



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0056648
(43) 공개일자 2019년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 29/06 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 29/0665 (2013.01)
H01L 21/02274 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0153835
(22) 출원일자 2017년11월17일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
천홍구
서울특별시 성북구 안암로 145, 인문사회계 하나과학관 466호 (안암동5가, 고려대학교안암캠퍼스)
(74) 대리인
특허법인 누리

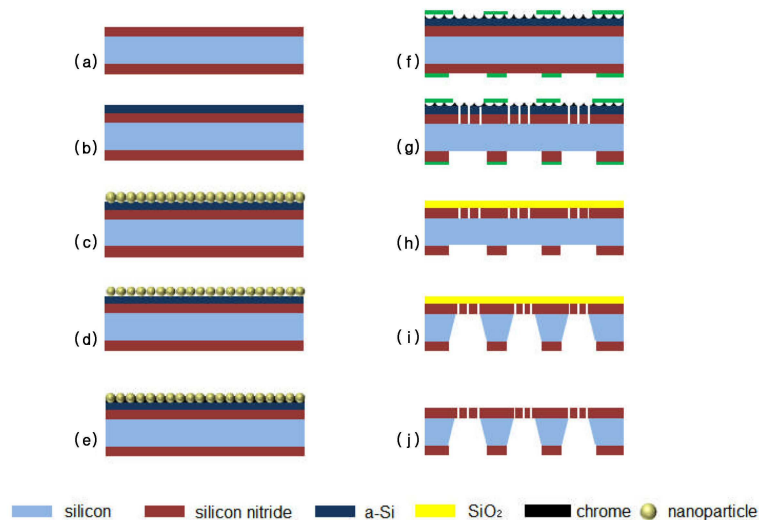
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 나노 다공성막의 제조 방법

(57) 요약

일 실시예에 따른 나노 다공성막의 제조 방법은, 기판 상에 질화 실리콘막을 형성하는 단계; 상기 질화 실리콘막 상에 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; 상기 비정질 실리콘막 상에 나노 입자를 코팅하는 단계; 및 상기 나노 입자가 상기 비정질 실리콘막 상에 고정되도록 산소 플라즈마 처리하는 단계;를 포함하고, 상기 나노 입자가 상기 비정질 실리콘막 상에 고정되도록 산소 플라즈마 처리하는 단계에서, 상기 비정질 실리콘막에 의해서 상기 질화 실리콘막의 산화가 방지될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 21/02601 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2016M3A9B6904245

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 원천기술개발사업/바이오·의료기술개발사업/차세대응용오믹스사업

연구과제명 엑소좀 분리키트용 나노다공성막 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2016.05.01 ~ 2021.01.31

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상에 질화 실리콘막을 형성하는 단계;

상기 질화 실리콘막 상에 비정질 실리콘막을 형성하는 단계;

상기 비정질 실리콘막 상에 나노 입자를 코팅하는 단계; 및

상기 나노 입자가 상기 비정질 실리콘막 상에 고정되도록 산소 플라즈마 처리하는 단계;

를 포함하고,

상기 나노 입자가 상기 비정질 실리콘막 상에 고정되도록 산소 플라즈마 처리하는 단계에서, 상기 비정질 실리콘막에 의해서 상기 질화 실리콘막의 산화가 방지되는 나노 다공성막의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 나노 다공성막의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 나노 다공성막의 제조 과정에서 발생할 수 있는 질화 실리콘의 손상을 방지할 수 있는 나노 다공성막의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 나노 다공성막은 작게는 수 나노미터부터 크게는 수백 나노미터의 크기의 구멍을 가진 얇은 막이다. 나노 다공성막은 나노미터 크기의 여과가 가능하기 때문에 여러 분야에서 사용되고 있다. 현재 이미 식품, 바이오, 환경 분야에서는 많이 적용되고 있고, 전지소재 및 공명기 등의 분야로 적용가능성이 높다. 다양한 활용성 때문에 보다 값싸고, 정밀하게 원하는 크기의 구멍을 만드는 것에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

[0003] 나노 다공성막의 필요 조건은 얇은 두께에서도 강한 기계적 강도이다. 이 조건을 만족하기 위해 질화 실리콘이 연구되고 있다. 질화 실리콘을 이용한 나노 다공성막의 경우 기존의 반도체소재 공정법을 이용할 수 있다는 이점이 있다. 그 공정의 예로 전자빔을 방사하여 패턴을 식각하거나 나노 입자를 코팅한 후 그 패턴대로 식각해내는 것이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 일 실시예에 따른 목적은 나노 다공성막의 제조 과정에서 발생할 수 있는 질화 실리콘의 손상을 방지할 수 있는 나노 다공성막의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0005] 일 실시예에 따른 목적은 나노 입자를 질화 실리콘막 위에 고정시키기 위해 수행되는 산소 플라즈마 처리 과정에서 질화 실리콘막에 산소에 의한 식각 및 산화막 형성을 방지하고, 질화 실리콘막과 산화막의 잔류 스트레스 차이로 인한 나노 다공성막의 기계적 강도 감소를 예방할 수 있는 나노 다공성막의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0006] 일 실시예에 따른 목적은 질화 실리콘막에 패턴을 식각한 후 기판을 식각하는 과정에서 에칭 용액에 의한 질화 실리콘막의 손상을 방지할 수 있는 나노 다공성막의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 일 실시예에 따른 목적은 기존 소면적의 2D 나노 다공성막 제조 공정에서 질화 실리콘막에 나노 단위의 패턴을 식각할 때 생길 수 있는 손상을 방지하여 대면적의 2D 나노 다공성막을 제조할 수 있는 나노 다공성막의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 일 실시예에 따른 목적은 나노 단위의 입자(예를 들어 엑소좀) 분리 제품 또는 플라즈모닉 공진자로서 활용될

수 있는 나노 다공성막의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 나노 다공성막의 제조 방법은, 기관 상에 질화 실리콘막을 형성하는 단계; 상기 질화 실리콘막 상에 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; 상기 비정질 실리콘막 상에 나노 입자를 코팅하는 단계; 및 상기 나노 입자가 상기 비정질 실리콘막 상에 고정되도록 산소 플라즈마 처리하는 단계;를 포함하고, 상기 나노 입자가 상기 비정질 실리콘막 상에 고정되도록 산소 플라즈마 처리하는 단계에서, 상기 비정질 실리콘막에 의해서 상기 질화 실리콘막의 산화가 방지될 수 있다.

발명의 효과

[0010] 일 실시예에 따른 나노 다공성막의 제조 방법에 의하면, 질화 실리콘막의 기계적인 강도를 손실 없이 유지할 수 있고, 기존 공정과는 달리 질화 실리콘막의 손상을 원천적으로 차단할 수 있어, 샘플을 분리하거나 공진자로 사용할 때에 안정성을 유지할 수 있다.

[0011] 일 실시예에 따른 나노 다공성막의 제조 방법에 의하면, 나노 입자를 질화 실리콘막 위에 고정시키기 위해 수행되는 산소 플라즈마 처리 과정에서 질화 실리콘막에 산소에 의한 식각 및 산화막 형성을 방지하고, 질화 실리콘막과 산화막의 잔류 스트레스 차이로 인한 나노 다공성막의 기계적 강도 감소를 예방할 수 있다.

[0012] 일 실시예에 따른 나노 다공성막의 제조 방법에 의하면, 질화 실리콘막에 패턴을 식각한 후 기관을 식각하는 과정에서 에칭 용액에 의한 질화 실리콘막의 손상을 방지할 수 있다.

[0013] 일 실시예에 따른 나노 다공성막의 제조 방법에 의하면, 나노 단위의 입자(예를 들어 엑소좀) 분리 제품 또는 플라즈마닉 공진자로서 활용될 수 있는 나노 다공성막을 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 일 실시예에 따른 나노 다공성막의 제조 공정을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 실시예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 실시예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0016] 또한, 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0017] 어느 하나의 실시예에 포함된 구성요소와, 공통적인 기능을 포함하는 구성요소는, 다른 실시예에서 동일한 명칭을 사용하여 설명하기로 한다. 반대되는 기재가 없는 이상, 어느 하나의 실시예에 기재한 설명은 다른 실시예에도 적용될 수 있으며, 중복되는 범위에서 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0018] 도 1은 일 실시예에 따른 나노 다공성막의 제조 공정을 도시한다.

[0019] 도 1을 참조하여, 일 실시예에 따른 나노 다공성막은 다음과 같이 제조될 수 있다.

[0020] 도 1(a)에 도시된 바와 같이 기관 상에 질화 실리콘막을 형성한다.

[0021] 이때, 기관은 실리콘 재질로 마련되고, 구체적으로 기관의 상면 및 하면에 질화 실리콘이 증착될 수 있다.

[0022] 도 1(b)에 도시된 바와 같이 질화 실리콘막 상에 비정질 실리콘막을 형성한다.

[0023] 특히, 기관의 상면에 증착된 질화 실리콘 상에 실리콘이 증착되어, 질화 실리콘막 상에 비정질 실리콘막이 형성될 수 있다.

[0024] 이와 같이 질화 실리콘 상에 보호 작용을 마친 후, 도 1(c)에 도시된 바와 같이 비정질 실리콘막 상에 나노 입

자를 코팅한다.

- [0025] 도 1(d)에 도시된 바와 같이, 비정질 실리콘막 상에 코팅된 나노 입자를 비정질 실리콘막 상에 고정시키기 위해서 산소 플라즈마 처리를 한다.
- [0026] 즉, 산소 플라즈마 처리를 통해서 나노 입자를 식각하는데, 비정질 실리콘막은 기관과 같이 쉽게 식각될 수 있다.
- [0027] 특히, 산소 플라즈마 처리는 나노 입자를 이용하여 다공성 박막을 만드는 데에 필수적인 과정인데, 기존의 방식대로 질화 실리콘을 보호해주지 않으면 이 과정에서 질화 실리콘이 산화될 수 있다. 산화된 질화 실리콘은 산화층과 기존의 층간의 잔류 스트레스 차이로 전체적인 기계적인 강도가 약화된다.
- [0028] 반면, 전술된 바와 같이 질화 실리콘막 상에 비정질 실리콘막을 형성하고 산소 플라즈마 처리를 하게 되면, 질화 실리콘막의 산화를 차단할 수 있기 때문에 질화 실리콘막의 기계적인 강도를 유지할 수 있다.
- [0029] 또한, 산소 플라즈마 처리에 의해서 나노 입자를 비정질 실리콘막 상에 고정시킨 후에는, 도 1(e)에 도시된 바와 같이 크롬을 증착한다.
- [0030] 도 1(f)에 도시된 바와 같이 기관의 상면 및 하면에 포토레지스트(PR)를 코팅한다.
- [0031] 구체적으로, 포토레지스트는 산소 플라즈마 처리된 비정질 실리콘막 상에 증착되고, 기관의 하면에 증착된 질화 실리콘막 상에 증착될 수 있다.
- [0032] 상기 포토레지스트는 복수 개로 마련되어 서로 이격 배치될 수 있고, 산소 플라즈마 처리된 비정질 실리콘막 상에 증착된 포토레지스트와 기관의 하면에 증착된 질화 실리콘막 상에 증착된 포토레지스트는 서로 마주보도록 배치될 수 있다.
- [0033] 이때, 산소 플라즈마 처리된 비정질 실리콘막 상에 증착된 포토레지스트의 패턴과 기관의 하면에 증착된 질화 실리콘막 상에 증착된 포토레지스트의 패턴이 서로 다른 크기를 구비하여, 차후에 기관의 에칭이 끝났을 때에 전체적인 형태가 질화 실리콘막을 지지할 수 있다.
- [0034] 도 1(g)에 도시된 바와 같이, 비정질 실리콘막 및 질화 실리콘막을 나노 포어(nano pore)의 패턴대로 식각한다.
- [0035] 구체적으로, Reactive Ion etching(RIE)에 의해서 비정질 실리콘막 및 질화 실리콘막을 관통하여 나노 포어가 형성될 수 있다.
- [0036] 이때, 기관의 하면에 증착된 질화 실리콘막은 포토레지스트의 패턴을 따라 식각된다.
- [0037] 이와 같이 식각이 진행된 후에, 기관의 상면에서 비정질 실리콘막 및 기관의 하면에서 질화 실리콘막 상에 증착된 포토레지스트는 제거된다.
- [0038] 그런 다음, 도 1(h)에 도시된 바와 같이, 기관의 상면으로부터 비정질 실리콘막을 제거한 후에, 질화 실리콘막 상에 이산화규소(SiO_2)를 증착한다.
- [0039] 이때, 질화 실리콘막에는 나노 포어가 형성된 상태이고, 이산화규소는 나노 포어를 덮도록 질화 실리콘막 상에 막 형태로 증착될 수 있다.
- [0040] 도 1(i)에 도시된 바와 같이, 기관을 에칭한다.
- [0041] 구체적으로 기관의 상면에 증착된 질화 실리콘막에 형성된 나노 포어의 하면이 개방되도록 기관이 식각될 수 있고, 기관은 하면으로부터 상면으로 갈수록 폭이 좁아지는 형태로 식각될 수 있다.
- [0042] 기존의 공정에서는 실리콘 에칭 용액(KOH)에 의한 질화 실리콘막의 손상을 간과하였는데, 이는 실리콘 에칭 용액에 의한 질화 실리콘막의 식각이 1nm/hour 정도로 작기 때문이다. 하지만, 실리콘의 두께에 따라서 에칭 시간이 길어지면 질화 실리콘막의 두께가 얇은 만큼 상당한 손상을 받을 수 있기 때문에, 질화 실리콘막 상에 이산화규소를 증착함으로써 질화 실리콘막의 안정성을 높일 수 있다.
- [0043] 도 1(j)에 도시된 바와 같이, 이산화규소를 에칭한다.
- [0044] 구체적으로, 이산화규소는 불산에 의해서 손쉽게 에칭될 수 있다.
- [0045] 이와 같이 비정질 실리콘을 이용하여 질화 실리콘막을 산화 플라즈마로부터 보호할 수 있고, 추가적으로 기관의

예칭 시에 나노 포어 상에 이산화규소를 증착함으로써 질화 실리콘막의 안정성을 높일 수 있다.

[0046] 추가적으로, 본 발명은 nm 스케일의 입자를 분리해낼 수 있는 실리콘 나이트라이드 나노다공성 막의 강도를 강화함으로써 분리 안정성을 높이고 활용 가능성을 증대한다. 대표적인 예시로 엑소좀은 체액에서 발견되는 50-120nm 크기의 소포체이다. 체액 내에 존재하는 엑소좀을 실질적으로 분리하고자 한다면 nm 사이즈 나노 다공성 막이 필수적이다. 따라서 본 발명을 이용한다면, 얇고 강도가 강한 질화 실리콘 재질의 나노 다공성막을 완성할 수 있다.

[0047] 또한, 플라즈모닉스는 표면 플라즈몬파를 이용하여 분자를 구별해내는 기술이다. 이를 위해 플라즈모닉스에서는 공진자라고 불리는 nm 크기의 포어 혹은 구조체가 필요하다. 이상적인 공진자는 얇고 크기가 작은 금속 혹은 반도체이어야 한다. 따라서 본 발명을 이용한 얇고 강도가 강한 질화 실리콘 재질의 나노 다공성막은 플라즈모닉스 연구에 사용될 수 있다.

[0048] 이상과 같이 본 발명의 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

도면1

