



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년10월19일  
(11) 등록번호 10-2455953  
(24) 등록일자 2022년10월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61F 9/007 (2006.01) A61B 17/22 (2006.01)  
A61B 17/3205 (2006.01) A61B 17/34 (2006.01)  
A61B 34/30 (2016.01)
- (52) CPC특허분류  
A61F 9/00763 (2013.01)  
A61B 17/32056 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7009882  
(22) 출원일자(국제) 2015년09월17일  
심사청구일자 2020년09월14일  
(85) 번역문제출일자 2017년04월12일  
(65) 공개번호 10-2017-0056618  
(43) 공개일자 2017년05월23일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/050820  
(87) 국제공개번호 WO 2016/044672  
국제공개일자 2016년03월24일
- (30) 우선권주장  
62/051,396 2014년09월17일 미국(US)  
62/099,590 2015년01월05일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
W02014035862 A1  
JP02164360 A  
JP3069723 UR
- (73) 특허권자  
칼 짜이스 메디텍 캐터랙트 테크놀로지 인크.  
미국 89521 네바다주 레노 테크놀로지 웨이 8748
- (72) 발명자  
구구츠코바 마리아 손체바  
미국 10528 뉴욕주 해리슨 저스틴 로드 14  
클로슨 루크 더블유  
미국 94061 캘리포니아주 레드우드 시티 베레스포드 애비뉴 202
- (74) 대리인  
양영준, 김윤기

전체 청구항 수 : 총 14 항

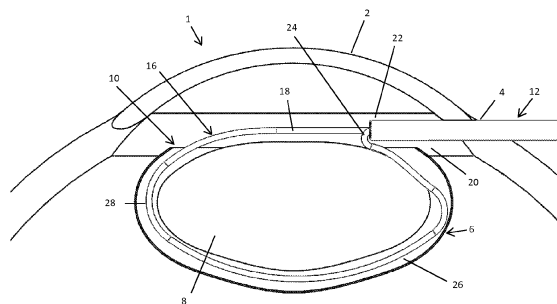
심사관 : 유재영

(54) 발명의 명칭 수정체 조직의 제거를 위한 장치 및 방법

(57) 요약

예시적인 수술 장치는 관통 형성된 루멘을 구비한 샤프트, 및 보관 위치로부터 요소의 더 큰 부분이 루멘의 원위 단부의 외부로 연장하는 전개 위치로 이동 가능한 요소를 포함하고; 보관 위치로부터 전개 위치로의 이동은, 요소의 제1 레그가 샤프트의 원위 단부에 대해 원위로 전진하게 하고, 요소의 제2 레그가 샤프트의 원위 단부에 대해 근위로 이동하게 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**A61B 17/3468** (2013.01)

**A61B 34/30** (2016.02)

**A61F 9/00754** (2013.01)

A61B 2017/22079 (2013.01)

A61B 2034/301 (2016.02)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

눈(1)의 수정체낭(6) 내에서 수정체(8)를 커팅하기 위한 수술 장치이며,

원위 단부 및 샤프트(12)를 통해 형성된 루멘(14)을 갖는 샤프트(12)로서, 루멘(14)은 종축, 루멘으로부터의 개방부, 및 원위 단부를 갖는, 샤프트(12); 및

제1 레그(18) 및 제2 레그(20)를 갖는 단편화 요소(16)로서, 단편화 요소(16)는, 단편화 요소(16)의 더 큰 부분이 루멘(14)의 개방부 밖으로 연장하는 제2 포착 구성을 향해 제1 삽입 구성으로부터 샤프트(12)에 대해 이동 가능한, 단편화 요소(16)

를 포함하고,

단편화 요소(16)가 제1 삽입 구성에 있을 때, 단편화 요소(16) 중 적어도 일부는 루멘(14) 내에 위치되고,

샤프트(12)의 원위 단부 및 제1 삽입 구성의 단편화 요소(16) 모두는 절개부(4)를 통해 눈(1)의 전방 챔버 내로 삽입하고 수정체낭(6) 내의 수정체(8)의 전방 표면 상에 배치하기 위해 크기 설정되며,

제2 포착 구성은 단편화 요소(16)에 의해 전적으로 형성된 루프를 포함하고, 루프는 개방 영역(46)을 포함하고, 개방 영역(46)의 제1 부분은 개방부에 원위이고 개방 영역(46)의 제2 부분은 개방부에 근위이며,

단편화 요소(16)의 제2 포착 구성은, 수정체가 수정체낭(6)에 남아 있는 동안 수정체낭(6)과 수정체(8) 사이에서 단편화 요소(16)의 전진을 허용하여 개방 영역(46) 내의 수정체(8)의 일부를 포착하도록 크기 설정되고 형상화되며,

단편화 요소(16)에 작동 가능하게 결합된 액추에이터(44)로서, 단편화 요소(16)를 인장시켜 개방 영역(46)을 감소시키고 수정체(8)를 커팅하도록 구성되는 액추에이터(44)

를 포함하는, 수술 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 단편화 요소(16)의 팁 부분을 제외한 전부가 제1 삽입 구성에서 루멘(14) 내에 위치되는, 수술 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 제2 포착 구성에서의 단편화 요소(16)로서, 루멘(14)의 외측에 위치한 단편화 요소(16)의 절반 이상은 루멘(14)의 종축으로부터 이격되는, 수술 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 단편화 요소(16)는 루멘(14) 밖으로의 단편화 요소(16)의 연장의 결과로서 제1 삽입 구성으로부터 제2 포착 구성을 향하는 단편화 요소(16)의 전이 중에 형상 변화를 겪고, 단편화 요소의 제2 포착 구성은 미리 설정된 형상인, 수술 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 요소는 니켈-티타늄 합금 와이어 또는 스트랩인, 수술 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 제2 레그는, 단편화 요소(16)가 제2 포착 구성에 있을 때, 루멘(14)의 종축에 대해 120° 를 초과하여 후방으로 구부러지는, 수술 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 제2 포착 구성에서, 단편화 요소(16)는 미리 설정된 형상을 형성하고, 단편화 요소(16)는 제1 삽입 구성으로부터 제2 포착 구성으로 이동 가능하여 눈의 수정체낭(6)과 수정체(8) 사이에서 이동하는, 수술 장치.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 루프는 평면을 형성하고, 종축은 평면에 있는, 수술 장치.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 장치는 샤프트(12)의 근위 단부에 결합된 손잡이(42)를 추가로 포함하고, 단편화 요소(16)는 손잡이 상의 액추에이터(44)의 작동에 응답하여 회전하고, 단편화 요소(16)는 샤프트(12)를 통해 형성된 루멘(14)의 종축에 대해 회전하는, 수술 장치.

#### 청구항 10

제9항에 있어서, 액추에이터(44)는 캠(50)과 단편화 요소(16) 모두에 작동식으로 결합되는 슬라이더이고, 슬라이더의 선형 운동은 캠으로 인해 단편화 요소(16)를 종축에 대해 회전하게 하는, 수술 장치.

#### 청구항 11

제1항에 있어서, 루프는 만곡되고 평탄하지 않은, 수술 장치.

#### 청구항 12

제1항에 있어서, 단편화 요소(16)의 제1 삽입 구성은 수정체낭(6)의 전방 표면 상의 수정체낭절개부(10)를 통해 삽입되도록 크기 설정되고 형상화되며,

단편화 요소(16)는 제1 삽입 구성으로부터 제2 포착 구성으로 이동 가능하여 수정체(8)와 수정체낭(6) 사이에서 이동하여,

단편화 요소(16)가 제2 포착 구성을 가질 때, 단편화 요소(16)는 수정체낭(6) 내에서 수정체(8)를 둘러싸도록 크기 설정되고 형상화되며,

수정체(8)가 수정체낭(6) 내에 있는 동안, 단편화 요소(16)는 제2 포착 구성으로부터 제3 구성으로 이동 가능하여 수정체(8)에 절단력을 인가하는,

수술 장치.

#### 청구항 13

제1항에 있어서, 단편화 요소(16)는 제1 삽입 구성으로부터 제2 포착 구성으로 이동 가능하여, 수정체낭(6)에 대한 손상과 관련된 임계량 미만의 힘을 수정체낭(6)에 인가하는 동안, 수정체(8)와 수정체낭(6) 사이에서 이동하는, 수술 장치.

#### 청구항 14

제1항에 있어서, 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)는 루멘(14) 내의 제1 레그(18)의 일부 및 샤프트(12)의 적어도 일부의 내부에 위치한 제2 레그(20)의 일부를 포함하는, 수술 장치.

#### 청구항 15

삭제

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001]

관련 출원에 대한 상호 참조

[0002]

본 출원은 발명의 명칭이 '백내장 수술 시의 필라멘트 절단을 사용한 수정체 파편화를 위한 방법 및 장치(METHOD AND DEVICE FOR LENS FRAGMENTATION USING FILAMENT CUTTING IN CATARACT SURGERY)'인 2014년 9월 17일자로 출원된 미국 가특허 출원 제62/051,396호 및 발명의 명칭이 '안과 수술 시의 내부 중재적 수정체낭내 파편화, 회수, 및 추출을 위한 방법 및 장치(METHOD AND DEVICE FOR AB-INTERNO INTERVENTIONAL ENDOCAPSULAR FRAGMENTATION, RETRIEVAL AND EXTRACTION IN OPHTHALMIC SURGERY)'인 2015년 1월 5일자로 출원된 미국 가특허 출원 제62/099,590호에 기초하여 우선권을 주장하고, 이들은 본원에서 모든 목적으로 전체적으로 참조로 통합되었다.

[0003]

본 발명은 대체로 수술 장치에 관한 것이고, 더 구체적으로 안과 수술 시의 수정체 조직 또는 다른 조직의 추출

에 관한 것이다.

## 배경 기술

- [0004] 소정의 유형의 종래의 안과 수술은 조직이 눈으로부터 추출될 수 있도록, 수정체 조직 및 안구내 렌즈와 같은 고체 안구내 물체를 조각으로 분해하는 것을 요구한다. 백내장 수술을 위한 수정체의 추출은 미국 내에서만 연간 3백만 건 초과로 수행되는 가장 일반적인 외래 환자 수술 분야 중 하나이다. 수정체는 유리체강을 (수정체낭과 각막 사이에 위치된) 전안방으로부터 분리하는 수정체낭으로 지칭되는 해부학적 구조물 내에 존재한다. 유리체강과 전안방 사이에서 유체 연통을 허용하는 것은 바람직하지 않고, 따라서 수정체의 추출 과정 중에, 수정체낭의 후방 표면의 완결성을 유지하는 것이 주의된다. 그러나, 수정체낭은 얇고 정교한 조직으로 구성된다. 결과적으로, 의사는 수정체낭에 대한 의도치 않은 손상을 회피하기 위해 수정체 조직을 제거할 때 극도의 주의를 기울여야 한다. 시술을 더욱 복잡하게 하는 것은 수정체가 전형적으로 대체로 원형인 절개부를 통해 수정체낭의 전방 표면으로부터 제거되는 것이다. 시술, 및 시술로부터 생성된 절개부는 수정체낭절개술로 지칭된다. 전형적으로, 수정체낭절개술은 직경이 2.8 - 3mm를 초과하지 않는다. 대체로, 백내장 수술 및 수정체를 치료하는 다른 외과적 시술은 수정체낭의 전안방 및 전방 표면으로의 접근을 제공하는, 각막의 모서리 내의 작은 절개부를 만듦으로써 수행된다. 그 후에, 수정체낭절개술이 수행되고, 그 다음 그러한 개방부는 수정체로의 외과적 접근을 위해 이용될 수 있다.
- [0005] 백내장 수술 중에, 수정체 추출을 위해 일반적으로 사용되는 방법은 수정체유화술이고, 이는 수정체를 분해하기 위해 초음파 에너지를 사용하고, 그 후에 수정체 파편이 흡출(aspiration)된다. 수정체 파편화 및 추출의 다른 방법은 수정체를 파편으로 분해하고 그 다음 내부 접근으로 각막 내의 절개부를 통해 추출하기 위해, 후크 또는 나이프와 같은 기계식 기구, 또는 레이저와 같은 에너지 전달 기구의 사용을 포함한다.
- [0006] 그러나, 기존의 도구 및 기술은 수정체의 전체 두께 파편화를 보장하지 않는다. 이러한 기술은 눈의 전방 표면으로부터 수정체에 접근하고, 그러므로 기계식 기구에 의해 가해지는 박리력은 제한되어, 흔히 완전 두께 세그먼트화를 달성하기에 불충분하다. 아울러, 각막의 모서리에서의 절개부를 통한 외과적 접근으로 인해, 기계식 기구는 수정체낭절개술에 의해 형성된 평면에 대해 실질적으로 평행한 각도로 전달된다. 결과적으로, 종래의 수술용 올가미, 루프, 또는 와이어 회수 도구는 그러한 장치가 파편화 또는 추출을 제공하기 위해 수정체 둘레에서 루프 형성될 수 있는 배향이 아니다. 아울러, 그러한 종래의 도구가 그럴 수는 없지만, 수정체 둘레에서 루프 형성될 수 있더라도, 갈고리의 와이어는 그가 제 위치로 이동될 때 수정체낭에 과도한 손상력을 인가할 위험이 있다. 에너지 전달 기구는 수정체낭과 같은 다른 정교한 해부학적 구조물에 물리적으로 가까운 수정체의 섹션을 절단하는 그의 능력에 있어서 제한된다. 예를 들어, 수정체의 후방 모서리가 수정체낭의 후방 모서리에 매우 근접하기 때문에, 레이저는 대체로 수정체의 후방 모서리를 절단하기 위해 사용되지 않아서, 완전히 파편화되지 않고 2차 기술을 사용하여 신중하게 파편화되어야 하는 수정체를 남긴다.
- [0007] 이러한 이유로, 수정체유화술은 수정체 제거의 가장 인기있는 방법이 되었다. 그러나, 수정체유화술은 그 자신의 결점을 갖는다. 유체 및 물질이 수정체낭 및 전안방으로부터 흡출될 때, 생리식염수와 같은 다른 유체가 일정한 체적 또는 압력을 유지하기 위해 흡인(inspiration)된다. 흡인 및 흡출 중의 눈 안에서의 유체의 유동은 각막 내피와 같은 눈 속의 조직에 대해 해로운 효과를 가질 수 있는 난류 유동을 생성할 수 있다. 수정체유화술에서 사용되는 초음파 에너지는 안조직에 대한 그 자신의 부정적인 결과를 가질 수 있다. 아울러, 수정체유화술은 고가의, 고비용 설비를 요구하여, 수정체유화술이 수행될 수 있는 장소를 제한한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0008] 본 개시내용은 수정체 조직을 제거하기 위한 기존의 기술이 대체로 불편하며 비효율적이라는 것을 인식한다. 아울러, 기존의 기술에서의 수정체낭을 손상시킬 위험을 극복하기 위해, 수정체는 완전히 분해되거나 용해되지 않아서, 임상적으로 바람직한 것보다 더 큰 크기의 하나 이상의 파편을 남긴다.
- [0009] 그러므로, 본 개시내용은 수정체를 작은 파편으로 효과적으로 분해하여 그러한 파편을 포착하는 장치 및 방법을 제공한다. 그러한 장치 및 방법은 선택적으로 눈 수술을 위한 다른 장치 또는 방법을 보완하거나 대체한다. 그러한 방법 및 인터페이스는 수정체낭과 같은 안조직에 대한 손상의 위험을 감소시키고, 더 효율적인 외과적 경험을 생성한다.

## 과제의 해결 수단

- [0010] 몇몇 실시예에서, 수술 장치는 관통 형성된 루멘을 구비한 샤프트; 및 보관 위치로부터 요소의 더 큰 부분이 루멘의 원위 단부의 외부로 연장하는 전개 위치로 이동 가능한 요소를 포함하고; 보관 위치로부터 전개 위치로의 이동은 요소의 제1 레그가 샤프트의 원위 단부에 대해 원위로 전진하게 하고, 요소의 제2 레그가 샤프트의 원위 단부에 대해 근위로 이동하게 한다.
- [0011] 몇몇 실시예에서, (수정체낭, 수정체낭 내부의 수정체, 및 각막을 포함하는) 사람의 눈에 대한 수술을 위한 장치는 관통 형성된 루멘을 구비한 튜브; 및 적어도 제1 형상과 제2 형상 사이에서 변화하도록 구성된 단편화 요소를 포함하고, 제2 형상은 주연부를 갖고, 단편화 요소는 루멘의 원위 단부로부터 연장하고; 제1 형상은 수정체낭의 전방 표면 상의 수정체낭절개부를 통해 삽입되도록 크기 설정되고, 수정체낭절개부의 직경은 수정체의 직경보다 더 작고; 단편화 요소는 단편화 요소가 제2 형상을 가질 때, 단편화 요소가 그의 주연부 내에 수정체의 적어도 일 부분을 포함하도록, 수정체와 수정체낭 사이에서 이동하기 위해 제1 형상으로부터 제2 형상으로 이동 가능하고; 단편화 요소는 수정체에 절단력을 인가하기 위해 제2 형상으로부터 제3 형상으로 이동 가능하다.
- [0012] 몇몇 실시예에서, 눈 수술을 위한 장치는 관통 형성된 루멘을 구비한 샤프트; 루멘 내에 적어도 부분적으로 위치된 내측 회전 요소; 루멘 내에 적어도 부분적으로 위치되며, 방사상으로 내측 회전 요소와 샤프트 사이에 위치된 외측 회전 요소; 외측 회전 요소의 원위 단부로부터 원위로 연장하는 제1 복수의 스트랩으로서, 제1 복수의 스트랩 각각은 서로로부터 원주방향으로 이격되는, 제1 복수의 스트랩; 내측 회전 요소의 원위 단부로부터 원위로 연장하는 제2 복수의 스트랩으로서, 제2 복수의 스트랩 각각은 서로로부터 원주방향으로 이격되는, 제2 복수의 스트랩; 및 스트랩 각각의 원위 단부에 연결된 팁을 포함하고; 제1 복수의 스트랩 및 제2 복수의 스트랩은 폐쇄 위치로부터 개방 위치로 이동 가능하고; 제1 복수의 스트랩 및 제2 복수의 스트랩 중 적어도 하나는 개방 위치에서 다른 것에 대해 회전 가능하다.

## 도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 각막의 측면 내의 절개부를 통한 샤프트 및 단편화 요소의 삽입을 도시하는, 눈의 해부학적 구조의 측면 개략도이다.
- 도 2는 전개 위치에서의 단편화 요소의 평면도이다.
- 도 3은 단편화 요소가 제1 삽입 구성인, 완성된 수정체낭절개부를 구비한 수정체낭의 사시도이다.
- 도 4는 단편화 요소가 제2 포착 구성인, 완성된 수정체낭절개부를 구비한 수정체낭의 사시도이다.
- 도 5는 단편화 요소가 제3 파편화 위치에 있는, 완성된 수정체낭절개부를 구비한 수정체낭의 사시도이다.
- 도 6은 단편화 요소가 명확함을 위해 도시되지 않은, 도 5의 수정체의 사시도이다.
- 도 7은 단편화 요소 및 수정체낭이 명확함을 위해 도시되지 않은, 도 5의 수정체의 사시도이다.
- 도 8은 손잡이, 샤프트, 및 복수의 단편화 요소를 포함하는 수술 장치의 사시도이다.
- 도 9는 단편화 요소가 제1 삽입 구성인, 도 8의 수술 장치의 사시도이다.
- 도 10은 좌측 슬라이더가 좌측 단편화 요소를 제2 포착 구성을 향해 확장시키도록 전진된, 도 8의 수술 장치의 사시도이다.
- 도 11은 좌측 슬라이더가 좌측 단편화 요소를 제2 포착 구성으로 확장시키도록 완전히 전진된, 도 8의 수술 장치의 사시도이다.
- 도 12는 우측 슬라이더가 우측 단편화 요소를 제2 포착 구성을 향해 확장시키도록 전진된, 도 8의 수술 장치의 사시도이다.
- 도 13은 우측 슬라이더가 우측 단편화 요소를 제2 포착 구성으로 확장시키도록 완전히 전진된, 도 8의 수술 장치의 사시도이다.
- 도 14는 수정체에 대한 단편화 요소를 도시하는, 도 13의 사시도이다.
- 도 15는 도 8의 수술 장치의 원위 단부의 상세 사시도이다.

도 16은 우측 슬라이더가 그의 초기 위치에 있는, 손잡이의 절결 사시도이다.

도 17은 도 16의 손잡이의 일부의 상세 사시도이다.

도 18은 도 16의 손잡이의 상이한 부분의 상세 사시도이다.

도 19는 우측 슬라이더가 부분적으로 전진된, 도 16 - 도 18의 손잡이의 상세 사시도이다.

도 20은 우측 슬라이더가 도 19에서의 그의 위치보다 더 원위로 전진된, 도 16 - 도 18의 손잡이의 상세 사시도이다.

도 21은 우측 슬라이더가 그의 원래의 위치를 향해 복귀된, 도 16 - 도 18의 손잡이의 상세 사시도이다.

도 22는 우측 슬라이더가 그의 원래의 위치로 복귀된, 도 16 - 도 18의 손잡이의 상세 사시도이다.

도 23은 수정체를 포위하도록 샤프트로부터 연장하는 2개의 단편화 요소의 다른 실시예의 측면도이다.

도 24는 수정체를 포위하도록 샤프트로부터 연장하는 2개의 단편화 요소, 및 보유 백의 다른 실시예의 평면도이다.

도 25는 제1 삽입 구성의 수술 기구의 다른 실시예의 원위 단부의 사시도이다.

도 26은 제2 확장 구성의 도 25의 수술 기구의 원위 단부의 사시도이다.

도 27은 수정체 파편을 포위하는 제2 확장 구성의 도 25의 수술 기구의 원위 단부의 사시도이다.

도 28은 제3 케이징 구성의 도 25의 수술 기구의 원위 단부의 사시도이다.

도 29는 제4 제거 구성의 도 25의 수술 기구의 원위 단부의 사시도이다.

도 30은 수술 기구의 대안적인 실시예의 측면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014]

도 1을 참조하면, 눈(1)의 정상 해부학적 구조는 각막(2), 수정체낭(6), 및 수정체낭(6) 내의 수정체(8)를 포함한다. 절개부(4)가 각막(2)의 모서리 내에 만들어지고, 의사는 수정체낭(6)에 대해 수정체낭절개술을 수행하여, 수정체낭(6)의 전방 표면 내에 수정체낭절개부(10)를 생성한다. 수정체낭절개부(10)는 메스로 절개하는 것, 펌프 레이저 또는 다른 에너지 기반 절단기에 의해 에너지를 인가하는 것, 로봇 또는 자동화 제어 하에서 절개하는 것과 같은 임의의 적합한 방식으로, 또는 임의의 다른 적합한 방식으로 수행될 수 있다. 수정체낭절개부(10)는 대략 2.0mm 내지 8.0mm의 직경으로 파열 또는 절단될 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 수정체낭절개부(10)는 특히 (아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같은) 수정체(8)의 파편이 더 작은 직경의 수정체낭절개부(10)를 통해 추출되기에 크기가 충분히 작은 경우에, 2.0mm보다 직경이 더 작게 만들어질 수 있다. 수정체낭절개부(10)는 일반적으로 행해지는 바와 같이, 전자 핀셋과 같은 분리된 기구 세트에 의해 만들어질 수 있다. 대안적으로, 수정체낭절개술을 용이하게 하거나 완전하게 수행하기 위한 특징 및 도구가 본원에서 설명되는 수술 장치(40) 내로 통합될 수 있다. 예를 들어, 전자 핀셋은 도구(40)가 수정체낭절개술을 수행할 수 있도록 샤프트(12)의 원위 단부에 추가될 수 있다. 다른 예로서, 블레이드, 각막절삭기, 후크, 레이저, 절제 에너지 인가기 등 중 하나 이상이 수술 중에 사용하기 위해 샤프트(12)의 원위 단부 내로 통합되거나 그와 관련될 수 있다. 예를 들어, 연장형 팁이 샤프트(12)에 부착되어, 본원에서 설명되는 바와 같은 파편화 단계들 사이에서 수정체(8)를 회전시키기 위해 사용될 수 있다. 연장형 팁은 사용자가 수정체(8)를 새로운 배향으로 회전시켜서 수정체(8)를 상이한 각도로부터 단편화할 수 있도록 수정체(8) 내로 관통될 수 있는 예리한 팁일 수 있다. 몇몇 실시예에 따르면, 수정체낭절개술을 수행하기 위해 의사에 의해 사용되는 임의의 분리된 도구들은 각막(2) 내의 절개부(4)의 외부로 제거된다. 또한 도 3을 참조하면, 샤프트(12)가 그 다음 각막(2) 내의 절개부(4)를 통해 삽입된다. 도 3에서 보이는 바와 같이, 샤프트(12)의 원위 단부는 눈(1)의 외부로부터 관찰될 때, 수정체낭절개부(10)로부터 이격되어, 수정체낭절개부(10) 위에 (즉, 전방에) 위치되지만, 수정체낭절개부(10)의 원주부 내에 위치된다. 도 1에서 보이는 바와 같이, 샤프트(12)는 각막(2) 내의 절개부(4)를 통한 그의 삽입 시에 수정체낭절개부(10)의 모서리에 의해 형성된 평면에 대해 대체로 평행하다. 몇몇 실시예에서, 단편화 요소(16)의 원위 단부는 제1 삽입 구성에서 샤프트(12)의 원위 단부의 외부로 연장한다. 그러한 실시예에서, 급격한 반경의 굽힘부(24)가 근위 방향을 향해 적어도 부분적으로 이미 구부러져서, 샤프트(12) 외부에 위치될 수 있다. 이러한 방식으로, 단편화 요소(16)가 초탄성 재료로부터 제조되는 실시예에서도, 단편화 요소(16)의 제2 레그(20)가 제1 삽입 구성으로부터 제2 포착 구성으로의 전이 중에 구부러지는 각도가 감소된다. 아울러, 단편



화 요소의 전부를 유지하는 것보다 단편화 요소(16)의 일부를 유지하기 위해 더 작은 공간이 샤프트(12)의 루멘(14) 내에서 요구되어, 샤프트(12)가 직경이 더 작게 만들어지도록 허용한다. 샤프트(12)는 그를 통해 형성된 루멘(14)을 포함한다. 몇몇 실시예에 따르면, 샤프트(12)는 둥근 팁을 구비한 타원형 단면 튜브이다. 타원형 단면은 각막 절개부(4)를 통해 눈(1) 속으로 삽입되는 샤프트(12)의 능력을 향상시킨다. 추가로, 복수의 단편화 요소가 있는 경우에, 이들은 타원형 단면 샤프트(12)의 루멘(14) 내에서 더 쉽게 나란히 배열될 수 있다. 대안적으로, 샤프트(12)는 원형 단면 또는 임의의 다른 적합한 형상의 단면을 가질 수 있다. 단편화 요소(16)의 근위 단부는 샤프트(12)의 루멘(14)을 통해 연장한다. 대안적으로, 단편화 요소(16)의 전체는 제1 삽입 구성에서 샤프트(12)의 루멘(14) 내에 위치된다. 대안적으로, 1개를 초과하는 단편화 요소(16)가 이용되고, 이때 각각의 단편화 요소(16)는 초기에 제1 삽입 구성에 있다. 단일 단편화 요소(16)가 명확함을 위해 이러한 특정 실시예에 관하여 설명되지만, 아래의 추가의 개시내용에 비추어, 임의의 적합한 개수의 단편화 요소(16)가 제공되어, 단일 수정체 제거 수술에서 사용될 수 있음과, 본원의 장치 및 방법은 임의의 특정 개수의 단편화 요소(16)의 사용으로 제한되지 않음이 명백할 것이다.

[0015] 몇몇 실시예에 따르면, 단편화 요소(16)는 제1 레그(18) 및 제2 레그(20)를 포함한다. 도 16 - 도 22에 관하여 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 단편화 요소(16)의 레그(18, 20)들 중 하나는 샤프트(12)에 대해 이동 가능할 수 있고, 단편화 요소(16)의 레그(18, 20)들 중 다른 하나는 샤프트(12)에 대해 고정될 수 있다. 예를 들어, 단편화 요소(16)의 제2 레그(20)는 샤프트(12)에 대해 고정될 수 있고, 단편화 요소(16)의 제1 레그(18)는 샤프트(12)에 대해 활주 가능할 수 있다. 제2 레그(20)는 권축, 용접, 접착, 기계식 인터로킹, 또는 임의의 다른 적합한 구조물 또는 방법에 의해 샤프트(12) 또는 다른 구조물에 연결될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 단편화 요소(16)는 원형, 타원형, 또는 다른 외상을 일으키지 않는 단면을 구비한 와이어이다. 다른 실시예에서, 단편화 요소(16)는 스트랩이다. 본 문헌에서 사용되는 바와 같이, 스트랩은 종방향으로 관찰될 때, 두께보다 폭이 더 큰 구조물이다.

[0016] 단편화 요소(16)의 원위 단부가 샤프트(12)의 외부로 원위로 연장하는 제1 삽입 구성에서, 단편화 요소(16)는 눈(1)을 손상시키지 않고서 표준 각막 절개부(4)를 통과하도록 크기 설정되고 형상화된다. 각막 절개부(4)는 폭이 대체로 3.5mm 이하이고, 소형 나이프에 의해 만들어진다. 따라서, 샤프트(12)의 외경은 유리하게는 3.5mm 이하이다. 상이한 크기의 절개부(4)가 사용되는 경우에, 절개부(4)를 길이가 5mm 이하인 선으로서 형성하는 것이 가장 바람직하다는 것을 고려하여, 샤프트(12)의 상이한 외경이 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 단편화 요소(16)는 샤프트(12)가 절개부(4)를 통해 삽입될 때 단편화 요소가 샤프트(12)의 내경 내에 있도록, 완전히 샤프트(12)의 루멘(14) 내에 위치되고, 그 다음 눈 속에서 샤프트(12)의 외부로 연장된다. 대안적으로, 추가의 구성요소가 각막 절개부(4)를 통한 삽입 중에 단편화 요소(16)를 감싸기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 각막 절개부(4)를 통한 삽입을 보조할 수 있도록 샤프트(12)의 단부로부터 더 작은 단면으로 점진적으로 테이퍼지는 테이퍼편이 샤프트(12)의 원위 단부 상에 위치될 수 있다. 테이퍼편은 또한 삽입 중에 단편화 요소(16)를 덮어서 이를 구속할 수 있다. 테이퍼편은 단편화 요소(16)가 절개부(4)를 통과한 후에 관통 연장하거나 파열 개방할 수 있는 전방부 내의 슬릿을 추가로 가질 수 있다.

[0017] 몇몇 실시예에 따르면, 단편화 요소(16)는 단편화 요소(16)가 각막 절개부(4)를 통해 눈(1) 속으로 삽입될 때 구부러지거나 굴곡되도록 허용하는, 니켈-티타늄 합금과 같은 가요성 또는 초탄성 재료로부터 제조된다. 이러한 실시예에서, 단편화 요소(16)의 수축된 형상은 하나 이상의 치수에 있어서 각막 절개부(4)보다 더 클 수 있고, 샤프트(12)가 수정체낭절개부(10)를 향해 이동할 때 절개부(4)를 통과하기 위해 굴곡된다. 대안적으로, 단편화 요소(16)는 제1 삽입 구성을 갖지 않을 수 있고, 수정체(8)와 맞물리도록 이후에 이용되는 동일한 구성으로 절개부(4)를 통해 삽입될 수 있다. 그러한 실시예에서, 단편화 요소(16)는 그가 각막 절개부(4)를 통과할 때 압축되고, 그 다음 그가 눈(1)으로 진입하면 재확장한다. 또 다른 실시예에서, 단편화 요소(16)는 제1 삽입 구성을 갖지 않을 수 있고, 수정체(8)와 맞물리도록 이후에 이용되는 더 큰 구성으로 절개부(4)를 통해 삽입될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 단편화 요소(16)는 임의의 개수의 방법으로 각막 절개부(4)를 통해 걸리거나, 회전되거나, 달리 삽입될 수 있다.

[0018] 도 4를 참조하면, 단편화 요소(16) 또는 요소들은 샤프트(12)의 루멘(14)에 대해 원위로 밀린다. 위에서 설명된 바와 같이, 단편화 요소(16)의 하나의 레그(20)는 단편화 요소(16)의 다른 레그(18)가 샤프트(12)의 루멘(14)에 대해 원위로 밀리도록, 고정될 수 있다. 결과적으로, 단편화 요소는 제1 삽입 구성으로부터 제2 포착 구성으로 이동한다.

[0019] 단편화 요소(16)는 임의의 적합한 재료로부터 제조될 수 있다. 예를 들어, 위에서 설명된 바와 같이, 니켈-티타늄 합금과 같은 형상 기억 재료가 단편화 요소(16)가 다량의 탄성에 의해 제2 포착 구성의 그의 미리 정의된

형상으로 이동하도록 허용하기 위해 사용될 수 있다. 하나의 실시예에서, 니켈-티타늄 합금은 그의 초탄성 상태에서 사용될 수 있고, 여기서 니켈-티타늄 합금은 제1 삽입 구성으로부터 제2 포착 구성으로 이동하도록 그의 결정 구조를 변형시킨다. 다른 실시예에서, 단편화 요소(16)는 실온보다 높지만 체온보다 낮은 전이 온도에 도달하면 제1 삽입 구성으로부터 제2 포착 구성으로 이동하도록 형상 설정된 니켈-티타늄 합금으로부터 제조된다. 따라서, 니켈-티타늄 합금으로부터 제조된 단편화 요소(16)는 수축된 형상을 유지하도록, 그의 전이 온도 아래의 실온에서 눈으로 진입할 수 있다. 단편화 요소(16)가 눈(1) 속으로 위치되고 체온으로 가온되도록 허용되면, 니켈-티타늄 합금은 그의 전이 온도보다 더 따뜻해져서, 그의 미리 한정된 제2 포착 구성으로 복귀하기 시작할 수 있다. 이러한 형상 변화는 루프가 수정체를 통한 단편화 평면을 형성할 수 있도록 형상이 변화하는 동안, 의사가 단편화 요소를 수정체낭(6) 내로 위치시켜서 배향하도록 허용하는 기간에 걸쳐 발생할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 니켈-티타늄 합금. 대안적으로, 수술 장치(40)에 의해 능동적으로 가온될 수 있는 스테인리스와 같은 임의의 다른 개수의 생체친화성 재료가 고려될 수 있고, 이러한 경우에, 단편화 요소(16)의 전이 온도는 실온보다 높지만 수정체낭(6)의 조직 또는 눈(1)의 다른 조직을 손상시키는 온도보다 낮게 선택될 수 있다. 형상 기억 플라스틱과 같은 다른 형상 기억 재료가 니켈-티타늄 합금 대신에 이용될 수 있다. 대안적으로, 스테인리스강, 티타늄, 실리콘, 폴리이미드, PEBAX<sup>®</sup> 폴리에틸 블록 아미드, 나일론, 폴리카르보네이트, 또는 임의의 다른 적합한 재료와 같은 임의의 다른 개수의 생체친화성 재료가 고려될 수 있다. 또한, 단부 대 단부로 또는 라미네이팅된 층으로 접합된 복수의 재료 또는 재료의 동심 튜브들이 사용될 수 있다.

[0020] 또한 도 1 및 도 4를 참조하면, 제2 포착 구성에서, 단편화 요소(16)는 수정체 포착을 위해 특이적으로 형상화된다. 몇몇 실시예에 따르면, 제2 포착 구성은 단편화 요소를 제조하기 위한 탄성 또는 초탄성 재료의 사용을 통해서와 같이, 단편화 요소(16)의 미리 설정된 형상이다.

[0021] 도 4에서 가장 명확하게 보이는 바와 같이, 제2 포착 구성에서, 단편화 요소(16)는 수정체(8)의 단면과 대체로 유사하게 형상화되고, 수정체낭(6) 내의 수정체(8)를 둘러싸도록 형상화되고 크기 설정된 불규칙한 루프와 비슷하다. 위에서 설명된 바와 같이, 몇몇 실시예에서, 단편화 요소(16)는 일정 길이의 등근 와이어로부터 제조된다. 단편화 요소(16)의 제2 포착 구성은 병합 지점(22)을 구비하고, 병합 지점에서 단편화 요소(16)의 제1 레그(18)와 제2 레그(20)가 다시 함께 병합하여, 폐쇄된 루프와 비슷한 주연부를 구비한 형상을 형성한다. "병합"은 단편화 요소(16)의 제1 레그(18)와 제2 레그(20)를 서로 근접하게 위치시키는 것을 지칭한다. 병합 지점(22)은 샤프트(12)의 원위 단부에 또는 그에 근접하여 위치될 수 있다. 제2 포착 구성에서, 단편화 요소는 병합 지점(22)에 대해 원위로 연장하는 원위 부분(28), 및 병합 지점(22)에 대해 근위로 연장하는 근위 부분(26)을 포함한다. 병합 지점(22)은 이러한 예시적인 실시예에서, 수정체의 표면 위의, 수정체낭(6)의 상부에서의 수정체낭절개부(10)에 의해 형성된 원 내의 지점이다. 몇몇 실시예에서, 단편화 요소(16)의 근위 부분(26)은 도 1에 도시된 바와 같이 급격한 반경의 굽힘부(24)를 포함할 수 있다. 급격한 반경의 굽힘부(24)는 제2 레그(20)가 병합 지점(22)으로부터 근위로 연장하도록 단편화 요소(16)의 제2 레그(20)를 근위로 구부린다. 대안적으로, 단편화 요소(16)는 그러한 예리한 반경의 굽힘부가 없이 이러한 경로 전이를 달성하기 위해 상이한 경로를 취할 수 있다. 예를 들어, 커브 또는 오실레이션과 같은 도 1의 정상 평면 외부에 있는 경로들이 단편화 요소(16)의 근위 부분(26)의 전체 굽힘 반경을 감소시키기 위해 통합될 수 있다. 이는 아래에서 설명될 바와 같은 다른 더 작은 수축된 구성으로 형상을 변화시키는 단편화 요소(16)의 능력을 개선할 수 있다.

[0022] 위에서 설명된 바와 같이, 제1 레그(18) 및/또는 제2 레그(20)는 샤프트(12)의 루멘(14)의 외부로 밀리고, 다른 레그는 샤프트에 대해 고정된다. 대안적으로, 단편화 요소(16)의 레그(18, 20) 모두는 샤프트(12)에 대해 이동 가능하고, 샤프트(12)의 루멘(14)에 대해 활주하도록 구성된다. 대안적으로, 샤프트(12)는 활주 구성요소일 수 있고, 단편화 요소(16)는 고정 유지된다. 레그 또는 레그(18, 20)들이 루멘(14)으로부터 외측으로 밀릴 때, 단편화 요소(16)는 제2 포착 구성으로 전이한다. 단편화 요소(16)가 전이할 때, 급격한 반경의 굽힘부(24)는 단편화 요소의 근위 섹션이 수정체낭(6)을 향한 방향으로 루멘(14)의 종방향 중심선의 일 측면으로부터 그리고 이에 대해 이격된 위치에서, 샤프트(12)의 원위 단부로부터 근위로 연장하도록 허용한다. 이러한 방식으로, 단편화 요소(16)는 도 1에서 보이는 바와 같이, 수정체낭절개부(10)를 통해 하방으로 연장하며 수정체낭절개부(10)의 직경보다 더 큰 수정체낭(6) 내에서의 길이로 확장할 수 있다. 몇몇 실시예에 따르면, 급격한 반경의 굽힘부(24)는 도 1에서 보이는 바와 같이, 샤프트(12)의 종방향 중심선에 대해 그리고 원위 방향에 대해 적어도 120°의 각도를 갖는 제2 레그(20)를 생성한다. 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)의 원위 부분(28) 및 근위 부분 모두는 (예컨대, 수정체낭 파열 또는 구멍, 수정체낭 과연신(over-stretching), 또는 수정체낭 조직의 내측 표면 손상과 같은) 손상을 일으키지 않고서 수정체낭(6)으로 진입하기 위해, 완만하게 만곡되며 수정체낭(6)의 외측 측면의 크기 및 형상과 대체로 비슷하다.

- [0023] 또한 도 2를 참조하면, 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)의 형상은 몇몇 실시예에 따르면, 상부 수정체 표면에 대해 대체로 편평하거나 수평인 평면을 형성한다. 다시 도 1 및 도 3을 참조하면, 올바른 배향에서, 단편화 요소(16)는 그가 수정체낭절개부(10)를 통해 수정체낭(6)을 개방하도록 유지된다. 단편화 요소(16)가 계속 확장할 때, 단편화 요소(16)에 의해 형성된 평면은 단편화 요소가 수정체낭과 수정체 사이의 공간을 횡단하도록 회전될 수 있다. 평면은 샤프트(12)의 루멘(14)의 종축을 포함한다. 대안적으로, 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)의 형상은 단일 평면 내에 놓이지 않는 더욱 3차원적인 형상이다. 예를 들어, 단편화 요소(16)는 편평한 평면의 내외로 진동할 수 있거나, 하나의 방향으로 또는 다른 방향으로 편평한 평면의 외부로 실질적으로 만곡될 수 있다. 회전은 사용자에게 의한 샤프트(12) 또는 수술 장치(40)의 수동 회전에 의해 달성될 수 있거나, 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 수술 장치(40) 내의 통합된 메커니즘에 의해 달성될 수 있다. 또한 도 4를 참조하면, 단편화 요소(16)는 제1 삽입 구성으로부터 제2 포착 구성으로의 경로의 대부분을 진행하였고, 수정체(8)에 대해 부분적으로 회전되었다. 단편화 요소(16)는 형상 평면이 주로 수직이거나 임의의 개수의 다른 각도가 되도록 회전될 수 있다. 그러한 회전을 생성하기 위한 메커니즘 및 방법이 아래에서 더 상세하게 설명된다. 추가로, 다양한 각도로 회전하는 복수의 단편화 요소(16)가 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 회전은 단편화 요소(16)가 제2 포착 구성으로 전이할 때까지 발생하지 않는다. 몇몇 실시예에 따르면, 회전은 단편화 요소(16)가 제2 포착 구성으로 전이하는 동안 시작한다. 예를 들어, 회전은 단편화 요소(16) 내의 개방 영역(46)이, 5 - 6mm 현(chord)이 근위 부분(26) 및 원위 부분(28) 상의 2개의 지점들 사이의 개방 영역(46)을 가로질러 연장하는 크기로 확장하면, 시작될 수 있다. 다른 예로서, 회전은 현이 5 - 6mm보다 더 길거나 더 짧을 때 시작될 수 있다.
- [0024] 단편화 요소(16)의 제2 포착 구성은 몇몇 실시예에 따르면, 7.0 - 15.0mm의 폭 및 3.0 - 10.0mm의 높이를 갖는, 도 1을 참조한 대체로 타원형 형상일 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 단편화 요소(16)의 폭은 4.0mm - 20.0mm이고, 높이는 1.0 - 15.0mm이다. 몇몇 실시예에서, 단편화 요소(16)의 제2 포착 구성의 크기는 소정의 영역에서 또는 전체 프로파일을 따라, 수정체의 크기보다 의도적으로 더 작을 수 있다. 이는 수정체(8)에 가까이 유지되는 단편화 요소(16)의 능력을 개선하며, 수정체낭(6)과의 상호 작용을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 단편화 요소(16)의 제2 포착 구성은 폭이 12.0mm이고 높이가 4.0mm일 수 있다. 이는 타원의 높이를 따라 간섭을 유지하면서 타원의 폭에서 단편화 요소(16)와 수정체(8) 사이에 간극을 허용할 수 있고, 이는 수정체낭(6)의 후방 표면을 손상시킬 가능성을 감소시킬 수 있다. 즉, 단편화 요소(16)의 제2 포착 구성을, 단편화 요소가 수정체(8)의 가장 두꺼운 부분을 포위하는 위치로 이동하기보다는 수정체(8)의 일 부분과 맞물리도록, 구성함으로써, 단편화 요소(16)는 단편화 요소(16)의 제2 포착 구성이 수정체(8)의 가장 두꺼운 부분을 포위할 수 있는 구성보다, 더 작게 크기 설정되고 수정체낭(6)과 덜 맞물린다. 다른 실시예에서, 단편화 요소(16)의 제2 포착 구성은 수정체(8) 둘레에서 대체로 특이적인 간극을 갖도록 미리 정의된다. 몇몇 실시예에 따르면, 단편화 요소(16)의 제2 포착 구성은 대체로 타원형인 것과는 상이한 형상을 갖는다.
- [0025] 단편화 요소(16)는 요소가 수정체낭을 손상시키는 것을 추가로 방지하는 특징 또는 기하학적 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 단편화 요소(16)는 몇몇 실시예에 따르면, 수정체낭(6)을 파열 또는 손상시킬 가능성을 감소시키기에 충분한 직경의 둥근 와이어이다. 그러한 둥근 와이어의 직경은 0.004인치 - 0.012인치일 수 있지만, 또한 0.001인치 - 0.030인치 직경과 같이, 과도한 응력이 수정체낭(6) 상에 가해지는 것을 방지하는 임의의 크기일 수 있다. 대안적으로, 단편화 요소(16)의 프로파일은 더 큰 폭 또는 높이를 갖는 타원형일 수 있거나, 더 큰 표면 영역에 걸쳐 수정체낭(6) 상에서 단편화 요소(16)의 힘을 추가로 분배하기 위한 스트랩일 수 있고, 이에 의해 단편화 요소에 의해 수정체낭(6) 상에 가해지는 높은 압력의 영역을 감소시키거나 제거한다.
- [0026] 몇몇 실시예에서, 단편화 요소(16)의 외측 표면의 일부는 장치의 소정의 양태를 개선하기 위해 코팅될 수 있다. 예를 들어, 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 단편화 요소(16)는 수정체낭(6)과 수정체(8) 사이의 공간을 횡단한다. 단편화 요소(16)가 이러한 해부학적 구조물들 사이를 이동할 때, 더 친수성이거나 소수성인 표면을 가져서, 단편화 요소(16)가 더 자유롭게 회전 및 이동하는 것이 유리할 수 있다. 하나의 실시예에서, 단편화 요소(16)는 플루오로 중합체; 예를 들어, PTFE와 같은 소수성 재료로 코팅될 수 있다. 코팅은 침지 코팅, 플라즈마 증착 공정, 열 수축 슬리브, 또는 임의의 다른 적합한 방법을 통해 추가될 수 있다. 코팅은 단편화 요소(16)가 더 자유롭게 이동하도록 허용하기 위해, 단편화 요소(16)와, 수정체(8) 및/또는 수정체낭(6) 사이의 마찰을 감소시킬 수 있다. 마찰을 감소시키는 다른 방법은 기계식 절제, 플라즈마 처리, 또는 임의의 다른 적합한 방법을 사용하는 것을 포함할 수 있다. 대안적으로, 단편화 요소(16)는 시술 중에 내부로 방출되도록 구성된 활성 약제와 같은 다른 재료로 코팅될 수 있다. 예를 들어, 트리암시놀론과 같은 스테로이드가 시술 중에 눈 속으로 방출되도록 단편화 요소(16)의 표면에 첨가될 수 있다. 임의의 다른 개수의 코팅 및 약물이 고려될



수 있다.

[0027] 단편화 요소(16)는 임의의 다른 적합한 기하학적 형상 또는 재료로 구성될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 단편화 요소(16)는 둥근 와이어이다. 와이어는 수정체(8)와 수정체낭(6) 사이의 공간을 비절개식으로 횡단하도록 구성된다. 와이어는 단편화 요소(16)의 길이를 따라 다양한 크기 또는 직경을 가질 수 있다. 대안적으로, 단편화 요소(16)는 임의의 개수의 다른 프로파일일 수 있다. 예를 들어, 단편화 요소(16)는 튜브, 리본, 스트랩, 육각형 프로파일을 갖는 와이어, 또는 임의의 다른 개수의 적합한 형상일 수 있다. 또한, 단편화 요소(16)의 프로파일은 그의 길이를 따라 변화할 수 있다. 예를 들어, 단편화 요소(16)는 수정체낭(6)에 대한 손상이 특히 우려되는 그의 프로파일을 따라 하나 이상의 패드(pad) 영역을 포함할 수 있다. 패드 영역은 단편화 요소(16)의 적절한 영역 상으로 결합 또는 코팅된 실리콘과 같은 연질 탄성중합체 재료와 같지만 이로 제한되지 않는 상이한 재료들을 포함할 수 있다. 패드 영역은 더 큰 영역에 걸쳐 힘을 분배할 수 있고, 수정체낭(6)에 대해 더 부드럽고 더 외상을 일으키지 않는 접촉을 제공할 수 있다. 다른 실시예에서, 패드 영역은 소정의 영역 내에서의 단편화 요소의 기하학적 프로파일 변화이다. 예를 들어, 확대되거나 넓어진 영역은 동일한 재료로 구성되더라도, 더 큰 영역에 걸쳐 힘을 분배한다. 추가로, 단편화 요소의 강성 또는 가요성은 소정의 영역 내에서 재료 두께 또는 와이어 직경을 변화시킴으로써 단편화 요소(16)에 걸쳐 변할 수 있다. 대안적으로, 슬리브 또는 다른 재료가 소정의 영역 내에서 국소적으로 강성을 증가시키기 위해 단편화 요소(16)에 추가될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 단편화 요소(16)는 소정의 영역 내에서 그의 가요성 또는 강성을 변화시키는 그의 길이를 따른 절결부 또는 리브를 가질 수 있다.

[0028] 다른 실시예에서, 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)의 형상은 미리 결정되지 않는다. 대신에, 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)의 형상은 수정체(8)와 맞물리는 단편화 요소(16)의 재료 또는 기하학적 특성에 의해 정의된다. 단편화 요소(16)는 단편화 요소(16)가 수정체낭(6) 내에 있으며 완전히 개방될 때에도 최소의 힘이 수정체낭(6)에 인가되도록, 수정체(8)와 맞물리기 위한 회전을 허용하기에 충분한 강성을 유지하면서, 그의 길이를 따라 충분히 가요성이거나, 탄성이거나, 부드럽거나, 무딜 수 있다. 다른 실시예에서, 단편화 요소(16)는 단편화 요소(16)가 수정체낭(6) 상으로 과도한 힘을 가하지 않도록 충분히 부드럽고 직경이 충분히 클 수 있는 실리콘과 같은 연질 탄성중합체일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 단편화 요소(16)는 수정체낭(6)에 인가되는 힘이 더 큰 영역에 걸쳐 분배되고, 그러므로 파열 압력이 감소될 수 있도록, 소정의 부분 및 모서리를 따라 충분히 무딜 수 있다. 또 다른 실시예에서, 단편화 요소(16)는 복수의 요소들의 링크, 예를 들어, 체인형 구조물로 구성될 수 있어서, 복수의 요소들 사이에서의 가요성 이동을 허용한다. 또 다른 실시예에서, 단편화 요소(16)는 그의 가요성을 국소적으로 증가시킬 수 있는 그의 길이의 일부를 따른 슬릿을 가질 수 있다. 예를 들어, 단편화 요소(16)는 수정체낭(6)이 단편화 요소(16)와 접촉할 수 있는 영역에서 그의 길이를 따라 절결부를 구비한 튜브를 포함할 수 있고, 이러한 영역은 더 가요성이고, 그러므로 수정체낭(6) 상으로 과도한 힘을 가하는 경향이 덜하다. 또 다른 실시예에서, 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)의 일부는 형상이 미리 결정되지 않고, 단편화 요소(16)의 다른 부분은 형상이 미리 결정된다. 예를 들어, 수정체의 전방의 단편화 요소(16)의 부분은 눈 속으로 단편화 요소(16)를 안내하는 것을 보조하는 미리 정의된 형상으로 형상 설정된 둥근 형상 기억 와이어로부터 제조될 수 있다. 예를 들어, 그러한 부분은 근위 부분(26)의 급격한 반경의 굽힘부(24)를 포함할 수 있다. 수정체(8)의 후방의 단편화 요소(16)의 부분은 눈의 형상에 더 쉽게 일치하는 상이한 더 가요성인 재료로부터 제조될 수 있다. 이러한 방식으로, 급격한 반경의 굽힘부를 포함한, 수정체낭절개부를 통한 단편화 요소의 삽입을 허용하는 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)의 부분은 수정체(8)의 전방에 있고, 수정체낭(6)과 접촉하는 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)의 부분은 수정체낭(6)을 손상시킬 가능성이 훨씬 덜한 더 가요성인 재료로 구성된다.

[0029] 몇몇 실시예에 따르면, 추가의 안내 튜브 또는 구성요소가 수정체낭절개부(10)를 통해 그리고/또는 수정체(8) 둘레에서 단편화 요소(16)의 경로를 정렬시키거나 유도할 수 있다. 예를 들어, 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)가 미리 정의된 형상을 갖지 않는 실시예에서, 안내 요소가 단편화 요소를 특정 형상으로 구속하기 위해 단편화 요소(16)의 원위 부분(28) 또는 근위 부분(26)의 영역을 따라 존재할 수 있다. 튜브가 원위 부분(28)의 방향으로 병합 지점(22)으로부터 연장할 수 있고, 튜브는 가요성 단편화 요소(16)를 그가 수정체낭(6) 내로의 삽입 및 수정체(8) 둘레에서의 배치 중에 원하는 경로를 대체로 따르도록 동심으로 구속할 수 있다. 안내 튜브는 그 다음 후퇴되어, 가요성 단편화 요소(16)를 수정체(8) 둘레의 제 위치에 남긴다.

[0030] 또 다른 실시예에서, 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)의 미리 정의된 형상은 외과적 기술의 임의의 부분 중에 생성될 수 있다. 예를 들어, 의사는 수정체(8) 또는 수정체낭(6)과 같은 눈의 해부학적 특징부를 측정하기 위해 촬영 기술을 사용할 수 있다. 의사는 그 다음 이러한 정보를 단편화 요소의 형상을 변화시키기 위해 사용할

수 있다. 대안적으로, 성형 다이 또는 자동화된 와이어 성형 기계와 같은 설비가 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)의 형상을 변화시키기 위해 측정된 데이터와 함께 사용될 수 있다. 하나의 실시예에서, 의사는 수정체(8)의 측정을 수행하기 위해 OCT와 같은 촬영 장비를 사용하고, 그 다음 이러한 정보는 환자에 대한 맞춤형 단편화 요소(16)를 생성하는 자동화된 와이어 성형 기계로 제공된다. 또 다른 실시예에서, 의사는 단편화 요소(16)의 적어도 일 부분이 눈 속에 있는 동안 단편화 요소(16)의 형상을 추가하거나 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 의사는 단편화 요소(16)를 수정체낭(6) 내로 위치시키기 시작하고, 그의 형상이 개선될 수 있는 것을 결정할 수 있다. 의사는 그 다음 단편화 요소(16)의 형상을 추가하거나 변화시키기 위해, 검자와 같은 분리된 도구를 눈 속으로 삽입하거나, 샤프트(12)와 관련된 통합된 도구를 사용할 수 있다.

[0031]

몇몇 실시예에 따르면, 유체가 적어도 몇몇 영역 내에서 수정체(8)와 수정체낭(6) 사이에 공간이 생성되도록, 수정체낭절개부(10)가 만들어진 후에 수정체낭(6)과 수정체 사이로 도입된다. 이는 유체 박리, 수력 박리, 또는 공간 생성으로 지칭될 수 있다. 몇몇 실시예에 따르면, 유체는 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)가 수정체낭(6) 내에서 회전되며 수정체(8)를 둘러싸게 하기 위한 공간을 생성한다. 예시적인 실시예에서, 점탄성 히알루론산 또는 생리식염수와 같은 유체가 주입될 수 있고, 이는 이러한 재료가 안과 수술 중에 일반적으로 사용되고, 눈 속에서 용인되고, 쉽게 이용 가능하기 때문이다. 건조 유체, 스테로이드와 같은 약제학적 액체, 약물장입 유체, 생체흡수성 유체, 윤활제, 하이드로겔, 마이크로스피어, 분말형 물질, 형광 조영제, 액체 발포제, 또는 임의의 다른 적합한 유체와 같은 하나 이상의 다른 또는 추가의 유체가 도입될 수 있다. 추가로, 공기, 산소, 아르곤, 질소 등과 같은 하나 이상의 기체가 추가로 또는 대신에 도입될 수 있다. 대안적으로, 다른 실시예에서, 유체 공간이 수정체(8)와 수정체낭(6) 사이에서 요구되지 않을 수 있고, 단편화 요소(16)는 그가 수정체(8) 둘레에서 회전될 때, 수정체(8) 및 수정체낭(6)의 기계식 박리 또는 무절제 박리를 수행할 수 있다. 유체 박리 및 무절제 박리는 서로 조합하여 또는 분리되어 행해질 수 있다. 유체는 분리된 기구를 사용하여 캐놀라 또는 니들을 통해 수정체낭(6) 내로 주입될 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 유체 박리의 제공은 단편화 요소(16)와 같은 수술 장치(40)의 요소 내로 통합될 수 있다. 예를 들어, 단편화 요소(16)는 유체의 통과를 허용하는, 길이를 따른 복수의 구멍을 구비한 가요성 튜브로서 제조될 수 있다. 그러한 실시예에서, 유체는 단편화 요소(16)의 루멘 내로 도입된 다음 복수의 구멍의 외부로 유동할 수 있다. 이는 박리가 필요할 때 유체가 연속적으로 또는 이산된 시점에서 단편화 요소(16)를 통해 도입될 수 있기 때문에, 수정체낭(6)과 수정체(8) 사이를 통과하는 단편화 요소(16)의 능력을 개선할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 유체 주입은 수술 장치(40)의 다른 양태 내에 통합될 수 있다. 예를 들어, 유체는 샤프트(12)의 루멘(14)을 거쳐 전달될 수 있다. 대안적으로, 삽통식 튜브 또는 다른 튜브와 같은 샤프트(12)로부터 분리된 구성요소가 유체 도입을 제공하기 위해 샤프트(12)에 연결될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 샤프트(12) 또는 요소(16)와 같은 장치의 구성요소를 통해 투입되는 유체는 다른 외과적 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 유체는 분리된 캐놀라에 대한 필요가 없이 또는 점탄성 물질에 대한 필요가 없이 눈(1)의 안방을 유지하기 위해 샤프트(12)를 통해 투입될 수 있다. 관류 및 흡출이 단일 구성요소를 통해 또는 복수의 분리된 구성요소들을 통해 달성될 수 있다. 예를 들어, 생리식염수와 같은 유체가 위에서 설명된 바와 같이, 단편화 요소(16)의 일 실시예의 루멘을 통해 눈 속으로 관류되고, 샤프트(12)의 루멘을 통해 흡출될 수 있다. 다른 관류 또는 흡출 기술이 몇몇 실시예에 따라 수행될 수 있다.

[0032]

도 5를 참조하면, 단편화 요소(16)는 제2 포착 구성으로 완전히 연장되었고, 샤프트(12)의 종축에 대해 회전되고 그리고/또는 단편화 요소(16)가 수정체낭(6) 상에 과도한 힘을 가하지 않고서 수정체(8)를 둘러싸는 수정체낭(6) 내에서의 배향으로 달리 회전되거나 이동되었다. 단편화 요소(16)는 그 다음 샤프트(12)의 루멘(14)을 통해 하나 또는 양 레그(18, 20)를 후퇴시킴으로써와 같이, 단편화 요소(16)의 하나 또는 양 레그(18, 20)를 인장시킴으로써 수정체(8)를 절단하기 위해 사용된다. 단편화 요소(16)는 수정체(8)를 압축시켜서 절단하기 위해, 단편화 요소(16)를 제1 구성으로부터 제2 구성으로 확장시키기 위한 위에서 설정된 바와 반대 방식으로 이동될 수 있다. 단편화 요소(16)가 인장되면, 이는 얇은 직경의 단편화 요소(16)의 작은 표면 영역을 가로질러 수정체(8)에 인가되는 힘에 의해, 수정체(8) 상에 내향력을 가하고, 수정체를 절단 및/또는 파편화하기 시작한다. 단편화 요소(16)는 수정체(8)가 부분적으로 또는 완전히 단편화될 때까지 계속 인장된다. 몇몇 실시예에서, 단편화 요소(16)는 수정체(8)가 완전히 단편화될 때까지 인장된다. 다른 실시예에서, 단편화 요소(16)의 인장은 수정체(8)를 부분적으로만 파편화하고, 수정체(8)의 나머지는 단편화 요소의 사용을 반복함으로써 또는 추가의 도구에 의해 파편화될 수 있다. 도 6을 참조하면, 파편화된 수정체(8)가 수정체낭(6) 내에 도시되어 있다. 단편 평면은 주로 수직이지만, 임의의 개수의 각도 및 배향이 단편화 요소(16)의 절단 경로에 대해 존재할 수 있음을 이해하여야 한다. 도 7을 참조하면, 수정체는 수정체낭이 제거된 채로 도시되어 있다.

[0033]

몇몇 실시예에서, 수술 장치(40)는 복수의 수정체 파편을 한 번에 생성하기 위해, 아래에서 설명되는 바와 같이, 복수의 단편화 요소(16)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 복수의 단편화 요소(16)들은 수정체(8)를 복수의

파편으로 절단할 수 있는 메시지를 형성할 수 있고; 단편화 요소(16)들은 크리스 크로스 패턴을 형성하도록 서로에 대해 사각(oblique angle) 또는 예각일 수 있다. 다른 실시예에서, 수술 장치(40)는 수정체(8) 상에서 연속적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 단일 단편이 생성된 후에, 수정체(8) (또는 단편화 요소(16))는 제1 단편 평면이 이제 전달 장치 평면에 대해 직교하도록 90° 회전될 수 있다. 단편화 요소(16)는 그 다음 위에서 설명된 바와 같이 수정체낭(6) 내로 재삽입되어, 2개의 수정체 파편을 가로질러 새로운 단편을 생성하기 위해 사용될 수 있고, 이는 총 4개의 파편을 생성한다. 프로세스는 임의의 원하는 크기의 임의의 개수의 수정체 파편을 생성하기 위해 필요한 만큼 많은 횟수로 반복될 수 있다. 수정체 파편의 최종 원하는 크기는 눈(1)으로부터의 추출 방법에 의존할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 수정체유화술이 수정체 파편을 제거하기 위해 수정체낭(6) 내에서 추가로 사용될 수 있다. 이는 완전한 수정체 파편화가 표면 영역을 증가시키고 수정체유화술에 의해 유화되어야 하는 파편의 크기를 감소시키는 경우에, 어렵거나 단단한 백내장에서 특히 유용할 수 있다. 다른 실시예에서, 수정체 파편은 아래에서 설명되는 바와 같이 추출될 수 있다.

[0034] 몇몇 실시예에서, 수정체 파편은 약간의 압력 하에서 수정체낭(6) 내로 유체를 도입함으로써 수정체낭(6)의 외부로 밀려나올 수 있다. 유체 유동 및/또는 압력은 수정체를 추출하기 위한 다른 도구 및 방법이 이용될 수 있도록, 눈(1)의 전안방 내로 수정체 파편을 이동시킬 수 있다. 예를 들어, 겸자 또는 파지 도구가 수정체 파편을 파지하여 이를 각막 절개부(4)를 통해 눈(1)의 외부로 당기기 위해 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 단편화 요소(16)는 수정체 파편을 걸어서 이를 눈(1)의 외부로 당기기 위해 사용될 수 있다. 단편화 요소(16)는 제2 포착 구성으로 복귀되어 수정체 파편 둘레에 위치될 수 있다. 단편화 요소(16)는 그 다음 수정체(8)가 단편화 요소 내에 유지되지만 수정체 파편이 절단되지 않을 때까지 연장되거나 폐쇄될 수 있다. 수정체 파편은 그 다음 단편화 요소(16)와 함께 눈(1)의 외부로 당겨질 수 있다. 수정체(8)가 단편화 요소(16)에 의해 절단되지 않도록 보장하기 위해, 수정체 파편을 절단하기보다는 파지하는 더 큰 표면 영역을 구비한 패드, 스트랩, 또는 스트립과 같은 추가의 구성요소가 사용될 수 있다. 이러한 구성요소는 샤프트(12)로부터 연장될 수 있거나, 절개부(4)를 통해 눈(1) 속으로 삽입되어 단편화 요소(16)에 부착되는 분리된 구성요소일 수 있다.

[0035] 도 8 - 도 9를 참조하면, 수술 장치(40)의 하나의 실시예는 샤프트(12)의 원위 단부로부터 연장하는 2개의 단편화 요소(16)를 포함하고, 손잡이 메커니즘(42)이 샤프트(12)의 근위 단부에 부착된다. 또한 도 15를 참조하면, 2개의 단편화 요소(16)가 샤프트(12)의 원위 단부에서 제1 삽입 구성으로 도시되어 있다. 손잡이(42)는 아래에서 설명되는 바와 같이 2개의 단편화 요소(16)에 연결되는, 종방향으로 활주 가능한 2개의 슬라이더를 갖는다. 이러한 초기 구성의 슬라이더는 그의 후퇴된 근위 위치에 있다. 제1 삽입 구성의 샤프트(12) 및 단편화 요소(16)는 위에서 설명된 바와 같이, 각막 내의 절개부(4)를 통해 수정체낭절개부(10)를 향해 삽입된다. 본 문헌에서 사용되는 바와 같이, "손잡이"라는 용어는 의사에 의한 수동 파지 및 작동을 위해 구성된 손잡이와, 수술용 로봇에 결합되어 로봇 제어 및 작동을 위해 구성된 로봇 손잡이 모두를 포함한다.

[0036] 또한 도 16 및 도 17을 참조하면, 수술 장치(40)의 손잡이(42)의 하나의 실시예가 단편화 요소(16)의 제1 삽입 구성에 대응하는 구성에서 절결되어 도시되어 있다. 슬라이더(44)가 손잡이(42)의 상부 표면을 따라 활주 가능하다. 핑거(48)가 손잡이(42)의 상부 표면 내의 슬롯을 통해 슬라이더(44)로부터 손잡이(42) 내로 연장한다. 핑거(48)는 핑거(48)에 종방향으로 고정되지만 핑거(48)에 대해 축방향으로 회전이 자유로운, 핑거(48)에 대해 근위에 위치된 나선형 캠(50) 또는 다른 캠 구조물에 결합된다. 이는 맞물림 핀, 칼라, 또는 다른 적합한 메커니즘을 통해 기계식으로 달성될 수 있다. 캠 경로(52)가 나선형 캠(50)의 표면 내에 형성된다. 나선형 캠(50)은 손잡이(42) 내부의 챔버 내에 구속되고, 이는 나선형 캠(50)이 종방향으로는 활주하지만 방사상으로는 실질적으로 이동하지 않도록 허용한다. 노즈(56)가 핑거(48)로부터 원위로 연장하고, 핑거(48)에 대해 회전 가능하다. 유리하게는, 노즈(56)는 나선형 캠(50)에 대해 회전이 고정되고; 몇몇 실시예에서, 노즈(56)는 단순히 나선형 캠(50)의 원위 단부이다. 후퇴 스프링(58)이 핑거(48)과 손잡이(42)의 외부로의 전방 통로(60) 사이에 위치되어, 핑거(48)를 제1 삽입 구성으로 밀도록 작용한다. 후퇴 스프링(58)의 근위 단부는 노즈(56) 상에서 중심 설정되어 그와 맞물릴 수 있다. 단편화 요소(16)의 제1 레그(18)의 근위 단부는 노즈 둘레를 감싸므로써, 마찰식 끼워 맞춤에 의해, 용접에 의해, 납땜에 의해, 또는 압입 끼워 맞춤에 의해서와 같이, 임의의 적합한 방식으로 노즈(56)에 고정될 수 있다. 대안적으로, 제1 레그(18)의 근위 단부는 핑거(48)에 고정될 수 있다. 캠 기둥(62)이 손잡이(42) 내에 형성되고 그리고/또는 손잡이에 고정되어, 캠 경로(52)와 맞물린다. 나선형 캠(50)이 손잡이(42)의 잔여부에 대해 병진 이동할 때, 캠 기둥(62)은 손잡이(42) 상의 동일한 위치에 유지된다. 2개의 단편화 요소(16)가 사용되는 경우에, 위에서 설명된 바와 같은 2개의 그러한 조립체(슬라이더(44), 핑거(48), 캠(50), 노즈(56), 후퇴 스프링(58), 및 단편화 요소(16)의 제1 레그(18)로의 연결부)가 손잡이(42) 내에서 나란히 이용된다. 그러한 조립체들은 서로 동일할 수 있거나, 서로의 측면 거울상일 수 있거나, 실질적으로 동일한 조립체가 아래에서 설명되는 방식으로 2개의 분리된 단편화 요소(16)들을 작동시키도록 허용하는 다



른 방식으로 서로 다를 수 있다. 슬라이더(44a, 44b) 및 단편화 요소(16)의 이동의 설명은 달리 기술되지 않으면 슬라이더(44) 및 단편화 요소(16) 모두에 대해 동일하고, 둘의 설명은 달리 기술되지 않으면 상호 교환 가능하다.

[0037] 도 10을 참조하면, 단편화 요소(16)들 중 하나가 대응하는 슬라이더(44b)를 원위로 활주시킴으로써 제2 포착 구성으로 전이된다. 단편화 요소(16)의 하나의 레그(20)는 샤프트(12), 손잡이(42), 및 손잡이(42)에 대해 고정된 다른 구조물에 연결되어, 제1 레그(18)가 손잡이(42) 내의 이동 요소와 함께 병진 이동 및 회전하도록 구성되는 동안, 고정 위치에 유지될 수 있다. 위에서 설명된 바와 같이, 제1 레그(18)는 노즈(56)에 부착된다. 또한 도 18을 참조하면, 슬라이더(44)가 원위로 병진 이동할 때, 핑거(48)는 후퇴 스프링(58)을 압축하고, 노즈(56)를 원위로 이동시키고, 나선형 캠(50)을 원위로 당긴다. 후퇴 스프링(58)은 압축되어, 핑거(48) 상에 근위력을 부여한다. 사용자가 슬라이더(44)를 해제하면, 슬라이더(44), 핑거(48), 및 핑거(48)에 대해 병진 이동이 고정된 메커니즘은 슬라이더(44)의 초기 위치를 향해 원위로 밀린다. 슬라이더(44)가 원위로 전진할 때, 나선형 캠(50)은 손잡이(42) 내에서 병진 이동한다. 캠 경로(52)는 캠 경로(52)와 캠 기둥(62) 사이의 맞물림이 나선형 캠(50)의 회전을 일으키지 않도록, 슬라이더(44)의 이동의 이러한 제1 세그먼트 중에 실질적으로 종방향일 수 있고; 그러므로, 단편화 요소(16)는 샤프트(12)의 종축에 대해 실질적으로 동일한 회전 배향으로 유지된다. 슬라이더(44)가 원위로 전진할 때, 이는 단편화 요소의 제1 레그(18)를 원위로 밀어낸다. 결과적으로, 단편화 요소(16)는 도 1 - 도 4에 관하여 위에서 설명된 바와 동일한 방식으로 제2 포착 구성으로 형상을 변화시킨다.

[0038] 또한 도 11을 참조하면, 슬라이더(44)는 단편화 요소(16)가 제2 포착 구성으로 형상을 변화시킨 후에, 원위로 추가로 전진될 수 있다. 캠 경로(52)는 도 18 - 도 20에서 보이는 바와 같이, 나선형 캠(50)을 회전시키도록 캠 기둥(62)과 맞물린다. 슬라이더(44)의 원위 이동의 양은 나선형 캠(50)의 회전량을 제어한다. 이러한 방식으로, 슬라이더(44)의 선형 이동이 단편화 요소(16)의 회전 이동으로 변환된다. 나선형 캠(50) 및 노즈(56)가 서로에 대해 회전이 고정되기 때문에, 나선형 캠(50)의 회전은 노즈(56)의 회전과, 따라서 제2 포착 구성의 단편화 요소(16)의 회전을 일으킨다. 단편화 요소(16)는 회전하고, 단편화 요소(16)의 형상에 의해 형성된 평면은 대응하여 회전한다. 단편화 요소(16)는 수정체낭절개부(10)의 모서리에 의해 형성된 평면에 대해 실질적으로 평행할 수 있는 그의 초기 위치로부터, 수직 배향으로부터 대략 0 - 40° 내에 있는 위치로 회전된다. 이러한 회전 중에, 단편화 요소(16)는 수정체낭(6)과 수정체(8) 사이에서 이동하여, 단편화 요소(16)의 주연부 내의 개방 영역(46) 내에 수정체(8)를 포착한다. 단편화 요소(16)는 수정체낭(6) 및/또는 수정체(8)와 실질적으로 맞물리지 않을 수 있거나, 수정체(8) 또는 수정체낭(6)과 맞물리도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 단편화 요소(16)는 수정체낭(6)과 수정체(8) 사이에서 비절개 박리를 일으킬 수 있다.

[0039] 또한 도 20을 참조하면, 슬라이더(44)는 완전히 전방으로 이동되고, 나선형 캠(50) 및 단편화 요소(16)의 회전은 완료된다. 단편화 요소(16)는 수정체낭(6) 내에서 수정체(8)를 둘러싸고, 도 4 - 도 5에 관하여 위에서 설명된 방식으로, 수정체(8)에 대해 내향 절단력을 인가하도록 구성된다.

[0040] 또한 도 12 및 도 13을 참조하면, 제2 단편화 요소(16)가 그 다음 제2 포착 구성으로 전개되어, 도 9 - 도 11 및 도 16 - 도 20에 관하여 위에서 설명된 바와 동일한 방식으로 수정체(8)를 둘러싸기 위한 위치로 회전될 수 있다. 또한 도 14를 참조하면, 양 단편화 요소(16)는 단편화 요소(16)가 인장되거나 폐쇄될 때, 단편화 요소(16)가 수정체(8)를 3개의 부분적으로 또는 완전히 분리된 파편으로 절단하도록, 수정체(8)와 맞물린다. 또한 도 21을 참조하면, 인장은 슬라이더(44)를 근위로 활주시킴으로써 제공될 수 있고, 이에 의해 각각의 단편화 요소(16)의 제1 레그(18)를 근위로 당겨서 이를 인장시킨다. 몇몇 실시예에서, 후퇴 스프링(58)에 의해 핑거(48) 상에 가해지는 근위력은 사용자에게 의한 추가의 힘의 인가가 없이 수정체(8)를 절단하기에 충분히 클 수 있다. 다른 실시예에서, 사용자는 수정체(8)를 파편화하는 추가의 힘을 제공한다. 이는 단단하거나 어려운 백내장에 대해 특히 필요할 수 있다. 각각의 단편화 요소(16)는 몇몇 실시예에 따르면, 다른 단편화 요소(16)로부터 이격된 선을 따라 수정체(8)의 후방 표면과 맞물리고, 실질적으로 동일한 선을 따라 수정체(8)의 전방 표면과 맞물린다.

[0041] 도 22에서, 슬라이더(44)는 원래의 위치로 복귀하도록 근위로 이동된다. 단편화 요소(16)는 그의 원래의 삽입 평면으로 다시 회전되고, 그 다음 샤프트(12)를 향해 후퇴된다. 또한 도 15를 참조하면, 단편화 요소(16)는 수정체를 단편화한 후에 실질적으로 그의 초기 구성으로 복귀할 수 있다. 나선형 캠(50)의 캠 경로(52)는 도시된 바와 같이 폐쇄 루프일 수 있다. 대안적으로, 캠 경로(52)는 1-방향 경로일 수 있고, 이때 슬라이더(44)는 완전히 원위로 병진 이동된 다음 원래의 위치로 이동하도록 근위로 병진 이동해야 한다. 몇몇 실시예에서, 나선형 캠(50)이 소정의 방향으로 회전 또는 이동하는 것을 방지하는 1-방향 래치 또는 레버가 캠 경로(52) 내로 통

합될 수 있고, 캠 경로(52)의 이산된 위치들에서 또는 전체 캠 경로(52)를 따라 포함될 수 있다.

[0042] 몇몇 실시예에 따르면, 단편화 요소(16)는 각각의 단편화 요소(16)가 위에서 설명된 바와 같이 상이한 슬라이더(44a, 44b)에 결합되기도는, 단일 슬라이더(44)의 작동에 의해 동기식으로 이동하도록 구성될 수 있다. 그러하다면, 단편화 요소(16)들은 동시에 개방 및 회전하도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 단편화 요소(16)의 회전은 하나의 단편화 요소(16)가 다른 단편화 요소(16) 이전에 먼저 개방되고 먼저 회전하도록 엇갈릴 수 있다. 이는 상이한 캠 경로(52) 및 캠 기둥(62)을 각각의 단편화 요소(16)와 관련시킴으로써 달성될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 2개의 슬라이더(44a, 44b)는 좌측 슬라이더(44b)가 양 슬라이더(44)를 전방으로 이동시키지만, 우측 슬라이더(44a)는 우측 슬라이더(44a)만을 전방으로 이동시키도록 구성될 수 있고 (그 반대도 가능하다). 우측 슬라이더(44a)는 양 슬라이더(44a, 44b)를 후방으로 이동시키도록 구성될 수 있고, 좌측 슬라이더는 좌측 슬라이더(44b)만을 후방으로 이동시키도록 구성될 수 있다. 따라서, 사용자는 슬라이더(44a, 44b)들을 독립적으로 이동시킬 지 또는 동기식으로 이동시킬 지를 결정할 수 있다.

[0043] 몇몇 요소에 따르면, 단편화 요소(16)들은 동일한 방향으로 회전된다. 예를 들어, 제1 단편화 요소(16)는 개방되고, 그 다음 시계 방향으로 수정체낭(6) 내로 회전된다. 제2 단편화 요소는 그 다음 개방되고, 또한 시계 방향으로 수정체낭(6) 내로 회전된다. 이러한 실시예에서, 제1 단편화 요소(16)는 수직 평면을 넘어 10 - 40°의 각도로 회전할 수 있고, 제2 단편화 요소(16)는 수직 평면보다 10 - 40° 더 작은 각도로 회전할 수 있다.

[0044] 또 다른 실시예에서, 하나 이상의 추가의 또는 상이한 메커니즘이 단편화 요소(16)를 전개하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 스크롤 휠 전진 메커니즘 또는 다른 회전 메커니즘이 하나 또는 양 단편화 요소(16)를 전개하기 위해 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 사용자에 의한 이동은 사용자 인터페이스 구성요소의 주어진 양을 이동시키는 것이 기어, 크기 조정형 풀리, 또는 임의의 다른 개수의 구성요소의 사용을 통해 단편화 요소(16)를 더 많은 양 또는 더 작은 양으로 이동시키도록, 단편화 요소(16)의 이동으로 확대 또는 축소된다. 몇몇 실시예에서, 수술 장치(40)의 소정의 부품들은 모터, 선형 모터, 공압, 유압, 자석 등과 같은 구성요소를 통해 기계식으로 동력을 공급받을 수 있다. 수술 장치(40)는 하나 이상의 더 큰 로봇 조립체의 일부로서 통합될 수 있다. 예를 들어, 백내장 시술을 수행하도록 구성된 로봇 장치는 수술 장치(40)의 일 실시예를 포함할 수 있다. 이는 의사가 설명된 방법의 일부를 로봇식으로 수행하도록 허용할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 이는 공막을 통해 수정체낭(6)에 접근하는 것과 같은 대안적인 기술 및 방법을 허용할 수 있다. 몇몇 실시예에 따르면, 적어도 각막 절개부(4)를 통해 수정체낭절개부(10)를 향해 관통 루멘(14)을 갖는 샤프트(12)를 삽입하는 것과, 단편화 요소(16)가 수정체낭절개부(10)를 통해 샤프트(12)의 축으로부터 멀리 구부러지고, 수정체낭절개부(10)보다 더 큰 크기로 확장하고, 수정체(8)의 적어도 일 부분을 포착하게 하기 위해, 루멘(14)의 원위 단부의 외부로 단편화 요소(16)를 연장시키는 것이 로봇 제어 하에서 수행된다.

[0045] 몇몇 실시예에서, 단편화 요소(16)는 그가 수정체낭(6) 내로 위치될 때 초기에 루프와 비슷할 필요는 없다. 예를 들어, 단편화 요소(16)는 루프를 형성하도록 그 자신 위로 겹쳐지지 않고서, 샤프트(12)로부터 수정체낭(6) 내로 공급되는 단일편의 둥근 와이어일 수 있다. 그러한 실시예에서, 단편화 요소(16)의 원위 팁은 눈(1) 속의 조직에 대한 천공 또는 손상을 방지하기 위해 무디다. 단편화 요소(16)의 원위 팁이 수정체낭(6)의 벽에 도달하면, 이는 그의 구조에 있어서 미리 정의된 굽힘에 의해 또는 수정체낭(6)의 내측 표면을 추적함으로써, 구부러지도록 구성될 수 있다. 단편화 요소(16)는 그 다음 그가 수정체(8)의 원주부 둘레에서 진행하도록 수정체(8)와 수정체낭(6) 사이의 공간을 횡단할 수 있다. 단편화 요소(16)는 그 다음 수정체낭(6)의 상부 부분 내로 사용자의 시야 내로 다시 들어올 수 있고, 이때 사용자는 파지기와 같은 손잡이(42) 상의 특징부에 의해 또는 전적으로 분리된 도구에 의해 단편화 요소(16)를 파지할 수 있다. 이러한 시점에서, 단편화 요소(16)는 수정체낭(6) 내에서 수정체(8)를 둘러싸고, 루프와 비슷하다. 단편화 요소(16)의 하나 또는 양 단부가 연장되고 그리고/또는 당겨질 때, 내향 절단력이 수정체(8)에 인가되어 수정체가 파편화된다. 이러한 실시예의 단편화 요소(16)는 그가 소정의 방향에서 우세하게, 다른 방향에서보다 더 쉽게 구부러지도록 허용하는 단면을 가질 수 있어서, 단편화 요소(16)는 수정체(8) 둘레를 추적하지만, 조직 내로 진로를 벗어나지 않고서 여전히 수정체(8) 둘레의 적합한 경로를 따르기 위해 필요한 만큼 구부러질 수 있다. 이는 소정의 평면에 대해 우세하게 구부러지는 "I" 빔과 같은 바람직한 굽힘 모멘트 단면의 사용을 포함할 수 있다. 대안적으로, 굽힘을 허용하기 위한 절결부를 구비한 튜브가 소정의 평면 내에서 이러한 평면 내에 절결부를 위치시킴으로써 구부러지도록 구성될 수 있다. 그러므로, 단편화 요소(16)는 주로 원위-근위 방식으로, 수정체(8) 둘레에서 구부러질 수 있다. 이는 수정체낭(6) 및 수정체(8)에 대한 원하는 전체적인 경로를 횡단하는 단편화 요소(16)의 능력을 개선할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 단편화 요소(16)는 그의 원위 팁이 임의의 미리 정의된 경로로 이동하도록 구속되지 않도록, 완전히 가요성일 수 있다. 원위 팁은 외부 전자기장에 의해 힘이 인가될 수 있는 자석 또는 전자기 구성



요소를 포함하도록 구성될 수 있다. 외부 장치가 그 다음 단편화 요소의 원위 팁이 원하는 경로를 따라 수정체낭(6) 둘레에서 안내될 수 있도록, 단편화 요소(16)의 원위 팁의 위치를 제어하기 위해 사용될 수 있다. 임의의 개수의 상이한 경로 또는 파편화 평면이 이러한 실시예에서 고려될 수 있다. 수술 장치(40)는 수정체낭(6)을 손상시키지 않는 단편화 요소(16)의 원위 팁에 대한 원하는 경로를 생성하기 위해 다양한 촬영 장비를 포함할 수 있다.

[0046] 몇몇 실시예에서, 단편화 요소(16)는 복수의 부분 및/또는 복수의 루프로 분지될 수 있다. 예를 들어, 초기 구성에서, 단편화 요소(16)는 위에서 설명된 바와 같은 형상 및 프로파일을 가질 수 있다. 그러나, 제2 포착 구성으로 전이될 때, 단편화 요소(16)는 그의 길이를 따라, 수정체(8)를 전체적으로 또는 부분적으로 각각 둘러싸는 동일하거나 유사한 형상, 또는 상이한 형상을 가질 수 있는 2개의 요소로 분지될 수 있다. 이는 2개의 분리된 단편화 요소(16)를 사용하지 않고서, 단편화 요소(16)가 수정체(8)를 복수의 파편으로 절단하도록 허용할 수 있다.

[0047] 몇몇 실시예에서, 단편화 요소(16)들 중 하나 또는 모두는 수정체(8)의 무절제 박리 또는 파편화를 보조하기 위해 하나 이상의 유형의 에너지를 인가하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 단편화 요소(16)들 중 하나 또는 모두는 전류가 와이어를 통해 흐를 때 뜨거워지는 전기 저항식 와이어의 사용을 통해 가열되도록 구성된 하나 이상의 부분을 포함할 수 있다. 증가된 온도는 수정체낭(6) 및 수정체(8)의 분리를 개선하며 수정체(8)를 단편화하는 것을 보조할 수 있다. 대안적으로, 고주파 절제, 전기 소작, 초음파 진동 에너지 등과 같은 임의의 개수의 다른 장비가 사용될 수 있다.

[0048] 몇몇 실시예에서, 손잡이(42)는 유체 전달 특징부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 위에서 설명된 바와 같이, 단편화 요소(16) 또는 샤프트(12)는 각각의 구성요소를 통한 유체의 주입을 허용할 수 있다. 손잡이(42)는 이러한 구성요소들을 튜브, 통합형 커넥터 등을 통해 외부 유체 공급원에 연결하는 유체 통로 및 경로를 포함할 수 있다. 대안적으로, 손잡이(42)는 샤프트(12)를 통해 유체를 밀어내는 내부 압력 주입 시스템을 포함할 수 있다. 유체는 피스톤을 구비한 실린더 내에 저장될 수 있고, 이때 피스톤은 손잡이(42) 내의 작동 구성요소에 의해 전방으로 가압된다. 예를 들어, 분리된 슬라이더 또는 버튼이 피스톤에 연결되어, 슬라이더가 사용자에게 의해 이동될 때, 피스톤이 병진 이동되어 유체를 실린더로부터 주입 시스템 내로 배출하도록 배열될 수 있다. 이는 사용자가 수정체낭(6)과 수정체(8) 사이에 공간을 생성하는 것과 같은, 시술 중의 소정의 시점에서 단편화 요소(16), 샤프트(12), 또는 임의의 다른 손잡이(42) 구성요소를 통한 유체의 전달을 제어하도록 허용할 수 있다. 대안적으로, 수술 장치(40)는 유체가 장치의 정상 작동 내의 소정의 기간 중에 수술 장치(40)에 의해 자동으로 주입되도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 스프링은 나선형 캠(50)이 그의 경로를 통해 이동할 때, 피스톤이 일정량의 유체를 배출하도록 구성되도록, 피스톤 상에 힘을 가하도록 구성될 수 있다.

[0049] 도 23을 참조하면, 단편화 요소(16)의 대안적인 실시예가 측면도로 도시되어 있다. 2개의 단편화 요소(16)가 샤프트(12)의 원위 단부로부터 연장한다. 이러한 실시예에서, 단편화 요소(16)들은 위에서 설명된 바와 같이 수정체(8)의 측면 둘레에서가 아닌, 수정체(8)의 원위 단부(8a)에서 시작하여 수정체(8) 둘레에서 루프 형성하도록 배열된다. 단편화 요소(16)는 샤프트(12)의 원위 단부로부터 수정체(8)의 원위 단부(8a)를 향해 원위로 수정체낭 내로 한 번에 하나씩 연장될 수 있다. 단편화 요소(16)는 미리 정의된 형상을 갖도록 구성되고, 수정체낭 상에 과도한 힘을 가하지 않고서 수정체(8) 둘레를 진행하도록 허용하기 위해 만곡되는 와이어의 루프와 비슷할 수 있다. 이는 나란한 굽힘부, 및 단편화 요소(16)가 전달 장치로부터 연장될 때 다양한 3차원 기하학적 형상을 형성하는 전후 방향 곡선을 포함할 수 있다. 수정체낭에 진입하여 수정체(8)를 포착하기 위해, 단편화 요소(16)들은 그들이 확장할 때 상이하게 형상화되도록 구성된다. 평탄하기보다는, 이러한 단편화 요소(16)들은 도 23에서 보이는 바와 같이, 제2 구성에서 샤프트(12)로부터 하방으로 만곡된다. 복수의 단편화 요소(16)가 사용되는 경우에, 각각은 다른 것 또는 다른 것들과 상이한 각도로 만곡되도록 구성될 수 있다. 단편화 요소(16)의 하나의 단부는 다른 단부가 전달 장치에 상대적으로 고정되어 유지되는 동안 연장될 수 있거나, 양 단부는 위에서 설명된 바와 같이, 동시에 연장될 수 있다. 위에서 설명된 바와 같이, 단편화 요소는 그의 길이를 따라 다양한 프로파일, 재료, 또는 가요성을 가질 수 있다.

[0050] 단편화 요소(16)들 중 하나는 수정체낭과 수정체(8) 사이의 공간을 횡단하도록 연장될 수 있고, 그 다음 수정체(8) 둘레에서 하방으로 그리고 근위로 이동될 수 있다. 제2 단편화 요소(16)가 도시된 바와 같이 연장될 수 있고, 임의의 개수의 다른 단편화 요소(16)가 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 전방으로 연장하는 단편화 요소(16)가 2개의 단편화 요소(16)들이 수정체를 4개의 이산된 조각으로 박편화할 수 있도록 교차하는 파편화 평면을 생성하기 위해, 위에서 설명된 바와 같이 측면으로 연장하는 단편화 요소(16)와 함께 사용될 수 있다. 또한, 파편화 평면들은 서로에 대해 임의의 개수의 각도에 있을 수 있고, 단편화 요소(16)들은 전방 연장 실시

에 및 측면 연장 실시예의 조합과 같이 임의의 개수의 방향으로부터 수정체(8) 둘레에서 연장할 수 있다.

[0051] 도 24를 참조하면, 다른 대안적인 실시예가 평면도로서 도시되어 있다. 이러한 실시예에서, 단편화 요소(16)들 중 하나는 그의 노출된 길이의 적어도 일 부분을 따라 보유 백(70)에 부착된다. 보유 백(70)은 폴리에스터, 고무 또는 폴리에틸렌, 저밀도 폴리에틸렌, 또는 임의의 다른 적합한 플라스틱과 같은 얇은 중합체 재료로부터 제조될 수 있다. 대안적으로, 보유 백은 소형 와이어 스테인리스강 브레이드, 니켈-티타늄 합금 브레이드, 또는 임의의 다른 적합한 재료와 같은 메시로 구성될 수 있다. 보유 백(70)은 단편화 요소(16)의 일 부분에 연결되며 공동을 형성하고, 이에 의해 단편화 요소(16)는 개방 구성과 수축 구성 사이에서 변화할 수 있고, 이는 보유 백(70)을 개방 및 폐쇄한다. 하나의 실시예에서, 보유 백(70)을 구비한 단편화 요소(16)는 수축된 형상이 되어, 절개부(4)를 통해 환자의 눈(1) 속으로 위치될 수 있다. 보유 백(70)은 절개부를 통한 눈(1) 속으로의 삽입 중에 샤프트(12)의 루멘(14) 내에 숨겨질 수 있다. 그 다음, 단편화 요소(16)는 위에서 설명된 바와 같이, 수정체낭절개부(10)에 위치되어, 수정체(8) 둘레에서 수정체낭(6) 내로 삽입될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 보유 백(70)은 수정체(8) 또는 수정체 파편의 프로파일과 같은 미리 정의된 형상을 가질 수 있다. 단편화 요소(16)가 수정체(8) 둘레에서 루프 형성하면, 보유 백(70)은 단편화 요소(16)를 따르고, 수정체(8)는 보유 백(70)에 의해 형성된 공동 내로 진입한다. 단편화 요소(16)는 몇몇 실시예에 따르면, 전체 수정체(8)가 수정체(8) 둘레에서 완전히 보유 백(70) 내로 인입되도록 이동될 수 있다. 단편화 요소(16)는 그 다음 보유 백(70)을 폐쇄하여 수정체(8)를 봉입하는 수축된 형상으로 변화된다. 보유 백(70)은 그 다음 절개부(4)를 통해 눈(1)의 외부로 당겨진다. 수정체(8)는 그가 제거될 때 각막 절개부(4) 길이를 통과하도록 접히고 압착될 수 있다. 회수 백(70)은 회수 백(70)의 마찰 계수를 감소시킴으로써와 같이, 절개부(4)의 외부로 그를 제거하는 능력을 향상시키기 위한 임의의 적절한 방식으로 코팅될 수 있다. 다른 실시예에서, 추가의 도구 또는 구성요소가 수정체(8)의 강성에 의존하여, 수정체(8)를 추가로 파편화하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 24에 도시된 바와 같이, 복수의 단편화 요소(16)가 보유 백(70) 내의 수정체(8)를 파편화하기 위해 수정체낭 내로 삽입될 수 있다. 이러한 추가의 단편화 요소(16)는 보유 백(70)이 위치됨과 동시에 위치될 수 있거나, 보유 백(70)이 수정체낭으로부터 수정체(8)를 제거한 후에 수정체(8)가 눈(1)으로부터 제거되기 전에, 도입될 수 있다.

[0052] 다른 실시예에서, 다른 파편화 장비는 일단 수정체(8)가 보유 백(70) 내에 있을 때 사용될 수 있다. 예를 들어, 수정체(8)가 보유 백(70)에 의해 포착되면, 초음파 에너지 또는 수정체유화술이 수정체(8)를 파편화하기 위해 보유 백(70) 내에서 사용될 수 있다. 이는 샤프트(12)의 원위 단부로부터 보유 백(70) 내로의 삽입식 프로브의 사용을 포함할 수 있다. 대안적으로, 회전식 흡입기(debrider), 오거(auger) 등과 같은 기계식 기구가 수정체가 좁은 각막 절개부(4)를 통해 눈(1)으로부터 당겨질 수 있기에 충분히 수정체(8)를 파편화하기 위해 사용될 수 있다.

[0053] 또 다른 실시예에서, 본원에서 설명되는 보유 백(70)은 수정체 파편을 눈(1)으로부터 제거하기 위해, 수정체(8)가 파편화된 후에 이용되는 회수 장치로서 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 1에 도시된 장치는 수정체(8)를 임의의 개수의 파편으로 절단하기 위해 사용될 수 있다. 파편들 중 하나 이상은 그들이 보통의 기구에 의해 각막 절개부(4)를 통해 회수되는 어렵기에 충분히 클 수 있다. 보유 백(70)은 수정체낭 내의 수정체 파편 또는 전안방 내에서 부유하는 수정체 파편을 포착하여, 이를 각막 절개부(4)의 외부로 당겨내기 위해 사용될 수 있다. 추가로, 보유 백(70)은 유체 또는 작은 물체의 통과를 허용하는 절결부 또는 개방부를 그 안에서 가질 수 있다. 예를 들어, 보유 백(70)은 수정체 파편을 여전히 보유하면서, 수정 체액 유체 또는 점탄성 유체가 개방부를 통해 투과되도록 허용하는 메시 또는 브레이드일 수 있다.

[0054] 도 25 - 도 29를 참조하면, 눈(1)으로부터의 수정체 파편(8f)의 제거를 위한 수술 장치(80)의 다른 실시예가 도시되어 있다. 수술 장치(80)는 외측 회전 요소(82a) 및 내측 회전 요소(82b)를 포함한다. 회전 요소(82a, 82b)들은 샤프트(12)의 종축을 형성할 수 있는 중심 축을 따라 동심으로 배열된다. 도 25를 참조하면, 수술 장치(80)는 초기에 도 1에 도시된 바와 같이, 장치의 프로파일이 그가 표준 각막 절개부(4)를 통해 삽입될 수 있기에 충분히 작은 제1 구성에 있다. 외측 회전 요소(82a) 및 내측 회전 요소(82b)는 창(84)에 의해 원주방향으로 분리된 스트랩(82)을 생성하도록 그의 길이를 따라 절단된 튜브일 수 있다. 외측 회전 요소(82a)는 각막 절개부 내로 맞춰질 수 있도록 적절하게 크기 설정된 외경을 가질 수 있고, 이상적으로 외경은 0.015인치와 0.060인치 사이이지만, 임의의 외경이 목표화된 절개부 길이에 의존하여 고려될 수 있다. 내측 회전 요소(82b)는 외측 회전 요소(82a)의 내경 내에 동심으로 맞춰지도록 크기 설정된 외경을 가질 수 있다. 외측 회전 요소(82a) 및 내측 회전 요소(82b)의 튜브는 스트랩(82) 및 창(84)을 생성하기 위해, 레이저 절삭되거나, 기계 가공되거나, 화학적으로 에칭되거나, 함께 용접되거나, 임의의 적합한 프로세스로 제조될 수 있다. 스트랩(82)은 아래에서 설명되는 바와 같이, 힘이 요소(82a, 82b)를 수축시키기 위해 인가될 때 수정체(8f)를 관통 절단

하지 않는 임의의 적절한 폭을 갖도록 크기 설정될 수 있다. 스트랩(82)의 폭은 0.004인치와 0.050인치 사이일 수 있지만, 스트랩(82)은 그러한 범위 밖의 폭을 가질 수 있다.

[0055] 외측 회전 요소(82a) 및 내측 회전 요소(82b)는 푸시 로드와 같은 분리된 구성요소에 의해 수술 장치(80)의 원위 팁을 전방으로 미는 것과 같이, 또는 눈 속으로의 삽입 중에 수술 장치(80)를 감싸는 추가의 외측 튜브에 의해 외측 회전 요소(82a)를 구속함으로써, 제2 포착 구성으로 수축될 수 있다. 대안적으로, 수술 장치(80)는 수축 요소가 요구되지 않고 수술 장치(80)가 그가 각막 절개부(4)를 통해 삽입될 때 굴곡되기에, 충분히 가요성이다. 원위 팁(86)이 외측 회전 요소(82a) 및 내측 회전 요소(82b) 각각의 원위 단부에 연결될 수 있고, 각막 절개부 내로의 매끄러운 삽입, 및 눈 구조물과 접촉하기 위한 무딘 표면을 제공한다. 원위 팁(86)은 PEBAX® 폴리에틸렌 블록 아미드, 폴리우레탄, 열가소성 탄성중합체 등과 같은 연결 중합체로 구성될 수 있다. 대안적으로, 원위 팁(86)은 스테인리스강 또는 티타늄과 같은 금속, 또는 생체친화성 비금속 물질과 같은 경질 재료로 구성될 수 있다. 대안적으로, 원위 팁(86)은 예리한 원위 팁(86)이 절개부를 형성하는 경우에, 예리하여 수술 장치(80)가 사전 절개부(4)를 생성하지 않고서 눈(1) 속으로 삽입되도록 허용할 수 있다. 외측 회전 요소(82a) 및 내측 회전 요소(82b)가 초탄성 재료로 구성되는 경우에, 제1 구성으로부터 제2 구성으로의 전이는 재료의 상 변화를 포함할 수 있다.

[0056] 유리하게는, 스트랩(82)은 수술 장치(80)가 눈(1)의 전안방 내에 있을 때, 요소들이 그들의 미리 정의된 형상으로 복귀하도록 그가 개방되도록, 미리 정의된 개방된 형상을 갖도록 구성된다. 이는 수축 요소가 해제되면, 도 26에 도시된 개방 프로파일로 복귀하도록 형상화된, 초탄성 상태의 니켈-티타늄 합금과 같은 형상 기억 재료를 사용하여 달성될 수 있다. 대안적으로, 니켈-티타늄 합금은 장치가 눈 속으로 삽입되어 니켈-티타늄 합금의 전이 온도보다 높은 체온으로 가열되도록 허용되면, 각각의 스트랩(82)을 개방 형상으로 복귀시킬 수 있다. 대안적으로, 가열 요소는 수술 장치(80)가 제2 구성의 개방 형상이 필요한 위치에 있으면, 수술 장치(80)를 훨씬 더 높은 전이 온도 위로 가열하기 위해 수술 장치(80)에 연결될 수 있다. 다른 실시예에서, 외측 회전 요소(82a) 및 내측 회전 요소(82b)는 임의의 개수의 재료로 구성될 수 있다. 예를 들어, 스테인리스강, 티타늄, 플라스틱 등과 같은 탄성 재료가, 변형이 탄성 복원을 위한 스트레인 한도 아래인 경우에, 사용될 수 있다. 대안적으로, 스트랩(82)의 일부 또는 전체가 회전 요소(82a, 82b)의 일부로부터 추가로 상이할 수 있는 복수의 재료로 구성될 수 있다. 예를 들어, 스트랩(82)은 니켈-티타늄 합금으로부터 제조되어, 스테인리스강으로 구성된 회전 요소에 부착될 수 있다. 도 25 - 도 29에 도시된 실시예에서, 2개의 회전 요소(82a, 82b) 각각은 2개의 스트랩(82)을 포함한다. 그러나, 임의의 다른 적합한 개수의 스트랩(82)이 각각의 회전 요소(82a, 82b)의 일부로서 포함될 수 있고, 임의의 적합한 개수의 회전 요소(82a, 82b)가 제공될 수 있다. 예를 들어, 장치는 동심으로 적층된 4개의 회전 요소(82a, 82b)를 포함할 수 있고, 각각은 하나의 스트랩(82)만을 포함한다. 이러한 실시예에서, 스트랩(82)들은 그들이 모두 함께 그룹화되도록 회전될 수 있어서, 각막 절개부(4)에서 장치의 횡단 프로파일을 추가로 감소시킨다. 몇몇 실시예에서, 스트랩(82)의 미리 정의된 형상은 초기 구성이고, 스트랩은 제2 구성으로 외측으로 굴곡된다.

[0057] 도 26을 참조하면, 제2 구성에서, 회전 요소(82a, 82b)들은 평면을 형성하고, 장치에 의해 감길 수 있는 수정체의 파편을 수납하기 위해 개방된 중심 영역을 에워싼다. 도 27을 참조하면, 수술 장치(80)는 수정체 파편(8f)을 둘러싸도록 이동된다. 도 28을 참조하면, 내측 회전 요소(82a) 및 외측 회전 요소(82b)는 대략 90°로 서로에 대해 회전되었다. 수술 장치(80)는 이제 제3 회전 구성에 있다. 회전 요소(82a, 82b)들 중 하나 또는 모두는 제3 구성을 달성하기 위해 회전될 수 있다. 예를 들어, 외측 회전 요소(82b)의 근위 단부에 부착된 튜브(88), 및/또는 내측 회전 요소(82a)의 근위 단부에 부착된 튜브(90)가 회전 요소(82a, 82b)들을 제3 구성으로 회전시키기 위해 회전된다. 다른 실시예에서, 회전 요소(82a, 82b)들은 서로에 대해 임의의 다른 적합한 각도로 회전될 수 있다. 제3 구성에서, 내측 회전 요소(82a) 및 외측 회전 요소(82b)는 수정체 파편(8f)을 둘러싸는 케이지와 비슷하다.

[0058] 도 29를 참조하면, 스트랩(82)은 수정체 파편(8f) 둘레에서 수축하도록 이동된다. 몇몇 실시예에서, 외측 덮개 또는 푸시-풀 로드와 같은 수축 요소가 스트랩(82)을 수축시키기 위해 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 스트랩을 제2 구성으로 확장시키기 위한 메커니즘 또는 방법이 고려된다. 예를 들어, 스트랩(82)이 초탄성인 경우에, 스트랩(82)은 상 전이를 통해 그의 초기 형상을 향해 냉각될 수 있거나 기계식으로 유도될 수 있다. 다른 실시예에서, 회전 요소(82a, 82b)들은 그들이 각막 절개부(4)를 통해 당겨질 때 수축한다. 절개부(4)는 스트랩(82) 및 수정체(8)가 당겨져 나올 때 절개부(4)의 크기에 일치하도록, 스트랩(82) 및 수정체(8)를 압착 및 압축한다. 추가로, 다른 구성요소 및 메커니즘이 눈(1)으로부터의 수정체 파편(8f)을 제거하는 것을 보조하기 위해 통합될 수 있다. 예를 들어, 압축 스프링, 공압 메커니즘, 전동 메커니즘 등이 눈(1)으로부터 수정체 파편(8

f)을 당겨내기 위해 수술 장치(80)와 통합되거나 함께 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 스트랩(82)은 수정체 파편(8f)을 절단하거나 수정체를 추가로 파편화할 수 있다.

[0059] 몇몇 실시예에서, 스트랩(82)은 위에서 설명된 바와 같은 제거 백을 포함하거나 그에 부착될 수 있다. 백은 회전 요소(82a, 82b)들 중 하나 이상 상에서 2개 이상의 스트랩(82)들 사이에 존재할 수 있다. 개방 구성에서, 수정체 파편(8f)은 유사하게 내측 회전 요소(82a) 및 외측 회전 요소(82b)의 중심 영역 내에 위치될 수 있다. 내측 회전 요소(82a) 및 외측 회전 요소(82b)가 제3 구성으로 이동될 때, 백은 유사하게 이동되어 수정체 파편을 포착한다.

[0060] 다른 실시예에서, 도 25 - 도 29의 장치는 임의의 다른 적합한 방식으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 회전 요소(82a, 82b)들은 그들의 원위 단부에서 연결되지 않을 수 있고, 대신에 개방형 케이지를 형성할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 회전 요소(82a, 82b)들은 동심으로 정렬되지 않을 수 있거나, 와이어 또는 빔 등과 같은 비튜브형 구조물로 구성될 수 있다.

[0061] 도 30을 참조하면, 대안적인 실시예가 도시되어 있다. 단일 샤프트(12)가 아닌, 제1 전달 튜브(12a) 및 제2 전달 튜브(12b)가 제공된다. 각각의 튜브는 그를 통한 루멘을 포함하고, 단편화 요소(16)는 각각의 전달 튜브(12a, 12b)의 자유 단부를 통해 연장하여 폐쇄된 형상을 형성한다. 단편화 요소(16)는 실시예들 중 임의의 하나에 관하여 위에서 설명된 바와 동일한 특징을 가질 수 있다. 제2 전달 튜브(12b)는 단편화 요소(16)의 근위 세그먼트가 사용 시에 수정체(8)의 근위 단부 둘레에서 회전할 수 있도록, 근위로 (도 30에 도시된 바와 같이 우측으로) 다시 구부러진다. 2개의 전달 튜브(12a, 12b)의 자유 단부는 수정체낭절개부(10)의 직경보다 더 작은 거리로 서로로부터 이격될 수 있다. 결과적으로, 전달 튜브(12a, 12b)들은 가요성 단편화 요소(16)를 수정체로 전달할 수 있고, 위에서 설명된 바와 같이, 수정체(8)에 대해 회전하여 수정체의 적어도 일부를 둘러싸는 그러한 단편화 요소(16)를 제공한다. 초탄성 단편화 요소(16)가 아닌 단순 가요성 단편화 요소(16)의 사용은 장치의 구성을 단순화할 수 있다. 전달 튜브(12a, 12b)들 중 하나 또는 모두는 도 1에 도시된 단편화 요소(16)의 상이한 실시예의 적어도 일부와 동일한 방식으로 형상화될 수 있고; 예를 들어, 제2 전달 튜브(12b)는 도 1의 실시예에서 단편화 요소(16) 자체에 의해 만들어지는 급격한 반경의 굽힘부(24)를 포함할 수 있다. 위에서 설명된 바와 같이, 단편화 요소(16)는 덜 개방된 초기 형상으로부터 더 개방된 포착 형상으로 확장 가능할 수 있다. 예를 들어, 초기 형상으로서, 단편화 요소(16)는 전달 튜브(12a, 12b)들의 단부들 사이에서 실질적으로 선형으로 연장될 수 있고, 그 후에 단편화 요소(16)의 추가의 부분이 도 30의 만곡된 포착 형상을 형성하기 위해 하나 또는 양 전달 튜브(12a, 12b)의 단부의 외부로 밀려날 수 있다. 도 30의 실시예는 실질적으로 위에서 설명된 바와 같이 작동된다.

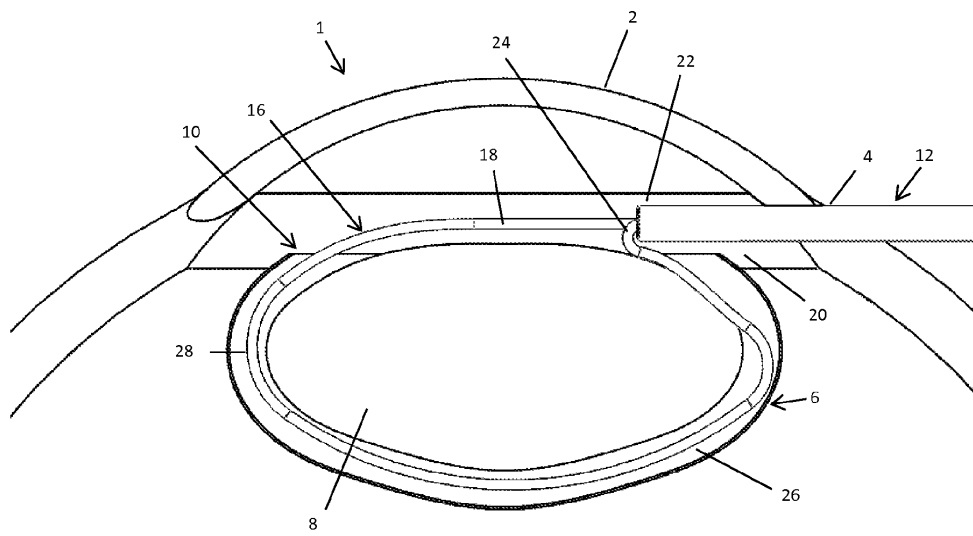
[0062] 상기 실시예들 중 임의의 하나에서, 진공 흡입이 샤프트(12)의 루멘(14) 또는 내측 회전 요소(82a)와 같은 장치(40, 80)의 소정의 구성요소 내로 통합될 수 있다. 진공 흡입은 수정체의 작은 파편을 흡출하기 위해 또는 이동 중에 수정체 파편을 제 위치에 유지하기 위해 사용될 수 있다.

[0063] 다양한 방법 및 장치의 실시예가 본원에서 소정의 버전을 참조하여 상세하게 설명되었지만, 다른 버전, 실시예, 사용 방법, 또는 이들의 조합이 또한 가능함을 이해하여야 한다. 그러므로, 본 발명의 사상 및 범주는 본원에 포함된 실시예의 설명으로 제한되어서는 안 된다. 또한, 다양한 실시예 및 설명이 소정의 해부학적 위치, 종류, 또는 외과적 시술을 규정할 수 있지만, 이러한 실시예는 다른 위치, 종류, 및 외과적 시술에 적용됨을 이해하여야 한다.

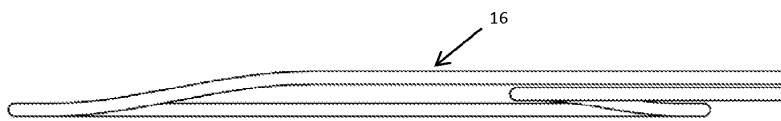


도면

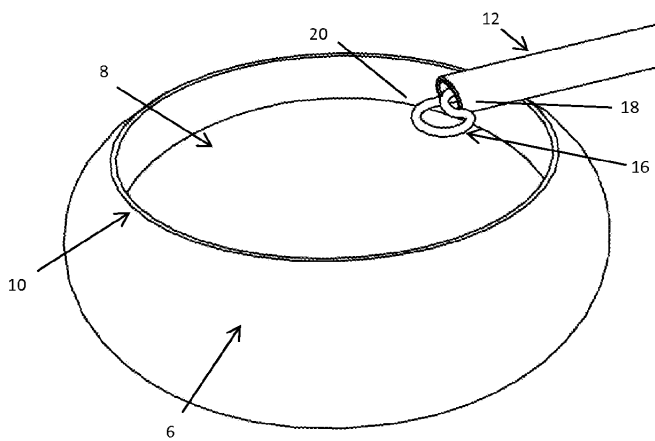
도면1



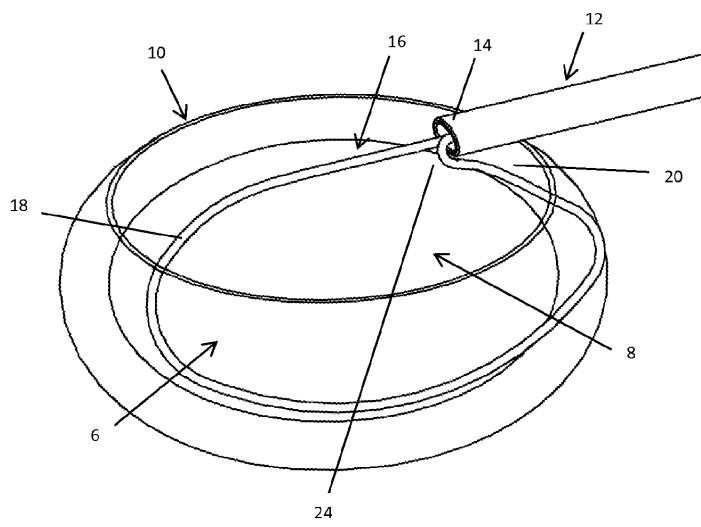
도면2



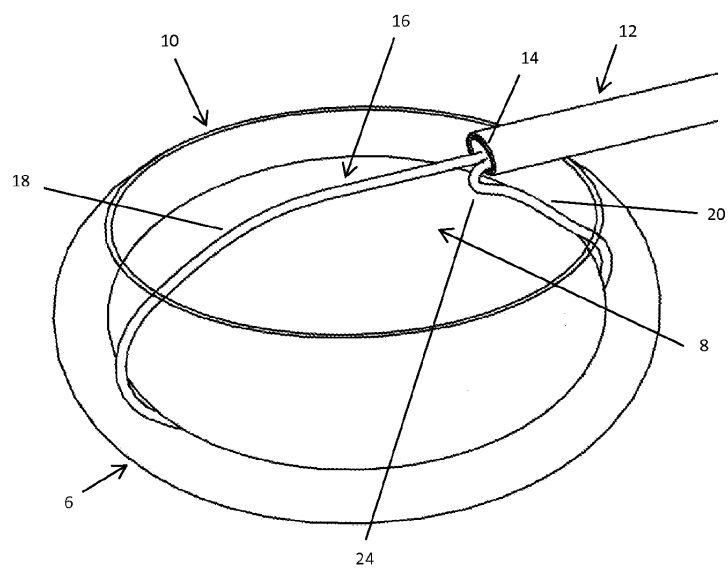
도면3



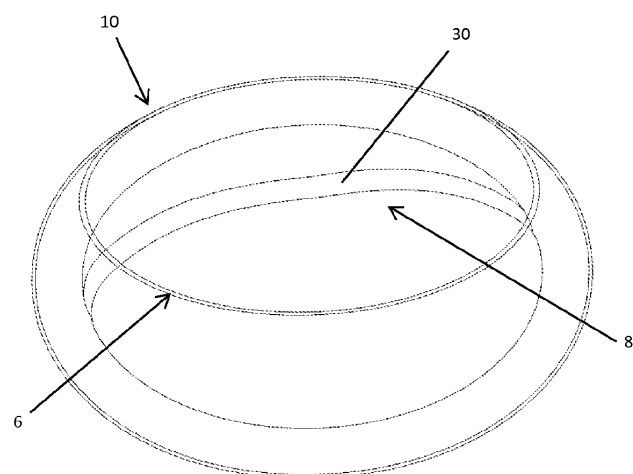
도면4



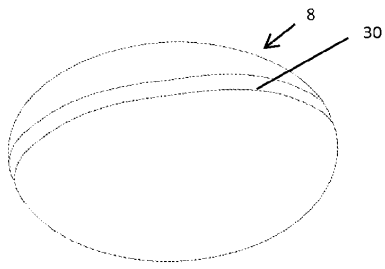
도면5



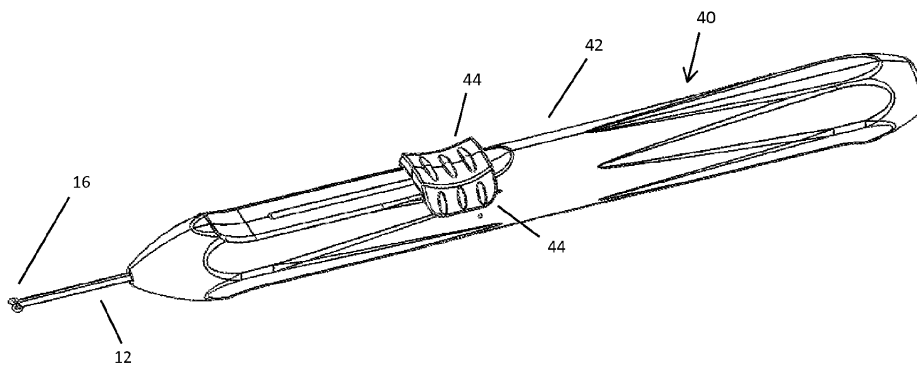
도면6



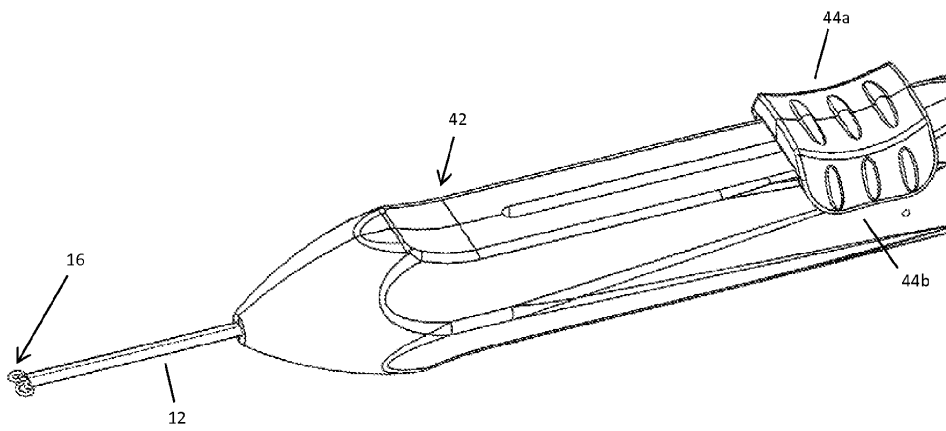
도면7



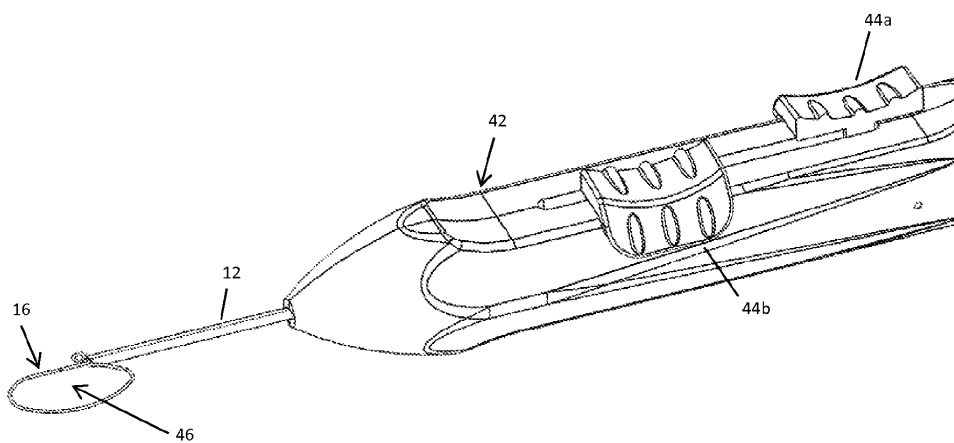
도면8



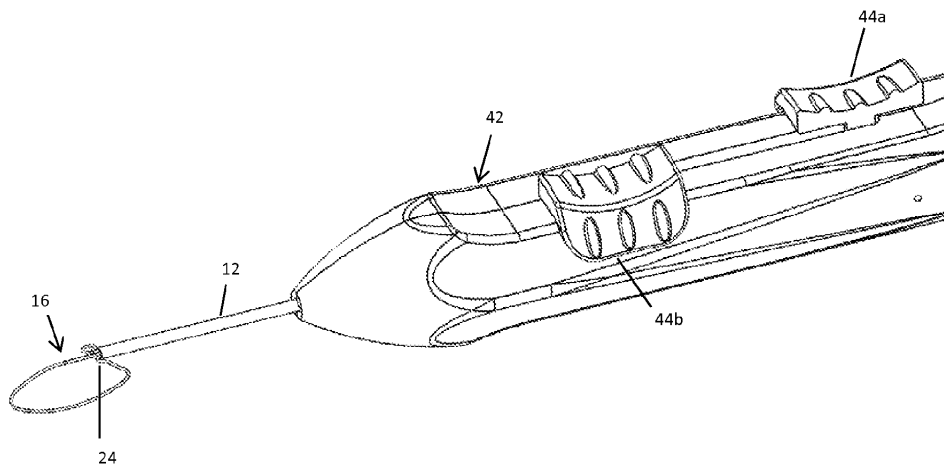
도면9



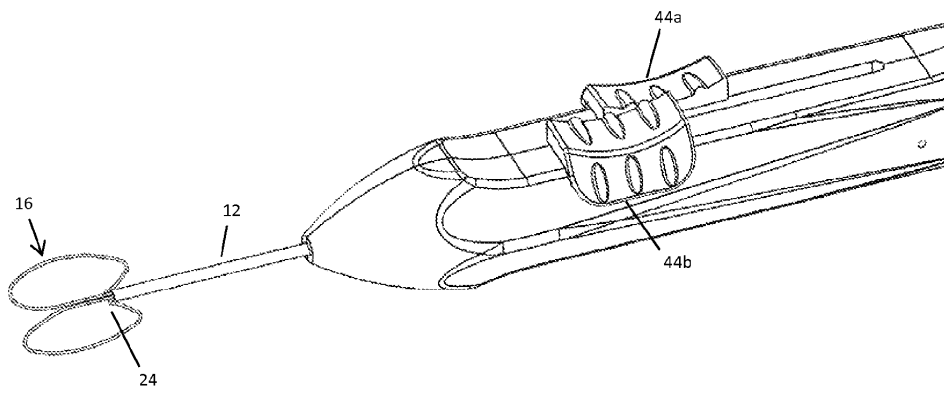
도면10



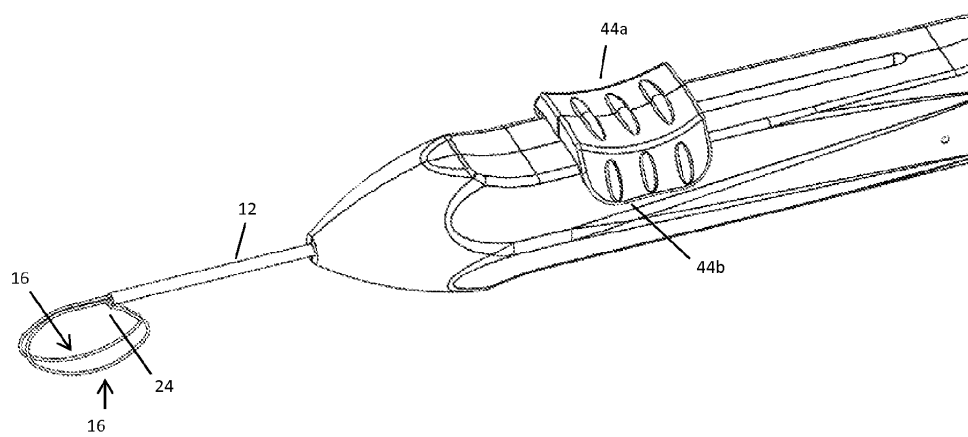
도면11



도면12

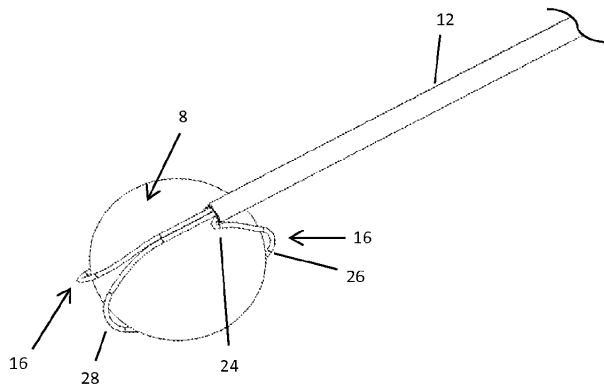


도면13

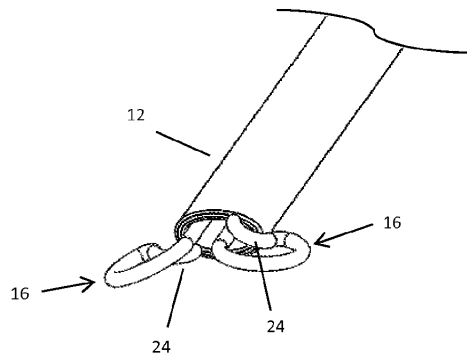




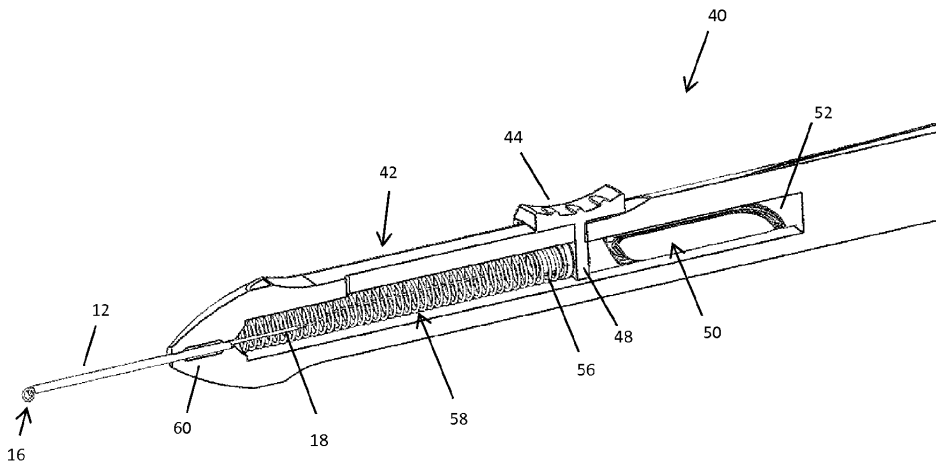
도면14



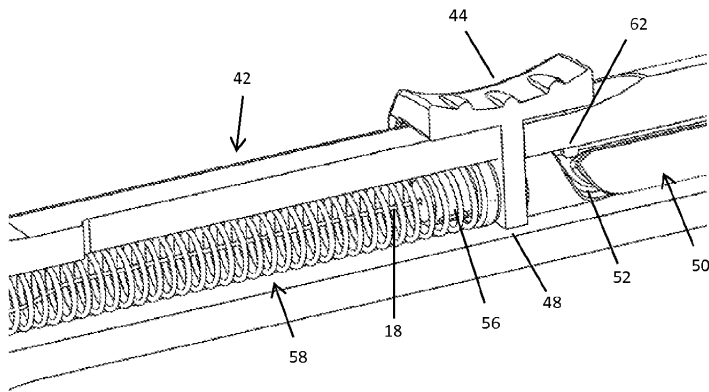
도면15



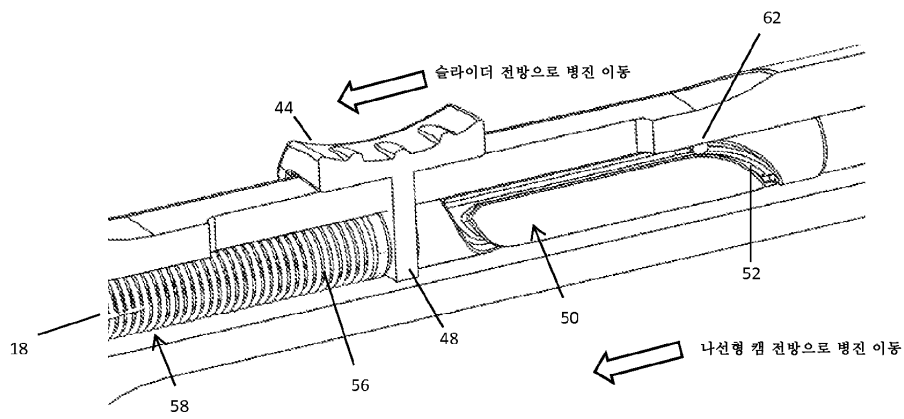
도면16



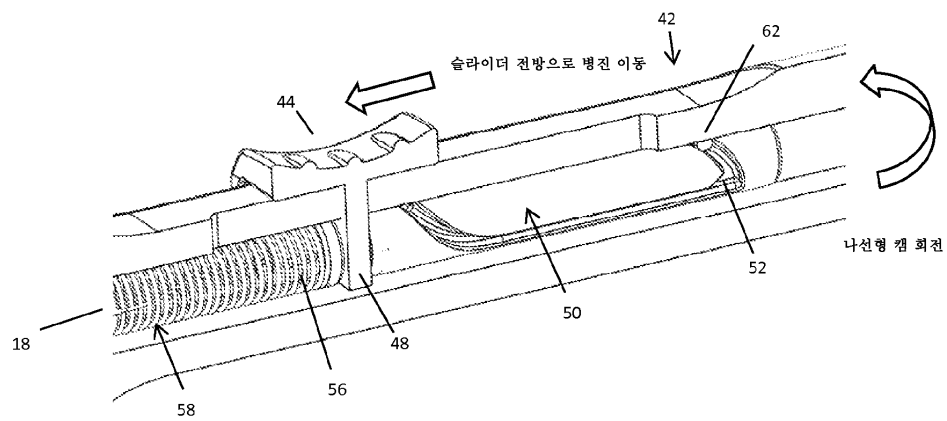
도면17



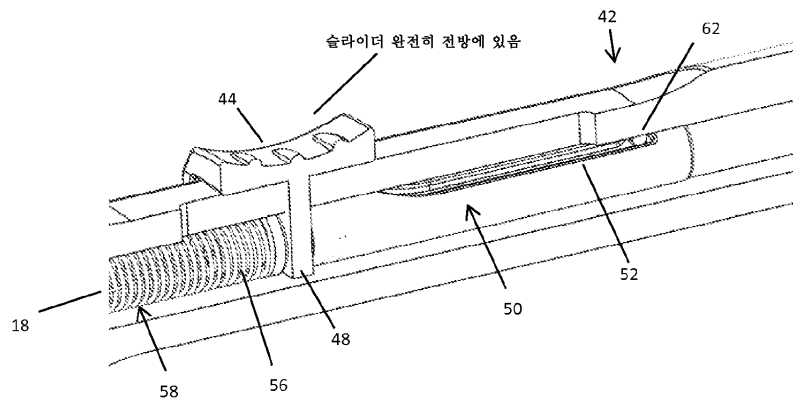
도면18



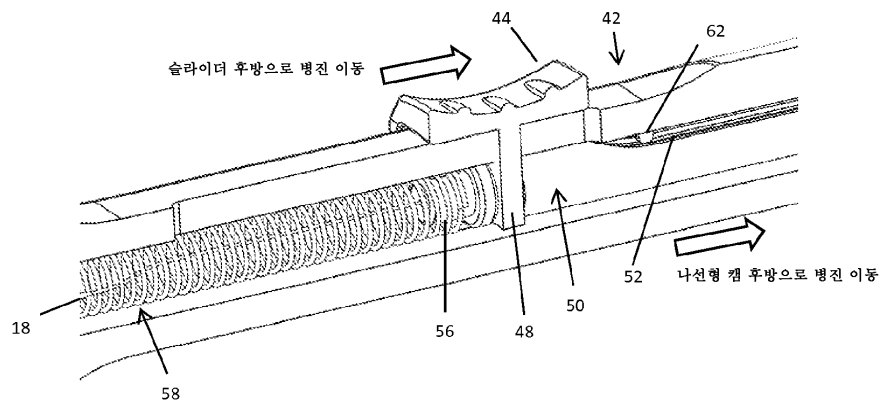
도면19



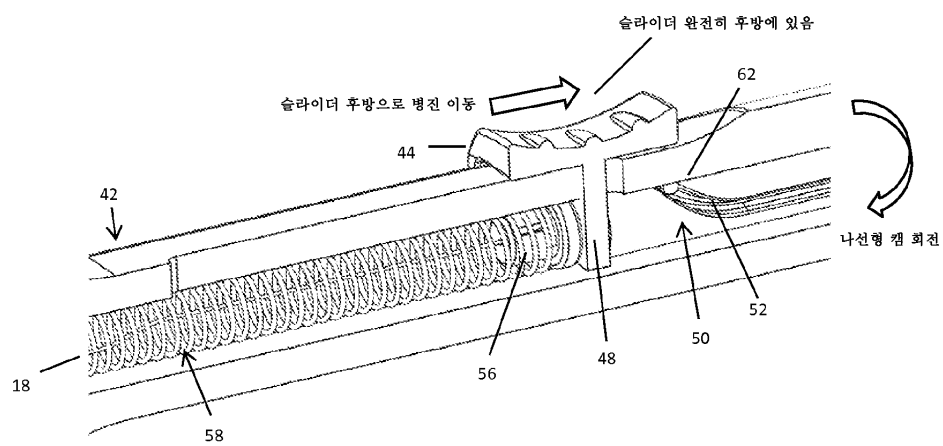
도면20



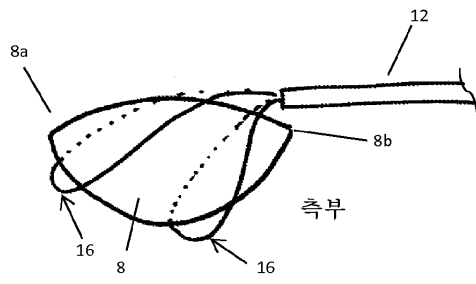
도면21



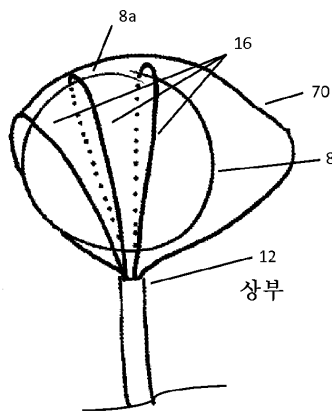
도면22



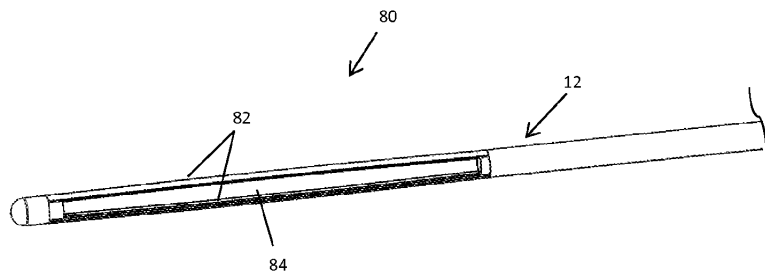
도면23



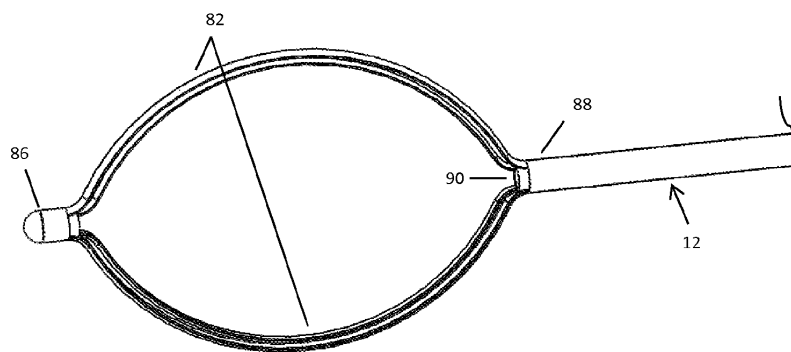
도면24



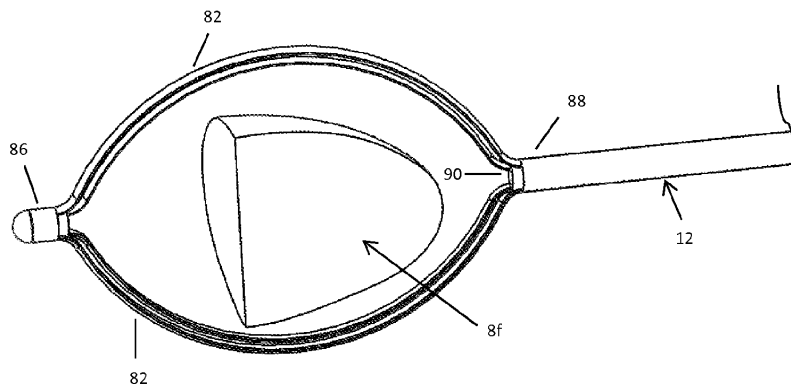
도면25



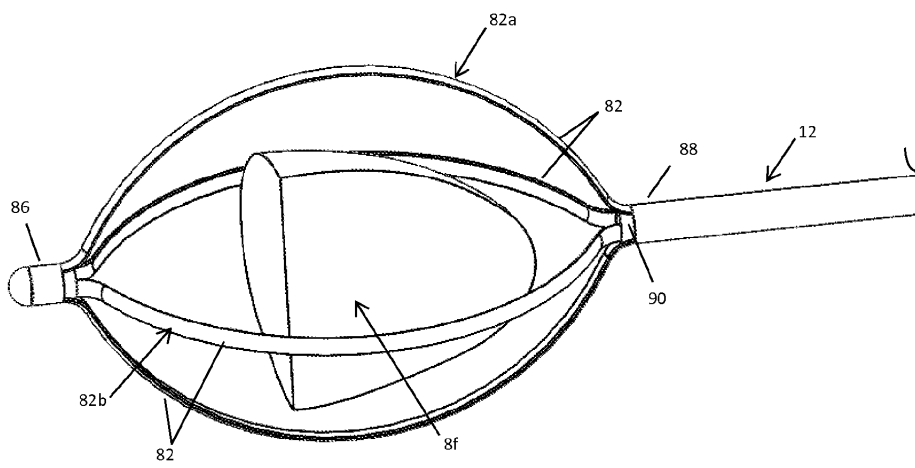
도면26



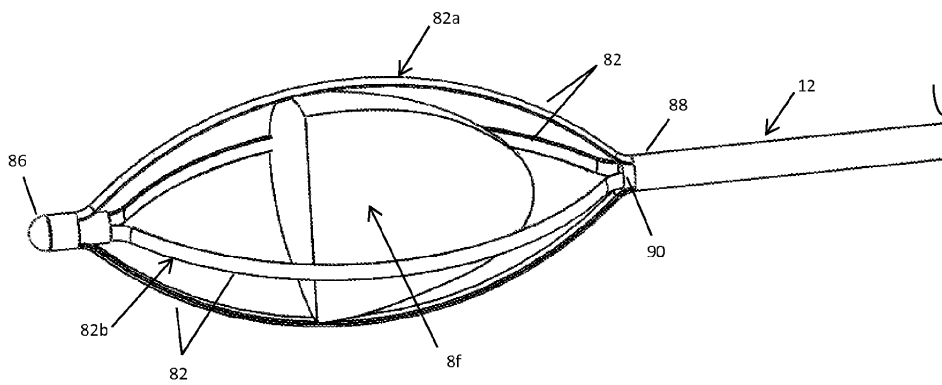
도면27



도면28



도면29



도면30

