



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0130053
(43) 공개일자 2010년12월10일

(51) Int. Cl.

C23C 14/35 (2006.01) C23C 16/22 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0048707

(22) 출원일자 2009년06월02일

심사청구일자 2009년06월02일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산 남구 무거2동 산29

(72) 발명자

정귀상

울산광역시 남구 무거2동 무거현대아파트 101동 408호

(74) 대리인

이현수, 김종선, 김태현, 정홍식

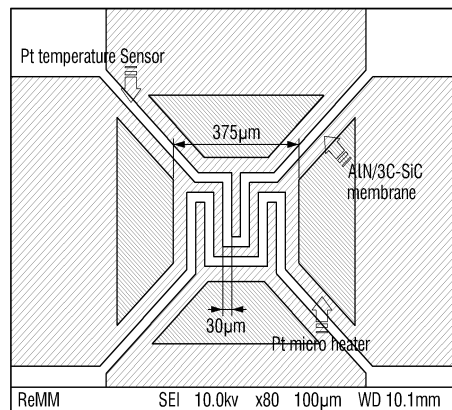
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 마이크로 히터 및 그의 제조방법

(57) 요약

마이크로 히터 및 그의 제조방법이 제공된다. 본 마이크로 히터의 제조방법은, 기판 위에 다결정 3C-SiC 막을 성장하는 제1공정, 다결정 3C-SiC 막 상에 질화알루미늄 막을 증착시키는 제2공정, 및 질화알루미늄 막 상에 백금 패턴을 형성하는 제3공정을 포함한다. 이로 인해, 본 마이크로 히터는 고온, 고압에서도 동작할 수 있을 뿐만 아니라 균일한 온도 분포를 갖는다.

대표도 - 도1b



특허청구의 범위

청구항 1

기판 위에 다결정 3C-SiC 막을 성장하는 제1공정;

상기 다결정 3C-SiC 막 상에 질화알루미늄 막을 증착시키는 제2공정; 및

상기 질화알루미늄 막 상에 패턴을 형성하는 제3공정;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 히터 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제3 공정은,

상기 질화알루미늄 막 상에 스퍼터링 방법으로 백금 박막을 증착하는 단계; 및

상기 백금 박막에 리프트 오프(lift off)공정을 이용하여 백금 패턴을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 히터 제조방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 제3 공정은,

상기 질화알루미늄 막 상에 상기 백금 박막을 0.3 μ m 두께로 증착하는 것을 특징으로 하는 마이크로 히터 제조방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제1 공정은,

상기 기판상에 산화막을 증착시키는 단계; 및

상기 산화막상에 HDMS 가스를 이용하여 대기압 고온 화학기상증착(APCVD) 방법으로 상기 다결정 3C-SiC 막을 증착시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 히터 제조방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 제2 공정은,

상기 질화알루미늄 막 상에 리소그래피 기법으로 포토 레지스트를 마스크하는 단계;를 포함하고,

상기 제3 공정은,

상기 마스크된 포토 레지스트 상에 리프트 오프(Lift off) 공정으로 백금 패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 마이크로 히터 제조방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 제2 공정은,

상기 다결정 3C-SiC 막 상에 질화알루미늄 막을 RF 마그네트론 스퍼터링(Radio Frequency magnetron sputtering) 방법으로 증착시키는 것을 특징으로 하는 마이크로 히터 제조방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 제2 공정은,

상기 다결정 3C-SiC 막 상에 질화알루미늄 막을 0.1 μ m 두께로 증착시키는 것을 특징으로 하는 마이크로 히터 제조방법.

청구항 8

기관;

상기 기관 위에 배치된 다결정 3C-SiC 막;

상기 다결정 3C-SiC 막 상에 배치된 질화알루미늄 막; 및

상기 질화알루미늄 막 상에 배치된 백금 박막;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 히터.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 백금 박막은, 상기 질화알루미늄 막 상에 스퍼터링 방법으로 증착되고, 상기 백금 박막 상에 리프트 오프 (lift off)공정으로 백금 패턴이 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로 히터.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 기관 위에 배치된 산화막;을 더 포함하고,

상기 산화막 상에 HDMS 가스를 이용하여 대기압 고온 화학기상증착(APCVD) 방법을 통해 상기 산화막 위에 상기 다결정 3C-SiC 막이 배치되는 것을 특징으로 하는 마이크로 히터.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마이크로 히터 및 그의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 3C-SiC을 기반으로 하는 마이크로 히터 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 마이크로 히터는 마이크로 가스센서, 유량 센서, 열진공 센서, 열량측정기 등의 분야에서 적용되며, 최근 들어 전력소모를 최소화하면서도 높은 온도를 발생시키는 마이크로 히터의 개발이 각광받고 있다. 전력소모를 최소화 하고 높은 온도를 발생시키기 위해 MEMS형 브릿지 또는 캔틸레버 구조를 이용한 마이크로 히터가 개발되고 있다.

[0003] 특히, 전력소모를 최소화하고 높은 온도 발생을 위해 SOI, poly-Si, SiO₂, Si₃N₄로 구성된 멤브레인 위에 마이크로 히터가 개발되었으나, 질화막이나 산화막은 200℃ 내지 500℃의 온도 범위 내에서 사용가능할 뿐, 그 이상의 온도에서는 마이크로 히터로서 기능하지 못하는 문제점이 있었다.

[0004] 이에 따라, 500 내지 800℃ 이상의 고온에서도 동작 가능한 마이크로 히터의 개발이 요구된다.

발명의 내용

[0005] 본 발명은 다결정 3C-SiC를 이용한 마이크로 히터 및 그의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 이상과 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른, 마이크로 히터 제조방법은, 기관 위에 다결정 3C-SiC 막을 성장하는 제1공정, 상기 다결정 3C-SiC 막 상에 질화알루미늄 막을 증착시키는 제2공정, 및 상기 질화알루미늄 막 상에 패턴을 형성하는 제3공정을 포함한다.

- [0007] 바람직하게는, 제3 공정은, 질화알루미늄 막 상에 스퍼터링 방법으로 백금 박막을 증착하는 단계, 및 백금 박막에 리프트 오프(lift off)공정을 이용하여 백금 패턴을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0008] 또한, 바람직하게는, 제3 공정은, 질화알루미늄 막 상에 백금 박막을 0.3 μ m 두께로 증착될 수 있다.
- [0009] 또한, 바람직하게는, 제1 공정은, 기판상에 산화막을 증착시키는 단계, 및 산화막상에 HDMS 가스를 이용하여 대기압 고온 화학기상증착(APCVD) 방법으로 다결정 3C-SiC 막을 증착시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 또한, 바람직하게는, 제2 공정은, 질화알루미늄 막 상에 리소그래피 기법으로 포토 레지스트를 마스크하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 제3 공정은, 마스크된 포토 레지스트 상에 리프트 오프(Lift off) 공정으로 백금 패턴을 형성할 수 있다.
- [0011] 또한, 바람직하게는, 제2 공정은, 다결정 3C-SiC 막 상에 질화알루미늄 막을 RF 마그네트론 스퍼터링(Radio Frequency magnetron sputtering) 방법으로 증착시킬 수 있다.
- [0012] 또한, 바람직하게는, 제2 공정은, 다결정 3C-SiC 막 상에 질화알루미늄 막을 0.1 μ m 두께로 증착시킬 수 있다.
- [0013] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로 히터는, 기판; 상기 기판 위에 배치된 다결정 3C-SiC 막; 상기 다결정 3C-SiC 막 상에 배치된 질화알루미늄 막; 및 상기 질화알루미늄 막 상에 배치된 백금 박막;을 포함한다.
- [0014] 바람직하게는, 백금 박막은, 질화알루미늄 막 상에 스퍼터링 방법으로 증착되고, 백금 박막 상에 리프트 오프(lift off)공정으로 백금 패턴이 형성될 수 있다.
- [0015] 또한, 바람직하게는, 기판 위에 배치된 산화막을 더 포함할 수 있다. 이때, 산화막 상에 HDMS 가스를 이용하여 대기압 고온 화학기상증착(APCVD) 방법을 통해 산화막 위에 다결정 3C-SiC 막이 배치될 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하에서, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 대하여 자세하게 설명한다.
- [0017] 도면을 설명하기에 앞서 본 발명에 이용되는 3C-SiC의 특성에 대해 설명하도록 한다.
- [0018] 3C-SiC(Cubic Silicon Carbide)는 높은 열전도도, 높은 항복전계, 높은 전자포화 속도, 낮은 열팽창계수, 우수한 기계적 강도 및 화학적 안정성으로 인해 극한 환경용 M/NEMS(Micro/Nano electro mechanical system) 소자의 재료로 적합하다.
- [0019] 그리고, 입방구조의 3C-SiC 박막은 CVD로 Si 기판위에 대면화가 가능하며 Si 마이크로머시닝기술 적용에도 용이하다. 특히, 다결정 3C-SiC의 경우에는 산화막이나 질화막, AlN 등에서도 저온 성장이 가능하고 표면 마이크로머시닝 기술의 적용이 용이하다.
- [0020] 또한, 단결정 3C-SiC의 경우, Si과 SiC 두 물질 간의 큰 열팽창 계수의 차이와 격자 부정합으로 인한 크랙, 뒤틀림 등의 스트레스가 크게 발생하지만, 다결정 3C-SiC를 사용할 경우는 이런 문제를 해결하여 누설 전류를 감소시키므로 고온에서의 소자 특성을 크게 개선시킬 수 있다.
- [0021] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 다결정 3C-SiC 기반 마이크로 히터의 단면도, 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 다결정 3C-SiC 기반 마이크로 히터의 SEM(Scanning Electron Microscope) 이미지이다. 여기서, 본 다결정 3C-SiC 기반 마이크로 히터는 브릿지 구조인 것이 바람직하다.
- [0022] 도 1a 및 도 1b에 도시된 바와 같이, 다결정 3C-SiC 기반 마이크로 히터는 실리콘(Si)으로 구성된 기판(110) 상에 다결정 3C-SiC 막(130)이 배치되고, 다결정 3C-SiC 막(130) 위에 질화알루미늄(AlN) 막(140)이 배치된다. 또한, 질화알루미늄 막(140) 백금 패턴(180)이 형성된다.
- [0023] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로 히터의 제조방법을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 3a 내지 도 3e는 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로 히터의 제조방법에 제공되는 마이크로 히터의 단면도이다.
- [0024] 먼저, 도 3a에 도시된 바와 같이, 기판(110) 상에 산화막(120)이 증착된다(S210). 이때, 산화막은 SiO₂로 구성될 수 있으며, 실리콘 기판(110)의 위,아래 표면에 증착될 수 있다.
- [0025] 여기서, 기판(110)으로는 통상의 Si(실리콘) 웨이퍼를 이용할 수 있으나, 경우에 따라서는 고저항 실리콘 기판(110)(HRS)을 이용할 수 있다.
- [0026] 산화막(120)은 기판(110)과 3C-SiC 막(130)을 절연시키고, 3C-SiC 막(130)의 증착을 용이하게 하기 위한

것이다.

- [0027] 다음으로, 산화막(120)상에 3C-SiC 막(130)을 증착시킨다(S220).
- [0028] 구체적으로, 산화막(120) 상에 다결정 3C-SiC 박막(130)을 증착시킴에 있어서, 화학 기상 증착법(Chemical Vapor Deposition; CVD)이 이용될 수 있으며, 특히, 대기압 화학 기상 증착법(Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition; APCVD)이 이용될 수 있다.
- [0029] 또한, 단일 전구체인 HMDS($\text{Si}_2(\text{CH}_3)_6$), Ar, H_2 가스 등을 주입하여 기판(110) 위에 3C-SiC 막(130)을 증착시킬 수 있다. 여기서, 3C-SiC 막(130)은 예를 들어, 약 $1.0\ \mu\text{m}$ 두께로 형성될 수 있다.
- [0030] 즉, 3C-SiC 막(130)을 증착함에 있어서, HMDS(Hexa Methyl Di Silazane) 가스를 이용하여 APCVD 방법으로 약 1000°C 내지 2000°C 온도범위에서 약 30분 동안 약 $1.0\ \mu\text{m}$ 두께의 3C-SiC 막(130)을 성장시키는 것이 가장 바람직하다.
- [0031] 그리고, 3C-SiC 막(130)상에 RF 마그네트론 스퍼터링(Radio Frequency magnetron sputtering)을 이용하여 질화알루미늄(AlN) 막(140)을 증착시킨다(S230).
- [0032] 이때, 질화알루미늄 막(140)을 약 $0.1\ \mu\text{m}$ 두께의 두께로 증착하고, 약 800°C 내지 1000°C 범위의 온도에서 약 30분 동안 질화알루미늄 막(140)이 포함된 기판(110)을 열처리한다.
- [0033] 이어, 포토 리소그래피 공정을 이용하여 질화알루미늄 막(140) 및 3C-SiC 막(130)상에 멤브레인 패턴을 형성한다(S240).
- [0034] 구체적으로, 도 3a에 도시된 바와 같이, 질화알루미늄 막 상에 식각마스크인 알루미늄 막(150)을 배치시키고, 알루미늄 상에 포토 레지스트(Photo Resist : 160)를 패터닝하면서 AlN 을 식각한다. 그리고, 도 3b에 도시된 바와 같이, 다결정 3C-SiC 막(130)을 이온 식각(Reactive Ion Etching : RIE)함으로써 멤브레인 패턴을 형성한다.
- [0035] 즉, 포토 리소그래피 공정 및 이온 식각을 통해 질화알루미늄 막(140) 및 다결정 3C-SiC 막(130)에서 원하지 않는 부분을 제거함으로써 원하는 패턴을 형성한다.
- [0036] 그리고, 알루미늄 막(150)을 제거한 후, 도 3c에 도시된 바와 같이, 포토 리소그래피 공정을 이용하여 질화알루미늄 막(140)이 포함된 기판 위에 포토 레지스트(170)를 패터닝한다(S250).
- [0037] 구체적으로, S210 내지 S240단계를 통해 기판(100) 상에 형성된 물질들 중 원하지 않는 특정 부분을 제거하기 위해 산화막(120) 및 질화알루미늄 막(140)의 특정부분에 포토 레지스트(170)를 패터닝한다. 여기서, 포토 레지스트 패터닝은 포토 리소그래피 공정을 통해 형성된다.
- [0038] 이어, 포토 레지스트가 패터닝된 기판 상에 백금 박막을 증착한다(S260). 이때, 백금 박막은 스퍼터링 방법으로 증착될 수 있으며, 도 3d에서는 패터닝된 기판(110) 상에 증착된 백금 박막을 도시하고 있다.
- [0039] 그리고, 백금 박막이 증착되면, 리프트 오프 공정을 이용하여 원하지 않는 부분을 제거함으로써 백금 패턴을 형성한다(S270).
- [0040] 구체적으로, 도 3c에 도시된 바와 같이, 백금 박막이 증착된 이후에 리프트 오프 공정을 이용하여 포토 레지스트를 제거한다. 즉, 도 3d에 도시된 포토 레지스트(170) 위에 배치된 백금(180)이 제거됨으로써, 도 3e에 도시된 바와 같이, 원하는 모양의 백금 패턴이 형성된다. 이에 따라, 본 실시예에 따라 패턴이 형성된 백금은 마이크로 히터 및 온도 센서로 이용될 수 있다.
- [0041] 마지막으로, 산화막을 제거함으로써 브리지 구조의 마이크로 히터가 제작된다(S280). 여기서, 도 3e에 도시된 기판을 불산용액에 담금으로써 산화막이 제거된다.
- [0042] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로 히터의 온도변화를 나타낸 그래프이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 시뮬레이션을 통해 백금 박막에 전력을 인가함으로써 약 800°C 까지 온도를 발열시킬 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0043] 또한, 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 400mW 의 전력에서 최소 발열온도는 800.505°C 이고, 최대 발열온도는 800.479°C 로 온도 차가 0.026°C 로 거의 없음을 나타내고 있다. 즉, 질화알루미늄/3C-SiC 기반의 마이크로 히터는 균일한 온도 분포를 가짐을 확인할 수 있다.
- [0044] 한편, 본 발명에 따른 3C-SiC 기반의 마이크로 히터에서, 산화막을 제거한 후, 패터닝된 백금 위에 감지물질을

증착함으로써 가스 센서로 동작될 수 있다. 이때, 백금 위에 증착되는 감지물질로의 일 예로는 SnO_2 , ZnO , WO_3 를 들 수 있다.

[0045] 이에 따라, 본 3C-SiC 마이크로 히터는 고온 특히 500℃ 이상에서도 동작 가능할 뿐만 아니라, 균일한 온도 분포를 가지기 때문에 고온, 고압의 가스 센서 등에서 이용되는 감지 물질의 감지 특성을 향상시킬 수 있다.

[0046] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0047] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 다결정 3C-SiC 기반 마이크로 히터의 단면도,

[0048] 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 다결정 3C-SiC 기반 마이크로 히터의 SEM(Scanning Electron Microscope) 이미지,

[0049] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로 히터의 제조방법을 설명하기 위한 흐름도,

[0050] 도 3a 내지 도 3e는 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로 히터의 제조방법에 제공되는 마이크로 히터의 단면도,

[0051] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로 히터의 온도변화를 나타낸 그래프.

[0052] 도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로 히터의 온도 분포와 발열 온도를 COMSOL 프로그램을 이용하여 나타낸 도면, 그리고

[0053] 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로 히터의 열분포를 적외선 열화상 카메라로 측정한 도면이다.

[0054] *도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명*

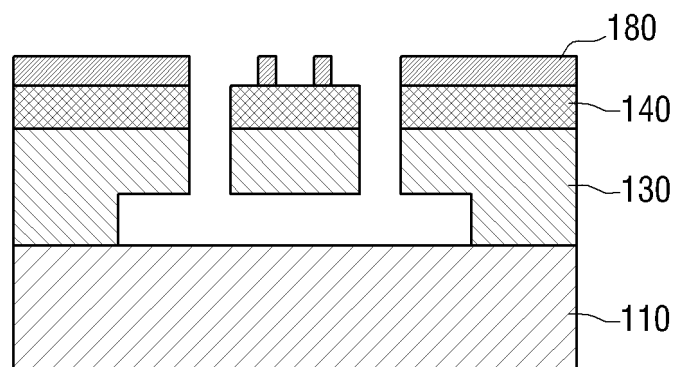
[0055] 110: 기관 120: 산화막

[0056] 130: 3C-SiC 막 140: 질화알루미늄 막

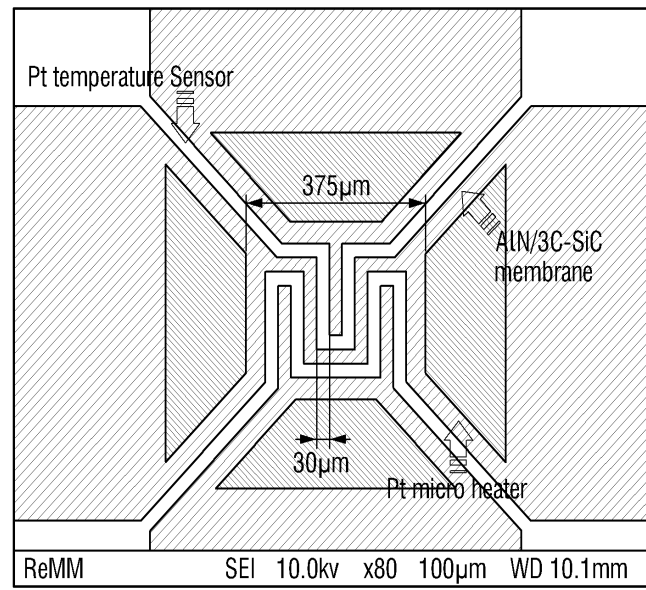
[0057] 150: 알루미늄 160, 170: 포토 레지스트

도면

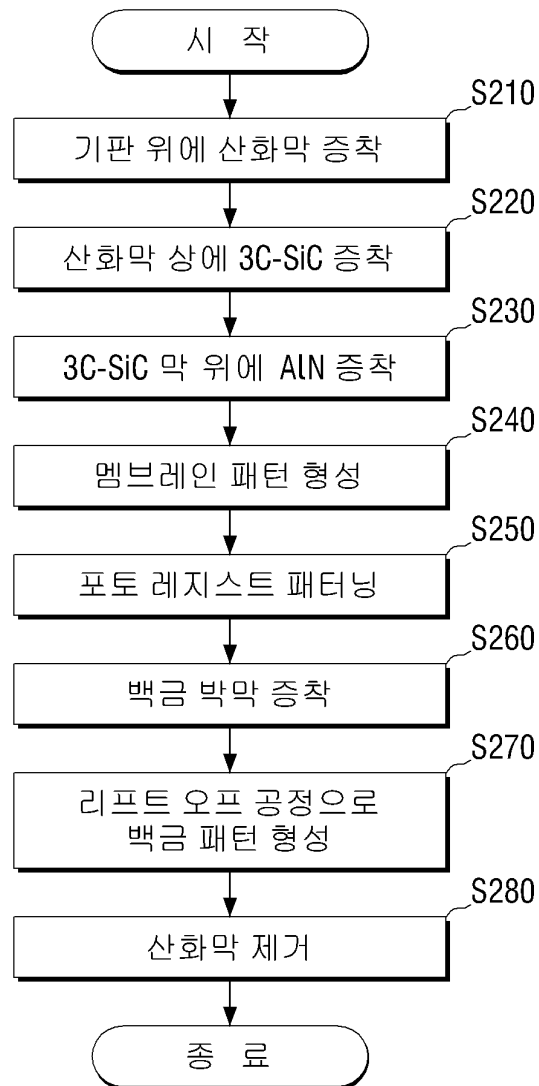
도면1a



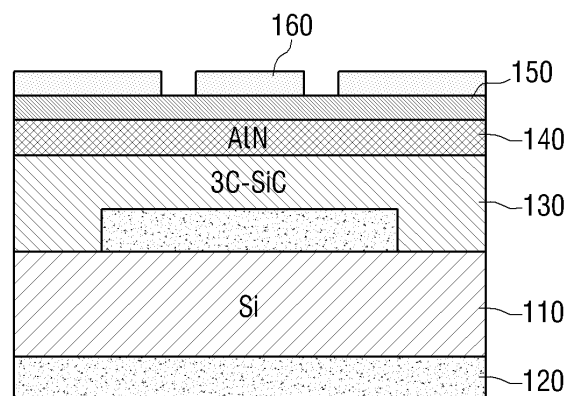
도면1b



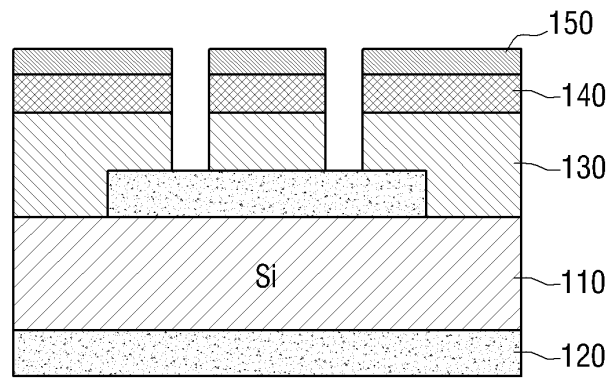
도면2



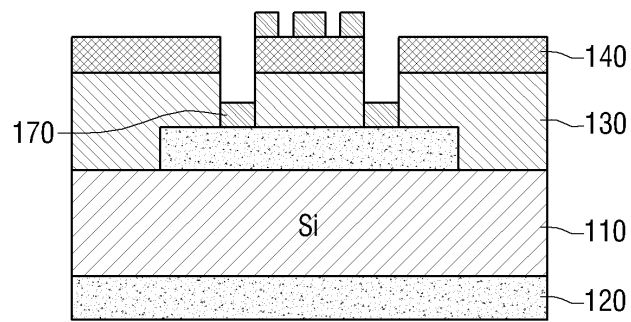
도면3a



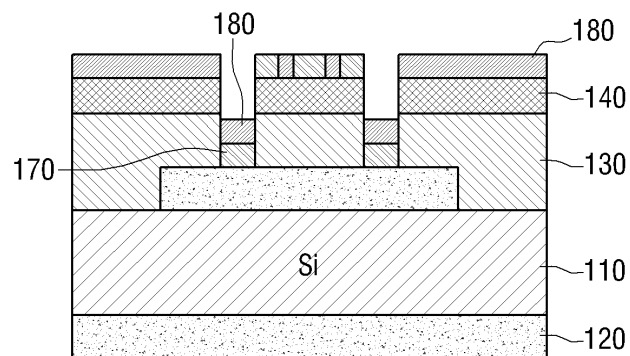
도면3b



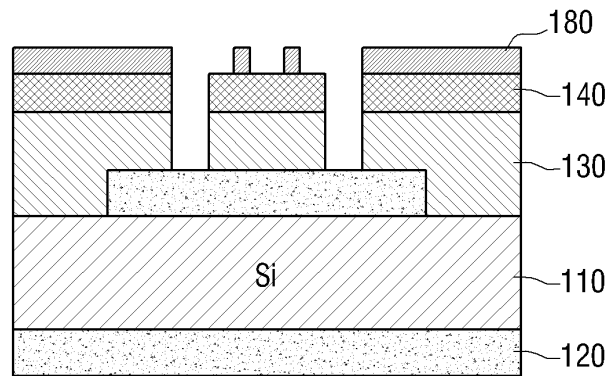
도면3c



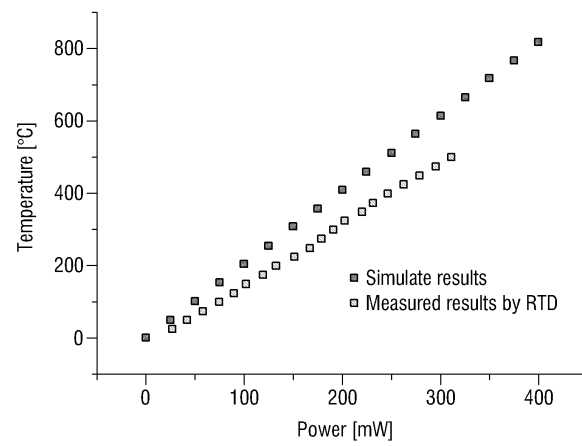
도면3d



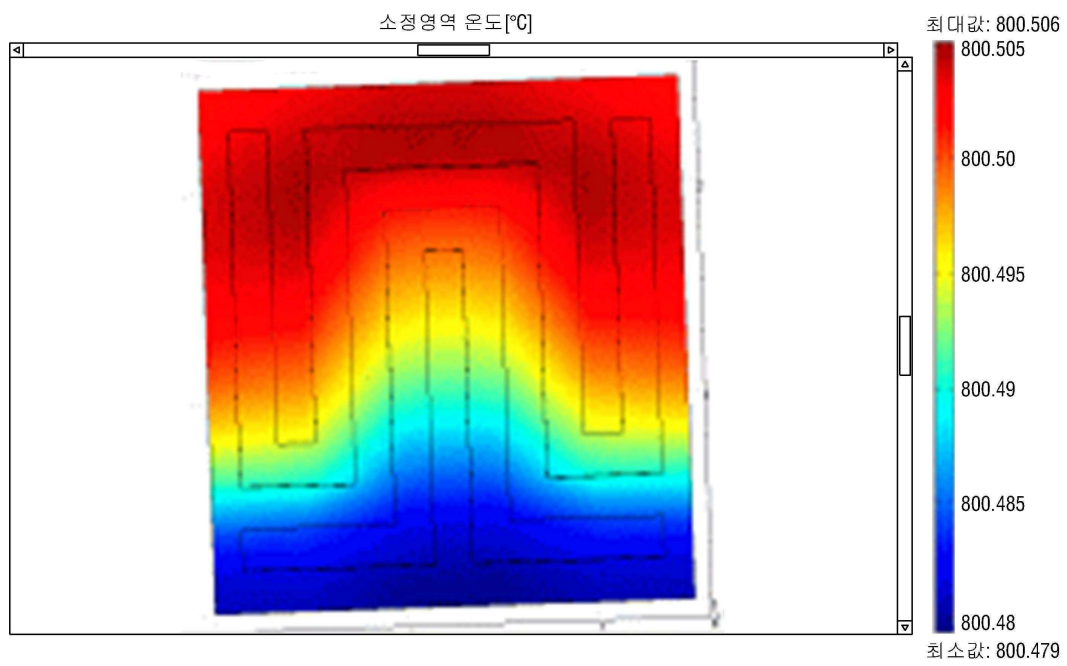
도면3e



도면4



도면5a



도면5b

