



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년03월15일
 (11) 등록번호 10-1121055
 (24) 등록일자 2012년02월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/205 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0074847

(22) 출원일자 2009년08월13일

심사청구일자 2009년08월13일

(65) 공개번호 10-2011-0017270

(43) 공개일자 2011년02월21일

(56) 선행기술조사문헌

KR100754370 B1*

KR100716258 B1*

JP2002289582 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국기초과학지원연구원

대전광역시 유성구 과학로 169-148 (어은동)

(72) 발명자

김중식

경기도 안산시 상록구 부곡동 534-7 대한아트빌
 B동 102호

유석재

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 303-1601

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

공인복

전체 청구항 수 : 총 4 항

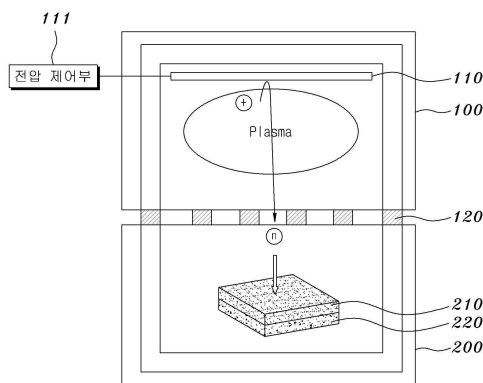
심사관 : 김한수

(54) 발명의 명칭 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용한 질화막 형성장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용한 질화막 형성장치 및 방법은, 공정가스가 주입되고 플라즈마 생성을 통해 기판 표면으로 질화막을 성장시키기 위한 질소원자를 이용한 질화막 형성장치에 있어서, 플라즈마를 발생시켜 생성된 질소이온을 중성화관을 통해 중성화시켜 질소원자빔을 생성하는 질소원자빔 발생원, 상기 중성화관의 전압을 인가하고 이를 제어하는 전압제어부, 상기 질소원자빔 발생원의 플라즈마 내에 존재하는 하전 입자를 제거하고 질소원자빔을 통과시키는 리미터 및 상기 리미터 하측에 연결되어 질화막을 성장시키고자 하는 기판이 놓여지는 기판지지대를 포함하는 챔버를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다. 이와 같이 구성되는 본 발명은 질소원자빔의 에너지를 자유롭게 조절하여 질화막 내부의 질소원자 깊이 분포를 조절할 수 있고, 저온 저압하에서 고품질의 질화막을 증착시킬 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

김대철

대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 103동 903호

이봉주

대전광역시 유성구 도룡동 현대아파트 103동 1001호

특허청구의 범위

청구항 1

공정가스가 주입되고 플라즈마 생성을 통해 기관 표면으로 질화막을 성장시키기 위한 질소원자를 이용한 질화막 형성장치에 있어서,

플라즈마를 발생시켜 생성된 질소이온을 중성화관을 통해 중성화시켜 질소원자빔을 생성하는 질소원자빔 발생원;

상기 중성화관의 전압을 인가하고 이를 제어하는 전압제어부;

상기 질소원자빔 발생원의 플라즈마 내에 존재하는 하전입자를 제거하고 질소원자빔을 통과시키는 리미터; 및

상기 리미터 하측에 연결되어 질화막을 성장시키고자 하는 기관이 놓여지는 기관지지대를 포함하는 챔버;를 포함하여 구성되며,

상기 전압제어부는 -100 내지 +100V 내에서 상기 중성화관으로 전압을 인가하여 질소원자빔의 에너지를 조절하여 1 내지 100 eV의 에너지를 갖도록 하고,

상기 중성화관은 탄탈륨(Ta), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 금(Au), 백금(Pt), 스테인레스강 또는 이들의 선택적인 합금으로 구성되며,

상기 리미터는 홀 또는 슬릿 형태로 설치하여 하전입자를 제거하고, 홀 또는 슬릿 형태로 설치되어 자장 또는 전장을 인가하여 플라즈마 내 하전입자의 이동방향을 조절하여 하전입자를 제거하고,

상기 중성화관으로 전압을 인가하여 질소원자빔 에너지를 제어하는 전압제어부를 통해 질화막 형성 반응에 충분한 에너지를 반응원소에 제공하여 상기 기관을 별도로 가열할 필요 없이 질화막 가능하도록 상기 기관 온도는 0 내지 400도 이하의 저온에서 증착되며,

상기 챔버 압력은, 0.1 내지 10 mTorr의 조건에서 이루어지고,

상기 플라즈마는, 직류전원, 교류전원, 펄스전원, 고주파전원 및 마이크로파 전원 중 어느 하나에 의해 생성되는 것을 특징으로 하는 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용한 질화막 형성장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1항에 있어서, 상기 공정가스는,

N₂, NO, N₂O, NH₃와 같은 질소가 포함된 가스, Ar, Xe, He, Ne, Kr를 포함하는 플라즈마 밀도를 증가시

키기 위한 어느 하나의 가스 또는 조합된 가스를 사용하는 것을 특징으로 하는 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용한 질화막 형성장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1항에 있어서, 상기 기판은,

1 내지 1000 Å의 두께로 질화막을 형성시키는 것을 특징으로 하는 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용한 질화막 형성장치.

청구항 11

제 1항에 있어서, 상기 기판은,

실리콘, 갈륨, 게르마늄, 유리, 세라믹 또는 폴리머 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용한 질화막 형성장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용한 질화막 형성방법에 관한 것으로, 고품질의 질화막을 성장시킬 수 있는 질화막 형성방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 다양한 고집적회로에서 사용되는 여러 종류의 질화막은 절연막 및 소자 보호막 등으로 사용된다. 특히 게이트 절연막의 경우, 누설 전류를 최적화시키며, 게이트 절연막에서 보론원자(Boron, B)가 확산되는 것을 막아준다.
- [0003] 또한, 실리콘 옥사이드보다 유전 상수를 증가시켜 게이트 절연막의 등가 산화물 두께(EOT, Equivalent Oxide Thickness)를 증가시킬 수 있는 등의 역할을 하여 결국 게이트 절연막의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0004] 따라서, 게이트 실리콘 산화-질화막(SiON), 필드 옥사이드(field oxide), capacitor oxide, 소자 보호막, 절연층 등 다양한 분야에서 역할을 수행하고 있으나, 일반적인 질화막 형성 공정에는 고온이나 플라즈마를 이용한 공정이 사용되어 박막의 열 손상 및 플라즈마로 인한 하전입자 문제가 발생하며 질소원자의 깊이 분포를 조절할 수 없다. 따라서 최근 반도체 공정에는 이러한 문제가 없으며 질소원자의 깊이 분포 조절이 가능한 질화막 형성 공정이 요구되어지고 있다.
- [0005] 일반적으로 널리 사용하는 산화로나 화학기상증착(CVD) 방식의 질화막은 700도 이상의 고온에서 증착하여 고온 공정으로 인한 질화막의 경우 질소원자의 함량비가 10% 미만으로 낮으며, [K.F. Albertin, et al., Microelectronic Engineering, 77, p.144(2004)] 질소원자가 주로 실리콘 옥사이드/실리콘 기판 계면에 분포하고, 또한 계면의 너무 많은 양의 질소는 NBTI(Negative Bias Temperature Instability)에 취약하게 되어 소자 특성이 나빠진다.[K. Takasaki, et al., FUJITUS Sci. Tech. j., 39, 1, p.40(2003)] 또한 실리콘 옥사이드에 보론원자가 쌓이게 되면, 전자 트레이 증가하고 질화막의 신뢰도가 감소하는 등의 문제가 발생한다.[Wristers D, et al., Appl. Phys. Lett. 68, 2094(1996)]
- [0006] 반도체 소자의 디자인 룰이 30nm 이하에서는 고분해능, 고집적의 반도체 소자를 제작하기 위하여 열문제가 낮은 저온의 고품질 질화막이 필요하게 되었고, 최근 우수한 전기적인 특성을 유지하고 저온에서 유전체 박막을 형성시키는 것은 디램이나 플래시 메모리 등 다양한 반도체 기술에 요구되어지고 있다.
- [0007] 플라즈마를 이용한 질화막 형성공정은 열공정 질화막의 문제점을 해결 가능하며, 산화/폴리 실리콘 게이트 계면의 질소 함량비를 높일 수 있으나, 질화막 표면에 질소원자가 분포하게 되며, 깊이 분포의 조절이 어렵다. 또한 플라즈마를 사용하므로 플라즈마 하전입자 문제에 취약한 단점이 있다.
- [0008] 따라서 플라즈마 하전입자 문제를 해결하기 위해 원격 플라즈마(Remote Plasma)와 비슷한 공정을 선택하게 되면 질소원자의 에너지가 낮아 저온의 기판 온도에서는 막의 특성을 최대로 하기 어렵다. 이러한 기존 기술을 이용하여 형성되는 질화막은 막 내부의 질소원자의 깊이 분포의 조절이 어려워 질화막의 특성을 최대로 하는데 한계를 가지고 있다.
- [0009] 이와 같은 기존의 산화로 및 화학기상증착 방법들에 의한 질화막 형성장치를 도 1과 도 2를 참고하여 상세히 설명한다.
- [0010] 도 1을 참고하면, 산화로 방법의 경우 플라즈마를 발생시키지 않고 가스를 공급하는 장치가 있고, 기판의 하부에 기판을 가열할 수 있는 히터를 설치한다. 이때 히터는 기판의 가열온도를 700도 이상으로 가열할 수 있는 것이 바람직하다. 가스를 공급하는 장치에서 공급된 질소분자가 고온의 기판에 부딪쳐 활성화되어 질화막을 기판위에 형성하도록 한다.
- [0011] 도 2에 도시된 화학기상증착 방법의 경우 질화막 형성에 필요한 질소원자를 공급하는 플라즈마 발생부가 상부에 위치하며, 그 하부로 기판을 배치하되, 기판의 하부에 기판을 가열할 수 있는 히터를 설치한다. 이때, 히터는 기판의 가열온도를 700도 이상으로 가열할 수 있는 것이 바람직하다.
- [0012] 플라즈마 발생부로부터 공급되는 질소원자는 대부분 낮은 에너지를 갖고 있으며, 히터에 의해 가열되는 기판이 하부에 배치된다. 기판의 하부에는 히터를 두어 기판이 700도 이상으로 가열되도록 한다. 이때, 플라즈마 발생부로부터 공급된 질소원자가 고온의 기판에 부딪쳐 활성화되어 질화막을 기판위에 형성하도록 한다.
- [0013] 이 방법으로 제조된 질화막은 게이트 실리콘 산화-질화막(SiON), 필드 옥사이드(field oxide), capacitor oxide, 소자 보호막, 절연층 등 다양한 분야에서 사용되고 있다.
- [0014] 하지만, 이러한 산화로 및 화학기상증착법으로 질화막을 형성할 경우 일반적으로 700도 이상의 기판 온도에서 행하기 때문에, Si, Ga, Mo 웨이퍼 등 고온에서 견디는 재료 이외의 다양한 기판 사용이 매우 제한적이며, 질화막 내부에 존재하는 질소원자의 깊이 분포를 조절할 수 없어 고품질의 질화막을 형성하는데 문제가 된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0015] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명은 질소원자의 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용하여 질화막 내부에 질소원자의 깊이 분포를 조절하여 게이트 절연막 등에 사용되는 질화막을 형성하여 전술한 문제점을 해결할 수 있도록 고품질의 질화막을 증착시키며, 열공정에 필요한 공정 단계와 플라즈마 하전입자 문제를 줄이기 위한 후속 공정을 원천적으로 제거할 수 있는 질화막 형성방법을 제공하고자 하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

[0016] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은 공정가스가 주입되고 플라즈마 생성을 통해 기판 표면으로 질화막을 성장시키기 위한 질소원자를 이용한 질화막 형성장치에 있어서, 플라즈마를 발생시켜 생성된 질소이온을 중성화관을 통해 중성화시켜 질소원자빔을 생성하는 질소원자빔 발생원, 상기 중성화관의 전압을 인가하고 이를 제어하는 전압제어부, 상기 질소원자빔 발생원의 플라즈마 내에 존재하는 하전입자를 제거하고 질소원자빔을 통과시키는 리미터 및 상기 리미터 하측에 연결되어 질화막을 성장시키고자 하는 기판이 놓여지는 기판지지대를 포함하는 챔버를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 전압제어부는 -100 내지 +100 V 내에서 상기 중성화관으로 전압을 인가하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 중성화관은 탄탈륨(Ta), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 금(Au), 백금(Pt), 스테인레스강 또는 이들의 선택적인 합금으로 구성된 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 질소원자빔은 1 내지 100 eV의 에너지를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 리미터는 홀 또는 슬릿 형태로 설치하여 하전입자를 제거하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 리미터는 홀 또는 슬릿 형태로 설치되고 여기에 자장 또는 전장을 인가하여 플라즈마 내 하전입자의 이동방향을 조절하여 하전입자를 제거하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 상기 기판 온도는 0 내지 400도 이하의 저온에서 증착되는 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한, 상기 공정가스는, N₂, NO, N₂O, NH, NH₃과 같은 질소가 포함된 가스, Ar, Xe, He, Ne, Kr를 포함하는 플라즈마 밀도를 증가시키기 위한 어느 하나의 가스 또는 조합된 가스를 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 또한, 상기 챔버 압력은 0.1 내지 10 mTorr의 조건에서 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0025] 또한, 상기 기판은 1 내지 1000 Å의 두께로 질화막을 형성시키는 것을 특징으로 한다.

[0026] 또한, 상기 기판은 실리콘, 갈륨, 게르마늄, 유리, 세라믹 또는 폴리머 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

[0027] 또한, 상기 플라즈마는 직류전원, 교류전원, 펄스전원, 고주파전원 및 마이크로파 전원 중 어느 하나에 의해 생성되는 것을 특징으로 한다.

[0028] 또한, 공정가스를 주입하고 플라즈마 생성을 통해 기판 표면으로 질화막을 성장시키기 위한 질소원자를 이용한 질화막 형성방법에 있어서, 플라즈마를 발생시켜 생성된 질소이온을 중성화관을 통해 중성화시켜 질소원자빔을 생성하는 단계, 상기 질소원자빔 생성 단계에서 중성화관에 인가되는 전압을 조절하여 질소원자빔의 에너지를 조절하는 단계, 상기 질소원자빔 발생원의 플라즈마 내에 존재하는 하전입자를 리미터를 통해 제거하고 질소원자빔을 통과시키는 단계; 및 상기 리미터 하측에 연결된 챔버에 질화막을 성장시키고자 하는 기판으로 질화막을 증착시키는 단계;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0029] 또한, 상기 질소원자빔은 1 내지 100 eV의 에너지를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0030] 또한, 상기 중성화관은 탄탈륨(Ta), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 금(Au), 백금(Pt), 스테인레스강 또는 이들의 선택적인 합금으로 구성된 것을 특징으로 한다.

[0031] 또한, 상기 질소원자빔은 1 내지 100 eV의 에너지를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0032] 또한, 상기 증착단계는, 1 내지 1000 Å의 두께로 질화막을 형성시키는 것을 특징으로 한다.

효과

[0033] 상기와 같이 구성되고 작용되는 본 발명은 질소원자빔 에너지 및 플러스의 조절이 가능하여 일반적인 고온의 질화막보다 질소원자 함량 및 질화막 내의 질소원자의 깊이 분포를 용이하게 조절할 수 있는 이점이 있다.

[0034] 또한, 질소원자빔 형성에 필요한 질소이온을 발생시키기 위하여 플라즈마를 이용하지만, 플라즈마 내의 하전입자를 리미터를 이용하여 대부분을 원천적으로 제거할 수 있으므로 질소원자빔을 이용하여 플라즈마 하전 문제 없는 질화막 형성이 가능하다. 따라서 디램(DRAM), 플래쉬(Flash) 메모리 등에서 30nm 이하의 node에 필요한 매우 정교한 차세대 고품질 질화막 형성이 가능하다. 그리고 일반적인 화학기상증착 공정에서와 달리 질소원자빔을 이용하여 질화막을 형성하게 되면 400도 이상의 저온에서 공정을 수행할 수 있는 장점이 있다.

[0035] 또한, 저온 공정은 불순물 확산을 억제할 수 있고 소자의 결함으로 감소시킬 수 있으며, 유리나 폴리머 등의 다양한 기판 위에 반도체 디바이스를 제조할 수 있어 차세대 질화막 형성 기술에 적용할 수 있다. 따라서 질소원자의 에너지 조절이 가능하여 게이트 절연막에서 요구되는 낮은 누설 전류와 낮은 계면트랩 밀도 등을 조절할 수 있어 게이트 절연막의 신뢰도를 향상시킬 수 있으며, 기존 공정에서의 기판에 열을 인가하여 질소원자를 활성화시켜 질화막을 형성하는 대신 질소원자빔을 발생시켜 기판에 증착시킴에 따라 저온에서도 질화막을 형성할 수 있어 열 질화막에 의한 온도보다 자유로운 온도 조절이 가능하여 훨씬 넓은 공정 영역 확립이 가능하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용한 질화막 형성장치 및 방법의 바람직한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0037] 도 3은 본 발명에 따른 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용한 질화막 형성장치의 구성도, 도 4는 본 발명에 따른 질화막 형성장치의 질소원자 깊이 분포를 이차이온질량분석기를 이용하여 관찰한 그래프, 도 5는 본 발명에 따른 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용한 질화막 형성방법의 순서도이다.

[0038] 본 발명에 따른 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용한 질화막 형성장치는, 공정가스가 주입되고 플라즈마 생성을 통해 기판 표면으로 질화막을 성장시키기 위한 질소원자를 이용한 질화막 형성장치에 있어서, 플라즈마를 발생시켜 생성된 질소이온을 중성화관(110)을 통해 중성화시켜 질소원자빔을 생성하는 질소원자빔 발생원(100), 상기 중성화관의 전압을 인가하고 이를 제어하는 전압제어부(111), 상기 질소원자빔 발생원의 플라즈마 내에 존재하는 하전입자를 제거하고 질소원자빔을 통과시키는 리미터(120) 및 상기 리미터 하측에 연결되어 질화막을 성장시키고자 하는 기판이 놓여지는 기판지지대(220)를 포함하는 챔버(200)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0039] 질소원자빔 발생원(100)은 기판(210)에 증착될 질화막을 이루는 질소원자를 기판(210)에 효과적으로 증착시키기 위해 질소원자에 에너지를 가지는 질소원자빔을 생성하기 위한 것으로, 우선 챔버 내에서 플라즈마를 생성시켜 질소이온을 생성시킨다. 상기 플라즈마 발생을 위해서는 직류전원, 교류전원, 펄스전원, 고주파전원 및 마이크로파 전원 중 어느 하나에 전압원을 통해 플라즈마를 발생시킨다.

[0040] 이때 상기 질소원자빔 발생원으로 공정가스를 주입하는데, 공정 가스로는 N₂, NO, N₂O, NH, NH₃와 같은 질소가 포함된 가스와, Ar, Xe, He, Ne, Kr와 같은 플라즈마 밀도를 증가시키기 위한 가스 중 어느 하나 또는 조합하여 공정가스를 주입한다.

[0041] 그리고 상기 질소원자빔 발생원 내에는 본 발명에 따른 기술적 요지로 질소이온을 중성화시켜 질소원자빔으로 전환시키기 위한 중성화관(110)이 구비된다. 이때 상기 중성화관으로 인가되는 전압을 조절하여 질소원자빔의 에너지를 조절할 수 있다.

[0042] 상기 중성화관의 전압 조절을 위하여 전압제어부(111)가 구비되어 상기 중성화관으로 인가되는 전압을 조절함으로써 질소원자빔의 에너지를 조절할 수 있다. 여기서 상기 전압제어부(111)는 -100 내지 +100 V 내에서 전압을

인가하는 것이 바람직하다.

- [0043] 플라즈마 내의 질소이온은 상기 중성화관(110)과의 충돌에 의해 질소원자빔으로 전환되게 됨으로써 일정한 에너지를 갖는 질소원자빔으로 전환되는데, 이때 중성화관은 탄탈륨(Ta), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 금(Au), 백금(Pt), 스테인레스강 또는 이들의 선택적인 합금으로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0044] 또한, 중성화관으로 전환된 질소원자빔의 에너지는 1 내지 100 eV를 갖도록 조절하는 것이 바람직하다.
- [0045] 기관(210)이 위치한 챔버(200) 내부로 상기 질소원자빔 발생원에서 생성된 질소원자빔을 전달하기 위해서 리미터(120)가 구비된다. 상기 리미터(120)는 플라즈마 내에 존재하는 하전입자를 제거하기 위하여 구비되는데, 플라즈마 이온과 전자의 통과는 방해하고, 질소원자빔만을 통과시킨다.
- [0046] 상기 리미터(120)는 질소원자빔 발생원(100)과 챔버(200)를 연결시키되, 홀 형태 또는 단순 슬릿 구조로 형성되거나, 여기에 자장 또는 전기장을 인가하여 하전입자의 이동방향을 조절함으로써 하전입자가 챔버 내로 방출되는 것을 방지한다.
- [0047] 질소원자빔은 중성화관(110)에 인가되는 전압을 조절하여 질화막 성장에 참여하는 질소원자가 쉽게 기관 또는 기관 상부 물질등과 반응할 수 있도록 충분한 에너지를 갖도록 하여 저온 하에서도 질화막의 성장이 용이하도록 하여 질화막이 형성되는 것이다. 이때 상기 챔버의 압력은 0.1 내지 10 mTorr내에서 이루어지는 것이 바람직하며, 온도는 0 내지 400도 이하의 저온상태를 유지하는 것이 바람직하다.
- [0048] 여기서 상기 기관(210)의 온도는 이미 질화막 형성 반응에 충분한 에너지를 반응원소에 주었기 때문에 기관을 추가로 가열할 필요가 없어서 저온의 기관 온도 하에서도 고품질의 질화막을 형성시킬 수 있다.
- [0049] 한편, 상기 기관의 종류는 실리콘, 갈륨, 게르마늄, 유리, 세라믹 또는 폴리머 중 어느 하나를 사용하는 것이 바람직하며, 이외에도 다양한 기관이 적용될 수 있다.
- [0050] 따라서, 상기 리미터(22)를 통과한 질소원자빔(23)은 챔버(200) 내의 기관지지대(220)에 놓여진 기관(201) 표면에 질화막 증착을 수행하게 된다.
- [0051] 다음으로 본 발명에 따른 질소원자빔을 이용한 질화막 형성방법을 설명한다.
- [0052] 우선, 플라즈마를 발생시켜 생성된 질소이온을 중성화관을 통해 중성화시켜 질소원자빔을 생성하게 된다. 이때 질소원자빔의 에너지를 조절하기 위해 전압제어부(111)는 중성화관에 인가되는 전압을 조절함으로써 필요한 에너지를 갖는 질소원자빔을 생성한다.
- [0053] 여기서 생성된 질소원자빔은 앞서 언급한 바와 같이 1 내지 100 eV의 에너지를 갖는 질소원자빔을 생성하는 것이 바람직하다.
- [0054] 생성된 질소원자빔을 기관으로 방출시키기 전에 플라즈마 이온 및 전자의 통과는 방해하고, 질소원자빔만을 선택적으로 통과시키기 위해 리미터를 통해 하전입자를 제거하고 질소원자빔을 통과시키는 과정을 수행한다.
- [0055] 그리고 마지막으로 리미터를 통과한 질소원자빔은 챔버 내에 위치한 기관의 표면에 충돌하여 질화막 성장이 수행된다. 이때 챔버의 온도는 400 이하의 저온 상태를 유지하며, 공정압력은 0.1 내지 10 mTorr 조건에서 증착되도록 한다.
- [0056] 이러한 단계를 통해 질소원자는 기관에 도착하기 전에 미리 질소원자의 질화막 형성 반응에 필요한 에너지를 갖는 질소원자빔을 통해 효과적인 질화막을 성장시킬 수 있다.
- [0057] 도 4는 본 발명에 따른 질화막 형성장치의 질소원자 깊이 분포를 이차이온질량분석기(SIMS, Secondary Ion Mass Spectroscopy)를 이용하여 관찰한 그래프이다. 원형 표시 부분을 보면 질소원자빔의 에너지가 증가할수록 질화막 내부로 질소원자의 깊이 분포가 깊어지는 경향을 관찰할 수 있다. 따라서 본 발명은 질화막 성장에 참여하는 질소원자에 에너지를 조절하여 질화막 내부에 분포하는 질소원자의 깊이 분포 조절이 용이하도록 하여 질화막의 특성을 개선할 수 있다.
- [0058] 이와 같이 구성되고 작용되는 본 발명은 질소원자빔의 에너지를 자유롭게 조절하여 질화막 내부의 질소원자 깊이 분포를 조절할 수 있고, 저온 저압하에서 고품질의 질화막을 증착시킬 수 있는 이점이 있다.

[0059] 이상, 본 발명의 원리를 예시하기 위한 바람직한 실시예와 관련하여 설명하고 도시하였지만, 본 발명은 그와 같이 도시되고 설명된 그대로의 구성 및 작용으로 한정되는 것이 아니다.

[0060] 오히려, 첨부된 청구범위의 사상 및 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능함을 당업자들은 잘 이해할 수 있을 것이다. 따라서 그러한 모든 적절한 변경 및 수정과 균등물들도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

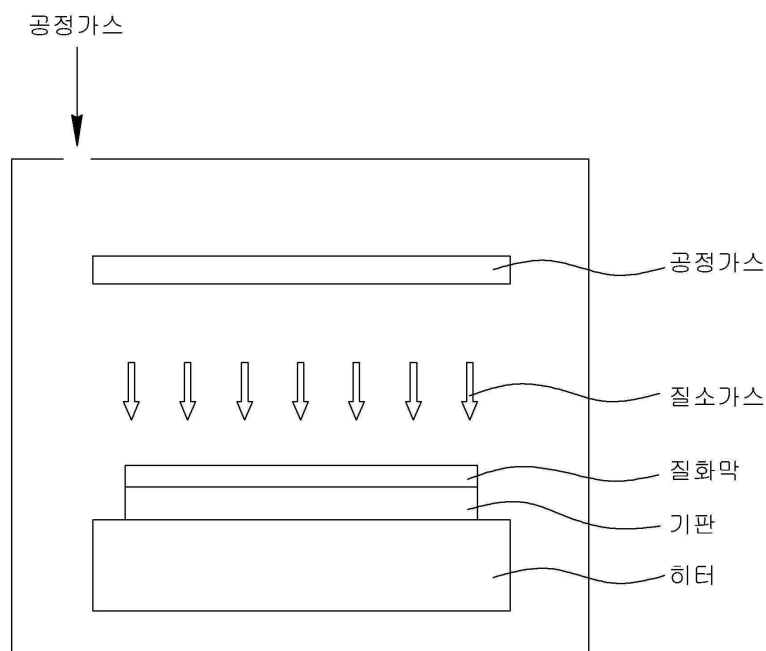
- [0061] 도 1은 일반적인 산화로 질화막 형성장치를 도시한 개략적인 구성도,
- [0062] 도 2는 일반적인 화학기상증착법을 이용한 질화막 형성장치를 도시한 개략적인 구성도,
- [0063] 도 3은 본 발명에 따른 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용한 질화막 형성장치의 구성도,
- [0064] 도 4는 본 발명에 따른 질화막 형성장치의 질소원자 깊이 분포를 이차이온질량분석기를 이용하여 관찰한 그래프,
- [0065] 도 5는 본 발명에 따른 에너지 조절이 가능한 질소원자빔을 이용한 질화막 형성방법의 순서도.

[0066] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

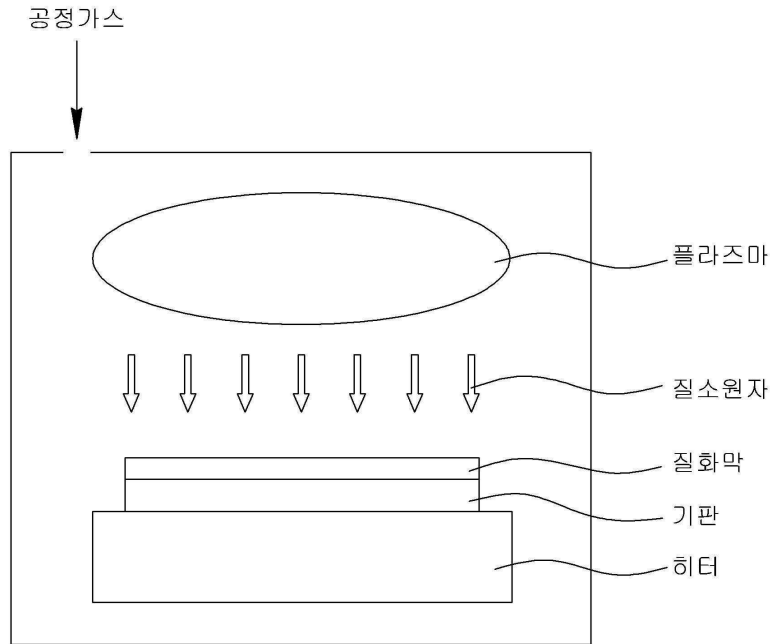
- [0067] 100 : 질소원자빔 발생원
- [0068] 110 : 중성화판
- [0069] 111 : 전압제어부
- [0070] 120 : 리미터
- [0071] 200 : 챔버
- [0072] 210 : 기판
- [0073] 220 : 기판지지대

도면

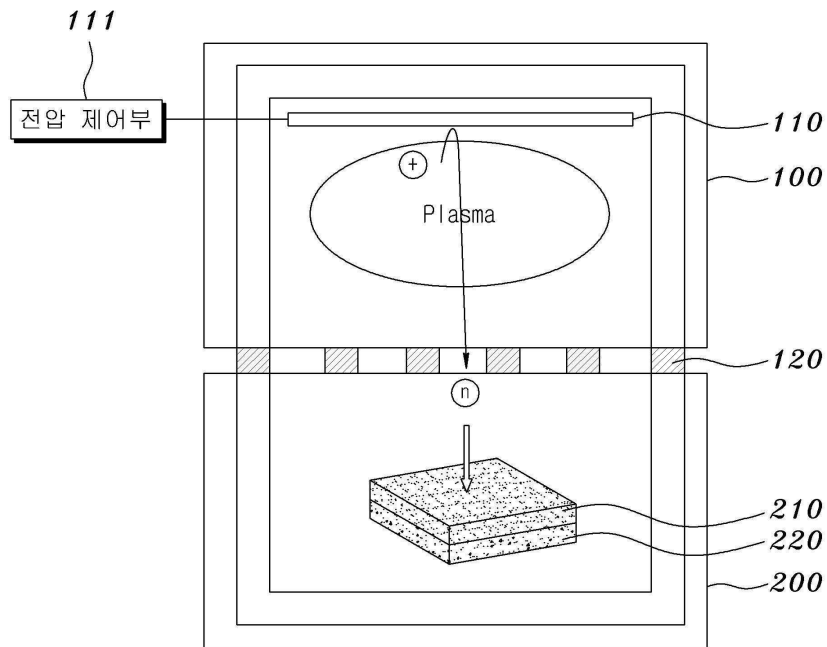
도면1



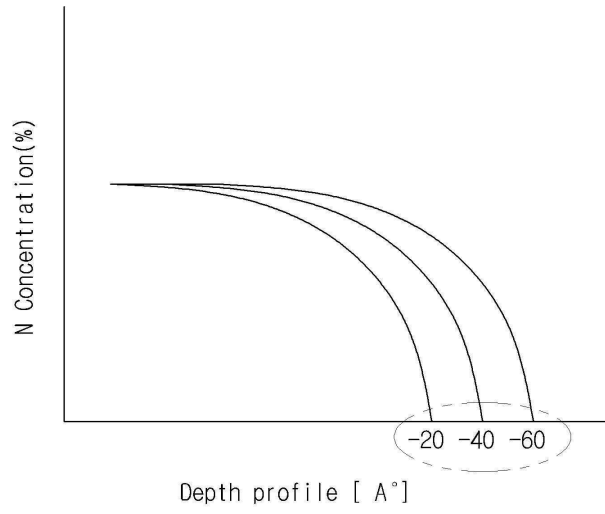
도면2



도면3



도면4



도면5

