(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
H02K 33/18 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년09월11일
(11) 등록번호 10-0573709
(24) 등록일자 2006년04월18일

(21) 출원번호 10-1997-0709300
(22) 출원일자 1997년12월11일
번역문 제출일자 1997년12월11일
(86) 국제출원번호 PCT/JP1996/001148
국제출원일자 1996년04월26일

(65) 공개번호 10-1999-0022831
(43) 공개일자 1999년03월25일
(87) 국제공개번호 WO 1997/041632
국제공개일자 1997년11월06일

(81) 지정국 국내특허 : 아일랜드, 대한민국,

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

(73) 특허권자 더 니뽄 시그널 컴파니, 리미티드
일본 도쿄 170-6047 도시마구 히가시 이케부쿠로 3-초메 1-1

(72) 발명자 아사다 노리히로
일본 사이따마겐 우라와시 가미끼자끼 1-쪼메 13-8 더니뽄 시그널 컴파니, 리미티드 요노 오피스내

(74) 대리인 박장원

심사관 : 윤세원

(54) 전자엑츄에이터및그제조방법

요약

본 발명은, 초소형의 플래너형 전자(電磁) 엑츄에이터에 관한 것으로, 플래너형 전자 엑츄에이터의 가동판(5)를 축지하는 토션바(6) 부분을, 고농도의 붕소를 확산시켜서 전도성으로 하고, 외부전원과 평면 코일(7)과를, 토션바(6) 자체를 거쳐서 전기적으로 접속한다. 이에 따라, 토션바의 뒤틀림 운동의 반복에 따른 배선의 단선고장에 대한 걱정이 없고, 전자 엑츄에이터의 내구성 및 신뢰성이 향상한다.

명세서

기술분야

본 발명은 반도체 제조기술을 이용하여 소형화를 실현한 전자(電磁) 엑츄에이터 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히, 가동판을 구동하기 위한 구동 코일의 단선방지를 꾀한 전자 엑츄에이터의 개량에 관한 것이다.

배경기술

종래, 반도체 제조기술을 이용한 초소형의 전자 엑츄에이터로서는, 본 발명자에 의해 이미 제안된, 예를 들어 플래너형 갈바노 미러(planar type mirror galvanometer)(특원평 5 - 320524호 및 특원평 6 - 9824호), 플래너형 전자기 릴레이(특원평 5 - 320525호 참조) 혹은, 광검출장치(특원평 6 - 310657호)등이 있다.

이하 종래의 이러한 종류의 전자 엑츄에이터에 대해, 플래너형 갈바노 미러를 예로 들어서 설명한다.

갈바노 미러는, 레이저광을 편향 주사하는 레이저 스캐너 등에 이용되는 것으로, 그 원리는, 자계(磁界)중에 배치한 가동 코일(movable coil)에 전류를 흘려 보내면, 전류와 자속(磁束)의 상호 작용에 의해 전자력이 발생하여 전류에 비례한 회전력(토크)가 생긴다. 이 토크와 스프링힘이 평형을 이루는 각도까지 가동 코일이 회전하고, 이 가동 코일을 거쳐 지침(indicator needle)을 요동시켜 전류의 유무나 대소를 검출하는 갈바노미터의 원리를 이용한 것으로, 가동 코일과 일체로 회전하는 축에, 상기 지침을 대신하여 반사경을 설치해서 구성된다.

종래의 실용적인 갈바노 미러로서는, 예를 들어, 자계중에 배치하는 가동 코일을 대신하여 가동철편을 이용하고, 그 주위에 2개의 영구자석과 4개의 자극을 설치한 자성체와로 자로(磁路)를 구성한다. 상기 자성체에 감겨진 구동 코일에 흐르는 전류의 대소 및 방향에 따라 자극간의 자속을 변화시킴으로써, 가동 철편을 거쳐 반사경을 요동시켜, 레이저광을 편향주사토록 한 것이 있다(예를 들어, 공립 출판주식회사 「실용 레이저 기술」, P 210 ~ 212, 1987년 12월 10일 발행, 등 참조).

그러나 종래의 갈바노 미러에서는, 구동 코일을 기계감기로 하는 점때문에 소형화하는 것이 어렵고, 따라서, 이 갈바노 미러에 의한 레이저 스캐닝 시스템이나, 이 시스템을 이용하는 레이저 응용기기의 소형화가 어렵다고 하는 문제가 있었다.

이러한 문제를 해결하기 위해, 본 발명자는, 전술한 초소형이면서 얇은 플래너형 갈바노 미러를 제안하였다.

이하, 이 플래너형 갈바노 미러에 대해 설명한다.

이 플래너형 갈바노 미러는, 실리콘 기판에, 평판형의 가동판(movabale plate)과, 그 가동판의 중심위치에서 실리콘 기판에 대해 기판의 상하방향으로 요동가능토록 가동판을 축지지하는 토션바를 일체로 형성한다. 상기 가동판의 상면 주연부(upper face peripheral edge portion)에는, 통전에 의해 자계를 발생하는 평면 코일을 설치하고, 가동판의 평면 코일에 의해 둘러싸이는 상면 중앙부에는 전반사 미러를 설치한다. 가동판을 지지하는 실리콘 기판측에는 토션바 부분을 거쳐서 평면 코일과 전기적으로 접속하는 한 쌍의 전극단자를 설치한다. 그리고, 서로 쌍을 이루는 영구자석을, 토션바의 축방향과 평행한 가동판의 대향단부에 위치한 평면 코일 부분들에 정자계(靜磁界)가 작용하도록 가동판 주위에 고정한다. 전술한 선원(先願)의 예에서는, 가동부의 대향단부 각각의 상하에 한 쌍의 영구자석을 배치하고, 쌍을 이루는 영구자석간에 발생하는 정자계가 구동 코일을 소정방향으로 가로지르도록 구성하고 있다.

이러한 플래너형 갈바노 미러의 동작은 다음과 같다.

가동판의 양측에서는, 영구자석에 의해 가동판의 평면을 따라 평면 코일을 가로지르는 듯한 방향으로 자계가 형성되어 있다. 이 자계내의 평면 코일에 전류를 흘려보내면, 평면 코일의 전류밀도와 자속밀도에 맞춰 가동판의 양 끝에, 전류·자속밀도·힘의 플레밍의 왼손의 법칙에 따른 방향으로 자기력이 작용해서 가동판이 회전한다. 한편, 가동판의 회전에 따라 토션바가 뒤틀려서 스프링 반력이 발생하여, 상기 자기력과 탄성력이 균형을 이루는 위치까지 가동판이 회전한다. 가동판의 회전각은 평면 코일에 흐르는 전류에 비례하므로, 평면 코일에 흘려보내는 전류를 제어하면 가동판의 회전각을 제어할 수 있다.

따라서, 토션바의 축에 대해 수직인 면 내에서, 전반사 미러에 입사하는 레이저광의 반사방향을 자유로이 제어할 수 있어, 전반사 미러의 변위각을 연속적으로 반복 동작시키면, 레이저광의 스캐닝이 가능하다.

또, 실리콘 기판에 제 1 토션바를 거쳐 축지지되는 틀 모양의 외측 가동판과, 상기 제 1 토션바와 축방향으로 직교하는 제 2 토션바를 거쳐서 상기 외측 가동판에 축지지되는 평판형의 내측 가동판을 설치하여, 내측 가동판 상면 중앙에 전반사 미러를 설치한 2축 구조의 갈바노 미러도 있다.

이 2축 구조의 것은, 외측 가동판 상면의 평면 코일과 내측 가동판 상면의 평면 코일의 양쪽으로 전류를 흘러보내면, 외측 가동판과 내측 가동판이 서로 직교 방향으로 회전하여, 전반사 미러로 레이저광을 편향주사하면 2차원적인 주사를 행할 수 있는 이점이 있다.

또한, 한쪽의 평면 코일에만 전류를 흘려보낸 경우에는, 1축 구조와 같은 동작을 한다.

그런데, 이러한 종류의 플래너형 갈바노 미러의 경우, 종래에는 가동판 상면에 설치한 평면 코일을 가동판을 지지하는 실리콘 기판측의 전극단자에 접속하기 위한 배선은, 1축 구조 및 2축 구조의 어느 경우에도, 토션바의 부분에 패터닝하도록 하고 있다.

이 때문에, 가동판 구동시의 토션바의 뒤틀림 운동의 반복에 의해, 평면 코일의 금속 재료가 금속 피로에 의해 단선할 가능성이 있어, 평면 코일의 피로강도에 따라 갈바노 미러의 수명이 결정되어 버리는 문제가 있다.

본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 고려하여 발명된 것으로, 구동 코일의 단선고장을 야기하지 않는 전자 엑츄에이터 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 상세한 설명

이를 위해 본 발명에서는, 반도체 기판에, 가동판과 그 가동판을 상기 반도체 기판에 대해 요동 가능토록 축지지하는 토션바를 일체로 형성하고, 상기 가동판의 주연부에 설치한 구동코일과, 그 구동 코일에 정자계를 부여하는 자계발생수단을 구비하고, 상기 구동 코일에 전류를 흘려보냄으로써 발생하는 자기력에 따라 상기 가동판을 구동하는 구성으로 된 전자 엑츄에이터에 있어서, 상기 토션바의 적어도 일부를 도전성으로 형성하고, 이 도전영역을 거쳐서 외부전원과 구동 코일을 전기적으로 접속하는 구성으로 하였다.

이러한 구성에 따르면, 토션바 부분에 다결정 구조의 금속 전기배선이 없어지므로, 토션바의 뒤틀림 운동에 기인하는 금속 피로에 따른 전기배선의 단선고장이 없어진다. 또, 여기서 이용하는 반도체 기판은 단결정구조이기 때문에, 탄성한계의 범위내 사용이라면 수명이 반영구적이다. 따라서, 전자 엑츄에이터의 수명을 늘릴 수 있다.

또한, 상기 토션바 전체를 전도성으로 하여도 좋다.

또한, 상기 가동판의 구동 코일로 둘러싸이는 중앙부에 반사경을 설치하여 갈바노 미러로 한다면, 초소형이면서 얇은 갈바노 미러를 제공할 수 있다.

또한, 상기 가동판이 틀(frame) 모양의 외측 가동판과 평판형의 내측 가동판으로 이루어지고, 상기 토션바가 반도체 기판에 상기 외측 가동판을 축지지하는 제 1 토션바와 그리고 상기 제 1 토션바와 직각으로 축방향으로 정렬되고 상기 외측 가동판의 내측에 상기 내측 가동판을 축지지하는 제 2 토션바로 이루어지며, 상기 외측 가동판의 상면에 제 1 구동코일이 설치되고, 상기 내측가동판의 상면 주연부에 제 2의구동 코일이 설치되며, 상기 제 2 구동 코일에 의해 둘러싸인 내측 가동판 중앙부에 상기 반사경이 설치된 갈바노 미러가 제공된다.

이러한 구성에 의하면, 2축 구조의 갈바노 미러를 형성할 수가 있어, 레이저 광 등의 편향주사를 2차원적으로 행할 수 있다는 이점이 있다.

또한, 상기 제 1 및 제 2 토션바는, 서로 근접하고 또한 전기적으로 절연된, 전체를 도전성으로 하여 2개로 분할된 구성으로 하여도 좋다.

또한, 토션바 형성부분을 제외하고 반도체 기판의 하면에서 상면을 향해 이방성 에칭으로 관통시켜서 반도체 기판에 요동 가능토록 축지지되는 가동판을 형성하는 공정과, 상기 가동판의 상면 주위에 구동 코일을 형성하는 공정과; 그리고 상기 구동 코일에 정자계를 부여하는 자계 발생수단을 고정하는 공정을 구비한 전자 엑츄에이터의 제조방법에 있어서, 상기 토션바 형성부분의 적어도 일부에 P형 불순물을 고농도로 확산해서 도전 영역을 형성한 다음, 상기 이방성 에칭에 의해 가동판을 형성하여, 상기 구동 코일을 형성할 때에, 동시에 상기 도전영역의 양단부에 그 도전영역을 외부전원측과 구동코일측에 각각 접속하기 위한 전극단자부를 형성토록 하였다.

이와 같이, 토션바 형성부분의 적어도 일부에, P형 불순물, 예를 들어 붕소, 알루미늄, 갈륨 및 인듐 중 어느 하나를 사용토록 하였다.

이와 같이, 토션바 형성부분의 적어도 일부에, P형 불순물, 예를 들어 붕소, 알루미늄, 갈륨 및 인듐의 어느 하나를 고농도로 확산하여 도전영역을 형성하면, 이방성 에칭에 의해 가동판을 형성할 때에 토션바 형성부분의 붕소가 고농도로 확산된 도전영역에서는 특정의 에칭액에서 에칭 속도가 극단적으로 느려지므로, 토션바 형성부분이 남아 도전영역을 갖는 토션바를 형성할 수 있다.

이와 같이 형성한 토션바의 도전영역의 체적 저항율은, $10^{-3}\Omega$ cm 정도로서, 실리콘 진성 반도체의 체적 저항율 $2.3\times10^{5}\Omega$ cm에 비해 매우 저항률이 낮아서, 구동 코일에의 전류 공급로로서 충분히 사용할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 전자 엑츄에이터의 제 1 실시예를 나타낸 구성도.

도 2는 상기 제 1 실시예의 토션 바 부분을 나타낸 구성도.

도 3은 상기 제 1 실시예의 제조공정을 나타낸 설명도.

도 4는 본 발명의 제 2 실시예를 나타낸 구성도.

도 5는 상기 제 2 실시예의 토션 바 부분을 나타낸 구성도.

도 6은 본 발명의 제 3 실시예의 주요부 구성도.

실시예

이하, 본 발명의 실시예를 도면을 기초로 하여 설명한다.

도 1 및 도 2에 본 발명의 전자 엑츄에이터로서 1축 구조의 갈바노 미러에 적용한 제 1 실시예의 구성을 나타낸다.

도 1에서, 갈바노 미러 1은, 실리콘 기판(2)의 상하면에, 도면에서 화살표로 나타내었듯이, 각각 예를 들면 붕규산 글래스 등으로 이루어진 상측 및 하측 유리기판(3, 4)을 양극(陽極)접합하여 3층 구조로 하고 있다. 상기 각 유리 기판 (3, 4)은 각각 중앙부에 예를 들면 초음파 가공에 의해 형성한 홈(3A, 4A)을 설치한 구조로 하고, 이에 따라, 실리콘 기판(2)에 형성되는 후술할 가동판(5)의 요동공간을 확보하고 있다. 상기 실리콘 기판(2)에는, 전술한 평판형의 가동판(5)과, 이 가동판(5)의 중심위치에서 실리콘 기판(2)에 대해 기판 상하방향으로 요동 가능토록 가동판(5)을 축지지하는, 본 발명의 특징인 도전성을 갖는 토션 바(6)가 이방성 에칭에 의해 일체로 형성된다. 상기 토션 바(6)의 구성에 대해서는, 도 2를 참조하여 나중에 설명하겠다.

상기 가동판(5)의 상면 주연부에는, 통전에 의해 자계를 발생하는 동(銅)박막의 구동 코일로서의 평면 코일(7) 및 전극 단자(31)가 코일 전주(coil electro-typing)기법 등을 이용해서 형성되어있다. 가동판(5)의 평면 코일(7)로 둘러싸인 상면 중앙부에는, 반사경으로서의 전반사 미러(8)가 알루미늄 증착에 의해 형성되어 있다. 실리콘 기판(2)의 토션 바(6, 6)의 측부 상면에는, 토션 바(6, 6)의 부분을 거쳐 평면 코일(7)의 전극 단자(31)와 전기적으로 접속하는 한 쌍의 전극 단자(9, 9)가 코일 전주 기법등으로 형성되어있다.

상측 및 하측 유리 기판(3, 4)의 도면중 좌우측에는, 상기 토션 바(6, 6)의 축방향과 평행한 가동판(5)의 대향단부의 평면 코일(7)부분에 정자계를 작용시키는 서로 쌍을 이루는 원형 모양의 영구자석(10A, 10B)과 (11A, 11B)가 설치되어있다. 서로 쌍을 이루는 영구자석(10A, 10B)은, 예를 들면 하측이 N극, 상측이 S극이 되도록 설치되고, 서로 쌍을 이루는 영구자석(11A, 11B)은, 거꾸로 하측이 S극, 상측이 N극이 되도록 설치된다. 여기서, 상기 영구자석(10A, 10B)과 (11A, 11B)가 정자계 발생수단에 상당한다.

다음으로, 본 발명의 특징인 상기 토션 바(6, 6)에 대해 도 2를 참조로 하여 기술한다. 또, 각 토션 바(6, 6)부분은 같은 구성이므로, 여기서는, 한 쪽의 토션바 부분에 대해서만 설명한다.

본 실시예의 토션 바(6) 부분은, P형 불순물, 예를 들어 붕소가 고농도로 확산되어서 토션 바(6) 전체가 도전성을 띤다. 그리고, 이 도전성의 토션 바(6)의 반도체 기판(2)측 단부 부근에는, 도면중 파선으로 나타낸 도전영역내에, 외부 전원(미도시)에 전기적으로 접속하기 위한 전극단자(9)가 형성된다. 또한, 토션 바(6)의 가동판(5) 측단부 부근에는, 도면중 파선으로 나타낸 도전영역내에, 가동판(5)상의 평면 코일(7)에 전기적으로 접속하기 위한 전극단자(31)가 형성되어 있다.

이러한 구성에 있어서, 평면 코일(7)은, 도전성의 토션 바(6)를 거쳐 외부전원과 전기적으로 접속되어서 전류가 공급된다. 그리고, 예를 들어 붕소의 불순물 농도를 10^{20} / ㎤로 하면, 상기 토션 바(6)의 도전영역의 체적 저항율은 약 $10^{-3}\Omega$ cm이므로, 실리콘의 진성 반도체의 체적 저항율인 2. 3 × $10^{5}\Omega$ cm와 비교하여 아주 낮고 전도성이 높기 때문에, 충분히 전류 통로로서 기능을 할 수 있다.

이와 같이, 토션 바(6)을 도전성으로 하고, 토션 바(6) 자체를 거쳐서 평면 코일(7)에 전류를 공급하는 구성으로 한다면, 토션 바(6)위에 다결정구조의 금속배선 패턴을 설치할 필요가 없어져, 토션 바(6)의 뒤틀림 운동에 의한 금속배선의 단선고장을 없앨 수 있다. 그리고, 반도체 기판은 단결정 구조이므로, 탄성한계의 범위내에서 사용한다면 수명은 반영구적이다. 따라서, 플래너형 갈바노 미러의 수명을 늘릴 수 있어, 신뢰성이 향상한다.

또, 본 실시예의 갈바노 미러의 동작원라는, 종래와 같으므로, 여기서는 설명을 생략한다.

다음으로, 상기 제 1 실시예의 갈바노 미러의 토션 바 부분의 제조공정을, 도 2를 참조하면서 설명한다.

우선, 실리콘 기판(101)의 상하면을 열산화하여 산화막(102)을 형성한다(a 공정).

다음으로, 표면측의 토션 바 형성부분의 산화막을 제거해서 불순물 확산용 구멍(103)을 형성하고(b 공정), 이 구멍으로부터 불순물인 붕소를 고농도로 확산하여 도전영역(104)을 형성한다(c 공정).

1100℃에서 1시간 열산화하여 도전영역(104)위에 산화막을 형성하고(d 공정), 나아가 그 위에 스퍼터링에 의해 SiO_2막을 형성한다(e 공정).

다음으로, 배면측에 포토리소그래피에 의해 관통 구멍의 패턴을 형성하고, 관통 구멍(105)부분의 산화막을 에칭 제거한 후(f 공정), 관통 구멍(105)부분에 이방성 에칭을 행한다. 이에 따라, 가동판(5)부분이 형성되며, P^+ 에칭 스톱 작용에 의해 도전영역(104)는 에칭되지 않고, 도전영역(104)로 이루어진 도전성의 토션 바(6)이 또한 동시에 형성된다(g 공정). 또한, P형 불순물로서 붕소(B)를 대신하여, 알루미늄(Al), 갈륨(Ga) 혹은 인듐(In) 등을 이용하여도 P^+ 에칭 스톱 작용을 이용할 수 있다. 또, P^+ 에칭 스톱 작용을 이용치 않고 형성하는 경우는, P형 불순물로서, 일(P), 비소(As), 안티몬(Sb), 비스마스(Bi) 등을 사용할 수 있다.

다음으로, 전극단자 형성부분의 산화막을 제거해서 콘택트 홀(106)을 형성한다(h 공정).

다음으로, 표면측의 산화막(102)위에, 종래 공지의 코일 전주 기법에 의해 평면 코일(7) 및 전극단자(9, 31)를 형성한다(i 공정).

코일 전주법은, 실리콘 기판(101)의 표면측에 니켈 스퍼터를 행하여 니켈층을 형성하고, 전해 도금 또는 스퍼터에 의해 동(銅)층을 형성한다. 그 다음, 포지티브형의 레지스트로 평면 코일 및 전극단자에 해당하는 부분을 마스킹하고, 동 에칭, 니켈 에칭을 순차적으로 행하며, 에칭 후, 레지스트를 제거한다. 이어서, 동 전해도금을 행해서 니켈층의 전체둘레를 동으로 덮어서 평면 코일 및 전극단자에 상당하는 동층을 형성한다. 그 다음, 동층을 제외한 부분에 네가티브형의 도금 레지스트를 도포한 후, 동 전해 도금을 행해서 동 층을 두껍게하여, 평면 코일 및 전극단자를 형성한다.

그 다음, 2층째의 평면 코일과 절연하기 위하여, 예를 들면 감광성 폴리이미드 등의 절연층(107)을 형성한다. 이 절연층 107은, 전극단자부와 1층째와 2층째의 코일 접속부를 제외하고 형성한다(j 공정).

이어서, 상기 절연층(107)의 위에, 다시한번 코일 전주 기법에 의해 2층 째의 평면 코일을 형성하고(k 공정), 그 위에 감광성 폴리이미드 등의 절연층(107)을 형성한다(l 공정).

그 후, 가동판(5)의 상면 중앙부에 알루미늄 증착에 의해 전반사 미러(8)을 형성하고, 실리콘 기판의 상하면에 상측 유리기판(3)과 하측 유리기판(4)을 각각 양극접합에 의해 결합하며, 상하의 유리기판(3, 4)의 소정위치에 영구자석을 부착한다.

이제, 2축의 갈바노 미러에 적용한 본 발명의 제 2 실시예에 대해 설명한다.

상기 제 1 실시예의 1축 갈바노 미러의 경우는, 토션 바 부분에 한줄의 배선만 있으면 충분하지만, 2축의 갈바노 미러에서는, 토션 바 부분에 2줄의 배선을 필요로 한다.

제 4도 및 제 5도에 본 발명의 전자 엑츄에이터로서 2축 구조의 갈바노 미러에 적용한 제 2 실시예의 구성을 나타낸다. 또, 제 1 실시예와 동일한 요소에는 동일한 부호를 부여하였다.

제 4도에서, 2축의 갈바노 미러(20)에서는, 실리콘 기판(2)의 가동판(5)이, 틀 모양의 외측 가동판(5A)과 평판형의 내측가동판(5B)으로 구성된다. 외측가동판(5A)은, 제 1 토션 바(6A, 6A)에서 실리콘 기판(2)에 축지지된다. 내측가동판(5B)은, 상기 제 1 토션 바(6B, 6B)와 서로 직교 형성된 제 2 토션 바(6B, 6B)에서 외측가동판(5A)에 축지지된다. 외측가동판(5A)의 상면에는, 제 1의 토션바(6A)의 한쪽 부분을 거쳐서 실리콘 기판(2)위의 한쌍의 외측 전극단자(9A, 9A)에 전기적으로 접속하는 전극단자(31) 및 제 1 구동코일로서의 평면 코일(7A)(도에서는 전극단자 근방을 제외하고 모식적으로 한줄의 선으로 나타냄)가 설치되어있다. 또, 내측가동판(5B)의 상면에는, 제 2의 토션 바(6B)의 한쪽으로부터 외측가동판(5A) 부분을 통과하여, 제 1의 토션 바(6A)의 다른쪽을 거쳐서 실리콘 기판(2)상의 내측 전극단자(9B, 9B)에 전기적으로 접속하는 전극단자(41) 및 제 2의 구동코일로서의 평면 코일(7B)(도면에서는 전극단자 근방을 제외하고 모식적으로 한줄의 선으로 나타냄)가 설치됨과 동시에, 중앙부에 전반사 미러8이 형성된다. 또, 내측가동판(5B)의 평면 코일(7B)에 제 2의 토션 바(6B)를 거쳐서 접속하는 외측가동판(5A) 부분의 코일 배선 단부에, 전극단자(42)가 형성된다.

또, 본 실시예인 2축 구조의 경우에는, 상측 및 하측 유리기판(3, 4)에는, 2개씩 쌍이된 각각 8개씩의 정자계 발생수단으로서의 영구자석(10A ~ 13A)와 (10B ~ 13B)가 도면에 나타낸 것과 같이 배치된다. 영구자석(10A, 10B)와 (11A, 11B)는, 외측 가동판 구동용의 자계를 발생시키는 것이고, 영구자석(12A, 12B)와 (13A, 13B)은, 내측가동판 구동용의 자계를 발생시키는 것이다.

도 5에 제 2 실시예의 상기 제 1 및 제 2의 토션 바(6A, 6B)부분의 구성을 나타내고 설명한다. 또, 각 토션 바(6A, 6B)부분은 같은 구성이므로, 여기서는, 외측가동판(5A)측의 평면코일(7A)와 전극단자(9A)를 접속하는 토션 바 부분에 대해 설명한다.

도 5에 나타내었듯이, 토션 바(6A)부분에, 도면에서 일점쇄선으로 나타내었듯이, 간격을 두고 평행하게 서로 절연하여 2개의 불순물확산에 의한 도전영역(104, 104)를 형성한다.

이 경우, 약 300㎛의 폭을 갖는 토션 바(6A)에 대해, 각 도전영역(104, 104)의 폭은 약 50㎛ 정도면 충분하고, 반도체 제조기술에 있어서의 소자간 분리기술에 의해 2개의 도전영역(104, 104)을 서로 절연하는 것은 가능하므로, 아무런 지장없이 실현할 수 있다.

이러한 구성에 의해, 제 1 실시예와 마찬가지로, 플래너형 갈바노 미러의 수명을 늘리고 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

또, 내측가동판(5B)측의 평면 코일(7B)를 외측가동판(5A)상의 코일 배선에 접속하는 제 2의 토션 바(6B)부분은, 도 5에서, 전극단자(9A)가 전극단자(42)로 바뀌고, 전극단자(31)이 전극단자(41)로 바뀌며, 평면 코일(7A)가 평면 코일(7B)로 바뀔 뿐이다.

또, 도 6에 나타낸 제 3 실시예와 같이 토션 바 부분을 구성해도 좋다.

즉, 토션 바(6A)의 중간부분을 관통시켜서, 서로 근접한 두개의 토션 바(6a, 6b)로 분할구성하고, 각 토션 바(6a, 6b)를, 도 2에 나타낸 제 1 실시예와 마찬가지로, 전체적으로 불순물을 확산시켜서 도전영역으로 한다.

이 경우는, 토션 바가 하나인 구조와는 토션 바에 의한 스프링 반발특성이 다르고, 자기력과 스프링 반력과의 관계가 토션 바가 하나인 구조의 경우와는 다르지만, 갈바노 미러로서 동작시키는 데에는 어떠한 영향도 없고, 제 1 및 제 2 실시예와 마찬가지로 코일의 단선방지 효과를 가지므로, 플래너형 갈바노 미러의 수명을 연장시켜 신뢰성을 향상할 수 있다.

또, 1축의 갈바노 미러의 경우에도, 도 5에 나타냈듯이, 토션 바(6)의 일부에 불순물의 확산에 따른 도전영역을 형성토록 하는 것이 좋다는 것은 말할 필요도 없다. 또, 각 영구자석을 다른 고정부에 부착토록 하면, 상측 및 하측의 유리기판(3, 4)는 반드시 필요치는 않게된다.

본 실시예에서는, 전자 엑츄에이터로서 플래너형 갈바노 미러에 적용한 예를 나타내었으나, 전술한 플래너형 전자 릴레이나 광검출장치 등의 전자 엑츄에이터에 대해서도 적용할 수 있음은 물론이다.

이상과 같이 본 발명에 따르면, 토션 바 부분을 도전성으로 하여, 토션 바의 도전영역을 거쳐서 외부전원과 구동 코일과를 전기적으로 접속하는 구성으로 하였기 때문에, 토션 바의 뒤틀림 운동의 반복에 따른 코일 통전용 배선의 단선고장을 방지할 수 있어, 플래너형 전자 엑츄에이터의 내구성 및 신뢰성을 향상할 수 있다.

산업상 이용 가능성

본 발명은, 이러한 종류의 초소형 플래너형 전자 엑츄에이터의 내구성을 향상할 수 있고, 이러한 종류의 플래너형 전자 엑츄에이터를 응용하는 기기의 수명 및 신뢰성을 향상할 수 있어, 산업상의 이용가능성이 크다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

반도체 기판에, 가동판과 그 가동판을 상기 반도체 기판에 대해 요동 가능하도록 축지지하는 토션 바와 일체로 형성하고, 상기 가동판의 주연부에 설치한 구동 코일과, 그 구동 코일에 정자계를 부여하는 자계발생수단을 구비하여, 상기 구동 코일에 전류를 흘려보냄으로써 발생하는 자기력에 의하여 상기 가동판을 구동하는 구성의 전자 엑츄에이터에 있어서,

상기 토션 바의 적어도 일부에 불순물을 확산시켜서 도전 영역을 형성하고, 이 도전영역을 거쳐서 외부전원과 구동 코일을 전기적으로 접속하는 구성으로 한 것을 특징으로 하는 전자 엑츄에이터.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 토션 바 전체를 도전영역으로 한 것을 특징으로 하는 전자 엑츄에이터.

청구항 3.

제 1항에 있어서, 상기 가동판의 구동 코일로 둘러싸인 중앙부에 반사경을 설치하여 구성되는 갈바노 미러인 것을 특징으로 하는 전자 엑츄에이터.

청구항 4.

제 3항에 있어서, 상기 가동판이 틀 모양의 외측 가동판과 평판형의 내측 가동판으로 이루어지고, 상기 토션바가 반도체 기판에 상기 외측 가동판을 축지지하는 제 1 토션바와 상기 제 1 토션바와 축방향으로 직교하고. 상기 외측 가동판의 내측에 상기 내측 가동판을 축지지하는 제 2 토션바로 이루어지며; 상기 외측 가동판의 상면에 제 1 구동코일이 설치되고, 상기 내측가동판의 상면 주연부에 제 2의 구동 코일이 설치되며, 상기 제 2 구동 코일에 의해 둘러싸인 내측 가동판 중앙부에 상기 반사경이 설치되어 구성된 갈바노 미러인 것을 특징으로 하는 전자 엑츄에이터.

청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 토션바는 전체가 도전영역인 두 개의 도전영역으로 분할하여 구성되며, 상기 분할된 도전영역은 서로 근접하여 배치되고 전기적으로 절연되어 있는 것을 특징으로 하는 전자 엑츄에이터.

청구항 6.

토션바 형성부분을 제외하고 반도체 기판의 하면으로부터 상면을 향하여 이방성 에칭에 의하여 관통시켜서 반도체 기판에 요동 가능하도록 축지지되는 가동판을 형성하는 공정과, 상기 가동판의 상면 주위에 구동 코일을 형성하는 공정과, 그리고 상기 구동 코일에 정자계를 부여하는 자계발생수단을 고정하는 공정을 구비한 전자 엑츄에이터의 제조방법에 있어서,

상기 토션바 형성부분의 적어도 일부에 P형 불순물을 고농도로 확산하여 도전 영역을 형성한 다음, 상기 이방성 에칭에 의해 가동판을 형성하여, 상기 구동 코일을 형성할 때에, 동시에 상기 도전영역의 양단부에 그 도전영역을 외부 전원측과 구동코일측에 각각 접속하기 위한 전극 단자부를 형성하도록 한 것을 특징으로 하는 전자 엑츄에이터의 제조방법.

청구항 7.

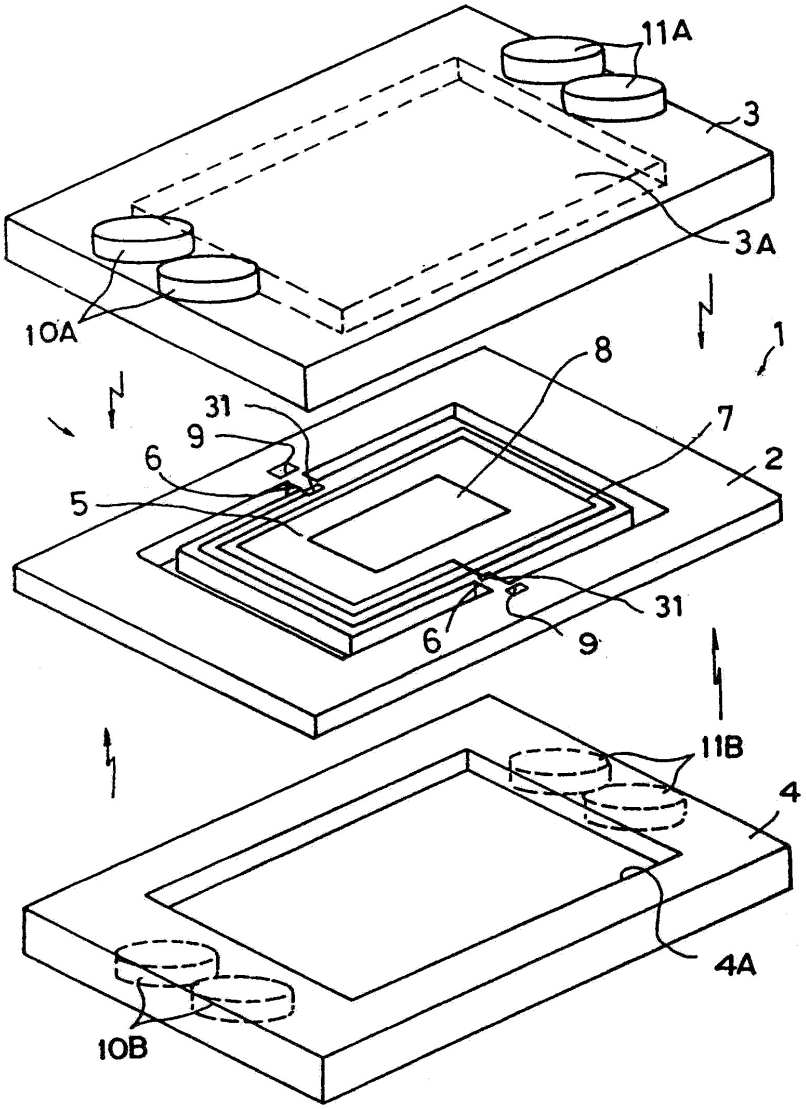
제 6항에 있어서, 상기 P형 불순물은 붕소, 알루미늄, 갈륨 및 인듐의 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전자 엑츄에이터의 제조방법.

청구항 8.

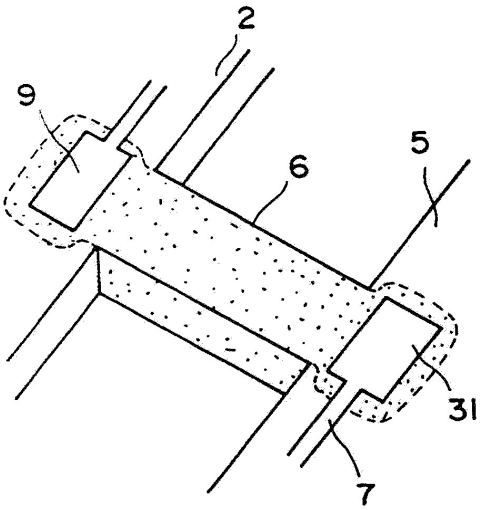
제 6항에 있어서, 상기 구동 코일로 둘러싸인 가동판 중앙부에 반사경을 형성하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 엑츄에이터의 제조방법.

도면

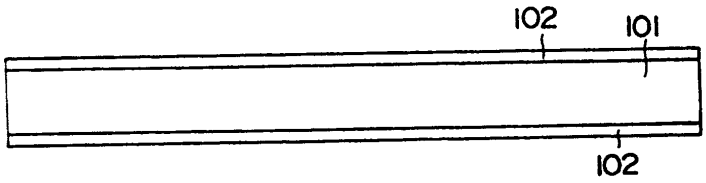
도면1



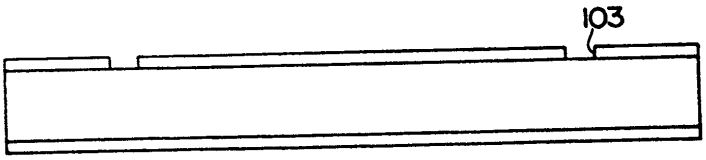
도면2



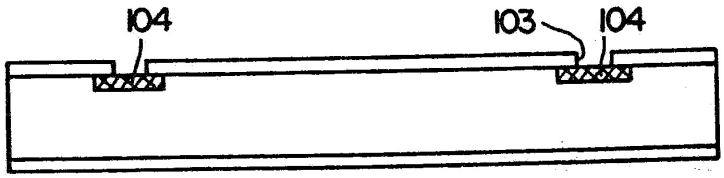
도면3a



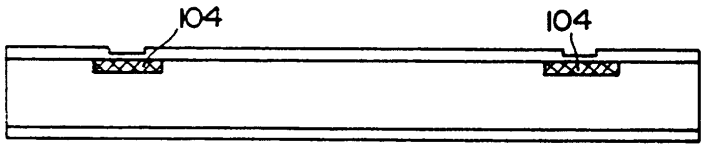
도면3b



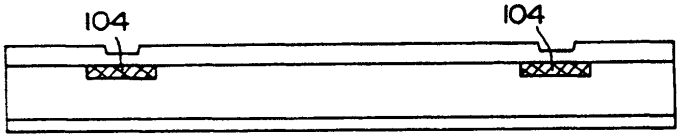
도면3c



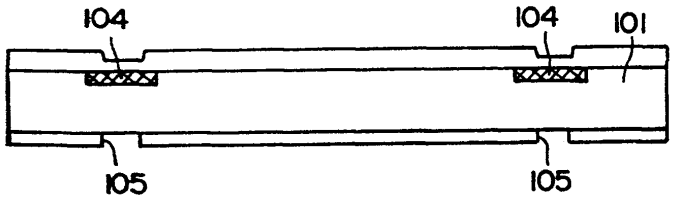
도면3d



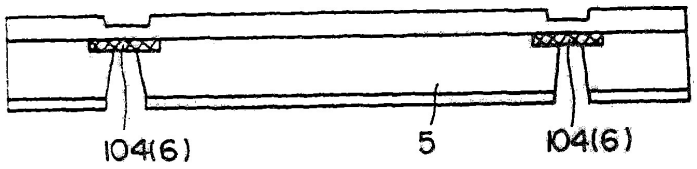
도면3e



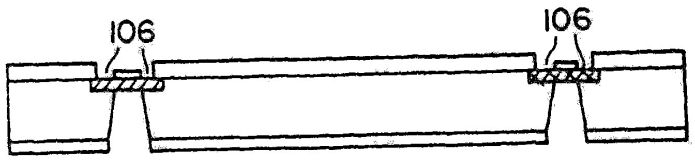
도면3f



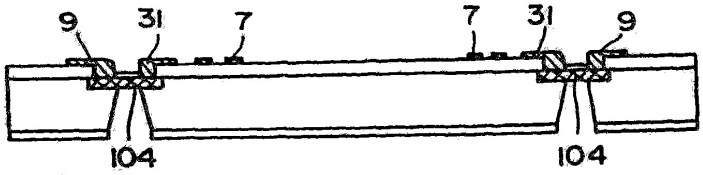
도면3g



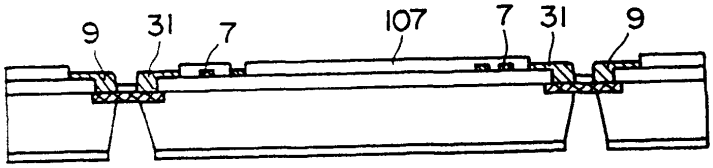
도면3h



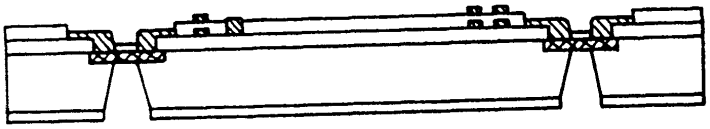
도면3i



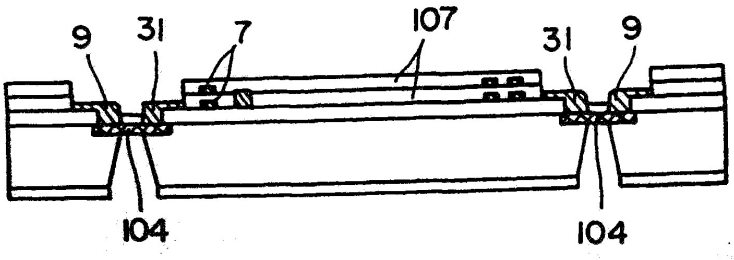
도면3j



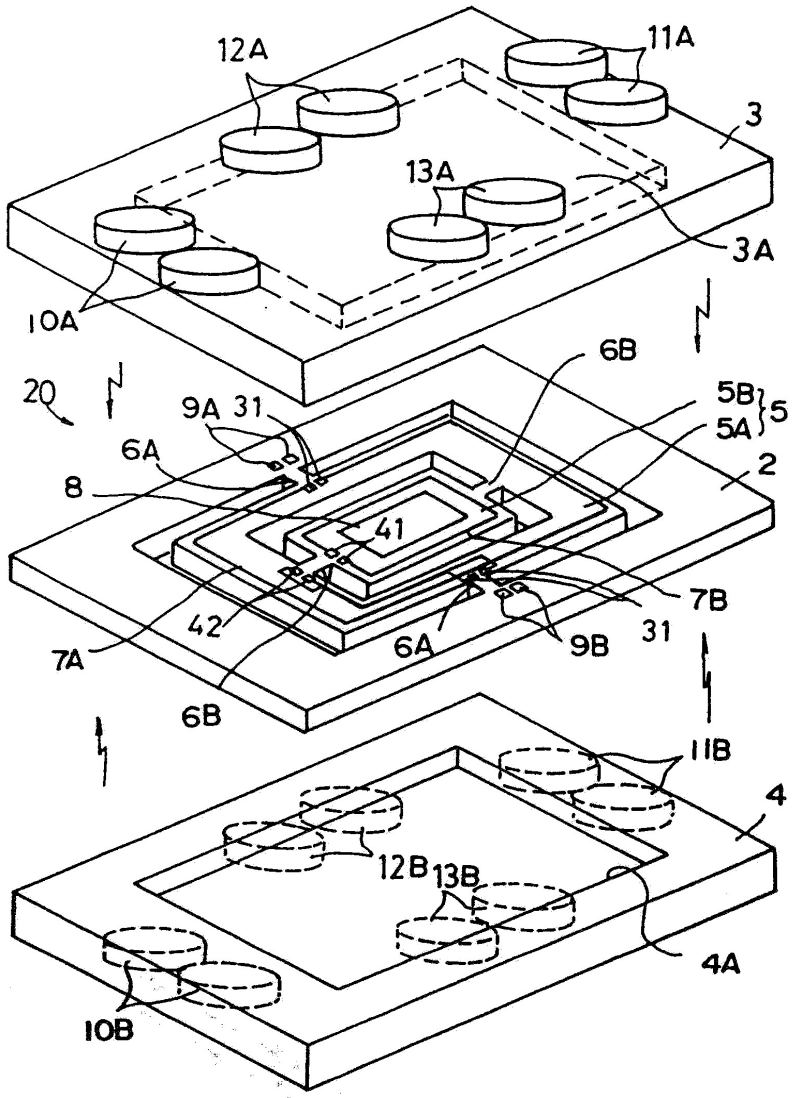
도면3k



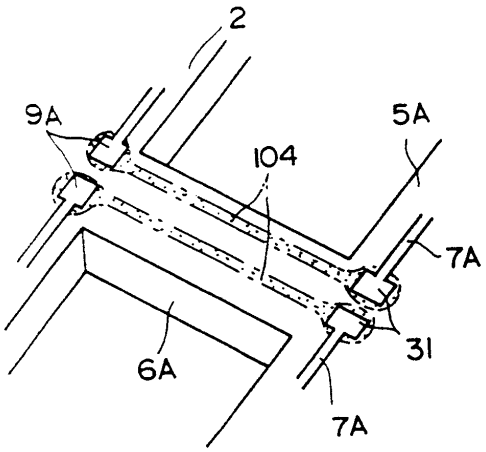
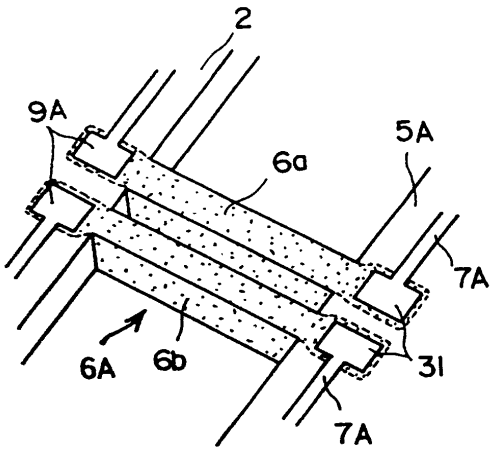
도면3l



도면4


12A
11A
3
13A
3A
10A
20
9A
31
6B
5B
5A
5
6A
8
2
41
7B
42
6A
9B
31
7A
6B
11B
4
12B
13B
4A
10B

도면5


2
9A
5A
104
7A
31
6A
7A

도면6