

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ G02B 26/10		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	1999년 12월 01일 10-0232692 1999년 09월 07일
(21) 출원번호 (22) 출원일자 번역문제출일자 (86) 국제출원번호 (86) 국제출원일자 (81) 지정국	10-1995-0704213 1995년 09월 29일 1995년 09월 29일 PCT/JP 95/00066 1995년 01월 23일 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 사이프러스 독 일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 국내특허 : 대한민국 미국	(65) 공개번호 (43) 공개일자 (87) 국제공개번호 (87) 국제공개일자	특 1996-0702116 1996년 03월 28일 WO 95/20774 1995년 08월 03일
(30) 우선권 주장	94-009824 1994년 01월 31일	일본(JP)	
(73) 특허권자	닛본 신고 가부시키키가이샤 미야지 오사노리 일본 도쿄도 지요다구 마루노우찌 3쵸메 3방 1고에사시 마사요시		
(72) 발명자	일본국 미야기켄 센다이시 다이하꾸구 야기야마미나미 1쵸메 11-9 에사시 마사요시 일본국 미야기켄 센다이시 다이하꾸구 야기야마미나미 1쵸메 11-9 아사다 노리히로 일본국 사이따마켄 우라와시 가미끼자끼 1쵸메 13-8 닛본 신고 가부시키키가이 샤 요노 지무쇼 내		
(74) 대리인	구영창, 장수길		

심사관 : 정소연

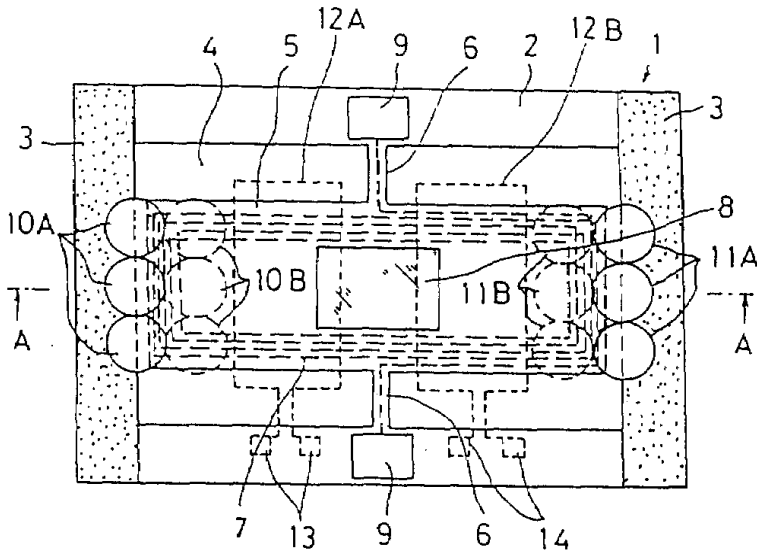
(54) 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러 및 그 제조 방법

요약

본 발명은 반도체 제조 기술을 이용하여 제조한 박형 및 소형이고 또한 미러의 변위각을 검출할 수 있는 갈바노 미러에 관한 것이다.

반도체 제조 기술을 이용하여 실리콘 기판(2)에 가동판(5)와 이 가동판(5)를 축받이 하는 토션바(6)을 일체로 형성하고, 가동판(5) 상면에 평면 코일(7)과 전반사 미러(8)을 형성함과 동시에 평면 코일(7)에 자계를 작용 시키는 영구 자석(10A, 10B 및 11A, 11B)를 고정 배치하여 구성하고, 평면 코일(7)에 흐리는 전류량 및 전류 방향을 제어하여 발생하는 자기력과 토션바(6)의 비틀림력과 밸런스로 가동판(5)의 요동 각도를 가변 제어한다. 또한, 가동판(5)의 하방에 검출 코일(12A, 12B)를 설치하고, 평면 코일(7)에 구동 전류에 중첩시켜서 검출 전류를 흘리고, 이 검출 전류에 기초하여 평면 코일(7)과 검출 코일(12A, 12B)와의 사이의 상호 인덕턴스 변화에 따라 미러의 변위각 검출을 행한다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러 및 그 제조 방법

[발명의 상세한 설명]

[기술 분야]

본 발명은 예를 들면 레이저광의 스캐닝 시스템 등에 적용하는 갈바노 미러에 관한 것으로, 특히 레이저광을 스캐닝하는 반사경의 변위 검출을 가능케 하는 극히 소형의 플래너형 갈바노 미러 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

[배경 기술]

갈바노 미러는 레이저 광을 편향 주사하는 레이저 스캐너 등에 이용되는 것으로, 그 원리는 자계 중에 배치된 가동 코일에 전류를 흘리면, 전류와 자속에 관련하여 전자력이 발생되고 전류에 비례하는 회전력(토크)이 생긴다. 이 토크와 스프링력이 평형을 이루는 각도까지 가동 코일이 회동하고, 이 가동 코일을 통하여 지침을 진동시켜 전류의 유무와 대소를 검출하는 갈바노 미터의 원리를 이용한 것으로, 가동 코일과 일체로 회전하는 축에 상기 지침 대신에 반사경을 설치하여 구성된다.

그리고, 종래의 실용적인 갈바노 미러로서는 예를 들면, 자계 중에 배치하는 가동 코일 대신에 가동 철편을 이용하고, 그 주위에 2개의 영구 자석과 4개의 자극을 설치한 자성체로 자로(磁路)를 구성하고, 상기 자성체에 두루감은 구동 코일에 흘리는 전류의 대소 및 방향에 따라 자극간의 자속을 변화시킴으로서, 가동 철편을 통하여 반사경을 회동시켜 레이저광을 편향 주사하도록 한 것이 있다(예를 들면, 공립 출판 주식 회사 「실용 레이저 기술」, P210~212, 1987년 12월 10일 발행, 등 참조).

그러나, 상기 구성의 갈바노 미러는 구동 코일이 기계 감기이므로 소형화하기 어렵다.

그래서, 이와 같은 갈바노 미러의 소형화를 꾀하는 기술로서, 예를 들면 일본 특허 공개 평4-211218호 공보 등에 개시된 것이 있다.

이것은 테두리 부분과, 반사경 부분 및 테두리에 반사경 부분을 축받이하는 빔 부분을, 실리콘 기판을 사용하는 반도체 제조 프로세스를 이용하여 일체로 성형한 것으로, 이들 실리콘 기판으로 형성한 부분을 반사경 부분을 회동 구동하기 위한 전극을 설치한 글래스 기판상에 배치하고, 반사경 부분과 상기 전극간에 작용하는 정전 인력을 이용하여 반사경을 회동 구동하도록 구성되어 있다. 그리고, 갈바노 미러의 소형화를 손상하는 일 없이 작은 구동력으로 판상 부재를 구동시키는 것을 목적으로 하여, 상기 빔 부분을 S자형상으로 함으로써 적은 스페이스로 긴 빔을 형성하여, 그 비틀림 강성을 작게 하도록 하고 있다.

그러나, 갈바노 미러는 오픈 루프 미러의 변위각을 제어하는 것이 일반적이지만, 미러의 변위각을 검출하여, 그 검출 신호를 미러의 구동계에 피드백함으로써 미러의 변위각을 고정밀도로 제어할 수 있다. 그리고, 상술한 바와 같은 플래너형 갈바노 미러에 있어서의 미러의 변위각 검출 방법으로서의 제1도에 도시한 바와 같은 광(光)식과 제2도에 도시한 바와 같은 정전 용량식 등을 고려할 수 있다.

제1도의 장식은 축(51)을 중심으로 회동하는 반사경(52)의 이면측의 중심 위치에 예를 들면 광 화이버(53) 등을 이용하여 광 빔을 쏘이고, 그 반사광을 글래스 기판(54) 측에 설치한 PSD(55)에서 수광한다. 그리고, 반사경(52)의 각도 변위에 수반하는 반사광의 PSD(55)로의 입사 위치 X의 변화를 검출하여 반사경(52)의 변위각 θ 를 검출한다. 또, 상기 입사 위치 X는 글래스 기판(54)로부터 수평 위치에 있는 반사경(52)까지의 거리를 L, 수평 위치에 있는 반사경(52)와 광 화이버(53)으로부터의 광 빔과의 이루는 각을

θ 로 하였을 때, $X=L/\tan(\theta+\phi)$ 로 나타난다.

이 방법은 광로가 짧기 때문에 광 범의 파워의 감쇠가 적고 검출 신호를 크게할 수 있는 등의 잇점이 있지만, 광로가 짧기 때문에 광 범 지름을 가능한 한 줄이지 않으면 최소 검출 각도(반사경의 각도 검출의 분해능)이 제한되고, 입사광 범의 각도와 축 일치가 어렵고, 초박형의 PSD가 필요하는 등의 결점을 갖는다.

또한, 제2도의 정전 용량식은 반사경(52)의 이면측에 축(51)에 대하여 대칭 위치에 전극(56A, 57A)를 설치하고, 글래스 기판(54) 측에 상기 전극(56A, 57A)와 대칭을 이루는 전극(57B, 57C)를 설치하고, 컨덴서(C1, C2)를 구성하고, 반사경(52)의 각도 변위에 수반하는 양 컨덴서(C1, C2)의 용량치에 기초하여 반사경(52)의 변위각을 검출한다.

이 방법은 반사경(52)의 단위 각도당의 변화량에 대하여 컨덴서(C1, C2)의 갭[글래스 기판(54)와 수평 위치에 있는 반사경(52)와의 거리 L]이 대단히 크고, 반사경(52)의 각도 변화에 대한 컨덴서(C1, C2)의 용량 변화분이 작아서, 결국 반사경 각도 검출의 분해능이 제한되고, 반사경(52)의 이면의 전극(56A, 57A)으로부터 배선을 뽑아낼 필요가 있어서 반사경 부분의 제조가 번거롭다는 등의 결점이 있다.

본 발명은 상기의 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 반도체 제조 프로세스를 이용한 플래너형 갈바노 미러에 있어서의 미러의 변위를 코일간의 전자 결합에 의한 상호 인덕턴스 변화로 변환하여 검출시킴으로써, 반사경의 각도 변위를 고분해능으로 검출 가능케 함과 동시에, 제조 프로세스의 용이한 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 이와 같은 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[발명의 개시]

이를 위하여 본 발명의 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러는 반도체 기판에 평판상의 가동편과 이 가동편을 반도체 기판에 대하여 기판 상하 방향으로 요동 가능하게 축받침하는 토션바를 일체 형성하고, 상기 가동편의 상면 둘레부에 가동편 구동용 전류의 통전에 의해 전계를 발생하는 평면 코일을 부설하고, 상기 평면 코일로 둘러싸인 상면 중앙부에 반사경을 설치하는 한편, 상기 토션바의 축방향과 평행한 가동편의 대변(對邊)의 평면 코일부에 자계를 작용시키는 서로 쌍을 이루는 자석을 고정시키고 동시에, 상기 가동편 하방에 상기 평면 코일과 전자 결합 가능하게 상기 가동편의 변위를 검출하기 위한 복수의 검출 코일을 설치하고, 이들 검출 코일을 상기 토션바에 대하여 대략 대칭 위치에 배치하고, 상기 평면 코일에 가동편 구동용 전류에 중첩시켜 변위 검출용 전류를 흘리도록 구성하였다.

이와 같은 구성에 의하면, 가동편의 회전에 의해 평면 코일과 검출용 코일간의 거리가 변화하고, 이 거리 변화에 따라 양 코일간의 상호 인덕턴스가 변화하기 때문에, 반사경의 변위각의 변화를 인덕턴스 변화로 추출할 수 있다. 그리고, 검출 코일의 권수에 따라서 상호 인덕턴스의 검출치가 변화하기 때문에, 반사경의 변위각의 검출 분해능에 맞추어 검출 코일의 권수를 설정하면, 반사경의 변위각 변화를 고분해능으로 검출할 수 있다. 또한, 반사경 측에는 어떠한 새롭게 부가하는 것이 아니고 제조가 용이해진다.

또한, 가동편이 제1토션바로 반도체 기판에 대하여 축받침되는 테두리 형상의 외측 가동편과, 상기 제1토션바와 축방향이 직교하는 제2토션바로 상기 외측 가동편의 내측에 축받침되는 내측 가동편으로 이루어지고, 상기 외측 가동편의 상면에 제1평면 코일을 설치하고, 상기 내측 가동편의 상면 둘레부에 제2평면 코일을 설치함과 동시에, 해당 제2평면 코일로 둘러싸인 내측 가동편 중앙부에 상기 반사경을 설치하는 구성으로 하여 상기 검출 코일을 제1 및 제2토션바에 대하여 각각 대칭 위치에 배치되는 구성으로 하면 좋다.

이와 같이, 내외 2개의 가동편을 서로 직교하는 토션바로 축받침하는 구성으로 함으로써 레이저광의 편광 주사를 2차원으로 행할 수 있어서 레이저광 등의 스캔 영역을 확대할 수 있다.

또한, 상기 자석은 반도체 기판의 상하면에 각각 상측 기판과 하측 기판을 설치하여 이들 양측 기판에 각각 고정하는 구성으로 하면 좋다.

또한, 상측 기판과 하측 기판에서 가동편 수납 공간을 밀폐 구조로 하여 진공 밀봉하면, 가동편의 공기에 의한 요동 저항을 없앨 수 있게 되어 가동편의 진폭을 크게 할 수 있다.

또한, 가동편 수납 공간을 밀폐 구조로 하여 불활성 가스(헬륨, 아르곤 등)를 봉입하도록 하면, 가동편의 변위량을 크게 하기 위하여 평면 코일에 흘리는 구동 전류를 크게 한 경우에, 평면 코일의 발열의 영향을 진공인 경우에 비하여 저감시킬 수 있다.

또한, 상하 기판 중앙부에 홀을 설치하여 가동편 수납 공간을 형성하도록 하면, 가동편을 요동시키기 위하여 가동편 수납 공간을 확보하기 때문에 반도체 기판 속의 가동 공정을 생략할 수 있다.

또한, 자석은 영구 자석을 이용하면 좋다.

또한, 본 발명의 변위 검출 기능을 구비한 갈바노 미러의 제조 방법은 반도체 기판의 토션바 형성 부분을 제어하고 기판의 하면으로부터 상면을 향하여 이방성 에칭으로 관통시켜 상기 토션바 부분에서 반도체 기판에 요동 가능하게 축받침되는 가동편을 형성하는 공정과, 가동편 상면 주위에 전해 도금으로 평면 코일을 형성하는 공정과, 평면 코일로 둘러싸인 가동편 중앙부에 알루미늄 증착에 의해 반사경을 형성하는 공정과, 반도체 기판의 상하면에 양극(陽極) 접합에 의해 하측 기판과 적어도 가동편 상방 부분이 광의 통과가 가능한 구조의 상측 기판을 고정하는 공정과, 토션바 축방향과 평행한 가동편의 대변에 대응하는 상측 기판 부분과 하측 기판 부분에 자석을 고정하는 공정과, 하측 기판의 소정 위치에 검출 코일을 형성하는 공정으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

또한, 이 갈바노 미러의 제조 방법에 있어서, 평면 레일을 형성하는 공정은 전주(電鑄) 코일법을 이용하면 좋다.

즉, 반도체 기판상에 스퍼터링으로 니켈층을 형성한 후, 니켈층상에 전해 도금 또는 스퍼터링에 의해 동(銅)층을 형성하고, 계속해서 평면 코일 부분에 상당하는 부분을 마스크하여 동 에칭 및 니켈 에칭을 순

차적으로 행하고, 계속하여 상기 마스크를 제거한 후에 코일 패턴상에 동 전해 도금을 행하도록 한다. 이와 같은 방법으로 평면 코일을 형성하면, 박막의 코일을 저저항에서 고밀도로 실장할 수 있게 된다.

[도면의 간단한 설명]

제1도는 광식 변위각 검출의 예를 도시한 도면이다.

제2도는 정전용량식 변위각 검출의 예를 도시한 도면이다.

제3도는 본 발명과 관련한 갈바노 미러의 제1실시예를 도시한 구성도이다.

제4도는 제1도의 A-A선의 단면도이다.

제5도는 상기 제1실시예의 갈바노 미러의 동작 원리를 설명하는 도면이다.

제6도는 상기 제1실시예의 검출 코일 출력에 기초하여 변위 검출 회로의 일예를 도시한 회로도이다.

제7도는 상호 인덕턴스와 변위각과의 관계의 계산 결과의 예를 도시한 도면이다.

제8도는 영구 자석에 의한 자속 밀도 분포의 계산 모델도이다.

제9도는 계산된 자속 밀도 분포 위치를 도시한 도면이다.

제10도는 제9도에 도시한 위치의 자속 밀도 분포의 계산 결과를 도시한 도면이다.

제11(a)~(c)도는 가동반의 변위량과 전류량과의 계산 결과를 도시한 그래프이다.

제12도는 토션바 및 가동반의 정량의 계산 모델도이다.

제13도는 변위각 검출 전류의 미러 변위에 끼치는 영향을 설명하기 위한 도면이다.

제14(a)-(1)도는 제1실시예의 제조 공정 설명도이다.

제15도는 본 발명과 관련한 갈바노 미러의 제2실시예의 구성을 도시한 사시도이다.

제16(a)-(1)도는 제2실시예의 제조 공정 설명도이다.

제17(a)-(c)도는 제2실시예의 하측 글래스 기판의 제조 공정 설명도이다.

제18도는 본 발명과 관련한 갈바노 미러의 제3실시예의 구성을 도시한 평면도.

제19도는 제18도의 B-B선의 단면도이다.

제20도는 제18도의 C-C선의 단면도이다.

제21도는 2축인 경우의 내측 및 외측 가동반의 직류 코일 전류와 변위각과의 관계를 도시한 측정 데이터이다.

제22도는 외측 가동반 진동의 주파수 특성을 도시한 측정 데이터이다.

제23도는 내측 가동반 진동의 주파수 특성을 도시한 측정 데이터이다.

제24도는 내측 및 외측 가동반의 각 공진 주파수의 교류 코일 전류와 변위각의 관계를 도시한 측정 데이터이다.

제25도는 내측 가동반의 진공 중과 대기 중에서의 교류 코일 전류와 변위각의 관계를 도시한 측정 데이터이다.

제26도는 가동반의 변위각과 검출 코일 출력 전압과의 관계를 도시한 측정 데이터이다.

[발명을 실시하기 위한 최량의 형태]

이하, 본 발명의 실시예를 도면에 기초하여 설명한다.

제3도 및 제4도에 본 발명과 관련한 플래너형 갈바노 미러의 제1실시예를 나타낸다. 이것은 토션바가 1축인 경우의 예이다.

제3도 및 제4도에서 갈바노 미러(1)은 반도체 기판인 실리콘 기판(2)의 상하면에 각각 예를 들면 붕규산(硼硅酸) 유리 등으로 이루어지는 상측 및 하측 절연 기판으로서의 평판상의 상측 및 하측 글래스 기판(3, 4)를 양극 접합한 3층 구조로 되어 있다. 상기 상측 글래스 기판(3)은 후술하는 가동판(5) 상방 부분을 개방하도록 실리콘 기판(2)의 제3도의 좌우단에 적층되어 있다.

상기 실리콘 기판(2)에는 평판상의 가동판(5)와, 이 가동판(5)의 중심 위치에서 실리콘 기판(2)에 대하여 기판 상향 방향으로 요동 가능하게 가동판(5)를 축반이하는 토션바(6, 6)이 반도체 제조 프로세스에 있어서의 이방성 에칭에 의해 일체로 형성되고 있다. 따라서, 가동판(5) 및 토션바(6)도 실리콘 기판(2)와 동일 재료로 되어 있다. 상기 가동판(5)의 상면 둘레부에는 가동판(5) 구동용 구동 전류와, 이 구동 전류에 중첩하는 변위각 검출용 검출 전류를 흘리기 위한 동박막으로 이루어진 평면 코일(7)이 절연 피막으로 피복되어 설치되어 있다. 상기 검출 전류는 하측 글래스 기판(4)에 후술하는 바와 같이 설치되는 검출 코일(12A, 12B)와의 상호 인덕턴스에 기초하여 가동판(5)의 변위를 검출하기 위한 것이다.

여기에서, 코일은 저항분에 의해 주울열 손실이 있는 저항의 큰 박막 코일을 평면 코일(7)로서 고밀도로 실장하면 발열에 의해 구동력이 제한되기 때문에, 본 실시예에서는 종래 공지된 전해 도금에 의한 전주 코일법에 의해 상기 평면 코일(7)을 형성하고 있다. 전주 코일법은 기판상에 스퍼터로 얇은 니켈층을 형성하고, 이 니켈층 상에 전해 도금 또는 스퍼터에 의해 동(銅) 층을 형성하고, 코일에 상당하는 부분을 제외하고 동층 및 니켈층을 제거하고, 이 코일 패턴상에 동전해 도금을 행하여 박막의 평면 코일을 형성

하는 것으로, 박막 코일을 저저항에서 고밀도로 실장 가능한 특징이 있고, 마이크로 자기 디바이스의 소형화·박형화에 유리하다. 또한, 가동판(5)의 평면 코일(7)로 둘러싸인 상면 중앙부에는 반사경으로서의 전반사 미러(8)이 알루미늄 증착에 의해 형성되어 있다. 또한, 실리콘 기판(2)의 토션바(6, 6)의 측방 상면에는 평면 코일(7)과 토션바(6) 부분을 통하여 전기적으로 접속하는 1쌍의 전극 단자(9, 9)가 설치되어 있고, 이 전극 단자(9, 9)는 실리콘 기판(2)상에 전주 코일법에 의해 평면 코일(7)과 동시 형성된다.

상측 및 하측 글래스 기판(3, 4)의 도면 중 좌우측에는 상기 토션바(6, 6)의 측방향과 평행한 가동판(5)의 대변의 평면 코일(7) 부분에 자계를 작용시키는 서로 쌍을 이루는 원 형상의 영구 자석(10A, 10B와 11A, 11B)가 설치되어 있다. 상하 서로 쌍을 이루는 각 3개씩의 영구 자석(10A, 10B)는 상하의 극성이 같아지도록, 예를 들면 제3도에 도시한 바와 같이, 하측이 N극, 상측이 S극이 되도록 설치된다. 또한, 다른 쪽의 각 3개씩의 영구 자석(11A, 11B)도 상하 양극이 동일해지도록 예를 들면 제3도에 도시한 바와 같이 하측이 S극, 상측이 N극이 되도록 설치되어 있다. 그리고, 상측 글래스 기판(3)측의 영구 자석(10A와 11B) 및 하측 글래스 기판(4)측의 영구 자석(10B와 11B)는 제3도에서도 판명된 바와 같이, 서로 상하의 극성이 반대가 되도록 설치된다.

또한, 상술한 바와 같이, 하측 글래스 기판(4)의 하면에는 평면 코일(7)과 전자 결합 가능하게 배치되어 각 단부가 각각 쌍을 이루는 전극 단자(13, 14)에 전기적으로 접속된 상술한 1쌍의 검출 오일(12A, 12B)가 패터닝되어 설치되어 있다(또, 제3도에서는 모식적으로 1개의 파선으로 표시하였지만 복수 감겨져 있다). 검출 코일(12A, 12B)는 토션바(6, 6)에 대하여 대칭 위치에 배치되어 가동판(5)의 변위각을 검출하는 것으로, 평면 코일(7)에 구동 전류에 중첩하여 흐르는 검출 전류에 기초하여 평면 코일(7)과 검출 코일(12A, 12B)와의 상호 인덕턴스가 가동판(5)의 각도 변위에 의해 한쪽이 접근하여 증가하고 다른 한쪽이 이간되어 감소하도록 변화하기 때문에, 예를 들면 상호 인덕턴스에 기초하여 출력되는 전압 신호의 변화를 차동으로 검출함으로써 가동판(5)의 위상각을 검출할 수 있다.

다음에, 제1실시예의 동작에 대하여 설명한다.

예를 들면, 한쪽 전극 단자(9)를 +극, 다른쪽 전극 단자(9)를 -극으로 하여 평면 코일(7)로 전류를 흘린다. 가동판(5)의 양측에서는 영구 자석(10A와 10B), 영구 자석(11A와 11B)에 의해 제5도의 화살표로 도시한 가동판(5)의 평면을 따라 평면 코일(V)을 횡단하는 방향으로 자계가 형성되어 있고, 이 자계 중의 평면 코일(7)에 전류가 흐르면, 평면 코일(7)의 전류 밀도와 자속 밀도에 따라서 평면 코일(7), 바꾸어 말하면, 가동판(5)의 양단에 전류·자속 밀도·힘(力)의 플래밍의 왼손 법칙에 따르는 방향(제5도의 화살표로 도시하였다)으로 자기력 F가 작용하고, 이 힘은 로렌츠 힘으로부터 구할 수 있다.

이 자기력 F는 평면 코일(7)에 흐르는 전류 밀도를 i, 상하의 영구 자석에 의한 자속 밀도를 B로 하면, 하기의 (1)식으로 구할 수 있다.

$$F=i \times B \quad \dots (1)$$

실제로는, 평면 코일(7)의 권수 n과, 자기력 F가 작용하는 코일 길이 W(제5도중에 도시하였다)에 의해 상이해지며, 하기의 (2)식과 같이 된다.

$$F=ni(i \times B) \quad \dots (2)$$

한편, 가동판(5)가 회동함으로써 토션바(6, 6)이 비틀리고, 이에 따라 발생하는 토션바(6, 6)의 스프링 반발력 F'와 가동판(5)의 변위각 θ 의 관계는 하기의 (3)식과 같이 된다.

$$\begin{aligned} \theta &= (Mx/GIp) \\ &= (F' L/8.5 \times 10^9 r^4) \times l_1 \quad \dots (3) \end{aligned}$$

여기에서, Mx는 힘 모멘트, G는 횡 탄성계수, Ip는 극단면 2차 모멘트이다.

또한, L, l₁, r은 각각 토션바의 중심축으로부터 힘점(力点)까지의 거리, 토션바의 길이, 토션바의 반경이고, 제5도에 도시되어 있다.

그리고, 상기 자기력 F는 스프링 반발력 F'가 균형 잡히는 위치까지 가동판(5)가 회동한다. 따라서, (3)식의 F'에 (2)식의 F를 대입함으로써, 가동판(5)의 변위각 θ 는 평면 코일(7)에 흐르는 전류 i에 비례하는 것을 알 수 있다.

따라서, 평면 코일(7)에 흐르는 전류를 제어함으로써, 가동판(5)의 변위각 θ 를 제어할 수 있으므로 예를 들면, 토션바(6, 6)의 축에 대하여 수직인 면내에서 전반사 미러(8)에 입사하는 레이저광의 반사 방향을 자유롭게 제어할 수 있고, 전반사 미러(8)를 반복 동작시켜 연속적으로 그 변위각을 변화시키면, 레이저광의 스캐닝이 가능하다.

이 전반사 미러(8)의 변위각 θ 를 제어할 때에, 평면 코일(7)에 구동 전류에 중첩하여 구동 전류 주파수 [미러(8)의 구동 주파수와 관련한다]에 비하여 적어도 100배 이상의 주파수로 변위각 검출용의 검출 전류를 흘린다. 그러면, 이 검출 전류에 기초하여 평면 코일(7)과 하측 글래스 기판(4)에 설치된 검출 코일(12A, 12B)와의 사이의 상호 인덕턴스에 의한 유도 전압이 각각의 검출 코일(12A, 12B)에 발생한다. 검출 코일(12A, 12B)에 발생하는 각 유도 전압을 가동판(5), 바꾸어 말하면, 전반사 미러(8)이 수평 위치에 있을 때에는 검출 코일(12A, 12B)와 대응하는 평면 코일(7)과의 거리가 같아져서 그 차는 영이다. 가동판(5)가 상술한 구동력으로 토션바(6, 6)을 지지축으로 하여 회동하면, 한쪽의 검출 코일[12A(또는 12B)]에서 접근하여 상호 인덕턴스의 증가에 의해 유도 전압을 증대하고, 다른쪽 검출 코일[12B(또는 12A)]에서는 이간되어 상호 인덕턴스의 감소에 의해 유도 전압을 저하한다. 따라서, 검출 코일(12A, 12B)에 발생하는 유도 전압은 전반사 미러(8)의 변위에 따라서 변화하고, 이 유도 전압을 검출함으로써 전반사 미러(8)의 변위각 θ 를 검출할 수 있다.

그리고, 예를 들면 제6도에 도시한 바와 같이, 검출 코일(12A, 12B) 외에 2개의 저항을 설치하여 구성한 브리지 회로에 전원을 접속하고, 검출 오일(12A)와 검출 코일(12B)와의 중점과 2개 저항의 중점의 전압을

입력으로 하는 차동 증폭기를 설치하여 구성된 회로를 이용하고, 상기 양쪽 증점의 전압차에 따르는 차동 증폭기의 출력을 가동판의 구동계로 피드백하여, 구동 전류를 제어하도록 하면, 전반사 미러(8)의 변위각 θ 를 정밀도 좋게 제어할 수 있게 된다.

여기에서, 예를 들면 가동판의 크기를 $6\text{mm} \times 6\text{mm}$, 검출 코일 에리어를 $5\text{mm} \times 5\text{mm}$, 가동판과 검출 코일간의 거리를 $250\mu\text{m}$ 로 하고, 검출 코일의 권수가 10턴 일 때의 한쪽 검출 코일의 상호 인덕턴스를 상호 인덕턴스의 노이만의 공식을 이용하여 계산한 결과를 제7도에 도시하였다. 또, 제7도는 가동판이 수평일 때의 변위각을 0도로 하고, 상반되는 방향으로 각각 3도씩 변위시켰을 때의 결과이다.

제7도에서, 0도에서는 $0.222 \mu\text{H}$, -3도에서 $0.202 \mu\text{H}$, +3도에서 $0.247 \mu\text{H}$ 이고, ± 3 도에서의 상호 인덕턴스의 차는 $0.045 \mu\text{H}$ 이다. 따라서, 미러의 최소 분해능을 0.1도로 하면 0.75 nH를 검출할 필요가 있고, 상호 인덕턴스의 검출치는 극히 작은 값이 된다. 그러나, 예를 들면 검출 코일의 전수를 20턴으로 하면 약 4배의 3 nH를 검출할 수 있으면 좋다. 이것으로부터, 검출 코일의 권수를 적당하게 설정하면 충분히 정밀도 좋게 미러 변위각의 검출이 가능해진다.

다음에, 본 발명의 플래너형 갈바노 미러의 특성에 대하여 설명한다.

먼저, 영구 자석에 의한 자속 밀도 분포에 대하여 설명한다.

제8도는 제1실시예에 사용된 원주 정상의 영구 자석의 자속 밀도 분포 계산 모델을 나타내고, 영구 자석의 N극과 S극 각각의 표면을 미소 영역 dy 로 분할하여 구하는 점의 자속을 계산하였다.

N극 표면에서 형성되는 자속 밀도를 B_n , S극 표면에서 형성되는 자속 밀도를 B_s 로 하면, 이들 각 자속 밀도 B_n , B_s 는 원주 형상의 영구 자석에 의한 자속 밀도 분포의 계산식으로부터 각(4), (5)식에 의해 구할 수 있고, 임의의 점에서의 자속 밀도 B 는 B_n 과 B_s 를 합성한 것이 되고 (6)식으로 나타난다.

$$B_n = \frac{B_r}{2\pi} \int_{-d/2}^{d/2} \frac{Z [(d/2)^2 - y^2]^{1/2} dy}{[(y-y_0)^2 + z^2] [(d/2)^2 + z^2 + y_0^2 - 2y_0y]^{1/2}} \dots (4)$$

$$B_s = \frac{B_r}{2\pi} \times$$

$$\int_{-d/2}^{d/2} \frac{(Z+1) [(d/2)^2 - y^2]^{1/2} dy}{[(y-y_0)^2 + (z+1)^2] [(d/2)^2 + (z+1)^2 + y_0^2 - 2y_0y]^{1/2}} \dots (5)$$

$$B = B_n + B_s \dots (6)$$

여기에서, (4), (5)의 각 식에서, B_r 은 영구 자석의 잔류 자속 밀도, x , y , z 는 영구 자석 주위 공간의 임의의 점을 나타내는 좌표, l 은 영구 자석의 N극면과 S극면과의 거리, d 는 각 극면의 반경이다.

예를 들면, 반경 1mm, 높이 1mm, 잔류 자속 밀도 0.857인 Sm-Co 영구 자석 DIANET DM-18(상품명, 세이코 전자 부품 제품)을 이용하여 제9도에 도시한 바와 같이 배치한 영구 자석 표면에 수직인 면 a 의 자속 밀도 분포를 계산한 결과를 제10도에 나타낸다.

제9도와 같이 배치한 경우에는, 자석간의 공간은 대략 0.3T 이상의 자속 밀도로 되어 있다.

다음에, 가동판의 변위량에 대하여 설명한다.

예를 들면, 가동판에 형성하는 평면 코일의 폭을 $100\mu\text{m}$, 권수를 14, 가동판의 두께를 $20\mu\text{m}$ 로 하고, 도선 바의 반경을 $25\mu\text{m}$, 길이를 1mm, 가동판의 폭을 4mm, 길이를 5mm로 하여 (2)식과 (3)식에서 구하였다. 또, 자속 밀도는 상술한 자속 밀도 분포 계산으로 얻어진 0.3T를 사용하였다.

그 결과, 제11(a)도 및 제11(b)도에서 전류 1.5mA에서 2도의 변위각이 얻어짐을 알 수 있다. 또, 제11(c)도는 전류와 발생하는 열량 Q 와의 관계를 나타낸 것으로, 이때의 단위 면적당 발생 열량은 $13 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 가 되었다.

다음에, 발열량과 방열의 관계에 대하여 설명한다.

발열량은 코일의 저항에서 발생하는 주울열이고, 따라서, 단위 시간당 발생하는 열량 Q 는 하기의 (7)식으로 표시된다.

$$Q = i^2 R \dots (7)$$

여기에서, i 는 코일에 흐르는 전류, R 은 코일 저항이다.

발열량 대류에 의한 방열량 Q_c 는 하기의 (8)식으로 표시된다.

$$Q_c = h S \Delta T \dots (8)$$

여기에서, h 는 열전달 계수(공기는 $5 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^{-2} [\text{W}/\text{cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}]$). S 는 소자의 표면적, ΔT 는 소자 표면과 공

기와의 온도차이다.

발열부가 되는 가동판의 면적은 $20 \text{ mm}^2 (4 \times 5)$ 로 하면,

(8)식은

$$Q_c = 1.0 \Delta T [\text{mW}/^\circ\text{C}] \quad \dots (8)'$$

가 되고, 수십 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 정도의 발열량이라면 소자의 온도 상승 문제는 무시할 수 있는 것을 알 수 있다.

또, 참조로 복사(輻射)에 의한 방열량 Q_r 은 하기의 (9)식으로 표시된다.

$$Q_r = \epsilon S \sigma T^4 \quad \dots (9)$$

여기에서, ϵ 는 복사율(흑체는 $\epsilon=1$ 이고 일반적으로 $\epsilon < 1$), S 는 소자의 표면적, σ 는 스테판 볼츠만 상수 ($\pi^2 k^4 / 60h^3 c^2$), T 는 소자의 표면 온도이다.

또한, 토션바로부터의 전도에 의한 방열량 Q_a 는 하기의 (10)식으로 표시된다.

$$Q_a = 2\lambda (S/l_1) \Delta T \quad \dots (10)$$

여기에서, λ 는 열전도율(실리콘은 $84\text{W}/\text{mK}$), S 는 토션바의 단면적, l_1 은 토션바의 길이, ΔT 는 토션바 양단의 온도차이다. 토션바의 반경을 $25\mu\text{m}$, 길이를 1mm 로 하면 (10)식은

$$Q_a = 0.1 \Delta T [\text{mW}/^\circ\text{C}] \quad \dots (10)'$$

로 된다.

다음으로 토션바의 가동판 자중에 의한 휘어짐과 전자기력에 의한 가동판의 휘어짐에 관해 설명한다.

제12도에 이들 계산 모델을 도시한다. 토션바의 길이를 l_1 , 토션바의 폭을 b , 가동판의 무게를 f , 가동판의 두께를 t , 가동판의 폭을 W , 가동판의 길이를 L_1 로 하면 토션바의 휨량 ΔY 는 캔틸레버의 휨량의 계산 방법을 이용하여 하기의 (11)식과 같이 된다.

$$\Delta Y = (1/2)(4l_1^3 f / Ebt^3) \quad \dots (11)$$

여기서, E 는 실리콘 영률이다.

또, 가동판의 무게 f 는 하기의 (12)식으로 나타낸다.

$$f = WL_1 + t \rho g \quad \dots (12)$$

여기서, ρ 는 가동판의 체적 밀도, g 는 중력 가속도이다.

또 가동판의 휨량 ΔX 는 마찬가지로 캔틸레버의 휨량의 계산 방법을 이용하여 하기의 (13)식과 같이 된다.

$$\Delta X = 4(L_1/2)^3 F / EWt^3 \quad \dots (13)$$

여기서, F 는 가동판의 끝에 작용하는 자기력이다. 그리고, 상기 자기력 F 는 (2)식의 코일 길이 w 를 가동판의 길이 W 로 간주하여 구했다.

이들 토션바의 휨량과 가동판의 질량의 계산 결과를 표 10에 나타낸다. 또한, 가동판의 휨량은 자기력 F 는 $30 \mu\text{N}$ 으로서 계산한 것이다.

[표 1]

토션바와 가동판의 휨량의 계산 결과

W	6 mm	6 mm	6 mm
L ₁	13 mm	13 mm	13 mm
t	50 μm	50 μm	100 μm
b	50 μm	50 μm	50 μm
l ₁	0.5 mm	1.0 mm	1.0 mm
f	89 μN	89 μN	178 μN
ΔY	0.022 μm	0.178 μm	0.356 μm
ΔX	0.125 μm	0.125 μm	0.016 μm

상기 표 1에서 알 수 있는 바와 같이 폭 50μm, 길이 1.0mm인 토션바의 경우, 폭 6mm, 길이 13mm, 두께 50 μm의 가동판에 의한 휨량 ΔY는 0.178μm이고, 가동판의 두께를 2배인 100μm로 해도 휨량 ΔY는 0.356μm이다. 또, 폭 6mm, 길이 13mm, 두께 50μm의 가동판인 경우 자기력에 의한 휨량 ΔX는 0.125μm이고, 가동판 양단의 변위량을 200μm 정도로 하면 플래너형 갈바노 미러의 특성에는 아무런 영향을 미치지 않는다.

다음으로, 변위각을 검출하기 위해 평면 코일에 흐르는 변위각 검출 전류의 전반사 미러의 변위에 미치는 영향에 관해 설명한다.

모멘트 $M(t)=M \cos \omega t$ 가 작용하고, 감쇠계가 있는 경우의 비틀림 진동의 방정식은 이하와 같이 된다.

$$(d^2 \theta / dt^2) + 2\gamma (d\theta / dt) + \omega_0^2 \theta = (M/J) \cos \omega t \quad \dots (14)$$

단, $2\gamma = c/J$ 이다. 여기서, θ : 변위각, J : 관성 모멘트, c ; 감쇠 계수, ω_0 : 고유 진동수이다.

또한, 상기 고유 진동수 ω_0 은

$$\omega_0 = (k/J)^{1/2} \quad \dots (15)$$

로 나타내고 여기서 k 는 스프링 상수이고 이하와 같이 나타낸다.

$$k = (G \cdot I_p) / l_1 \quad \dots (16)$$

G , I_p 는 상술한 횡 탄성 계수, 극단면 2차 모멘트이고, l_1 은 토션바의 길이이다.

(15)식과 (16)식으로부터

$$\omega_0 = (G \cdot I_p / J \cdot l_1)^{1/2} \quad \dots (17)$$

로 된다. 한편, 관성 모멘트 J , 극단면 2차 모멘트 I_p 는 다음식으로 나타낸다.

$$J = [M(t^2 + L_1^2)] / 12 \quad \dots (18)$$

$$I_p = \pi r^4 / 32 \quad \dots (19)$$

M 은 가동판의 질량, t 는 가동판의 두께, L_1 은 가동판의 길이, r 은 토션바의 반경이다.

따라서, (17)~(19)식으로부터 상기 고유 진동수 ω_0 를 산출할 수 있다.

(14)식에서 진폭, 즉 가동판의 변위각의 크기를 A 로 하면

$$A = (M/J) [1 / \{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2 \omega^2\}^{1/2}] \quad \dots (20)$$

을 구할 수 있다. 여기서, 검출에 이용하는 주파수 ω_s 를 $n\omega_0$, 미러를 구동하는 주파수 ω_d 를 $(1/n)\omega_0$ [n : (검출 전류 주파수/구동 전류 주파수) > 1]로 하면 각각의 변위각의 크기 A_s , A_d 의 비를 취하면 다음의 (21)식과 같이 된다.

$$\frac{A_s}{A_d} = \frac{[(1 - (1 - (1/n^2))^2) \omega_0^2 + 4(1/n^2) \gamma^2 \omega^2]^{1/2}}{[(n^2 - 1)^2 \omega_0^2 + 4n^2 \gamma^2 \omega^2]^{1/2}} \dots (21)$$

이 결과로부터 변위각 검출에 이용하는 주파수의 전류에 의한 미러에 미치는 영향은 감쇠와 관계없이 구동 주파수 전류에 의한 변위의 $1/n^2$ 이 되는 것을 알 수 있다. 따라서, 예를 들면 검출 전류 주파수를 구동 전류 주파수의 100배 이상, 즉 $n=100$ 이상으로 하면 A_s/A_d 는 $1/10000$ 이하로 되고, 평면 코일에 구동 전류에 중첩시켜 검출 전류가 흘러도 미러의 구동에 거의 영향을 미치지 않고 미러의 변위 검출이 가능하다.

또한, 구동에 고유 진동수를 사용한 경우에 대하여 검토해 본다. 검출에 이용하는 주파수 ω_s 를 $n^2 \omega_0$, 미러를 구동하는 주파수 ω_d 를 ω_0 로 하면 각각의 변위각의 크기 A_s, A_d 의 비를 취하면 다음의 (22)식과 같이 된다.

$$\begin{aligned} \frac{A_s}{A_d} &= \frac{[4 \gamma^2 \omega^2]^{1/2}}{[(n^4 - 1)^2 \omega_0^2 + 4n^4 \gamma^2 \omega^2]^{1/2}} \\ &= [(4 \gamma^4) / ((n^4 - 1)^2 + 4n^4 \gamma^2)]^{1/2} \dots (22) \end{aligned}$$

여기서, (22)식의 제곱근의 가운데를 Y 로 두고, Y 와 γ 의 관계를 구하면 (23)식과 같이 된다.

$$Y = \frac{1}{n^4} - \frac{(n^4 - 1)^2 / n^4}{(n^4 - 1)^2 + 4n^4 \gamma^2} \dots (23)$$

이러한 (23)식에서의 Y 와 γ 의 관계를 도시하면 제13도와 같이 된다.

제13도에서 $\gamma > 0$ 인 범위에서는 0에서 $1/n^4$ 로 단조 증가하는 것을 알 수 있다. 이것은 변위각의 크기 A_s, A_d 의 비(= A_s/A_d)가 $1/n^2$ 보다 작은 것을 나타내고 있다. 이와 같이 구동 주파수를 고유 진동수로 하면 이하의 2가지의 특징이 있는 것을 알 수 있다. 하나는 구동 주파수가 고유 진동수보다 작은 경우와 비교하여 변위각 검출 주파수 전류가 미러에 미치는 영향은 작다고 할 수 있다. 또한, 감쇠가 없는 경우에는 변위각 검출 주파수 전류가 미러에 미치는 영향은 영이 되는 것을 알 수 있다.

이상 설명한 바와 같이, 이러한 플래너형 갈바노 미러(1)에서는 코일의 발열에 의한 영향도 무시할 수 있고, 가동판(5)의 요동 특성도 아무런 문제가 없으며 종래와 같은 기능을 발휘할 수 있는 것을 알 수 있다. 그리고, 반도체 소자의 제조 프로세스를 이용함으로써 초소형이고 박형인 갈바노 미러로 할 수 있다. 이때문에, 갈바노 미러에 의한 레이저광의 스캐닝 시스템의 소형화를 도모할 수 있고, 나아가서는 상기 스캐닝 시스템을 이용하는 레이저 응용 기기의 소형화를 도모할 수 있다. 또, 반도체 소자의 제조 프로세스로 제조하여 대량 생산이 가능해진다. 그리고, 평면 코일(7)에 구동 전류에 중첩하여 소정 주파수의 검출 전류를 흐르게 함과 동시에 하측 글래스 기판(4)에 평면 코일(7)과 전자 결합시켜 한쌍의 검출 코일(12A, 12B)를 배치하며, 가동판(5)의 변위에 따른 평면 코일(7)과 검출 코일(12A, 12B) 사이의 상호 인덕턴스 변화를 검출함으로써, 가동판(5) 즉 전반사 미러(8)의 변위각을 검출하도록 하였기 때문에, 미러의 변위각을 정밀도가 양호하게 검출할 수 있고, 변위각의 제어 정밀도를 향상시킬 수 있다. 또, 가동판(5)측에 새로운 구성을 부가하지 않고 하측 글래스 기판(4)측에 검출 코일(12A, 12B)를 설치만 하여도 되고 가동판(5)측의 구성을 변경할 필요는 없으므로 미러의 변위각 검출 기능을 용이하게 부가할 수 있으며 제조가 용이하다.

또한, 본 실시예에서 자계의 형성에 영구 자석을 이용했으나 전자석을 이용해도 좋다. 또, 실리콘 기판의 상하에 자석 고정용으로 글래스 기판을 설치하는 구성으로 했으나, 소정 위치에 자석이 고정 가능하면 글래스 기판은 불필요하다.

다음으로, 상기 제1실시예의 갈바노 미러의 제조 공정을 제14도를 참조하면서 설명한다.

두께 $300\mu\text{m}$ 의 실리콘 기판(101)의 상하면을 열산화하여 산화막($1\mu\text{m}$; 102)을 형성한다[제14(a)도 참조].

다음으로, 표리 양면에 포토리소그래피에 의해 관통 구멍의 패턴을 형성하고 관통 구멍 부분의 산화막을 에칭 제거하여[제14(b)도 참조], 가동판 형성부의 산화막을 두께 $0.5\mu\text{m}$ 까지 제거한다[제14(c)도 참조]. 다음으로 표면측(도면에서는 하측)에 위크스층(103)을 설치한 후에 이면측 관통공 부분에 이방성 에칭을 $100\mu\text{m}$ 행한다[제14(d)도 참조].

다음으로 이면측의 가동판 부분의 얇은 산화막을 제거하고[제14(e)도 참조], 관통 구멍과 가동판 부분에 이방성 에칭을 $100\mu\text{m}$ 행한다[제14(f)도 참조].

표면측의 위크스층(103)을 제거하고 표면측의 산화막(102) 위에 종래 공지한 전주 코일법으로 평면 코일, 전극 단자부(도시하지 않음)을 형성하고 알루미늄 증착에 의해 전반사 미러(8)을 형성한다[제14(g)도 참조]. 전주 코일법은 실리콘 기판(101)의 표면측에 니켈 스퍼터를 행하여 니켈층을 형성하고, 전해 도금 또는 스퍼터에 의해 동층을 형성한다. 다음으로 포지티브형의 레지스트로 평면 코일 및 전극 단자에 상당하는 부분을 마스크하고, 동 에칭, 니켈 에칭을 순차 행하며, 에칭후의 레지스트를 제거하고, 동 전해 도금을 행하여 니켈층의 전주를 동으로 덮은 평면 코일 및 전극 단자에 상당하는 동층을 형성한다. 다음으로, 동층을 제외한 부분에 네가티브형의 도금 레지스트를 도포한 후에 동 전해 도금을 행하여 동층을 두껍게 하고 평면 코일 및 전극 단자를 형성한다. 그리고, 평면 코일 부분을 예를 들면 감광성 폴리이미드

등의 절연층을 피복한다. 평면 코일을 2층으로 하는 경우에는 재차 니켈 스퍼터 공정에서 절연층 형성까지의 공정을 반복해서 행하면 좋다.

다음으로, 표면층에 워크스층(103')을 설치한 후에 관통 구멍 및 가동판 부분에 이방성 에칭을 100 μ m 행하고, 관통공 부분을 관통시키며, 가동판 부분을 제외하고 워크스층(103')을 제거한다. 이 때 상하 산화막(102)도 제거한다. 이에 따라 가동(5)와 토션바(도시하지 않음)가 형성되고 제3도의 실리콘 기판(2)가 형성된다[제14(h), (i)도 참조].

다음으로 가동판 부분의 워크스층(103')을 제거한 후에 실리콘 기판(2)의 상하면에 상측 글래스 기판(3)과 검출 코일(12A, 12B ; 도시하지 않음)을 구비한 하측 글래스 기판(4)를 각각 양극 접합에 의해 결합한다[제14(j), (k)도 참조]. 또한, 상기 양극 접합하기 이전에 하측 글래스 기판(4)의 접합면과는 반대측의 소정 위치에 검출 코일(12A, 12B)를 미리 형성해 둔다. 이 검출 코일은 하측 글래스 기판(4)의 형성면 전체에 니켈 또는 동 등의 도전성의 양호한 금속을 스퍼터하여 금속층을 형성하고 검출 코일에 상당하는 부분을 마스크하며 그 외의 금속을 에칭하여 제거하는 것으로 형성한다.

다음으로, 상하의 글래스 기판(3, 4)의 소정 위치에 영구 자석(10A, 10B)와 (11A, 11B)를 장착한다[제14(l)도 참조].

이와 같이, 반도체 제조 프로세스를 이용하여 제조함으로써 상호 인덕턴스를 이용한 미러의 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러의 대량 생산이 가능해진다.

다음으로, 본 발명에 관한 플래너형 갈바노 미러의 제2실시예를 제15도에 도시하여 설명한다. 상술한 제1실시예의 갈바노 미러는 레이저광 등을 1차원으로 스캔하는 것이지만, 상기 제2실시예는 레이저광 등을 1차원으로 스캔하는 경우에 비해 그 스캔 영역을 확대하기 때문에 2차원으로 스캔할 수 있도록 토션바를 서로 직교시켜 2개 설치한 2축의 갈바노 미러의 예이다. 또한, 제1실시예와 동일한 요소에는 동일한 부호를 붙인다.

제15도에서 제2실시예의 갈바노 미러(21)은 반도체 기판인 실리콘 기판(2)의 상하면에 각각 붕규산 글래스 등으로 이루어진 상측 및 하측 절연 기판으로서의 상측 및 하측 글래스 기판(3, 4)를 화살표로 도시한 바와 같이 중첩시켜 양극 접합한 3층 구조로 한다. 상측 및 하측 글래스 기판(3, 4)는 도면에 도시한 바와 같이, 각각 중앙부에, 예를 들면 초음파 가공에 의해 형성된 사각 형상의 홈(3A, 4A)을 설치한 구조이고, 실리콘 기판(2)에 양극 접합하는 경우, 상측 글래스 기판(3)에서는 홈(3A)을 하측으로 하여 실리콘 기판(2) 측에 위치하도록 하여 접합하고, 하측 글래스 기판(4)에서는 홈(4A)을 상측으로 하여 동일하게 실리콘 기판(2) 측에 위치하도록 하여 접합한다. 이에 따라, 후술하는 전반사 미러(8)을 설치하는 가동판(5)의 요동 공간을 확보함과 동시에 밀폐하는 구성으로 하고 있다. 또, 실리콘 기판(2)에 상하의 글래스 기판(3, 4)를 결합할 때에 접합제를 이용하면, 가스가 가동판의 요동 공간으로 침입할 우려가 있지만, 본 실시예와 같이 양극 접합을 이용하여 그 염려는 없다.

상기 실리콘 기판(2)에는 테두리 형상으로 형성된 외측 가동판(5A)와, 상기 외측 가동판(5A)의 내측에 축받이되는 내측 가동판(5B)로 이루어지는 평판상의 가동판(5)가 설치되어 있다. 상기 외측 가동판(5A)는 제1토션바(6A, 6A)에 의해 실리콘 기판(2)에 축받이되고, 상기 내측 가동판(5B)는 상기 제1토션바(6A, 6A)와는 축방향이 직교하는 제2토션바(6B, 6B)로 외측 가동판(5A)의 내측으로 축받이되어 있다. 가동판(5)와 제1 및 제2의 각 토션바(6A, 6B)는 실리콘 기판(2)에 이방성 에칭에 의해 일체 형성되어 있고, 실리콘 기판과 동일 재료로 이루어져 있다.

또한, 외측 가동판(5A)의 상면에는 실리콘 기판(2) 상면에 형성된 1쌍의 외측 전극 단자(9A, 9A)에 한쪽의 토션바(6A)의 부분을 통하여 양단이 각각 전기적으로 접속하는 평면 코일(7A)(도면에서는 모식적으로 1개 선으로 도시하지만 가동판 상에서는 복수의 권수로 되어 있다)이 절연층으로 피복되어 설치되어 있다. 또한, 내측 가동판(5B)의 상면에는 실리콘 기판(2)에 형성된 1쌍의 내측 전극 단자(9B, 9B)에, 한쪽의 제2토션바(6B)로부터 외측 가동판(5A) 부분을 통하여, 제1토션바(6A)의 다른쪽 측을 통하여 각각 전기적으로 접속하는 평면 코일(7B)(도면에서는 모식적으로 1개 선으로 도시하지만 외측 가동판과 마찬가지로 가동판 상에서는 복수의 권수로 되어 있다)이 절연층으로 피복되어 설치되어 있다. 이들 평면 코일(7A, 7B)는 제1실시예와 마찬가지로, 상술한 종래 공지된 전해 도금에 의한 전주 코일법에 의해 형성되어 있다. 또, 상기 외측 및 내측 전극 단자(9A, 9B)는 실리콘 기판(2)상에 전주 코일법에 의해 평면 코일(7A, 7B)와 동시에 형성된다. 평면 코일(7C)로 둘러싸인 내측 가동판(5B)의 중앙부에는 알루미늄 증착 등에 의한 반사경으로서의 전반사 미러(8)이 형성되어 있다.

상측 및 하측 글래스 기판(3, 4)에는 2개씩 쌍으로 된 각각 8개씩 원판상의 영구 자석(10A~13A, 10B~13B)이 도시한 바와 같이 배치되어 있다. 상측 글래스 기판(3)의 서로 마주보는 영구 자석(10A, 11A)는 하측 글래스 기판(4)의 영구 자석(10B, 11B)으로 외측 가동판(5A)의 평면 코일(7A)에 자계를 작용시켜 평면 코일(7A)에 흐리는 구동 전류와의 상호 작용에 의해 외측 가동판(5A)를 회동 구동시키기 위한 것이고, 또한 상측 글래스 기판(3)의 서로 마주보는 영구 자석(12A와 13A)는 하측 글래스 기판(4)의 영구 자석(12B, 13B)로 내측 가동판(5B)의 평면 코일(7B)에 자계를 작용시켜 평면 코일(7B)에 흐리는 구동 전류와의 상호 작용에 의해 내측 가동판(5B)를 회동 구동시키기 위한 것이다. 그리고, 서로 마주보는 영구 자석(10A와 11A)는 상하의 극성이 서로 반대, 예를 들면 영구 자석(10A)의 상면이 S극일 때는 영구 자석(11A)의 상면은 N극이 되게 설치되고, 또한 그 자석이 가동판(5)의 평면 코일 부분에 대하여 평행하게 횡단하도록 배치되어 있다. 그 외의 서로 마주보고 있는 영구 자석(12A와 13A), 영구 자석(10B와 11B) 및 영구 자석(12B와 13B)도 마찬가지이다. 또한, 상하 방향으로 대칭하는 영구 자석(10A와 10B)와의 사이의 관계는 상하의 극성은 같고, 예를 들면 영구 자석(10A)의 상면이 S극일 때는 영구 자석(10B)의 상면도 S극이 되도록 설치한다. 그 외의 상하로 대응하고 있는 영구 자석(11A와 11B), 영구 자석(12A와 12B) 및 영구 자석(13A와 13B)도 동일하고, 이에 따라 가동판(5)의 양단부에서 서로 상반되는 방향으로 자기력이 작용하게 된다.

그리고, 하측 글래스 기판(4)의 하면에는 상술한 평면 코일(7A, 7B)와 각각 전자 결합 가능하게 배치된 검출 코일(15A, 15B와 16A, 16B)가 패터닝되어 설치되어 있다. 검출 코일(15A, 15B)는 제1토션바(6A)에 대하여 대칭 위치에 설치되고, 검출 코일(16A, 16B)는 제2토션바(6B)에 대하여 대칭 위치에 설치되어 쌍

을 이루고 있다. 그리고, 1쌍의 검출 코일(15A, 15B)는 외측 가동판(5A)의 변위각을 검출하는 것으로, 평면 코일(7A)에 구동 전류를 중첩하여 흘리는 검출 전류에 기초하여 평면 코일(7A)과 검출 코일(15A, 15B)와의 상호 인덕턴스가 외측 가동판(5A)의 각도 변위에 의해 변화하고, 이 변화에 따르는 전기 신호를 출력한다. 이 전기 신호에 의해 외측 가동판(5A)의 변위각을 검출할 수 있다. 1쌍의 검출 코일(16A, 16B)는 동일하게 하여 내측 가동판(5B)의 변위각을 검출하는 것이다.

다음에 동작을 설명한다.

외측 가동판(5A)의 평면 코일(7A)에 전류를 흘리면, 제1토션바(6A, 6A)를 지지점으로 하여 외측 가동판(5A)가 전류 방향을 따라서 회동하고, 이때에 내측 가동판(5B)도 외측 가동판(5A)와 일체로 회동한다. 이 경우, 전반사 미러(8)은 제1실시예와 동일한 동작이 된다. 한편, 내측 가동판(5B)의 평면 코일(7B)에 전류를 흘리면, 외측 가동판(5A)의 회동 방향과 직각 방향으로 외측 가동판(5A)에 대하여 내측 가동판(5B)가 제2토션바(6B, 6B)를 지지점으로 하여 회동한다.

따라서, 예를 들면 평면 코일(7A)의 구동 전류를 제어하여, 외측 가동판(5A)를 1주기 회동 조작한 후, 평면 코일(7B)의 구동 전류를 제어하여 내측 가동판(5B)를 일정 각 변위시키도록 하고, 이 조작을 주기적으로 반복시키면, 전반사 미러(8)에 입사하여 반사하는 레이저광의 편광 주사를 2차원적으로 행할 수 있다.

또, 제2실시예와 같이, 전반사 미러(8)의 상방에 글래스가 존재하는 경우에는 레이저광의 통과하는 글래스면에 반사 방지막 등을 피복하여 두면 좋다.

한편, 평면 코일(7A) 및 평면 코일(7B)에 흘리는 각 구동 전류에 중첩시켜서, 검출 전류를 흘리면 검출 코일(15A, 15B)와 평면 코일(7A) 및 검출 코일(16A, 16B)와 평면 코일(7B) 사이의 상호 인덕턴스에 의해 제1실시예와 동일한 원리로, 외측 가동판(5A)의 변위는 예를 들면 제6도와 동일한 회로를 통하여 검출 코일(15A, 15B)의 차동 출력에 따라 검출할 수 있고, 내측 가동판(5B)의 변위는 검출 코일(16A, 16B)의 차동 출력에 따라 검출할 수 있고, 이 차동 출력을 외측 가동판(5A) 및 내측 가동판(5B)의 각 구동계에 피드백시키면, 외측 가동판(5A) 및 내측 가동판(5B)의 변위를 정밀도 좋게 제어할 수 있게 된다. 또, 말할 필요도 없지만, 본 실시예의 2축의 갈바노 미러의 경우는 제6도와 동일한 회로를 외측 가동판 변위 검출용과 내측 가동판 변위 검출용으로서 2개 설치한 것이다.

이와 같은 제2실시예의 구성의 갈바노 미러(21)에 의하면, 제1실시예와 동일한 효과에 부가하여 전반사 미러(8)에서 레이저광의 편광 주사가 2차원적으로 행해져서, 레이저광의 스캐닝의 자유도가 증대하고, 스캐닝의 영역을 제1실시예의 1축의 경우에 비하여 증대시킬 수 있다. 또한, 가동판(5)의 요동 공간을 상하의 글래스 기판(3, 4)와 주위의 실리콘 기판(2)에 의해 개폐하기 때문에, 이 밀폐 공간을 진공 상태로 함으로써, 가동판(5)의 회동 동작에 대한 공기 저항이 없어져서 가동판(5)의 응답성이 향상하는 효과를 갖는다.

또한, 평면 코일(7)에 흘리는 구동 전류를 크게 하여 가동판(5)의 변위량을 크게 설정하는 경우에는 밀폐된 가동판 요동 공간 내를 진공으로 하지 않고, 헬륨, 아르곤 등의 불활성 가스를 봉입하는 것이 바람직하고, 특히 열전도성이 좋은 헬륨이 바람직하다. 이것은 평면 코일(7)에 흘리는 전류량을 크게 하면 평면 코일(7)로부터의 발열량이 많아지고, 가동한 주위가 진공 상태에서는 가동판으로부터의 방열이 나빠지기 때문에, 불활성 가스를 봉입함으로써 가동판(5)로부터의 방열성을 진공 상태에 비하여 높게 열영향을 저감시킬 수 있다. 또, 불활성 가스를 봉입함으로써, 가동판(5)의 응답성에 관해서는 진공 상태에 비하여 다소 저하하게 된다.

또, 상술한 제1실시예의 1축의 갈바노 미러에서도 제2실시예와 동일한 흡 부착 글래스 기판을 이용하여 가동판 부분을 밀폐 구조로 하여도 좋다는 것은 말할 필요도 없다.

다음에, 상기 제2실시예의 갈바노 미러의 제조 공정에 대하여 제16도를 참조하여 설명한다.

두께가 예를 들면 200 μm 정도의 실리콘 기판(201)의 상하면을 열산화하여 산화막(0.5 μm)(202)를 형성하고, 표면측(도면 상측)에 포토리소그래프에 의해 소정의 관통공 패턴을 형성하여 관통공 부분의 산화막을 에칭 제거한다[제16(a)도 참조].

다음에, 표면을 열산화하여 관통공 부분에 얇은 산화막(0.1 μm)(202')를 형성하고, 이면측(도면 하측)에 표면측과 대응하는 위치에 포토리소그래프에 의해 관통공의 패턴을 형성한다[제16(b)도 참조].

다음에, 이면측의 관통공 부분에 이방성 에칭을 170 μm 행한다[제16(c)도 참조].

다음에, 표면측에 니켈의 스퍼터를 행하여 니켈층을 형성하고, 계속하여 동의 스퍼터를 행하여 동층을 형성하고, 포지티브형 레지스트로 내측 가동판의 평면 코일과 외측 가동판의 평면 코일을 서로 접촉시키지 않고 교차시켜 전극 단자에 접지시키기 위한 교차부에 상당하는 부분 및 가동판(5)의 측방의 실리콘 기판 상의 전극 단자에 상당하는 부분을 마스크하여, 동 에칭, 니켈 에칭을 순차 행한다. 이에 따라, 실리콘 기판 표면에 니켈층과 동층으로 이루어지는 상기 교차부(203) 및 전극 단자부(204)를 형성한다[제16(d)도 참조].

다음에, 교차부(203)의 양단부 및 전극 단자부(204) 부분을 제외하고 마스크하여 감광성 폴리이미드 등의 절연층(205)를 형성한다[제16(e)도 참조].

다음에, 전주 코일법에 의해 외측 가동판과 내측 가동판의 평면 코일을 형성한다. 즉, 절연층(205)상에 니켈의 스퍼터를 행하여 니켈층을 형성하고, 전해 도금 또는 스퍼터에 의해 동층을 형성한다. 다음에 포지티브형 레지스트로 평면 코일, 전극 단자나 코일과 단자 사이의 접속 부분에 상당하는 부분을 마스크하고, 동 에칭, 니켈 에칭을 순차 행하며, 에칭 후 레지스트를 제거하고 또한, 동 전해 도금을 행하여 니켈층의 전도체를 동으로 피복하여 외측과 내측 각 평면 코일에 상당하는 동층(206, 207)을 형성한다. 이 공정에 의해, 평면 코일 부분의 형성과 동시에 (d)도에서 도시한 공정에서 형성된 전극 단자부(204) 및 교차부(204)를 두께가 한다[제16(f)도 참조].

다음에, (e)도에서 도시하는 공정과 마찬가지로 절연층(25)를 형성한다[(g)도 참조]. 또, 본 실시예에서

는 각 평면 코일을 2층으로 형성하기 위하여 (g)도에서 도시하는 공정의 절연층 형성시에는 내외 양쪽의 상하의 코일을 접촉하는 터미널부(208, 209)를 마스크하여 절연층이 형성되지 않도록 하고 있다.

다음에, (f)도에서 도시하는 공정과 마찬가지로 상층측의 평면 코일에 상당하는 동층(210, 211)을 형성하고, 또한 절연층(205)을 형성한다. 이에 따라, 절연층에 의해 절연 피복된 평면 코일(7A, 7B)가 형성된다[제16(h), (i)도 참조].

다음에, SiO₂를 스퍼터하여 산화막을 형성하고, 이면측에서 이방성 에칭을 행하여 실리콘 기판(201)을 관통시킨다. 이에 따라, 각 토션바 부분과 내외 가동판 부분이 형성된다[제16(j), (k)도 참조].

다음에, 표면측의 SiO₂를 에칭하여 제거한 후, 전반사 미러 부분을 제외하고 마스크하여 알루미늄 증착에 의해 전반사 미러(8)를 형성한다[제16(l)도 참조].

이상에 의해, 가동판 부분이 형성된다.

한편, 하측 글래스 기판측에 정성하는 검출 코일은 제17도와 같이 하여 형성된다.

우선, 하측 글래스 기판(4)에 예를 들면 초음파 가공 등에 의해 가동판의 수납 공간을 확보하기 위한 사각 형상의 홈(4A)를 형성한다[제17(a)도 참조].

다음에, 하측 글래스 기판(4)의 평면면측에 니켈 혹은 동 등의 도전성이 양호한 금속을 스퍼터링하여 금속층(220)을 형성한다[제17(b)도 참조].

다음에, 검출 코일 및 전극 단자를 형성하는 부분을 마스크하고, 그 외의 금속층 부분을 에칭하여 제거한다. 이에 따라, 검출 코일이 소정 위치에 형성된다. 또, 상측 글래스 기판(3)의 홈(3A)도 하측 글래스 기판(4)와 마찬가지로 초음파 가공에 의해 형성한다.

이와 같이 하여 형성된 상측 글래스 기판(3)과 하측 글래스 기판(4)를 실리콘 기판(2)의 상하면에 각각 양극 접합으로 결합하고, 또한 상하의 글래스 기판(3, 4)의 소정 위치에 각 영구 자석(10~13A와 10B~13b)를 설치한다.

이와 같이, 반도체의 제조 프로세스를 이용하여 제조함으로써, 미러의 변위 검출 기능을 구비한 2축의 플레너형 갈바노 미러의 제조도 용이하여, 대량 생산이 가능해진다.

특히, 본 발명과 관련한 갈바노 미러의 제9 실시예에 대하여 제18도~제20도에 도시하여 설명한다.

이 제3 실시예는 제2 실시예와 동일한 2축의 예이다. 또, 제2 실시예와 동일 요소에는 동일 부호를 부여하고 설명을 생략한다.

제18도~제20도에서, 본 실시예의 2축의 갈바노 미러(31)는 상술한 제2 실시예와 대략 동일한 구성이지만, 본 실시예에서는 상하의 글래스 기판(3, 4)가 제2 실시예의 것과는 상이하고, 홈(3A, 4A)이 없는 평면 형상으로 되어 있다. 그리고, 상측 글래스 기판(3)에는 가동판(5) 상방 부분에 가동판(5)의 형상에 따라서 각 형상의 개구부(3a)를 설치하고, 전반사 미러 상방 부분을 개방 상태로 하여 레이저광이 직접 전반사 미러(8)에 입사 가능하도록 하고 있다. 그리고, 상하 글래스 기판(3, 4)가 평판 형상으로 하고 있기 때문에, 중간에 실리콘 기판(2)를 상하에 별도의 실리콘 기판을 적층하여 3층 구조로 하고, 중간층에 가동판(5)을 형성함으로써 가동판(5)의 회동 스페이스를 확보하도록 하고 있다.

또한, 제18도에 파선으로 도시한 바와 같이, 하측 글래스 기판(4)의 하면에 외측 가동판(5A)의 변위 검출용 검출 코일(15A, 15B) 및 내측 가동판(5B)의 변위 검출용 검출 코일(16A, 16B)가 대응하는 평면 코일(7A, 7B)와 전자 결합 가능한 위치에 패턴닝되어 설치되어 있다.

이와 같은 구성의 제3 실시예의 플레너형 갈바노 미러의 동작은 제2 실시예와 동일하여 설명을 생략한다. 또한, 제조 공정으로서는 실리콘 기판(2)에 가동판(5) 및 토션바(6A, 6B)의 부분을 일체 형성하는 공정까지는 제2 실시예에서 설명한 제16도에서 도시한 공정과 동일하다. 그리고, 제3 실시예의 경우에는 그 후, 가동판에 대응하는 위치에 개구부를 형성한 상하 실리콘 기판을 적층하여 3층 구조로 하고, 또한 상하 글래스 기판(3, 4)를 양극 접합에 의해 실리콘 기판(2)의 상하에 결합하고, 상하의 글래스 기판(3, 4)의 소정의 위치에 영구 자석을 설치하도록 한다.

이상 설명한 제3 실시예의 갈바노 미러는 제1 실시예의 갈바노 미러의 효과에 부가하여, 제2 실시예와 마찬가지로 레이저광의 편광 주사가 2차원으로 행해져 레이저광의 스캐닝 영역을 증대할 수 있는 효과를 갖는다.

제21도~제25도에 2축의 갈바노 미러의 특성에 관한 측정 데이터를 도시한다.

제21도는 코일에 흘리는 직류 전류와 변위 각 θ 와의 관계를 나타낸다. 제22도 및 제23도는 각각 외측 가동판과 내측 가동판의 진동의 주파수 특성을 나타낸다. 공진 주파수는 외측 가동판에서 375Hz, 내측 가동판에서 1450Hz이다. 제24도는 각각의 공진 주파수의 교류를 코일에 흘렸을 때의 전류와 공진 상태에서의 변위각과의 관계를 나타낸다. 제25도는 내측 가동판에 대하여 교류 전류와 진동 상태에서의 변위각과의 관계의 진공 중과 대기 중과의 상위를 나타내고, 진공 중의 쪽이 리니어한 관계로서 진폭도 크다.

또한, 제26도는 가동판의 변위각과 검출 코일의 출력 전압과의 관계를 나타낸다.

이상 설명한 바와 같이 본 발명의 갈바노 미러에 따르면, 반도체 기판에 가동판, 이 가동판을 요동 가능하게 축받이하는 토션바, 평면 코일 및 반사경을 형성하고, 반도체 기판 상하의 절연 기판에 영구 자석을 설치하는 구성으로 함과 동시에, 상기 평면 코일과 전자 결합 가능하게 반도체 기판에 결합하는 하측 절연 기판측에 검출 코일을 설치하고 평면 코일에 반사경 구동용 전류에 중첩하여 반사경 변위 검출용 검출 전류를 흘리게 하고, 평면 코일과 검출 코일의 반사경 변위에 수반하는 상호 인덕턴스 변화를 이용하여 반사경의 변위각을 검출하는 구성으로 하였기 때문에, 갈바노 미러를 반도체 소자의 제조 기술을 이용하여 형성할 수 있고, 갈바노 미러를 극히 박형화 및 소형화할 수 있고, 갈바노 미러를 이용한 광의 스캐닝

시스템의 소형화를 피할 수 있게 되고, 나아가서는 레이저광 응용 기기의 소형화를 달성할 수 있는 효과에 부가하여, 이와 같은 플래너형 갈바노 미러의 미러 변위각을 정밀도 좋게 검출할 수 있어서 변위각의 제어 정밀도를 향상시킬 수 있다. 또한, 가동판측에 새로운 구성을 부가하지 않고 하측 글래스 기판측에 검출 코일을 설치하기만 해도 되므로, 가동 판측의 구성을 변경할 필요는 없고 미터의 변위각 검출기능을 용이하게 부가할 수 있고, 종래의 변위각 검출 기능을 부여하는 경우에 비하여 제조가 용이해진다.

또한, 반사경의 지지축을 서로 직교하는 2축 구조로 하면, 반사경에 의한 광의 편광 주사를 2차원으로 행할 수 있고, 광의 스캐닝 자유도를 증대할 수 있어서, 스캐닝 영역을 증대할 수 있는 효과를 얻는다.

또한, 가동판의 요동 공간을 밀폐 공간으로서 진공 밀봉하는 구성으로 하면, 가동판의 동작에 대한 공기 저항을 없앨 수 있고, 가동판의 응답성을 향상시킬 수 있는 효과를 갖는다. 또한, 가동판의 변위량을 크게 하기 위해 평면 코일에 큰 구동 전류를 흘리는 경우에는 밀폐 공간 내에 불활성 가스를 봉입함으로써, 평면 코일의 발열의 영향을 진공 상태에 비하여 억제할 수 있다.

[산업상의 이용 가능성]

본 발명은 갈바노 미러의 박형 및 소형화에 부가하여 미러 변위각의 제어 정밀도의 향상을 꾀할 수 있고, 갈바노 미러 응용 기기의 소형화 및 고성능화 등이 실현 가능해져서 산업상 이용성은 크다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

반도체 기판에 평판상의 가동판과 상기 가동판을 반도체 기판에 대하여 상하 방향으로 요동 가능하게 축받이하는 토션바를 일체로 형성하고, 상기 가동판의 상면 돌레부에 가동한 구동용 전류의 통전에 의해 자계를 발생하는 평면 코일을 부설하고, 상기 평면 코일로 둘러싸인 상면 중앙부에 반사경을 설치하는 한편, 상기 토션바의 축방향과 평행한 가동판의 대면의 평면 코일부에 자계를 작용시키는 서로 쌍을 이루는 자석을 고정하는 구성의 플래너형 갈바노 미러에 있어서, 상기 가동판 하방에 상기 평면 코일과 전자(電磁) 결합 가능하게 상기 가동판의 변위를 검출하기 위한 복수의 검출 코일을 설치하고, 이들 검출 코일을 상기 토션바에 대하여 대략 대칭 위치에 배치함과 동시에, 상기 평면 코일에 가동판 구동용 전류에 중첩하여 변위 검출용 전류를 흘리는 것을 특징으로 하는 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 가동판이 제1토션바에서 반도체 기판에 대하여 축받이 되는 테두리 형상의 외측 가동판과, 상기 제1토션바와 축방향이 직교하는 제2토션바로 상기 외측 가동판의 내측에 축받이 되는 내측 가동판으로 이루어지고, 상기 외측 가동판의 상면에 제1평면 코일을 설치하고, 상기 내측 가동판의 상면 돌레부에 제2평면 코일을 설치함과 동시에, 해당 제2평면 코일로 둘러싸인 내측 가동판 중앙부에 상기 반사경을 설치하는 구성이고, 상기 검출 코일이 제1 및 제2토션바에 대하여 각각 대칭 위치에 배치되는 구성인 것을 특징으로 하는 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 자석은 반도체 기판의 상하면에 각각 상측 기판과 하측 기판을 설치하여 이들 상측 기판과 하측 기판에 고정하는 구성인 것을 특징으로 하는 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러.

청구항 4

제3항에 있어서, 적어도 상측 기판을 투광성을 갖는 글래스 기판으로 구성하고, 상측 기판과 하측 기판은 가동판 수납 공간을 폐쇄(闕塞)하는 구성인 것을 특징으로 하는 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 가동판 수납 공간을 진공 상태로 하는 것을 특징으로 하는 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 가동판 수납 공간에 불활성 가스를 봉입하는 것을 특징으로 하는 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 상측 및 하측 기판은 반도체 기판 설치시에 서로 대면하는 홈을 각각 중앙부에 갖고 상기 가동판 수납 공간을 형성하는 구성인 것을 특징으로 하는 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러.

청구항 8

제3항에 있어서, 상기 상측 및 하측 기판이 절연 기판인 것을 특징으로 하는 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 자석은 영구 자석인 것을 특징으로 하는 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노

미러.

청구항 10

반도체 기판의 토션바 형성 부분을 제외하고 기판의 하면에서 상면을 향하여 이방성 에칭으로 관통시켜 상기 토션바 부분에서 반도체 기판에 요동 가능하게 축받이 되는 가동판을 형성하는 공정과, 가동판 상면 주위에 전해 도금에 의해 평면 코일을 형성하는 공정과, 평면 코일로 둘러싸인 가동판 중앙부에 알루미늄 증착에 의해 반사경을 형성하는 공정과, 반도체 기판의 상하면에 양극 접합에 의해 하측 기판과 적어도 가동판 상방 부분이 광의 통과가 가능한 구조의 상측 기판을 고정하는 공정과, 토션바 축방향과 평행한 가동판의 대변에 대응하는 상측 기판 부분과 하측 기판 부분에 자석을 고정하는 공정과, 하측 기판의 소정 위치에 검출 코일을 형성하는 공정으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 변위 검출 기능을 구비한 플래너형 갈바노 미러의 제조 방법.

청구항 11

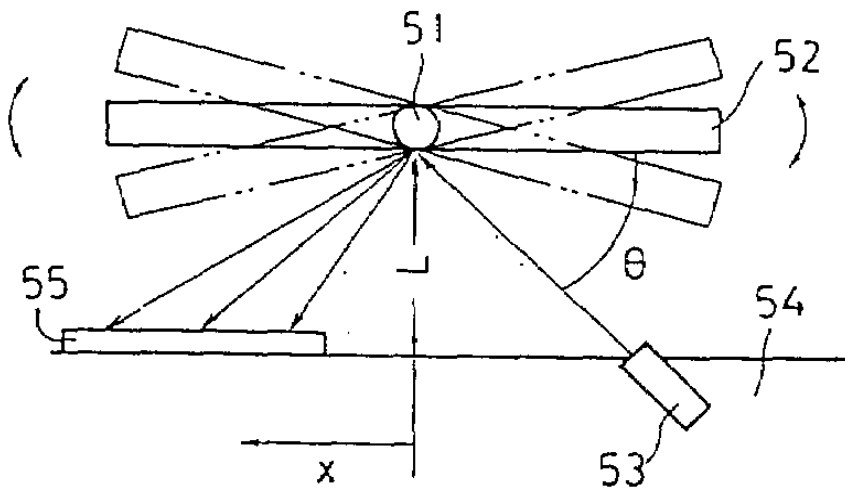
제10항에 있어서, 상기 평면 코일을 형성하는 공정은 반도체 기판상에 스퍼터링으로 니켈층을 형성한 후, 니켈층상에 동 전해 도금에 의해 동층을 형성하고, 계속하여 평면 코일 부분에 상당하는 부분을 마스크하여 동 에칭 및 니켈 에칭을 순차 행하고, 계속하여 상기 마스크를 제거한 후에 코일 패턴상에 동 전해 도금을 행하도록 한 것을 특징으로 하는 플래너형 갈바노 미러의 제조 방법.

청구항 12

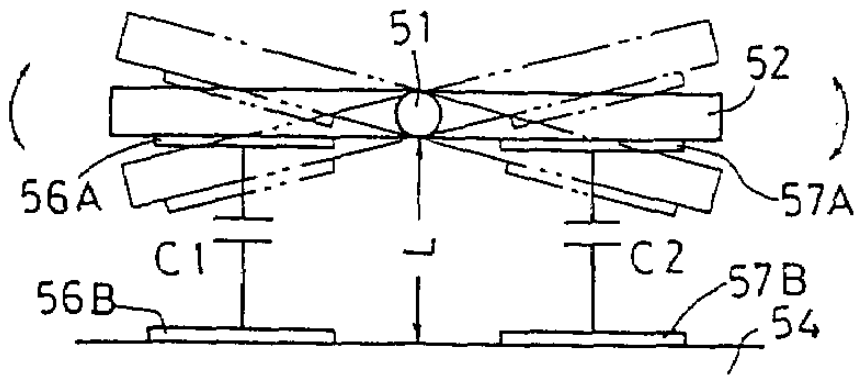
제11항에 있어서, 니켈층상에 동층을 형성할 때, 동 전해 도금에 대신하여 스퍼터링을 이용하는 것을 특징으로 하는 플래너형 갈바노 미러의 제조 방법.

도면

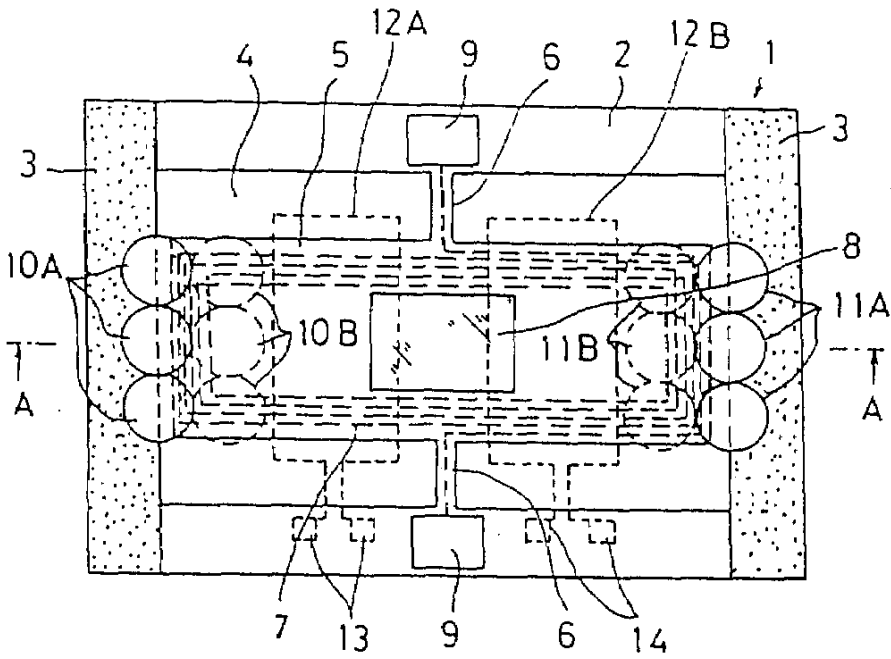
도면1



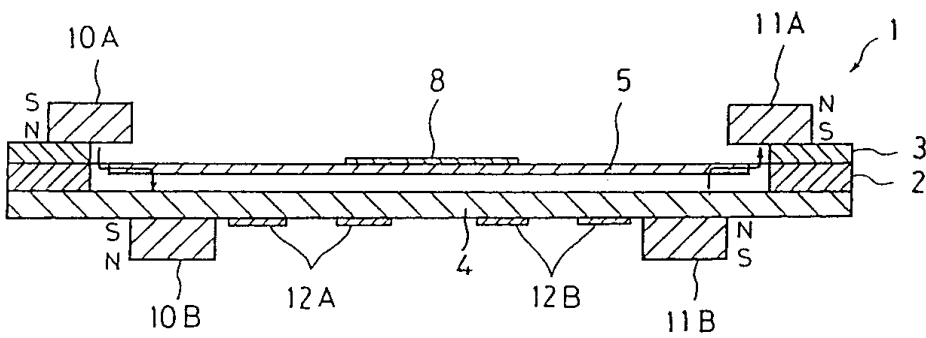
도면2



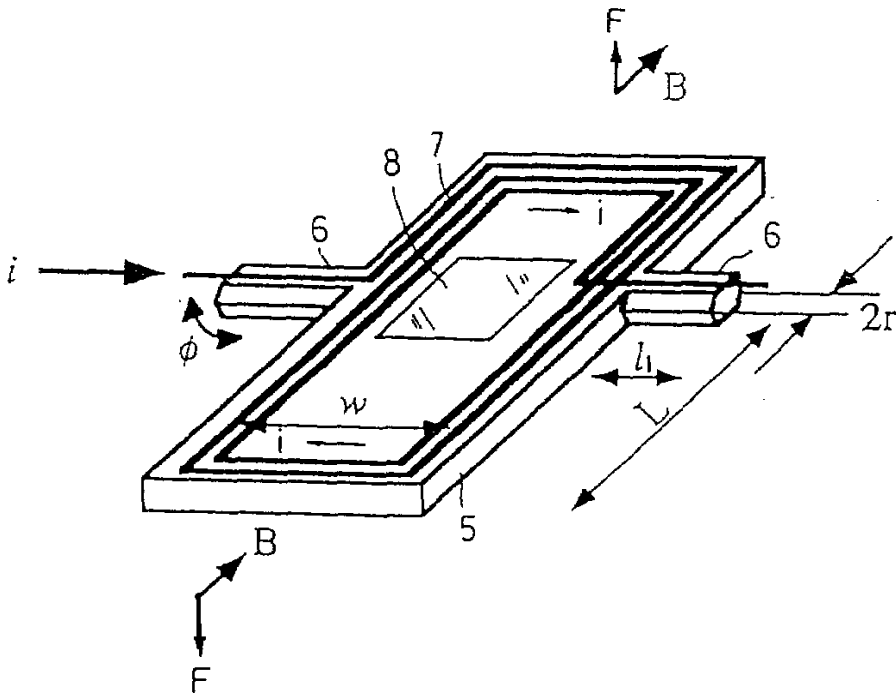
도면3



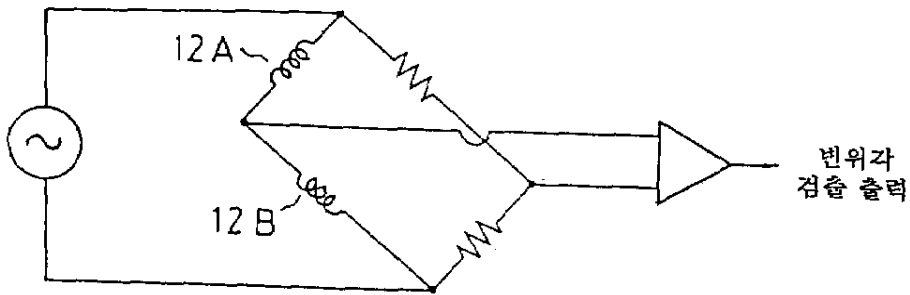
도면4



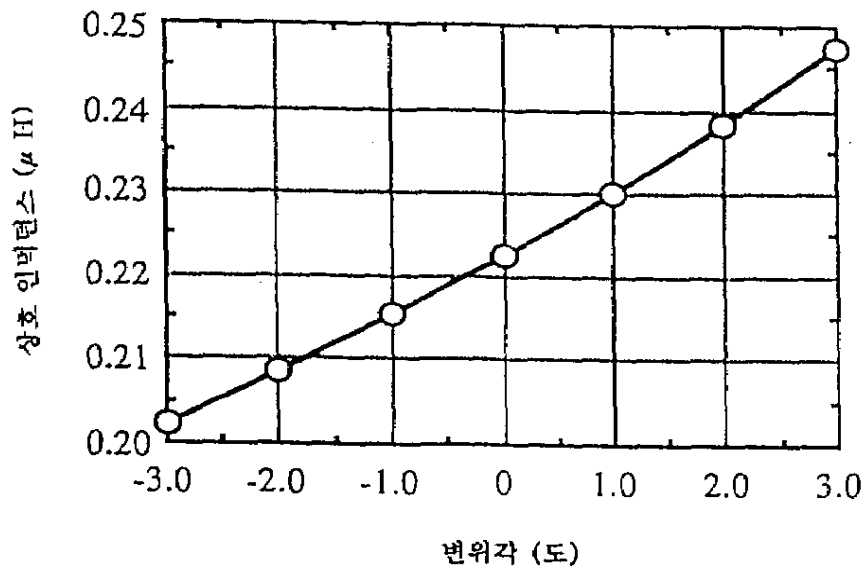
도면5



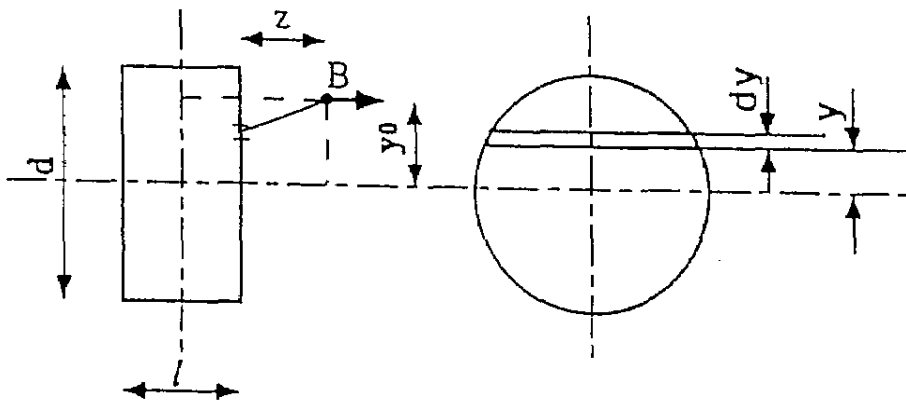
도면6



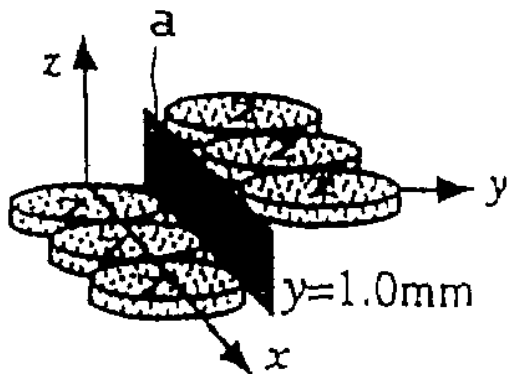
도면7



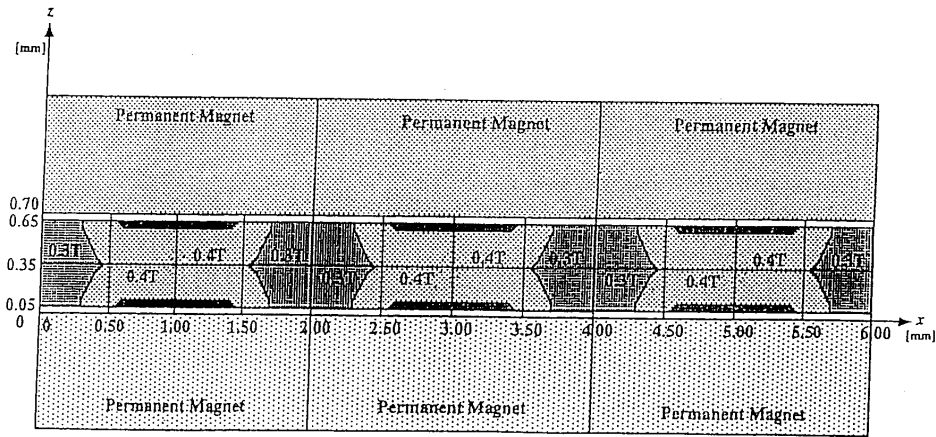
도면8



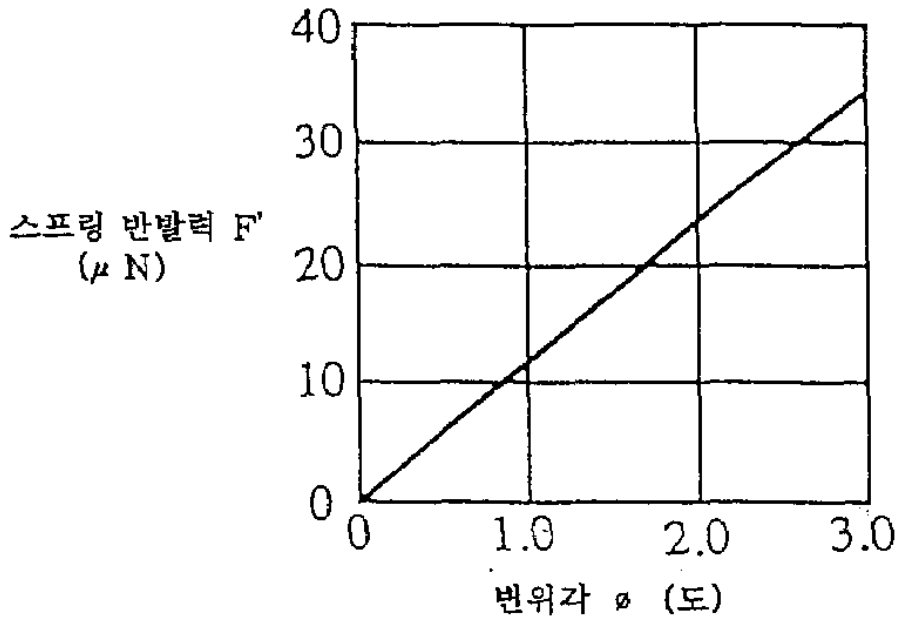
도면9



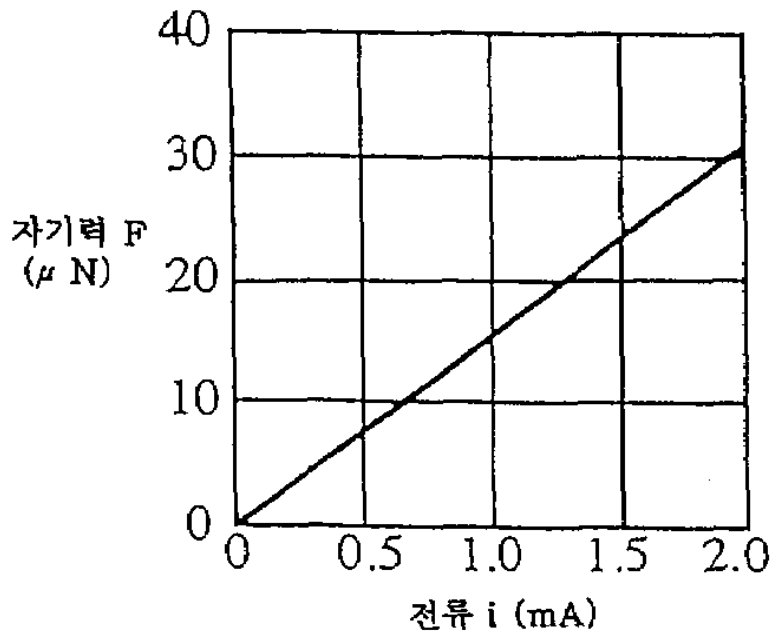
도면10



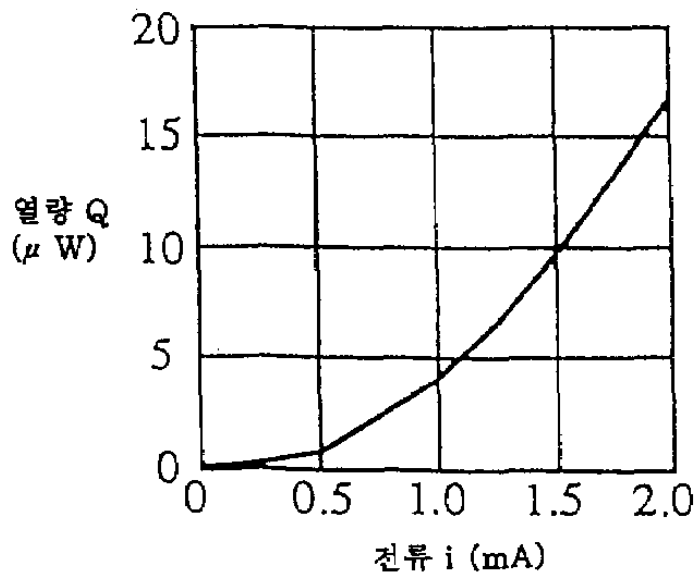
도면11a



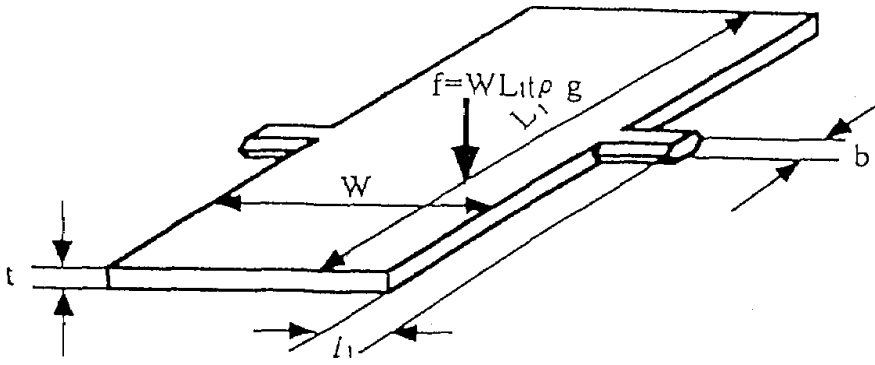
도면11b



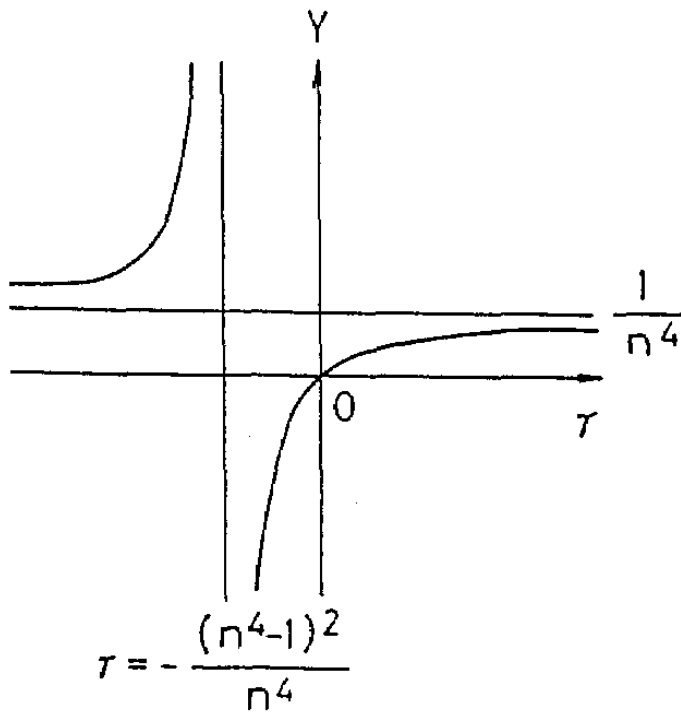
도면11c



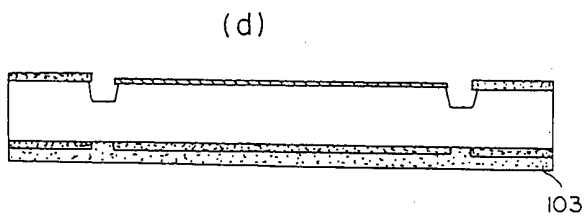
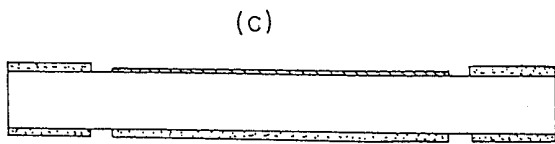
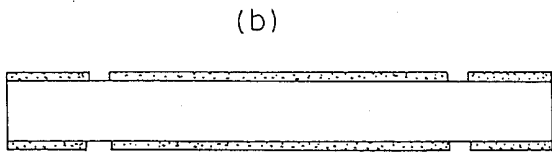
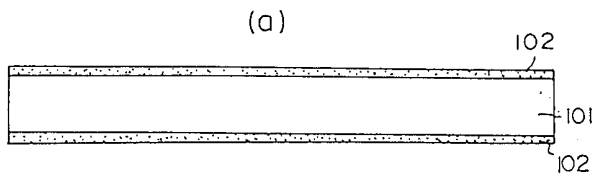
도면12



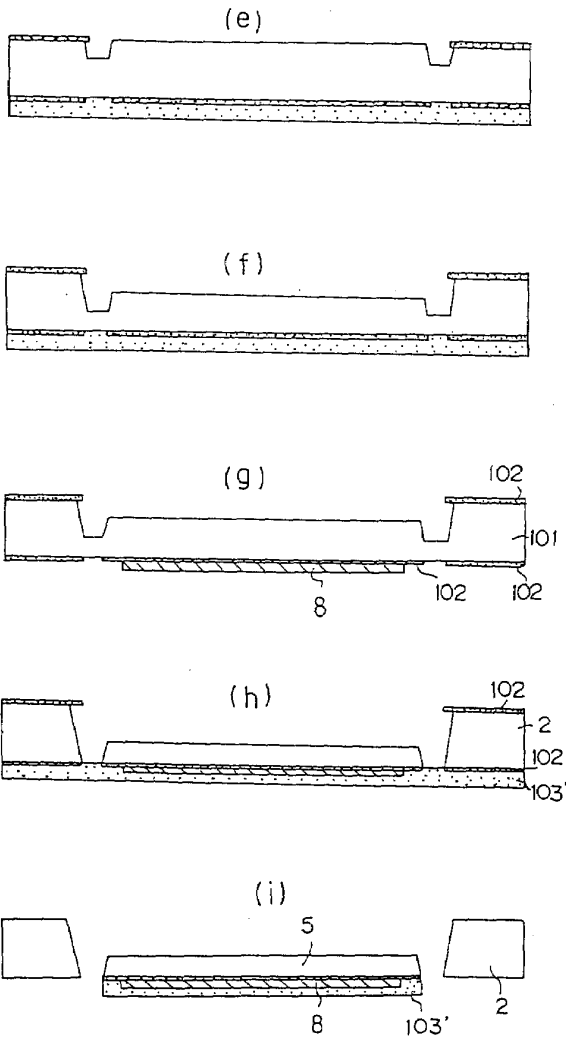
도면13



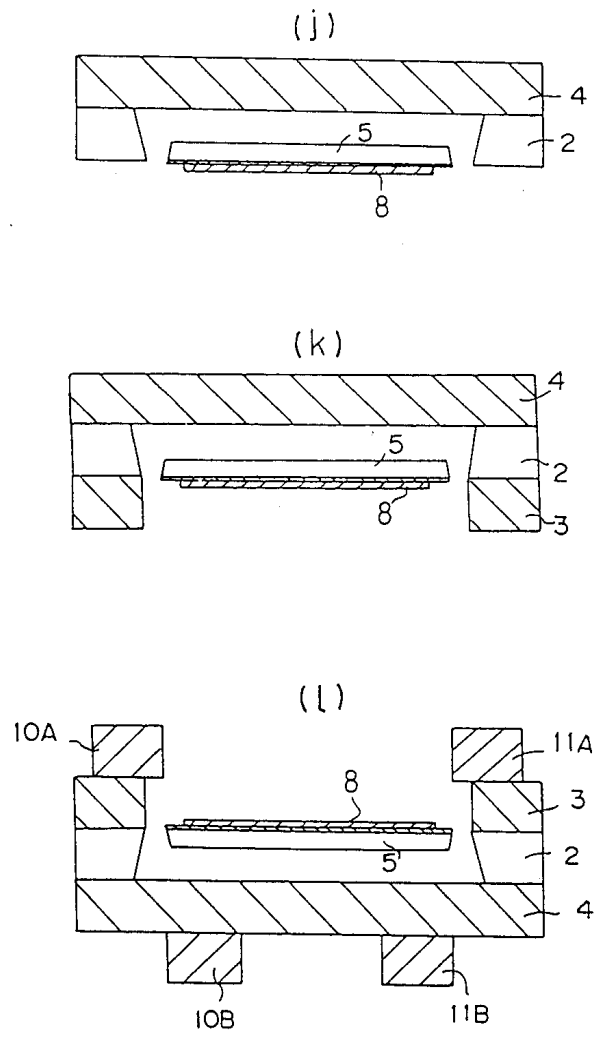
도면 14a



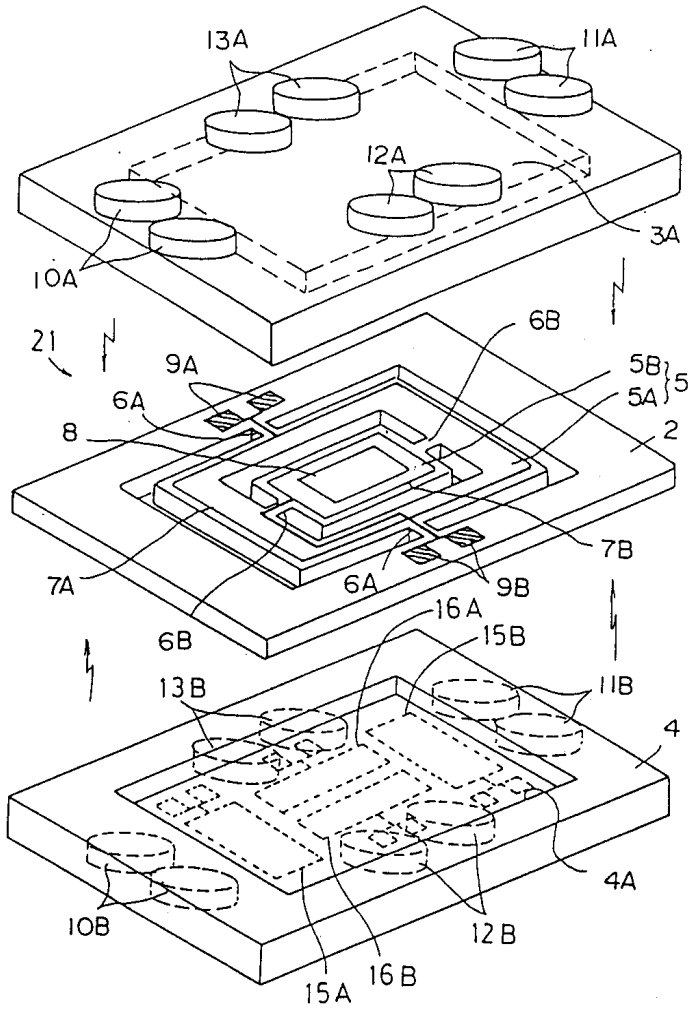
도면 14b



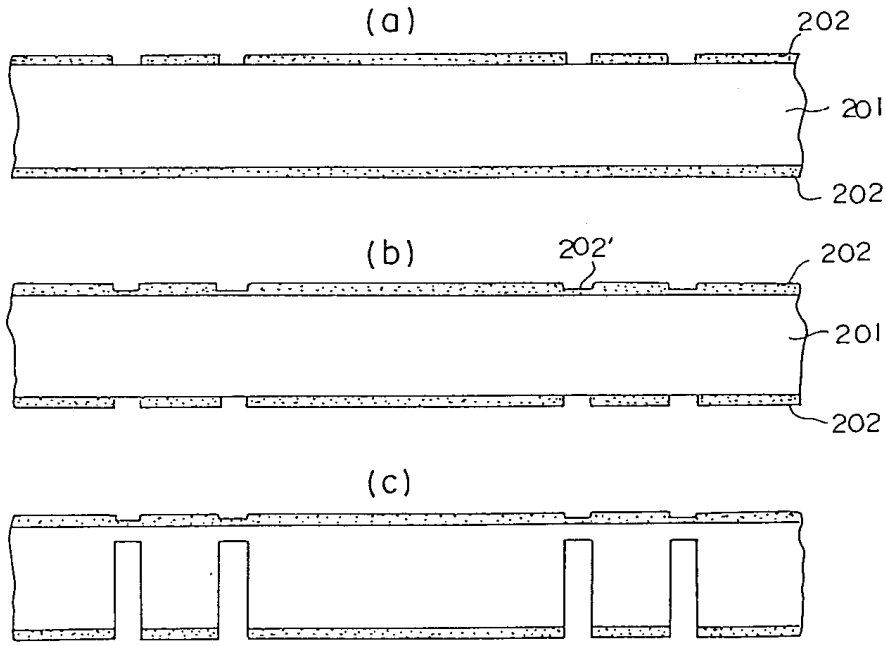
도면 14c



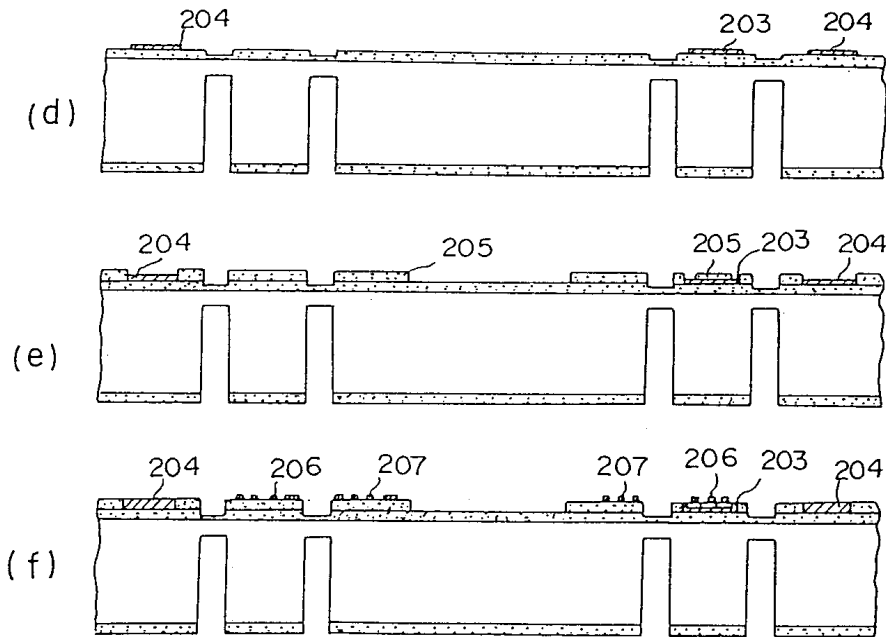
도면15



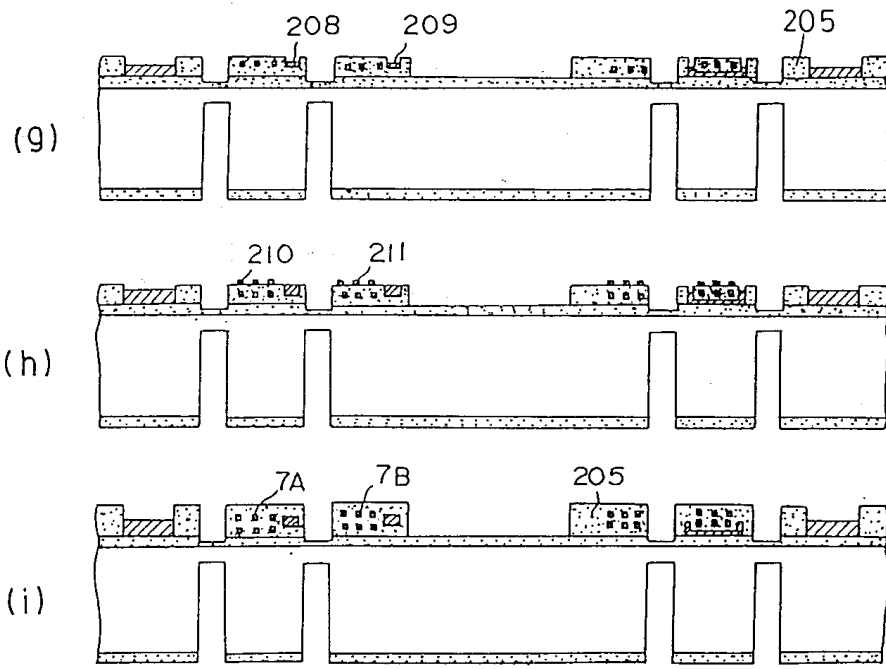
도면 16a



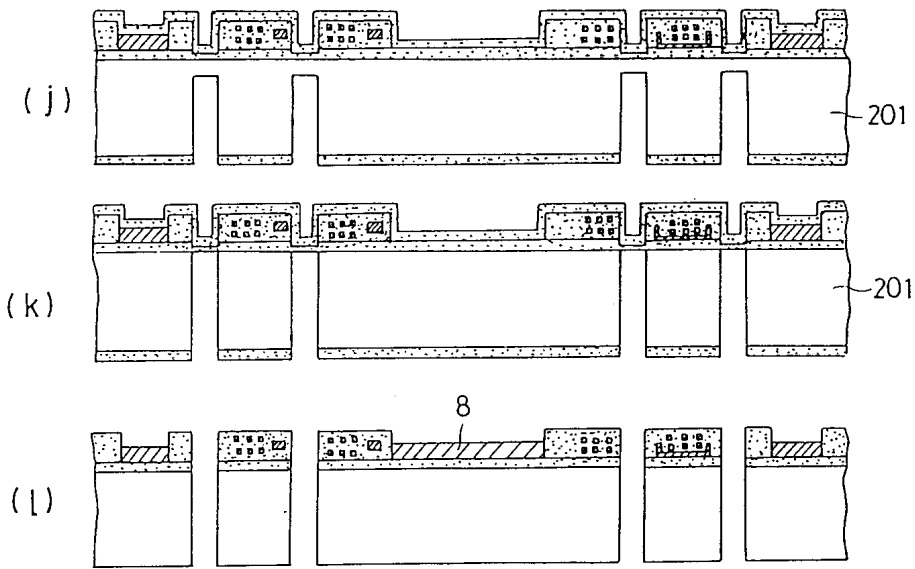
도면 16b



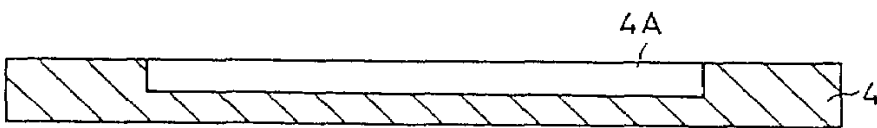
도면 16c



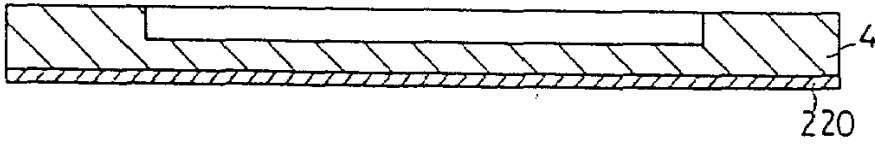
도면 16d



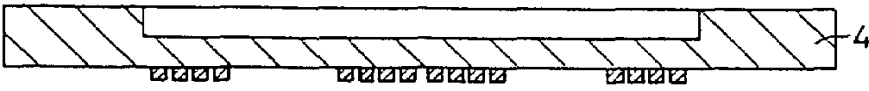
도면 17a



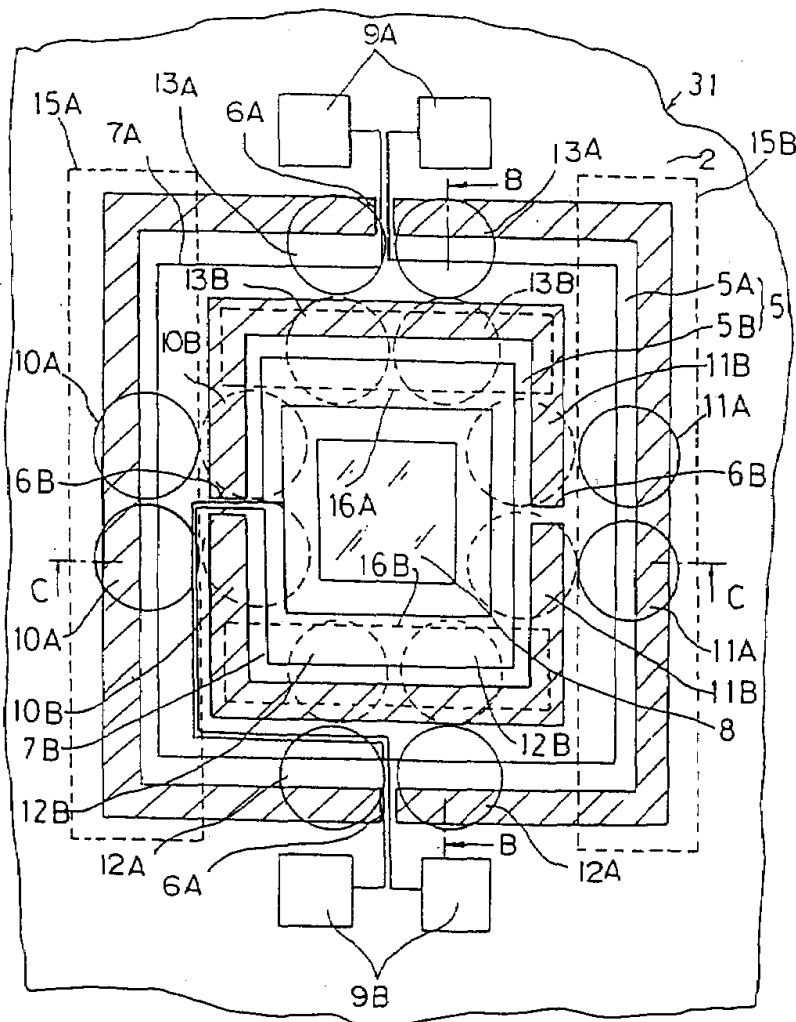
도면17b



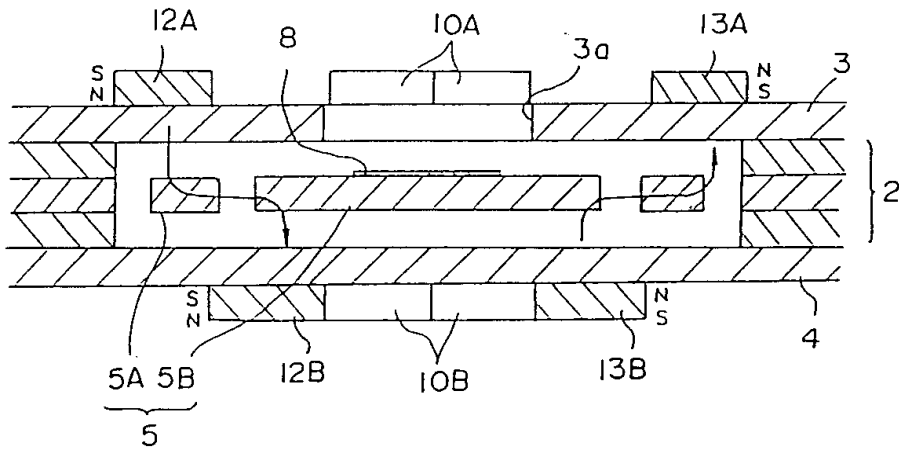
도면17c



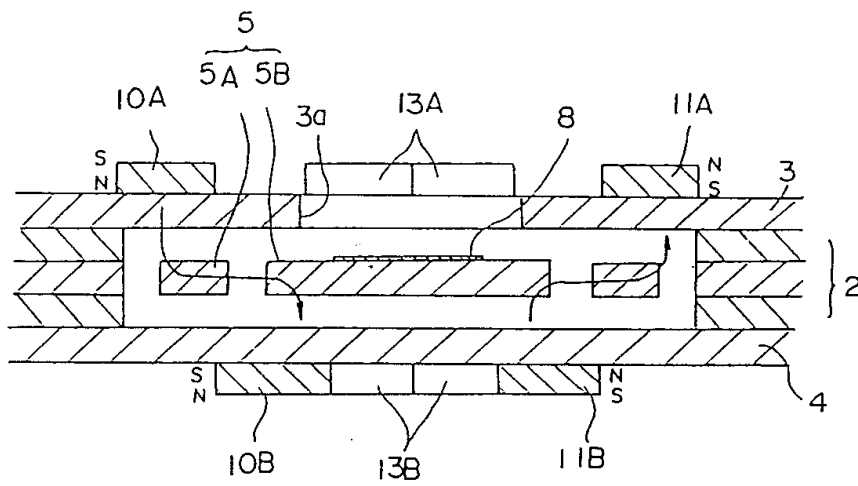
도면18



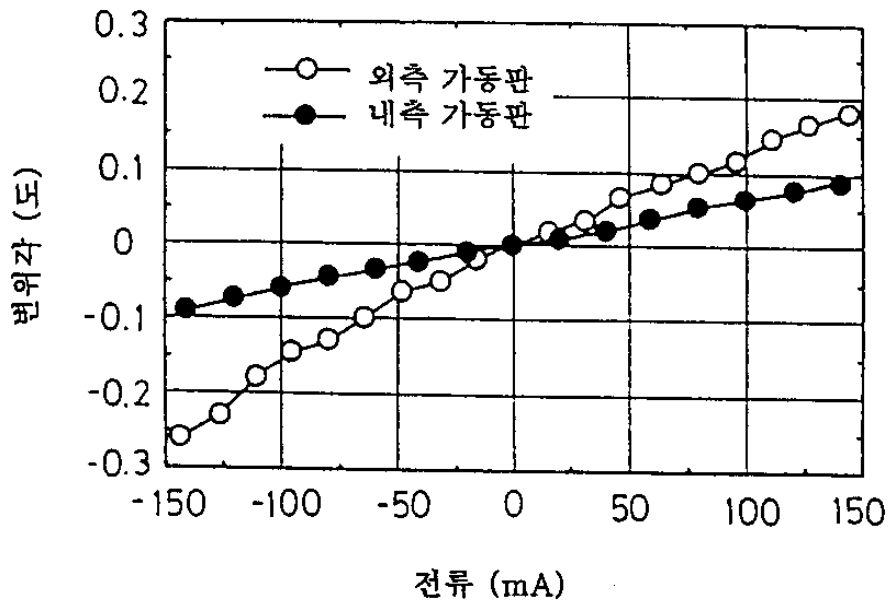
도면19



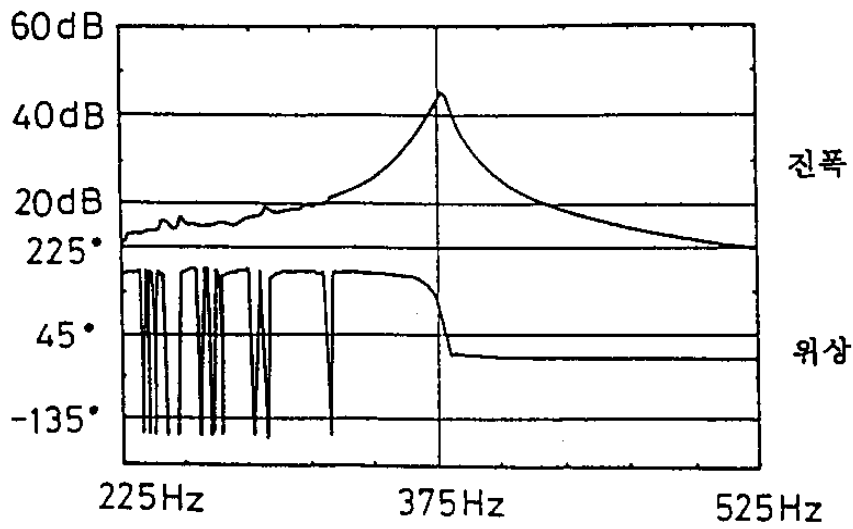
도면20



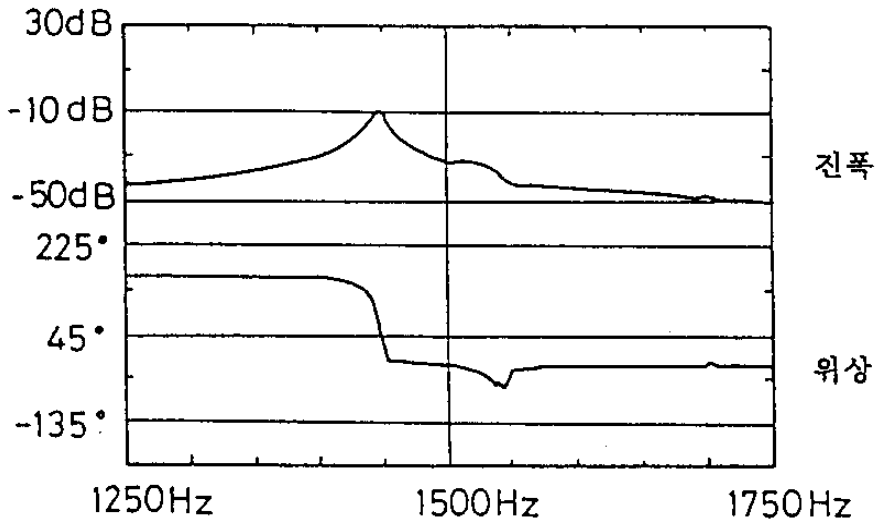
도면21



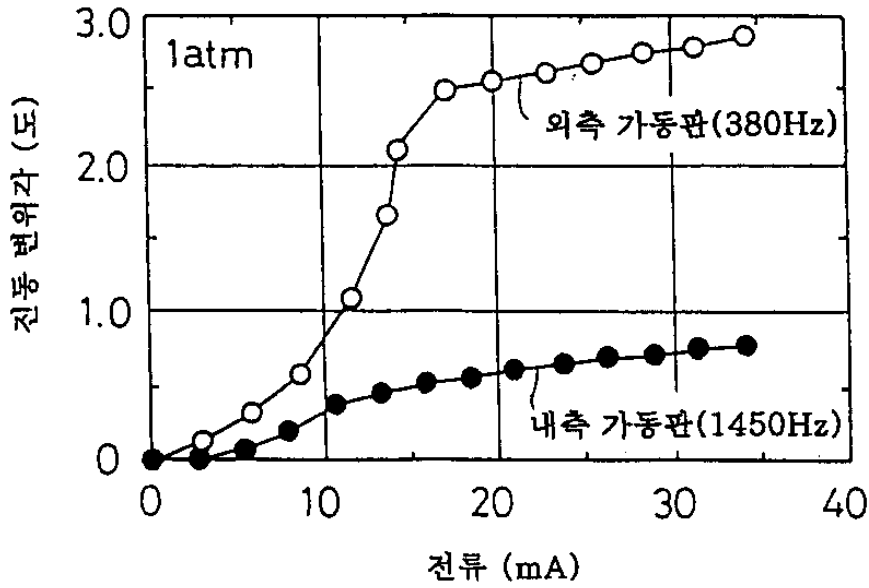
도면22



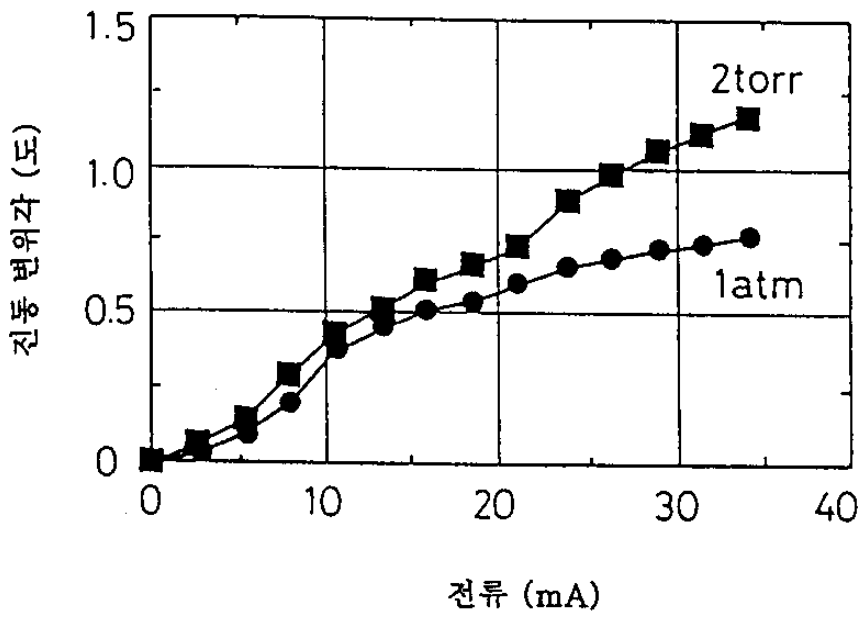
도면23



도면24



도면25



도면26

