



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월03일

(11) 등록번호 10-1590720

(24) 등록일자 2016년01월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C23C 16/455 (2006.01) C23C 16/40 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0110732

(22) 출원일자 2014년08월25일

심사청구일자 2014년08월25일

(56) 선행기술조사문헌

US20120276305 A1*

KR1020030002792 A

KR1020030038775 A

KR1020060029554 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

심준형

서울특별시 강남구 압구정로 201 현대아파트 79동 103동

박석원

서울특별시 은평구 은평터널로7길 2

신성미소지움3차아파트 101동 1011호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이동건

전체 청구항 수 : 총 6 항

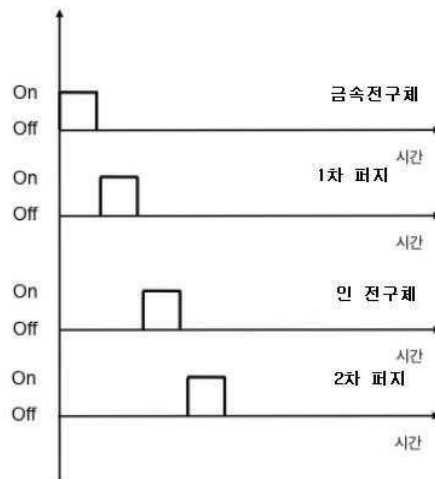
심사관 : 조상진

(54) 발명의 명칭 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법

(57) 요약

원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법에 있어서, 챔버 내에 금속 전구체 가스를 공급하여 대상체 상에 금속 전구체를 화학적으로 흡착시킨다. 챔버로부터 금속전구체 가스 중 미반응 부분을 제1 퍼지 가스로 제거한 후, 챔버 내에 인산 증기를 포함하는 인 전구체 가스로 공급하여, 대상체 상에 흡착된 금속 전구체 및 인산 증기를 반응시킨다. 이후, 챔버로부터 인 전구체 가스 중 미반응 부분 및 반응 부산물을 제2 퍼지 가스로 제거한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

최형중

전라북도 전주시 덕진구 견훤로 333 위브어울림아
파트 106동 103호

한권덕

경기 성남시 분당구 새마을로 257

명세서

청구범위

청구항 1

챔버 내에 금속 전구체 가스를 공급하여 대상체 상에 상기 금속 전구체를 화학적으로 흡착시키는 단계;
 상기 챔버로부터 상기 금속전구체 가스 중 미반응 부분을 제1 퍼지 가스로 제거하는 단계;
 상기 챔버 내에 인산 증기를 포함하는 인 전구체 가스로 공급하여, 상기 대상체 상에 흡착된 상기 금속 전구체 및 상기 인산 증기를 반응시키는 단계; 및
 상기 챔버로부터 상기 인 전구체 가스 중 미반응 부분 및 반응 부산물을 제2 퍼지 가스로 제거하는 단계를 포함하고,
 상기 인산 증기는 아인산(Phosphorous acid, H_3PO_3), 하이포아인산(Hypophosphorous acid, H_3PO_2), 이중인산(Hypophosphoric acid, $H_4P_2O_6$), 삼인산(Tripolyphosphoric acid, $H_5P_3O_{10}$), 피로인산(Pyrophosphoric acid, $H_4P_2O_7$), 인산(Phosphoric acid, H_3PO_4) 또는 이들의 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 인 전구체 가스는 탈이온수 증기 또는 과산화수소 증기를 산화제로서 더 포함하는 것을 특징으로 하는 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 인산 증기 및 상기 산화제는 동시에 상기 챔버 내부로 공급하는 것을 특징으로 하는 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 인산 증기 및 상기 산화제 사이의 유량비를 조절하여 상기 금속 인산화물 내의 산소 함량을 조절하는 것을 특징으로 하는 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 챔버 내부의 온도를 조절하여 상기 금속 인산화물 박막 내의 인 원소 함량을 제어하는 것을 특징으로 하는 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 챔버로부터 상기 금속전구체 가스 중 미반응 부분을 제1 퍼지 가스로 제거하는 단계 후, 상기 챔버 내에 수증기를 공급하는 단계; 및
 상기 수증기 중 챔버 내부에 잔류하는 잔류 증기를 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법.

발명의 설명

기술분야

본 발명은 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발

[0001]

명은 대상체 상에 금속 인산화물을 원자층 증착 공정을 통하여 형성하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 화학 기상 증착법 (chemical vapor deposition)은 기체 상의 박막 물질을 대상체 상에 증착함으로써 소정의 막을 형성하는 기술로서, 그 중 원자층 증착(Atomic Layer Deposition) 공정이 부각되고 있다. 상기 원자층 증착 공정은 반도체 소자의 집적도 증가에 따른 높은 종횡비(Aspect Ratio)와 요철에서의 단차 피복성, 박막 균일도 및 두께 정밀성을 갖는 박막을 형성할 수 있다. 따라서, 우수한 전기적, 물리적 성질을 가지는 박막 형성의 요구에 대응할 수 있다.

[0003] 특히 연료전지용 또는 리튬이온전지용으로 전해질 및 전극을 제조하기 위하여 금속 인산화물 박막을 형성하는데 있다. 상기 금속 인산화물을 원자층 증착 공정을 통하여 형성하는 공정 개발이 요구되고 있다.

[0004] 상기 금속 인산화물 박막을 형성하는 원자층 증착 공정에 따르면, 금속 전구체 및 산화제 가스를 이용하는 제1 서브 공정 및 트리메틸 포스페이트를 이용하는 인 전구체 및 산화제를 가스를 이용하는 제2 서브 공정이 수행되고 있다. 하지만, 기존의 원자층 증착 공정을 통하여 금속 인산화물 박막을 형성하는 데 있어서, 상기 트리메틸 포스페이트(tri-methyl phosphate; TMP) 또는 비스 포스페이트(BIS PHOSPHATE)를 인 전구체로서 이용하는 제2 서브 공정의 경우 증착이 용이하지 않으며 따라서 증착 공정이 장시간 소요되는 문제가 있다. 나아가 상기 금속 인산화물 박막 내의 인의 함량비를 조절하는 데 어려움이 있다.

[0005] 본 발명의 선행기술로는 대한민국 공개특허공보번호 제10-2006-0029554호가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 개선된 증착 속도를 가지며 및 금속 인산화물 박막 내의 원소 함량비를 조절할 수 있는 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법에 있어서, 챔버 내에 금속 전구체 가스를 공급하여 대상체 상에 상기 금속 전구체를 화학적으로 흡착시킨다. 상기 챔버로부터 상기 금속전구체 가스 중 미반응 부분을 제1 퍼지 가스로 제거한 후, 상기 챔버 내에 인산 증기를 포함하는 인 전구체 가스로 공급하여, 상기 대상체 상에 흡착된 상기 금속 전구체 및 상기 인산 증기를 반응시킨다. 이후, 상기 챔버로부터 상기 인 전구체 가스 중 미반응 부분 및 반응 부산물을 제2 퍼지 가스로 제거한다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 인 전구체 가스는 탈이온수 증기 또는 과산화수소 증기를 산화제로서 더 포함할 수 있다. 여기서, 상기 인산 증기 및 상기 산화제는 동시에 상기 챔버 내부로 공급할 수 있다. 또한, 상기 인산 증기 및 상기 산화제 사이의 유량비를 조절하여 상기 금속 인산화물 내의 산소 함량을 조절 할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 챔버 내부의 온도를 조절하여 상기 금속 인산화물 박막 내의 인 원소 함량을 제어할 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 인산 증기는 아인산(Phosphorous acid, H₃PO₃), 하이포아인산(Hypophosphorous acid, H₃PO₂), 이중인산(Hypophosphoric acid, H₄P₂O₆), 삼인산(Tripolyphosphoric acid, H₅P₃O₁₀), 피로인산(Pyrophosphoric acid, H₄P₂O₇), 인산(Phosphoric acid, H₃PO₄) 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법에 있어서, 상기 챔버로부터 상기 금속전구체 가스 중 미반응 부분을 제1 퍼지 가스로 제거하는 단계 후, 상기 챔버 내에 수증기를 공급하고, 상기 수증기 중 챔버 내부에 잔류하는 잔류 증기를 제거하는 공정이 추가적으로 수행될 수 있다.

발명의 효과

[0012] 상기와 같은 본 발명의 실시예들에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법에 따르면, 기존의 인산화물 피막 형성을 위한 TMPO , P_2O_5 를 사용하는 방법에 대비하여 인 전구체로서 인산 원액 혹은 인산 희석액을 사용한다. 이로써 인산 원액 또는 인산 희석액 인 전구체로서 공급하기 전에 금속 산화물을 생성하는 공정이 생략되고 금속 전구체 및 인 전구체를 순차적으로 공급함으로써 용이하게 금속 인산화물 박막을 형성할 수 있다. 또한 상기 챔버 내부의 온도를 조절하여 금속 인산화물 박막 내에 포함된 인의 함량의 제어할 수 있다.

[0013] 나아가, 트리메틸포스페이트(TMPO), P_2O_5 대신에 인산을 인 전구체로 이용함으로써 금속 인산화물 박막을 생성하기 위한 제조 공정의 경제성이 개선될 수 있다.

[0014] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법을 설명하기 위한 그래프이다.

도 2는 본 발명의 실시예1에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 주석 인산화물 박막을 설명하기 위한 투과 전자 현미경 사진이다.

도 3은 본 발명의 실시예1에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 주석 인산화물 박막에 대한 X선 광전자 분광법(XPS) 사진이다.

도 4는 본 발명의 실시예2에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 주석 인산화물 박막을 설명하기 위한 투과 전자 현미경 사진이다.

도 5는 본 발명의 실시예2에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 주석 인산화물 박막에 대한 X선 광전자 분광법(XPS) 사진이다.

도 6은 본 발명의 실시예3에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 주석 인산화물 박막을 설명하기 위한 투과 전자 현미경 사진이다.

도 7은 본 발명의 실시예3에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 주석 인산화물 박막에 대한 X선 광전자 분광법(XPS) 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.

[0017] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0018] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0019] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있

다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [0020] 금속 인산화물 박막의 형성 방법
- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법을 설명하기 위한 그래프이다.
- [0022] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막의 형성 방법이 있어서, 챔버 내에 금속 전구체 가스를 공급하여 대상체 상에 금속 전구체를 화학적으로 흡착시킨다. 상기 금속 전구체 가스에 포함된 금속으로는 주석, 알루미늄, 리튬, 칼슘, 티타늄 등을 들 수 있다. 상기 금속이 주석을 포함할 경우, 상기 금속 전구체는 테트라키스(디메틸아미노)주석을 들 수 있다. 상기 대상체는 유리 기판, 반도체 기판 등과 같이 다양한 종류의 기판들 중 어느 하나일 수 있다. 이때 상기 챔버 내의 온도 및 압력을 적절히 조절될 수 있다.
- [0023] 이어서, 상기 챔버로부터 상기 금속 전구체 가스 중 미반응 부분을 제1 퍼지 가스로 제거한다(1차 퍼지 공정). 즉, 상기 금속 전구체 가스 중 일부는 대상체에 화학적으로 흡착하는 반면에, 나머지 일부는 챔버 내부에 잔류할 수 있다. 따라서, 상기 챔버 내부에 잔류하는 금속 전구체 가스가 상기 제1 퍼지 가스로 제거될 수 있다. 상기 제1 퍼지 가스는 반응성이 매우 낮은 불활성 가스, 예컨대 아르곤을 포함할 수 있다. 상기 1차 퍼지 공정은 0.1 내지 100초 동안 수행될 수 있다. 이로써, 상기 기판 상에 물리 흡착된 금속 전구체 및 상기 챔버 내에 잔류하는 금속 전구체중 그 잔류물이 제거될 수 있다.
- [0024] 이후, 상기 챔버 내에 인산 증기를 포함하는 인 전구체 가스로 공급하여, 상기 대상체 상에 흡착된 상기 금속 전구체 및 상기 인산 증기를 반응시킨다.
- [0025] 상기 인산 증기는 인 원소 및 산소 원소를 포함하므로 상기 대상체 상에 화학 흡착된 금속 전구체와 반응하여 금속 인산화물 박막을 형성할 수 있다.
- [0026] 이 경우, 상기 인산 증기는 다른 인 전구체(예; 트리메틸 포스페이트, TMPPO)와 비교할 때 상기 금속 전구체와 우수한 반응성을 가진다. 따라서, 상기 인산 증기를 포함하는 인 전구체가 상기 금속 전구체와 직접 반응함으로써 상기 금속 인산화물 박막이 용이하게 형성될 수 있으며, 상기 금속 인산화물 박막을 형성하기 위한 원자층 증착 공정은 개선된 증착 속도를 가질 수 있다. 또한 상기 인산 증기를 인 전구체로 이용할 경우, 상기 인산 증기는 탄소 또는 염소와 같은 불필요한 원소를 함유하고 있지 않으므로 상기 금속 인산화물 박막 내에 탄소 또는 염소와 같은 불순물의 잔류가 억제될 수 있다. 따라서 상기 금속 인산화물 박막이 개선된 특성을 가질 수 있다.
- [0027] 상기 인산 증기는 아인산(Phosphorous acid, H_3PO_3), 하이포아인산(Hypophosphorous acid, H_3PO_2), 이중인산(Hypophosphoric acid, $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$), 삼인산(Tripolyphosphoric acid, $\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), 피로인산(Pyrophosphoric acid, $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$), 인산(Phosphoric acid, H_3PO_4) 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다.
- [0028] 또한 상기 인산 증기는 100% 원액 인산을 이용하거나 탈이온수와 같은 희석액을 이용하는 희석된 인산을 포함할 수 있다. 상기 인산 증기에 포함된 인산의 농도는 상기 금속 인산화물 박막 내부에 포함되는 인산의 함유량에 따라 조절될 수 있다.
- [0029] 이어서, 상기 챔버로부터 상기 인 전구체 가스 중 미반응 부분 및 반응 부산물을 제2 퍼지 가스로 제거한다. (2차 퍼지 공정). 즉, 상기 인 전구체 가스 중 일부는 대상체에 화학적으로 흡착된 금속 전구체와 반응하여 반응 부산물을 형성하고 또한 나머지 일부는 챔버 내부에 잔류할 수 있다. 따라서, 상기 챔버 내부에 잔류하는 반응 부산물 및 인 전구체 가스가 상기 제2 퍼지 가스로 제거될 수 있다. 상기 제2 퍼지 가스는 반응성이 매우 낮은 불활성 가스, 예컨대 아르곤을 포함할 수 있다. 상기 2차 퍼지 공정은 0.1 내지 100초 동안 수행될 수 있다. 이로써, 상기 챔버 내에 잔류하는 인 전구체 및 상기 반응 부산물이 제거될 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 인 전구체 가스는 탈이온수 증기 또는 과산화수소 증기를 산화제로서 더 포함할 수 있다. 이로써 상기 금속 인산화물 박막 내에 산소 함유량이 증대될 수 있다. 즉, 상기 산화제는 산소 함유량에 따라 적절히 공급될 수 있다. 여기서, 상기 인산 증기 및 상기 산화제는 동시에 상기 챔버 내부로 공급될 수 있다. 이로써 상기 금속 전구체 및 상기 산화제가 각각 순차적으로 공급함으로써 상기 대상체 상에 형

생된 금속 산화물 및 상기 인산 증기로 이루어진 인 전구체 간의 반응성 악화가 억제될 수 있다. 이로써 상기 원자층 증착 공정을 통한 금속 인산화물 박막 형성 공정의 공정 효율이 개선될 수 있다. 또한, 상기 인산 증기 및 상기 산화제 사이의 유량비를 조절하여 상기 금속 인산화물 내의 산소 함량이 조절될 수 있다.

[0031] 한편, 상기 산화제는 산소(O₂) 플라즈마, 오존(O₃), 아산화질소(N₂O) 또는 이들의 유도성 결합 플라즈마에 의해 생성된 라디칼이 포함된 기체를 포함할 수 있다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 챔버 내부의 온도가 조절되어 상기 금속 인산화물 박막 내의 인 원소 함량이 조절될 수 있다. 즉, 상대적으로 높은 온도에서 상기 원자층 증착 공정이 수행될 경우, 상기 인 전구체 및 금속 전구체 간의 반응이 촉진되어 상기 금속 인산화물 박막 내의 인 함량이 증대될 수 있다.

[0033] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 챔버로부터 상기 금속전구체 가스 중 미반응 부분을 제1 퍼지 가스로 제거하는 단계 후, 상기 챔버 내에 수증기를 공급하고, 상기 수증기 중 챔버 내부에 잔류하는 잔류 증기를 제거하는 퍼지 공정이 추가적으로 수행될 수 있다.

[0034] 금속 인산화물 박막의 형성 방법에 대한 평가

[0035] 챔버 온도 200℃에서 테트라키스(디메틸아미노) 주석 (TDMASn) 증기를 금속 전구체로서 기판 상에 공급하여 상기 기판 상에 금속 전구체를 화학 흡착시켰다. 이후, 아르곤 가스를 이용하여 1차 퍼지한 후, 희석된 인산(56.6 wt% H₃PO₄) 증기를 인 전구체로 상기 기판 상에 공급하여 상기 주석 전구체 및 상기 인 전구체를 반응시켜 상기 기판 상에 주석 인산화물 박막을 형성하였다. 이후, 아르곤 가스를 퍼지 가스로 이용하는 2차 퍼지공정을 수행하였다.

[0036] 한편, 실시예2의 경우, 챔버 온도가 250℃로 실시예1과 다르며 나머지 공정 조건은 모두 동일하게 설정하였다.

[0037] 또한 실시예3의 경우, 챔버 온도 200℃에서 테트라키스(디메틸아미노) 주석 (TDMASn) 증기를 금속 전구체로 기판 상에 공급하여 상기 기판 상에 금속 전구체를 화학 흡착시켰다. 이후, 아르곤 가스를 이용하여 1차 퍼지한 후, 탈이온수로 이루어진 수증기를 산화제로 상기 산화제 및 상기 금속 전구체를 반응시켜 금속 산화물을 형성하였다. 이후, 상기 수증기를 퍼지한 후, 희석된 인산(56.6 wt% H₃PO₄) 증기를 인 전구체로 상기 기판 상에 공급하여 상기 주석 전구체 및 상기 인 전구체를 반응시켜 상기 기판 상에 주석 인산화물 박막을 형성하였다. 이후, 아르곤 가스를 퍼지 가스로 이용하는 2차 퍼지공정을 수행하였다. 즉, 1차 퍼지한 후, 탈이온수로 이루어진 수증기를 산화제로 상기 산화제 및 상기 금속 전구체를 반응시켜 금속 산화물을 형성하는 단계가 추가적으로 수행되었다.

[0038] 도 2는 본 발명의 실시예1에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 주석 인산화물 박막을 설명하기 위한 투과 전자 현미경 사진이다. 도 3은 본 발명의 실시예1에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 주석 인산화물 박막에 대한 X선 광전자 분광법(XPS) 사진이다.

[0039] 도 2 및 도 3을 참조하면, 상기 주석 인산염 박막이 0.70Å/cycle의 성장 속도로 형성되었으며 인/주석/ 산소의 원소 함유량 비율은 1/0.34/1.24이다.(실시예1),

[0040] 도 4는 본 발명의 실시예2에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 주석 인산화물 박막을 설명하기 위한 투과 전자 현미경 사진이다. 도 5는 본 발명의 실시예2에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 주석 인산화물 박막에 대한 X선 광전자 분광법(XPS) 사진이다.

[0041] 도 4 및 도 5를 참조하면, 실시예2의 경우 상기 주석 인산염 박막이 0.22Å/cycle로 형성되고 인/주석/산소의 원소 함유량 비율은 1/8.9/10.1이다.

[0042] 도 6은 본 발명의 실시예3에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 주석 인산화물 박막을 설명하기 위한 투과 전자 현미경 사진이다. 도 7은 본 발명의 실시예3에 따른 원자층 증착 공정을 이용한 주석 인산화물 박막에 대한 X선 광전자 분광법(XPS) 사진이다.

[0043] 도 6 및 도 7을 참조하면, 실시예3의 경우, 상기 주석 인산염 박막이 0.67Å/cycle로 형성되고 인/주석/산소의 원소 함유량 비율은 1/8.9/10.1이다.

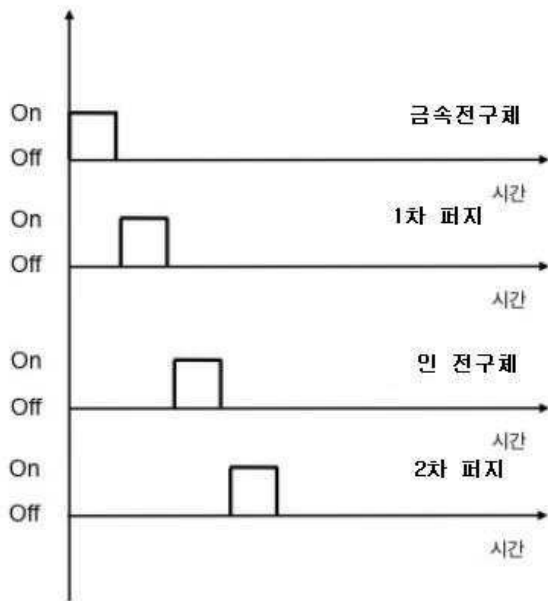
산업상 이용가능성

[0044]

이러한 원자층 증착 공정을 이용한 금속 인산화물 박막 형성 방법은 연료전지용 또는 리튬이온전지용으로 전해질 및 전극을 제조하기 위하여 금속 인산화물 박막을 형성하는데 있다. 나아가, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6$, TiP_2O_7 , AlPO_4 와 같은 생체 적합 물질에 적용될 수 있다.

도면

도면1



도면2

