(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월16일
(11) 등록번호 10-2340402
(24) 등록일자 2021년12월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*F25B 23/00* (2006.01) *C09D 201/00* (2006.01)
*C09D 5/00* (2006.01) *C09D 7/63* (2018.01)
*F28F 13/18* (2006.01) *G02B 5/20* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*F25B 23/003* (2013.01)
*C09D 201/00* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0069087
(22) 출원일자 2021년05월28일
심사청구일자 2021년05월28일
(56) 선행기술조사문헌
JP2008001111 A*
JP6602487 B2*
KR102225794 B1*
KR102230348 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
**고려대학교 산학협력단**
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
**이헌**
서울특별시 서초구 동광로 89-5, 105동 602호(방배동, 방배3차이편한세상)
**채동우**
서울특별시 강동구 진황도로61길 7, 102동 1302호(둔촌동, 둔촌동현대아파트)
**임한규**
서울특별시 도봉구 해등로 264, 104동 310호 (방학동, 청구아파트)
(74) 대리인
**김연권**

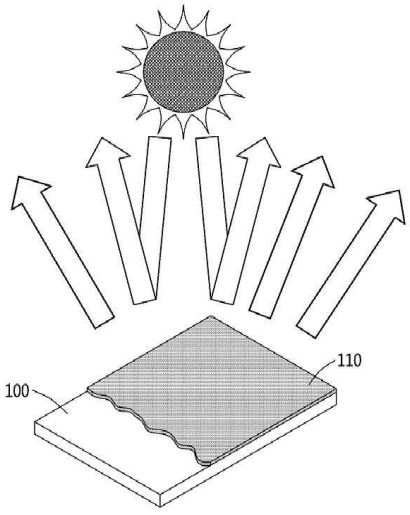
전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 노우진

(54) 발명의 명칭 **수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자**

## (57) 요 약

본 발명은 다양한 표면에 복사 냉각 성능이 우수한 수용성 복사냉각 코팅층을 형성하여 태양광 스펙트럼에서 높은 반사율을 갖으면서, 동시에 복사 냉각 소자 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 온도를 냉각하는 수용성 및 친환경 복사 냉각 소자에 관한 것으로, 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각 소자는 분자 내 수소결합에 기반하여 물에 분산되거나 물에 용해될 수 있고, 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율을 갖으며, 입사 태양광에 대한 제1 굴절률을 갖음에 따라 상기 입사 태양광을 반사하는 고분자 물질 및 물을 포함하는 수용성 복사냉각 코팅 용액이 다양한 표면 상에 코팅(coating)되어 형성되는 수용성 복사냉각 코팅층을 포함할 수 있다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
*C09D 5/00* (2019.08)
*C09D 7/20* (2018.01)
*C09D 7/61* (2018.01)
*C09D 7/63* (2018.01)
*C09D 7/66* (2018.01)
*C09D 7/70* (2018.01)
*F28F 13/185* (2013.01)
*G02B 5/20* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

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

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

분자 내 수소결합에 기반하여 물에 분산되거나 물에 용해될 수 있고, 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율을 갖으며, 입사 태양광에 대한 제1 굴절률을 갖음에 따라 상기 입사 태양광을 반사하는 고분자 물질 및 물을 포함하는 수용성 복사냉각 코팅 용액이 다양한 표면 상에 코팅(coating)되어 형성되는 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하고,

상기 수용성 복사냉각 코팅층은 상기 수용성 복사냉각 코팅 용액에 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율과 상기 입사 태양광에 대한 제2 굴절률을 고려하여 입도와 조성이 결정된 나노 또는 마이크로 입자가 추가된 경우 공극(air gap)이 형성되고, 상기 제1 굴절률, 상기 제2 굴절률 및 상기 공극(air gap)에 의한 제3 굴절률 간의 굴절률 차이에 기반한 상기 고분자 물질, 상기 나노 또는 마이크로 입자 및 상기 공극(air gap) 간에 멀티 스캐터링(Multi-scattering)이 증가함에 따라 상기 입사 태양광에 대한 반사율이 증가되는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

삭제

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 나노 또는 마이크로 입자는 $SiO_2$, $Al_2O_3$, $Si_3N_4$, $CaCO_3$, $CaSO_4$, BN, c-BN, $ZrO_2$, $BaSO_4$ 및 $MgHPO_4$ 중 적어도 하나의 나노 또는 마이크로 입자 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 나노 또는 마이크로 입자는 상기 적어도 둘의 나노 또는 마이크로 입자 물질의 적외선 방사율 및 태양광 반사율이 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율과 상기 입사 태양광에 대한 반사율에 대하여 상호 보완되도록 상기 입도와 상기 조성이 결정되는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 수용성 복사냉각 코팅층은 상기 적어도 둘의 나노 또는 마이크로 입자 물질 각각의 적외선 방사율 및 태양광 반사율이 중첩되어 상기 적외선 방사율 및 상기 태양광 반사율이 결정되는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 수용성 복사냉각 코팅층은 상기 고분자 물질과 상기 나노 또는 마이크로 입자가 1:0, 1:0.5, 1:1, 1:2 및 1:4 중 어느 하나의 중량 비율로 혼합된 수용성 복사냉각 코팅 용액이 상기 다양한 표면 상에 코팅(coating)되어 형성되는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 수용성 복사냉각 코팅층은 상기 어느 하나의 비율에서 상기 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 증가할 경우, 상기 입사 태양광에 대한 반사율 및 냉각 전력이 증가하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 수용성 복사냉각 코팅 용액은 상기 물에 상기 고분자 물질을 상기 물 중량 대비 10% 첨가하고, 상기 나노 또는 마이크로 입자를 상기 고분자 물질의 중량 대비 0%, 50%, 100%, 200% 및 400% 중 어느 하나의 비율로 첨가하며, 상기 고분자 물질의 가교제(cross-linking agent)인 폴리에틸렌 글리콜(Polyethylene glycol)과 시트르산(citric acid)을 상기 고분자 물질의 중량 대비 각각 50% 및 20% 첨가하여 형성되는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 고분자 물질은 셀룰로오스(cellulose), 나일론(nylon), 폴리 아미드(polyamide), 아크릭(Acrylic) 계 고분자, 폴리에스터(Polyester) 계 고분자, 우레탄(ethance) 계 고분자 중 적어도 하나의 고분자 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 다양한 표면은 나무 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 12**

제1항에 있어서,

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

복사 냉각 소자.

**청구항 13**

제1항에 있어서,

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

복사 냉각 소자.

**청구항 14**

제1항에 있어서,

상기 수용성 복사냉각 코팅층의 두께는 200㎛ 내지 1000㎛로 형성되는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

**청구항 15**

제1항에 있어서,

상기 수용성 복사냉각 코팅층은 상기 수용성 복사냉각 코팅 용액이 드랍 캐스팅(drop casting), 스핀코팅(spin coating), 바코팅(bar coating), 스프레이 코팅(spray coating), 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*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자에 관한 것으로, 다양한 표면에 복사 냉각 성능이 우수한 수용성 복사냉각 코팅층을 형성하여 태양광 스펙트럼에서 높은 반사율을 갖으면서, 동시에 복사 냉각 소자 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 온도를 냉각하는 수용성 및 친환경 복사 냉각 소자에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 수동형 복사 냉각(Radiative Cooling) 소자는 낮 동안 태양광에 해당하는 파장(0.3-2.5㎛)를 반사하고 우주 밖으로 빠져나갈 수 있는 복사열(8-13㎛) 에너지를 방사하여 수동적으로 냉각될 수 있다.

[0003] 한편, 수동형 복사 가열(Radiative Heating) 소자는 낮 동안 태양광에 해당하는 파장(0.3-2.5㎛)를 흡수하고 우주 밖으로 빠져나갈 수 있는 복사열(8-13㎛) 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 6-20㎛ 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.

[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㎛-13㎛ 영역대의 장파장 적외선을 외부로 100% 방사시킬 수 있다면, 300K의 주변 온도일 때 158W/$m^2$의 냉각성능이 에너지 소모 없이 구현할 수 있다.

[0008] 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.

[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 ㎛ 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] 폴리머 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 폴리머 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] 한편, 외부에너지 투입 없이 주변 온도 이하로 냉각시킬 수 있는 복사 냉각의 개념에 따라, 친환경과 안정성을 고려하였을 때, VOC(Volatile Organic Compound)가 거의 함유되지 않은 복사 냉각 소자는 친환경 물질로 선호될 수 있다.

[0017] 즉, 복사 냉각 소자를 형성하는 소재에 인체에 유해한 VOC가 많이 첨가될 경우 장기적인 관점에서 인체에 유해한 영향을 끼칠 수 있는 위험성이 존재한다.

[0018] 종래 기술에 따른 대부분의 복사 냉각 소자는 물이 아닌 에탄올, 아세톤, NMP, MIBK, PGMEA, PGME 등의 휘발성이 있는 용매를 사용하는 경우가 많으며, 용매의 휘발성이 강함에 따라 인체에 흡입 및 노출될 수 있는 가능성이 존재한다.

[0019] 따라서, 인체에 유해한 성분의 함유량이 낮으면서 에너지 소모 없이 복사 냉각 기능을 제공할 수 있는 친환경 및 수용성 복사 냉각 소자에 대한 개발이 필요하다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0020] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2236064호, "수용성 공액화 고분자가 도입된 광촉매 복합체와 그 제조 방법 및 이를 이용한 광촉매 반응"

(특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2018-0107245호, "인체 냉각 및 가열을 위한 적외선-투명 다공성 폴리머 직물"

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-2238632호, "적외선 반사필름 조성물, 이를 포함하는 적외선 반사필름 및 그 제조방법"

(특허문헌 0004) 유럽공개특허 제3744517호, "COMPOSITE RADIATIVE COOLING FILM, COMPOSITE RADIATIVE COOLING FILM ASSEMBLY AND APPLICATION THEREOF"

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0021] 본 발명은 다양한 표면에 복사 냉각 성능이 우수한 수용성 복사냉각 코팅층을 형성하여 태양광 스펙트럼에서 높은 반사율을 갖으면서, 동시에 복사 냉각 소자 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 온도를 냉각하는 수용성 및 친환경 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0022] 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 수용성 및 친환경 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0023] 본 발명은 물에 녹거나 분산되는 고분자 물질과 고굴절 나노 및 마이크로 입자를 이용하여 형성되는 수용성 복사냉각 코팅층을 포함함에 따라 VOC(Volatile Organic Compound)의 함량이 낮은 수용성 복사냉각 코팅층에 기반하여 인체에 대한 유해성을 낮추는 것을 목적으로 한다.

[0024] 본 발명은 용액 공정에 기반한 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자로서, 플라스틱, 금속 기판, 실리콘 및 유리 등 다양한 기판에 적용되어 1회 코팅으로 표면에 70 $Wm^{-2}$ 급 이상의 복사 냉각능을 부여하는 친환경 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0025] 본 발명은 장기 안정성 및 단가 문제가 존재하는 금속 물질 기반의 태양광 반사층을 미 포함함에 따라 값이 싸고, 내구성이 우수하며, 난반사에 기반하여 복사 냉각 소자의 사용자에 대한 눈의 피로 및 눈부심을 경감하는 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0026] 본 발명은 수용성 및 친환경 복사 냉각 소자를 냉각 시스템에 적용하여 냉각 시스템의 에너지 효율성을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

[0027] 본 발명은 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 기판 상에 수용성 복사냉각 코팅층을 형성하여 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0028] 본 발명은 열교환용 구리(동) 파이프의 표면이나 차량 지붕과 같은 비평면 기판 위에도 복사냉각 기능을 갖춘 수용성 복사냉각 코팅층이 형성되어 복사냉각 기능을 수행할 수 있으며, 옷감, 우산 표면과 같은 천 소재에도 다잉을 통하여 복사냉각능을 부여하는 것을 목적으로 한다.

[0029] 본 발명은 고분자 보호층을 추가적으로 포함하여 수분 및 공기 등 외부 물질이 침투되는 것을 방지할 수 있어 소수성이 부여된 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0030] 본 발명은 다양한 표면과 수용성 복사냉각 코팅층 사이에 프라이머층을 추가적으로 포함하여 다양한 표면과 수용성 복사냉각 코팅층 간의 결합력 증대 및 수용성 복사냉각 코팅층의 표면 질 개선을 통해 복사 냉각 소자의 성능을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

## *과제의 해결 수단*

[0031] 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자는 분자 내 수소결합에 기반하여 물에 분산되거나 물에 용해될 수 있고, 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율을 갖으며, 입사 태양광에 대한 제1 굴절률을 갖음에 따라 상기 입사 태양광을 반사하는 고분자 물질 및 물을 포함하는 수용성 복사냉각 코팅 용액이 다양한 표면 상에 코팅(coating)되어 형성되는 수용성 복사냉각 코팅층을 포함할 수 있다.

[0032] 상기 수용성 복사냉각 코팅 용액은 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율과 상기 입사 태양광에 대한 제2 굴절률을 고려하여 입도와 조성이 결정된 나노 또는 마이크로 입자를 더 포함할 수 있다.

[0033] 상기 수용성 복사냉각 코팅층은 상기 수용성 복사냉각 코팅 용액에 상기 나노 또는 마이크로 입자가 추가된 경우 공극(air gap)이 형성되고, 상기 제1 굴절률, 상기 제2 굴절률 및 상기 공극(air gap)에 의한 제3 굴절률 간의 굴절률 차이에 기반하여 상기 입사 태양광에 대한 반사율이 증가될 수 있다.

[0034] 상기 나노 또는 마이크로 입자는 $SiO_2$, $Al_2O_3$, $Si_3N_4$, $CaCO_3$, $CaSO_4$, BN, c-BN, $ZrO_2$, $BaSO_4$ 및 $MgHPO_4$ 중 적어도 하나의 나노 또는 마이크로 입자 물질을 포함할 수 있다.

[0035] 상기 나노 또는 마이크로 입자는 상기 적어도 둘의 나노 또는 마이크로 입자 물질의 적외선 방사율 및 태양광 반사율이 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율과 상기 입사 태양광에 대한 반사율에 대하여 상호 보완되도록 상기 입도와 상기 조성이 결정될 수 있다.

[0036] 상기 수용성 복사냉각 코팅층은 상기 적어도 둘의 나노 또는 마이크로 입자 물질 각각의 적외선 방사율 및 반사율이 중첩되어 상기 적외선 방사율 및 상기 태양광 반사율이 결정될 수 있다.

[0037] 상기 수용성 복사냉각 코팅층은 상기 고분자 물질과 상기 나노 또는 마이크로 입자가 1:0, 1:0.5, 1:1, 1:2 및 1:4 중 어느 하나의 중량 비율로 혼합된 수용성 복사냉각 코팅 용액이 상기 다양한 표면 상에 코팅(coating)되어 형성될 수 있다.

[0038] 상기 수용성 복사냉각 코팅층은 상기 어느 하나의 비율에서 상기 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 증가할 경우, 상기 입사 태양광에 대한 반사율 및 냉각 전력이 증가할 수 있다.

[0039] 상기 수용성 복사냉각 코팅 용액은 상기 물에 상기 고분자 물질을 상기 물 중량 대비 10% 첨가하고, 상기 나노 또는 마이크로 입자를 상기 고분자 물질의 중량 대비 0%, 50%, 100%, 200% 및 400% 중 어느 하나의 비율로 첨가하며, 상기 고분자 물질의 가교제(cross-linking agent)인 폴리에틸렌 글리콜(Polyethylene glycol)과 시트르산(citric acid)을 상기 고분자 물질의 중량 대비 각각 50% 및 20% 첨가하여 형성될 수 있다.

[0040] 상기 고분자 물질은 셀룰로오스(cellulose), 나일론(nylon), 폴리 아미드(polyamide), 아크릭(Acrylic) 계 고분자, 폴리에스터(Polyester) 계 고분자, 우레탄(ethance) 계 고분자 중 적어도 하나의 고분자 물질을 포함할 수 있다.

[0041] 상기 다양한 표면은 나무 표면, 유리 표면, 금속기판 표면, 우산 표면, 집 모형 표면 및 옷감 표면 중 적어도 하나의 표면을 포함할 수 있다.

[0042] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각 소자는 상기 수용성 복사냉각 코팅층 상에 외부 물질의 침투를 차단 및 표면 개질을 위한 고분자 보호층을 더 포함할 수 있다.

[0043] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각 소자는 상기 수용성 복사냉각 코팅층과 상기 다양한 표면 사이에 상기 수용성 복사냉각 코팅층과 상기 다양한 표면 간의 결합력 증가 및 표면 개질을 위한 프라이머층을 더 포함할 수 있다.

[0044] 상기 수용성 복사냉각 코팅층의 두께는 200㎛ 내지 1000㎛로 형성될 수 있다.

[0045] 상기 수용성 복사냉각 코팅층은 상기 수용성 복사냉각 코팅 용액이 드랍 캐스팅(drop casting), 스핀코팅(spin coating), 바코팅(bar coating), 스프레이 코팅(spray coating), 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*

[0046] 본 발명은 다양한 표면에 복사 냉각 성능이 우수한 수용성 복사냉각 코팅층을 형성하여 태양광 스펙트럼에서 높은 반사율을 갖으면서, 동시에 복사 냉각 소자 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 온도를 냉각하는 수용성 및 친환경 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0047] 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 수용성 및 친환경 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0048] 본 발명은 물에 녹거나 분산되는 고분자 물질과 고굴절 나노 및 마이크로 입자를 이용하여 형성되는 수용성 복사냉각 코팅층을 포함함에 따라 VOC(Volatile Organic Compound)의 함량이 낮은 수용성 복사냉각 코팅층에 기반하여 인체에 대한 유해성을 낮출 수 있다.

[0049] 본 발명은 용액 공정에 기반한 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자로서, 플라스틱, 금속 기판, 실리콘 및 유리 등 다양한 기판에 적용되어 1회 코팅으로 표면에 70 $Wm^{-2}$ 급 이상의 복사 냉각능을 부여하는 친환경 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0050] 본 발명은 장기 안정성 및 단가 문제가 존재하는 금속 물질 기반의 태양광 반사층을 미 포함함에 따라 값이 싸고, 내구성이 우수하며, 난반사에 기반하여 복사 냉각 소자의 사용자에 대한 눈의 피로 및 눈부심을 경감하는 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0051] 본 발명은 수용성 및 친환경 복사 냉각 소자를 냉각 시스템에 적용하여 냉각 시스템의 에너지 효율성을 향상시킬 수 있다.

[0052] 본 발명은 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 기판 상에 수용성 복사냉각 코팅층을 형성하여 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0053] 본 발명은 열교환용 구리(동) 파이프의 표면이나 차량 지붕과 같은 비평면 기판 위에도 복사냉각 기능을 갖춘 수용성 복사냉각 코팅층이 형성되어 복사냉각 기능을 수행할 수 있으며, 옷감, 우산 표면과 같은 천 소재에도 다잉을 통하여 복사냉각능을 부여할 수 있다.

[0054] 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.

[0055] 본 발명은 다양한 표면과 수용성 복사냉각 코팅층 사이에 프라이머층을 추가적으로 포함하여 다양한 표면과 수용성 복사냉각 코팅층 간의 결합력 증대 및 수용성 복사냉각 코팅층의 표면 질 개선을 통해 복사 냉각 소자의 성능을 향상시킬 수 있다.

## *도면의 간단한 설명*

[0056] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자를 설명하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 형성하기 위한 수용성 복사냉각 코팅 용액을 설명하는 도면이다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 형성 구조를 설명하는 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 광 특성을 설명하는 도면이다.

도 4c는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 형성 이미지를 설명하는 도면이다.

도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층이 형성될 수 있는 다양한 표면을 설명하는 도면이다.

도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 냉각 성능을 설명하는 도면이다.

도 6c는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자에 대한 냉각 성능을 측정하기 위한 실험 환경을 설명하는 도면이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0057] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.

[0058] 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.

[0059] 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.

[0060] 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.

[0061] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.

[0062] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.

[0063] 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.

[0064] "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.

[0065] 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.

[0066] 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.

[0067] 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다.

[0068] 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.

[0069] 또한, '또는' 이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or'를 의미한다.

[0070] 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.

[0071] 이하 사용되는 '..부', '..기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0073] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자를 설명하는 도면이다.

[0074] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자는 친환경 및 수용성 복사 냉각 소자로서, 복사 냉각 소자(100)가 수용성 복사냉각 코팅층(110)을 포함하고 있다.

[0075] 일례로, 복사 냉각 소자(100)는 수용성 복사냉각 코팅층(110)이 코팅된 기판일 수 있다. 예를 들어, 기판은 다양한 표면으로 지칭될 수 있다.

[0076] 다시 말해, 복사 냉각 소자(100)는 기판 상에 수용성 복사냉각 코팅 용액이 코팅되어 수용성 복사냉각 코팅층(110)이 형성된 구조를 가질 수 있다.

[0077] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각 소자(100)는 태양광이 비치는 낮(day time)이나 태양광이 비치지 않는 밤(night time)에도 에너지 소모없이 주변 온도 이하로 냉각시키는 수용성 복사냉각 코팅층(110)이 구현되면 건축, 자동차 등의 냉각이 필요한 물질의 외부 표면에 적용되어 에너지 소모 없이 냉각 기능을 수행할 수 있다.

[0078] 또한, 복사 냉각 소자(100)는 대기의 창(sky window) 내에서 각각 부분적으로 높은 방사율을 가지는 구간이 존재하기 때문에, 대기의 창 내 방사율 또한 더 높을 수 있다.

[0079] 또한, 복사 냉각 소자(100)가 포함하는 수용성 복사냉각 코팅층(110)을 형성하는 물질들은 기본적으로 값싸고 재료가 풍부하고 용액공정이 가능하여 고분자 기반의 복사 냉각 소자와 같이 저비용 및 대면적 공정이 가능하다는 장점을 가지고 있다.

[0080] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각 소자(100)는 분자 내 수소결합에 기반하여 물에 분산되거나 물에 용해될 수 있고, 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율을 갖으며, 입사 태양광에 대한 제1 굴절률을 갖음에 따라 상기 입사 태양광을 반사하는 고분자 물질 및 물을 포함하는 수용성 복사냉각 코팅 용액이 다양한 표면 상에 코팅(coating)되어 형성되는 수용성 복사냉각 코팅층(110)을 포함할 수 있다.

[0081] 일례로, 수용성 복사냉각 코팅 용액은 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율과 입사 태양광에 대한 제2 굴절률을 고려하여 입도와 조성이 결정된 나노 또는 마이크로 입자를 더 포함할 수 있다.

[0082] 본 발명의 일실시예에 따르면 나노 또는 마이크로 입자는 적어도 둘의 나노 또는 마이크로 입자 물질의 적외선 방사율 및 태양광 반사율이 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율과 입사 태양광에 대한 반사율에 대하여 상호 보완되도록 입도와 조성이 결정될 수 있다.

[0083] 따라서, 수용성 복사냉각 코팅층(110)은 고분자 물질과 나노 또는 마이크로 입자 각각의 적외선 방사율 및 태양광 반사율이 상호 보완되도록 나노 또는 마이크로 입자의 입도와 조성이 결정됨에 따라 적외선 방사율의 감소를

최소화하면서도 태양광 반사율이 증가되는 효과를 제공할 수 있다.

[0084] 예를 들어, 나노 또는 마이크로 입자의 입도는 나노 또는 마이크로 입자의 크기를 나타낼 수 있고, 나노 또는 마이크로 입자의 조성은 복수의 나노 또는 마이크로 입자 물질의 혼합 비율과 관련될 수 있다.

[0085] 본 발명의 일시예에 따르면 수용성 복사냉각 코팅층(110)은 적어도 둘의 나노 또는 마이크로 입자 물질 각각의 적외선 방사율 및 태양광 반사율이 중첩되어 적외선 방사율 및 태양광 반사율이 결정될 수 있다.

[0086] 예를 들어, 적외선 방사율은 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위(8-13㎛)에서 적외선을 흡수 및 방사하는 효율과 관련될 수 있다.

[0087] 한편, 태양광 반사율은 입사 태양광의 파장 범위(0.3-2.5㎛)에서 태양광을 반사하는 효율과 관련될 수 있다.

[0088] 본 발명의 일실시예에 따르면 수용성 복사냉각 코팅층(110)은 수용성 복사냉각 코팅 용액에 나노 또는 마이크로 입자가 추가된 경우 공극(air gap)이 형성되고, 고분자 물질의 제1 굴절률, 나노 또는 마이크로 입자의 제2 굴절률 및 공극(air gap)에 의한 제3 굴절률 간의 굴절률 차이에 기반하여 입사 태양광에 대한 반사율이 증가될 수 있다.

[0089] 일례로, 수용성 복사냉각 코팅층(110)은 고분자 물질과 나노 또는 마이크로 입자가 1:0, 1:0.5, 1:1, 1:2 및 1:4 중 어느 하나의 중량 비율로 혼합된 수용성 복사냉각 코팅 용액이 다양한 표면 상에 코팅(coating)되어 형성될 수 있다.

[0090] 본 발명의 일실시예에 따르면 수용성 복사냉각 코팅층(110)은 어느 하나의 비율에서 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 증가할 경우, 입사 태양광에 대한 반사율 및 냉각 전력이 증가할 수 있다.

[0091] 즉, 수용성 복사냉각 코팅층(110)은 나노 또는 마이크로 입자가 고분자 물질에 대비하여 중량 비율이 증가할수록, 입사 태양광에 대한 반사율이 증가하고, 증가된 반사율에 기반하여 복사 냉각 소자(100)의 주변 온도를 냉각할 시 측정되는 냉각 전력이 증가될 수 있다.

[0092] 일례로, 수용성 복사냉각 코팅 용액은 물에 고분자 물질을 물 중량 대비 10% 첨가하고, 나노 또는 마이크로 입자를 고분자 물질의 중량 대비 0%, 50%, 100%, 200% 및 400% 중 어느 하나의 비율로 첨가하며, 고분자 물질의 가교제(cross-linking agent)인 폴리에틸렌 글리콜(Polyethylene glycol)과 시트르산(citric acid)을 고분자 물질의 중량 대비 각각 50% 및 20% 첨가하여 형성될 수 있다.

[0093] 예를 들어, 물은 용매로서 활용되는데 전체 용매 대비 물의 중량은 50% 이상 함유될 수 있다.

[0094] 본 발명의 일실시예에 따르면 다양한 표면은 나무 표면, 유리 표면, 금속기판 표면, 우산 표면, 집 모형 표면 및 옷감 표면 중 적어도 하나의 표면을 포함할 수 있다.

[0095] 또한, 다양한 표면은 곡률이 존재하거나 패터닝이 된 기판도 포함할 수 있다.

[0096] 따라서, 본 발명은 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 기판 상에 수용성 복사냉각 코팅층을 형성하여 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0097] 또한, 본 발명은 열교환용 구리(동) 파이프의 표면이나 차량 지붕과 같은 비평면 기판 위에도 복사냉각 기능을 갖춘 수용성 복사냉각 코팅층이 형성되어 복사냉각 기능을 수행할 수 있으며, 옷감, 우산 표면과 같은 천 소재에도 다잉을 통하여 복사냉각능을 부여할 수 있다.

[0099] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 형성하기 위한 수용성 복사냉각 코팅 용액을 설명하는 도면이다.

[0100] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅 용액(200)은 물 용매(201), 고분자 물질(202) 및 나노 또는 마이크로 입자(203)를 포함한다.

[0101] 일례로, 고분자 물질(202)은 셀룰로오스(cellulose), 나일론(nylon), 폴리 아미드(polyamide), 아크릭(Acrylic) 계 고분자, 폴리에스터(Polyester) 계 고분자, 우레탄(ethance) 계 고분자 중 적어도 하나의 고분자 물질을 포함할 수 있다.

[0102] 예를 들어, 고분자 물질(202)은 셀룰로오스(cellulose), 나일론(nylon), 폴리 아미드(polyamide) 등 분자 내 수소결합이 존재하여 물에 자연히 분산될 수 있는 고분자와 아크릭(Acrylic) 계 고분자, 폴리에스터(Polyester) 계 고분자, 우레탄(ethance) 계 고분자 등 물에 용해될 수 있는 고분자를 적어도 하나 선택하여 이용될 수

있다.

[0103] 예를 들어, 셀룰로오스와 같은 고분자 물질은 한 사이즈가 아닌 다양한 사이즈를 가진 섬유로 제공될 수 있다.

[0104] 본 발명의 일실시예에 따르면 나노 또는 마이크로 입자(203)는 $SiO_2$, $Al_2O_3$, $Si_3N_4$, $CaCO_3$, $CaSO_4$, BN, c-BN, $ZrO_2$, $BaSO_4$ 및 $MgHPO_4$ 중 적어도 하나의 나노 또는 마이크로 입자 물질을 포함할 수 있다.

[0105] 본 발명의 일실시예에 따르면 물 용매(201)는 전체 용매 대비 물을 50% 중량부 이상 함유하고 있다.

[0106] 일례로, 수용성 복사냉각 코팅 용액(200)은 드랍 캐스팅(drop casting), 스핀코팅(spin coating), 바코팅(bar coating), 스프레이 코팅(spray coating), 블레이드 코팅(blade coating), 다잉(dyeing) 및 브러싱(brushing) 중 적어도 하나의 용액 공정을 통하여 다양한 표면 상에 코팅되어 수용성 복사냉각 코팅층으로 형성될 수 있다.

[0107] 예를 들어, 수용성 복사냉각 코팅층은 물로 세척 및 제거 가능함에 따라 수용성 복사냉각 코팅 용액(200)에 포함되었던 고분자 물질(202) 및 나노 또는 마이크로 입자(203)는 수용성 복사냉각 코팅층이 제거된 후 재사용될 수 있다.

[0108] 따라서, 본 발명은 물에 녹거나 분산되는 고분자 물질과 고굴절 나노 및 마이크로 입자를 이용하여 형성되는 수용성 복사냉각 코팅층을 포함함에 따라 VOC(Volatile Organic Compound)의 함량이 낮은 수용성 복사냉각 코팅층에 기반하여 인체에 대한 유해성을 낮출 수 있다.

[0110] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 형성 구조를 설명하는 도면이다.

[0111] 도 3a는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자에 고분자 보호층이 더 생성된 경우를 예시한다.

[0112] 도 3a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따라 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자(300)는 기판(301), 수용성 복사냉각 코팅층(302) 및 고분자 보호층(303)을 포함한다.

[0113] 일례로, 고분자 보호층(303)은 외부 물질의 침투를 차단하면서 수용성 복사 냉각 코팅층(302)의 표면을 개질할 수 있다.

[0114] 즉, 고분자 보호층(303)은 수용성 복사냉각 코팅층(302)의 상부에 기계적 안정성, 내후성, 소수성 등 표면 개질을 위한 고분자 물질이 추가적으로 코팅되어 형성될 수 있다.

[0115] 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.

[0116] 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자에 프라이머층이 더 생성된 경우를 예시한다.

[0117] 도 3b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따라 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자(310)는 기판(311), 프라이머층(312) 및 수용성 복사냉각 코팅층(313)을 포함한다.

[0118] 일례로, 복사 냉각 소자(310)는 수용성 복사냉각 코팅층(313)과 다양한 표면에 해당하는 기판(311) 사이에 수용성 복사냉각 코팅층(313)과 기판(311) 간의 결합력 증가시키고, 수용성 복사냉각 코팅층(313)의 표면 개질을 위한 프라이머층(312)을 더 포함할 수 있다.

[0119] 따라서, 본 발명은 다양한 표면과 수용성 복사냉각 코팅층 사이에 프라이머층을 추가적으로 포함하여 다양한 표면과 수용성 복사냉각 코팅층 간의 결합력 증대 및 수용성 복사냉각 코팅층의 표면 질 개선을 통해 복사 냉각 소자의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0120] 상술한 설명에서는 복사 냉각 소자에 고분자 보호층 및 프라이머층 각각이 도입되는 경우를 설명하였으나, 고분자 보호층과 프라이머층이 함께 도입될 수 있다.

[0121] 즉, 복사 냉각 소자는 기판, 프라이머층, 수용성 복사냉각 코팅층 및 고분자 보호층을 순차적으로 포함하여 형성될 수 있다.

[0122] 아울러, 복사 냉각 소자에서 수용성 복사냉각 코팅층의 색상 구현하거나, 용매가 마르는 시간을 단축시키거나, 기계적 안정성 및 내후성 등을 위하여 별도의 첨가제가 사용될 수 있다.

[0124] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 광 특성을 설명하는 도면이다.

[0125] 도 4a는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 광 특성 중 수용성 복사냉각 코팅층을 형성하는 고분자 물질과 나노 또는 마이크로 입자의 비율에 기반한 반사율 및 투과율 변화를 설명한다.

[0126] 도 4a를 참고하면, 그래프(400)는 고분자 물질과 나노 또는 마이크로 입자의 다양한 중량 비율에 기반한 반사율 및 투과율의 변화를 파장 변화에 기반하여 예시한다.

[0127] 그래프(400)에서 제1 지시선(401)은 고분자 물질 대 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 1:0인 경우를 나타낼 수 있고, 제2 지시선(402)은 고분자 물질 대 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 1:0.5인 경우를 나타낼 수 있으며, 제3 지시선(403)은 고분자 물질 대 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 1:1인 경우를 나타낼 수 있고, 제4 지시선(404)은 고분자 물질 대 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 1:2인 경우를 나타낼 수 있으며, 제5 지시선(405)은 고분자 물질 대 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 1:4인 경우를 나타낼 수 있다.

[0128] 여기서, 고분자 물질은 셀룰로오스이고, 나노 또는 마이크로 입자는 $Al_2O_3$이며, $Al_2O_3$의 입자 크기는 약 1㎛일 수 있다.

[0129] 도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 광 특성 중 수용성 복사냉각 코팅층을 형성하는 고분자 물질과 나노 또는 마이크로 입자의 다양한 중량 비율에 기반한 방사율(emissivity) 및 태양광 밀도(solar power density)의 변화를 설명한다.

[0130] 도 4b를 참고하면, 그래프(410)는 고분자 물질과 나노 또는 마이크로 입자의 다양한 비율에 기반한 방사율 및 태양광 밀도의 변화를 파장 변화에 기반하여 예시한다.

[0131] 그래프(410)에서 제1 지시선(411)은 고분자 물질 대 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 1:0인 경우를 나타낼 수 있고, 제2 지시선(412)은 고분자 물질 대 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 1:0.5인 경우를 나타낼 수 있으며, 제3 지시선(413)은 고분자 물질 대 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 1:1인 경우를 나타낼 수 있고, 제4 지시선(414)은 고분자 물질 대 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 1:2인 경우를 나타낼 수 있으며, 제5 지시선(415)은 고분자 물질 대 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 1:4인 경우를 나타낼 수 있다.

[0132] 여기서, 고분자 물질은 셀룰로오스이고, 나노 또는 마이크로 입자는 $Al_2O_3$이며, $Al_2O_3$의 입자 크기는 약 1㎛일 수 있다.

[0133] 상술한 그래프(400)과 그래프(410)에 대한 측정 결과는 하기 표 1과 같이 정리할 수 있다.

*표 1*

[0135]

| | 1:0 | 1:0.5 | 1:1 | 1:2 | 1:4 |
|---|---|---|---|---|---|
| 태양광 반사율(%) | 88.1 | 90.0 | 92.1 | 94.9 | 95.5 |
| 태양광 투과율(%) | 5.0 | 3.7 | 1.8 | 2.1 | 1.9 |
| 태양광 흡수율(%) | 6.9 | 6.2 | 6.1 | 3.0 | 2.6 |
| 대기의 창 방사율(%) | 91.9 | 92.1 | 91.5 | 89.5 | 89.0 |
| 총 냉각전력($Wm^{-2}$) | 68.4 | 74.3 | 72.8 | 97.0 | 98.0 |

[0137] 상술한 표 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자는 고분자 물질과 나노 또는 마이크로 입자의 중량 비율에서 나노 또는 마이크로 입자의 비율이 증가할 수 록 태양광 반사율 및 총 냉각 전력이 증가되는 것을 확인할 수 있다.

[0138] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자는 나노 또는 마이크로 입자의 중량 비율이 증가됨에 따라 고분자 물질, 나노 또는 마이크로 입자 및 공극 간에 멀티 스캐터링(Multi-scattering)이 더 증대되어서 반사율이 95.5%까지 증대될 수 있다.

[0139] 따라서, 본 발명은 장기 안정성 및 단가 문제가 존재하는 금속 물질 기반의 태양광 반사층을 미 포함함에 따라 값이 싸고, 내구성이 우수하며, 난반사에 기반하여 복사 냉각 소자의 사용자에 대한 눈의 피로 및 눈부심을 경

감하는 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0140] 또한, 본 발명은 수용성 및 친환경 복사 냉각 소자를 냉각 시스템에 적용하여 냉각 시스템의 에너지 효율성을 향상시킬 수 있다.

[0141] 예를 들어, 고분자 물질이 셀룰로오스이고, 나노 또는 마이크로 입자가 $Al_2O_3$인 경우에, 비율 1:4 정도가 셀룰로오스와 $Al_2O_3$의 밀도에 따라 부피비로 1:1 정도로 볼 수 있어 셀룰로오스와 $Al_2O_3$의 부피가 비슷하고, $Al_2O_3$가 더 섞이게 되면, $Al_2O_3$의 부피가 셀룰로오스 보다 더 커져 셀룰로오스가 고분자 매트릭스로서 역할을 하지 못할 수 있다.

[0142] 따라서, 본 발명은 본 발명은 용액 공정에 기반한 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자로서, 플라스틱, 금속 기판, 실리콘 및 유리 등 다양한 기판에 적용되어 1회 코팅으로 표면에 70 $Wm^{-2}$ 급 이상의 복사 냉각능을 부여하는 친환경 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0144] 도 4c는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 형성 이미지를 설명하는 도면이다.

[0145] 도 4c는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층이 형성된 복사 냉각 소자의 형성 이미지를 예시한다.

[0146] 도 4c를 참고하면, 이미지(420)는 셀룰로오스 섬유를 물 중량 대비 10 % 첨가하고, 셀룰로오스의 가교제인 폴리에틸렌 글리콜과 시트르산을 셀룰로오스 중량 대비 각각 50% 및 20% 첨가하고 물을 용매로 사용하여 제조된 수용성 복사냉각 코팅 용액을 유리 기판 상부에 드랍 캐스팅하여 형성된 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자를 예시한다. 예를 들어, 수용성 복사냉각 코팅층의 두께는 약 480㎛일 수 있다.

[0147] 이미지(421)는 셀룰로오스 섬유를 물 중량 대비 10 % 첨가하고, 셀룰로오스의 가교제인 폴리에틸렌 글리콜과 시트르산을 셀룰로오스 중량 대비 각각 50% 및 20% 첨가하고 입자 사이즈 약 1 ㎛의 $Al_2O_3$ 입자를 셀룰로오스 중량 대비 50%를 첨가하여 물을 용매로 사용하여 제조된 수용성 복사냉각 코팅 용액을 기판 상부에 드랍 캐스팅하여 형성된 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자를 예시한다. 예를 들어, 수용성 복사냉각 코팅층의 두께는 약 510㎛일 수 있다.

[0148] 이미지(422)는 셀룰로오스 섬유를 물 중량 대비 10 % 첨가하고, 셀룰로오스의 가교제인 폴리에틸렌 글리콜과 시트르산을 셀룰로오스 중량 대비 각각 50% 및 20% 첨가하고 입자 사이즈 약 1 ㎛의 $Al_2O_3$ 입자를 셀룰로오스 중량 대비 100%를 첨가하여 물을 용매로 사용하여 제조된 수용성 복사냉각 코팅 용액을 기판 상부에 드랍 캐스팅하여 형성된 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자를 예시한다. 예를 들어, 수용성 복사냉각 코팅층의 두께는 약 710㎛일 수 있다.

[0149] 상술한 실험 결과에서 수용성 복사냉각 코팅층의 두께를 예시하나, 이에 한정되지 않으며, 수용성 복사 냉각 코팅층의 두께는 200㎛ 내지 1000㎛으로 형성 가능하다.

[0150] 이미지(420), 이미지(421) 및 이미지(422)에서의 복사 냉각 소자는 물 용매가 다 증발된 후 실험 장비 및 특수 제작된 챔버로 광 특성과 냉각 특성 측정에 활용될 수 있다.

[0152] 도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층이 형성될 수 있는 다양한 표면을 설명하는 도면이다.

[0153] 도 5a는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층이 금속 표면에 형성된 경우의 이미지(500)를 예시한다.

[0154] 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층이 나무 표면에 형성된 경우의 이미지(510)를 예시한다.

[0155] 도 5c는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층이 플라스틱 표면에 형성된 경우의 이미지(520)를 예시한다.

[0156] 도 5d는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층이 유리 표면에 형성된 경우의 이미지(530)를 예시한다.

[0157] 이미지(500) 내지 이미지(530)을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사 냉각 코팅층은 복사 냉각 소자로서 복사 냉각 소자의 주변 및 하부에 복사 냉각에 기반하여 주변 온도를 낮출 수 있도록 다양한 표면 상에서 형성 가능함을 확인할 수 있다.

[0159] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 냉각 성능을 설명하는 도면이다.

[0160] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자와 종래의 페인트가 코팅된 물질의 냉각 성능을 비교하여 나타낸다.

[0161] 도 6a의 그래프(600)를 참고하면, 그래프(600)는 시간의 변화에 따른 측정 온도와 태양광 플럭스를 나타낸다.

[0162] 그래프(600)의 제1 지시선(601)은 종래의 페인트가 코팅된 물질의 측정 결과를 나타내고, 제2 지시선(602)은 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 측정 결과를 나타내며, 제3 지시선(603)은 외기(ambient)의 측정 결과를 나타낸다.

[0163] 제1 지시선(601) 내지 제3 지시선(603)을 비교하면, 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 측정 결과에 해당하는 제2 지시선(602)의 측정결과가 제1 지시선(601) 및 제3 지시선(603)에 대비하여 상대적으로 낮은 온도가 측정되는 것을 확인할 수 있다.

[0164] 도 6b의 그래프(610)를 참고하면, 그래프(610)의 제1 지시선(611)은 종래의 페인트가 코팅된 물질의 측정 결과를 나타내고, 제2 지시선(612)은 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 측정 결과를 나타낸다.

[0165] 제1 지시선(611)의 온도 변화를 보면, 가열됨을 확인할 수 있으나, 제2 지시선(612)의 온도 변화를 보면, 냉각됨을 확인할 수 있다.

[0166] 시간 구간을 구분하여 구체적으로 살펴보면, 제1 시간 구간에 해당하는 11시에서 14시 사이구간에서 제1 지시선(611)의 평균 온도변화는 약 1.5℃이고, 제2 지시선(612)의 평균 온도변화는 약 -3.9℃임을 확인할 수 있다.

[0167] 또한, 제2 시간 구간에 해당하는 19시에서 22시 사이 구간에서 제1 지시선(611)의 평균 온도변화는 약 -5.7℃이고, 제2 지시선(612)의 온도변화는 약 -5.2℃임을 확인할 수 있다.

[0168] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층은 낮 구간에서는 상대적으로 우수한 복사 냉각 성능을 제공하면서 야간 구간에서도 복사 냉각 성능을 제공하고 있음을 확인할 수 있다.

[0169] 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 수용성 및 친환경 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0171] 도 6c는 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자에 대한 냉각 성능을 측정하기 위한 실험 환경을 설명하는 도면이다.

[0172] 도 6c를 참고하면, 실험환경(620)은 도 6a 및 도 6b의 실험 결과와 관련된 실험 환경으로서, 종래의 페인트가 코팅된 물질과 본 발명의 일실시예에 따른 수용성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자를 태양광에 노출시킨 후 복사 냉각 성능을 측정하는 환경을 예시한다.

[0174] 상술한 구체적인 실시 예들에서, 발명에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다.

[0175] 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.

[0176] 한편 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 다양한 실시 예들이 내포하는 기술적 사상의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다.

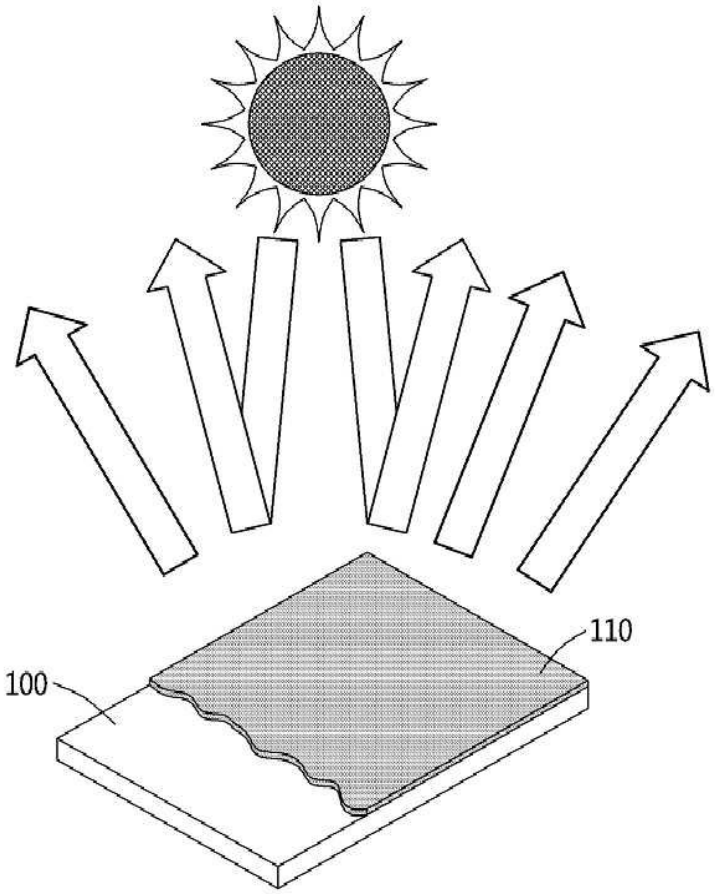
[0177] 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

## 부호의 설명

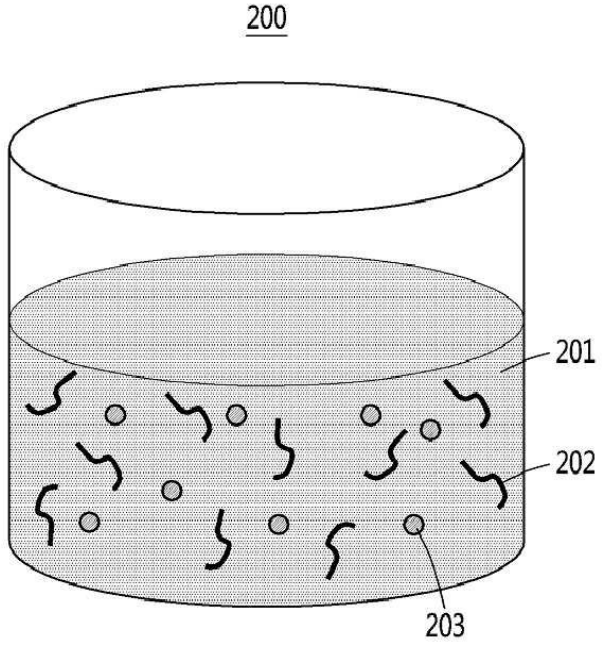
[0179] 100: 복사 냉각 소자 110: 수용성 복사냉각 코팅층

## 도면

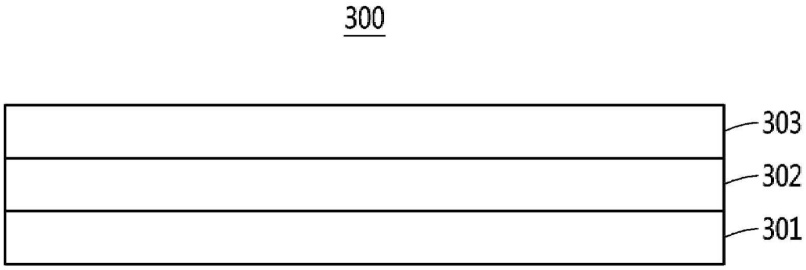
### 도면1



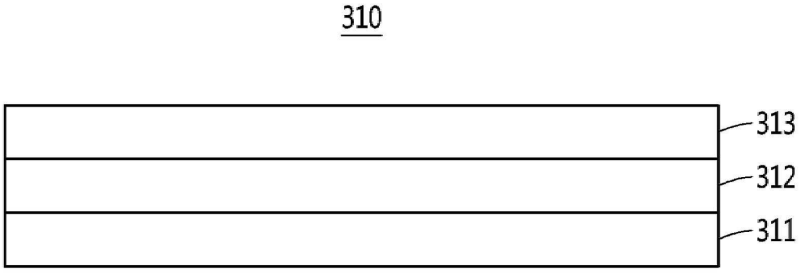
도면2



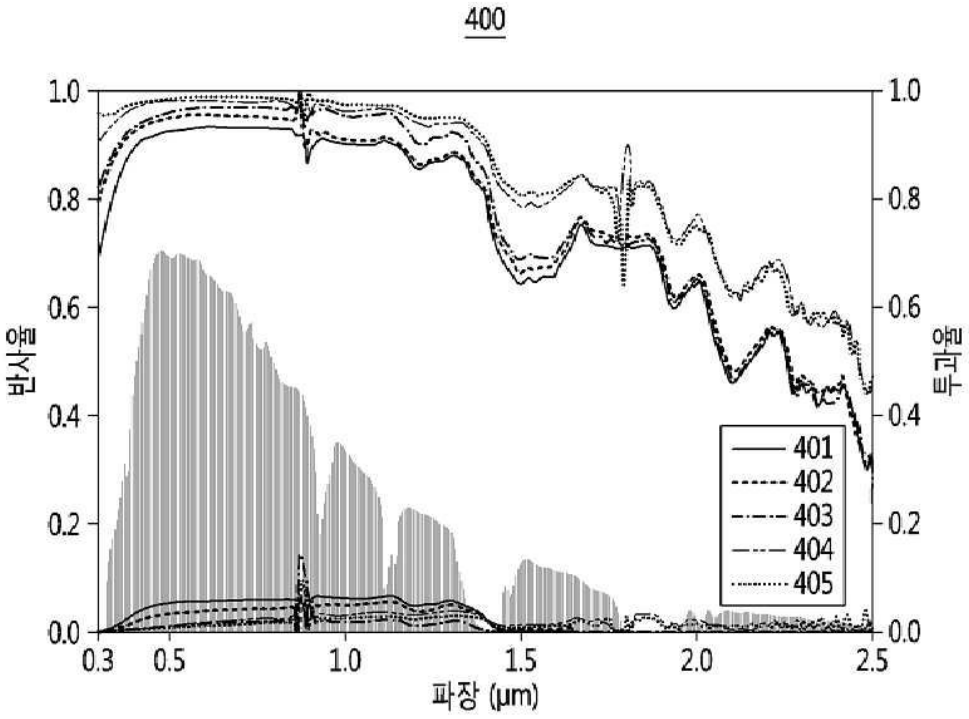

도면3a



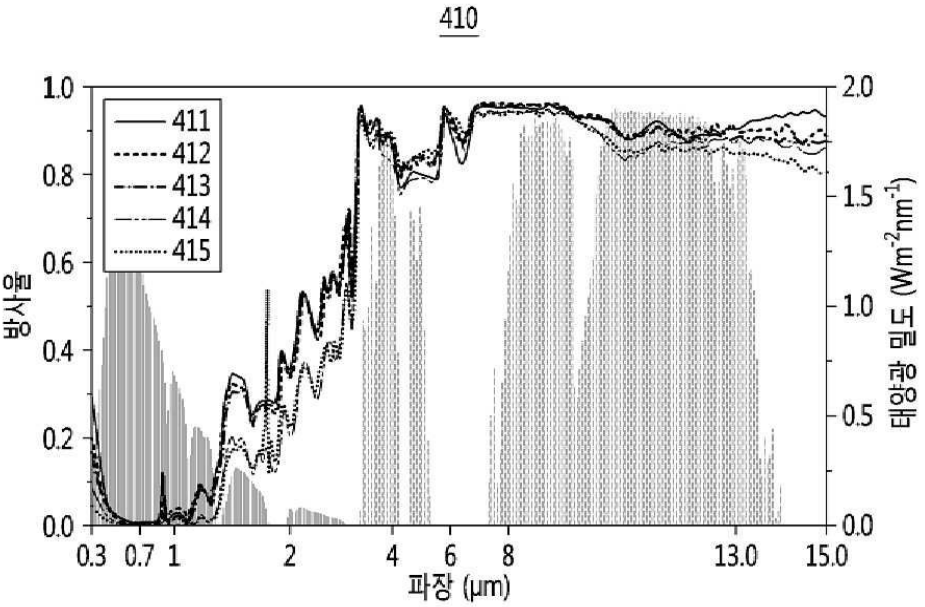

도면3b



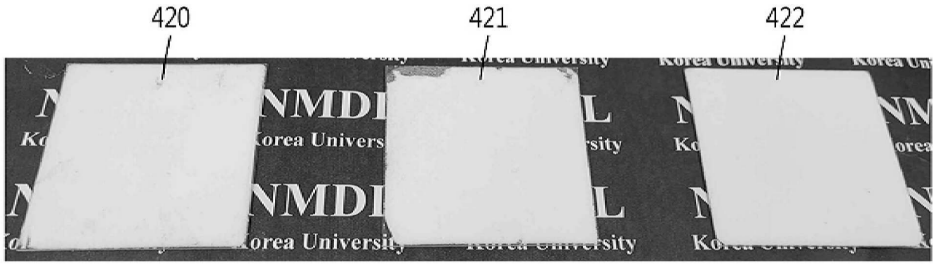
도면4a


400
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
반사율
투과율
401
402
403
404
405
0.3
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
파장 (μm)

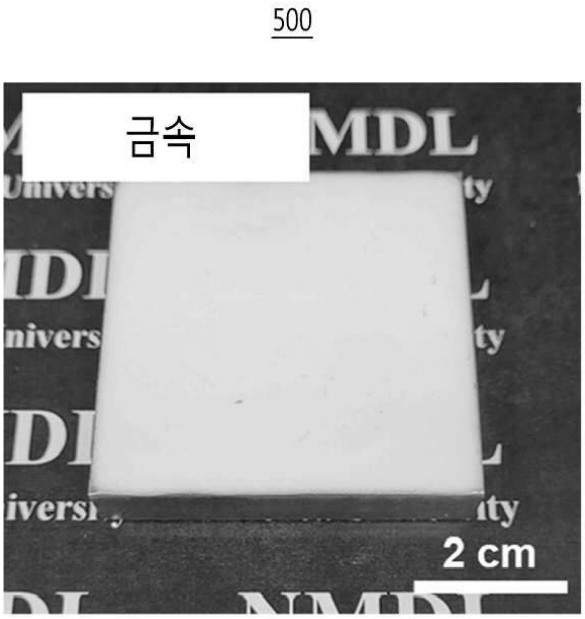
도면4b


410
411
412
413
414
415
방사율
태양광 밀도 (Wm-2nm-1)
0.3
0.7
1
2
4
6
8
13.0
15.0
파장 (μm)

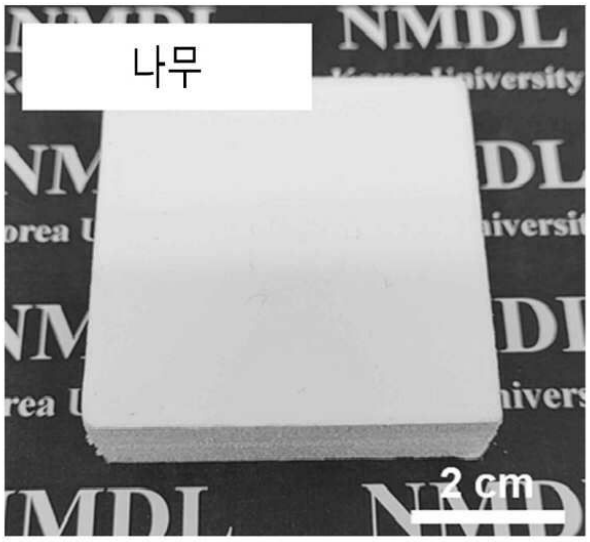
도면4c




도면5a




도면5b



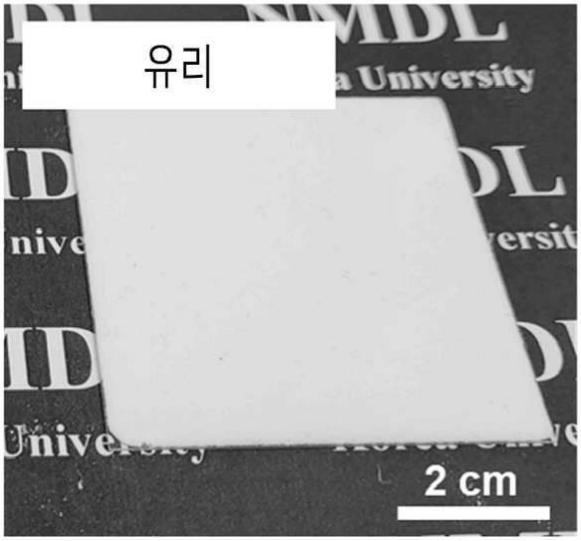
도면5c

520

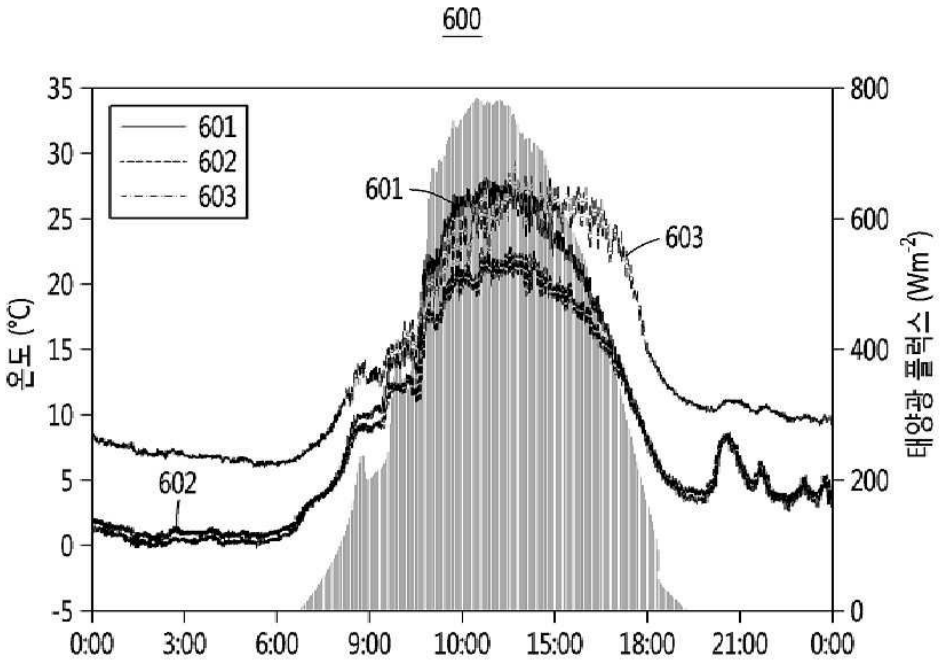



도면5d

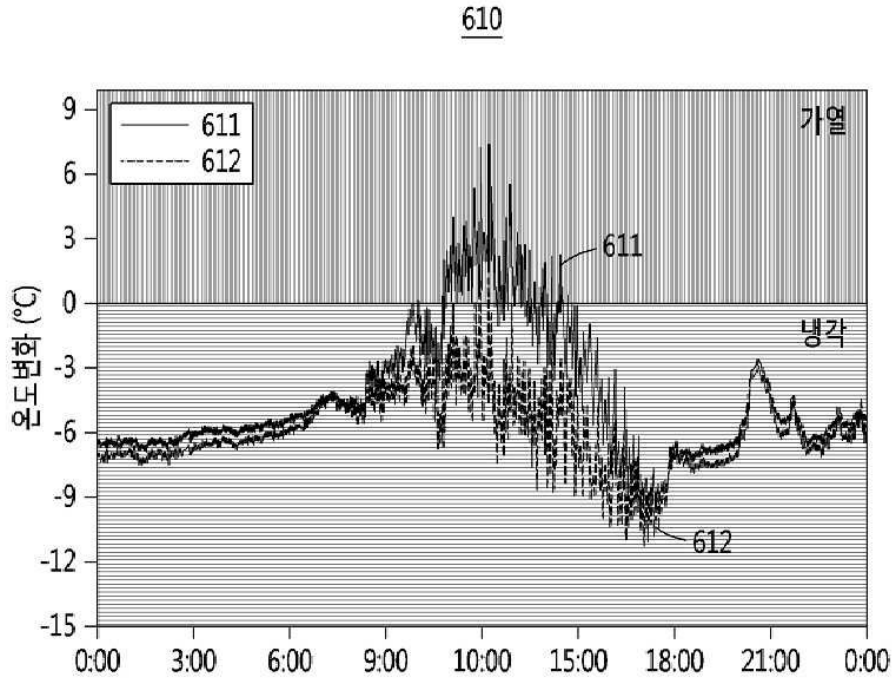
530



도면6a


600
601
602
603
온도 (℃)
태양광 플럭스 (Wm-2)
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
800
600
400
200
0
0:00
3:00
6:00
9:00
10:00
15:00
18:00
21:00
0:00

도면6b


610
611
612
가열
냉각
온도변화 (℃)
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
0:00
3:00
6:00
9:00
10:00
15:00
18:00
21:00
0:00

도면6c

620

