(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0122994
(43) 공개일자 2010년11월24일

(51) Int. Cl.
G01N 27/12 (2006.01) *G01N 27/22* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0041964
(22) 출원일자 2009년05월14일
심사청구일자 2009년05월14일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
민남기
서울특별시 서초구 서초4동 삼호아파트 12-402
유금표
서울특별시 광진구 자양동 656-31 2층
(74) 대리인
특허법인충현

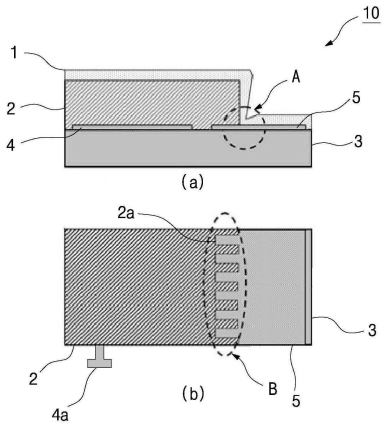
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 습도센서 및 그 제조방법

(57) 요 약

본 발명은 습도센서에 관한 것으로서, 서로 이격되어 기판 상부에 형성된 하부전극 및 본딩패드; 상기 하부전극의 일측으로부터 상기 기판 상에서 연장된 하부전극단자; 상기 하부전극 상에 형성되어 상기 본딩패드와 접촉하도록 연장된 감습막; 및 상기 감습막 및 상기 본딩패드 상면에 형성된 상부전극;을 포함하고, 상기 본딩패드와 접촉하는 상기 감습막의 일단은 요철부로 이루어진 것을 특징으로 하며, 두꺼운 감습막에 의한 단차로 인해 발생될 수 있는 상부전극의 부분적인 개방 및 접촉불량을 방지하여 상부전극의 전극저항을 감소시킬 수 있다.

대 표 도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

서로 이격되어 기판 상부에 형성된 하부전극 및 본딩패드;

상기 하부전극의 일측으로부터 상기 기판 상에서 연장된 하부전극단자;

상기 하부전극 상에 형성되어 상기 본딩패드와 접촉하도록 연장된 감습막; 및

상기 감습막 및 상기 본딩패드 상면에 형성된 상부전극;을 포함하고,

상기 본딩패드와 접촉하는 상기 감습막의 일단은 요철부로 이루어진 것을 특징으로 하는 습도센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 감습막의 상기 요철부의 폭과 길이의 비는 1:0.5 내지 1:5인 것을 특징으로 하는 습도센서.

청구항 3

서로 이격되어 기판 상부에 형성된 하부전극 및 본딩패드;

상기 하부전극의 일측으로부터 상기 기판 상에서 연장된 하부전극단자;

상기 하부전극 상에 형성된 감습막; 및

상기 감습막 상에 형성된 상부전극;을 포함하고,

상기 상부전극과 상기 본딩패드는 공기 브리지를 통해 전기적으로 연결된 것을 특징으로 하는 습도센서.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 본딩패드 상에는 상부전극패드가 더 형성되어 있고,

상기 상부전극패드와 상기 공기 브리지가 전기적으로 연결된 것을 특징으로 하는 습도센서.

청구항 5

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 감습막은 폴리이미드계 물질로 형성된 것을 특징으로 하는 습도센서.

청구항 6

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 상부전극은 다공성 금속박막인 것을 특징으로 하는 습도센서.

청구항 7

기판을 준비하는 단계;

상기 기판 상에 서로 이격되게 하부전극 및 본딩패드를 형성하는 단계;

상기 하부전극 상에 일단이 요철형상으로 패터닝된 감습막을 형성하되, 상기 요철형상으로 패터닝된 부분이 상기 본딩패드에 접촉되도록 상기 감습막을 형성하는 단계; 및

상기 감습막 및 상기 본드패드 상에 상부전극을 형성하는 단계;를 포함하는 습도센서의 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 상부전극을 형성하는 단계는 리프트 오프(Lift off) 공정을 통해 이루어지는 것을 특징으로 하는 습도센서의 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 습도센서에 관한 발명으로서, 더욱 상세하게는 감습막 및 상부전극의 구조를 변경함으로써 상부전극의 저항을 줄이고 접촉 불량을 감소시켜 성능이 향상된 습도센서 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 흡습에 따른 전기적 량의 변화에 기초하여 습도의 변화를 검출하는 습도센서는 다양한 형태로 존재하며, 최근의 습도센서는 자동차 및 기타 다른 분야에서 공기정화 시스템 및 자동 냉난방 시스템의 최적화 제어를 위해 광범위하게 적용되고 있다.

[0003] 이러한 습도센서는 그 작동원리에 따라, 다공질세라믹 또는 전해질에서 수분에 의해 변화되는 전도율을 이용하는 저항센서와, 고분자 중합체 등에 수분이 흡착될 때에 발생되는 유전율의 변화를 이용하는 정전용량형 센서로 나뉜다.

[0004] 저항형 습도센서는 저습도영역 및 고습도영역에서 측정이 어렵고, 그 출력 또한 비선형이면서, 온도변화에 대한 변화폭이 크고, 수증기, 응결, 소금물 및 화학물질 등에 영향을 크게 받으며, 센서에 직류를 인가하면 감습재료의 전해작용 및 전극재료의 전리현상에 의해 영구적인 특성저하가 발생한다. 하지만, 정전용량형 습도센서는 고분자 재질에 흡착되는 물분자량에 따라 정전용량이 변화하는 원리를 이용하여 제조되는 센서로서, 그 습도측정범위가 1~100%로 넓고, 선형의 출력을 갖기 때문에 응용 회로가 간소하게 구현될 수 있으며, 측정 및 조절의 영역도 실온 뿐만 아니라, 영하 40℃부터 100℃ 온도범위에서 별도의 온도보상장치 없이 동작 가능하다는 이점이 있다.

[0005] 특히, 최근에는 이러한 정전용량형 습도센서의 제조기술은 반도체공정을 적용함으로써, 저비용화, 고신뢰성 및 높은 재현성을 갖는 우수한 정전용량형 습도센서를 대량생산하는 것이 가능하게 되었다.

[0006] 도 1(a) 및 도 1(b)는 일반적인 정전용량형 습도센서 또는 저향형 습도센서의 개략 구조도이다. 습도센서는 기판(13), 기판상에 형성된 하부전극(14), 하부전극 상에 형성된 감습막(12), 감습막 및 본딩패드 상에 형성된 상부전극(11)으로 이루어진다.

[0007] 도 1(a) 및 도 1(b)와 같은 샌드위치 타입의 습도센서에서, 상부전극(11)은 물입자의 흡탈착이 가능하고 동시에 전기적 전도성을 갖기 위해서, 도 1(c)에 도시된 바와 같은 다공성 금속박막으로 형성된다. 다공성 전극은 일반적인 전극과 달리 기체 투과를 위한 마이크로 크랙과 미세구멍(pore)을 갖고 있을 뿐만 아니라 응답시간을 빠르게 하기 위해서 매우 얇은 박막으로 되어 있기 때문에 전기전도 특성이 좋지 않아 저항이 증가하는 경향이 있다. 또한, 다층형 센서구조의 경우, 두꺼운 감습막(12)으로 인해 도 1(a)의 "A" 부분과 같이 단차로 인한 상부전극의 두께감소가 발생되기 쉽다. 이와 같은 상부전극의 구조적 특성은 전기저항을 더욱 증가시키고 접촉 불량을 발생시켜 센서소자의 모든 성능에 나쁜 영향을 미친다.

[0008] 감습막(12)의 두께에 따른 단차로 인한 상부전극의 저항증가, 부분적 개방, 접촉 불량이 발생하는 구체적인 원인은 다음과 같다.

[0009] 첫째, 스텝 커버리지(step coverage) 불량에 기인하여 단차 부분에서 다공성 전극박막의 두께가 더욱 얇아지고, 도 2에 도시된 바와 같이 상부전극(11)의 부분적인 개방이 발생한다.

[0010] 둘째, 상부전극(11)의 형성시 감습막과 다공성 전극의 접착력이 약하여 도 2에서와 같이 상부전극(11)의 부분적인 개방이 발생할 수 있으며, 또한 감습막 패턴 경계면에 포토레지스터나 이물질이 잔류하는 경우 더욱 악화될 수 있다.

[0011] 이러한 상부전극의 문제점은 전극면적이 큰 소자에서는 불량 발생률에 미치는 영향이 상대적으로 작지만, 소자의 크기가 감소함에 따라 저항증가나 부분적인 전극불량은 센서 특성에 치명적인 영향을 준다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0012] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫번째 과제는 상부전극의 접촉 불량을 감소시키고 부분적 개방을 방지하여 성능이 더욱 향상된 습도센서를 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명이 해결하고자 하는 두번째 과제는 상술한 습도센서를 제조할 수 있는 습도센서의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0014] 본 발명은 상기 첫번째 과제를 달성하기 위하여,

[0015] 서로 이격되어 기판 상부에 형성된 하부전극 및 본딩패드;

[0016] 상기 하부전극의 일측으로부터 상기 기판 상에서 연장된 하부전극단자;

[0017] 상기 하부전극 상에 형성되어 상기 본딩패드와 접촉하도록 연장된 감습막; 및

[0018] 상기 감습막 및 상기 본딩패드 상면에 형성된 상부전극;을 포함하고,

[0019] 상기 본딩패드와 접촉하는 상기 감습막의 일단은 요철부로 이루어진 것을 특징으로 하는 특징으로 하는 습도센서를 제공한다.

[0020] 여기서, 상기 감습막의 상기 요철부의 폭과 길이의 비는 1:0.5 내지 1:5인 것이 바람직하다.

[0021] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 의하면,

[0022] 서로 이격되어 기판 상부에 형성된 하부전극 및 본딩패드;

[0023] 상기 하부전극의 일측으로부터 상기 기판 상에서 연장된 하부전극단자;

[0024] 상기 하부전극 상에 형성된 감습막; 및

[0025] 상기 감습막 상에 형성된 상부전극;을 포함하고,

[0026] 상기 상부전극과 상기 본딩패드는 공기 브리지를 통해 전기적으로 연결된 것을 특징으로 하는 습도센서를 제공한다.

[0027] 여기서, 상기 본딩패드 상에는 상부전극패드가 더 형성되어 있고, 상기 상부전극패드와 상기 공기 브리지가 전기적으로 연결된 것이 바람직하다.

[0028] 또한, 상기 감습막은 폴리이미드계 물질로 형성될 수 있다.

[0029] 또한, 상기 상부전극은 다공성 금속박막인 것이 바람직하다.

[0030] 본 발명은 상기 두번째 과제를 달성하기 위하여,

[0031] 기판을 준비하는 단계;

[0032] 상기 기판 상에 서로 이격되게 하부전극 및 본딩패드를 형성하는 단계;

[0033] 상기 하부전극 상에 일단이 요철형상으로 패터닝된 감습막을 형성하되, 상기 요철형상으로 패터닝된 부분이 상기 본딩패드에 접촉되도록 상기 감습막을 형성하는 단계; 및

[0034] 상기 감습막 및 상기 본드패드 상에 상부전극을 형성하는 단계;를 포함하는 습도센서의 제조방법을 제공한다.

[0035] 여기서, 상기 상부전극을 형성하는 단계는 리프트 오프(Lift off) 공정을 통해 이루어질 수 있다.

효 과

[0036] 본 발명에 따르면, 두꺼운 감습막에 의한 단차로 인해 발생될 수 있는 상부전극의 부분적인 개방 및 접촉불량을 방지하여 상부전극의 전극저항을 감소시킬 수 있다. 이를 통해, 성능이 보다 향상된 습도센서를 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0037] 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나, 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

[0038] 도 3은 본 발명에 따른 습도센서(10)의 구조를 개략적으로 도시한 도면으로서, 도 3(a)는 그 단면도를, 도 3(b)는 그 평면도이다.

[0039] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 습도센서(10)는 기판(3), 기판 상부에 서로 이격되어 형성된 하부전극(4) 및 본딩패드(5), 하부전극의 일측으로부터 기판(3) 상에서 연장된 하부전극단자(4a), 하부전극 상에 형성되어 본딩 패드와 접촉하도록 연장된 감습막(2), 감습막 및 본딩 패드 상면에 형성된 상부전극(1)을 포함하여 이루어진다.

[0040] 여기서, 기판(3)은 전기적으로 절연된 절연기판이며, 알루미나(Al_2O_3) 또는 유리와 같은 기판을 사용하는 것이 바람직하다.

[0041] 하부전극(4) 및 하부전극단자(4a)는 스퍼터링, 스크린인쇄 또는 식각등의 방법을 통해 기판(3) 상에 형성될 수 있다. 또한, 이 하부전극(4)과 이격되게 본딩패드(5)가 기판(3) 상에 형성된다. 이 본딩패드(5)는 차후 감습막(2) 상에 형성되는 상부전극과 전기적으로 연결되며, 상부전극과 외부단자를 서로 연결하기 위한 구성이다. 본 발명에 따른 습도센서는 본딩패드(5)를 기판상에 설치하여 실장의 안전성과 센서의 소형화 기술에 필요한 와이어 본딩 방식이 가능하도록 하고 있다.

[0042] 이후, 하부전극(4) 상에는 감습막(2)이 형성된다. 이 감습막(2)은 폴리이미드계 물질로 이루어지지만, 그 적용 형태에 따라 다른 전기적 특성의 폴리머 물질을 사용할 수 있다. 도 3(a) 및 3(b)에 도시된 바와 같이, 하부전극(4) 상에 형성되는 감습막(2)은 본딩패드(5)와 접촉하도록 연장되어 있다. 그리고, 본딩패드(5)와 접촉하는 감습막의 일단에는 요철부(2a)가 형성되어 있다. 요철부(2a)가 구비된 감습막(2)이 본딩패드 상에 형성되므로, 본딩패드에도 감습막의 요철부에 대응되는 형상으로 요철부가 형성되게 된다.

[0043] 이후, 요철 형상을 가진 감습막과 본딩패드 상에 상부전극(1)을 형성한다. 이 상부전극(1)은 리프트 오프(lift off) 공정으로 금속박막을 패터닝하여 형성될 수 있다.

[0044] 도 4는 도 3(b)의 "B" 부분을 확대 도시한 도면으로서, 감습막(2)의 일단에 형성된 요철부(2a)를 나타낸 도면이다.

[0045] 도 4를 참고로 하여 본 발명에 따른 새로운 감습막 구조가 상부전극의 전기저항 변화에 미치는 영향을 설명하면 다음과 같다.

[0046] 도 4에 도시된 감습막(2)의 일단에 형성된 요철부(2a)는 일정 폭(w)과 일정 길이(l)를 가지는 톱니모양으로 패터닝된다. 여기서, 감습막(2)의 일단에 형성된 요철부(2a)는 전류통로를 확장시키는 역할을 하여 전기저항을 감소시킬 수 있다. 따라서, 도 4에 일 예로 도시된 요철형상이 아니더라도, 전류통로를 확장시키는 구조, 이를테면 곡률을 가진 곡선이거나, 삼각형, 다각형 등 다양한 형태로 패터닝된 경우에도 전극저항을 감소시킬 수 있음은 물론이다.

[0047] 일반적으로 전기저항은 전류흐름에 수직한 면적에 반비례한다. 따라서, 요철부가 없는 종래 습도센서의 감습막에서 전류통로 역할을 하는 부분은 폭(w) 부분에 해당하는 w1+w2+w3+w4+w5+w6+w7이 된다. 그러므로, 종래 습도센서에서 상부전극의 저항은 다음과 같이 쓸 수 있다.

수학식 1

[0048] $$R \propto \frac{1}{w}$$

[0049] w=w1+w2+w3+w4+w5+w6+w7

[0050] 본 발명에 따른 새로운 감습막 패턴의 경우, 전류는 요철부의 에지를 따라 흐르므로, 전류통로는 (w1+w2+w3+w4+w5+w6+w7) + (l1+l2+l3+l4+l5+l6) 가 되며, 상부전극의 저항은 다음식으로 된다.

수학식 2

[0051] $$R \propto \frac{1}{l+w}$$

[0052] l=l1+l2+l3+l4+l5+l6

[0053] 이와 같이, 본 발명에 따른 습도센서의 전류통로는 종래의 습도센서에 비해 (l1+l2+l3+l4+l5+l6) 만큼 대폭 증가하기 때문에, 수학식 2에 따라 감습막이 두꺼운 센서구조에서 다공성 박막인 상부전극의 저항을 효과적으로 감소시킬 수 있다. 뿐만 아니라, 기존의 습도센서의 경우, 폭(w)의 위치에서 접촉불량이 발생하면, 그 영향이 습도센서의 특성에 그대로 반영이 되었으나, 본 발명에 따른 습도센서의 경우에는 전류가 (l1+l2+l3+l4+l5+l6)를 통해서도 흐를 수 있으므로, 접촉불량의 영향을 크게 감소시킬 수 있다.

[0054] 상부전극의 전극저항은 요철부의 폭(w)과 길이(l)의 상대적인 값에 크게 의존하기 때문에, 폭(w)와 길이(l)를 적절히 설계하는 것은 매우 중요하다. 도 5은 실험을 통해 얻어진 전극저항과 종횡비(aspect ratio, AR=l/w)의 관계를 나타낸 것이다. 전극저항은 AR=1에서 최소값을 나타내었지만, 실용상으로는 AR=0.5 내지 5의 범위로 설계하여도 무방함을 알 수 있다. 즉, AR이 0.5보다 작은 경우에는 실질적으로 요철부가 없는 종래의 감습막과 크게 다르지 않기 때문에 전극저항이 상당히 증가함을 알 수 있으며, AR이 5보다 큰 경우에는 요철의 깊이가 깊어져 전기저항이 상대적으로 높아지게 된다. 따라서, AR의 범위는 0.5 내지 5인 것이 바람직하다.

[0055] 전극저항의 감소효과를 증명하기 위해서, l=50㎛, w=100㎛, AR=0.5인 습도센서(센서 a)와 l=30㎛, w=30㎛, AR=1.0인 습도센서(센서 b)를 제작하였으며, 이 중 센서 a의 SEM 사진을 도 6에 도시하였다. 두 습도센서 모두 감습막 단차에 기인하는 전극불량(전극개방 또는 사용중 단선)은 현저히 감소하였으며, 특히 전극면적이 작을수록 그 개선효과는 뚜렷하였다. 상부전극의 저항 감소효과는 다음과 같다.

[0056] 센서 a

[0057] 감습막에 요철부 도입전: 전극저항=150Ω (전극단선이 없는 소자 100개의 평균값)

[0058] 감습막에 요철부 도입후: 전극저항=120Ω (전극단선이 없는 소자 100개의 평균값)

[0059] 저항감소효과: 120/150=0.8(20%)

[0060] 센서 b

[0061] 감습막에 요철부 도입전: 전극저항=90Ω (전극단선이 없는 소자 100개의 평균값)

[0062] 감습막에 요철부 도입후: 전극저항=65Ω (전극단선이 없는 소자 100개의 평균값)

[0063] 저항감소효과: 65/90=0.72(28%)

[0064] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 습도센서(10')의 구조를 개략적으로 나타낸 도면으로서, (a)는 평면도를 (b)는 단면도를 나타낸다.

[0065] 도 7에 도시된 바와 같이, 습도센서(10')는 기판(3), 기판 상부에 서로 이격되어 형성된 하부전극(4) 및 본딩패드(3), 하부전극의 일측으로부터 기판 상에서 연장된 하부전극단자(4a), 하부전극 상에 형성된 감습막(2), 감습막 상에 형성된 상부전극(1)을 포함하여 이루어진다. 그리고, 상부전극(1)과 본딩패드(5)는 공기브리지(6)를

통해 전기적으로 연결되어 있다.

[0066] 도 7에 도시된 습도센서(10')는 상부전극이 감습막(2) 상에만 형성되어 있으며, 이 상부전극(1)과 본딩패드(5)와의 전기적 연결은 공기 브리지(6)를 통해 이루어진다. 여기서, 공기 브리지란, 도 7에 도시된 바와 같이 하나 또는 서로 이격된 복수개의 띠 모양으로 이루어진 전기적 연결부재를 의미한다. 따라서, 두꺼운 감습막의 단차에 기인하는 상부전극의 단선, 접촉불량, 저항증가를 공기 브리지(6)를 통해 해결할 수 있다.

[0067] 한편, 본딩패드(5)와 상부전극(1)을 직접 공기 브리지(5)를 통해 연결하지 않고, 도 7(a)에 도시된 바와 같이, 본딩패드(5) 상에 상부전극패드(1a)를 형성하고, 이 상부전극패드(1a)와 상부전극(1)을 공기 브리지(6)를 통해 연결할 수도 있다. 이와 같이, 본딩패드(5) 상에 상부전극패드(1a)를 도입함으로써, 공기 브리지(6)의 전기적 접촉 성능을 더욱 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0068] 도 1(a) 및 (b)는 종래의 습도센서의 개략 구조도를, 도 1(c)는 다공성 금속박막을 나타낸 SEM 사진이다.

[0069] 도 2는 스텝 커버리지에 의한 종래 습도센서의 상부전극의 부분적인 개방을 도시한 도면이다.

[0070] 도 3은 본 발명에 일 실시예에 따른 습도센서의 개략 구조도이다.

[0071] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 감습막의 구조를 나타낸 도면이다.

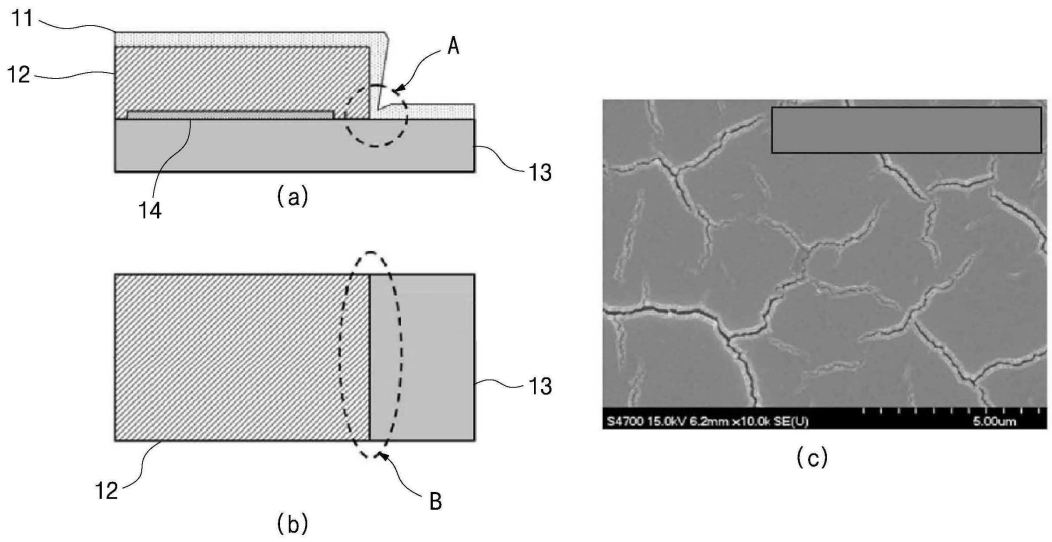
[0072] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전극저항과 종횡비의 관계를 나타낸 도면이다.

[0073] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 습도센서의 SEM 사진이다.

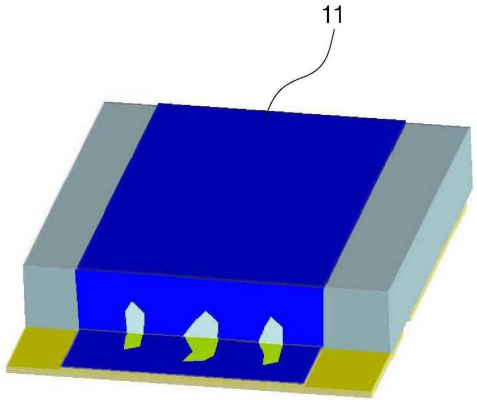
[0074] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 습도센서의 개략 구조도이다.

도면

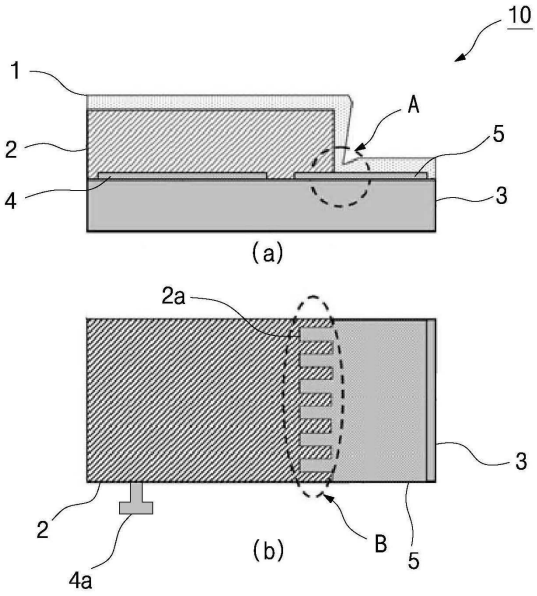
도면1



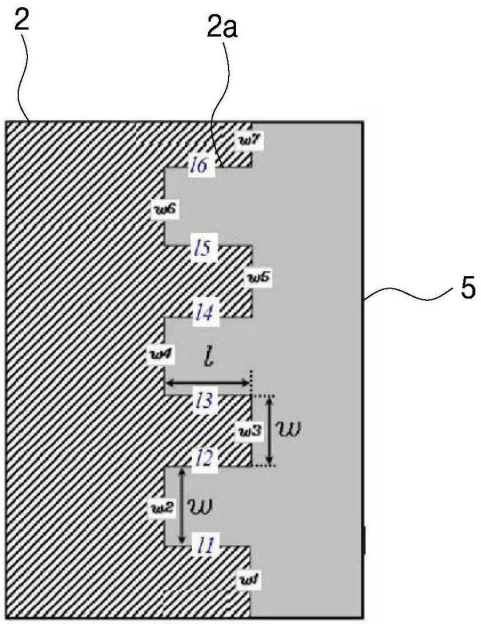
도면2



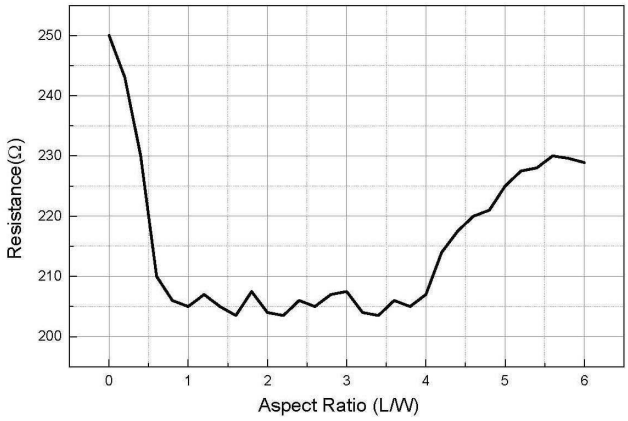
도면3



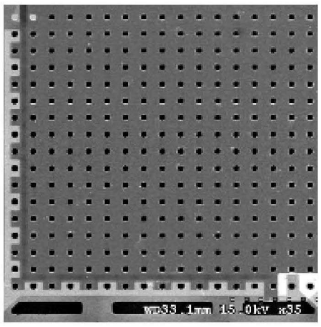
도면4


2
2a
5
w7
l6
w6
l5
w5
l4
w4
l
l3
w3
w
l2
w2
w
l1
w1

도면5


Resistance(Ω)
250
240
230
220
210
200
0
1
2
3
4
5
6
Aspect Ratio (L/W)

도면6



도면7

