



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년01월18일
(11) 등록번호 10-2352115
(24) 등록일자 2022년01월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F25B 23/00 (2022.01) B05D 1/02 (2006.01)
B05D 1/28 (2006.01) C08K 3/013 (2018.01)
C08K 3/22 (2006.01) C08K 3/34 (2006.01)
C08K 3/38 (2006.01) C08L 101/00 (2006.01)
C09D 5/00 (2006.01) C09K 5/08 (2006.01)
F28F 13/18 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F25B 23/003 (2013.01)
B05D 1/005 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0078205

(22) 출원일자 2021년06월16일

심사청구일자 2021년06월16일

(56) 선행기술조사문헌

JP6602487 B2*

KR102225794 B1*

KR102230348 B1*

US20170251571 A1*

*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)

임한규

서울특별시 도봉구 해등로 264, 104동 310호 (방학동, 창구아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 노우진

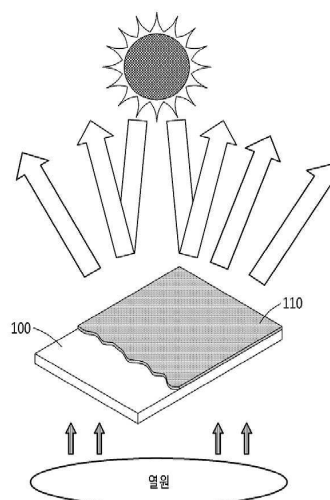
(54) 발명의 명칭 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자

(57) 요약

본 발명은 다양한 표면에 열전도성에 기반하여 복사 냉각 성능이 우수한 열전도성 복사냉각 코팅층을 형성하여 열원이 존재하는 특수 상황에 적용하여 열원에서 발생하는 열 에너지가 복사 냉각 소자의 상부 표면까지 전달되어 대류에 의한 냉각뿐 만 아니라 복사냉각의 효율도 상승시킴에 따라 보다 효과적인 냉각 효과를 제공하는 열전

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



도성 복사 냉각 소자를 제공하는 기술에 관한 것으로, 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각 소자는 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 제1 적외선 방사율과 입사 태양광에 대한 제1 굴절률을 갖는 고분자 물질, 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 제2 적외선 방사율과 상기 입사 태양광에 대한 제2 굴절률을 고려하여 입도와 조성이 결정된 복사 냉각 입자 물질 및 일측의 열을 다른측으로 전도함에 따라 내부의 열을 배출하는 열전도성 입자 물질을 포함하는 열전도성 복사냉각 페인트가 다양한 표면 상에 코팅(coating)되어 형성되는 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

B05D 1/02 (2013.01)
C08K 3/013 (2018.01)
C08K 3/22 (2013.01)
C08K 3/34 (2013.01)
C08K 3/38 (2013.01)
C08L 101/00 (2013.01)
C09D 5/00 (2019.08)
C09K 5/08 (2020.05)
F28F 13/18 (2013.01)

손수민

서울특별시 성북구 보문사길 111, 102동 801호(보문동6가, 보문파크뷰자이)

(72) 발명자

채동우

서울특별시 강동구 진랑도로61길 7, 102동 1302호
 (둔촌동, 둔촌동현대아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

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

명세서

청구범위

청구항 1

대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 제1 적외선 방사율과 입사 태양광에 대한 제1 굴절률을 갖는 고분자 물질, 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 제2 적외선 방사율과 상기 입사 태양광에 대한 제2 굴절률을 고려하여 입도와 조성이 결정된 복사 냉각 입자 물질 및 일측의 열을 다른측으로 전도함에 따라 내부의 열을 배출하는 열전도성 입자 물질을 포함하는 열전도성 복사냉각 페인트가 다양한 표면 상에 코팅(coating)되어 형성되는 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하고,

상기 열전도성 복사냉각 코팅층은 상기 열전도성 입자 물질에 기반하여 상기 일측에 위치하는 열원(heat source)로부터의 열을 상기 다른측에 해당하는 표면으로 전도함에 따라 상기 일측에서의 온도를 감소시키고 상기 다른측에서의 온도를 증가시켜 상기 일측과 상기 다른측의 온도차이가 감소됨에 따라 상기 열원(heat source)으로부터의 열을 방출하고, 상기 표면의 온도 증가에 따라 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서의 적외선 방사 에너지를 증가시키는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 열전도성 복사냉각 코팅층은 상기 일측에서의 온도를 감소시키고 상기 다른측에서의 온도를 증가시킴에 따라 주변 온도와의 온도 차이 증가에 의한 대류(convection)에 기반하여 상기 주변 온도에 대한 냉각 효과를 증가시키는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 열전도성 입자 물질은 h-BN, Si_3N_4 , Y_2O_3 , BeO 및 MgO 중 적어도 하나의 열전도성 입자 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 열전도성 복사냉각 코팅층은 상기 열전도성 복사냉각 코팅 용액 내 상기 복사냉각 입자 물질과 상기 열전도성 입자 물질의 부피 비율에서 상기 열전도성 입자 물질의 부피 비율이 증가되는 경우, 주변 온도를 냉각시키는 냉각 온도가 증가되는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 열전도성 복사냉각 코팅층은 상기 제1 적외선 방사율과 상기 제2 적외선 방사율 각각이 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 에너지 흡수 피크 값을 갖고, 상기 제1 적외선 방사율과 상기 제2 적외

상기 방사율이 중복되는 영역이 존재함에 따라 상기 제1 적외선 방사율과 상기 제2 적외선 방사율이 상호 보완되어 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 장파장 적외선을 흡수 및 방사하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 열전도성 복사냉각 코팅층은 상기 고분자 물질 및 상기 복사 냉각 입자 물질에 기반한 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 방사율이 결정되는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 복사 냉각 입자 물질은 SiO_2 , Al_2O_3 , Si_3N_4 , TiO_2 , CaCO_3 , CaSO_4 , ZrO_2 , BaSO_4 및 MgHPO_4 중 적어도 하나의 복사 냉각 입자 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 복사 냉각 입자 물질은 상기 적어도 둘의 복사 냉각 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 10

제1항에 있어서,

상기 고분자 물질은 DPHA(DiPentaerythritol HexaAcrylate), PTFE(Polytetrafluoroethylene), PDMS(polydimethylsiloxane), PMMA(polymethyl methacrylate), PUA(Poly urethane acrylate), ETFE(Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PVDF(Polyvinylidene fluoride), Acrylic 계 고분자, Polyester 계 고분자, Polyurethane 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, 금속 표면, 플라스틱 표면 및 옷감 표면 중 적어도 하나의 표면을 포함하는 것을 특징으로 하는

복사 냉각 소자.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 열전도성 복사냉각 코팅층은 상기 열전도성 복사냉각 페인트가 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 특

징으로 하는

복사 냉각 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자에 관한 것으로, 다양한 표면에 열전도성에 기 반하여 복사 냉각 성능이 우수한 열전도성 복사냉각 코팅층을 형성하여 열원이 존재하는 특수 상황에 적용하여 열원에서 발생하는 열 에너지가 복사 냉각 소자의 상부 표면까지 전달되어 대류에 의한 냉각뿐 만 아니라 복사 냉각의 효율도 상승시킴에 따라 보다 효과적인 냉각 효과를 제공하는 열전도성 복사 냉각 소자를 제공하는 기술 에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 수동형 복사 냉각(Radiative Cooling) 소자는 낮 동안 태양광에 해당하는 파장($0.3\sim 2.5\mu\text{m}$)를 반사하고 우주 밖 으로 빠져나갈 수 있는 복사열($8\sim 13\mu\text{m}$) 에너지를 방사하여 수동적으로 냉각될 수 있다.

[0003] 한편, 수동형 복사 가열(Radiative Heating) 소자는 낮 동안 태양광에 해당하는 파장($0.3\sim 2.5\mu\text{m}$)를 흡수하고 우 주 밖으로 빠져나갈 수 있는 복사열($8\sim 13\mu\text{m}$) 에너지는 잘 흡수하지 않아 수동적으로 가열될 수 있다.

[0004] 수동형 냉각 소자의 효율은 소자 자체의 광 특성 측정을 통해서 확인할 수 있다.

[0005] 열 방출을 위해서는 장파장 적외선 영역에서의 높은 흡수율 또는 방사율을 가짐에 따라 우주로 열을 잘 내뿜을 수 있어야 한다.

[0006] 플랑크 분포(Planck distribution)에 의하면 300K의 온도 일 때 파장 $6\sim 20\mu\text{m}$ 영역에서 최대로 열을 방출할 수 있는 조건을 가지게 된다. 지구의 경우에는 대기의 창(sky window) 영역이 약 $8\sim 13\mu\text{m}$ 영역이므로, 수동형 냉각 소자의 열 방출 능력을 최대치로 올리기 위해서는 $8\sim 13\mu\text{m}$ 영역에서의 흡수율 또는 방사율이 최대치가 되어야 한 다.

[0007] 대기의 창 파장 범위에서의 적외선 방사가 실질적인 열방출에 의한 복사냉각을 달성하는데 핵심적인 역할을 수 행한다. 파장 범위가 자외선, 가시광선 및 근적외선이 입사하는 태양광(태양으로부터 방사되는)을 100% 반사시 키고 대기의 창 구간인 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 영역대의 장파장 적외선을 외부로 100% 방사시킬 수 있다면, 300K의 주변 온도 일 때 158W/m^2 의 냉각성능이 에너지 소모 없이 구현할 수 있다.

[0008] 태양광의 95% 반사시키고, $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 영역의 장파장 적외선을 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 $8\sim 13\mu\text{m}$ 영역대의 장 파장 적외선에 대하여 높은 흡수(방사)율을 갖아야 하고, 이외에도 옥외(outdoor) 조건에서 높은 내구성을 갖아 야 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 정 반사를 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 방사를 및 각도 별 방사율이 높지 않은 문제가 있다.
- [0016] 기존의 복사 냉각 소자들은 상온보다 낮은 온도로 냉각을 하는 일명 외기 냉각(sub-ambient cooling)을 목표로 해왔다.
- [0017] 하지만, 열원(heat source)가 존재하는 상황에서는 오히려 이 복사 냉각 소자가 냉각에 악영향을 미칠 수 있다.
- [0018] 일반적으로, 복사 냉각은 표면에서 열에너지를 방출하면서 이루어지는데, 만약 열원에 직접적으로 닿아 있을 때 혹은 열원의 윗부분에 복사 냉각 소자가 위치하였을 때, 열원에서 발생하는 열에너지가 복사 냉각 소자의 상부 표면까지 잘 전달되지 않는다면, 냉각이 이루어지지 않고 열원에서 발생하는 열에너지는 복사 냉각 소자 아래 내부 공간에 갇히고, 열에너지가 점차 축적되어 온도가 점차 증가되어 가열(heating)이 발생할 수 있다.
- [0019] 현재 개발된 복사 냉각 소재는 대부분 폴리머 계열로 상대적으로 낮은 열전도성을 갖고 있다.
- [0020] 즉, 종래의 복사 냉각 소자는 열원에 인접하게 되면 복사 냉각 소자의 하부에서 상부 표면까지 열원에서 발생하는 열의 전달이 어려워지게 됨에 따라 열원에서 발생하는 열에너지가 내부 공기 또는 물질(예: 금속)안에 축적되어 온도가 상승하는 문제가 발생하게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0021] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2036071호, "다층 복사 냉각 구조"
- (특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-2152597호, "고열전도성 고분자 복합 소재 및 그 제조 방법"
- (특허문헌 0003) 미국공개특허 제2020/0095429호, "COATING TO COOL A SURFACE BY PASSIVE RADIATIVE COOLING"
- (특허문헌 0004) 한국등록특허 제10-2140669호, "수동 복사 냉각 구조"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0022] 본 발명은 다양한 표면에 열전도성에 기반하여 복사 냉각 성능이 우수한 열전도성 복사냉각 코팅층을 형성하여 열원이 존재하는 특수 상황에 적용하여 열원에서 발생하는 에너지가 복사 냉각 소자의 상부 표면까지 잘 전달되어 대류에 의한 냉각뿐 만 아니라 복사냉각의 효율도 상승시킴에 따라 보다 효과적인 냉각 효과를 제공하는 열전도성 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0023] 본 발명은 종래 기술에 따른 복사 냉각 페인트보다 열전도도를 향상시켜 내부의 열이 복사냉각 페인트 층을 통하여 용이하게 배출되도록 하는 것을 목적으로 한다.
- [0024] 본 발명은 입사 태양광(자외선-근적외선) 영역에서 반사율이 높고 대기의 창외선 파장 범위에 대하여 높은 방사율을 갖으며 열전도성이 높은 물질을 포함하는 열전도성 복사 냉각층에 기반하여 장파장 적외선 방사 및 입사 태양광의 반사에 따른 복사 냉각뿐 만 아니라 대류로 인한 냉각에 따라 냉각 효율이 향상된 열전도성 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0025] 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 에너

지 소모 없이 냉각 기능을 수행할 수 있는 열전도성 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

- [0026] 본 발명은 열전도성 복사 냉각 소자를 냉각 시스템에 적용하여 냉각 시스템이 발생하는 열을 효과적으로 전도함에 따라 냉각 시스템의 에너지 효율성을 향상시키는 것을 목적으로 한다.
- [0027] 본 발명은 열전도성 복사 냉각 소자를 데이터 센터, 통신 장비, 중계 시설 등 열이 발생될 수 있는 장비에 추가함에 따라 장비의 온도가 높아져 생기는 문제점을 해결하는 것을 목적으로 한다.
- [0028] 본 발명은 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 기판 상에 열전도성 복사냉각 코팅층을 형성하여 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0029] 본 발명은 차량 지붕과 같은 비평면 기판 위에도 복사냉각 기능을 갖춘 열전도성 복사냉각 코팅층이 형성되어 복사냉각 기능을 수행할 수 있으며, 옷감, 우산 표면과 같은 천 소재에도 다잉을 통하여 복사냉각능을 부여하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0030] 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자는 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 제1 적외선 방사율과 입사 태양광에 대한 제1 굴절률을 갖는 고분자 물질, 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 제2 적외선 방사율과 상기 입사 태양광에 대한 제2 굴절률을 고려하여 입도와 조성이 결정된 복사 냉각 입자 물질 및 일측의 열을 다른측으로 전도함에 따라 내부의 열을 배출하는 열전도성 입자 물질을 포함하는 열전도성 복사냉각 페인트가 다양한 표면 상에 코팅(coating)되어 형성되는 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 열전도성 복사냉각 코팅층은 상기 열전도성 입자 물질에 기반하여 상기 일측에 위치하는 열원(heat source)로부터의 열을 상기 다른측에 해당하는 표면으로 전도함에 따라 상기 일측에서의 온도를 감소시키고 상기 다른측에서의 온도를 증가시켜 상기 일측과 상기 다른측의 온도차이가 감소됨에 따라 상기 열원(heat source)으로부터의 열을 방출할 수 있다.
- [0032] 상기 열전도성 복사냉각 코팅층은 상기 일측에서의 온도를 감소시키고 상기 다른측에서의 온도를 증가시킴에 따라 상기 표면에서 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서의 적외선 방사 에너지를 증가시키고, 주변 온도와의 온도 차이 증가에 의한 대류(convection)에 기반하여 상기 주변 온도에 대한 냉각 효과를 증가시킬 수 있다.
- [0033] 상기 열전도성 입자 물질은 h-BN, Si₃N₄, Y₂O₃, BeO 및 MgO 중 적어도 하나의 열전도성 입자 물질을 포함할 수 있다.
- [0034] 상기 열전도성 복사냉각 코팅층은 상기 열전도성 복사냉각 코팅 용액 내 상기 복사냉각 입자 물질과 상기 열전도성 입자 물질의 부피 비율에서 상기 열전도성 입자 물질의 부피 비율이 증가되는 경우, 주변 온도를 냉각시키는 냉각 온도가 증가될 수 있다.
- [0035] 상기 열전도성 복사냉각 코팅층은 상기 제1 적외선 방사율과 상기 제2 적외선 방사율 각각이 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 에너지 흡수 피크 값을 갖고, 상기 제1 적외선 방사율과 상기 제2 적외선 방사율이 중복되는 영역이 존재함에 따라 상기 제1 적외선 방사율과 상기 제2 적외선 방사율이 상호 보완되어 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 장파장 적외선을 흡수 및 방사할 수 있다.
- [0036] 상기 열전도성 복사냉각 코팅층은 상기 고분자 물질 및 상기 복사 냉각 입자 물질에 기반한 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 결정될 수 있다.
- [0037] 상기 복사 냉각 입자 물질은 SiO₂, Al₂O₃, Si₃N₄, TiO₂, CaCO₃, CaSO₄, ZrO₂, BaSO₄ 및 MgHPO₄ 중 적어도 하나의 복사 냉각 입자 물질을 포함할 수 있다.
- [0038] 상기 복사 냉각 입자 물질은 상기 적어도 둘의 복사 냉각 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.
- [0039] 상기 고분자 물질은 DPHA(DiPentaerythritol HexaAcrylate), PTFE(Polytetrafluoroethylene), PDMS(polydimethylsiloxane), PMMA(polymethyl methacrylate), PUA(Poly urethane acrylate), ETFE(Ethylene

Tetra fluoro Ethylene), PVDF(Polyvinylidene fluoride), Acrylic 계 고분자, Polyester 계 고분자, Polyurethane 계 고분자 중 적어도 하나의 고분자 물질을 포함할 수 있다.

[0040] 상기 다양한 표면은 나무 표면, 유리 표면, 금속 표면, 플라스틱 표면 및 옷감 표면 중 적어도 하나의 표면을 포함할 수 있다.

[0041] 상기 열전도성 복사냉각 코팅층은 상기 열전도성 복사냉각 페인트가 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

[0042] 본 발명은 다양한 표면에 열전도성에 기반하여 복사 냉각 성능이 우수한 열전도성 복사냉각 코팅층을 형성하여 열원이 존재하는 특수 상황에 적용하여 열원에서 발생하는 에너지가 복사 냉각 소자의 상부 표면까지 잘 전달되어 대류에 의한 냉각뿐 만 아니라 복사냉각의 효율도 상승시킴에 따라 보다 효과적인 냉각 효과를 제공하는 열전도성 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0043] 본 발명은 종래 기술에 따른 복사 냉각 페인트보다 열전도도를 향상시켜 내부의 열이 복사냉각 페인트 층을 통하여 용이하게 배출되도록 할 수 있다.

[0044] 본 발명은 입사 태양광(자외선-근적외선) 영역에서 반사율이 높고 대기의 창외선 파장 범위에 대하여 높은 방사율을 갖으며 열전도성이 높은 물질을 포함하는 열전도성 복사 냉각층에 기반하여 장파장 적외선 방사 및 입사 태양광의 반사에 따른 복사 냉각뿐 만 아니라 대류로 인한 냉각에 따라 냉각 효율이 향상된 열전도성 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0045] 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 열전도성 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0046] 본 발명은 열전도성 복사 냉각 소자를 냉각 시스템에 적용하여 냉각 시스템이 발생하는 열을 효과적으로 전도함에 따라 냉각 시스템의 에너지 효율성을 향상시킬 수 있다.

[0047] 본 발명은 열전도성 복사 냉각 소자를 데이터 센터, 통신 장비, 중계 시설 등 열이 발생될 수 있는 장비에 추가함에 따라 장비의 온도가 높아져 생기는 문제점을 해결할 수 있다.

[0048] 본 발명은 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 기관 상에 열전도성 복사냉각 코팅층을 형성하여 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0049] 본 발명은 차량 지붕과 같은 비평면 기관 위에도 복사냉각 기능을 갖춘 열전도성 복사냉각 코팅층이 형성되어 복사냉각 기능을 수행할 수 있으며, 옷감, 우산 표면과 같은 천 소재에도 다잉을 통하여 복사냉각능을 부여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0050] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자를 설명하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 열전도성 향상 구조를 설명하는 도면이다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 온도 분포 그래프를 설명하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 열원 접촉 부분과 태양광에 노출되는 표면 부분의 온도 차이를 설명하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 광특성을 설명하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 복사 냉각 성능을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0051] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.
- [0052] 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.
- [0053] 하기에 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.
- [0054] 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.
- [0055] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.
- [0056] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0057] 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.
- [0058] "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.
- [0059] 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.
- [0060] 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.
- [0061] 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다.
- [0062] 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.
- [0063] 또한, '또는'이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or'를 의미한다.
- [0064] 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.
- [0065] 이하 사용되는 '..부', '..기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0067] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자를 설명하는 도면이다.
- [0068] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자는 소자 내부에서 열전도도가 향상된 복사 냉각 소자로서, 복사 냉각 소자(100)가 열전도성 복사냉각 코팅층(110)을 포함하고 있다.
- [0069] 예를 들어, 복사 냉각 소자(100)는 열원 상에 위치하여 열원으로부터의 열을 내부에서 효과적으로 전도함에 따라 복사 냉각 성능을 향상시키는 열전도성 복사 냉각 소자일 수 있다.
- [0070] 일례로, 복사 냉각 소자(100)는 열전도성 복사냉각 코팅층(110)이 코팅된 기관일 수 있다. 예를 들어, 기관은 다양한 표면으로 지칭될 수 있다.
- [0071] 다시 말해, 복사 냉각 소자(100)는 기관 상에 열전도성 복사냉각 페인트가 코팅되어 열전도성 복사냉각 코팅층(110)이 형성된 구조를 가질 수 있다.

- [0072] 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 열전도성 복사냉각 코팅층(110)을 포함하는 복사 냉각 소자가 구현되면 건축, 자동차, 데이터 센터, 통신 장비 등의 발열로 인해 냉각이 필요한 물질의 외부 표면에 적용되어 에너지 소모 없이 냉각 기능을 수행할 수 있다.
- [0073] 예를 들어, 열원은 신체의 표면, 발열이 발생하는 장비 및 기계, 태양에 의해 가열될 수 있는 다양한 표면 등에 해당될 수 있다.
- [0074] 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 증진될 수 있다.
- [0075] 또한, 복사 냉각 소자(100)가 포함하는 열전도성 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.
- [0076] 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 열전도성 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.
- [0077] 또한, 본 발명은 열전도성 복사 냉각 소자를 냉각 시스템에 적용하여 냉각 시스템이 발생시키는 열을 효과적으로 전달함에 따라 냉각 시스템의 에너지 효율성을 향상시킬 수 있다.
- [0078] 본 발명의 일실시예에 따르면 열전도성 복사냉각 코팅층(110)은 적어도 둘의 복사 냉각 입자 물질 각각의 적외선 방사율 및 태양광 반사율이 중첩되어 적외선 방사율 및 태양광 반사율이 결정될 수 있다. 여기서, 복사 냉각 입자 물질은 나노 또는 마이크로의 크기를 갖는 나노 또는 마이크로 입자일 수 있다.
- [0079] 예를 들어, 적외선 방사율은 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위(8-13 μ m)에서 적외선을 흡수 및 방사하는 효율과 관련될 수 있다.
- [0080] 한편, 태양광 반사율은 입사 태양광의 파장 범위(0.3-2.5 μ m)에서 태양광을 반사하는 효율과 관련될 수 있다.
- [0081] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각 소자(100)는 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 제1 적외선 방사율과 입사 태양광에 대한 제1 굴절률을 갖는 고분자 물질, 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 제2 적외선 방사율과 입사 태양광에 대한 제2 굴절률을 고려하여 입도와 조성이 결정된 복사 냉각 입자 물질 및 일측의 열을 다른측으로 전도함에 따라 내부의 열을 배출하는 열전도성 입자 물질을 포함하는 열전도성 복사냉각 페인트가 다양한 표면 상에 코팅(coating)되어 형성되는 열전도성 복사냉각 코팅층(110)을 포함할 수 있다.
- [0082] 예를 들어, 열전도성 입자 물질은 h-BN, Si₃N₄, Y₂O₃, BeO 및 MgO 중 적어도 하나의 열전도성 입자 물질을 포함할 수 있다.
- [0083] 예를 들어, 열전도성 입자 물질은 나노 또는 마이크로 분말(power) 및 판상형태(fragment) 형태로 존재할 수 있다.
- [0084] 한편, 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층(110)은 복사 냉각 입자 물질 없이 열전도성 입자 물질만을 포함하여 형성되어도 복사 냉각 효과를 제공할 수 있다.
- [0085] 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층(110)은 열전도성 입자 물질의 비율에 따라 내부의 열전도도가 제어됨에 따라 복사 냉각 소자 주변의 대류 현상을 제어할 수 있다.
- [0086] 본 발명의 일실시예에 따르면 열전도성 복사냉각 코팅층(110)은 열전도성 입자 물질에 기반하여 내부에서 10W/mk 이상 증가된 열전도도를 갖는다.
- [0087] 즉, 열전도성 복사냉각 코팅층(110)은 10W/mk 이상의 열전도도를 가지는 열전도성 입자물질을 포함하여 열전도도가 증가되도록 구현될 수 있다.
- [0088] 따라서, 열전도성 복사냉각 코팅층(110)은 열전도성 입자 물질에 기반하여 열전도성이 향상되어 열원으로부터의 에너지를 복사 냉각 소자(100)의 표면에 해당하는 복사냉각 코팅층(110)의 표면까지 잘 전달하여 표면의 온도가 올라가 기존의 열전도성이 낮은 복사 냉각 소자에 비해서 더 큰 에너지를 복사할 수 있다.

- [0089] 또한, 열전도성 복사냉각 코팅층(110)을 포함하는 복사 냉각 소자(100)는 주변온도와의 온도 차이가 커져 대류 현상에 기반한 추가적인 냉각 효과를 제공할 수 있다.
- [0090] 따라서, 본 발명은 다양한 표면에 열전도성에 기반하여 복사 냉각 성능이 우수한 열전도성 복사냉각 코팅층을 형성하여 열원이 존재하는 특수 상황에 적용하여 열원에서 발생하는 에너지가 복사 냉각 소자의 상부 표면까지 잘 전달되어 대류에 의한 냉각뿐 만 아니라 복사냉각의 효율도 상승시킴에 따라 보다 효과적인 냉각 효과를 제공하는 열전도성 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.
- [0091] 본 발명의 일실시예에 따르면 열전도성 복사냉각 코팅층(110)은 제1 적외선 방사율과 제2 적외선 방사율 각각이 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 에너지 흡수 피크 값을 갖고, 제1 적외선 방사율과 제2 적외선 방사율이 중복되는 영역이 존재함에 따라 제1 적외선 방사율과 제2 적외선 방사율이 상호 보완되어 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 장파장 적외선을 흡수 및 방사할 수 있다.
- [0092] 즉, 열전도성 복사냉각 코팅층(110)은 고분자 물질과 복사 냉각 입자 물질의 대기의 창에 해당되는 파장 범위에서의 장파장 적외선 방사율이 90% 이상 결정되도록 고분자 물질과 복사 냉각 입자 물질이 조합되어 형성될 수 있다.
- [0093] 일례로, 열전도성 복사냉각 코팅층(110)은 고분자 물질 및 복사 냉각 입자 물질에 기반한 공극(air gap)이 형성되고, 제1 굴절률, 제2 굴절률 및 공극(air gap)에 의한 제3 굴절률 간의 굴절률 차이에 기반하여 입사 태양광에 대한 반사율이 결정될 수 있다.
- [0094] 즉, 열전도성 복사냉각 코팅층(110)은 제1 굴절률, 제2 굴절률 및 제3 굴절률 간의 굴절률 차이에 기반하여 입사 태양광의 산란 및 반사가 증진되고, 이에 기반하여 입사 태양광의 반사율이 증가될 수 있다. 예를 들어, 입사 태양광은 적외선, 가시광선 및 근적외선을 포함할 수 있다.
- [0095] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각 입자 물질은 SiO_2 , Al_2O_3 , Si_3N_4 , TiO_2 , CaCO_3 , CaSO_4 , ZrO_2 , BaSO_4 및 MgHPO_4 중 적어도 하나의 복사 냉각 입자 물질을 포함할 수 있다.
- [0096] 일례로, 복사 냉각 입자 물질은 적어도 둘의 복사 냉각 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 상기 조성이 결정될 수 있다.
- [0097] 고분자 물질은 DPHA(DiPentaerythritol HexaAcrylate), PTFE(Polytetrafluoroethylene), PDMS(polydimethylsiloxane), PMMA(polymethyl methacrylate), PUA(Poly urethane acrylate), ETFE(Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PVDF(Polyvinylidene fluoride), Acrylic 계 고분자, Polyester 계 고분자, Polyurethane 계 고분자 중 적어도 하나의 고분자 물질을 포함하는
- [0098] 예를 들어, 다양한 표면은 나무 표면, 유리 표면, 금속 표면, 플라스틱 표면 및 옷감 표면 중 적어도 하나의 표면을 포함할 수 있다.
- [0099] 따라서, 본 발명은 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 기판 상에 열전도성 복사냉각 코팅층을 형성하여 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.
- [0100] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면 열전도성 복사냉각 코팅층(110)은 열전도성 복사냉각 페인트가 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 형성될 수 있다.
- [0101] 또한, 본 발명은 차량 지붕과 같은 비평면 기판 위에도 복사냉각 기능을 갖춘 열전도성 복사냉각 코팅층이 형성되어 복사냉각 기능을 수행할 수 있으며, 옷감, 우산 표면과 같은 천 소재에도 다잉을 통하여 복사냉각능을 부여할 수 있다.
- [0102] 예를 들어, 열전도성 복사냉각 코팅층은 열전도성 복사냉각 페인트가 도포되어 도막이 형성되어 형성되는 도막층이고, 열전도성 복사냉각 페인트는 열전도성 복사냉각 코팅 용액일 수 있다.
- [0104] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 열전도성 향상 구조를 설명하는 도면이다.
- [0105] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 열전도성 향상 구조

를 종래의 구조와 비교하여 설명한다.

- [0106] 도 2를 참고하면, 종래의 복사 냉각 구조(200)와 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 구조(210)를 비교한다.
- [0107] 종래의 복사 냉각 구조(200)와 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 구조(210)는 복사 냉각층(201)과 복사 냉각층(211) 간의 열전도성 입자 물질에 기반한 열전도성의 차이가 존재하고, 열원(202)과 열원(212)은 동일한 온도를 발열하는 열원(heat source)이다.
- [0108] 복사 냉각층(201)의 열전도성(204)과 복사 냉각층(211)의 열전도성(214)을 비교하면 복사 냉각층(211)의 열전도성(214)이 상대적으로 크다.
- [0109] 한편, 복사 냉각층(201)의 대류 크기(205)와 복사 냉각층(211)의 대류 크기(215)를 비교하면 복사 냉각층(211)의 대류 크기(215)가 상대적으로 크다.
- [0110] 또한, 복사 냉각층(201)의 복사 냉각 크기(206)와 복사 냉각층(211)의 복사 냉각 크기(216)를 비교하면 복사 냉각층(211)의 복사 냉각 크기(216)가 상대적으로 크다.
- [0111] 즉, 종래의 복사 냉각 구조(200)와 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 구조(210)에서 복사 냉각층 내 열전도성 입자 물질의 존재 여부에 따라 열전도성의 크기 차이가 존재하고, 이에 따른 대류 크기 및 복사 냉각 크기의 차이가 존재함을 확인할 수 있다.
- [0112] 다시 말해, 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 구조(210)의 내부에서 열전도도가 증가됨에 따라 복사 냉각 에너지가 증가하고, 대류 현상에 따른 온도 변화가 증가됨을 확인할 수 있다.
- [0113] 일례로, 열전도성 복사냉각 코팅층은 일측에서의 온도를 감소시키고 다른측에서의 온도를 증가시킴에 따라 표면에서 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서의 적외선 방사 에너지를 증가시키고, 일측과 다른측의 온도차이가 감소됨에 따라 열원으로부터의 열을 방출시키고, 주변 온도와의 온도 차이에 의한 대류(convectio n)에 기반하여 주변 온도를 감소시킬 수 있다.
- [0114] 따라서, 본 발명은 종래 기술에 따른 복사 냉각 페인트보다 열전도도를 향상시켜 내부의 열이 복사냉각 페인트층을 통하여 용이하게 배출되도록 할 수 있다.
- [0115] 또한, 본 발명은 입사 태양광(자외선-근적외선) 영역에서 반사율이 높고 대기의 창(파장 범위)에 대하여 높은 방사율을 갖으며 열전도성이 높은 물질을 포함하는 열전도성 복사 냉각층에 기반하여 장파장 적외선 방사 및 입사 태양광의 반사에 따른 복사 냉각뿐 만 아니라 대류로 인한 냉각에 따라 냉각 효율이 향상된 열전도성 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.
- [0117] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 온도 분포 그래프를 설명하는 도면이다.
- [0118] 도 3a는 종래 기술에 따른 복사 냉각 소자의 온도 분포 그래프를 예시하고, 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 온도 분포 그래프를 예시한다.
- [0119] 도 3a의 그래프(300)와 도 3b의 그래프(310)를 비교하면, 그래프(300)에 대비하여 그래프(310)에서 열원과 복사 냉각소자 표면 간에 복사 냉각 온도가 고르게 분포하고 있음을 확인할 수 있다.
- [0120] 즉, 그래프(310)는 열원과 복사 냉각 소자 간에 열전도가 잘 이루어지고 있음을 나타내고 있다.
- [0121] 그래프(310)에 따르면, 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층은 열전도성 입자 물질에 기반하여 일측에 위치하는 열원(heat source)로부터의 열을 다른측에 해당하는 표면으로 전도함에 따라 일측에서의 온도를 감소시키고 다른측에서의 온도를 증가시킬 수 있다.
- [0122] 여기서, 일측은 열원 측에 해당하고, 다른측은 복사 냉각 소자의 표면에 해당될 수 있다.
- [0123] 다시 말해, 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층은 표면과 열원에 접촉 또는 인접하는 표면 간의 온도 차이가 조절됨에 따라 대류에 의한 냉각과 향상된 복사 냉각능을 동시에 제공할 수 있다.
- [0124] 그래프(310)는 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자가 열전도성이 향상됨에 따라 복사 냉각 소자와 열원이 닿는 계면에서 온도가 감소됨을 나타낸다.
- [0126] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 열원 접촉 부분과 태양광에 노출되는 표면 부분의 온도 차이를 설명하는 도면이다.

- [0127] 도 4는 종래 기술에 따른 복사냉각 페인트가 도포된 복사 냉각 소자와 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 열원 접촉 부분과 태양광에 노출되는 표면 부분의 온도 차이에 대한 실험 결과를 예시한다.
- [0128] 도 4의 그래프(400)를 참고하면, 열원 온도의 증가에 따른 온도 차이를 예시하고 있는데, 제1 지시선(401)은 종래 기술에 따른 복사냉각 페인트가 도포된 복사 냉각 소자에서의 측정 결과이고, 제2 지시선(402)은 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 측정 결과를 예시한다.
- [0129] 여기서, 종래 기술에 따른 복사냉각 페인트는 고분자 물질과 복사 냉각 입자 물질의 조합에 기반하고, 복사 냉각 입자 물질은 SiO_2 와 Al_2O_3 를 포함한다.
- [0130] 한편, 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자는 고분자 물질과 복사 냉각 입자 물질의 조합에 기반하고, 복사 냉각 입자 물질은 SiO_2 와 Al_2O_3 를 포함할 뿐만 아니라 열전도성 입자 물질로 h-BN을 더 포함한다.
- [0131] 제1 지시선(401)과 제2 지시선(402)을 비교하면, 제1 지시선(401)에 대비하여 제2 지시선(402)에서의 온도 차이가 작음을 확인할 수 있다.
- [0132] 즉, 제2 지시선(402)은 복사 냉각 소자 내부에서 열전도가 잘 이루어지고 있음을 나타낸다.
- [0134] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 광특성을 설명하는 도면이다.
- [0135] 도 5는 종래 기술에 따른 복사냉각 페인트가 도포된 복사 냉각 소자와 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 광특성 중 흡수율에 대한 측정 결과를 예시한다.
- [0136] 여기서, 종래 기술에 따른 복사냉각 페인트는 고분자 물질과 복사 냉각 입자 물질의 조합에 기반하고, 복사 냉각 입자 물질은 SiO_2 와 Al_2O_3 를 포함한다.
- [0137] 한편, 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자는 고분자 물질과 복사 냉각 입자 물질의 조합에 기반하고, 복사 냉각 입자 물질은 SiO_2 와 Al_2O_3 를 포함할 뿐만 아니라 열전도성 입자 물질로 h-BN을 더 포함한다.
- [0138] 도 5의 그래프(500)를 참고하면, 열전도성 복사냉각 코팅층은 유리 기판 상에 $300\mu\text{m}$ 의 두께로 형성될 수 있다.
- [0139] 그래프(500)의 제1 지시선(501)은 종래 기술에 따른 복사냉각 페인트의 흡수율의 변화를 나타낼 수 있고, 제2 지시선(502)은 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층의 흡수율 변화를 나타낼 수 있다.
- [0140] 제1 지시선(501)과 제2 지시선(502)을 비교하면 제2 지시선(502)이 대기의 창외 파장 범위에서의 흡수율이 80% 이상을 꾸준히 유지함을 확인할 수 있다.
- [0141] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자는 대기의 창외 파장 범위에서 높은 복사 냉각능을 제공할 수 있다.
- [0143] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자의 복사 냉각 성능을 설명하는 도면이다.
- [0144] 도 6를 참고하면, 그래프(600)는 제1 지시선(601)으로 외기 온도 변화를 나타내고, 제2 지시선(602)으로 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각 소자의 주변 온도 변화를 나타내며, 제3 지시선(603)으로 종래 기술에 따른 복사 냉각 소자의 주변 온도 변화를 나타내고, 제4 지시선(604)으로 일사량의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0145] 여기서, 종래 기술에 따른 복사냉각 페인트는 고분자 물질과 복사 냉각 입자 물질의 조합에 기반하고, 복사 냉각 입자 물질은 SiO_2 와 Al_2O_3 를 포함한다.
- [0146] 한편, 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층을 포함하는 복사 냉각 소자는 고분자 물질과 복사 냉각 입자 물질의 조합에 기반하고, 복사 냉각 입자 물질은 SiO_2 와 Al_2O_3 를 포함할 뿐만 아니라 열전도성 입자 물질로 h-BN을 더 포함한다.
- [0147] 제1 지시선(601)과 제2 지시선(602) 및 제3 지시선(603)을 비교하여 모든 시간대에서 온도가 감소함을 확인할

수 있다.

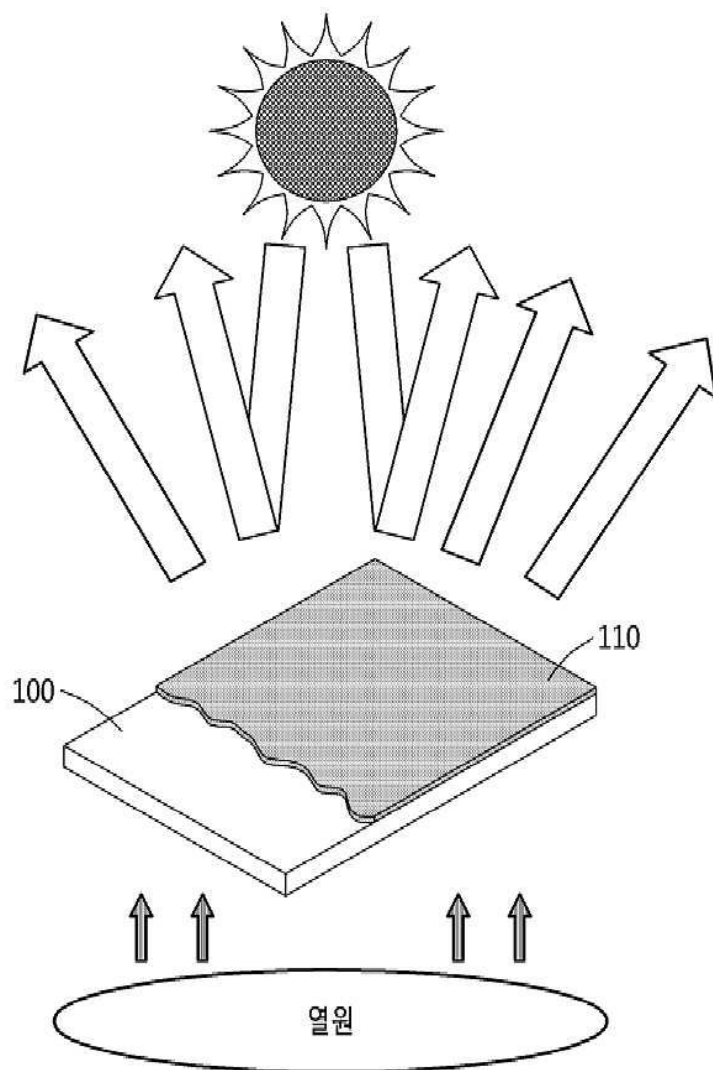
- [0148] 한편, 제2 지시선(602)과 제3 지시선(603)을 비교하면 모든 시간대에서 제2 지시선(602)이 제3 지시선(603)에 대비하여 낮은 온도가 측정됨을 확인할 수 있다.
- [0149] 즉, 열전도성 입자 물질이 포함된 복사 냉각 페인트가 열전도성 복사냉각 코팅층으로 형성된 복사 냉각 소자의 복사 냉각 성능이 우수함을 확인할 수 있다.
- [0150] 본 발명의 일실시예에 따른 열전도성 복사냉각 코팅층은 열전도성 복사냉각 코팅 용액 내 복사냉각 입자 물질과 열전도성 입자 물질의 부피 비율에서 열전도성 입자 물질의 부피 비율이 증가되는 경우, 주변 온도를 냉각시키는 냉각 온도가 증가될 수 있다.
- [0152] 상술한 구체적인 실시 예들에서, 발명에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다.
- [0153] 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.
- [0154] 한편 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 다양한 실시 예들이 내포하는 기술적 사상의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다.
- [0155] 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

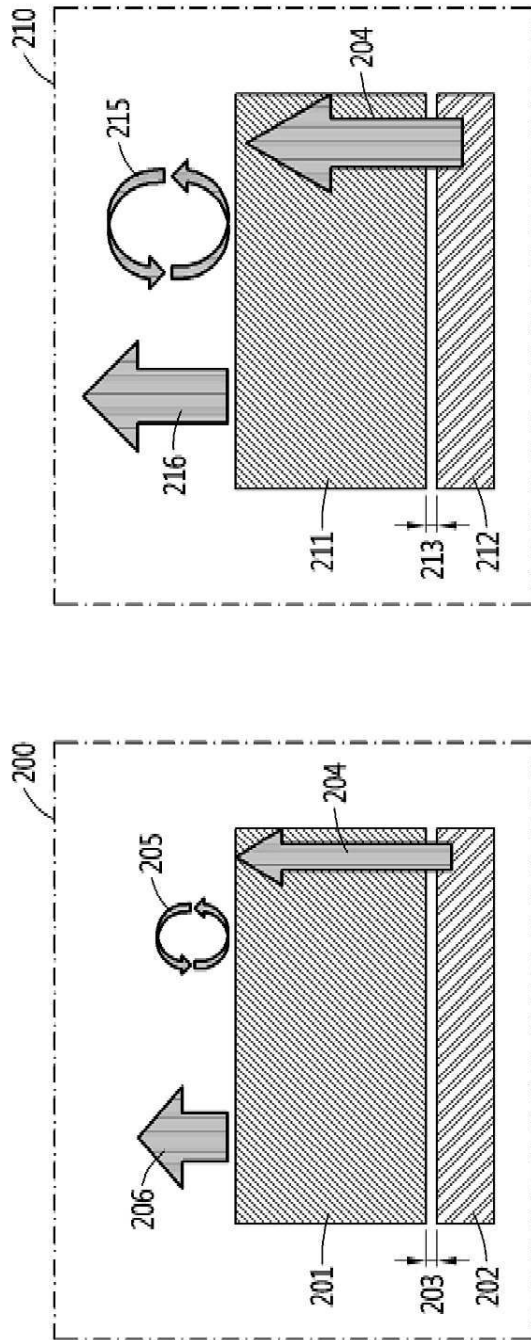
- [0157] 100: 복사 냉각 소자 110: 열전도성 복사냉각 코팅층

도면

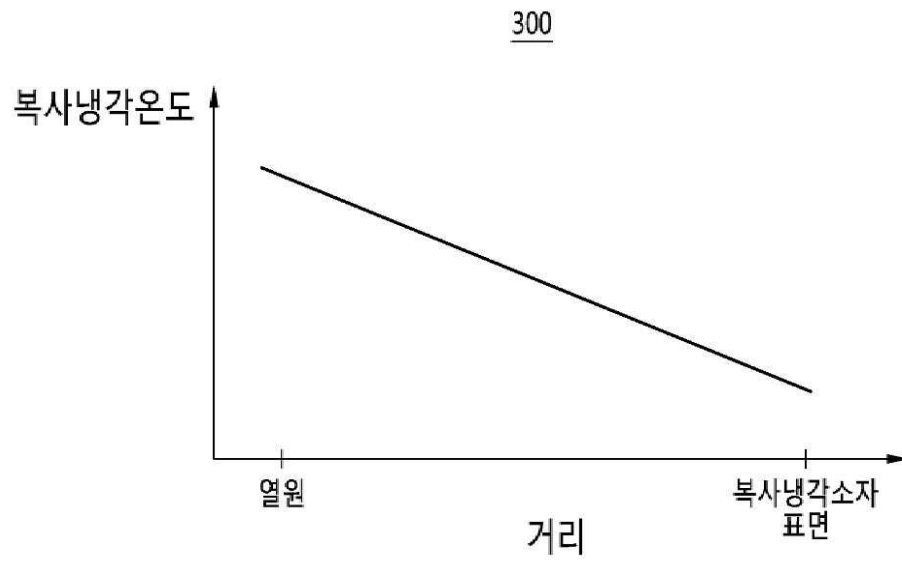
도면1



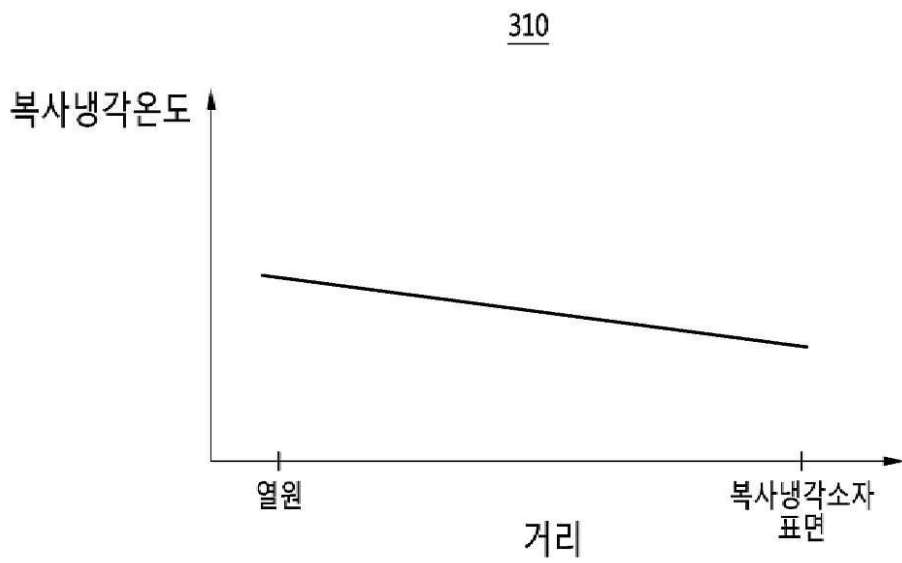
도면2



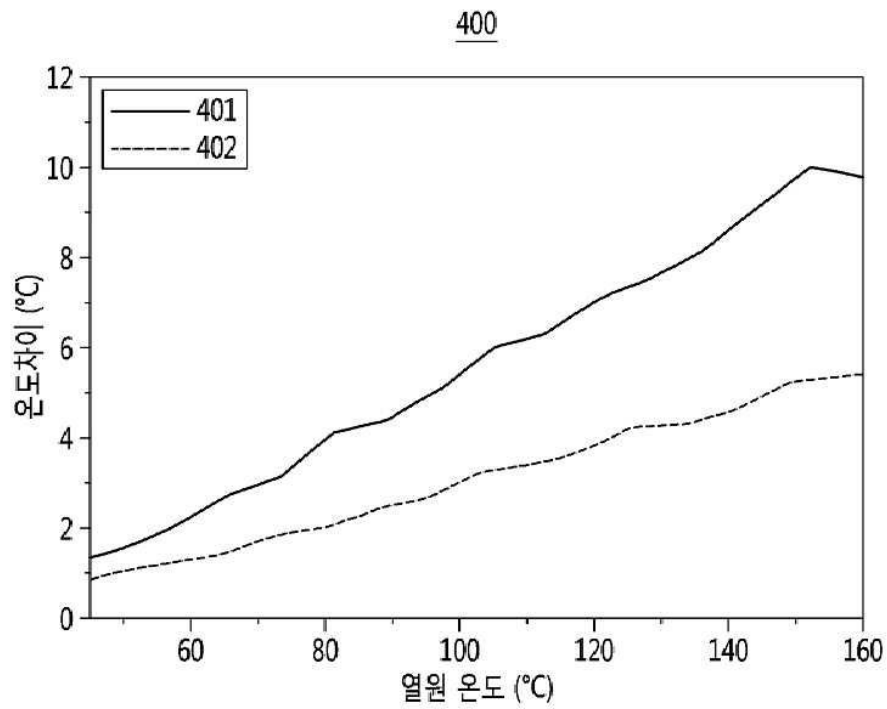
도면3a



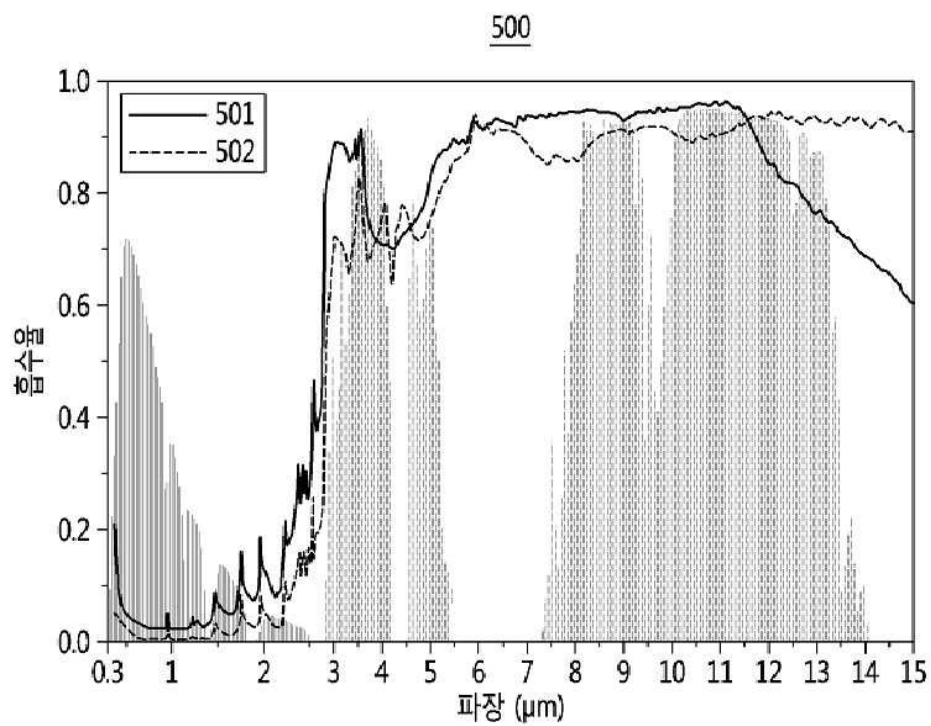
도면3b



도면4



도면5



도면6

