



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월24일

(11) 등록번호 10-2036069

(24) 등록일자 2019년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 23/373 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)

H01L 23/367 (2006.01) H01L 31/052 (2014.01)

H01L 33/64 (2010.01)

(52) CPC특허분류

H01L 23/3736 (2013.01)

H01L 21/0274 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0067578

(22) 출원일자 2018년06월12일

심사청구일자 2018년06월12일

(56) 선행기술조사문헌

JP2017096516 A

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

김선경

경기도 화성시 동탄지성로 295, 102동 1303호(기산동, 참누리1단지아파트)

조진우

경상북도 포항시 북구 새천년대로 1235, 103동 1004호

(74) 대리인

김홍석

전체 청구항 수 : 총 21 항

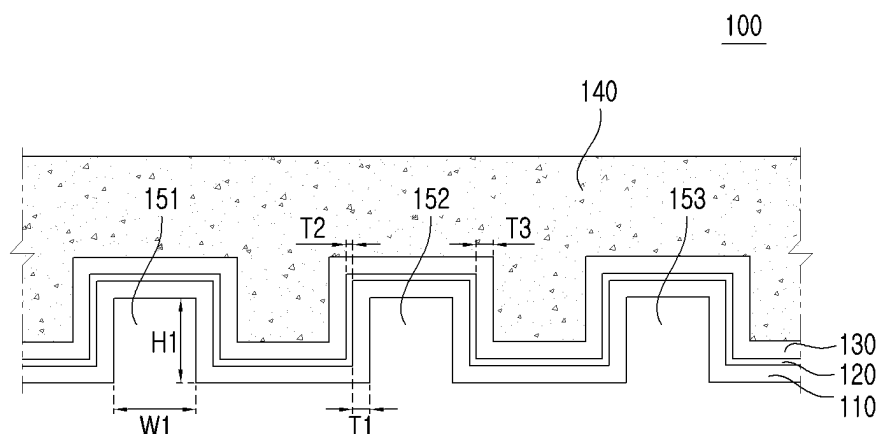
심사관 : 조성수

(54) 발명의 명칭 공극 패턴을 포함하는 복사 냉각 구조 및 그것의 형성 방법

(57) 요약

본 발명의 복사 냉각 구조는 제1 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하며, 복수의 공극(cavity)을 포함하는 공극 패턴이 형성되는 제1 유전체층, 제2 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하며, 상기 제1 유전체층 상에 형성되는 제2 유전체층, 그리고 제3 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하며, 상기 제1 및 제2 유전체층의 사이 또는 상기 제2 유전체층 상에 형성되는 금속 박막층을 포함하되, 상기 제1 및 제2 유전체층과 상기 금속 박막층은 가시광선을 투과할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 23/367 (2013.01)

H01L 31/052 (2013.01)

H01L 33/64 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2006140377 A

W02017078163 A1

JP2014521094 A

JP2017054664 A

명세서

청구범위

청구항 1

제1 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하며, 복수의 공극(cavity)을 포함하는 공극 패턴이 형성되는 제1 유전체층;

제2 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하며, 상기 제1 유전체층 상에 형성되는 제2 유전체층; 그리고

제3 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하며, 상기 제1 및 제2 유전체층의 사이 또는 상기 제2 유전체층 상에 형성되는 금속 박막층을 포함하되,

상기 제1 및 제2 유전체층과 상기 금속 박막층은 가시광선을 투과하는 복사 냉각 구조.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 유전체층과 상기 금속 박막층은 상기 공극 패턴과 동일 또는 유사한 형태로 형성되며, 각각 일정한 두께로 형성되는 복사 냉각 구조.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 금속 박막층의 두께는 가시광선의 투과율 및 상기 제3 영역의 중적외선에 대한 복사율에 기초하여 결정되는 복사 냉각 구조.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 금속 박막층의 두께는 상기 제3 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하기 위해 1nm 내지 20nm의 값을 가지는 복사 냉각 구조.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 영역은 상기 제2 영역과 동일한 복사 파장 크기를 포함하고,

상기 제3 영역은 상기 제1 및 제2 영역의 복사 파장 크기의 최솟값보다 작은 복사 파장 크기를 포함하는 복사 냉각 구조.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 영역은 12 μ m 내지 20 μ m의 복사 파장 크기를 포함하고,

상기 제2 영역은 8 μ m 내지 12 μ m의 복사 파장 크기를 포함하고,

상기 제3 영역은 4 μ m 내지 8 μ m의 복사 파장 크기를 포함하는 복사 냉각 구조.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 복수의 공극의 높이 또는 너비는 상기 제3 영역의 복사 파장 크기의 최솟값의 절반보다 큰 것을 특징으로 하는 복사 냉각 구조.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 복수의 공극의 높이 또는 너비는 $2\mu\text{m}$ 내지 $20\mu\text{m}$ 의 크기를 가지는 복사 냉각 구조.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 복수의 공극의 높이 또는 너비는 목표 중적외선의 복사 효율에 기초하여 결정되는 복사 냉각 구조.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 복수의 공극 각각은 돔 형태를 가지도록 형성되는 복사 냉각 구조.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제2 유전체층 및 상기 금속 박막층 중 최상위층 상에 형성되어 표면을 보호하는 고분자 화합물 층을 더 포함하는 복사 냉각 구조.

청구항 12

제1 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하며, 복수의 공극(cavity)을 포함하는 공극 패턴이 형성되는 금속 박막층;

제2 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하며, 상기 금속 박막층 상에 형성되는 제1 유전체층; 그리고

제3 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하며, 상기 제1 유전체층 상에 형성되는 제2 유전체층을 포함하되,

상기 금속 박막층의 두께는 가시광선을 투과하도록 결정되고,

상기 금속 박막층과 상기 제1 및 제2 유전체층은 상기 공극 패턴과 동일 또는 유사한 형태로 형성되는 복사 냉각 구조.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 금속 박막층은 냉각 대상에 접촉되어 상기 냉각 대상과 열적 평형 상태를 이루는 복사 냉각 구조.

청구항 14

기관 상에 제1 감광층을 형성하고, 상기 제1 감광층 상에 제2 감광층을 형성하는 단계;

사진 식각 방식을 통해 상기 제2 감광층에 공극 희생 패턴을 형성하는 단계;

상기 제1 감광층 및 상기 공극 희생 패턴 상에 제1 유전체층, 제2 유전체층 및 금속 박막층을 형성하는 단계; 그리고

습식 식각 과정을 통하여 상기 제1 감광층 및 상기 공극 희생 패턴을 제거하는 단계를 포함하는 복사 냉각 구조의 형성 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 공극 희생 패턴을 형성하는 단계는,

상기 제2 감광층에 패턴 마스크를 통해 노광하는 단계;

상기 제2 감광층을 현상하여 상기 공극 희생 패턴을 형성하는 단계; 및

특정 온도로 가열하여 상기 공극 희생 패턴을 변형하는 단계를 포함하는 복사 냉각 구조의 형성 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 공극 희생 패턴은 상기 특정 온도로 가열되어 돔 형태로 변형되는 복사 냉각 구조의 형성 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 제1 유전체층, 상기 제2 유전체층 및 상기 금속 박막층 각각은 상기 공극 희생 패턴의 형상과 동일 또는 유사하도록 일정한 두께로 형성되는 복사 냉각 구조의 형성 방법.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 제2 유전체층은 상기 제1 유전체층 상에 적층되고,

상기 금속 박막층은 상기 제1 유전체층의 하부, 상기 제2 유전체층의 상부 또는 상기 제1 및 제2 유전체층의 사이 중 하나에 적층되는 복사 냉각 구조의 형성 방법.

청구항 19

제14항에 있어서,

상기 제1 감광층 및 상기 공극 희생 패턴을 제거하는 단계는,

아세톤을 통해 상기 제1 감광층을 제거하는 단계; 및

아세톤을 통해 상기 공극 희생 패턴을 제거하는 단계를 포함하는 복사 냉각 구조의 형성 방법.

청구항 20

제14항에 있어서,

상기 제1 유전체층, 상기 제2 유전체층 및 상기 금속 박막층 중 최상위층 상에 고분자 화합물 층을 형성하는 단계를 더 포함하는 복사 냉각 구조의 형성 방법.

청구항 21

제14항에 있어서,

상기 제1 감광층 및 상기 제2 감광층은 서로 톤(tone)이 다른 PR(photo resist)로 구성되는 복사 냉각 구조의 형성 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복사 냉각 구조에 관한 것으로, 좀 더 구체적으로 냉각 대상에 부착되어 냉각 효율을 향상시키는 복사 냉각 구조 및 그것의 형성 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광전자 소자의 효율은 온도 의존성이 있으며, 일반적으로 소자의 온도가 감소함에 따라 효율이 증가하는 경향을 나타낸다. 그러나 소자를 이루는 물질의 저항 특성으로 인해 동작 중 필연적으로 열이 발생한다. 이렇게 발생하는 잉여 열은 기기의 동작온도를 상승시켜 효율 저하를 야기할 수 있다. 따라서, 잉여 열을 효과적으로 방출시킬 수 있다면, 소자의 효율은 상승될 수 있다. 효율이 증가한다는 것은 이전보다 적은 에너지를 공급하더라도 동일한 출력을 얻을 수 있게 됨을 의미한다.

[0003] 냉각기술은 곧 에너지 절약 기술이며, 과도한 에너지 소비가 큰 문제로 여겨지는 현 시대에 반드시 필요한 기술이다. 냉각기술은 냉각을 위해 외부에서 별도의 에너지를 공급하는지 여부에 따라 능동 냉각과 수동 냉각으로 나뉠 수 있다. 수동 냉각은 별도의 에너지 주입 없이 작동한다는 이점 때문에 활발하게 연구되고 있다.

[0004] 절대온도 0K보다 높은 온도를 가지는 모든 물체는 전자기파 형태의 열을 외부로 복사한다. 이러한 과학적 사실에 근거해 외부로의 열복사를 증대시켜 냉각 효과를 얻는 것이 복사냉각의 원리이다. 특히 지구의 대기는 8~13 μm 사이의 파장을 가지는 전자기파는 흡수를 하지 않아 해당 영역대의 전자기파는 결과적으로 지구 밖으로 방출된다. 이러한 특징 때문에 대기의 창은 궁극적인 열 흡수원(히트 싱크)으로 여겨지며, 이 영역에서의 방사를 향상시켜 냉각 효과를 증대시키기 위한 많은 연구가 진행되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1475963호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 냉각 대상에 부착되어 중적외선을 흡수 및 복사하여 냉각 대상의 온도를 낮추는 복사 냉각 구조 및 그것의 형성 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 실시 예에 따른 복사 냉각 구조는 제1 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하며, 복수의 공극(cavity)을 포함하는 공극 패턴이 형성되는 제1 유전체층, 제2 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하며, 상기 제1 유전체층 상에 형성되는 제2 유전체층, 그리고 제3 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하며, 상기 제1 및 제2 유전체층의 사이 또는 상기 제2 유전체층 상에 형성되는 금속 박막층을 포함하되, 상기 제1 및 제2 유전체층과 상기 금속 박막층은 가시광선을 투과할 수 있다.

[0008] 실시 예로서, 상기 제1 및 제2 유전체층과 상기 금속 박막층은 상기 공극 패턴과 동일 또는 유사한 형태로 형성되며, 각각 일정한 두께로 형성될 수 있다.

[0009] 실시 예로서, 상기 금속 박막층의 두께는 가시광선의 투과율 및 상기 제3 영역의 중적외선에 대한 복사율에 기초하여 결정될 수 있다.

[0010] 실시 예로서, 상기 금속 박막층의 두께는 상기 제3 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하기 위해 1nm 내지 20nm의 값을 가질 수 있다.

[0011] 실시 예로서, 상기 제1 영역은 상기 제2 영역과 동일한 복사 파장 크기를 포함하고, 상기 제3 영역은 상기 제1 및 제2 영역의 복사 파장 크기의 최솟값보다 작은 복사 파장 크기를 포함할 수 있다.

[0012] 실시 예로서, 상기 제1 영역은 12 μm 내지 20 μm 의 복사 파장 크기를 포함하고, 상기 제2 영역은 8 μm 내지 12 μm 의 복사 파장 크기를 포함하고, 상기 제3 영역은 4 μm 내지 8 μm 의 복사 파장 크기를 가질 수 있다.

[0013] 실시 예로서, 상기 복수의 공극의 높이 또는 너비는 상기 제3 영역의 복사 파장 크기의 최솟값의 절반보다 큰 것을 특징으로 할 수 있다.

[0014] 실시 예로서, 상기 복수의 공극의 높이 또는 너비는 2 μm 내지 20 μm 의 크기를 가질 수 있다.

[0015] 실시 예로서, 상기 복수의 공극의 높이 또는 너비는 목표 중적외선의 복사 효율에 기초하여 결정될 수 있다.

[0016] 실시 예로서, 상기 복수의 공극 각각은 돔 형태를 가지도록 형성될 수 있다.

[0017] 실시 예로서, 상기 제2 유전체층 및 상기 금속 박막층 중 최상위층 상에 형성되어 표면을 보호하는 고분자 화합물 층을 더 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 실시 예에 따른 복사 냉각 구조는 제1 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하며, 복수의 공극(cavity)을

포함하는 공극 패턴이 형성되는 금속 박막층, 제2 영역의 증착외선을 흡수 및 복사하며, 상기 금속 박막층 상에 형성되는 제1 유전체층, 그리고 제3 영역의 증착외선을 흡수 및 복사하며, 상기 제1 유전체층 상에 형성되는 제2 유전체층을 포함하되, 상기 금속 박막층의 두께는 가시광선을 투과하도록 결정되고, 상기 금속 박막층과 상기 제1 및 제2 유전체층은 상기 공극 패턴과 동일 또는 유사한 형태로 형성될 수 있다.

[0019] 실시 예로서, 상기 금속 박막층은 냉각 대상에 접촉되어 상기 냉각 대상과 열적 평형 상태를 이룰 수 있다.

[0020] 본 발명의 실시 예에 따른 복사 냉각 구조의 형성 방법은 기판 상에 제1 감광층을 형성하고, 상기 제1 감광층 상에 제2 감광층을 형성하는 단계, 사진 식각 방식을 통해 상기 제2 감광층에 공극 희생 패턴을 형성하는 단계, 상기 제1 감광층 및 상기 공극 희생 패턴 상에 제1 유전체층, 제2 유전체층 및 금속 박막층을 형성하는 단계, 그리고 습식 식각 과정을 통하여 상기 제1 감광층 및 상기 공극 희생 패턴을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 실시 예로서, 상기 공극 희생 패턴을 형성하는 단계는, 상기 제2 감광층에 패턴 마스크를 통해 노광하는 단계, 상기 제2 감광층을 현상하여 상기 공극 희생 패턴을 형성하는 단계, 및 특정 온도로 가열하여 상기 공극 희생 패턴을 변형하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 실시 예로서, 상기 공극 희생 패턴은 상기 특정 온도로 가열되어 돔 형태로 변형될 수 있다.

[0023] 실시 예로서, 상기 제1 유전체층, 상기 제2 유전체층 및 상기 금속 박막층 각각은 상기 공극 희생 패턴의 형상과 동일 또는 유사하도록 일정한 두께로 형성될 수 있다.

[0024] 실시 예로서, 상기 제2 유전체층은 상기 제1 유전체층 상에 적층되고, 상기 금속 박막층은 상기 제1 유전체층의 하부, 상기 제2 유전체층의 상부 또는 상기 제1 및 제2 유전체층의 사이 중 하나에 적층될 수 있다.

[0025] 실시 예로서, 상기 제1 감광층 및 상기 공극 희생 패턴을 제거하는 단계는, 아세톤을 통해 상기 제1 감광층을 제거하는 단계, 및 아세톤을 통해 상기 공극 희생 패턴을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

[0026] 실시 예로서, 상기 제1 유전체층, 상기 제2 유전체층 및 상기 금속 박막층 중 최상위층 상에 고분자 화합물 층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0027] 실시 예로서, 상기 제1 감광층 및 상기 제2 감광층은 서로 톤(tone)이 다른 PR(photo resist)로 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명의 실시 예에 따르면, 냉각 대상에 부착되어 증착외선을 흡수 및 복사를 통해 냉각 대상의 온도를 낮추는 복사 냉각 구조 및 그것의 형성 방법을 제공할 수 있다.

[0029] 본 발명의 실시 예에 따르면, 복사 냉각 구조는 공극 패턴을 포함하여 증착외선의 복사 효율을 향상시킬 수 있다.

[0030] 본 발명의 실시 예에 따르면, 유전체층에 의해 상대적으로 높은 영역의 증착외선에 대하여 복사 냉각을 수행할 수 있다.

[0031] 본 발명의 실시 예에 따르면, 금속 박막층에 의해 상대적으로 낮은 영역의 증착외선에 대하여 복사 냉각을 수행할 수 있다.

[0032] 본 발명의 실시 예에 따르면, 복사 냉각 구조는 특정 파장 크기의 가시광선을 투과하여 가시광선을 발생하거나 흡수하는 광전자 소자의 표면 또는 내부에 도입될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 복사 냉각 구조를 보여주는 단면도이다.

도 2a 내지 도 2e는 도 1의 복사 냉각 구조에 대한 형성 방법을 단계적으로 보여주는 단면도이다.

도 3은 도 1의 복사 냉각 구조에 대한 형성 방법을 보여주는 순서도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 복사 냉각 구조를 보여주는 단면도이다.

도 5a 내지 도 5f는 도 4의 복사 냉각 구조에 대한 형성 방법을 단계적으로 보여주는 단면도이다.

도 6은 도 4의 복사 냉각 구조에 대한 형성 방법을 보여주는 순서도이다.

도 7은 도 2a 내지 도 2e의 복사 냉각 구조에 대한 형성 방법을 입체적으로 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 앞의 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명 모두 예시적이라는 것이 이해되어야 하며, 청구된 발명의 부가적인 설명이 제공되는 것으로 여겨져야 한다. 참조부호들이 본 발명의 바람직한 실시 예들에 상세히 표시되어 있으며, 그것의 예들이 참조 도면들에 표시되어 있다. 가능한 어떤 경우에도, 동일한 참조 번호들이 동일한 또는 유사한 부분을 참조하기 위해서 설명 및 도면들에 사용된다.
- [0035] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소는 제 1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0036] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0037] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0038] 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 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0039] 이하, 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나 특허출원의 범위가 이러한 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 복사 냉각 구조를 보여주는 단면도이다. 도 1을 참조하면, 복사 냉각 구조(100)는 제1 유전체층(110), 금속 박막층(120) 및 제2 유전체층(130)을 포함할 수 있다. 또한, 복사 냉각 구조(100)는 표면 보호를 위해 고분자 화합물 층(140)을 추가적으로 포함할 수 있다. 또한, 도시되지 않았지만, 복사 냉각 구조(100)는 추가적인 유전체층을 더 포함할 수 있다. 즉, 다양한 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하기 위해, 복사 냉각 구조(100)는 적어도 둘 이상의 유전체층 및 적어도 하나의 금속 박막층을 포함할 수 있다.
- [0041] 도 1에서, 금속 박막층(120)은 제1 유전체층(110) 및 제2 유전체층(130)의 사이에 위치하는 것으로 도시되었다. 하지만, 이는 예시적인 것으로, 복사 냉각 구조(100)는 이것에 한정되지 않는다. 금속 박막층(120)은 제1 유전체층(110)의 하부에 형성될 수도 있고, 또는 제2 유전체층(130)의 상부에 형성될 수도 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해 금속 박막층(120)이 제1 유전체층(110) 및 제2 유전체층(130)의 사이에 형성된 것으로 가정하고 예시적으로 설명한다.
- [0042] 모든 물체는 특정 온도에 대해 플랑크 법칙에 따라 표면에서 열 복사가 발생한다. 플랑크 법칙에 따르면, 표면 온도가 증가할수록 복사 세기가 증가하며, 복사 스펙트럼의 최고점은 단파장 영역으로 이동한다. 따라서, 태양으로부터 지구로 도달하는 복사 스펙트럼은 가시광선 영역에 위치하며, 사람, 태양전지, LED 광소자 등의 상온에 가까운 복사 스펙트럼은 중적외선 영역에 위치한다. 예를 들면, 대표적인 광소자인 태양전지는 표면 온도가 최대 350K까지 상승되어 7 μ m~8 μ m의 중심 파장을 갖는 복사 스펙트럼을 형성한다. 한편, 태양전지의 온도 상승은 광전변환 효율을 저하시킨다. 또한, LED 형광체의 경우, 형광체 물질의 온도 상승은 발광 효율을 감소시킨다. 한편, 표면 온도에 따른 물체의 복사 스펙트럼은 키르히호프 복사 법칙에 따라 흡수 스펙트럼에 의해 결정된다. 따라서, 중적외선 영역의 복사 에너지를 방출하여 물체의 온도를 낮추면, 소자의 온도 상승에 의한 효율 저하

문제를 해결할 수 있다.

- [0043] 복사 냉각 구조(100)는 냉각 대상에 부착되어 중적외선 영역의 복사를 통해 냉각 대상의 온도를 낮출 수 있다. 예를 들면, 복사 냉각 구조(100)는 목표로 하는 중적외선(이하 목표 중적외선)을 흡수 및 복사할 수 있다. 제1 유전체층(110), 금속 박막층(120) 및 제2 유전체층(130)은 서로 각각 다른 파장의 중적외선을 흡수 및 복사할 수 있다. 냉각 대상은 태양 전지, 발광 다이오드, 전기회로기판, 디스플레이, 유리창 등을 포함할 수 있다. 냉각 대상은 외부 열에 의해 가열되거나 자체적으로 열을 발생하는 물체일 수 있다.
- [0044] 물체의 복사 특성을 기술하는 물리량은 흡수율 및 복사율이 있다. 흡수율은 입사하는 전자기파에 대해 흡수되는 에너지의 비율이며, 복사율은 물체가 얼마나 흑체에 가까운지를 나타내는 물리량이다. 여기서 흑체는 흡수한 전자기파를 모두 복사하는 이상적인 물체를 지칭한다. 복사에 관한 키르히호프의 법칙에 따르면, 특정 온도, 특정 입사파장 및 특정 입사각도에서의 복사율은 해당 조건에서의 흡수율과 동일하다. 흡수율 및 복사율은 0과 1사이의 값을 가지며, 흑체는 흡수율 또는 복사율이 1이다.
- [0045] 공명 현상을 이용하면 특정 파장 대역에서의 흡수율을 증대시킬 수 있다. 공명 현상은 어떤 물질의 고유 진동수 또는 물질의 배열에 의한 고유진동수와 입사하는 전자기파의 진동수가 동일한 경우 흡수율이 급격히 증가하는 현상을 의미한다. 빈의 변위법칙에 따르면, 물체의 온도가 증가할수록 복사 세기가 최대가 되는 중심 파장이 단파장 영역으로 이동한다. 대부분의 광전자 소자들은 상온 또는 그와 근접한 온도(예를 들어, 400K 이하)에서 동작하며, 이러한 온도에 대응하는 복사 스펙트럼을 고려하면, 중적외선 영역(예를 들어, 4 μ m 내지 20 μ m)의 흡수율 및 복사율을 향상하여 복사 냉각 특성을 향상시킬 수 있다. 본 발명의 복사 냉각 구조(100)는 중적외선을 흡수 및 복사하여 냉각 대상의 냉각율을 향상시킬 수 있다. 냉각율은 외부로부터 흡수되는 흡수 에너지량과 외부로 방출되는 복사 에너지량의 비율로 정의될 수 있다. 복사 냉각 구조(100)를 통해 복사 에너지량이 증가하면, 냉각 대상의 냉각율은 향상될 수 있다.
- [0046] 제1 및 제2 유전체층(110, 130)은 금속 박막층(120)에 비하여 상대적으로 긴 파장의 중적외선을 흡수 및 복사할 수 있다. 예를 들면, 제1 및 제2 유전체층(110, 130)은 8 μ m 내지 20 μ m의 파장을 가지는 중적외선을 흡수 및 복사할 수 있다. 예시적으로, 제1 및 제2 유전체층(110, 130)은 Al₂O₃, HfO₂, SiO₂, TiO₂, Si₃N₄ 등의 유전체로 구성될 수 있다. 한편, 제1 유전체층(110)은 복사 냉각 구조(100)의 지지체 역할을 수행할 수 있다.
- [0047] 일 실시 예로서, 제1 유전체층(110) 및 제2 유전체층(130)은 서로 다른 파장의 중적외선을 흡수 및 복사하도록 구성될 수 있다. 즉, 제1 유전체층(110) 및 제2 유전체층(130)은 목표 중적외선에 따라 두께 및 구성 물질이 다르게 결정될 수 있다. 제1 유전체층(110)은 Al₂O₃으로 구성되어, 12 μ m 내지 20 μ m의 파장을 가지는 중적외선을 흡수 및 복사하도록 구성될 수 있다. 제2 유전체층(130)은 SiO₂로 구성되어, 8 μ m 내지 12 μ m의 파장을 가지는 중적외선을 흡수 및 복사하도록 구성될 수 있다.
- [0048] 금속 박막층(120)은 제1 및 제2 유전체층(110, 130)에 비하여 상대적으로 짧은 파장의 중적외선을 흡수 및 복사할 수 있다. 예를 들면, 금속 박막층(120)은 4 μ m 내지 8 μ m의 파장을 가지는 중적외선을 흡수 및 복사하도록 구성될 수 있다. 금속 박막층(120)은 목표 중적외선에 따라 두께 및 구성 물질이 다르게 결정될 수 있다. 일 실시 예로서, 금속 박막층(120)은 Ni, Ti, Au, Ag 등의 금속으로 구성될 수 있다.
- [0049] 한편, 금속 박막층(120)으로 소멸계수(굴절율의 허수 부분, extinction coefficient)가 작은 Ni, Ti를 사용하는 경우, 가시광의 투과율은 다소 감소하는 반면 중적외선의 복사 효율이 향상될 수 있다. 금속 박막층(120)으로 소멸계수가 상대적으로 큰 Au, Ag을 사용하는 경우, 중적외선의 복사 효율은 다소 감소하는 반면 특정 파장에서 가시광의 투과율이 향상될 수 있다. 따라서, 금속 박막층(120)의 물질은 냉각 대상의 용도에 따라 결정될 수 있다. 예시적으로, 빛의 스펙트럼이 제한적인 발광다이오드가 냉각 대상인 경우, 금속 박막층(120)의 물질은 Au, Ag으로 선택될 수 있다.
- [0050] 제1 유전체층(110), 금속 박막층(120) 및 제2 유전체층(130)은 가시광을 투과하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 제1 유전체층(110), 금속 박막층(120) 및 제2 유전체층(130)의 두께는 가시광의 투과율 및 중적외선을 복사 효율을 고려하여 결정될 수 있다.
- [0051] 제1 유전체층(110)은 제1 두께(T1)를 가지도록 형성될 수 있다. 예를 들면, 제1 유전체층(110)의 제1 두께(T1)는 금속 박막층(120)에 대하여 가시광의 투과율 및 중적외선의 복사 효율이 최대가 되도록 선택될 수 있다. 제1 유전체층(110)의 제1 두께(T1)는 제1 유전체층(110) 및 금속 박막층(120)의 간섭 조건에 기초하여 결정될 수 있다. 일 실시 예로서, 제1 유전체층(110)의 제1 두께(T1)는 500nm 내지 900nm의 값을 가질 수 있다.

- [0052] 금속 박막층(120)은 제2 두께(T2)를 가지도록 형성될 수 있다. 예를 들면, 금속 박막층(120)의 제2 두께(T2)는 가시광 투과율 및 중적외선 복사 효율에 기초하여 결정될 수 있다. 금속 박막층(120)의 제2 두께(T2)는 침투 깊이보다 작도록 형성될 수 있다. 침투 깊이는 어떤 물질 내로 전자기파가 얼마나 침투할 수 있는지를 나타내는 물리량이며, 물질의 소멸 계수에 기초하여 고유한 값을 가진다. 어떤 물질의 두께가 침투 깊이보다 큰 경우, 외부에서 입사한 전자기파는 주로 반사되며 내부로 흡수되는 양이 감소한다. 반면에, 어떤 물질의 두께가 침투 깊이보다 작은 경우, 외부에서 입사한 전자기파는 물질 내부를 투과(이하 광터널링)하면서 광흡수가 증가한다. 금속 박막층(120)의 제2 두께(T2)를 침투 깊이보다 작도록 형성하면, 금속 박막층(120)에서 광터널링이 증가하여 중적외선의 흡수 및 복사가 증가할 수 있다.
- [0053] 일 실시 예로서, 금속 박막층(120)의 제2 두께(T2)는 1nm 내지 20nm의 값을 가질 수 있다. 예를 들면, 금속 박막층(120)은 1nm 이상의 두께를 가질 경우 중적외선 복사 특성을 가질 수 있다. 금속 박막층(120)은 20nm를 초과하는 두께를 가질 경우 가시광 투과율이 현저히 감소되고, 중적외선의 복사 효율 또한 감소할 수 있다. 또한, 금속 박막층(120)은 높은 열전도성으로 인해 단시간에 냉각 대상과의 열평형에 도달할 수 있어 복사 냉각 효율 향상에 기여할 수 있다.
- [0054] 제2 유전체층(130)은 제3 두께(T3)를 가지도록 형성될 수 있다. 예를 들면, 제2 유전체층(130)의 제3 두께(T3)는 금속 박막층(120)에 대하여 가시광의 투과율 및 중적외선의 복사 효율이 최대가 되도록 선택될 수 있다. 제2 유전체층(130)의 제3 두께(T3)는 제2 유전체층(130) 및 금속 박막층(120)의 간섭 조건에 기초하여 결정될 수 있다. 일 실시 예로서, 제2 유전체층(130)의 제3 두께(T3)는 500nm 내지 900nm의 값을 가질 수 있다.
- [0055] 복사 냉각 구조(100)는 공극 패턴(151, 152, 153)을 포함할 수 있다. 공극 패턴(151, 152, 153)은 복수의 공극(cavity)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 공극 패턴(151, 152, 153)은 복사 냉각 구조(100)의 복사 효율을 향상시킬 수 있다. 복사 냉각 구조(100)에 공극 패턴(151, 152, 153)이 포함되면, 표면 반사율이 크게 감소하는 현상이 발생한다. 이러한 현상은 광터널링에 의한 흡수 증대를 일으킬 수 있다. 복사 냉각 구조(100)에 공극 패턴(151, 152, 153)이 포함되면 중적외선의 표면 반사가 감소하고 광흡수가 유전체 전체를 관통하며 일어나므로, 공극 패턴(151, 152, 153)이 유전체로 채워져 있는 경우보다 광흡수가 증가하는 현상이 발생한다. 복사 냉각 구조(100)가 냉각 대상에 부착되는 경우, 공극 패턴(151, 152, 153)은 공기 또는 특정 기체로 채워질 수 있다.
- [0056] 공극 패턴(151, 152, 153)의 크기는 공극 폭(W1) 및 공극 높이(H1)로 정의될 수 있다. 공극 패턴(151, 152, 153)의 크기는 목표 중적외선의 파장에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들면, 공극 패턴(151, 152, 153)의 크기가 목표 중적외선의 파장의 절반보다 큰 경우 정상파가 형성되어, 목표 중적외선의 복사 효율은 향상될 수 있다.
- [0057] 일 실시 예로서, 공극 폭(W1) 및 공극 높이(H1)는 2 μ m 내지 20 μ m의 값을 가질 수 있다. 예를 들면, 공극 폭(W1) 및 공극 높이(H1)가 2 μ m인 경우, 공극 패턴(151, 152, 153)은 4 μ m의 중적외선의 복사 효율을 향상시킬 수 있다. 공극 폭(W1) 및 공극 높이(H1)가 20 μ m인 경우, 공극 패턴(151, 152, 153)은 40 μ m 이하의 중적외선의 복사 효율을 향상시킬 수 있다. 공극 폭(W1) 및 공극 높이(H1)가 20 μ m를 초과하는 경우, 공극 패턴(151, 152, 153)은 기계적으로 불안정하여 그 형상을 유지하기 어려울 수 있다.
- [0058] 공극 패턴(151, 152, 153)의 모양은 원 기둥, 사각 기둥 등의 모양을 가질 수 있다. 하지만, 공극 패턴(151, 152, 153)의 모양은 이것에 한정되지 않는다. 공극 패턴(151, 152, 153)의 모양은 목표 중적외선에 기초하여 다양하게 결정될 수 있다.
- [0059] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의 복사 냉각 구조(100)는 목표 중적외선을 흡수 및 복사하여 냉각 대상의 온도를 낮출 수 있다. 유전체의 경우 물질마다 특정 파장의 중적외선의 흡수 및 복사가 일어난다. 복사 냉각 구조(100)는 제1 및 제2 유전체층(110, 130) 및 금속 박막층(120)을 통해 다양한 파장의 중적외선을 흡수 및 복사할 수 있다. 또한, 복사 냉각 구조(100)는 공극 패턴(151, 152, 153)을 포함하여 목표 중적외선의 복사 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0060] 한편, 제1 및 제2 유전체층(110, 130) 및 금속 박막층(120)의 두께 및 구성 물질은 목표 중적외선에 따라 다르게 형성될 수 있다. 제1 및 제2 유전체층(110, 130) 및 금속 박막층(120)의 두께 및 구성 물질은 목표 가시광 투과율 및 목표 복사 효율에 따라 다르게 형성될 수 있다. 공극 패턴(151, 152, 153)의 크기 및 모양은 목표 중적외선에 따라 다르게 형성될 수 있다.
- [0061] 도 2a 내지 도 2e는 도 1의 복사 냉각 구조에 대한 형성 방법을 단계적으로 보여주는 단면도이다. 도 3은 도 1의 복사 냉각 구조에 대한 형성 방법을 보여주는 순서도이다. 도 2a 내지 도 2e, 및 도 3을 참조하면, 복사 냉

각 구조(100)는 복수의 단계를 통해 형성될 수 있다.

- [0062] S110 단계에서, 기판(10) 상에 제1 감광층(20) 및 제2 감광층(30)이 형성될 수 있다. 예를 들면, 도 2a에서, 기판(10)은 Si, GaAs, InP, GaN 등과 같은 반도체 또는 유리(glass), 사파이어(sapphire) 등과 같은 유전체 산화물을 포함할 수 있다. 제1 감광층(20) 및 제2 감광층(30)은 서로 톤(tone)이 다른 PR(photo resist)이 사용될 수 있다. 일 실시 예로서, 제1 감광층(20)은 네거티브(negative) PR이 사용되고, 제2 감광층(30)은 포지티브(positive) PR이 사용될 수 있다. 또는 다른 실시 예로서, 제1 감광층(20)은 포지티브 PR이 사용되고, 제2 감광층(30)은 네거티브 PR이 사용될 수 있다.
- [0063] S120 단계에서, 제2 감광층(30)에 사진 식각 방식을 통해 공극 희생 패턴(31, 32, 33)이 형성될 수 있다. 예를 들면, 도 2b에서, 패턴 마스크(40)를 통해 제2 감광층(30)에 빛이 조사될 수 있다. 도 2c에서, 노광된 제2 감광층(30)을 현상(developing)하여 공극 희생 패턴(31, 32, 33)이 형성될 수 있다. 일 실시 예로서, 제2 감광층(30)의 종류에 따라, 제2 감광층(30)에서 노광된 부분을 남기고 나머지 부분을 제거하여 공극 희생 패턴(31, 32, 33)이 형성될 수 있다. 또는 다른 실시 예로서, 제2 감광층(30)의 종류에 따라, 노광된 부분을 제거하여 공극 희생 패턴(31, 32, 33)이 형성될 수 있다. 패턴 마스크(40)는 제2 감광층(30)의 종류에 따라 다르게 제작될 수 있다.
- [0064] S130 단계에서, 제1 감광층(20) 및 공극 희생 패턴(31, 32, 33) 상에 제1 두께(T1)로 제1 유전체층(110)이 형성될 수 있다. S140 단계에서, 제1 유전체층(110) 상에 제2 두께(T2)로 금속 박막층(120)이 형성될 수 있다. S150 단계에서, 금속 박막층(120) 상에 제3 두께(T2)로 제2 유전체층(130)이 형성될 수 있다. 예를 들면, 도 2d에서, 제1 유전체층(110), 금속 박막층(120) 및 제2 유전체층(130)은 공극 희생 패턴(31, 32, 33)의 형태에 기초하여 형성될 수 있다. 즉, 제1 유전체층(110), 금속 박막층(120) 및 제2 유전체층(130)은 공극 희생 패턴(31, 32, 33)의 형태와 동일하게 형성되어, 복사 냉각 구조(100)는 중적외선의 복사 효율이 향상될 수 있다. 제1 유전체층(110), 금속 박막층(120) 및 제2 유전체층(130)은 반도체 증착 기술을 이용하여 형성될 수 있다. 예를 들면, 반도체 증착 기술은 PVD(Physical Vapor Deposition), PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 및 ALD(Atomic Layer Deposition) 등을 포함할 수 있다.
- [0065] 일 실시 예로서, 금속 박막층(120)의 위치 따라 S130 단계 내지 S150 단계의 순서는 변경될 수 있다. 즉, 금속 박막층(120)은 제1 유전체층(110)의 하부에 형성될 수도 있고, 또는 제2 유전체층(130)의 상부에 형성될 수도 있다.
- [0066] S160 단계에서, 제2 유전체층(130) 상에 고분자 화합물 층(140)이 형성될 수 있다. 예를 들면, 고분자 화합물 층(140)은 PDMS(polydimethylsiloxane) 및 PMMA(polymethyl methacrylate)를 포함할 수 있다. 고분자 화합물 층(140)은 복사 냉각 구조(100)의 표면을 외부로부터 화학적 및 내열적으로 보호할 수 있다. 또한, 고분자 화합물 층 자체가 또 다른 복사 방출원이 될 수 있다. 일 실시 예로서, 금속 박막층(120)이 최상위 층인 경우, 고분자 화합물 층(140)은 금속 박막층(120) 상에 형성될 수 있다.
- [0067] S170 단계에서, 제1 감광층(20) 및 공극 희생 패턴(31, 32, 33)은 습식 식각 과정을 통하여 제거될 수 있다. 예를 들면, 도 2e에서, 제1 감광층(20) 및 공극 희생 패턴(31, 32, 33)은 현상(developing)될 수 있다. 즉, 제1 감광층(20) 및 공극 희생 패턴(31, 32, 33)은 아세톤에 의해 제거될 수 있다. 아세톤은 제1 감광층(20)을 녹인 후 공극 희생 패턴(31, 32, 33)을 녹일 수 있다. 아세톤에 의해 공극 희생 패턴(31, 32, 33)을 제거하기 위해 제1 감광층(20)이 제2 감광층(30)보다 먼저 형성된 것이다. 공극 희생 패턴(31, 32, 33)이 제거되면, 공극 희생 패턴(31, 32, 33)이 있던 자리에 공극 패턴(151, 152, 153)이 형성될 수 있다. 이러한 공극 패턴(151, 152, 153)에 의해 복사 냉각 구조(100)의 중적외선 영역의 복사 효율은 향상될 수 있다.
- [0068] 한편, S170 단계를 통하여, 복사 냉각 구조(100)는 기판(10)으로부터 분리될 수 있다. 예를 들면, 분리된 복사 냉각 구조(100)는 냉각 대상의 표면에 부착될 수 있다. 기판(10)이 냉각 대상인 경우, 복사 냉각 구조(100)는 S170 단계 이후 기판(10)에 바로 부착될 수 있다.
- [0069] 도 4는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 복사 냉각 구조를 보여주는 단면도이다. 도 4를 참조하면, 복사 냉각 구조(200)는 제1 유전체층(210), 금속 박막층(220) 및 제2 유전체층(230)을 포함할 수 있다. 또한, 복사 냉각 구조(200)는 표면 보호를 위해 고분자 화합물 층(240)을 추가적으로 포함할 수 있다. 또한, 도시되지 않았지만, 복사 냉각 구조(200)는 추가적인 유전체층을 더 포함할 수 있다. 즉, 다양한 영역의 중적외선을 흡수 및 복사하기 위해, 복사 냉각 구조(200)는 적어도 둘 이상의 유전체층 및 적어도 하나의 금속 박막층을 포함할 수 있다.
- [0070] 도 4에서, 제1 유전체층(210), 금속 박막층(220) 및 제2 유전체층(230)의 순서로 도시되어 있다. 하지만, 이는

예시적인 것으로, 복사 냉각 구조(200)는 이것에 한정되지 않는다. 금속 박막층(220)은 제1 유전체층(210)의 하부에 형성될 수도 있고, 또는 제2 유전체층(230)의 상부에 형성될 수도 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해 금속 박막층(220)이 제1 및 제2 유전체층(210, 230) 사이에 형성된 것으로 가정하고 예시적으로 설명한다. 도 4의 복사 냉각 구조(200)는 도 1의 복사 냉각 구조(100)와 구조 및 특징에 있어서 동일 또는 유사한 부분을 포함한다. 따라서, 도 1의 복사 냉각 구조(100)와 동일 또는 유사한 부분의 설명은 생략한다.

[0071] 복사 냉각 구조(200)는 도 1의 복사 냉각 구조(100)와 달리 돔(dome) 형태의 공극 패턴(251, 252, 253)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 복사 냉각 구조(200)는 돔(dome) 형태의 공극 패턴(251, 252, 253)에 의해 도 1의 복사 냉각 구조(100)보다 복사 효율이 향상될 수 있고, 가시광 영역의 투과율 또한 향상될 수 있다.

[0072] 공극 패턴(251, 252, 253)의 크기는 공극 폭(W1) 및 공극 높이(H1)로 정의될 수 있다. 공극 패턴(251, 252, 253)의 크기는 목표 중적외선의 파장에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들면, 공극 패턴(251, 252, 253)의 크기가 목표 중적외선의 파장의 절반보다 큰 경우 정상파가 형성되어, 목표 중적외선의 복사 효율은 향상될 수 있다.

[0073] 일 실시 예로서, 공극 폭(W1) 및 공극 높이(H1)는 $2\mu\text{m}$ 내지 $20\mu\text{m}$ 의 값을 가질 수 있다. 예를 들면, 공극 폭(W1) 및 공극 높이(H1)가 $2\mu\text{m}$ 인 경우, 공극 패턴(251, 252, 253)은 $4\mu\text{m}$ 의 중적외선의 복사 효율을 향상시킬 수 있다. 공극 폭(W1) 및 공극 높이(H1)가 $20\mu\text{m}$ 인 경우, 공극 패턴(251, 252, 253)은 $40\mu\text{m}$ 이하의 중적외선의 복사 효율을 향상시킬 수 있다. 다만, 공극 폭(W1) 및 공극 높이(H1)가 $20\mu\text{m}$ 를 초과하는 경우, 공극 패턴(251, 252, 253)은 기계적으로 불안정하여 그 형상을 유지하기 어려울 수 있다.

[0074] 도 5a 내지 도 5f는 도 4의 복사 냉각 구조에 대한 형성 방법을 단계적으로 보여주는 단면도이다. 도 6은 도 4의 복사 냉각 구조에 대한 형성 방법을 보여주는 순서도이다. 도 5a 내지 도 5f, 및 도 6을 참조하면, 복사 냉각 구조(200)는 복수의 단계를 통해 형성될 수 있다. 도 6의 복사 냉각 구조(200)에 대한 형성 방법은 도 3의 복사 냉각 구조(100)에 대한 형성 방법과 동일 또는 유사한 부분을 포함한다. 따라서, 도 3의 복사 냉각 구조(100)에 대한 형성 방법과 동일 또는 유사한 부분은 생략한다.

[0075] S210 단계 및 S220 단계는 도 3의 S110 단계 및 S120 단계와 유사하므로 자세한 설명은 생략한다.

[0076] S230 단계에서, 리플로우 공정을 통해 공극 희생 패턴(31, 32, 33)의 모양을 변형할 수 있다. 예를 들면, S220 단계에서 형성된 공극 희생 패턴(31, 32, 33)은 약 150°C 로 가열될 수 있다. 특정 시간 동안 가열된 공극 희생 패턴(31, 32, 33)은 돔 형태의 공극 희생 패턴(51, 52, 53)으로 변형될 수 있다. 이를 리플로우 공정이라고 지칭한다.

[0077] S240 단계에서, 제1 감광층(20) 및 변형된 공극 희생 패턴(51, 52, 53) 상에 제1 두께(T1)로 제1 유전체층(210)이 형성될 수 있다. S250 단계에서, 제1 유전체층(210) 상에 제2 두께(T2)로 금속 박막층(220)이 형성될 수 있다. S260 단계에서, 금속 박막층(220) 상에 제3 두께(T2)로 제2 유전체층(230)이 형성될 수 있다. 예를 들면, 도 5e에서, 제1 유전체층(210), 금속 박막층(220) 및 제2 유전체층(230)은 변형된 공극 희생 패턴(51, 52, 53)의 형태에 기초하여 형성될 수 있다. 즉, 제1 유전체층(210), 금속 박막층(220) 및 제2 유전체층(230)은 변형된 공극 희생 패턴(51, 52, 53)의 형태와 동일하게 형성되어, 복사 냉각 구조(200)는 중적외선의 복사 효율이 도 1의 복사 냉각 구조(100)보다 더 향상될 수 있다.

[0078] 일 실시 예로서, 금속 박막층(220)의 위치 따라 S240 단계 내지 S260 단계의 순서는 변경될 수 있다. 즉, 금속 박막층(220)은 제1 유전체층(210)의 하부에 형성될 수도 있고, 또는 제2 유전체층(230)의 상부에 형성될 수도 있다.

[0079] S270 단계 및 S280 단계는 도 3의 S160 단계 및 S170 단계와 유사하므로 자세한 설명은 생략한다.

[0080] 도 7은 도 2a 내지 도 2e의 복사 냉각 구조에 대한 형성 방법을 입체적으로 보여주는 도면이다. 도 7을 참조하면, 공극 희생 패턴(Patterned Positive PR)은 기판 상에 복수개 형성될 수 있다. 일 실시 예로서, 공극 희생 패턴은 원기둥 모양으로 형성될 수 있다. 유전체층들(Al_2O_3 , SiO_2) 및 금속 박막층(Ni)은 공극 희생 패턴의 모양에 기초하여 형성될 수 있다. 즉, 유전체층들(Al_2O_3 , SiO_2) 및 금속 박막층(Ni)은 공극 패턴의 모양과 동일하게 형성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 복사 냉각 구조는 중적외선의 복사 효율이 향상될 수 있다.

[0081] 이상에서와 같이 도면과 명세서에서 실시 예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형

및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

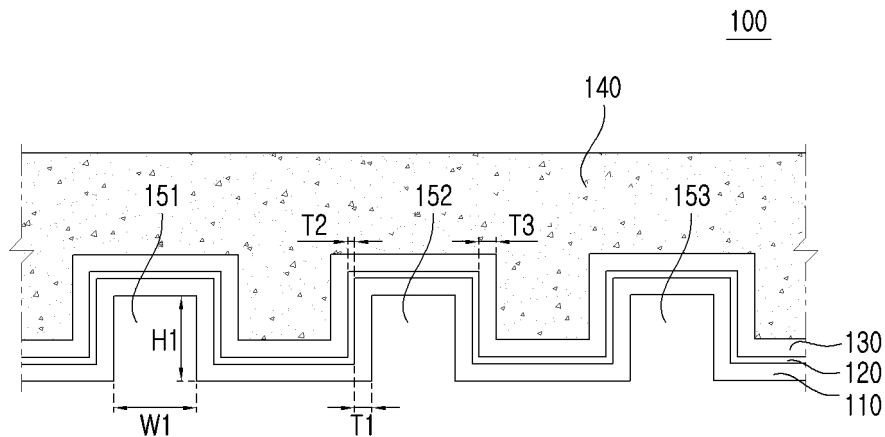
부호의 설명

[0082]

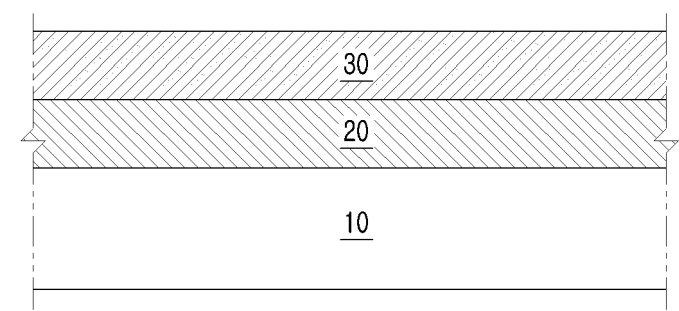
- 10: 기판
- 20: 제1 감광층
- 30: 제2 감광층
- 31, 32, 33, 51, 52, 53: 공극 회생 패턴
- 100, 200: 복사 냉각 구조
- 110, 210: 제1 유전체층
- 120, 220: 금속 박막층
- 130, 230: 제2 유전체층
- 140, 240: 고분자 화합물 층
- 151, 152, 153, 251, 252, 253: 공극 패턴

도면

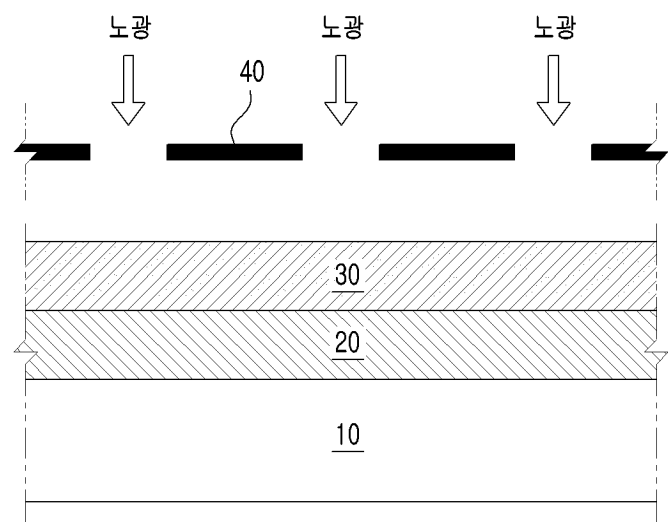
도면1



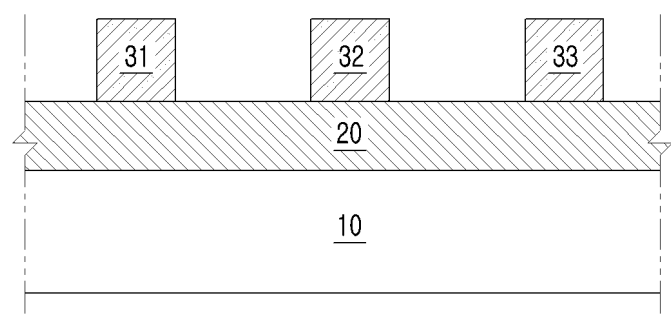
도면2a



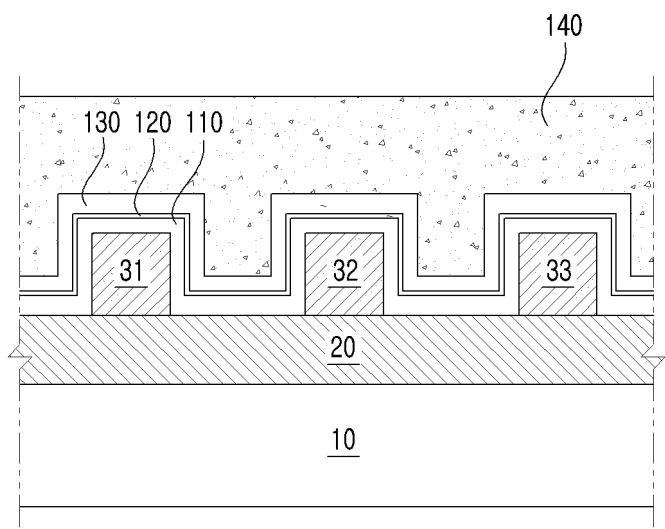
도면2b



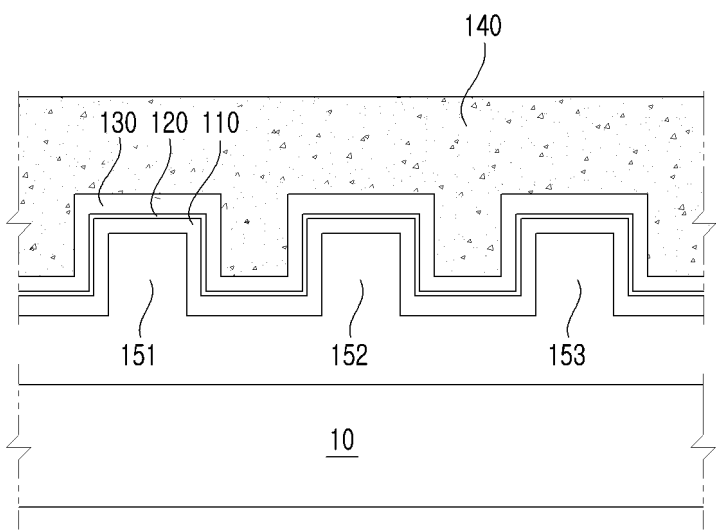
도면2c



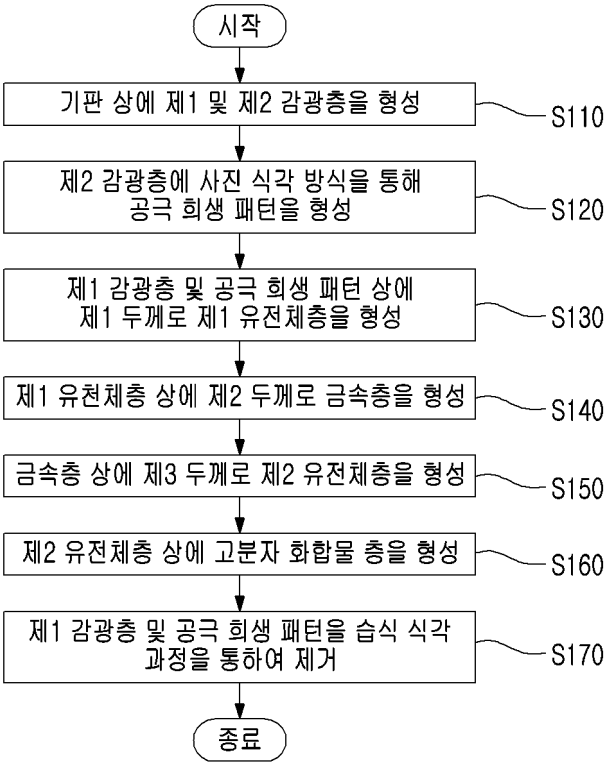
도면2d



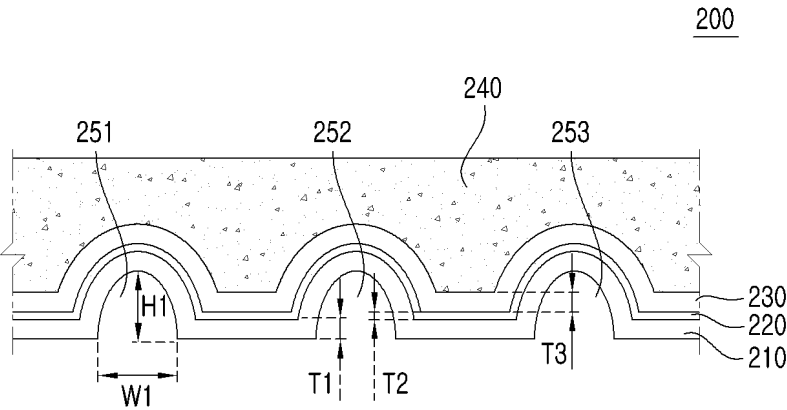
도면2e



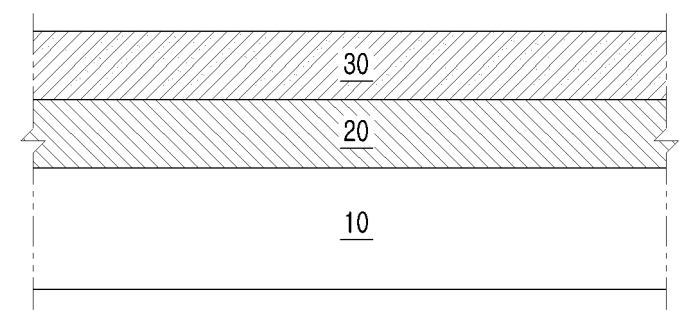
도면3



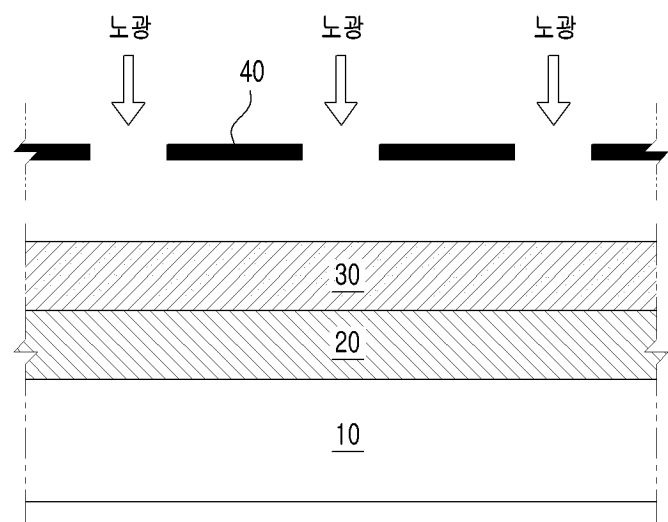
도면4



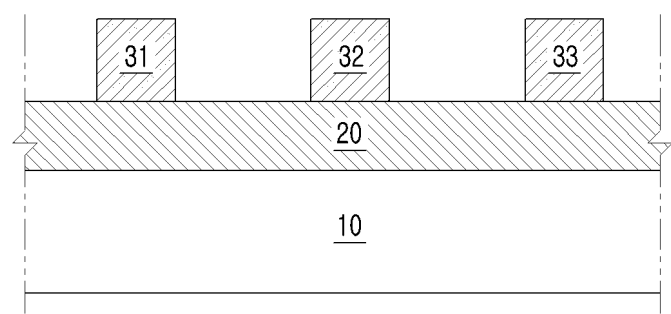
도면5a



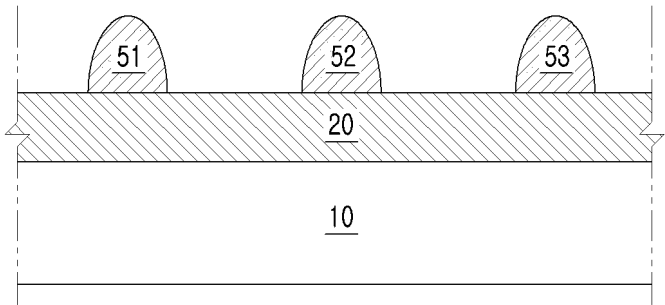
도면5b



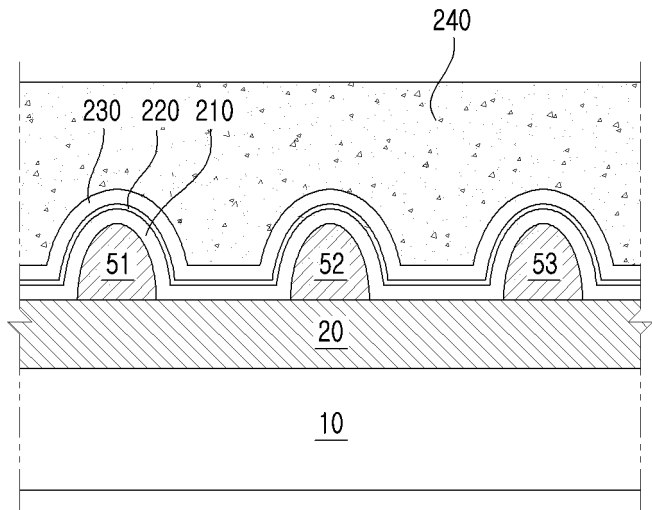
도면5c



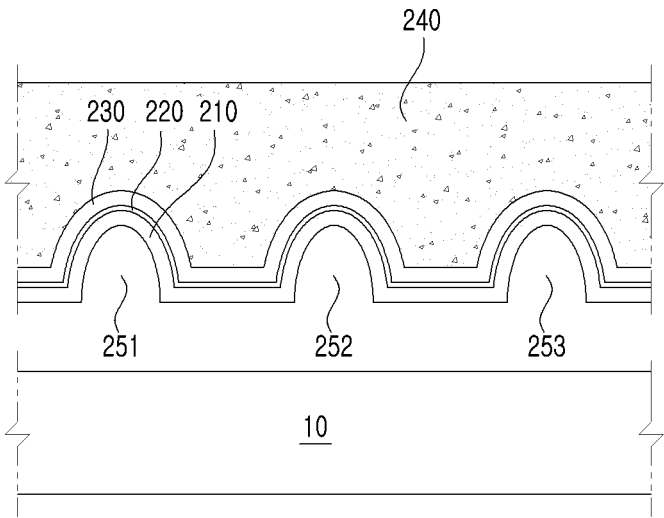
도면5d



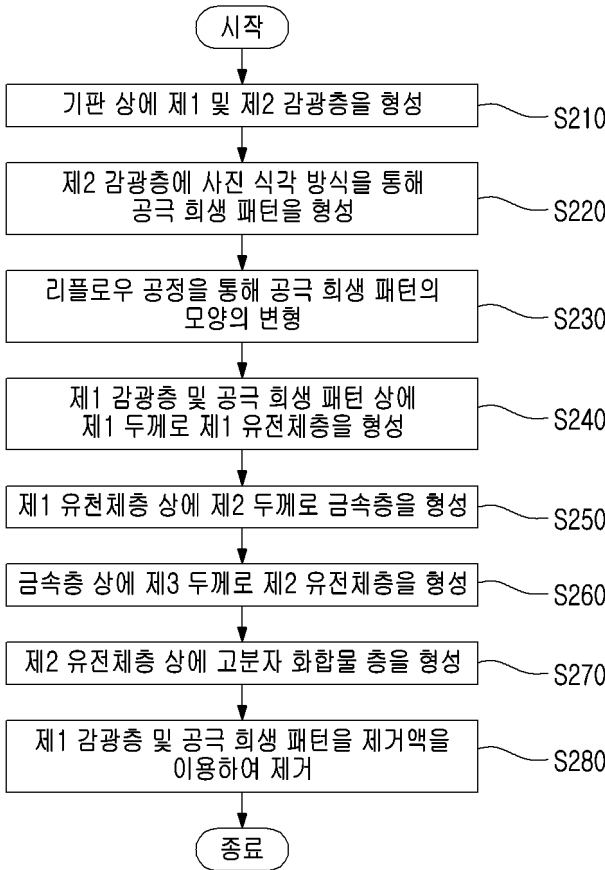
도면5e



도면5f

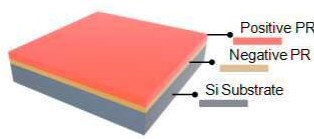


도면6

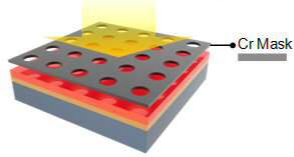


도면7

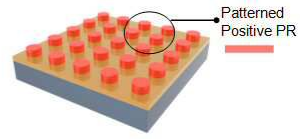
1. Negative PR & Positive PR Coating



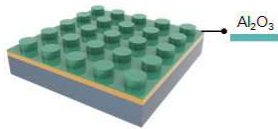
2. Photo Lithography



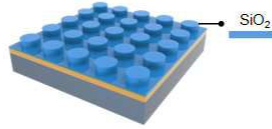
3. Positive PR Developing



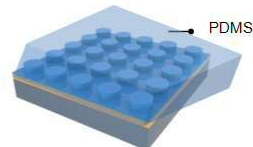
4. Al_2O_3 Deposition



5. SiO_2 (or Ni) Shell Deposition



6. PDMS Coating



7. Negative PR Developing

