(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년10월01일
(11) 등록번호 10-1312485
(24) 등록일자 2013년09월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 14/34 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7022188
(22) 출원일자(국제) 2010년02월23일
심사청구일자 2011년09월22일
(85) 번역문제출일자 2011년09월22일
(65) 공개번호 10-2011-0120342
(43) 공개일자 2011년11월03일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/025012
(87) 국제공개번호 WO 2010/099091
국제공개일자 2010년09월02일
(30) 우선권주장
12/393,644 2009년02월26일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US07456548 B2
US20070262678 A1
US20080074471 A1
전체 청구항 수 : 총 9 항

(73) 특허권자
후지필름 가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 니시 아자부 2쵸메 26방 30고
(72) 발명자
리 요우밍
미국 캘리포니아주 95129 새너제이 라킨 애비뉴 1581
버크마이어 제프리
미국 캘리포니아주 95125 새너제이 안달루시아 웨이 1657
(74) 대리인
하영욱

심사관 : 이인철

(54) 발명의 명칭 **스퍼터링된 압전 재료**

(57) 요 약

x>0.02이고 y>0인 $Pb_{1.00+x}(Zr_{0.52}Ti_{0.48})_{1.00-y}O_3Nb_y$의 구성을 갖는 압전 액츄에이터가 기재된다. 압전 재료는 바이어스가 액츄에이터에 걸쳐 가해지면 우수한 굽힘 작용이 가능한 페로브스카이트를 가질 수 있다.

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

$Pb_{1.00+x}(Zr_{0.52}Ti_{0.48})_{1.00-y}O_3Nb_y$의 바디를 포함하고, $x>-0.02$이고, $y>0$이며, (100) 결정 배향면이 (111) 결정 배향면보다 큰 퍼센트를 갖는 압전 재료;

상기 압전 재료의 제 1 측 상의 제 1 전극; 및

상기 압전 재료의 제 2 측 상의 제 2 전극을 포함하고,

상기 제 2 전극은 상기 압전 재료에 인접한 시드층을 포함하고, 상기 시드층은 (111) 결정 배향을 갖는 필름 표면을 구비하는 것을 특징으로 하는 압전 스택.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 전극은 상기 압전 재료에 바로 인접한 전도성 산화물을 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 스택.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 시드층은 이리듐을 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 스택.

청구항 10

삭제

청구항 11

제 6 항에 있어서,

상기 시드층은 이리듐 산화물을 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 스택.

청구항 12

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 전극은 백금을 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 스택.

청구항 13

압축성 챔버가 형성된 바디; 및

상기 챔버에 인접하고 제 6 항에 기재된 압전 스택을 포함하는 액츄에이터를 구비하는 것을 특징으로 하는 MEMS.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

$Pb_{1.00+x}(Zr_{0.52}Ti_{0.48})_{1.00-y}O_3Nb_y$의 조성을 갖는 세라믹체를 포함하고, $-0.1 \leq x \leq 0.30$이고, $0 < y \leq 0.2$이며, 챔버내에 있는 세라믹 타겟을 바이어싱하는 스텝;

상기 챔버내의 지지체를 450℃보다 높게 가열하는 스텝;

증착면을 지지체 상에 지지하는 스텝;

상기 증착면에 (111) 결정 배향을 갖는 필름 표면을 구비하는 시드층을 적용하는 스텝; 및

상기 세라믹 타겟으로부터의 세라믹 재료가 증착면 상의 상기 시드층의 상기 필름 표면에 증착되어 압전 재료를 형성하도록 불활성 가스 및 반응 가스를 상기 챔버로 도입하는 스텝을 포함하는 것을 특징으로 하는 $Pb_{1.00+x}(Zr_{0.52}Ti_{0.48})_{1.00-y}O_3Nb_y$의 바디를 포함하고, $x > -0.02$이고, $y > 0$이며, (100) 결정 배향면이 (111) 결정 배향면보다 큰 퍼센트를 갖는 압전 재료 형성 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 시드층을 도포하기 전에 접착층을 상기 증착면 상에 도포하는 스텝을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 재료 형성 방법.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 압전 재료를 형성한 후 전극을 상기 압전 재료 상에 도포하는 스텝을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 재료 형성 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 압전 재료 형성에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 압전 재료는 기계적인 응력을 받을 때 전압차를 생성할 수 있다. 대안으로, 압전 재료에 걸쳐 전압을 가하는 것은 역전압을 야기시키며, 즉 압전 재료는 전압이 가해지면 기계적으로 변형될 수 있다. 역압전은 극히 높은 압전 재료의 굽힘력을 야기할 수 있다. 전기 및 역압전을 생성하는 이들 양쪽 특성은 트랜스듀서 등의 전기적 및 기계적 장치, 예를 들면 액츄에이터와 센서에 이용된다. 액츄에이터와 센서의 조합을 포함하는 다수의 트랜스듀서는 마이크로 전자 기계 시스템(MEMS)에 함께 결합될 수 있다.

[0003] 납 지르코늄 티타네이트 등의 압전 재료는 강유전성 RAM(FRAM)을 형성하기 위해 사용될 수도 있다. 액츄에이터나 FRAM에 대한 압전 재료는 졸 겔, 세라믹 그린 시트, 금속 유기 금속 화학 증착법(MOCVD) 형성층, 또는 압전 재료의 예비 가열 블록으로부터 획득될 수 있다. 그러나, 각 방법은 다른 품질의 압전 재료로 구성을 형성할 수 있다. 예를 들면, 졸 겔 형성 기술은 두꺼운 압전 재료를 형성하기 위해 다수의 개개의 박층을 필요로 할 수 있다. 졸 겔 형성 기술은 최종 재료에 접착제를 남길 수 있다. MOCVD는 통상적으로 압전 재료의 박층을 형성하여 매우 낮은 증착율을 가질 수 있다.

발명의 내용

[0004] 일실시형태에서, 압전 재료는 $Pb_{1.00+x}(Zr_{0.52}Ti_{0.48})_{1.00-y}O_3Nb_y$의 바디를 포함하고, $x>-0.02$이고, $y>0$이다.

[0005] 또 다른 실시형태에서, 세라믹 타겟은 $Pb_{1.00+x}(Zr_{0.52}Ti_{0.48})_{1.00-y}O_3Nb_y$의 조성을 갖는 세라믹체를 포함하고, $-0.1\leq x\leq 0.30$이고, $0<y\leq 0.2$이다.

[0006] 압전 재료 형성 방법이 기재된다. 세라믹 타겟이 바이어싱된다. 타겟은 챔버내에 있다. 챔버에서 지지체는 대략 450℃로 가열된다. 증착면은 지지체 상에 지지된다. 불활성 가스 및 반응 가스는 증착면 상에 증착되어 압전 재료를 형성하도록 세라믹 타겟으로부터의 세라믹 재료를 챔버로 도입한다.

[0007] 여기에 기재된 장치의 실행은 다음 특성 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 압전 재료에 대해 $0\leq x\leq 0.05$이고, $0.08<y\leq 0.13$ 등 $-0.01\leq x\leq 0.15$이고, $0<y\leq 0.15$에 대해서 가능하다. 재료는 페로브스카이트 결정 구조를 가질 수 있다. Y는 대략 0.1일 수 있다. 압전기는 스태킹되고 재료의 제 1 측 상의 제 1 전극과 제 2 측 상의 제 2 전극을 갖는 압전 재료를 포함한다. 제 1 전극은 압전 재료에 바로 인접한 전도성 산화물을 포함할 수 있다. 제 2 전극은 압전 재료에 인접한 시드층을 포함할 수 있다. 시드층은 이리듐을 포함할 수 있다. 시드층은 (111) 결정 배향을 갖는 필름 표면을 구비할 수 있다. 시드층은 이리듐 산화물을 포함할 수 있다. 제 1 전극은 백금을 포함할 수 있다. MEMS는 압축성 챔버가 형성된 바디 및 챔버에 인접하고 압전 스택을 포함하는 액츄에이터를 구비할 수 있다. 세라믹 타겟에 대해, y는 0.08보다 크거나 대등할 수 있다. 시드층은 세라믹 재료를 증착면 상에 증착하기 전에 증착면에 도포할 수 있다. 시드층은 (111) 결정 배향을 포함할 수 있다. 접착층은 시드층을 도포하기 전에 증착면 상에 도포될 수 있다. 압전 재료를 형성한 후 전극이 압전 재료 상에 도포될 수 있다.

[0008] 본 발명의 하나 이상 실시형태의 상세한 설명이 첨부 도면과 아래의 명세서에 설명된다. 본 발명의 다른 특성, 목적, 및 이점이 명세서와 도면, 그리고 청구범위로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 트랜스듀서를 갖는 MEMS 바디의 단면도이다.

도 2는 MEMS 바디의 단면도이다.

도 3은 전극과 압전층을 갖는 MEMS 바디의 단면도이다.

도 4는 트랜스듀서 스택을 갖는 MEMS 바디의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 다양한 도면에서 동일 참조 부호는 동일 요소를 지시한다.

[0011] 장치의 압전층이나 구조는 상술된 바와 같이 다수의 다른 방법으로 수행될 수 있다. 그러나, 압전 재료 형성, 특히 PZT 타입 형성의 한 방법은 소망하는 위치에 스퍼터링하는 것이다. 압전 재료를 형성하기 위해 사용된 스퍼터링 처리와 타겟은 압전층의 특성, 예를 들면, D31 계수(층에 걸쳐 가해진 바이어스 전압에 대해서 편광축에 수직한 층의 가로 수축이나 연장의 크기) 또는 D33 계수(층에 걸쳐 가해진 바이어스 전압에 대해서 편광축에 대응하는 두께 또는 길이 변화의 크기)의 압전층의 특성의 결과를 결정하는 부분일 수 있다. 납, 지르코늄, 산소, 티타늄, 및 니오븀 등의 도펀트 재료의 특정한 양을 포함하는 타겟을 사용하여 스퍼터링함으로써 획득된 재료의

특성은 다른 압전 재료 형성 방법에 의해 달성된 것보다 우수할 수 있다. 또한, 재료가 스퍼터링된 표면의 평면은 압전 재료의 품질에도 효과적일 수 있다.

[0012] 도 1을 참조하면, 압전 트랜스듀서를 갖는 MEMS 장치가 도시된다. 바디(100)는 챔버(20)와 함께 주요부(15)를 갖는다. 챔버(20)는 바닥층(10)에서 애퍼처(35)를 통해 주위에 개방된다. 챔버(20)의 일부를 규정하는 것은 바디(100)의 챔버(20)와 주요부(15)를 커버하는 멤브레인(25)이다. 선택적으로, 멤브레인(25)은 챔버(20)에 바로 인접한 층(30) 부분보다 다른 재료의 층(30)을 포함한다. 일부 실시형태에서, 바디(100)는 주로 실리콘, 실리콘 산화물, 또는 예를 들면 각 재료의 하나 이상의 층의 조합으로 형성된다. 예를 들면, 주요부(15)는 바닥층(10)이 실리콘이나 실리콘 산화물로 형성될 수 있는 실리콘으로 형성될 수 있다. 멤브레인(25)은 주로 층(30)이 실리콘 또는 실리콘 산화물로 형성될 수 있는 실리콘으로 형성될 수 있다. 바디(100)는 에폭시와 함께 또는 층을 용융 본딩에 의해서 등의 다수층을 함께 접착함으로써 형성될 수 있다.

[0013] 압전 트랜스듀서(110)는 챔버(20) 위의 바디(100) 상에 형성된다. 압전 트랜스듀서(110)는 하부 전극 스택, 상부 전극 스택, 및 하부 전극 스택과 상부 전극 스택 사이에 위치된 압전층(50)을 포함한다.

[0014] 하부 전극 스택은 바디(100)에 증착된다. 일부 실시형태에서, 하부 전극 스택은 바디(100)에 인접한 접착층(40)과 접착층(40) 상의 시드층(45)의 2개 부분을 포함한다. 하부 전극 스택의 2개의 층은 양쪽이 전기적으로 전도성층이다. 일부 실시형태에서, 접착층(40) 다른 두께가 사용될 수 있지만 접착층(40)은 대략 100과 500 옹스트롬 두께 사이 등의 대략 50과 1000 옹스트롬(Å) 두께 사이이다. 일부 실시형태에서, 접착층은 티타늄, 티타늄 텅스텐, 크롬, 니켈, 몰리브덴, 또는 다른 적절한 전이 금속이나 도전성 재료로 형성된다. 그것의 이름이 암시하는 바와 같이, 접착층(40)은 시드층(45)을 멤브레인(25)에 부착하는 것을 돕는다. 시드층 재료의 일부 형태를 갖는 접착층(40) 없이 시드층(45)은 멤브레인(25)이나 디라미네이트로부터 박리되는 경향을 갖는다.

[0015] 시드층(45)은 대략 500Å와 5000Å 두께 사이 등의 100Å와 1미크론 두께 사이에 형성될 수 있다. 일부 실시형태에서, 시드층(45)은 백금, 이리듐, 또는 다른 적절한 전기적으로 도전성 재료로 형성된다. 시드층(45)이 이리듐으로 형성되면 시드층(45)은 (111) 결정 배향의 필름 표면을 가질 수 있다.

[0016] 상부 전극 스택은 압전층(50)에 인접한 접착층(80)과 접착층(80) 상에 금속층(85)을 포함할 수 있다. 접착층(80)은 대략 100Å와 1000Å 두께 사이 등의 대략 100Å와 1미크론 두께 사이일 수 있다. 일부 실시형태에서, 접착층(80)은 티타늄, 티타늄 텅스텐, 크롬, 니켈, 니켈 크롬, 또는 다른 적절한 도전성 금속 등의 도전성 재료로 형성된다. 일부 실시형태에서, 접착층(80)은 인듐 산화 주석, 산화 아연, 또는 다른 도전성 산화물 등의 금속 산화물로 형성된다. 압전층(50)으로부터 접착층(80)의 다른 측 상에 있는 금속층(85)은 대략 1000Å와 2미크론 두께 사이 등의 100Å와 4미크론 두께 사이일 수 있다. 금속층은 백금, 이리듐, 금, 구리, 알루미늄, 또는 다른 적절한 전이 금속 등의 도전성 재료로 형성될 수 있다.

[0017] 압전층(50)은 주로 리드 지르코늄 니오븀 티타네이트인 스퍼터링된 압전층으로 형성된다. 일부 실시형태에서, 압전 재료는 페로브스카이트 압전 재료이다. 일부 실시형태에서, 압전 재료는 (100) 결정 배향면이 (111) 결정 배향면보다 큰 퍼센트를 갖는다. 일부 실시형태에서, 압전 재료는 $-0.01 \leq x \leq 0.15$이고, $0 < y \leq 0.15$인 $Pb_{1.00+x}(Zr_{0.50+/-0.02}Ti_{0.50+/-0.02})_{1.00-y}O_3Nb_y$의 구성을 갖는다. 일부 실시형태에서 $0 \leq x \leq 0.05$이고, $0 < y \leq 0.10$이다. 일부 실시형태에서, $0.10 \leq y \leq 0.15$이다. 일부 실시형태에서, y는 대략 0.12이다. 압전층(50)은 대략 1미크론 또는 대략 2미크론 등의 적어도 0.5미크론의 두께, 또는 예를 들면 대략 4와 6미크론 사이 또는 대략 6과 8미크론 두께 사이 등의 대략 4미크론보다 큰 두께를 가질 수 있다.

[0018] 스택의 압전층(50)은 상부 전극 스택과 하부 전극 스택에 걸쳐 전압을 가함으로써 활성화될 수 있다. 활성화는 조합된 멤브레인과 압전층을 굽히는 원인이다. AC 전압은 캐비티(20)의 펌핑 작용을 생성할 수 있다. 충분하게 저점도의 액체 등의 유체가 캐비티(20) 내에 있으면 펌핑 작용은 유체를 바디(100)의 애퍼처(35)의 외부로 포싱한다.

[0019] 도 2~4를 참조하면, MEMS 장치에 트랜스듀서를 형성하는 방법이 기재된다. 도 2를 참조하면, 트랜스듀서가 형성되는 바디(100)가 제공된다. 예시적인 MEMS 바디는 미국 특허 공개 제2005-0099467호에 기재된다. 그러나, MEMS 바디의 다른 타입은 트랜스듀서가 형성되어 제공될 수 있다. 도 3을 참조하면, 하부 전극 스택은 물리 기상 증착(PVD)에 의해서 등의 바디 상에 접착층(40)을 도포함으로써 형성된다. 그 후, 시드층(45)이 PVD에 의해서 등으로 도포된다. 이리듐이 시드층(45)에 이용되면 이리듐은 (111) 결정 배향을 갖는 필름 표면과 함께 형성될 수 있다.

[0020] 그 후, 압전층(50)이 도포된다. 일부 실시형태에서, 회전 RF 마그네트론 PVD 장치는 압전층(50)을 형성하기 위

해 사용된다. PVD 장치는 서브스트레이트 DC 셀프바이어스 전압의 제어를 위해 튜닝된 서브스트레이트 RF 임피던스 정합 네트워크를 가질 수 있다. 적절한 PVD 장치는 참조문헌으로 여기에 통합된 2009년 2월 29일에 출원된 미국 출원 제12/389,253호의 Physical Vapor Deposition with Impedance Matching Network에 기재된다. PVD 장치는 스퍼터링 가스에 대해 아르곤과 산소 가스를 갖는 반응 PVD 처리를 사용할 수 있다. $0 \leq x \leq 0.05$이고, $0 \leq y \leq 0.10$ 등의 $0 \leq x \leq 0.30$이고, $0 \leq y \leq 0.2$인 $Pb_{1.00+x}(Zr_{0.52}Ti_{0.48})_{1.00-y}O_3Nb_y$의 구성을 갖는 세라믹 PZT 타겟은 PVD 장치를 갖고 사용될 수 있다. 일부 실시형태에서, 타겟의 니오븀 컨텐츠는 y = 0.1, 0.11, 0.12, 또는 0.13이다. 리드의 양이 PZT의 결과의 입계를 초과하여 형성을 방지하는 것은, 예를 들면 1.30 이하로 유지된다. 일부 실시형태에서, 타겟은 리드, 티타늄, 지르코늄, 및 산소 원자, 전혀 다른 원자 종류로 구성된다.

[0021] PZT 형성을 위한 예시적인 처리는 다음 조건을 가질 수 있다. 웨이퍼 척 온도는 대략 650℃와 720℃ 사이 등의 대략 550℃와 750℃ 사이이다. 타겟에서 리드의 높은 양은 높은 증착 온도로 보상될 수 있다. Ar/O_2 압력은 대략 2밀리토르와 10밀리토르, 예를 들면 2밀리토르와 6밀리토르 사이 등의 대략 1밀리토르와 15밀리토르 사이이다. $O_2/(Ar+O_2)$의 가스 비율은 대략 2.0% 등의 0.5%와 4% 사이이다. 캐소드 RF 전력은 예를 들면 대략 3000W인 대략 2000W와 4000W 사이 등의 대략 1000W 내지 5000W이다. 서브스트레이트 DC 셀프바이어스는, 예를 들면 대략 +40V와 +80V 사이의 대략 +20V와 +100V 사이 등의 대략 +5V와 +150V 사이이다. 이들 조건의 증착을 스퍼터링하는 시간은 두께를 대략 4미크론까지 등의 수 미크론인 압전층을 생성할 수 있다.

[0022] 압전층을 형성하기 위해, 금속 바디 등의 소망하는 증착면을 포함하는 웨이퍼, 예를 들면 (111) 결정 배향으로 필름 표면을 구비한 이리듐의 층이 PVD 장치에 도입된다. (111) 결정 배향으로 이리듐 필름은 아르곤 스퍼터링 증착 처리 등으로 증착될 수 있다. 웨이퍼가 하부 전극 스택의 일부로서 이리듐층을 가지면 웨이퍼는 증착 온도, 즉 450℃보다 큰 온도와 증착 압력을 받게 될 수 있다. 1%산소 함유 가스 등의 적은 양의 산소를 갖는 가스는 웨이퍼 위에 흐를 수 있다. 저산소 퍼센트 산소 가스는 수 분 동안 등의 적어도 30초 동안 선택적으로 흐르게 된다. 고온과 산소 가스는 이리듐 표면을 산화시켜 전도성인 이리듐 산화물(IrOx, $1 \leq x \leq 3$)을 형성하게 된다. 이리듐 산화물은 액츄에이터 장치의 항복 전압을 향상시킬 수 있다. 전도성 금속 산화물은 산소 원자가 PZT로부터 금속 전극으로 확산시키지 않기 때문에 압전 재료로부터 산소 손실을 늦출 수 있다. 이리듐층이 선택적으로 산화된 후에 스퍼터링 처리는 압전 재료로 성장시키기 시작한다.

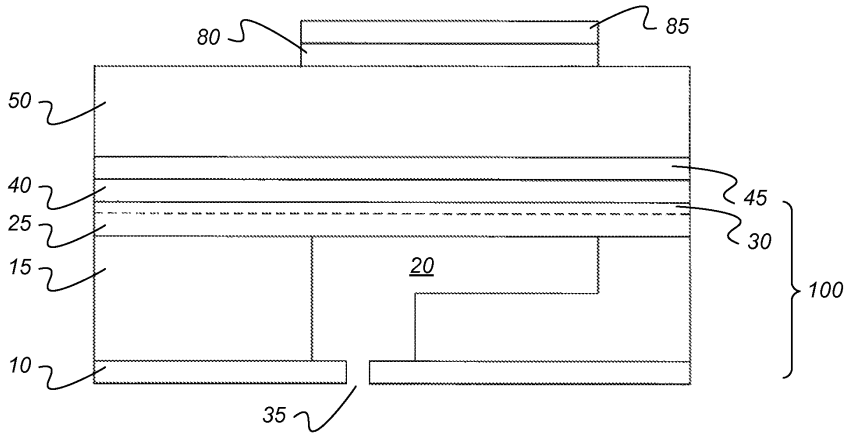
[0023] 도 4를 참조하면 접착층(65)과 금속층(70)을 포함하는 상부 전극 스택이 압전층(50)에 도포된다. 상부 전극 스택과 하부 전극 스택은 소망하는 바와 같이 패터닝될 수 있다. 선택적으로, 커팅은 압전층(50)을 통해 이루어져 다수 액츄에이터를 서브스트레이트 상에 분할한다.

[0024] 여기에 기재된 압전 재료는 높은 D31 계수를 갖는 압전 재료이다. 스퍼터링 증착 때문에 압전 재료는 매우 균질하고 어떤 바인더도 없는 리드, 지르코늄, 산소, 티타늄, 및 니오븀의 원자 또는 다른 증착 처리를 한 다른 잔류 재료로 구성될 수 있다. PVD 장치에 대한 처리 조건에 따라 여기에 기재된 시드층을 사용하는 등으로 형성된 압전층은 높은 퍼센트의 페로브스카이트 (100) 결정 배향을 가질 수 있다. 니오븀은 페로브스카이트 구조를 증가시키는 도펀트이다. 상술되는 니오븀 양을 갖는 스퍼터링 타겟은 대략 1000 내지 대략 1600의 범위의 상대 유전 상수를 갖는 PZT 필름의 결과일 수 있다.

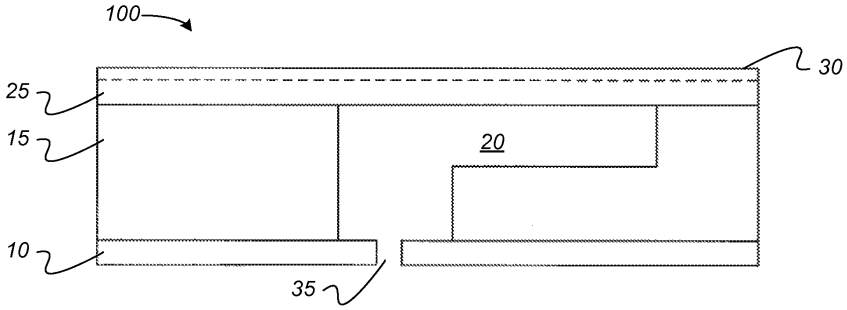
[0025] 본 발명의 다수의 실시형태가 기재되어 있다. 그럼에도 불구하고, 다양한 변경이 본 발명의 사상과 범위로부터 벗어나지 않고 이루어질 수 있는 것이 이해될 것이다. 예를 들면, 액츄에이터에 대한 PZT와 FRAM이 기재되었지만 재료는 다른 구조로 사용될 수 있다. 따라서, 다른 실시형태는 다음의 청구범위의 범위 이내이다.

도면

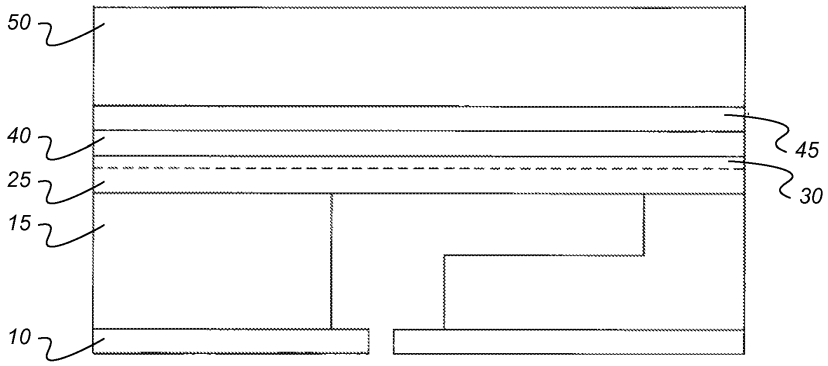
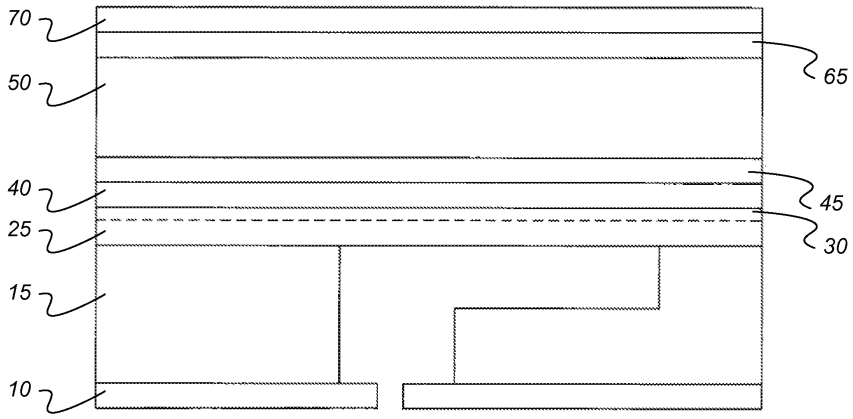
도면1



도면2



도면3



도면4