



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0000254
(43) 공개일자 2023년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03C 17/00 (2006.01) C03C 17/36 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C03C 17/002 (2013.01)
C03C 17/3605 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0082453
(22) 출원일자 2021년06월24일
심사청구일자 2021년06월24일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
성균관대학교산학협력단
경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균관대학교내)
(72) 발명자
박종혁
서울특별시 서초구 반포대로 275, 101동 2601호(반포동, 래미안퍼스티지아파트)
김성순
경기도 수원시 영통구 센트럴타운로 85, 101동 1001호(이의동, 광교C1 호반베르디움, Summit Place광교)
김정규
경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교 제2공학관 25505호(천천동)
(74) 대리인
특허법인충현

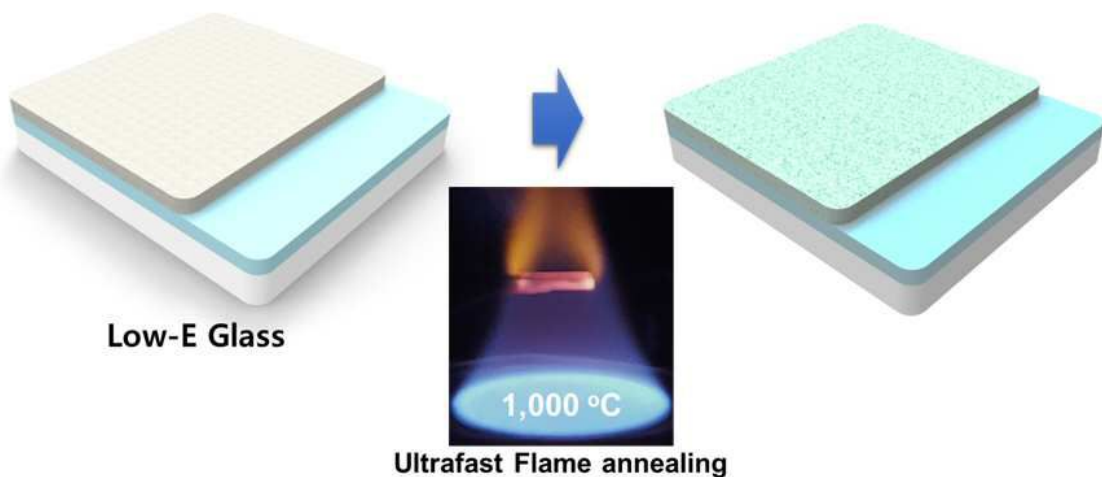
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 로이유리의 제조방법 및 이에 의해 제조된 로이유리

(57) 요약

본 발명은 로이유리의 제조방법 및 이에 의해 제조된 로이유리에 관한 것으로, 보다 상세하게는 금속 전도체층이 형성된 유리 기판의 표면 온도를 수 초 내에 고온으로 상승시키고, 상기 금속 전도체층에 선택적으로 불꽃 연소 공정을 수행함으로써 금속 전도체층의 결정성 및 자유전자의 밀도가 향상된 로이유리를 제조할 수 있다. 뿐만 아니라 불꽃 연소 공정 시 산화제 및 연료의 공연비 및 열처리 시간을 최적화하여 금속 전도체층 상에 유전체층을 균일하게 증착시킴으로써 로이유리의 열 전도도와 적외선 방사를 및 가시광선 투과율을 향상시킬 수 있으며, 이를 건축물에 적용 시 단열 성능 향상으로 에너지 효율을 높일 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C03C 17/366 (2013.01)

C03C 2217/73 (2013.01)

C03C 2218/10 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415171070
과제번호	20208510010310
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지국제공동연구사업
연구과제명	Flame 공정 기반 열관류율 1.0 W/m ² K 이하 로이유리 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2020.12.01 ~ 2023.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

유리 기판 상에 금속을 증착하여 금속 전도층을 형성하는 단계;

반응챔버 내에 금속 전도층이 형성된 유리 기판을 위치시키고, 산화제, 연료 및 금속전구체를 투입한 후 불꽃 연소 공정에 의해 금속 전도층 상에 유전층이 증착된 로이유리를 제조하는 단계; 및

상기 유전층이 증착된 로이유리를 냉각시키는 단계;

를 포함하는 로이유리의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금속 전도층은 Ag, Au, Al, Pt, Si 및 Zr로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 금속을 포함하는 것인 로이유리의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 산화제는 산소(O_2), 수소(H_2) 및 혼합공기(air)로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상인 것인 로이유리의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 연료는 메탄(CH_4), 에탄(C_2H_6), 프로판(C_3H_8) 및 부탄(C_4H_{10})으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 가연성 가스인 것인 로이유리의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 유전층이 증착된 로이유리를 제조하는 단계는 상기 산화제 및 연료의 공연비(air/fuel ratio)가 1:9 내지 9:1이 되도록 하여 투입하는 것인 로이유리의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 금속전구체는 Zn, Ti, Mo, W, Fe 및 Cu로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 금속 이온을 포함하는 전구체인 것인 로이유리의 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 유전체층은 산화아연(ZnO), 이산화티타늄(TiO_2), 삼산화몰리브덴(MoO_3), 삼산화텅스텐(WO_3), 산화철($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) 및 산화구리(CuO)로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 금속산화물을 포함하는 것인 로이유리의 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 유전체층이 증착된 로이유리를 제조하는 단계에서 불꽃 연소 공정은 600 내지 2000 $^{\circ}\text{C}$ 에서 25 내지 85초 동안 수행하는 것인 로이유리의 제조방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 유전체층은 두께가 5 nm 내지 5 μm 인 것인 로이유리의 제조방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 금속 전도체층은 Ag 금속을 포함하고,

상기 산화제는 산소(O_2)이고,

상기 연료는 메탄(CH_4)이고,

상기 유전체층이 증착된 로이유리를 제조하는 단계는 상기 산화제 및 연료의 공연비(air/fuel ratio)가 4:6 내지 6:4가 되도록 하여 투입하는 것이고,

상기 불꽃 연소 공정은 900 내지 1100 $^{\circ}\text{C}$ 에서 50 내지 70초 동안 수행하고,

상기 금속전구체는 Zn 이온을 포함하는 전구체이고,

상기 유전체층은 산화아연(ZnO)을 포함하고,

상기 유전체층은 두께가 50 내지 60 nm인 것인 로이유리의 제조방법.

청구항 11

유리 기판;

상기 유리 기판 상에 형성된 금속 전도체층; 및

상기 금속 전도체층 상에 형성된 유전체층;을 포함하고,

상기 유전체층은 반응챔버 내에 금속 전도체층이 형성된 유리 기판을 위치시키고, 산화제, 연료 및 금속전구체를 투입한 후 불꽃 연소 공정에 의해 금속 전도체층 상에 증착되어 형성된 것인 로이유리.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 금속 전도체층은 Ag, Au, Al, Pt, Si 및 Zr로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 금속을 포함하는 것인 로이유리.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 유전체층은 산화아연(ZnO), 이산화티타늄(TiO₂), 삼산화몰리브덴(MoO₃), 삼산화텅스텐(WO₃), 산화철(α -Fe₂O₃) 및 산화구리(CuO)로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 금속산화물을 포함하는 것인 로이유리.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 유전체층은 두께가 5 nm 내지 5 μ m인 것인 로이유리.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 로이유리의 제조방법 및 이에 의해 제조된 로이유리에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 로이유리는 스퍼터링(Sputtering) 공정을 통해 기 제작된 판유리 위에 전도성 나노 박막을 코팅하는 방법으로 제조된다. 하지만 이러한 제조방법은 필연적으로 진공 공정이 필요하여 높은 생산 비용이 드는 문제가 있으며, 코팅층의 낮은 안정성과 성능 개선을 위한 추가적인 열처리 공정이 필요하다는 단점이 있다.

[0003] 기존에는 로이유리의 성능을 향상시키는 방법으로 Ag층의 두께를 증가시키는 방법, 열 강화를 통해 Ag층을 결정화하는 방법이 있었다. 그러나 Ag층의 두께를 증가시키는 방법은 Ag층의 두께가 증가하면 자유전자가 증가하여 방사율이 낮아지는 반면에 가시광선 투과율이 급격히 감소하므로 주거용도에 적합하지 않고, 제조비용이 상승하는 단점이 있다.

[0004] 또한 열 강화를 통해 Ag층을 결정화하는 방법은 비강화 유리 전체를 강화로에서 650 $^{\circ}$ C 이상의 온도로 열 강화시키는 경우 유리 전체를 가열함으로써 에너지가 많이 소모될 뿐만 아니라 유리 자체의 강화로 인한 후속 절단과 가공 공정이 불가능한 문제가 있다.

[0005] 따라서 기존 스퍼터링 기반의 로이유리가 가지는 낮은 적외선 방사율과 추가적인 열처리 공정, 높은 생산 비용 등의 문제들을 개선하기 위한 새로운 기술 개발이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2001993호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상기와 같은 문제 해결을 위하여, 본 발명은 불꽃 연소 공정을 이용하여 금속 전도체층 상에 유전체층이 균일하게 증착된 로이유리의 제조방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0008] 또한 본 발명은 열 전도도와 적외선 방사율 및 가시광선 투과율이 고르게 향상된 로이유리를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은 유리 기판 상에 금속을 증착하여 금속 전도체층을 형성하는 단계; 반응챔버 내에 금속 전도체층이 형성된 유리 기판을 위치시키고, 산화제, 연료 및 금속전구체를 투입한 후 불꽃 연소 공정에 의해 금속 전도체층 상에 유전체층이 증착된 로이유리를 제조하는 단계; 및 상기 유전체층이 증착된 로이유리를 냉각시키는 단계;를 포함하는 로이유리의 제조방법을 제공한다.

[0010] 또한, 본 발명은 유리 기판; 상기 유리 기판 상에 형성된 금속 전도체층; 및 상기 금속 전도체층 상에 형성된 유전체층;을 포함하고, 상기 유전체층은 반응챔버 내에 금속 전도체층이 형성된 유리 기판을 위치시키고, 산화제, 연료 및 금속전구체를 투입한 후 불꽃 연소 공정에 의해 금속 전도체층 상에 증착되어 형성된 것인 로이유리를 제공한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따른 로이유리의 제조방법은 금속 전도체층이 형성된 유리 기판의 표면 온도를 수 초 내에 고온으로 상승시키고, 상기 금속 전도체층에 선택적으로 불꽃 연소 공정을 수행함으로써 금속 전도체층의 결정성 및 자유전자의 밀도가 향상된 로이유리를 제조할 수 있다.

[0012] 또한 본 발명에 따른 로이유리는 불꽃 연소 공정 시 산화제 및 연료의 공연비 및 열처리 시간을 최적화하여 금속 전도체층 상에 유전체층을 균일하게 증착시킴으로써 로이유리의 열 전도도와 적외선 방사율 및 가시광선 투과율을 향상시킬 수 있으며, 이를 건축물에 적용 시 단열 성능 향상으로 에너지 효율을 높일 수 있다.

[0013] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과로 한정되지 않는다. 본 발명의 효과는 이하의 설명에서 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명에 따른 로이유리의 제조방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예 1 내지 7에서 제조된 로이유리의 불꽃 연소 공정 시간에 따른 적외선 방사율을 비교한 그래프이다.

도 3은 본 발명의 실시예 1의 로이유리(Bare)와 실시예 5의 산화아연(ZnO) 유전체층이 형성된 로이유리(Flame)에 대하여 200 내지 800 nm의 파장범위에서의 가시광선 확산 투과율(diffuse transmittance)을 비교한 그래프이다.

도 4는 본 발명의 실시예 1(0초), 4(30초), 5(60초) 및 7(120초)에서 제조된 로이유리의 SEM 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하에서는 본 발명을 하나의 실시예로 더욱 상세하게 설명한다.

[0016] 본 발명은 로이유리의 제조방법 및 이에 의해 제조된 로이유리에 관한 것이다.

[0017] 본 발명에서 로이유리(low-emissivity glass)는 은(Ag)과 같은 적외선 영역에서의 방사율이 높은 금속을 포함하는 저방사(low-emissivity) 유리를 말한다.

[0018] 앞서 설명한 바와 같이, 기존의 로이유리는 스퍼터링 공정에 의해 판유리 상에 전도성 나노 박막층을 형성하였다. 그러나 이러한 스퍼터링 기반의 로이유리는 높은 균일도의 막과 연속 공정이 가능한 이점이 있으나, 생산 비용이 많이 들고, 낮은 결정성을 가지며 적외선 반사율 성능 개선을 위해 추가적인 열처리 공정이 요구된다. 또한 열처리에 의해 유리가 강화될 경우 절단 및 가공이 불가능하기 때문에 절단 및 가공 공정이 선행으로 이루어진 후에 소규모로 열처리해야 하는 어려움이 있다.

[0019] 이에 본 발명에서는 금속 전도체층이 형성된 유리 기판의 표면 온도를 수 초 내에 고온으로 상승시키고, 상기 금속 전도체층에 선택적으로 불꽃 연소 공정을 수행함으로써 금속 전도체층의 결정성 및 자유전자의 밀도가 향상된 로이유리를 제조할 수 있다. 또한 상기 로이유리는 불꽃 연소 공정 시 산화제 및 연료의 공연비 및 열처리 시간을 최적화하여 금속 전도체층 상에 유전체층을 균일하게 증착시킴으로써 로이유리의 열 전도도와 적외선 방

사율 및 가시광선 투과율을 고르게 향상시킬 수 있으며, 이를 건축물에 적용 시 단열 성능 향상으로 에너지 효율을 높일 수 있다. 나아가 불꽃을 발생시키고 크기 및 모양을 제어할 수 있는 버너, MFC 등의 불꽃 장비를 통해 목적에 맞는 효과적인 열처리 공정을 실현할 수 있는 장점이 있다.

- [0020] 구체적으로 본 발명은 유리 기판 상에 금속을 증착하여 금속 전도체층을 형성하는 단계; 반응챔버 내에 금속 전도체층이 형성된 유리 기판을 위치시키고, 산화제, 연료 및 금속전구체를 투입한 후 불꽃 연소 공정에 의해 금속 전도체층 상에 유전체층이 증착된 로이유리를 제조하는 단계; 및 상기 유전체층이 증착된 로이유리를 냉각시키는 단계;를 포함하는 로이유리의 제조방법을 제공한다.
- [0021] 상기 유리 기판은 통상의 유리를 제한없이 사용할 수 있으며, 사용 목적에 따라 2 내지 8 mm의 두께를 가지는 유리를 사용할 수 있다.
- [0022] 상기 금속 전도체층을 형성하는 단계는 유리 기판 상에 금속 전도체층을 형성함으로써 상기 유리 기판에 우수한 열 전도성을 부여하는 동시에 적외선 영역에서 높은 반사율을 보여 이를 건축물에 적용 시 단열 성능을 높일 수 있다. 상기 금속 전도체층을 구성하는 금속의 구체적인 예로는 Ag, Au, Al, Pt, Si 및 Zr로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 금속을 포함할 수 있다. 바람직하게는 상기 금속 전도체층은 Ag, Au 및 Al로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 금속, 가장 바람직하게는 Ag 금속을 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 유전체층이 증착된 로이유리를 제조하는 단계는 반응챔버 내에 금속 전도체층이 형성된 유리 기판을 위치시키고, 산화제, 연료 및 금속전구체를 투입한 후 불꽃 연소 공정에 의해 상기 금속 전도체층 상에 유전체층을 증착시킬 수 있다.
- [0024] 이때, 상기 산화제는 상기 불꽃 연소 공정 시 연료의 충분한 연소를 돕기 위해 투입될 수 있으며, 구체적으로 산소(O_2), 수소(H_2) 및 혼합공기(air)로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상인 것을 사용할 수 있다.
- [0025] 상기 연료는 불꽃을 형성하기 위한 연료로 사용되며, 메탄(CH_4), 에탄(C_2H_6), 프로판(C_3H_8) 및 부탄(C_4H_{10})으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 가연성 가스를 사용할 수 있다.
- [0026] 상기 산화제 및 연료는 공연비(air/fuel ratio)가 1:9 내지 9:1, 바람직하게는 3:7 내지 7:3, 더욱 바람직하게는 4:6 내지 6:4, 가장 바람직하게는 5:5가 되도록 비율을 조절하여 투입할 수 있다. 이때, 상기 공연비를 일정하게 통제하지 못 할 경우 반응챔버 내에서 산화 및 환원 분위기를 적절하게 조성하는 것이 어려울 수 있고, 불꽃의 온도 구배가 형성될 때 최대 온도를 600 내지 2000 °C까지의 넓은 범위로 조절하는 것이 어려울 수 있다. 이로 인해 상기 금속 전도체층 상에 유전체층이 균일하게 형성되지 않을 수 있다.
- [0027] 상기 유전체층이 증착된 로이유리를 제조하는 단계는 금속 전도체층이 형성된 유리 기판을 금속전구체 및 불꽃의 상부에 위치시키는 것이 바람직하며, 이때 상기 금속전구체가 불꽃에 의해 산화 금속 증기를 형성하여 상기 금속 전도체층 상에 증기-고체(vapor-solid) 메커니즘에 의해 유전체층을 증착시킬 수 있다. 이때, 상기 금속전구체는 Zn, Ti, Mo, W, Fe 및 Cu로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 금속 이온, 바람직하게는 Zn, Ti 또는 이들의 혼합물, 가장 바람직하게는 Zn 이온을 포함하는 전구체일 수 있다.
- [0028] 상기 유전체층은 상기 금속 전도체층을 물리적 및 화학적으로 보호하기 위한 보호층 역할을 할 수 있으며, 구체적으로 산화아연(ZnO), 이산화티타늄(TiO_2), 삼산화몰리브덴(MoO_3), 삼산화텅스텐(WO_3), 산화철($\alpha-Fe_2O_3$) 및 산화구리(CuO)로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 금속산화물을 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 유전체층이 증착된 로이유리를 제조하는 단계에서는 산화제와 연료, 가스라인, 작업의 안전성을 고려하여 불꽃 연소 공정 시 흡 후드 및 캐비닛을 추가하여 수행할 수 있으며, 상기 불꽃 연소 공정은 연료의 산화에 따라 발생하는 열을 불꽃 형태로 열처리에 적용하는 기술이므로 연료 또는 산화제의 유량에 따라 불꽃의 세기, 산화 및 환원 분위기 하에서 수행될 수 있다.
- [0030] 상기 불꽃 연소 공정(Flame combustion process)은 연료 및 산화제의 연소에 의해 고온의 불꽃으로 어닐링(annealing)하는 공정일 수 있다. 구체적으로 상기 불꽃 연소 공정은 연소 시 형성되는 불꽃이 온도구배를 형성하며, 불꽃의 높이에 따라 특정 온도에서의 열처리가 가능한 이점이 있다. 또한 상기 산화제 및 연료의 공연비를 최적화함으로써 열처리 대상인 유리 기판을 화학적으로 산화 또는 환원 분위기에서 수행할 수 있다. 특히 상기 불꽃 연소 공정은 수초 이내의 초고온 열처리를 통해 높은 열 플럭스를 제공하기 때문에 유리 기판 표면을 효과적으로 열처리가 가능하다. 이에 따라 기존의 가열로를 통한 열처리에 비해 매우 효율적으로 선택적 열처리가 가능한 이점이 있다. 또한 전구체 종류 및 연소공정의 조건을 목적에 맞게 조절함으로써 상기 유전체층을 1

차원, 2차원, 3차원 형태의 나노구조체로 증착시킬 수 있다.

- [0031] 이 밖에도 상기 불꽃 연소 공정은 로이유리를 절단 및 가공하기 전인 제조 라인에서 적용이 가능하며, 유리는 강화시키지 않고 선택적 열처리에 의해 금속 전도체층의 결정성만을 강화시키고 금속 전도체층 상에 균일한 유전체층을 형성하여 성능 및 안정성을 향상시킬 수 있으며, 스퍼터링 공정에 비해 생산 비용을 감축할 수 있다.
- [0032] 상기 불꽃 연소 공정은 600 내지 2000 °C에서 25 내지 85초, 바람직하게는 850 내지 1200 °C에서 30 내지 80초, 더욱 바람직하게는 900 내지 1100 °C에서 50 내지 70초, 가장 바람직하게는 1000 °C에서 60초 동안 수행할 수 있다. 특히 상기 불꽃 연소 공정이 1000 °C에서 60초 동안 수행될 때 높은 적외선 방사 성능과 가시광선 투과도 성능 향상을 가질 수 있다.
- [0033] 이때, 상기 연소 온도가 600 °C 미만이거나, 연소 시간이 25초 미만이면 상기 금속 전도체층이 낮은 결정성을 가지면서 유전체층이 균일하게 형성되지 않아 적외선 방사율이 저하될 수 있다. 반대로 연소 온도가 2000 °C 초과이거나, 연소 시간이 85초 초과인 경우 유전체층이 과도한 두께로 형성되어 적외선 방사율 및 가시광선 투과율이 급격하게 저하될 수 있다.
- [0034] 상기 유전체층이 증착된 로이유리를 냉각시키는 단계는 유전체층 증착이 완료된 후 냉각시킬 수 있다. 상기 냉각은 저속 냉각법, 일반 냉각법 및 급속 냉각법 중에서 선택된 하나 이상의 방법으로 냉각시킬 수 있으며, 바람직하게는 3단계에 걸쳐 냉각시킬 수 있다. 구체적으로 상기 3단계 냉각은 불꽃으로부터 낮은 온도로 순차적으로 위치시킴으로써 1차 냉각시키는 저속 냉각법, 불꽃의 최상부로 즉시 이동시켜 2차 냉각시키는 일반 냉각법 및 공기 중으로 빠르게 3차 냉각시키는 급속 냉각법을 차례로 수행하여 냉각시킬 수 있다.
- [0035] 이러한 상기 냉각법들은 로이유리의 유전체층의 구성 및 두께, 유리 기판의 두께, 최종 수득된 로이유리의 형태에 따라 맞춤 적용할 수 있으며, 각 냉각법에 따라 유전체의 결정립(Grain), 결정립계(Grain boundary) 등을 조절할 수 있다.
- [0036] 상기 유전체층은 두께가 5 nm 내지 5 μm, 바람직하게는 10 내지 200 nm, 더욱 바람직하게는 50 nm 내지 150 nm, 가장 바람직하게는 50 내지 60 nm일 수 있다. 이때, 상기 유전체층의 두께가 상기 범위를 만족하지 않는 경우 금속 전도체층이 공기중에 노출되어 부식되거나 물리적 또는 화학적 안정성이 저하될 수 있다.
- [0037] 특히, 하기 실시예 또는 비교예 등에는 명시적으로 기재하지는 않았지만, 본 발명에 따른 로이유리의 제조방법에 있어서 하기 조건들을 달리하여 제조된 로이유리를 이용하여 열 전도도, 차폐계수 및 열관류율 실험을 추가로 실시하였다.
- [0038] 그 결과, 다른 조건 및 다른 수치 범위에서와는 달리, 아래 8가지 조건을 모두 만족하였을 때 로이유리의 열 전도도, 차폐계수 및 열관류율의 성능이 고르게 우수한 수치를 나타냄으로써 상기 로이유리를 건축물에 적용 시 단열 성능 및 내구성을 현저하게 향상시킬 수 있음을 알 수 있었다.
- [0039] ① 상기 금속 전도체층은 Ag 금속을 포함하고, ② 상기 산화제는 산소(O₂)이고, ③ 상기 연료는 메탄(CH₄)이고, ④ 상기 유전체층이 증착된 로이유리를 제조하는 단계는 상기 산화제 및 연료의 공연비(air/fuel ratio)가 4:6 내지 6:4가 되도록 하여 투입하는 것이고, ⑤ 상기 불꽃 연소 공정은 900 내지 1100 °C에서 50 내지 70초 동안 수행하고, ⑥ 상기 금속전구체는 Zn 이온을 포함하는 전구체이고, ⑦ 상기 유전체층은 산화아연(ZnO)을 포함하고, ⑧ 상기 유전체층은 두께가 50 내지 60 nm일 수 있다.
- [0040] 다만, 상기 8가지 조건 중 어느 하나라도 충족되지 않는 경우에는 로이유리의 열 전도도가 저하되거나, 차폐계수 및 열관류율 성능이 저하되었고, 자외선 방사율이 감소하는 것을 확인하였다.
- [0041] 도 1은 본 발명에 따른 로이유리의 제조방법을 개략적으로 나타낸 도면이다. 상기 도 1을 참조하면, 유리 기판 상에 금속 전도체층이 형성되어 있고, 이를 불꽃 연소 공정에 의해 열처리하여 상기 금속 전도체층 상에 결정성이 향상된 유전체층이 형성된 것을 보여준다.
- [0042] 이상과 같이, 상기 로이유리의 제조방법은 불꽃 연소 공정 중 불꽃의 온도구배에 따른 처리 온도, 처리 시간 및 냉각 방법을 조절함으로써 로이유리의 열 전도도, 적외선 방사율 및 가시광선 투과율의 성능을 조절할 수 있으며, 불꽃 연소 공정은 매우 높은 열 플럭스(heat flux)를 제공하기 때문에 짧은 처리 시간으로 높은 성능의 로이유리 제조가 가능하다. 뿐만 아니라 로이유리의 금속 전도체층에 국부적으로 열을 가하기 때문에 유리 기판의 강화를 피하고 후속 절단 및 가공 공정이 가능한 이점이 있다.
- [0043] 또한, 본 발명은 유리 기판; 상기 유리 기판 상에 형성된 금속 전도체층; 및 상기 금속 전도체층 상에 형성된 유

전체층;을 포함하고, 상기 유전체층은 반응챔버 내에 금속 전도체층이 형성된 유리 기판을 위치시키고, 산화제, 연료 및 금속전구체를 투입한 후 불꽃 연소 공정에 의해 금속 전도체층 상에 증착되어 형성된 것인 로이유리를 제공한다.

[0044] 상기 금속 전도체층을 구성하는 금속의 구체적인 예로는 Ag, Au, Al, Pt, Si 및 Zr로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 금속을 포함할 수 있다. 바람직하게는 상기 금속 전도체층은 Ag, Au 및 Al로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 금속, 가장 바람직하게는 Ag 금속을 포함할 수 있다.

[0045] 상기 유전체층은 상기 금속 전도체층을 물리적 및 화학적으로 보호하기 위한 보호층 역할을 할 수 있으며, 구체적으로 산화아연(ZnO), 이산화티타늄(TiO₂), 삼산화몰리브덴(MoO₃), 삼산화텅스텐(WO₃), 산화철(α -Fe₂O₃) 및 산화구리(CuO)로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 금속산화물을 포함할 수 있다.

[0046] 상기 유전체층은 두께가 5 nm 내지 5 μ m, 바람직하게는 10 내지 200 nm, 더욱 바람직하게는 50 nm 내지 150 nm, 가장 바람직하게는 50 내지 60 nm일 수 있다.

[0047] 이하 본 발명을 실시예에 의거하여 더욱 구체적으로 설명하겠는 바, 본 발명이 다음 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0048] 실시예 1 내지 7: 로이유리 제조

[0049] 유리 기판 상에 Ag을 증착하여 Ag 전도체층을 형성하였다. 그 다음 상기 Ag 전도체층이 형성된 유리 기판을 반응챔버 내 최상부에 위치시키고, 산화제인 혼합공기(Air)와 연료인 메탄(CH₄)의 불꽃 공연비(불꽃 반응에 참여하는 공기: 연료의 중량비)가 5:5가 되도록 하여 투입하였다. 그 다음 금속전구체인 산화아연 전구체를 불꽃에 위치시켜 산화 금속 증기를 형성시키고, 1000 °C에서 0초(실시예 1), 10초(실시예 2), 20초(실시예 3), 30초(실시예 4), 60초(실시예 5), 90초(실시예 6) 및 120 초(실시예 7) 동안 각각 초고속 불꽃 어닐링(Ultrafast Flame annealing)을 실시하여 상기 로이유리의 Ag 전도체층 상에 산화 금속 증기의 응축으로 50 nm 두께의 산화아연(ZnO) 유전체층이 형성된 로이유리를 제조하였다. 그 다음 제조된 로이유리는 30초 동안 1차 냉각시키고, 이어서 챔버 내부에서 3분 동안 2차 냉각시킨 후 실온에서 완전히 3차 냉각시켰다.

[0050] 실험예 1: 불꽃 연소 공정 시간에 따른 적외선 방사율 및 가시광선 투과도 분석

[0051] 상기 실시예 1 내지 7에서 제조된 로이유리에 대하여 불꽃 연소 공정 시간에 따른 적외선 방사율 및 가시광선 투과율을 확인하기 위해 방사율 측정장치와 자외부/가시부 분광광도계(UV-Vis spectrophotometer) 장비를 이용하여 분석하였다. 그 결과는 도 2 및 3에 나타내었다.

[0052] 도 2는 상기 실시예 1 내지 7에서 제조된 로이유리의 불꽃 연소 공정 시간에 따른 적외선 방사율을 비교한 그래프이다. 상기 도 2를 참조하면, 불꽃 연소 공정 시간이 30초(실시예 4) 및 60초(실시예 5)일 때 적외선 방사율이 12% 이상으로 높은 수치를 보이는 것을 확인하였으며, 특히 상기 60초(실시예 5)일 때 적외선 방사율이 약 16%로 가장 우수한 것을 확인하였다.

[0053] 반면에 상기 불꽃 연소 공정 시간이 30초(실시예 4) 이하인 경우 유리기판 표면이 충분히 열처리 되지 않아 결정성이 낮았고, 60초(실시예 5)를 벗어난 경우 유리기판의 물성변화로 인하여 적외선 방사율이 10% 이하의 급격하게 낮은 수치를 보이는 것을 확인하였다.

[0054] 도 3은 상기 실시예 1의 로이유리(Bare)와 실시예 5의 산화아연(ZnO) 유전체층이 형성된 로이유리(Flame)에 대하여 200 내지 800 nm의 파장범위에서의 가시광선 확산 투과율(diffuse transmittance)을 비교한 그래프이다. 상기 도 3을 참조하면, 불꽃 연소 공정을 실시한 상기 실시예 5의 로이유리가 상기 실시예 1의 로이유리(Bare)와 비교하여 불꽃 연소에 의한 열처리에도 가시광선 확산 투과율이 저하되지 않았으며, 오히려 향상된 수치를 보이는 것을 확인하였다.

[0055] 실험예 2: 불꽃 연소 공정 시간에 따른 SEM 분석

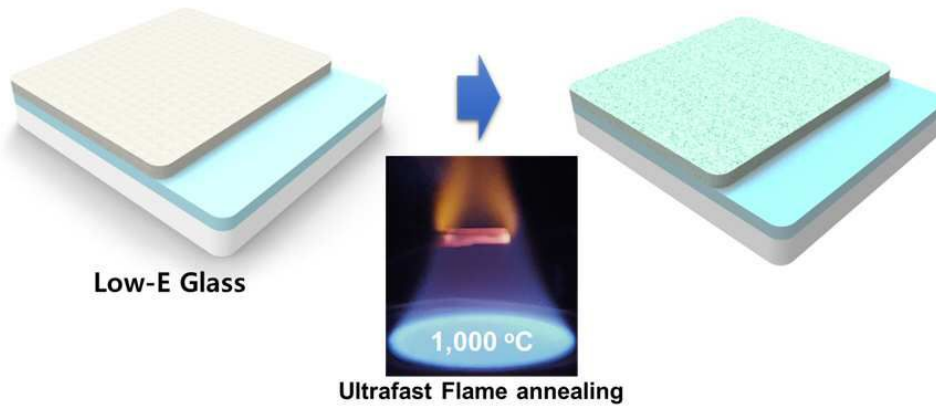
[0056] 상기 실시예 1(0초), 4(30초), 5(60초) 및 7(120초)에서 제조된 로이유리에 대하여 표면 구조를 분석하기 위해 SEM을 이용하여 확인하였으며, 그 결과는 도 4에 나타내었다.

[0057] 도 4는 상기 실시예 1(0초), 4(30초), 5(60초) 및 7(120초)에서 제조된 로이유리의 SEM 사진이다. 상기 도 4를 참조하면, 상기 실시예 1(0초) 및 7(120초)의 경우 불꽃 연소 공정을 전혀 실시하지 않거나, 120초로 과도하게 실시함으로써 로이유리의 Ag 도전체층 상에 산화아연 유전체층이 과도하게 형성됨으로써 균일하지 않고 표면 특

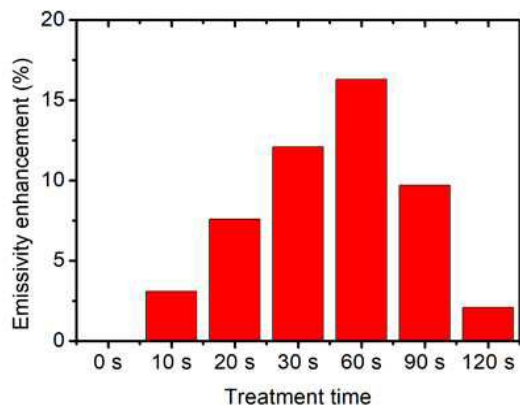
성이 좋지 않게 형성된 것을 알 수 있었다. 반면에 상기 실시예 4(30초) 및 5(60초)의 경우 로이유리의 Ag 도전체층 상에 산화아연 유전체층이 균일하게 형성된 것을 확인할 수 있었다.

도면

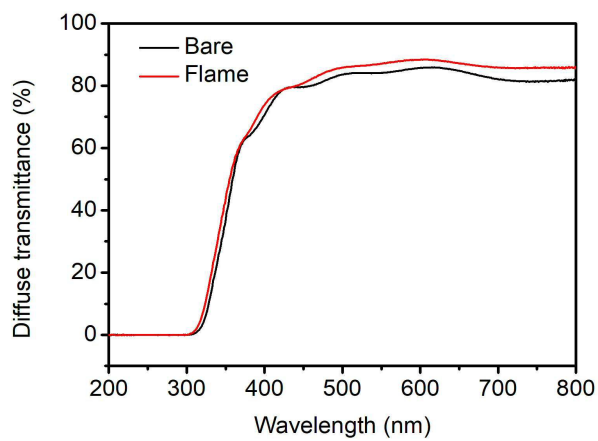
도면1



도면2



도면3



도면4

