



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년02월13일
(11) 등록번호 10-1116105
(24) 등록일자 2012년01월27일

(51) Int. Cl.

H01G 4/33 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2004-0036409

(22) 출원일자 2004년05월21일

심사청구일자 2009년05월07일

(65) 공개번호 10-2005-0111196

(43) 공개일자 2005년11월24일

(56) 선행기술조사문헌

JP2001003166 A*

JP2004137531 A*

KR1020010089674 A

KR1020010054293 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 케이티

경기 성남시 분당구 정자동 206

(72) 발명자

김창하

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 105동 1201호
(전민동, 엑스포아파트)

(74) 대리인

특허법인태평양

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 이우식

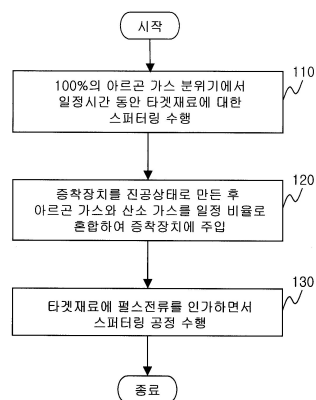
(54) 필름 캐패시터 용 티타늄 옥사이드 필름 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 펄스 마그네트론 리액티브 스퍼터링 기술(Pulse Magnetron Reactive Sputtering Technique)을 이용한 필름 캐패시터 용 티타늄 옥사이드 필름 제조 방법을 개시한다.

본 발명의 티타늄 옥사이드 필름 제조 방법은 증착장치 내를 진공상태로 만든 후 아르곤 가스와 산소 가스를 혼합하여 상기 증착장치 내에 주입하는 제 1 단계; 및 상기 제 1 단계의 가스 분위기에서 타겟재료에 펄스전류를 인가하면서 스퍼터링 공정을 수행하는 제 2 단계를 포함하며, 타겟재료에 가해지는 펄스전류의 주파수를 변화시키면서 다양한 산소분압 하에서 티타늄 옥사이드 필름을 증착시킴으로써 유전성질과 부도체 성질이 우수한 필름 캐패시터용 티타늄 옥사이드 필름을 개발할 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

순수한 아르곤 가스 분위기의 증착장치 내에서 기 설정된 시간 동안 타겟재료에 대한 1차 스퍼터링을 수행하는 제 1 단계;

상기 증착장치 내를 진공상태로 만든 후 아르곤 가스와 산소 가스를 혼합하여 상기 증착장치 내에 주입하는 제 2 단계; 및

상기 제 2 단계의 가스 분위기에서 상기 타겟재료에 펄스전류를 인가하면서 2차 스퍼터링을 수행하는 제 3 단계를 포함하는 필름 캐패시터 용 티타늄 옥사이드 필름 제조 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 타겟재료는

순도 99.99%의 티타늄 순금속인 것을 특징으로 하는 필름 캐패시터 용 티타늄 옥사이드 필름 제조 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 타겟재료에 인가되는 펄스전류의 주파수는

상기 가스 분위기의 산소분압이 60%인 경우, 250 에서 350 kHz 범위내 인 것을 특징으로 하는 필름 캐패시터 용 티타늄 옥사이드 필름 제조 방법.

청구항 5

제 3항에 있어서, 상기 타겟재료에 인가되는 펄스전류의 주파수는

상기 가스 분위기의 산소분압이 70%인 경우, 250 에서 350 kHz 범위내 인 것을 특징으로 하는 필름 캐패시터 용 티타늄 옥사이드 필름 제조 방법.

청구항 6

제 3항에 있어서, 상기 타겟재료에 인가되는 펄스전류의 주파수는

상기 가스 분위기의 산소분압이 80%인 경우, 250 에서 300 kHz 범위내 인 것을 특징으로 하는 필름 캐패시터 용 티타늄 옥사이드 필름 제조 방법.

청구항 7

제 4항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 타겟재료에 인가되는 펄스전류의 튜티싸이클은 양극전류가 20% 인 것을 특징으로 하는 필름 캐패시터 용 티타늄 옥사이드 필름 제조 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 필름 캐퍼시터 (Film Capacitor) 등에 사용되는 부도체 필름 (Insulator film) 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 펄스 마그네트론 리액티브 스퍼터링 기술(Pulse Magnetron Reactive Sputtering Technique)을 이용하여 필름이 증착되는 과정에서 필름 내로 장입되는 불순물의 양을 최소화시킴으로써 유전상수(dielectric constant)와 필름 파괴 전기장(breakdown field)이 향상된 필름 캐퍼시터(Film Capacitor) 용

[0002]

티타늄 옥사이드 필름(titanium oxide film)을 제조하는 방법에 관한 것이다.

- [0003] 일반적으로 IC(Integrated Circuit) 칩 내의 캐퍼시터(capacitor)나 게이트 (gate)에는 부도체(insulator) 성질을 갖는 유전물질(dielectric material)이 사용된다. 그리고, 이러한 유전물질은 IC 칩 특성상 얇은 필름(thin film) 형태로 만들어져야 한다.
- [0004] IC 칩의 유전물질로써 사용되는 대표적인 재료로는 티타늄 옥사이드(titanium oxide)가 있다. 이러한 티타늄 옥사이드는 우수한 기계적 성질과 화학적 성질, 그리고 높은 유전상수를 가지고 있다. 그러나 이러한 성질들도 제조공정에 따라 상당한 차이를 나타낸다.
- [0005] 티타늄 옥사이드를 얇은 필름 형태로 만들기 위해서 종래 여러가지 방법들이 이용되고 있다. 이들 중 대표적인 방법들로는 리액티브 증발 방법 (reactive evaporation method), CVD (chemical vapor deposition), 리액티브 직류 스퍼터링 (reactive direct current sputtering), 졸-겔 프로세스 (sol - gel process) 등이 있다.
- [0006] 이들 중에서 리액티브 직류 스퍼터링 방법은 타겟재료(target material)를 순금속(pure metal)으로 하고 리액티브 가스(reactive gas)로서 산소를 이용하여 옥사이드 필름을 제조하는 방식이다. 이러한 리액티브 직류 스퍼터링 방법은 필름제조 시간이 다른 방식들에 비해 상당히 짧고 옥사이드 필름의 조성(composition)도 정확하게 조절할 수 있는 장점이 있어 가장 널리 사용되고 있다.
- [0007] 그러나 증착과정에서 리액티브 가스와 타겟재료가 서로 반응하여 타겟재료 표면에 부도층(insulating layer)이 형성되어 아크(arc)가 발생하게 되고, 이로 인하여 새로 증착되는 필름 내에 불순물이 형성되는 문제가 있다. 결과적으로 새로 형성된 옥사이드 필름의 유전 성질(dielectric property), 기계적 성질, 전기적 성질 등이 떨어지게 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- [0008] 따라서, 상술된 문제를 해결하기 위한 본 발명의 목적은 티타늄 옥사이드 필름(titanium oxide film)의 제조 방법을 개선하여 필름 캐퍼시터(Film Capacitor)로 사용할 수 있도록 티타늄 옥사이드 필름의 유전상수(dielectric constant)와 필름 파괴 전기장(breakdown field)을 향상시키는데 있다.

발명의 구성 및 작용

- [0009] 위와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 티타늄 옥사이드 제조 방법은 증착장치 내를 진공상태로 만든 후 아르곤 가스와 산소 가스를 혼합하여 상기 증착장치 내에 주입하는 제 1 단계; 및 상기 제 1 단계의 가스 분위기에서 타겟재료에 펄스전류를 인가하면서 스퍼터링 공정을 수행하는 제 2 단계를 포함한다.
- [0010] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명한다.
- [0011] 도 1은 본 발명에 따른 티타늄 옥사이드 필름 제조 공정을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0012] 먼저, 증착장치(미도시) 내에 타겟재료를 설치한 후 타겟재료 표면에 생겼을지도 모르는 부도층(insulation layer)을 제거한다(단계 110).
- [0013] 이를 위해, 증착장치 내부에 아르곤(argon) 가스를 주입하여 100% 아르곤 가스 분위기에서 5분 동안 스퍼터링(sputtering)을 수행한다.
- [0014] 다음에, 진공펌프를 이용하여 증착장치 내부를 2×10^{-7} Torr 이하의 진공상태로 만든 후, 증착장치 내부가 기설정된 일정한 산소분압 상태가 되도록 아르곤 가스와 산소 가스를 일정 비율로 혼합하여 증착장치 내로 주입한다(단계 120).
- [0015] 그리고, 단계 120의 혼합가스 분위기에서 펄스 마그네트론 리액티브 스퍼터링 기술(Pulse Magnetron Reactive Sputtering Technique)을 이용하여 증착공정을 수행한다(단계 130).
- [0016] 본 발명에서는 리액티브 스퍼터링 기술을 이용하기 때문에 타겟재료로 옥사이드 화합물(oxide compound)를 사용하지 않고 순도 99.99%의 티타늄 순금속을 사용한다. 그리고, 본 발명에서의 모든 증착과정은 상온에서 이루어진다.
- [0017] 본 발명에서의 펄스 마그네트론 리액티브 스퍼터링 기술은 증착과정 동안에 타겟재료(target material)에 펄스 전류(pulse current)를 인가하는 것이다. 이처럼 증착과정에서 타겟재료에 펄스 전류가 가해지면, 타겟재료의 극성이 양극과 음극으로 주기적으로 변하게 된다. 타겟재료의 극성이 양극이 되면, 타겟재료와 리액티브 가스

가 반응하여 타겟재료 표면에 형성되는 부도층이 방전(discharge)되어 제거된다.

[0018] 스퍼터링 공정에 의해 타겟재료에서 나온 티타늄 원자와 리액티브 가스인 산소가 기지(substrate) 표면에서 서로 반응하여 옥사이드 형태로 증착될 때, 타겟재료 표면에 부도층이 생기게 되면 타겟재료에서 티타늄 원자가 나오는데 아니라 부도층이 떨어져 나와 새로 형성되는 옥사이드 필름 내로 장입된다. 이 때문에 새로 형성되는 티타늄 옥사이드 필름의 제반 성질이 떨어지게 되는데, 본 발명에서와 같이 타겟재료에 펄스 전류를 인가하여 부도층을 방전시킴으로써 이를 방지할 수 있다.

[0019] 본 실시예에서는, 증착공정시 타겟재료에 가해지는 펄스전류의 주파수를 150 에서 350 kHz 까지 변화시켰으며, 듀티사이클(duty cycle)은 20%로 고정하였다. 여기에서, 듀티 사이클은 다음과 같이 설명할 수 있다. 타겟재료에 가해지는 펄스전류는 양극전류(anodic current)와 음극전류(cathodic current)로 구성되어 있다. 펄스전류의 한 주기에서 일정부분은 양극전류가 흐르고 나머지 부분에서는 음극전류가 흐르게 된다. 이때, 양극전류가 흐르는 시간을 양극전류와 음극전류가 흐르는 전체 시간으로 나눈 값이 듀티 사이클이 된다. 즉, 듀티 사이클이 20% 라는 의미는 한 주기 동안에 양극전류가 흐르는 시간이 20% 이며, 나머지 80% 는 음극전류가 흐른다는 것이다. 또한 티타늄 옥사이드 필름을 증착하는데는 3 kW 의 파워가 가해졌으며, 증착시간은 50분으로 고정하였다.

[0020] 또한, 티타늄 옥사이드 필름을 증착하는 과정에서 증착장치 내의 산소분압(oxygen partial pressure)은 40% 에서 80% 까지 변화시켰다. 여기서 산소분압은 (산소압력) / (산소압력 + 아르곤 가스 압력)을 가리킨다.

[0021] 본 실시예에서는 증착된 티타늄 옥사이드 필름이 필름 캐패시터로서 이용이 가능한지를 알아보기 위하여, 해당 산소분압을 일정하게 유지한 상태에서 타겟재료에 서로 다른 주파수를 갖는 펄스전류를 인가하면서 티타늄 옥사이드 필름을 증착시킨 후, 증착된 티타늄 옥사이드 필름의 유전상수와 필름 파괴 전기장을 측정하여 비교하였다.

[0022] 필름파괴 전기장이 티타늄 옥사이드 필름에 가해지면 부도체 특성을 갖던 필름에 갑자기 많은 양의 전류가 흐르게 되어, 필름 파괴 전기장 이상에서는 부도체로서 역할을 못하게 되므로 캐패시터로서의 역할도 어렵게 된다. 따라서, 티타늄 옥사이드 필름이 필름 캐패시터로서의 역할을 제대로 하기 위해서는 높은 필름 파괴 전기장을 가져야 하며, 유전상수도 어느 정도 이상이 되어야 한다.

[0023] 표 1은 증착장치 내 산소분압을 40% 로 유지한 상태에서 타겟재료에 150 ~ 350 kHz 의 주파수를 갖는 펄스전류를 인가하며 티타늄 옥사이드 필름을 증착시켰을 때, 주파수 변화에 따른 티타늄 옥사이드 필름의 유전상수와 필름 파괴 전기장을 측정한 결과를 나타낸다.

표 1

펄스주파수 (kHz)	유전상수	필름 파괴 전기장 (MV/cm)
150	28	0.45
200	30	0.44
250	31	0.52
300	30	0.50
350	34	0.56

[0025] 표 1에서와 같이, 펄스전류의 주파수가 150 에서 350 kHz 까지 변화함에 따라 유전상수는 28 에서 34 범위에서 변화되고 있으며, 필름 파괴 전기장은 0.45 에서 0.56 MV/cm 범위에서 방향성 없이 변화되었다. 그러나, 이러한 정도의 유전상수와 필름 파괴 전기장은 필름 캐패시터의 용도로는 적합하지 않은 수준이다.

[0026] 표 2는 증착장치 내 산소분압을 50% 로 유지한 상태에서 타겟재료에 150 ~ 350 kHz 의 주파수를 갖는 펄스전류를 인가하며 티타늄 옥사이드 필름을 증착시켰을 때, 주파수 변화에 따른 티타늄 옥사이드 필름의 유전상수와 필름 파괴 전기장을 측정한 결과를 나타낸다.

표 2

펄스주파수 (kHz)	유전상수	필름 파괴 전기장 (MV/cm)
150	32	0.51

200	31	0.55
250	35	0.55
300	37	0.59
350	37	0.57

[0028] 표 2에서는 펄스전류의 주파수가 150 에서 350 kHz 까지 변화함에 따라 유전상수는 32 에서 37 범위에서 변화되고 있으며, 필름 파괴 전기장은 0.51 에서 0.57 MV/cm 범위 내에서 방향성 없이 변화되었다. 이는 산소분압이 40% 인 경우보다 유전상수 및 필름 파괴 전기장의 절대값이 약간 높은 수준을 보이고 있음을 나타내고 있으나, 이 경우도 필름 캐패시터로 이용하는데 적합한 수준은 아니다.

[0029] 표 3은 증착장치 내 산소분압을 60% 로 유지한 상태에서 타겟재료에 150 ~ 350 kHz 의 주파수를 갖는 펄스전류를 인가하며 티타늄 옥사이드 필름을 증착시켰을 때, 주파수 변화에 따른 티타늄 옥사이드 필름의 유전상수와 필름 파괴 전기장을 측정된 결과를 나타낸다.

표 3

[0030]

펄스주파수 (kHz)	유전상수	필름 파괴 전기장 (MV/cm)
150	38	0.58
200	36	0.55
250	52	0.90
300	55	1.08
350	58	1.12

[0031] 표 3에서는 타겟재료에 가해지는 펄스전류의 주파수가 200 kHz 이하에서 형성된 티타늄 옥사이드 필름들은 낮은 유전상수와 필름 파괴 전기장을 보인 반면에, 펄스전류의 주파수가 250 kHz 이상에서 형성된 티타늄 옥사이드 필름들은 유전상수는 50 이상이며 필름 파괴 전기장은 0.9 MV/cm 이상으로 크게 향상 되었다. 이는 250 kHz 이상의 펄스전류가 타겟재료에 가해지면 증착과정에서 타겟재료가 리액티브 가스인 산소와 반응하여 타겟재료 표면에 형성되는 부도층을 방전시켜 제거시킨다. 이로써 새로 형성되는 티타늄 옥사이드 필름 내의 불순물이 최소화되어 안정된 구조의 필름이 형성될 수 있게 된다. 결국 250 kHz 이상의 펄스전류가 가해진 상태에서 형성된 티타늄 옥사이드 필름은 필름 캐패시터로 사용하는데 적합하다고 볼 수 있다.

[0032] 표 4는 증착장치 내 산소분압을 70% 로 유지한 상태에서 타겟재료에 150 ~ 350 kHz 의 주파수를 갖는 펄스전류를 인가하며 티타늄 옥사이드 필름을 증착시켰을 때, 주파수 변화에 따른 티타늄 옥사이드 필름의 유전상수와 필름 파괴 전기장을 측정된 결과를 나타낸다.

표 4

[0033]

펄스주파수 (kHz)	유전상수	필름 파괴 전기장 (MV/cm)
150	40	0.60
200	38	0.58
250	55	1.01
300	61	1.20
350	65	1.20

[0034] 표 4에서는 타겟재료에 가해지는 펄스전류의 주파수가 200 kHz 이하에서 형성된 티타늄 옥사이드 필름은 낮은 유전상수와 필름파괴 전기장을 보인 반면에, 펄스전류의 주파수가 250 kHz 이상에서 형성된 필름들은 유전상수는 50 이상이며 필름 파괴 전기장이 0.9 MV/cm 이상으로 크게 향상 되었다. 따라서, 250 kHz 이상의 펄스전류가 가해진 상태에서 형성된 티타늄 옥사이드 필름은 필름 캐패시터로 사용하는데 적합하다고 볼 수 있다.

[0035] 표 5는 증착장치 내 산소분압을 80% 로 유지한 상태에서 타겟재료에 150 ~ 350 kHz 의 주파수를 갖는 펄스전류

를 인가하며 티타늄 옥사이드 필름을 증착시켰을 때, 주파수 변화에 따른 티타늄 옥사이드 필름의 유전상수와 필름 파괴 전기장을 측정하여 결과를 나타낸다.

표 5

[0036]

펄스주파수 (kHz)	유전상수	필름 파괴 전기장 (MV/cm)
150	40	0.58
200	41	0.60
250	54	0.99
300	58	1.10
350	43	0.62

[0037]

표 5에서는 펄스주파수가 200 kHz 이하에서 그리고 350 kHz 이상에서는 필름 캐패시터로 사용하는데 적합하지 않은 낮은 유전상수와 필름 파괴 전기장을 갖는 티타늄 옥사이드 필름이 형성되었다. 이에 반하여, 펄스주파수가 200 에서 250 kHz 사이에서는 필름 캐패시터로 사용하는데 적합한 수준의 유전상수와 필름 파괴 전기장을 갖는 티타늄 옥사이드 필름이 형성되었다.

발명의 효과

[0038]

상술한 바와 같이 본 발명의 티타늄 옥사이드 필름 제조 방법은 타겟재료에 가해지는 펄스전류의 주파수를 변화시키면서 다양한 산소분압 하에서 티타늄 옥사이드 필름을 증착시킴으로써 유전성질과 부도체 성질이 우수한 필름 캐패시터용 티타늄 옥사이드 필름을 개발할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0001]

도 1은 본 발명에 따른 티타늄 옥사이드 필름 제조 공정을 설명하기 위한 순서도.

도면

도면1

