(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0053856
(43) 공개일자 2023년04월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 26/10 (2022.01) *G02B 26/08* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 26/105 (2013.01)
G02B 26/0816 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0137134
(22) 출원일자 2021년10월15일
심사청구일자 2021년10월15일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(주)위드멤스
경기도 화성시 삼성1로5길 46 (석우동)
(72) 발명자
지창현
서울특별시 용산구 이촌로 174, 102동 1203호(이촌동, 동부센트레빌아파트)
구자붕
경기도 용인시 처인구 남사읍 처인성로 154-17
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 12 항

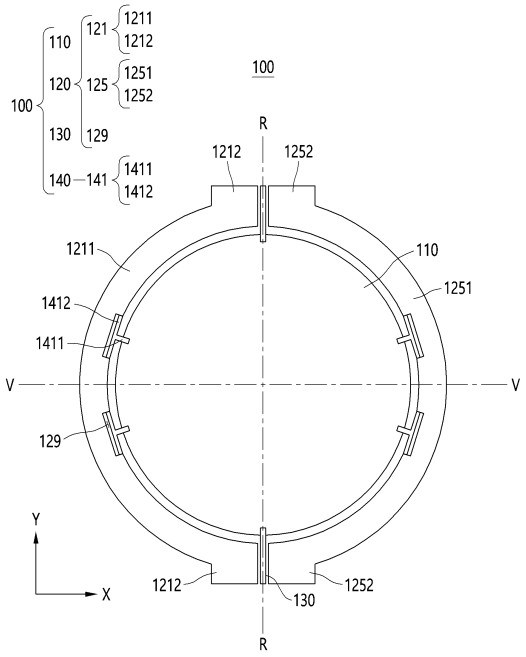
(54) 발명의 명칭 **스캐닝 마이크로미러**

(57) 요 약

일 실시 예에 따른 스캐닝 마이크로미러는 회전축을 기준으로 회전가능한 반사면, 상기 반사면의 외측에 배치된 림, 상기 회전축 상에 위치하고 상기 반사면에 연결되는 스프링 및 상기 반사면 및 상기 림을 연결하는 연결부를 포함할 수 있다. 상기 림은, 상기 스프링을 중심으로 일측 및 타측에 배치된 제1 서브 림 및 제2 서브 림을 포함

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



할 수 있다. 상기 제1 서브 림은 상기 반사면의 둘레를 둘러싸는 제1 서브 림 몸체 부재 및 상기 스프링에 평행하게 이격되어 연장하는 제1 서브 림 연장 부재를 포함할 수 있다. 상기 제2 서브 림은 상기 반사면의 둘레를 둘러싸는 제2 서브 림 몸체 부재 및 상기 스프링에 평행하게 이격되어 연장하는 제2 서브 림 연장 부재를 포함할 수 있다. 상기 연결부는 상기 반사면의 방사방향으로 연장하는 방사방향 연결 요소 및 상기 반사면의 둘레방향으로 연장하는 둘레방향 연결 요소를 포함할 수 있다. 상기 방사방향 연결 요소의 일단은 상기 반사면에 연결되고, 타단은 상기 둘레방향 연결 요소에 연결되고 상기 둘레방향 연결 요소는 상기 림에 연결될 수 있다. 상기 림은, 상기 둘레방향 연결 요소가 수용되는 오목부를 포함할 수 있다.

(72) 발명자

구황섭

경기도 수원시 영통구 영통로90번길 4-27, 103동 1302호(망포동, 늘푸른 벽산아파트)

부종욱

경기도 성남시 분당구 불정로 119, 804동 101호(정자동, 정든마을한진8단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415173697
과제번호	20004015
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	로봇산업기술개발(R&D)
연구과제명	서비스로봇의 실내외 환경측정을 위한 염가형 3차원 LiDAR 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	카네비컴
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

회전축을 기준으로 회전가능한 반사면;

상기 반사면의 외측에 배치된 림;

상기 회전축 상에 위치하고 상기 반사면에 연결되는 스프링; 및

상기 반사면 및 상기 림을 연결하는 연결부;

를 포함하고,

상기 림은, 상기 스프링을 중심으로 일측에 배치된 제1 서브 림 및 타측에 배치된 제2 서브 림을 포함하는,

스캐닝 마이크로미러.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 서브 림은,

상기 반사면의 둘레를 둘러싸는 제1 서브 림 몸체 부재; 및

상기 스프링에 평행하게 이격되어 연장하는 제1 서브 림 연장 부재;

를 포함하고,

상기 제2 서브 림은,

상기 반사면의 둘레를 둘러싸는 제2 서브 림 몸체 부재; 및

상기 스프링에 평행하게 이격되어 연장하는 제2 서브 림 연장 부재;

를 포함하는,

스캐닝 마이크로미러.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 연결부는,

상기 반사면의 방사방향으로 연장하는 방사방향 연결 요소; 및

상기 반사면의 둘레방향으로 연장하는 둘레방향 연결 요소;

를 포함하고,

상기 방사방향 연결 요소의 일단은 상기 반사면에 연결되고, 타단은 상기 둘레방향 연결 요소에 연결되고,

상기 둘레방향 연결 요소는 상기 림에 연결되는,

스캐닝 마이크로미러.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 림은, 상기 둘레방향 연결 요소가 수용되는 오목부를 포함하는,

스캐닝 마이크로미러.

청구항 5

회전축을 기준으로 회전가능한 반사면;

상기 반사면의 외측에 배치된 림;

상기 회전축 상에 위치하고 상기 반사면에 연결되는 스프링; 및

상기 반사면 및 상기 림을 연결하는 하나 이상의 연결 부재를 포함하는 연결부;

를 포함하고,

상기 연결 부재는,

상기 반사면의 방사방향으로 연장하는 방사방향 연결 요소; 및

상기 반사면의 둘레방향으로 연장하는 둘레방향 연결 요소;

를 포함하고,

상기 방사방향 연결 요소의 일단은 상기 반사면에 연결되고, 타단은 상기 둘레방향 연결 요소에 연결되고,

상기 둘레방향 연결 요소는 상기 림에 연결되는,

스캐닝 마이크로미러.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 연결부는, 상기 회전축의 양측에 적어도 2개의 연결 부재들을 각각 포함하는,

스캐닝 마이크로미러.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 연결 부재들은 상기 회전축을 중심으로 대칭인,

스캐닝 마이크로미러.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 연결 부재들은 수직축을 중심으로 대칭이고,

상기 수직축은 상기 회전축에 수직이고 상기 반사면의 중심을 지나는 상기 반사면 상의 축인,

스캐닝 마이크로미러.

청구항 9

제6항에 있어서,

이웃하는 연결 부재들의 둘레방향 연결 요소들은 서로 연결되는,

스캐닝 마이크로미러.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 림은, 상기 둘레방향 연결 요소가 수용되는 오목부를 포함하고,

상기 오목부는,

상기 회전축의 일측에서 연통하고,

상기 회전축의 타측에서 연통하는,

스캐닝 마이크로미러.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 림은, 상기 스프링을 중심으로 일측 및 타측에 배치된 제1 서브 림 및 제2 서브 림을 포함하고,

상기 제1 서브 림은,

상기 반사면의 둘레를 둘러싸는 제1 서브 림 몸체 부재; 및

상기 스프링에 평행하게 이격되어 연장하는 제1 서브 림 연장 부재;

를 포함하고,

상기 제2 서브 림은,

상기 반사면의 둘레를 둘러싸는 제2 서브 림 몸체 부재; 및

상기 스프링에 평행하게 이격되어 연장하는 제2 서브 림 연장 부재;

를 포함하는,

스캐닝 마이크로미러.

청구항 12

제1항 또는 제5항에 있어서,

상기 반사면 하부 표면에 보강재를 더 포함하는,

스캐닝 마이크로미러.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 이하 실시예들은 스캐닝 마이크로미러에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광 소자 기술의 발전과 더불어 각종 정보의 입출력단 및 정보 전달의 매개체로 광을 사용하는 기술들이 개발되고 있는데, 그 일례로 바코드 스캐너(barcode scanner)나 스캐닝 방식의 레이저 디스플레이(scanning laser display)와 같이 광원에서 나오는 빔을 주사하여 사용하는 것들이 있다. 최근 높은 공간 분해능(High Spatial Resolution)의 빔 스캐닝을 이용한 시스템이 개발되고 있으며, 레이저 스캐닝(laser scanning)을 사용한 고해상도의 원색 재현력이 뛰어난 투사 방식 디스플레이 시스템(projection display system)이나 HMD(Head Mounted Display), 레이저 프린터 등을 예로 들 수 있다.

[0003] 이러한 빔 스캐닝 기술은 적용 사례에 따라 다양한 주사 속도(Scanning Speed)와 주사 범위(Scanning Range; 각변위; Angular displacement, Tilting Angle)를 가지는 스캐닝 미러가 요구되는데, 기존의 빔 스캐닝은 갈바닉 미러(galvanic mirror)나 회전형 폴리곤 미러(rotating polygon mirror) 등 구동 되는 미러의 반사면과 입사광이 이루는 각도를 조절하여 구현된다.

[0004] 예를 들어, 공개특허 제 2006-0016638호는 입력광을 소정의 방향으로 반사시키는 마이크로미러를 가동시킴으로써 반사광의 방향을 변조하는 광 스캐닝 소자가 개시된다.

[0005] 전술한 배경기술은 발명자가 본 발명의 도출과정에서 보유하거나 습득한 것으로서, 반드시 본 발명의 출원 전에 일반 공중에 공개된 공지기술이라고 할 수는 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 일 실시예에 따른 목적은 동적 변형을 감소시킬 수 있는 스캐닝 마이크로미러를 제공하는 것이다.

[0007] 일 실시예에 따른 목적은 사용자의 목적에 따른 원하는 수치들을 가질 수 있는 스캐닝 마이크로미러를 제공하는 것이다.

[0008] 일 실시예에 따른 목적은 LIDAR에 적용 가능한 스캐닝 마이크로미러를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 일 실시 예에 따른 스캐닝 마이크로미러는 회전축을 기준으로 회전가능한 반사면, 상기 반사면의 외측에 배치된 림, 상기 회전축 상에 위치하고 상기 반사면에 연결되는 스프링 및 상기 반사면 및 상기 림을 연결하는 연결부를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 림은, 상기 스프링을 중심으로 일측에 배치된 제1 서브 림 및 타측에 배치된 제2 서브 림을 포함할 수 있다.

[0011] 상기 제1 서브 림은 상기 반사면의 둘레를 둘러싸는 제1 서브 림 몸체 부재 및 상기 스프링에 평행하게 이격되어 연장하는 제1 서브 림 연장 부재를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 제2 서브 림은 상기 반사면의 둘레를 둘러싸는 제2 서브 림 몸체 부재 및 상기 스프링에 평행하게 이격되어 연장하는 제2 서브 림 연장 부재를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 연결부는 상기 반사면의 방사방향으로 연장하는 방사방향 연결 요소 및 상기 반사면의 둘레방향으로 연장하는 둘레방향 연결 요소를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 방사방향 연결 요소의 일단은 상기 반사면에 연결되고, 타단은 상기 둘레방향 연결 요소에 연결되고 상기 둘레방향 연결 요소는 상기 림에 연결될 수 있다.

[0015] 상기 림은, 상기 둘레방향 연결 요소가 수용되는 오목부를 포함할 수 있다.

[0016] 일 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러는 회전축을 기준으로 회전가능한 반사면, 상기 반사면의 외측에 배치된 림, 상기 회전축 상에 위치하고 상기 반사면에 연결되는 스프링 및 상기 반사면 및 상기 림을 연결하는 하나 이상의 연결 부재를 포함하는 연결부를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 연결 부재는 상기 반사면의 방사방향으로 연장하는 방사방향 연결 요소 및 상기 반사면의 둘레방향으로 연장하는 둘레방향 연결 요소를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 방사방향 연결 요소의 일단은 상기 반사면에 연결되고, 타단은 상기 둘레방향 연결 요소에 연결될 수

있다.

[0019] 상기 둘레방향 연결 요소는 상기 림에 연결될 수 있다.

[0020] 상기 연결부는, 상기 회전축의 양측에 적어도 2개의 연결 부재들을 각각 포함할 수 있다.

[0021] 상기 연결 부재들은 상기 회전축을 중심으로 대칭일 수 있다.

[0022] 상기 연결 부재들은 수직축을 중심으로 대칭이고, 상기 수직축은 상기 회전축에 수직이고 상기 반사면의 중심을 지난다.

[0023] 이웃하는 연결 부재들의 둘레방향 연결 요소들은 서로 연결될 수 있다.

[0024] 상기 림은, 상기 둘레방향 연결 요소가 수용되는 오목부를 포함할 수 있다.

[0025] 상기 오목부는 상기 회전축의 일측에서 연통하고 상기 회전축의 타측에서 연통할 수 있다.

[0026] 상기 림은, 상기 스프링을 중심으로 일측 및 타측에 배치된 제1 서브 림 및 제2 서브 림을 포함할 수 있다.

[0027] 상기 제1 서브 림은 상기 반사면의 둘레를 둘러싸는 제1 서브 림 몸체 부재 및 상기 스프링에 평행하게 이격되어 연장하는 제1 서브 림 연장 부재를 포함할 수 있다.

[0028] 상기 제2 서브 림은 상기 반사면의 둘레를 둘러싸는 제2 서브 림 몸체 부재 및 상기 스프링에 평행하게 이격되어 연장하는 제2 서브 림 연장 부재를 포함할 수 있다.

[0029] 일 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러는 상기 반사면 하부 표면에 보강재를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 일 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러는 동적 변형을 감소시킬 수 있다.

[0031] 일 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러는 사용자의 목적에 따른 원하는 수치들을 가질 수 있다.

[0032] 일 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러는 LIDAR에 적용가능하다.

[0033] 일 실시 예에 따른 스캐닝 마이크로미러 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러, 김블 및 토션 빔의 사시도이다.

도 2은 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러의 평면도이다.

도 3는 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러의 평면도이다.

도 4는 제1 비교예에 따른 스캐닝 마이크로미러의 평면도이다.

도 5a는 제1 비교예에 따른 스캐닝 마이크로미러의 동적 변형에 대한 시뮬레이션 결과이다.

도 5b는 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러의 동적 변형에 대한 시뮬레이션 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

[0036] 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안 된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0037] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속

하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0038] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0039] 또한, 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0040] 어느 하나의 실시예에 포함된 구성요소와, 공통적인 기능을 포함하는 구성요소는, 다른 실시예에서 동일한 명칭을 사용하여 설명하기로 한다. 반대되는 기재가 없는 이상, 어느 하나의 실시예에 기재한 설명은 다른 실시예에도 적용될 수 있으며, 중복되는 범위에서 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0041] 스캐닝 장치는 레이저 입사광을 반사시키는 방식을 통하여 스캐닝을 한다. 특히 회전 운동을 통하여 반사광의 방향을 변조(조향)시킨다. 이러한 스캐닝 장치의 핵심 부품 중 하나로 스캐닝 마이크로미러가 있다.

[0042] 도 1을 참조하면, 이러한 스캐닝 마이크로미러의 예시로서 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)와 김블(G) 및 토션 빔(T)이 도시되고, 도 2에는 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100), 김블(G) 및 토션 빔(T)의 평면도가 도시된다.

[0043] 이는 상기 언급한 스캐닝 장치의 일부를 구성할 수 있다. 실제로 사용되는 스캐닝 장치에는 이러한 스캐닝 마이크로미러 여러 개가 특정한 면을 따라 배열될 수 있다.

[0044] 도 1을 참조하여 일반적인 스캐닝 장치에 대하여, 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)를 예로써 설명하면, 반사면(110)을 포함할 수 있는 스캐닝 마이크로미러(100)는 김블(G)과 토션 빔(T)에 의하여 지지될 수 있고, 토션 빔(T)은 스캐닝 마이크로미러(100)가 회전하는 회전축(R)(Y 축에 평행)을 포함할 수 있다.

[0045] 스캐닝 마이크로미러는 1축에 의하여 회전될 수 있고, 2축에 의하여도 회전 될 수 있다. 이 경우 스캐닝 장치는 복수 개의 김블 및 토션 빔을 포함할 수 있다. 또한 스캐닝 마이크로미러의 회전을 야기시키는 구동력은 정전력, 전자기력, 압전력, 열변형 등이 될 수 있다.

[0046] 한편, 스캐닝 마이크로미러는 일반적으로 두께가 수십 마이크로미터에 불과한 MEMS 소자이고, 그에 따라 스캐닝 마이크로미러가 회전을 할 때 회전 관성에 의하여 반사면에 동적 변형(dynamic deformation)이라고 불리는 굴곡이 생길 수 있다.

[0047] 만약 이러한 동적 변형의 크기가 입사광의 파장(λ)보다 크게 된다면, 입사광을 정확하게 반사할 수 없게 되어서 스캐닝 장치의 정확도가 떨어지게 된다. 이는 최소 조건이고, 보다 정확한 반사를 위해서는 동적 변형이 λ/4 보다 작은 것이 요구될 수 있다.

[0048] 일반적으로 마이크로미러의 동적 변형은 아래의 식과 같이 표현된다.

[0049] $$\delta_{max} \propto \frac{D^5 f^2 \theta}{t^2}$$

[0050] D: 반사면 직경, f: 스캔 주파수, θ: 스캔각, t: 반사면 두께

[0051] 상기 식에 따르면, 스캐닝 마이크로미러의 두께가 얇아질수록 동적 변형이 커지게 되고, 스캐닝 마이크로미러의 직경이 커질수록 동적 변형이 커지게 된다.

[0052] 하지만, 상기 변수들 중 분자에 들어가는 변수들은 스캐닝 장치의 요구 스펙에 의해 정해지는 것이기 때문에 변경하기가 어렵고, 두께를 무한정 키우는 경우에는 스캐닝 마이크로미러의 관성 모멘트가 커져서 더 큰 구동력이 필요하므로 스캐닝 마이크로미러의 회전이 어렵게 되어 두께를 키우는 것도 제한된다.

[0053] 또한 사용자는 원하는 사용환경에 따라 스캐닝 마이크로미러의 수치를 자유롭게 선택할 수 있어야 한다. 특히 차량용 LIDAR에 사용하는 경우에는 일반적으로는 큰 동적 변형을 야기할 수 있는 큰 직경의 반사면이 필요하다.

[0054] 따라서, 위와 같은 상충 관계에서 벗어나, 예를 들면 스캐닝 마이크로미러의 두께 증가 없이 또는 스캐닝 마이크로미러의 직경을 키우면서도, 동적 변형을 감소시킬 수 있는 구조가 필요하다.

[0055] 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100) 및 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)는 상기 목적을 달성하기 위해서 후술할 것과 같은 특징적인 구조들을 가질 수 있다. 이 특징들은 제1 실시예 및 제2 실시예로 일부 특징들이 나뉘어서 설명 및 도시되지만, 그러한 설명에 한정되지 않고 한 실시예에서 구현될 수 있다. 이하에서는 김블(G) 및 토션 빔(T)을 제외한 스캐닝 마이크로미러(100) 자체를 설명한다.

[0056] 도 2를 참조하면 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)의 평면도가 도시된다.

[0057] 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)는 회전축을 기준으로 회전가능한 반사면(110), 반사면(110)의 외측에 배치된 림(120), 반사면(110)에 연결되는 스프링(130) 및 반사면(110)과 림(120)을 연결하는 연결부(140)를 포함할 수 있다.

[0058] 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)의 반사면(110)은 회전축을 중심으로 대칭일 수 있다. 이러한 회전축은 스프링(130)에 의하여 형성될 수 있다. 스프링(130)은 반사면(110)의 외측에 연결되어서 반사면(110)이 회전하는 중심축이 될 수 있기 때문이다.

[0059] 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)의 반사면(110)은 직접적으로 빛을 반사하는 부분이다. 이 반사면(110)이 회전축인 스프링(130)을 축으로 하여 회전하면서 동적 변형이 생길 수 있다.

[0060] 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)의 림(120)은 반사면(110)의 둘레에서 외부 보강 부재의 역할을 함으로써 반사면(110)의 동적 변형을 억제하는 역할을 할 수 있다. 림(120)은 림(120) 자체의 중량에 의한 관성에 의해서 반사면(110)의 동적 변형의 방향과 반대되는 방향으로 형태가 변형될 수 있다.

[0061] 다시 말해서, 반사면(110)이 회전할 때 회전축을 중심으로 반사면(110)의 좌측이 하방으로 치우치는 경우에 반사면(110)의 좌측에 인접한 림(120)의 좌측은 상방으로 치우치고, 반사면(110)의 우측이 상방으로 치우치는 경우에는 반사면(110)의 우측에 인접한 림(120)의 우측은 하방으로 치우칠 수 있다.

[0062] 반사면(110)의 방사방향으로 측정되는 림(120)의 두께가 두꺼울수록, 림(120)은 더욱 튼튼한 보강재의 역할을 할 수 있기 때문에, 림(120)의 두께를 두껍게 하면 반사면(110)의 동적 변형을 줄일 수 있다. 하지만 동시에 회전축을 중심으로 림(120)의 관성 모멘트도 커지기 때문에 요구 스펙에 따라 적절한 두께를 선택해야 한다.

[0063] 또한, 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)의 림(120)은 스프링(130)을 중심으로 일측 및 타측에 배치된 제1 서브 림(121) 및 제2 서브 림(125)을 포함할 수 있다.

[0064] 제1 서브 림(121)은 반사면(110)의 둘레를 둘러싸는 제1 서브 림 몸체 부재(1211) 및 스프링(130)에 평행하게 이격되어 연장하는 제1 서브 림 연장 부재(1212)를 포함할 수 있고, 제2 서브 림(125)은 반사면(110)의 둘레를 둘러싸는 제2 서브 림 몸체 부재(1251) 및 스프링(130)에 평행하게 이격되어 연장하는 제2 서브 림 연장 부재(1252)를 포함할 수 있다.

[0065] 제1 서브 림(121) 및 제2 서브 림(125) 사이로, 제1 서브 림 연장 부재(1212) 및 제2 서브 림 연장 부재(1252)를 따라서, 스프링(130)은 연장할 수 있다. 이는 림(120) 연장 부재(123, 127)가 없는 일반적인 원형의 림을 구비하는 경우보다 더 긴 스프링(130)을 가질 수 있게 한다.

[0066] 스프링(130)을 연장하면 전체 탄성 계수가 작아지게 된다. 이는 아래 식과 같은 스프링(130)의 직렬 연결에서의 탄성 계수 식을 참고하면 더욱 명확해진다.

[0067] $$\frac{1}{k}=\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}$$

[0068] 탄성 계수가 작아지게 되면, 스프링(130)이 더 작은 저항력으로써 변형 정도를 수용할 수 있게 되어서 동적 변형이 감소되게 된다.

[0069] 한편, 제1 서브 림 연장 부재(1212) 및 제2 서브 림 연장 부재(1252)의 길이는 요구되는 스펙을 참조하여 필요

한 스프링(130)의 길이에 따라 정해질 수 있다.

[0070] 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)의 연결부(140)는 반사면(110) 및 림(120)을 연결하는 하나 이상의 연결 부재(141)를 포함할 수 있다.

[0071] 연결 부재(141)는 반사면(110)의 방사방향으로 연장하는 방사방향 연결 요소(1411) 및 반사면(110)의 둘레방향으로 연장하는 둘레방향 연결 요소(1412)를 포함할 수 있다. 방사방향 연결 요소(1411)의 일단은 반사면(110)에 연결될 수 있고, 타단은 둘레방향 연결 요소(1412)에 연결될 수 있다. 또한 둘레방향 연결 요소(1412)는 림(120)에 연결될 수 있다.

[0072] 방사방향 연결 요소(1411) 및 둘레방향 연결 요소(1412)를 포함하는 연결 부재(141)는 소위 T 형상을 가질 수 있다.

[0073] 또한 림(120)은 둘레방향 연결 요소(1412)가 수용될 수 있는 오목부(129)를 포함할 수 있다.

[0074] 연결 부재(141) 및 오목부(129)의 개수와 위치는 요구되는 스펙에 따라서 다양할 수 있다. 이들은 회전축을 중심으로 대칭일 수 있고, 회전축을 중심으로 좌우측에 복수 개가 위치할 수 있다.

[0075] 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)의 경우에는 회전축을 중심으로 좌측 및 우측에 각각 2개의 연결 부재(141)를 포함하고, 이들은 회전축 및 회전축에 수직인 수직축(X축에 대해 평행)에 대하여 각각 대칭이다. 이들의 개수 및 위치는 도면과 상기 설명에 한정되지 않는다.

[0076] 상술한 바와 같은 오목부(129)를 포함하는 림(120) 및 T 형상의 연결 부재(141)의 조합은 아래와 같은 이유로 반사면(110)의 동적 변형을 감소시킬 수 있다.

[0077] 이는 낮은 탄성 계수를 갖기 위해서 길이가 긴 스프링(130)을 필요로 하는 이유와 비슷하다. 스프링(130)이 반사면(110)과 토션 빔을 연결하는 역할을 하듯 연결 부재(141)도 림(120)과 반사면(110)을 연결하기 때문에, 연결 부재(141)의 탄성 계수가 낮으면 림(120)의 관성에 의한 동적 변형 억제 효과를 극대화할 수 있기 때문이다.

[0078] 하지만 탄성 계수를 낮추기 위해 연결 부재(141)의 방사방향 길이를 증가시키는 경우에는 림(120)의 반지름도 커지고 그에 따라 림(120)의 관성 모멘트도 커지기 때문에, 연결 부재(141)의 방사방향 길이를 무한정 증가시키는 것은 바람직하지 않다.

[0079] 따라서, 연결 부재(141)를 T 형상으로 만들고, 그에 대응하여 림(120)에 오목부(129)를 구비시킴으로써, 마치 별도의 토션 빔을 연결시킨 듯한 효과를 내어 연결 부재(141)의 탄성 계수를 낮추는 것이다.

[0080] 한편, 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)는 반사면의 하부 표면에 동적 변형을 감소시키기 위한 보강재(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0081] 보강재(미도시)는 회전축을 기준으로 한 관성 모멘트가 과도하게 커지지 않도록 임의의 적절한 형상으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 보강재(미도시)는 내부에 적어도 하나의 관통부를 갖는 원판 형상일 수 있고, 여러 관통부를 갖는 그물 형상의 메쉬 형태일 수 있다.

[0082] 또한, 위와 같은 연결 부재(141)의 토션 빔으로써의 유효 길이를 증가시키기 위해서 연결 부재(141)들의 둘레방향 연결 요소(1412)들은 더욱 길어질 수 있고, 그에 대응하여 오목부(129)는 좌우측으로 더욱 연장하여 길어질 수 있다. 둘레방향 연결 요소(1412) 및 오목부(129)가 더욱 길어지면서, 연결 부재(141)의 토션 빔으로써의 유효 길이는 더욱 길어질 수 있게 된다.

[0083] 이때, 위와 같은 길이 연장의 효과가 극대화되는 경우에 이웃하는 둘레방향 연결 요소(1412)들은 서로 만날 수 있게되고, 이웃하는 오목부(129)들은 서로 연통할 수 있게 된다.

[0084] 상술한 연장의 효과가 극대화되는 경우로써, 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)가 도 3에 도시되어 있다. 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)의 구성요소들은 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)의 구성요소들과 대부분 동일하거나 유사하며, 이하에서는 차이가 있는 부분을 중심으로 설명하기로 한다.

[0085] 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)는 복수 개의 연결 부재(241)를 포함할 수 있다. 또한 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)의 제2 서브 림(221)은 제2 서브 림 몸체 부재(2211), 제2 서브 림 연장 부재(2212) 및 복수 개의 오목부(229)를 포함할 수 있다.

[0086] 도 3에서는 설명의 단순화를 위해서 회전축(R)을 기준으로 좌측 및 우측에 각각 2개의 연결 부재(241)를 구비하

는 스캐닝 마이크로미러(200)가 도시되어 있다.

[0087] 이웃한 연결 부재(241)의 둘레방향 연결 요소(2412)가 서로 연결되어서, 마치 하나의 둘레방향 연결 요소(2412)에 2개의 방사방향 연결 요소(2411)가 연결된 것처럼 구현된다.

[0088] 또한 이웃한 오목부(229)가 회전축(R)을 중심으로 좌측 및 우측에서 각각 연통되어서, 마치 좌측 및 우측에 각각 하나의 오목부가 위치한 것처럼 구현된다.

[0089] 이로써 회전축(R)을 중심으로 좌측 및 우측에 위치한 각각의 2개의 연결 부재(241)는 하나의 별도의 토션 빔이 된 듯한 효과를 낼 수 있다.

[0090] 도 3에서는 비록 회전축(R)의 좌측에 2개의 연결 부재(241) 및 우측에 2개의 연결 부재(241)를 포함하는 스캐닝 마이크로미러(200)가 도시되었지만, 연결 부재(241)의 수는 이에 제한되지 않고, 스캐닝 마이크로미러(200)는 3개 이상의 연결 부재(241)를 포함할 수 있다.

[0091] 이 경우에도 상술한 바와 유사하게, 회전축(R) 좌측의 모든 둘레방향 연결 요소(2412)들은 연결될 수 있고 회전축(R) 좌측의 모든 오목부(229)는 연통할 수 있다. 회전축(R) 우측의 경우에도 마찬가지이다.

[0092] 한편, 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)도 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)와 마찬가지로, 반사면의 하부 표면에 동적 변형을 감소시키기 위한 보강재(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0093] 이하에서는, 림과 연결 부재가 없고 반사면만 있는 제1 비교예에 따른 스캐닝 마이크로미러(C)(도 4 참조)와 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)의 동적 변형의 정도를 비교하여 그 개선 정도에 대해 설명한다.

[0094] 도 4를 참조하면, 제1 비교예에 따른 스캐닝 마이크로미러(C)가 도시된다. 제1 비교예에 따른 스캐닝 마이크로미러(C)의 경우에는 반사면 주위에 반사면의 동적 변형을 억제시킬 요소가 아무것도 없으므로, 동적 변형이 전혀 감소되지 않는다.

[0095] 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)의 경우에는, 반사면의 동적 변형을 억제할 수 있는 림의 존재, 서브 림 구조, T형 연결 부재의 존재, 그리고 T형 연결 부재 사이의 연결이 있기 때문에, 동적 변형은 제1 비교예에 따른 스캐닝 마이크로미러(C)의 경우보다 크게 감소될 수 있다.

[0096] 구체적으로, 아무런 동적 변형 감소 요소가 없는 제1 비교예에 따른 스캐닝 마이크로미러(C) 및 여러 동적 변형 감소 요소를 구비하는 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)의 회전 시의 동적 변형 시뮬레이션 결과를 비교하여 설명한다.

[0097] 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 상기 언급한 시뮬레이션 결과가 나타난다. 도 5a는 제1 비교예에 따른 스캐닝 마이크로미러(C)의 회전시의 동적 변형 정도를 나타낸 시뮬레이션 데이터이고, 도 5b는 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)의 회전시의 동적 변형 정도를 나타낸 시뮬레이션 데이터이다.

[0098] 두 시뮬레이션 결과는 모두 4㎜의 직경을 갖는 반사면을 포함하는 경우이고, 두 시뮬레이션 모두에서 스캔 주파수는 6.25 kHz로 구동각은 30도로 설정되었다.

[0099] 두 결과 모두에서, x 값이 0인 부분에서 Y 축 방향으로 연장하는 축이 회전축이다. 이는 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)의 회전축과 동일한 축이다.

[0100] 도 5a를 다시 참조하면, 동적 변형이 일어나서 가장 상부로 치우친 부분 및 가장 하부로 치우친 부분의 z 방향 높이차가 3212 nm으로 나타난다. 또한 제1 비교예에 따른 스캐닝 마이크로미러(C)의 반사면(10) 전체 영역에서의 동적 변형의 RMS(root mean square) 값은 694 nm으로 나타난다.

[0101] 도 5b를 이어서 참조하면, 동적 변형이 일어나 가장 상부로 치우친 부분 및 가장 하부로 치우친 부분의 z 방향 높이차(peak-to-peak 값)가 326 nm으로 나타난다. 또한 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)의 반사면(210) 전체 영역에서의 동적 변형의 RMS 값은 82 nm으로 나타난다.

[0102] 상기 결과들을 비교하면, 동적 변형을 억제할 수 있는 요소가 전혀 없는 제1 비교예에 따른 스캐닝 마이크로미러(C)를 사용한 것에 비해 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)를 사용하면, 최대 z 방향 높이차는 10.1 %로 감소하고, RMS 값은 11.8 % 감소하게 된다는 것을 알 수 있다.

[0103] 이러한 시뮬레이션 결과를 통해서, 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)를 사용하면 제1 비교예에 따른 스캐닝 마이크로미러(C)를 사용한 경우에 비해서 동적변형이 개선된다는 것을 알 수 있다.

[0104] 또한 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)는 제2 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(200)의 특징의 대부분을 포함하고, 실질적으로 일치하므로 제1 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러(100)를 사용하는 경우에도 비교예에 따른 스캐닝 마이크로미러를 사용한 경우에 비해 동적변형이 개선된다는 것을 아울러 유추할 수 있다.

[0105] 이러한 동적변형이 개선된 일 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러에(100, 200)는 다양한 치수를 가진 반사면을 사용하는 것이 가능해진다. 따라서 다양한 기술분야 예를 들어, 레이저를 광원으로 사용하는 홀로그램 저장장치, 투사형 디스플레이, 아이 트래킹(eye tracking) 장치, 목표물 추적 장치 및 레이저 형상 측정 장치 등에 사용가능하다. 특히 동적 변형을 감소하면서도 직경이 큰 반사면을 사용할 수 있기 때문에, 큰 반사면을 필요로 하는 LIDAR에도 적용이 가능하다.

[0106] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0107] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0108] T : 토션 빔

G : 김블

R : 회전축

V : 수직축

C : 제1 비교예에 따른 스캐닝 마이크로미러

100, 200 : 일 실시예에 따른 스캐닝 마이크로미러

110 : 반사면

120 : 림

130 : 스프링

140 : 연결부

121 : 제1 서브 림

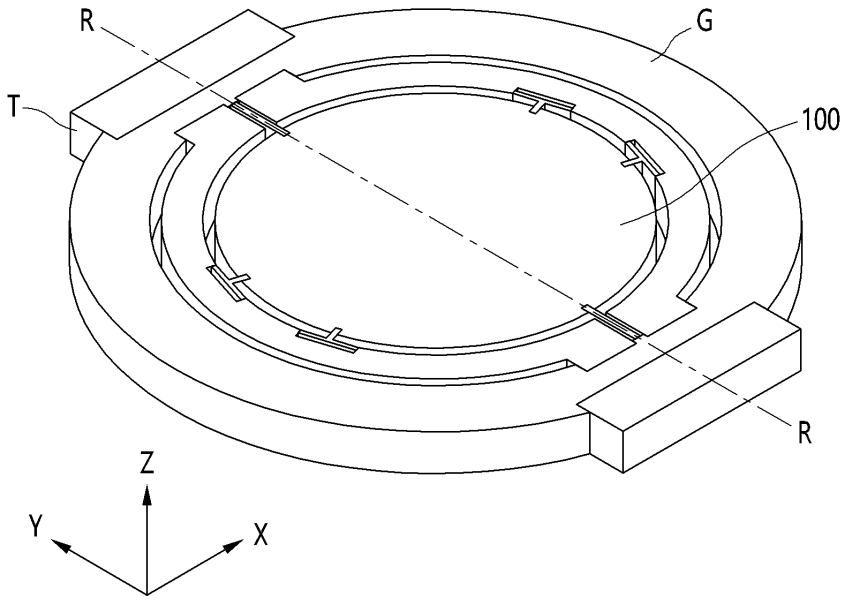
125 : 제2 서브 림

129 : 오목부

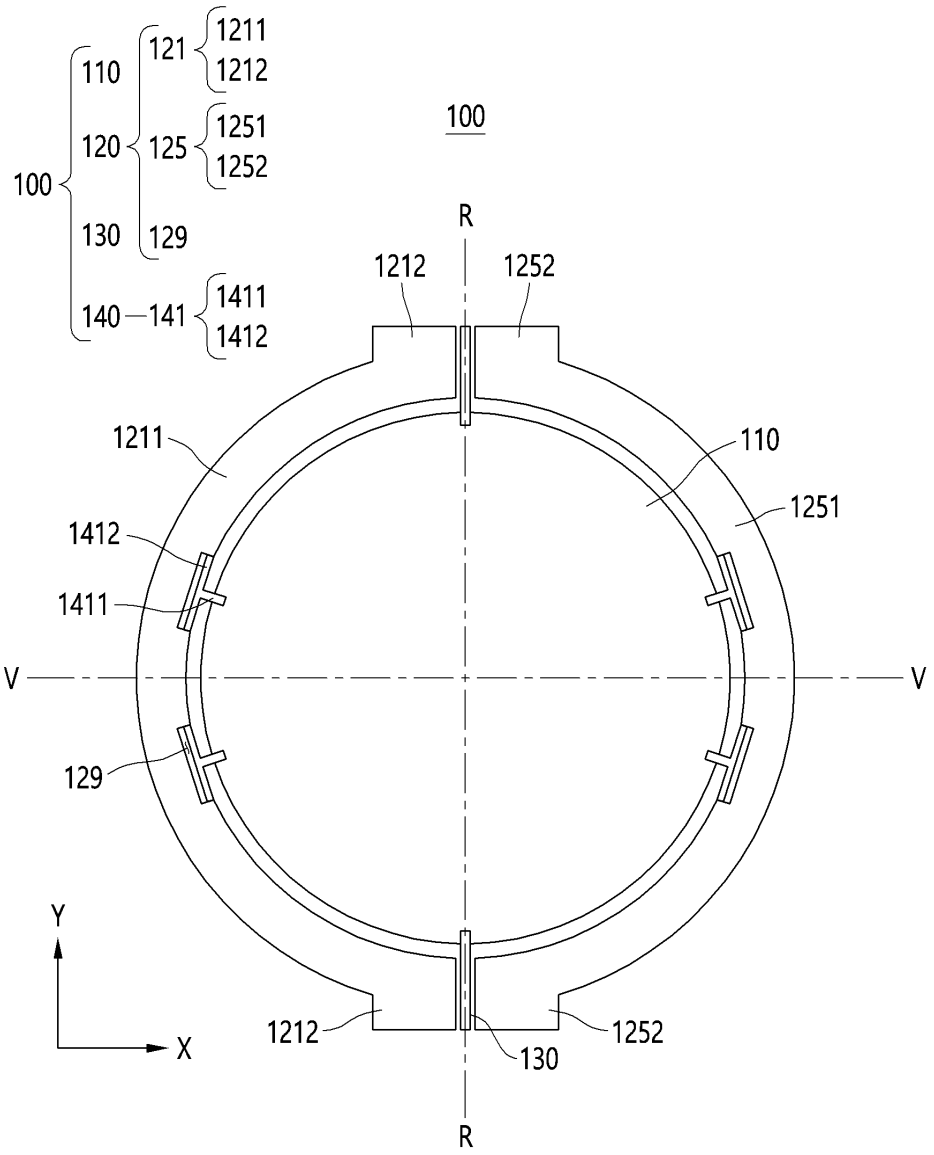
141 : 연결 부재

도면

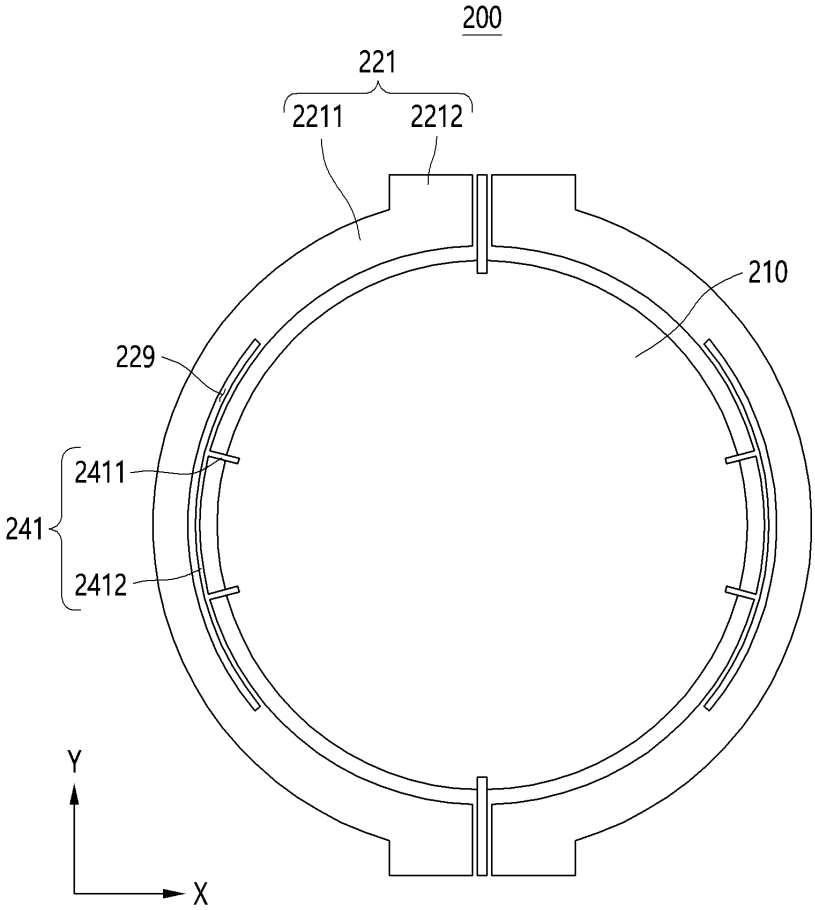
도면1



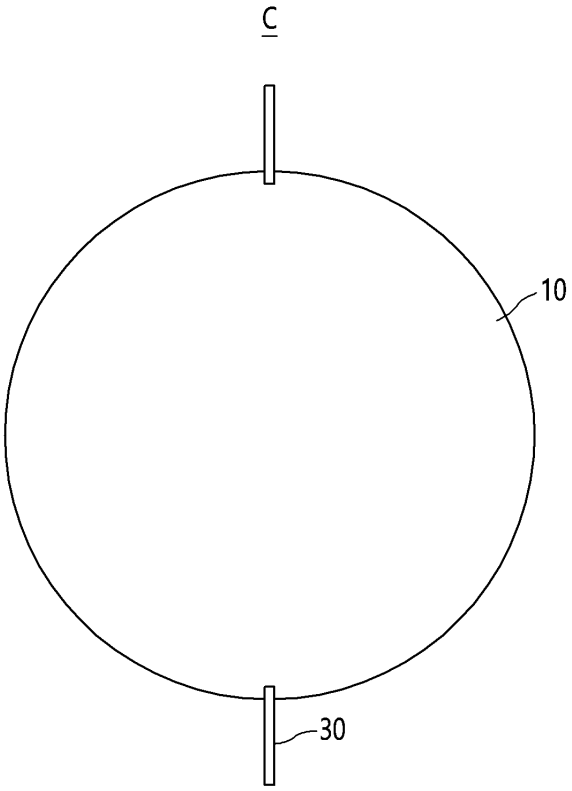
도면2


100
110
120
130
140
121
125
129
141
1211
1212
1251
1252
1411
1412
R
V
V
R
Y
X

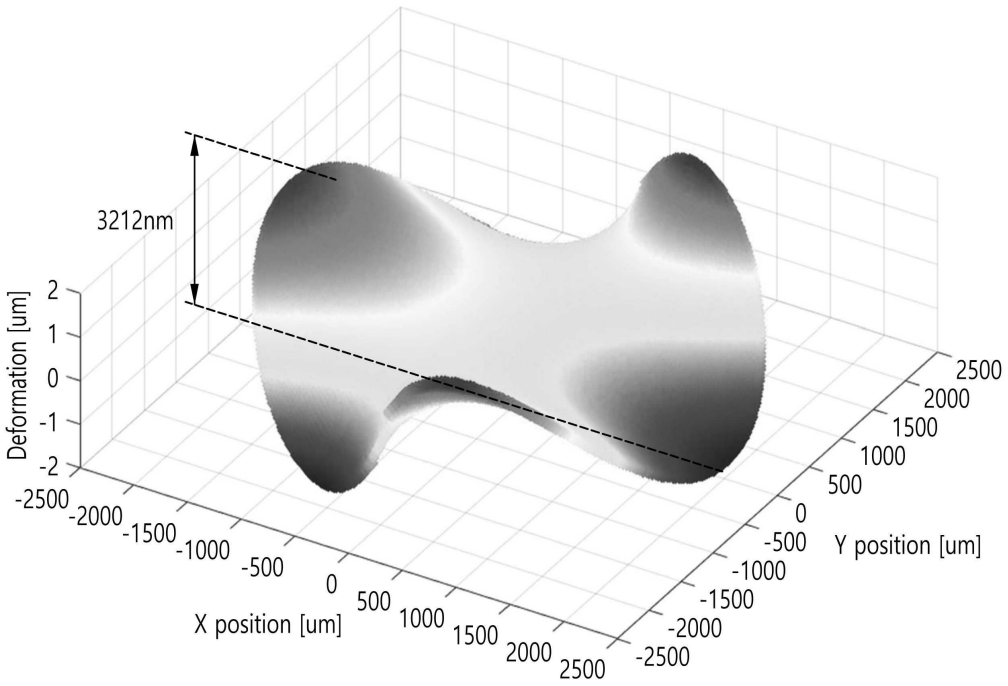
도면3



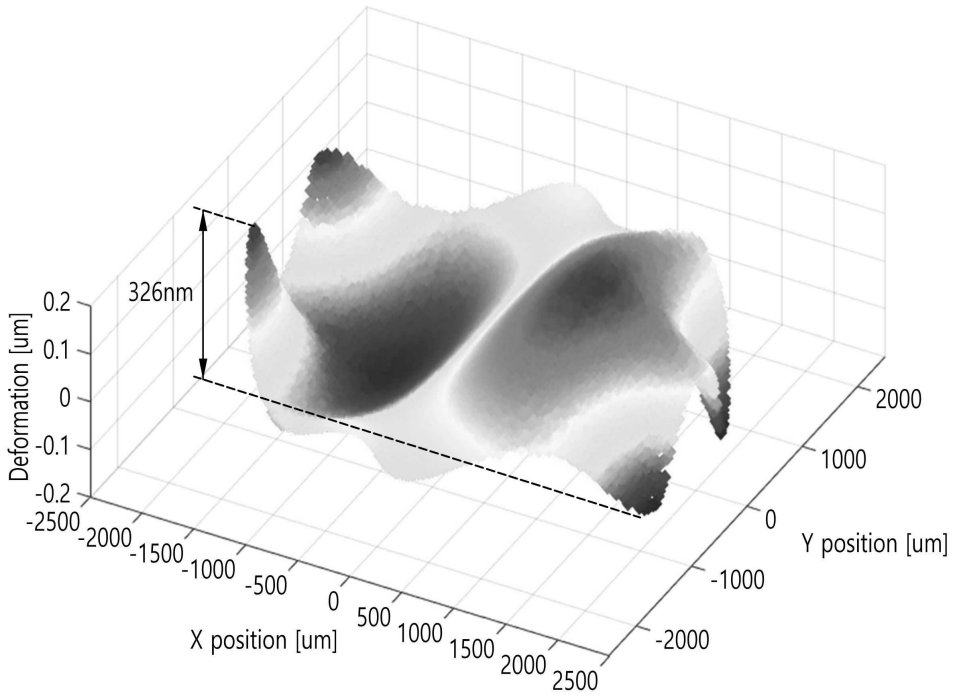
도면4


C
10
30

도면5a


3212nm
Deformation [um]
2
1
0
-1
-2
-2500
-2000
-1500
-1000
-500
0
500
1000
1500
2000
2500
X position [um]
2500
2000
1500
1000
500
0
-500
-1000
-1500
-2000
-2500
Y position [um]

도면5b


326nm
Deformation [um]
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-2500
-2000
-1500
-1000
-500
0
500
1000
1500
2000
2500
X position [um]
2000
1000
0
-1000
-2000
Y position [um]