



- (51) 국제특허분류:
G02B 3/00 (2006.01) B81C 1/00 (2006.01)
B29D 11/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/010910
- (22) 국제출원일: 2012년 12월 14일 (14.12.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0006899 2012년 1월 20일 (20.01.2012) KR
- (71) 출원인: 한국과학기술원 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 305-701 대전시 유성구 구성동 373-1, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 정기훈 (JEONG, Ki-hun); 305-701 대전시 유성구 구성동 373-1, Daejeon (KR). 박상길 (PARK, Sang-gil); 152-051 서울시 구로구 구로 1동, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 박영준 (PARK, Young-Zoon); 137-885 서울시 서초구 서초3동 1719-3 태흥빌딩 5층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

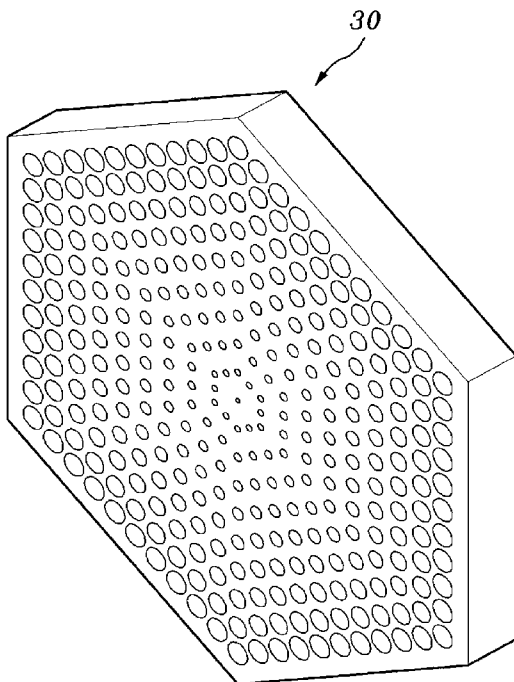
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: GRADIENT INDEX LENS USING EFFECTIVE REFRACTIVE INDEX OF MICROSTRUCTURE ARRANGED IN RADIAL PATTERN, AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭 : 방사형 패턴으로 정렬된 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 및 그 제조방법



(57) Abstract: The present invention relates to a gradient index lens using the effective refractive index of a microstructure operating in the terahertz frequency regions and mid-infrared regions at wavelengths of 0.8 μm to 3 mm, and to a method for manufacturing same. According to the present invention, based on the effective medium theorem, the effective refractive index is controlled by using a structure smaller than the middle infrared and terahertz wavelength, and a gradient can be provided for the refractive index in a radial direction and in an axial direction. Thus, beams in the middle infrared and terahertz frequency region can be converged.

(57) 요약서: 본 발명은 3mm ~ 0.8 μm 의 파장을 가지는 중간적외선 및 테라헤르츠 주파수 영역에서 동작하는 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 및 그 제조방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 유효매체이론(effective medium theorem)에 기반하여, 중간적외선 및 테라헤르츠 파장보다 작은 구조물을 통해 유효굴절률을 조절하고, 반경(radial) 방향 및 축(axial) 방향으로 굴절률에 경사(gradient)를 줄 수 있으며, 이를 통해 중간적외선 및 테라헤르츠 주파수 영역의 빔을 집속시킬 수 있는 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈(gradient index lens) 및 그 제조방법이 제공된다.

명세서

발명의 명칭: 방사형 패턴으로 정렬된 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 및 그 제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 미세구조물의 유효굴절률을 기반으로한 굴절률 분포형 렌즈에 관한 것으로, 더 상세하게는, 중간적외선 영역에서부터 테라헤르츠 영역에서 동작하는 굴절률 분포형 렌즈 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, 테라헤르츠파(THz wave) 및 중간적외선(mid-infrared)은 $3\mu\text{m} \sim 3\text{mm}$ 의 파장을 가지는 전자기파를 의미하는 것으로, 최근에는, 이러한 해당 파장 영역에서 동작하는 광학소자들의 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [3] 이러한 광학 소자는 빛을 집속할 수 있는 가장 기본적인 광학소자로서 다양한 광학시스템에 필수적으로 사용되고 있다.
- [4] 중간적외선 및 테라헤르츠 파를 집속하기 위해 사용되는 렌즈로는, 예를 들면, 파라볼릭 미러(parabolic mirror), 실리콘 렌즈(silicon lens) 및 폴리머 렌즈(polymer lens) 등이 있다.
- [5] 그러나, 도 1에 나타낸 바와 같이, 종래 기술의 파라볼릭 미러(10)를 사용하는 경우는, 광경로가 복잡해지고 따라서 소형화된 광학시스템을 구현하기에 불리하다는 단점이 있었다.
- [6] 또한, 도 2에 나타낸 바와 같이, 종래의 구형 및 반구형 실리콘 렌즈(20)의 경우는, 중간적외선 및 테라헤르츠 주파수 영역에서 투과성이 좋은 것으로 알려져 있으나, 결정 실리콘 재료의 특성상 가공하기가 어려워 단가가 높다는 단점이 있으며, 소형화에도 한계가 있다는 단점을 가지는 것이었다.
- [7] 아울러, 종래의 구형 또는 반구형 폴리머 렌즈의 경우는, 특정 주파수에서 높은 광흡수율을 보이는 문제가 있는 것으로, 즉, 종래, 가시광 영역에서 사용되는 폴리머렌즈는, 대부분의 폴리머들이 중간적외선 및 테라헤르츠 주파수 영역에서 흡수 피크(absorption peak)를 가지므로, 특정 대역폭이 손실된다는 단점이 있었다.
- [8] 도 3은 종래의 굴절률 분포형 렌즈 나타낸 도면으로, 전도층 및 유전체층을 사용하고 있는 굴절률 분포형 렌즈를 도시하고 있다.
- [9] 도면에 도시된 바와 같이, 다층구조(12)는 직사각형 구멍(14, 16)이 형성된 어레이 구조를 가지고 있다. 도면에서 좌측 구멍(14)의 직경은 우측에 형성되어 있는 구멍(16) 보다 크게 형성되어 있으며, 좌측으로 갈수록 작아지는 형태를 취하고 있다. 이러한 구멍들 사이에 수평 및 수직 스트라이프(stripe)(18, 20)가 형성되어 있는 어레이 구조를 형성하게 된다. 한편, 기판으로 사용되는 다층구조(20)는 두 개의 전도층 사이에 유전체가 샌드위치된 형태의

다층구조물로 이루어져 있어 주로 가시광선 및 IR의 포커싱에 사용되고 있다. 또한 다층구조에 전도층을 포함하기 때문에 가시광선 및 IR의 대부분의 영역이 반사 또는 흡수되어 투과하는 영역이 한정된다.

- [10] 따라서, 상기한 바와 같은 종래의 렌즈들의 단점을 해결하여 중간적외선 및 테라헤르츠 영역에서 빛을 집속할 수 있는 새로운 광학소자의 개발이 요구되고 있으나, 아직까지 그러한 요구를 모두 만족시키는 렌즈나 그러한 렌즈의 제조방법은 제공되지 못하고 있는 실정이다. 또한, 구조적으로 단순하면서 효과적인 포커싱이 가능한 어레이 구조 역시 제시되지 못하고 있는 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 따라서 본 발명의 목적은, 기판에 파장 이하의 구조물을 형성하여 유효굴절률을 조절하며, 이를 통하여 중간적외선 및 테라헤르츠 주파수 영역에서 동작하는 굴절률 분포형 렌즈 및 그러한 렌즈 소자의 제조방법을 제공하고자 하는 것이다.
- [12] 즉, 본 발명은, 유효매체이론(effective medium theorem)을 이용한 굴절률 분포형 렌즈(gradient index lens)를 제공하고자 하는 것으로, 즉, 유효매체이론에 기반하여 파장보다 작은 구조물을 통해 유효굴절률을 조절하고, 반경(radial) 방향 및 축(axial) 방향으로 굴절률에 그라디언트(gradient)를 줄 수 있으며, 이를 통해 중간적외선 및 테라헤르츠 파를 집속시킬 수 있는 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 및 그 제조방법을 제공하고자 하는 것이다.

과제 해결 수단

- [13] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따르면, 중간적외선 및 테라헤르츠 주파수 영역에서 유효굴절률을 조절하기 위해, 기판 및 상기 기판 상에 입사되어 포커싱될 파의 파장보다 작은 직경을 가지는 방사형 구조의 미세구조물 패턴을 포함하는 굴절률 분포형 렌즈(gradient index lens)를 제공한다. 상기 미세구조물들은 상기 기판의 중앙에서 방사형으로 갈수록 직경 또는 간격이 점차 커지거나 작아지도록 형성된다.

발명의 효과

- [14] 상기한 바와 같이 본 발명에 따르면, 광경로가 복잡해지고 소형화된 광학시스템을 구현하기에 불리하였던 종래의 파라볼릭 미러의 단점을 해결할 수 있는 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.
- [15] 또한, 본 발명에 따르면, 제작이 어렵고 단가가 비싸며, 소형화에 한계가 있었던 종래의 실리콘 렌즈의 단점을 해결할 수 있는 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.
- [16] 아울러, 본 발명에 따르면, 중간적외선 및 테라헤르츠 주파수 영역에서 흡수

피크(absorption peak)를 가지므로 특정 대역폭이 손실되는 단점이 있었던 종래의 폴리머 렌즈의 단점을 해결할 수 있는 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.

- [17] 따라서 본 발명에 따르면, 상기한 바와 같은 종래의 렌즈들의 단점을 해결하여, 유효매체이론에 기반하여 파장보다 작은 구조물을 통해 유효굴절률을 조절하고, 반경(radial) 방향 및 축(axial) 방향으로 굴절률에 그라디언트(gradient)를 줄 수 있으며, 이를 통해 중간적외선 및 테라헤르츠 주파수 영역에서 빛을 집속할 수 있는 새로운 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [18] 도 1은 종래의 파라볼릭 미러를 나타내는 도면이다.
 [19] 도 2는 종래의 실리콘 렌즈를 나타내는 도면이다.
 [20] 도 3은 종래의 다층 구조를 가지는 굴절률 분포형 렌즈 나타낸 도면.
 [21] 도 4은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈의 형태를 나타내는 도면이다.
 [22] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈의 다른 형태를 나타내는 도면이다.
 [23] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈의 제조방법의 각 단계를 나타내는 도면이다.
 [24] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈의 형태를 나타내는 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [25] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 및 그 제조방법의 상세한 내용에 대하여 설명한다.
 [26] 여기서, 이하에 설명하는 내용은 본 발명을 실시하기 위한 실시예일뿐이며, 본 고안은 이하에 설명하는 실시예의 내용으로만 한정되는 것은 아니라는 사실에 유념해야 한다.
 [27] 즉, 본 발명은, 일반적으로, $3\mu\text{m} \sim 3\text{mm}$ 범위의 파장을 가지는 중간적외선 영역 및 테라헤르츠 주파수 영역에서 동작하는 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 및 그 제조방법에 관한 것이다.
 [28] 더 상세하게는, 본 발명은, 후술하는 바와 같이, 중간적외선영역 및 테라헤르츠 주파수 영역의 빔(beam)을 집속하기 위해 사용되는 종래의 파라볼릭 미러(parabolic mirror)는 광경로가 복잡해지고 소형화된 광학시스템을 구현하는데 불리하다는 단점이 있으며, 실리콘 렌즈(silicon lens)는 제작이 어려워 단가가 비싸다는 단점이 있고, 또한, 기존의 가시광 영역에서 사용되는 폴리머 렌즈(polymer lens)의 경우는 대부분의 폴리머들이 해당 영역에서 흡수 피크(absorption peak)를 가지므로 특정 대역폭이 손실되었던 단점을 해결하기

위한 것이다.

- [29] 이를 위해, 본 발명은, 유효매체이론(effective medium theorem)에 기반하여, 파장보다 작은 구조물을 통해 유효굴절률을 조절하고, 반경(radial) 방향 및 축(axial) 방향으로 굴절률에 그라디언트(gradient)를 줄 수 있으며, 이를 통해 중간적외선 및 테라헤르츠 빔을 집속시킬 수 있는 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈(gradient index lens) 및 그 제조방법을 제공하고자 하는 것이다.
- [30] 아울러, 이하의 설명에서, '파장 이하'라는 용어에 대하여는, 일반적으로, 비등질(inhomogeneous) 구조물이 등질(homogeneous)한 광학 특성을 가지려면 구조물의 크기가 파장보다 작아야 하며, 또한, 렌즈마다 동작하는 파장이 다를 수 있고, 그에 따라 중간적외선 및 테라헤르츠 파의 파장 이하의 크기를 가지는 구조물의 크기도 달라질 수 있으므로, 이를 통칭하여 '파장 이하'라 표기하였다.
- [31] 즉, 예를 들면, 광학영역에 있어서, $10\mu\text{m}$ 파장의 빛에 대해 구조물이 유효굴절률 특성을 지니려면 구조물의 크기가 $10\mu\text{m}$ 보다 작아야 하며, 일반적으로 중간적외선 영역 및 테라헤르츠 주파수 영역에 해당하는 파의 파장은 $3\mu\text{m} \sim 3\text{mm}$ 이므로, 따라서 본 발명에 사용된 '파장 이하'의 구조물은 $3\mu\text{m} \sim 3\text{mm}$ 이하의 크기를 가지는 구조물이라 할 수 있다.
- [32] 여기서, 공정상의 한계가 존재하므로, 이를 고려하면, '파장 이하'의 구조물은 실질적으로는 $3\mu\text{m} \sim 0.8\mu\text{m}$ 의 구조물이 된다.
- [33] 또한, 본 명세서에 있어서, '유효굴절률이 경사를 가진다'는 표현은, 지역적으로 다른 크기의 구조물에 유효굴절률의 차이가 있음을 의미하는 것으로, 즉, 본 발명은, 이러한 지역적인 유효굴절률의 차이를 통해 경사(gradient)에 따라 빛이 휘게 되는 현상을 이용하는 것이다.
- [34] 계속해서, 도면을 참조하여, 상기한 바와 같은 본 발명에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 및 그 제조방법의 상세한 내용에 대하여 설명한다.
- [35] 먼저, 도 4을 참조하면, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [36] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈는, 굴절률 조절을 위해 다양한 형태의 구조물을 가지는 기판을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 것으로, 더 상세하게는, 기판에 중간적외선 및 테라헤르츠 파의 파장 이하의 직경을 가지는 기둥 또는 구멍이 배열되고, 유효굴절률이 경사를 가지는 것을 특징으로 한다. 본 실시예에서는 구멍의 직경이 점차 커지는 미세구조물 배열을 설명하고 있으나, 목적에 따라 미세구조물의 직경이 점차 작아지는 배열 역시 가능하다.
- [37] 본 발명의 실시예에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈는, 육각형 격자 형태로 이루어지고 중간적외선 및 테라헤르츠 파의 파장

이하의 직경을 가지는 원형의 구멍이 건식 식각 또는 습식 식각으로 형성되어 있는 기관(30)을 포함하여 구성된다.

- [38] 여기서, 상기한 건식 식각은, 반응성 이온식각(reactive ion etch), 깊은 반응성 이온식각(deep reactive ion etch), 플라즈마 식각(plasma etch) 중 하나 이상의 방법을 이용할 수 있으며, 습식 식각은, 동방위성 습식 식각(isotropic wet etch) 또는 이방성 습식 식각(anisotropic wet etch)을 이용할 수 있다.
- [39] 또한, 도 4에 나타낸 실시예에서는, 육각형 격자 형태의 기관(30)에 원형의 구멍이 형성된 형태를 나타내고 있으나, 상기한 기관은, 도 5에 나타낸 바와 같이, 중간적외선 및 테라헤르츠 파의 파장 이하의 직경을 가지는 원형의 구멍이 형성된 사각형 격자(40)가 배열된 형태의 기관일 수도 있다.
- [40] 아울러, 상기한 도 4 및 도 5에 나타낸 실시예에서는, 각각의 격자 형태에 원형의 구멍이 형성된 예를 나타내었으나, 본 발명은 이러한 형태로 한정되는 것은 아니며, 상기한 바와 같은 원형 구멍 이외에도, 다각형 또는 기타 복합 형상을 가지는 구멍이 형성된 형태로 형성될 수도 있다.
- [41] 여기서, 상기한 구조물은, 그 수직 방향의 단면이 삼각형, 사각형, 반원, 반타원 중 하나의 형상을 가지도록 형성될 수 있으며, 상기한 구멍 또는 구조물의 모양, 크기, 위치 및 그 숫자는, 얻고자 하는 유효굴절률을 위해 파장 이하의 다양성을 가진다.
- [42] 또한, 상기한 기관은, Si, GaAs 또는 유리기관 등을 사용할 수 있으며, 굴절률의 분포는 표면방향 및 깊이 방향으로 포물선 방정식, 다차방정식, 다차방정식의 제곱근, 구 분포 중 하나의 분포를 따른다.
- [43] 따라서 상기한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈는, 격자 형태로 이루어진 기관에 중간적외선 및 테라헤르츠 파의 파장 이하의 직경을 가지는 원이나 다각형 형상의 기둥 또는 구멍이 건식 식각 또는 습식 식각으로 형성되어 있음으로써, 지역적인 유효굴절률 변화에 따라 유효굴절률에 경사를 형성하고, 기관 내에서 빛이 휘어지도록 하여 중간적외선 및 테라헤르츠 파의 집속이 가능해진다.
- [44] 즉, 상기한 바와 같은 본 발명의 실시예에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈는, 중간적외선 및 테라헤르츠 파의 파장 이하의 크기를 가지는 구조물의 형태에 따라 변화하는 유효굴절률을 이용하여 지역적(spatial) 굴절률 경사를 가지고, 이를 통해 중간적외선 및 테라헤르츠 파를 집속하는 것을 특징으로 하는 것이다.
- [45] 더 상세하게는, 예를 들면, 도 4에 나타낸 바와 같이, 원점을 중심으로 일정하게 배열된 원형 구멍의 지름이 증가하는 형태의 경우를 상정하면, 이러한 형태를 통해 원점에서는 높은 굴절률을, 바깥 부분에서는 낮은 굴절률을 형성할 수 있으며, 굴절률 차이에 따라 빛의 속도가 달라지므로, 높은 굴절률을 가지는 부분으로 광선이 휘어지게 된다.
- [46] 따라서 본 발명의 실시예에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률

분포형 렌즈는 상기한 바와 같은 원리를 통하여 중간적외선 및 테라헤르츠 파를 집속할 수 있다.

- [47] 계속해서, 도 6을 참조하여, 상기한 바와 같은 본 발명의 실시예에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈의 제조방법에 대하여 설명한다.
- [48] 즉, 도 6을 참조하면, 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 실시예에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈의 제조방법의 각 단계를 나타내는 도면이다.
- [49] 더 상세하게는, 먼저, 도 6a에 나타낸 바와 같이, 기관(51)에 마스크층(52)을 형성하고, 다음으로, 도 6b에 나타낸 바와 같이, 형성된 마스크층(52)을 원하는 패턴으로 패터닝한다.
- [50] 이어서, 도 6c에 나타낸 바와 같이, 마스크층(52)에 형성된 패턴에 따라 기관(51)을 패터닝하며, 여기서, 기관(51)의 패터닝은, 상기한 바와 같이, 건식 에칭 또는 습식 에칭을 이용하여 중간적외선 및 테라헤르츠 파의 파장 이하의 직경을 가지는 원 또는 다각형의 구멍 또는 구조물을 형성하는 단계이다.
- [51] 다음으로, 도 6d에 나타낸 바와 같이, 남아 있는 마스크층(52)을 제거하여, 본 발명에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈를 제조할 수 있다.
- [52] 또는, 도 4 및 도 5를 참조하여 상기한 바와 같은 기관형의 굴절률 분포형 렌즈를 마스터 기관으로 이용하여, 마스터 기관에 폴리머를 주입하고, 주입된 폴리머를 경화시킨 다음, 경화된 폴리머를 기관으로부터 분리시킴으로써, 중간적외선 및 테라헤르츠 파를 집속시킬 수 있는 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈를 제조할 수 있다.
- [53] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈로서, 일실시예의 구멍을 대신하여 기둥 형태의 미세구조물이 형성된 렌즈를 도시하고 있다. 중간적외선 및 테라헤르츠 파의 파장 이하의 직경을 가지는 원이나 다각형 형상의 기둥 역시 동일하게 사용될 수 있다.
- [54] 상기한 바와 같이 하여 제조된 본 발명에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈를 이용하면, 광경로가 복잡해지고 소형화된 광학시스템을 구현하는데 불리한 종래의 파라볼릭 미러의 단점과, 제작이 어려워 단가가 비싼 종래의 실리콘 렌즈의 단점 및 중간적외선 및 테라헤르츠 주파수 영역에서 특정 대역폭이 손실되었던 종래의 폴리머 렌즈의 단점들을 모두 해결할 수 있다.
- [55] 이상, 상기한 바와 같은 본 발명의 실시예를 통하여 본 발명에 따른 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 및 그 제조방법의 상세한 내용에 대하여 설명하였으나, 본 고안은 상기한 실시예에 기재된 내용으로만 한정되는 것은 아니며, 따라서 본 고안은, 본 고안이 속하는

기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 설계상의 필요 및 기타 다양한 요인에 따라 여러 가지 수정, 변경, 결합 및 대체 등이 가능한 것은 당연한 일이라 하겠다.

산업상 이용가능성

- [56] 본 발명은 미세구조물의 유효굴절률을 기반으로한 굴절률 분포형 렌즈에 적용된다.

청구범위

- [청구항 1] 중간적외선 및 테라헤르츠 주파수 영역의 파를 집속시킬 수 있는 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈(*gradient index lens*)에 있어서,
기판;
상기 기판의 유효굴절률을 조절하기 위해 상기 기판에 형성되는 미세구조물들을 포함하고,
상기 미세구조물은 입사되어 포커싱될 파의 파장보다 작은 직경을 가지고, 상기 기판의 중앙에서 방사형 또는 일축방향으로 갈수록 직경 또는 간격이 점차 커지거나 작아지는 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 기판은 단일 유전체 기판인 것을 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서,
상기 미세구조물은, 중간적외선 및 테라헤르츠 파의 파장 이하의 직경을 가지는 기둥 또는 구멍이 상기 기판상에 배열되어 형성되는 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서,
상기 중간적외선 및 테라헤르츠 파의 파장 이하의 직경은 3mm ~ 0.8 μ m인 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈.
- [청구항 5] 제 3항에 있어서,
상기 미세구조물은, 원형, 다각형 또는 복합 형상을 가지는 구멍이 상기 기판상에 배열되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈.
- [청구항 6] 제 3항에 있어서,
상기 미세구조물은, 원형, 다각형 또는 복합 형상을 가지며 그 수직 방향의 단면이 삼각형, 사각형, 반원, 반타원 중 하나의 형상을 가지는 기둥 형태의 구조가 상기 기판상에 배열되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈.
- [청구항 7] 제 6항에 있어서,
상기 미세구조물은 건식 식각 또는 습식 식각으로 형성되는 구조물인 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈.
- [청구항 8] 제 2항에 있어서,
상기 기판은, Si, GaAs 또는 유리기판으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈.
- [청구항 9] 제 1항에 있어서,

상기 미세구조물은 상기 기관의 굴절률의 분포가 표면방향 및 깊이 방향으로 포물선 방정식, 다차방정식, 다차방정식의 제곱근, 구 분포 중 하나의 분포를 가지도록 배열된 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈.

[청구항 10]

중간적외선 및 테라헤르츠 파를 집속시킬 수 있는 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 제조방법에 있어서, 마스터 기관을 제공하는 단계;

상기 마스터 기관 상에 마스크층을 형성하는 단계;

상기 마스크층에 중간적외선 및 테라헤르츠 파의 파장 이하의 직경을 가지는 미세구조물 형성을 위한 식각 패턴을 형성하는 단계;

상기 패턴된 마스크층을 식각 마스크로하여 상기 기관을 식각하는 단계;

잔류되어 있는 마스크층을 제거하는 단계;

상기 기관에 상에 폴리머를 주입하는 단계;

주입된 상기 폴리머를 경화시키는 단계; 및

경화된 상기 폴리머를 상기 기관으로부터 분리시켜 미세구조물이 형성된 폴리머 렌즈를 형성하는 단계를 포함하는 굴절률 분포형 렌즈 제조방법.

[청구항 11]

제 10항에 있어서,

상기 미세구조물의 패턴을 형성하는 단계는, 원형, 다각형 또는 복합 형상을 가지는 구멍이 상기 기관상에 배열되도록 상기 패턴이 형성되는 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 제조방법.

[청구항 12]

제 10항에 있어서,

상기 미세구조물의 패턴을 형성하는 단계는, 원형, 다각형 또는 복합 형상을 가지며 그 수직 방향의 단면이 삼각형, 사각형, 반원, 반타원 중 하나의 형상을 가지는 기둥 형태의 구조가 상기 기관상에 배열되도록 상기 패턴이 형성되는 미세구조물의 유효굴절률을 이용한 굴절률 분포형 렌즈 제조방법.

[청구항 13]

제 10항에 있어서,

상기 중간적외선 및 테라헤르츠 파의 파장 이하의 직경은 $3\text{mm} \sim 0.8\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈. 굴절률 분포형 렌즈 제조방법.

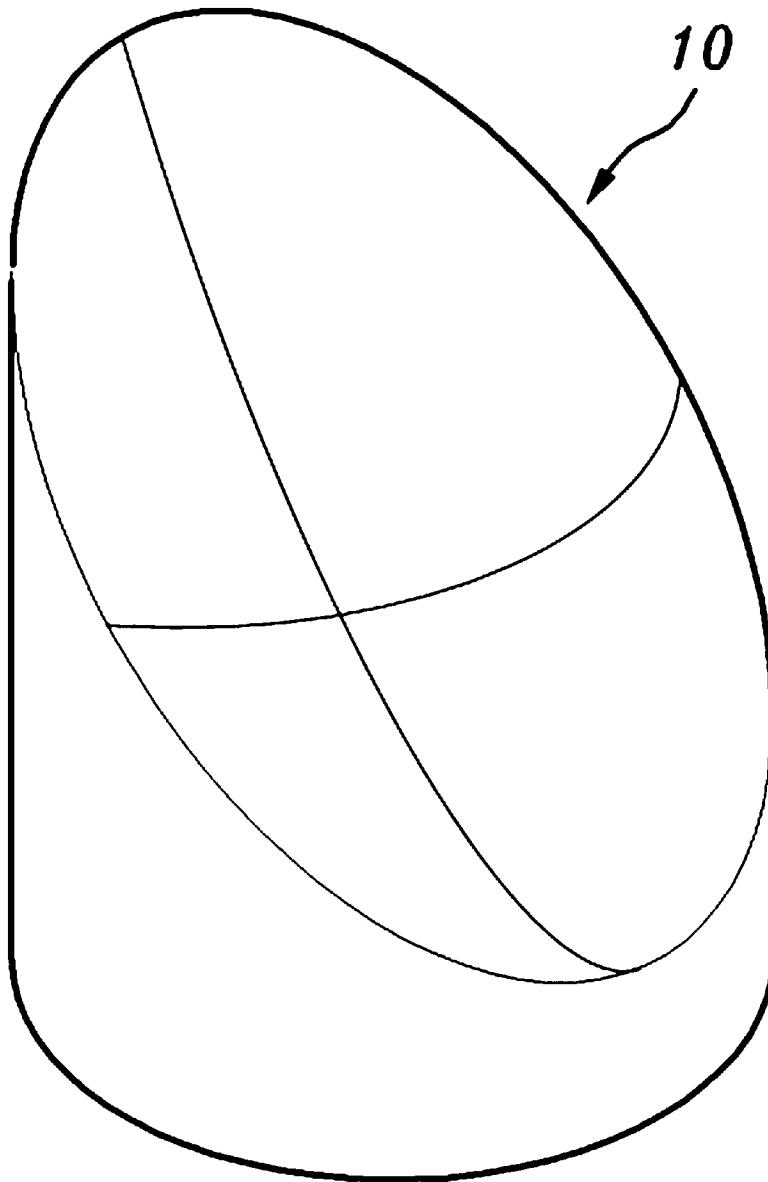
[청구항 14]

제 10항에 있어서,

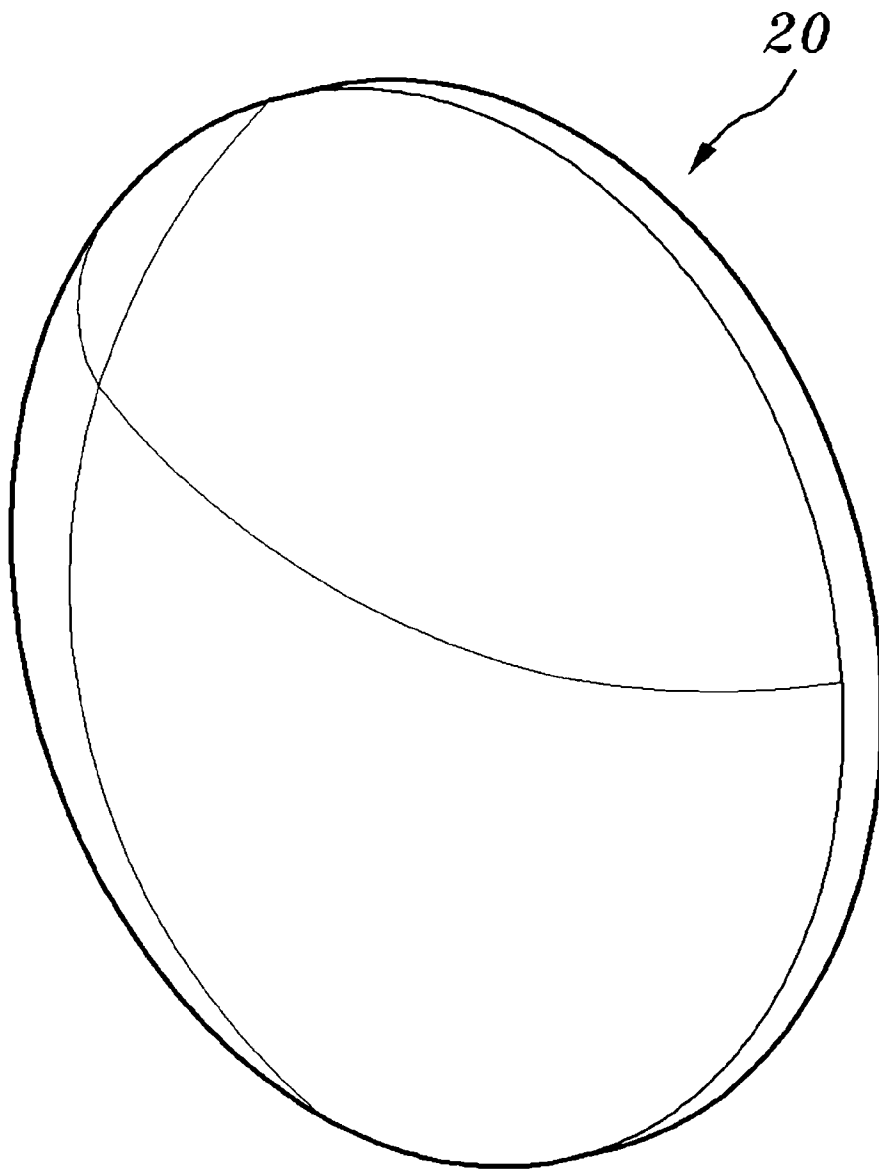
상기 기관을 식각하는 단계는, 건식 식각 또는 습식 식각으로 상기 기관을 식각하는 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈. 굴절률 분포형 렌즈 제조방법.

- [청구항 15] 제 14항에 있어서,
상기 건식 식각은, 반응성 이온식각(reactive ion etch), 깊은 반응성 이온식각(deep reactive ion etch), 플라즈마 식각(plasma etch) 중 하나 이상의 방법을 이용하는 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈. 굴절률 분포형 렌즈 제조방법.
- [청구항 16] 제 14항에 있어서,
상기 습식 식각은, 동방위성 습식 식각(isotropic wet etch) 또는 이방성 습식 식각(anisotropic wet etch)인 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈 제조방법.
- [청구항 17] 제 10항에 있어서,
상기 기판은, Si, GaAs 또는 유리기판인 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈 제조방법.
- [청구항 18] 제 10항에 있어서,
상기 미세구조물은 상기 기판의 굴절률의 분포가 표면방향 및 깊이 방향으로 포물선 방정식, 다차방정식, 다차방정식의 제곱근, 구 분포 중 하나의 분포를 가지도록 배열된 것을 특징으로 하는 굴절률 분포형 렌즈 제조방법.

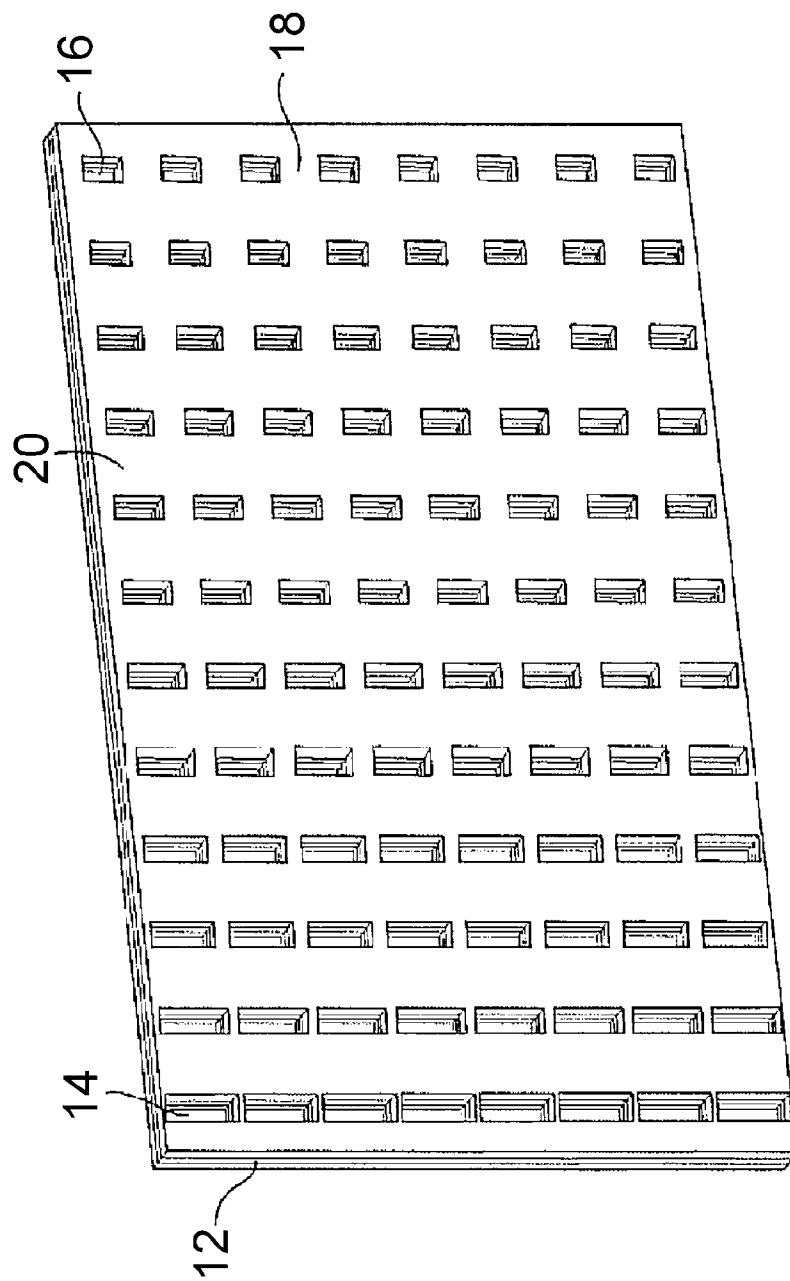
[Fig. 1]



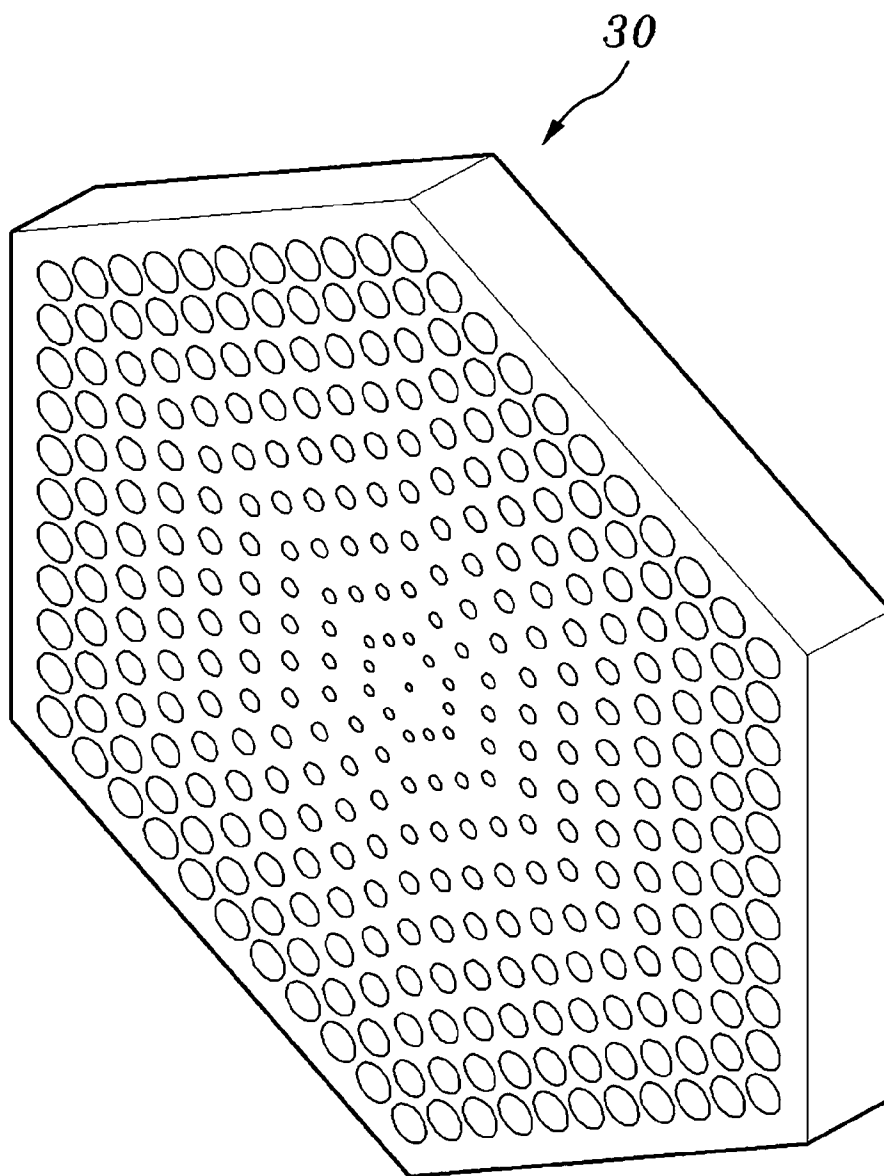
[Fig. 2]



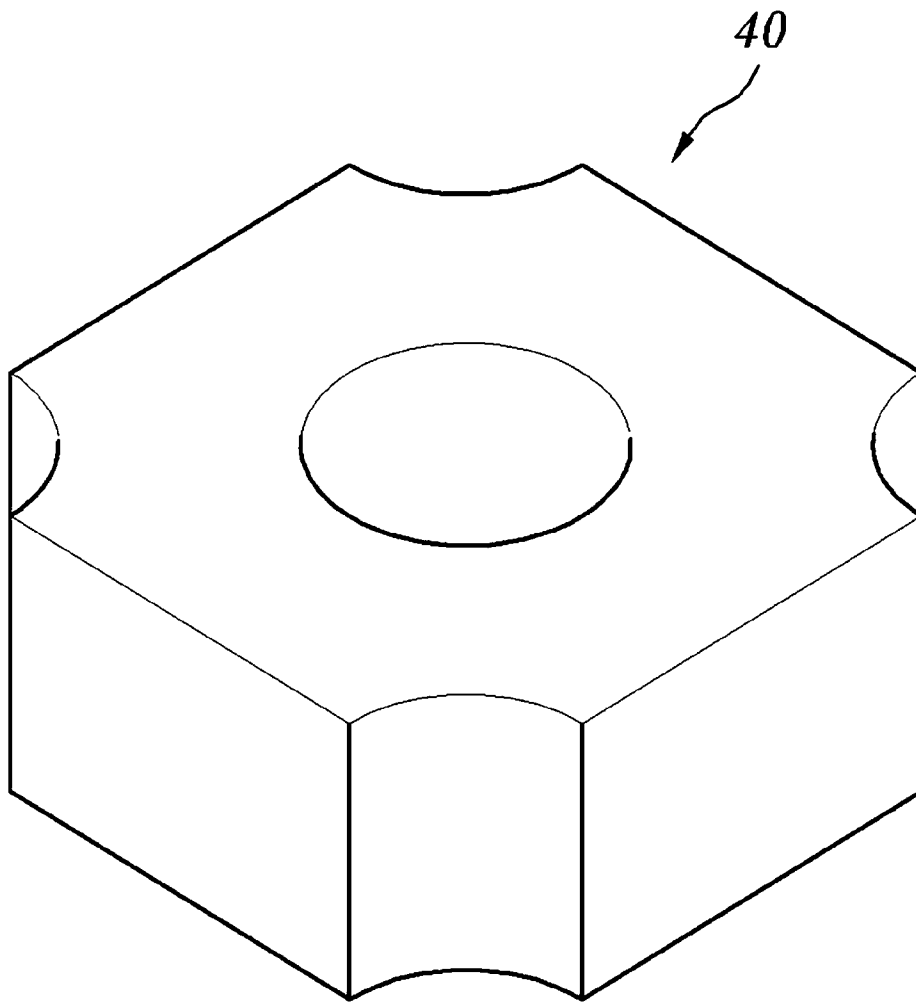
[Fig. 3]



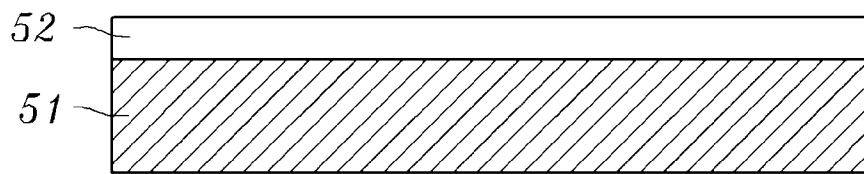
[Fig. 4]



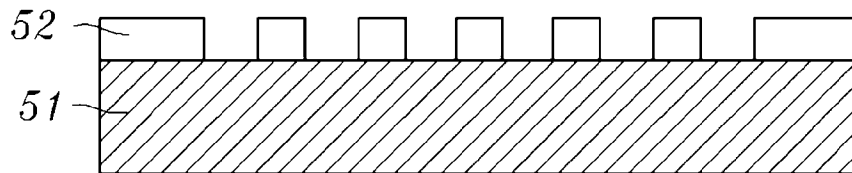
[Fig. 5]



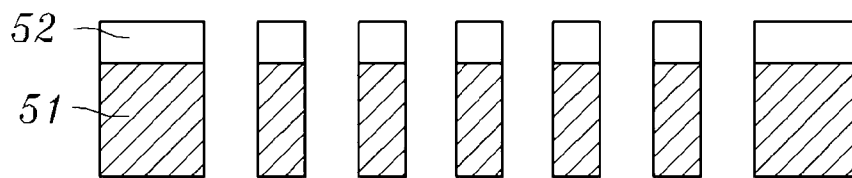
[Fig. 6]



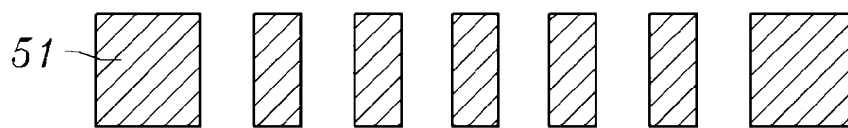
(a)



(b)

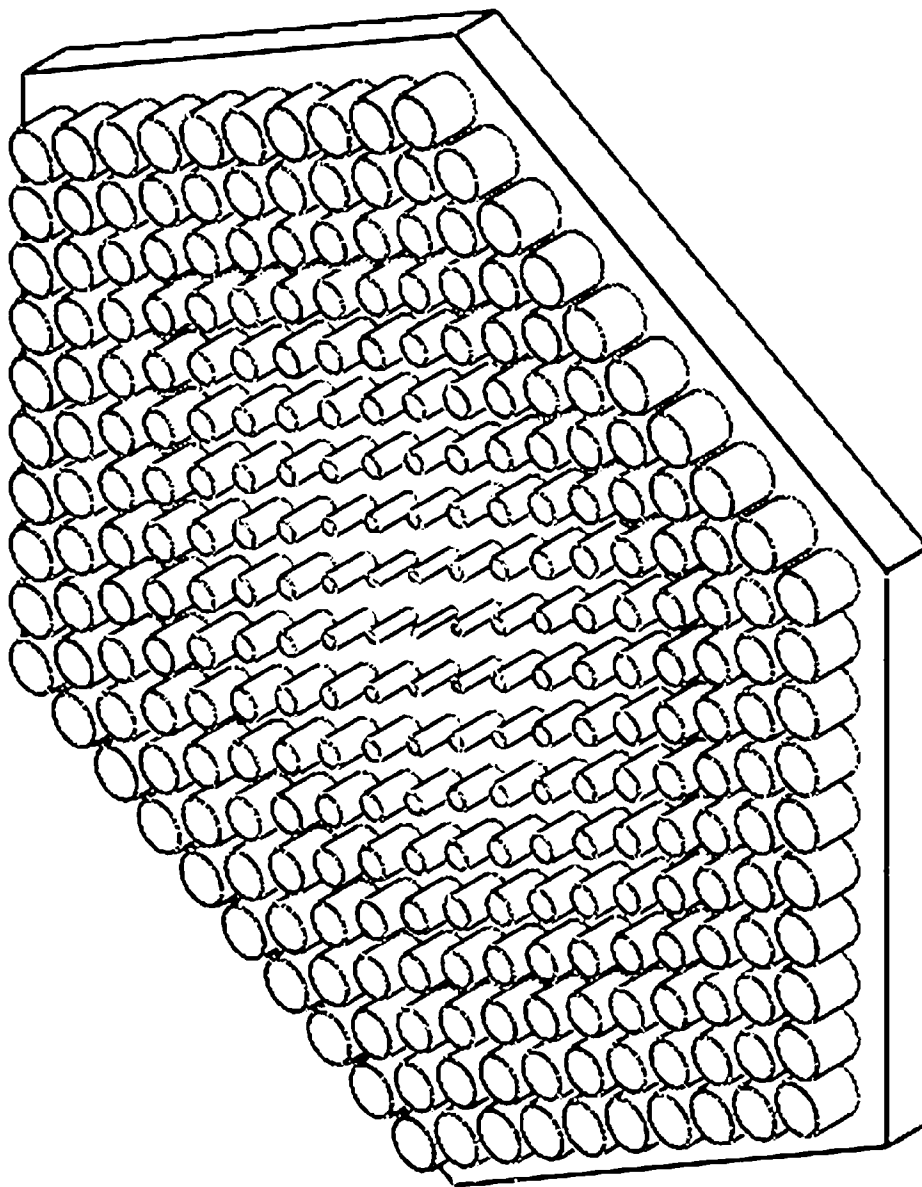


(c)



(d)

[Fig. 7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2012/010910**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G02B 3/00(2006.01)i, B29D 11/00(2006.01)i, B81C 1/00(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B 3/00; H04N 5/225; H04N 5/335; G02B 13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: mid-infrared, THz wave, effective index measurement, gradient index lens, polymer, etc

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/077889 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD. et al.) 27 July 2006 See claims 1-21 and figures 1-30.	1-18
A	JP 2002-169085 A (NIPPON SHEET GLASS CO., LTD.) 14 June 2002 See claims 1-13 and figures 1-29.	1-18
A	JP 2008-236327 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.) 02 October 2008 See claims 1-7 and figures 1-9.	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 MARCH 2013 (26.03.2013)

Date of mailing of the international search report

28 MARCH 2013 (28.03.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2012/010910

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 2006/077889 A1	27.07.2006	CN 101107545 A CN 101107545 C0 JP W02006/077889 A1 US 2009/0052048 A1 US 7710657 B2	16.01.2008 16.01.2008 27.07.2006 26.02.2009 04.05.2010
JP 2002-169085 A	14.06.2002	CA 2364204 A1 CN 1357775 A0 EP 1211525 A1 US 2002/0097476 A1 US 6771428 B2	04.06.2002 10.07.2002 05.06.2002 25.07.2002 03.08.2004
JP 2008-236327 A	02.10.2008	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G02B 3/00(2006.01)i, B29D 11/00(2006.01)i, B81C 1/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G02B 3/00; H04N 5/225; H04N 5/335; G02B 13/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 중간적외선, 테라헤르츠 주파수, 유효굴절률, 굴절률 분포형 렌즈, 폴리머, 식각

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	WO 2006/077889 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD. 외 1명) 2006.07.27 청구항 1-21 및 도 1-30 참조.	1-18
A	JP 2002-169085 A (NIPPON SHEET GLASS CO., LTD.) 2002.06.14 청구항 1-13 및 도 1-29 참조.	1-18
A	JP 2008-236327 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.) 2008.10.02 청구항 1-7 및 도 1-9 참조.	1-18

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2013년 03월 26일 (26.03.2013)

국제조사보고서 발송일

2013년 03월 28일 (28.03.2013)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

 대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관

황준석

전화번호 82-42-481-5714



국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

WO 2006/077889 A1

2006.07.27

CN 101107545 A

2008.01.16

CN 101107545 C0

2008.01.16

JP W02006/077889 A1

2006.07.27

US 2009/0052048 A1

2009.02.26

US 7710657 B2

2010.05.04

JP 2002-169085 A

2002.06.14

CA 2364204 A1

2002.06.04

CN 1357775 A0

2002.07.10

EP 1211525 A1

2002.06.05

US 2002/0097476 A1

2002.07.25

US 6771428 B2

2004.08.03

JP 2008-236327 A

2008.10.02

없음