



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월07일

(11) 등록번호 10-2370711

(24) 등록일자 2022년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F25B 23/00 (2022.01) C08L 23/06 (2006.01)

C08L 25/06 (2006.01) C08L 27/12 (2006.01)

C08L 33/06 (2006.01) C08L 33/26 (2006.01)

C08L 39/06 (2006.01) C08L 67/02 (2006.01)

C08L 69/00 (2006.01) C08L 75/14 (2006.01)

F28F 13/18 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F25B 23/003 (2013.01)

C08L 23/06 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0079408

(22) 출원일자 2021년06월18일

심사청구일자 2021년06월18일

(56) 선행기술조사문헌

JP2008001111 A*

KR102225791 B1*

KR102225804 B1*

KR1020190118755 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이현

서울특별시 서초구 동광로 89-5, 105동 602호(방배동, 방배3차이편한세상)

하지성

서울특별시 성북구 종암로3길 30-8, 장원빌딩 404호(종암동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 노우진

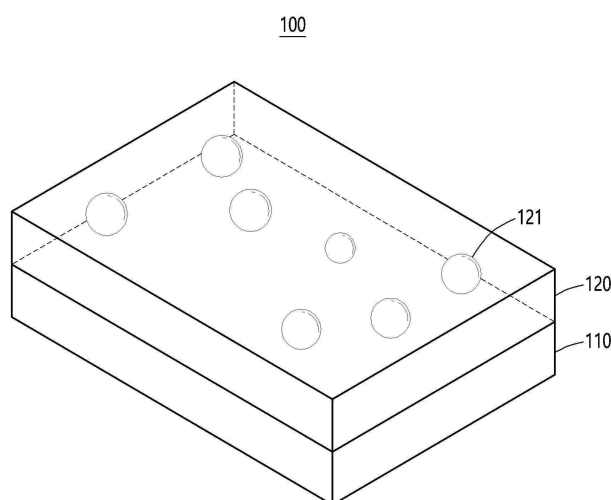
(54) 발명의 명칭 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자

(57) 요약

본 발명은 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자에 관한 것으로, 다양한 표면에 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사냉각 코팅층을 형성하여 태양광 스펙트럼에서 높은 반사율을 갖으면서, 동시에 복사 냉각 소자 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 온도를 냉각하면서, 내식성 및 내화학성이 확보되는 복

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



사 냉각 소자를 제공하는 기술에 관한 것으로, 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자는 내화확성을 갖는 불소수지 고분자 물질, 상기 불소수지 고분자 물질을 불소수지 고분자 입자 형태로 결합하는 결합 고분자 물질 및 상기 불소수지 고분자 물질과 상기 결합 고분자 물질의 혼합물의 코팅 형성과 상기 내화확성을 증가시키는 바인더 물질을 포함하는 복사냉각 코팅 용액이 다양한 표면에 코팅되어 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율을 갖으며, 입사 태양광에 대한 굴절률을 갖음에 따라 상기 입사 태양광을 반사하는 복사냉각 코팅층을 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

C08L 25/06 (2013.01)
C08L 27/12 (2013.01)
C08L 33/06 (2013.01)
C08L 33/26 (2013.01)
C08L 39/06 (2013.01)
C08L 67/02 (2013.01)
C08L 69/00 (2013.01)
C08L 75/14 (2013.01)
F28F 13/18 (2013.01)

임한규

서울특별시 도봉구 해동로 264, 104동 310호 (방학동, 청구아파트)

(72) 발명자

채동우

서울특별시 강동구 진황도로61길 7, 102동 1302호
 (둔촌동, 둔촌동현대아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711131462
과제번호	2018M3D1A1058997
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	미래소재디스커버리사업
연구과제명	ZERC 통합 플랫폼 구축 및 smat ZERC 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2021.01.16 ~ 2022.01.15

명세서

청구범위

청구항 1

내화학성을 갖는 불소수지 고분자 물질, 상기 불소수지 고분자 물질을 불소수지 고분자 입자 형태로 결합하는 결합 고분자 물질 및 상기 불소수지 고분자 물질과 상기 결합 고분자 물질의 혼합물의 코팅 형성과 상기 내화학성을 증가시키는 바인더 물질을 포함하는 복사냉각 코팅 용액이 다양한 표면상에 코팅되어 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율을 갖으며, 입사 태양광에 대한 굴절률을 갖음에 따라 상기 입사 태양광을 반사하는 복사냉각 코팅층을 포함하고,

상기 복사냉각 코팅층은 상기 불소수지 고분자 물질, 상기 결합 고분자 물질 및 상기 바인더 물질의 무게 비율이 3:1:1, 3:2:1, 3:2:2, 3:2:3 및 3:3:1 중 어느 하나의 무게 비율로 혼합된 복사냉각 코팅 용액이 상기 다양한 표면상에 코팅되어 형성되며, 상기 어느 하나의 무게 비율에서 상기 결합 고분자 물질의 비율이 감소하면 상기 불소수지 고분자 물질의 비율 증가에 따라 상기 내화학성이 증가하고, 상기 바인더 물질의 비율 증가하면 상기 바인더 물질의 바인더 역할에 기반하여 상기 내화학성이 증가되고,

상기 복사냉각 코팅층은 상기 어느 하나의 무게 비율에서 상기 결합 고분자 물질 및 상기 바인더 물질의 무게 비율에 기반하여 상기 입사 태양광에 대한 반사율이 제어되며,

상기 복사냉각 코팅층은 상기 불소수지 고분자 물질, 상기 결합 고분자 물질 및 상기 바인더 물질의 무게 비율이 3:1:1, 3:2:1, 3:2:2, 3:2:3 및 3:3:1 중 어느 하나의 무게 비율로 혼합된 복사냉각 코팅 용액이 상기 다양한 표면상에 코팅되어 형성되는 경우, 상기 반사율이 80% 내지 99%의 범위 내에서 결정되는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 불소수지 고분자 물질은 PVDF(Polyvinylidene fluoride), ETFE(Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PCTFE(Polychlorotrifluoroethylene), PTFE(Polytetrafluoroethylene), P(VDF-HFP) 및 PVF(polyvinylfluoride) 중 적어도 하나의 불소수지 고분자 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 결합 고분자 물질은 PUA(poly urethane acrylate), PS(polystyrene), PET(polyethylene terephthalate),

PE(polyethylene), PC(polycarbonate) 및 DPHA(DiPentaerythritol HexaAcrylate) 중 적어도 하나의 결합 고분자 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 바인더 물질은 EG(ethylene glycol), 아크릴 레이트(acrylate), 아크릴 아미드(acrylic amid), PVP(Polyvinylpyrrolidone) 중 적어도 하나의 바인더 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 다양한 표면은 나무 표면, 플라스틱 표면, 유리 표면, 금속기판 표면, 우산 표면, 집 모형 표면 및 옷감 표면 중 적어도 하나의 표면을 포함하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 복사냉각 코팅층 상에 외부 물질의 침투를 차단 및 표면 개질을 위한 고분자 보호층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 복사냉각 코팅층과 상기 다양한 표면 사이에 상기 복사냉각 코팅층과 상기 다양한 표면 간의 결합력 증가 및 표면 개질을 위한 프라이머층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 복사냉각 코팅층은 상기 복사냉각 코팅 용액이 드랍 캐스팅(drop casting), 스핀코팅(spin coating), 바코팅(bar coating), 스프레이 코팅(spray coating), 닥터 블레이딩(doctor blading), 블레이드 코팅(blade coating), 다잉(dyeing) 및 브러싱(brushing) 중 적어도 하나의 용액 공정을 통하여 상기 다양한 표면 상에 코팅되어 형성되는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자에 관한 것으로, 다양한 표면에 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사냉각 코팅층을 형성하여 태양광 스펙트럼에서 높은 반사율을 갖으면서, 동시에 복사 냉각 소자 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 온도를 냉각하면서, 내식성 및 내화확성이 확보되는 복사 냉각 소자를 제공하는 기술에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 수동형 복사 냉각(Radiative Cooling) 소자는 낮 동안 태양광에 해당하는 파장($0.3\text{--}2.5\mu\text{m}$)를 반사하고 우주 밖으로 빠져나갈 수 있는 복사열($8\text{--}13\mu\text{m}$) 에너지를 방사하여 수동적으로 냉각될 수 있다.
- [0003] 한편, 수동형 복사 가열(Radiative Heating) 소자는 낮 동안 태양광에 해당하는 파장($0.3\text{--}2.5\mu\text{m}$)를 흡수하고 우주 밖으로 빠져나갈 수 있는 복사열($8\text{--}13\mu\text{m}$) 에너지는 잘 흡수하지 않아 수동적으로 가열될 수 있다.
- [0004] 수동형 냉각 소자의 효율은 소자 자체의 광 특성 측정을 통해서 확인할 수 있다.
- [0005] 열 방출을 위해서는 장파장 적외선 영역에서의 높은 흡수율 또는 방사율을 가짐에 따라 우주로 열을 잘 내뿜을 수 있어야 한다.
- [0006] 플랑크 분포(Planck distribution)에 의하면 300K의 온도 일 때 파장 $6\text{--}20\mu\text{m}$ 영역에서 최대로 열을 방출할 수 있는 조건을 가지게 된다. 지구의 경우에는 대기의 창(sky window) 영역이 약 $8\text{--}13\mu\text{m}$ 영역이므로, 수동형 냉각 소자의 열 방출 능력을 최대치로 올리기 위해서는 $8\text{--}13\mu\text{m}$ 영역에서의 흡수율 또는 방사율이 최대치가 되어야 한다.
- [0007] 대기의 창 파장 범위에서의 적외선 방사가 실질적인 열방출에 의한 복사냉각을 달성하는데 핵심적인 역할을 수행한다. 파장 범위가 자외선, 가시광선 및 근적외선이 입사하는 태양광(태양으로부터 방사되는)을 100% 반사시키고 대기의 창 구간인 $8\mu\text{m}\text{--}13\mu\text{m}$ 영역대의 장파장 적외선을 외부로 100% 방사시킬 수 있다면, 300K의 주변 온도 일 때 $158\text{W}/\text{m}^2$ 의 냉각성능이 에너지 소모 없이 구현할 수 있다.
- [0008] 태양광의 95% 반사시키고, $8\mu\text{m}\text{--}13\mu\text{m}$ 영역의 중적외선을 90% 이상 외부로 방사시키면 주변 온도가 300K 일 때 낮에는 (즉, 태양에 의한 광흡수 존재) $100\text{W}/\text{m}^2$ 의 냉각성능을 그리고 태양에 의한 광흡수가 없는 밤에는 $120\text{W}/\text{m}^2$ 의 냉각성능을 구현할 수 있다.
- [0009] 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 내지 $13\mu\text{m}$ 영역대의 장파장 적외선에 대하여 높은 흡수(방사)율을 갖아야 하고, 이외에도 옥외(outdoor) 조건에서 높은 내구성을 갖아야 하고, 사용되는 물질이 값싸고 풍부하게 존재해야 하며, 값싸고 쉬운 공정으로 대면적에 성형이 가능하여야 한다.
- [0010] 고분자 소재의 경우 일반적으로 장파장 적외선에 대하여 높은 흡수율(방사율)을 갖으나 재료의 특성상 옥외에 방치 시 자외선 및 습기 등으로 쉽게 열화되어 수명이 짧다는 단점이 존재한다.
- [0011] 또한, 두꺼운 고분자 소재는 모든 적외선 파장대에 대해서 높은 방사율을 갖는 브로드밴드 에미터(Broadband emitter) 이기때문에 대기의 창(sky window)에서 방사율이 높은 선택형 에미터(Selective emitter) 보다 복사 냉각 성능이 떨어질 수 있다.
- [0012] 무기물 소재 또는 세라믹 소재의 다층박막을 이용하는 경우 대기의 창 전체에서 방사율이 높게 하기 위해서는 적층 수가 많아야 하며 이로 인하여 태양광 흡수율이 높아져 고효율 복사 냉각 성능을 달성하기에는 어려움이 있다.
- [0013] 또한, 은 및 알루미늄 등 하부 금속 반사층을 포함하는 복사 냉각 소자는 은 및 알루미늄의 장기 안정성 문제(산화 문제)와 단가 문제로 인하여 복사냉각을 실생활에 적용하기에 어려움이 있으며 이러한 금속 소재들은 정반사를 주로 하기 때문에 눈의 피로와 빛 번짐을 유발할 수 있다.
- [0014] 기존 페인트의 물질은 높은 함량의 바인더를 포함하고, TiO_2 와 같은 나노 또는 마이크로 입자를 사용하기 때문에, TiO_2 의 상대적으로 낮은 밴드 갭 에너지로 인하여 UV-근가시광 영역의 태양광을 흡수하고, 고분자 바인더의 NIR 영역대 높은 소멸 계수로 인하여 NIR 영역대 흡수가 많다.
- [0015] 또한, 이러한 기존 페인트 물질들은 대기의 창 내에서 소멸계수가 높은 물질로 구성되지는 않기 때문에 대기의 창 내 방사율 및 각도 별 방사율이 높지 않은 문제가 있다.
- [0016] 또한, 종래의 복사 냉각 소자는 외부에 설치함에 있어 산성비와 화학적으로 작용하는 과정에서 내구도가 감소하여 복사 냉각 소자의 표면이 벗겨지거나 크랙이 발생함에 따라 오랜 기간 사용하기 어렵고, 복사 냉각 성능이

감소한다는 단점이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0017] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2020-0108594호, "복사 냉방 필름용 조성물 및 이를 이용하여 제조된 복사 냉방 필름"
- (특허문헌 0002) 미국등록특허 제10323151호, "COATING TO COOL A SURFACE BY PASSIVE RADIATIVE COOLING"
- (특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-0745553호, "폴리이미드 튜브와 폴리이미드/불소수지 튜브 및 그제조장치 및 제조방법"
- (특허문헌 0004) 한국등록특허 제10-2036071호, "다층 복사 냉각 구조"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0018] 본 발명은 다양한 표면에 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사냉각 코팅층을 형성하여 태양광 스펙트럼에서 높은 반사율을 갖으면서, 동시에 복사 냉각 소자 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 온도를 냉각하는 내식성 및 내화학성의 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0019] 본 발명은 내화학성을 갖는 불소수지 고분자 물질을 이용하여 복사 냉각 성능을 제공하면서도 복사 냉각 소자의 표면을 유지하면서 산성비 등의 오염물에 대하여 내구성을 제공하도록 복사 냉각 소자의 내구성과 내화학성을 향상시키는 것을 목적으로 한다.
- [0020] 본 발명은 태양광이 비치는 낮(day time)이나 태양광이 비치지 않는 밤(night time)에도 에너지 소모없이 복사 냉각 소자의 주변온도를 냉각시킴에 따라 건축, 자동차 등의 냉각이 필요한 물질의 외부 표면에 적용되어 에너지 소모 없이 냉각 기능을 수행할 수 있는 내식성 및 내화학성의 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0021] 본 발명은 내식성 및 내화학성의 복사 냉각 소자를 냉각 시스템에 적용하여 냉각 시스템의 에너지 효율성을 향상시키는 것을 목적으로 한다.
- [0022] 본 발명은 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 기관 상에 복사냉각 코팅층을 형성하여 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 내식성 및 내화학성의 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0023] 본 발명은 열교환용 구리(동) 파이프의 표면이나 차량 지붕과 같은 비평면 기관 위에도 복사냉각 기능을 갖춘 복사냉각 코팅층이 형성되어 복사냉각 기능을 수행할 수 있으며, 옷감, 우산 표면과 같은 천 소재에도 다이를 통하여 복사냉각능을 부여하는 것을 목적으로 한다.
- [0024] 본 발명은 다양한 표면과 복사냉각 코팅층 사이에 프라이머층을 추가적으로 포함하여 다양한 표면과 복사냉각 코팅층 간의 결합력 증대 및 복사냉각 코팅층의 표면 질 개선을 통해 복사 냉각 소자의 성능을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0025] 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자는 내화학성을 갖는 불소수지 고분자 물질, 상기 불소수지 고분자 물질을 불소수지 고분자 입자 형태로 결합하는 결합 고분자 물질 및 상기 불소수지 고분자 물질과 상기 결합 고분자 물질의 혼합물의 코팅 형성과 상기 내화학성을 증가시키는 바인더 물질을 포함하는 복사냉각 코팅 용액이 다양한 표면에 코팅되어 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율을 갖으며, 입사 태양광에 대한 굴절률을 갖음에 따라 상기 입사 태양광을 반사하는 복사냉각 코팅층을 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 복사냉각 코팅층은 상기 불소수지 고분자 물질, 상기 결합 고분자 물질 및 상기 바인더 물질의 무게 비율이 3:1:1, 3:2:1, 3:2:2, 3:2:3, 3:3:1 및 3:4:1 중 어느 하나의 무게 비율로 혼합된 복사냉각 코팅 용액이 상기 다양한 표면에 코팅되어 형성될 수 있다.

- [0027] 상기 복사냉각 코팅층은 상기 어느 하나의 무게 비율에서 상기 결합 고분자 물질의 비율이 감소하면 상기 내화학성이 증가하고, 상기 바인더 물질의 비율이 증가하면 상기 내화학성이 증가될 수 있다.
- [0028] 상기 복사냉각 코팅층은 상기 어느 하나의 무게 비율에서 상기 결합 고분자 물질 및 상기 바인더 물질의 무게 비율에 기반하여 상기 입사 태양광에 대한 반사율이 제어될 수 있다.
- [0029] 상기 복사냉각 코팅층은 상기 불소수지 고분자 물질, 상기 결합 고분자 물질 및 상기 바인더 물질의 무게 비율이 3:1:1, 3:2:1, 3:2:2, 3:2:3, 3:3:1 및 3:4:1 중 어느 하나의 무게 비율로 혼합된 복사냉각 코팅 용액이 상기 다양한 표면에 코팅되어 형성되는 경우, 상기 반사율이 80% 내지 99%의 범위 내에서 결정될 수 있다.
- [0030] 상기 불소수지 고분자 물질은 PVDF(Polyvinylidene fluoride), ETFE(Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PCTFE(Polychlorotrifluoroethylene), PTFE(Polytetrafluoroethylene), P(VDF-HFP) 및 PVF(polyvinylfluoride) 중 적어도 하나의 불소수지 고분자 물질을 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 결합 고분자 물질은 PUA(poly urethane acrylate), PS(polystyrene), PET(polyethylene terephthalate), PE(polyethylene), PC(polycarbonate) 및 DPHA(DiPentaerythritol HexaAcrylate) 중 적어도 하나의 결합 고분자 물질을 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 바인더 물질은 EG(ethylene glycol), 아크릴 레이트(acrylate), 아크릴 아미드(acrylic amid), PVP(Polyvinylpyrrolidone) 중 적어도 하나의 바인더 물질을 포함할 수 있다.
- [0033] 상기 다양한 표면은 나무 표면, 플라스틱 표면, 유리 표면, 금속기판 표면, 우산 표면, 집 모형 표면 및 옷감 표면 중 적어도 하나의 표면을 포함할 수 있다.
- [0034] 상기 복사냉각 코팅층 상에 외부 물질의 침투를 차단 및 표면 개질을 위한 고분자 보호층을 더 포함할 수 있다.
- [0035] 상기 복사냉각 코팅층과 상기 다양한 표면 사이에 상기 복사냉각 코팅층과 상기 다양한 표면 간의 결합력 증가 및 표면 개질을 위한 프라이머층을 더 포함할 수 있다.
- [0036] 상기 복사냉각 코팅층은 상기 복사냉각 코팅 용액이 드랍 캐스팅(drop casting), 스핀코팅(spin coating), 바코팅(bar coating), 스프레이 코팅(spray coating), 닥터 블레이딩(doctor blading), 블레이드 코팅(blade coating), 다잉(dyeing) 및 브러싱(brushing) 중 적어도 하나의 용액 공정을 통하여 상기 다양한 표면 상에 코팅되어 형성될 수 있다.

발명의 효과

- [0037] 본 발명은 다양한 표면에 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사냉각 코팅층을 형성하여 태양광 스펙트럼에서 높은 반사율을 갖으면서, 동시에 복사 냉각 소자 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 온도를 냉각하는 내식성 및 내화학성의 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.
- [0038] 본 발명은 내화학성을 갖는 불소수지 고분자 물질을 이용하여 복사 냉각 성능을 제공하면서도 복사 냉각 소자의 표면을 유지하면서 산성비 등의 오염물에 대하여 내구성을 제공하도록 복사 냉각 소자의 내구성과 내화학성을 향상시킬 수 있다.
- [0039] 본 발명은 태양광이 비치는 낮(day time)이나 태양광이 비치지 않는 밤(night time)에도 에너지 소모없이 복사 냉각 소자의 주변온도를 냉각시킴에 따라 건축, 자동차 등의 냉각이 필요한 물질의 외부 표면에 적용되어 에너지 소모 없이 냉각 기능을 수행할 수 있는 내식성 및 내화학성의 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.
- [0040] 본 발명은 내식성 및 내화학성의 복사 냉각 소자를 냉각 시스템에 적용하여 냉각 시스템의 에너지 효율성을 향상시킬 수 있다.
- [0041] 본 발명은 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 기판 상에 복사냉각 코팅층을 형성하여 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 내식성 및 내화학성의 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.
- [0042] 본 발명은 열교환용 구리(동) 파이프의 표면이나 차량 지붕과 같은 비평면 기판 위에도 복사냉각 기능을 갖춘 복사냉각 코팅층이 형성되어 복사냉각 기능을 수행할 수 있으며, 옷감, 우산 표면과 같은 천 소재에도 다잉을 통하여 복사냉각능을 부여할 수 있다.
- [0043] 본 발명은 다양한 표면과 복사냉각 코팅층 사이에 프라이머층을 추가적으로 포함하여 다양한 표면과 복사냉각 코팅층 간의 결합력 증대 및 복사냉각 코팅층의 표면 질 개선을 통해 복사 냉각 소자의 성능을 향상시킬 수 있다.

다.

도면의 간단한 설명

- [0044] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자를 설명하는 도면이다.
- 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자에서 결합 고분자 물질의 비율 변경에 따른 복사 냉각 소자의 광특성을 설명하는 도면이다.
- 도 3c는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자에서 결합 고분자 물질의 비율 변경에 따른 복사 냉각 소자의 이미지를 설명하는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자에서 바인더 물질의 비율 변경에 따른 복사 냉각 소자의 복사 냉각 성능을 설명하는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자에 대한 내화학성 테스트를 설명하는 도면이다.
- 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자와 상용화 페인트의 복사 냉각 성능을 비교하여 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0045] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.
- [0046] 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.
- [0047] 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.
- [0048] 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.
- [0049] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.
- [0050] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0051] 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.
- [0052] "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.
- [0053] 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.
- [0054] 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.
- [0055] 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다.
- [0056] 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.
- [0057] 또한, '또는'이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or'를 의미

한다.

- [0058] 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.
- [0059] 이하 사용되는 '..부', '..기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0061] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자를 설명하는 도면이다.
- [0062] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따라 불소수지 고분자 물질을 이용하여 내식성 및 내화학성이 확보되는 복사 냉각 소자를 설명한다.
- [0063] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자(100)는 기관(110) 및 복사냉각 코팅층(120)을 포함하고, 복사냉각 코팅층(120)은 불소수지 고분자 물질이 불소수지 고분자 입자(121) 형태로 포함하고 있다.
- [0064] 본 발명의 일실시예에 따르면 기관은 다양한 표면으로 지칭될 수 있다.
- [0065] 예를 들어, 다양한 표면은 나무 표면, 플라스틱 표면, 유리 표면, 금속기관 표면, 우산 표면, 집 모형 표면 및 옷감 표면 중 적어도 하나의 표면을 포함할 수 있다.
- [0066] 일례로, 복사 냉각 소자(100)는 복사냉각 코팅층(120)이 코팅된 기관(110)일 수 있는데, 복사 냉각 소자(100)는 태양광이 비치는 낮(day time)이나 태양광이 비치지 않는 밤(night time)에도 에너지 소모없이 주변 온도 이하로 냉각시키는 복사냉각 코팅층(120)이 구현되면 건축, 자동차 등의 냉각이 필요한 물질의 외부 표면에 적용되어 에너지 소모 없이 냉각 기능을 수행할 수 있다.
- [0067] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각 소자(100)는 내화학성을 갖는 불소수지 고분자 물질, 불소수지 고분자 물질을 불소수지 고분자 입자(121) 형태로 결합하는 결합 고분자 물질 및 불소수지 고분자 물질과 결합 고분자 물질의 혼합물의 코팅 형성과 내화학성을 증가시키는 바인더 물질을 포함하는 복사냉각 코팅 용액이 기관(110) 상에 코팅되어 형성되는 복사냉각 코팅층(120)을 포함한다.
- [0068] 일례로, 복사냉각 코팅층(120)은 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율을 갖으며, 입사 태양광에 대한 굴절률을 갖음에 따라 입사 태양광을 반사할 수 있다.
- [0069] 따라서, 본 발명은 태양광이 비치는 낮(day time)이나 태양광이 비치지 않는 밤(night time)에도 에너지 소모없이 복사 냉각 소자의 주변온도를 냉각시킴에 따라 건축, 자동차 등의 냉각이 필요한 물질의 외부 표면에 적용되어 에너지 소모 없이 냉각 기능을 수행할 수 있는 내식성 및 내화학성의 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.
- [0070] 또한, 본 발명은 내식성 및 내화학성의 복사 냉각 소자를 냉각 시스템에 적용하여 냉각 시스템의 에너지 효율성을 향상시킬 수 있다.
- [0071] 본 발명의 일실시예에 따른 복사냉각 코팅층(120)은 결합 고분자 물질과 불소수지 고분자 입자의 굴절률에 기반하여 입사 태양광을 산란 및 반사함에 따라 입사 태양광을 반사할 수 있다.
- [0072] 즉, 복사냉각 코팅층(120)은 결합 고분자 물질 내에 존재하는 불소수지 고분자 입자로 인해 산란효과가 나타나고, 표면이 흰 색을 띄어 높은 태양광 반사도를 가지며, 불소수지 소재의 특성으로 인해 산성비가 내리는 상황처럼 화학물질과의 반응에 의해 내구도가 저하할 수 있는 환경에서도 높은 내구도로 인해 오랜 기간 복사 냉각 성능이 유지된다.
- [0073] 일례로, 복사냉각 코팅층(120)은 불소수지 고분자 물질과 결합 고분자 물질의 결합 구조에 따른 복합 고분자 물질에 기반하여 형성될 수 있다.
- [0074] 예를 들어 결합 고분자 물질은 가교결합체로서 불소수지 고분자 물질과 혼합되어 기관(110) 상에 코팅될 경우, 금속 반사 물질 없이도 산란효과로 인해 흰색을 나타냄에 따라 입사 태양광에 대한 높은 반사도를 제공할 수 있다.
- [0075] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사냉각 코팅층(120)은 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 무게 비율이 3:1:1, 3:2:1, 3:2:2, 3:2:3, 3:3:1 및 3:4:1 중 어느 하나의 무게 비율로 혼합된 복사냉각 코

팅 용액이 다양한 표면에 코팅되어 형성될 수 있다.

- [0076] 일례로, 복사냉각 코팅층(120)은 상술한 3:1:1, 3:2:1, 3:2:2, 3:2:3, 3:3:1 및 3:4:1 중 어느 하나의 무게 비율에서 결합 고분자 물질의 비율이 감소하면 내화학성이 증가하고, 바인더 물질의 비율이 증가하면 내화학성이 증가될 수 있다.
- [0077] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자(100)는 결합 고분자 물질의 비율과 바인더 물질의 비율의 변화에 기반하여 적용되는 환경에 적합한 내식성(erosion resistance) 및 내화학성이 확보 및 제어되고, 내식성과 내화학성 확보에 따른 내구성이 보장될 수 있다.
- [0078] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사냉각 코팅층(120)은 상술한 3:1:1, 3:2:1, 3:2:2, 3:2:3, 3:3:1 및 3:4:1 중 어느 하나의 무게 비율에서 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 무게 비율에 기반하여 입사 태양광에 대한 반사율이 제어될 수 있다.
- [0079] 구체적으로, 복사냉각 코팅층(120)은 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 상기 바인더 물질의 무게 비율이 3:1:1, 3:2:1, 3:2:2, 3:2:3, 3:3:1 및 3:4:1 중 어느 하나의 무게 비율로 혼합된 복사냉각 코팅 용액이 기관(110) 상에 코팅되어 형성되는 경우, 상기 반사율이 80% 내지 99%의 범위 내에서 결정될 수 있다.
- [0080] 본 발명의 일실시예에 따르면 불소수지 고분자 물질은 PVDF(Polyvinylidene fluoride), ETFE(Ethylene Tetrafluoro Ethylene), PCTFE(Polychlorotrifluoroethylene), PTFE(Polytetrafluoroethylene), P(VDF-HFP) 및 PVF(polyvinylfluoride) 중 적어도 하나의 불소수지 고분자 물질을 포함할 수 있다.
- [0081] 일례로, 결합 고분자 물질은 PUA(poly urethane acrylate), PS(polystyrene), PET(polyethylene terephthalate), PE(polyethylene), PC(polycarbonate) 및 DPHA(DiPentaerythritol HexaAcrylate) 중 적어도 하나의 결합 고분자 물질을 포함할 수 있다.
- [0082] 본 발명의 일실시예에 따르면 바인더 물질은 EG(ethylene glycol), 아크릴 레이트(acrylate), 아크릴 아미드(acrylic amid), PVP(Polyvinylpyrrolidone) 중 적어도 하나의 바인더 물질을 포함할 수 있다.
- [0083] 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자(100)의 복사냉각 코팅층(120)은 복사냉각 코팅 용액이 드랍 캐스팅(drop casting), 스핀코팅(spin coating), 바코팅(bar coating), 스프레이 코팅(spray coating), 닥터 블레이딩(doctor blading), 블레이드 코팅(blade coating), 다잉(dyeing) 및 브러싱(brushing) 중 적어도 하나의 용액 공정을 통하여 기관(110) 상에 코팅되어 형성될 수 있다.
- [0084] 따라서, 본 발명은 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 기관 상에 복사냉각 코팅층을 형성하여 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 내식성 및 내화학성의 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.
- [0085] 또한, 본 발명은 열교환용 구리(동) 파이프의 표면이나 차량 지붕과 같은 비평면 기관 위에도 복사냉각 기능을 갖춘 복사냉각 코팅층이 형성되어 복사냉각 기능을 수행할 수 있으며, 옷감, 우산 표면과 같은 천 소재에도 다잉을 통하여 복사냉각능을 부여할 수 있다.
- [0086] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따라 불소수지 고분자 물질을 이용하여 내식성 및 내화학성이 확보되는 복사 냉각 소자에 프라이머층이 추가적으로 형성된 복사 냉각 소자의 구조를 설명한다.
- [0087] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자(200)는 기관(210), 프라이머층(220) 및 복사냉각 코팅층(230)을 포함하고, 복사냉각 코팅층(230)은 불소수지 고분자 물질이 불소수지 고분자 입자(231) 형태로 포함하고 있다.
- [0088] 도 2에서 설명되는 복사 냉각 소자(200)는 도 1에서 설명된 복사 냉각 소자(100)와 동일하게 기관(210) 및 복사냉각 코팅층(230)을 포함하고, 기관(210)과 복사냉각 코팅층(230)의 사이에 프라이머층(220)이 형성된다.
- [0089] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각 소자(200)는 복사냉각 코팅층(230)과 다양한 표면에 해당하는 기관(210) 사이에 복사냉각 코팅층(230)과 기관(210) 간의 결합력 증가시키고, 복사냉각 코팅층(230)의 표면 개질을 위한 프라이머층(220)을 더 포함할 수 있다.
- [0090] 예를 들어, 프라이머층(220)은 기관(210)이 금속 물질인 경우 산화에 의한 녹 발생을 미연에 방지할 수 있고, 복사냉각 코팅층(230)의 형성률도 증가시킬 수 있다.
- [0091] 따라서, 본 발명은 다양한 표면과 복사냉각 코팅층 사이에 프라이머층을 추가적으로 포함하여 다양한 표면과 복사냉각 코팅층 간의 결합력 증대 및 복사냉각 코팅층의 표면 질 개선을 통해 복사 냉각 소자의 성능을 향상시킬

수 있다.

- [0092] 한편, 복사 냉각 소자(200)는 복사냉각 코팅층(230)을 외부로부터 보호하기 위하여 고분자 보호층(미도시)을 더 포함할 수 있다.
- [0093] 예를 들어, 고분자 보호층(미도시)은 외부 물질의 침투를 차단하면서 복사 냉각 코팅층(230)의 표면을 개질할 수 있다.
- [0094] 즉, 고분자 보호층(미도시)은 복사냉각 코팅층(230)의 상부에 기계적 안정성, 내후성, 소수성 등 표면 개질을 위한 고분자 물질이 추가적으로 코팅되어 형성될 수 있다.
- [0095] 따라서, 본 발명은 고분자 보호층을 추가적으로 포함하여 수분 및 공기 등 외부 물질이 침투되는 것을 방지할 수 있어 소수성이 부여된 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.
- [0096] 또한, 복사냉각 코팅층(230)은 추가적으로 가시광선에서 한 개의 피크점을 갖으며, 가시광선의 반사에 따른 색상을 가지는 나노 또는 마이크로 입자가 첨가될 경우, 색상을 발현할 수 있다.
- [0097] 예를 들어, 나노 또는 마이크로 입자는 스캐터링 나노입자로서, MgF_2 , Al_2O_3 , SiO_2 , MgO , ZnO 및 TiO_2 중 어느 하나의 스캐터링 나노입자를 포함할 수 있다.
- [0098] 또한, 나노 또는 마이크로 입자는 색상형 나노입자로서, $CdSe$, Cds 및 페로브스카이트(perovskite) 물질 중 어느 하나의 색상형 나노입자를 포함하고, 페로브스카이트(perovskite) 물질은 화학식 ABX_3 을 갖으며, A는 Cs, Sn, Bi 및 메틸 암모늄(Methyl Ammonium) 중 어느 하나를 포함하고, B는 Fe, Co, Ni, Cu, Sn, Pb, Bi, Ge, Ti 및 Zn 중 어느 하나의 금속 물질을 포함하며, X는 Cl, Br 및 I 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0099] 따라서, 본 발명은 복사 냉각 성능을 제공하면서도 흰색뿐 만 아니라 다양한 색상을 구현하여 복사 냉각 소자의 적용 범위를 확장할 수 있다.
- [0101] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자에서 결합 고분자 물질의 비율 변경에 따른 복사 냉각 소자의 광특성을 설명하는 도면이다.
- [0102] 도 3a는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자에서 결합 고분자 물질의 비율의 변화에 기반한 반사율 및 투과율 변화를 설명한다.
- [0103] 도 3a를 참고하면, 그래프(300)는 복사 냉각 소자에서 결합 고분자 물질의 비율의 변화에 기반한 반사율 및 투과율의 변화를 파장 변화에 기반하여 예시한다.
- [0104] 그래프(300)에서 제1 지시선(301)은 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:1:1인 경우를 나타낼 수 있고, 제2 지시선(302)은 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:2:1인 경우를 나타낼 수 있으며, 제3 지시선(303)은 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:3:1인 경우를 나타낼 수 있고, 제4 지시선(304)은 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:4:1인 경우를 나타낼 수 있다. 여기서, 복사냉각 코팅층의 두께는 약 $500\mu m$ 일 수 있다.
- [0105] 그래프(300)에서 상단은 각 지시선의 반사율의 변화를 나타낼 수 있고, 하단은 각 지시선의 투과율의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0106] 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자에서 결합 고분자 물질의 비율의 변화에 기반한 반사율 변화를 설명한다.
- [0107] 도 3b를 참고하면, 그래프(310)는 복사 냉각 소자에서 결합 고분자 물질의 비율의 변화에 기반한 반사율의 변화를 파장 변화에 기반하여 예시한다.
- [0108] 그래프(310)에서 제1 지시선(301)은 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:1:1인 경우를 나타낼 수 있고, 제2 지시선(302)은 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:2:1인 경우를 나타낼 수 있으며, 제3 지시선(303)은 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:3:1인 경우를 나타낼 수 있고, 제4 지시선(304)은 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:4:1인 경우를 나타낼 수 있다. 여기서, 복사냉각 코팅층의 두께는 약 $500\mu m$ 일 수 있다.
- [0109] 그래프(300) 및 그래프(310)에 대한 측정 결과는 하기 표 1과 같이 정리할 수 있다.

[0111] [표 1]

	3:1:1	3:2:1	3:3:1	3:4:1
태양광 반사율(%)	90.3	93.2	93.5	92.7
태양광 흡수율(%)	2.69	3.77	4.21	3.93
대기의 창 방사율(%)	93.3	93.7	93.7	94.1
총 냉각전력(Wm ⁻²)	107.4	98.4	94.5	97.7
냉각 온도(°C)	-10.9	-9.94	-9.5	-9.8

[0112]

[0114] 상술한 표 1을 참고하면, 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:1:1인 경우는 총 냉각전력이 가장 높지만 입사 태양광에 대한 반사율이 상대적으로 작음을 확인할 수 있다.

[0115] 예를 들어, 불소수지 고분자 물질은 ETFE를 포함하고, 결합 고분자 물질은 PUA를 포함하며, 바인더 물질은 EG를 포함할 수 있다.

[0116] 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:2:1, 3:3:1 및 3:4:1인 경우는 3:1:1인 경우에 대비하여 입사 태양광에 대한 반사율이 상대적으로 증가함을 확인할 수 있으나, 세 비율 내에서는 유의미한 광특성의 차이를 확인하기 어렵다.

[0117] 한편, 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율은 태양광 반사율, 태양광 흡수율, 대기의 창 방사율, 총 냉각전력 및 냉각 온도를 함께 고려할 경우, 바람직하게는 3:2:1과 3:3:1의 비율 중 어느 하나의 비율로 결정되는 것이 바람직할 수 있다.

[0118] 또한, 태양광 반사율을 고려하지 않을 경우에는 3:1:1, 3:2:1 및 3:3:1의 비율 중 어느 하나의 비율로 결정되는 것이 바람직할 수 있다.

[0120] 도 3c는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자에서 결합 고분자 물질의 비율 변경에 따른 복사 냉각 소자의 이미지를 설명하는 도면이다.

[0121] 도 3c를 참고하면, 도 3a 및 도 3b에서 설명된 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:1:1, 3:2:1, 3:3:1 및 3:4:1인 경우에 따른 복사 냉각 소자의 이미지를 예시한다.

[0122] 이미지(320)는 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:1:1인 경우에 해당될 수 있다.

[0123] 이미지(321)는 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:2:1인 경우에 해당될 수 있다.

[0124] 이미지(322)는 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:3:1인 경우에 해당될 수 있다.

[0125] 이미지(323)는 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:4:1인 경우에 해당될 수 있다.

[0126] 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:4:1인 경우에는 결합 고분자 물질의 비율이 증가함에 따라 결합 고분자 물질이 자외선에 의해 중합(polymerization)되는 과정에 따른 발열반응 때문에 열응력(thermal stress)로 코팅층에 크랙(crack)이 발생될 수 있다.

[0127] 따라서, 바인더 물질이 고정된 상태에서는 3:2:1과 3:3:1의 비율 중 어느 하나의 비율로 결정되는 것이 바람직할 수 있다.

[0128] 또한, 태양광 반사율을 고려하지 않을 경우에는 3:1:1, 3:2:1 및 3:3:1의 비율 중 어느 하나의 비율로 결정되는 것이 바람직할 수 있다.

[0130] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자에서 바인더 물질의 비율 변경에 따른 복사 냉각 소자의 복사 냉각 성능을 설명하는 도면이다.

[0131] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자를 제조하는 과정에서 불소수지 고분자 물질 및 결합 고분자 물질의 비율은 고정된 상태에서 바인더 물질의 비율을 변경할 시 복사 냉각 소자의 반사율을 예시한다.

[0132] 도 4를 참고하면, 그래프(400)에서 제1 지시선(401)은 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:2:1인 경우를 나타낼 수 있고, 제2 지시선(402)은 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:2:2인 경우를 나타낼 수 있으며, 제3 지시선(403)은 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:2:3인 경우를 나타낼 수 있다. 여기서, 복사냉각 코팅층의 두께는 약 260 μ m일 수 있다.

[0133] 예를 들어, 불소수지 고분자 물질은 ETFE를 포함하고, 결합 고분자 물질은 PUA를 포함하며, 바인더 물질은 EG를 포함할 수 있다.

[0134] 그래프(400)에 따른 태양광 반사율과 냉각 온도는 하기 표 2와 같이 정리할 수 있다.

[0136] [표 2]

	3:2:1	3:2:2	3:2:3
태양광 반사율(%)	91.1	85.0	80.2
냉각 온도(℃)	-10.8	-9.4	-8.1

[0137]

[0139] 상술한 표 2를 참고하면, 바인더 물질의 비율이 증가할 수 록 태양광 반사율은 감소하고, 냉각 온도는 증가한다. 즉, 냉각 성능은 감소할 수 있다.

[0140] 바인더 물질은 필름 형성제(film forming agent)로써 근적외선 영역에서 흡수율이 높을 수 있다. 근적외선 영역에서 흡수율이 높은 것은 태양광 반사율이 낮은 것으로 볼 수 있다.

[0141] 즉, 바인더 물질의 비율을 증가시킬수록 기계적 특성 및 내화학적성이 증가하는 반면에 근적외선 영역에서의 태양광 반사율이 감소하여 광특성이 감소할 수 있다.

[0142] 바인더 물질의 비율의 증가는 복사 냉각 성능의 감소와 연결될 수 있음에 따라 기계적 물성에 해당하는 내화학적성을 얻을 수 있을 정도만 첨가되는 것이 바람직할 수 있다.

[0144] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자에 대한 내화학적성 테스트를 설명하는 도면이다.

[0145] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자가 산성비에 노출될 경우를 고려한 내화학적성 테스트를 예시한다.

[0146] 도 5를 참고하면, 이미지(500) 내에서 세 개의 복사 냉각 소자는 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:2:1인 경우에 해당하고, 이미지(510)은 내화학적성 테스트 진행 결과를 나타낸다.

[0147] 이미지(520)는 이미지(500)에서 나타내는 세개의 복사 냉각 소자에 대비하여 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율 중 결합 고분자 물질의 비율을 감소시킨 경우를 예시한다.

[0148] 즉, 이미지(520)는 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:1:1인 경우에 내화학적성 테스트 진행 결과를 나타낸다.

[0149] 예를 들어, 불소수지 고분자 물질은 ETFE를 포함하고, 결합 고분자 물질은 PUA를 포함하며, 바인더 물질은 EG를 포함할 수 있다.

[0150] 이미지(530)는 이미지(500)에서 나타내는 세개의 복사 냉각 소자에 대비하여 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율 중 바인더 물질의 비율을 증가시킨 경우를 예시한다.

- [0151] 즉, 이미지(530)는 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율이 3:2:2인 경우에 내화학성 테스트 진행 결과를 나타낸다.
- [0152] 이미지(510), 이미지(520) 및 이미지(530)에서 나타내는 복사 냉각 소자 각각은 pH 6.1, pH 5.8 및 pH 3.8의 황산 용액에 2시간 넣어둔 후에 결과를 나타낸다.
- [0153] 이미지(510)를 참고하면, 세개의 복사 냉각 소자는 모두 크랙이 발생하거나 표면이 벗겨짐을 확인할 수 있다.
- [0154] 특히, pH 농도가 낮은 용액에 노출된 복사 냉각 소자에서 더 큰 변화를 확인할 수 있다.
- [0155] 한편, 이미지(520) 및 이미지(530)에서 나타내는 복사 냉각 소자는 크랙이 발생하거나 표면의 이탈이 확인되지 않는다.
- [0156] 즉, 이미지(520) 및 이미지(530)에서는 복사냉각 코팅층이 산성비에 노출되어도 크랙이 발생하거나 표면의 이탈이 발생하지 않을 것임을 예측할 수 있다.
- [0157] 한편, 불소수지 고분자 물질, 결합 고분자 물질 및 바인더 물질의 비율에서 결합 고분자 물질의 비율을 증가시킬 경우에는 이미지(510)과 동일하게 모두 크랙이 발생하거나 표면이 벗겨짐을 확인할 수 있다.
- [0158] 다시 말해, 결합 고분자 물질의 비율을 낮추면 상대적으로 불소수지 고분자 물질의 비율이 증가하는 것이기 때문에 내화학성 증가로 인해 복사냉각 코팅층의 내구도가 증가할 수 있다.
- [0159] 또한, 코팅층 형성의 역할을 하는 바인더 물질의 양을 늘리면 복사냉각 코팅층을 형성하기 위한 물질의 바인더 역할을 하기 때문에 내구도 증가로 인해 코팅막에 크랙이 형성되지 않기 때문에 황산 테스트 후에도 복사냉각 코팅층이 그대로 유지될 수 있다.
- [0160] 따라서, 본 발명은 다양한 표면에 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사냉각 코팅층을 형성하여 태양광 스펙트럼에서 높은 반사율을 갖으면서, 동시에 복사 냉각 소자 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 온도를 냉각하는 내식성 및 내화학성의 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.
- [0161] 또한, 본 발명은 내화학성을 갖는 불소수지 고분자 물질을 이용하여 복사 냉각 성능을 제공하면서도 복사 냉각 소자의 표면을 유지하면서 산성비 등의 오염물에 대하여 내구성을 제공하도록 복사 냉각 소자의 내구성과 내화학성을 향상시킬 수 있다.
- [0163] 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자와 상용화 페인트의 복사 냉각 성능을 비교하여 설명하는 도면이다.
- [0164] 도 6a는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자와 상용화 페인트에 대한 파장 변화에 따른 반사율 및 투과율 변화를 예시한다.
- [0165] 도 6a의 그래프(600)를 참고하면, 제1 지시선(601)은 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자의 반사율의 변화를 나타내고, 제2 지시선(602)은 상용화 페인트가 도포된 물질의 반사율의 변화를 나타낸다.
- [0166] 또한, 제3 지시선(603)은 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자의 투과율의 변화를 나타내고, 제4 지시선(604)은 상용화 페인트가 도포된 물질의 투과율의 변화를 나타낸다.
- [0167] 제1 지시선(601)과 제2 지시선(602)을 비교하면 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자의 반사율이 상대적으로 높음을 확인할 수 있다.
- [0168] 또한, 제3 지시선(603)과 제4 지시선(604)을 비교하면 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자의 투과율이 상대적으로 높음을 확인할 수 있다.
- [0169] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자가 상용화 페인트에 대비하여 상대적으로 우수한 복사 냉각 성능을 제공할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0170] 도 6b는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자와 상용화 페인트에 대한 파장 변화에 따른 방사율의 변화를 예시한다.
- [0171] 도 6b의 그래프(610)를 참고하면, 제1 지시선(611)은 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자의 방사율의 변화를 나타내고, 제2 지시선(612)은 상용화 페인트가 도포된 물질의 방사율의 변화를 나타낸다.
- [0172] 제1 지시선(611)과 제2 지시선(612)을 비교하면 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자의 방사율이 대기의

창에 해당하는 파장 범위인 $8\mu\text{m}$ 내지 $13\mu\text{m}$ 에서 상대적으로 높음을 확인할 수 있다.

그래프(600) 및 그래프(610)에 따른 측정 결과는 하기 표 3과 같이 정리할 수 있다.

[표 3]

	태양광 반사율 (%)	태양광 흡수율 (%)	대기의 창 방사율(%)	총 냉각전력(Wm^{-2})	냉각 온도($^{\circ}\text{C}$)
본 발명	92.6	2.8	94.0	108.0	-10.9
상용화 페인트	88.2	11.5	93.0	29.2	-2.9

상술한 표 3에 따르면 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자가 상용화 페인트에 대비하여 상대적으로 우수한 복사 냉각 성능을 제공할 수 있음을 확인할 수 있다.

도 6c는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자와 상용화 페인트가 도포된 물질의 주변 온도 변화를 예시한다.

도 6c의 그래프(620)를 참고하면, 제1 지시선(621)은 외기 온도(ambient air)의 온도 변화를 나타낼 수 있고, 제2 지시선(622)은 상용화 페인트가 도포된 물질의 주변 온도 변화를 나타낼 수 있으며, 제3 지시선(623)은 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자의 주변 온도 변화를 나타낼 수 있다.

제1 지시선(621) 내지 제3 지시선(623)을 비교하면, 특정 시간 구간에 해당하는 오전 10시 내지 오후 4시 구간에서 제2 지시선(622)에 대비하여 제3 지시선(623)이 나타내는 온도가 낮음을 확인할 수 있다.

즉, 상용화 페인트가 도포된 물질에 대비하여 본 발명의 복사 냉각 소자가 냉각 성능이 우수함을 확인할 수 있다.

도 6d는 본 발명의 일실시예에 따른 불소수지 고분자 물질을 이용한 복사 냉각 소자와 상용화 페인트가 도포된 물질에 의한 온도 변화도(temperature gradient)를 예시한다.

도 6d의 그래프(630)를 참고하면, 제1 지시선(631)은 상용화 페인트가 도포된 물질의 온도 변화도를 나타낼 수 있으며, 제2 지시선(632)은 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자의 온도 변화도를 나타낼 수 있다.

제1 지시선(631) 및 제2 지시선(632)을 비교하면, 특정 시간 구간에 해당하는 오전 10시 내지 오후 4시 구간에서 제1 지시선(631)은 0°C 이상 증가됨을 확인할 수 있으나 제2 지시선(632)은 -5°C 이하를 유지함을 확인할 수 있다.

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

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.

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

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

부호의 설명

100: 복사 냉각 소자

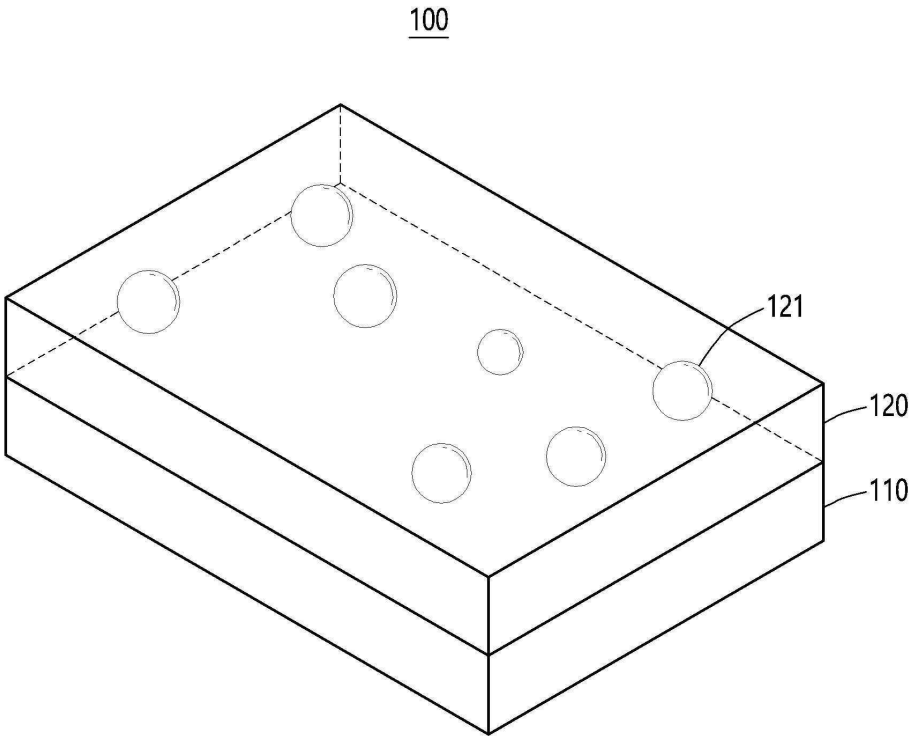
110: 기관

120: 복사냉각 코팅층

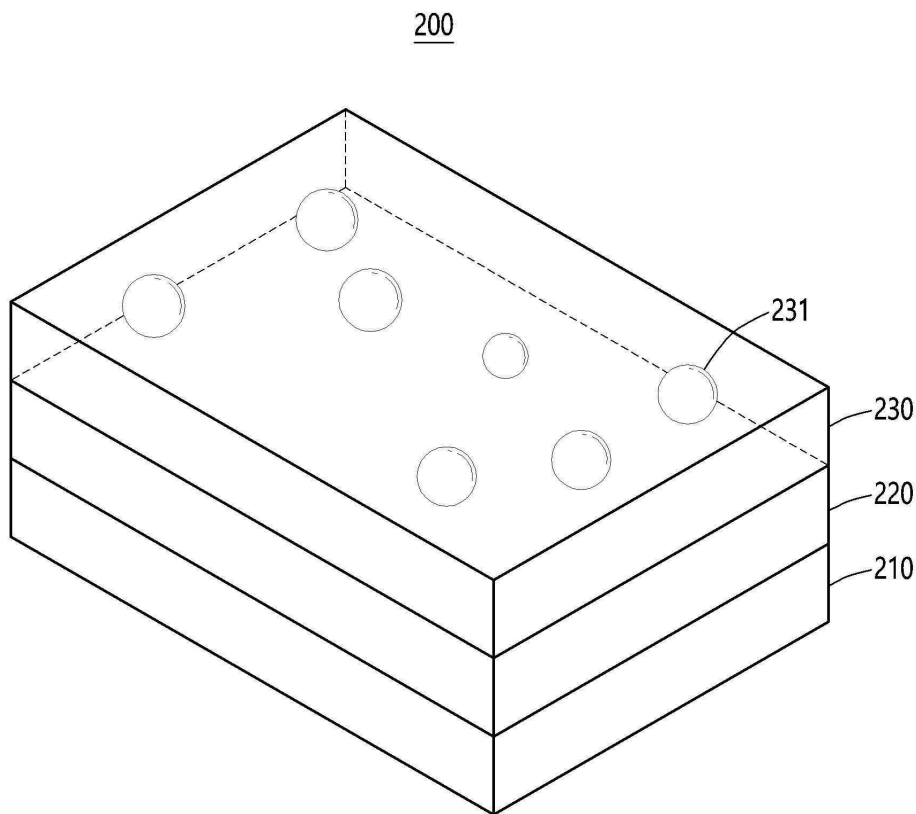
121: 불소수지 고분자 입자

도면

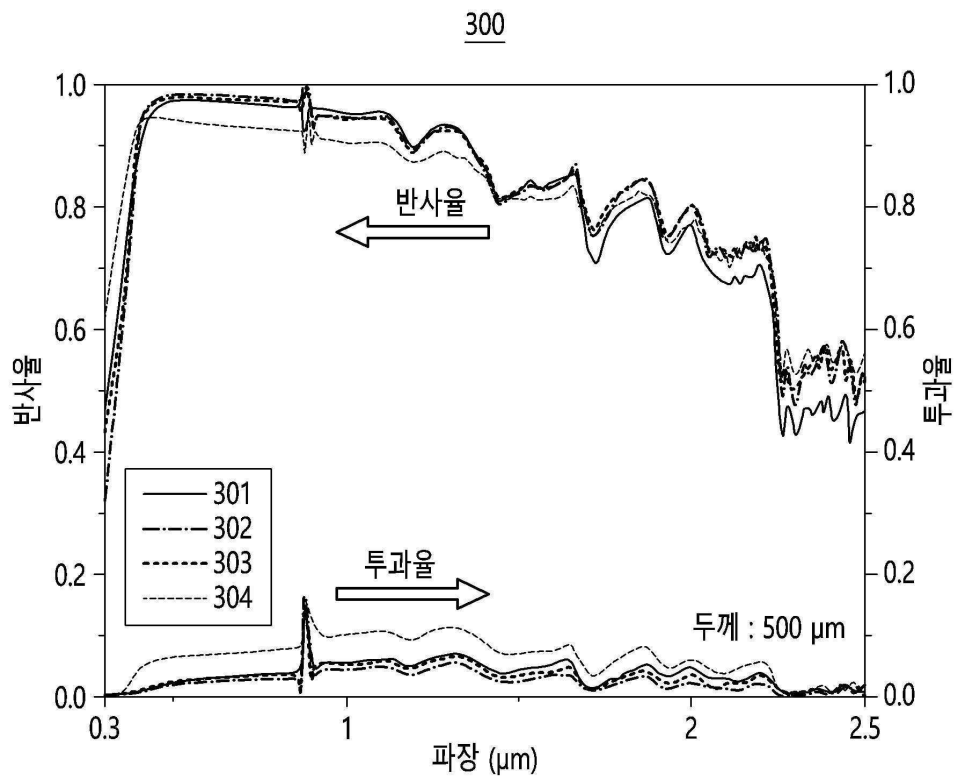
도면1



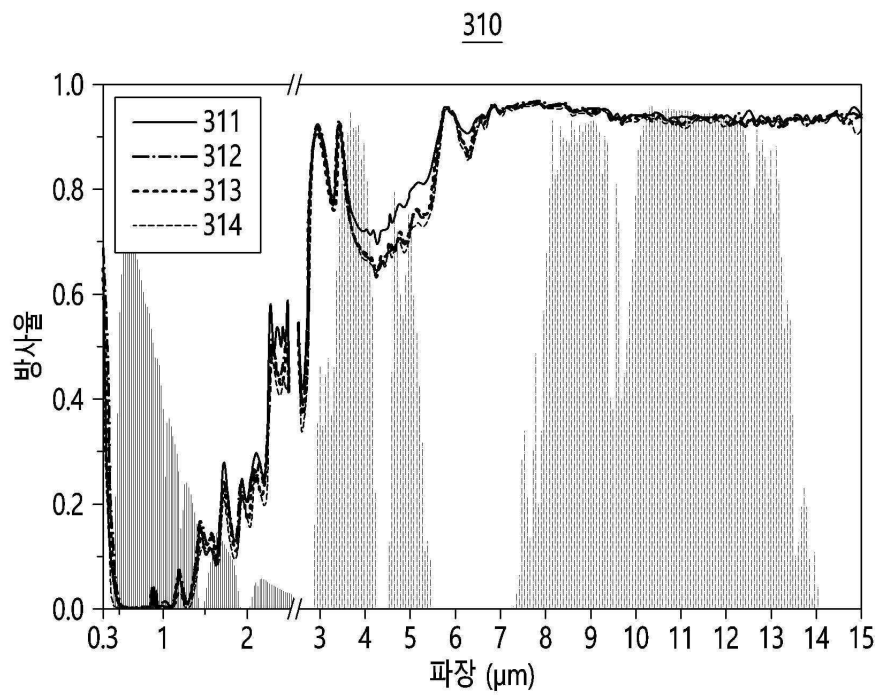
도면2



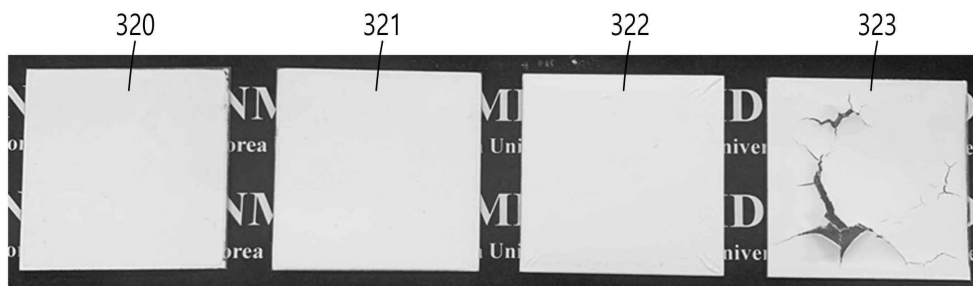
도면3a



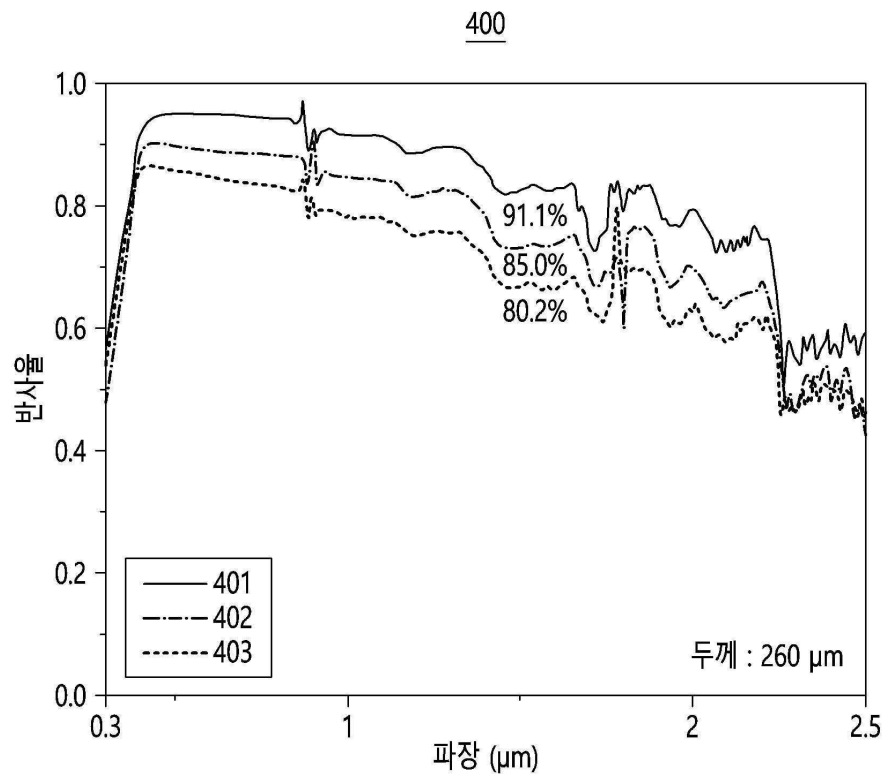
도면3b



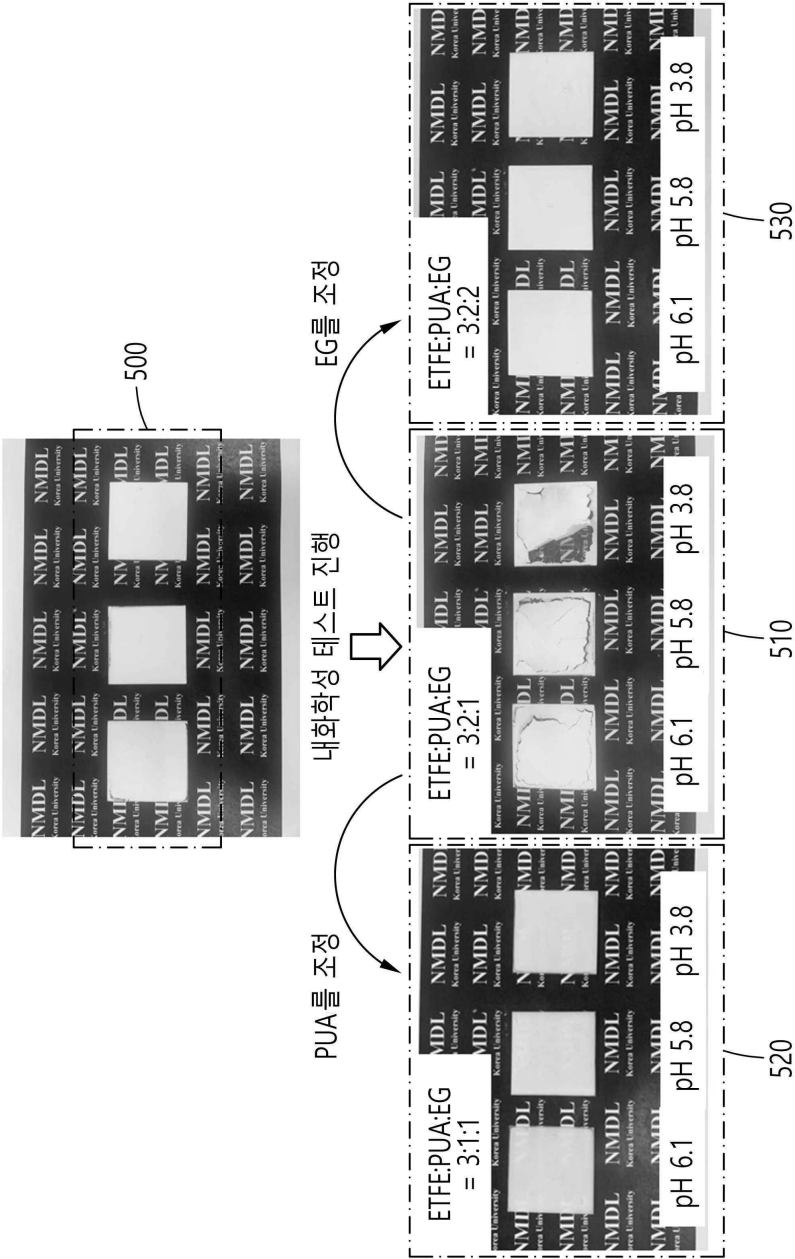
도면3c



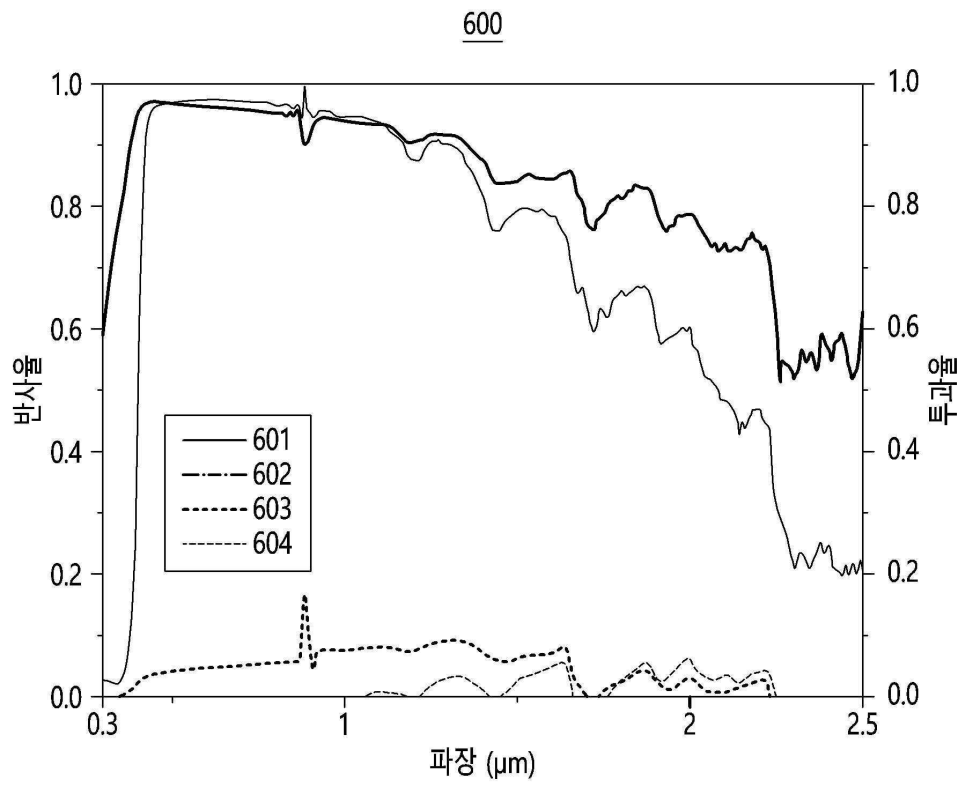
도면4



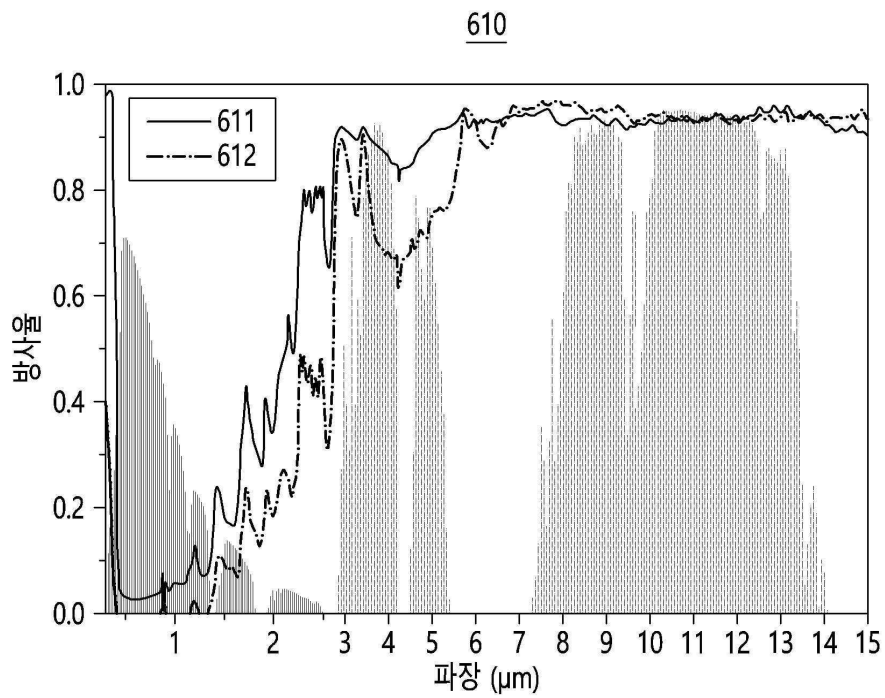
도면5



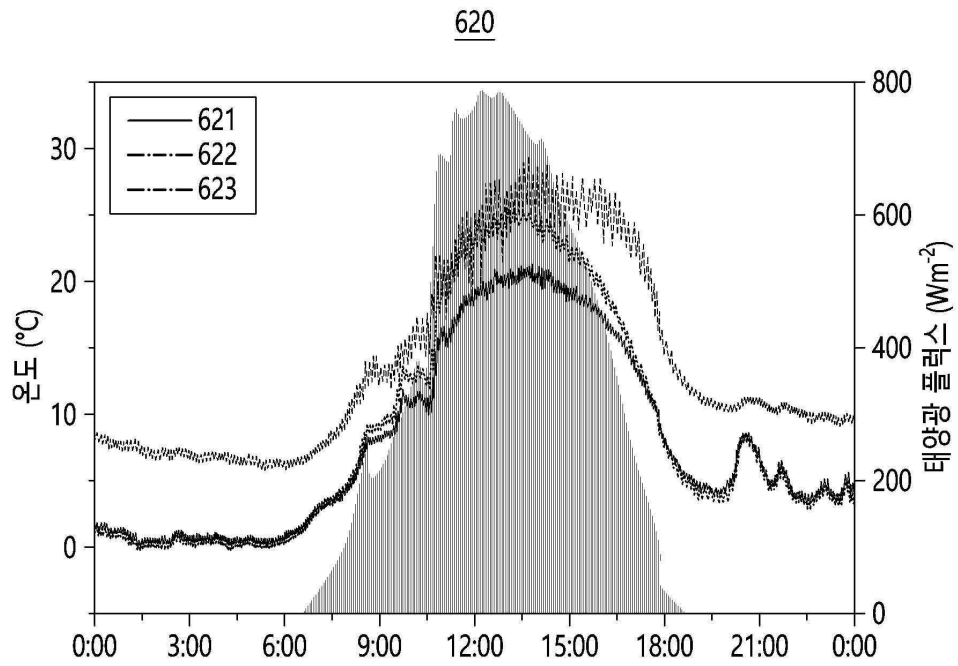
도면6a



도면6b



도면6c



도면6d

