

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0171590

(43) 공개일자 2023년12월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/00 (2021.01) A61B 5/02 (2006.01)

G01B 9/02091 (2022.01) G02B 19/00 (2006.01)

G02B 5/18 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/0066 (2013.01)

A61B 5/02007 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0071933

(22) 출원일자 2022년06월14일

심사청구일자 2022년06월14일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

하진용

서울특별시 광진구 능동로 209 세종대학교 대양A  
I센터 316

(74) 대리인

이상민

전체 청구항 수 : 총 6 항

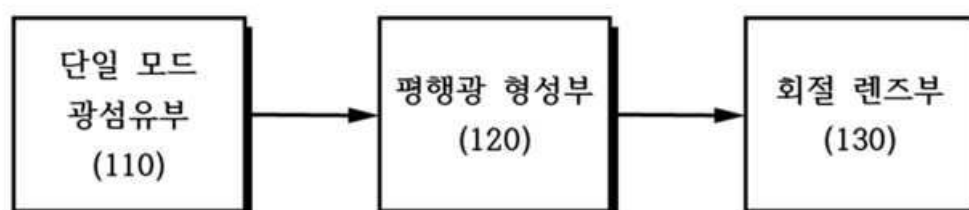
(54) 발명의 명칭 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브

## (57) 요약

본 발명에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브는 입력되는 광 빔의 파장에 대해 단일 모드로 동작하는 단일 모드 광섬유부; 상기 단일 모드 광섬유부의 일단에 형성되어 상기 광 빔으로부터 평행광을 형성시키는 평행광 형성부; 및 상기 평행광이 통과하면, 소정 범위의 거리에 상기 평행광을 집중시켜 초점을 형성시키는 회절 렌즈부를 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

**G01B 9/02091** (2022.01)

**G02B 19/0076** (2013.01)

**G02B 5/1876** (2013.01)

**A61B 2562/16** (2020.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                           |
|-------------|-------------------------------------------|
| 과제고유번호      | 1711168590                                |
| 과제번호        | 2021R1A2C2006529                          |
| 부처명         | 과학기술정보통신부                                 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단                                    |
| 연구사업명       | 개인기초연구(과기정통부)                             |
| 연구과제명       | 350nm 광대역 파장가변레이저 기반 고해상도 심혈관 광간섭단층촬영 시스템 |
| 기 여 율       | 1/1                                       |
| 과제수행기관명     | 세종대학교                                     |
| 연구기간        | 2022.03.01 ~ 2023.02.28                   |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

입력되는 광 빔의 파장에 대해 단일 모드로 동작하는 단일 모드 광섬유부;  
상기 단일 모드 광섬유부의 일단에 형성되어 상기 광 빔으로부터 평행광을 형성시키는 평행광 형성부; 및  
상기 평행광이 통과하면, 소정 범위의 거리에 상기 평행광을 집중시켜 초점을 형성시키는 회절 렌즈부를 포함하는 것을 특징으로 하는 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 평행광을 입력받아, 상기 회절 렌즈부를 향해 반사시키는 반사부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,  
상기 회절 렌즈부를 통과한 광선을 외부로 반사시키는 반사부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,  
상기 평행광 형성부는  
상기 광 빔을 입력받아 확장시키는 스페이서(Spacer);  
상기 확장된 광 빔을 입력받아 집중시키는 제1 GRIN 렌즈부; 및  
상기 집중된 광선을 입력받아 평행광을 출력하는 제2 GRIN 렌즈부를 포함하는 것을 특징으로 하는 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,  
상기 회절 렌즈부는  
다단계 회절 렌즈(Multi-level Diffractive Lens)를 포함하는 것을 특징으로 하는 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,  
상기 다단계 회절 렌즈는  
상기 소정 범위의 거리에 대응되도록 내부에 형성된 복수의 고리(ring)의 높이 분포가 결정되는 것을 특징으로 하는 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브.

### 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 3차원 구조의 회절 렌즈를 이용하여 depth of focus(DOF)를 향상시킨 OCT 광학 프로브에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 광 섬유에서 나온 빛이 볼렌즈 또는 GRIN렌즈와 같은 광학 렌즈를 통해 혈관에 입사된다. 이때, 광학 프로브는 혈관벽과 마찰이 없도록 하기 위해 투명한 시스(sheath)에 삽입되며, 카테터 전체 직경은 1mm 이하이다. 하지만, 이와 같은 OCT 광학 프로브는 초점유지거리(depth of focus, DOF)가 짧아 영상에 왜곡이 발생한다.

[0003] 또한, 최근 2 $\mu$ m 고해상도 프로브에 의한 micro-OCT 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만, 여전히 제한된 DOF로 인해 고해상도의 단면 영상을 얻는데 어려움이 있다.

[0004] 따라서, 본 발명에서는 3차원 구조의 회절 렌즈를 광학 프로브 끝단에 부착하여 extended depth of focus (E-DOF)가 적용된 OCT용 고해상도 광학 프로브를 제안하고자 한다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-2300968호(2021.09.10)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 상술한 문제점을 해결하기 위해 본 발명은 3차원 구조의 회절 렌즈를 광학 프로브 끝단에 부착하여 extended depth of focus (E-DOF)가 적용된 OCT용 고해상도 광학 프로브를 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브는 입력되는 광 빔의 파장에 대해 단일 모드로 동작하는 단일 모드 광섬유부; 상기 단일 모드 광섬유부의 일단에 형성되어 상기 광 빔으로부터 평행광을 형성시키는 평행광 형성부; 및 상기 평행광이 통과하면, 소정 범위의 거리에 상기 평행광을 집중시켜 초점을 형성시키는 회절 렌즈부를 포함한다.

[0008] 바람직하게는, 상기 평행광을 입력받아, 상기 회절 렌즈부를 향해 반사시키는 반사부를 더 포함할 수 있다.

[0009] 바람직하게는, 상기 회절 렌즈부를 통과한 광선을 외부로 반사시키는 반사부를 더 포함할 수 있다.

[0010] 바람직하게는, 상기 평행광 형성부는 상기 광 빔을 입력받아 확장시키는 스페이서(Spacer); 상기 확장된 광 빔을 입력받아 집중시키는 제1 GRIN 렌즈부; 및 상기 집중된 광선을 입력받아 평행광을 출력하는 제2 GRIN 렌즈부를 포함할 수 있다.

[0011] 바람직하게는, 상기 회절 렌즈부는 다단계 회절 렌즈(Multi-level Diffractive Lens)를 포함할 수 있다.

[0012] 바람직하게는, 상기 다단계 회절 렌즈는 상기 소정 범위의 거리에 대응되도록 내부에 형성된 복수의 고리(ring)의 높이 분포가 결정될 수 있다.

## 발명의 효과

[0013] 본 발명에 따른 RCF를 활용한 심혈관 OCT 광학 프로브는 종래의 광학 프로브 구성에 회절 렌즈를 추가로 적용함으로써, depth of focus(DOF)를 대폭 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브를 나타내는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브의 구조를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브의 광 빔의 형태를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브의 구조를 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브의 광 빔의 형태를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 DOF 확장 효과를 설명하기 위한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면을 참조하여 상세하게 설명하도록 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0016] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0017] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급될 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 언급될 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0018] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0019] 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 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0020] 명세서 및 청구범위 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 포함한다고 할때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0021] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 OCT 광학 프로브에 대해 상세하게 설명한다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브를 나타내는 블록도이다.
- [0023] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브(100)는 단일 모드 광섬유부(110), 평행광 형성부(120) 및 회절 렌즈부(130)를 포함한다.
- [0024] 단일 모드 광섬유부(110)는 입력되는 광 빔의 파장에 대해 단일 모드로 동작한다.
- [0025] 이때, 단일 모드 광섬유부는 단일 모드 광섬유(Single mode fiber)를 포함할 수 있으며, 클래딩에 의해 둘러싸인 파이버 코어를 가질 수 있다. 크기는 부분적으로 광 빔의 파장에 대한 단일 모드 동작에 기초하여 선택되고, 코어 직경이 9 $\mu$ m 내외인 표준 원거리 통신 광섬유가 사용될 수 있다.
- [0026] 평행광 형성부(120)는 단일 모드 광섬유부(110)의 일단에 형성되어 광 빔으로부터 평행광을 형성시킨다.
- [0027] 즉, 평행광 형성부(120)는 단일 모드 광섬유부(110)를 통해 단일 모드의 광 빔을 입력받아, 평행광을 출력할 수

있다. 이를 위해, 평행광 형성부(120)는 스페이서(Spacer, 122) 및 GRIN 렌즈부(Gradient index lens, 124)를 포함할 수 있다.

[0028] 다른 실시예에서는, 평행광 형성부(120)는 스페이서(122), 제1 GRIN 렌즈부(124-1) 및 제2 GRIN 렌즈부(124-2)를 포함할 수 있다.

[0029] 스페이서(122)는 광 빔을 입력받아 확장시키고, 제1 GRIN 렌즈부(124-1)는 그 확장된 광 빔을 입력받아 집중시키며, 제2 GRIN 렌즈부(124-2)는 그 집중된 광선을 입력받아 평행광을 출력할 수 있다.

[0030] 이때, 제1 및 제2 GRIN 렌즈부(124-1, 124-2)는 빛 굴절을 유발하고, 렌즈의 초점 조절 기능을 제공하므로 이를 가능하게 할 수 있다.

[0031] 마지막으로 회절 렌즈부(130)는 그 평행광이 통과하면, 소정 범위의 거리에 그 평행광을 집중시켜 초점을 형성시킨다.

[0032] 즉, 회절 렌즈부(130)는 미리 설정된 소정 범위에 그 평행광이 집중되도록 하여 초점을 형성시키고, 결과적으로 그 범위까지 DOF가 확장되도록 할 수 있다.

[0033] 다른 실시예에서는, 회절 렌즈부(130)는 다단계 회절 렌즈(Multi-level Diffractive Lens)를 포함할 수 있다.

[0034] 이때, 다단계 회절 렌즈는 렌즈에 입력되는 평행광이 미리 설정된 소정 범위의 거리에 집중되도록 함으로써, 해당 범위의 거리에서 별도로 초점을 맞추지 않더라도 높은 피사체 심도를 달성할 수 있다.

[0035] 예컨대, 도 6을 참조하면, 종래의 기술에서 Depth of Focus가  $z=f$  근처에 머물러 매우 작았다고 한다면, 본 발명에서 이용하는 다단계 회절 렌즈의 경우에 Depth of Focus가  $z=f_{\min}$ 에서부터  $f_{\max}$ 까지의 범위로 확장될 수 있다.

[0036] 또 다른 실시예에서는, 다단계 회절 렌즈는 그 소정 범위의 거리에 대응되도록 내부에 형성된 복수의 고리(ring)의 높이 분포가 결정될 수 있다.

[0037] 이때, 다단계 회절 렌즈는 내부에 복수의 고리 형태를 포함할 수 있으며, 그 고리의 높이(height) 분포에 따라서 초점거리(focal range)가 정의될 수 있다. 따라서, 다단계 회절 렌즈는 특정한 범위의 거리(예,  $z=f_{\min}$ 과  $z=f_{\max}$ 의 범위)에 초점이 형성되도록 하기 위하여, 그 범위의 거리에 대응되는 고리의 높이 분포를 가지도록 설계될 수 있다.

[0038] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브의 구조를 도시한 도면이다.

[0039] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브(100)는 단일 모드 광섬유부(110), 평행광 형성부(120), 회절 렌즈부(130) 및 반사부(140)를 포함한다.

[0040] 단일 모드 광섬유부(110)는 입력되는 광 빔의 파장에 대해 단일 모드로 동작한다.

[0041] 평행광 형성부(120)는 단일 모드 광섬유부(110)의 일단에 형성되어 광 빔으로부터 평행광을 형성시킨다.

[0042] 회절 렌즈부(130)는 그 평행광이 통과하면, 소정 범위의 거리에 그 평행광을 집중시켜 초점을 형성시킨다.

[0043] 마지막으로 반사부(140)는 평행광 형성부(120)로부터 그 평행광을 입력받아, 회절 렌즈부(130)를 향해 반사시킨다.

[0044] 즉, 반사부(140)가 회절 렌즈부(130)를 향해 그 평행광을 반사시키도록 함으로써, 회절 렌즈부(130)가 최대한 피사체(예, 혈관벽)에 가까이 위치하도록 하여 초점 거리 향상의 효과를 극대화할 수 있다.

[0045] 이때, 도 3을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브의 광 빔의 형태가 어떻게 변화하는지 도시되어 있다.

[0046] 즉, 입력되는 광 빔이 스페이서(122), 제1 GRIN 렌즈부(124-1) 및 제2 GRIN 렌즈부(124-2)를 거치면서, 최종적으로 평행광의 형태로 반사부(140)를 통해 회절 렌즈부(130)에 입력되는 것을 확인할 수 있다.

[0047] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브의 구조를 도시한 도면이다.

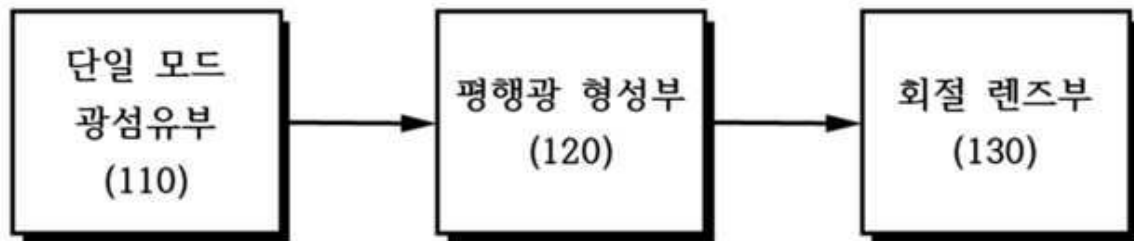
[0048] 단일 모드 광섬유부(110)는 입력되는 광 빔의 파장에 대해 단일 모드로 동작한다.

- [0049] 평행광 형성부(120)는 단일 모드 광섬유부(110)의 일단에 형성되어 광 빔으로부터 평행광을 형성시킨다.
- [0050] 회절 렌즈부(130)는 그 평행광이 통과하면, 소정 범위의 거리에 그 평행광을 집중시켜 초점을 형성시킨다.
- [0051] 마지막으로 반사부(140)는 회절 렌즈부(130)를 통과한 광선을 외부로 반사시킨다.
- [0052] 즉, 반사부(140)가 회절 렌즈부(130)를 통과한 광선을 외부로 반사시킴으로써, 피사체(예, 혈관벽)의 단면 영상을 촬영할 수 있는 효과가 있다.
- [0053] 이때, 도 5를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 회절 렌즈를 이용하는 OCT 광학 프로브의 광 빔의 형태가 어떻게 변화하는지 도시되어 있다.
- [0054] 즉, 입력되는 광 빔이 스페이서(122), 제1 GRIN 렌즈부(124-1) 및 제2 GRIN 렌즈부(124-2)를 거치면서 평행광이 형성되고, 회절 렌즈부(130)에 입력되는 것을 확인할 수 있다.
- [0055] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 사람이라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

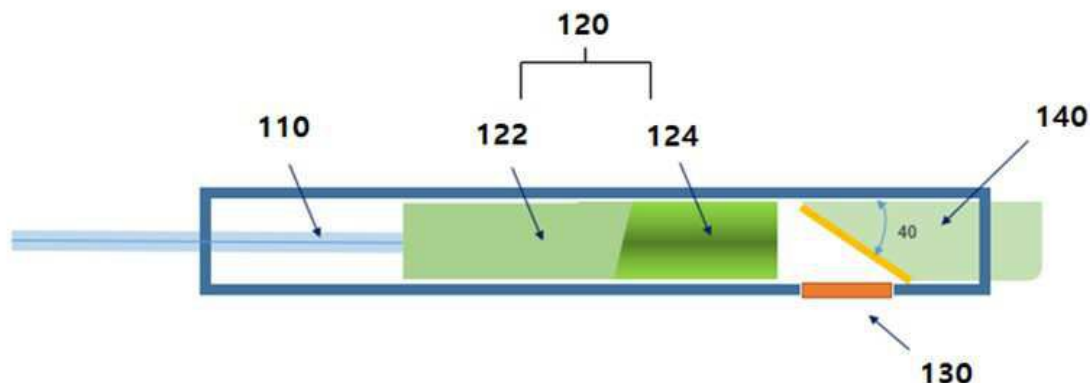
## 도면

### 도면1

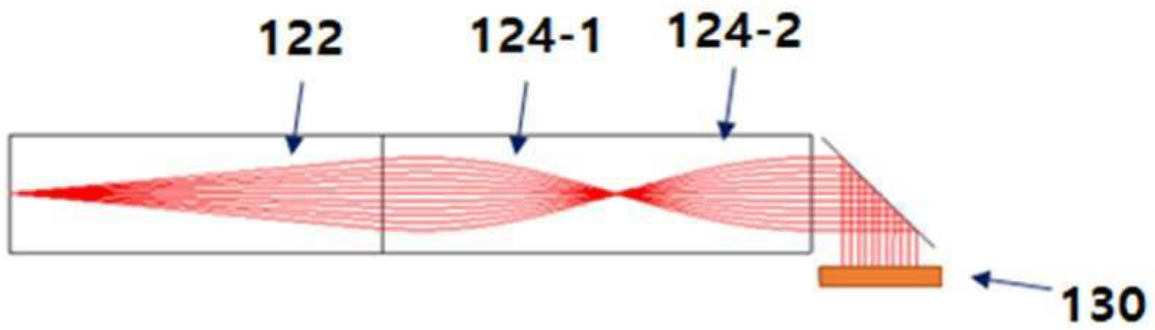
100



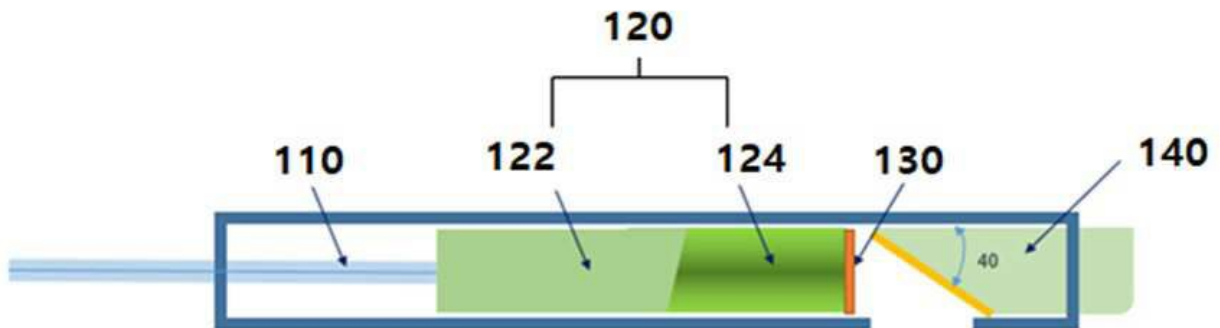
### 도면2



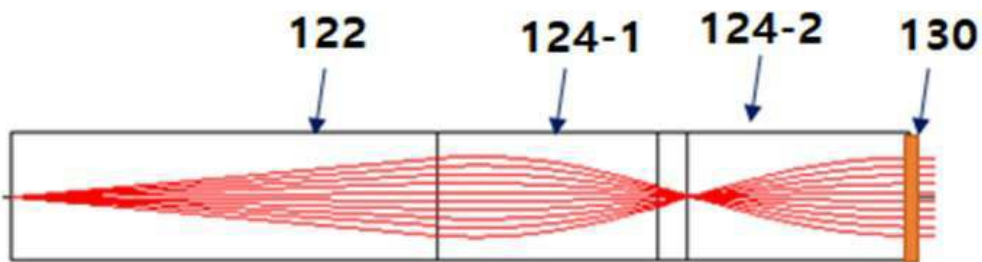
도면3



도면4



도면5



도면6

