

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
G02F 1/01

(45) 공고일자 2000년05월01일

(11) 등록번호 10-0253105

(24) 등록일자 2000년01월21일

(21) 출원번호	10-1992-0024775	(65) 공개번호	특 1993-0013785
(22) 출원일자	1992년 12월 19일	(43) 공개일자	1993년 07월 22일
(30) 우선권주장	811,407 1991년 12월 20일 미국(US)		
(73) 특허권자	텍사스 인스트루먼츠 인코포레이티드	윌리엄 비. 캠퍼러	
	미국 텍사스주 75265 달라스 노스 센트럴 익스프레스웨이 13500		
(72) 발명자	윌리엄 이. 넬슨		
	미합중국 75214 텍사스주 달라스 애벌론 애비뉴 6745		
(74) 대리인	주성민		

심사관 : 조경화

(54) 공진 미러 및 이의 제조 방법

요약

일반적으로 기판의 상부면과 평탄한 편향 가능한 미러(16)를 포함하는 공진 미러가 기술되어 있다. 이 미러는 상부면과 인접하여 2개 이상의 지지 수단(20)에 의해 현수된다. 1개 이상의 지지 수단은 미러의 연부로부터 변위된다. 동일 직선상에 있는 지지 소자(20)은 미러가 일정한 각으로 입사광을 조향하기 위해 진동할 수 있는 회전축(24)를 정한다.

대표도

도 1

명세서

[발명의 명칭]

공진 미러 및 이의 제조 방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 제1실시예에 따라 도시된 사시도.

제2도는 제1도에 도시된 미러 소자를 도시한 사시도.

제3도 및 제4도는 제2도에 도시된 미러 소자를 각각 라인 3-3 및 4-4를 따라 절단한 단면도.

제5a도 내지 제5f도는 제2도에 도시된 미러 소자의 순차적인 제조 단계를 도시한 단면도.

제6도는 본 발명의 제2실시예를 따라 도시된 사시도.

제7도는 제6도에 도시된 본 발명의 제2실시예를 라인 7-7을 따라 절단한 단면도.

제8도는 본 발명의 제3실시예를 따라 도시된 사시도.

제9도는 제8도에 도시된 본 발명의 제3실시예를 라인 9-9를 따라 절단한 단면도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

11 : 렌즈

13 : 광선 비임

14 : 기판

16 : 미러 소자

17 : 반사기

22 : 지지 부재

34,36 : 전극

37,39 : 신호 발생기

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 전기-광학 디바이스에 관한 것으로, 특히 공진 미러 및 그 제조방법에 관한 것이다.

가시 광선은 최소한 세종류의 전기-광학 디바이스, 즉 검류계 스캐너, 공진 미러 및 회전 다면체 미러에

의해 정확하게 위치 설정되거나 조향될 수 있다.

검류계 스캐너는 전류를 고정 자계나 존재하는 곳에 인가함으로써 축 주위로 작은 각으로 회전될 수 있는 미러로부터 광선을 반사시킨다. 전류는 전류에 직각인 자계를 발생시키고, 2개의 자계의 상호 작용은 전류를 전도하는 전기 리드가 고정자계에 관련하여 꼬이게 한다. 이 꼬임 동작은 입사 광선이 조향될 수 있는 소형 미러에 유리하게 링크될 수 있다.

이와 마찬가지로 공진 미러는 전기 신호의 인가로 이동하게 되는 미러로부터 광선을 반사시킨다. 그러나, 여기에서 전기 신호는 오디오 스피커로부터의 보이스코일과 같은 부속 부품을 구동시킨다. 보이스코일은 스프링 장착식 힌지 미러에 대해 교대로 푸시한다. 전형적으로, 미러는 균형추 및 미러 어셈블리의 공진 주파수가 음차(tuning fork)처럼 작용하도록 균형추를 미러에 부착시킨다. 그 다음, 미러는 입사 광선을 주기적인 형태로 조향하기 위해 공진 주파수에서 진동하도록 형성될 수 있다. 이들 두 종류의 디바이스는 전형적으로 플라이 스팟 스캐너 및 레이저 프린트와 같은 응용물에 사용된다.

회전 다면체 미러는 정밀 모터에 의해 고속으로 회전된 다중 마면식 미러(multi-faceted mirror)이다. 각각의 마면이 레이저 광원으로부터의 광선 비임을 대할 때, 광선 비임은 최대 120° 정도의 대표적인 사잇각을 갖는 호를 통해 마면을 주사한다. 미러 소자는 때에 따라 각각 다른 모양을 갖을 수 있지만, 일반적으로 평원반형의 외면 상을 절단한 마면이다. 레이저 다면체는 광학 스캐너와 같은 레이저 제록스식 프린터 시스템에 자주 사용되어, 디지털 입력을 광 수용체 표면 상의 광선 패턴으로 변환시킨다. 이 패턴은 후속적으로 현상되어 페이퍼 상에 프린트된다.

검류계 스캐너, 공진 미러 및 다면체 미러는 광선을 조향시키는데 사용될 때 단점을 갖고 있다. 이들 세 종류의 디바이스는 비교적 대형이고, 값이 비싸며, 충격과 진동에 민감하다. 이러한 제한 요소는 많은 소비자 용품에 이들을 사용하지 못하게 하고, 부품 크기면에서 부적절하다. 검류계 스캐너 및 공진 스캐너는 일반적으로 느리게 응답하고, 또한 스캐너의 동작시의 변화에 전형적으로 민감하다. 이것은 대부분의 이동성이 있는 환경에서 이들을 사용하지 못하게 한다.

본 분야에 숙련된 기술자들에게 공지된 다른 전기-광학 디바이스는 변형가능한 미러 디바이스(DMD)와 같은 공간 광 변조기이다. DMD가 몇몇 광선 조향 응용물에 사용되는 경우, 이들은 너무 작아서 많은 응용시에 불이익을 받는다. 전형적인 DMD 미러는 $12 \times 12 \mu\text{m}^2$ 정도이다. 유용한 광선 조향 디바이스의 범위는 $0.5 \times 0.1 \text{ in}^2$ 정도 되어야 한다. DMD의 크기를 증가시키고자 할 경우, 미러 왜곡의 결과로서 중요한 문제점이 발생한다. 전형적으로, DMD는 2개의 에지에서 지지된다. 이러한 대형 DMD의 증가된 크기로 인하여, 이들은 인가된 동작 전압의 영향 하에서 왜곡되어서 쓸모없게 될 수 있다.

그러므로, 매우 콤팩트하고, 저렴하며, 전력이 효율적이고, 비-정지된 환경에서 사용하기에 적절한, 광을 조향하는 방법 및 장치가 필요하다.

본 발명에 따르면, 종래의 공진 미러, 검류계 스캐너, 레이저 다면체 스캐너 및 DMD와 관련된 단점 및 문제점을 대체적으로 제거하고 감소시키는 방법 및 장치가 제공된다.

일반적으로 기관의 상부면과 평탄한 편향가능한 미러를 포함하는 공진 미러가 기술되어 있다. 이 미러는 2개 이상의 지지 소자에 의해 상부면에 인접하여 현수된다. 1개 이상의 지지 소자는 미러의 에지로부터 변위된다. 동일 직선 상에 있는 지지 소자들은 미러가 일정한 각으로 입사 광선을 조향하기 위해 진동할 수 있는 회전 축을 정한다.

본 발명의 첫번째 기술적 장점은 이것의 크기면에 있다. 본 발명의 한 실시예에서, 광선 조향 장치에 사용하는 충분히 특징지워진 변조기는 전형적인 집적 회로 패키지의 크기로 기술되어 있다.

본 발명의 두번째 기술적 장점은 이것의 전력 소모면에 있다. 개재되어 있는 디바이스는 실제로 정전기적이므로 무시해도 줄을 만한 전력을 소모한다. 그러므로, 본 발명은 부수적으로 더 낮은 열 발생과 더 양호하고 안전한 특성으로 부터 이익을 받는다.

세번째 장점은 응답 속도면에 있다. 미러가 박막 반도체 공정을 사용하여 제조되기 때문에, 전체 부피는 종래의 기관 상에 제조된 미러보다 훨씬 작다.

본 발명의 마지막 기술적 장점은 이것의 휴대성에 있다. 적절하게 패키징된 경우, 공진 미러는 성능을 저하시키지 않고, 또는 조기 시스템 고장의 우려 없이 이동 환경에 사용될 수 있다.

본 발명의 양호한 실시예는 제1도 내지 제9도에서 도시되고, 이들 도면에서 동일 및 대응하는 부분은 동일 참조 번호를 붙인다.

제1도는 본 발명의 한 실시예로서 비임 조향 디바이스(10)을 도시한 사시도이다. 디바이스(10)은 기관(14) 및 길고 가는 편향 미러 소자(16)를 감싸는, 전형적으로 플라스틱인 본체(12)를 포함한다. 전형적으로, 기관(14)는 기부 및 측벽을 갖는 (제2도에 도시된) 얇은 웰을 포함하는데, 상기 측벽으로부터 미러 소자(16)이 (제2도에 도시된) 가요성 힌지에 의해 지지된다. 상기 웰로 인해 미러 소자(16)은 이의 평평성을 유지하는 동안에는 기관을 포함하는 평면의 외부, 및 힌지에 의해 형성된 축의 주위를 회전한다. 개략적으로, 집광 시스템은 광원(15) 및 반사기(17)로부터의 광선 비임(13)을 렌즈(11)를 통해 DMD(16) 상으로 조사시킨다.

실질적인 응용에 있어서, 광선 다발(13)은 레이저와 같은 소정의 광원으로부터 발생할 수 있고, 영상 정보를 포함할 수도 있다. 예를 들면, 렌즈(11)은 다른 공간 광 변조기(SLM)으로부터의 광선을 DMD 스캐닝 미러 상으로 릴레이시킬 수 있다. 다음에, 스캐닝 광선은 중간 렌즈 소자를 통과하거나 통과하지 않고, 디바이스(10)을 지나 영상 평면의 한 초점에 접속된다.

미러 소자(16)이 실질적으로 기관(14)의 평면에서 동작하기 때문에, 종래의 스캐너에서의 경우와 같이 최종 영상 내에서의 분산 효과 또는 소정의 필드 곡률을 유도하지 못한다.

또한, 디바이스(10)은 다른 부속 부품에 전기 리드(18)을 접속시키는 가변 수의 전기 리드(18)에 접속된다. 리드(18)의 수는 디바이스(10)에 포함된 회로의 복잡성 레벨에 따라 변할 수 있다. 예를 들면, 기판(14) 자체는 반도체일 수 있고 미러소자(16)의 회전율을 제어하는 내부 신호 발생기를 포함한다. 이 경우에 있어서, 디바이스(10)은 단지 3개의 리드, 즉, 접지, 전원 및 온/오프 수단을 필요로 한다. 그러나, 디바이스(10)은 (제3도에 도시된) 외부 신호 발생기에 의해 구동되도록 설계될 수도 있다. 이 경우에, 추가 핀이 미러 소자(16)의 운동을 제어하는데 필요할 수 있고, 기판은 반도체일 필요는 없다.

동작시에, 입사된 광선 다발(13)은 디바이스(10)의 상부면에 조사되어 미러소자(16)으로부터 반사한다. 그 다음에, 미러 소자(16)은 트위스트되거나 지지대에 의해 정해진 축의 주위를 회전함으로써 반사된 광선이 미러 소자의 회전각의 2배까지 조향된다. 미러 소자(16)은 회전의 고유 진동수와 관련되어 있는데, 이는 최소 구동력으로 회전되는 '공진 진동수'이다. 미러 소자(16)의 물리적 크기 및 재료를 유리하게 조절함으로써, 미러 소자(16)의 공진 주파수는 특정 응용에 대해 조정된다. 미러 소자(16)의 공진 주파수는 다음의 식으로 주어진다 :

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\tau/I}{\theta}}$$

또는

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{K/I}$$

여기에서, I 는 미러 소자의 관성 모멘트이고, τ 는 최대 진폭 θ 에서 미러의 최대 진동 토크 반발력이며, K 는 스프링 상수이고, τ/θ 는 힌지 소자(16)의 회전 강도의 측정치이다. 간단한 기하학의 기계적 특성 및 대부분의 반도체 재료는 공지되어 있고, 따라서 K 및 I 는 대부분의 상황에 대해서 결정될 수 있다.

전자 기계적 특성의 미러 소자(16)은 광범위한 시스템에 사용될 수 있다. 예를 들면, 디바이스(10)은 변조된 레이저 비임을 제록스식 프린터 또는 세계 생산 코드('UPC')의 스캐너의 드럼상에 반복적으로 조향시키는데 사용될 수 있다. 제1응용에 있어서, 레이저 비임은 이 비임이 부딪치는 토너를 끌어 당기는 드럼상에 스캔된다. 다음에, 드럼은 현상된 토너 패턴을 평면 페이퍼상에 전송하여 인쇄된 영상을 생성할 수 있다. 최종 응용에서, 레이저 비임은 소비자에게 판매될 제품상에 스캔된다. 비임은 제품상에서 일련의 격설된 라인으로부터 반사되어 광다이오드 검출기로 복귀된다. 그 다음에, 스캐너는 구매될 제품의 동일성을 라인의 패턴으로 결정할 수 있어서 소비자는 그에 따라 요금을 지불할 수 있다. 레이저 비임은 공간의 간격을 반복적으로 스캔하도록 전용되어야 하기 때문에 제품의 동일성은 레이저 비임의 방향에 무관하게 결정될 수 있다.

다른 응용에 있어서, 디바이스(10)은 가상 디스플레이 시스템의 일부로서 사용될 수 있다. 이러한 시스템에 있어서, 공간 광 변조기 어레이에서 디스플레이 픽셀들의 일련의 행들은, 미러가 진동하는 동안에 공진 미러상에 순차적으로 투영된다. 픽셀의 일련의 행들은 예를 들어, 백색 광원을 반사시키는 종래의 변형 미러 디바이스에 의해 생성될 수 있다. 변형 미러 디바이스의 출력 및 공진 미러의 위치를 유리하게 시간 조절함으로써, 완전한 전 화면 디스플레이를 만들 수 있다. 시청자의 눈의 지속성으로 인해 시청자는 전 화면 디스플레이로서 일련의 인접 라인들을 감지한다. 이러한 시스템은 빌슨의 미합중국 특허 출원 제808,827호인 '가상 디스플레이 디바이스 및 그 사용 방법(Virtual Display Device and Method of Use)'에 기재되어 있다. 최종적으로, 스폿 또는 적절하게 변조된 광 펄스의 어레이를 스캐닝함으로써 사진 필름, 포토레지스트 또는 다른 포토폴리머 등과 같은 감광 물질의 노출이 달성될 수 있다.

제2도는 제1도의 미러 소자(16)의 좌측 1/2을 도시한 사시도이다. 미러 소자(16)의 절반부만이 도시되었더라도, 대칭적인 우측부가 의미될 수 있다. 미러 소자(16)은 일련의 축 정렬 지지대에 대해 길이를 따라 지지된다. 안정성을 위해, 2개 이상의 지지대가 필요하다. 이들은 힌지 소자(20)일 때 미러 소자(16)의 단부에 위치할 수 있거나, 지지 부재(22)일 때 미러 소자(16)의 에지로부터 변위될 수 있다. 모든 지지부는 '회전 축'을 형성하는 라인(24)를 따라 정렬된다. 이러한 중간 지지부재(22)는 회전축 주위의 미러 소자(16)의 회전을 방해하지 않고도 미러 소자(16)을 긴 길이로 유지시킨다. 그 결과로서, 일반적으로 미러 소자(16)은 웰(26)의 상부 또는 하부 기판에 대해 평면을 이룬다. 각 지지 부재는 웰의 기부 고정되어 동작하는 동안에 미러 소자(16)의 편평성을 보장한다. 사실상, 웰(26)은 기판(14)에서부터 에칭되거나, 측벽(28)을 형성하는 층 또는 층들의 제조 후에는 단순히 남을 수 있다. 측벽(28)은 일반적으로 미러 소자(16)의 주변을 따라 연속되어 있다.

지지 부재(22)가 없으면, 미러 소자(16)은 매우 길고 얇은 단면으로 인해 웰(26) 내로 휘어진다. 동작시에는, 미러 소자(16)이 (후술하는 바와 같이) 구동될 때에 회전 축(24) 주위를 회전하지 않지만 지지 부재(22)없이 제조되면 쉽게 하향으로 더 휘게 된다. 이러한 결과는 디바이스의 바람직한 광 조향 능력에 지장을 초래한다. 지지 부재(22) 자체는 미러 소자(16)을 중앙 포스트(32)에 접속시키는 1개 이상의 힌지 소자(30)을 포함한다. 본 발명의 양호한 실시예에 있어서, 지지 부재(22)는 2개의 대칭 힌지 소자(30)을 포함한다. 이러한 힌지 부재는 전형적으로 힌지 소자(20) 및 미러 소자(16)과 같이 동일 물질이지만 두께가 다른 물질로 만들어진다.

제3도는 미러 소자(16)을 제2도의 라인 3-3을 따라 절취하여 도시한 것이다. 미러 소자(16)은 웰(26) 내에서 중앙 포스트(32)에 의해 지지된다. 중앙 포스트(32)는 회전 축(24)를 따라 웰(26)의 기부로부터 미러 소자(16)을 지지한다. 또한, 디바이스(10)은 회전축(24)로부터 외부로 변위된 1개 이상의 전극(34)을 포함한다. 제2의 상보 전극(36)은 회전축(24)로부터 외부로 변위되어 있고 전극(34)의 방향과 대향하는 방향에 있는 제2위치에서 디바이스(10)에 추가된다. 도시된 바와 같이, 전극(34 및 36)은 신호

발생기(37)에 전기적으로 접속된다. 미러 소자(16) 및 포스트(32)는 전극(34 및 36)으로부터 전기적으로 절연될 수 있기 때문에, 추가 전압이 신호 발생기(39)에 의해 미러 소자(16) 자체에 인가되어 바이어스 및 리세트와 같은 DMD 사용자에게 공지된 다른 제어 기능을 달성할 수 있다. 신호 발생기(37 및 39)는 디바이스(10) 내에 또는 외부에 배치될 수 있다.

또한, 디바이스(10)은 전극(34 및 36)으로부터 외부로 변위된 1개 또는 2개의 저지대(38)를 포함하고 미러 소자(16)과 동일한 전위로 유지된다. 이러한 저지대는 강착(landing) 전극이라 불리우고 미러 소자(16)이 전극(34 및 36) 또는 디바이스(10)의 다른 부분에 부딪치기 전에 이들 저지대에 부딪치도록 위치한다. 이것은 전류가 미러 소자(16)과 전극(34 및 36) 사이, 또는 이들 둘을 퓨즈시키거나 다른 손상을 입힐 수 있는 어떤 다른 부분을 흐르지 못하게 한다. 전극 및 저지대는 작은 패드들의 단일 세트들, 작은 패드들의 여러 세트들 또는 회전축으로 평행하게 이어지는 긴 스트립들일 수 있다. 회전축(24) 주위를 미러 소자(16)이 주기적으로 회전하는 것은 전극(34와 36)들 사이에 교류를 인가함으로써 제어될 수 있다. 본 발명의 양호한 실시예에서, 전극(34 및 36)에 인가된 신호들은 서로 180° 위상차가 있고 미러 소자(16)의 공진 주파수와 동일한 주파수를 갖는다. 한편, 미러 소자(16)은 중간 위치에 유지된다. 회전 진폭은 교류 파형의 진폭을 제어함으로써 조절될 수 있다.

교대로, 미러 소자(16)은 공진으로 인해 구동될 수 있다. 이런 경우에, 최대 회전각의 약 50% 정도가 아닐로그식으로 편향된다. 그 이후에는, 미러 소자(16)의 역제곱만큼 전극(34와 36)의 공간으로 향하는 정전기 인력(引力)은 힌지(30)의 선형 복원 토크를 극복하고, 미러 소자는 전체 편향각으로 강착 전극(38) 상에 강착된다. 이것은 디지털 동작 모드이다. 회전율은 미러 관성(1)에 의해 제어되고 미러 소자와의 공동(空洞)(26)에 제공된 개스로 인해 감소된다.

제4도는 미러 소자(16)을 제2도의 라인 4-4를 따라 절취하여 도시한 단면도이다. 여기에서, 미러 소자(16)은 2개의 얇은 힌지 소자(30)에 의해 지지 포스트(32)에 접속된다. 힌지 소자(30)은 부분적으로 산화물층(40)으로 피복되고, 일부는 후술하는 바와 같이 제조 후에 남는다. 중앙 포스트(32)는 절연 패드(42) 및 층(44 및 46) 상에 놓여 있다. 기판(46)은 상술한 바와 같이 미러 소자를 회전축 주위를 구동시키는데 필요한 회로를 포함한다.

제5a도 내지 제5f도는 제4도에 도시된 미러 소자의 순차적인 제조 단계를 단면도로 도시한 것이다.

a) 처음에, 기판(46)이 종래의 포토리소그래픽 기술을 사용하여 준비된다. 기판층은 예를 들어, 미러 소자(16)(제1도 내지 제4도)을 구동시키기 위한 내부 진동기 또는 다른 제어 회로를 포함할 수 있다.

각 지지 포스트 패드(42)는 전형적으로 2,000Å 두께인, 실리콘 질화물층(44)와 같은 절연체에 의해 하부 기판으로부터 절연된다. 포스트 패드(42)는 두께가 약 3,000Å이고 알루미늄, 티타늄 및 실리콘의 합금('Ti : Si : Al')으로 제조된다. Ti : Si : Al은 실리콘 산화물층(44) 상에 스퍼터 피착된 후에, 포스트 패드(42), 전극(34와 36) 및 저지대(38) (나중 3개(34, 36 및 38)은 제3도에서 도시됨)를 정하기 위해 패턴되고 플라즈마 에칭된다.

b) 포토레지스트는 스핀된 다음에 열처리가 되는데, 전형적으로 스페이서(48)를 형성하기 위해서 전체 두께가 약 4미크론이 되도록 3번의 도포가 이루어진다. 전형적으로 포지티브한 레지스트의 3번의 도포는, 단일의 매우 두꺼운 층 상에서 스핀될 때에 발생할 수 있는 레지스트 표면파를 방지할 수 있는 두께로 채운다. 스페이서로부터 초과 용매를 제거하고 힌지 금속 하부의 용매 기포의 형성을 방지하기 위해서, 사전 층이 후속 레지스트 도포시에 용해되는 것을 방지하기 위한 각 레지스트 도포 후에 약 180°C의 열처리가 필요하다.

c) 스페이서(48)은 각 포스트 패드(42)를 노출시키는 비아를 형성하기 위해 에칭된다.

d) 각 포스트 부분, 및 단부 힌지와 중앙 힌지가 에칭된 얇은 힌지층(50)을 형성하도록 약 800Å의 Ti : Si : Al이 스페이서(48)에 도포된다. 힌지의 뒤틀림 또는 휨에 대한 저항성은 길이, 폭 및 두께와 함께 그들 합성을 조절함으로써 제어될 수 있다. 전형적으로, 각 힌지는 폭이 2미크론이다. 지지 포스트 힌지는 길이가 10미크론이다. 다음에, 1,500Å의 실리콘 질화물이 피착, 패턴 및 에칭되어 모든 힌지들 상에 힌지 에칭 저지대(52)를 형성한다.

e) 약 3,600Å의 Ti : Si : Al이 힌지층(50) 및 힌지 에칭 저지대(52) 상에 스퍼터 피착되어 미러층(54)을 형성한다. 미러층(54)의 금속 피착은 힌지층(50)의 피착 조건과 동일한 상태에서 이루어지기 때문에 이 금속층들 사이에는 스트레스가 진전될 수 없다. 각 미러 소자(16)(제1도 내지 제4도에 도시됨)의 각 성 모멘트(1)는 길이, 폭 및 두께와 함께 이들의 합성을 조절함으로써 제어될 수 있다. 전형적으로, 각 미러 소자는 폭이 1/4인치 (0.64cm)이고 길이는 1인치(2.54cm)이다. 최종적으로, 에칭 저지층(56)은 후속 제조 단계 동안에 보호용으로 미러층(54)의 상부에 피착된다.

f) 포토레지스트층이 도포되어 저지층(56)을 에칭하고, 패턴되어 힌지 저지대(52)(제5e도에 도시됨)상에 플라즈마 에칭 액세스 홀(58)을 정한다. 다음에, 패턴된 포토레지스트층은 각 힌지 저지대 상의 미러 소자층을 에칭하는 플라즈마용의 마스크로서 사용될 수 있다. 액세스 홀(58)은 위에서 볼 때 서로 마주보는 'C'들의 세트로 보인다. 알루미늄 합금의 플라즈마 에칭은 염소/불소 삼염화물/탄소 삼염화물 에칭 가스 혼합물로 이루어질 수 있다. 나머지 포토레지스트 층이 제거된 후에, 나머지 에칭 저지층(50) 및 힌지 에칭 저지대(52)는 비등방성 에칭에 의해 제거될 수 있다.

액세스 홀(58)은 이들을 포스트 및 힌지 크기에 적합하게 형성함으로써 최소화될 수 있고, 포스트 및 힌지를 미러(16)으로부터 분리시키는 1 또는 2 미크론의 갭을 갖는다. 이것은 미러 성능상 포스트 및 힌지 특성의 광학적 효과를 최소화시킨다.

예를 들어, 스페이서(48)은 몇 퍼센트의 불소를 갖는 산소로 에칭함으로써 제거된다. 공진 미러의 완료된 지지 포스트는 제4도에 도시되어 있다.

임의의 단부 힌지(20)(제2도에 도시됨)은 제5a도 내지 제5f도에 도시된 중앙 포스트 및 힌지 소자와 동

일한 단계를 사용하여 제조된다. 각각의 단부 힌지(20)는 비회전 미러 금속의 주위 구조물로 통합된다. 소정의 응용시에, 액티브 미러 소자만이 기판 층(46) 위로 돌출하도록 주위구조물을 제거하는 것이 양호하다. 지지 포스트는 이 경우에 미러의 최단부에 제공될 수 있다.

상술된 실시예의 실질적인 제한 요소는 공진 가능한 반도체 공정을 사용하여 달성할 수 있는 한정된 스페이서 두께 및 지지 포스트 높이에 관한 것이다. 제5c도에서 형성된 비아의 크기는 스페이서 층(48)의 두께에 관한 기술적 공정에 관련된다. 일반적으로, 더욱 두꺼운 스페이서 층, 더욱 큰 후속적인 비아가 되어야 한다. 그러나, 비아의 크기는 최종적인 미러 소자(16) 내의 소정의 임의의 착오를 최소화하기 위해 최소화되어야 한다. 그러므로, 이 광학적 제한 요소는 스페이서 층(48)의 두께 및 최소 회전각을 제한한다. 선정된 4 마이크로 두께의 스페이서는 소정의 감지할 수 있을 만큼의 폭을 갖는 미러에 다소 작은 회전각을 허용할 수 있다. $\pm 10^\circ$ 회전각이 요구되면, 미러의 폭은 스페이서 층(48)의 두께의 12배의 인 수 또는 약 50마이크론이 될 수 있다.

제6도 및 제7도는 회전 상의 제한성을 극복하는 비대칭 미러 구조물을 도시한 것이다. 이것은 한 방향으로만 동작될 수 있지만, 상기 스페이서의 제한성 내에서 비교적 넓은 미러 및 공진가능한 동작의 각을 고려한 것이다.

제8도 및 제9도는 큰 면적의 미러를 달성하는 실제적인 방법을 도시한 것으로, 10° 이상의 각으로 동작할 수 있고 스페이서 층(48) 및 지지 포스트(32)의 제조적 제한성에 부합한 것이다. 이 방법에 있어서, 대형 크기의 미러는 길고 가느다란 소자(16)의 그물형 어레이로 세그먼트된다. 각각의 미러 소자(16)은 제3도에 도시된 바와 같이 지지 소자(22)의 라인 상에 지지된다. 각각의 미러는 미러를 어드레스하는데 필요한 제3도에 도시된 전극(34) 및 저지대(38)을 갖는다.

평행 축(24)에 대한 동기시에 소자들의 어레이를 회전시키는 광학적 효과는 동일한 각으로 더욱 큰 미러를 회전시키는 효과와 동등하다. 그물형 미러의 회전구조의 이점은 미러 어레이의 최단부가 중심 소자와 거의 동일한 평면 내에 있다는 것이다. 광 경로에 직각인 축에 대한 회전의 결과로서 광 경로 길이의 변화를 유발시키는 종래의 거시적인 검류계 미러와 달리, DMD 미러 어레이는 광 경로 길이를 수 마이크로 이상으로 변화시키지 않고 비임 조향을 달성한다. 검류계가 초점 변화 및 다른 광학적 아티팩트를 초래하는 반면, 그물형 미러 방법은 이것들을 제거한다. 프레넬 렌즈는 동일한 원리로 구성된다.

정밀한 전기적 제어하에서 미러 어레이의 긴 소자를 개별적으로 틸트하는 능력의 결과로서, 어레이는 원통형의 반사적인 프레넬 렌즈와 동일한 효과(예를 들어, 한 축만을 따라서 광 전력을 갖고 있고 직교 축을 따라서는 광 전력이 없음)를 달성하는데 사용될 수 있다. 신호 발생기(37 및 39)(제3도에 도시됨)는 소망하는 1차원적 광학 표면을 설명하는 식에 대응하는 미러의 평행 행의 어드레스 전극에 선정된 열의 전압 스텝을 인가할 수 있다. 예를 들어, 평면 미러는 일반적으로 동등한 전압 레벨을 각각의 전극에 인가함으로써 모형화될 수 있다. 다른 광학 표면은 미러를 다양하게 틸트함으로써 모형화될 수 있다. 이것은 액티브하고 전자적으로 프로그램가능한 반사적인 원통형의 광학 소자를 제공할 수 있다.

또한, 신호 발생기(37 및 39)의 제어하에서 렌즈와 조향 미러의 효과를 결합할 수 있다. 이 때, 표면에 충돌하는 광은 동시에 집속되어 재조향될 수 있다. 이것은 DMD 모놀리식 반도체 형태 미러 소자의 매우 빠른 응답 속도로 인해 가능하다.

본 발명은 상세하게 설명되었지만, 본 발명의 원리와 범위를 벗어나지 않고서 여러가지로 변화 및 변경시킬 수 있으며, 본 발명은 첨부된 특허 청구의 범위 내에서만 제한된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

(정정) 공진 미러에 있어서; 상부면을 갖고 있는 기판; 상기 상부면과 평면 관계에 있는 편향가능한 미러 소자; 및 상기 상부면과 인접한 미러 소자를 현수하고, 회전축을 한정하며, 적어도 1개는 상기 미러의 에지로부터 변위되는 적어도 2개의 지지 소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 미러.

청구항 2

(정정) 제1항에 있어서, 제1전극이 제1전압원과 전기적으로 결합되고 상기 미러가 제2전압원과 전기적으로 결합되는 경우에 상기 미러를 상기 회전축 주위로 주기적으로 회전시키기 위해 상기 회전축으로부터 제1방향의 외측으로 변위된 적어도 1개의 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 미러.

청구항 3

(정정) 제2항에 있어서, 상기 미러 소자와 동일한 전위에서의 저지대(stop)를 더 포함하며, 상기 저지대는 상기 제1전극으로부터 외측으로 변위됨으로써 상기 미러 소자가 상기 제1전극상에 강착하기 이전에 상기 저지대 상에 강착되는 것을 특징으로 하는 공진 미러.

청구항 4

(정정) 제2항에 있어서, 상기 제1방향과 반대인 제2방향의 상기 회전축으로 부터 외측으로 변위된 제2전극을 더 포함하며, 상기 제2전극이 제3전압원과 결합되는 경우에 상기 전극이 상기 미러를 상기 회전축 주위로 주기적으로 회전시키는 것을 특징으로 하는 공진 미러.

청구항 5

(정정) 공진 미러에 있어서; 상부면을 갖고 있는 기판; 정전기적으로 편향가능한 미러 소자; 상기 상부면과 인접한 상기 미러 소자를 현수하고, 회전축을 한정하며, 적어도 1개는 상기 미러의 에지로부터 변위되는 적어도 2개의 지지 소자; 입력 신호에 따라 상기 미러 소자를 상기 회전축 주위로 회전시키기 위

해 상기 회전축으로부터 외측으로 변위되고, 제1전극은 제1방향으로 변위되고 제2전극은 상기 제1방향과 서로 반대인 제2방향으로 변위되는 적어도 2개의 전극; 및 상기 미러 소자가 제1 또는 제2전극 상에 장착하기 이전에 저지대 상에 장착하게 되도록 상기 제1 및 제2전극의 외측으로 변위된 적어도 2개의 저지대를 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 미러.

청구항 6

(정정) 공진 미러를 기판 상에 제조하는 방법에 있어서; 적어도 1개의 지지 패드를 상기 기판 상에 제조하는 단계; 스페이서 층을 상기 패드 상에 피착하는 단계; 상기 지지 패드를 노출시키는 단계; 한지층을 상기 스페이서 층 및 상기 노출된 패드 상에 피착하는 단계; 상기 한지층의 일부를 에칭 저지대로 피복하는 단계; 미러 층을 상기 피복된 한지층 상에 피착하는 단계; 적어도 1개는 미러의 에지로부터 변위된 적어도 2개의 지지 소자를 갖고 있는 미러를 생성하기 위해 상기 미러 및 한지층을 선택적으로 에칭하는 단계; 및 상기 스페이서 층을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 미러 제조 방법.

청구항 7

(정정) 제6항에 있어서, 스페이서 층을 피착시키는 상기 단계가 포토마스크층을 피착시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 미러 제조 방법.

청구항 8

(정정) 제7항에 있어서, 한지층을 피착시키고 미러층을 피착시키는 상기 단계들이 Ti : Si : Al의 한지층을 피착시키는 단계 및 Ti : Si : Al의 미러층을 피착시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 미러 제조 방법.

청구항 9

(정정) 제6항에 있어서, 한지층을 피착시키고 미러층을 피착시키는 단계들이 Ti : Si : Al의 한지층을 피착시키는 단계, 및 Ti : Si : Al의 미러층을 피착시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 미러 제조 방법.

청구항 10

(정정) 공진 미러를 기판 상에 제조하는 방법에 있어서; 회전 가능한 미러를 형성하는 단계; 및 상기 기판과 인접한 상기 미러를 지지하고, 회전축을 형성하며, 적어도 1개는 상기 미러의 에지로부터 변위되는 적어도 2개의 지지 소자를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 미러 제조 방법.

청구항 11

(정정) 제10항에 있어서, 스페이서 물질을 상기 기판 상에 피착하는 단계; 및 상기 변형 가능한 미러를 형성한 후에 상기 스페이서 층을 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 미러 제조 방법.

청구항 12

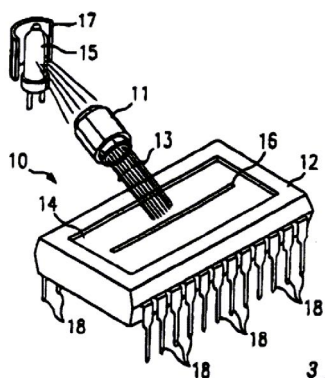
(정정) 제11항에 있어서, 상기 2개의 형성 단계가 Ti : Si : Al의 지지 포스트를 적어도 1개 형성하는 단계, 및 Ti : Si : Al의 상기 변형가능한 미러를 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 미러 제조 방법.

청구항 13

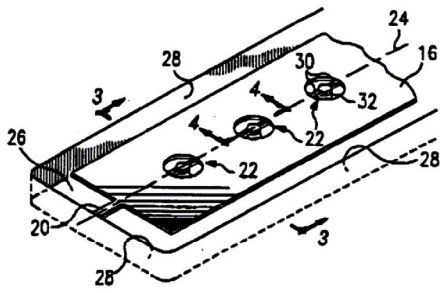
(정정) 제10항에 있어서, 상기 2개의 형성 단계가 Ti : Si : Al의 지지 포스트를 적어도 1개 형성하는 단계, 및 Ti : Si : Al의 상기 변형가능한 미러를 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 미러 제조 방법.

도면

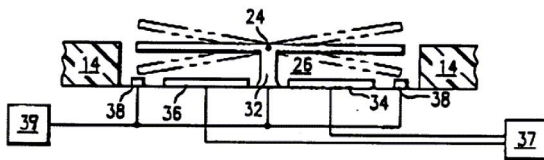
도면1



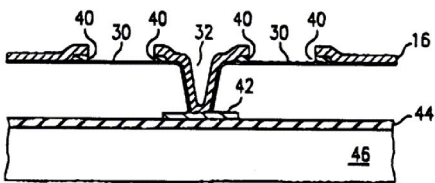
도면2



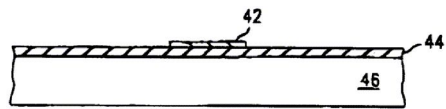
도면3



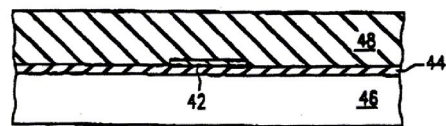
도면4



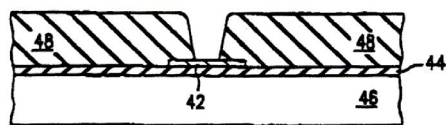
도면5a



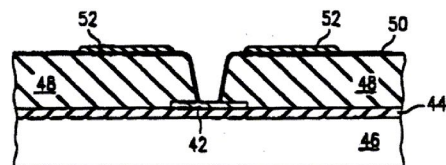
도면5b



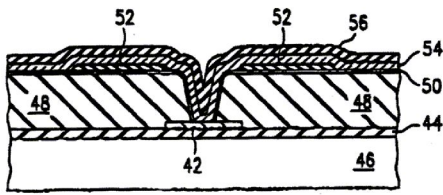
도면5c



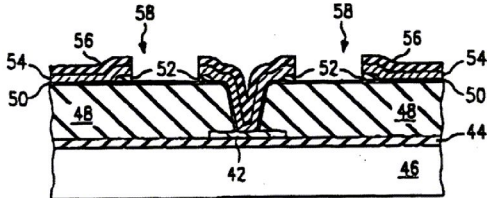
도면5d



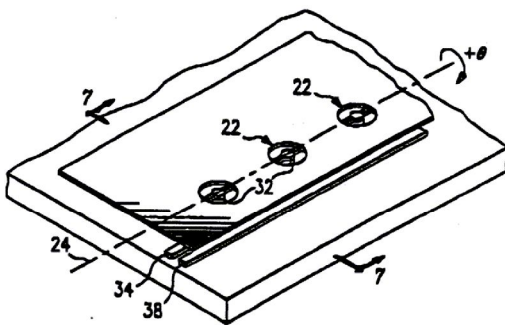
도면5e



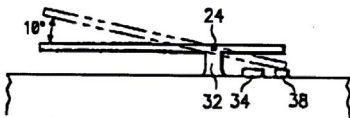
도면5f



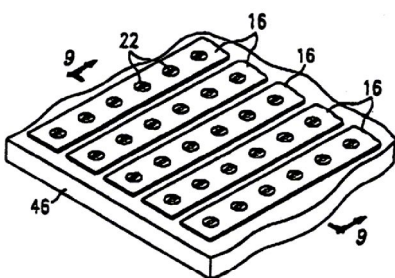
도면6



도면7



도면8



도면9

