



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월23일
(11) 등록번호 10-1880911
(24) 등록일자 2018년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03H 9/24 (2006.01) H03B 5/30 (2006.01)
H03H 9/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03H 9/24 (2013.01)
H03B 5/30 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0022669
(22) 출원일자 2017년02월21일
심사청구일자 2017년02월21일
(56) 선행기술조사문헌
JP2012523565 A
JP2016206133 A

(73) 특허권자
한국기술교육대학교 산학협력단
충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한국기술교육대학교)
(72) 발명자
이병렬
경기도 용인시 수지구 진산로 90, 513동 1402호
(풍덕천동, 진산마을삼성래미안5차아파트)
이크발 파이잘
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 최규돈

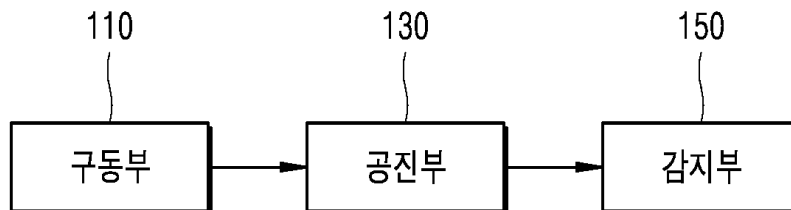
(54) 발명의 명칭 정전 용량형 MEMS 공진기

(57) 요약

정전 용량형 MEMS 공진기가 개시된다. 본 공진기는 구동 신호를 인가하는 구동부, 구동부에 일단이 연결되어, DC 성분 및 AC 성분을 포함하는 구동 신호가 인가되면 정전 용량에 기초하여 구동 신호를 공진하는 공진부 및 공진부의 다른 일단에 연결되고 차동 증폭기를 구비한 감지부를 포함하며, 차동 증폭기의 제1 입력단에 공진부의 출력이 연결되고, 차동 증폭기의 제2 입력단에 외부 AC 전원이 연결되며, 공진부에 DC 성분이 제거된 구동 신호가 구동부를 통해 인가되는 경우, 제1 입력단에 입력되는 기생 용량에 의한 피드 스루 노이즈를 외부 AC 전원을 이용하여 상쇄할 수 있다. 이에 따라 효과적으로 노이즈가 제거될 수 있다.

대표도 - 도2

100



(52) CPC특허분류

H03H 9/2463 (2013.01)

H03H 9/505 (2013.01)

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

정전 용량형 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 공진기에 있어서,

구동 신호를 인가하는 구동부;

상기 구동부에 일단이 연결되어, DC(Direct Current) 성분 및 AC(Alternating Current) 성분을 포함하는 구동 신호가 인가되면 정전 용량에 기초하여 상기 구동 신호를 공진시키는 공진부; 및

상기 공진부의 다른 일단에 연결되고 차동 증폭기를 구비한 감지부를 포함하며,

상기 차동 증폭기의 제1 입력단에 상기 공진부의 출력이 연결되고, 상기 차동 증폭기의 제2 입력단에 외부 AC 전원이 연결되며,

상기 외부 AC 전원은, 상기 공진부에 DC 성분이 제거된 구동 신호가 인가되는 경우 상기 제1 입력단에서 측정되는 기생(parasitic) 용량에 의한 피드스루 노이즈를 상쇄시키도록 전원값이 설정되는, 정전 용량형 MEMS 공진기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 공진부와 소정 거리로 이격된 진동자를 더 포함하며,

상기 구동부는,

상기 DC 성분 및 AC 성분을 포함하는 구동신호를 상기 공진부에 인가하여, 상기 진동자가 진동하도록 제어하는 정전 용량형 MEMS 공진기.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 정전 용량형 MEMS 공진기는 정전 용량형 MEMS 자이로스코프인 정전 용량형 MEMS 공진기.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 공진부에 상기 DC 성분 및 AC 성분을 포함하는 구동신호가 인가될 때, 피드스루 노이즈가 소정의 조건만큼 상쇄되지 않은 경우, 상기 외부 AC 전원을 이용하여 상기 피드스루 노이즈를 상쇄하는 정전 용량형 MEMS 공진기.

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 정전 용량형 MEMS 공진기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자이로스코프 센서는 코리올리 효과를 이용하여 물체가 회전하는 각속도를 측정하는 센서이다. 이는 비행기의 관성유도장치, 인공위성의 위치제어장치 등에 장착되어 각속도에 의한 미세한 변위가 발생하는 것을 측정한다.

- [0003] 최근에 자이로스코프 센서는 MEMS(Micro Electro Mechanical System)로 양산되어 스마트폰, 카메라 등에 탑재되고 있다. 일반적으로, MEMS란 전자(반도체)기술, 기계 기술, 그리고 광 기술 등을 융합 하여 마이크로단위의 작은 부품 및 시스템을 설계, 제작하고 응용하는 기술을 총칭하는 것으로, 주로 반도체 제조기술을 비롯한 초소형 기계 기술에 적용되고 있다.
- [0004] 한편, MEMS 자이로스코프는 정전 액츄에이터(electrostatic actuator) 방식의 용량형 MEMS 공진 구조를 포함할 수 있다. 이러한 MEMS 자이로스코프는 전원이 구동단에 인가되면 구동단에 연결된 공진회로에서 특정 공진주파수로 공진 신호가 생성되고, 공진회로와 연결된 센싱단을 통해 전류가 흐르게 된다. 이때, 공진회로에 의해 MEMS 자이로스코프의 진동자(Mass)는 진동하게 된다.
- [0005] 이때, 구동단의 구동신호가 센싱단에 직접적으로 영향을 주는 기생(parasitic) 캐패시터에 의한 피드스루(feed-through) 노이즈가 발생될 수 있다. 기생 피드스루 노이즈는 구동 신호가 센싱단의 센싱 신호에 커플링되어 발생하는 노이즈로, 구동 신호가 직접적으로 센싱 신호의 진폭 및 위상에 영향을 주어, MEMS 자이로스코프의 구동이 정확하게 모니터링되지 않는 한계가 발생된다.
- [0006] 종래기술에서는 기생 피드스루 노이즈를 상쇄하기 위해 기관을 글래스로 구성하거나 바이어스 전극을 추가하기도 하였으나 비용, 크기 면에서 불리함이 있었다.
- [0007] 따라서, 기생 피드스루 노이즈를 보다 효율적으로 상쇄시키는 방법의 대두가 요청된다.
- [0008] 한편, 상기와 같은 정보는 본 발명의 이해를 돕기 위한 백그라운드(background) 정보로서만 제시될 뿐이다. 상기 내용 중 어느 것이라도 본 발명에 관한 종래 기술로서 적용 가능할지 여부에 관해, 어떤 결정도 이루어지지 않았고, 또한 어떤 주장도 이루어지지 않는다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 공개특허공보 10-2011-0114253호(공개일 2011.10.19)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 일 실시 예는 기생 피드스루 잡음을 상쇄시키는 공진 회로를 제안한다.
- [0011] 본 발명의 일 실시 예는 MEMS의 크기의 큰 변동없는 정전 용량형 MEMS 공진기를 제안한다.
- [0012] 본 발명의 일 실시 예는 기생 피드스루 잡음을 효과적으로 제거하는 MEMS 자이로스코프를 제안한다.
- [0013] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 일 실시 예에 따른 정전 용량형 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 공진기는 구동 신호를 인가하는 구동부; 상기 구동부에 일단이 연결되어, DC(Direct Current) 성분 및 AC(Alternating Current) 성분을 포함하는 구동 신호가 인가되면 정전 용량에 기초하여 상기 구동 신호를 공진하는 공진부; 및 상기 공진부의 다른 일단에 연결되고 차동 증폭기를 구비한 감지부를 포함하며, 상기 차동 증폭기의 제1 입력단에 상기 공진부의 출력이 연결되고, 상기 차동 증폭기의 제2 입력단에 외부 AC 전원이 연결되며, 상기 공진부에 DC 성분이 제거된 구동 신호가 상기 구동부를 통해 인가되는 경우, 상기 제1 입력단에 입력되는 기생(parasitic) 용량에 의한 피드스루(feed through) 노이즈를 상기 외부 AC 전원을 이용하여 상쇄할 수 있다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명의 다양한 실시예에 따르면 아래와 같은 효과가 도출될 수 있다.
- [0016] 첫째, 기생 피드스루 잡음을 상쇄시키는 공진 회로가 제공됨으로써, MEMS 공진기의 거동이 정확하게 측정될 수 있다.
- [0017] 둘째, MEMS의 크기의 큰 변동없는 정전 용량형 MEMS 공진기가 제공됨으로써, 제조 비용의 절감이 기대될 수 있다.
- [0018] 셋째, 신호 대 잡음비(SNR)가 우수한 정전 용량형 MEMS 공진기가 제공됨으로써, 장치 효율성이 향상될 수 있다.
- [0019] 본 발명에서 얻은 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 비교 례에 의한 공진기를 나타낸다.
- 도 2는 실시 예에 따른 정전 용량형 MEMS 공진기의 개략적인 블록도이다.
- 도 3은 실시 예에 따른 정전 용량형 MEMS 공진기의 회로를 나타낸다.
- 도 4는 비교 례에 따른 정전 용량형 MEMS 공진기의 동작을 나타낸다.
- 도 5(a) 내지 도 7(b)를 참고하여 정전 용량형 MEMS 공진기의 기생 피드스루 노이즈를 제거하는 방법 및 그에 따른 효과를 설명하기로 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 첨부되는 도면들을 참조하는 하기의 상세한 설명은 청구항들 및 청구항들의 균등들로 정의되는 본 개시의 다양한 실시 예들을 포괄적으로 이해하는데 있어 도움을 줄 것이다. 하기의 상세한 설명은 그 이해를 위해 다양한 특정 구체 사항들을 포함하지만, 이는 단순히 예로서만 간주될 것이다. 따라서, 해당 기술 분야의 당업자는 여기에서 설명되는 다양한 실시 예들의 다양한 변경들 및 수정들이 본 개시의 범위 및 사상으로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 것을 인식할 것이다. 또한, 공지의 기능들 및 구성들에 대한 설명은 명료성 및 간결성을 위해 생략될 수 있다.
- [0022] 하기의 상세한 설명 및 청구항들에서 사용되는 용어들 및 단어들은 문헌적 의미로 한정되는 것이 아니라, 단순히 발명자에 의한 본 개시의 명료하고 일관적인 이해를 가능하게 하도록 하기 위해 사용될 뿐이다. 따라서, 해당 기술 분야의 당업자들에게는 본 개시의 다양한 실시예들에 대한 하기의 상세한 설명은 단지 예시 목적만을 위해 제공되는 것이며, 첨부되는 청구항들 및 상기 청구항들의 균등들에 의해 정의되는 본 개시를 한정하기 위해 제공되는 것은 아니라는 것이 명백해야만 할 것이다.
- [0023] 본 발명을 자세히 설명하기 위해 앞서 비교 례에 따른 공진기의 구조 및 동작을 도 1을 참고하여 간략하게 설명하기로 한다.
- [0024] 도 1에 따르면, 공진기(10)는 구동부(15), 제1 공진부(13) 및 감지부 (17)를 포함한다. 추가적으로, 공진기(10)는 제1 공진부(13)에 대응되는 제2 공진부(11)를 포함한다.
- [0025] 구동부(15)는 제1 공진부(13) 및 제2 공진부(11)에 구동신호를 인가하는 모듈이고, 제1 공진부(13)는 공진 거동을 발생시키는 모듈이다.
- [0026] 제1 공진부(13)에서 출력되는 전류(I_s)에는 기생 피드 스루 노이즈가 포함될 수 있다. 제2 공진부(11)는 상기 전류(I_s)의 감지신호와 180도 위상차를 가진 신호를 발생시킴으로써, 기생 피드 스루 노이즈가 상쇄될 수 있다.
- [0027] 다만, 상기 비교 례의 경우 제2 공진부(11)라는 추가 요소가 MEMS 공진기에 포함되어, 소형화를 추구하는 MEMS의 취지와는 소원한 바이다.
- [0028] 이하에서는 본 발명에서 제안하는 정전 용량형 MEMS 공진기(100)를 적용한 MEMS 자이로스코프의 구성 및 동작을 설명하기로 한다.
- [0029] 도 2는 실시 예에 따른 정전 용량형 MEMS 공진기의 개략 블록도이다. 도 3은 실시 예에 따른 정전 용량형 MEMS

공진기의 전기적 모델을 나타낸다. 도 4는 비교례에 따른 정전 용량형 MEMS 공진기의 동작을 나타낸다. 도 2 내지 도 4를 함께 참고하여 설명하기로 한다.

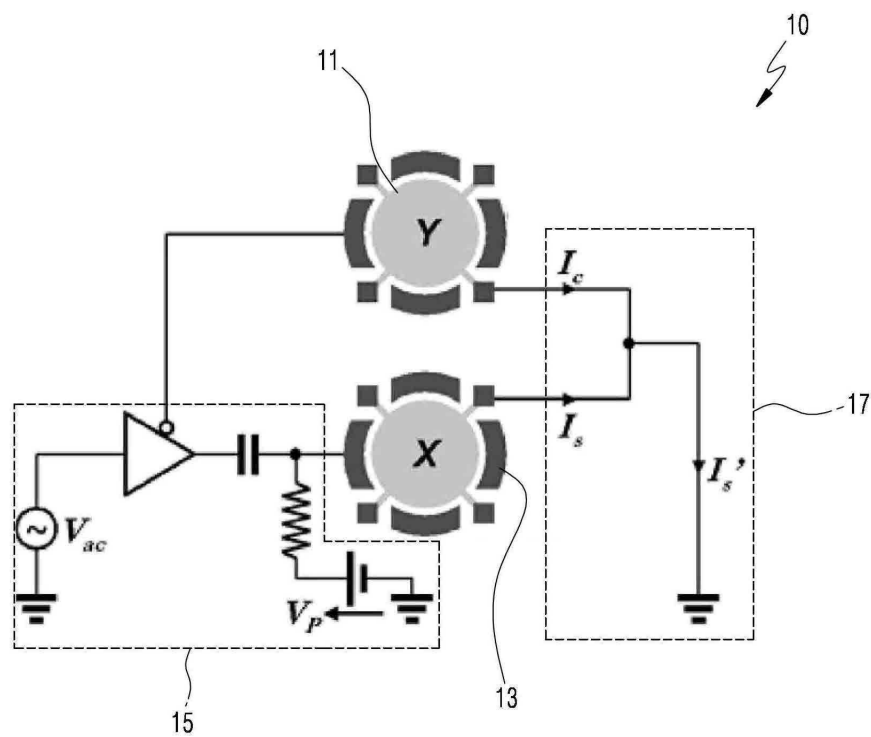
- [0030] 도 2에 따르면 공진기(100)는 구동부(110), 공진부(130) 및 감지부(150)를 포함한다.
- [0031] 구동부(110)는 DC 전원 및 AC 전원을 구비하여 DC-AC 성분이 모두 포함된 전원을 인가하거나, AC 성분만 포함된 전원을 인가할 수 있다. DC 전원은 단수개로 AC 전원은 복수개로 구성될 수 있으나, 실시 예는 이에 국한되지 않는다.
- [0032] 구동부(110)는 공진부(130)에 구동 신호를 인가할 수 있다.
- [0033] 공진부(130)는 DC(Direct Current) 성분 및 AC(Alternating Current) 성분을 모두 포함하는 전원이 공급되면, DC 성분 및 AC 성분의 곱에 비례하는 구동력을 발생시킬 수 있으며, 특정 공진 주파수에서 공진 거동을 한다.
- [0034] 이때, AC 성분만 포함된 전원이 공진부(130)에 공급되는 경우 DC 성분이 0이 되어 공진력이 발생되지 않고, 기생 피드스루 노이즈만 발생하게 된다. 기생 피드스루 노이즈가 발생하는 이유는 도 3에서 자세히 설명하기로 하고 여기서는 생략한다.
- [0035] 또한, 감지부(150)는 공진부(130)의 다른 일단에 연결되어 공진 거동에 대한 신호를 출력할 수 있다.
- [0036] 도 3은 도 2에서 개략적으로 설명한 MEMS 공진기(100)의 구체적인 전기적 모델이다.
- [0037] 도 3의 공진기(100)는 정전형 자이로스코프를 예로 들어 설명하기로 하나, 상기 공진기는 자이로스코프와 별개로 다양한 어플리케이션에 적용될 수 있다.
- [0038] 도 3의 공진기(100)가 자이로스코프에 적용된 경우 공진부(130)에 대응되는 부분(가령, Gyroscope Drive mode)에 진동자(Mass)가 배치될 수 있으나, 실시 예는 이에 국한되지 않는다.
- [0039] 도 3의 공진기(100)는 상기 도 2의 구동부(110), 공진부(130) 및 감지부(150)를 그대로 포함한다.
- [0040] 구동부(110)는 하나의 DC 전원(111), AC (+) 전원(113a) 및 AC (-) 전원(113b)를 포함할 수 있으나, 실시 예는 이에 국한되지 않는다. 구동부(110)는 공진부(130)로 전원을 공급한다.
- [0041] 구동부(110)와 공진부(130)에 양극의 drive positive(DP, 211P)와 음극의 drive negative(DN, 211N)를 통해 연결된다. 또한, 공진부(130)는 양극의 DSP(281P) 및 음극의 DSN(281N)를 통해 감지부(150)에 연결된다.
- [0042] 공진부(130)는 DC성분 및 AC 성분이 모두 포함된 전원이 인가되면 특정 공진 주파수에서 공진 거동을 한다. 이때의 구동력의 크기는 DC 성분 및 AC 성분에 비례한다.
- [0043] 공진부(130)는 구동단(211P, 211N)에 바로 연결된 2개의 캐퍼시터(131C1, 131C2)를 포함하고, 센싱단(281P, 281N)에 연결된 2개의 캐퍼시터(133C2, 135C2) 및 2개의 가변 캐퍼시터(133C1, 135C1)를 포함할 수 있으나, 실시 예는 이에 국한되지 않는다.
- [0044] 구체적으로, Cdrp(131C1) DP 단자(211P)를 통해 구동력을 발생시키는 구동 정전 용량(drive capacitance)이다. Cdrn(131C2)은 DN단자(211N)를 통해 구동력을 발생시키는 구동 정전 용량이다. Cdrsp(133C1, 133C2)는 DSP 단자(281P)와 진동자 사이의 센싱 정전 용량이고, Cdrrsn(135C1, 135C2)은 DSN 단자(281N)와 진동자 사이의 센싱 정전 용량이다. 상기의 캐퍼시터를 이용하여 공진거동을 감지할 수 있다.
- [0045] 구동부(110)와 감지부(150) 사이에는 기생 용량(Cp11, Cp12, Cp21, Cp22)이 발생될 수 있다. 이러한 기생 용량(Cp11, Cp12, Cp21, Cp22)으로 인해 피드스루 노이즈가 발생된다. 제1 기생 용량(Cp11)은 DP 단자(211P) 및 DSP 단자(281P) 사이의 기생 용량이고, 제2 기생 용량(Cp12)은 DN 단자(211N) 및 DSN 단자(281N) 사이의 기생 용량이며, 제3 기생 용량(Cp22)은 DN 단자(211N) 및 DSN 단자(281N)의 기생용량이고, 제4 기생 용량(Cp21)은 DP 단자(211P) 및 DSN(281N) 단자로 인한 기생용량이다. 상기 기생 용량(Cp11, Cp12, Cp21, Cp22)은 회로에 포함될 수도 있고, 포함되지 않을 수 있으나 기생 캐퍼시터로서 피드스루 노이즈를 야기한다.
- [0046] 감지부(150)는 DSP 센싱단(281P)에 연결되는 제1 증폭기(153C1) 및 DSN 센싱단(283N)에 연결되는 제2 증폭기(153C2)를 포함하고, 상기 제1 증폭기(153C1) 및 제2 증폭기(153C2) 각각의 출력을 입력받는 제1 차동 증폭기(155)를 포함할 수 있다.
- [0047] 제2 차동 증폭기(157)는 상기 제1 차동 증폭기(155)로부터의 출력이 제1 입력단으로 입력되고, 외부 교류 전원(151)의 출력이 제2 입력단으로 입력된다. 제2 입력단에 인가되는 AC 전원은 기생 용량에 의한 피드스루 노이즈

를 제거/상쇄/감쇄시킬 수 있다.

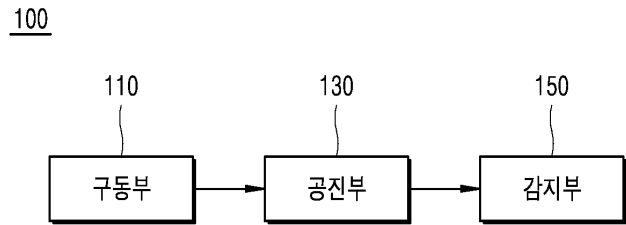
- [0048] 이하에서는 본 발명의 실시 예에 따른 피드스루 노이즈를 제거하기 위한 공진기(100)의 구동 방법을 나타낸다. 도 3을 참고하여 설명하기로 한다.
- [0049] 일단, 구동부(110)를 통해 DC 성분이 제거된 AC 성분만 포함하는 전원을 공진부(130)에 인가한다. 그러면, 구동력이 적용되지 않기 때문에 공진은 진행되지 않으면서 기생 용량에 의한 피드스루 노이즈만 센싱될 수 있다.
- [0050] 해당 센싱된 신호를 제2 차동 증폭기(157)의 제1 입력단에 두고 구동부(110)에서 공급된 AC 전원과 동일한 주파수의 외부 AC 전원을 제2 차동 증폭기(157)의 제2 입력단에 인가한다. 실시 예에 따라 외부 AC 전원을 구동부에 공급하는 AC 전원보다 소정만큼 차이를 두어 공급할 수 있으나, 실시 예는 이에 국한되지 않는다.
- [0051] 한편, 신호의 세기 및 위상차를 측정하여 피드스루 노이즈가 완전히 상쇄되도록 조정할 수 있다.
- [0052] 그런 후, 구동부(110)를 통해 DC 및 AC 성분을 모두 포함하는 전원을 공진부(130)에 인가하면 피드스루 노이즈가 제거될 수 있다.
- [0053] 만약 DC 및 AC 성분을 모두 포함하는 전원이 공진부(130)에 인가될 때, 피드스루 노이즈가 소정의 수준만큼 상쇄되지 않은 경우 외부 AC 전원을 통해 AC 전원을 추가로 인가할 수 있으나, 실시 예는 이에 국한되지 않는다.
- [0054] 본원발명의 또 다른 실시 예로, 공진기(100)는 DC 성분의 제거된 전원만 인가하여 상기 제1 입력단에 인가되는 피드스루 노이즈를 단순히 측정만 하고, 주후 DC-AC 성분이 모두 포함되어 공진부(130)가 공진하는 경우에 상기 측정된 피드스루 노이즈에 대응되도록 상기 외부 전원을 제어할 수 있다.
- [0055] 한편, 도 4를 참고하여 MEMS 공진기(100)의 진동자(Mass)의 진동방법을 설명하기로 한다. 일단, 회로기판의 Bottom에 상술한 구동부(110), 공진부(130) 및 감지부(150)가 배치되고, 회로기판의 상부에 진동자(411d, 411)가 진동될 수 있다. 구체적으로, DC 성분 및 AC 성분이 포함된 전원이 구동부(110)를 통해 인가되면, DP 단자(211P)와 DN 단자(211N)의 진동자(411)와의 인력차에 의해 진동자(411)가 진동할 수 있다.
- [0056] 이하에서는 도 5(a) 내지 도 7(b)를 참고하여 MEMS 공진기(100)의 기생 피드스루 노이즈를 제거하는 방법 및 그에 따른 효과를 설명하기로 한다.
- [0057] 도 5(a)는 기생 피드스루 노이즈가 발생하는 비교례를 나타낸다. X축은 시간 도메인을 나타내고, Y축은 신호의 진폭을 나타낸다. 구동 신호(흑색, 511a), 센싱 신호(적색, 513a), 공진 전의 노이즈(녹색, 515a) 및 공진 후의 노이즈(청색, 517a)가 표시될 수 있다.
- [0058] 도 5(b)는 기생 피드스루 노이즈가 제거된 후의 신호를 나타낸다.
- [0059] 도 5(b)에 따르면, 기생 피드스루 노이즈(515b, 517b)가 모두 0으로 제거될 수 있다.
- [0060] 도 6(a) 및 도 6(b)는 기생 피드스루 노이즈가 제거되지 않은 경우의 신호와 노이즈를 나타내는 그래프이고, 도 6(c)는 기생 피드스루 노이즈가 제거되지 않은 경우의 위상차를 나타내는 그래프이다.
- [0061] 주파수의 스펠은 800Hz로 설정되고, 주파수가 26603Hz인 부분(610)을 확대하면 도 6(b)와 같고, 신호대비잡음비가 2dB 가량되는 것이 측정될 수 있다. 또한, 주파수가 26603Hz인 공진점 부근(610)에서의 위상 변화(도 6(c))가 명확하지 않다.
- [0062] 이에 반해, 본 발명의 실시 예에 따르면 도 7(a) 및 7(b)와 같이 뚜렷한 개선이 측정될 수 있다.
- [0063] 도 7(a)에 따르면 신호대비잡음비가 25dB이상 측정되어 신호와 노이즈의 구분이 명확해질 수 있다. 또한, 도 7(b)에 나타난 것처럼 공진점 전후에서의 위상변화가 명확히 구분될 수 있음이 나타난다.
- [0064] 이와 같이 회로의 단순한 설계 변경으로 MEMS 규모가 커지지 않으면서 소자(캐퍼시터, 공진모듈 등)를 추가하지 않고도 효과적으로 기생 피드스루 노이즈가 제거될 수 있다.
- [0065] 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

도면

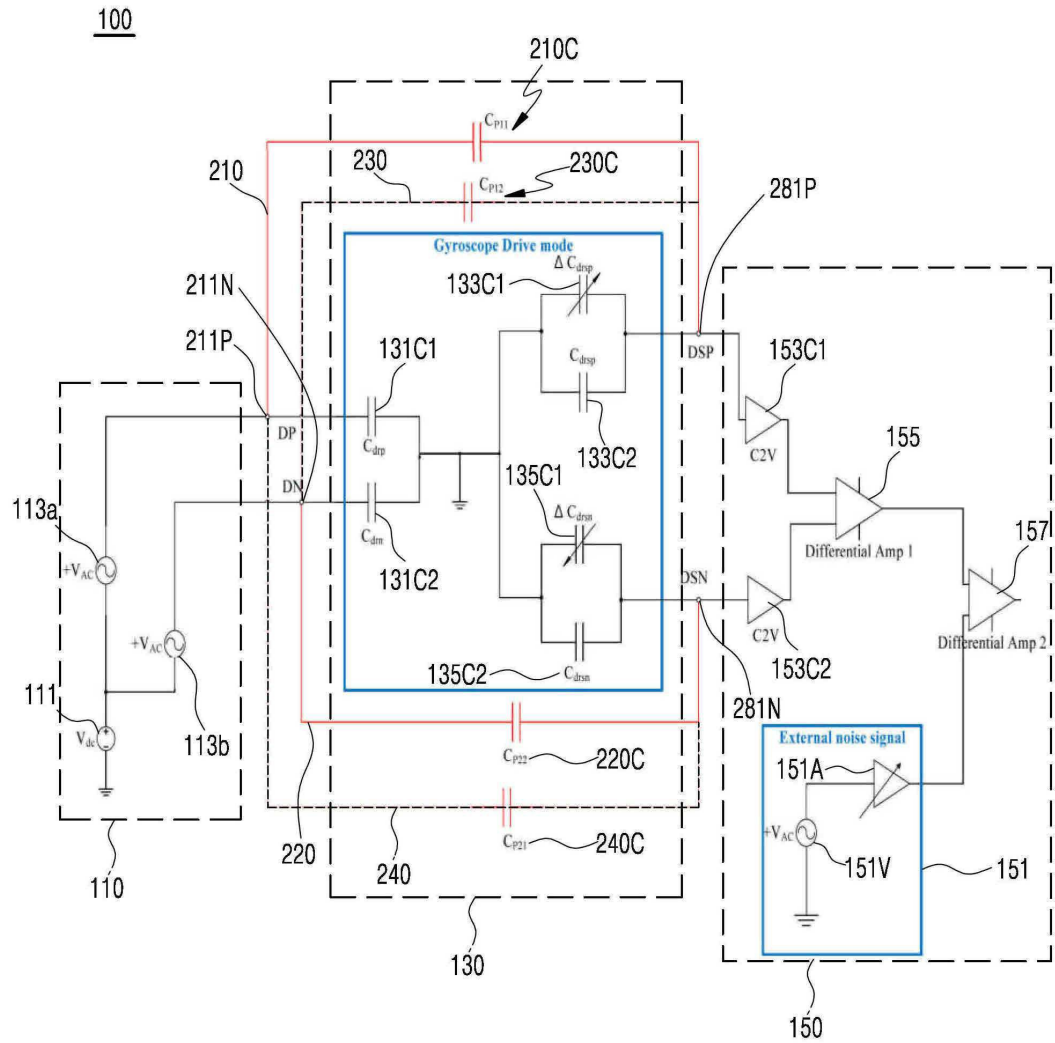
도면1



도면2

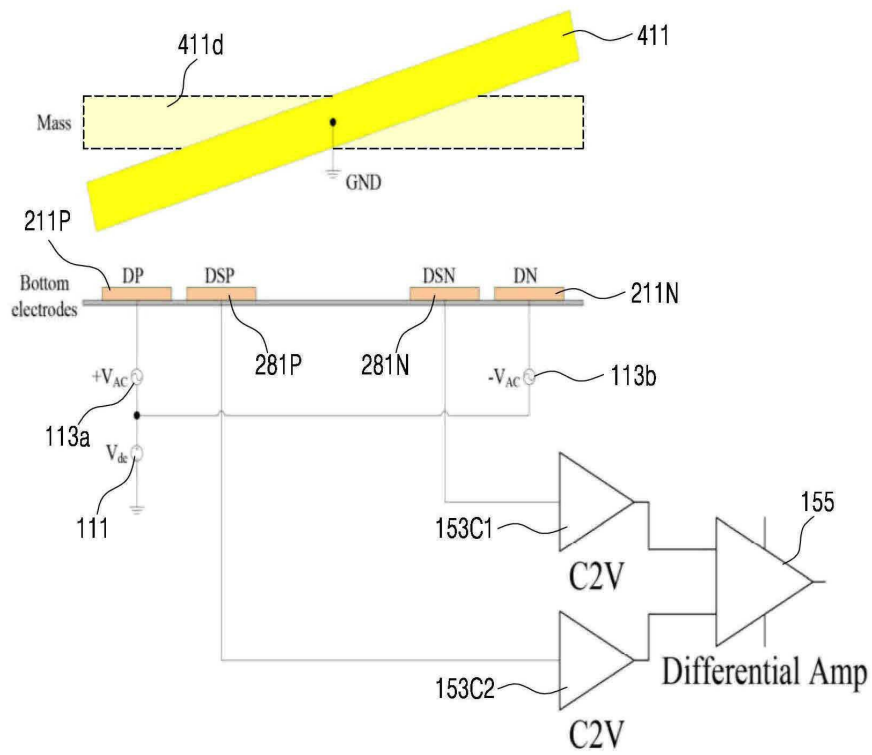


도면3

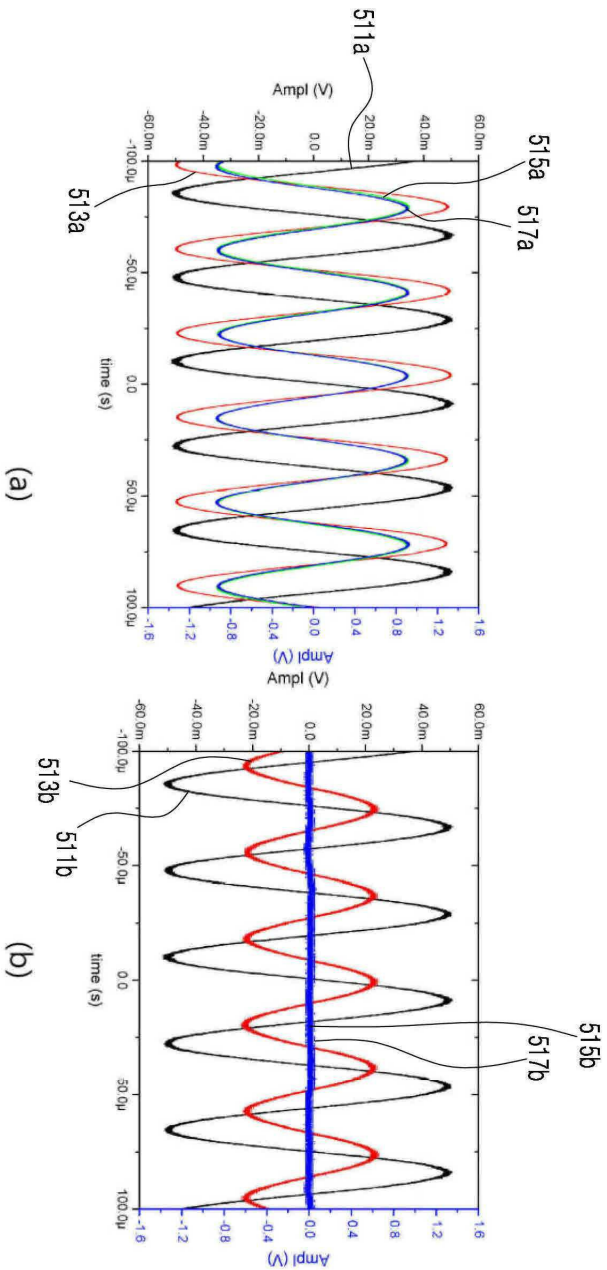


도면4

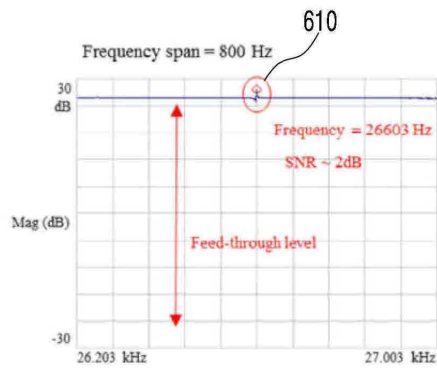
100



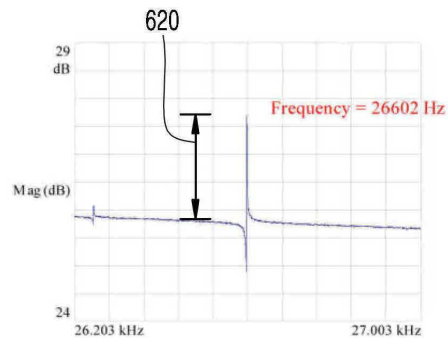
도면5



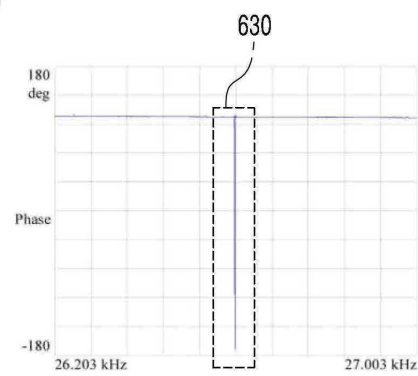
도면6



(a)



(b)



(c)

도면7

