



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월12일
(11) 등록번호 10-2225800
(24) 등록일자 2021년03월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F25B 23/00 (2006.01) C03C 17/36 (2006.01)
C03C 17/38 (2006.01) C07C 17/42 (2006.01)
C09D 1/02 (2006.01) C09D 133/14 (2006.01)
C09D 183/04 (2006.01) F28F 13/18 (2006.01)
G02B 1/10 (2015.01) G02B 5/08 (2006.01)
G02B 5/22 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F25B 23/003 (2013.01)
C03C 17/3605 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0151729

(22) 출원일자 2019년11월22일

심사청구일자 2019년11월22일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020150018694 A*

KR1020160147650 A*

KR1020190101870 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)

정필훈

경기도 용인시 수지구 신봉3로12번길 9, 408동 1101호(신봉동, 신봉마을 동일하이빌4단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 홍성의

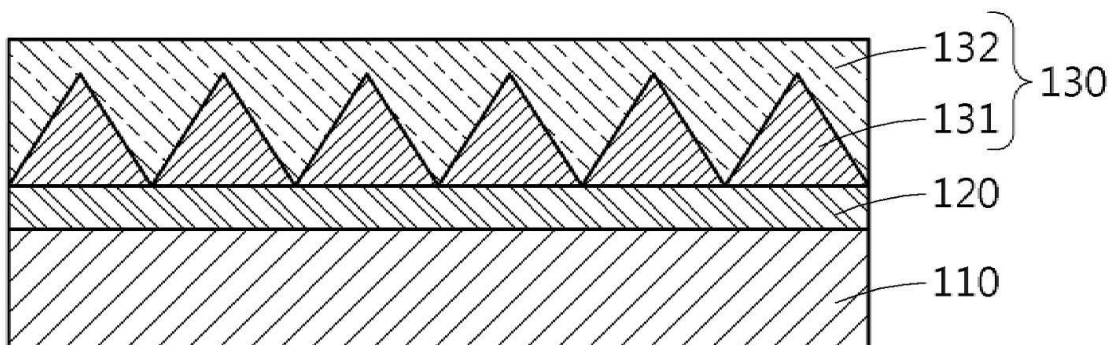
(54) 발명의 명칭 복사 냉각 소자 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 복사 냉각 소자 및 이의 제조방법을 개시한다. 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자는 기관 상에 자외선, 가시광선 및 근적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 반사층; 및 상기 반사층 상에 형성되고, 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 복사 냉각층을 포함하며, 상기 복사 냉각층은, 요철 패턴을 포함하는 제1 복사층; 및 상기 제1 복사층 상에 형성되고 상기 제1 복사층과 상이한 굴절률을 가지는 제2 복사층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1a

100



(52) CPC특허분류

C03C 17/3644 (2013.01)
C03C 17/38 (2013.01)
C07C 17/42 (2013.01)
C09D 1/02 (2013.01)
C09D 183/04 (2013.01)
F28F 13/18 (2013.01)
G02B 1/10 (2013.01)
G02B 5/0808 (2013.01)
G02B 5/22 (2013.01)

(72) 발명자

손수민

서울특별시 성북구 안암로9가길 25, 302호(안암동 4가)

채동우

서울특별시 강동구 진향도로61길 7, 102동 1101호
 (둔촌동, 둔촌동현대아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2019015958
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	(원천)미래소재디스커버리사업
연구과제명	ZERC 통합 플랫폼 구축 및 smart ZERC 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2019.01.16 ~ 2020.01.15

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상에 자외선, 가시광선 및 근적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 반사층; 및
상기 반사층 상에 형성되고, 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 복사 냉각층
을 포함하며,
상기 복사 냉각층은,
요철 패턴을 포함하는 제1 복사층; 및
상기 제1 복사층 상에 형성되고 상기 제1 복사층과 상이한 굴절률을 가지는 제2 복사층을 포함하고,
상기 복사 냉각층은,
상기 반사층 상에 형성되고, 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 중적외선 흡수층;
및
상기 중적외선 흡수층 상에 형성되고, 가시광선 영역의 파장을 갖는 태양광에 대하여 서로 상이한 굴절률을 가
지는 제1 코팅층 및 제2 코팅층을 포함하는 코팅층을 포함하며,
상기 제1 코팅층은 상기 가시광선 영역의 파장을 갖는 태양광에 대하여 상기 제2 코팅층보다 큰 굴절률을 가지
는 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 복사 냉각층은 상기 제1 복사층 및 상기 제2 복사층이 반복적으로 형성된 것을 특징으로 하는 복사 냉각
소자.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 반사층은 은(Ag), 알루미늄(Al), 백금(Pt) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 복사 냉각
소자.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 제1 복사층 및 상기 제2 복사층은 산화물 또는 질화물로 이루어진 미세 입자 및 고분자 물질 중 적어도 어
느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 미세 입자의 직경은 10nm 내지 20 μm 인 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 미세 입자는 실리카(SiO_2), 지르코늄 산화물(ZrO_2), 알루미나(Al_2O_3), 이산화티타늄(TiO_2) 및 질화규소(Si_3N_4) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 고분자 물질은 PDMS(polydimethylsiloxane) 또는 DPMA(dipentaerythritol penta/hexa acrylate)인 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 복사층 및 제2 복사층의 두께는 각각 10nm 내지 2,000nm인 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 코팅층은 상기 가시광선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 코팅층은 상기 제1 코팅층 및 상기 제2 코팅층이 반복적으로 형성된 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제1 코팅층과 상기 제2 코팅층의 굴절률 차이는 0.7 내지 2인 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 제1 코팅층은 ZnS, Si, Ge 중 적어도 어느 하나를 포함하며,

상기 제2 코팅층은 CaF_2 를 포함하는 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자.

청구항 14

기관 상에 자외선, 가시광선 및 근적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 반사층을 형성하는 단계; 및
상기 반사층 상에 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 복사 냉각층을 형성하는 단계
를 포함하며,

상기 복사 냉각층을 형성하는 단계는,

상기 반사층 상에 요철 패턴을 포함하는 제1 복사층을 형성하는 단계; 및

상기 제1 복사층 상에 상기 제1 복사층과 상이한 굴절률을 가지는 제2 복사층을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 복사 냉각층을 형성하는 단계는,

상기 반사층 상에 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 중적외선 흡수층을 형성하는 단계; 및

상기 중적외선 흡수층 상에 상기 가시광선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 코팅층을 형성하는 단계
를 포함하며,

상기 코팅층을 형성하는 단계는,

상기 중적외선 흡수층 상에 가시광선 영역의 파장을 갖는 태양광에 대하여 서로 상이한 굴절률을 가지는 제1 코
팅층 및 제2 코팅층을 형성하며,

상기 제1 코팅층은 상기 가시광선 영역의 파장을 갖는 태양광에 대하여 상기 제2 코팅층보다 큰 굴절률을 가지
는 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자의 제조방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 복사 냉각층은 상기 반사층 상에 상기 제1 복사층 및 상기 제2 복사층이 반복적으로 형성되는 것을 특징으
로 하는 복사 냉각 소자의 제조방법.

청구항 16

기관 상에 자외선, 가시광선 및 근적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 반사층을 형성하는 단계; 및
상기 반사층 상에 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 복사 냉각층을 형성하는 단계
를 포함하며,

상기 복사 냉각층을 형성하는 단계는,

상기 반사층 상에 요철 패턴을 포함하는 제1 복사층을 형성하는 단계; 및

상기 제1 복사층 상에 상기 제1 복사층과 상이한 굴절률을 가지는 제2 복사층을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 제1 복사층은 상기 반사층 상에 산화물 또는 질화물로 이루어진 미세 입자와 고분자 물질 중 적어도 어느
하나가 도포된 후 스탬프를 이용하여 요철 패턴을 가지도록 형성되는 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자의 제
조방법.

청구항 17

기관 상에 자외선, 가시광선 및 근적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 반사층을 형성하는 단계; 및 상기 반사층 상에 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 복사 냉각층을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 복사 냉각층을 형성하는 단계는,

상기 반사층 상에 요철 패턴을 포함하는 제1 복사층을 형성하는 단계; 및

상기 제1 복사층 상에 상기 제1 복사층과 상이한 굴절률을 가지는 제2 복사층을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 제2 복사층은 산화물 또는 질화물로 이루어진 미세 입자와 고분자 물질 중 적어도 어느 하나가 상기 기관 상에 스핀 코팅되어 형성되는 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자의 제조방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 스핀 코팅은 30초 내지 40초 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자의 제조방법.

청구항 19

삭제

청구항 20

제14항에 있어서,

상기 코팅층은 상기 제1 코팅층 및 상기 제2 코팅층이 반복적으로 형성된 것을 특징으로 하는 복사 냉각 소자의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복사 냉각 소자 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로 냉각을 위해서는 에너지의 소모가 필수적이다. 냉장고, 에어컨 등 범용 냉각 기기는 에너지를 사용하여 냉매를 압축시킨 뒤 압축된 냉매를 팽창시킬 때 발생하는 열의 흡수를 이용하여 냉각을 수행하는데, 이와 달리 복사 냉각은 에너지의 소모 없이 냉각을 시킬 수 있는 기술이다.

[0004] 복사 냉각을 위해서는 각 파장대에서 빛의 흡수, 반사, 복사를 잘 제어하여야 한다.

[0005] 대부분의 경우 열원은 입사하는 태양광으로, 태양광의 열은 그 파장대가 UV-가시광선-근적외선에 분포하는데, 이 파장대의 빛을 반사시키면 태양광을 통한 열의 유입을 차단할 수 있다.

[0006] 만약 어떤 소재의 UV-가시광선-근적외선대에서의 반사율이 100%라면 입사되는 태양광의 에너지를 100% 반사시키고 전혀 흡수하지 않음을 의미한다.

[0007] 예를 들면 태양빛이 내리쬐는 대낮에 빛을 잘 흡수하는 검은색 자동차의 내부 온도는 쉽게 상승하지만, 상대적으로 빛을 흡수하지 않고 잘 반사시키는 흰색 자동차의 경우 내부 온도 상승은 상대적으로 더디다.

[0008] 만약 자동차의 표면이 UV-가시광선-근적외선의 파장대의 빛을 모두 반사시킨다면 태양광에 의한 열에너지의 유입은 차단할 수 있다.

[0009] 모든 물체는 그 자체가 열을 빛의 형태로 외부로 방사하게 되는데 이때 방사되는 빛의 파장대는 그 물체의 표

면 온도에 의해 결정된다.

- [0010] 태양이 UV-가시광선-근적외선 파장대의 빛을 외부로 방사하는 이유는 태양의 표면온도가 6000℃이기 때문이다.
- [0011] 표면온도가 수십℃인 물체는 중적외선 (파장이 수 ~ 십 수 마이크로) 파장의 빛을 외부로 방사한다.
- [0012] 만약 물체 표면에 중적외선의 방사를 억제하거나 방사되는 빛을 다시 반사시키는 소재를 코팅하게 되면 중적외선 방사에 의한 열의 손실이 줄어들어 보온의 효과가 있다.
- [0013] 지구의 대기는 수증기, 이산화탄소 등이 존재하는데 이들 가스는 지구가 외부로 방사하는 중적외선의 일부 파장을 흡수하여 방사를 억제한다.
- [0014] 그러나 속칭 sky window라 불리는 8마이크론부터 13마이크론 파장대의 중적외선은 지구 대기에 의하여 흡수되지 않으므로 sky window라 부르며 이 파장대의 적외선은 대기에 흡수되지 않고 우주공간으로 방사된다.
- [0015] 파장대가 UV-가시광선-근적외선인 입사하는 태양광 (태양으로부터 방사되는)을 모두 반사시키고 sky window구간인 8 ~ 13 μ m 영역의 중적외선을 외부로 효과적으로 잘 방사시킬 수 있다면 열 유입을 차단하고 열 방출을 극대화시켜 에너지 소모 없이 소재를 냉각시킬 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0017] (특허문헌 0001) 미국 등록특허공보 제9,927,188호, "Metamaterials-enhanced passive radiative cooling panel"
- (특허문헌 0002) 미국 등록특허공보 제10,088,251호, "Radiative cooling with solar spectrum reflection"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0018] 본 발명의 실시예는, 복사 냉각층은 요철 패턴을 포함하여 표면적이 넓어짐에 따라 중적외선 방사율을 증가시켜 복사 냉각 소자의 냉각 효율을 향상시킬 수 있는 복사 냉각 소자 및 이의 제조방법을 제공하고자 한다.
- [0019] 본 발명의 실시예는, 중적외선을 방사할 수 있는 산화물, 질화물 또는 고분자 물질로 복사 냉각층을 형성함으로써, 중적외선 방사율을 증가시켜 복사 냉각 소자의 냉각 효율을 향상시킬 수 있는 복사 냉각 소자 및 이의 제조방법을 제공하고자 한다.
- [0020] 본 발명의 실시예는, 산화물 또는 질화물로 이루어진 미세 입자, 고분자 물질 또는 이들의 혼합물로 복사 냉각층을 형성하여 중적외선 방사율을 증가시키고 복사 냉각 소자의 냉각 효율을 향상시킬 수 있는 복사 냉각 소자 및 이의 제조방법을 제공하고자 한다.
- [0021] 본 발명의 실시예는, 가시광선에 대하여 고굴절률 및 저굴절률인 소재로 이루어진 복사 냉각층을 형성하여, 가시광선 반사율을 극대화시켜 복사 냉각 소자의 냉각 효율을 향상시킬 수 있는 복사 냉각 소자 및 이의 제조방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0023] 본 발명에 따른 복사 냉각 소자는 기관 상에 자외선, 가시광선 및 근적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 반사층; 및 상기 반사층 상에 형성되고, 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 복사 냉각층을 포함하며, 상기 복사 냉각층은, 요철 패턴을 포함하는 제1 복사층; 및 상기 제1 복사층 상에 형성되고 상기 제1 복사층과 상이한 굴절률을 가지는 제2 복사층을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자에 따르면, 상기 복사 냉각층은 상기 제1 복사층 및 상기 제2 복사층이 반복적으로 형성될 수 있다.
- [0025] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자에 따르면, 상기 반사층은 은(Ag), 알루미늄(Al), 백금(Pt) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

- [0026] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자에 따르면, 상기 제1 복사층 및 상기 제2 복사층은 산화물 또는 질화물로 이루어진 미세 입자 및 고분자 물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자에 따르면, 상기 미세 입자의 직경은 10nm 내지 20 μ m일 수 있다.
- [0028] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자에 따르면, 상기 미세 입자는 실리카(SiO_2), 지르코늄 산화물(ZrO_2), 알루미늄(Al_2O_3), 이산화티타늄(TiO_2) 및 질화규소(Si_3N_4) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자에 따르면, 상기 고분자 물질은 PDMS(polydimethylsiloxane) 또는 DPHA(dipentaerythritol penta/hexa acrylate)일 수 있다.
- [0030] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자에 따르면, 상기 제1 복사층 및 제2 복사층의 두께는 각각 10nm 내지 2,000nm일 수 있다.
- [0031] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자에 따르면, 상기 복사 냉각층은, 상기 반사층 상에 형성되고, 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 중적외선 흡수층; 상기 중적외선 흡수층 상에 형성되고, 가시광선 영역의 파장을 갖는 태양광에 대하여 서로 상이한 굴절률을 가지는 제1 코팅층 및 제2 코팅층을 포함하는 코팅층을 포함하며, 상기 제1 코팅층은 상기 가시광선 영역의 파장을 갖는 태양광에 대하여 상기 제2 코팅층보다 큰 굴절률을 가질 수 있다.
- [0032] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자에 따르면, 상기 코팅층은 상기 가시광선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시킬 수 있다.
- [0033] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자에 따르면, 상기 코팅층은 상기 제1 코팅층 및 상기 제2 코팅층이 반복적으로 형성될 수 있다.
- [0034] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자에 따르면, 상기 제1 코팅층과 상기 제2 코팅층의 굴절률 차이는 0.7 내지 2일 수 있다.
- [0035] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자에 따르면, 상기 제1 코팅층은 ZnS, Si, Ge 중 적어도 어느 하나를 포함하며, 상기 제2 코팅층은 CaF_2 를 포함할 수 있다.
- [0036] 본 발명에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법은, 기판 상에 자외선, 가시광선 및 근적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 반사층을 형성하는 단계; 및 상기 반사층 상에 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 복사 냉각층을 형성하는 단계를 포함하며, 상기 복사 냉각층을 형성하는 단계는, 상기 반사층 상에 요철 패턴을 포함하는 제1 복사층을 형성하는 단계; 및 상기 제1 복사층 상에 상기 제1 복사층과 상이한 굴절률을 가지는 제2 복사층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0037] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법에 따르면, 상기 복사 냉각층은 상기 반사층 상에 상기 제1 복사층 및 상기 제2 복사층이 반복적으로 형성될 수 있다.
- [0038] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법에 따르면, 상기 제1 복사층은 상기 반사층 상에 산화물 또는 질화물로 이루어진 미세 입자와 고분자 물질 중 적어도 어느 하나가 도포된 후 스탬프를 이용하여 요철 패턴을 가지도록 형성될 수 있다.
- [0039] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법에 따르면, 상기 제2 복사층은 산화물 또는 질화물로 이루어진 미세 입자와 고분자 물질 중 적어도 어느 하나가 상기 기판 상에 스핀 코팅되어 형성될 수 있다.
- [0040] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법에 따르면, 상기 스핀 코팅은 30초 내지 40초 동안 수행될 수 있다.
- [0041] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법에 따르면, 상기 복사 냉각층을 형성하는 단계는, 상기 반사층 상에 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 중적외선 흡수층을 형성하는 단계; 및 상기 중적외선 흡수층 상에 상기 가시광선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 코팅층을 형성하는 단계를 포함하며, 상기 코팅층을 형성하는 단계는, 상기 중적외선 흡수층 상에 가시광선 영역의 파장을 갖는 태양광에 대하여 서로 상이한 굴절률을 가지는 제1 코팅층 및 제2 코팅층을 형성하며, 상기 제1 코팅층은 상기 가시광선 영역의 파장을 갖는 태양광에 대하여 상기 제2 코팅층보다 큰 굴절률을 가질 수 있다.

[0042] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법에 따르면, 상기 코팅층은 상기 제1 코팅층 및 상기 제2 코팅층이 반복적으로 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0044] 본 발명의 실시예에 따르면, 복사 냉각층은 요철 패턴을 포함하여 표면적이 넓어짐에 따라 중적외선 방사율을 증가시켜 복사 냉각 소자의 냉각 효율을 향상시킬 수 있다.

[0045] 본 발명의 실시예에 따르면, 중적외선을 방사할 수 있는 산화물, 질화물 또는 고분자 물질로 복사 냉각층을 형성함으로써, 중적외선 방사율을 증가시켜 복사 냉각 소자의 냉각 효율을 향상시킬 수 있다.

[0046] 본 발명의 실시예에 따르면, 산화물 또는 질화물로 이루어진 미세 입자, 고분자 물질 또는 이들의 혼합물로 복사 냉각층을 형성하여 중적외선 방사율을 증가시키고 복사 냉각 소자의 냉각 효율을 향상시킬 수 있다.

[0047] 본 발명의 실시예에 따르면, 가시광선에 대하여 고굴절률 및 저굴절률인 소재로 이루어진 복사 냉각층을 형성하여, 가시광선 반사율을 극대화시켜 복사 냉각 소자의 냉각 효율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0049] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 구체적인 모습을 도시한 단면도이다.
 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 구체적인 모습을 도시한 단면도이다.
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자를 제조하는 방법을 도시한 순서도이다.
 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자를 제조하는 방법을 도시한 순서도이다.
 도 5는 본 발명의 실시예 및 대조예에 따른 제1 복사층 및 제2 복사층의 반복 적층 여부에 따른 흡수도를 도시한 그래프이다.
 도 6은 본 발명의 실시예 2에 따른 복사 냉각 소자의 흡수율 및 방사율을 도시한 그래프이다.
 도 7은 본 발명의 실시예 2의 일사량에 따른 낮 시간 별 복사 냉각 소자의 온도를 도시한 그래프이다.
 도 8은 본 발명의 실시예 3-1에 따른 복사 냉각 소자의 흡수율 및 방사율을 도시한 그래프이다.
 도 9는 본 발명의 실시예 3-1 및 대조예 2의 일사량에 따른 낮 시간 별 복사 냉각 소자의 외부 온도를 도시한 그래프이다.
 도 10은 본 발명의 실시예 3-1, 실시예 3-2 및 대조예 2에 따른 밤 시간 별 복사 냉각 소자의 온도를 도시한 그래프이다.
 도 11은 본 발명의 실시예 4-1, 실시예 4-2 및 대조예 3에 따른 복사 냉각 소자의 흡수도를 도시한 그래프이다.
 도 12는 본 발명의 실시예 4-1 및 실시예 4-2에 따른 낮 시간 별 복사 냉각 소자의 온도 및 외부 온도를 도시한 그래프이다.
 도 13은 본 발명의 실시예 4-1 및 실시예 4-2에 따른 밤 시간 별 복사 냉각 소자의 온도 및 외부 온도를 도시한 그래프이다.
 도 14a 내지 도 14c는 본 발명의 실시예 5에 따른 복사 냉각 소자의 단면을 도시한 SEM(scanning electron spectroscopy) 이미지이다.
 도 15는 본 발명의 실시예 5에 따른 복사 냉각 소자의 DPHA 함유량에 따른 흡수도를 도시한 그래프이다.
 도 16은 본 발명의 실시예 5의 일사량에 따른 관찰 기간 별 복사 냉각 소자의 온도를 도시한 그래프이다.
 도 17은 본 발명의 실시예 6-1에 따른 복사 냉각 소자의 미세 입자의 함유량에 따른 흡수율을 도시한 그래프이다.
 도 18은 본 발명의 실시예 6-2에 따른 복사 냉각 소자의 미세 입자 직경에 따른 흡수율을 도시한 그래프이다.
 도 19는 본 발명의 실시예 5의 일사량에 따른 복사 냉각 소자의 미세 입자 함유량에 따른 온도를 도시한 그래프이다.

도 20은 본 발명의 실시예 7 및 대조에 4에 따른 요철 패턴 유무에 따른 흡수율을 도시한 그래프이다.

도 21은 본 발명의 실시예 8, 대조에 5-1 및 대조에 5-2의 복사 냉각 소자의 증적외선 방사율을 도시한 그래프이다.

도 22a 내지 도 22c는 본 발명의 실시예 8, 대조에 5-1 및 대조에 5-2의 복사 냉각 소자의 시간에 따른 온도 및 온도 변화를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0050] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.
- [0051] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0052] 본 명세서에서 사용되는 "실시예", "예", "측면", "예시" 등은 기술된 임의의 양상(aspect) 또는 설계가 다른 양상 또는 설계들보다 양호하다거나, 이점이 있는 것으로 해석되어야 하는 것은 아니다.
- [0053] 또한, '또는'이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or'이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or'를 의미한다. 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.
- [0054] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 단수 표현("a" 또는 "an")은, 달리 언급하지 않는 한 또는 단수 형태에 관한 것이라고 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 일반적으로 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.
- [0055] 아래 설명에서 사용되는 용어는, 연관되는 기술 분야에서 일반적이고 보편적인 것으로 선택되었으나, 기술의 발달 및/또는 변화, 관례, 기술자의 선호 등에 따라 다른 용어가 있을 수 있다. 따라서, 아래 설명에서 사용되는 용어는 기술적 사상을 한정하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 실시예들을 설명하기 위한 예시적 용어로 이해되어야 한다.
- [0056] 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 상세한 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 아래 설명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌 그 용어가 가지는 의미와 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 이해되어야 한다.
- [0057] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0058] 한편, 본 발명의 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0060] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자는 증적외선을 흡수하고 열로 방사하는 것으로, 대상 물체의 표면에 형성되어 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 하부에 존재하는 대상 물체의 온도가 외부 온도보다 낮도록 한다.
- [0061] 예를 들어, 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자는 자동차의 표면에 형성되어 자동차 프레임의 온도를 외부 온도보다 낮도록 하거나, 자동차 내부의 온도를 외부 온도보다 낮도록 할 수 있다.
- [0062] 이때, 대상 물체는 복사 냉각 소자가 구비되는 대상으로, 자동차 또는 아파트, 상가, 사무실 건물과 같은 건축물이 대상 물체가 될 수 있으며, 또는 공/수냉식 칠러에 구비된 열 교환용 파이프가 될 수 있다.
- [0063] 상기 대상 물체는 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자가 구비될 수 있는 물체라면 상기 예시에 한정되는

것은 아니다.

- [0064] 이때, 외부 온도라 함은 대기 온도(ambient temperature)를 의미하는 것으로서, 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 외부에 해당하는 온도일 수 있다.
- [0066] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 구체적인 모습을 도시한 단면도이다.
- [0067] 먼저 도 1a를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자(100)는 기관(110) 상에 자외선, 가시광선 및 근적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 반사층(120)과, 반사층(120) 상에 형성되고, 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 복사 냉각층(130)을 포함한다.
- [0068] 일반적으로, 태양은 표면 온도가 약 6,000℃에 이르기 때문에 태양광은 자외선, 가시광선, 근적외선 영역과 같이 다양한 영역대의 파장을 가진다.
- [0069] 반사층(120)은 태양광 중 자외선, 가시광선 및 근적외선 영역 대의 빛을 반사시켜 태양광에 의해 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자(100)의 온도가 상승되지 않도록 한다.
- [0070] 즉, 반사층(120)은 태양광을 반사시켜 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자(100)가 흡수하는 태양광을 최소화하고, 태양광을 최대한 반사시킬 수 있다.
- [0071] 반사층(120)은 태양광을 잘 반사할 수 있는 재질로 이루어질 수 있으며, 특히 가시광선 영역 대의 빛에 대하여 90% 이상의 반사율을 가지는 것이 바람직하다.
- [0072] 예를 들어, 반사층(120)은 은(Ag), 알루미늄(Al), 백금(Pt)과 같은 금속 재질 중 적어도 어느 하나로 이루어질 수 있으며, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0073] 실시예에 따라서, 반사층(120)은 3M사의 Solar mirror film과 같이 시중에 판매되고 있는 태양광 반사 필름으로 형성될 수 있다.
- [0074] 실시예에 따라서, 반사층(120)은 고분자 물질 또는 무기질 소재로 이루어진 다층 박막으로 이루어질 수 있다.
- [0075] 상기 다층 박막은 서로 다른 굴절률을 가진 소재가 반복적으로 적층된 형태일 수 있다.
- [0076] 실시예에 따라서, 기관(110)은 유연 고분자 필름, 유리, 석영, 실리콘 웨이퍼, 금속 중 어느 하나로 이루어질 수 있으며, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0077] 예를 들어, 기관(110)은 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN)과 같은 폴리에스테르계 수지, 아세테이트계 수지, 폴리에테르술폰계 수지, 폴리카보네이트계 수지, 폴리아미드계 수지, 폴리이미드계 수지, 폴리올레핀계 수지, (메트)아크릴계 수지, 폴리염화비닐계 수지, 폴리염화비닐리덴계 수지, 폴리스티렌계수지, 폴리비닐알코올계 수지, 폴리알릴레이트계 수지, 폴리페닐렌설파이드계 수지 중 어느 하나의 물질로 이루어질 수 있다.
- [0078] 복사 냉각층(130)은 반사층(120) 상에 형성되어 중적외선을 흡수하고 열로 방사하여 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자(100)가 구비된 대상 물체의 온도를 낮출 수 있다.
- [0079] 일반적으로, 지구 상에 있는 물체는 표면 온도가 수십 ℃에 이르기 때문에 8 μ m 내지 13 μ m 파장대의 중적외선을 방사한다.
- [0080] 이러한 중적외선 방사는 물체의 온도를 낮출 수 있는데, 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자(100)는 8 μ m 내지 13 μ m 파장대인 공기 대기 투명 구간(atmospheric window transmittance 혹은 sky window)의 중적외선을 잘 방사할 수 있는 재질로 이루어진 복사 냉각층(130)을 포함하여 상기 대상 물체의 온도가 외부 온도보다 낮도록 유지할 수 있다.
- [0081] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각층(130)은 중적외선을 효율적으로 방사할 수 있는 재질로 이루어지는 것으로서, 단일 층 형상을 가질 수 있다.
- [0082] 실시예에 따라서, 복사 냉각층(130)은 중적외선을 효율적으로 방사할 수 있는 서로 다른 두 재질에 의해 2개의 박막이 적층된 것으로, 제1 복사층(131) 및 제2 복사층(132)을 포함할 수 있다.
- [0083] 구체적으로, 제1 복사층(131)은 반사층(120) 상에 박막으로 형성될 수 있으며, 실시예에 따라서 반사층(120) 상에 요철 패턴을 포함하도록 형성될 수 있다.
- [0084] 제1 복사층(131)은 요철 패턴을 포함함으로써 표면적이 넓어져 중적외선 방사율이 향상될 수 있다.

- [0085] 상기 요철 패턴은 복수 개의 원기둥, 각기둥, 라인(line) 형상의 요철 패턴일 수 있으며, 상기 형상에 제한되는 것은 아니다.
- [0086] 제2 복사층(132)은 제1 복사층(131) 상에 박막으로 형성될 수 있다.
- [0087] 실시예에 따라서, 제2 복사층(132)은 요철 패턴을 포함하는 제1 복사층(131) 상에 박막 형상으로 형성될 수 있다.
- [0088] 제2 복사층(132)은 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광에 대하여 제1 복사층(131)과 상이한 굴절률을 가지는 물질로 형성될 수 있다.
- [0089] 즉, 제1 복사층(131)과 제2 복사층(132)을 이루는 물질이 서로 다른 굴절률을 가져, 포논-폴라리톤(phonon-polariton) 공명 효과에 의해 높은 중적외선 방사율을 가질 수 있다.
- [0090] 실시예에 따라서, 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광에 대하여 제1 복사층(131)과 제2 복사층(132)의 굴절률의 차이는 0.7 내지 2일 수 있다.
- [0091] 본 발명의 실시예에 따른 제1 복사층(131) 및 제2 복사층(132)은 산화물, 질화물 또는 고분자 물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0092] 제1 복사층(131) 및 제2 복사층(132)은 서로 다른 종류의 산화물, 질화물 또는 고분자 물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0093] 상기 산화물은 실리카(SiO_2), 지르코늄 산화물(ZrO_2), 알루미나(Al_2O_3) 및 이산화티타늄(TiO_2)을 포함할 수 있으나, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0094] 상기 질화물은 질화규소(Si_3N_4)가 될 수 있으며, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0095] 실시예에 따라서, 상기 고분자 물질은 PDMS(polydimethylsiloxane) 또는 DPHA(dipentaerythritol penta/hexa acrylate)와 같은 아크릴계 고분자일 수 있으나, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0096] 상기 아크릴계 고분자는 C-O 스트레칭 진동(stretching vibration)을 가져 중적외선 영역의 파장에서 높은 방사율을 가진다.
- [0097] 특히, 상기 DPHA는 C-O 스트레칭 진동(stretching vibration)과 C=C= 벤딩 진동(bending vibration)으로 인해 중적외선 영역의 파장에서 높은 방사율을 가진다.
- [0098] 예를 들어, 제1 복사층(131)은 산화물인 실리카가 증착되어 형성된 층 형상이고, 제2 복사층(132)은 알루미나가 증착되어 형성된 층 형상일 수 있으며, 상기 예시에 제한되는 것은 아니다.
- [0099] 또는, 제1 복사층(131)은 PDMS가 스핀 코팅되어 형성된 층 형상일 수 있고, 제2 복사층(132)은 질화규소가 증착되어 형성된 층 형상일 수 있으며, 상기 예시에 제한되는 것은 아니다.
- [0100] 본 발명의 실시예에 따른 제1 복사층(131) 및 제2 복사층(132)은 미세 입자와 고분자 물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0101] 실시예에 따라서, 제1 복사층(131) 또는 제2 복사층(132)은 상기 미세 입자와 상기 고분자 물질의 혼합물로 이루어질 수 있다.
- [0102] 상기 혼합물 내에서 상기 미세 입자의 함량이 증가할수록 중적외선의 방사율이 증가할 수 있다.
- [0103] 상기 미세 입자는 상기 혼합물의 전체 중량 대비 1중량% 내지 20중량%로 상기 고분자 물질과 혼합될 수 있다.
- [0104] 상기 미세 입자의 함량이 20중량%를 초과할 경우 중적외선 방사율이 더 이상 증가하지 않는다.
- [0105] 상기 미세 입자는 산화물 또는 질화물로 이루어질 수 있으며, 예를 들어 실리카(SiO_2), 지르코늄 산화물(ZrO_2), 알루미나(Al_2O_3), 이산화티타늄(TiO_2) 및 질화규소(Si_3N_4) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0106] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자(100)는 복사 냉각층(130)에 포함된 상기 미세 입자의 크기가 작을수록 중적외선에 대하여 높은 방사율을 가질 수 있다.
- [0107] 실시예에 따라서, 상기 미세 입자는 직경이 10nm 내지 20 μm 일 수 있다.

- [0108] 바람직하게는, 상기 미세 입자는 나노미터 단위의 크기를 가지는 것이 마이크로미터 단위의 크기의 미세 입자보다 높은 중적외선 방사율을 가질 수 있다.
- [0109] 일례로, 제1 복사층(131)은 상기 미세 입자와 상기 고분자 물질의 혼합물로 이루어지고, 제2 복사층(132)은 고분자 물질로만 이루어질 수 있다.
- [0110] 예를 들어, 제1 복사층(131)은 미세 입자인 알루미늄과 고분자 물질인 PDMS로 이루어지고, 제2 복사층(132)은 고분자 물질인 질화규소(Si_3N_4)로 이루어질 수 있으며, 상기 예시에 제한되는 것은 아니다.
- [0111] 또 다른 일례로, 제1 복사층(131)과 제2 복사층(132)은 상기 미세 입자와 상기 고분자 물질의 혼합물로 이루어지되, 제1 복사층(131)과 제2 복사층(132)을 이루는 미세 입자 및 고분자 물질의 종류가 서로 다를 수 있다.
- [0112] 예를 들어, 제1 복사층(131)은 미세 입자인 실리카와 고분자 물질인 PDMS의 혼합물로 이루어지고, 제2 복사층(132)은 미세 입자인 알루미늄과 고분자 물질인 DPMA로 이루어질 수 있으며, 상기 예시에 제한되는 것은 아니다.
- [0113] 제1 복사층(131) 및 제2 복사층(132)의 두께는 서로 동일하거나 상이할 수 있다.
- [0114] 실시예에 따라서, 제1 복사층(131) 및 제2 복사층(132)은 각각 10nm 내지 2,000nm의 두께로 형성될 수 있다.
- [0115] 이때 제1 복사층(131)이 요철 패턴을 포함하는 경우, 반사층(120) 표면으로부터 요철 패턴의 절(凸) 부분의 최상단까지의 높이를 제1 복사층(131)의 두께로 설정할 수 있다.
- [0116] 실시예에 따라서, 복사 냉각층(130)은 제1 복사층(131), 제2 복사층(132) 및 제3 복사층(미도시)을 포함할 수 있다.
- [0117] 실시예에 따라서, 제1 복사층(131), 제2 복사층(132) 및 제3 복사층은 중적외선을 방사할 수 있으며 서로 다른 굴절률을 가지는 물질로 이루어질 수 있다.
- [0118] 도 1b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자(100)는 제1 복사층(131) 및 제2 복사층(132)이 반복적으로 형성된 복사 냉각층(130)을 포함할 수 있다.
- [0119] 예를 들어, 복사 냉각층(130)은 반사층(120) 상에 제1 복사층(131)-제2 복사층(132)-제1 복사층(131)-제2 복사층(132) 순으로 반복 적층된 것일 수 있다.
- [0120] 실시예에 따라서, 복사 냉각층(130)은 도면에 도시되지 않았지만 반사층(120) 상에 제1 복사층(131)-제2 복사층(132)-제1 복사층(131)-제2 복사층(132)-제1 복사층(131)-제2 복사층(132)-제1 복사층(131)-제2 복사층(132)-제1 복사층(131)-제2 복사층(132) 순으로 반복 적층된 것일 수 있다.
- [0121] 예를 들어, 복사 냉각층(130)은 반사층(120) 상에 알루미늄-질화실리콘-실리카 순으로 단일 층이 반복 적층된 형상일 수 있다.
- [0122] 다른 일례로, 복사 냉각층(130)은 PDMS-질화실리콘-실리카 순으로 단일 층이 반복 적층된 형상일 수 있다.
- [0123] 제1 복사층(131) 및 제2 복사층(132)에 대한 상세한 설명은 도 1a의 설명에서 다루었으므로 중복 설명은 생략하도록 한다.
- [0124] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자(100)는 자외선, 가시광선, 근적외선 파장대의 태양광을 반사시키는 반사층(120)과, 중적외선을 방사하는 물질로 이루어진 복사 냉각층(130)을 포함함으로써, 중적외선의 효율적인 방사에 따라 에너지 소모 없이 대상 물체에 대한 냉각 기능을 우수하게 수행할 수 있다.
- [0125] 이하, 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 구조 및 특징에 대해 설명하도록 한다.
- [0127] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 구체적인 모습을 도시한 단면도이다.
- [0128] 먼저 도 2a를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자(200)에서 복사 냉각층(230)은 반사층(220) 상에 형성되고, 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 중적외선 흡수층(231)과, 중적외선 흡수층(231) 상에 형성되어 가시광선 영역의 태양광을 반사하는 코팅층을 포함할 수 있다.
- [0129] 중적외선 흡수층(231)은 반사층(220) 상에 형성되어 중적외선을 흡수하고 열로 방사하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자(200)의 온도를 낮출 수 있다.
- [0130] 중적외선 흡수층(231)은 중적외선을 효율적으로 방사할 수 있는 재질로 이루어지는 것으로서, 단일 층 형상을

가질 수 있다.

- [0131] 중적외선 흡수층(231)을 이루는 물질은 중적외선에 대하여 높은 방사율을 가지면서 자외선, 가시광선 및 근적외선 영역대의 파장을 가지는 태양광에 대하여 투명할 수 있다.
- [0132] 실시예에 따라서, 중적외선 흡수층(231)은 고분자 물질로 이루어질 수 있다.
- [0133] 예를 들어, 상기 고분자 물질은 PDMS(polydimethylsiloxane) 또는 DPHA(dipentaerythritol penta/hexa acrylate)일 수 있다.
- [0134] 실시예에 따라서, 중적외선 흡수층(231)은 산화물, 질화물 및 고분자 물질 중 적어도 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0135] 상기 산화물은 실리카(SiO_2), 지르코늄 산화물(ZrO_2), 알루미늄(Al_2O_3) 및 이산화티타늄(TiO_2)을 포함할 수 있으나, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0136] 상기 질화물은 질화규소(Si_3N_4)가 될 수 있으며, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0137] 실시예에 따라서, 상기 고분자 물질은 PDMS(polydimethylsiloxane) 또는 DPHA(dipentaerythritol penta/hexa acrylate)일 수 있다.
- [0138] 예를 들어, 중적외선 흡수층(231)은 산화물인 실리카가 증착되어 형성된 층 형상일 수 있으며, 상기 예시에 제한되는 것은 아니다.
- [0139] 다른 일례로, 중적외선 흡수층(231)은 고분자 물질인 PDMS가 스핀 코팅되어 형성된 층 형상일 수 있으며, 상기 예시에 제한되는 것은 아니다.
- [0140] 실시예에 따라서, 중적외선 흡수층(231)은 미세 입자 및 고분자 물질의 혼합물로 이루어질 수 있다.
- [0141] 상기 미세 입자는 산화물 또는 질화물로 이루어질 수 있으며, 예를 들어 실리카(SiO_2), 지르코늄 산화물(ZrO_2), 알루미늄(Al_2O_3), 이산화티타늄(TiO_2) 및 질화규소(Si_3N_4) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0142] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자(200)는 복사 냉각층(230)에 포함된 상기 미세 입자의 크기가 작을수록 중적외선에 대하여 높은 방사율을 가질 수 있다.
- [0143] 실시예에 따라서, 상기 미세 입자는 직경이 10nm 내지 20 μm 일 수 있다.
- [0144] 예를 들어, 중적외선 흡수층(231)은 PDMS 또는 DPHA로 이루어질 수 있으며, 이들의 혼합물이 스핀 코팅되어 형성된 단일 층일 수 있다.
- [0145] 또는, 중적외선 흡수층(231)은 미세 입자인 실리카와 고분자 물질인 PDMS의 혼합물이 스핀 코팅되어 형성된 단일 층일 수 있다.
- [0146] 코팅층은 가시광선 영역의 빛을 반사시키는 것으로서, 가시광선 영역의 빛을 효율적으로 반사시키기 위해 가시광선 영역의 빛에 대하여 고굴절률을 가지는 소재로 이루어진 층 형상일 수 있다.
- [0147] 이때, 고굴절률이라 함은 가시광선 영역의 빛에 대하여 1.5 이상의 굴절률을 가지는 것일 수 있다.
- [0148] 따라서, 코팅층은 가시광선 영역의 빛에 대하여 굴절률 1.5 이상의 물질로 이루어진 층 형상일 수 있다.
- [0149] 구체적으로, 코팅층은 가시광선 영역의 빛에 대하여 굴절률 1.6 내지 6의 물질로 이루어진 층 형상일 수 있다.
- [0150] 코팅층은 무결합 단결정 세라믹 재료로 이루어질 수 있으며, 가시광선 및 중적외선에 대하여 투명한 재료로 이루어질 수 있다.
- [0151] 예를 들어, 코팅층은 이트리아(Y_2O_3), 알론, 스피넬 구조의 Mg, Si, Ge, ZnS, ZnSe, NaCl, CaF_2 , KBr, PE, PS 중 적어도 어느 하나로 이루어질 수 있으며, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0152] 코팅층은 가시광선 영역의 빛에 대하여 높은 굴절률을 가지는 소재로 이루어질 수 있으며, ZnS, Si, Ge 중 적어도 어느 하나로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0153] 본 발명의 실시예에 따른 코팅층은 중적외선 흡수층(231) 보다 큰 굴절률을 가지는 소재로 이루어져, 가시광선 영역의 빛을 효율적으로 반사시킴에 따라 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자(200)의 열 흡수율이 낮

아저 냉각 효율을 향상시킬 수 있다.

- [0154] 실시예에 따라서, 코팅층은 가시광선 영역의 빛에 대하여 서로 다른 굴절률을 가지는 물질로 이루어진 다층 형상일 수 있다.
- [0155] 구체적으로, 코팅층은 중적외선 흡수층(231) 상에 형성되고, 가시광선 영역의 빛에 대하여 서로 상이한 굴절률을 가지는 제1 코팅층(232)과 제2 코팅층(233)을 포함할 수 있다.
- [0156] 제1 코팅층(232)은 중적외선 흡수층(231) 상에 형성되고, 가시광선 영역의 빛에 대하여 제2 코팅층(233)보다 큰 굴절률을 가지는 소재로 이루어진 층 형상일 수 있다.
- [0157] 제2 코팅층(233)은 제1 코팅층(232) 상에 형성되고, 가시광선 영역의 빛에 대하여 제1 코팅층(232)보다 작은 굴절률을 가지는 소재로 이루어진 층 형상일 수 있다.
- [0158] 구체적으로, 제1 코팅층(232)과 제2 코팅층(233)의 굴절률 차이는 0.7 내지 2일 수 있다.
- [0159] 실시예에 따라서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자(200)는 중적외선 흡수층(231) 상에 제2 코팅층(233)이 형성되고, 제2 코팅층(233) 상에 제1 코팅층(232)이 형성될 수 있다.
- [0160] 실시예에 따라서, 제1 코팅층(232)은 가시광선 영역에서 제2 코팅층(233)보다 큰 굴절률을 가지는 소재인 ZnS, Si, Ge 및 ZrO_2 중 적어도 어느 하나를 포함하는 층 형상일 수 있으며, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0161] 실시예에 따라서, 제2 코팅층(233)은 가시광선 영역의 빛에 대하여 제1 코팅층(232)보다 작은 굴절률을 가지는 소재인 CaF_2 및 SiO_2 중 적어도 어느 하나를 포함하는 층 형상일 수 있으며, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0162] 코팅층에 포함된 제1 코팅층(232)과 제2 코팅층(233)은 가시광선 영역의 빛에 대하여 서로 상이한 굴절률을 가져, 가시광선에 대하여 높은 반사율을 가질 수 있다.
- [0163] 제1 코팅층(232) 및 제2 코팅층(233)은 가시광선 영역의 빛에 대하여 높거나 낮은 굴절률을 가지는 소재로 이루어져 가시광선 영역의 빛의 반사를 극대화시키고 반사층(220)에 도달하는 가시광선 영역의 빛을 최소화할 수 있어, 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자(200)의 냉각 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0164] 도 2b를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자는 제1 코팅층과 제2 코팅층이 반복적으로 형성된 코팅층을 포함할 수 있다.
- [0165] 구체적으로, 코팅층은 중적외선 흡수층 상에 제1 코팅층-제2 코팅층-제1 코팅층-제2 코팅층-제1 코팅층-제2 코팅층-편 순으로 반복 적층되어 형성될 수 있다.
- [0166] 실시예에 따라서, 반복 적층된 제1 코팅층 및 제2 코팅층은 서로 다른 물질로 이루어질 수 있다.
- [0167] 제1 코팅층 및 제2 코팅층에 대한 설명은 도 2a의 설명에서 상세히 다루었으므로, 중복 설명은 생략하도록 한다.
- [0168] 코팅층은 반복 형성된 제1 코팅층 및 제2 코팅층을 포함함으로써, 가시광선 영역의 빛에 대하여 높거나 낮은 굴절률을 가지는 제1 코팅층 및 제2 코팅층에 의해 가시광선의 반사를 극대화할 수 있으며, 이에 따라 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 냉각 효율이 향상될 수 있다.
- [0169] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자는 태양광의 95% 이상을 반사시키고 중적외선의 90% 이상을 방사할 수 있어, 에너지 소모 없이 대상 물체에 대한 냉각이 가능하다.
- [0170] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자를 제조하는 방법에 대해 설명하도록 한다.
- [0171] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법은 상술한 복사 냉각 소자의 구성요소를 모두 포함하므로, 이하의 설명에서는 복사 냉각 소자의 구성요소에 대한 중복 설명은 생략하도록 한다.
- [0173] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자를 제조하는 방법을 도시한 순서도이다.
- [0174] 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법은 기판 상에 자외선, 가시광선 및 근적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 반사층을 형성하는 단계(S110)와, 상기 반사층 상에 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 복사 냉각층을 형성하는 단계(S120)를 포함한다.
- [0175] 상기 기판은 유연 고분자 필름, 유리, 석영, 실리콘 웨이퍼, 금속 중 어느 하나로 이루어질 수 있으나, 상기 물

질에 제한되는 것은 아니다.

- [0176] 상기 기판에 대한 설명은 도 1a의 설명에서 자세히 다루었으므로 중복 설명은 생략하도록 한다.
- [0177] 단계 S110은 은(Ag), 알루미늄(Al), 백금(Pt)과 같은 금속 재질을 기판 상에 증착하여 상기 반사층을 형성될 수 있다.
- [0178] 상기 반사층을 증착하는 방법은 감압, 상압 또는 가압조건에서, 스퍼터링(sputtering), 원자층증착(ALD), 화학 기상증착(CVD), 열증착(thermal evaporation), 동시증발법(co-evaporation), 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD), 전자빔증착(e-beam evaporation), RF 스퍼터링(Radio Frequency sputtering), 마그네트론 스퍼터링(magnetron sputtering), 진공증착(vacuum deposition) 또는 화학적 증착(chemical vapor deposition) 등이 있으며, 상기 증착 방법에 제한되는 것은 아니다.
- [0179] 단계 S120은 중적외선을 방사하는 물질을 상기 반사층 상에 코팅하여 복사 냉각층을 형성할 수 있다.
- [0180] 실시예에 따라서, 단계 S120은 중적외선을 방사하는 서로 다른 물질을 이용하여 상기 반사층 상에 제1 복사층 및 제2 복사층을 포함하는 다층 형상의 복사 냉각층을 형성할 수 있다.
- [0181] 즉, 단계 S120은 상기 반사층 상에 산화물, 질화물 또는 고분자 물질 중 적어도 어느 하나를 이용하여 층 형상의 제1 복사층 및 제2 복사층을 형성할 수 있다.
- [0182] 상기 제1 복사층 및 제2 복사층이 산화물 또는 질화물을 포함하는 경우에는 증착 방법을 이용하여 제1 복사층 또는 제2 복사층을 형성할 수 있다.
- [0183] 예를 들어, 상기 제1 복사층은 산화물인 실리카가 증착되어 형성된 층 형상이고, 제2 복사층은 알루미늄이 증착되어 형성된 층 형상일 수 있다.
- [0184] 상기 증착 방법은 감압, 상압 또는 가압조건에서, 스퍼터링(sputtering), 원자층증착(ALD), 화학기상증착(CVD), 열증착(thermal evaporation), 동시증발법(co-evaporation), 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD), 전자빔증착(e-beam evaporation), RF 스퍼터링(Radio Frequency sputtering), 마그네트론 스퍼터링(magnetron sputtering), 진공증착(vacuum deposition) 또는 화학적 증착(chemical vapor deposition) 등이 있으며, 상기 증착 방법에 제한되는 것은 아니다.
- [0185] 상기 제1 복사층 및 제2 복사층이 고분자 물질을 포함하는 경우에는 코팅 방법을 이용하여 상기 제1 복사층 및 제2 복사층을 형성할 수 있다.
- [0186] 예를 들어, 제1 복사층은 PDMS가 스핀 코팅되어 형성된 층 형상일 수 있고, 제2 복사층은 질화물인 질화규소가 증착되어 형성된 층 형상일 수 있다.
- [0187] 상기 코팅 방법은 스핀코팅(spin coating), 스프레이코팅(spray coating), 울트라스프레이코팅(ultra-spray coating), 전기방사코팅, 슬롯다이코팅(slot die coating), 그라비아코팅(gravure coating), 바코팅(bar coating), 롤코팅(roll coating), 딥코팅(dip coating), 쉬어코팅(shear coating), 스크린 프린팅(screen printing), 잉크젯 프린팅(inkjet printing) 또는 노즐 프린팅(nozzle printing) 중 어느 하나가 될 수 있으며, 상기 방법에 제한되는 것은 아니다.
- [0188] 실시예에 따라서, 상기 제1 복사층 및 제2 복사층은 미세 입자와 고분자 물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0189] 일례로, 제1 복사층은 상기 미세 입자와 상기 고분자 물질의 혼합물로 이루어지고, 제2 복사층은 고분자 물질로만 이루어질 수 있다.
- [0190] 상기 제1 복사층 및 제2 복사층이 상기 미세 입자와 상기 고분자 물질의 혼합물을 포함하는 경우에는 코팅 방법을 이용하여 상기 제1 복사층 및 제2 복사층을 형성할 수 있다.
- [0191] 상기 코팅 방법은 스핀코팅(spin coating)이 될 수 있으나, 스프레이코팅(spray coating), 울트라스프레이코팅(ultra-spray coating), 전기방사코팅, 슬롯다이코팅(slot die coating), 그라비아코팅(gravure coating), 바코팅(bar coating), 롤코팅(roll coating), 딥코팅(dip coating), 쉬어코팅(shear coating), 스크린 프린팅(screen printing), 잉크젯 프린팅(inkjet printing) 또는 노즐 프린팅(nozzle printing) 중 어느 하나가 될 수 있으며, 상기 방법에 제한되는 것은 아니다.
- [0192] 실시예에 따라서, 상기 제1 복사층은 요철 패턴을 포함하여 넓은 표면적을 가질 수 있어 중적외선 방사율을 향

상시킬 수 있다.

- [0193] 구체적으로, 단계 S120은 상기 반사층 상에 요철 패턴을 포함하는 제1 복사층을 형성하는 단계(S121) 및 상기 제1 복사층 상에 상기 제1 복사층과 상이한 굴절률을 가지는 제2 복사층을 형성하는 단계(S122)를 포함할 수 있다.
- [0194] 단계 S121은 상기 산화물, 질화물 또는 이들 중 어느 하나로 이루어진 미세 입자와 고분자 물질 중 적어도 어느 하나를 이용하여 상기 반사층 상에 요철 패턴을 포함하는 제1 복사층을 형성할 수 있다.
- [0195] 단계 S121은 상기 요철 패턴과 대응되는 패턴을 가지는 스탬프를 이용하여 광학 기반의 리소그래피(lithography) 공정 또는 비광학 기반의 리소그래피 공정을 통해 상기 반사층 상에 요철 패턴을 포함하는 제1 복사층을 형성할 수 있다.
- [0196] 상기 광학 기반의 리소그래피 공정은 포토리소그래피(Photolithography), 레이저 간섭 리소그래피(Laser interference lithography), 전자빔 리소그래피(e-beam lithography) 중 어느 하나일 수 있으며, 상기 공정에 제한되는 것은 아니다.
- [0197] 상기 비광학 기반의 리소그래피 공정은 나노임프린트 리소그래피(Nanoimprint lithography), 나노트랜스퍼 프린팅(Nanotransfer printing), 롤임프린트 리소그래피(Roll imprint lithography) 중 어느 하나일 수 있으며, 상기 공정에 제한되는 것은 아니다.
- [0198] 실시예에 따라서, 단계 S121은 상기 산화물, 질화물 또는 이들 중 어느 하나로 이루어진 미세 입자와 고분자 물질 중 적어도 어느 하나를 코팅한 후 Top-down 방식으로 깎아내어 요철 패턴을 형성할 수 있다.
- [0199] 상기 요철 패턴은 복수 개의 원기둥, 각기둥, 라인(line) 형상의 요철 패턴일 수 있으며, 상기 형상에 제한되는 것은 아니다.
- [0200] 단계 S122는 요철 패턴을 포함하는 상기 제1 복사층 상에 상기 제1 복사층과 다른 굴절률을 가지는 물질을 이용하여 제2 복사층을 형성할 수 있다.
- [0201] 구체적으로, 단계 S122는 상기 제1 복사층과 다른 굴절률을 가지는 물질을 제1 복사층 상에 스핀 코팅하여 상기 제2 복사층을 형성할 수 있다.
- [0202] 단계 S122는 상기 스핀 코팅 시간에 따라 상기 제2 복사층의 두께를 조절할 수 있다.
- [0203] 실시예에 따라서, 상기 스핀 코팅은 30초 내지 40초 동안 수행될 수 있다.
- [0204] 이때, 스핀 코팅이 40초 이상 수행되어도 제2 복사층의 두께가 더 이상 증가하지 않는다
- [0205] 실시예에 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법은 단계 S121 및 단계 S122를 반복적으로 수행하여 상기 제1 복사층 및 제2 복사층이 반복적으로 형성된 복사 냉각층을 형성할 수 있다.
- [0206] 구체적으로, 상기 반사층 상에 층 형상으로 이루어지거나 요철 패턴을 포함하는 상기 제1 복사층을 형성하고, 상기 제1 복사층 상에 층 형상의 상기 제2 복사층을 형성한 후, 상기 제2 복사층 상에 다시 층 형상으로 이루어지거나 요철 패턴을 포함하는 상기 제1 복사층을 형성한 다음 제2 복사층을 반복적으로 형성할 수 있다.
- [0207] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법은 적은 층을 가지는 단순한 구조의 복사 냉각 소자를 단순한 공정을 통해 제조할 수 있다.
- [0208] 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법에 의해 제조된 복사 냉각 소자는 복사 냉각층에 포함된 요철 패턴에 의해 표면적이 넓어져 중적외선 방사 효율이 향상됨에 따라 냉각 효율이 향상될 수 있다.
- [0209] 이하, 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법에 대해 설명하도록 한다.
- [0210] 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법은 상술한 도 2a 및 도 2b에서 설명한 복사 냉각 소자의 구성요소를 포함하므로, 중복 설명은 생략하도록 한다.
- [0212] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자를 제조하는 방법을 도시한 순서도이다.
- [0213] 도 4를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법은 기판 상에 자외선, 가시광선 및 근적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 반사층을 형성하는 단계(S210), 상기 반사층 상에 중적외선 영역의 파장을 갖는 태양광을 흡수하여 열로 방사하는 중적외선 흡수층을 형성하는 단계(S220) 및 상기 중적외

선 흡수층 상에 상기 가시광선 영역의 파장을 갖는 태양광을 반사시키는 코팅층을 형성하는 단계(S230)를 포함한다.

- [0214] 단계 S210은 도 3에 기재한 단계 S110과 동일한 구성요소를 포함하므로 중복 설명은 생략하도록 한다.
- [0215] 단계 S220 및 단계 S230은 층 형상의 증적외선 흡수층 상에 코팅층을 형성하여, 증적외선 흡수층 및 코팅층을 포함하는 복사 냉각층을 형성할 수 있다.
- [0216] 먼저, 단계 S220은 상기 반사층 상에 증적외선을 방사할 수 있는 물질을 이용하여 상기 증적외선 흡수층을 형성할 수 있다.
- [0217] 상기 증적외선 흡수층은 산화물, 질화물 또는 고분자 물질 중 적어도 어느 하나를 포함하는 단일 층 형상일 수 있다.
- [0218] 상기 증적외선 흡수층이 산화물 또는 질화물을 포함하는 경우에는 증착 방법을 이용하여 상기 증적외선 흡수층을 형성할 수 있다.
- [0219] 상기 증착 방법은 감압, 상압 또는 가압조건에서, 스퍼터링(sputtering), 원자층증착(ALD), 화학기상증착(CVD), 열증착(thermal evaporation), 동시증발법(co-evaporation), 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD), 전자빔증착(e-beam evaporation), RF 스퍼터링(Radio Frequency sputtering), 마그네트론 스퍼터링(magnetron sputtering), 진공증착(vacuum deposition) 또는 화학적 증착(chemical vapor deposition) 등이 있으며, 상기 증착 방법에 제한되는 것은 아니다.
- [0220] 상기 증적외선 흡수층이 고분자 물질을 포함하는 경우에는 코팅 방법을 이용하여 상기 증적외선 흡수층을 형성할 수 있다.
- [0221] 상기 코팅 방법은 스핀코팅(spin coating), 스프레이코팅(spray coating), 울트라스프레이코팅(ultra-spray coating), 전기방사코팅, 슬롯다이코팅(slot die coating), 그라비아코팅(gravure coating), 바코팅(bar coating), 롤코팅(roll coating), 딥코팅(dip coating), 쉬어코팅(shear coating), 스크린 프린팅(screen printing), 잉크젯 프린팅(inkjet printing) 또는 노즐 프린팅(nozzle printing) 등이 있다.
- [0222] 단계 S230은 가시광선 영역의 빛을 반사시키면서 가시광선 영역의 빛을 효율적으로 반사시키기 위해 가시광선 영역의 빛에 대하여 고굴절률을 가지는 소재로 이루어진 층 형상의 코팅층을 형성할 수 있다.
- [0223] 구체적으로, 단계 S230은 상기 증적외선 흡수층 상에 가시광선 영역의 빛을 효율적으로 반사시키기 위해 가시광선 영역의 빛에 대하여 고굴절률을 가지는 소재를 증착하거나 코팅하여 상기 코팅층을 형성할 수 있다.
- [0224] 상기 증착 방법은 감압, 상압 또는 가압조건에서, 스퍼터링(sputtering), 원자층증착(ALD), 화학기상증착(CVD), 열증착(thermal evaporation), 동시증발법(co-evaporation), 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD), 전자빔증착(e-beam evaporation), RF 스퍼터링(Radio Frequency sputtering), 마그네트론 스퍼터링(magnetron sputtering), 진공증착(vacuum deposition) 또는 화학적 증착(chemical vapor deposition) 등이 있으며, 상기 증착 방법에 제한되는 것은 아니다.
- [0225] 상기 코팅 방법은 스핀코팅(spin coating), 스프레이코팅(spray coating), 울트라스프레이코팅(ultra-spray coating), 전기방사코팅, 슬롯다이코팅(slot die coating), 그라비아코팅(gravure coating), 바코팅(bar coating), 롤코팅(roll coating), 딥코팅(dip coating), 쉬어코팅(shear coating), 스크린 프린팅(screen printing), 잉크젯 프린팅(inkjet printing) 또는 노즐 프린팅(nozzle printing) 등이 있으며, 상기 코팅 방법에 제한되는 것은 아니다.
- [0226] 실시예에 따라서, 코팅층은 가시광선 영역의 빛에 대하여 서로 다른 굴절률을 가지는 물질로 이루어진 다층 형상일 수 있다.
- [0227] 구체적으로, 단계 S230은 상기 증적외선 흡수층 상에 가시광선 영역의 빛에 대하여 서로 상이한 굴절률을 가지는 제1 코팅층 및 제2 코팅층을 형성할 수 있다.
- [0228] 구체적으로, 상기 제1 코팅층은 상기 증적외선 흡수층 상에 형성되고, 상기가시광선 영역의 빛에 대하여 상기 제2 코팅층보다 큰 굴절률을 가지는 물질을 도포하여 형성될 수 있다.
- [0229] 상기 제2 코팅층은 상기 제1 코팅층 상에 형성되고, 상기 가시광선 영역의 빛에 대하여 상기 제1 코팅층보다 작은 굴절률을 가지는 물질을 도포하여 형성될 수 있다.

- [0230] 이때, 상기 제1 코팅층 및 상기 제2 코팅층은 증착 공정 또는 코팅 공정을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0231] 상기 증착 방법 및 코팅 방법의 예시는 앞서 설명하였으므로 중복 설명은 생략하도록 한다.
- [0232] 실시예에 따라서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법은 상기 제1 코팅층 및 제2 코팅층을 반복적으로 형성할 수 있다.
- [0233] 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법은 단순한 공정을 통해 냉각 효율이 우수한 복사 냉각 소자를 쉽게 제조할 수 있다.
- [0234] 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자의 제조방법에 의해 제조된 복사 냉각 소자는 종래의 복사 냉각 소자보다 적은 층을 가지는 단순한 구조를 가지면서도 높은 중적외선 방사율에 의해 우수한 냉각 효율을 가질 수 있다.
- [0235] 이하, 본 발명의 두 가지 실시예에 따른 복사 냉각 소자를 실시예에 따라 제조하여 특성 평가를 통해 본 발명의 복사 냉각 소자의 특성 및 효과를 입증하였다.
- [0237] **실시예 및 대조예**
- [0238] **[실시예 1-1]**
- [0239] 유리 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 형성하였다.
- [0240] 반사층 상에 실리카를 스핀 코팅한 후 나노 임프린팅 공정을 이용하여 요철 패턴을 가지는 제1 복사층을 형성한 후, 제1 복사층 상에 알루미늄을 스핀 코팅하여 층 형상의 제2 복사층을 형성하여 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0242] **[실시예 1-2]**
- [0243] 제2 복사층 상에 실리카를 스핀 코팅한 후 나노 임프린팅 공정을 이용하여 요철 패턴을 가지는 제1 복사층을 형성한 후, 제1 복사층 상에 알루미늄을 스핀 코팅하여 층 형상의 제2 복사층을 각각 한 번 더 형성한 것을 제외하고는, 상기 [실시예 1-1]과 동일한 방법으로 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0245] **[실시예 2]**
- [0246] 유리 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 형성하였다.
- [0247] 반사층 상에 알루미늄을 증착하여 제1 복사층을 형성하고, 제1 복사층 상에 질화규소(Si_3N_4)를 증착하여 제2 복사층을 형성한 후, 제2 복사층 상에 실리카를 증착하여 제3 복사층을 형성하여 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0249] **[실시예 3-1]**
- [0250] 유리 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 형성하였다.
- [0251] 반사층 상에 PDMS를 스핀 코팅하여 제1 복사층을 형성하고, 제1 복사층 상에 실리카를 증착하여 제2 복사층을 형성한 후, 제2 복사층 상에 질화규소를 증착하여 제3 복사층을 형성하여 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0253] **[실시예 3-2]**
- [0254] 유리 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 형성하였다.
- [0255] 반사층 상에 PDMS를 스핀 코팅하여 제1 복사층을 형성한 후, 제1 복사층 상에 실리카를 증착하여 제2 복사층을 형성하여 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0257] **[실시예 4]**
- [0258] 유리 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 형성하였다.
- [0259] PDMS에 직경 $10\ \mu\text{m}$ 의 실리카 미세 입자를 10중량%로 첨가하여 혼합물을 제조하였다.
- [0260] 반사층 상에 혼합물을 스핀 코팅하여 단일 층의 복사 냉각층을 형성함으로써 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0262] **[실시예 4-1]**
- [0263] 유리 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 형성하였다.

- [0264] 반사층 상에 PDMS를 스핀 코팅하여 단일 층의 복사 냉각층을 형성함으로써 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0266] **[실시예 5]**
- [0267] 세 개의 유리 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 각각 형성하였다.
- [0268] 세 개의 반사층 상에 DPHA 60중량%, 80중량% 및 90중량%를 각각 포함하는 세 가지 용액을 스핀 코팅하여 단일 층의 복사 냉각층을 형성함으로써 세 개의 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0270] **[실시예 6-1]**
- [0271] 세 개의 유리 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 각각 형성하였다.
- [0272] DPHA에 직경 20nm의 알루미늄 나노입자를 각각 1.9중량%, 3.8중량% 및 7.7중량%로 첨가하여 세 가지 혼합물을 제조하였다.
- [0273] 세 개의 반사층 상에 세 가지 혼합물을 각각 스핀 코팅하여 단일 층의 복사 냉각층을 형성함으로써 세 개의 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0275] **[실시예 6-2]**
- [0276] 세 개의 유리 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 각각 형성하였다.
- [0277] DPHA에 직경 20nm, 1 μ m 및 3 μ m의 알루미늄 나노입자를 각각 첨가하여 세 가지 혼합물을 제조하였다.
- [0278] 세 개의 반사층 상에 세 가지 혼합물을 각각 스핀 코팅하여 단일 층의 복사 냉각층을 형성함으로써 세 개의 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0280] **[실시예 7]**
- [0281] 유리 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 100nm로 형성하였다.
- [0282] 반사층 상에 실리카 나노입자를 스핀 코팅하여 제2 복사층을 130nm로 형성하였다.
- [0283] 제2 복사층 상에 지르코늄 산화물로 이루어진 나노입자를 도포한 후 나노임프린팅 공정을 통해 요철 패턴이 형성된 제1 복사층을 형성하였다.
- [0284] 이때, 제1 복사층의 요철 패턴의 폭은 24 μ m이고, 높이는 10.2 μ m이다.
- [0286] **[실시예 8]**
- [0287] 실리콘 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 각각 형성하였다.
- [0288] 반사층 상에 ZrO_2 를 증착하여 제1 코팅층을 형성하고, 제1 코팅층 상에 SiO_2 를 증착하여 제2 코팅층을 형성함으로써 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0290] **[대조예 1-1]**
- [0291] 유리 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 형성하였다.
- [0292] 반사층 상에 실리카(SiO_2)를 증착하여 층 형상의 제1 복사층을 형성한 후, 제1 복사층 상에 알루미늄(Al_2O_3)을 증착하여 층 형상의 제2 복사층을 형성하여 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0294] **[대조예 1-2]**
- [0295] 제2 복사층 상에 실리카를 증착하여 층 형상의 제1 복사층을 형성하고, 알루미늄을 증착하여 층 형상의 제2 복사층을 각각 추가로 형성한 것을 제외하고는, 상기 [대조예 1-1]과 동일한 방법으로 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0297] **[대조예 2]**
- [0298] 유리 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 형성하여 냉각 소자를 제조하였다.
- [0300] **[대조예 3]**

- [0301] 유리 기판.
- [0303] **[대조예 4]**
- [0304] 제2 복사층 상에 지르코늄 산화물을 $7.33\mu\text{m}$ 의 두께로 도포하여 제1 복사층을 형성한 것을 제외하고는 상기 실시예 7과 동일한 방법으로 복사 냉각 소자를 제조하였다.
- [0306] **[대조예 5-1]**
- [0307] 실리콘 기판 상에 E-beam evaporator를 이용하여 은(Ag)으로 이루어진 반사층을 형성하여 냉각 소자를 제조하였다.
- [0309] **[대조예 5-2]**
- [0310] 실리콘 기판.
- [0312] **특성 평가**
- [0313] **1. 요철 패턴 유무에 따른 복사 냉각 소자의 방사율**
- [0314] 도 5는 본 발명의 실시예 및 대조예에 따른 제1 복사층 및 제2 복사층의 반복 적층 여부에 따른 흡수도를 도시한 그래프이다.
- [0315] 도 5를 참조하면, 중적외선 영역대(도 5의 노란색 영역)의 파장을 가지는 빛에 대하여 상기 실시예 1-1(1 pair of $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{PSS}$ layer)의 흡수율이 상기 대조예 1-1(1 pair of $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ layer)의 흡수율보다 높은 것을 확인할 수 있다.
- [0316] 따라서, 요철 패턴을 가지는 상기 실시예 1-1이 요철 패턴이 없는 상기 대조예 1-1보다 중적외선을 더 방사하는 것을 알 수 있다.
- [0317] 또한, 중적외선 영역에서 상기 실시예 1-2(periodic $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{PSS}$ layer)의 흡수율이 상기 대조예 1-2(periodic $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ layer)의 흡수율보다 더 높은 것을 확인할 수 있다.
- [0318] 따라서, 요철 패턴을 가지는 상기 실시예 1-2가 요철 패턴이 없는 상기 대조예 1-2보다 중적외선을 더 방사하는 것을 알 수 있다.
- [0319] 결론적으로, 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자는 요철 패턴을 포함함으로써 중적외선 방사 효율을 높일 수 있다.
- [0321] **2. 물질의 종류에 따른 복사 냉각 소자의 냉각 효율 평가**
- [0322] 상기 실시예 2의 복사 냉각 소자에 대한 냉각 효율과 시뮬레이션을 통한 냉각 효율을 비교하면 다음과 같다.
- [0324] 도 6은 본 발명의 실시예 2에 따른 복사 냉각 소자의 흡수율 및 방사율을 도시한 그래프이다.
- [0325] 이때, 도 6의 노란색 영역은 입사하는 태양광을 의미한다.
- [0326] 도 6을 참조하면, 시뮬레이션 결과 -8.18°C 의 온도 변화량, $81.8\text{W}/\text{m}^2$ 의 냉각 효율을 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [0327] 이때, 온도 변화량은 복사 냉각 소자의 초기 온도에서 냉각 후 온도의 변화량을 의미하는 것으로, 온도 변화량이 -8.18°C 라는 것은 복사 냉각 소자의 온도가 초기 온도에 비해서 8.18°C 낮아진 것을 의미한다.
- [0328] 또한, 평균 태양광 흡수율 및 중적외선 영역(도 6의 파란색 영역)에 대하여 시뮬레이션(Simulation)과 상기 실시예 2(Fabrication)의 방사율에 큰 차이가 나지 않는 것을 확인할 수 있다.
- [0329] 즉, 상기 실시예 2는 시뮬레이션 결과에 잘 부합하게 제조된 것을 알 수 있다.
- [0331] 도 7은 본 발명의 실시예 2의 일사량에 따른 낮 시간 별 복사 냉각 소자의 온도를 도시한 그래프이다.
- [0332] 도 7을 참조하면, 상기 실시예 2에 대하여 2019년 5월 9일 자정부터 2019년 5월 11일 자정까지 3일 간의 복사 냉각 소자의 온도를 측정하였다.
- [0333] 그 결과, 상기 실시예 2는 태양광 세기에 따라 온도가 상승 및 하강하는 추세를 보이지만, 낮에는 최대 -8°C 의

온도 변화량을 가졌으며 밤에는 -2°C 의 온도 변화량을 가진 것을 확인할 수 있다.

- [0335] 도 8은 본 발명의 실시예 3-1에 따른 복사 냉각 소자의 흡수율 및 방사율을 도시한 그래프이다.
- [0336] 도 8을 참조하면, 시뮬레이션 결과 실시예 3-1의 복사 냉각 소자는 -9.132°C 의 온도 변화량과 80.44W/m^2 의 냉각 효율을 가질 것으로 예측되었다.
- [0337] 상기 실시예 3-1에 대하여 실제 흡수율을 측정한 결과 태양광 영역에서는 최소 방출율을 가져 최대 반사율을 가지는 것을 확인할 수 있으며, 중적외선 영역(도 8의 파란색 영역)에 대하여 최대 방출율을 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [0339] 도 9는 본 발명의 실시예 3-1 및 대조예 2의 일사량에 따른 낮 시간 별 복사 냉각 소자의 외부 온도를 도시한 그래프이다.
- [0340] 도 9를 참조하면, 2019년 4월 13일 낮(오전 10시~오후 4시)에 상기 실시예 3-1 및 대조예 2의 온도를 관찰한 결과, 대기 온도(Ambient T) 대비 상기 대조예 2의 온도 변화량은 -3°C 이고 상기 실시예 3-1의 온도 변화량은 -5.95°C 인 것을 확인할 수 있다.
- [0341] 이때, 외부 온도(Outside T)는 공기에 의한 열 손실에 의해 상기 실시예 3-1 및 대조예 2에 비해 낮은 온도를 가지게 된 것이다.
- [0342] 따라서, 본 발명의 복사 냉각 소자는 중적외선을 방사할 수 있는 물질로 이루어진 복사 냉각층에 의해 우수한 냉각 효율을 가질 수 있다.
- [0344] 도 10은 본 발명의 실시예 3-1, 실시예 3-2 및 대조예 2에 따른 밤 시간 별 복사 냉각 소자의 온도를 도시한 그래프이다.
- [0345] 도 10을 참조하면, 2019년 4월 13일 밤(오후 10시~오전 4시)에 상기 실시예 3-1, 실시예 3-2, 대조예 2의 온도를 관찰한 결과, 대기 온도(Ambient T) 대비 상기 대조예 2의 온도 변화량은 -0.5°C 이고 상기 실시예 3-1 및 실시예 3-2의 온도 변화량은 -2.5°C 인 것을 확인할 수 있다.
- [0347] 도 11은 본 발명의 실시예 4-1, 실시예 4-2 및 대조예 3에 따른 복사 냉각 소자의 흡수도를 도시한 그래프이다.
- [0348] 도 11을 참조하면, 상기 실시예 4-1 및 실시예 4-2는 상기 대조예 3에 비해 중적외선 영역대에서 높은 방사율을 보인 것을 확인할 수 있다.
- [0349] 특히, 상기 실시예 4-1은 가시광선 영역의 빛을 거의 흡수하지 않았으며 장파장 영역에서 높은 흡수율을 보인 것을 확인할 수 있다.
- [0350] 이에 따라, 상기 실시예 4-1의 온도 변화량은 -9.5°C 이며, 냉각 효율은 99.16W/m^2 이다.
- [0352] 도 12는 본 발명의 실시예 4-1, 실시예 4-2 및 대조예 3에 따른 낮 시간 별 복사 냉각 소자의 온도 및 외부 온도를 도시한 그래프이다.
- [0353] 도 12를 참조하면, 2019년 4월 25일 오전 10시 39분부터 오후 3시 39분까지 5시간 동안 상기 실시예 4-1, 실시예 4-2의 온도를 측정한 결과 대기 온도(Ambient)에 비하여 낮은 온도를 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [0354] 특히, 상기 실시예 4-1은 최대 -8°C 의 온도 변화량을 가진 것을 확인할 수 있다.
- [0356] 도 13은 본 발명의 실시예 4-1 및 실시예 4-2에 따른 밤 시간 별 복사 냉각 소자의 온도 및 외부 온도를 도시한 그래프이다.
- [0357] 도 13을 참조하면, 2019년 4월 25일 오후 10시 49분부터 오전 3시 49분까지 5시간 동안 상기 실시예 4-1, 실시예 4-2의 온도를 측정한 결과 대기 온도(Ambient)에 비하여 복사 냉각 소자의 온도가 낮아진 것을 확인할 수 있다.
- [0358] 특히, 실시예 4-1의 온도 변화량은 최대 -3°C 인 것을 확인할 수 있다.
- [0359] 따라서, 본 발명의 복사 냉각 소자는 중적외선을 방사할 수 있는 미세 입자 또는 고분자 물질로 형성된 복사 냉각층을 포함함으로써 낮과 밤에도 우수한 냉각 효율을 가질 수 있다.
- [0361] 도 14a 내지 도 14c는 본 발명의 실시예 5에 따른 복사 냉각 소자의 단면을 도시한 SEM(scanning electron

spectroscopy) 이미지이다.

- [0362] 도 14a 내지 도 14c를 참조하면, 상기 실시예 5의 복사 냉각층에 포함된 DPHA의 함유량이 각각 60중량%, 80중량% 및 90중량%일 때 복사 냉각층의 두께는 각각 $10.5\mu\text{m}$, $16.5\mu\text{m}$, $25.7\mu\text{m}$ 로, DPHA의 함유량이 증가할수록 복사 냉각층의 두께가 증가하는 것을 확인할 수 있다.
- [0363] 이는 반사층 상에 스핀 코팅되는 DPHA의 함유량이 높을수록 점도가 높아져서 동일한 스핀 코팅 조건에도 불구하고 복사 냉각층의 두께가 두꺼워지기 때문이다.
- [0365] 도 15는 본 발명의 실시예 5에 따른 복사 냉각 소자의 DPHA 함유량에 따른 흡수도를 도시한 그래프이다.
- [0366] 도 15를 참조하면, 상기 실시예 5의 복사 냉각층에 포함된 DPHA의 함유량이 증가할수록 $10\mu\text{m}$ 내지 $12\mu\text{m}$ 영역의 파장에 대하여 높은 방사율을 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [0367] 이에 따라, 복사 냉각층에 DPHA 함유량이 높을수록 중적외선 영역 대에서 중적외선 방사율이 커서 복사 냉각 소자의 냉각 효율이 향상될 수 있다.
- [0369] 도 16은 본 발명의 실시예 5의 일사량에 따른 관찰 기간 별 복사 냉각 소자의 온도를 도시한 그래프이다.
- [0370] 도 16을 참조하면, 2019년 4월 28일부터 2019년 4월 30일까지 3일 동안 상기 실시예 5의 온도를 측정한 결과, 상기 실시예 5의 DPHA 함유량이 높을수록 중적외선 방사율이 커서 온도 변화량이 큰 것을 확인할 수 있다.
- [0371] 특히, 상기 실시예 5에서 DPHA 함유량이 90중량%인 경우 -10.1°C 의 온도 변화량을 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [0372] 따라서, 본 발명의 복사 냉각 소자는 분자의 화학 결합으로 인한 공명 효과를 가지는 고분자 물질로 이루어진 복사 냉각층을 포함함으로써, 높은 중적외선 방사율에 의해 우수한 복사 냉각 효율을 가질 수 있다.
- [0374] 도 17은 본 발명의 실시예 6-1에 따른 복사 냉각 소자의 미세 입자의 함유량에 따른 흡수율을 도시한 그래프이다.
- [0375] 도 17을 참조하면, 상기 실시예 6-1의 알루미늄 미세 입자 함유량이 증가할수록 중적외선 영역에서 방사율이 증가하는 것을 확인할 수 있다.
- [0377] 도 18은 본 발명의 실시예 6-2에 따른 복사 냉각 소자의 미세 입자 직경에 따른 흡수율을 도시한 그래프이다.
- [0378] 도 18을 참조하면, 상기 실시예 6-2의 알루미늄 미세 입자의 직경이 증가할수록 중적외선 영역에서 방사율이 감소하는 것을 확인할 수 있다.
- [0379] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자는 우수한 냉각 효율을 가지기 위해서 나노미터 단위의 미세 입자를 높은 함량으로 함유하는 것이 바람직한 것을 알 수 있다.
- [0381] 도 19는 본 발명의 실시예 5의 일사량에 따른 복사 냉각 소자의 미세 입자 함유량에 따른 온도를 도시한 그래프이다.
- [0382] 도 19를 참조하면, 2019년 5월 28일부터 2019년 5월 30일까지 상기 실시예 6-1의 온도를 측정한 결과, 알루미늄 미세 입자의 함유량이 증가할수록 중적외선 방사율이 증가하여 냉각 효율이 향상되는 것을 확인할 수 있다.
- [0383] 특히, 알루미늄 미세 입자의 함유량이 7.7중량%인 경우 상기 실시예 6-1의 온도 변화량은 최대 -11.9°C 인 것을 확인할 수 있다.
- [0384] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자는 중적외선을 방사할 수 있는 미세 입자를 포함함으로써, 중적외선 방사율이 증가됨에 따라 우수한 복사 냉각 효율을 가질 수 있다.
- [0386] **3. 요철 패턴 유무에 따른 복사 냉각 소자 효율 평가**
- [0387] 도 20은 본 발명의 실시예 7 및 대조예 4에 따른 요철 패턴 유무에 따른 흡수율을 도시한 그래프이다.
- [0388] 이때, 상기 실시예 7 및 대조예 4의 제1 복사층은 같은 부피의 산화물 반도체로 이루어진다.
- [0389] 도 20을 참조하면, 상기 실시예 7(Pattern)의 경우 중적외선 영역인 붉은색 영역에서 상기 대조예 4(Thin film)보다 대체적으로 흡수율이 높은 것을 확인할 수 있다.
- [0390] 즉, 상기 실시예 7의 제1 복사층은 요철 패턴을 포함하므로 특정 파장에서 전기장(Electric field)과 자기장(Magnetic field)의 공진에 의해 중적외선 흡수가 증가하는 것을 확인할 수 있다.

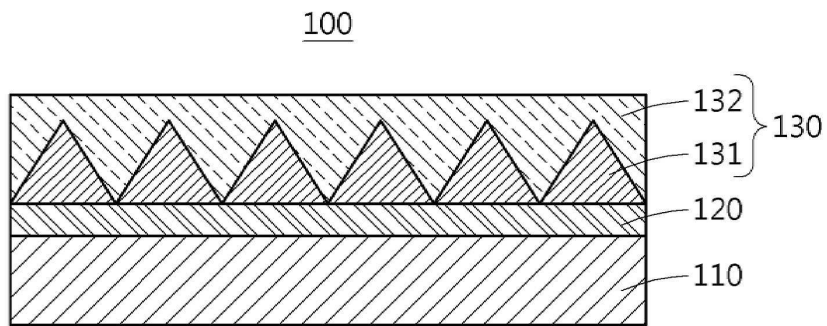
- [0391] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 복사 냉각 소자는 상기 요철 패턴을 마이크로 사이즈로 형성하는 경우 중적외선 영역의 파장에서 선택적으로 중적외선 흡수율을 증가시킬 수 있으며, 이에 따라 중적외선에 대하여 복사가 잘 일어나 우수한 냉각 효과를 가질 수 있다.
- [0393] **4. 상이한 굴절률을 가지는 코팅층 유무에 따른 복사 냉각 소자 효율 평가**
- [0394] 도 21은 본 발명의 실시예 8, 대조예 5-1 및 대조예 5-2의 복사 냉각 소자의 중적외선 방사율을 도시한 그래프이다.
- [0395] 도 21을 참조하면, 상기 실시예 8(R.C(Radiative cooling)/Ag/Si)은 상기 대조예 5-1(Ag/Si) 및 상기 대조예 5-2(Si)에 비해 중적외선 영역인 8~13 μ m 파장대에서 방사율이 증가하는 것을 확인할 수 있다.
- [0397] 도 22a 내지 도 22c는 본 발명의 실시예 8, 대조예 5-1 및 대조예 5-2의 복사 냉각 소자의 시간에 따른 온도 및 온도 변화를 도시한 그래프이다.
- [0398] 도 22a는 하루 동안 상기 실시예 8, 대조예 5-1 및 대조예 5-2의 복사 냉각 소자의 온도 및 온도 변화량을 관찰한 결과이고, 도 22b는 낮 시간(10:00~18:00) 동안 상기 실시예 8, 대조예 5-1 및 대조예 5-2의 복사 냉각 소자의 온도 및 온도 변화량을 관찰한 결과이며, 도 22c는 밤 시간(22:00~06:00) 동안 상기 실시예 8, 대조예 5-1 및 대조예 5-2의 복사 냉각 소자의 온도 및 온도 변화량을 관찰한 결과이다.
- [0399] 먼저 도 22a를 참조하면, 상기 실시예 8(R.C/Ag/Si)은 상기 대조예 5-1(Ag/Si) 및 상기 대조예 5-2(Si)에 비해 낮은 온도를 가지는 것을 확인할 수 있으며, 외부 온도(Ambient) 온도보다 낮은 온도를 가지는 것으로 보아 우수한 냉각 효율을 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [0400] 도 22b 및 도 22c를 참조하면, 상기 실시예 8(R.C/Ag/Si)은 상기 대조예 5-1(Ag/Si) 및 상기 대조예 5-2(Si)에 비해 낮 시간 및 밤 시간 모두 낮은 온도를 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [0401] 특히, 상기 실시예 8(R.C/Ag/Si)의 온도 변화량은 상기 대조예 5-1(Ag/Si) 및 상기 대조예 5-2(Si)에 비해 높은 것으로 보아 우수한 냉각 효율을 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [0402] 따라서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 복사 냉각 소자는 서로 상이한 굴절률을 가지는 물질을 포함하는 코팅층을 포함함으로써, 우수한 냉각 효과를 가지는 것을 알 수 있다.
- [0404] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

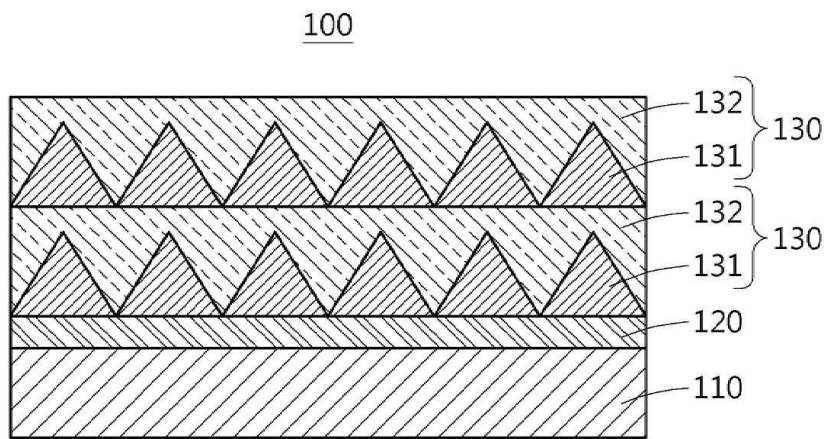
- [0406] 100, 200: 복사 냉각 소자
- 110, 210: 기판
- 120, 220: 반사층
- 121: 열 교환용 파이프
- 130, 230: 복사 냉각층
- 131: 제1 복사층
- 132: 제2 복사층
- 231: 중적외선 흡수층
- 232: 제1 코팅층
- 233: 제2 코팅층

도면

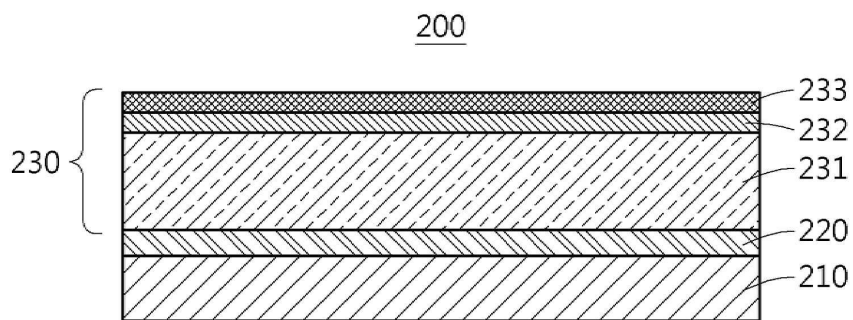
도면1a



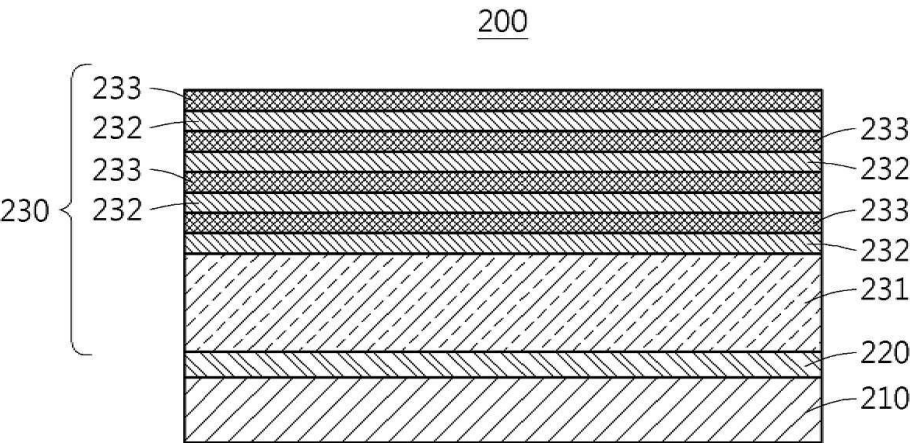
도면1b



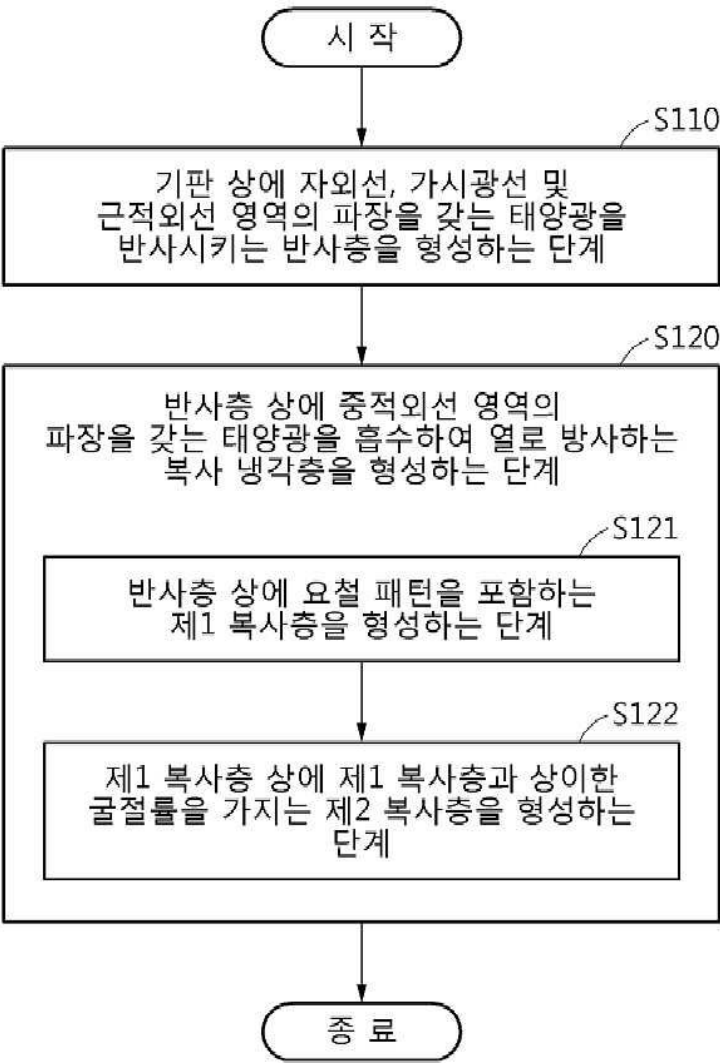
도면2a



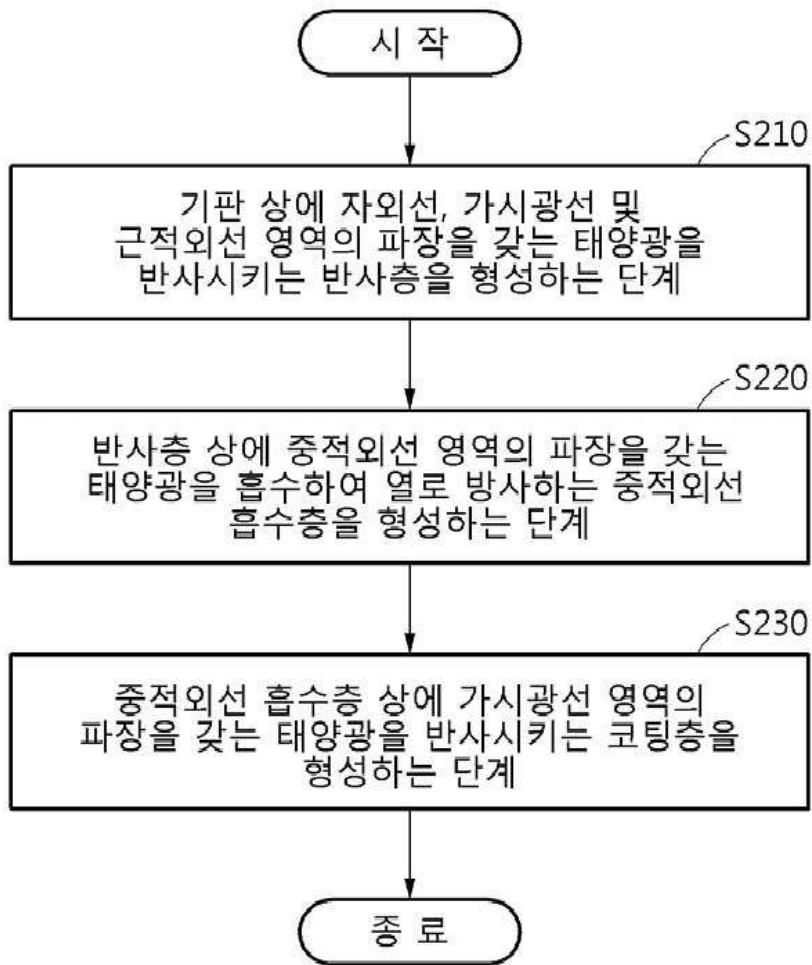
도면2b



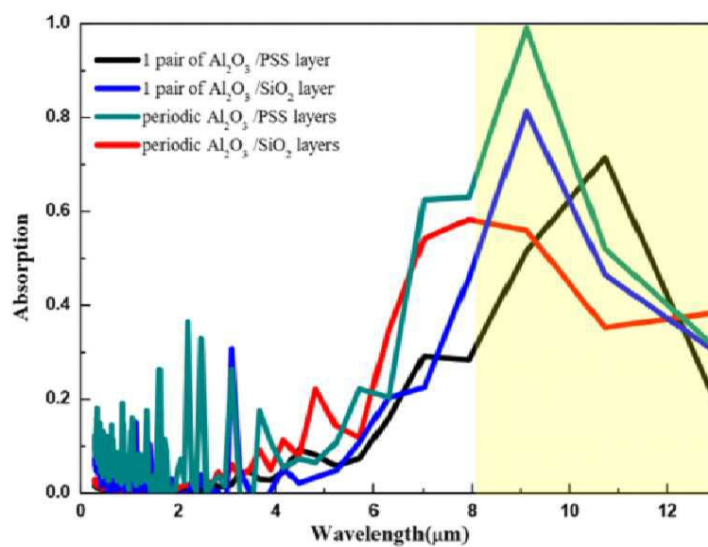
도면3



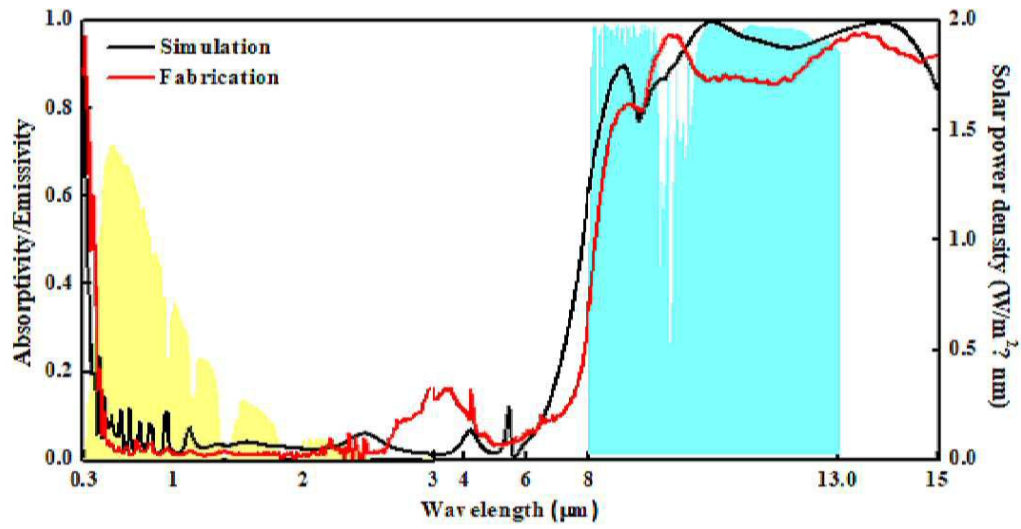
도면4



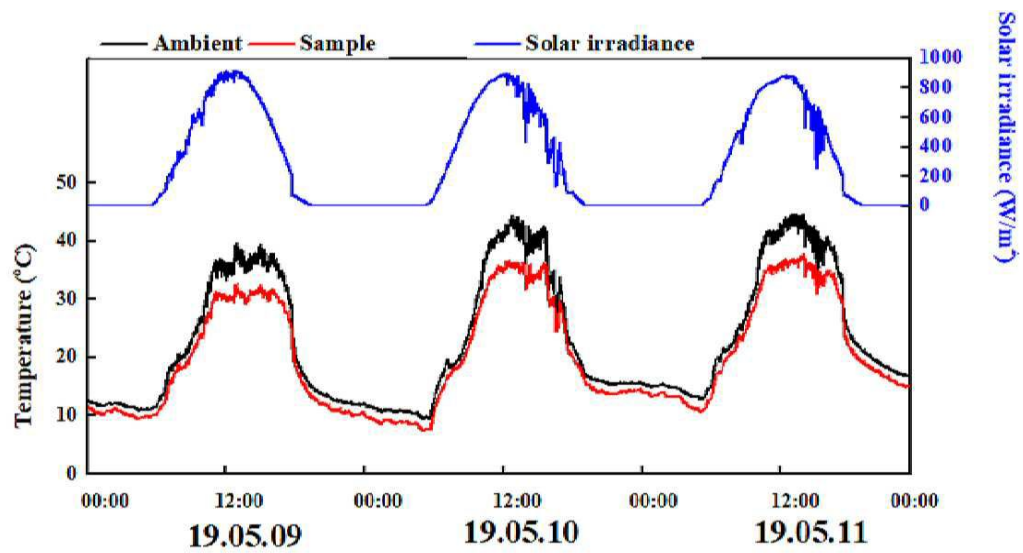
도면5



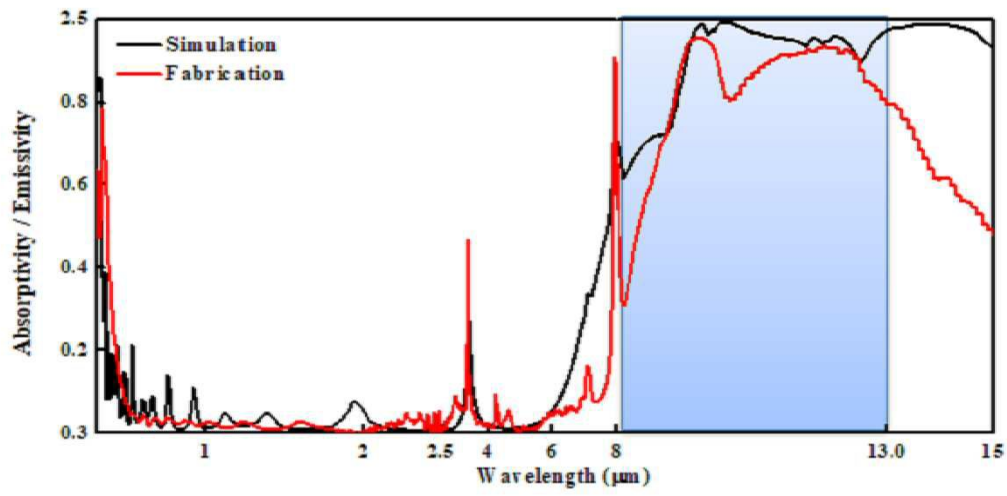
도면6



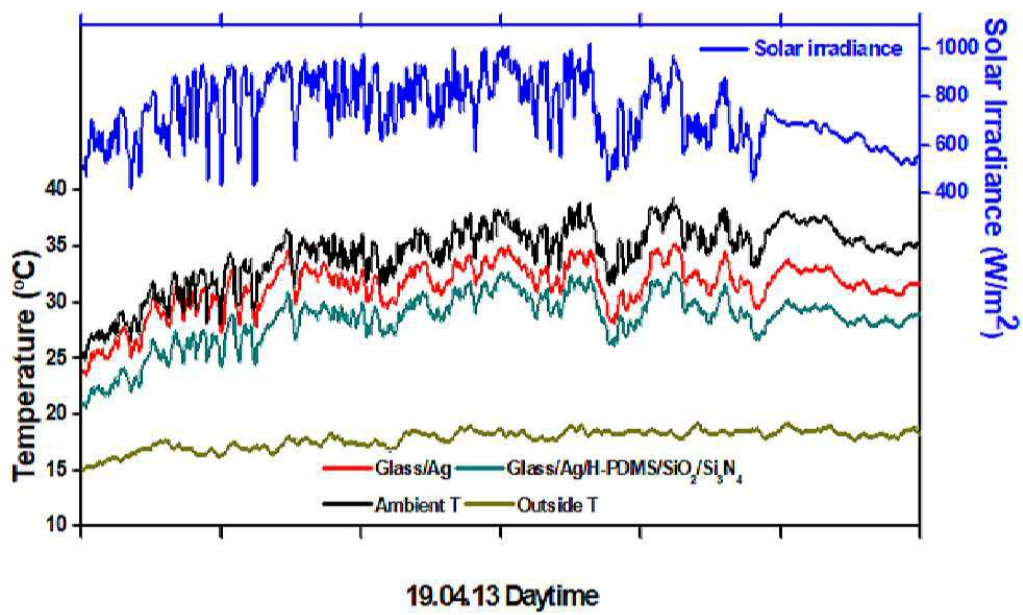
도면7



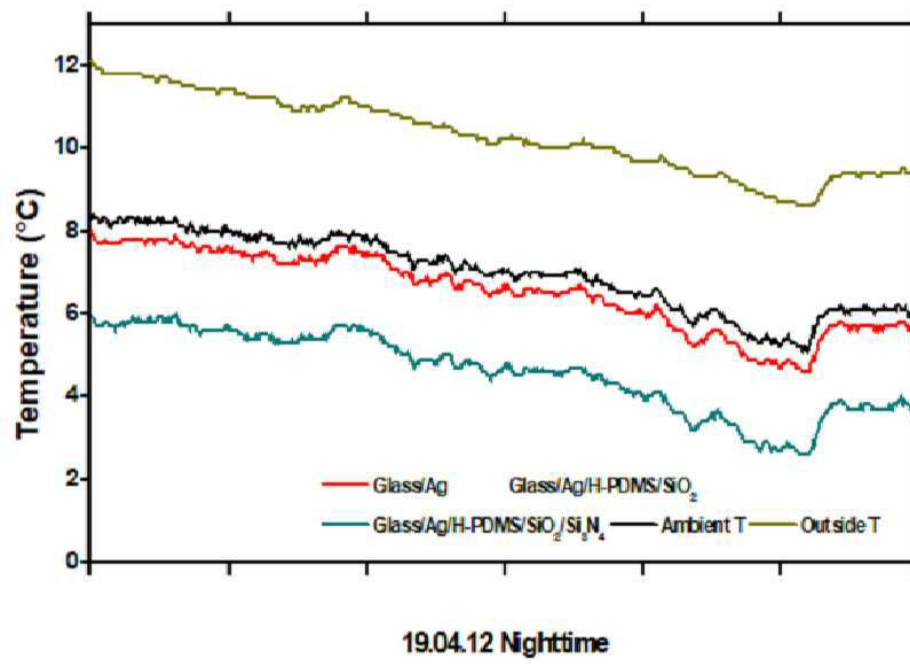
도면8



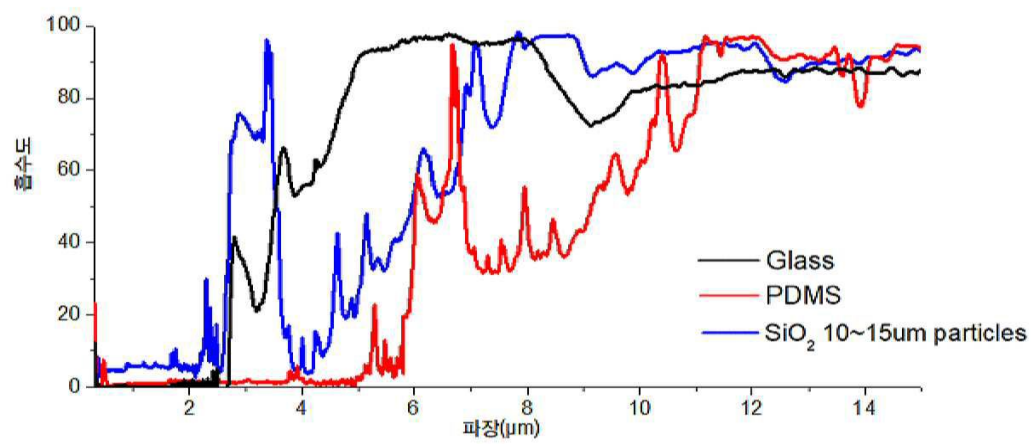
도면9



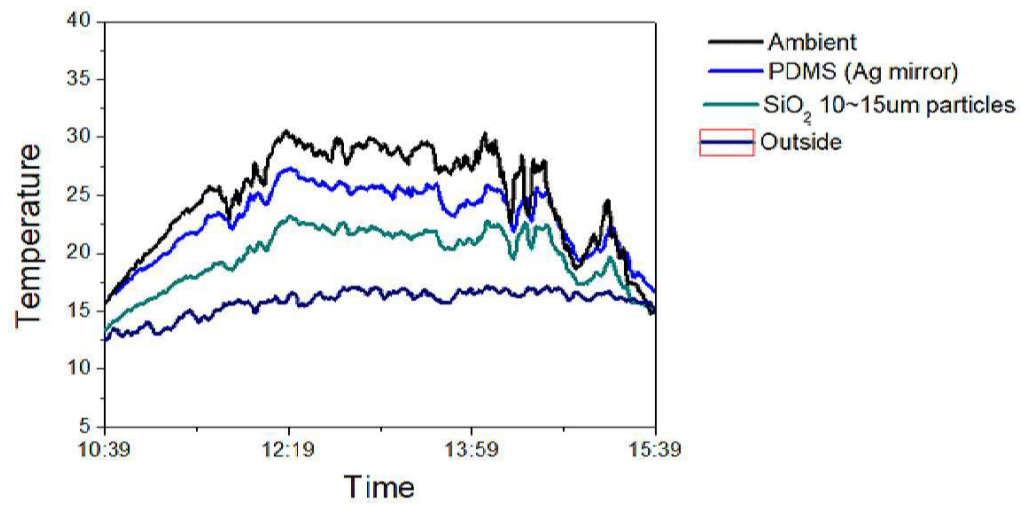
도면10



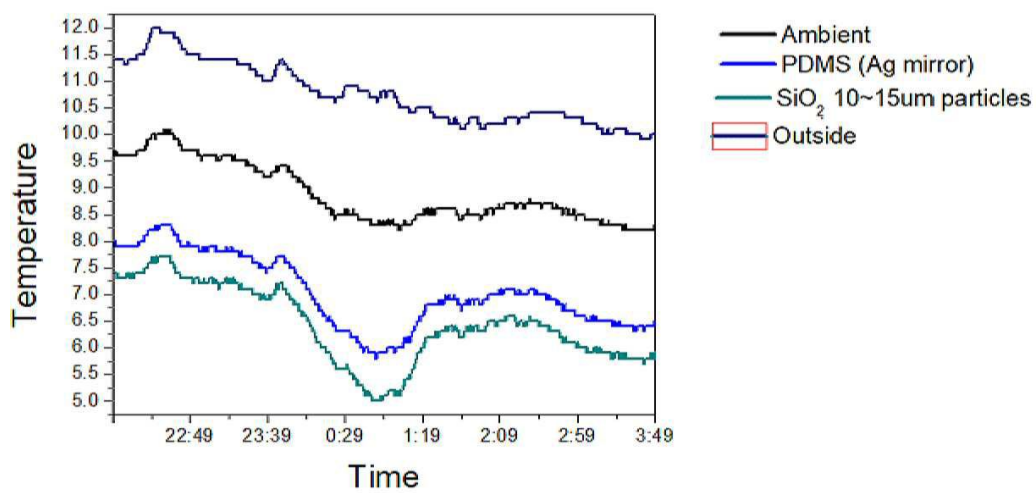
도면11



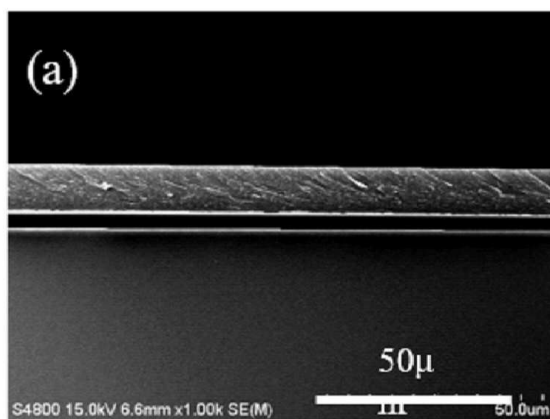
도면12



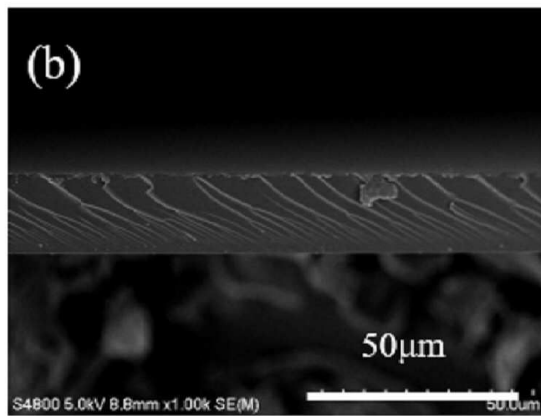
도면13



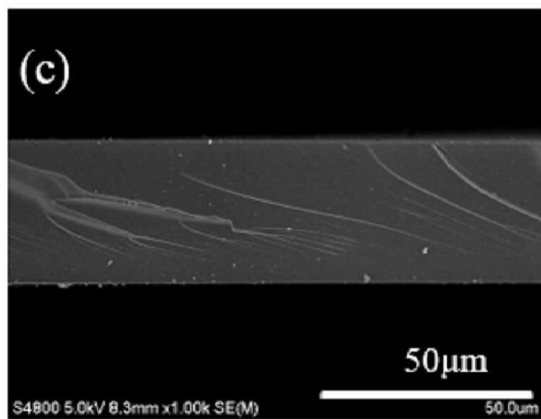
도면14a



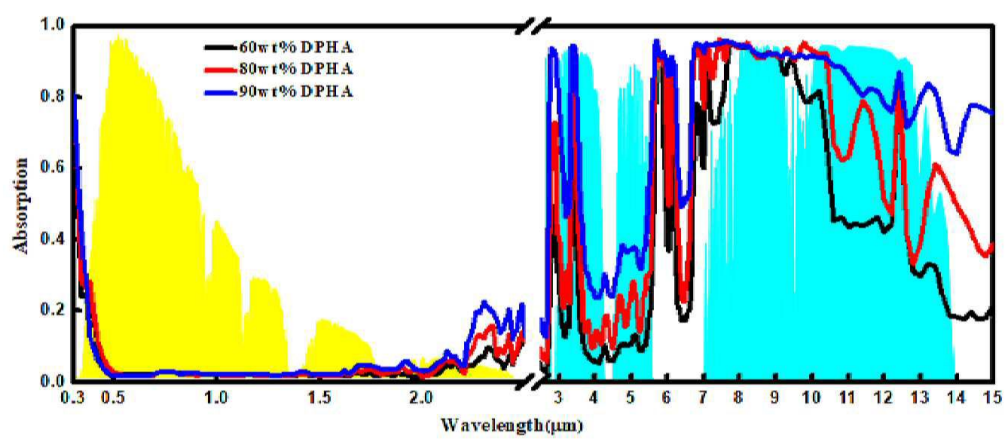
도면14b



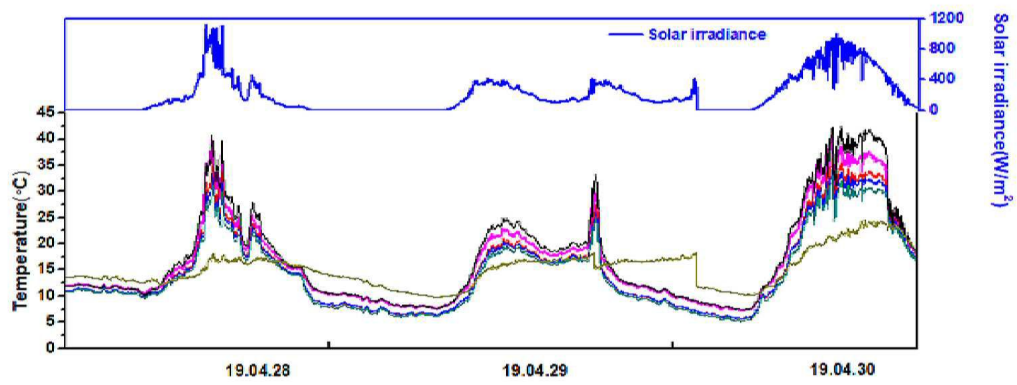
도면14c



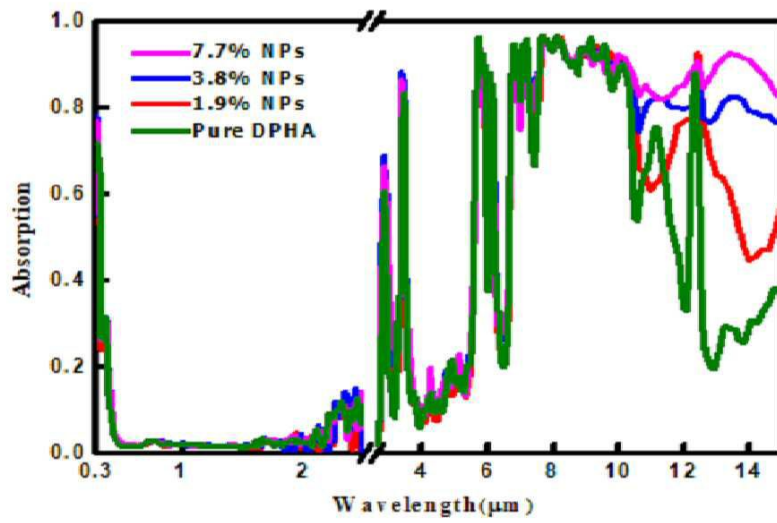
도면15



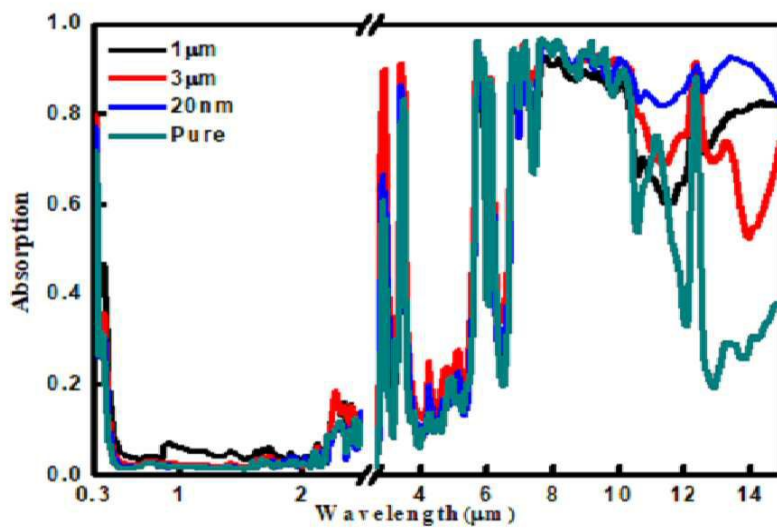
도면16



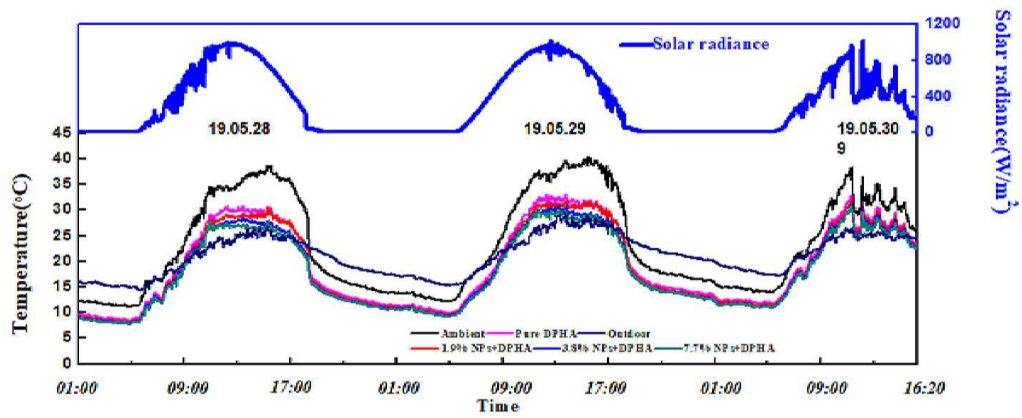
도면17



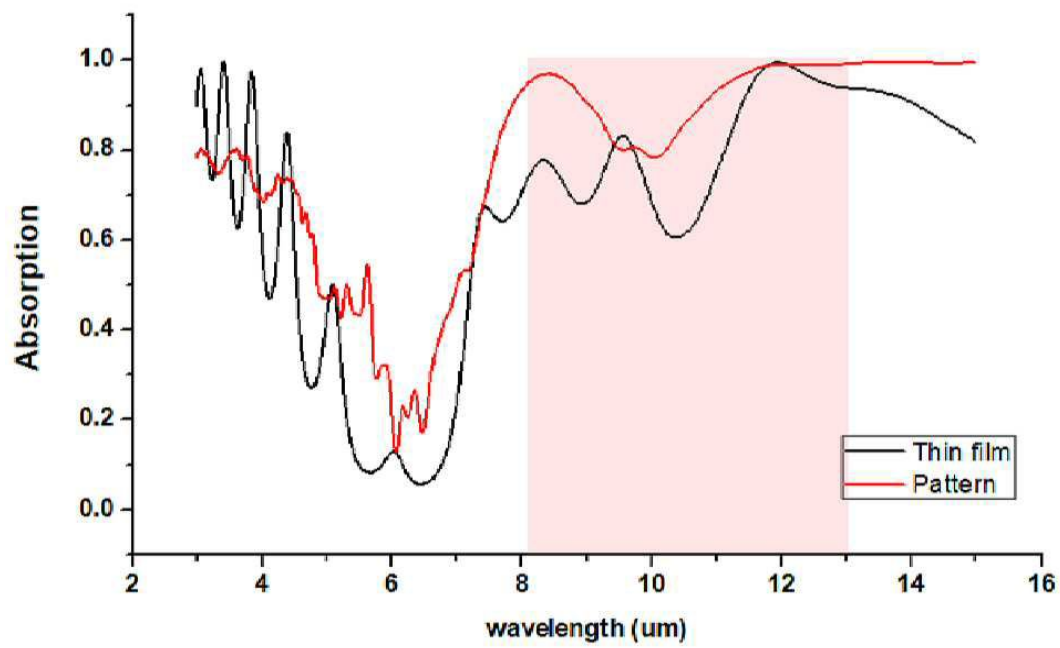
도면18



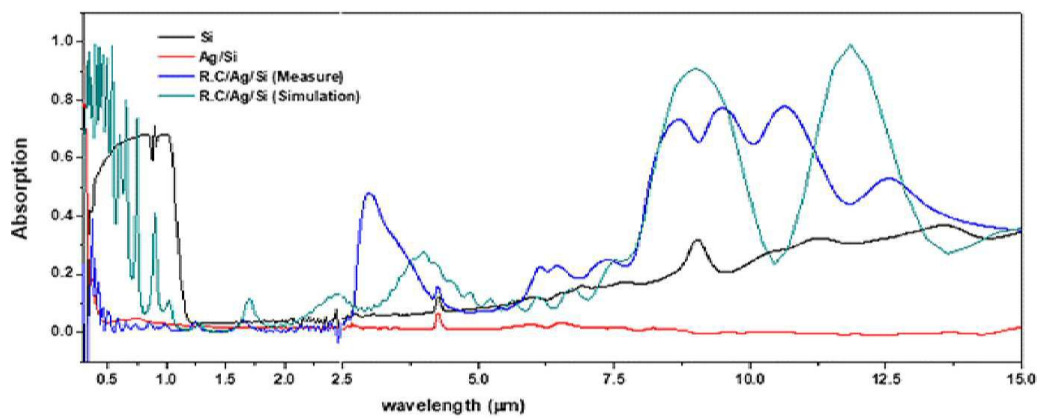
도면19



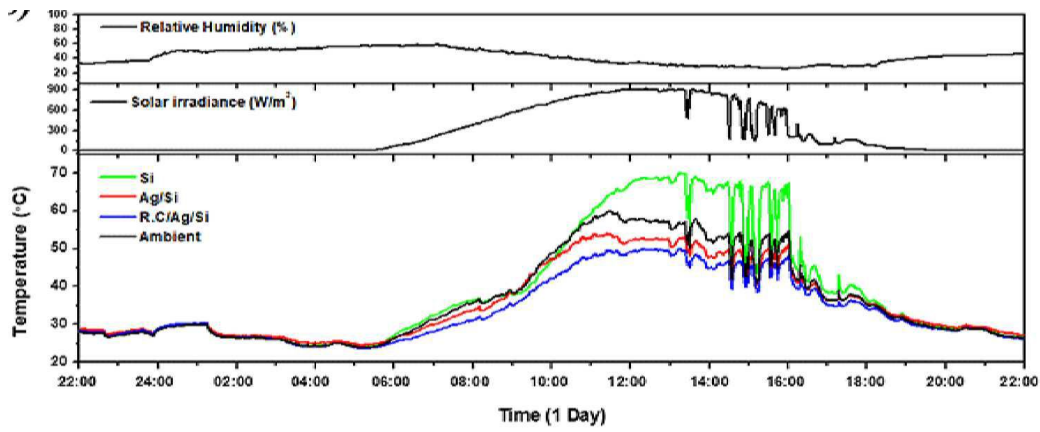
도면20



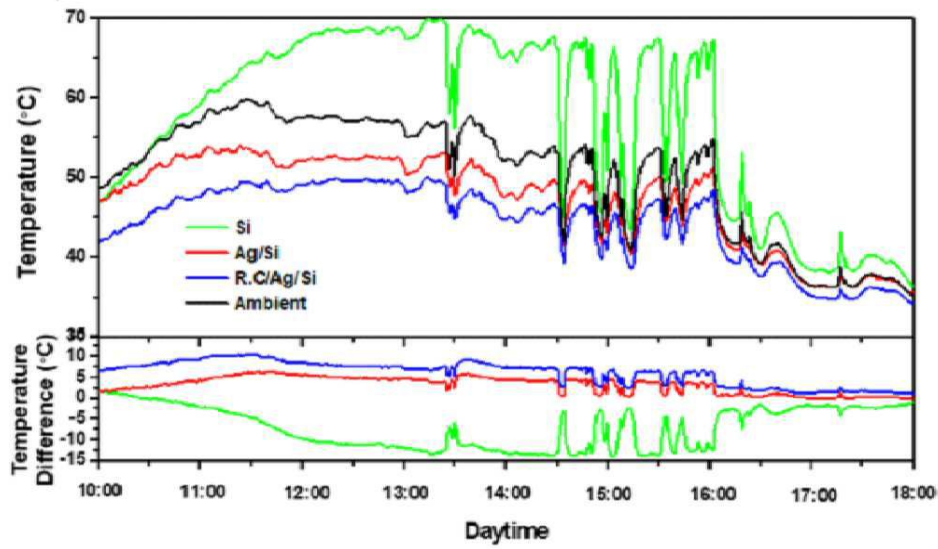
도면21



도면22a



도면22b



도면22c

