

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) . Int. Cl.⁷
G11B 7/00

(45) 공고일자 2005년03월08일
(11) 등록번호 10-0473693
(24) 등록일자 2005년02월18일

(21) 출원번호 10-2001-7003528
(22) 출원일자 2001년03월19일
번역문 제출일자 2001년03월19일
(86) 국제출원번호 PCT/US1999/021682
국제출원일자 1999년09월17일

(65) 공개번호 10-2001-0075212
(43) 공개일자 2001년08월09일
(87) 국제공개번호 WO 2000/17865
국제공개일자 2000년03월30일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬랜드, 일본, 캐나다, 키르키즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베리아, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아 공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투칼, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 아랍에미리트, 탄자니아, 남아프리카, 그라나다, 가나, 감비아, 크로아티아, 인도네시아, 인도, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨,

AP ARIPO특허 : 캐나다, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨, 탄자니아,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르키즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아이랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베냉, 중앙아프리카, 콩고, 코트디브와르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우,

(30) 우선권주장 60/100,989 1998년09월18일 미국(US)

(73) 특허권자 시게이트 테크놀로지 엘엘씨
미국 캘리포니아 스코츠 벨리 디스크 드라이브 920(우:95066)

(72) 발명자 드레이크, 조셉, 디.
미국 94303 캘리포니아 팔로알토 루이스로드 3415

저맨, 존, 에이치.
미국 94306 캘리포니아 팔로알토 라몬스 트리트 3056

그레이드, 존, 디.
미국 94040 캘리포니아 마운틴 뷰 #217 오르테가 애브뉴 400

(74) 대리인 남상선

심사관 : 이백수

(54) 신장가능한 복원력 부재를 가진 마이크로머신 미러

명세서

기술분야

본 발명은 광학 스위칭, 조정 및 주사시스템에 사용하는 마이크로미러, 특히 광학 데이터 추적, 저장 및 복구시스템에 사용하는 마이크로미러에 관한 것이다.

배경기술

정전기 풀-인(pull-in)은 정전기적으로 구동되는 편향가능한 마이크로미러 장치의 범위를 제한하는 현상이다. 일반적으로, 풀-인은 비선형 정전기 드라이브가 정전기력으로 평형을 탈성하기기 위하여 장치의 기계적인 서스펜션(suspension)의 성능을 압도할 때 발생한다. 1999년 1월 13일에 출원된 계류중인 미국특허 출원번호 제09/231,317호에 개시된 형태와 같은 비틀림 미러(torsional mirror)에서, 정전기 드라이브는 비틀림 힌지 서스펜션에 의해 규정된 축에 대하여 미러판을 회전시킨다. 평형 각도 편향은 두 개의 비틀림 힌지에 의해 제공된 복원 토크가 드라이브 전극에 의해 제공된 정전기 흡인 토크와 균형을 이룰 때 달성된다. 비틀림 힌지 서스펜션은 미러판의 회전 각도에 비례하는 복원토크를 제공한다. 그러나, 정전기 토크는 드라이브 전극 및 접지 미러판 사이의 분리가 미러판의 회전에 의해 감소될 때 비선형적으로 증가한다. 각도편향에 대한 일부 값에서, 정전기 토크는 힌지의 선형 복원 토크에 의해 균형이 이루어질 있는 것보다 더 커진다. 이러한 풀-인 각도에서, 미러판의 외부에 있는 정전기 캡의 나머지에 걸쳐 자발적으로 편향되므로 미러의 유용한 각도범위를 풀-인에서 발생하는 것보다 적게 제한한다.

정전기 풀-인의 문제는 여러 간행물에 제시 및 해석되어 있다. 예컨대, Seeger and Crary, Stabilization of Electrostatically Actuated Mechanical Devices Proc. Transducers '97, Chicago, IL, pp. 1133-1136, June 1997에는 풀-인 현상이 병진 정전기 액추에이터에서 발생하지 않도록 하는 방법이 개시되어 있다. 이러한 방법은 이동 가능한 판이 드라이브 전극쪽으로 구동될 때, 불안정한 동작점이 존재하지 않는 점으로 시스템의 포텐셜 에너지 합수를 본질적으로 변경하는 장치와 직렬로 피드백 커패시터를 위치시킨다. 이 방법이 비틀림 정전기 장치의 안정 범위를 증가시키기 위하여 사용될 수 있을지라도, 이 방법은 동작 전압이 피드백 커패시터를 충전시키기 위하여 매우 증가되어야만 하는 바람직하지 않은 트레이드-오프(trade-off)를 갖는다.

병진 마이크로미러 미러에 대한 정전기 풀-인의 문제점은 Burns and Bright, Nonlinear Flexures for Stable Deflection of an Electrostatically Actuated Micromirror, Proc. SPIE, Vol. 3226, Austin, TX, Sept. 1997에 논의되어 있다. 이 문헌에서, 비선형 편향 성능을 가진 굴곡(flexure)을 사용하는 이론적인 의견이 제공되어 있다. 그러나, 비선형 성능을 제공하는 디자인이 제공되어 있지 않다. 오히려, 주 굴곡의 임의의 편향 이외에 보조 굴곡에 의해 제공된 복원력이 주 굴곡의 복원력과 부가적으로 결합되는 주 굴곡 및 보조 굴곡을 포함하는 복합 굴곡에 대한 디자인이 개시되어 있다. 이와 같이, 굴곡 디자인은 실제로는 비선형보다 오히려 구분적으로 선형이다.

병진 및 비틀림이 정전기로 동작되는 마이크로미러 장치에 대한 서스펜션 수단은 가느다란 뼈 또는 얇은 격판(diaphragm)으로써 모델링된다. 작은 편향 및 회전에 대하여, 이러한 구조가 선형적으로 동작한다. 따라서, 구조에 걸리는 로드는 변형의 방향에 특정된 스프링 상수와 동일한 비례 상수를 가진 편향에 비례한다. 큰 편향 및 회전에 대하여, 이들 구조가 가해진 로드에 더 이상 선형으로 응답하지 않는다. 비선형의 형태는 서스펜션 기하형태(suspension geometry)의 특성을 따르지만, 일반적으로 대략 큰 편향 및 회전에 대해 우수한 3차항과 함께 작은 편향 선형화의 중첩인 관계를 갖는다. Jerman, The Fabrication and Use of Micromachined Corrugated Silicon Diaphragms, Sensors and Actuators, A21-A23(1990) pp. 988-992 및 U.S.Patent No. 5,116,457 for Semiconductor Transducer or Actuator Utilizing Corrugated Supports to Jerman에서, 마이크로미러 구조의 중심 보스(boss)를 지지하기 위하여 얇은 격판이 사용되는 이와 같은 관계의 실시예가 제공되어 있다. 그러나, 이러한 참조문헌에서, Jerman은 이러한 격판의 비선형 편향 특성을 생산적으로 사용하도록 하지 않았다.

미러 어셈블리의 비선형 정전기 구동력을 보상하기 위하여 미러의 편향각을 비선형적으로 증가시키는 복원토크를 가진 개선된 마이크로미러 미러 어셈블리가 필요하다. 이와 같은 미러 어셈블리는 미러의 편향범위를 증가시키도록 풀-인 각도를 바람직하게 증가시킨다.

본 발명의 목적 및 장점의 부가적인 이해를 위하여, 동일한 부분에 동일한 번호가 참조된 첨부 도면과 함께, 다음의 상세한 설명이 참조된다. 도시된 도 8-12 및 16의 수직면의 비율이 도면의 이해를 용이하게 하기 위하여 확대되었다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 광빔을 편향시키는데 사용하는 미크론 크기의 미러 어셈블리에 관한 것이다. 미러 어셈블리는 평면 베이스 및 평면 베이스로부터 이격되어 멀어지며 일반적으로 평면 베이스에 평행하게 배치되는 평면 미러를 포함한다. 평면 미러는 제 1 및 제 2 단부, 및 제 1 및 제 2 단부사이에서 연장되는 세로축을 갖는다. 제 1 및 제 2 비틀림 부재는 세로축을 따라 연장되며 미러가 상기 평면베이스에 대한 세로축에 대하여 제 1 및 제 2 위치 사이에서 움직이도록 하기 위하여 각각의 제 1 및 제 2 단부위치에 접속된다. 제 1 및 제 2 비틀림 부재는 평면 베이스에 고정된다. 미러의 적어도 일부분은 도전성 재료로 이루어진다. 제 1 및 제 2 이격되어 멀어진 전극은 제 1 및 제 2 위치사이에서 미러를 구동시키기 위하여 평면 베이스에 의해 유지된다. 테더 부재는 세로축에 가로로 연장되며 제 1 비틀림 부재 및 평면 베이스에 고정된다. 테더 부재는 미러의 진동을 조절한다.

도면의 간단한 설명

도 1-3은 계획적으로 생략되었음.

도 4는 본 발명의 자석-광학 저장시스템의 바람직한 실시예에 대한 개략적인 평면도.

도 5는 조종가능한 마이크로머신 미러 어셈블리가 장착된 일 실시예를 가진 도 4의 자석-광학 저장시스템의 자석-광학 시스템 슬라이더 헤드의 개략도.

도 6은 도 5의 자석-광학 시스템 슬라이더 헤드의 단면도.

도 7은 도 6의 라인 7-7을 따라 취해진 도 5의 자석-광학 시스템 슬라이더 헤드의 확대 단면도.

도 8은 도 5의 광학 헤드와 함께 사용하기에 적합한 마이크로머신 미러 어셈블리의 다른 실시예를 나타낸 개략도.

도 9는 도 8의 라인 9-9을 따라 취해진 도 8의 마이크로머신 미러 어셈블리의 일부분에 대한 평면도.

도 10은 도 8의 마이크로머신 미러 어셈블리의 일부분을 부분적으로 절개한 개략도.

도 11은 비테더형 마이크로머신 미러 어셈블리와 비교되는 본 발명의 마이크로머신 미러 어셈블리의 일 실시예에 대한 동작전압 대 편향각도의 분석 그래프.

도 12는 테더형 및 비테더형 마이크로머신 미러 어셈블리에 대한 도 11의 동작전압 데이터의 스케어 대 편향각을 나타낸 분석 그래프.

도 13은 본 발명의 마이크로머신 미러 어셈블리의 다른 실시예에 대한 동작전압 대 편향각의 분석 그래프.

도 14는 도 8의 마이크로머신 미러 어셈블리의 선형 및 비선형 서스펜션 부재의 일부분에 대한 확대도.

도 15는 도 11 및 도 13에서 분석된 마이크로머신 미러 어셈블리의 일시예에 대한 선형 및 비선형 서스펜션 부재의 분석된 크기를 설정한 테이블.

도 16은 가해진 모멘트의 합수로써 도 11 및 도 13에서 분석된 마이크로머신 미러 어셈블리의 일실시예에 대한 선형 및 비선형 서스펜션 부재의 편향각을 나타낸 분석 그래프.

도 17은 도 9의 라인 17-17을 따라 취해진 도 8의 마이크로머신 미러 어셈블리의 일부분에 대한 단면도.

도 18은 편향된 위치에서 도 17의 마이크로머신 미러 어셈블리의 부분에 대한 단면도.

실시 예

본 발명에서 유사한 부분에는 동일한 번호가 참조되는 도면을 상세히 참조하면, 자석-광학 데이터 저장 및 복구시스템을 도시하는 도면이 도 4에 도시되어 있다. 일 실시예에 있어서, 자석-광학(MO) 데이터 저장 및 복구 시스템(100)은 양면 자석-광학 디스크(107) 세트와 함께 사용하기에 적합한 원체스터형 비행 헤드(Winchester-type flying head)(106) 세트를 포함하며, 각각의 MO 디스크 표면에 대해서는 하나의 비행 헤드가 제공된다. MO 디스크(107)는 지지 몸체(108)에 의해 스택에서 회전가능하게 유지되며, 단순화를 위하여 디스크(107) 중 한 디스크만이 도 4에 도시되어 있다. 바람직한 실시예에 있어서, 6개의 디스크(107) 세트가 스택 내에 제공된다. 디스크(107)의 각 측면은 자신 위에 다수의 동심으로 배치된 데이터 트랙(110)을 가지고 있는 평면 저장표면(109)을 가진다. 단순화를 위하여, 디스크 트랙(110) 중 단지 일부만이 도 4에 도시되어 있으며 눈으로 볼 수 있도록 디스크(107)의 크기에 비례하여 확대되었다.

비행 헤드 및 비행 MO 헤드(106)의 세트는 MO 디스크(107)의 각각의 평면 저장면(109) 위에 위치되도록 하기 위하여 액추에이터 암(105)에 의해 회전 액추에이터 자석 및 코일 어셈블리(120)에 결합된다. 각각의 암(105)은 원위 말단부(distal extremity) 또는 가요성 서스펜션(105b)이 도 4에서 실선으로 도시된 제 1 위치에서 도 4에 점선으로 도시된 제 1 위치로부터 떨어져 이격된 제 2 위치로 피벗하도록 지지 몸체(108) 상에 피벗 가능하게 장착된 단단한 근접 말단부(105a)를 가진다. 도 4에 도시된 두 위치는 단지 전형적인 것이며 암(105)은 지지 몸체(105)와 관련하여 임의의 수의 다른 위치로 이동될 수 있다는 것을 인지하여야만 한다. 비행 헤드(106)가 암(105)의 서스펜션(105b)에 장착된다.

동작시, MO 디스크(107)의 세트는 비행 MO 헤드(106)의 세트사이에서 공기역학의 리프트 힘(aerodynamic lift force)을 발생시키기 위하여 그리고 각각의 저장면(109)에 인접한 비행 조건으로 비행 MO 헤드(106)의 세트를 유지하기 위하여 스픬들 모터(195)에 의해 회전된다. 특히, 각각의 비행 헤드는 MO 디스크(107) 세트의 각 상부 및 하부면(109) 위에 대략 15마이크로인치보다 작거나 동일하다. 리프트 힘은 서스펜션(105b) 세트에 의하여 가해진 동일하고 반대의 스프링 힘에 의해 대항된다. 비-동작동안, 비행 헤드(106) 세트는 MO 디스크(107)의 세트의 표면으로부터 떨어진 도시되지 않은 저장 조건 또는 위치에서 정적으로 유지된다.

시스템(100)은 지지 몸체(108)상에 장착된 광 스위치(104)와 레이저 광 어셈블리(101) 및 암(105)에 의해 유지되는 한 세트의 단일 모드 편광 유지(PM) 광 소자 또는 섬유(102)를 더 포함한다. 광섬유(102)는 암(105)의 서스펜션(105b)에 의해 유지된 광 방사기 및 수신기에 포함된다. 전형적인 실시예에서, 단일-모드 PM 광섬유(102) 세트 각

각은 광 스위치(104)에 접속된 근접 말단부(102a) 및 액추에이터 암(105) 및 서스펜션(105b)의 세트 중 각각의 암 및 서스펜션을 통해 지지몸체(108) 및 비행 헤드(106)사이의 레이저빔(191, 192)을 전송하는 비행 헤드(106)의 세트 중 각각의 헤드에 각각 결합된 원위 말단부를 가진다. 어셈블리(101)는 출력 레이저빔(191)을 발생시키기 위하여, 바람직하게는 페브리-페롯(Fabry-perot) 또는 분포형 피드백(DBF) 레이저 소스인 선형 편광 레이저원과 같은 적절한 레이저원(111)을 가진다. 레이저원(111)은 635-685 나노미터내에서 동작하도록 선택되지만, 다른 파장을 가진 레이저원도 또한 사용될 수 있다. 광 스위치(104), 비행 헤드(106) 세트 및 단일-모드 PM 광섬유(102) 세트를 사용하는 것이 1997년 4월 18일에 출원되고 본원에 참조되는 공동 양도된 미국특허 출원번호 제 08/844,208호에 개시되어 있다. 제어기(112)는 전기 명령신호를 광 스위치에 제공하기 위하여 와이어(113)에 의하여 광 스위치(104)에 전기적으로 결합된다. 제어기(112)는 와이어(114)에 의하여 광 스위치(104)에 전기적으로 결합된다.

각각의 비행 헤드(106)는 슬라이더 몸체(244), 공기 베어링면(247), 1/4파 판(251), 표면 마이크로머신 조정가능한 미러 어셈블리(μ MM)(200), 대물 광학계(objective optic)(246), 자기코일(260), 및 요크(262)(도 2-4도 참조)를 포함한다. 비행 헤드(106) 및 슬라이더 몸체(244)는 대물 광학계(246), 단일-모드 PM 광섬유(102) 및 반사 기판 또는 미러 어셈블리(200)사이의 동작거리를 조절하도록 하는 크기가 된다. 슬라이더 몸체(244)가 산업 표준 "미니", "마이크로", "나노" 또는 "피코" 슬라이더를 포함할 수 있을지라도, 비행 MO 헤드(106)와 함께 사용된 소자의 상술된 크기의 제한에 의해 결정된 바와같이, 대안적인 크기를 가지는 슬라이더 몸체(244)가 사용될 수 있다. 따라서, 바람직한 실시예에서, 슬라이더 몸체(244)는 미니 슬라이더 높이(889um) 및 나노 슬라이더(1600x2032um)에 대응하는 평면 설치공간 영역(footprint area)을 포함한다.

단일모드 PM 광섬유(102)는 측 컷아웃(243)을 따라 슬라이더 몸체(244)에 결합되며, 대물 광학계(246)는 수직 코너 컷아웃(211)을 따라 슬라이더 몸체(244)에 결합된다. 바람직한 실시예에서 측 컷아웃(243)이 슬라이더 몸체의 주변을 따라 위치되고 수직 컷아웃(211)이 슬라이더 몸체(244)의 코너에 배치될지라도, 측 컷아웃(243) 및 수직 컷아웃(211)은 비행 헤드(106) 상의 다른 위치, 예컨대 주변 및 중심 축사이 또는 중심축을 따라 위치될 수 있다. 당업자는 중심축을 따르는 것 이외에서 광섬유(102) 및 다른 대물 광학계(246)를 위치시키는 것이 자석-광 헤드(106)의 중심에 영향을 미치도록 기능을 하여 이를 동적으로 비행하게 한다는 것을 인지할 것이다. 따라서, 서스펜션으로의 비행 MO 헤드(106)의 부착지점은 자석 광헤드(106)의 질량 중심에서의 중심을 벗어난 변화를 것을 보상하기 위하여 조절을 필요로 한다. 바람직하게, 컷아웃(243, 211)은 단일 모드 광섬유(102) 및 대물 광학계(246)를 비행 헤드(106)에 결합 및 정렬시키기 위하여 채널, v-그루브 또는 임의의 다른 적절한 구성으로 디자인될 수 있다.

미러 어셈블리(200)는 도 5에서 슬라이더 몸체(244)에 부착되는 것으로 도시되어 있다. 이하에서 더 상세히 설명되는 바와같이, 미러 어셈블리(200)는 자신(200)과 대향하는 자신(200)의 측면상에서 도 5에서 도시된 작은 반사 미러(220)를 포함하며, 이것은 볼 수 있어서 점선으로 도시된다. 바람직한 실시예에서, 출력 레이저빔(191) 및 입력 또는 복귀 레이저빔(192)은 단일 모드 PM 광섬유(102), 미러 어셈블리(200), 1/4파 판(251) 및 대물 광학계(246)를 포함하는 MO 디스크(107)의 표면(109)상의 표면 기록층(249)으로 그리고 이 층(249)으로부터 광학 경로를 이동시킨다. 출력 레이저빔(191)은 가우시안 빔으로 광섬유 원위 말단부(102b)로부터 방사된다. 정보를 기록하는 동안, 출력 레이저빔(191)은 광학 스위치(104)에 의하여 MO 디스크(107)로 선택적으로 루팅되어 선택된 관심 부위(248)를 대략 기록/저장층(249)의 퀴리점까지 가열함으로써 기록/저장층(249)의 보자력을 낮추도록 한다. 바람직하게, 출력 레이저빔(191)의 광 강도는 일정하게 유지되는 반면에, 시변 수직 바이어스 자계는 MO 디스크(107)와 직각인 "업" 또는 "다운" 자기 도메인의 패턴을 규정하기 위하여 코일(260)에 의하여 생성된다. 이 기술은 자계 변조(MFM)로써 공지되어 있다. 그 다음에, 선택된 관심 부위(248)가 냉각될 때, 정보는 각각의 스피닝 디스크(107)의 기록/저장 층(249)내에서 인코딩된다.

정보를 관독하는 동안, 출력 레이저빔(191)이 (기록과 비교하여 낮은 강도로) MO 디스크(107)로 선택적으로 루팅되어 임의의 제공된 관심 지점에서, 케르 효과(Kerr effect)로 인하여, (기록/저장 층(249)으로부터 출력 레이저빔(191)을 반사시에) 반사된 레이저빔(192)이 관심 지점(248)에서 자기 도메인에 따른 시계 또는 반시계 방향 센스의 회전된 극성을 갖도록 한다.

상술된 광경로는 본래 양방향이다. 따라서, 반사된 레이저빔(192)은 비행 헤드(106)를 통해 수신되며 단일-모드 PM 광섬유(102)의 원위 단부(102b)에 입력된다. 반사된 레이저빔(192)은 단일 모드 PM 광섬유(102)를 따라 전파되어 이의 근접 단부(102a)에서 출력되며 레이저-광 어셈블리(101)를 전송하고 그 후에 전기신호로 변환하기 위하여 광학 스위치(104)에 의해 선택적으로 루팅된다.

마이크로머신 미러 어셈블리 또는 미러 어셈블리(200)는 1998년 11월 13일에 출원되고 그 전체 내용이 본원에 참조된 계류중인 미국특허 출원번호 제 09/192,006호에 서술된 형태이다. 미러 어셈블리(200)는 반도체 칩과 유사한 크기 및 형태를 가지며 마이크로 크기로 이루어진다. 미러 어셈블리(200)는 제 1 및 제 2 말단부 또는 단부(200a, 200b)를 가지며, 말단부(200a, 200b)의 단면을 형성하는 제 1 및 제 2 평행측면(296, 297) 및 말단부(200a, 200b) 사이에서 연장되는 제 3 및 제 4 평행측면(298, 299)을 가진다(도 8 참조). 제 1 단부(200a)는 동작 영역 (working area)(200a)이라 칭하며, 제 2 단부는 슬라이더 부착영역(200b)이라 칭한다. 미러 어셈블리(200)는 슬라이드(296, 297)사이의 길이가 500 내지 3000 미크론, 바람직하게는 대략 1850 미크론이며, 슬라이드(298, 299)사이의 폭 300 내지 1000 미크론, 상부 및 하부면사이의 높이가 바람직하게는 대략 650 미크론이며, 75 내지 600 미크론, 바람직하게는 대략 175 미크론이다.

미러 어셈블리(200)는 평면 베이스(301)를 가진다. 평면 미러(200)는 평면 베이스(301)로부터 떨어져 이격되고 이 베이스에 평행하며, 제 1 및 제 2 단부(220a, 220b) 및 이와같은 단부 사이에서 연장된 중앙 세로축(303)을 가진다(도 8-10 참조). 세로축(303)은 미러(220)의 중심을 통해 연장되며 미러 어셈블리(200)의 세로축에 수직이다. 미러는 세로 또는 회전축(303)상에 대칭적으로 배치된 제 1 및 제 2 절반부(halve)를 더 포함한다.

제 1 및 제 2 비틀림 부재(306, 307)는 미러(220)의 각 제 1 및 제 2 단부(220a, 220b)에 고정된다. 비틀림 부재 또는 힌지 부재(306, 307)는 세로축(303)을 따라 각각 연장되며, 미러(220)가 평면 베이스(301)에 대한 제 1 및 제 2 편향된 위치사이에서 세로축(303)에 대해 움직이도록 한다. 미러(220)는 제 1 및 제 2 편향된 위치사이에서 이동할

때, 도 8-10에 도시된 자신의 흄 또는 평면 위치를 통과한다. 이하에서 충분히 논의되는 바와 같은 고정 수단이 제 1 및 제 2 힌지 부재 또는 힌지(306, 307)를 평면 베이스(301)에 고정하기 위하여 미러 어셈블리(200)내에 포함된다.

평면 베이스(301)는 미러 어셈블리(200)의 층으로 된 구조에 대한 단단한 지지부의 역할을 하는 제 1 또는 기판층(311)을 가진다. 기판(311)은 평행 6 면체의 형태를 가진다. 기판(311)은 미러 어셈블리(200)의 길이 및 폭을 규정하는 길이 및 폭을 가지며, 75 내지 600미크론, 바람직하게는 175 미크론의 두께를 가진다. 비교적 두꺼운 기판은 실리콘, 석영 및 다른 비교적 고온 유리와 같은 임의의 적절한 재료로 형성될 수 있으며, 바람직한 실시예에서, 기판(311)은 N형 실리콘으로 웨이퍼 형으로 형성된다.

유전체 재료의 적어도 한 층으로 형성된 층(314)은 기판(311) 위에 놓이며 평면 베이스(301)에 포함된다(도 10 참조). 미러 어셈블리(200)의 하나의 바람직한 실시예에서, 유전체층(314)은 기판(311) 최상부에 배치된 이산화실리콘의 얇은 층(316) 및 임의의 적절한 산 에칭에 저항력이 있는 유전체 재료, 바람직하게는 산에 저항력이 있는 실리콘 질화물과 같은 불화수소 유전체 재료로 이루어지고 이산화실리콘층(316)을 위에 놓인 얇은 층(317)을 포함하는 적층체이다. 이산화 실리콘층(316)은 300나노미터 내지 500나노미터, 바람직하게는 대략 300나노미터의 두께를 가진다. 실리콘 질화물층(317)은 200 내지 300 나노미터, 바람직하게는 대략 300나노미터의 두께를 가진다. 유전체층(314)은 대안적으로 실리콘 질화물층으로만 이루어질 수 있다. 미러 어셈블리(200)의 다른 실시예에서, 유전체층(314)은 임의의 다른 적절한 유전체 재료의 하나 이상의 층으로 이루어질 수 있다.

폴리실리콘과 같은 임의의 적절한 도전성 재료로 만들어진 패터닝된 층(319)은 유전체층(314) 최상부에 배치된다(도 10 참조). 평면 폴리실리콘층(319)은 100 내지 300 나노미터, 바람직하게는 대략 250나노미터의 두께를 가진다. 패터닝된 층(319)은 특히, 마무리된 미러 어셈블리(200)에서 미러(220) 아래에서 이격되는 제 1 및 제 2 드라이브 전극(322, 323)을 형성하기 위하여 그 내부에 공간을 가진다. 제 1 및 제 2 전극(322, 323)은 8각형이며 미러(220)의 8각형 형태와 비슷한 평면에서 집합적인 형태를 가진다. 드라이브 전극(322, 323)의 이와 같은 집합 8각형 형태는 미러(220)의 8각형 형태보다 작다. 제 1 및 제 2 도전 패드(331, 332)와 제 1 및 제 2 도전 트레이스(333, 334)는 평면 베이스(301)상에 폴리실리콘층(319)에 의해 형성된다. 제 1 전기 트레이스(333)은 제 1 도전 패드(331)로부터 제 1 드라이브 전극(322)으로 연장되며, 제 2 전기 트레이스(334)는 제 2 도전 패드(332)로부터 제 2 드라이브 전극(323)으로 연장된다. 제 3 도전 패드(336)는 제 1 및 제 2 도전 패드(331, 332) 사이에서 폴리실리콘층(319)에 의해 형성된다.

미러(220)의 동작영역(200a)은 평면 베이스(301)에 평행하고 그 위에 이격된 재료의 상부층(342)으로부터 형성된 미러 플랫폼(341)을 포함한다. 제 1 및 제 2 힌지(306, 307)가 또한 판층(342)으로 형성되며, 한 단부에서 미러 플랫폼(341)에 그리고 다른 단부에서 프레임(346)의 내부 에지에 각각 고정된다. 상부층(342)으로부터 형성된 주변 부분 또는 프레임(346)이 미러 플랫폼(341) 주변 위로 연장된다. 프레임(346)은 동작영역(200a)에 배치되며, 미러 플랫폼(341)과 제 1 및 제 2 힌지(306, 307)를 형성하기 위하여 연장되는 제 1 및 제 2의 실질적으로 C-형 개구(347, 348)를 포함한다. 특히, 개구(347, 348)는 활호와 유사한 형태를 가진다. 개구(347, 348)는 중앙 세로축(303)에 대칭적으로 배치된다. 상부층(342)은 폴리실리콘과 같은 임의의 적절한 도전성 재료로 만들어지며 1.5 내지 2.5 미크론, 바람직하게는 대략 2.0미크론의 두께를 가진다. 프레임(346)은 400 내지 700 미크론, 바람직하게는 대략 580 미크론이며 미러축(303)에 수직으로 측정된 길이와, 400 내지 650 미크론, 바람직하게는 대략 650의 폭을 가진다.

도전형 미러 플랫폼(341)은 추가 또는 접지 전극의 역할을 하며 타원, 특히 8각형인 평면의 형태를 가진다. 연장된 8각형 형태의 미러 플랫폼(341) 및 미러(220)는 적어도 미러(220)가 레이저빔(191, 192)의 경로에서 45°의 각도로 배치될 때 그 위에 생성되고 도 9에 환영으로 도시되는 부위만큼 크다. 미러 플랫폼은 자신의 중심에서 중앙 세로축(303)을 따르는 170 내지 250 미크론, 바람직하게는 대략 220미크론의 길이를 가지며, 자신의 중심에서 세로축(303)에 수직으로 연장되는 140 내지 200 미크론, 바람직하게는 대략 170미크론의 폭을 가진다. 제 1 및 제 2 힌지(306, 307)는 15 내지 60, 바람직하게는 대략 50미크론의 세로축(303)을 따라 측정된 길이를 가지며, 1 내지 8 미크론, 바람직하게는 대략 3미크론의 폭을 가진다.

인실리콘 유리(PSG)와 같은 임의의 적절한 희생층 재료의 적어도 하나의 패터닝된 층이 평면 베이스(301) 및 판층(342)의 패터닝된 부분사이에 배치된다. 이와같은 PSG 또는 스페이서층(356)은 층(319) 최상부에 배치되며 8 내지 13 미크론, 바람직하게 대략 10미크론의 두께를 가진다. PSG층(356)은 미러 어셈블리(200) 내부에 공간 또는 챔버(358)를 제공하기 위하여 프레임(346)의 일부분 및 미러 플랫폼(341) 아래에서 제거된다(도 10 참조). 챔버(358)는 이러한 영역에서 평면 베이스(301)의 노출된 부분 및 폴리실리콘층(319)으로 연장된다. 이와 같이, 미러 플랫폼(341)은 유전체층(314)로부터 떨어져 이격되며 제 1 및 제 2 구동전극(322, 323)위에 이격된다. 구동 전극은 미러 플랫폼(341)의 하부로 노출된다.

프레임(346) 및 미러 플랫폼(341)을 상호접속하는 제 1 및 제 2 힌지(306, 307) 및 프레임(346)을 평면 베이스(301)에 고정하기 위한 수단이 미러 어셈블리(200) 내에 포함된다. 이점에 있어서, 판층(342)을 평면 베이스(301)에 고정시키기 위해 프레임의 하부 및 평면 베이스 사이에서 다수의 포스트(361) 수직으로 연장된다. 이와같은 포스트(361)중 하나가 도 10에 도시되어 있다. 포스트(361)는 임의의 적절한 재료로 각각 만들어지며 서술된 실시예에서는 도전성 재료로 만들어진다. 특히, 포스트(361)는 폴리실리콘으로 만들어지며 판층(342)에 고정된다. 각각의 포스트(361)는 폴리실리콘층(319)으로 형성된 랜딩 패드(landing pad)(362)상에 놓이며, 폴리실리콘층(319)으로 형성된 도전 트레이스(363)에 의해 접지 전도성 패드(336)에 전기적으로 결합된다. 접지 트레이스(363)의 제 1 및 제 2 부분(363a, 363b)은 제 1 및 제 2 구동 전극(322, 323)의 외부 측면의 길이를 따라 각각 연장된다. 트레이스(363)의 제 3 부분(363c)은 구동 전극(322, 323)의 제 2 단부(322b, 323b)에 인접한 부분(363a, 363b)사이에서 수직으로 연장된다. 프레임(346)을 평면 베이스(301)에 고정하거나 고정하는 수단은 판층(342) 및 평면 베이스(301) 사이에서 연장되는 다수의 벽형 부재 또는 벽(371)을 더 포함한다(도 8 및 도 10). 벽(371)은 도전재료와 같은 임의의 적정 재료로 각각 만들어진다. 특히, 벽(371)은 폴리실리콘으로 만들어지며 판층(342)에 고정된다. 각각의 벽은 폴리실리콘층(319)의 패터닝된 부분상에 놓인다.

판층(342) 및 벽(371)은 부가적으로 각각의 도전 또는 상호접촉 패드(331, 332, 336)에 전기신호를 제공하는 다수의 접촉 플랫폼(381, 382, 383)을 형성하는데 적합하다. 적어도 하나의 도전재료로 이루어진 얇은층이 자신 위에 각각의 제 1 및 제 2 접촉 패드(391, 392) 및 접지 접촉 패드(393)를 제공하기 위하여 임의의 적정 수단에 의하여 플랫폼(381-383)의 상부에 증착된다. 각각의 이와같은 접촉 또는 접합 패드는 바람직하게 판층(342)상에 배치되며 대략 10나노미터의 두께를 가진 얇은 크롬층 및 상기 크롬층의 상부에 배치된 대략 500 나노미터의 두께를 가진 두꺼운 금층으로 이루어진다. 접지 접촉패드(393)는 미러 플랫폼(341)을 접지시키기 위하여 사용된다.

광품질의 표면을 제공하기 위하여 미러 플랫폼(341)의 상부에 얇은층(396)이 위치되거나 증착된다. 층(396)은 조합시 레이저광의 광장에서 고반사율을 발생시키는 하나 이상의 얇은층으로 이루어진다. 특히, 층(396)은 임의의 적정 수단에 의하여 미러 플랫폼(341)의 상부에 증착된 대략 5나노미터의 두께를 가진 얇은 크롬층을 포함한다. 대략 100나노미터의 두께를 가진 두꺼운 금층은 임의의 적정 수단에 의해 크롬층의 상부에 증착되며 얇은층(396)에 부가적으로 포함된다.

미러 어셈블리(200)의 슬라이더 부착영역(200b)은 미러 어셈블리(200)의 대략 1/2을 차지한다(도 8 참조). 슬라이더 부착영역은 다수의 플레토우(plateaus) 또는 메이서(masas)(398)를 제공하기 위하여 종횡으로 정렬된 그루브 또는 영구 채널(397)의 그리드를 가진다. 판층(342)은 메이서(398)의 상부면을 형성하는 다른 부분 또는 나머지 부분(399) 및 메이서의 측면을 형성하는 벽(371)을 가진다. 메이서(398)는 평면에서 각각 적절하게 형성되고 크기화되어 대략 150 미크론 꼽하기 150 미크론의 크기를 가진 평면에서 각각 정사각형으로 형성된다.

미러(220)에 강도를 제공하기 위하여 미러 플랫폼(341)의 하부에 다수의 리브(411)가 고정된다. 리브(411)는 임의의 적정 재료로 만들어지며 바람직하게는 포스트(361) 및 벽(371)를 형성하는 동일한 도전재료로 만들어진다. 이와같이, 리브(411)는 폴리실리콘으로 제조된다. 리브(411)는 평면 베이스(301)쪽으로 플랫폼(341)의 하부에 수직으로 연장되며, 바람직하게는 미러 플랫폼(341) 및 평면 베이스(301)사이에서 적어도 중간 정도로만 연장된다. 주변 리브(411)는 8각형으로 형성된 미러 플랫폼(341)의 주변 둘레로 완전히 연장된다. 하나 이상의 부가적인 리브가 주변 리브(411) 내에 임의로 제공될 수 있다. 미러 어셈블리(200)의 바람직한 실시예에서, 1998년 11월 13일에 출원되고 본원에 서술된 계류중인 미국특허 출원번호 제 09/192,006호의 도 10에 도시된 형태의 교차된 내부 리브(411)가 부가적으로 제공된다. 미러 플랫폼(341)의 하부면은 리브(411) 및 전극(322, 323)사이의 공기 캡을 제공하기 위하여 제 1 및 제 2 구동전극(322, 323)의 상부면으로부터 4 내지 12 미크론, 바람직하게는 대략 10미크론의 거리로 떨어져 이격된다. 리브(411)는 2 내지 6 미크론, 바람직하게는 대략 4 미크론의 폭과, 4 내지 8 미크론, 바람직하게는 대략 6미크론의 깊이를 가진다.

미러 어셈블리(200)는 제 1 및 제 2 드라이브 전극(322, 323)에 의해 제공된 정전기력에 응답하는 기계적인 복원력을 제공하는 선형 및 비선형 서스펜션(429)을 포함하는 수단을 가진다. 서스펜션(429)의 선형 수단 또는 요소는 제 1 및 제 2 힌지(306, 307) 및 미러(220)의 편향 각도를 선형적으로 증가시키는 기계적인 복원력을 요소에 제공하기 위하여 제 1 및 제 2 비틀림 힌지(306, 307)를 포함한다. 서스펜션(429)은 제 1 및 제 2 힌지(306, 307) 및 미러(220)의 편향 각도를 비선형적으로 증가시키는 복원력을 제공하는 임의의 형태의 서스펜션인 비선형 수단 또는 서스펜션을 더 포함한다. 이점에 있어서, 제 1 및 제 2 테더 부재(431, 432)는 제 1 및 제 2 비틀림 힌지(306, 307)의 적어도 하나에 고정된다. 특히, 제 1 및 제 2의 신장 가능한 테더 부재 또는 테더(431, 432)의 세트는 제 1 및 제 2 비틀림 힌지(306, 307) 각각에 바람직하게 고정된다(도 9 및 도 10 참조). 복원 토크의 선형 요소 대비선형 요소의 상대 크기는 주로 테더 부재(431, 432)의 길이, 폭 및 두께의 함수이다.

각각의 굴곡성 부재 또는 테더(431, 432)는 바람직하게 판층(342)과 일체로 형성된다. 이와같이, 각각의 긴 테더(431, 432)는 프레임(346)에 결합된 외부 단부(433)을 가진다. 이 방식에서, 각각의 테더(431, 432)를 평면 베이스(301)에 고정하기 위하여 프레임(346)이 미러 어셈블리(200)의 수단 내에 포함된다. 각각의 긴 테더(431, 432)는 각각의 힌지(306, 307)에 결합된 대향하는 내부 단부(434)를 가진다. 도 9 및 도 10에 명확히 도시된 바와같이, 각각의 비틀림 힌지(306, 307)는 미러 플랫폼(341) 및 프레임(346)사이의 세로축(303)을 따라 연장되는 긴 부분(441)과 함께 형성되며, 긴 부분(441)과 함께 일체로 형성되고 이로부터 가로로 연장하는 플랜지 부분 또는 플랜지(442)와 함께 선택적으로 형성된다. 플랜지(442)는 긴 부분(441)으로부터 바깥쪽으로 이격된 제 1 단부(442a) 및 제 1 단부(442a)에 대향하여 긴 부분으로부터 바깥쪽으로 이격된 제 2단부(442b)를 가진다. 제 1 테더(431)의 내부단부(434)는 플랜지(442)의 제 1 단부(442a)에 고정되며, 제 2 테더(432)의 내부 단부(434)는 플랜지의 제 2 단부(442b)에 고정된다. 이렇게 형성된 바와같이, 플랜지(442)와 이에 고정된 제 1 및 제 2 테더(431, 432)는 긴 부분(441) 및 세로축(303)에 가로로 배치된 축 또는 라인을 따라 연장되며, 바람직하게는 긴부분(441) 및 세로축(303)에 수직으로 배치된 축 또는 라인을 따라 연장된다.

각각의 플랜지(442)는 실질적으로 단단해서 미러가 세로축(303)에 대해 피벗하는 동안 긴부분(441)에 대해 휘지 않도록 하는 크기 및 형태를 가진다. 각각의 단단한 플랜지(442)는 바람직하게는 평행 6면체의 형태를 가지며, 특히 긴부분(441)의 옆으로 측정된 20 내지 100 미크론의 절반 길이(half-length)를 가지며, 축(303)에 평행하게 측정되고 4 내지 8 미크론의 폭을 가지며 아래로 연장된 판층(342)의 상부면으로부터 측정된 4 내지 10 미크론의 깊이를 가진다. 플랜지(442)는 바람직하게는 4 내지 12 미크론의 거리 또는 더 바람직하게는 대략 5 미크론의 거리로 미러 플랫폼(341)로부터 떨어져 이격된다. 플랜지(442) 및 프레임(346)사이의 긴부분(441)의 부분은 플랜지(442) 및 미러 플랫폼(341) 사이의 긴부분(441)의 부분에 대한 단면 크기 및 형태와 다른 단면 크기 및 형태를 가질 수 있다. 각각의 테더(431, 432)는 세로축(303)에 수직하게 측정되어 40 내지 100 미크론인 길이, 일반적으로 플랜지(442)의 폭에 대응하거나 이보다 좁은 폭 및 0.2 내지 1.0 미크론의 깊이를 가진다. 테더는 적어도 자신의 길이 일부를 따라, 바람직하게는 자신의 전체 길이를 따라 탄성적이며 훨 수 있도록 단면 형태를 가진다.

서스펜션(429)의 제 1 및 제 2 테더(431, 432)가 제 1 및 제 2 비틀림 힌지(306, 307) 각각에 결합되는 것으로 도시되어 있을지라도, 힌지(306) 또는 (307)중 하나에만 결합된 단일 세트의 테더(431, 432)를 가진 서스펜션(429)이 제공될 수 있다는 것을 인식해야 한다. 대안적으로, 제1 및 제2 테더가 제공될 수 있으며, 한 테더는 제1 힌지(306)에 결합되고 다른 테더는 제2 힌지(307)에 결합되어 세로축(303)에 대향하는 방향으로 제1 테더와 평행하게 연장된다. 세로축(303)에 대해 미러(220)의 피벗 운동을 조절하거나 제한하기 위하여 테드의 다른 구성이 대안적으로 제공될 수 있다. 플랜지(442)가 없이, 힌지(306, 307)의 긴 부분(441)과 일체로 접합되거나 그렇지 않으며 긴 부분에 직접 고정되는 하나 이상의 테더가 제공될 수 있고, 이는 본 발명의 범위 내에 존재한다는 것을 인식해야만 한다.

미러의 세로축에 수직으로 배치되지는 않는 테터를 포함하는, 비틀림 힌지가 존재하든 존재하지 않는 간에 비선형 복원 토크를 제공하는 테더와 같은 굴곡성 부재를 갖는 미러(220)를 현수하기 위한 다른 배열이은 본 발명의 범위 내에 존재한다. 예를 들어, 하나 이상의 테더와 같은 부재가 미러에 비선형 복원 토크를 제공하기 위해 그리고 프레임(346)에 미러(220)를 고정하기 위해 제공될 수 있다. 이러한 구성의 일 실시예에서, 네 개의 이와 같은 굴곡성 또는 테더형 부재가 제공될 수 있으며, 상기 테더는 축(303)에 대하여 대칭적으로 배치되고 각각의 이와 같은 테더는 축(303)에 대하여 45° 또는 다른 경사진 각도로 연장된다.

다음 식은 비선형 힘 성분을 갖는 서스펜션을 포함한 미러 어셈블리(220)를 제공하기 위하여 세로축(303)에 대하여 미러(220)의 편향각의 함수로서 제1 및 제2 구동 전극(322,323)의 작동 전압 사이의 관계를 더 양호하게 이해하도록 유도되었다. 미러(220)의 맨 끝에서 서스펜션(429)의 회전각도(Θ)와 인가된 토크(T_s)사이의 관계는 다음 식을 취하는 것으로 가정되며:

$$T_s = k_1\theta + k_3\theta^3 \quad \text{식 (1)}$$

여기서 k_1 은 서스펜션(429)에 대한 선형 회전 스프링 상수이며 k_3 은 서스펜션(429)에 대한 3차 스프링 상수이다. θ 는 예를 들어, 2도가 대략 0.035 라디안과 동일한 라디안 단위로 제공된다. 미러(220)의 각도 편형을 설정시, T_s 는 구동 전극(322,323)중 하나에 전압(V)을 인가함으로써 발생된 정전기 토크(T_e)와 평형하다. 미러(220)가 비교적 견고하다고 가정하면, 미러의 각도 편향은 식(1)에서 θ 와 등가이다. 정전기 토크는 식(2)으로 표현된다:

$$T_e = \frac{V^2}{2} \frac{\partial C}{\partial \theta} \quad \text{식 (2)}$$

여기서 C는 미러(220)와 구동 전극(322,323) 사이의 커페시턴스이다. 이와 같은 구조에 대한 커페시턴스는 통상적으로 전극들 사이의 초기 에어갭(g), 구동전극 폭(b/2), 구동 전극 길이(a), 편향각도, 미러(220)의 특정 기하구조, 및 자유 공간의 투과율($\varepsilon_0\alpha$)의 비선형 함수이다. 미러(220)의 기하구조가 상대적으로 복잡할 때, 미러의 임의의 소정의 기하구조에 대한 편향 각도의 함수로서 커페시턴스를 결정하기 위하여 유한 부재 방법이 사용될 수 있다. 그러나, 구동전극(322,323)의 길이와 동일한 길이 및 구동 전극의 폭과 동일한 $1/2$ 폭을 가지는 평평한 사각형 미러 판플랫폼(341)의 간단한 경우에 대해서는, 커페시턴스에 대한 밀접한 형성 관계가 얻어질 수 있다. 전극(322,323)으로부터 인가된 전압의 결과로서 미러 판(220)의 병진(translation)이 없이 단지 회전 이동만을 행하도록 가정된 장치에 대하여, 커페시턴스는 다음 식으로 표현된다:

$$C = -\frac{\varepsilon_0\alpha}{\theta} \ln\left(1-\frac{b\theta}{2g}\right). \quad \text{식 (3)}$$

미러(220)에 대한 커페시턴스는 다음 식에 곡선-적합화(curve-fit)될 수 있도록 유한 부재 방식을 통해 분석되었다:

$$C = -A \frac{\varepsilon_0\alpha}{\theta} \ln\left(1-B \frac{b\theta}{2g}\right). \quad \text{식 (4)}$$

여기서 A 및 B는 미러(220)의 소정 디자인에 대한 특정 리브(411) 및 미러 플랫폼(341) 기하구조에 따른 조정 파라미터이다. 1998. 11. 13자로 출원된 계류중인 미국특허출원 제 09/192,006호[File No. A-66166-1]의 도10에 도시된 형태의 표준 크로스-리브형(crossed-ribbed) 미러에 대하여, A 및 B는 각각 0.8525 및 1.311과 동일한 것으로 판명되었다.

미러(220)의 각도 편향(θ) 및 작동 전압(V) 사이의 관계를 결정시에, 식(3)과 (4)는 식(2)의 정전기 토크(T_s)를 추정하는데 사용될 수 있다. 그리고 나서, 식(2)을 식(1)과 관련시키기 위하여 관계($T_s = 2T_e$)가 사용될 수 있으며, 여기서 팩터 2는 밀 플랫폼(341)의 각 단부에서 서스펜션의 존재를 고려한 것이다. 작동 전압(V)을 풀기 위하여, 다음 식이 유도된다:

$$V = \sqrt{\frac{4\theta^3(k_1+k_3\theta^2)}{\varepsilon_0\alpha A \left[\ln\left(1-B \frac{b\theta}{2g}\right) + \frac{B \frac{b\theta}{2g}}{1-B \frac{b\theta}{2g}} \right]}} \quad \text{식 (5)}$$

식(5)에 대하여, 각 비틀림 힌지(306,307) 및 각 테더(431,432)에 의해 제공된 서스펜션(429)에 대한 디자인 문제는 편향 각도 및 작동 전압 사이의 가장 유용한 함수 관계를 제공하기 위하여 k_1 과 k_3 의 상대 크기를 설정하는 것이다. 미러(220)에 대한 다른 디자인 제약조건은 다음 식에 의해 표현된 자신의 공진 주파수(f_{res})이며:

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{I_m}} \quad \text{식 (6)}$$

여기서, k 는 비틀림 모드에 대한 유효 스프링 상수이고 I_m 은 미러(220)의 관성 질량 모멘트이다. 서스펜션(429)의 고유 비선형으로 인하여, 이 공진 주파수는 편향 각도(Θ)의 함수일 것이다. 그러나, 미러 각도 위치를 위해 사용된 서보 루프 제어에 대하여, $k=2k_1$ 을 가정한 공진 주파수를 디자인하는 것이 충분하며, 여기서 팩터 2는 미러 플랫폼(341)의 어느 한 단부에 각각 하나가 있는 두 개의 서스펜션(429)의 존재를 고려한 것이다. 폴리실리콘 크로스-리브형 미러에 대한 유한 부재 분석은 $I_m=5.36E-13 \text{ kg mm}^2$ 라고 결정하였다. 그리고 나서, 30 KHz의 비틀림 공진 디자인값에 대해, k_1 은 0.0095 mN mm (밀리뉴톤 밀리미터) 결정된다.

미러(220)에 대한 풀-인(pull-in)이 대략 1.5도의 편향 각도에서 발생한다고 가정할 경우, 힌지(306,307) 및 테더(431,432)에 의해 형성된 서스펜션(429)의 디자인에 대한 한가지 방법은 식(1)의 3차항이 풀-인을 방지하기 위하여 1.5도의 편향 각도에서 현저하게 되도록 하는 것이다. 3차항이 이 각에서 선형 항의 20%가 되도록 하는 것은 k_3 가 k_1 의 290 배 정도이어야 하는 것을 지시한다. 그리고 나서, 앞 단락에서 유도된 k_1 에 대한 값이 제공되면, k_3 는 2.77 mN mm 로 계산된다. 본원에서 디자인 1이라 칭하는 이 디자인에서, 구동 전극(322,323)과 플랫폼(341)의 하부면 사이의 초기 갭은 대략 10 미크론으로 가정된다. 식(5)는 상술된 k_1 및 k_3 의 값을 가지며 $a=200 \mu\text{m}$ 이고 $b=140 \mu\text{m}$ 인 크로스-리브형 미러(200)에 대해 평가되었으며, 그 결과 관계는 도 11에 도시되어 있다. 도 11의 동일 축에는 동일하지만 $k_3=3$ 인 관계가 도시되며, 이것은 테더(431 및 432)(tether)없는 서스펜션(429)의 성능을 나타낸다. 도 11에 도시된 바와 같이, 풀-인(pull-in)은 $k_3=0$ 이 영으로 진행하는 곡선 기울기와 같은 문제가 된다. 테더형 서스펜션(429)이 적어도 2도의 편향 각도 밖에서 풀-인에 대해 보다 양호한 면역성을 제공한다는 것을 도 11로부터 명백하게 알 수 있다.

작제

디자인 1은 편향 각도 및 작동 전압 사이의 거의 2차 관계를 제공한다. 이것은 광 데이터 저장 시스템에서 서보 루프 제어가 트랙 추적동안 트랙을 벗어난 위치에 에러를 수정하기 위하여 미러의 각도 위치를 개선하는데 이차 관계식을 이용할 수 있도록 제공된 유용한 방법이다. 도 12에서, 도 11의 동일 전압 데이터가 제곱되어 편향 각도(Θ)에 대해 도시된다. 언테더형 미러(untethered mirror)가 약 1도의 편향에서 시작하는 선형성에서 상당히 이탈(departure)된 것을 나타내는 반면, 테더형 미러는 자신을 적어도 자신의 회귀 제곱(square regression) 라인과 비교함으로써 명백해지는 바와 같이, 상당히 선형으로 된다.

본원에서 디자인 2라 칭하는 다른 디자인에서, 작동 전압(V) 및 각도 편향(Θ) 사이의 관계는 가능한한 선형으로 이루어진다. 이 디자인을 위하여, 미러의 공진 주파수가 미러 위치에 대한 서보 루프 제어에 반대의 영향을 미치지 않고 다소 감소될 수 있다고 가정한다. 디자인 2는 미러 플랫폼(341)의 하부면과 제 1 및 제 2 드라이브 전극(322 및 323) 사이의 최초 갭이 $10 \mu\text{m}$ 이하로 감소된다는 점에 있어서 유용하다. 이 디자인은 세로 축(303)에 대해 미러(220)를 파벗하는 데 필요한 작동 전압(V)을 낮추기 위하여 사용한다. 다소 낮은 공진 주파수를 허용하면은 k_1 이 예를 들어 0.0080 mN mm 로 감소되도록 된다. k_3 를 2500 GPa 로 설정하는 것, 최초 공기 갭을 대략 $7 \mu\text{m}$ 로 감소시키면은 도 13에 도시된 바와 같이 적어도 2도의 편향 밖에서 대략적인 바람직한 선형 관계가 제공된다. 도 13에 도시된 접선은 1도의 편향에 대해 평가된 식(5)의 기울기를 나타낸다. 이 계산을 위하여, 식(5)의 계수(A 및 B)는 디자인 1의 $10 \mu\text{m}$ 최초 갭의 경우와 동일한 것으로 가정된다.

디자인 1 및 2에 대한 k_1 및 k_3 을 제공하는 기하구조를 결정하기 위하여, 비선형 유한 요소 분석이 SDRC 아이-디어스 마스터 시리즈(6) 소프트웨어를 사용하여 수행된다. 바람직한 값을 제공하기 위하여 변화될 수 있는 기하구조 파라미터가 도 14에 도시되어 있다. 도 15의 테이블은 디자인 1 및 2에 대한 이러한 분석 및 요구된 기하구조의 k_1 및 k_3 결과를 제공한다. 크기는 미크론이고, 스프링은 상수는 mN mm 이다. 160 GPa 의 영의 모듈 및 0.3의 포이즌의 비율은 가정되는데, 이것은 서스펜션을 구성하기 위하여 사용된 폴리실리콘 판 층(342)에 대한 통상적인 값이다. 도 15는 기입된 기하구조가 이전 논의에서 기술된 디자인 목표에 합당하다는 것을 나타낸다.

도 16은 제 1 및 제 2 드라이브 전극(322 및 323)에 의해 제공된 인가 정전기 모멘트의 함수로서 테더형 서스펜션 디자인의 각도 편향을 도시한 것이다. 비선형 유한 요소 분석으로 인한 결과는 상기 기입된 k_1 및 k_3 계수를 가지는 선형 및 3차 항만을 포함하는 다항식에 적합한 곡선(polynomial curve fit)을 따라 도시된다. 적합한 곡선이 유한 엘리먼트 분석 결과와 거의 정확하게 매칭된다는 사실은 테더가 식(1)으로서 작동하는 추측이 실제적으로 옳다는 것을 나타낸다.

미러 어셈블리(200)를 제조하는 방법은 1998년 11월 13일자로 출원된 계류증인 미국특허 출원 09/192,006(파일 번호 A-66166-1)에 상세히 기술된다. 본원에 보다 상세히 기술된 바와같이, 제 1 및 제 2 비틀림 힌지(306 및 307)의 기 부분(441)은 판 층(342)으로부터 형성된다. 제 1 및 제 2 테더(431 및 432)는 또한 판 층(342)으로부터 형성된다. 테더(431 및 432)의 바람직한 깊이 또는 두께는 예칭에 의해서 또는 그렇지 않으면 테더의 바람직한 위치에서 판 층(342)의 상부를 얇게 함으로써 얻어질 수 있다. 대안적으로, 판 층(342)은 테더(431 및 432)의 위치에서 완전히 떨어져 예칭될 수 있고 폴리실리콘 재료의 판 층(342)과 같은 임의의 적절한 재료의 부가적인 층은 테더를 형성하기 위하여 증착, 패터닝 및 예칭된다. 이와 같은 방법은 테더 두께의 제어를 향상시킬 수 있다. 다른 대안에서, 테더(431 및 432)는 테더를 생성하기 위하여 적절하게 증착되고, 패터닝되고 예칭되는 질화 실리콘 또는 저 응력의 실리콘으로 풍부한 질화 실리콘의 부가적인 층으로부터 구성될 수 있다. 판 층(342)의 평면에서 플랜지(442) 부분은 긴 부분(441)과 동일한 방식으로 형성되는 반면, 판 층(342) 하부에 따른 플랜지(442) 부분은 리브(411)와 동일한 방식으로 형성될 수 있다. 리브(411) 및 평면 베이스(301) 사이에 상대적으로 작은 갭으로 인해, 리브(411)가 바람직하지 않게 평면 베이스(301)와 접촉하는 디자인 2와 같은 미러 어셈블리(200)의 실시예에서, 적당한 깊이

및 크기의 트렌치(도시되지 않음)는 예정되거나 그렇지 않으면 세로 축(303)에 대해 미러(220)가 이동하는 동안 리브(411)를 수용하기 위하여 평면 베이스에 형성된다.

각각의 미러 어셈블리(200)는 슬라이더 몸체(444)의 각진 면(202)에 미러 어셈블리의 슬라이더 부착 영역(200b)을 부착함으로써 비행 헤드(100)에 부착된다. 기판(311)의 하부면을 볼 수 있는 도 2에 가장 분명하게 도시된 바와같이, 미러 어셈블리(200)는 미러(220)가 광섬유(102)의 단부(102b) 및 대상 물체(446) 사이에서 레이저 빔(191, 192)을 반사시키도록 슬라이더 몸체(444)상에 정렬된다. 도시된 실시예에서, 미러(220)는 충돌 빔(impinging beam)의 전파 방향에 의해 규정된 축에 대해 대략 90도의 각을 통해 레이저 빔을 반사시킨다. 레이저 빔(191, 192)각각은 그 중심에서 미러(220)와 접촉하는 것이 바람직하다. 각각의 미러 어셈블리(200)는 비행 헤드(106)에 자신을 부착하기 이전에 및/또는 그 이후에 검사될 수 있다. 접촉 패드(391-393)는 도 2에 도시된 바와같이 각각의 와이어에 의해 제어기(112)에 전기적으로 결합된다.

시스템(100) 동작 및 사용시에, 제어 전압이 서보 제어기(112)의 출력에 의해 제 1 및 제 2 드라이브 전극(322 및 323)중 하나에 인가되어 미러(220)가 자신의 제 1 및 제 2 편향 위치 사이에서 힌지(306 및 307)에 대해 제 1 또는 제 2 대향 방향으로 피벗하도록 한다. 드라이브 전압은 제 1 및 제 2 접촉 패드(391 및 392)에 의해 제 1 및 제 2 전극(322 및 323)에 공급된다. 최대 드라이브 전압은 100 내지 200 볼트이고, 바람직하게는 120 내지 150 볼트이며 더 바람직하게는 대략 135 볼트이다. 접지 접촉 패드(393)에 의해 접지된 각각의 미러 절반(220c 또는 220d) 및 드라이브 전극(322 또는 323) 사이의 정전기력은 미러(220)가 회전 축(303)에 대해 피벗하도록 한다.

미러(220)는 자신의 홈 위치로부터 완전히 편향된 위치로 이동할때 0 내지 2.5°, 바람직하게는 대략 2°의 편향 각도를 통해 미러 축(303)에 대한 어느 한 방향으로 자신의 홈 위치로부터 피벗한다. 제어기(112)는 대략 19 kHz의 나아이키스트 속도로 제 1 및 제 2 드라이브 전극(322 및 323)에 드라이브 신호를 제공한다. 미러(220)는 25 내지 50 kHz, 바람직하게 25 내지 30 kHz의 공진 주파수를 가진다. 미러 어셈블리(200)는 저장 표면(109)의 데이터 트랙(110) 상에 정보의 광 기록 및/또는 판독을 허용하도록 하기 위하여 광섬유(102)의 원위 말단부(102b) 및 디스크(107)의 저장 표면(109) 사이에서 레이저 빔(191, 192)을 반사시킨다.

미러(220)는 서스펜션(429)의 복원 토크에 의해 이와 같은 회전 동안 억제된다. 상술된 바와같이, 서스펜션(429)은 제 1 및 제 2 비틀림 힌지(306 및 307)의 긴 부분(441) 같은 선형 요소 및 플랜지(442) 및 제 1 및 제 2 테더(431 및 432)를 포함하는 비선형 요소를 구비한다. 도 17에 도시된 바와같이, 테더(431 및 432) 및 관련 플랜지(442)는 미러(220)가 편향되지 않은 위치에 있을때, 편충(342)의 평면에 배치된다. 미러(220)가 축(303)에 대해 피벗 할때, 테더(431 및 432)는 미러(220)가 소정 각도 이상으로 피벗하지 않도록 하기 위하여 휘어지고 연장된다(도 18 참조). 실질적으로 단단한 플랜지(442)는 미러가 이동하는 동안, 휘어지거나 신장되지 않는다. 그러나, 플랜지(442)의 제 1 및 제 2 단부(442a 및 442b)에 테더의 내부 단부(434)를 부착하면은 테더(431 및 432)의 휩 및 신장이 강화된다. 특히, 피벗 축(303)으로부터 떨어져 이격된 위치에서 단부(442a 및 442b)의 간격으로 인한 모멘트 아암은 테더가 힌지(306 및 307)의 긴 부분(441)에 직접 고정되었던 것보다 테더(431 및 432)의 휩 모멘트 및 고도 이동(elevational movement)을 더 크게 한다.

테더(431 및 432)는 작은 각도 편향에 대하여 테더가 부가하지만 힌지(306 및 307)에 의해 제공된 복원력보다 작은 선형 복원 토크를 제공하도록 디자인된다. 이 선형 복원 토크는 테더의 휩에 의해 제공된다. 미러(220)의 각도 편향이 증가될때, 테더는 각도 편향을 수용하기 위하여 신장되도록 된다. 테더를 신장하는 것은 비선형적이고, 특히 미러의 편향 각도의 3차 함수이므로, 미러 어셈블리(200)의 정전기의 비선형 특성에 균형을 맞추기 위하여 사용된다. 이 방식에서, 비선형 요소를 가지는 서스펜션(429)은 미러(220)의 안정된 각도 편향 범위가 미러의 풀-인 각도를 증가시킴으로써 증가되도록 한다. 테더(431 및 432)를 비틀림 힌지(306 및 307)에 부착하는 것은 세로 축(303)에 대해 미러가 피벗 이동하는 동안 테더의 힘으로부터 미러(220)의 바람직하지 않은 휩을 방지하도록 한다.

일련의 인접 트랙(110)에 대한 정밀한 트래킹 및 짧은 탐색은 발신 레이저 빔(191)의 전파 각도가 대물광학계(246)에 전송되기 전에 변경되도록 회전축(303)에 대해 미러(220)를 회전시킴으로써 수행될 수 있다. 그러므로, 정보의 저장 및/또는 검색, 트랙 추적, 및 하나의 데이터 트랙(110)으로부터 다른 데이터 트랙으로 탐색을 위하여 미러(220)는 포커스된 광 부위(248)가 MO 디스크(107)의 방사 방향으로 이동되도록 한다. 정밀하지 않은 트랙킹은 회전 액추에이터 자석 및 코일 어셈블리(120)에 전류를 조절함으로써 유지될 수 있다(도 4 참조). MO 디스크(107)의 특정 트랙(110)을 추적하기 위하여 사용된 트랙 추적 신호는 종래 기술에서 절리 공지된 정밀하지 않은 것과 정밀한 것이 결합된 트래킹 서보 기술을 사용하여 유도될 수 있다. 예를 들어, 샘플링된 섹터 서보 포맷은 트랙을 규정하기 위하여 사용될 수 있다. 서보 포맷은 MO 디스크(107)에 스템프된 양각 퍼트(embossed pit) 또는 데이터 마크와 유사하게 판독된 자기 도메인 방향을 포함할 수 있다.

액츄에이터 암 아암(105) 세트의 이동과 상관없이, 본 발명의 미러 어셈블리(200) 세트는 독립적으로 동작하도록 사용될 수 있으므로, 임의의 소정 시간에 하나 이상의 MO 디스크 표면(109)을 사용하여 정보를 판독 및/또는 기록하도록 하기 위하여 트랙 추적 및 탐색을 허용한다. 한세트의 동시에 동작하는 미러 어셈블리(200)를 사용하는 독립적인 트랙 추적 및 탐색은 바람직하게 한 세트의 분리된 판독 채널 및 정밀한 트랙 전자장치 및 미러 구동 전자장치를 필요로 한다. 미러 어셈블리(200)의 크기 및 중량이 작으면은 중량이 낮고 프로파일이 작은 비행 헤드(106)를 더 잘 디자인 할 수 있다.

본원에 서술된 광학 광 방사기 및 수신기는 미러 어셈블리에 인접한 판독 및/또는 기록 헤드에 의해 운반된 레이저 소스를 포함할 수 있다. 하나의 이와같은 실시예에서, 광학 광 방사기 및 수신기는 레이저 소스 및 하나 이상의 적절한 편광 감지 검출기를 포함한다. 이와같은 시스템은 미러 어셈블리로 또는 이로부터 레이저 빔을 전송하기 위하여 광섬유 요소를 필요로 할 수도 필요로 하지 않을 수도 있다.

상술된 미러 어셈블리는 비행 자기-광학 헤드 이외에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 미러 어셈블리(220)는 임의의 적당한 광학 기록 및/또는 판독 시스템에 사용될 수 있다. 하나의 응용은 물리적 기록 방법(예를 들어, 입사광의 빔 위상 또는 강도를 반사하여 변조하는 물리적 퍼트(physical pit) 또는 함몰부(depression)와 같이 기록된 데이터를 가진 CD-ROM)으로부터 광 정보를 검색하는 것이다. 본 발명의 마이크로머신 미러 어셈블리는 자체가 존재하지 않을

때 광 위상 변조를 제공하는 데이터 저장 장소를 가진 매체로부터 광 데이터를 검색하는데 이용할 수 있다. 게다가, 본원에 서술된 마이크로머신 미러 어셈블리는 작은 편향 가능한 미러를 필요로 하는 응용에서 데이터 기록 및/또는 검색 시스템의 외부에 사용될 수 있다. 예를 들어, 미러 어셈블리(220)는 전기통신 또는 다른 영역에서 바코드 스캐닝 또는 광 스위칭시에 사용될 수 있다. 센서로서 사용하기 위한 두 개 이하의 드라이브 전극을 가지거나 드라이브 전극이 없는 미러 어셈블리(220)가 또한 고려될 수 있다.

상술된 상세한 설명이 본 발명에 따른 마이크로머신 미러 어셈블리의 실시예를 서술하였지만, 상기 서술이 본 발명을 설명하는 것이며 이에 국한되는 것이 아니라는 것을 이해해야만 한다. 본 발명의 다양한 요소의 크기, 형태 및 외관 및 제조 방법을 변형하는 것 또는 본 발명의 범위 및 정신 내에서 다양한 요소를 포함하거나 배제시키는 것이 가능하다는 것을 이해할 것이다. 이점에 있어서, 미러의 편향 각도의 비선형 함수인 복원 토크 요소를 포함하는 미러(220)에 대한 임의의 서스펜션을 사용하는 것은 이와 같은 요소가 하나 이상의 비틀림 힌지, 미러 그 자체에 결합되는 이들의 임의의 조합에 결합되는지 간에, 본 발명의 범위 내에 존재한다는 것이 인식되어야 한다.

상기로부터, 미러 어셈블리의 비선형 정전기 구동력을 실질적으로 보상하기 위하여 미러의 편향 각도를 비선형적으로 증가시키는 복원 토크를 가지는 개선된 마이크로머신 미러 어셈블리가 제공된다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 미러 어셈블리는 미러의 유용한 편향 범위를 증가시키기 위하여 풀인 각도를 증가시킨다. 일실시예에서, 미러 어셈블리는 미러에 고정된 비틀림 힌지에 결합되는 하나 이상의 테더를 가지고 있다. 상기 테더는 미러에 비선형 복원 토크를 제공하기 위하여 미러의 피벗 운동 동안 신장된다. 비틀림 힌지는 바람직하게 테더가 접합되는 실질적으로 단단한 플랜지를 가지고 있다. 플랜지는 테더의 신장을 강화하도록 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

광 빔을 편향시키는데 사용하는 미크론 크기의 미러 어셈블리에 있어서,

평면 베이스;

상기 평면 베이스로부터 이격되어 멀어지며, 일반적으로 상기 평면 베이스에 대해 평행하게 배치되며, 제 1 및 제 2 단부와 상기 제 1 및 제 2 단부 사이에서 연장된 세로축을 가지는 평면 미러;

상기 미러가 상기 평면 베이스에 대한 세로축에 대하여 상기 제 1 및 제 2 위치 사이에서 움직이도록 하기 위하여 상기 각각의 제 1 및 제 2 단부에 접속되며 상기 세로축을 따라 연장되는 제 1 및 제 2 비틀림 부재;

상기 제 1 및 제 2 비틀림 부재를 상기 평면 베이스에 고정하는 수단으로서, 상기 미러의 적어도 일부분은 도전성 재료로 이루어지는, 상기 고정 수단;

상기 제 1 및 제 2 위치 사이에서 미러를 구동시키기 위하여 상기 평면 베이스에 의해 유지되는 제 1 및 제 2 이격되어-멀어진 전극;

상기 세로축에 가로로 연장되며 상기 제 1 비틀림 부재에 고정되는 테더 부재; 및

상기 테더 부재를 상기 평면 베이스에 고정함으로써 상기 테더 부재가 미러의 이동을 조절하도록 하는 수단을 포함하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 비틀림 부재를 상기 평면 베이스에 고정하는 수단 및 상기 테더 부재를 상기 평면 베이스에 고정하는 수단은 상기 미러 주위에 연장된 프레임 부재를 포함하며, 상기 제 1 및 제 2 비틀림 부재 및 상기 테더 부재는 상기 프레임 부재에 고정되며, 상기 프레임 부재는 상기 평면 베이스로부터 이격되어 멀어져서 상기 평면 베이스에 고정되는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 테더 부재는 길이를 가지며, 상기 테더 부재의 적어도 일부분은 상기 길이를 따라 탄성을 가지며, 상기 제 1 비틀림 부재는 상기 세로축을 따라 연장된 긴 부분 및 상기 긴 부분에 가로로 연장되며 상기 긴 부분으로부터 외부로 이격된 단부를 가지는 단단한 플랜지 부분을 포함하며, 상기 테더 부재는 상기 플랜지 부분의 제 1 단부에 고정됨으로써 상기 플랜지 부분은 상기 제 1 및 제 2 위치 사이에서 미러의 이동 동안 테더 부재의 신장성을 강화하는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 4.

광 빔을 편향시키는데 사용하는 미크론 크기의 미러 어셈블리에 있어서,

평면 베이스;

상기 평면 베이스로부터 이격되어 떨어지고, 일반적으로 상기 평면 베이스에 평행하게 배치되며, 제 1 및 제 2 단부와 상기 제 1 및 제 2 단부 사이에서 연장되는 세로축을 가지는 평면 미러;

상기 미러가 상기 평면 베이스에 대한 세로축에 대하여 상기 제 1 및 제 2 위치 사이에서 움직이도록 하기 위하여 상기 각각의 제 1 및 제 2 단부에 접속되며 상기 세로축을 따라 연장되는 제 1 및 제 2 비틀림 부재;

상기 제 1 및 제 2 비틀림 부재를 상기 평면 베이스에 고정하는 수단으로서, 상기 미러의 적어도 일부분은 도전성 재료로 이루어지는, 상기 고정 수단;

상기 제 1 및 제 2 위치 사이에서 미러를 구동시키기 위하여 상기 평면 베이스에 의해 유지되는 제 1 및 제 2 이격되어 떨어진 전극;

상기 세로축에 가로로 연장되며 상기 제 1 및 제 2 비틀림 부재중 적어도 하나에 고정되는 제 1 및 제 2 테더 부재; 및

상기 제 1 및 제 2 테더 부재를 상기 평면 베이스에 고정함으로써 상기 테더 부재가 미러의 이동을 조절하도록 하는 수단을 포함하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

각각의 상기 제 1 및 제 2 테더 부재는 길이를 가지며, 각각의 상기 제 1 및 제 2 테더 부재의 적어도 일부분은 길이를 따라 탄성을 가지는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 6.

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 비틀림 부재중 적어도 하나는 상기 세로축을 따라 연장된 긴 부분 및 상기 긴 부분에 가로로 연장되며 상기 긴 부분으로부터 외부로 이격된 제 1 단부를 가지는 실질적으로 단단한 플랜지 부분을 포함하며, 상기 제 1 테더 부재는 상기 플랜지 부분의 제 1 단부에 고정됨으로써 상기 플랜지 부분은 상기 제 1 및 제 2 위치사이에서의 상기 미러의 이동 동안 상기 제 1 테더 부재의 신장성을 강화하는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 플랜지 부분은 상기 제 1 단부에 대향하며 긴 부분으로부터 외부로 이격된 제 2 단부를 가지며, 상기 제 2 테더 부재는 상기 플랜지 부분의 제 2 단부에 고정되는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 8.

제 6 항에 있어서,

상기 플랜지 부분은 상기 긴 부분으로부터 수직으로 연장되는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 9.

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 비틀림 부재의 적어도 하나는 상기 세로축을 따라 연장된 긴 부분 및 상기 긴 부분에 수직으로 연장되며 상기 긴 부분으로부터 외부로 이격된 제 1 및 제 2 대향 단부를 가지는 실질적으로 단단한 플랜지 부분을 포함하며, 상기 제 1 테더 부재는 상기 플랜지 부분의 제 1 단부에 고정되며 상기 제 2 테더 부재는 상기 플랜지 부분의 제 2 단부에 고정됨으로써 상기 플랜지 부분은 상기 제 1 및 제 2 위치사이에서의 미러의 이동 동안 상기 제 1 및 제 2 테더 부재의 신장성을 강화하는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 10.

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 테더 부재는 상기 제 1 비틀림 부재에 고정되는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 11.

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 테더 부재는 상기 세로축에 가로로 연장된 축을 따라 연장되는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 테더 부재는 상기 세로축에 수직으로 연장된 축을 따라 연장되는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 13.

제 10 항에 있어서,

제 1 및 제 2 테더 부재의 부가적인 세트를 더 포함하며, 상기 제 1 및 제 2 테더의 부가적인 세트는 상기 제 2 비틀림 부재에 고정되는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 14.

광 빔을 편향시키는데 사용하는 미크론 크기의 미러 어셈블리에 있어서,

평면 베이스;

상기 평면 베이스로부터 이격되어 멀어지고, 일반적으로 상기 평면 베이스에 평행하게 배치되며, 제 1 및 제 2 단부 및 상기 제 1 및 제 2 단부 사이에서 연장되는 세로축을 가지는 평면 미러로서, 상기 미러의 적어도 일부분은 도전성 재료로 이루어지는, 평면 미러;

상기 세로축에 가로로 연장되고 상기 미러에 고정되는 적어도 하나의 신장가능한 부재; 및

상기 신장 가능한 부재를 상기 평면 베이스에 고정함으로써 상기 미러가 상기 세로축에 대해 상기 제 1 및 제 2 위치 사이에서 이동할 수 있으며 상기 신장 가능한 부재가 상기 미러의 이동 동안 비선형 복원력을 상기 미러에 제공하는 수단을 포함하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 15.

제 14 항에 있어서,

상기 세로축에 대하여 상기 미러를 이동시키기 위하여 상기 평면 베이스에 의해 유지되는 적어도 하나의 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 16.

제 14 항에 있어서,

상기 세로축을 따라 연장되고 상기 각각의 제 1 및 제 2 단부에 접속되는 제 1 및 제 2 비틀림 부재 및 상기 평면 베이스에 상기 제 1 및 제 2 비틀림 부재를 고정하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 17.

제 16 항에 있어서,

상기 신장 가능한 부재는 상기 비틀림 부재중 하나에 의하여 미러에 고정되는 것을 특징으로 하는 미크론 크기의 미러 어셈블리.

청구항 18.

광 데이터 저장 시스템으로서,

지지 몸체;

상기 지지 몸체상에 회전가능하게 장착되고 다수의 동심원형으로 배치된 데이터 트랙을 가지는 평면 저장면을 가지는 광 디스크;

근접 및 원위 말단부를 가지는 암으로서, 상기 암의 근접 말단부는 상기 암의 원위 말단부가 상기 저장면에 대하여 제 1 및 제 2 위치 사이에서 피벗할 수 있도록 상기 지지 몸체 상에 피벗 가능하게 장착되는, 암;

상기 지지 몸체 상에서의 디스크의 회전동안 상기 저장면에 인접한 공기역학 서스펜션을 위해 상기 암의 원위 말단부 상에 장착된 비행 광 헤드;

상기 암에 의해 유지된 레이저빔을 방사하는 광 방사기 및 광수신기; 및

상기 저장면의 데이터 트랙 상에 정보를 광 기록 및/또는 판독하도록 하기 위하여 디스크의 저장면과 광 방사기 및 수신기 사이에서 광빔을 반사하도록 상기 헤드에 의해 유지되는 미크론 크기의 미러 어셈블리를 포함하며;

상기 미러 어셈블리는 평면 베이스 및 상기 평면 베이스로부터 이격되어 떨어지고 일반적으로 상기 평면 베이스에 평행하게 배치되며, 제 1 및 제 2 단부와 상기 제 1 및 제 2 단부 사이에서 연장된 세로축을 가지는 평면 미러를 구비하며; 상기 미러 어셈블리는 상기 세로축을 따라 연장되며 상기 제 1 및 제 2 단부에 접속되는 제 1 및 제 2 비틀림 부재 및 상기 제 1 및 제 2 비틀림 부재를 상기 평면 베이스에 고정함으로써 상기 미러가 상기 평면 베이스에 대한 세로축에 대하여 상기 제 1 및 제 2 위치 사이에서 이동할 수 있도록 하는 수단을 포함하며, 상기 미러 어셈블리는 상기 제 1 및 제 2 위치 사이에서 미러를 구동시키기 위하여 평면 베이스에 의해 유지되는 제 1 및 제 2 이격된 전극을 가지며; 상기 미러 어셈블리는 상기 세로축에 가로로 연장되며 상기 제 1 및 제 2 비틀림 부재 중 적어도 하나에 고정되는 제 1 및 제 2 테더 부재 및 상기 제 1 및 제 2 테더 부재를 상기 평면 베이스에 고정함으로써 상기 제 1 및 제 2 테더 부재가 미러의 진동을 조절하도록 하는 수단을 포함하는 광 데이터 저장 시스템.

청구항 19.

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 비틀림 부재는 상기 세로축을 따라 연장되는 긴 부분 및 상기 긴 부분에 수직으로 연장되고 상기 긴 부분으로부터 외부로 이격된 제 1 및 제 2 대향 단부를 가지는 실질적으로 단단한 플랜지 부분을 포함하며, 상기 제 1 테더 부재는 상기 플랜지 부분의 제 1 단부에 고정되며 상기 제 2 테더 부분은 상기 플랜지 부분의 제 2 단부에 고정됨으로써 상기 플랜지 부분은 상기 제 1 및 제 2 위치 사이에서의 미러의 이동 동안 상기 제 1 및 제 2 테더 부재의 신장성을 강화하는 것을 특징으로 하는 광 데이터 저장 시스템.

청구항 20.

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 테더 부재는 상기 제 1 비틀림 부재에 고정되며, 상기 제 1 및 제 2 테더 부재의 부가적인 세트를 더 포함하며, 상기 제 1 및 제 2 테더 부재의 추가 세트는 상기 제 2 비틀림 부재에 고정되는 것을 특징으로 하는 광 데이터 저장 시스템.

요약

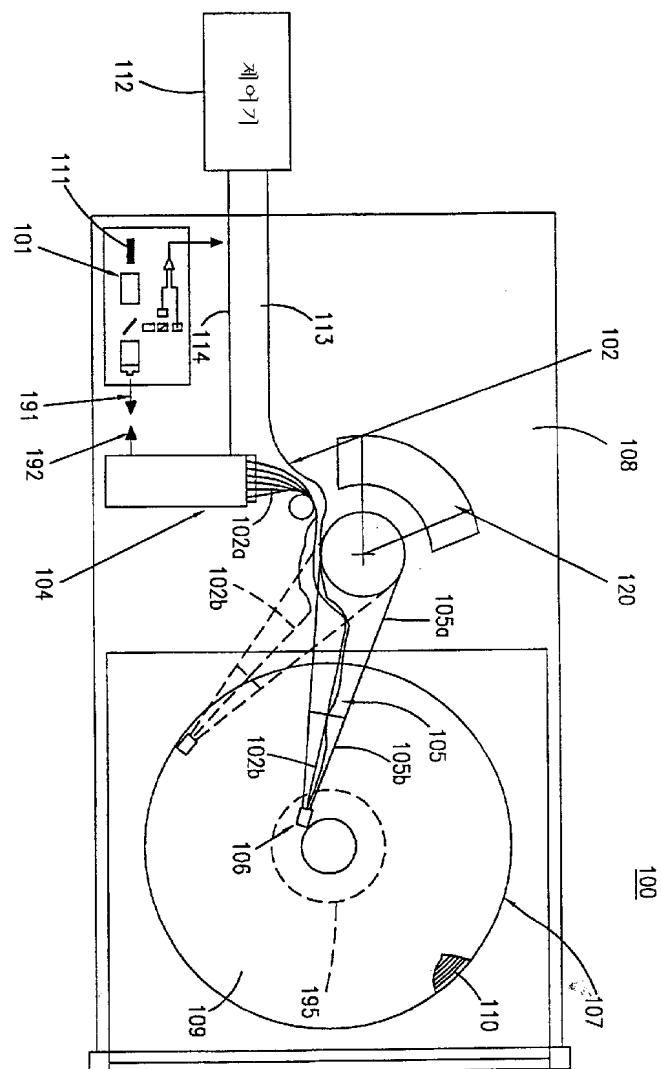
본 발명은 광빔을 편향시키는데 사용하는 미크론 크기의 미러 어셈블리에 관한 것이다. 미러 어셈블리는 평면 베이스 및 평면 베이스로부터 이격되어 떨어지며 일반적으로 평면 베이스에 평행하게 배치되는 평면 미러를 포함한다. 평면 미러는 제 1 및 제 2 단부, 및 제 1 및 제 2 단부 사이에서 연장되는 세로축을 갖는다. 제 1 및 제 2 비틀림 부재는 세로축을 따라 연장되며 미러가 상기 평면 베이스에 대한 세로축에 대하여 제 1 및 제 2 위치 사이에서 움직이도록 하기 위하여 각각의 제 1 및 제 2 단부 위치에 접속된다. 제 1 및 제 2 비틀림 부재는 평면 베이스에 고정된다. 미러의 적어도 일부분은 도전성 재료로 이루어진다. 제 1 및 제 2 이격되어 떨어진 전극은 제 1 및 제 2 위치 사이에서 미러를 구동시키기 위하여 평면 베이스에 의해 유지된다. 테더 부재는 세로축에 가로로 연장되며 제 1 비틀림 부재 및 평면 베이스에 고정된다. 테더 부재는 미러의 진동을 조절한다.

대표도

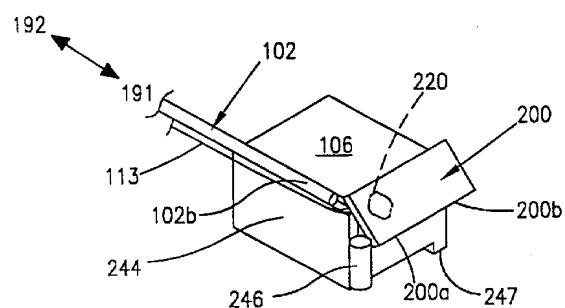
도 4

도면

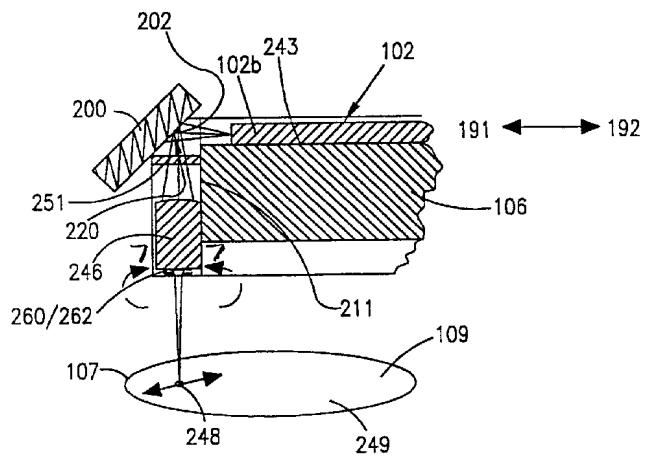
도면4



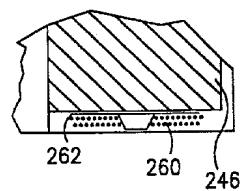
도면5



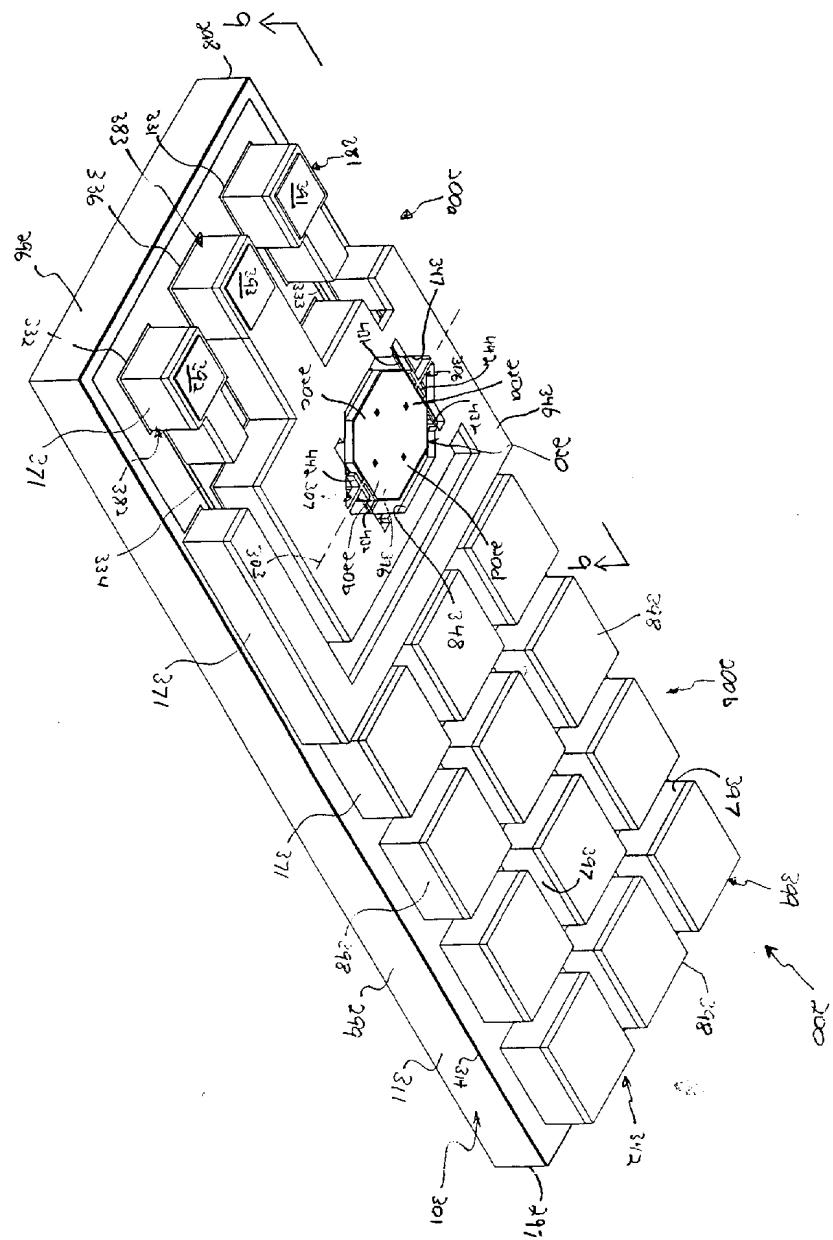
도면6



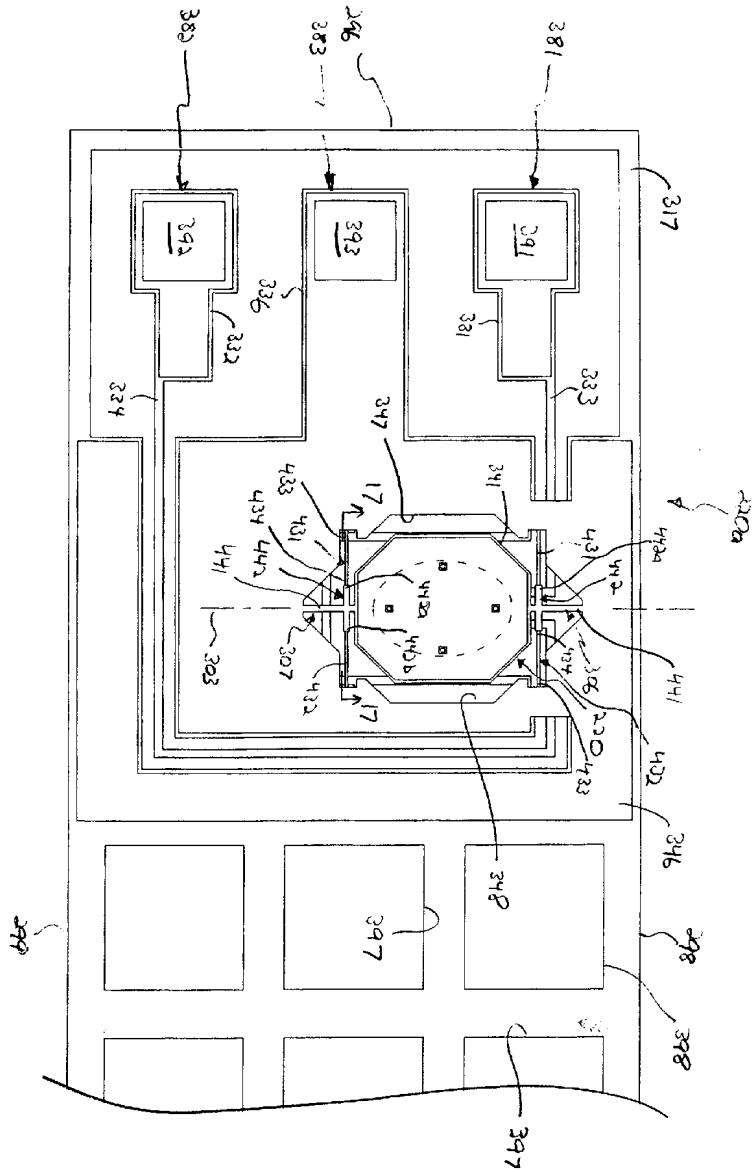
도면7



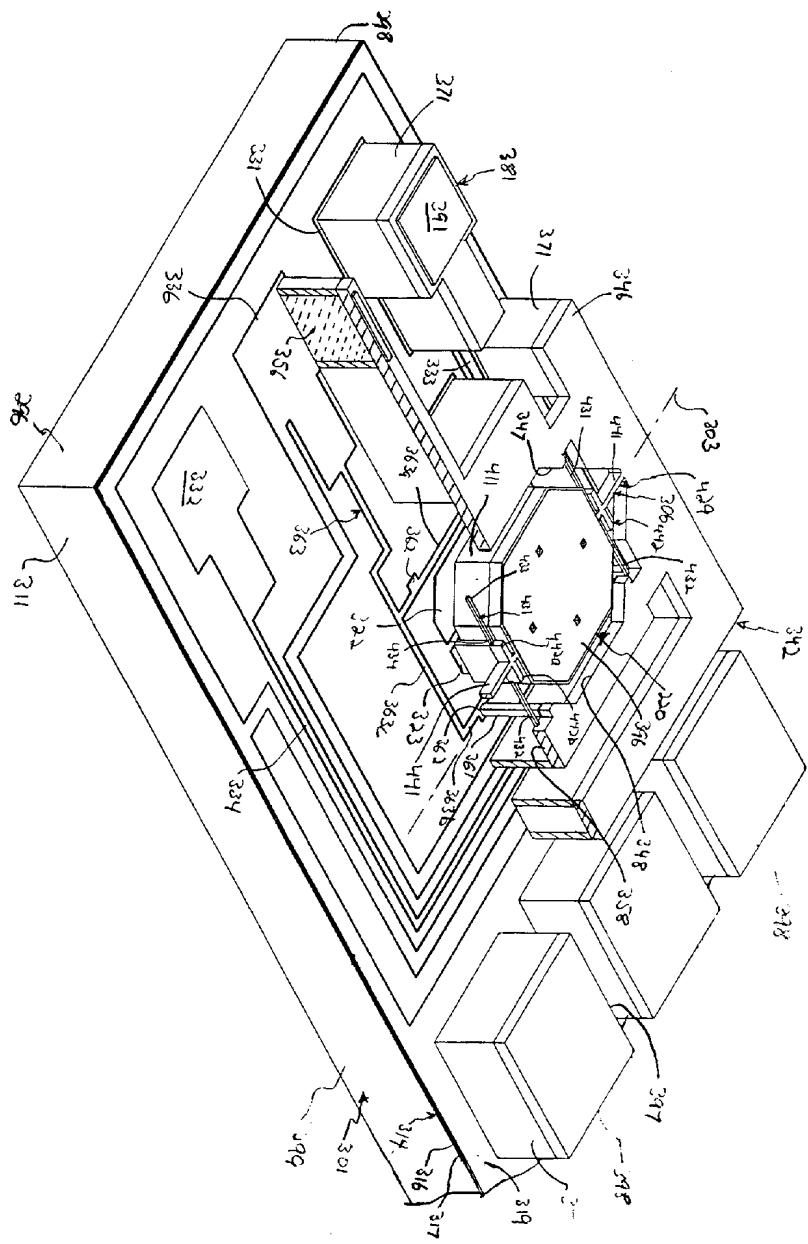
도면8



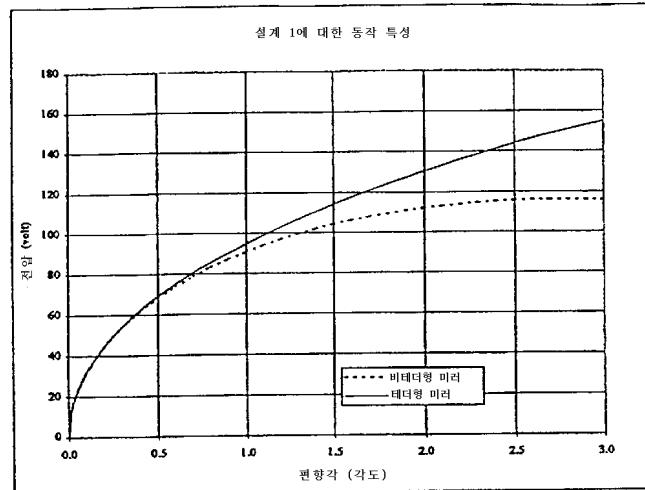
도면9



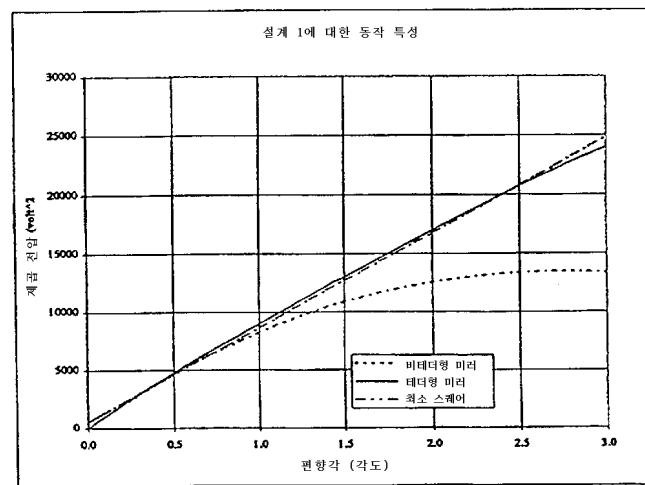
도면10



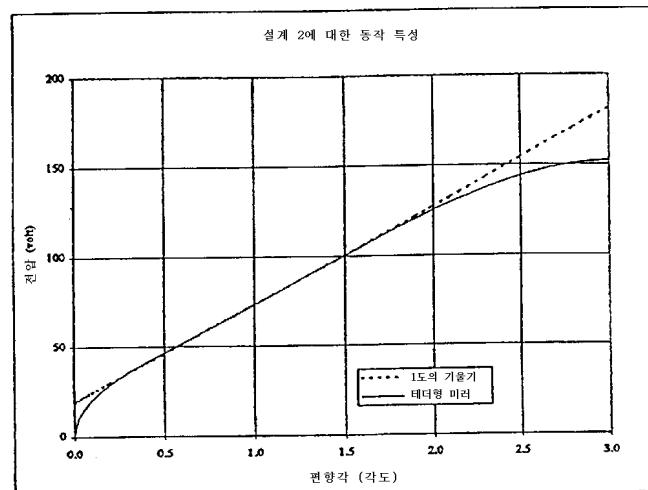
도면11



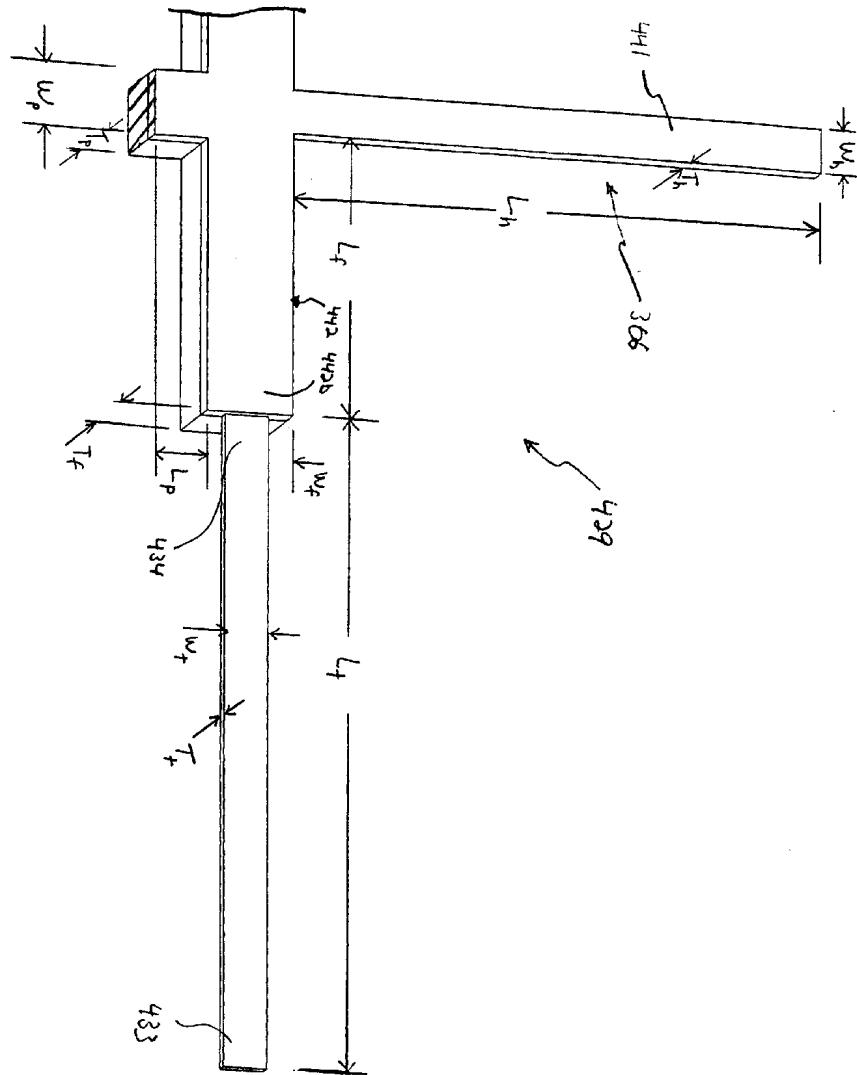
도면12



도면13



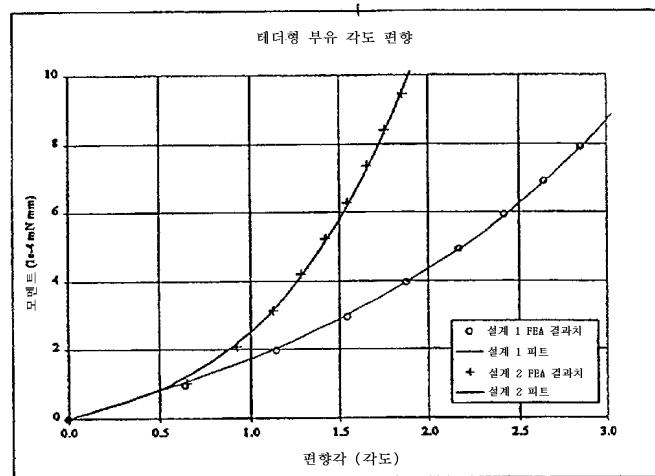
도면14



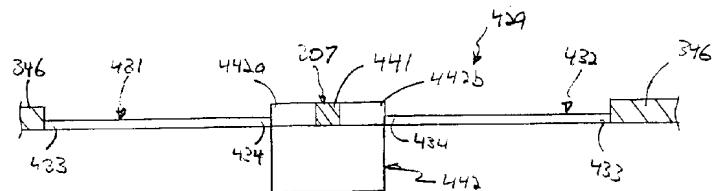
도면15

기하 파라미터	심볼	값	
		설계 1	설계 2
현지:			
길이	L_h	50.0	50.0
폭	W_h	3.3	2.5
깊이	T_h	2.0	2.0
태더:			
길이	L_t	77.0	60.0
폭	W_t	2.0	2.0
깊이	T_t	0.5	0.2
플랜지:			
길이	L_f	25.0	75.0
폭	W_f	6.0	6.0
깊이	T_f	8.0	8.0
플레이트 부착:			
길이	L_p	5.0	5.0
폭	W_p	3.3	3.5
깊이	T_p	8.0	8.0
선행 스프링 상수	k_1	0.0092	0.0083
3차 스프링 상수	k_3	2.6928	20.0870
k_3 대 k_1 의 비율	r	293.3	2415.8

도면16



도면17



도면18

