

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <i>G02B 26/08</i> (2006.01)	(45) 공고일자 2006년11월15일
	(11) 등록번호 10-0645640
	(24) 등록일자 2006년11월06일

(21) 출원번호 10-2004-0074875	(65) 공개번호 10-2005-0042442
(22) 출원일자 2004년09월18일	(43) 공개일자 2005년05월09일

(30) 우선권주장 1020030077389	2003년11월03일	대한민국(KR)
-----------------------------	-------------	----------

(73) 특허권자 삼성전기주식회사 경기 수원시 영통구 매탄3동 314번지
--

(72) 발명자 윤상경 경기도 수원시 영통구 망포동 놀푸른 벽산아파트 118동 1603 호
--

송종형 경기도 수원시 영통구 영통동 청명마을4단지 주공아파트 411 -503호
--

안승도 경기도 수원시 영통구 원천동 원천주공아파트 206동 606호
--

오민석 서울특별시 서초구 반포2동 경남아파트 1동 512호

(74) 대리인 청운특허법인

심사관 : 고재현

(54) 회절형 박막 압전 마이크로 미러 및 그 제조 방법

요약

본 발명은 회절형 마이크로 미러 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 특히 압전 구동방식에 의해 마이크로 미러를 구동하도록 함으로써 변위, 구동속도, 신뢰성, 선형성 및 저전압 구동 확보가 뛰어난 회절형 박막 압전 마이크로 미러 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

또한, 본 발명은 중앙 부분에 에어 스페이스를 제공하기 위한 함몰부가 형성되어 있는 실리콘 기판; 및 밴드 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 실리콘 기판의 함몰부에 이격되어 위치하도록 양끝단의 하면이 각각 상기 실리콘 기판의 함몰부를 벗어난 양측지역에 부착되어 있고, 박막의 압전재료층을 포함하여 상기 압전재료층에 전압이 인가되면 상기 함몰부에 이격된 부분이 상하로 구동되고, 입사되는 빔을 회절시키기 위한 압전미러층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러가 제공된다.

내용도

도 10i

색인어

박막, 압전, 광변조기, 회절형 광변조기, 마이크로 미러

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 기술의 정전기 방식 격자 광 변조기를 도시하는 도면.

도 2는 종래 기술의 정전기 방식 격자 광 변조기가 변형되지 않는 상태에서 입사광을 반사시키는 것을 도시하는 도면.

도 3은 종래 기술의 격자 광 변조기가 정전기력에 의해 변형된 상태에서 입사광을 회절시키는 것을 도시하는 도면.

도 4는 종래 기술의 정전기 방식 격자 광 변조기에 대한 이력곡선을 도시하는 도면.

도 5는 종래 개선된 기술에 따른 컬럼형 정전기 방식 회절격자 광 벨브의 측면도.

도 6은 종래 개선된 기술에 따른 단일 디스플레이 엘리먼트에 해당하는 6개의 가늘고 긴 엘리먼트를 포함하는 GLV (Grating Light Velve) 일부의 평면도.

도 7은 종래 개선된 기술에 따른 변형되지 않은 상태에서 입사광을 반사시키는 6개의 가늘고 긴 엘리먼트를 포함하는 GLV의 디스플레이 엘리먼트의 정면도.

도 8은 종래 개선된 기술에 따른 GLV의 정전기력에 의해 변형된 가늘고 긴 엘리먼트의 측면도.

도 9은 종래 개선된 기술에 따른 정전기력에 의해 변형된 상태에서 입사광을 회절시키는 6개의 가늘고 긴 엘리먼트를 교대로 가진 GLV의 디스플레이 엘리먼트의 정면도.

도 10a 내지 10j는 본 발명의 일 실시예에 따른 함몰부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 제조 과정의 측단면도.

도 11a 내지 도 11c는 변형되지 않은 압전 재료를 가지고 있는 다양한 형태의 함몰부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 측면도.

도 12a 내지 도 12c는 변형된 후의 압전 재료를 가지고 있는 다양한 형태의 함몰부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 측면도.

도 13a 및 도 13b는 함몰부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러가 동일 또는 다른 치수로 교대로 배치된 디스플레이 엘리먼트의 구동예의 측면도이며, 도 13c는 함몰부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러가 일정 폭을 가지면서 배치된 디스플레이 엘리먼트의 구동예의 측면도.

도 14a 내지 14h는 본 발명의 다른 실시예에 따른 부유부를 가진 박막 압전 광변조기의 제조 과정의 측단면도.

도 15a 내지 도 15c는 변형되지 않은 압전 재료를 가지고 있는 다양한 형태의 부유부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 측면도.

도 16a 내지 도 16c 변형된 후의 압전 재료를 가지고 있는 다양한 형태의 부유부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 측면도.

도 17a 및 도 17b는 부유부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러가 동일 또는 다른 폭으로 교대로 배치된 디스플레이 엘리멘트의 구동예에 따른 측면도이며, 도 17c는 부유부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러가 일정폭을 가지면서 배치된 디스플레이 엘리멘트의 구동예에 따른 측면도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

1001, 2001 : 실리콘 웨이퍼 1002, 2004 : 마스크층

1003 : 절연 및 식각방지층 1004, 2003 : 희생층

1005, 2005 : 하부 지지대 1006, 2006 : 하부전극

1007, 2007 : 압전 재료 1008, 2008 : 상부전극

1009, 2009 : 마이크로 미러

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 회절형 마이크로 미러 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 특히 압전 구동방식에 의해 마이크로 미러를 구동하도록 함으로써 변위, 구동속도, 신뢰성, 선형성 및 저전압 구동 확보가 뛰어난 회절형 박막 압전 마이크로 미러 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

일반적으로, 광신호처리는 많은 데이터 양과 실시간 처리가 불가능한 기존의 디지털 정보처리와는 달리 고속성과 병렬처리 능력, 대용량의 정보처리의 장점을 지니고 있으며, 공간 광변조이론을 이용하여 이진위상 필터 설계 및 제작, 광논리게이트, 광증폭기 등과 영상처리 기법, 광소자, 광변조기 등의 연구가 진행되고 있다. 이중 공간 광변조기는 광메모리, 광디스플레이, 프린터, 광인터커넥션, 홀로그램 등의 분야에 사용되며, 이를 이용한 표시장치의 개발 연구가 진행되고 있다.

이러한 공간 광변조기로는 일예로 도 1에 도시된 바와 같은 반사형 변형 가능 격자 광변조기(10)이다. 이러한 변조기(10)는 블룸 등의 미국특허번호 제 5,311,360호에 개시되어 있다. 변조기(10)는 반사 표면부를 가지며 기판(16) 상부에 부유(suspended)하는 복수의 일정하게 이격하는 변형 가능 반사형 리본(18)을 포함한다. 절연층(11)이 실리콘 기판(16)상에 증착된다. 다음으로, 희생 이산화실리콘 막(12) 및 저응력 질화실리콘 막(14)의 증착이 후속한다. 질화물 막(14)은 리본(18)으로부터 패터닝되고 이산화실리콘층(12)의 일부가 에칭되어 리본(18)이 질화물 프레임(20)에 의해 산화물 스페이서층(12)상에 유지되도록 한다. 단일 파장 λ_0 를 가진 광을 변조시키기 위해, 변조기는 리본(18)의 두께와 산화물 스페이서(12)의 두께가 $\lambda_0/4$ 가 되도록 설계된다.

리본(18)상의 반사 표면(22)과 기판(16)의 반사 표면 사이의 수직 거리 d 로 한정된 이러한 변조기(10)의 격자 진폭은 리본(18)(제 1 전극으로서의 역할을 하는 리본(16)의 반사 표면(22))과 기판(16)(제 2 전극으로서의 역할을 하는 기판(16) 하부의 전도막(24)) 사이에 전압을 인가함으로써 제어된다. 변형되지 않은 상태에서, 즉, 어떠한 전압도 인가되지 않은 상태에서, 격자 진폭은 $\lambda_0/2$ 와 같고, 리본과 기판으로부터 반사된 광 사이의 전체 경로차는 λ_0 와 같아서, 이러한 반사광에 위상을 보강시킨다. 따라서, 변형되지 않은 상태에서, 변조기(10)는 평면거울로서 광을 반사한다. 변형되지 않은 상태가 입사광과 반사광을 도시하는 도 2에 20으로서 표시된다.

적정 전압이 리본(18)과 기판(16) 사이에 인가될 때, 정전기력이 리본(18)을 기판(16) 표면 방향으로 다운(down) 위치로 변형시킨다. 다운 위치에서, 격자 진폭은 $\lambda_0/4$ 와 같게 변한다. 전체 경로차는 파장의 1/2이고, 변형된 리본(18)으로부터 반사된 광과 기판(16)으로부터 반사된 광이 상쇄 간섭을 하게 된다. 이러한 간섭의 결과, 변조기는 입사광(26)을 회절시킨다. 변형된 상태가 $+/-$ 회절모드(D_{+1}, D_{-1})로 회절된 광을 도시하는 도 3에 각각 28과 30으로 표시된다.

리본(18) 하부에 공간을 형성하는데 사용되는 습식 공정 동안 그리고 변조기(10)의 동작 동안 리본(18)과 기판(16) 사이의 부착이 이러한 장치에서 큰 문제점인 것으로 판명되었다. 부착을 감소시키는 여러 방법: 냉동-건조, 포토레지스트-아세톤 희생층의 건식 에칭, OTS 단층 처리, 짧은 리본을 사용함으로써 딱딱한 리본 및/또는 팽팽한 질화물 막의 사용, 표면중 하나 또는 둘 모두를 거칠게하거나 또는 주름지게 하는 방법, 리본의 하부상에 반전 레일을 형성하는 방법 및 표면의 화학특성을 변화시키는 방법 등이 있다. 스코트랜드의 힐톤 헤드 아일랜드에서 1994년 6월 개최된 고체 상태 센서 및 액츄에이터에 관한 워크샵에서 산데야스 등의 "고분해능 디스플레이용 변형 가능한 격자 광 밸브의 표면 미세제조" 및 압테 등의 "고분해능 디스플레이용 격자 광 밸브"에 브리지 하부상에 반전 레일을 형성하므로써 접촉 영역을 감소시키고 거친 폴리실리콘 막을 각각 사용함으로써 이러한 부착을 방지하는 것에 관해 발표되었다.

더욱이, 압테 등은 변조기(10)의 기계적 동작의 특성이 인가된 전압의 함수로서 리본(18)의 변형에서의 히스테리시스라는 것을 알았다. 히스테리시스에 대한 이론적 근거는 리본(18)과 기판(16) 사이의 정전기적 인력이 변형량의 비-선형 함수인 반면, 리본(18)의 경도와 장력에 위한 복원력이 실질적으로 선형 함수라는 것이다. 도 4는 광 출력(리본(18)의 변형량의 간접적인 표시)이 수직축상에 도시되고 리본(18)과 기판(16) 사이의 전압이 수평축으로 도시되는 유도 히스테리시스 특성을 도시한다. 따라서, 리본(18)이 기판(16)과 접촉하는 다운 위치로 변형될 때, 이들은 그 위치에 래칭(latching)되고 원래 인가된 전압보다 적은 유지 전압을 필요로 한다.

블룸 등의 미국특허번호 5,311,360호에는 변조기(10)에 활성소자를 필요함없이 활성 매트릭스 설계의 장점을 제공하는 이러한 래칭 특성이 개시된다. 추가로, 블룸 등은 이러한 특성이 사용 가능한 전력의 효율적 사용이 매우 중요한 저전력 응용에서 바람직하다는 것을 개시한다. 하지만, 부착 문제점에 대해 블룸 등은 접촉 영역을 감소시키도록 리본(18) 하부에 적은 리지를 첨가하여 부착 문제를 감소시키는 것에 관해 개시하고 있다. 하지만, 변조기(10)의 기판이 광 표면으로서 사용되기 때문에, 표면에 작은 리지를 추가하기 위한 제조 공정은 기판(16)의 반사부가 고반사율을 가진도록 매크로워야 하며 리본(18)에 평행한 평면내에 위치하여야 한다는 복잡성을 가진다.

통상적인 디스플레이에는 화소의 2차원 어레이내에서 형성된다. 복수의 화소 각각에 의해 형성된 불연속 이미지는 사용자의 눈에 의해 통합되어 전체 이미지를 나타내는 화소의 복합상을 형성한다. 불행히도, 이러한 디스플레이 장치의 비용은 각각의 화소가 전체 어레이를 형성하기 위해 중복되고 각각의 화소를 제조하는 비용 역시 중복되기 때문에 증가된다. 이러한 화소화된 디스플레이의 예는 텔레비전 또는 컴퓨터 시스템이다. 각각의 화소는 LCD 장치 또는 CRT에 의해 형성될 수 있다.

그러므로, 반사 엘리먼트와 기판 사이의 부착이 이러한 부착을 감소시키는데 필요한 복잡한 표면 처리를 사용함없이 감소 또는 제거되는 회절격자 광 밸브가 필요하다.

또한, 이미지 품질을 저하시킴없이 시스템을 설계하는데 필요한 화소의 수를 감소시킴으로써 제조 비용을 감소시키는 디스플레이가 필요하다.

이러한 필요를 만족시키기 위한 개선된 종래 기술로는 실리콘 라이트 머신즈사의 국내 출원번호 10-2000-7014798의 "2차원 이미지를 형성하기 위해 입사광 빔을 변조시키는 방법 및 장치"가 있다.

개시된 "2차원 이미지를 형성하기 위해 입사광 빔을 변조시키는 방법 및 장치"에 있어 회절격자 광 밸브는 반사표면을 각각 가진 복수의 가늘고 긴 엘리먼트를 포함한다. 가늘고 긴 엘리먼트는 기판 상부에서 상호 평행하고, 지지되는 단부를 가지며 인접 반사 표면의 열(GLV 어레이)을 형성하도록 정렬한다. 가늘고 긴 엘리먼트는 디스플레이 엘리먼트에 따라 그룹을 형성한다. 각각의 그룹이 교대하여 기판에 대해 전압을 인가함으로써 변형된다. 각각의 변형된 가늘고 긴 엘리먼트의 거의 평면인 중심부는 각각의 변형되지 않은 엘리먼트의 중심부로부터 미리 설정된 거리로 실질적으로 평행하다. 미리 설정된 거리는 변형되지 않은 반사표면과 기판 사이의 거리의 1/3 내지 1/4로 선택되어 변형된 가늘고 긴 엘리먼트가 기판의 표면과 접촉하지 않도록 한다. 기판과의 접촉을 방지함으로써 가늘고 긴 엘리먼트가 기판과 부착되는 것이 방지된다. 추가로, 미리 설정된 거리를 제한함으로써 가늘고 긴 엘리먼트를 변형시키는 히스테리시스를 방지한다.

도 5는 개선된 종래 기술에 따른 변형되지 않은 상태에서 GLV의 가늘고 긴 엘리먼트(100)의 측단면도를 도시한다. 도 5에서, 가늘고 긴 엘리먼트(100)는 그 단부에 의해 기판(구성층 포함) 표면 상에 부유된다. 도 5에서 도면부호 102는 에어 스페이스를 나타낸다.

도 6은 6개의 가늘고 긴 엘리먼트(100)를 포함하는 GLV의 일부의 평면도를 도시한다. 가늘고 긴 엘리먼트(100)는 동일한 폭을 가지며 서로에 대해 평행하게 배치된다. 가늘고 긴 엘리먼트(100)는 작은 스페이스로 서로에 대해 분리되고, 이에 따

라 각각의 가늘고 긴 엘리먼트(100)가 다른 엘리먼트에 대해 선택적으로 변형될 수 있도록 한다. 도 6에 도시된 6개의 가늘고 긴 엘리먼트(100)는 바람직하게는 단일 디스플레이 엘리먼트(200)에 해당한다. 따라서, 1920개의 가늘고 긴 엘리먼트의 열은 열내에 배치된 320개의 디스플레이를 가진 GLV 어레이에 해당한다.

도 7은 변형되지 않은 가늘고 긴 엘리먼트(100)를 가진 디스플레이 엘리먼트(100)의 정면도를 도시한다. 도 7에 도시된 도면은 도 5에 도시된 선 A-A'를 따라 절취한 것이다. 변형되지 않는 상태는 도전체층(106)에 대해 각각의 가늘고 긴 엘리먼트(100)상의 바이어스를 이퀄라이징함으로써 선택된다. 가늘고 긴 엘리먼트(100)의 반사 표면이 실질적으로 공동-평탄(co-planar)하기 때문에, 가늘고 긴 엘리먼트(100)에 입사하는 광은 반사된다.

도 8은 GLV의 변형된 가늘고 긴 엘리먼트(100)의 측단면도를 도시한다. 도 8는 변형된 상태에서 가늘고 긴 엘리먼트(100)가 가늘고 긴 엘리먼트(100) 하부의 후속층의 표면과 접촉하지 않으면서 부유된 상태를 유지하는 것을 도시한다. 이는 도 1 내지 도 3의 종래의 변조기와는 대조된다. 가늘고 긴 엘리먼트(100)와 기판 표면 사이의 접촉을 방지함으로써, 종래 기술의 변조기와 관련된 문제점이 방지된다. 하지만, 변형된 상태에서, 가늘고 긴 엘리먼트(100)는 들어지는 경향이 있다. 이는 가늘고 긴 엘리먼트(100)가 자신의 길이방향으로 균일하게 기판쪽으로 길이에 수직하는 정전기 인력을 받고, 반면에 가늘고 긴 엘리먼트(100)의 장력은 가늘고 긴 엘리먼트(100)의 길이를 따라 받기 때문이다. 따라서, 가늘고 긴 엘리먼트의 반사표면은 평면형이 아닌 곡선형이다.

하지만, 가늘고 긴 엘리먼트(100)의 중심부(102)(도 8)는 거의 평면인 상태를 유지하여, 각각의 가늘고 긴 엘리먼트(100)의 중심부에 의해서만 얻어진 회절광의 콘트라스트 비가 만족스러운 값이 되도록 한다. 실제로, 거의 평면인 중심부(102)는 포스트 홀(110) 사이 길이의 1/3이다. 그러므로, 포스트 홀(75) 상의 거리가 75미크론일 때. 거의 평면인 중심부(102)는 길이가 대략 25미크론이다.

도 9는 변형된 가늘고 긴 엘리먼트(100)가 교대로 배치된 디스플레이 엘리먼트(200)의 정면도를 도시한다. 도 9에서 도시된 도면은 도 8에 도시된 선 B-B'를 따라 절취한 것이다. 실질적으로 제거되지 않은 가늘고 긴 리본(100)이 인가된 바이어스 전압에 의해 원하는 위치에 유지된다. 이동하는 가늘고 긴 리본(100)내 변형된 상태는 도전체층(106)에 대해 가늘고 긴 엘리먼트(100)에 교대로 구동 전압을 인가함으로써 달성된다. 수직 거리 d_1 은 대략적으로 평면이 중심부(102)(도 8)에 대해 거의 일정하고, 이에 따라 GLV의 격자 진폭을 한정한다. 격자 진폭 d_1 은 구동된 가늘고 긴 엘리먼트(100)상의 구동 전압을 조정함으로써 조정될 수 있다. 이는 최적의 콘트라스트 비로 GLV의 정밀한 튜닝을 가능케 한다.

단일 파장(λ_1)을 가진 회절하는 입사광에 대해, GLV는 디스플레이될 이미지에서의 최대 콘트라스트 비를 위해 입사광 파장의 1/4($\lambda_0/4$)과 동일한 격자 진폭 d_1 을 가지는 것이 바람직하다. 하지만, 격자 진폭 d_1 은 파장 λ_1 의 1/2와 파장 λ_1 의 전체 수의 합(즉, $d_1 = \lambda_1/4, 3\lambda_1/4, 5\lambda_1/4, \dots, N\lambda_1/2 + \lambda_1/4$)과 동일한 일주(round trip) 거리만을 필요로 한다.

도 9를 참조하면, 각각의 가늘고 긴 엘리먼트(100)의 하부 표면이 거리 d_2 로 기판으로부터 분리되는 것을 알 수 있다. 따라서, 가늘고 긴 엘리먼트(100)는 GLV의 동작 동안 기판과 접촉하지 않는다. 이는 반사 리본과 기판 사이에서의 종래 기술의 변조기의 부착과 관련된 문제점을 방지한다.

도 4에 도시된 이력곡선을 참조하면, 가늘고 긴 엘리먼트(100)를 기판 표면에 대해 1/3 내지 1/4의 거리로만 이동시킴으로써 입사광을 회절시키기 때문에, 히스테리시스가 방지된다.

그러나, 실리콘 라이트 머신즈사의 광변조기는 마이크로 미러의 위치 제어를 위해서 정전기 방식을 이용하는데, 이의 경우 동작 전압이 비교적 높으며(보통 30V 내외) 인가전압과 변위의 관계가 선형적이지 않은 등의 단점이 있어 결과적으로 광을 조절하는데 신뢰성이 높지 않는 단점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 종래의 정전구동방식의 반사 회절형 광변조기 구성과는 달리 압전 구동방식을 이용하여 마이크로 미러를 구동하도록 함으로써 변위, 구동속도, 신뢰성, 선형성 및 저전압 구동 확보가 뛰어난 회절형 박막 압전 마이크로 미러 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

또한, 본 발명의 목적은 박막 압전 구동방식을 이용하여 마이크로 미러를 구동하도록 함으로써 실리콘 웨이퍼상에서의 다양한 구조 설계가 가능하도록 하는 회절형 박막 압전 마이크로 미러 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은 중앙 부분에 에어 스페이스를 제공하기 위한 함몰부가 형성되어 있는 기판; 및 리본 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 기판의 함몰부에 이격되어 위치하도록 양끝단의 하면이 각각 상기 기판의 함몰부를 벗어난 양측지역에 부착되어 있고, 박막의 압전재료층을 포함하여 상기 압전재료층에 전압이 인가되면 상기 함몰부에 이격된 부분이 상하로 구동되고, 입사되는 빔을 회절시키기 위한 압전미러층을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 중앙 부분에 에어 스페이스를 제공하기 위한 함몰부가 형성되어 있는 기판; 리본 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 기판의 함몰부에 이격되어 위치하도록 양끝단의 하면이 각각 상기 기판의 함몰부를 벗어난 양측지역에 부착되어 있고, 상기 기판의 함몰부에 이격된 부분이 상하 이동가능한 하부 지지대; 및 양끝단이 상기 기판의 함몰부 위에 위치하도록 상기 하부 지지대에 적층되며, 박막의 압전재료층을 포함하여 상기 압전재료층에 전압이 인가되면 상기 함몰부에 이격된 부분이 상하로 구동되고, 입사되는 빔을 회절시키기 위한 압전미러층을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은, 중앙 부분에 에어 스페이스를 제공하기 위한 함몰부가 형성되어 있는 기판; 리본 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 기판의 함몰부에 이격되도록 양끝단의 하면이 각각 상기 기판의 함몰부를 벗어난 양측에 부착되어 있는 하부 지지대; 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 좌측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 좌측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 박막의 압전재료층을 포함하여 상기 압전재료층에 전압이 인가되면 수축 및 팽창에 의해 상하 구동력을 제공하는 제 1 압전층; 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 우측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 우측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 전압이 인가되면 수축 및 팽창에 의해 상하 구동력을 제공하는 제 2 압전층; 및 상기 하부지지대의 중앙 부분에 위치하고 있으며, 입사되는 빔을 회절시키기 위한 마이크로 미러층을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은, 절연 및 식각 방지층이 표면에 형성되어 있는 기판; 리본 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 기판에 소정 거리 이격되어 위치하고 있고, 양끝단의 하면이 각각 상기 기판에 부착되어 있으며, 상기 기판에서 소정 거리 이격된 부분이 상하 이동가능한 하부 지지대; 및 상기 하부 지지대에 적층되어 있으며, 박막의 압전재료층을 포함하여 상기 압전재료층에 전압이 인가되면 수축 및 팽창에 의한 상하 구동력을 발생시켜 상기 기판에서 소정 거리 이격된 중앙 부분이 상하로 구동되도록 하고, 입사되는 빔을 회절시키기 위한 압전미러층을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 절연 및 식각 방지층이 표면에 형성되어 있는 기판; 리본 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 기판으로부터 이격되어 위치하고, 양끝단의 하면이 각각 상기 기판의 양측에 부착되어 있으며, 상기 기판으로부터 이격된 부분이 상하 이동가능한 하부 지지대; 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 좌측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 좌측으로 소정 거리 이격되어 위치하고, 박막의 압전재료층을 포함하여 상기 압전재료층에 전압이 인가되면 수축 및 팽창에 의해 상하 구동력을 제공하는 제 1 압전층; 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 우측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 우측으로 소정 거리 이격되어 위치하고, 전압이 인가되면 수축 및 팽창에 의해 상하 구동력을 제공하는 제 2 압전층; 및 상기 하부지지대의 중앙 부분에 위치하고 있으며, 입사되는 빔을 회절시키기 위한 마이크로 미러층을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은, 실리콘 웨이퍼위에 마스크층을 형성하고, 패터닝하여 함몰부를 형성하는 제 1 단계; 상기 제 1 단계에서 형성된 함몰부가 매립되도록 희생층을 형성하는 제 2 단계; 상기 함몰부가 매립된 실리콘 웨이퍼위에 압전미러층을 형성하는 제 3 단계; 및 상기 제 3 단계에서 형성된 압전미러층을 복수의 리본 배열이 되도록 에칭하고 희생층을 제거하여 회절형 박막 압전 마이크로 미러를 형성하는 제 4 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은, 실리콘 웨이퍼위에 마스크층을 형성하고, 패터닝하여 함몰부를 형성하는 제 1 단계; 상기 제 1 단계에서 형성된 함몰부가 매립되도록 희생층을 형성하는 제 2 단계; 상기 함몰부가 매립된 실리콘 기판 위에 하부 지지대를 형성하는 제 3 단계; 상기 제 3 단계에서 형성된 하부 지지대위에 일단의 하면이 상기 함몰부의 외부에 위치하고, 반대단의 하면이 상기 함몰부의 중앙 부위에서 외측으로 소정 이격되어 위치하며 서로 대향하여 형성된 한 쌍의 압전미러층을 형성하는 제 4 단계; 상기 하부 지지대의 중앙 부분에 마이크로 미러층을 형성하는 제 5 단계; 및 상기 한쌍의 압전미러층과 하부지지대를 복수의 리본 배열이 되도록 에칭하고 희생층을 제거하여 회절형 박막 압전 마이크로 미러를 형성하는 제 6 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은, 실리콘 기판위에 희생층을 적층하여 형성한 후에 마스크층을 형성하여 에칭하여 부유부를 형성하는 제 1 단계; 상기 제 1 단계에서 부유부가 형성된 실리콘 기판위에 하부지지대를 적층하여 형성하는 제 2 단계; 상기 제 2 단계에

서 형성된 하부지지대 위에 압전미러층을 형성하는 제 3 단계; 및 상기 제 3 단계에서 형성된 압전미러층을 복수의 리본 배열이 되도록 예칭하고 희생층을 제거하여 회절형 박막 압전 마이크로 미러를 형성하는 제 4 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은, 실리콘 기판위에 희생층을 적층하여 형성한 후에 마스크층을 형성하고 예칭하여 부유부를 형성하는 제 1 단계; 상기 제 1 단계에서 부유부가 형성된 실리콘 기판위에 하부지지대를 적층하여 형성하는 제 2 단계; 상기 제 2 단계에서 형성된 하부 지지대위에 일단의 하면이 상기 함몰부의 외부에 위치하고, 반대단의 하면이 상기 부유부의 중앙 부위에서 외측으로 소정 이격되어 위치하며 서로 대향하여 형성된 한 쌍의 압전미러층을 형성하는 제 3 단계; 상기 하부 지지대의 중앙 부분에 마이크로 미러층을 형성하는 제 4 단계; 및 상기 한쌍의 압전미러층과 하부지지대를 복수의 리본 배열이 되도록 예칭하고 희생층을 제거하여 회절형 박막 압전 마이크로 미러를 형성하는 제 5 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

이제, 도 10a 이하의 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 일실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 10a ~10j는 본 발명의 일실시예에 따른 함몰부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 제조 과정의 측단면도이다.

도 10a를 참조하면, 실리콘 웨이퍼(1001)위에 예칭을 하기 위해 열산화 등의 방법으로 마스크층(1002)을 $0.1\sim1.0\mu\text{m}$ 두께로 형성하고, 패터닝하여 실리콘 예칭을 준비한다.

도 10b를 참조하면, TMAH 또는 KOH 등의 실리콘을 예칭할 수 있는 용액을 이용하여 실리콘을 적당한 두께로 예칭한 후에 마스크층(1002)을 제거한다. 물론 이러한 습식 예칭(Wet etching)뿐만 아니라 건식 예칭(dry etching)도 사용될 수 있다.

도 10c를 참조하면, 예칭된 실리콘에 다시 열산화 등의 방법으로 절연 및 식각방지층(1003)을 만든다. 즉, 실리콘 웨이퍼의 표면에 SiO_2 등의 절연 및 식각방지층(1003)을 형성한다.

그리고, 도 10d를 참조하면 에어스페이스를 형성하기 위해 실리콘 웨이퍼(1001)의 예칭된 부위에 저압 화학 기상 증착(LPCVD)나 플라즈마 화학 기상 증착(PECVD)의 방법으로 폴리 실리콘(Poly-Si) 또는 amorphous-Si 등을 증착하여 희생층(1004)를 형성한 후에 평탄하게 폴리싱한다. 이때, SOI(Silicon On Insulator)를 사용하는 경우에는 폴리 실리콘의 증착 및 폴리싱 없이 진행 가능하다.

이후에, Si_3N_4 등의 실리콘나이트나이드계열을 LPCVD 또는 PECVD 방법으로 일예로 바람직하게는 $0.1\sim5.0\mu\text{m}$ 두께의 범위에서 증착한 후에 SiO_2 를 열산화 혹은 PECVD 방법으로 $0.1\sim5\mu\text{m}$ 범위에서 증착하는데 필요에 따라 생략할 수 있다.

다음에, 도 10e를 참조하면, 압전 재료를 지지하기 위한 하부 지지대(1005)를 실리콘 웨이퍼(1001)에 증착하며, 하부 지지대(1005)를 구성하는 재료로는 Si 산화물(일예로 SiO_2 등), Si 질화물 계열(일예로 Si_3N_4 등), 세라믹 기판($\text{Si}, \text{ZrO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$ 등), Si 카바이드 등이 될 수 있다. 이러한 하부 지지대(1005)는 필요에 따라 생략할 수 있다.

도 10f를 참조하면, 하부 지지대(1005) 위에 하부 전극(1006)을 형성하며, 이때 하부 전극(1006)의 전극재료로는 Pt, Ta/Pt, Ni, Au, Al, RuO_2 등이 사용될 수 있으며, $0.01\sim3\mu\text{m}$ 범위에서 sputter 또는 evaporation 등의 방법으로 증착한다.

도 10g를 참조하면, 하부 전극(1006) 위에 압전 재료(1007)를 습식(스크린 프린팅, Sol-Gel coting 등) 및 건식 방법(스페터링, Evaporation, MOCVD, Vapor Deposition 등)으로 $0.01\sim20.0\mu\text{m}$ 범위에서 형성한다. 그리고, 사용되는 압전재료(1007)는 상하 압전 재료와 좌우 압전 재료를 모두 사용가능하며, PZT, PNN-PT, PLZT, AlN, ZnO 등의 압전재료를 사용할 수 있으며, Pb, Zr, Zn 또는 타이타늄등을 최소 한개 이상의 원소를 포함하는 압전 전해 재료를 대상으로 한다.

도 10h를 참조하면, 압전 재료(1007)위에 상부 전극(1008)을 형성하며, 이때 사용되는 전극재료는 Pt, Ta/Pt, Ni, Au, Al, Ti/Pt, $\text{IrO}_2, \text{RuO}_2$ 등이 사용될 수 있고, $0.01\sim3\mu\text{m}$ 범위에서 sputter 또는 evaporation 등의 방법으로 형성한다.

도 10i를 참조하면, 상부 전극(1008) 위에 마이크로 미러(1009)를 부착하며, 그 재료로는 Ti, Cr, Cu, Ni, Al, Au, Ag, Pt, Au/Cr 등등의 광반사 물질이 사용된다.

이때, 상부 전극층(1008)을 마이크로 미러로 사용하던가 아니면 별도의 마이크로 미러를 상부 전극층(1008)에 증착할 수 있다.

도 10j를 참조하면, 위에서 설명한 바와 같이 형성된 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이의 모체로부터 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이를 형성하기 위해서는 포토 레이지스트 등의 마스크층을 사용하여 패터닝 한 후에 마이크로미러(1009), 상부전극(1008), 압전 재료(1007), 하부 전극(1006), 하부 지지대(1005)를 에칭하여 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이를 형성한다. 이후에, 희생층(1004)을 XeF₂ 가스를 이용하여 에칭한다.

여기에서는, 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이의 모체로부터 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이를 형성한 후에, 희생층(1004)을 제거하는 과정을 설명하였지만, 희생층(1004)을 제거한 후에 마이크로 미러 어레이를 형성할 수도 있다.

즉, 먼저 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이의 모체에서 하부 지지대(1005)가 형성되지 않은 구간에 훌을 형성하고, 희생층(1004)을 XeF₂ 가스를 이용하여 에칭한 후에 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이의 모체에서 포토 레이지스트 등의 마스크층을 사용하여 패터닝 한 후에 마이크로미러(1009), 상부전극(1008), 압전 재료(1007), 하부 전극(1006), 하부 지지대(1005)를 에칭하여 미러 어레이를 형성한다.

도 11a 내지 도 11c는 변형되지 않은 압전 재료를 가지고 있는 다양한 형태의 함몰부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 측면도이다.

도 11a는 실리콘 웨이퍼의 희생층이 에어 스페이스로 대체되어 있음을 보여주며, 따라서, 압전 재료는 그 단부에 의해 기판 표면상에 부유된다. 그리고, 하부 전극층(1006a), 압전 재료층(1007a), 상부 전극층(1008a), 마이크로 미러(1009a)는 하부 지지대(1005a)의 위에 위치하고 있음을 알 수 있다.

도 11b는 실리콘 웨이퍼의 희생층이 에어 스페이스로 대체되어 있음을 보여주며, 따라서, 압전 재료는 그 단부에 의해 기판 표면상에 부유된다. 그리고, 여기에서 마이크로 미러(1009b)는 하부 지지대(1005b)의 중앙에 위치하고 있음을 알 수 있다. 또한, 하부 전극층(1006b), 압전 재료층(1007b), 상부 전극층(1008b)은 하부 지지대(1005b)의 좌우 양측에 위치하고 있음을 알 수 있다. 이러한 형태의 회절형 박막 압전 마이크로 미러를 형성하기 위해서는 상부 전극층(1008b)까지 형성한 후에 중앙 부위의 하부전극층(1006b), 압전 재료층(1007b), 상부 전극층(1008b)을 에칭한 후에, 에칭된 중앙 부위에 마이크로 미러(1009b)를 형성한다.

도 11c는 실리콘 웨이퍼의 희생층이 에어 스페이스로 대체되어 있음을 보여주며, 따라서 압전 재료는 그 단부에 의해 기판 표면상에 부유된다. 그리고, 여기에서 하부 전극층(1006c), 압전 재료층(1007c), 상부 전극층(1008c), 마이크로 미러(1009c)는 하부 지지대(1005c)의 중앙에 위치하고 있음을 알 수 있다.

도 12a 내지 도 12c는 변형된 후의 압전 재료를 가지고 있는 다양한 형태의 함몰부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 측면도이다.

도 12a는 압전 재료(1007a)의 상하에 전압이 인가됨에 따라 압전 재료의 수축 및 팽창하려는 힘에 의해 하부 지지대(1005a), 하부 전극층(1006a), 압전 재료층(1007a), 상부 전극층(1008a), 마이크로 미러(1009a)가 다운되어 있는 상태를 보여주고 있다. 이때, 압전 재료(1007a)는 좌우로 수축되어 좌우 방향의 힘을 발생시키지만 하부 지지대(1005a)에 압전 재료(1007a)의 하부가 단단하게 고착되어 있기 때문에 좌우 방향으로 작용하는 힘은 결국은 압전 재료(1007a)를 업 방향으로 끌어내리게 된다.

도 12b는 하부 지지대(1005b)의 좌우 양측에 위치하고 있는 압전 재료층(1007b)의 상하에 전압이 인가되어 좌우 방향으로 수축되는 힘이 발생함을 알 수 있으며, 이때 압전 재료(1007b)는 좌우로 수축되어 좌우 방향의 힘을 발생시키지만 하부 지지대(1005b)에 압전 재료(1007b)의 하부가 단단하게 고착되어 있기 때문에 좌우 방향으로 작용하는 힘은 결국은 압전 재료(1007b)를 업 방향으로 끌어내리게 되다. 그리고 그 결과 하부 지지대(1009b)는 위로 업되며 하부 지지대(1009c)의 중앙에 위치한 마이크로 미러(1009b)는 위로 업되게 된다.

도 12c는 하부 지지대(1005c)의 중앙에 위치하고 있는 압전 재료(1007c)의 상하에 전압이 인가되면 하부 전극층(1006c), 압전 재료층(1007c), 상부 전극층(1008c), 마이크로 미러(1009c)는 위로 업됨을 알 수 있다.

도 13a은 함몰부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러가 동일한 치수를 가지면서 배치된 디스플레이 엘리멘트의 구동 예의 측단면도를 도시한 것이다. 회절형 박막 압전 마이크로 미러는 전압의 인가에 의해 상하 위치로 이동된다.

도 13b는 함몰부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러가 다른 치수를 가지면서 교대로 배치된 디스플레이 엘리멘트의 구동 예의 측단면도를 도시한 것이다. 회절형 박막 압전 마이크로 미러는 전압의 인가에 의해 상하 위치로 이동된다.

도 13c는 함몰부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러가 동일한 치수를 가지면서 배치된 디스플레이 엘리멘트의 구동 예의 측단면도를 도시한 것이다. 이때 절연층의 상면에 마이크로 미러가 전면에 형성되어 입사되는 빛을 회절시킨다.

도 14a ~14h는 본 발명의 다른 실시예에 따른 부유부를 가진 박막 압전 광변조기의 제조 과정의 측단면도이다.

도 14a를 참조하면, 실리콘에 열산화 등의 방법으로 절연 및 식각방지층(2002)을 만든다. 즉, 실리콘 웨이퍼의 표면에 SiO_2 등으로 절연 및 식각방지층(2002)을 형성한다.

그리고, 에어스페이스를 형성하기 위해 실리콘 웨이퍼(2001)의 절연 및 식각방지층(2002)의 상면에 LPCVD나 PECVD의 방법으로 폴리 실리콘(Poly-Si) 또는 amorphous-Si 등을 증착한 후에 평탄하게 폴리싱하여 희생층(2003)을 형성한다.

이후에, 희생층(2003)위에 에칭을 하기 위해 열산화 등의 방법으로 마스크층(2004)을 $0.1\sim3.0\mu\text{m}$ 두께로 형성하고, 패터닝하여 실리콘 에칭을 준비한다.

도 14b를 참조하면, TMAH 또는 KOH 등의 실리콘을 에칭할 수 있는 용액을 이용하여 실리콘을 적당한 두께로 에칭한 후에 마스크층(2004)을 제거한다.

이후에, Si_3N_4 등의 실리콘나이트나이드계열을 LPCVD 또는 PECVD 방법으로 일예로 바람직하게는 $0.1\sim5.0\mu\text{m}$ 두께의 범위에서 증착한 후에 SiO_2 를 열산화 혹은 PECVD 방법으로 $0.1\sim3\mu\text{m}$ 범위에서 증착하는데 필요에 따라 생략할 수 있다.

다음에, 도 14c를 참조하면, 압전 재료를 지지하기 위한 하부 지지대(2005)를 절연 및 식각방지층(2002)과 희생층(2003) 위에 증착하며, 하부 지지대(2005)를 구성하는 재료로는 Si 산화물(일예로 SiO_2 등), Si 질화물(Si_3N_4 등), 세라믹 기판(일예로 Si, ZrO_2 , Al_2O_3 등), 실리콘 카바이드 등이 될 수 있다. 이러한 하부 지지대(2005)는 필요에 따라 생략할 수 있다.

도 14d를 참조하면, 하부 지지대(2005) 위에 하부 전극(2006)을 형성하며, 이때 하부 전극(2006)의 전극재료로는 Pt, Ta/Pt, Ni, Au, Al, RuO_2 등이 사용될 수 있으며, $0.01\sim3\mu\text{m}$ 범위에서 sputter 또는 evaporation 등의 방법으로 증착한다.

도 14e를 참조하면, 하부 전극(2006) 위에 압전 재료(2007)를 습식(스크린 프린팅, Sol-Gel coting 등) 및 건식 방법(스페터링, Evaporation, Vapor Deposition 등)으로 $0.01\sim20.0\mu\text{m}$ 범위에서 형성한다. 그리고, 사용되는 압전재료(2007)은 상하 압전재료와 좌우 압전 재료를 모두 사용가능하며, PZT, PMN-PT, PLZT, AlN, ZnO 등의 압전재료를 사용할 수 있으며, Pb, Zr, Zn 또는 타이타늄등을 최소한개 이상의 원소를 포함하는 압전 전해 재료를 대상으로 한다.

도 14f를 참조하면, 압전 재료(2007)위에 상부 전극(2008)을 형성하며, 이때 사용되는 전극재료는 Pt, Ta/Pt, Ni, Au, Al, Ti/Pt, IrO_2 , RuO_2 등이 사용될 수 있고, $0.01\sim3\mu\text{m}$ 범위에서 sputter 또는 evaporation 등의 방법으로 형성한다.

도 14g를 참조하면, 상부 전극(2008) 위에 마이크로 미러(2009)를 부착하며, 그 재료로는 Ti, Cr, Cu, Ni, Al, Au, Ag, Pt, Au/Cr 등등의 광반사 물질이 사용된다.

이때, 상부 전극층(2008)을 마이크로 미러로 사용하던가 아니면 별도의 마이크로 미러를 상부 전극층(2008)에 증착할 수 있다.

도 14h를 참조하면, 위에서 설명한 바와 같이 형성된 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이의 모체로부터 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이를 형성하기 위해서는 포토 레이지스트 등의 마스크층을 사용하여 패터닝 한 후에 마이크로미러(2009), 상부전극(2008), 압전 재료(2007), 하부 전극(2006), 하부 지지대(2005)를 에칭하여 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이를 형성한다. 이후에, 희생층(2003)을 XeF₂ 가스를 이용하여 에칭한다.

여기에서는, 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이의 모체로부터 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이를 형성한 후에, 희생층(2003)을 제거하는 과정을 설명하였지만, 희생층(2003)을 제거한 후에 마이크로 미러 어레이를 형성할 수도 있다.

즉, 먼저 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이의 모체에서 하부 지지대(2005)가 형성되지 않은 구간에 홀을 형성하고, 희생층(2003)을 XeF₂ 가스를 이용하여 에칭한 후에 회절형 박막 압전 마이크로 미러 어레이의 모체에서 포토 레이지스트 등의 마스크층을 사용하여 패터닝 한 후에 마이크로미러(2009), 상부전극(2008), 압전 재료(2007), 하부 전극(2006), 하부 지지대(2005)를 에칭하여 미러 어레이를 형성한다.

도 15a 내지 도 15c는 변형되지 않은 압전 재료를 가지고 있는 다양한 형태의 부유부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 측면도이다.

도 15a는 실리콘 웨이퍼의 희생층이 에어 스페이스로 대체되어 있음을 보여주며, 따라서, 압전 재료는 그 단부에 의해 기판 표면상에 부유된다. 그리고, 하부 전극층(2006a), 압전 재료층(2007a), 상부 전극층(2008a), 마이크로 미러(2009a)는 하부 지지대(2005a)의 위에 위치하고 있음을 알 수 있다. 도 11a와 다른 점으로는 압전재료가 절연 및 식각방지층위에 도출하여 부유되어 있다는 점이다.

도 15b는 실리콘 웨이퍼의 희생층이 에어 스페이스로 대체되어 있음을 보여주며, 따라서, 압전 재료는 그 단부에 의해 기판 표면상에 부유된다. 그리고, 여기에서 마이크로 미러(2009b)는 하부 지지대(2005b)의 중앙에 위치하고 있음을 알 수 있다. 또한, 하부 전극층(2006b), 압전 재료층(2007b), 상부 전극층(2008b)은 하부 지지대(2005b)의 좌우 양측에 위치하고 있음을 알 수 있다. 이러한 형태의 회절형 박막 압전 마이크로 미러를 형성하기 위해서는 상부 전극층(2008b)까지 형성한 후에 중앙 부위의 하부전극층(2006b), 압전 재료층(2007b), 상부 전극층(2008b)을 에칭하고, 에칭된 중앙 부위에 마이크로 미러(2009b)를 형성한다. 도 11b와 다른 점으로는 압전재료가 절연 및 식각방지층위에 도출하여 부유되어 있다는 점이다.

도 15c는 실리콘 웨이퍼의 희생층은 에어 스페이스로 대체되어 있음을 보여주며, 따라서 압전 재료는 그 단부에 의해 기판 표면상에 부유된다. 그리고, 여기에서 하부 전극층(2006c), 압전 재료층(2007c), 상부 전극층(2008c), 마이크로 미러(2009c)는 하부 지지대(2005c)의 중앙에 위치하고 있음을 알 수 있다. 도 11c와 다른 점으로는 압전재료가 절연 및 식각방지층위에 도출하여 부유되어 있다는 점이다.

도 16a 내지 도 16c는 변형된 후의 압전 재료를 가지고 있는 다양한 형태의 부유부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 측면도이다.

도 16a는 압전 재료(2007a)의 상하에 전압이 인가됨에 따라 압전 재료의 수축 및 팽창하려는 힘에 의해 하부 지지대(2005a), 하부 전극층(2006a), 압전 재료층(2007a), 상부 전극층(2008a), 마이크로 미러(2009a)가 다운되어 있는 상태를 보여주고 있다. 이때, 압전 재료(2007a)는 좌우로 수축되어 좌우 방향의 힘을 발생시키지만 하부 지지대(2005a)에 압전 재료(2007a)의 하부가 단단하게 고착되어 있기 때문에 좌우 방향으로 작용하는 힘은 결국은 압전 재료(2007a)를 업 방향으로 끌어내리게 된다.

도 16b는 하부 지지대(2005b)의 좌우 양측에 위치하고 있는 압전 재료층(2007b)의 상하에 전압이 인가되어 좌우 방향으로 수축되는 힘이 발생함을 알 수 있으며, 이때 압전 재료(2007b)는 좌우로 수축되어 좌우 방향의 힘을 발생시키지만 하부 지지대(2005b)에 압전 재료(2007b)의 하부가 단단하게 고착되어 있기 때문에 좌우 방향으로 작용하는 힘은 결국은 압전 재료(2007b)를 업 방향으로 끌어내리게 되다. 그리고 그 결과 하부 지지대(2009b)는 위로 업되며 하부 지지대(1009c)의 중앙에 위치한 마이크로 미러(2009b)는 위로 업되게 된다.

도 16c는 하부 지지대(2005c)의 중앙에 위치하고 있는 압전 재료(2007c)의 상하에 전압이 인가되면 하부 전극층(2006c), 압전 재료층(2007c), 상부 전극층(2008c), 마이크로 미러(2009c)는 위로 업됨을 알 수 있다.

도 17a는 부유부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러가 동일폭을 가지고 배치된 디스플레이 엘리멘트의 구동예의 측 단면도를 도시한 것이다. 회절형 박막 압전 마이크로 미러는 전압의 인가에 의해 상하 위치로 이동된다.

도 17b는 부유부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러가 서로 다른 폭을 가지고 교대로 배치된 디스플레이 엘리멘트의 구동예의 측 단면도를 도시한 것이다. 회절형 박막 압전 마이크로 미러는 전압의 인가에 의해 상하 위치로 이동된다.

도 17c는 부유부를 가진 회절형 박막 압전 마이크로 미러가 일정한 폭을 두고 배치된 디스플레이 엘리멘트의 구동예의 측 단면도를 도시한 것이다. 절연층의 상면에 마이크로 미러가 형성되어 있으며 형성된 마이크로 미러는 입사빛을 회절시킨다.

한편, 본 발명에서는 압전재료층이 단층인 경우에 대하여 설명하였지만 저전압 구동을 위하여 압전재료층을 다층으로 구성할 수 있으며, 이때 하부 전극층과 상부 전극층도 다층으로 구성된다.

즉, 아래로부터 제1 하부 전극층, 제1 압전재료층, 제1 상부전극층 및 제2 하부전극층, 제2 압전재료층, 제2 상부전극층 및 제3 하부 전극층등으로 구성할 수 있다.

발명의 효과

상기와 같은 본 발명에 따르면, 종래 기술에 의한 정전기 방식의 경우 비선형적인데 비해 압전소자를 이용한 경우 인가전 압과 변위의 관계가 선형성을 가질수 있도록 하는 효과가 있다.

또한, 본 발명에 따르면, 정전기 방식과 비교하여 상대적으로 낮은 전압에서 같은 정도의 변위를 얻는 것이 가능하며, 높은 구동속도를 얻는 것이 가능하도록 하는 효과가 있다.

또한, 본 발명에 따르면, 신뢰성 있는 리본 변위의 조절이 가능함으로서 정전기 방식으로 하기 힘들었던 아날로그 콘트롤(gray scale control)이 가능하도록 하는 효과가 있다.

또한, 본 발명에 따르면, 압전 마이크로 미러 어레이를 구성하는데 있어서, 리본의 길이와 폭에 대한 다양한 디자인이 가능하여 해당 어플리케이션에서 요구되는 광효율 조율이 용이하도록 하는 효과가 있다.

이상에서 설명한 것은 본 발명에 따른 회절형 박막 압전 마이크로 미러 및 그 제조 방법을 실시하기 위한 하나의 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않고, 이하의 특허청구범위에서 청구하는 바와 같이 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

중앙 부분에 에어 스페이스를 제공하기 위한 함몰부가 형성되어 있는 기판; 및

리본 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 기판의 함몰부에 이격되어 위치하도록 양끝단의 하면이 각각 상기 기판의 함몰부를 벗어난 양측지역에 부착되어 있고, 박막의 압전재료층을 포함하여 상기 박막의 압전재료층의 양측에 전압이 인가되면 상기 함몰부에 이격된 부분이 상하로 구동되고, 입사되는 빔을 회절시키기 위한 압전미러층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 압전 미러층은,

리본 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 실리콘 기판의 함몰부에 이격되도록 양끝단의 하면이 각각 상기 실리콘 기판의 함몰부를 벗어난 양측지역에 위치하고 있으며, 압전 전압을 제공하기 위한 하부 전극층;

상기 하부 전극층위에 적층되어 있으며 양면에 전압이 인가되면 수축 및 팽창하여 상하 구동력을 발생시키는 압전 재료층; 및

상기 압전 재료층위에 적층되어 있으며 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하고, 입사되는 빔을 회절시키기 위한 상부 전극 및 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

리본 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 기판의 함몰부에 이격되어 위치하도록 양끝단의 하면이 각각 상기 기판의 함몰부를 벗어난 양측지역에 부착되어 있고, 상기 압전미러층이 상부에 적층되어 있으며, 상기 기판의 함몰부에 위치하는 부분이 상하로 이동가능한 하부 지지대를 더 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 압전 미러층은

리본 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 실리콘 기판의 함몰부에 이격되도록 양끝단의 하면이 각각 상기 실리콘 기판의 함몰부를 벗어난 양측지역에 위치하고 있으며, 압전 전압을 제공하기 위한 제1 전극층;

상기 제1 전극층위에 다층으로 적층되어 있으며 각각의 층에 전압이 인가되면 전압이 인가된 층은 수축 및 팽창하여 상하 구동력을 발생시키는 복수의 압전 재료층;

상기 다층의 압전 재료층 사이에 적층되어 있으며 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하기 위한 복수의 제2 전극층; 및

상기 다층의 압전 재료층의 최상층 위에 적층되어 있으며, 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하고 입사되는 광을 회절시키는 전극 및 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 5.

중앙 부분에 에어 스페이스를 제공하기 위한 함몰부가 형성되어 있는 기판;

리본 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 기판의 함몰부에 이격되어 위치하도록 양끝단의 하면이 각각 상기 기판의 함몰부를 벗어난 양측지역에 부착되어 있고, 상기 기판의 함몰부에 이격된 부분이 상하 이동가능한 하부 지지대; 및

양끝단이 상기 기판의 함몰부 위에 위치하도록 상기 하부 지지대에 적층되며, 박막의 압전재료층을 포함하여 상기 압전재료층의 양측에 전압이 인가되면 상기 함몰부에 이격된 부분이 상하로 구동되고, 입사되는 빔을 회절시키기 위한 압전미러층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 압전 미러층은,

양끝단이 상기 기판의 함몰부 위에 위치하도록 상기 하부 지지대에 적층되며, 압전 전압을 제공하기 위한 하부 전극층;

상기 하부 전극층위에 적층되어 있으며 양면에 전압이 인가되면 수축 및 팽창하여 상하 구동력을 발생시키는 압전 재료층; 및

상기 압전 재료층위에 적층되어 있으며 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하고, 입사되는 빔을 회절시키기 위한 상부 전극 및 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 7.

제 5 항에 있어서,

상기 압전 미러층은

양끝단이 상기 기판의 함몰부에 위치하도록 상기 하부지지대에 적층되며, 압전 전압을 제공하기 위한 제1 전극층;

상기 제1 전극층위에 다층으로 적층되어 있으며 각각의 층에 전압이 인가되면 전압이 인가된 층은 수축 및 팽창하여 상하 구동력을 발생시키는 복수의 압전 재료층;

상기 다층의 압전 재료층 사이에 적층되어 있으며 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하기 위한 복수의 제2 전극층; 및

상기 다층의 압전 재료층의 최상층 위에 적층되어 있으며, 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하고 입사되는 광을 회절시키는 전극 및 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 8.

중앙 부분에 에어 스페이스를 제공하기 위한 함몰부가 형성되어 있는 기판;

리본 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 기판의 함몰부에 이격되도록 양끝단의 하면이 각각 상기 기판의 함몰부를 벗어난 양측에 부착되어 있는 하부 지지대;

한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 좌측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 좌측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 박막의 압전재료층의 포함하여 상기 압전재료층에 전압이 인가되면 수축 및 팽창에 의해 상하 구동력을 제공하는 제 1 압전층;

한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 우측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 우측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 박막의 압전재료층을 포함하여 상기 압전재료층에 전압이 인가되면 수축 및 팽창에 의해 상하 구동력을 제공하는 제 2 압전층; 및

상기 하부지지대의 중앙 부분에 위치하고 있으며, 입사되는 빔을 회절시키기 위한 마이크로 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 압전층은,

리본 형상을 하고 있으며, 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 좌측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 좌측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 압전 전압을 제공하기 위한 제 1 하부 전극층;

상기 제 1 하부 전극층위에 적층되어 있으며, 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 좌측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 좌측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 양면에 전압이 인가되면 수축 및 팽창 구동력을 발생시키는 제 1 압전 재료층; 및

상기 제1 압전 재료층위에 적층되어 있으며, 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 좌측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 좌측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 압전 전압을 제공하기 위한 제 1 상부 전극층을 포함하며,

상기 제 2 압전층은,

리본 형상을 하고 있으며, 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 우측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 우측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 압전 전압을 제공하기 위한 제 2 하부 전극층;

상기 제 2 하부 전극층위에 적층되어 있으며, 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 우측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 우측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 양면에 전압이 인가되면 수축 및 팽창 구동력을 발생시키는 제 2 압전 재료층; 및

상기 제 2 압전 재료층위에 적층되어 있으며, 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 우측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 우측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 압전 전압을 제공하기 위한 제2 상부 전극층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 10.

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 압전층 및 제 2 압전층은 다층으로 적층되는 것을 특징으로 하는 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 11.

절연 및 식각 방지층이 표면에 형성되어 있는 실리콘 기판;

리본 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 실리콘 기판에 소정 거리 이격되어 부유하고 있고, 양끝단의 하면이 각각 상기 실리콘 기판에 부착되어 있으며, 상기 실리콘 기판에서 소정 거리 이격된 부분이 상하 이동가능한 하부 지지대; 및

상기 하부 지지대에 적층되어 있으며, 박막의 압전재료층을 포함하여 상기 압전재료층의 양측에 전압이 인가되면 수축 및 팽창에 의한 상하 구동력을 발생시켜 상기 실리콘 기판에서 소정 거리 이격된 중앙 부분이 상하로 구동되도록 하고, 입사 되는 빔을 회절시키기 위한 압전미러층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 압전 미러층의 양끝단이 상기 하부 지지대의 상기 실리콘 기판으로부터 이격된 부분에 위치하는 것을 특징으로 하는 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 13.

제 11 항에 있어서,

상기 압전 미러층은,

상기 하부 지지대에 적층되어 있으며, 압전 전압을 제공하기 위한 하부 전극층;

상기 하부 전극층위에 적층되어 있으며 양면에 전압이 인가되면 수축 및 팽창에 의해 상하 구동력을 발생시키는 압전 재료층; 및

상기 압전 재료층위에 적층되어 있으며 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하고, 입사되는 빔을 반사하기 위한 상부 전극 및 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 14.

제 11 항에 있어서,

상기 압전 미러층은

상기 하부 지지대에 적층되어 있으며, 압전 전압을 제공하기 위한 제1 전극층;

상기 제1 전극층위에 다층으로 적층되어 있으며 각각의 층에 전압이 인가되면 전압이 인가된 층은 수축 및 팽창하여 상하 구동력을 발생시키는 복수의 압전 재료층;

상기 다층의 압전 재료층 사이에 적층되어 있으며 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하기 위한 복수의 제2 전극층; 및

상기 다층의 압전 재료층의 최상층 위에 적층되어 있으며, 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하고 입사되는 광을 회절시키는 전극 및 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 15.

절연 및 식각 방지층이 표면에 형성되어 있는 기판;

리본 형상을 하고 있으며, 중앙 부분이 상기 기판으로부터 이격되어 부유하고, 양끝단의 하면이 각각 상기 기판의 양측에 부착되어 있으며, 상기 기판으로부터 이격된 부분이 상하 이동가능한 하부 지지대;

한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 좌측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 좌측으로 소정 거리 이격되어 위치하고, 박막의 압전재료층을 포함하여 상기 압전재료층에 전압이 인가되면 수축 및 팽창에 의해 상하 구동력을 제공하는 제 1 압전층;

한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 우측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 우측으로 소정 거리 이격되어 위치하고, 박막의 압전재료층을 포함하여 상기 압전재료층에 전압이 인가되면 수축 및 팽창에 의해 상하 구동력을 제공하는 제 2 압전층; 및

상기 하부지지대의 중앙 부분에 위치하고 있으며, 입사되는 빔을 회절시키기 위한 마이크로 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 16.

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 압전층은,

리본 형상을 하고 있으며, 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 좌측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 좌측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 압전 전압을 제공하기 위한 제 1 하부 전극층;

상기 제 1 하부 전극층위에 적층되어 있으며, 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 좌측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 좌측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 양면에 전압이 인가되면 수축 및 팽창 구동력을 발생시키는 제 1 압전 재료층; 및

상기 제 1 압전 재료층위에 적층되어 있으며, 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 좌측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 좌측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 압전 전압을 제공하기 위한 제 1 상부 전극층을 포함하며,

상기 제2 압전층은,

리본 형상을 하고 있으며, 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 우측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 우측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 압전 전압을 제공하기 위한 제 2 하부 전극층;

상기 제 2 하부 전극층위에 적층되어 있으며, 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 우측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 우측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 양면에 전압이 인가되면 수축 및 팽창 구동력을 발생시키는 제 2 압전 재료층; 및

상기 제 2 압전 재료층위에 적층되어 있으며, 한쪽 끝단이 상기 하부지지대의 우측 끝단에 위치하고, 다른쪽 끝단이 상기 하부지지대의 중앙 부위로부터 우측으로 소정 거리 이격되어 위치하며, 압전 전압을 제공하기 위한 제2 상부 전극층을 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 17.

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 압전층 및 제 2 압전층은 다층으로 적층되는 것을 특징으로 하는 회절형 박막 압전 마이크로 미러.

청구항 18.

실리콘 웨이퍼위에 마스크층을 형성하고, 패터닝하여 함몰부를 형성하는 제 1 단계;

상기 제 1 단계에서 형성된 함몰부가 매립되도록 희생층을 형성하는 제 2 단계;

상기 함몰부가 매립된 실리콘 웨이퍼위에 하부 전극층과, 상기 하부전극층 위에 적층되어 있는 압전 재료층과, 상기 압전 재료층위에 적층된 상부 전극 및 미러층을 포함한 압전미러층을 형성하는 제 3 단계; 및

상기 제 3 단계에서 형성된 상기 압전미러층을 복수의 리본 배열이 되도록 에칭하고 희생층을 제거하여 회절형 박막 압전 마이크로 미러를 형성하는 제 4 단계를 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 제조방법.

청구항 19.

제 18 항에 있어서,

상기 제 2 단계 이후에, 상기 압전미러층을 적층하기 위한 하부 지지대를 상기 함몰부가 매립된 실리콘 기판위에 형성하는 제 5 단계를 더 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 제조방법.

청구항 20.

제 19 항에 있어서,

상기 제 4 단계 이후에, 상기 압전미러층의 양끝단이 상기 함몰부 위에 위치하도록 상기 압전미러층의 양측을 에칭하는 제 6 단계를 더 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 제조방법.

청구항 21.

실리콘 웨이퍼위에 마스크층을 형성하고, 패터닝하여 함몰부를 형성하는 제 1 단계;

상기 제 1 단계에서 형성된 함몰부가 매립되도록 희생층을 형성하는 제 2 단계;

상기 함몰부가 매립된 실리콘 기판 위에 하부 지지대를 형성하는 제 3 단계;

상기 제 3 단계에서 형성된 하부 지지대위에 일단의 하면이 상기 함몰부의 외부에 위치하고, 반대단의 하면이 상기 함몰부의 중앙 부위에서 외측으로 소정 이격되어 위치하며 서로 대향하여 형성되어 있고, 각각이 하부 전극층과 상기 하부 전극층 위에 적층되어 있는 압전 재료층과 상기 압전재료층위에 적층된 상부 전극층을 포함한 한 쌍의 압전미러층을 형성하는 제 4 단계;

상기 하부 지지대의 중앙 부분에 마이크로 미러층을 형성하는 제 5 단계; 및

상기 한쌍의 압전미러층과 하부지지대를 복수의 리본 배열이 되도록 에칭하고 희생층을 제거하여 회절형 박막 압전 마이크로 미러를 형성하는 제 6 단계를 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 제조방법.

청구항 22.

실리콘 기판위에 희생층을 적층하여 형성한 후에 마스크층을 형성하여 에칭하여 부유부를 형성하는 제 1 단계;

상기 제 1 단계에서 부유부가 형성된 실리콘 기판위에 하부지지대를 적층하여 형성하는 제 2 단계;

상기 제 2 단계에서 형성된 하부지지대 위에 하부 전극층과 상기 하부 전극층 위에 적층되어 있는 압전 재료층과 상기 압전재료층위에 적층된 상부 전극 및 미러층으로 포함한 압전미러층을 형성하는 제 3 단계; 및

상기 제 3 단계에서 형성된 상기 압전미러층을 복수의 리본 배열이 되도록 에칭하고 희생층을 제거하여 회절형 박막 압전 마이크로 미러를 형성하는 제 4 단계를 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 제조방법.

청구항 23.

제 22 항에 있어서,

상기 제 4 단계 이후에, 상기 압전미러층의 양끝단이 상기 부유부 위에 위치하도록 상기 압전미러층의 양측을 에칭하는 제 5 단계를 더 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 제조방법.

청구항 24.

실리콘 기판위에 희생층을 적층하여 형성한 후에 마스크층을 형성하고 에칭하여 부유부를 형성하는 제 1 단계;

상기 제 1 단계에서 부유부가 형성된 실리콘 기판위에 하부지지대를 적층하여 형성하는 제 2 단계;

상기 제 2 단계에서 형성된 하부 지지대위에 일단의 하면이 상기 부유부의 외부에 위치하고, 반대단의 하면이 상기 부유부의 중앙 부위에서 외측으로 소정 이격되어 위치하며 서로 대향하여 형성되어 있으며, 각각이 하부 전극층과 상기 하부 전극층 위에 적층되어 있는 압전 재료층과 상기 압전재료층위에 적층된 상부 전극층으로 이루어진 한 쌍의 압전미러층을 형성하는 제 3 단계;

상기 하부 지지대의 중앙 부분에 마이크로 미러층을 형성하는 제 4 단계; 및

상기 한쌍의 압전미러층과 하부지지대를 복수의 리본 배열이 되도록 에칭하고 희생층을 제거하여 회절형 박막 압전 마이크로 미러를 형성하는 제 5 단계를 포함하여 이루어진 회절형 박막 압전 마이크로 미러의 제조방법.

청구항 25.

삭제

청구항 26.

기판;

상기 기판에 의해 지지되며 상기 기판에 이격되어 스페이스를 확보하며 양측에 전압이 인가되면 상기 기판으로부터 멀어지거나 가까워지는 압전 재료층을 포함하며 입사광을 회절시키는 압전 미러층을 포함하며,

상기 압전미러층은,

상기 기판에 의해 지지되며 압전 전압을 제공하는 제1 전극층;

제1 전극층에 형성되며, 양측에 전압이 인가되면 수축 및 팽창에 의해 구동력을 발생하는 압전재료층; 및

상기 압전재료층의 상기 기판의 반대편에 형성되어 있으며, 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하여 구동력을 발생시켜 상기 기판에서 멀어지거나 가까워지도록 하여 입사광을 회절시키는 제2 전극 및 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 27.

제 26 항에 있어서,

상기 기판과 상기 압전미러층의 사이에 위치하며 상기 압전미러층이 위에 형

성되어 있고, 상기 기판으로부터 이격되어 있고, 상기 압전미러층이 구동될 때 상

기 기판으로부터 상대적으로 움직이는 지지층을 더 포함하여 이루어진 회절형 압전

마이크로 미러.

청구항 28.

기판;

상기 기판에 의해 지지되며 상기 기판에 이격되어 스페이스를 확보하며 양측에 전압이 인가되면 상기 기판으로부터 멀어지거나 가까워지는 압전 재료층을 포함하며 입사광을 회절시키는 압전 미러층을 포함하며,

상기 압전 미러층은,

상기 기판에 이격되어 위치하는 제1 전극층;

상기 제1 전극층에 복수층으로 형성되어 있으며, 상기 복수층에서 전압이 인

가되는 층이 수축 및 팽창하여 구동력을 발생시키는 복수의 압전 재료층;

상기 복수의 압전 재료층의 층간에 위치하며 상기 압전 재료층에 압전 전압

을 제공하기 위한 복수의 제2 전극층; 및

상기 압전재료층의 상기 제1 전극층으로부터 가장 먼 층 위에 형성되어 있으

며, 상기 압전재료층에 압전 전압을 제공하여 상기 기판으로부터 멀어지거나 가까

워지도록 이동하여 입사광을 회절시키는 전극 및 미러층을 포함하여 이루어진 회절

형 압전 마이크로미러.

청구항 29.

기판;

상기 기판에 의해 지지되며 상기 기판에 이격되어 스페이스를 확보하며 양측에 전압이 인가되면 상기 기판으로부터 멀어지거나 가까워지는 압전 재료층을 포함하며 입사광을 회절시키는 압전 미러층을 포함하며,

상기 압전 미러층은,

압전 전압을 제공하기 위해 상기 지지대에 형성되어 있는 제1 전극층;

상기 제1 전극층에 형성되어 있으며, 양측에 전압이 인가되면 수축 및 팽창

하여 구동력을 발생하는 압전재료층; 및

상기 압전재료층의 상기 제1 전극층으로부터 반대측에 형성되어 있으며 상기

압전 재료층에 압전 전압을 제공하고, 입사광을 회절시키는 전극 및 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 30.

기판;

상기 기판에 의해 지지되며 상기 기판에 이격되어 스페이스를 확보하며 양측에 전압이 인가되면 상기 기판으로부터 멀어지거나 가까워지는 압전 재료층을 포함하며 입사광을 회절시키는 압전 미러층을 포함하며,

상기 압전 미러층은,

압전 전압을 제공하기 위해 상기 지지대에 형성되어 있는 제1 전극층;

상기 제1 전극층에 복수층으로 적층되어 있으며, 상기 복수층에서 전압이 인가되는 층은 수축 및 팽창하여 구동력을 발생시키는 복수의 압전 재료층;

상기 복수의 압전 재료층의 층간에 위치하여 상기 압전재료층에 압전 전압을 제공하기 위한 복수의 제2 전극층; 및

상기 압전재료층의 상기 제1 전극층으로부터 가장 먼 층의 위에 형성되어 있으며 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하며, 상기 기판으로부터 멀어지거나 가

까워지면서 입사광을 회절시키는 전극 및 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 압전

마이크로 미러.

청구항 31.

제 29 항 또는 제 30 항에 있어서,

상기 기판은 함몰부를 가지며,

상기 기판의 함몰부에 걸쳐 있도록 상기 기판에 의해 지지되는 지지대; 및

상기 압전 미러층은 상기 지지대에 형성되어 있으며, 상기 압전 미러층에 전

압이 인가될 때 이동가능하여 입사광을 회절시키는 것을 특징으로 하는 회절형 압

전 마이크로미러.

청구항 32.

기판;

상기 기판에 의해 지지되며 상기 기판에 이격되어 스페이스를 확보하며 양측에 전압이 인가되면 상기 기판으로부터 멀어지거나 가까워지는 압전 재료층을 포함하며 입사광을 회절시키는 압전 미러층; 및

상기 기판에 의해 지지되며, 상기 기판으로부터 적어도 일부분이 이격되어

있는 지지층을 포함하며;

상기 압전 미러층은 상기 지지층이 상기 기판과 샌드위치 형상이 되도록 상기 기판으로부터 반대측의 상기 지지층에 형성되어 있고 양측에 전압이 인가되면 상기 지지층을 상기 기판으로부터 멀어지도록 하거나 가까워지도록 하는 구동력을 발생시키는 압전재료층을 포함하여 이루어진 적어도 하나의 압전 미러층 색션; 및

상기 지지층에 형성되어 있으며, 상기 지지층이 상기 기판으로부터 멀어지거

나 가까워질 때 상기 입사광을 회절시키는 마이크로 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 33.

제 32 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 압전 미러층 색션은,

상기 압전재료층에 전압을 제공하기 위해 상기 지지층에 형성되어 있는 제1

전극층;

상기 제1 전극층에 형성되어 있으며, 전압이 인가될 때 수축 및 팽창하여 제

1 구동력을 발생시키는 압전 재료층;

상기 압전 재료층에 형성되어 있고, 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하

기 위한 제2 전극층을 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 34.

제 32 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 압전 미러층 색션은 복수층을 포함하는 것을 특징으로 하는 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 35.

기판;

상기 기판에 의해 지지되며 상기 기판에 이격되어 스페이스를 확보하며 양측에 전압이 인가되면 상기 기판으로부터 멀어지거나 가까워지는 압전 재료층을 포함하며 입사광을 회절시키는 압전 미러층;

상기 기판에 형성되어 있는 절연 및 식각 방지층; 및

상기 기판에 의해 지지되며, 상기 기판으로부터 이격되어 위치하는 지지대를 포함하며,

상기 압전 미러층은 상기 지지대에 형성되며, 압전 전압이 인가될 때 수축

및 팽창하여 구동력을 발생하여 상기 기판으로부터 멀어지거나 가까워지며 입사광

을 회절시키는 것을 특징으로 하는 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 36.

제 35 항에 있어서,

상기 압전 미러층은 상기 기판으로부터 이격된 지지대의 부분에 형성되어 있

는 것을 특징으로 하는 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 37.

제 35 항에 있어서,

상기 압전 미러층은

압전 전압을 제공하기 위해 상기 지지대에 형성되어 있는 제1 전극층;

상기 제1 전극층에 형성되어 있고, 양측에 전압이 인가되면 수축 및 팽창에

의해 구동력을 발생하는 압전 재료층;

상기 기판으로부터 반대측의 상기 압전재료층에 형성되어 있으며 상기 압전

재료층에 압전 전압을 제공하며, 입사광을 반사하는 제2 전극 및 미러층을 포함하

여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 38.

제 35 항에 있어서,

상기 압전 미러층은,

상기 지지대에 형성되어 있으며 압전 전압을 제공하기 위한 제1 전극층;

상기 제1 전극층에 복수층으로 형성되어 있고, 복수층에서 전압이 인가된 층

이 수축 및 팽창하여 구동력을 발생시키는 복수의 압전 재료층;

상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하기 위해 상기 복수의 압전 재료층의

층간에 위치하는 복수의 제2 전극층;

상기 압전재료층의 상기 제1 전극층으로부터 가장 멀리 위치한 층에 형성되

어 있으며, 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공하며, 입사광을 회절시키는 전극

및 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 39.

제 35 항에 있어서,

상기 지지대에 형성되어 있으며, 각각이 전압이 인가되면 수축 및 팽창하여

구동력을 제공하는 압전재료층을 포함하는 서로 분리되어 있는 적어도 두 색션;

상기 지지대에 형성되어 있으며 입사광을 회절시키는 마이크로 미러층을 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 40.

제 39 항에 있어서,

상기 각각의 압전층 색션은,

제 1 압전 전압을 제공하기 위하여 낮은 지지대에 형성되어 있는 제1 전극

층;

상기 제1 전극층에 형성되어 있는 압전 재료층;

제1 압전 전압을 제공하며, 상기 압전 재료층의 상기 제1 전극층으로부터 반

대측에 형성되어 있는 제2 전극층을 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미
러.

청구항 41.

제 39 항에 있어서,

상기 각각의 압전층 색션은 복수층으로 이루어진 것을 특징으로 하는 회절형
압전 마이크로 미러.

청구항 42.

기판;

상기 기판에 의해 지지되며 상기 기판에 이격되어 스페이스를 확보하며 양측에 전압이 인가되면 상기 기판으로부터 멀어지거나 가까워지는 압전 재료층을 포함하여 입사광을 회절시키는 압전 미러층을 포함하며,

상기 압전 미러층은 인가된 전압에 의해 상하로 이동되는 것을 특징으로 하는 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 43.

기판;

상기 기판에 의해 지지되며 상기 기판에 이격되어 스페이스를 확보하며 양측에 전압이 인가되면 상기 기판으로부터 멀어지거나 가까워지는 압전 재료층을 포함하여 입사광을 회절시키는 압전 미러층을 포함하며,

상기 압전 미러층은 긴장방형으로 측면방향으로 이동할 수 있는 것을 특징으로 하는 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 44.

기판;

상기 기판에 의해 지지되며 상기 기판에 이격되어 스페이스를 확보하며 양측에 전압이 인가되면 상기 기판으로부터 멀어지거나 가까워지는 압전 재료층을 포함하며 입사광을 회절시키는 압전 미러층을 포함하며,

상기 압전 미러층은 상기 기판에서 멀어지거나 가까워지면서 회절광에 대한 반사광의 상대적인 비율을 변화시키는 것을 특징으로 하는 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 45.

삭제

청구항 46.

기판;

어레이로 배열되어 있으며, 각각은 상기 기판에 의해 지지되며 상기 기판에

이격되어 위치하고 전압이 인가되면 상기 기판으로부터 멀어지거나 가까워져 입사

되는 광을 회절시키는 복수의 압전 미러층을 포함하며,

상기 압전 미러층은,

상기 기판으로 지지되며, 압전 전압을 제공하는 제1 전극층;

상기 제1 전극층에 형성되어 있으며, 전압이 인가되면 수축 및 팽창하여 구

동력을 발생하는 압전 재료층;

상기 압전 재료층에 형성되어 있으며, 상기 압전 재료층에 압전 전압을 제공

하고 구동력에 의해 상기 기판으로부터 멀어지거나 가까워지며 입사광을 회절시키

는 제2 전극층을 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러.

청구항 47.

기판에 희생층을 형성하는 단계;

상기 희생층이 형성된 기판에 하부 전극층과 상기 하부 전극층 위에 적층되어 있는 압전 재료층과 상기 압전재료층위에 적층된 상부 전극 및 미러층을 포함한 압전 미러층을 형성하는 단계; 및

상기 압전 미러층을 분할하여 복수의 미러 색션을 만들고, 상기 희생층의 적

어도 일부분을 제거하여 회절형 압전 마이크로 미러를 형성하는 단계를 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러의 제조 방법.

청구항 48.

제 47 항에 있어서,

상기 기판에 마스크층을 형성하고 상기 마스크층을 패터닝하며 상기 함몰부의 희생층을 충진하는 단계 더 포함하여 이후 어진 회절형 압전 마이크로 미러의 제조 방법.

청구항 49.

제 48 항에 있어서,

상기 압전 미러층이 형성되는 지지대를 상기 희생층이 포함된 기판에 형성하는 단계를 더 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러의 제조 방법.

청구항 50.

제 49 항에 있어서,

상기 희생층 위에 압전 미러층의 전체가 위치하도록 상기 압전 미러층의 일부 부분을 제거하는 단계를 더 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러의 제조 방법.

청구항 51.

기판에 희생층을 형성하는 단계;

상기 희생층을 포함하는 기판에 지지대를 형성하는 단계;

상기 지지대에 서로 분리되어 있으며, 각각이 하부 전극층과 상기 하부 전극층 위에 적층되어 있는 압전 재료층과 상기 압전 재료층위에 적층된 상부 전극층을 포함하고 있는 한쌍의 압전 미러층을 형성하는 단계;

적어도 일부분이 상기 희생층 위에 위치하도록 마이크로 미러층을 상기 지지대의 낮은 부분에 형성하는 단계; 및 복수의 마이크로 미러 색션을 형성하기 위해 상기 한쌍의 압전 미러층과 지

지대 그리고 마이크로 미러층을 화학처리하고 희생층을 제거하여 회절형 압전 마이크로 미러를 형성하는 단계를 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러의 제조 방법.

청구항 52.

제 51 항에 있어서,

상기 기판에 마스크층을 형성하고, 상기 마스크층을 패터닝하며, 상기 마스크층에 희생층의 충진하는 단계를 더 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로

미러의 제조방법.

청구항 53.

기판에 희생층을 형성하고, 마스크층을 형성하며, 상기 기판에 돌출부를 형성하기 위해 상기 기판에 화학처리를 하는 단계;
상기 돌출부가 형성되어 있는 기판에 지지대를 형성하는 단계;
상기 지지대에 하부 전극층과 상기 하부 전극층 위에 적층되어 있는 압전 재료층과 상기 압전재료층위에 적층된 상부 전극 및 미러층을 포함한 압전 미러층을 형성하는 단계;
상기 압전미러층을 화학처리하여 복수의 압전 미러 색션을 형성하고, 상기 희생층을 제거하여 회절형 압전 마이크로 미러를 형성하는 단계를 포함하여 이루어 진 회절형 압전 마이크로 미러의 제조방법.

청구항 54.

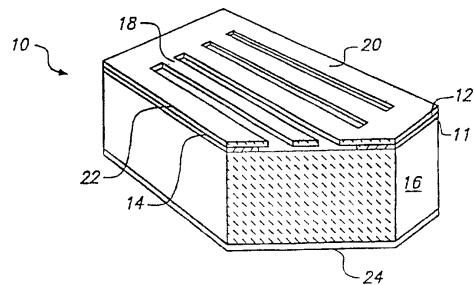
제 53 항에 있어서,
상기 압전미러층이 상기 돌출부의 영역안에 위치하도록 화학처리하는 단계를 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러의 제조 방법.

청구항 55.

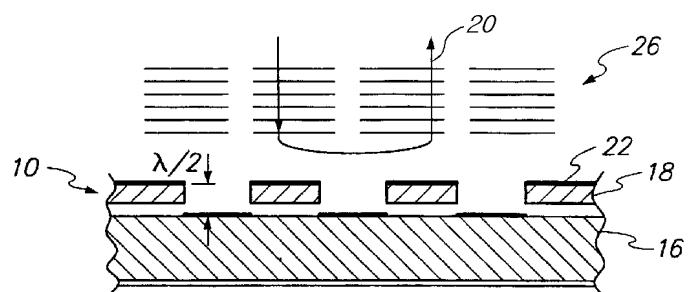
기판에 희생층을 형성하고, 마스크층을 형성하며, 돌출부를 형성하기 위해 상기 기판에 화학처리를 하는 단계;
상기 돌출부가 형성되어 있는 상기 기판에 지지대를 형성하는 단계;
상기 지지대에 서로 분리된 한쌍의 압전 미러층을 형성하는 단계;
상기 한쌍의 압전미러층의 사이의 지지대에 마이크로 미러층을 형성하는 단계;
상기 압전 미러층과 지지대를 복수의 압전 미러 색션으로 만들기 위해 화학 처리를 하고 상기 희생층을 제거하여 회절형 압전 마이크로 미러를 형성하는 단계를 포함하여 이루어진 회절형 압전 마이크로 미러의 제조방법.

도면

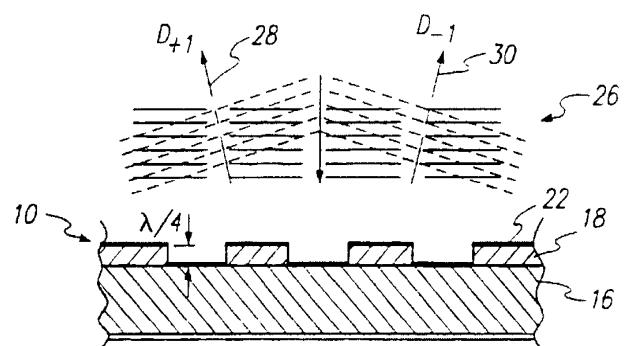
도면1



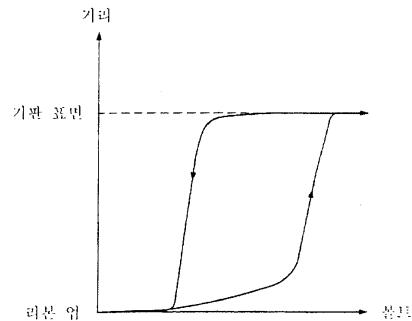
도면2



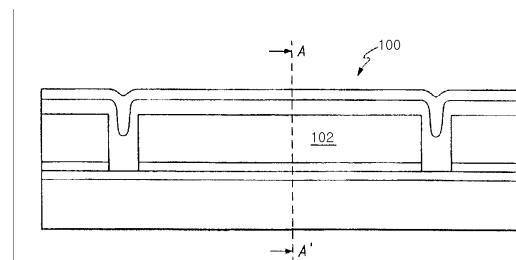
도면3



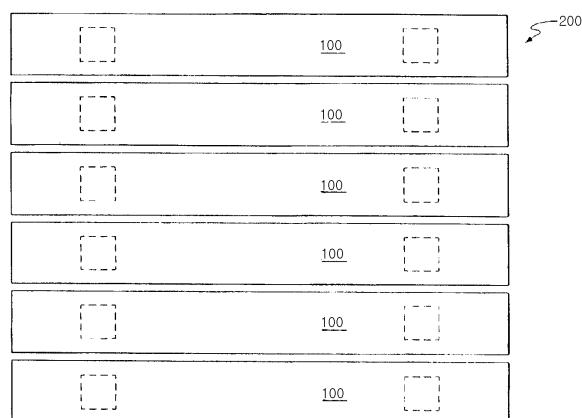
도면4



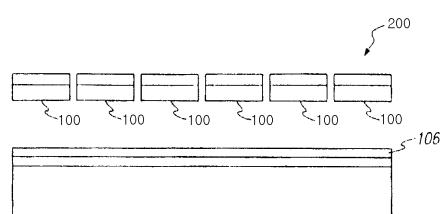
도면5



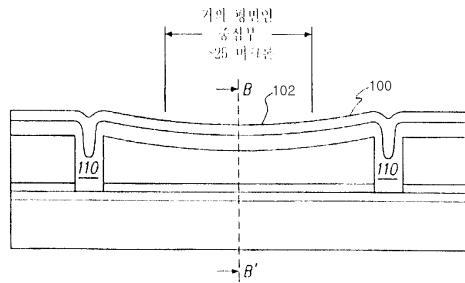
도면6



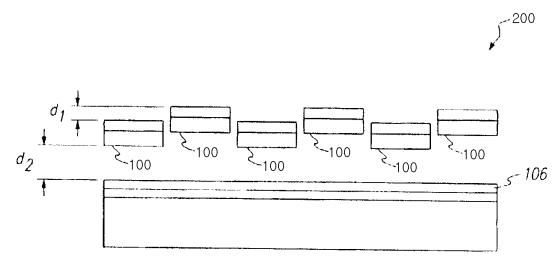
도면7



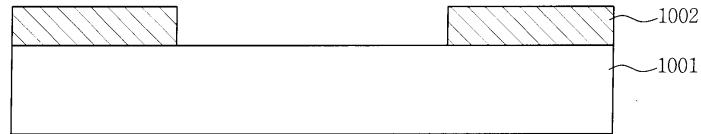
도면8



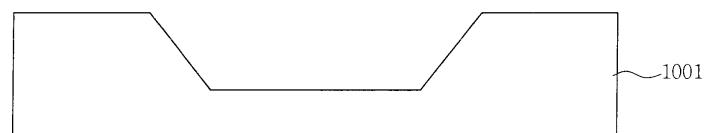
도면9



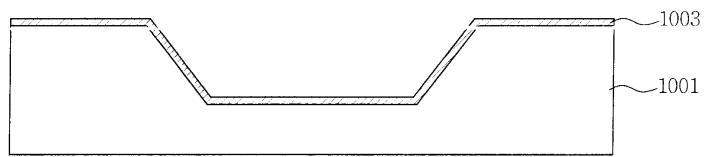
도면10a



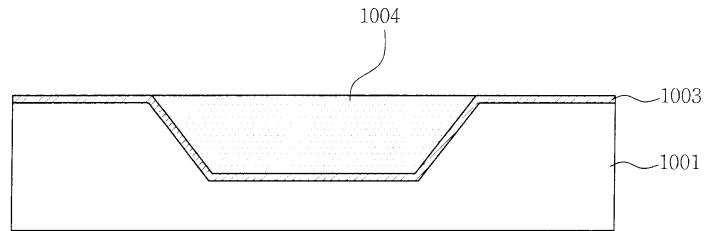
도면10b



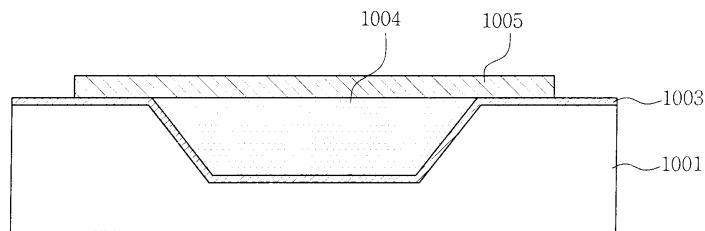
도면10c



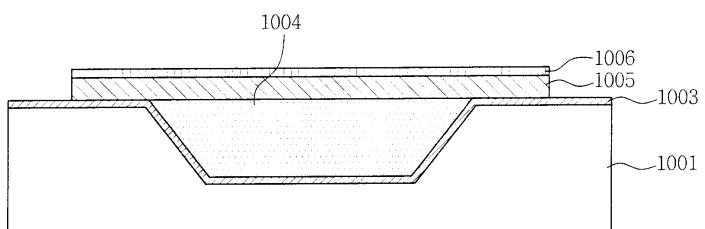
도면10d



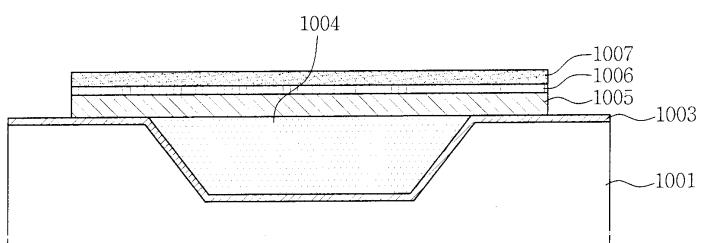
도면10e



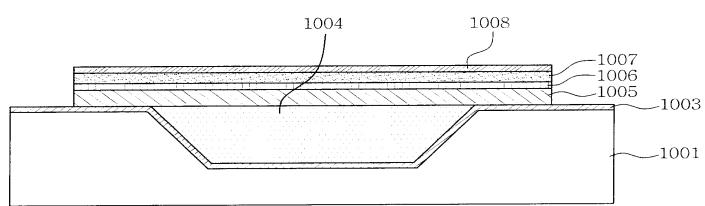
도면10f



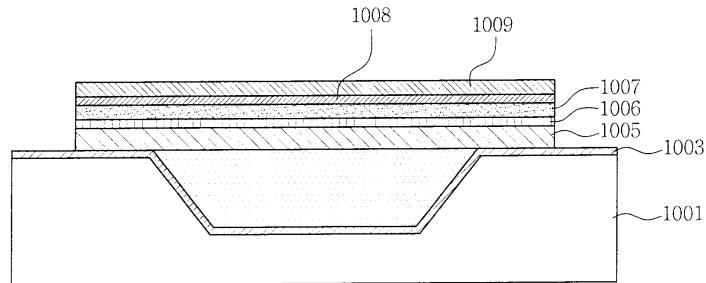
도면10g



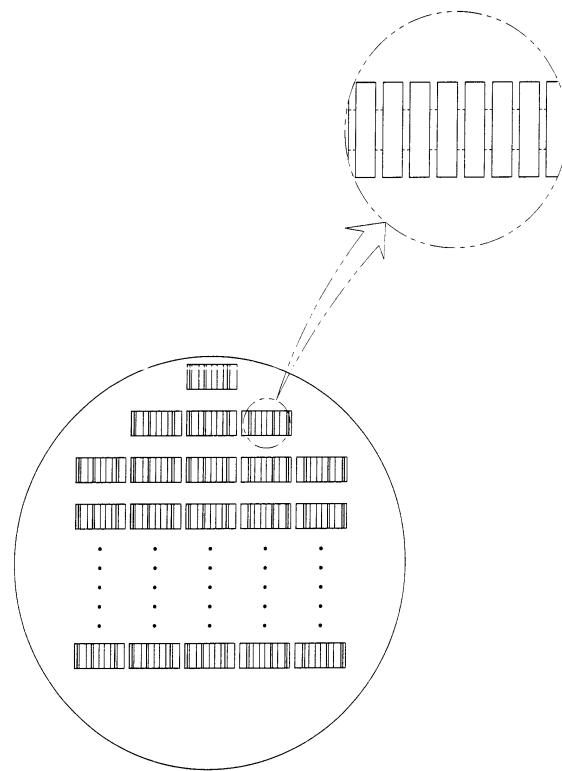
도면10h



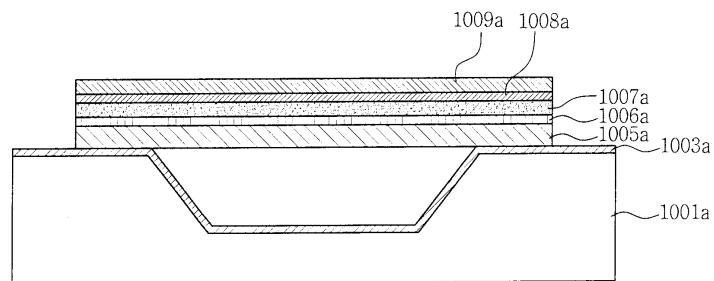
도면10i



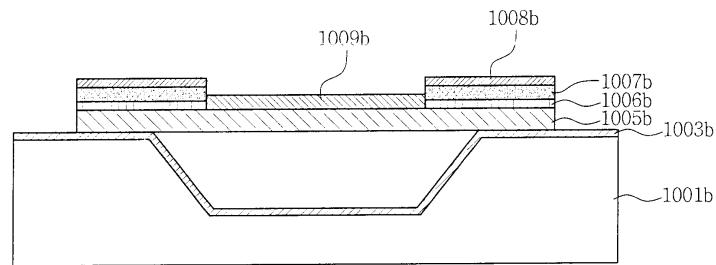
도면10j



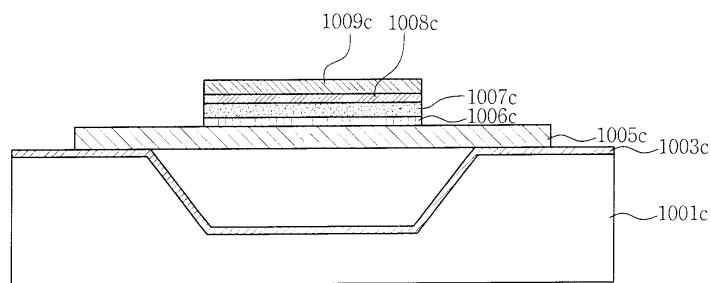
도면11a



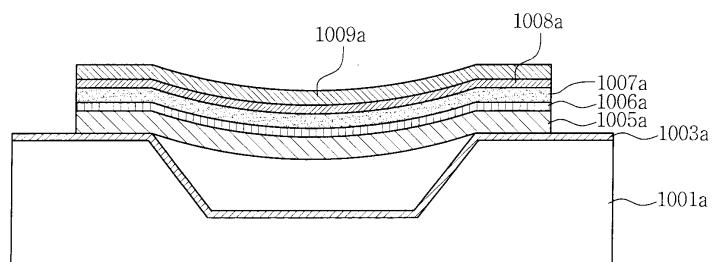
도면11b



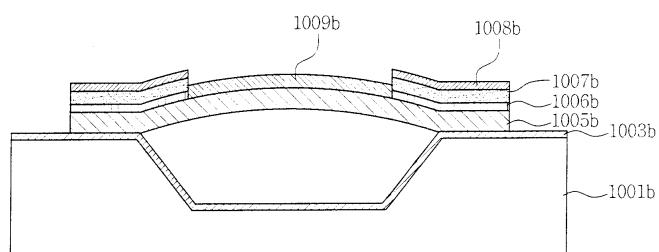
도면11c



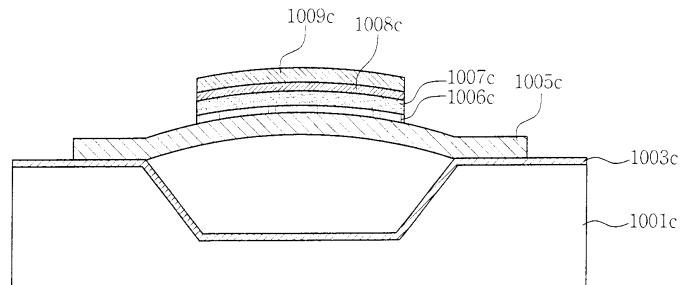
도면12a



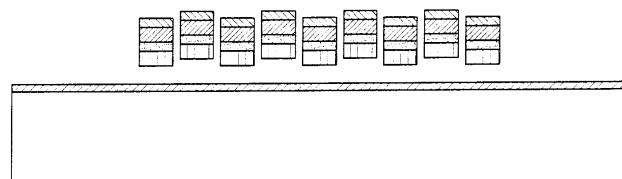
도면12b



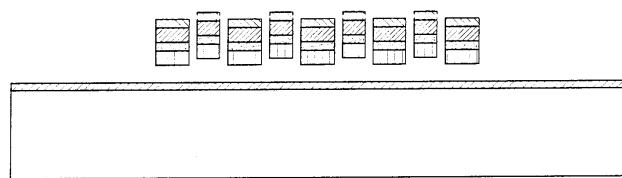
도면12c



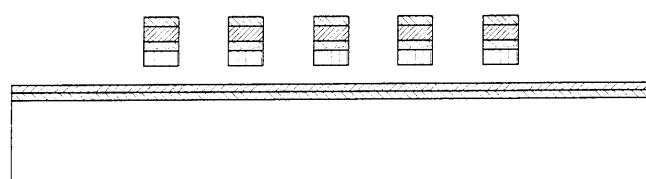
도면13a



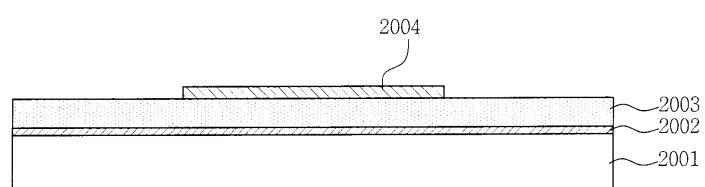
도면13b



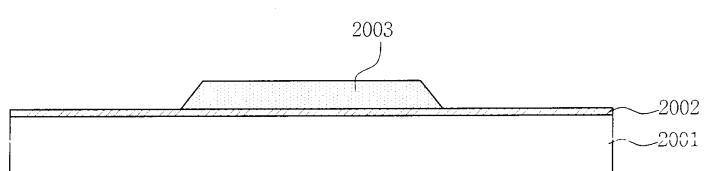
도면13c



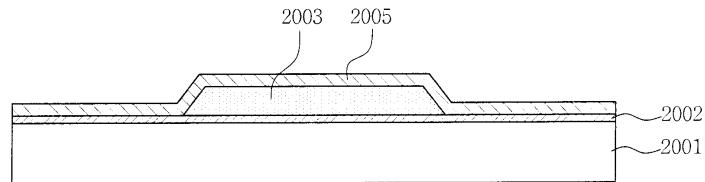
도면14a



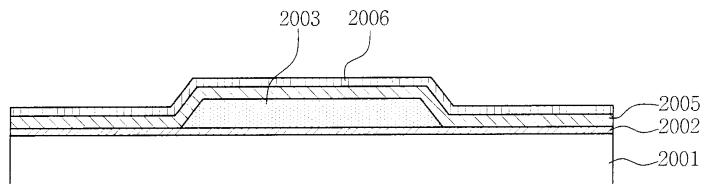
도면14b



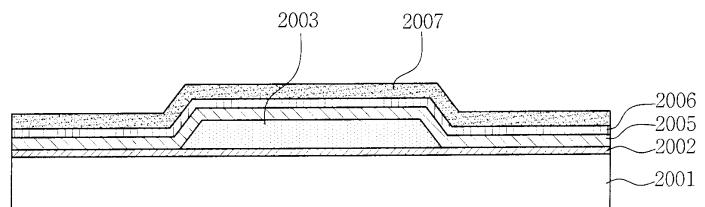
도면14c



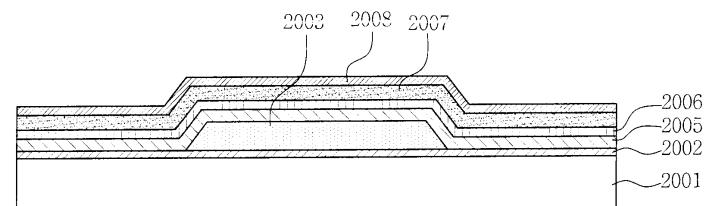
도면14d



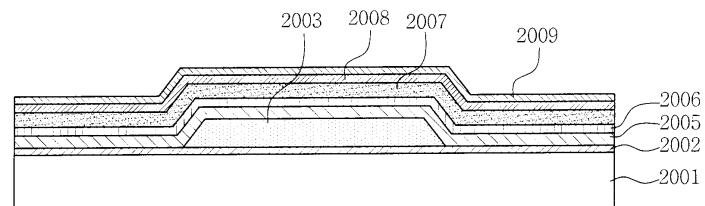
도면14e



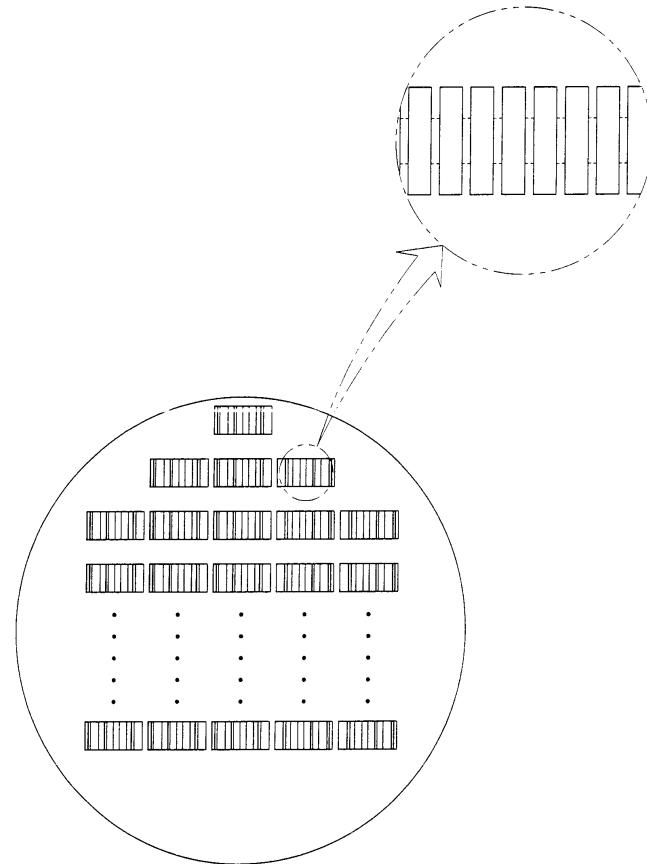
도면14f



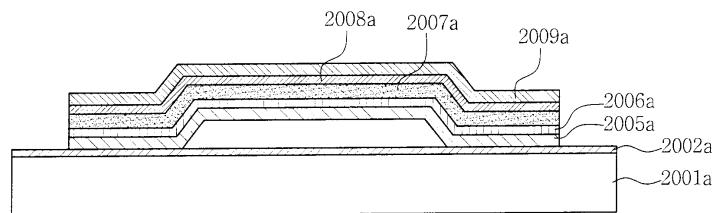
도면14g



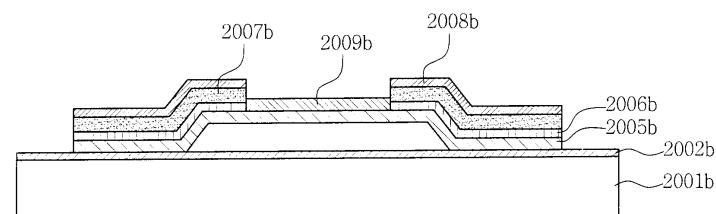
도면14h



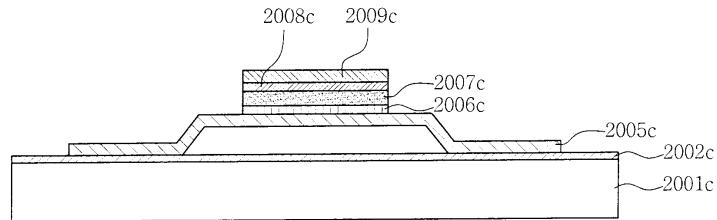
도면15a



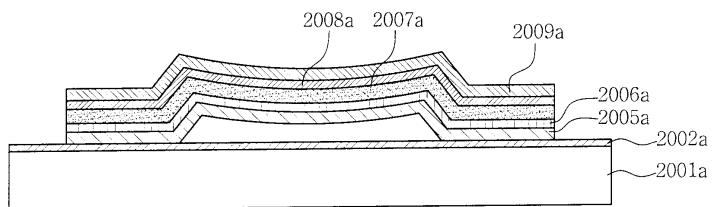
도면15b



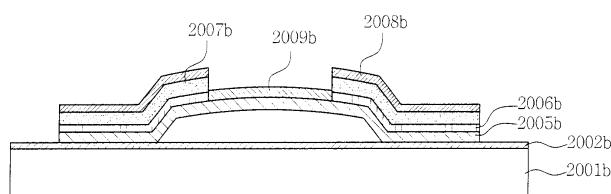
도면15c



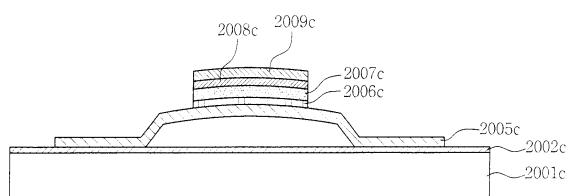
도면16a



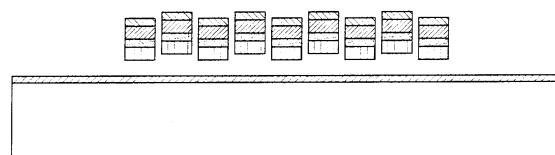
도면16b



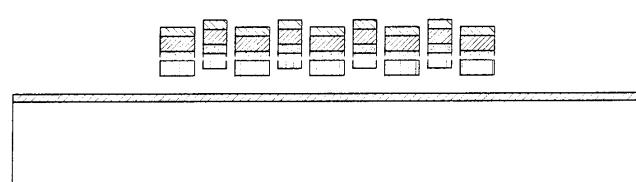
도면16c



도면17a



도면17b



도면17c

