(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0105786
(43) 공개일자 2008년12월04일

(51) Int. Cl.
H01L 29/00 (2006.01) *G06F 17/50* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0053812
(22) 출원일자 2007년06월01일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
원태영
서울 강남구 대치동 506 선경아파트 7-504
이승배
서울 용산구 이태원2동 대림아파트 107동 405호
(뒷면에 계속)

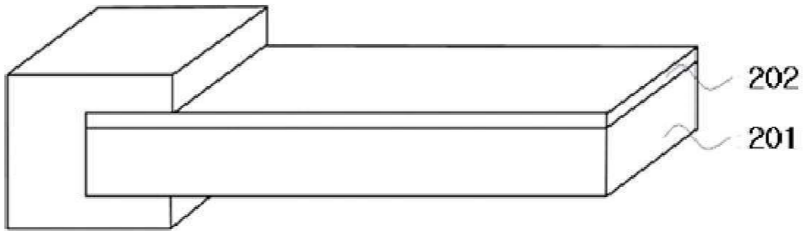
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 탄성에너지를 고려한 캔틸레버 구조 유한요소 해석 방법

(57) 요 약

본 발명은 멤스(Micro Electro Mechanical System : MEMS) 기술로 캔틸레버 구조에 대한 것으로, 탄성에너지를 고려한 자기변형계수를 구하기 위한 자기변형 박막의 자기변형계수의 측정을 위한 장치에 관한 것이다. 자기변형 박막의 정확한 자기변형계수(magnetostrictive coefficient) 측정은 자기변형현상을 응용하는 MEMS 작동기의 설계에 있어 매우 중요하다. 자기변형계수는 측정하고자 하는 자기변형 박막이 증착된 캔틸레버의 횡 방향 변위를 측정함으로써 측정할 수 있는데 이것은 캔틸레버의 횡 방향 변위가 자기변형계수에 선형적으로 의존하기 때문이다. 이에 본 발명은 자기변형 박막에 대해 자기변형 박막의 탄성에너지가 고려된 이론식을 적용하여 자기변형계수를 계산하고, 오차범위를 줄일 수 있는 Tb-Fe film 과 Sm-Fe film을 사용하는 캔틸레버를 제작하는 방법을 고안하였다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

김영호

인천 남구 용현동 253번지 인하대학 2북 286호

조범구

인천 계양구 작전1동 동보2차아파트 105동 1701호

특허청구의 범위

청구항 1

캔틸레버 자기변형박막의 수치 해석 방법에 있어서,

(a) 중간층에 Polymide 기판을 두고 상기 리소그래피 공정을 통해 트렌치가 형성될 위치를 정의하는 마스크 패턴을 형성하는 단계;

(b) 상기 마스크 패턴을 마스크로 해서 식각하고, 이어서 노출되는 Polymide 기판을 50um 의 깊이로 노출될 때까지 식각해서 트렌치를 형성하는 단계;

(c) 상기 단계 (b)에서 형성된 트렌치에 대해서 Polymide 표면이 트렌치 바닥면에 노출되도록 트렌치의 측벽에 스페이서를 형성하는 단계;

(d) 상기 노출된 Polymide 기판에 선택적 에피층 성장 방식으로 반도체막을 형성해서 상기 트렌치를 채워 넣는 단계;

(e) 상기 Polymide 기판의 TbDyFe 박막을 형성하는 단계를 포함하는 캔틸레버 제조 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<21> 본 발명은 멤스(Micro Electro Mechanical System : MEMS) 기술의 캔틸레버 구조에 대한 것으로, 탄성에너지를 고려한 자기변형계수를 구하기 위한 자기변형 박막의 자기변형계수의 측정을 위한 장치에 관한 것이다.

<22> MEMS란 마이크로시스템, 마이크로머신, 마이크로메카트로닉스 등의 동의어로서 혼용되고 있으며 번역하면 초소형시스템이나 초소형기계를 의미한다. 즉, 마이크로머신이 느끼고 생각하며, 운동하는 시스템을 일컫는다. 기계적 부품들을 반도체 공정을 이용하여 전기적 소자로 구현하는 기술로서, 이를 이용하면 수 um 이하의 초미세 구조를 지닌 기계, 장비를 설계할 수 있다는 점에서, 전자, 기계, 의료, 방산 등 전 산업 분야에 엄청난 변혁을 불러올 것으로 예측하고 있다. 특히 최근 각광을 받고 있는 MEMS 기술로 제조된 스위치 소자들은, 일반적으로 초소형으로 제조될 수 있으므로, 휴대폰과 같은 각종 소형기기 등에 내장되어 수십 nm ~ 수 um 의 기계적 움직임을 수 pico F의 전기적 신호로 바꾸는 동작을 한다.

<23> 이러한 MEMS 구조물의 변위는 자기변형계수를 통해 측정할 수 있다. 마이크로 캔틸레버는 MEMS 기술로 만들 수 있는 가장 간단한 구조 중 하나로 AFM(atomic force microscope)과 같은 전자현미경의 탐침, 초미세 질량의 검출기, 차세대 저장매체 등 다양한 분야에서 핵심소자로서 활용되고 있다.

<24> 자기변형계수는 측정하고자 하는 자기변형 박막이 증착된 캔틸레버의 횡 방향의 변위를 측정함으로써 측정할 수 있는데 이것은 캔틸레버의 횡 방향 변위가 자기변형계수에 선형적으로 의존하기 때문이다. 최근까지 캔틸레버의 횡 방향 변위를 자기변형계수, 탄성계수, 포아송 비 등의 함수로 보다 정확하게 표현하려는 측정법이 연구되어 왔다. 그러나 이러한 방법은 '자기변형 박막의 두께가 기판에 비해 훨씬 작기 때문에 자기변형 박막의 탄성에너지는 무시 할 수 있다' 고 가정하고 있다. 그러나 이러한 가정의 타당성은 지금까지 전혀 검증된 바가 없다.

<25> 따라서 본 발명은 자기변형계수를 측정하는데 있어서, '자기변형 박막의 탄성에너지를 무시할 수 있는가' 라는 의문점에서부터 출발했다. 우선 실험을 통해 탄성에너지의 자기변형계수에 미치는 영향력을 알아보았다. 캔틸레버에 회전 자기장을 인가하고 캔틸레버의 횡 방향 변위를 측정하였다. Tb-Fe 박막의 경우 계산된 두 자기변형 상수들은 거의 두 배에 달하는 매우 큰 차이가 발생함을 확인할 수 있다. Sm-Fe 박막의 경우 역시 상당한 차이가 관찰되었다. 해석결과의 정량적인 논의를 위해 다음의 상수들이 정의되었다.

수학식 1

$$\xi = \frac{\tau_\varsigma}{\tau_s} \times 100$$

<26>

수학식 2

$$\varsigma = \frac{\tau_\varsigma}{\tau_s}\frac{E_\varsigma}{E_s}\frac{1-V_s^2}{1-V_\varsigma^2} \times 100$$

<27>

수학식 3

$$\aleph = \frac{\lambda_c - \lambda_n}{\lambda_c}$$

<28>

<29> 여기서 ξ 는 박막과 기판의 두께의 비이며 ς 는 박막과 기판의 탄성에너지의 비이 다. 또한 $\aleph$ 는 자기변형 상수의 계산오차이며 λ_c 와 λ_n 는 각각 박막의 탄성에너지가 고려된 경우와 무시된 경우에 해당하는 자기변형상수이다. TbDyFe / Si의 경우 ξ 가 매우 큼에도 불구하고 $\aleph$ =9.8의 작은 오차가 발생하는 것으로 나타났다. 반대로 나머지 두 경우에는 자기변형박막의 두께가 기판의 두께에 비해 매우 작음에도 불구하고 계산 오차가 관찰되었다. 상수 ς 와 계산오차 $\aleph$ 사이에는 직접적인 관계가 있음을 확인할 수 있었으며, 상대적으로 ξ 는 계산오차 $\aleph$ 사이에는 미약한 연관성이 존재하는 것으로 나타났다. 즉 '자기변형 박막의 두께가 기판에 비해 훨씬 작기 때문에 자기 변형 박막의 탄성에너지는 무시 할 수 있다' 는 일반적인 가정은 항상 옳지 않다는 결론을 내릴 수 있었다. 도3의 결과표를 보면 탄성에너지를 무시했을 때의 경우와 감안했을 경우를 봤을 때, 무시했을 경우 15H 일 때 자기변형상수가 150, 감안했을 경우 230으로 나온 것을 봤을 때, 약 53%의 자기변형상수의 향상효과를 볼 수 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<30> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 제공된 것으로, 자기변형 박막의 탄성에너지를 고려한 자기변형 상수를 얻음으로써 낮은 자기변형 형상수를 가진 자기변형 MEMS 작동기의 정확한 구조 해석을 하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

<31> 상기 목적을 달성하기 위해서 본 발명은 자기변형 박막의 탄성에너지를 고려한 자기변형 상수를 얻음에 있어서 Tb-Fe film 과 Sm-Fe film을 사용하는 캔틸레버를 제조하는 방법에 있어서, (a) 중간층에 Polymide 기판을 두고 상기 리소그래피 공정을 통해 트렌치가 형성될 위치를 정의하는 마스크 패턴을 형성하는 단계; (b) 상기 마스크 패턴을 마스크로 해서 식각하고, 이어서 노출되는 Polymide 기판을 50um 의 깊이로 노출될 때까지 식각해서 트렌치를 형성하는 단계; (c) 상기 단계 (b)에서 형성된 트렌치에 대해서 Polymide 표면이 트렌치 바닥면에 노출되도록 트렌치의 측벽에 스페이서를 형성하는 단계; (d) 상기 노출된 Polymide 기판에 선택적 에피층 성장 방식으로 반도체막을 형성해서 상기 트렌치를 채워 넣는 단계 (e) 상기 Polymide 기판의 TbFe 박막을 형성하는 단계를 포함하는 반도체 소자 제조 방법을 제공한다.

<32> 이하에서는 도1 내지 도2를 참조하여 본 발명에 따른 탄성에너지를 고려할 수 있는 캔틸레버 제조 방법의 양호한 실시예를 상세히 설명한다.

<33> 도1을 참조하면, 본 발명에 따른 캔틸레버 제조 방법은 Polymide 기판에 트렌치를 형성하여 두 가지의 Tb-Fe 박

막 또는 Sm-Fe 박막을 기판위에 형성하여 적은 오차범위의 자기변형계수를 구하는데 그 특징으로 한다.

<34> 즉, 도3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따라 격자 방향(crystal orientation)이 (100)인 실리콘 기판위에 캔틸레버의 앵커부분이 되는 실리콘 층과 beam 부분이 될 곳을 지탱해주는 희생층이 형성되어 있다,

<35> 이어서, Tb-Fe 박막 또는 Sm-Fe 박막을 표면 연마를 통해 박막층을 형성한다. 본 발명의 양호한 실시예로서, 선택적 에피층 성장은 화학 기상 증착(CVD) 또는 급속 화학 증착의 방법을 이용할 수 있다.

<36> 리소그래피 작업을 통해 트렌치가 형성될 부위를 정의하고 도4에 도시한 바와 같이 식각 공정을 통해 Polymide 기판이 노출되도록 PR 층을 식각해서 트렌치를 형성한다.

<37> 그리고 나면, 노출된 Polymide 위에만 선택적으로 실리콘 에페택셜 층이 형성되도록 하는 공정이 진행된다. 이를 위하여, 도5를 참조하면, 트렌치의 측벽에 스페이서(spacer; 501)를 형성한다. 본 발명의 양호한 실시예에 따라, 스페이서는 질화막이 사용될 수 있다. 이 때에, 선택적 실리콘 에피층(SEG; selective epitaxial gtowth)이 성장될 트렌치의 폭은 최소 선폭에 비하여 상당히 크므로, 즉 디자인 룰 상에 디멘전이 크므로 제조상에 어려움은 없다.

<38> 마지막으로, 캔틸레버의 앵커가 형성될 부위를 정의하고 선택적 실리콘 에피층(SEG; selective epitaxial gtowth)으로 Si 층을 형성한다.

<39> 전술한 내용은 후술할 발명의 특허 청구 범위를 더욱 잘 이해할 수 있도록 본 발명의 특징과 기술적 장점을 다소 폭넓게 개선하였다. 본 발명의 특허 청구 범위를 구성하는 부가적인 특징과 장점들이 이하에서 상술 될 것이다. 개시된 본 발명의 개념과 특정 실시예는 본 발명과 유사 목적을 수행하기 위한 다른 구조의 설계나 수정의 기본으로서 즉시 사용될 수 있음이 당해 기술 분야의 숙련된 사람들에 의해 인식되어야 한다.

<40> 또한, 본 발명에서 개시된 발명 개념과 실시예가 본 발명의 동일 목적을 수행하기 위하여 다른 구조로 수정하거나 설계하기 위한 기초로서 당해 기술 분야의 숙련된 사람들에 의해 사용될 수 있을 것이다. 또한, 당해 기술 분야의 숙련된 사람에 의한 그와 같은 수정 또는 변경된 등가 구조는 특허 청구 범위에서 기술한 발명의 사상이나 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 진화, 치환 및 변경이 가능하다.

발명의 효과

<41> 본 발명은 MEMS 제조 공정을 이용한 박막 탄성에너지를 고려한 캔틸레버 소자에 관한 것이며, 특히 기존의 박막 탄성에너지를 고려하지 않은 경우보다 정확한 횡 방향 변위를 측정할 수 있으며, 이에 따라 우수한 성능의 캔틸레버를 설계하는데 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도1은 종래의 기술에 따라 자기변형 계수를 측정하는 캔틸레버와 해석에 사용된 기계적 물성 상수를 나타내는 도면.

<2> 도2는 본 발명에 따라 고안된 자기변형 캔틸레버를 나타내는 도면.

<3> 도3은 본 발명에 따른 실리콘 기판위에 캔틸레버의 앵커부분이 되는 실리콘 층과 beam 부분이 될 곳을 지탱해주는 희생층을 나타내는 도면.

<4> 도4는 본 발명에 따른 리소그래피 작업을 통해 트렌치가 형성될 부위를 정의를 나타내는 도면..

<5> 도5는 본 발명에 따른 스페이서(Spacer) 형성을 나타내는 도면.

<6> 도6은 본 발명에 따른 최종 공정후의 형태를 나타내는 도면.

<7> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<8> 101 : Si 층

<9> 102 : TbDyFe Film

<10> 201 : Polymide

<11> 202 : Tb-Fe Film or Sm-Fe film

<12> 301 : Si 기판

<13> 302 : Si 층

<14> 303 : sacrificial 층

<15> 401 : Tb-Fe Film or Sm-Fe film

<16> 402 : Photoresist

<17> 403 : 마스크

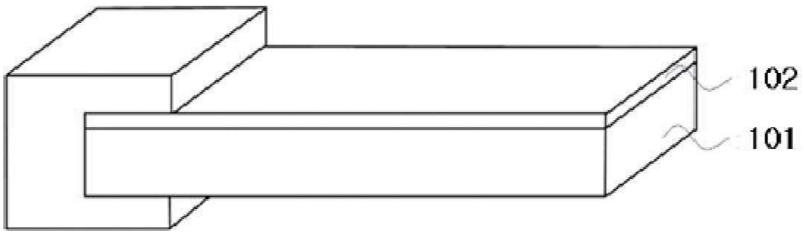
<18> 404 : UV

<19> 501 : Spacer

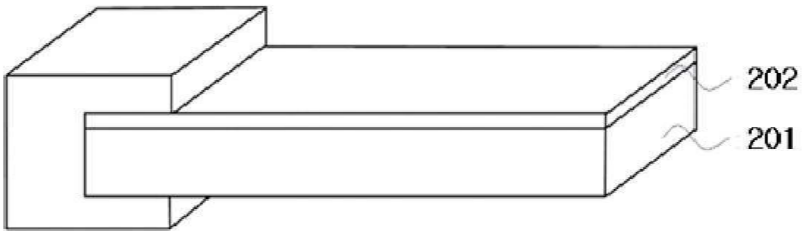
<20> 601 : Si 층

도면

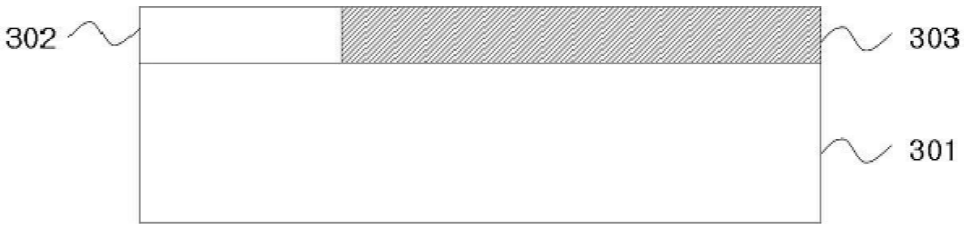
도면1



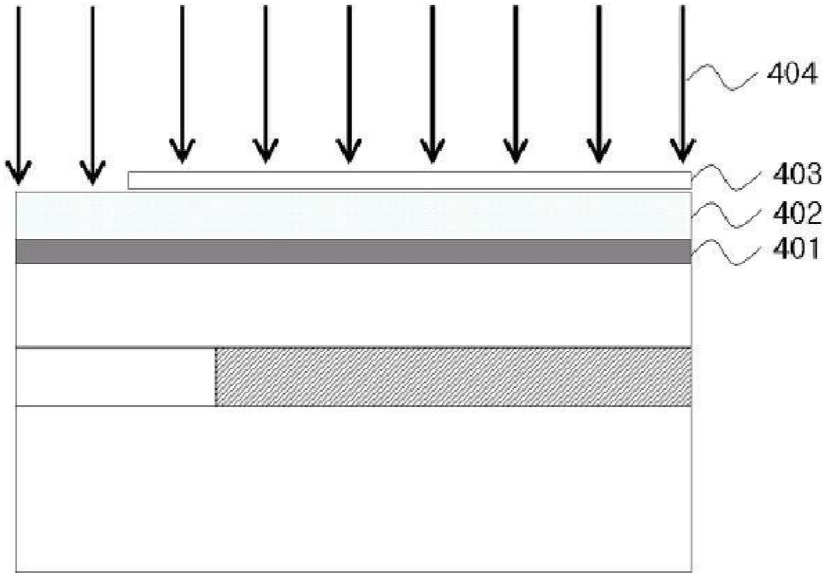
도면2



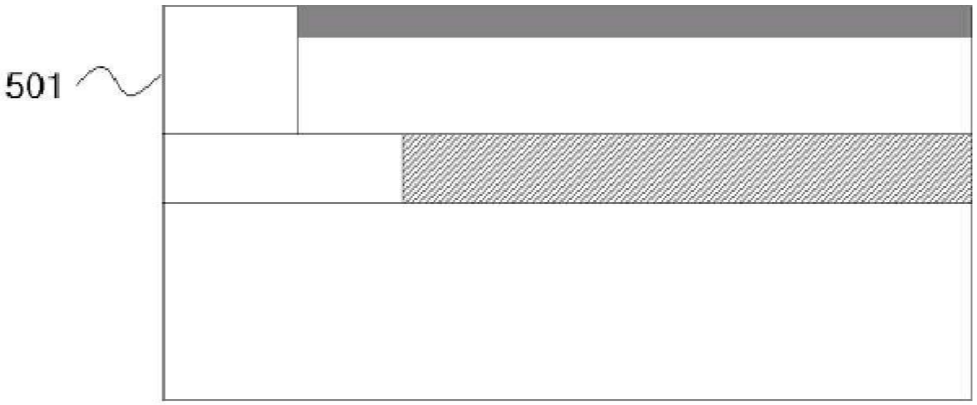
도면3



도면4



도면5



도면6

