



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월08일

(11) 등록번호 10-2372143

(24) 등록일자 2022년03월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01G 23/00 (2006.01) H01G 4/30 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C01G 23/002 (2021.08)
C01G 23/006 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0054221

(22) 출원일자 2019년05월09일

심사청구일자 2020년06월29일

(65) 공개번호 10-2020-0129587

(43) 공개일자 2020년11월18일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020180111354 A*

KR1020180103551 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 단대로 119, 단국대학교 천안캠퍼스내(안서동)

세종대학교 산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

박희정

충청남도 천안시 동남구 단대로 119 단국대학교 융합기술대학 신소재공학과

김선재

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(74) 대리인

노경규

전체 청구항 수 : 총 8 항

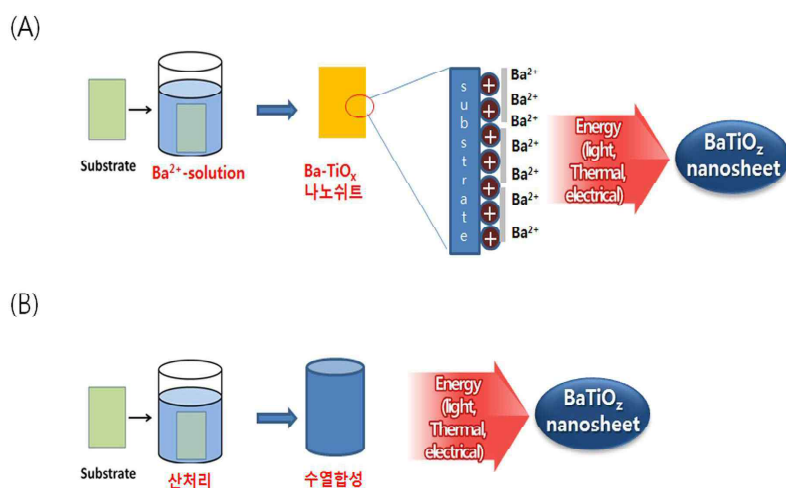
심사관 : 강민구

(54) 발명의 명칭 초박막 형태의 바륨타이타네이트 시트 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 초박막 형태의 바륨타이타네이트 시트 및 이의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 종래 알려져 있는 3차원 구조의 바륨타이타네이트 나노 분말이 아닌, 10 nm 이하의 두께를 갖는 2차원 층상구조의 바륨타이타네이트 나노 시트, 및 수-nm 이하의 두께를 갖는 TiO_x 나노 시트로부터 습식 화학법(박리 후 반응법 또는 수열합성법 등)으로 바륨타이타네이트 나노 시트를 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 바륨타이타네이트 나노 시트는 MLCC 두께를 현저히 낮출 수 있고, 초박막 형태의 반도체 High-k 소재 개발에도 유용하게 사용할 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

H01G 4/306 (2013.01)

C01P 2004/24 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NRF-2018M3D1A1089342
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	미래소재디스커버리사업
연구과제명	양이온 주입 기반 원자레벨 격자조작을 통한 극한 기능성-반응성 세라믹스 분말
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2018.12.01 ~ 2019.04.30

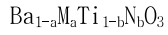
명세서

청구범위

청구항 1

하기 화학식 1로 나타내고, 2차원 층상구조를 가지는 바륨타이타네이트 나노 시트:

[화학식 1]



여기서,

M은 1가 ~ 3가 양이온이며, N은 2가 ~ 4가 양이온이고, 이때 M과 N은 한 종이거나 다른 종일 수 있으며,

a는 $0 \leq a < 1$ 이고, b는 $0 \leq b < 1$ 임.

청구항 2

청구항 제1항에 있어서,

상기 바륨타이타네이트 나노 시트는 한 장이 두께 10 nm 이하, 넓이는 $1000 \mu\text{m}^2$ 이하인 것을 특징으로 하는 바륨타이타네이트 나노 시트.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

i) 층상 결정 구조를 갖는 A_yTiO_x (여기서, A는 알칼리 이온, $1 < x < 3$ 및 $0 < y \leq 1$)을 산처리한 후 유기 물을 삽입한 다음, 박리시켜 박리된 TiO_x (여기서, $0 < x < 3$) 나노 시트를 제조하는 단계;

ii) 상기 단계 i)에서 박리된 음으로 대전되어 있는 TiO_x 나노 시트(여기서, $0 < x < 3$)를 Ba^{2+} 이온(바륨 양 이온)이 녹아 있는 용액에 담지시켜 표면에 바륨 이온을 흡착시키는 단계; 및

iii) 상기 단계 ii)의 바륨 이온이 흡착된 나노 시트에 빛, 열 또는 전기의 에너지를 인가하여 페로브스카이트 결정구조를 갖는 바륨타이타네이트 나노 시트를 합성하는 단계;를 포함하는,

하기 화학식 1로 나타내고, 2차원 층상구조를 가지는 바륨타이타네이트 나노 시트의 제조 방법:

[화학식 1]



여기서,

M은 1가 ~ 3가 양이온이며, N은 2가 ~ 4가 양이온이고, 이때 M과 N은 한 종이거나 다른 종일 수 있으며,

a는 $0 \leq a < 1$ 이고, b는 $0 \leq b < 1$ 임.

청구항 6

청구항 제5항에 있어서,

상기 단계 ii)에서 바륨 이온 외에 1 ~ 2종의 또다른 1가 ~ 4가 양이온을 더 포함시켜 함께 녹아 있는 용액을 사용하는 것을 특징으로 하는 바륨타이타네이트 나노 시트의 제조 방법.

청구항 7

a) 층상 결정 구조를 갖는 A_yTiO_x (여기서, A는 알칼리 이온, $1 < x < 3$ 및 $0 < y \leq 1$)을 산처리한 후 유기 물을 삽입한 다음, 박리시켜 박리된 TiO_x (여기서, $0 < x < 3$) 나노 시트를 제조하는 단계;

b) 상기 단계 a)의 TiO_x 나노 시트(여기서, $0 < x < 3$)를 산 처리하여 $Ti(OH)_4$ 나노 시트를 형성하는 단계; 및

c) 상기 단계 b)의 $Ti(OH)_4$ 나노 시트를 겔(gel)화 한 후, $Ti(OH)_4$ 겔과 바륨 소스(source) 화합물을 동시에 수열합성 반응기에 넣고 가압 하에 수열합성하는 단계;를 포함하는,

하기 화학식 1로 나타내고, 2차원 층상구조를 가지는 바륨타이타네이트 나노 시트의 제조 방법:

[화학식 1]



여기서,

M은 1가 ~ 3가 양이온이며, N은 2가 ~ 4가 양이온이고, 이때 M과 N은 한 종이거나 다른 종일 수 있으며,

a는 $0 \leq a < 1$ 이고, b는 $0 \leq b < 1$ 임.

청구항 8

청구항 제7항에 있어서,

상기 단계 c)에서 바륨 소스(source) 화합물 외에 1 ~ 2종의 또다른 1가 ~ 4가 양이온 소스(source) 화합물을 함께 수열합성 반응기에 넣고 수열합성하는 것을 특징으로 하는 바륨타이타네이트 나노 시트의 제조 방법.

청구항 9

청구항 제1항 또는 제2항 중 어느 한 항에 따른 바륨타이타네이트 나노 시트; 및 내부 전극층;을 교대로 적층시켜서 이루어지는 적층체를 포함하는 적층 세라믹 콘덴서.

청구항 10

청구항 제1항 또는 제2항 중 어느 한 항에 따른 바륨타이타네이트 나노 시트를 포함하는 반도체 하이-k(High-k) 유전체 물질.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 2차원 층상구조 형태를 갖는 nm 수준 두께의 바륨타이타네이트 나노 시트, 및 습식화합법을 이용한

[0001]

상기 바륨타이타네이트 나노 시트를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 소형 및 고성능 전자부품의 필요성은 전자제품의 다기능화, 경박단소화 추세에 급속히 진행됨에 따라 더욱 빠른 속도로 증가되고 있다. 자동차, 통신기기 등 전장품 및 산업용에 대응하는 고용량 고신뢰성을 요구하는 전자부품의 사용도 최근 크게 증가되고 있다.
- [0004] 범용 수동부품으로서 용도와 사용량이 지속적으로 증가하고 캐패시터(유전체)인 MLCC(Multi-Layer Ceramic Capacitor, 적층 세라믹 콘덴서)는 산업의 쌀로 불리며 고용량 고신뢰성을 위해 경쟁업체간 기술 경쟁이 가장 치열하게 이루어지고 있는 재료부품이다.
- [0005] MLCC의 소재로는 고유전율(high dielectric constant)을 갖으며 대표적으로 비 유전율이 수천인 양이온이 도핑된 바륨타이타네이트(doped BaTiO₃)가 사용되고 있다. 1930년대 TiO₂가 비 유전율이 100 이상이라는 보고 이후 소재개발을 통해 수천이상의 바륨타이타네이트가 개발되었으며 다양한 도핑과 미세구조 제어로 현 캐패시터의 대표 소재로 발전하였다.
- [0006] MLCC의 구조는 여러 층(바륨타이타네이트 층과 전극층의 반복)으로 구성되어 있으며 캐패시터의 경박단소 고용량화를 위해 바륨타이타네이트의 층두께는 점점 얇아지고 있다.
- [0007] 하지만, 기존 공정인 바륨타이타네이트 슬립(slip)을 이용한 테이프캐스팅법(tape-casting method)으로는 더 이상 두께를 줄이기 어려운 두께 한계를 보이고 있다.
- [0008] 종래 MLCC의 제조공정은 3차원 구조의 바륨타이타네이트 원료분말, 용매 및 첨가제(바인더, 가소제, 분산제)를 적절히 혼합하여 점성이 있는 슬립(slip)을 제조하고 이를 테이프캐스팅법(tape-casting method)으로 합성하였다. 예를 들어, 유전체막을 형성하는 원료 분말인 BaTiO₃ 파우더를 분산제 바인더 등과 혼합하여 슬러리를 제조하고 이를 테이프 캐스팅 방법을 이용하여 시트 형태의 유전체 층을 형성하였다. 이후 전극층을 도포하고 이를 반복함으로써 MLCC 구조를 완성하였다.
- [0009] 그러나 현재까지 3차원 구조 분말소재를 사용하기 때문에 MLCC의 한층 두께를 줄이는데 한계가 있으며, 오랫동안의 연구·개발에도 불구하고 현 수준은 약 100 nm의 두께가 한계이다. 이는 100 nm 급의 3차원 구조의 바륨타이타네이트 원료분말을 사용하는 한 극복할 수 없는 것이다. 원료분말에서도 많은 연구개발이 진행되고 있지만 페로브스카이트(ABO₃ type, A: 2가 양이온, B: 4가 양이온) 결정구조(crystal structure)를 갖는 바륨타이타네이트 원료분말은 수십 nm 크기가 현 수준이다.
- [0011] 이에, 본 발명자들은 MLCC의 두께를 줄이기 위한 새로운 제조공정을 개발하기 위해 노력한 결과, 통상의 개념이 아닌, 즉 3차원 구조의 바륨타이타네이트 나노 분말이 아닌 2차원 층상구조의 바륨타이타네이트 나노 시트를 합성하였고, 이는 10nm 이하 두께(z-방향)를 가지며, x-y방향으로는 100 nm에서 수십 마이크로미터(micrometer)를 가지는 것을 보임으로써, 현 MLCC의 물성 한계를 극복할 수 있는 혁신기술을 개발함으로써, 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 대한민국 특허등록번호 제10-1486310호
(특허문헌 0002) 대한민국 특허공개번호 제10-2015-0003155호

비특허문헌

- [0014] (비특허문헌 0001) 손성범 등, Journal of the Korean Ceramic Society 2009; 46(2): 146

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명의 목적은 종래 알려져 있는 3차원 구조의 바륨타이타네이트 나노 분말이 아닌, 10 nm 이하의 두께를 갖는 2차원 층상구조의 바륨타이타네이트 나노 시트를 제공하는 것이다.
- [0016] 본 발명의 또다른 목적은 층상 결정 구조를 갖는 A_yTiO_x (여기서, A는 알칼리 이온, $1 < x < 3$ 및 $0 < y \leq 1$)로부터 고상 반응을 이용하여 수 nm 이하의 두께를 갖는 TiO_x (여기서, $0 < x < 3$) 나노 시트를 합성한 후, 이로부터 습식 화학법(박리 후 반응법 또는 수열합성법 등)으로 바륨타이타네이트 나노 시트를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.
- [0017] 본 발명의 다른 목적은 본 발명에 따른 바륨타이타네이트 나노 시트를 태양캐스팅 외에 습식코팅 공정(딥코팅, 스핀코팅, 스프레이코팅, 바코팅 등)의 다양한 코팅법으로 박막을 제조하여 MLCC 또는 반도체 High-k 재료로 사용하는 용도를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0019] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 하기 화학식 1로 나타내고, 2차원 층상구조를 가지는 바륨타이타네이트 나노 시트를 제공한다:
- [0020] [화학식 1]
- [0021] $Ba_{1-a}M_aTi_{1-b}NbO_3$
- [0022] 여기서,
- [0023] M은 1가 ~ 3가 양이온이며, N은 2가 ~ 4가 양이온이고, 이때 M과 N은 한 종이거나 다른 종일 수 있으며,
- [0024] a는 $0 \leq a < 1$ 이고, b는 $0 \leq b < 1$ 임.
- [0025] 또한, 본 발명은 $BaTiO_3$ 를 포함하고 2차원 층상구조를 가지는 바륨타이타네이트 나노 시트를 제공한다.
- [0026] 또한, 본 발명은
- [0027] i) 층상 결정 구조를 갖는 A_yTiO_x (여기서, A는 알칼리 이온, $1 < x < 3$ 및 $0 < y \leq 1$)을 산처리한 후 유기물을 삽입한 다음, 박리시켜 박리된 TiO_x (여기서, $0 < x < 3$) 나노 시트를 제조하는 단계;
- [0028] ii) 상기 단계 i)에서 박리된 음으로 대전되어 있는 TiO_x 나노 시트(여기서, $0 < x < 3$)를 Ba^{2+} 이온(바륨 양이온)이 녹아 있는 용액에 담지시켜 표면에 바륨 이온을 흡착시키는 단계; 및
- [0029] iii) 상기 단계 ii)의 바륨 이온이 흡착된 나노 시트에 빛, 열 또는 전기의 에너지를 인가하여 페로브스카이트 결정구조를 갖는 바륨타이타네이트 나노 시트를 합성하는 단계;를 포함하는,
- [0030] 바륨타이타네이트 나노 시트의 제조 방법을 제공한다.
- [0031] 또한, 본 발명은
- [0032] a) 층상 결정 구조를 갖는 A_yTiO_x (여기서, A는 알칼리 이온, $1 < x < 3$ 및 $0 < y \leq 1$)을 산처리한 후 유기물을 삽입한 다음, 박리시켜 박리된 TiO_x (여기서, $0 < x < 3$) 나노 시트를 제조하는 단계;
- [0033] b) 상기 단계 a)의 TiO_x 나노 시트(여기서, $0 < x < 3$)를 산 처리하여 $Ti(OH)_4$ 나노 시트를 형성하는 단계; 및
- [0034] c) 상기 단계 b)의 $Ti(OH)_4$ 나노 시트를 겔(gel)화 한 후, $Ti(OH)_4$ gel과 바륨 소스(source) 화합물을 동시에 수열합성 반응기에 넣고 가압 하에 수열합성하는 단계;를 포함하는,
- [0035] 바륨타이타네이트 나노 시트의 제조 방법을 제공한다.
- [0036] 또한, 본 발명은 상기 본 발명에 따른 바륨타이타네이트 나노 시트를 코팅법으로 코팅시킨 초박막을 제공한다.
- [0037] 또한, 본 발명은 상기 본 발명에 따른 바륨타이타네이트 나노 시트; 및 내부 전극층;을 교대로 적층시켜서 이루

어지는 적층체를 포함하는 적층 세라믹 콘덴서(MLCC)를 제공한다.

[0038] 아울러, 본 발명은 상기 본 발명에 따른 바륨타이타네이트 나노 시트를 포함하는 반도체 하이-k(High-k) 유전체 물질을 제공한다.

발명의 효과

[0040] 본 발명은 종래 알려져 있는 3차원 구조의 바륨타이타네이트 나노 분말이 아닌, 10 nm 이하의 두께를 갖는 2차원 층상구조의 바륨타이타네이트 나노 시트를 개발한 것이다.

[0041] 현재까지 3차원 구조의 바륨타이타네이트 나노 분말을 이용한 경우 약 100 nm 두께가 한계인 점을

[0042] 고려하면, 10nm 이하의 두께를 갖는 바륨타이타네이트 나노시트 합성은 현 MLCC의 물성 한계를 극복할 수 있는 혁신기술이 될 것이며 그 산업적 가치가 매우 크다고 할 수 있다.

[0043] 특히, 대기업들에서 장기간의 R&D에도 불구하고 현 MLCC 두께는 약 100 nm 수준이고, 본 발명에 따른 나노 시트 합성은 MLCC 두께를 현저히 낮출 수 있는 돌파구(breakthrough) 기술이다.

[0044] 본 발명에 따른 나노 시트 합성은 기존 제조 공정인 테일캐스팅 공정 외에 경제성이 우수한 다양한 습식 코팅 공정(딥코팅, 스핀코팅, 스프레이코팅, 바코팅 등)이 적용될 수 있는 장점이 있다.

[0045] 또한, 본 발명에 따라 유전체 나노 시트를 제조함으로써 MLCC 분야 뿐만 아니라 초박막(10 nm 이하) 형태의 반도체 High-k 재료로 사용가능하며, 이는 산업적 큰 임팩트를 가질 것으로 예상된다.

도면의 간단한 설명

[0047] 도 1은 캐패시턴스(C)를 증가시키기 위해 바륨타이타네이트층을 얇게 하는 MLCC 전략으로서, 여기서 ϵ_0 및 ϵ_r 의 곱은 소재의 물성인 비유전율이고, n은 층수, A는 단면적, d는 층간 거리이며, 노란색은 바륨타이타네이트층이고 회색은 전극층이다.

도 2는 본 발명에 따른 층상결정구조 모상 A_xTiO_x (여기서, A는 알칼리 이온)에서 선처리 및 유기물삽입으로 층간 간격을 넓혀 종국적으로 1 nm-레벨의 TiO_x (여기서, $0 < x < 2$) 나노 시트로 분리(박리)되는 합성 모식도를 보여주는 그림이다.

도 3은 본 발명에 따른 1 nm-레벨의 TiO_x (여기서, $0 < x < 2$) 나노 시트의 TEM(Transmission Electron Microscope) 전자현미경 사진(a)과 AFM(Atomic Force Microscopy) 분석 결과(b)를 보여주는 그림이다.

도 4는 본 발명에 따른 수 nm-레벨의 TiO_x (여기서, $0 < x < 2$) 나노 시트와 바륨 양이온흡착을 이용한 바륨타이타네이트 나노 시트 합성 공정(a)과 TiO_x (여기서, $0 < x < 2$) 나노 시트와 바륨 Source를 수열합성 공정을 이용한 바륨타이타네이트 나노 시트 합성 공정(b)을 보여주는 그림이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0048] 이하, 본 발명을 상세하게 설명한다.

[0049] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다.

[0050] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예로 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0051] 본 명세서에서 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0052] 따라서, 몇몇 실시예에서, 잘 알려진 구성 요소, 잘 알려진 동작 및 잘 알려진 기술들은 본 발명이 모호하게 해석되는 것을 피하기 위하여 구체적 설명이 생략될 수 있다.

[0053] 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함하며, '포함(또는, 구비)한다'로 언급된 구성 요소 및 동작은 하나 이상의 다른 구성요소 및 동작의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

- [0054] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다.
- [0056] 본 발명은 하기 화학식 1로 나타내고, 2차원 층상구조를 가지는 바륨타이타네이트 나노 시트를 제공한다:
- [0057] [화학식 1]
- [0058] $Ba_{1-a}M_aTi_{1-b}N_bO_3$
- [0059] 여기서,
- [0060] M은 1가 ~ 3가 양이온이며, N은 2가 ~ 4가 양이온이고, 이때 M과 N은 한 종이거나 다른 종일 수 있으며,
- [0061] a는 $0 \leq a < 1$ 이고, b는 $0 \leq b < 1$ 임.
- [0062] 상기 M은 Sr, Ca, Mg 또는 란타늄(La, Ce, Nd, Sm, Gd, Dy, Ho, Er)일 수 있고, 상기 N은 Mg, Al, Y, Zr 또는 Si 일 수 있다.
- [0063] 상기 바륨타이타네이트 나노 시트는 두께 10 nm 이하, 넓이는 $1000 \mu m^2$ 이하인 것이 바람직하다.
- [0065] 또한, 본 발명은 $BaTiO_3$ 를 포함하고 2차원 층상구조를 가지는 바륨타이타네이트 나노 시트를 제공한다.
- [0066] 상기 바륨타이타네이트 나노 시트는 한 장이 두께 10 nm 이하, 넓이는 $1000 \mu m^2$ 이하인 것이 바람직하다.
- [0068] 본 발명에 따른 바륨타이타네이트 나노 시트는 통상의 개념이 아닌, 즉 3차원 구조의 바륨타이타네이트 나노 분말이 아닌, 2차원 층상구조의 바륨타이타네이트를 합성한 것으로서, 이는 10 nm 이하 두께(z-방향)를 가지며, x-y방향으로는 100 nm에서 수십 마이크로미터(micrometer)를 가지는 것이다.
- [0069] 본 발명에 따른 바륨타이타네이트 나노 시트는 합성 후 다양한 코팅법으로 박막을 제조할 수 있으며, 특히 테일 캐스팅 외에 습식코팅 공정(딤코팅, 스핀코팅, 스프레이코팅, 바코팅 등)이 적용될 수 있다.
- [0071] 또한, 본 발명은 10 nm 이하, 바람직하게 수 nm 이하, 가장 바람직하게 1 nm 이하의 두께를 갖는 TiO_x (여기서, $0 < x < 2$) 나노 시트를 합성한 후, 이로부터 습식 화학법(박리 후 반응법 또는 수열합성법 등)으로 바륨타이타네이트 나노 시트를 제조하는 방법을 제공한다.
- [0073] 구체적으로, 본 발명은
- [0074] i) 층상 결정 구조를 갖는 A_yTiO_x (여기서, A는 알칼리 이온, $1 < x < 3$ 및 $0 < y \leq 1$)을 산처리한 후 유기물을 삽입한 다음, 박리시켜 박리된 TiO_x (여기서, $0 < x < 3$) 나노 시트를 제조하는 단계;
- [0075] ii) 상기 단계 i)에서 박리된 음으로 대전되어 있는 TiO_x 나노 시트(여기서, $0 < x < 3$)를 Ba^{2+} 이온(바륨 양이온)이 녹아 있는 용액에 담지시켜 표면에 바륨 이온을 흡착시키는 단계; 및
- [0076] iii) 상기 단계 ii)의 바륨 이온이 흡착된 나노 시트에 빛, 열 또는 전기의 에너지를 인가하여 페로브스카이트 결정구조를 갖는 바륨타이타네이트 나노 시트를 합성하는 단계;를 포함하는 방법으로 바륨타이타네이트 나노 시트를 제조할 수 있다.
- [0077] 상기 제조 방법에 있어서, 바륨 이온 외에 1 ~ 2종의 또다른 1가 ~ 4가 양이온을 더 포함시켜 함께 녹아 있는 용액을 사용할 수 있다.
- [0078] 상기 제조 방법에 있어서, 수 nm-level의 TiO_x 나노시트와 흡착된 양이온을 이용하기 때문에 최종 10 nm 이하의 두께를 갖는 바륨타이타네이트 나노 시트를 제조할 수 있다.
- [0080] 또한, 본 발명은
- [0081] a) 층상 결정 구조를 갖는 A_yTiO_x (여기서, A는 알칼리 이온, $1 < x < 3$ 및 $0 < y \leq 1$)을 산처리한 후 유기물을 삽입한 다음, 박리시켜 박리된 TiO_x (여기서, $0 < x < 3$) 나노 시트를 제조하는 단계;
- [0082] b) 상기 단계 a)의 TiO_x 나노 시트(여기서, $0 < x < 3$)를 산 처리하여 $Ti(OH)_4$ 나노 시트를 형성하는 단계;

및

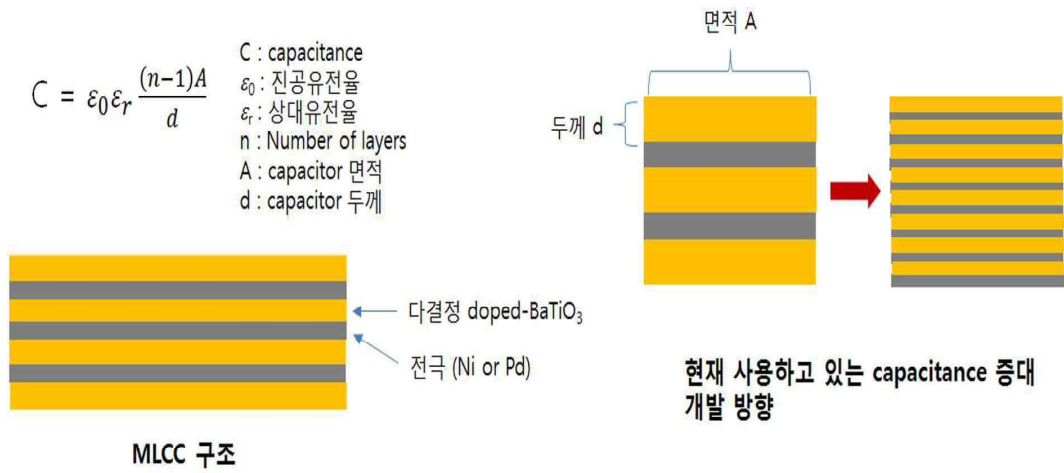
- [0083] c) 상기 단계 b)의 $\text{Ti}(\text{OH})_4$ 나노 시트를 겔(gel)화 한 후, $\text{Ti}(\text{OH})_4$ gel과 바륨 소스(source) 화합물을 동시에 수열합성 반응기에 넣고 가압 하에 수열합성하는 단계;를 포함하는 방법으로 바륨타이타네이트 나노 시트를 제조할 수 있다.
- [0084] 상기 제조 방법에 있어서, 바륨 소스(source) 화합물 외에 1 ~ 2종의 또다른 1가 ~ 4가 양이온 소스(source) 화합물을 함께 수열합성 반응기에 넣고 수열합성할 수 있다.
- [0085] 상기 제조 방법에 있어서, 수 nm-level의 $\text{Ti}(\text{OH})_4$ 나노 시트의 gel 합성 후 수열합성 공정을 적용하면 최종 10 nm 이하의 두께를 갖는 바륨타이타네이트 나노 시트를 제조할 수 있다.
- [0086] 상기 제조 방법에 있어서, $\text{Ti}(\text{OH})_4$ 나노 시트의 gel 합성은 $\text{Ti}(\text{OR})_4$ 를 물(용매)과 혼합($4\text{H}_2\text{O}$)하면서 열을 가하여 gelation하는 것으로 수행할 수 있다($\text{Ti}(\text{OR})_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ti}(\text{OH})_4 + 4\text{ROH}$).
- [0087] 상기 제조 방법에 있어서, 바륨 소스(source) 화합물은 수산화바륨($\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), 염화바륨(BaCl_2) 또는 탄산바륨(BaCO_3)을 사용할 수 있다.
- [0089] 또한, 본 발명은 상기 본 발명에 따른 바륨타이타네이트 나노 시트; 및 내부 전극층;을 교대로 적층시켜서 이루어지는 적층체를 포함하는 적층 세라믹 콘텐서를 제공한다.
- [0090] 상기 적층 세라믹 콘텐서는 규격에서 정해진 칩 치수 및 형상을 가지는 세라믹 소결체와, 세라믹 소결체(10)의 양측에 형성되는 한 쌍의 외부 전극으로 구성된 것이 바람직하다.
- [0091] 상기 세라믹 소결체는 본 발명에 따른 바륨타이타네이트 나노 시트로 구성된 유전체층과 내부 전극층이 교대로 적층되어 이루어지는 적층체와, 적층 방향 상하의 최외층으로서 형성되는 커버층을 포함할 수 있다.
- [0093] 또한, 본 발명은 상기 본 발명에 따른 바륨타이타네이트 나노 시트를 포함하는 반도체 하이-k(High-k) 유전체 물질을 제공한다.
- [0094] 아울러, 본 발명은 상기 본 발명에 따른 바륨타이타네이트 나노 시트를 포함하는 반도체 초박막 형태의 하이-k(High-k) 유전체막을 포함하는 반도체 소자를 제공한다.

산업상 이용가능성

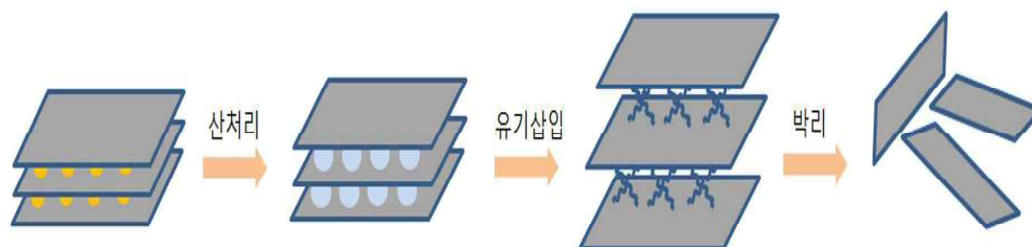
- [0096] 본 발명의 10 nm 이하의 두께를 갖는 바륨타이타네이트 나노 시트 합성은 MLCC 및 반도체 High-k 재료로 사용가능하다.
- [0097] 특히, 본 발명의 바륨타이타네이트 나노 시트는 현 MLCC의 물성 한계를 극복할 수 있고, 초박막(10nm 이하) 형태의 반도체용 high-k 재료를 제조할 수 있으므로, 산업적 가치가 매우 크다고 할 수 있다.

도면

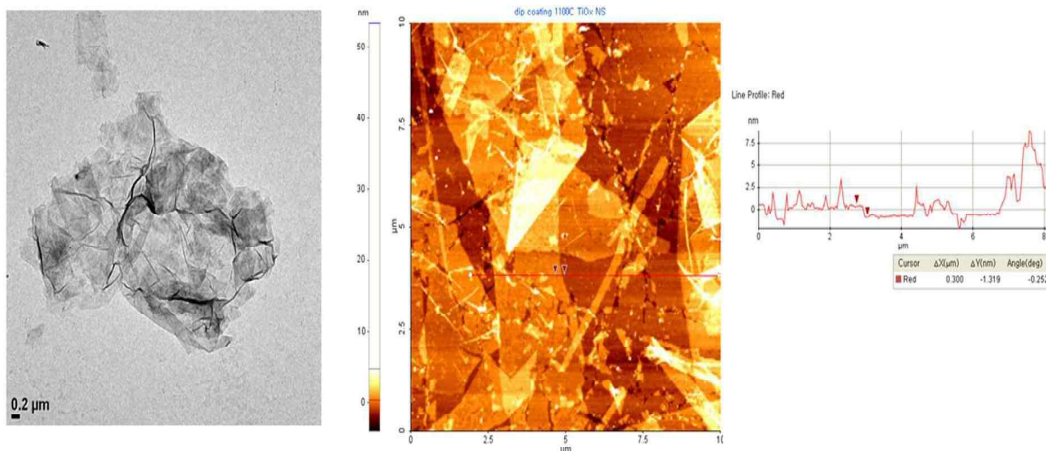
도면1



도면2

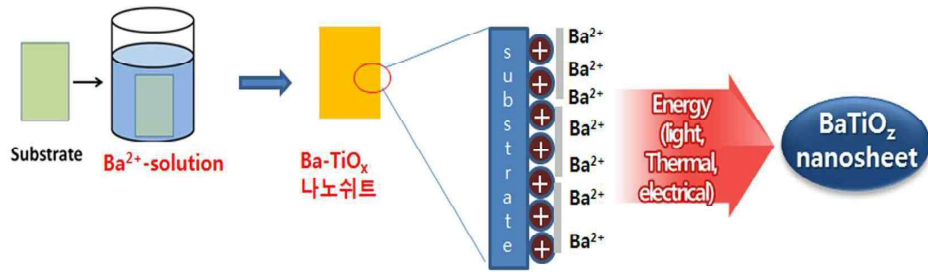


도면3



도면4

(A)



(B)

