(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0049725
(43) 공개일자 2024년04월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H10N 97/00 (2023.01) *H01L 21/02* (2006.01)
H01L 21/311 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 28/40 (2013.01)
H01L 21/02175 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0128816
(22) 출원일자 2022년10월07일
심사청구일자 2022년10월07일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
장효식
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(74) 대리인
김호종

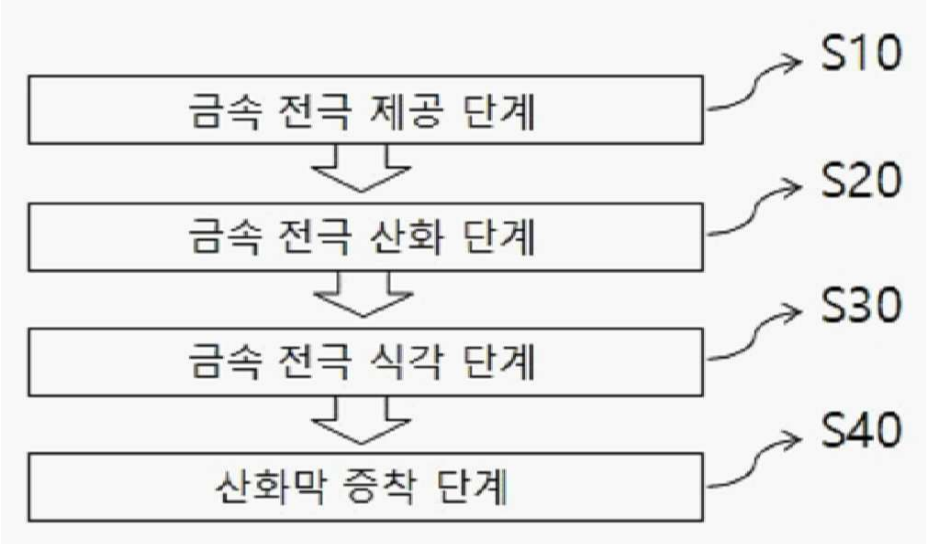
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은 금속 재질로 형성되는 금속 전극을 제공하는 금속 전극 제공 단계와, 상기 금속 전극의 표면에 산화제를 공급하여 상기 금속 전극의 표면을 산화시켜 금속 산화물층을 형성하는 금속 전극 산화 단계와, 상기 금속 전극의 표면에 식각 가스를 공급하여 상기 금속 산화물층을 제거하는 금속 전극 식각 단계 및 상기 금속 전극의 표면에 원자층 증착법에 의하여 산화막을 증착하는 산화막 증착 단계를 포함하는 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 형성 방법을 개시한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 21/02244 (2013.01)
H01L 21/0228 (2013.01)
H01L 21/31122 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415178779
과제번호	20012615
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	소재부품산업미래성장동력
연구과제명	전구체 흡착 제어를 통한 원자단위 박막 조성 제어 기술
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

금속 재질로 형성되는 금속 전극을 제공하는 금속 전극 제공 단계와,

상기 금속 전극의 표면에 산화제를 공급하여 상기 금속 전극의 표면을 산화시켜 금속 산화물층을 형성하는 금속 전극 산화 단계와,

상기 금속 전극의 표면에 식각 가스를 공급하여 상기 금속 산화물층을 제거하는 금속 전극 식각 단계 및

상기 금속 전극의 표면에 원자층 증착법에 의하여 산화막을 증착하는 산화막 증착 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 형성 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 산화막 증착 단계는

상기 금속 전극의 상면에 상기 산화막의 금속 원소를 포함하는 금속 전구체를 공급하여 금속 전구체층을 증착하는 금속 전구체 증착 과정과,

상기 금속 전극의 상면으로 제 1 퍼지 가스를 공급하여 상기 금속 전극의 표면에 잔존하는 금속 전구체를 제거하는 제 1 퍼지 과정과,

상기 금속 전구체층의 상면으로 산화제를 공급하여 산화막을 형성하는 산화막 형성 과정 및

상기 금속 전극의 상면으로 퍼지 가스를 공급하여 상기 산화막의 상면에 잔존하는 미반응 산화제를 제거하는 제 2 퍼지 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 형성 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 금속 전극은 TiN으로 형성되는 것을 특징으로 하는 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 산화제는 오존(O_3)이며, 상기 금속 산화물층은 TiO_2로 형성되는 것을 특징으로 하는 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 산화제는 과산화수소(H_2O_2) 또는 산소(O_2)가 산소 플라즈마 형태로 CHF_3, CF계열의 가스와 혼합되어 공급되며, 상기 금속 산화물층은 TiO_2로 형성되는 것을 특징으로 하는 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법.

청구항 6

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 식각 가스는 불화수소(HF)이며, 상기 금속 산화물층의 TiO_2는 상기 불화수소와 반응하여 TiF_4로 변화되어

제거되는 것을 특징으로 하는 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 금속 전극 식각 단계는 상기 금속 전극의 표면에 원자 레벨의 거칠기를 형성하는 것을 특징으로 하는 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 산화막은 ZrO_2, HfO_2, TiO_2, 또는 Al_2O_3인 것을 특징으로 하는 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 금속 산화물층은 0.1 ~ 1.0nm의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 금속 전극 산화 단계는 25 ~ 350℃의 산화 온도에서 진행되는 것을 특징으로 하는 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 금속 전극 식각 단계는 25 ~ 300℃의 식각 온도에서 진행되는 것을 특징으로 하는 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 메모리 반도체에 사용되는 커패시터는 금속 전극과 산화막 및 금속 전극이 순차로 적층되어 형성될 수 있다. 상기 커패시터는 반도체 소자의 크기가 더욱 소형화되면서 함께 소형화되어 두께와 폭이 감소되고 있다. 따라서, 상기 커패시터를 형성하는 산화막도 두께와 폭이 작아지고 보다 치밀하게 형성되는 것을 필요로 한다. 상기 산화막은 원자층 증착법에 의한 층별(layer-by-layer)성장에 의하여 형성될 수 있다. 상기 원자층 증착법은 산화막을 형성하는 초기에 유도 시간(induction time)을 필요로 하므로 공정 시간이 증가될 수 있다. 또한, 상기 원자층 증착법은 치밀한 산화막을 위하여 보다 많은 핵 생성 사이트를 필요로 한다. 다만, 상기 핵 생성 사이트는 산화막이 증착되는 표면의 면적에 따라 결정되므로, 그 수를 증가시키는데 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명은 치밀한 산화막을 형성할 수 있는 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명의 실시예에 따른 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법은 금속 재질로 형성되는 금속 전극을 제공하는 금속 전극 제공 단계와, 상기 금속 전극의 표면에 산화제를 공급하여 상기 금속 전극의 표면을 산화시켜 금속 산화물층을 형성하는 금속 전극 산화 단계와, 상기 금속 전극의 표면에 식각 가스를 공급하여 상기 금속 산화물층을 제거하는 금속 전극 식각 단계 및 상기 금속 전극의 표면에 원자층 증착법에 의하여 산화막을 증착하는 산화막 증착 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0005] 또한, 상기 산화막 증착 단계는 상기 금속 전극의 상면에 상기 산화막의 금속 원소를 포함하는 금속 전구체를 공급하여 금속 전구체층을 증착하는 금속 전구체 증착 과정과, 상기 금속 전극의 상면으로 제 1 퍼지 가스를 공급하여 상기 금속 전극의 표면에 잔존하는 금속 전구체를 제거하는 제 1 퍼지 과정과, 상기 금속 전구체층의 상면으로 산화제를 공급하여 산화막을 형성하는 산화막 형성 과정 및 상기 금속 전극의 상면으로 퍼지 가스를 공급하여 상기 산화막의 상면에 잔존하는 미반응 산화제를 제거하는 제 2 퍼지 과정을 포함할 수 있다.

[0006] 또한, 상기 금속 전극은 TiN으로 형성될 수 있다.

[0007] 또한, 상기 산화제는 오존(O_3)이며, 상기 금속 산화물층은 TiO_2로 형성될 수 있다.

[0008] 또한, 상기 산화제는 과산화수소(H_2O_2) 또는 산소(O_2)가 산소 플라즈마 형태로 CHF_3, CF계열의 가스와 혼합되어 공급되며, 상기 금속 산화물층은 TiO_2로 형성될 수 있다.

[0009] 또한, 상기 식각 가스는 불화수소(HF)이며, 상기 금속 산화물층의 TiO_2는 상기 불화수소와 반응하여 TiF_4로 변화되어 제거될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 금속 전극 식각 단계는 상기 금속 전극의 표면에 원자 레벨의 거칠기를 형성할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 산화막은 ZrO_2, HfO_2, TiO_2, 또는 Al_2O_3일 수 있다.

[0012] 또한, 상기 금속 산화물층은 0.1 ~ 1.0nm의 두께로 형성될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 금속 전극 산화 단계는 25 ~ 350℃의 산화 온도에서 진행될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 금속 전극 식각 단계는 25 ~ 300℃의 식각 온도에서 진행될 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법은 원자층 증착법에 의한 산화막이 증착되는 금속 전극의 표면을 원자층 식각에 의하여 식각하여 표면 거칠기를 증가시킴으로써 산화막의 증착을 위한 핵 생성 사이트를 증가시킬 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법은 핵 생성 사이트가 증가됨에 따라 초기부터 보다 치밀하게 층별로 산화막 증착을 진행할 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법은 산화막 형성 초기에 유도 시간을 필요로 하지 않으므로 공정 시간을 단축할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법의 공정도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법에서 원자층 식각에 의하여 핵 생성 사이트가 증가되는 정도를 종래의 방법과 대비하여 나타내는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법에 대하여 설명한다.

[0021] 먼저, 본 발명의 일 실시예에 따른 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법에 대하여 설명한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법의 공정도이다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법은, 도 1을 참조하면, 금속 전극 제공 단계(S10)와 금속 전극 산화 단계(S20)와 금속 전극 식각 단계(S30) 및 산화막 증착 단계(S40)를 포함할 수 있다.

[0025] 상기 산화막 제조 방법은 원자층 증착법을 이용하여 산화막을 형성하는 과정에서 먼저 산화막이 증착되는 금속 전극의 표면을 원자층 식각할 수 있다. 상기 산화막 제조 방법은 원자층 식각에 의하여 금속 전극의 표면에 원자 레벨의 거칠기(atomic roughness) 또는 원자 레벨의 단차를 형성할 수 있다. 상기 산화막 제조 방법은 금속 전극의 표면에 형성되는 단차에 의하여 핵 생성 사이트의 개수를 증가시킬 수 있다. 따라서, 상기 산화막 제조 방법은 보다 치밀한 산화막을 증착할 수 있다. 또한, 상기 산화막 제조 방법은 핵 생성 사이트의 개수가 증가되므로 증착 초기부터 보다 치밀하게 층별(layer-to-layer)로 산화막 증착을 진행할 수 있다. 또한, 상기 산화막 제조 방법은 증착 초기에 별도의 유도 시간을 필요로 하지 않는다.

[0026] 상기 산화막 제조 방법은 금속 전극 산화 단계(S20)와 금속 전극 식각 단계(S30)를 금속 전극의 표면에 필요로 하는 거칠기를 형성하기 위하여 1 싸이클 또는 적어도 2 싸이클로 진행될 수 있다.

[0027] 상기 산화막 제조 방법은 금속 전극과 산화막(유전체막) 및 금속 전극이 적층되는 구조를 포함하는 전자 소자의 제조에 적용될 수 있다. 예를 들면, 상기 산화막 제조 방법은 MIM(M(Metal-Insulator-Metal)구조를 갖는 커패시터와 같은 소자를 제조하는데 적용될 수 있다. 또한, 상기 산화막 제조 방법은 금속 박막과 산화막을 포함하는 다양한 전자 소자에서 산화막을 형성하는데 적용될 수 있다.

[0029] 상기 금속 전극 제공 단계(S10)는 상기 금속 전극은 전자 소자의 하부 전극을 형성할 수 있다. 또한, 상기 금속 전극은 다양한 전자 소자에 적용되는 금속 재질로 형성될 수 있다. 상기 금속 전극은 TiN으로 형성될 수 있다. 상기 금속 전극은 박막 형태로 형성될 수 있다. 또한, 상기 금속 전극은 소자의 구조에 따라 단차가 형성된 박막 형태로 형성될 수 있다. 또한, 상기 금속 전극은 바 형상 또는 플레이트 형상으로 형성될 수 있다.

[0031] 상기 금속 전극 산화 단계(S20)는 금속 전극의 표면에 산화제를 공급하여 금속 전극의 표면을 산화시켜 금속 산화물을 형성하는 단계이다. 상기 산화제는 오존(O_3)일 수 있다. 또한, 상기 과산화수소(H_2O_2) 또는 산소(O_2)일 수 있다. 다만, 상기 산화제로 과산화수소(H_2O_2) 또는 산소(O_2)가 사용되는 경우에 산소 플라즈마 형태로 공급되며, CHF_3, CF계열의 가스들과 혼합되어 사용될 수 있다. 상기 금속 전극은 표면이 산화제의 하여 산화되면서 소정 두께의 금속 산화물층으로 변화될 수 있다. 상기 금속 산화물층은 0.1 ~ 1.0nm의 두께로 형성될 수 있다. 상기 금속 전극이 TiN인 경우에 하기 화학식에 따라 금속 전극의 표면은 금속 산화물인 TiO_2로 변화될 수 있다.

[0032] $TiN(s) + 3O_3(g) \rightarrow TiO_2(s) + NO(g) + 3O_2(g)$

[0033] 상기 금속 전극은 별도의 반도체 기판의 상면, 금속 박막 또는 유전체막의 상면에 증착되어 형성될 수 있다. 상기 금속 전극은 박막 형태로 형성될 수 있다. 또한, 상기 소자의 구조에 따라 단차진 박막으로 형성될 수 있다

[0034] 상기 금속 전극 산화 단계(S20)는 공정 챔버의 내부에 금속 전극의 표면으로 산화제를 공급하면서 진행될 수 있다. 상기 금속 전극 산화 단계(S20)는 25 ~ 350℃의 산화 온도에서 진행될 수 있다. 상기 금속 전극 산화 단계(S20)는 바람직하게는 150 ~ 350℃의 산화 온도에서 진행될 수 있다. 상기 금속 전극 산화 단계(S20)는 산화제와 플라즈마를 동시에 사용하는 경우에 산화 온도를 100℃이하로 낮출 수 있다.

[0035] 한편, 상기 금속 전극 산화 단계(S20)가 종료되면 아르곤 가스와 같은 불활성 가스를 공정 챔버의 내부로 공급하여 금속 전극의 표면에 잔존하는 산화제를 제거할 수 있다.

[0037] 상기 금속 전극 식각 단계(S30)는 금속 전극의 표면에 식각 가스를 공급하여 금속 산화물층을 제거하는 단계이다. 상기 금속 전극은 표면에 형성된 금속 산화물층이 제거되면서 원자 레벨의 거칠기가 형성될 수 있다. 여기서, 상기 원자 레벨의 거칠기는 금속 전극의 표면에서 원자층 단위로 서로 다른 높이로 형성되는 것을 의미할

수 있다. 상기 금속 전극 식각 단계(S30)는 1 싸이클 또는 적어도 2 싸이클로 진행될 수 있다. 상기 금속 전극 식각 단계(S30)는 원자층 식각의 1 싸이클에 대략 0.02nm의 두께로 금속 전극의 표면을 부분적으로 식각할 수 있다.

[0038] 상기 식각 가스는 불소 화합물일 수 있다. 상기 불소 화합물은 불화수소(HF)일 수 있다. 상기 금속 전극이 TiN인 경우에 하기 화학식에 따라 금속 전극의 표면에 형성된 금속 산화물층이 식각 가스와 반응하여 제거될 수 있다. TiO_2와 HF(g)의 반응에 의하여 형성되는 TiF_4는 휘발성을 가지는 기체이므로 금속 전극의 표면에서 제거될 수 있다.

[0039] $TiO_2(s) + 4HF(g) \rightarrow TiF_4(g) + 2H_2O(g)$

[0040] 상기 금속 전극 식각 단계(S30)는 공정 챔버의 내부에 금속 산화물층의 표면으로 식각 가스를 공급하면서 진행될 수 있다. 상기 금속 전극 식각 단계(S30)는 25 ~ 300℃의 식각 온도에서 진행될 수 있다. 상기 식각 온도가 너무 높으면 다른 박막들이 추가로 식각될 수 있다. 또한, 상기 식각 온도가 300℃로 증가할 때까지 식각 속도가 증가될 수 있다. 다만, 상기 식각 온도가 300℃ 근처에서 식각 속도가 포화되면서 더 증가하지 않을 수 있다. 또한, 상기 식각 온도가 너무 낮으면 금속 전극의 식각이 적정하게 진행되지 않을 수 있다.

[0041] 한편, 상기 금속 전극 식각 단계(S30)가 종료되면 아르곤 가스와 같은 불활성 가스를 공정 챔버의 내부로 공급하여 금속 전극의 표면에 잔존하는 식각 가스와 반응 부산물을 제거할 수 있다.

[0043] 상기 산화막 증착 단계(S40)는 금속 전극의 표면에 원자층 증착법에 의하여 산화막을 증착하는 단계이다. 상기 산화막 증착 단계(S40)는 거칠기가 형성된 금속 전극의 표면에 산화막을 형성할 수 있다. 상기 산화막은 ZrO_2, HfO_2, TiO_2, 또는 Al_2O_3일 수 있다. 상기 산화막 증착 단계(S40)는 산화막을 옹스트롬(Angstrom) 단위로 조절하여 형성하며, 나노미터의 두께로 형성할 수 있다. 또한, 상기 산화막 증착 단계(S40)는 산화막을 단일층 또는 복수층으로 형성할 수 있다. 상기 산화막 증착 단계(S40)는 일반적인 원자층 증착법에 의하여 진행될 수 있다. 예를 들면, 상기 산화막 증착 단계(S40)는 금속 전구체 증착 과정과 제 1 퍼지 과정과 산화막 형성 과정 및 제 2 퍼지 과정을 반복적으로 실시하여 필요한 두께의 산화막을 형성할 수 있다.

[0044] 상기 금속 전구체 증착 과정은 금속 전극의 상면으로 형성하고자 하는 산화막의 금속 원소를 포함하는 금속 전구체를 공급하여 금속 전구체층을 증착하는 과정이다. 상기 금속 전구체 증착 과정은 금속 전극의 상면에 소정 두께로 금속 전구체층을 형성할 수 있다. 상기 금속 전구체는 형성하고자 하는 산화막에 따라 적정하게 선택할 수 있다. 예를 들면, 상기 산화막이 ZrO_2인 경우에, 금속 전구체는 싸이클로펜타디엔(Cyclopentadiene, 이하 Cp) 리간드를 포함하는 Cp계열의 전구체일 수 있다. 예를 들면, 상기 금속 전구체는 Cyclopentadienyl Tris(dimethylamino) Zirconium($CpZr(NMe_2)_3$), $(MeCp)_2Zr(Me_3)_2$, $Cp_2Zr(Me)_2$, $(CpMe)_2Zr(MeO)Me$일 수 있다. 또한, 상기 금속 전구체는 $Zr(OC_4H_9)_4$, $Zr(C_5HF_6O_2)_4$, $Zr(C_5H_4F_3O_2)_4$, $Zr(C_{11}H_{19}O_2)_4$ 및 $Zr(C_{11}H_{19}O_2)_2(OCH_3H_7)_2$일 수 있다. 상기 산화막이 HfO_2인 경우에, 금속 전구체는 Cp계열의 전구체일 수 있다. 예를 들면, 상기 금속 전구체는 $CpHf(NMe_2)_3$, $(MeCp)_2Hf(Me_3)_2$, $Cp_2Hf(Me)_2$, (CpMe)2Hf(MeO)Me일 수 있다. 또한, 상기 금속 전구체는 TEMAH(tetrakis-ethyl-methyl-amino-hafnium), TDMAH(tetrakis-dimethyl-amino-hafnium), TDEAH(tetrakis-diethyl-amino-hafnium) 또는 $HfCl_4$일 수 있다. 또한, 상기 산화막이 TiO_2인 경우에, 금속 전구체는 $Ti(OC_2H_5)_4$, $Ti(OC_3H_7)_4$, $Ti(OC_4H_9)_4$, $Ti(C_{11}H_{19}O_2)_2(OC_3H_7)_2$ 또는 $Ti(C_{11}H_{19}O_2)_2(O(CH_2)_2OCH_3)_2$일 수 있다. 상기 산화막이 Al_2O_3인 경우에, 금속 전구체는 $Al(CH_3)_2$, TMA(Trimethyl Aluminum), DMA(Dimethyl Aluminum chloride), MPTMA(methylPyrrolidine-Tri-methyl-Aluminum), EPPTEA(ethyl-pyridine-triethyl-aluminum), EPPDMAH(ethyl-pyridinedimethyl-aluminum hydridge) 또는 IPA(C_3H_7-O)$_3$Al)일 수 있다.

[0045] 상기 금속 전구체 증착 과정은 이송 가스를 이용하여 금속 전구체를 이송할 수 있다. 상기 이송 가스는 활성이 낮은 질소(N_2) 가스, 헬륨(He) 가스 또는 아르곤(Ar) 가스일 수 있다.

[0046] 상기 금속 전구체 증착 과정은 20 ~ 400℃의 증착 온도에서 진행될 수 있다. 상기 증착 온도는 금속 전구체의 종류에 따라 달라질 수 있다. 또한, 상기 증착 온도는 금속 전구체가 증착되는 증착 속도에 영향을 줄 수 있다.

[0047] 상기 금속 전구체 증착 과정은 금속 전구체가 소정의 증착 압력으로 공급되어 진행될 수 있다. 즉, 상기 증착

압력은 공정 챔버의 내부에서 금속 전구체를 공급하는 압력일 수 있다. 상기 증착 압력은 0.1 ~ 10torr일 수 있다. 상기 증착 압력이 너무 낮으면, 금속 전구체가 금속 전극에 충분히 증착되지 않을 수 있다. 또한, 상기 증착 압력이 너무 높으면 필요 이상으로 금속 전구체를 공급하게 되어 금속 전구체층을 형성하는 효율이 저하될 수 있다.

[0048] 상기 금속 전구체 증착 단계는 소정의 증착 시간 동안 진행될 수 있다. 상기 증착 시간은 금속 전구체층의 두께에 따라 적정하게 결정될 수 있다. 상기 증착 시간은 1 ~ 20초일 수 있다.

[0050] 상기 제 1 퍼지 과정은 금속 전극의 상면으로 퍼지 가스를 공급하여 공정 챔버의 내부에 잔존하는 금속 전구체를 제거하는 과정이다. 상기 제 1 퍼지 과정은 소정의 제 1 퍼지 시간동안 진행될 수 있다. 상기 제 1 퍼지 시간은 1 ~ 50초일 수 있다. 또한, 상기 제 1 퍼지 과정은 0.5 ~ 5torr의 제 1 퍼지 압력으로 진행될 수 있다. 상기 제 1 퍼지 가스는 아르곤 가스 또는 질소 가스와 같은 불활성 가스일 수 있다. 상기 제 1 퍼지 과정은 금속 전극의 상면에 존재하는 미반응 금속 전구체를 진공 펌프로 흡입하면서 제거할 수 있다.

[0052] 상기 산화막 형성 과정은 금속 전구체층의 상면으로 산화제를 공급하여 산화막을 형성하는 과정이다. 상기 산화막 형성 과정은 금속 전구체층의 금속 전구체와 산화제를 반응시켜 산화막을 형성할 수 있다. 상기 산화제는 수증기(H_2O), 오존(O_3) H_2O_2 또는 산소플라즈마(O_2 plasma)일 수 있다.

[0053] 상기 산화막 형성 과정은 소정의 반응 시간 동안 진행될 수 있다. 상기 반응 시간은 형성되는 산화막의 두께에 따라 적정하게 결정될 수 있다. 상기 반응 시간은 1 ~ 20초일 수 있다.

[0054] 상기 산화막 형성 고정은 소정의 반응 온도에서 진행될 수 있다. 상기 반응 온도는 상온 ~ 600℃의 온도에서 진행될 수 있다. 상기 반응 온도는 형성되는 산화막의 종류에 따라 적정하게 설정될 수 있다. 상기 반응 온도는 증착 온도보다 높은 온도로 설정될 수 있다.

[0055] 상기 산화막 형성 과정은 산화제를 소정의 반응 압력으로 공급하여 진행될 수 있다. 즉, 상기 반응 압력은 산화제를 공정 챔버의 내부로 공급하는 압력일 수 있다. 상기 반응 압력은 금속 전구체 증착 단계의 증착 압력보다 낮은 압력일 수 있다. 예를 들면, 상기 반응 압력은 0.1 ~ 10torr일 수 있다. 상기 산화제 공급 압력이 너무 낮으면, 산화제와 금속 전구체층의 반응이 충분하지 않을 수 있다. 또한, 상기 반응 압력이 너무 높으면산화제가 불필요하게 소비될 수 있다.

[0057] 상기 제 2 퍼지 과정은 금속 전극의 상면으로 퍼지 가스를 공급하여 산화막의 상면에 잔존하는 미반응 산화제를 제거하는 과정이다. 또한, 상기 제 2 퍼지 과정은 산화막을 형성하지 않은 반응 부산물도 제거할 수 있다. 상기 미반응 산화제는 금속 전구체와 반응하지 않고 산화막의 상면에 잔존하는 산화제일 수 있다. 상기 퍼지 가스는 아르곤 가스 또는 질소 가스와 같은 불활성 가스일 수 있다. 상기 제 2 퍼지 과정은 금속 전극의 상면에 존재하는 미반응 산화제를 진공 펌프로 흡입하면서 제거할 수 있다.

[0058] 상기 제 2 퍼지 과정은 소정의 제 2 퍼지 시간동안 진행될 수 있다. 상기 제 2 퍼지 시간은 1 ~ 50초일 수 있다. 또한, 상기 제 2 퍼지 과정은 0.5 ~ 5torr의 제 2 퍼지 압력으로 진행될 수 있다.

[0060] 다음은 본 발명의 일 실시예에 따른 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법의 작용에 대하여 설명한다.

[0061] 본 발명의 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법은 종래와 대비하여 상대적으로 핵 생성 사이트를 증가시킬 수 있으며, 산화막의 치밀도를 증가시킬 수 있다.

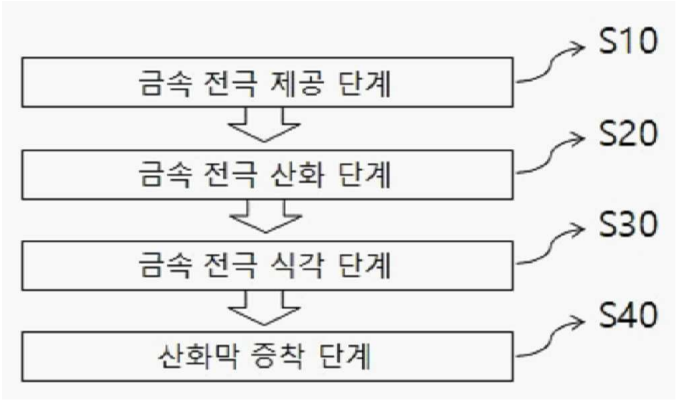
[0062] 상기 산화막 제조 방법에서 금속 전극의 표면에 형성되는 핵 생성 사이트는, 도 2의 (a)에서 보는 바와 같이, 단차에 의하여 수직 방향의 이격 거리가 추가되므로 이웃하는 핵 생성 사이트와 전체 이격 거리가 동일하더라도 수평 방향의 거리가 감소하게 된다. 상기 금속 전극의 표면은 동일한 면적에 대하여 핵 생성 사이트의 개수가 증가할 수 있다. 따라서, 상기 산화막 제조 방법에 의하여 형성되는 산화막은 증착 속도가 증가되면서 치밀도가 증가될 수 있다.

[0063] 이에 비하여 도 2의 (b)에서 보는 바와 같이, 금속 전극의 표면에 거칠기가 형성되지 않는 경우에 도 2(a)에 비하여 동일한 면적에서 핵 생성 사이트의 개수가 감소할 수 있다.

[0065] 이상에서 설명한 것은 본 발명에 의한 원자층 식각과 원자층 증착을 이용한 산화막 제조 방법을 실시하기 위한 하나의 실시 예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시 예에 한정되지 않고, 이하의 청구범위에서 청구하는 바와 같이 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

도면

도면1



도면2

