

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0003688 (43) 공개일자 2012년01월11일
(51) Int. Cl. <i>H03H 3/08</i> (2006.01) <i>H03H 9/145</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2010-0064431 (22) 출원일자 2010년07월05일 심사청구일자 없음	(71) 출원인 울산대학교 산학협력단 울산 남구 무거2동 산29 (72) 발명자 정귀상 울산광역시 울주군 범서읍 굴화1길 55, 굴화강변 월드메르디앙 109동 1302호 (74) 대리인 이현수, 김태현, 정홍식	

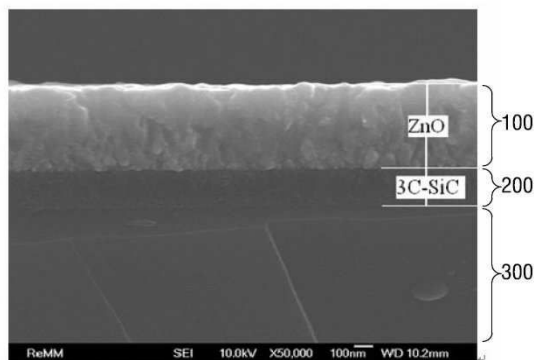
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 다결정 3C-SiC 버퍼층을 포함하는 표면 탄성과 소자

(57) 요약

다결정 3C-SiC 버퍼층을 포함하는 표면 탄성과 소자가 개시된다. 본 발명에 따른 표면 탄성과 소자는 기판(300), 기판(300) 위에 증착되는 산화 아연(ZnO) 필름 및 기판(300)과 산화 아연(ZnO) 필름 사이에 위치하는 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층을 포함한다. 이에 따라, 삽입 손실이 현저히 개선되고, 온도에 높은 안정성을 갖는 고 성능의 표면 탄성과 소자를 구현할 수 있게 된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

기관;

상기 기관 위에 증착되는 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층; 및

상기 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층이 증착된 기관 위에 증착되는 산화 아연(ZnO) 층을 포함하는 표면 탄성과 소자.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 기관은 실리콘(Si)으로 이루어진 것을 특징으로 하는 표면 탄성과 소자.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 버퍼층은 RF 마그네트론 스퍼터링(Radio frequency magnetron sputtering) 방식에 의하여 증착되는 것을 특징으로 하는 표면 탄성과 소자.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 산화 아연(ZnO)층은, 상기 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층이 증착된 상기 기관 위에, 대기압 화학 기상증착법(atmosphere pressure chemical vapor deposition :APCVD)에 의하여 증착되는 것을 특징으로 하는 표면 탄성과 소자.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC)는 200nm의 두께로 증착되며, 상기 산화 아연(ZnO)은 500nm의 두께로 증착되는 것을 특징으로 하는 표면 탄성과 소자.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 표면 탄성과 소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는 버퍼층을 이용하는 표면 탄성과 소자에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 표면 탄성파(surface acoustic wave : SAW)를 이용한 센서에 대한 연구가 활발하고, SAW 소자를 응용한 다양한 제품이 등장하고 있다. 최근 등장하고 있는 여러 소형화 제품들, 예를 들어 모바일 통신 기기, 위성 통신, TV/VCR, 리모트 컨트롤러 등과 같은 제품들은, SAW 소자를 응용함으로써 고감도, 고안정성, 그리고 소형으로 제작될 수 있게 되었다.

[0003] 다시 말하면, SAW 소자는 우수한 전기적 특성, 소형화 및 경량화의 장점과 저가격 및 양산에 용이하다는 우월한 이점들을 갖는다. 따라서, SAW 소자는 이미 상용화되어 있는 제품들을 넘어서, 앞으로 개발될 제품들에도 적용 가능성이 매우 높다.

[0004] 하지만, 제품의 질에 대한 소비자의 요구는 점점 커지고, 기업간의 제품 경쟁에 따라, SAW 소자의 성능의 양질화 역시 거듭 요구되고 있다. 즉, SAW 소자의 고성능화, 즉, 안정성, 고감도성, 소형화 등에 대한 요구는 계속

높아갈 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상술한 표면 탄성과 소자의 고성능화에 대한 요구를 감안하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 더욱 안정되고, 높은 감도의 표면 탄성과 소자를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표면 탄성과 소장은, 기판, 상기 기판 위에 증착되는 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층 및 상기 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층이 증착된 기판 위에 증착되는 산화 아연(ZnO) 층을 포함한다.

[0007] 또한, 상기 기판은 실리콘(Si)으로 이루어진 것이 바람직하다.

[0008] 그리고, 상기 버퍼층은 RF 마그네트론 스퍼터링(Radio frequency magnetron sputtering) 방식에 의하여 증착될 수 있다.

[0009] 또한, 상기 산화 아연(ZnO)층은, 상기 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층이 증착된 상기 기판 위에, 대기압 화학 기상증착법(atmosphere pressure chemical vapor deposition : APCVD)에 의하여 증착될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC)는 200nm의 두께로 증착되며, 상기 산화 아연(ZnO)은 500nm의 두께로 증착되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따르면, 표면 탄성과 소자의 고성능화를 기대할 수 있다. 즉, 더욱 안정되고 더욱 안정되고, 높은 감도를 갖는 표면 탄성과 소자를 제공하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표면 탄성과 소자의 구조를 나타내는 도면,
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 표면 탄성과 소자의 XRD 패턴을 나타내는 도면,
 도 3은 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층을 구비하는 경우와 그렇지 않은 경우의 XRD 패턴을 비교하는 도면,
 도 4는 적외선 분광 스펙트럼(FT-IR spectra)의 일 예를 나타내는 도면,
 도 5는 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC)가 존재하는 경우에 산화 아연(ZnO)의 AFM 이미지,
 도 6은 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC)가 존재하는 경우에 상온에서의 주파수 응답(frequency response)을 나타내는 그래프,
 도 7은 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC)가 존재하지 않는 경우의 상온에서의 주파수 응답(frequency response)을 나타내는 그래프, 그리고,
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 SAW 공진기의 온도에 따른 공명 주파수의 변화를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 대하여 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표면 탄성과 소자의 구조를 나타낸다. 구체적으로 도 1은 기판(300)위에 산화 아연(ZnO)층(100)과 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)이 증착된 구조의 SEM 이미지이다.

[0015] 여기서, 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)은 기판(300) 위에 증착된다. 기판(300)은 실리콘(Si)으로 이루어지는 것이 바람직하다. 한편, 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)은 RF 마그네트론 스퍼터링(Radio frequency magnetron sputtering) 방식에 의하여 증착될 수 있다.

[0016] 또한, 산화 아연(ZnO)층(100)은 대기압 화학 기상증착법(atmosphere pressure chemical vapor deposition

:APCVD)에 의하여 증착될 수 있다. 즉, 산화 아연(ZnO)층(100)은 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC)가 증착되어 있는 실리콘(Si) 기판(300) 위에 증착될 수 있다.

[0017] 구체적으로, 산화 아연(ZnO)층(100)은 지름이 2인치이고 두께가 3mm인, 99.99%의 순도의 알루미늄 타겟을 이용하여 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 포함하는 기판(300) 위에 증착된다. 그리고, 증착과 관련된 기본적인 조건은 표 1에 도시된 바와 같다.

표 1

Target	ZnO (99.999%)
Gas	100% Argon
Sputtering pressure (mTorr)	6
Target-substrate distance (cm)	6
RF power (W)	50
Substrate temperature (°C)	RT
Deposition time (h)	1

[0018]

[0019] 즉, 가스는 100% 아르곤, 스퍼터링 압력은 6mTorr, 타겟과 기판(300)사이의 거리는 6cm, RF 파워는 50W, 기판(300)의 온도는 상온, 증착 시간은 1시간으로 이루어진다. 하지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 이와 다른 조건에서 증착될 수 있음은 당연이다.

[0020] 하지만, 상술한 증착 방법에 의하지 않고, 다른 증착 방법에 의하여 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC)나 산화 아연(ZnO)이 증착될 수 있음은 당업자에 자명하다.

[0021] 한편, 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)은 200nm의 두께로 증착되며, 산화 아연(ZnO)층(100)은 500nm의 두께로 증착될 수 있다. 하지만, 이에 한정되지는 않음은 물론이다.

[0022] 도 1에서는 기판(300)과 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200), 그리고 산화 아연(ZnO)층(100)만을 도시하였으나, 여기에 IDT(interdigital transducer)전극이 더 포함될 수 있다. IDT 전극은 외부 신호를 인가받아 표면 탄성파로 변환하거나, 변환된 표면 탄성파를 해석하여 전기적 신호로 변환하는 기능을 갖는다. 즉, 외부 신호를 인가받는 입력 전극과 변환된 표면 탄성파를 전기적 신호로 출력하는 출력 전극으로 구성될 수 있다.

[0023] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 표면 탄성과 소자의 XRD 패턴을 보여준다. 도 2에 도시된 바와 같이, 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 구비하는 표면 탄성과 소자는 $2\theta=35.6^\circ$ 일 때, 가장 강한 강도의 XRD 패턴을 갖는다. 면심 입방 구조(face-centered cubic : FCC)를 가지는 실리콘 카바이드(SiC)의 표면과 육방정 구조(hexagonal structure)를 가지는 산화 아연(ZnO)의 표면은 서로 잘 매칭이 된다는 것을 보여준다.

[0024] 따라서, 본 실시예서와 같이 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 구비하는 표면 탄성과 소자의 경우 표면 조도(surface roughness)의 RMS(root-mean square) 값이 1.5nm밖에 안되어, 매우 부드러운 표면을 갖는다는 것을 알 수 있다.

[0025] 도 3은 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 구비하는 경우와 그렇지 않은 경우의 XRD 패턴을 비교하는 도면이다.

[0026] 도 3에 도시된 바와 같이 가장 강한 피크 패턴을 보이는 부분은 모두 $2\theta=34.4^\circ$ 이다. 그리고 다른 피크 값들은 2θ 가 63도 및 72.6도에서 나타난다. 한편, 도 3의 우측 상단에 도시된 A를 보면, 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 구비하는 경우에는 피크 값이 JCPDS 00-036-1451 규격(Joint Committee on Powder Diffraction Standards 00-036-1451)인 $2\theta=34.42^\circ$ 방향으로 쉬프팅(shifting)된 것을 알 수 있다. 이는 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)의 존재가 잔류 응력(residual stress)을 감소시켰다는 것을 의미한다. 이로써, 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)이 없는 소자에 비하여, 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)이 있는 소자는 잔류 응력이 감소된다는 것을 확인할 수 있다.

[0027] 도 4는 적외선 분광 스펙트럼(FT-IR spectra)의 일 예를 보여준다. 상부에 위치한 그래프 a는 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 구비하지 않는 경우를 나타내며, 하부에 위치한 그래프 b는 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 구비하는 경우를 나타낸다.

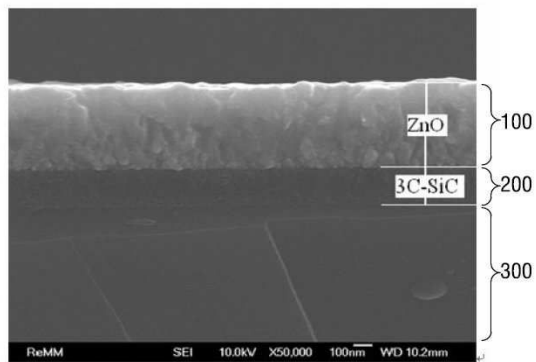
- [0028] 한편, 그래프상에서 가로축은 파수(wavenumber)를 나타내며, 세로축은 흡광도(absorbance)를 나타낸다. 도 4에는 가장 큰 두개의 피크값을 보여주는데, 이 두 개의 피크값은 각각 Zn-O(412cm^{-1})과 Si-C(805cm^{-1})이다.
- [0029] 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 구비하는 경우의 Zn-O의 결합 구조는 버퍼층(200)을 구비하지 않는 경우에 비해서 더 약하고 넓은 구조를 가지고 있다. 이와 같은 결합 구조는 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC)의 존재로 인한 것임을 알 수 있다.
- [0030] 도 5는 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC)가 존재하는 경우에 산화 아연(ZnO)의 AFM 이미지를 나타낸다. 도 5에 도시된 바와 같이 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC)가 존재하는 경우에 산화 아연(ZnO)의 RMS 조도 값(RMS roughness)이 7.4nm 로 매우 작은 값을 가짐을 알 수 있다. 따라서, 매우 부드러운 표면을 갖는다는 것을 알 수 있다.
- [0031] 도 6은 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC)가 존재하는 경우에 상온에서의 주파수 응답(frequency response)을 나타내며, 도 7은 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC)가 존재하지 않는 경우의 상온에서의 주파수 응답(frequency response)을 나타낸다.
- [0032] 도 6에 도시된 바와 같이 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 갖는 경우, ZnO/3C-SiC SAW 공명기(resonator)의 SAW 속도는 $hk=0.08$ 에서 SAW 속도는 4808m/s , 그리고, 공명 주파수는 120.2MHz 를 갖는다. 여기서, 웨이브 벡터(wave vector) $k=2\pi/\lambda$, $\lambda=40\mu\text{m}$, 압전 필름의 두께 $h=0.5\mu\text{m}$ 이다.
- [0033] 반면, 도 7에 도시된 바와 같이 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 갖지 않는 경우, ZnO/Si SAW 공명기(resonator)의 공명 주파수는 121.5MHz 를 가져, SAW 속도는 4860m/s 이다. 따라서, 실리콘 카바이드 버퍼층(200)을 구비하는 경우 SAW 속도가 52m/s 가량 감소한다는 것을 알 수 있다.
- [0034] 그러나, 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 갖는 경우, 삽입 손실은 -14.02dB 이고, 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 갖지 않는 경우의 삽입 손실은 -21.34dB 이다. 이는 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 갖는 경우에 삽입 손실이 훨씬 좋아짐을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)의 존재로 인하여, 잔류 응력(residual stress)을 감소시켰다는 것을 의미한다.
- [0035] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 SAW 공진기의 온도에 따른 공명 주파수의 변화를 나타내는 그래프이다. 여기서, 세로축은 $(f-f_0)/f_0$ 이고, f_0 는 상온에서의 공명 주파수를 나타낸다. 그래프 c는 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 구비하는 경우를 나타내며, 그래프 d는 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 구비하지 않는 경우를 나타낸다.
- [0036] $(df/dT)*1/f_0$ 로 계산되는 TCF값은 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 갖는 경우에는 $hk=0.08$ 에서 $-22\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 이다. 이 값은 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 갖지 않는 경우에 TCF값인 $-45\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 보다 두 배 이상 작다. 한편, 도 8의 그래프에서 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 갖지 않는 경우에는, TCF값이 115°C 에서 리니어(linear)한 양상을 보이는 반면, 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 갖는 경우에는, TCF값이 135°C 까지 리니어(linear)한 양상을 보인다. 이것은 SAW 소자가 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층(200)을 가지므로써 온도 변화에 높은 안정성을 갖는다는 것을 의미한다.
- [0037] 상술한 본 발명의 다양한 실시예에 따른 다결정 3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층을 갖는 SAW 소자에 의하면, 삽입 손실이 현저히 개선되고, 온도에 높은 안정성을 가지므로, 보다 고성능의 SAW 소자를 구현할 수 있게 된다.
- [0038] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 누구든지 본 발명의 기술적 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범주 내에서 본 발명의 바람직한 실시 예를 다양하게 변경할 수 있음은 물론이다. 따라서 본 발명은 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어나지 않는다면 다양한 변형 실시가 가능할 것이며, 이러한 변형 실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

부호의 설명

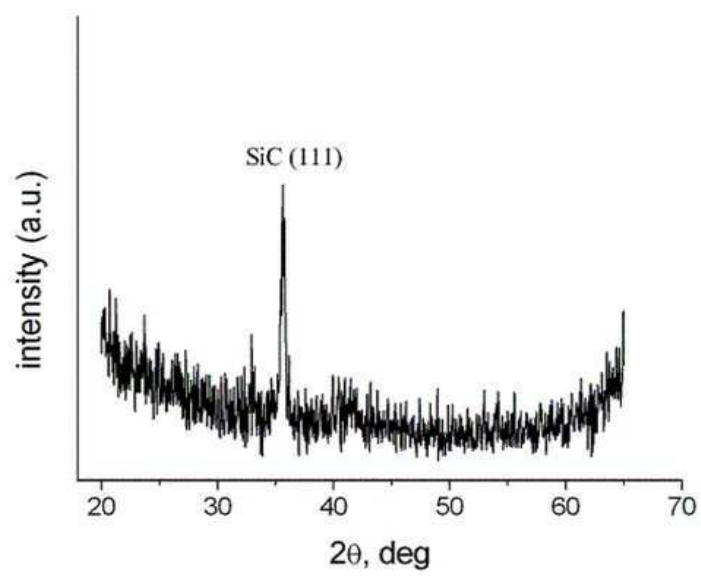
- [0039] 100.....산화 아연(ZnO) 필름
200.....3C-실리콘 카바이드(3C-SiC) 버퍼층
300.....기판

도면

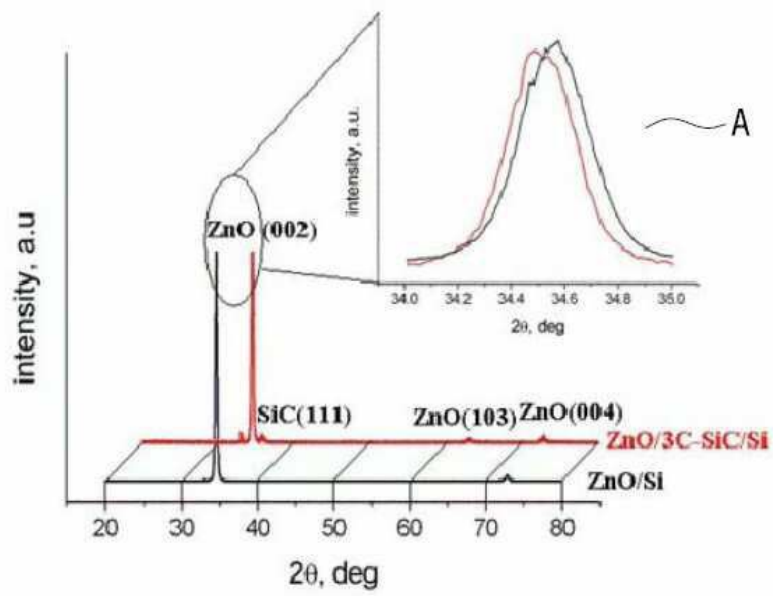
도면1



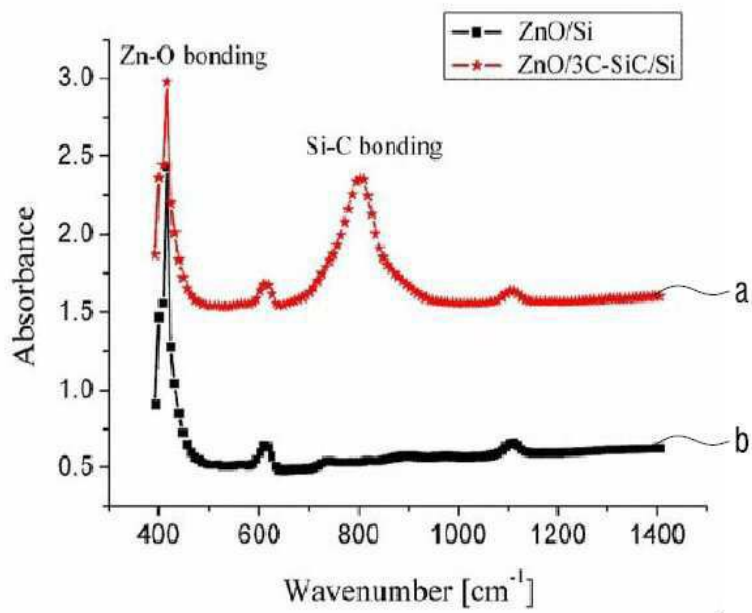
도면2



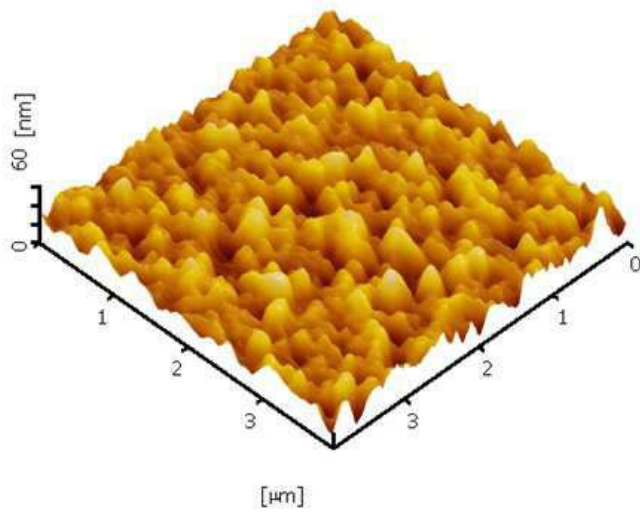
도면3



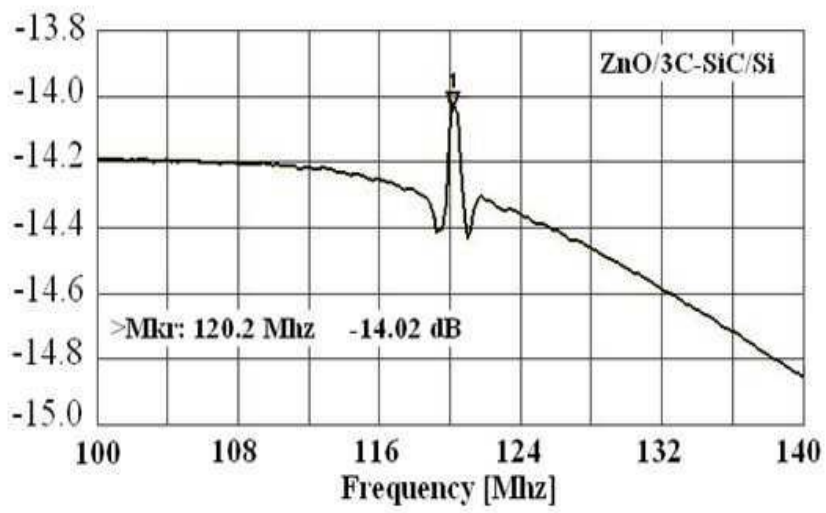
도면4



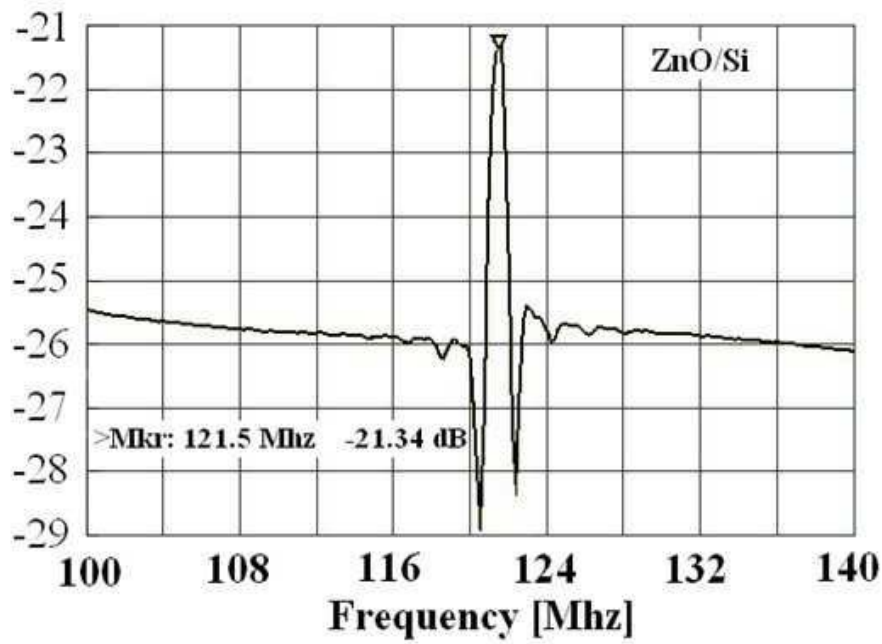
도면5



도면6



도면7



도면8

