

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2010-0103036 (43) 공개일자 2010년09월27일
(51) Int. Cl. <i>H01L 21/20</i> (2006.01)	(21) 출원번호 10-2009-0021429 (22) 출원일자 2009년03월13일 심사청구일자 2009년03월13일	(71) 출원인 한밭대학교 산학협력단 대전 유성구 덕명동 산16-1 (72) 발명자 나사균 대전광역시 서구 만년동 강변아파트 103동 701호 (74) 대리인 김희곤, 김인한, 박용순
전체 청구항 수 : 총 4 항		

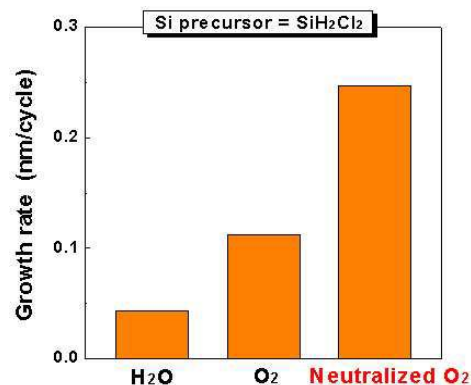
(54) 중성빔을 이용한 원자층 증착법 및 그로부터 형성되는 박막

(57) 요약

본 발명에 따른 원자층 증착법은 실리콘과 함께 막을 형성하는 물질에 대해 플라즈마를 사용하여 라디칼을 형성한 후, 중성화 시킨 것을 반응구역에 공급하는 것을 특징으로 한다.

구체적으로 본 발명은 실리콘 산화막 및 실리콘 질화막 형성을 위한 것으로, 실리콘 산화막 형성 경우 실리콘 전구체와 산소 전구체를 개별적으로 분리 공급하여 원자층 증착을 행하되, 실리콘 전구체는 기판이 장착되어 있는 반응(reaction)구역에 직접 공급하고, 반응성이 적은 산소 전구체는 플라즈마(plasma)를 이용하여 산소(O₂)를 이온화하여 반응성을 높인 후 다시 뉴트랄라이저(Neutralizer)를 사용하여 중성화 시킨 후 반응구역에 공급하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

실리콘 및 실리콘과 함께 막을 형성하는 물질을 반응구역에 공급하여 막을 형성하는 원자층 증착법에서, 상기 실리콘과 함께 막을 형성하는 물질은 그 전구체에 플라즈마를 사용하여 형성된 라디칼을 중성화시킨 후 반응구역에 공급하는 것을 특징으로 하는 원자층 증착법.

청구항 2

제 1 항에서, 상기 실리콘 원료 물질로서 SiCl_4 , Si_2Cl_6 , SiH_2Cl_2 , Si_2Cl_6 , SiH_4 , $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$, 및 $\text{Si}(\text{NCO})_4$ 로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나를 사용하고, 상기 실리콘과 별도로 공급되는 물질로서 O_2 또는 H_2O 의 산소 원료 물질 또는 N_2 또는 NH_3 의 질소 원료 물질을 사용하는 것을 특징으로 하는 원자층 증착법.

청구항 3

제 1 항에서, 상기 실리콘 및 실리콘과 함께 막을 형성하는 물질은 $10^3 \sim 10^{12}$ 랭귀어의 노출속도로 반응구역에 공급되며, $0 \sim 600^\circ\text{C}$ 의 온도에서 막이 형성되는 것을 특징으로 하는 원자층 증착법.

청구항 4

원자층 증착법에서 실리콘 및 상기 실리콘과 별도로 공급되는 산소 또는 질소의 중성빔으로부터 형성된 것을 특징으로 하는 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 원자층 증착법을 이용한 실리콘 산화막이나 실리콘 질화막 형성방법에 관한 것으로서, 실리콘 전구체와 산소 또는 질소 전구체를 개별적으로 분리 공급하여 원자층 증착을 행하되, 실리콘 전구체는 기판이 장착되어 있는 반응(reaction)구역에 직접 공급하고, 반응성이 적은 산소 또는 질소 전구체는 플라즈마(plasma)를 이용하여 산소(O_2) 또는 질소(N_2)를 이온화하여 반응성을 높인 후 다시 뉴트랄라이저(Neutralizer)를 사용하여 중성화 시킨 후 반응구역에 공급하는 것을 특징으로 하는, 중성빔(Neutralized Beam)을 이용한 ALD(atomic layer deposition) 산화물 & 질화물 박막 형성방법 및 그로부터 형성되는 산화물 및 질화물 박막에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 반도체소자 제조과정에서 실리콘 산화막의 증착은 주로 700°C 이상의 온도에서 저압화학기상증착방법(LPCVD)에 의해 이루어진다. 그러나, 이러한 방법은 높은 공정온도를 수반하기 때문에 붕소(boron)와 같은 도펀트(dopant)들의 원하지 않는 확산에 의해 소자의 성능 저하가 발생되기 쉬우며, 특히 초고집적화되고 있는 차세대 소자에서 그 문제가 더욱 심각해지며 단차도포성(step coverage)면에서도 한계에 다다르고 있다.

[0003] 한편, LCD 제조에서는 유리를 기판으로 사용하기 때문에 550°C 이상의 온도를 사용하는 공정은 LCD 제조에 적용이 불가능하다. 따라서 LCD에서 다결정실리콘 박막트랜지스터(poly-Si TFT)의 게이트 절연막에 적용되는 실리콘 산화막은 저온에서 증착이 가능한 플라즈마를 이용한 화학기상증착방법(PECVD : plasma enhanced chemical vapor deposition method)으로 형성하고 있다.

[0004] 그러나, 이 경우 공정 중에 사용되는 플라즈마에 의한 손상에 의해 실리콘과 실리콘 산화막 사이의 계면 특성이 저하되어 다결정실리콘 박막트랜지스터의 특성 향상에 제약이 따르며, 실리콘 산화막의 물리적 및 전기적 특성이 저압화학기상증착방법으로 형성하는 경우에 비해 현저히 떨어진다.

[0005] 따라서, 상술한 종래의 실리콘 산화막 형성방법은 초미세 패턴의 형성과 나노 단위(nano-scale)의 두께에서 균일하고 우수한 특성을 갖는 극박막 증착이 요구되는 차세대 반도체 및 디스플레이 소자 제조공정에 적용되기에 한계가 있다.

- [0006] 한편, 최근에는 상기한 문제점을 해결하기 위한 대안으로서 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition)으로 실리콘 산화막을 형성하는 방법이 소개되고 있다. 원자층 증착법은 반응관 내에 실리콘 전구체와 산소 전구체를 개별적으로 분리하여 공급함으로써 기판 표면의 반응에 의하여 주로적으로 실리콘 산화막이 형성되도록 하는 것이다. 실리콘 전구체와 산소 전구체의 엄격한 분리를 위하여 각 전구체의 공급 사이에 N₂나 Ar등의 불활성 기체로 퍼지(purge)를 해준다.
- [0007] 다음은 종래의 원자층 증착법의 하나의 예로서 실리콘 전구체로 SiH₂Cl₂를 사용하고, 산소 전구체로 H₂O를 사용하는 경우의 기판 표면에서의 각 전구체의 반응을 나타낸 것이다. 아래와 같은 반응을 반복하면서 사이클(cycle) 당 약 0.1nm 두께로 실리콘 산화막을 형성한다.
- [0008] $\text{Si-OH}^* + \text{SiH}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{SiO-Si-H}^* + \text{HCl}$
- [0009] $\text{Si-H}^* + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Si-OH}^* + \text{H}_2$
- [0010] 가이저(Gasser) 등은 실리콘 전구체로 Si(NCO)₄을 사용하고, 산소 전구체로 H₂O를 사용하여, 25℃에서 전구체의 노출속도(reactant exposure)가 각각 6.0×10^9 L, 4.8×10^{10} L 일 때 0.17 nm/cycle의 증착물을 얻었다고 보고하고 있다(참조문헌: Thin Solid Film 125권, 213페이지, 1994년). 여기서, 1L(langmuir) = 10^{-6} torr x sec 로서, 1초에 10^{-6} torr의 분압으로 전구체가 표면으로 운반되는 유출을 의미한다.
- [0011] 그리고, 클라우스(Klaus) 등은 실리콘 전구체로 SiCl₄를 사용하고, 산소 전구체로 H₂O를 사용하여, 327~527℃의 온도범위에서 전구체의 노출속도(reactant exposure)가 10^9 L 이상일 때 0.075~0.11 nm/cycle의 증착물과 1.46 ± 0.02 의 굴절률을 얻었다고 보고하고 있다(참조문헌: Appl. Phys. Lett. 70권, 1092페이지, 1997년)
- [0012] 그러나, 상기와 같이 산소 전구체로서 H₂O를 사용하는 경우에는 다른 경우에 비하여 높은 전구체 노출속도(reactant exposure)와 낮은 성장률을 갖는 문제점이 있다.
- [0013] 루이스 베이스(Lewis base) 물질인 C₅H₅N 나 NH₃를 촉매로서 각 전구체와 혼합하여 공급함으로써 반응의 활성화를 통해 보다 낮은 온도와 노출속도(reactant exposure)에서 박막의 성장률을 향상시키는 내용이 개시된 바 있다(참조문헌: Surf. Rev. Lett. 6권, 435페이지, 1999년. Surf. Sci. 447권, 81페이지, 2000년). 루이스 베이스 물질인 상기 촉매는 비공유 전자쌍을 가지고 있어 전기음성도의 차이에 의해 표면의 O-H 또는 Si-H의 결합을 상대적으로 약하게 하여 실리콘 전구체 및 산소 전구체의 표면 반응을 촉진시켜 실리콘 산화막의 박막 성장률을 향상시킨다.
- [0014] 그러나, 이렇게 촉매를 사용하는 경우에는 막질의 물리적 및 전기적 특성이 매우 떨어져 실용화하기에 문제점이 있으며, 촉매를 사용하지 않는 경우와 같은 수준의 막질을 얻으려면 600℃ 이상의 고온에서 열처리 공정을 추가적으로 행해야 하기 때문에 저온성장의 효과를 볼 수 없으며 새로운 공정이 추가되어야 하는 번거로움이 있다.
- [0015] 또한 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition)으로 실리콘 질화막을 형성하는 방법으로서 클라우스(Klaus) 등은 실리콘 전구체로 SiCl₄를 사용하고, 질소 전구체로 NH₃를 사용하여, 427~627℃의 온도범위에서 전구체의 노출속도(reactant exposure)가 10^{10} L 이상일 때 0.25 nm/cycle의 증착물과 2.01 ± 0.05 의 굴절률을 얻었다고 보고하고 있다(참조문헌: Surf. Sci., L14권, 418페이지, 1998년) 하지만 반응속도가 느리고 증착된 필름의 전기적 특성 또한 나빠 실제 소자에 적용이 어려웠다. 특히 실리콘 질화막의 경우 질소 전구체의 반응속도가 낮은 것이 문제로 나타났는데, 에이치 고토 등은 실리콘 전구체로 SiH₂Cl₄를 사용하고 질소전구체 형성시에는 NH₃에 플라즈마(plasma)를 사용한 경우 375℃의 온도에서 전구체의 노출속도(reactant exposure)가 10^6 L 이상일 때 0.09 nm/cycle의 증착물을 얻을 수 있다고 보고 한바 있다.(참고문헌 : Appl. Surf. Sci., 198권, 112페이지, 1997) 하지만 증착된 박막의 굴절률이 1.6이고, 플라즈마 damage에 의해 전기적 특성 또한 측정하기 어려울 정도여서 실제 소자에 적용이 불가능했다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0016] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 반응성이 떨어지는 원료 전구체의 경우 플라즈마를 사용하여 반응성이 우수한 라디칼을 형성하고 다시 뉴트럴라이저(Neutralizer)를 사용하여 중성화 시킨 후 반응구역에 공급하여 반응이 일어나게 함으로써, 원자층 증착법에서 가장 문제점인 증착속도를 개선하고 플라즈마 damage를 없애며, 낮은 전구체 노출속도와 낮은 반응온도에서도 높은 성장속도로 물리적 및 전기적 특성이 양호한 실리콘 산화막이나 실리콘 질화막을 형성시킬 수 있는 방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

- [0017] 본 발명은 실리콘 및 실리콘과 함께 막을 형성하는 물질을 반응구역에 공급하여 막을 형성하는 원자층 증착법에서, 상기 실리콘과 함께 막을 형성하는 물질은 그 전구체에 플라즈마를 사용하여 형성된 라디칼을 중성화시킨 후 반응구역에 공급하는 것을 특징으로 하는 원자층 증착법을 제공한다.
- [0018] 바람직하게, 상기 실리콘과 함께 막을 형성하는 물질은 산소 또는 질소이다.
- [0019] 상기 실리콘 원료 물질로서 SiCl_4 , Si_2Cl_6 , SiH_2Cl_2 , Si_2Cl_6 , SiH_4 , $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$, 또는 $\text{Si}(\text{NCO})_4$ 로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나를 반응구역에 공급할 수 있다.
- [0020] 상기 산소 원료 물질은 O_2 또는 H_2O , 질소 원료 물질은 N_2 또는 NH_3 일 수 있다.
- [0021] 상기 실리콘 및 실리콘과 함께 막을 형성하는 물질은 $10^3 \sim 10^{12}$ 랭귀어의 노출속도로 반응구역에 공급되며, $0 \sim 600^\circ\text{C}$ 의 온도에서 막이 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 상기 라디칼의 중성화는 뉴트럴라이저(Neutralizer)에 의해 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 본 발명은 중성빔을 이용하여 중성화된 산소 라디칼 또는 질소 라디칼로부터 형성되는 산화물 또는 질화물 박막을 제공한다.
- [0024] 바람직하게, 상기 산화물 또는 질화물 박막은 실리콘 산화물 또는 실리콘 질화물이다.

효 과

- [0025] 본 발명에 의하면, 원자층 증착법을 사용하기 때문에 실리콘 산화막이나 실리콘 질화막의 두께를 사이클 회수만으로 정확하게 제어할 수 있으며 화학조성제어가 용이하고, 박막의 단차 도포성도 우수하다. 따라서, 낮은 공정 온도에도 불구하고 박막이 우수한 물리적, 전기적 특성을 갖는다.
- [0026] 특히 플라즈마를 사용하여 반응성이 우수한 라디칼을 형성하고 다시 뉴트럴라이저(Neutralizer)를 사용하여 중성화 시킨 후 반응구역에 공급하여 반응이 일어나게 함으로써 기존의 원자층 증착법에서 가장 문제점인 증착속도를 개선하고 플라즈마 damage도 없앴으로써 낮은 전구체 노출속도(reactant exposure)와 낮은 반응온도에서도 높은 성장속도로 물리적 및 전기적 특성이 우수한 실리콘 산화막이나 실리콘 질화막을 얻을 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0027] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 원자층 증착법은, 실리콘 및 실리콘과 함께 막을 형성하는 물질을 반응구역에 공급하여 막을 형성하는 원자층 증착법에서, 상기 실리콘과 함께 막을 형성하는 물질은 그 전구체에 플라즈마를 사용하여 형성된 라디칼을 중성화시킨 후 반응구역에 공급하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 구체적으로 실리콘 산화막 형성을 위해 실리콘 전구체와 산소 전구체를 개별적으로 분리 공급하여 원자층 증착을 행하되, 상기 산소 전구체로서 O_2 나 H_2O 를 사용하는 것을 특징으로 한다. 또한, 실리콘 질화막 형성을 위해 실리콘 전구체와 질소 전구체를 개별적으로 분리 공급하여 원자층 증착을 행하되, 상기 질소 전구체로서 N_2 나 NH_3 를 사용하는 것을 특징으로 한다. 이때 산소 전구체와 질소 전구체는 플라즈마를 사용하여 반응성이 우수한 라디칼을 형성하고 다시 뉴트럴라이저(Neutralizer)를 사용하여 중성화 시킨 후 반응구역에 공급한다. 상기 뉴트럴라이저는 접지되었거나 마이너스 전하를 띠고 있는 도체 shower head 형태로서, 이것을 통과시킴으로써 중성화시킨다. 상기 라디칼화 및 중성화된 산소 전구체 및 질소 전구체 입자들은 중성빔이라는 용어로 명명한다.

다.

- [0029] 상기 원자층 증착은 $10^3 \sim 10^{12}$ 랭귀어의 노출속도로 상기 각 전구체를 공급하면서 0~600℃의 온도범위에서 행해지는 것이 바람직하다.
- [0030] 상기 실리콘 전구체로는 SiCl_4 , Si_2Cl_6 , SiH_2Cl_2 , Si_2Cl_6 , SiH_4 , $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$, 및 $\text{Si}(\text{NCO})_4$ 로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나를 포함하는 것을 선택할 수 있다.
- [0031] 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 아래의 실시예는 본 발명의 내용을 이해하기 위해 제시된 것일 뿐이며 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상 내에서 많은 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명의 권리범위가 이러한 실시예에 한정되어지는 것으로 해석되어져서는 안된다.
- [0032] 실시예
- [0033] 실리콘 산화막 형성
- [0034] 실리콘 산화막 경우 실리콘 전구체로는 통상적으로 사용되는 SiCl_4 , Si_2Cl_6 , SiH_2Cl_2 , Si_2Cl_6 , SiH_4 , $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$, 또는 $\text{Si}(\text{NCO})_4$ 등을 사용하고, 산소 전구체로는 O_2 나 H_2O 를 사용하며 플라즈마를 사용하여 반응성이 우수한 라디칼을 형성하고 다시 뉴트럴라이저(Neutralizer)를 사용하여 중성화 시킨 후 반응구역에 공급하여 통상적인 원자층 증착법을 수행한다. 이때, 상기 원자층 증착은 $10^3 \sim 10^{12}$ 랭귀어의 노출속도(reactant exposure)로 상기 각 전구체를 공급하면서 0~600℃의 온도범위에서 행한다.
- [0035] 상기 온도에서 O_2 나 H_2O 는 반응기 내에서 플라즈마와 열에너지에 의해 아래와 같이 이온화된 O^+ radical이 형성된다.
- [0036] $\text{O}_2 \rightarrow \text{O}^+ + \text{O}^+$ (이온화된 radical)
- [0037] $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}^+$ (이온화된 radical) + OH^-
- [0038] 이후, 생성된 반응성이 강한 O^+ (이온화된 radical)이 접지되었거나 마이너스 전하를 띄고 있는 도체 shower head 형태의 뉴트럴라이저(Neutralizer)를 통과하여 중성화된 후 반응구역에 공급됨으로써 통상적인 원자층 증착법이 수행된다. 따라서, 촉매의 사용 없이도 낮은 전구체 노출속도(reactant exposure)와 낮은 공정온도에서 박막 두께를 정확히 제어하면서 플라즈마 damage가 없이 우수한 물리적, 전기적 특성을 갖는 실리콘 산화막 형성이 가능하게 된다.
- [0039] 막 성장률은 0.35nm/cycle까지 향상시킬 수 있었으며, 산소 전구체의 노출속도(reactant exposure)를 실리콘 전구체에 대해 두 배 이상 되도록 하는 것이 SiO_2 의 화학양론비를 맞추는데 바람직하다.
- [0040] 증착방식별 leakage current data(Thermal oxide, LPCVD, 기존 ALD 350℃, 온도별 중성빔 ALD 방식)를 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

Deposition method	J [A/cm ²] @3MV/cm
Thermal oxidation	0.72 X 10 ⁻⁹
LPCVD 760°C	3.34 X 10 ⁻⁹
Neutralized ALD 300°C	2.97 X 10 ⁻⁹
Neutralized ALD 350°C	3.94 X 10 ⁻⁹
Neutralized ALD 400°C	1.94 X 10 ⁻⁹
ALD 350°C	4.75 X 10 ⁻⁹

상기 표1에 나타낸 바와 같이 본 발명의 방법으로 형성된 실리콘옥사이드(SiO₂)박막 경우가 전기적 특성인 leakage current 측면에서 thermal 실리콘옥사이드(SiO₂)박막과 비슷하며, 기존 ALD 방식으로 형성한 실리콘옥사이드(SiO₂)박막에 비해 조금 우수한 결과를 보였다.

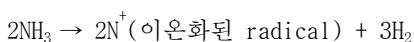
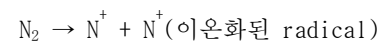
증착속도의 경우 도1에서 볼 수 있듯이 기존 ALD 350°C에서 형성한 경우 H₂O를 산소 원료물질로 사용했을 때 0.43Å/cycle, O₂를 사용했을 때 1.12Å/cycle에 불과하였으나, 본 발명의 방법으로 350°C온도에서 형성한 경우 2.4Å/cycle에 이르러 2배 이상의 증착속도를 보였다.

도2의 I-V curve 측정 data를 보면 breakdown 특성에서 본 발명의 방법에 의해 형성된 실리콘옥사이드(SiO₂)박막이 기존 ALD 방식으로 형성된 실리콘옥사이드(SiO₂)박막에 비해 우수한 특성을 보였다.

실리콘 질화막 형성

실리콘 질화막 경우 실리콘 전구체로는 통상적으로 사용되는 SiCl₄, Si₂Cl₆, SiH₂Cl₂, Si₂Cl₆, SiH₄, Si(C₂H₅O)₄, 또는 Si(NCO)₄ 등을 사용하고, 질소 전구체로는 N₂나 NH₃를 사용하며 플라즈마를 사용하여 반응성이 우수한 라디칼을 형성하고 다시 뉴트럴라이저(Neutralizer)를 사용하여 중성화 시킨 후 반응구역에 공급하여 통상적인 원자층 증착법을 수행한다. 이 때, 상기 원자층 증착은 10³~10¹² 랭귀어의 노출속도(reactant exposure)로 상기 각 전구체를 공급하면서 0~600°C의 온도범위에서 행한다.

상기 온도에서 N₂나 NH₃는 반응기 내에서 플라즈마와 열에너지에 의해 아래와 같이 이온화된 N⁺ radical이 형성된다.



이후, 생성된 반응성이 강한 N⁺(이온화된 radical)이 접지되었거나 마이너스 전하를 띄고 있는 도체 shower head 형태의 뉴트럴라이저(Neutralizer)를 통과시켜 중성화한 후 반응구역에 공급함으로써 원자층 증착법을 수행한다.

증착방식별 leakage current data(LPCVD, PECVD, 기존 ALD 550°C, 온도별 중성법 ALD 방식)를 하기 표2에 나타

내었다.

표 2

Method	J [A/cm ²] @3MV/cm
LPCVD	2.3 X 10 ⁻⁷
PECVD	1.8 X 10 ⁻⁴
ALD-550℃	6.32 X 10 ⁻⁵
Neutralized ALD-520℃	6.0 X 10 ⁻⁸
Neutralized ALD-550℃	7.8 X 10 ⁻⁸
Neutralized ALD-580℃	5.8 X 10 ⁻⁸

[0052]

[0053]

상기 표2에 나타난 바와 같이 본 발명의 방법으로 형성한 실리콘나이트라이드(Si₃N₄)박막이 기존 ALD방식으로 형성한 박막에 비해 전기적 특성인 leakage current 측면에서 100 배 이하의 월등히 우수한 결과를 보였다.

[0054]

증착속도의 경우 도3에서 볼 수 있듯이 기존 ALD 550℃의 경우 0.75Å/cycle에 불과하였으나, 본 발명의 방법으로 520℃에서 580℃구간의 온도에서 형성한 경우 증착속도는 1.7Å/cycle에서 2.3Å/cycle으로 기존 ALD 550℃에서 형성한 경우에 비해 2배 이상의 증착속도를 보이고 있다.

[0055]

또한 도4로 나타난 I-V curve 측정 data에서도 우수한 I-V curve 특성을 보였다.

[0056]

본 발명의 원자층 증착법에 의해 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막을 형성하는 방법은 촉매의 사용 없이도 낮은 전구체 노출속도(reactant exposure)와 낮은 공정온도에서 박막 두께를 정확히 제어하면서 플라즈마 damage가 없이 우수한 물리적, 전기적 특성을 갖는 실리콘 질화막 형성이 가능하게 된다. 막 성장률은 0.40nm/cycle 까지 향상시킬 수 있다.

[0057]

특히, 반응성이 강한 플라즈마로 형성된 0 라디칼에 의해 표면반응이 활성화되기 때문에 촉매를 사용하지 않더라도 산소와 수증기 또는 오존(O₃)을 산소 전구체로 사용하는 경우에 비해서 낮은 전구체 노출속도(reactant exposure)에서도 높은 박막성장률을 얻을 수 있으며 기존의 플라즈마 증착이나 플라즈마를 사용한 기존의 원자층증착(ALD : atomic layer deposition)에 비해 이온이 직접 기판 표면에 닿지 않기 때문에 플라즈마 damage가 없어 leakage current나 breakdown voltage 등의 전기적 특성이 우수한 박막을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0058]

도1은 350℃에서 ALD 방식으로 형성한 실리콘옥사이드(SiO₂)의 증착속도(precursor별, ALD 방식별)를 나타낸 것이다.

[0059]

도2는 증착방식별 형성된 실리콘옥사이드(SiO₂) 박막의 I-V curve 측정 data(Thermal oxide, LPCVD, 기존 ALD 350℃, 온도별 중성빔 ALD 방식)이다.

[0060]

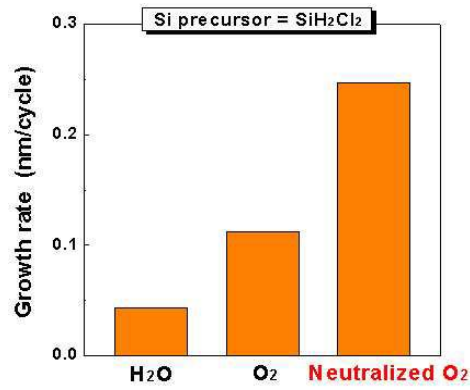
도3은 ALD 방식으로 형성한 실리콘나이트라이드(Si₃N₄)의 증착속도(기존 ALD 550℃, 온도별 중성빔 ALD 방식)를 나타낸 것이다.

[0061]

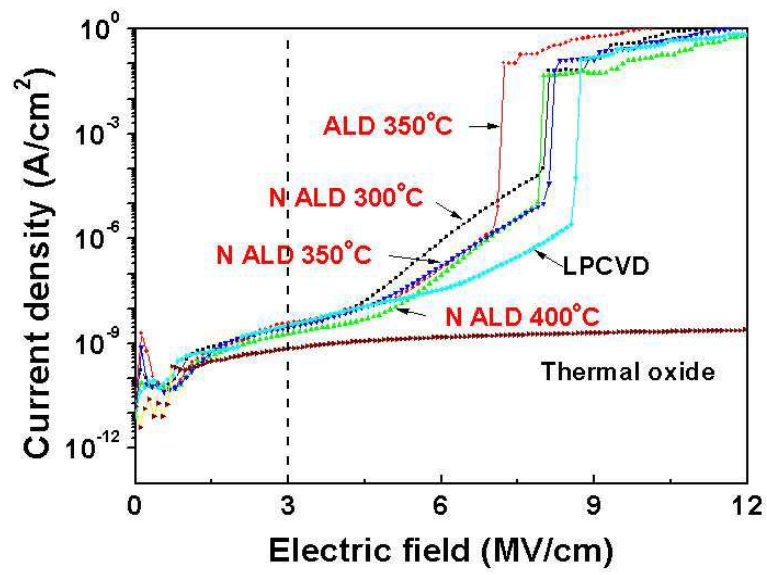
도4는 증착방식별 형성된 실리콘나이트라이드(Si₃N₄) 박막의 I-V curve 측정 data(LPCVD, PECVD, 기존 ALD 550℃, 온도별 중성빔 ALD 방식)이다.

도면

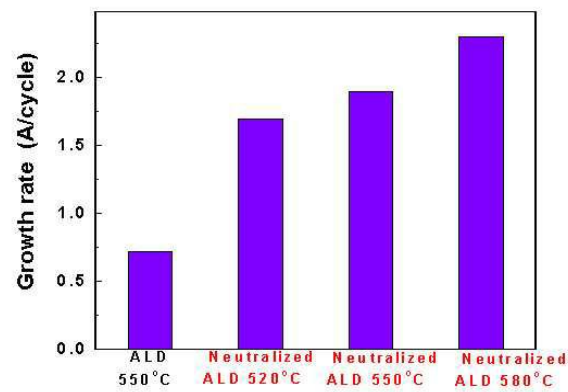
도면1



도면2



도면3



도면4

