



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월19일
(11) 등록번호 10-1839966
(24) 등록일자 2018년03월13일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>C23C 14/16</i> (2006.01) <i>C23C 14/34</i> (2006.01)
 <i>C23C 14/54</i> (2018.01) <i>C23C 14/58</i> (2006.01)
 <i>C23F 1/30</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>C23C 14/165</i> (2013.01)
 <i>C23C 14/34</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-0122109
 (22) 출원일자 2016년09월23일
 심사청구일자 2016년09월23일</p> <p>(56) 선행기술조사문헌
 KR1020160018059 A*
 KR1020090007168 A
 KR1020140000839 A
 KR1020140018539 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> | <p>(73) 특허권자
 울산과학기술원
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(72) 발명자
 김주영
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
 곽은지
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(74) 대리인
 전용준</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 9 항

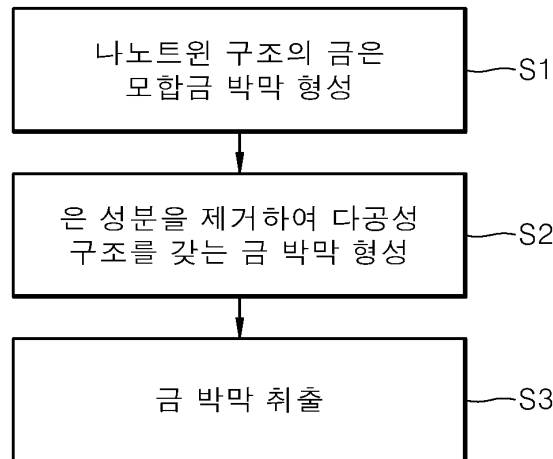
심사관 : 손동연

(54) 발명의 명칭 다공성 금 박막 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 다공성 금 박막의 제조 방법은, 실리콘 기판위에 나노트윈구조와 다공성 구조를 갖는 금 박막을 형성함으로써, 나노트윈구조에 의해 강도와 연신율이 향상될 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 다공성 금 박막의 제조 방법은, 별도의 접합층을 형성할 필요가 없는 이점이 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C23C 14/54 (2018.01)

C23C 14/5806 (2013.01)

C23C 14/5846 (2013.01)

C23C 14/5873 (2013.01)

C23F 1/30 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345238730

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 지역혁신창의인력양성사업

연구과제명 플렉서블 전자소자용 신축성 배선 및 전극 소재 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술대학교

연구기간 2015.10.01 ~ 2016.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

(100), (110), (111) 방향 중 어느 하나의 결정 방향의 기판의 표면에 공동 스퍼터링(Co sputtering)을 통해 미리 설정된 증착조건으로 금은 모합금을 증착하여,

내부 결정구조가 상기 기판의 결정 방향에 수직한 방향으로 복수의 기둥 형상의 결정들이 길게 연장되어 형성되고, 상기 기판의 결정 방향으로 상기 결정들이 결을 이루어 적층되며, 상기 기판의 결정 방향으로 형성된 결정립계를 중심으로 서로 대칭을 이루는 나노트윈 구조를 가지는 금은 모합금 박막을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 증착조건은, 상기 증착시 사용되는 금은 모합금에서 금의 비율은 20 내지 50% 범위로 설정되고, 스퍼터의 내부압력은 10^{-5} Torr 이하로 설정하고, 상기 증착속도는 0.1 내지 2.5 nm/s 범위로 설정하고, 상기 증착시 증착압력은 1 내지 10mTorr 범위로 설정하는 다공성 금 박막의 제조방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 금은 모합금 박막을 포함하는 기판을 질산 수용액에 투입하여 은 성분을 부식시켜, 다공성 구조의 금 박막을 형성하는 단계와;

상기 단계에서 형성된 나노트윈 구조와 다공성 구조를 가지는 금 박막을 상기 질산 수용액에서 추출하는 단계를 포함하는 다공성 금 박막의 제조 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

청구항 2에 있어서,

상기 다공성 구조의 기공의 크기는, 상기 질산 수용액의 농도와 상기 질산 수용액의 온도를 다르게 하여 조절하는 다공성 금 박막의 제조방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 질산 수용액은 10 내지 70% 수용액을 사용하는 다공성 금 박막의 제조방법.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 질산 수용액의 온도는 20 내지 80℃인 다공성 금 박막의 제조방법.

청구항 9

청구항 2에 있어서,

상기 다공성 구조를 형성하는 단계에서 부식 시간은 48시간 이하로 설정하는 다공성 금 박막의 제조방법.

청구항 10

청구항 2에 있어서,

상기 추출된 박막을 에탄올로 세정하는 단계를 더 포함하는 다공성 금 박막의 제조 방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 기판은 실리콘 기판인 다공성 금 박막의 제조 방법.

청구항 12

(100),(110),(111) 방향 중 어느 하나의 결정 방향의 실리콘 기판의 표면에 공동 스퍼터링(Co sputtering)을 통해 10^{-5} Torr 이하의 스퍼터의 내부압력과, 1 내지 10mTorr의 증착압력과 0.1 내지 2.5 nm/s의 증착속도로 금의 비율은 20 내지 50% 범위로 설정된 금은 모합금을 증착하여, 내부 결정구조가 상기 실리콘 기판의 결정 방향에 수직한 방향으로 복수의 기둥 형상의 결정들이 길게 연장되어 형성되고 상기 실리콘 기판의 결정방향으로 상기 결정들이 결을 이루어 적층되며 상기 실리콘 기판의 결정방향으로 형성된 결정립계를 중심으로 서로 대칭을 이루는 나노트윈 구조를 가지는 상기 금은 모합금 박막을 형성하는 단계와;

상기 금은 모합금 박막을 포함하는 기판을 20 내지 80℃이고 70% 수용액의 질산 수용액에 투입하여 은 성분을 부식시켜, 다공성 구조의 금 박막을 형성하는 단계와;

상기 단계에서 형성된 나노트윈 구조와 다공성 구조를 가지는 금 박막을 상기 질산 수용액에서 추출하는 단계와;

상기 추출된 박막을 에탄올로 세정하는 단계를 포함하는 다공성 금 박막의 제조 방법.

청구항 13

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다공성 금 박막 및 이의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 스퍼터링 공정을 이용하여 강도와 연신율이 향상된 다공성 금 박막 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다공성 금은 높은 비표면적, 화학적 안정성, 생물학적 적합성 등의 특성에 의하여 촉매, 센서, 액추에이터 등의 주요 요소로 활용되고 있다.

[0003] 예를 들면, 공개특허 제2014-0000839호에는 마이크로 패터닝된 다공성 금전극을 사용하는 C D 4 4 검출용 바이오센서의 구성이 개시되어 있어, 바이오센서에서의 다공성 금전극의 활용성을 제시하고 있다.

[0004] 특히 상기 특허의 바이오 센서는 기준 전극, 작업 전극, 및 상대 전극을 포함하고, 상기 작업 전극은 마이크로 패터닝된 다공성 금(Au)전극의 표면에 히알루론산을 부착한 것을 특징으로 하는 것으로 작업 전극에 다공성 금 전극의 활용하여 높은 검출 결과를 개시하고 있다.

[0005] 그러나 상기 다공성 금전극은 전기화학적 방법으로 표면을 개질하여 다공성 구조를 형성한 것으로, 다양한 다공성 특성을 형성하는 것에 한계가 있으며, 또한 표면에만 다공성 구조가 형성되는 단점이 있다.

[0006] 한편, 공개특허 제2014-0018539호에는 금전극을 전처리하여 준비하는 단계; 전처리된 금 전극을 옥살산 전해질 용액에 침지하는 단계; 금 전극을 옥살산 전해질 용액에서 양극산화시키는 단계; 및 양극산화반응을 통해 얻어

진 나노다공성 금전극(NPBG)을 세척하는 단계;를 포함하는 나노다공성 금전극의 제조방법이 개시되어 있다.

[0007] 상기 방법은 전해질 용액 내에서 금전극을 침지한 후 양극산화에 의하여 금전극의 표면에 다공성 구조를 형성하는 구성으로, 글루코오스 검출을 위한 전극으로 효율성을 나타내는 장점은 있다. 반면에 전극의 다공성 구조를 양극산화반응을 통하여 생성하므로, 다양한 다공성 구조 형성이 어려우며, 다공성 구조가 전극의 표면에서 일정 깊이 이내에서만 형성되는 단점이 있다.

[0008] 따라서, 다공성 금전극의 높은 활용을 위해서는 종래 전극판 형태 이외에 박막 형태이면서 다공성 구조가 전체 영역으로 형성되고, 추가적으로 다공성 정도의 조절이 용이한 새로운 방식의 제조 방법이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2014-0018539호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은, 강도와 연신율이 향상된 다공성 금 박막 및 이의 제조 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명에 따른 다공성 금 박막의 제조 방법은, (100),(110),(111) 방향 중 어느 하나의 결정 방향의 기판의 표면에 공동 스퍼터링(Co sputtering)을 통해 미리 설정된 증착속도로 금은 모합금을 증착하여, 내부 결정구조가 상기 기판의 결정 방향에 수직한 방향으로 복수의 기둥 형상의 결정들이 길게 연장되어 형성되고 상기 기판의 결정 방향으로 상기 결정들이 결을 이루어 적층되며 상기 기판의 결정 방향으로 형성된 결정립계를 중심으로 서로 대칭을 이루는 나노트윈 구조를 가지는 상기 금은 모합금 박막을 형성하는 단계를 포함한다.

[0012] 본 발명의 다른 측면에 따른 다공성 금 박막의 제조 방법은, (100),(110),(111) 방향 중 어느 하나의 결정 방향의 실리콘 기판의 표면에 공동 스퍼터링(Co sputtering)을 통해 1 내지 10mTorr의 증착압력과 0.1 내지 2.5 nm/s의 증착속도로 금은 모합금을 증착하여, 내부 결정구조가 상기 실리콘 기판의 결정 방향에 수직한 방향으로 복수의 기둥 형상의 결정들이 길게 연장되어 형성되고 상기 실리콘 기판의 결정방향으로 상기 결정들이 결을 이루어 적층되며 상기 실리콘 기판의 결정방향으로 형성된 결정립계를 중심으로 서로 대칭을 이루는 나노트윈 구조를 가지는 상기 금은 모합금 박막을 형성하는 단계와; 상기 금은 모합금 박막을 포함하는 기판을 20 내지 80 °C이고 70% 수용액의 질산 수용액에 투입하여 은 성분을 부식시켜, 다공성 구조의 금 박막을 형성하는 단계와; 상기 단계에서 형성된 나노트윈 구조와 다공성 구조를 가지는 금 박막을 상기 질산 수용액에서 추출하는 단계와; 상기 추출된 박막을 에탄올로 세정하는 단계를 포함한다.

[0013] 본 발명에 따른 다공성 금 박막은, (100),(110),(111) 방향 중 어느 하나의 결정 방향의 기판의 표면에 증착된 후 분리 추출되며, 내부 결정구조가 상기 기판의 결정 방향에 수직한 방향으로 복수의 기둥 형상의 결정들이 길게 연장되어 형성되고 상기 기판의 결정 방향으로 상기 결정들이 결을 이루어 적층되며 상기 기판의 결정 방향으로 형성된 결정립계를 중심으로 서로 대칭을 이루는 나노트윈 구조를 가지도록 형성된다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따른 다공성 금 박막의 제조 방법은, 실리콘 기판위에 나노트윈구조와 다공성 구조를 갖는 금 박막을 형성함으로써, 나노트윈구조에 의해 강도와 연신율이 향상될 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명에 따른 다공성 금 박막의 제조 방법은, 별도의 접합층을 형성할 필요가 없는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다공성 금 박막을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 다공성 금 박막의 제조방법을 나타낸 순서도이다.

도 3은 (111) 방향의 실리콘 기판에 형성된 금 박막의 TEM 이미지이다.

도 4는 (100) 방향의 실리콘 기판에 형성된 금 박막의 TEM 이미지이다.

도 5는 (111) 방향의 실리콘 기판에 증착속도에 따라 다르게 형성된 금 박막을 비교한 TEM 이미지이다.

도 6은 다공성 구조의 박막의 SEM 이미지이다.

도 7은 도 6에 나타난 다공성 구조의 박막을 확대하여 나타난 TEM 이미지이다.

도 8은 나노트윈 구조를 갖는 박막과 나노트윈 구조가 없는 박막에 대해 리가먼트의 크기에 따른 강도를 비교하여 나타난 그래프이다.

도 9는 나노트윈 구조를 갖는 박막에서 쌍정립계 사이의 거리의 분포를 나타난 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명하면, 다음과 같다.
- [0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다공성 금 박막을 나타난 도면이다.
- [0019] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 다공성 금 박막은, 실리콘 기판(1)에 증착된 후 분리 추출되는 금 박막(2)이다.
- [0020] 상기 실리콘(Si) 기판은, (100), (110), (111) 방향 중 어느 하나의 결정 방향을 갖는 기판을 사용할 수 있다. 본 실시예에서는, (111) 방향의 기판을 사용하는 것으로 예를 들어 설명한다.
- [0021] 도 3은 (111) 방향의 실리콘 기판에 형성된 금 박막의 TEM 이미지이다. 도 4는 (100) 방향의 실리콘 기판에 형성된 금 박막의 TEM 이미지이다.
- [0022] 도 3 및 도 4를 참조하면, (111) 방향의 실리콘 기판을 사용하는 경우와 (100) 방향의 실리콘 기판을 사용하는 경우, 금 박막에 생성된 나노트윈(nanotwin) 구조의 밀도가 서로 다르지만, 모두 트윈 구조가 형성되는 것을 알 수 있다.
- [0023] 상기 금 박막(2)은, 금은 모합금 박막을 공동 스퍼터링(Co sputtering) 방법을 통해 증착하여 형성되며, 뒤에서 상세히 설명한다. 상기 공동 스퍼터링을 수행시, 증착 속도를 제어하여 후술하는 복수의 결정들의 두께나 결정 방향을 조절하고, 나노트윈구조를 형성할 수 있다.
- [0024] 상기 금 박막(2)은, 내부 결정구조가 나노트윈(nanotwin) 구조와 다공성(nanoporous) 구조를 모두 갖도록 형성된 박막이다.
- [0025] 도 3 및 도 4를 참조하면, 상기 실리콘 기판(1)의 결정방향인 (111) 방향(Y)에 수직한 방향(X)으로 복수의 기둥형상(columnar)의 결정들이 길게 연장되어 형성되고, 상기 실리콘 기판(1)의 결정방향인 (111) 방향(Y)으로 상기 결정들이 결을 이루어 적층되어 복수의 층을 이루는 구조를 형성한다. 상기 기둥형상의 결정들이 결을 이루며 적층된 형상이 줄무늬 형상처럼 나타난다. 상기 결정들의 두께는 약 4 내지 50 nm범위이다.
- [0026] 또한, 상기 금 박막(2)의 내부 결정구조는, 상기 실리콘 기판(1)의 결정 방향인 (111) 방향(Y)으로 형성된 결정립계(Grain boundary, GB)를 중심으로 서로 대칭을 이루어 나노트윈 구조를 형성한다.
- [0027] 상기 트윈 구조는 상기 실리콘 기판(1)의 결정 방향인 (111) 방향(Y)으로 형성된 결정립계(GB)를 중심으로 서로 대칭을 이루는 구조를 말하며, 쌍정구조라고도 한다. 상기 나노 트윈 구조는, 상기 결정립계들 사이의 간격이 나노미터 수준인 것을 의미한다.
- [0028] 상기 금 박막(2)은, 상기 나노트윈 구조로 형성됨으로써, 변형 발생시 변형이 상기 결정립계를 뚫고 지나가는데 한계가 있기 때문에 변형의 전이가 방지되어, 강도 및 연신율이 향상될 수 있다.
- [0029] 상기 다공성 구조는, 금은 모합금 박막에서 은 성분을 질산 수용액을 이용해 제거함으로써 형성되며, 뒤에서 상세히 설명한다.
- [0030] 상기와 같이 구성된 다공성 금 박막은, 별도의 접착층이 필요하지 않으며, 나노트윈구조를 형성함으로써 강도와 연신율이 보다 향상될 수 있다.

- [0031] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 다공성 금 박막의 제조방법을 나타낸 순서도이다.
- [0032] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 다공성 금 박막의 제조방법을 살펴보면, 다음과 같다.
- [0033] 먼저, 상기 실리콘 기판(1)의 표면에 금은 모합금을 공동 스퍼터링(Co sputtering)을 통해 증착하여, 금은 모합금 박막을 형성하는 단계를 수행한다.(S1)
- [0034] 여기서, 상기 실리콘 기판(1)은, (100), (110), (111) 방향 중 어느 하나의 결정방향을 갖는 기판을 사용할 수 있으며, 본 실시예에서는 (111) 방향의 실리콘 기판(1)을 사용하는 것으로 예를 들어 설명한다.
- [0035] 상기 금은(AuAg) 모합금에서 금의 비율은 20% 내지 50% 범위로 설정한다. 상기 금(Au)은 기저에 해당하고, 상기 은(Ag)은 다공성 부분에 해당한다. 상기 금과 상기 은의 비율을 조절하여, 다공성 특성을 조절할 수 있다. 상기 금의 비율이 20% 미만일 경우, 기저가 약해 상기 금은 모합금 박막의 강도가 약해질 수 있다. 한편, 상기 금의 비율이 50%를 초과할 경우 다공성 특성이 약화될 수 있다.
- [0036] 상기 금은 모합금 박막의 두께는 500nm 내지 5 μ m가 바람직하다. 상기 두께가 500nm미만인 경우에는 박막이 얇아 실제 제품 적용에 어려운 단점이 있으며, 5 μ m를 초과하는 경우 스퍼터링 시간이 증가되어 제조 비용이 증가하는 단점이 있다.
- [0037] 상기 공동 스퍼터링 방법을 이용시 증착 조건에 따라 상기 금은 모합금의 결정의 형성 방향이 달라지며, 나노트원구조가 형성되거나 형성되지 않을 수 있다.
- [0038] 상기 나노트원구조를 형성하기 위한 증착조건은, 스퍼터의 내부 압력은 10⁻⁵Torr 이하이고, 증착 압력은 1 내지 10mTorr 범위이고, 금은 모합금 박막의 증착속도는 0.1 내지 2.5nm/s 범위로 설정되어야 한다. 상기와 같은 증착조건으로 증착시, 상기 금은 모합금 박막을 이루는 기둥 형상의 결정들이 상기 실리콘 기판(1)의 결정방향인 (111) 방향(Y)에 수직한 방향(X)으로 길게 형성되고, 상기 실리콘 기판(1)의 결정방향인 (111) 방향(Y)으로 적층되어 형성되며, 상기 나노트원구조도 형성할 수 있다.
- [0039] 도 5a는 (111)방향의 실리콘 기판 사용시, 증착 압력은 5mTorr, 증착속도 2nm/s, 금의 비율이 20%인 경우 공동 스퍼터링을 통해 형성된 금은 모합금 박막을 나타낸다.
- [0040] 도 5b는 (111)방향의 실리콘 기판 사용시, 증착 압력은 5mTorr, 증착속도 2.6nm/s, 금의 비율이 20%인 경우 공동 스퍼터링을 통해 형성된 금은 모합금 박막을 나타낸다.
- [0041] 도 5a와 도 5b를 비교하면, 상기 증착속도가 2.5nm/s를 초과하면, 상기 실리콘 기판의 방향에 상관없이 나노트원구조가 형성되지 않는 것을 알 수 있다. 상기 증착속도가 0.1nm/s 미만이면, 공정 속도가 너무 느려서 시간과 비용이 많이 들기 때문에 적합하지 않다.
- [0042] 스퍼터의 내부 압력은 증착된 합금 박막의 순도와 플라즈마의 형성을 결정하고, 증착 압력은 증착 속도를 제어한다. 상기 스퍼터의 내부 압력이 10⁻⁵Torr를 초과할 경우 박막의 순도가 떨어지거나 공정 자체가 힘들 가능성이 높아진다. 증착 압력이 1 내지 10mTorr 범위를 벗어나면, 증착 속도가 달라지기 때문에 나노트원구조가 형성되지 않을 수 있다.
- [0043] 상기와 같은 증착조건에서 상기 코 스퍼터링 방법을 이용하면, 상기 (111) 방향의 실리콘 기판(1)의 표면에 상기 금은 모합금 박막이 형성된다.
- [0044] 도 3을 참조하면, 상기 금은 모합금 박막의 내부 결정구조는, 상기 실리콘 기판(1)의 결정방향인 (111)방향(Y)에 수직한 방향(X)으로 기둥 형상의 결정들이 길게 형성된다. 상기 기둥 형상의 결정들은 상기 실리콘 기판(1)의 표면에 결정방향인 (111) 방향(Y)으로 적층되어, 줄무늬처럼 생긴 복수의 결들을 형성한다.
- [0045] 상기 금은 모합금 박막의 결정들이 상기 실리콘 기판(1)의 (111)방향(Y)으로 적층 형성됨으로써, 별도의 접합층 없이도 상기 금은 모합금 박막의 형성이 가능하다.
- [0046] 또한, 상기 금은 모합금 박막의 내부 결정구조는, 상기 실리콘 기판(1)의 표면에 수직한 방향이자 상기 실리콘 기판(1)의 결정방향인 (111) 방향(Y)으로 형성된 결정립계(GB)를 중심으로 서로 대칭을 이루는 나노트원 구조를 가진다. 상기 결정립계(GB)는 복수개가 형성되며, 상기 나노트원 구조가 반복적으로 형성된다.
- [0047] 상기 금은 모합금 박막은, 나노트원 구조로 형성됨으로써, 변형 발생시 변형의 전이가 방지되어, 강도 및 연신율이 향상될 수 있다.

- [0048] 상기 금은 모합금 박막을 포함한 상기 실리콘 기판(1)을 질산 수용액에 투입하여 은 성분을 제거함으로써 다공성 구조의 금 박막을 형성한다.(S2) 은 성분을 제거하여 다공성 구조의 금 박막을 형성하는 공정을 디얼로잉 공정이라고도 한다.
- [0049] 상기 디얼로잉 공정에서는, 상기 질산 수용액의 농도와 상기 질산 수용액의 온도에 따라 상기 다공성 구조의 기공의 크기가 달라질 수 있다.
- [0050] 상기 질산 수용액의 온도는 20 내지 80℃범위로 설정될 수 있다. 상기 온도가 20℃미만인 경우 다공성 구조의 형성 속도가 느리고, 80℃를 초과하는 경우 급격한 부식으로 인하여 다공성 구조의 특성이 나빠지는 단점이 있다.
- [0051] 본 실시예에서는, 상기 질산 수용액은 35% 수용액을 사용하는 것으로 예를 들어 설명하나, 이에 한정되지 않고 10 내지 70% 범위의 질산이 포함된 수용액을 사용할 수 있다. 또한, 상기 질산 수용액의 온도는 50℃로 설정하고, 상기 은 성분을 부식시키는 부식시간은 48시간으로 설정하는 것으로 예를 들어 설명한다.
- [0052] 상기 질산 수용액의 농도가 높을수록 미세한 다공질이 형성될 수 있다. 상기 질산 수용액의 온도가 높을수록 비교적 큰 다공질이 형성될 수 있다.
- [0053] 상기 부식시간이 48시간을 초과하는 경우에는 다공성 구조 형성이 완료된 후 더 진행되지 않기 때문에 공정적인 측면에서 부적절하다.
- [0054] 상기와 같은 조건에서 상기 은 성분을 부식시키면, 상기 은 성분이 차지하는 공간에 기공이 형성되어 다공성 구조가 형성된다.
- [0055] 도 6은 다공성 구조의 박막의 SEM 이미지이고, 도 7은 도 6에 나타난 다공성 구조의 박막을 확대하여 나타낸 TEM 이미지이다.
- [0056] 도 6을 참조하면, 전체적으로 균일한 다공성 구조의 금 박막이 형성된 것을 볼 수 있다.
- [0057] 도 7a를 참조하면, 내부 구조를 TEM으로 관찰한 결과, 상기 디얼로잉 공정시 상기 나노트윈구조가 그대로 유지된 것을 알 수 있다.
- [0058] 상기와 같이 나노트윈구조와 다공성 구조를 갖는 금 박막(2)이 형성되면, 상기 질산 수용액으로부터 상기 금 박막(2)을 추출한다.(S3)
- [0059] 상기 금 박막(2)을 추출한 후, 에탄올 등을 통하여 세정하면, 다공성 구조의 금 박막의 제조가 완료된다.
- [0060] 한편, 도 8은 나노트윈 구조를 갖는 박막과 나노트윈 구조가 없는 박막에 대해 리가먼트의 크기에 따른 강도를 비교하여 나타낸 그래프이다.
- [0061] 도 8a와 도 8b는 나노 트윈 구조가 없고 다공성 구조를 갖는 금 박막을 나타낸다. 도 8c는 나노 트윈 구조와 다공성 구조를 모두 갖는 금 박막을 나타낸다.
- [0062] 도 8은, 나노인덴테이션 시험의 결과를 나타낸 것이며, 나노인덴테이션이란 다이아몬드 압입자를 박막의 표면에 누르면서 하중과 변위를 측정하는 경도 측정 시험이다. 높은 경도를 가질수록 변형이 잘 일어나지 않기 때문에, 동일 압입 깊이에서 높은 하중을 나타낸다. 일반적으로 다공성 금 박막의 경도는 리가먼트의 크기가 작아질수록 증가하게 되는데, 나노트윈구조가 형성되면 리가먼트의 크기가 커지더라도 높은 경도를 나타내는 것을 알 수 있다.
- [0063] 도 8a와 도 8b를 참조하면, 리가먼트(Ligament, L)의 크기가 감소하면, 동일한 압입 깊이(Indentation Depth)에서의 하중값(Force)이 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0064] 그러나, 도 8a와 도 8c를 참조하면, 나노트윈구조가 형성되지 않고 리가먼트의 크기가 25.73nm일 때, 1000nm의 압입 깊이에서 하중이 2 내지 2.25mN이고, 나노트윈구조가 형성되고 리가먼트의 크기가 50nm일 때, 1000nm의 압입 깊이에서 하중이 2.5 내지 2.7mN인 것을 알 수 있다. 즉, 도 8a는 도 8b보다 리가먼트의 크기가 작으나, 나노트윈구조가 형성되지 않기 때문에 도 8b보다 하중값이 낮게 나타나는 것을 알 수 있다.
- [0065] 따라서, 나노트윈구조로 인하여 다공성 구조의 금 박막의 강도가 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0066] 도 9는 나노트윈 구조를 갖는 박막에서 쌍정립계 사이의 거리의 분포를 나타낸 그래프이다.
- [0067] 도 9를 참조하면, 나노트윈 구조가 형성된 박막에서 쌍정립계 사이의 거리의 평균이 약 12.51nm인 것을 나타낸

다.

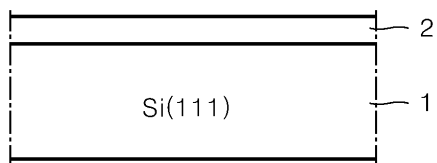
[0068] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

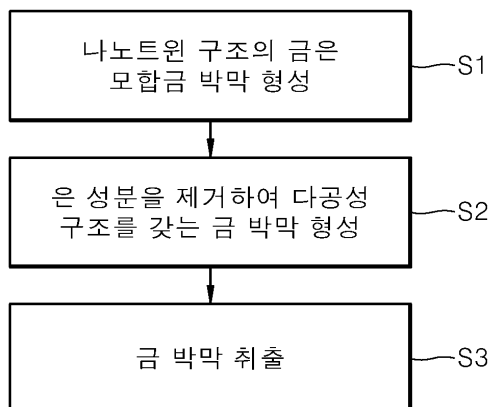
[0069] 1: 실리콘 기판 2: 금 박막

도면

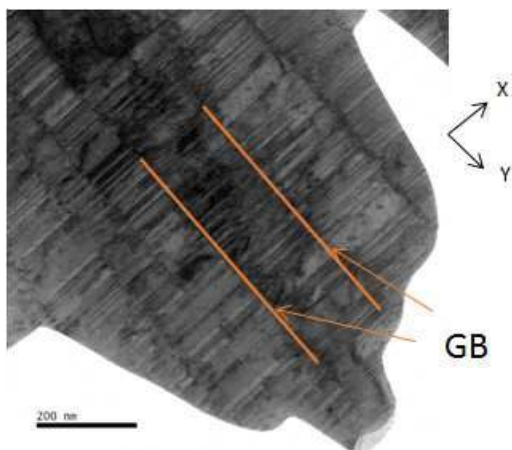
도면1



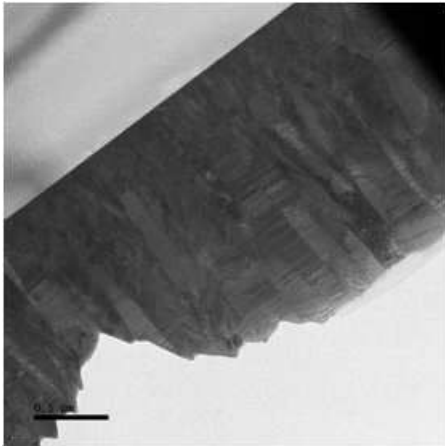
도면2



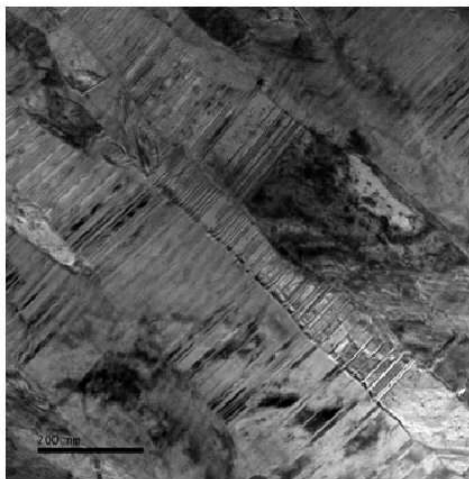
도면3



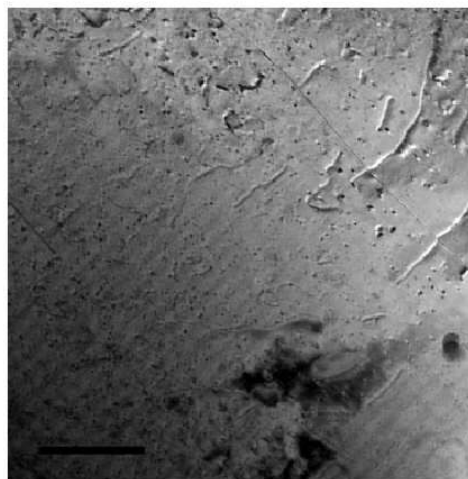
도면4



도면5

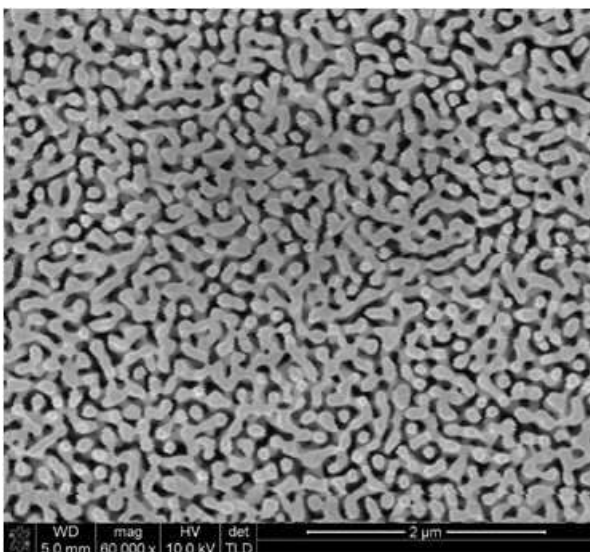


(a)

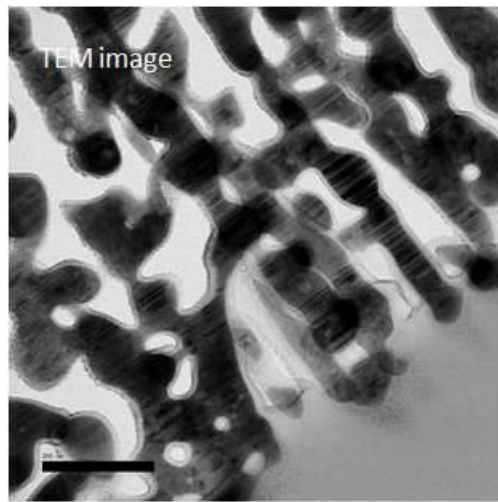


(b)

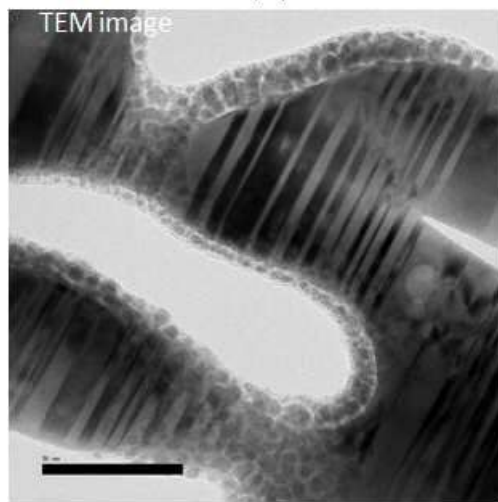
도면6



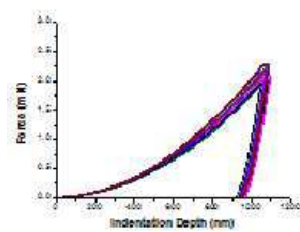
도면7



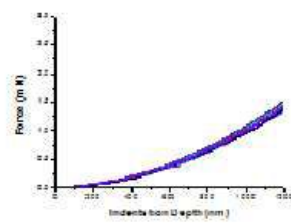
(a)



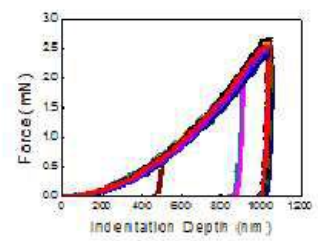
도면8



(a) Ligament 25.73 nm



(b) Ligament 73.42 nm



(c) Ligament 50 nm, nanotwin

도면9

