



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년09월06일
(11) 등록번호 10-2298310
(24) 등록일자 2021년08월31일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 5/08 (2006.01) B32B 27/18 (2006.01)
B32B 27/28 (2006.01) B32B 7/023 (2019.01)
C08K 3/22 (2006.01) C08L 101/00 (2006.01)
C09K 11/02 (2006.01) C09K 11/64 (2006.01)
F28F 13/18 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C09K 5/08 (2020.05)
B32B 27/18 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-0144143
(22) 출원일자 2020년11월02일
심사청구일자 2020년11월02일
- (30) 우선권주장
1020200040344 2020년04월02일 대한민국(KR)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2018526599 A*
KR1020010083185 A*
KR1020190118755 A*
KR1020190101870 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
- (72) 발명자
오승주
서울특별시 중구 청구로 64, 113동 104호(신당동, 청구 e편한세상)
이현
서울특별시 서초구 동광로 89-5, 105동 602호(방배동, 방배3차이편한세상)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
남건필, 박종수, 차상윤

전체 청구항 수 : 총 16 항

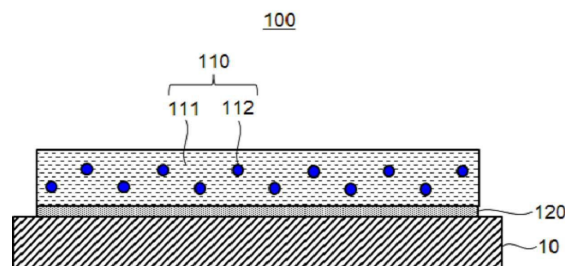
심사관 : 안국현

(54) 발명의 명칭 냉각 구조체

(57) 요약

냉각 구조체가 개시된다. 냉각 구조체는 고분자 매트릭스 및 상기 고분자 매트릭스 내부에 분산된 자외선-가시광선 변환 물질을 포함하는 적외선/자외선 흡수 방사층; 및 상기 적외선/자외선 흡수 방사층의 하부에 배치되고, 가시광선을 반사하는 가시광 반사층을 구비한다. 상기 냉각 구조체는 UV 영역의 빛을 흡수하여 이를 가시광 영역의 빛으로 전환하는 자외선-가시광선 변환 물질을 구비하므로, 기존에는 반사시키지 못했던 UV 영역의 빛을 가시광으로 변환후 반사시킬 수 있고, 이로써 냉각 소재의 냉각 효율이 현저하게 높아질 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

B32B 27/283 (2013.01)

B32B 7/023 (2019.01)

C08K 3/22 (2013.01)

C08L 101/00 (2013.01)

C09K 11/02 (2013.01)

C09K 11/64 (2013.01)

F28F 13/18 (2013.01)

(72) 발명자

전상현

서울특별시 성북구 안암로 93, 604호(안암동5가)

손수민

서울특별시 성북구 안암로9가길 25, 302호(안암동4가)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711104998
과제번호	2018M3D1A1059001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	미래소재디스커버리지원(R&D)
연구과제명	Small form-factor용 초고효율 적외선 흡수 소재 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2020.01.16 ~ 2021.01.15

명세서

청구범위

청구항 1

고분자 매트릭스 및 상기 고분자 매트릭스 내부에 분산되고 자외선을 흡수하여 가시광선을 방사하는 변환 물질을 포함하는 적외선 및 자외선의 흡수 방사층; 및

상기 적외선 및 자외선의 흡수 방사층의 하부에 배치되고, 가시광선을 반사하는 가시광 반사층을 포함하고,

상기 변환 물질은 가시광선에 대응되는 밴드갭 에너지를 갖는 제1 반도체 물질로 형성된 코어 및 상기 코어의 적어도 일부분을 피복하고, 자외선에 대응되는 밴드갭 에너지를 갖는 제2 반도체 물질로 형성된 셸을 포함하는 코어셸 구조의 나노입자를 포함하는 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 셸의 부피가 상기 코어의 부피보다 큰 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 코어의 직경은 0.1 내지 5 nm이고, 상기 셸의 두께는 9 내지 20 nm인 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 코어는 CdSe, InP, CuInS₂, PbS, CdTe, CZTS 및 CIGS로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 상기 제1 반도체 물질로 형성되고,

상기 셸은 ZnS, ZnSe, ZnO 및 CdSe로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 상기 제2 반도체 물질로 형성된 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 적외선 및 자외선의 흡수 방사층은 상기 코어셸 구조의 나노입자를 0.0001 내지 0.05 wt%의 함량으로 포함하는 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 고분자 매트릭스는 적외선을 흡수하여 열방사할 수 있는 고분자 재료로 형성된 것을 특징으로 하는,
냉각 구조체.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 고분자 매트릭스는 폴리디메틸실록산(PDMS), 디펜타에리트리톨 헥사아크릴레이트(DPHA), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 폴리메틸펜텐(TPX) 및 폴리이미드(PI)로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 고분자 재료로 형성된 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 적외선 및 자외선의 흡수 방사층은 상기 고분자 매트릭스 내부에 분산된 무기 적외선 흡수 방사 입자를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 무기 적외선 흡수 방사 입자는,

알루미늄(Al), 구리(Cu), 니켈(Ni) 또는 티타늄(Ti)의 금속 입자;

주석산화인듐(ITO), 안티몬 산화 주석(ATO), 실리콘산화물(SiO₂), 티타늄산화물(TiO₂), tantalum산화물(Ta₂O₅), 지르코늄 산화물(ZrO₂) 또는 알루미늄 산화물(Al₂O₃)의 금속산화물 입자; 또는

탄소나노튜브, 그래핀 플레이크 또는 키친블랙의 탄소계 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 가시광 반사층은 금(Au), 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti) 및 백금(Pt)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상으로 형성된 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.

청구항 12

서로 적층된 자외선 흡수 방사층과 적외선 흡수 방사층; 및

상기 자외선 흡수 방사층과 적외선 흡수 방사층의 적층 구조체의 일측에 배치되고, 가시광을 반사하는 가시광 반사층을 포함하고,

상기 자외선 흡수 방사층은 제1 고분자 재료로 형성된 제1 매트릭스 및 이의 내부에 분산되고 자외선을 흡수하여 가시광선을 방사하는 변환 물질을 포함하고,

상기 변환 물질은 가시광선에 대응되는 밴드갭 에너지를 갖는 제1 반도체 물질로 형성된 코어 및 상기 코어의 적어도 일부분을 피복하고, 자외선에 대응되는 밴드갭 에너지를 갖는 제2 반도체 물질로 형성된 셸을 포함하는 코어셸 구조의 나노입자를 포함하며,

상기 적외선 흡수 방사층은 제2 고분자 재료로 형성된 제2 매트릭스 및 이의 내부에 분산된 무기 적외선 흡수

방사 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는,
냉각 구조체.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 및 제2 고분자 매트릭스 각각은 서로 독립적으로 폴리디메틸실록산(PDMS), 디펜타에리트리톨 헥사아크릴레이트(DPHA), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 폴리메틸펜텐(TPX) 및 폴리에피드(PI)로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 고분자 재료로 형성된 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 변환 물질은 가시광선에 대응되는 밴드갭 에너지를 갖는 제1 반도체 물질로 형성된 코어 및 상기 코어의 적어도 일부분을 피복하고, 자외선에 대응되는 밴드갭 에너지를 갖는 제2 반도체 물질로 형성된 셸을 포함하는 코어셸 구조의 나노입자를 포함하고,

상기 셸의 부피가 상기 코어의 부피보다 큰 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 무기 적외선 흡수 방사 입자는,

알루미늄(Al), 구리(Cu), 니켈(Ni) 또는 티타늄(Ti)의 금속 입자;

주석산화인듐(ITO), 안티몬 산화 주석(ATO), 실리콘산화물(SiO₂), 티타늄산화물(TiO₂), tantalum산화물(Ta₂O₅), 지르코늄 산화물(ZrO₂) 또는 알루미늄 산화물(Al₂O₃)의 금속산화물 입자; 또는

탄소나노튜브, 그래핀 플레이크 또는 키친블랙의 탄소계 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 적외선 흡수 방사층은 상기 자외선 흡수 방사층과 상기 가시광 반사층 사이에 배치된 것을 특징으로 하는,
냉각 구조체.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 자외선 흡수 방사층은 상기 적외선 흡수 방사층과 상기 가시광 반사층 사이에 배치된 것을 특징으로 하는,
냉각 구조체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복사 냉각(radiative cooling)을 통해 목적물을 냉각시킬 수 있는 냉각 구조체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 복사 냉각(radiative cooling)이란 물체가 전자기선 형태로 열의 복사를 방출하면서 냉각되는 자연적인 현상이다. 근래, 이러한 복사 냉각 현상을 촉진하고 대기를 통하여 물체가 효율적으로 적외선(열)을 방출할 수 있는 냉각 소재에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이러한 소재라면 전기를 소비하지 않고도 발열 제품이나 건물을 냉각시키고 이에 따라 그 에너지 효율을 높일 수 있거나 혹은 그 반대로 열을 생성할 수 있는 친환경 기술이 될 수 있다는 점에서 주목을 받고 있다.

[0003] 복사 냉각을 이용하는 냉각 소재는 햇빛을 반사시켜 태양광의 열 에너지가 유입되는 것을 차단하고, 대기가 흡수하지 못하는 약 8 내지 13 μm 파장대의 중적외선(middle IR)을 흡수 및 방사하여 열 방출을 극대화시킴으로써 에너지 소모 없이 물체를 냉각시키도록 구성된다. 상기 복사 냉각의 효율을 향상시키기 위해서는, 냉각 소재는 상기 중적외선 파장대의 광에 대한 흡수도가 높아야 하고, 상기 중적외선 파장대 이외의 파장대의 광에 대해서는 투과시키거나 외부로 반사시킴으로써 이의 흡수를 최소화할 수 있어야 한다.

[0004] 하지만, 종래의 복사 냉각 소재의 경우, 상기 중적외선 이외의 파장대의 빛에 대한 반사를 효과적으로 수행되지 못하여, 상기 중적외선 이외의 파장대의 빛의 일부 에너지가 열에너지로 흡수되어 복사 냉각의 효율을 저하시키는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 적외선은 흡수 및 방사하고, 그 이외의 파장대의 빛은 효과적으로 반사시킬 수 있는 냉각 구조체를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 발명자들은 종래의 냉각 소재는 가시광은 반사하고 있으나 UV 영역대의 반사율이 매우 낮기 때문에, 높은 에너지의 UV 영역대는 반사를 효과적으로 하지 못하고, 이에 따라 UV 영역대의 빛이 열에너지로 흡수되어 가열되기 때문에 복사냉각의 효율이 낮아진다는 것을 알게 되었다. 이에 따라 연구한 결과, 자외선을 흡수하고 흡수된 자외선을 가시광선으로 변환하는 물질을 냉각 구조체에 함유시킴으로써 상기 문제를 해결할 수 있다는 것을 발견하였다.

[0007] 이에, 본 발명의 일 양태에 따르면, 고분자 매트릭스 및 상기 고분자 매트릭스 내부에 분산된 자외선-가시광선 변환 물질을 포함하는 적외선/자외선 흡수 방사층; 및 상기 적외선/자외선 흡수 방사층의 하부에 배치되고, 가시광선을 반사하는 가시광 반사층을 포함하는, 냉각 구조체가 제공된다.

[0008] 일 구현예에 있어서, 상기 자외선-가시광선 변환 물질은 가시광선에 대응되는 밴드갭 에너지를 갖는 제1 반도체 물질로 형성된 코어 및 상기 코어의 적어도 일부분을 피복하고, 자외선에 대응되는 밴드갭 에너지를 갖는 제2 반도체 물질로 형성된 셸을 포함하는 코어셸 구조의 나노입자를 포함할 수 있다.

[0009] 일 구현예에 있어서, 상기 셸의 부피가 상기 코어의 부피보다 클 수 있다. 예를 들면, 상기 코어의 직경은 0.1 내지 5 nm이고, 상기 셸의 두께는 9 내지 20 nm일 수 있다.

[0010] 일 구현예에 있어서, 상기 코어는 CdSe, InP, CuInS₂, PbS, CdTe, CZTS 및 CIGS로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 상기 제1 반도체 물질로 형성되고, 상기 셸은 ZnS, ZnSe, ZnO 및 CdSe로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 상기 제2 반도체 물질로 형성될 수 있다.

[0011] 일 구현예에 있어서, 상기 적외선/자외선 흡수 방사층은 상기 코어셸 구조의 나노입자를 0.0001 내지 0.05 wt%의 함량으로 포함할 수 있다.

[0012] 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 매트릭스는 적외선을 흡수하여 열방사할 수 있는 고분자 재료로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 고분자 매트릭스는 폴리디메틸실록산(PDMS), 디펜타에리트리톨 핵사아크릴레이트(DPHA), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 폴리메틸펜텐(TPX) 및 폴리이미드(PI)로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 고분자 재료로 형성될 수 있다.

[0013] 일 구현예에 있어서, 상기 적외선/자외선 흡수 방사층은 상기 고분자 매트릭스 내부에 분산된 무기 적외선 흡수 방사 입자를 더 포함할 수 있다.

[0014] 일 구현예에 있어서, 상기 무기 적외선 흡수 방사 입자는, 알루미늄(Al), 구리(Cu), 니켈(Ni) 또는 티타늄(Ti)

의 금속 입자; 주석산화인듐(ITO), 안티몬 산화 주석(ATO), 실리콘산화물(SiO₂), 티타늄산화물(TiO₂), tantalum산화물(Ta₂O₅), 지르코늄 산화물(ZrO₂) 또는 알루미늄 산화물(Al₂O₃)의 금속산화물 입자; 또는 탄소나노튜브, 그래핀 플레이크 또는 키친블랙의 탄소계 입자를 포함할 수 있다.

[0015] 일 구현예에 있어서, 상기 가시광선 반사층은 금(Au), 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti) 및 백금(Pt)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상으로 형성될 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 일 양태에 따르면, 서로 적층된 자외선 흡수 방사층과 적외선 흡수 방사층; 및 상기 자외선 흡수 방사층과 적외선 흡수 방사층의 적층 구조체의 일측에 배치되고, 가시광을 반사하는 가시광 반사층을 포함하고, 상기 자외선 흡수 방사층은 제1 고분자 재료로 형성된 제1 매트릭스 및 이의 내부에 분산된 자외선-가시광선 변환 물질을 포함하며, 상기 적외선 흡수 방사층은 제2 고분자 재료로 형성된 제2 매트릭스 및 이의 내부에 분산된 무기 적외선 흡수 방사 입자를 포함하는, 냉각 구조체가 제공된다.

[0017] 일 구현예에 있어서, 상기 제1 및 제2 고분자 매트릭스 각각은 서로 독립적으로 폴리디메틸실록산(PDMS), 디펜타에리트리톨 헥사아크릴레이트(DPHA), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 폴리메틸펜텐(TPX) 및 폴리아미드(PI)로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 고분자 재료로 형성될 수 있다.

[0018] 일 구현예에 있어서, 상기 자외선-가시광선 변환 물질은 가시광선에 대응되는 밴드갭 에너지를 갖는 제1 반도체 물질로 형성된 코어 및 상기 코어의 적어도 일부분을 피복하고, 자외선에 대응되는 밴드갭 에너지를 갖는 제2 반도체 물질로 형성된 셸을 포함하는 코어셸 구조의 나노입자를 포함하고, 상기 셸의 부피가 상기 코어의 부피보다 클 수 있다.

[0019] 일 구현예에 있어서, 상기 무기 적외선 흡수 방사 입자는, 알루미늄(Al), 구리(Cu), 니켈(Ni) 또는 티타늄(Ti)의 금속 입자; 주석산화인듐(ITO), 안티몬 산화 주석(ATO), 실리콘산화물(SiO₂), 티타늄산화물(TiO₂), tantalum산화물(Ta₂O₅), 지르코늄 산화물(ZrO₂) 또는 알루미늄 산화물(Al₂O₃)의 금속산화물 입자; 또는 탄소나노튜브, 그래핀 플레이크 또는 키친블랙의 탄소계 입자를 포함할 수 있다.

[0020] 일 구현예에 있어서, 상기 적외선 흡수 방사층은 상기 자외선 흡수 방사층과 상기 가시광 반사층 사이에 배치될 수 있다.

[0021] 일 구현예에 있어서, 상기 자외선 흡수 방사층은 상기 적외선 흡수 방사층과 상기 가시광 반사층 사이에 배치될 수 있다.

발명의 효과

[0022] 종래의 냉각 소재는 UV 영역대의 빛을 반사시키지 못하고 열로 저장하여 냉각 성능의 저하를 가져왔다. 본 발명에 따르면, UV 영역의 빛을 흡수하여 이를 가시광 영역의 빛으로 전환하는 소재를 이용하여 기존에는 반사시키지 못했던 UV 영역의 빛을 가시광으로 변환 후 반사시킬 수 있고, 이로써 냉각 소재의 냉각 효율이 현저하게 높아질 수 있다. 본 발명의 냉각 소재는 건축물의 외벽 및 창문과 같은 다양한 건축물 구조체나 자동차, 태양 전지와 같은 발열 장치에도 사용되어 전력 효율을 높이는데 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1a 및 도 1b는 코어의 부피에 비해 셸의 부피가 큰 제1 코어셸 구조의 나노입자 및 코어의 부피와 셸의 부피가 동일한 제2 코어셸 구조의 나노입자의 밴드갭 구조 및 빛의 파장에 따른 흡광도와 발광 강도를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 코어셸 구조의 나노입자 합성 공정(a), 합성된 코어셸 구조의 나노입자의 사진(b)과 TEM 이미지들(c), 그리고 합성된 코어셸 구조의 나노입자의 흡광도와 발광 강도(d)를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각 구조체를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 냉각 구조체를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 냉각 구조체를 설명하기 위한 도면이다.

도 6a는 태양광 복사 스펙트럼을 나타내는 도면이고, 도 6b는 종래 냉각 구조체에서의 냉각 매커니즘을 설명하

기 위한 도면이며, 도 6c는 본 발명의 냉각 구조체에서의 냉각 매커니즘을 설명하기 위한 도면이다.

도 7a 및 도 7b는 PDMS 단독의 적외선 흡수 방사층을 포함하는 제1 냉각 구조체('PDMS'), PDMS 매트릭스 및 이의 내부에 0.001wt%의 농도로 분산된 코어셸 구조의 나노입자를 구비하는 자외선/적외선 흡수 방사층을 포함하는 제2 냉각 구조체('GC(0.001wt%)')에 대한 다른 조건에서의 냉각 측정 데이터를 나타내는 그래프들이고, 도 7c는 상기 제1 냉각 구조체('PDMS') 및 상기 제2 냉각 구조체('GC(0.001wt%)')의 각도 방사율(angular emissivity)을 측정한 결과를 나타내는 도면이며, 도 7d는 상기 제1 냉각 구조체('PDMS') 및 상기 제2 냉각 구조체('GC(0.001wt%)')의 광흡수도를 나타내는 도면이다.

도 8a는 PDMS 단독의 적외선 흡수 방사층을 포함하는 제1 냉각 구조체('PDMS') 그리고 PDMS 매트릭스 및 이의 내부에 0.1wt%의 농도로 분산된 코어셸 구조의 나노입자를 구비하는 자외선/적외선 흡수 방사층을 포함하는 제3 냉각 구조체('GC(0.1wt%)')에 대한 냉각 측정 데이터를 나타내는 그래프이고, 도 8b는 상기 제1 냉각 구조체('PDMS') 및 상기 제3 냉각 구조체('GC(0.1wt%)')의 광흡수도를 나타내는 도면이다.

도 9는 고온 주입법에 따라 합성된 코어셸 구조의 나노입자를 유리 위에 도포하여 제조된 구조체 A('GC@Glass') 및 PDMS 위에 도포하여 제조된 구조체 B('GC@PDMS')에 대해, 물, 메탄올(MeOH), 에탄올(EtOH), 이소프로필 알콜(IPA) 및 메틸 아세테이트(MeOAc)에 담그고 30일이 경과한 후 측정된 상대적인 PL 강도(a)를 나타내는 도면 및 다양한 온도에서 측정된 파장에 따른 발광 강도(b)를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0025] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0026] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0028] 본 발명의 일 양태에 따르면, 적외선을 흡수하고 흡수된 적외선을 방사하는 적외선 흡수 방사 물질 및 자외선을 흡수하고 상기 흡수된 자외선을 가시광선으로 변환하여 방사하는 자외선-가시광선 변환 물질을 함유하는 냉각 구조체가 제공된다.
- [0030] (1) 자외선-가시광선 변환 물질 및 자외선 흡수 방사층
- [0031] 본 발명의 냉각 구조체는 자외선을 흡수하고 흡수된 자외선을 가시광선으로 변환하는 자외선-가시광선 변환 물질을 포함할 수 있다.
- [0032] 여기서 "자외선"은 400 nm 이하의 파장 영역의 빛을 의미한다. 본 발명에서 상기 자외선-가시광선 변환 물질은 약 400 nm 이하의 파장 영역의 빛을 흡수할 수 있으며, 구체적으로는 약 300 nm 내지 400 nm의 파장 영역의 빛을 흡수할 수 있다. 본 발명의 냉각 구조체는 상기 자외선-가시광선 변환 물질이 자외선을 흡수하여 이를 가시광선으로 변환하여 방출하므로, 종래의 냉각 구조체에서 상기 자외선의 흡수로 인하여 열 에너지가 저장되어 가열되는 문제를 해결할 수 있다.
- [0033] 상기 자외선-가시광선 변환 물질은 코어셸 구조의 나노입자일 수 있다. "코어셸 구조"란, 코어(core) 및 이를 적어도 부분적으로 둘러싸도록 셸(shell)을 포함하는 구조를 의미한다.
- [0034] 상기 코어셸 구조의 나노입자에서, 상기 코어는 방출되는 가시광선에 대응되는 밴드갭 에너지를 갖는 제1 반도체

체 물질로 형성될 수 있고, 상기 셀은 흡수되는 자외선에 대응되는 밴드갭 에너지를 갖는 제2 반도체 물질로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 코어의 일중항(singlet) 여기 에너지는 상기 셀의 일중항 여기 에너지보다 작을 수 있고, 이 경우, 상기 자외선의 흡수에 의해 상기 셀에 생성된 일중항 여기자는 상기 코어의 일중항으로 이동할 수 있고, 상기 코어의 일중항으로 이동한 여기자는 재결합에 의해 가시광선의 형태로 방출될 수 있으므로, 상기 코어셀 구조의 나노입자는 자외선을 가시광선으로 변환할 수 있다.

[0035] 일 구현예에서, 상기 셀의 부피가 상기 코어의 부피보다 더 클 수 있다. 예를 들면, 상기 코어의 사이즈(즉, 코어 직경)에 비하여 상기 셀의 사이즈(즉, 셀의 두께)가 더 클 수 있다. 이 경우, 상기 셀의 자외선 흡수율이 높아서 상기 셀에서 흡수되는 자외선의 양을 증가시킬 수 있을 뿐만 아니라, 상기 코어셀 구조의 나노입자에 의해 가시광선 흡수를 최소화할 수 있다. 이에 대해서는 도 1a 및 도 1b를 참조하여 상술한다.

[0036] 일 구현예에 있어서, 상기 코어셀 구조의 나노입자는 코어의 직경이 약 10 nm 이하이고 셀의 두께가 약 5 nm 이상일 수 있고, 셀의 두께가 코어의 직경보다 더 클 수 있다. 예를 들면, 상기 코어 직경은 약 5 nm 이하일 수 있고, 상기 셀의 두께는 약 9 nm 이상일 수 있다. 구체적으로, 상기 코어의 직경은 약 0.1 nm 내지 5 nm 일 수 있고, 상기 셀의 두께는 약 9 내지 20 nm 일 수 있다. 상기 범위의 사이즈를 갖는 코어셀 구조에 대한 하나의 예로서, 코어의 직경은 약 4 nm 이고 셀의 두께는 약 8 nm 일 수 있고, 다른 예로서 코어의 직경이 약 2 nm 이고 셀의 두께가 약 10 nm 일 수 있다.

[0037] 도 1a 및 도 1b는 코어의 부피에 비해 셀의 부피가 큰 제1 코어셀 구조의 나노입자 및 코어의 부피와 셀의 부피가 동일한 제2 코어셀 구조의 나노입자의 밴드갭 구조 및 빛의 파장에 따른 흡광도와 발광 강도를 설명하기 위한 도면이다.

[0038] 먼저 도 1a를 참조하면, 코어의 부피에 비해 셀의 부피가 큰 상기 제1 코어셀 구조의 나노입자의 경우, 400nm 이하의 파장 영역의 자외선을 주로 흡수하고, 약 500 내지 580nm의 가시광선을 방출하는 것을 확인할 수 있다.

[0039] 이에 반해, 도 1b를 참조하면, 코어의 부피와 셀의 부피가 동일한 상기 제2 코어셀 구조의 나노입자의 경우, 400nm 이하의 파장 영역의 자외선뿐만 아니라 400 내지 550nm 파장의 가시광선도 상당량 흡수하고, 약 500 내지 580nm의 가시광선을 방출하는 것을 확인할 수 있다.

[0040] 이상의 사항으로부터 상기 제2 코어셀 구조의 나노입자에 비해 상기 제1 코어셀 구조의 나노입자는 가시광선의 흡수율이 더 낮고, 그로 인해 더 많은 양의 자외선을 흡수할 수 있을 것으로 판단된다.

[0041] 일 구현예에 있어서, 상기 코어는 CdSe, InP, CuInS₂, PbS, CdTe, CZTS, CIGS 등으로부터 선택된 하나 이상의 반도체 물질로 형성될 수 있으나, 이것으로 한정되는 것은 아니다. 그리고, 상기 셀은 ZnS, ZnSe, ZnO, CdSe 등으로부터 선택된 하나 이상의 반도체 물질로 형성될 수 있으나, 이것으로 한정되는 것은 아니다.

[0042] 일 구현예에 있어서, 상기 코어셀 구조의 나노입자의 합성공정은 특별히 제한되지 않고, 공지된 코어셀 나노입자 합성공정이 제한 없이 적용될 수 있다. 일 구현예로, 상기 코어셀 구조의 나노입자는 고온 주입법(hot injection)에 의해 합성될 수 있다. 이에 대해서는 도 2를 참조하여 상술한다.

[0043] 도 2는 코어셀 구조의 나노입자 합성 공정(a), 합성된 코어셀 구조의 나노입자의 사진(b)과 TEM 이미지들(c), 그리고 합성된 코어셀 구조의 나노입자의 흡광도와 발광 강도(d)를 설명하기 위한 도면이다.

[0044] 도 2를 참조하면, 상기 고온 주입법에 의해 상기 코어셀 구조의 나노입자를 합성하기 위해, 제1 코어 전구체와 제1 셀 전구체를 용매와 함께 반응기에 투입한 후 반응기의 온도를 상승시켜 상기 제1 코어 전구체와 상기 제1 셀 전구체로부터 제1 코어 이온과 제1 셀 이온이 생성할 수 있고, 이어서 추가로 온도를 상승시킨 후 제2 코어 전구체와 제2 셀 전구체가 용해된 용액을 상기 반응기 내에 빠르게 주입하여 상기 코어셀 구조의 나노입자를 합성할 수 있다. 이 때, 상기 제2 코어 전구체와 상기 제2 셀 전구체의 주입 후 유지 시간, 각 전구체의 몰 비를 조절함으로써, 상기 코어셀 구조의 나노입자의 코어 및 셀의 사이즈를 조절할 수 있다.

[0046] (2) 적외선 흡수 방사 물질 및 적외선 흡수 방사층

[0047] 적외선 흡수 방사 물질은 상기 적외선을 흡수하여 열방사함으로써 복사 냉각을 일으키는 물질이다. 일 구현예로, 적외선 흡수 방사층을 투명하게 제공하는 동시에 냉각 효과를 극대화하기 위해서, 상기 적외선 흡수 방사 물질은 가시광선 및 근적외선 영역의 흡수율보다 약 8 내지 13 μm 파장 영역의 적외선을 잘 흡수하는 것이 바람직하다.

[0048] 상기 적외선 흡수 방사 물질로는 유기재료 또는 무기재료가 제한 없이 사용될 수 있다. 일 구현예로, 상기 적외

선 흡수 방사 물질은 고분자 재료, 예를 들면, 폴리디메틸실록산(PDMS), 디펜타에리트리톨 헥사아크릴레이트(DPHA), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 폴리메틸펜텐(TPX), 폴리이미드(PI) 등으로부터 선택된 하나 이상의 유기 재료를 포함할 수 있다. 다른 구현예로, 상기 적외선 흡수 방사 물질은 금속, 탄소, 금속산화물 등의 무기재료, 예를 들면, 알루미늄(Al), 구리(Cu), 니켈(Ni), 티타늄(Ti) 등의 금속 입자; 주석산화인듐(ITO), 안티몬 산화 주석(ATO), 실리콘산화물(SiO₂), 티타늄산화물(TiO₂), tantalum산화물(Ta₂O₅), 지르코늄 산화물(ZrO₂), 알루미늄 산화물(Al₂O₃) 등의 금속산화물 입자; 탄소나노튜브, 그래핀 플레이크, 키친블랙 등의 탄소계 재료 입자 등을 포함할 수 있다.

[0049] 상기 적외선 흡수 방사 물질로는 상기 유기재료 및 무기재료 중 선택된 1종을 단독으로 사용하거나 2종 이상을 서로 조합하여 사용될 수 있다. 예를 들면, 상기 적외선 흡수 방사 물질은 상기 유기재료로 형성된 매트릭스 및 이의 내부에 분산된 상기 무기재료 입자를 포함할 수 있고, 이 경우, 상기 무기재료로는 상기 무기재료 중 선택된 1종을 단독으로 또는 2 이상의 종을 조합하여 사용될 수 있다.

[0051] (3) 가시광 반사층

[0052] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 본 발명의 냉각 구조체는 가시광선을 반사하는 가시광선 반사층을 추가로 포함할 수 있다.

[0053] 상기 가시광선 반사층은 가시광선을 반사할 수 있는 물질을 포함하는 것이라면 특별히 제한되지 않으며, 통상적으로 금속으로 이루어진 층이 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 가시광선 반사층은 금(Au), 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti) 및 백금(Pt) 중에서 선택된 1종 이상으로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 가시광선 반사층은 은(Ag) 또는 알루미늄(Al)으로 형성될 수 있다.

[0055] (4) 냉각 구조체

[0056] 본 발명의 일 구현예에 따른 냉각 구조체에서는, 상기 자외선-가시광선 변환 물질 및 상기 적외선 흡수 방사 물질과 함께 조합되어 두 물질이 하나의 적외선/자외선 흡수 방사층을 형성할 수 있다. 이 때, 자외선-가시광선 변환 물질인 코어셸 구조의 나노입자가 적외선 흡수 방사 물질인 매트릭스 중에 혼입되어 층을 형성할 수 있다. 예를 들어, 적외선 흡수 방사 물질로서 PDMS 매트릭스 내에 자외선-가시광선 변환 물질로서 코어셸 구조의 나노입자가 혼입되어 있을 수 있다.

[0057] 본 발명의 다른 일 구현예에 따른 냉각 구조체에서는, 상기 자외선-가시광선 변환 물질은 적외선 흡수 방사 물질과 함께 조합되지 않고 단독으로 자외선 흡수 방사층을 형성할 수도 있다. 이 때, 상기 자외선-가시광선 변환 물질을 함유하는 상기 자외선 흡수 방사층은 상기 가시광선 반사층 위에 적층될 수 있고, 상기 자외선 흡수 방사층에서 발광하는 가시광선이 상기 가시광선 반사층에 의해 반사될 수 있다. 한편, 상기 자외선 흡수 방사층은 그의 일부 또는 전부가 상기 가시광선 반사층과 상기 적외선 흡수 방사층의 사이에 위치할 수 있고, 이와 달리 상기 가시광선 반사층과 상기 적외선 흡수 방사층 상부에 위치할 수도 있다.

[0058] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 냉각 구조체는 시트(sheet), 막(film), 또는 코팅물의 형태일 수 있다.

[0059] 일 구현예에 따르면, 상기 냉각 구조체는 기판을 추가로 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 냉각 구조체는 상기 기판 상에 상기 가시광선 반사층을 적층하고 그 위에 적외선/자외선 흡수 방사층 또는 적외선 흡수 방사층과 자외선 흡수 방사층을 적층한 구조일 수 있다. 상기 기판은 특별히 제한되지 않으며, 유리, 플렉서블 고분자 기판, 예를 들어, 폴리이미드 및 폴리에틸렌 테레프탈레이트 등을 사용할 수 있다. 본 발명의 다른 일 구현예에 따르면 본 발명의 냉각 구조체는 별도의 기판이 아니라 냉각이 요구되는 물체의 외면에 바로 적용될 수도 있다.

[0060] 본 발명의 냉각 구조체는 건축물의 외벽 및 창문과 같은 다양한 건축물 구조체나 자동차, 태양 전지와 같은 발열이 발생하는 장치에 사용되어 에너지 효율을 높이는데 기여할 수 있다.

[0062] 이하 본 발명의 구체적인 실시예들을 도면을 참조하여 상술한다. 다만, 하기의 실시예는 본 발명의 일부 실시 형태에 불과한 것으로서, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0064] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각 구조체를 설명하기 위한 도면이다.

[0065] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각 구조체(100)는 적외선/자외선 흡수 방사층(110) 및 가시광 반사층(120)을 포함할 수 있다.

- [0066] 상기 적외선/자외선 흡수 방사층(110)은 고분자 매트릭스(111) 및 상기 고분자 매트릭스(111) 내부에 분산된 자외선-가시광선 변환 물질(112)을 포함할 수 있다.
- [0067] 상기 고분자 매트릭스(110)는 상기 적외선 흡수 방사 물질 중 고분자 재료로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 고분자 매트릭스(110)는 폴리디메틸실록산(PDMS), 디펜타에리트리톨 헥사아크릴레이트(DPHA), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 폴리메틸펜텐(TPX), 폴리이미드(PI) 등으로부터 선택된 하나 이상의 고분자 재료를 포함할 수 있다.
- [0068] 상기 자외선-가시광선 변환 물질(112)은 앞에서 설명한 상기 코어셸 구조의 나노입자를 포함할 수 있다. 일 실시예로, 상기 코어셸 구조의 나노입자는 셸의 부피가 코어의 부피보다 더 클 수 있다.
- [0069] 상기 적외선/자외선 흡수 방사층(110)에 있어서, 상기 고분자 매트릭스(111)는 외부로부터 입사되는 태양광 중 적외선을 흡수하여 열방사할 수 있고, 상기 자외선-가시광선 변환 물질(112)은 자외선을 흡수하여 이를 가시광선으로 변환할 수 있다.
- [0070] 일 실시예에 있어서, 상기 적외선/자외선 흡수 방사층(110)은 상기 자외선-가시광선 변환 물질(112)을 약 0.0001 내지 0.05 wt%의 함량으로 포함할 수 있다. 상기 자외선-가시광선 변환 물질(112)의 함량이 0.0001 wt% 미만인 경우에는 자외선의 흡수량이 너무 낮아서 냉각 효율이 저하되는 문제점이 발생할 수 있고, 0.05 wt%를 초과하는 경우에는 스캐터링에 의한 흡수가 높아져 히팅이 일어나는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0071] 상기 가시광 반사층(120)은 상기 적외선/자외선 흡수 방사층(110)의 하부에 배치되고, 태양광 중 상기 적외선/자외선 흡수 방사층(110)을 통과한 가시광선 및 상기 자외선-가시광선 변환 물질(112)에 의해 발광된 가시광선을 반사할 수 있다. 일 구현예에 있어서, 상기 가시광 반사층(120)은 냉각 대상인 기재(10)의 표면 상에 배치되거나, 기판(미도시)에 의해 지지될 수 있다. 상기 가시광 반사층(120)은 가시광선을 반사할 수 있는 금속으로 형성될 수 있다.
- [0073] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 냉각 구조체를 설명하기 위한 도면이다.
- [0074] 도 4를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 냉각 구조체(200)는 적외선/자외선 흡수 방사층(210) 및 가시광 반사층(220)을 포함할 수 있다.
- [0075] 상기 적외선/자외선 흡수 방사층(210)은 고분자 매트릭스(211) 및 상기 고분자 매트릭스(211) 내부에 분산된 자외선-가시광선 변환 물질(212) 외에 무기 적외선 흡수 방사 입자(213)를 더 포함한다는 것을 제외하고는 도 3을 참조하여 설명한 냉각 구조체(100)의 적외선/자외선 흡수 방사층(110)과 실질적으로 동일하므로, 이에 대한 중복된 상세한 설명을 생략한다.
- [0076] 상기 무기 적외선 흡수 방사 입자(213)는 적외선을 흡수하여 열방사할 수 있는 무기재료로 형성될 수 있다. 일 구현예로, 상기 무기 적외선 흡수 방사 입자(213)는 금속, 탄소, 금속산화물 등의 무기재료로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 무기 적외선 흡수 방사 입자(213)는 알루미늄(Al), 구리(Cu), 니켈(Ni), 티타늄(Ti) 등의 금속 입자; 주석산화인듐(ITO), 안티몬 산화 주석(ATO), 실리콘산화물(SiO₂), 티타늄산화물(TiO₂), tantalum산화물(Ta₂O₅), 지르코늄 산화물(ZrO₂), 알루미늄 산화물(Al₂O₃) 등의 금속산화물 입자; 탄소나노튜브, 그래핀 플레이크, 키친블랙 등의 탄소계 재료 입자 등을 포함할 수 있다.
- [0077] 상기 가시광 반사층(220)은 도 3을 참조하여 설명한 냉각 구조체(100)의 가시광 반사층(120)과 실질적으로 동일하므로, 이에 대한 중복된 상세한 설명을 생략한다.
- [0079] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 냉각 구조체를 설명하기 위한 도면이다.
- [0080] 도 5를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 냉각 구조체(300)는 자외선 흡수 방사층(310a), 적외선 흡수 방사층(310b) 및 가시광 반사층(320)을 포함할 수 있다.
- [0081] 상기 자외선 흡수 방사층(310a)은 제1 고분자 재료로 형성된 제1 매트릭스(311a) 내부에 분산된 자외선-가시광선 변환 물질(312b)를 포함할 수 있고, 상기 적외선 흡수 방사층(310b)은 제2 고분자 재료로 형성된 제2 매트릭스(311b) 내부에 분산된 무기 적외선 흡수 방사 입자(312b)를 포함할 수 있다.
- [0082] 일 구현예에 있어서, 상기 제1 매트릭스(311a)와 상기 제2 매트릭스(311b)는 서로 동일한 고분자 재료로 형성될 수도 있고, 서로 다른 고분자 재료로 형성될 수 있다. 일 구현예로, 상기 제1 매트릭스(311a)와 상기 제2 매트릭스(311b) 각각은 서로 독립적으로 적외선을 흡수하여 열방사할 수 있는 고분자 재료, 예를 들면, 폴리디메틸

실록산(PDMS), 디펜타에리트리톨 헥사아크릴레이트(DPHA), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF), 폴리메틸펜텐(TPX), 폴리이미드(PI) 등으로부터 선택된 하나 이상의 고분자 재료로 형성될 수 있다.

- [0083] 일 구현예에 있어서, 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 적외선 흡수 방사층(310b)은 상기 가시광 반사층(320) 상부에 배치되고, 상기 자외선 흡수 방사층(310a)은 상기 적외선 흡수 방사층(310b) 상부에 배치될 수 있다. 이와 다른 구현예에 있어서, 상기 자외선 흡수 방사층(310a)이 상기 가시광 반사층(320) 상부에 배치되고, 상기 적외선 흡수 방사층(310b)이 상기 자외선 흡수 방사층(310a) 상부에 배치될 수 있다.
- [0084] 상기 가시광 반사층(320)은 도 3을 참조하여 설명한 냉각 구조체(100)의 가시광 반사층(120)과 실질적으로 동일하므로, 이에 대한 중복된 상세한 설명을 생략한다.
- [0086] 이하 본 발명의 실시예에 따른 냉각 구조체의 기술적 효과에 대해 도 6a 내지 도 9을 참조하여 설명한다.
- [0087] 도 6a는 태양광 복사 스펙트럼을 나타내는 도면이고, 도 6b는 종래 냉각 구조체에서의 냉각 매커니즘을 설명하기 위한 도면이며, 도 6c는 본 발명의 냉각 구조체에서의 냉각 매커니즘을 설명하기 위한 도면이다.
- [0088] 도 6a를 참조하면, UV 영역, 특히 300 내지 400 nm의 UV 영역은 태양광 복사의 상당 부분을 차지하는 것을 알 수 있다. 따라서, 물체가 300 내지 400 nm의 자외선을 흡수하여 이를 열에너지로 변환시킬 경우 물체의 온도는 상승할 것임을 알 수 있다.
- [0089] 도 6b를 참조하면, PDMS로 형성된 적외선 흡수 방사층 및 이의 하부에 배치되고 실버(Ag)로 형성된 가시광선 반사층을 포함하는 종래의 냉각 구조체의 경우, 가시광선 영역의 광에 대해서는 높은 반사율을 가지지만, 약 300 내지 400 nm 파장의 자외선에 대해서는 낮은 반사율을 가짐을 확인할 수 있다. 따라서, 종래의 냉각 구조체에서는 약 300 내지 400 nm 파장의 자외선의 흡수에 의한 히팅(heating)이 발생되어 냉각 대상체에 대한 냉각 효율이 감소될 수 있다.
- [0090] 이에 반해, 도 6c를 참조하면, PDMS 매트릭스 및 이의 내부에 분산된 코어셸 구조의 나노입자를 구비하는 자외선/적외선 흡수 방사층 및 이의 하부에 배치되고 실버(Ag)로 형성된 가시광선 반사층을 포함하는 본 발명의 냉각 구조체의 경우, 상기 코어셸 구조의 나노입자가 약 300 내지 400 nm 파장의 자외선을 흡수한 후 이를 가시광선으로 변환하여 방출하고, 이와 같이 변환된 가시광선은 상기 가시광선 반사층에 의해 반사될 수 있으므로, 300 내지 400 nm 파장의 자외선의 흡수에 의한 히팅을 현저하게 감소시킬 수 있고, 그 결과 냉각 대상체에 대한 냉각 효율을 현저하게 향상시킬 수 있다.
- [0091] 도 7a 및 도 7b는 PDMS 단독의 적외선 흡수 방사층을 포함하는 제1 냉각 구조체('PDMS'), PDMS 매트릭스 및 이의 내부에 0.001wt%의 농도로 분산된 코어셸 구조의 나노입자를 구비하는 자외선/적외선 흡수 방사층을 포함하는 제2 냉각 구조체('GC(0.001wt%)')에 대한 다른 조건에서의 냉각 측정 데이터를 나타내는 그래프들이고, 도 7c는 상기 제1 냉각 구조체('PDMS') 및 상기 제2 냉각 구조체('GC(0.001wt%)')의 각도 방사율(angular emissivity)을 측정한 결과를 나타내는 도면이며, 도 7d는 상기 제1 냉각 구조체('PDMS') 및 상기 제2 냉각 구조체('GC(0.001wt%)')의 광흡수도를 나타내는 도면이다.
- [0092] 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 전체적으로 제1 냉각 구조체('PDMS')에 비해 제2 냉각 구조체('GC(0.001wt%)')가 더 높은 냉각 효율을 발휘하는 것으로 나타났고, 대기 온도보다 약 8 내지 9℃의 냉각 효율을 나타내는 것으로 확인되었다. 특히, 대기 온도가 30℃ 이상인 경우에는 상기 제1 냉각 구조체('PDMS')에 비해 상기 제2 냉각 구조체('GC(0.001wt%)')가 더욱 높은 냉각 효율을 발휘함을 확인할 수 있다.
- [0093] 도 7c를 참조하면, 상기 제1 냉각 구조체('PDMS')와 상기 제2 냉각 구조체('GC(0.001wt%)')는 유사한 각도 방사율(angular emissivity) 특성을 가짐을 확인할 수 있다.
- [0094] 도 7d를 참조하면, 상기 제1 냉각 구조체('PDMS')와 상기 제2 냉각 구조체('GC(0.001wt%)')의 전체적인 광흡수도는 유사하나, 300 내지 400nm 파장의 자외선에 대해서는 상기 제2 냉각 구조체('GC(0.001wt%)')가 더 높은 것으로 나타났다. 이는 상기 코어셸 구조의 나노입자에 의해 300 내지 400nm 파장의 자외선이 흡수되기 때문이다.
- [0095] 도 8a는 PDMS 단독의 적외선 흡수 방사층을 포함하는 제1 냉각 구조체('PDMS') 그리고 PDMS 매트릭스 및 이의 내부에 0.1wt%의 농도로 분산된 코어셸 구조의 나노입자를 구비하는 자외선/적외선 흡수 방사층을 포함하는 제3 냉각 구조체('GC(0.1wt%)')에 대한 냉각 측정 데이터를 나타내는 그래프이고, 도 8b는 상기 제1 냉각 구조체('PDMS') 및 상기 제3 냉각 구조체('GC(0.1wt%)')의 광흡수도를 나타내는 도면이다.

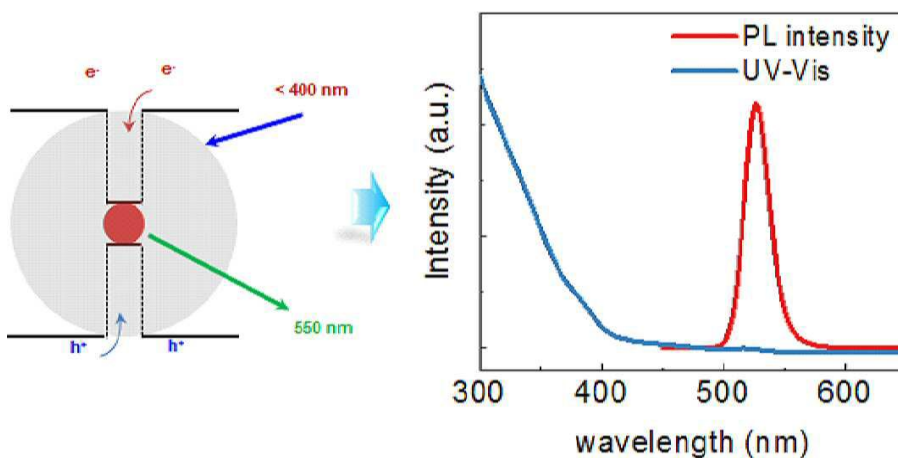
- [0096] 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 전체적으로 제3 냉각 구조체('GC(0.1wt%)')가 제1 냉각 구조체('PDMS')보다 냉각 효율이 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 PDMS 매질 내에 분산된 코어셸 구조의 나노입자의 농도가 높은 경우, 스캐터링(scattering)에 의한 흡수가 높아져 히팅이 일어나기 때문인 것으로 판단된다. 따라서, 상기 자외선/적외선 흡수 방사층은 상기 코어셸 구조의 나노입자를 0.1wt% 미만으로 함유하는 것이 바람직하고, 약 0.0001 내지 0.05 wt%의 농도로 함유하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0097] 도 9는 고온 주입법에 따라 합성된 코어셸 구조의 나노입자를 유리 위에 도포하여 제조된 구조체 A('GC@Glass') 및 PDMS 위에 도포하여 제조된 구조체 B('GC@PDMS')에 대해, 물, 메탄올(MeOH), 에탄올(EtOH), 이소프로필 알콜(IPA) 및 메틸 아세테이트(MeOAc)에 담그고 30일이 경과한 후 측정된 상대적인 PL 강도(a)를 나타내는 도면 및 다양한 온도에서 측정된 파장에 따른 발광 강도(b)를 나타내는 도면이다.
- [0098] 도 9를 참조하면, 고온 주입법에 따라 제조된 코어셸 구조의 나노입자는 각종 화학 용매 중에서 장기간 보관하더라도 PL 강도의 변화가 거의 없어 화학적 안정성이 높다는 것을 확인할 수 있다. 또한, 240°C에 이르는 높은 온도를 가하더라도 발광 강도의 변화가 크지 않아 고온의 가혹한 환경에 대한 내구성도 우수하다는 것을 확인할 수 있었다.
- [0099] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

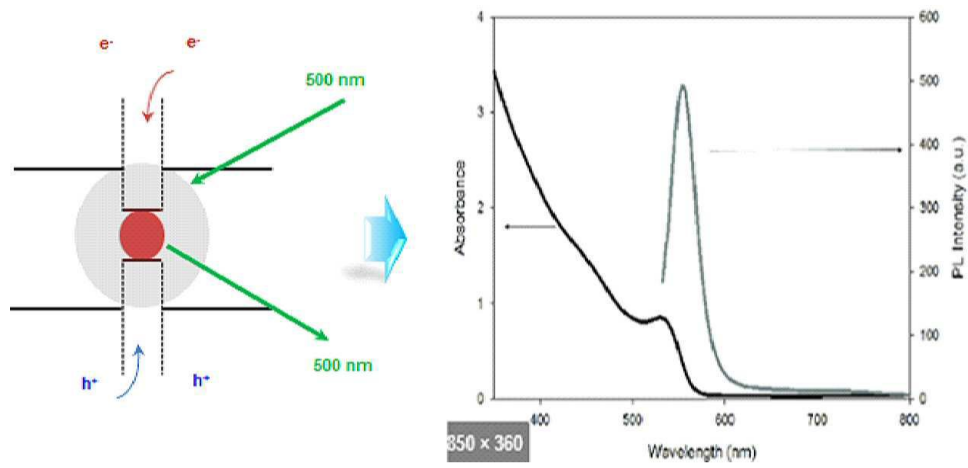
- [0100] 100, 200, 300: 냉각 구조체
110, 210: 적외선/자외선 흡수 방사층
111, 211, 311a, 311b: 고분자 매트릭스
112, 212, 312a: 자외선-가시광선 변환 물질
213, 312b: 무기 적외선 흡수 방사 입자
120, 220, 320: 가시광 반사층

도면

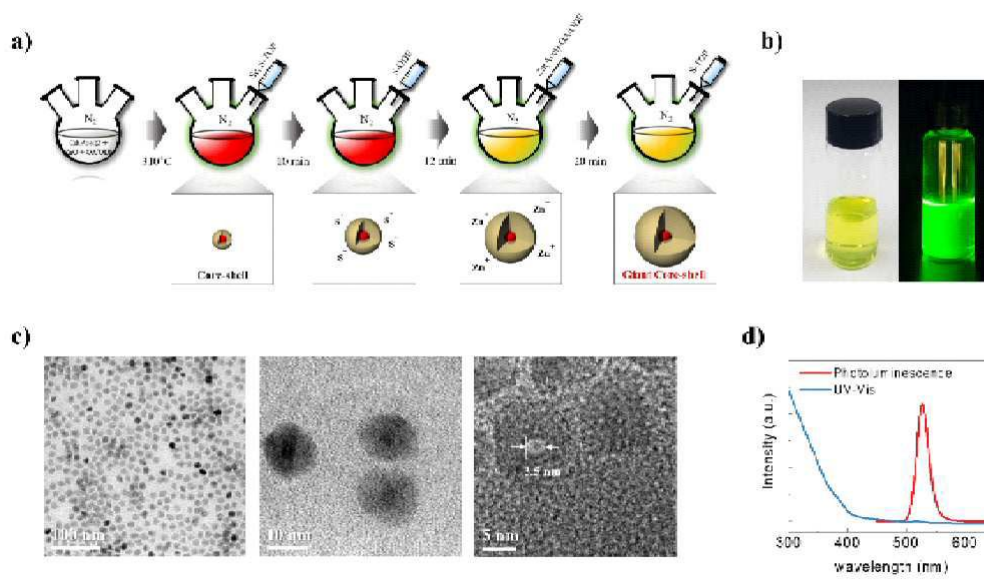
도면1a



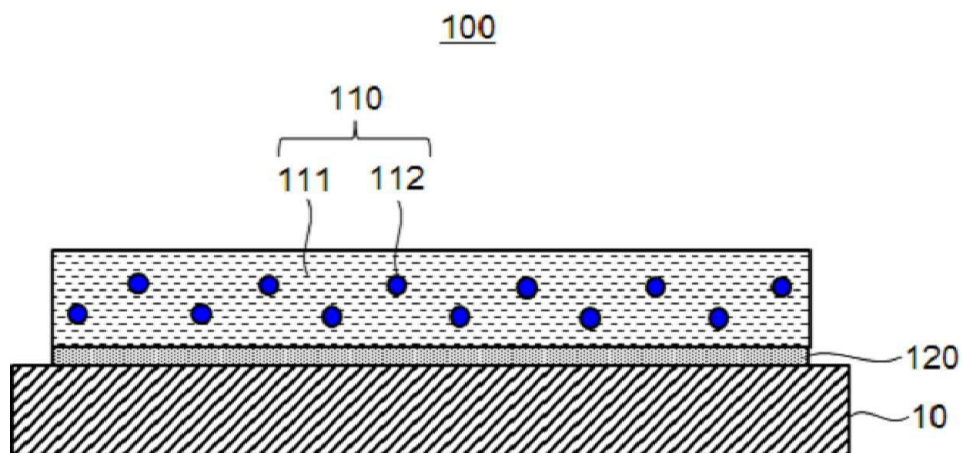
도면1b



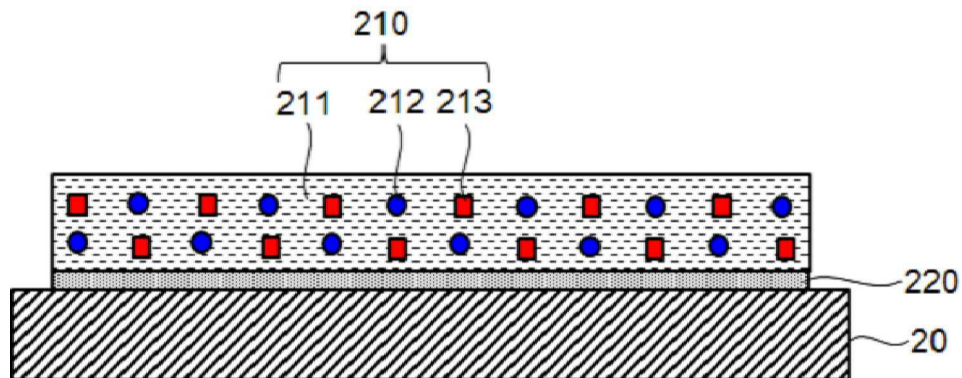
도면2



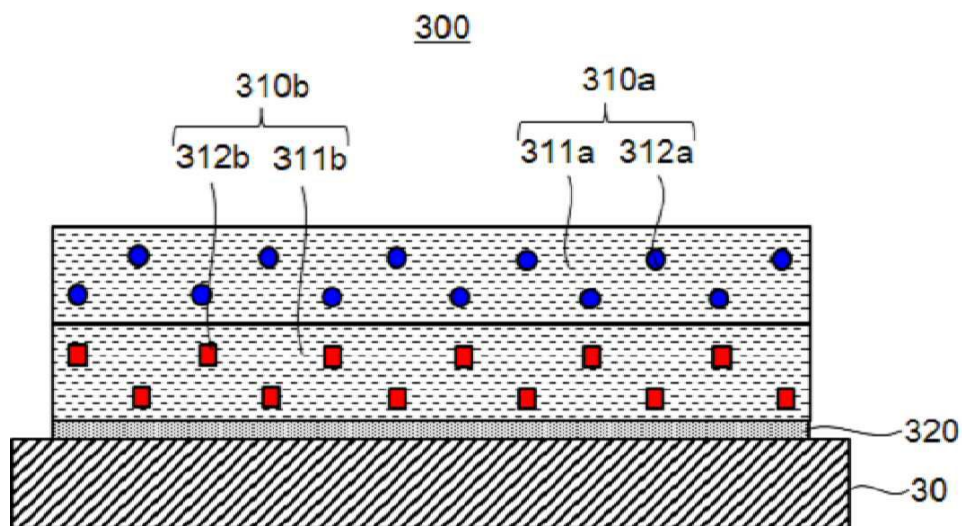
도면3



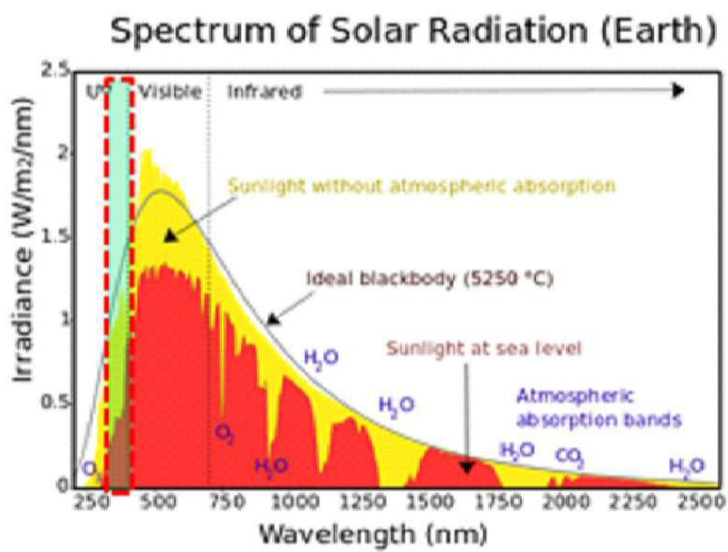
도면4



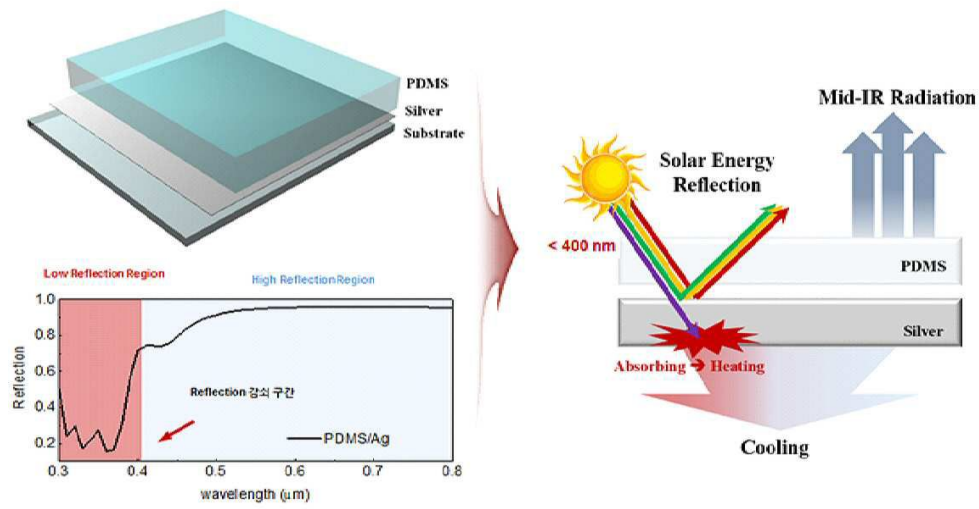
도면5



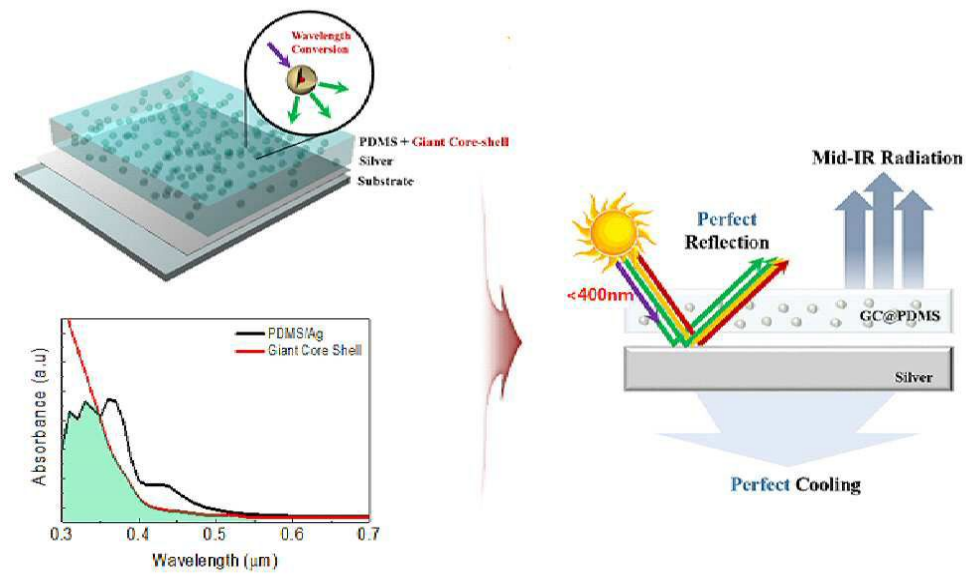
도면6a



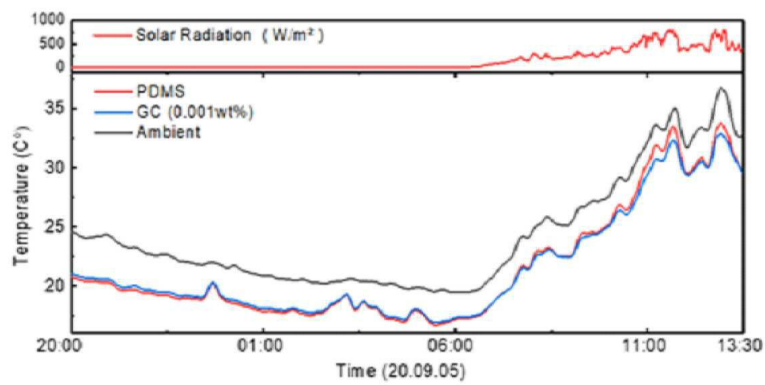
도면6b



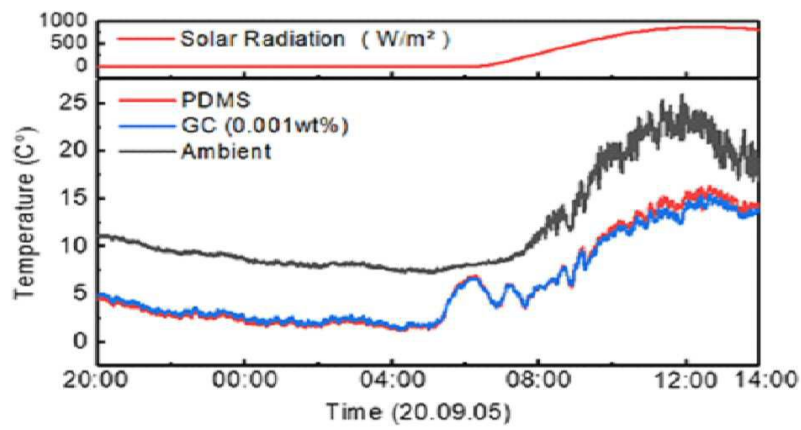
도면6c



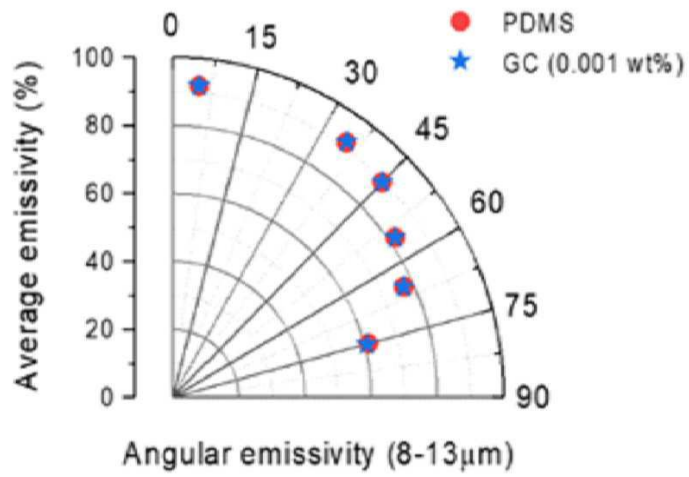
도면7a



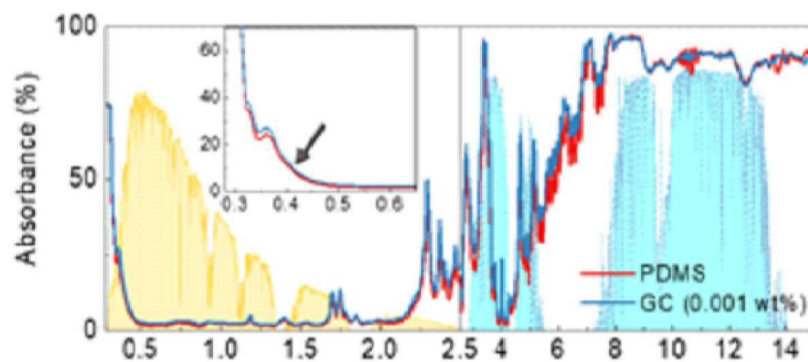
도면7b



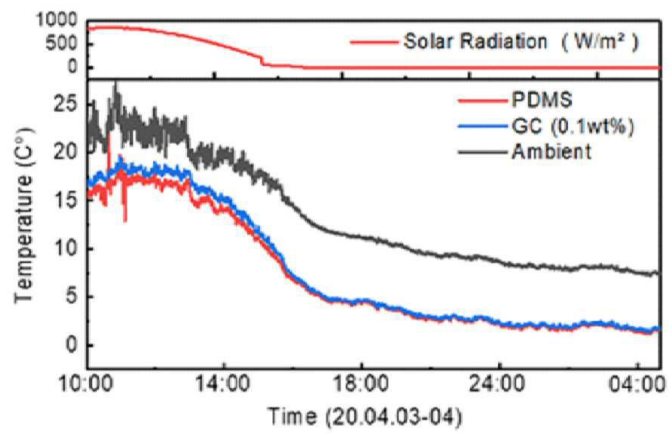
도면7c



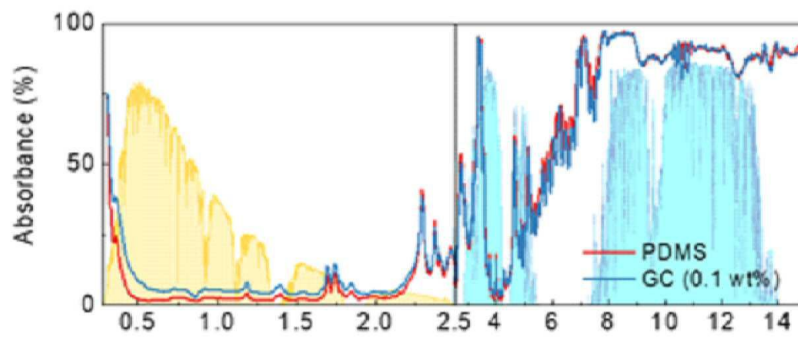
도면7d



도면8a

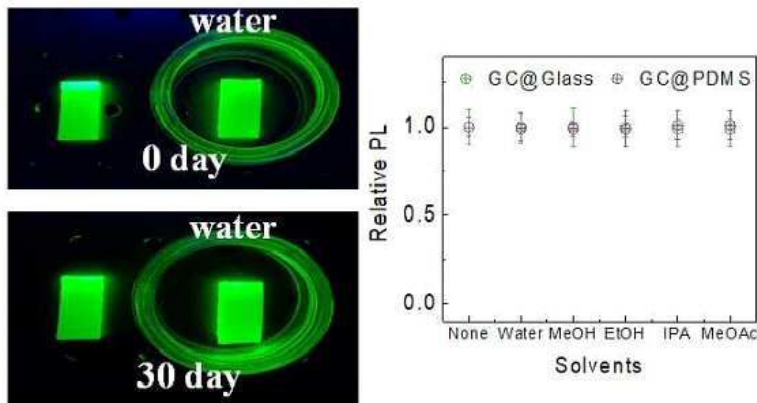


도면8b

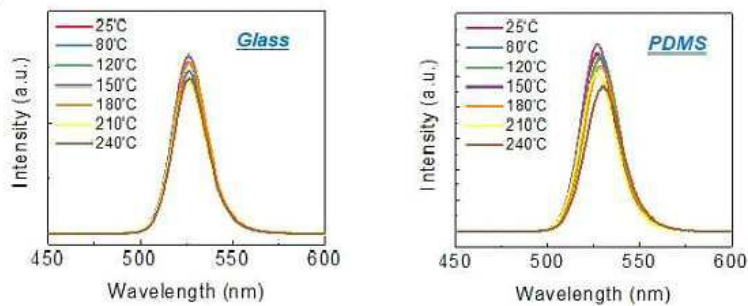


도면9

a)



b)



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 11

【변경전】

제1항에 있어서,

상기 가시광선 반사층은 금(Au), 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti) 및 백금(Pt)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상으로 형성된 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.

【변경후】

제1항에 있어서,

상기 가시광 반사층은 금(Au), 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti) 및 백금(Pt)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상으로 형성된 것을 특징으로 하는,

냉각 구조체.