

**(19) 대한민국특허청(KR)**
(12) 공개특허공보(A)**(11) 공개번호** 10-2020-0025722
(43) 공개일자 2020년03월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B27K 3/16 (2006.01) *B27K 3/02* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B27K 3/16 (2013.01)
B27K 3/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0103532
(22) 출원일자 2018년08월31일
심사청구일자 2018년08월31일

(71) 출원인
전북대학교산학협력단
전라북도 전주시 덕진구 백제대로 567 (덕진동1가)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김우희
서울특별시 성북구 한천로 509 코오롱아파트 102동 701호
오일권
서울특별시 관악구 조원로 109, 304호
(74) 대리인
특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 목재 소재의 항균 코팅 방법**(57) 요약**

본 발명은 항균 목재 소재의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게 금속 나노입자가 코팅된 목재 소재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명은 제1금속 전구체를 목재 소재에 노출시키는 제1단계, 목재 소재에 코팅된 상기 제1금속 전구체를 금속 입자로 전환시켜 금속 입자로 코팅된 목재 소재를 제조하는 제2단계, 제2금속 전구체를 상기 금속 입자로 코팅된 목재 소재에 원자층 증착하는 제3단계 및 상기 제2금속 전구체가 원자층 증착된 목재 소재에 반응가스를 도입하는 제4단계를 포함하는 항균 목재 소재의 제조 방법에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류
B27K 2240/20 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

금속 전구체를 목재 소재에 노출시키는 제1단계;
목재 소재에 코팅된 상기 금속 전구체를 금속 입자로 전환시키는 제2단계;
를 포함하는 항균 목재 소재의 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 제1단계는 상기 금속 전구체를 포함하는 금속 전구체 용액에 목재를 침지하는 침지 단계를 포함하는 항균 목재 소재의 제조 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,
상기 제2단계는, 상기 금속 전구체가 코팅된 목재 소재에 환원제를 도입하는 단계인 것인 항균 목재 소재의 제조 방법.

청구항 4

제 2항에 있어서,
상기 금속 전구체는 은 전구체를 포함하는 항균 목재 소재의 제조 방법.

청구항 5

제 1항 내지 제 4항에서 선택되는 어느 한 항의 제조방법으로 제조된, 금속 나노입자가 목재 기공 표면에 코팅된 항균 목재 소재.

청구항 6

제 1항에 있어서,
상기 제1단계는 상기 금속 전구체를 원자층 증착하는 단계인 것인 항균 목재 소재의 제조 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,
상기 제2단계는 상기 원자층 증착 단계 후, 반응가스를 도입하는 단계인 것인 항균 목재 소재의 제조 방법.

청구항 8

제 6항에 있어서,
상기 금속 전구체는 티타늄 전구체를 포함하는 항균 목재 소재의 제조 방법.

청구항 9

제 6항 내지 제 8항에서 선택되는 어느 한 항의 제조방법으로 제조된, 금속 산화물이 목재 기공 표면에 코팅된 항균 목재 소재.

청구항 10

제1금속 전구체를 목재 소재에 노출시키는 제1단계;

목재 소재에 코팅된 상기 제1금속 전구체를 금속 입자로 전환시켜 금속 입자로 코팅된 목재 소재를 제조하는 제2단계;

제2금속 전구체를 상기 금속 입자로 코팅된 목재 소재에 원자층 증착하는 제3단계; 및

상기 제2금속 전구체가 원자층 증착된 목재 소재에 반응가스를 도입하는 제4단계;를 포함하는 항균 목재 소재의 제조 방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 제1금속 전구체 및 제2금속 전구체는 서로 상이한 것인 항균 목재 소재의 제조 방법.

청구항 12

제 10항에 있어서,

상기 제1금속 전구체는 은 전구체이고, 제2금속 전구체는 티타늄 전구체인 것인 항균 목재 소재의 제조 방법.

청구항 13

제 10항 내지 제12항에서 선택되는 어느 한 항의 제조방법으로 제조된, 제1금속 및 제2금속 산화물이 목재 기공 표면에 코팅된 항균 목재 소재.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 항균 목재 소재의 제조방법 및 이로부터 제조된 항균 목재소재에 관한 것으로, 보다 상세하게 항균성 금속 나노입자가 코팅된 목재 소재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 상용화된 대부분의 가습기 및 전자방향기는 진동에너지에 의해 가습 또는 향을 확산하는 초음파식을 사용하고 있다. 이러한 방식은 가열식 및 증발식에 비해 간단한 방법으로 액체를 빠르게 비산할 수 있지만 물방울이 용기 내 기 증식된 세균을 함유하여 외부로 확산되는 문제가 있어 살균 단계가 필요하다. 그러나 대부분의 살균제가 독성을 가지며, 폐나 호흡기뿐 아니라 장기에도 영향을 미칠 수 있다는 보고로 인해 안전한 살균 방식이 필요한 실정이다.

[0003] 전기 및 전자 기기의 하드웨어 사양이 점차 고급화됨에 따라, 가습기 및 전자방향기의 디자인 및 실용기능 강화를 위한 고품질 소재로서 목재 소재는 고급스런 질감과 친환경소재로 선호되고 있다. 목재 소재의 내부에는 수 μm 크기의 수많은 기공들이 발달되어 있고, 이러한 기공 구조를 통해 바로 수분이 배출될 수 있어 우수한 가습 및 방향기능을 구현할 수 있다.

[0004] 목재는 천연 소재로서 내부에 많은 기공들을 포함하고 있어 천연 가습 또는 방향 소재로서 뛰어난 장점을 가지고 있으나, 목재는 높은 습도 환경에서 물성의 열화가 발생할 수 있다. 또한 목재를 구성하는 리그노셀룰로오스, 리그닌 및 셀룰로오스 등의 성분들은 각종 세균들에 의해 쉽게 부패가 진행될 수 있어 목재의 내구성이 감소될 수 있는 문제가 있다.

[0005] 따라서 목재 소재를 가습기 및 전자방향기와 같은 전자기기에 적용하기 위해서는 목재 소재 내 항균 및 방수 코팅처리가 수행되어야 한다. 그러나 일반적인 항균 코팅방법을 사용할 경우 수 μm 직경 이하의 목재 내 기공을 막아 목재의 우수한 성질을 사용하지 못할 뿐만 아니라 수분이 목재 외부로 배출되기 어려운 문제가 있다. 이에 따라 목재 내부 수 μm 크기의 기공 구조를 유지하고, 기공 내에 균일한 항균 코팅층을 형성하여 항균 특성을 부여할 수 있는 기술이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2013-0106997호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 목적은 목재 소재의 표면에 금속이 코팅된 항균 목재 소재를 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명의 다른 목적은 서로 다른 금속을 목재 소재의 표면에 코팅시켜 활성산소 생성이 촉진되고, 항균성이 뛰어난 목재 소재를 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 다른 목적은 처리하지 않은 목재 소재 대비 우수한 방수특성을 동시에 가지는 항균 목재 소재를 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 다른 목적은 원자층 증착 공정을 통해 금속산화물을 코팅하는 항균 목재 소재의 코팅 방법을 제공하는 것이다.
- [0011] 본 발명의 다른 목적은 목재 소재를 통해 가습과 향을 확산시킬 수 있는 항균 목재 가습기 및 전자 목재 방향기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명에 따른 항균 목재 소재의 제조방법은 금속 전구체를 목재 소재에 노출시키는 제1단계 및 목재 소재에 코팅된 상기 금속 전구체를 금속 입자로 전환시키는 제2단계를 포함한다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 항균 목재 소재의 제조 방법에 있어, 상기 제1단계는 상기 금속 전구체를 포함하는 금속 전구체 용액에 목재를 침지하는 침지 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 항균 목재 소재의 제조 방법에 있어, 상기 제2단계는 상기 금속 전구체가 코팅된 목재 소재에 환원제를 도입하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 항균 목재 소재의 제조 방법에 있어, 상기 금속 전구체는 은 전구체를 포함하는 것일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 항균 목재 소재에 있어, 상기 항균 목재 소재는 금속 나노입자가 목재 기공 표면에 코팅된 것일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 항균 목재 소재의 제조 방법에 있어, 상기 제1단계는 상기 금속 전구체를 원자층 증착하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 항균 목재 소재의 제조 방법에 있어, 상기 제2단계는 상기 원자층 증착 단계 후, 반응가스를 도입하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 항균 목재 소재의 제조 방법에 있어, 상기 금속 전구체는 티타늄 전구체를 포함하는 것일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 항균 목재 소재에 있어, 상기 항균 목재 소재는 금속 산화물이 목재 기공 표면에 코팅된 것일 수 있다.
- [0021] 본 발명에 따른 항균 목재 소재의 제조방법은 제1금속 전구체를 목재 소재에 노출시키는 제1단계, 목재 소재에 코팅된 상기 제1금속 전구체를 금속 입자로 전환시켜 금속 입자로 코팅된 목재 소재를 제조하는 제2단계, 제2금속 전구체를 상기 금속 입자로 코팅된 목재 소재에 원자층 증착하는 제3단계 및 상기 제2금속 전구체가 원자층 증착된 목재 소재에 반응가스를 도입하는 제4단계를 포함한다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 항균 목재 소재의 제조 방법에 있어, 상기 제1금속 전구체 및 제2금속 전구체는 서로 상이한 것일 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 항균 목재 소재의 제조 방법에 있어, 상기 제1금속 전구체는 은 전구체이고, 제2금속 전구체는 티타늄 전구체인 것을 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 항균 목재 소재에 있어, 상기 항균 목재 소재는 상기 제1금속 및 제2금속 산화물이 목재 기공 표면에 코팅된 것일 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명의 일 예에 따른 항균 목재 소재는 서로 다른 금속 전구체를 코팅함으로써 활성산소 생성이 촉진되어 항균 코팅을 극대화 시킬 수 있다는 장점이 있다.

[0026] 본 발명의 일 예에 따른 항균 목재 소재는 금속으로 목재 소재의 표면을 코팅하더라도 단차피복성이 높아 목재 소재 내의 기공 구조가 잘 보존된다는 장점이 있다.

[0027] 본 발명의 일 예에 따른 항균 목재 소재는 항균 코팅되지 않은 목재 소재 대비하여 우수한 방수특성을 동시에 가진다는 장점이 있다.

[0028] 본 발명의 일 예에 따른 항균 목재 소재는 원자층 증착 공정을 통해 목재 소재

[0029] 표면에 금속 산화물을 코팅할 수 있다는 장점이 있다.

[0030] 본 발명의 일 예에 따른 항균 목재 소재는 목재 소재를 통해 가습과 향을 확산시킬 수 있어 항균 목재 가습기 및 전자 목재 방향기에 적용될 수 있는 장점이 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명의 일 양태에 따른 항균 목재 소재의 제조방법은 금속 전구체를 목재 소재에 노출시키는 제1단계 및 목재 소재에 코팅된 상기 금속 전구체를 금속 입자로 전환시키는 제2단계를 포함한다.

[0032] 더욱 구체적으로 본 발명은 상기 금속 전구체를 목재 소재에 노출시키는 방법에 따라 하기 제 1 양태, 제 2 양태 및 제 3 양태로 예시될 수 있으며, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0033] 본 발명의 제 1 양태는 금속 전구체가 포함된 금속 전구체 용액에 목재 소재를 침지하는 단계 및 목재 소재에 코팅된 상기 금속 전구체를 환원제를 이용하여 금속 입자로 환원하는 단계를 포함하는 것일 수 있다.

[0034] 본 발명의 제 2 양태는 금속 전구체를 목재 소재에 원자층 증착하는 단계 및 반응가스를 이용하여 상기 금속 전구체를 금속 입자로 전환시키는 단계를 포함하는 것일 수 있다.

[0035] 본 발명의 제 3 양태는 상기 제 1 양태를 실시한 후, 이어서 상기 제 2 양태를 실시하는 것일 수 있다. 보다 구체적으로, 제1금속 전구체가 포함된 금속 전구체 용액에 목재 소재를 침지하는 단계, 목재 소재에 코팅된 상기 금속 전구체를 환원제를 이용하여 금속 입자로 환원하는 단계, 상기 금속 입자가 코팅된 목재 소재 상에 제2금속 전구체를 원자층 증착하는 단계, 및 반응가스를 이용하여 상기 제2금속 전구체를 금속 입자로 전환시키는 단계를 포함하는 것일 수 있다.

[0036] 먼저, 본 발명의 제 1 양태에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.

[0037] 본 발명의 제 1 양태에서, 상기 금속 전구체가 포함된 금속 전구체 용액에 목재 소재를 침지하는 단계는 목재 소재의 기공으로 상기 금속 전구체 용액을 침투시키는 것을 의미할 수 있다.

[0038] 본 발명의 제 1 양태에서, 상기 금속 전구체 용액은 금속 전구체 및 용매를 포함할 수 있다. 또한, 필요에 따라 이외에 통상적으로 사용되는 첨가제를 더 포함할 수 있다.

[0039] 상기 금속 전구체는 은(Ag), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 금(Au) 및 이들의 합금으로 이루어진 군으로부터 선택되는 금속의 금속염인 것일 수 있다. 더욱 구체적으로, 상기 금속 전구체는 은(Ag) 전구체일 수 있다.

[0040] 상기 은 전구체는 구체적으로 예를 들면, 질산은 (Silver nitrate), 초산은 (silver acetate), 과염소산은 (silver perchlorate), 염화은 (silver chloride), 염소산은(Silver chlorate), 요오드화은(silver iodide) 및 불소은(Silver fluoride) 등으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 조합일 수 있으며, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0041] 상기 팔라듐 전구체는 아세트산팔라듐((CH₃COO)₂Pd), 염화팔라듐(PdCl₂), 브롬화팔라듐(PdBr₂), 요오드화팔라듐(PdI₂), 수산화팔라듐(Pd(OH)₂), 질산팔라듐(Pd(NO₃)₂), 산화팔라듐(PdO), 황산팔라듐(PdSO₄), 테트라클로로팔라듐산칼륨(K₂(PdCl₄)), 테트라브로모팔라듐산칼륨(K₂(PdBr₄)), 테트라암민팔라듐염화물(Pd(NH₃)₄Cl₂), 테트라암민팔

라듐브롬화물($\text{Pd}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2$), 테트라아민팔라듐질산염($\text{Pd}(\text{NH}_3)_4(\text{NO}_3)_2$), 테트라아민팔라듐테트라클로로팔라듐산($(\text{Pd}(\text{NH}_3)_4)(\text{PdCl}_4)$) 및 테트라클로로팔라듐산암모늄($(\text{NH}_4)_2\text{PdCl}_4$) 등으로 이루어진 군에서 선택될 수 있는 하나 또는 둘 이상의 조합일 수 있으나 이에 제한받지 않는다.

[0042] 상기 백금 전구체는 염화백금(PtCl_2 , PtCl_4), 브롬화백(PtBr_2 , PtBr_4), 요오드화백금(PtI_2 , PtI_4), 염화백금칼륨($\text{K}_2(\text{PtCl}_4)$), 핵사클로로백금산(H_2PtCl_6), 아황산백금($\text{H}_3\text{Pt}(\text{SO}_3)_2\text{OH}$), 산화백금(PtO_2), 염화테트라아민백금($\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2$), 탄산수소테트라아민백금($\text{C}_2\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_6\text{Pt}$), 테트라아민백금인산수소($\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{HPO}_4$), 수산화테트라아민백금($\text{Pt}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$), 질산테트라아민백금($\text{Pt}(\text{NO}_3)_2(\text{NH}_3)_4$) 및 테트라아민백금테트라클로로백금($(\text{Pt}(\text{NH}_3)_4)(\text{PtCl}_4)$) 등으로 이루어진 군에서 선택될 수 있는 하나 또는 둘 이상의 조합일 수 있으나 이에 제한받지 않는다.

[0043] 상기 금 전구체는 염화금(AuCl), 브롬화금(AuBr), 요오드화금(AuI), 수산화금($\text{Au}(\text{OH})_2$), 테트라클로로금산(HAuCl_4), 테트라클로로금산칼륨(KAuCl_4), 테트라브로모금산칼륨(KAuBr_4) 및 산화금(Au_2O_3) 등으로 이루어진 군에서 선택될 수 있는 하나 또는 둘 이상의 조합일 수 있으나 이에 제한받지 않는다.

[0044] 상기 용매는 목재 소재를 함침시킬 수 있고, 금속 전구체를 용해시킬 수 있는 용매라면 제한받지 않고 사용할 수 있으며, 일 예로, 물, 알코올, 에테르계 용매, 아세테이트계 용매, 카보네이트계 용매, 지방족 용매, 지환족 용매, 방향족 용매일 수 있다.

[0045] 상기 금속 전구체 용액은 상기 금속 전구체가 0.1 내지 100 mg/ml 농도로 포함될 수 있으며, 상세하게는 1 내지 10 mg/ml 농도로 포함될 수 있다.

[0046] 상기 침지 단계는 대기 상태 또는 감압 상태에서 수행될 수 있다. 상기 대기상태는 금속 전구체 용액이 담긴 수조에 목재를 침지시키는 것일 수 있으며, 상기 감압 상태는 감압 챔버 내 설치된 금속 전구체 용액이 담긴 수조에 목재를 침지시키는 것일 수 있다. 보다 상세하게, 목재 소재의 외부로 노출된 부분 중 일부를 감압 상태로 두고, 목재 소재의 나머지 부분을 금속 전구체 용액에 침지함으로써 목재 소재의 기공 구조 전체에 금속 전구체 용액이 균일하게 침투하여 함침 및 도포되도록 할 수 있으나 이는 일 예일 뿐 이에 제한받지 않는다.

[0047] 상기 금속 전구체 용액은 금속 전구체가 용액상으로 포함됨에 따라 모세관 현상에 의해 금속 전구체가 목재의 기공 내부로 균일하게 침투될 수 있으며, 기공 표면을 균일하게 함침시킬 수 있다. 기공 표면에 균일하게 도포된 금속 전구체는 후속적인 제2단계에 의해 기공 구조 내에 균일하게 도포된 금속 나노입자로 전환할 수 있다.

[0048] 상기 침지 단계는 상기 금속 전구체 용액에 목재소재를 10분 내지 10시간 동안 침지하는 것일 수 있으며, 상세하게는 10분 내지 5시간 동안, 보다 상세하게는 10분 내지 60분 동안 침지하는 것일 수 있으나 이에 제한받지 않는다. 이때 침지 온도는 온화한 조건에서 수행될 수 있으며, 일 예로 25 내지 100 °C 일 수 있으나 이는 일 예일뿐 이에 제한받지 않는다.

[0049] 상기 침지 단계는 1회 이상 반복 수행될 수도 있으며, 상기 반복 횟수는 특별히 제한되지 않는다. 예를 들어 금속 전구체 용액을 목재의 기공 표면에 도포 및 건조한 후, 다시 동일한 과정을 반복하여 수행될 수 있다.

[0050] 다음으로, 상기 침지 단계의 후속단계는 목재 소재에 코팅된 상기 금속 전구체를 금속 입자로 전환시키는 단계를 포함한다. 구체적으로, 상기 침지 단계 후 상기 금속 전구체를 금속 입자로 전환시키기 위해 환원단계를 포함할 수 있으며, 상기 환원단계를 통해 목재 소재 표면에 도포된 상기 금속 전구체를 금속 입자로 환원시킬 수 있다.

[0051] 상기 환원단계에서는 액상환원법이 사용될 수 있다. 액상환원 시 환원제를 도입하여 목재 소재 표면에 도포된 상기 금속 전구체가 환원제와 반응하여 금속 나노입자 핵이 균일하게 형성될 수 있다. 목재 소재의 기공 표면에 균일하게 형성된 금속 나노입자 핵은 금속 나노입자로 성장하여 금속 나노입자가 목재 소재의 기공 내에 균일하게 도포된 평균 목재 소재가 제조될 수 있다.

[0052] 보다 구체적인 일 예로, 상기 금속 나노입자가 은 나노입자일 경우, 은 나노입자의 제조방법은 열분해법(thermal decomposition method), 기상응축법(gas-phase condensation method), 알코올 환원법(alcohol reduction method), 수소환원법(hydrogen reduction method), 액상환원법(liquid-phase reduction method) 등으로 이루어진 군에서 선택될 수 있으며, 상세하게는 액상 환원법을 사용할 수 있다.

- [0053] 상기 액상환원법은 비교적 공정이 간단하고, 농도, 온도, pH 등에 따라 입자의 크기 및 형태 균일도 제어가 용이하며 대량생산이 가능하기 때문에 경제적 측면에서 매우 유리하며, 상기 액상환원법을 이용하여 균일한 입자 분포를 갖는 은나노입자를 제조할 수 있다.
- [0054] 상기 액상환원법은 표면 반응기에 환원제를 도입하여 금속 전구체를 금속 입자로 전환시킬 수 있으며, 상세하게는 은(Ag) 분자를 석출 시켜 핵을 형성할 수 있으며, 형성된 핵이 은 나노입자로 성장되어 목적의 표면에 존재하는 표면 반응기에 코팅될 수 있다.
- [0055] 상기 환원제의 일 예로, 에틸렌글리콜(ethylene glycol), 디에틸렌글리콜(diethylene glycol), 글리세롤(glycerol), 프로필렌글리콜(propylene glycol), 폴리에틸렌글리콜(polyethylene Glycol), 폴리에틸렌이민(poly(ethylenimine), PEI), 포름알데히드(formaldehyde), 붕소수소화 나트륨(sodium Borohydride), 시트르산(citrate), 포름아미드(formamide), 디메틸포름아미드(dimethylformamide), 하이드라진(hydrazine) 및 에탄올(ethanol)로 이루어진 군에서 선택될 수 있는 하나 또는 둘 이상의 조합일 수 있으나 이에 제한받지 않는다.
- [0056] 상기 환원제로는 0.01 내지 10 %(w/v)의 농도로 포함될 수 있으며, 상세하게는 0.1 내지 5 %(w/v)로 포함될 수 있으나 이에 제한받지 않는다. 환원제와 함께 사용될 수 있는 용매로는 일 예로, 물, 알코올, 에테르계 용매, 아세테이트계 용매, 카보네이트계 용매, 지방족 용매, 지환족 용매, 방향족 용매일 수 있다.
- [0057] 상기 금속 전구체는 환원과정을 통해 금속 나노입자로 제조되며 응집현상 및 기공 구조의 폐쇄를 방지하기 위해 계면활성제를 첨가할 수 있다. 상기 계면활성제는 금속 나노입자들이 균일하게 생성되고 균일하게 분산될 수 있도록 작용할 수 있으며, 이때 계면활성제는 금속 전구체 용액에 포함 되거나 환원제와 혼합되어 포함될 수 있다.
- [0058] 상기 계면활성제로는, 음이온 계면활성제, 양이온 계면활성제, 비이온 계면활성제 및 고분자형 계면활성제가 사용될 수 있다. 구체적인 일 예로 소디움 도데실설페이트(sodium dodecyl sulfate, SDS), 폴리비닐알콜(polyvinyl alcohol, PVA) 및 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone, PVP)으로 이루어진 군에서 선택될 수 있는 하나 또는 둘 이상의 조합일 수 있으나 이에 제한받지 않는다.
- [0059] 상기 환원제를 도입하는 단계는 100℃ 이하, 보다 구체적으로 30 내지 100℃의 온도 범위에서 수행될 수 있으며, 상세하게는 30 내지 80℃의 온도 범위에서 수행될 수 있다.
- [0060] 상기 환원제를 이용한 상기 금속 전구체의 환원반응은 10분 내지 10시간 동안 실시될 수 있으며, 상세하게는 10분 내지 5시간 동안, 보다 상세하게는 10분 내지 60분 동안 수행될 수 있으나 이에 제한받지 않는다.
- [0061] 상기 환원반응 후 상기 금속 입자로 코팅된 목적 소재는 건조 단계를 더 포함할 수 있으며, 1 내지 6시간 동안 20 내지 80℃에서 건조시킬 수 있다.
- [0062] 상기 침지단계와 환원단계는 상기 금속 입자 코팅층을 형성하기 위해 반복적으로 실시할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0063] 상기 금속 입자의 크기는 1 nm 내지 100 nm의 크기로 형성될 수 있으며, 상세하게는 20 nm 내지 50 nm, 보다 상세하게는 30 nm 내지 40 nm의 크기를 가지는 것일 수 있으나 상기 수치범위에 제한받지 않는다.
- [0064] 상기 금속 전구체로부터 제조되는 금속 입자는 금속 나노입자일 수 있으며, 바람직하게 금속 나노입자는 은 나노입자일 수 있다.
- [0065] 상기 은 나노입자는 목적소재 표면 및 목적 소재 기공 표면에 코팅되는 것으로 침지단계 및 상기 환원제를 도입하는 저온공정을 통해 균일한 분포를 가지는 은 나노입자를 목적 소재에 코팅시킬 수 있다.
- [0066] 상기 은 나노 입자가 코팅된 목적 소재는 목적 소재의 기공 구조를 보호하면서도 항균 특성을 동시에 부여할 수 있으며, 화학적 살균제를 필요로 하지 않는 친환경 항균 목적 소재인 점에서 특히 유용성을 가진다.
- [0068] 다음으로, 본 발명의 제 2 양태에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.
- [0069] 본 발명의 제 2 양태에서, 금속 전구체를 목적 소재에 원자층 증착하는 단계는, 목적 소재의 기공 표면으로 상기 금속 전구체를 증착하는 것을 의미할 수 있다.
- [0070] 상기 원자층 증착 단계에서 사용되는 상기 금속 전구체는 V, Al, Zn, Ti, Hf, Mg, Cu, Zr, Ca, Li, Sr, Ba,

Sc, Y, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Ru, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Ag, Cd, B, Ga, In, Si, Ge, Sn, Sb 및 Bi 등으로 이루어지는 군에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 금속화합물일 수 있다. 보다 상세하게 상기 금속 전구체는 하기 화학식 1로 표시되는 화합물일 수 있다.

- [0071] [화학식 1]
- [0072] $M(A)_a(B)_b$
- [0073] 상기 화학식 1에서, M은 금속원소이며; A 및 B는 서로 독립적으로 $-R_1$, $-OR_2$, $-N(R_3)(R_4)$, 할로겐원소이고, 상기 R_1 , R_2 , R_3 및 R_4 는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 선형 또는 분지형의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 15의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 15의 할로겐화 알킬기이며; $a+b$ 는 M의 이온가로, a 및 b는 각각 0 내지 M의 이온가 이하의 정수이다.
- [0074] 보다 구체적으로 상기 금속 전구체는 티타늄 전구체일 수 있으며, 상기 티타늄 전구체로는 티타늄 알콕사이드(titanium alkoxide) 및 할로겐화 티타늄 등으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상일 수 있다.
- [0075] 상기 티타늄 전구체의 구체적인 일 예로, 티타늄 이소프로폭사이드(titanium tetraisopropoxide), 티타늄 테트라부톡사이드(titanium tetrabutoxide), 티타늄 에톡사이드(titanium ethoxide), 티타늄 메톡사이드(titanium(IV) methoxide), 티타늄 테트라 클로라이드(titanium tetrachloride) 등으로 이루어진 군에서 선택될 수 있는 하나 또는 둘 이상의 조합일 수 있으나 이에 제한받지 않는다.
- [0076] 상기 원자층 증착방법은 상기 금속 전구체를 포함하는 원료가스를 목재 소재 표면에 노출시키는 제1공정, 제1공정에서 생성된 부산물 및 잔여 원료가스를 배기시키는 제2공정을 포함할 수 있고, 반응 가스를 공급하는 제3공정, 제3공정에서 생성된 부산물 및 잔류 반응가스를 배기시키는 제4공정을 포함하는 증착 사이클로 수행되며, 상기 증착 사이클은 적어도 1회 이상 반복 수행될 수 있다.
- [0077] 상기 제1공정은 금속 전구체를 포함하는 원료가스를 챔버에 공급하여, 챔버 내 탑재되어 있는 목재 소재 표면에 금속 전구체를 노출시켜 상기 금속 전구체가 목재 소재 표면에 흡착시키도록 할 수 있다. 상기 금속 전구체는 100 내지 300 mTorr의 압력범위에서 노출시킬 수 있으며, 상세하게는 150 내지 250 mTorr의 압력에서 노출시킬 수 있으나 이에 제한받지 않는다.
- [0078] 상기 금속 전구체를 포함하는 원료가스의 공급은 펄스 방식으로 수행될 수 있으며, 구체적인 일 예로 원료가스 공급을 위한 펄스는 0.001 내지 10초 동안 수행될 수 있으며, 금속 전구체의 유량은 10 내지 200 sccm일 수 있다. 보다 좋게는 원료가스의 공급을 위한 펄스는 0.01 내지 4초 동안 수행될 수 있다. 상술한 바와 같이 원료가스를 투입한 후, 원료가스에 포함된 금속 전구체가 목재 소재에 침투될 수 있도록 대기하는 노출단계를 더 포함할 수 있다. 이러한 노출공정의 수행 시간은 특별히 한정되는 것은 아니나, 1 내지 60초, 더욱 구체적으로는 1 내지 10초간 수행될 수 있으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0079] 상기 제2공정은 목재소재에 흡착되지 않은 금속 전구체와 부산물을 제거하기 위해 챔버 내 비활성 기체를 주입하는 공정으로, 비활성 기체로서 헬륨(He, helium), 네온(Ne, Neon), 아르곤(Ar, Argon), 크립톤(Kr, Krypton), 크세논(Xe, Xenon) 및 라돈(Rn, Radon)으로부터 선택되는 어느 하나의 기체일 수 있으나, 이에 제한받지 않는다.
- [0080] 상기 제2공정의 비활성 기체는 1 내지 60초, 더욱 구체적으로는 1 내지 10초간 100 내지 5000 sccm 범위의 흐름 속도로 공급될 수 있다.
- [0081] 상기 제3공정은 상기 제1공정에서 목재소재 표면에 흡착된 금속 전구체와 반응할 수 있는 반응가스를 도입하는 공정으로, 상기 금속 전구체와 반응 가스가 화학적으로 반응하여 금속 산화물 또는 금속 질화물 박막 형태로 형성될 수 있다. 바람직하게 금속 산화물 박막일 수 있으며, 상기 금속 산화물 박막이 형성됨으로써 상기 금속 산화물 박막과 목재 소재 간의 결합력이 향상될 수 있으며, 목재 소재에 항균 기능을 부여할 수 있다.
- [0082] 상기 반응 가스는 산소(O_2), 오존(O_3), H_2O , 및 과산화수소(H_2O_2) 및 아산화질소(N_2O)으로 이루어진 군에서 선택될 수 있는 하나 또는 둘 이상의 조합일 수 있다.
- [0083] 상기 반응가스는 상술한 원료가스의 투입과 같이 펄스 공정으로 수행될 수 있으며, 펄스는 0.001 내지 10초, 구체적으로는 0.01 내지 4초 동안 수행될 수 있으며, 반응가스의 유량은 10 내지 200 sccm일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0084] 상기 제3공정은 상기 반응 가스를 플라즈마로 활성화시켜 반응 가스 라디칼 또는 이온을 생성할 수 있으며, 상기 플라즈마는 직접 플라즈마(Direct plasma) 및 리모트 플라즈마 (Remote)를 통해 생성될 수도 있다.
- [0085] 상기 플라즈마의 파워 및 조사량(PD)은 금속 산화물 원자층이 높은 증착율로 형성될 수 있는 측면에서 50 내지 300 W의 플라즈마의 파워에서 수행될 수 있고, 상세하게 100 내지 200 W의 플라즈마 파워에서 수행될 수 있다.
- [0086] 상기 플라즈마의 조사량은 및 2 내지 15 Wsec/cm²의 조사량(PD)을 만족할 수 있고, 상세하게 5 내지 10 Wsec/cm² 범위에서 수행되는 것이 바람직하다.
- [0087] 상기 플라즈마 파워 및 조사량을 조절하여 반응가스 라디칼 및 이온의 밀도를 조절하여 목재 소재 표면에 증착되는 금속 산화물 박막의 밀도를 조절할 수 있으며, 상기 금속 산화물 박막 내 결함을 감소시킬 수 있다.
- [0088] 상기 플라즈마는 1 내지 20초 동안 조사될 수 있으며, 상세하게 5 내지 15 초 동안 조사되어 수행될 수 있다.
- [0089] 상기 플라즈마를 이용한 제3공정은 금속 전구체와 라디칼 또는 이온을 반응시켜 30 내지 100 °C의 저온에서 수행됨으로써, 목재 소재 표면에 열충격이 가해지는 것을 억제할 수 있다.
- [0090] 상기 제4공정은 제3공정에서 생성된 부산물을 제거하기 위해 챔버 내 비활성 기체를 주입하는 공정으로, 비활성 기체로서 헬륨(He, helium), 네온(Ne, Neon), 아르곤(Ar, Argon), 크립톤(Kr, Krypton), 크세논(Xe, Xenon) 및 라돈(Rn, Radon)으로부터 선택되는 어느 하나의 기체일 수 있으나, 이에 제한받지 않는다.
- [0091] 상기 제4공정은 0.1 내지 1000초 동안 100 내지 5000 sccm 범위의 흐름 속도로 공급될 수 있으며, 상기 제3공정에서 생성된 부산물을 제거할 수 있다.
- [0092] 상기 원자층 증착 방법의 증착 사이클을 반복하여 목재 소재 표면에 증착되는 금속 산화물 박막의 두께를 조절할 수 있다. 증착 사이클의 수는 1 내지 5000 cycle일 수 있으며, 상세하게는 10 내지 1000 cycle일 수 있으나 이에 제한받지 않는다.
- [0093] 본 발명의 일예에 따른 상기 금속 산화물 박막은 목재 소재 표면에 1 nm 내지 100 nm의 두께로 형성된 것일 수 있으며, 상세하게는 20 nm 내지 50 nm의 두께로 형성된 것일 수 있으나 상기 수치범위에 제한받지 않는다.
- [0095] 다음으로, 본 발명의 제 3 양태에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.
- [0096] 본 발명의 제 3 양태는 제1금속 전구체가 포함된 금속 전구체 용액에 목재 소재를 침지하는 단계, 목재 소재에 코팅된 상기 금속 전구체를 환원제를 이용하여 금속 입자로 환원하는 단계, 상기 금속 입자가 코팅된 목재 소재 상에 제2금속 전구체를 원자층 증착하는 단계, 및 반응가스를 이용하여 상기 제2금속 전구체를 금속 입자로 전환시키는 단계를 포함하며, 상기 제1금속 전구체 및 제2금속 전구체는 서로 상이한 것일 수 있다.
- [0097] 보다 구체적으로, 상기 제1금속 전구체는 은(Ag), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 금(Au) 및 이들의 합금으로 이루어진 군으로부터 선택되는 금속의 금속염인 것일 수 있다. 더욱 구체적으로, 상기 금속 전구체는 은(Ag) 전구체일 수 있다.
- [0098] 상기 제2금속 전구체의 금속은 V, Al, Zn, Ti, Hf, Mg, Cu, Zr, Ca, Li, Sr, Ba, Sc, Y, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Ru, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Ag, Cd, B, Ga, In, Si, Ge, Sn, Sb 및 Bi으로 이루어지는 군에서 선택되는 어느 하나 이상일 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 제2금속 전구체는 하기 화학식 1로 표시되는 화합물일 수 있다.
- [0099] [화학식 1]
- [0100] M(A)_a(B)_b
- [0101] 상기 화학식 1에서, M은 금속원소이며; A 및 B는 서로 독립적으로 -R₁, -OR₂, -N(R₃)(R₄), 할로젠원소이고, 상기 R₁, R₂, R₃ 및 R₄는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 선형 또는 분지형의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 15의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 15의 할로젠화 알킬기이며; a+b는 M의 이온가로, a 및 b는 각각 0 내지 M의 이온가 이하의 정수이다.
- [0102] 보다 구체적으로 상기 제2금속 전구체는 티타늄 전구체일 수 있으며, 상기 티타늄 전구체로는 티타늄 알콕사이드(titanium alkoxide) 및 할로젠화 티타늄 등으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상일 수 있다.

- [0103] 상기 제1금속 전구체로부터 제조되는 금속 입자는 금속 나노입자일 수 있으며, 상기 제2금속 전구체로부터 제조되는 금속 산화물은 나노 수준의 박막일 수 있다.
- [0104] 상기 침지단계는 제1금속 전구체가 포함된 금속 전구체 용액에 목재 소재를 침지하여 목재 소재의 기공으로 금속 전구체 용액을 침투시키는 것을 의미할 수 있다.
- [0105] 상기 제1금속 전구체는 금속 전구체가 용해될 수 있는 용매에 혼합되어 용액상으로 포함될 수 있다. 상기 제1금속 전구체가 용액상으로 포함됨에 따라 모세관 현상에 의해 제1금속 전구체가 목재의 기공 내부로 균일하게 침투될 수 있으며, 상기 침투된 제1금속 전구체로 기공 표면을 균일하게 함침시킬 수 있다.
- [0106] 상기 환원단계는 목재 소재에 코팅된 상기 금속 전구체를 금속 입자로 전환시키는 단계를 포함하며, 목재 소재 기공 표면에 함침되고 균일하게 도포된 상기 제1금속 전구체는 환원 분위기에서 제1금속 입자로 환원될 수 있다.
- [0107] 구체적으로, 상기 제1금속 전구체의 환원은 액상환원법을 통해 수행될 수 있다. 액상환원 시 환원제를 도입하여 목재 소재 표면에 도포된 상기 제1금속 전구체가 환원제와 반응하여 제1금속 나노입자 핵이 균일하게 형성될 수 있다. 목재 소재의 기공 표면에 균일하게 형성된 제1금속 나노입자 핵은 제1금속 나노입자로 성장하여 금속 나노입자가 목재 소재의 기공 내에 균일하게 도포된 항균 목재 소재가 제조될 수 있다.
- [0108] 상기 제1금속 나노입자의 크기는 1 nm 내지 100 nm의 크기로 형성된 것일 수 있으며, 상세하게는 20 nm 내지 50 nm, 보다 상세하게는 30 nm 내지 40 nm의 크기를 가지는 것일 수 있으나 상기 수치범위에 제한받지 않는다.
- [0109] 상기 제2금속 전구체를 제1금속 전구체로 코팅된 목재 소재에 원자층 증착하는 단계는 제1금속 입자가 코팅된 목재소재 표면에 제2금속 전구체를 원자층 증착하는 것을 의미한다. 상기 제2금속 전구체는 제1금속 입자와 만나는 계면 및 제1금속 입자로 코팅되지 않은 목재 소재의 표면에 증착될 수 있다. 이를 통해 제1금속 입자의 촉매 작용이 향상될 수 있으며, 활성산소의 생성이 촉진될 수 있고, 목재 소재의 항균성이 증진될 수 있다.
- [0110] 특히 상기 제1금속 입자가 코팅된 목재 소재 표면에 제2금속 전구체를 증착시킴으로써 목재 소재의 산화가 억제되며, 제1금속 입자만 코팅된 목재 소재와 대비하여 제1금속 입자 코팅층의 수명이 길어질 수 있다.
- [0111] 상기 원자층 증착은 상기 제2금속 전구체를 포함하는 원료가스를 목재 소재 표면에 노출시키는 제1공정, 선택적으로 제1공정에서 생성된 부산물 및 잔여 원료가스를 배기시키는 제2공정을 포함할 수 있다.
- [0112] 상기 제1공정은 제2금속 전구체를 포함하는 원료가스를 챔버에 공급하여, 챔버 내 탑재되어 있는 목재 소재 표면에 제2금속 전구체가 목재 소재 표면에 흡착시키도록 할 수 있다.
- [0113] 상기 반응 가스를 공급하는 단계는 제1공정, 선택적으로 제1공정에서 생성된 부산물 및 잔류 반응가스를 배기시키는 제2공정을 포함할 수 있다.
- [0114] 상기 제1공정은 목재소재 표면에 흡착된 금속 전구체와 반응할 수 있는 반응가스를 도입하는 공정으로, 상기 제2금속 전구체와 반응 가스가 화학적으로 반응하여 금속 산화물 또는 금속 질화물 박막 형태로 형성될 수 있다. 보다 구체적으로, 금속 산화물 박막일 수 있으며, 상기 금속 산화물 박막이 형성됨으로써 상기 금속 산화물 박막과 목재 소재 간의 결합력이 향상될 수 있으며, 제1금속 입자 및 제2금속 산화물 각각의 촉매 작용이 현저하게 향상되어, 높은 활성산소의 생성 및 목재 소재의 뛰어난 항균성이 얻어질 수 있다.
- [0115] 상기 제1공정, 제2공정, 제3공정 및 제4공정을 포함하는 증착 사이클은 적어도 1회 이상 반복 수행될 수 있으며, 이를 통해 목재 소재 표면에 증착되는 제2금속 산화물 박막의 두께를 조절할 수 있다. 증착 사이클의 수는 1 내지 5000 cycle일 수 있으며, 상세하게는 10 내지 1000 cycle일 수 있으나 이에 제한받지 않는다.
- [0116] 상기 제2금속 산화물 박막은 상기 제1금속 전구체로 코팅된 목재 소재 표면에 1 nm 내지 100 nm의 두께로 형성된 것일 수 있으며, 상세하게는 10 nm 내지 50 nm의 두께로 형성된 것일 수 있으나 상기 수치범위에 제한받지 않는다.
- [0117] 상기 제1금속 전구체와 제2금속 전구체는 1:2 내지 1:8의 몰비로 포함될 수 있으며, 상세하게는 1:2 내지 1:6의 몰비로 포함될 수 있다.
- [0118] 상기 제1금속과 제2금속 산화물은 1:0.01 내지 1:50의 중량비로 포함될 수 있으며, 상세하게는 1:10 내지 1:30의 중량비로 포함될 수 있다.

- [0119] 또한 본 발명은 항균 목재 소재를 포함하는 가습기 또는 전자방향기 등의 항균 물품을 제공한다.
- [0121] 이하는 본 발명의 실시예들을 이용하여 더욱 명확히 설명한다. 본 발명의 실시예들을 통해 본 발명의 우수함을 실험적으로 보이나, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 예일 뿐, 본 발명이 제시되는 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0123] [실시예 1]
- [0124] 0.5 M의 질산은 용액 100 mL을 제조한 후 0.1 중량%의 폴리비닐폴리피롤리돈 수용액 5 ml를 첨가하여 은 전구체 수용액을 제조하였다. 목재의 상단부를 진공 펌프로 연결하여 감압하고, 목재의 나머지 부분을 은 전구체 수용액에 침지하여 6시간 동안 상온에서 유지한 후 건조하였다.
- [0125] 5 중량%의 에틸렌글리콜 수용액 100 mL을 제조한 후 상기 수용액에 질산은으로 함침된 목재를 30 °C에서, 6시간 동안 함침하여 질산은을 환원하고, 최종적으로 은 나노입자가 코팅된 목재소재를 제조하였다.
- [0127] [실시예 2]
- [0128] 플라즈마 강화 원자층 증착(PEALD) 장치를 이용하여 이산화티타늄 박막이 코팅된 목재 소재를 제조하였다. 구체적으로 목재 소재를 원자층 증착기에 장입하고, 200 mTorr의 압력 하에 3초 펄스로 티타늄 이소프로폭사이드(titanium tetraisopropoxide)를 30 sccm 유량으로 공급한 뒤, 10초간 노출하여 목재 소재에 흡착시킨 후 아르곤(Ar) 가스를 2000 sccm 유량으로 10초 동안 공급하여 퍼지하였다. 이후 반응가스로 산소(O₂)를 400 sccm 유량으로 10초 동안 플라즈마 상태로 공급하여 이산화티타늄 원자층을 형성하였다. 구체적으로, 플라즈마 파워는 120W이고 플라즈마의 조사량은 7 Wsec/cm²로 적용하였다. 이후 단계에서 아르곤(Ar) 가스를 2000 sccm 유량으로 10초 동안 공급하여 퍼지하였다. 이상의 방법을 1 cycle로 하여 200회 수행함으로써, 최종적으로 이산화티타늄 박막이 증착된 목재 소재를 제조하였다. 상기 이산화티타늄 박막의 두께는 50nm이었다.
- [0130] [실시예 3]
- [0131] 반응가스로 H₂O를 사용한 것 이외에는 실시예 2와 동일한 방법으로 실시하였다.
- [0133] [실시예 4]
- [0134] 실시예 1로 제조된 은 나노입자가 코팅된 목재 소재를 제조하고, 이어서 상기 은 나노입자가 코팅된 목재 소재에 상기 실시예 2와 동일한 재료 및 방법으로 이산화티타늄 박막을 증착하였다.
- [0136] [실시예 5]
- [0137] 반응가스로 H₂O를 사용한 것 이외에는 실시예 4와 동일한 재료 및 방법으로 실시하였다.
- [0139] [실험예 1]
- [0140] 은 나노입자/이산화티타늄 박막 코팅층의 항균력 시험을 다음과 같이 실시하였다.
- [0141] 페트리디쉬, Si 기판 및 은 나노입자/이산화티타늄이 코팅된 Si 기판 등의 각각의 시료 위에 대장균을 24시간 동안 배양한 후 대장균의 수를 측정하여 항균력을 평가하였다.
- [0142] 상기 은 나노입자/이산화티타늄이 코팅된 Si 기판은 다음과 같은 방법으로 코팅되었다. 먼저, 0.5 M의 질산은 용액 100 ml을 제조한 후 0.1 중량%의 폴리비닐폴리피롤리돈 수용액 5 ml를 첨가하여 제조된 은 전구체 수용액

에 5 중량%의 에틸렌글리콜 수용액 100 ml을 첨가하여 혼합하였고, 혼합용액을 Si 기판에 도포하고 50 °C에서 건조시켜 은 나노입자를 코팅하였다. 이후 은 나노입자가 코팅된 Si 기판에 이산화티타늄 박막을 증착하기 위해, 기재를 은 나노입자가 코팅된 Si 기판으로 하는 것 이외에는 실시예 2와 동일한 방법을 적용하여 증착하였다.

[0143]

각 시료에 배양된 초기 대장균 수는 모두 동일하게 1.3×10^4 이었으며, 페트리디쉬의 경우, 24시간 후 대장균 수가 1.3×10^6 로 증가되어 약 100배가 증가됨을 확인하였다. Si 기판의 경우에는 24시간 후 대장균 수가 2.2×10^5 로 증가되어 약 17배 증가됨을 확인하였으며, 은 나노입자/이산화티타늄이 코팅된 Si 기판의 경우는 24시간 후 약 99.995%의 대장균 수가 감소한 것을 확인하였다.