(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2021 년 10 월 14 일 (14.10.2021)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2021/206474 A1

(51) 국제특허분류:
F28F 13/18 (2006.01) *C09D 201/00* (2006.01)
F24F 5/00 (2006.01) *C09D 7/61* (2018.01)
C09D 1/00 (2006.01) *C09D 5/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2021/004422

(22) 국제출원일: 2021 년 4 월 8 일 (08.04.2021)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2020-0044215 2020 년 4 월 10 일 (10.04.2020) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (**KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION**) [KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).

(72) 발명자: 이헌 (**LEE, Heon**); 06584 서울시 서초구 동광로 89-5, 105동 602호, Seoul (KR). 손수민 (**SON, Soo Min**); 02857 서울시 성북구 안암로9가길 25, 302호, Seoul (KR). 채동우 (**CHAE, Dong Woo**); 05367 서울시 강동구 진황도로61길 7, 102동 1101호, Seoul (KR). 임한규 (**LIM, Han Gyu**); 01363 서울시 도봉구 해등로 264, 104동 310호, Seoul (KR).

(74) 대리인: 김연권 (**KIM, Youn Gwon**); 05836 서울시 송파구 법원로 127 문정대명벨리온 15층 1501호 및 1502호, Seoul (KR).

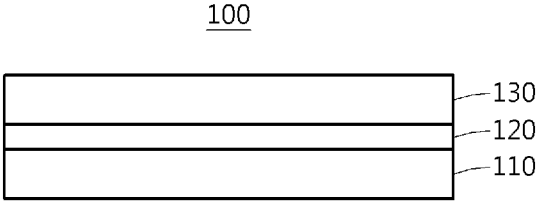
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: RADIATION COOLING DEVICE USING CERAMIC NANOPARTICLE MIXTURE

(54) 발명의 명칭: 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자



(57) Abstract: The present invention pertains to: the technical idea of cooling the surface of a material or lowering the internal temperature beneath the material by radiating the heat beneath a device to the outside while minimizing the absorption of solar spectrum light; and a technique for developing a material that has high transmittance or high reflectance of incident sunlight, and has selectively high absorption for the wavelength range of 8-13 μm corresponding to the atmospheric window.

(57) 요약서: 본 발명은 태양광 스펙트럼의 빛을 흡수를 최소화하면서 동시에 소자 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 내부 온도를 냉각하는 기술적 사상에 관한 것으로서, 입사태양광에 대하여 높은 투과율이나 높은 반사율을 갖으며 대기의 창 구간에 해당하는 8μm 내지 13μm의 파장 범위에 대하여 선택적으로 높은 흡수율을 갖는 소재를 개발하는 기술에 관한 것이다.

WO 2021/206474 A1

명세서

발명의 명칭: 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자

기술분야

[1] 본 발명은 태양광 스펙트럼의 빛을 흡수를 최소화하면서 동시에 소자 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 내부 온도를 냉각하는 기술적 사상에 관한 것으로서, 입사태양광에 대하여 높은 투과율이나 높은 반사율을 갖으며 대기의 창 구간에 해당하는 8μm 내지 13μm의 파장 범위에 대하여 선택적으로 높은 흡수율을 갖는 소재를 개발하는 기술에 관한 것이다.

배경기술

[2] 수동형 복사 냉각(Radiative Cooling) 소자는 낮 동안 태양 빛에 해당하는 파장(0.3-2.5μm)를 반사하고 우주 밖으로 빠져나갈 수 있는 복사열(8-13μm) 에너지를 방사하여 수동적으로 냉각될 수 있다.

[3] 한편, 수동형 복사 가열(Radiative Heating) 소자는 낮 동안 태양 빛에 해당하는 파장(0.3-2.5μm)를 흡수하고 우주 밖으로 빠져나갈 수 있는 복사열(8- 13μm) 에너지는 잘 흡수하지 않아 수동적으로 가열될 수 있다.

[4] 수동형 냉각 소자의 효율은 소자 자체의 광특성 측정을 통해서 확인 할 수 있다.

[5] 열 방출을 위해서는 장파장 적외선 영역에서의 높은 흡수율 또는 방사율을 가짐에 따라 우주로 열을 잘 내뿜을 수 있어야 한다.

[6] 플랑크 분포(Planck distribution)에 의하면 300K의 온도 일 때 파장 6-20㎛ 영역에서 최대로 열을 방출할 수 있는 조건을 가지게 된다. 지구의 경우에는 대기의 창(sky window) 영역이 약 8-13㎛ 영역이므로, 수동형 냉각 소자의 열 방출 능력을 최대치로 올리기 위해서는 8-13㎛ 영역에서의 흡수율 또는 방사율이 최대치가 되어야 한다.

[7] 대기의 창 파장 범위에서의 적외선 방사가 실질적인 열방출에 의한 복사냉각을 달성하는데 핵심적인 역할을 수행한다. 파장 범위가 자외선-가시광선-근적외선이 입사하는 태양광(태양으로부터 방사되는)을 100% 반사시키고 대기의 창 구간인 8㎛-13㎛ 영역대의 장파장 적외선을 외부로 100% 방사시킬 수 있다면, 300K의 주변 온도일 때 158W/m^{2}의 냉각성능이 에너지 소모 없이 구현할 수 있다.

[8] 태양광의 95% 반사시키고, 8㎛-13㎛ 영역의 중적외선을 90% 이상 외부로 방사시키면 주변 온도가 300K 일 때 낮에는 (즉, 태양에 의한 광흡수 존재) 100W/m^{2}의 냉각성능을 그리고 태양에 의한 광흡수가 없는 밤에는 120W/m^{2}의 냉각성능을 구현할 수 있다.

[9] 수동형 복사냉각 소재로 사용되기 위해서는 입사 태양광인 UV-vis-NIR 파장 범위의 빛에 대하여 높은 투과율을 갖거나 높은 반사율을 갖아 입사 태양광을 흡수하지 않아야 하며, 대기의 창 구간인 8-13㎛ 영역대의 장파장 적외선에

대하여 높은 흡수(방사)율을 갖아야 하며, 이외에도 옥외(outdoor) 조건에서 높은 내구성 (안정성, 내식성)을 갖아야 하고, 사용되는 물질이 값싸고 풍부하게 존재해야 하며, 값싸고 쉬운 공정으로 대면적에 성형이 가능하여야 한다.

[10] 폴리머 소재의 경우 일반적으로 장파장 적외선에 대하여 높은 흡수율(방사율)을 갖으나 재료의 특성상 옥외에 방치 시 자외선, 습기 등으로 쉽게 열화되어 수명이 짧다는 단점이 존재한다.

[11] 무기물 소재(예: 세라믹 소재)의 다층박막을 이용하는 경우 소재의 수명 및 안정성은 보장되나 진공증착 공정 등이 필요하여 생산단가가 높아지고 대면적 제작이 제한될 수 있다.

[12] 만약, 대기의 창 구간의 전 영역에서 높은 흡수율(방사율)을 갖는 소재가 있고 이 소재가 옥외에서 높은 안정성을 갖고 저가이며 대면적 성형공정이 가능하다면 가장 이상적인 수동형 복사냉각 소재이나 현실에서 이러한 소재는 부재하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[13] 본 발명은 대기의 창에 해당하는 파장 범위 내에서 부분적으로 높은 방사율을 가지는 구간에 따라 혼합된 세라믹 나노입자 혼합물을 이용하여 적외선 방사층을 구성하여 고분자 기반의 복사 냉각 소자에 대비하여 높은 방사율을 구현하는 것을 목적으로 한다.

[14] 본 발명은 태양 빛이 비치는 낮(day time)이나 태양광이 비치지 않는 밤(night time)에도 에너지 소모 없이 주변온도 이하로 냉각시켜, 건축, 자동차 등의 냉각이 필요한 물질의 외부 표면에 적용되어 에너지 소모 없이 냉각기능을 수행하는 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[15] 본 발명은 기존의 에너지를 이용하는 냉각 시스템에 동시에 적용되어 냉각 시스템의 에너지 효율을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

[16] 본 발명은 세라믹 나노입자 혼합물의 낮은 단가에 기반하여 용액 공정이 가능하고, 용액 공정이 가능함에 따라 값싼 플라스틱, 금속 기판에서부터 실리콘, 유리 등 다양한 기판에 적용 가능한 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[17] 본 발명은 나노입자 물질들이 세라믹 소재 특성상 우수한 화학적 안정성과 기계적 특성(강도 및 경도)를 가짐에 따라 장시간에 걸친 외부환경 노출에서도 안정적인 복사 냉각 특성을 나타내는 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

[18] 본 발명의 일실시예에 따르면 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자는 금속 물질로 형성되어 태양광을 반사하는 태양광 반사층 및 대기의 창에 해당하는 파장 범위에서의 흡수율을 고려하여 결정된 크기, 두께 및 무게분율 중

어느 하나에 기초하여 복수의 세라믹 나노입자가 혼합되어 형성되고, 상기 파장 범위에서의 적외선을 흡수 및 방사하는 적외선 방사층을 포함할 수 있다.

[19] 상기 적외선 방사층은, 제1 파장 범위에서 제1 고유 방사율을 갖는 제1 세라믹 나노입자, 제2 파장 범위에서 제2 고유 방사율을 갖는 제2 세라믹 나노입자 및 제3 파장 범위에서 제3 고유 방사율을 갖는 제3 세라믹 나노입자 중 적어도 둘 이상의 세라믹 나노입자가 혼합되어 형성될 수 있다.

[20] 상기 제1 파장 범위는, 상기 파장 범위 중 8μm 내지 10μm을 포함하고, 상기 제2 파장 범위는, 상기 파장 범위 중 10μm 내지 12.5μm를 포함하며, 상기 제3 파장 범위는, 상기 파장 범위 중 11μm 내지 13μm를 포함할 수 있다.

[21] 상기 제1 세라믹 나노입자는, SiO_2, cBN 및 $CaSO_4$ 중 어느 하나의 세라믹 나노입자를 포함하고, 상기 제2 세라믹 나노입자는, Si_3N_4의 세라믹 나노입자를 포함하며, 상기 제3 세라믹 나노입자는, Al_2O_3의 세라믹 나노입자를 포함할 수 있다.

[22] 상기 제1 고유 방사율은, 상기 제1 파장 범위에서 상기 제2 세라믹 나노입자 및 상기 제3 세라믹 나노입자의 방사율보다 높은 방사율을 포함하고, 상기 제2 고유 방사율은, 상기 제2 파장 범위에서 상기 제1 세라믹 나노입자 및 상기 제3 세라믹 나노입자의 방사율보다 높은 방사율보다 높은 방사율을 포함하며, 상기 제3 고유 방사율은, 상기 제3 파장 범위에서 상기 제1 세라믹 나노입자 및 상기 제2 세라믹 나노입자의 방사율보다 높은 방사율을 포함할 수 있다.

[23] 상기 적외선 방사층은, 상기 파장 범위에서 상기 적외선의 흡수율이 증가되도록 상기 복수의 세라믹 나노입자의 크기 및 두께와 관련된 입도 및 조성이 결정될 수 있다.

[24] 상기 복수의 세라믹 나노입자는, SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4, cBN, $CaSO_4$, TiO_2, ALON, $BaTiO_3$, BeO, Cu_2O, $MgAl_2O_4$, $SrTiO_3$, Y_2O_3, $Bi_{12}SiO_{20}$, $CaCO_3$, $LiTaO_3$, $KNb0_3$, $NaNo_3$, $ZrSiO_4$, $CaMg(Co_3)_2$ 중 적어도 둘 이상의 세라믹 나노입자를 포함할 수 있다.

[25] 상기 적외선 방사층은, 상기 복수의 세라믹 나노입자 각각이 단일 입자 구조 및 다중코어쉘(multiple core shell)의 구조 중 어느 하나의 구조로 포함할 수 있다.

[26] 상기 적외선 방사층은, 상기 태양광 반사층 상에 상기 복수의 세라믹 나노입자들이 혼합된 혼합 용액을 스핀코팅, 드랍코팅, 바코팅, 스프레이코팅, 닥터블레이딩 및 블레이드 코팅 중 어느 하나의 코팅 방법으로 단일 코팅되어 형성될 수 있다.

[27] 상기 적외선 방사층은, 상기 혼합 용액을 코팅하여 형성한 혼합물에 PDMS(Polydimethyl siloxane), PUA(Poly urethane acrylate), PET (polyethylene terephthalate), PVC (polyvinyl chloride), PVDF (Polyvinylidene fluoride) 및 DPHA(Dipentaerythritol Hexaacrylate) 중 어느 하나의 폴리머(polymer)가 첨가될 수 있다.

[28] 상기 적외선 방사층은, 상기 제1 세라믹 나노입자, 상기 제2 세라믹 나노입자 및

상기 제3 세라믹 나노입자가 1:1:1, 1:4:1 및 3:6:7 중 어느 하나의 무게분율로 혼합되어 형성될 수 있다.

[29] 상기 태양광 반사층은, 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 구리(cu), 타이타늄(Ti), 크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe) 및 백금(Pt) 중 선택되는 적어도 어느 하나의 금속 물질이거나 적어도 둘이 결합된 합금 물질 중 어느 하나의 물질로 형성될 수 있다.

발명의 효과

[30] 본 발명은 대기의 창에 해당하는 파장 범위 내에서 부분적으로 높은 방사율을 가지는 구간에 따라 혼합된 세라믹 나노입자 혼합물을 이용하여 적외선 방사층을 구성하여 고분자 기반의 복사 냉각 소자에 대비하여 높은 방사율을 구현할 수 있다.

[31] 본 발명은 태양 빛이 비치는 낮(day time)이나 태양광이 비치지 않는 밤(night time)에도 에너지 소모 없이 주변온도 이하로 냉각시켜, 건축, 자동차 등의 냉각이 필요한 물질의 외부 표면에 적용되어 에너지 소모 없이 냉각기능을 수행할 수 있다.

[32] 본 발명은 기존의 에너지를 이용하는 냉각 시스템에 동시에 적용되어 냉각 시스템의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.

[33] 본 발명은 세라믹 나노입자 혼합물의 낮은 단가에 기반하여 용액 공정이 가능하고, 용액 공정이 가능함에 따라 값싼 플라스틱, 금속 기판에서부터 실리콘, 유리 등 다양한 기판에 적용 가능한 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[34] 본 발명은 나노입자 물질들이 세라믹 소재 특성상 우수한 화학적 안정성과 기계적 특성(강도 및 경도)를 가짐에 따라 장시간에 걸친 외부환경 노출에서도 안정적인 복사 냉각 특성을 나타낼 수 있다.

도면의 간단한 설명

[35] 도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자의 구성 요소를 설명하는 도면이다.

[36] 도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자들의 고유 방사율을 설명하는 도면이다.

[37] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자의 방사율을 설명하는 도면이다.

[38] 도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 용액으로 형성된 필름의 전자빔 현미경 이미지를 설명하는 도면이다.

[39] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물의 무게분율에 따라 형성된 복사 냉각 소자의 방사율을 설명하는 도면이다.

[40] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일실시예에 따른 폴리머가 첨가된 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자를 설명하는 도면이다.

[41] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물의

무게분율에 따라 형성된 복사 냉각 소자의 외부온도측정 데이터를 설명하는 도면이다.

[42] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자와 고분자 기반 복사 냉각 소자의 광특성을 설명하는 도면이다.

[43] 도 9a 내지 도 9c는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물의 입도에 따른 복사 냉각 소자의 광특성을 설명하는 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

[44] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.

[45] 실시 예 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[46] 하기에서 다양한 실시 예들을 설명에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[47] 그리고 후술되는 용어들은 다양한 실시 예들에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[48] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.

[49] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.

[50] 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.

[51] "제1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 해당 구성요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다.

[52] 어떤(예: 제1) 구성요소가 다른(예: 제2) 구성요소에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다.

[53] 본 명세서에서, "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, 하드웨어적 또는 소프트웨어적으로 "~에 적합한," "~하는 능력을 가지는," "~하도록 변경된," "~하도록 만들어진," "~를 할 수 있는," 또는 "~하도록 설계된"과 상호 호환적으로(interchangeably) 사용될 수 있다.

[54] 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다.

[55] 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된) 프로세서"는

해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.

[56] 또한, '또는' 이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or' 를 의미한다.

[57] 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다' 라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.

[58] 이하 사용되는 '..부', '..기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[59] 도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자의 구성 요소를 설명하는 도면이다.

[60] 도 1a는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자의 적층 구조를 예시한다.

[61] 도 1a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자(90)는 기준층(110) 상에 태양광 반사층(120) 및 적외선 방사층(130)이 형성될 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위하여 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자(90)를 복사 냉각 소자로 지칭하여 설명한다.

[62] 일례로, 복사 냉각 소자(90)는 태양광 반사층(120) 및 적외선 방사층(130)을 포함한다.

[63] 본 발명의 일실시예에 따른 태양광 반사층(120)은 금속 물질로 형성되어 태양광을 반사한다.

[64] 일례로, 태양광 반사층(120)은 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 구리(cu), 타이타늄(Ti), 크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe) 및 백금(Pt) 중 선택되는 적어도 어느 하나의 금속 물질이거나 적어도 둘이 결합된 합금 물질 중 어느 하나의 물질로 형성될 수 있다.

[65] 즉, 태양광 반사층(120)은 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 구리(cu), 타이타늄(Ti), 크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe) 및 백금(Pt) 중 선택되는 적어도 어느 하나의 금속 물질로 형성될 수 있다.

[66] 또한, 태양광 반사층(120)은 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 구리(cu), 타이타늄(Ti), 크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe) 및 백금(Pt) 중 적어도 둘이 결합된 합금 물질로 형성될 수 있다.

[67] 예를 들어, 태양광 반사층(120)은 기준층(110)에 해당하는 유리, 플라스틱 필름 및 금속판 중 어느 하나의 기판 위에 금속 물질인 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 구리(cu), 타이타늄(Ti), 크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe) 및 백금(Pt) 중 선택되는

적어도 어느 하나의 금속 물질이거나 적어도 둘이 결합된 합금 물질 중 어느 하나의 물질을 코팅하여 형성될 수 있다.

[68] 본 발명의 일실시예에 따른 적외선 방사층(130)은 대기의 창에 해당하는 파장 범위에서의 흡수율을 고려하여 결정된 크기, 두께 및 무게분율 중 어느 하나에 기초하여 복수의 세라믹 나노입자가 혼합되어 형성되고, 파장 범위에서의 적외선을 흡수 및 방사할 수 있다.

[69] 예를 들어, 대기의 창에 해당하는 파장 범위는 8μm 내지 13μm의 파장 범위를 포함한다.

[70] 일례로, 적외선 방사층(130)은 대기의 창에 해당하는 파장 범위에서 적외선의 흡수율이 증가되도록 복수의 세라믹 나노입자의 크기 및 두께와 관련된 입도 및 조성이 결정될 수 있다.

[71] 예를 들어, 적외선 방사층(130)은 복수의 세라믹 나노입자 각각의 입도와 조성이 대기의 창에 해당하는 파장 범위에서 높은 방사율을 갖도록 조절된 후, 복수의 세라믹 나노입자가 혼합된 혼합물을 이용하여 형성될 수 있다.

[72] 일례로, 적외선 방사층(130)은 복수의 세라믹 나노입자 각각이 단일 입자 구조 및 다중코어쉘(multiple core shell)의 구조 중 어느 하나의 구조로 포함될 수 있다.

[73] 따라서, 본 발명은 세라믹 나노입자 혼합물의 낮은 단가에 기반하여 용액 공정이 가능하고, 용액 공정이 가능함에 따라 값싼 플라스틱, 금속 기판에서부터 실리콘, 유리 등 다양한 기판에 적용 가능한 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[74] 단일 입자 구조는 도 1b를 이용하여 추가 설명하고, 다중코어쉘(multiple core shell)의 구조는 도 1c를 이용하여 추가 설명하도록 한다.

[75] 본 발명의 일실시예에 따르면 적외선 방사층(130)은, 태양광 반사층(120) 상에 복수의 세라믹 나노입자들이 혼합된 혼합 용액을 스핀코팅, 드랍코팅, 바코팅, 스프레이코팅, 닥터블레이딩 및 블레이드 코팅 중 어느 하나의 코팅 방법으로 단일 코팅되어 형성될 수 있다.

[76] 도 1b는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자의 적외선 방사층에서 복수의 세라믹 나노입자들이 단일 입자 구조로 혼합된 경우를 예시한다.

[77] 도 1b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자의 적외선 방사층(140)은 복수의 세라믹 나노입자들이 단일 입자 구조로 혼합되어 있다.

[78] 본 발명의 일실시예에 따르면, 적외선 방사층(140)은 복수의 세라믹 나노입자들 중 제1 세라믹 나노입자(141), 제2 세라믹 나노입자(142) 및 제3 세라믹 나노입자 (143) 각각이 단일 입자 구조로 혼합되어 태양광 반사층 상에서 나노입자 혼합층으로 형성될 수 있다.

[79] 예를 들어, 제1 세라믹 나노입자(141), 제2 세라믹 나노입자(142) 및 제3 세라믹 나노입자 (143) 각각은 스핀코팅, 드랍코팅, 바코팅, 스프레이코팅, 닥터블레이딩 및 블레이드 코팅 중 어느 하나의 코팅 방법으로 단일 코팅될 수 있다.

[80] 예를 들어, 제1 세라믹 나노입자(141), 제2 세라믹 나노입자(142) 및 제3 세라믹 나노입자 (143)의 배치 순서는 임의로 변경될 수 있다.

[81] 예를 들어, 제1 세라믹 나노입자(141)는, SiO_2, cBN 및 $CaSO_4$ 중 어느 하나의 세라믹 나노입자를 포함하고, 제2 세라믹 나노입자(142)는, Si_3N_4의 세라믹 나노입자를 포함하며, 제3 세라믹 나노입자(143)는, Al_2O_3의 세라믹 나노입자를 포함할 수 있다.

[82] 도 1c는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자의 적외선 방사층에서 복수의 세라믹 나노입자들이 다중코어쉘(multiple core shell)의 구조로 혼합된 경우를 예시한다.

[83] 도 1c를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자의 적외선 방사층(150)은 복수의 세라믹 나노입자들이 다중코어쉘(multiple core shell)의 구조로 혼합되어 있다.

[84] 복수의 세라믹 나노입자들 중 제1 세라믹 나노입자(151), 제2 세라믹 나노입자(152) 및 제3 세라믹 나노입자 (153) 각각이 다중코어쉘(multiple core shell)의 구조로 혼합되어 태양광 반사층 상에서 나노입자 혼합층을 형성할 수 있다.

[85] 예를 들어, 제1 세라믹 나노입자(151), 제2 세라믹 나노입자(152) 및 제3 세라믹 나노입자 (153) 각각은 스핀코팅, 드랍코팅, 바코팅, 스프레이코팅, 닥터블레이딩 및 블레이드 코팅 중 어느 하나의 코팅 방법으로 코어부터 순차적으로 코팅될 수 있고, 제1 세라믹 나노입자(151), 제2 세라믹 나노입자(152) 및 제3 세라믹 나노입자 (153)의 코팅 순서는 임의로 변경될 수 있다.

[86] 예를 들어, 제1 세라믹 나노입자(151)는, SiO_2, cBN 및 $CaSO_4$ 중 어느 하나의 세라믹 나노입자를 포함하고, 제2 세라믹 나노입자(152)는, Si_3N_4의 세라믹 나노입자를 포함하며, 제3 세라믹 나노입자(153)는, Al_2O_3의 세라믹 나노입자를 포함할 수 있다.

[87] 도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자들의 고유 방사율을 설명하는 도면이다.

[88] 도 2a는 SiO_2의 굴절률(refractive index)과 추출계수(extraction coefficient)를 나타내고, 도 2b는 $CaSO_4$의 굴절률(refractive index)과 추출계수(extraction coefficient)를 나타내며, 도 2c는 Si_3N_4의 굴절률(refractive index)과 추출계수(extraction coefficient)를 나타내고, 도 2d는 Al_2O_3의 굴절률(refractive index)과 추출계수(extraction coefficient)를 나타낼 수 있다.

[89] 도 2a의 그래프(200)를 참고하면, 굴절률(201)과 추출계수(202)는 SiO_2에 대한 측정 지표로 나타내고, 적외선 방사를 위한 적외선의 흡수율은 추출계수(202)와 관련되며, SiO_2의 추출계수(202)는 8μm 내지 10μm에서 높게 측정된다.

[90] 도 2b의 그래프(210)를 참고하면, 굴절률(211)과 추출계수(212)는 $CaSO_4$에 대한 측정 지표로 나타내고, 적외선 방사를 위한 적외선의 흡수율은 추출계수(212)와 관련되며, $CaSO_4$의 추출계수(212)는 8μm 내지 9.5μm에서 높게 측정된다.

[91] 도 2c의 그래프(220)를 참고하면, 굴절률(221)과 추출계수(222)는 Si_3N_4에 대한 측정 지표로 나타내고, 적외선 방사를 위한 적외선의 흡수율은 추출계수(222)와 관련되며, Si_3N_4의 추출계수(222)는 10μm 내지 13μm에서 높게 측정된다.

[92] 도 2d의 그래프(230)를 참고하면, 굴절률(231)과 추출계수(232)는 Al_2O_3에 대한 측정 지표로 나타내고, 적외선 방사를 위한 적외선의 흡수율은 추출계수(232)와 관련되며, Al_2O_3의 추출계수(232)는 12μm 이후에서 높게 측정된다.

[93] 본 발명의 일실시예에 따르면 적외선 방사층은, 제1 파장 범위에서 제1 고유 방사율을 갖는 제1 세라믹 나노입자, 제2 파장 범위에서 제2 고유 방사율을 갖는 제2 세라믹 나노입자 및 제3 파장 범위에서 제3 고유 방사율을 갖는 제3 세라믹 나노입자 중 적어도 둘 이상의 세라믹 나노입자가 혼합되어 형성될 수 있다.

[94] 일례로, 제1 파장 범위는, 파장 범위 중 8μm 내지 10μm을 포함하고, 제2 파장 범위는, 파장 범위 중 10μm 내지 12.5μm를 포함하며, 제3 파장 범위는, 상기 파장 범위 중 11μm 내지 13μm를 포함할 수 있다.

[95] 예를 들어, 제1 세라믹 나노입자는, SiO_2, cBN 및 $CaSO_4$ 중 어느 하나의 세라믹 나노입자를 포함하고, 제2 세라믹 나노입자는, Si_3N_4의 세라믹 나노입자를 포함하며, 제3 세라믹 나노입자는, Al_2O_3의 세라믹 나노입자를 포함할 수 있다.

[96] 제1 고유 방사율은, 제1 파장 범위에서 제2 세라믹 나노입자 및 제3 세라믹 나노입자의 방사율보다 높은 방사율을 포함할 수 있다.

[97] 또한, 제2 고유 방사율은, 제2 파장 범위에서 제1 세라믹 나노입자 및 제3 세라믹 나노입자의 방사율보다 높은 방사율보다 높은 방사율을 포함할 수 있다.

[98] 또한, 제3 고유 방사율은, 제3 파장 범위에서 제1 세라믹 나노입자 및 제2 세라믹 나노입자의 방사율보다 높은 방사율을 포함할 수 있다.

[99] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따르면 적외선 방사층은 태양광 반사층 상에 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4, cBN 및 $CaSO_4$ 중 복수의 세라믹 나노입자들이 혼합되어 형성될 시, 대기의 창에 해당하는 파장 범위 중 8μm 내지 10μm에서 Al_2O_3 및 Si_3N_4의 방사율보다 높은 방사율을 갖는 SiO_2, cBN 및 $CaSO_4$ 중 어느 하나의 세라믹 나노입자, 파장 범위 중 10μm 내지 12.5μm에서 SiO_2, Al_2O_3, cBN 및 $CaSO_4$의 방사율보다 높은 방사율을 갖는 Si_3N_4의 나노입자 및 파장 범위 중 11μm 내지 13μm에서 SiO_2, cBN, $CaSO_4$ 및 Si_3N_4의 방사율보다 높은 방사율을 갖는 Al_2O_3의 나노입자가 혼합되어 형성될 수 있다.

[100] 또한, 적외선 방사층은 SiO_2, cBN 및 $CaSO_4$ 중 어느 하나의 세라믹 나노입자의 방사율, Si_3N_4의 나노입자의 방사율 및 Al_2O_3의 나노입자의 방사율이 대기의 창에 해당하는 파장 범위 내에서 중첩되도록 형성될 수 있다.

[101] 따라서, 본 발명은 대기의 창에 해당하는 파장 범위 내에서 부분적으로 높은 방사율을 가지는 구간에 따라 혼합된 세라믹 나노입자 혼합물을 이용하여 적외선 방사층을 구성하여 고분자 기반의 복사 냉각 소자에 대비하여 높은 방사율을 구현할 수 있다.

[102] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각

소자의 방사율을 설명하는 도면이다.

[103] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자의 흡수율과 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4 나노입자 필름 각각의 파장 범위별 흡수율 비교하여 설명한다.

[104] 도 3의 그래프(300)를 참고하면, 그래프(300)는 파장과 태양광의 강도 변화에 따른 흡수율(방사율) 변화를 나타내고, 제1 흡수율(301), 제2 흡수율(302), 제3 흡수율(303) 및 제4 흡수율(304)을 나타내고, 제1 흡수율(301)은 태양광 반사층 상에 SiO_2를 코팅한 경우의 복사 냉각 소자의 흡수율을 나타내고, 제2 흡수율(302)은 태양광 반사층 상에 Al_2O_3를 코팅한 경우의 복사 냉각 소자의 흡수율을 나타내며, 제3 흡수율(303)은 태양광 반사층 상에 Si_3N_4를 코팅한 경우의 복사 냉각 소자의 흡수율을 나타내고, 제4 흡수율(304)은 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자의 흡수율을 나타낼 수 있다.

[105] 제1 흡수율(301) 내지 제4 흡수율(304)을 비교하면, 제2 흡수율(302)은 11μm 내지 13μm에서 흡수도가 높고, 제3 흡수율(303)은 9μm 내지 12μm사이에서 흡수도가 높으며, 제1 흡수율(301)은 9μm 내지 10μm에서 높은 흡수도를 나타내며, 제4 흡수율(304)은 각 물질의 광특성이 중첩되어 대기의 창에 해당하는 8μm 내지 13μm내에서 높은 흡수도를 가지며, 그래프(300)와 관련된 평균 흡수율과 평균 방사율은 아래 표 1과 같이 정리할 수 있다.

[106] 예를 들어, 세라믹 나노입자 혼합물은 SiO_2, Al_2O_3 및 Si_3N_4이 1:1:1의 무게분율로 혼합된 혼합물을 포함할 수 있다.

[107] [표1]

물질	평균 흡수율 (0.3μm 내지 2.5μm)	평균 방사율 (8μm 내지 13μm)
SiO_2	0.0438	0.2200
Al_2O_3	0.0386	0.1735
Si_3N_4	0.0532	0.6746
혼합물(무게분율 1:1:1)	0.0427	0.7410

[108] 제1 흡수율(301) 내지 제4 흡수율(304)은 0.3μm 내지 2.5μm에 해당하는 입사 태양광 파장 범위에서 비교적 낮은 평균 흡수율을 나타냄에 따라 입사태양광의 에너지를 더 적게 흡수함을 확인할 수 있고, 낮 시간(day time)에 복사냉각이 가능함을 확인할 수 있다.

[109] 제1 흡수율(301) 내지 제4 흡수율(304)을 대비하면, 제4 흡수율(304)에 해당하는 혼합물의 평균방사율(흡수율)이 다른 물질들에 대비하여 상대적으로 높다.

[110] 그러나, 혼합물은 대기의 창 구간에서의 평균방사율(흡수율)이 약 74%에 불과한데 이는 대기의 창 영역을 통해 복사냉각이 충분하게 일어나지 못함을

의미할 수 있는데, 각각의 나노입자의 입도(particle size), 혼합율(mixture ratio) 및 필름 두께(film thickness)를 조절하여 입사 태양광 파장 범위에서 비교적 낮은 평균 흡수율을 유지하면서 대기의 창 구간에서의 평균방사율(흡수율)을 증가시킬 수 있다.

[111] 도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 용액으로 형성된 필름의 전자빔 현미경 이미지를 설명하는 도면이다.

[112] 도 4a는 SiO_2 필름의 전자빔 현미경 이미지를 나타내고, 도 4b는 Al_2O_3 필름의 전자빔 현미경 이미지를 나타내며, 도 4c는 Si_3N_4 필름의 전자빔 현미경 이미지를 나타내고, 도 4d는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 필름의 전자빔 현미경 이미지를 나타낼 수 있다.

[113] 예를 들어, 세라믹 나노입자 혼합물은 SiO_2, Al_2O_3 및 Si_3N_4이 1:1:1의 무게분율로 혼합된 혼합물을 포함할 수 있다.

[114] 도 4a를 참고하면, 이미지(400)는 SiO_2 필름의 입자를 나타내고, 이미지(401)은 SiO_2 필름의 적층 구조를 나타낼 수 있으며, 이미지(401)에 따르면, SiO_2 필름은 약 1.3μm로 적층될 수 있다.

[115] 도 4b를 참고하면, 이미지(410)는 Al_2O_3 필름의 입자를 나타내고, 이미지(411)은 Al_2O_3 필름의 적층 구조를 나타낼 수 있으며, 이미지(411)에 따르면, Al_2O_3 필름은 약 1.3μm로 적층될 수 있다.

[116] 도 4c를 참고하면, 이미지(420)는 Si_3N_4 필름의 입자를 나타내고, 이미지(421)은 Si_3N_4 필름의 적층 구조를 나타낼 수 있으며, 이미지(421)에 따르면, Si_3N_4 필름은 약 1.8μm로 적층될 수 있다.

[117] 이미지(400), 이미지(410) 및 이미지(420)에 따르면, 각 나노입자는 20wt% 농도로 에탄올을 용매로 하여 스핀코팅하여 성막되었을 수 있다.

[118] 예를 들어, 용매는 에탄올, 물, 헥산, PGMEA(Propylene glycol methyl ether acetate), PGME(Propylene glycol methyl ether) 및 MIBK(Methyl isobutyl ketone) 중 어느 하나의 용매를 포함한다.

[119] 예를 들어, 용매는 휘발성이 강하여 단시간에 증발 되는 용매가 이용됨에 따라 각 세라믹 나노입자가 분산된 후 스핀코팅하여 성막될 수 있다.

[120] 도 4d를 참고하면, 이미지(430)는 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 필름의 입자를 나타내고, 이미지(431)은 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 필름의 적층 구조를 나타낼 수 있으며, 이미지(431)에 따르면, 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 필름은 약 2μm로 적층될 수 있다.

[121] 이미지(430) 및 이미지(431)에 따르면, 세라믹 나노입자 혼합물의 경우 각각의 나노입자가 6.67 wt%의 농도로 에탄올을 용매로 스핀코팅(spin coating) 하여 성막되었을 수 있다.

[122] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물의 무게분율에 따라 형성된 복사 냉각 소자의 방사율을 설명하는 도면이다.

[123] 도 5는 세라믹 나노입자 혼합물을 형성함에 있어, 세라믹 나노입자들의

무게분율을 조절하면서, 입사 태양광 파장 범위와 대기의 창 파장 범위에서의 평균 흡수율과 평균 방사율을 비교하여 설명하는 도면이다.

[124] 도 5를 참고하면, 그래프(500)는 파장의 변화에 따른 흡수율(방사율) 변화를 나타내고, 제1 흡수율(501), 제2 흡수율(502) 및 제3 흡수율(503)을 나타내고, 제1 흡수율(501)은 SiO_2, Al_2O_3 및 Si_3N_4의 세라믹 나노입자가 1:1:1의 무게분율로 혼합된 경우의 흡수율을 나타내고, 제2 흡수율(502)은 SiO_2, Al_2O_3 및 Si_3N_4의 세라믹 나노입자가 1:4:1의 무게분율로 혼합된 경우의 흡수율을 나타내고, 제3 흡수율(503)은 SiO_2, Al_2O_3 및 Si_3N_4의 세라믹 나노입자가 3:6:7의 무게분율로 혼합된 경우의 흡수율을 나타낼 수 있다.

[125] 그래프(500)의 제1 흡수율(501) 내지 제3 흡수율(503)를 비교하면, 제3 흡수율(503)에 해당하는 SiO_2, Al_2O_3 및 Si_3N_4의 세라믹 나노입자가 3:6:7의 무게분율로 혼합된 혼합물을 이용하여 적외선 방사층이 형성된 경우에 상대적으로 높은 적외선 방사율을 나타낸다.

[126] 아래의 표 2는 그래프(500)의 제1 흡수율(501) 내지 제3 흡수율(503)과 관련하여 평균 흡수율 및 평균 방사율의 수치 데이터를 나타낸다.

[127] [표2]

물질 무게분율 (SiO_2:Al_2O_3:Si_3N_4)	평균 흡수율 (0.3μm 내지 2.5μm)	평균 방사율 (8μm 내지 13μm)
1:1:1	0.062	0.868
1:4:1	0.059	0.832
3:6:7	0.052	0.911

[128] 그래프(500) 및 표 2에 따르면 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4 각 나노입자의 사이즈, 무게분율, 최종 나노입자 층 두께 및 물질 선별 등의 변수조절을 통하여 태양광 스펙트럼 내에서 낮은 흡수율과 대기의 창 내에서 높은 방사율을 가지도록 최적화될 수 있다.

[129] 본 발명의 일실시예에 따르면 적외선 방사층은 제1 세라믹 나노입자, 제2 세라믹 나노입자 및 제3 세라믹 나노입자가 1:1:1, 1:4:1 및 3:6:7 중 어느 하나의 무게분율로 혼합되어 형성될 수 있다.

[130] 예를 들어, 물질의 무게분율 및 두께(변수)에 의해서 적외선 방사층의 방사율은 변경될 수 있다.

[131] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일실시예에 따른 폴리머가 첨가된 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자를 설명하는 도면이다.

[132] 도 6a는 세라믹 나노입자들을 혼합하여 형성된 혼합물에 폴리머를 약 10 wt% 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우를 비교하여 설명한다.

[133] 도 6a의 그래프(600)를 참고하면, 그래프(600)는 파장 범위 별 흡수율 변화를 나타내는데, 제1 흡수율(601)은 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4가 1:1:1의 무게분율로 혼합된

혼합물을 이용하여 형성된 복사 냉각 소자의 적외선 흡수율을 나타내고, 제2 흡수율(602)은 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4가 1:1:1의 무게분율로 혼합된 혼합물에 폴리머를 약 10 wt% 첨가하여 형성된 복사 냉각 소자의 적외선 흡수율을 나타낸다.

[134] 그래프(600)에 따른 수치 데이터는 하기 표 3과 같을 수 있다.

[135] [표3]

물질 비율	평균 흡수율(0.3μm 내지 2.5μm)	평균 방사율(8μm 내지 13μm)
1:1:1	0.049	0.81
1:1:1+폴리머	0.044	0.74

[136] 그래프(600) 및 표 3을 참고하면, 폴리머의 첨가로 인한 광특성의 큰 영향은 없으며, 모든 샘플이 입사 태양광 파장 범위에서의 5% 이하의 낮은 평균 흡수율을 보이고 대기의 창 파장 범위에서의 평균방사율(흡수율)은 74% 이상이므로 낮 시간의 복사냉각과 밤 시간의 복사냉각에 사용될 수 있다.

[137] 예를 들어, 폴리머는 PDMS(Polydimethyl siloxane), PUA(Poly urethane acrylate), PET (polyethylene terephthalate), PVC (polyvinyl chloride), PVDF (Polyvinylidene fluoride) 및 DPHA(Dipentaerythritol Hexaacrylate) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[138] 본 발명의 일실시예에 따르면, 복사 냉각 소자의 적외선 방사층은 혼합 용액을 코팅하여 형성한 혼합물에 PDMS(Polydimethyl siloxane), PUA(Poly urethane acrylate), PET (polyethylene terephthalate), PVC (polyvinyl chloride), PVDF (Polyvinylidene fluoride) 및 DPHA(Dipentaerythritol Hexaacrylate) 중 어느 하나의 폴리머(polymer)가 첨가되어 형성될 수 있다.

[139] 도 6b는 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4가 1:1:1의 무게분율로 혼합된 혼합물에 폴리머가 첨가된 혼합물을 이용하여 형성된 복사 냉각 소자의 이미지와 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4가 1:1:1의 무게분율로 혼합된 혼합물을 이용하여 형성된 복사 냉각 소자의 이미지를 예시한다.

[140] 도 6b를 참고하면, 이미지(610)는 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4가 1:1:1의 무게분율로 혼합된 혼합물에 폴리머가 첨가된 혼합물을 이용하여 형성된 복사 냉각 소자를 나타내고, 이미지(611)은 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4가 1:1:1의 무게분율로 혼합된 혼합물을 이용하여 형성된 복사 냉각 소자를 나타낸다.

[141] 적외선 방사층을 형성하기 위한 나노입자 혼합물에 DPHA같은 폴리머를 소량 첨가될 경우, 세라믹 나노입자와 기판 사이의 접착력을 향상될 수 있다.

[142] 여기서, 폴리머는 태양광 영역 흡수에 영향을 주지 않을 정도로 소량이 첨가되기 때문에, 표 3을 통해 확인할 수 있는 바와 같이 태양광 영역 흡수에 영향을 주지 않을 수 있다.

[143] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물의

무게분율에 따라 형성된 복사 냉각 소자의 외부온도측정 데이터를 설명하는 도면이다.

[144] 도 7a는 세라믹 나노입자들의 무게분율을 조절하여 형성된 복수의 냉각 소자들의 낮 시간 동안의 외부 온도 측정 결과를 예시하고, 도 7b는 세라믹 나노입자들의 무게분율을 조절하여 형성된 복수의 냉각 소자들의 낮 시간 동안의 냉각 온도를 예시한다.

[145] 도 7a의 그래프(700)를 참고하면, 태양광(701), 제1 온도(702), 제2 온도(703), 제3 온도(704), 제4 온도(705) 및 제5 온도(706)를 나타낸다.

[146] 여기서, 제1 온도(702)는 기판 상에 태양광 반사층 만을 형성한 경우를 나타내고, 제2 온도(703)는 기판, 태양광 반사층 상에 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4의 1:1:1 혼합물을 이용하여 적외선 방사층을 형성한 경우를 나타내며, 제3 온도(704)는 기판, 태양광 반사층 상에 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4의 1:4:1 혼합물을 이용하여 적외선 방사층을 형성한 경우를 나타내고, 제4 온도(704)는 기판, 태양광 반사층 상에 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4의 3:6:7 혼합물을 이용하여 적외선 방사층을 형성한 경우를 나타내며, 제5 온도(705)는 대기층(ambient)에 해당한다.

[147] 즉, 그래프(700)는 열 복사가 없는 태양광 반사층 만이 형성된 물질과 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4 나노입자의 무게 분율을 각각 1:1:1, 1:4:1, 3:6:7로 섞어 제작한 혼합나노입자 기반 복사냉각소자의 외부온도측정 데이터를 나타낸다.

[148] 제2 온도(703) 내지 제4 온도(706)와 제5 온도(706)를 비교하였을 때 혼합 나노입자 기반 복사냉각소자는 12시에서 16시동안 8도 내지 13도 가량 냉각되었다.

[149] 또한, 제2 온도(703) 내지 제4 온도(706)와 제1 온도(702)를 비교하면, 방사율이 없는 제1 온도(702)에 비해서는 5도 내지 10도 가량 냉각되었다.

[150] 도 7b의 그래프(710)를 참고하면, 제1 온도(711), 제2 온도(712), 제3 온도(713), 제4 온도(714)를 나타낸다.

[151] 여기서, 제1 온도(711)는 기판 상에 태양광 반사층 만을 형성한 경우를 나타내고, 제2 온도(712)는 기판, 태양광 반사층 상에 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4의 1:1:1 혼합물을 이용하여 적외선 방사층을 형성한 경우를 나타내며, 제3 온도(713)는 기판, 태양광 반사층 상에 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4의 1:4:1 혼합물을 이용하여 적외선 방사층을 형성한 경우를 나타내고, 제4 온도(714)는 기판, 태양광 반사층 상에 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4의 3:6:7 혼합물을 이용하여 적외선 방사층을 형성한 경우를 나타낸다.

[152] 제1 온도(711)와 제2 온도(712) 내지 제4 온도(714)를 비교하면, 방사율이 없고 태양광 흡수만 적은 제1 온도(711)보다 혼합 나노입자 기반 복사냉각소자에 해당하는 제2 온도(712) 내지 제4 온도(714)는 6도 내지 10도 가량 더 냉각되었다.

[153] 따라서, 본 발명은 태양 빛이 비치는 낮(day time)이나 태양광이 비치지 않는 밤(night time)에도 에너지 소모 없이 주변온도 이하로 냉각시켜, 건축, 자동차 등의 냉각이 필요한 물질의 외부 표면에 적용되어 에너지 소모 없이 냉각기능을

수행할 수 있다.

[154] 또한, 본 발명은 기존의 에너지를 이용하는 냉각 시스템에 동시에 적용되어 냉각 시스템의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.

[155] 또한, 본 발명은 나노입자 물질들이 세라믹 소재 특성상 우수한 화학적 안정성과 기계적 특성(강도 및 경도)를 가짐에 따라 장시간에 걸친 외부환경 노출에서도 안정적인 복사 냉각 특성을 나타낼 수 있다.

[156] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자와 고분자 기반 복사 냉각 소자의 광특성을 설명하는 도면이다.

[157] 도 8을 참고하면, 그래프(800)는 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자의 광특성을 나타내고, 그래프(810)는 고분자 기반 복사 냉각 소자의 광특성을 나타낼 수 있다.

[158] 그래프(800)에서의 제1 흡수율(801)을 변화와 그래프(810)에서의 제2 흡수율(811)의 변화를 대비하면, 대기의 창 내에서 고유 방사율을 가지는 물질을 선별하여 혼합 나노입자로 제작한 세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자는 고분자 기반의 복사냉각소자와 비교했을 때 대기의 창에 해당하는 8μm 내지 13μm의 파장 범위에서 선택적으로 방사율이 높은 차이점을 특징으로 나타낼 수 있다.

[159] 도 9a 내지 도 9c는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 나노입자 혼합물의 입도에 따른 복사 냉각 소자의 광특성을 설명하는 도면이다.

[160] 도 9a 내지 도 9c는 세라믹 나노입자 혼합물에 포함되는 SiO_2 입자의 입도에 따른 가시광선 및 적외선의 흡수 및 방사 특성을 나타내는 그래프(900), 그래프(910) 및 그래프(920)를 예시한다.

[161] 도 9a의 그래프(900)를 참고하면, 가로 변수는 파장을 나타내고, 세로 변수는 흡수율을 나타내며, SiO_2 입자의 크기에 따라 제1 크기(901), 제2 크기(902), 제3 크기(903) 및 제4 크기(904)를 나타낼 수 있다.

[162] 도 9b의 그래프(910)를 참고하면, 가로 변수는 파장을 나타내고, 세로 변수는 흡수율을 나타내며, SiO_2 입자의 크기에 따라 제1 크기(911), 제2 크기(912), 제3 크기(913) 및 제4 크기(914)를 나타낼 수 있다.

[163] 도 9c의 그래프(920)를 참고하면, 가로 변수는 파장을 나타내고, 세로 변수는 흡수율을 나타내며, SiO_2 입자의 크기에 따라 제1 크기(921), 제2 크기(922), 제3 크기(923) 및 제4 크기(924)를 나타낼 수 있다.

[164] 그래프(900) 내지 그래프(920)에서 제1 크기는 50nm일 수 있고, 제2 크기는 300nm일 수 있으며, 제3 크기는 600nm일 수 있고, 제4 크기는 2400nm일 수 있다.

[165] 그래프(900) 및 그래프(910)은 동일한 데이터를 나타내고, 흡수율의 표시에서 차이가 있다.

[166] 즉, 그래프(900)의 흡수율은 0 내지 1.0이고, 그래프(910)의 흡수율은 0 내지 0.3이므로 그래프(900)의 흡수율을 확대하면 그래프(910)에 해당할 수 있다.

[167] 그래프(910)에 따르면, 입자의 크기가 증가할수록 400nm 내지 700nm의

파장에서 흡수율이 높은 것을 확인할 수 있다.

[168] 그래프(920)는 파장이 2.5μm 내지 15μm에서 제1 크기(921) 내지 제4 크기(924)를 통해, SiO_2가 상대적으로 높은 방사율을 갖는 8μm 내지 10μm에서 높은 방사율을 갖는 SiO_2 입자의 크기는 50nm 내지 2400nm임을 확인할 수 있다.

[169] 즉, 적외선 방사층은 적외선의 흡수율이 증가되도록 복수의 세라믹 나노입자 중 SiO_2의 입도가 50nm 내지 2400nm로 결정될 수 있다.

[170] 따라서, 적외선 방사층은 대기의 창에 해당하는 파장 범위에서 적외선의 흡수율이 증가되도록 복수의 세라믹 나노입자의 크기 및 두께와 관련된 입도 및 조성이 결정될 수 있다.

[171] 상술한 구체적인 실시 예들에서, 발명에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다.

[172] 그러나, 단수 또는 복수의 표현은 설명의 편의를 위해 제시한 상황에 적합하게 선택된 것으로서, 상술한 실시 예들이 단수 또는 복수의 구성 요소에 제한되는 것은 아니며, 복수로 표현된 구성 요소라 하더라도 단수로 구성되거나, 단수로 표현된 구성 요소라 하더라도 복수로 구성될 수 있다.

[173] 한편 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 다양한 실시 예들이 내포하는 기술적 사상의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다.

[174] 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

청구범위

[청구항 1] 금속 물질로 형성되어 태양광을 반사하는 태양광 반사층; 및
대기의 창에 해당하는 파장 범위에서의 흡수율을 고려하여 결정된 크기, 두께 및 무게분율 중 어느 하나에 기초하여 복수의 세라믹 나노입자가 혼합되어 형성되고, 상기 파장 범위에서의 적외선을 흡수 및 방사하는 적외선 방사층을 포함하는
세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 적외선 방사층은, 제1 파장 범위에서 제1 고유 방사율을 갖는 제1 세라믹 나노입자, 제2 파장 범위에서 제2 고유 방사율을 갖는 제2 세라믹 나노입자 및 제3 파장 범위에서 제3 고유 방사율을 갖는 제3 세라믹 나노입자 중 적어도 둘 이상의 세라믹 나노입자가 혼합되어 형성되는
세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자.

[청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 제1 파장 범위는, 상기 파장 범위 중 8μm 내지 10μm을 포함하고,
상기 제2 파장 범위는, 상기 파장 범위 중 10μm 내지 12.5μm를 포함하며,
상기 제3 파장 범위는, 상기 파장 범위 중 11μm 내지 13μm를 포함하는
세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자.

[청구항 4] 제2항에 있어서,
상기 제1 세라믹 나노입자는, SiO_2, cBN 및 $CaSO_4$중 어느 하나의 세라믹 나노입자를 포함하고,
상기 제2 세라믹 나노입자는, Si_3N_4의 세라믹 나노입자를 포함하며,
상기 제3 세라믹 나노입자는, Al_2O_3의 세라믹 나노입자를 포함하는
세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자.

[청구항 5] 제2항에 있어서,
상기 제1 고유 방사율은, 상기 제1 파장 범위에서 상기 제2 세라믹 나노입자 및 상기 제3 세라믹 나노입자의 방사율보다 높은 방사율을 포함하고,
상기 제2 고유 방사율은, 상기 제2 파장 범위에서 상기 제1 세라믹 나노입자 및 상기 제3 세라믹 나노입자의 방사율보다 높은 방사율보다 높은 방사율을 포함하며,
상기 제3 고유 방사율은, 상기 제3 파장 범위에서 상기 제1 세라믹 나노입자 및 상기 제2 세라믹 나노입자의 방사율보다 높은 방사율을 포함하는
세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자.

[청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 적외선 방사층은, 상기 파장 범위에서 상기 적외선의 흡수율이

증가되도록 상기 복수의 세라믹 나노입자의 크기 및 두께와 관련된 입도 및 조성이 결정되는
세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자.

[청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 복수의 세라믹 나노입자는, SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4, cBN, $CaSO_4$, TiO_2, ALON, $BaTiO_3$, BeO, Cu_2O, $MgAl_2O_4$, $SrTiO_3$, Y_2O_3, $Bi_{12}SiO_{20}$, $CaCO_3$, $LiTaO_3$, $KNb0_3$, $NaNo_3$, $ZrSiO_4$, $CaMg(Co_3)_2$ 중 적어도 둘 이상의 세라믹 나노입자를 포함하는
세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자.

[청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 적외선 방사층은, 상기 복수의 세라믹 나노입자 각각이 단일 입자 구조 및 다중코어쉘(multiple core shell)의 구조 중 어느 하나의 구조로 포함되는
세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자.

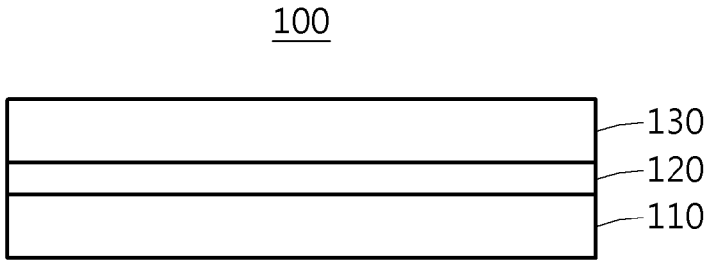
[청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 적외선 방사층은, 상기 태양광 반사층 상에 상기 복수의 세라믹 나노입자들이 혼합된 혼합 용액을 스핀코팅, 드랍코팅, 바코팅, 스프레이코팅, 닥터블레이딩 및 블레이드 코팅 중 어느 하나의 코팅 방법으로 단일 코팅되어 형성되는
세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자.

[청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 적외선 방사층은, 상기 혼합 용액을 코팅하여 형성한 혼합물에 PDMS(Polydimethyl siloxane), PUA(Poly urethane acrylate), PET (polyethylene terephthalate), PVC (polyvinyl chloride), PVDF (Polyvinylidene fluoride) 및 DPHA(Dipentaerythritol Hexaacrylate) 중 어느 하나의 폴리머(polymer)가 첨가되는
세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자.

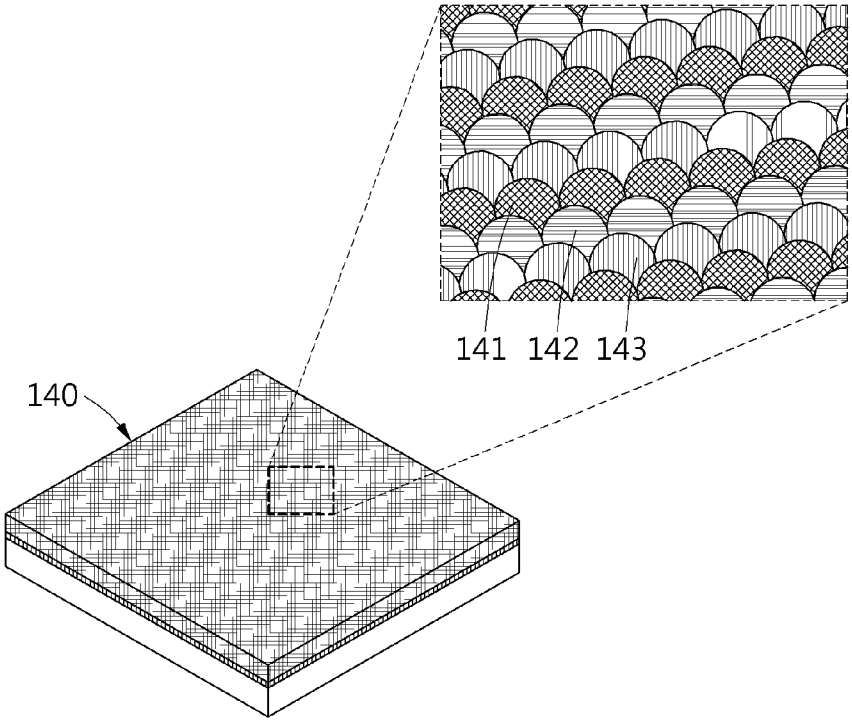
[청구항 11] 제2항에 있어서,
상기 적외선 방사층은, 상기 제1 세라믹 나노입자, 상기 제2 세라믹 나노입자 및 상기 제3 세라믹 나노입자가 1:1:1, 1:4:1 및 3:6:7 중 어느 하나의 무게분율로 혼합되어 형성되는
세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자.

[청구항 12] 제1항에 있어서,
상기 태양광 반사층은, 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 구리(cu), 타이타늄(Ti), 크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe) 및 백금(Pt) 중 선택되는 적어도 어느 하나의 금속 물질이거나 적어도 둘이 결합된 합금 물질 중 어느 하나의 물질로 형성되는
세라믹 나노입자 혼합물을 이용한 복사 냉각 소자.

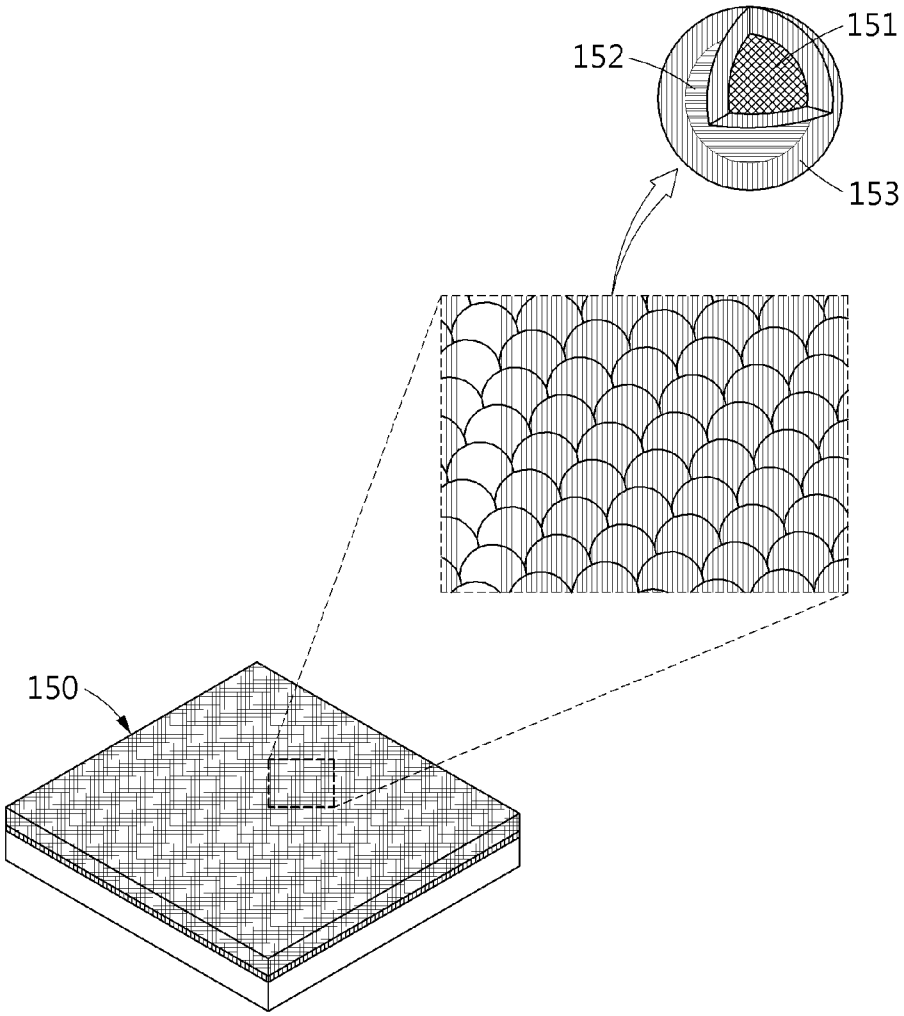
[도1a]



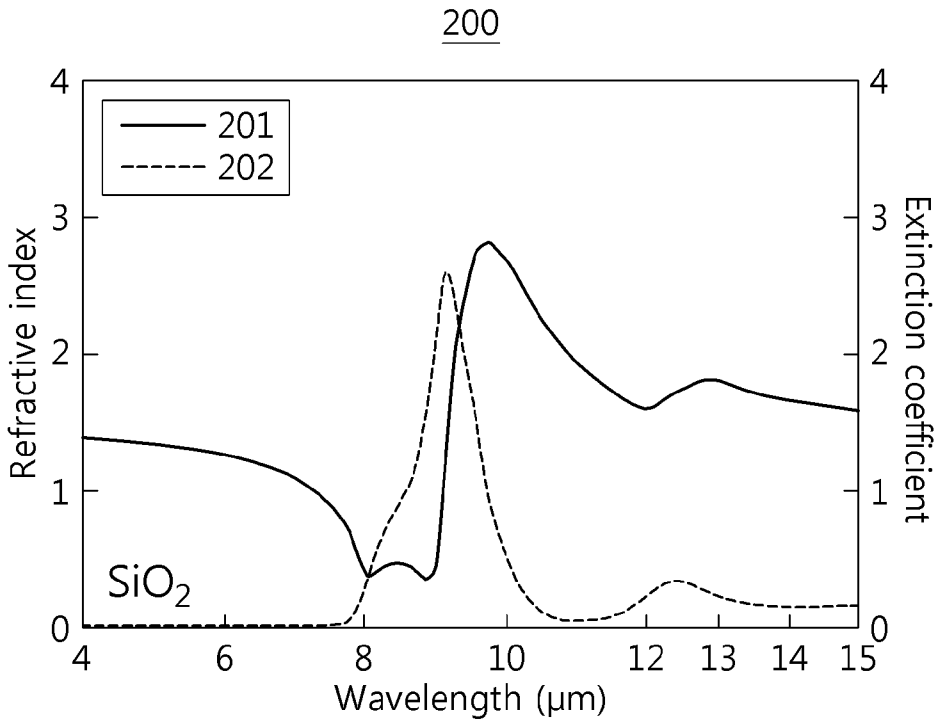
[도1b]



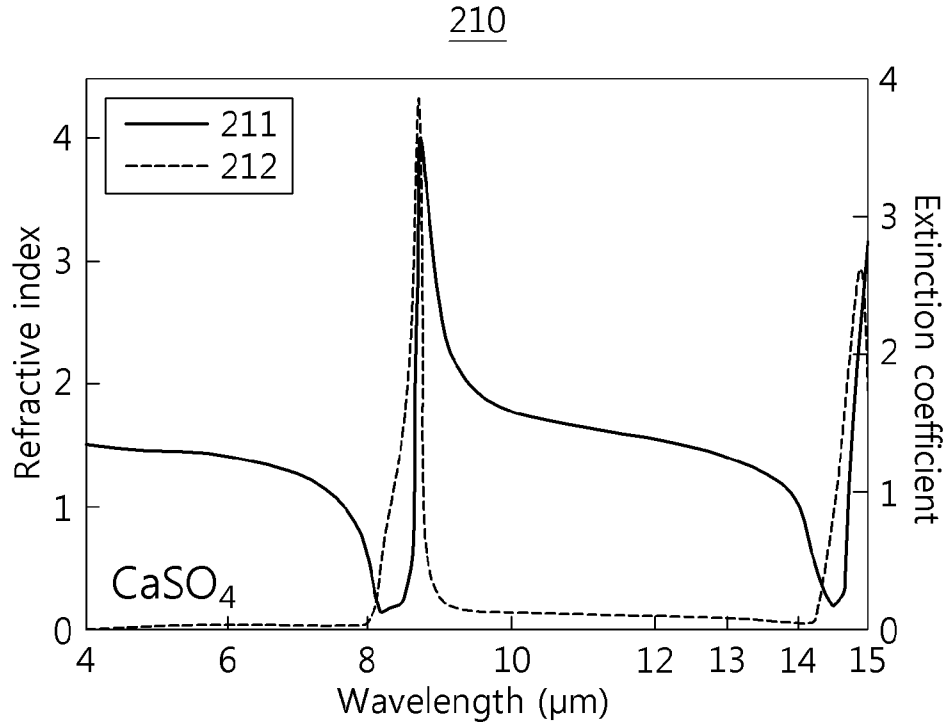
[도1c]


151
152
153
150

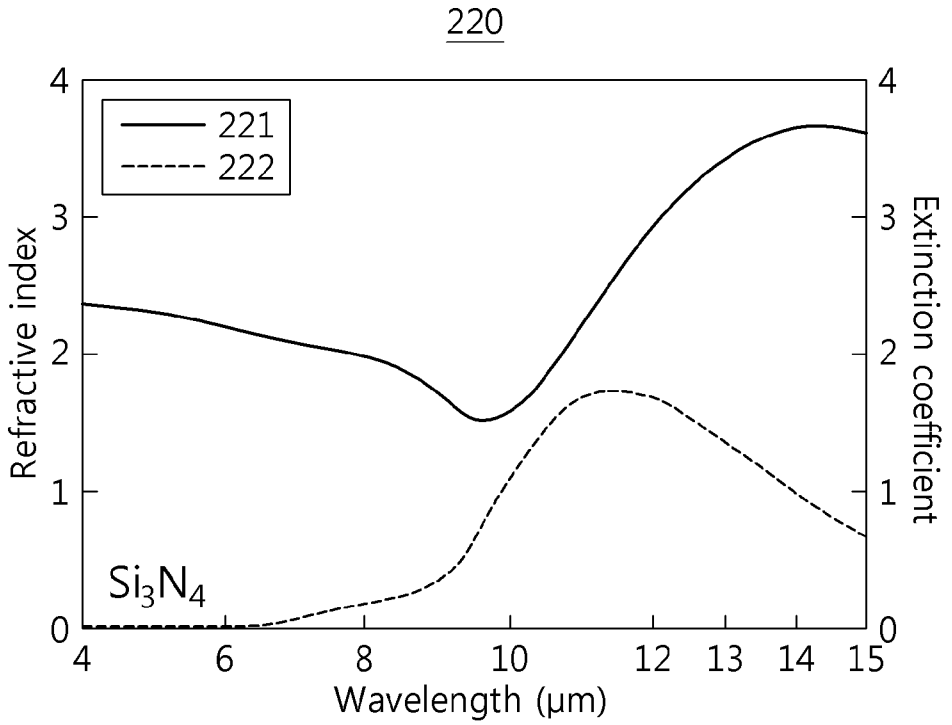
[도2a]


200
201
202
Refractive index
Extinction coefficient
SiO2
Wavelength (μm)
0
1
2
3
4
4
6
8
10
12
13
14
15

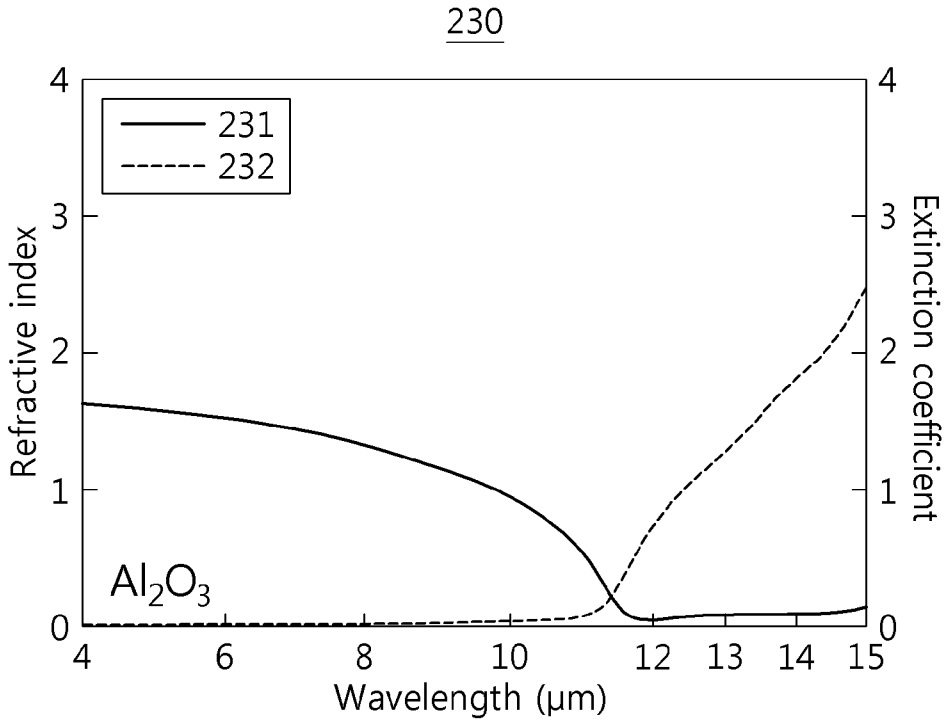
[도2b]


210
211
212
Refractive index
Extinction coefficient
CaSO4
Wavelength (μm)
0
1
2
3
4
4
6
8
10
12
13
14
15

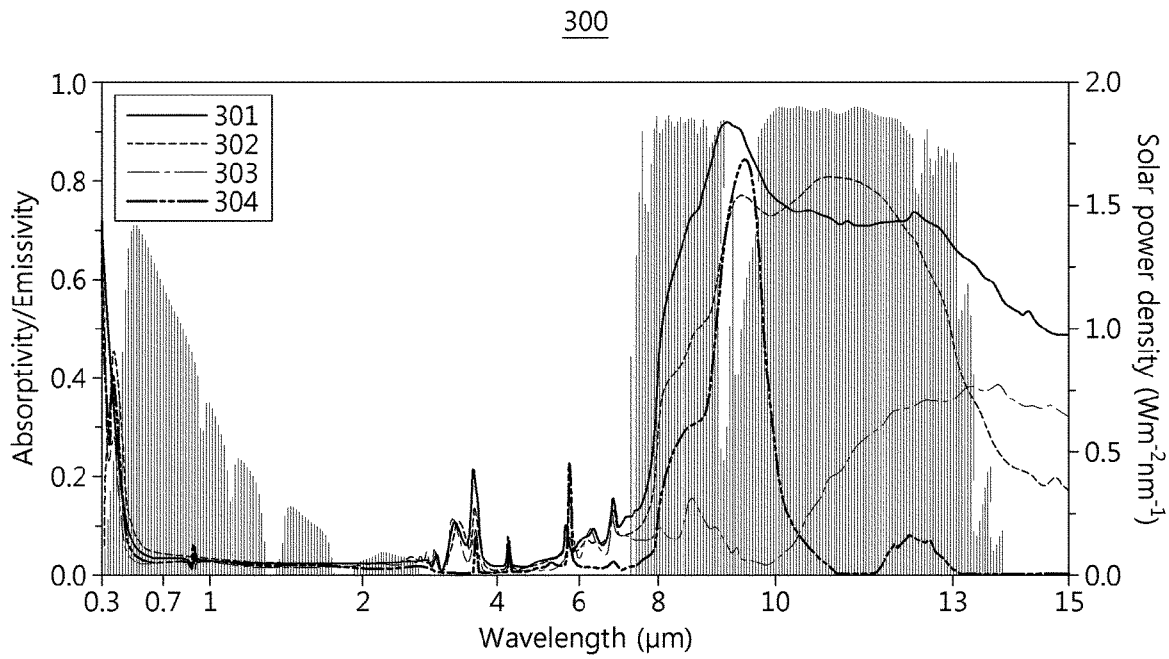
[도2c]


220
221
222
Refractive index
Extinction coefficient
Si3N4
Wavelength (μm)
0
1
2
3
4
4
6
8
10
12
13
14
15

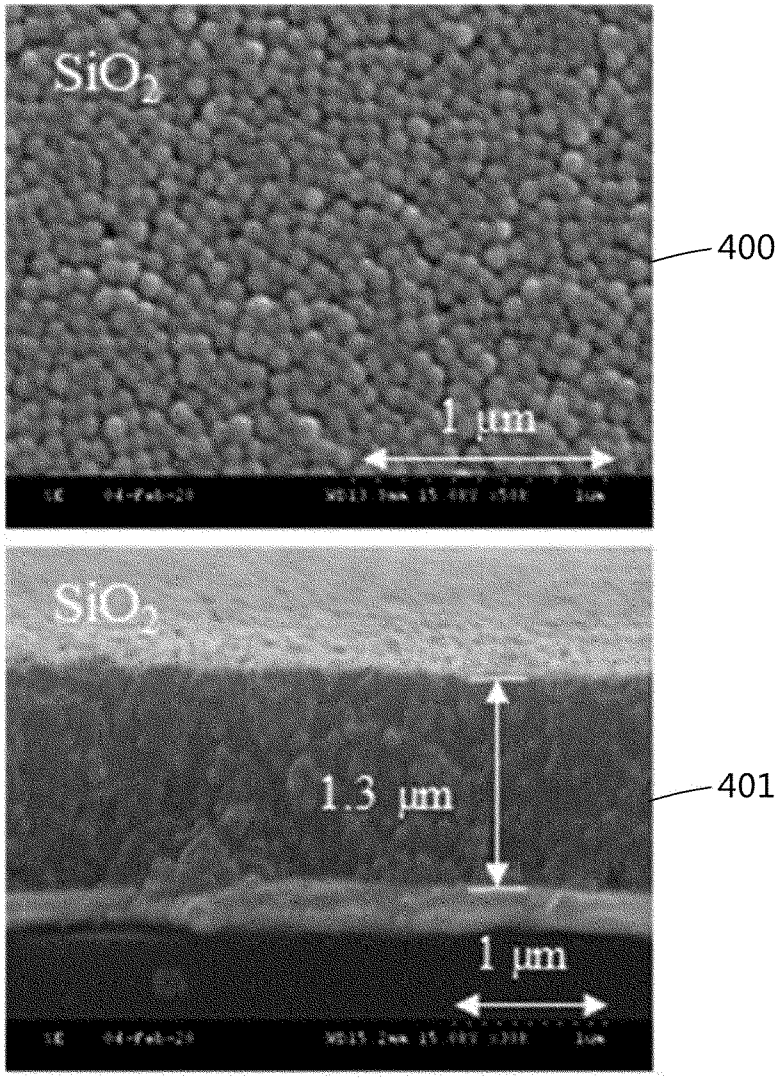
[도2d]


230
231
232
Refractive index
Extinction coefficient
Al_2O_3
Wavelength (μm)

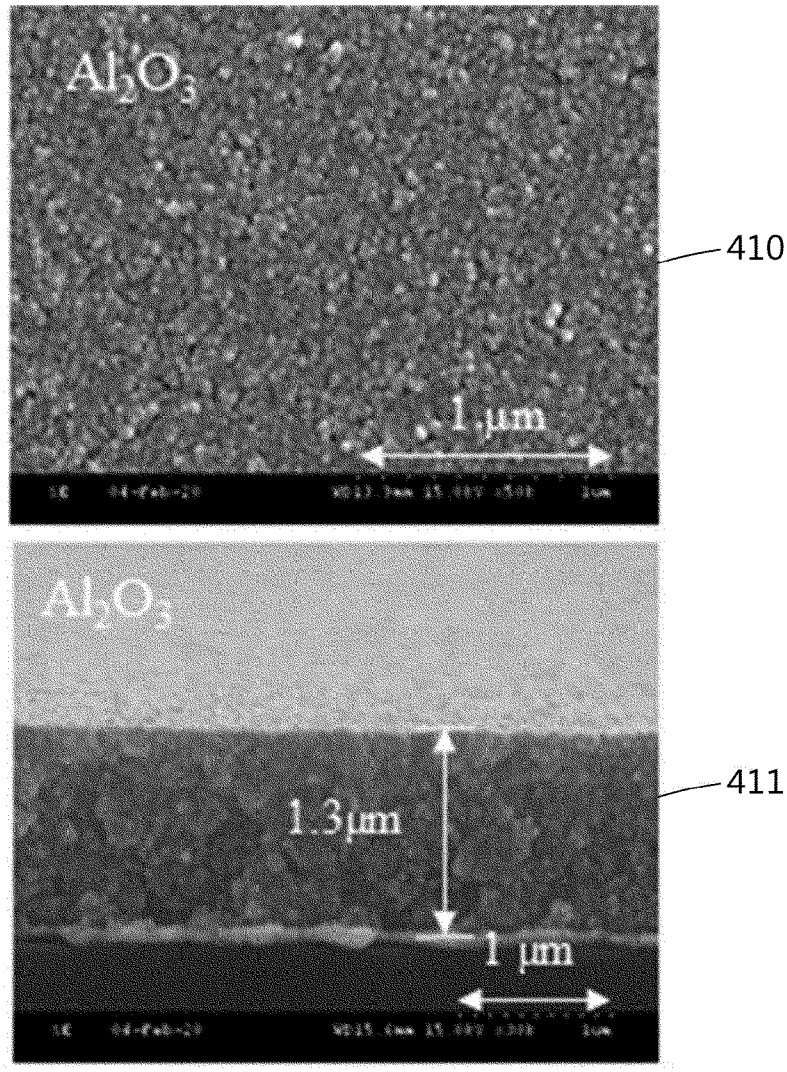
[도3]


300
301
302
303
304
Absorptivity/Emissivity
Solar power density ($Wm^{-2}nm^{-1}$)
Wavelength (μm)

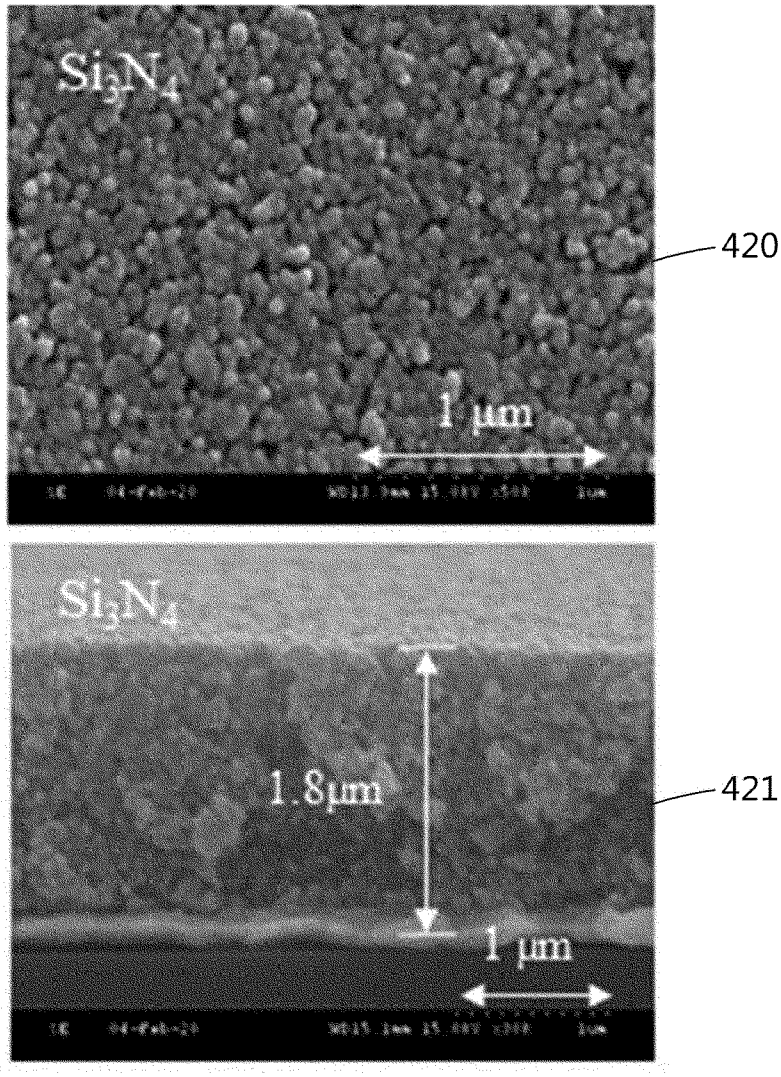
[도4a]



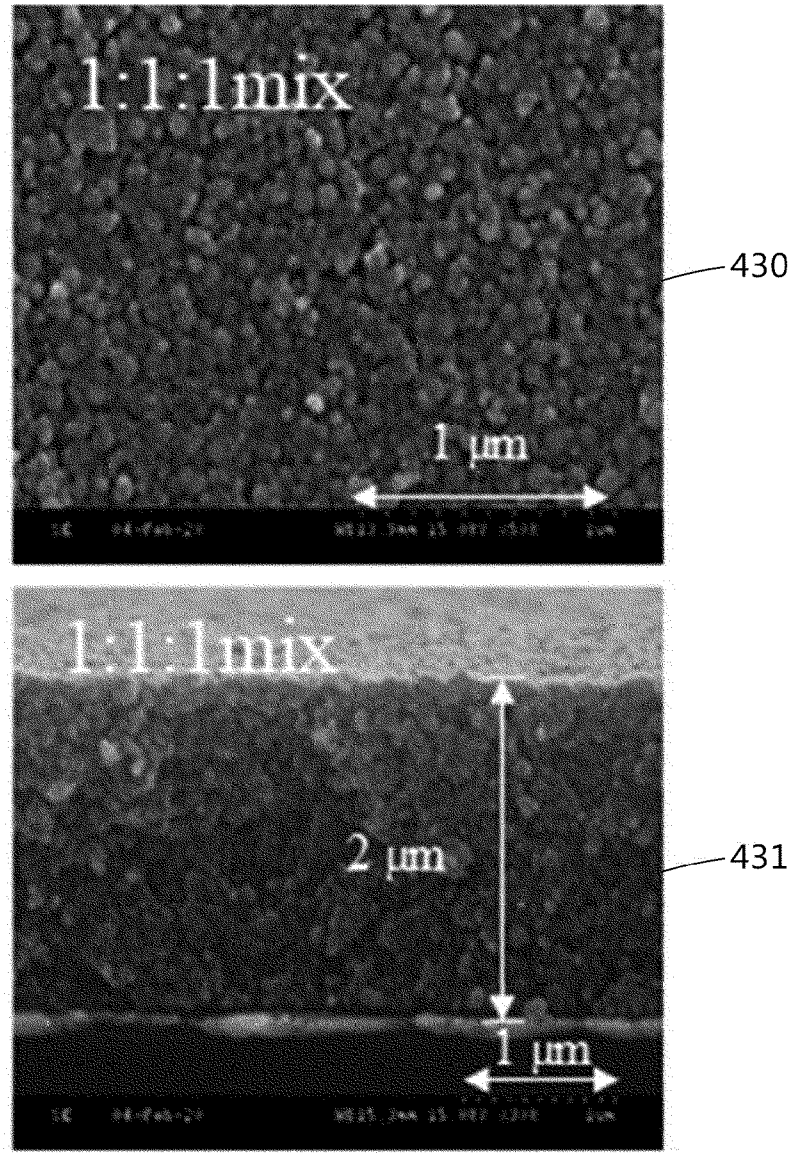
[도4b]



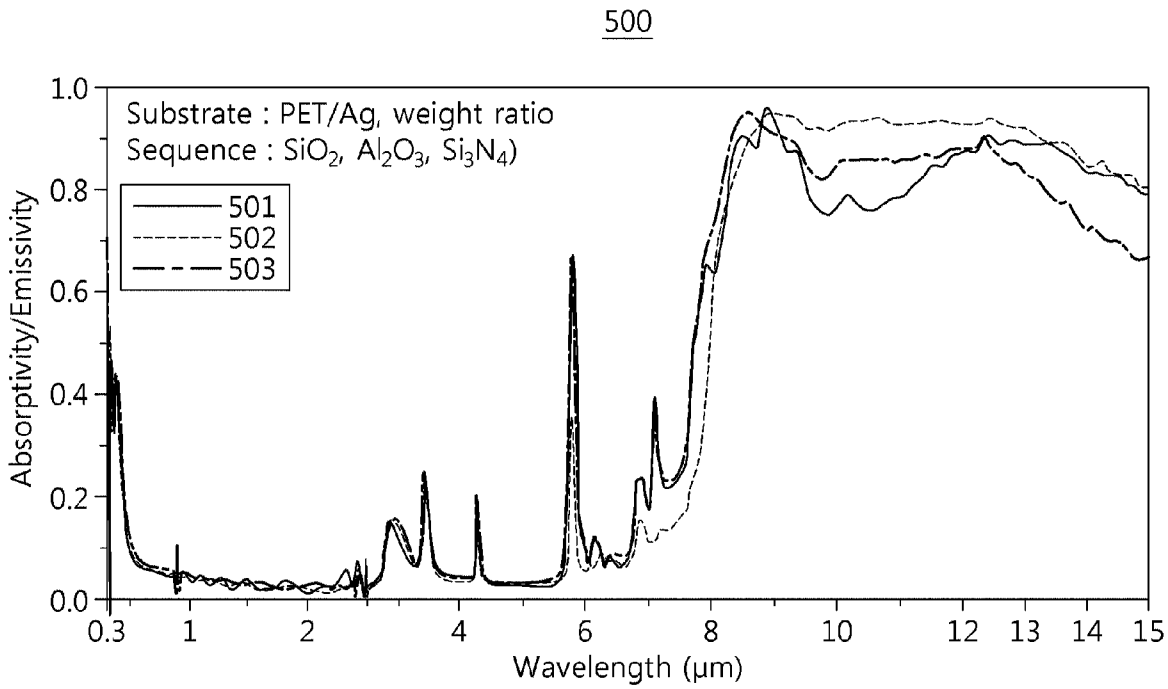
[도4c]



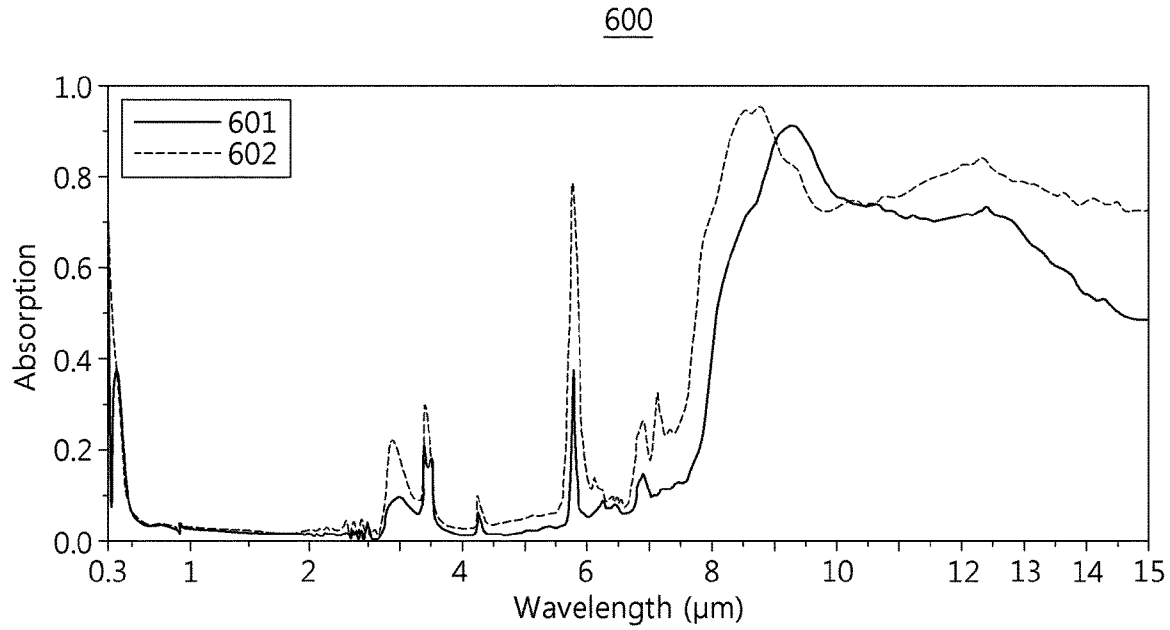
[도4d]


1:1:1mix
1 μm
430
1:1:1mix
2 μm
1 μm
431

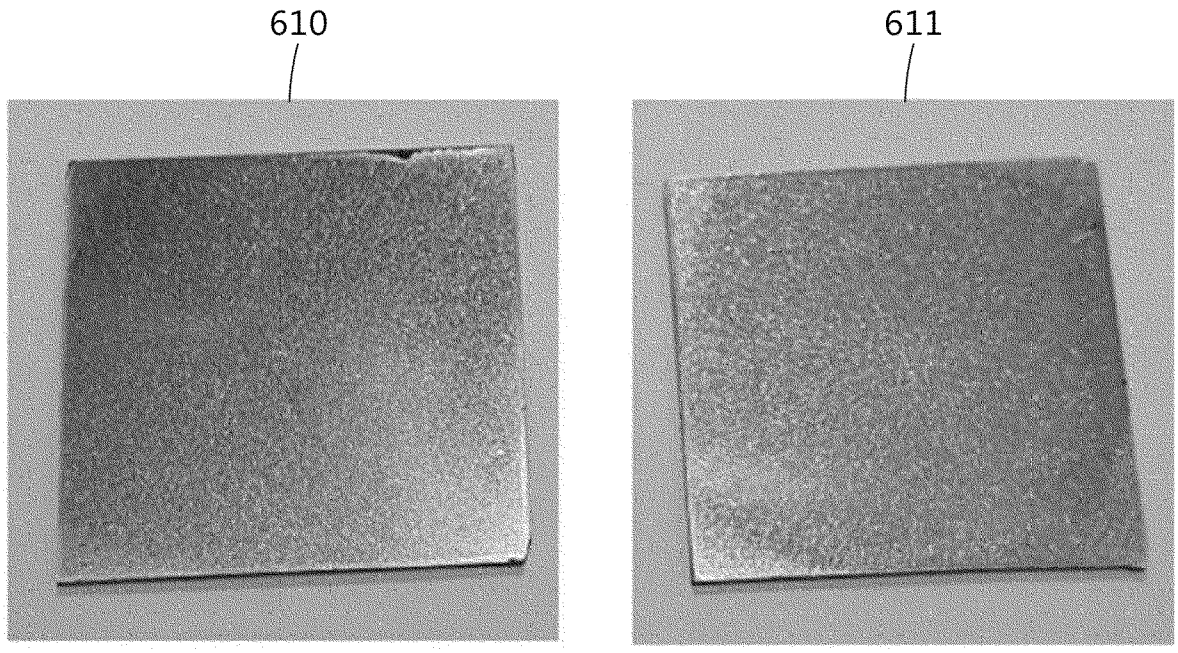
[도5]


500
Substrate : PET/Ag, weight ratio
Sequence : SiO2, Al2O3, Si3N4)
501
502
503
Absorptivity/Emissivity
Wavelength (μm)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0.3
1
2
4
6
8
10
12
13
14
15

[도6a]

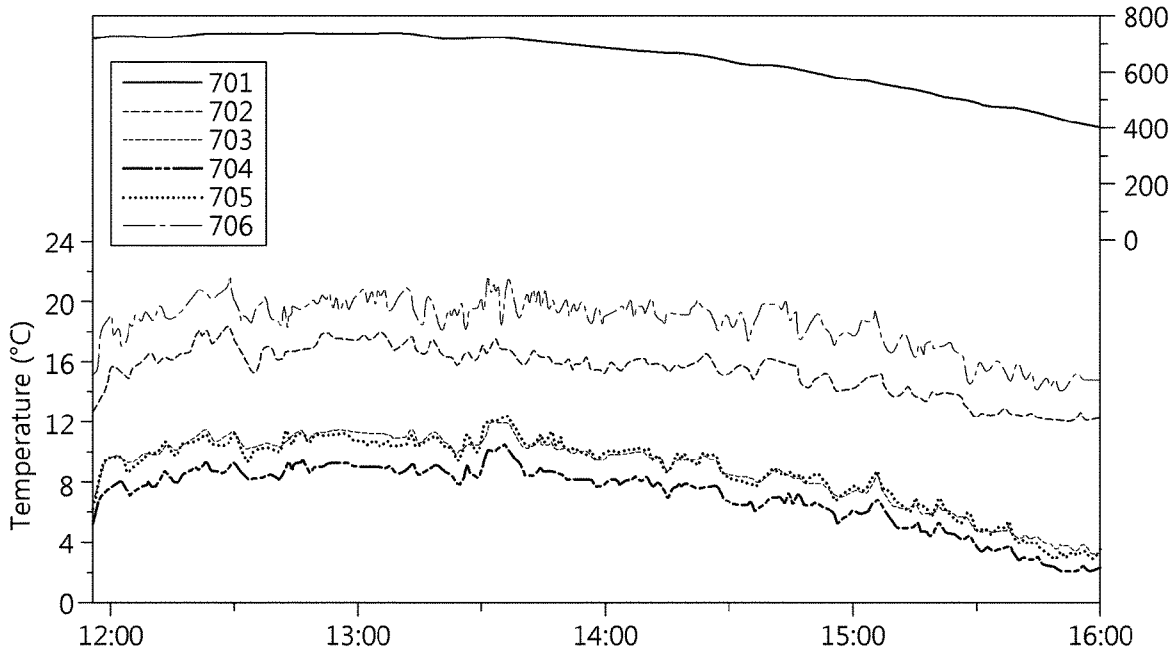

600
601
602
Absorption
Wavelength (μm)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0.3
1
2
4
6
8
10
12
13
14
15

[도6b]


610
611

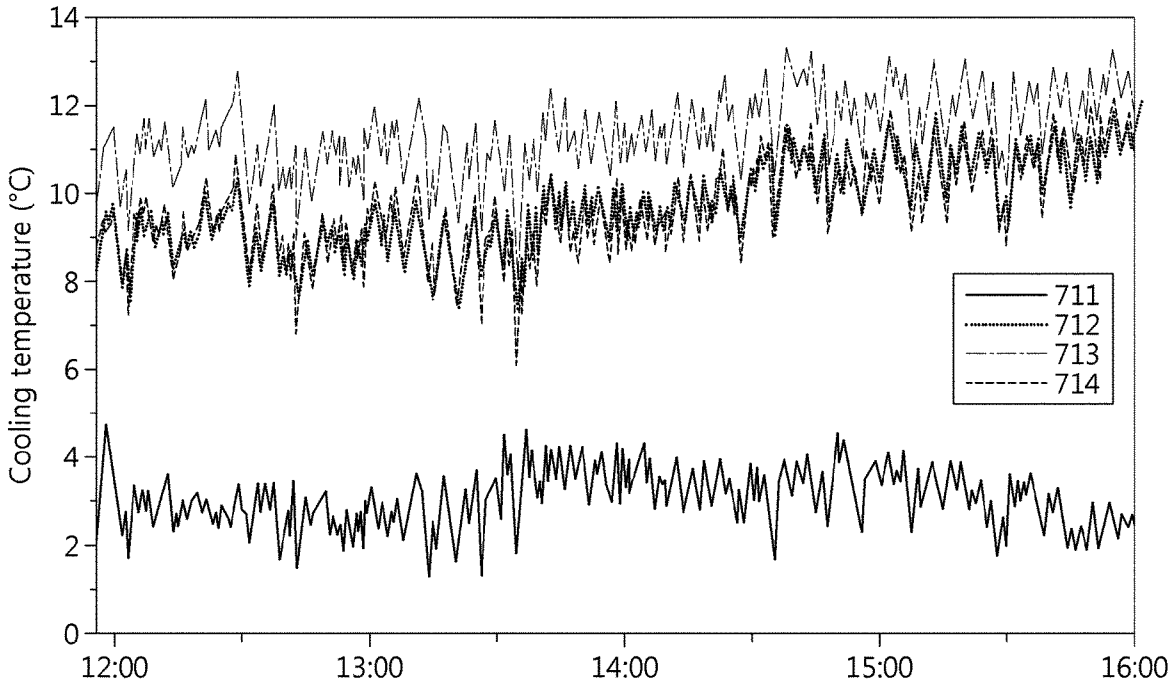
[도7a]

700



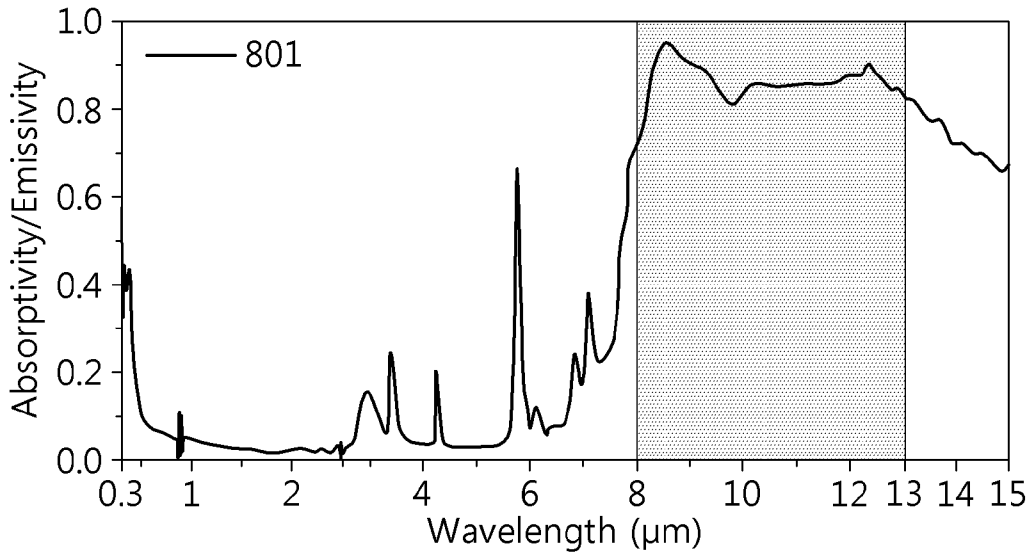
[도7b]

710

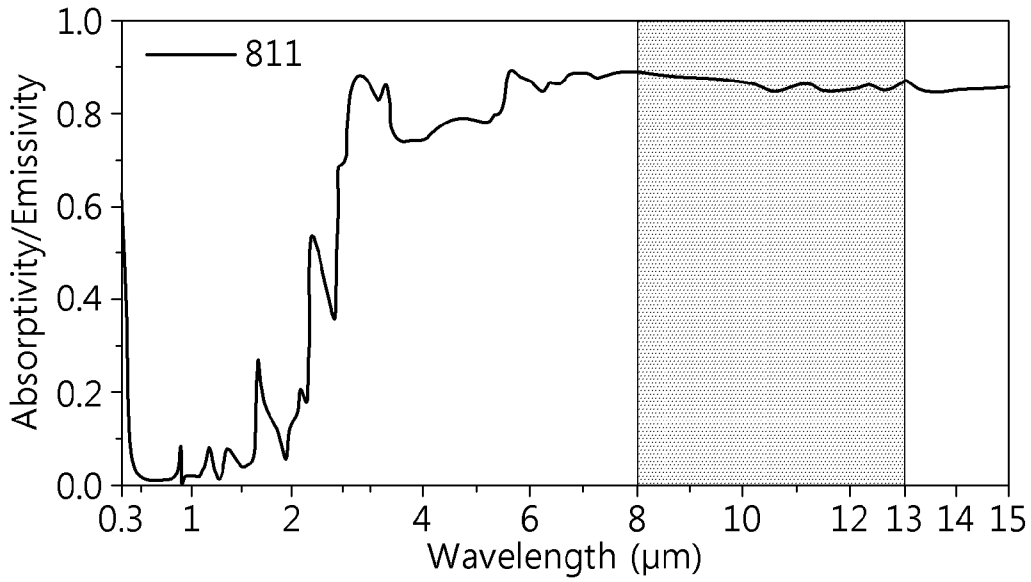


[도8]

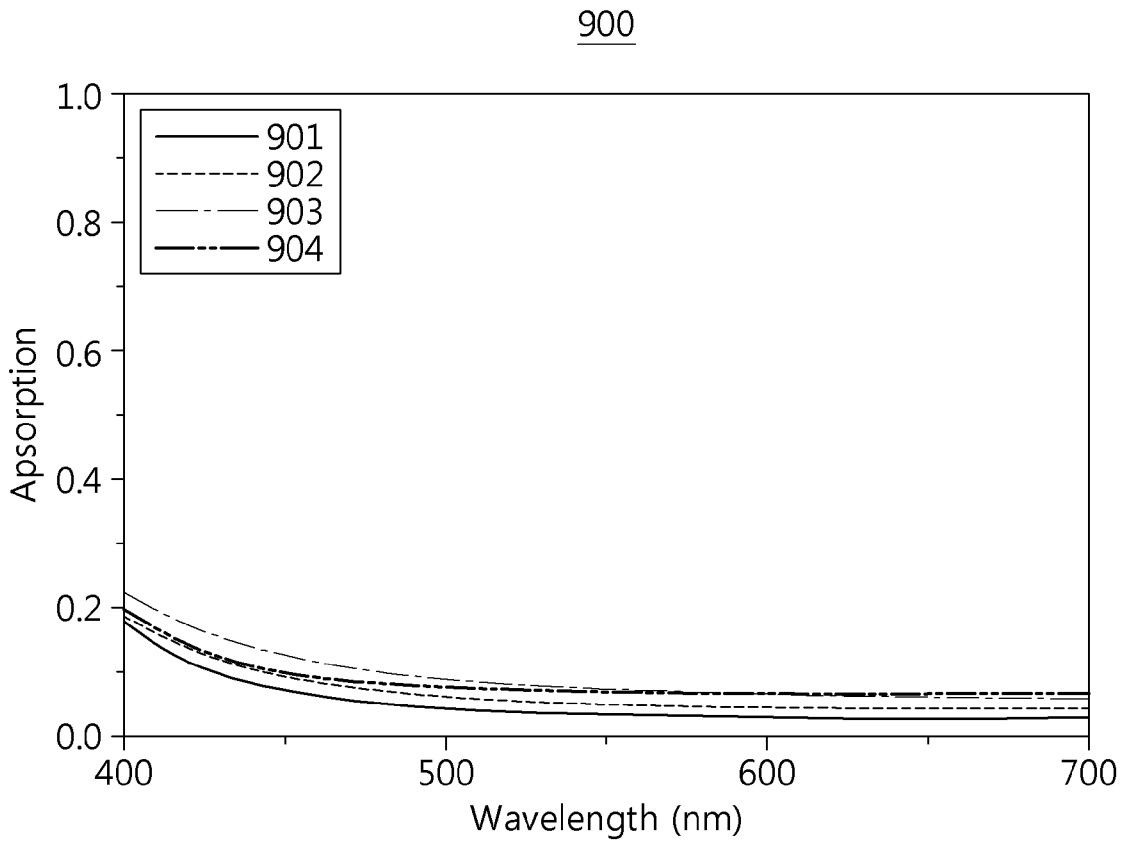
800


801
Absorptivity/Emissivity
Wavelength (μm)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0.3
1
2
4
6
8
10
12
13
14
15

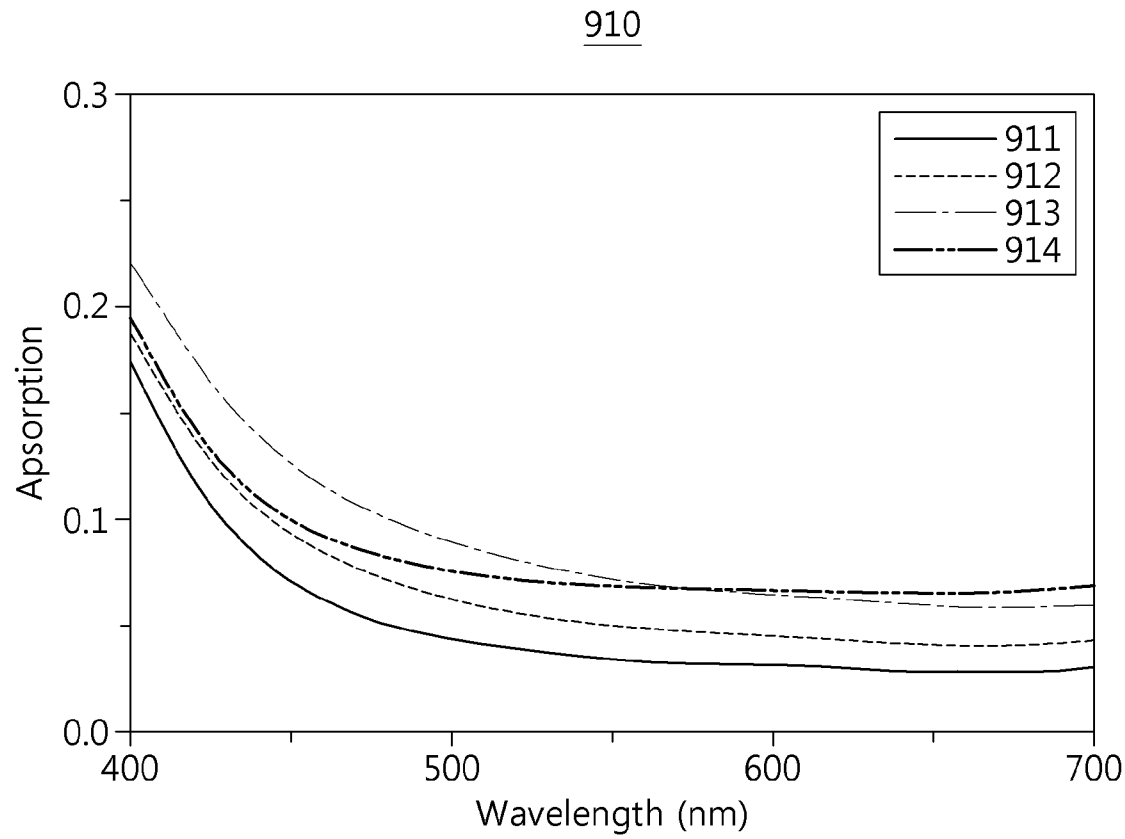
810


811
Absorptivity/Emissivity
Wavelength (μm)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0.3
1
2
4
6
8
10
12
13
14
15

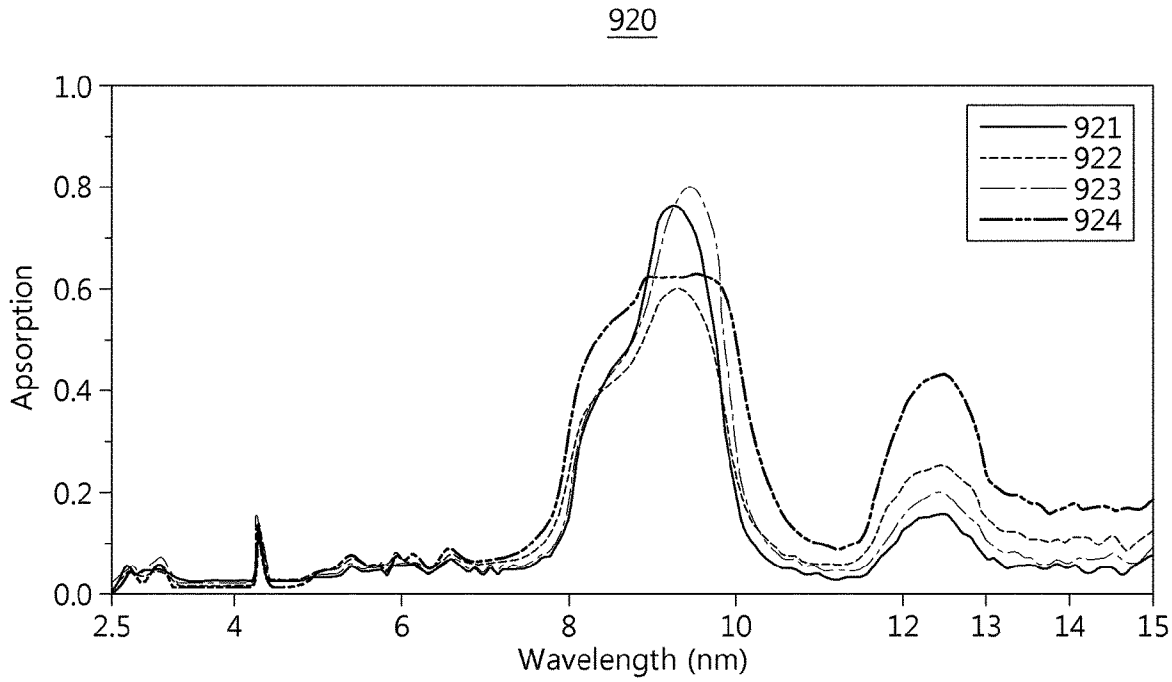
[도9a]


900
901
902
903
904
Apsorption
Wavelength (nm)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
400
500
600
700

[도9b]


910
911
912
913
914
Apsorption
Wavelength (nm)
0.3
0.2
0.1
0.0
400
500
600
700

[도9c]


920
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
Apsorption
2.5
4
6
8
10
12
13
14
15
Wavelength (nm)
921
922
923
924

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2021/004422

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28F 13/18(2006.01)i; **F24F 5/00**(2006.01)i; **C09D 1/00**(2006.01)i; **C09D 201/00**(2006.01)i; **C09D 7/61**(2018.01)i; **C09D 5/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28F 13/18(2006.01); B05D 1/00(2006.01); B23P 15/26(2006.01); C09D 183/04(2006.01); C09D 7/61(2018.01); F24S 70/25(2018.01); F24S 70/60(2018.01); F25B 23/00(2006.01); F28F 21/02(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 복사(radiation), 반사(reflection), 방사(radiation), 적외선(infrared ray), 파장(wavelength), 세라믹(ceramic), 나노입자(nano particle)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2018-526599 A (UNIV. COLUMBIA) 13 September 2018 (2018-09-13) See paragraphs [0053] and [0070]-[0075] and figures 7-8.	1-11
Y		12
Y	KR 10-2019-0130985 A (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 25 November 2019 (2019-11-25) See paragraph [0031].	12
A	KR 10-2019-0101870 A (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 02 September 2019 (2019-09-02) See paragraphs [0023]-[0025] and figure 2.	1-12
A	WO 2019-204331 A1 (FAIN, Romy M.) 24 October 2019 (2019-10-24) See paragraphs [0038]-[0058] and figures 1A-6A.	1-12

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 July 2021	**07 July 2021**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017-0248381 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF COLORADO, A BODY CORPORATE et al.) 31 August 2017 (2017-08-31) See paragraphs [0023]-[0026] and figures 4A-4E.	1-12
PX	KR 10-2230348 B1 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 22 March 2021 (2021-03-22) See claims 1 and 3-12 and figure 1a. ('This document is a published earlier application that serves as a basis for claiming priority of the present international application.')	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2021/004422

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2018-526599	A	13 September 2018	CN	107923718	A	17 April 2018
				EP	3311094	A1	25 April 2018
				US	10386097	B2	20 August 2019
				US	2018-0180331	A1	28 June 2018
				US	2020-0025425	A1	23 January 2020
				WO	2016-205717	A1	22 December 2016
KR	10-2019-0130985	A	25 November 2019	KR	10-2140669	B1	03 August 2020
KR	10-2019-0101870	A	02 September 2019	KR	10-2190381	B1	11 December 2020
WO	2019-204331	A1	24 October 2019	AU	2019-255688	A1	22 October 2020
				CA	3095743	A1	24 October 2019
				CN	111989532	A	24 November 2020
				EP	3781891	A1	24 February 2021
				KR	10-2020-0143705	A	24 December 2020
				US	2019-0316854	A1	17 October 2019
US	2017-0248381	A1	31 August 2017	AU	2017-225866	A1	04 October 2018
				BR	112018067295	A2	02 January 2019
				CN	109070695	A	21 December 2018
				EP	3423298	A1	09 January 2019
				JP	2019-515967	A	13 June 2019
				US	10502505	B2	10 December 2019
				US	10724809	B2	28 July 2020
				US	2019-0086164	A1	21 March 2019
				WO	2017-151514	A1	08 September 2017
KR	10-2230348	B1	22 March 2021		None		

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2021/004422

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

F28F 13/18(2006.01)i; **F24F 5/00**(2006.01)i; **C09D 1/00**(2006.01)i; **C09D 201/00**(2006.01)i; **C09D 7/61**(2018.01)i; **C09D 5/00**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

F28F 13/18(2006.01); B05D 1/00(2006.01); B23P 15/26(2006.01); C09D 183/04(2006.01); C09D 7/61(2018.01); F24S 70/25(2018.01); F24S 70/60(2018.01); F25B 23/00(2006.01); F28F 21/02(2006.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 복사(radiation), 반사(refletion), 방사(radiation), 적외선(infrared ray), 파장(wavelength), 세라믹(ceramic), 나노입자(nano particle)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 2018-526599 A (UNIV. COLUMBIA) 2018.09.13 단락 [0053], [0070]-[0075] 및 도면 7-8	1-11
Y		12
Y	KR 10-2019-0130985 A (광주과학기술원) 2019.11.25 단락 [0031]	12
A	KR 10-2019-0101870 A (고려대학교 산학협력단) 2019.09.02 단락 [0023]-[0025] 및 도면 2	1-12
A	WO 2019-204331 A1 (FAIN, ROMY M.) 2019.10.24 단락 [0038]-[0058] 및 도면 1A-6A	1-12
A	US 2017-0248381 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF COLORADO, A BODY CORPORATE 등) 2017.08.31 단락 [0023]-[0026] 및 도면 4A-4E	1-12

☑ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2021년07월06일(06.07.2021)	**2021년07월07일(07.07.2021)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

이언수

전화번호 **+82-42-481-8539**

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2021/004422

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
PX	KR 10-2230348 B1 (고려대학교 산학협력단) 2021.03.22 청구항 1, 3-12 및 도면 1a ('위 문헌은 본 국제출원의 우선권주장의 기초가 되는 선출원의 공개된 공보임')	1-12

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2021/004422

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2018-526599 A	2018/09/13	CN 107923718 A	2018/04/17
		EP 3311094 A1	2018/04/25
		US 10386097 B2	2019/08/20
		US 2018-0180331 A1	2018/06/28
		US 2020-0025425 A1	2020/01/23
		WO 2016-205717 A1	2016/12/22
KR 10-2019-0130985 A	2019/11/25	KR 10-2140669 B1	2020/08/03
KR 10-2019-0101870 A	2019/09/02	KR 10-2190381 B1	2020/12/11
WO 2019-204331 A1	2019/10/24	AU 2019-255688 A1	2020/10/22
		CA 3095743 A1	2019/10/24
		CN 111989532 A	2020/11/24
		EP 3781891 A1	2021/02/24
		KR 10-2020-0143705 A	2020/12/24
		US 2019-0316854 A1	2019/10/17
US 2017-0248381 A1	2017/08/31	AU 2017-225866 A1	2018/10/04
		BR 112018067295 A2	2019/01/02
		CN 109070695 A	2018/12/21
		EP 3423298 A1	2019/01/09
		JP 2019-515967 A	2019/06/13
		US 10502505 B2	2019/12/10
		US 10724809 B2	2020/07/28
		US 2019-0086164 A1	2019/03/21
		WO 2017-151514 A1	2017/09/08
KR 10-2230348 B1	2021/03/22	없음	