



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0064509  
(43) 공개일자 2018년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G02B 6/38 (2006.01) G02B 6/36 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G02B 6/3839 (2013.01)  
G02B 6/3652 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-7013156  
(22) 출원일자(국제) 2016년10월03일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2018년05월09일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/055115  
(87) 국제공개번호 WO 2017/066018  
국제공개일자 2017년04월20일  
(30) 우선권주장  
62/240,002 2015년10월12일 미국(US)

(71) 출원인  
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터  
(72) 발명자  
하세 마이클 에이  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터  
스미스 테리 엘  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
양영준, 조윤성, 김영

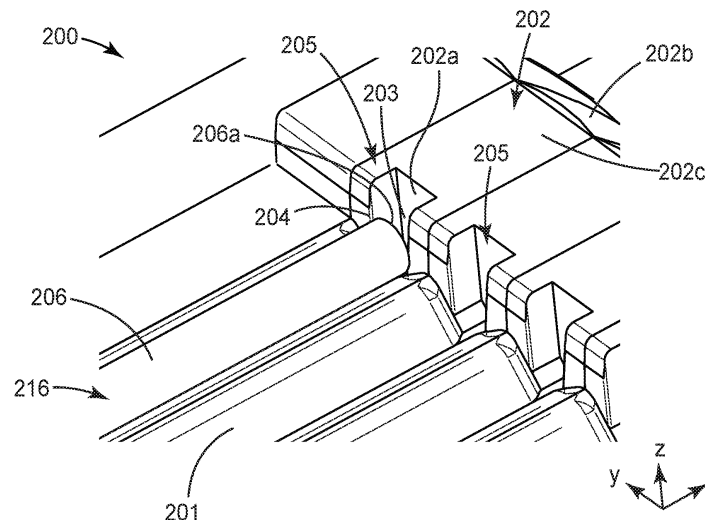
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 도파관 접근불가능 공간을 갖는 광학 폐물들

(57) 요약

광학 폐물은 광이 광학 폐물 내에서 전파될 때, 광 도파관으로부터의 광의 하나 이상의 특성들에 영향을 미치도록 구성된 적어도 하나의 광 영향 요소를 포함하며, 광 영향 요소는 입력 표면을 갖는다. 적어도 하나의 수용 요소는 도파관의 출력 표면이 광 영향 요소의 입력 표면에 광학적으로 결합되도록 광 도파관을 수용하고 그를 폐물에 고정한다. 도파관 정지부는 광 도파관이 수용 요소 내에 설치되는 경우에 광 영향 요소의 입력 표면을 향한 도파관의 이동을 제한한다. 광 도파관이 수용 요소 내에 설치되는 경우에, 광 도파관은 광 도파관의 출력 표면과 광 영향 요소의 입력 표면 사이의 공간에 접근불가능하다.

대표도 - 도2a



(52) CPC특허분류

*G02B 6/382* (2013.01)

*G02B 6/3853* (2013.01)

*G02B 6/3861* (2013.01)

*G02B 6/3885* (2013.01)

(72) 발명자

하오 썩

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

---

마 창빠오

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

광학 페룰(optical ferrule)로서,

광이 광학 페룰 내에서 전파될 때, 광 도파관으로부터의 광의 하나 이상의 특성들에 영향을 미치도록 구성된 적어도 하나의 광 영향 요소(light affecting element) - 광 영향 요소는 입력 표면을 가짐 -;

도파관의 출력 표면이 광 영향 요소의 입력 표면에 광학적으로 결합되도록 광 도파관을 수용하고 고정하도록 구성된 적어도 하나의 수용 요소;

광 도파관이 수용 요소 내에 설치되는 경우에, 광 영향 요소의 입력 표면을 향한 도파관의 이동을 제한하도록 구성된 도파관 정지부; 및

광 도파관의 출력 표면과 광 영향 요소의 입력 표면 사이의 공간 - 광 도파관이 수용 요소 내에 설치되는 경우에, 광 도파관은 공간에 접근불가능함- 을 포함하는, 광학 페룰.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 수용 요소는 Y자형 홈인, 광학 페룰.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 도파관 정지부는, Y자형 홈의 폭이 도파관의 직경보다 작은 위치를 포함하는, 광학 페룰.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 도파관 접근불가능 공간(waveguide inaccessible space)은 유연성 재료를 포함하도록 구성되는, 광학 페룰.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 유연성 재료는 광학 접착제, 광학 젤, 및 광학 오일 중에 하나 이상인, 광학 페룰.

#### 청구항 6

광학 페룰로서,

광 도파관을 수용하고 고정하도록 구성된 적어도 하나의 홈;

광이 광학 페룰 내에서 전파될 때, 광 도파관으로부터의 광의 하나 이상의 특성들에 영향을 미치도록 구성된 적어도 하나의 광 영향 요소 - 광 영향 요소는 홈에 근접한 입력 표면을 가짐 -;

광 영향 요소의 입력 표면에 근접한 홈 내에 배치된 도파관 정지부 - 도파관 정지부는 입력 표면을 향한 광 도파관의 이동을 제한하도록 구성됨 -; 및

광 영향 요소의 입력 표면과 광 도파관의 출력 표면 사이의 공간 - 광 도파관이 홈 내에 설치되는 경우에, 광 도파관은 공간에 접근불가능함 - 을 포함하는, 광학 페룰.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 홈은 홈 내에 광 도파관을 중심설정하도록 구성된 센터링 측벽들을 포함하고, 도파관 정지부는, 센터링 측벽들 사이의 폭이 도파관의 직경보다 작은 위치를 포함하는, 광학 페룰.

#### 청구항 8

제6항에 있어서, 홈은 측벽들을 포함하며, 전이 섹션의 측벽들 사이의 간격은 광 영향 요소의 입력 표면을 향해

홈을 따라 감소하는, 광학 페룰.

## 청구항 9

제6항에 있어서, 각각의 홈의 저부 표면의 대부분은 적어도 하나의 리세스된 섹션을 포함하는, 광학 페룰.

## 청구항 10

제6항에 있어서, 도파관은 입력 표면을 향한 광 도파관의 이동을 제한하도록 도파관 정지부에 연결된 돌출 특징부를 포함하는, 광학 페룰.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 명세서는 일반적으로 광학 페룰(optical ferrule)들과 같은 광 결합 디바이스들에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 광학 페룰들은 하나 이상의 도파관들로부터의 광이 제1 페룰을 통과하여 대응되는 세트의 도파관들 또는 정합되는 제2 페룰의 다른 디바이스들로 전달되게 한다. 광학 페룰들은 기계적으로 함께 결합하고 제1 디바이스의 광학 요소들을 정합 디바이스의 광학 요소들과 정렬시킬 수 있다. 광학 페룰들은 원격통신 네트워크들, 근거리 통신망들, 데이터 센터 링크들, 및 컴퓨터 디바이스들에서의 내부 링크들을 비롯한 다양한 응용들에서 광 통신에 사용될 수 있다.

### 발명의 내용

[0003] 일부 실시예들은 광이 광학 페룰 내에 전파될 때 광 도파관으로부터의 광의 하나 이상의 특성들에 영향을 미치도록 구성된, 적어도 하나의 광 영향 요소(light affecting element)를 포함하는 광학 페룰에 관련된 것으로, 광 영향 요소는 입력 표면을 갖는다. 도파관의 출력 표면이 광 영향 요소의 입력 표면에 광학적으로 결합되도록 적어도 하나의 수용 요소가 광 도파관을 수용하고 고정한다. 도파관 정지부는 광 도파관이 수용 요소 내에 설치되는 경우에 광 영향 요소의 입력 표면을 향한 도파관의 이동을 제한한다. 광 도파관이 수용 요소 내에 설치되는 경우에, 광 도파관은 광 도파관의 출력 표면과 광 영향 요소의 입력 표면 사이의 공간에 접근불가능하다.

[0004] 일부 실시예들은 광 도파관을 수용하고 고정하도록 구성된 적어도 하나의 홈을 포함하는 광학 페룰에 관한 것이다. 적어도 하나의 광 영향 요소는 광이 광학 페룰 내에서 전파될 때, 광 도파관으로부터의 광의 하나 이상의 특성들에 영향을 미치도록 구성되며, 광 영향 요소는 홈에 근접한 입력 표면을 갖는다. 광 영향 요소의 입력 표면에 근접한 홈 내에 배치된 도파관 정지부는 입력 표면을 향한 광 도파관의 이동을 제한한다. 광 도파관이 홈 내에 설치되는 경우에, 광 도파관은 광 영향 요소의 입력 표면과 광 도파관의 출력 표면 사이의 공간에 접근불가능하다.

### 도면의 간단한 설명

[0005] 도 1a는 일부 실시예들에 따른 단일 섬유 광학 페룰의 단면도이다.

도 1b는 도 1a의 광학 페룰의 사시도이다.

도 1c는 일부 실시예들에 따른 다중-도파관 광학 페룰의 사시도이다.

도 1d는 일부 실시예들에 따른, 도파관을 페룰에 고정하고 접근불가능 공간 내에 배치된 유연성 광학 접착제를 갖는 단일 도파관 광학 페룰의 단면도이다.

도 1e는 일부 실시예들에 따른, 도파관을 페룰에 고정하는 접착제 및 접근불가능 공간 내에 배치된 유연성 광학 재료를 갖는 단일 도파관 광학 페룰의 단면도이다.

도 1f 및 도 1g는 각각, 일부 실시예들에 따라 광학 페룰의 도파관 정지부와 연결된 도파관 특징부를 예시하는 광학 페룰의 단면도; 및

일부 실시예들에 따른 단일 도파관 광학 페룰의 단면도이다.

도 2a는 일부 실시예들에 따른 광학 폐물의 사시도이다.

도 2b는 도 2a의 광학 폐물의 평면도이다.

도 2c는 도 2a의 광학 폐물의 다른 사시도이다.

도 3a는 일부 실시예들에 따른 광학 폐물의 사시도이다.

도 3b는 도 3a의 광학 폐물의 평면도이다.

도 3c는 도 3a의 광학 폐물의 다른 사시도이다.

도 4는 다양한 실시예들에 따른, 센터링 배열을 갖는 복합 홈을 포함하는 광학 폐물의 일부분을 예시한다.

도 5는 광 도파관을 수용하도록 구성된 도 4에 도시된 복합 홈의 다양한 세부 사항들을 예시한다.

도 6은 도 4에 도시된 홈의 종방향 전이 섹션을 예시한다.

도 7은 다양한 실시예들에 따른, 전방 접촉제 공동을 포함하는 광학 폐물 부착 영역의 평면도이다.

도 8은 도 7에 도시된 광학 폐물 부착 영역의 측면도이다.

도 9는 다양한 실시예들에 따른, 측방향 접촉제 공동들을 포함하는 광학 폐물 부착 영역의 평면도이다.

도 10은 도 9에 도시된 광학 폐물 부착 영역의 측면도이다.

도 11은 다양한 실시예들에 따른, 공유된 전방 접촉제 저장소를 포함하는 광학 폐물 부착 영역의 평면도이다.

도 12 내지 도 18은 다양한 실시예들에 따른, 광학 폐물 부착 영역의 복합 홈 내에 도파관을 설치하는 프로세스를 예시한다.

도 19는 복합 홈 내에 도파관을 설치하는 경우에 발생할 수 있는 정렬 오차를 예시한다.

도 20은 다양한 실시예들에 따른, 도 19에 예시된 정렬 오차의 감소를 용이하게 하는 리세스된 하부 표면 및 포치(porch) 구역을 갖는 홈을 도시한다.

도 21 내지 도 23은 다양한 실시예들에 따른, 센터링 표면들을 포함하는 각도 정렬 섹션 및 종방향 전이 섹션을 포함하는 두 개의 별개의 섹션들을 갖는 홈을 도시한다.

도 24는 다양한 실시예들에 따른 위치결정(positioning) 배열을 갖는 복합 홈을 포함하는 광학 폐물을 예시한다.

도면은 반드시 일정한 축척으로 작성된 것은 아니다. 도면에 사용되는 동일한 도면 부호는 동일한 컴포넌트를 지시한다. 그러나, 주어진 도면에서 소정 구성요소를 지시하기 위한 도면 부호의 사용은 동일한 도면 부호로 표시된 다른 도면의 그 구성요소를 제한하도록 의도되지 않음이 이해될 것이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0006] 유리 광섬유들이 인텍스-매칭된 접착제를 사용하여 중합체 광학 폐물들과 같은 광학 폐물들에 부착되는 경우에, 섬유들의 틱으로부터 및/또는 폐물의 광 영향 요소의 광학 입력 표면으로부터 접착제의 탈층(delamination)의 문제들이 일어날 수 있다. 전형적으로 이들 시스템에서, 섬유는 광학 입력 표면과 접촉하도록 밀리고, 섬유 틱과 광 영향 요소의 광학 입력 표면 사이에 매우 얇은 층의 접착제를 남기게 된다. 상이한 열팽창, 접착제 수축, 및/또는 기계적 힘은 이러한 계면 상에 스트레스를 가하여 접착 실패를 야기할 수 있다.
- [0007] 본 명세서에 개시된 실시예들은 도파관의 단부와 광학 입력 표면 사이의 도파관 접근불가능 공간(waveguide inaccessible space)을 갖는 광학 폐물들(또한 광 결합 유닛들 또는 LCU들로도 지칭됨)에 관한 것이다. 개시된 접근법들은 도파관의 틱과 광학 입력 표면 사이의 도파관 접근불가능 공간에 비교적 유연성인 재료의 저장소를 제공함으로써 탈층의 문제를 완화한다. 일부 실시예들에서, 본 명세서에 개시된 접근법들은 y-홈 또는 종래의 v-홈, u-홈, 또는 원통형-구멍의 섬유 위치결정 시스템들과 함께 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 본 명세서에 개시된 접근법들은 홈들 내의 도파관 위치를 제어하기 위해 센터링 측벽들을 갖는 홈들과 함께 사용될 수 있다.
- [0008] 본 명세서에서 용어 "도파관" 또는 "광 도파관"은 신호 광을 전파하는 광학 요소를 지칭하는데 사용된다. 광 도파관은 클래딩을 갖는 적어도 하나의 코어를 포함하며, 코어 및 클래딩은 예컨대, 내부 전반사에 의해 코어

내에서 광을 전파하도록 구성된다. 광 도파관은 예를 들어 단일 또는 다중 모드 도파관, 단일 코어 섬유, 다중 코어 광섬유 또는 중합체 도파관일 수 있다. 도파관은 임의의 적절한 단면 형상, 예컨대, 원형, 정사각형, 직사각형 등을 가질 수 있다.

[0009] 도 1a 및 도 1b는 일부 실시예들에 따른 광학 페룰(100)의 단면도와 사시도이다. 광학 페룰(100)은 광 도파관(106)을 수용하고 고정하도록 구성된 적어도 하나의 수용 요소(101)를 포함한다. 예를 들어, 도 1a에 도시된 바와 같이, 수용 요소(101)는 구멍, 예컨대, 도파관(106)의 직경보다 큰 직경을 갖는 실질적으로 원통형 구멍을 포함할 수 있다. 광학 페룰(100)은 적어도 하나의 광 영향 요소(102)를 포함한다. 도 1a 및 도 1b에 도시된 바와 같이, 광 영향 요소(102)는 입력 표면(102a), 렌즈(102b), 및 입력 표면(102a)과 렌즈(102b) 사이의 중간 섹션(102c)을 포함할 수 있다. 광 영향 요소(102)는 도파관(106)으로부터 광학 페룰(100) 내에 전파되는 광의 하나 이상의 특성들에 영향을 미친다. 예를 들어, 광 영향 요소에 의해 영향을 받는 광의 하나 이상의 특성들은 도파관(106)으로부터의 광의 방향 및/또는 발산을 포함할 수 있다.

[0010] 광섬유(116)는 코어, 예컨대, 유리 코어, 및 유리 클래딩을 갖는 도파관(106)을 포함하며, 코어 및 클래딩은 내부 전반사에 의해 코어 내에 광을 전파하도록 구성된다. 버퍼 코팅(도시되지 않음)은 광섬유(116)의 도파관(106)의 일부분들을 둘러쌀 수 있다. 일부 실시예들에서, 광섬유는 또한 재킷을 포함한다. 도 1a 내지 도 1c에 도시된 바와 같이, 광섬유(116)의 도파관(106) 만이 수용 요소(101) 내로 삽입되도록 버퍼 코팅 및 광섬유(116)의 재킷이 박리될 수 있다.

[0011] 도파관(106)이 수용 요소 내에 설치되는 경우에, 도파관의 출력 표면(106a)(또한, 본 명세서에서 "도파관의 말단 단부"로도 지칭됨)은 광 영향 요소(102)의 입력 표면(102a)에 광학적으로 결합된다. 도파관(106)은 도파관(106)의 출력 표면(106a)과 광 영향 요소(102)의 입력 표면(102a) 사이의 공간(103)에 접근불가능하다.

[0012] 도파관 정지부(104)는 수용 요소(101)와 광 영향 요소(102) 사이에 배치될 수 있다. 도파관 정지부(104)는 x축을 따른 광 영향 요소를 향한 도파관(106)의 이동을 제한한다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 도파관 정지부(104)는, 구멍의 직경이 도파관(106)의 직경보다 작은, 구멍(101)을 따른 위치를 포함할 수 있다. 도파관 정지부(104)는 도파관(106)의 출력 표면(106a)의 x축을 따른 광 영향 요소(102)의 입력 표면(102a)을 향한 추가 이동을 제한한다. 도파관 정지부(104)는 도파관(106) 및/또는 페룰(100)에 대한 손상 없이 도파관(106)이 구멍(101) 내에서 더 밀릴 수 없도록 x축을 따른 도파관(106)의 추가 이동을 제한한다.

[0013] 일부 실시예들은 유연성 재료가 수용 요소(101) 내에 배치될 수 있도록 구성된 액세스 포트(105)를 포함한다.

[0014] 일부 실시예들에서, 도파관 정지부(104)는 도파관(106)의 출력 표면(106a)과 광 영향 요소(102)의 입력 표면(102a) 사이의 x축을 따른 거리(110)가 약 10  $\mu\text{m}$  초과, 약 40  $\mu\text{m}$  초과, 약 80  $\mu\text{m}$  초과, 심지어 약 160  $\mu\text{m}$  초과가 되게 도파관(106)의 추가 이동을 정지시키도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 도파관 정지부(104)와 광 영향 요소(102)의 입력 표면(102a) 사이의 거리는 약 10  $\mu\text{m}$  초과, 약 40  $\mu\text{m}$  초과, 약 80  $\mu\text{m}$  초과, 심지어 약 160  $\mu\text{m}$  초과이다.

[0015] 일부 실시예들에서, 도파관 접근불가능 공간(103)의 적어도 일부분은 하나 이상의 유연성 재료들을 포함하는 저장소를 형성한다. 예를 들어, 저장소(103)는 광학 접착제, 광학 젤, 또는 광학 오일과 같은 유연성 광학 재료로 채워질 수 있다. 유연성 광학 재료는 도파관(106)으로부터의 광이 도파관(106)의 출력 표면(106a)과 광 영향 요소(102)의 입력 표면(102a) 사이의 접근불가능 공간(103)을 통해 전파되게 한다.

[0016] 일부 실시예들에서, 유연성 광학 접착제(119)는 도파관(106)을 페룰(100)에 고정하는 데 사용될 수 있고, 유연성 광학 접착제(119)는 또한 도 1d에 예시된 바와 같이, 접근불가능 공간(103) 내에 배치될 수 있다. 일부 구현예들에서, 도 1e에 예시된 바와 같이, 광학 재료(118), 예컨대, 인덱스 오일 또는 젤과 같은 유연성 광학 재료는 접근불가능 공간(103) 내에 배치될 수 있으며, 광학 재료(118)는 도파관(106)을 페룰(100)에 본딩시키는 데 사용되는 접착제(117)와 상이하다. 도파관이 접근불가능 공간(103)을 채우는데 본딩 접착제(117)가 사용되지 않는 경우에, 본딩 접착제(117)는 광학 접착제일 수도 있지만, 반드시 광학 접착제일 필요는 없으며, 즉, 본딩 접착제(117)는 광 도파관(106)으로부터의 광에 대해 투명할 필요가 없다.

[0017] 도 1a 및 도 1b에 도시된 광학 페룰(100)은 단일 광섬유 페룰로서 예시되었지만, 도 1a 및 도 1b에 도시된 것과 유사한 구조가 도 1c에 도시된 바와 같은 다중-섬유 광학 페룰(120)을 형성하기 위해 복제될 수 있다.

[0018] 위의 도 1a에 예시된 바와 같이, 도파관 정지부는, 구멍의 직경이 도파관의 말단(출력) 단부의 직경보다 작은, 구멍을 따른 위치를 포함할 수 있다. 이 시나리오에서, 도파관 정지부의 위치는 도파관의 말단 단부의 위치와 같거나 실질적으로 같을 수 있다. 일부 실시예들에서, 도파관(또는 도파관 어레이)은 도파관의 말단 단부가 아



닌 특징부를 포함할 수 있으며, 예컨대, 도파관 말단 단부로부터 이격되고, 도파관의 광 영향 요소의 입력 표면을 향한 추가 이동을 제한하기 위해 광학 페룰의 도파관 정지부와 연결된 돌출부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 도파관들은 광 영향 요소의 입력 표면을 향한 도파관의 출력 표면의 추가 이동을 제한하기 위해 광학 페룰 상의 도파관 정지 특징부들과 정합되는 도파관 어레이 상의 디봇(divot), 돌출부, 관통-구멍, 포스트, 또는 콜릿(collet)과 같은 특징부들을 포함하는 평면 도파관 어레이를 포함할 수 있다.

[0019] 도 1f 및 도 1g는 일부 실시예들에 따른 광학 페룰들(130, 140)의 단면도들이다. 광학 페룰(130, 140)은 광 도파관(136, 146)을 수용하고 고정하도록 구성된 적어도 하나의 수용 요소, 예컨대, 구멍(131, 141)을 포함한다. 광학 페룰(130, 140)은 적어도 하나의 광 영향 요소(132, 142)를 포함한다. 광 영향 요소(132, 142)는 입력 표면(132a, 142a), 렌즈(132b, 142b), 및 입력 표면(132a, 142a)과 렌즈(132b, 142b) 사이의 중간 섹션(132c, 142c)을 포함할 수 있다. 광 영향 요소(132, 142)는 도파관(136, 146)으로부터 광학 페룰(130, 140) 내로 전파되는 광의 하나 이상의 특성들에 영향을 미친다.

[0020] 도파관(136, 146)이 수용 요소(131, 141) 내에 설치되는 경우에, 도파관의 출력 표면(136a, 146a)은 광 영향 요소(132, 142)의 입력 표면(132a, 142a)에 광학적으로 결합된다. 도파관(136, 146)은 도파관(136, 146)의 출력 표면(136a, 146a)과 광 영향 요소(132, 142)의 입력 표면(132a, 142a) 사이의 공간(133, 143)에 접근불가능하다.

[0021] 도파관 정지부(134, 144)는 수용 요소(131, 141)와 광 영향 요소(132, 142) 사이에 배치될 수 있다. 도파관 정지부(134, 144)는 x축을 따른 광 영향 요소(132, 142)를 향한 도파관(136, 146)의 이동을 제한한다. 도 1f 및 도 1g에 도시된 바와 같이, 도파관 정지부(134, 144)는, 구멍의 측면들이 도파관(136, 146)의 돌출 특징부(137, 147)에 연결되는, 구멍(131, 141)을 따른 위치를 포함할 수 있다. 도파관 정지부(134, 144)와의 돌출 특징부(137, 147)들의 연결은 도파관(136, 146)의 출력 표면(136a, 146a)의 x축을 따른 광 영향 요소(132, 142)의 입력 표면(132a, 142a)을 향한 추가 이동을 제한한다. 돌출 특징부(137)는 도 1f에 도시된 바와 같이, 광섬유의 대칭적 에치(etch)일 수 있다. 대안적으로, 돌출 특징부(147)는 도 1g에 도시된 바와 같이, 단일면일 수 있는데, 예컨대, 돌출 특징부는 평면 도파관의 단일면 에치에 의해 형성될 수 있다.

[0022] 도 2a, 도 2b, 및 도 2c는 일부 실시예들에 따른 광학 페룰(200)의 사시도, 평면도 및 다른 사시도이다. 광학 페룰(200)은 광 도파관(206)을 수용하고 고정하도록 구성된 적어도 하나의 수용 요소(201)를 포함한다. 도 2a 내지 도 2c에서, 광학 페룰(200)의 수용 요소(201)는 V자형 홈으로 도시된다. 대안적으로, 홈은 U자형, Y자형 또는 임의의 다른 적합한 형상을 가질 수 있다.

[0023] 광학 페룰(200)은 적어도 하나의 광 영향 요소(202)를 포함한다. 도 2a 내지 도 2c에 도시된 바와 같이, 광 영향 요소(202)는 입력 표면(202a), 광 방향전환(redirecting) 요소(202b), 및 입력 표면(202a)과 광 방향전환 요소(202b) 사이의 중간 섹션(202c)을 포함할 수 있다. 광 도파관(206)이 수용 요소(201) 내에 설치되는 경우에, 광 도파관의 출력 표면(206a)은 광 영향 요소(202)의 입력 표면(202a)에 광학적으로 결합된다. 광 영향 요소(202)는 도파관(206)으로부터 광학 페룰(200) 내에 전파되는 광의 하나 이상의 특성들에 영향을 미친다.

[0024] 광섬유(216)는 코어, 예컨대, 유리 코어, 및 유리 클래딩을 갖는 도파관(206)을 포함하며, 코어 및 클래딩은 내부 전반사에 의해 코어 내에 광을 전파하도록 구성된다. 버퍼 코팅(206b)은 광섬유(216)의 도파관(206)을 둘러싼다. 일부 실시예들에서, 광섬유는 또한 재킷(206c)을 포함한다. 도 2a 내지 도 2c에 도시된 바와 같이, 광섬유(216)의 도파관(206) 만이 수용 요소(201) 내로 삽입되도록 버퍼 코팅(206b) 및 광섬유(216)의 재킷(206c)이 박리될 수 있다. 광섬유(216)의 도파관(206)은 공간(203)에 접근불가능하다.

[0025] 일부 실시예들에서, 페룰(200)은 도파관(206) 및/또는 페룰(200)에 대한 손상 없이 도파관(206)이 홈(201)을 따라 더 밀릴 수 있도록 x축을 따른 도파관(206)의 추가 이동을 제한하는 도파관 정지부(204)를 포함한다. 도 2a 내지 도 2c에 도시된 바와 같이, 도파관 정지부(204)는 접착제 또는 다른 유연성 재료를 위한 개구부(205)를 갖는 벽을 포함할 수 있다. 도파관(206)은 도파관(206)의 출력 표면(206a)과 광 영향 요소(202)의 입력 표면(202a) 사이의 공간(203)에 접근불가능하다. 일부 실시예들에서, 도파관 정지부(204)는 도파관(206)의 출력 표면(206a)과 광 영향 요소(202)의 입력 표면(202a) 사이의 x축을 따른 거리(210)가 약 10  $\mu\text{m}$  초과, 약 40  $\mu\text{m}$  초과, 약 80  $\mu\text{m}$  초과, 심지어 약 160  $\mu\text{m}$  초과가 되게 도파관(206)의 추가 이동을 정지시키도록 구성된다. 접근불가능 공간(203)은 광학 접착제, 광학 젤, 또는 광학 오일과 같은 유연성 광학 재료로 채워질 수 있다. 예를 들어, 광학 접착제가 사용되어 도파관(206)을 페룰(200)에 고정할 수 있다. 예를 들어, 유연성 재료는 도파관(206)으로부터의 광이 도파관(206)의 출력 표면(206a)과 광 영향 요소(202)의 입력 표면(202a) 사이의 접근불가능 공간(203)을 통해 실질적으로 방해 없이 전파되도록 선택될 수 있다.

- [0026] 도 3a, 도 3b, 및 도 3c는 일부 실시예들에 따른 광학 페룰(300)의 사시도, 평면도 및 다른 사시도이다. 광학 페룰(300)은 광 도파관(306)을 수용하고 고정하도록 구성된 적어도 하나의 수용 요소(301)를 포함한다. 도 3a 내지 도 3c에서, 광학 페룰(300)의 수용 요소(301)는 센터링 측벽들(301a)을 갖는 Y자형 홈으로 도시된다. 센터링 측벽들(301)은 도파관(306)을 광 영향 요소(302)의 입력 표면(302a)에 대해 y축을 따라 중심설정하도록 각도를 갖는다.
- [0027] 광학 페룰(300)은 적어도 하나의 광 영향 요소(302)를 포함한다. 도 3a 내지 도 3c에 도시된 바와 같이, 광 영향 요소(302)는 입력 표면(302a), 광 방향전환 요소(302b), 및 입력 표면(302a)과 광 방향전환 요소(302b) 사이의 중간 섹션(302c)을 포함할 수 있다. 광 영향 요소(302)는 도파관(306)으로부터 광학 페룰(300) 내에 전파되는 광의 하나 이상의 특성들에 영향을 미친다.
- [0028] 페룰(300)은 도파관(306)의 x축을 따른 광 영향 요소의 입력 측면(302a)을 향한 추가 이동을 방지하도록 구성되는 도파관 정지부(304)를 포함한다. 도파관 정지부(304)는 도파관(306)이 도파관(306) 및/또는 페룰(300)에 대한 손상 없이 홈(301) 내에서 광 영향 요소(302)의 입력 측면(302a)을 향해 추가로 밀리지 않게 방지한다. 도 3a 내지 도 3c에 도시된 바와 같이, 도파관 정지부(304)는, 도파관 정지부(304)에서의 홈(301)의 측벽들 사이의 거리가 도파관(306)의 직경보다 작아지는, 센터링 특징부들(301a)을 따른 위치를 포함할 수 있다. 도파관(306)은 도파관(306)의 출력 표면(306a)과 광 영향 요소(302)의 입력 표면(302a) 사이의 공간(303)(도 3b에 도시됨)에 접근불가능하다. 일부 실시예들에서, 도파관 정지부(304)는 도파관(306)의 출력 표면(306a)과 광 영향 요소(302)의 입력 표면(302a) 사이의 x축을 따른 거리(310)가 약 10  $\mu\text{m}$  초과, 약 40  $\mu\text{m}$  초과, 약 80  $\mu\text{m}$  초과, 심지어 약 160  $\mu\text{m}$  초과가 되게 도파관(306)의 추가 이동을 정지시키도록 구성된다.
- [0029] 접근불가능 공간(303)(도 3b 참조)은 광학 접착제, 광학 젤, 또는 광학 오일과 같은 유연성 광학 재료로 채워질 수 있다. 예를 들어, 광학 접착제가 사용되어 도파관(306)을 페룰(300)에 고정할 수 있다. 유연성 광학 재료는 도파관(306)으로부터의 광이 도파관(306)의 출력 표면(306a)과 광 영향 요소(302)의 입력 표면(302a) 사이의 접근불가능 공간(303)(도 3b 참조)을 통해 실질적으로 방해 없이 전파되게 한다.
- [0030] 광 도파관들 또는 섬유들을 광학 또는 광전자 디바이스들에 부착하는 것은 종종 V자형 홈들(예컨대, V-홈들)을 사용하여 수행된다. 도파관들은 클램핑 메커니즘을 사용하여 홈의 바닥(전형적으로 90° 각도 V-홈) 내로 억지로 끼워 맞춰진다. 전형적으로, V-홈 내에 도파관들을 영구적으로 유지하기 위해 인덱스 매칭 접착제가 이어서 도포된다. 이 스킴은 몇 가지 문제점들을 갖는다. 클램핑 메커니즘은 도파관들을 굴곡시켜 이들을 홈들에 안착시키고 따라서 이들을 홈들과 정렬시키기에 충분한 힘을 제공하는 반면, 도파관들의 리본의 각각의 도파관에 접촉하기에 충분한 유연성을 가지고 있어야 한다. 이는 또한 접착제 자체가 도파관들에 본딩되지 않고 도포되기 위한 접근을 허용해야 한다. V-홈들 위의 클램핑 메커니즘의 위치는 도파관들의 위치들을 관찰하거나 광 경화 접착제를 사용하는 것을 어렵게 만든다. 평평한 저부들 및 수직 측벽들을 갖는 U자형 홈들(즉, U-홈들)의 사용에는 몇 가지 문제점들이 있다. 도파관들의 용이한 포획 및 홈 폭에 요구되는 클리어런스 및 연관된 위치 오차에 대한 문제점들은 이전에 언급되지 않았다.
- [0031] 실시예들은 하나 또는 다수의 광 도파관들을 수용하고 영구적으로 부착되도록 구성된 하나 또는 다수의 홈들을 갖는 광 결합 유닛에 관한 것이다. 일 실시예에서, 홈의 일부는 광 도파관이 측방향으로 굴곡되어 올바른 위치 내로 들어가도록 허용하는 거의 수직인 측벽들을 제공한다. 홈은 상부에서 더 넓게 형성되어, 광 도파관을 홈 내로 포획하는 것을 용이하게 하는 실질적으로 Y자형 단면(즉, Y-홈)을 제공할 수 있다. 전술한 바와 같이, 광 도파관들은 단일 모드 광 도파관들, 다중 모드 광 도파관들 또는 단일 모드 또는 다중 모드 광 도파관들의 어레이일 수 있다. 일부 실시예들에서, 도파관들은 단일 모드 또는 다중 모드 중합체 광 도파관이다.
- [0032] 다른 실시예에서, 홈의 일부는 광 도파관이 측방향으로 굴곡되어 올바른 위치 내로 들어가도록 허용하는 거의 수직인 측벽들을 제공한다. 홈의 이 부분은 광 도파관의 초기 포획을 위한 클리어런스를 제공하기 위해 광 도파관의 직경보다 약간 넓게 만들어질 수 있다. 일단 홈의 저부와 접촉하고 그와 대략 평행하게 되면, 광 도파관의 단부는 홈의 폭이 광 도파관의 직경 미만으로 점차 좁아지는 위치로 측방향으로 슬라이딩된다. 여기에서 광 도파관의 팁이 정지하고 올바르게 위치된다. 일부 실시예들에 따르면, 홈은 상부에서 더 넓게 형성되어, 광 도파관을 홈 내로 포획하는 것을 용이하게 하는 실질적으로 Y자형 단면을 제공할 수 있다.
- [0033] 도 4는 다양한 실시예들에 따른 LCU(4100)의 일부분을 예시한다. 도 4에 도시된 LCU(4100)는 단일 LCU 부착 영역(4102)을 포함한다. 단일 LCU 부착 영역(4102)이 도 4에 도시되었지만, 다수의 광 도파관들을 수용하고 그에 영구적으로 부착되기 위해 다수의 부착 영역들(4102)이 LCU(4100) 상에 구비될 수 있음이 이해된다. LCU 부착 영역(4102)은 입구(4111), 말단 단부(4113) 및 입구(4111)와 말단 단부(4113) 사이에서 연장되는 중앙 평면



(4112)(도 5 참조)을 갖는 Y-홈(4110)을 포함한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 중앙 평면(4112)은 Y-홈(4110)의 하부 표면(4125)을 양분하고, 하부 표면(4125)으로부터 수직으로 연장된 평면이다. Y-홈(4110)은 도 5에 도시된 일반적으로 원통형인 도파관(4105)과 같은 광 도파관을 수용하도록 구성된다.

[0034] LCU(4100)는 광 방향전환 부재(4104) 및 광 방향전환 부재(4104)와 말단 단부(4113) 사이의 중간 섹션(4108)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 말단 단부(4113)는 렌즈와 같은 광학적으로 투명한(optically clear) 부재를 포함하거나 광학적으로 투명한(optically transparent) 재료로 형성된다. 중간 섹션(4108)은 광학적으로 투명한 재료로 형성된다. 광 방향전환 부재(4104)는 출력 측면(4106)을 포함하며, 이를 통해 광이 광 유도 부재(4104)로부터 방출(또는 그 내부로 진입)된다.

[0035] 일부 실시예들에 따르면, 또한 도 4 및 도 5를 참조하면, Y-홈(4110)은 복합 홈으로서, 일반적으로 U자형 하부 부분(4120) 및 복합 홈을 일반적으로 Y자형으로 만드는 확장된 상부 부분에 의해 형성된다. 용어 "홈"을 수식하는 용어들 "U" 및 "Y"는 편리함을 목적으로 하여 이들 홈들의 대략적인 형상을 의미하는 기능을 하는 것이고 한정이 아님이 이해된다.

[0036] 도 5에서 가장 잘 볼 수 있는 바와 같이, Y-홈(4110)은 제1 구역(4120'), 제2 구역(4130'), 개구부(4140) 및 하부 표면(4125)에 의해 정의된다. 제1 구역(4120')은 하부 표면(4125)과 제2 구역(4130') 사이에 정의된다. 제1 구역(4120')은 간격(S)만큼 분리된 실질적으로 평행한 측벽들(4122)을 포함한다. 측벽들(4122)은 수직 방향에서 1도 또는 몇 도(예컨대, < 약 10도)의 드래프트(draft)를 가질 수 있으며, 따라서 서로 실질적으로 평행한 것으로 간주될 수 있다. 예를 들어, 측벽들(4122)은 하부 표면(4125)에 대해 약 5도 이내로 수직일 수 있다. 측벽들(4122)은 제조 중에 측벽들(4122)의 이형을 용이하게 하기 위해 약간 외향인 경사 또는 드래프트를 가질 수 있다. 이 경우, 실질적으로 수직인 측벽들(4122)은 하부 표면(4125)으로부터 수직으로 연장되는 평면(4112)을 갖는 드래프트각( $\alpha$ )을 형성한다.

[0037] 제2 구역(4130')은 제1 구역(4120')과 개구부(4140) 사이에 배치된다. 개구부(4140)는 Y-홈(4110)의 상부 표면들(4127) 사이에 정의된다. 개구부(4140)의 폭(W)은 측벽들(4122) 사이의 간격(S)보다 크다. 도 42에서 볼 수 있듯이, 제1 구역(4120')은 Y-홈(4110)의 U자형 하부 부분(4120)을 정의하고, 제2 구역(4130')은 확장된 상부 부분(4130)을 정의한다.

[0038] 제2 구역(4130')은 Y-홈(4110)의 중앙 평면(4112)으로부터 외향으로 연장되는 측벽들(4132)을 포함한다. 도 42에서, 측벽들(4132)은 선형 측벽들을 포함하고, 이들은 모따기된(chamfered) 측벽들로 간주될 수 있다. 다른 실시예들에서, 측벽들(4132)은 어느 정도의 곡률을 갖는 것과 같은 비선형일 수 있다. 측벽들(4132)은 제1 구역(4120')과 개구부(4140) 사이에서 연장되며, 측벽들(4132) 사이의 간격은 제1 구역(4120')으로부터 개구부(4140)로 점진적으로 증가한다.

[0039] 일부 실시예들에 따르면, 개구부(4140)의 폭(W)은 제1 구역(4120')의 간격(S)보다 간격(S)의 약 절반과 동일한 거리만큼 더 크다. 다른 실시예들에서, 개구부(4140)의 폭(W)은 간격(S)보다 간격(S)의 절반보다 큰 거리만큼 크다. 제1 구역(4120')의 측벽들(4122)의 높이는 도파관(4105)의 높이의 약 50%보다 더 클 수 있다. 예를 들어, 제1 구역(4120')의 측벽들(4120)의 높이는 광 도파관(4105)의 높이의 약 50% 내지 75% 사이의 범위일 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 구역(4120')의 측벽들(4122)의 높이는 약 62.5  $\mu\text{m}$  내지 65  $\mu\text{m}$  초과이지만 광 도파관(4105)의 높이보다 낮을 수 있다. 다른 실시예들에서, 제1 구역(4120')의 측벽들(4122)의 높이는 약 75  $\mu\text{m}$  초과이지만 광 도파관(4105)의 높이보다 낮을 수 있다. 도 5에 도시된 실시예에서, Y-홈(4110)의 전체 높이는 도파관(4105)의 높이(예컨대, 약 125  $\mu\text{m}$ )와 대략 동일하다. 일부 실시예들에서, Y-홈(4110)의 전체 높이는 도파관(4105)의 높이보다 작거나 클 수 있다. 커버(4135)(옵션적임)는 LCU(4100)의 광 도파관들(4105) 및 홈들(4110)을 덮도록 구성될 수 있다.

[0040] 도 5에서 볼 수 있듯이, 광 도파관(4105)에 가장 근접하게 접근한 구역에서 제1 구역(4120')의 측벽들(4122) 사이의 간격은 도파관의 폭보다 미리 결정된 클리어런스만큼 크다. 일부 실시예들에서, 미리 결정된 클리어런스는 약 1  $\mu\text{m}$  미만일 수 있다. 다른 실시예들에서, 미리 결정된 클리어런스는 약 1  $\mu\text{m}$  내지 3  $\mu\text{m}$ 일 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 미리 결정된 클리어런스는 약 1  $\mu\text{m}$  내지 5  $\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 광 도파관(4105)은 약 125  $\mu\text{m}$ 의 폭을 가질 수 있고, 제1 구역(4120')의 측벽들(4122)을 분리하는 간격은 약 1  $\mu\text{m}$  내지 5  $\mu\text{m}$ 의 클리어런스를 포함할 수 있다.

[0041] 다중 모드 섬유를 포함하는 도파관(4105)을 채용하는 실시예들에서, 미리 결정된 클리어런스는 약 1  $\mu\text{m}$  내지 5  $\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 미리 결정된 클리어런스는 다중 모드 섬유를 포함하는 광 도파관(4105)의 폭의 약

0.8% 내지 4%와 동일할 수 있다. 단일 모드 섬유를 포함하는 도파관(4105)을 채용하는 실시예들에서, 미리 결정된 클리어런스는 약  $0\ \mu\text{m}$  내지  $2\ \mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 미리 결정된 클리어런스는 단일 모드 섬유를 포함하는 광 도파관(4105)의 폭의 약 0% 내지 1.6%와 동일할 수 있다. 일부 경우들에서, 클리어런스는 도파관(4105)이 Y-홈(4110) 내에 배치되는 경우에 Y-홈을 변형시키도록 0 미만일 수 있다.

[0042] 도 5 및 도 6에 도시된 도파관(4105)은 클래딩(4109)으로 둘러싸인 코어(4107)를 포함한다. 도파관(4105)이 광학적 (인덱스-매칭된) 본딩 재료를 사용하여 Y-홈(4110) 내의 제 위치에 영구적으로 본딩되는 경우에, 코어(4107)가 광 방향전환 부재(도 41의 4104 참조)와 광학적으로 정렬되는 것이 중요하다. 일부 실시예들에서, Y-홈(4110)은 센터링 배열을 포함하며, 이에 의해 도파관(4105)은 도파관(4105)이 Y-홈(4110) 내에 설치되는 경우에 Y-홈(4110)의 중심 평면(4112)을 향해 측방향으로 강제적으로 안내된다. Y-홈(4110)의 중심 평면(4112)을 따라 코어(4107)를 중심설정하는 것 이외에, 센터링 배열은 Y-홈(4110) 내에서 도파관(4105)의 측방향 변위를 제한하는 도파관 정지부를 제공한다. 따라서, 일부 실시예들에 따른 복합 Y-홈(4110)은 U-홈 단독 또는 Y-홈과 조합된 센터링 배열을 포함한다.

[0043] 도 4 및 도 6은 제1 단부(4115') 및 제2 단부(4115'')를 포함하는 종방향 전이 섹션(4115)에 의해 정의된 센터링 배열을 포함하는 Y-홈(4110)을 도시한다. 제1 단부(4115')는 제1 구역(4120')의 측벽들(4122) 사이의 간격(S)과 동일한 폭을 갖는다. 제2 단부(4115'')는 광 도파관(4105)의 폭보다 작은 폭을 갖는다. 측벽 간격은 예컨대 전이 섹션(4115) 내의 내향으로 각도를 갖는 측벽들에 의해 전이 섹션(4115) 내에서 점진적으로 감소한다. 전이 섹션(4115)은 측벽들(4122)의 말단 단부들로부터 시작하여 Y-홈(4110)의 중앙 평면을 향해 내향으로 돌출될 수 있는 센터링 측벽들(4126)을 포함한다. 센터링 측벽들(4126)은 Y-홈(4110)의 모따기된 측벽들로 간주될 수 있다. 전이 섹션(4115)의 측벽들(4122) 및 센터링 측벽들(4126)은 실질적으로 평면 측벽 표면들 또는 비-평면 측벽 표면들을 포함할 수 있다.

[0044] 센터링 측벽들(4126)은 측벽들(4122)과 약 5도 내지 45도 범위일 수 있는 각도( $\beta$ )를 형성한다. 종방향 전이 섹션(4115)은 Y-홈(4110)의 전체 길이에 비해 그다지 길 필요는 없다. 예를 들어, Y-홈(4110)의 길이는  $200\ \mu\text{m}$  내지  $2000\ \mu\text{m}$ 일 수 있고, 센터링 측벽들(4126)은 측벽들(4122)로부터 약  $2\ \mu\text{m}$  내지  $50\ \mu\text{m}$ 의 거리만큼 연장될 수 있다. 센터링 측벽들(4126)은 측벽들(4122)의 높이와 동일한 높이를 가질 수 있다.

[0045] 도파관(4105)이 Y-홈(4110) 내에서 광 방향전환 부재(4104)를 향해 측방향으로 변위됨에 따라, 도파관(4105)의 말단 단부(4103)는 센터링 측벽들(4126)과 접촉하고 Y-홈(4110)의 중심 평면을 향해 안내되어, 도파관(4105)의 중심 축이 Y-홈(4110) 내에서 중심설정된다. 갭(4129)은 센터링 측벽들(4126)의 말단 단부들 사이에 정의된다. 갭(4129)은 도파관(4105)의 코어(4107)로부터 나오는 광의 방해되지 않는 통로를 허용하기에 충분히 넓다. 센터링 측벽들(4126)의 길이 및 갭(4129)의 폭은 도파관(4105)의 코어 및 클래딩 치수들을 수용하는 크기로 하는 것이 바람직하다. 도파관(4105)의 말단 단부(4103)가 센터링 배열에 의해 Y-홈(4110) 내에서 적절히 중심설정되면, 클래딩(4109)은 도파관 정지부(604)의 위치에서 센터링 측벽들(4126)과 접촉되고, 코어(4107)는 갭(4129)의 중심과 정렬된다. 도 43에 도시된 센터링 배열은 U-홈 또는 Y-홈과 같은 복합 U-홈 내에 구현될 수 있음이 이해된다.

[0046] 도 7은 다양한 실시예들에 따른 LCU(4100)의 LCU 부착 영역(4102)의 평면도를 도시한다. 도 7에 예시된 LCU 부착 영역(4102)은 Y-홈(4110) 내에 중심설정된 도파관(4105)의 말단 단부(4103)를 도시한다. 도 7에 예시된 Y-홈(4110)의 실시예는 Y-홈(4110)의 입구(4111)와 종방향 전이 섹션(4115) 사이의 정렬 특징부를 포함한다. 정렬 특징부는 홈 측벽들(4122)의 돌출 섹션(4124)을 포함한다. 대향하는 돌출 섹션들(4124) 사이의 공간은 도파관(4105)의 폭보다 약간 크고 대향 측벽들(4122) 사이의 간격보다 작다. 정렬 특징부의 돌출 섹션들(4124)은 도파관 단부(4103)가 Y-홈(4110)의 전이 섹션(4115) 내에 위치되는 경우에 Y-홈(4110)의 센터링 평면에 대해 도파관(4105)의 각도 정렬을 제공하는 기능을 한다. 일부 실시예들에서, 돌출 섹션들(4124)에 의해 형성된 정렬 특징부는 홈 입구(4111)에, 또는 그 부근에 위치된다.

[0047] 도 7에 예시된 실시예에서, 도파관(4105)의 말단 단부(4103)의 예지들은 도파관 정지부(604)의 위치에서 전이 섹션(4115)의 센터링 벽들(4126)에 약간 매립된 것으로 도시되어 있다. 이 실시예에서, 도파관(4105)의 클래딩(4109)은 센터링 벽들(4126)을 형성하는데 사용되는 재료보다 경질인 재료(예컨대, 유리)로 형성된다. 도파관(4105)의 말단 단부(4103)가 그 중심 위치에서 센터링 벽들(4126)에 대향해 놓일 때 도파관(4105)에 측방향으로 지향된 힘을 가함으로써 센터링 벽들(4126)에 변형(4128)이 형성될 수 있다. 변형(4128)은 광학 본딩 재료가 도파관(4105)을 Y-홈(4110) 내에 영구적으로 본딩하도록 적용될 때 Y-홈(4110) 내에서 도파관(4105)이 적절한 중심설정된 위치결정을 유지하는 것을 돕는다.

- [0048] 도 7에 도시된 Y-홈(4110)의 실시예는 Y-홈(4110)의 측벽들(4122)과 도파관(4105)의 외주 사이에 정의된 본딩 구역(4123)을 포함한다. 본딩 구역(4123)은, 경화되었을 때, Y-홈(4110) 내에 도파관(4105)을 영구적으로 본딩 하는 본딩 재료(예컨대, 광학 본딩 재료)로 채워질 수 있다. 일부 실시예들에서, 본딩 구역(4123)은 도파관(4105), 평면 하부 표면(4125), 및 측벽들(4122) 사이의 체적으로 정의된다. 다른 실시예들에서, 하부 표면(4125)이 측벽들(4122)과 만나는 측벽들(4122)의 일부분을 따라 함몰부 또는 트러프(trough)가 형성되어 Y-홈(4110) 내에 포획된 본딩 재료의 체적을 증가시킬 수 있다.
- [0049] 도 7은 또한 광학 본딩 재료의 체적을 수용하도록 구성된 전방 접촉제 공동(4131)을 도시하며, 광학 본딩 재료는 경화되었을 때, 도파관(4105)의 말단 단부(4103)와 LCU 부착 영역(4102) 사이의 본딩의 세기(예컨대, 완전성(integrity))를 증가시키는 기능을 한다. 일부 실시예들에서, 접촉제 공동(4131)은 도파관(4105)의 단부로부터 광을 송신하도록 구성된다. 도 8에 도시된 바와 같이, 전방 접촉제 공동(4131)은 LCU 부착 영역(4102)의 하부 표면(4125) 내로 형성된 함몰부(4131')를 포함할 수 있다. 함몰부(4131')는 광학 본딩 재료를 수용하기 위한 전방 접촉제 공동(4131)의 총 체적을 증가시키는 기능을 하여 도파관(4105)의 말단 단부(4103)와 LCU 부착 영역(4102) 사이의 본딩의 세기/완전성을 향상시킨다. 도 9는 또한 홈(110)의 하부 표면(4125)이 경사에서 평탄역(plateau)으로 전이하는 위치(4133)에서의 Y-홈(4110)의 입구(4111)를 도시한다.
- [0050] 도 9는 도 7에 예시된 본딩 구역들(4123) 및 전방 접촉제 공동(4131)을 도시하고, 추가적으로, Y-홈(4110)의 각각의 측벽(4122)으로부터 측방향으로 연장되는 측방향 접촉제 공동(4121)을 도시한다. 측방향 접촉제 공동들(4121)은 본딩 구역들(4123)의 연장된 부분들일 수 있다. 측방향 접촉제 공동들(4121)은 도파관(4105)의 말단 단부(103)의 측면들 근처에 추가적인 본딩 재료를 수용하기 위한 체적을 제공하며, 이는 Y-홈(4110)과 도파관(4105) 사이의 본딩의 세기/완전성을 증가시킨다. 도 10에 도시된 바와 같이, 측방향 접촉제 공동(4121)은 LCU 부착 영역(4102)의 하부 표면(4125) 내로 형성된 함몰부(4121')를 포함할 수 있다. 함몰부(4121')는 광학 본딩 재료를 수용하기 위한 측방향 접촉제 공동(4121)의 총 체적을 증가시킴으로써 도파관(4105)과 Y-홈(4110) 사이의 본딩의 세기/완전성을 향상시키는 기능을 한다.
- [0051] 도 11은 각각 그 내부에 도파관(4105)이 배치된 다수의 홈들(4110)을 포함하는 LCU 부착 영역(4102)을 예시한다. 도 11에서, 두 개의 홈들(4110)이 예시되어 있으며, 각자의 도파관들(4105)은 도파관 정지부(604)의 위치에서 홈들(4110) 내의 중심설정된 위치에서 센터링 표면들(4126)과 접촉되어 있다. 도 11은 전방 접촉제 공동들(4131)에 인접하여 위치된 접촉제 저장소(4131'')를 도시한다. 접촉제 저장소(4131'')는 전방 접촉제 공동들(4131) 중 두 개 이상 사이에서 공유되는 LCU 부착 영역(4102)의 체적이다. 이와 관련하여, 접촉제 저장소(4131'')는 두 개 이상의 전방 접촉제 공동들(4131)에 유체적으로 결합된다(fluidically coupled). 접촉제 저장소(4131'')는 도파관들(4105)의 말단 단부들(4103) 근처에 추가적인 본딩 재료를 수용하기 위한 체적을 제공하며, 이는 도파관(4105)과 LCU 부착 영역(4102) 사이의 본딩의 세기/완전성을 증가시킨다.
- [0052] 도 12 내지 도 17은 다양한 실시예들에 따른, LCU 부착 영역(4102)의 Y-홈(4110)에 도파관(4105)을 설치하기 위한 프로세스를 예시한다. 일부 실시예들에서, 설치 프로세스는 도 12 및 도 13에 도시된 것과 유사한 도면들(예컨대, 평면도, 측면도, 측면도)을 제공하도록 디지털 카메라를 구비한 현미경을 사용하여 모니터링될 수 있다. Y-홈(4110) 내에 위치될 도파관(4105)이 도파관(4105)을 둘러싸는 버퍼(4116)로부터 연장되어 있는 것이 도시되어 있다. 버퍼(4106)는 전형적으로 도파관(4105)을 보호하는 기능을 하는 중합체 피복(sheath)이다.
- [0053] 초기에 도파관(4105)은 Y-홈(4110)의 확장 구역(즉, 상부 구역) 위에 위치되며, 말단 단부(4103)가 작은 각도(예컨대, 5° 내지 20°)를 이루며 아래를 가리킨다. 또한, 도 12 및 도 13은 도파관(4105)이 초기에 Y-홈(4110) 내에서 오정렬되는 전형적인 예를 예시한다. Y-홈(4110)의 상부 확장 구역은 도파관(4105)을 포획하고 도파관(4105)을 Y-홈(4110)의 U-홈 구역(즉, 하부 구역) 내로 퍼널링(funnel)하는 기능을 하는 각도를 갖는 측면 표면들(4132)을 포함한다. 도파관(4105)의 말단 단부(4103)가 하강됨에 따라, 말단 단부(4103)는 Y-홈 구역의 하나의 측면 상의 포획 측벽(4132)과 접촉하고 이는 말단 단부(4103)를 Y-홈(4110)의 저부 구역(즉, U-홈 구역) 내로 가이드하여 도파관(4105)이 측방향으로 굴곡되고/되거나 이동하도록 강제한다.
- [0054] 도파관(4105)이 Y-홈(4110) 내로 하강됨에 따라(도 14 참조), 말단 단부(4103)는 Y-홈(4110)의 하부 표면(4125)에 의해 상향 굴곡된다. 동시에, Y-홈(4110)은 도파관(4105)을 측방향으로 계속해서 굴곡 및/또는 이동시켜 도파관(4105)이 Y-홈(4110)의 U-홈 구역의 거의 수직인 측벽들(4122)에 의해 구속되게 한다(도 15 참조). 도파관(4105)이 대략적으로 수평일 때(즉, Y-홈(4110)의 하부 표면(4125)에 접함), 도 16에 도시된 바와 같이, 도파관(4105)은 말단 단부(4103)가 센터링 표면(4126)(도 18 참조)과 접촉할 때까지 Y-홈(4110)의 종방향 전이 섹션(4115)(도 17 참조) 내로 전방으로 밀린다. 도 18에 가장 잘 도시되어 있는 바와 같이, 센터링 표면(412



6)은 도파관 정지부(604)의 위치에서 말단 단부(4103)가 Y-홈(4110)의 양 측면들 상의 센터링 표면들(4126)과 접촉할 때까지 도파관(4105)의 말단 단부(4103)를 필요에 따라 측방향으로 가압함으로써, 도파관(4105)의 말단 단부(4103)를 Y-홈(4110) 내에 정밀하게 중심설정한다.

[0055] 센터링 표면들(4126)에 의해 중심설정된 상태의 도파관(4105)의 최종 각도는 전형적으로 수평이며, 임의의 적절한 기계적 수단에 의해 제어될 수 있고, 옵션적으로 도 16에 도시된 도면과 같은 측면도의 광학 검사에 의해 안내될 수 있다. 도 19는 도파관(4105)이 Y-홈(4110)의 하부 표면(4125)의 후방 에지(4125')와 접촉하도록 지나치게 하강되면 발생할 수 있는 정렬 오차를 예시한다. 이 시나리오에서, 도파관(4105)의 말단 단부(4103)는 Y-홈(4110) 밖으로 위로 당겨진다. 이러한 오정렬은 Y-홈(4110)의 말단 단부(4113)에 비교적 짧은 포치(porch) 구역(4125'')(도 20) 만을 남기고, Y-홈(4110)의 하부 표면(4125)의 대부분을 리세스함으로써 크게 감소된다.

[0056] 도 20에서 볼 수 있듯이, 하부 표면(4125'')의 대부분은 Y-홈(4110)의 말단 단부(4113)에 인접한 포치 구역(4125'')에 대해 리세스된다. 일부 실시예들에서, Y-홈(4110)의 하부 표면(4125)의 리세스된 섹션(4125'')은 Y-홈(4110)의 입구(4111)로부터 말단 단부(4113)를 향해 연장될 수 있고, 하부 표면(4125)의 표면 영역의 약 절반 넘게 덮을 수 있다. 예를 들어, 리세스된 섹션(4125'')은 Y-홈(4110)의 입구(4111)로부터 말단 단부(4113)의 소정 거리 내에 연장될 수 있으며, 소정 거리는 Y-홈(4110)에 의해 수용된 도파관(4105)의 높이의 약 2배 미만이다. 전형적으로, 리세스된 섹션(4125'')의 적어도 일부분은 도파관(4105)이 잘 지지되도록 강화된 광학 접착제로 채워질 것이다.

[0057] 하부 U-홈 및 확장된 상부 홈을 포함하는 복합 Y-홈(4110)은 열가소성 수지(예컨대, Ultem)의 사출 성형으로 제조될 수 있다. 이러한 재료는 유리 광섬유들보다 훨씬 더 큰 열 팽창 계수를 갖는다. 따라서 컴퓨터 새시에서 동작하는 경우에 발생할 수 있는 열 편위(excursion)로 인한 응력에 대한 우려가 있다. 이러한 응력은 Y-홈(4110)을 포함하는 부분의 뒤틀림으로 인한, 또는 심지어 도파관(4105)을 본딩하는 데 사용되는 접착제의 파괴(failure)로 인한 광학 오정렬을 야기할 수 있다. 이러한 응력을 최소화하기 위해, 접착제로 채워지는 Y-홈(4110)의 길이를 최소화하는 것이 바람직하다. 그러나, 도파관(4105)의 각도를 제한하기 위해 충분한 홈 길이가 요구된다. Y-홈(4110)에 요구되는 길이는 광학 시스템의 각도 허용 오차 및 도파관(4105)을 위한 클리어런스를 제공하기 위해 포함된 Y-홈(4110)의 여분의 폭에 의존한다.

[0058] 도 21 내지 도 23은 두 개의 별개의 섹션들(4110a 및 4110b)을 갖는 Y-홈(4110)을 도시한다. 도파관(4105)의 말단 단부(4103) 근처에서, 짧은 섹션에 종방향 전이 섹션(4115) 및 센터링 표면들(4126)이 포함된다. 도파관의 추가 측방향 이동은 도파관 정지부(604)에 의해 제한된다. 섹션(4110a)은 인텍스-매칭 접착제로 채워질 수 있다. 도파관(4105)의 정확한 각도 정렬을 제공하지만 접착제가 채워지지 않도록 섹션(4110b)으로부터 충분한 거리(예컨대, 0.5 mm)만큼 별개의 섹션(4110b)이 배치된다. 이 설계는 각도 정렬을 손상시키지 않도록 (본딩 길이를 최소화하여) 열팽창과 연관된 응력을 최소화한다.

[0059] 도 24는 다양한 실시예들에 따른 LCU(6100)의 일부분을 예시한다. 도 24에 도시된 LCU(6100)는 단일 LCU 부착 영역(6102)을 포함한다. 단일 LCU 부착 영역(6102)이 도 24에 도시되었지만, 다수의 광 도파관들을 수용하고 그에 영구적으로 부착되기 위해 다수의 부착 영역들(6102)이 LCU(6100) 상에 제공될 수 있음이 이해된다. LCU 부착 영역(6102)은 입구(6111) 및 말단 단부(6113)를 갖는 홈(6110)을 포함한다. 홈(6110)은 도 5에 도시된 일반적으로 원통형인 도파관(4105)과 같은 광 도파관을 수용하도록 구성된다.

[0060] LCU(6100)는 광 방향전환 부재(도 24에 도시되지 않았으나, 도 4의 4104 참조) 및 광 방향전환 부재와 말단 단부(6113) 사이의 중간 섹션(6108)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 말단 단부(6113)는 렌즈와 같은 광학적으로 투명한 부재를 포함하거나 광학적으로 투명한 재료로 형성된다. 중간 섹션(6108)은 광학적으로 투명한 재료로 형성된다. 광 방향전환 부재는 출력 측면을 포함하며, 이를 통해 광이 광 유도 부재로부터 방출(또는 그 내부로 진입)된다.

[0061] 일부 실시예들에 따라, 위에서 상세히 설명된 바와 같이, 홈(6110)은 일반적으로 U자형 하부 부분(6123) 및 확장된 상부 부분(6127, 6132)에 의해 형성된 복합 홈으로서 일반적으로 Y자형(Y-홈)인 복합 홈을 이룬다. 홈(6110)은 단일 센터링 측벽(6126)을 포함하는 종방향 전이 섹션(6115)을 포함한다. 종방향 전이 섹션(6115) 내에서, 측벽들(6122 및 6122') 사이의 간격은 광 도파관(6105)의 폭과 클리어런스의 합과 동일한 폭으로부터 광 도파관(6105)의 폭보다 작은 폭으로 감소한다. 도 24에 예시된 실시예에서, 측벽들(6122) 중 하나는 홈(6110)의 입구(6111)와 말단 단부(6113) 사이에서 실질적으로 평면이다. 대향 측벽(6122')은 측벽(6122)과 실질적으로 평행하고 전이 섹션(6115) 내에서 내향으로 각도를 이루는 센터링 측벽(6126)으로 전이하는 측벽 부분을 포함한다. 센터링 측벽(6126)은 홈(6110)의 모따기된 측벽으로 간주될 수 있다.

- [0062] 도 24에서, 홈(6110)은 홈(6110)의 일 측면 상에만 센터링 측벽(6126)을 포함한다. 이와 같이, 단일 센터링 측벽(6126)은 위치결정 측벽(6126)으로 간주될 수 있다. 조립 중에, 광 도파관(6105)은 도 24에 도시된 바와 같이, 위치결정 측벽(6126)이 광 도파관(6105)을 그의 홈(6110) 내의 도파관 정지부(604)의 위치에 핀고정(pin)할 때까지 평면 측벽(6122)을 따라 슬라이딩된다. 이 위치에서, 위치결정 측벽(6126)은 도파관 정지부(604)로서 기능하고, 홈(6110) 내에서 광 도파관(6105)의 말단 단부(6103)의 추가의 종방향 전진을 방지한다. 도 24에 도시된 실시예에 대한 하나의 이점은 조립 중에 광 도파관(6105)의 각도가 잘 제어될 수 있다는 것인데, 이는 그것이 측벽(6122)과 평행하게 절곡될 수 있기 때문이다. 일부 실시예들에서, 위치결정 측벽(6126)은 광 도파관(6105)을 핀치(pinch)할 필요가 없고, 대신 조립 중에 광 도파관(6105)이 측벽(6122)에 대해 절곡될 수 있는 한, 예컨대, 홈(6110)의 단부 또는 일부 다른 장벽을 정의함으로써 종래의 정지부로서 기능할 수 있다.
- [0063] 본 명세서에 기술된 접근법들과 함께 사용될 수 있는 페룰들, 정렬 프레임들 및 커넥터들에 관한 부가 정보는 본 명세서에 참고로 포함된 공동 소유이며 동시에 출원된 다음의 미국 특허 출원들에 제공된다: "Connector with Latching Mechanism"이라는 제목을 가지며, 대리인 사건 번호 제76663US002호로 식별된 미국 특허 출원 제62/239,998호; "Optical Ferrules"이라는 제목을 가지며 대리인 사건 번호 제76982US002호로 식별된 미국 특허 출원 제62/240,069호; "Ferrules, Alignment Frames and Connectors"라는 제목을 가지며 대리인 사건 번호 제75767US002호로 식별된 미국 특허 출원 제62/240,066호; "Optical Coupling Device with Waveguide Assisted Registration"라는 제목을 가지며 대리인 사건 번호 제76660US002호로 식별된 미국 특허 출원 제62/240,010호; "Optical Cable Assembly with Retainer"라는 제목을 가지며 대리인 사건 번호 제76662US002호로 식별된 미국 특허 출원 제62/240,008호; "Dust Mitigating Optical Connector"라는 제목을 가지며 대리인 사건 번호 제76664US002호로 식별된 미국 특허 출원 제62/240,000호; "Optical Waveguide Registration Feature"라는 제목을 가지며 대리인 사건 번호 제76661US002호로 식별된 미국 특허 출원 제62/240,009호; "Optical Ferrules and Optical Ferrule Molds"라는 제목을 가지며 대리인 사건 번호 제75985US002호로 식별된 미국 특허 출원 제62/239,996호; "Configurable Modular Connectors"라는 제목을 가지며 대리인 사건 번호 제76907US002호로 식별된 미국 특허 출원 제62/240,003호; "Hybrid Connectors"라는 제목을 가지며 대리인 사건 번호 제76908US002호로 식별된 미국 특허 출원 제62/240,005호.
- [0064] 본 발명에 설명된 항목들은 다음을 포함한다:
- [0065] 항목 1. 광학 페룰로서,
- [0066] 광이 광학 페룰 내에서 전파될 때, 광 도파관으로부터의 광의 하나 이상의 특성들에 영향을 미치도록 구성된 적어도 하나의 광 영향 요소 - 광 영향 요소는 입력 표면을 가짐 -;
- [0067] 도파관의 출력 표면이 광 영향 요소의 입력 표면에 광학적으로 결합되도록 광 도파관을 수용하고 고정하도록 구성된 적어도 하나의 수용 요소;
- [0068] 광 도파관이 수용 요소 내에 설치되는 경우에, 광 영향 요소의 입력 표면을 향한 도파관의 이동을 제한하도록 구성된 도파관 정지부; 및
- [0069] 광 도파관의 출력 표면과 광 영향 요소의 입력 표면 사이의 공간 - 광 도파관이 수용 요소 내에 설치되는 경우에, 광 도파관은 공간에 접근불가능함 - 을 포함하는, 광학 페룰.
- [0070] 항목 2. 항목 1에 있어서, 수용 요소는 하나 이상의 홈들을 포함하는, 광학 페룰.
- [0071] 항목 3. 항목 1에 있어서, 수용 요소는 하나 이상의 구멍들을 포함하는, 광학 페룰.
- [0072] 항목 4. 항목 1에 있어서, 수용 요소는 적어도 하나의 원통형 구멍을 포함하는, 광학 페룰.
- [0073] 항목 5. 항목 1 내지 항목 4 중 어느 한 항목에 있어서, 광학 페룰은 단일 광섬유 페룰인, 광학 페룰.
- [0074] 항목 6. 항목 1 내지 항목 4 중 어느 한 항목에 있어서, 광학 페룰은 다중 광섬유 페룰인, 광학 페룰.
- [0075] 항목 7. 항목 1에 있어서, 수용 요소는 U자형 홈인, 광학 페룰.
- [0076] 항목 8. 항목 7에 있어서, 도파관 정지부는, U자형 홈의 폭이 도파관의 직경보다 작은 위치를 포함하는, 광학 페룰.
- [0077] 항목 9. 항목 7에 있어서, U자형 홈은 U자형 홈 내에 광 도파관을 중심설정하도록 구성된 센터링 측벽들을 포함하는, 광학 페룰.



- [0078] 항목 10. 항목 7에 있어서, U자형 홈은 U자형 홈 내에 광 도파관을 위치시키도록 구성된 적어도 하나의 센터링 측벽을 포함하는, 광학 페룰.
- [0079] 항목 11. 항목 1에 있어서, 수용 요소는 V자형 홈인, 광학 페룰.
- [0080] 항목 12. 항목 1에 있어서, 수용 요소는 Y자형 홈인, 광학 페룰.
- [0081] 항목 13. 항목 12에 있어서, 도파관 정지부는, Y자형 홈의 폭이 도파관의 직경보다 작은 위치를 포함하는, 광학 페룰.
- [0082] 항목 14. 항목 12에 있어서, Y자형 홈은 Y자형 홈 내에 광 도파관을 위치시키도록 구성된 하나 이상의 센터링 측벽들을 포함하는, 광학 페룰.
- [0083] 항목 15. 항목 12에 있어서, Y자형 홈은 Y자형 홈 내에 광 도파관을 위치시키도록 구성된 적어도 하나의 센터링 측벽을 포함하는, 광학 페룰.
- [0084] 항목 16. 항목 12에 있어서, 센터링 측벽들 사이의 폭은 입력 표면을 향한 방향으로 홈의 종축을 따라 점진적으로 좁아지는, 광학 페룰.
- [0085] 항목 17. 항목 16에 있어서, 도파관 정지부는, 센터링 측벽들 사이의 폭이 도파관의 직경보다 작은 위치를 포함하는, 광학 페룰.
- [0086] 항목 18. 항목 1 내지 항목 17 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관 정지부는 벽을 포함하는, 광학 페룰.
- [0087] 항목 19. 항목 1 내지 항목 18 중 어느 한 항목에 있어서, 광 영향 요소는 렌즈를 포함하는, 광학 페룰.
- [0088] 항목 20. 항목 1 내지 항목 19 중 어느 한 항목에 있어서, 광 영향 요소는 광 도파관으로부터의 광을 방향전환 하도록 구성된 요소를 포함하는, 광학 페룰.
- [0089] 항목 21. 항목 1 내지 항목 20 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관 접근불가능 공간은 광이 도파관의 출력 표면과 광 영향 요소의 입력 표면 사이에서 방해 없이 전파되도록 구성되는, 광학 페룰.
- [0090] 항목 22. 항목 1 내지 항목 21 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관 접근불가능 공간은 접착제 저장소를 포함하는, 광학 페룰.
- [0091] 항목 23. 항목 1 내지 항목 22 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관 접근불가능 공간은 유연성 재료를 포함하도록 구성되는, 광학 페룰.
- [0092] 항목 24. 항목 23에 있어서, 유연성 재료는 광학 접착제, 광학 젤, 및 광학 오일 중에 하나 이상인, 광학 페룰.
- [0093] 항목 25. 항목 1 내지 항목 24 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관의 출력 표면과 광 영향 요소의 입력 표면 사이의 거리는 약 10  $\mu\text{m}$  초과인, 광학 페룰.
- [0094] 항목 26. 항목 1 내지 항목 24 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관의 출력 표면과 광 영향 요소의 입력 표면 사이의 거리는 약 40  $\mu\text{m}$  초과인, 광학 페룰.
- [0095] 항목 27. 항목 1 내지 항목 24 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관 정지부는 도파관 정지부와 광 영향 요소의 입력 표면 사이의 거리가 약 10  $\mu\text{m}$  초과가 되도록 위치되는, 광학 페룰.
- [0096] 항목 28. 항목 1 내지 항목 24 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관 정지부는 도파관 정지부와 광 영향 요소의 입력 표면 사이의 거리가 약 40  $\mu\text{m}$  초과가 되도록 위치되는, 광학 페룰.
- [0097] 항목 29. 항목 1 내지 항목 28 중 어느 한 항목에 있어서, 광 도파관은 접착제에 의해 수용 요소에 고정되는, 광학 페룰.
- [0098] 항목 30. 항목 1 내지 항목 29 중 어느 한 항목에 있어서, 접착제는 광 도파관으로부터의 광에 대해 실질적으로 투명한, 광학 페룰.
- [0099] 항목 31. 항목 29에 있어서, 접착제는 또한 접근불가능 공간 내에 배치되는, 광학 페룰.
- [0100] 항목 32. 항목 29에 있어서, 광학적 투명 재료가 접근불가능 공간 내에 배치되는, 광학 페룰.
- [0101] 항목 33. 항목 32에 있어서, 광학적 투명 재료는 접착제와 상이한, 광학 페룰.

- [0102] 항목 34. 항목 29에 있어서, 접착제는 광 도파관으로부터의 광에 투명하지 않은, 광학 페룰.
- [0103] 항목 35. 광학 페룰로서,
- [0104] 광 도파관을 수용하고 고정하도록 구성된 적어도 하나의 홈;
- [0105] 광이 광학 페룰 내에서 전파될 때, 광 도파관으로부터의 광의 하나 이상의 특성들에 영향을 미치도록 구성된 적어도 하나의 광 영향 요소 - 광 영향 요소는 홈에 근접한 입력 표면을 가짐 -;
- [0106] 광 영향 요소의 입력 표면에 근접한 홈 내에 배치된 도파관 정지부 - 도파관 정지부는 입력 표면을 향한 광 도파관의 이동을 제한하도록 구성됨 -; 및
- [0107] 광 영향 요소의 입력 표면과 광 도파관의 출력 표면 사이의 공간 - 광 도파관이 홈 내에 설치되는 경우에, 광 도파관은 공간에 접근불가능함 - 을 포함하는, 광학 페룰.
- [0108] 항목 36. 항목 35에 있어서, 홈은 U자형, V자형, 또는 Y자형 홈을 포함하는, 광학 페룰.
- [0109] 항목 37. 항목 35 또는 항목 36에 있어서, 홈은 홈 내에 광 도파관을 중심설정하도록 구성된 센터링 측벽들을 포함하는, 광학 페룰.
- [0110] 항목 38. 항목 37에 있어서, 도파관 정지부는, 센터링 측벽들 사이의 폭이 도파관의 직경보다 작은 위치를 포함하는, 광학 페룰.
- [0111] 항목 39. 항목 35 내지 항목 38 중 어느 한 항목에 있어서, 광 영향 요소는 렌즈를 포함하는, 광학 페룰.
- [0112] 항목 40. 항목 35 내지 항목 39 중 어느 한 항목에 있어서, 광 영향 요소는 광 도파관으로부터의 광을 방향전환하도록 구성된 요소를 포함하는, 광학 페룰.
- [0113] 항목 41. 항목 35 내지 항목 40 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관 접근불가능 공간은 유연성 재료를 포함하도록 구성된 저장소를 포함하는, 광학 페룰.
- [0114] 항목 42. 항목 35 내지 항목 41 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관 접근불가능 공간은, 접착제로 채워지는 경우에, 도파관의 출력 표면과 광 영향 요소의 입력 표면 사이에서 광이 실질적으로 방해 없이 전파되도록 구성되는, 광학 페룰.
- [0115] 항목 43. 항목 35 내지 항목 42 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관 정지부는 도파관의 출력 표면과 광 영향 요소의 입력 표면 사이의 거리가 약 10  $\mu\text{m}$  초과가 되도록 위치되는, 광학 페룰.
- [0116] 항목 44. 항목 35 내지 항목 42 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관 정지부는 도파관의 출력 표면과 광 영향 요소의 입력 표면 사이의 거리가 약 40  $\mu\text{m}$  초과가 되도록 위치되는, 광학 페룰.
- [0117] 항목 45. 항목 35 내지 항목 42 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관 정지부와 광 영향 요소의 입력 표면 사이의 거리는 약 10  $\mu\text{m}$  초과인, 광학 페룰.
- [0118] 항목 46. 항목 35 내지 항목 42 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관 정지부와 광 영향 요소의 입력 표면 사이의 거리는 약 40  $\mu\text{m}$  초과인, 광학 페룰.
- [0119] 항목 47. 항목 35 내지 항목 46 중 어느 한 항목에 있어서, 홈은 측벽들을 포함하며, 전이 섹션의 측벽들 사이의 간격은 광 영향 요소의 입력 표면을 향해 홈을 따라 감소하는, 광학 페룰.
- [0120] 항목 48. 항목 47에 있어서, 전이 섹션은 실질적으로 평면 측벽들을 포함하는, 광학 페룰.
- [0121] 항목 49. 항목 47에 있어서, 전이 섹션은 비-평면 측벽들을 포함하는, 광학 페룰.
- [0122] 항목 50. 항목 47에 있어서, 광 도파관의 출력 표면은 도파관 정지부에서 전이 섹션의 측벽들과 접촉하는, 광학 페룰.
- [0123] 항목 51. 항목 47에 있어서, 광 도파관의 클래딩과 전이 섹션의 측벽들 사이의 접촉은 광 도파관을 홈의 중심 평면으로 측방향으로 가이드하는, 광학 페룰.
- [0124] 항목 52. 항목 35 내지 항목 51 중 어느 한 항목에 있어서, 도파관은 단일-모드 또는 다중-모드 광섬유인, 광학 페룰.
- [0125] 항목 53. 항목 35 내지 항목 52 중 어느 한 항목에 있어서, 각각의 홈의 저부 표면은 적어도 하나의 리세스된

섹션을 포함하는, 광학 폐물.

[0126] 항목 54. 항목 53에 있어서, 저부 표면의 대부분은 리세스된 섹션을 포함하는, 광학 폐물.

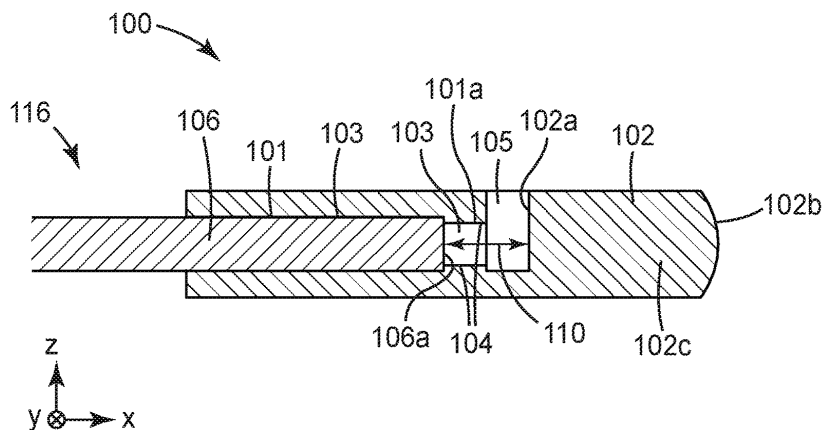
[0127] 항목 55. 항목 35에 있어서, 도파관은 입력 표면을 향한 광 도파관의 이동을 제한하도록 도파관 정지부에 연결된 돌출 특징부를 포함하는, 광학 폐물.

[0128] 달리 지시되지 않는 한, 본 명세서 및 청구범위에 사용되는 특징부 크기, 양, 및 물리적 특성을 표현하는 모든 수는 모든 경우에 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는 한, 전술한 명세서 및 첨부된 청구범위에 기재된 수치 파라미터는 본 명세서에 개시된 교시를 이용하는 당업자가 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있는 근사치이다. 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 사용은 그 범위 내의 모든 수(예컨대, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4 및 5를 포함함) 및 그 범위 내의 임의의 범위를 포함한다.

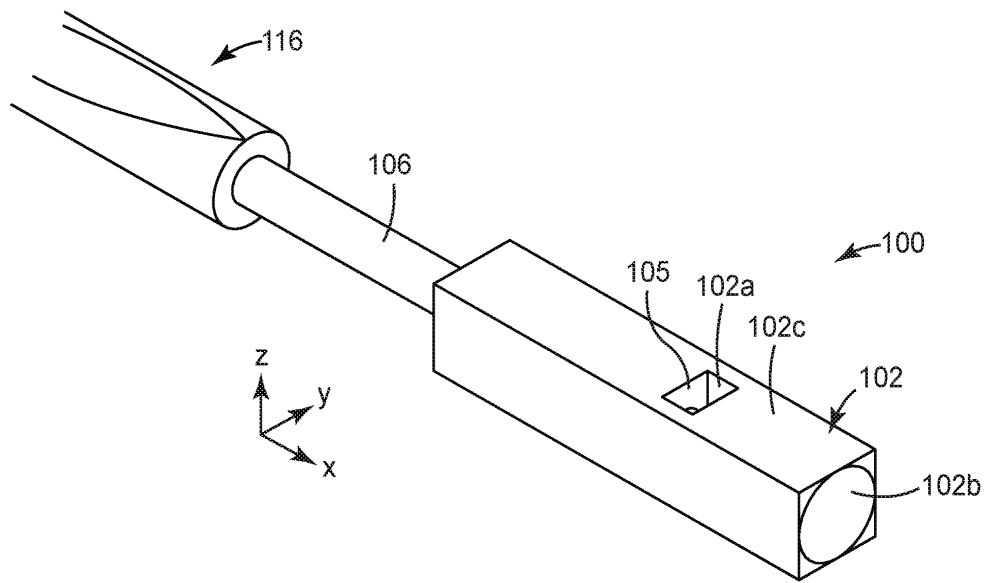
[0129] 위에서 논의된 일부 실시예들의 다양한 변형 및 변경은 당업자에게 명백할 것이고, 본 발명이 본 명세서에 기재된 예시적인 실시예들로 제한되지 않음이 이해되어야 한다. 독자는, 달리 지시되지 않는 한, 하나의 개시된 일부 실시예들의 특징부들은 또한 다른 모든 개시된 실시예에 적용될 수 있다고 생각하여야 한다. 또한, 본 명세서에서 언급된 모든 미국 특허, 특허 출원, 특허 출원 공보, 및 다른 특허와 비-특허 문헌이 전술한 개시 내용과 모순되지 않는 정도로 참고로 포함된다는 것을 이해하여야 한다.

## 도면

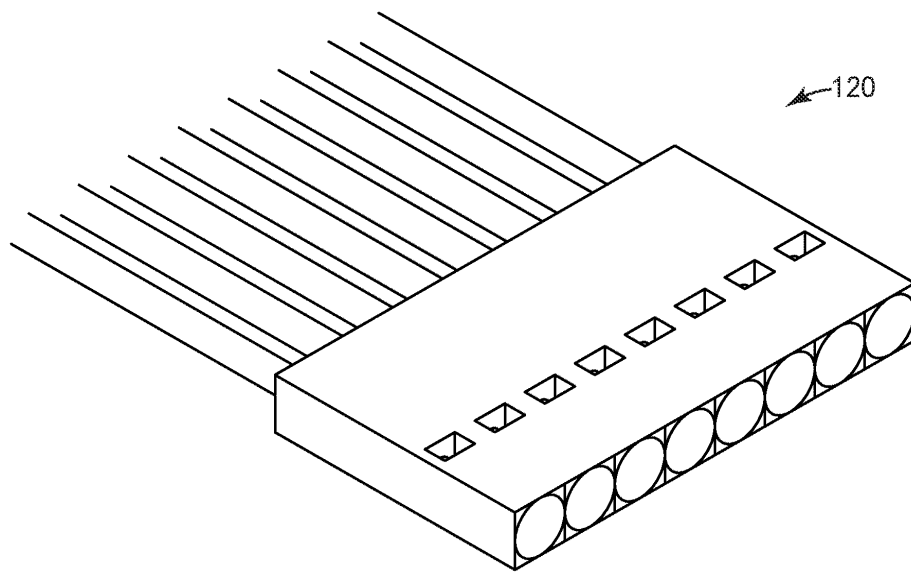
### 도면1a



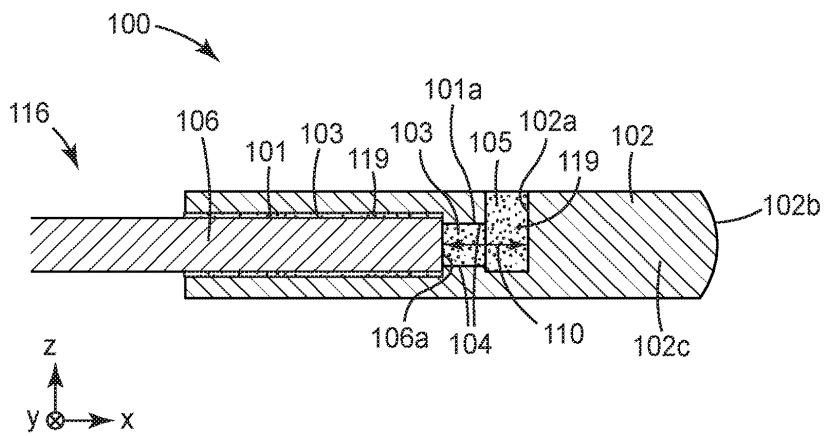
도면1b



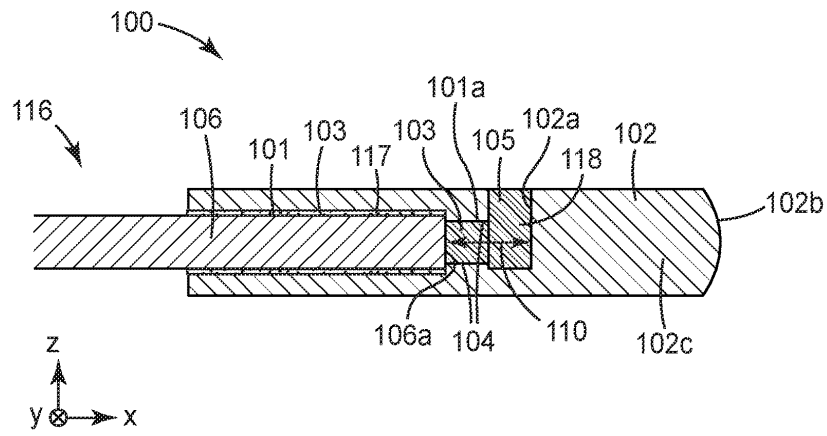
도면1c



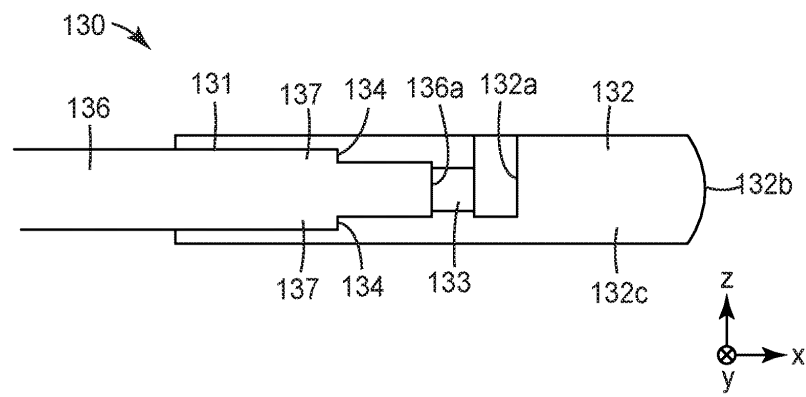
도면1d



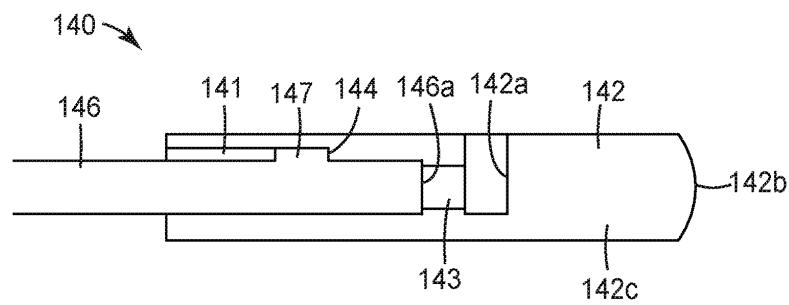
도면1e



도면1f

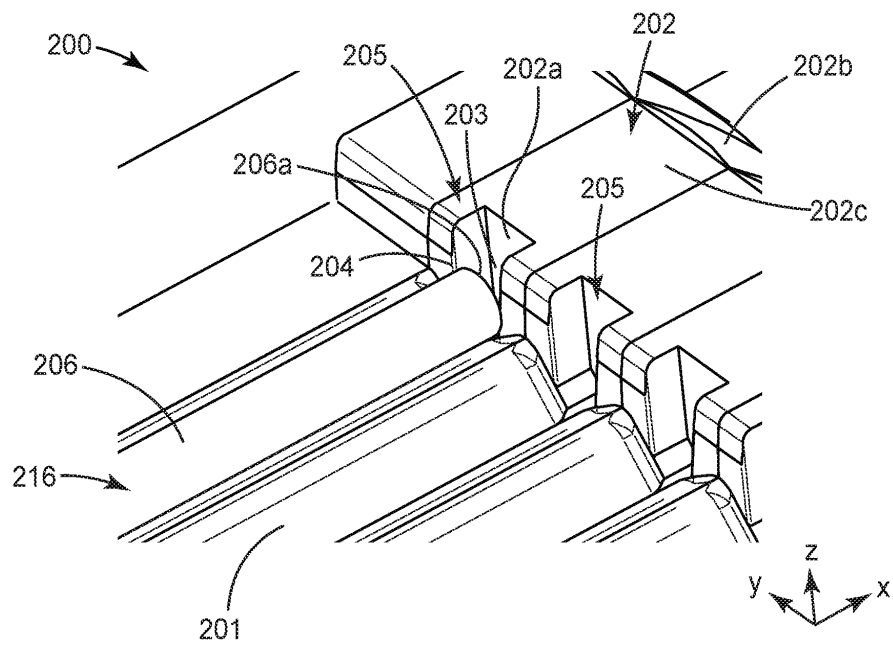


도면1g

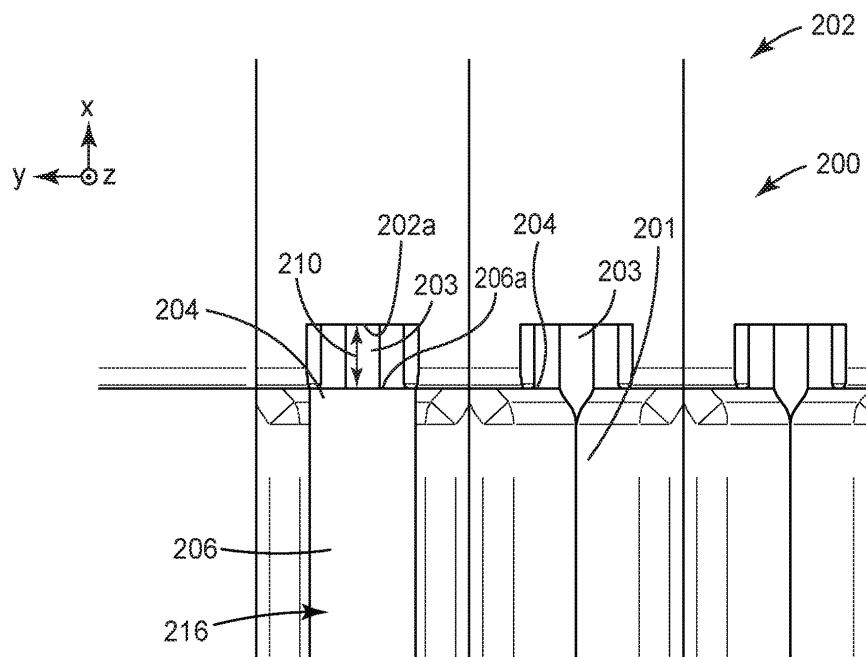




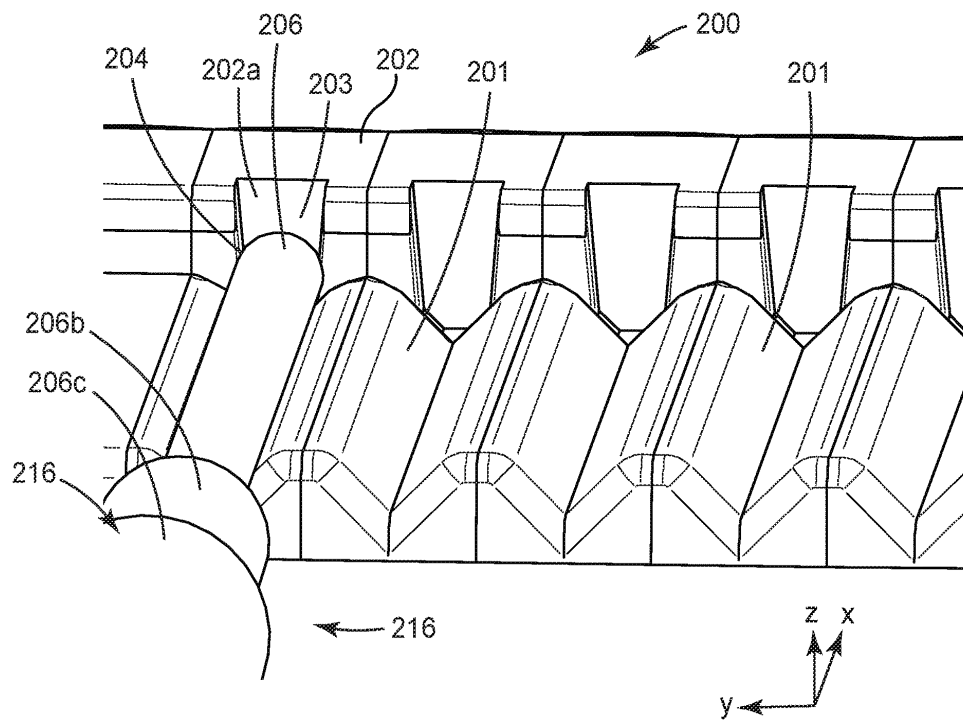
도면2a



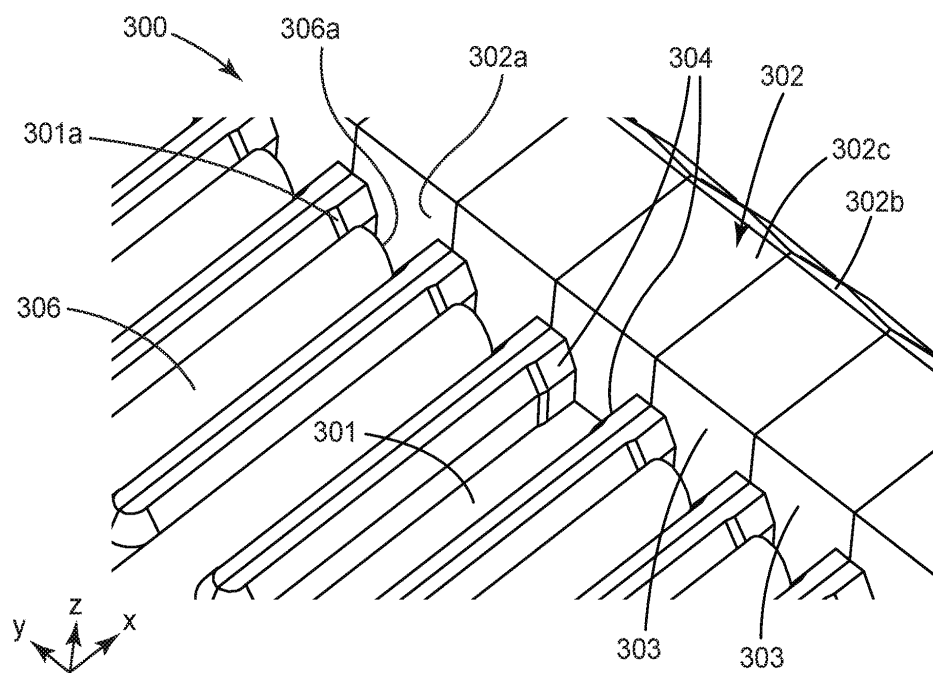
도면2b



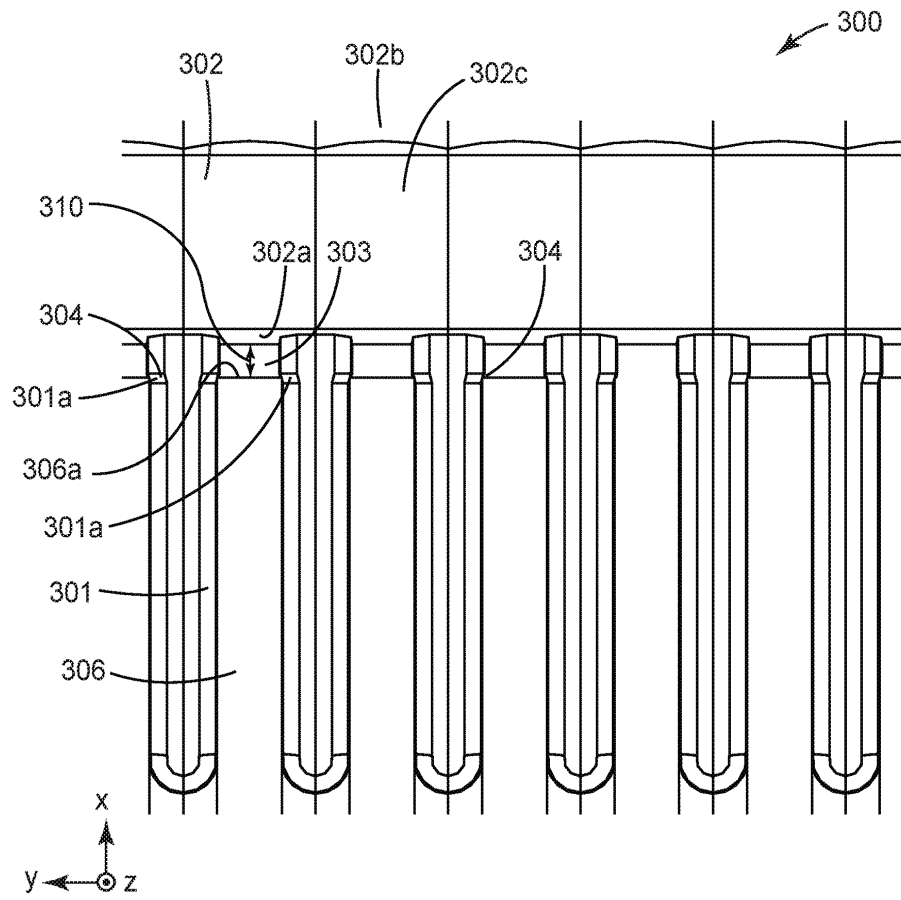
도면2c



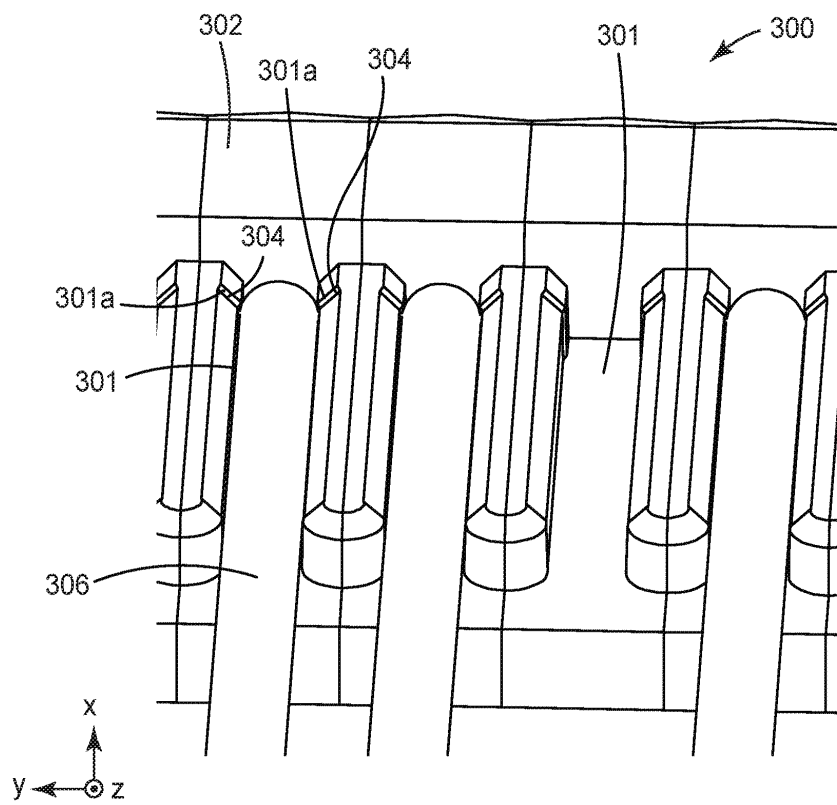
도면3a



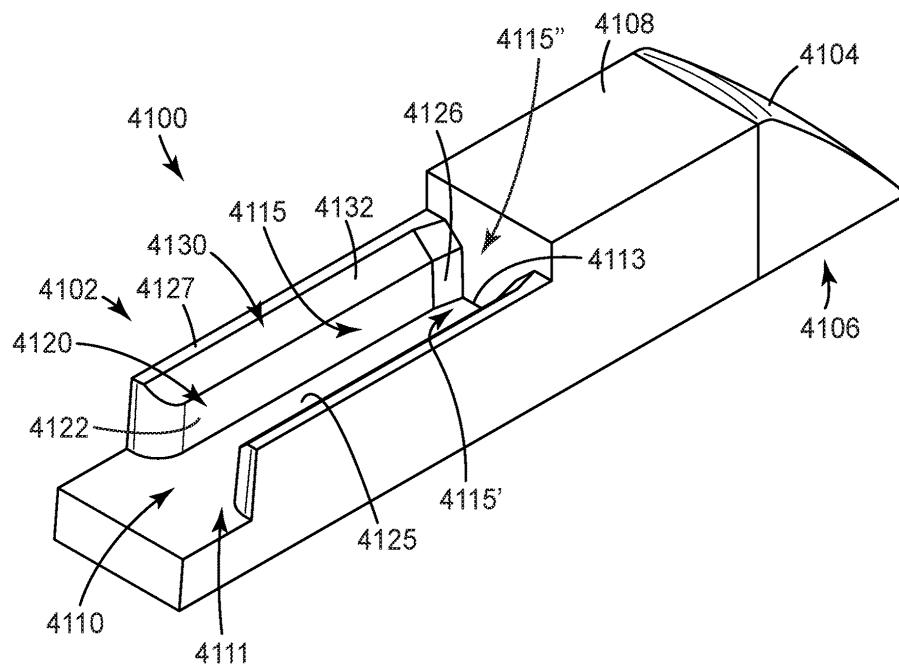
도면3b



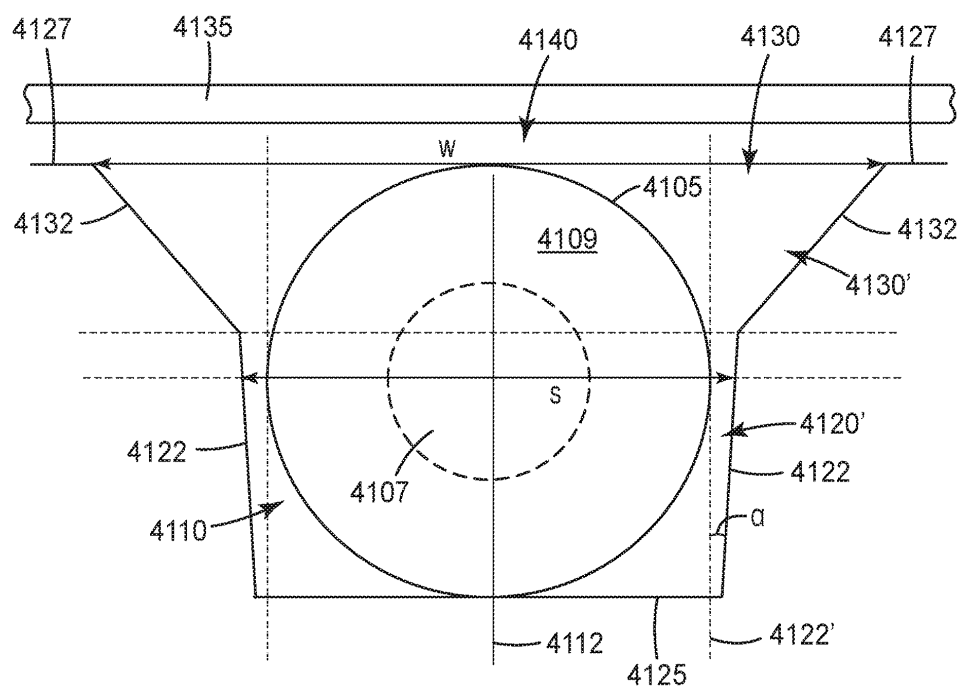
도면3c



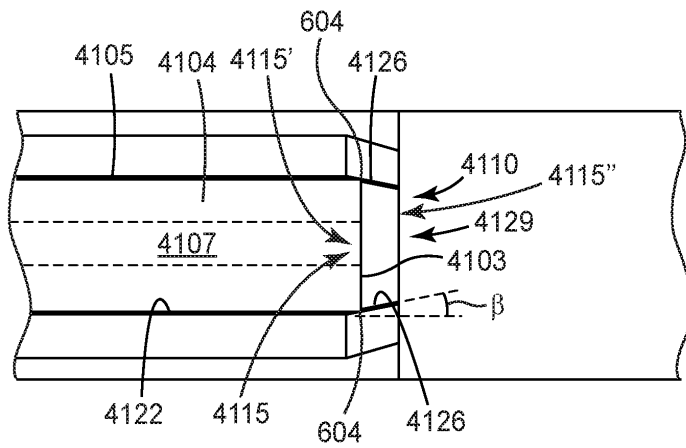
도면4



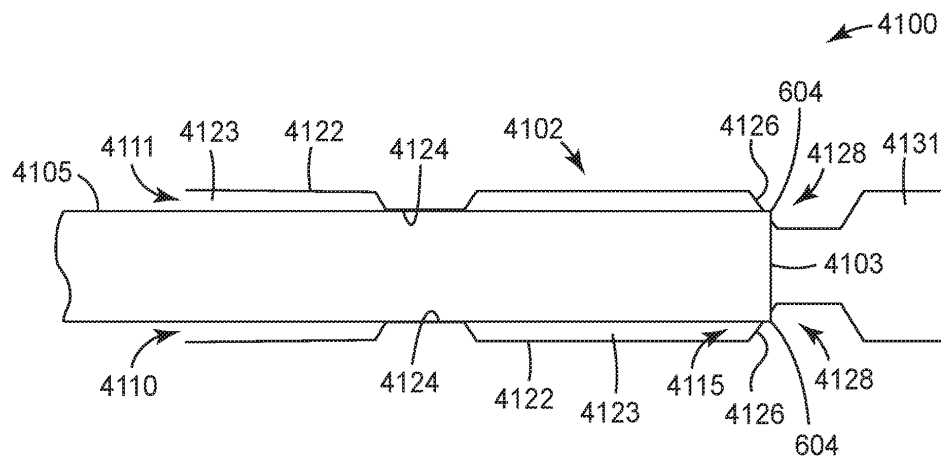
도면5



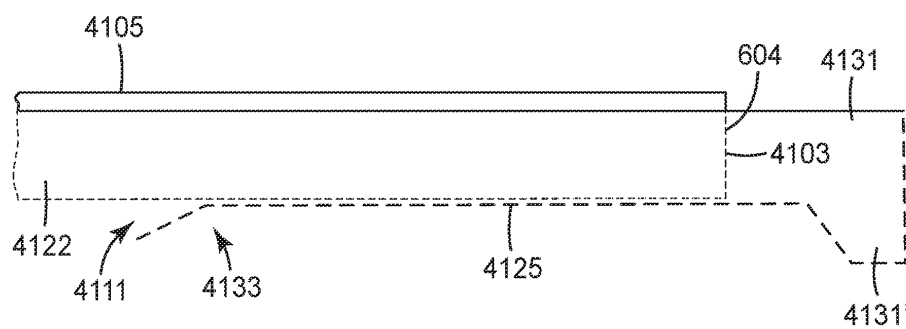
도면6



도면7

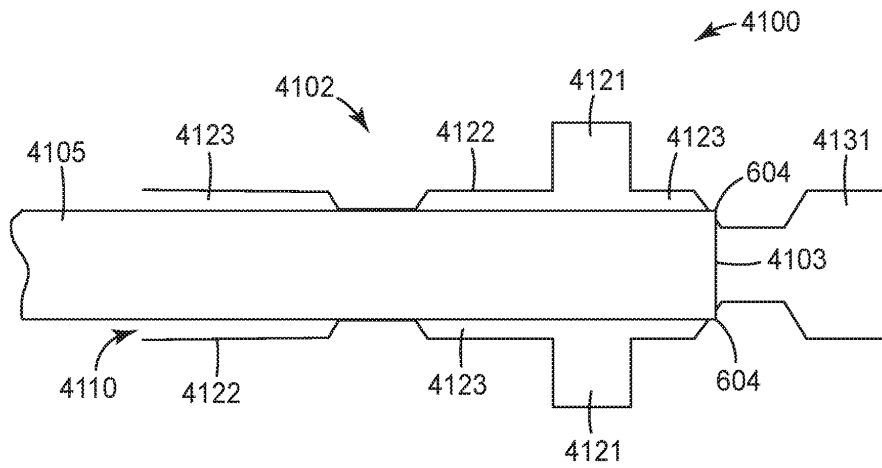


도면8

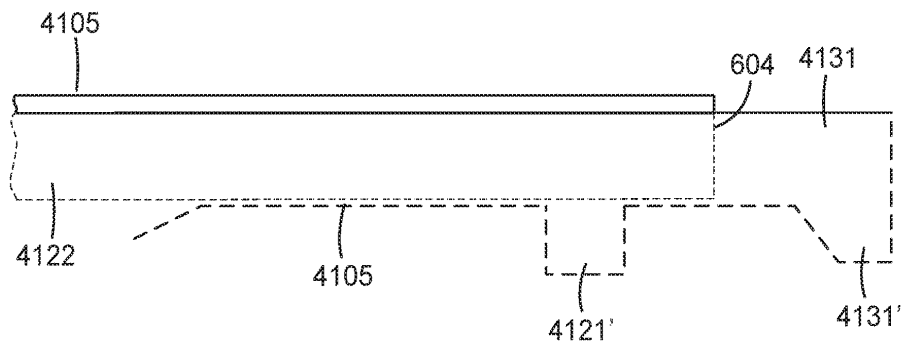




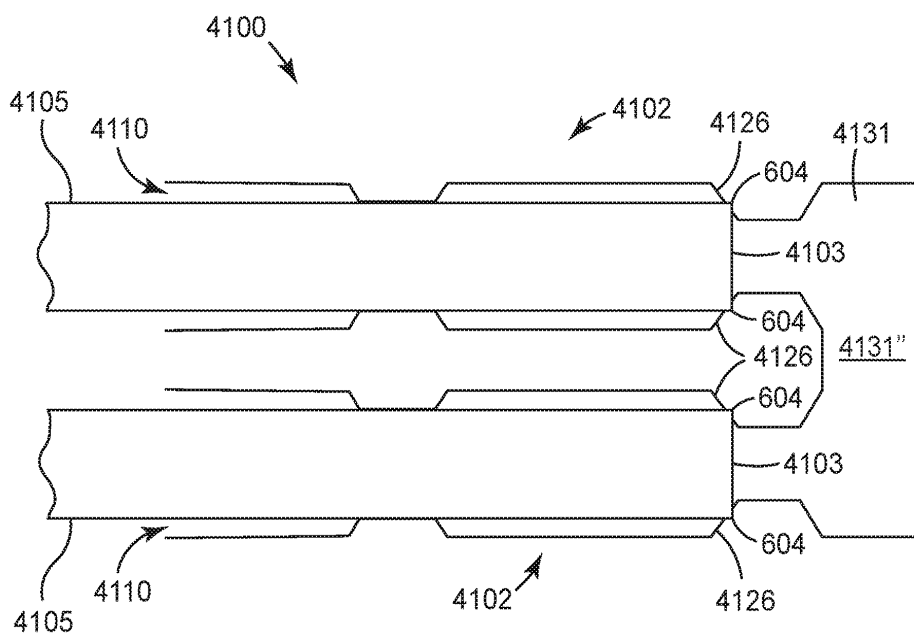
도면9



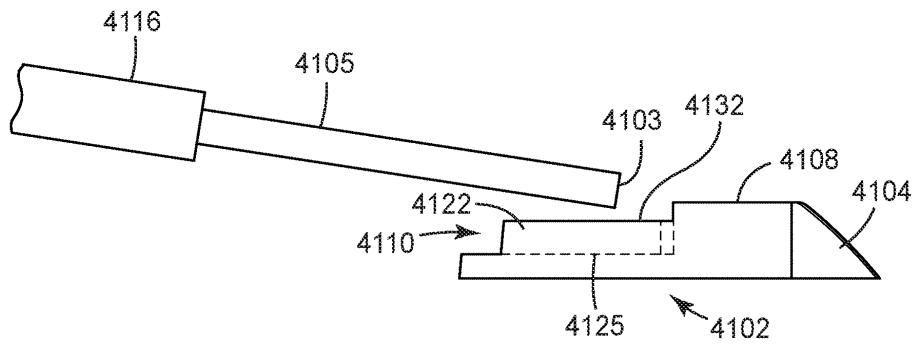
도면10



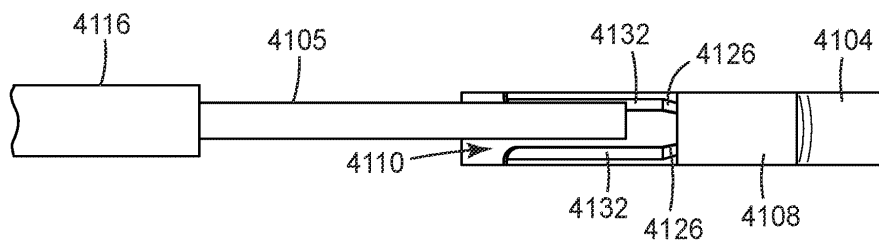
도면11



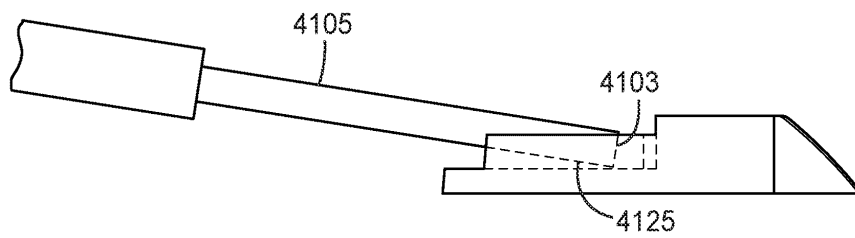
도면12



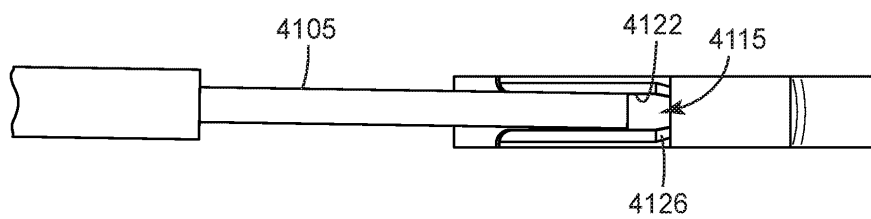
도면13



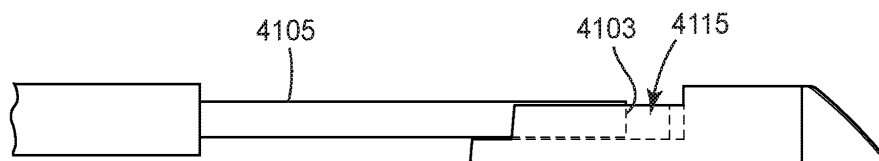
도면14



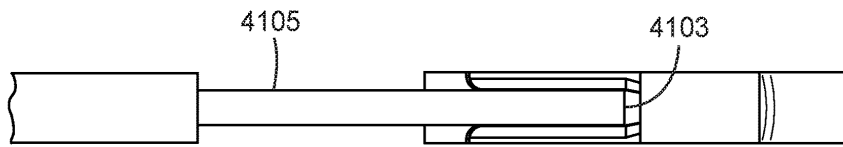
도면15



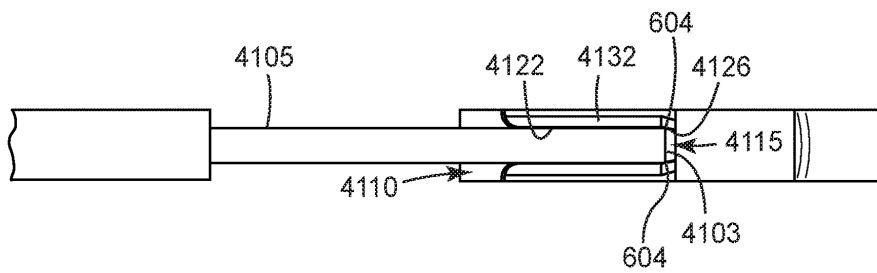
도면16



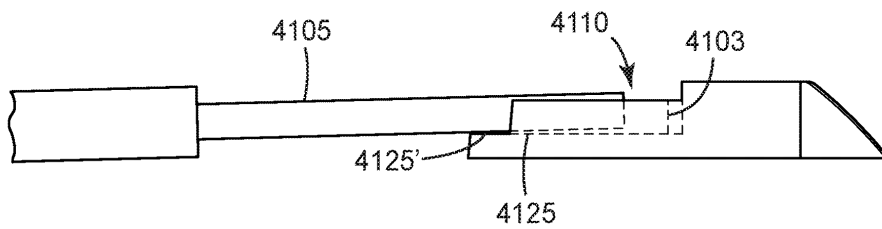
도면17



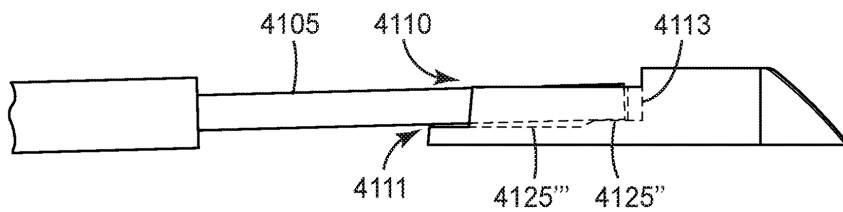
도면18



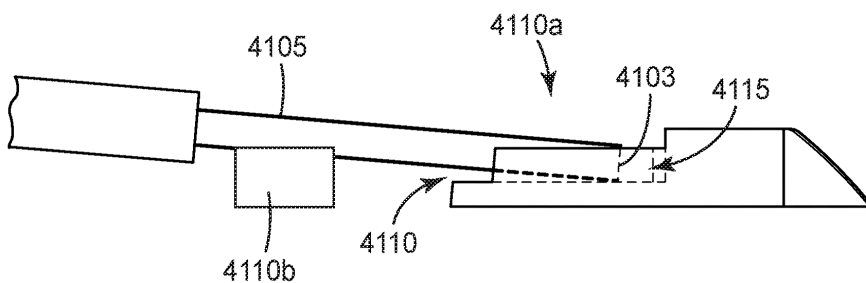
도면19



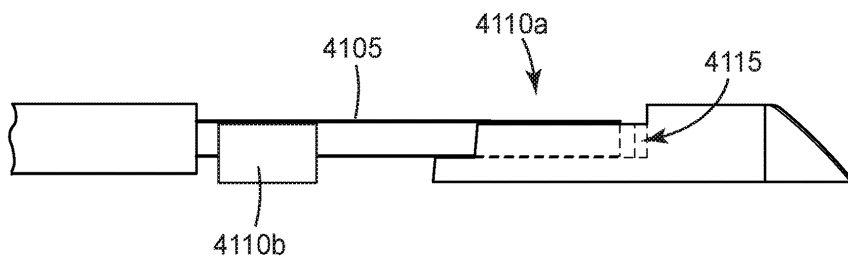
도면20



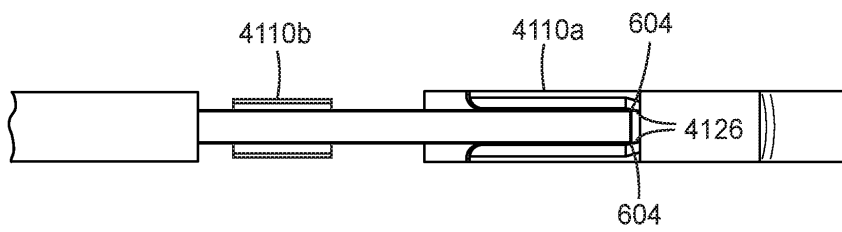
도면21



도면22



도면23



도면24

