



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월25일

(11) 등록번호 10-2004101

(24) 등록일자 2019년07월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B81B 3/00 (2006.01) G02B 26/08 (2006.01)

G02B 26/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B81B 3/00 (2013.01)

G02B 26/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-7000439

(22) 출원일자(국제) 2016년06월06일

심사청구일자 2018년01월05일

(85) 번역문제출일자 2018년01월05일

(65) 공개번호 10-2018-0016503

(43) 공개일자 2018년02월14일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2016/066791

(87) 국제공개번호 WO 2016/199730

국제공개일자 2016년12월15일

(30) 우선권주장

JP-P-2015-116270 2015년06월09일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2010026147 A\*

JP2012532350 A\*

JP2015088521 A\*

KR100695170 B1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

다이-이치 세이코 가부시키가이샤

일본국, 교토 612-8024, 교토-시, 후시미-쿠, 모모야마-쵸, 네고로, 12-4

(72) 발명자

오가타 겐지

일본 후쿠오카Ken 오고리시 미즈사와 863 다이-이치 세이코 가부시키가이샤 내

사카모토 신야

일본 후쿠오카Ken 오고리시 미즈사와 863 다이-이치 세이코 가부시키가이샤 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

제일특허법인(유)

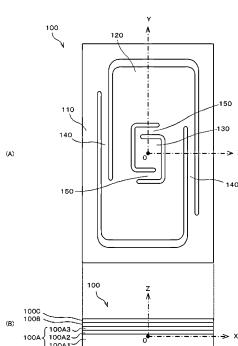
전체 청구항 수 : 총 20 항

심사관 : 장창환

(54) 발명의 명칭 가동 반사 소자 및 이차원 주사 장치

**(57) 요 약**

액추에이터부(140)는, 한쌍의 부재의 각각이, X축 방향에 있어서의 가동 프레임(120)의 양측에 배치되고, 압전 소자의 신축에 의해 변형해서 X축을 중심으로 고정 프레임(110)에 대해서 가동 프레임(120)을 요동시킨다. 액추에이터부(150)는, 한쌍의 부재의 각각이, Y축 방향에 있어서의 경면부(130)의 양측에 배치되고, 압전 소자의 신축에 의해 변형해서 Y축을 중심으로 가동 프레임(120)에 대해서 경면부(130)를 요동시킨다. 액추에이터부(140)의 Y축 방향에 따라서 연장된 부분의 길이는, 액추에이터부(140)가 접속된 고정 프레임(110)의 내변으로부터 Y축 방향에 따른 가동 프레임(120)의 외변의 중점까지의 거리보다 길다.

**대 표 도** - 도1

(52) CPC특허분류

*G02B 26/10* (2013.01)

(72) 발명자

**이케다 요시후미**

일본 후쿠오카Ken 오고리시 미즈사와 863 다이-이치  
세이코 가부시키가이샤 내

**구로기 쇼고**

일본 후쿠오카Ken 오고리시 미즈사와 863 다이-이치  
세이코 가부시키가이샤 내

---

**오카다 가즈히로**

일본 사이타마Ken 아게오시 스가야 4쵸메 27 트라이  
포스 매니지먼트 가부시키가이샤 내

**에라 사토시**

일본 사이타마Ken 아게오시 스가야 4쵸메 27 트라이  
포스 매니지먼트 가부시키가이샤 내

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

평판형상의 고정 프레임과,

상기 고정 프레임과의 사이에 간극을 두도록 상기 고정 프레임의 프레임 내에 배치된 평판형상의 가동 프레임과,

반사면을 갖고, 상기 가동 프레임과의 사이에 간극을 두도록 상기 가동 프레임의 프레임 내에 배치된 평판형상의 경면부와,

상기 고정 프레임과 상기 가동 프레임을 연결하고, 상기 고정 프레임의 내변으로부터 제 1 방향에 따라서 연장된 부분에, 상기 제 1 방향에 따라서 신축하는 압전 소자가 형성된, 가요성이 있는 선형상의 한쌍의 부재로서, 그 부재의 각각이, 상기 제 1 방향에 교차하는 제 2 방향에 있어서의 상기 가동 프레임의 양측에 배치되고, 상기 압전 소자의 신축에 의해 변형해서 제 1 회전축을 중심으로 상기 고정 프레임에 대해서 상기 가동 프레임을 요동시키는 제 1 액추에이터부와,

상기 가동 프레임과 상기 경면부를 연결하고, 상기 가동 프레임의 내변으로부터 상기 제 2 방향에 따라서 연장된 부분에, 상기 제 2 방향에 따라서 신축하는 압전 소자가 형성된, 가요성이 있는 선형상의 한쌍의 부재이며, 그 부재의 각각이, 상기 제 1 방향에 있어서의 상기 경면부의 양측에 배치되고, 상기 압전 소자의 신축에 의해 변형해서 상기 제 1 회전축에 교차하는 제 2 회전축을 중심으로 상기 가동 프레임에 대해서 상기 경면부를 요동시키는 제 2 액추에이터부를 구비하며,

상기 제 1 액추에이터부의 상기 제 1 방향에 따라서 연장된 부분의 길이는, 상기 제 1 액추에이터부가 접속된 상기 고정 프레임의 내변으로부터 상기 제 1 방향에 따른 상기 가동 프레임의 외변의 중점까지의 거리보다 길고,

상기 제 1 액추에이터부는,

상기 압전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 고정 프레임의 내변에 접속되고, 상기 고정 프레임과 상기 가동 프레임과의 간극을 상기 제 1 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 가동 프레임의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장된 제 1 암부와,

일단이 상기 제 1 암부의 타단과 접속되고, 상기 제 2 방향에 따라서 연장된 상기 제 2 암부와,

일단이 상기 제 2 암부의 타단과 접속되고, 상기 제 2 암부의 타단으로부터 되접어 상기 제 1 암부에 따라서 연장되고, 타단이 상기 가동 프레임의 외변의 중점과 접속하는 제 3 암부를 구비하는

가동 반사 소자.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 액추에이터부는,

상기 압전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 가동 프레임의 내변에 접속되고, 상기 가동 프레임과 상기 경면부와의 간극을 상기 제 2 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 경면부의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장된 제 4 암부와,

일단이 상기 제 4 암부의 타단과 접속되고, 상기 제 1 방향에 따라서 연장되는 제 5 암부와,

일단이 상기 제 5 암부의 타단과 접속되고, 상기 제 5 암부의 타단으로부터 되접어 상기 제 4 암부를 따라서 연

장되고, 상기 제 2 방향에 따른 상기 경면부의 외변의 중점과 타단이 접속되는 제 6 암부를 구비하는 가동 반사 소자.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 액추에이터부의 한쌍의 부재 각각이, 상기 경면부를 중심으로 해서 180도 회전 대칭으로 배치되며,

상기 제 2 액추에이터부의 한쌍의 부재 각각이, 상기 경면부를 중심으로 해서 180도 회전 대칭으로 배치되며,

상기 제 1 암부의 일단으로부터 타단으로 향하는 방향과, 상기 제 4 암부의 일단으로부터 타단으로 향하는 방향이, 상기 경면부를 중심으로 하는 회전 방향에 관해서 동일한

가동 반사 소자.

#### 청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 액추에이터부의 한쌍의 부재 각각이, 상기 경면부를 중심으로 해서 180도 회전 대칭으로 배치되며,

상기 제 2 액추에이터부의 한쌍의 부재 각각이, 상기 경면부를 중심으로 해서 180도 회전 대칭으로 배치되며,

상기 제 1 암부의 일단으로부터 타단으로 향하는 방향과, 상기 제 4 암부의 일단으로부터 타단으로 향하는 방향이, 상기 경면부를 중심으로 하는 회전 방향에 관해서 역방향인

가동 반사 소자.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 액추에이터부는,

상기 암전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 가동 프레임의 내변에 접속되고, 상기 가동 프레임과 상기 경면부와의 간극을 상기 제 2 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 경면부의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장되며, 상기 경면부의 각(角)부에 타단이 접속되는 제 7 암부를 구비하는

가동 반사 소자.

#### 청구항 7

평판형상의 고정 프레임과,

상기 고정 프레임과의 사이에 간극을 두도록 상기 고정 프레임의 프레임 내에 배치된 평판형상의 가동 프레임과,

반사면을 갖고, 상기 가동 프레임과의 사이에 간극을 두도록 상기 가동 프레임의 프레임 내에 배치된 평판형상의 경면부와,

상기 고정 프레임과 상기 가동 프레임을 연결하고, 상기 고정 프레임의 내변으로부터 제 1 방향에 따라서 연장된 부분에, 상기 제 1 방향에 따라서 신축하는 암전 소자가 형성된, 가요성이 있는 선형상의 한쌍의 부재로서, 그 부재의 각각이, 상기 제 1 방향에 교차하는 제 2 방향에 있어서의 상기 가동 프레임의 양측에 배치되고, 상기 암전 소자의 신축에 의해 변형해서 제 1 회전축을 중심으로 상기 고정 프레임에 대해서 상기 가동 프레임을 요동시키는 제 1 액추에이터부와,

상기 가동 프레임과 상기 경면부를 연결하고, 상기 가동 프레임의 내변으로부터 상기 제 2 방향에 따라서 연장된 부분에, 상기 제 2 방향에 따라서 신축하는 암전 소자가 형성된, 가요성이 있는 선형상의 한쌍의 부재이며, 그 부재의 각각이, 상기 제 1 방향에 있어서의 상기 경면부의 양측에 배치되고, 상기 암전 소자의 신축에 의해 변형해서 상기 제 1 회전축에 교차하는 제 2 회전축을 중심으로 상기 가동 프레임에 대해서 상기 경면부를 요동시키는 제 2 액추에이터부를 구비하며,

상기 제 1 액추에이터부의 상기 제 1 방향에 따라서 연장된 부분의 길이는, 상기 제 1 액추에이터부가 접속된 상기 고정 프레임의 내변으로부터 상기 제 1 방향에 따른 상기 가동 프레임의 외변의 중점까지의 거리보다 길고,

상기 제 1 액추에이터부는,

상기 압전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 고정 프레임의 내변에 접속되고, 상기 고정 프레임과 상기 가동 프레임과의 간극을 상기 제 1 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 가동 프레임의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장된 제 8 암부를 구비하고,

상기 제 8 암부의 타단으로부터 되접는 일 없이, 상기 가동 프레임의 외변의 중점을 피해서 상기 가동 프레임과 접속하고,

상기 제 1 액추에이터부는,

상기 제 8 암부의 타단으로부터, 상기 고정 프레임과 상기 가동 프레임과의 간극을 상기 제 2 방향에 따라서 연장되고, 상기 제 2 방향에 따른 상기 가동 프레임의 외변의 중점을 넘어서 상기 가동 프레임의 각부와 접속되는 제 9 암부를 구비하는

가동 반사 소자.

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 액추에이터부는,

상기 압전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 가동 프레임의 내변에 접속되고, 상기 가동 프레임과 상기 경면부와의 간극을 상기 제 2 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 경면부의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장된 제 10 암부를 구비하고,

상기 제 10 암부의 타단으로부터 되접는 일 없이, 상기 제 2 방향으로 연장되는 상기 경면부의 외변의 중점을 피해서 상기 경면부와 접속되는

가동 반사 소자.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 액추에이터부는,

상기 제 10 암부의 타단으로부터 상기 제 1 방향에 따라서 연장되고, 상기 제 1 방향에 따른 상기 경면부의 외변의 중점을 넘어서 상기 경면부의 각부와 접속되는 제 11 암부를 구비하는

가동 반사 소자.

#### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 가동 프레임의 상기 제 2 방향에 따른 2개의 외변에 오목부가 설치되며,

상기 제 1 액추에이터부는,

상기 압전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 고정 프레임의 내변에 접속되고, 상기 고정 프레임과 상기 가동 프레임과의 간극을 상기 제 1 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 가동 프레임의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장된 제 12 암부와,

상기 제 12 암부의 타단으로부터 상기 제 2 방향에 따라서 상기 가동 프레임의 외변의 중점까지 연장되는 제 13

암부와,

일단이 상기 제 13 암부의 타단과 접속되고, 타단이 상기 오목부와 접속되는 제 14 암부를 구비하는  
가동 반사 소자.

### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 액추에이터부는,

상기 암전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 가동 프레임에 접속되고, 상기 가동 프레임과 상기 경면부와의  
간극을 상기 제 2 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 경면부의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장된  
제 15 암부와,

상기 제 15 암부의 타단으로부터 상기 가동 프레임과 상기 경면부와의 간극을 상기 제 1 방향에 따라서 상기 가  
동 프레임의 외변의 중점까지 연장되는 제 16 암부와,

일단이 상기 제 16 암부의 타단과 접속되고, 타단이 상기 경면부의 외변의 중점에 접속되는 제 17 암부를 구비  
하는

가동 반사 소자.

### 청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 액추에이터부와 상기 고정 프레임이 접속하는 부분에 설치되고, 상기 제 1 액추에이터부의 폭보다 넓  
은 폭인 제 1 폭광부와,

상기 제 2 액추에이터부와 상기 가동 프레임이 접속하는 부분에 설치되고, 상기 제 2 액추에이터부의 폭보다 넓  
은 폭인 제 2 폭광부

중 적어도 한쪽이 설치되어 있는

가동 반사 소자.

### 청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 액추에이터부 및 상기 제 2 액추에이터부의 적어도 한쪽에,

독립해서 구동되는 상기 암전 소자가 복수 설치되어 있는

가동 반사 소자.

### 청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 액추에이터부의 변위를 검출하고, 상기 제 1 액추에이터부의 폭보다 좁은 폭인 제 1 검출용 전극과,

상기 제 2 액추에이터부의 변위를 검출하고, 상기 제 2 액추에이터부의 폭보다 좁은 폭인 제 2 검출용 전극

중 적어도 한쪽을 구비하는

가동 반사 소자.

### 청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 검출용 전극은, 상기 제 1 액추에이터부와 상기 고정 프레임이 접속하는 부분에 설치되며,

상기 제 2 검출용 전극은, 상기 제 2 액추에이터부와 상기 가동 프레임이 접속하는 부분에 설치되어 있는 가동 반사 소자.

#### 청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 가동 프레임의 두께는 상기 경면부의 두께보다 두껍게 형성되어 있는 가동 반사 소자.

#### 청구항 18

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 액추에이터부 및 상기 제 2 액추에이터부 중 적어도 한쪽은, 상기 고정 프레임으로부터 상기 가동 프레임으로 향함에 따라, 또는, 상기 가동 프레임으로부터 상기 경면부로 향함에 따라, 폭이 상이하게 되어 있는 가동 반사 소자.

#### 청구항 19

제 1 항에 있어서,

상기 가동 프레임에 추가 장착되어 있는 가동 반사 소자.

#### 청구항 20

제 1 항에 있어서,

상기 가동 프레임에 대한 상기 경면부의 움직임을 제한하기 위해서, 상기 가동 프레임의 내변으로부터 연장되고, 상기 가동 프레임과 상기 경면부와의 간극에 배치된 제 1 제한부,

상기 고정 프레임에 대한 상기 가동 프레임의 움직임을 제한하기 위해서, 상기 고정 프레임의 내변으로부터 연장되고, 상기 고정 프레임과 상기 가동 프레임과의 간극에 배치된 제 2 제한부

중 적어도 한쪽이 설치되어 있는

가동 반사 소자.

#### 청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 경면부는, 상기 제 1 제한부를 피하고, 또한 정지 상태에 있어서의 중심이 상기 경면부의 중심이 되도록, 외주면이 형성되어 있고,

상기 가동 프레임은, 상기 제 2 제한부를 피하고, 또한 정지 상태에 있어서의 중심이 상기 가동 프레임의 중심이 되도록, 외주면이 형성되어 있는

가동 반사 소자.

#### 청구항 22

제 1 항, 제 3 항 내지 제 7 항, 제 9 항 내지 제 21 항 중 어느 한 항에 기재된 가동 반사 소자와,

상기 가동 반사 소자를 이차원 방향으로 구동해서, 이차원 주사를 실시하는 제어부를 구비하는 이차원 주사 장치.

#### 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 가동 반사 소자 및 이차원 주사 장치에 관한 것이다.

## 배경기술

[0002] 광 빔이나 지향성 전파의 방향을 제어하는 소자로서 반사면을 경사시키는 것이 가능한 가동 반사 소자가 이용되고 있다. 특히, 2축의 자유도를 가지고 반사면을 경사시킬 수 있는 가동 반사 소자는 광 빔 등을 이차원 주사하는 이차원 주사 장치에 조립되어 이용된다. 가동 반사 소자를 이용해 광 빔을 이차원 방향으로 주사하는 이차원 주사 장치는, 예를 들면 화상을 투영하기 위한 프로젝터에 조립되어 있다. 또한, 가동 반사 소자를 이용해 지향성 전파를 이차원 방향으로 주사하는 이차원 주사 장치는, 예를 들면 차재(車載) 레이더에 조립되어 있다.

[0003] 최근에는, 반도체 제조 프로세스를 이용해 제조 가능한 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 소자로서의 가동 반사 소자가 제안되어 있다. 예를 들면, 특허문헌 1에 개시된 가동 반사 소자는, 고정 프레임의 내변으로부터 가동 프레임의 회전축까지 연장되는 외측 액추에이터와, 가동 프레임으로부터 미러의 회전축(가동 프레임의 회전축에 직교하는 회전축)까지 연장되는 내측 액추에이터를 구비하고 있다. 외측 액추에이터로 가동 프레임을 한쪽의 회전축에 따라서 낮은 주파수(수평 주사 주파수)로 요동시키면서, 내측 액추에이터로 미러를 다른 쪽의 회전축에 따라서 높은 주파수(수직 주사 주파수)로 요동시킨다. 이 가동 반사 소자를 이용하면, 미러로 반사한 빛을 수평 방향 및 수직 방향으로 이차원 주사할 수 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 제 4092283 호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 이차원 주사를 실시하는 가동 반사 소자에서는, 조립처의 장치에 따라서는, 수평 주사 주파수에 대한 수직 주사 주파수의 비율이 10분의 1 정도가 된다. 이러한 비율로, 외측 액추에이터와 내측 액추에이터를 절 전압으로 구동하기 위해서는, 내측 액추에이터의 주파수에 대한 외측 액추에이터의 주파수의 비율을 10분의 1 정도로 하는 것이 바람직하다. 주파수의 비율을 10분의 1 정도로 하려면, 외부 액추에이터를 내측 액추에이터보다 큰폭으로 길게 할 필요가 있다.

[0006] 그렇지만, 상기 특허문헌 1에 개시된 가동 반사 소자에서는, 외측 액추에이터의 길이는, 고정 프레임의 내변과 회전축이 배설된 가동 프레임의 외변의 중점과의 사이의 거리에 제한되어 있다. 이 제한에 의해, 외부 액추에이터와 내부 액추에이터와의 주파수의 비율을 소망의 값까지 낮게 하는 것이 곤란했다.

[0007] 본 발명은 상기 설정을 감안하여 이뤄진 것이며, 주파수의 비율의 최적화와 소형화를 실현할 수 있는 가동 반사 소자 및 이차원 주사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 제 1 관점에 관한 가동 반사 소자는,

[0009] 평판형상의 고정 프레임과,

[0010] 상기 고정 프레임과의 사이에 간극을 두도록 상기 고정 프레임의 프레임 내에 배치된 평판형상의 가동 프레임과,

[0011] 반사면을 갖고, 상기 가동 프레임과의 사이에 간극을 두도록 상기 가동 프레임의 프레임 내에 배치된 평판형상의 경면부와,

[0012] 상기 고정 프레임과 상기 가동 프레임을 연결하고, 상기 고정 프레임의 내변으로부터 제 1 방향에 따라서 연장

된 부분에, 상기 제 1 방향에 따라서 신축하는 압전 소자가 형성된, 가요성이 있는 선형상의 한쌍의 부재이며, 그 부재의 각각이, 상기 제 1 방향에 교차하는 제 2 방향에 있어서의 상기 가동 프레임의 양측에 배치되고, 상기 압전 소자의 신축에 의해 변형해서 제 1 회전축을 중심으로 상기 고정 프레임에 대해서 상기 가동 프레임을 요동시키는 제 1 액추에이터부와,

[0013] 상기 가동 프레임과 상기 경면부를 연결하고, 상기 가동 프레임의 내변으로부터 상기 제 2 방향에 따라서 연장된 부분에, 상기 제 2 방향에 따라서 신축하는 압전 소자가 형성된, 가요성이 있는 선형상의 한쌍의 부재이며, 그 부재의 각각이, 상기 제 1 방향에 있어서의 상기 경면부의 양측에 배치되고, 상기 압전 소자의 신축에 의해 변형해서 상기 제 1 회전축에 교차하는 제 2 회전축을 중심으로 상기 가동 프레임에 대해서 상기 경면부를 요동시키는 제 2 액추에이터부를 구비하며,

[0014] 상기 제 1 액추에이터부의 상기 제 1 방향에 따라서 연장된 부분의 길이는, 상기 제 1 액추에이터부가 접속된 상기 고정 프레임의 내변으로부터 상기 제 1 방향에 따른 상기 가동 프레임의 외변의 중점까지의 거리보다 길다.

[0015] 상기 제 1 액추에이터부는,

[0016] 상기 압전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 고정 프레임의 내변에 접속되고, 상기 고정 프레임과 상기 가동 프레임과의 간극을 상기 제 1 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 가동 프레임의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장된 제 1 암부와,

[0017] 일단이 상기 제 1 암부의 타단과 접속되고, 상기 제 2 방향에 따라서 연장된 상기 제 2 암부와,

[0018] 일단이 상기 제 2 암부의 타단과 접속되고, 상기 제 2 암부의 타단으로부터 되접어 상기 제 1 암에 따라서 연장되고, 타단이 상기 가동 프레임의 외변의 중점과 접속하는 제 3 암부를 구비하는 것으로 해도 좋다.

[0019] 상기 제 2 액추에이터부는,

[0020] 상기 압전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 가동 프레임의 내변에 접속되고, 상기 가동 프레임과 상기 경면부와의 간극을 상기 제 2 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 경면부의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장된 제 4 암부와,

[0021] 일단이 상기 제 4 암부의 타단과 접속되고, 상기 제 1 방향에 따라서 연장되는 상기 제 5 암부와,

[0022] 일단이 상기 제 5 암부의 타단과 접속되고, 상기 제 5 암부의 타단으로부터 되접어 상기 제 4 암부를 따라서 연장되고, 상기 제 2 방향에 따른 상기 경면부의 외변의 중점과 타단이 접속되는 제 6 암부를 구비하는 것으로 해도 좋다.

[0023] 상기 제 1 액추에이터부의 한쌍의 부재 각각이, 상기 경면부를 중심으로 해서 2회 회전 대칭으로 배치되며,

[0024] 상기 제 2 액추에이터부의 한쌍의 부재 각각이, 상기 경면부를 중심으로 해서 2회 회전 대칭으로 배치되며,

[0025] 상기 제 1 암부의 일단으로부터 타단으로 향하는 방향과, 상기 제 4 암부의 일단으로부터 타단으로 향하는 방향이, 상기 경면부를 중심으로 하는 회전 방향에 관해서 동일한 것으로 해도 좋다.

[0026] 상기 제 1 액추에이터부의 한쌍의 부재 각각이, 상기 경면부를 중심으로 해서 2회 회전 대칭으로 배치되며,

[0027] 상기 제 2 액추에이터부의 한쌍의 부재 각각이, 상기 경면부를 중심으로 해서 2회 회전 대칭으로 배치되며,

[0028] 상기 제 1 암부의 일단으로부터 타단으로 향하는 방향과, 상기 제 4 암부의 일단으로부터 타단으로 향하는 방향이, 상기 경면부를 중심으로 하는 회전 방향에 관해서 역방향인 것으로 해도 좋다.

[0029] 상기 제 2 액추에이터부는,

[0030] 상기 압전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 가동 프레임의 내변에 접속되고, 상기 가동 프레임과 상기 경면부와의 간극을 상기 제 2 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 경면부의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장되며, 상기 경면부의 각(角)부에 타단이 접속되는 제 7 암부를 구비하는 것으로 해도 좋다.

[0031] 상기 제 1 액추에이터부는,

[0032] 상기 압전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 고정 프레임의 내변에 접속되고, 상기 고정 프레임과 상기 가동 프레임과의 간극을 상기 제 1 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 가동 프레임의 외변의 중점을 넘어서 직

선형상으로 연장된 제 8 암부를 구비하고,

[0033] 상기 제 8 암부의 타단으로부터 되접는 일 없이, 상기 가동 프레임의 외변의 중점을 피해서 상기 가동 프레임과 접속하는 것으로 해도 좋다.

[0034] 상기 제 1 액추에이터부는,

[0035] 상기 제 8 암부의 타단으로부터, 상기 고정 프레임과 상기 가동 프레임과의 간극을 상기 제 2 방향에 따라서 연장되고, 상기 제 2 방향에 따른 상기 가동 프레임의 외변의 중점을 넘어서 상기 가동 프레임의 각부와 접속되는 제 9 암부를 구비하는 것으로 해도 좋다.

[0036] 상기 제 2 액추에이터부는,

[0037] 상기 압전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 가동 프레임의 내변에 접속되고, 상기 가동 프레임과 상기 경면부와의 간극을 상기 제 2 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 경면부의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장된 제 10 암부를 구비하고,

[0038] 상기 제 10 암부의 타단으로부터 되접는 일 없이, 상기 제 2 방향으로 연장되는 상기 경면부의 외변의 중점을 피해서 상기 경면부와 접속되는 것으로 해도 좋다.

[0039] 상기 제 2 액추에이터부는,

[0040] 상기 제 10 암부의 타단으로부터 상기 제 1 방향에 따라서 연장되고, 상기 제 1 방향에 따른 상기 경면부의 외변의 중점을 넘어서 상기 경면부의 각부와 접속되는 제 11 암부를 구비하는 것으로 해도 좋다.

[0041] 상기 가동 프레임의 상기 제 2 방향에 따른 2개의 외변에 오목부가 설치되며,

[0042] 상기 제 1 액추에이터부는,

[0043] 상기 압전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 고정 프레임의 내변에 접속되고, 상기 고정 프레임과 상기 가동 프레임과의 간극을 상기 제 1 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 가동 프레임의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장된 제 12 암부와,

[0044] 상기 제 12 암부의 타단으로부터 상기 제 2 방향에 따라서 상기 가동 프레임의 외변의 중점까지 연장되는 제 13 암부와,

[0045] 일단이 상기 제 12 암부의 타단과 접속되고, 타단이 상기 오목부와 접속되는 제 14 암부를 구비하는 것으로 해도 좋다.

[0046] 상기 제 2 액추에이터부는,

[0047] 상기 압전 소자가 형성되어 있고, 일단이 상기 가동 프레임에 접속되고, 상기 가동 프레임과 상기 경면부와의 간극을 상기 제 2 방향에 따라서, 상기 일단으로부터 상기 경면부의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장된 제 15 암부와,

[0048] 상기 제 15 암부의 타단으로부터 상기 가동 프레임과 상기 경면부와의 간극을 상기 제 1 방향에 따라서 상기 가동 프레임의 외변의 중점까지 연장되는 제 16 암부와,

[0049] 일단이 상기 제 16 암부의 타단과 접속되고, 타단이 상기 경면부의 외변의 중점에 접속되는 제 17 암부를 구비하는 것으로 해도 좋다.

[0050] 상기 제 1 액추에이터부와 상기 고정 프레임이 접속하는 부분에 설치되며, 상기 제 1 액추에이터부의 폭보다 넓은 폭인 제 1 폭광부와,

[0051] 상기 제 2 액추에이터부와 상기 가동 프레임이 접속하는 부분에 설치되며, 상기 제 2 액추에이터부의 폭보다 넓은 폭인 제 2 폭광부

[0052] 중 적어도 한쪽이 설치되어 있는 것으로 해도 좋다.

[0053] 상기 제 1 액추에이터부 및 상기 제 2 액추에이터부의 적어도 한쪽에,

[0054] 독립해 구동되는 상기 압전 소자가 복수 설치되어 있는 것으로 해도 좋다.

[0055] 상기 제 1 액추에이터부의 변위를 검출하고, 상기 제 1 액추에이터부의 폭보다 좁은 폭인 제 1 검출용 전극과,

- [0056] 상기 제 2 액추에이터부의 변위를 검출하고, 상기 제 2 액추에이터부의 폭보다 좁은 폭인 제 2 검출용 전극 중 적어도 한쪽을 구비하는 것으로 해도 좋다.
- [0058] 상기 제 1 검출용 전극은, 상기 제 1 액추에이터부와 상기 고정 프레임이 접속하는 부분에 설치되며,
- [0059] 상기 제 2 검출용 전극은, 상기 제 2 액추에이터부와 상기 가동 프레임이 접속하는 부분에 설치되어 있는 것으로 해도 좋다.
- [0060] 상기 가동 프레임은 상기 경면부보다 두껍게 형성되어 있는 것으로 해도 좋다.
- [0061] 상기 제 1 액추에이터부 및 상기 제 2 액추에이터부 중 적어도 한쪽은,
- [0062] 상기 고정 프레임으로부터 상기 가동 프레임으로 향함에 따라, 또는, 상기 가동 프레임으로부터 상기 경면부로 향함에 따라, 폭이 상이하게 되어 있는 것으로 해도 좋다.
- [0063] 상기 가동 프레임에 추가 장착되어 있는 것으로 해도 좋다.
- [0064] 상기 가동 프레임에 대한 상기 경면부의 움직임을 제한하기 위해서, 상기 가동 프레임의 내변으로부터 연장되고, 상기 가동 프레임과 상기 경면부와의 간극에 배치된 제 1 제한부와,
- [0065] 상기 고정 프레임에 대한 상기 가동 프레임의 움직임을 제한하기 위해서, 상기 고정 프레임의 내변으로부터 연장되고, 상기 고정 프레임과 상기 가동 프레임과의 간극에 배치된 제 2 제한부
- [0066] 중 적어도 한쪽이 설치되어 있는 것으로 해도 좋다.
- [0067] 상기 경면부는, 상기 제 1 제한부를 피하고, 또한 정지 상태에 있어서의 중심이 상기 경면부의 중심이 되도록, 외주면이 형성되어 있고,
- [0068] 상기 가동 프레임은, 상기 제 2 제한부를 피하고, 또한 정지 상태에 있어서의 중심이 상기 가동 프레임의 중심이 되도록, 외주면이 형성되어 있는 것으로 해도 좋다.
- [0069] 본 발명의 제 2 관점에 관한 이차원 주사 장치는,
- [0070] 본 발명의 가동 반사 소자와,
- [0071] 상기 가동 반사 소자를 이차원 방향으로 구동해서, 이차원 주사를 실시하는 제어부를 구비한다.

### 발명의 효과

- [0072] 본 발명에 의하면, 제 1 액추에이터부의 제 1 방향에 따라서 연장된 부분의 길이는, 제 1 액추에이터부가 접속된 고정 프레임의 내변으로부터 제 1 방향에 따른 가동 프레임의 외변의 중점까지의 거리보다 길게 되어 있다. 이와 같이 하면, 제 1 액추에이터부의 길이를 제 2 액추에이터부의 길이보다 큰폭으로 길게 할 수 있다. 이것에 의해, 가동 반사 소자 전체를 소형인 것으로 하면서, 가동 프레임의 구동 주파수와 경면부의 구동 주파수와의 비율을 소망의 값으로 할 수 있다. 이 결과, 주파수의 비율의 최적화와 소형화를 실현할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0073] 도 1의 (A)는 본 발명의 실시형태 1에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(후술하는 D층을 제외함)의 상면도이다. 도 1의 (B)는 도 1의 (A)의 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 제외함)의 측면도이다. 도 2a는 본 발명의 실시형태 1에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다. 도 2b는 본 발명의 실시형태 1에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체를 YZ면을 따라서 절단한 측단면도이다. 도 3의 (A)는 본 발명의 실시형태 1에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체의 각 부(部)의 기능을 나타내는 상면도이다. 도 3의 (B)는 본 발명의 실시형태 1에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다. 도 4의 (A)는 본 발명의 실시형태 1에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)의 상면도이다. 도 4의 (B)는 도 4의 (A)의 본 발명의 실시형태 1에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 5a는 가동 반사 소자에 있어서의 액추에이터부의 동작을 도시하는 도면(그 1)이다.

도 5b는 가동 반사 소자에 있어서의 액추에이터부의 동작을 도시하는 도면(그 2)이다.

도 5c는 가동 반사 소자에 있어서의 액추에이터부의 동작을 도시하는 도면(그 3)이다.

도 6a는 본 발명의 실시형태 1에 관한 가동 반사 소자에 있어서의 가동 프레임의 Y축 방향에의 경사 상태(X축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도(그 1)이다.

도 6b는 본 발명의 실시형태 1에 관한 가동 반사 소자에 있어서의 가동 프레임의 Y축 방향에의 경사 상태(X축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도(그 2)이다.

도 6c는 본 발명의 실시형태 1에 관한 가동 반사 소자에 있어서의 가동 프레임의 Y축 방향에의 경사 상태(X축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도(그 3)이다.

도 7a는 본 발명의 실시형태 1에 관한 가동 반사 소자에 있어서의 경면부의 X축 방향에의 경사 상태(Y축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도(그 1)이다.

도 7b는 본 발명의 실시형태 1에 관한 가동 반사 소자에 있어서의 경면부의 X축 방향에의 경사 상태(Y축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도(그 2)이다.

도 7c는 본 발명의 실시형태 1에 관한 가동 반사 소자에 있어서의 경면부의 X축 방향에의 경사 상태(Y축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도(그 3)이다.

도 8의 (A)는 본 발명의 실시형태 2에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체의 각 부의 기능을 나타내는 상면도이다.

도 8의 (B)는 본 발명의 실시형태 2에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 9의 (A)는 본 발명의 실시형태 2에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)의 상면도이다.

도 9의 (B)는 본 발명의 실시형태 2에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 10의 (A)는 본 발명의 실시형태 3에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체의 각 부의 기능을 나타내는 상면도이다.

도 10의 (B)는 본 발명의 실시형태 3에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 11의 (A)는 본 발명의 실시형태 3에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)의 상면도이다.

도 11의 (B)는 본 발명의 실시형태 3에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 12의 (A)는 본 발명의 실시형태 4에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체의 각 부의 기능을 나타내는 상면도이다.

도 12의 (B)는 본 발명의 실시형태 4에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 13의 (A)는 본 발명의 실시형태 4에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)의 상면도이다.

도 13의 (B)는 본 발명의 실시형태 4에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 14의 (A)는 본 발명의 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 제외함)의 상면도이다.

도 14의 (B)는 도 14의 (A)의 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 제외함)를 XZ면을 따라서 절단한 측면도이다.

도 15a는 본 발명의 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 15b는 본 발명의 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체를 YZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 16의 (A)는 본 발명의 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체의 각 부의 기능을 나타내는 상면도이다.

다.

도 16의 (B)는 본 발명의 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 17의 (A)는 본 발명의 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)의 상면도이다.

도 17의 (B)는 본 발명의 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 18a는 본 발명의 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자에 있어서의 가동 프레임의 Y축 방향에의 경사 상태(X축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도(그 1)이다.

도 18b는 본 발명의 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자에 있어서의 가동 프레임의 Y축 방향에의 경사 상태(X축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도(그 2)이다.

도 18c는 본 발명의 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자에 있어서의 가동 프레임의 Y축 방향에의 경사 상태(X축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도(그 3)이다.

도 19의 (A)는 본 발명의 실시형태 6에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체의 각 부의 기능을 나타내는 상면도이다.

도 19의 (B)는 본 발명의 실시형태 6에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 20의 (A)는 본 발명의 실시형태 6에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)의 상면도이다.

도 20의 (B)는 본 발명의 실시형태 6에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 21a는 본 발명의 실시형태 6에 관한 가동 반사 소자에 있어서의 경면부의 X축 방향에의 경사 상태(Y축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도(그 1)이다.

도 21b는 본 발명의 실시형태 6에 관한 가동 반사 소자에 있어서의 경면부의 X축 방향에의 경사 상태(Y축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도(그 2)이다.

도 21c는 본 발명의 실시형태 6에 관한 가동 반사 소자에 있어서의 경면부의 X축 방향에의 경사 상태(Y축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도(그 3)이다.

도 22의 (A)는 본 발명의 실시형태 7에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 제외함)의 상면도이다.

도 22의 (B)는 도 22의 (A)의 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 제외함)의 측면도이다.

도 23은 가동 프레임에 추를 부착된 가동 반사 소자의 구성을 나타내는 사시도이다.

도 24의 (A)는 본 발명의 실시형태 8에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체의 각 부의 기능을 나타내는 상면도이다.

도 24의 (B)는 본 발명의 실시형태 8에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 25의 (A)는 본 발명의 실시형태 8에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)의 상면도이다.

도 25의 (B)는 본 발명의 실시형태 8에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 26의 (A)는 본 발명의 실시형태 9에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체의 각 부의 기능을 나타내는 상면도이다.

도 26의 (B)는 본 발명의 실시형태 9에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 27의 (A)는 본 발명의 실시형태 9에 관한 가동 반사 소자의 주 구조체(D층을 포함함)의 변형예의 상면도이다.

도 27의 (B)는 도 27의 (A)의 가동 반사 소자의 주 구조체(D총을 포함함)를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 28a는 본 발명의 실시형태 10에 관한 가동 반사 소자의 상면도이다.

도 28b는 본 발명의 실시형태 11에 관한 가동 반사 소자의 상면도이다.

도 28c는 본 발명의 실시형태 12에 관한 가동 반사 소자의 상면도이다.

도 29는 본 발명의 실시형태 13에 관한 이차원 주사 장치를 이용한 프로젝터의 구성을 나타내는 블럭도이다.

도 30a는 제 1 구동 신호 및 제 2 구동 신호의 신호 파형을 나타내는 그래프이다.

도 30b는 제 1, 제 2 구동 신호를 가동 반사 소자에 공급했을 경우에 얻을 수 있는, 스크린상의 빔의 2차원 주사의 모습을 나타내는 그래프이다.

도 31a는 제 1 구동 신호 및 제 2 구동 신호의 신호 파형의 다른 예를 나타내는 그래프이다.

도 31b는 제 1, 제 2 구동 신호를 가동 반사 소자에 공급했을 경우에 얻을 수 있는, 스크린상의 빔의 2차원 주사의 모습을 나타내는 그래프이다.

도 32의 (A)는 액추에이터부의 두께가 조정된 가동 반사 소자의 주 구조체(D총을 제외함)의 상면도이다.

도 32의 (B)는 도 32의 (A)의 가동 반사 소자의 주 구조체(D총을 제외함)를 XZ 평면을 따라서 절단한 측단면도이다.

도 33은 피드백 제어 기능을 갖춘 프로젝터의 모식도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0074] 이하, 본 발명의 실시형태에 대해 도면을 참조해 상세하게 설명한다.
- [0075] 실시형태 1
- [0076] 우선, 본 발명의 실시형태 1에 대해 설명한다. 본 실시형태 1에서는, 가동 반사 소자(100)의 기본적인 구성과 그 동작에 대해 설명한다. 또한, 실시형태 1로부터, 후술하는 실시형태 4까지의 가동 반사 소자(100)는 동일의 사상에 근거해 설계되어 있고, 동일한 그룹에 속한다.
- [0077] (반사면, 전극총을 실현하는 D총을 제외한 가동 반사 소자의 구성)
- [0078] 도 1의 (A)는 본 실시형태에 관한 가동 반사 소자(100)의 주 구조체(D총을 제외함)의 상면도이며, 도 1의 (B)는 가동 반사 소자(100)의 주 구조체의 측면도이다.
- [0079] 도 1의 (A)에 도시하는 바와 같이, 가동 반사 소자(100)는, 전체적으로, 직사각형 평판형상의 소자이며, 가동 반사 소자(100)에서는, 그 평판에 슬릿이 형성되고, 다음의 각 부(部), 즉 고정 프레임(110)과, 가동 프레임(120)과, 경면부(130)와, 액추에이터부(140, 150)가 형성되어 있다.
- [0080] 고정 프레임(110)은 가장 외주에 배치된 평판형상의 프레임체이다. 가동 프레임(120)은 고정 프레임(110)의 프레임 내에 배치된 직사각형 평판형상의 프레임체이다. 경면부(130)는 가동 프레임(120)의 프레임 내에 배치된 직사각형 평판형상의 부재이다. 액추에이터부(140)는 고정 프레임(110)과 가동 프레임(120)을 연결하는 한쌍의 부재이다. 또한, 액추에이터부(150)는 가동 프레임(120)과 경면부(130)를 연결하는 한쌍의 부재이다.
- [0081] 여기서, 경면부(130)의 중심 위치를 원점(0)으로 하는 XYZ 3차원 직교좌표계를 규정한다. 이 XYZ 좌표계에서는, 도 1의 (A)에 있어서, 지면 좌우 방향을 X축으로 하고, 지면 상하 방향을 Y축으로 하고, 지면 수직 방향을 Z축으로 한다.
- [0082] 고정 프레임(110)은 외부 물체에 고정된다. 가동 프레임(120) 및 경면부(130)는 외부 물체에는 직접 고정되지 않는 상태로 이용된다. 액추에이터부(140)는, 고정 프레임(110)과 가동 프레임(120)과의 사이로서, 가동 프레임(120)의 X축 방향 양측에 각각 설치되며, 고정 프레임(110)과 가동 프레임(120)을 연결한다. 또한, 액추에이터부(150)는, 가동 프레임(120)과 경면부(130)와의 사이로서, 경면부(130)의 Y축 방향 양측에 각각 설치되며, 가동 프레임(120)과 경면부(130)를 연결한다.
- [0083] 가동 반사 소자(100)는, 도 1의 (B)에 도시하는 바와 같이, A총(100A), B총(100B), C총(100C)이 이 순서로 적

충된 적층 구조를 갖고 있다. A층(100A)은, 실제로는, 3개의 층(100A1, 100A2, 100A3)으로 나누어져 있다. 이 3개의 층에 대해서는 후술한다.

[0084] 도 2a에는, 가동 반사 소자(100)의 주 구조체를 XZ 평면에서 절단한 단면이 도시되어 있다. 도 2b에는, 가동 반사 소자(100)의 주 구조체를 YZ 평면에서 절단한 단면이 도시되어 있다. 도 2a, 도 2b에 도시하는 바와 같이, 고정 프레임(110)은 A층(110A), B층(110B), C층(110C)의 3층 구조를 포함하고 있다. 또한, 가동 프레임(120)은 A층(120A), B층(120B), C층(120C)의 3층 구조를 포함하고 있다. 경면부(130)는 A층(130A), B층(130B), C층(130C)의 3층 구조를 포함하고 있다. 액추에이터(140)는 A층(140A), B층(140B), C층(140C)의 3층 구조를 포함하고 있다. 액추에이터(150)는 A층(150A), B층(150B), C층(150C)의 3층 구조를 포함하고 있다.

[0085] 또한, 가동 반사 소자(100)는 상술한 A층(130A, 140A, 150A)을 포함하지 않도록 해도 좋다. 즉, 경면부(130), 액추에이터부(140, 150)가 B층(130B, 140B, 150B)과 C층(130C, 140C, 150C)으로 이뤄지는 2층 구조라도 좋다.

[0086] 도 2a, 도 2b에 도시하는 바와 같이, 고정 프레임(110), 가동 프레임(120)의 두께에 비해, 경면부(130), 액추에이터부(140, 150)의 두께는 작게 설정되어 있고, 경면부(130), 액추에이터부(140, 150)의 하방에는 공극이 형성되어 있다. 또한, 가동 프레임(120)의 두께를 크게 하는 것에 의해서, 또는, 가동 프레임(120)의 X축에 따르는 변, 가동 프레임(120)의 Y축에 따르는 변을 길게 하는 것에 의해서, 가동 프레임(120)의 구동 주파수를 낮게 할 수 있다.

[0087] 도 3의 (A)는 가동 반사 소자(100)의 주 구조체의 각 부의 기능을 나타내는 상면도이며, 도 3의 (B)는 가동 반사 소자(100)의 주 구조체를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다. 도 3의 (A), (B)에 있어서의 해칭은 단면을 나타내는 것이 아니고, 각 부의 기능을 나타낸다.

[0088] 도 3의 (A)에 있어서, 고정 프레임(110)은 물방울형상의 해칭으로 도시되어 있다. 도 3의 (B)에 도시하는 바와 같이, 고정 프레임(110)의 하면은, 토대 기판(200)의 상면에, 스페이서(300)를 거쳐서 고착된다. 또한, 고정 프레임(110)은, 하면의 전면이 아니고, 하면의 일부의 면이, 스페이서(300)를 거쳐서 토대 기판(200)의 상면에 고착되어 있으면 좋다.

[0089] 도 3의 (A)에 있어서, 가동 프레임(120)은 소정의 간격을 둔 4개 사선의 해칭으로 도시되어 있다. 도 3의 (B)에 도시하는 바와 같이, 가동 프레임(120)은 고정 프레임(110)으로 둘러싸인 공간 내에 있고, 토대 기판(200)으로부터 뜬 상태로 되어 있다.

[0090] 도 3의 (A)에 있어서, 액추에이터부(140)는 바구니 그물형상의 해칭으로 도시되어 있다. 도 3의 (B)에 도시하는 바와 같이, 액추에이터부(140)는, 고정 프레임(110)과 가동 프레임(120)과의 사이에서, 토대 기판(200)으로부터 뜬 상태로 되어 있다. 가동 프레임(120)은 액추에이터부(140)를 거쳐서 고정 프레임(110)에 의해서 지지되어 있다. 액추에이터부(140)는, 적어도 상하 방향(Z축 방향)에 관해서 가요성을 갖고 있고, 상방으로 휘거나 하방으로 휘거나 할 수 있다. 이것에 의해, 액추에이터부(140)는, 소정의 자유도의 범위 내에서, 고정 프레임(110)에 대해서 가동 프레임(120)을 변위시킬 수 있다.

[0091] 도 3의 (A)에 있어서, 경면부(130)는 등간격 사선의 해칭으로 도시되어 있다. 이 경면부(130)의 상면에는, 후술하는 바와 같이 +Z축에 반사면(도시하지 않은 D층(100D))이 형성되고, 입사한 빛, 전자파 등의 빔을 반사한다.

[0092] 도 3의 (A)에 있어서, 액추에이터부(150)는 바구니 그물형상의 해칭으로 도시되어 있다. 액추에이터부(150)는, 가동 프레임(120)과 경면부(130)와의 사이에서, 토대 기판(200)으로부터 뜬 상태로 되어 있다. 경면부(130)는 액추에이터부(150)를 거쳐서 가동 프레임(120)에 의해서 지지되어 있다. 액추에이터부(150)는 적어도 상하 방향(Z축 방향)에 관해서 가요성을 갖고 있고, 상방으로 휘거나 하방으로 휘거나 할 수 있다. 이 때문에, 액추에이터부(150)는, 소정의 자유도의 범위 내에서, 가동 프레임(120)에 대해서 경면부(130)를 변위시킬 수 있다.

[0093] 이어서, 가동 반사 소자(100)의 전체 구성에 대해 설명한다. 도 4의 (A)는이 실시형태에 관한 가동 반사 소자(100)의 주 구조체의 상면도이며, 도 4의 (B)는 가동 반사 소자(100)의 주 구조체를 XZ 평면을 따라서 절단한 측단면도이다. 도 4의 (A), (B)에 도시하는 가동 반사 소자(100)에서는, 도 1의 (A), (B)에 도시하는 가동 반사 소자(100)의 상면에, 도시하지 않는 D층(100D)이 부가되어 있다.

[0094] 위에서 설명한 바와 같이, A층(100A), B층(100B), C층(100C)의 3층은 서로 동일한 평면형상(도 1의 (A)의 상면도에 도시하는 형상)을 갖고 있지만, D층(100D)의 평면형상은 A층(100A), B층(100B), C층(100C)과 상이하다. 도 4의 (A)에서는, 이 D층(100D)의 부분(구체적으로는, 140D, 150D, 160D, 170D의 부분)에 해칭이 실시되어 있

다. 도 4의 (A)에 있어서의 해칭은 D층의 평면형상 패턴을 나타내는 것이며, 단면을 나타내기 위한 것은 아니다.

[0095] D층(100D)은, 액추에이터(140)에 형성된 상부 전극층(140D)과, 액추에이터(150)에 형성된 상부 전극층(150D)과, 경면부(130)에 형성된 반사층(130D)과, 겸출용 전극(160D, 170D)을 포함한다. 고정 프레임(110) 및 가동 프레임(120)에는, 배선을 제외하고, D층은 형성되어 있지 않다. 다만, 도 4의 (A)에 도시하는 고정 프레임(110) 및 가동 프레임(120)에 있어서는, 배선의 도시를 생략하고 있다. 상부 전극층(140D, 150D)은 압전 소자의 전극을 형성하고, 반사층(130D)은 경면부(130)의 반사면을 형성한다. 그 이외의 부분에는, D층을 형성할 필요는 없다.

[0096] 고정 프레임(110)에는, 상술한 바와 같이, 배선으로서 기능하는 D층이 형성된다. 그러나, 상부 전극층(140D, 150D)은 각각 별개의 압전 소자를 형성하기 위해서 전기적으로 절연되어 있을 필요가 있으므로, C층의 상면 전면에, 동일한 평면형상을 가지는 D층을 형성하는 것은 바람직하지 않다.

[0097] 다음에, 가동 반사 소자(100)를 구성하는 A층(100A), B층(100B), C층(100C), D층(100D)의 재질에 대해 설명한다. 우선, A층(100A)은 다른 각종의 지지 기판이 되는 기판층이고, 그 상면에 형성되는 B층(100B), C층(100C), D층(100D)을 지지할 수 있는 재질에 의해서 형성되어 있다. 다만, 액추에이터부(140, 150)는 적어도 상하 방향(Z축 방향)에 관해서 가요성을 가지고 있을 필요가 있다. 즉, 기판층으로서의 A층(100A)은, 각 액추에이터부(140, 150)가 필요한 범위 내(경면부(130)를 요구되는 각도로 경사시키기 위해서 필요한 범위 내)에서 힘을 일으킬 수 있도록, 어느 정도의 가요성을 갖는 재료에 의해서 형성된다. 이 실시형태에서는, 실리콘 기판에 의해서 A층(100A)이 구성되어 있다. 보다 구체적으로는, 도 1의 (B)에 도시하는 바와 같이, A층(100A)은, 실리콘으로부터 이뤄지는 지지층(100A1)과, 지지층(100A1)의 위에 형성된 이산화실리콘의 BOX층(이산화규소 절연막)(100A2)과, BOX층(100A2)의 위에 형성된 실리콘으로부터 이뤄지는 활성층(100A3)의 3층 구조로 되어 있다.

[0098] 또한, A층(100A)은 BOX층(100A2)을 포함하지 않고, 지지층(100A1)과 활성층(100A3)으로 이뤄지는 2층 구조여도 좋다. 즉, A층(100A)은 단일의 실리콘 기판이라도 좋다.

[0099] B층(100B)은 압전 소자의 하부 전극을 구성한다. D층(100D)은 압전 소자의 상부 전극을 구성한다. 따라서, 모두 도전성 재료에 의해서 형성된다.

[0100] C층(100C)은 압전 소자를 구성하고, 압전 효과를 나타내는 압전 재료에 의해서 구성된다. 예를 들면, PZT(티탄산지르콘산연) 또는 KNN(나오브산칼륨 나트륨)의 박막에 의해서 C층(100C)이 형성되어 있다. 본 실시형태에서는, 압전 재료층(C층(100C))을 도전성 재료층(B층(100B) 및 D층(100D))에서 사이에 둔 샌드위치 구조체에 의해서 압전 소자가 구성된다.

[0101] 또한, D층(100D) 중, 각 액추에이터부(140, 150)에 형성되는 부분(140D, 150D)는, 위에서 설명한 바와 같이, 압전 소자용의 상부 전극층을 구성하게 된다. 그러나, 경면부(130)에 형성되는 D층(130D)은 경면부(130)의 반사면으로서 기능한다. 따라서, 액추에이터부(140, 150)의 상부 전극층(140D, 150D)은 도전성의 층이면 좋고, 표면이 반사성일 필요는 없다. 또한, 경면부(130)에 형성되는 D층(130D)은 표면이 반사성을 갖고 있으면 좋고, 도전성의 층일 필요는 없다.

[0102] 다만, 가동 반사 소자(100)를 양산하는 경우는, 상부 전극층(140D, 150D) 및 반사층(130D)을 동일한 재료로 이뤄지는 D층(100D)으로서 형성한다. 이 경우, D층(100D)의 재료로서는, 전극층의 기능과 반사층의 기능을 겸비한 재료가 이용된다.

[0103] 보다 구체적으로 말하면, D층(100D)은 상면이 반사면(경면)으로서의 기능도 수행할 필요가 있기 때문에, D층(100D)의 상면 부분을, 반사율이 높은 내부식성이 뛰어난 재료, 예를 들면 금(Au)의 박막층에 의해서 구성하는 것이 바람직하다. 금(Au)의 박막층은 빛이나 전자파에 대해서 양호한 반사율을 가지고 있고, 또한 내부식성이 뛰어나기 때문에, 장기간에 걸쳐서 안정된 반사 성능을 유지할 수 있다. 또한, B층(100B)은 하부 전극(도전층)으로서의 기능을 수행하면 좋기 때문에, 임의의 금속층으로 충분하다.

[0104] 도 4의 (B)에 도시하는 가동 반사 소자(100)는 양산화에 적절한 구조를 구비하고 있다. 특히, 가동 반사 소자(100)의 제조에는, 반도체 제조 프로세스를 이용한 MEMS 소자의 제조 방법을 적용하는 것이 가능하다. 도 4의 (B)에 도시하는 가동 반사 소자(100)는 실리콘 기판(100A)(A층: 기판층)의 상면에, 백금층(100B)(B층: 하부 전극층), PZT층(100C)(C층: 압전 재료층), 백금/금층(100D)(D층: 하층 부분은 백금, 상층 부분은 금으로 이뤄지는 2층 구조층)을 순차 퇴적시켜 구성되어 있다. 상부 전극층 및 하부 전극층으로서 백금을 이용하는 것은, 압전 재료층이 되는 PZT층과의 사이에 양호한 계면을 형성할 수 있기 때문이다. 한편, 반사층으로서는, 상술한 바와 같이 금을 이용하는 것이 바람직하기 때문에, D층의 하층 부분은 상부 전극층에 적절한 백금을 이용해 상층 부

분은 반사층에 적절한 금을 이용하는 것으로 한다.

[0105] 4층의 적층 구조체를 형성하면, D층(100D)에 대해서 패터닝 처리를 실시해서 도 4의 (A)에 도시하는 해칭이 실시된 영역만을 남기고, 또한 A층, B층, C층의 3층으로 이뤄지는 주 구조체의 부분에 대해서, 에칭 등의 방법으로 상하 방향으로 관통하는 슬릿을 형성한다. 또한, 액추에이터부(140, 150)나 경면부(130)의 하면측의 일부분을 에칭 등으로 제거하면, 도 4의 (B)에 도시하는 바와 같이, 액추에이터부(140, 150)나 경면부(130)가 토대 기판(200)으로부터 뜬 구조를 실현할 수 있다.

[0106] 가동 반사 소자(100)의 각 부의 치수의 일례에 대해 설명한다. A층(100A)은 일변 5mm 각(角), 두께 0.3mm의 실리콘 기판이다. B층(100B)은 두께 300nm 정도의 백금의 박막층이다. 또한, C층(100C)은 두께 2μm 정도의 PZT층이다. D층(100D)은 두께 300nm 정도의 백금/금의 박막층이다. 여기서, 액추에이터부(140, 150)나 경면부(130)에 대해서는, 실리콘 기판(100A)(A층)의 하면측을 에칭 제거하고, 두께를 0.10mm로 하고 있다. 이것에 의해, 토대 기판(200)의 상면과의 사이에, 0.20mm의 공극이 형성된다. 또한, 도 4의 (A)에 도시하는 평면도에 있어서, 고정 프레임(110)과 가동 프레임(120), 고정 프레임(110)과 액추에이터부(140), 가동 프레임(120)과 액추에이터부(150)의 사이의 슬릿의 폭을 0.3mm로 하고, 액추에이터부(140, 150)의 폭을 0.5mm로 하고 있다.

[0107] 각 부의 치수는 임의로 변경할 수 있다. 액추에이터부(140, 150)의 두께나 폭, 길이는, 경면부(130)가 소정의 각도 범위(가동 거울로서 요구되는 성능을 만족하는 범위)에서 경사할 수 있는 가요성을 얻을 수 있는 치수로 변경하면 좋다. 또한, 고정 프레임(110)의 두께는, 이 가동 반사 소자(100)를 토대 기판(200)에 견고하게 고착할 수 있는 치수로 설정하면 좋다.

[0108] (액추에이터부의 동작)

[0109] 다음에, 액추에이터부(140, 150)의 동작에 대해 설명한다. 도 4의 (B)에 도시하는 바와 같이, 액추에이터부(140)에는, A층(기판층)(140A), B층(하부 전극층)(140B), C층(압전 재료층)(140C), D층(상부 전극층)(140D)이 형성되어 있다. A층(기판층)(140A)을 "액추에이터 본체부(140A)"라고 부른다. 또한, B층(하부 전극층)(140B), C층(압전 재료층)(140C), D층(상부 전극층)(140D)의 3층 구조 부분을 "압전 소자(140A, 140B, 140C)"라고 부른다. 이와 같이 하면, 액추에이터부(140)는, 가요성을 갖는 액추에이터 본체부(140A)와, 이 액추에이터 본체부(140A)의 상면에 고착된 압전 소자(140B, 140C, 140D)에 의해서 구성되어 있다고 간주할 수 있다.

[0110] 마찬가지로, 액추에이터부(150)에는, 도 2b, 도 4의 (A)에 도시하는 바와 같이, A층(기판층)(150A), B층(하부 전극층)(150B), C층(압전 재료층)(150C), D층(상부 전극층)(150D)이 형성되어 있다. A층(기판층)(150A)의 부분을 "액추에이터 본체부(150A)"라고 부른다. 또한, B층(하부 전극층)(150B), C층(압전 재료층)(150C), D층(상부 전극층)(150D)의 3층 구조 부분을 "압전 소자"라고 부른다. 이와 같이 하면, 액추에이터부(150)는, 가요성을 갖는 액추에이터 본체부(150A)와, 이 액추에이터 본체부(150A)의 상면에 고착된 압전 소자(150B, 150C, 150D)에 의해서 구성되어 있다고 간주할 수 있다.

[0111] 도 5a, 도 5b, 도 5c는 액추에이터부(140)의 동작을 나타내는 단면도이다. 도 5a에 도시하는 바와 같이, A층(140A)은 실리콘 기판 등으로 이뤄지는 액추에이터 본체부이며, B층(140B), C층(140C), D층(140D)으로 이뤄지는 3층 구조체가 압전 소자이다. C층(압전 재료층)(140C)은, 두께 방향으로 소정 극성의 전압을 인가하면, 길이 방향(두께 방향으로 직교하는 방향)으로 신축하는 성질을 가진다.

[0112] D층(상부 전극층)(140D)측이 정(正), B층(하부 전극층)(140B)측이 부(負)가 되도록, 양 전극층간에 전압을 인가하면, C층(압전 재료층)(140C)은 길이 방향(두께 방향으로 직교하는 방향)으로 신장한다. 반대로, D층(상부 전극층)(140D)측이 부, B층(하부 전극층)(140B)측이 정이 되도록, 양 전극층간에 전압을 인가하면, C층(압전 재료층)(140C)은 길이 방향으로 줄어드는 성질을 갖고 있다. 신축의 정도는 인가하는 전압값에 따른 양으로 된다.

[0113] 따라서, 도 5b에 도시하는 바와 같이, D층(상부 전극층)(140D)이 정으로, B층(하부 전극층)(140B)이 부가 되는 극성(이하, 정극성이라고 부른다)의 전압을 인가하면, B층(140B), C층(140C), D층(140D)의 3층으로 이뤄지는 압전 소자는 길이 방향으로 신장하고, 가요성을 갖는 A층(140A)의 상면측에, 면 방향(Y축에 따른 방향)으로 신장하는 방향에의 응력이 더해진다. 그 결과, 액추에이터부(140)는 상방이 볼록부로 되도록 훙다.

[0114] 이것에 대해서, 도 5c에 도시하는 바와 같이, D층(상부 전극층)(140D)이 부로, B층(하부 전극층)(140B)이 정이 되는 극성(이하, 역극성이라고 부른다)의 전압을 인가하면, B층, C층, D층의 3층으로 이뤄지는 압전 소자는 길이 방향으로 줄어들고, 가요성을 갖는 A층(140A)의 상면측에, 면 방향으로 줄어드는 방향에의 응력이 더해진다. 그 결과, 액추에이터부(140)는 하방이 볼록부로 되도록 훙다.

- [0115] 물론, D층(상부 전극층)(140D)측이 정, B층(하부 전극층)(140B)측이 부가 되도록, 양 전극층간에 전압을 인가하면, C층(암전 재료층)(140C)이 길이 방향으로 줄어드는 한편으로, D층(상부 전극층)(140D)측이 부, B층(하부 전극층)(140B)측이 정이 되도록, 양 전극층간에 전압을 인가하면, 길이 방향으로 신장하는 성질을 가지는 C층(140C)을 이용해도 상관없다. 이 경우, 정극성의 전압을 인가하면, 하방이 볼록부로 되도록 휘고, 부극성의 전압을 인가하면, 상방이 볼록부로 되도록 되한다.
- [0116] 어쨌든, D층(상부 전극층)(140D)과 B층(하부 전극층)(140B)과의 사이에, 소정 극성의 전압을 인가하는 것에 의해, 도 5b 또는 도 5c에 도시하는 변형을 일으키게 할 수 있다. 변형의 정도는 인가하는 전압값에 따른 양이 된다. 또한, 암전 소자를 구성하는 재료에 의해서(예를 들면, 벌크, 박막에 의해서), 분극 작용이 상이하므로, 전압의 극성과 신축의 관계가 상술과는 역으로 되는 경우가 있다.
- [0117] 상술의 동작은 액추에이터부(150)에 대해서도 동일하다.
- [0118] 도 4의 (A)로 돌아와, 도시하지 않는 D층(100D) 중, 검출용 전극(160D)은 액추에이터부(140)의 변위를 검출하기 위해서 설치되어 있다. 검출용 전극(160D)은 액추에이터부(140)의 폭보다 폭이 좁아지도록 형성되어 있다. 또한, 검출용 전극(170D)은 액추에이터부(150)의 변위를 검출하기 위해서 설치되어 있다. 검출용 전극(170D)의 폭은 액추에이터부(150)보다 좁아지도록 형성되어 있다. 또한, 검출용 전극(160D, 170D) 중 적어도 한쪽의 폭이 각각의 액추에이터의 폭보다 좁아져 있으면 좋다.
- [0119] 검출용 전극(160D)은 액추에이터부(140)와 고정 프레임(110)이 접속하는 부분에 설치되며, 검출용 전극(170D)은 액추에이터부(150)와 가동 프레임(120)이 접속하는 부분에 설치되어 있다. 이러한 부분은 액추에이터부(140, 150)의 변형이 크게 되는 장소이다. 따라서, 이러한 장소에 검출용 전극(160D, 170D)을 배설하는 것에 의해, 액추에이터부(140, 150)의 변위를 안정되게 검출할 수 있다.
- [0120] 도 4의 (A)에 도시하는 바와 같이, 경면부(130)는, 고정 프레임(110)에 대해서, 액추에이터부(140), 가동 프레임(120), 액추에이터부(150)를 거쳐서 접속되어 있고, 액추에이터부(140, 150)에 의해서, 토대 기판(200)으로부터 뜯어 공중에 매달림 상태로 지지되어 있다. 따라서, 액추에이터부(140)가 상방 또는 하방으로 휘면, 공중에 매달림 상태로 지지되어 있는 경면부(130)는 가동 프레임(120)과 함께, X축 둘레, 즉 Y축 방향으로 경사한다. 또한, 액추에이터부(150)가 상방 또는 하방으로 휘면, 공중에 매달림 상태로 지지되어 경면부(130)는, Y축 둘레, 즉 X축 방향으로 경사한다.
- [0121] 도 6a, 도 6b, 도 6c는, 도 4의 (A), (B)에 도시하는 가동 반사 소자(100)에 있어서의 가동 프레임(120)의 Y축 방향에의 경사 상태(X축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도이다. 도 6a 내지 도 6c에서는, 가동 프레임(120)을 굽은선으로 나타내고, 고정 상태에 있는 토대 기판(200)에 해칭을 실시해 도시되어 있다. 또한, 액추에이터부(140)의 변형 상태는 실제보다 과장해서 도시되어 있다.
- [0122] 도 6a에는, 경사가 생기지 않은 정위치의 상태, 즉, 각 암전 소자에 아무런 전압이 인가되어 있지 않은 상태에 있어서의, 액추에이터부(140)와 가동 프레임(120)과의 위치 관계가 도시되어 있다. 토대 기판(200)상에 고정된 고정 프레임(110)으로부터 가동 프레임(120)으로 향해 액추에이터부(140)가 연장되어 있다. 가동 프레임(120)은, 액추에이터부(140)를 거쳐서, 토대 기판(200)의 상방에 수평 자세인 채 지지되어 있다. 흰삼각형은 가동 프레임(120)(경면부(130))의 중심(G)을 나타낸다. 중심(G)은 좌표계의 원점(0)과 일치하고 있다.
- [0123] 도 6b는, 액추에이터부(140)의 암전 소자에, 정극성의 전압(도 5b 참조)을 인가하는 것에 의해, 액추에이터부(140)에 대해서 상방이 볼록부로 되는 변형을 일으키게 한 상태가 도시되어 있다. 액추에이터부(140)는, -Y측에서 고정 프레임(110)에 고정되고 있기 때문에, 상방이 볼록부로 되는 변형이 생기면, +Y측이 내려가는 방향으로 변위한다. 그 결과, -Y단보다 먼저 접속되어 있는 모든 구성요소가 X축 둘레로 회전하고, 경면부(130)는 X축 둘레의 회전 -Rx를 일으킨다. 또한, 여기에서는, X축 둘레의 정방향으로 오른쪽 나사를 진행시키는 회전 방향을 정으로 하기 때문에, 이 경우의 회전 방향은 부방향이 된다. 이 회전시에, 가동 프레임(120), 경면부(130)의 중심(G)은 하방으로 이동한다.
- [0124] 한편, 도 6c는, 액추에이터부(140)의 암전 소자에, 부극성의 전압(도 5c 참조)을 인가하는 것에 의해, 액추에이터부(140)에 대해서 하방이 볼록부로 되는 변형을 일으키게 한 상태를 도시되어 있다. 액추에이터부(140)는 -Y단이 고정 프레임(110)에 고정되고 있기 때문에, 하방이 볼록부로 되는 변형이 생기면, 그 +Y단이 오르는 방향으로 변위한다. 그 결과, -Y단보다 먼저 접속되어 있는 모든 구성요소가, X축 둘레로 회전하고, 가동 프레임(120)은, 도시한 바와 같이, X축 둘레의 회전 +Rx를 일으킨다. 이 때문에, 가동 프레임(120), 경면부(130)의 중심(G)은 상방으로 이동한다.

- [0125] 이와 같이, 액추에이터부(140)의 압전 소자를 구성하는 B층(하부 전극층)(140B)과 D층(상부 전극층)(140D)과의 사이에, D층(상부 전극층)(140D)측이 정이 되는 극성의 전압을 인가하면, 도 6b에 도시하는 바와 같이, 가동 프레임(120)을, 그 +Y측이 내려가도록 Y축 방향으로 경사시킬 수 있고, 역극성의 전압을 인가하면, 도 6c에 도시하는 바와 같이, 가동 프레임(120)을, 그 -Y측이 내려가도록 Y축 방향으로 경사시킬 수 있다. 경사의 정도는 인가하는 전압값에 따른 양이 된다. 따라서, 인가하는 전압의 극성 및 값을 조정하면, 가동 프레임(120), 경면부(130)의 Y축 방향에의 경사 각도를 임의로 조정하는 것이 가능하다.
- [0126] 도 7a, 도 7b, 도 7c는 가동 반사 소자(100)에 있어서의 경면부(130)의 X축 방향에의 경사 상태(Y축 둘레의 회전 상태)를 도시하는 측면도이다. 도 7a, 도 7b, 도 7c에서는, 경면부(130)가 굽은선으로 도시되어 있다. 또한, 변형 상태가 실제보다 과장해서 도시되어 있다.
- [0127] 도 7a는, 경사가 생기지 않은 정위치의 상태, 즉, 압전 소자에 아무런 전압이 인가되어 있지 않은 상태에 있어서의, 액추에이터부(150)와 경면부(130)와의 위치 관계를 나타낸다. 액추에이터부(150)의 -X단은 가동 프레임(120)에 접속되어 있고, 토대 기판(200)에 의해서 간접적으로 지지되어 있다. 경면부(130)는 액추에이터부(150)의 +X단에 접속되어 있다. 도 7a에서는, 경면부(130)는 가동 프레임(120)에 수평 자세인 채로 지지되어 있다. 흰삼각형은 경면부(130)의 중심(G)을 나타낸다. 중심(G)은 좌표계의 원점(0)과 일치하고 있다.
- [0128] 이것에 대해서, 도 7b는, 액추에이터부(150)의 압전 소자에, 도 5b에 도시하는 정극성의 전압을 인가하는 것에 의해, 액추에이터부(150)에 대해서 상방이 볼록부로 되는 변형을 일으키게 한 상태를 도시되어 있다. 액추에이터부(150)는 가동 프레임(120)에 지지되어 있기 때문에, 상방이 볼록부로 되는 변형이 생기면, 그 +X단이 내려가는 방향으로 변위한다. 그 결과, 액추에이터부(150)의 +X단에 접속되어 있는 경면부(130)는, Y축 둘레로 회전하고, Y축 둘레의 회전 +Ry(Y축으로 대해 오른쪽 나사의 회전 방향이 정)를 일으킨다. 이 때문에, 중심(G)은 하방으로 이동한다.
- [0129] 한편, 도 7c는, 액추에이터부(150)의 압전 소자에, 도 5c에 도시하는 부극성의 전압을 인가하는 것에 의해, 액추에이터부(150)에 대해서 하방이 볼록부로 되는 변형을 일으키게 한 상태를 나타낸다. 액추에이터부(150)는 가동 프레임(120)에 지지되어 있기 때문에, 하방이 볼록부로 되는 변형이 생기면, 그 +X단이 오르는 방향으로 변위한다. 그 결과, 액추에이터부(150)의 +X단에 접속되어 있는 경면부(130)는 Y축 둘레로 회전하고, Y축 둘레의 회전 -Ry를 일으킨다. 이 때, 중심(G)은 상방으로 이동한다.
- [0130] 이와 같이, 액추에이터부(150)의 압전 소자를 구성하는 B층(하부 전극층)(150B)과 D층(상부 전극층)(150D)과의 사이에, D층(상부 전극층)(150D)측이 정이 되는 극성의 전압을 인가하면, 도 7b에 도시하는 바와 같이, 경면부(130)를, 그 +X단이 내려가도록 경사시킬 수 있다. 한편, 역극성의 전압을 인가하면, 도 7c에 도시하는 바와 같이, 경면부(130)를, +X측이 올라가도록 경사시킬 수 있다. 경사의 정도는 인가하는 전압값에 따른 양이 된다. 따라서, 인가하는 전압의 극성 및 값을 조정하면, 경면부(130)의 X축 방향에의 경사 각도를 임의로 조정하는 것이 가능하다.
- [0131] 또한, 예를 들면, 액추에이터부(140)에서는 상면에 압전 소자를 마련하고, 액추에이터부(150)에서는 하면에 압전 소자를 마련한다고 하는 바와 같이, 압전 소자의 배치를 반대로 하는 것도 가능하다. 또한, 각 액추에이터부(140, 150)에 대해서, 각 액추에이터 본체부(140A, 150A)의 상하 양면에 압전 소자를 형성해도 상관없다. 다만, 실용상은, 각 액추에이터 본체부(140A, 150A)의 상면에 각 압전 소자를 형성하는 것이, 제조 프로세스를 단순화하는데 있어서 바람직하다.
- [0132] 이 실시형태에 관한 가동 반사 소자(100)는, 반사면을 갖는 경면부(130)가 가요성을 가진 액추에이터부(150)를 거쳐서 가동 프레임(120)에 접속되고, 가동 프레임(120)이 액추에이터부(140)를 거쳐서 고정 프레임(110)에 접속된다. 이와 같이 하면, 종래의 짐벌 구조(gimbal structure)에 의한 지지 수법에 비해, 단순한 구조이면서, 충분한 변위각을 확보하는 것이 가능하게 된다. 짐벌 구조를 기계적인 회동 기구에 의해서 실현하면, 부품의 점수가 증가하고, 구조가 복잡하게 되지 않을 수 없다. 또한, 짐벌 구조를, 토션 바(torsion bar)를 이용해서 실현하면, 구조는 단순화되지만, 최대 변위각은 토션 바의 최대 토션 각도의 범위 내로 억제되어 버려, 충분한 변위각을 확보하는 것이 곤란하게 된다. 본 실시형태에서는, 액추에이터부(140, 150)에 의해서 경면부(130)를 지지하기 때문에, 단순한 구조이면서, 충분한 변위각을 확보할 수 있다.
- [0133] 도 4의 (B)에 도시하는 구조를 가지는 가동 반사 소자(100)는 MEMS 소자로서 반도체 제조 프로세스를 이용한 제조 방법에 의해 양산할 수 있고 소형화에 적절하고 있다. 또한, 구동을 행하기 위한 소자로서 압전 소자를 이용하고 있기 때문에, 저소비 전류화에 적절하다.

- [0134] 또한, 가동 반사 소자(100)는, Y축으로 따라 연장된 액추에이터부(140)와, X축으로 따라 연장된 액추에이터부(150)를 구비하고 있고, 그 상면 또는 하면에는, 각각 소정 극성의 전압을 인가하는 것에 의해 길이 방향에 따라서 신축하는 압전 소자가 고착되어 있다. 그 때문에, 액추에이터부(140)의 압전 소자에 전압을 인가하고, 압전 소자를 신축시키면, 도 6b, 도 6c에 도시하는 바와 같이, 경면부(130)를 Y축 방향으로 경사시키는(X축 둘레에 회전시킨다) 일이 생기고, 액추에이터부(150)의 압전 소자에 전압을 인가하고, 신축시키면, 도 7b, 도 7c에 도시하는 바와 같이, 경면부(130)를 X축 방향으로 경사시키는(Y축 둘레에 회전시킨다) 일이 생긴다. 이 때문에, X축 및 Y축의 2축 방향(2축 주위)에 관해서, 이차원 주사 장치를 실현하기 위해서 충분한 변위각을 확보하는 것이 가능하게 된다.
- [0135] 또한, 이 실시형태에서는, 고정 프레임(110)에, 액추에이터부(140), 가동 프레임(120), 액추에이터부(150) 및 경면부(130)를 배치한 구조를 채용하고 있다. 그렇지만, 고정 프레임(110)을 프레임체에 의해서 구성할 필요는 없고, 예를 들면 액추에이터부(140)의 일단을 고정할 수 있으면 프레임형상이 아니어도 좋다.
- [0136] 다만, 액추에이터부(140, 150) 및 경면부(130)는 변위를 일으키는 가동 구성요소이기 때문에, 외부 물체와 접촉하는 것은 피하는 것이 좋다. 이 점, 고정 프레임(110)과 같이 프레임형상이면, 가동 구성요소를 내부에 둘러쌀 수 있으므로, 가동 구성요소를 외부 물체와의 접촉으로부터 보호할 수 있다.
- [0137] 또한, 고정 프레임(110), 가동 프레임(120) 및 경면부(130)에 대해서는, 직사각형형상으로 한정되는 것이 아니고, 예를 들면 타원형상, 다각형상이어도 좋다.
- [0138] 또한, 이 실시형태에서는, 고정 프레임(110)을 지지하는 토대 기판(200)이 설치되어 있다. 이와 같이, 토대 기판(200)을 마련하고, 고정 프레임(110)의 하면을 토대 기판(200)의 상면에 고정하면, 액추에이터부(140), 가동 프레임(120), 액추에이터부(150) 및 경면부(130)가, 이 토대 기판(200)의 상방에 뜬 상태가 되어, 토대 기판(200)의 상방에 확보된 공극의 크기에 의해서 정해지는 자유도의 범위 내에서 경면부(130)를 경사시킬 수 있다. 또한, 경면부(130)에 과잉인 변위가 생기는 것을 막을 수 있으므로, 액추에이터부(140, 150)에 과도한 힘이 생겨 파손해 버리는 것을 방지할 수 있다. 또한, 이 실시형태에서는, 고정 프레임(110)의 두께에 비해, 액추에이터부(140), 액추에이터부(150), 경면부(130)의 두께를 작게 하는 것에 의해, 공중에 매달림 구조를 실현하고 있지만, 이들 각 부의 두께를 동일하게 해, 고정 프레임(110)의 하면에, 소위 스페이서(300)를 제공하는 것에 의해 공중에 매달림 구조를 실현하도록 해도 좋다.
- [0139] 이상 설명한 본 실시형태 1의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 액추에이터부(140)의 Y축 방향에 따른 부분의 길이는, 고정 프레임(110)의 내변으로부터 Y축 방향에 따른 가동 프레임(120)의 외변의 중점까지의 거리보다 길게 되어 있다. 이와 같이 하면, 액추에이터부(150)의 길이에 대한 액추에이터부(140)의 길이의 비를 더욱 크게 할 수 있다. 이것에 의해, 가동 프레임(120)의 구동 주파수와 경면부(130)의 구동 주파수와의 비율을 소망의 값으로 할 수 있다. 또한, 액추에이터부(140, 150)를 예를 들면 몇겹으로 되접는 일 없이, 경면부(130)를 실용상 충분한 범위에서 요동시킬 수 있다. 따라서, 본 실시형태 1의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 구동 주파수의 최적화와 소형화를 실현할 수 있다.
- [0140] 또한, 토대 기판(200)을 가동 반사 소자(100)의 장치 하우징으로 하면, 토대 기판(200)은 가동 반사 소자(100)의 제품 자체에 조립된 일부품으로 된다. 이것에 대해서, 가동 반사 소자(100)의 제품 자체로서는, 토대 기판(200)을 포함하지 않는 형태를 채용하는 것도 가능하다. 이 경우, 이 가동 반사 소자를 부품으로서 실장하는 어떠한 장치의 실장면의 구조체가 토대 기판(200)으로서 기능한다.
- [0141] 실시형태 2
- [0142] 다음에, 본 발명의 실시형태 2에 대해 설명한다.
- [0143] 상술한 실시형태 1에서는, 액추에이터부(140)가 직선형상이었지만, 본 실시형태 2에서는, 액추에이터부(140)가 대략 L자형상으로 되어 있다. 이와 같이 구성하는 것으로, 액추에이터부(140)의 Y축 방향에 따른 부분의 길이를 보다 길게 할 수 있다.
- [0144] 도 8의 (A)에 도시하는 바와 같이, 액추에이터부(140)는 X축 방향에 따라서 가동 프레임(120)의 양측으로 배치된 한쌍의 부재이다. 액추에이터부(140)는 암부(340A(제 8 암부), 340B(제 9 암부))를 구비한다.
- [0145] 암부(340A)는 일단이 고정 프레임(110)의 내변에 접속되어 있다. 암부(340A)는, 고정 프레임(110)과 가동 프레임(120)과의 간극을 Y축 방향에 따라서, 일단으로부터 가동 프레임(120)의 외변의 중점을 넘어서, 즉, X축을 넘어서, 직선형상으로 연장되어 있다. 액추에이터부(140)의 암부(340B)는, 암부(340A)의 타단으로부터, 되접힘이

없이 X축으로 따라 연장되고, 가동 프레임(120)의 외변의 중점(Y축상의 점)을 피해서, 가동 프레임(120)의 각부와 접속되어 있다.

[0146] 액추에이터부(150)는, 일단이 가동 프레임(120)의 내변에 접속되고, 가동 프레임(120)과 경면부(130)와의 간극을 X축 방향에 따라서, 일단으로부터 경면부(130)의 외변의 중점을 넘어서, 즉, Y축을 넘어서, 직선형상으로 연장된 암부(제 10 암부)를 구비하고 있다. 액추에이터부(150)는, 암부의 타단으로부터, 되집힘이 없이 X축 방향으로 연장되고, 경면부(130)의 외변의 중점을 피해서 경면부(130)의 각부와 접속되어 있다.

[0147] 도 8의 (A)에 도시하는, 액추에이터부(140)의 암부(340A)에는, 도 9의 (A), (B)에 도시하는 바와 같이, 압전 소자(140B, 140C, 140D)가 형성되어 있다. 이 압전 소자에 정극성, 부극성의 전압이 인가되는 것에 의해, 도 5b, 도 5c에 도시하는 바와 같이, 암부(340A)가 상측 또는 하측으로 휘어 구부러진다. 이것에 의해, 도 6a, 도 6b 및 도 6c에 도시하는 동작과 마찬가지로, 가동 프레임(120) 및 경면부(130)가 X축 둘레로 요동한다.

[0148] 액추에이터부(150)에 대해서도, 도 9의 (A), (B)에 도시하는 바와 같이, 압전 소자(150B, 150C, 150D)가 형성되어 있다. 이 압전 소자에 정극성, 부극성의 전압이 인가되는 것에 의해, 도 5b, 도 5c에 도시하는 바와 같이, 암부가 상측 또는 하측으로 휘어 구부러진다. 이것에 의해, 도 7a, 도 7b 및 도 7c에 도시하는 동작과 마찬가지로, 경면부(130)가 Y축 둘레에 구동된다.

[0149] 이상 설명한 본 실시형태 2의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 액추에이터부(140)의 Y축 방향에 따른 부분의 길이는, 고정 프레임(110)의 내변으로부터 Y축 방향에 따른 가동 프레임(120)의 외변의 중점까지의 거리보다 길게 되어 있다. 이와 같이 하면, 액추에이터부(150)의 길이에 대한 액추에이터부(140)의 길이의 비를 더욱 크게 할 수 있다. 이것에 의해, 가동 프레임(120)의 구동 주파수와 경면부(130)의 구동 주파수와의 비율을 소망의 값으로 할 수 있다. 또한, 액추에이터부(140, 150)를 예를 들면 몇겹으로 되접는 일 없이, 경면부(130)를 실용상 충분한 범위에서 요동시킬 수 있다. 따라서, 본 실시형태 2의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 구동 주파수의 최적화와 소형화를 실현할 수 있다.

#### 실시형태 3

[0151] 다음에, 본 발명의 실시형태 3에 대해 설명한다. 본 실시형태 3에서는, 액추에이터부(150)의 구성이 대략 L자형상으로 되어 있는 점이 실시형태 1과 상이하다.

[0152] 도 10의 (A), (B)에 도시하는 바와 같이, 액추에이터부(150)는 암부(350A(제 10 암부), 350B(제 11 암부))를 구비한다. 암부(350A)는 가동 프레임(120)의 내변에 접속되어 있다. 암부(350A)는, 가동 프레임(120)과 경면부(130)와의 간극을 X축 방향에 따라서, 일단으로부터 경면부(130)의 외변의 중점을 넘어서 직선형상으로 연장되어 있다.

[0153] 암부(350B)는, 암부(350A)의 타단으로부터, 가동 프레임(120)과 경면부(130)와의 간극을 Y축 방향에 따라서 연장되고, Y축 방향에 따른 가동 프레임(120)의 외변의 중점을 넘어서 경면부(130)의 각부와 접속되어 있다.

[0154] 도 10의 (A), 도 11의 (B)에 도시하는 바와 같이, 암부(350A)에는, 압전 소자(150B, 150C, 150D)가 형성되어 있다. 이 압전 소자에 정극성, 부극성의 전압이 인가되는 것에 의해, 도 5b 및 도 5c에 도시하는 바와 같이, 암부(350A)가 상측 또는 하측으로 휘어 구부러진다. 이것에 의해, 도 7a, 도 7b 및 도 7c에 도시하는 동작과 마찬가지로, 경면부(130)가 Y축 둘레로 요동한다.

[0155] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시형태에 의하면, 액추에이터부(150)의 길이도, 가동 프레임(120)의 내변으로부터 경면부(130)의 외변의 중점까지의 거리로 제한되지 않게 된다. 이것에 의해, 가동 프레임(120)의 구동 주파수와 경면부(130)의 구동 주파수와의 비율을 소망의 값으로 설정하는 것이 가능해진다. 또한, 액추에이터부(140, 150)를 예를 들면 몇겹으로 되접는 일 없이, 경면부(130)를 실용상 충분한 범위에서 요동시킬 수 있다. 따라서, 본 실시형태 3의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 구동 주파수의 최적화와 소형화를 실현할 수 있다.

#### 실시형태 4

[0157] 다음에, 본 발명의 실시형태 4에 대해 설명한다. 본 실시형태 4의 가동 반사 소자(100)는 액추에이터부(140, 150) 모두 대략 L자형상으로 되어 있다.

[0158] 도 12의 (A), (B)에 도시하는 바와 같이, 액추에이터부(140)는 암부(340A, 340B)를 구비한다. 암부(340A)는, 일단이 고정 프레임(110)의 내변에 접속되고, 고정 프레임(110)과 가동 프레임(120)과의 간극을 Y축 방향에 따라서, 일단으로부터 가동 프레임(120)의 외변의 중점을 지난 앞까지 직선형상으로 연장되어 있다. 암부(340B)

는 암부(340A)의 타단으로부터 X축 방향으로 연장되고, 가동 프레임(120)의 외변의 중점을 넘어서 가동 프레임(120)의 각부와 접속한다.

[0159] 한편, 액추에이터부(150)는 암부(350A, 350B)를 구비한다. 암부(350A)는, 일단이 가동 프레임(120)의 내변에 접속되고, 가동 프레임(120)과 경면부(130)와의 간극을 X축 방향에 따라서, 일단으로부터 경면부(130)의 외변의 중점을 지난 앞까지 직선형상으로 연장되어 있다. 암부(350B)는 암부(350A)의 타단으로부터 Y축 방향으로 연장되고, 경면부(130)의 외변의 중점을 지난 앞에서, 경면부(130)의 각부와 접속되어 있다.

[0160] 도 13의 (A)에 도시하는 암부(340A)에는, 압전 소자(140B, 140C, 140D)가 형성되어 있다. 이 압전 소자에 정극성, 부극성의 전압이 인가되는 것에 의해, 도 5b 및 도 5c에 도시하는 동작과 마찬가지로, 암부(340A)가 상축 또는 하축으로 휘어 구부러진다. 이것에 의해, 도 6a, 도 6b 및 도 6c에 도시하는 바와 같이 가동 프레임(120)이 X축 둘레로 요동한다.

[0161] 또한, 도 13의 (A)에 도시하는 암부(350A)에는, 압전 소자(150B, 150C, 150D)가 형성되어 있다. 이 압전 소자에 정극성, 부극성의 전압이 인가되는 것에 의해, 도 5a, 도 5b 및 도 5c에 도시하는 동작과 마찬가지로, 암부(350A)가 상축 또는 하축으로 휘어 구부러진다. 이것에 의해, 도 7a, 도 7b 및 도 7c에 도시하는 바와 같이 경면부(130)가 Y축 둘레로 요동한다.

[0162] 이상 설명한 본 실시형태 4의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 액추에이터부(140, 150)의 길이가, 고정 프레임(110)의 내변으로부터 가동 프레임(120)의 외변의 중점까지의 거리, 가동 프레임(120)의 내변으로부터 경면부(130)의 외변의 중점까지의 거리로 제한되지 않게 된다. 이것에 의해, 가동 프레임(120)의 구동 주파수와 경면부(130)의 구동 주파수와의 비율을 소망의 값으로 설정하는 것이 가능해진다. 또한, 액추에이터부(140, 150)를 예를 들면 몇겹으로 되접는 일 없이, 경면부(130)를 실용상 충분한 범위에서 요동시킬 수 있다. 따라서, 본 실시형태 4의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 구동 주파수의 최적화와 소형화를 실현할 수 있다.

#### 실시형태 5

[0164] 다음에, 본 발명의 실시형태 5에 대해 설명한다. 또한, 실시형태 5로부터, 후술하는 실시형태 7까지의 가동 반사 소자(100)는 동일의 사상에 근거해 설계되어 있고, 동일한 그룹에 속하는 것이다.

[0165] 도 14의 (A)에 도시하는 바와 같이, 본 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자(100)는, 상술한 실시형태 1 내지 4의 가동 반사 소자(100)와 마찬가지로, 외부 물체에 고정되는 고정 프레임(110)과, 고정 프레임(110)의 프레임 내에 배치된 가동 프레임(120)과, 가동 프레임(120)의 프레임 내에 배치된 경면부(130)를 구비한다. 또한, 가동 반사 소자(100)는, 고정 프레임(110)과 가동 프레임(120)을 연결하는 한쌍의 부재인 액추에이터부(140)와, 가동 프레임(120)과 경면부(130)를 연결하는 한쌍의 부재인 액추에이터부(150)를 구비한다. 도 14의 (B)에 도시하는 바와 같이, 본 실시형태에 관한 가동 반사 소자(100)에서는, 실시형태 1 내지 4의 가동 반사 소자(100)와 마찬가지로, A층(100A(100A1, 100A2, 100A3)), B층(100B), C층(100C)이 적층되어 있다.

[0166] 액추에이터부(140)는, 고정 프레임(110)과 가동 프레임(120)과의 사이로서, X축 방향에 있어서의 가동 프레임(120)의 양측으로 설치되어 있다. 액추에이터부(150)는, 가동 프레임(120)과 경면부(130)와의 사이로서, Y축 방향에 있어서의 경면부(130)의 양측으로 설치되어 있다.

[0167] 도 15a, 도 15b에 도시하는 바와 같이, 본 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자(100)에 있어서도, 고정 프레임(110), 가동 프레임(120), 경면부(130), 액추에이터부(140, 150)는 각각 A층(100A), B층(100B), C층(100C)의 3층 구조를 포함하고 있다. 고정 프레임(110), 가동 프레임(120)의 두께에 비해, 경면부(130), 액추에이터부(140, 150)의 두께는 작게 설정되어 있고, 경면부(130), 액추에이터부(140, 150)의 하방에는 공극이 형성되어 있다.

[0168] 도 16의 (A), (B)에 도시하는 바와 같이, 본 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자(100)는, 액추에이터부(140)의 형상이 실시형태 1 내지 4에 관한 가동 반사 소자(100)와 상이하다. 본 실시형태에서는, 액추에이터부(140)의 형상은 대략 S자형상으로 되어 있다.

[0169] 액추에이터부(140)는 3개의 부분으로부터 구성되어 있고, 각각의 부분을 암부(240A)(제 1 암부)와, 암부(240B)(제 2 암부)와, 암부(240C)(제 3 암부)로 하고 있다. 즉, 액추에이터부(140)는 암부(240A, 240B 및 240C)를 구비한다.

[0170] 우선, 액추에이터부(140(240A, 240B, 240C))에 있어서의 +X축의 부재의 구성에 대해 설명한다.

- [0171] 암부(240A)의 -Y측의 일단은 고정 프레임(110)의 내변(+Y측을 향한 내변의 +X측의 코너부)에 접속되어 있다. 암부(240A)는, 고정 프레임(110)과 가동 프레임(120)과의 간극을 Y축 방향에 따라서, -Y측의 일단으로부터 +Y 방향으로 연장되어 있다. 암부(240A)는, 고정 프레임(110)과 가동 프레임(120)과의 간극에서, 암부(240C)에 따라서 연장될 수 있는 폭으로 되어 있다. 암부(240A)는, 가동 프레임(120)의 Y축 방향에 따른 외변의 중점(N) (도 14의 (A) 참조)을 넘어서, 즉 X축을 넘어서 직선형상으로 연장되어 있다.
- [0172] 암부(240B)의 +X측의 일단은 암부(240A)의 +Y측의 단부와 접속되어 있다. 암부(240B)의 폭 및 두께는 암부(240A)와 거의 동일하다. 암부(240B)는, 그 +X측의 일단으로부터 X축 방향에 따라서 가동 프레임(120)의 방향으로 연장되어 있다.
- [0173] 암부(240C)는, +Y측의 일단이 암부(240B)의 -X측의 타단과 접속한다. 암부(240C)는 암부(240B)의 -X단으로부터 되접어서 암부(240A)에 따라서 연장되어 있다. 암부(240C)의 폭 및 두께는 암부(240A)와 거의 동일하다. 암부(240C)는, 그 -Y단으로 가동 프레임(120)의 외변의 중점(X축상의 점)(N)과 접속되어 있다.
- [0174] 도 17의 (A), (B)에 도시하는 바와 같이, 암부(240A)에는, 암전 소자(140B, 140C, 140D)가 형성되어 있다. 암전 소자는, B층(하부 전극층)(140B), C층(암전 재료층)(140C) 및 D층(상부 전극층)(140D)으로 형성되어 있다.
- [0175] 액추에이터부(140)의 -X측의 부재도 암부(240A, 240B 및 240C)를 구비한다. 이 -X측의 부재에서는, 암부(240A)는, 고정 프레임(110)의 +Y측의 내변으로부터 -Y 방향으로 가동 프레임(120)의 외변의 중점(N)을 넘어서 연장되어 있고, 암부(240B)는, 암부(240A)의 -Y측의 단부로부터 +X 방향으로 연장되고, 암부(240C)는, 암부(240B)의 +X측의 단부로부터 +Y 방향으로 연장되어 가동 프레임(120)의 외변의 중점(N)과 접속되어 있다. 즉, 액추에이터부(140)의 한쌍의 부재 각각이 경면부(130)의 중심을 중심으로 해서 2회 회전 대칭으로 배치되어 있다. 이것과 마찬가지로, 액추에이터부(150)의 한쌍의 부재 각각이 경면부(130)를 중심으로 해서 2회 회전 대칭으로 배치되어 있다.
- [0176] 도 18a에 도시하는 바와 같이, 액추에이터부(140)의 암전 소자(140B, 140C, 140D)를 구성하는 B층(하부 전극층)(140B)과 D층(상부 전극층)(140D)과의 사이에, 전압이 가해지지 않은 경우에는, 가동 프레임(120) 및 경면부(130)는 액추에이터부(140)를 거쳐서 토대 기판(200)의 상방에 수평 자세인 채로 지지되어 있다. 흰삼각형은 경면부(130)의 중심(G)을 나타낸다. 중심(G)은 좌표계의 원점(0)과 일치하고 있다.
- [0177] B층(하부 전극층)(140B)과 D층(상부 전극층)(140D)과의 사이에, D층(상부 전극층)(140D)측이 정이 되는 극성의 전압을 인가한다. 이 경우, 도 5b에 도시하는 바와 같이, 암부(240A)에서는, B층(140B), C층(140C), D층(140D)의 3층으로 이뤄지는 암전 소자는 길이 방향으로 신장하고, 가요성을 갖는 A층(140A)의 상면측에, 면 방향으로 신장하는 방향에의 응력이 가해진다. 그 결과, 암부(240)부 상방에 볼록부가 되도록 된다. 암부(240)가 상방에 볼록부가 되도록 휘면, 암부(240B)를 거쳐서, 암부(240C)가 그 +Y단이 내려가도록 경사하게 되어, 액추에이터부(140) 전체가 +Y단이 내려가도록 경사하게 된다. 이것에 의해, 도 18b에 도시하는 바와 같이, 가동 프레임(120) 및 경면부(130)를, 그 +Y단이 올라가도록 경사시킬 수 있다.
- [0178] B층(하부 전극층)(140B)과 D층(상부 전극층)(140D)과의 사이에, 역극성의 전압을 인가하면, B층(100B), C층(100C), D층(100D)의 3층으로 이뤄지는 암전 소자(140B, 140C, 140D)는 길이 방향으로 줄어들고, 가요성을 갖는 암부(240A)를 구성하는 A층(100A)의 상면측에, 면 방향으로 줄어드는 방향에의 응력이 가해진다. 그 결과, 암부(240A)는 하방이 볼록부가 되도록 휘다. 암부(240A)가, 하방에 볼록부가 되도록 휘면, 암부(240B)를 거쳐서, 암부(240C)의 +Y단이 올라가도록 경사하게 되어, 액추에이터(140) 전체가 +Y단이 올라가도록 경사하게 된다. 이것에 의해, 도 18c에 도시하는 바와 같이, 가동 프레임(120) 및 경면부(130)를, 그 +Y단이 올라가도록 경사시킬 수 있다.
- [0179] 한쌍의 액추에이터부(140)에 있어서, +X측의 암전 소자 및 -X측의 부재의 암전 소자에는, 각각 역극성의 전압이 가해진다. 이것에 의해, 고정 프레임(110)에 대해서, 가동 프레임(120)을 X축 둘레로 요동시킬 수 있다.
- [0180] 경사의 정도는 인가하는 전압값에 따른 양이 된다. 따라서, 인가하는 전압의 극성 및 값을 조정하면, 경면부(130)의 X축 방향에의 경사 각도를 임의로 조정하는 것이 가능하게 된다.
- [0181] 도 14의 (A)로 돌아와, 액추에이터부(150)는 1개의 암부(250)(제 7 암부)를 구비한다. 암부(250)의 일단이 가동 프레임(120)의 내변에 접속되어 있다. 암부(250)는, 가동 프레임(120)과 경면부(130)와의 간극을 X축 방향에 따라서, 일단으로부터 경면부(130)의 외변의 중점, 즉 Y축을 넘어서 직선형상으로 연장되어 있다. 암부(250)는 경면부(130)의 각부에 타단이 접속되어 있다. 액추에이터부(150)에는, 암전 소자(150B, 150C, 150D)가

형성되어 있고, 압전 소자에 정극성, 부극성에 전압을 인가하는 것에 의해, 도 7b, 도 7c에 도시하는 바와 같이, 압전 소자를 상방향, 하방향으로 휘게 하는 것이 가능하다.

[0182] 한쌍의 액추에이터부(150)에 있어서, +Y측의 압전 소자 및 -Y측의 부재의 압전 소자에는, 각각 역극성의 전압이 가해진다. 이것에 의해, 가동 프레임(120)에 대해서, 경면부(130)를 Y축 둘레로 요동시킬 수 있다.

[0183] 이상 설명한 본 실시형태 5의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 액추에이터부(140)의 Y축 방향에 따른 부분의 길이는, 고정 프레임(110)의 내변으로부터 Y축 방향에 따른 가동 프레임(120)의 외변의 중점까지의 거리보다 길게 되어 있다. 이와 같이 하면, 액추에이터부(150)의 길이에 대한 액추에이터부(140)의 길이의 비를 더욱 크게 할 수 있다. 이것에 의해, 가동 프레임(120)의 구동 주파수와 경면부(130)의 구동 주파수와의 비율을 소망의 값으로 할 수 있다. 또한, 액추에이터부(140, 150)를 예를 들면 몇겹으로 되접는 일 없이, 경면부(130)를 실용상 충분한 범위에서 요동시킬 수 있다. 따라서, 본 실시형태 5의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 구동 주파수의 최적화와 소형화를 실현할 수 있다.

[0184] 또한, 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자(100)에 의하면, 액추에이터부(140)의 길이를 길게 할 수 있으므로, 가동 반사 소자(100)의 X축 방향의 길이에 대해서 Y축 방향의 길이를 짧게 할 수 있다. 후술하는 바와 같이, X축 둘레의 요동을, 빔의 수직 방향의 주사에 대응시켰을 경우, 프로젝터 등의 기기에 가동 반사 소자(100)를 조립했을 때, 가동 반사 소자(100)의 Y축 방향을 기기의 두께 방향으로 대응시킬 수 있다. 따라서, 본 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자(100)를 채용하면, 가동 반사 소자(100)의 Y축 방향의 길이가 짧기 때문에, 가동 반사 소자(100)를 조립한 기기를 보다 얇게 해서 소형화할 수 있다.

[0185] 또한, 액추에이터부(140)는 가동 프레임(120)의 외변의 중점(N)에 접속되어 있으므로, XY 방향 이외의 모멘트가 가동 프레임(120)에 거의 작용하지 않고, 가동 프레임(120)의 진동이 몇개의 방향으로 치우치지 않고 뒤틀리지 않게 할 수 있다. 또한, 액추에이터부(150)에 대해서는, 간소한 구성으로서 가동 프레임(120)을 소형화할 수 있다.

## 실시형태 6

[0187] 다음에, 본 발명의 실시형태 6에 대해 설명한다.

[0188] 도 19의 (A)에 도시하는 바와 같이, 본 실시형태 6에 관한 가동 반사 소자(100)는, 액추에이터부(150)의 형상이, 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자(100)와 상이하다. 본 실시형태 6에 관한 가동 반사 소자(100)는 액추에이터부(150)의 형상이 대략 S자형상으로 되어 있다. 그 의는, 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자(100)와 동일하다.

[0189] 액추에이터부(150)는 암부(250A(제 4 암부), 250B(제 5 암부), 250C(제 6 암부))를 구비한다. 우선, 액추에이터부(150(250A, 250B, 250C))에 있어서의 +Y측의 부재의 구성에 대해 설명한다.

[0190] 암부(250A)의 +X측의 일단은, 가동 프레임(120)의 내변(-X측을 향한 내변의 +Y측의 코너부)에 접속되어 있다. 암부(250A)는, 가동 프레임(120)과 경면부(130)와의 간극을 X축 방향에 따라서, +X측의 일단으로부터 -X 방향으로 연장되어 있다. 암부(250A)는, 가동 프레임(120)과 경면부(130)와의 간극에서, 암부(250C)와 간격을 두고서, -X 방향으로 연장될 수 있는 폭으로 되어 있다. 암부(250A)는, 경면부(130)의 X축 방향에 따른 외변의 중점(K)(Y축상의 점)을 넘어서, 즉 Y축을 넘어서 연장되어 있다. 암부(250A)는 가동 프레임(120)의 +X측을 향한 내변의 근방까지 연장되어 있다.

[0191] 암부(250B)의 +Y측의 일단은 암부(250A)의 -X측의 단부와 접속되어 있다. 암부(250B)의 폭 및 두께는 암부(250A)와 거의 동일하다. 암부(250B)는, 그 +Y측의 일단으로부터 Y축 방향에 따라서 경면부(130)의 방향으로 연장되어 있다.

[0192] 암부(250C)는, -X측의 일단이 암부(250B)의 -Y측의 타단과 접속되어 있다. 암부(250C)는, 암부(250B)의 -Y단으로부터 +X 방향으로 되접어서 암부(250A)에 따르도록 연장되어 있다. 암부(250C)의 폭 및 두께는 암부(250A)와 거의 동일하다. 암부(250C)는, 그 +X단으로 경면부(130)의 외변의 중점(Y축상의 점)(K)과 접속되어 있다.

[0193] 암부(250A)에는, 압전 소자(150B, 150C, 150D)가 형성되어 있다. 압전 소자는 B층(하부 전극층)(150B), C층(압전 재료층)(150C) 및 D층(상부 전극층)(150D)으로 형성되어 있다.

[0194] 액추에이터부(150)의 -Y측의 부재도 암부(250A, 250B 및 250C)를 구비한다. 이 -Y측의 부재에서는, 암부(250A)는, 가동 프레임(120)의 -X측의 내변으로부터 +X 방향으로 경면부(130)의 외변의 중점을 넘어서 연장되어 있

고, 암부(250B)는 암부(250A)의 +X측의 단부로부터 +Y 방향으로 연장되고, 암부(250C)는 암부(250A)의 +Y측의 단부로부터 -X 방향으로 연장되어 경면부(130)의 외변의 중점(K)과 접속되어 있다.

[0195] 액추에이터부(150)의 압전 소자(150B, 150C, 150D)를 구성하는 B층(하부 전극층)(150B)과 D층(상부 전극층)(150D)과의 사이에, 전압이 가해지지 않은 경우에는, 도 21a에 도시하는 바와 같이, 경면부(130)는 수평 자세인 채로 가동 프레임(120)에 지지되어 있다. 흰삼각형은 경면부(130)의 중심(G)을 나타낸다. 중심(G)은 좌표계의 원점(0)과 일치하고 있다.

[0196] B층(하부 전극층)(150B)과 D층(상부 전극층)(150D)과의 사이에, D층(상부 전극층)(150D)측이 정이 되는 극성의 전압을 인가하면, 암부(250A)에 있어서, B층(150B), C층(150C), D층(150D)의 3층으로 이뤄지는 압전 소자는 길이 방향(두께 방향으로 직교하는 방향)으로 신장하고, 가요성을 갖는 A층(150A)의 상면측에, 면 방향(X축에 따른 방향)으로 신장하는 방향에의 응력이 가해진다. 그 결과, 암부(250A)가 상방으로 볼록부가 되도록 훈다. 암부(250A)가 상방으로 볼록부로 되도록 휘면, 암부(250B)를 거쳐서, 암부(250C)의 +X단이 내려가도록 경사하게 되어, 액추에이터부(150) 전체가 +X단이 내려가도록 경사한다. 이것에 의해, 도 21b에 도시하는 바와 같이, 경면부(130)는, Y축 둘레로 회전하고, Y축 둘레의 회전 +Ry(Y축으로 대해서 우측 나사의 회전 방향이 정)를 일으킨다. 이와 같이 하여, 가동 반사 소자(100)는 경면부(130)를 +X단이 내려가도록 경사시킬 수 있다.

[0197] B층(하부 전극층)(150B)과 D층(상부 전극층)(150D)과의 사이에, 역극성의 전압을 인가하면, B층(100B), C층(100C), D층(100D)의 3층으로 이뤄지는 압전 소자(150B, 150C, 150D)는 길이 방향으로 줄어들고, 가요성을 갖는 암부(250A)를 구성하는 A층(100A)의 상면측에, 면 방향으로 줄어드는 방향에의 응력이 가해진다. 그 결과, 암부(250)는 하방이 볼록부가 되도록 훈다. 암부(250A)가, 하방으로 볼록부가 되도록 휘면, 암부(250B)를 거쳐서, 암부(250C)의 +X단이 올라가도록 경사하게 되어, 액추에이터부(250) 전체가 +X단이 올라가도록 경사한다. 이것에 의해, 도 21c에 도시하는 바와 같이, 경면부(130)는, Y축 둘레로 회전하고, Y축 둘레의 회전 -Ry를 일으킨다. 이와 같이 하여, 가동 반사 소자(100)는, 경면부(130)를 +X단이 올라가도록 경사시킬 수 있다.

[0198] 한쌍의 액추에이터부(150)에 있어서, +Y측의 압전 소자와 -Y측의 압전 소자와의 사이에는, 각각 역극성의 전압이 가해진다. 이것에 의해, 가동 프레임(120)에 대해서, 경면부(130)를 Y축 둘레로 요동시킬 수 있다.

[0199] 경사의 정도는 인가하는 전압값에 따른 양이 된다. 따라서, 인가하는 전압의 극성 및 값을 조정하면, 경면부(130)의 X축 방향에의 경사 각도를 임의로 조정하는 것이 가능하게 된다.

[0200] 이상 설명한 본 실시형태 6의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 액추에이터부(140)의 Y축 방향에 따른 부분의 길이는, 고정 프레임(110)의 내변으로부터 Y축 방향에 따른 가동 프레임(120)의 외변의 중점까지의 거리보다 길게 되어 있다. 이와 같이 하면, 액추에이터부(150)의 길이에 대한 액추에이터부(140)의 길이의 비를 더욱 크게 할 수 있다. 이것에 의해, 가동 프레임(120)의 구동 주파수와 경면부(130)의 구동 주파수와의 비율을 소망의 값으로 할 수 있다. 또한, 액추에이터부(140, 150)를 예를 들면 몇겹으로 되접는 일 없이, 경면부(130)를 실용상 충분한 범위에서 요동시킬 수 있다. 따라서, 본 실시형태 6의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 구동 주파수의 최적화와 소형화를 실현할 수 있다.

[0201] 또한, 본 실시형태 6에서는, 액추에이터부(140)의 한쌍의 부재 각각이, 경면부(130)의 원점(0)을 중심으로 해서 2회 회전 대칭으로 배치되어 있다. 또한, 액추에이터부(150)의 한쌍의 부재 각각이, 경면부(130)를 중심으로 해서 2회 회전 대칭으로 배치되어 있다. 그리고, 암부(240A)에 있어서 고정 프레임(110)과 접속되는 일단으로부터 타단으로 향하는 방향과, 암부(250A)에 있어서 가동 프레임(120)과 접속되는 일단으로부터 타단으로 향하는 방향이, 경면부(130)의 중심을 중심으로 하는 회전 방향에 관해서 동일하게 되어 있다.

[0202] 그리고, 액추에이터부(140)와 액추에이터부(150)와의 양쪽 모두에 대해서도, 대략 S자형상으로 되어 있다. 이것에 의해, 구동 주파수의 비율을 최적화할 수 있는 것과 동시에, 가동 프레임(120)을 소형화할 수 있다. 또한, 경면부(130)를 치우침이 없이 보지해서 밸런스 좋게 요동시킬 수 있다.

[0203] 실시형태 7

[0204] 다음에, 본 발명의 실시형태 7에 대해 설명한다.

[0205] 본 실시형태 7에 관한 가동 반사 소자(100)는, 액추에이터부(150)의 방향이 실시형태 6과 상이한 것 이외는, 실시형태 6에 관한 가동 반사 소자(100)의 구성과 동일하다.

[0206] 도 22의 (A)에 도시하는 바와 같이, 액추에이터부(140)의 각 부재 각각은, 경면부(130)의 원점(0)을 중심으로 해서 2회 회전 대칭으로 배치되어 있다. 또한, 액추에이터부(150)의 한쌍의 부재 각각이, 경면부(130)의 원점

(0)을 중심으로 해서 2회 회전 대칭으로 배치되어 있다. 본 실시형태 7에서는, 암부(240A)의, 고정 프레임(110)과 접속된 일단으로부터 타단으로 향하는 방향과, 암부(250A)의, 가동 프레임(120)과 접속된 일단으로부터 타단으로 향하는 방향이, 경면부(130)의 원점(0)을 중심으로 하는 회전 방향에 관해서 역방향으로 되어 있는 점이 실시형태 6과 상이하다.

[0207] 예를 들면, 실시형태 6에 관한 가동 반사 소자(100)에서 빔의 이차원 주사를 실시했을 경우에, 투영되는 화상에 일그러짐이 생기는 경우에는, 대신에 본 실시형태 7에 관한 가동 반사 소자(100)를 이용하는 것에 의해, 화상의 일그러짐이 교정되는 경우가 있다. 이러한 경우에는, 본 실시형태 7에 관한 가동 반사 소자(100)를 채용하면 좋다.

[0208] 이상 설명한 본 실시형태 7의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 액추에이터부(140)의 Y축 방향에 따른 부분의 길이는, 고정 프레임(110)의 내변으로부터 Y축 방향에 따른 가동 프레임(120)의 외변의 중점까지의 거리보다 길게 되어 있다. 이와 같이 하면, 액추에이터부(150)의 길이에 대한 액추에이터부(140)의 길이의 비를 더욱 크게 할 수 있다. 이것에 의해, 가동 프레임(120)의 구동 주파수와 경면부(130)의 구동 주파수와의 비율을 소망의 값으로 할 수 있다. 또한, 액추에이터부(140, 150)를 예를 들면 몇겹으로 되접는 일 없이, 경면부(130)를 실용상 충분한 범위에서 요동시킬 수 있다. 따라서, 본 실시형태 7의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 구동 주파수의 최적화와 소형화를 실현할 수 있다.

[0209] 상술한 이차원 주사에 의한 화상의 일그러짐을 교정하는 방법에는, 그 밖에 다양한 방법이 있다. 예를 들면, 도 23에 도시하는 바와 같이, 가동 프레임(120)에 추(400)를 부착하는 것에 의해, 가동 프레임(120) 및 경면부(130)의 요동 상태의 축 어긋남을 보정하고, 투영되는 화상의 일그러짐을 교정하도록 해도 좋다.

[0210] 또한, 추(400)를 부착하는 것은, 가동 프레임(120)으로 한정되지 않는다. 예를 들면, 추(400)를 경면부(130)에 부착해도 좋다. 또는, 추(400)를 액추에이터부(140, 150)의 양쪽 모두, 또는 한쪽에 부착해도 좋다.

#### 실시형태 8

[0212] 다음에, 본 발명의 실시형태 8에 대해 설명한다. 또한, 실시형태 8와 후술하는 실시형태 9와의 가동 반사 소자(100)는 동일의 사상에 근거해 설계되어 있고, 동일한 그룹에 속하는 것이다.

[0213] 도 24의 (A), (B)에 도시하는 바와 같이, 본 실시형태 8에 관한 가동 반사 소자(100)에서는, 가동 프레임(120), 액추에이터부(140, 150)의 형상이 실시형태 1 내지 7과 상이하다.

[0214] 가동 프레임(120)에는, Y축 방향 양측의 외변의 중점에 오목부(220)가 설치되어 있다. 오목부(220)를 마련하는 것은, 후술하는 암전 소자를 암(340C)에 마련하기 때문이다. 또한, 오목부(220)는 가동 프레임(120)의 Y축 방향 양측의 외변의 중점에 마련하는 것이 바람직하지만, 이것에 한정되는 것이 아니고, 상술의 외변상에 설치되어 있으면 좋다.

[0215] 액추에이터부(140)는 암부(340A(제 12 암부), 340B(제 13 암부) 및 340C(제 14 암부))를 구비한다. 또한, 액추에이터부(150)는 암부(350A(제 15 암부), 350B(제 16 암부) 및 350C(제 17 암부))를 구비한다.

[0216] 암부(340A)는, 고정 프레임(110)의 Y축 방향에 있어서의 중점에 설치된 내변으로부터 Y축 방향에 따라서 연장되고, Y축 방향에 따른 가동 프레임(120)의 외변을 넘어서 연장되어 있다. 암부(340B)의 일단은 암부(340A)의 타단과 접속되어 있다. 암부(340B)는, 이 일단으로부터 -X축 방향에 따라서 연장되어 있다. 암부(340C)의 일단은 암(340B)의 타단과 접속되어 있다. 암부(340C)는 암부(340A)에 따라서 연장되고, 암부(340C)의 타단은 가동 프레임(120)의 오목부(220)에 접속되어 있다.

[0217] 따라서, 암부(340A)의 Y축 방향에 따른 부분의 길이는, 고정 프레임(110)의 Y축 방향에 있어서의 중점에 위치하는 내변으로부터 Y축 방향에 따른 가동 프레임(120)의 외변까지의 거리보다 길다. 또한, 고정 프레임(110)의 Y축 방향에 있어서의 중점에 위치하는 내변으로부터 Y축 방향에 따른 가동 프레임(120)의 외변까지의 거리는, -Y축이며 또한 +X축인 고정 프레임(110)의 코너부의 내변(또는, +Y축이며 또한 -X축인 고정 프레임(110)의 코너부의 내변)으로부터 Y축 방향에 따른 가동 프레임(120)의 외변의 중점까지의 거리와 설계상 동일하다.

[0218] 또한, 암부(350A)는, 가동 프레임(120)의 내변으로부터 -X축 방향에 따라서 연장되고, X축 방향에 따른 경면부(130)의 외변의 중점을 넘어서, 즉, Y축을 넘어 연장되어 있다. 암부(350B)의 일단은 암부(350A)의 타단과 접속되어 있다. 암부(350B)는, 이 일단으로부터 Y축 방향으로 연장되어 있다. 암부(350C)의 일단은 암부(350B)의 타단과 접속되어 있다. 암부(350C)의 타단은 X축 방향으로 연장되고, 경면부(130)의 외변의 중점에 접속되

어 있다.

[0219] 액추에이터부(140)를 구성하는 암부(340A, 340B 및 340C)에는, 도 25의 (A), (B)에 도시하는 바와 같이, 각각 상부 전극층(140D1, 140D2, 140D3)이 형성되어 있다. 이것에 의해, 각 암부(340A, 340B, 340C)에 대해서, 독립해서 동작하는 암전 소자가 형성된다. 각 암부(340A, 340B, 340C)의 암전 소자에 정극성, 부극성의 전압을 개별적으로 인가하는 것에 의해, 암부(340A, 340B, 340C)를, 개별적으로, 상측 또는 하측으로 휘어 굽힐 수 있다. 이 결과, 가동 프레임(120)이 X축 둘레로 요동한다.

[0220] 또한, 암부(350A)에는, 상부 전극층(150D)이 형성되어 있다. 이것에 의해, 암부(350A)에 암전 소자가 형성된다. 암부(350A)의 암전 소자에 정극성, 부극성의 전압을 인가하는 것에 의해, 암부(350A)를 상측 또는 하측으로 휘어 굽힐 수 있다. 이 결과, 경면부(130)가 Y축 둘레로 요동한다.

[0221] 이상 설명한 본 실시형태 8의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 액추에이터부(140)에 개별적으로 동작 가능한 암전 소자가 형성되어 있다. 이러한 암전 소자를 조합해 동작시키는 것에 의해, 액추에이터부(140)에 의한 가동 프레임(120)의 요동 상태를 세밀하게 제어할 수 있다.

[0222] 또한, 본 실시형태 8의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 액추에이터부(140)의 Y축 방향에 따른 부분의 길이는, 고정 프레임(110)의 Y축 방향에 있어서의 중점에 위치하는 내변으로부터 Y축 방향에 따른 가동 프레임(120)의 외변까지의 거리보다 길게 되어 있다. 이와 같이 하면, 액추에이터부(150)의 길이에 대한 액추에이터부(140)의 길이의 비를 더욱 크게 할 수 있다. 이것에 의해, 가동 프레임(120)의 구동 주파수와 경면부(130)의 구동 주파수와의 비율을 소망의 값으로 할 수 있다. 또한, 액추에이터부(140, 150)를 예를 들면 몇겹으로 되접는 일 없이, 경면부(130)를 실용상 충분한 범위에서 요동시킬 수 있다. 따라서, 본 실시형태 8의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 구동 주파수의 최적화와 소형화를 실현할 수 있다.

[0223] 또한, 본 실시형태 8의 가동 반사 소자(100)에는, 폭광부(111)가 설치되어 있다. 폭광부(111)는 액추에이터부(140)와 고정 프레임(110)이 접속하는 부분에 설치되어 있고, 폭광부(111)의 폭은 액추에이터부(140)의 폭보다 넓어지고 있다. 이 폭광부(111)에 의해, 변동이 큰, 액추에이터부(140)와 고정 프레임(110)이 접속하는 부분을 보강할 수 있다.

[0224] 또한, 액추에이터부(150)와 가동 프레임(120)이 접속하는 부분에, 액추에이터부(150)의 폭보다 폭이 넓은 폭광부를 설치해도 좋다. 또한, 폭광부(111)를 마련하지 않고, 액추에이터부(150)와 가동 프레임(120)이 접속하는 부분에만 폭광부를 마련하도록 해도 좋다. 모두 변동이 큰 부분이며, 폭광부는 그 보강이 된다.

#### 실시형태 9

[0226] 다음에, 본 발명의 실시형태 9에 대해 설명한다.

[0227] 본 실시형태 9에서는, 액추에이터부(140)에 형성되는 상부 전극층의 구성이 실시형태 8과 상이하다. 도 26의 (A), (B)에 도시하는 바와 같이, 암부(340A)에는, 복수의 상부 전극층(140D11, 140D12)가 설치되어 있다. 상부 전극층(140D11)은, 고정 프레임(110)과의 접속 부분으로부터 암부(340A)의 중점 부근까지 연장된 한쌍의 전극이다. 상부 전극층(140D12)은, 암부(340A)의 중점으로부터 암부(340B)와의 접속 부분까지 연장된 한쌍의 전극이다.

[0228] 암부(340B)에는, 복수의 상부 전극층(140D21, 140D22)가 설치되어 있다. 상부 전극층(140D21)은, 암부(340A)와의 접속 부분으로부터 암부(340B)의 중점 부근까지 연장된 한쌍의 전극이다. 상부 전극층(140D22)은, 암부(340B)의 중점으로부터 암부(340C)와의 접속 부분까지 연장된 한쌍의 전극이다.

[0229] 암부(340C)에는, 한쌍의 상부 전극층(140D3)이 설치되어 있다. 상부 전극층(140D3)은, 암부(340B)와의 접속 부분으로부터 가동 프레임(120)의 오목부(220)까지 연장된 한쌍의 전극이다.

[0230] 이와 같이, 액추에이터부(140)에는, 각 암부(340A, 340B 및 340C)가 길이 방향 및 폭 방향으로 상부 전극층을 복수 형성할 수 있다. 이것은, 각 암부(340A, 340B 및 340C)에 각각 개별 구동되는 복수의 암전 소자를 형성한 것을 의미한다. 이와 같이, 각 암부(340A, 340B 및 340C)에 복수의 암전 소자를 형성하고, 각 암전 소자를 개별적으로 구동하는 것에 의해, 각 암부(340A, 340B 및 340C)의 동작을 세밀하게 제어할 수 있고, 결과적으로, 가동 반사 소자(100)의 것보다 정확한 이차원 주사가 가능해진다.

[0231] 또한, 한쌍의 액추에이터부(140)의 적어도 한쪽에, 또는, 한쌍의 액추에이터부(150)의 적어도 한쪽에, 암전 소자가 설치되어 있어도 좋다.

- [0232] 또한, 실시형태 9의 액추에이터부(140)에서는, 하류의 압전 소자에 전력을 공급하는 회로 패턴을 형성하는 스페이스를 확보할 필요가 있기 때문에, 가동 프레임(120)으로부터 고정 프레임(110)에 진행되는 것에 따라, 상부 전극층의 폭이 가늘어지고 있다.
- [0233] 또한, 본 실시형태 9에서는, 도 27의 (A), (B)에 도시하는 바와 같이, 액추에이터부(140)의 폭을 가동 프레임(120)으로부터 고정 프레임(110)으로 향함에 따라 굽게 할 수도 있다. 이와 같이 하면, 액추에이터부(140)의 상부 전극층의 폭을 좁게 하는 일 없이, 각 상부 전극층에 전력을 공급하기 위한 회로 패턴을 통하는 스페이스를 확보할 수 있다.
- [0234] 또한, 본 실시형태 9에서는, 액추에이터부(150)를, 경면부(130)로부터 가동 프레임(120)으로 향함에 따라, 폭이 굽어지도록 구성하도록 해도 좋다.
- [0235] 이와 같이, 액추에이터부(140, 150)의 폭은 균일할 필요는 없고, 가동 프레임(120)으로부터 고정 프레임(110)으로 향해 굽게 하도록 해도 좋고, 경면부(130)로부터 가동 프레임(120)으로 향해 굽게 하도록 해도 좋다. 또한, 액추에이터부(140, 150)는 부분적으로 폭을 바꾸도록 해도 좋다.
- [0236] 이상 설명한 본 실시형태 9의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 액추에이터부(140)의 Y축 방향에 따른 부분의 길이는, 고정 프레임(110)의 Y축 방향에 있어서의 중점에 위치하는 내변으로부터 Y축 방향에 따른 가동 프레임(120)의 외변까지의 거리보다 길게 되어 있다. 이와 같이 하면, 액추에이터부(150)의 길이에 대한 액추에이터부(140)의 길이의 비를 더욱 크게 할 수 있다. 이것에 의해, 가동 프레임(120)의 구동 주파수와 경면부(130)의 구동 주파수와의 비율을 소망의 값으로 할 수 있다. 또한, 액추에이터부(140, 150)를 예를 들면 몇겹으로 되접는 일 없이, 경면부(130)를 실용상 충분한 범위에서 요동시킬 수 있다. 따라서, 본 실시형태 9의 가동 반사 소자(100)에 의하면, 구동 주파수의 최적화와 소형화를 실현할 수 있다.
- [0237] 실시형태 10
- [0238] 다음에, 본 발명의 실시형태 10 내지 12에 대해 설명한다.
- [0239] 본 실시형태 10의 가동 반사 소자(100)는, 도 28a에 도시하는 바와 같이, 제 1 제한부로서의 제한부(스토퍼)(500)와, 제 2 제한부로서의 제한부(501)를 구비하는 점이 실시형태 4와 상이하다.
- [0240] 제한부(500)는, 가동 프레임(120)에 대한 경면부(130)의 움직임을 제한하기 위해서, 가동 프레임(120)의 내변으로부터 연장되고, 가동 프레임(120)과 경면부(130)와의 간극에 배치되어 있다.
- [0241] 제한부(501)는, 고정 프레임(110)에 대한 가동 프레임(120)의 움직임을 제한하기 위해서, 고정 프레임(110)의 내변으로부터 연장되고, 고정 프레임(110)과 가동 프레임(120)과의 간극에 배치되어 있다.
- [0242] 도 28a에 도시하는 가동 반사 소자(100)는, 실시형태 4에 관한 가동 반사 소자(100)에 제한부(500, 501)를 마련한 것이지만, 이것과 마찬가지로, 도 28b에 도시하는 실시형태 11의 가동 반사 소자(100)는, 실시형태 6에 관한 가동 반사 소자(100)에 제한부(500, 501)를 마련한 것이다. 또한, 도 28c에 도시하는 실시형태 12의 가동 반사 소자(100)는, 실시형태 8에 관한 가동 반사 소자(100)에 제한부(500, 501)를 마련한 것이다.
- [0243] 이러한 제한부(500, 501)를 구비하는 것에 의해, 외력이 가해졌을 경우의 가동 프레임(120), 경면부(130) 등의 파손을 막을 수 있다.
- [0244] 상세하게는, 실시형태 10 및 실시형태 12의 경면부(130)의 외주면은 제한부(500)를 피하도록 형성되어 있다. 이와 같이 경면부(130)의 외주면이 형성되어 있으므로, 가동 반사 소자(100)에 외력이 가해졌을 경우, 제한부(500)가 경면부(130)의 외주면에 당접한다. 따라서, 외력이 가해졌을 경우, 경면부(130)가 X축 방향 및 Y축 방향으로 크게 움직여 파손하는 것을 방지할 수 있다.
- [0245] 마찬가지로, 실시형태 10 및 실시형태 12의 가동 프레임(120)의 외주면은 제한부(501)를 피하도록 형성되어 있다. 이와 같이 가동 프레임(120)의 외주면이 형성되어 있으므로, 가동 반사 소자(100)에 외력이 가해졌을 경우, 제한부(501)가 가동 프레임(120)의 외주면에 당접한다. 따라서, 외력이 가해졌을 경우, 가동 프레임(120)이 X축 방향 및 Y축 방향으로 크게 움직여 파손하는 것을 방지할 수 있다.
- [0246] 또한, 실시형태 10 및 실시형태 12의 경면부(130)는, 제한부(500)를 피하고, 또한 정지 상태에 있어서의 경면부(130)의 중심이 경면부(130)의 중심이 되도록, 외주면이 형성되어 있다. 구체적으로는, 상술의 경면부(130)에서는, 대향하는 변의 외주면의 형상이 경면부(130)의 중심으로 대해 점대칭이다. 이것에 의해, 제한부(500)를 피할 필요가 없는 곳에 더미(dummy)의 절결부가 형성된다. 이러한 외주면으로 하는 것에 의해, 경면부(130)는,

정지하고 있는 경우의 중심을 경면부(130)의 중심으로 할 수 있고, 정지 상태에 있어서의 기울기의 발생을 방지 할 수 있다.

[0247] 마찬가지로, 실시형태 10 및 실시형태 12의 가동 프레임(120)은, 제한부(501)를 피하고, 또한 정지 상태에 있어서의 가동 프레임(120)의 중심이 가동 프레임(120)의 중심이 되도록, 외주면이 형성되어 있다. 구체적으로는, 상술의 가동 프레임(120)에서는, 대향하는 면의 외주면의 형상이 가동 프레임(120)의 중심으로 대해 점대칭이다. 이것에 의해, 제한부(501)를 피할 필요가 없는 곳에 더미의 절결부가 형성된다. 이러한 외주면으로 하는 것에 의해, 가동 프레임(120)은, 정지하고 있는 경우의 중심을 가동 프레임(120)의 중심으로 할 수 있고, 정지 상태에 있어서의 기울기의 발생을 방지할 수 있다.

[0248] 또한, 도 28a 내지 도 28c에 도시하는 제한부(500, 501)의 형상은 T자형상이었지만, 이것에 한정되지 않고, 볼록형상이면 좋다. 또한, 제한부(500, 501)의 한쪽은 없어도 좋다.

[0249] 이상 설명한 실시형태 1 내지 12에 있어서의 가동 반사 소자(100)에 대해서는, 액추에이터부(140, 150)에 복수의 압전 소자를 마련할 수 있는 점, 검출용 전극의 폭이 액추에이터부의 폭보다 좁은 점, 검출용 전극을, 고정 프레임(110)과 액추에이터부(140)가 접속되는 부분, 또는, 경면부(130)와 액추에이터부(150)가 접속되는 부분에 마련하는 점, 가동 프레임(120)을 경면부(130)보다 두껍게 형성하는 점, 액추에이터부(140, 150)의 폭을 변경할 수 있는 점, 가동 프레임(120)에 축(400)을 부착할 수 있는 점, 제한부(500, 501)를 마련할 수 있는 점을, 적당 조합하는 것이 가능하다.

#### 실시형태 13

[0251] 다음에, 본 발명의 실시형태 13에 대해 설명한다. 본 실시형태 13에서는, 가동 반사 소자(100)를 구비하는 이차원 주사 장치에 대해 설명한다.

[0252] 실시형태 1 내지 12에 관한 가동 반사 소자(100)는, 경면부(130)의 표면에 형성된 반사면을 2축의 자유도를 가지고 경사시킬 수 있다. 이 때문에, 가동 반사 소자(100)를, 광 범이나 지향성 전파를 이차원적으로 주사하는 이차원 주사 장치에 조립하고, 이차원 주사를 실시할 수 있다. 이 이차원 주사 장치에 의해, 광 범을 주사하면, 스크린에 화상을 투영하는 프로젝터를 실현할 수 있고, 지향성 전파를 주사하면, 차재용의 레이더 등을 실현할 수 있다.

[0253] 특히, 실시형태 1 내지 12에 관한 가동 반사 소자(100)는, 전술한 바와 같이, MEMS 소자로서 소형화 및 저소비 전류화에 적절하기 때문에, 휴대 전화, 스마트 폰, 태블릿형 전자 단말 등의 소형기기에 조립해서 이용하는데 최적이고, 이를 소형 기기에 프로젝터의 기능을 부가하는 용도에 적절하다. 근년, 자동차에는, 레이더가 불가결의 기술로 되고 있고, 지향성이 있는 전파를 광범위하게 조사할 필요가 있다. 실시형태 1 내지 12에 관한 가동 반사 소자(100)를 이용하면, 소형이고 광범위한 레이더 조사가 가능한 차재용 장치를 실현하는 것도 가능하다.

[0254] 이하에서는, 실시형태 1 내지 12에 관한 가동 반사 소자(100)를 교류 신호로 구동시키는 이차원 주사 장치를 구성하고, 이 이차원 주사 장치를 프로젝터에 조립했을 경우에 대해 설명한다. 이 이차원 주사 장치는 상술한 바와 같은 차재용의 레이더 장치 등에도 이용 가능하다.

[0255] 도 29는 이차원 주사 장치를 이용한 프로젝터(80)의 구성을 나타내는 블럭도이다. 프로젝터(80)는 스크린(10) 상에 화상을 투영하는 기능을 가진다. 프로젝터(80)는 이차원 주사 장치(20), 레이저 광원(30), 표시 제어 장치(40)를 구비한다. 또한, 레이더 장치에 있어서는, 레이저 광원(30) 대신에, 지향성 전파를 발생하는 전파원(안테나)을 구비한다.

[0256] 이차원 주사 장치(20)는 가동 반사 소자(100)와 콘트롤러(22)를 구비한다. 가동 반사 소자(100)는 실시형태 1 내지 12에 관한 가동 반사 소자(100)이다. 가동 반사 소자(100)를 구성하는 압전 소자에 교류 전압을 인가하는 것에 의해, XY 평면에 평행한 반사면(M)을 갖는 경면부(130)를 Y축 방향(X축 둘레) 및 X축 방향(Y축 둘레)으로 경사시킬 수 있다. 콘트롤러(22)는, 이 가동 반사 소자(100)의 압전 소자에 구동 신호(교류 전압)를 공급한다.

[0257] 가동 반사 소자(100)는, 위에서 설명한 바와 같이, 액추에이터부(140, 150)를 구비하고 있다. 콘트롤러(22)는, 액추에이터부(150)의 압전 소자에 대해서 제 1 주기(H1)인 제 1 구동 신호를 공급하고, 액추에이터부(140)의 압전 소자에 대해서 제 2 주기(H2)인 제 2 구동 신호를 공급한다.

[0258] 레이저 광원(30)은 레이저 빔을 발생시켜, 이것을 이차원 주사 장치(20) 내의 가동 반사 소자(100)의 반사면(M)에 조사한다. 반사면(M)에서 반사한 레이저 빔은 스크린(10)상의 소정 위치에 스포트(S)를 형성한다. 따라

서, 가동 반사 소자(100)의 반사면(M)을 이차원 방향으로 경사시키면, 스크린(10)상에 형성되는 스포트(S)의 위치를 이차원 방향으로 주사할 수 있다.

[0259] 표시 제어 장치(40)는, 외부로부터 주어지는 화상 데이터에 근거하여, 스크린(10)상에 소정의 화상을 표시하기 위한 표시 제어를 실시한다. 구체적으로는, 표시 제어 장치(40)는, 표시 대상이 되는 화상에 대한 화상 데이터에 근거하는 변조 신호를 레이저 광원(30)에게 주는 것과 동시에, 이차원 주사 장치(20) 내의 콘트롤러(22)에 대해서 제어 신호를 준다.

[0260] 레이저 광원(30)은, 표시 제어 장치(40)로부터 주어지는 변조 신호에 근거하여, 강도 또는 파장 또는 그 쌍방을 변조한 레이저 빔을 발생시켜, 이것을 이차원 주사 장치(20) 내의 가동 반사 소자(100)의 경면부(130)의 반사면(M)에 조사한다. 표시 대상이 되는 화상이 흑백 화상인 경우는, 레이저 광원(30)은 단색의 레이저 빔을 발생시켜, 그 강도를 변조하면 좋다. 표시 대상이 되는 화상이 칼라 화상인 경우는, 예를 들면 레이저 광원(30)으로서 3원색(RGB)의 레이저 빔을 발생시키는 복합 광원을 채용하고, 개개의 원색마다 독립해서 강도 변조를 실시하면 좋다.

[0261] 한편, 이차원 주사 장치(20)는, 표시 제어 장치(40)로부터 입력되는 제어 신호에 근거하여, 반사면(M)에서 반사한 레이저 빔에 의해 스크린(10)상에 형성되는 스포트(S)가, 스크린(10)상을 이차원적으로 이동하도록, 가동 반사 소자(100)의 경면부(130)를 요동시킨다.

[0262] 표시 제어 장치(40)로부터 이차원 주사 장치(20)에게 줄 수 있는 제어 신호는, 가동 반사 소자(100)의 경면부(130)의 요동 동작의 ON/OFF를 나타내는 것과 동시에, 요동 동작의 타이밍을 나타내는 신호가 되어 있다. 표시 제어 장치(40)는, 레이저 광원(30)에 주는 변조 신호의 타이밍에 동기한 제어 신호를 이차원 주사 장치(20)에 준다. 그 결과, 스크린(10)상의 스포트(S)의 위치와 스포트(S)를 형성하는 레이저 빔의 변조 내용이 동기하고, 스크린(10)상에 화상 데이터에 따른 화상이 표시되게 된다.

[0263] 이어서, 이차원 주사 장치(20)에 의한 빔 주사의 구체적인 동작에 대해 설명한다. 여기에서는, 이차원 주사 장치(20)에 조립한 가동 반사 소자(100)로서 실시형태 5에 관한 가동 반사 소자(100)를 이용했을 경우를 예를 들고 설명을 실시한다. 도 30a는, 도 29에 도시하는 프로젝터(80)에 있어서, 콘트롤러(22)가 가동 반사 소자(100)에 공급하는 구동 신호(Dx, Dy)의 일례를 나타내는 신호 파형을 나타내는 그래프이며, 도 30b는, 이러한 구동 신호(Dx, Dy)를 가동 반사 소자(100)에 공급했을 경우에 얻을 수 있는, 스크린(10)상의 빔의 2차원 주사의 모습을 나타내는 그래프이다.

[0264] 도 30a의 상단에는, 제 1 구동 신호(Dx)로서 제 1 주기(H1)인 톱니형상의 신호 파형이 도시되어 있고, 도 30a의 하단에는, 제 2 구동 신호(Dy)로서 제 2 주기(H2)인 계단상의 신호 파형이 도시되어 있다. 또한, 여기에서는,  $H2=6 \times H1$ 로 설정한 예가 표시되어 있지만, 실용상은 이 비는 더 큰 값으로 설정된다.

[0265] 도 30a에 도시하는 바와 같이, 제 1 구동 신호(Dx)는 시간축(t)에 따른 시각 t0 내지 t1의 제 1 주기에 있어서, 전압값  $-Vx$  내지  $+Vx$ 까지 상승한 후, 시각 t1에 있어서 전압값  $-Vx$ 까지 강하하고, 계속되는 시각 t1 내지 t2의 제 2 주기에 있어서, 전압값  $-Vx$  내지  $+Vx$ 까지 상승한 후, 시각 t2에 있어서 전압값  $-Vx$ 까지 강하한다고 하는 동작을 반복한다. 이러한 제 1 구동 신호(Dx)를, 도 17의 (A)에 도시하는 가동 반사 소자(100)의 액추에이터부(150)의 압전 소자에 주면, 경면부(130)는 X축 방향(Y축 둘레)으로 주기(H1)로 요동한다.

[0266] 한편, 제 2 구동 신호(Dy)는, 시간축(t)에 따른 시각 t0 내지 t6의 주기에 있어서, 주기(H1)에 대응하는 단위 시간 스텝에서, 전압값  $-Vy$  내지  $+Vy$ 까지 계단형상으로 상승한다고 하는 동작을 주기(H2)로 반복한다. 이러한 제 2 구동 신호(Dy)를, 도 17의 (A)에 도시하는 가동 반사 소자(100)의 액추에이터부(140)의 압전 소자에게 주면, 가동 프레임(120) 및 경면부(130)는 Y축 방향(X축 둘레)으로 주기(H2)로 요동한다.

[0267] 실제로는, 가동 반사 소자(100)의 B층(하부 전극층)(100B)을 접지 전위에 고정한 상태로, 액추에이터부(150)의 D층(상부 전극층)(150D)에, 제 1 구동 신호(Dx)를 공급하고, 액추에이터부(140)의 D층(상부 전극층)(140D)에 제 2 구동 신호(Dy)를 공급하는 이차원 주사의 구동 동작을 실시하면 좋다. 도 30b는, 이러한 이차원 주사의 구동 동작을 실시했을 경우에 스크린(10)상에 얻을 수 있는 스포트(S)의 주사 궤적을 도시하고 있다. 여기서, 스크린(10)의 횡 방향은, 도 17의 (A)에 도시하는 가동 반사 소자(100)의 X축 방향에 대응하고, 스크린(10)의 세로 방향은, 도 17의 (A)에 도시하는 가동 반사 소자(100)의 Y축 방향에 대응한다.

[0268] 도 30b에 도시하는 바와 같이, 스포트(S)의 위치는, 실선으로 나타내는 바와 같이, 스크린(10)의 좌상 코너의 주사점 Q1로부터 수평으로 오른쪽으로 이동해서 주사점 Q2에 도달하고, 그후 파선으로 나타내는 바와 같이, 즉 시 주사점 Q3의 위치로 점프한다. 이러한 주사를 반복하는 것에 의해, 스포트(S)는 스크린(10)상을 지그재그로

이동해 가고, 다음에 우하 코너의 주사점 Q12까지 도달한다. 이러한 주사는 일반적으로 이용되고 있는 래스터(raster) 방식의 주사이며, 주사점 Q1 내지 Q12까지의 주사에 의해서, 1 프레임분의 화상 표시를 한다.

[0269] 이어서, 주사점 Q12로부터 주사점 Q1까지 점프하고, 다시 주사점 Q1 내지 Q12에 도달하는 지그재그 주사를 한다. 즉, 화상의 다음의 프레임의 표시를 하게 된다. 여기서, 실선으로 나타내 보이는 수평 방향의 주사 주기가, 도 30a에 도시하는 주기(H1)에 대응하고, 주사점 Q1 내지 Q12까지의 주사 주기가, 도 30a에 도시하는 주기(H2)에 대응한다. 이러한 래스터 방식의 주사를 실시하는 경우, 표시 제어 장치(40)는, 화상 데이터를 구성하는 개개의 화소의 데이터를, 그 배열 순서에 따라서 순서대로 추출하고, 각 구동 신호(Dx, Dy)의 주기(H1, H2)에 동기한 타이밍에 변조 신호로서 레이저 광원(30)에 준다.

[0270] 또한, 구동 신호의 패형상에 있어서, 도 30b의 주사점 Q1, Q3, Q5, Q7, Q9, Q11은, 각각 도 30a의 시간축(t)상의 시각 t0, t1, t2, t3, t4, t5에 대응하는 점이 된다. 그러나, 실제로는, 콘트롤러(22)로부터 가동 반사 소자(100)에 대해서, 도 30a에 도시하는 구동 신호(Dx, Dy)를 공급했다고 해도, 가동 반사 소자(100)의 압전 소자에 신축이 생겨 경면부(130)가 경사를 일으키기까지는, 기계적인 지연이 생긴다. 이 때문에, 구동 신호(Dx, Dy)의 위상에 대해서, 스크린(10)상에 얻을 수 있는 스포트(S)의 주사 운동의 위상은 지연을 일으키게 된다. 실시간에 있어서, 스포트(S)가 주사점 Q1, Q3, Q5, Q7, Q9, Q11에 도달하는 시각은, 각각 시각 t0, t1, t2, t3, t4, t5보다 늦은 시각이 된다.

[0271] 상술한 주사 방식 이외의 주사 방식으로 스포트(S)를 주사하기 위해서 이용하는 구동 신호(Dx, Dy)의 신호 패형이 도 31a에 도시되어 있다. 도 31b에는, 이러한 구동 신호(Dx, Dy)를 가동 반사 소자(100)에 공급했을 경우에 얻을 수 있는, 스크린(10)상의 광빔의 주사선이 도시되어 있다. 도 31a에 도시하는 바와 같이, 이 주사 방식으로는, 제 1 구동 신호(Dx)로서 제 1 주기(H1)인 정현파를 이용하고, 제 2 구동 신호(Dy)로서 제 2 주기(H2)인 정현파를 이용하게 된다.

[0272] 제 1 구동 신호(Dx)는 전압값  $-V_x$  내지  $+V_x$ 를 취하는 주기(H1)의 정현파이며, 이러한 제 1 구동 신호(Dx)를, 도 17의 (A)에 도시하는 가동 반사 소자(100)의 액추에이터부(150)의 압전 소자에 주면, 경면부(130)는 X축 방향(Y축 둘레)으로 요동하고, 스크린(10)상의 스포트(S)는 X축 방향으로 주기(H1)로 단진동한다. 또한, 제 2 구동 신호(Dy)는 전압값  $-V_y$  내지  $+V_y$ 를 취하는 주기(H2)의 정현파이며, 이러한 제 2 구동 신호(Dy)를, 도 17의 (A)에 도시하는 가동 반사 소자(100)의 액추에이터부(140)의 압전 소자에 주면, 경면부(130)는 Y축 방향(X축 둘레)으로 요동하고, 스크린(10)상의 스포트(S)는 Y축 방향으로 주기(H2)로 단진동한다.

[0273] 실제로는, 가동 반사 소자(100)의 B층(하부 전극층)(100B)을 접지 전위에 고정한 상태에 있어서, D층(상부 전극층)(100D)에 제 1 구동 신호(Dx)를 공급하고, D층(상부 전극층)(100D)에 제 2 구동 신호(Dy)를 공급하는 구동 동작을 실시한다. 도 31b는, 이러한 구동 동작을 실시했을 경우에 스크린(10)상에 얻을 수 있는 스포트(S)의 주사 궤적을 도시하고 있다. 여기에서도, 스크린(10)의 횡 방향은, 도 17의 (A)에 도시하는 가동 반사 소자(100)의 X축 방향에 대응하고, 스크린(10)의 세로 방향은, 도 17의 (A)에 도시하는 가동 반사 소자(100)의 Y축 방향에 대응한다.

[0274] 도 31b에 도시하는 바와 같이, 스포트(S)의 위치는 실선으로 나타내 보이는 8자형상의 매끄러운 선에 따라서 이동한다. 이 이동 궤적은 일스트로크의 순환 경로가 되어 있고, 주사점 Q1을 기점으로서 Q1  $\rightarrow$  Q2  $\rightarrow$  Q3  $\rightarrow$  ...  $\rightarrow$  Q19  $\rightarrow$  Q1라고 하는 경로를 따라서 순환한다. 여기서, 주사점 Q1은 시각 t0에 대응하고, 주사점 Q5(왕로)는 시각 t1에 대응하고, 주사점 Q9(왕로)는 시각 t2에 대응하고, 주사점 Q13은 시각 t3에 대응하고, 주사점 Q9(복로)는 시각 t4에 대응하고, 주사점 Q5(복로)는 시각 t5에 대응하고, 주사점 Q1(복로)은 시각 t6에 대응한다. 이하, 이러한 주사 방식을 "8자형상 주사 방식"이라고 부르기로 한다.

[0275] 또한, 상술한 바와 같이, 실제로는, 콘트롤러(22)로부터 가동 반사 소자(100)에 대해서, 도 31a에 도시하는 구동 신호(Dx, Dy)를 공급했다고 해도, 가동 반사 소자(100)의 압전 소자에 신축이 생겨 경면부(130)가 경사를 일으키기까지는, 기계적인 지연이 생기기 때문에, 구동 신호(Dx, Dy)의 위상에 대해서, 스크린(10)상에 얻을 수 있는 스포트(S)의 주사 운동의 위상은 지연을 일으키게 된다. 따라서, 구동 신호의 패형상에 있어서는, 도 31b의 각 주사점 Q1, Q5, Q9, Q13, Q9, Q5, Q1이, 각각 도 31a의 시간축(t)상의 시각 t0, t1, t2, t3, t4, t5, t6에 대응하는 점이 되지만, 실시간에 있어서는, 스포트(S)가 주사점 Q1, Q5, Q9, Q13, Q9, Q5, Q1에 도달하는 시각은, 각각 시각 t0, t1, t2, t3, t4, t5, t6보다 늦은 시각이 된다.

[0276] 이 "8자형상 주사 방식"은 일반적으로 이용되고 있는 래스터 방식의 주사와는 상이하며, 스포트(S)의 이동 경로가, 일반적인 화상을 구성하는 화소 배열(종횡의 이차원 매트릭스상의 배열)에 따른 경로는 되지 않는다. 따라

서, 도 29에 도시하는 프로젝터(80)에 있어서, 이 "8자형상 주사 방식"을 채용하는 경우는, 표시 제어 장치(40)가 스크린(10)상의 스포트(S)의 위치를 예측하고, 화상 데이터중에서 예측 위치의 화소에 대응하는 데이터를 추출하고, 레이저 광원(30)에 대해서 추출 데이터를 주는 처리를 실시할 필요가 있다.

[0277] 무엇보다, 이 이차원 주사 장치를 프로젝터가 아니라, 예를 들면 액정 표시 소자용의 백라이트 조명으로서 이용한다면, 화상 데이터는 필요 없고, 레이저 광원(30)에 의한 변조 처리는 불필요하다. 따라서, 이러한 백라이트 조명이라고 하는 용도의 경우는, 래스터 방식의 주사를 채용하는 것보다도, 매끄러운 주사 궤적을 얻을 수 있는 "8자형상 주사 방식"을 채용하는 것이 바람직하다.

[0278] (공진 주파수의 조정)

[0279] 본 실시형태 13에 관한 이차원 주사 장치(20)를 프로젝터(80) 등에 이용하는 경우, 가동 반사 소자(100)의 반사면(M)의 경사각은 가능한 한 큰 범위로 설정할 수 있는 것이 바람직하다. 반사면(M)의 경사각을 크게 하려면, 경면부(130)의 요동 운동의 진폭을 크게 할 필요가 있다. 진폭을 크게 하기 위해서는, 압전 소자에 공급하는 전압을 크게 할 필요가 있다. 단, 동일 전압의 교류 신호를 공급했을 경우에서도, 경면부(130)의 요동 운동의 진폭은 그 주파수에 따라서 상이하다. 이것은, 일반적으로, 진동계에 있어서의 에너지 효율은 진동계에 고유의 공진 주파수로 진동시켰을 경우에 가장 높아지기 때문이다.

[0280] 예를 들면, 도 17의 (A)에 도시하는 구조를 갖는 가동 반사 소자(100)의 경면부(130)의 공진 주파수(f)는, 각 부의 재질이나 액추에이터부의 치수나 형상에 의해서 일의적으로 정해지는 물리적인 고유값으로 된다. 이 공진 주파수(f)로 경면부(130)를 진동시키면, 가장 에너지 효율이 양호하게 된다. 환연하면, 동일 진폭을 얻기 위해서 필요한 공급 전압은 공진 주파수(f)로 진동시켰을 경우에 가장 낮아진다.

[0281] 경면부(130)를 공진 주파수(f)로 진동시키는 경우에는, 압전 소자에 5V 정도의 교류 구동 신호를 공급하면 충분한 것에 대해서, 특정의 비공진 주파수로 진동시키는 경우에는, 500V 내지 1000V의 교류 구동 신호가 필요하게 되는 케이스도 있었다. 가동 반사 소자(100)를 MEMS 소자 등이 미세한 반도체 소자로서 형성했을 경우, 이러한 높은 전압으로 구동시키면 절연 과괴 등이 생길 가능성이 있다.

[0282] 이러한 관점으로부터, 실용상은, 가동 반사 소자(100)의 경면부(130)를 공진 주파수(f)로 진동시키는 운용을 실시하는 것이 바람직하다. 환연하면, 용도가 미리 정해지고 있다면, 그 용도에 적절한 진동 주파수가 공진 주파수(f)에 일치하도록, 가동 반사 소자(100)의 기계적 구조부의 설계를 실시하도록 하는 것이 바람직하다.

[0283] 예를 들면, 본 실시형태 13에 관한 이차원 주사 장치(20)를 도 29에 도시하는 프로젝터(80)에 이용하는 경우에 대해서 고려한다. 이 프로젝터(80)에서는, 상술한 바와 같이, 콘트롤러(22)로부터 가동 반사 소자(100)에 대해서, 예를 들면 도 30a에 도시하는 구동 신호(Dx, Dy)가 공급되고, 스크린(10)상에서 도 30b에 도시하는 스포트(S)의 주사를 한다.

[0284] 여기에서는, 이 프로젝터(80)에 있어서, 예를 들면 X축에 따른 방향에의 구동 신호(Dx)의 주파수  $f_x$ 를  $f_x=10\text{kHz}$  (주기  $H1=1/10000\text{초}$ )로 설정하고, Y축에 따른 방향에의 구동 신호(Dy)의 주파수  $f_y$ 를  $f_y=100\text{Hz}$  (주기  $H1=1/100\text{초}$ )로 설정하게 되어 있었다고 한다. 이러한 구동 신호의 설정은, 도 30a에 있어서의 주사점 Q1 내지 Q2까지의 수평 주사 시간을  $1/10000\text{초}$ 로 하고, 1 화면을 100개의 수평 주사선에 의해서 구성하고, 도 30b에 있어서의 주사점 Q1 내지 Q12까지의 수직 주사 시간을  $1/100\text{초}$ 로 하는 설정에 대응한다.

[0285] 이와 같이, 가동 반사 소자(100)의 용도로서 X축에 따른 방향에 관해서는 주파수  $f_x=10\text{kHz}$ 로 진동시키고, Y축에 따른 방향에 관해서는 주파수  $f_y=100\text{Hz}$ 로 진동시키는 용도에 이용하는 것이 미리 정해지고 있다면, 가동 반사 소자(100)를 설계하는 단계로부터, 이러한 주파수  $f_x$ ,  $f_y$ 가 공진 주파수가 되는 배려를 행하는 것이 바람직하다. 그러한 설계를 실시한 가동 반사 소자(100)를 프로젝터(80)에 조립하면, 경면부(130)는, 그 고유의 공진 주파수로 진동시키는 것으로 되므로, 지극히 효율이 좋은 동작이 가능하게 된다.

[0286] 상술한 바와 같이, 이차원 주사 장치(20)를 프로젝터(80)에 조립해서 이용하는 경우, 통상, 수평 주사 시간과 수직 주사 시간과의 사이에 큰 차이가 생기게 되므로, 가동 반사 소자(100)에 요구되는 X축에 따른 방향에 관한 공진 주파수  $f_x$ 와 Y축에 따른 방향에 관한 공진 주파수  $f_y$ 와의 사이에도 큰 차이가 생긴다. 실제, 상기 예의 경우,  $f_x=10\text{kHz}$ 에 대해서,  $f_y=100\text{Hz}$ 이며, 양자에는 100배의 차이가 생기고 있다. 따라서, 이러한 프로젝터(80) 용의 가동 반사 소자(100)에서는, 경면부(130)의 X축에 따른 방향에 관한 공진 주파수  $f_x$ 와 Y축에 따른 방향에 관한 공진 주파수  $f_y$ 가 상이하도록 할 필요가 있다.

[0287] 일반적으로, 어느 진동계의 공진 주파수(f)는 복수로 존재하고, 낮은 쪽으로부터 순서로, 제 1차 공진 주파수,

제 2차 공진 주파수, …와 같이 불리고 있다. 따라서, X축에 따른 방향에 관한 공진 주파수가  $f_x$ 이며, Y축에 따른 방향에 관한 공진 주파수가  $f_y$ 인 가동 반사 소자를 설계할 때, X축에 따른 방향에 관한 특정의 차수의 공진 주파수가  $f_x$ 가 되고, Y축에 따른 방향에 관한 특정의 차수의 공진 주파수가  $f_y$ 가 되는 설계를 실시하면 좋다.

[0288] 또한, X축에 따른 방향에 관한 임의의 차수의 공진 주파수가 Y축에 따른 방향에 관한 임의의 차수의 공진 주파수와 일치해 버리면, X축에 따른 방향의 진동과 Y축에 따른 방향의 진동과의 사이에 불편한 간섭이 생길 가능성이 있다. 따라서, 실용상은, X축에 따른 방향에 관한 각 차수의 공진 주파수가 Y축에 따른 방향에 관한 어느 차수의 공진 주파수에도 일치하지 않는 듯한 설계를 실시하는 것이 바람직하다.

[0289] 공진 주파수  $f_x$ 와  $f_y$ 가 상이하도록 하기 위한 설계에는, 여러가지 형태를 생각할 수 있지만, 본원 발명자가 가장 실용적이라고 생각하는 형태는, 각 액추에이터부(140, 150)의 길이, 폭 또는 두께에 의해서 조정하는 방법이다. 이하, 도 8의 (A)에 도시하는 가동 반사 소자(100)의 구조를 기본으로 해서 공진 주파수  $f_x$ 와  $f_y$ 가 상이하도록 하기 위한 구체적인 방법을 설명한다.

[0290] 일반적으로, 액추에이터부(140)의 폭(W1)을 액추에이터부(150)의 폭(W2)보다 좁게 하면, 경면부(130)의 X축에 따른 방향의 공진 주파수를, Y축에 따른 방향의 공진 주파수보다 높게 하는 효과를 얻을 수 있다. 물론, 이것과는 반대로, Y축에 따른 방향의 공진 주파수를 X축에 따른 방향의 공진 주파수보다 높게 설정하는 경우는, 액추에이터부(140)의 폭(W1)을 액추에이터부(150)의 폭(W2)보다 넓게 하는 설정을 실시하면 좋다.

[0291] 한편, 도 32의 (A)는 각 액추에이터부(140, 150)의 두께를 조정한 가동 반사 소자(100)의 상면도이며, 도 32의 (B)는 이 가동 반사 소자(100)를 XZ면을 따라서 절단한 측단면도이다. 이 가동 반사 소자(100)도 A층, B층, C층, D층의 4층 구조를 갖고 있지만, 도 32의 (A), (B)에서는, D층의 도시는 생략되어 있다. 또한, 도 32의 (A)에 실시한 해칭은 두께가 동일한 영역을 나타내기 위한 것이며, 단면을 나타내기 위한 것은 아니다.

[0292] 도 32의 (A)에 도시하는 바와 같이, 이 가동 반사 소자(100)는 고정 프레임(110), 가동 프레임(120), 경면부(130), 액추에이터부(140), 액추에이터부(150)를 구비하고 있다. 도 32의 (A)에는, 도 32의 (B)의 상면도에 도시하는 각 구성요소의 층 구조가 도시되어 있다.

[0293] 도 32의 (A), (B)에 도시하는 가동 반사 소자(100)에서는, 액추에이터부(140)의 두께를 T1로 하고, 액추에이터부(150)의 두께를 T2로 했을 경우에, 두께(T1)와 두께(T2)가 상이한 값으로 설정되어 있다. 구체적으로는, 액추에이터부(140)의 두께(T1)는 액추에이터부(150)의 두께(T2)에 비해 작게 되어 있다. 또한, 가동 프레임(120)의 두께(T3)는 경면부(130)의 두께(T2)보다 크게 되어 있지만, 이것은, 경면부(130)를 가동 프레임(120)의 내부에 공중에 매달림이 되도록 지지하기 위함이다.

[0294] 도 32의 (A), (B)에서는, 편의상, 두께(T1)를 갖는 영역(액추에이터부(140)의 부분)에는 줄무늬의 해칭을 실시하고, 두께(T2)를 갖는 영역(액추에이터부(150), 경면부(130)의 부분)은 바구니 그물형상 및 등간격 사선으로 하고, 두께(T3)를 갖는 영역(고정 프레임(110)의 부분)에는 체크 모양의 해칭을 실시하고 있다.

[0295] 두께(T1, T2)에 관해서,  $T1 < T2$ 로 설정하면, 경면부(130)의 X축에 따른 방향에 관한 제 k차 공진 주파수  $f_x(k)$ 와 Y축에 따른 방향에 관한 제 k차 공진 주파수  $f_y(k)$ 와의 관계를,  $f_x(k) > f_y(k)$ 로 할 수 있다. 따라서, 상례와 같이, X축에 따른 방향에 관한 공진 주파수가  $10\text{kHz}$ 가 되고, Y축에 따른 방향에 관한 공진 주파수가  $100\text{Hz}$ 가 되는 구조체를 실현하기 쉬워진다. 실제로는,  $k=1$ 로서 경면부(130)의 X축에 따른 방향에 관한 1차 공진 주파수  $f_x(1)$ 과 Y축에 따른 방향에 관한 1차 공진 주파수  $f_y(1)$ 과의 관계를,  $f_x(1) > f_y(1)$ 로 하면 충분하다.

[0296] 이것은, 다른 실시형태에 관한 가동 반사 소자(100)에 대해서도 동일하며, 일반적으로 액추에이터부(140)의 두께(T1)를 액추에이터부(150)의 두께(T2)보다 작게 하면, 경면부(130)의 X축에 따른 방향의 공진 주파수를 Y축에 따른 방향의 공진 주파수보다 높게 하는 효과를 얻을 수 있다. 물론, 반대로, Y축에 따른 방향의 공진 주파수를 X축에 따른 방향의 공진 주파수보다 높게 설정하는 경우는,  $T2 < T1$  되는 설정을 실시하면 좋다.

[0297] 이상, 공진 주파수  $f_x$ 와  $f_y$ 가 상이하도록 하는 조정 방법으로서 각 액추에이터부(140, 150)의 폭을 조정하는 방법과 각 액추에이터부(140, 150)의 두께를 조정하는 방법(도 32의 (A), (B))을 설명했지만, 이외에도, 각 액추에이터부(140, 150)의 길이를 조정하는 방법이 있다. 물론, 이러한 방법을 조합하여 조정을 실시하는 것도 가능하다. 실제의 설계에 있어서는, 삼차원 설계 테이터에 근거하는 시뮬레이션에 의해서, 각 좌표축 방향의 공진 주파수를 구하고, 시행 착오에 의한 설계 변경을 반복하고, 소망한 공진 주파수를 가지는 구조체를 결정하는 작업을 실시하면 좋다.

[0298] (피드백 제어)

[0299] 상술한 바와 같이, 도 29에 도시하는 프로젝터(80)를 구성하는 콘트롤러(22)는, 가동 반사 소자(100)의 반사면(M)을 X축 방향 및 Y축 방향으로 진동시키는 구동 기능을 갖고 있지만, 실용상은, 이러한 구동을 적절히 실시하기 위해서, 콘트롤러(22)에 피드백 제어 기능을 갖게 해 두는 것이 바람직하다. 도 33은 이러한 피드백 제어 기능을 갖춘 프로젝터(80)의 모식도이다. 또한, 가동 반사 소자(100)의 상면도에 있어서의 해칭은 D층의 평면 형상 패턴을 명료하게 나타내 보이기 위한 것이며, 단면을 나타내기 위한 것은 아니다.

[0300] 이차원 주사 장치(20)는 가동 반사 소자(100)와 콘트롤러(22)에 의해서 구성되어 있다. 가동 반사 소자(100)는, 예를 들면 도 17의 (A)에 도시하는 가동 반사 소자(100)와 동일한 구조를 갖고 있다.

[0301] 도 17의 (A)에 도시하는 가동 반사 소자(100)에는, 한쌍의 액추에이터부(140)의 각각에, 2조의 압전 소자(1조는 D층(상부 전극층)(140D)을 가지는 압전 소자, 다른 1조는 D층(상부 전극층)(160D)을 가지는 압전 소자)가 형성되고, 액추에이터부(150)의 각각, 2조의 압전 소자(1조는 D층(상부 전극층)(150D)을 가지는 압전 소자, 다른 1조는 D층(상부 전극층)(170D)을 가지는 압전 소자)가 형성되어 있다.

[0302] 즉, 액추에이터부(140, 150)에는, 합계 4조의 압전 소자가 설치되어 있다. 이들 4조의 압전 소자중 일부는 구동용 압전 소자로서 기능하고, 다른 일부는 검출용 압전 소자로서 기능한다. 구체적으로는, D층(상부 전극층)(140D 및 150D)의 영역에 형성되는 압전 소자는 구동용 압전 소자로서 기능하고, D층(상부 전극층)(160D 및 170D)의 영역에 형성되는 압전 소자는 검출용 압전 소자로서 기능한다.

[0303] 무엇보다, 4조의 압전 소자의 기본적인 층 구성은 동일하고, 그 물리적인 구성이나 기본 기능에 차이가 있는 것은 아니다. 여기서, 각 압전 소자를 "구동용 압전 소자"나 "검출용 압전 소자"라고 불러 구별하고 있는 것은, 오로지 콘트롤러(22)측으로부터 보았을 때의 기능을 구별하기 위함이다. 각 압전 소자의 B층(하부 전극층)(100B)은 접지 전위에 고정되어 있고, 각 D층(상부 전극층)(140D, 150D, 160D, 170D)은 도 33에 도시하는 콘트롤러(22)의 내부에 설치된 X축 방향 진동 제어부(221) 또는 Y축 방향 진동 제어부(222)에 접속되어 있다.

[0304] 여기서, X축 방향 진동 제어부(221)로부터 D층(상부 전극층)(150D)에 대해서는 X축 방향 구동 신호(Dx)가 주어지고, Y축 방향 진동 제어부(222)로부터 D층(상부 전극층)(140D)에 대해서는 Y축 방향 구동 신호(Dy)가 주어진다. 이들 구동 신호(Dx, Dy)는, 예를 들면 도 30a 또는 도 31a에 도시하는 구동 신호이다. 한편, D층(상부 전극층)(170D)의 전압을 나타내는 신호는 X축 방향 검출 신호(Sx)로서 X축 방향 진동 제어부(221)에 피드백되고, D층(상부 전극층)(160D)의 전압을 나타내는 신호는 Y축 방향 검출 신호(Sy)로서 Y축 방향 진동 제어부(222)에 피드백된다.

[0305] X축 방향 진동 제어부(221)는, 이 X축 방향 검출 신호(Sx)를 피드백 신호로서 참조해서 X축 방향 구동 신호(Dx)를 생성하는 피드백 제어를 실시하고, Y축 방향 진동 제어부(222)는, 이 Y축 방향 검출 신호(Sy)를 피드백 신호로서 참조해서 Y축 방향 구동 신호(Dy)를 생성하는 피드백 제어를 실시한다.

[0306] 여기서, 액추에이터부(140, 150)에 형성된 압전 소자를 구성하는 C층(압전 재료층)(100C)은, 상술한 바와 같이, D층(상부 전극층)(100D)과 B층(하부 전극층)(100B)과의 사이에 소정 극성의 전압을 인가하면, 도 5b, 도 5c에 도시하는 바와 같이, 길이 방향으로 신축하는 성질을 갖고 있다. 이 때문에, 압전 소자를 구동 소자로서 파악했을 경우는, 전압의 인가에 의해 기계적인 변형(응력)을 일으키는 소자라는 것으로 되지만, 반대로, 이 압전 소자를 검출 소자로서 파악하면, 생긴 기계적인 변형(응력)을 전기 신호로서 검출하는 소자라고 할 수도 있다.

[0307] 구체적으로는, 도 5a에 도시하는 압전 소자에는, 외력의 작용에 의해서 도 5b에 도시하는 변형이 생기면, D층(상부 전극층)(100D)측에 정전하, B층(하부 전극층)(100B)측에 부전하가 생기는 분극 작용이 있고, 외력의 작용에 의해서 도 5c에 도시하는 변형이 생기면, D층(상부 전극층)(100D)측에 부전하, B층(하부 전극층)(100B)측에 정전하가 생기는 분극 작용이 있다. 상술한 X축 방향 검출 신호(Sx)는, 액추에이터부(150)의 변형에 기인해서, D층(상부 전극층)(170D)에 발생한 전하를 나타내는 신호이며, 도 7b, 도 7c에 도시하는 변형 상태에 있어서의 액추에이터부(150)의 상면의 신축 정도를 나타내고 있다. 마찬가지로, 상술한 Y축 방향 검출 신호(Sy)는, 액추에이터부(140)의 변형에 기인해서, D층(상부 전극층)(160D)에 발생한 전하를 나타내는 신호이며, 도 18b, 도 18c에 도시하는 변형 상태에 있어서의 액추에이터부(140)의 상면의 신축의 정도를 나타내고 있다.

[0308] X축 방향 구동 신호(Dx) 및 Y축 방향 구동 신호(Dy)로서, 구동 신호를 공급하면, 각 액추에이터부(140, 150)에 형성된 구동용 압전 소자는 소정 주기에 신축 운동을 반복하게 되지만, 그 결과, 각 액추에이터부(140, 150)에 형성된 검출용 압전 소자에도 소정 주기에 신축 운동이 생기게 된다. 피드백 신호로서 콘트롤러(22)로 되돌려

지는 X축 방향 검출 신호(Sx) 및 Y축 방향 검출 신호(Sy)는 이러한 각 액추에이터부(140, 150)의 주기적인 신축 운동을 나타내는 신호라는 것으로 되며, 경면부(130)의 X축 방향 및 Y축 방향의 진동을 나타내는 신호가 된다.

[0309] 전술과 같이, 레이저 광원(30)으로부터 조사된 레이저 빔은 경면부(130)의 반사면(M)에서 반사하고, 스크린(10)상의 소정 위치에 스포트(S)를 형성하게 된다. 따라서, X축 방향 검출 신호(Sx)는 스포트(S)의 X축 방향의 위치를 나타내는 신호에 상당하고, Y축 방향 검출 신호(Sy)는 스포트(S)의 Y축 방향의 위치를 나타내는 신호에 상당한다. X축 방향 진동 제어부(221)는, 스크린(10)상의 스포트(S)의 X축 방향의 위치를 나타내는 신호(Sx)에 근거하여, 스포트(S)를 스크린(10)상에서 X축에 따른 방향으로 주사하기 위한 X축 방향 구동 신호(Dx)를 생성하는 피드백 제어를 실시할 수 있다. 마찬가지로, Y축 방향 진동 제어부(222)는, 스크린(10)상의 스포트(S)의 Y축에 따른 방향의 위치를 나타내는 신호(Sy)에 근거하여, 스포트(S)를 스크린(10)상에서 Y축에 따른 방향으로 주사하기 위한 Y축 방향 구동 신호(Dy)를 생성하는 피드백 제어를 실시할 수 있다.

[0310] 이상, 도 33에 도시하는 가동 반사 소자(100)에 대해 피드백 제어를 실시하는 경우를 설명했지만, 일반론으로서 설명하면, 가동 반사 소자(100)의 하나 또는 복수의 액추에이터부(140, 150)에 각각 복수의 압전 소자를 마련하도록 하고, 이 복수의 압전 소자의 일부를 구동용 압전 소자로서 기능시키고, 다른 일부는 검출용 압전 소자로서 기능시키도록 하면 좋다. 여기서, 구동용 압전 소자는, 콘트롤러(22)로부터 공급되는 구동 신호에 근거하여 경면부(130)를 요동시키는 기능을 수행하고, 검출용 압전 소자는, 경면부(130)의 요동에 기인해 발생한 전하를 나타내는 검출 신호를 콘트롤러(22)에 피드백하는 기능을 수행한다. 그러면, 콘트롤러(22)는, 이 검출 신호에 근거해서 구동 신호에 대한 피드백 제어를 실시할 수 있다.

[0311] 보다 구체적으로는, 콘트롤러(22)에는, X축 방향 진동 제어부(221)와 Y축 방향 진동 제어부(222)를 마련해 두도록 한다. 여기서, X축 방향 진동 제어부(221)는, X축으로 따라 연장된 액추에이터부(150)에 설치된 검출용 압전 소자로부터 피드백되는 X축 방향 검출 신호(Sx)에 근거하여, 액추에이터부(150)에 설치된 구동용 압전 소자에 공급하는 X축 방향 구동 신호(Dx)를 생성하면 좋다. 또한, Y축 방향 진동 제어부(222)는, Y축으로 따라 연장된 액추에이터부(140)에 설치된 검출용 압전 소자로부터 피드백되는 Y축 방향 검출 신호(Sy)에 근거하여, 액추에이터부(140)에 설치된 구동용 압전 소자에 공급하는 Y축 방향 구동 신호(Dy)를 생성하면 좋다.

[0312] 이와 같이, 콘트롤러(22)에 피드백 제어 기능을 마련해 두면, 경면부(130)의 요동 운동이 적절히 행해지고 있는지 아닌지를 감시하면서, 적절한 요동 운동으로부터 벗어나는 경우에는, 이것을 자동적으로 수정하는 제어가 가능하게 된다.

[0313] 도 33에 도시하는 표시 제어 장치(40)는, 외부로부터 주어지는 화상 데이터에 근거하여, 스크린(10)상에 화상을 표시시키는 처리를 실시하는 장치이며, 레이저 광원(30)에 대해서 소정의 타이밍에 화상 데이터(개개의 화소의 화소값을 나타내는 데이터)에 근거하는 변조 신호를 제공하는 것과 동시에, X축 방향 진동 제어부(221)에 대해서 X축 방향 주사 제어 신호(Cx)를 주고, Y축 방향 진동 제어부(222)에 대해서 Y축 방향 주사 제어 신호(Cy)를 준다.

[0314] 여기에 도시하는 예의 경우, X축 방향 주사 제어 신호(Cx)에는, X축에 따른 방향에 관한 소정 진폭(Gx)을 나타내는 정보 및 소정 주파수( $\phi_x$ )를 나타내는 정보가 포함되어 있고, Y축 방향 주사 제어 신호(Cy)에는, Y축에 따른 방향에 관한 소정 진폭(Gy)을 나타내는 정보 및 소정 주파수( $\phi_y$ )를 나타내는 정보가 포함되어 있다. 표시 제어 장치(40)는, 이를 주사 제어 신호(Cx, Cy)를 이용하고, 경면부(130)의 요동 운동의 진폭 및 주파수를 소망의 값으로 설정할 수 있다. 진폭(Gx, Gy)을 큰 값으로 설정하면 할 수록, 스크린(10)상에는 큰 화상이 표시되게 되고, 주파수( $\phi_x$ ,  $\phi_y$ )를 큰 값으로 설정하면 할 수록, 스크린(10)상에는 빠른 프레임 레이트(frame rate)로 화상 표시를 실시할 수 있다.

[0315] 또한, 전술한 바와 같이, 실용상은, 효율적인 진동이 가능하게 되도록, X축에 따른 방향에 관한 소정 주파수( $\phi_x$ )로서는, 가동 반사 소자(100)에 고유의 X축 방향 공진 주파수(fx)를 설정하고, Y축에 따른 방향에 관한 소정 주파수( $\phi_y$ )로서는, 가동 반사 소자(100)에 고유의 Y축 방향 공진 주파수(fy)를 설정하는 것이 바람직하다.

[0316] X축 방향 진동 제어부(221)는, 피드백된 X축 방향 검출 신호(Sx)의 진폭 및 주파수가, X축 방향 주사 제어 신호(Cx)에 의해서 지시받은 소정 진폭(Gx) 및 소정 주파수( $\phi_x$ )에 따른 값이 되도록, X축 방향 구동 신호(Dx)의 진폭 및 주파수를 증감하는 피드백 제어를 실시한다. 마찬가지로, Y축 방향 진동 제어부(222)는, 피드백되어 온 Y축 방향 검출 신호(Sy)의 진폭 및 주파수가, Y축 방향 주사 제어 신호(Cy)에 의해서 지시받은 소정 진폭(Gy) 및 소정 주파수( $\phi_y$ )에 따른 값이 되도록, Y축 방향 구동 신호(Dy)의 진폭 및 주파수를 증감하는 피드백 제어를 실시한다.

- [0317] 또한, X축 방향 진동 제어부(221)로부터 표시 제어 장치(40)에 대해서는, X축 방향 주사 위치 신호( $U_x$ )가 주어지고, Y축 방향 진동 제어부(222)로부터 표시 제어 장치(40)에 대해서는, Y축 방향 주사 위치 신호( $U_y$ )가 주어진다. 여기서, X축 방향 주사 위치 신호( $U_x$ )는 스크린(10)상의 스포트(S)의 X축에 따른 방향에 관한 현재 위치(위상)를 나타내는 신호이며, Y축 방향 주사 위치 신호( $U_y$ )는 스크린(10)상의 스포트(S)의 Y축에 따른 방향에 관한 현재 위치(위상)를 나타내는 신호이다. 이들 주사 위치 신호( $U_x$  및  $U_y$ )는 각각 X축 방향 검출 신호( $S_x$ ) 및 Y축 방향 검출 신호( $S_y$ )의 위상에 근거해서 생성할 수 있다.
- [0318] 표시 제어 장치(40)는, 이들 주사 위치 신호( $U_x$  및  $U_y$ )에 근거하여, 스크린(10)상의 스포트(S)의 현재 위치를 인식할 수 있으므로, 화상 데이터에 근거하여, 위치에 따른 화소의 화소값을 나타내는 데이터를 변조 신호로서 레이저 광원(30)에 제공할 수 있다. 레이저 광원(30)은, 이렇게 해서 제공된 변조 신호에 근거하여, 발생하는 레이저 빔의 강도를 변조할 수 있다. 따라서, 도 31b에 도시하는 "8자형상 주사 방식"을 채용했을 경우에도, 스크린(10)상의 스포트(S)의 위치에는, 위치에 따른 적절한 화소를 표시할 수 있다.
- [0319] (자여진 제어)
- [0320] 지금까지, 경면부(130)를 요동 운동시킬 때에, 개개의 축 방향에 관한 고유의 공진 주파수로 진동시키는 구동을 실시하면 양호한 에너지 효율을 얻을 수 있는 것을 설명하고, 미리 용도가 정해져 있는 가동 반사 소자(100)의 경우는, 고유의 공진 주파수가, 예정되어 있는 구동 신호의 주파수가 되는 설계를 실시하는 것이 바람직한 것을 설명했다. 그리고, 표시 제어 장치(40)로부터 콘트롤러(22)에 주는 제어 신호( $C_x, C_y$ )에 의해서, 고유의 공진 주파수( $f_x, f_y$ )에 의한 진동을 지시하는 것이 바람직한 것을 설명했다.
- [0321] 그렇지만, 실제로는, 표시 제어 장치(40)에 의해서, 가동 반사 소자(100)의 정확한 공진 주파수( $f_x, f_y$ )를 지시하는 것이 어려운 경우가 있다. 이것은, 동일한 설계도에 근거해서 다수의 양산품을 제조했다고 해도, 가동 반사 소자(100)의 고유의 공진 주파수는 동일하게는 안되기 때문이다. 그 제 1 요인은 양산 공정에 있어서의 편차에 의해서 개체간에 치수 오차가 생기기 때문에 있다. 동일 규격으로 생산된 공업 제품이어도, 개개의 개체에 의해서, 약간의 치수 오차가 생기는 것은 피할 수 없다.
- [0322] 제 2 요인은, 이 가동 반사 소자(100)를 프로젝터 등에 실장할 때의 장착 태양에 기인하고, 각각 고유의 응력 비틀림이 생기기 때문이다. 예를 들면, 도 29에 도시하는 프로젝터(80)의 경우, 가동 반사 소자(100)를 이차원 주사 장치(20)의 구성 부품으로서 프로젝터(80)의 본체 내에 장착할 필요가 있지만, 이 때, 나사, 납땜, 접착제 등을 이용해 고정 프레임(110)을 고정하면, 장착 태양에 따라서, 고정 프레임(110)에 각각 고유의 응력 비틀림이 생기게 되어, 공진 주파수를 변동시키는 요인이 된다.
- [0323] 그리고, 제 3 요인은, 사용시에, 온도 등의 외부 환경이 변동하기 때문이다. 예를 들면, 여름과 겨울은, 사용 환경의 온도가 크게 상이하기 때문에, 공진 주파수도 크게 변동한다. 또한, 프로젝터 등에 내장해서 이용하는 경우는, 시동 후에 광원의 온도가 서서히 상승해 가기 때문에, 분 단위로 사용 환경의 온도가 변동하게 된다.
- [0324] 이와 같이, 실제로는, 여러 가지의 요인에 의해서 공진 주파수의 변동은 피할 수 없기 때문에, 도 33에 도시하는 피드백 제어 기능을 갖춘 프로젝터(80)이라도, 표시 제어 장치(40)측으로부터, 제어 신호( $C_x, C_y$ )에 의해서, 콘트롤러(22)에 대해서 가동 반사 소자(100)의 고유의 공진 주파수( $f_x, f_y$ )를 정확하게 지시하는 것이 어려운 경우가 있다.
- [0325] 여기에서는, 상술한 여러 가지의 요인에 의해서 공진 주파수가 변동해도, 정확한 공진 주파수( $f_x, f_y$ )로 경면부(130)를 진동시키는 것이 가능한 변형예에 대해 설명한다. 그 기본 원리는, X축 방향 진동 제어부(221) 및 Y축 방향 진동 제어부(222)에 자여진 제어 기능을 갖게 하는 것이다. 즉, X축 방향 진동 제어부(221)는, 경면부(130)를 X축에 따른 방향에 관해서, 소정 진폭( $G_x$ ) 및 공진 주파수( $f_x$ )로 진동시키는 X축 방향 자여진 제어를 실시하고, Y축 방향 진동 제어부(222)는, 경면부(130)를 Y축에 따른 방향에 관해서, 소정 진폭( $G_y$ ) 및 공진 주파수( $f_y$ )로 진동시키는 Y축 방향 자여진 제어를 실시한다.
- [0326] 표시 제어 장치(40)로부터 이차원 주사 장치(20)에게 줄 수 있는 X축 방향 주사 제어 신호( $C_x$ )는, X축에 따른 방향에 관해서 소정 진폭( $G_x$ )으로 주사를 행해야 하는 것을 나타내는 주사 지시의 신호이며, 주파수를 지정하는 정보는 포함되지 않았다. 마찬가지로, 표시 제어 장치(40)로부터 이차원 주사 장치(20)에게 줄 수 있는 Y축 방향 주사 제어 신호( $C_y$ )는, Y축에 따른 방향에 관해서 소정 진폭( $G_y$ )으로 주사를 행해야 하는 것을 나타내는 주사 지시의 신호이며, 주파수를 지정하는 정보는 포함되지 않았다.
- [0327] 이차원 주사 장치(20)는, 이 주사 지시에 근거하여, 경면부(130)에서 반사한 레이저 빔에 의해 스크린(10)상에

형성되는 스포트(S)가, 스크린(10)상을 이차원적으로 이동하도록 경면부(130)를 요동 운동시킨다. 이 때, 요동 운동의 진폭이, 표시 제어 장치(40)로부터 지시받은 소정 진폭( $G_x$ ,  $G_y$ )에 따른 것이 되도록 진폭 제어를 하지만, 요동 운동의 주파수는, 외부로부터의 지정을 받는 것이 없이, 이차원 주사 장치(20)가 자신으로 결정하게 된다.

[0328] 구체적으로는, 이차원 주사 장치(20) 내의 X축 방향 진동 제어부(221)에 대해서, 표시 제어 장치(40)로부터 소정 진폭( $G_x$ )에서의 진동을 지시하는 X축 방향 주사 제어 신호( $C_x$ )가 주어지면, X축 방향 진동 제어부(221)는, 이 X축 방향 주사 제어 신호( $C_x$ )에 근거해서 X축에 따른 방향에 있어서의 자여진 제어를 실시한다. 마찬가지로, 이차원 주사 장치(20) 내의 Y축 방향 진동 제어부(222)에 대해서, 표시 제어 장치(40)로부터 소정 진폭( $G_y$ )에서의 진동을 지시하는 Y축 방향 주사 제어 신호( $C_y$ )가 주어지면, Y축 방향 진동 제어부(222)는, 이 Y축 방향 주사 제어 신호( $C_y$ )에 근거해서 Y축에 따른 방향에 있어서의 자여진 제어를 실시한다.

[0329] 이러한 자여진 제어는, 피드백 신호로서 주어지는 X축 방향 검출 신호( $S_x$ ) 및 Y축 방향 검출 신호( $S_y$ )의 위상을 검출하는 것에 의해서 실시할 수 있다. 이것은, 일반적으로, 어느 진동계에 대해서 소정의 구동 신호( $D$ )를 주어서 진동자를 진동시키고 있는 상태에 대해서는, 이 진동자의 실제의 움직임을 검출 신호( $S$ )로서 검출했을 경우, 진동자가 고유의 공진 주파수로 진동하고 있다면, 구동 신호( $D$ )와 검출 신호( $S$ )와의 위상 차이가  $\pi/2$ 가 된다고 하는 기본 원리를 이용할 수 있기 때문이다.

[0330] 도 33에 도시하는 바와 같이, X축 방향 진동 제어부(221)로부터 가동 반사 소자(100)에 대해서는 X축 방향 구동 신호( $D_x$ )가 주어지고, 그 피드백 신호로서 X축 방향 검출 신호( $S_x$ )가 되돌려진다. 이 때, 검출 신호( $S_x$ )는 구동 신호( $D_x$ )보다 약간 위상이 늦은 신호가 된다. 이것은, 구동 신호( $D_x$ )에 근거해서 압전 소자가 기계적 변형을 일으키고, 실제로 변위가 생기기까지 자연 시간이 생기기 때문이다. 그리고, 상술의 기본 원리에 의하면, X축에 따른 방향의 진동 주파수가 공진 주파수( $f_x$ )이면, 구동 신호( $D_x$ )와 검출 신호( $S_x$ )와의 위상 차이는  $\pi/2$ 가 된다. 따라서, X축 방향 진동 제어부(221)는, 위상 차이가 항상  $\pi/2$ 로 유지되도록, 구동 신호( $D_x$ )의 위상을 조정하는 피드백 제어를 실시하면 좋다.

[0331] 마찬가지로, Y축 방향 진동 제어부(222)로부터 가동 반사 소자(100)에 대해서는 Y축 방향 구동 신호( $D_y$ )가 주어지고, 그 피드백 신호로서 Y축 방향 검출 신호( $S_y$ )가 되돌려진다. 이 경우도, Y축에 따른 방향의 진동 주파수가 공진 주파수( $f_y$ )이면, 구동 신호( $D_y$ )와 검출 신호( $S_y$ )와의 위상 차이는  $\pi/2$ 가 된다. 따라서, Y축 방향 진동 제어부(222)는, 위상 차이가 항상  $\pi/2$ 로 유지되도록, 구동 신호( $D_y$ )의 위상을 조정하는 피드백 제어를 실시하면 좋다.

[0332] X축 방향 진동 제어부(221)에는, 경면부(130)의 X축에 따른 방향에 관한 진폭이 소정 진폭( $G_x$ )으로 유지되도록, 피드백되는 X축 방향 검출 신호( $S_x$ )의 진폭에 근거해서 X축 방향 구동 신호( $D_x$ )의 진폭을 증감하는 것과 동시에, 경면부(130)의 X축에 따른 방향에 관한 진동 주파수가 공진 주파수( $f_x$ )로 유지되도록, X축 방향 구동 신호( $D_x$ )와 X축 방향 검출 신호( $S_x$ )와의 위상 차이를  $\pi/2$ 로 유지하는 피드백 제어를 실시하는 자여진 회로를 조립하면 좋다.

[0333] 마찬가지로, Y축 방향 진동 제어부(222)에는, 경면부(130)의 Y축에 따른 방향에 관한 진폭이 소정 진폭( $G_y$ )으로 유지되도록, 피드백되는 Y축 방향 검출 신호( $S_y$ )의 진폭에 근거해서 Y축 방향 구동 신호( $D_y$ )의 진폭을 증감하는 것과 동시에, 경면부(130)의 Y축에 따른 방향에 관한 진동 주파수가 공진 주파수( $f_y$ )로 유지되도록, Y축 방향 구동 신호( $D_y$ )와 Y축 방향 검출 신호( $S_y$ )와의 위상 차이를  $\pi/2$ 로 유지하는 피드백 제어를 실시하는 자여진 회로를 조립하면 좋다.

[0334] 이러한 자여진 제어 기능을 콘트롤러(22)에 갖게 하면, 이차원 주사 장치(20)는, 외부로부터 주파수의 지정을 받는 일 없이, 자율로서 경면부(130)를 정확한 공진 주파수로 진동시킬 수 있다. 즉, 공진 주파수가 개개의 개체마다 차이가 나도, 온도 환경 등에 의존해 시간적으로 변화해도, 경면부(130)를 올바른 공진 주파수로 진동시킬 수 있고, 양호한 에너지 효율을 가진 동작을 확보할 수 있다.

[0335] 또한, 일반적인 자여진 회로에서는, 구동 신호( $D_x$ ,  $D_y$ )로서 도 31a에 도시하는 정현파 신호를 이용할 필요가 있으므로, 빔의 주사 방식은, 도 31b에 도시하는 "8자형상 주사 방식"이 채용된다. 이 때문에, 스크린(10)상에 올바른 화상 표시를 실시하기 위해서는, 표시 제어 장치(40)는 스포트(S)의 주사 위치를 파악하고, 위치에 따른 화소에 대응하는 변조 신호를 레이저 광원(30)에게 줄 필요가 있다. 도 33에 도시하는 X축 방향 주사 위치 신호( $U_x$ ) 및 Y축 방향 주사 위치 신호( $U_y$ )는 이러한 편의를 도모하기 위해서 표시 제어 장치(40)에게 줄 수 있는 신호이다.

[0336] 즉, X축 방향 진동 제어부(221)는 X축 방향 검출 신호( $S_x$ )의 위상이 소정값에 이른 것을 나타내 보이는 X축 방향 주사 위치 신호( $U_x$ )를 표시 제어 장치(40)에게 주고, Y축 방향 진동 제어부(222)는 Y축 방향 검출 신호( $S_y$ )의 위상이 소정값에 이른 것을 나타내 보이는 Y축 방향 주사 위치 신호( $U_y$ )를 표시 제어 장치(40)에게 준다. 표시 제어 장치(40)는, X축 방향 주사 위치 신호( $U_x$ ) 및 Y축 방향 주사 위치 신호( $U_y$ )에 의해서 나타나는 타이밍을 참조하고, 화상 데이터에 포함되는 개개의 화소에 대응하는 변조 신호를 적절한 타이밍(스크린(10)상에 있어서, 스포트(S)가 화소에 대응하는 위치가 되는 타이밍)에 레이저 광원(30)에게 주는 처리를 실시한다.

[0337] 예를 들면, X축 방향 주사 위치 신호( $U_x$ )로서 X축 방향 검출 신호( $S_x$ )의 위상이  $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$ 의 타이밍이 된 시점을 나타내는 신호를 이용하기로 하면, 스크린(10)상의 스포트(S)의, 도 31b에 있어서의 각 주사점 Q1, Q2, Q3, …, Q19에 도달한 각 타이밍이 표시 제어 장치(40)에 보고되게 된다. 마찬가지로, Y축 방향 주사 위치 신호( $U_y$ )로서 Y축 방향 검출 신호( $S_y$ )의 위상이  $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$ 의 타이밍이 된 시점을 나타내는 신호를 이용하기로 하면, 스크린(10)상의 스포트(S)의, 도 31b에 있어서의 각 주사점 Q1, Q7(왕로), Q13, Q7(복로)에 도달한 각 타이밍이 표시 제어 장치(40)에 통지되게 된다.

[0338] 물론, 주사 위치 신호( $U_x, U_y$ )로서 예를 들면, 위상이  $0, \pi/4, \pi/2, 3\pi/4, \pi, 5\pi/4, 3\pi/2, 7\pi/4$ 의 타이밍이 된 시점을 통지하는 상세한 신호를 이용하도록 하면, 스포트(S)의 것보다 정확한 위치 정보를 전달할 수 있다.

[0339] 또한, 전술의 실시형태에서는, X축 방향 진동 제어부(221) 및 Y축 방향 진동 제어부(222)의 쌍방으로 자여진 제어 기능을 갖게 하고 있지만, 어느 한쪽에만 자여진 제어 기능을 갖게 하도록 해도 상관없다. 예를 들면, X축 방향 진동 제어부(221)에만 자여진 제어 기능을 갖게 하고, Y축 방향 진동 제어부(222)에 대해서는, 소정의 진동 주파수( $\phi_y$ )를 지정하는 정보를 가진 Y축 방향 주사 제어 신호( $C_y$ )를 주도록 하면, X축에 따른 방향에 관해서는, 공진 주파수( $f_x$ )에 의한 자여진을 행하고, Y축에 따른 방향에 관해서는, 외부로부터 지정한 주파수( $\phi_y$ )에 의한 여진을 하게 된다.

[0340] 본 발명은, 본 발명의 광의의 정신과 범위를 일탈하는 일 없이, 여러가지 실시형태 및 변형이 가능으로 여겨지는 것이다. 또한, 상술한 실시형태는, 이 발명을 설명하기 위한 것이며, 본 발명의 범위를 한정하는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 범위는 실시형태가 아니고, 특히 청구의 범위에 의해서 나타난다. 그리고, 특히 청구의 범위 내 및 그것과 동등의 발명의 의의의 범위 내에서 실시되는 여러가지 변형이 본 발명의 범위 내로 간주된다.

[0341] 또한, 본원에 대해서는, 2015년 6월 9일에 출원된 일본 특허 출원 제 2015-116270 호를 기초로 하는 우선권을 주장하고, 본 명세서중에 일본 특허 출원 제 2015-116270 호의 명세서, 특히 청구의 범위, 도면 전체를 참조로서 합체되는 것으로 한다.

## 부호의 설명

[0342] 10: 스크린

20: 이차원 주사 장치

22: 콘트롤러

30: 레이저 광원

40: 표시 제어 장치

80: 프로젝터

100: 가동 반사 소자

100A: A층(기판층)

100A1: 지지층

100A2: BOX층

100A3: 활성층

100B: B층

100C: C층

100D: D총

110: 고정 프레임

110A: A총

110B: B총

110C: C총

111: 폭광부

120: 가동 프레임

120A: A총

120B: B총

120C: C총

130: 경면부

130A: A총

130B: B총

130C: C총

130D: D총(반사총)

140: 액추에이터부(제 1 액추에이터부)

140A: A총(기판총, 액추에이터 본체부)

140B: B총(하부 전극총)

140C: C총(압전 재료총)

140D: D총(상부 전극총)

140D1, 140D2, 140D11, 140D12, 140D21, 140D22, 140D3: 상부 전극총

150: 액추에이터부(제 2 액추에이터부)

150A: A총(기판총, 액추에이터 본체부)

150B: B총(하부 전극총)

150C: C총(압전 재료총)

150D: D총(상부 전극총)

160D, 170D: D총(검출용 전극)

200: 토대 기판

220: 오목부

221: X축 방향 진동 제어부

222: Y축 방향 진동 제어부

240A, 240B, 240C, 250, 250A, 250B, 250C: 암부

300: 스페이서

340A, 340B, 340C, 350A, 350B, 350C: 암부

400: 추

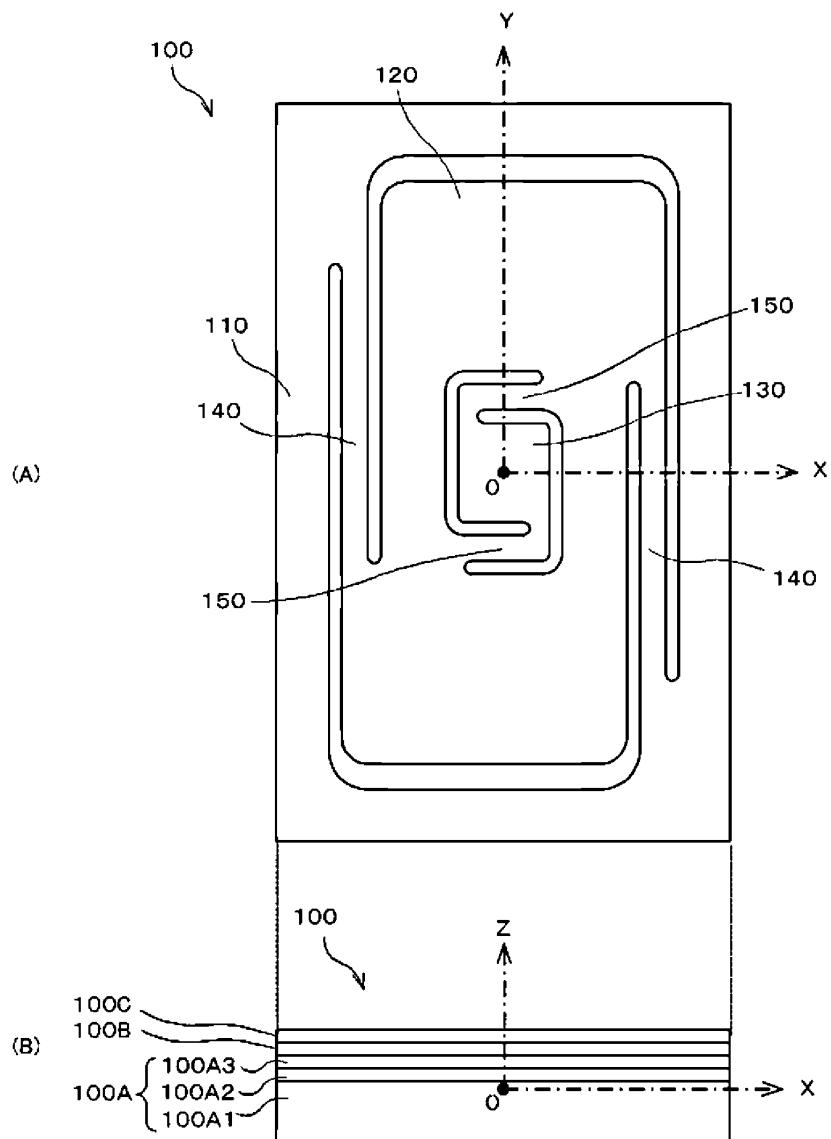
500: 제한부

501: 제한부

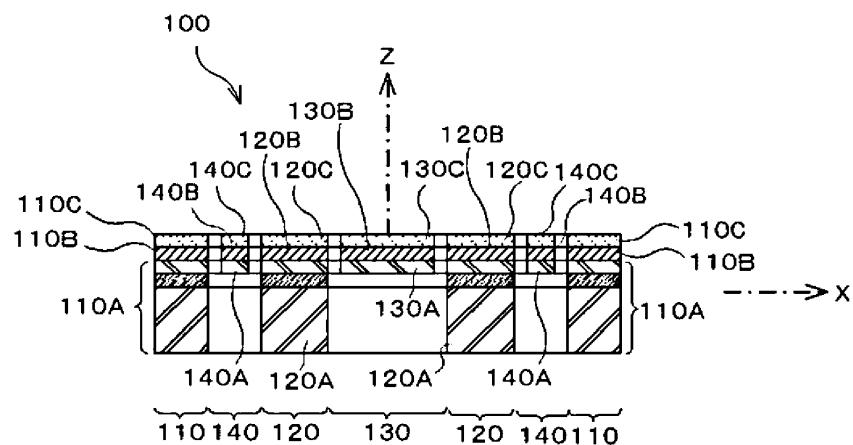
S: 스포트

## 도면

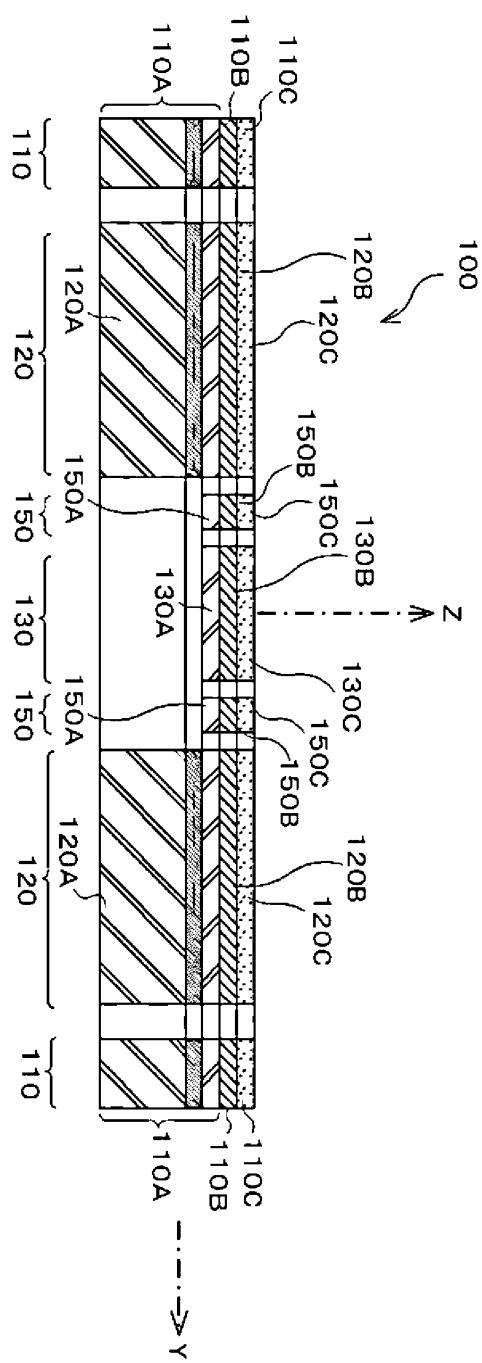
## 도면1



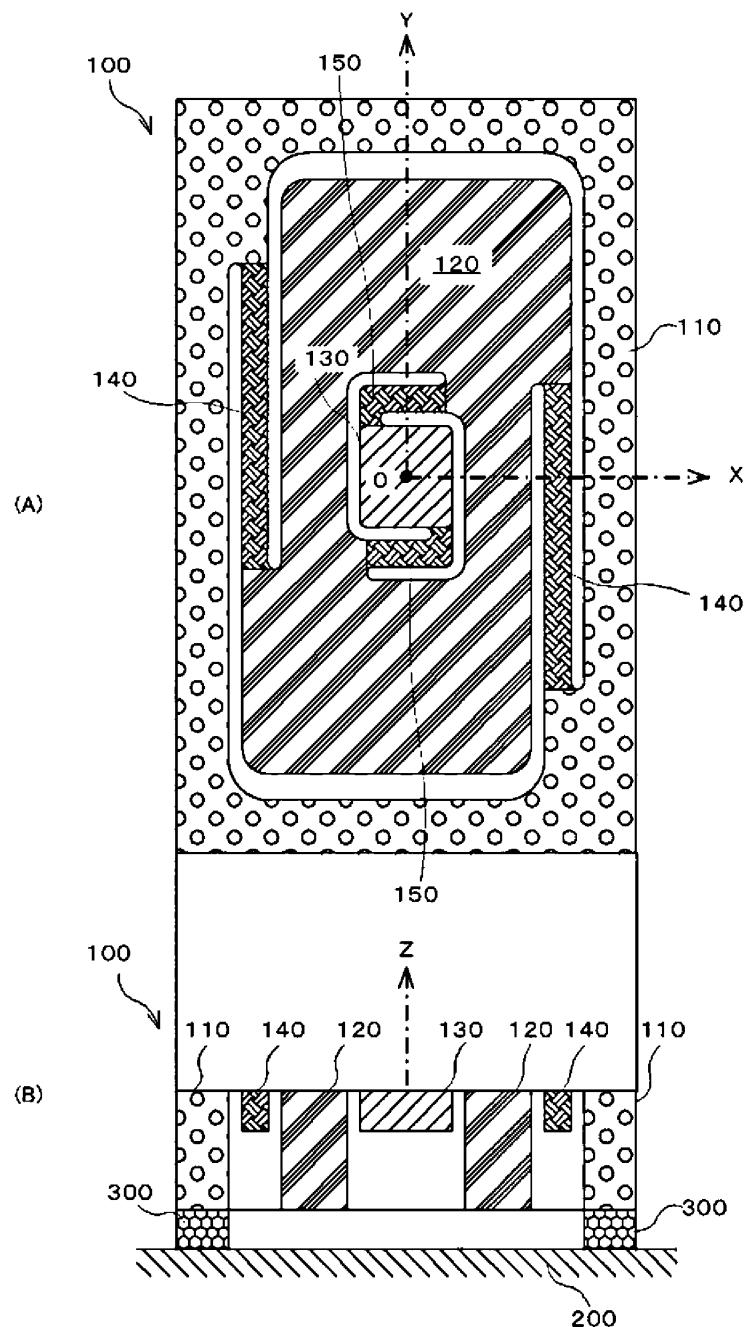
도면2a



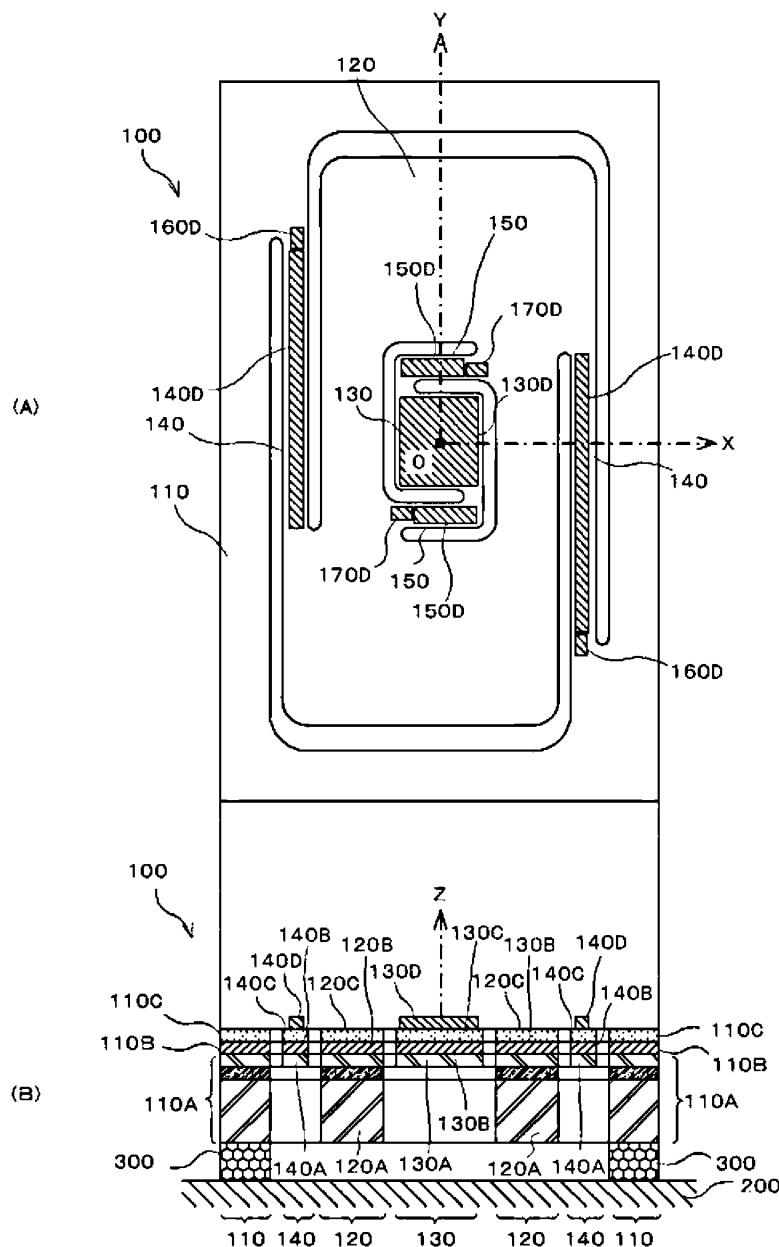
도면2b



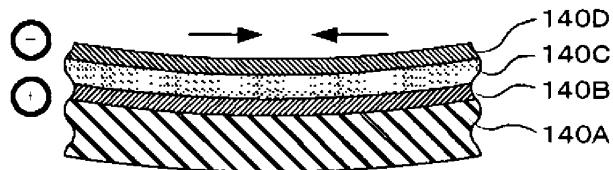
도면3



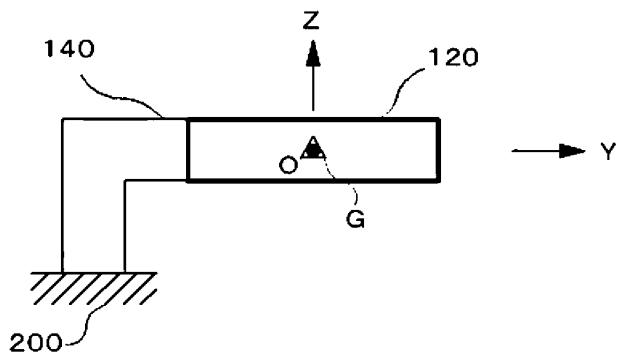
## 도면4



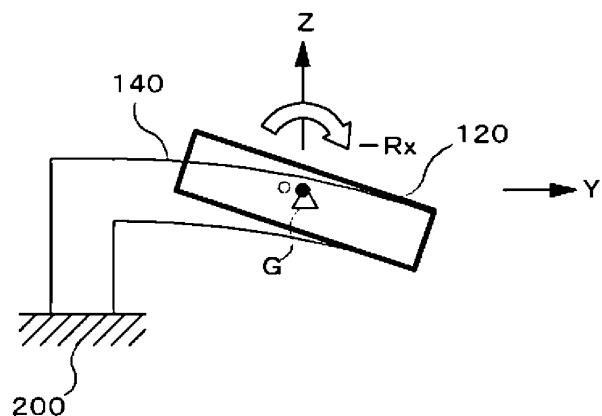
도면5c



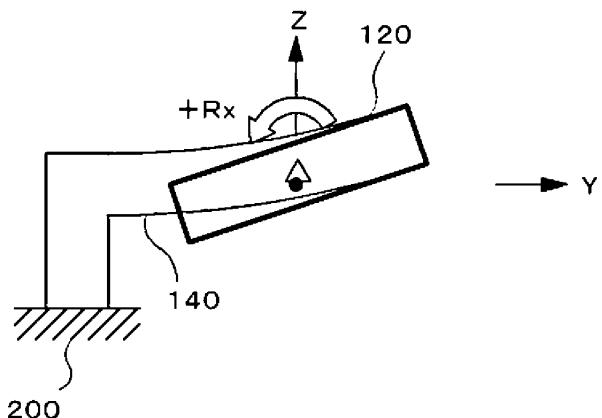
도면6a



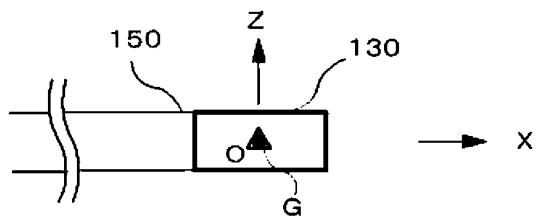
도면6b



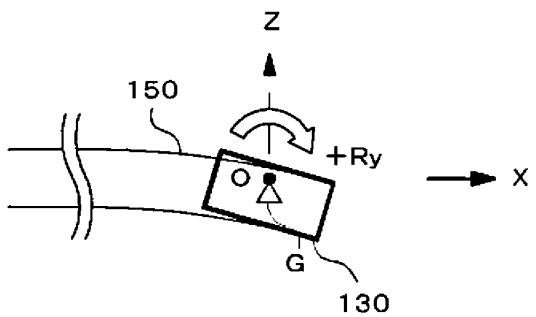
도면6c



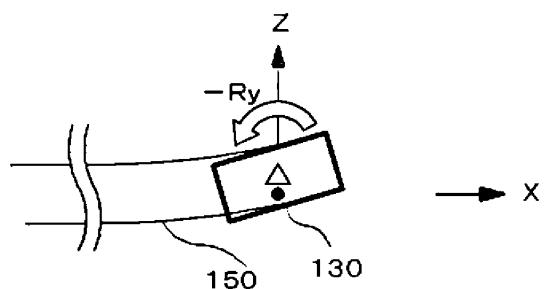
도면7a



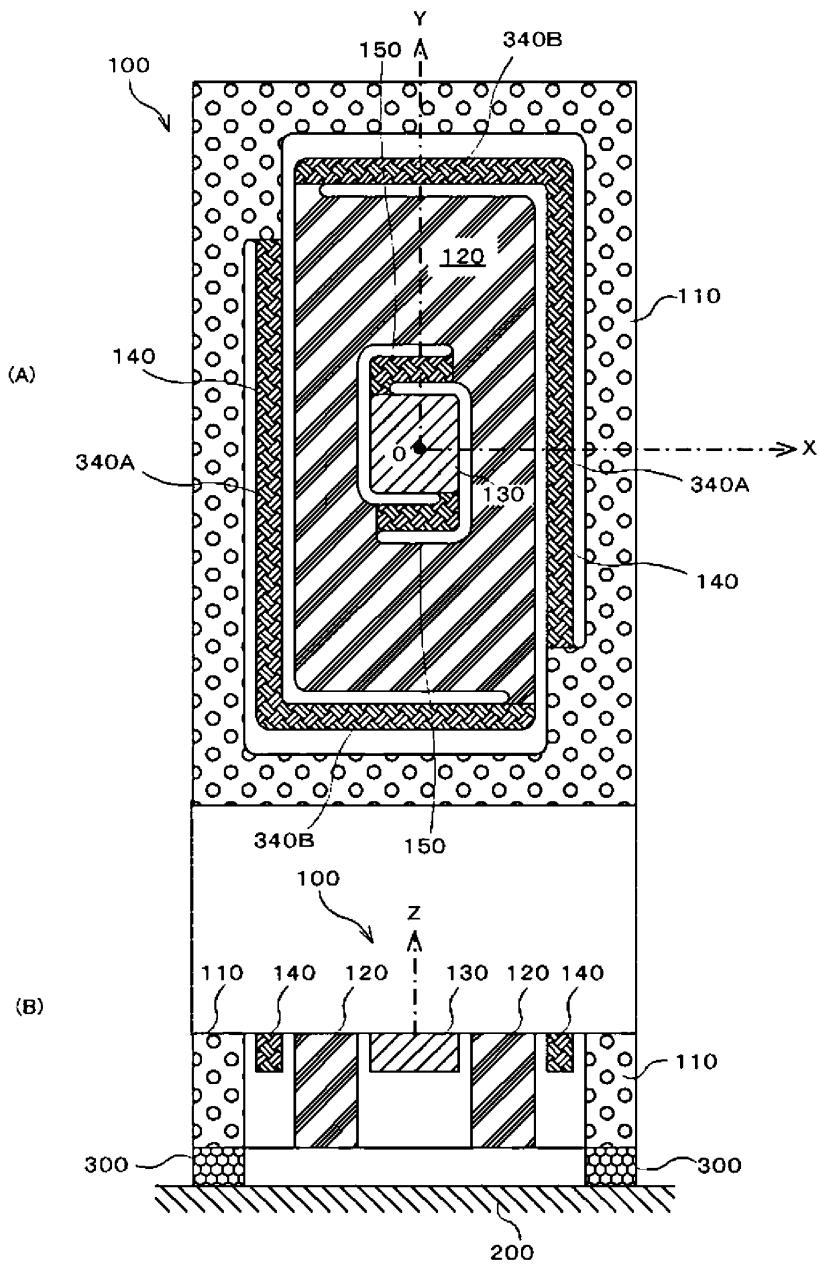
도면7b



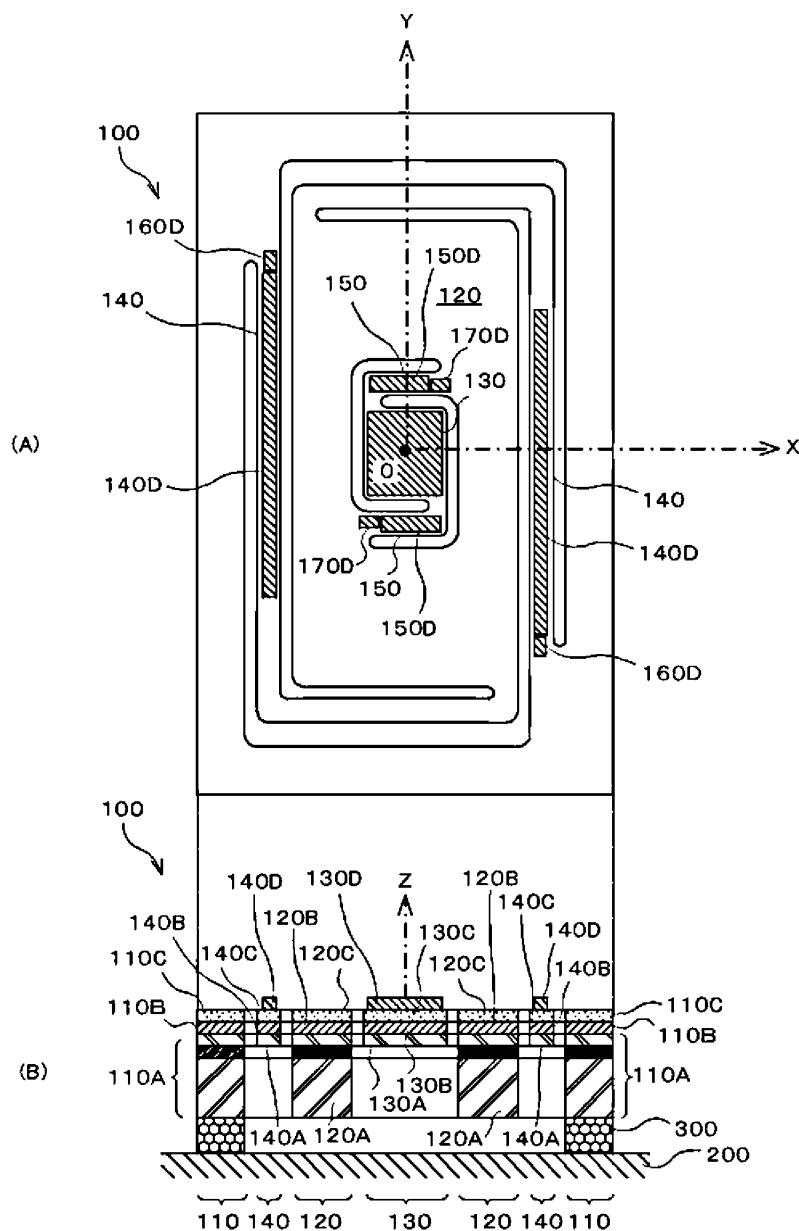
도면7c



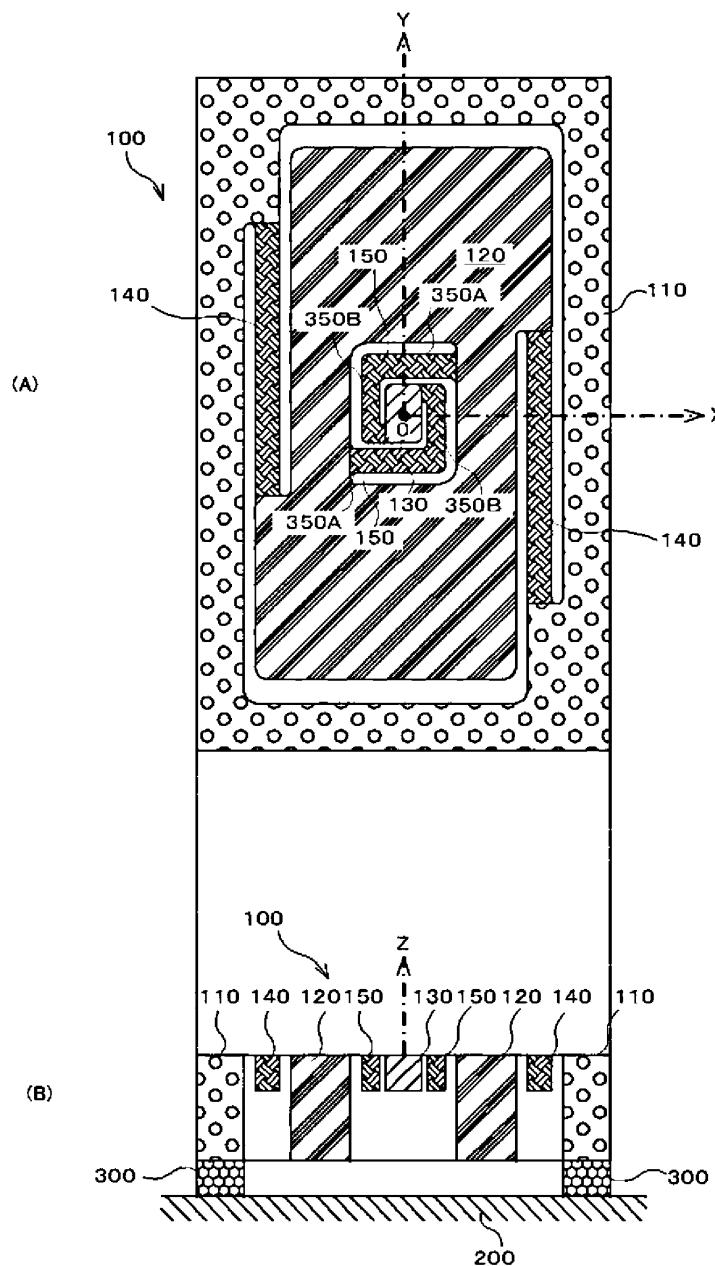
## 도면8



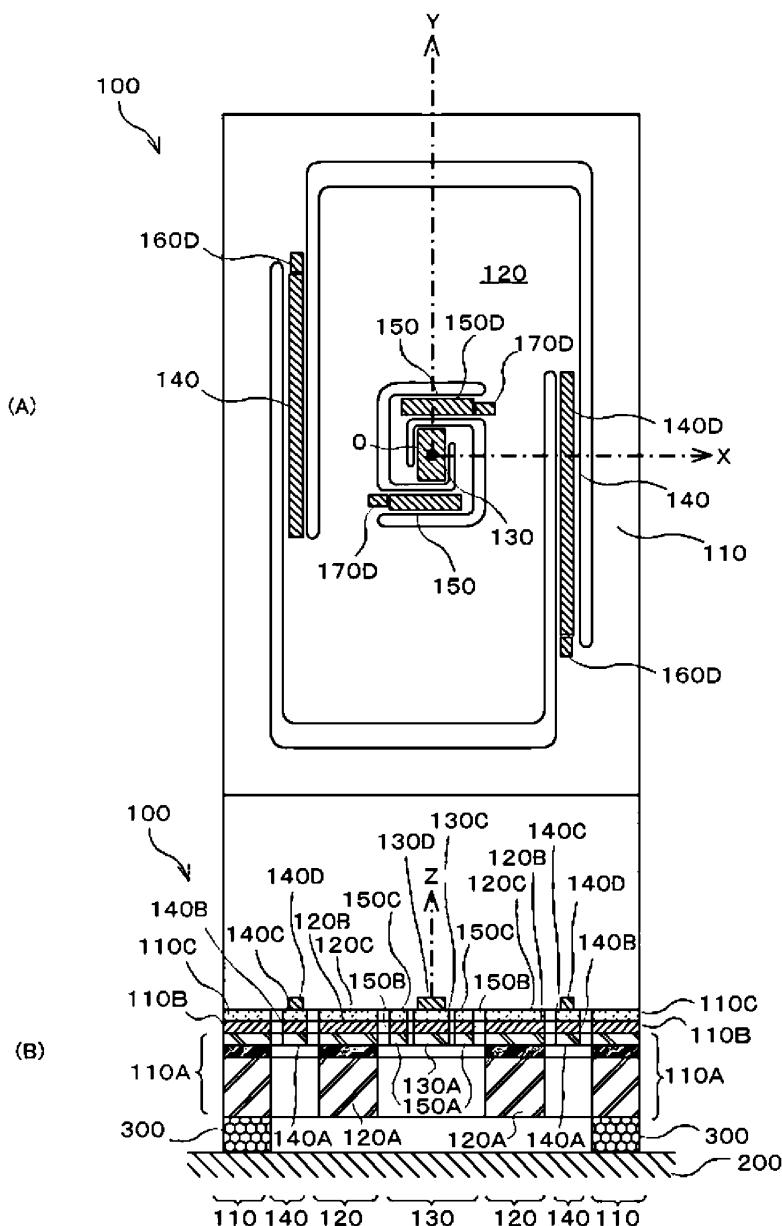
도면9



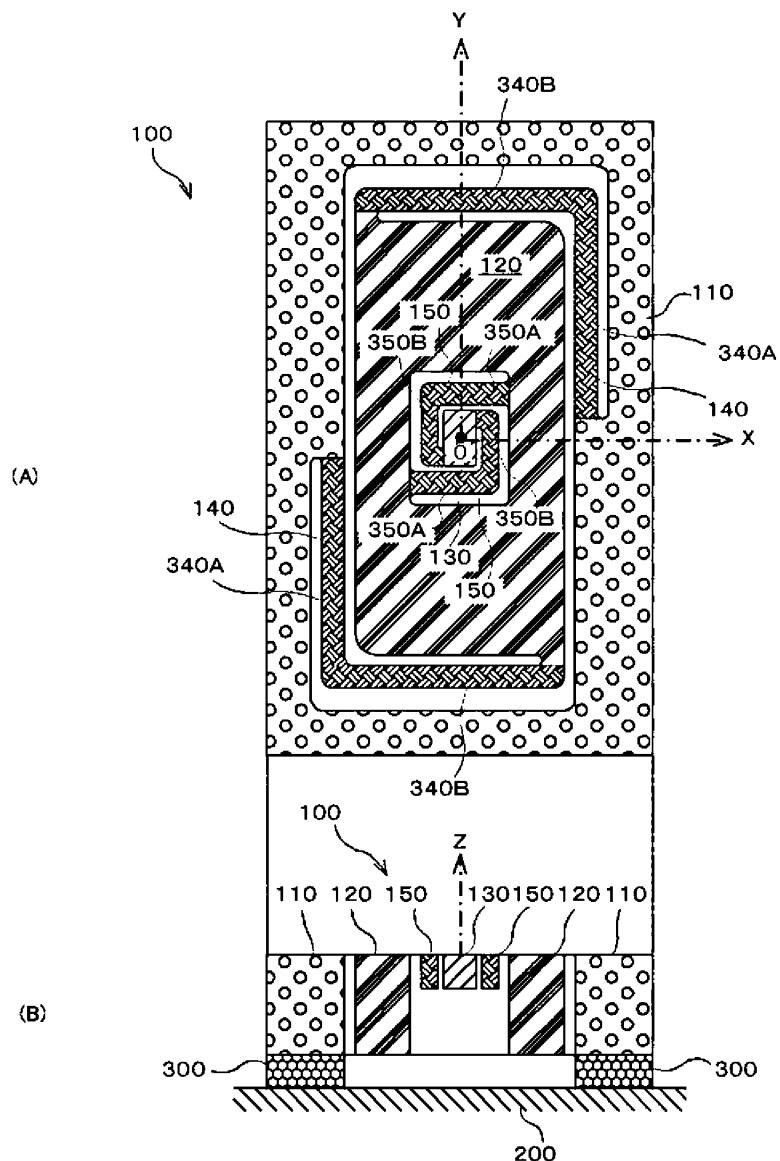
## 도면10



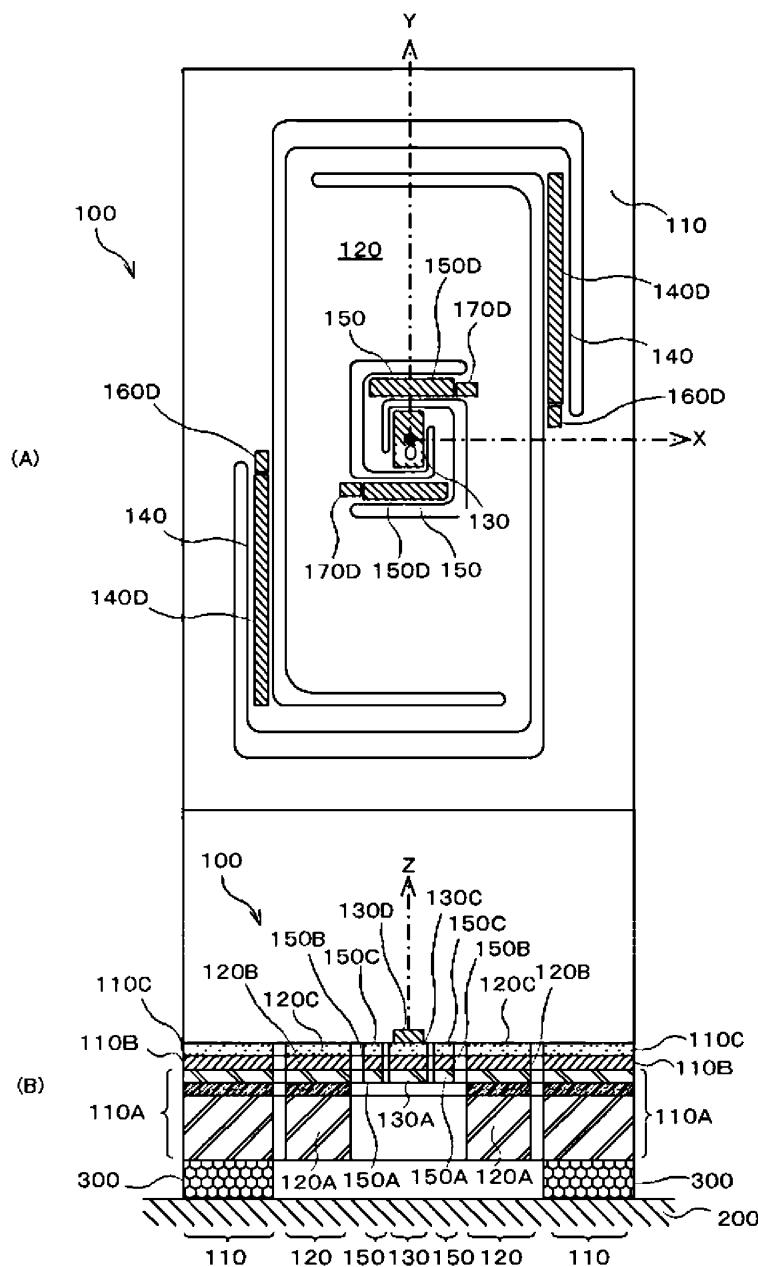
## 도면11



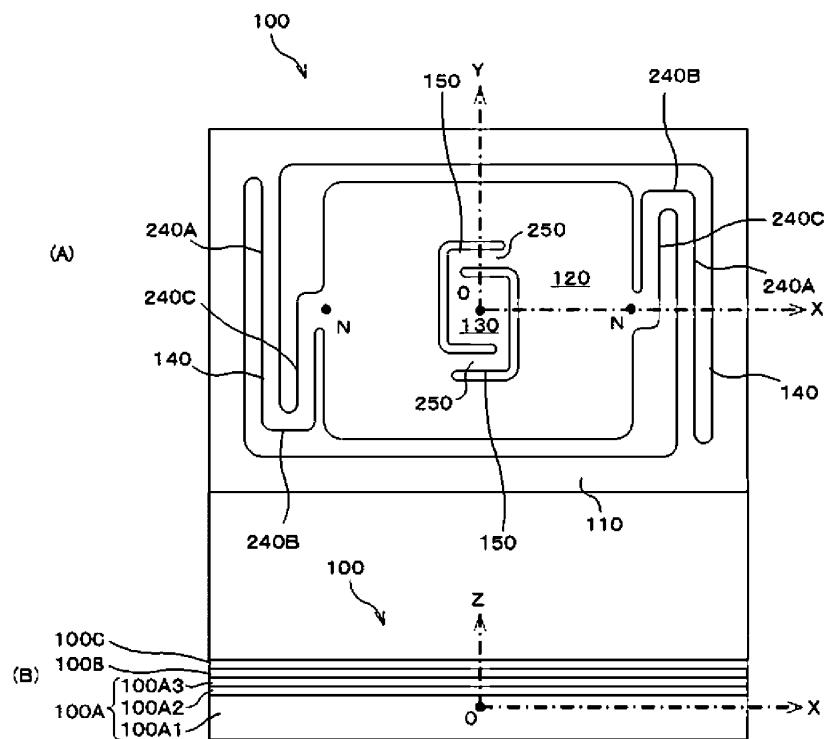
## 도면12



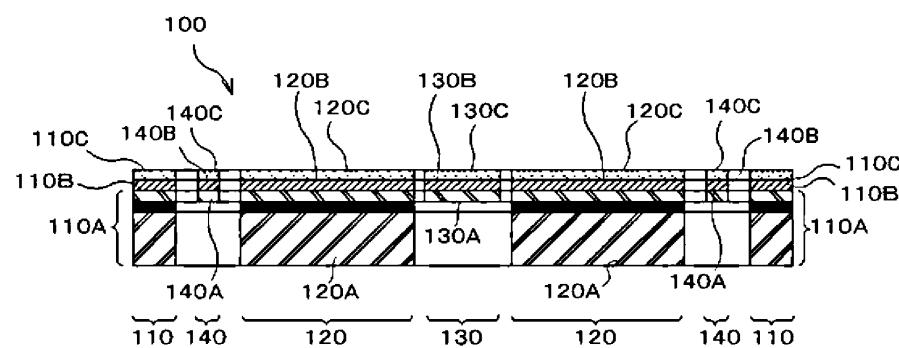
## 도면13



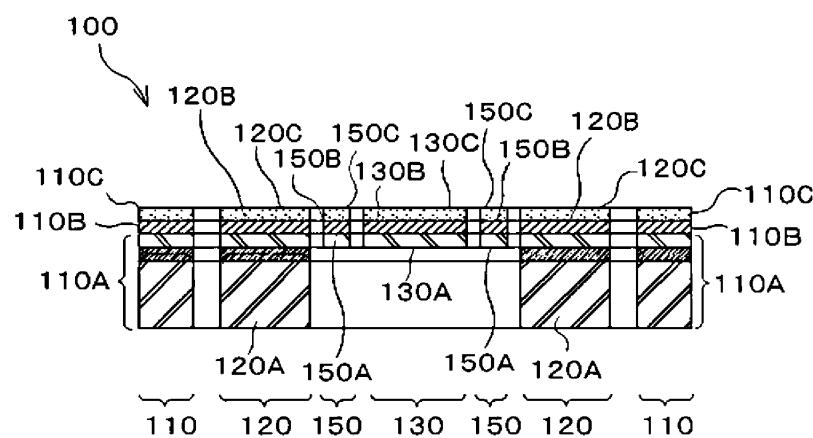
도면14



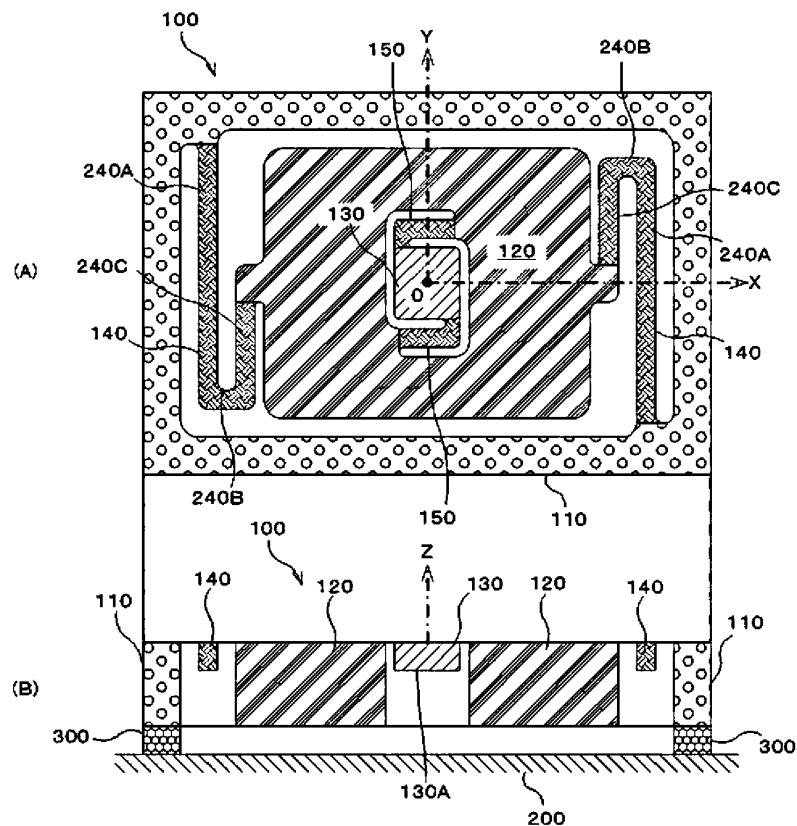
도면15a



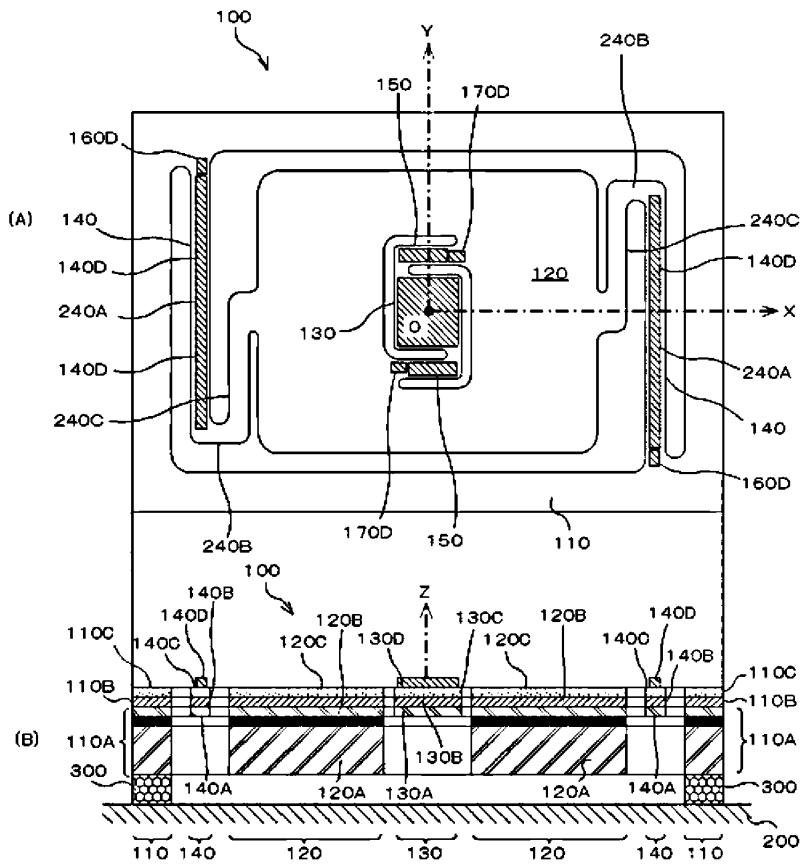
도면15b



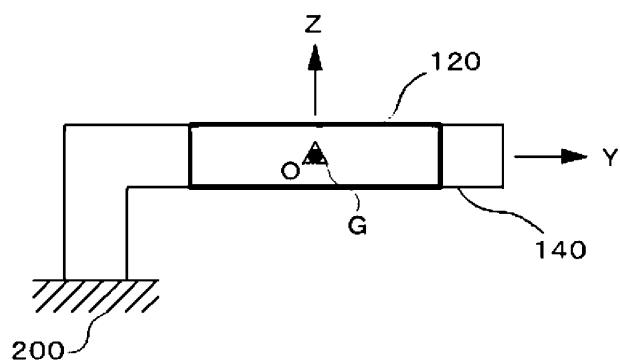
## 도면16



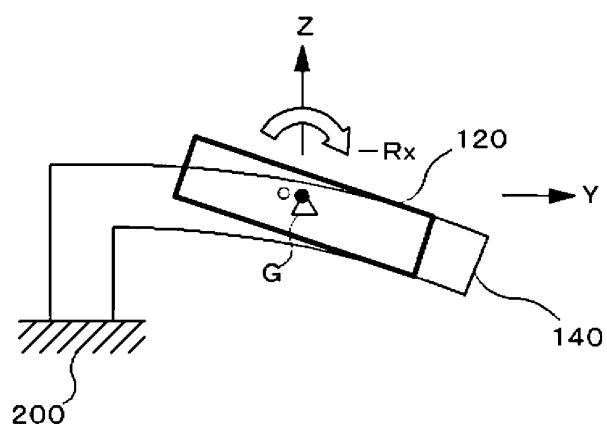
## 도면17



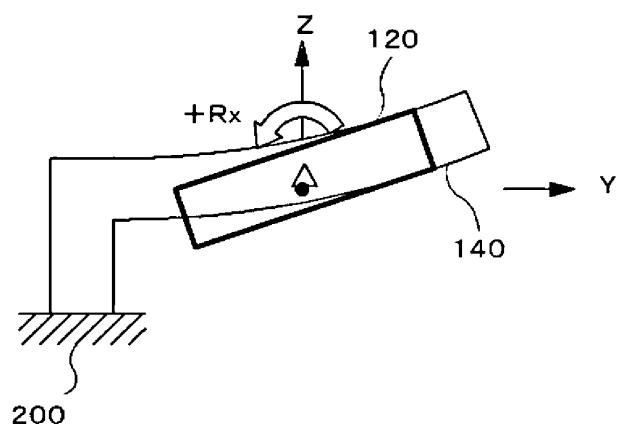
도면18a



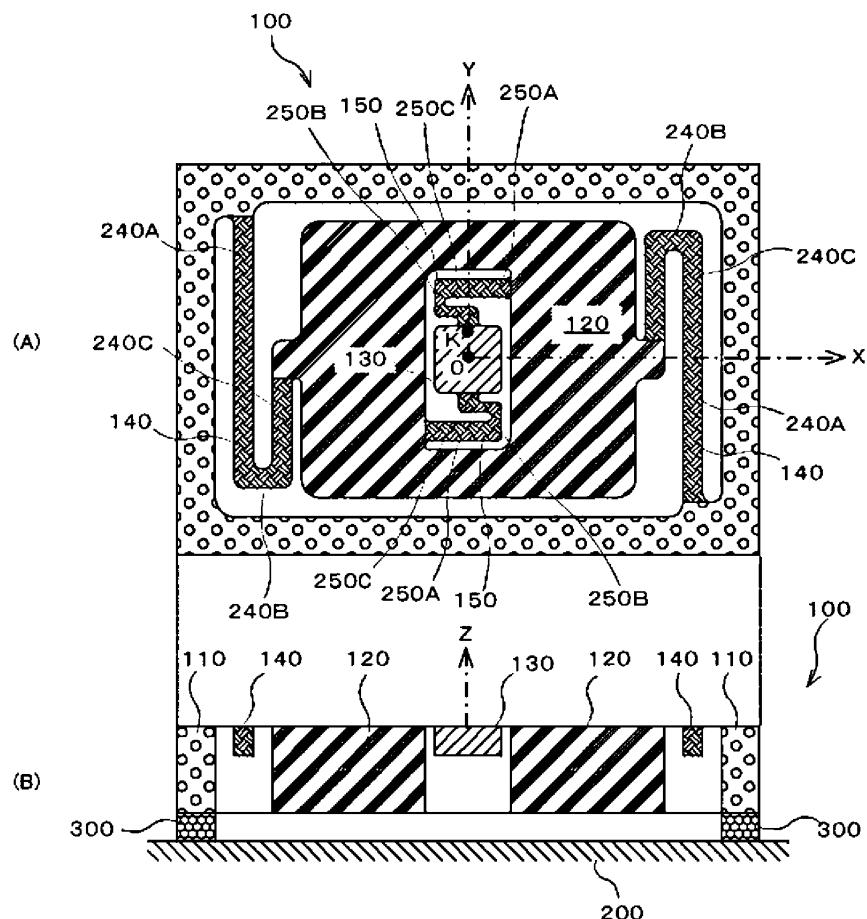
도면18b



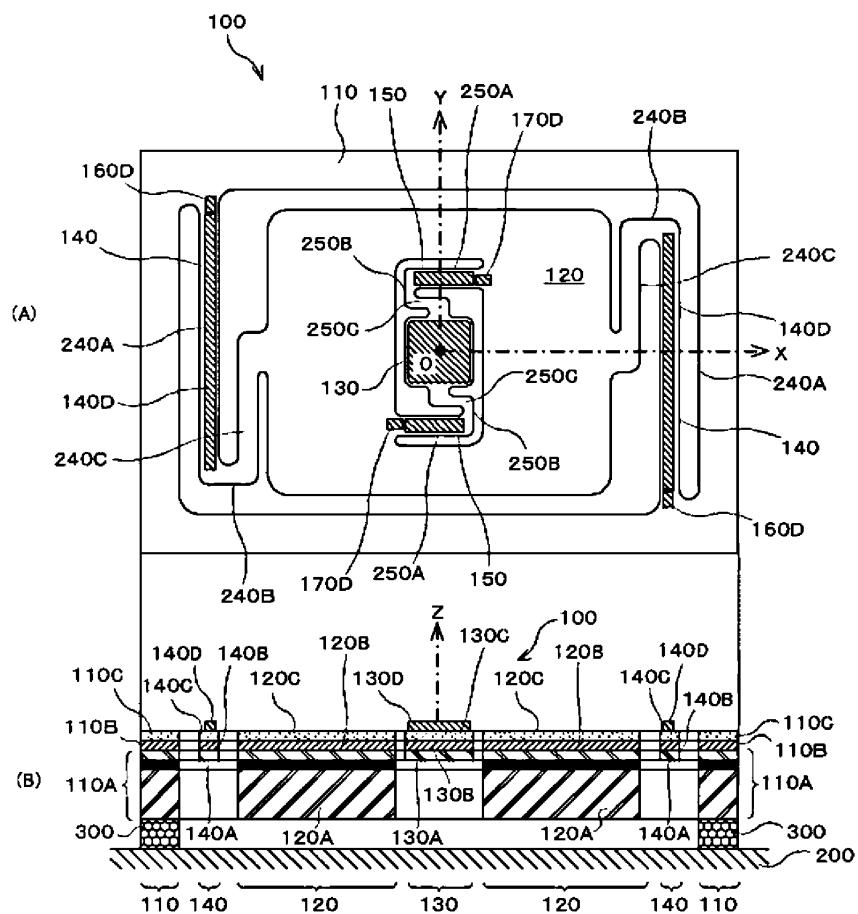
도면18c



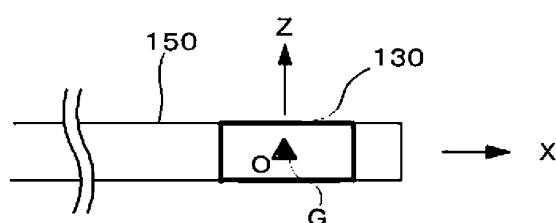
도면19



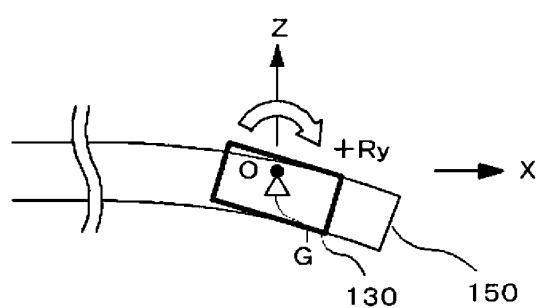
도면20



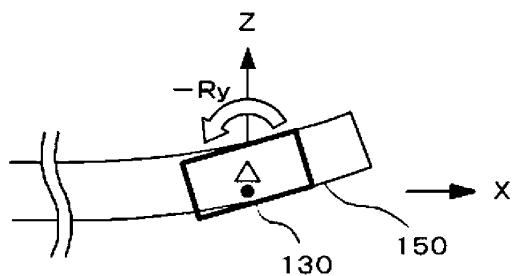
도면21a



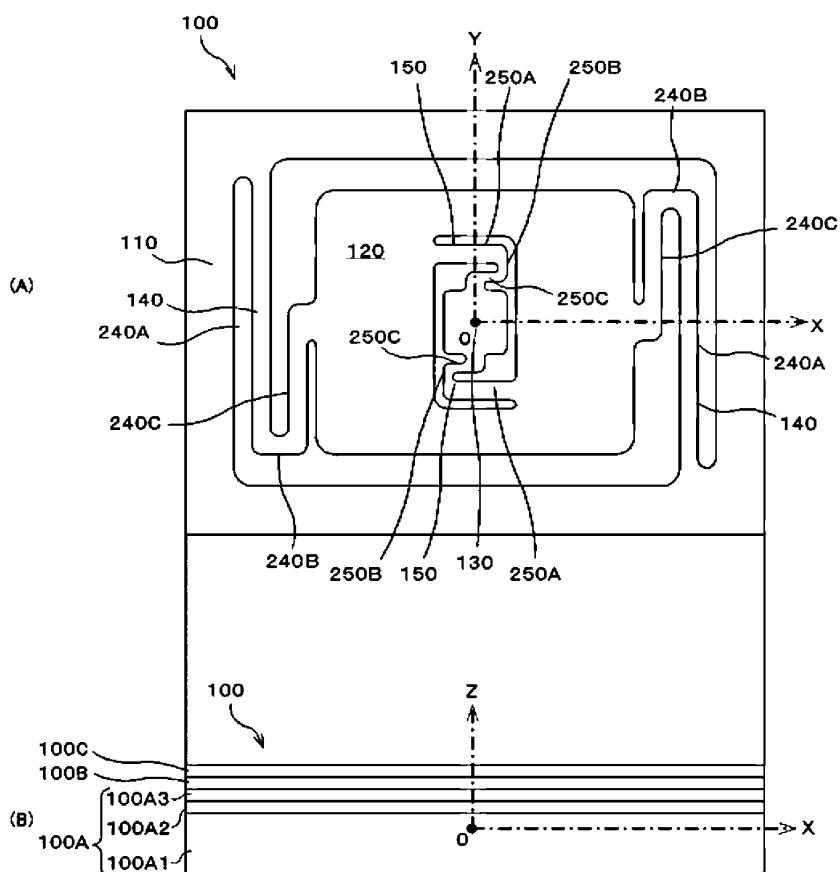
도면21b



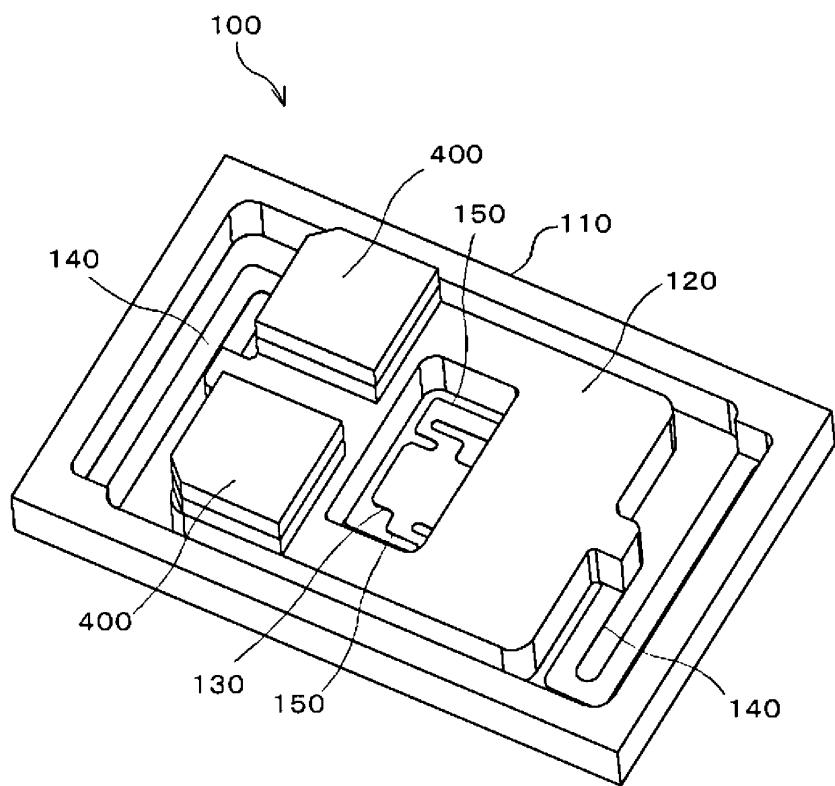
도면21c



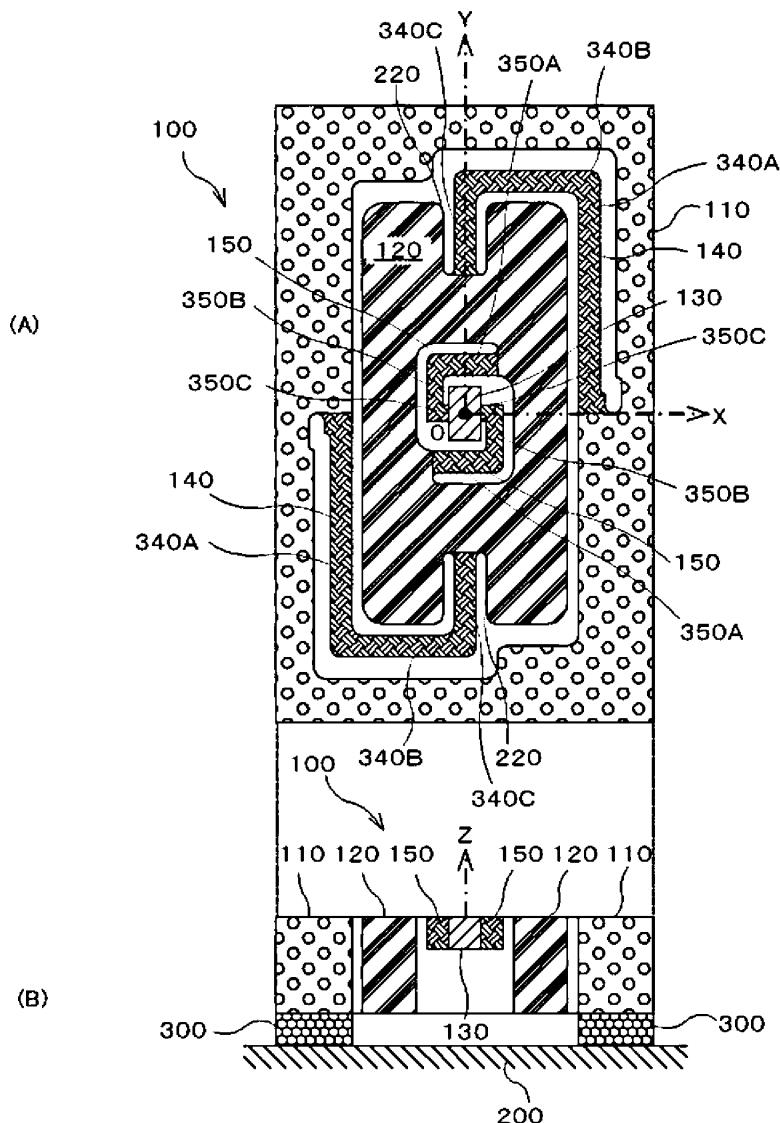
도면22



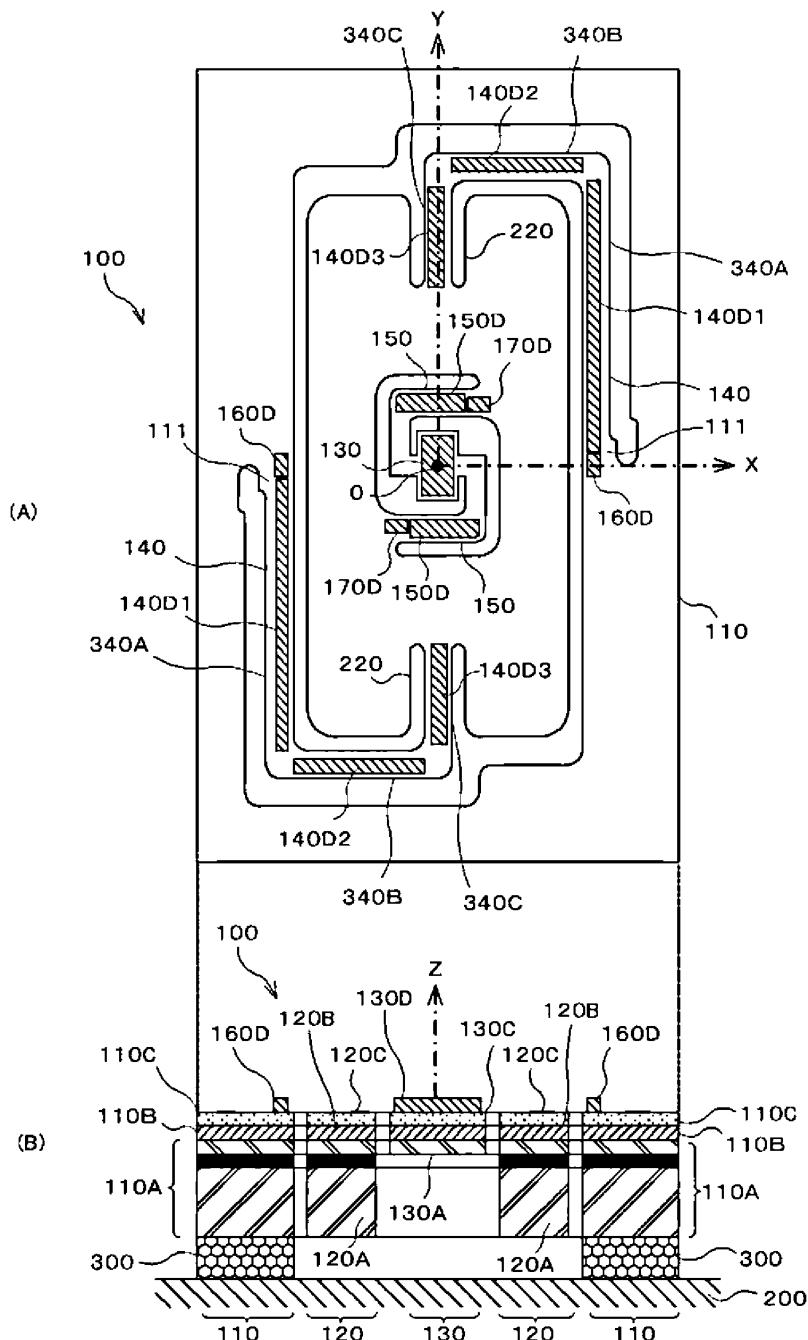
도면23



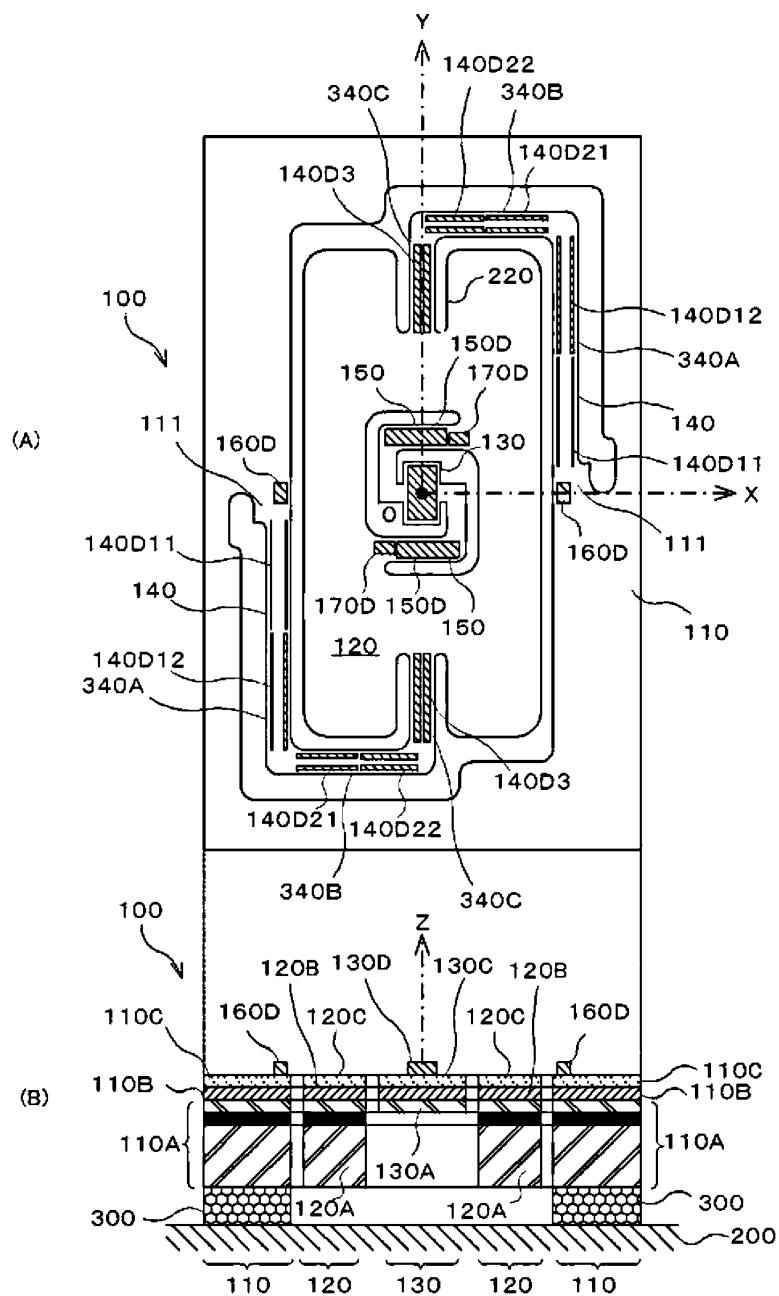
도면24



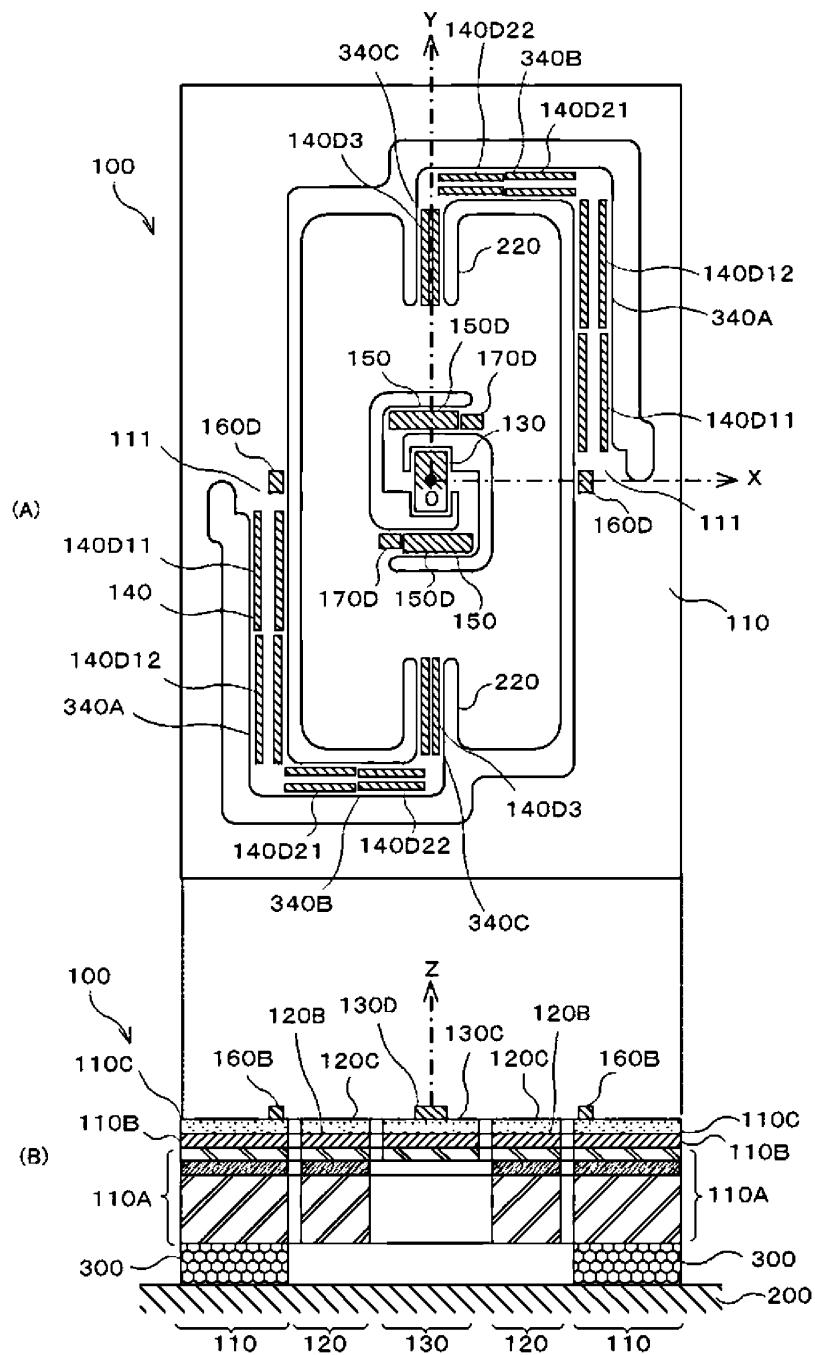
## 도면25



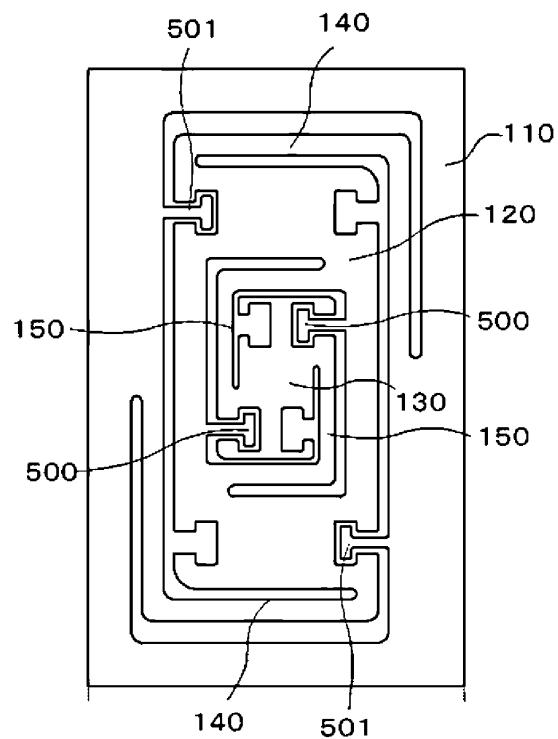
## 도면26



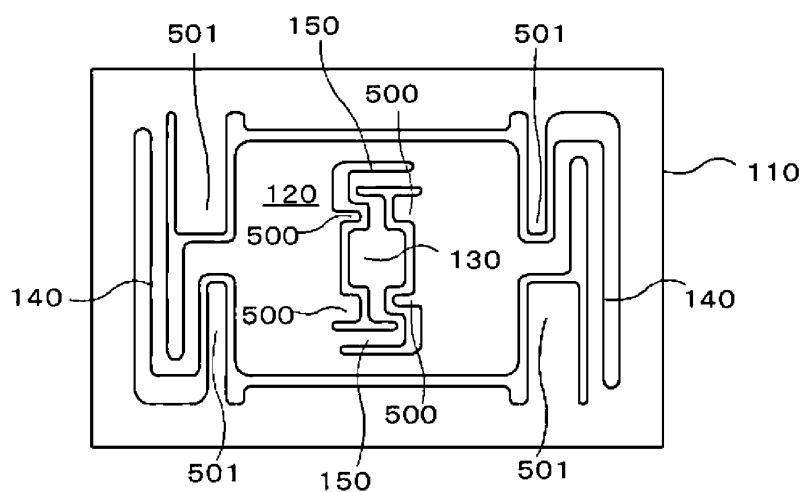
## 도면27



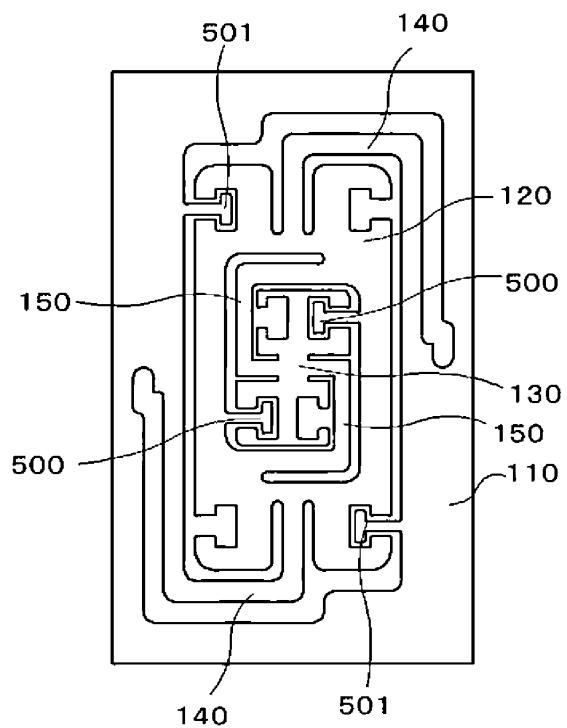
도면28a



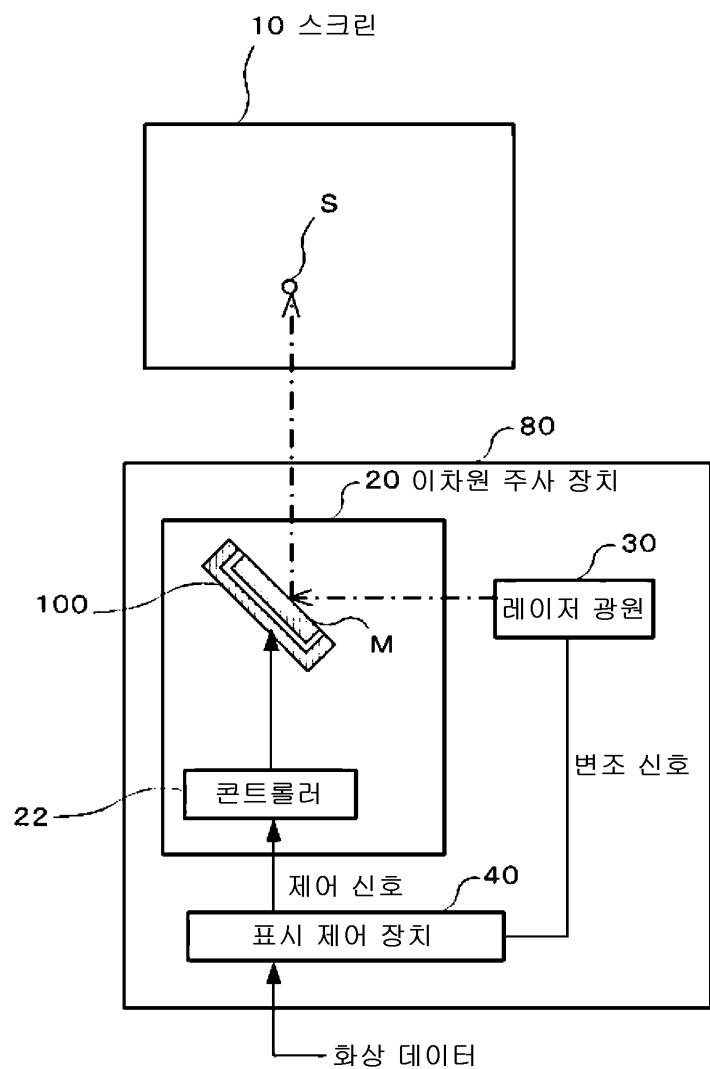
도면28b



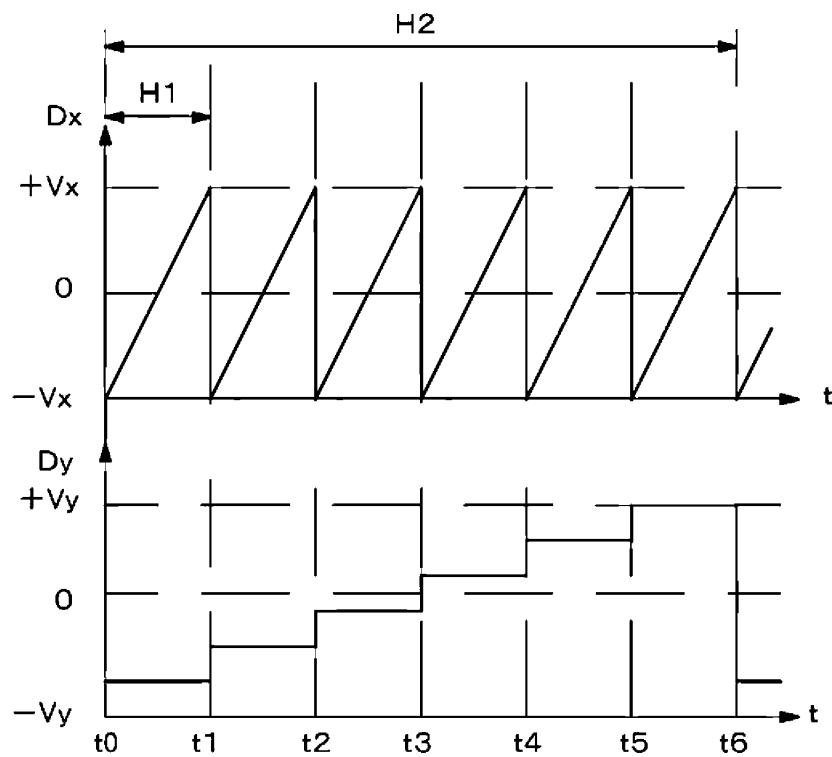
도면28c



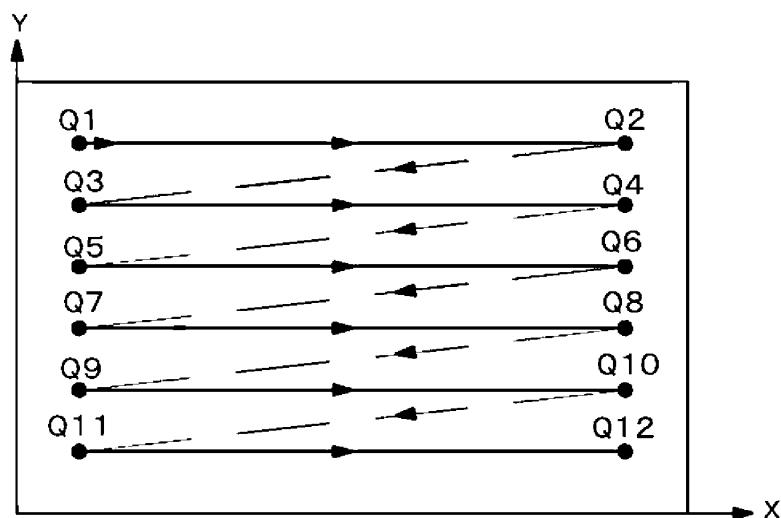
도면29



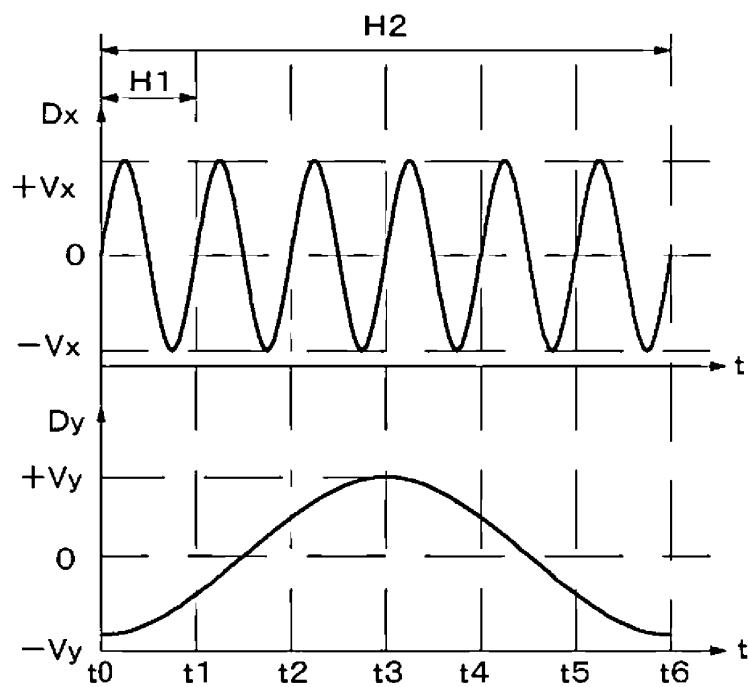
도면30a



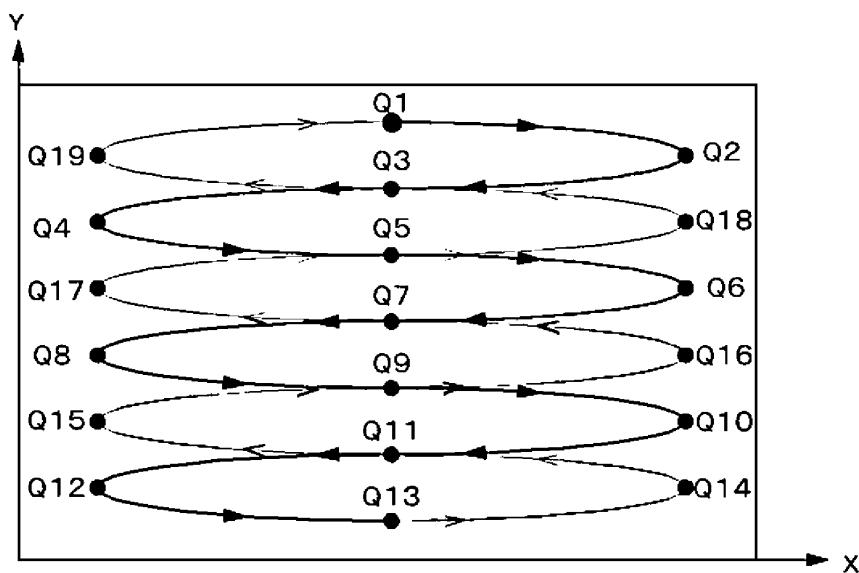
도면30b



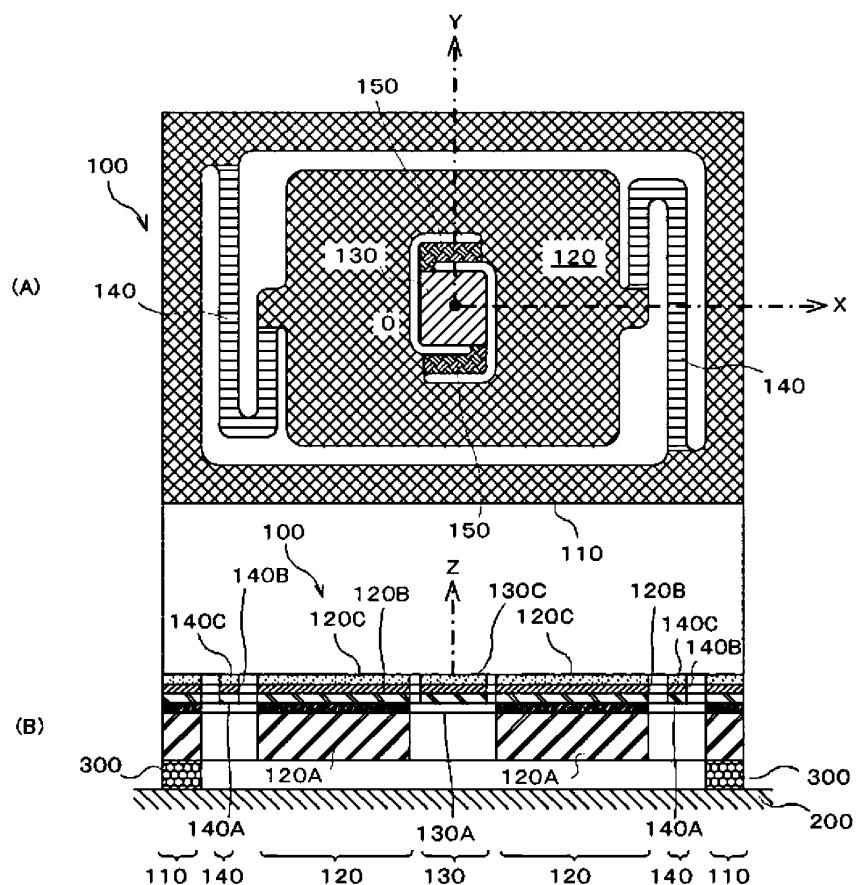
도면31a



도면31b



도면32



도면33

