

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. B81B 7/02 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년03월29일 10-0565800 2006년03월22일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2003-0094617	(65) 공개번호	10-2005-0063238
(22) 출원일자	2003년12월22일	(43) 공개일자	2005년06월28일

(73) 특허권자            삼성전자주식회사  
                              경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자             이상우  
                              서울특별시동작구사당2동극동아파트112-1204

                              김종팔  
                              서울특별시관악구봉천3동관악현대아파트101동1101호

                              이병렬  
                              경기도용인시풍덕천2동삼성5차아파트510동702호

(74) 대리인             정홍식

심사관 : 이창호

(54) 단일 전극을 이용한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지장치

요약

단일 전극을 이용한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치가 제공된다. 본 장치는, MEMS 구조물을 구동시키기 위한 구동 신호를 생성하여 출력하는 구동신호발생부, 하나의 가변 커패시터로 구성되며, 구동 신호에 따라 구동되는 MEMS 구조물의 움직임을 감지하여 그에 대응하는 모션 전류 신호를 출력하는 모션감지부, 모션감지부로부터 출력되는 모션 전류 신호를 증폭하여 모션 전압 신호로 출력하는 증폭부, 구동신호발생부로부터의 구동 신호를 입력 받아 소정 이득 증폭된 구동 신호로 출력하는 이득조정부, 증폭부 및 이득조정부로부터 각각 입력된 신호를 가감 연산하여 구동 신호가 상쇄된 모션 신호를 출력하는 차분회로부 및 차분회로부로부터 입력된 모션 신호 중 소정 주파수의 모션 신호를 선택하여 출력하는 모션 신호검출부를 포함한다. 여기에서, 가변 커패시터는 MEMS 구조물과 일체로 구성되는 이동전극판과 이동전극판에 대향 배치되는 고정전극판으로 구성된다.

대표도

도 3

색인어

MEMS(Micro Electro Mechanical System), 구동, 구동검지, 가변 커패시터, 단일전극

## 명세서

### 도면의 간단한 설명

도 1은, 종래 기술에 의한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치의 회로도,  
 도 2는, 도 1에서 도시한 제1 및 제2 커패시터의 구성을 설명하기 위한 도면,  
 도 3은, 본 발명에 의한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치의 구성을 나타내는 블록도,  
 도 4는, 본 발명에 의한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치의 바람직한 제1 실시예의 회로 구성도,  
 도 5는, 도 4에 도시된 가변 커패시터의 구성을 설명하기 위한 상세 구성도,  
 도 6은, 본 발명에 의한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치의 바람직한 제2 실시예의 회로 구성도, 그리고  
 도 7은, 도 6에 도시된 가변 커패시터의 구성을 설명하기 위한 상세 구성도이다.

\*도면의 주요 부호에 대한 설명\*

20 : 구동신호발생부 21 : 모션감지부

22 : 증폭부 24 : 이득조정부

25 : 차분회로부 26 : 모션신호검출부

30, 50 : 구동전원 31, 51 : 가변 커패시터

32, 52 : 증폭기 33, 53 : 커패시터

34, 54 : 가변 증폭기 35, 55 : 가산기

36, 56 : 대역통과필터

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 맵스(Micro Electro Mechanical System : MEMS) 기술로 제조된 구조물을 구동시키고 그에 따른 구조물의 모션을 검지하기 위한 장치에 관한 것이다.

MEMS는 기계적 부품들을 반도체 공정을 이용하여 전기적 소자로 구현하는 기술로서, 이를 이용하면 수 $\mu\text{m}$  이하의 초미세 구조를 지닌 기계·장비를 설계할 수 있다는 점에서, 전자·기계·의료·방산 등 전 산업 분야에 엄청난 변혁을 불러올 것으로 예측하고 있다. 특히 최근 각광을 받고 있는 MEMS 기술로 제조된 센서들은, 일반적으로 초소형으로 제조될 수 있으므로, 휴대폰과 같은 각종 소형기기등에 내장되어 수십 nm - 수  $\mu\text{m}$  까지의 기계적 움직임을 수 pico F의 전기적 신호로 감지하는 등의 동작을 수행한다. 이러한 MEMS 구조물의 변위는 정전용량(Capacitance)의 변화량을 이용하여 검출할 수 있다. 이하에서 종래의 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치를 설명한다.

도 1은 종래 기술에 의한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치의 회로 구성도이다. 도 1을 참조하면, MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치는, 구동전원(5), 구동전원(5)로부터 구동 신호를 인가받아 MEMS 구조물을 구동시키는 제1 가변

커패시터(6a), 제1 가변 커패시터(6a)에 직렬 연결되며 MEMS 구조물의 모션을 감지하여 모션신호를 제공하는 제2 가변 커패시터(6b), 제2 가변 커패시터(6b)에 연결되어 전류 형태의 입력 신호를 증폭된 전압 신호( $V_{out}$ )로 출력하는 증폭회로(8)를 포함한다. 이를 위하여, 증폭회로(8)는 OP 앰프(8a)와 피드백 커패시터( $C_f$ )(8b)를 갖는다.

도 2는 도 1에서 도시한 제1 및 제2 가변 커패시터(6a, 6b)의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 도 2를 참조하면, 구동 신호가 인가되는 제1 고정전극판(11a), 제1 고정전극판(11a)과 소정 간격 이격되어 배향되도록 배치되는 제2 고정전극판(11b), 스프링(12) 및 댐퍼(13)에 연결되어 소정 방향으로 이동 가능한 MEMS 구조물(14)과 일체로 구성되는 이동전극판(15)이 제1 고정전극판(11a)과 제2 고정전극판(11b) 사이에 배치된다. 여기에서 제1 고정전극판(11a)과 이동전극판(15)은 제1 가변 커패시터(6a)를 구현하고, 이동전극판(15)과 제2 고정전극판(11b)은 제2 가변 커패시터(6b)를 구현한다.

상기한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치는, MEMS 구조물(14)을 구동시키기 위한 구동전극과 별도로 MEMS 구조물(14)의 모션을 감지하기 위한 감지전극을 별도로 구비하고 있다. 이러한 구성에 의하면, MEMS 구조물(14)의 구동에 기여하지 못하는 검지전극이 추가됨으로서, 초소형화가 요구되는 시스템에 있어서 면적 증가의 요인이 되는 문제점이 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, MEMS 구조물의 구동과 이에 의한 MEMS 구조물의 모션을 하나의 전극으로 구현되는 시키는 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 발명의 구성 및 작용

본 발명에 의한 단일 전극을 이용한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치는, MEMS 구조물을 구동시키기 위한 구동 신호를 생성하여 출력하는 구동신호발생부, 하나의 가변 커패시터로 구성되며, 상기 구동 신호에 따라 구동되는 상기 MEMS 구조물의 움직임을 감지하여 그에 대응하는 모션 전류 신호를 출력하는 모션감지부, 상기 모션감지부로부터 출력되는 모션 전류 신호를 증폭하여 모션 전압 신호로 출력하는 증폭부, 상기 구동신호발생부로부터의 구동 신호를 입력 받아 소정 이득 증폭된 구동 신호로 출력하는 이득조정부, 상기 증폭부 및 상기 이득조정부로부터 각각 입력된 신호를 가감 연산하여 상기 구동 신호가 상쇄된 상기 모션 신호를 출력하는 차분회로부 및 상기 차분회로부로부터 입력된 상기 모션 신호 중 소정 주파수의 모션 신호를 선택하여 출력하는 모션신호검출부를 포함한다.

상기 가변 커패시터는, 상기 MEMS 구조물과 일체로 구성되며 상기 구동신호가 인가되는 이동전극판과 상기 이동전극판에 대향 배치되어 가상접지 되는 고정전극판으로 구성되는 것이 바람직하다.

그리고, 상기 증폭부는, 상기 고정전극판과 연결되는 음의 입력단자, 접지전극에 연결되는 양의 입력단자 및 출력단자를 구비하는 증폭기 및 상기 증폭기에 병렬 연결되는 제1 커패시터를 포함하는 것이 바람직하다.

한편, 상기 가변 커패시터는, 상기 MEMS 구조물과 일체로 형성되어 접지되는 이동전극판과 상기 이동전극판에 대향 배치되며 상기 구동 신호가 인가되는 고정전극판으로 구성될 수 있다.

상기 증폭부는, 상기 고정전극판과 연결되는 음의 입력단자, 상기 구동신호발생부에 연결되는 양의 입력단자 및 출력단자를 구비하는 증폭기 및 상기 증폭기에 병렬 연결되는 제2 커패시터를 포함한다.

상기 모션신호검출부는 대역 통과 필터로 구현될 수 있으며, 상기 이득조정부는, 상기 증폭부에서 출력된 상기 모션 신호에 포함된 상기 구동 신호의 진폭과 대응되도록 입력되는 상기 신호를 증폭하는 증폭기로 구현 가능하다.

이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

도 3은 본 발명에 의한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치의 구성을 나타내는 블록도이다. 본 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치는, 구동신호발생부(20), 모션감지부(21), 증폭부(22), 이득조정부(24), 차분회로부(25) 및 모션신호검출부(26)를 포함한다.

구동신호발생부(20)는, MEMS 구조물을 구동하기 위한 주기적인 구형파 또는 사인파 등의 구동 신호( $V_g$ )를 출력하는 전압원 또는 전류원으로 구현할 수 있다.

모션감지부(21)는, 구동 신호( $V_s$ )에 대응하여 구동하는 MEMS 구조물의 모션 정보를 감지하여 모션 신호를 제공한다. 여기에서 얻어지는 신호에는 구동 신호( $V_s$ )가 포함된다. 모션감지부(21)는 MEMS 구조물과 일체로 형성된 이동전극판과 고정전극판으로 구성되는 가변 커패시터로 구현된다. 그리고, 감지 대상인 MEMS 구조물, 예를들면 정전형 가속도기, 액츄에이터 또는 자이로스코프 등은 가변 커패시터로 모델링될 수 있어야 한다. 따라서, 가변 커패시터의 정전용량의 변화를 검출하면, MEMS 구조물의 모션 정보를 얻을 수 있다.

증폭부(22)는, 모션감지부(21)가 제공하는 전류 형태의 모션 신호(I)를 전압 형태의 증폭된 모션 신호( $V_1$ )로 변환하여 출력한다. 이러한 증폭부(22)는, 증폭기와 커패시터의 조합으로 구성되는 전하 증폭기(Charge Amplifier)의 형태로 구현될 수 있다.

이득조정부(24)는, 모션감지부(21)에 병렬 연결되어 구동신호발생부(20)에서 출력하는 구동 신호( $V_s$ )를 소정의 이득으로 증폭시킨다. 이는 연산 증폭기와 이와 병렬로 연결되는 저항 또는 커패시터를 조합하여 구현할 수 있으며, 그 밖에 가변 저항이나 승산기 등을 이용하여 구현할 수도 있다.

차분회로부(25)는 증폭된 구동 신호를 포함하는 모션 신호와 이득조정부(24)에서 증폭된 구동 신호를 인가 받아 가감연산을 수행한다. 여기에서 이득조정부(24)는 모션 신호에 포함된 구동 신호의 진폭과 이득조정부(24)를 통과하여 차분회로부(25)로 입력되는 구동 신호의 진폭이 같도록 이득을 조정한다. 그리고, 차분회로부(25)에서는 두 개의 입력되는 구동 신호가 서로 상쇄되도록 작동함으로써 출력되는 모션 신호( $V_2$ )에는 구동 신호( $V_s$ )가 포함되지 않게 된다.

모션신호검출부(26)에 인가되는 모션 신호( $V_2$ )에는 커패시턴스의 변화량 ( $\Delta C$ )에 대응하는 신호 뿐만아니라 공칭 커패시턴스( $C_0$ )에 대응하는 DC 신호 및 제2 고주파 신호 등도 포함되어 있기 때문에 이러한 신호를 제거할 필요가 있다. 모션신호검출부(26)는 이러한 불필요한 신호를 차단하고 커패시턴스의 변화량 ( $\Delta C$ )에 대응하는 모션 신호( $V_{out}$ )만을 검출하여 출력한다.

이하에서는 본 발명에 의한 바람직한 실시예를 설명한다.

도 4는 본 발명에 의한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치의 바람직한 제1 실시예의 회로 구성도이다. 도 4를 참조하면, 구동전원(30)에서 출력되는 소정 주파수( $\omega$ )를 갖는 구동 신호( $V_s$ )는 노드1( $N_1$ )에서 분리되어 가변 커패시터(31)와 가변 증폭기(34)에 인가된다.

여기에서, 가변 커패시터(31)의 구성을 도 5를 참조하여 설명한다. 가변 커패시터(31)는 고정전극판(41)과 이동 가능한 MEMS 구조물(44)과 일체로 형성된 이동전극판(45)으로 구현된다. 이동전극판(45)에 주파수  $\omega$ 의 구동 신호( $V_s$ )가 인가되면 이에 대응하여 MEMS 구조물(44) 및 이동전극판(45)이 스프링(42) 및 댐퍼(43)에 지지되어 주파수  $\omega$ 로 진동을 한다. 즉, 이동전극판(45)의 모션으로 인하여 두 전극판(41, 45)으로 구성되는 가변 커패시터(31)의 정전용량  $C(C_0 + \Delta C)$ 는 변화한다. 이러한 정전용량 C의 변화에 대한 정보는 전류 형태의 신호로 출력된다.

한편, 증폭기(32)의 양의 단자는 접지전극에 연결되어 있어, 노드2( $N_2$ )의 전위는 제로가 되고, 가변 커패시터(31)로부터 노드2( $N_2$ )에 유입되는 전류 신호는 커패시터( $C_f$ )로 유출된다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

수학식 1

$$\frac{d}{dt} [C(V_s - 0)] = \frac{d}{dt} [C_f(0 - V_1)]$$

여기에서  $V_1$ 은 노드3( $N_3$ )에서의 전위이다. 수학식 1을 정리하면 아래식과 같은 증폭된 출력 신호( $V_1$ )을 얻을 수 있다.

수학식 2

$$V_1 = -\frac{C}{C_f} V_s$$

여기에서  $C=C_0+\Delta C$ ,  $V_s=V_{sdc}+V_{sac}$  이므로, 출력 신호( $V_1$ )에는 DC 신호, 주파수  $\omega$ 의 커패시턴스 변화 신호, 주파수  $\omega$ 의 구동 신호( $V_s$ ) 및 주파수  $2\omega$ 의 신호가 포함된다.

가변 증폭기(34)에서는 입력되는 구동 신호( $V_s$ )를 출력 신호( $V_1$ ) 중 주파수  $\omega$ 의 구동 신호와 그 진폭이 동일하도록 소정 이득으로 증폭하여 가산기(35)로 출력한다. 그리고, 가산기(35)에서는 입력되는 주파수  $\omega$ 의 두 구동 신호가 상호 상쇄하도록 연산을 수행하여 대역통과필터(BPF, 36)로 신호( $V_2$ )를 출력한다. 대역통과필터(BPF, 36)는 입력되는 신호( $V_2$ ) 중 주파수  $\omega$ 의 모션 신호( $V_{out}$ )만을 선택 출력하도록 구성된다. 선택된 모션 신호( $V_{out}$ )를 이용하여 가변 커패시터의 모션, 즉 MEMS 구조물의 모션에 대한 정보를 얻을 수 있다.

도 6는 본 발명에 의한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치의 바람직한 제2 실시예의 회로 구성도이다. 도 6를 참조하면, 구동전원(50)에서 출력되는 소정 주파수( $\omega$ )를 갖는 구동 신호( $V_s$ )는 노드1( $P_1$ )에서 분리되어 증폭기(52)의 양의 단자와 가변 증폭기(54)에 인가된다. 증폭기(52)의 음의 단자에는 일단이 접지전극에 연결된 가변 커패시터(51)가 연결된다.

여기에서, 가변 커패시터(51)의 구성을 도 7를 참조하여 설명한다. 가변 커패시터(51)는 구동 신호( $V_s$ )가 인가되는 고정전극판(61)과 이동 가능한 MEMS 구조물(64)과 일체로 형성된 이동전극판(65)으로 구현된다. 고정전극판(61)에 주파수  $\omega$ 의 구동 신호( $V_s$ )가 인가되면 이에 대응하여 MEMS 구조물(64) 및 이동전극판(65)이 스프링(62) 및 댐퍼(63)에 지지되어 주파수  $\omega$ 로 진동을 한다. 즉, 이동전극판(65)의 모션으로 인하여 두 전극판(61, 65)으로 구성되는 가변 커패시터(51)의 정전용량  $C(C_0+\Delta C)$ 는 변화한다. 이러한 정전용량  $C$ 의 변화에 대한 정보는 전류 형태의 신호( $i$ )로 출력된다.

한편, 노드2( $P_2$ )의 전위는  $V_s$ 가 되고, 가변 커패시터(51)로부터 노드2( $P_2$ )에 유입되는 전류 신호( $i$ )는 커패시터( $C_f$ )로 유출된다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

수학식 3

$$\frac{d}{dt} [C(0 - V_s)] = \frac{d}{dt} [C_f(V_s - V_1)]$$

여기에서  $V_1$ 은 노드3( $P_3$ )에서의 전위이다. 수학식 3을 정리하면 아래식과 같은 증폭된 출력 신호( $V_1$ )을 얻을 수 있다.

수학식 4

$$V_1 = \left(1 + \frac{C}{C_f}\right) V_s$$

여기에서  $C=C_0+\Delta C$ ,  $V_s=V_{sdc}+V_{sac}$  이므로, 출력 신호( $V_1$ )에는 DC 신호, 주파수  $\omega$ 의 커패시턴스 변화 신호, 주파수  $\omega$ 의 구동 신호 및 주파수  $2\omega$ 의 신호가 포함된다.

가변 증폭기(54)에서는 입력되는 구동 신호를 출력 신호( $V_1$ ) 중 주파수  $\omega$ 의 구동 신호와 그 진폭이 동일하도록 소정 이득으로 증폭하여 가산기(55)로 출력한다. 그리고, 가산기(55)에서는 입력되는 주파수  $\omega$ 의 두 구동 신호가 상호 상쇄하도록 연산을 수행하여 대역통과필터(BPF, 56)로 신호( $V_2$ )를 출력한다. 대역통과필터(BPF, 56)는 입력되는 신호( $V_2$ ) 중 주파수  $\omega$ 의 모션 신호( $V_{out}$ )만을 선택 출력하도록 구성된다. 선택된 모션 신호( $V_{out}$ )를 이용하여 가변 커패시터의 모션, 즉 MEMS 구조물의 모션에 대한 정보를 얻을 수 있다.

발명의 효과

상기한 바와 같이 본 발명에 의하면, MEMS 구조물을 구동하고 그 모션을 검지하기 위한 장치가 단일 전극으로 구현됨으로써, MEMS 구조물 전체의 크기를 감소시킬 수 있으며, 또한 전력 효율을 높일 수 있다.

이상에서는 본 발명의 특징의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였다. 그러나, 본 발명은 상술한 실시예에 한정되지 아니하며, 특허청구의 범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능할 것이다.

(57) 청구의 범위

**청구항 1.**

MEMS(Micro Electro Mechanical System) 구조물을 구동시키기 위한 구동 신호를 생성하여 출력하는 구동신호발생부;

하나의 가변 커패시터로 구성되며, 상기 구동 신호에 따라 구동되는 상기 MEMS 구조물의 움직임을 감지하여 이에 대응하는 모션 전류 신호를 출력하는 모션감지부;

상기 모션감지부로부터 출력되는 모션 전류 신호를 증폭하여 모션 전압 신호로 출력하는 증폭부;

상기 구동신호발생부로부터의 구동 신호를 입력 받아 소정 이득 증폭된 구동 신호로 출력하는 이득조정부;

상기 증폭부 및 상기 이득조정부로부터 각각 입력된 신호를 가감 연산하여 상기 구동 신호가 상쇄된 상기 모션 신호를 출력하는 차분회로부; 및

상기 차분회로부로부터 입력된 상기 모션 신호 중 소정 주파수의 모션 신호를 선택하여 출력하는 모션신호검출부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 단일 전극을 이용한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치.

**청구항 2.**

제 1항에 있어서,

상기 가변 커패시터는,

상기 MEMS 구조물과 일체로 구성되며 상기 구동신호가 인가되는 이동전극판과 상기 이동전극판에 대향 배치되어 가상접지 되는 고정전극판으로 구성되는 것을 특징으로 하는 단일 전극을 이용한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치.

**청구항 3.**

제 2항에 있어서,

상기 증폭부는,

상기 고정전극판과 연결되는 음의 입력단자, 접지전극에 연결되는 양의 입력단자 및 출력단자를 구비하는 증폭기; 및

상기 증폭기에 병렬 연결되는 제1 커패시터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 단일 전극을 이용한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치.

**청구항 4.**

제 1항에 있어서,

상기 가변 커패시터는,

상기 MEMS 구조물과 일체로 형성되어 접지되는 이동전극판과 상기 이동전극판에 대향 배치되며 상기 구동 신호가 인가되는 고정전극판으로 구성되는 것을 특징으로 하는 단일 전극을 이용한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치.

**청구항 5.**

제 4항에 있어서,

상기 증폭부는,

상기 고정전극판과 연결되는 음의 입력단자, 상기 구동신호생성부에 연결되는 양의 입력단자 및 출력단자를 구비하는 증폭기; 및

상기 증폭기에 병렬 연결되는 제2 커패시터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 단일 전극을 이용한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치.

**청구항 6.**

제 1항에 있어서,

상기 모션신호검출부는 대역 통과 필터인 것을 특징으로 하는 단일 전극을 이용한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치.

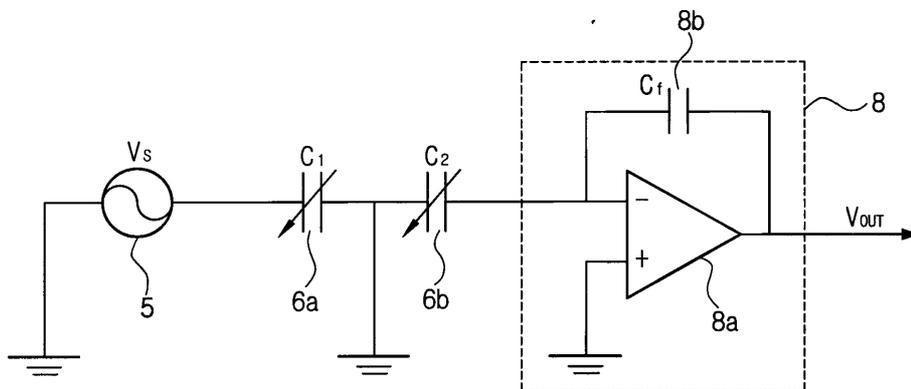
**청구항 7.**

제 1항에 있어서,

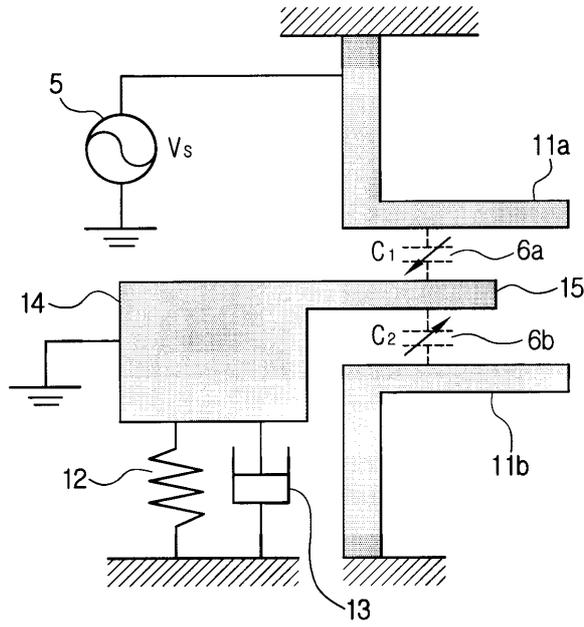
상기 이득조정부는 상기 증폭부에서 출력된 상기 모션 신호에 포함된 상기 구동 신호의 진폭과 대응되도록 입력되는 상기 신호를 증폭하는 증폭기인 것을 특징으로 하는 단일 전극을 이용한 MEMS 구조물의 구동 및 구동검지 장치.

도면

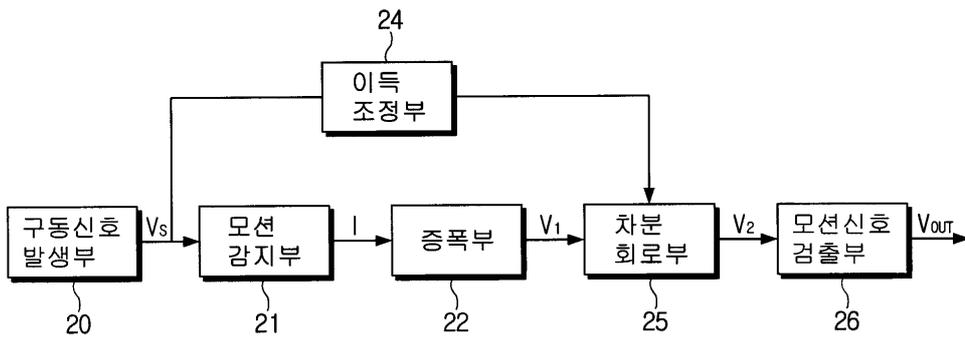
도면1



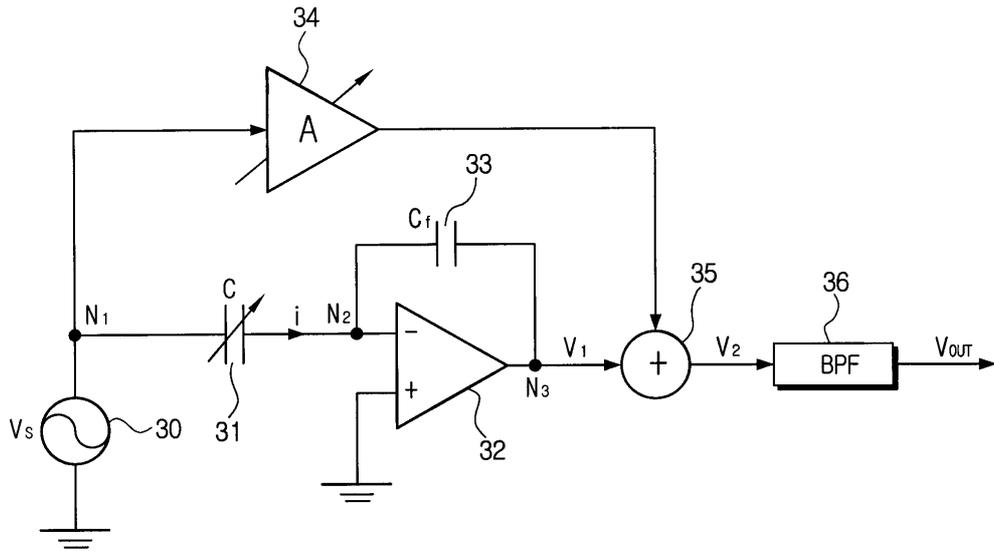
도면2



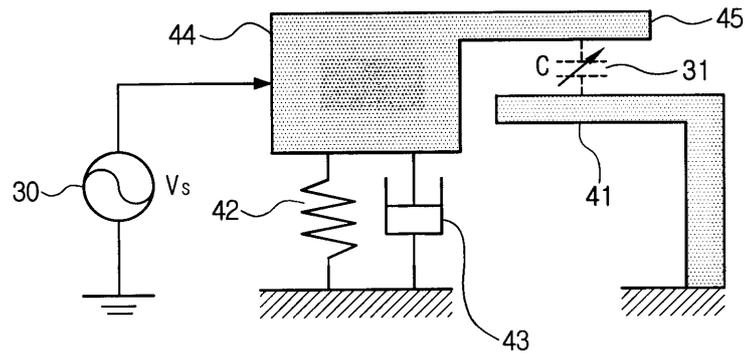
도면3



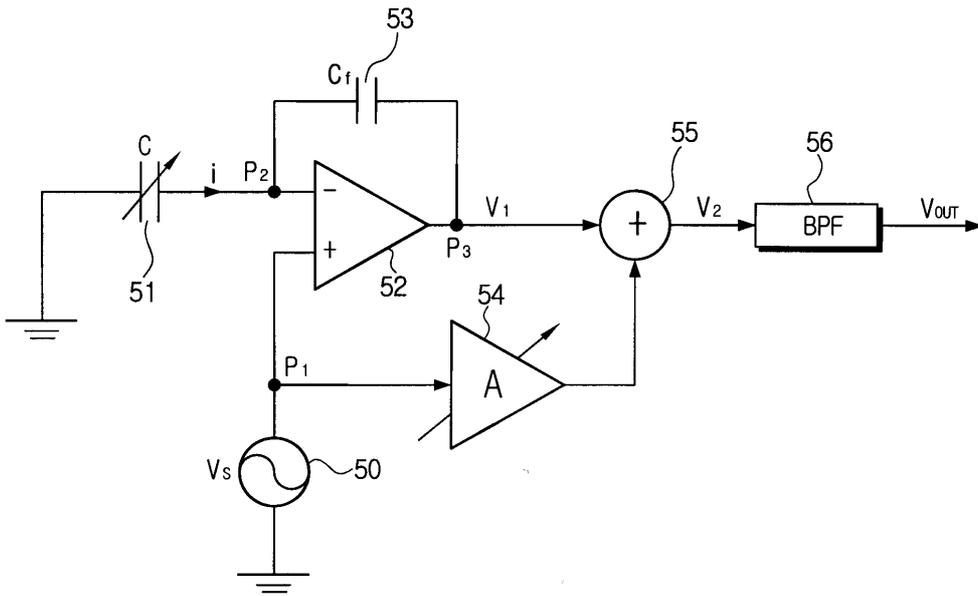
도면4



도면5



도면6



도면7

