



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0101870
(43) 공개일자 2019년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25B 23/00 (2006.01) B05D 1/00 (2006.01)
B05D 1/12 (2006.01) F24F 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F25B 23/00 (2013.01)
B05D 1/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0006106
(22) 출원일자 2019년01월17일
심사청구일자 2019년01월17일
(30) 우선권주장
1020180021622 2018년02월23일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
오승주
서울특별시 중구 청구로 64,L 113동 104호 (신당동, 청구 e편한세상)
이현
서울특별시 서초구 동광로 89-5, 105동 602호(방배동, 방배3차이편한세상)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
백두진, 김정연, 유광철, 강일신

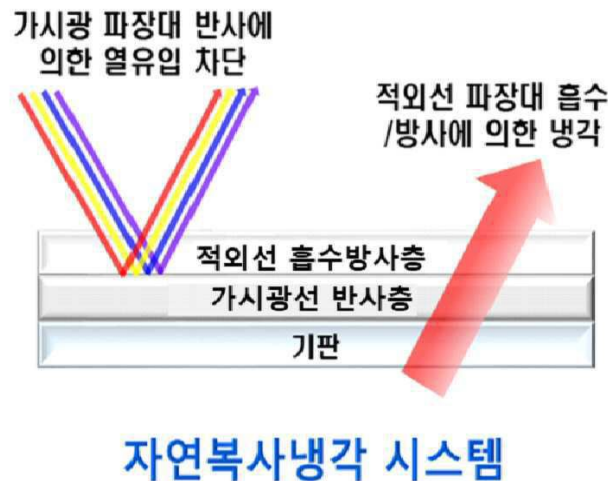
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 자연복사냉각 시스템

(57) 요약

본 발명은 자연복사냉각 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시 예에 따른, 자연복사냉각 시스템은, 원적외선을 흡수하고, 흡수된 원적외선을 방사하는 적외선 흡수방사층을 포함하되, 상기 적외선 흡수방사층은, 제 1 나노입자와; 상기 제 1 나노입자의 컨덕션밴드(CBM)의 에너지 준위보다 낮은 에너지 준위의 컨덕션밴드를 가지는 제 2 나노입자를 포함하고, 상기 제 1 나노입자의 상기 컨덕션밴드의 에너지 준위 및 상기 제 2 나노입자의 상기 컨덕션 밴드의 에너지 준위 간의 차이는 0.1eV 내지 0.15eV로 제공된다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류

B05D 1/12 (2013.01)

F24F 5/0089 (2013.01)

(72) 발명자

이승욱

서울특별시 동대문구 무학로49길 58, 502호 (용두동)

김동규

경기도 남양주시 늘을2로 90-36, 1401동 1703호 (호평동, 신명스카이뷰아파트)

성민기

대구광역시 북구 중앙대로118길 9, 301호 (침산동)

명세서

청구범위

청구항 1

원적외선을 흡수하고, 흡수된 원적외선을 방사하는 적외선 흡수방사층을 포함하되,

상기 적외선 흡수방사층은,

제 1 나노입자와;

상기 제 1 나노입자의 컨덕션밴드(CBM)의 에너지 준위보다 낮은 에너지 준위의 컨덕션밴드를 가지는 제 2 나노입자를 포함하고,

상기 제 1 나노입자의 상기 컨덕션밴드의 에너지 준위 및 상기 제 2 나노입자의 상기 컨덕션 밴드의 에너지 준위 간의 차이는 0.1eV 내지 0.15eV로 제공되는 자연복사냉각 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 나노입자의 크기는 상기 제 1 나노입자의 크기보다 크게 제공되는 자연복사냉각 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 나노입자는 상기 제 1 나노입자와 상이한 재질로 제공되는 자연복사냉각 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 나노입자는 도핑 처리되어 제공되는 자연복사냉각 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 나노입자 및 상기 제 2 나노입자의 사이에는 제 1 치환 리간드가 제공되되,

상기 제 1 치환 리간드는 상기 제 1 나노입자 및 상기 제 2 나노입자가 합성될 때 생성되는 제 1 합성 리간드보다 짧은 길이를 가지는 자연복사냉각 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 적외선 흡수방사층과 적층되고, 가시광선을 반사하는 가시광선 반사층을 더 포함하는 자연복사냉각 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 가시광선 반사층은 금속 나노입자를 포함하는 자연복사냉각 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 금속 나노입자의 사이에는 제 2 치환 리간드가 제공되되,

상기 제 2 치환 리간드는 상기 금속 나노입자가 합성될 때 생성되는 제 2 합성 리간드와 상이한 재질로 제공되는 자연복사냉각 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 에너지 소비 없이 냉각시킬 수 있는 자연복사냉각 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기존의 냉방 시스템은 냉매가스의 상변화를 이용하여 대류를 시키는 방식으로 많은 에너지를 소비하며 온실가스를 배출하는 등의 도심 열섬현상과 지구온난화를 가속화시키는 주범이다.

[0003] 도 1은 태양 및 표면온도가 298K인 흑체의 복사광의 스펙트럼을 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하면, 표면온도 6000K의 태양에서는 대부분 가시광선과 근적외선의 형태로 에너지가 복사되나 표면온도가 298K와 유사한 지구표면에서의 복사에너지는 주로 8 ~ 15 μm 파장의 원적외선 형태로 방출된다. 따라서, 이론적으로, 가시광선과 근적외선을 100% 가까이 반사시키고 8 ~ 15 μm 파장의 원적외선을 잘 투과시킬 수 있다면 입사되는 태양의 복사에너지는 막고 지구의 복사에너지를 우주배경으로 잘 방출시킬 수 있게 되므로 추가적인 에너지가 필요 없는 자연복사냉각이 가능하다.

[0004] 이러한 이론에 따라, 나노입자의 경우 양자구속효과에 의해 그 크기에 따라 밴드갭이 바뀌는 성질을 가지고 있어, 이를 조절함으로써 적외선을 흡수하고 방사하도록 제공될 수 있다. 다만, 8 내지 15 μm 파장에 해당하는 원적외선 영역의 에너지를 흡수하기 위해서는 약 0.1 내지 0.15 eV의 밴드갭을 가지는 물질을 사용해야하는데, 0.1 내지 0.15 eV의 밴드갭을 가지는 나노입자를 합성하는 것 자체가 어려우며, 이러한 물질을 합성한다 하더라도 이러한 물질들은 밴드갭 이상의 에너지 영역대도 흡수를 할 수 있어서 효과적으로 가시광선을 투과시키지 못하여 냉각 효과가 떨어지고 투명하지 않다는 단점이 있다.

[0005] 또한, 합성된 나노입자의 경우 대부분 긴 유기 리간드로 둘러싸여 있어 나노입자간 거리가 멀어서 전자가 쉽게 이동할 수 없고, 이로 인해 전자가 에너지를 쉽게 흡수 및 방사할 수 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 별도의 에너지 공급 없이 냉각이 가능한 자연복사냉각 시스템을 제공하기 위한 것이다.

[0007] 또한, 본 발명은 광학적 특성, 물리적 특성 및 전기적 특성 조절이 가능한 자연복사냉각 시스템을 제공하기 위한 것이다.

[0008] 또한, 본 발명은 저비용으로 대면적 제도가 가능한 자연복사냉각 시스템을 제공하기 위한 것이다.

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 여기에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은 자연복사냉각 시스템을 제공한다. 일 실시 예에 따르면, 자연복사냉각 시스템은, 원적외선을 흡수하고, 흡수된 원적외선을 방사하는 적외선 흡수방사층을 포함하되, 상기 적외선 흡수방사층은, 제 1 나노입자와; 상기 제 1 나노입자의 컨덕션밴드(CBM)의 에너지 준위보다 낮은 에너지 준위의 컨덕션밴드를 가지는 제 2 나노입자를 포함하고, 상기 제 1 나노입자의 상기 컨덕션밴드의 에너지 준위 및 상기 제 2 나노입자의 상기 컨덕션밴드의 에너지 준위 간의 차이는 0.1eV 내지 0.15eV로 제공된다.

[0011] 상기 제 2 나노입자의 크기는 상기 제 1 나노입자의 크기보다 크게 제공될 수 있다.

[0012] 상기 제 2 나노입자는 상기 제 1 나노입자와 상이한 재질로 제공될 수 있다.

[0013] 상기 제 2 나노입자는 도핑 처리되어 제공될 수 있다.

[0014] 상기 제 1 나노입자 및 상기 제 2 나노입자의 사이에는 제 1 치환 리간드가 제공되되, 상기 제 1 치환 리간드는

상기 제 1 나노입자 및 상기 제 2 나노입자가 합성될 때 생성되는 제 1 합성 리간드보다 짧은 길이를 가질 수 있다.

[0015] 상기 적외선 흡수방사층과 적층되고, 가시광선을 반사하는 가시광선 반사층을 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 가시광선 반사층은 금속 나노입자를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 금속 나노입자의 사이에는 제 2 치환 리간드가 제공되며, 상기 제 2 치환 리간드는 상기 금속 나노입자가 합성될 때 생성되는 제 2 합성 리간드와 상이한 재질로 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 실시 예에 따른 자연복사냉각 시스템은 별도의 에너지 공급 없이 냉각이 가능하다.

[0019] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 자연복사냉각 시스템은 광학적 특성, 물리적 특성 및 전기적 특성 조절이 가능하다.

[0020] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 자연복사냉각 시스템은 저비용으로 대면적 제조가 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 태양 및 표면온도가 298K인 흑체의 복사광의 스펙트럼을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 자연복사냉각 시스템의 모식도이다.

도 3은 도 2의 적외선 흡수방사층으로 사용하고자 하는 제 1 나노입자 및 제 2 나노입자의 리간드 치환 전후의 특성 변화를 나타낸 모식도이다.

도 4는 도 2의 적외선 흡수방사층의 제 1 나노입자 및 제 2 나노입자가 서로 초격자를 이루고 있는 상태를 나타낸 투과전자현미경 이미지이다.

도 5는 도 2의 가시광선 반사층의 금속 나노입자의 리간드에 따른 특성 변화를 나타낸 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시 예는 여러 가지 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시 예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해 과장되었다.

[0023] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 자연복사냉각 시스템의 모식도이다. 도 3은 도 2의 적외선 흡수방사층으로 사용하고자 하는 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)의 리간드 치환 전후의 특성 변화를 나타낸 모식도이다. 도 4는 도 2의 적외선 흡수방사층의 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)가 서로 초격자를 이루고 있는 상태를 나타낸 투과전자현미경 이미지이다. 도 2 내지 도 3을 참조하면, 자연복사냉각 시스템은 적외선 흡수방사층 및 가시광선 반사층을 포함한다.

[0024] 적외선 흡수방사층은 원적외선을 흡수하고, 흡수된 원적외선을 방사한다. 일 실시 예에 따르면, 적외선 흡수방사층은 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)를 포함한다. 제 2 나노입자(B)의 컨덕션 밴드(CBM)는 제 1 나노입자(A)의 컨덕션밴드(CBM)의 에너지 준위보다 낮게 제공된다. 제 1 나노입자(A)의 컨덕션밴드의 에너지 준위 및 제 2 나노입자(B)의 컨덕션 밴드의 에너지 준위 간의 차이는 0.1 내지 0.15 eV로 제공된다. 즉, 제 2 나노입자(B)의 컨덕션밴드(CBM)에 위치된 전자는 8 내지 15 μm 의 파장에 해당하는 원적외선을 흡수함으로써 제 1 나노입자(A)의 컨덕션밴드(CBM)으로 이동되고, 제 1 나노입자(A)의 컨덕션밴드(CBN)에 위치된 전자가 제 2 나노입자(B)의 컨덕션밴드(CBM)으로 이동하면서 8 내지 15 μm 의 파장에 해당하는 원적외선을 방사한다. 따라서, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B) 각각의 밴드갭은 2 내지 4 eV 범위로 유지되고, 서로의 컨덕션 밴드의 에너지 준위의 차이가 0.1 내지 0.15 eV로 제공됨으로써, 8 내지 15 μm 의 파장에 해당하는 원적외선 영역의 에너지를 선택적으로 흡수 및 방사하되, 이보다 에너지가 작은 가시광선은 흡수되지 않고 투과가 되도록 설계할 수 있다. 뿐만 아니라, 나노입자의 종류 또는 크기를 조절하여 밴드갭을 조절하면 투과되는 가시광선의 파장을 조절할 수 있어 여러가지 색상을 구현할 수 있다. 즉, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)를 각각 밴드갭이 약 4 eV 정도로 큰 물질, 예를 들면, 금속 칼코게나이드 나노입자 및/또는 금속 산화물 나노입자를 사용함으로써 원적외선 영역의 에너지만을 흡수하고 밴드갭보다 작은 가시광선 및 근적외선에 해당되는 에너지는 흡수하지 못하게 하여

냉각효과를 극대화하면서 동시에 적외선 흡수방사층을 투명하게 제공할 수 있다. 또한, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)를 각각 밴드갭이 2 내지 3 eV 범위의 가시광선 영역으로 제공함으로써 적외선 흡수 방사층이 의도적으로 특정한 색상을 가지도록 할 수 있다.

[0025] 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)는 서로 초격자로 배열될 수 있다. 이와 달리, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)는 서로 무작위로 배열될 수 있다. 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)가 초격자로 배열되는 경우, 서로 전자를 주고받을 수 있는 컨덕션 밴드의 비율이 높아지므로, 서로 무작위로 배열되는 경우에 비해 원적외선의 흡수 및 방사 효율이 높게 제공된다. 용액 공정 시 증발이 용이한 무극성 용매에 두 가지 종류의 나노입자를 섞은 후 무겁고 극성인 용매 위에 소량으로 떨어뜨린 후 무기 용매를 증발시켜주면 초격자 구조의 박막이 형성된다. 두 나노 입자를 초격자로 배열시키는 방법은 일반적으로 공개되어 있는 사항이므로 자세한 설명은 생략한다.

[0026] 일 실시 예에 따르면, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)는 서로 상이한 재질로 제공될 수 있다. 예를 들면, 제 1 나노입자(A)는 금속 칼코게나이드 나노입자로 제공되고, 제 2 나노입자(B)는 컨덕션밴드의 에너지 준위가 제 1 나노입자(A)의 컨덕션밴드의 에너지 준위보다 0.1 내지 0.15 eV만큼 큰 금속 산화물 나노입자로 제공될 수 있다. 예를 들면, 금속 산화물은 ZnO, InGaZnO, NiO 또는 SnO 등 밴드갭을 가지는 반도체 물질로 제공될 수 있다.

[0027] 나노입자의 경우 양자구속효과에 의해 그 크기가 작아질수록 밴드갭이 커지는 성질을 가진다. 따라서, 상술한 바와 달리, 제 2 나노입자(B)를 제 1 나노입자(A)와 동일한 재질로 제공되 제 1 나노입자(A)보다 크게 제공함으로써 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)의 밴드갭을 서로 상이하도록 조절할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)는 금속 칼코게나이드 나노입자로 제공될 수 있다. 특히 금속 칼코게나이드 나노입자의 경우 입자의 크기에 따라 밴드갭이 바뀔 때, 밸런스밴드(VBM)의 에너지 준위는 거의 변하지 않고 컨덕션밴드(CBM)의 에너지 준위만 바뀌므로 밴드갭 조절을 위한 크기 조절이 보다 용이하다. 따라서, 제 2 나노입자(B)는 제 1 나노입자(A)의 컨덕션밴드(CBM)의 에너지준위보다 0.1 내지 0.15 eV 만큼 낮게 컨덕션밴드(CBM)의 에너지 준위를 가지는 금속 칼코게나이드 나노입자로 제공될 수 있다.

[0028] 일 실시 예에 따르면, 제 2 나노입자(B)는 n형 또는 p형으로 도핑될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 제 2 나노입자(B)는 전자의 수가 증가되도록 n형으로 도핑 처리될 수 있다. 예를 들면, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)가 금속 칼코게나이드 나노입자로 제공되는 경우, 제 2 나노입자(B)를 10^{18} 내지 $10^{21}/\text{cm}^3$ 의 전자 농도를 가지도록 도핑시켜 제공할 수 있다. 제 2 나노입자(B)를 선택적으로 도핑함으로써, 제 2 나노입자(B)의 컨덕션 밴드에 전자를 제공한다. 제 2 나노입자(B)의 컨덕션 밴드에 전자가 없는 경우, 밸런스 밴드에만 전자가 존재하므로 밴드갭 이상의 에너지를 받아야만 외부의 에너지를 흡수할 수 있다. 또한, 이와 같이, 나노입자의 선택적 도핑을 통해 에너지를 흡수하는 전자의 양을 늘림으로써 냉각효과를 더욱 높일 수 있다.

[0029] 일 실시 예에 따르면, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)는 용액공정에 의해 합성된다. 일반적으로 용액공정에 의해 나노입자 생성시 무극성의 긴 유기 리간드가 생성된다. 따라서, 추후 기관 상에 도포시 사용되는 무극성의 용매에 나노입자의 분산이 용이할 수 있다. 예를 들면, 상기 긴 유기 리간드는 Oleylamine, Oleic acid, Octadecanol 및 TOPO 등 긴 알킬체인을 가지는 유기 리간드일 수 있다. 따라서, 나노 입자는 합성시 생성된 리간드에 의해 둘러싸이도록 제공된다. 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)가 합성될 때 제 1 합성 리간드(11)가 합성될 수 있다. 따라서, 제 1 합성 리간드(11)가 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)를 둘러싸도록 제공되어, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)의 사이에는 제 1 합성 리간드(11)가 위치될 수 있다. 이 경우, 긴 유기 리간드로 제공된 제 1 합성 리간드(11)의 길이가 과도하게 길게 제공되는 경우, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B) 간의 거리가 멀어 컨덕션밴드(CBM)간에 전자의 이동이 용이하지 않을 수 있다. 예를 들면, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)가 서로 크기가 상이한 금속 칼코게나이드 나노입자로 제공되는 경우, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)의 합성시 제 1 합성 리간드(11)는 복수개의 탄소가 연결된 긴 탄소사슬 리간드로 제공될 수 있다. 이 경우, 긴 탄소사슬 리간드의 길이에 의해 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B) 간의 거리가 멀어져 전자의 이동이 어려워져 원적외선의 에너지를 흡수 및 방사가 용이하지 않을 수 있다.

[0030] 이러한 문제점을 해결하기 위해, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 제 1 합성 리간드(11)는 제 1 합성 리간드(11)보다 짧은 길이를 가지는 제 1 치환 리간드(12)로 치환될 수 있다. 예를 들면, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)의 생성시 제 1 합성 리간드(11)가 상기 긴 탄소사슬 리간드로 제공되는 경우, 제 1 치환 리간드(12)는 상기 긴 탄소사슬 리간드보다 짧은 길이를 가지는 SCN리간드로 치환될 수 있다. 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B) 간에 제공되는 리간드가 보다 짧은 길이를 가지는 리간드로 치환됨으로써 제 1 나노입자(A)의 컨

덕션밴드(CBM) 및 제 2 나노입자(B)의 컨덕션밴드(CBM) 간에 전자파동이 오버랩되어 쉽게 전자가 이동하면서 8 내지 15 μm 의 파장에 해당하는 원적외선을 쉽게 흡수 및 방사할 수 있다. 이와 달리, 제 1 치환 리간드(12)는 적은 양의 탄소를 가지는 EDT 또는 MPA 등의 짧은 유기 리간드, 또는 상기 짧은 유기 리간드보다 더 짧은 길이를 가지는 Cl, Br 또는 I 등의 짧은 무기 리간드로 제공될 수 있다.

[0031] 이와 달리, 제 1 합성 리간드(11)를 제거함으로써 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B) 간의 거리를 가깝게 하여 적외선 흡수방사층이 8 내지 15 μm 의 파장에 해당하는 원적외선을 쉽게 흡수 및 방사할 수 있도록 제공할 수 있다.

[0032] 도 5는 도 2의 가시광선 반사층의 금속 나노입자의 리간드에 따른 특성 변화를 나타낸 모식도이다. 도 5를 참조하면, 가시광선 반사층은 적외선 흡수방사층과 적층되도록 제공된다. 가시광선 반사층은 거울과 같이 빛을 반사하는 소재로 제공되어 적외선 흡수방사층을 투과한 가시광선을 반사한다. 일 실시 예에 따르면, 가시광선 반사층은 금속 나노입자를 포함한다. 예를 들면, 가시광선 반사층은 은 나노입자로 제공될 수 있다.

[0033] 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)의 합성과 관련하여 상술한 바와 같이, 금속 나노입자(30) 또한 용액공정에 의해 합성될 때 제 2 합성 리간드(21)가 합성될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 제 2 합성 리간드(21)는 제 2 치환 리간드(22)로 치환될 수 있다. 이 경우, 금속 나노입자(30)의 사이에는 제 2 치환 리간드(22)가 제공된다. 제 2 치환 리간드(22)는 제 2 합성 리간드(21)와 상이한 재질로 제공된다. 따라서, 본 발명의 실시 예에 따른 가시광선 반사층은 제 2 치환 리간드(22)의 종류에 따라 반사층의 광학적 특성, 물리적 특성 및 전기적 특성을 가질 수 있다. 예를 들면, 제 2 합성 리간드(21)는 긴 탄소사슬 리간드로 제공되고, 제 2 치환 리간드(22)는 긴 탄소사슬 리간드보다 짧은 길이를 가지는 리간드로 제공되거나, 제 2 합성 리간드(21)를 제거함으로써, 가시광선 반사층의 반사율, 열전도도 및 전기전도도 등과 같은 광학적, 물리적 전기적 특성을 조절할 수 있다.

[0034] 적외선 흡수방사층 및 가시광선 반사층은 기관 상에 제공될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 가시광선 반사판은 용액공정 기반으로 합성된 금속 나노입자를 무기용매에 분산시킨 상태에서 스핀 코팅 또는 스프레이 코팅 등의 방법으로 기관 상에 도포하여 형성될 수 있다. 또한, 적외선 흡수방사층은 용액공정 기반으로 합성된 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)를 무기용매에 분산시킨 상태에서 스핀 코팅 또는 스프레이 코팅 등의 방법으로 기관 상에 형성된 가시광선 반사층 상에 도포하여 형성될 수 있다. 이와 달리, 보다 투명한 자연복사냉각 시스템이 요구되는 경우, 가시광선 반사층은 제공되지 않고, 적외선 흡수방사층은 용액공정 기반으로 합성된 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)를 스핀 코팅 또는 스프레이 코팅 등의 방법으로 기관 상에 형성될 수 있다. 기관은 소재에 제한되지 않는다. 예를 들면, 기관은 유리, 폴리이미드, 폴리 에틸렌 테레프탈레이트 등의 유연 고분자 필름 등의 다양한 종류의 재질로 제공될 수 있다. 상술한 방법에 따라 제조 완료된 자연복사냉각 시스템은 건물의 외벽, 유리창 및 차체 등 냉방이 요구되는 다양한 종류의 물체의 외면에 제공될 수 있다.

[0035] 이와 달리, 적외선 흡수방사층 및 가시광선 반사층은 별도의 기관이 아닌 냉방이 요구되는 물체의 외면에 나노입자를 직접 스프레이 방식 등으로 도포하여 형성될 수 있다.

[0036] 일 실시 예에 따르면, 상술한 리간드 치환은, 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B), 또는 금속 나노입자(30)를 기관 상에 도포한 후에, 도포된 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B), 또는 금속 나노입자(30)에 극성용매에 분산되어 있는 무기리간드 용액을 뿌려주거나 도포된 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B), 또는 금속 나노입자(30)를 극성용매에 분산되어 있는 무기리간드 용액에 침지시켜 수행될 수 있다. 예를 들면, 상기 극성용매는 메탄올, 이소프로필알코올(IPA) 또는 탈이온수(DIW)로 제공될 수 있다. 이와 달리, 상술한 리간드 치환은, 용액 공정에 의해 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B) 합성 후 기관 상에 도포하기 전에, 그리고, 용액 공정에 의해 금속 나노입자(30) 합성 후 기관 상에 도포하기 전에 수행될 수 있다. 예를 들면, 리간드 치환은 액상 계면치환법에 의해 수행될 수 있다.

[0037] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 자연복사냉각 시스템은 내부로부터 복사되는 원적외선은 흡수하여 방사하고, 태양으로부터 복사되는 가시광선은 반사시킴으로써 별도의 에너지 공급 없이 냉각이 가능하다. 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 자연복사냉각 시스템은 적외선 흡수방사층에 제공되는 제 1 나노입자(A) 및 제 2 나노입자(B)의 재질 및 크기를 조절하고, 가시광선 반사층에 제공되는 금속 나노입자(30)의 재질을 상이하게 하고, 적외선 흡수방사층 및 가시광선반사층 생성시 리간드를 다양한 종류로 치환함으로써, 광학적 특성, 물리적 특성 및 전기적 특성을 조절할 수 있다. 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 자연복사냉각 시스템은 용액 공정에 의해 나노 입자가 합성되어 스프레이 공정 등에 의해 쉽게 박막을 형성할 수 있어 간단하고 저비용으로 대면적으로 제조가 가능하다.

[0038] 이상의 상세한 설명은 본 발명을 예시하는 것이다. 또한 기술한 내용은 본 발명의 바람직한 실시 형태를 나타내어 설명하는 것이며, 본 발명은 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 즉 본 명세서에 개시된 발명의 개념의 범위, 저술한 개시 내용과 균등한 범위 및/또는 당업계의 기술 또는 지식의 범위내에서 변경 또는 수정이 가능하다. 저술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 최선의 상태를 설명하는 것이며, 본 발명의 구체적인 적용 분야 및 용도에서 요구되는 다양한 변경도 가능하다. 따라서 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 또한 첨부된 청구범위는 다른 실시 상태도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

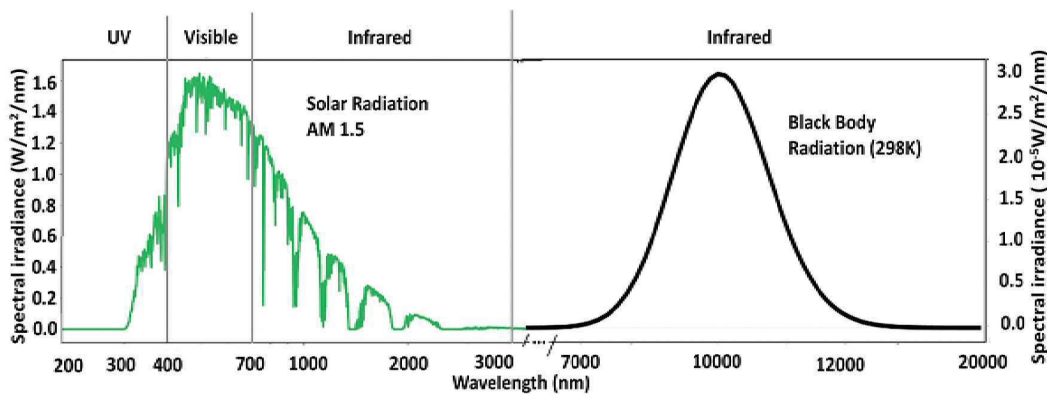
부호의 설명

[0039]

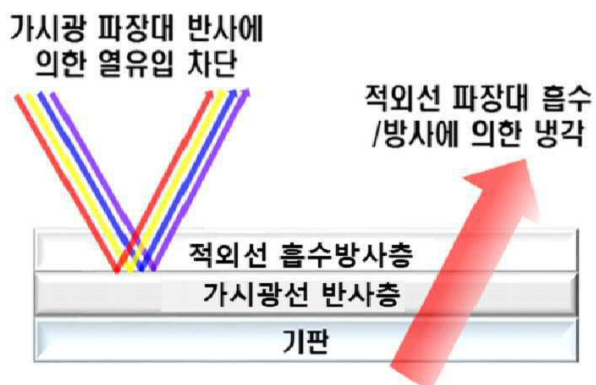
11: 제 1 합성 리간드 12: 제 1 치환 리간드
21: 제 2 합성 리간드 22: 제 2 치환 리간드
30: 금속 나노 입자

도면

도면1

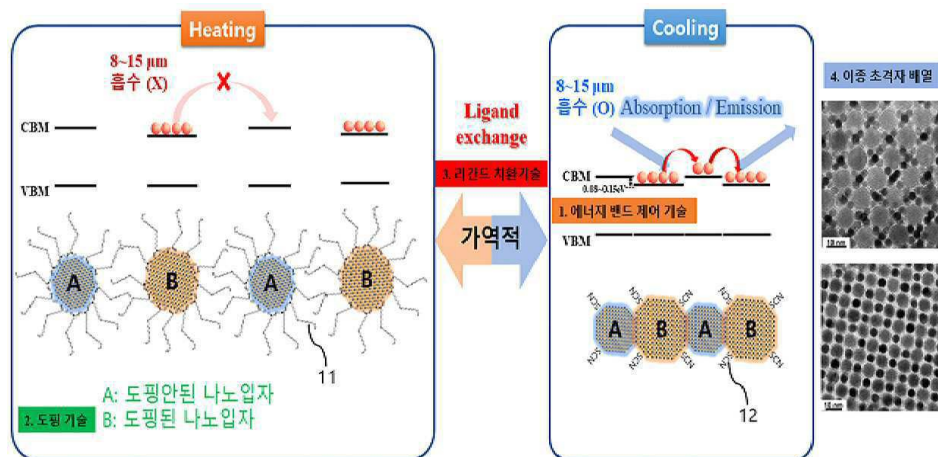


도면2

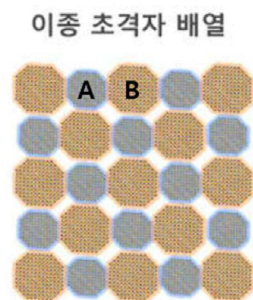


자연복사냉각 시스템

도면3



도면4



도면5

