 구성을 갖는 제3 실시예에 따른 힘 센서(1B)는, 댐핑 부재(6)에 제2 신호 전극(70)을 가질 필요가 없다. 따라서, 예를 들면, 댐핑 부재(6)가 교환되는 경우에, 댐핑 부재(6)만을 교환하면 충분하다. 따라서, 교환이 용이하게 수행될 수 있고, 유지보수 비용 등이 절감될 수 있다. 이렇게, 가해지는 외력에 의해 댐핑 부재(6)의 표면이 마모되거나 손상되는 경우에도, 댐핑 부재(6)가 용이하고 간단하게 교환될 수 있다.
- [0051] 또한, 기판(4)이 인쇄 회로 보드인 경우에, 예를 들면 매트릭스형의 복수의 센서의 배선이 다층 기판 구조를 이용한 패터닝에 의해 용이하게 연결될 수 있는 장점이 있다.
- [0052] 또한, 연결 샤프트(51B)를 소켓(41)에 압입하는 것만으로 접촉부(50B) 및 혈거운 끼움부(52)가 기판(4)에 고정될 수 있어, 유지 부재(5B)가 용이하게 부착 및 제거될 수 있다. 이렇게, 예를 들면, 진동체(3)의 교환이 용이하게 수행될 수 있다.
- [0053] (제4 실시예)
- [0054] 다음으로, 본 발명의 제4 실시예에 따른 힘 센서(1C)에 대해 도 7 및 8을 참조하여 설명한다. 도 7은 본 발명의 제4 실시예에 따른 힘 센서(1C)를 개략적으로 나타내는 단면도이다. 도 8은 도 7에 나타낸 힘 센서(1C)의 분해 사시도이다.
- [0055] 도 7에 나타낸 바와 같이, 제4 실시예에 따른 힘 센서(1C)는, 제1 신호 전극(70) 및 제2 신호 전극(71)이 기판(4)의 이면에 배치되는 것에서 제3 실시예와 상이하다. 따라서, 제4 실시예에서는, 제3 실시예와 다른 점, 즉, 신호 전극(7)의 배치에 대해 주로 설명하고, 제1 내지 제3 실시예와 동일한 구성을 갖는 부재는 동일한 참조 부호로 표기하고 그 설명을 생략한다. 제4 실시예에서, 제1 내지 제3 실시예와 동일한 구성을 갖는 부재는 제1 내지 제3 실시예에서와 동일한 효과를 갖는다는 것에 유의해야 한다.
- [0056] 제4 실시예에 따른 힘 센서(1C)에서, 제3 관통 홀(43)이 기판(4)에 제2 관통 홀(40)과 병렬로 형성되며, 제3 신호 전극(73)은 제3 관통 홀(43)에서 기판(4)의 이면 상의 제2 신호 전극(71)과 병렬로 배치된다. 또한, 도전성

의 인입 샤프트(72)가 제1 신호 전극(70)으로부터 연장되고, 인입 샤프트(72)는 제3 관통 홀을 관통하여 제3 신호 전극(73)에 접촉한다. 즉, 제4 실시예에 따른 힘 센서(1C)는, 제3 신호 전극(73)이 인입 샤프트(72)를 통해 제1 구동 전극(31)에 전기적으로 연결되고, 제2 신호 전극(70)이 연결 샤프트(51B) 및 접촉부(50B)를 통해 제2 구동 전극(32)에 전기적으로 연결되는 구성을 갖는다.

[0057] 또한, 제4 실시예에서, 기판(4)의 이면에 접촉하도록 외부 기판(42)이 배치되고, 제2 신호 전극(71) 및 제3 신호 전극(73)이 외부 기판(42)에 형성된다. 기판(4)과 외부 기판(42)은 접착제나 나사와 같은 공지의 방법에 의해 서로 연결된다는 것에 유의해야 한다.

[0058] 상술한 구성을 갖는 제4 실시예에 따른 힘 센서(1C)는 뱡핑 부재(6)에 제2 신호 전극(70)을 반드시 가질 필요가 없다. 따라서, 예를 들면, 뱡핑 부재(6)가 교환되는 경우에, 뱡핑 부재(6)만을 교환하면 충분하다. 따라서, 교환이 용이하게 수행될 수 있고 유지보수 비용 등이 절감될 수 있다. 이렇게, 가해지는 외력에 의해 뱡핑 부재(6)의 표면이 마모되거나 손상되는 경우에도, 뱡핑 부재(6)가 용이하고 간단하게 교환될 수 있다.

[0059] 또한, 제4 실시예에 따른 힘 센서(1C)에서, 기판(4)의 재료가 뱡핑 부재(6)의 재료와 동일하다면, 진동체(3)와의 접촉면(일측의 면과 다른쪽 측의 면 사이)의 마찰 계수가 동일하게 되어, 검출값이 용이하게 제어될 수 있다.

[0060] 또한, 신호 전극(7)이 기판(4)의 이면에 병렬로 모두 배치되기 때문에, 기판(4)이 인쇄 회로 보드인 경우에 패터닝에 의해 용이하게 연결될 수 있다. 또한, 배선도 용이하게 된다.

[0061] 여기에서, 도 9는 제4 실시예에 따른 힘 센서(1C)의 다른 형태의 힘 센서(1D)를 나타낸다. 도 9는, 제4 실시예에 따른 힘 센서(1C)의 변형예를 개략적으로 나타내는 단면도이다.

[0062] 도 9에 나타낸 바와 같이, 힘 센서(1D)는 제1 기판(44)과 제2 기판(45)을 포함한다. 제1 기판(44)은, 진동체(3)가 실장되는 기판이며, 상술한 실시예와 마찬가지로 제2 관통 홀(40) 및 제3 관통 홀(43)을 갖는다. 제2 기판(45)은 제1 기판(44)의 일측(진동체(3)가 실장되는 쪽과 반대측)에 배치되며, 제2 관통 홀(40)과 연통하는 제4 관통 홀(46)과, 제3 관통 홀(43)과 연통하는 제5 관통 홀(47)을 포함한다. 제2 기판(45)은 인쇄 회로 보드이다.

[0063] 소켓(48)은 제4 관통 홀(46)에 배치되고, 제2 신호 전극(71)은 소켓(48)과 연결되도록 제2 기판(44)의 이면에 배치된다. 즉, 연결 샤프트(51B)가 소켓(48)에 압입되어 제2 신호 전극(71)이 연결 샤프트(51B) 및 접촉부(50B)를 통해 제2 구동 전극(32)에 전기적으로 연결되는 구성이 있다.

[0064] 소켓(49)은 제5 관통 홀(47)에 배치되고, 제3 신호 전극(73)은 소켓(49)과 연결되도록 제2 기판(44)의 이면에 배치된다. 즉, 인입 샤프트(72)가 소켓(49)에 압입되어 제3 신호 전극(73)이 인입 샤프트(72)를 통해 제1 구동 전극(31)에 전기적으로 연결되는 구성이 있다. 소켓(48, 49)은, 제2 기판(45)에 실장될 수 있고 납땜 배스(soldering bath)에 있을 수 있는 IC와 같은 전기 부품이 삽입되는 범용적인 부품일 수 있다.

[0065] 압전체(30), 뱡핑 부재(6) 및 기판(4)이 조합된 상태에서, 유지 부재(5)의 연결 샤프트(51B)가 소켓(48)에 삽입되고, 인입 샤프트(72)가 소켓(49)에 삽입된다. 그러면, 진동체(3)와 제2 기판(45) 상의 제2 신호 전극(71) 및 제3 신호 전극(73)이 전기적으로 각각 연결된다. 소켓(48, 49)은, 용이하게 착탈될 수 있으므로, 예를 들면, 압전체(30), 유지 부재(5) 등에 결함이 발생하면, 교환 등을 위해 제2 기판(45)으로부터 용이하게 제거될 수 있다.

[0066] 이러한 구성으로, 압전체(30)가 확실하게 전력을 공급받을 수 있어, 힘이 검출될 수 있다. 또한, 힘 분포를 검출할 수 있는 센서를 제작하기 위해서 힘 센서(1D)가 이용되는 경우에, 제2 기판(45)이 인쇄 회로 보드이면, 매트릭스형 배선이 양측 또는 다층 기판 등을 이용해서 패터닝에 의해 용이하게 연결될 수 있다.

[0067] (제5 실시예)

[0068] 다음으로, 본 발명의 제5 실시예에 따른 힘 센서 및 로봇 핸드에 대해 도 10을 참조하여 설명한다. 도 10은, 제5 실시예에 따른 힘 센서가 로봇 핑거(10) 및 로봇 핸드의 손바닥에 실장된 상태를 개략적으로 나타내는 도면이다.

[0069] 제1 내지 제4 실시예의 힘 센서(1)에 대해서, 센서가 로봇 핸드(80)의 핑거나 손바닥에 실장될 때에도 유용한 효과가 얻어질 수 있다. 예를 들면, 힘 센서(1)가 조립 로봇의 핸드(80)에 실장하는 경우, 힘 센서(1)로부터의 정보를 이용해서 워크피스(83)를 잡는 것이 고려된다. 힘 센서(1)가 핸드(80) 내에 배치되면, 힘 센서(1)로부터

터의 신호에 기초하여 워크피스(83)의 유무가 판별될 수 있거나, 워크피스를(83)를 원하는 힘으로 잡도록 잡는 힘이 제어될 수 있다. 핸드(80)는 통상적으로 모터, 감속 기어 등을 이용해서 핸드(80)의 평거를 개폐하도록 동작되므로, 동작 중에 기계적인 진동이 생긴다. 이 경우, 상술한 종래의 압전 진동형 힘 센서(일본 특허 출원 공개 S52-78473호)는, 기계적인 진동으로 인해 힘 유닛(2) 내에서 진동체(3)의 위치가 어긋나버리는 문제점을 갖는다. 고정 위치가 어긋나버리면, 동일한 위치에 동일한 힘이 가해져도 억제되는 진동량이 다르게 된다. 그 결과, 출력의 재현성이 없어진다. 즉, 힘 유닛(2) 내의 어긋남 없이 힘 센서(1)가 진동체(3)를 동일한 위치에서 유지하는 것이 필요하다. 본 실시예에 따르면, 간이한 유닛을 이용하여 기계적인 진동으로 인한 위치의 어긋남 없이 진동체(3)를 유지할 수 있다.

[0070] 또한, 로봇 핸드(80)가 워크피스(83)를 절 경우, 워크피스(83)에 손상을 주는 것을 회피하기 위해서 평거 표면을 탄성 재료로 덮는 것이 일반적으로 행해진다. 이 센서에서, 힘 센서(1)를 구성하는 댐핑 부재(6)는 워크피스(83)에 손상을 주는 것을 방지할 수 있고, 또한 힘에 대응하는 출력의 변화를 생성하기 위한 부재로서 작동한다.

[0071] 또한, 댐핑 부재(6)는 항상 워크피스(83)와 접촉하므로, 댐핑 부재(6)의 표면의 마모가 생긴다. 또한, 공장 등에서의 장기간의 사용을 고려하면, 시변화로 인해 댐핑 부재(6)의 경도가 변화해서 센서의 출력이 변할 수 있는 문제가 있다. 즉, 마모나 시변화로 인해 정기적인 센서 교환이 필요하다는 것은 명백하다. 따라서, 제1 내지 제4 실시예에서 설명한 바와 같이, 댐핑 부재(6)만의 교환을 용이하게 할 수 있는 구성이 채용되면, 핸드(80)의 정기적인 유지보수 시간이 단축될 수 있다. 또한, 댐핑 부재(6)만이 교환되면, 전체 힘 센서(1)를 교환할 필요가 없으므로, 작업 시간이 단축될 수 있어 유지보수 비용이 절감될 수 있다.

[0072] (제6 실시예)

[0073] 다음으로, 본 발명의 제6 실시예에 따른 힘 센서, 로봇 핸드 및 로봇 아암에 대해 도 11을 참조하여 설명한다. 도 11은, 제6 실시예에 따른 힘 센서가 로봇 핸드(80) 및 로봇 아암(81)에 실장된 상태를 개략적으로 나타내는 도면이다.

[0074] 제1 내지 제5 실시예의 힘 센서(1)에 대해, 센서를 로봇 아암(81)에 실장함으로써도 유용한 효과가 얻어질 수 있다. 조립 로봇의 아암(81)에서 힘 센서(1)가 사용되는 경우, 아암(81)을 외부 신호에 의해 직접 동작시키기 위해 힘 센서(1)로부터의 정보를 이용하는 것을 고려할 수 있다. 예를 들면, 힘 센서(1)가 아암(81)의 회전축 방향과 같은 방향이 되도록 실장되면, 작업자가 교시를 행하기 위해서 직관적으로 아암(81)을 동작시킬 수 있다. 아암(81)의 동작과 각 힘 센서(1)를 연관시키면 충분하다.

[0075] 아암(81)이 모터와 감속 기어와 같은 다수의 부품의 조합으로 동작되는 경우, 힘 센서(1)에는 동작 시의 가속도 및 기계적인 진동이 생길 수 있다. 이 경우, 힘 유닛(2) 내에서 발생된 가속도나 기계적인 진동으로 인해 진동체(3)의 위치가 어긋나버리는 문제가 있다. 고정 위치가 어긋나버리면, 동일한 위치에 동일한 힘이 가해져도 억제되는 진동량이 다르게 된다. 그 결과, 출력의 재현성이 없어진다. 즉, 힘 유닛(2) 내에서의 어긋남 없이 힘 센서(1)가 동일한 위치에서 진동체(3)를 유지하는 것이 필요하다. 본 실시예에 따르면, 간이한 유닛을 이용하여 가속도나 기계적인 진동으로 인한 위치 어긋남 없이 진동체(3)를 유지할 수 있다.

[0076] 이 경우에도, 로봇 핸드(80)와 마찬가지로, 댐핑 부재(6)가 항상 작업자와 접촉하기 때문에, 댐핑 부재(6) 표면의 마모와 시변화의 문제가 있다. 따라서, 댐핑 부재(6)만이 용이하게 교환될 수 있는, 제1 내지 제4 실시예에서 상술한 구성을 채용하면, 아암(81)의 정기적인 유지보수 시간이 단축될 수 있다. 또한, 댐핑 부재(6)만 교환된다면 전체 힘 센서(1)를 교환할 필요가 없으므로, 유지보수 비용이 절감될 수 있다.

[0077] 비상시에는, 접촉의 안전성을 높이기 위해, 충격력을 부드럽게 하도록 고무와 같은 탄성 재료의 표면을 형성하는 것을 고려할 수 있다. 이 센서에서, 힘 센서(1)를 구성하는 댐핑 부재(6)가 아암(81)의 충격력 흡수 부재로서 작용할 수 있고, 힘으로 인한 출력의 변화를 생성하는 부재로서도 작용할 수 있다.

[0078] 본 발명의 실시예에 대해 상술했지만, 본 발명은 상술한 실시예에 한정되지 않는다. 또한, 본 발명의 실시예에 설명된 효과는 본 발명으로부터 얻어지는 가장 바람직한 효과의 단순한 예들이므로, 본 발명의 효과는 본 발명의 실시예에 설명된 것에 한정되지 않는다.

[0079] 예를 들면, 제1 실시예에서는, 접촉부(50) 및 헬거운 끼움부(52)를 기판(4)에 고정하기 위해 연결 샤프트(51)가 이용되었지만, 본 발명은 이러한 구성에 한정되지 않는다. 예를 들면, 헬거운 끼움부(52)가 접촉부(50) 및 기판(4)에 접착되어 접촉부(50) 및 헬거운 끼움부(52)가 기판(4)에 고정되는 구성을 채용할 수 있다. 이 경우에,

연결 샤프트(51)는 생략될 수 있다.

[0080] 또한, 제1 실시예에서, 연결 샤프트(51)의 다른쪽 단부(51a)가 절곡되어 접촉부(50) 및 헐거운 끼움부(52)가 기판(4)에 고정되었지만, 본 발명은 이러한 구성에 한정되지 않는다. 예를 들면, 접촉부(50) 및 헐거운 끼움부(52)를 기판(4)에 고정하기 위해 제2 및 제3 실시예에서 설명한 바와 같은 방법을 채용할 수 있다.

[0081] 실시예들을 참조하여 본 발명을 설명했지만, 본 발명은 개시된 실시예에 한정되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 이하의 청구항의 범위는 이러한 모든 변형 및 동등한 구성 및 기능을 포함하도록 최광의의 해석에 따라야 한다.

부호의 설명

[0082] 1, 1A, 1B, 1C, 1D 힘 센서

2 압전 진동형 힘 유닛

3 진동체

4 기판

5 유지 부재

6 댐핑 부재(탄성 부재)

7 신호 전극

10 로봇 팅거

11 임피던스

12 가변 주파수 발진기

30 압전체

31 제1 구동 전극(한 쌍의 구동 전극)

32 제2 구동 전극(한 쌍의 구동 전극)

50 접촉부

51 연결 샤프트(샤프트 부재)

52 헐거운 끼움부

70 제1 신호 전극

71 제2 신호 전극

80 로봇 핸드

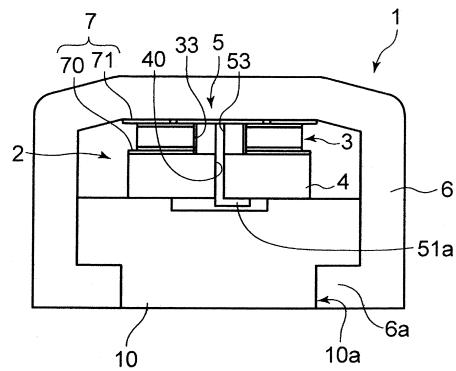
81 로봇 아암

82 로봇 장치

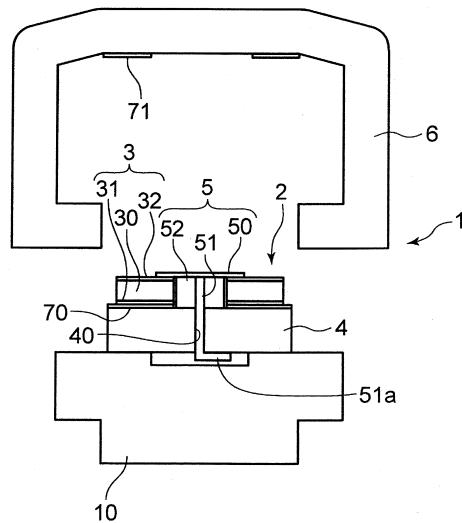
83 워크피스

도면

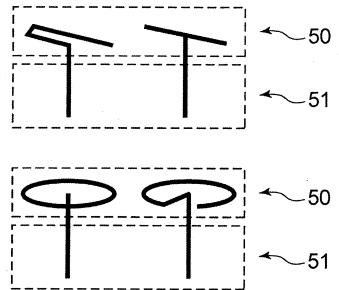
도면1a



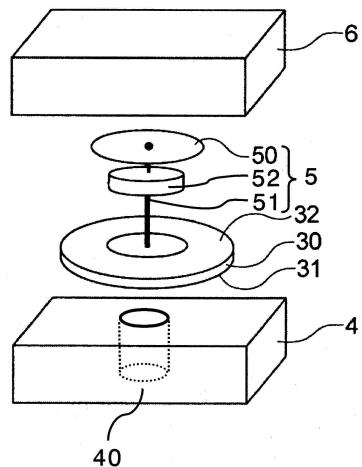
도면1b



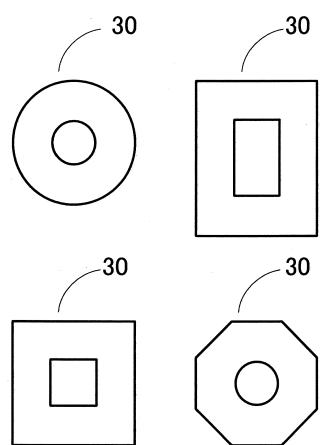
도면2a



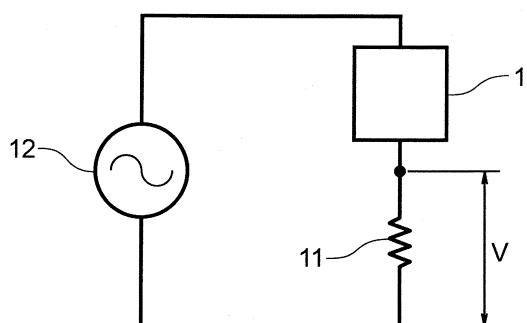
도면2b



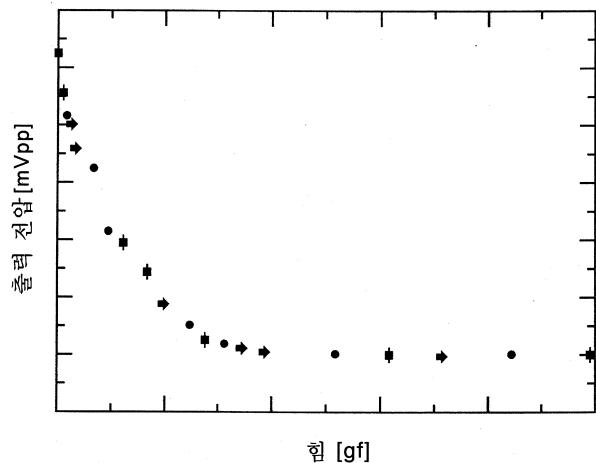
도면2c



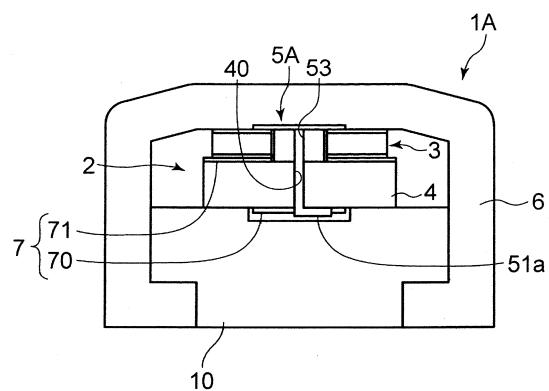
도면3



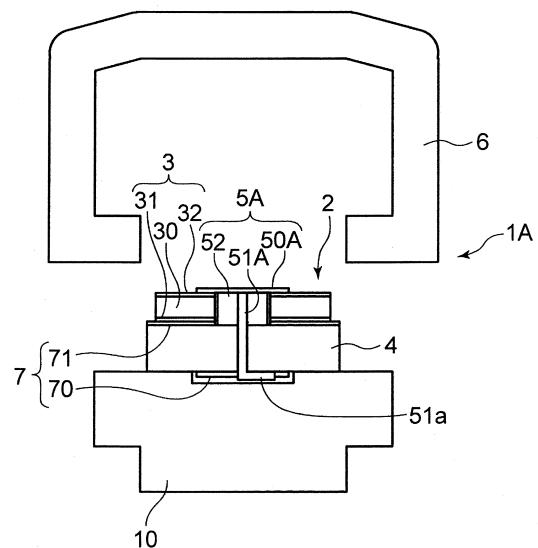
도면4



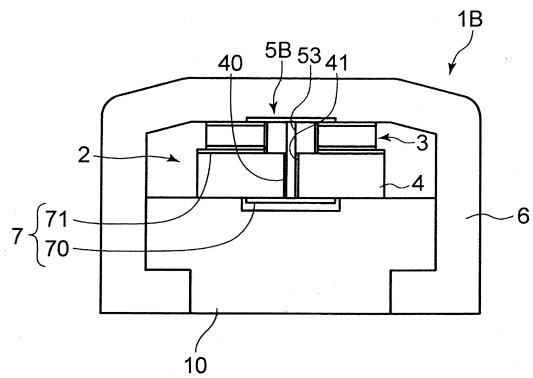
도면5a



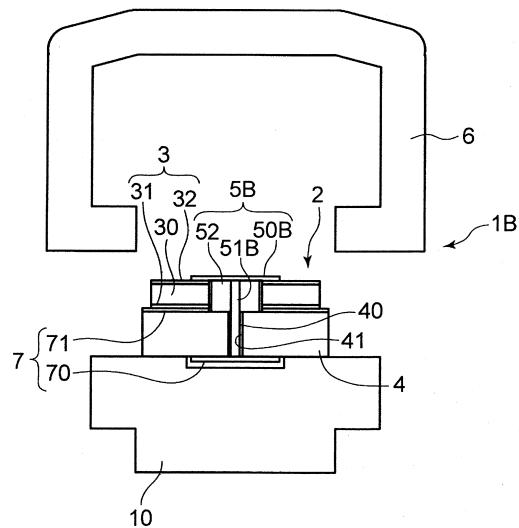
도면5b



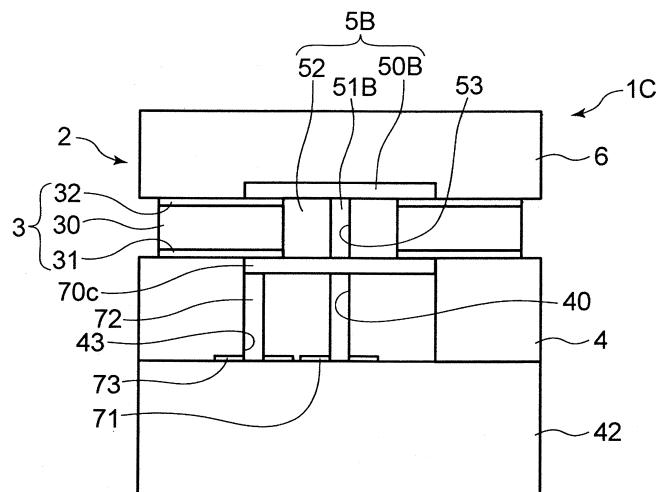
도면6a



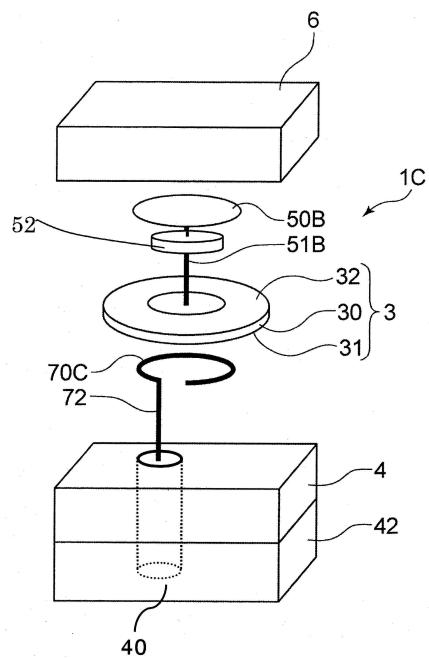
도면6b



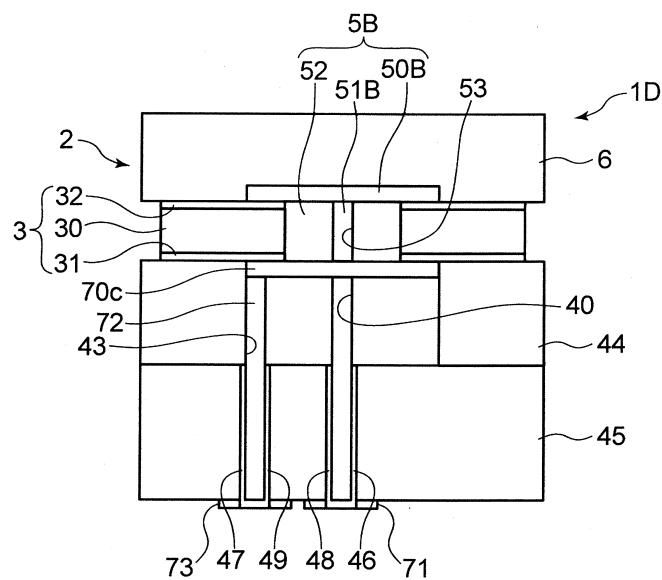
도면7



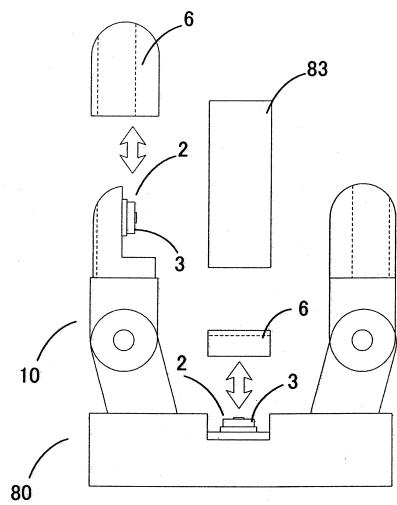
도면8



도면9



도면10



도면11

