(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2024 년 8 월 29 일 (29.08.2024)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2024/177462 A1

(51) 국제특허분류:
C09D 7/63 (2018.01) *C09D 7/80* (2018.01)
C09D 5/00 (2006.01) *C09D 175/04* (2006.01)
C09D 7/61 (2018.01) *C08K 5/56* (2006.01)
C09D 7/65 (2018.01) *C08K 3/22* (2006.01)
C09D 7/40 (2018.01) *F25B 23/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2024/095280

(22) 국제출원일: 2024 년 2 월 16 일 (16.02.2024)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2023-0022227 2023 년 2 월 20 일 (20.02.2023) KR

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

(72) 발명자: **이헌 (LEE, Heon)**; 06584 서울특별시 서초구 동광로 89-5, 105동 602호, Seoul (KR). **임한규 (LIM, Han Gyu)**; 01363 서울특별시 도봉구 해등로 264, 104동 310호, Seoul (KR).

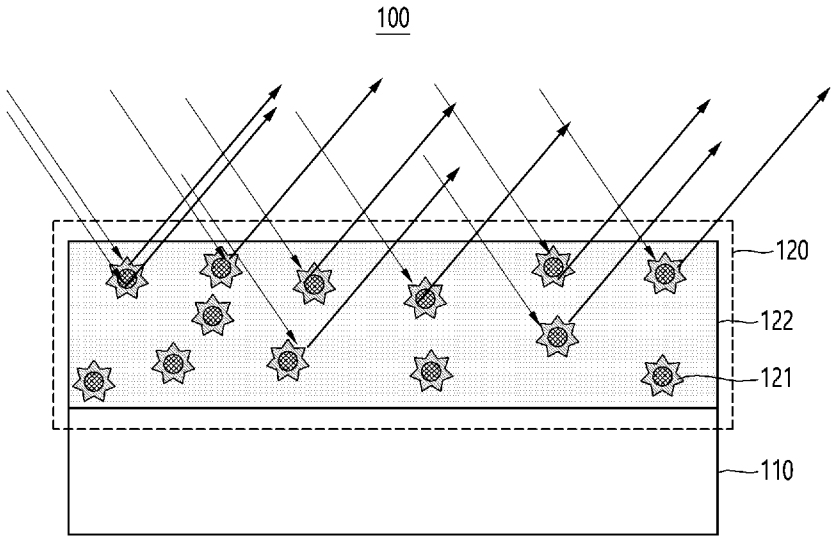
(74) 대리인: **김연권 (KIM, Youn Gwon)**; 05854 서울특별시 송파구 송파대로 201 B동 1416호, Seoul (KR).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

WO 2024/177462 A1

(54) **Title:** RADIATIVE COOLING PAINT, AND RADIATIVE COOLING DEVICE COMPRISING PAINT FILM LAYER USING RADIATIVE COOLING PAINT

(54) **발명의 명칭:** 복사 냉각 페인트 및 복사 냉각 페인트를 이용한 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자



(57) **Abstract:** The present invention relates to a radiative cooling paint, and a radiative cooling device comprising a paint film layer using the radiative cooling paint. The radiative cooling paint according to one embodiment of the present invention comprises: metal-organic framework particles; a binder binding to the metal-organic framework; and a solvent in which a mixture of the metal-organic framework particles and the binder is dissolved and dispersed, wherein the metal-organic framework particles are composed of metal materials, organic materials and a plurality of voids, scatter and reflect, at the interface with the binder, incident sunlight including near infrared rays on the basis of a difference with the binder with respect to refractive index, and can further scatter and reflect incident sunlight on the basis of the plurality of voids.

(57) **요약서:** 본 발명은 복사 냉각 페인트 및 복사 냉각 페인트를 이용한 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자에 관한 것으로, 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 페인트는 금속 유기 구조체 입자, 금속 유기 구조체를 결합하는 바인더 및 금속 유기 구조체 입자 및 바인더의 혼합물이 용해 및 분산된 용매를 포함하고, 금속 유기 구조체 입자는 금속물질, 유기물 및 복수의 공극(void)으로 이루어지고, 바인더와의 계면에서 바인더와 굴절률 차이에 기반하여 근적외선을 포함하는 입사태양광을 산란 및 반사하되, 복수의 공극에 기반하여 입사태양광을 추가 산란 및 반사할 수 있다.

[다음 쪽 계속]

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

명세서

발명의 명칭: 복사 냉각 페인트 및 복사 냉각 페인트를 이용한 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자

기술분야

[1] 본 발명은 복사 냉각 페인트 및 복사 냉각 페인트를 이용한 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자에 관한 것으로, 구체적으로 근적외선을 포함하는 입사태양광에 대한 반사를 극대화하기 위해 표면적이 넓고, 공극(void)을 가지고 있는 금속 유기 구조체 입자를 이용한 복사 냉각 페인트를 제공하고, 복사 냉각 페인트를 이용하여 형성된 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자를 구현하는 기술에 관한 것이다.

배경기술

[2] 복사 냉각은 적외선 방사(방출)라는 에너지를 쓰지 않는 자발적인 과정을 통해 열전달이 일어난다.

[3] 냉각체의 열에너지는 냉각체의 주변환경이 아닌, 지구 대기권 밖으로 방사되어 일어나므로, 주변온도보다 낮은 온도로 에너지의 소모없이 냉각될 수 있는 신기술이다.

[4] 즉, 냉각체로부터 지구 대기권 바깥까지의 복사에 의한 열교환은 에너지가 필요치 않는 자발적인 과정인 열복사(적외선 방사)에 의해 이루어진다.

[5] 제로 에너지 복사냉각의 핵심은 입사태양광을 흡수하지 않고 최대한 반사시키는 것이다.

[6] 그리고, 자신의 열에너지를 최대한 외부로 방출하는 것인데, 열에너지의 방출은 대기의 창(sky window)에 해당하는 파장범위인 8㎛ 내지 13㎛의 장파장 적외선에 대한 흡수 및 방출로 구현될 수 있다.

[7] 예를 들면 태양빛이 내리쬐는 대낮에 빛을 잘 흡수하는 검은색 자동차의 내부 온도는 쉽게 상승하지만 상대적으로 빛을 흡수하지 않고 잘 반사시키는 흰색 자동차의 경우 온도상승은 상대적으로 덜 상승하게 된다.

[8] 만약 태양빛을 흡수하지 않거나 잘 반사하는 흰색 자동차의 표면이 UV-가시광선-근적외선의 파장대의 빛, 즉 입사태양광은 최대한 반사시켜 태양광의 흡수에 의한 열에너지의 유입을 최소화한다.

[9] 동시에 태양광을 100% 반사 시키지 못하여 유입된 열에너지 보다 많은 양의 열에너지를 지구 대기에 흡수되지 않는 대기의 창의 적외선 방사를 통해 외부로 배출시키면 자동차의 온도는 주변의 온도보다도 더 낮게 냉각할 수 있다.

[10] 지구의 대기는 질소, 산소, 아르곤 외에도 소량의 수증기, 이산화탄소 등이 존재하는데 수증기와 이산화탄소 가스는 지구가 외부로 방사하는 장파장 적외선의 일부 파장을 흡수하여 외부로의 방사를 억제한다.

[11] 대표적인 예가 “온실효과”인데 지구 대기중의 이산화탄소의 농도가 짙어 질수록 지구가 방사하는 장파장 적외선의 우주로의 방출이 방해 받아 열이 지구로부터 우주로 배출되지 못해 지구의 온도가 올라가게 된다.

[12] 그러나 대기의 창의 장파장 적외선은 지구 대기에 의하여 흡수되지 않고 지구 대기밖으로 쉽게 방사된다.

[13] 다양한 형태의 복사냉각 소자가 연구되고 있고, 초기에는 기판위에 증착된 다층박막 형태의 복사냉각 소자가 제안되었다.

[14] 기판위에 입사태양광 반사를 위하여 은(Ag) 박막이 증착되고 이 위에 입사 태양광에는 투명하며 장파장 적외선을 잘 흡수하고 외부로 방사할 수 있는 소재들의 다층박막이 적층되어 소자가 구성되었다.

[15] 또 폴리머 필름 한쪽 면에 태양광 반사를 위한 은(Ag) 박막이 증착되고 필름 내부에는 장파장 적외선 방사를 위한 세라믹 미세입자가 분산된 폴리머 필름 형태의 복사냉각 소자도 제안되었다.

[16] 이 두 소자들은 모두 입사태양광을 반사시키기 위하여 Ag같은 금속박막을 이용하여 거울처럼 입사태양광을 반사시키는 거울 반사(specular reflection)를 사용하였다.

[17] 거울 반사 대신 입사태양광의 모든 파장에 대하여 빛을 산란시키면서 반사시켜 거울같은 외관을 띠지 않고 백색을 띠는 백색 산란 반사를 이용하여 입사태양광을 흡수하지 않고 모두 반사 시켜 복사냉각을 수행할 수도 있다.

[18] 특히, 백색 산란 반사는 값비싼 은(Ag) 박막을 사용하지 않으므로 제조비용도 저렴해지며 은(Ag)박막의 열화에 따른 제품의 성능저하가 없으므로 제품의 수명도 길게 되어 복사냉각 소자 제조에 더욱 적합하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[19] 본 발명은 근적외선을 포함하는 입사태양광에 대한 반사를 극대화하기 위해 표면적이 넓고, 공극(void)을 가지고 있는 금속 유기 구조체 입자를 이용한 복사 냉각 페인트를 제공하고, 복사 냉각 페인트를 이용하여 형성된 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자를 구현하는 것을 목적으로 한다.

[20] 본 발명은 금속 유기 구조체 입자로 세라믹 입자를 대체하거나 금속 유기 구조체 입자를 첨가하여 복사 냉각 페인트를 제조함에 따라 페인트 도막층의 두께를 줄이더라도 동일하거나 향상된 복사 냉각 성능을 구현함에 따라 두꺼운 두께의 도장이 요구되지 않음에 도장 작업성을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

[21] 본 발명은 금속 유기 구조체 입자에 의한 효과적인 입사태양광의 산란 촉진에 기반하여, 폴리머 바인더의 함량이 증가하더라도 우수한 복사냉각 성능을 가지며, 폴리머 바인더의 함량이 증가하므로 페인트 도막층의 내구성도가 향상되는 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[22] 본 발명은 주간(daytime)에 입사태양광에 의한 온도의 상승이 없으므로 주야간 상관없이 높은 방열능력을 갖는 복사 냉각 페인트 및 이를 이용하여 형성된 페인트 도막층을 통해 복사 냉각 성능을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[23] 본 발명은 옥외에 설치되는 기기에 적용하면 태양광이 작렬하는 주간에도 입사태양광의 흡수가 최소화되고, 장파장 적외선방사를 통한 열방출이 잘 유지되면서, 열전도성이 우수하여, 열원의 에너지를 표면으로 잘 전달하므로 방열 성능은 더욱 개선된 복사 냉각 페인트를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[24] 본 발명은 데이터센터나 통신 장비, 중계시설 등, 옥외에 설치되어, 내부열때문에 장비의 온도가 높아져 생기는 문제점을 해결하는 방법으로 사용될 수 있는 복사 냉각 페인트를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

[25] 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 페인트는 금속 유기 구조체(metal organic framework, MOF) 입자, 상기 금속 유기 구조체를 결합하는 바인더 및 상기 금속 유기 구조체 입자 및 상기 바인더의 혼합물이 용해 및 분산된 용매(solvent)를 포함하고, 상기 바인더는 8㎛ 내지 13㎛에서의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하되, 상기 장파장 적외선에서 복수의 흡수 피크를 가지고, 0.7㎛ 내지 3㎛에서의 근적외선을 흡수 하지 않는 폴리머 수지로 형성되며, 상기 금속 유기 구조체 입자는 금속물질, 유기물 및 복수의 공극(void)으로 이루어지고, 상기 바인더와의 계면에서 상기 바인더와 굴절률 차이에 기반하여 상기 근적외선을 포함하는 입사태양광을 산란 및 반사하되, 상기 복수의 공극에 기반하여 상기 입사태양광을 추가 산란 및 반사할 수 있다.

[26] 상기 복사 냉각 페인트는 세라믹 입자 및 폴리머 입자 중 적어도 하나의 입자를 상기 혼합물에서 더 포함하고, 상기 세라믹 입자 및 상기 폴리머 입자는 상기 장파장 적외선을 흡수 및 방사하되, 상기 바인더의 장파장 적외선의 흡수 및 방사를 보완하여 상기 8㎛ 내지 13㎛에서 장파장 적외선의 방사율을 증가시키고, 상기 바인더 및 상기 복수의 공극과의 굴절률 차이에 기반하여 상기 입사태양광을 추가 산란 및 반사할 수 있다.

[27] 상기 세라믹 입자는 TiO_2, Al_2O_3, h-BN, ZrO_2, SiO_2, $CaCO_3$, $BaSO_4$, MgO, Y_2O_3, YSZ, BeO, MnO, ZnO, SiC, AlN 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 폴리머 입자는 DPHA(DiPentaerythritol HexaAcrylate), PTFE(Polytetrafluoroethylene), PDMS(polydimethylsiloane), PMMA(polymethyl methacrylate), PUA(Poly urethane acrylate), ETFE(Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PVDF(Polyvinylidene fluoride), Acrylic 계 고분자, Polyester 계 고분자, Polyurethance 계 고분자 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[28] 상기 금속 유기 구조체 입자는 ZIF-8, MOF-867 및 CAU-1 중 적어도 하나의 백색 금속 유기 구조체 입자를 포함할 수 있다.

[29] 상기 금속 유기 구조체 입자는 상기 혼합물에서 함유량의 비율이 50% 내지 85%의 비율로 포함되고, 상기 비율이 증가하는 경우에 상기 근적외선의 반사율을 증가시키고, 투과율 및 흡수율을 감소시킬 수 있다.

[30] 상기 금속 유기 구조체 입자의 크기는 0.1㎛ 내지 5㎛이고, 상기 복수의 공극 각각의 크기는 5㎛ 미만일 수 있다.

[31] 상기 바인더는 폴리우레탄 수지, 불소 수지, 폴리에틸렌 수지, 폴리 아크릴레이트 수지, PDMS, PVC 중 적어도 하나의 폴리머 수지의 혼합물을 포함할 수 있다.

[32] 복사 냉각 페인트를 이용하여 형성된 페인트 도막층을 포함하고, 상기 복사 냉각 페인트는 금속 유기 구조체(metal organic framework, MOF) 입자, 상기 금속 유기 구조체를 결합하는 바인더 및 상기 금속 유기 구조체 입자 및 상기 바인더의 혼합물이 용해 및 분산된 용매(solvent)를 포함하고, 상기 바인더는 8㎛ 내지 13㎛에서의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하되, 상기 장파장 적외선에서 복수의 흡수 피크를 가지고, 0.7㎛ 내지 3㎛에서의 근적외선을 흡수 하지 않는 폴리머 수지로 형성되며, 상기 금속 유기 구조체 입자는 금속물질, 유기물 및 복수의 공극(void)으로 이루어지고, 상기 바인더와의 계면에서 상기 바인더와 굴절률 차이에 기반하여 상기 근적외선을 포함하는 입사태양광을 산란 및 반사하되, 상기 복수의 공극에 기반하여 상기 입사태양광을 추가 산란 및 반사할 수 있다.

[33] 상기 금속 유기 구조체 입자는 ZIF-8, MOF-867 및 CAU-1 중 적어도 하나의 백색 금속 유기 구조체 입자를 포함할 수 있다.

[34] 상기 금속 유기 구조체 입자는 상기 혼합물에서 함유량의 비율이 50% 내지 85%의 비율로 포함되고, 상기 비율이 증가하는 경우에 상기 근적외선의 반사율을 증가시키고, 투과율 및 흡수율을 감소시킬 수 있다.

[35] 상기 페인트 도막층은 상기 혼합물에서 상기 함유량의 비율이 증가하는 경우에 상기 증가되는 비율에 따라 도막 두께가 감소하더라도 상기 근적외선의 반사율, 투과율 및 흡수율이 유지되고, 상기 도막 두께가 동일한 경우에 상기 근적외선의 반사율이 증가되고, 투과율 및 흡수율이 감소될 수 있다.

[36] 상기 금속 유기 구조체 입자의 크기는 0.1㎛ 내지 5㎛이고, 상기 복수의 공극 각각의 크기는 5㎛ 미만일 수 있다.

발명의 효과

[37] 본 발명은 근적외선을 포함하는 입사태양광에 대한 반사를 극대화하기 위해 표면적이 넓고, 공극(void)을 가지고 있는 금속 유기 구조체 입자를 이용한 복사 냉각 페인트를 제공하고, 복사 냉각 페인트를 이용하여 형성된 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자를 구현할 수 있다.

[38] 본 발명은 금속 유기 구조체 입자로 세라믹 입자를 대체하거나 금속 유기 구조체 입자를 첨가하여 복사 냉각 페인트를 제조함에 따라 페인트 도막층의 두께를 줄이더라도 동일하거나 향상된 복사 냉각 성능을 구현함에 따라 두꺼운 두께의 도장이 요구되지 않음에 도장 작업성을 향상시킬 수 있다.

[39] 본 발명은 금속 유기 구조체 입자에 의한 효과적인 입사태양광의 산란 촉진에 기반하여, 폴리머 바인더의 함량이 증가하더라도 우수한 복사냉각 성능을 가지며, 폴리머 바인더의 함량이 증가하므로 페인트 도막층의 내구성도가 향상되는 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[40] 본 발명은 주간(daytime)에 입사태양광에 의한 온도의 상승이 없으므로 주야간 상관없이 높은 방열능력을 갖는 복사 냉각 페인트 및 이를 이용하여 형성된 페인트 도막층을 통해 복사 냉각 성능을 제공할 수 있다.

[41] 본 발명은 옥외에 설치되는 기기에 적용하면 태양광이 작렬하는 주간에도 입사태양광의 흡수가 최소화되고, 장파장 적외선방사를 통한 열방출이 잘 유지되면서, 열전도성이 우수하여, 열원의 에너지를 표면으로 잘 전달하므로 방열 성능은 더욱 개선된 복사 냉각 페인트를 제공할 수 있다.

[42] 본 발명은 데이터센터나 통신 장비, 중계시설 등, 옥외에 설치되어, 내부열때문에 장비의 온도가 높아져 생기는 문제점을 해결하는 방법으로 사용될 수 있는 복사 냉각 페인트를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[43] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 페인트 및 복사 냉각 페인트를 이용한 페인트 도막층이 형성된 복사 냉각 소자를 설명하는 도면이다.

[44] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 금속 유기 구조체(metal organic framework, MOF) 입자를 설명하는 도면이다.

[45] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 금속 유기 구조체 입자 및 금속 유기 구조체 입자를 이용한 페인트가 코팅된 페인트 도막층을 설명하는 도면이다.

[46] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 페인트 도막층의 전자 현미경 이미지를 설명하는 도면이다.

[47] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 페인트에 기반한 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자의 광특성을 설명하는 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

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

[49] 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.

[50] 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.

[51] 그리고 후술되는 용어들은 다양한 실시예들에서의 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.

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

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

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

[55] "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.

[56] 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.

[57] 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.

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

[59] 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.

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

[61] 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.

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

[63] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 페인트 및 복사 냉각 페인트를 이용한 페인트 도막층이 형성된 복사 냉각 소자를 설명하는 도면이다.

[64] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따라 바인더 및 금속 유기 구조체 입자의 혼합물로 이루어진 복사 냉각 페인트와 그 복사 냉각 페인트를 이용하여 페인트 도막층이 형성된 복사 냉각 소자를 예시한다.

[65] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각 소자(100)는 기판(110) 상에 페인트 도막층(120)이 형성된 구조를 가진다.

[66] 일례로, 페인트 도막층(120)은 복사 냉각 페인트를 이용하여 형성된다. 예를 들어, 기판(110)은 페인트가 도막될 수 있는 표면은 모두 포함할 수 있다.

[67] 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자(100)는 금속 유기 구조체 입자의 혼합물을 이용하여 입사 태양광을 산란 및 반사하는 복사 냉각 소자이다.

[68] 거울 반사 대신 입사태양광의 모든 파장에 대하여 빛을 산란 시키면서 반사 시켜 거울 같은 외관을 띠지 않고 백색을 띠는 백색 산란 반사를 이용하여 입사태양광을 흡수하지 않고 모두 반사 시켜 복사냉각을 수행할 수도 있다.

[69] 특히, 백색 산란 반사는 값비싼 은(Ag) 박막을 사용하지 않으므로 제조비용도 저렴해지며 은(Ag)박막의 열화에 따른 제품의 성능저하가 없으므로 제품의 수명도 길게 되어 복사냉각 소자 제조에 더욱 적합하다.

[70] 백색 산란 반사를 효율적으로 일으키기 위해서는 반사하려는 파장과 비슷한 크기의 세라믹 마이크로 입자가 필요하고 이러한 마이크로 입자들을 연결해줄 바인더 소재도 필요하다.

[71] 바인더 소재로는 폴리머 소재가 매우 적당한데, 폴리머는 대량생산이 용이하고 값이 싸며 다양하게 물성을 조절할 수 있으므로 매우 경쟁력 있는 소재이다.

[72] 따라서, 폴리머를 이용하여 제로에너지 복사 냉각 소자를 구성할 수 있으면 값싸게 여러 가지 제품을 만들 수 있으며 가공성 또한 좋아지므로 여러 가지 장점이 있다.

[73] 많은 폴리머 수지 및 세라믹 미세입자는 그 자체로 8㎛ 내지 13㎛의 대기의 창(sky window)구간에서 높은 방사율을 갖으며 입사태양광에 투명하며 잘 흡수하지 않는다.

[74] 이러한 소재들 만을 결합하여 백색복사냉각 소자를 만들 수 있는데, 폴리머 수지와 세라믹 나노 입자의 결합된 형태이므로 "페인트"의 형태로 복사냉각 소자를 구현할 수도 있다.

[75] 즉 다양한 폴리머 수지 및 세라믹 미세입자가 용매(solvent)에 용해·분산되어 구성되면 이는 페인트의 일반적인 형태이다.

[76] 이러한 페인트가 다양한 표면에 도포(코팅)되어 페인트 도막층을 형성하고 형성된 도막은 입사태양광을 최대로 반사 시키고 흡수를 최소화하며 자체로 8㎛ 내지 13㎛의 장파장 적외선의 방사를 최대로 하여 복사냉각을 수행하면 복사냉각 페인트가 될 수 있다.

[77] 여타 종류의 복사냉각 소자들과 비교하여 복사냉각 페인트의 장점은 페인트가 도포될 수 있는 임의의 면 위에 도포되어 도막을 형성하고 형성된 도막이 복사냉각을 수행하게 되므로 다양한 응용이 가능하다는 점이다.

[78] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 페인트 도막층(120)은 입사태양광을 최대로 반사하고, 장파장 적외선의 방사를 최대화하여 복사냉각을 수행하는 복사 냉각 페인트에 기반한다.

[79] 본 발명의 일실시예에 따른 페인트 도막층(120)을 형성하기 위한 복사 냉각 페인트는 금속 유기 구조체 입자(121), 금속 유기 구조체 입자(121)를 결합하는 바인더(122) 및 금속 유기 구조체 입자 및 바인더의 혼합물이 용해 및 분산된 용매(solvent)를 포함한다.

[80] 일례로, 페인트 도막층(120)은 복수의 금속 유기 구조체 입자(121)가 바인더(122) 내에 분산되어진 형태로 형성된다.

[81] 본 발명의 일실시예에 따르면 바인더(122)는 8㎛ 내지 13㎛에서의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하되, 장파장 적외선에서 복수의 흡수 피크를 가지고, 0.7㎛ 내지 3㎛에서의 근적외선을 흡수 하지 않는 폴리머 수지로 형성될 수 있다.

[82] 일례로, 금속 유기 구조체 입자(121)는 금속물질, 유기물 및 복수의 공극(void)으로 이루어지고, 바인더(122)와의 계면에서 바인더(122)와 굴절률 차이에 기반하여 근적외선을 포함하는 입사태양광을 산란 및 반사하되, 복수의 공극에 기반하여 입사태양광을 추가 산란 및 반사한다.

[83] 본 발명의 일실시예에 따르면 금속 유기 구조체 입자(121)는 ZIF-8, MOF-867 및 CAU-1 중 적어도 하나의 백색 금속 유기 구조체 입자를 포함할 수 있다.

[84] 일례로, 금속 유기 구조체 입자(121)는 혼합물에서 함유량의 비율이 50% 내지 85%의 비율로 포함되고, 비율이 증가하는 경우에 근적외선의 반사율을 증가시키고, 투과율 및 흡수율을 감소시킬 수 있다.

[85] 본 발명의 일실시예에 따르면 금속 유기 구조체 입자(121)의 크기는 0.1㎛ 내지 5㎛이고, 복수의 공극 각각의 크기는 5㎛ 미만일 수 있다.

[86] 바인더(122)는 폴리우레탄 수지, 불소 수지, 폴리에틸렌 수지, 폴리 아크릴레이트 수지, PDMS, PVC 중 적어도 하나의 폴리머 수지의 혼합물을 포함할 수 있다.

[87] 복사 냉각 페인트는 입사 태양광을 효과적으로 반사시키기 위하여 빛을 산란시킬 폴리머 수지로 이루어질 수 있다.

[88] 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 페인트는 백색 금속 유기 구조체 입자를 사용한다.

[89] 복사 냉각 페인트는 입사 태양광을 90% 이상 반사시켜야 하는데 백색 금속 유기 구조체 입자의 경우 금속 유기 구조체 입자와 폴리머 바인더 계면에서도 산란 반사가 일어나지만 금속 유기 구조체 소재 자체가 갖고 있는 공극 때문에 입사 태양광이 추가적으로 산란 반사하여 복사 냉각 성능을 향상시킨다.

[90] 광 산란은 금속 유기 구조체 입자와 폴리머 바인더 계면, 그리고 금속 유기 구조체 입자 내부의 공극에서 일어나 입사 태양광을 효과적으로 반사 시킨다.

[91] 따라서, 본 발명은 근적외선을 포함하는 입사태양광에 대한 반사를 극대화하기 위해 표면적이 넓고, 공극(void)을 가지고 있는 금속 유기 구조체 입자를 이용한 복사 냉각 페인트를 제공하고, 복사 냉각 페인트를 이용하여 형성된 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자를 구현할 수 있다.

[92] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따라 바인더, 세라믹 입자, 폴리머 입자 및 금속 유기 구조체 입자의 혼합물로 이루어진 복사 냉각 페인트와 그 복사 냉각 페인트를 이용하여 페인트 도막층이 형성된 복사 냉각 소자를 예시한다.

[93] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각 소자(200)는 기판(210) 상에 페인트 도막층(220)이 형성된 구조를 가진다.

[94] 페인트 도막층(220)은 바인더(221), 금속 유기 구조체 입자(222), 세라믹 입자(223) 및 폴리머 입자(224)를 포함한다.

[95] 페인트 도막층(220)은 도 1에서 설명된 복사 냉각 페인트에 세라믹 입자(223) 및 폴리머 입자(224)를 추가로 포함한다.

[96] 다시 말해, 복사 냉각 페인트는 세라믹 입자(223) 및 폴리머 입자(224) 중 적어도 하나의 입자를 혼합물에서 더 포함할 수 있다.

[97] 본 발명의 일실시예에 따르면 세라믹 입자(223) 및 폴리머 입자(224)는 장파장 적외선을 흡수 및 방사하되, 바인더(221)의 장파장 적외선의 흡수 및 방사를 보완하여 8㎛ 내지 13㎛에서 장파장 적외선의 방사율을 증가시키고, 바인더(221) 및 복수의 공극과의 굴절률 차이에 기반하여 입사태양광을 추가 산란 및 반사할 수 있다.

[98] 세라믹 입자(223)는 TiO_2, Al_2O_3, h-BN, ZrO_2, SiO_2, $CaCO_3$, $BaSO_4$, MgO, Y_2O_3, YSZ, BeO, MnO, ZnO, SiC, AlN 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[99] 폴리머 입자(224)는 DPHA(DiPentaerythritol HexaAcrylate), PTFE(Polytetrafluoroethylene), PDMS(polydimethylsiloane), PMMA(polymethyl methacrylate), PUA(Poly urethane acrylate), ETFE(Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PVDF(Polyvinylidene fluoride), Acrylic 계 고분자, Polyester 계 고분자, Polyurethance 계 고분자 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[100] 본 발명의 일실시예에 따르면 페인트 도막층(220)은 바인더(221)와 세라믹 입자(223) 그리고 폴리머 입자(224)에 기반하여 장파장 적외선에서 8㎛ 내지 13㎛에서 방사율이 최대화인 약 90% 내지 95%가 달성된다.

[101] 방사율의 최대화는 바인더(221), 세라믹(223) 및 폴리머 입자(224)의 물질이 선택 및 조합될 수 있다.

[102] 일례로, 페인트 도막층(220)은 세라믹 입자(223) 및 폴리머 입자(224)도 입사 태양광의 산란 및 반사를 함에 따라 금속 유기 구조체 입자(222)의 입사 태양광에 대한 산란 및 반사를 향상시킨다.

[103] 페인트 도막층(220)은 복수의 세라믹 입자, 복수의 폴리머 입자 및 복수의 금속 유기 구조체 입자가 바인더 내에 분산되어서 형성된다.

[104] 낮은 도막두께에서도 충분한 입사태양광 반사를 이루기 위해서는 기존의복사 냉각 페인트의 세라믹 입자와 폴리머 바인더만의 산란이외에 추가적인 광산란을 촉발시켜야 한다.

[105] 이를 위하여 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 페인트는 내부에 공극을 함유하는 금속 유기 구조체 입자(222)를 사용하여 페인트 도막층(220) 내부에서의 광산란을 증진시킨다.

[106] 공극의 굴절률은 1.0으로 바인더(221) 및 세라믹 입자(223)와의 굴절률 차이가 커서 기공주위에서 광산란이 매우 효과적으로 이루어져 페인트 도막층(220)의 두께에서도 충분히 높은 태양광 반사율과 낮은 태양광 투과율을 제공한다.

[107] 그리고 공극이 소량 함유되어도 대기의 창 방사율은 전혀 영향을 받지 않는다.

[108] 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자(200)는 기존 발명의 복사냉각 페인트와 비교하여 입사태양광 흡수를 줄이고 반사를 극대화하기 위하여 비표면적이 크고 내부에 공극이 있는 백색 금속 유기 구조체 입자를 사용한다.

[109] 금속 유기 구조체 입자가 세라믹 입자를 대체하여 복사냉각 페인트를 구성할 수도 있으며 같이 사용되어서 복사냉각 페인트를 구성할 수도 있다.

[110] 따라서, 본 발명은 금속 유기 구조체 입자에 의한 효과적인 입사태양광의 산란 촉진에 기반하여, 폴리머 바인더의 함량이 증가하더라도 우수한 복사냉각 성능을 가지며, 폴리머 바인더의 함량이 증가하므로 페인트 도막층의 내구성도가 향상되는 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[111] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 금속 유기 구조체(metal organic framework, MOF) 입자를 설명하는 도면이다.

[112] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 금속 유기 구조체(metal organic framework, MOF) 입자의 결정 구조를 예시한다.

[113] 금속 유기구조체 입자는 다양한 형태의 결정 구조를 이룰 수 있는데, 작용기가 금속이온을 연결하고 그 사이에 공극들이 형성된다.

[114] 도 3을 참고하면, 제1 금속 유기 구조체 입자는 HKUST-1/MOF-199로, 결정 구조(300)를 이룬다.

[115] 제1 금속 유기 구조체 입자의 결정 구조(300)는 작용기(301)가 금속이온(302)을 연결하고, 공극(303)이 형성된다.

[116] 제2 금속 유기 구조체 입자는 UiO-66로, 결정 구조(310)를 이룬다.

[117] 제2 금속 유기 구조체 입자의 결정 구조(310)는 작용기(311)가 금속이온(312)을 연결하고, 공극(313)이 형성된다.

[118] 제3 금속 유기 구조체 입자는 UiO-67로, 결정 구조(320)를 이룬다.

[119] 제3 금속 유기 구조체 입자의 결정 구조(320)는 작용기(321)가 금속이온(322)을 연결하고, 공극(323)이 형성된다.

[120] 금속 유기구조체(metal organic framework, MOF)는 금속이온과 유기물 작용기가 결합되어 3차원 구조를 이룬 신소재로서, 소재 자체가 합성이 쉽고, 많은 기공을 함유하고 있어서, CO_2 분리나 수소(H_2)의 저장 등 여러 분야에 사용되고 있는 신소재이다.

[121] 금속 유기구조체 입자는 표면에 미세 기공이 무수히 뚫려 있어서 표면적이 극대화되어 있다.

[122] 금속 유기구조체 입자는 금속원자가 탄소를 포함하는 유기분자와 연결되어 자기조립을 통하여 격자구조를 갖춘다

[123] ZIF-8(Zeolitic Imidazolate Framework)는 Si와 Al으로 이루어진 제올라이트(zeolite)같은 물질로, Zn과 이미다졸레이트(imizazolate) 분자로 구성된 금속 유기구조체이다.

[124] ZIF-8도 결정 구조(300) 내지 (320)과 같이 금속 이온과 유기물 작용기로 이루어지고, 복수의 공극을 포함하고 있다.

[125] 한편, ZIF-8, MOF-867 및 CAU-1도 백색 금속 유기 구조체 입자로서 금속 이온과 유기물 작용기로 이루어지고, 복수의 공극을 포함하고 있어서 복사 냉각을 위한 입사 태양광 산란 및 반사를 구현할 수 있다.

[126] 금속 유기구조체 입자는 비표면적이 매우 크고, 공극 크기를 원하는대로 조절할 수 있음에 촉매, 센서, 가스 저장, 자스 및 액체 흡착제, 2차 전지, 복사 냉각 페인트 및 복사 냉각 소자로서 활용될 수 있다.

[127] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 금속 유기 구조체 입자 및 금속 유기 구조체 입자를 이용한 페인트가 코팅된 페인트 도막층을 설명하는 도면이다.

[128] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 금속 유기 구조체 입자 및 금속 유기 구조체 입자를 이용한 페인트가 코팅된 페인트 도막층을 예시한다.

[129] 도 4를 참고하면, 이미지(400)는 금속 유기 구조체 입자의 파우더를 예시한다.

[130] 이미지(410)는 금속 유기 구조체 입자의 파우더가 약 40%의 함유량으로 혼합물 내에 포함되는 경우를 예시한다.

[131] 이미지(411)는 금속 유기 구조체 입자의 파우더가 약 50%의 함유량으로 혼합물 내에 포함되는 경우를 예시한다.

[132] 이미지(412)는 금속 유기 구조체 입자의 파우더가 약 60%의 함유량으로 혼합물 내에 포함되는 경우를 예시한다. 예를 들어, 함유량은 부피비(volume percent)에 해당될 수 있다.

[133] 이미지(410) 내지 이미지(412)는 페인트 도막층을 나타내고, 페인트 도막층의 두께가 감소되는 것을 보여준다.

[134] 따라서, 본 발명은 금속 유기 구조체 입자를 첨가하여 복사 냉각 페인트를 제조함에 따라 페인트 도막층에 대하여 두꺼운 두께의 도장이 요구되지 않음에 도장 작업성을 향상시킬 수 있다.

[135]

[136] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 페인트 도막층의 전자 현미경 이미지를 설명하는 도면이다.

[137] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 페인트 도막층의 전자 현미경 이미지를 예시한다.

[138] 도 5a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따라 생성된 페인트 도막층에 전자 현미경 이미지(500)는 10㎛의 배율이고, 대부분 판상형태로 존재하고 일부는 판상

이 겹쳐진 형태로 존재하기도 하는데 넓은 표면과 잘 발달된 내부 공극이 존재함을 보여준다.

[139] 도 5b를 참고하면, 도 5a의 이미지(500)에 대한 고배율 이미지들을 예시하고, 이미지(510)는 2㎛의 배율이고, 이미지(511)는 1㎛의 배율이다.

[140] 이미지(510)과 이미지(511)에서도 금속 이온과 유기물 작용기 사이에 공극이 다수 존재하는 것을 확인할 수 있다.

[141] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 페인트에 기반한 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자의 광특성을 설명하는 도면이다.

[142] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 페인트에 기반한 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자에서 페인트 도막층을 형성하는 복사 냉각 페인트를 구성하는 혼합물에서 금속 유기 구조체 입자의 함유량의 변화에 따른 광특성을 예시한다.

[143] 도 6을 참고하면, 그래프(600)는 반사율(reflectance)를 나타내고, 그래프(610)는 투과율(transmittance)를 나타내며, 그래프(620)는 흡수율(absorption)을 나타낸다.

[144] 그래프(600) 내지 그래프(620)에 따른 광특성은 하기 표 1과 같이 정리할 수 있다.

[145] 그래프(620)의 흡수율은 표 1의 방사율(emissivity)에 대응하고, 표 1에서 흡수율은 근적외선의 흡수율을 나타낸다.

[146] [표1]

함유량(%)	반사율(%)	투과율(%)	흡수율(%)	방사율(%)
50	80.5	14.6	4.9	94.0
70	88.1	6.4	5.5	93.5
80	91.4	6.1	2.5	92.4
85	90.3	7.3	2.4	92.1

[147] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각 페인트는 혼합물에서 금속 유기 구조체 입자의 함유량이 50% 내지 85%일 수 있다.

[148] 일례로, 복사 냉각 페인트는 혼합물에서 금속 유기 구조체 입자의 함유량에 따라 반사율 80.5% 내지 90.3%를 달성하고, 방사율 92.1% 내지 94%를 달성할 수 있다. 이때, 복사 냉각 페인트 기반 페인트 도막층의 두께는 약 100㎛일 수 있다.

[149] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 페인트에 기반한 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자에서 페인트 도막층을 형성하는 복사 냉각 페인트를 구성하는 혼합물에서 금속 유기 구조체 입자의 함유량이 50%인 경우에 페인트 도막층의 두께 변화에 따른 광특성을 예시한다.

[150] 도 7을 참고하면, 그래프(700)는 반사율(reflectance)를 나타내고, 그래프(710)는 투과율(transmittance)를 나타내며, 그래프(720)는 흡수율(absorption)을 나타낸다.

[151] 그래프(700) 내지 그래프(720)에 따른 광특성은 하기 표 2와 같이 정리할 수 있다.

[152] 그래프(720)의 흡수율은 표 2의 방사율(emissivity)에 대응하고, 표 2에서 흡수율은 근적외선의 흡수율을 나타낸다.

[153] [표2]

두께(㎛)	반사율(%)	투과율(%)	흡수율(%)	방사율(%)
100	80.5	14.6	4.9	94.0
163	85.6	9.6	4.8	91.1
246	88.0	7.6	4.4	91.6
290	90.1	5.8	4.1	91.4

[154] 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 페인트에 기반한 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자는 복사 냉각 페인트 내 금속 유기 구조체 입자의 함유량이 50%인 경우에는 페인트 도막층의 두께가 100㎛ 내지 290㎛으로 형성되어도 복사 냉각 성능에 해당하는 반사율 80% 이상 및 방사율 91% 이상을 구현할 수 있다.

[155] 한편, 흡수율이 4.1% 내지 4.9% 이하이고 투과율 5.8% 내지 14.6%임에 열 흡수에 따른 온도 상승을 방지한다.

[156] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 페인트에 기반한 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자에서 페인트 도막층을 형성하는 복사 냉각 페인트를 구성하는 혼합물에서 금속 유기 구조체 입자의 함유량이 80%인 경우에 페인트 도막층의 두께 변화에 따른 광특성을 예시한다.

[157] 도 8을 참고하면, 그래프(800)는 반사율(reflectance)를 나타내고, 그래프(810)는 투과율(transmittance)를 나타내며, 그래프(820)는 흡수율(absorption)을 나타낸다.

[158] 그래프(800) 내지 그래프(820)에 따른 광특성은 하기 표 3과 같이 정리할 수 있다.

[159] 그래프(820)의 흡수율은 표 3의 방사율(emissivity)에 대응하고, 표 3에서 흡수율은 근적외선의 흡수율을 나타낸다.

[160] [표3]

두께(㎛)	반사율(%)	투과율(%)	흡수율(%)	방사율(%)
100	91.4	6.1	2.5	92.4
140	91.8	5.5	2.7	93.7
155	92.3	4.9	2.8	93.8

[161] 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 페인트에 기반한 페인트 도막층을 포함하는 복사 냉각 소자는 복사 냉각 페인트 내 금속 유기 구조체 입자의 함유량이 80%인 경우에는 페인트 도막층의 두께가 100㎛ 내지 140㎛으로 형성되어도 복

사 냉각 성능에 해당하는 반사율 91.4% 이상 및 방사율 92.4% 이상을 구현할 수 있다.

[162] 한편, 흡수율이 2.5% 내지 2.8% 이하이고 투과율 4.9% 내지 6.1%임에 열 흡수에 따른 온도 상승을 방지한다.

[163] 표 2와 표 3을 비교하면, 동일한 두께에서 복사 냉각 페인트를 구성하는 혼합물에서 금속 유기 구조체 입자의 함유량이 증가하면, 반사율은 증가하고 투과율 및 흡수율은 감소하는 것을 확인할 수 있다.

[164] 즉, 복사 냉각 페인트는 혼합물에 금속 유기 구조체 입자의 함유량이 증가될수록 페인트 도막층의 형성 두께가 얇더라도 더 크거나 유사한 복사 냉각 성능을 구현할 수 있다.

[165] 따라서, 본 발명은 금속 유기 구조체 입자로 세라믹 입자를 대체하거나 금속 유기 구조체 입자를 첨가하여 복사 냉각 페인트를 제조함에 따라 페인트 도막층의 두께를 줄이더라도 동일하거나 향상된 복사 냉각 성능을 구현함에 따라 두꺼운 두께의 도장이 요구되지 않음에 도장 작업성을 향상시킬 수 있다.

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

[167] 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.

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

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

청구범위

[청구항 1] 금속 유기 구조체(metal organic framework, MOF) 입자, 상기 금속 유기 구조체를 결합하는 바인더 및 상기 금속 유기 구조체 입자 및 상기 바인더의 혼합물이 용해 및 분산된 용매(solvent)를 포함하고,
상기 바인더는 8㎛ 내지 13㎛에서의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하되, 상기 장파장 적외선에서 복수의 흡수 피크를 가지고, 0.7㎛ 내지 3㎛에서의 근적외선을 흡수 하지 않는 폴리머 수지로 형성되며,
상기 금속 유기 구조체 입자는 금속물질, 유기물 및 복수의 공극(void)으로 이루어지고, 상기 바인더와의 계면에서 상기 바인더와 굴절률 차이에 기반하여 상기 근적외선을 포함하는 입사태양광을 산란 및 반사하되, 상기 복수의 공극에 기반하여 상기 입사태양광을 추가 산란 및 반사하는 것을 특징으로 하는
복사 냉각 페인트.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 복사 냉각 페인트는 세라믹 입자 및 폴리머 입자 중 적어도 하나의 입자를 상기 혼합물에서 더 포함하고,
상기 세라믹 입자 및 상기 폴리머 입자는 상기 장파장 적외선을 흡수 및 방사하되, 상기 바인더의 장파장 적외선의 흡수 및 방사를 보완하여 상기 8㎛ 내지 13㎛에서 장파장 적외선의 방사율을 증가시키고, 상기 바인더 및 상기 복수의 공극과의 굴절률 차이에 기반하여 상기 입사태양광을 추가 산란 및 반사하는 것을 특징으로 하는
복사 냉각 페인트.

[청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 세라믹 입자는 TiO_2, Al_2O_3, h-BN, ZrO_2, SiO_2, $CaCO_3$, $BaSO_4$, MgO, Y_2O_3, YSZ, BeO, MnO, ZnO, SiC, AlN 중 적어도 하나를 포함하고,
상기 폴리머 입자는 DPHA(DiPentaerythritol HexaAcrylate), PTFE(Polytetrafluoroethylene), PDMS(polydimethylsiloane), PMMA(polymethyl methacrylate), PUA(Poly urethane acrylate), ETFE(Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PVDF(Polyvinylidene fluoride), Acrylic 계 고분자, Polyester 계 고분자, Polyurethance 계 고분자 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는
복사 냉각 페인트.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 금속 유기 구조체 입자는 ZIF-8, MOF-867 및 CAU-1 중 적어도 하나의 백색 금속 유기 구조체 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는
복사 냉각 페인트.

[청구항 5] 제1항에 있어서,

상기 금속 유기 구조체 입자는 상기 혼합물에서 함유량의 비율이 50% 내지 85%의 비율로 포함되고, 상기 비율이 증가하는 경우에 상기 근적외선의 반사율을 증가시키고, 투과율 및 흡수율을 감소시키는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 페인트.

[청구항 6] 제1항에 있어서,

상기 금속 유기 구조체 입자의 크기는 0.1㎛ 내지 5㎛이고,

상기 복수의 공극 각각의 크기는 5㎛ 미만인 것을 특징으로 하는

복사 냉각 페인트.

[청구항 7] 제1항에 있어서,

상기 바인더는 폴리우레탄 수지, 불소 수지, 폴리에틸렌 수지, 폴리 아크릴레이트 수지, PDMS, PVC 중 적어도 하나의 폴리머 수지의 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 페인트.

[청구항 8] 복사 냉각 페인트를 이용하여 형성된 페인트 도막층을 포함하고,

상기 복사 냉각 페인트는 금속 유기 구조체(metal organic framework, MOF) 입자, 상기 금속 유기 구조체를 결합하는 바인더 및 상기 금속 유기 구조체 입자 및 상기 바인더의 혼합물이 용해 및 분산된 용매(solvent)를 포함하고,

상기 바인더는 8㎛ 내지 13㎛에서의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하되,

상기 장파장 적외선에서 복수의 흡수 피크를 가지고, 0.7㎛ 내지 3㎛에서의 근적외선을 흡수 하지 않는 폴리머 수지로 형성되며,

상기 금속 유기 구조체 입자는 금속물질, 유기물 및 복수의 공극(void)으로 이루어지고, 상기 바인더와의 계면에서 상기 바인더와 굴절률 차이에 기반하여 상기 근적외선을 포함하는 입사태양광을 산란 및 반사하되, 상기 복수의 공극에 기반하여 상기 입사태양광을 추가 산란 및 반사하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

[청구항 9] 제8항에 있어서,

상기 금속 유기 구조체 입자는 ZIF-8, MOF-867 및 CAU-1 중 적어도 하나의 백색 금속 유기 구조체 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

[청구항 10] 제8항에 있어서,

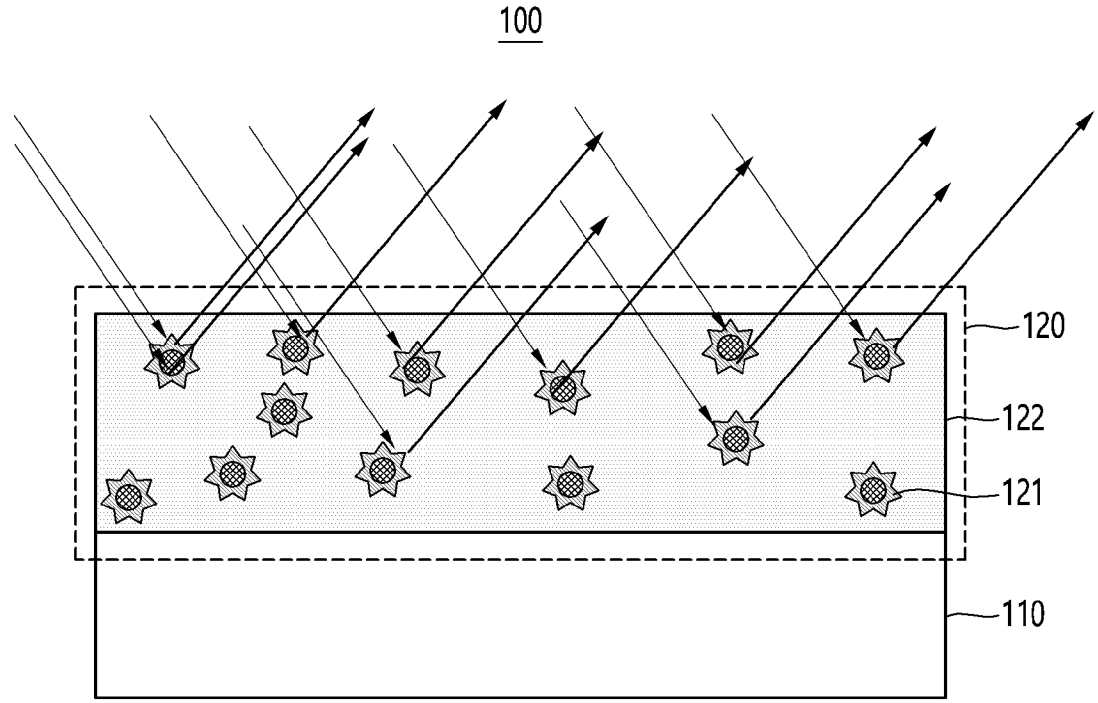
상기 금속 유기 구조체 입자는 상기 혼합물에서 함유량의 비율이 50% 내지 85%의 비율로 포함되고, 상기 비율이 증가하는 경우에 상기 근적외선의 반사율을 증가시키고, 투과율 및 흡수율을 감소시키는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

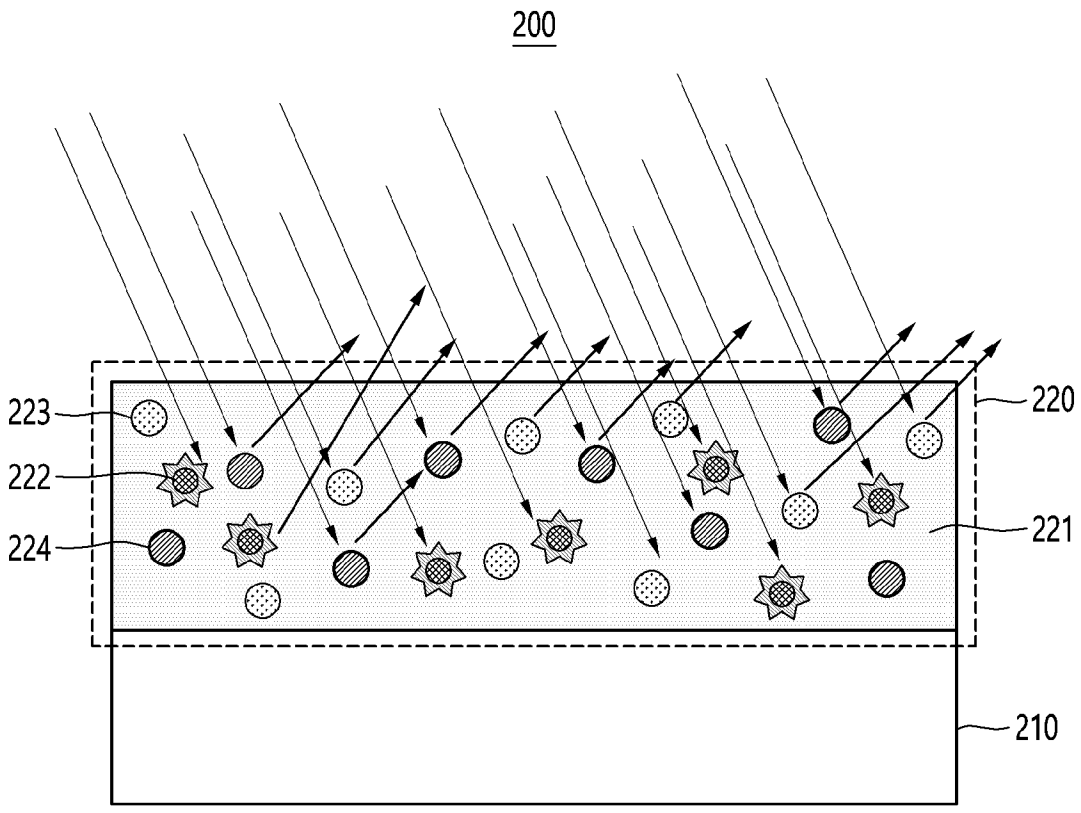
[청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 페인트 도막층은 상기 혼합물에서 상기 함유량의 비율이 증가하는 경우에 상기 증가되는 비율에 따라 도막 두께가 감소하더라도 상기 근적외선의 반사율, 투과율 및 흡수율이 유지되고, 상기 도막 두께가 동일한 경우에 상기 근적외선의 반사율이 증가되고, 투과율 및 흡수율이 감소되는 것을 특징으로 하는
복사 냉각 소자.

[청구항 12] 제8항에 있어서,
상기 금속 유기 구조체 입자의 크기는 0.1㎛ 내지 5㎛이고,
상기 복수의 공극 각각의 크기는 5㎛ 미만인 것을 특징으로 하는
복사 냉각 소자.

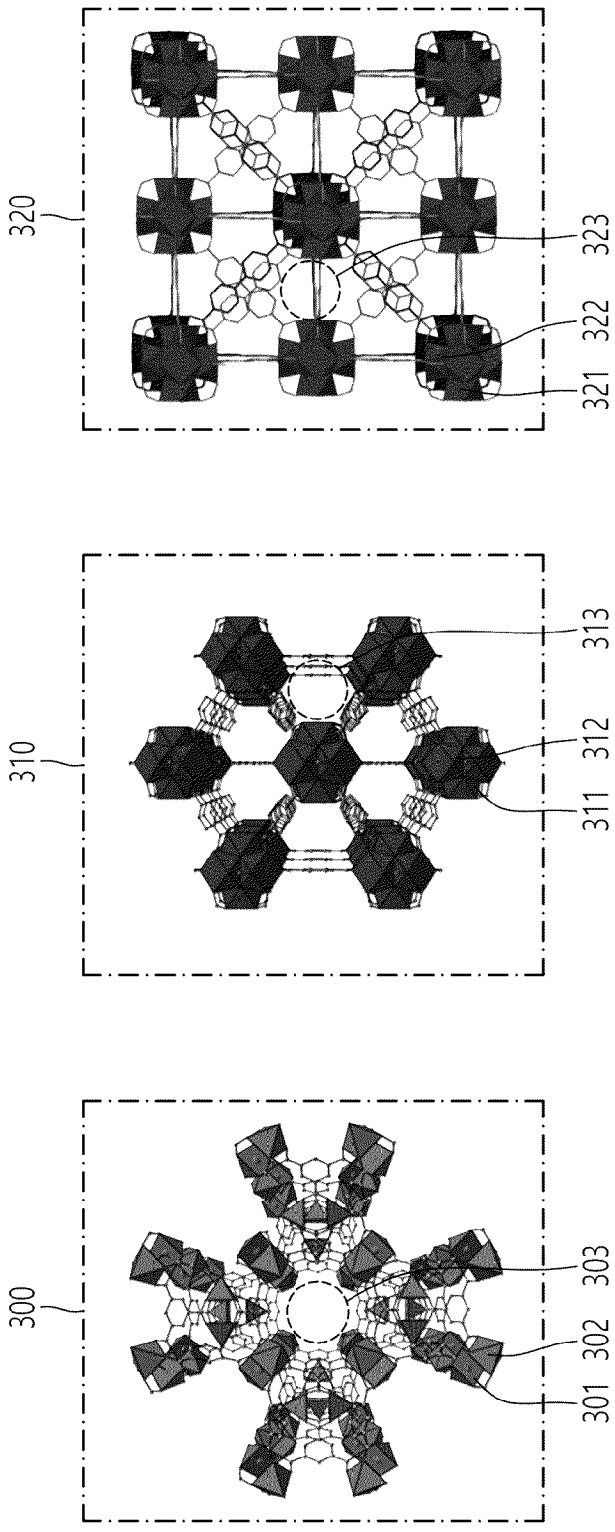
[도1]



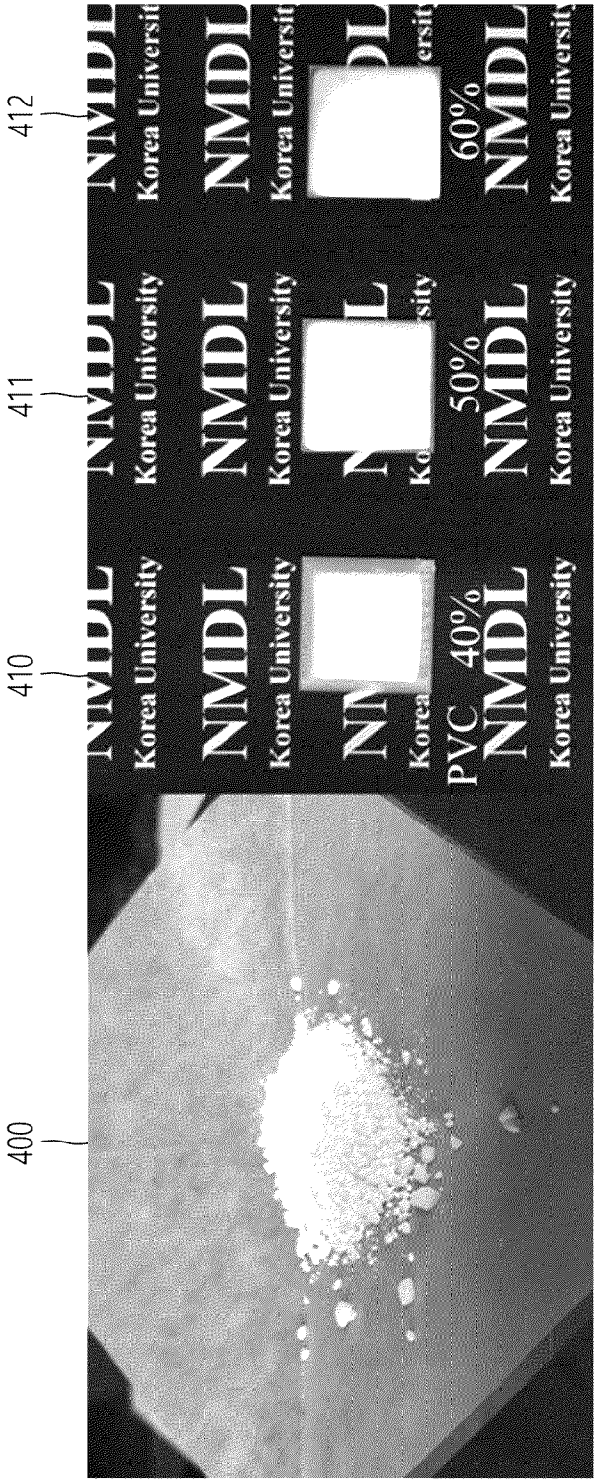
[도2]



[도3]

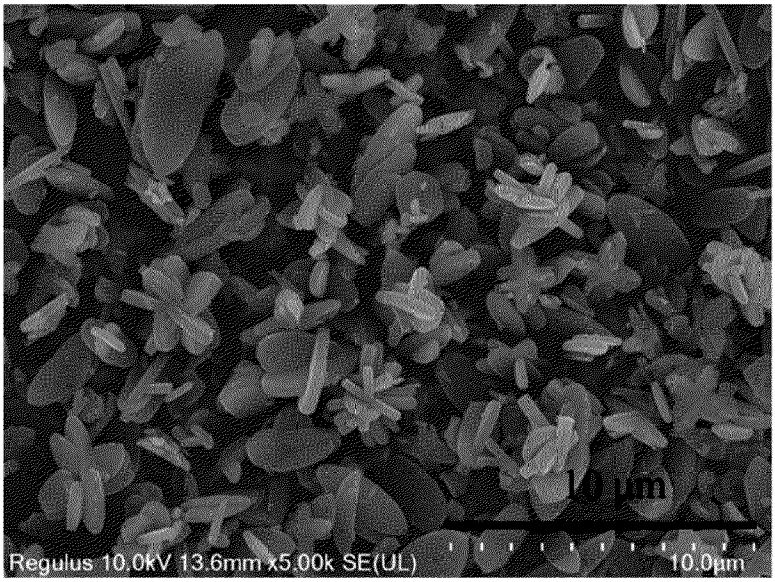


[도4]

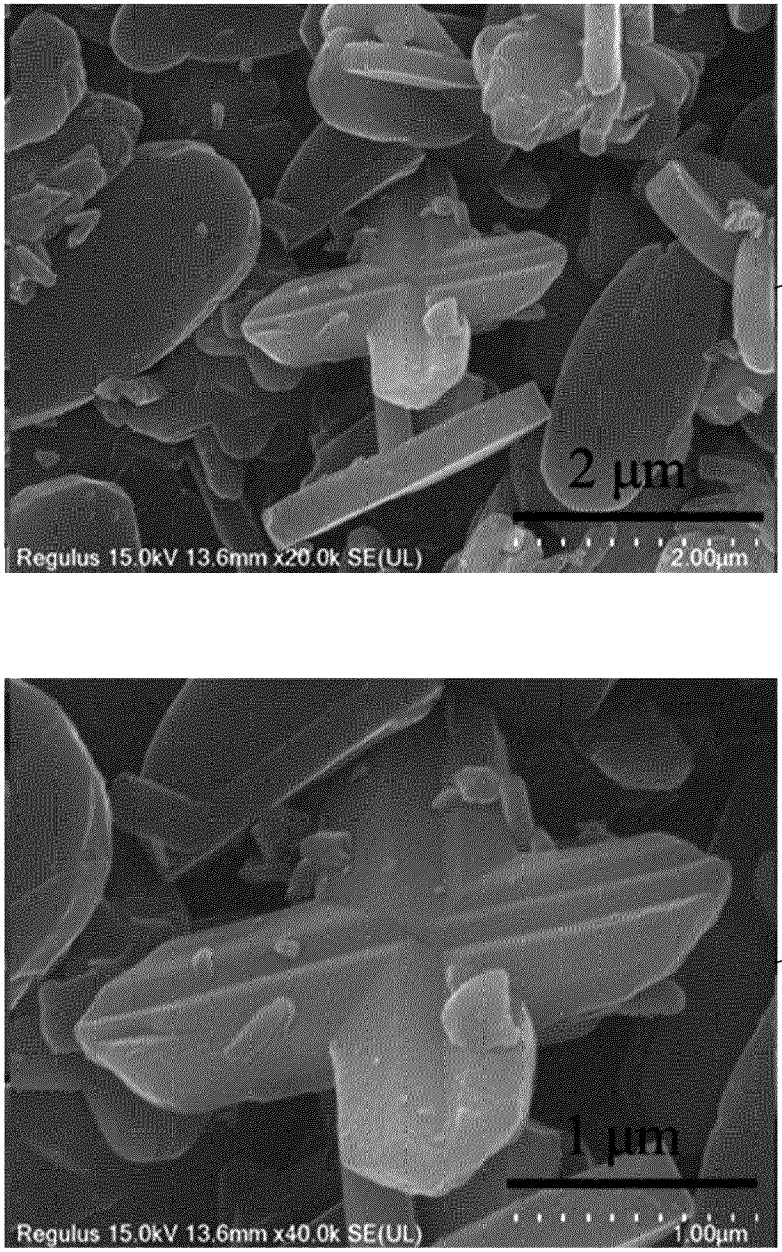


[도5a]

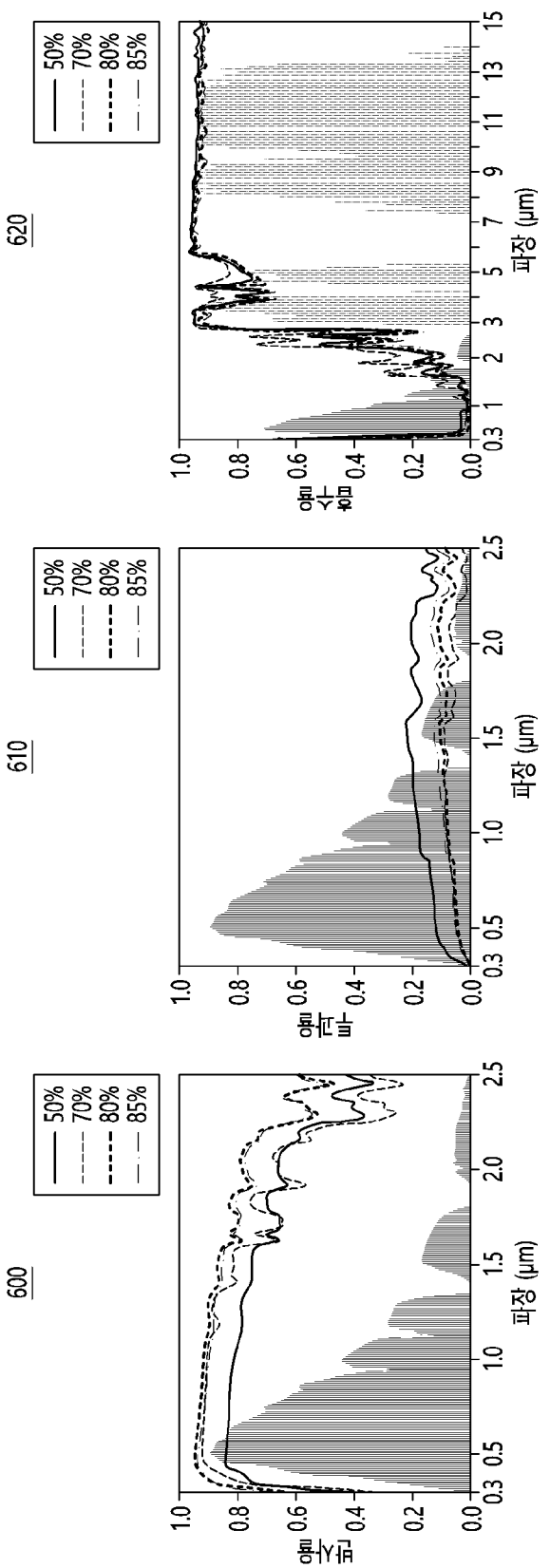
500



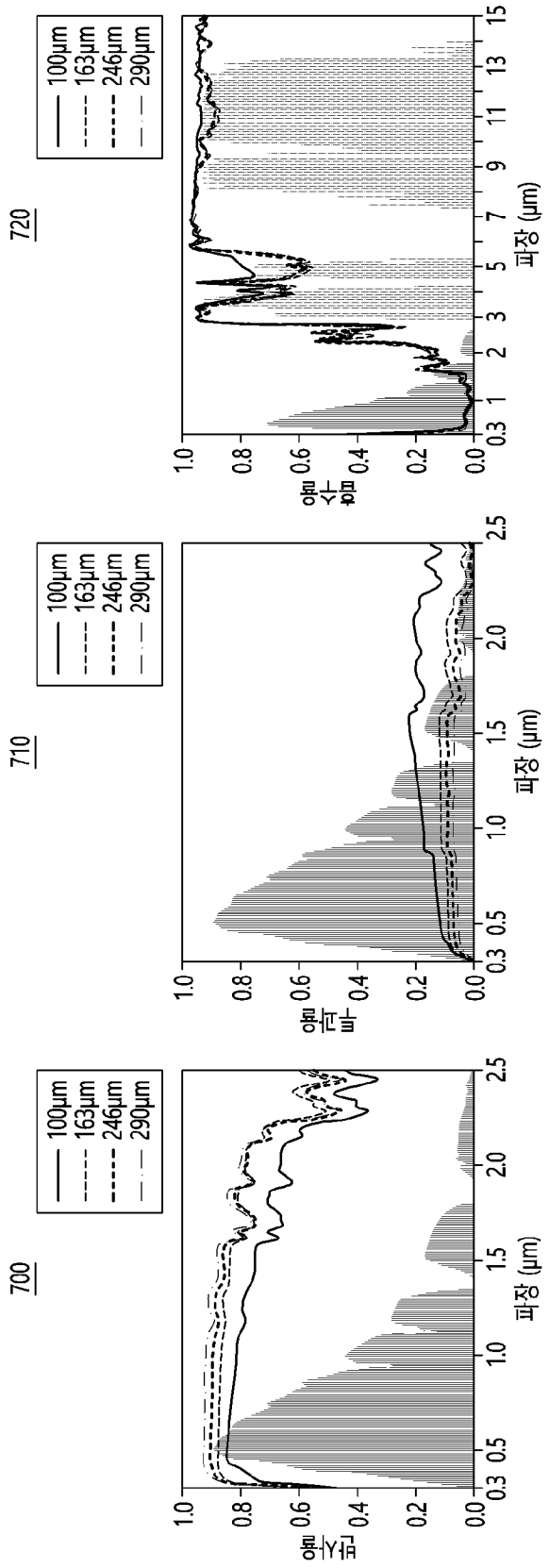
[도5b]


510
2 μm
Regulus 15.0kV 13.6mm x20.0k SE(UL)
2.00μm
520
1 μm
Regulus 15.0kV 13.6mm x40.0k SE(UL)
1.00μm

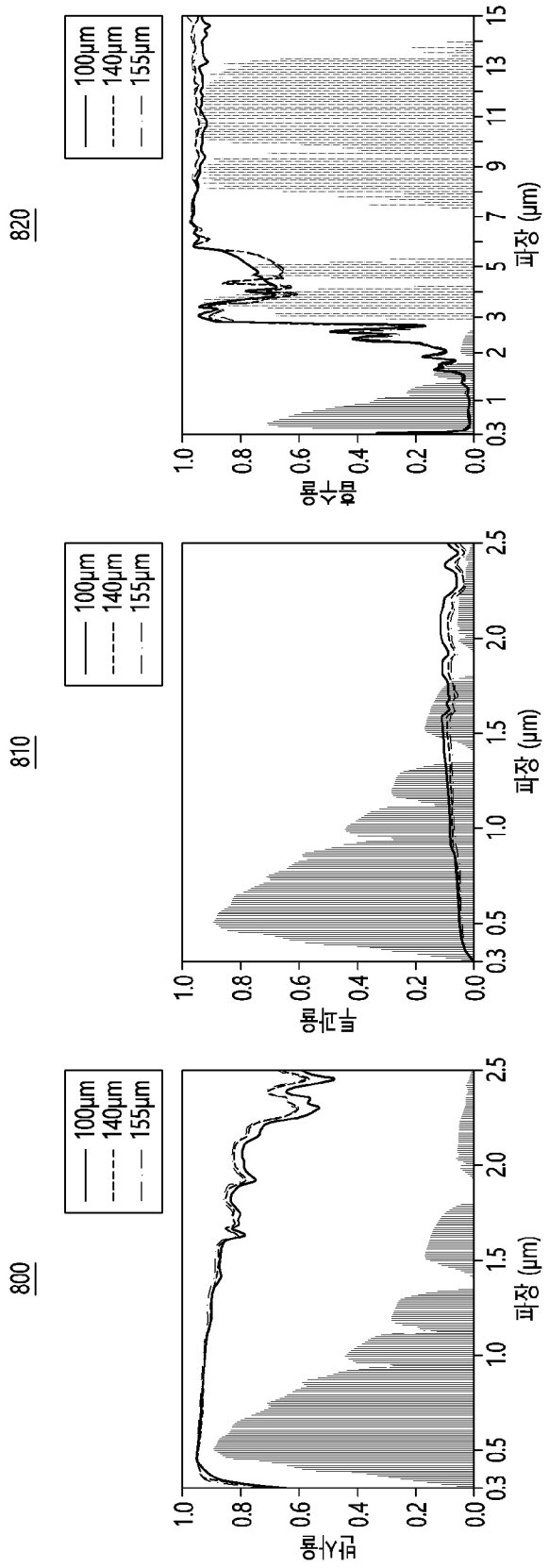
[도6]


600
610
620
50%
70%
80%
85%
반사율
투과율
반사율
파장 (μm)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
0.3
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
1
2
3
5
7
9
11
13
15

[도7]



[도8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2024/095280

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C09D 7/63(2018.01)i; **C09D 5/00**(2006.01)i; **C09D 7/61**(2018.01)i; **C09D 7/65**(2018.01)i; **C09D 7/40**(2018.01)i; **C09D 7/80**(2018.01)i; **C09D 175/04**(2006.01)i; **C08K 5/56**(2006.01)i; **C08K 3/22**(2006.01)i; **F25B 23/00**(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)

C09D 7/63(2018.01); B01J 20/22(2006.01); C09D 7/40(2018.01); C09D 7/61(2018.01); E03B 3/28(2006.01); F25B 23/00(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: 금속 유기 구조체(metal organic framework), ZIF-8, 바인더(binder), 세라믹 입자(ceramic particle), 복사 냉각 페인트(radiational cooling paint), 적외선(infrared), 입사태양광(incident sunlight)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KANG, Hongjun et al. Keep cool: polyhedral ZnO@ZIF-8 polymer coatings for daytime radiative cooling. Industrial & Engineering Chemistry Research. 03 August 2020, vol. 59, pp. 15226-15232. See pages 15227-15230; and figures 1-3.	1-12
A	KR 10-2271456 B1 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 02 July 2021 (2021-07-02) See entire document.	1-12
A	KR 10-2425485 B1 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 27 July 2022 (2022-07-27) See entire document.	1-12
A	KR 10-2022-0034478 A (FOEL INC. et al.) 18 March 2022 (2022-03-18) See entire document.	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
27 May 2024	**28 May 2024**

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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2024/095280

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2019-0234053 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA et al.) 01 August 2019 (2019-08-01) See entire document.	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2024/095280

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2271456	B1	02 July 2021	CN	114074460	A	22 February 2022
				CN	114539841	A	27 May 2022
				EP	3954741	A1	16 February 2022
				EP	3954741	B1	29 November 2023
				KR	10-2225794	B1	11 March 2021
				KR	10-2321667	B1	04 November 2021
				US	11639832	B2	02 May 2023
				US	11703290	B2	18 July 2023
				US	2022-0049910	A1	17 February 2022
				US	2022-0163271	A1	26 May 2022
KR	10-2425485	B1	27 July 2022	None			
KR	10-2022-0034478	A	18 March 2022	KR	10-2022-0037894	A	25 March 2022
				KR	10-2392577	B1	02 May 2022
				KR	10-2495990	B1	06 February 2023
				US	2023-0213694	A1	06 July 2023
				WO	2022-055312	A1	17 March 2022
US	2019-0234053	A1	01 August 2019	US	10640954	B2	05 May 2020
				US	10683644	B2	16 June 2020
				US	2018-0171604	A1	21 June 2018
				WO	2018-118377	A1	28 June 2018

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2024/095280

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C09D 7/63(2018.01)i; **C09D 5/00**(2006.01)i; **C09D 7/61**(2018.01)i; **C09D 7/65**(2018.01)i; **C09D 7/40**(2018.01)i; **C09D 7/80**(2018.01)i; **C09D 175/04**(2006.01)i; **C08K 5/56**(2006.01)i; **C08K 3/22**(2006.01)i; **F25B 23/00**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C09D 7/63(2018.01); B01J 20/22(2006.01); C09D 7/40(2018.01); C09D 7/61(2018.01); E03B 3/28(2006.01); F25B 23/00(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: 금속 유기 구조체(metal organic framework), ZIF-8, 바인더(binder), 세라믹 입자(ceramic particle), 복사 냉각 페인트(radiational cooling paint), 적외선(infrared), 입사태양광(incident sunlight)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KANG, HONGJUN 등, 'Keep cool: polyhedral ZnO@ ZIF-8 polymer coatings for daytime radiative cooling.' Industrial & Engineering Chemistry Research, 2020.08.03, 59권, 페이지 15226-15232 페이지 15227-15230; 및 도면 1-3 참조.	1-12
A	KR 10-2271456 B1 (고려대학교 산학협력단) 2021.07.02 전체 문헌 참조.	1-12
A	KR 10-2425485 B1 (고려대학교 산학협력단) 2022.07.27 전체 문헌 참조.	1-12
A	KR 10-2022-0034478 A (주식회사 포엘 등) 2022.03.18 전체 문헌 참조.	1-12
A	US 2019-0234053 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA 등) 2019.08.01 전체 문헌 참조.	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 문헌과조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2024년05월27일(27.05.2024)	**2024년05월28일(28.05.2024)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

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

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

허주형

전화번호 **+82-42-481-5373**

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2024/095280

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2271456 B1	2021/07/02	CN 114074460 A	2022/02/22
		CN 114539841 A	2022/05/27
		EP 3954741 A1	2022/02/16
		EP 3954741 B1	2023/11/29
		KR 10-2225794 B1	2021/03/11
		KR 10-2321667 B1	2021/11/04
		US 11639832 B2	2023/05/02
		US 11703290 B2	2023/07/18
		US 2022-0049910 A1	2022/02/17
		US 2022-0163271 A1	2022/05/26
KR 10-2425485 B1	2022/07/27	없음	
KR 10-2022-0034478 A	2022/03/18	KR 10-2022-0037894 A	2022/03/25
		KR 10-2392577 B1	2022/05/02
		KR 10-2495990 B1	2023/02/06
		US 2023-0213694 A1	2023/07/06
		WO 2022-055312 A1	2022/03/17
US 2019-0234053 A1	2019/08/01	US 10640954 B2	2020/05/05
		US 10683644 B2	2020/06/16
		US 2018-0171604 A1	2018/06/21
		WO 2018-118377 A1	2018/06/28