(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0039053
(43) 공개일자 2023년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25B 23/00 (2022.01) *B32B 7/023* (2019.01)
C08K 3/013 (2018.01) *C08L 101/00* (2006.01)
C08L 21/00 (2006.01) *F28F 13/18* (2006.01)
(52) CPC특허분류
F25B 23/003 (2013.01)
B32B 7/023 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2021-0121903
(22) 출원일자 2021년09월13일
심사청구일자 2021년09월13일

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

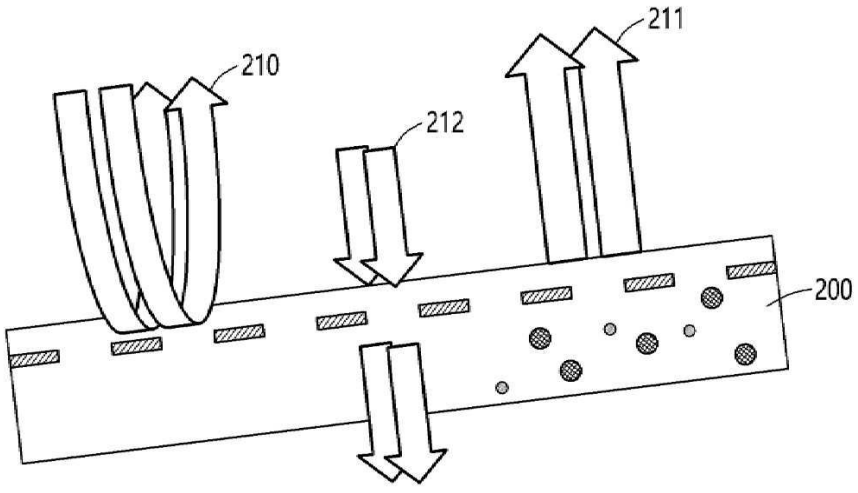
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **투명 복사 냉각 소자**

(57) 요 약

본 발명은 입사태양광의 가시광 영역의 태양광에 대한 높은 투과도를 확보하면서 적외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광에 대한 반사율을 높이고, 장파장 적외선의 방사율을 증가시켜 투명성을 확보하면서 복사 냉각 효과를 최대화하는 투명 복사 냉각 소자를 제공하는 기술에 관한 것으로, 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자는 기 설정된 주기로 배치된 공간들 및 패턴 박막들을 포함하고, 상기 패턴 박막들에 기반하여 입사태양광 중 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광을 반사하고, 상기 공간들을 통해 상기 입사태양광 중 가시광 영역의 태양광은 투과하는 금속 패턴 박막층 및 고분자 수지로 이루어져 상기 공간들을 통해 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하고, 상기 가시광 영역의 태양광은 투과하는 투명 방사층을 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
C08K 3/013 (2018.01)
C08L 101/00 (2013.01)
C08L 21/00 (2013.01)
F28F 13/18 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

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

명 세 서

청구범위

청구항 1

기 설정된 주기로 배치된 공간들 및 패턴 박막들을 포함하고, 상기 패턴 박막들에 기반하여 입사태양광 중 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광을 반사하고, 상기 공간들을 통해 상기 입사태양광 중 가시광 영역의 태양광은 투과하는 금속 패턴 박막층; 및

고분자 수지로 이루어져 상기 공간들을 통해 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하고, 상기 가시광 영역의 태양광은 투과하는 투명 방사층을 포함하는 것을 특징으로 하는

투명 복사 냉각 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

세라믹 물질 및 고분자 물질 중 어느 하나의 물질로 형성되어 상기 패턴 박막들의 산화 및 열화를 방지하는 패시베이션층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는

투명 복사 냉각 소자.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 세라믹 물질은 SiO_2, Al_2O_3, $BaSO_4$, $CaCO_3$, BN, $CaSO_4$ 및 ZrO_2 중 적어도 하나의 세라믹 물질을 포함하고,

상기 고분자 물질은 PDMS(polydimethylsiloane), PUA(poly urethane acrylate), PVC(Polyvinyl Chloride), PE(polyethylene), PMMA(polymethyl methacrylate), PET(polyethylene terephthalate), PC(polycarbonate) 및 고무(Rubber) 중 적어도 하나의 고분자 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는

투명 복사 냉각 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 패턴 박막들은 금(Au), 은(Ag) , 알루미늄(Al), 구리(Cu), 니켈(Ni) 및 백금(Pt) 중 선택되는 적어도 어느 하나의 금속 물질이거나 적어도 둘이 결합된 합금 물질 중 어느 하나의 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는

투명 복사 냉각 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 금속 패턴 박막층은 금속 박막에서 상기 공간들에 의해 구분되는 상기 패턴 박막들 중 어느 하나의 패턴 박막의 너비와 상기 공간들 중 어느 하나의 공간의 너비를 합한 기 설정된 주기마다 상기 어느 하나의 패턴 박막이 배치되는 것을 특징으로 하는

투명 복사 냉각 소자.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 금속 패턴 박막층은 상기 기 설정된 주기마다 상기 공간들 중 어느 하나의 공간을 통해 상기 투명 방사층을 노출하거나 상기 투명 방사층을 투명 방사 기둥으로 포함하는 것을 특징으로 하는

투명 복사 냉각 소자.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 어느 하나의 패턴 박막의 너비는 200 nm 내지 300 nm이고,

상기 어느 하나의 공간의 너비는 500 nm 내지 600 nm이며,

상기 어느 하나의 패턴 박막의 두께는 5 nm 내지 40 nm 이고,

상기 투명 방사 기둥의 두께는 500 nm 인 것을 특징으로 하는

투명 복사 냉각 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 투명 방사층은 상기 고분자 수지에 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나가 혼입되어 상기 고분자 수지의 굴절률과 상기 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 상기 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나의 굴절률 간의 차이를 이용하여 상기 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광을 산란 및 반사하여 반사율을 증가시키고, 상기 고분자 수지의 방사율과 상기 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 상기 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나의 방사율 간의 차이를 이용하여 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하여 방사율을 증가시키는 것을 특징으로 하는

투명 복사 냉각 소자.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 상기 고분자 나노 또는 마이크로 입자는 단일 입자, 코어쉘(core shell) 입자 및 빈(hollow) 입자 중 어느 하나의 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는

투명 복사 냉각 소자.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 세라믹 나노 또는 마이크로 입자는 SiO_2, Al_2O_3, ZrO_2, $CaCO_3$, h-BN 및 $BaSO_4$ 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 고분자 나노 또는 마이크로 입자는 PDMS(polydimethylsiloane), PVDF(Polyvinylidene fluoride), PTFE(Polytetrafluoroethylene), ETFE(Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PUA(poly urethane acrylate), PVC(Polyvinyl Chloride), PE(polyethylene), PMMA(polymethyl methacrylate), PET(polyethylene terephthalate), PC(polycarbonate) 및 고무(Rubber) 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는

투명 복사 냉각 소자.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 상기 고분자 나노 또는 마이크로 입자의 크기는 10 ㎛ 이하인 것을 특징으로 하는

투명 복사 냉각 소자.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 고분자 수지는 PDMS(polydimethylsiloane), PUA(poly urethane acrylate), PVC(Polyvinyl Chloride), PE(polyethylene), PMMA(polymethyl methacrylate) 및 DPHA(Dipentaerythritol Hexaacrylate)를 포함하는 것을 특징으로 하는

투명 복사 냉각 소자.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 금속 패턴 박막층은 상기 투명 방사층 상에 금속 박막이 증착된 후 상기 기 설정된 주기로 상기 공간들이 형성되거나 상기 기 설정된 주기로 상기 패턴 박막들이 증착 형성되는 것을 특징으로 하는

투명 복사 냉각 소자.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 투명 복사 냉각 소자에 관한 것으로, 입사태양광의 가시광 영역의 태양광에 대한 높은 투과도를 확보하면서 적외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광에 대한 반사율을 높이고, 장파장 적외선의 방사율을 증가시켜 투명성을 확보하면서 복사 냉각 효과를 최대화하는 투명 복사 냉각 소자를 제공하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 냉각을 위해서는 에너지를 반드시 사용해야한다. 그러나, 복사냉각은 열교환이 적외선 방사라는 에너지를 쓰지 않는 자발적인 과정을 통해 냉각체의 주변이 아닌 지구 대기권 밖과 일어나므로, 에너지의 소모 없이 냉각을 시킬 수 있는 기술이다.

[0003] 복사냉각을 위해서는 적외선을 잘 방사할 수 있도록 해야 하며 이를 위해서는 방사하려는 적외선을 잘 흡수하는 물성을 갖추어야 한다.

[0004] 특히, 어떤 소재가 태양광이 있는 주간에도 복사냉각을 수행하여 주변보다 낮은 온도가 되기 위해서는 각 파장대에서 빛의 흡수, 반사, 투과 및 복사를 독립적으로 잘 제어해야 한다.

[0005] 대부분의 경우, 주요 열원은 입사하는 태양광이고 태양과의 열은 자외선(ultraviolet(UV) rays), 가시광선(visible rays) 및 근적외선(near infrared(NIR) rays)의 형태로 도달하므로 복사냉각이 이루어지기 위해서는 자외선, 가시광선 및 근적외선의 빛을 최대한 반사하여 태양광을 통한 열의 유입을 차단해야 한다.

[0006] 쉽게 예를 들면 태양빛이 내리쬐는 대낮에 빛을 잘 흡수하는 검은색 자동차의 내부 온도는 쉽게 상승하지만 상대적으로 빛을 흡수하지 않고 잘 반사하는 흰색 자동차의 경우에는 상대적으로 온도 상승 정도가 작다.

[0007] 지구의 대기는 수증기, 이산화탄소 등이 존재하는데 이들 가스는 지구가 외부로 방사하는 장파장 적외선(long-wave infrared(NIWR) rays)의 일부를 흡수하여 외부로의 방사를 억제하는데, 대표적인 예로 온실효과가 있다.

[0008] 그러나, 대기의 창(sky window)라 불리는 8 ㎛ 내지 13 ㎛ 파장대의 장파장 적외선은 지구 대기에 의하여 흡수되지 않고 지구 대기 밖으로 쉽게 방사된다.

[0009] 만약 어떤 소재가 자신의 열에너지를 대기의 창이라 불리는 파장대의 장파장 적외선을 잘 방출할 수 있다면 복사 냉각은 더욱 잘 일어 날 수 있다.

[0010] 복사 냉각 소재는 일체의 에너지 투입 없이 물질 고유 광학적 특성을 활용하여 입사 태양광의 0.3 ㎛ 내지 2.5 ㎛ 파장대의 근적외선은 반사하고, 8 ㎛ 내지 13 ㎛ 파장대의 장파장 적외선은 흡수 및 방사하는 열의 복사 매커니즘을 이용한다.

[0011] 투명(transparent)하다는 것은 자외선, 가시광선 및 근적외선으로 이루어진 입사태양광에서 가시광선을 투과 시킨다는 것이다.

[0012] 도 1은 입사 태양광의 파장대별 에너지 분포를 설명하는 도면이다.

[0013] 도 1을 참고하면, 그래프(100)는 입사 태양광의 파장대별 에너지 분포를 예시한다.

[0014] 그래프(100)의 지점(101)은 대기(atmosphere)의 최상층부의 태양광을 나타내고, 지점(102)은 흑체 스펙트럼(blackbody spectrum)을 나타내며, 지점(103)은 해수면에서의 방사(radiation at sea level)를 나타낸다.

[0015] 입사태양광의 경우 입사하는 태양광의 에너지는 대략 1000 W/m^2에 달하며 이중 과반의 에너지가 가시광 영역에 집중된다.

[0016] 따라서, 아무리 8 ㎛ 내지 13 ㎛ 파장대의 장파장 적외선 방사를 통해 에너지를 배출하여도 투명하면서 주변 온도보다 낮게 냉각하는 복사 냉각은 어려움이 따른다.

[0017] 그 이유는 장파장 적외선 방사를 통한 에너지 배출은 100 W/m^2 내지 150 W/m^2 정도에 불과하므로 입사태양광의 가시광선 영역의 에너지 양보다는 작기 때문이다.

[0018] 일반적인 복사냉각 소자는 정반사(specular reflection)나 백색 산란 반사를 이용하여 입사태양광을 흡수하지 않고 모두 반사함에 따라 투명성의 확보가 어렵다는 단점이 존재한다.

[0019] 즉, 복사 냉각 소자의 투명성을 위해서는 가시광 영역의 빛에 대해서는 높은 투과도가 요구된다.

[0020] 다만, 종래 기술에 따른 복사 냉각 소자에서의 금속 또는 고분자와 산화물 반도체 입자를 이용한 백색 반사 및 산란층의 응용 부분에서는 한계점이 존재한다.

[0021] 즉, 종래의 백색 반사 및 산란층을 이용한 복사 냉각 소자는 실생활에 사용하기에 제한이 많다는 한계점이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0022] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2036071호, "다층 복사 냉각 구조"

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1632646호, "태양 전지 패널의 인라인 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

[0023] 본 발명은 입사태양광의 가시광 영역의 태양광에 대한 높은 투과도를 확보하면서 적외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광에 대한 반사율을 높이고, 장파장 적외선의 방사율을 증가시켜 투명성을 확보하면서 복사 냉각 효과를 최대화하는 투명 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0024] 본 발명은 입사태양광 중에서 가시광 영역에는 최대한 투명하고 자외선 및 근적외선 영역에서는 투과도를 최소화하여 투명함을 유지하면서 입사태양광의 에너지 투입을 최소하고, 동시에 8 ㎛ 내지 14 ㎛ 파장대의 장파장 적외선 방사를 극대화하여 장파장 적외선 흡수 및 방사에 의한 열배출을 증가시키는 투명 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0025] 본 발명은 건축자재, 유리, 자동차 자재, 항공장비, 에너지 절감형 데이터 센터 및 전자기기, 태양전지 등 냉각이 필요한 물질의 외부 표면에 적용되어 에너지 소모 없이 냉각하는 투명 복사 냉각 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0026] 본 발명은 스마트 윈도우(smart window) 및 저 에너지 유리(low energy glass) 등을 대체하면서 패시브 하우스(passive house)를 비롯한 건축물 및 태양광 발전 소재 등에 활용될 수 있는 투명 복사 냉각 소자를 이용하여 만들어진 유리 창호, 자동차 유리 코팅 필름 등의 제품 개발을 활성화시키는 것을 목적으로 한다.

[0027] 본 발명은 투명 복사 냉각 소자에 기반한 필름을 건축물의 유리 등 태양광에 노출되는 외부에 부착하여 냉방 에

너지 효율을 증가시키는 것을 목적으로 한다.

[0028] 본 발명은 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 다양한 표면 상에 투명 복사 냉각 소자 기반의 필름을 부착하여 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 다양한 표면 상에서 복사 냉각 효과를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0029] 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자는 기 설정된 주기로 배치된 공간들 및 패턴 박막들을 포함하고, 상기 패턴 박막들에 기반하여 입사태양광 중 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광을 반사하고, 상기 공간들을 통해 상기 입사태양광 중 가시광 영역의 태양광은 투과하는 금속 패턴 박막층 및 고분자 수지로 이루어져 상기 공간들을 통해 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하고, 상기 가시광 영역의 태양광은 투과하는 투명 방사층을 포함할 수 있다.

[0030] 본 발명의 일실시예에 따르면 투명 복사 냉각 소자는 세라믹 물질 및 고분자 물질 중 어느 하나의 물질로 형성되어 상기 패턴 박막들의 산화 및 열화를 방지하는 패시베이션층을 더 포함할 수 있다.

[0031] 상기 세라믹 물질은 SiO_2, Al_2O_3, $BaSO_4$, $CaCO_3$, BN, $CaSO_4$ 및 ZrO_2 중 적어도 하나의 세라믹 물질을 포함하고,

상기 고분자 물질은 PDMS(polydimethylsiloane), PUA(poly urethane acrylate), PVC(Polyvinyl Chloride), PE(polyethylene), PMMA(polymethyl methacrylate), PET(polyethylene terephthalate), PC(polycarbonate) 및 고무(Rubber) 중 적어도 하나의 고분자 물질을 포함할 수 있다.

[0032] 상기 패턴 박막들은 금(Au), 은(Ag) , 알루미늄(Al), 구리(Cu), 니켈(Ni) 및 백금(Pt) 중 선택되는 적어도 어느 하나의 금속 물질이거나 적어도 둘이 결합된 합금 물질 중 어느 하나의 물질로 형성될 수 있다.

[0033] 상기 금속 패턴 박막층은 금속 박막에서 상기 공간들에 의해 구분되는 상기 패턴 박막들 중 어느 하나의 패턴 박막의 너비와 상기 공간들 중 어느 하나의 공간의 너비를 합한 기 설정된 주기마다 상기 어느 하나의 패턴 박막이 배치될 수 있다.

[0034] 상기 금속 패턴 박막층은 상기 기 설정된 주기마다 상기 공간들 중 어느 하나의 공간을 통해 상기 투명 방사층을 노출하거나 상기 투명 방사층을 투명 방사 기둥으로 포함할 수 있다.

[0035] 상기 어느 하나의 패턴 박막의 너비는 200 nm 내지 300 nm이고, 상기 어느 하나의 공간의 너비는 500 nm 내지 600 nm이며, 상기 어느 하나의 패턴 박막의 두께는 5 nm 내지 40 nm 이고, 상기 투명 방사 기둥의 두께는 500 nm 일 수 있다.

[0036] 상기 투명 방사층은 상기 고분자 수지에 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나가 혼입되어 상기 고분자 수지의 굴절률과 상기 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 상기 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나의 굴절률 간의 차이를 이용하여 상기 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광을 산란 및 반사하여 반사율을 증가시키고, 상기 고분자 수지의 방사율과 상기 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 상기 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나의 방사율 간의 차이를 이용하여 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하여 방사율을 증가시킬 수 있다.

[0037] 상기 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 상기 고분자 나노 또는 마이크로 입자는 단일 입자, 코어쉘(core shell) 입자 및 빈(hollow) 입자 중 어느 하나의 형태로 형성될 수 있다.

[0038] 상기 세라믹 나노 또는 마이크로 입자는 SiO_2, Al_2O_3, ZrO_2, $CaCO_3$, h-BN 및 $BaSO_4$ 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 고분자 나노 또는 마이크로 입자는 PDMS(polydimethylsiloane), PVDF(Polyvinylidene fluoride), PTFE(Polytetrafluoroethylene), ETFE(Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PUA(poly urethane acrylate), PVC(Polyvinyl Chloride), PE(polyethylene), PMMA(polymethyl methacrylate), PET(polyethylene terephthalate), PC(polycarbonate) 및 고무(Rubber) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0039] 상기 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 상기 고분자 나노 또는 마이크로 입자의 크기는 10 ㎛ 이하일 수 있다.

[0040] 상기 고분자 수지는 PDMS(polydimethylsiloane), PUA(poly urethane acrylate), PVC(Polyvinyl Chloride), PE(polyethylene), PMMA(polymethyl methacrylate) 및 DPHA(Dipentaerythritol Hexaacrylate)를 포함할 수 있다.

[0041] 상기 금속 패턴 박막층은 상기 투명 방사층 상에 금속 박막이 증착된 후 상기 기 설정된 주기로 상기 공간들이

형성되거나 상기 기 설정된 주기로 상기 패턴 박막들이 증착 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0042] 본 발명은 입사태양광의 가시광 영역의 태양광에 대한 높은 투과도를 확보하면서 적외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광에 대한 반사율을 높이고, 장파장 적외선의 방사율을 증가시켜 투명성을 확보하면서 복사 냉각 효과를 최대화하는 투명 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0043] 본 발명은 입사태양광 중에서 가시광 영역에는 최대한 투명하고 자외선 및 근적외선 영역에서는 투과도를 최소화하여 투명함을 유지하면서 입사태양광의 에너지 투입을 최소하고, 동시에 8 ㎛ 내지 14 ㎛ 파장대의 장파장 적외선 방사를 극대화하여 장파장 적외선 흡수 및 방사에 의한 열배출을 증가시키는 투명 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0044] 본 발명은 건축자재, 유리, 자동차 자재, 항공장비, 에너지 절감형 데이터 센터 및 전자기기, 태양전지 등 냉각이 필요한 물질의 외부 표면에 적용되어 에너지 소모 없이 냉각하는 투명 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0045] 본 발명은 스마트 윈도우(smart window) 및 저 에너지 유리(low energy glass) 등을 대체하면서 패시브 하우스(passive house)를 비롯한 건축물 및 태양광 발전 소재 등에 활용될 수 있는 투명 복사 냉각 소자를 이용하여 만들어진 유리 창호, 자동차 유리 코팅 필름 등의 제품 개발을 활성화시킬 수 있다.

[0046] 본 발명은 투명 복사 냉각 소자에 기반한 필름을 건축물의 유리 등 태양광에 노출되는 외부에 부착하여 냉방 에너지 효율을 증가시킬 수 있다.

[0047] 본 발명은 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 다양한 표면 상에 투명 복사 냉각 소자 기반의 필름을 부착하여 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 다양한 표면 상에서 복사 냉각 효과를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0048] 도 1은 입사 태양광의 파장대별 에너지 분포를 설명하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자를 설명하는 도면이다.

도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 형성 구조를 설명하는 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 상면 및 단면을 설명하는 도면이다.

도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 광특성을 설명하는 도면이다.

도 6a 내지 도 7b는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 금속 패턴 박막층을 설명하는 도면이다.

도 8a 내지 도 8c는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 금속 패턴 박막층의 광특성을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0049] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.

[0050] 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.

[0051] 하기에서 다양한 실시 예들을 설명에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[0052] 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.

[0053] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.

[0054] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.

[0055] 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.

[0056] "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.

[0057] 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.

[0058] 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.

[0059] 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다.

[0060] 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.

[0061] 또한, '또는' 이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or'를 의미한다.

[0062] 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.

[0063] 이하 사용되는 '..부', '..기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0065] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자를 설명하는 도면이다.

[0066] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 투명 복사 냉각 원리를 설명하는 도면이다.

[0067] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자(200)는 투명 방사층 상에 형성된 금속 패턴 박막층에서 기 설정된 주기로 배치된 공간들 및 패턴 박막들을 포함한다.

[0068] 일례로, 투명 복사 냉각 소자(200)는 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광(210) 및 가시광 영역의 태양광(212)을 포함하는 입사태양광 및 장파장 적외선(211)에 노출되어 가시광 영역의 태양광(212)에 대한 높은 투과율과 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광(210)에 대한 높은 반사율 및 장파장 적외선(211)에 대한 높은 흡수율을 확보하여 투명도와 복사냉각 능을 최대화할 수 있다.

[0069] 즉, 투명 복사 냉각 소자(200)는 가시광 영역의 태양광(212)에만 높은 투과도를 갖으며 자외선 및 근적외선 영역의 태양광(210)은 최대한 반사하여 열유입을 줄이고, 대기의 창 영역의 장파장 적외선(211)의 방사를 통해 스스로의 열에너지를 배출하는 소자 또는 필름일 수 있다.

[0070] 예를 들어, 가시광 영역의 태양광(212)은 가시광선으로 지칭될 수 있고, 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광(210)은 자외선 및 근적외선으로 지칭될 수 있다.

[0071] 본 발명의 일실시예에 따르면 투명 복사 냉각 소자(200)는 금속 패턴 박막층 및 투명 방사층을 포함하고, 금속 패턴 박막층의 패턴 박막들의 산화 및 열화를 방지하기 위해 패시베이션층을 더 포함할 수 있다.

[0072] 일례로, 금속 패턴 박막층은 금속 박막에 공간들이 기 설정된 주기로 형성되어 기 설정된 주기로 배치된 패턴 박막들을 포함할 수 있다.

[0073] 또한, 금속 패턴 박막층은 기 설정된 주기로 패턴 박막들이 증착 형성되어 패턴 박막들 사이에 공간들이 배치될 수 있다.

[0074] 패턴 박막들은 입사태양광 중 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광(210)을 반사할 수 있다.

[0075] 또한, 패턴 박막들 사이의 공간들을 통해 입사태양광 중 가시광 영역의 태양광(212)을 투과할 수 있다.

[0076] 본 발명의 일실시예에 따르면 투명 방사층은 고분자 수지로 이루어져 기 설정된 주기로 형성된 공간들을 통해

대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서의 장파장 적외선(211)을 흡수 및 방사하면서 가시광 영역의 태양광(212)을 투과할 수 있다.

[0077] 예를 들어, 기 설정된 주기는 패턴 박막들 중 어느 하나의 패턴 박막의 너비와 공간들 중 어느 하나의 공간의 너비를 합한 크기에 해당할 수 있다.

[0078] 일례로, 투명 방사층은 고분자 수지에 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나가 혼입되어 가시광 영역의 태양광(212)의 투과율이 저하되지 않으면서 자외선 및 근적외선 영역의 태양광(210)의 반사율 및 장파장 적외선(211)의 흡수율에 해당하는 방사율을 증가시킬 수 있다.

[0079] 따라서, 본 발명은 입사태양광의 가시광 영역의 태양광에 대한 높은 투과도를 확보하면서 적외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광에 대한 반사율을 높이고, 장파장 적외선의 방사율을 증가시켜 투명성을 확보하면서 복사 냉각 효과를 최대화하는 투명 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0081] 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 형성 구조를 설명하는 도면이다.

[0082] 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 다양한 형성 구조를 예시한다.

[0083] 도 3a는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자가 패시베이션층을 포함하고, 투명 방사층 내에 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나가 혼입되지 않은 형성 구조를 예시한다.

[0084] 도 3a를 참고하면 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자(300)는 투명 방사층(301), 금속 패턴 박막층(302) 및 패시베이션층(303)을 포함할 수 있다.

[0085] 일례로, 금속 패턴 박막층(302)은 기 설정된 주기로 배치된 공간들 및 패턴 박막들을 포함하고, 패턴 박막들에 기반하여 입사태양광 중 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광을 반사하고, 공간들을 통해 입사태양광 중 가시광 영역의 태양광을 투과할 수 있다.

[0086] 본 발명의 일실시예에 따르면 투명 방사층(301)은 고분자 수지로 이루어져 기 설정된 주기로 배치된 공간들을 통해 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하고, 가시광 영역의 태양광을 투과할 수 있다.

[0087] 예를 들어, 공간들은 패턴 박막들에 의해서 가려지지 않는 영역으로서, 금속 박막에 형성된 구멍이거나 패턴 박막들이 형성되지 않은 패턴 박막들 간의 사이 영역일 수 있다.

[0088] 즉, 금속 패턴 박막층(302)이 기 설정된 주기의 패턴으로 패턴 박막들이 형성된 패턴형 금속층이거나 금속 박막에 기 설정된 주기로 구멍이 형성된 구조를 모두 포함할 수 있다.

[0089] 또한, 금속 패턴 박막층(302)은 투명 방사층(301) 상에 금속 박막이 증착된 후 기 설정된 주기로 공간들이 형성되거나 기 설정된 주기로 패턴 박막들이 증착 형성될 수 있다. 여기서, 공간들은 구멍에 해당될 수 있다.

[0090] 예를 들어, 고분자 수지는 PDMS(polydimethylsiloane), PUA(poly urethane acrylate), PVC(Polyvinyl Chloride), PE(polyethylene), PMMA(polymethyl methacrylate) 및 DPHA(Dipentaerythritol Hexaacrylate)를 포함할 수 있다.

[0091] 일례로, 패시베이션층(303)은 세라믹 물질 및 고분자 물질 중 어느 하나의 물질로 형성되어 금속 패턴 박막층(302)에 포함된 패턴 박막들의 산화 및 열화를 방지할 수 있다.

[0092] 예를 들어, 세라믹 물질은 SiO_2, Al_2O_3, $BaSO_4$, $CaCO_3$, BN, $CaSO_4$ 및 ZrO_2 중 적어도 하나의 세라믹 물질을 포함하고,

[0093] 또한, 고분자 물질은 PDMS(polydimethylsiloane), PUA(poly urethane acrylate), PVC(Polyvinyl Chloride), PE(polyethylene), PMMA(polymethyl methacrylate), PET(polyethylene terephthalate), PC(polycarbonate) 및 고무(Rubber) 중 적어도 하나의 고분자 물질을 포함할 수 있다.

[0094] 본 발명의 일실시예에 따르면 패시베이션층(303)은 금속 패턴 박막층(302)의 패턴 박막들이 공기중에 노출되어 산화되고 약화되는 것을 방지하기 위해 가시광 영역의 태양광을 투과하여 투명성이 확보되는 세라믹 물질 및 고분자 물질을 금속 패턴 박막층(302) 상에 코팅 또는 증착하여 형성될 수 있다.

[0095] 일례로, 패턴 박막들은 금(Au), 은(Ag) , 알루미늄(Al), 구리(Cu), 니켈(Ni) 및 백금(Pt) 중 선택되는 적어도 어느 하나의 금속 물질이거나 적어도 둘이 결합된 합금 물질 중 어느 하나의 물질로 형성될 수 있는데, 바람직하게는 은으로 형성될 수 있다.

[0096] 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자가 패시베이션층을 포함하고, 투명 방사층 내에 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나가 혼입된 형성 구조를 예시한다.

[0097] 도 3b를 참고하면 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자(310)는 투명 방사층(311), 금속 패턴 박막층(313) 및 패시베이션층(314)을 포함할 수 있다.

[0098] 금속 패턴 박막층(313)과 패시베이션층(314)은 도 3a에서 설명된 금속 패턴 박막층(302)과 패시베이션층(303)과 동일할 수 있다.

[0099] 일례로, 투명 방사층(311)은 고분자 수지에 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나의 나노 또는 마이크로 입자(312)가 혼입되어 형성될 수 있다.

[0100] 예를 들어, 고분자 수지에는 광개시제나 열개시제 등이 첨가되어 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자와 같은 나노 또는 마이크로 입자(312)가 고분자 수지 내에서 잘 분산되도록 할 수 있다.

[0101] 일례로, 세라믹 나노 또는 마이크로 입자는 SiO_2, Al_2O_3, ZrO_2, $CaCO_3$, h-BN 및 $BaSO_4$ 중 적어도 하나를 포함하고, 고분자 나노 또는 마이크로 입자는 PDMS(polydimethylsiloane), PVDF(Polyvinylidene fluoride), PTFE(Polytetrafluoroethylene) 및 ETFE(Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PUA(poly urethane acrylate), PVC(Polyvinyl Chloride), PE(polyethylene), PMMA(polymethyl methacrylate), PET(polyethylene terephthalate), PC(polycarbonate) 및 고무(Rubber) 중 적어도 하나 를 포함할 수 있다.

[0102] 또한, 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자는 단일 입자, 코어쉘(core shell) 입자 및 빈(hollow) 입자 중 어느 하나의 형태로 형성될 수 있다.

[0103] 본 발명의 일실시예에 따르면 투명 방사층(311)은 고분자 수지의 굴절률과 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나 나노 또는 마이크로 입자(312)의 굴절률 간의 차이를 이용하여 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광을 산란 및 반사하여 반사율을 증가시킬 수 있다.

[0104] 또한, 투명 방사층(311)은 고분자 수지의 방사율과 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나의 방사율 간의 차이를 이용하여 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하여 방사율을 증가시킬 수 있다.

[0105] 즉, 투명 방사층(311)은 금속 패턴 박막층(313)의 홀을 통해서 입사하는 입사태양광의 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광을 추가적으로 반사하여 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광에 대한 반사율을 증가시킨다.

[0106] 또한, 투명 방사층(311)은 고분자 수지에 의한 장파장 적외선의 방사율을 보완하여 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나의 방사율이 추가 적용됨에 따라 장파장 적외선을 흡수 및 방사하여 방사율을 증가시킬 수 있다.

[0107] 예를 들어, 투명 방사층(311)에서 고분자 수지가 대기의 창에 해당하는 파장 범위에서 8 ㎛ 내지 11 ㎛의 장파장 적외선을 흡수 및 방사한다면 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나에 의해 11 ㎛ 내지 14 ㎛의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하여 장파장 적외선에 대한 방사율을 증가시킬 수 있다.

[0108] 이때, 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자는 입사태양광 중 가시광 영역의 태양광을 산란하여 투명도를 해치지 않도록 10 ㎛ 이하의 크기로 형성될 수 있다.

[0109] 즉, 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자는 가시광 영역의 태양광에 대한 투과율이 확보되도록 100 ㎚ 이하의 크기로 형성될 수 있다.

[0110] 도 3c는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 투명 방사층 내에 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나가 혼입되지 않은 형성 구조에서 패시베이션층을 포함하지 않는 경우를 예시한다.

[0111] 도 3c를 참고하면 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자(320)는 투명 방사층(321) 및 금속 패턴 박막

층(322)을 포함할 수 있다.

[0112] 투명 방사층(321) 및 금속 패턴 박막층(322)은 도 3a에서 설명된 투명 방사층(301) 및 금속 패턴 박막층(302)과 동일할 수 있다.

[0113] 도 3d는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 투명 방사층 내에 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나가 혼입된 형성 구조에서 패시베이션층을 포함하지 않는 경우를 예시한다.

[0114] 도 3d를 참고하면 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자(330)는 투명 방사층(331) 및 금속 패턴 박막층(333)을 포함할 수 있다.

[0115] 투명 방사층(331) 및 금속 패턴 박막층(333)은 도 3b에서 설명된 투명 방사층(311) 및 금속 패턴 박막층(313)과 동일할 수 있다.

[0116] 일례로, 투명 방사층(331)은 고분자 수지에 세라믹 나노 또는 마이크로 입자 및 고분자 나노 또는 마이크로 입자 중 적어도 하나의 나노 또는 마이크로 입자(332)가 혼입되어 형성될 수 있다.

[0117] 따라서, 본 발명은 입사태양광 중에서 가시광 영역에는 최대한 투명하고 자외선 및 근적외선 영역에서는 투과도를 최소화하여 투명함을 유지하면서 입사태양광의 에너지 투입을 최소하고, 동시에 8 ㎛ 내지 14 ㎛ 파장대의 장파장 적외선 방사를 극대화하여 장파장 적외선 흡수 및 방사에 의한 열배출을 증가시키는 투명 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0118] 또한, 본 발명은 투명 복사 냉각 소자를 통해 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 다양한 표면 상에 투명 복사 냉각 소자 기반의 필름을 부착하여 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 다양한 표면 상에서 복사 냉각 효과를 제공할 수 있다.

[0120] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 상면 및 단면을 설명하는 도면이다.

[0121] 도 4a는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 상면을 예시한다.

[0122] 도 4a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자(400)는 공간을 포함하는 투명 방사층(401) 및 패턴 박막(402)으로 이루어진다.

[0123] 여기서, 공간을 포함하는 투명 방사층(401)은 패턴 박막(402)에 의해 가려지지 않는 투명 방사층으로 공간을 통해 태양광에 노출되는 영역일 수 있다.

[0124] 예를 들어, 공간은 투명 방사층(401)이 노출되는 영역으로서 패턴 박막(402)의 사이 공간 영역에 해당할 수 있다.

[0125] 일례로, 투명 복사 냉각 소자(400)는 패턴 박막(402)이 기 설정된 주기로 패턴 형태로 형성되어 패턴 박막(402)에 의해 가려지지 않는 영역이 투명 방사층(401)을 노출하는 공간으로 구성될 수 있다.

[0126] 예를 들어, 패턴 박막(402)의 너비(W)와 공간의 너비를 합한 주기(P)는 기 설정된 주기에 해당될 수 있다.

[0127] 패턴 박막(402)은 원형, 사각형, 타원형, 육각형 등의 다양한 형태로 형성될 수 있다.

[0128] 도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 단면을 예시한다.

[0129] 도 4b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자(410)는 투명 방사층(411), 공간 및 패턴 박막(412)을 포함하는 금속 패턴 박막층 및 패시베이션층(413)을 포함한다.

[0130] 투명 방사층(411)의 두께는 50 ㎛일 수 있고, 금속 패턴 박막층의 두께는 패턴 박막(412)의 두께에 해당하는 10 ㎚일 수 있으며, 패시베이션층(413)의 두께는 10 ㎛일 수 있다.

[0131] 패턴 박막(412)의 너비(W)와 공간의 너비를 합친 주기(P)에 따라 패턴 박막(412)과 공간이 배치되어 금속 패턴 박막층이 구성될 수 있다.

[0132] 도 4a 및 도 4b에 따른 투명 복사 냉각 소자는 금속 박막 패턴이 투명 방사층 상에 적층되어 형성된 투명 복사 냉각 소자일 수 있다.

[0134] 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 광특성을 설명하는 도면이다.

[0135] 도 5a 내지 도 5c는 도 4a 및 도 4b에서 설명된 투명 복사 냉각 소자에서 패턴 박막과 관련된 너비(W) 및 주기(P)의 변화에 따른 광특성을 예시한다.

[0136] 도 5a는 도 4a 및 도 4b에서 설명된 투명 복사 냉각 소자의 투과율을 예시하고, 도 5b는 도 4a 및 도 4b에서 설명된 투명 복사 냉각 소자의 흡수율을 예시하며, 도 5c는 도 4a 및 도 4b에서 설명된 투명 복사 냉각 소자의 반사율을 예시한다.

[0137] 도 5a의 그래프(500)를 참고하면, 그래프선(501)은 10 nm의 두께를 갖는 금속 박막을 포함하는 경우에 대한 투과율을 나타내고, 그래프선(502)은 10 nm의 두께를 갖는 패턴 박막들이 200 nm의 너비(W)를 가지고 500 nm의 주기(P)로 배치된 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우에 대한 투과율을 나타낸다.

[0138] 또한, 그래프선(503)은 10 nm의 두께를 갖는 패턴 박막들이 300 nm의 너비(W)를 가지고 500 nm의 주기(P)로 배치된 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우에 대한 투과율을 나타내고, 그래프선(504)은 10 nm의 두께를 갖는 패턴 박막들이 300 nm의 너비(W)를 가지고 600 nm의 주기(P)로 배치된 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우에 대한 투과율을 나타낸다.

[0139] 그래프선(501)에 대비하여 그래프선(503) 내지 그래프선(504)이 가시광선 영역에 해당하는 0.4 ㎛ 내지 0.7 ㎛의 파장에서 높은 투과율을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0140] 도 5b의 그래프(510)를 참고하면, 그래프선(511)은 10 nm의 두께를 갖는 금속 박막을 포함하는 경우에 대한 흡수율을 나타내고, 그래프선(512)은 10 nm의 두께를 갖는 패턴 박막들이 200 nm의 너비(W)를 가지고 500 nm의 주기(P)로 배치된 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우에 대한 흡수율을 나타낸다.

[0141] 또한, 그래프선(513)은 10 nm의 두께를 갖는 패턴 박막들이 300 nm의 너비(W)를 가지고 500 nm의 주기(P)로 배치된 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우에 대한 흡수율을 나타내고, 그래프선(514)은 10 nm의 두께를 갖는 패턴 박막들이 300 nm의 너비(W)를 가지고 600 nm의 주기(P)로 배치된 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우에 대한 흡수율을 나타낸다.

[0142] 그래프선(511)에 대비하여 그래프선(513) 내지 그래프선(514)이 가시광선 영역에 해당하는 0.4 ㎛ 내지 0.7 ㎛의 파장에서 낮은 흡수율을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0143] 또한, 그래프선(511)에 대비하여 그래프선(513) 내지 그래프선(514)이 근적외선 영역에 해당하는 1.5 ㎛ 내지 2 ㎛의 파장에서 낮은 흡수율을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0144] 도 5c의 그래프(520)를 참고하면, 그래프선(521)은 10 nm의 두께를 갖는 금속 박막을 포함하는 경우에 대한 반사율을 나타내고, 그래프선(522)은 10 nm의 두께를 갖는 패턴 박막들이 200 nm의 너비(W)를 가지고 500 nm의 주기(P)로 배치된 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우에 대한 반사율을 나타낸다.

[0145] 또한, 그래프선(523)은 10 nm의 두께를 갖는 패턴 박막들이 300 nm의 너비(W)를 가지고 500 nm의 주기(P)로 배치된 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우에 대한 반사율을 나타내고, 그래프선(524)은 10 nm의 두께를 갖는 패턴 박막들이 300 nm의 너비(W)를 가지고 600 nm의 주기(P)로 배치된 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우에 대한 반사율을 나타낸다.

[0146] 그래프선(521)에 대비하여 그래프선(523) 내지 그래프선(524)이 가시광선 영역에 해당하는 0.4 ㎛ 내지 0.7 ㎛의 파장에서 낮은 반사율을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0147] 또한, 그래프선(521)에 대비하여 그래프선(523) 내지 그래프선(524)이 근적외선 영역에 해당하는 1 ㎛ 내지 1.5 ㎛의 파장에서 높은 반사율을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0148] 즉, 본 발명의 일실시예에 해당하는 투명 복사 냉각 소자가 공간과 패턴 박막들을 포함하는 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우 가시광선 영역의 태양광에 대하여 높은 투과율과 낮은 흡수율 및 반사율을 갖음에 따라 투명성을 확보할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0149] 다시 말해, 금속 박막과 금속 패턴 박막을 비교하면 폭 200 nm 내지 300 nm와 주기 500 nm 및 600 nm의 금속 패턴 박막이 패턴이 없는 금속 박막에 비하여 가시광 영역에서의 흡수율은 낮고, 투과율은 높음에 따라 근적외선 영역의 태양광에 대한 흡수가 적고 반사를 높일 수 있음을 확인할 수 있다.

[0150] 따라서, 본 발명은 건축자재, 유리, 자동차 자재, 항공장비, 에너지 절감형 데이터 센터 및 전자기기, 태양전지 등 냉각이 필요한 물질의 외부 표면에 적용되어 에너지 소모 없이 냉각하는 투명 복사 냉각 소자를 제공할 수 있다.

[0152] 도 6a 내지 도 7b는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 금속 패턴 박막층을 설명하는 도면이다.

[0153] 도 6a 및 도 6b는 금속 패턴 박막층의 가시광선 영역의 태양광의 투과와 근적외선 반사를 금속 박막과 대비하여 예시한다.

[0154] 도 6a는 본 발명의 일실시예에 따라 투명 복사 냉각 소자가 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우를 예시하고, 도 6b는 비교 대상으로 투명 복사 냉각 소자에 금속 박막이 증착 형성된 경우를 예시한다.

[0155] 도 6a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자(600)는 패턴 금속 박막(601)에 공간에 해당하는 구멍(602)이 형성된 형태의 금속 패턴 박막층을 포함한다.

[0156] 일례로, 투명 복사 냉각 소자(600)는 파장 범위 750 nm 내지 2500 nm의 근적외선(610)을 반사하고, 파장 범위 350 nm 내지 750 nm의 가시광선(611)을 투과한다.

[0157] 예를 들어, 투명 복사 냉각 소자(600)는 패턴 금속 박막(601)으로 근적외선(610)을 반사하고, 구멍(602)으로 가시광선(611)을 투과할 수 있다.

[0158] 예를 들어, 패턴 금속 박막(601)은 공간에 해당하는 구멍이 형성됨에 따라 패턴 박막들이 포함되는 금속 패턴 박막층에 해당할 수 있다.

[0159] 도 6b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자(620)는 금속 박막(621)을 포함한다.

[0160] 일례로, 투명 복사 냉각 소자(620)는 파장 범위 750 nm 내지 2500 nm의 근적외선(630)을 반사하고, 파장 범위 350 nm 내지 750 nm의 가시광선(631)도 반사한다.

[0161] 즉, 투명 복사 냉각 소자(620)는 가시광선(631)을 반사함에 따라 투명성을 확보하기 어렵다.

[0162] 도 7a은 도 6a의 투명 복사 냉각 소자의 단면도를 예시하고, 도 7b는 도 7b의 투명 복사 냉각 소자의 단면도를 예시한다.

[0163] 도 7a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자(700)는 투명 방사층(701) 및 패턴 박막(702)을 포함하는 금속 패턴 박막층을 포함한다.

[0164] 금속 패턴 박막층은 패턴 박막(702)의 너비(W)와 공간의 너비를 합한 주기(P) 마다 패턴 박막(702)과 공간을 포함한다.

[0165] 예를 들어, 패턴 박막(702)의 너비(W)는 200 nm 내지 300 nm 일 수 있고, 두께는 5 nm 내지 40 nm일 수 있다. 다만, 패턴 박막(702)의 너비(W)는 350 nm 내지 750 nm로 조정될 수 있다.

[0166] 공간의 너비는 500 nm 내지 600 nm일 수 있다.

[0167] 이에 따라 주기(P)는 700 nm 내지 900 nm일 수 있는데, 패턴 박막(702)의 너비(W)에 따라 850 nm 내지 1350 nm로 조정될 수 있다.

[0168] 공간에는 투명 방사층(701)이 구멍을 통해 투명 방사 기둥으로 형성되어 있다.

[0169] 즉, 금속 패턴 박막층은 기 설정된 주기마다 공간들을 통해 투명 방사층(701)을 투명 방사 기둥으로 포함할 수 있다.

[0170] 또한, 투명 방사 기둥의 두께는 500 nm일 수 있다.

[0171] 도 7b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자(710)는 투명 방사층(711) 및 금속 박막(712)을 포함한다.

[0172] 금속 박막(712)은 5 nm 내지 40 nm의 두께를 가질 수 있다.

[0174] 도 8a 내지 도 8c는 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자의 금속 패턴 박막층의 광특성을 설명하는

도면이다.

[0175] 도 8a 내지 도 8c는 도 7a 및 도 7b에서 설명된 투명 복사 냉각 소자에서 패턴 박막의 유무에 따른 광특성을 설명하는 도면이다.

[0176] 도 8a는 도 7a 및 도 7b에서 설명된 투명 복사 냉각 소자의 투과율을 예시하고, 도 8b는 도 7a 및 도 7b에서 설명된 투명 복사 냉각 소자의 흡수율을 예시하며, 도 8c는 도 7a 및 도 7b에서 설명된 투명 복사 냉각 소자의 반사율을 예시한다.

[0177] 도 8a의 그래프(800)를 참고하면, 그래프선(801)은 10 nm의 두께를 갖는 패턴 박막들이 300 nm의 너비(W)를 가지고 800 nm의 주기(P)로 배치된 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우에 대한 투과율을 나타내고, 그래프선(802)은 10 nm의 두께를 갖는 금속 박막을 포함하는 경우에 대한 투과율을 나타낸다.

[0178] 그래프선(802)에 대비하여 그래프선(801)이 가시광선 영역에 해당하는 0.4 ㎛ 내지 0.7 ㎛의 파장에서 높은 투과율을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0179] 도 8b의 그래프(810)를 참고하면, 그래프선(811)은 10 nm의 두께를 갖는 패턴 박막들이 300 nm의 너비(W)를 가지고 800 nm의 주기(P)로 배치된 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우에 대한 흡수율을 나타내고, 그래프선(812)은 10 nm의 두께를 갖는 금속 박막을 포함하는 경우에 대한 흡수율을 나타낸다.

[0180] 그래프선(812)에 대비하여 그래프선(811)이 가시광선 영역에 해당하는 0.4 ㎛ 내지 0.7 ㎛의 파장에서 낮은 흡수율을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0181] 그래프선(812)에 대비하여 그래프선(811)이 근적외선 영역에 해당하는 1.5 ㎛ 내지 2 ㎛의 파장에서 낮은 흡수율을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0182] 도 8c의 그래프(820)를 참고하면, 그래프선(821)은 10 nm의 두께를 갖는 패턴 박막들이 300 nm의 너비(W)를 가지고 800 nm의 주기(P)로 배치된 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우에 대한 반사율을 나타내고, 그래프선(822)은 10 nm의 두께를 갖는 금속 박막을 포함하는 경우에 대한 반사율을 나타낸다.

[0183] 그래프선(822)에 대비하여 그래프선(821)이 가시광선 영역에 해당하는 0.4 ㎛ 내지 0.7 ㎛의 파장에서 낮은 반사율을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0184] 또한, 그래프선(822)에 대비하여 그래프선(821)이 근적외선 영역에 해당하는 1 ㎛ 내지 1.5 ㎛의 파장에서 높은 반사율을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0185] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자가 공간과 패턴 박막들을 포함하는 금속 패턴 박막층을 포함하는 경우 가시광선 영역의 태양광에 대하여 높은 투과율과 낮은 흡수율 및 반사율을 갖음에 따라 투명성을 확보할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0186] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 투명 복사 냉각 소자가 근적외선 영역의 태양광에서 반사가 증대되는 부분이 존재하여 이를 통해 투명 복사 냉각 소자로 이용될 수 있음을 나타낸다.

[0187] 따라서, 본 발명은 스마트 윈도우(smart window) 및 저 에너지 유리(low energy glass) 등을 대체하면서 패시브 하우스(passive house)를 비롯한 건축물 및 태양광 발전 소재 등에 활용될 수 있는 투명 복사 냉각 소자를 이용하여 만들어진 유리 창호, 자동차 유리 코팅 필름 등의 제품 개발을 활성화시킬 수 있다.

[0188] 또한, 본 발명은 투명 복사 냉각 소자에 기반한 필름을 건축물의 유리 등 태양광에 노출되는 외부에 부착하여 냉방 에너지 효율을 증가시킬 수 있다.

[0190] 상술한 구체적인 실시 예들에서, 발명에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다.

[0191] 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.

[0192] 한편 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 다양한 실시 예들이 내포하는 기술적 사상의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다.

[0193] 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0195] 200: 투명 복사 냉각 소자

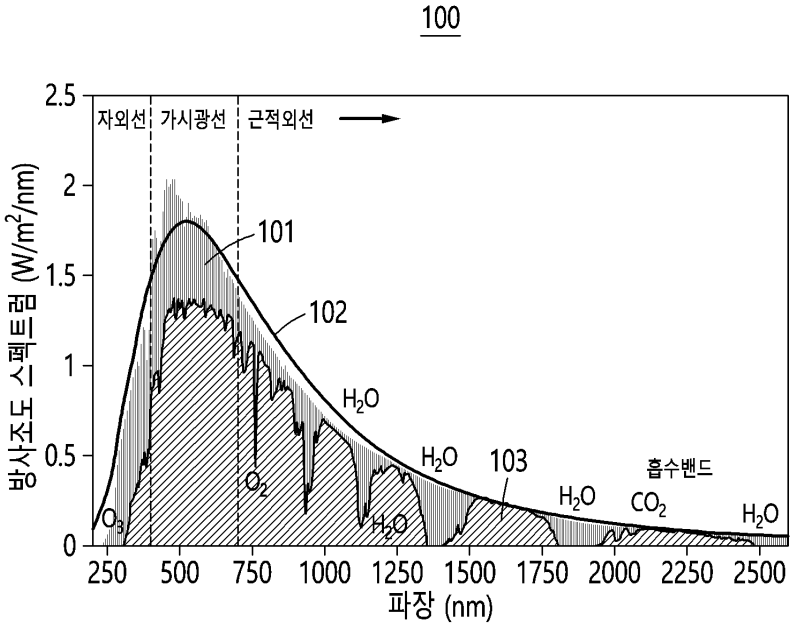
210: 자외선 영역 및 근적외선 영역의 태양광

211: 장파장 적외선

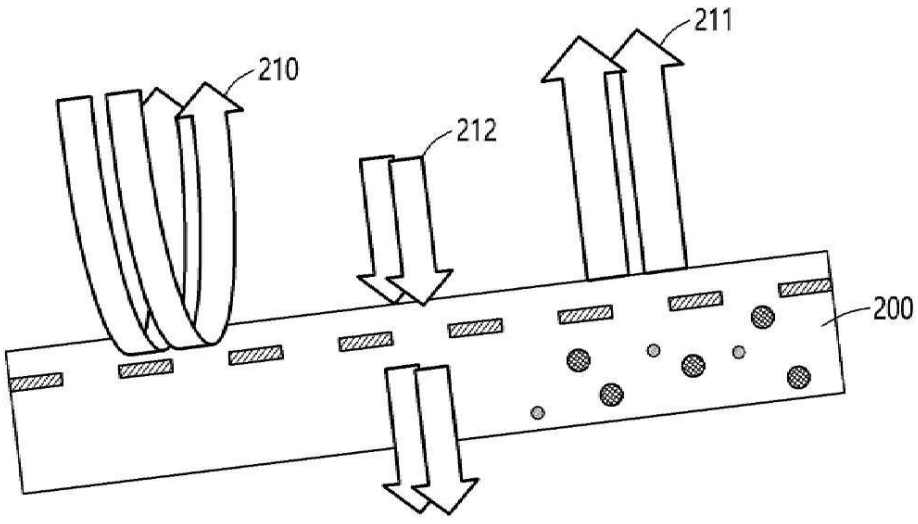
212: 가시광 영역의 태양광

도면

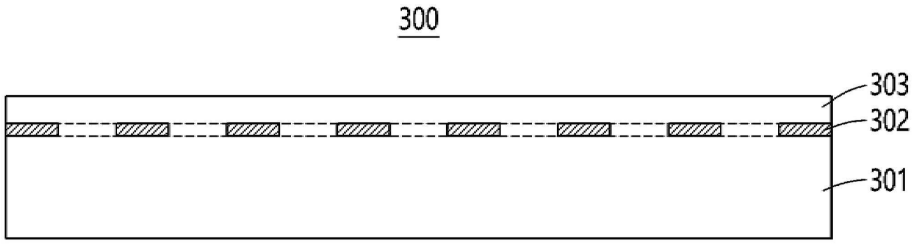
도면1



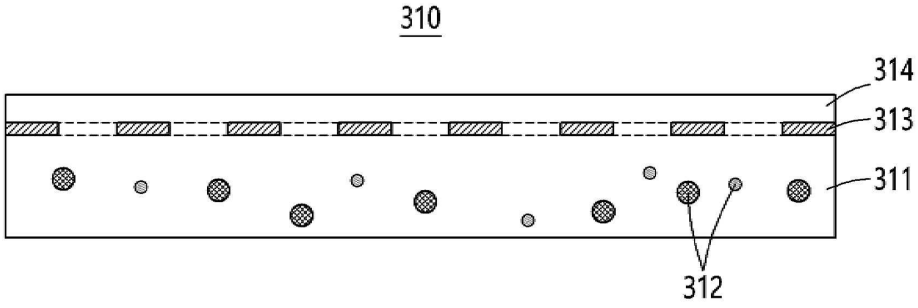
도면2



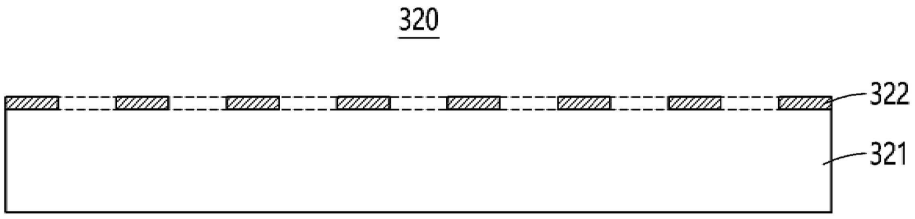
도면3a



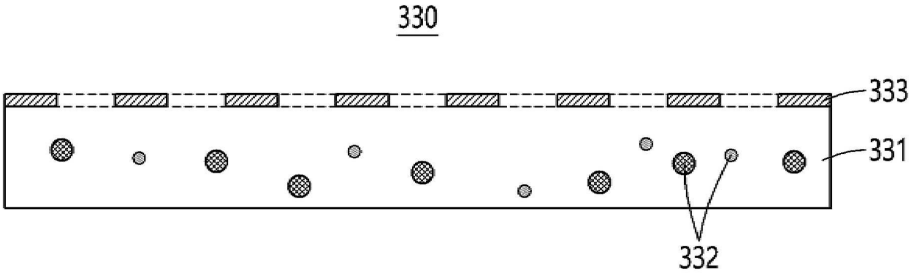
도면3b



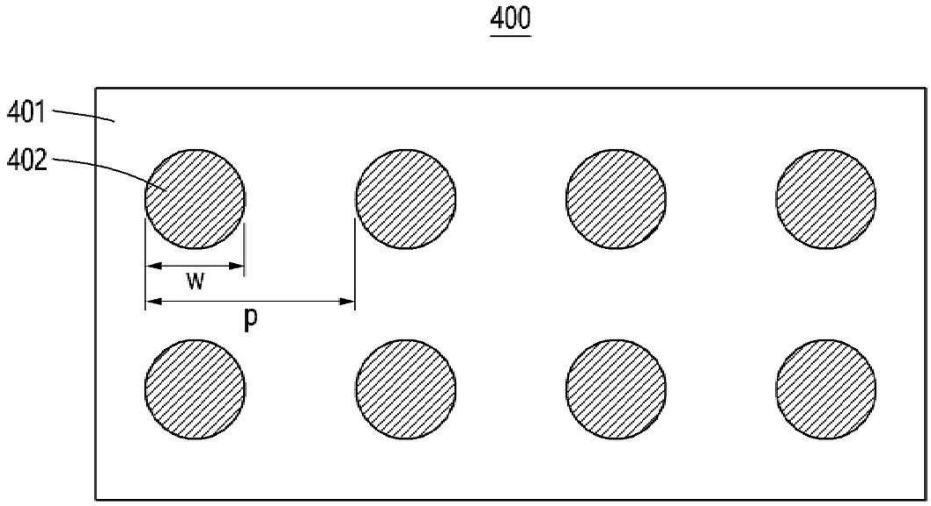
도면3c



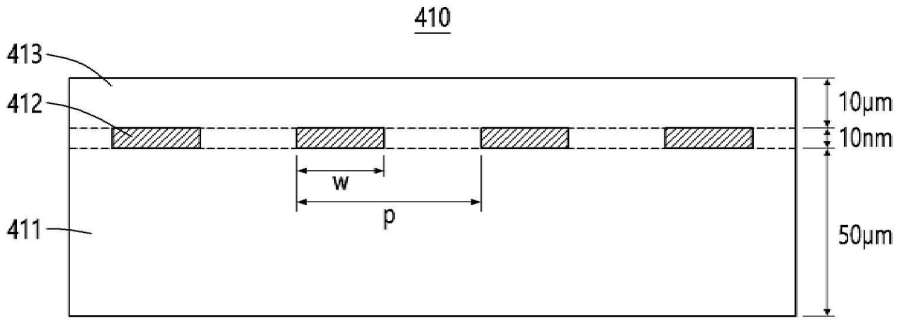
도면3d



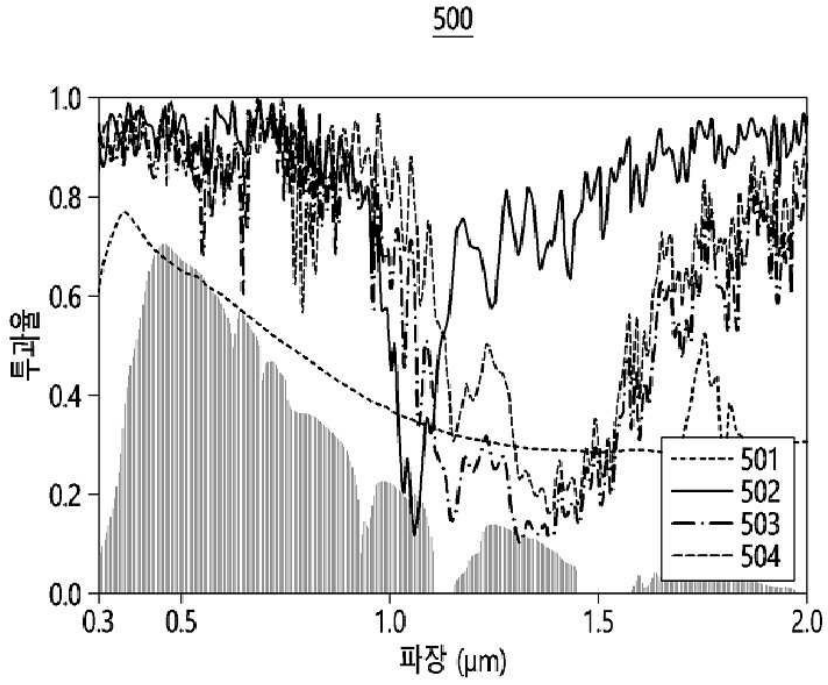
도면4a



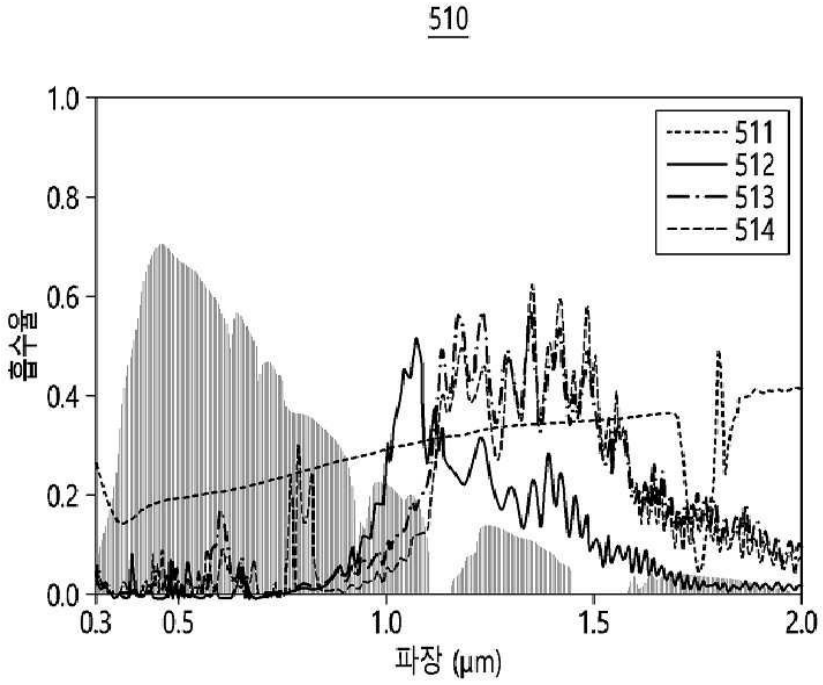
도면4b



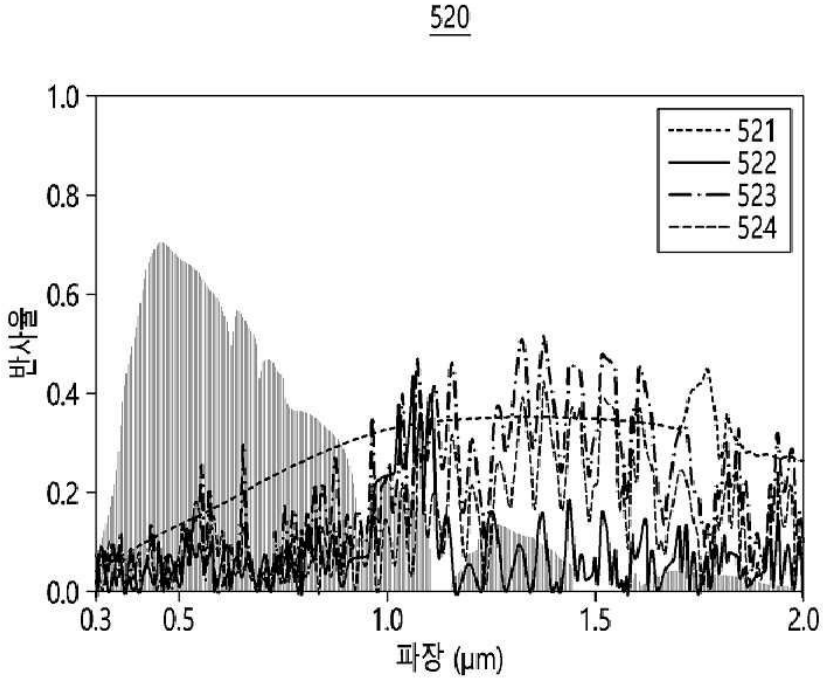
도면5a



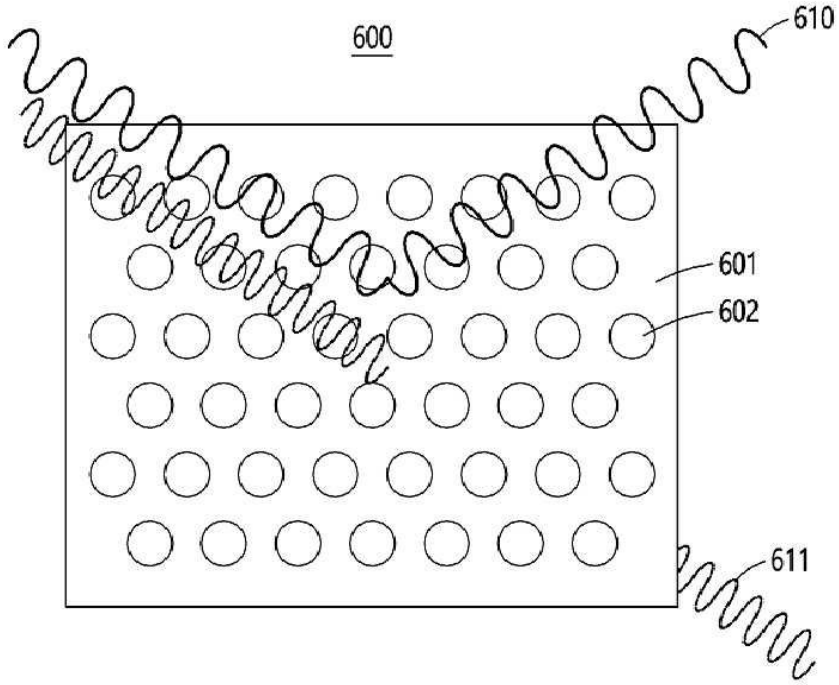
도면5b


510
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
흡수율
0.3
0.5
1.0
1.5
2.0
파장 (μm)
511
512
513
514

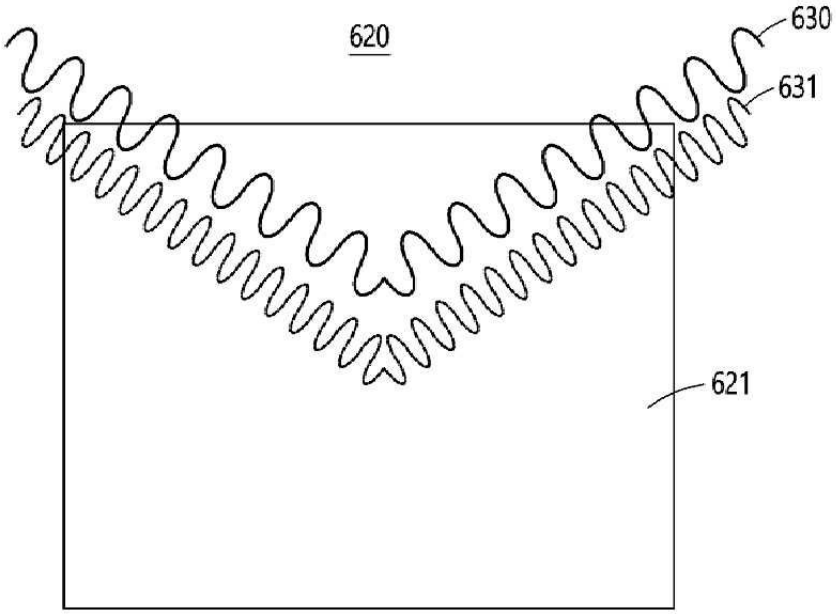
도면5c


520
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
반사율
0.3
0.5
1.0
1.5
2.0
파장 (μm)
521
522
523
524

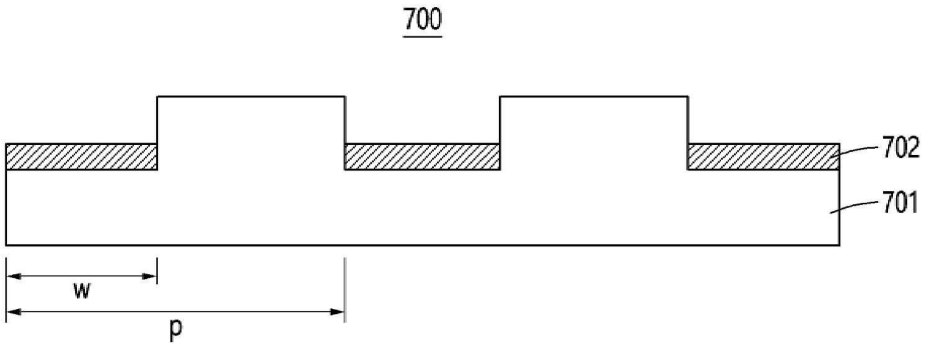
도면6a



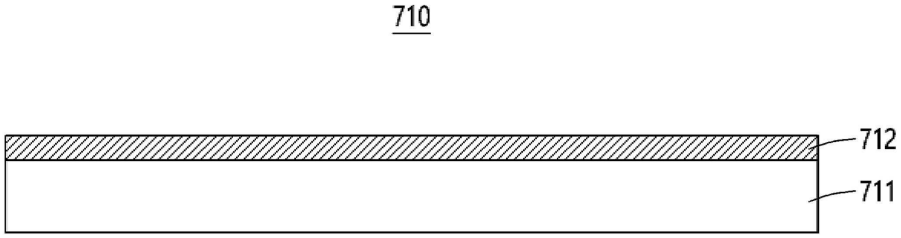
도면6b



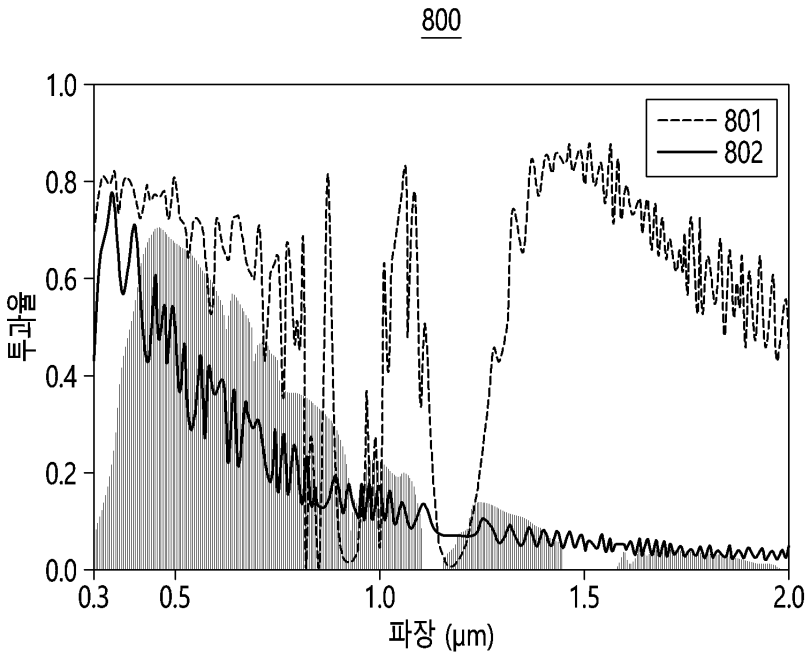
도면7a



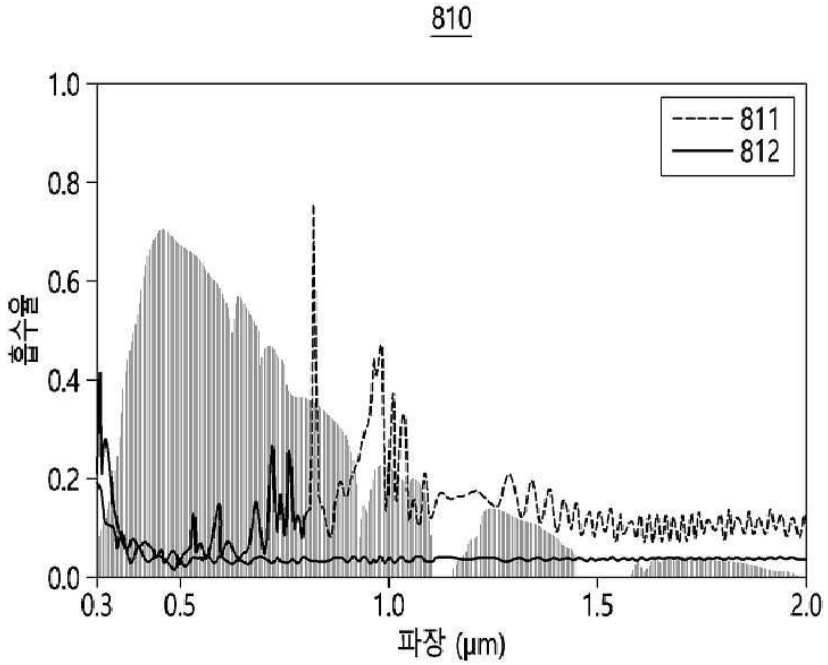
도면7b



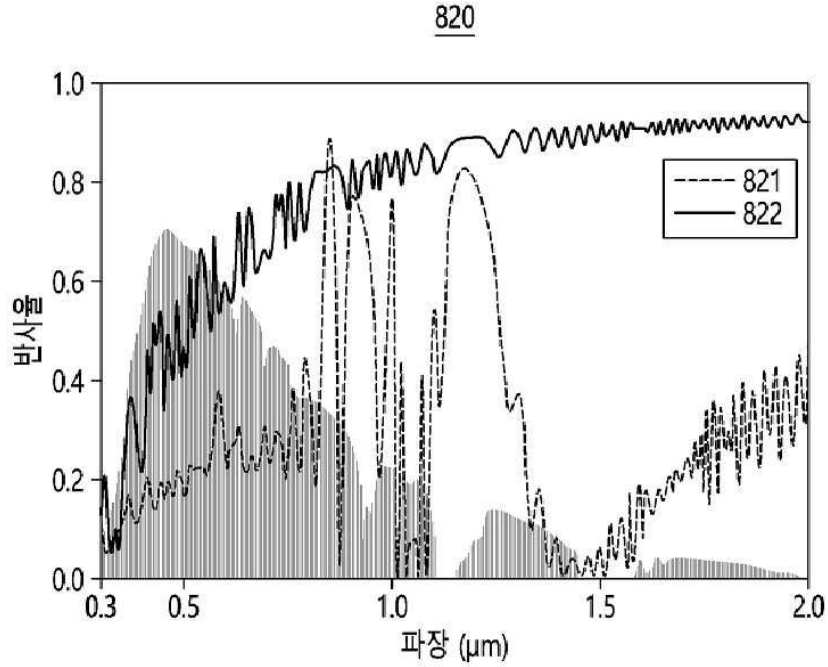
도면8a



도면8b


810
811
812
흡수율
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0.3
0.5
1.0
1.5
2.0
파장 (μm)

도면8c


820
821
822
반사율
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0.3
0.5
1.0
1.5
2.0
파장 (μm)