



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

G02B 26/08 (2006.01)

B81B 7/02 (2006.01)

(11) 공개번호

10-2007-0026827

(43) 공개일자

2007년03월08일

(21) 출원번호 10-2007-7001238

(22) 출원일자 2007년01월18일

심사청구일자 없음

번역문 제출일자 2007년01월18일

(86) 국제출원번호 PCT/US2005/020944

(87) 국제공개번호

WO 2006/009689

국제출원일자 2005년06월15일

국제공개일자

2006년01월26일

(30) 우선권주장

10/872,241

2004년06월18일

미국(US)

(71) 출원인

스테레오 디스플레이, 인크.

미국 캘리포니아주 92801 애너하임 스위트 에프 이스트 오렌지소프 애비뉴 980

주식회사 웅스트롱

경기도 수원시 팔달구 매산로 3가 128-1

(72) 발명자

서청수

경기도 성남시 분당구 정자동 파크뷰 602동 2406호

김동우

경남 고성군 거류면 당동리 139

조경일

서울 노원구 공릉동106 화운트빌 310동 1002호

김 태현

대전시 서구 월평동 진달래아파트 108동 101호

(74) 대리인

신정건

송승필

전체 청구항 수 : 총 86 항

(54) 다중의 높이 상태를 갖는 불연속적으로 제어되는마이크로미러

(57) 요약

본 발명은 종래의 정전기적인 마이크로미러의 단점을 극복할 수 있는 두 형태의 불연속적으로 제어되는 마이크로미러(DCM)를 제공한다. 제1 형태의 마이크로미러는 가변 지지물 불연속 제어 마이크로미러(VSDCM)이며, 이는 종래의 정전기적 마이크로미러보다 더 큰 변위의 범위를 가진다. VSDCM의 변위 정밀도는 종래의 정전기적 마이크로미러의 그것보다 양호하고, 낮은 구동 전압은 IC소자와 호환성이 있다. DCM의 제2 형태로서, 분할된 전극 불연속 제어 마이크로미러(SEDCM)는 종래의 정전기적 마이크로미러와 동일한 단점을 가진다. 그러나, SEDCM은 공지된 미세전자공학 기술과 호환성이 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

a) 마이크로미러; 및

b) 상기 마이크로미러가 위치된 복수의 가변 지지물

을 포함하는 불연속적으로 제어되는 마이크로미러(Discretely Controlled Micromirror, DCM)로서, 상기 가변 지지물은 상기 마이크로미러의 위치를 결정하는 것인 DCM.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 가변 지지물은 정전기력에 의해 제어되는 것인 DCM.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 정전기력은 전압의 디지털 및/또는 불연속 작동에 의해 제어되는 것인 DCM.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 가변 지지물은 상기 마이크로미러의 하부에 배치되는 것인 DCM.

청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 가변 지지물의 각각은 그 높이를 변화시키도록 제어됨으로써 상기 마이크로미러의 위치가 제어되는 것인 DCM.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 마이크로미러는 인력에 의해 제어되는 상기 가변 지지물에 위치되는 것인 DCM.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 인력은 정전기력인 것인 DCM.

청구항 8.

제6항에 있어서, 상기 정전기력은 디지털 및/또는 불연속 전압 작동에 의해 제어되는 것인 DCM.

청구항 9.

제1항에 있어서, 상기 가변 지지물의 평면상의 위치는 변화되는 것인 DCM.

청구항 10.

제1항에 있어서, 상기 가변 지지물은 상기 마이크로미러와 상기 기관 사이의 간격을 결정하는 것인 DCM.

청구항 11.

제10항에 있어서, 상기 가변 지지물의 각각은 상부 포스트, 하부 포스트, 및/또는 상기 상부 포스트와 상기 하부 포스트 사이에 삽입되는 하나 이상의 삽입물을 포함하는 것인 DCM.

청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 삽입물은 평면상의 병진운동을 갖는 것인 DCM.

청구항 13.

제12항에 있어서, 상기 삽입물은 불연속 평면상 병진운동을 갖는 것인 DCM.

청구항 14.

제12항에 있어서, 상기 평면상 병진운동은 콤프 드라이브에 의해 구동되는 것인 DCM.

청구항 15.

제11항에 있어서, 상기 삽입물은 온 위치와 오프 위치의 두 위치를 갖고, 상기 삽입물은 상기 온 위치에서 상기 상부 포스트와 상기 하부 포스트 사이에 위치되고, 상기 삽입물은 상기 오프 위치에서 상기 상부 포스트와 상기 하부 포스트 사이에 위치되지 않는 것인 DCM.

청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 간격은 상기 삽입물의 상기 온-오프 위치에 의해 결정되는 것인 DCM.

청구항 17.

제15항에 있어서, 상기 삽입물의 상기 온-오프 위치는 정전기력에 의해 제어되는 것인 DCM.

청구항 18.

제15항에 있어서, 상기 온-오프 운동은 비틀림 스프링(torsional spring)의 비틀림에 의해 발생하는 것인 DCM.

청구항 19.

제11항에 있어서, 상기 삽입물은 다단 두께를 갖는 것인 DCM.

청구항 20.

제11항에 있어서, 상기 삽입물의 평면상의 위치는 지지하는 위치를 변화시키도록 제어되는 것인 DCM.

청구항 21.

제20항에 있어서, 상기 삽입물의 상기 평면상의 병진운동은 정전기력에 의해 제어되는 것인 DCM.

청구항 22.

제21항에 있어서, 상기 정전기력은 디지털 및/또는 불연속 전압 작동에 의해 제어되는 것인 DCM.

청구항 23.

제22항에 있어서, 상기 평면상의 병진운동은 콤 드라이브에 의해 구동되는 것인 DCM.

청구항 24.

제1항에 있어서, 상기 DCM의 한 개의 회전운동 자유도는 제어되는 것인 DCM.

청구항 25.

제1항에 있어서, 상기 DCM의 한 개의 병진운동 자유도는 제어되는 것인 DCM.

청구항 26.

제1항에 있어서, 상기 DCM의 두 개의 회전운동 자유도는 제어되는 것인 DCM.

청구항 27.

제1항에 있어서, 상기 DCM의 한 개의 회전운동 자유도와 한 개의 병진운동 자유도는 제어되는 것인 DCM.

청구항 28.

제1항에 있어서, 상기 DCM의 두 개의 회전운동 자유도와 한 개의 병진운동 자유도는 제어되는 것인 DCM.

청구항 29.

제28항에 있어서, 상기 DCM의 상기 두 개의 회전운동 자유도와 상기 한 개의 병진운동 자유도는 세개 이상의 가변 지지물에 의해 제어되는 것인 DCM.

청구항 30.

제1항에 있어서, 상기 마이크로미러의 표면 물질은 높은 반사율을 갖는 것인 DCM.

청구항 31.

제1항에 있어서, 상기 마이크로미러의 표면 물질은 금속인 것인 DCM.

청구항 32.

제1항에 있어서, 상기 마이크로미러의 표면 물질은 금속합금인 것인 DCM.

청구항 33.

제1항에 있어서, 상기 마이크로미러의 표면은 다층의 유전체 코팅으로 만들어진 것인 DCM.

청구항 34.

제1항에 있어서, 상기 DCM은 구조층의 물질이 금속인 방법에 의해 제조되는 것인 DCM.

청구항 35.

제34항에 있어서, 알루미늄층은 스퍼터 증착되고, 에치 마스크로서 플라즈마 증착된 SiO_2 를 이용하여 플라즈마 에칭되는 것인 DCM.

청구항 36.

제34항에 있어서, 공극을 형성하는 희생층의 물질은 포토레지스트인 것인 DCM.

청구항 37.

제1항에 있어서, 상기 DCM은 미세 제조 공정에 의해 증착된 층이 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 기술을 이용하여 평탄화 되는 방법에 의하여 제조되는 것인 DCM.

청구항 38.

제1항에 있어서, 상기 마이크로미러는 전기 도금 기술을 이용하여 제조되는 것인 DCM.

청구항 39.

제38항에 있어서, 상기 전기 도금 기술은 고유의 희생 금속성 몰드를 이용하며, 이 고유의 희생 금속성 몰드는 포스트를 위한 전기 도금 몰드와 시드층의 다양한 역할을 하는 것인 DCM.

청구항 40.

제38항에 있어서, 전기 도금된 니켈은 구조층용으로 이용되는 것인 DCM.

청구항 41.

제38항에 있어서, 전기 도금된 구리는 희생층용으로 이용되는 것인 DCM.

청구항 42.

제1항의 상기 DCM을 복수 개 포함하는 것인 DCM 어레이.

청구항 43.

제42항에 있어서, 상기 마이크로미러는 독립적으로 제어되는 것인 DCM 어레이.

청구항 44.

제43항에 있어서, 제어 회로는 미세전자공학 기술을 이용하여 상기 마이크로미러의 하부에 구축되는 것인 DCM 어레이.

청구항 45.

제44항에 있어서, 상기 미세전자공학 회로의 금속 위에 두꺼운 산화물이 증착되는 것인 DCM 어레이.

청구항 46.

제42항에 있어서, 상기 마이크로미러는 나란한(side-by-side) 어레이에 설치되는 것인 DCM 어레이.

청구항 47.

제42항에 있어서, 상기 마이크로미러는 공간 광 변조기(Spatial Light Modulator, SLM)를 정의하도록 나란한 어레이에 설치되는 것인 DCM 어레이.

청구항 48.

고려되는 시야를 주사(scan)하기 위해, 상기 DCM의 한 개의 회전운동 자유도는 제어되는 것인 제47항에 기재된 공간 광 변조기.

청구항 49.

고려되는 시야를 주사하기 위해, 상기 DCM의 두 개의 회전운동 자유도는 제어되는 것인 제47항에 기재된 공간 광 변조기.

청구항 50.

상으로부터의 위상 수차를 제거하기 위하여 반사된 상의 광로를 연장하거나 단축시키기 위하여, 상기 DCM의 한 개의 병진운동 자유도는 후퇴하거나(retract) 올라가도록 제어되는 것인 제47항에 기재된 공간 광 변조기.

청구항 51.

고려되는 시야를 주사하기 위해 상기 DCM의 한 개의 회전운동 자유도는 제어되고, 또한 상으로부터의 위상 오차를 제거하기 위해 반사된 상의 광로를 연장 또는 단축시키도록 상기 DCM이 후퇴하거나 올라갈 수 있는 것인 제47항에 기재된 공간 광 변조기.

청구항 52.

고려되는 시야를 주사하기 위해 상기 DCM의 두 개의 회전운동 자유도는 제어되고, 또한 상으로부터의 위상 오차를 제거하기 위해 반사된 상의 광로를 연장 또는 단축시키도록 상기 DCM이 후퇴하거나 올라갈 수 있는 것인 제47항에 기재된 공간 광 변조기.

청구항 53.

a) 마이크로미러; 및

b) 복수의 분할된 전극

을 포함하는 DCM으로서, 상기 분할된 전극은 상기 마이크로미러의 위치를 결정하고, 상기 분할된 전극에 인가된 전압은 디지털 및/또는 불연속인 것인 DCM.

청구항 54.

제53항에 있어서, 상기 DCM은 정전기력에 의해 제어되는 것인 DCM.

청구항 55.

제54항에 있어서, 상기 정전기력은 디지털 및/또는 불연속 전압 작동에 의해 제어되는 것인 DCM.

청구항 56.

제53항에 있어서, 상기 분할된 전극은 상기 마이크로미러의 하부에 배치되는 것인 DCM.

청구항 57.

제53항에 있어서, 상기 분할된 전극의 평면상의 위치는 변화되는 것인 DCM.

청구항 58.

제53항에 있어서, 상기 DCM의 한 개의 회전운동 자유도는 제어되는 것인 DCM.

청구항 59.

제53항에 있어서, 상기 DCM의 한 개의 병진운동 자유도는 제어되는 것인 DCM.

청구항 60.

제53항에 있어서, 상기 DCM의 두 개의 회전운동 자유도는 제어되는 것인 DCM.

청구항 61.

제53항에 있어서, 상기 DCM의 한 개의 회전운동 자유도와 한 개의 병진운동 자유도 모두는 제어되는 것인 DCM.

청구항 62.

제53항에 있어서, 상기 DCM의 두 개의 회전운동 자유도와 한 개의 병진운동 자유도는 제어되는 것인 것인 DCM.

청구항 63.

제53항에 있어서, 상기 분할된 전극의 면적은 변화되는 것인 DCM.

청구항 64.

제53항에 있어서, 상기 마이크로미러의 표면 물질은 높은 반사율을 갖는 것인 DCM.

청구항 65.

제53항에 있어서, 상기 마이크로미러의 표면 물질은 금속인 것인 DCM.

청구항 66.

제53항에 있어서, 상기 마이크로미러의 표면 물질은 금속합금인 것인 DCM.

청구항 67.

제53항에 있어서, 상기 마이크로미러의 표면은 다층의 유전체 코팅으로 제조된 것인 DCM.

청구항 68.

제53항에 있어서, 상기 DCM은 구조층의 물질이 금속인 방법으로 제조되는 것인 DCM.

청구항 69.

제68항에 있어서, 알루미늄층은 스퍼터 증착되고, 에치 마스크로서 플라즈마 증착된 SiO_2 를 이용하여 플라즈마 에칭된 것인 DCM.

청구항 70.

제68항에 있어서, 공극을 형성하는 희생층의 물질은 포토레지스트인 것인 DCM.

청구항 71.

제53항에 있어서, 상기 DCM은 미세 제조 공정에 의해 증착된 층이 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 기술을 이용하여 평탄화되는 방법에 의하여 제조되는 것인 DCM.

청구항 72.

제53항에 있어서, 상기 마이크로미러는 전기 도금 기술을 이용하여 제조되는 것인 DCM.

청구항 73.

제72항에 있어서, 상기 전기 도금 기술은 고유의 희생 금속성 몰드를 이용하며, 이 고유의 희생 금속성 몰드는 포스트를 위한 전기 도금 몰드와 시드층의 다양한 역할을 하는 것인 DCM.

청구항 74.

제72항에 있어서, 구조층용으로 전기 도금된 니켈이 이용되는 것인 DCM.

청구항 75.

제72항에 있어서, 희생층용으로 전기 도금된 구리가 이용되는 것인 DCM.

청구항 76.

제53항의 상기 DCM을 포함하는 DCM 어레이.

청구항 77.

제76항에 있어서, 상기 마이크로미러는 독립적으로 제어되는 것인 DCM 어레이.

청구항 78.

제76항에 있어서, 상기 마이크로미러는 나란한 어레이에 설치되는 것인 DCM 어레이.

청구항 79.

제76항에 있어서, 상기 마이크로미러는 공간 광 변조기(Spatial Light Modulator, SLM)를 정의하기 위하여 나란한 어레이에 설치되는 것인 DCM 어레이.

청구항 80.

고려되는 시야를 주사하기 위하여, 상기 DCM의 한 개의 회전운동 자유도는 제어되는 것인 제79항에 기재된 공간 광 변조기.

청구항 81.

고려되는 시야를 주사하기 위하여, 상기 DCM의 두 개의 회전운동 자유도는 제어되는 것인 제79항에 기재된 공간 광 변조기.

청구항 82.

상으로부터의 위상 수차를 제거하기 위하여 반사된 상의 광로를 연장하거나 단축시키기 위하여, 상기 DCM의 한 개의 병진운동 자유도가 후퇴하거나 올라가도록 제어되는 것인 제79항에 기재된 공간 광 변조기.

청구항 83.

고려되는 시야를 주사하기 위해 상기 DCM의 한 개의 회전운동 자유도는 제어되고, 또한 상으로부터의 위상 오차를 제거하기 위해 반사된 상의 광로를 연장 또는 단축시키기 위하여, 상기 DCM은 후퇴하거나 올라갈 수 있는 것인 제79항에 기재된 공간 광 변조기.

청구항 84.

고려되는 시야를 주사하기 위해 상기 DCM의 두 개의 회전운동 자유도는 제어되고, 또한 상으로부터의 위상 오차를 제거하기 위해 반사된 상의 광로를 연장 또는 단축시키기 위하여, 상기 DCM은 후퇴하거나 올라갈 수 있는 것인 제79항에 기재된 공간 광 변조기.

청구항 85.

제77항에 있어서, 미세전자공학 기술을 이용하여 제어 회로가 상기 마이크로미러 하부에 구축되는 것인 DCM 어레이.

청구항 86.

제85항에 있어서, 미세전자공학 회로의 금속 위에 두꺼운 산화물이 증착되는 것인 DCM 어레이.

명세서**기술분야**

본 발명은 불연속적인 다중의 높이 상태를 갖는 마이크로미러 장치에 관한 것이다.

배경기술

마이크로미러 장치는 종래의 광전자공학 장치를 대체할 수 있기 때문에 개발되어 왔다. 피스톤 형태의 위상만을 위한 마이크로미러는 위상 적응 광학(adaptive optics) 응용을 위해 이용되었고, 회전운동 마이크로미러는 광을 편향시키기 위해 이용되었다. 이들 마이크로미러의 대부분은 정전기력과 탄성력 사이의 평형에서 결정된 연속적인 변위를 갖도록 제어되어 왔다. 아날로그 제어는 디지털 또는 불연속 제어보다 더 복잡하고, MOS, CMOS 등과 같은 공지된 반도체 전자공학 기술과 호환되지 않는다. 그에 더하여, 정전기력에 의해 구동되는 연속적인 변위를 갖는 마이크로미러는 전기력이 기계 구조의 탄성력을 초과할 때 전형적인 스냅다운(snap-down) 현상을 겪는다. 스냅다운 현상은 마이크로미러의 병진운동과 회전운동의 범위를 제한한다.

정전기력에 의해 구동되는 연속적인 변위를 갖는 마이크로미러의 실제적인 이용에 있어서, 높은 구동 전류는 또 다른 중대한 단점이다. IC 소자와 호환성이 있기 위해, 마이크로미러는 회로 작동 또는 제어 전압과 호환성이 있는 낮은 전압에서 작동되는 것이 바람직하다.

미국 특허 번호 4,566,939, 5,083,857, 및 6,232,936에서의 디지털 마이크로미러 장치와 같은 마이크로미러 어레이의 종래 기술에서, 각각의 마이크로미러는 전압의 디지털 제어에 의해 구동된다. 이것은 큰 회전운동을 갖고, 낮은 구동 전압을 가지며, 공지된 반도체 전자공학 기술과 호환성이 있다. 그러나, 이것은 하나의 자유도(한 개의 축에 대한 회전운동에 의한 두 개의 층의 위치)만을 가진다. 그러므로, 마이크로미러 어레이는 단순한 광스위치의 어레이이다.

더욱 광범위하게 응용되기 위해, 다중의 높이 상태 제어와 큰 변위, 다수의 운동 자유도, 낮은 구동 전압, 및 공지된 반도체 전자 기술과의 호환성을 갖는 마이크로미러를 필요로 한다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 정전기력에 의해 구동되는 연속적인 변위를 갖는 종래의 마이크로미러 장치의 단점과 디지털 마이크로미러 장치(DMD)의 한계를 해결하도록 고안된다.

본 발명의 목적은 정밀하고 고속의 다중 높이 상태 제어를 갖는 마이크로미러를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 다수의 운동 자유도를 갖는 마이크로미러를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 큰 변위를 갖는 마이크로미러를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 매우 작은 정착시간(settling time)을 갖는 마이크로미러를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 공지된 IC 회로 작동 또는 IC 회로의 제어 전압과 호환성이 있는 낮은 구동 전압을 갖는 마이크로미러를 제공하는 것이다.

종래의 정전기적 마이크로미러는 전기력이 기계 구조에 기인한 탄성력을 초과할 때 전형적인 스냅다운 현상을 겪는다. 스냅다운 현상은 마이크로미러의 병진운동과 회전운동의 범위를 제한한다. 종래의 정전기적 마이크로미러의 느린 정착시간은 마이크로미러의 작동 속도를 감소시킨다. 그리고, 종래의 정전기적 마이크로미러의 높은 구동 전압은 실제적인 이용에 어려움은 준다. 통상적으로 5V 또는 5V 미만에서 작동되는 IC 소자와 호환성을 있고 높은 전기장에 기인한 전기적 파괴를 방지하기 위해, 구동 전압의 최대값은 일반적으로 가능한 낮아야 한다. 또한, 낮은 변위 정밀도는 종래의 정전기적 마이크로미러의 중대한 단점이다. 스프링 두께의 변화가 n 배 증가함에 따라 변위 정밀도는 n^3 배로 부정확해진다. 종래의 정전기적 마이크로미러의 이들 단점을 해결하기 위해, 불연속적으로 제어되는 마이크로미러(Discretely Controlled Micromirror, DCM)가 고안된다.

DCM의 첫번째 형태는 마이크로미러와 기판 사이의 간격을 제어하는 지지물을 이용하는 가변 지지 불연속 제어 마이크로미러(Variable Support Discretely Controlled Micromirror, VSDCM)이다. 지지물은 마이크로미러의 하부에 배치된다. DCM의 변위는 마이크로미러가 위치한 지지물에 의해 결정되는 간격들의 조합에 의해 결정된다. 지지물에 의해 결정되는 간격은 정전기력에 의해 제어되고, 마이크로미러는 정전기적 인력에 의해 제어되는 지지물에 위치된다. 정전기력을 제어하는데 있어서, 디지털 전압 또는 불연속 전압 작동이 더 바람직한 방법이다. 그러므로, 간격들의 조합은 마이크로미러의 병진운동과 회전운동을 결정한다.

세 개의 VSDCM 실시예가 설명된다. 제1 실시예는 하나 이상의 디지털 지지물을 포함하는 마이크로미러이다. 간격은 지지물의 쌍안정(bistable) 운동에 의해 결정되기 때문에, 각각의 지지물이 제공하는 간격은 두 개의 값을 가진다. 운동은 정전기력에 의해 제어된다. 디지털 전압 또는 불연속 전압 작동은 정전기력을 제어하기에 더 바람직한 방법이다. VSDCM은 마이크로미러의 변위 제어를 위해 지지물의 쌍안정 변위를 이용한다.

제2 실시예는 하나 이상의 다층 지지물을 포함하는 마이크로미러이다. 간격이 지지물의 불연속적인 높이 변화에 의해 결정되기 때문에, 각각의 지지물이 제공하는 간격은 불연속적인 다단(multi-step)을 가진다. 높이 변화는 정전기력에 의하여 제어된다. 디지털 전압 또는 불연속 전압 작동은 정전기력을 제어하기에 더 바람직한 방법이다. VSDCM은 마이크로미러의 변위 제어를 위해 지지물의 불연속적인 높이 변화를 이용한다.

제3 실시예는 하나 이상의 다위치(multi-position) 지지물을 포함하는 마이크로미러이다. 마이크로미러를 지지하는 평면상에서의 위치는 다위치 지지물에 의해 변화되도록 제어된다. 마이크로미러의 변위는 지지물의 높이 뿐만 아니라 지지하는 위치에 의해서도 결정되기 때문에, 다위치 지지물은 마이크로미러의 변위를 제어할 수 있다.

종래의 정전기적인 마이크로미러에서, 마이크로미러의 스프링의 두께 정밀도는 변위 정밀도를 결정한다. 가는 스프링의 스프링 강성 오차는, 동일한 두께 오차를 가질 경우, 두꺼운 스프링의 스프링 강성 오차보다 더 높다. 그러므로, 얇은 스프링을 이용하는 것이 바람직하지 않기 때문에, 낮은 구동 전압을 이용하는데 어려움이 있다. VSDCM이 쌍안정 또는 불연속 변위를 이용하기 때문에, 스프링 두께 정밀도는 그리 중요하지는 않다. 그러므로, 매우 낮은 강성을 갖는 마이크로미러의 스프링이 이용될 수 있다. 낮은 강성의 스프링을 갖는 VSDCM은 낮은 전압에 의해 작동될 수 있다. 독립적으로 제어되는 가변 지지물은 개별적으로 어드레싱할 수 있는 전자공학을 요구한다. 이를 달성하기 위해, 온칩(on-chip) 전자공학과 결합된 마이크로미러가 이용된다. 이를 수행하기 위해, 마이크로미러와 공지된 반도체 미세전자공학과의 웨이퍼(wafer) 레벨 집적화가 이용된다.

마이크로미러가 VSDCM의 가변 지지물에 위치되기 때문에, 가변 지지물의 두께 정밀도는 마이크로미러의 변위 정밀도이다. 정밀도는 변위의 범위에 따라 달라지지 않기 때문에, VSDCM은 큰 변위에 대해 훨씬 더 나은 정밀도를 가진다.

DCM의 제2 형태는 분할된 전극(segmented electrode) 패드를 이용하는, 분할 전극 불연속 제어 마이크로미러(Segmented Electrode Discretely Controlled Micromirror, SEDCM)이다. 종래의 정전기적 마이크로미러에서와 같이, SEDCM은 작은 변위 범위와 큰 변위에서 낮은 정밀도와 같은 동일한 단점을 가진다. 그러나, SEDCM이 불연속적인 전압에 의해 제어될 수 있기 때문에, SEDCM은 공지된 반도체 미세전자공학 기술과 호환성이 있다. 마이크로미러의 변위는 각각의 전극 패드의 면적의 크기, 위치, 및 전압의 적절한 조합에 의해 제어될 수 있다.

VSDCM과 SEDCM은 두개의 다른 방법에 의해 제조될 수 있다. 제1 방법은 구조층용으로 알루미늄, 니켈, 금, 및 구리와 같은 금속을, 그리고 공극(air gap)을 형성하는 희생층용으로 포토레지스트 또는 SiO_2 를 이용하는 것이다. DCM의 제조는 완성된 반도체 미세전자공학 회로가 제조된 웨이퍼로부터 시작된다. 반도체 미세전자공학의 금속 위에 두꺼운 산화물(oxide)이 증착되고 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 기술 등과 같은 공지된 연마 방법을 이용하여 평탄화된다. 연

마 단계는 디지털 구조를 위해 완전히 평평한 표면을 제공한다. CMP는 마이크로미러의 두께 변화, 평평도, 및 반사율이 손상되지 않을 것을 보장한다. 몇 개의 포토마스크층(photomask layers)을 이용하여, 마이크로미러의 구조는 스프링, 포스트, 및 마이크로미러층을 위한 금속층들로 형성된다. 그리고, DCM의 공극은 포토레지스트(photoresist) 또는 SiO_2 와 같은 공지된 희생 물질(sacrificial material)에 의해 형성된다. 금속은 스퍼터 증착(sputter-deposited)되거나 또는 증발되고, 에치 마스크(etch mask)로서 플라즈마 증착(plasma-deposited)된 SiO_2 를 이용함에 의해 플라즈마 에칭(plasma-etched)된다. 후에 패키징 과정에서, 희생층은 공극을 형성하도록 플라즈마 에싱(plasma-ashed)된다.

제2 방법은 공지된 전기 도금(electroplating) 기술을 이용한다. 이 방법은 희생 금속성 몰드를 이용하며, 이는 포스트를 위한 전기 도금 몰드와 다음 단계의 전기 도금을 위한 시드층의 다양한 역할을 동시에 한다. 그러므로, 이 방법은 제조 과정을 단순화할 수 있고, 층의 개수에 제한없이 실제 3-D 금속 미세구조를 보일 수 있다. 이 방법은 종래의 리소그래피(lithography)와 전기 도금 및 CMP와 같이 공지된 연마만을 이용한다. 예로서, 전기 도금된 니켈은 구조층을 위해 이용되고 전기 도금된 구리는 희생층을 위해 각각 이용된다.

마이크로미러의 반사면은 금속, 금속합금, 다층의 유전물질, 또는 높은 반사율을 갖는 다른 물질로 만들어진다. 많이 알려진 미세 제조 공정으로 높은 반사율을 갖는 마이크로미러의 표면을 제작할 수 있다. 마이크로미러는 요구되는 위치를 갖도록 구동(actuating) 소자에 의해 정전기적으로 제어된다. 응용 분야에 따라, 한 개의 병진운동, 한 개의 회전운동, 한 개의 병진운동과 한 개의 회전운동, 또는 한 개의 병진운동과 두 개의 회전운동이 제어될 수 있다.

여기서 완전히 설명된 바와 같이, 참고문헌으로 편입된 명세서로서, 2004년 5월 27일에 출원된 본 출원인의 미국 특허 출원 'Variable Focal Length Lens Comprising Micromirrors with Two Degrees of Freedom Rotation'과, 2004년 5월 27일에 출원된 출원인의 다른 미국 특허 출원 'Variable Focal Length Lens Comprising Micromirrors with Two Degrees of Freedom Rotation and One Degree of Freedom Translation', 및 2004년 5월 28일에 출원된 본 출원인의 또 다른 미국 특허 출원 'Array of Micromirror Array Lenses'에서 기술된 바와 같이, 독립적으로 제어되는 두 개의 회전운동 자유도 또는 두 개의 회전운동 자유도 및 한 개의 병진운동 자유도를 갖는 마이크로를 포함하는 마이크로미러 어레이는 입사된 광을 임의로 변조할 수 있다. 이를 수행하기 위해, 두 개의 회전운동 자유도의 제어 또는 두 개의 회전운동 자유도와 한 개의 병진운동 자유도의 제어에 의해 입사된 광이 요구되는 임의의 방향으로 편향되는 것이 요구된다. 또한, 동일 위상 조건을 충족시키기 위해 각각의 마이크로미러의 독립적인 병진운동이 요구된다. DCM이 많은 장점을 갖고 두 개의 회전운동 자유도 및/또는 한 개의 병진운동 자유도를 가질 수 있기 때문에, DCM을 포함하는 마이크로미러 어레이는 종래의 마이크로미러 어레이보다 더 나은 성능을 가진다.

마이크로미러 어레이를 작동하는 전기 회로는 미세전자공학에서 널리 이용되는 공지된 MOS 또는 CMOS 기술에 의해 대체될 수 있다. 마이크로미러 어레이의 하부에 미세전자공학 회로를 적용하여, 전극 패드와 전선을 위해 필요한 영역을 제거함으로써, 유효 반사 영역이 증가될 수 있다. 각각의 마이크로미러는 후퇴(retract)할 수 있는 것은 물론, 두 축을 따라 경사질 수 있다. 결과적으로, 마이크로미러는 수직과 수평 양축을 따라 고려되는 시야를 주사(scan)할 수 있고, 입사하는 광 빔의 위상 수차를 제거하도록 동시에 후퇴하거나 올라갈 수 있다. 마이크로미러는 각각의 마이크로미러를 독립적으로 제어함에 의해 수차, 예를 들면 피사체와 그 상 사이의 매질에 의해 발생하는 광학적 효과, 또는 그 상을 근축상(paraxial imagery)의 범칙으로부터 벗어나게 하는 렌즈 시스템의 결함을 교정할 수 있다. 임의의 위상 오차를 갖는 수차를 보정하기 위해, 마이크로미러 어레이의 각각의 마이크로미러는 독립적으로 제어되어야 한다. 각각의 마이크로미러의 독립적인 제어는 제어를 위해 요구되는 전기회로를 공지된 CMOS 기술로 대체하고 공지된 미세 제조 방법을 이용해 마이크로미러 하부에 CMOS를 제조함에 의해 가능하다.

본 발명의 마이크로미러는 밀집한(closely packed) 어레이이도록 형상화되는 것이 바람직하고, 둥근 형상일 수도 있으나 바람직하게는 삼각형, 직사각형의 예와 같이 각으로 이루어지거나 또는 육각형, 팔각형 등과 같이 다섯 이상의 변을 가진다.

상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 제1 형태는 마이크로미러와 마이크로미러가 위치된 복수의 가변 지지물을 포함하는 불연속적으로 제어되는 마이크로미러(Discretely Controlled Micromirror, DCM)를 제공한다. 가변 지지물은 마이크로미러의 위치를 결정하고, 가변 지지물은 정전기력에 의해 제어된다. 디지털 전압 또는 불연속 전압 작동이 정전기력을 제어하기 위한 바람직한 방법이다. 가변 지지물은 마이크로미러의 하부에 배치된다. 디지털 또는 불연속 가변 지지물로부터 마이크로미러의 임의의 변위를 얻기 위해 가변 지지물의 평면상의 위치는 가변적이다.

가변 지지물은 마이크로미러와 기판 사이에 배치된다. 마이크로미러의 위치가 제어되도록 가변 지지물의 각각은 그 높이를 변화시키기 위해 제어된다.

가변 지지물은 마이크로미러와 기관 사이의 간격을 결정한다.

디지털 지지물의 각각은 상부 포스트(post), 하부 포스트 및/또는 온(on) 위치에서 상부 포스트와 하부 포스트 사이에 삽입되고 오프(off) 위치에서 상부 포스트와 하부 포스트 사이의 간격으로부터 제거되는 하나 이상의 삽입물을 포함한다.

마이크로미러와 기관 사이의 간격은 삽입물이 상부 포스트와 하부 포스트 사이에 배치될 지의 여부에 의해 결정된다.

불연속적인 지지물의 각각은 상부 포스트, 하부 포스트, 및/또는 상부 포스트와 하부 포스트 사이에 삽입되는 하나 이상의 다단 삽입물을 포함한다. 다단의 두께를 갖는 삽입물은 삽입되는 양에 따라 마이크로미러의 변위를 결정한다.

마이크로미러와 기관 사이의 간격은 다단 삽입물의 삽입되는 양에 따라 결정된다.

삽입물은 정전기력에 의해 제어된다.

삽입물은 디지털 전압 또는 불연속 전압 작동에 의해 제어된다.

삽입물은 평면상의 병진운동을 가진다. 평면상의 병진운동은 콤 드라이브(comb-drive)에 의해 구동된다.

삽입물은 다단의 두께를 가진다.

가변 지지물의 평면상 위치는 변화된다.

DCM의 작동에서, 마이크로미러의 회전운동 및/또는 병진운동은 제어된다. 세 개 이상의 가변 지지물에 의해 마이크로미러의 회전운동과 병진운동 모두가 제어된다. 가변 지지물은 쌍안정 운동을 가진다. 가변 지지물은 불연속 운동을 가진다. 마이크로미러는 인력(attractive force)에 의해 제어되는 가변 지지물에 위치된다.

마이크로미러의 표면 물질은 높은 반사율을 갖는 것이다. 마이크로미러의 표면 물질은 금속 또는 금속합금일 수 있다. 또한 마이크로미러의 표면은 다층의 유전체 코팅으로 만들어진다.

DCM은 구조층의 물질이 금속인 방법에 의해 만들어진다. 알루미늄층은 스퍼터 증착되고, 에칭 마스크로서 플라즈마 증착된 SiO_2 를 이용하여 플라즈마 에칭된다. 희생층은 공극을 형성하도록 플라즈마 에칭된다.

DCM은 미세 제조 공정에 의해 증착된 층이 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 기술을 이용하여 평탄화되는 방법에 의해 만들어진다.

DCM에서, 마이크로미러는 전기 도금 기술을 이용하여 제조된다. 전기 도금 기술은 고유의 희생 금속성 몰드를 이용하며, 이 고유의 희생 금속성 몰드는 포스트를 위한 전기 도금 몰드와 시드층의 다양한 역할을 한다. 전기 도금된 니켈은 구조층을 위해 이용된다. 전기 도금된 구리는 희생층을 위해 이용된다.

본 발명은 또한 복수의 상술된 DCM을 포함하는 DCM 어레이를 제공한다. DCM 어레이에서, 마이크로미러는 독립적으로 제어된다. 마이크로미러 어레이는 공간 광 변조기(Spatial Light Modulator, SLM)이다.

제어 회로는 미세전자공학 기술을 이용하여 마이크로미러 하부에 구축된다. 미세전자공학 회로의 금속 위에 두꺼운 산화물이 증착된다.

본 발명의 제2 형태는 마이크로미러와 복수의 분할된 전극을 포함하는 DCM을 제공한다. 분할된 전극은 SEDCM의 변위를 결정한다. 분할된 전극에 인가되는 전압은 불연속이다. SEDCM은 정전기력에 의해 제어된다. SEDCM은 디지털 전압 또는 불연속 전압 작동에 의해 제어된다. 분할된 전극은 마이크로미러 하부에 배치된다. 분할된 전극의 평면상 위치는 변화된다.

SEDCM의 작동에서, 마이크로미러의 회전운동 및/또는 병진운동이 제어된다. 분할된 전극의 면적은 변화된다. SEDCM의 표면 물질은 높은 반사율을 가진다. SEDCM의 표면 물질은 금속 또는 금속합금일 수 있다. 또한, SEDCM의 표면은 다층의 유전체 코팅으로 만들어진다.

SEDCM은 구조층의 물질이 금속인 방법에 의해 만들어진다. 알루미늄층은 스퍼터 증착되고, 에칭 마스크로서 플라즈마 증착된 SiO_2 를 이용하여 플라즈마 에칭된다. 공극을 형성하기 위해 희생층은 플라즈마 에칭된다.

SEDCM은 미세 제조 공정에 의해 증착된 층이 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 기술을 이용하여 평탄화되는 방법에 의해 만들어질 수 있다.

마이크로미러는 전기 도금 기술을 이용하여 제조된다. 전기 도금 기술은 고유의 희생 금속성 몰드를 이용하며, 이 고유의 희생 금속성 몰드는 포스트를 위한 전기 도금 몰드와 시드층의 다양한 역할을 한다. 전기 도금된 니켈은 구조층을 위해 이용된다. 전기 도금된 구리는 희생층을 위해 이용된다.

본 발명은 또한 이전에 기술된 DCM을 포함하는 DCM 어레이를 제공한다. 어레이에서, 마이크로미러는 독립적으로 제어된다. 마이크로미러는 SLM(Spatial Light Modulator)이다. 제어 회로는 미세전자공학 기술을 이용해 SEDCM 하부에 구축된다. 미세전자공학 회로의 금속 위에 두꺼운 산화물이 증착된다.

본 발명이 간단히 요약되었지만, 본 발명은 다음의 도면, 상세한 설명과 청구범위에 의해 완전히 이해될 수 있다.

실시예

(바람직한 실시예의 상세한 설명)

도 1은 가변 지지물(1)을 갖는 DCM의 개념을 도시한다. 가변 지지 불연속 제어 마이크로미러(Variable Support Discretely Controlled Micromirror, VSDCM)는 마이크로미러(2)와 기관(8) 사이에 가변적인 간격을 제공하는 지지물(1)을 이용한다. 지지물(1)은 마이크로미러(2)의 하부에 배치된다. VSDCM의 병진운동과 회전운동은 마이크로미러(5)가 위치한 가변 지지물(3,4)에 의해 결정된 간격의 조합에 의해 결정된다. 가변 지지물에 의해 결정된 간격은 디지털적으로 또는 불연속적으로 제어되고, 마이크로미러는 인력(6)에 의해 제어되는 지지물(3,4)에 위치된다. 그러므로, 지지물에 의해 제공되는 간격은 마이크로미러의 병진운동 및/또는 회전운동을 결정한다. 지지물에 의한 간격 변화는 지지물의 디지털 또는 불연속 운동에 의해 결정되고, 운동은 정전기력에 의해 제어된다. 디지털 전압 또는 불연속 전압 작동이 정전기력을 제어하기에 더 바람직한 방법이다. 마이크로미러(5)의 위치는 인력이 오프일 때 유연성 있는 스프링(7)의 힘에 의해 초기의 위치로 되돌려진다.

도 2는 어떻게 VSDCM이 마이크로미러의 평면에 수직인 축을 따르는 한 개의 병진운동과 평면에 있는 축들에 대한 두 개의 회전운동을 포함한 세 개의 자유도 운동을 가질 수 있는지를 도시한다. 다수의 가변 지지물(14) 중 세 개 이상의 가변 지지물(11,12,13)이 마이크로미러(15)를 지지하기 위해 이용될 때, VSDCM은 세 개의 자유도를 가진다. 세 개의 가변 지지물은 마이크로미러의 세 개의 자유도를 만들기 충분하나, 지지물에 위치한 마이크로미러가 안정적으로 머물도록 하기 위해 세 개 보다 많은 가변 지지물이 이용될 수 있다.

마이크로미러(15)가 가변 지지물(11,12,13)에 위치되기 때문에, 가변 지지물의 높이 정밀도는 VSDCM의 변위 정밀도를 결정한다. 가변 지지물을 만들기 위해 미세 제조의 두께 제어 정밀도는 수 나노미터 미만이다. 마이크로미러의 스프링 두께의 변화가 n 배 증가함에 따라, 종래의 정전기적 마이크로미러의 변위 정밀도는 n^3 배로 부정확해진다. 그러므로, VSDCM은 종래의 정전기적 마이크로미러보다 변위의 제어에 있어서 더 나은 정밀도를 가진다.

도 3a-도 3d는 예가 되는 디지털 가변 지지물과 두 개의 가변 지지물(23,24)에 의해 지지되는 VSDCM의 네 개의 가능한 변위를 도시한다.

가변 지지물(23,24)은 마이크로미러(25)와 기관(27) 사이에 배치된다. 마이크로미러(25)의 위치가 제어되도록, 가변 지지물(23,24)의 각각은 그 높이를 변화시키기 위해 제어된다.

도 3a-도 3d가 두 개의 자유도(한 개의 병진운동과 한 개의 회전운동)를 갖는 두 개의 가변 지지물에 의해 지지되는 디지털 VSDCM을 도시하나, 다수의 가변지지물이 마이크로미러의 하부에 제작될 수 있고 세 개의 자유도(한 개의 병진운동과 두 개의 회전운동)를 갖는 세 개 이상의 가변 지지물에 의해 지지되는 마이크로미러 또한 가능하다. 가변 지지물(23,24)은 삽입물(20), 상부 포스트(21) 및/또는 하부 포스트(22)를 포함한다. 쌍안정 운동을 갖는 삽입물(20)은 정전기력에 의해 제어된다. 디지털 전압 또는 불연속 전압 작동이 정전기력을 제어하기에 바람직한 방법이다. 정전기력에 의해 제어되는 각각의 가변 지지물(23,24)은 삽입물(20)의 삽입 여부에 따라 제어 가능한 두 개의 상이한 간격 G_1 , G_2 를 제공할 수 있다. 삽입물(20), 상부 포스트(21), 및 하부 포스트(22)는 이들의 높이의 조합이 다양한 간격을 만들 수 있기 때문에, 상이한 높이를 가질 수 있다. 각각의 지지물은 지지물이 배치된 위치에서 마이크로미러(25)에 두 개의 위치, 즉 온-오프 위치를 제공한다. VSDCM의 병진운동과 회전운동이 지지물(23,24) 구동에 의해 제공되는 간격의 조합에 의해 결정되기 때문에, 가능한 변위의 개수는 2^n 이고, 여기서 n 은 지지물의 개수이다. 지지물에 의해 주어진 불연속 간격에서, 마이크로미러(25)는 각각의 지지물의 평면상의 위치를 조절함에 의해 요구되는 병진운동과 회전운동을 가질 수 있다.

도 4는 삽입물(30)을 포함하는 삽입 구동 시스템의 예를 도시한다. 삽입 구동 시스템은 두 개의 하부전극(31a, 31b), 상부전극(32), 하나 이상의 스프링(33), 하나 이상의 포스트(34), 및 삽입물(30)을 포함한다. 스프링(33)에 의해 지탱되는 상부전극(32)은 상부 전극(32)과 하부 전극(31a, 31b)의 하나 사이의 정전기력에 의해 구동된다. 이러한 방식으로, 상부 전극(32)의 삽입물(30)이 이동될 수 있다.

도 5는 삽입물 구동 시스템의 다른 예를 도시한다. 삽입물(41)은 평면상의 병진운동을 가져야 한다. 매우 잘 알려진 콤팩트 드라이브(40)는 삽입물(41)에 평면상의 병진운동을 제공할 수 있다.

도 6은 다단 간격을 만들기 위한 다단 삽입물(42)을 도시한다. 하나의 두께를 갖는 삽입물(30)과는 달리, 다단 삽입물(42)은 수 개의 스텝 두께를 가진다. 삽입물(42)의 평면상의 위치에 따라, 상부 포스트(43)과 하부 포스트(44) 사이에 배치된 다단 삽입물의 두께는 변화된다. 그러므로, 마이크로미러(45)의 변위는 변화될 수 있다. 매우 잘 알려진 콤팩트 드라이브가 다단 삽입물(42)에 평면상의 병진운동(46)을 제공할 수도 있다.

도 7a는 상이한 평면상의 위치에 있는 삽입물(47,48)과 수 개의 포스트(49)를 포함하는 다위치 지지물의 상부도를 도시한다. 도 7b는 구조를 명확히 도시하기 위해 다위치 지지물의 삼차원도를 도시한다. 지지되는 위치는 삽입물(47,48)의 평면상 병진운동에 의해 변화된다. 예로서, 마이크로미러(52)의 지지하는 위치(49A)는 삽입물(47)의 평면상의 병진운동(50)에 의해 위치(49B)로 변화된다. 마이크로미러(52)의 지지하는 위치(49C)는 삽입물(48)의 평면상의 병진운동(51)에 의해 위치(49D)로 변화된다. 매우 잘 알려진 콤팩트 드라이브는 삽입물(47,48)에 평면상의 병진운동(50,51)을 제공할 수 있다.

다위치와 다단을 조합하는 지지 시스템 또한 이용될 수 있다.

도 8은 분할된 전극(60)을 이용하는 DCM의 제2 형태이다. 종래의 정전기적 마이크로미러와는 달리, 이 실시예는 상이한 면적, 위치, 불연속 전압을 갖는 분할된 전극(60)을 포함한다. 이 실시예는 제어 회로를 위한 공지된 미세 전자공학 기술과의 호환성을 제외하면 종래의 정전기적 마이크로미러와 동일한 단점을 가진다. 마이크로미러(61)은 상이한 면적, 위치 및 불연속 전압을 갖는 분할된 전극(60)의 적절한 조합에 의해 요구되는 세 개의 자유도를 가질 수 있다.

VSDCM과 SEDCM은 두 개의 상이한 방법에 의해 제조될 수 있다. 제1 방법은 구조층용으로 알루미늄, 니켈, 금, 및 구리와 같은 금속을, 그리고 공극을 형성하는 희생층용으로 포토레지스트 또는 SiO_2 를 이용하는 것이다. DCM의 제조는 완성된 미세전자공학 어드레싱 가능한 회로가 제조된 웨이퍼로부터 시작된다. 회로의 금속 위에 두꺼운 산화물이 증착되고, 다음은 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 기술 등과 같은 공지된 연마 방법을 이용하여 평탄화된다. 연마 단계는 디지털 구조를 위해 완전히 평평한 표면을 제공한다. CMP는 마이크로미러의 두께 변화, 평평도, 및 반사도가 손상되지 않을 것을 보장한다. 몇 개의 포토마스크층을 이용하여, 마이크로미러의 구조는 스프링, 포스트, 및 마이크로미러층을 위한 금속층들로 형성된다. 그리고, DCM의 공극은 포토레지스트 또는 SiO_2 로 형성된다. 금속은 스퍼터 증착되거나, 에치 마스크로서 플라즈마 증착된 SiO_2 를 이용함에 의해 플라즈마 에칭된다. 후에, 패키징 과정에서 희생층은 공극을 형성하도록 플라즈마 에칭된다.

제2 방법은 공지된 전기 도금 기술을 이용한다. 이 방법은 고유의 희생 금속성 몰드를 이용하며, 이 고유의 희생 금속성 몰드는 포스트를 위한 전기 도금 몰드와 다음 층의 전기 도금을 위한 시드층의 다양한 역할을 동시에 한다. 그러므로, 이 방

법은 제조 과정을 단순화할 수 있고, 층의 수에 제한 없이 실제 3-D 금속 마이크로 구조를 보일 수 있다. 이 방법은 종래의 포토리소그래피(photolithography)와 전기 도금 기술 및 CMP와 같이 공지된 연마만을 이용한다. 예로서, 전기 도금된 니켈은 구조층용으로 이용되고, 전기 도금된 구리는 희생층용으로 각각 이용된다.

마이크로미러의 반사면은 금속, 금속합금, 다층의 유전물질, 또는 높은 반사율을 갖는 다른 물질로 만들어진다. 많이 알려진 미세 제조 공정으로 높은 반사율을 갖는 마이크로미러의 표면을 제작할 수 있다. 마이크로미러는 요구되는 위치를 갖도록 구동소자에 의해 정전기적으로 제어된다. 응용 분야에 따라, 한 개의 병진운동, 한 개의 회전운동, 한 개의 병진운동과 한 개의 회전운동, 또는 한 개의 병진운동과 두 개의 회전운동이 제어될 수 있다.

독립적으로 제어되는 두 개의 회전운동 자유도 또는 두 개의 회전운동 자유도와 한 개의 병진운동 자유도를 갖는 DCM을 포함하는 어레이는 입사된 광을 임의로 변조할 수 있다. 이를 수행하기 위해, 두 개의 회전운동 자유도의 제어 또는 두 개의 회전운동 자유도 및 한 개의 병진운동 자유도의 제어에 의해 입사된 광이 요구되는 임의의 방향으로 편향되는 것이 요구된다. 또한, 광의 위상을 조절하기 위해 각각의 마이크로미러의 독립적인 병진운동이 요구된다.

마이크로미러 어레이는 각각의 마이크로미러를 독립적으로 제어함에 의해, 피사체와 그 상 사이의 매질에 의해 발생하는 광학적 효과 또는 그 상을 근축상(paraxial imagery)의 범칙으로부터 벗어나게 하는 렌즈 시스템의 결함에 의해 발생하는 수차를 교정할 수 있다.

마이크로미러를 작동하는 전기 회로는 미세전자공학에서 이용되는 공지된 미세전자공학 회로 기술로 제조될 수 있다. 마이크로미러 어레이의 하부에 미세전자공학 회로를 적용하여, 전극 패드와 전선을 위해 필요한 영역을 제거함으로써, 유효 반사 영역이 증가될 수 있다. 또한, 각각의 마이크로미러의 독립적인 제어는 공지된 미세전자공학 회로 기술로 제어를 위해 요구되는 전기회로를 제조함에 의해 가능하다. 광 효율성을 증가시키기 위해, 공지된 미세 제조 방법을 이용하여 미세 전자공학 회로는 마이크로미러의 하부에 제조된다.

가변 지지물과 미세전자공학 회로는 이들 때문에 반사 영역이 손실되지 않도록 마이크로미러의 하부에 배치된다. 이것은 개별적인 마이크로미러 어셈블리가 유효 영역을 최대화시키도록 서로 더 가까이 배치될 수 있음을 의미한다.

본 발명을 상이한 실시예들을 참조하여 도시하고 설명하였으나, 첨부된 청구범위에 의해 정의된 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않고, 형태, 상세한 부분, 구성, 그리고 작동에 있어서의 변화가 행해질 수도 있다는 것은 당업자는 이해할 것이다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 이들 및 다른 특징, 태양, 및 장점은 첨부된 도면을 참고하여 더 잘 이해될 수 있다.

도 1은 가변 지지물을 갖는 DCM을 도시한 개략도.

도 2는 어떻게 VSDCM이 세 개의 자유도 운동인 마이크로미러의 평면에 수직인 축을 따르는 한 개의 병진운동과 평면에 있는 축들에 대한 두 개의 회전운동을 갖는 지를 도시한 개략도.

도 3a-도 3d는 디지털 가변 지지물과 디지털 가변 지지물을 포함하는 DCM의 네 개의 다른 변위를 도시한 개략도.

도 4는 삽입물을 포함한 삽입 구동 시스템을 도시한 개략도.

도 5는 콤프라이브를 이용한 삽입 구동 시스템을 도시한 개략도.

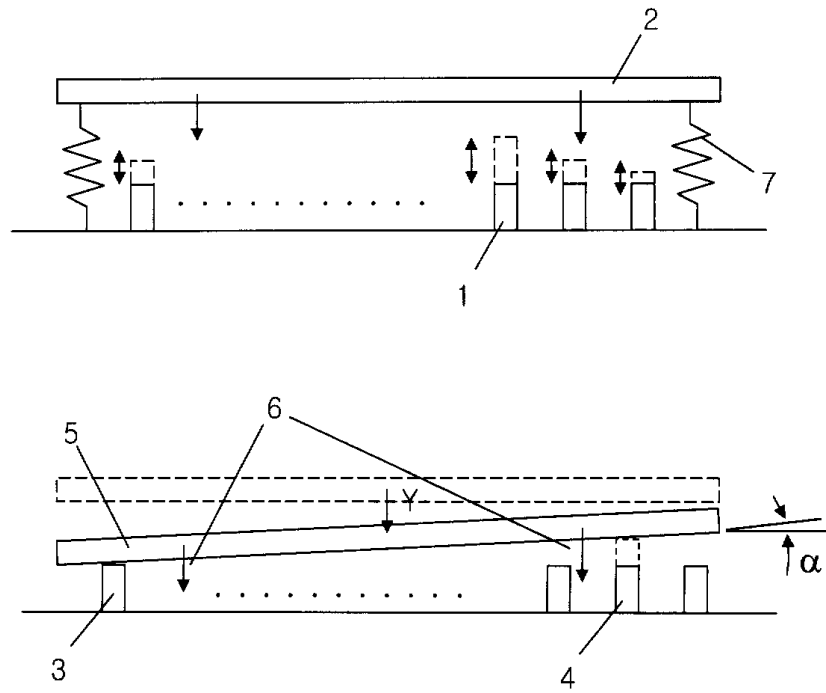
도 6은 다단 삽입물을 갖는 불연속 가변 지지물을 도시한 개략도.

도 7a와 도 7b는 다위치 지지물을 도시한 개략도.

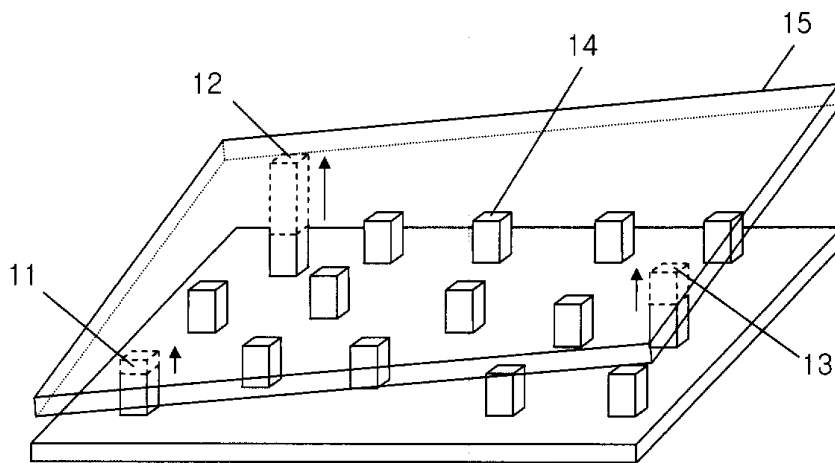
도 8은 분할된 전극을 포함하는 DCM을 도시한 개략도.

도면

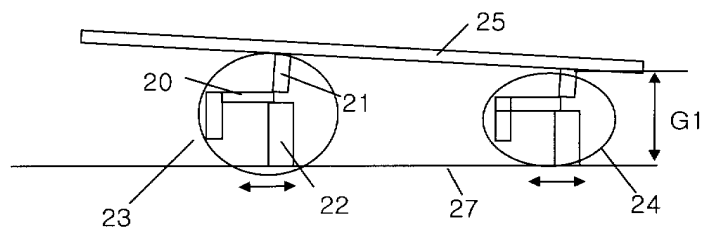
도면1



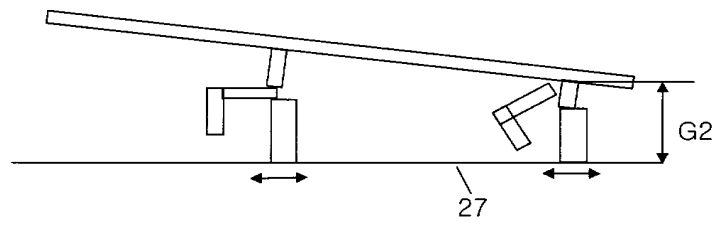
도면2



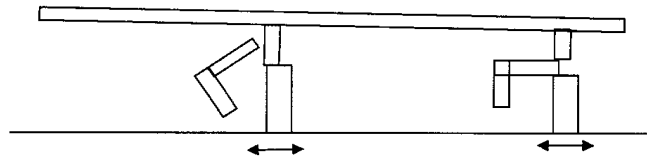
도면3a



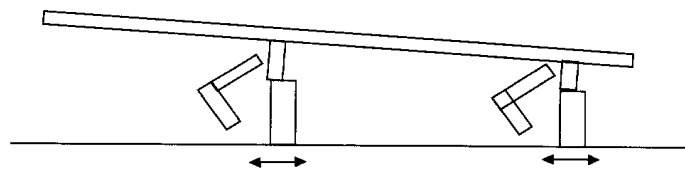
도면3b



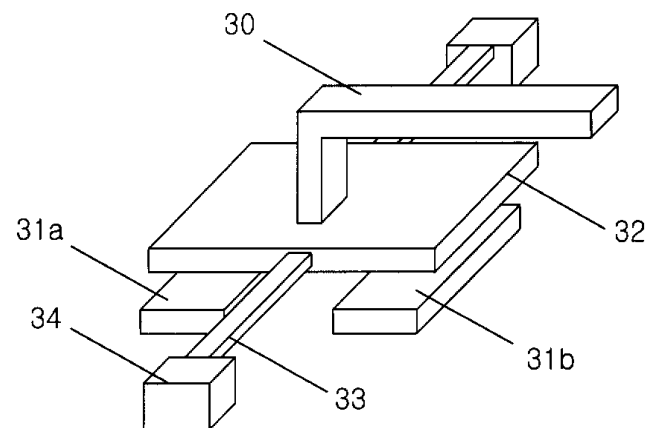
도면3c



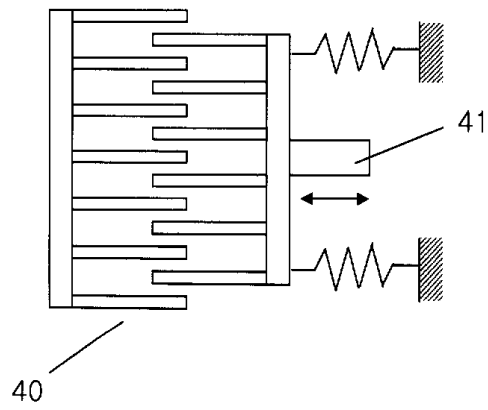
도면3d



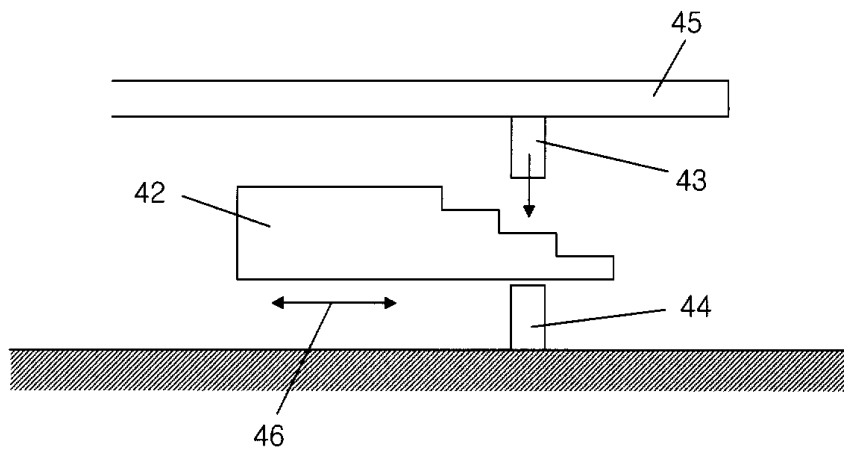
도면4



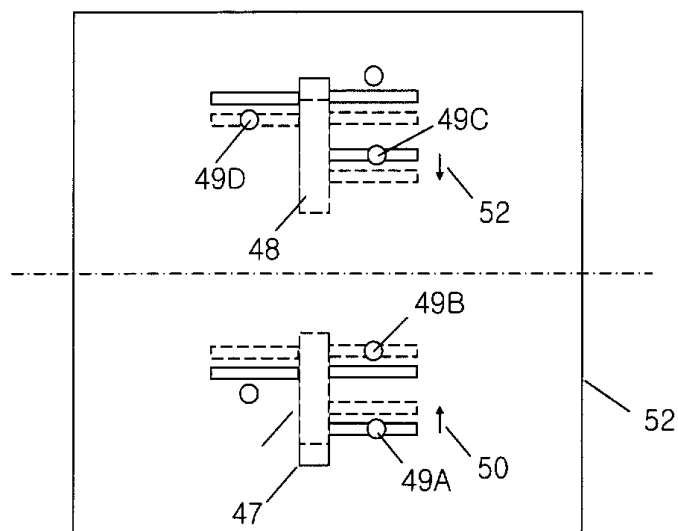
도면5



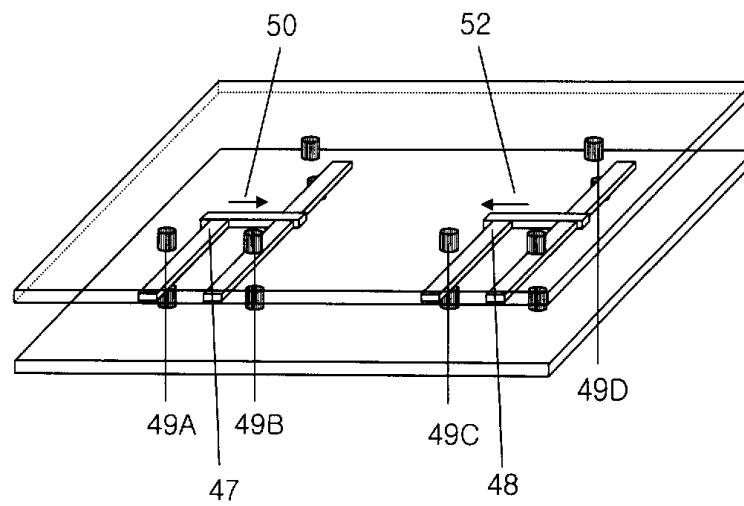
도면6



도면7a



도면7b



도면8

