



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0076148  
(43) 공개일자 2015년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. C1.)

*A61B 17/22* (2006.01) *A61B 17/00* (2006.01)  
*A61B 17/32* (2006.01) *A61B 17/34* (2006.01)  
*A61B 18/08* (2006.01) *A61M 1/00* (2006.01)

(52) CPC특허분류

*A61B 17/22* (2013.01)  
*A61B 17/3421* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-7006512

(22) 출원일자(국제) 2013년04월26일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2015년03월13일

(86) 국제출원번호 PCT/US2013/037478

(87) 국제공개번호 WO 2014/039111

국제공개일자 2014년03월13일

(30) 우선권주장

PCT/US2012/053641 2012년09월04일 미국(US)

(71) 출원인

매드-로직스 아이엔씨.  
미국 텍사스 75751 애센즈 엔터프라이즈 로드  
1627

(72) 발명자

로스 로드니 엘.  
미국 캘리포니아 92692 미션 비에호 캐슬 락  
23569

덴네월 제임스

미국 캘리포니아 92653 라구나 힐스 모슨 드라이  
브 25042  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

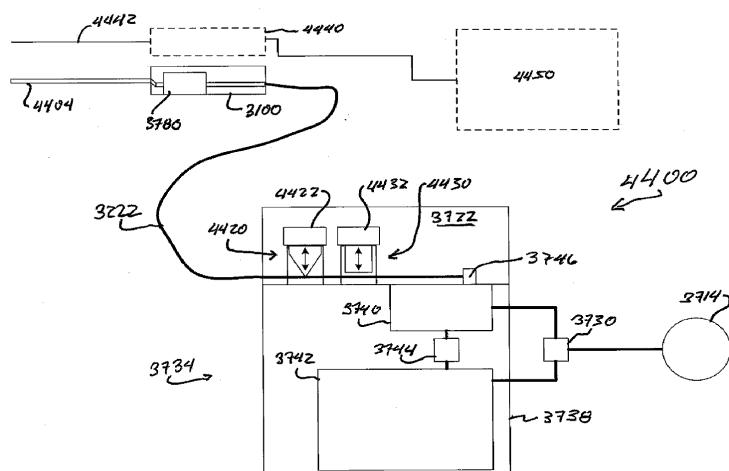
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 조직 제거 장치, 시스템 및 방법

**(57) 요약**

조직 제거 장치는: 강성 흡인 캐뉼라; 유체-밀봉식으로 상기 흡인 캐뉼라와 소통되는 밸브; 및 상기 밸브를 열린 위치와 닫힌 위치 사이에서 움직이도록 구성된 공압구동식 액추에이터;를 포함하고, 상기 열린 위치에서 상기 밸브는 상기 흡인 캐뉼라 및 상기 밸브를 통한 흡인 경로를 한정하며, 상기 닫힌 위치에서 상기 밸브는 진공이 원위부 텁에 가해지는 것을 방지한다.

**대 표 도**

(52) CPC특허분류

*A61B 18/08* (2013.01)  
*A61F 9/00736* (2013.01)  
*A61F 9/00745* (2013.01)  
*A61M 1/00* (2013.01)  
*A61B 2017/00659* (2013.01)  
*A61B 2017/32008* (2013.01)  
*A61B 2017/320084* (2013.01)  
*A61B 2218/002* (2013.01)  
*A61B 2218/007* (2013.01)

(72) 발명자

**휴즈 그레그**

미국 캘리포니아 92692 미션 비에호 미라몬테 드라  
이브 25971

**나자리파 나더**

미국 캘리포니아 92677 라구나 니구엘 라 프라더  
28421

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

조직 제거 장치로서:

하우징;

상기 하우징으로부터 상기 하우징 외측의, 원위부 개구를 구비한 원위부 텁으로 연장되는 강성 흡인 캐뉼라;

유체-밀봉식으로 상기 흡인 캐뉼라와 소통되는 밸브 포트를 포함하는, 상기 하우징 안에 배치되는 밸브;

상기 밸브와 소통되고, 상기 흡인 캐뉼라와 수집 용기 사이의 유체 연결을 제공하도록 상기 조직 제거 장치의 상기 하우징을 통과하는 흡인 선;을 포함하고, 상기 수집 용기는 통 내부, 상기 흡인 선 및 상기 카세트 내부와 소통되는 흡인 유입구, 및 상기 카세트 내부와 소통되는 진공 유출구를 포함하고 진공 소스와 소통되도록 구성되며, 상기 진공 소스는, 상기 수집 용기, 상기 흡인 선, 및 상기 흡인 캐뉼라를 포함하는 유체 회로 내에 진공을 생성하고, 상기 밸브는 펠스화된 진공을 제공하도록 열리고 닫히도록 제어되는, 조직 제거 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 조직 제거 장치는:

상기 밸브를 열린 위치와 닫힌 위치 사이에서 움직이도록 구성된 공압구동식 액추에이터를 더 포함하고,

상기 열린 위치에서는, 상기 밸브 포트가 열리고 상기 밸브는 상기 흡인 캐뉼라 및 상기 밸브를 통한 흡인 경로를 한정하며;

상기 닫힌 위치에서는, 상기 밸브 포트가 닫히고 상기 밸브는 진공이 상기 원위부 텁에 가해지는 것을 방지하는, 조직 제거 장치.

#### 청구항 3

제3항에 있어서, 상기 수집 용기는:

카세트가 콘솔 안으로 제거 가능하게 삽입된 설치 위치에서 작동되도록 구성되는 상기 카세트를 포함하고, 상기 설치 위치에서 상기 진공 유출구는 상기 진공 소스와 소통되며,

상기 흡인 경로는 상기 내부 캐뉼라로부터, 상기 흡인 선을 통해 상기 카세트 내부 안으로 이어지는, 조직 제거 장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 카세트는:

유체-전달 챔버(fluid-routing chamber), 상기 진공 유출구와 소통되는 수집 챔버(collection chamber), 상기 유체-전달 챔버를 상기 수집 챔버로부터 유체 격리시키는(fluidly isolating) 내부 구조 및, 카세트의 외측으로부터 상기 유체-전달 챔버 안으로 이어지는 카세트 유입구를 포함하고;

상기 내부 구조는 상기 유체-전달 챔버와 상기 수집 챔버 사이의 전달 통로(transfer passage)를 포함하고;

상기 흡인 유입구는 상기 전달 통로와 소통되며;

상기 흡인 선은 상기 카세트 유입구를 통과하여 상기 흡인 유입구와 소통되고, 상기 흡인 경로는 상기 전달 통로를 통해 상기 수집 챔버에 이르는, 조직 제거 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 흡인 캐뉼라 안에, 수정체유화 시스템(phacoemulsification system)에 연결된 초음파 텁(ultrasonic ti

p)을 더 포함하는, 조직 제거 장치.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 조직 제거 장치는:

상기 원위부 텁을 덮고 상기 흡인 캐뉼라의 적어도 일부분에 걸쳐 연장되는 연성 멤브레인(soft membrane)을 더 포함하고, 상기 연성 멤브레인은, 상기 원위부 텁의 개구 안으로의 유체 경로를 제공하도록 위치되는 흡인 포트를 포함하며, 상기 연성 멤브레인은 유연성 재료(flexible material)로 구성되는, 조직 제거 장치.

### 청구항 7

제2항에 있어서,

상기 밸브는 내부 캐뉼라 및, 상기 내부 캐뉼라의 적어도 일부분 둘레에 동축으로 배치된 외부 캐뉼라를 포함하고, 상기 내부 캐뉼라는 상기 흡인 선을 통하여 상기 진공 소스와 소통되도록 구성되고 상기 열린 위치와 닫힌 위치 사이에서 상기 액추에이터에 의해 선형적으로 움직일 수 있으며, 상기 밸브 포트는 상기 외부 캐뉼라에 형성되며, 상기 열린 위치에서 상기 흡인 경로는 상기 밸브 포트를 통해 상기 외부 캐뉼라를 통과하여 상기 내부 캐뉼라 안으로 지나가고, 상기 닫힌 위치에서 상기 내부 캐뉼라는 상기 밸브 포트를 차단(block)하는, 조직 제거 장치.

### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 밸브 포트의 개구의 면적은 상기 원위부 텁의 개구의 면적보다 큰, 조직 제거 장치.

### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 하우징 안의 밸브가 제1 밸브이며, 상기 조직 제거 장치는:

상기 흡인 선을 열고 닫도록 구성되는 제2 밸브를 더 포함하고, 상기 제2 밸브는 상기 수집 용기의 상기 흡인 유입구 와 상기 하우징 사이에 상기 흡인 선을 따라 위치되며, 상기 제2 밸브는, 상기 흡인 선에서 가로막는 (obstructing) 조직 물질을 치우는 퍼징 기능(purging function)을 제공하거나 또는 상기 제1 밸브와 함께 진공 조작(vacuum manipulation)을 증진(augment)시키도록 제어되는, 조직 제거 장치.

### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 조직 제거 장치는:

상기 흡인 선을 열고 닫도록 구성되는 제3 밸브를 더 포함하고, 상기 제2 밸브는 상기 수집 용기의 상기 흡인 유입구 와 상기 하우징 사이에 상기 흡인 선을 따라 위치되며, 상기 제2 밸브는, 상기 제1 밸브와 함께 진공 조작(vacuum manipulation)을 증진(augment)시키도록 제어되고, 상기 제3 밸브는, 상기 흡인 선에서 가로막는 (obstructing) 조직 물질을 치우는 퍼징 기능(purging function)을 제공하도록 제어되는, 조직 제거 장치.

### 청구항 11

제9항에 있어서, 상기 제2 밸브는 상기 흡인 선에 접촉하도록 배치되고 솔레노이드에 결합되는 모루 텁 구조(anvil tip structure)를 포함하며, 상기 솔레노이드는 일 방향으로는 상기 흡인 선을 죄고(pinch) 그 반대 방향으로는 상기 흡인 선을 열게끔 상기 모루 텁을 움직이도록 전기적으로 제어되는, 조직 제거 장치.

### 청구항 12

제9항에 있어서, 상기 제2 밸브는 상기 흡인 선에 접촉하도록 배치되고 솔레노이드에 결합되는 평평한 텁 구조(flat tip structure)를 포함하며, 상기 솔레노이드는 일 방향으로는 상기 흡인 선을 죄고(pinch) 그 반대 방향으로는 상기 흡인 선을 열게끔 상기 평평한 텁을 움직이도록 전기적으로 제어되는, 조직 제거 장치.

### 청구항 13

제10항에 있어서,

상기 제2 밸브는, 상기 흡인 선에 접촉하도록 배치되고 제1 솔레노이드에 결합되는 모루 텁 구조(anvil tip

structure)를 포함하고,

상기 제3 밸브는, 상기 흡인 선에 접촉하도록 배치되고 제2 솔레노이드에 결합되는 평평한 팁 구조(flat tip structure)를 포함하는, 조직 제거 장치.

#### 청구항 14

제1항에 있어서,

상기 유체 회로 내에 상기 펠스화된 진공을 제어하기 위하여 프로그램된 인스트럭션들을 포함하는 함수들을 실행하기 위한 프로세서를 포함하는 제어 콘솔을 더 포함하는, 조직 제거 장치.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제어 콘솔은, 펠스 주기를 형성하게끔 진공 오프 주기가 뒤를 잇는 진공 온 주기를 가진 일련의 진공 펠스들로서의 펠스화된 진공을 제공하도록 구성되며, 상기 진공 펠스들은 상기 펠스 주기에 의해 결정되는 주파수에서 발생되는, 조직 제거 장치.

#### 청구항 16

제14항에 있어서, 상기 제어 콘솔은, 펠스 주기를 형성하게끔 진공 오프 주기가 뒤를 잇는 진공 온 주기를 가진 일련의 진공 펠스들로서의 펠스화된 진공을 제공하도록 구성되며, 상기 진공 펠스들은 주어진 펠스 주기 동안에 상기 진공 온 주기를 조절함으로써 결정되는 듀티 사이클로 발생되는, 조직 제거 장치.

#### 청구항 17

제14항에 있어서, 상기 제어 콘솔은:

상기 밸브 포트가 열린 정도를 제어하고,

최대 진공 수준 및 최소 진공 수준에 의해 한정되는 일련의 진공 펠스들로서의 펠스화된 진공을 제공하도록 구성되며, 상기 최대 진공 수준 및 상기 최소 진공 수준은 상기 밸브 포트가 열려진 정도에 해당되며,

상기 최대 진공 수준은 100%에 이르도록 열린 상기 밸브 포트에 해당되고,

상기 최소 진공 수준은 적어도 0%로 열린 상기 밸브 포트에 해당되는, 조직 제거 장치.

#### 청구항 18

제14항에 있어서, 상기 제어 콘솔은:

상기 유체 회로 내의 유량을 결정하게끔 사용자 입력을 수신하고,

진공 펌프에 의해 제공되는 기초 진공을 제어함으로써 상기 사용자 입력에 기초하여 상기 유량을 제어하도록 구성되는, 조직 제거 장치.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

#### 관련 출원들

[0001] 본 출원은, "TISSUE REMOVAL DEVICES, SYSTEMS AND METHODS"라는 제목으로 2013년 3월 21일자 출원된 국제특허 출원 PCT/US2012/053641호의 부분계속(continuation-in-part)출원이며 이에 대한 우선권을 주장하고; 상기 국제특허출원 PCT/US2012/053641호는 "TISSUE REMOVAL DEVICES, SYSTEMS AND METHODS"라는 제목으로 2012년 9월 16일자 출원된 미국 특허출원 제13/234,672호의 부분계속출원이며 이에 대한 우선권을 주장하고; 상기 미국 특허출원 제13/234,672호는 "TISSUE REMOVAL DEVICES, SYSTEMS AND METHODS"라는 제목으로 2010년 1월 7일자 출원된 미국 특허출원 제12/683,893호의 부분계속출원이며 이에 대한 우선권을 주장하고; 상기 미국 특허출원 제12/683,893호는 2009년 1월 7일자 출원된 미국 특허가출원 제61/143,010호에 대한 우선권을 주장하는바; 그 각각의 내용들은 그것들 전체로서 본 명세서에 참조 병합된다.

#### 기술 분야

[0004] 본 발명은 일반적으로 조직의 제거에 관한 것이며, 그 비제한적인 예시는 환자의 눈으로부터의 백내장 물질(cataract material)의 제거이다. 본 발명은 조직을 제거하기 위해 그 조직을 조각내는 것 및/또는 깎아내는(degrade) 데에 진공 펄스(pulse)들을 사용하는 것과도 관련된다.

### 배경기술

[0005] 많은 외과 처치(procedure)들은, 안과 처치들의 다양한 종류들을 포함하는, 외과적 수술 부위로부터의 조직의 제거를 수반한다. 빈번하게 시행되는 처치의 일 예시는 백내장 수술이다. 백내장들을 제거하는 데 선택되는 도구(instrument)는 수정체유화(“파코(phaco)”) 장치였다. 파코 기술은 상기 백내장을 조각내고 제거하는 에너지 형태(energy modality)로서 초음파를 활용한다. 구체적으로는, 파코 기술은 상기 백내장 물질을 조각내는 작은 티타늄 바늘을 진동시키기 위해 기계적 초음파 에너지를 사용한다. 상기 눈으로부터 상기 백내장 물질을 제거하기 위해 상기 티타늄 바늘을 통해 흡인(aspiration)이 가해진다. 동축 슬리브는 상기 진동하는 바늘에 의해 발생된 많은 양의 열을 중화시키는 것을 돋도록 상기 처치 중에 눈에 세척액(irrigation fluid)을 공급한다.

[0006] 파코 기술은 많은 단점들을 갖고 있다. 사용된 높은 초음파 에너지는 절개 부위에서 안구 조직에 열손상을 초래할 수 있다. 게다가 파코 기술은 값비싸고, 상기 파코 처치는 복잡하며 연장된 학습곡선(extended learning curve)을 갖는 것으로 알려져 있다. 개발도상국들은 많은 해 동안 파코 기술을 채택하기 위해 노력해 왔지만, 이를 중 많은 나라들에서 진척이 느렸으며, 이는 상기 파코 장치들의 높은 단가와 상기 파코 처치 방법을 배우는 데 외과의사들이 경험하는 어려움 때문이다. 상기 파코 처치 중에 상기 절개 부위에서 생길 수 있는 외과적 원인의 난시를 줄이기 위해, 현재 3.0-mm 표준보다 상기 절개를 더 작게 만들기 위한 외과의사를 일부의 요망 또한 있다. 상기 파코 기술은 상기 절개가 상기 파코 팁(tip) 및 그것의 실리콘(silicone)-관류 슬리브 주위에 너무 편히 머물고(snug) 있게 된다면 상기 절개 부위에 열화상을 일으키는 경향이 있다. 편히 머물고 있는 정도(degree of snugness)와 상관없이 고수준의 초음파 에너지가 사용되면, 상기 절개 부위에 열화상 또는 각막화상을 초래할 수 있다. 또한, 개발되고 있는 새로운 접이식(foldable) 안구내 렌즈(intraocular lense: IOL)들 중 몇몇은 2.5-mm 절개를 통하여 상기 눈에 삽입될 수 있다. 만약 외과의사가 상기 백내장을 이런 크기의 절개를 통해 제거하고자 노력한다면, 상기 초음파 티타늄 팁(tip)과 상기 실리콘-관류 슬리브로부터 생겨난 마찰로 인한 열효과를 경험할 수 있는 더 높은 가능성성이 있다. 이 열효과는 조직 수축을 초래하고, 유발된 난시를 일으킬 수 있다.

[0007] 더욱이, 상기 파코 장치의 상기 티타늄 팁을 통해 전달된 기계적 초음파 에너지는, 상기 팁의 기계적 움직임에 나란하게, 상기 백내장 물질을 조각내고자 의도된 캐비테이션 필드(cavitation field)를 생성하지만, 그것은 수술 중에 접촉하게 되는 홍채 또는 임의의 안구 조직 또는 구조를 손상시킬 수 있다. 눈 안쪽에 상기 초음파 에너지를 활성화시키는 동안 상기 외과의사는 매우 조심해야만 한다. 상기 초음파 에너지를 제어하는 것의 어려움으로 인해, 상기 외과의사는 종종 상기 백내장 조각(particle)들을 상대적으로 높은 유체 흐름을 통해 상기 티타늄 팁으로 끌어내려고 노력한다. 높은 유체 흐름과 초음파 에너지 장(field)이 상기 파코 팁 자체를 훨씬 지나서 도달하므로 대부분의 외과의사들은 상기 눈에서 상기 파코 팁의 움직임을 최소화하기 위해 노력한다. 초음파 파동들의 넓은(broad) 전파 및 캐비테이션은 상기 파코 기술의 불가피한 부산물들이며; 이 둘 모두 잠재적으로 해롭고, 현재로서는 종래의 수정체유화에 있어서의 제한들이다.

[0008] 게다가, 초음파 에너지는 각막의 부종을 일으키는 경향이 있으며, 특히 더 높은 수준들에서 그러하다. 많은 외과의사들은 상기 파코 팁을 전안방(anterior chamber of eye)에 삽입하기에 앞서 상기 각막을 보호하기 위해 점탄성 물질을 상기 눈에 주입한다. 일부 외과의사들은 상기 안구내 렌즈(IOL)가 상기 눈에 삽입되는 백내장 수술의 단계 중에 점탄성 물질을 사용한다. 점탄성 물질은 비싸므로, 그 사용에 있어서 임의의 감소는 상기 백내장 수술의 비용을 감소시킬 것이다.

[0009] 게다가, 상기 파코 장치에 의해 생성된 초음파 에너지는 상기 각막의 안벽(inner lining)에 위치하고 있는 내피세포들에 손상을 가한다고도 알려져 있다. 이 세포들은 시력의 질에 있어 중요하다. 백내장이 더 경성(hard)일수록, 상기 백내장을 유화시키는 데 필요한 더 높은 수준의 초음파로 인하여 상기 내피세포의 손상은 더 커진다. 파코 기술의 사용에 있어서 1+(one-plus) 내지 3+(three-plus)의 경성의 백내장들로 인한 13.74%(1.5 내지 46.66 %)의 평균 내피세포 손실이 있다는 것이 보고돼 왔다. 또한, 파코 장치로 4+(four-plus) 경성의 백내장들을 제거할 때 26.06 % (6.81 내지 58.33 %)의 평균 내피세포 손실이 있다는 것이 보고돼 왔다.

[0010] 백내장 외과수술에 활용되는 유체의 양은 수술후의 각막의 투명도(clarity)와 상기 외과수술적 처치의 전반적인 유효성에 있어 현저한 영향을 미친다. 현재 파코 장치들은 열(thermal heat) 문제들로 인해, 부분적으로 닫힌

파코 절개를 수행한다. 이 절개는 수술 중 상기 눈으로부터 현저히 많은 유체의 유출량을 만든다. 이를 보완하기 위해, 많은 시스템들은 상기 터타늄 바늘로 상기 렌즈(lens) 물질을 끌기 위해 더 높은 흡인 유량(aspiration flow rate)들을 사용해야만 한다. 상기 더 높은 유량과 조합하면, 더 심한(higher) 난류(turbulence)를 생성하고, 전체 안구방(ocular chamber) 안정성(stability)을 손상시키는(compromise) 경향이 있다. 따라서, 완전히 단한 절개로 수술할 수 있어서, 적출 캐뉼라를 통해서만 외부로 향하는 유체 흐름이 이끌어질 수 있게 되는 것이 더욱 유리할 것이다. 그 대신 폐색 원리(occlusion principle)로 작동하는 본 개시에서 설명되는(taught) 장치와 같은, 비-초음파 장치로 유체의 사용은 최소화될 수 있으며, 감소된 수술 시간과 함께 수술 성과(performance)도 향상될 수 있다.

[0011] 더욱이, 미래에는, 다수의 안구내 렌즈 제조사들에 의해 개발되고 있는 주입가능한(injectable) 안구내 렌즈들에 맞춰(accommodate) 더 작은 절개(대략 1mm)가 낭간내 백내장 제거술을 시행하는 데 요구될 것이다. 현재 파코 기술은 상기 기계적 초음파에 의해 발생된 열을 관리(managing)하는 데 있어서의 제한들로 인해 낭간내 처치를 시행할 수 없을 것이다.

[0012] 전술한 것들을 고려하여, 비용 효율이 더 높고; 손상 위험을 줄이며 초음파 열 에너지를 감소시키거나 제거하는 것을 포함하여 환자의 눈과 같은 수술 부위를 둘러싼 조직들에 더 적은 손상을 일으키고; 수술후 합병증(complication)들의 위험을 줄이고; 상기 수술의 시간을 간소화 및 감소시키며 주어진 처치에 있어 필요한 절개 부위(site)의 크기를 줄이되, 현재 개발중인 상기 새로운 안구내 렌즈(IOL)들에 적합한, 조직 제거용(用) 장치 및 방법들에 대한 지속적인(ongoing) 필요성이 있다.

### 발명의 내용

[0013] 전술한 문제들 및/또는 당업자에 의해 관찰되어온 다른 문제들을 전부 또는 일부 해결하기 위해, 본 개시서는 아래에서 제시되는 실시들의 예로써 설명되는 바와 같은, 방법들, 처리들, 기구, 도구(instrument)들 및/또는 장치들을 제공한다.

[0014] 일 실시예에 따르면,

[0015] 본 발명의 다른 장치들, 기구들, 시스템들, 방법들, 특징들 및 장점들이 하기의 도면들 및 상세한 설명의 검토를 통해 당업자에게 명백하거나 명백해질 것이다. 모든 그러한 추가적 시스템들, 방법들, 특징들 및 장점들은 이 설명 내에 포함되는 것으로, 본 발명의 범위에 속하는 것으로, 첨부되는 청구항들에 의해 보호되는 것으로 의도된다.

### 도면의 간단한 설명

[0016] 본 발명은 아래의 도면들을 참조하여 더 잘 이해될 수 있다. 도면들의 구성요소들은 본 발명의 원리들을 예시하기 위하여 자리잡힌 것 대신에 스케일링하거나 강조해야 필요는 없다. 상기 도면들 내에, 같은 참조 번호들은 상이한 도면들에 걸쳐 대응되는 부분(part)들을 지정한다.

도 1은 본 발명의 실시에 따른, 조직 제거 시스템의 예시를 도시하는 블록도이다.

도 2는 상기 조직 제거 시스템에 의해 적용될 수 있는 펄스화된 진공(pulsed vacuum) 신호의 예시이다.

도 3은 상기 조직 제거 시스템에 의해 적용될 수 있는 펄스화된 진공 신호의 다른 일 예시이다.

도 4는 본 명세서에 개시된 실시에 따라, 조직 제거 장치에 의해 제공될 수 있는 열(thermal) 요소 및 캐뉼라의 예시의 단면도이다.

도 5는 외부 시각으로부터의 상기 열 요소 및 캐뉼라의 단면도이다.

도 6은 도 4 및 도 5에 도시된 상기 열 요소 및 캐뉼라의 평면도이다.

도 7, 8 및 도 9는 상기 열 요소들이 어떻게 구조화되는지를 보여주는 상기 캐뉼라 및 각 예제들의 사시도들이다.

도 10은 그 내부 흡인 선을 형성하고, 열린 위치에서 진공 펄스 생성 장치를 갖는 조직 제거 장치의 구조의 예시의 단면도이다.

도 11은 단한 위치에서 상기 진공 펄스 생성 장치를 갖는 도 10에 도시된 구조의 다른 일 단면도이다.

도 12는 수축된 위치에서 거기에 이동가능한 멤버를 갖는 진공 펠스 생성 장치의 다른 일 예시의 단면도이다.

도 13은 확장된 위치에서 상기 이동가능한 멤버를 갖는 도 12에 도시된 상기 진공 펠스 생성 장치의 단면도이다.

도 14는 진공 펠스 생성 장치에 제공될 수 있는 이동가능한 멤버의 예시의 측면도이다.

도 15는 수축된 위치에서 이동가능한 멤버를 갖는 진공 펠스 생성 장치의 다른 일 예시의 단면도이다.

도 16은 확장된 위치에서 이동가능한 멤버를 갖는 도 14에 도시된 상기 진공 펠스 생성 장치의 단면도이다.

도 17은 본 발명의 다른 일 실시에 따른 조직 제거 시스템의 예시를 도시하는 블록도이다.

도 18은 본 발명의 다른 일 실시에 따른 조직 제거 장치의 예시를 도시하는 사시도이다.

도 19는 도 18에 도시된 상기 조직 제거 장치의 평면도이다.

도 20은 도 19의 B-B 선을 따라 취한 상기 조직 제거 장치의 단면도이다.

도 21은 본 발명의 다른 일 실시에 따른 휴대용(hand-held) 수술 도구의 예시의 사시도이다.

도 22는 확장된 위치에서 확장가능한 절개 밀봉(seal)을 갖는 본 명세서에 개시된 일 실시에 따른 상기 밀봉의 예시의 사시도이다.

도 23은 수축된 위치에서 상기 밀봉을 갖는 도 22에 도시된 상기 확장가능한 밀봉의 사시도이다.

도 24a는 본 발명의 또다른 일 실시에 따른 조직 제거 장치의 예시의 반전된 측면도이다.

도 24b는 본 발명의 일 실시에 따른 조직 제거 장치의 다른 일 예시의 사시도이다.

도 25는 도 24a에 도시된 상기 조직 제거 장치의 단면도이다.

도 26은 회전식 벨브 조립체의 구성요소들을 특징으로 하는, 도 24a에 도시된 상기 조직 제거 장치의 분해 사시도이다.

도 27는 확장한 흡인 선 구성의 예시를 특징으로 하는, 도 24a에 도시된 상기 조직 제거 장치의 유체 경로 흐름의 개략도이다.

도 28은 상기 캐뉼라의 원위부 말단에 적용된 본 발명의 I/A 팁 멤브레인의 단면도이다.

도 29는 본 발명에 따라 눈의 절개로부터 조직을 제거하는 방법의 일 예시를 도시하는 흐름도이다.

도 30a는 본 발명의 조직 제거 장치의 상기 원위부 말단에 I/A 팁 멤브레인을 적용하기 위한 장치의 단면도이다.

도 30b는 도 29a에 도시된 상기 장치에 삽입되는 조직 제거 장치의 상기 원위부 말단을 나타내는 상기 장치의 단면도이다.

도 30c는 본 발명의 조직 제거 장치의 원위부 말단에 적용되는 I/A 팁 멤브레인을 보여주는 측면도이다.

도 31은 다른 일 실시에 따른 조직 제거 장치의 예시의 사시도이다.

도 32는 도 31에 도시된 상기 조직 제거 장치의 평면도이다.

도 33은 도 31 및 도 32에 도시된 상기 조직 제거 장치와 함께 제공될 수 있는 벨브 조립체의 한 예시의 사시도이다.

도 34는 상기 열린 위치에서, 상기 벨브 조립체를 갖는, 도 31 및 도 32에 도시된 상기 조직 제거 장치의 단면도이다.

도 35는 상기 닫힌 위치에서, 상기 벨브 조립체를 갖는, 도 31 및 도 32에 도시된 상기 조직 제거 장치의 단면도이다.

도 36은 다른 일 실시에 따른 흡인 캐뉼라의 예시의 측면도이다.

도 37은 다른 일 실시에 따른 조직 제거 시스템의 예시의 개략도이다.

도 38은 도 37에 도시된 상기 조직 제거 시스템과 함께 제공될 수 있는 카세트, 진공 레귤레이터 및 진공 소스의 예시의 개략도이다.

도 39는 도 37에 도시된 상기 조직 제거 시스템과 함께 제공될 수 있는 카세트의 예시의 부분적 내부모형 사시도이다.

도 40은 도 39에 도시된 상기 카세트의 부분적 내부모형 측면도이다.

도 41은 실시에 따른 원통형 캐뉼라 밀봉의 예시의 사시도이다.

도 42는 도 41에 도시된 상기 캐뉼라 밀봉의 측면도이다.

도 43a는 실시에 따른 상기 흡인 캐뉼라의 원위부 말단에 탄력성 멤브레인을 적용하기 위한 장치의 내부모형도이다.

도 43b는 그 안쪽에 삽입된 캐뉼라를 보여주는, 도 43a에 도시된 상기 장치의 내부모형도이다.

도 43c는 그 위에 설치된 탄력성 멤브레인을 갖는 상기 캐뉼라의 측면도이다.

도 44는 다른 일 실시에 따른 조직 제거 시스템의 예시의 개략도이다.

도 45는 흡인 캐뉼라의 밀봉 멤브레인의 예시 실시예의 사시도이다.

도 46a 및 도 46b는 상기 펜스화된 진공을 변화시키는 펜스 파라미터들의 제어를 도시하는 펜스화된 진공 신호들이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017]

도 1은 본 명세서에 개시된 실시에 따른 조직 제거 시스템(100)의 예시를 도시하는 블록도이다. 상기 조직 제거 시스템(100)은 일반적으로, 조직 제거 장치(104), 진공 펌프(108) 및 제어 콘솔(112) 및 발로-작동되는 제어 장치(116)와 같은 하나 이상의 시스템 제어 장치들을 포함한다. 전형적인 실시들에서, 상기 조직 제거 장치(104)는 사용자에 의해 휴대하기 편하도록 구조화되고 크기가 맞춰지며, 따라서 핸드 피스, 휴대용 도구, 휴대용 장치로 언급된다. 상기 조직 제거 시스템(100)의 다른 구성요소들은 고정되거나 휴대가능할 수 있고, 상기 조직 제거 시스템(100)이 활용되는 특정 처치에 바람직하거나 적합할 수 있다. 상기 조직 제거 장치(104) 및 다른 다양한 구성요소들은 빠르고 쉽게 상호연결되어 상기 조직 제거 시스템(100)을 완성시키기에 적합한 멀균된, 미리 조립된 형태로 외과의사들에게 제공된다. 상기 조직 제거 장치(104) 및 다른 다양한 구성요소들은 쓰고 버릴 수 있는(disposable) 재료들로 구성될 수 있다.

[0018]

일반적으로, 상기 조직 제거 시스템(100)은 상기 조직 제거 장치(104)의 원위부 텁에서의 진공 에너지 또는 진공과 열 에너지 모두의 제어된 적용을 통하여 수술 부위(124)로부터 목표 조직(120)을 제거하기 위한 외과의사(또는 다른 유형의 사용자)에 의한 사용에 적합하다. 본 문맥에서, 목표 조직(120)은 일반적으로 상기 수술 부위(124)로부터 제거되기를 원하는 임의의 조직을 포함한다. 예를 들어, 상기 목표 조직(120)은 환자의 눈으로부터 제거될 백내장 물질을 포함할 수 있다. 진공은 목표 조직(120)을 흡인하는 것뿐만 아니라 상기 목표 조직(120)을 파쇄하기 위한 형태로서도 활용될 수 있다. 열 에너지도 상기 목표 조직(120)을 파쇄하는 것에 조력하기 위해 활용될 수 있다. 상기 조직 제거 시스템(100)은 흡인된 조직의 수집 및 처분을 멀균 방식으로 가능하게 하기 위해, 출구 선(130)을 통해 상기 진공 펌프와 소통되는, 임의의 적합한 용기, 컨테이너 등에 의해 실시될 수 있는 조직 수집 장소(site)를 포함할 수도 있다. 상기 특정 응용에 따라, 상기 조직 제거 시스템은 상기 조직 제거 장치를 통해 상기 수술 부위에 특정 유형들의 물질들을 추가하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 상기 조직 제거 시스템은 상기 수술 부위에 세척액(irrigation fluid)을 가하기에 적합할 수 있거나, 그런 기능이 별개의 도구에 의해 수행될 수 있다. 다른 예시들로, 상기 조직 제거 장치는 피질 물질; 또는 겔; 또는 수정체, 흐를 수 있는(flowable) IOL 물질 등을 대체하는 다른 굴절성 물질을, 주입하도록 구성될 수 있다.

[0019]

상기 조직 제거 장치(104)는 상기 수술 부위(124)에 자리잡히고 작동되기에 적합한 열린 원위부 말단(132), 그리고 반대쪽 근위부 말단(136)을 일반적으로 포함한다. 상기 조직 제거 장치는 다양한 구성요소들을 에워싸는 하우징(140)도 포함한다. 위에서 언급한 바와 같이, 상기 하우징(140)은 외과의사의 손에 쥐어지도록 구성(크기, 형태 등)될 수 있다. 유리한 실시들에서, 상기 하우징(140)은 상기 외과의사를 보호하기 위해 전기적으로 절연되고 단열된 재료로 구성되며, 그 비재한적인 예시들은 다양한 열가소성 플라스틱들 및 중합체 조성물들이다. 상기 조직 제거 장치(104)의 하나 이상의 구성요소들(도관들, 배관들, 챔버들 등)은 상기 하우징을

통해 일반적으로 상기 열린 원위부 말단(132)으로부터 상기 근위부 말단(136)으로 또는 적어도 상기 근위부 말단을 향해, 소통되는 내부 진공(또는 흡인) 선(144)를 제공한다. 상기 내부 흡인 선(144)의 부분(part)은, 상기 하우징(140)의 원위부 개구로부터 짧은 거리 너머로 연장되고, 상기 조직 제거 장치(104)의 열린 원위부 말단(132)에 대응하는 열린 원위부 텁에서 끝날 수 있는 캐뉼라(148)에 의해 확립된다. 상기 조직 제거 장치(104)의 적합한 피팅(미도시)의 수법으로 전형적으로 상기 근위부 말단(136)에 또는 상기 근위부 말단 근처에(즉, 상기 하우징(140)의 근위부 개구) 위치한, 상기 내부 흡인 선(144)은 임의의 적절한 길이의 외부 흡인 선(152)와의 연결을 통해 상기 진공 펌프(108)에 유체전달상 소통되도록 위치할 수 있다.

[0020] 상기 조직 제거 장치(104)는 상기 내부 흡인 선(144)과 작동상 소통되는 상기 하우징(140) 내에 위치한 진공 펌스 생성 장치(156)를 포함할 수도 있다. 제어된 진공 수준을 확립하는 상기 진공 펌프(108)와 함께, 상기 진공 펌스 생성 장치(156)는 제어된 주파수 및 지속시간의 진공 펌스들을 생성하도록 작동될 수 있다. 이 목적으로 상기 진공 펌스 생성 장치(156)는 진공 펌스 제어 신호 선(160)을 통해 상기 제어 콘솔(112)과 전기적 통신이 되도록 위치할 수 있다. 상기 진공 펌스 생성 장치(156)는 진공 펌스들을 생성하기에 적합한 임의의 방법으로 구성될 수 있으며, 그들 중 몇몇 예시들은 아래에서 설명된다. 상기 진공 펌스 생성의 효과를 최적화하기 위해, 상기 진공 펌스 생성 장치(156)와 상기 열린 원위부 말단(132) 사이의 상기 내부 흡인 선(144)의 상기 부분(part)은 강성이어야 하며, 그래야 상기 펌스로서 생성된 에너지는 그것이 상기 원위부 말단(132)에 전달될 때, 보존된다. 즉, 부드러운 도관 재료(예컨대, 유연성 배관)은 상기 내부 흡인 선(144)의 이 부분에 있어서는 피해야 하며, 이는 상기 펌스화된 에너지의 바람직하지 않은 제동(damping) 효과를 그런 재료들이 제공할 수 있기 때문이다. 따라서 상기 캐뉼라(148)는 강상 재료(들)로부터 구성되어야 한다. 상기 조직 제거 장치(104)의 설계에 따라, 도시된 캐뉼라(148)는 그 원위부 텁으로부터 상기 진공 펌스 생성 장치(156)로, 즉 상기 내부 흡인 선(144)의 강성이어야 하는 전체 부분(portion)을 너머로 연장될 수 있다. 선택적으로, 하나 이상의 다른 별개의 도관들이 상기 캐뉼라(148)와 상기 진공 펌스 생성 장치(156) 사이에 제공될 수 있으며, 이 경우 다른 도관들은 마찬가지로 강성이어야 한다.

[0021] 작동에 있어, 상기 진공 펌프(108)는 상기 조직 제거 장치(104)의 기초 진공 수준을 제공한다. 이 진공 수준은 조직을 흡인하기 위해 상기 외과의사에 의해 필요한 정도로 제어되고 조정될 수 있다. 조직 제거 처치 동안 임의의 주어진 시간 주기에 걸쳐, 상기 외과의사는 상기 진공 수준이 일정하도록 설정하거나 상기 진공 수준을 변화시킬 수 있다. 상기 진공 펌스 생성 장치(156)는 상기 진공 펌프(108)에 의해 생성된 진공에 펌스를 가하도록 작동될 수 있다. 진공 펌스 생성은 임의의 수의 목적들을 위해 수행될 수 있으며, 그 예시로 그 흡인에 앞서 목표 조직(120)을 파쇄하는 것이다. 특정한 일 예시에 있어, 상기 펌스화된 진공 에너지는 백내장 물질을 파쇄하기 위해 활용된다. 상기 진공 펌스 생성의 전체 지속시간(즉, 상기 진공 펌스 생성 장치(156)가 활성인 동안의 시간), 뿐만 아니라 상기 펌스 생성 파라미터들(예컨대, 상기 펌스들의 크기 및 지속시간/주파수)은 상기 외과 의사에 의해 결정될 수 있다. 예시들로서, 상기 외과의사는 다양한 예비설정의 (소정의, 미리 프로그램된, 기타 등등의) 진공 펌스 생성 프로그램들 가운데 선택하는 것이 허용될 수 있으며, 그리고/또는 상기 진공 펌스 생성 파라미터들을 실시간으로(즉석에서) 조정하는 것이 허용될 수 있다. 상기 외과의사는 상기 진공 펌프(108) 및 상기 진공 펌스 생성 장치(156)의 작동 파라미터들을 상기 제어 콘솔(112) 및/또는 상기 발 제어 장치를 활용하는 것으로써 제어할 수 있다.

[0022] 상기 진공 펌스 생성 장치(156)에 의해 실시될 수 있는 진공 펌스 생성 프로그램(또는 프로파일들)의 몇 가지 예시들이 도 2 및 도 3에 도시된다. 구체적으로, 도 2는 상대적으로 높은 주파수의 펌스 및 중간 정도의 진공 수준의 특성을 갖는 펌스화된 진공 신호의 예시이다. 도 3은 상대적으로 낮은 주파수의 펌스 및 높은 정도의 진공 수준의 특성을 갖는 펌스화된 진공 신호의 예시이다. 유리한 실시들에서, 상기 펌스열(pulse train)들은 단계가 있는 프로파일(즉, 스텝 함수들 및 구형파들)을 도 2 및 도 3에 나타난 바와 같이 갖는데, 여기서 상기 진공 수준은 높은 값과 낮은 값(제로 진공이거나 매우 낮은 진공에 대응될 수 있음) 사이로 갑자기 전환된다. 즉, 상기 높은 값과 낮은 값 사이의 전이들은 경사지거나 곡선 모양으로 된 함수들에 의해 개선될 수 없다. 이 방식에 의해 상기 펌스들은 사실상, 목표 조직(120)을 파쇄하기에 효과적인 이산 충격량들의 열(sequence)을 구성한다.

[0023] 특정 유형들의 조직의 파쇄와 같은 진공 펌스 생성의 어떤 특정 목적들을 위해, 상기 진공 펌스들의 크기가 상기 진공 펌프(108)에 의해 제공되는 상기 기초 진공의 강도보다 현저히 높은 것이 바람직하거나 필요할 수가 있다. 따라서, 상기 진공 펌스 생성 장치(156)의 작동은 상기 진공 펌프의 작동과 협동하도록 맞춰질 수 있고, 이것은 상기 제어 콘솔(112)에 의해 자동으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상기 제어 콘솔(112)은 상기 진공 펌스 생성 장치(156)의 활성화가 되자마자 상기 진공 펌프(108)에 의해 생성되는 진공 수준을 한층 높이도록 구성

될 수 있으며, 마찬가지로 상기 진공 펠스 생성 장치(156)의 비활성화가 되자마자 상기 진공 수준을 한층 낮추도록 구성될 수 있다. 게다가, 안전 특징으로서, 상기 제어 콘솔(112)는 상기 진공 펠스 생성 장치(156)가 비활성화되자마자, 또는 상기 진공 펠스 생성 장치(156)의 고장(failure)을 감지하자마자 상기 진공 펌프(108)을 끄도록 구성될 수 있다. 이 유형의 협동은 백내장 제거 및 다른 안과 치치들과 같이 특정 유형들의 조직 제거 치치들에 대해 특히 유용하다. 그러한 작동 환경들에서, 상기 진공 펠스 생성이 작동할 수 있는 더 높은 진공 수준은, 상기 펠스 생성이 부존재할 때에 잠재적으로 해로운 높은 유체 유량 조건을 만든다. 즉, 상기 조직 제거 장치(104)의 상기 원위부 텁이 환자의 눈의 내부와 같은 유체 환경에 위치할 때, 상기 진공 펌프(108)의 작동에 의해 확립되는 진공은 상기 유체 환경으로부터 상기 캐뉼라(148) 및 상기 흡인선을 포함한 다른 모든 유체 도관들을 통해 상기 진공 펌프(108)를 향하는 방향의 유체 흐름을 확립한다. 상기 진공 펠스 생성 장치(156)가 작동되지 않을 때, 상기 유량은 일차적으로 상기 진공 펌프(108)에 의해 가해지는 진공의 수준에 의존한다. 상기 조직 제거 시스템(100)은, 근처 조직 또는 다른 구조들에 손상을 입히거나 달리 해로운 영향을 끼치지 않고 목표 조직(120)을 흡인하기에 효과적인 것으로 결정된 강도 범위 내에서 진공을 가하게끔 상기 진공 펌프(108)을 작동시키도록 구성된다. 반면에, 상기 진공 펠스 생성 장치(156)도 역시 활성인 때에는, 상기 진공 펠스들 - 상기 원위부 텁에 가해지는 진공의 순환적 해제 및 회복 - 은 상기 유체 유량에 현저하게 영향을 미친다. 일반적으로 상기 진공 펠스율이 더 높을수록 상기 유체 유량은 더 낮고, 상기 진공 펠스율이 낮을수록 상기 유체 유량은 더 높다. 따라서, 높은-주파수 진공 펠스들은 상대적으로 높은 강도로 목표 조직(120)을 매우 효율적으로 파쇄하기 위해 가해지고, 이는 그 결과로서의 유체 유량이 안전 범위 내에 머무르기 때문이다. 그러나 만약 상기 진공이 - 상기 진공 펠스 생성 장치(156)의 비활성화 또는 고장으로 인해 - 펠스 생성이 멈춘 후에 그 높은 강도에 머무르게 된다면, 유체 유량은 안전하지 않은 수준으로 빠르게 증가할 것이다. 환자의 눈과 같은 치명적인 특정 수술 부위들에 대해, 유량에 있어서의 연속적으로 가해지는(펠스가 아님) 높은-강도의 진공으로의 이런 갑작스런 도약 및/또는 갑작스런 전이는 환자에게 신속한 유체 손실 및 부상을 입힐 수 있다. 따라서, 부상의 위험을 제거하기 위해, 상기 진공 펌프(108)와 상기 진공 펠스 생성 장치(156)의 각각의 작동들을 협동하도록 맞추는 것이 유리하다.

[0024] 방금 주목한 바와 같이, 더 높은 진공 펠스율들은 더 낮은 유체 유량들의 결과가 되며, 더 낮은 진공 펠스율들은 더 높은 유체 유량들의 결과가 된다. 따라서, 상기 조직 제거 장치(104)가 진공-펠스 모드로 작동하는 동안, 외과의사는 상기 진공 펠스 생성 장치(156)에 의해 가해지는 진공 펠스들의 주파수를 변화시킴으로써 상기 유체 유량을 제어할 수 있으며, 따라서 상기 조직 제거 장치(104)를 통해 흡인되는 파쇄된 조직의 유량을 제어할 수 있다. 상기 진공 펠스 주파수는 예를 들어, 상기 제어 콘솔(112) 또는 상기 발 제어 장치(116) 상에 위치한 전용 조정 손잡이를 조작함으로써 변화될 수 있다. 방금 설명된 것과 유사한 안전 특성으로서, 상기 제어 콘솔(112) 또는 상기 팔 제어 장치(116)과 함께 상기 진공 펠스 주파수의 소정의 임계 하한값에 도달했는지를 감지하고, 도달했다면 상기 가해진 진공의 강도를 자동으로 낮추는 것에 의해 위험한 높은 유량을 회피하도록 반응하도록 구성될 수 있는 회로가 제공된다. 다른 일 안전 특징으로서, 상기 발 제어 장치(116)는, 상기 진공 펠스 생성 모드가 활성화된 채로 유지시키기 위해 상기 발 제어 장치(116)의 발 스위치가 눌려지지 않은 채 유지되는 것을 요구하도록 구성될 수 있다. 이 구성에 의해, 만약 상기 외과의사가 의도적으로 또는 우연히 상기 발 스위치에서 자기 발을 치우면, 상기 캐뉼라(148)의 상기 원위부 텁 등에 상기 진공을 가하는 것을 차단하기 위해 상기 조직 제거 시스템(100)이 낮은 진공 수준과 연속 진공 모드로 자동으로 전환되거나, 상기 진공 펌프(108)이 자동으로 꺼지거나, 상기 진공 펠스 생성 장치(156)의 밸브 메커니즘이 상기 흡인 선(114)을 자동으로 폐쇄한다.

[0025] 도 1에 더 나타난 바와 같이, 몇몇 실시들에서, 상기 조직 제거 시스템(100)은 저진공 선 및 별개의 고진공 선을 포함할 수 있다. 전술한 상기 제1 흡인 선(152)은 상기 저진공 선으로서 활용되며, 제2 흡인선(164)은 상기 고진공 선으로서 활용된다. 상기 제1 흡인 선(152) 및 상기 제1 진공 펌프(108)는 상기 외과의사가 상대적으로 낮은 진공 수준들의 범위 내에서 상기 진공 수준을 변화시킬 수 있는 상기 연속 진공 모드 또는 정상 상태(steady-state) 진공 모드 동안 활성이다. 상기 고압 흡인 선(164)은 상기 진공 펠스 생성 장치(156)와, 상기 진공 펠스 생성 모드에 연관된 상대적으로 더 높은 수준들의 진공을 가하도록 구성된 제2 진공 펌프(168)의 유체 유입구를 상호연결한다. 상기 제1 진공 펌프(108)에 유사하게, 상기 제2 진공 펌프(168)는 전용 전기적 신호 선들(미도시)를 통해 상기 제어 콘솔(112) 또는 상기 발 제어 장치(116)에 의해 제어된다. 상기 제1 진공 펌프(108) 및 상기 제2 진공 펌프(168)는 동일한 유형의 펌프이거나 상이한 유형들의 펌프들일 수 있다. 상기 제어 콘솔(112) 또는 상기 발 제어 장치(116)는, 상기 제1 진공 펌프(108) 및 상기 제2 진공 펌프(168)를, 상기 연속 진공 모드 또는 상기 진공 펠스 생성 모드에 대한 상기 외과의사의 선택에 따라 작동시키는 것과 또는 본 개시의 다른 곳에서 설명된 바와 같은 특정 이벤트들에 응해 자동적으로 작동시키는 것 사이를 전환하도록

구성된다. 상기 진공 펄스 생성 장치(156)는 상기 캐뉼라(148)로부터, 상기 선택된 모드에 따라, 상기 제1 흡인 선(156) 안으로 또는 상기 제2 흡인 선(164) 안으로 흐름 경로를 전환하도록 구성된다. 따라서 유체 및 제거된 조직들은 상기 제1 흡인 선(152) 또는 상기 제2 흡인 선(164)을 통해 흐른다. 출구 선(172)은 상기 제2 진공 펌프(168)의 유체 출구와 상기 조직 수집 장소(128)를 상호연결할 수 있다.

[0026] 상기 조직 제거 장치(104)는 상기 캐뉼라(148)의 상기 원위부 텁에 위치한 열 요소(176)를 포함할 수도 있다. 상기 열 요소(176)는 국소화된 열 에너지를 상기 목표 조직(120)에 가하기에 적합하다. 상기 열 에너지는 상기 목표 조직(120)을 깎아내는 효과를 갖는다. 본 문맥에서, “깎아내기(degrading)”는 일반적으로, 상기 목표 조직(120)은 그 원래의 상태로부터 상이한 상태로 변형되고, 상기 상이한 상태가 상기 수술 부위(124)로부터 상기 목표 조직의 제거 및/또는 상기 조직 제거 장치(140)를 통한 흡인을 촉진하는 것을 의미한다. 상기 깎아내기의 정확한 메커니즘은 상기 목표 조직(120)의 성질 또는 구성(composition)에 의존할 것이다. 몇 가지 비제한적인 예시들로서, 깎아내기는, 상기 목표 조직(120)을 더 작은 조각들로 파쇄하는 것, 상기 목표 조직(120)을 변성시키는 것, 상기 목표 조직(120)을 탈중합화하는 것, 상기 목표 조직(120)을 녹이는 것 등을 수반할 수 있다. 몇몇 실시들에서, 상기 열 요소(176)는 DC 전류에 반응을 보이는 전기적으로 저항성을 지닌 가열 요소이다. 상기 열 요소(176)는, 원하는 세기의 DC 전류를 상기 조직 제거 장치의 하나 이상의 전기적 전도성 구성요소들을 통해 상기 열 요소(176)로 전달하는 가열 신호 선(180)을 통해 상기 제어 콘솔(120)에 의해 제어될 수 있다. 비제한적인 일 예시로서, 상기 제어 콘솔(112)은, 상기 열 요소(176)의 온도가 약 40~70 °C의 범위 내에서 변하도록 하는 현재 범위 상에서 상기 열 요소(176)에 에너지를 가할 수 있도록 구성될 수 있다. 상기 제어 콘솔(112)은 상기 열 요소(176)가 펄스화된 열 에너지를 가하도록 하기 위한 상기 가열 신호 선(180) 상에서 펄스화된 DC 전류를 전달하도록 구성될 수도 있다. 상기 가열 신호 선(180)은 상기 열 요소(176)의 2개의 종단들 또는 접촉점들과 각각 통신하고, 그럼으로써 하나의 전기선을 통해, 상기 열 요소(176)를 통해, 그리고 다른 전기선을 통해 전류가 흐를 수 있는 회로를 확립하는, 2개의 전기선들을 대표할 수 있다. 상기 열 요소(176)의 하나 이상의 작동 파라미터들은 택일적으로 또는 추가적으로 상기 발 제어 장치(116)에 의해 제어될 수 있으며, 이는 아래에서 더 설명되는 바와 같다.

[0027] 상기 열 요소(176)는 일반적으로, 전기적으로 전도성이지만 전기적으로 저항성이 임의의 재료로, 즉 그것을 통하여 흐르는 전기적 에너지의 상당한 부분을 열 에너지로 변환하는 데에 효과적인 재료로, 구성될 수 있다. 따라서 다양한 금속들 및 금속 합금들이 활용될 수 있다. 바람직하게는, 상기 열 요소(176)는 전류에 매우 반응성 있는 물질, 즉, 높은 저항성(또는 낮은 전도성) 물질, 또는 달리 말하자면, 전류에 반응해 열을 쉽게 방산하는 물질로 구성된다. 비제한적인 일 예시는 니크롬이다. 몇몇 실시들에서, 상기 열 요소(176)는, 목표 조직(120)의 상기 열 요소(176)에 대한 부착(adhesion) 또는 보유(retention)를 방지하기 위해 비접착성 특질을 상기 열 요소(176)에 부여하는 물질로 코팅될 수 있다. 적합한 비접착성 코팅들의 비제한적인 예시들은 파哩렌(Parylene) 물질군(family)의 다양한 중합체 조성물들뿐만 아니라 그것들의 화학적 유도체들 및 관련 화합물들(chemical relatives)을 포함한다.

[0028] 도 4는 상기 조직 제거 장치(104)의 원위 부위(region)의 예시의 단면도이다. 더 구체적으로는, 도 4는 상기 캐뉼라(148)의 원위 부위, 그리고 상기 캐뉼라(148)의 원위부 텁(402)에 위치한 상기 열 요소(176)를 단면으로 도시한다. 상기 캐뉼라(148)의 내부 표면(406)은 상기 캐뉼라(148)의 상기 내부(interior)를 둘러싼다. 상기 내부 표면(406)의 내부직경은 상기 캐뉼라(148)를 통한 흐름 단면적을 좌우한다. 이 예시에서, 상기 열 요소(176)와 상기 캐뉼라(148)는 길이 방향 축(410)에 대하여 동축으로 배열된다. 상기 길이 방향 축(410)과 동일 선상의 화살표는 일반적으로 가해진 진공에 의해 확립된 압력 기울기(gr gradient)의 방향, 즉 유체 흐름과 조직 흡인의 방향을 묘사한다. 이 예시에서, 상기 열 요소(176)는, 상기 캐뉼라(148)로 들어가는 유체 유입구(414)의 역할을 하는 개구를 한정하고, 따라서 상기 조직 제거 장치(104)의 상기 열린 원위부 말단(132)(도 1)에 대응하는, 와이어 루프의 형태로 제공된다. 이에 따라 상기 열 요소(176)는 환형이고, 흡인된 유체 및 조직을 위한 흐름 경로를 동축으로 포위한다. 상기 유체 유입구의 크기(내부 직경)은 상기 캐뉼라(176)로 들어가는 흐름 구역을 좌우한다. 이것은 도 5에서도 도시되었으며, 도 5는 외부 시각으로부터의 열 요소(176) 및 캐뉼라(148)의 단면도이다. 상기 열 요소(176)의 내부 직경은 상기 캐뉼라(148)의 내부 직경과 동일하거나 실질적으로 동일할 수 있으며, 이 경우 상기 흐름 구역은 상기 캐뉼라(148)의 축 길이를 따라 유지된다. 다른 실시들에서는, 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 열 요소(176)의 내부 직경은, 상기 캐뉼라(148)의 테이퍼된(또는 원뿔형) 섹션(section)(418)에 의해 제공되는 직경상 변화로 인해 상기 캐뉼라(148)의 내부 직경보다 작을 수 있다. 더 작은 직경의 열 요소(176)에 의해 한정되는 상기 유체 유입구(414)를 가로지르도록 충분히 작은 임의의 조직은 상기 캐뉼라(148)에 의해 한정되는 더 큰 흐름 단면적을 막을 위험성이 적으므로, 이 구성은 상기 캐뉼라(148)가 막히는 것을 방지하기에 유용할 수 있다. 도 5에 나타난 바와 같이, 상기 열 요소(176)는 C-형일 수 있으며, 상기

열 요소는 그 안에 캡(508)에 의해 분리된 2개의 종말단들(502, 504)을 갖는다. 이 구성에 의해 각각의 전기 리드(lead)들은 상기 종말단들(502, 504)에 부착되거나 달리 전기적으로 접촉되도록 위치할 수 있으며, 이로써 DC 전류가 상기 열 요소(176)를 통과하도록 상기 회로가 완성된다. 다음에는 전기 리드들이 도 1에 도해로 묘사된 상기 가열 신호 선(180)을 통해 상기 제어 콘솔(112)과 통신한다.

[0029]

상기 조직 제거 장치(104)는, 상기 캐뉼라(148)를 절개를 통해 수술 부위에 삽입하는 것을 수반하는 다양한 치치들에서 활용될 수 있다. 예를 들어, 다양한 안과 치치들에서, 환자의 눈의 막을 통해 절개가 이루어질 수 있다. 상기 절개는 예를 들어 레이저 치치와 같은 다양한 기술들에 의해 이루어질 수 있다. 상기 눈의 손상을 최소화하고, 수술 후 회복 및 치료 기간들을 최소화하기 위해 가능한 한 상기 절개가 작아야 한다. 따라서, 상기 캐뉼라(148)는 실제적으로 가능한 한 작아야 한다. 본 명세서에 개시된 상기 캐뉼라(148) 및 열 요소(176)의 설계는 이 구성요소들의 크기들을 그것들의 기능에 부정적 영향을 끼침 없이 최소화하는 것을 가능하게 한다. 몇몇 실시들에서, 상기 캐뉼라(148)의 외부 직경은 약 1.0~3.0mm의 범위에 속한다. 몇몇 예시들에서, 상기 캐뉼라(148)의 외부 직경은 약 3.0 mm, 2.5 mm, 2.0 mm, 1.5 mm, 또는 1.0 mm이다. 다른 곳에서 언급한 바와 같이, 상기 열 요소(176)의 외부 직경은 대략 상기 캐뉼라(148)의 외부 직경과 동일하거나 그보다 작을 수 있다. 몇몇 예시들에서, 상기 열 요소(176)의 외부 직경은 약 1.7mm이거나 더 작다. 상기 캐뉼라(148)의 크기는 부분적으로 최소화될 수 있으며, 이는 상기 조직 제거 장치(104) 그 자체는 상기 수술 부위에 세척액을 공급하기 위한 수단들을 제공할 필요가 없기 때문이다. 본 명세서에 개시된 상기 진공 펄스 생성 효과 및 상기 열효과의 활용은 선행 기술의 조직 제거 기술들만큼 많은 세척액을 거의 필요로 하지 않는다. 상기 수술 부위에 추가될 필요가 있는 임의의 세척액은 별개의 휴대용 장치에 의해 공급될 수 있다. 이것은 상기 외과의사가 한 손에 상기 조직 제거 장치(104)를 들고 쓰고, 다른 한 손에 세척 장치를 들고 쓸 필요가 있으므로 양손 기술(bimanual technique)이라고 언급될 수 있다. 대안으로서, 상기 조직 제거 장치(104)는 동축 기술을 수행하기 위해 구성될 수 있으며, 상기 동축 기술에서는 상기 조직 제거 장치(104)에 의해 상기 캐뉼라(148)와 동축인 환형 슬리브(미도시)를 통해 세척액이 공급된다. 이 후자의 대안이 더 큰 절개를 요구할 것이지만, 상기 절개는 여전히 3.0mm 미만일 수 있다.

[0030]

도 4는 상기 열 요소(176)에 의해 실시되는 열효과의 예시도 도시한다. 이 예시에서, 상기 목표 조직(120)(이를 테면, 예컨대, 백내장 또는 백내장의 일부분)은 상기 가해진 진공의 영향 하에서 상기 유체 유입구(414)로 이끌린다. 그러나, 상기 목표 조직(120)은 상기 유체 유입구(414)보다 더 크고, 따라서 최초에는 상기 열 요소(176)와 접촉하게 되며, 상기 유체 유입구(414)를 폐색한다. 몇몇 상황들에서는, 상기 목표 조직(120)이 상기 유체 유입구(414)를 통해 가로지르고, 상기 캐뉼라(148)를 통해 상기 조직 제거 장치(104)에서 밖으로, 그리고 연관된 흡인 선들을 통해 원하는 목적지(예컨대, 도 1에 도시된 상기 수집 장소(128))로 흐르는 것을 가능하게 하기 위해 충분하도록, 상기 목표 조직(120)을 변형시키기에 상기 가해진 진공이 충분할 수 있다. 다른 상황에서는, 상기 목표 조직(120)은 상기 가해진 진공의 영향 하에서 단독으로 흡인되기에에는 너무 크며, 그리고/또는 충분히 변형 가능하지 않을 수 있으며, 그리고/또는 상기 진공 펄스 생성 효과의 실시는 상기 목표 조직(120)을 파쇄하기에는 충분히 효과적이지 않을 수 있다. 이 후자의 상황들에서 상기 목표 조직(120)에 열 에너지를 가하도록 상기 열 요소(176)에는 에너지가 가해질 수 있으며, 그럼으로써 상기 목표 조직(120)을 더 작은 조각들(422)로 파쇄하여, 상기 유체 유입구(414) 및 캐뉼라(148)를 통해 더 쉽게 운송될 수 있게 한다.

[0031]

추가적으로, 상기 조직 제거 시스템(100)은 폐색의 발생을 감지하고 상기 열 요소(176)를 자동으로 활성화시킬 수 있다. 다양한 접근법들이 상기 폐색 이벤트를 감지하기 위해 취해질 수 있다. 비제한적인 일 예시로서, 상기 조직 제거 시스템(100)은 압력 변환기(184)(도 1)를 제공할 수 있으며, 상기 압력 변환기는 상기 흡인 선(152)의 적합한 위치에서 상기 흡인 선과 작동상 정합(interface)되며, 연속적인 압력 피드백 신호들이나 간헐적인 피드백 신호들을 압력 피드백 신호 선(188)을 통해 상기 제어 콘솔(112)에 제공한다. 상기 흡인 선(152) 내 압력(또는 진공) 수준의 갑작스러운 변화의 탐지는 상기 유체 유입구(414)(도 4)에 있어 폐색 이벤트의 발생으로 해석될 수 있으며, 상기 열 요소(176)의 활성을 자동적으로 촉발한다. 마찬가지로, 상기 조직 제거 시스템(100)이 연속 진공 모드로 작동하는 중인 때에, 폐색 이벤트의 상기 탐지는 상기 진공 펄스 생성 모드의 활성을 촉발할 수 있다. 상기 제어 콘솔(112)은 폐색을 탐지한 시간에 상기 조직 제거 장치(104)의 현재 작동 상태에 따라, 상기 진공 펄스 생성 모드 및/또는 상기 열 적용 모드(thermal application mode)를 자동으로 촉발할지, 그리고 양쪽 모드들을 모두 동시에 또는 순차적으로 활성화시킬지 결정하도록 구성될 수 있다. 그 이후에 상기 폐색이 상실되었다는 것이 탐지될 때, 상기 제어 콘솔(112)은 상기 진공 펄스 생성 장치(156) 및/또는 상기 열 요소(176)를 비활성화시킬 수 있으며, 그리고/또는 상기 진공 펄프(들)(108, 168)를 끄거나 그렇지 않으면 상기 원위부 텁(402)에서 진공이 차단되도록 할 수 있다. 폐색들을 탐지하기 위한 목적으로, 상기 압력 변환기(184)는 상기 조직 제거 장치(104)의 상기 하우징(140)(도 1)에 상기 내부 흡인 선(144)의 일부

분과 작동상 소통되도록 위치할 수 있다. 대안으로서, 도 1에 나타난 바와 같이, 상기 압력 변환기(184)는 상기 외부 흡인 선(152 또는 164)과 작동상 소통되도록, 또는 상기 진공 펌프(108 또는 168)의 상기 하우징 내에 위치할 수 있다.

[0032] 상기 열효과의 유효성은 모든 상황들에서 상기 목표 조직(12)과 상기 열 요소(176) 사이에 실제적 접촉을 요구하지 않는다는 것을 유의해야 할 것이다. 예를 들어, 상기 캐뉼라(148)의 상기 원위부 텁(402)을 수술 부위에 삽입할 때 상기 열 요소(176)는 상기 목표 조직(120)으로부터 조금 떨어져서 위치할 수 있다. 그러면 상기 열 요소(176)는 그것이 목표 조직(120)에 근접하고 있으나 접촉하지는 않는 동안, 활성화될 수 있다. 상기 열 요소(176)로부터의 열 에너지는 공기나 유체(예컨대, 안과 처치의 경우에 있어서 안구내액, 및/또는 다양한 외과 처치들에서 적용될 수 있는 것 같은 세척액) 같은, 상기 열 요소(176)와 상기 목표 조직(120) 사이에 존재하는 유체 매질의 작은 일부분을 통해 상기 목표 조직(120)으로 전달될 수 있다. 충분한 양의 열 에너지가 상기 유체 매질을 통해, 상기 목표 조직(120)이 상기 열 요소(176)에 의해 포위된 상기 유체 유입구(414)로 이끌려가기 전에 상기 목표 조직(120)이 파쇄되기 시작하도록 전달될 수 있다. 대안으로서 또는 추가적으로, 상기 목표 조직(120)은 상기 열 요소(176)로부터의 열 전달로 인해 상기 유체 유입구(414)를 향해 운송되는 동안 파쇄되기 시작할 수 있다.

[0033] 그런 모든 경우들에서, 상기 열효과가 고도로 국소화되는 것이 명백하다. 상기 유체 유입구(414) 및 상기 유체 유입구(414)의 인접지 내로 직접적으로 방출된 열 에너지를 집중시키는 외부 표면 구역을 제공하도록 상기 열 요소(176)의 형태가 만들어진다. 상기 열효과는 효과적이고 신속하여, 상기 목표 조직(120)이 머무르는 유체 부피의 상당 부분이 상당한 정도로 가열되게 할 필요가 없게 하기에 충분하다. 상기 열효과는 또한 효과적이고 신속하여, 상기 열 에너지는 아주 짧은 시간 주기 동안만 가해질 필요가 있기에 충분하다. 이 시간 주기는 상기 가해지는 열 에너지에 의해 부정적 영향을 받도록 비-목표 조직을 둘러싸기에는 불충분하다. 상기 수술 부위를 통한 세척액의 순환을 수반하는 처치들에서 특히 그러하며, 이는 상기 세척액이 상기 열 요소(176)에 의해 막겨진 과도한 열 에너지를 흡수하기 때문이다. 펠스화된 열효과가 일정한 열을 가하는 것보다 더 효과적인 것으로 발견되는 처치들에서, 가열 활성화를 위한 시간 주기는 위에서 주목한 바와 같이 열 에너지의 펠스들을 가하는 것에 의해서도 최소화될 수 있다. 게다가, 상기 열 요소(176)는 상기 수술 부위가 상기 열 요소(176)의 표면적의 노출이 최소화되도록 위치하고, 크기가 맞춰지고, 형태가 잡힌다. 예시로서, 상기 열 요소(176)가 상기 캐뉼라(148)의 원위부 텁(402)으로부터 축 방향으로 바깥쪽을 향해 연장되는 거리는 약 2mm이거나 그보다 작을 수 있다. 다른 실시들에서, 상기 열 요소(176)는 상기 캐뉼라(148)의 상기 원위부 텁(418) 내에 부분적으로 또는 완전히 오목하게 들어갈 수 있도록 위치할 수 있다.

[0034] 도 4 및 도 5는 상기 캐뉼라(148)의 구조 그 자체가 상기 열 요소(176)에 DC 전류를 도통시키도록 활용되는 실시를 추가적으로 도시한다. 이 실시는 도 4 및 도 5에 도시된 상기 열 요소(176) 및 캐뉼라(148)의 평면도인 도 6에서도 도시된다. 이 경우에, 상기 캐뉼라(148)는, 2개의 C-형이거나 반원형인, 길이 방향 축(410)을 따라 연장되는 전기적 전도성 구조 멤버들(512, 516)을 상기 캐뉼라(148)가 포함하는, 분할 구조(split-structured) 설계를 가진다. 상기 구조 멤버들(512, 516)은 임의의 적합한 전도성 물질로 구성될 수 있다. 유리한 실시들에서, 상기 구조 멤버들(512, 516)은 매우 좋은 전도체인, 즉 전기를 매우 효율적으로 전도하는 물질로 구성되며, 따라서 과도한 양의 저항 열을 생성하지 않는다. 이 방식으로, 상기 열 요소(176)에 의해 전해진 상기 열효과는 상기 캐뉼라(148)의 원위부 텁(402)에 국소화되어 머무르며, 매우 적은 열이 상기 캐뉼라(148)에 의해 방출된다. 이것은, 절개가 그것들을 관통해 만들어지고 따라서 상기 절개를 통해 연장되는 상기 캐뉼라(148)의 외곽에 직접적으로 접촉할 수 있는 막들 및 다른 조직들에 대한 열손상을 회피하는 데 특히 유용하다. 상기 캐뉼라 멤버들(512, 516)에 적합한 물질들의 비제한적인 예시들은 알루미늄, 구리, 니켈 및 다양한 귀금속들(예컨대, 금, 은, 백금 등)을 포함한다.

[0035] 도 5의 시각으로부터, 상기 캐뉼라(148)의 구조 멤버들(512, 516)은 상부 캡(520) 및 정반대의 하부 캡(524)에 의해 서로 분리된다. 도 6에 나타난 바와 같이, 상기 캡들(520, 524)은 축 방향으로 연장되고 상기 캐뉼라(148)의 전체 축 거리를 따라 계속된다. 이 구성에 의해, 상기 2개의 멤버들(512, 516)은 서로 절연되고, 따라서 상기 열 요소(176)로 DC 전류를 통과시키기 위한 전기적 도관들로서 활용될 수 있다. 이 목적으로, 상기 두 멤버들(512, 516)은 상기 열 요소(176)의 종말단들(502, 504)과 전기적으로 접촉하는 각각의 연장부들(602, 604) (또는, 돌출들, 탬들 등)을 포함할 수 있다. 상기 캐뉼라(148)의 모든 다른 전도성 부분들은 상기 열 요소(176)로부터 물리적으로 분리된다. 도 6에서 도해로 묘사된 바와 같이, 상기 두 멤버들(512, 516)은 상기 조직 제거 장치(104) 내에 제공될 수 있는 다른 두 전기적 도체들(608, 612)과 통신할 수 있으며, 그 다음에 도 1에 나타난 상기 가열 신호 선의 일부와 통신할 수 있거나 그 일부를 형성할 수 있다.

[0036]

상기 캐늘라(148) 및 밀봉에 의해 포위되는 유체 부피를 완전히 밀봉하고 이 부분의 흡인 선을 밀폐하기 위해, 축 방향으로 길게 된 밀봉들(528, 532)은 각각 상기 캐늘라 멤버들(512, 516) 사이의 상기 갭들(520, 524)을 채우도록 위치할 수 있다. 상기 축 방향 밀봉들(528, 532)은 임의의 적합한 절연 물질로 구성될 수 있다. 다른 실시들에서는, 상기 밀봉들(528, 532)은 상기 캐늘라(148)의 두 멤버들(512, 516)을 부분적으로 또는 완전히 둘러싸는 원통과 같이, 상기 조직 제거 장치(104)의 구조로부터 상기 캐늘라(148)의 외부로 연장된 반경 방향 돌출들일 수 있다. 상기 밀봉들(528, 532)은 상기 조직 제거 장치(104)의 상기 하우징(140)의 내부 부분으로부터 연장될 수도 있거나 상기 내부 부분에 의해 지지될 수도 있다.

[0037]

도 7, 8 및 도 9는 상기 캐늘라(148)의 원위 부분 및 상기 열 요소들이 구조화될 수 있는 방법의 각각의 예시들의 사시도들이다. 이 예시들 각각에 있어, 상기 캐늘라(148)는 서로 절연된 두 굽은 멤버들(512, 516)을 갖는 전술한 상기 분할 설계를 갖는다. 실례를 보이기 쉽게, 상기 멤버들(512, 516) 사이에 개재된 밀봉들은 도시되지 않는다. 또한, 이 예시들에서 상기 캐늘라(148)는 일정한 직경을 갖는다. 도 7은, 위에서 설명되고, 도 4, 5 및 도 6에서 도시된 것과 유사한, 갭(508)을 갖는 링형(ring-shaped) 열 요소(776)를 도시한다. 도 8은 갭(508)을 갖는 역시 링형인 열 요소(876)를 도시한다. 도 7에 비교할 때, 도 8의 상기 열 요소(876)는 더 큰 축 방향 치수를 갖는다. 이것은 특정 목적들을 위해 상기 열 요소(876)의 형태를 잡는 것을 촉진한다. 예를 들어, 도 8에 나타난 바와 같이, 상기 열 요소(876)의 가장 말단 부분(802)은 예리한 날(806)로 점점 가늘어질 수 있으며, 이는 상기 열 요소(876)에 접촉하여 이끌어 내어지는 큰 목표 조직을 파쇄하는 것에 조력할 수 있으며, 그리고/또는 상기 예리한 날(806)에 있어 심지어 더욱 국소화된 열효과를 제공할 수 있다. 게다가, 상기 가장 말단 부분(802)의 내부 직경은 상기 캐늘라(148)의 내부 직경보다 작게 점점 가늘어질 수 있으며, 이는 도 4, 5 및 도 6에 도시된 상기 캐늘라(148)의 태이퍼된 섹션에 유사한 방식으로 막힘을 방지한다. 도 9는 상기 축 방향으로 상기 캐늘라(148)의 길이의 적어도 일부분을 따라 연장되는 두 축 방향 다리들(902, 906)을 포함하는 열 요소(976)를 도시한다. 상기 축 방향 다리들(902, 906)은 예를 들어 상기 캐늘라(148)의 상기 분할 멤버들(512, 516) 사이의 상기 갭들 중 하나에 위치할 수 있다. 상기 축 방향 다리들(902, 906)은 상기 캐늘라(148)의 원위 부위의 원하는 길이에 걸쳐 상기 열효과를 연장하도록 제공될 수 있다.

[0038]

상기 열 요소들(776, 876, 976)의 위치들은 임의의 적당한 방식으로 그것들 각각의 캐늘라들(148)에 대해 고정될 수 있다. 예컨대, 도 7에서 상기 열 요소(776)의 종말단들은 용접, 납땜, 또는 전도성 접착체에 의해 각각의 캐늘라 연장부들(602, 604)과 전기적으로 통신하게 위치할 수 있다. 도 8에서, 상기 열 요소(876)는 유사한 방식으로 그것의 캐늘라(148)에 부착될 수 있다. 도 9에서, 상기 열 요소(976)의 상기 축 방향 다리들(902, 906) (종말단들로서 역할을 함)은 유사한 방식으로 그것의 캐늘라(148)의 안쪽 날들에 각각 부착될 수 있다. 대안으로서 도 9에서, 상기 축 방향 다리들(902, 906)은 상기 캐늘라(148)를 따라 이어져 상기 가열 신호 선(180)(도 1)과 소통되는 절연된 와이어들(미도시)에 각각 부착될 수 있다. 이 후자의 경우에, 상기 캐늘라(148)의 상기 구조 멤버들(512, 516)은 전도성 물질 대신에 절연 물질로 구성된다.

[0039]

여태까지 설명된 상기 다양한 캐늘라들(148)이 직선 축을 따라 지향되는 반면, 이것은 본 지침들의 제한은 아니다. 몇몇 실시들에서, 상기 조직 제거 장치(104)와 함께 제공되는 상기 캐늘라(148)는 굽었거나 각이 있을 수 있다. 다른 실시들에서, 상기 캐늘라(148)의 곡률반경 또는 각도는 조정 가능할 수 있다. 즉, 상기 외과의사는 직선 형태의 캐늘라(148)를 활용할 것을 선택하거나, 상기 캐늘라(148)를 원하는 굽은 형태 또는 각진 형태에 일치시키도록 굽힐 수 있다. 상기 캐늘라(148)의 이 조정가능성은, 가단성 있는(그렇지만 진공 펄스들을 제동(damp)하지 않도록 여전히 강성인) 물질을 선택하는 것, 서로에 대해 이동가능한 일련의 세그먼트들의 형태로 상기 캐늘라(148)를 제공하는 것 등의 다양한 수법들로 실시될 수 있다. 이 조정 가능한 캐늘라(148)는, 접근하기 힘들거나, 똑바른 경계들을 갖지 않거나 예측 불가능한 경계들을 갖는, 특정 수술 부위들에 유용할 수 있다. 몇 가지 예시들은 혈관들, 다양한 생물학적 도관들 및 해부학적 체강들을 포함한다.

[0040]

도 10 및 도 11은 그것의 내부 흡인 선(144)를 형성하는 조직 제거 장치(104)의 구조의 예시의 단면도들이다. 도 10은 열린 위치에서 상기 흡인 선(144)를 나타내는 반면, 도 11은 닫힌 위치에서 상기 흡인 선(144)를 나타낸다. 상기 구조는 상기 캐늘라(148); 상기 캐늘라(148)과 유체전달상 소통되는 튜브(1002)와 같은, 다른 하나의 적합한 유체 도관; 및 상기 흡인 튜브(1002)에 작동상 소통되는 진공 펄스 생성 장치(1056)를 포함한다. 상기 캐늘라(148)는 본 명세서에 설명된 실시들 중 임의의 것에 따라 구조화될 수 있다. 위에서 언급한 바와 같이, 상기 캐늘라(148)는, 그리고 상기 진공 펄스 생성 장치(1056) 및 상기 캐늘라(148) 사이의 상기 흡인 튜브(1002)의 적어도 그 일부분은, 상기 진공 펄스 생성 효과를 최적화하기 위해 강성이어야 한다. 상기 진공 펄스 생성 장치(1056)는 상기 흡인 튜브를 통한 상기 유체 경로를 교대로 닫고 열기에, 따라서 진공을 해제하고 회복하기에, 적합한 임의의 설계를 가질 수 있다. 이 목적을 위해, 몇몇 실시들에서 상기 진공 펄스 생성 장치

(1056)는, 교대로 상기 유체 경로로 연장되거나 그로부터 수축되도록 액추에이팅될 수 있는 이동가능 멤버(1006)를 포함한다. 상기 이동가능 멤버(1006)는 그 안에서 연장될 때, 상기 이동가능 멤버(1006)의 연장된 위치와 수축된 위치 사이의 순환이 진공 펠스들을 생성하도록 상기 유체 경로의 전부 또는 일부를 가로막도록 구성될 수 있다. 위에서 언급한 바와 같이, 상기 진공 펠스 생성 효과는 목표 조직을 파쇄하는 데 활용될 수 있다. 상기 진공 펠스 생성 효과는 상기 열효과와 교대로 또는 공동으로 실시될 수 있다. 게다가, 상기 진공 펠스 생성 효과 및 상기 열효과는 순차적으로 또는 동시에 실시될 수 있다. 순차적으로 실시될 때, 상기 진공 펠스 생성 효과는 상기 열효과에 뒷따르거나 그 반대이다. 상기 두 효과들의 순서는 하나 이상의 교대 사이클들에 걸쳐 반복될 수 있다. 이에 따라, 주어진 조직 제거 처리에서, 외과의사는 상기 진공 펠스 생성 효과만을, 상기 열효과만을, 또는 원하는 순서에 따라 양 효과를 모두를, 또는 시너지 효과를 성취하기 위해 동시에 양 효과를 모두를 활성화하는 것을 선택할 수 있다.

[0041] 도 10 및 도 11에 구체적으로 도시된 예시에서, 상기 진공 펠스 생성 장치(1056)는 솔레노이드 액추에이터(1010)를 포함하는 솔레노이드-기반 장치이다. 상기 이동가능한 멤버(1006)는 상기 액추에이터(1010)에 의해 움켜지는 플런저로서 역할을 한다. 상기 이동가능한 멤버(1006)는 상기 흡인튜브(1002) 내에 개구(1014)를 통해 움켜진다. 상기 흡인튜브(1002)를 유체-기밀식 조건으로 유지하기 위해 필요한 만큼 임의의 적합한 설계로 된 밀봉이 상기 이동가능한 멤버(1006)와 상기 튜브 개구(1014) 사이의 물리적 인터페이스(interface)에서 제공될 수 있다. 비제한적인 일 예시로서, 상기 밀봉은 상기 튜브 개구(1014)를 덮는 탄성 물질일 수 있다. 상기 이동가능한 멤버(1006)가 상기 튜브 개구(1014)를 통해 상기 흡인튜브(1002) 내로 움켜지면, 상기 밀봉은 연신되고(stretch), 상기 이동가능한 멤버(1006) 주변에서 변형되며, 그럼으로써 상기 이동가능한 멤버(1006)뿐만 아니라 상기 튜브 개구(1014)를 덮으며, 상기 흡인튜브(1002)의 내부 및 외부 사이의 유체 밀봉을 유지한다.

[0042] 도 12 및 도 13은 솔레노이드-기반 진공 펠스 생성 장치(1256)의 다른 일 예시의 단면도들이다. 상기 진공 펠스 생성 장치(1256)는 솔레노이드 액추에이터(1210), 그리고 상기 액추에이터(1210)에 의해 상기 조직 제거 장치(104)의 흡인튜브(1202)의 흐름 경로 안쪽으로 및 바깥쪽으로 왕복되는 이동가능한 멤버(1206)를 포함한다. 도 12는 그 수축된 위치에서의 상기 이동가능한 멤버(1206)를 도시하고, 도 13은 그 확장된 위치에서의 상기 이동가능한 멤버(1206)를 도시한다. 이 예시에서, 상기 이동가능한 멤버(1206)는 상기 흡인튜브(1202)의 단면적과 실질적으로 동일한 단면적을 갖는 원위부 색션(1218)을 포함한다. 이 구성에 의해, 상기 이동가능한 멤버(1206)가 그 완전히 확장된 위치에 있을 때, 상기 진공 펠스 생성 장치(1256)는 상기 흐름 경로의 폐색에 상기 흡인튜브(1202)를 통해 완전히 또는 거의 완전히 효과가 있다.

[0043] 도 14는 가로 관점에서부터, 흡인튜브에서의 유체 흐름의 방향으로 본 이동가능한 멤버(1406)의 측면도이다. 상기 이동가능한 멤버(1406)는 도 10 및 11, 또는 도 12 및 13과 함께 전술한 바와 같은 솔레노이드-기반 진공 펠스 생성 장치에 제공될 수 있다. 이 예시에서는, 상기 이동가능한 멤버(1406)은 예리한 날(1422)로 점점 가늘어진다. 이 구성에 의해, 상기 이동가능한 멤버(1406)가 상기 흡인튜브 내로 순환되는 동안, 상기 이동가능한 멤버(1406)는 상기 흡인튜브를 통해 흐르는 임의의 조직을 더 파쇄하는 데에 활용될 수 있다.

[0044] 도 15 및 16은 솔레노이드-기반 진공 펠스 생성 장치(1556)의 다른 일 예시의 단면도들이다. 상기 진공 펠스 생성 장치(1556)는 솔레노이드 액추에이터(1510), 그리고 상기 액추에이터(1510)에 의해 상기 조직 제거 장치(104)의 흡인튜브(1502)의 흐름 경로 안쪽으로 및 바깥쪽으로 왕복되는 이동가능한 멤버(1506)를 포함한다. 도 15는 그 수축된 위치에서 상기 이동가능한 멤버(1506)를 도시하며, 도 16은 그것의 확장된 위치에서 상기 이동가능한 멤버(1506)를 도시한다. 이 예시에서, 상기 진공 펠스 생성 장치(1556)는 핀치 벨브로서 설계된다. 상기 이동가능한 멤버(1506)는 둥근 말단을 갖는 원위부 색션(1518)을 포함한다. 상기 이동가능한 멤버(1506)의 바로 아래에 있는 상기 흡인튜브(1502)의 색션(1526)은 변형가능한 재료(즉, 유연성 배관)으로 구성된다. 상기 이동가능한 멤버(1506)가 완전히 확장된 위치로 움켜진 때, 상기 이동가능한 멤버(1506)는 상기 유연성 색션(1526)의 외부 표면에 접촉하게 되고, 상기 유연성 색션(1526)의 내부 벽의 반대쪽 부위들이 서로 접촉하여 이로써 상기 흡인튜브(1502)를 통한 상기 흐름 경로가 조여질 때까지 상기 유연성 색션(1526)을 변형시킨다.

[0045] 도 1을 다시 참조하면, 상기 진공 펌프(108)는 일반적으로 하우징, 유체 유입구, 유체 출구 및 진공-생성 구성 요소들(미도시)을 포함한다. 상기 유체 유입구는 상기 (제1) 외부 흡인 선(152)을 통해 상기 조직 제거 장치(104)와 유체전달상 소통되도록 위치할 수 있다. 상기 유체 출구는 상기 출구 선을 통해 상기 조직 수집 장소(128)와 유체전달상 소통되도록 위치할 수 있다. 임의의 적합한 유체-전달 구조(예컨대, 배관)를 구비할 수 있는 상기 외부 흡인 선들(152, 130, 164, 172)은 임의의 적절한 길이이고, 또한 강성이거나 유연할 수 있다. 상기 진공 펌프(108)는 상기 조직 제거 장치(104)의 원위부 말단(132)에서 제어된 수준의 진공을 생성하기 위한 임의의 적당한 펌프일 수 있다. 진공의 강도(또는 수준)는 목표 조직(120)이 상기 캐뉼라(148), 상기 내부 흡인

선(144), 상기 제1 외부 흡인 선(152), 상기 진공 펌프(108), 상기 출구 선(130)을 통해, 상기 조직 수집 장소(128)로 흡인되는 것이 가능하도록 하기에 충분히 높게 설정될 수 있다.

[0046] 몇몇 실시들에서, 상기 진공 펌프(108)는 한 쌍의 동력식 주사기-유형(motorized syringe-type) 펌프 유닛들이 상기 하우징 내 배치되는 이중 실린더 구성을 갖는다. 이 경우에, 상기 진공 생성 구성요소들은 한 쌍의 실린더들, 상기 실린더들 각각의 내에서 왕복하는 한 쌍의 피스톤들 및 상기 피스톤들 각각의 상기 왕복 운동을 제어하는 한 쌍의 모터들을 포함할 수 있다. 상기 진공 펌프(108)의 내부 통로들은 상기 제1 흡인 선(152)을 상호연결하는 한 쌍의 유입구 통로들, 상기 각각의 실린더들, 상기 각각의 실린더들을 상호연결하는 한 쌍의 출구 통로들 및 상기 출구 선(130)을 포함할 수 있다. 능동적으로 제어되는 밸브들은 각각의 유입구 통로 및 출구 통로 내에 제공될 수 있다. 상기 피스톤들은 각각 180도 또는 약 180도의 위상차를 갖고 왕복된다. 따라서, 하나의 피스톤이 흡기 행정을 수행하고 있는 동안 다른 피스톤은 배기 행정을 수행한다. 결과적으로, 상기 제1 흡인 선으로부터 유체가 하나의 실린더 새로 이끌려 들어가는 동안 다른 실린더로 이전에 이끌려 들어갔던 유체는 상기 출구 선(130)으로 배출된다. 추가적으로, 한 쌍의 압력 변환기들은 각 실린더 내의 진공을 측정하기 위해 상기 각각의 실린더들과 유체진달상 소통되도록 배치될 수 있다. 이 유형의 이중 실린더 펌프의 예시는 미국 특허출원 공보 제2005/0234394호에서 설명되며, 그 전체가 본 명세서에 참조 병합된다.

[0047] 이 예시에 계속 이어서, 상기 진공 펌프(108)의 상기 모터들은 모터 제어 신호 선(190)을 통해 상기 제어 콘솔과 신호상으로 통신한다. 상기 밸브들은 밸브 제어 신호 선(192)을 통해 상기 제어 콘솔(112)과 신호상으로 통신한다. 상기 압력 변환기들은 압력 피드백 신호 선(194)을 통해 상기 제어 콘솔(112)과 신호상으로 통신한다. 이 구성에 의해, 상기 제어 콘솔(112)은, 상기 피스톤들의 상대적 속력들 및 그들의 상대적 위치들(즉, 상대적 타이밍 또는 국면(phasing))을 감시하고 조정하는 것, ON 위치와 OFF 위치 사이의 밸브들의 위치들 및 만약 가능하다면 상기 ON 위치와 OFF 위치 사이의 중간 위치들로 전환하는 것, 측정된 진공 수준들에 기초해 제어 결정들을 내릴 수 있도록 각 실린더의 진공 수준들을 감시하는 것이 가능하다. 이 구성에 의해, 상기 제어 콘솔(112)은 상기 흡인 선(152)의 일정한 진공 수준을 유지하기 위해 상기 모터들 및 밸브들의 작동들 각각을 동조(synchronize)하는 것이 가능하다. 상기 진공 수준은 상기 외과의사에 의해 상기 제어 콘솔(112) 또는 상기 발 제어 장치(116) 상의 콘트롤들을 조작하는 것으로써 선택될 수 있다. 이 구성은 또한, 상기 진공 수준의 변화에 의해 초래되는 상기 진공 수준의 일시적 불안정성을 최소화하는 반면, 상기 외과의사에 의해 만들어진 상기 진공 수준에 대한 실시간 조정들에 상기 진공 펌프(108)가 신속하게 반응하는 것을 가능하게 한다.

[0048] 도 1에 도해로 도시된 바와 같이, 상기 제어 콘솔(112)은 상기 외과의사에게 정보를 출력하기 위한 디스플레이(114)를 포함할 수 있다. 상기 제어 콘솔(112)은, 상기 외과의사가 정보를 입력하는 것, 상기 조직 제거 시스템(100)(예컨대, 진공 펌프(들)(108 및 168), 진공 펄스 생성 장치(156), 열 요소(176) 등)의 다양한 작동 파라미터들을 설정하고 조정하는 것, 상기 발 제어 장치(116)에 의해 제공되는 제어 메커니즘들을 프로그램하거나 조정하는 것을 가능하게 하기 위한 다양한 콘트롤들이나 입력 메커니즘들(118)(스위치들, 손잡이들, 키패드 등)을 포함할 수 있다. 상기 제어 콘솔(112)은 전자기기 하드웨어(회로) 및 소프트웨어를 저장하기 위한 메모리도 포함한다. 상기 회로는 상기 디스플레이(114)의 각각의 작동들 및 상기 입력 메커니즘들(118)을 가능하게 하기 위한, 그리고 상기 발 제어 장치(116)와 정합시키기 위한 정합 회로를 포함한다. 상기 회로 및 소프트웨어는 상기 조직 제거 시스템(100)의 다양한 기능들을 지원하기 위해 구성된다. 예시들로서, 상기 회로는 상기 진공 펌프(들)(108 및 168), 상기 진공 펄스 생성 장치(156) 및 상기 열 요소(176)의 작동들을 감시하기 위해, 그리고 이 구성요소들에 적합한 제어 신호들을 보내기 위해 구성될 수 있다. 상기 회로가 수행될 특정 조직 제거 치치에 적합한 방식으로 이 구성요소들을 제어하도록 상기 회로를 프로그래밍하기 위한 소프트웨어가 제공될 수 있다. 몇몇 실시들에서는, 하나의 진공 펌프 또는 두 진공 펌프들(108 및 168)은 상기 제어 콘솔(112)에 또는 상기 제어 콘솔 내에 탑재될 수 있다. 다른 실시들에서는, 하나의 진공 펌프 또는 두 진공 펌프들(108 및 168)은 상기 발 제어 장치(116)에 또는 상기 발 제어 장치 내에 탑재될 수 있다.

[0049] 상기 제어 콘솔(112)의 상기 입력 메커니즘들을 활용하는 것에 의해, 상기 외과의사는 예를 들어, 상기 진공 펌프(들)(108 및 168)을 온(ON) 또는 오프(OFF)로 전환하는 것, 상기 진공 펌프(들)(108 및 168)에 의해 생성된 진공 수준을 설정하고 변화시키는 것, 상기 진공 펄스 생성 장치(156)를 온 또는 오프로 전환하는 것, 상기 진공 펄스 생성 장치(156)의 펄스 주파수를 설정하고 변화시키는 것(그럼으로써 또한 흡인되는 조직의 유량을 제어하는 것), 상기 진공 펄스들의 강도를 설정하고 변화시키는 것, 상기 열 요소(176)를 온 또는 오프로 전환하는 것, 상기 열 요소(176)로 들어가는 전류의 양을 설정하고 변화시키는 것(그럼으로써 상기 열 요소의 작동 온도를 제어하는 것), 연속 가열 모드와 펄스화된 가열 모드 사이로 상기 열 요소(176)를 전환하는 것, 가해진 열 에너지의 펄스들의 주파수 및 강도를 설정하고 변화시키는 것 등을 할 수 있다. 상기 제어 콘솔(112)은, 상기

외과의사가 단일 조정을 하는 것에 의해 단일 작동 파라미터로서 진공 펠스율 및 진공 펠스 강도를(또는 열 펠스율 및 열 펠스 강도를) 제어할 수 있는 모드와, 상기 외과의사가 두 별개의 입력 메커니즘들을 조작하는 것에 의해 독립적으로 진공 펠스율 및 진공 펠스 강도를(또는 열 펠스율 및 열 펠스 강도를) 제어할 수 있는 모드 사이를, 상기 외과의사가 전환하는 것을 가능하게 하도록 구성될 수도 있다. 이와 유사하게, 상기 제어 콘솔(112)은, 상기 외과의사가 상기 진공 펠스 생성 장치(156)의 하나 이상의 파라미터들과 함께 상기 열 요소(176)의 하나 이상의 작동 파라미터들을 제어할 수 있는 모드와, 상기 외과의사가 상기 진공 펠스 생성 장치(156)의 작동 파라미터들과 독립적으로 상기 열 요소(176)의 작동 파라미터들을 제어할 수 있는 모드 사이를, 상기 외과의사가 전환하는 것을 가능하게 하도록 구성될 수도 있다.

[0050] 상기 제어 콘솔(112)은 상기 진공 펠스 생성 장치(156)를 소정의 진공 펠스 강도로 단일 펠스를 가하도록 잠깐 동안만 상기 진공 펠스 생성 장치(156)를 활성화시키는 단일-펠스 모드로, 상기 외과의사가 전환하는 것을 가능하게 하도록 구성될 수도 있다. 상기 단일-펠스 모드는 예를 들어, 환자의 눈의 전방 수정체낭(anterior capsule)에 진입부(entry)를 형성하는 것을 필요로 하는 안과 처치에서 유용할 수 있다. 이 예시에서, 목표 조직을 파쇄하기에 앞서 상기 캐뉼라(148)의 상기 원위부 텁은 상기 전방 수정체낭의 외부와 접촉하도록 위치할 수 있다. 이 시간 동안, 상기 조직 제거 장치(104)는 전방 수정체낭에 접촉하도록 상기 원위부 텁을 가져다 놓는 데에 조력하기 위해 상기 연속-진공 모드로 작동될 수 있다. 그러면 상기 진공 펠스 생성 장치(156)는 상기 단일-펠스 모드로 전환되고, 그에 의해, 상기 단일 펠스에 의해 전해지는 충격은 상기 전방 수정체낭의 외부 구조의 두께를 뚫고 상기 전방 수정체낭으로 진입부(entry)를 형성하기에 충분하다. 그러면 상기 원위부 텁은 상기 진입부를 통해 삽입되고, 그 시간에 조직 제거 처치가 수행될 수 있다. 이 기술은 상기 캐뉼라(148)의 크기와 형태와 정확하게 일치하는 크기와 형태를 가진 진입부의 형성을 가능하게 하며, 그에 의해 상기 전방 수정체낭과 상기 캐뉼라(148) 사이의 뛰어난 밀봉(밀폐: seal)을 제공한다.

[0051] 상기 발 제어 장치(116)는 방금 설명했던 것들과 같은 상기 제어 콘솔(112)에 의해 제어가능한 하나 이상의 동일 기능들을 제어하기 위해 구성될 수 있다. 이에 따라, 상기 발 제어 장치(116)는 조정가능한 손잡이들(122) 및 내리누를 수 있는 발 폐달들(126)과 같은 하나 이상의 입력 메커니즘을 포함할 수 있다. 상기 발 폐달들(126)은 발 스위치들 및/또는 피봇팅(pivoting) 발 폐달들을 포함할 수 있다. 발 스위치들은 상기 조직 제거 시스템(100)의 구성요소들을 온 상태와 오프 상태 사이를 전환하도록, 또는 증가적 조정(incremental adjustment)들을 통해 작동 파라미터들을 클럭킹하도록(예를 들어, 상기 가해진 진공 또는 전기 에너지를 대한 높은, 중간인 또는 낮은 설정을 선택하는 것) 작동될 수 있다. 피봇팅 발 폐달들은 작동 파라미터들을 최소값과 최대값 사이로 변화시키는 데 활용될 수 있다. 상기 발 제어 장치(116) 상의 상기 조정가능한 손잡이들(122) 또는 상기 제어 콘솔(112)의 그것들은 상기 외과의사가 상기 피봇팅 발 폐달의 최소값과 최대값을 설정하는 것, 그리고 또는 상기 발 폐달의 피봇팅 이동(pivoting travel)에 응해 작동 파라미터가 변하는 비율(예를 들어 선형적이거나 지수함수적임)을 설정하는 것을 가능하게 하도록 구성될 수 있다. 일 예시로서, 상기 발 폐달을 그것의 기본 위치에서 그것의 중간 위치로 전진 피봇팅하는 것은 연관되는 작동 파라미터를 미리 설정된 최대값의 정확히 50%인 값으로 조정되도록 할 수 있다. 다른 일 예시로서, 상기 발 폐달을 그것의 기본 위치에서 그것의 중간 위치로 전진 피봇팅하는 것은 연관되는 작동 파라미터를 미리 설정된 최대값의 75%인 값으로 조정되는 결과가 될 수 있으며, 이 경우 상기 작동 파라미터를 나머지 25%를 올려 상기 최대값으로 조정하는 것은 상기 발 폐달을 그것의 중간 위치에서 폐달 이동의 나머지 부분에 걸쳐 전진 피봇팅할 것을 요구할 것이다. 상기 제어 콘솔(112) 및/또는 상기 발 제어 장치(116)는 상기 외과의사가, 어느 기능들 또는 작동들이 상기 제어 콘솔(112)에 의해 제어될지를, 그리고 어느 기능들 또는 작동들이 상기 발 제어 장치(116)에 의해 제어될지를, 선택하는 것을 가능하게 하도록 구성될 수 있다. 단순함을 위해, 상기 발 제어 장치(116)는 도 1에서 유선 또는 무선 통신 링크(196) 상에서 상기 제어 콘솔(112)과 통신하는 것으로 도해적으로 도시된다. 그러나, 상기 발 제어 장치(116)에 의해 제어가 가능한 기능들에 따라, 다양한 전기 신호 선들이 상기 발 제어 장치(116)에 직접적으로 소통될 수 있으며, 대안적으로 또는 추가적으로 상기 제어 콘솔(112)와 통신하는 것들에 이를 수도 있다.

[0052] 도 17은 다른 일 실시에 따른 조직 제거 시스템(1700)의 예시를 도시하는 블록도이다. 단순함을 위해, 상기 제어 콘솔(112) 및 발 제어 장치(116)(도 1)는 도 17에 도시되지 않는다. 상기 조직 제거 시스템은 상기 연속 진공 모드 중 상기 제1 흡인 선(152) 상에 조정가능한 진공을 제공하는 제1 진공 펌프(1708), 그리고 상기 펠스화된 진공 모드 중 상기 제2 흡인 선(164) 상에 상대적으로 더 높은 수준들의 조정가능한 진공을 제공하는 제2 진공 펌프(1768)를 포함한다. 전에 언급한 바와 같이, 상기 진공 펠스 생성 장치(156) 또는 상기 조직 제거 장치(104)의 다른 구성요소는, 선택된 진공 모드에 따라 상기 캐뉼라(148)로부터의 상기 흡인 경로를 상기 제1 흡인 선과 상기 제2 흡인 선(164) 사이에서 전환하기 위해 구성될 수 있다. 이 예시에서, 상기 진공 펌프들(1708, 1768)은 이 개시에서 일찌기 설명되었던 상기 액체 펌프들 대신 기체(즉 공기) 펌프들로서 구성된다. 상기 조직

수집 장치(128)는 상기 조직 제거 장치(104)와 상기 진공 펌프들(1708, 1768) 사이에서 상기 흡인 선들(152, 164) 및 각각의 출구 선들(1742, 1746)을 통해 상호연결된다. 상기 조직 수집 장치(128)는 기체만이 상기 출구 선들(1742, 1746)을 통해 라우팅되도록 하는, 흡인된 유체 및 조직을 제거하기 위한 종래의 방식으로 구성될 수 있다. 대안으로서, 별개의 조직 수집 장치들이 상기 두 흡인 선들(152, 164)을 위해 제공될 수 있다. 전형적으로, 진공 저장소(reservoir)들(1754, 1758)에는 진공을 만드는 데 조력하기 위한 상기 각각의 진공 펌프들(1708, 1768)의 업스트림이 제공된다. 대안으로서, 양 진공 펌프들(1708, 1768)은 단일 진공 저장소와 소통될 수 있다. 필요에 따라 임의의 적합한 설계로 된 하나 이상의 압력 레귤레이터들(1762, 1766)이 상기 각각의 진공 펌프들(1708, 1768)과 유체전달상으로 소통되도록 제공될 수 있다. 상기 압력 레귤레이터들(1762, 1766)은 상기 제어 콘솔(112) 또는 상기 발 제어 장치(116)에 의해 제어될 수 있는 유형일 수 있다. 전술한 구성요소들(진공 펌프들(1708, 1768), 진공 저장소들(1754, 1758), 압력 레귤레이터들(1762, 1766), 조직 수집 장치(128))의 하나 이상은 상기 제어 콘솔(112) 또는 상기 발 제어 장치(116)에, 또는 그 내부에 탑재될 수 있다. 도 17에 도시된 상기 조직 제거 시스템(1700)은 도 1에 도시된 상기 조직 제거 시스템(100)에 대해 위에서 설명했던 것과 유사한 방식으로 작동할 수 있다.

[0053] 도 18, 19 및 도 20은 다른 일 실시에 따른 조직 제거 장치(1804)의 예시를 도시한다. 구체적으로, 도 18은 상기 조직 제거 장치(1804)의 사시도이고, 도 19는 상기 조직 제거 장치(1804)의 평면도이며, 도 20은 도 19의 B-B 선을 따라 취한 상기 조직 제거 장치(1804)의 단면도이다. 이 예시에서, 그리고 일찌기 설명한 바와 같이, 상기 조직 제거 장치(1804)는 상기 하우징(140)의 근위부 개구들로부터 연장되는 두 흡인 선들(152, 164)과 함께 작동하기 위해 구성되며, 이때 하나의 흡인 선(152)은 상기 연속 진공 모드 동안에 활용되며, 다른 흡인 선(164)은 상기 펄스화된 진공 모드 동안에 활용된다. 대안으로서, 상기 조직 제거 장치(1804)가 오로지 단일 흡인 선과 함께 작동하기 위해 구성될 수 있다. 이 예시에서, 상기 캐뉼라(148)는 상기 하우징(140) 내의 내부 흡인 튜브(2002)에 연결된다. 상기 캐뉼라(148)는 이 개시에서 일찌기 설명된 상기 분할 설계를 가지며, 상기 캐뉼라(148)의 구조적 절반들은 각각의 밀폐된 와이어들에 연결되고, 각각의 밀폐된 와이어는 상기 하우징(140)을 통해, 상기 가열 신호선(180)으로 역할을 하는 나가는(outbound) 와이어들로 어이진다. 상기 캐뉼라(148)는 상기 조직 제거 장치(1804)의 신속한 조립과 분해를 가능하게 하기 위해, 내부 허브(2074)와 동축 나사 잠금(threaded locking) 메커니즘에 의해 형성된 상기 하우징(140)의 원위부 개구로부터 바깥 방향으로 연장될 수 있다.

[0054] 또한 도 18, 19 및 도 20에 도시된 예시들에서는, 상기 조직 제거 장치(1804)는 솔레노이드-기반 진공 펌스 생성 장치(1856)를 포함한다. 상기 진공 펌스 생성 장치(1856)는 상기 하우징(140)의 근위부 말단에 부착된 솔레노이드 블록(1810) 및 솔레노이드 액추에이터(1806)를 포함한다. 솔레노이드 블록(1810)은 상기 내부 흡인 튜브(2002)에 유체전달상 소통되는 공통 포트(2054), 상기 제1 흡인 선(152)에 유체전달상 소통되는 저-진공 포트(2062) 및 상기 제2 흡인 선(164)에 유체전달상 소통되는 고-진공 포트(2066)를 포함한다. 상기 액추에이터(1806)는 스플 벨브의 형태로 제공될 수 있으며, 그것의 일반적 작동은 당업자에게 알려져있다. 이 경우, 상기 액추에이터(1806)에 의해 액추에이팅되는 상기 이동가능한 맴버는 상기 솔레노이드 블록(1810)에 비해 앞뒤로 옮겨지는 스플이다. 상기 스플의 위치는 상기 공통 포트(2054)가 상기 저-진공 포트(2062)에 유체전달상 소통되는지, 아니면 상기 고-진공 포트(2066)에 유체전달상 소통되는지를, 상기 스플 위치에 따라 활성 또는 비활성인 통로들이나 채널들(2068)을 상호연결하는 것을 수단으로 하여 결정한다. 따라서 상기 스플은 상기 조직 제거 장치(1804)가 상기 연속 진공 모드와 상기 펄스화된 진공 모드 사이에서 전환하는 데에 활용된다. 상기 연속 진공 모드에서, 상기 공통 포트(2054)는 상기 저-진공 포트(2064)와 유체전달상 소통되고, 흡인된 물질은 상기 제1 진공 펌프의 영향 하에서 상기 캐뉼라(148)로부터 상기 제1 흡인 선(152)으로 라우팅된다. 펄스화된 전공 모드에서, 상기 공통 포트(2054)는 상기 고-진공 포트(2066)와 유체전달상 소통되고, 흡인된 물질은 상기 제2 진공 펌프의 영향 하에서 상기 캐뉼라(148)로부터 상기 제2 흡인 선(164)으로 라우팅된다. 이 예시에서, 상기 진공 펌스 생성 장치(1856)는, 상기 공통 포트(2054)와 상기 고-진공 포트(2066) 사이의 유체 경로를 교대로 열고 닫기 위하여 상기 스플이 앞뒤로 신속하게 옮겨지는 것에 의해 진공 펌스들을 생성하도록 구성될 수 있다.

[0055] 도 21은 다른 일 실시에 따른 휴대용 수술 도구(2100)의 예시의 사시도이다. 상기 수술 도구(2100)는 조직 흡인에 추가하여 하나 이상의 기능들이 상기 외과의사에 의해 선택될 수 있는, 다기능 도구로서 구성된다. 이 목적을 위해 상기 수술 도구(2100)는 그 근위부 말단에 위치한 회전가능한 허브(2106)를 포함한다. 상기 회전가능한 허브(2106)는 상기 수술 도구(2100)에 의해 지지되는 피봇(2110) 주변으로 상기 외과의사에 의해 회전될 수 있다. 상기 회전가능한 허브(2106)는 진공 배관(152)에 연결가능한 진공 포트 또는 보어(bore)(2112)를, 그리고 대응되는 추가적 배관(2116)에 연결가능한 하나 이상의 추가적 포트들 및 보어들(2114)을 포함한다. 상기 추가적 포트들(2114)은 이 개시에서 앞서 언급한 바와 같이, 상기 수술 부위에 특정 유형들의 물질들을, 상기 수술

도구(2100) 및 조직 흡인에 활용되는 동일한 캐뉼라를 통해 그런 물질들을 흐르게 함으로써 추가하기 위한 주입 보어(injection bore)들로서 활용될 수 있다. 상기 회전가능한 허브(2106)와 상기 수술 도구(2100) 사이의 정합(interface)은, 충분적 회전이, 원하는 포트(2112 또는 2114)를, 상기 수술 도구(2100)의 진공 적용 및 유체 및 조직 흐름에 일반적으로 사용되는 내부 통로들과 유체전달상 소통되게 잠그도록(lock) 구성된다. 일 실시에서, 상기 추가적 포트(2114)와 배관(2116)은 낭간내 처치의 부분으로서 액체 IOL 재료를 주입하기 위해 활용될 수 있다. 상기 진공 포트(2114)가 백내장을 제거하기 위해 사용되고 난 후에, 상기 외과의사는 IOL 재료의 소스에 연결된 추가적 포트(2114)로 전환하기 위해 상기 허브(2106)를 회전시킨다. 그러면 상기 외과의사가 상기 수술 도구(2100)를 활용하여 상기 액체 OIL 재료를, 상기 IOL 재료 공급 선으로 역할하는 상기 배관(2116)을 통해 상기 눈의 수정체낭 내로 주입한다. 이 구성은 상기 외과의사가 상기 눈으로부터 진공 캐뉼라를 제거하고, 그 후에 - 이전에 생성된, 작은 전방 수정체낭 절개를 통해 - 다른 별개의 캐뉼라를 상기 액체 IOL 재료를 주입하기 위한 목적으로 삽입해야 할 필요를 피한다. 이것은 유리한데, 상기 낭간내 처치를 수행하기 위해 상기 전방 수정체낭 내에 만들어진 절개가, 활용되는 상기 캐뉼라와 완벽하게 맞아야만 하기 때문이다. 상기 캐뉼라의 임의의 움직임은 상기 절개를 찢거나 손상입힐 수 있으며, 이는 상기 절개를 더럽혀 상기 액체 IOL 재료가 상기 수정체낭으로부터 새어 나오는 것을 방지하기 위해 상기 절개를 밀폐(seal)하는 것을 더 어렵게 만든다.

[0056] 도 22 및 도 23은 낭간내 처치 또는 다른 유형의 처치 중에 만들어진 절개를 밀폐하기 위해 활용될 수 있는, 확장가능한 절개 밀봉(2200)의 예시의 사시도들이다. 도 22는 확장된 위치에서 상기 절개 밀봉(2200)을 나타내는 반면, 도 23은 수축된 위치에서 상기 절개 밀봉(2200)을 나타낸다. 상기 절개 밀봉(2200)은 상기 절개에 의해 한정된 개구에 들어맞거나 완벽하게 채우는 크기로 된 샤프트(2204)를 포함한다. 상기 샤프트(2204)는 원위부 말단(2208) 및 근위부 말단(2212)을 포함한다. 또한 상기 절개 밀봉(2200)은 상기 원위부 말단(2208)에 접한 확장가능한 부분(2216)을 포함한다. 상기 확장가능한 부분(2216)은 우산(umbrella)의 방식으로 구성된다. 이에 따라, 상기 확장가능한 부분(2216)은, 상기 원위부 말단(2208)으로부터 반경 방향들 상 바깥쪽으로 연장된 복수 개의 반경 방향 세그먼트들 또는 패널들(2220)을 포함하는데, 이는 반경 방향 접힘 선(fold line)들(2224)에 접한 인접 세그먼트들(2220)을 갖는다. 상기 확장가능한 부분(2216)은, 상기 샤프트(2204)에 대해 제1 각도로 상기 세그먼트들(2220)이 향하는 도 23에 나타난 상기 수축된 위치로부터, 상기 샤프트(2204)에 대해 상기 제1 각도보다 큰 제2 각도로 상기 세그먼트들(2220)이 배치되는 도 22에 나타난 확장된 위치로 이동가능하다. 밀봉으로 기능하는 것에 추가하여, 상기 절개 밀봉(2200)은 접성 물질들을 조직 제거 장치 또는 다른 수술 도구(예컨대, 도 21에 나타난 수술 도구(2100))를 통해 상기 수술 부위로 밀어 넣는 플런저로 활용될 수 있다.

[0057] IOL 처치의 예시에서, 상기 절개 밀봉(2200)은 초기에 그것의 근위부 말단(2212)으로, 개별 도구의 길게 된 막대 또는 와이어에 가볍게(또는 헐겁게, 등으로) 부착될 수 있다. 상기 근위부 말단(2212)는 이 부착을 효과있게 하기 위한 임의의 적절한 수단들로써 구성될 수 있다. 상기 IOL 재료 선(2116)(도 21)이 상기 수술 도구(2100)의 상기 캐뉼라와 유체전달상 소통되는, 상기 수술 도구(2100) 세트를 가지고 상기 외과의사는 IOL 재료 선(2116) 내에 IOL 재료를 주입한다. 그러면 상기 개별 도구의 상기 막대에 부탁된 상기 절개 밀봉(2200)의 상기 샤프트(2204)를 가지고 상기 외과의사는 상기 절개 밀봉(2200)을 상기 IOL 재료 선(2116)으로 삽입하고 거기를 통해, 상기 개별 도구의 막대를 누름으로써 상기 절개 밀봉(2200)을 누를 수 있다. 도 23에 나타난 상기 수축된 위치에서 상기 절개 밀봉(2200)은 상기 IOL 재료 선(2116)을 통해 쉽게 진행한다. 상기 IOL 재료는 고점성일 수 있으며, 상기 절개를 통해 상기 수정체낭으로 삽입되는 것에 조력을 요구할 수 있다. 이에 따라, 상기 원위부 말단(2208)은 상기 IOL 재료 선(2116)을 통해 상기 IOL 재료를 밀어넣기 위해 활용될 수 있다. 상기 외과의사는 상기 절개 밀봉(2200)을 상기 수술 도구(2100)의 상기 캐뉼라를 통해 그리고 상기 절개 안쪽으로 밀어넣을 수 있다. 상기 외과의사는, 상기 확장가능한 부분(2216)이 상기 절개를 통과하여 상기 수정체낭 안에 완전히 위치하도록, 상기 절개를 통해 충분히 멀리 상기 절개 밀봉(2200)을 밀어넣을 수 있다. 이 시간에, 상기 절개 밀봉(2200)의 상기 샤프트(2204)는 상기 절개를 통해 연장되고, 상기 절개를 한정하는 상기 조직 경계는 상기 샤프트(2204) 주변에 단단히(tightly) 들어맞게 된다. 그러면 상기 외과의사는 상기 개별 도구의 상기 막대를 견인하여 상기 샤프트(2204)가 상기 절개로부터 도로 나오기 시작하게 할 수 있다. 이 견인은 상기 절개 밀봉(2200)의 확장가능한 부분(2216)이 도 22에 나타난 상기 확장된 위치를 향해 밖으로 확장되도록 한다. 상기 확장된 위치에서, 상기 확장가능한 부분(2216)은 상기 절개를 둘러싸는 인근에 있는 전방 수정체낭의 뒷면(posterior surface)에 대해 접한다. 상기 샤프트(2204)와 상기 확장가능한 부분(2216)은 따라서 상기 절개 내, 그리고 상기 절개 주변에 유체 기밀 밀폐(seal)를 형성한다. 게다가, 상기 확장가능한 부분(2216)이 이제 그 확장된 위치에 있고, 상기 절개의 내부 면에 위치하기 때문에, 상기 확장가능한 부분(2216)은 상기 전방 수정체낭으로부터 제거될 수 없고, 결국 상기 샤프트(2204)는 상기 절개로부터 완전히 도로 나올 수 없는데, 이는 상기 확장가능한 부분(2216)이 상기 샤프트(2204)에 닻을 건 채로 며무르기 때문이다. 그러나, 위에서 언급한 바와 같이 상기

개별 도구의 상기 막대는 상기 샤프트(2204)에 가볍게 부착된 것에 불과하다. 따라서, 방금 설명한 방식으로 상기 절개 내에 상기 절개 밀봉(2200)이 적절하게 설치된 후에 상기 외과의사가 상기 막대를 잡아당길 때는, 상기 막대는 상기 샤프트(2204)로부터 분리되고, 그리고 나서 상기 수술 도구(2100)의 상기 캐뉼라를 통과하는 후퇴를 통해 상기 수술 부위로부터 쉽게 제거될 수 있다.

[0058] 상기 확장가능한 절개 밀봉(2200)은 도 22와 도 23과 결합하여 위에서 설명한 상기 기능들 및 작동들을 가능하게 하기에 적합한 임의의 재료들로 구성될 수 있다.

[0059] 도 24a, 24b, 25 및 도 26은 본 발명의 실시들에 따른 조직 제거 장치(2402)의 다른 예시들을 도시한다. 구체적으로는 도 24a는 상기 조직 제거 장치(2402)의 측면도, 도 24b는 상기 조직 제거 장치(2402)의 제2 실시의 사시도, 도 25는 상기 조직 제거 장치(2402)의 단면도이며, 도 26은 상기 조직 제거 장치(2402)의 분해 사시도이다. 이 예시적 실시들에서 설명되는 상기 조직 제거 장치(2402)는 도 1에 묘사된 상기 조직 제거 시스템(100)을 포함하는, 본 발명의 지침들에 따른, 조직 제거 시스템의 임의의 실시에서 사용될 수 있다.

[0060] 상기 도시된 예시에서, 상기 조직 제거 장치(2402)는 중앙 하우징(2404); 액추에이터 하우징(2406); 및 말단 캡(2422)의 원위부 말단에 형성된 나사로 된(threaded) 텁(2502)을 구비한 상기 말단 캡(2422)을 갖는, 중심에서 벗어난 길게 된 구성(elongated off-center construction)을 일반적으로 포함한다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, "중심에서 벗어난 구성"은 상기 중앙 하우징(2404)의 중심선이 상기 액추에이터 하우징(2406)의 중심선으로부터 수직 오프셋된 구성을 의미한다. 나타난 바와 같이, 캐뉼라(2408)는 상기 나사로 된 텁(2502)에서 상기 중앙 하우징(2404)으로 고정될 수 있으며, 상기 조직 제거 장치(2402)는 그 근위부 말단에서 상기 액추에이터 하우징(2406)을 밀봉하기 위한 말단 캡(2410)을 더 포함할 수 있다.

[0061] 상기 중앙 하우징(2404)은 상기 캐뉼라(2408)로 통과하는 하나 이상의 흡인 선들을 덮기에 충분한 치수들의 오목한 내부를 갖는 환형 구성을 포함할 수 있다. 마찬가지로 상기 액추에이터 하우징(2406)은 선형 액추에이터 또는 다른 구동 메커니즘을 덮기에 충분한 치수들을 갖는 부분적으로 닫힌 원위부 말단 및 오목한 내부를 갖는 환형 구성을 포함할 수 있다. 몇몇 실시들에서, 상기 중앙 하우징(2404)은, 예컨대 나사로 된 멤버들을 정합시킴으로써, 상기 액추에이터 하우징(2406)과 분리가능하게 결합될 수 있다. 다른 실시들에서, 상기 중앙 하우징(2404)은 상기 액추에이터 하우징(2406)과 일체형으로 형성되거나, 용접되거나, 납땜되거나, 결합되거나 또는 다른 방식으로 영구적으로 부착될 수 있다.

[0062] 상기 말단 캡(2422)은 테이퍼되고 나사로 된 원위부 말단(2502)를 구비한 고체 원통형 몸체를 일반적으로 포함할 수 있다. 상기 말단 캡(2422)은 상기 중앙 하우징(2404)의 원위부 말단과 정합하도록 구성된, 그 근위부 말단에 있는 환형 시트(seat)(2540)도 포함할 수 있다. 상기 말단 캡(2422)은, 비제한적인 예시들로서 열가소성 플라스틱들 및 다른 종합체 조성물들과 같은, 절연되고 단열된 물질로 구성될 수 있다.

[0063] 이 예시에서, 상기 조직 제거 장치(2402)는 상기 액추에이터 하우징(2406)의 원위부 말단에 형성된 개구(2414)로부터 연장되는 하나의 흡인 선(2412)과 함께 작동하기 위해 구성된다. 대안으로서, 상기 조직 제거 장치(2402)는, 한 흡인 선은 상기 연속 진공 모드 중에 활용될 수 있고, 다른 흡인 선은 상기 펄스화된 진공 모드 중에 활용될 수 있는, 두 흡인 선들과 함께 작동하기 위해 구성될 수 있다.

[0064] 도 24b에 나타난 실시에서, 상기 흡인 선(2412)은 상기 액추에이터 하우징(2406)의 외부 표면에 결합된, 길게 된 유지 멤버(elongated retaining member)(2416)에 의해 액추에이터 하우징(2406)에 고정될 수 있다. 상기 유지 멤버(2416)는 상기 중앙 하우징(2404)으로부터 상기 흡인 선(2412)을 통과시키기 위해 원형 채널(2420)를 형성한 한 쌍의 유지 말단들(2418)을 구비한 C-형 구성을 포함할 수 있다.

[0065] 몇몇 실시들에서, 상기 유지 멤버(2416)는 상기 액추에이터 하우징(2406)과 일체형일 수 있다. 다른 실시들에서, 상기 유지 멤버(2416)는 상기 액추에이터 하우징(2406)에 탈부착되는 별개의 부분(part)일 수 있거나, 대안으로서, 상기 유지 멤버(2416)는 상기 액추에이터 하우징(2406)에, 예컨대, 용접, 납땜, 접착제, 또는 다른 고정 수단들에 의해 영구적으로 고정된 것일 수 있다. 몇몇 실시들에서, 상기 유지 멤버(2416)는 상기 액추에이터 하우징과 동일한 재료로 구성될 수 있으며, 특히 상기 유지 멤버(2416)가 상기 액추에이터 하우징(2406)과 일체형이거나 영구적으로 부착된 경우의 실시들에서 그러하다. 다른 실시들에서, 상기 유지 멤버(2416)는, 상기 흡인 선(2412)을 상기 채널(2420) 안으로 스냅 맞춤되는 것을 가능하게 하는 탄성 재료로 구성될 수 있다.

[0066] 이 예시에서는, 도 25에 가장 잘 나타난 것처럼, 상기 캐뉼라(2408)는 상기 중앙 하우징(2404) 내 내부 흡인 투브(2504)에 연결된다. 상기 캐뉼라(2406)는 본 개시에서 위에서 설명된 상기 캐뉼라 텁 설계들 중 임의의 하나

를 합체시킨, 하나 이상의 열 요소들을 갖는 캐뉼라 텁을 포함할 수 있다. 위에서 논의된 바와 같이, 상기 캐뉼라(2408)는 그것의 허브(2506)에서 상기 하우징(2404)의 나사로 된 말단(2502)에 고정될 수 있으며, 상기 허브는 상기 조직 제거 장치(2402)의 신속한 조립과 분해를 가능하게 하는 동축 나사 잠금(threaded locking) 메커니즘을 포함한다.

[0067] 또한 도 25 및 도 26에 도시된 예시에서, 상기 조직 제거 장치(2402)는 상기 내부 흡인튜브(2504)에 결합된 액추에이터-구동 진공 펄스 생성 장치(2510)(본 명세서에서 맥동 게이트로도 언급됨)를 포함한다. 이 예시에서, 상기 맥동 게이트(2510)는 액추에이터(2514)와 회전식 벨브 조립체(2516) 사이에 결합된 액추에이터 막대(2512)를 포함할 수 있다.

[0068] 나타난 바와 같이, 상기 액추에이터 막대(2512)는 상기 중앙 하우징(2404)의 상기 오목한 내부를 통해 연장되는 길게 된 막대를 포함할 수 있다. 상기 액추에이터 막대(2512)는 비부식성 재료, 예컨대 스테인리스 강철이나 다른 적합한 재료로 만들어진 것일 수 있다. 상기 액추에이터 막대(2512)는 종래의 수단들에 의해, 예컨대 피봇 핀(pivot pin)에 의해, 액추에이터(2514)에 결합될 수 있으며, 반대쪽 상기 중앙 하우징(2404)의 원위부 말단에 결합된 벨브 캡(2518)에 의해 원위부 말단에서 외팔보(cantilever) 방식으로 지지될 수 있다. 상기 벨브 캡(2518)은, 상기 액추에이터(2514)에 의해 액추에이팅될 때 상기 액추에이터 막대(2512)의 원위부 말단이, 거기 를 통해 연장되고, 선형 방향(2520)으로 더 이동하는 것을 허용하기 위해, 상기 벨브 캡(2518)의 뒤쪽 면(face)에서 형성된 슬롯(미도시)을 구비한 캡모양 디자인을 포함할 수 있다.

[0069] 상기 액추에이터(2514)는 상기 액추에이터 하우징(2406) 내에 저장될 수 있으며, 예를 들어 공압식, 수압식, 또는 전기기계식 선형 운동 액추에이터를 더 포함할 수 있다. 다른 실시들에서, 상기 액추에이터(2514)는 상기 중앙 하우징(2404)에 직접적으로 결합될 수 있다. 도 24, 25 및 도 26에 나타난 비제한적 예시에서, 상기 액추에이터(2514)는 (푸쉬-형) 공압식 선형 솔레노이드 액추에이터를 포함한다. 작동에 있어, 상기 액추에이터 막대(2512)가 상기 회전식 벨브 조립체(2516)의 회전식 벨브와 맞물리도록 상기 액추에이터(2514)는 상기 액추에이터 막대(2512)의 원위부 말단이 상기 회전식 벨브 조립체(2516)를 향해 이동하도록 구성될 수 있다. 아래에서 더 자세하게 논의될 바에 의하면, 상기 액추에이터 막대(2512)가 상기 회전식 벨브와 맞물릴 때, 상기 회전식 벨브의 순환적 회전이 진공 펄스들을 생성하고 상기 흡인 선(2412)를 통과하는 유체의 유량 및 부피를 변경하도록, 상기 회전식 벨브가 상기 내부 흡인 튜브(2504)의 유체 경로의 전부 또는 일부를 막게끔 구성된다. 몇몇 실시들에서, 상기 액추에이터(2514)는 상기 제어 콘솔(112) 및/또는 상기 발로 작동되는 제어 장치(116)와 전기적으로 통신할 수 있다. 이 예들에서, 상기 액추에이터 막대(2512)의 선형 이동의 주파수는 상기 제어 콘솔(112)를 작동시키는 컴퓨터 소프트웨어에 의해, 그리고/또는 상기 발로 작동되는 제어 장치(116)를 작동시키는 것에 의해 제어될 수 있다.

[0070] 이제 상기 회전식 벨브 조립체(2516)로 전환하면, 도 25 및 도 26에 가장 잘 도시된 바와 같이, 상기 벨브 조립체(2516)는 벨브 커넥터(2522), 회전식 벨브(2524), 상기 벨브 캡(2518) 및 상기 말단 캡(2422) 내에 상기 벨브 캡(2518)을 고정시키기 위한 벨브 키(2526)를 포함할 수 있다. 나타난 예시에서, 상기 벨브 커넥터(2522)는 환형 몸체를 포함할 수 있으며, 이때 상기 환형 몸체는 환형 측벽들(2546), 오목한 내부(2604) 및 상기 몸체의 상기 환형 측벽들(2546)을 통하여 연장되는 애퍼처(2548)를 구비한다. 상기 벨브 커넥터(2522)는 상기 말단 캡(2422) 내에 형성된 속이 빈(hollowed-out) 부분(2542) 내에서 유지된다. 상기 벨브 커넥터(2522)는, 상기 애퍼처(2548)가 상기 내부 흡인 튜브(2504)를 통과하기 위해 상기 말단 캡(2422)을 통해 연장된 통로(2544) 내에 정렬되도록, 상기 속이 빈 부분(2542) 내에 머무르도록 구성된다.

[0071] 이 예시에서, 상기 회전식 벨브(2524)는 몸체(2528) 및 눈물형 돌출부(teardrop shaped lobe)(2530)를 포함한다. 상기 몸체(2528)는 상기 벨브 커넥터(2522)의 상기 내부(2604)에 의해 수납되고, 그 안에서 회전 가능하도록 구성된 고체 원통형 맴버이다. 상기 몸체(2528)는 거기를 통하여 연장되는 오리피스(2532)를 포함한다. 상기 돌출부(2530)는 상기 벨브 커넥터(2522) 내 회전식 벨브(2524)를 회전시키기 위한 캠 요소(camming element)로서 작용한다. 상기 돌출부(2530)는 기본 썬클(base circle) 혹은 힐부(heel)(2556) 및 플랭크(2558)를 포함한다. 상기 힐부(2556)의 직경 치수들은, 상기 벨브 커넥터(2522)의 상단 환형 표면(2550)이 상기 돌출부(2530)에 대해 베어링 표면으로서 작용할 수 있도록, 상기 몸체(2528)의 직경보다 클 수 있다. 상기 돌출부(2530)는 상기 오리피스(2532)를 가두고, 상기 오리피스를 상기 벨브 커넥터 애퍼처(2548)와 동심원으로 정렬하도록 더 설계된다.

[0072] 상기 회전식 벨브(2524)는 하단 핀(2534) 및 상단 핀(2536)를 더 포함할 수 있다. 이 예시에서, 상기 하단 핀(2534)은 상기 몸체(2528)의 하단 표면으로부터 상기 말단 캡(2422)에 형성된 원형 노치(2538) 안으로

연장된다. 상기 상단 편(2536)은 상기 돌출부(2530)의 상부 표면으로부터 상기 벨브 캡(2518)의 밑바닥에 형성된 원형 노치(2552) 안으로 연장된다. 상기 하단 편 및 상단 편(2534, 2536)은 아래에서 더 자세하게 논의될 바와 같이, 상기 회전식 벨브(2524)가 제1 위치에서 제2 위치 사이로 회전할 수 있는 회전의 중심인 피봇 축(2554)을 한정한다.

[0073] 작동에 있어서, 진공 펄스들이 상기 회전식 벨브(2524)의 반복적 움직임에 의해 생성될 수 있다. 이 예시에서, 상기 액추에이터(2514)는 선형 방향(2520)으로 상기 액추에이터 막대(2512)를 평행이동시키도록 구성된다. 상기 액추에이터 막대가 이동됨에 따라, 그것은 상기 돌출부(2530)의 상기 플랭크(2558)와 맞부딪히게 되고, 이는 상기 회전식 벨브(2524)가, 본 예시에서는 상기 피봇 축(2554)을 중심으로 참조번호 2610을 따라 반시계방향으로 제1(열린) 위치와 제2(닫힌) 위치 사이를 회전하도록 한다. 상기 회전식 벨브(2524)는 열린 위치에서, 상기 회전식 벨브(2524) 내 상기 오리피스(2532)가 상기 벨브 커넥터(2522) 내 상기 애피처(2548)과 유체전달상 소통되도록 정렬되고, 그에 의해 유체가 상기 내부 흡인튜브(2504)를 통해 자유롭게 흐르는 것이 가능하도록 하게 설계된다. 상기 회전식 벨브(2524)는 닫힌 위치에서, 상기 오리피스(2532)가 대략 90° 회전하고, 그에 의해 유체가 상기 내부 흡인튜브(2504)를 통해 흐르는 것이 방해되도록 하게 더 설계된다.

[0074] 몇몇 실시들에서, 상기 회전식 벨브 조립체(2516)는 “안전장치(fail-safe)” 설계를 포함할 수 있다. 이 실시들에서, 상기 회전식 벨브(2524)는 스프링(즉, 스프링 하중식(spring-loaded))에 의해 상기 열린 위치를 향해 편향(bias)될 수 있다. 따라서 상기 액추에이터 막대(2512)는 상기 스프링의 힘을 극복하기 위해 상기 플랭크(2558)에 충분한 에너지를 가해야 한다. 상기 플랭크(2558)에 가해진 상기 힘이 중단되면, 상기 회전식 벨브(2524)는 그것의 열린 위치로 되돌아간다. 이 예시에서, 진공 펄스들은 상기 회전식 벨브(2524)의 상기 열린 위치와 상기 닫힌 위치 사이의 상기 스프링 편향에 대항한 반복적 움직임에 의해 생성된다. 이 수법에 있어, 상기 진공 펄스 생성 장치(2510)는 상기 내부 흡인튜브(2504) 내 상기 유체 경로를 교대로 열고 닫기 위해 상기 스프링 편향에 대항해 상기 돌출부 플랭크(2558)에 가해지는 힘을 신속하게 가하고 푸는 것으로써 진공 펄스들을 생성하기에 적합하다.

[0075] 몇몇 실시들에서, 상기 벨브 조립체(2516)는, 상기 흡인 선(2412)로부터 유체가 새고, 그에 의해 상기 진공 압력이 감소하는 것을 방지하기 위해 밀폐봉인될 수도 있다. 몇몇 실시들에서, 상기 회전식 벨브 조립체(2516)의 모든 구성요소들은 비제한적인 예시들로서, 플라스틱, 세라믹, 스테인리스 강철 또는 임의의 다른 적합한 물질을 포함하는 비부식성 물질로 만들어질 수 있다. 그 이상의 실시들에서, 상기 오리피스(2532)는, 상기 회전식 벨브(2524)가 상기 열린 위치와 상기 닫힌 위치 사이를 순환하는 동안 상기 회전식 벨브(2524)를 통해 흐르는 임의의 조직을 파쇄할 수 있도록 예리하게 된 외부 날들을 포함할 수 있다. 본 발명의 또 다른 실시들에서, 상기 벨브 캡(2518)은 상기 회전식 벨브(2524)의 회전을 제한하기 위한 마개(stop)를 포함할 수 있다.

[0076] 본 명세서에서 설명된 예시적인 상기 회전식 벨브(2524)는 비제한적인 것이다. 본 지침들의 광범위한 양상들로부터 이탈함 없이 다른 회전식 벨브 장치들 및 구성들이 사용될 수 있음을 당업자는 이해할 것이다.

[0077] 도 25에 가장 잘 나타난 바와 같이, 상기 흡인 선(2412)은 다수의 튜브 섹션들을 포함할 수 있다. 이 예시에서, 상기 흡인 선(2412)는 외부 흡인튜브(2560), 상기 내부 흡인튜브(2504) 및 상기 내부 흡인튜브(2504)와 상기 외부 흡인튜브(2560) 사이에 결합된 중간 흡인튜브(2562)를 포함할 수 있다. 위에서 논의한 바와 같이, 상기 내부 흡인튜브(2504)는 그 원위부 말단에서 상기 캐뉼라(2408)에 결합되며, 거기로부터 상기 말단 캡(2422)를 통해 연장되는데, 이때 상기 말단 캡(2422)은 그 근위부 말단이 상기 중간 흡인튜브(2562)에 결합된다. 나타난 바와 같이, 몇몇 실시들에서, 상기 진공 펄스 생성 게이트(2510)는 상기 내부 흡인튜브(2504)에 결합될 수 있다. 다른 실시들에서, 상기 진공 펄스 생성 게이트(2510)는 상기 흡인 선(2412)의 다른 섹션들에 결합될 수 있다. 다른 실시들에서, 상기 진공 펄스 생성 게이트(2510)는 상기 흡인 선(2412)의 다른 섹션들에 결합될 수 있다. 또 다른 실시들에서, 상기 진공 펄스 생성 게이트(2510)는 상기 흡인 선(2412)의 인접 섹션들에 대한 결합을 포함한다. 이 예시에서, 상기 외부 흡인튜브(2560)는 상기 진공 펄스(108)와 소통되고, 그 원위부 말단에서 상기 중간 흡인튜브(2562)에 결합된다. 몇몇 실시들에서, 인접하는 튜브 섹션들은 압입(press fit), 마찰 결합(friction fit), 의료용 등급 접착제(medical grade adhesive) 또는 임의의 다른 적합한 수단들에 의해 서로 결합될 수 있다.

[0078] 상기 흡인 선(2412)은 본 명세서에서 3개의 튜브 섹션들을 포함하는 것으로 설명되었지만, 본 지침들의 광범위한 양상들로부터 이탈함 없이 4개 이상의 튜브 섹션들 및 다른 튜브 결합들이 사용될 수 있다는 것을 당업자는 이해할 것이다.

[0079] 몇몇 실시들에서는, 도 27에 가장 잘 도시된 바와 같이, 상기 캐뉼라(2408)의 상기 텁이 상기 캐뉼라(2408)를

통과하는 조직을 파쇄하는 것뿐만 아니라 상기 흡인 선(2412) 내부의 배압(back pressure)을 증가시키기 위해서 테이퍼될 수 있다. 상기 캐뉼라(2408) 텁을 테이퍼하는 것에 추가하여, 몇몇 실시들에서, 인접하는 튜브 섹션들의 내부 직경은 상기 진공 유체 흐름을 증가시키거나 과급하기(supercharge) 위하여 그 유체 경로(2702)를 따라 증가될 수 있다. 베르누이의 원리 및 연속성 원리를 포함한, 유체 역학을 지배하는 법칙들에 의거하여 유체의 속도는 그것이 팽창됨에 따라 반드시 감소하는 반면, 그것의 압력은 에너지 보존의 원리를 만족시키기 위해 반드시 증가한다. 이 원리들을 본 발명에 적용하면, 상기 흡인 선(2412)의 진공 압력은 상기 흡인 선(2412) 튜브 섹션들의 잇따른 팽창으로 인해 증가될 수 있다. 몇몇 실시들에서, 테이퍼된 디퓨저(diffuser) 섹션(2704)은, 상기 흡인 선(2412)과 나란한 상기 흐름 경로(2702)의 팽창에 의해 초래되는 난류(turbulence) 및 다른 마찰 손실들을 감소시키기 위해 인접하는 튜브 섹션들 사이에 결합될 수 있다. 다른 실시들에서, 상기 팽창하는 유체 흐름을 더 조건화하기 위해 사면(bevel) 또는 다른 수단들이 상기 디퓨저 섹션(2704)에 결합될 수 있다.

[0080] 상기 배경 기술에서 부분적으로 설명된 바와 같이, 수정체유화의 처리는 전형적으로 2-단계 처리를 포함한다. 먼저, 상기 파코 초음파 장치(파코 핸드피스(handpiece))는 상기 눈으로부터 상기 백내장 핵을 제거하는 데 사용된다. 상기 백내장 핵이 제거된 후에, 두번째 세척 및 흡인(I/A) 도구(I/A 핸드피스)가 상기 백내장이 위치했던, 상기 눈의 후방 수정체낭 구역(area)으로부터 남아있는 연성 피질(soft cortex)를 제거하기 위해 사용된다. 섬세한 상기 후방 수정체낭 주변으로부터 상기 피질을 제거하는 것은 상기 파코 핸드피스에 의해 수행될 수 없는데, 이는 상기 치치 동안 상기 유리체를 앞쪽으로 이동하는 것을 방지하는 막(membrane)인, 상기 후방 수정체낭을 파열시킬 우려가 있기 때문이며, 따라서 상기 I/A 핸드피스는 세척과 흡인을 수행하는데, 상기 흡인 포트는 직경이 0.3mm이고, 상기 캐뉼라의 측면에 위치한다. 세척 부착물(attachment)은 상기 I/A 핸드피스 상에서 흔히 사용되지만, 상기 부착물은 상기 눈 안에 상기 세척을 제공하기 위한 제2 캐뉼라를 수반하는 양순 접근법을 허용하기 위해 제거될 수 있다. 전형적인 파코 텁은, 직경 1mm의 치수들을 갖되 다른 크기들과 형태들도 사용가능한, 열린 원위부 말단 티타늄 캐뉼라를 포함할 수 있다.

[0081] 상기 백내장이 제거된 후에, 상기 수술 전문인(surgical technician)은 상기 세척 배관 및 상기 흡인 배관을 상기 파코 핸드피스의 뒤에 위치한 상기 핸드피스의 커넥터들로부터 제거하고 그 후 그것들을 I/A 핸드피스에 연결해야만 한다. 상기 전문인은 상기 흡인 선에 어떤 공기도 위치해 있지 않다는 것을 확실히 해야만 하는데, 그 이유는 상기 공기가 상기 의사에게 의해 상기 눈 안에 놓이게 될 때, 가시성에 영향을 끼치기 때문이다.

[0082] 본 발명의 일 실시는 백내장 및 피질 제거의 기능들을 수행하기 위한 단일 핸드피스를 제공한다. 도 28에 나타난 바와 같이, 이것은 상기 캐뉼라(2408)의 원위부 말단 위에 긴밀히 맞도록 구성된 연성 텁 멤브레인(2802)의 사용에 의해 성취될 수 있다. 나타난 그 예시에서, 상기 텁 멤브레인(2802)은 상기 캐뉼라(2408)의 원위부 말단을 받아들이기 위해 열린 말단(2810) 사이에서 연장되는 하나 이상의 환형 측벽들(2816)에 의해 한정되는 내부(2814)를 구비한 탄성 슬리브(2804) 및 컵-형 닫힌 말단(2812)를 포함할 수 있다. 상기 텁 멤브레인(2802)은 상기 슬리브(2804)의 상기 측벽(들)(2816)을 따라 배치된 하나 이상의 진공 포트들(2806)을 더 포함할 수 있다. 상기 슬리브(2804)는 아크릴, 실리콘(silicone) 또는 다른 적합한 탄성 속성들을 갖는 유연성 재료들로 만들어 질 수 있다. 상기 슬리브(2804)는 거기에 들어맞는 공기-밀폐(air-tight) 간섭 또는 압축을 제공하기 위해 상기 캐뉼라(2408)의 형태에 일치하는 것에 적합할 수 있다. 포켓(2808)은 유체와 조직이 상기 측면 포트(2806)로부터 상기 캐뉼라(2408)로 통과하기 위한 흐름 경로를 제공하기 위해 상기 캐뉼라(2408)의 원위부 말단과 닫힌 말단(2812) 사이에 형성될 수 있다. 몇몇 실시들에서, 상기 측면 포트들(2806)은 직경 약 0.3mm일 수 있거나, 피질 물질을 흡인하기 위한 임의의 다른 적합한 치수들로 될 수 있다.

[0083] 본 지침들에 따라, 상기 텁 멤브레인(2802)이 상기 캐뉼라(2408)의 원위부 말단에 적용된 후에, 상기 슬리브(2804)가 상기 캐뉼라(2408)의 원위부 말단 너머로 연신(stretch)되는 것을 가능하게 하기 위해, 그리고 절개를 찢거나 더 열지 않고 캐뉼라(2408)의 원위부 텁이 상기 절개에 재진입하는 것을 가능하게 하기 위해, 상기 슬리브(2804)의 두께가 매우 얇을 수 있다(수백 마이크로미터의 규모(order)로). 게다가, 상기 슬리브(2804)는 상기 슬리브(2804)가 상기 캐뉼라(2408)의 외부 표면에 들러붙는 것을 가능하게 하는 재료 속성들을 갖는 재료로만 들어질 수 있다. 몇몇 실시들에서, 상기 텁 멤브레인(2802)의 측벽들(2816)의 내부 직경은 상기 텁 멤브레인(2802)과 상기 캐뉼라(2408) 사이에 압착(compression-fit)을 보장하기 위해 상기 캐뉼라(2408)의 외부 직경에 비해 조금(slightly) 작을 수 있다.

[0084] 본 지침들의 일 실시에서, 단일 핸드피스를 사용하여 눈으로부터 조직을 제거하기 위한 방법(2902)이 도 29에 도시된다. 나타난 바와 같이, 상기 방법(2902)은 본 명세서에서 전술한 방식으로 상기 캐뉼라(2408)의 원위부 텁을 상기 눈에 형성된 절개를 통해 그 내부에 삽입하기 위한 제1 단계(2904)를 포함한다. 다음 단계(2906)에서, 상기 캐뉼라(2408)를 통해 상기 눈 조직에 일련의 진공 필스들을 가함에 의해 상기 눈의 내부

에 있는 백내장 조직은 파쇄될 수 있다. 이 단계에서, 예컨대, 회전식 뱀브(2524)와 같은 진공 펠스 생성 장치를 열린 상태와 닫힌 상태 사이를 교대로 액추에이팅하는 것에 의해 상기 눈 조직에 진공 펠스들이 가해질 수 있다. 상기 조직을 파쇄한 다음, 단계(2908)에서는 상기 파쇄된 조직이 상기 흡인 선(2412)을 통해 상기 조직 수집 장소(218)에 흡인될 수 있다. 상기 백내장 조직을 흡인한 후에, 단계(2910)에서 상기 캐뉼라(2408)의 상기 원위부 텁은 상기 눈의 상기 절개로부터 제거될 수 있다. 상기 캐뉼라(2408)의 상기 원위부 텁이 눈으로부터 나오면, 단계(2912)에서 유연성 텁 멤브레인(2802)이 상기 캐뉼라(2408)의 원위부 말단에 수동으로 또는 기계적 수단에 의해 적용될 수 있다. 단계(2914)에서는, 상기 텁 멤브레인(2802)을 운반하는 상기 캐뉼라(2408)의 상기 원위부 텁은, 상기 캐뉼라(2408)를 통해 상기 조직에 일련의 진공 펠스들을 다시 가함(단계 2916)으로써 상기 눈의 상기 내부에 있는 남아 있는 임의의 피질의 조직을 파쇄하기 위해, 상기 절개 내로 재삽입될 수 있다.

[0085] 상기 흡인 처리를 돋기 위해, 몇몇 실시들에서는 자동화된 수단들에 의해 상기 텁 멤브레인(2802)이 상기 캐뉼라(2408)의 원위부 말단에 적용될 수 있다. 도 29는 상기 캐뉼라(2408)의 상기 열린 원위부 말단 위에 상기 텁 멤브레인(2802)을 적용하기 위한 장치(3002)의 단면도이다. 나타난 바와 같이 상기 장치 3002는 상단부(upper section)(3006) 및 대응하는 바닥(base)(3008)를 갖는 밀폐부를 포함할 수 있다. 몇몇 실시들에서 상기 밀폐부(3004)는 사각 단면을 포함할 수 있다. 다른 실시들에서, 상기 밀폐부(3004)는 원형, 다각형 또는 적합한 형태를 포함할 수 있다. 몇몇 실시들에서, 상기 밀폐부(3004)는 플라스틱으로 구성될 수 있다. 다른 실시들에서, 상기 밀폐부(3004)는 세라믹, 스테인리스 강철 또는 다른 임의의 적합한 재료로 구성될 수 있다.

[0086] 나타난 바와 같이, 상기 상단부(3006)는 평면 상부 표면(3010)을, 그리고 상기 상부 표면(3010)으로부터 상기 밀폐부(3004)의 내부(3012) 내로 연장되는 원형 정렬관(alignment canal)(3016)을 포함할 수 있다. 이 예시에서, 상기 정렬관(3016)은 상기 캐뉼라(2408)의 외부 직경에 대응하는 직경 치수들을 가질 수 있다. 상기 밀폐부(3004)의 상기 내부(3012)에 저장된 상기 텁 멤브레인(2802)에 상기 캐뉼라(2408)가 올바르게 중심이 맞춰지는 것을 보장하기 위해 상기 캐뉼라(2408)와 상기 정렬관(3016) 사이에 엄격한 직경 허용오차가 필요할 수 있다. 올바르게 중심이 맞춰진 캐뉼라(2408)는 상기 텁 멤브레인(2802)이 상기 캐뉼라(2408)의 열린 말단에 제대로 고정되도록 하는 것을 가능하게 한다.

[0087] 아래 방향으로 연장되는 하나 이상의 핑거(finger) 부재들(3014)을 구비한 멤브레인 견인기(retractor)는 상기 바닥(3008)에 근접한 상기 상단부(3006)의 아래에 결합될 수 있다. 몇몇 실시들에서 상기 핑거 부재들(3014)은 원뿔 방식으로 배열될 수 있다. 상기 핑거 부재들(3014)은 마찰, 연신 및/또는 압착으로써 상기 텁 멤브레인(2802)을 상기 밀폐부(3004)의 상기 내부(3012) 내에 유지하도록 설계된다. 몇몇 실시들에서, 상기 핑거 부재들(3014)은 플라스틱이나 임의의 다른 적합한 재료로 구성될 수 있다. 다른 실시들에서, 상기 멤브레인 견인기는 상기 상단부(3006)의 상기 아래로부터 연장되는 단일의 원뿔형 멤버를 포함할 수 있다.

[0088] 상기 텁 멤브레인(2802)의 설치 중에, 상기 텁 멤브레인(2802)의 상기 슬리브(2804)는 상기 핑거 멤버들(3014) 위에 먼저 연신될 수 있다. 상기 슬리브(2804)가 상기 핑거 부재들(3014) 위에 연신됨에 따라, 상기 텁 멤브레인(2802)의 상기 내부(2814)는 상기 캐뉼라(2408)의 원위부 말단을 받아들여 V-형 구조으로 확장된다. 상기 텁 멤브레인이 상기 핑거 부재들(3014) 위에 설치되면, 몇몇 실시들에 있어, 상기 상단부(3006)는 상기 밀폐부(3004)를 형성하기 위해 상기 바닥(3008)과 조립된다. 상기 밀폐부(3004)가 조립되면, 상기 사용자는, 상기 캐뉼라(2408)의 상기 원위부 말단이 상기 닫힌 말단(2812) 근처 상기 텁 멤브레인(2802)의 상기 내부(2814) 내로 연장될 때까지, 상기 정렬관(3016)내로 상기 캐뉼라(2408)의 원위부 말단을 삽입할 수 있다. 상기 텁 멤브레인(2802)의 상기 닫힌 말단(2812) 근처 상기 슬리브 측벽들(2816)의 내부 직경은 상기 텁 멤브레인(2802)이 상기 캐뉼라(2408)의 외부 표면에 들려붙도록 좁혀진다. 상기 텁 멤브레인(2802)이 상기 캐뉼라(2408)의 원위부 말단에 붙여지면, 상기 사용자는 상기 바닥(3008)을 향해 상기 캐뉼라(2408)를 더 밀도록 아랫방향 힘을 추가적으로 가할 수 있다. 상기 캐뉼라(2408)가 상기 바닥(3008)을 향해 움직임에 따라, 상기 텁 멤브레인(2802)과 상기 캐뉼라(2408) 사이의 압착은, 상기 텁 멤브레인(2802)이 상기 핑거 부재들(3014)로부터 옮겨져 나옴을 초래할 수 있다. 상기 핑거 부재들(3014)로부터 상기 텁 멤브레인(2802)이 옮겨져 나옴에 따라, 상기 탄력성 슬리브(2804)는 수축되고, 그것 스스로 상기 캐뉼라(2408)에 단단한 방식으로 붙을 수 있으며, 몇몇 실시들에서는 영구적인 방식으로 붙는다. 상기 텁 멤브레인(2802)이 상기 캐뉼라(2408)에 붙여지면, 그 후 상기 사용자는 상기 캐뉼라(2408)를 상기 밀폐부(3004)로부터 제거할 수 있으며, 상기 피질 물질의 제거를 진행할 수 있다. 대부분의 실시들에서, 위생상의 목적들을 위해, 상기 텁 멤브레인(2802)는 일회용 부대품(single-use accessory)으로 설계된다.

[0089] 이 예시에서, 상기 텁 멤브레인(2802)은, 상기 텁 멤브레인(2802)이 상기 밀폐부(3004)의 상기 아래와 접촉하는 것과 거의 동일한 지점에서 상기 핑거 부재들(3014)로부터 떨어지게 되도록 상기 밀폐부(3004) 내에 위치할 수

있다. 상기 밀폐부(3004)의 상기 아래에서의 이 접촉은 상기 텁 멤브레인(2802)이 상기 캐뉼라(2408)와 연결되고, 덧붙여, 상기 밀폐부(3004)로부터 제거될 수 있다는 신호를 상기 사용자에게 제공한다.

[0090] 몇몇 실시들에서, 상기 장치(3002) 내에 상기 텁 멤브레인(2802)을 설치할 때 상기 상단부(3006)는 상기 평거 부재들(3014)에 대한 접근을 제공하기 위해 상기 바닥(3008)으로부터 분리가능할 수 있다. 다른 실시들에서, 상기 상단부(3006)는 상기 바닥(3008)과 일체형으로 될 수 있다. 이 실시들에서, 상기 평거 부재들(3014)에 대한 접근은 상기 측벽들 및/또는 상기 밀폐부(3004)의 아래 표면에 형성된 하나 이상의 개구들에 의해 제공될 수 있다.

[0091] 본 실시에 따라, 첫째, 사용자는 본 발명의 조직 제거 장치(2402)의 실시를 이용하여 상기 백내장 핵을 목표 부위로부터 제거할 수 있다. 상기 백내장이 제거된 후에, 상기 사용자는 상기 텁 멤브레인(2802)를 상기 캐뉼라(2408)의 원위부 말단에 부착시키기 위해 상기 장치를 밀폐부 내로 삽입할 수 있다. 상기 텁 멤브레인(2802)이 상기 캐뉼라(2408)에 고정되고 나서, 상기 사용자는 상기 동일 장치를 상기 목표 부위로부터 남아있는 피질 물질들을 제거하기 위해 사용할 수 있다.

[0092] 본 실시는 상기 텁 멤브레인(2802)이 자동적으로 캐뉼라(2408)에 연결될 수 있는 수단을 제공한다. 상기 사용자는 원한다면 전문인의 도움 없이 용이하게 이것을 행할 수 있다. 그리고, 더 나아가서, 상기 처치의 백내장 제거 단계와 피질 제거 단계 사이의 상기 도구 배관의 변경에 있어 전문인이 요구되지 않는다. 이는 현준하는 파코 기구 사용 및 처치들을 뛰어넘는, 효율성 및 비용 절감들의 이점을 제공한다. 게다가, 본 발명의 조직 제거 장치들은 기계적 초음파 일률(power)로 상기 텁을 활성화시키는 것에 기초하고 있지 않으므로, 상기 캐뉼라(2408)에 적용된 상기 텁 멤브레인(2802)은 상기 캐뉼라(2408)의 원위부 말단에 고정된 채 남는 경향이 더 큰데, 이는 기계적 초음파가 종래의(traditional)의 파코 초음파 장비의 상기 캐뉼라 텁의 상기 텁 멤브레인(2802)을 더 잘 진동시킬 것이기 때문이다.

[0093] 도 31과 도 32 각각은 다른 일 실시에 따른 조직 제거 장치(3100) 예시의 사시도 및 평면도이다. 상기 조직 제거 장치(3100)는 일반적으로 핸드피스, 또는 사용자에 의해 들려질 수 있도록 크기가 맞춰지고, 형태가 잡힌 휴대용 도구로서 구성된다. 상기 조직 제거 장치(3100)는, 그 내부에 다양한 구성요소들을 포위한 핸드피스 하우징(3102); 상기 내부로부터 상기 하우징(3102) 바깥 원위부 텁(3106)으로 연장되는 강성 구성물(composition)의 흡인 캐뉼라(3104); 및 상기 내부에 배치된 벨브 조립체(3110)를 포함하는 선형 액추에이터를 포함한다. 상기 하우징(3102)는 일반적으로 상기 조직 제거 장치(3100)의 길이 방향 축을 따라 연장된다. 상기 하우징(3102)은 함께 조립된 복수 개의 섹션들을 포함할 수 있다. 도시된 예시에서, 상기 하우징(3102)은, 거기로부터 상기 흡인 캐뉼라(3104)가 연장되는 원위부(또는 전면) 몸체(3112); 유체-밀봉 방식으로 상기 원위부 몸체(3112)에 결합되고, 상기 길이 방향 축을 따라 연장된 본체(또는 중간 몸체)(3114); 및 상기 원위부 몸체(3112)의 반대측에서 상기 본체(3114)에 결합된 근위부(또는 후면) 몸체(3116)를 포함한다. 본 문맥에서 “유체-밀봉(fluid-sealed)”은 “기체-밀폐(gas-tight)” 또는 “진공-밀폐(vacuum-tight)”를 의미하고, “유체-밀봉된” 것으로서 설명되는 인터페이스(interface) 또는 구성요소를 가로지르는, 또는 그것을 통하는, 기체의 전달을 제거하거나 적어도 실질적으로 최소화하는, 밀폐된 상태를 일컫는다. 상기 원위부 몸체(3112)는 유체-밀봉 방식으로 상기 흡인 캐뉼라(3104)가 거기를 통해 연장되는, 원위부 하우징 개구(3118)를 포함한다. 이 목적으로, 적합한 구성 및 구성물로 된 원위부 밀봉(3120)이 상기 흡인 캐뉼라(3104)와 상기 원위부 하우징 개구(3118) 사이의 인터페이스(interface)에 제공될 수 있다.

[0094] 몇몇 실시들에서, 상기 조직 제거 장치(3100)는 쓰고 버릴 수 있도록 설계되며, 이 경우 상기 조직 제거 장치(3100)는 영구적인 형태로 상기 사용자에게 제공된다. 본 문맥에서, “영구적(permanent)”(예컨대, 영구적으로 조립된, 설치된, 결합된 등등)이라는 상기 용어는, 상기 조직 제거 장치를 손상시키거나 그것을 작동불가능한 상태로 만드는 일 없이 상기 조직 제거 장치가 사용자에 의해 분해될 수는 없다는 것을 의미한다. 예를 들어, 상기 하우징(3102)의 다양한 섹션들이 분해될 수 없으며, 상기 흡인 캐뉼라(3104)는 상기 하우징(3102)으로부터 제거될 수 없으며, 상기 유체 선들은 상기 하우징(3102)으로부터 제거될 수 없다.

[0095] 도시된 예시에서, 상기 벨브 조립체(3110)는 공기역학적으로 액추에이팅되며, 상기 흡인 캐뉼라(3104)에 진공을 가하기 위해, 그리고 상기 흡인 캐뉼라(3104) 내에 제어된 진공 펄스들을 유도하기 위해 구성된다. 이 목적을 위해, 상기 벨브 조립체(3110)는 상기 흡인 캐뉼라(3104)와 소통되며, 도 32에 점선들로 표시된, 흡인 선(3222) 및 가압된 기체 선(3224)과 소통된다. 상기 흡인 선(3222) 및 가압된 기체 선(3224)은 관통(feed-through) 멤버들을 통해 상기 하우징(3102)으로부터 연장되어 나온 유연성 튜브들일 수 있다. 상기 벨브 조립체(3110)는 기체 선 및 흡인 선에 대한 부착을 위해 구성된 기체 선 퍼팅(3126) 및 흡인 선 퍼팅(3128)을 포함할 수 있다. 도

시된 예시에서, 두 개의 보어들을 갖는 단일 관통 멤버(3130)이 상기 근위부 몸체(3116)의 근위부 하우징 개구(3132)를 통해 연장된다. 상기 보어들 사이의 갭은, 상기 흡인 선(3222) 및 가압된 기체 선(3224)에 대한 각각의튜브들이 개재한(intervening) 재료의 스트립에 의해 나란히 일체식으로 연결된, 이중-루멘 구성(dual-lumen construction)을 수용한다. 도시된 예시에서, 상기 튜브들은 아래에서 설명하는 바와 같이 상기 벨브 조립체(3110)의 왕복 행동을 수용하기에 유연하다. 다른 실시들에서, 상기 흡인 선(3222) 및 가압된 기체 선(3224)은 상기 하우징(3102)의 측면 개구 또는 개구들을 통해 상기 하우징(3102)을 통과할 수 있으며, 그리고/또는 개별 개구들을 통해 하우징(3102)을 통과할 수 있다.

[0096] 도 33은 상기 벨브 조립체(3110) 예시의 사시도이다. 상기 벨브 조립체(3110)는 기체 도관(또는 기체 캐뉼라)(3336), 내부 캐뉼라(3338) 및 피스톤(3340)을 포함한다. 상기 기체 도관(3336), 내부 캐뉼라(3338) 및 피스톤(3340)은 다양한 금속들과 중합체들과 같은 강성 재료들로 구성될 수 있다. 상기 피스톤(3340)은 상기 기체 도관(3336) 및 내부 캐뉼라(3338)를 동축으로 포위하는 슬리브(3344) 및 피스톤 헤드(또는 플랜지)(3342)를 포함할 수 있다. 상기 피스톤(3340)(예컨대, 상기 피스톤 헤드(3342) 또는 상기 슬리브(3344)의 말단 부분)은 상기 기체 도관(3336) 및 내부 캐뉼라(3338)이 거기를 통해 연장될 수 있는 보어들을 포함할 수 있다. 아래에서 더 설명되는 바와 같이, 상기 벨브 조립체(3110)는 열린 위치와 닫힌 위치 사이를 공기역학적으로 액추에이팅되도록 구성된다. 상기 열린 위치에서, 상기 벨브 조립체(3110)는, 흡인물(aspirant)(예컨대, 조직 및 유체)이 수집 용기로 흡인되는 것을 가능하게 하기 위해, 상기 흡인 캐뉼라(3104)로부터 상기 내부 캐뉼라(3338)를 통해 상기 하우징(3102)으로부터 밖으로 나가는 흡인 경로를 완성한다. 상기 닫힌 위치에서, 상기 벨브 조립체(3110)는 상기 흡인 경로를 차단(block)한다. 상기 벨브 조립체(3110)는, 예컨대 도 2 및 도 3에서 도시되는 바와 같은, 원하는 펠스 프로파일에 따라 상기 열린 위치와 닫힌 위치 사이에서, 본 개시에 일찌기 설명되었던 바와 같이 유체 흐름을 제어하고 조직을 파쇄하기 위해 왕복될 수 있다. 본 실시에서, 상기 벨브 조립체(3110)는, 스프링 힘에 의해 보통 상기 닫힌 위치로 편향되도록 구성되고, 상기 스프링 힘에 대항한 기체 압력을 가함에 의해 상기 열린 위치로 양으로(positively) 액추에이팅된다. 즉, 상기 벨브 조립체(3110)의 전진(상기 닫힌 위치를 향한) 스트로크(forward stroke)는 스프링에 의해 액추에이팅되며(spring-actuated), 상기 후진(상기 열린 위치를 향한) 스트로크(rearward stroke)는 공기역학적으로 액추에이팅된다(pneumatically actuated). 이 목적으로, 상기 벨브 조립체(3110)는 상기 하우징(3102) 내 상기 피스톤 헤드(3342)와 상기 하우징(3102)의 내부 벽 사이에 탑재되고, 상기 슬리브(3344)를 동축으로 둘러싸는, 스프링(3148)(도 31 및 도 32)을 포함한다. 따라서 상기 피스톤 헤드(3342)가 상기 스프링(3148)에 접촉하도록 상기 피스톤 헤드(3342)는 상기 슬리브(3344)보다 더 큰 외부 직경을 갖는다. 상기 슬리브(3344)의 근위 부분(3350)은, 상기 벨브 조립체(3110)의 최대 후진 스트로크 상의 제한을 제공하기 위해 상기 하우징(3102)의 내부 벽(미도시)과 같은 적합한 정지 멤버(stop member)에 받쳐지도록 구성될 수 있다. 상기 근위 부분(3350)은 상기 정지 멤버와의 접촉을 촉진하기 위한 탄력성(resilient) 멤버(미도시)와 함께 제공될 수 있다.

[0097] 본 실시에서, 상기 벨브 조립체(3110)는, 바람직하지 않은 시간에 환자의 눈과 같은 수술 부위에 진공이 가해지는 것을 방지하기 위한 안전 대책으로서, 스프링에 의해 상기 닫힌 위치로 편향된다. 다른 일 실시에서, 상기 벨브 조립체(3110)의 구성요소들은, 상기 벨브 조립체(3110)가 상기 열린 위치로 스프링에 의해 편향되고, 상기 닫힌 위치로 공기역학적으로 액추에이팅될 수 있도록 구성될 수 있다. 다른 일 실시에서, 상기 벨브 조립체(3110)는 상기 열린 위치와 닫힌 위치 모두로 공기역학적으로 액추에이팅될 수 있도록 구성될 수 있다.

[0098] 도 34는 상기 열린 위치에서의, 상기 벨브 조립체(3110)를 갖는 상기 조직 제거 장치(3100)의 단면도이다. 하나 이상의 오링(o-ring)들 및 다른 유형들의 밀폐(sealing) 요소들의 사용을 포함할 수 있는 임의의 적합한 유체 밀봉성 수단들에 의해 상기 원위부 몸체(3112)가 상기 하우징(3102)의 상기 본체(3114)에 고정될 수 있다. 상기 조직 제거 장치(3100)가 쓰고 버릴 수 있는 경우의 실시들에서, 상기 원위부 몸체(3112)는 상기 본체(3114)에 영구적인 방식으로 고정될 수 있다. 본 실시에서, 상기 길이 방향 축을 횡단하여 단단히 고정되고 상기 기체 도관(3336) 및 내부 캐뉼라(3338)를 동축으로 포위하는 격막을 상기 선형 액추에이터가 포함한다. 상기 격막(3454)은 기체 가압 및 상기 피스톤 헤드(3342)에의 강체적인 접촉의 반복되는 순환을 견딜 능력이 있는 임의의 적합한 유연성 재료로 구성된다. 추가적으로 하나 이상의 상기 하우징(3102)의 내부 벽들 또는 표면들이 상기 격막(3454)의 원위부 면 상의 기체 챔버(3456)를 한정한다. 이 내부 벽들 또는 표면들은 상기 원위부 몸체(3112)의 부분(part), 또는 상기 본체(3114)의 부분, 또는 양쪽 모두의 부분일 수 있다. 상기 기체 챔버(3456)는 상기 격막(3454)의 적어도 한쪽 면 상에 경계가 있으며, 그것으로써 상기 격막(3454)는 상기 기체 챔버(3456)와 상기 하우징(3102)의 상기 내부의 다른 나머지 부분 사이의 유체-밀봉식 경계를 제공한다. 상기 기체 챔버(3456)의 부피는 상기 기체 챔버(3456) 내의 기체 압력에 응해 상기 격막(3454)이 팽창하거나 수축하는 정

도에 따라 변한다.

[0099] 몇몇 실시들에서, 상기 격막(3454)은 상기 기체 도관(3336)이 통과하는 제1 보어(3458) 및 상기 내부 캐뉼라(3338)이 통과하는 제2 보어(3460)를 포함한다. 상기 격막 재료는 상기 제1 보어(3458)에서는 상기 기체 도관(3336) 주변에, 그리고 제2 보어(3460)에서는 상기 내부 캐뉼라(3338) 주변에 단단히 압축된다. 상기 기체 도관(3336)의 열린 원위부 말단이 상기 기체 챔버(3456)과 소통되도록, 상기 기체 도관(3336)은 상기 제1 보어(3458)를 통하여 상기 기체 챔버(3456) 내로 통과한다. 상기 기체 도관(3336)의 상기 원위부 말단은 상기 벨브 조립체(3110)가 후진 스트로크와 전진 스트로크를 통해 왕복함에 따라, 상기 기체 챔버(3456) 내에서 앞뒤로 이동한다. 상기 기체 챔버(3456)은 이 이동(translational)을 수용하도록 그 형태가 갖추어진다.

[0100] 도시된 예시에서, 상기 내부 캐뉼라(3338)는 상기 제2 보어(346)를 통하여, 상기 기체 챔버(3456)를 통하여, 상기 원위부 몸체(3112) 내 배치된 외부 캐뉼라 안으로 통과한다. 상기 원위부 몸체(3112) 및 외부 캐뉼라(3466)는 임의의 적합한 방식에 의해 상기 기체 챔버(3456)로부터 유체 격리될 수 있다. 도시된 예시에서, 상기 내부 캐뉼라(3338)와 상기 기체 챔버(3456) 내 상기 개구 사이의, 상기 원위부 몸체(3112) 안으로 이어지는, 인터페이스는 상기 기체 챔버(3456)와 상기 외부 캐뉼라(3466) 사이에 끼워넣어진 밀봉(seal)에 의해 밀폐된다. 도시된 예시에서, 상기 밀봉은 환형 스페이서(spacer)에 의해 분리된 한 쌍의 오링(o-ring)들을 포함한다. 상기 외부 캐뉼라(3466)는, 탄성 밀봉(3468)(예컨대, 플러그, 스토퍼, 밀폐부, 등)에 의한 단단한(secure), 유체-밀봉 방식으로 잡겨진 원위부 말단을 포함한다. 상기 외부 캐뉼라(3466)는 상기 흡인 캐뉼라(3104)와 소통되는 벨브 포트(3470)를 포함할 수도 있다. 따라서 상기 내부 캐뉼라(3338) 및 외부 캐뉼라(3466)는 상기 흡인 캐뉼라(3104)와 유체-밀봉 방식으로 소통되는 선형적으로 액추에이팅되는 벨브를 형성한다.

[0101] 상기 벨브 포트(3470)는 상기 외부 캐뉼라(3466)의 원통형 벽을 관통하여 형성될 수 있다. 몇몇 실시들에서, 상기 벨브 포트(3470)는 상기 흡인 캐뉼라 축에 대해 90도 방향으로 지향하는 측면 포트이다. 본 문맥에서, “90도(ninety degrees)”라는 용어는 정확한 90도에 제한되지 않고, 따라서 “실질적으로 90도” 및 “약 90도”를 포함한다(encompass). 상기 벨브 포트(3470)는, 상기 흡인 캐뉼라(3104)와 상기 벨브 포트(3470) 사이에 배치되고, 그것들과 유체전달상 소통되는 트랜지션(3472)을 통해 상기 흡인 캐뉼라(3104)와 소통될 수 있다. 상기 트랜지션(3472)은 각진 섹션일 수 있다(예컨대, 굽은 섹션, 곡선형 섹션, 엘보우 섹션 등등). 몇몇 실시들에서, 구성에 따라, 상기 트랜지션(3472)은, 똑바른 방식으로 흡인 캐뉼라 축을 따라 연장된 상기 흡인 캐뉼라(3104)의 원위부 섹션의, 일체형 부분(part) 또는 연장부로 여겨질 수 있다. 다른 실시들에서, 상기 트랜지션(3472)은 상기 흡인 캐뉼라(3104)와 상기 외부 캐뉼라(3466) 사이에 배치된 개별 구성요소(component)로 여겨질 수 있다. 상기 트랜지션(3472)은 상기 흡인 캐뉼라 축에 대해 각이 진다 - 즉, 상기 트랜지션(3472)는 상기 흡인 캐뉼라(3104)에서 상기 벨브 포트(3470)로 곡선형이거나 굽은 경로를 따라간다. 상기 벨브 포트(3470)가 상기 흡인 캐뉼라 축에 대해 90도 방향으로 지향하지만, 몇몇 실시들에서는, 상기 트랜지션(3472)이 90도보다 작은 각도로 상기 벨브 포트(3470)로 천이하게 되는 프로파일로 종결되는 것이 선호된다. 이 구성은 도 34에서 접선에 의해 도시되며, 상기 흡인 캐뉼라(3104)로부터 상기 내부 캐뉼라(3338)로 들어가는 더 매끈한(덜 혐준한(less abrupt)) 흡인 경로(pathway)를 제공한다. 상기 트랜지션(3472)은 유체-밀봉 방식으로 상기 벨브 포트(3470)를 포위하는 상기 외부 캐뉼라(3466)의 표면에 인접한다(예, 용접됨, 결합(bond)됨). 만약 상기 트랜지션(3472)이 상기 흡인 캐뉼라(3104)와 별개의 구성요소이면, 상기 트랜지션(3472)은 마찬가지로 상기 흡인 캐뉼라(3104)에 유체-밀봉 방식으로 인접한다.

[0102] 본 실시에서, 상기 흡인 캐뉼라(3104), 트랜지션(3472), 외부 캐뉼라(3466) 및 내부 캐뉼라(3338)는 모두, 금속이나 강성 중합체와 같은 강성 재료로 구성된다. 이 구성에 의해, 상기 흡인 캐뉼라(3104)의 상기 원위부 텁(3106)으로부터 상기 벨브 조립체(3110)로의 전체 흡인 경로는 강성 구조들에 의해 한정되며, 이는 본 지침들에 따라 매우 정확하고 제어된 진공 펄스들을 가하는 것을 촉진한다. 몇몇 실시들에서, 상기 벨브 포트(3470)의 내부 직경은 상기 원위부 텁(3106)의 내부 직경과 같거나 그보다 크다. 상기 몇몇 실시들에서, 상기 벨브 포트(3470)의 내부 직경은 상기 원위부 텁(3106)의 내부 직경보다 크며, 이는 상기 흡인 경로의 팽창하는 흐름 구역 단면을 촉진하고, 상기 흡인 경로에서 조직의 막힘을 방지한다. 상기 트랜지션(3472)의 내부 직경은 상기 흡인 캐뉼라(3104)의 그것에서부터 상기 벨브 포트(3470)의 그것으로 점점 증가할 수 있다. 몇몇 실시들에서, 상기 원위부 텁(3106)의 내부 직경은 0.2mm에서 2mm의 범위에 속하며, 상기 벨브 포트(3470)의 내부 직경은 0.05mm에서 5mm의 범위에 속한다.

[0103] 작동에 있어서, 도 34에 나타난 상기 벨브 조립체(3110)의 상기 열린 위치로의 후진 스트로크는, 가압된 기체 소스(미도시)로부터 상기 기체 선(3224)(도32)를 통해, 상기 기체 도관(3336)을 통해, 상기 기체 챔버(3456) 내로 흐르는 가압된 기체에 의해 영향을 받는다. 기체 압력이 상기 기체 챔버(3456) 내에서 증가함에 따라, 그것

은 상기 격막(3454)이 후방으로 팽창하도록 상기 격막(3454)에 힘을 가한다. 상기 격막(3454)은 상기 피스톤 헤드(3342)와 이미 접촉을 하였거나, 상기 피스톤 헤드(3342)에 접촉하도록 팽창한다. 둘 중 어느 경우에나, 상기 팽창하는 격막(3454)은, 상기 스프링(3148)에 의해 부여된 편향력에 대항하여 후방으로 상기 피스톤 헤드(3342)에 힘을 가한다. 상기 격막(3454)의 팽창 동안, 상기 피스톤 헤드(3342)는 상기 스프링(3148)에 이미 접촉하였거나, 팽창의 결과로 상기 스프링(3148)과 접촉하도록 된다. 도 34에 나타난 바와 같이, 본 실시에서, 상기 전체 벨브 조립체(3110)는 상기 피스톤 헤드(3342)와 함께 후방으로 옮겨진다. 특히, 상기 내부 캐뉼라(3338)는 상기 고정 외부 캐뉼라(3466)를 통해 후방으로 옮겨진다. 후방 이동(translational)으로 인해, 상기 내부 캐뉼라(3338)의 열린 원위부 말단은 상기 벨브 포트(3470)를 비운다. 따라서, 열린 흡인 경로가 확립되는데, 상기 열린 흡인 경로는, 상기 원위부 텁(3106)으로부터, 상기 흡인 캐뉼라(3104); 상기 트랜지션(3472); 상기 벨브 포트(3470); 상기 탄성 밀봉(3468)과 상기 내부 캐뉼라(3338)의 상기 열린 원위부 말단 사이의 상기 외부 캐뉼라(3466) 내 열린 공간; 상기 내부 캐뉼라(3338); 상기 흡인 선(3222)의 나머지 부분(portion)(도 32)를 통해, 상기 조직 제거 장치(3100)의 외부에 있는 수집 용기(미도시)에 이른다.

[0104] 도 35는 상기 닫힌 위치에서 상기 벨브 조립체(3110)를 가진 상기 조직 제거 장치(3100)의 단면도이다. 상기 닫힌 위치는, 가압된 기체의 상기 기체 챔버(3456) 내로의 흐름을 그치게 하는 것에 의해, 또는 상기 격막(3454)이 수축하고, 상기 벨브 조립체(3110)가 전방으로 옮겨져 상기 스프링(3148)에 의해 보조되는 상기 닫힌 위치로 되돌아가는 것을 가능하게 하기에 충분하도록 상기 흐름을 감소시키는 것에 의해, 달성된다. 상기 닫힌 위치에서, 상기 내부 캐뉼라(3338)는 상기 외부 캐뉼라(3466)을 통해 전방으로 옮겨지며, 상기 탄성 밀봉(3468)과 유체-밀봉 방식으로 접촉하게 된다. 이 위치에서, 상기 내부 캐뉼라(3338)는 상기 벨브 포트(3470) 완전히 차단(또는 폐색)하며, 그에 의해 상기 흡인 캐뉼라(3104) 내 진공을 가하는 것을 중단(break)한다.

[0105] 상기 벨브 조립체로의 상기 가압된 기체 흐름의 적절한 제어를 통해, 상기 벨브 조립체(3110)는 원하는 진공 펠스 생성 효과를 달성하기 위한 임의의 원하는 주파수로 상기 열린 위치와 상기 닫힌 위치 사이를 앞뒤로 왕복할 수 있다는 것이 이해될 수 있다. 상기 흡인 캐뉼라(3104), 진공 펠스 생성의 활성화 및 펠스 생성 파라미터들의 조정에, 적용되는 진공의 수준은 이 개시에서 일찌기 설명한 바와 같은 제어 콘솔 및/또는 발 페달을 통하여 사용자에 의해 제어될 수 있다.

[0106] 도 31 내지 도 35에 도시된 실시에서, 상기 조직 제거 장치(3100)는 공압구동식 선형 액추에이터에 의해 열린 위치와 닫힌 위치 사이 왕복되는 내부 벨브를 포함한다는 것이 이해될 수 있다. 상기 내부 벨브의 특징은 상기 벨브 포트(3470)(도시된 예시에서 상기 고정 외부 캐뉼라(3466)에 의해 한정됨)이며, 이는 상기 흡인 캐뉼라(3104)와 유체전달상 소통된다. 상기 벨브 포트(3470)는, 상기 도시된 예시에서 벨브 구성요소로서뿐만 아니라 상기 휴대용 도구를 통해 상기 흡인 선의 부분(part)으로서도 역할을 하는 상기 내부 캐뉼라(3338)의 선형 운동에 의해, 교대로 열려고 닫혀진다. 이 구성에 의해, 상기 흡인 캐뉼라(3104)의 축은 상기 내부 캐뉼라(3338)의 축으로부터 오프셋되고, 상기 흡인 캐뉼라(3104)와 상기 내부 캐뉼라(3338)는 평행이거나 실질적으로 평행일 수 있으며, 상기 벨브 포트(3470)는 상기 흡인 캐뉼라(3104) 및 상기 내부 캐뉼라(3338)에 대해 횡방향으로 또는 실질적 횡방향으로 지향한다. 이 구성은 상기 내부 벨브가 열린 위치와 닫힌 위치 사이로 광범위한 주파수들 상에서 매우 진공 밀폐된 방식으로 확실히 액추에이팅되는 것을 가능하게 하고, 그에 의해 진공 펠스 생성 상에 있어 정확하고 견고한 제어가 가능하도록 한다.

[0107] 도 31 내지 도 35에 도시된 상기 조직 제거 장치(3100)는 일 실시일뿐이고, 다른 실시들이 본 개시 대상에 의해 포함될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예시들로서, 상기 기체 챔버(3456) 및 격막(3454)은, 상기 내부 캐뉼라(3338)가 그것들을 통과하지 않고, 상기 내부 캐뉼라(3338) 및/또는 상기 내부 벨브의 다른 구성요소들이 특정 밀폐(sealing) 요소들을 사용함 없이 상기 기체 챔버(3456)로부터 유체 격리되도록 구성될 수 있다. 상기 벨브 조립체(3110) 및 격막(3454)은 상기 기체 도관(3336)과 내부 캐뉼라(3338)가 상기 격막(3454)을 통과하지 않도록 구성될 수 있다. 상기 벨브 조립체(3110)는, 상기 기체 도관(3336)이 상기 피스톤(3340)을 통과하지 않도록, 그리고/또는 상기 기체 도관(3336)이 고정된 것이도록, 구성될 수 있다. 상기 벨브 조립체(3110)는 상기 내부 캐뉼라(3338)이 상기 피스톤(3340)에 기계적으로 링크되지만, 상기 피스톤(3340)을 통과하지는 않도록 구성될 수 있다. 더 나아가, 다른 실시들에서, 상기 선형 액추에이터는 유연성 격막과는 다른 공압구동식 구성요소를 활용할 수 있다. 또 다른 실시들에서, 상기 선형 액추에이터의 작동은, 예컨대 전기적, 전기기계적 또는 전자기적 수단들과 같은 비-공기역학적 수단들에 기반할 수 있다.

[0108] 도 36은 상기 흡인 캐뉼라(3104)의 예시의 측면도이다. 이 예시에서, 상기 원위부 텁(3106)은 상기 원위부 텁(3106)의 내부 직경이 상기 흡인 캐뉼라(3104)의 나머지 부분(portion)의 그것보다 작도록 태이퍼된다. 상기 태이퍼된 구성은 상기 흡인 캐뉼라(3104) 내 조직의 막힘을 방지하는 데 도움이 된다. 다른 실시들에서, 상기 내

부 직경이 상기 흡인 캐뉼라(3104)의 상기 근위부 말단을 향하는 방향으로 점점 증가하여, 상기 흡인 캐뉼라(3104)를 통하여 팽창하는 진공 경로를 제공하도록, 상기 흡인 캐뉼라(3104)의 나머지 부분의 전부 또는 일부가 테이퍼될 수 있다. 몇몇 실시들에서, 상기 흡인 캐뉼라(3104)의 벽은 0.3mm 이하의 두께(반경 방향으로)를 지닌다.

[0109] 도 37은 다른 일 실시에 따른 조직 제거 시스템(3700)의 예시의 개략도이다. 상기 조직 제거 시스템(3700)은 조직 제거 장치 및 흡인 선(3222)을 통해 상기 조직 제거 장치와 소통되는 조직(및 유체) 수집 용기를 포함한다. 상기 조직 제거 장치는 예를 들어, 위에서 설명하고 도 31 내지 도 36에 도시된 상기 조직 제거 장치(3100)와 동일하거나 유사할 수 있다. 따라서 상기 조직 제거 장치(3100)는 상기 흡인 캐뉼라(310)와, 상기 내부 밸브를 구동하는 선형 액추에이터(3780)를 포함할 수 있다. 본 실시에서, 상기 선형 액추에이터(3780)는 공기역학적으로 일률이 가해지며(powered), 따라서 임의의 적절한 가압된 기체 소스(3702)로부터 기체 선(3224)를 통해, 가압된 기체를 받아들인다. 상기 흡인 캐뉼라(3104)는 환자의 눈과 같은, 조직의 흡인이 요망되는 수술 부위(3704) 내로 작동상 삽입되는 것으로, 개념적으로 보여진다. 별개의 휴대용 세척 도구(3706)도 상기 수술 부위(3704) 내로 작동상 삽입되는 것으로 보여진다. 세척액 소스(3708)는 세척액 선(3710)을 통해 상기 세척 도구(3706)에 세척액을 공급한다. 세척액의 흐름은 밸브(3712) 또는 다른 임의의 적합한 수단들에 의해 제어될 수 있다.

[0110] 본 실시에서, 상기 수집 용기는 상기 조직 제거 장치(3100)와 진공 소스(예컨대, 펌프)(3714)의 사이에 직렬로 위치한다. 상기 진공 소스(3714)는 예컨대, 본 개시에서 일찌기 설명된 상기 펌프들이나 상기 진공 소스들과 같은, 진공 생성을 위한 임의의 적합한 장치일 수 있다. 상기 수집 용기는 흡인된 조직 및 유체를 받아들이기 위한 적어도 하나의 내부 챔버를 포함한다. 따라서 상기 수집 용기는 상기 조직 제거 장치(3100)로부터 이어지는 상기 흡인 선(3220)과 소통되는 유입구, 그리고 상기 진공 소스로 이어지는 상기 진공 선(vacuum line)과 소통되는 유출구를 포함할 수 있다. 상기 유출구에서, 상기 수집 용기는 기체로부터 액체 및 고체 물질을 분리하기 위해 구성된 필터 또는 다른 장치를 포함할 수 있으며, 그것으로써 액체 및 고체 물질이 상기 진공 선을 통해 상기 진공 소스(3714)로 흐르지 않는 것을 보장한다. 진공 레귤레이터(3730)는 상기 수집 용기의 상기 유출구와 상기 진공 소스(3714) 사이에 직렬로 위치한다. 상기 진공 레귤레이터(3730)는 상기 수집 용기 및/또는 조직 제거 장치(3100)에 가해지는 진공의 수준을 제어하기 위해 필요한 하나 이상의 구성요소들일 수 있다.

[0111] 본 실시에서, 상기 진공 소스(3714)는 또는 상기 진공 소스(3714)와 상기 가압된 기체 소스(3702) 둘 모두는 제어 콘솔(3732)과 통합된다. 상기 제어 콘솔(3732)은 위에서 설명되고 도 1에 도시된 바와 같은 다른 특징들을 포함할 수 있다. 밸로-작동되는 제어 장치는 위에서 설명되고 도 1에 도시된 바와 같이 제공될 수도 있다. 상기 제어 콘솔(3732)은, 상기 가압된 기체 소스(3702)로부터 상기 조직 제거 장치(3100)의 상기 액추에이터(3780)로의 가압된 기체의 흐름을 제어하기 위해 구성된 밸브 제어 장치(3784)를 포함할 수도 있다. 이 목적으로 상기 밸브 제어 장치(3784)는 임의의 적합한 기계적, 전기기계적 또는 전자기적 구성을 구비할 수 있다. 상기 밸브 제어 장치(3784)는 진공 필스 제어 회로망 및/또는 상기 제어 콘솔(3732)의 소프트웨어와 통신할 수 있다. 상기 밸브 제어 장치(3784)의 작동 파라미터들(예컨대, 진공 필스 생성 파라미터들)은, 상기 제어 콘솔(3732) 상에, 그리고/또는 위에서 언급한 상기 밸로-작동되는 제어 장치 상에 제공된 콘트롤들을 통하여 상기 사용자에 의해 조정 가능할 수 있다. 또한 본 실시에서, 상기 수집 용기는 사용자에 의해 상기 콘솔(3732)의 카세트 용기(3736)(예컨대, 베이, 슬롯 등) 내로 제거 가능하게 설치되도록 구성된 카세트(3734)의 형태로 제공된다. 상기 콘솔(3732)은, 상기 사용자에 의해 요망된 바에 따라 상기 완전히 설치된 위치(즉, 작동(operative) 위치)에 옮겨 바르게 상기 카세트(3734)를 잠그기 위한, 그리고 상기 설치된 위치로부터 상기 카세트(3734)를 해제하기 위한 장치(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 콘솔(3732)은, 상기 카세트(3734)가 상기 설치 위치에 설치되었다는 조명 표시(illuminated indication)를 제공하기 위한 장치(미도시)를 포함할 수 있다.

[0112] 본 실시에서, 상기 카세트(3734)는 카세트 하우징(3738), 상기 카세트 하우징(3738) 내의 제1(또는 주) 수집 챔버(3740) 및 상기 카세트 하우징(3738) 내의 제2(또는 부) 수집 챔버(3472)를 포함한다. 상기 제2 수집 챔버(3742)는, 수동 일방향 밸브 또는 체크 밸브일 수 있는 카세트 밸브(3744)를 통해 상기 제1 수집 챔버(3740)와 소통된다. 상기 카세트(3734)는 상기 흡인 선(3222)과 소통되는 흡인 유입구(3746)를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 상기 흡인 유입구(3746)는 상기 흡인 선(3222)의 튜브가 결합된 피팅을 포함할 수 있다. 상기 흡인 유입구(3746)는 상기 제1 수집 챔버(3740)와 소통된다. 상기 카세트(3734)는 상기 제1 수집 챔버(3740)와 소통되는 제1 진공 포트(3748) 및 상기 제2 수집 챔버(3742)와 소통되는 제2 진공 포트(3750)를 포함할 수도 있다. 상기 제1 진공 포트(3748) 및 제2 진공(3750) 포트는 각각의 진공 선들을 통해 상기 진공 레귤레이터(3730)와 소통될 수 있고, 상기 진공 레귤레이터(3730)는 공통 진공 선을 통해 상기 진공 소스(3714)와 소통될 수 있다. 상기 카

세트(3734)는 상기 제1 수집 챔버(3740) 및 제2 수집 챔버(3742)와 상기 진공 소스(3714) 사이에 액체 장벽을 제공하는 하나 이상의 소수성 필터들(3756)을 포함할 수도 있다.

[0113] 상기 진공 레귤레이터(3730)는 상기 제1 수집 챔버(3740) 및 제2 수집 챔버(3742) 내 각각의 진공 수준들을 제어하기 위해 구성될 수 있다. 상기 카세트 밸브(3744)는 상기 제1 수집 챔버(3740) 내 압력이 상기 제2 수집 챔버(3742) 내 압력보다 낮을 때 잠기고(즉, 상기 제2 수집 챔버(3742) 내에서보다 상기 제1 수집 챔버(3740) 내에서의 진공 수준이 더 높을 때), 상기 제1 수집 챔버(3740) 내 압력이 상기 제2 수집 챔버(3742) 내 압력보다 높을 때 열리도록(즉, 상기 제2 수집 챔버(3742) 내에서보다 상기 제1 수집 챔버(3740) 내에서의 진공 수준이 더 낮을 때) 구성된다. 제1 조직 수집 상태(보통의 또는 초기의 조직 수집 상태일 수 있음)에서, 상기 제1 수집 챔버(3740)는 단독(sole) 수집 챔버로서, 즉 상기 카세트 밸브(3744)가 닫힌 채, 활용될 수 있다. 상기 제1 조직 수집 상태는 예를 들어 상기 제1 수집 챔버(3740)에만 진공을 가하는 것에 의해 실시될 수 있다. 상기 제1 조직 수집 상태에서, 상기 흡인 경로는 상기 흡인 캐뉼라(3104)로부터, 상기 흡인 선(3222) 및 흡인 유입구(3746)를 통해, 상기 제1 수집 챔버(3740) 내에 이른다. 상기 제1 수집 챔버(3740)는 진공 수준의 신속한 조정들을 촉진하기 위해 상기 제2 수집 챔버(3742)보다 더 작을(또는 더 작은 부피일) 수 있다. 상기 제2 조직 수집 상태(상기 제1 조직 수집 상태에 뒤따를 수 있음)에서, 상기 제1 수집 챔버(3740) 및 상기 제2 수집 챔버(3742) 둘 모두는 조직 수집을 위해, 즉 상기 카세트 밸브(3744)가 열린 채, 활용될 수 있다. 상기 제2 조직 수집 상태는 예컨대, 상기 제2 수집 챔버(3742)에만 진공을 하는 것에 의해, 또는 상기 제2 수집 챔버(3742)에 더 높은 수준의 진공을 가하는 것에 의해 실시될 수 있다. 따라서 상기 제2 조직 수집 상태에서, 상기 흡인 경로는 상기 제1 수집 챔버(3740)로부터 상기 카세트 밸브(3744)를 통해, 상기 제2 수집 챔버(3742) 내에 이른다. 상기 제2 조직 수집 상태는, 예를 들어, 상기 제1 수집 챔버(3740)가 완전히 차는 것을 방지하기 위해 수집되는 조직 및 유체의 양이 더 큰 상기 제2 수집 챔버(3742)의 사용을 보장하기에 충분한 때에 실시될 수 있다.

[0114] 상기 카세트(3734) 및/또는 상기 콘솔(3732)은 상기 제1 수집 챔버(3740)에 축적되는 흡인물(조직 및 유체)의 수준을 감시하기 위해 유체 수준 표시기(fluid level indicator)(3760)를 포함할 수 있다. 상기 유체 수준 표시기(3760)는 하나 이상의 문턱(threshold) 수준들을 감시하고, 특정 문턱 수준의 도달에 대한 적절한 대응을 시작하기 위해 상기 콘솔(3732)로 출력 신호들을 생성할 수 있다. 예를 들어, 하나의 문턱 수준을 감지하자마자, 상기 유체 수준 표시기(3760)는 상기 사용자에게 상기 제1 수집 챔버(3740)가 넘치는 상태에 접근하고 있다는 경고(들리는 것, 보이는 것 등등)를 시작할 수 있다. 더 높은 문턱 수준을 감지하자마자, 상기 유체 수준 표시기(3760)는 상기 진공 레귤레이터(3730)가 제1 조직 수집 상태에서 상기 제2 조직 수집 상태로 전환하도록 할 수 있으며, 그것에 의해 상기 카세트 밸브(3744)를 열고, 흡인물이 상기 제2 수집 챔버(3742) 내로 배수(drain)되는 것이 가능하도록 한다. 다시 더 높은 문턱 수준을 감지하거나 바람직하지 않게 짧은 시간 주기로 문턱 수준들을 연달아 감지(상기 제1 수집 챔버(3740)가 너무 신속하게 차고 있다는 것을 표시함)하자마자, 상기 유체 수준 표시기(3760)는, 상기 진공 레귤레이터(3730)가 상기 제1 진공 포트 및 제2 진공 포트(3748, 3750)로부터 진공을 가하는 것을 다른 곳으로 바꾸도록, 그리고/또는 상기 진공 소스(3714)가 꺼지도록 할 수 있다. 그러한 목적들을 위해, 임의의 적합한 유체 수준 표시기가 제공될 수 있다. 상기 도시된 예시에서, 상기 유체 수준 표시기(3760)는 상기 제1 수집 챔버(3740) 내의 흡인물의 수준에 따라 상승하고 하강하는 부유공(floating ball)(3762)을 포함한다. 상기 공(3762)은 본질적으로, 상기 카세트 하우징(3738)의 가이드 구조물(guide structure)들(3764)에 의해 흡인물이 상승하고 하강하는 방향으로만 움직일 수 있도록 제한될 수 있다. 하나 이상의 광원들(3766)(예컨대, 발광 다이오드들, 레이저들 등)이 하나 이상의 광선(light beam)들을 상기 제1 수집 챔버(3740)를 통해 하나 이상의 광 감지기(light detector)들(3768)(예컨대, 감광성 다이오드들, 광전 증폭관(photomultiplier tube)들 등)로 향하게 하기 위해 제공될 수 있다. 각 광선은 감지될 문턱 수준에 대응할 수 있다. 상기 흡인물의 표면이 상상함에 따라, 상기 공(3762)은 광선의 경로 내로 움직이며, 상기 광선을 막아 그에 의해 대응하는 문턱 수준의 도달이 감지될 수 있다. 전형적 실시에서, 상기 광원(들)(3766) 및 광감지기(들)(3768)은, 상기 콘솔(3732) 내 탑재되며, 그리고 상기 카세트(3734)가 상기 콘솔(3732) 내에 설치될 때, 상기 제1 수집 챔버(3740)를 통해 정확한 높이(들)로 상기 광선(들)을 향하게 하도록 위치할 수 있다.

[0115] 몇몇 실시들에서, 상기 카세트(3734)(즉, 상기 카세트 하우징(3738))는 상기 제1 수집 챔버(3740) 및 제2 수집 챔버(3742)로부터 유체 격리된 유체-전달 챔버(3772)를 포함한다. 상기 유체-전달 챔버(3772)는, 예컨대 상기 흡인 선(3222)과의(또는 상기 흡인 선(3222) 및 상기 기체 선(3224)과의) 결합을 제공하기 위해, 그리고 그것으로 인하여 상기 진공 소스(3714)(또는 상기 진공 소스(3714) 및 상기 가압된 기체 소스(3702) 둘 모두)가 상기 콘솔(3732) 내에 상기 카세트(3734)를 설치하는 것으로써 간단히 상기 조직 제거 장치(3100)에 작동상 결합되도록 하기 위해, 활용될 수 있다. 상기 유체-전달 멤버(3772)는 상기 사용자에 의해 분해될 수 없는 영구적 유체 결합들을 제공하기 위해 활용될 수도 있으며, 그에 의해 상기 조직 제거 장치(3100)와 상기 카세트(3734)는 영

구적으로 조립된 단일 유닛으로 되며, 이 단일 유닛은 상기 사용자에 의해 쓰고 버려지고, 새롭거나 멸균된 유닛으로 대체될 수 있다.

[0116] 도 37에 구체적으로 도시된 실시에서, 상기 유체-전달 챔버(3772)는, 상기 흡인 선(3222) 및 기체 선(3224)이 상기 카세트(3734)의 외부로부터 통과하는 카세트 유입구(3774)를 포함한다. 이 예시에서, 상기 흡인 선(3220)이 결합된 상기 흡인 유입구(3746)는 상기 유체-전달 챔버(3772) 내에 위치한다. 이 예시에서, 상기 유체-전달 챔버(3772)는 상기 카세트(3734)의 외부로 이어지는 기체 포트(3776)도 포함한다. 상기 기체 선(3224)은 상기 유체-전달 챔버(3772)를 통하여, 상기 기체 포트(3776)에 결합된다. 상기 기체 포트(3776)는 상기 제1 진공 포트(3748) 및 제2 진공 포트(3750)과 동일한, 상기 카세트(3734)의 면 상에 위치할 수 있다. 상기 콘솔(3732)은, 상기 카세트(3734)를 설치하자마자, 상기 기체 선(3224)이 상기 가압된 기체 소스(3702)와 소통되도록 자동적으로 자리잡히는, 상기 제1 수집 챔버(3740) 및 상기 제2 수집 챔버(3742)가 상기 진공 소스(3714)와 소통되도록 자동적으로 자리잡히는, 각각의 상보적 결합(coupling)들을 포함할 수 있다. 상기 카세트(3734), 특히 카세트 유입구(3774)는 상기 사용자가 상기 흡인 선(3222) 및 기체 선(3224)을 상기 카세트(3734)로부터 분리할 수 없도록 구성될 수 있다. 게다가, 상기 카세트(3734)는, 상기 카세트 하우징(3738)을 분해하거나 상기 카세트 유입구(3774), 기체 포트(3776), 제1 진공 포트(3748) 또는 제2 진공 포트(3750)를 통해 상기 카세트 내부에 접근할 수 없도록, 구성될 수 있다.

[0117] 도 38은 상기 카세트(3734), 진공 레귤레이터(3730) 및 진공 소스(3714)의 예시의 개략도이다. 이 실시에서, 상기 진공 레귤레이터(3730)는 제1 밸브(3882), 제2 밸브(3884) 및 제3 밸브(3886)를 포함한다. 상기 제1 밸브(3882)는 상기 진공 소스(3714)와 상기 제2 밸브(3884) 및 제3 밸브(3886) 사이에 직렬로 위치하며, 상기 제2 밸브(3884)는 상기 제1 밸브(3882)와 상기 제2 수집 챔버(3740) 사이에 직렬로 위치하고, 상기 제3 밸브(3886)는 상기 제1 밸브(3882)와 상기 제2 수집 챔버(3742) 사이에 직렬로 위치한다. 상기 밸브들(3882, 3884, 3886)은, 전형적으로 능동 설계(active design), 예컨대 솔레노이드 밸브들과 같은, 임의의 적합한 설계로 될 수 있다. 밸브 구성의 일 예시에서, 상기 밸브들(3882, 3884, 3886)은 각각 3개의 위치들로 이동가능하다. 상기 제1 밸브(3882)는 닫힌 위치, 상기 제2 밸브(3884)에 진공을 허용하는 열린 위치, 그리고 상기 제3 밸브(3886)에 진공을 허용하는 열린 위치로 이동가능하다. 상기 제2 밸브(3884)는 닫힌 위치, 상기 제1 수집 챔버(3740)에 진공을 허용하는 열린 위치, 그리고 환기를 일으키는 열린 위치로 이동가능하다. 상기 제3 밸브(3886)는 닫힌 위치, 상기 제2 수집 챔버(3742)에 진공을 허용하는 열린 위치, 그리고 환기를 일으키는 열린 위치로 이동가능하다. 따라서, 예를 들어 상기 제1 조직 수집 상태(상기 제1 수집 챔버(3740)만이 활용되는 상태)는, 상기 제1 밸브(3882)를 상기 제2 밸브(3884)를 향해 여는 것, 상기 제2 밸브(3884)를 상기 제1 수집 챔버(3740)를 향해 여는 것, 그리고 상기 제3 밸브(3886)를 잠그는 것에 의해 실시될 수 있다. 상기 제2 조직 수집 상태(상기 제1 수집 챔버(3740) 및 제2 수집 챔버(3742)가 활용되는 상태)는 상기 제1 밸브(3882)를 상기 제3 밸브(3886)를 향해 여는 것, 상기 제3 밸브(3886)를 상기 제2 수집 챔버(3742)를 향해 여는 것, 그리고 상기 제2 밸브(3884)를 환기 상태로 여는 것에 의해 실시될 수 있다.

[0118] 상기 밸브들(3882, 3884, 3886)의 다른 구성들이 가능하다는 것이 이해될 수 있을 것이다. 예를 들어, 상기 제1 밸브(3882)는, 상기 제2 밸브(3884)와 제3 밸브(3886) 둘 모두에 대해 진공이 동시에 열려지는 위치를 가지도록 구성될 수 있다. 이 경우에, 상기 제2 밸브(3884) 및 제3 �胤(3886)는, 상기 제1 수집 챔버(3740) 및 제2 수집 챔버(3742)에 가해지는 각각의 진공 수준들이 독립적으로 조정되는 것을 가능하게 하는 가변 밸브 위치들을 갖도록 구성될 수 있다.

[0119] 도 39 및 도 40은 각각 상기 카세트(3734)의 예시의 부분적 내부모형 사시도 및 측면도이다. 상기 카세트 하우징(3738)은 상기 제2 수집 챔버(3742)로부터 상기 제1 수집 챔버(3740)를 유체 격리시키는 벽과 같은 내부 구조(3902)를 포함한다. 이 예시에서, 상기 카세트 밸브(3744)는, 상기 내부 구조(3902)를 관통해 형성된 보어(3904)를 교대로 열고 닫는 플래퍼 밸브이다. 상기 카세트 하우징(3738)은 상기 제1 수집 챔버(3740)로부터 유체-전달 챔버(3772)를 유체 격리시키는 벽과 같은 내부 구조(3906)도 포함한다. 상기 흡인 유입구(3746)는 제1 수집 챔버(3740)로 이어지는 상기 유체 전달 통로(3908)와 소통되도록 탑재된다. 상기 유체-전달 챔버(3772) 내에서, 상기 흡인 유입구(3746) 및 기체 포트(3776)는 각각 상기 흡인 선(3222)의 배관 및 기체 선(3224)에의 결합을 위해 구성된다. 상기 흡인 선(3222) 및 기체 선(3224)은 상기 카세트 유입구(3774)에 단단히(securely) 탑재된 관통 멤버(또는 튜브 지지 부재)(3910)를 통하여한다. 상기 관통 멤버(3910)는 상기 흡인 선(3222) 및 기체 선(3224)의 유연성 배관을 위한 변형 완화(strain relief)로서 역할을 할 수 있다. 상기 도시된 예시에서(위에서 설명되고 도 31 및 도 32에 도시된 상기 조직 제거 장치(3100)의 상기 관통 멤버(3130)와 유사함), 상기 관통 멤버(3910)는 상기 흡인 선(3222)와 기체 선(3224)이 나란히 일체식으로 연결되는 이중-루멘 구성을 수용하

기 위해, 두 보어들 사이에 캡을 갖는다. 위에서 설명한 바와 같이, 소수성 필터들이 상기 제1 수집 챔버(3740)와 상기 제1 진공 포트(3748) 사이에, 그리고 상기 제2 수집 챔버(3742)와 상기 제2 진공 포트(3750) 사이에 개재할 수 있다. 본 실시에서, 일면에 있는 상기 제1 진공 포트(3748) 및 제2 진공 포트(3750)와, 다른 면에 있는 상기 제1 수집 챔버(3740) 및 제2 수집 챔버(3742)의 사이에 탑재된, 소수성 필터 재료의 단일 스트립(3912)이 이 목적을 위해 제공될 수 있다.

[0120] 도 41 및 도 42는 각각 원통형 캐뉼라 씩(4100)의 예시의 사시도 및 측면도이다. 상기 캐뉼라 밀봉(4100)은, 열린 원위부 밀봉 말단(4102), 상기 원위부 밀봉 말단(4102)보다 내부 직경이 큰 열린 근위부 밀봉 말단(4104), 그리고 상기 원위부 밀봉 말단(4102)과 근위부 밀봉 말단(4104) 사이에서 테이퍼된 섹션을 따라 내부 직경이 점점 증가하는 상기 테이퍼된 섹션(4106)을 포함한다. 상기 캐뉼라 밀봉(4100)은 예컨대, 실리콘(silicone)과 같은 적합한 탄성 재료로 구성될 수 있다. 상기 조직 제거 장치(3100)의 상기 흡인 캐뉼라(3104)와 같은 캐뉼라는, 상기 원위부 텁(3106)를 포함하는 상기 흡인 캐뉼라(3104)의 적어도 일부분을 상기 캐뉼라 밀봉(4100)이 둘러싸도록, 상기 캐뉼라 밀봉(4100)을 통해 삽입될 수 있다. 이 방식으로, 상기 캐뉼라 밀봉(4100)은 유체 밀봉성 방식으로 상기 흡인 캐뉼라(3104) 주변에서 압축된다. 상기 흡인 캐뉼라(3104)가 환자의 눈에 만들 어진 절개와 같은 수술 부위 내로 상기 흡인 캐뉼라(3104)가 절개를 통해 삽입되는 때에, 상기 캐뉼라 밀봉(4100)은 상기 흡인 캐뉼라(3104)와 상기 절개에 의해 한정되는 상기 조직 사이에 유체 밀봉된 인터페이스(interface)를 제공한다. 결과적으로, 유체(예컨대, 세척액)가 상기 절개를 통해 상기 수술 부위에서 유출(escape)되는 것이 방지된다. 다른 일 캐뉼라 밀봉(4100)도 마찬가지로 상기 세척 도구(3706) 주변에 설치될 수 있다(도 37).

[0121] 도 43a, 43b 및 43c는 상기 탄력성 멤브레인(2802)를 상기 흡인 캐뉼라(3104)의 원위부 말단에 적용하기 위한 장치(4302)의 사용을 도시한다. 몇몇 실시들에서, 상기 장치(4302)는 위에서 설명되고, 도 30a, 30b 및 30c에 도시된 상기 장치(3002)의 변형물(modification)이며, 따라서 같은 참조번호들은 같은 구성요소들을 가르킨다. 본 실시에서, 상기 탄력성 멤브레인(2802)은 상기 장치(4302) 및 탄력성 멤브레인(2802)이 상기 사용자에게 제공되는 때에 상기 밀폐부(3004) 내에 미리 설치된다. 상기 탄력성 멤브레인(2802)은, 열린 멤브레인 말단(4304), 반대쪽 닫힌 멤브레인 말단(4306), 상기 열린 멤브레인 말단(4304)과 닫힌 멤브레인 말단(4306) 사이의 명목상 원통형 단면의 멤브레인 벽, 그리고 상기 닫힌 멤브레인 말단(4306)에 근접한 상기 멤브레인 벽 내 멤브레인 측면 포트(2806)를 포함한다. 상기 탄력성 멤브레인(2802)은 예컨대, 실리콘(silicone)과 같은, 적합한 탄성 밀봉(sealing) 재료로 구성될 수 있다. 상기 미리 설치된 상태에서, 상기 열린 멤브레인 말단(4304)은 상기 지지 부재(3014)에 의해, 상기 열린 멤브레인 말단(4304)이 상기 닫힌 멤브레인 말단(4306)보다 더 큰 단면적을 갖는, 연신된 위치로 유지된다. 상기 장치(4302)는 상기 흡인 캐뉼라(3104)로의 상기 탄력성 멤브레인(2802)의 적절한 적용을 촉진하는 강성 캐뉼라 연장부(4312)를 추가적으로 포함한다. 상기 캐뉼라 연장부(4312)는 열린 확장부 말단(4314), 반대쪽 닫힌 연장부 말단(4316), 상기 열린 확장부 말단(4314)과 상기 닫힌 연장부 말단(4316) 사이의 원통형 연장부 벽, 그리고 상기 연장부 벽 내 연장부 측면 포트(4320)를 포함한다. 상기 미리 설치된 상태에서, 상기 캐뉼라 연장부(4312)는 상기 탄력성 멤브레인(2802) 내에, 상기 멤브레인 측면 포트(2806)가 상기 연장부 측면 포트(4320)와 정렬되고, 상기 멤브레인 벽이 상기 연장부 벽 주변에 압축되고, 상기 닫힌 멤브레인 말단(4306)이 상기 닫힌 연장부 말단(4316)에 대해 압축되도록, 배치된다. 더 나아가, 상기 열린 확장부 말단(4314)은 일반적으로 상기 판 축을 따라 상기 판(3016)과 정렬된다. 상기 탄력성 멤브레인(2802)은 도 43b에 나타난 바와 같이, 상기 흡인 캐뉼라(3104)를 상기 판(3016)을 통해 상기 열린 확장부 말단(4314)과 접촉하도록 삽입하는 것에 의해 상기 흡인 캐뉼라(3104)에 적용된다. 더 삽입하면, 도 43c에 나타난 바와 같이 상기 탄력성 멤브레인(2802)은 상기 지지 부재(3014)로부터 나오고, 상기 흡인 캐뉼라(3104)에 대하여 압축적으로 밀폐한다. 또한, 상기 탄력성 멤브레인(2802)은 상기 캐뉼라 연장부(4312)를 상기 흡인 캐뉼라(3104)의 상기 원위부 말단으로 고정시킨다.

[0122] 상기 탄력성 멤브레인(2802)을 상기 흡인 캐뉼라(3104)에 적용한 후에, 상기 흡인 캐뉼라(3104)는, 예를 들어 위에서 설명되고 도 29에 도시된 것과 같은 치치에서 활용될 수 있다.

[0123] 몇몇 실시들에서, 상기 지지 부재(3014)는 상기 열린 멤브레인 말단(4304)의 단면적을 변화시키기 위한, 이동가능한(예컨대, 피봇 가능한) 2개 이상의 핑거(finger)들을 포함한다. 이 핑거들은 상기 밀폐부(3004)의 외부에 배치된 조절 부재들(4326)(예컨대, 레버들, 버튼들 등)에 기계적으로 링크될 수 있으며, 상기 흡인 캐뉼라(3104)의 상기 탄력성 멤브레인(2802) 내로의 적절한 삽입을 촉진하기 위해 필요한 만큼, 상기 탄력성 멤브레인(2802)을 조정하도록 상기 조절 부재들은 상기 사용자에 의해 조작될 수 있다.

[0124] 도 44는 다른 일 실시에 따른 조직 제거 시스템(4400)의 예시의 계략도이다. 상기 조직 제거 시스템(4400)은 조

직 제거 장치 및 흡인 선(3222)을 통하여 상기 조작 제거 장치와 소통되는 조작(및 유체) 수집 용기를 포함한다. 상기 조작 제거 장치는, 예를 들어 위에서 설명되고 도 37 내지 43에 도시된 상기 조작 제거 장치(3700)와 동일 또는 유사할 수 있다. 따라서 상기 조작 제거 장치(4400)는 흡인 캐뉼라(4404), 및 상기 내부 밸브를 구동하는 선형 액추에이터(linear actuator; 3780)를 포함할 수 있다. 본 실시에서 상기 선형 액추에이터(3780)는 도 37을 참조하여 설명된 바와 같이 공기역학적으로 일률이 가해진다. 그러나 가압된 기체 소스의 작동은 도 44에 도시되지 않는다. 별개의 휴대용 세척 도구는 도 44에 도시되지 않으나, 도 37을 참조하여 설명된 바와 같이, 이용될 수 있다.

[0125] 도 44에 도시된 예시에서 상기 수집 용기는 상기 조작 제거 장치(3100)와 진공 소스(예컨대 펌프)(3714) 사이에 직렬로 위치된다. 상기 진공 소스(3714)는 진공을 발생시키기에 적합한 임의의 장치일 수 있는바, 예컨대 본 개시서에서 앞서 설명된 진공 소스들 또는 펌프들과 같은 것일 수 있다. 상기 수집 용기는 흡인된 조작 및 유체를 받아들이기 위한 적어도 하나의 내부 챔버를 포함한다. 따라서 상기 수집 용기는, 상기 조작 제거 장치(3100)로부터 이어지는 상기 흡인 선(3222)과 소통되는 유입구, 및 상기 진공 소스로 이어지는 진공 선과 소통되는 유출구를 포함할 수 있다. 상기 유출구에서, 상기 수집 용기는 기체로부터 액체 및 고체 물질을 분리함으로써 액체 및 고체 물질이 상기 진공 선을 통하여 상기 진공 소스(3714)로 흐르지 않는 것을 보장하도록 구성되는 필터 또는 다른 장치를 포함할 수 있다. 진공 레귤레이터(3730)는 상기 수집 용기의 유출구와 상기 진공 소스(3714) 사이에 직렬로 위치된다. 상기 진공 레귤레이터(3730)는 상기 수집 용기 및/또는 조작 제거 장치(3100)에 가해지는 진공의 수준을 제어하기 위하여 필요한 하나 이상의 구성요소들일 수 있다.

[0126] 본 실시에서, 상기 조작 제거 시스템은, 도 37을 참조하여 위에서 설명된 바와 같이 작동할 수 있는 제어 콘솔을 포함한다. 상기 제어 콘솔은, 위에서 설명되고 도 1에 도시된 바와 같은 다른 특징들(features)을 포함할 수 있다. 발로-작동되는 제어 장치는 위에서 설명되고 도 1에 도시된 바와 같이 제공될 수도 있다. 상기 제어 콘솔은, 도 37을 참조하여 위에서 설명된 바와 같이 상기 가압된 기체 소스(3702)로부터 상기 조작 제거 장치(3100)의 상기 액추에이터(3780)로의 가압된 기체의 흐름을 제어하기 위하여 구성된 밸브 제어 장치를 포함할 수도 있다. 상기 밸브 제어 장치 및 다른 센서들, 레귤레이터들, 및 제어된 구성요소들로의 전기적 인터페이스들은 상기 제어 콘솔(3732)의 소프트웨어 및/또는 전자 회로와 통신할 수 있다. 소프트웨어로 프로그램된 기능들(functions)을 실행하도록 상기 제어 콘솔 안에 프로세서가 포함될 수 있다. 소프트웨어 제어 하에 수행되는 기능들은, 상기 밸브 제어 장치의 작동 파라미터들(예컨대, 진공 펄스 생성 파라미터들)의 조정(adjustment), 밸브들 및 레귤레이터들의 제어, 및 상기 제어 콘솔 및/또는 위에서 언급된 발로-작동되는 제어 장치 상에 제공되는 콘트롤들을 통하여 상기 사용자에 의해 조정가능할 수 있는 파라미터들을 포함한다.

[0127] 본 실시에서 상기 수집 용기는 도 37에 도시된 바와 같이 상기 콘솔의 카세트 용기(3736)(예컨대 베이, 슬롯 등) 내로의 사용자에 의한 제거가능한 설치를 위하여 구성된 카세트(3734)의 형태로 제공된다. 상기 콘솔은, 상기 사용자에 의해 요망되는 바에 따라, 완전히 설치된 위치(즉 작동 위치)에 올바르게 상기 카세트(3734)를 잡그기 위한, 그리고 상기 설치 위치로부터 상기 카세트(3734)를 해제하기 위한 장치(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 콘솔(3732)은, 상기 카세트(3734)가 상기 설치 위치에 설치되었다는 조명 표시를 제공하기 위한 장치(미도시)를 포함할 수 있다.

[0128] 도 44에 도시된 바와 같이 본 실시에서, 상기 카세트(3734)는 카세트 하우징(3738), 상기 카세트 하우징(3738) 내의 제1(또는 주) 수집 챔버(3740), 및 상기 카세트 하우징(3738) 내의 제2(또는 부) 수집 챔버(3472)를 포함한다. 상기 제2 수집 챔버(3742)는, 수동 일방향 밸브 또는 체크 밸브일 수 있는 카세트 밸브(3744)를 통하여 상기 제1 수집 챔버(3740)와 소통한다. 상기 카세트(3734)는 상기 흡인 선(3222)과 소통되는 흡인 유입구(3746)를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 상기 흡인 유입구(3746)는 상기 흡인 선(3222)의 튜브가 결합된 피팅을 포함할 수 있다. 상기 흡인 유입구(3746)는 상기 제1 수집 챔버(3740)와 소통된다. 상기 카세트(3734)는 상기 제1 수집 챔버(3740)와 소통되는 제1 진공 포트, 및 상기 제2 수집 챔버(3742)와 소통되는 제2 진공 포트를 포함할 수도 있다. 상기 제1 진공 포트 및 제2 진공 포트는 개별의 진공 선들을 통하여 상기 진공 레귤레이터(3730)와 소통될 수 있고, 상기 진공 레귤레이터(3730)는 공통 진공 선을 통해 상기 진공 소스(3714)와 소통될 수 있다. 상기 전압 레귤레이터(3730)의 작동, 및 상기 제1 수집 챔버(3740)와 상기 제2 수집 챔버(3742) 사이의 압력의 제어는 도 37을 참조하여 위에서 설명되었다.

[0129] 몇몇 실시들에서, 상기 카세트(3734)(즉, 상기 카세트 하우징(3738))는 상기 제1 수집 챔버(3740) 및 제2 수집 챔버(3742)로부터 유체 격리된 유체-전달 챔버(3772)를 포함한다. 상기 유체-전달 챔버(3772)는, 예컨대 상기 흡인 선(3222)과의(또는 상기 흡인 선(3222) 및 상기 기체 선(3224)과의) 결합을 제공함에 따라, 상기 진공 소스(3714)(또는 상기 진공 소스(3714) 및 상기 가압된 기체 소스(3702) 둘 모두)가 상기 콘솔(3732) 내에 상기

카세트(3734)를 설치함으로써 간단히 상기 조직 제거 장치(3100)와 작동상 결합되도록, 활용될 수 있다. 상기 유체-전달 멤버(3772)는 상기 사용자에 의해 분해될 수 없는 영구적 유체 결합들을 제공하도록 활용될 수도 있으며, 그에 의해 상기 조직 제거 장치(3100) 및 상기 카세트(3734)는 영구적으로 조립된 단일 유닛으로 되며, 이 단일 유닛은 상기 사용자에 의해 쓰고 버려지고, 새롭거나 멸균된 유닛으로 대체될 수 있다.

[0130] 도 44에 도시된 바와 같이, 상기 흡인 캐뉼라(4404), 핸드피스(handpiece; 3100)로 된 밸브-제어되는(valve-controlled) 캐뉼라 구조, 상기 흡인 선(3222), 상기 제1 수집 챔버(3740) 및 상기 제2 수집 챔버(3742), 상기 진공 레귤레이터(3730), 상기 진공 소스(3714), 및 상기 제1 수집 챔버(3740) 및 상기 제2 수집 챔버(3742)와 상기 진공 소스(3714) 사이의 유체 연결들에 의해 유체 회로가 형성된다. 상기 유체 회로 내에 기초 진공이 상기 진공 소스(3714)에 의해 제공된다. 상기 진공은, 상기 핸드피스(3100) 안의 밸브를 움직이게끔 상기 선형 액추에이터(3780)를 제어함으로써 펄스들로(in pulses) 흡인하도록 조작된다. 상기 핸드피스(3100)는 도 35를 참조하여 위에서 설명된 핸드피스와 유사할 수 있다. 예를 들어 (도 35의) 밸브 포트(3470)는 (도 35의) 내부 캐뉼라(3338)의 선형 운동에 의해 교대로 열리고 닫히는바, 상기 (도 35의) 내부 캐뉼라(3338)는 도시된 예시에서 밸브 구성요소로서 기능할 뿐만 아니라 상기 휴대용 도구를 통하여 상기 흡인 선의 부분으로서도 기능한다. 상기 흡인 캐뉼라(4404)의 축은 (도 35의) 내부 캐뉼라(3338)의 축으로부터 오프셋되고, 상기 흡인 캐뉼라(4404) 및 상기 (도 35의) 내부 캐뉼라(3338)는 평행하거나 또는 실질적으로 평행할 수 있으며, 상기 (도 35의) 밸브 포트(3470)는 상기 흡인 캐뉼라(4404) 및 상기 (도 35의) 내부 캐뉼라(3338)에 횡방향으로 또는 실질적인 횡방향으로 배향된다. 원하는 효과들을 만들기 위하여 상기 진공 펄스들의 파라미터들을 조작하도록 상기 (도 35의) 밸브 포트(3470)의 열림과 닫힘이 제어될 수 있다. 이는 도 46a 및 46b를 참조하여 아래에서 더 설명된다.

[0131] 도 44의 조직 제거 시스템(4400)은 도 37에 도시되지 않은 추가 구성요소들을 포함한다. 상기 도 44의 시스템(4400)은 도 45를 참조하여 설명된 바와 같이 변경된 흡인 캐뉼라(4404)를 포함하지만, 상기 시스템(4400)은 아래에서 설명되는 특정 흡인 캐뉼라(4404)를 이용하는 것에 한정되지 않는다. 도 44의 시스템(4400)은 각각 제1 솔레노이드(4422) 및 제2 솔레노이드(4432)에 의해 제어되는 제2 밸브(4420) 및 제3 밸브(4430)를 포함한다. 상기 제2 밸브(4420)는, 상기 흡인 선(3222)에 접촉하도록 위치되는 모루 팁(anvil tip)을 이용하여 구현될 수 있다. 상기 제2 밸브(4420)는, 상기 제1 솔레노이드(4422)가 상기 모루 팁을 상기 흡인 선(3222) 안으로 밀 때 상기 흡인 선(3222)을 닫히게 될 수 있다. 상기 제1 솔레노이드(4422)는, 상기 흡인 선(3222)을 다시 열게끔 상기 모루 팁을 후퇴시키도록 제어될 수 있다. 상기 제3 밸브(4430)는 상기 흡인 선(3222)에 접촉하도록 위치되는 평평한 표면 팁(flat surface tip)일 수 있다. 상기 제3 밸브(4430)는 상기 제1 솔레노이드(4422)가 상기 제2 밸브(4420)를 제어하는 방식과 동일한 방식으로 상기 제2 솔레노이드(4432)에 의해 제어될 수 있다.

[0132] 상기 제2 밸브(4420) 및 제3 밸브(4430)은 선택적이다. 상기 유체 회로 내의 진공을 조작하는 데 있어서 (도 35의) 상기 제1 밸브 조립체(3110)를 돋도록 상기 제2 밸브(4420) 또는 상기 제3 밸브(4430)가 추가될 수 있다. 상기 흡인 선(3222) 내의 조직을 비우게끔 상기 유체 회로를 펴징하도록 상기 제2 밸브(4420) 또는 상기 제3 밸브(4430)가 추가될 수 있다. 밸브 조작 기능 및 펴징 기능 둘 모두를 제공하도록 상기 제2 밸브(4420) 및 상기 제3 밸브(4430) 둘 모두가 추가될 수 있다.

[0133] 상기 시스템(4400)은, 초음파 팁(4442)을 구비하고 수정체유화 시스템(4450)으로의 연결을 가지는 초음파 핸드피스(4440)도 포함한다. 도 44의 시스템(4400)의 실시의 일 선택사항(option)은 상기 조직을 파쇄하는 데에 도움이 되도록 수정체유화를 제공하는 것이다. 상기 초음파 팁(4442)은, 상기 흡인 캐뉼라(4404)의 변경된 버전 안의 삽입에 의해, 그리고 상기 초음파 핸드피스(4440)의 초음파 기능들을 상기 핸드피스(3100)에 추가함으로써, 구현될 수 있다. 펄스화된 진공을 이용하는 것의 장점들은, 경성 백내장(hard cataracts)과 같은 경성 조직을 더 효과적으로 파쇄하도록 수정체유화 시스템의 이용과 결합될 수 있다. 상기 조직의 파쇄에 도움이 되는 것에 덧붙여, 유리하게는 상기 펄스화된 진공이 조직의 딱딱한 덩어리(hard chunks)를 더 지속적으로 상기 팁 근처에 유지하도록 작동될 수 있으며, 이로써 프로세스(process)가 더 효율적으로 된다.

[0134] 도 45는 상기 흡인 캐뉼라(4404) 상의 밀봉 멤브레인(4506)의 예시 실시의 사시도이다. 상기 밀봉 멤브레인(4506)은 상기 흡인 캐뉼라(4404)의 원위부 팁(4502)를 덮고, 상기 흡인 캐뉼라(4404)의 적어도 일부분에 걸쳐 연장된다. 상기 연성 멤브레인(4506)은 원위부 팁 개구(4504)에서 흡인 포트(4508)를 포함하여 상기 원위부 팁 개구(4504) 안으로의 유체 경로가 제공된다. 상기 흡인 포트(4508)는 상기 원위부 팁 개구(4504)보다 작을 수 있다. 조직 덩어리가 상기 개구보다 큰 때, 상기 흡인 포트(4508)는, 상기 원위부 팁 개구(4508) 안으로의 통과를 가능하게 하도록 확장될 수 있다. 상기 연성 멤브레인(4506)은 임의의 적합한 유연성 재료로 만들어질 수 있다. 다양한 흡인 포트(4508) 크기들을 가지는 다양한 연성 멤브레인들(4506)이 이용가능할 수 있다. 처치 중에 외과의사는 상기 흡인 포트(4508)에서 다양한 크기를 갖는 개구들을 가진 다양한 연성 멤브레인들(4506)로 전환

할 수 있다. 상기 외과의사는 상기 원위부 텁 개구(4504)에 대한 상기 흡인 포트(4508)의 위치를 변경할 수도 있다. 상기 연성 멤브레인(4506)은, 동일 처치의 하나 초파의 부분들에 대하여 동일한 흡인 캐뉼라(4404)를 이용하는 것을 가능하게 한다.

[0135] 도 46a 및 46b는 상기 펄스화된 진공을 변화시키는 펄스 파라미터들의 제어를 도시하는 펄스화된 진공 신호들이다. (도 37의) 제어 콘솔(3732)은 예를 들어 소프트웨어를 이용하여 다양한 진공 펄스 파라미터들을 제어하도록 프로세서 및 프로그램된 기능(function)들을 포함할 수 있다. 상기 소프트웨어는, 도 46a 및 46b에 도시된 진공 펄스 파형들에 도달(arrive)하도록 상기 진공 소스(3714), 상기 선형 액추에이터(3780), 및 다른 구성요소들을 조작하는 드라이버들(drivers) 또는 하드웨어 인터페이스 기능들을 포함할 수 있다. 일 진공 펄스 파라미터는 임의의 주어진 진공 펄스들의 스트림(stream)의 주파수이다. 도 46a에는 동일 주기( $T_{cycle}$ )를 가지는 제1 진공 펄스 파형(4600) 및 제2 진공 펄스 파형(4602)가 도시된다. 따라서 상기 제1 진공 펄스 파형(4600) 및 상기 제2 진공 펄스 파형(4602)은 동일한 주파수( $=1/T_{cycle}$ )를 가진다. 상기 프로세서는, 각각의 펄스의 전체 주기( $T_{cycle}$ )를 제어함으로써, 주기( $T_{cycle}$ )의 일련의 진공 펄스들에 따라 적합한 하드웨어 구성요소들을 구동하도록, 상기 진공 펄스들의 주파수를 제어할 수 있다.

[0136] (도 37의) 상기 제어 콘솔(3732)에 의해 제어될 수 있는 다른 진공 펄스 파라미터는 뉴티 사이클이다. 도 46a의 제1 펄스 파형(4600)은, 시간 주기( $P_1$ ) 동안 진공이 '온(on)'이고  $P_1$ 로부터 사이클의 마지막까지 시간( $P_1-T_{cycle}$ ) 동안 '오프(off)'라는 점을 보여준다. 상기 제1 펄스 파형(4600)의 뉴티 사이클은 상기 진공이 '온'인 시간( $T_{cycle}$ )의 백분율이다. 상기 프로세서는, 상기 주파수를 변화시키지 않고 상기 진공이 '온'인 시간을 조절함으로써 상기 뉴티 사이클을 제어할 수 있다. 상기 제2 펄스 파형(4602)은 동일한 전체 사이클 시간( $T_{cycle}$ ) 내에 시간 주기( $P_2$ ) 동안 진공이 '온'이라는 점을 보여준다. 상기 시간 주기( $P_2$ )는 시간 주기( $P_1$ )보다 크다. 따라서 상기 제2 펄스 파형(4602)은 상기 제1 펄스 파형(4600)보다 더 긴 뉴티 사이클을 가진다.

[0137] 상기 프로세서는, 진공에 대한 스로틀 기능(throttle function)을 제공하도록 (도 35의) 상기 밸브 포트(3470)가 열리고 닫히는 정도를 조절할 수도 있다. 따라서 상기 진공 펄스들은, 각각 최소 밸브 열림 및 최대 밸브 열림에 해당되는 최소 진공 수준과 최대 진공 수준 사이에 있도록 한정될 수 있다. 진공 펄스들이, 상기 밸브 포트(3470)가 100% 열리는 때에 제공되는 최대 진공 수준과 상기 밸브 포트가 0% 열리는 때에 제공되는 최소 진공 수준 사이에서 교변한다면 딱딱한 펄스 효과(hard pulse effect)는 상기 조직에 대하여 진동을 생성할 수 있으며, 이는 전체 전안방의 펄스화(pulsing)로 귀결될 수 있다. 상기 프로세서는, 최대 진공 수준 및 최소 진공 수준에서 부분적으로 열리거나 부분적으로 닫히게끔 상기 밸브 포트의 개구를 제어함으로써, 둘러싼 조직 상의 압력 변화의 충격을 완화(soften)하도록 프로그램될 수 있다.

[0138] 도 46b에는 동일한 주파수 및 뉴티 사이클을 가지는 제1 진공 펄스 파형(4610) 및 제2 진공 펄스 파형(4620)이 도시된다. 상기 제1 진공 펄스 파형(4610)은, 상기 밸브 포트(3470)가 0의 최소 진공 수준을 위하여 완전히 닫히도록, 그리고 70%의 최대 진공 수준을 위하여 상기 밸브 포트(3470)의 전체 개구 면적의 오로지 70%에 이르게 열리도록 제어함으로써, 발생될 수 있다. 상기 제2 진공 펄스 파형(4620)은, 상기 밸브 포트(3470)가 40%의 최소 진공 수준을 위하여 40% 열리게 닫히도록, 그리고 100%의 최대 진공 수준을 위하여 상기 밸브 포트(3470)의 전체 개구 면적에 이르게 열리도록 제어함으로써, 발생될 수 있다. 상기 최소 진공 수준 및 최대 진공 수준을 위한 다른 수준들을 한정함으로써 상이한 효과들이 달성될 수 있다.

[0139] (도 37의) 제어 콘솔(3732)은, (도 44)의 상기 조직 제거 시스템(4400)의 제어를 미세 조정(fine tune)하도록 사용자가 파라미터들 또는 세팅들을 한정할 수 있게 하는 사용자 인터페이스를 포함할 수 있다. 예를 들어 상기 제어 콘솔(3732)은, 사용자가 세팅을 터치 스크린 또는 키패드와 같은 사용자 입력 장치에 입력함으로써 (예컨대 cc/mm으로 된) 유량을 한정할 수 있게 할 수 있다. 상기 제어 콘솔(3732)은, 상기 진공 펄스들을 발생시키고 원하는 유량을 제공할 주파수, 뉴티 사이클, 진공 수준, 기초 진공 수준 및 다른 임의의 적합하고 이용가능한 파라미터를 결정하는 소프트웨어 기능들을 제공할 수 있다.

[0140] 일반적으로, 본 명세서에서 사용된 “소통되다(communicate)” 및 “~ 와 ... 소통되는(in . . . communication with)”과 같은 용어들(예컨대, 제1 구성요소가 제2 구성요소와 “소통되다” 또는 “소통되는 채이다”)은 2개 이상의 구성요소들 또는 요소들 사이의 구조적, 기능적, 기계적, 전기적, 신호적, 광학적, 자기적, 전자기적, 이온적(ionic) 또는 유체적 관계를 가르킨다. 하나의 구성요소가 제2 구성요소에 이어져 있다고 일컬어지는 사실 자체는, 추가적인 구성요소들이 상기 제1 구성요소와 제2 구성요소 사이에 존재할 수 있는, 그리고

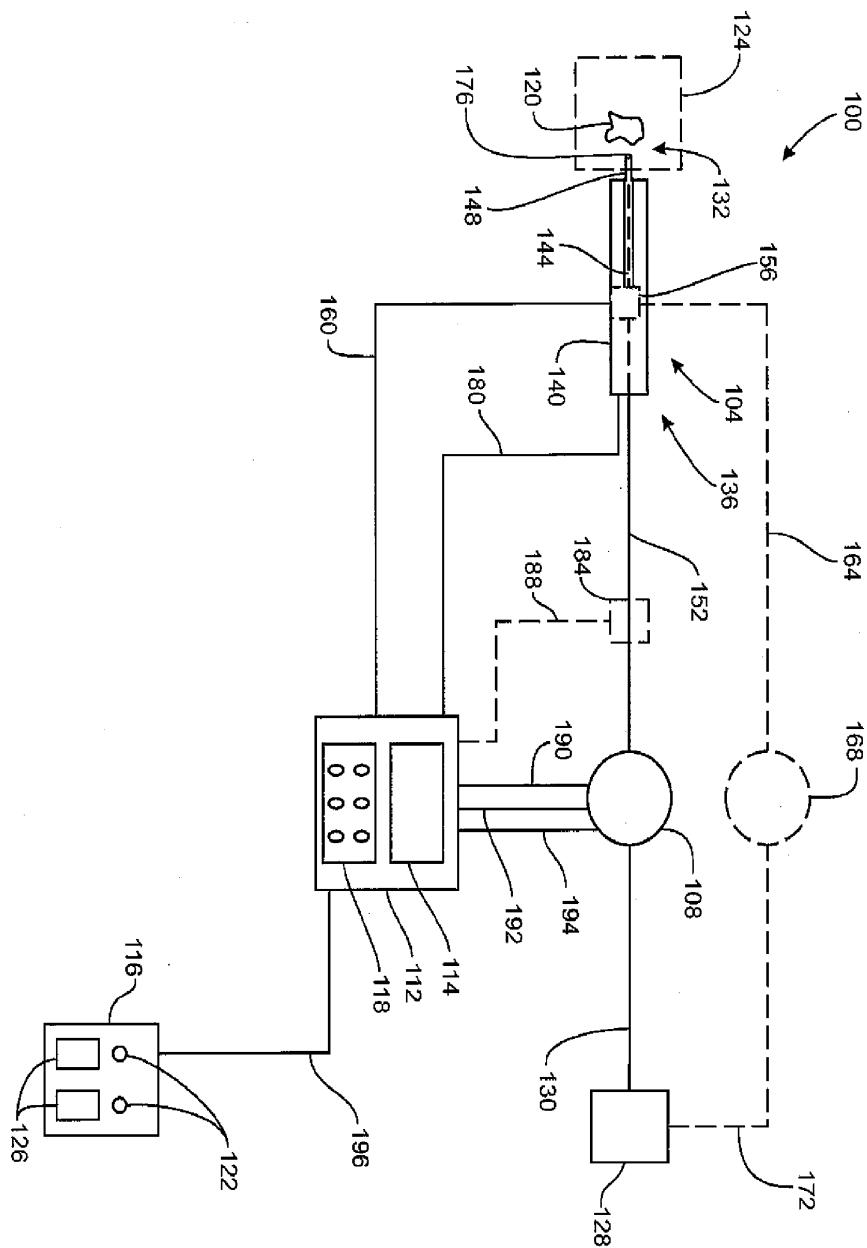
/또는 추가적인 구성요소들이 상기 제1 구성요소 및 제2 구성요소와 작동상 연관되는, 또는 추가적인 구성요소들이 상기 제1 구성요소 및 제2 구성요소와 함께 사용되는, 가능성을 제외하도록 의도되지 않는다.

[0141] 덧붙여, 본 명세서에서 사용된 “에 결합된(coupled to)” 및 “~에 결합하기 위해 구성된(configured for coupling to)”, 그리고 “~에 고정된(secured to)”과 같은 용어들(예컨대, 제1 구성요소가, 제2 구성요소”에 결합되거나”, 제2 구성요소”에 결합하기 위해 구성되거나”, 제2 구성요소”에 고정되다”)은 2개 이상의 구성요소들 또는 요소들 사이의 구조적, 기능적, 기계적, 전기적, 신호적, 광학적, 자기적, 전자기적, 이온적(ionic) 또는 유체적 관계를 가르킨다. 하나의 구성요소가 제2 구성요소에 결합된다고 일컬어지는 사실 자체는, 추가적인 구성요소들이 상기 제1 구성요소와 제2 구성요소 사이에 존재할 수 있는, 그리고/또는 추가적인 구성요소들이 상기 제1 구성요소 및 제2 구성요소와 작동상 연관되는, 또는 추가적인 구성요소들이 상기 제1 구성요소 및 제2 구성요소와 함께 사용되는, 가능성을 제외하도록 의도되지 않는다.

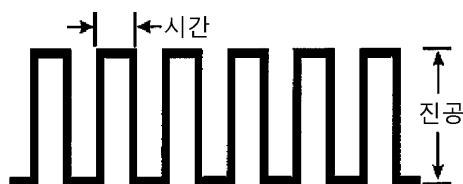
[0142] 전술한 설명이 다양한 실시들 중 특정 예시들만을 보여주지만, 본 발명은 전술한 설명적 예시들로 한정되지 않는다. 당업자는 첨부된 청구항들에 의해 한정되는 본 발명이 더 많은 다양한 실시들과 변형물들로 적용될 수 있다는 것을 안다. 특히, 그 특징들이 서로 모순되지 않는 한, 상기 설명된 실시들의 다양한 특징들의 조합이 가능하다. 따라서, 실시들의 전술한 설명은 실례를 보이고 설명하기 위한 목적으로 제시되어 온 것이다. 그것은 전부 망라하는 것이 아니며, 또 청구된 발명들을 정확히 개시된 형태로 제한하는 것이 아니다. 상기 설명의 시각에서 변형물들 및 변이물들이 가능하거나, 본 발명의 실시로부터 변형물들 및 변이물들이 습득될 수 있다. 청구항들과 그것들의 균등물들이 본 발명의 범위를 한정한다.

도면

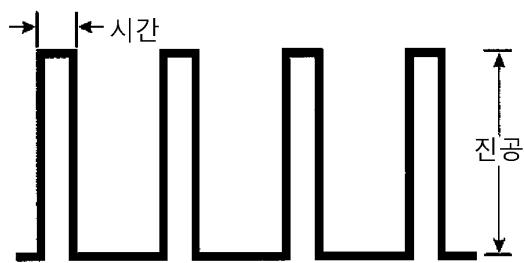
도면1



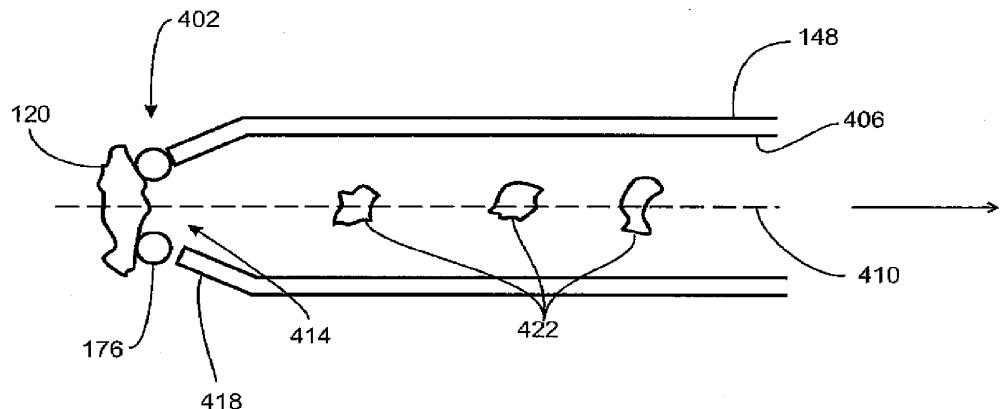
도면2



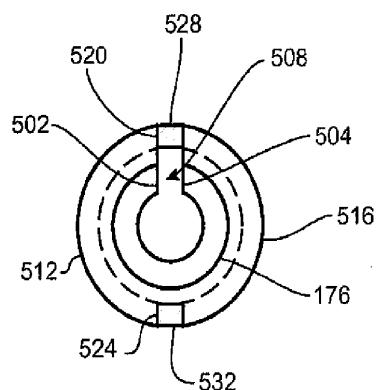
도면3



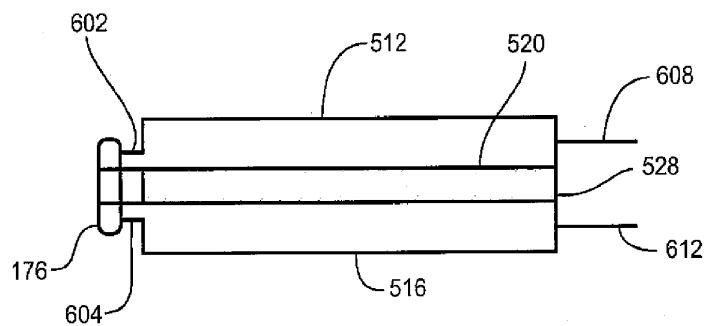
도면4



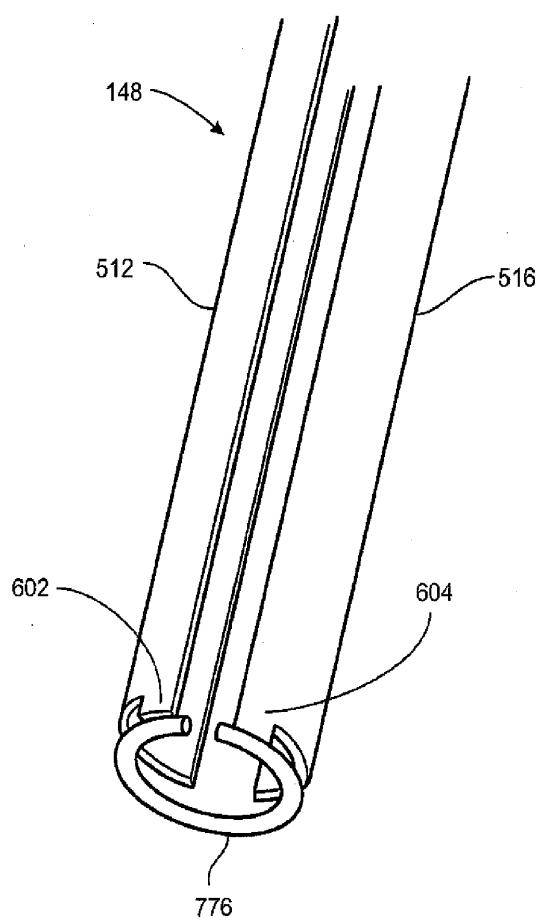
도면5



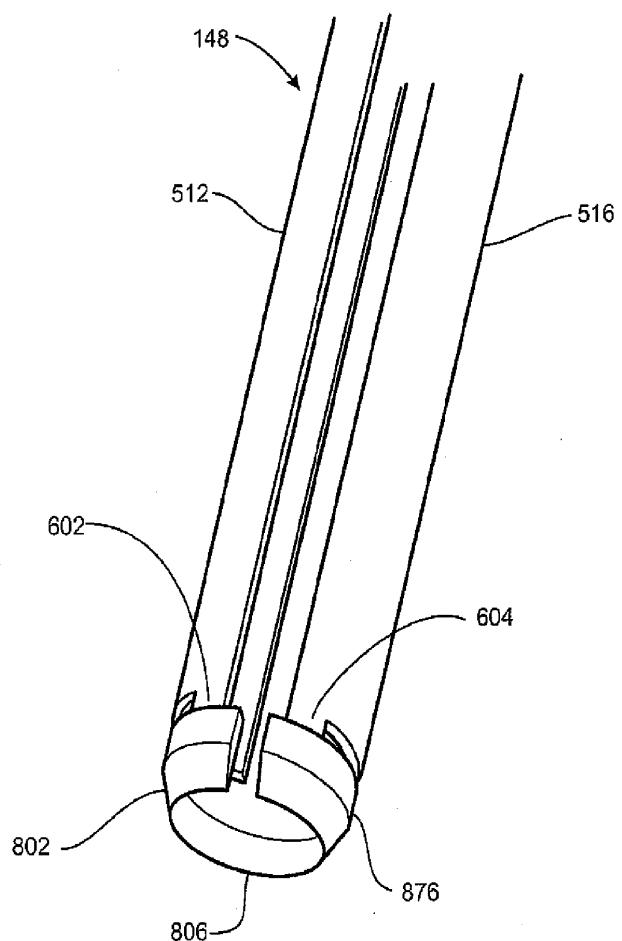
도면6



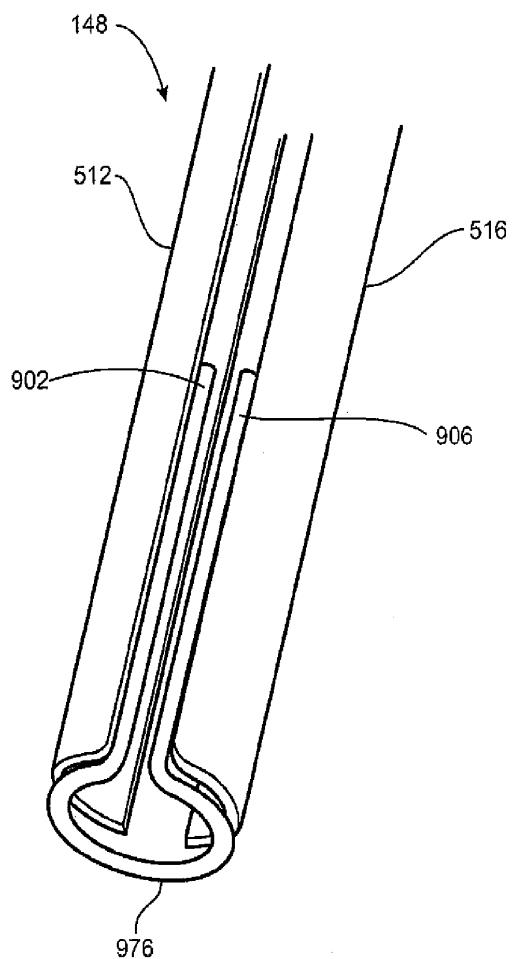
도면7



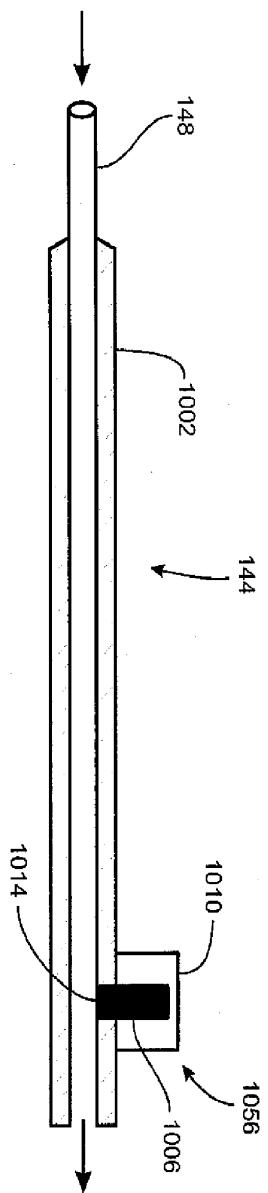
도면8



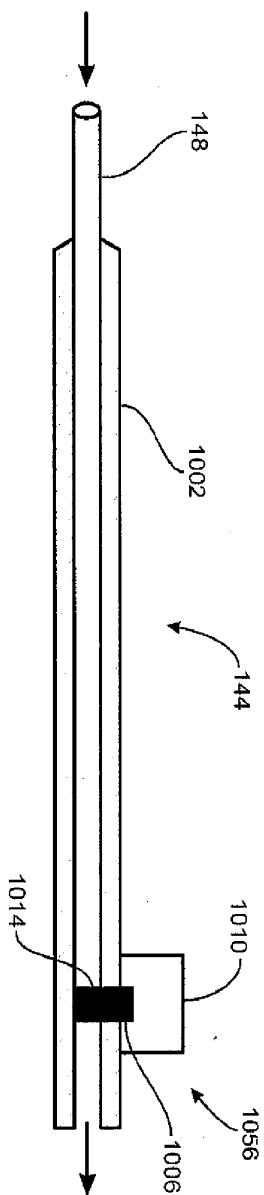
도면9



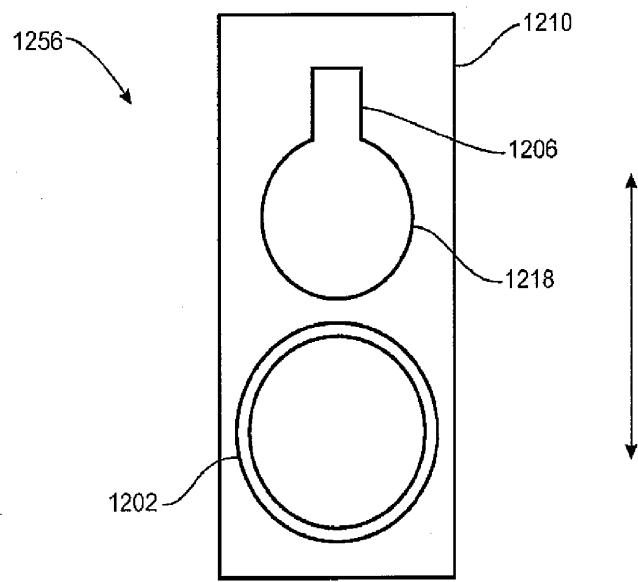
도면10



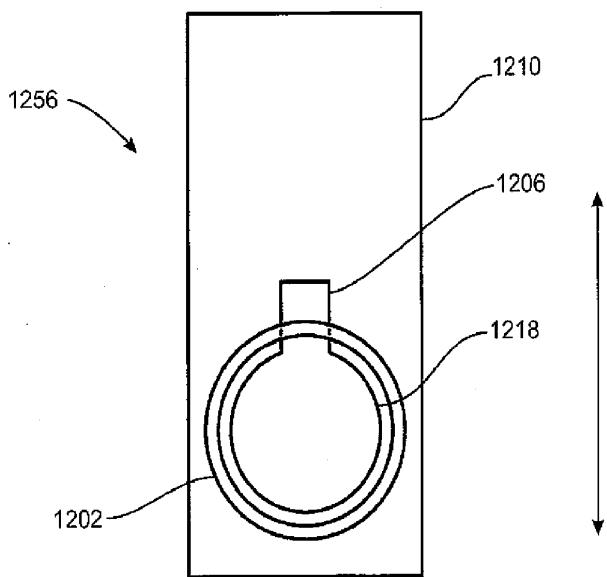
도면11



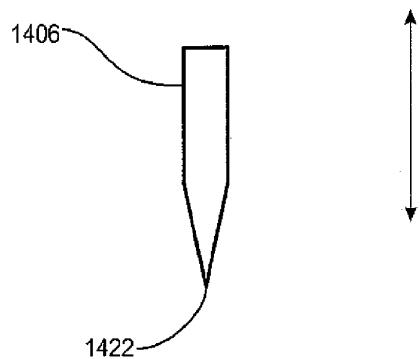
도면12



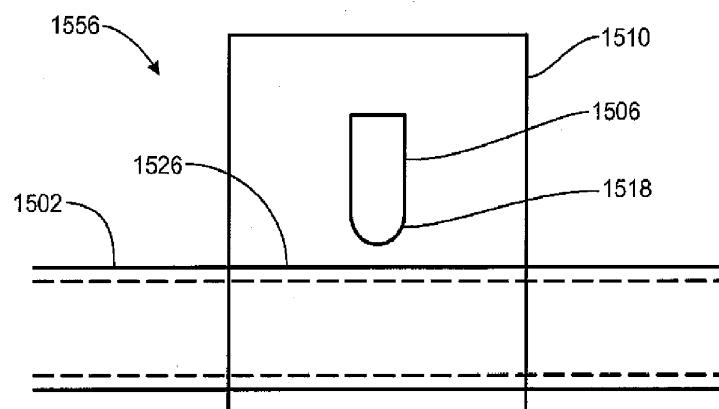
도면13



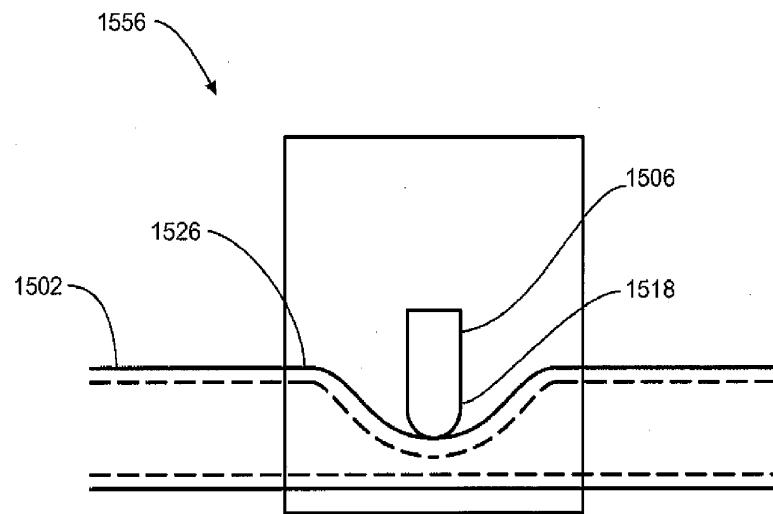
도면14



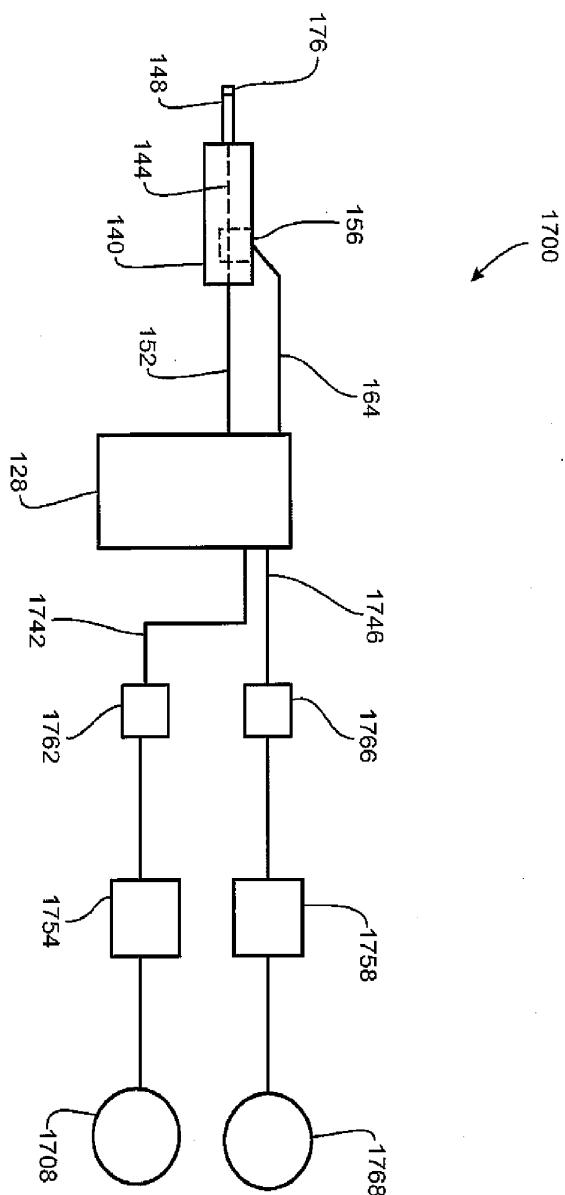
도면15



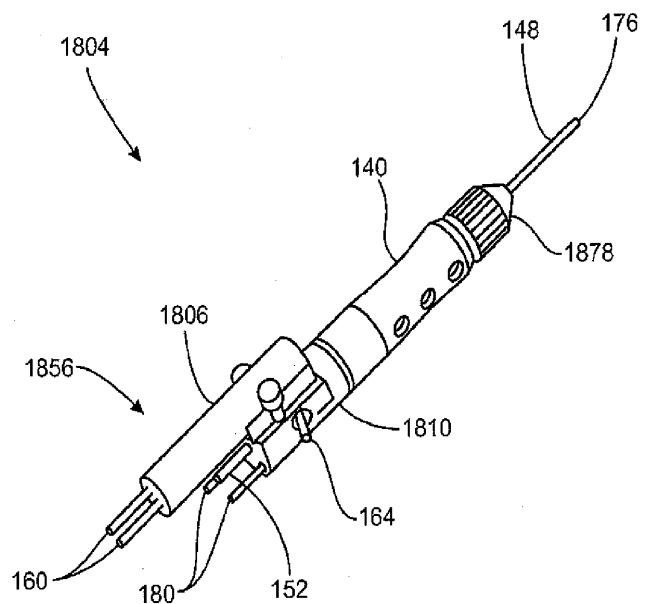
도면16



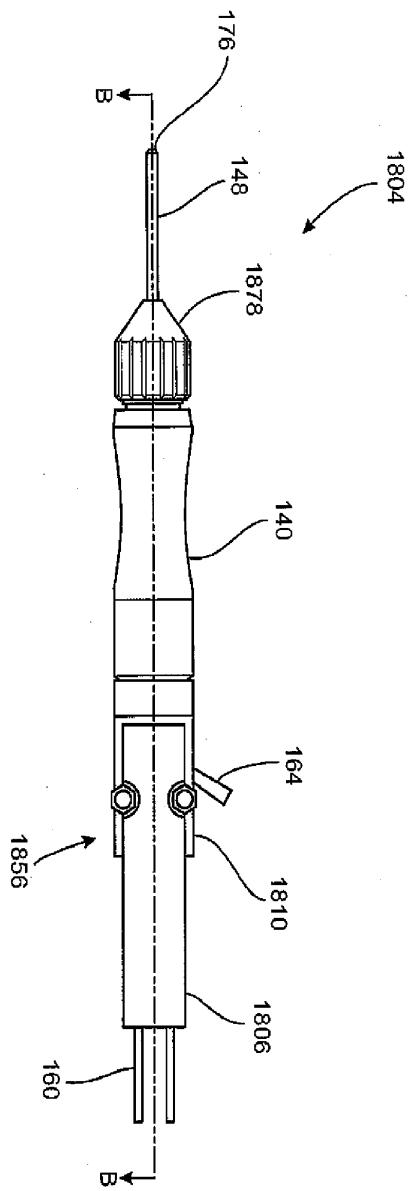
도면17



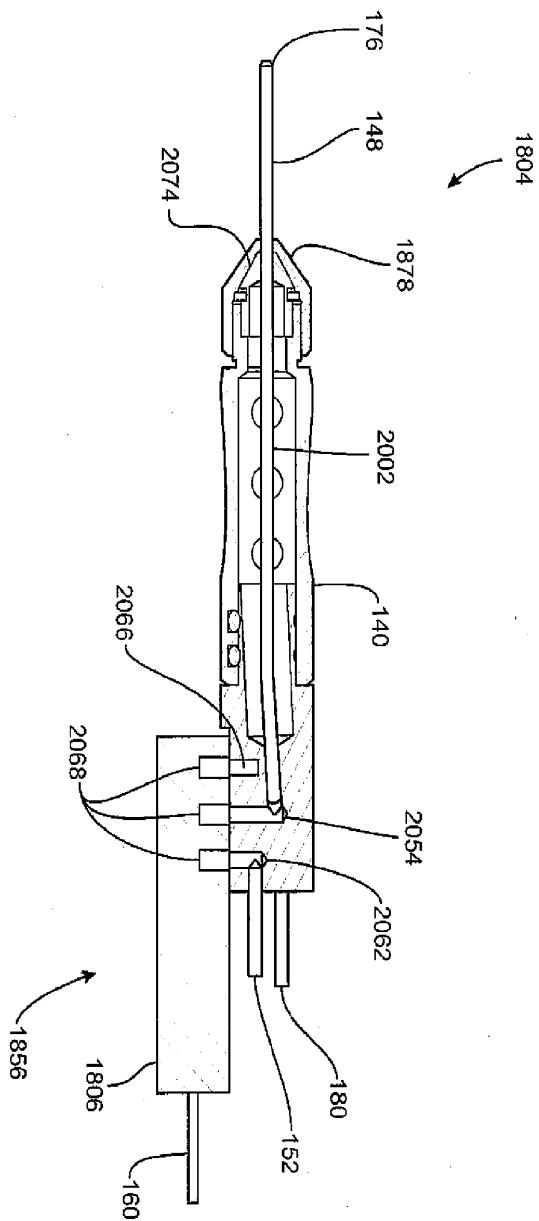
도면18



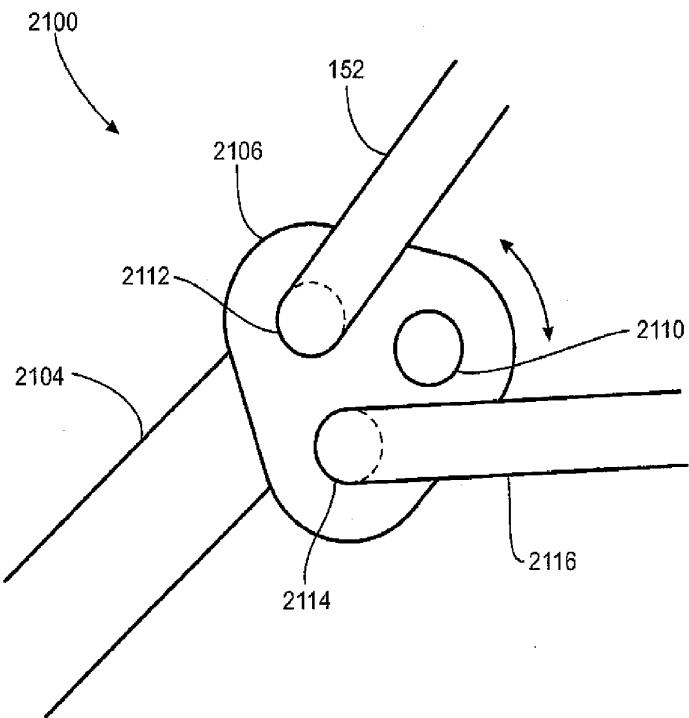
도면19



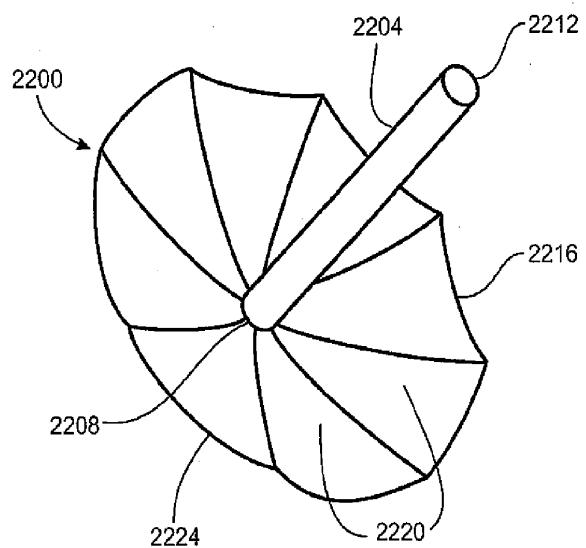
도면20



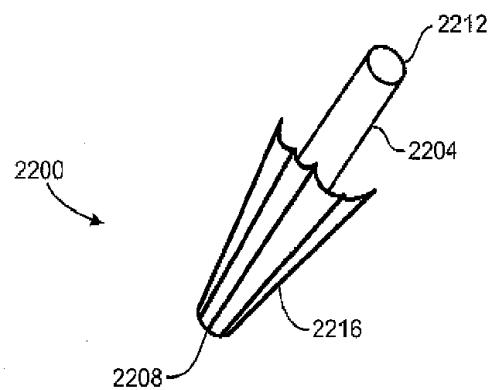
도면21



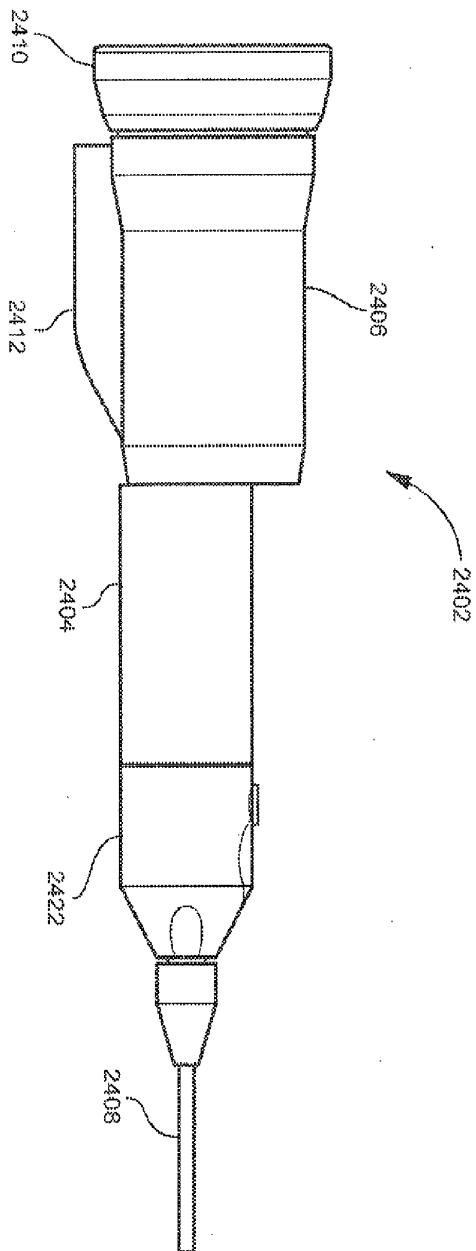
도면22



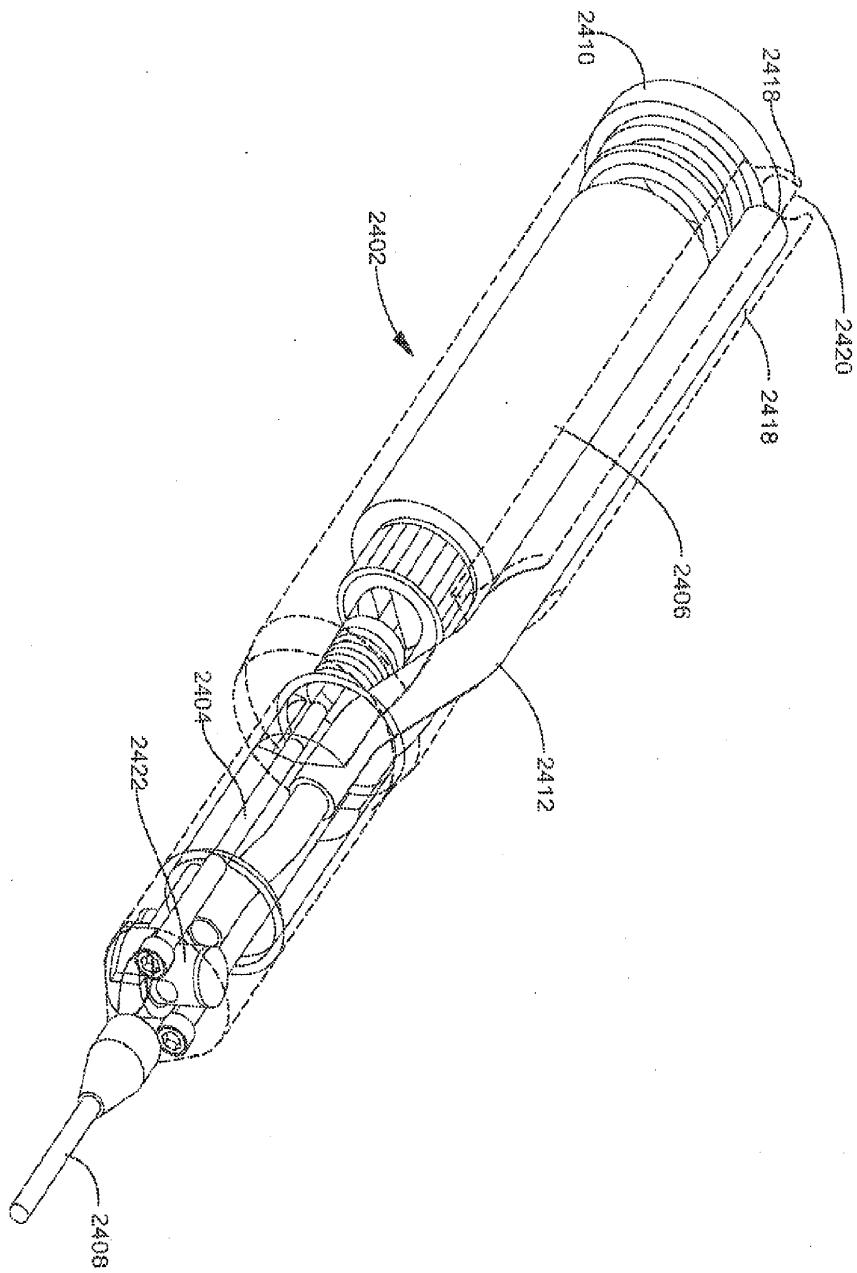
도면23



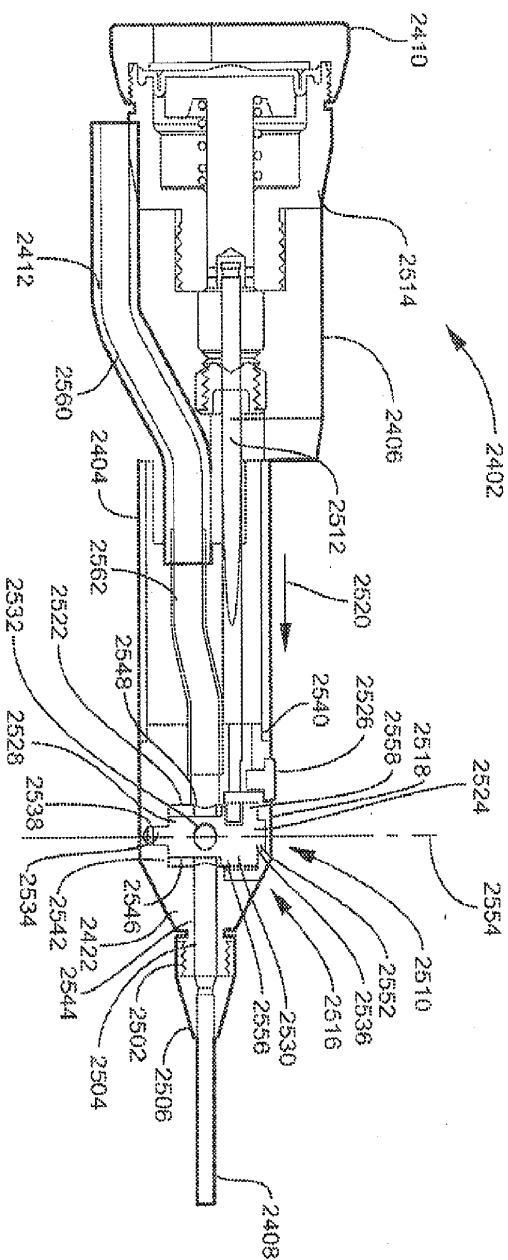
도면24a



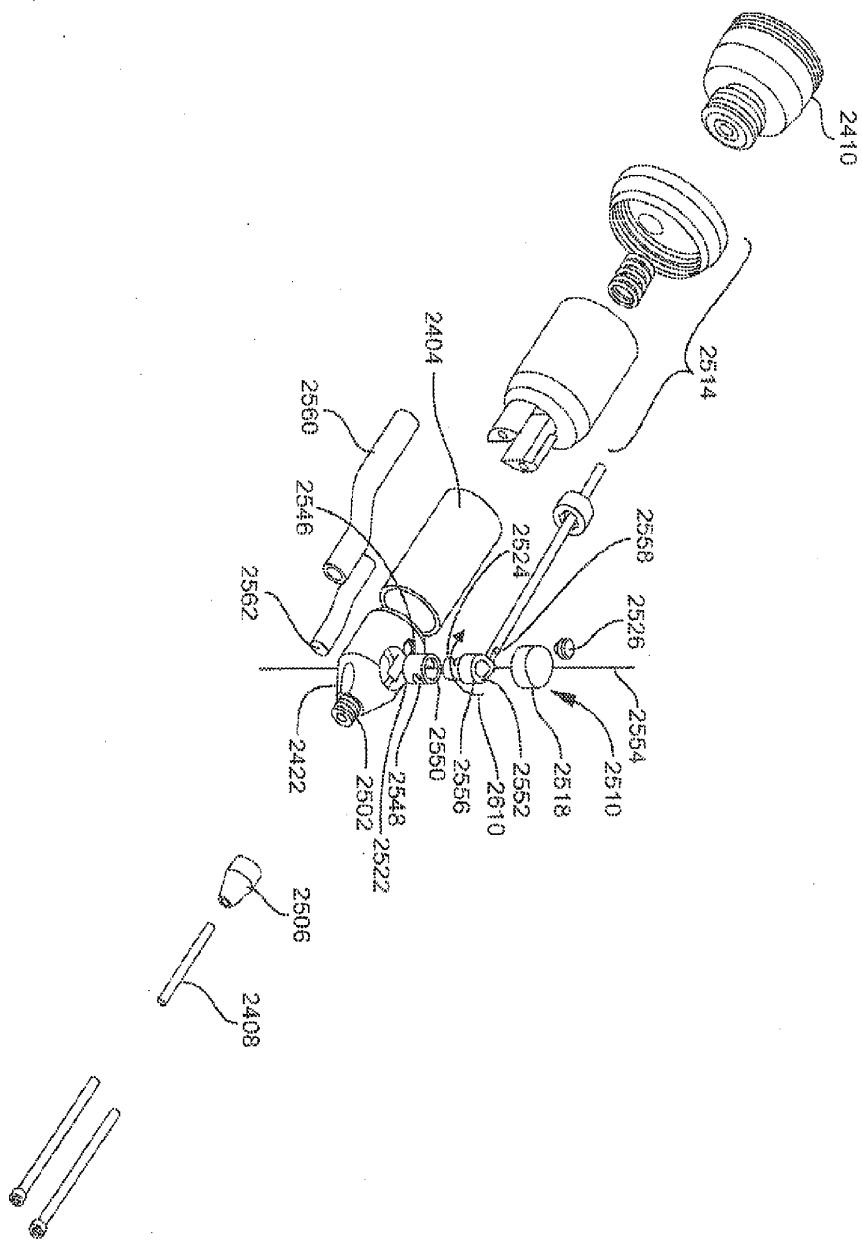
도면24b



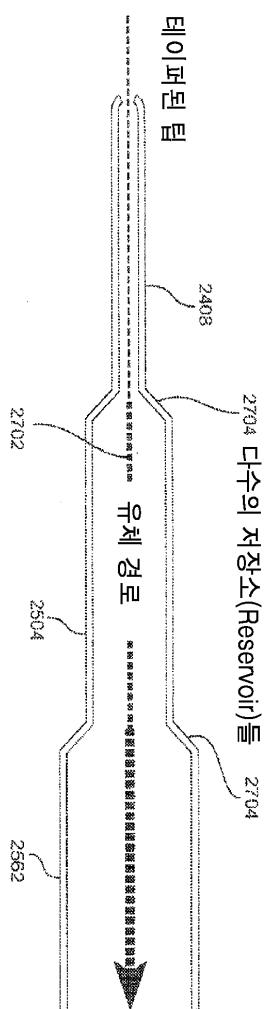
도면25



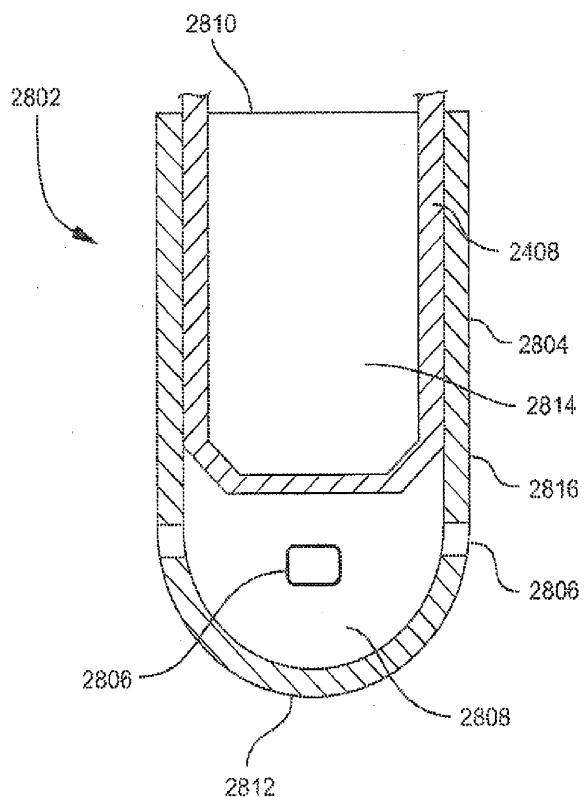
도면26



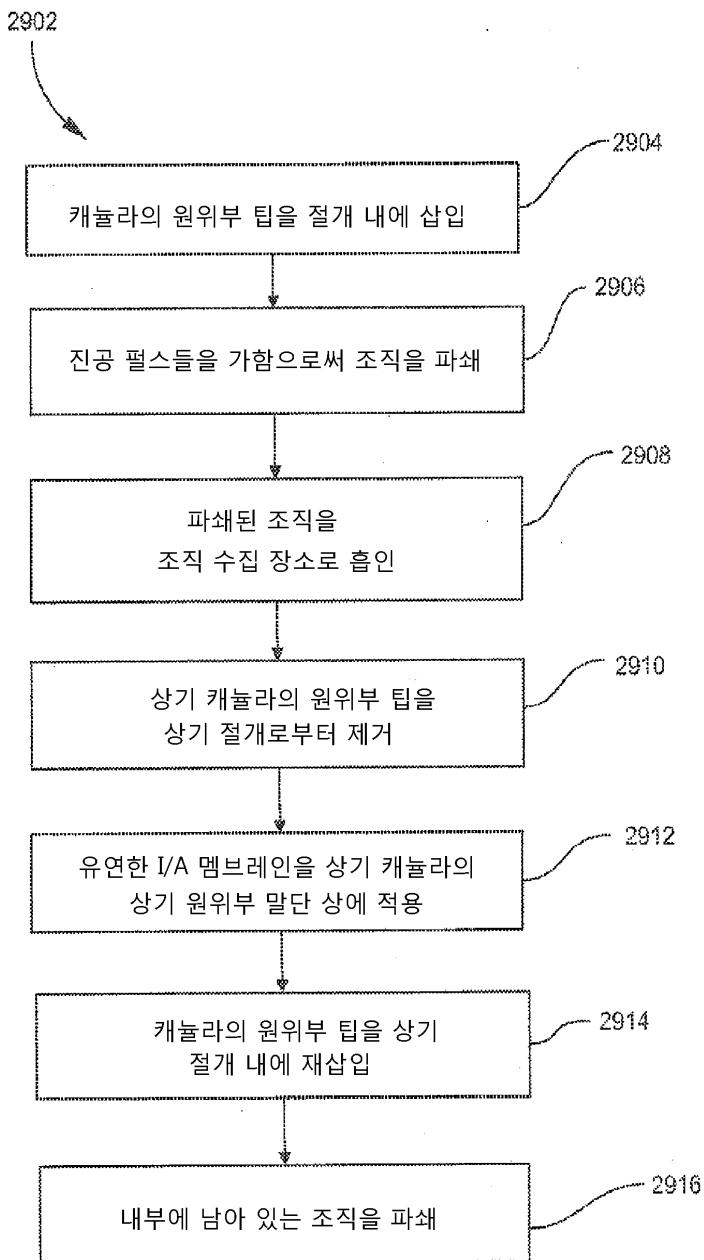
도면27



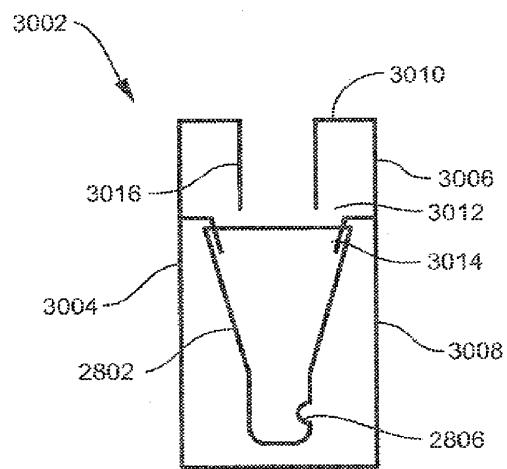
도면28



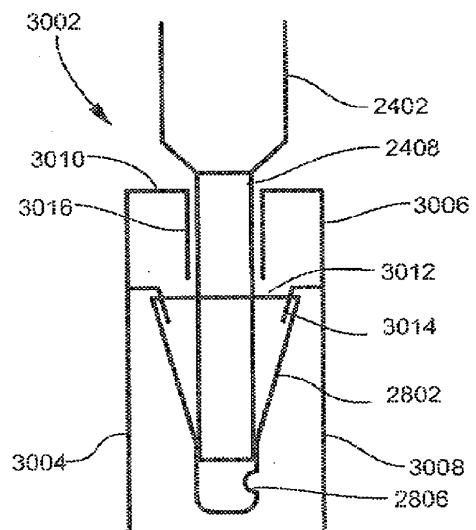
## 도면29



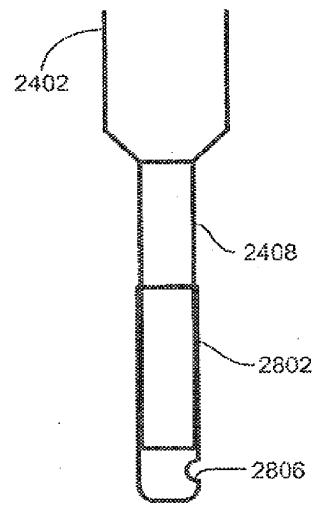
도면30a



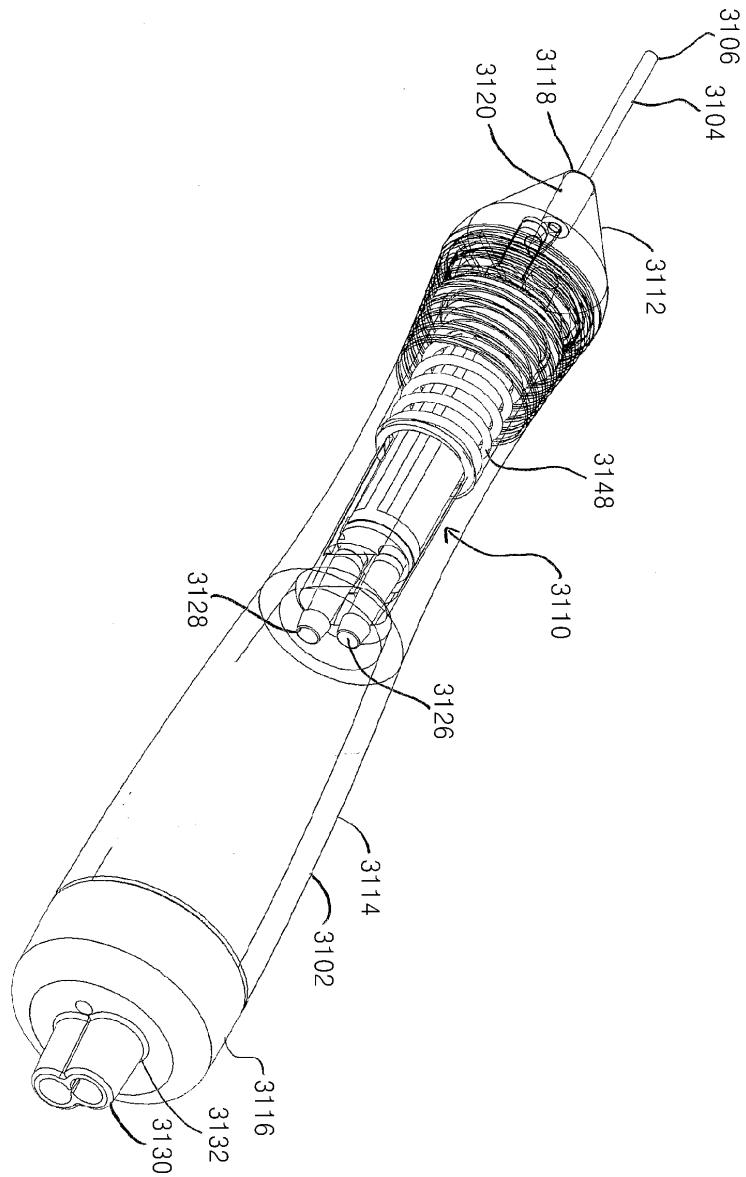
도면30b



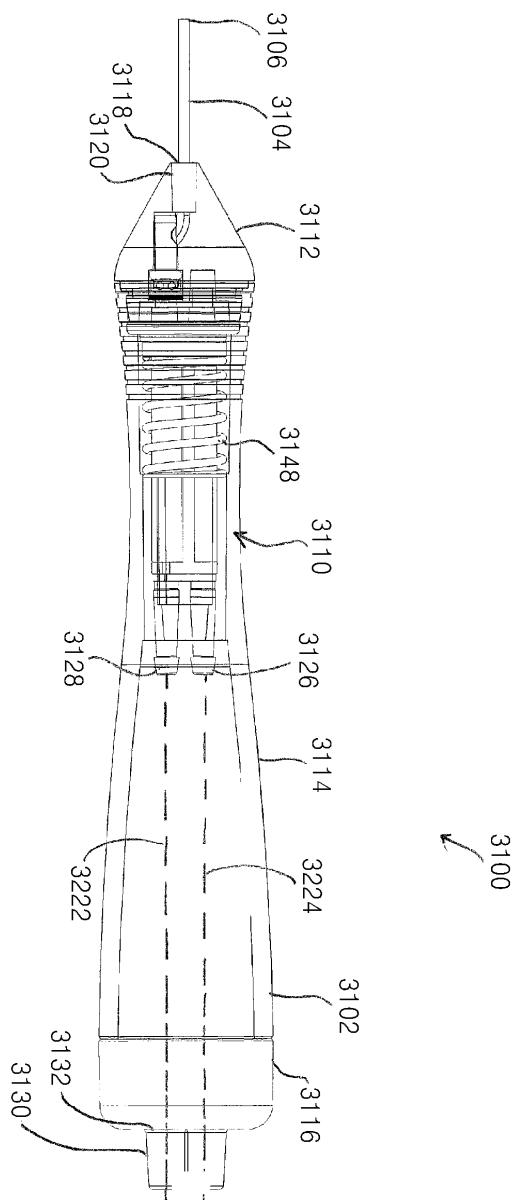
도면30c



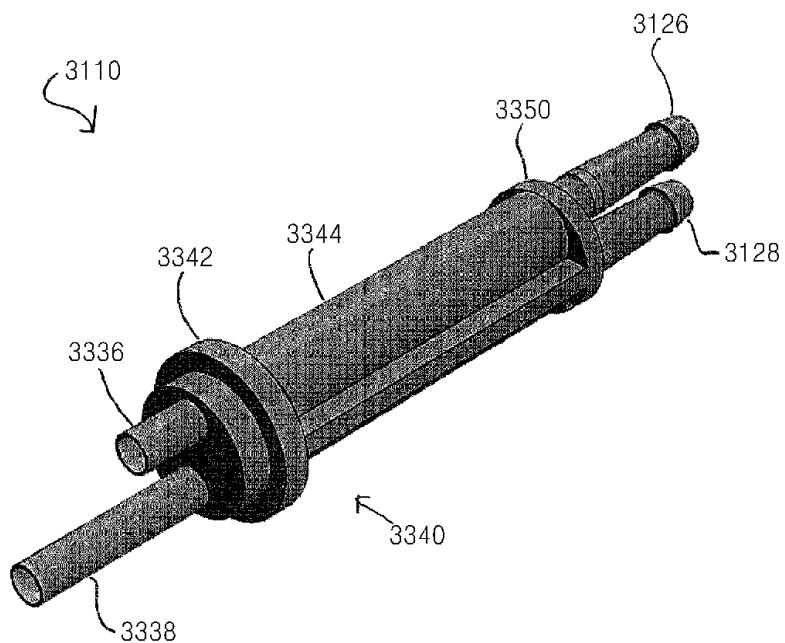
도면31



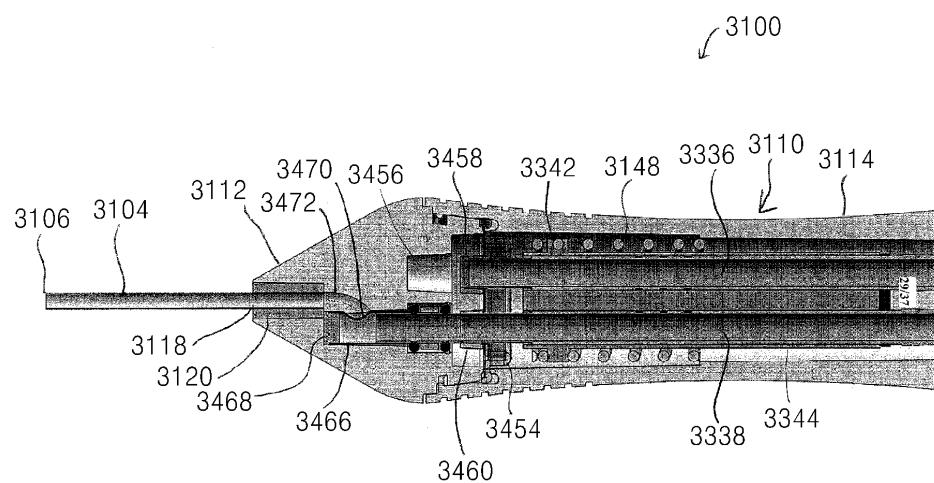
도면32



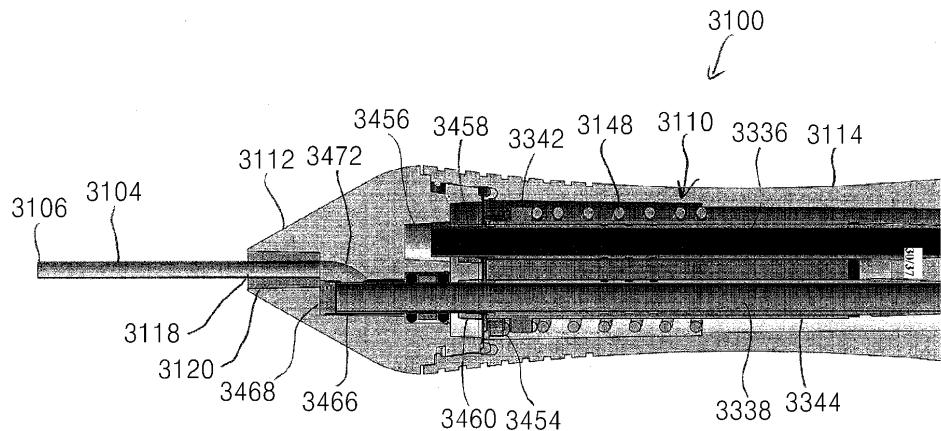
도면33



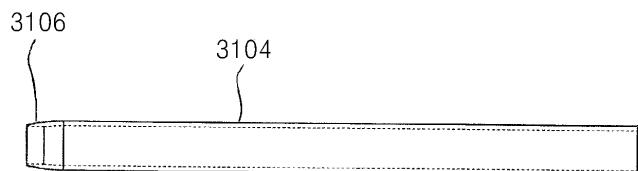
도면34



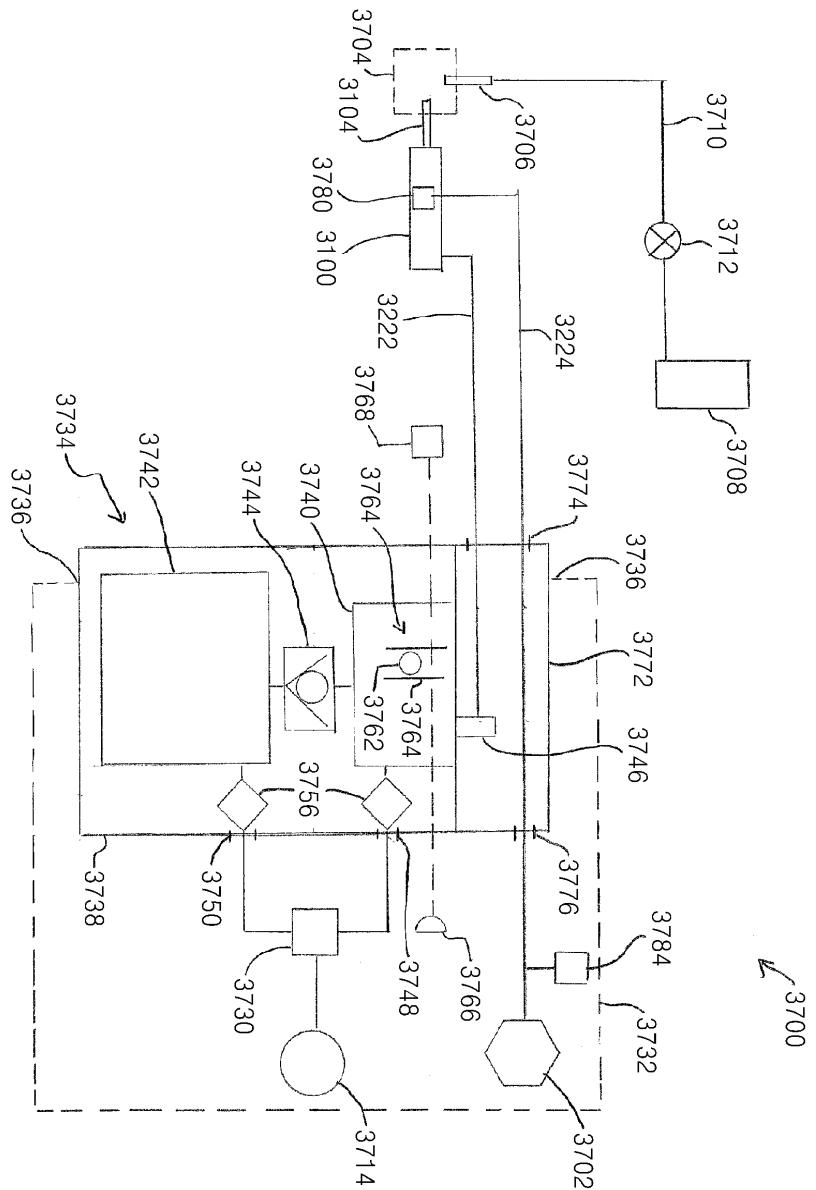
도면35



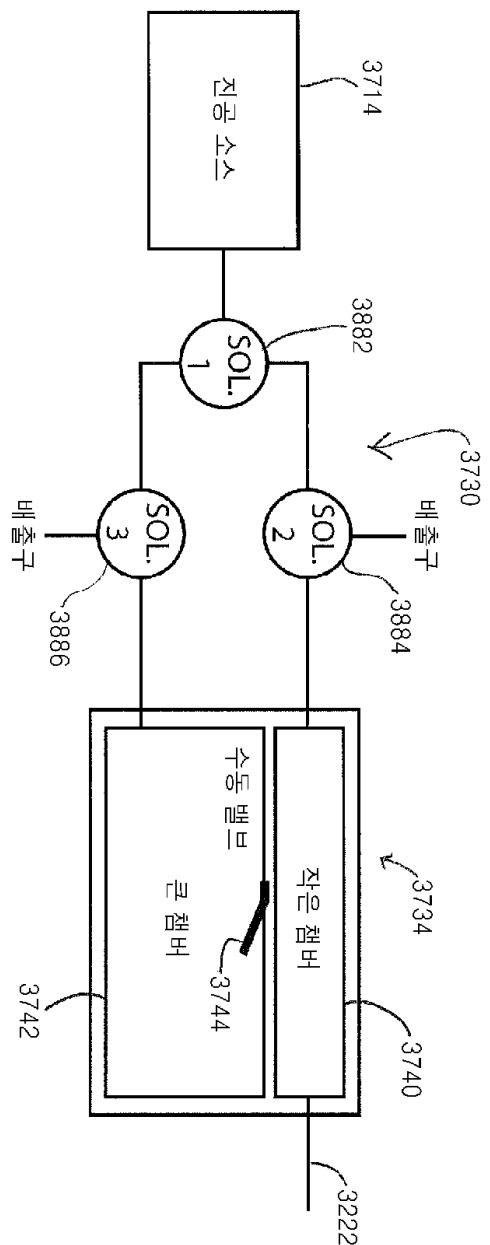
도면36



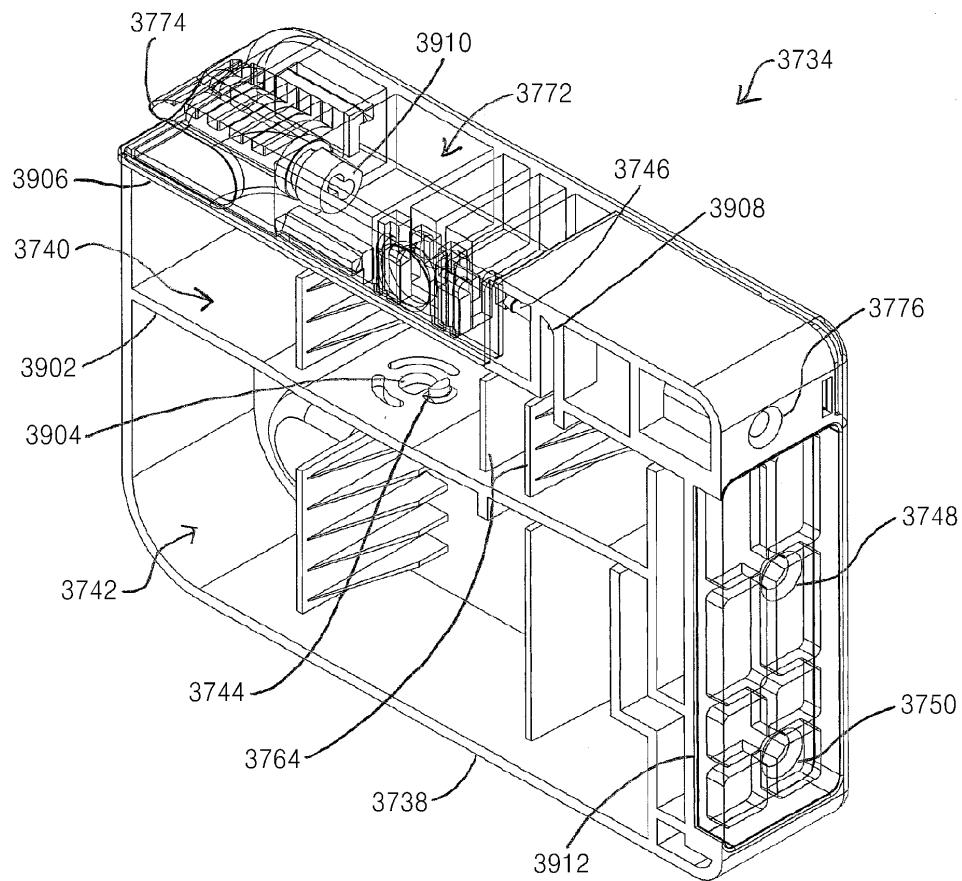
도면37



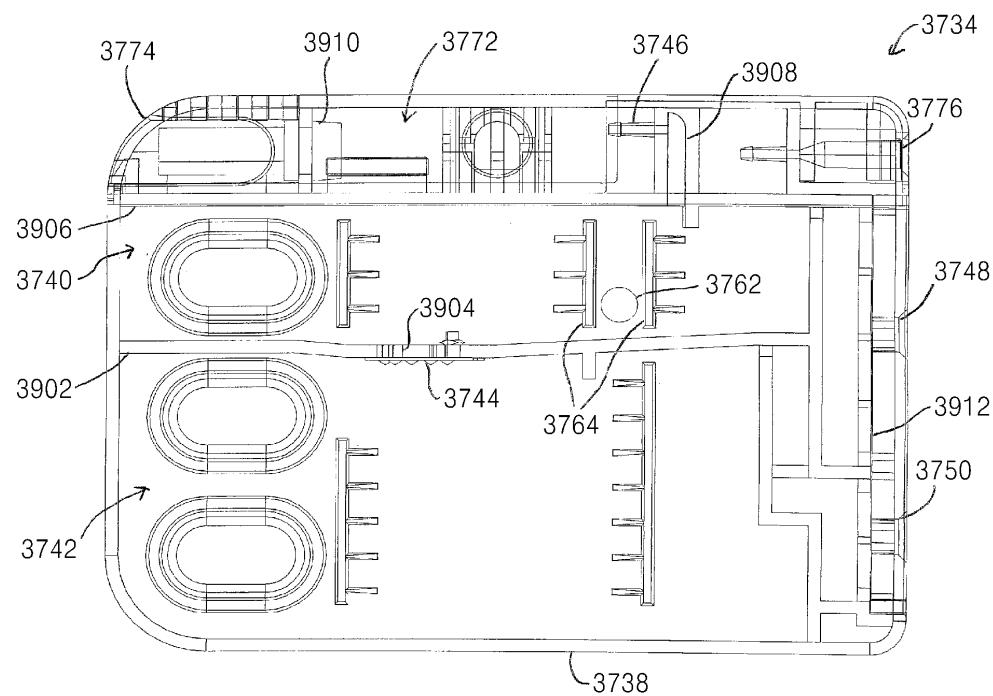
도면38



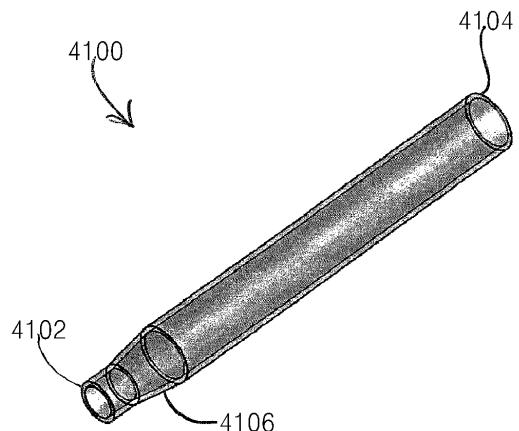
도면39



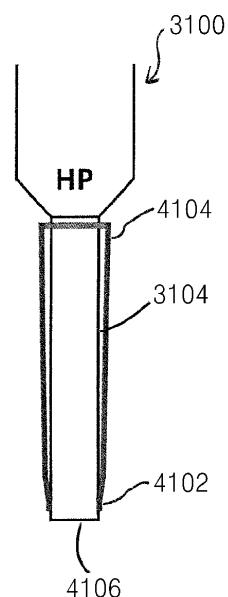
도면40



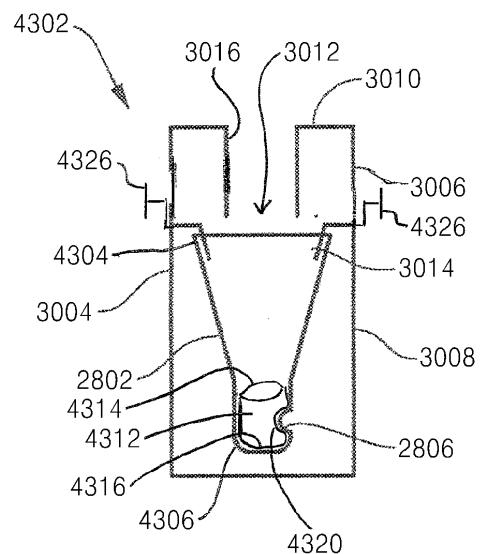
도면41



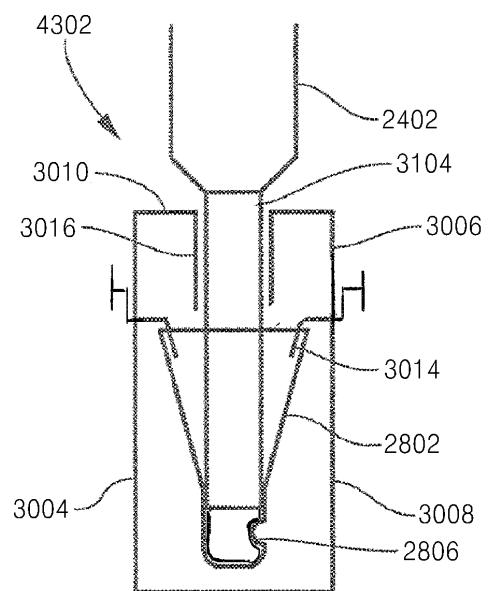
도면42



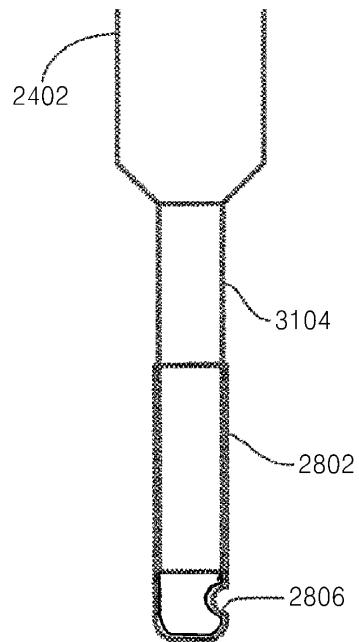
도면43a



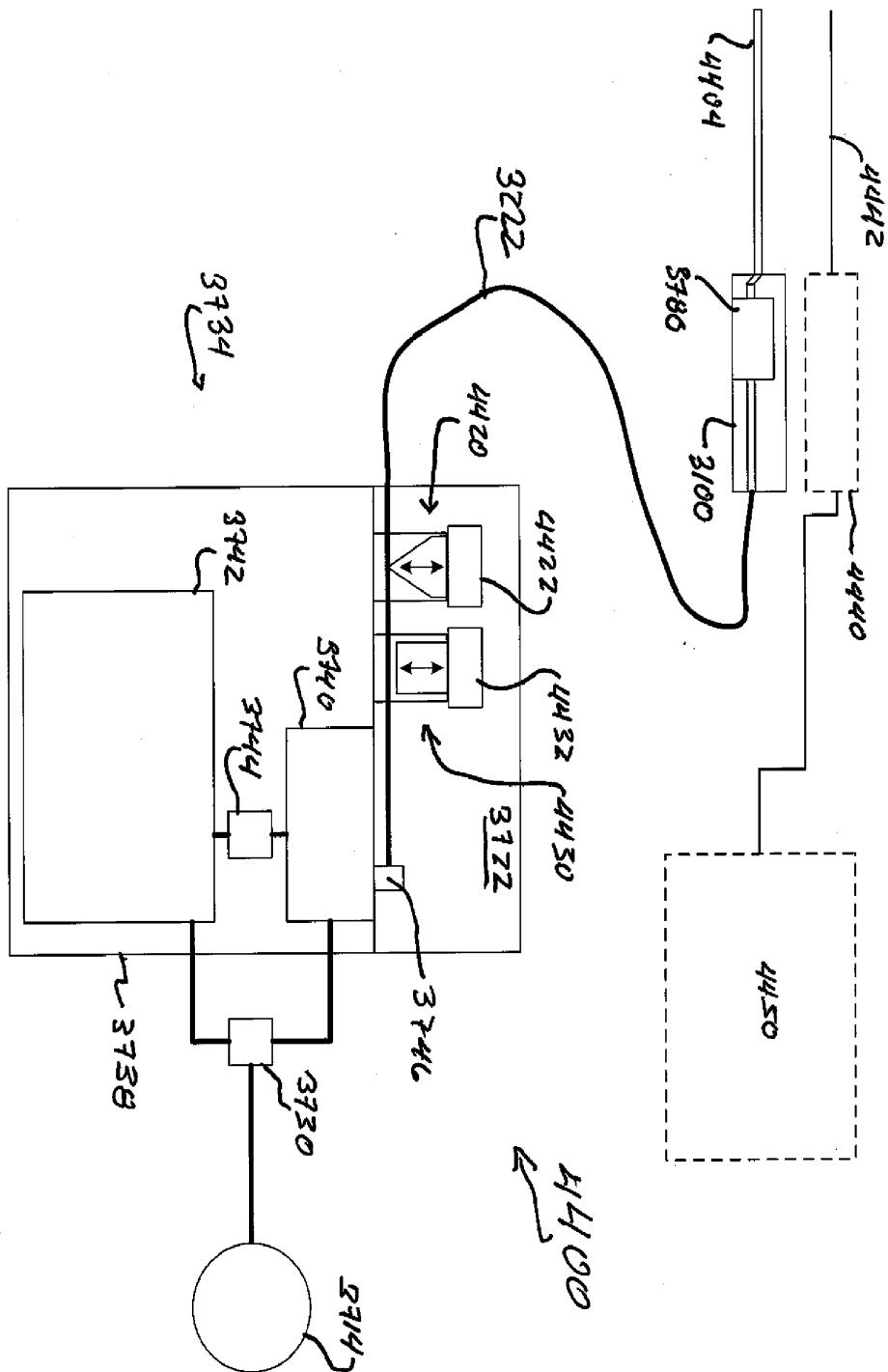
도면43b



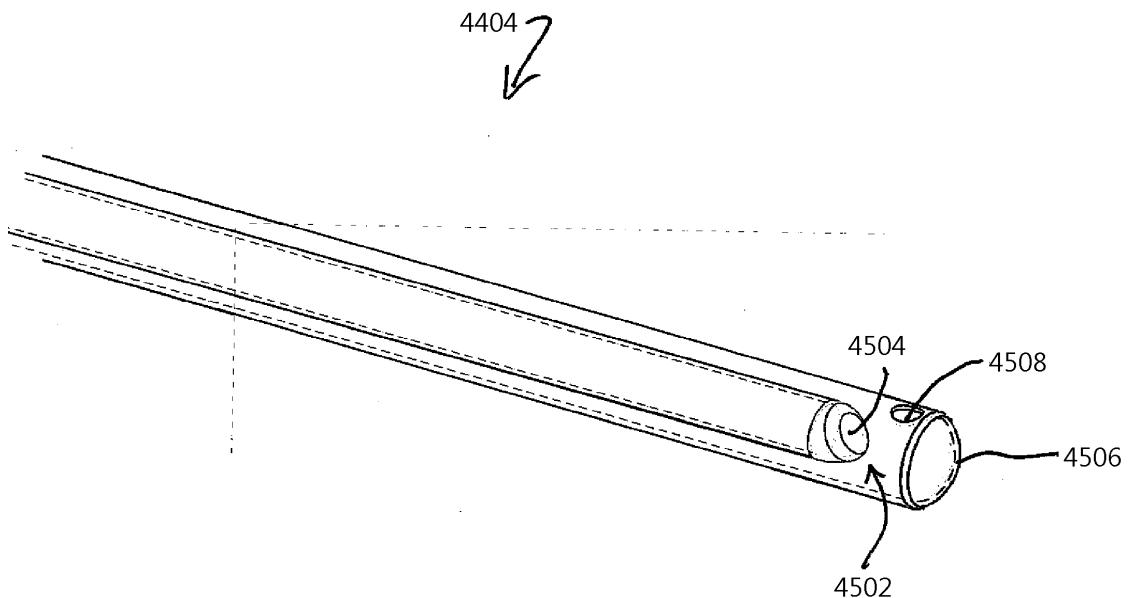
도면43c



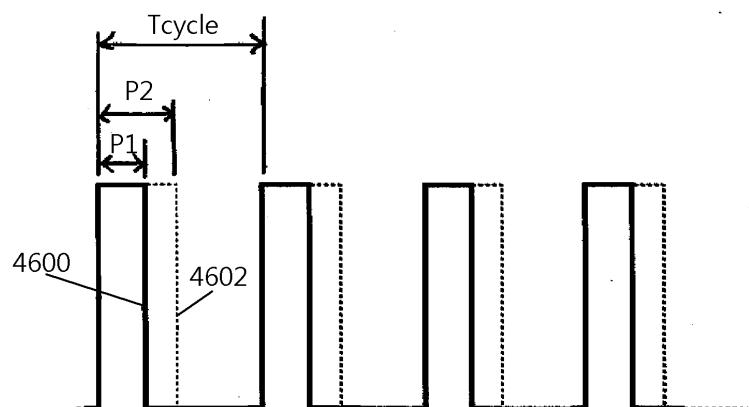
### 도면44



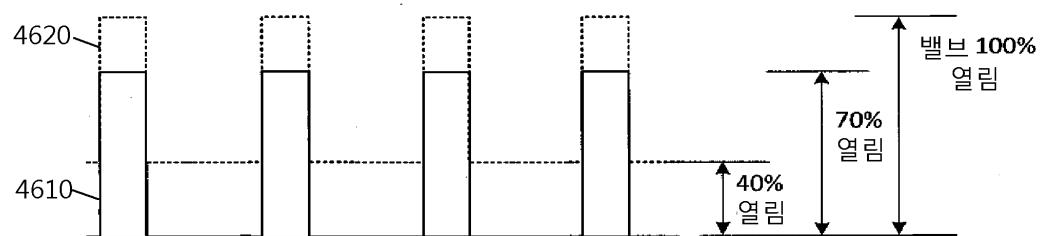
도면45



도면46a



도면46b



专利名称(译)	标题 : 组织去除装置 , 系统和方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020150076148A</a>	公开(公告)日	2015-07-06
申请号	KR1020157006512	申请日	2013-04-26
[标]申请(专利权)人(译)	MED LOGICS		
申请(专利权)人(译)	每侧有逻辑电路.		
当前申请(专利权)人(译)	每侧有逻辑电路.		
[标]发明人	ROSS RODNEY L 로스로드니엘 DENNEWILL JAMES 덴네윌제임스 HUGHES GREGG 휴즈그레그 NAZARIFAR NADER 나자리파나더		
发明人	로스로드니엘. 덴네윌제임스 휴즈그레그 나자리파나더		
IPC分类号	A61B17/22 A61B17/00 A61B17/32 A61B17/34 A61B18/08 A61M1/00		
优先权	PCT/US2012/053641 2012-09-04 WO		
其他公开文献	KR102089642B1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

组织去除装置包括刚性抽吸套管，以流体密封方式与抽吸套管连通的阀，以及配置用于在打开位置和关闭位置之间移动阀的气动驱动致动器，其中在打开位置处阀门限定了通过抽吸套管和阀门的抽吸路径，并且在关闭位置，阀门防止真空在远端尖端处施加。

