(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월04일
(11) 등록번호 10-1462796
(24) 등록일자 2014년11월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 26/10 (2006.01) *G02B 26/08* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0082251
(22) 출원일자 2013년07월12일
심사청구일자 2013년07월12일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020040033598 A
CN101718908A

(73) 특허권자
한발대학교 산학협력단
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
(72) 발명자
신부현
XXXXXXXXXXXXXXXX
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 이정호

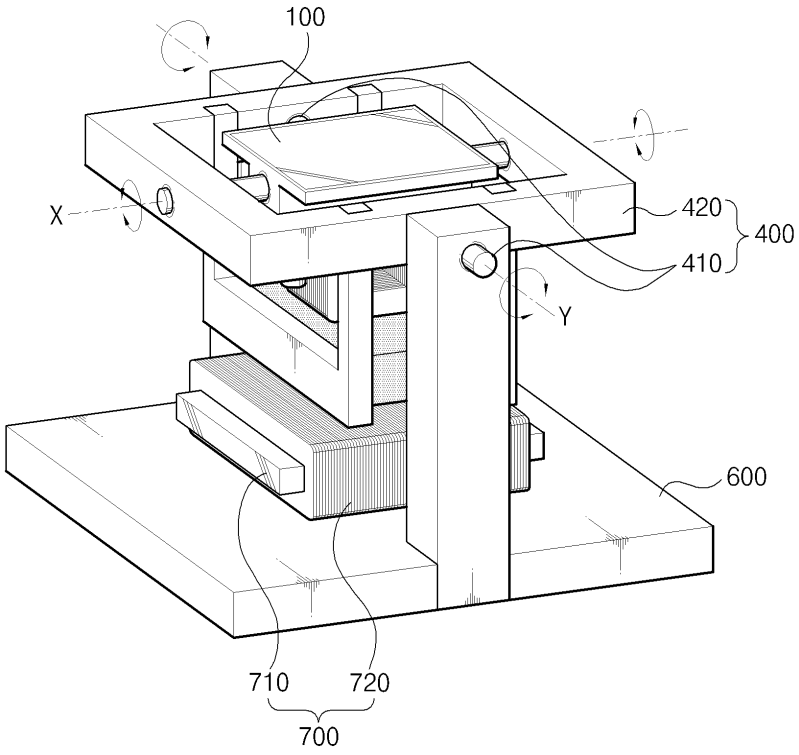
(54) 발명의 명칭 **광 편향기**

(57) 요 약

본 발명은 레이저 빔을 반사하는 미러; 상기 미러가 상면에 안착되고, X축을 기준으로 회동하는 미러고정프레임; 상기 미러고정프레임의 하측에 고정결합되는 제1코일부; 내측면에 상기 미러고정프레임의 양단이 회동 가능하게 결합하는 중공 형상인 외측프레임; 상기 제1코일부의 하측과 이격되게 배치되며, 상기 외측프레임에 고정 결합되

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



는 자기력발생부; 상부면에 상기 외측프레임이 이격되게 위치하고, 상기 외측프레임이 Y축을 기준으로 회동 가능하게 결합되는 몸체프레임; 및 상기 자기력발생부의 하측과 이격되게 배치되며 상기 몸체프레임 상면에 고정 결합되는 제2코일부를 포함하되, 상기 제1코일부에서 발생되는 자기장과 상기 제1코일부의 하측에 위차하는 상기 자기력발생부에서 발생되는 자기장과의 작용으로 상기 미러고정프레임이 X축으로 회동하고, 상기 제2코일부에서 발생되는 자기장과 상기 자기력발생부에서 발생되는 자기장과의 작용으로 상기 외측프레임이 Y축으로 회동하는 것을 특징으로 하는 광 편향기를 제공한다.

본 발명에 따른 광 편향기에 의하면, 소형으로 제작될 수 있으면서도 내구성이 뛰어나고, 저 주파수에서 안정적으로 작동이 가능함은 물론, 공진 주파수 이외의 주파수에서도 소정의 편향 각으로 레이저 빔을 편향시킬 수 있다.

특허청구의 범위

청구항 1

레이저 빔을 반사하는 미러;

상기 미러가 상면에 안착되고, X축을 기준으로 회동하는 미러고정프레임;

상기 미러고정프레임의 하측에 고정결합되는 제1코일부;

내측면에 상기 미러고정프레임의 양단이 회동 가능하게 결합하는 중공 형상인 외측프레임;

상기 제1코일부의 하측과 이격되게 배치되며, 상기 외측프레임에 고정 결합되는 자기력발생부;

상부면에 상기 외측프레임이 이격되게 위치하고, 상기 외측프레임이 Y축을 기준으로 회동 가능하게 결합되는 몸체프레임; 및

상기 자기력발생부의 하측과 이격되게 배치되며 상기 몸체프레임 상면에 고정 결합되는 제2코일부를 포함하되,

상기 제1코일부에서 발생되는 자기장과 상기 제1코일부의 하측에 위차하는 상기 자기력발생부에서 발생되는 자기장과의 작용으로 상기 미러고정프레임이 X축으로 회동하고,

상기 제2코일부에서 발생되는 자기장과 상기 자기력발생부에서 발생되는 자기장과의 작용으로 상기 외측프레임이 Y축으로 회동하는 것을 특징으로 하는 광 편향기.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 미러고정프레임은,

상기 미러가 안착되는 안착틀과,

상기 안착틀의 양 측면에 일단이 각각 고정 결합하고, 상기 외측프레임의 내측면에 타단이 각각 회동 가능하게 결합하는 한 쌍의 제1샤프트를 포함하는 광 편향기.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 제1코일부는,

상기 미러고정프레임의 하측에 고정 결합되는 제1코일과,

상기 제1코일에 고정 결합되는 자성체로 구성된 고정핀을 포함하는 광 편향기.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 외측프레임은,

중공 형상을 하고, 내측 면에 상기 미러고정프레임의 양단이 결합할 수 있는 한 쌍의 홀이 형성된 고정틀과,

상기 고정틀의 양측에 일단이 각각 고정 결합되고 상기 몸체프레임에 타단이 각각 회동 가능하게 결합하는 한 쌍의 제2샤프트를 포함하는 광 편향기.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 자기력발생부는,

상기 제1코일부 하측에 위치한 자성체와,

상기 자성체에 일단이 각각 고정 결합되고, 상기 외측프레임에 타단이 각각 고정 결합되는 한 쌍의 연결부재를 포함하는 광 편향기.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 제2코일부는,

상기 자기력발생부의 하측과 이격되어 배치되는 요크와,

상기 요크에 감겨있고, 일 측이 상기 몸체프레임 상면에 고정 결합되는 제2코일을 포함하는 광 편향기.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광 편향기에 관한 것으로, 더 상세하게는 서로 직각인 2개의 축을 기준으로 미러가 회동하는 광 편향기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 통상 광 편향기란, 레이저 빔을 일정 순서로 움직인다든지 또는 임의의 위치에 무작위로 편향시키기 위한 장치를 말한다.

[0003] 이러한 광 편향기는, 표시 장치(Display device), 옵티컬 센서(Optical sensor), 디스플레이 프로젝터(Display projector) 또는 바코드 리딩 시스템(Bar code reading system) 등 다양한 광학 기기에 적용되고 있다.

[0004] 최근에는, 공초점 레이저 현미경(Confocal laser scanning microscope), 광 간섭 단층 촬영 장치(Optical coherence tomography), 레이저 거리 측정기(Laser range finder), 프로젝터(Projector) 또는 레이저 마킹 장치(Laser marking machine) 등의 광학 기기에 적용될 수 있는, 소형화된 광 편향기에 관한 연구가 다양하게 이루어지고 있고, 이에 대해 실용화가 되기까지에 이르렀다.

[0005] 한편, 상기 소형화된 광 편향기 중, 반사 거울을 이용하는 광 편향기에 적용되는 광 편향소자는 미세전자기계시스템(MEMS, Micro Electro Mechanical Systems)에 의해 제조될 수 있다.

[0006] 도 1을 참조하면, 국내 공개특허 제2004-0004172호에서는 위와 같은 종래 광 편향소자(10)의 일례를 개시하고 있다.

[0007] 상기 광 편향소자(10)는, 지지기판(11), 한 쌍의 탄성지지부(12) 및 가동부(13)를 포함한다.

[0008] 여기서, 레이저 빔을 반사하는 미러와 자성체로 구성된 상기 가동부(13)의 양단에는 상기 한 쌍의 탄성지지부(12)의 일단이 각각 고정 결합되고, 상기 한 쌍의 탄성지지부(12)의 타단은 상기 지지기판(11)에 각각 고정 결합한다. 그리고 상기 가동부(13)의 하측에서 자기장이 형성되면, 상기 한 쌍의 탄성지지부(12)의 형상 및 구성 재료 등에 따라서 상기 가동부(13)는 일정한 편향 각도 및 구동 주파수로 회동을 하게 된다.

[0009] 다만, 상기 가동부(13)의 편향 각도와 구동 주파수 등과 같은 구동 성능은 상기 한 쌍의 탄성지지부(12)의 형상 및 구성 재료 등에 따라 결정되므로 상기 광 편향소자(10)는 다양한 편향 각도, 구동 주파수를 구현해 낼 수 없는 한계가 있다.

[0010] 한편 상기 광 편향소자(10)의 구성 재료는 일반적으로 단결정 실리콘이 이용된다. 탄성체인 단결정 실리콘은 상기 광 편향소자(10)의 가동부(13)에 복원력을 전달할 수 있어 상기 한 쌍의 탄성지지부(12)의 구성 재료로 적합

하고, 단결정 실리콘의 가공은 미세전자기계시스템으로 초소형 고정밀도로 비교적 쉽게 할 수 있기 때문이다.

[0011] 그러나 단결정 실리콘으로 제작되는 상기 광 편향소자(10)가 적용된 광 편향기는, 후술하는 바와 같은 이유로, 150Hz 이하의 저 주파수에서 안정적으로 구동되기 어렵다.

[0012] 즉, 단결정 실리콘으로 제작되는 상기 광 편향소자(10)가 적용된 광 편향기가 150Hz 이하의 저주파로 구동되기 위해서는, 실리콘의 재료의 특성상 상기 한 쌍의 탄성지지부(12)가 가늘고 길게 형성되어야 하는데, 이러한 형상을 하는 상기 한 쌍의 탄성지지부(12)는 약한 충격에도 잘 파손되는 문제점이 있다. 특히 움직임을 필요로 하는 광학 기기에 적용은 현실적으로 불가능 하다고 볼 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로서, 반사 거울을 이용하는 광 편향기에 있어, 소형으로 제작될 수 있으면서도 내구성이 뛰어나고, 저 주파수에서 안정적으로 작동이 가능함은 물론, 공진 주파수 이외에서도 구동이 가능한 광 편향기를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 레이저 빔을 반사하는 미러; 상기 미러가 상면에 안착되고, X축을 기준으로 회동하는 미러고정프레임; 상기 미러고정프레임의 하측에 고정결합되는 제1코일부; 내측면에 상기 미러고정프레임의 양단이 회동 가능하게 결합하는 중공 형상인 외측프레임; 상기 제1코일부의 하측과 이격되게 배치되며, 상기 외측프레임에 고정 결합되는 자기력발생부; 상부면에 상기 외측프레임이 이격되게 위치하고, 상기 외측프레임이 Y축을 기준으로 회동 가능하게 결합되는 몸체프레임; 및 상기 자기력발생부의 하측과 이격되게 배치되며 상기 몸체프레임 상면에 고정 결합되는 제2코일부를 포함하되, 상기 제1코일부에서 발생되는 자기장과 상기 제1코일부의 하측에 위차하는 상기 자력발생부에서 발생되는 자기장과의 작용으로 상기 미러고정프레임이 X축으로 회동하고, 상기 제2코일부에서 발생되는 자기장과 상기 자력발생부에서 발생되는 자기장과의 작용으로 상기 외측프레임이 Y축으로 회동하는 것을 특징으로 하는 광 편향기를 제공한다.

[0015] 상기 미러고정프레임은, 상기 미러가 안착되는 안착틀과, 상기 안착틀의 양 측면에 일단이 각각 고정 결합하고, 상기 외측프레임의 내측면에 타단이 각각 회동 가능하게 결합하는 한 쌍의 제1샤프트를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 제1코일부는, 상기 미러고정프레임의 하측에 고정 결합되는 제1코일과, 상기 제1코일에 고정 결합되는 자성체로 구성된 고정핀을 포함할 수 있다.

[0017] 상기 외측프레임은, 중공 형상을 하고, 내측 면에 상기 미러고정프레임의 양단이 결합할 수 있는 한 쌍의 홀이 형성된 고정틀과, 상기 고정틀의 양측에 일단이 각각 고정 결합되고 상기 몸체프레임에 타단이 각각 회동 가능하게 결합하는 한 쌍의 제2샤프트를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 자기력발생부는, 상기 제1코일부 하측에 위치한 자성체와, 상기 자성체에 일단이 각각 고정 결합되고, 상기 외측프레임에 타단이 각각 고정 결합되는 한 쌍의 연결부재를 포함할 수 있다.

[0019] 상기 제2코일부는, 상기 자기력발생부의 하측과 이격되어 배치되는 요크와, 상기 요크에 감겨있고, 일 측이 상기 몸체프레임 상면에 고정 결합되는 제2코일을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따른 광 편향기에 의하면, 소형으로 제작될 수 있으면서도 내구성이 뛰어나고, 저 주파수에서 안정적으로 작동이 가능함은 물론, 공진 주파수 이외의 주파수에서도 소정의 편향 각으로 레이저 빔을 편향시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 종래의 광 편향소자의 사시도,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 광 편향기의 사시도,

도 3은 도 2의 광 편향기의 미러, 미러고정프레임, 제1코일부 및 자기력발생부의 결합 위치를 나타낸 도면,

도 4는 도 2의 광 편향기의 외측프레임, 자기력발생부, 몸체프레임 및 제2코일부의 결합 위치를 나타낸 도면,

도 5는 도 2의 광 편향기의 프로토타입으로 실험한 X축을 기준으로 한 주파수 및 편향 각의 관계를 나타낸 그래프.

도 6은 도 2의 광 편향기의 프로토타입으로 실험한 X축을 기준으로 한 타켓 표면의 레이저 빔의 패턴을 나타낸 사진,

도 7은 도 2의 광 편향기의 프로토타입으로 실험한 Y축을 기준으로 한 주파수 및 편향 각의 관계를 나타낸 그래프,

도 8은 도 2의 광 편향기의 프로토타입으로 실험한 Y축을 기준으로 한 타켓 표면의 레이저 빔의 패턴을 나타낸 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0023] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 따른 바람직한 실시례를 상세히 설명하기로 한다.

[0024] 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 광 편향기는, 미러(100), 미러고정프레임(200), 제1코일부(300), 외측프레임(400), 자기력발생부(500), 몸체프레임(600) 및 제2코일부(700)를 포함한다.

[0025] 여기서 상기 미러(100)는 레이저 빔을 편향시킨다. 즉 외부에서 입사된 레이저 빔을 반사하여 타켓 표면에 입사시킨다. 상기 미러(100)는 서로 직각인 X축 및 Y축을 기준으로 각각 회동하기 때문에 타겟 표면에 입사된 레이저 빔은 타켓 표면에서 2차원 패턴을 만들어낼 수 있다.

[0026] 그리고 상기 미러고정프레임(200)은 상기 미러(100)가 상면에 안착되고, 상기 X축을 기준으로 회동을 한다. 상기 미러고정프레임(200)의 하측에 고정 결합되는 상기 제1코일부(300)에 전류를 인가하여 형성된 자기장과, 상기 제1코일부(300)의 하측에 위치한 상기 자기력발생부(500)에서 발생되는 자기장과의 작용으로, 상기 미러고정프레임(200)이 회동하게 된다. 여기서 상기 제1코일부(300)에 형성된 자기장은 상기 자기력발생부(500)의 자기장이 상호 작용을 하기 때문에, 상기 제1코일부(300)에 인가되는 전압의 방향, 크기, 파형, 주파수 등에 의해 상기 X축을 기준으로 한 상기 미러고정프레임(200)의 회동 방향, 편향 각도, 진동패턴, 진동횟수 등이 결정된다.

[0027] 상기 미러고정프레임(200)은, 안착틀(210)과 한 쌍의 제1샤프트(220)를 포함 할 수 있다.

[0028] 상기 안착틀(210)은, 상기 미러(100)가 안착되는 면을 형성한다. 그리고 상기 한 쌍의 제1샤프트(220)는 상기 안착틀(210)의 양 측면에 일단이 각각 고정 결합하고, 상기 외측프레임(400)의 내측에 타단이 각각 회동 가능하게 결합한다.

[0029] 상기 제1코일부(300)는, 제1코일(310)과 고정핀(320)을 포함 할 수 있다.

[0030] 상기 제1코일(310)은 상기 미러고정프레임(200)의 하측에 고정 결합되고, 상기 고정핀(320)은 자성체로 구성되고 상기 제1코일(310)에 고정 결합된다. 자성체로 구성되는 상기 고정핀(320)은, 상기 자기력발생부(500)의 자기장의 영향으로, 상기 자기력발생부(500)와 사이에서 인력이 작용한다. 따라서 상기 미러고정프레임(200)의 하면의 위치는, 상기 제1코일부(300)에 전류가 흐르지 않아 상기 제1코일부(300)에 형성된 자기장이 사라지면, 상기 자기력발생부(500) 방향으로의 복원된다. 즉 상기 고정핀(320)은, 종래의 광 편향소자의 구성요소인 한 쌍의 탄성지지부와 같이, 상기 미러(100)를 상기 X축을 기준으로 회동 전의 원래의 위치로 복원시키는 역할을 한다. 또한 상기 미러(100)가 중력에 의해 상기 X축을 기준으로 회동하는 것을 방지한다.

[0031] 도 2 및 도 4를 참조하면, 상기 외측프레임(400)은 중공인 형상을 하고, 상기 X축과 직각인 상기 Y축을 기준으로 회동한다. 그리고 상기 외측프레임(400)의 내측에는 상기 미러고정프레임(200)의 양단이 회동 가능하게 결합한다. 또한 상기 자기력발생부(500)는 상기 제1코일부(300)의 하측과 이격되어 배치되며, 상기 외측프레임(400)에 고정 결합된다.

[0032] 상기 외측프레임(400)은 고정틀(410)과 한 쌍의 제2샤프트(420)를 포함 할 수 있다.

[0033] 상기 고정틀(410)은, 중공 형상을 하고, 내측 면에 상기 미러고정프레임(200)의 양단이 결합할 수 있는 한 쌍의 홀이 형성되고, 상기 한 쌍의 제2샤프트(420)는 상기 고정틀(410)의 양측에 일단이 각각 고정 결합되고 상기 몸체프레임(600)에 타단이 각각 회동 가능하게 결합한다.

[0034] 도 3을 참조하면, 상기 자기력발생부(500)는, 자성체(510)와 한 쌍의 연결부재(520)를 포함 할 수 있다. 상기 자성체(510)는 영구 자석이 바람직하고, 상기 제1코일부(300)의 하측에 위치한다. 그리고 상기 한 쌍의 연결부재(520)는 상기 자성체(510)에 일단이 각각 고정 결합되고, 상기 외측프레임(400)에 타단이 각각 고정 결합된다.

[0035] 즉 외측프레임(400)은 상기 몸체프레임(600)에 회동가능하게 결합하고, 몸체프레임(600)의 상면에 고정 결합되는 제2코일부(700)에 전류를 인가하여 형성되는 자기장과 상호 작용을 하는 자기력발생부(500)에서 형성되는 자기장에 의해 상기 Y축을 기준으로 회동하게 된다.

[0036] 또한 상기 외측프레임(400)에 결합된 미러고정프레임(200)은, 상기 외측프레임(400)이 상기 Y축 방향으로 회동시, 상기 Y축 방향으로 회동하게 되므로, 상기 미러고정프레임(200)에 안착된 상기 미러(100) 또한 상기 Y축 방향으로 회동하게 된다.

[0037] 상기 미러(100)의 상기 X축 및 상기 Y축의 회동 운동은 상호 독립적이므로 상기 제1코일부(300) 또는 상기 제2코일부(700)에 전류를 선택적으로 인가하거나 동시에 인가하여, 상기 X축 또는 상기 Y축 중 한 개의 축만을 기준으로 상기 미러(100)를 회동시키거나 또는 상기 X축 및 상기 Y축을 기준으로 동시에 상기 미러(100)를 회동시킬 수 있다.

[0038] 도 4를 참조하면, 상기 몸체프레임(600)의 내측에는 상기 외측프레임(400)의 양단이 회동 가능하게 결합된다. 그리고 상기 제2코일부(700)는 상기 자기력발생부(500)의 하측과 이격되어 배치되며 상기 몸체프레임(600) 상면에 고정 결합된다.

[0039] 상기 제2코일부(700)는 요크(710)와 제2코일(720)을 포함 할 수 있다.

[0040] 상기 요크(710)는 상기 자기력발생부(500)의 하측과 이격되어 배치되고, 상기 제2코일(720)은 상기 요크(710)에 감겨있고, 일 측이 상기 몸체프레임(600)의 상면에 고정 결합된다.

[0041] 상기 요크(710)는, 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 망간(Mn), 크롬(Cr) 등 자성체로 이루어져 있어, 상기 자기력발생부(500)의 자기장의 영향으로, 상기 자기력발생부(500)와 인력이 작용한다. 따라서 상기 외측프레임(400)의 하측은, 상기 제2코일부(700)에 전류가 흐르지 않아 상기 제2코일부(700)에 형성된 자기장이 사라지면, 상기 자기력발생부(500)의 방향으로의 복원된다. 즉 상기 요크(710)는, 종래의 광 편향소자의 한 쌍의 탄성지지부와 같이, 상기 미러(100)를 상기 Y축을 기준으로 회동전의 원래의 위치로 복원시키는 역할을 한다. 또한 상기 미러(100)가 중력에 의해 상기 Y축을 기준으로 회동하는 것을 방지한다.

[0042] 이하에서는 상기 광 편향기를 소정의 제원으로 제작한 프로토타입 및 상기 프로토타입에 인가된 소정의 전압 및 주파수에 의한 레이저 빔의 편향 시험결과를 설명한다.

[0043] 우선 상기 프로토타입의 제원을 설명하면, 상기 미러(100)는 8㎜×8㎜의 크기로 제작이 되고, 상기 미러고정프레임(200)은 플라스틱을 재질로 형성된다. 상기 고정핀(320)은 탄소강(S45C)을 구성 재료로 하고, 상기 제1코일(310)의 권선수는 712이고, 저항은 42Ω이다. 상기 자성체(510)는 네오디움 자석의 소편이 적용된다. 그리고 상기 외측프레임(400)은 플라스틱으로 구성된다. 상술한 상기 미러(100), 미러고정프레임(200), 제1코일(310), 고정핀(320), 자성체(510) 및 한 쌍의 연결부재(520)의 전체무게는 1.45g된다. 상기 제2코일(720)은 권선후가 1312이고, 저항은 145Ω이다. 그리고 상기 요크(710)는 탄소강(S45C)을 구성 재료로 한다. 한편 상기 프로토타입의 전체는 22㎜(W)×20㎜(D)×15㎜(H) 정도의 크기이다.

[0044] 상기 제1코일(310) 및 상기 제2코일(720)에 인가한 전압 및 주파수는, 함수 발생기를 이용하여, 상기 제1코일(310)에는 0에서 200Hz의 가변 주파수를 가진 정현파를 3V의 크기로 인가하였고, 제2코일(720)에는 0에서 200Hz의 가변 주파수를 가진 정현파를 5V의 크기로 인가하였다.

[0045] 도 5에 도시된 그래프는, 상기 X축을 기준으로 회동하는 상기 프로토타입의 미러(100)의 각 입력주파수에 대한 편향 각도를 측정하여, 세로축은 Degree/voltage(편향 각도/입력 전압)에 대한 로그 값을 나타내고, 가로축은

입력 전압의 주파수를 나타낸 것이다.

[0046] 도 5 및 도 6에 도시된 그래프 및 사진을 참조하면, 상기 X축을 기준으로 한 상기 프로토타입의 미러(100)의 편향 각도는 0Hz에서 60Hz까지 주파수가 증가할수록 증가하다가 60Hz 부근에서 최대 편향 각도(90°)가 나타났다. 즉 약 60Hz에서 상기 프로토타입의 미러(100)의 회전 운동은 공진상태에 도달하였다.

[0047] 그리고 60Hz부터 점점 입력전압의 주파수가 증가 할 수도 편향 각도는 줄어들었다. 0Hz에서의 Degree/voltage (편향 각도/입력 전압)의 로그 값은 -28dB이고 이보다 -3dB 낮은 주파수는 80Hz 부근에서 나타났다. 이때의 편향 각은 대략 16.5도로 측정됐다. 다만 이는 공학적인 관점에서 의미를 나타낸 것이고, 150Hz의 주파수에서도 약 2.9° 의 편향 각이 형성되었다.

[0048] 도 7에 도시된 그래프는, 상기 Y축을 기준으로 회동하는 상기 프로토타입의 미러(100)의 각 입력주파수에 대한 편향 각도를 측정하여, 세로축은 Degree/voltage(편향 각도/입력 전압)에 대한 로그 값을 나타내고, 가로축은 입력 전압의 주파수를 나타낸 것이다.

[0049] 도 7 및 도 8에 도시된 그래프 및 사진을 보다 상세히 검토하면, 상기 X축을 기준으로 한 상기 프로토타입의 미러(100)의 편향 각도는 0Hz에서 60Hz까지 주파수가 증가할수록 증가하다가 60Hz 부근에서 최대 편향 각도(50°)가 나타났다. 즉 약 60Hz에서 상기 프로토타입의 미러(100)의 회전 운동은 공진상태에 도달하였다.

[0050] 그리고 60Hz부터 점점 입력전압의 주파수가 증가 할 수도 편향 각도는 줄어들었다. 0Hz에서의 Degree/voltage (편향 각도/입력 전압)의 로그 값은 -35dB이고 이보다 -3dB 낮은 주파수는 88Hz 부근에서 나타났다. 이때의 편향 각은 대략 18.4도로 측정됐다. 다만 이는 공학적인 관점에서 의미를 나타낸 것이고, 150Hz의 주파수에서도 약 2.9° 의 편향 각이 형성되었다.

[0051] 상기 X축 및 상기 Y축을 기준으로 하는 상기 프로토타입의 미러(100)의 회동 운동은 모두 약 60Hz 부근에서 공진 상태 있고, 60Hz로 전압의 주파수를 인가 할 경우, 인가된 전압 대비 최대의 편향 각도를 형성할 수 있어, 소비전력측면에서 가장 효율적이었다. 또한, 150Hz 부근에서도 일정 편향 각이 형성되는데, 150Hz에서 더 큰 편향 각이 요구될 경우, 전압이 높이는 등의 방법이 활용될 수 있음은 물론이다. 즉 인가되는 전원의 전압을 높이거나 낮추는 방법으로 상기 프로토타입의 미러(100)는 일정 주파수에서 소정의 편향 각을 형성할 할 수 있는 것이다.

[0052] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0053] 100...미러 200...미러고정프레임

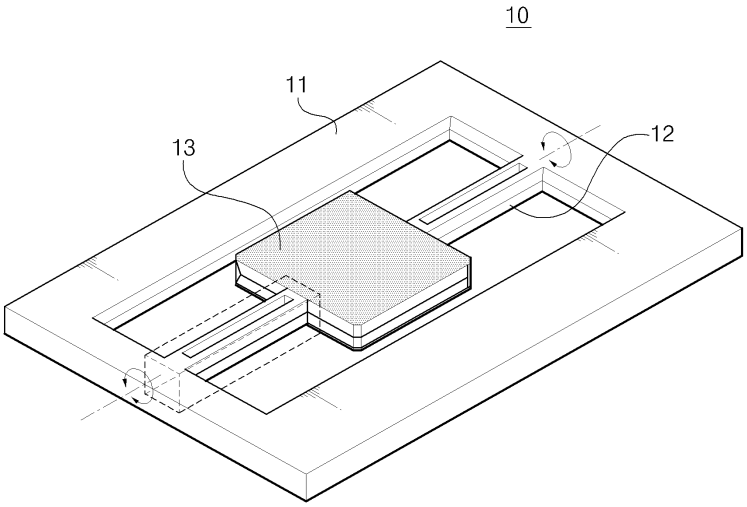
300...제1코일부 400...외측프레임

500...자기력발생부 600...몸체프레임

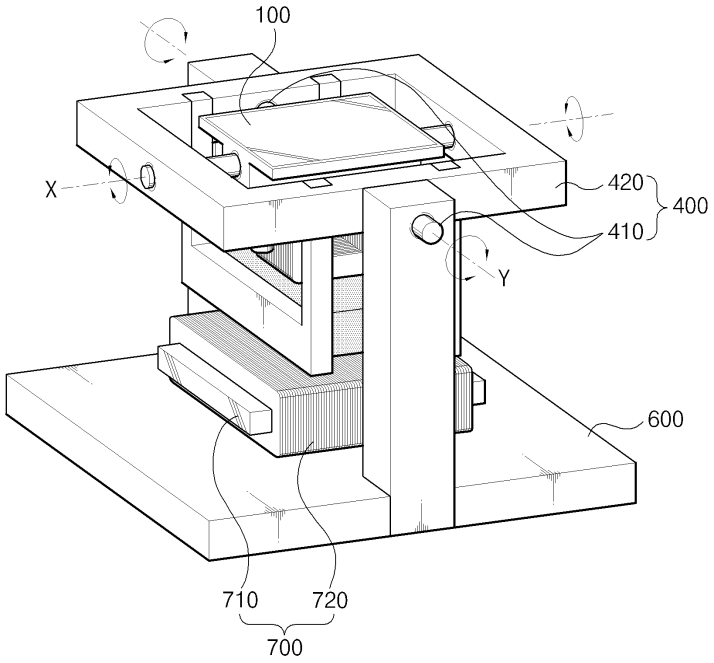
700...제2코일부

도면

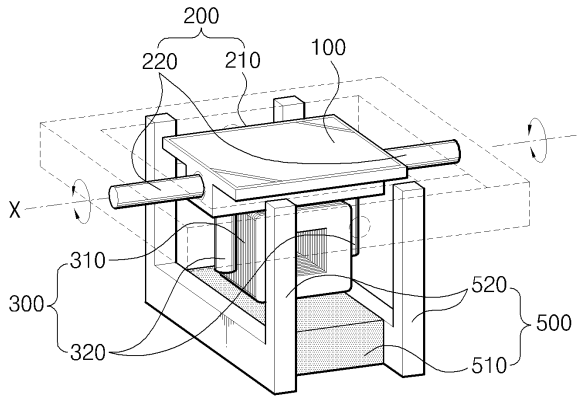
도면1



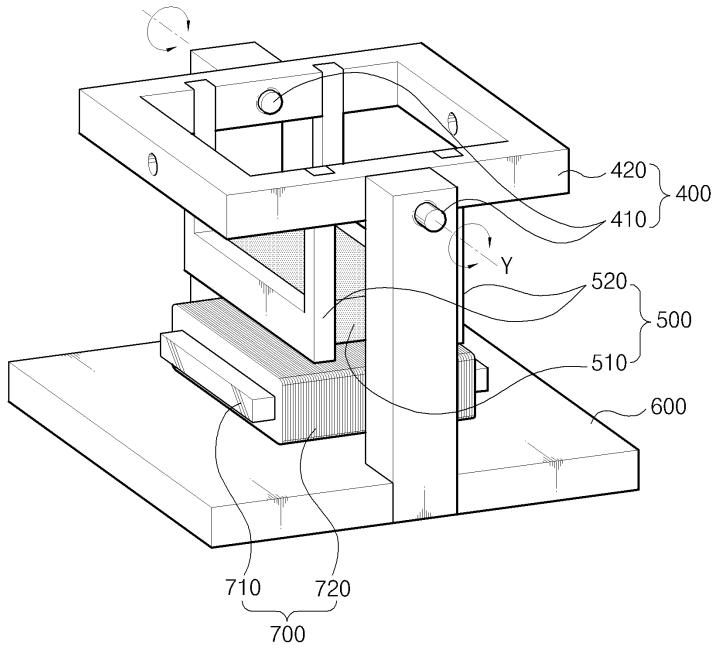
도면2



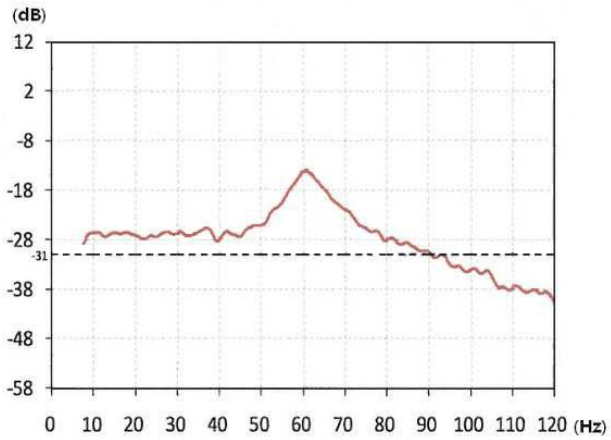
도면3


200
220
210
100
X
310
300
320
520
500
510

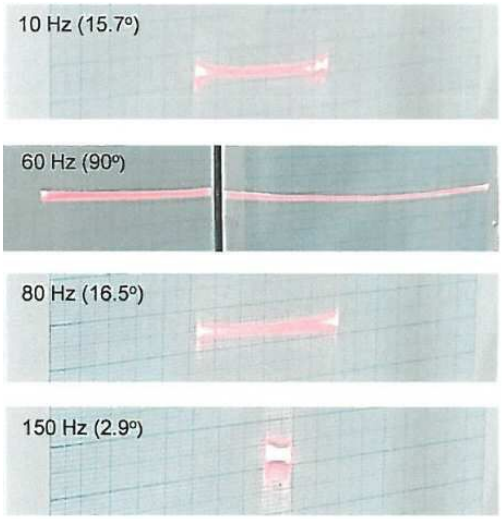
도면4


420
400
410
Y
520
500
510
600
710
720
700

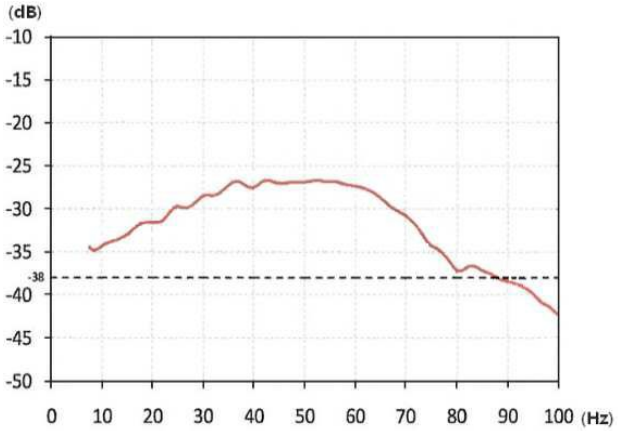
도면5


(dB)
12
2
-8
-18
-28
-31
-38
-48
-58
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
(Hz)

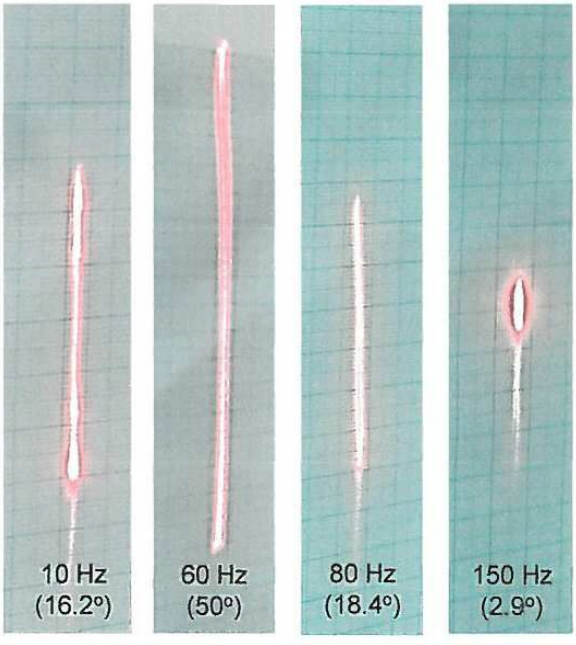
도면6


10 Hz (15.7°)
60 Hz (90°)
80 Hz (16.5°)
150 Hz (2.9°)

도면7


(dB)
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-38
-40
-45
-50
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
(Hz)

도면8


10 Hz
(16.2°)
60 Hz
(50°)
80 Hz
(18.4°)
150 Hz
(2.9°)

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

상기 자력발생부에서

【변경후】

상기 자기력발생부에서

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

상기 자력발생부에서

【변경후】

상기 자기력발생부에서