



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0003769
(43) 공개일자 2016년01월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61F 9/007 (2006.01) A61B 17/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61F 9/00745 (2013.01)
A61B 2017/00154 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7033544
(22) 출원일자(국제) 2014년04월18일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2015년11월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/034606
(87) 국제공개번호 WO 2014/176121
국제공개일자 2014년10월30일
(30) 우선권주장
PCT/US2013/037478 2013년04월26일 미국(US)

(71) 출원인
매드-로직스 아이엔씨.
미국 텍사스 75751 애션즈 엔터프라이즈 로드
1627
(72) 발명자
로스 로드니 엘.
미국 텍사스 75751 애션즈 엔터프라이즈 스트리트
1627
덴네월 제임스
미국 캘리포니아 92653 라구나 힐스 모슨 드라이브
25042
(74) 대리인
리앤목특허법인

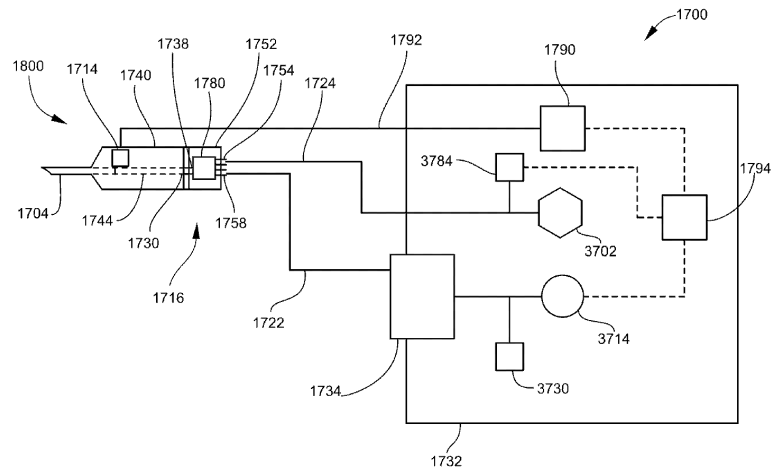
전체 청구항 수 : 총 31 항

(54) 발명의 명칭 조직 제거 장치, 시스템 및 방법

(57) 요약

조직 제거 장치는 중공 바늘, 상기 바늘을 기계적으로 진동시키기 위한 초음파 트랜스듀서, 상기 바늘과 소통되는 흡인선, 및 상기 바늘 안에 진공 펄스들을 발생시키기 위한 진공 펄스화 장치를 포함한다. 상기 장치는 수정 체유화, 진공 펄스화, 또는 둘 모두에 의하여 조직을 파쇄하기 위하여 활용될 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류
A61B 2017/005 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

하우징;

상기 하우징으로부터 연장된 중공 바늘(hollow needle)로서, 상기 하우징 외측의 개방된 원위 팁(open distal tip)을 포함하는 중공 바늘;

상기 하우징 안에 위치되며 상기 바늘을 기계적으로 진동시키도록 구성되는 초음파 트랜스듀서(ultrasonic transducer);

상기 바늘과 소통되고 상기 하우징의 외측의 진공원(vacuum source)과 소통되도록 구성되는 흡인선(aspiration line)으로서, 상기 바늘과 상기 흡인선은 상기 원위 팁으로부터 상기 하우징을 통하여, 그리고 상기 하우징으로부터 나와 상기 진공원으로 가는 흡인 경로를 한정하는, 흡인선; 및

상기 하우징의 외측에 위치되며 상기 원위 팁에서 진공 펄스들을 발생시키도록 구성되는 진공 펄스화 장치(vacuum pulsing device)로서, 상기 진공 펄스화 장치는 액추에이터 및 가동 부재(movable member)를 포함하고, 상기 액추에이터는 상기 흡인 경로를 막는 폐쇄 위치와 개방 위치 사이에서 교번적으로 상기 가동 부재를 움직이도록 구성되는, 진공 펄스화 장치;를 포함하는, 조직 제거 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 하우징은 제1 결합 부재를 포함하며, 상기 진공 펄스화 장치는 제2 결합 부재를 포함하고, 상기 제2 결합 부재는 상기 흡인 경로가 상기 제1 결합 부재 및 상기 제2 결합 부재를 통해 상기 진공 펄스화 장치 안으로 지나가도록 상기 제1 결합 부재에 결합되게끔 구성되는, 조직 제거 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 액추에이터는 공압 구동식, 기계 구동식, 전기 구동식, 전기기계 구동식, 자기 구동식, 또는 전자기 구동식인, 조직 제거 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 가동 부재는 상기 폐쇄 위치에서 상기 흡인선을 조이도록(pinching) 구성되는, 조직 제거 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 진공 펄스화 장치는 상기 흡인 경로가 통과하는 밸브 포트를 포함하며, 상기 개방 위치에서 상기 밸브 포트는 상기 원위 팁에 진공이 적용되도록 개방되고, 상기 폐쇄 위치에서 상기 밸브 포트는 상기 원위 팁에 진공이 적용되는 것이 방지되도록 폐쇄되는, 조직 제거 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 가동 부재는 내측 캐놀라(inner cannula)를 포함하며, 상기 진공 펄스화 장치는 상기 내측 캐놀라의 적어도 일부분을 중심으로 동일축으로 배치된 외측 캐놀라(outer cannula)를 포함하며, 상기 밸브 포트는 상기 외측 캐놀라 안에 형성되고, 상기 개방 위치에서 상기 흡인 경로는 상기 밸브 포트로부터 상기 내측 캐놀라 안으로 지나가고, 상기 폐쇄 위치에서 상기 내측 캐놀라는 상기 밸브 포트를 차단(block)하는, 조직 제거 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 진공 펄스화 장치는 상기 하우징 안의 상기 흡인선과 소통되는 흡인 유입구, 상기 흡인 유입구와 소통되고 상기 밸브 포트에서 유체 밀봉 방식(fluid-sealed manner)으로 상기 외측 캐놀라에 접하는 전이부(transition)를 포함하며, 상기 흡인 유입구는 제1 축을 따라 상기 전이부로 연장되고, 상기 내측 캐놀라

는 상기 제1 축으로부터 오프셋(offset)된 제2 축을 따라 연장되는, 조직 제거 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 밸브 포트는 상기 제2 축에 대해 90도 각도로 지향하며, 상기 전이부는 상기 제1 축에 대해 90도보다 작은 각도로 접히는(turn), 조직 제거 장치.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 외측 캐놀라는 원위 외측 캐놀라 단부 및, 유체 밀봉 방식으로 상기 원위 외측 캐놀라 단부를 폐쇄(close)하는 복원성 밀봉(resilient seal)을 포함하고, 상기 폐쇄 위치에서 상기 내측 캐놀라는 유체 밀봉 방식으로 상기 복원성 밀봉에 접촉하는, 조직 제거 장치.

청구항 10

제5항에 있어서, 상기 밸브 포트의 내측 직경은 상기 원위 팁의 내측 직경보다 큰, 조직 제거 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 조직 제거 장치는 상기 개방 위치를 향하는 방향으로의 상기 액추에이터의 움직임에 맞선 편향력을 가하도록 위치된 스프링을 포함하고, 상기 밸브는 상기 폐쇄 위치를 향하여 편향되는, 조직 제거 장치.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 진공 펄스화 장치는 가압 기체원(pressurized gas source)과 소통되도록 구성된 기체 도관, 격막(diaphragm), 및 체임버 벽을 포함하고, 상기 격막과 상기 체임버 벽은 상기 기체 도관과 소통되는 기체 체임버를 협동하여 한정하고, 상기 격막은 상기 기체 도관으로부터 상기 기체 체임버 안으로 유동하는 기체에 의하여 팽창 가능하고, 상기 가동 부재는 상기 격막의 교번(alternating)하는 팽창 및 수축에 의하여 상기 개방 위치와 상기 폐쇄 위치 사이에서 움직일 수 있는, 조직 제거 장치.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 액추에이터는 상기 가동 부재와 소통되는 피스톤을 포함하는, 조직 제거 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 조직 제거 장치는, 상기 하우징 안에 배치되며 상기 피스톤과 소통되는 기체 도관을 포함하고, 상기 기체 도관은 가압 기체원과 소통되도록 구성되며, 상기 밸브 및 상기 기체 도관은 상기 피스톤과 함께 움직일 수 있는, 조직 제거 장치.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 액추에이터는 제어 가능한 펄스 파라미터에 따라 상기 흡인 캐놀라 안에 진공 펄스들을 유도하기 위하여 상기 가동 부재가 상기 개방 위치와 상기 폐쇄 위치 사이에서 움직일 수 있도록 밸브 제어 장치와 소통되게 구성되는, 조직 제거 장치.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 초음파 트랜스듀서 및 상기 진공 펄스화 장치는 제어 콘솔(control console)과 소통되도록 구성되며, 상기 제어 콘솔은 상기 조직 제거 장치를 복수개의 작동 모드들로 전환(switch)하도록 구성되고, 상기 복수개의 작동 모드들은, 상기 진공 펄스화 장치가 비활성이면서 상기 초음파 트랜스듀서가 활성인 수정체유화-전용 모드(phacoemulsification-only mode), 상기 진공 펄스화 장치가 활성이면서 상기 초음파 트랜스듀서가 비활성인 진공 펄스화-전용 모드(vacuum pulsing-only mode), 및 상기 초음파 트랜스듀서와 상기 진공 펄스화 장치가 순차적으로 활성이거나 동시에 활성인 수정체유화-진공 펄스화 모드(phacoemulsification-vacuum pulsing mode)를 포함하는, 조직 제거 장치.

청구항 17

조직 제거 시스템으로서:

제1항의 상기 조직 제거 장치;

조직 수집 용기(tissue collection receptacle); 및

상기 진공 펄스화 장치로부터 상기 조직 수집 용기로 이어지는 외부 흡인선;을 포함하며,

상기 흡인 경로는 상기 바늘로부터 상기 하우징을 통하여 상기 진공 펄스화 장치를 통하여 상기 외부 흡인선을 통하여 상기 조직 수집 용기 안으로 이어지는, 조직 제거 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 조직 제거 시스템은 제어 콘솔을 포함하며, 상기 제어 콘솔은 상기 초음파 트랜스듀서 및 상기 진공 펄스화 장치를 제어하도록 구성된 컨트롤러를 포함하는, 조직 제거 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 컨트롤러는 상기 시스템을 복수개의 작동 모드들로 전환(switch)하도록 구성되고, 상기 복수개의 작동 모드들은 상기 진공 펄스화 장치가 비활성인면서 상기 초음파 트랜스듀서가 활성인 수정체유화-전용 모드(phacoemulsification-only mode), 상기 진공 펄스화 장치가 활성인면서 상기 초음파 트랜스듀서가 비활성인 진공 펄스화-전용 모드(vacuum pulsing-only mode), 및 상기 초음파 트랜스듀서와 상기 진공 펄스화 장치가 순차적으로 활성이거나 동시에 활성인 수정체유화-진공 펄스화 모드(phacoemulsification-vacuum pulsing mode)를 포함하는, 조직 제거 시스템.

청구항 20

제18항에 있어서, 상기 제어 콘솔은, 상기 초음파 트랜스듀서와 소통되는 동력원(power source); 상기 진공 펄스화 장치의 상기 액추에이터와 소통되는 밸브 제어 장치; 상기 진공 펄스화 장치의 상기 액추에이터와 소통되는 가압 기체원; 상기 진공 펄스화 장치와 소통되는 진공원; 상기 조직 수집 용기를 수용하기 위한 용기; 및 전술한 것들 중의 2개 이상의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 구성요소를 포함하는, 조직 제거 시스템.

청구항 21

제17항에 있어서, 상기 조직 수집 용기는 카세트(cassette)를 포함하고, 상기 카세트는 상기 외부 흡인선과 소통되는 카세트 내부(cassette interior), 및 상기 카세트 내부와 소통되며 상기 진공원과 소통되도록 구성된 진공 유출구를 포함하며, 상기 카세트는, 상기 카세트가 콘솔 안으로 제거 가능하게 삽입된 설치 위치에서 작동하도록 구성되고, 상기 설치 위치에서 상기 진공 유출구는 상기 진공원과 소통되는, 조직 제거 시스템.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 카세트는 상기 외부 흡인선과 소통되는 제1 수집 체임버, 제1 수집 체임버보다 큰 체적을 갖는 제2 수집 체임버, 상기 제2 수집 체임버로부터 상기 제1 수집 체임버를 분리하고 상기 제1 수집 체임버로부터 상기 제2 수집 체임버로 이어지는 보어(bore)를 포함하는 내부 구조물을 포함하며,

상기 카세트는 상기 보어를 교번적으로 개방 및 폐쇄하는 카세트 밸브를 포함하고, 상기 카세트 밸브는 상기 제1 수집 체임버 안의 압력이 상기 제2 수집 체임버 안의 압력보다 낮은 때에 폐쇄되도록 구성되고,

상기 진공 유출구는 상기 제1 수집 체임버와 소통되는 제1 진공 포트, 및 상기 제2 수집 체임버와 소통되는 제2 진공 포트를 포함하는, 조직 제거 시스템.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 콘솔은 상기 카세트를 개방하기에 충분한 진공을 상기 제2 수집 체임버에 가함으로써, 또는 상기 카세트에 진공을 가함을 멈춤으로써 상기 카세트에 가해지는 진공을 조절하도록 구성되는, 조직 제거 시스템.

청구항 24

제22항에 있어서, 상기 조직 제거 시스템은 상기 진공원과 소통되는 진공 레귤레이터(vacuum regulator)를 포함하고 상기 진공 레귤레이터는 상기 제1 진공 포트 및 상기 제2 진공 포트에 각각 가해지는 진공 레벨들을 제어하도록 구성되는, 조직 제거 시스템.

청구항 25

제17항에 있어서, 상기 조직 제거 시스템은 콘솔을 포함하며, 상기 진공원은 상기 콘솔 안에 위치하고, 상기 콘솔은,

상기 카세트를 상기 설치 위치에 제거 가능하게 받아들이기 위한 용기(receptacle);

상기 설치 위치에서 상기 진공 유출구에 탈착 가능하도록 결합되도록 구성된 진공 커플링(vacuum coupling); 및 밸브 제어 장치;를 포함하며,

상기 밸브 제어 장치는, 상기 조직 제거 장치의 상기 밸브의 움직임을 상기 개방 위치와 상기 폐쇄 위치 사이에서 제어함으로써 진공 펄스들을 제어 가능한 펄스율로 상기 흡인 캐논과 안에 유도하도록, 상기 설치 위치에서 상기 액추에이터와 통신하게끔 구성되는, 조직 제거 시스템.

청구항 26

제25항에 있어서, 상기 조직 제거 시스템은 상기 액추에이터와 소통되는 기체 도관을 포함하며,

상기 카세트는 상기 외부 흡인선 및 상기 진공 유출구와 소통되는 수집 체임버, 및 상기 카세트 외측으로부터 상기 카세트 안으로 이어지는 기체 포트를 포함하고;

상기 콘솔은 상기 밸브 제어 장치와 통신하는 가압 기체원, 및 상기 설치 위치에서 상기 기체 포트와 탈착 가능하게 결합되도록 구성된 기체 커플링을 포함하며;

상기 기체 도관은 상기 조직 제거 장치의 상기 하우징을 통해, 상기 카세트 유입구를 통해, 상기 기체 포트와 소통되도록 지나가고, 상기 설치 위치에서 상기 기체 도관이 상기 밸브 제어 장치와 소통되는, 조직 제거 시스템.

청구항 27

제17항에 있어서, 상기 조직 제거 시스템은 일련의 진공 펄스들로서의 펄스화 진공(pulsed vacuum)을 제공하도록 구성된 컨트롤러를 포함하며, 상기 일련의 진공 펄스들은 펄스 주기(pulse period)를 형성하는 진공 온 주기(vacuum on period) 및 이에 뒤이은 진공 오프 주기(vacuum off period)를 가지며, 상기 진공 펄스들은 상기 펄스 주기에 의해 결정되는 주파수로 발생되는, 조직 제거 시스템.

청구항 28

제17항에 있어서, 상기 조직 제거 시스템은 일련의 진공 펄스들로서의 펄스화 진공을 제공하도록 구성된 컨트롤러를 포함하며, 상기 일련의 진공 펄스들은 펄스 주기를 형성하는 진공 온 주기 및 이에 뒤이은 진공 오프 주기를 가지며, 상기 진공 펄스들은 주어진 펄스 주기에 대하여 상기 진공 온 주기를 조절함으로써 결정되는 듀티 사이클(duty cycle)로써 발생되는, 조직 제거 시스템.

청구항 29

제17항에 있어서, 상기 조직 제거 시스템은, 상기 밸브 포트가 개방된 정도를 제어하며 최대 진공 레벨 및 최소 진공 레벨에 의해 한정되는 일련의 진공 펄스들로서의 펄스화 진공을 제공하도록 구성된 컨트롤러를 포함하고, 상기 최대 진공 레벨 및 상기 최소 진공 레벨은 상기 밸브 포트가 개방된 정도에 대응되고, 상기 최대 진공 레벨은 100%까지 개방된 상기 밸브 포트에 대응되고, 상기 최소 진공 레벨은 0%와 같거나 그보다 크게 개방된 상기 밸브 포트에 대응되는, 조직 제거 시스템.

청구항 30

제17항에 있어서, 상기 흡인 경로 내의 유량을 결정하도록 사용자 입력을 수신하고, 상기 진공원에 의해 제공되는 기초 진공(base vacuum)을 제어함으로써 상기 사용자 입력에 기초하여 상기 유량을 제어하도록 구성된 제어 콘솔을 포함하는, 조직 제거 장치.

청구항 31

수술 부위로부터 조직을 제거하기 위한 방법으로서, 상기 방법은,

조직 제거 장치의 초음파 트랜스듀서가 상기 조직 제거 장치의 중공 바늘에 결합되고 상기 중공 바늘은 진공 펄스화 장치와 유체 소통되는 상기 중공 바늘의 원위 팁을 상기 수술 부위 안으로 삽입함;

상기 진공 펄스화 장치가 비활성이면서 상기 초음파 트랜스듀서가 상기 바늘을 진동시키는 수정체유화-전용 모드, 상기 초음파 트랜스듀서가 비활성이면서 상기 진공 펄스화 장치가 상기 원위 팁을 통해 상기 수술 부위 내의 조직에 진공 펄스들을 가하는 진공 펄스화-전용 모드, 및 상기 초음파 트랜스듀서가 상기 바늘을 진동시키고 상기 바늘을 진동시킴과 함께 상기 진공 펄스화 장치가 순차적으로 활성이거나 상기 바늘을 진동시킴과 동시에 상기 진공 펄스화 장치가 활성이어서 상기 원위 팁을 통해 상기 조직에 진공 펄스들을 가하는 수정체유화-진공 펄스화 모드로 이루어지는 군으로부터 선택된 모드에 따라 상기 조직 제거 장치를 작동시킴으로써 상기 조직을 파쇄함; 및

상기 파쇄된 조직을 상기 바늘을 통하여 상기 진공 펄스화 장치를 통하여 조직 수집 장소(tissue collection site)로 흡인함;을 포함하는, 조직 제거 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 "TISSUE REMOVAL DEVICES, SYSTEMS AND METHODS"라는 제목으로 2013년 4월 26일자 출원된 국제특허출원 PCT/US2013/037478호의 부분계속(continuation-in-part)출원이며 이에 대한 우선권을 주장하고; 상기 국제특허출원 PCT/US2013/037478호는 "TISSUE REMOVAL DEVICES, SYSTEMS AND METHODS"라는 제목으로 2012년 9월 4일자 출원된 국제특허출원 PCT/US2012/053641호의 부분계속출원이며 이에 대한 우선권을 주장하고; 상기 국제특허출원 PCT/US2012/053641호는 "TISSUE REMOVAL DEVICES, SYSTEMS AND METHODS"라는 제목으로 2011년 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 특허출원 제61/143,010호에 대한 우선권을 주장하는바; 그 각각의 내용들은 그것들 전체로서 본 명세서에 참조 병합된다.

[0003] 발명의 기술분야

[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 데에 진공 펄스(pulse)들 및/또는 초음파 진동을 선택적으로 사용하는 것과도 관련된다.

배경 기술

[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 기구(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 바늘을 진동시키기 위해 기계적 초음파 에너지를 사용한다. 상기 바늘은 전형적으로는 티타늄, 티타늄 합금 또는 외과용 등급 강철(surgical-grade steel)으로 구성된다. 상기 처치 중에 조각난 백내장 물질을 눈으로부터 제거하도록 흡인이 가해진다. 또한 상기 처치 중에 안구내액 압력을 유지하고 진동하는 바늘에 의해 발생하는 많은 양의 열을 중화시키는 것을 돕도록 눈에 세척액(irrigation fluid){예컨대 염류 용액(saline solution)}이 가해진다. 별개의 관류-흡인 기구(irrigation-aspiration instrument)이 활용될 수 있는바, 흡인을 위하여 중심 보어(central bore)에 진공이 가해지고, 상기 중심 보어와 상기 중심 보어를 둘러싼 동축 슬리브(coaxial sleeve) 사이에 형성된 환형 통로(annular passage)를 통하여 세척액이 공급된다. 대안으로서, 파코 바늘은 흡인 기능을 제공하도록 중공일 수 있으며, 세척을 위하여 별개의 기구가 활용된다. 다른 일 대안으로서, 상기 파코 기구는 세척액을 위한 하나 이상의 측부 유출구들 또는 상기 중공의 바늘을 둘러싼 동축 슬리브를 포함할 수

있으므로 조직 조각내기(tissue fragmentation)에 덧붙여 흡인 및 세척 둘 모두를 수행한다. 유화된 수정체 물질이 제거된 후에 그것은 본 발명 기술분야의 통상의 기술자에게 이해되는 바와 같은 인공 안구내 렌즈(artificial intraocular lens; artificial IOL)에 의해 대체된다.

[0006] 파코 기술은 몇몇 단점을 가진다. 활용되는 높은 초음파 에너지는 절개 부위에 있는 안구 조직에 대한 열손상으로 귀결될 수 있다. 게다가, 상기 파코 바늘을 통하여 전달되는 기계적 초음파 에너지는 팁(tip)의 기계적 움직임에 따라 상기 백내장 물질을 조각내도록 의도되는 캐비테이션 필드(cavitation field)를 생성한다. 그 캐비테이션은 그 캐비테이션에 노출되는 홍채 또는 임의의 안구 조직 또는 구조를 손상시킬 수 있다. 따라서 눈 내측에 초음파 에너지를 활성화하는 때에 외과의는 매우 조심스러워야만 한다. 초음파 파동들의 넓은(broad) 전파 및 캐비테이션은 상기 파코 기술의 불가피한 결과이며; 이 둘 모두 잠재적으로 해롭고, 현재로서는 종래의 수정체유화에 있어서의 제한사항들이다.

[0007] 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(硬性, hard)일수록, 상기 백내장을 유화시키는 데 필요한 더 높은 레벨의 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.

[0008] 전술한 제한사항들이 있지만, 수정체유화는 백내장 물질, 특히 상대적으로 높은 경성(4+ 이상)을 가지는 백내장 물질을 파쇄하기 위한 효과적인 기술로 남아있다. 그러나 수정체유화 이외의 양식들(modalities)에 기초한 조직 조각 및 조직 제거에 효과적인 기술들을 제공할 필요가 있다. 수정체유화에 대한 대안으로서의 그러한 기술들 또는 수정체유화와 조합하여 실시하기 위한 그러한 기술들을 제공할 필요가 있다.

발명의 내용

[0009] 전술한 문제점들을 전체적으로 또는 부분적으로 다루기 위하여, 그리고/또는 본 발명 기술분야의 통상의 기술자에 의해 관찰되었을 수 있는 다른 문제점들을 다루기 위하여, 본 개시서는 아래에서 제시되는 실시들의 예로써 설명되는 바와 같은, 방법들, 처리들, 기구, 도구들 및/또는 장치들을 제공한다.

[0010] 일 실시예에 따르면, 조직 제거 장치는: 하우징; 상기 하우징으로부터 연장된 중공 바늘(hollow needle)로서, 상기 하우징 외측의 개방된 원위 팁(open distal tip)을 포함하는 중공 바늘; 상기 하우징 안에 위치되며 상기 바늘을 기계적으로 진동시키도록 구성되는 초음파 트랜스듀서(ultrasonic transducer); 상기 바늘과 소통되고 상기 하우징의 외측의 진공원(vacuum source)과 소통되도록 구성되는 흡인선(aspiration line)으로서, 상기 바늘과 상기 흡인선은 상기 원위 팁으로부터 상기 하우징을 통하여, 그리고 상기 하우징으로부터 나와 상기 진공원으로 가는 흡인 경로를 한정하는, 흡인선; 및 상기 하우징의 외측에 위치되며 상기 원위 팁에서 진공 펄스들을 발생시키도록 구성되는 진공 펄스화 장치(vacuum pulsing device)로서, 상기 진공 펄스화 장치는 액추에이터 및 가동 부재(movable member)를 포함하고, 상기 액추에이터는 상기 흡인 경로를 막는 폐쇄 위치와 개방 위치 사이에서 교번적으로 상기 가동 부재를 움직이도록 구성되는, 진공 펄스화 장치;를 포함한다.

[0011] 다른 일 실시예에 따르면, 조직 제거 시스템은: 상기 조직 제거 장치; 조직 수집 용기(tissue collection receptacle); 및 상기 진공 펄스화 장치로부터 상기 조직 수집 용기로 이어지는 외부 흡인선;을 포함하며, 상기 흡인 경로는 상기 바늘로부터 상기 하우징을 통하여 상기 진공 펄스화 장치를 통하여 상기 외부 흡인선을 통하여 상기 조직 수집 용기 안으로 이어진다.

[0012] 다른 일 실시예에 따르면, 수술 부위로부터 조직을 제거하기 위한 방법은: 조직 제거 장치의 초음파 트랜스듀서가 상기 조직 제거 장치의 중공 바늘에 결합되고 상기 바늘은 진공 펄스화 장치와 유체 소통되는 상기 바늘의 원위 팁을 상기 수술 부위 안으로 삽입함; 상기 진공 펄스화 장치가 비활성이면서 상기 초음파 트랜스듀서가 상기 바늘을 진동시키는 수정체유화-전용 모드, 상기 초음파 트랜스듀서가 비활성이면서 상기 진공 펄스화 장치가 상기 원위 팁을 통해 상기 수술 부위 내의 조직에 진공 펄스들을 가하는 진공 펄스화-전용 모드, 및 상기 초음파 트랜스듀서가 상기 바늘을 진동시키고 상기 바늘을 진동시키고 함께 상기 진공 펄스화 장치가 순차적으로 활성화되거나 동시에 활성화되어서 상기 원위 팁을 통해 상기 조직에 진공 펄스들을 가하는 수정체유화-진공 펄스화 모드로 이루어지는 군으로부터 선택된 모드에 따라 상기 조직 제거 장치를 작동시킴으로써 상기 조직을 파쇄함; 및 상기 파쇄된 조직을 상기 바늘을 통하여 상기 진공 펄스화 장치를 통하여 조직 수집 장소(tissue collection site)로 흡인함;을 포함한다.

[0013]

본 발명의 다른 장치들, 기구들, 시스템들, 방법들, 특징들 및 장점들이 하기의 도면들 및 상세한 설명의 검토를 통해 통상의 기술자에게 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

[0014]

본 발명은 아래의 도면들을 참조하여 더 잘 이해될 수 있다. 도면들의 구성요소들은 반드시 그 축척대로 된 것이 아니며, 그 대신 본 발명의 원리들을 예시하기 위하여 강조가 이루어졌다. 상기 도면들 내에, 같은 참조 번호들은 상이한 도면들에 걸쳐 대응되는 부분(part)들을 지칭한다.

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

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

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

도 4a는 내부 흡인선을 형성하는 조직 제거 장치의 구조의 예시의 단면도인바, 진공 펄스화 장치가 개방 위치에 있다.

도 4b는 도 4a에 도시된 구조의 다른 일 단면도인바, 상기 진공 펄스화 장치가 폐쇄 위치에 있다.

도 5a는 진공 펄스화 장치의 다른 일 예시의 단면도인바, 진공 펄스화 장치의 가동 부재가 수축된 위치에 있다.

도 13은 도 5a에 도시된 진공 펄스화 장치의 단면도인바, 상기 가동 부재는 확장된 위치에 있다.

도 6은 진공 펄스화 장치 내에 제공될 수 있는 가동 부재의 일 예시의 측면도이다.

도 7a는 진공 펄스화 장치의 다른 일 예시의 단면도인바, 그 진공 펄스화 장치의 가동 부재는 수축된 위치에 있다.

도 7b는 도 7a에 도시된 진공 펄스화 장치의 단면도인바, 상기 가동 부재는 확장된 위치에 있다.

도 8은 다른 일 실시예에 따른 조직 제거 장치의 일 예시의 사시도이다.

도 9는 도 8에 도시된 조직 제거 장치의 평면도이다.

도 10은 도 8 및 9에 도시된 조직 제거 장치에 제공될 수 있는 밸브 조립체의 일 예시의 사시도이다.

도 11a는 도 8 및 9에 도시된 조직 제거 장치의 단면도인바, 상기 밸브 조립체는 상기 개방 위치에 있다.

도 11b는 도 8 및 9에 도시된 조직 제거 장치의 단면도인바, 상기 밸브 조립체는 상기 폐쇄 위치에 있다.

도 12는 다른 일 실시예에 따른 조직 제거 시스템의 일 예시의 개략도이다.

도 13은 도 12에 도시된 조직 제거 시스템에 제공될 수 있는 카세트, 진공 레귤레이터 및 진공원의 일 예시의 개략도이다.

도 14는 도 12에 도시된 조직 제거 시스템에 제공될 수 있는 카세트의 일 예시의 부분 내부모형 사시도(partially cut-away perspective view)이다.

도 14b는 도 14a에 도시된 카세트의 부분 내부모형 측면도이다.

도 15는 다른 일 실시예에 따른 조직 제거 시스템의 일 예시의 개략도이다.

도 16a 및 16b는 상기 펄스화 진공을 변화시키는 펄스 파라미터들의 제어를 도시하는 펄스화 진공 신호들이다.

도 17은 다른 일 실시예에 따른 조직 제거 장치 및 연관된 조직 제거 장치의 일 예시의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015]

도 1은 본 명세서에 개시된 실시예에 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 실시례들에서, 상기 조직 제거 장치(104)는 이용자에 의해 휴대하기 편하도록 구조화되고 크기가 맞춰지며, 따라서 핸드 피스, 휴대용 도구, 휴대

용 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 멸균된, 미리 조립된 형태로 외과의들에게 제공된다. 상기 조직 제거 장치(104) 및 다른 다양한 구성요소들은 쓰고 버릴 수 있는(disposable) 재료들로 구성될 수 있다.

[0016]

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

[0017]

상기 조직 제거 장치(104)는 상기 수술 부위(124)에 자리잡히고 작동되기에 적합한 개방된 원위 단부(132), 그리고 대향되는 근위 단부(136)를 일반적으로 포함한다. 상기 조직 제거 장치(104)는 다양한 구성요소들을 에워싸는 하우징(140)도 포함한다. 위에서 언급한 바와 같이, 상기 하우징(140)은 외과의의 손에 쥐어지도록 구성(크기, 형태 등)될 수 있다. 유리한 실시예들에서, 상기 하우징(140)은 상기 외과의를 보호하기 위해 전기적으로 절연되고 단열된 재료로 구성되며, 그 비제한적인 예시들은 다양한 열가소성 플라스틱들 및 중합체 조성물들이다. 상기 조직 제거 장치(104)의 하나 이상의 구성요소들(도관들, 배관들, 체임버들 등)은 상기 하우징을 통해 일반적으로 상기 개방된 원위 단부(132)로부터 상기 근위 단부(136)로 또는 적어도 상기 근위 단부를 향해, 소통되는 내부 진공(또는 흡인) 선(144)을 제공한다. 상기 내부 흡인선(144)의 부분(part)은, 상기 하우징(140)의 원위 개구로부터 짧은 거리 너머로 연장되고, 상기 조직 제거 장치(104)의 개방된 원위 단부(132)에 대응하는 개방된 원위 팁에서 끝날 수 있는 캐놀라(148)에 의해 확립된다. 아래에서 설명되는 바와 같이 상기 캐놀라(148)는 수정체유화 바늘(파코 바늘)로서 구성될 수 있다. 상기 조직 제거 장치(104)의 적합한 피팅(미도시)의 수법으로 전형적으로 상기 근위 단부(136)에 또는 상기 근위 단부 근처에(즉, 상기 하우징(140)의 근위 개구) 위치한, 상기 내부 흡인선(144)은 임의의 적절한 길이의 외부 흡인선(152)과의 연결을 통해 상기 진공 펌프(108)에 유체 소통되도록 위치할 수 있다.

[0018]

상기 조직 제거 장치(104)는 상기 내부 흡인선(144)과 작동상 소통(operative communication)되는 상기 하우징(140) 내에 위치한 진공 펄스화 장치(156)를 포함할 수도 있다. 제어된 진공 레벨을 확립하는 상기 진공 펌프(108)와 함께, 상기 진공 펄스화 장치(156)는 제어된 주파수 및 지속시간의 진공 펄스들을 발생시키도록 작동될 수 있다. 이 목적으로 상기 진공 펄스화 장치(156)는 진공 펄스 제어 신호 선(160)을 통해 상기 제어 콘솔(112)과 전기적 통신이 되도록 위치할 수 있다. 상기 진공 펄스화 장치(156)는 진공 펄스들을 발생시키기에 적합한 임의의 방법으로 구성될 수 있으며, 그들 중 몇몇 예시들은 아래에서 설명된다. 상기 진공 펄스화의 효과를 최적화하기 위해, 상기 진공 펄스화 장치(156)와 상기 개방된 원위 단부(132) 사이의 상기 내부 흡인선(144)의 상기 부분(part)은 강성이어야 하며, 그래야 상기 펄스로서 발생된 에너지는 그것이 상기 원위 단부(132)에 전달될 때 보존된다. 즉, 부드러운 도관 재료(예컨대, 유연한 배관)는 상기 내부 흡인선(144)의 이 부분에 있어서는 피해야 하며, 이는 상기 펄스화된 에너지의 바람직하지 않은 제동(damping) 효과를 그런 재료들이 제공할 수 있기 때문이다. 따라서 상기 캐놀라(148)는 강성 재료(들)로부터 구성되어야 한다. 상기 조직 제거 장치(104)의 설계에 따라, 도시된 캐놀라(148)는 그 원위 팁(176)으로부터 상기 진공 펄스화 장치(156)로, 즉 상기 내부 흡인선(144)의 강성이어야 하는 전체 부분(portion) 너머로 연장될 수 있다. 선택적으로, 하나 이상의 다른 별개의 도관들이 상기 캐놀라(148)와 상기 진공 펄스화 장치(156) 사이에 제공될 수 있으며, 이 경우 다른 도관들은 마찬가지로 강성이어야 한다.

[0019]

다른 실시예들에서 상기 진공 펄스화 장치(156)는 상기 하우징(140)의 외부에 위치될 수 있다. 이는 특히 상기 조직 제거 장치(104)가 수정체유화를 수행하도록 구성되는 때에 바람직할 수 있는바, 이 경우에 상기 진공 펄스

화 장치(156)는 외부에 위치되어, 상기 하우징(140) 안에 발생하는 초음파 에너지로부터 상기 진공 펄스화 장치(156)가 격리될 수 있다.

[0020]

도 1에는 추가적인 선(180)도 도시된다. 선(180)은 상기 진공 펄스화 장치(156)를 제어하기 위한 (전기식, 공압식, 기타 등등의) 동력선, 수정체유화를 위하여 활용되는 초음파 트랜스듀서를 제어하기 위한 전기적 동력선 등과 같은 하나 이상의 선들을 개략적으로 나타낸 것일 수 있다.

[0021]

작동중에, 상기 진공 펌프(108)는 상기 조직 제거 장치(104)의 기초 진공 레벨(base level of vacuum)을 제공한다. 이 진공 레벨은 조직을 흡인하기 위해 상기 외과의에 의해 필요한 정도로 제어되고 조절될 수 있다. 조직 제거 처치 동안 임의의 주어진 시간 주기에 걸쳐, 상기 외과의는 상기 진공 레벨이 일정하도록 설정하거나 상기 진공 레벨을 변화시킬 수 있다. 상기 진공 펄스화 장치(156)는 상기 진공 펌프(108)에 의해 발생된 진공에 펄스를 가하도록 작동될 수 있다. 진공 펄스화는 임의의 개수의 목적들을 위해 수행될 수 있으며, 그 예시로 그 흡인에 앞서 표적 조직(120)을 파쇄하는 것이다. 특정한 일 예시에 있어, 상기 펄스화된 진공 에너지는 백내장 물질을 파쇄하기 위해 활용된다. 상기 진공 펄스화의 전체 지속시간(즉, 상기 진공 펄스화 장치(156)가 활성화된 동안의 시간), 뿐만 아니라 상기 펄스화 파라미터들(예컨대, 상기 펄스들의 크기 및 지속시간/주파수)은 상기 외과의에 의해 결정될 수 있다. 예시들로서, 상기 외과의는 다양한 예비설정의 (미리 정해진, 미리 프로그램된, 기타 등등의) 진공 펄스화 프로그램들 가운데 선택하는 것이 허용될 수 있으며, 그리고/또는 상기 진공 펄스화 파라미터들을 실시간으로(즉석에서) 조절하는 것이 허용될 수 있다. 상기 외과의는 상기 진공 펌프(108) 및 상기 진공 펄스화 장치(156)의 작동 파라미터들을 상기 제어 콘솔(112) 및/또는 상기 발 제어 장치를 활용하는 것으로서 제어할 수 있다.

[0022]

상기 진공 펄스화 장치(156)에 의해 실시될 수 있는 진공 펄스화 프로그램(또는 프로파일들)의 몇 가지 예시들이 도 2 및 도 3에 도시된다. 구체적으로, 도 2는 상대적으로 높은 주파수의 펄스 및 중간 정도의 진공 레벨의 특성을 갖는 펄스화된 진공 신호의 예시이다. 도 3은 상대적으로 낮은 주파수의 펄스 및 높은 정도의 진공 레벨의 특성을 갖는 펄스화된 진공 신호의 예시이다. 유리한 실시예들에서, 상기 펄스열(pulse train)들은 단계가 있는 프로파일(즉, 스텝 함수들 및 구형파들)을 도 2 및 도 3에 나타난 바와 같이 가지는데, 여기서 상기 진공 레벨은 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 모양으로된 함수들에 의해 완화되지 않는다. 이 방식에 의해 상기 펄스들은 사실상, 표적 조직(120)을 파쇄하기에 효과적인 이산 충격량들(discrete impacts)의 열(sequence)을 구성한다.

[0023]

특정 유형들의 조직의 파쇄와 같은 진공 펄스화의 어떤 특정 목적들을 위해, 상기 진공 펄스들의 크기가 상기 진공 펌프(108)에 의해 제공되는 상기 기초 진공의 강도보다 현저히 높은 것이 바람직하거나 필요할 수가 있다. 따라서, 상기 진공 펄스화 장치(156)의 작동은 상기 진공 펌프의 작동과 조율(coordinate)될 수 있고, 이것은 상기 제어 콘솔(112)에 의해 자동으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상기 제어 콘솔(112)은 상기 진공 펄스화 장치(156)의 활성화가 되자마자 상기 진공 펌프(108)에 의해 발생하는 진공 레벨을 한층 높이도록 구성될 수 있으며, 마찬가지로 상기 진공 펄스화 장치(156)의 비활성화가 되자마자 상기 진공 레벨을 한층 낮추도록 구성될 수 있다. 게다가, 안전 특징(safety feature)으로서, 상기 제어 콘솔(112)은 상기 진공 펄스화 장치(156)가 비활성화되자마자, 또는 상기 진공 펄스화 장치(156)의 고장(failure)을 감지하자마자 상기 진공 펌프(108)을 끄도록 구성될 수 있다. 이 유형의 협동은 백내장 제거 및 다른 안과 처치들과 같이 특정 유형들의 조직 제거 처치들에 대해 특히 유용하다. 그러한 작동 환경들에서, 상기 진공 펄스화가 작동할 수 있는 더 높은 진공 레벨은, 상기 펄스화가 부존재할 때에 잠재적으로 해로운 높은 유체 유속 조건을 만든다. 즉, 상기 조직 제거 장치(104)의 상기 원위 팁(176)이 환자의 눈의 내부와 같은 유체 환경에 위치할 때, 상기 진공 펌프(108)의 작동에 의해 확립되는 진공은 상기 유체 환경으로부터 상기 캐놀라(148) 및 상기 흡인선을 포함한 다른 모든 유체 도관들을 통해 상기 진공 펌프(108)를 향하는 방향의 유체 흐름을 확립한다. 상기 진공 펄스화 장치(156)가 작동되지 않을 때, 상기 유속은 일차적으로 상기 진공 펌프(108)에 의해 가해지는 진공의 레벨에 의존한다. 상기 조직 제거 시스템(100)은, 근처 조직 또는 다른 구조들에 손상을 입히거나 달리 해로운 영향을 끼치지 않고 표적 조직(120)을 흡인하기에 효과적인 것으로 결정된 강도 범위 내에서 진공을 가하게끔 상기 진공 펌프(108)를 작동시키도록 구성된다. 반면에, 상기 진공 펄스화 장치(156)도 역시 활성화된 때에는, 상기 진공 펄스들 - 상기 원위 팁(176)에 가해지는 진공의 순환적 해제 및 회복 - 은 상기 유체 유속에 현저하게 영향을 미친다. 일반적으로 상기 진공 펄스율이 더 높을수록 상기 유체 유속은 더 낮고, 상기 진공 펄스율이 낮을수록 상기 유체 유속은 더 높다. 따라서, 높은-주파수 진공 펄스들은 상대적으로 높은 강도로 표적 조직(120)을 매우 효율적으로 파쇄하기 위해 가해지고, 이는 그 결과로서의 유체 유속이 안전 범위 내에 머무르기 때문이다. 그러나 만약 상기

진공이 - 상기 진공 펄스화 장치(156)의 비활성화 또는 고장으로 인해 - 펄스화가 멈춘 후에 그 높은 강도에 머무르게 된다면, 유체 유속은 안전하지 않은 레벨로 빠르게 증가할 것이다. 환자의 눈과 같은 치명적인 특정 수술 부위들에 대해, 유속에 있어서의 연속적으로 가해지는 (펄스화되지 않은) 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 펄스화 장치(156)의 각각의 작동들을 조율하는 것이 유리하다.

[0024]

방금 주목한 바와 같이, 더 높은 진공 펄스율들은 더 낮은 유체 유속들의 결과가 되며, 더 낮은 진공 펄스율들은 더 높은 유체 유속들의 결과가 된다. 따라서, 상기 조직 제거 장치(104)가 진공-펄스 모드로 작동하는 동안, 외과의는 상기 진공 펄스화 장치(156)에 의해 가해지는 진공 펄스들의 주파수를 변화시킴으로써 상기 유체 유속을 제어할 수 있으며, 따라서 상기 조직 제거 장치(104)를 통해 흡인되는 파쇄된 조직의 유속을 제어할 수 있다. 상기 진공 펄스 주파수는 예를 들어, 상기 제어 콘솔(112) 또는 발 제어 장치(116) 상에 위치한 전용 조절 손잡이를 조작함으로써 변화될 수 있다. 방금 설명된 것과 유사한 안전 특성으로서, 상기 제어 콘솔(112) 또는 상기 발 제어 장치(116)와 함께 상기 진공 펄스 주파수의 미리 정해진 임계 하한값에 도달했는지를 감지하고, 도달했다면 상기 가해진 진공의 강도를 자동으로 낮추는 것에 의해 위험한 높은 유속을 회피하도록 반응하도록 구성될 수 있는 회로가 제공된다. 다른 일 안전 특징으로서, 상기 발 제어 장치(116)는, 상기 진공 펄스화 모드가 활성화된 채로 유지시키기 위해 상기 발 제어 장치(116)의 발 스위치가 눌러지지 않은 채 유지되는 것을 요구하도록 구성될 수 있다. 이 구성에 의해, 만약 상기 외과의가 의도적으로 또는 우연히 상기 발 스위치에서 자기 발을 치우면, 상기 캐논라(148)의 상기 원위 팁(176) 등에 상기 진공을 가하는 것을 차단하기 위해 상기 조직 제거 시스템(100)이 낮은 진공 레벨과 연속 진공 모드로 자동으로 전환되거나, 상기 진공 펌프(108)가 자동으로 꺼지거나, 상기 진공 펄스화 장치(156)의 밸브 메커니즘이 상기 흡인선(114)을 자동으로 폐쇄된다.

[0025]

도 1에 더 나타난 바와 같이, 몇몇 실시례들에서, 상기 조직 제거 시스템(100)은 저진공 선 및 별개의 고진공 선을 포함할 수 있다. 전술한 상기 제1 흡인선(152)은 상기 저진공 선으로서 활용되며, 제2 흡인선(164)은 상기 고진공 선으로서 활용된다. 상기 제1 흡인선(152) 및 상기 제1 진공 펌프(108)는 상기 외과의가 상대적으로 낮은 진공 레벨들의 범위 내에서 상기 진공 레벨을 변화시킬 수 있는 상기 연속 진공 모드 또는 정상 상태(steady-state) 진공 모드 동안 활성화이다. 상기 고압 흡인선(164)은 상기 진공 펄스화 장치(156)와, 상기 진공 펄스화 모드에 연관된 상대적으로 더 높은 레벨들의 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)을 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 유형의 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 펄스화 모드에 대한 상기 외과의의 선택에 따라 작동시키는 것과 또는 본 개시의 다른 곳에서 설명된 바와 같이 특정 이벤트들에 응해 자동적으로 작동시키는 것 사이를 전환하도록 구성된다. 상기 진공 펄스화 장치(156)는 상기 캐논라(148)로부터, 상기 선택된 모드에 따라, 상기 제1 흡인선(156) 안으로 또는 상기 제2 흡인선(164) 안으로 흐름 경로를 전환하도록 구성된다. 따라서 유체 및 제거된 조직들은 상기 제1 흡인선(152) 또는 상기 제2 흡인선(164)을 통해 흐른다. 유출구 선(172)은 상기 제2 진공 펌프(168)의 유체 유출구와 상기 조직 수집 장소(128)를 상호연결할 수 있다.

[0026]

상기 조직 제거 장치(104)는, 상기 캐논라(148)를 절개를 통해 수술 부위에 삽입하는 것을 수반하는 다양한 처치들에서 활용될 수 있다. 예를 들어, 다양한 안과 처치들에서, 환자의 눈의 막을 통해 절개가 이루어질 수 있다. 상기 절개는 예를 들어 레이저 처치와 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 캐논라(148)는 실제로 가능한 한 작아야 한다. 본 명세서에 개시된 상기 캐논라(148)의 설계는 그것의 기능에 부정적 영향을 끼침 없이 그것의 크기를 최소화하는 것을 가능하게 한다. 몇몇 실시례에서, 상기 캐논라(148)의 외측 직경은 약 1.0-3.0mm의 범위에 속한다. 몇몇 예시에서, 상기 캐논라(148)의 외측 직경은 약 3.0mm, 2.5mm, 2.0mm, 1.5mm, 또는 1.0mm이다. 상기 캐논라(148)의 크기는 부분적으로 최소화될 수 있으며, 이는 상기 조직 제거 장치(104) 그 자체는 상기 수술 부위(124)에 세척액을 공급하기 위한 수단들을 제공할 필요가 없기 때문이다. 본 명세서에 개시된 상기 진공 펄스화 효과의 활용은 선행 기술의 조직 제거 기술들만큼 많은 세척액을 거의 필요로 하지 않는다. 상기 수술 부위(124)에 추가될 필요가 있는 임의의 세척액은 별개의 휴대용 장치에 의해 공급될 수 있다. 이것은 상기 외과의가 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 기술(coaxial technique)을 수행하도록 구성될 수 있으며, 상기 동축 기술에서는 상기 조직 제거 장치(104)에 의해 상기 캐놀라(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.

[0027]

추가적으로, 상기 조직 제거 시스템(100)은 폐색의 발생을 감지하고 하나 이상의 상이한 작동 모드들을 자동으로 활성화시키도록 구성될 수 있다. 다양한 접근법들이 상기 폐색 이벤트를 모니터링하기 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 흡인선(152)의 적합한 위치에서 상기 흡인선과 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 흡인선(152) 내 압력(또는 진공) 레벨의 갑작스러운 변화의 탐지는 상기 원위 팁(176)에서의 폐색 이벤트의 발생으로 해석될 수 있으며, 상이한 작동 모드를 자동적으로 촉발한다. 상기 조직 제거 시스템(100)이 연속 진공 모드로 작동하는 중인 때에, 폐색 이벤트의 상기 탐지는 상기 진공 펄스화 모드의 활성을 자동적으로 촉발할 수 있다. 상기 제어 콘솔(112)은 폐색을 탐지한 시간에 상기 조직 제거 장치(104)의 현재 작동 상태에 따라, 상기 진공 펄스화 모드 및/또는 본 명세서에 개시된 임의의 다른 모드를 자동적으로 촉발할지, 그리고 2개 이상의 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 펄스화 장치(156)를 비활성화시키도록 구성될 수 있으며, 그리고/또는 상기 진공 펌프(들)(108, 168)를 끄거나 그렇지 않으면 상기 원위 팁(176)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 흡인선(144)의 일부분과 작동상 소통되도록 위치할 수 있다. 대안으로서, 도 1에 나타난 바와 같이, 상기 압력 변환기(184)는 상기 외부 흡인선(152 또는 164)과 작동상 소통되도록, 또는 상기 진공 펌프(108 또는 168)의 상기 하우징 내에 위치할 수 있다.

[0028]

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

[0029]

도 4a 및 도 4b는 그것의 내부 흡인선(144)을 형성하는 조직 제거 장치(104)의 구조의 예시의 단면도들이다. 도 4a는 개방 위치에서 상기 흡인선(144)을 나타내는 반면, 도 4b는 폐쇄 위치에서 상기 흡인선(144)을 나타낸다. 상기 구조는 상기 캐놀라(148); 상기 캐놀라(148)와 유체 소통되는 튜브(1002)와 같은, 다른 하나의 적합한 유체 도관; 및 상기 흡인 튜브(1002)에 작동상 소통되는 진공 펄스화 장치(1056)를 포함한다. 상기 캐놀라(148)는 본 명세서에 설명된 실시들 중 임의의 것에 따라 구조화될 수 있다. 위에서 언급한 바와 같이, 상기 캐놀라(148)는, 그리고 상기 진공 펄스화 장치(1056) 및 상기 캐놀라(148) 사이의 상기 흡인 튜브(1002)의 적어도 그 일부분은, 상기 진공 펄스화 효과를 최적화하기 위해 강성이어야 한다. 상기 진공 펄스화 장치(1056)는 상기 흡인 튜브를 통한 상기 유체 경로를 교대로 폐쇄하고 개방하기에, 따라서 진공을 해제하고 회복하기에, 적합한 임의의 설계를 가질 수 있다. 이 목적을 위해, 몇몇 실시예에서 상기 진공 펄스화 장치(1056)는, 교대로 상기 유체 경로로 연장되거나 그로부터 수축되도록 액추에이터(1010)에 의해 액추에이팅될 수 있는 가동 부재(1006)를 포함한다. 상기 가동 부재(1006)는 그 안에서 연장될 때, 상기 가동 부재(1006)의 연장된 위치와 수축된 위치 사이의 순환이 진공 펄스들을 발생하도록 상기 유체 경로의 전부 또는 일부를 가로막도록 구성될 수 있다. 위에서 언급한 바와 같이, 상기 진공 펄스화 효과는 표적 조직을 파쇄하는 데 활용될 수 있다. 상기 진공 펄스화 효과는 수정체유화와 교대로 또는 공동으로 실시될 수 있다. 게다가, 상기 진공 펄스화 효과 및 수정체유화는 순차적으로 또는 동시에 실시될 수 있다. 순차적으로 실시될 때, 상기 진공 펄스화 효과는 수정체유화에 선행하거나 그 반대이다. 상기 두 효과들의 순서는 하나 이상의 교대 사이클들에 걸쳐 반복될 수 있다. 이에 따라, 주어진 조직 제거 처치에서, 외과의는 상기 진공 펄스화 효과만을, 수정체유화만을, 또는 원하는 순서에 따라 양 효과들 모두를, 또는 시너지 효과를 성취하기 위해 동시에 양 효과들 모두를 활성화하는 것을 선택할 수 있다.

[0030]

몇몇 실시예에서 상기 진공 펄스화 장치(1056)는 상기 액추에이터(1010)가 솔레노이드 액추에이터인 경우의 솔레노이드-기반 장치이다. 상기 가동 부재(1006)는 상기 액추에이터(1010)에 의해 옮겨지는 플런저(plunger)로서

역할을 한다. 상기 가동 부재(1006)는 상기 흡인 튜브(1002) 내에 개구(1014)를 통해 옮겨진다. 상기 흡인 튜브(1002)를 유체-기밀식 조건으로 유지하기 위해 필요한 만큼 임의의 적합한 설계로 된 밀봉이 상기 가동 부재(1006)와 상기 튜브 개구(1014) 사이의 물리적 경계면(physical interface)에서 제공될 수 있다. 비제한적인 일 예시로서, 상기 밀봉은 상기 튜브 개구(1014)를 덮는 탄성 물질일 수 있다. 상기 가동 부재(1006)가 상기 튜브 개구(1014)를 통해 상기 흡인 튜브(1002) 내로 옮겨지면, 상기 밀봉은 연신되고(stretch), 상기 가동 부재(1006) 주변에서 변형되며, 그럼으로써 상기 가동 부재(1006)뿐만 아니라 상기 튜브 개구(1014)를 덮으며, 상기 흡인 튜브(1002)의 내부 및 외부 사이의 유체 밀봉을 유지한다.

[0031]

도 5a 및 도 5b는 솔레노이드-기반 진공 펄스화 장치(1256)의 다른 일 예시의 단면도들이다. 상기 진공 펄스화 장치(1256)는 솔레노이드 액추에이터(1210), 그리고 상기 액추에이터(1210)에 의해 상기 조직 제거 장치(104)의 흡인 튜브(1202)의 흐름 경로 안쪽으로, 그리고 바깥쪽으로 왕복되는 가동 부재(1206)를 포함한다. 도 5a는 그 수축된 위치에서의 상기 가동 부재(1206)를 도시하고, 도 5b는 그 확장된 위치에서의 상기 가동 부재(1206)를 도시한다. 이 예시에서, 상기 가동 부재(1206)는 상기 흡인 튜브(1202)의 단면적과 실질적으로 동일한 단면적을 갖는 원위 섹션(distal section; 1218)을 포함한다. 이 구성에 의해, 상기 가동 부재(1206)가 그 완전히 확장된 위치에 있을 때, 상기 진공 펄스화 장치(1256)는 상기 흡인 튜브(1202)를 통하는 상기 흐름 경로의 완전하거나 거의 완전한 폐쇄의 결과를 가져온다.

[0032]

도 6은 흡인 튜브에서의 유체 흐름의 방향을 가로지르는 관점으로 본 가동 부재(1406)의 측면도이다. 상기 가동 부재(1406)는 도 4a 및 4b, 또는 도 5a 및 5b와 함께 전술한 바와 같은 솔레노이드-기반 진공 펄스화 장치에 제공될 수 있다. 이 예시에서는, 상기 가동 부재(1406)는 예리한 날(1422)로 점점 테이퍼진다. 이 구성에 의해, 상기 가동 부재(1406)가 상기 흡인 튜브 내로 순환되는 동안, 상기 가동 부재(1406)는 상기 흡인 튜브를 통해 흐르는 임의의 조직을 더 파쇄하는 데에 활용될 수 있다.

[0033]

도 7a 및 7b는 솔레노이드-기반 진공 펄스화 장치(1556)의 다른 일 예시의 단면도들이다. 상기 진공 펄스화 장치(1556)는 솔레노이드 액추에이터(1510), 그리고 상기 액추에이터(1510)에 의해 상기 조직 제거 장치(104)의 흡인 튜브(1502)의 흐름 경로 안쪽으로, 그리고 바깥쪽으로 왕복되는 가동 부재(1506)를 포함한다. 도 7a는 그 수축된 위치에서 상기 가동 부재(1506)를 도시하며, 도 7b는 그것의 확장된 위치에서 상기 가동 부재(1506)를 도시한다. 이 예시에서, 상기 진공 펄스화 장치(1556)는 핀치 밸브로서 설계된다. 상기 가동 부재(1506)는 둥근 말단을 갖는 원위 섹션(1518)을 포함한다. 상기 가동 부재(1506)의 바로 아래에 있는 상기 흡인 튜브(1502)의 섹션(1526)은 변형가능한 재료(즉, 유연한 배관)으로 구성된다. 상기 가동 부재(1506)가 완전히 확장된 위치로 옮겨진 때, 상기 가동 부재(1506)는 상기 유연한 섹션(1526)의 외부 표면에 접촉하게 되고, 상기 유연한 섹션(1526)의 내측 벽의 반대쪽 부위들이 서로 접촉하여 이로써 상기 흡인 튜브(1502)를 통하는 상기 흐름 경로가 조여질 때까지 상기 유연한 섹션(1526)을 변형시킨다.

[0034]

도 1을 다시 참조하면, 상기 진공 펌프(108)는 일반적으로 하우징, 유체 유입구, 유체 유출구 및 진공-발생 구성요소들(미도시)을 포함한다. 상기 유체 유입구는 상기 (제1) 외부 흡인선(152)을 통해 상기 조직 제거 장치(104)와 유체 소통되도록 위치할 수 있다. 상기 유체 유출구는 상기 유출구 선을 통해 상기 조직 수집 장소(128)와 유체 소통되도록 위치할 수 있다. 임의의 적합한 유체-전달 구조(예컨대, 배관)를 구비할 수 있는 상기 외부 흡인선들(152, 130, 164, 172)은 임의의 적절한 길이이고, 또한 강성이거나 유연할 수 있다. 상기 진공 펌프(108)는 상기 조직 제거 장치(104)의 원위 단부(132)에서 제어된 레벨의 진공을 발생하기 위한 임의의 적당한 펌프일 수 있다. 진공의 강도(또는 레벨)는 표적 조직(120)이 상기 캐놀라(148), 상기 내부 흡인선(144), 상기 제1 외부 흡인선(152), 상기 진공 펌프(108), 상기 유출구 선(130)을 통해, 상기 조직 수집 장소(128)로 흡인되는 것이 가능하도록 하기에 충분하도록 높게 설정될 수 있다.

[0035]

몇몇 실시예에서, 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 발생 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 흡인선(152)을 상호연결하는 한 쌍의 유입구 통로들, 상기 각각의 실린더들, 상기 각각의 실린더들을 상호연결하는 한 쌍의 유출구 통로들 및 상기 유출구 선(130)을 포함할 수 있다. 능동적으로 제어되는 밸브들은 각각의 유입구 통로 및 유출구 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 흡인선으로부터 유체가 하나의 실린더 내로 이끌려 들어가는 동안 다른 실린더로 이전에 이끌려 들어갔던 유체는 상기 유출구 선(130)으로 배출된다. 추가적으로, 한 쌍의 압력 변환기들은 각 실린더 내의 진공을 측정하기

위해 상기 각각의 실린더들과 유체 소통되도록 배치될 수 있다. 이 유형의 이중 실린더 펌프의 예시는 미국 특허출원 공보 제2005/0234394호에서 설명되며, 그 전체가 본 명세서에 참조 병합된다.

[0036]

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 모니터링하고 조절하는 것, 온(ON) 위치와 오프(OFF) 위치 사이의 밸브들의 위치들 및 만약 가능하다면 상기 ON 위치와 OFF 위치 사이의 중간 위치들로 전환하는 것, 측정된 진공 레벨들에 기초해 제어 결정들을 내릴 수 있도록 각 실린더의 진공 레벨들을 모니터링하는 것이 가능하다. 이 구성에 의해, 상기 제어 콘솔(112)은 상기 흡인선(152)의 일정한 진공 레벨을 유지하기 위해 상기 모터들 및 밸브들의 작동들 각각을 동기화(synchronize)하는 것이 가능하다. 상기 진공 레벨은 상기 외과의에 의해 상기 제어 콘솔(112) 또는 상기 발 제어 장치(116) 상의 컨트롤들을 조작하는 것으로서 선택될 수 있다. 이 구성은 또한, 상기 진공 레벨의 변화에 의해 초래되는 상기 진공 레벨의 일시적 불안정성을 최소화하는 반면, 상기 외과의에 의해 만들어진 상기 진공 레벨에 대한 실시간 조절들에 상기 진공 펌프(108)가 신속하게 반응하는 것을 가능하게 한다.

[0037]

도 1에 도해로 도시된 바와 같이, 상기 제어 콘솔(112)은 상기 외과의에게 정보를 출력하기 위한 디스플레이(114)를 포함할 수 있다. 상기 제어 콘솔(112)은, 상기 외과의가 정보를 입력하는 것, 상기 조직 제거 시스템(100){예컨대, 진공 펌프(들)(108 및 168), 진공 펄스화 장치(156), 예컨대 온/오프 및 음파/초음파 주파수와 같은 수정체유화-관련 파라미터들 등}의 다양한 작동 파라미터들을 설정하고 조절하는 것, 상기 발 제어 장치(116)에 의해 제공되는 제어 메커니즘들을 프로그래밍하거나 조절하는 것을 가능하게 하기 위한 다양한 컨트롤들이나 입력 메커니즘들(118)(스위치들, 손잡이들, 키패드 등)을 포함할 수 있다. 상기 제어 콘솔(112)은 전자기 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 지원하도록 구성된다. 예시들로서, 상기 회로는 상기 진공 펌프(들)(108 및 168), 상기 진공 펄스화 장치(156), 및 수정체유화를 위하여 활용되는 초음파 트랜스듀서의 작동들을 모니터링하기 위해, 그리고 이 구성요소들에 적합한 제어 신호들을 보내도록 구성될 수 있다. 상기 회로가 수행될 특정 조직 제거 처치에 적합한 방식으로 이 구성요소들을 제어하도록 상기 회로를 프로그래밍하기 위한 소프트웨어가 제공될 수 있다. 몇몇 실시례에서는, 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 실시례에서는, 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.

[0038]

상기 제어 콘솔(112)의 상기 입력 메커니즘들을 활용하는 것에 의해, 상기 외과의는 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 발생된 진공 레벨을 설정하고 변화시키는 것, 상기 진공 펄스화 장치(156)를 온 또는 오프로 전환하는 것, 상기 진공 펄스화 장치(156)의 펄스 주파수를 설정하고 변화시키는 것(그림으로써 또한 흡인되는 조직의 유속을 제어하는 것), 상기 진공 펄스들의 강도를 설정하고 변화시키는 것, 초음파 여기(ultrasonic excitation)를 온 또는 오프로 전환하는 것, 상기 초음파 여기의 주파수를 설정하고 변화시키는 것 등등을 할 수 있다. 상기 제어 콘솔(112)은, 상기 외과의가 단일 조절을 하는 것에 의해 단일 작동 파라미터로서 진공 펄스율 및 진공 펄스 강도를 제어할 수 있는 모드와, 상기 외과의가 두 별개의 입력 메커니즘들을 조작하는 것에 의해 독립적으로 진공 펄스율 및 진공 펄스 강도를 제어할 수 있는 모드 사이를, 상기 외과의가 전환하는 것을 가능하게 하도록 구성될 수도 있다. 이와 유사하게, 상기 제어 콘솔(112)은, 상기 외과의가 상기 진공 펄스화 장치(156)의 하나 이상의 파라미터들과 함께 수정체유화의 하나 이상의 작동 파라미터들을 제어할 수 있는 모드와, 상기 외과의가 상기 진공 펄스화 장치(156)의 작동 파라미터들과 독립적으로 수정체유화의 작동 파라미터들을 제어할 수 있는 모드 사이를, 상기 외과의가 전환하는 것을 가능하게 하도록 구성될 수도 있다.

[0039]

상기 제어 콘솔(112)은 상기 진공 펄스화 장치(156)를 미리 정해진 진공 펄스 강도로 단일 펄스를 가하도록 잠깐 동안만 상기 진공 펄스화 장치(156)를 활성화시키는 단일-펄스 모드로, 상기 외과의가 전환하는 것을 가능하게 하도록 구성될 수도 있다. 상기 단일-펄스 모드는 예를 들어, 환자의 눈의 전방 수정체낭(anterior capsule)에 진입부(entry)를 형성하는 것을 필요로 하는 안과 처치에서 유용할 수 있다. 이 예시에서, 표적 조직을 파쇄하기에 앞서 상기 캐놀라(148)의 상기 원위 팁(176)은 상기 전방 수정체낭의 외부와 접촉하도록 위치할 수 있다. 이 시간 동안, 상기 조직 제거 장치(104)는 전방 수정체낭에 접촉하도록 상기 원위 팁(176)을 가져다 놓는

데에 조력하기 위해 상기 연속-진공 모드로 작동될 수 있다. 그러면 상기 진공 펄스화 장치(156)는 상기 단일-펄스 모드로 전환되고, 그에 의해, 상기 단일 펄스에 의해 전해지는 충격은 상기 전방 수정체낭의 외부 구조의 두께를 뚫고 상기 전방 수정체낭으로 진입부(entry)를 형성하기에 충분하다. 그러면 상기 원위 팁(176)은 상기 진입부를 통해 삽입되고, 그 시간에 조직 제거 처치가 수행될 수 있다. 이 기술은 상기 캐놀라(148)의 크기와 형태와 정확하게 일치하는 크기와 형태를 가진 진입부의 형성을 가능하게 하며, 그에 의해 상기 전방 수정체낭과 상기 캐놀라(148) 사이의 뛰어난 밀봉(밀폐; seal)을 제공한다.

[0040]

상기 발 제어 장치(116)는 방금 설명했던 것들과 같은 상기 제어 콘솔(112)에 의해 제어가능한 하나 이상의 동일 기능들을 제어하도록 구성될 수 있다. 이에 따라, 상기 발 제어 장치(116)는 조절가능한 손잡이들(122) 및 내리누를 수 있는 발 페달들(126)과 같은 하나 이상의 입력 메커니즘을 포함할 수 있다. 상기 발 페달들(126)은 발 스위치들 및/또는 피봇팅(pivoting) 발 페달들을 포함할 수 있다. 발 스위치들은 상기 조직 제거 시스템(100)의 구성요소들을 온 상태와 오프 상태 사이를 전환하도록, 또는 증분적 조절(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 페달들은 작동 파라미터들을 최소값과 최대값 사이로 변화시키는 데 활용될 수 있다. 상기 발 제어 장치(116) 상의 상기 조절가능한 손잡이들(122) 또는 상기 제어 콘솔(112)의 그것들은 상기 외과의가 상기 피봇팅 발 페달의 최소값과 최대값을 설정하는 것, 그리고/또는 상기 발 페달의 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 페달을 그것의 기본 위치에서 그것의 중간 위치로 전진 피봇팅하는 것은 연관되는 작동 파라미터를 미리 설정된 최대값의 정확히 50%인 값으로 조절되도록 할 수 있다. 다른 일 예시로서, 상기 발 페달을 그것의 기본 위치에서 그것의 중간 위치로 전진 피봇팅하는 것은 연관되는 작동 파라미터를 미리 설정된 최대값의 75%인 값으로 조절되는 결과가 될 수 있으며, 이 경우 상기 작동 파라미터를 나머지 25%를 올려 상기 최대값으로 조절하는 것은 상기 발 페달을 그것의 중간 위치에서 페달 이동의 나머지 부분에 걸쳐 전진 피봇팅할 것을 요구할 것이다. 상기 제어 콘솔(112) 및/또는 상기 발 제어 장치(116)는 상기 외과의가, 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)과 통신하는 것들에 이를 수도 있다.

[0041]

도 8과 도 9 각각은 다른 일 실시예 따른 조직 제거 장치(3100) 예시의 사시도 및 평면도이다. 상기 조직 제거 장치(3100)는 일반적으로 핸드피스, 또는 이용자에 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 원위 팁(3106)으로 연장되는 강성 구성물(composition)의 흡인 캐놀라(3104); 및 상기 내부에 배치된 밸브 조립체(3110)를 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 캐놀라(3104)가 연장되는 원위(또는 전면) 몸체(3112); 유체-밀봉 방식으로 상기 원위 몸체(3112)에 결합되고, 상기 길이 방향 축을 따라 연장된 본체(또는 중간 몸체)(3114); 및 상기 원위 몸체(3112)의 반대측에서 상기 본체(3114)에 결합된 근위(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 경계면 또는 구성요소를 가로지르는, 또는 그것을 통하는, 기체의 전달을 제거하거나 적어도 실질적으로 최소화하는, 밀폐된 상태를 일컫는다. 상기 원위 몸체(3112)는 유체-밀봉 방식으로 상기 흡인 캐놀라(3104)가 거기를 통해 연장되는, 원위 하우징 개구(3118)를 포함한다. 이 목적으로, 적합한 구성 및 구성물로 된 원위 밀봉(3120)이 상기 흡인 캐놀라(3104)와 상기 원위 하우징 개구(3118) 사이의 경계면에 제공될 수 있다.

[0042]

몇몇 실시예에서, 상기 조직 제거 장치(3100)는 쓰고 버릴 수 있도록 설계되며, 이 경우 상기 조직 제거 장치(3100)는 영구적인 형태로 상기 이용자에게 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 이용자에 의해 분해될 수는 없다는 것을 의미한다. 예를 들어, 상기 하우징(3102)의 다양한 섹션들이 분해될 수 없으며, 상기 흡인 캐놀라(3104)는 상기 하우징(3102)으로부터 제거될 수 없으며, 상기 유체 선들은 상기 하우징(3102)으로부터 제거될 수 없다.

[0043]

도시된 예시에서, 상기 밸브 조립체(3110)는 공기역학적으로 액추에이팅되며, 상기 흡인 캐플라(3104)에 진공을 가하기 위해, 그리고 상기 흡인 캐플라(3104) 내에 제어된 진공 펄스들을 유도하도록 구성된다. 이 목적을 위해, 상기 밸브 조립체(3110)는 상기 흡인 캐플라(3104)와 소통되며, 도 9에 점선들로 표시된, 흡인선(3222) 및 가압된 기체 선(3224)과 소통된다. 상기 흡인선(3222) 및 가압된 기체 선(3224)은 관통(feed-through) 부재들을 통해 상기 하우징(3102)으로부터 연장되어 나온 유연한 튜브들일 수 있다. 상기 밸브 조립체(3110)는 기체 선 및 흡인선에 대한 부착을 위해 구성된 기체 선 피팅(3126) 및 흡인선 피팅(3128)을 포함할 수 있다. 도시된 예시에서, 두 개의 보어들을 갖는 단일 관통 부재(3130)가 상기 근위 몸체(3116)의 근위 하우징 개구(3132)를 통해 연장된다. 상기 보어들 사이의 겹은, 상기 흡인선(3222) 및 가압된 기체 선(3224)에 대한 각각의 튜브들이 개재하는 재료의 스트립(intervening strip of material)(미도시)에 의해 나란히 일체식으로 연결된, 이중-루멘 구성(dual-lumen construction)을 수용한다. 도시된 예시에서, 상기 튜브들은 아래에서 설명하는 바와 같이 상기 밸브 조립체(3110)의 왕복 행동을 수용하기에 유연하다. 다른 실시례에서, 상기 흡인선(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.

[0044]

도 10은 상기 밸브 조립체(3110) 예시의 사시도이다. 상기 밸브 조립체(3110)는 기체 도관(또는 기체 캐플라)(3336), 내측 캐플라(3338) 및 피스톤(3340)을 포함한다. 상기 기체 도관(3336), 내측 캐플라(3338) 및 피스톤(3340)은 다양한 금속들과 중합체들과 같은 강성 재료들로 구성될 수 있다. 상기 피스톤(3340)은 상기 기체 도관(3336) 및 내측 캐플라(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 단부 부분)은 상기 기체 도관(3336) 및 내측 캐플라(3338)이 거기를 통해 연장될 수 있는 보어들을 포함할 수 있다. 아래에서 더 설명되는 바와 같이, 상기 밸브 조립체(3110)는 개방 위치와 폐쇄 위치 사이를 공기역학적으로 액추에이팅되도록 구성된다. 상기 개방 위치에서, 상기 밸브 조립체(3110)는, 흡인물(aspirant)(예컨대, 조직 및 유체)이 수집 용기로 흡인되는 것을 가능하게 하기 위해, 상기 흡인 캐플라(3104)로부터 상기 내측 캐플라(3338)를 통해 상기 하우징(3102)으로부터 밖으로 나가는 흡인 경로를 완성한다. 상기 폐쇄 위치에서, 상기 밸브 조립체(3110)는 상기 흡인 경로를 폐쇄한다. 상기 밸브 조립체(3110)는, 예컨대 도 2 및 도 3에서 도시되는 바와 같은, 원하는 펄스 프로파일에 따라 상기 개방 위치와 폐쇄 위치 사이에서, 본 개시에 일찍이 설명되었던 바와 같이 유체 흐름을 제어하고 조직을 파쇄하기 위해 왕복될 수 있다. 본 실시례에서, 상기 밸브 조립체(3110)는, 스프링 힘에 의해 보통 상기 폐쇄 위치로 편향되도록 구성되고, 상기 스프링 힘에 대항한 기체 압력을 가함에 의해 상기 개방 위치로 양으로(positively) 액추에이팅된다. 즉, 상기 밸브 조립체(3110)의 전진(상기 폐쇄 위치를 향한) 스트로크(forward stroke)는 스프링에 의해 액추에이팅되며(spring-actuated), 상기 후진(상기 개방 위치를 향한) 스트로크(rearward stroke)는 공기역학적으로 액추에이팅된다(pneumatically actuated). 이 목적으로, 상기 밸브 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 8 및 도 9)을 포함한다. 따라서 상기 피스톤 헤드(3342)가 상기 스프링(3148)에 접촉하도록 상기 피스톤 헤드(3342)는 상기 슬리브(3344)보다 더 큰 외측 직경을 갖는다. 상기 슬리브(3344)의 근위 부분(3350)은, 상기 밸브 조립체(3110)의 최대 후진 스트로크 상의 제한을 제공하기 위해 상기 하우징(3102)의 내부 벽(미도시)과 같은 적합한 정지 부재(stop member)에 배치되도록 구성될 수 있다. 상기 근위 부분(3350)은 상기 정지 부재와의 접촉을 촉진하기 위한 탄력성(resilient) 부재(미도시)와 함께 제공될 수 있다.

[0045]

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

[0046]

도 11a는 상기 개방 위치에서의, 상기 밸브 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 원위 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 실시례들에서, 상기 원위 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 내측 캐플라(3338)를 동축으로 포위하는 격막을 상기 선형 액추에이터가 포함한다. 상기 격막(3454)은 기체 가압 및 상기 피스톤 헤드(3342)에의 강제적인 접촉의 반복되는 순환을 견딜 능력이 있는 임의의

적합한 유연한 재료로 구성된다. 추가적으로 하나 이상의 상기 하우징(3102)의 내부 벽들 또는 표면들이 상기 격막(3454)의 원위 면 상의 기체 체임버(3456)를 한정한다. 이 내부 벽들 또는 표면들은 상기 원위 몸체(3112)의 부분(part), 또는 상기 본체(3114)의 부분, 또는 양쪽 모두의 부분일 수 있다. 상기 기체 체임버(3456)는 상기 격막(3454)의 적어도 한쪽 면 상에 경계가 있으며, 그것으로써 상기 격막(3454)은 상기 기체 체임버(3456)와 상기 하우징(3102)의 상기 내부의 다른 나머지 부분 사이의 유체-밀봉식 경계를 제공한다. 상기 기체 체임버(3456)의 부피는 상기 기체 체임버(3456) 내의 기체 압력에 응해 상기 격막(3454)이 팽창하거나 수축하는 정도에 따라 변한다.

[0047]

몇몇 실시례에서, 상기 격막(3454)은 상기 기체 도관(3336)이 통과하는 제1 보어(3458) 및 상기 내측 캐플라(3338)가 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 내측 캐플라(3338) 주변에 단단히 압축된다. 상기 기체 도관(3336)의 개방된 원위 단부가 상기 기체 체임버(3456)과 소통되도록, 상기 기체 도관(3336)은 상기 제1 보어(3458)를 통하여 상기 기체 체임버(3456) 내로 통과한다. 상기 기체 도관(3336)의 상기 원위 단부는 상기 밸브 조립체(3110)가 후진 스트로크와 전진 스트로크를 통해 왕복함에 따라, 상기 기체 체임버(3456) 내에서 앞뒤로 이동한다. 상기 기체 체임버(3456)는 이 이동(translation)을 수용하도록 그 형태가 갖추어진다.

[0048]

도시된 예시에서, 상기 내측 캐플라(3338)는 상기 제2 보어(346)를 통하여, 상기 기체 체임버(3456)를 통하여, 상기 원위 몸체(3112) 내 배치된 외측 캐플라 안으로 통과한다. 상기 원위 몸체(3112) 및 외측 캐플라(3466)는 임의의 적합한 방식에 의해 상기 기체 체임버(3456)로부터 유체 격리될 수 있다. 도시된 예시에서, 상기 내측 캐플라(3338)와 상기 기체 체임버(3456) 내 상기 개구 사이의, 상기 원위 몸체(3112) 안으로 이어지는, 경계면은 상기 기체 체임버(3456)와 상기 외측 캐플라(3466) 사이에 끼워넣어진 밀봉(seal)에 의해 밀폐된다. 도시된 예시에서, 상기 밀봉은 환형 스페이스(spacer)에 의해 분리된 한 쌍의 오링(o-ring)들을 포함한다. 상기 외측 캐플라(3466)는, 탄성 밀봉(3468)(예컨대, 플러그, 스톱퍼, 밀폐부 등)에 의한 단단한(secure), 유체-밀봉 방식으로 잠겨진 원위 단부를 포함한다. 상기 외측 캐플라(3466)는 상기 흡인 캐플라(3104)와 소통되는 밸브 포트(3470)를 포함할 수도 있다. 따라서 상기 내측 캐플라(3338) 및 외측 캐플라(3466)는 상기 흡인 캐플라(3104)와 유체-밀봉 방식으로 소통되는 선형적으로 액추에이팅되는 밸브를 형성한다.

[0049]

상기 밸브 포트(3470)는 상기 외측 캐플라(3466)의 원통형 벽을 관통하여 형성될 수 있다. 몇몇 실시례에서, 상기 밸브 포트(3470)는 상기 흡인 캐플라 측에 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 밸브 포트(3470)는, 상기 흡인 캐플라(3104)와 상기 밸브 포트(3470) 사이에 배치되고, 그것들과 유체 소통되는 전이부(3472)를 통해 상기 흡인 캐플라(3104)와 소통될 수 있다. 상기 전이부(3472)는 각진 섹션일 수 있다(예컨대, 굽은 섹션, 곡선형 섹션, 엘보우 섹션 등등). 몇몇 실시례에서, 구성에 따라, 상기 전이부(3472)는, 똑바른 방식으로 흡인 캐플라 측을 따라 연장된 상기 흡인 캐플라(3104)의 원위 섹션의, 일체형 부분(part) 또는 연장부로 여겨질 수 있다. 다른 실시례들에서, 상기 전이부(3472)는 상기 흡인 캐플라(3104)와 상기 외측 캐플라(3466) 사이에 배치된 개별 구성요소(component)로 여겨질 수 있다. 상기 전이부(3472)는 상기 흡인 캐플라 측에 대해 각이 진다 - 즉, 상기 전이부(3472)는 상기 흡인 캐플라(3104)에서 상기 밸브 포트(3470)로 곡선형이거나 굽은 경로를 따라간다. 상기 밸브 포트(3470)가 상기 흡인 캐플라 측에 대해 90도 방향으로 지향하지만, 몇몇 실시례에서는, 상기 전이부(3472)가 90도보다 작은 각도로 상기 밸브 포트(3470)로 천이하게 되는 프로파일로 종결되는 것이 선호된다. 이 구성은 도 11a에서 점선에 의해 도시되며, 상기 흡인 캐플라(3104)로부터 상기 내측 캐플라(3338)로 들어가는 더 매끈한(덜 험준한(less abrupt)) 흡인 경로(pathway)를 제공한다. 상기 전이부(3472)는 유체-밀봉 방식으로 상기 밸브 포트(3470)를 포위하는 상기 외측 캐플라(3466)의 표면에 인접한다(예, 용접됨, 결합(bond)됨}. 만약 상기 전이부(3472)가 상기 흡인 캐플라(3104)와 별개의 구성요소이면, 상기 전이부(3472)는 마찬가지로 상기 흡인 캐플라(3104)에 유체-밀봉 방식으로 인접한다.

[0050]

본 실시례에서, 상기 흡인 캐플라(3104), 전이부(3472), 외측 캐플라(3466) 및 내측 캐플라(3338)는 모두, 금속이나 강성 중합체와 같은 강성 재료로 구성된다. 이 구성에 의해, 상기 흡인 캐플라(3104)의 상기 원위 팁(3106)으로부터 상기 밸브 조립체(3110)로의 전체 흡인 경로는 강성 구조들에 의해 한정되며, 이는 본 지침들에 따라 매우 정확하고 제어된 진공 펄스들을 가하는 것을 촉진한다. 몇몇 실시례에서, 상기 밸브 포트(3470)의 내측 직경은 상기 원위 팁(3106)의 내측 직경과 같거나 그보다 크다. 상기 몇몇 실시례에서, 상기 밸브 포트(3470)의 내측 직경은 상기 원위 팁(3106)의 내측 직경보다 크며, 이는 상기 흡인 경로의 팽창하는 흐름 구역 단면을 촉진하고, 상기 흡인 경로에서 조직의 막힘을 방지한다. 상기 전이부(3472)의 내측 직경은 상기 흡인 캐

늘라(3104)의 그것에서부터 상기 밸브 포트(3470)의 그것으로 점점 증가할 수 있다. 몇몇 실시례에서, 상기 원위 팁(3106)의 내측 직경은 0.2mm에서 2mm의 범위에 속하며, 상기 밸브 포트(3470)의 내측 직경은 0.05mm에서 5mm의 범위에 속한다.

[0051]

작동중에, 도 11a에 나타난 상기 밸브 조립체(3110)의 상기 개방 위치로의 후진 스트로크는, 가압 기체원(미도시)으로부터 상기 기체 선(3224)(도 9)를 통해, 상기 기체 도관(3336)을 통해, 상기 기체 체임버(3456) 내로 흐르는 가압된 기체에 의해 영향을 받는다. 기체 압력이 상기 기체 체임버(3456) 내에서 증가함에 따라, 그것은 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 경우에도, 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 11a에 나타난 바와 같이, 본 실시례에서, 상기 전체 밸브 조립체(3110)는 상기 피스톤 헤드(3342)와 함께 후방으로 옮겨진다. 특히, 상기 내측 캐플라(3338)는 상기 고정 외측 캐플라(3466)를 통해 후방으로 옮겨진다. 후방 이동(translation)으로 인해, 상기 내측 캐플라(3338)의 개방된 원위 단부는 상기 밸브 포트(3470)를 비운다. 따라서, 개방된 흡인 경로가 확립되는 데, 상기 개방된 흡인 경로는, 상기 원위 팁(3106)으로부터, 상기 흡인 캐플라(3104); 상기 전이부(3472); 상기 밸브 포트(3470); 상기 탄성 밀봉(3468)과 상기 내측 캐플라(3338)의 상기 개방된 원위 단부 사이의 상기 외측 캐플라(3466) 내 개방된 공간; 상기 내측 캐플라(3338); 상기 흡인선(3222)의 나머지 부분(portion)(도 9)를 통해, 상기 조직 제거 장치(3100)의 외부에 있는 수집 용기(미도시)에 이른다.

[0052]

도 11b는 상기 폐쇄 위치에서 상기 밸브 조립체(3110)를 가진 상기 조직 제거 장치(3100)의 단면도이다. 상기 폐쇄 위치는, 가압된 기체의 상기 기체 체임버(3456) 내로의 흐름을 그치게 하는 것에 의해, 또는 상기 격막(3454)이 수축하고, 상기 밸브 조립체(3110)가 전방으로 옮겨져 상기 스프링(3148)에 의해 보조되는 상기 폐쇄 위치로 되돌아가는 것을 가능하게 하기에 충분하도록 상기 흐름을 감소시키는 것에 의해 달성된다. 상기 폐쇄 위치에서, 상기 내측 캐플라(3338)는 상기 외측 캐플라(3466)를 통해 전방으로 옮겨지며, 상기 탄성 밀봉(3468)과 유체-밀봉 방식으로 접촉하게 된다. 이 위치에서, 상기 내측 캐플라(3338)는 상기 밸브 포트(3470)를 완전히 폐쇄(또는 폐색)하며, 그에 의해 상기 흡인 캐플라(3104) 내에 진공을 가하는 것을 중단(break)한다.

[0053]

상기 밸브 조립체로의 상기 가압된 기체 흐름의 적절한 제어를 통해, 상기 밸브 조립체(3110)는 원하는 진공 펄스화 효과를 달성하기 위한 임의의 원하는 주파수로 상기 개방 위치와 상기 폐쇄 위치 사이를 앞뒤로 왕복할 수 있다는 것이 이해될 수 있다. 상기 흡인 캐플라(3104), 진공 펄스화의 활성화 및 펄스화 파라미터들의 조절에, 적용되는 진공의 레벨은 이 개시에서 일찍이 설명한 바와 같은 제어 콘솔 및/또는 발 페달을 통하여 이용자에 의해 제어될 수 있다.

[0054]

도 8 내지 도 11b에 도시된 실시에서, 상기 조직 제거 장치(3100)는 공압구동식 선형 액추에이터에 의해 개방 위치와 폐쇄 위치 사이에서 왕복되는 내부 밸브를 포함한다는 것이 이해될 수 있다. 상기 내부 밸브의 특징은 (도시된 예시에서 상기 고정 외측 캐플라(3466)에 의해 한정되는) 상기 밸브 포트(3470)이며, 이는 상기 흡인 캐플라(3104)와 유체 소통된다. 상기 밸브 포트(3470)는, 상기 도시된 예시에서 밸브 구성요소로서뿐만 아니라 상기 휴대용 도구를 통해 상기 흡인선의 부분(part)으로서도 역할을 하는 상기 내측 캐플라(3338)의 선형 운동에 의해, 교대로 개방되고 폐쇄된다. 이 구성에 의해, 상기 흡인 캐플라(3104)의 측은 상기 내측 캐플라(3338)의 측으로부터 오프셋되고, 상기 흡인 캐플라(3104)와 상기 내측 캐플라(3338)는 평행이거나 실질적으로 평행일 수 있으며, 상기 밸브 포트(3470)는 상기 흡인 캐플라(3104) 및 상기 내측 캐플라(3338)에 대해 횡방향으로 또는 실질적인 횡방향으로 지향한다. 이 구성은 상기 내부 밸브가 개방 위치와 폐쇄 위치 사이로 광범위한 주파수들 상에서 매우 진공 밀폐된 방식으로 확실히 액추에이팅되는 것을 가능하게 하고, 그에 의해 진공 펄스화 상에 있어 정확하고 견고한 제어가 가능하도록 한다.

[0055]

도 8 내지 도 11b에 도시된 상기 조직 제거 장치(3100)는 일 실시례일뿐이고, 다른 실시례들이 본 개시 대상에 의해 포함될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예시들로서, 상기 기체 체임버(3456) 및 격막(3454)은, 상기 내측 캐플라(3338)가 그것들을 통과하지 않고, 상기 내측 캐플라(3338) 및/또는 상기 내부 밸브의 다른 구성요소들이 특정 밀폐(sealing) 요소들을 사용함 없이 상기 기체 체임버(3456)로부터 유체 격리되도록 구성될 수 있다. 상기 밸브 조립체(3110) 및 격막(3454)은 상기 기체 도관(3336)과 내측 캐플라(3338)가 상기 격막(3454)을 통과하지 않도록 구성될 수 있다. 상기 밸브 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 밸브 조립체(3110)는 상기 내측 캐플라(3338)이 상기 피스톤(3340)에 기계적으로 링크되지만, 상기 피스톤(3340)을 통과하지는 않도록

구성될 수 있다. 더 나아가, 다른 실시예에서, 상기 선형 액추에이터는 유연한 격막과는 다른 공압구동식 구성요소를 활용할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 상기 선형 액추에이터의 작동은, 예컨대 기계적, 전기적, 전기기계적 또는 전자기적 수단들과 같은 비-공기역학적 수단들에 기반할 수 있다. 다른 실시예들에서 상기 액추에이터는 선형 액추에이터 대신에 회전식 액추에이터일 수 있다.

[0056]

도 12는 다른 일 실시예에 따른 조직 제거 시스템(3700)의 예시의 개략도이다. 상기 조직 제거 시스템(3700)은 조직 제거 장치 및 흡인선(3222)을 통해 상기 조직 제거 장치와 소통되는 조직(및 유체) 수집 용기를 포함한다. 상기 조직 제거 장치는 예를 들어, 위에서 설명하고 도 8 내지 도 12에 도시된 상기 조직 제거 장치(3100)와 동일하거나 유사할 수 있다. 따라서 상기 조직 제거 장치(3100)는 상기 흡인 캐놀라(310)와, 상기 내부 밸브를 구동하는 선형 액추에이터(3780)를 포함할 수 있다. 본 실시예에서, 상기 선형 액추에이터(3780)에는 공기역학적으로 동력이 공급되며(powered), 따라서 임의의 적절한 가압 기체원(3702)으로부터 기체 선(3224)을 통해, 가압된 기체를 받아들인다. 상기 흡인 캐놀라(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 원(3708)은 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.

[0057]

본 실시예에서, 상기 수집 용기는 상기 조직 제거 장치(3100)와 진공원(예컨대, 펌프)(3714) 사이에 직렬로 위치한다. 상기 진공원(3714)은 예컨대, 본 개시에서 일찍이 설명된 상기 펌프들이나 상기 진공원들과 같은, 진공 발생을 위한 임의의 적합한 장치일 수 있다. 상기 수집 용기는 흡인된 조직 및 유체를 받아들이기 위한 적어도 하나의 내부 체임버를 포함한다. 따라서 상기 수집 용기는 상기 조직 제거 장치(3100)로부터 이어지는 상기 흡인선(3220)과 소통되는 유입구, 그리고 상기 진공원으로 이어지는 상기 진공 선(vacuum line)과 소통되는 유출구를 포함할 수 있다. 상기 유출구에서, 상기 수집 용기는 기체로부터 액체 및 고체 물질을 분리하도록 구성된 필터 또는 다른 장치를 포함할 수 있으며, 그것으로써 액체 및 고체 물질이 상기 진공 선을 통해 상기 진공원(3714)으로 흐르지 않는 것을 보장한다. 진공 레귤레이터(3730)는 상기 수집 용기의 상기 유출구와 상기 진공원(3714) 사이에 직렬로 위치한다. 상기 진공 레귤레이터(3730)는 상기 수집 용기 및/또는 조직 제거 장치(3100)에 가해지는 진공의 레벨을 제어하기 위해 필요한 하나 이상의 구성요소들일 수 있다.

[0058]

본 실시예에서, 상기 진공원(3714)은 또는 상기 진공원(3714)과 상기 가압 기체원(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. 발로-작동되는 제어 장치는 위에서 설명되고 도 1에 도시된 바와 같이 제공될 수도 있다. 상기 제어 콘솔(3732)은, 상기 가압 기체원(3702)으로부터 상기 조직 제거 장치(3100)의 상기 액추에이터(3780)로의 가압된 기체의 흐름을 제어하도록 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 펄스 제어 회로망 및/또는 상기 제어 콘솔(3732)의 소프트웨어와 통신할 수 있다. 상기 밸브 제어 장치(3784)의 작동 파라미터들(예컨대, 진공 펄스화 파라미터들)은, 상기 제어 콘솔(3732) 상에, 그리고/또는 위에서 언급한 상기 발로-작동되는 제어 장치 상에 제공된 컨트롤들을 통하여 상기 이용자에 의해 조절가능할 수 있다. 또한 본 실시예에서, 상기 수집 용기는 이용자에 의해 상기 콘솔(3732)의 카세트 용기(3736)(예컨대, 베이, 슬롯 등) 내로 제거가능하게 설치되도록 구성된 카세트(3734)의 형태로 제공된다. 상기 콘솔(3732)은, 상기 이용자에 의해 요망된 바에 따라 상기 완전히 설치된 위치(즉, 작동(operative) 위치)에 올바르게 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.

[0059]

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

사이에 액체 장벽을 제공하는 하나 이상의 소수성 필터들(3756)을 포함할 수도 있다.

[0060]

상기 진공 레귤레이터(3730)는 상기 제1 수집 체임버(3740) 및 제2 수집 체임버(3742) 내 각각의 진공 레벨들을 제어하도록 구성될 수 있다. 상기 카세트 밸브(3744)는 상기 제1 수집 체임버(3740) 내 압력이 상기 제2 수집 체임버(3742) 내 압력보다 낮을 때{즉, 상기 제2 수집 체임버(3742) 내에서보다 상기 제1 수집 체임버(3740) 내에서의 진공 레벨이 더 높을 때} 잠기고, 상기 제1 수집 체임버(3740) 내 압력이 상기 제2 수집 체임버(3742) 내 압력보다 높을 때{즉, 상기 제2 수집 체임버(3742) 내에서보다 상기 제1 수집 체임버(3740) 내에서의 진공 레벨이 더 낮을 때} 개방되도록 구성된다. (보통의 또는 초기의 조직 수집 상태일 수 있는) 제1 조직 수집 상태에서, 상기 제1 수집 체임버(3740)는 단독(sole) 수집 체임버로서, 즉 상기 카세트 밸브(3744)가 폐쇄된 채, 활용될 수 있다. 상기 제1 조직 수집 상태는 예를 들어 상기 제1 수집 체임버(3740)에만 진공을 가하는 것에 의해 실시될 수 있다. 상기 제1 조직 수집 상태에서, 상기 흡인 경로는 상기 흡인 캐놀라(3104)로부터, 상기 흡인선(3222) 및 흡인 유입구(3746)를 통해, 상기 제1 수집 체임버(3740) 내에 이른다. 상기 제1 수집 체임버(3740)는 진공 레벨의 신속한 조절들을 촉진하기 위해 상기 제2 수집 체임버(3742)보다 더 작을(또는 더 작은 부피일) 수 있다. (상기 제1 조직 수집 상태에 뒤따를 수 있는) 상기 제2 조직 수집 상태에서, 상기 제1 수집 체임버(3740) 및 상기 제2 수집 체임버(3742) 둘 모두는 조직 수집을 위해, 즉 상기 카세트 밸브(3744)가 개방된 채, 활용될 수 있다. 상기 제2 조직 수집 상태는 예컨대, 상기 제2 수집 체임버(3742)에만 진공을 가하는 것에 의해, 또는 상기 제2 수집 체임버(3742)에 더 높은 레벨의 진공을 가하는 것에 의해 실시될 수 있다. 따라서 상기 제2 조직 수집 상태에서, 상기 흡인 경로는 상기 제1 수집 체임버(3740)로부터 상기 카세트 밸브(3744)를 통해, 상기 제2 수집 체임버(3742) 내에 이른다. 상기 제2 조직 수집 상태는, 예를 들어, 상기 제1 수집 체임버(3740)가 완전히 차는 것을 방지하기 위해 수집되는 조직 및 유체의 양이 더 큰 상기 제2 수집 체임버(3742)의 사용을 보장하기에 충분한 때에 실시될 수 있다.

[0061]

상기 카세트(3734) 및/또는 상기 콘솔(3732)은 상기 제1 수집 체임버(3740)에 축적되는 흡인물(조직 및 유체)의 레벨을 모니터링하기 위해 유체 레벨 표시기(fluid level indicator)(3760)를 포함할 수 있다. 상기 유체 레벨 표시기(3760)는 하나 이상의 문턱(threshold) 레벨들을 모니터링하고, 특정 문턱 레벨의 도달에 대한 적절한 대응을 시작하기 위해 상기 콘솔(3732)로 출력 신호들을 발생할 수 있다. 예를 들어, 하나의 문턱 레벨을 감지하자마자, 상기 유체 레벨 표시기(3760)는 상기 이용자에게 상기 제1 수집 체임버(3740)가 넘치는 상태에 접근하고 있다는 경고(들리는 것, 보이는 것 등등)를 시작할 수 있다. 더 높은 문턱 레벨을 감지하자마자, 상기 유체 레벨 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 개방하고, 흡인물이 상기 제2 수집 체임버(3742) 내로 배수(drain)되는 것이 가능하도록 한다. 다시 더 높은 문턱 레벨을 감지하거나 바람직하지 않게 짧은 시간 주기로 문턱 레벨들을 연달아 감지{상기 제1 수집 체임버(3740)가 너무 신속하게 차고 있다는 것을 표시함}하자마자, 상기 유체 레벨 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 진공원(3714)가 꺼지도록 할 수 있다. 그러한 목적들을 위해, 임의의 적합한 유체 레벨 표시기가 제공될 수 있다. 상기 도시된 예시에서, 상기 유체 레벨 표시기(3760)는 상기 제1 수집 체임버(3740) 내의 흡인물의 레벨에 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 체임버(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 레벨에 대응할 수 있다. 상기 흡인물의 표면이 상승함에 따라, 상기 공(3762)은 광선의 경로 내로 움직이며, 상기 광선을 막아 그에 의해 대응하는 문턱 레벨의 도달이 감지될 수 있다. 전형적 실시예에서, 상기 광원(들)(3766) 및 광 감지기(들)(3768)는, 상기 콘솔(3732) 내 탑재되며, 그리고 상기 카세트(3734)가 상기 콘솔(3732) 내에 설치될 때, 상기 제1 수집 체임버(3740)를 통해 정확한 높이(들)로 상기 광선(들)을 향하게 하도록 위치할 수 있다.

[0062]

몇몇 실시예에서, 상기 카세트(3734){즉, 상기 카세트 하우징(3738)}는 상기 제1 수집 체임버(3740) 및 제2 수집 체임버(3742)로부터 유체 격리된 유체-전달 체임버(3772)를 포함한다. 상기 유체-전달 체임버(3772)는, 예컨대 상기 흡인선(3222)과의{또는 상기 흡인선(3222) 및 상기 기체 선(3224)과의} 결합을 제공하기 위해, 그리고 그것으로 인하여 상기 진공원(3714){또는 상기 진공원(3714) 및 상기 가압 기체원(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 부재(3772)는 상기 이용자에 의해 분해될 수 없는 영구적 유체 결합들을 제공하기 위해 활용될 수도 있으며, 그에 의해 상기 조직 제거 장치(3100)와 상기 카세트(3734)는 영구

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

[0063]

도 12에 구체적으로 도시된 실시례에서, 상기 유체-전달 체임버(3772)는, 상기 흡인선(3222) 및 기체 선(3224)이 상기 카세트(3734)의 외부로부터 통과하는 카세트 유입구(3774)를 포함한다. 이 예시에서, 상기 흡인선(3220)이 결합된 상기 흡인 유입구(3746)는 상기 유체-전달 체임버(3772) 내에 위치한다. 이 예시에서, 상기 유체-전달 체임버(3772)는 상기 카세트(3734)의 외부로 이어지는 기체 포트(3776)도 포함한다. 상기 기체 선(3224)은 상기 유체-전달 체임버(3772)를 통과하여, 상기 기체 포트(3776)에 결합된다. 상기 기체 포트(3776)는 상기 제1 진공 포트(3748) 및 제2 진공 포트(3750)와 동일한, 상기 카세트(3734)의 면 상에 위치할 수 있다. 상기 콘술(3732)은, 상기 카세트(3734)를 설치하자마자, 상기 기체 선(3224)이 상기 가압 기체원(3702)와 소통되도록 자동적으로 자리잡히는, 상기 제1 수집 체임버(3740) 및 상기 제2 수집 체임버(3742)가 상기 진공원(3714)와 소통되도록 자동적으로 자리잡히는, 각각의 상보적 결합(coupling)들을 포함할 수 있다. 상기 카세트(3734), 특히 카세트 유입구(3774)는 상기 이용자가 상기 흡인선(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.

[0064]

도 13은 상기 카세트(3734), 진공 레귤레이터(3730) 및 진공원(3714)의 예시의 개략도이다. 이 실시례에서, 상기 진공 레귤레이터(3730)는 제1 밸브(3882), 제2 밸브(3884) 및 제3 밸브(3886)를 포함한다. 상기 제1 밸브(3882)는 상기 진공원(3714)와 상기 제2 밸브(3884) 및 제3 밸브(3886) 사이에 직렬로 위치하며, 상기 제2 밸브(3884)는 상기 제1 밸브(3882)와 상기 제1 수집 체임버(3740) 사이에 직렬로 위치하고, 상기 제3 밸브(3886)는 상기 제1 밸브(3882)와 상기 제2 수집 체임버(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 폐쇄 위치, 상기 제2 밸브(3884)에 진공을 허용하는 개방 위치, 그리고 상기 제3 밸브(3886)에 진공을 허용하는 개방 위치로 이동가능하다. 상기 제2 밸브(3884)는 폐쇄 위치, 상기 제1 수집 체임버(3740)에 진공을 허용하는 개방 위치, 그리고 환기를 일으키는 개방 위치로 이동가능하다. 상기 제3 밸브(3886)는 폐쇄 위치, 상기 제2 수집 체임버(3742)에 진공을 허용하는 개방 위치, 그리고 환기를 일으키는 개방 위치로 이동가능하다. 따라서, 예를 들어 상기 제1 조직 수집 상태{상기 제1 수집 체임버(3740)만이 활용되는 상태}는, 상기 제1 밸브(3882)를 상기 제2 밸브(3884)를 향해 개방하는 것, 상기 제2 밸브(3884)를 상기 제1 수집 체임버(3740)를 향해 개방하는 것, 그리고 상기 제3 밸브(3886)를 잠그는 것에 의해 실시될 수 있다. 상기 제2 조직 수집 상태{상기 제1 수집 체임버(3740) 및 제2 수집 체임버(3742)가 활용되는 상태}는 상기 제1 밸브(3882)를 상기 제3 밸브(3886)를 향해 개방하는 것, 상기 제3 밸브(3886)를 상기 제2 수집 체임버(3742)를 향해 개방하는 것, 그리고 상기 제2 밸브(3884)를 환기 상태로 개방하는 것에 의해 실시될 수 있다.

[0065]

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 개방되는 위치를 가지도록 구성될 수 있다. 이 경우에, 상기 제2 밸브(3884) 및 제3 밸브(3886)는, 상기 제1 수집 체임버(3740) 및 제2 수집 체임버(3742)에 가해지는 각각의 진공 레벨들이 독립적으로 조절되는 것을 가능하게 하는 가변 밸브 위치들을 갖도록 구성될 수 있다.

[0066]

도 14a 및 도 14b는 각각 상기 카세트(3734)의 예시의 부분적 내부모형 사시도 및 측면도이다. 상기 카세트 하우징(3738)은 상기 제2 수집 체임버(3742)로부터 상기 제1 수집 체임버(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 개방하고 폐쇄하는 플래퍼 밸브(flapper valve)이다. 상기 카세트 하우징(3738)은 상기 제1 수집 체임버(3740)로부터 유체-전달 체임버(3772)를 유체 격리시키는 벽과 같은 내부 구조(3906)도 포함한다. 상기 흡인 유입구(3746)는 제1 수집 체임버(3740)로 이어지는 상기 유체 전달 통로(3908)와 소통되도록 탑재된다. 상기 유체-전달 체임버(3772) 내에서, 상기 흡인 유입구(3746) 및 기체 포트(3776)는 각각 상기 흡인선(3222)의 배관 및 기체 선(3224)에의 결합을 위해 구성된다. 상기 흡인선(3222) 및 기체 선(3224)은 상기 카세트 유입구(3774)에 단단히(securely) 탑재된 관통 부재(또는 튜브 지지 부재)(3910)를 통과한다. 상기 관통 부재(3910)는 상기 흡인선(3222) 및 기체 선(3224)의 유연한 배관을 위한 변형 완화(strain relief)로서 역할을 할 수 있다. 상기 도시된 예시에서, {위에서 설명되고 도 8 및 도 9에 도시된 상기 조직 제거 장치(3100)의 상기 관통 부재(3130)와 유사한} 상기 관통 부재(3910)는 상기 흡인선(3222)와 기체 선(3224)이 나란히 일체식으

로 연결되는 이중-루멘 구성을 수용하기 위해, 두 보어들 사이에 갭을 갖는다. 위에서 설명한 바와 같이, 소수성 필터들이 상기 제1 수집 체임버(3740)와 상기 제1 진공 포트(3748) 사이에, 그리고 상기 제2 수집 체임버(3742)와 상기 제2 진공 포트(3750) 사이에 개재할 수 있다. 본 실시례에서, 일면에 있는 상기 제1 진공 포트(3748) 및 제2 진공 포트(3750)와, 다른 면에 있는 상기 제1 수집 체임버(3740) 및 제2 수집 체임버(3742)의 사이에 탑재된, 소수성 필터 재료의 단일 스트립(3912)이 이 목적을 위해 제공될 수 있다.

[0067]

도 15는 다른 일 실시례에 따른 조직 제거 시스템(4400)의 예시의 개략도이다. 상기 조직 제거 시스템(4400)은 조직 제거 장치 및 흡인선(3222)을 통하여 상기 조직 제거 장치와 소통되는 조직 (및 유체) 수집 용기를 포함한다. 상기 조직 제거 장치는, 예를 들어 위에서 설명되고 도 8 내지 11b에 도시된 상기 조직 제거 장치(3700)와 동일 또는 유사할 수 있다. 따라서 상기 조직 제거 장치(4400)는 흡인 캐놀라(4404), 및 상기 내부 밸브를 구동하는 선형 액추에이터(linear actuator; 3780)를 포함할 수 있다. 본 실시례에서 상기 선형 액추에이터(3780)에는 도 12를 참조하여 설명된 바와 같이 공기역학적으로 동력이 공급된다. 그러나 가압 기체원의 작동은 도 15에 도시되지 않는다. 별개의 휴대용 세척 도구는 도 15에 도시되지 않으나, 도 12를 참조하여 설명된 바와 같이 이용될 수 있다.

[0068]

도 15에 도시된 예시에서 상기 수집 용기는 상기 조직 제거 장치(3100)와 진공원(예컨대 펌프)(3714) 사이에 직렬로 위치된다. 상기 진공원(3714)은 진공을 발생시키기에 적합한 임의의 장치일 수 있는바, 예컨대 본 개시서에서 앞서 설명된 진공원들 또는 펌프들과 같은 것일 수 있다. 상기 수집 용기는 흡인된 조직 및 유체를 받아들이기 위한 적어도 하나의 내부 체임버를 포함한다. 따라서 상기 수집 용기는, 상기 조직 제거 장치(3100)로부터 이어지는 상기 흡인선(3222)과 소통되는 유입구, 및 상기 진공원으로 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 진공원(3714)으로 흐르지 않는 것을 보장하도록 구성되는 필터 또는 다른 장치를 포함할 수 있다. 진공 레귤레이터(3730)는 상기 수집 용기의 유출구와 상기 진공원(3714) 사이에 직렬로 위치된다. 상기 진공 레귤레이터(3730)는 상기 수집 용기 및/또는 조직 제거 장치(3100)에 가해지는 진공의 레벨을 제어하기 위하여 필요한 하나 이상의 구성요소들일 수 있다.

[0069]

본 실시례에서, 상기 조직 제거 시스템은, 도 12를 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 12를 참조하여 위에서 설명된 바와 같이 상기 가압 기체원(3702)으로부터 상기 조직 제거 장치(3100)의 상기 액추에이터(3780)로의 가압된 기체의 흐름을 제어하도록 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 펄스화 파라미터들)의 조절(adjustment), 밸브들 및 레귤레이터들의 제어, 및 상기 제어 콘솔 및/또는 위에서 언급된 발로-작동되는 제어 장치 상에 제공되는 컨트롤들을 통하여 상기 이용자에 의해 조절가능할 수 있는 파라미터들을 포함한다.

[0070]

본 실시례에서 상기 수집 용기는 도 12에 도시된 바와 같이 상기 콘솔의 카세트 용기(3736)(예컨대 베이, 슬롯 등) 내로의 이용자에 의한 제거가능한 설치를 위하여 구성된 카세트(3734)의 형태로 제공된다. 상기 콘솔은, 상기 이용자에 의해 요망되는 바에 따라, 완전히 설치된 위치(즉 작동 위치)에 올바르게 상기 카세트(3734)를 잠그기 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.

[0071]

도 15에 도시된 바와 같이 본 실시례에서, 상기 카세트(3734)는 카세트 하우징(3738), 상기 카세트 하우징(3738) 내의 제1(또는 주) 수집 체임버(3740), 및 상기 카세트 하우징(3738) 내의 제2(또는 부) 수집 체임버(3742)를 포함한다. 상기 제2 수집 체임버(3742)는, 수동 일방향 밸브 또는 체크 밸브일 수 있는 카세트 밸브(3744)를 통하여 상기 제1 수집 체임버(3740)와 소통한다. 상기 카세트(3734)는 상기 흡인선(3222)과 소통되는 흡인 유입구(3746)를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 상기 흡인 유입구(3746)는 상기 흡인선(3222)의 튜브가 결합된 피팅을 포함할 수 있다. 상기 흡인 유입구(3746)는 상기 제1 수집 체임버(3740)와 소통된다. 상기 카세트(3734)는 상기 제1 수집 체임버(3740)와 소통되는 제1 진공 포트, 및 상기 제2 수집 체임버(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 진공원

(3714)와 소통될 수 있다. 상기 전압 레귤레이터(3730)의 작동, 및 상기 제1 수집 체임버(3740)와 상기 제2 수집 체임버(3742) 사이의 압력의 제어는 도 12를 참조하여 위에서 설명되었다.

[0072]

몇몇 실시예에서, 상기 카세트(3734){즉, 상기 카세트 하우징(3738)}는 상기 제1 수집 체임버(3740) 및 제2 수집 체임버(3742)로부터 유체 격리된 유체-전달 체임버(3772)를 포함한다. 상기 유체-전달 체임버(3772)는, 예컨대 상기 흡인선(3222)과의{또는 상기 흡인선(3222) 및 상기 기체 선(3224)과의} 결합을 제공함에 따라, 상기 진공원(3714){또는 상기 진공원(3714) 및 상기 가압 기체원(3702) 둘 모두}이 상기 콘솔(3732) 내에 상기 카세트(3734)를 설치함으로써 간단히 상기 조직 제거 장치(3100)와 작동상 결합되도록 활용될 수 있다. 상기 유체-전달 부재(3772)는 상기 이용자에 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 이용자에 의해 쓰고 버려지고, 새롭거나 멸균된 유닛으로 대체될 수 있다.

[0073]

도 15에 도시된 바와 같이, 상기 흡인 캐놀라(4404), 핸드피스(handpiece; 3100)로 된 밸브-제어되는(valve-controlled) 캐놀라 구조, 상기 흡인선(3222), 상기 제1 수집 체임버(3740) 및 상기 제2 수집 체임버(3742), 상기 진공 레귤레이터(3730), 상기 진공원(3714), 및 상기 제1 수집 체임버(3740) 및 상기 제2 수집 체임버(3742)와 상기 진공원(3714) 사이의 유체 연결들에 의해 유체 회로가 형성된다. 상기 유체 회로 내에 기초 진공이 상기 진공원(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 11b를 참조하여 위에서 설명된 핸드피스와 유사할 수 있다. 예를 들어 (도 11b의) 밸브 포트(3470)는 (도 35의) 내측 캐놀라(3338)의 선형 운동에 의해 교대로 개방되고 폐쇄되는바, 상기 (도 11b의) 내측 캐놀라(3338)는 도시된 예시에서 밸브 구성요소로서 기능할 뿐만 아니라 상기 휴대용 도구를 통하여 상기 흡인선의 부분으로서도 기능한다. 상기 흡인 캐놀라(4404)의 축은 (도 11b의) 내측 캐놀라(3338)의 축으로부터 오프셋되고, 상기 흡인 캐놀라(4404) 및 상기 (도 11b의) 내측 캐놀라(3338)는 평행하거나 또는 실질적으로 평행할 수 있으며, 상기 (도 11b의) 밸브 포트(3470)는 상기 흡인 캐놀라(4404) 및 상기 (도 11b의) 내측 캐놀라(3338)에 횡방향으로 또는 실질적인 횡방향으로 배향된다.

[0074]

원하는 효과들을 만들기 위하여 상기 진공 펄스들의 파라미터들을 조작하도록 상기 (도 11b의) 밸브 포트(3470)의 개방 및 폐쇄가 제어될 수 있다. 이는 도 16a 및 16b를 참조하여 아래에서 더 설명된다.

[0075]

도 15의 조직 제거 시스템(4400)은 도 12에 도시되지 않은 추가 구성요소들을 포함한다. 상기 도 15의 시스템(4400)은 도 45를 참조하여 설명된 바와 같이 변경된 흡인 캐놀라(4404)를 포함하지만, 상기 시스템(4400)은 아래에서 설명되는 특정 흡인 캐놀라(4404)를 이용하는 것에 한정되지 않는다. 도 15의 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 흡인선(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 흡인선(3222) 안으로 밀 때 상기 흡인선(3222)을 폐쇄되게 쥘 수 있다. 상기 제1 솔레노이드(4422)는, 상기 흡인선(3222)을 다시 개방하게끔 상기 모루 팁을 후퇴시키도록 제어될 수 있다. 상기 제3 밸브(4430)는 상기 흡인선(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.

[0076]

상기 제2 밸브(4420) 및 제3 밸브(4430)은 선택적이다. 상기 유체 회로 내의 진공을 조작하는 데 있어서 (도 11b의) 상기 제1 밸브 조립체(3110)를 돕도록 상기 제2 밸브(4420) 또는 상기 제3 밸브(4430)가 추가될 수 있다. 상기 흡인선(3222) 내의 조직을 비우게끔 상기 유체 회로를 퍼징하도록 상기 제2 밸브(4420) 또는 상기 제3 밸브(4430)가 추가될 수 있다. 밸브 조작 기능 및 퍼징 기능 둘 모두를 제공하도록 상기 제2 밸브(4420) 및 상기 제3 밸브(4430) 둘 모두가 추가될 수 있다.

[0077]

상기 시스템(4400)은, 초음파 팁(4442)을 구비하고 수정체유화 시스템(4450)으로의 연결을 가지는 초음파 핸드피스(4440)도 포함한다. 도 15의 시스템(4400)의 실시의 일 선택사항(option)은 상기 조직을 파쇄하는 데에 도움이 되도록 수정체유화를 제공하는 것이다. 상기 초음파 팁(4442)은, 상기 흡인 캐놀라(4404)의 변경된 버전(version) 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.

- [0078] 도 16a 및 16b는 상기 펄스화된 진공을 변화시키는 펄스 파라미터들의 제어를 도시하는 펄스화된 진공 신호들이다. (도 12의) 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 16a 및 16b에 도시된 진공 펄스 파형들에 도달(arrive)하도록 상기 진공원(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 16a에는 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($= 1/T_{\text{cycle}}[]$)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.
- [0079] (도 12의) 상기 제어 콘솔(3732)에 의해 제어될 수 있는 다른 진공 펄스 파라미터는 듀티 사이클이다. 도 16a의 제1 펄스 파형(4600)은 시간 주기(P1[]) 동안 진공이 '온(on)'이고 P1로부터 사이클의 마지막까지 시간(P1-T cycle[]) 동안 '오프(off)'라는 점을 보여준다. 상기 제1 펄스 파형(4600)의 듀티 사이클은 상기 진공이 '온'인 시간(T cycle[])의 백분율이다. 상기 프로세서는 상기 주파수를 변화시키지 않고 상기 진공이 '온'인 시간을 조절함으로써 상기 듀티 사이클을 제어할 수 있다. 상기 제2 펄스 파형(4602)은 동일한 전체 사이클 시간(Tcycle[]) 내에 시간 주기(P2) 동안 진공이 '온'이라는 점을 보여준다. 상기 시간 주기(P2)는 시간 주기(P1)보다 크다. 따라서 상기 제2 펄스 파형(4602)은 상기 제1 펄스 파형(4600)보다 더 긴 듀티 사이클을 가진다.
- [0080] 상기 프로세서는 진공에 대한 스로틀 기능(throttle function)을 제공하도록 (도 11b의) 상기 밸브 포트(3470)가 열리고 닫히는 정도를 조절할 수도 있다. 따라서 상기 진공 펄스들은 각각 최소 밸브 개방 및 최대 밸브 폐쇄에 해당되는 최소 진공 레벨과 최대 진공 레벨 사이에 있도록 한정될 수 있다. 진공 펄스들이, 상기 밸브 포트(3470)가 100% 열리는 때에 제공되는 최대 진공 레벨과 상기 밸브 포트가 0% 열리는 때에 제공되는 최소 진공 레벨 사이에서 교번한다면 딱딱한 펄스 효과(hard pulse effect)는 상기 조직에 대하여 진동을 발생시킬 수 있으며, 이는 전체 전안방의 펄스화(pulsing)로 귀결될 수 있다. 상기 프로세서는, 최대 진공 레벨 및 최소 진공 레벨에서 부분적으로 열리거나 부분적으로 닫히게끔 상기 밸브 포트의 개구를 제어함으로써, 둘러싼 조직 상의 압력 변화의 충격을 완화(soften)하도록 프로그램될 수 있다.
- [0081] 도 16b에는 동일한 주파수 및 듀티 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 레벨을 위하여 완전히 닫히도록, 그리고 70%의 최대 진공 레벨을 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 레벨을 위하여 40% 열리게 닫히도록, 그리고 100%의 최대 진공 레벨을 위하여 상기 밸브 포트(3470)의 전체 개구 면적에 이르게 열리도록 제어함으로써 발생될 수 있다. 상기 최소 진공 레벨 및 최대 진공 레벨을 위한 다른 레벨들을 한정함으로써 상이한 효과들이 달성될 수 있다.
- [0082] (도 12의) 제어 콘솔(3732)은, (도 15의) 상기 조직 제거 시스템(4400)의 제어를 미세 조절(fine tune)하도록 이용자가 파라미터들 또는 세팅들을 한정할 수 있게 하는 이용자 인터페이스를 포함할 수 있다. 예를 들어 상기 제어 콘솔(3732)은, 이용자가 세팅을 터치 스크린 또는 키패드와 같은 이용자 입력 장치에 입력함으로써 (예컨대 cc/mm으로 된) 유속을 한정할 수 있게 할 수 있다. 상기 제어 콘솔(3732)은, 상기 진공 펄스들을 발생시키고 원하는 유속을 제공할 주파수, 듀티 사이클, 진공 레벨, 기초 진공 레벨 및 다른 임의의 적합하고 이용가능한 파라미터를 결정하는 소프트웨어 기능들을 제공할 수 있다.
- [0083] 도 17은 다른 일 실시예에 따른 예시의 조직 제거 시스템(1700)의 개략도이다. 이 실시예에서 조직 제거는 진공 펄스화만으로, 수정체유화만으로, 순차적인 진공 펄스화 및 수정체유화 둘 모두로, 또는 동시적인 진공 펄스화 및 수정체유화 둘 모두로 수행될 수 있다. 상기 조직 제거 시스템(1700)은 조직 제거 장치(1800), 및 외부 흡인선(1722)을 거쳐 상기 조직 제거 장치(1800)와 소통하는 조직 (및 유체) 수집 용기(1734)를 포함한다. 상기 조직 제거 장치(1800)의 하나 이상의 특징부들 또는 구성요소들은 위에서 설명되고 도 8 내지 12에 도시된 조직 제거 장치(3100)의 특징부들 및 구성요소들과 동일 또는 유사할 수 있다. 상기 조직 제거 장치(1800)가 상기 수술 부위로 세척액을 유동시키도록 구성될 수 있거나 또는 별개의 휴대용 세척 도구(hand-held irrigation instrument)가 위에서 설명된 바와 같이 활용될 수 있다.
- [0084] 본 실시예에서 상기 조직 제거 장치(1800)는 하우징(핸드피스)(1740)의 원위 단부로부터 연장된 증공 바늘(1704)을 포함한다. 상기 바늘(1704)은 조직을 파쇄하기 위한 수정체유화 팁으로서도, 그리고 파쇄된 조직을 상

기 수술 부위로부터 제거하기 위한 흡인 캐놀라로서도 기능한다. 상기 조직 제거 장치(1800)는 전기 에너지를 음파 또는 초음파 주파수로 전파되는 진동 에너지로 변환하도록 구성된 초음파 트랜스듀서(1714)를 포함한다. 상기 초음파 트랜스듀서(1714)는 본 발명 기술분야의 통상의 기술자에게 이해되는 바와 같이 상기 바늘(1704)의 팁으로 기계적 진동을 전달하기 위하여 상기 바늘(1704)과 기계적으로 소통된다. 하나의 비한정적 예시로서, 상기 초음파 트랜스듀서(1714)는 압전 요소(또는 압전 요소들의 적층체)를 포함할 수 있는바, 그 압전 요소(또는 적층체)는 상기 바늘(1704)에 결합되거나, 통상의 기술자에게 이해되는 바와 같이 예컨대 나사 결합에 의해 상기 바늘(1704)이 결합되는 개재하는 혼(intervening horn)에 결합된다. 상기 바늘(1704)은 상기 하우징(1740)의 근위 단부에 있는 결합 부재(1730)로 이어지는 내부 흡인선(1744)과 유체 소통된다. 상기 결합 부재(1730)는 상기 조직 제거 장치(1800)의 흡인 유출구로 기능하는 임의의 적합한 피팅일 수 있다. 상기 하우징(1740) 안의 하나 이상의 구조물 또는 구성요소들은 상기 바늘(1704)과 상기 결합 부재(1730) 사이에 상기 내부 흡인선(1744)을 부분적으로 한정할 수 있다.

[0085]

상기 조직 제거 시스템(1700)은 진공 펄스화 장치(1716)를 더 포함한다. 일반적으로, 상기 진공 펄스화 장치(1716)는 상기 바늘(1704)과 상기 조직 수집 용기(1734) 사이의 흡인 경로와 직렬로 위치되며, 상기 하우징(1740) 안에서 발생하는 초음파 에너지로부터 상기 진공 펄스화 장치(1716)를 격리시키는 방식으로 상기 조직 제거 장치(1800)의 상기 하우징(1740)의 외부에 위치된다. 예를 들어 탄성중합체 밀봉 재료(elastomeric sealing material)와 같은 제동 재료(damping material)가 진동을 제동시키도록 상기 하우징(1740)과 상기 진공 펄스화 장치(1716) 사이의 하나 이상의 위치에 개재될 수 있다. 도시된 실시예에서 상기 진공 펄스화 장치(1716)는 상기 하우징(1740)에 대한 (근위 단부에서의) 부착물로서 구성되는데, 이 경우에 상기 진공 펄스화 장치(1716)는 상기 조직 제거 장치(1800)의 일부로 여겨질 수 있다. 예를 들어 상기 진공 펄스화 장치(1716)는 유체-밀봉 방식으로 상기 조직 제거 장치(1800)의 상기 (제1) 결합 부재(1730)에 결합되도록 구성된 (제2) 결합 부재(1738)를 포함할 수 있다. 예를 들어 상기 결합 부재들(1730 및 1738) 중의 하나는 피팅 슛놈(male fitting)인 반면에 다른 하나는 피팅 암놈(female fitting)일 수 있다. 상기 진공 펄스화 장치(1716)는 하우징(1752) 안에 밸브 조립체(1780)를 포함한다. 상기 밸브 조립체(1780)는 일반적으로 액추에이터 및 가동 부재 또는 밸브를 포함한다. 상기 가동 부재는 상기 액추에이터에 의하여 개방 위치와 폐쇄 위치 사이에서 교번적으로 액추에이팅된다. 상기 폐쇄 위치는 상기 흡인 경로 내에 확립되는 진공을 막거나 중단(interrupt)시킨다. 따라서 상기 가동 부재의 상기 개방 위치와 폐쇄 위치 사이의 순환은 상기 바늘(1704)의 원위 팁에 진공 펄스들을 발생시키는바, 이는 본 개시서의 다른 부분에서 설명된 바와 같이 조직을 파쇄하기에 유용하다.

[0086]

일반적으로 상기 밸브 조립체(1780)는 진공 펄스들을 발생시키기에 적합한 임의의 구성을 가질 수 있다. 액추에이팅은 선형 방향으로 또는 회전 방향으로 이루어질 수 있으며, 공압식 수단, 기계적 수단, 전기적 수단, 전기 기계적 수단, 자기적 수단 또는 전자기적 수단에 의해 구동될 수 있다. 상기 밸브 조립체에 대한 구성들의 예시는 위에서 설명되고, 도 1{진공 펄스화 장치(156)}, 도 4a 및 4b{진공 펄스화 장치(1056)}, 도 5a 및 5b{진공 펄스화 장치(1256)}, 도 6{가동 부재(1406)}, 도 7a 및 7b{진공 펄스화 장치(1556)}, 및 도 8 내지 11b{오프셋되고 왕복되는 내측 캐놀라(3338), 및 외측 캐놀라(3466)를 가진 밸브 조립체(3110) 및 밸브 포트(3470), 피스톤(3340), 격막(3454), 기타 등등}에 도시된 구성을 포함하나 이에 한정되지 않는다. (전기식, 공압식, 기타 등등의) 동력선이 적합한 동력원으로부터 동력을 제공하도록 상기 액추에이터에 결합된다. 도시된 실시예에서 상기 밸브 조립체(1780)에는 공압식으로 동력이 공급되며, 이에 따라 임의의 적합한 가압 기체원(3702)으로부터 기체 선(1724) 및 상기 진공 펄스화 장치(1716)의 기체 유입구(1754)를 거쳐, 가압된 기체를 수용한다.

[0087]

본 실시예에서 상기 조직 수집 용기(1734)는 상기 조직 제거 장치(1800)와 진공원(예컨대, 펌프)(3714) 사이에 직렬로 위치된다. 또한 본 실시예에서 외부 흡인선(1722)은 상기 진공 펄스화 장치(1716)의 흡인 유출구(1758)에, 그리고 상기 조직 수집 용기(1734)에 결합된다. 따라서 전체적으로 상기 흡인 경로는 상기 바늘(1704)로부터, 상기 내부 흡인선(1744), 상기 커플링들(1730 및 1738), 상기 진공 펄스화 장치(1716)의 하나 이상의 내부 도관들, 상기 흡인 유출구(1758), 및 상기 외부 흡인선(1722)을 통하여, 상기 조직 수집 용기(1734) 안으로 이어진다. 상기 진공원(1714)은 예컨대 본 개시서에서 앞서 설명된 진공원들 또는 펌프들과 같은 진공을 발생시키는 데 적합한 임의의 장치일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 상기 조직 수집 용기(1734)는 위에서 설명되고 도 12{카세트(3734)}에 도시된 바와 같은 카세트로서 구성될 수 있다. 진공 레귤레이터(3730)는 상기 진공원(3714)과 상기 조직 수집 용기(1734)의 유출구 사이에 직렬로 위치될 수 있다. 상기 진공 레귤레이터(3730)는 위에서 설명된 바와 같이 상기 조직 수집 용기(1734) 및/또는 조직 제거 장치(1800)에 가해지는 진공의 레벨을 제어하기 위하여 필요한 바와 같은 하나 이상의 구성요소들일 수 있다.

[0088]

본 실시예에서 상기 진공원(3714), 또는 상기 진공원(3714)과 상기 가압 기체원(3702) 둘 모두는 제어 콘솔

(1732)과 통합된다. 상기 제어 콘솔(3732)은 위에서 설명되고 도 1 및 12에 도시된 바와 같은 다른 특징부들을 포함할 수 있다. 발로-작동되는 제어 장치도 위에서 설명되고 도 1에 도시된 바와 같이 제공될 수 있다. 상기 제어 콘솔(1732)은 가압된 기체의 상기 가압 기체원(3702)으로부터 상기 진공 펄스화 장치(1716)의 액추에이터로의 유동을 제어하도록 구성된 밸브 제어 장치(3784)도 포함할 수 있다. 상기 밸브 제어 장치(3784)는 위에서 설명된 바와 같이 이 목적으로 임의의 적합한 기계적, 전기기계적 또는 전자기적 구성을 구비할 수 있다. 상기 밸브 제어 장치(3784)는 상기 제어 콘솔(1732)의 소프트웨어 및/또는 진공 펄스 제어 회로망과 통신할 수 있다. 상기 밸브 제어 장치(3784)의 작동 파라미터들(예컨대, 진공 펄스화 파라미터들)은 상기 제어 콘솔(1732) 상에 제공되는 컨트롤들 및/또는 위에서 언급된 발로-작동되는 제어 장치를 통하여 이용자에 의해 조절 가능할 수 있다. 또한 본 실시례에서, 상기 조직 수집 용기(1734)가 카세트의 형태로 제공될 수 있는바, 그 카세트는 위에서 설명된 바와 같이 상기 콘솔(1732)의 카세트 용기(1736)(예컨대, 베이, 슬롯 등등) 안으로의 이용자에 의한 제거가능한 설치를 위하여 구성된다.

[0089]

몇몇 실시례에서, 상기 조직 수집 용기(1734)는 도 12와 함께 위에서 설명된 것{유체-전달 체임버(3772)}과 같은 유체-전달 체임버를 포함할 수 있는바, 그 유체-전달 체임버 안에 다양한 선들(흡인선, 기체 선, 동력선 등등)이 도 12와 함께 위에서 설명된 바와 같이 영구적인 방식으로 설치된다. 이 구성에 의해 상기 조직 수집 용기(1734)와 상기 진공 펄스화 장치(1716), 또는 상기 조직 수집 용기(1734)와 상기 진공 펄스화 장치(1716) 및 상기 조직 제거 장치(1800) 둘 모두는, 이용자에 의해 분해될 수 없는 영구적으로 조립된 단일 유닛으로서 제공될 수 있으며, 그 단일 유닛은 이용자에 의해 쓰고 버려질 수 있으며 새롭거나 멸균된 유닛으로 대체될 수 있다.

[0090]

상기 조직 제거 시스템(1700)은 동력선(1792)을 통하여 상기 초음파 트랜스듀서(1714)에 동력을 공급하기 위한 전기적 동력원(1790)을 더 포함한다. 상기 동력원(1790)은 개략적으로 도시된 바와 같이 상기 제어 콘솔(1732) 안에 포함될 수 있다. 상기 제어 콘솔(1732)은 상기 조직 제거 시스템(1700)의 다양한 구성요소들을 제어하도록 구성된 컨트롤러(1794)를 포함할 수도 있다. 상기 컨트롤러(1794)는 전자 프로세서-기반 컨트롤러일 수 있으며, 통상의 기술자에게 이해되는 바와 같이, 하드웨어 속성과 소프트웨어 속성 둘 모두를 포함할 수 있다. 상기 컨트롤러(1794)는 전체적으로 또는 부분적으로 본 명세서에서 개시된 방법들 중의 임의의 방법을 수행 또는 제어하도록 구성될 수 있다. 도 17에서 상기 컨트롤러(1794)는 상기 동력원(1790), 상기 밸브 제어 장치(3784), 및 상기 진공원(3714){및/또는 상기 진공 레귤레이터(3730)}과 신호상으로 통신하는 것으로 개략적으로 도시되었다. 상기 컨트롤러(1794)는 (카세트-기반 실시례들에서) 예컨대 상기 조직 수집 용기(1734)가 상기 제어 콘솔(1732) 안으로 꽂혔다는(plugged) 것을 판별하기 위하여, 상기 조직 수집 용기(1734)를 수용하는 슬롯과 신호상으로 통신할 수도 있다. 상기 컨트롤러(1794)는 (위에서 설명된 바와 같은) 유체 레벨 검출기가 제공된다면 그 유체 레벨 검출기와 신호상으로 통신할 수도 있다. 이에 따라 상기 컨트롤러(1794)는 상기 초음파 트랜스듀서(1714)(온/오프, 주파수 등등), 상기 진공 펄스화 장치(1716)(예를 들어 도 2, 3, 16a 및 16b에 도시된 바와 같은 온/오프, 펄스 강도, 지속시간, 주파수, 듀티 사이클 등등), 및 상기 진공원(3714)(온/오프, 진공 레벨 등등)의 작동 파라미터들을 제어(설정 및 조절)하도록 구성될 수 있다.

[0091]

상기 컨트롤러(1794)는 본 명세서에 개시된 다양한 작동 모드들 중의 임의의 것으로 상기 조직 제거 시스템(1700)을 전환하도록 구성될 수 있다. 이 작동 모드들은 수정체유화-전용 모드, 진공 펄스화-전용 모드, 및 결합된 수정체유화 모드-진공 펄스화 모드를 포함한다. 상기 수정체유화-전용 모드에서 상기 초음파 트랜스듀서(1714)는 상기 바늘(1704)을 여기시키도록 활성화됨으로써 상기 바늘(1704)이 초음파 에너지를 표적 조직에 가한다. 이 모드에서 상기 진공원(3714)은 상기 바늘(1704)에 원하는 레벨의 진공을 가하도록 활성화되어 수정체유화 형태에 의하여 파쇄된 조직이 흡인된다. 상기 흡인 경로는 상기 진공 펄스화 장치(1716)를 통과하지만 상기 진공 펄스화 장치(1716)는 진공 펄스들을 가하지 않는다. 상기 진공 펄스화-전용 모드에서 상기 진공 펄스화 장치(1716)는 상기 바늘(1704)의 원위 팁에 진공 펄스들을 가하도록 활성화되어 조직을 파쇄한다. 이 모드에서 상기 진공원(3714)은 상기 바늘(1704) 및 진공 펄스화 장치(1716)를 통하여, 파쇄된 조직을 흡인하도록 활성화되지만 상기 바늘(1704)은 진동되지 않는다. 결합된 수정체유화 모드-진공 펄스화 모드에서는, 상기 초음파 트랜스듀서(1714)와 상기 진공 펄스화 장치(1716) 둘 모두가 순차적으로 또는 동시에 활성화되거나, 또는 하나 이상의 진공 펄스화-전용 단계(stage)들, 수정체유화-전용 단계들, 및 동시적인 수정체유화-진공 펄스화 단계들의 열(sequence)을 수반하는 다단계 프로세스에 따른다. 외과의는 상기 제어 콘솔(1732), 발로-작동되는 제어 장치(발 페달들), 또는 그 둘 모두로 명령들을 입력함으로써 상이한 모드들을 선택할 수 있다.

[0092]

일반적으로, 본 명세서에서 사용된 "소통(통신)되다(communicate)" 및 "~ 와 ... 소통(통신)되는(in ... communication with)"과 같은 용어들{예컨대, 제1 구성요소가 제2 구성요소와 "소통(통신)되다" 또는 "소통(통

신)되는 체이다")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.

[0093]

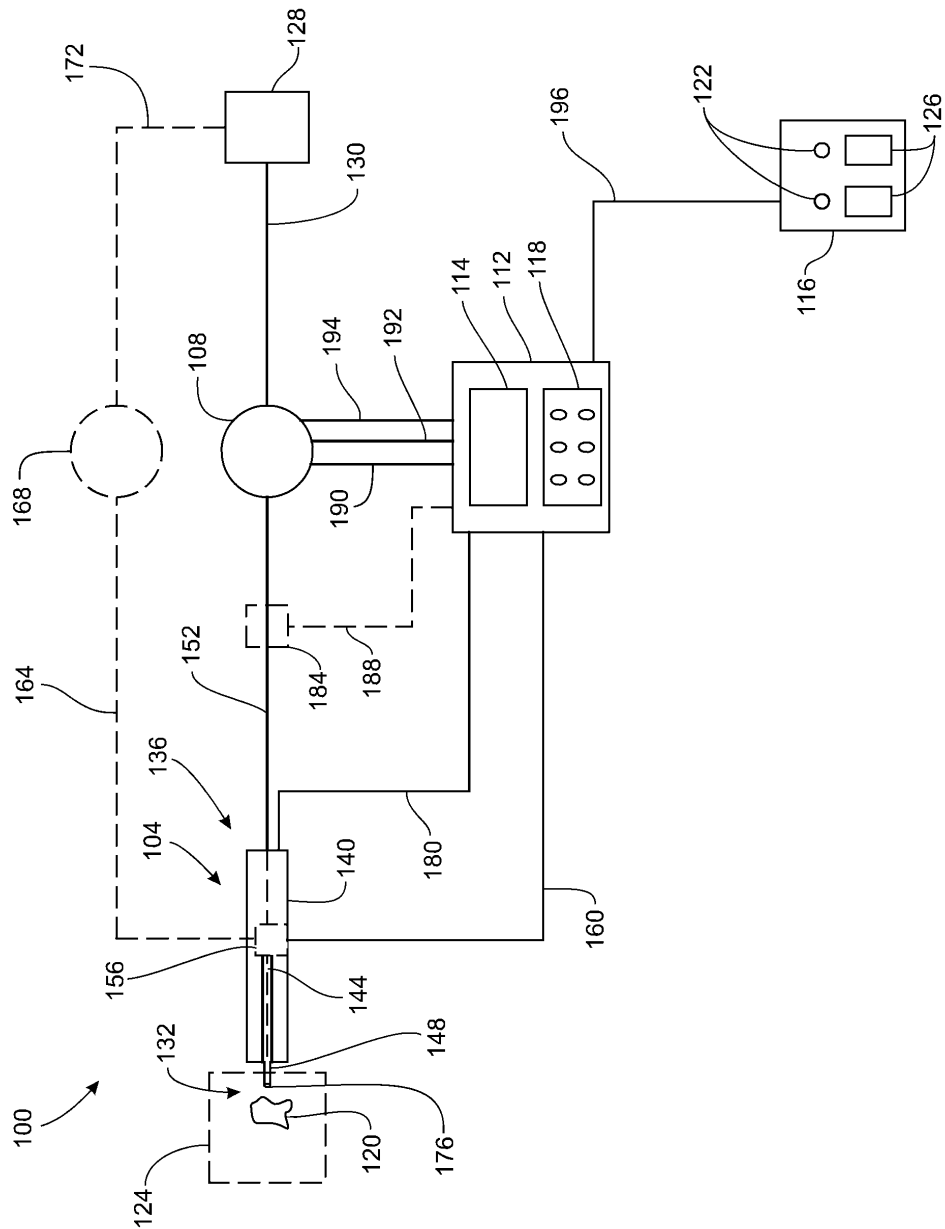
덧붙여, 본 명세서에서 사용된 "에 결합된(coupled to)" 및 "~에 결합되도록 구성된(configured for coupling to)", 그리고 "~에 고정된(secured to)"과 같은 용어들(예컨대, 제1 구성요소가, 제2 구성요소"에 결합되거나", 제2 구성요소"에 결합되도록 구성되거나", 제2 구성요소"에 고정되다")은 2개 이상의 구성요소들 또는 요소들 사이의 구조적, 기능적, 기계적, 전기적, 신호적, 광학적, 자기적, 전자기적, 이온적(ionic) 또는 유체적 관계를 가르킨다. 하나의 구성요소가 제2 구성요소에 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.

[0094]

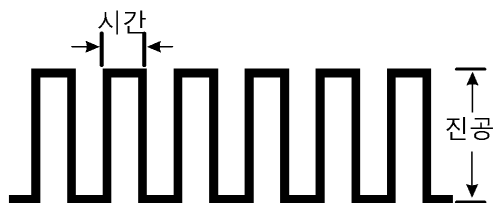
전술한 설명이 다양한 실시들 중 특정 예시들만을 보여주지만, 본 발명은 전술한 설명적 예시들로 한정되지 않는다. 통상의 기술자는 첨부된 청구항들에 의해 한정되는 본 발명이 더 많은 다양한 실시들과 변형물들로 적용될 수 있다는 것을 안다. 특히, 그 특징들이 서로 모순되지 않는 한, 상기 설명된 실시들의 다양한 특징들의 조합이 가능하다. 따라서, 실시들의 전술한 설명은 실례를 보이고 설명하기 위한 목적으로 제시되어 온 것이다. 그것은 전부 망라하는 것이 아니며, 또 청구된 발명들을 정확히 개시된 형태로 제한하는 것이 아니다. 상기 설명의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

도면

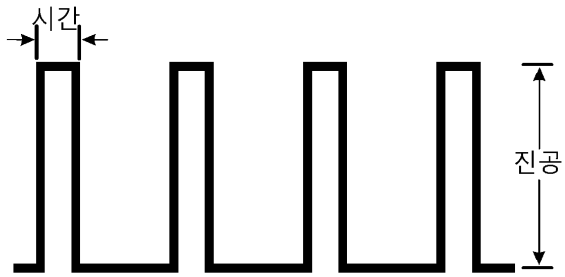
도면1



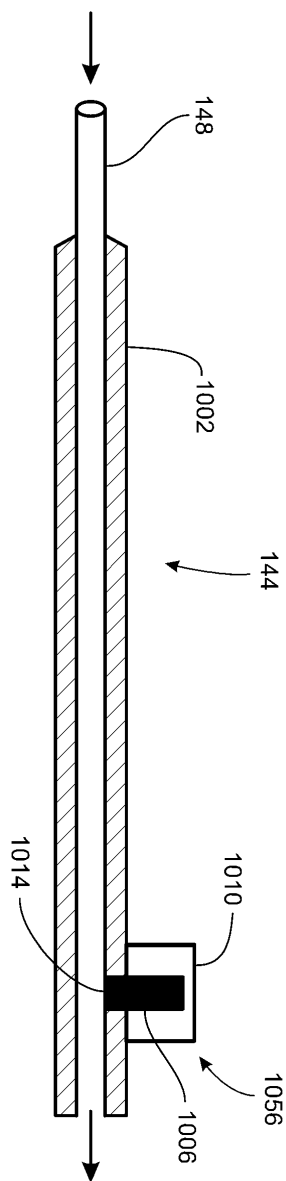
도면2



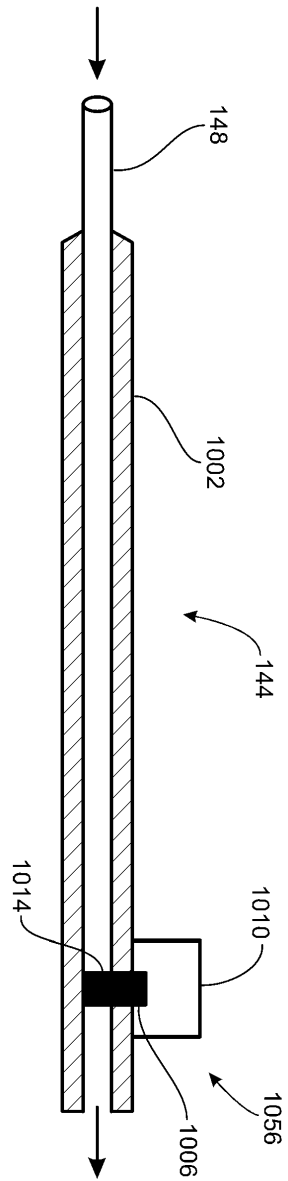
도면3



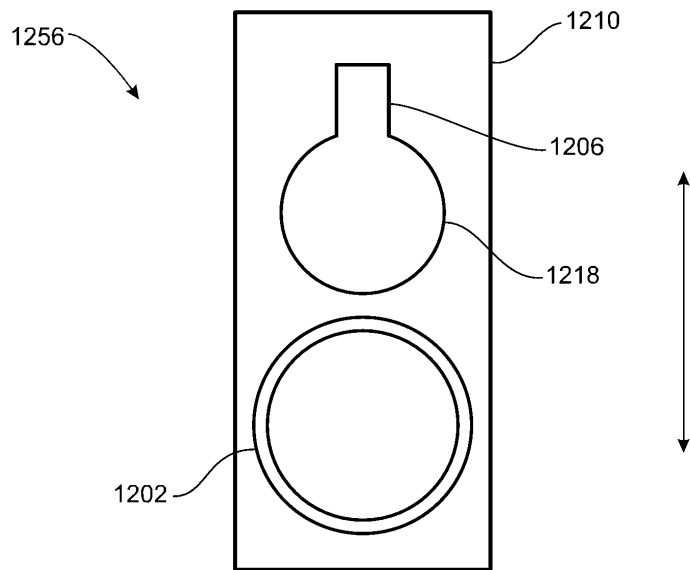
도면4a



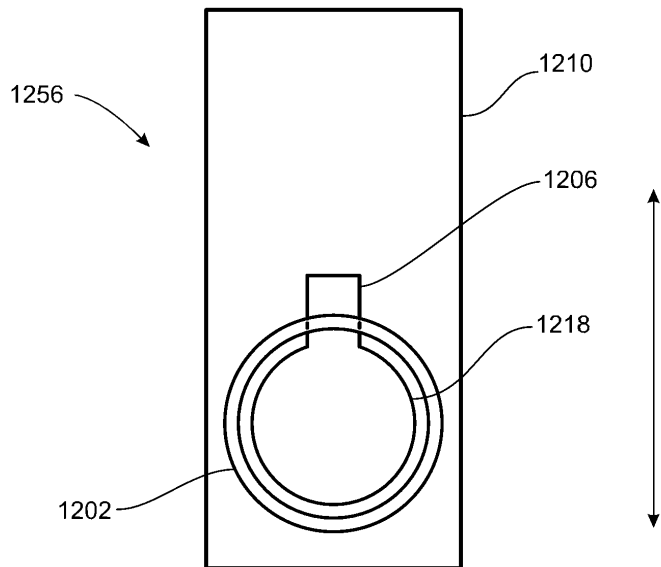
도면4b



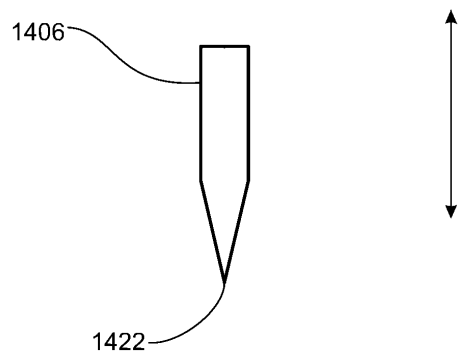
도면5a



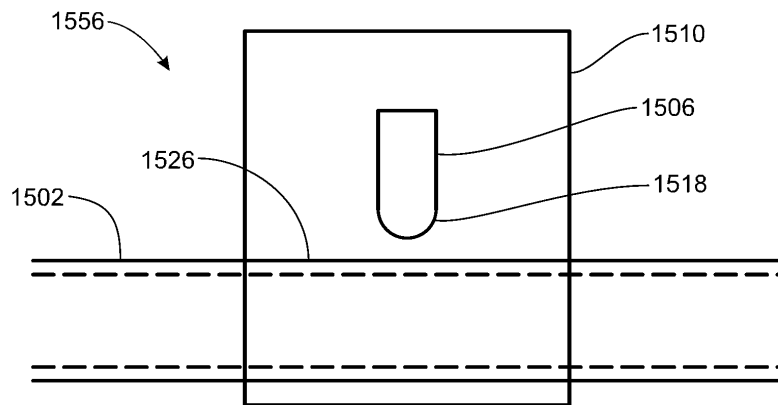
도면5b



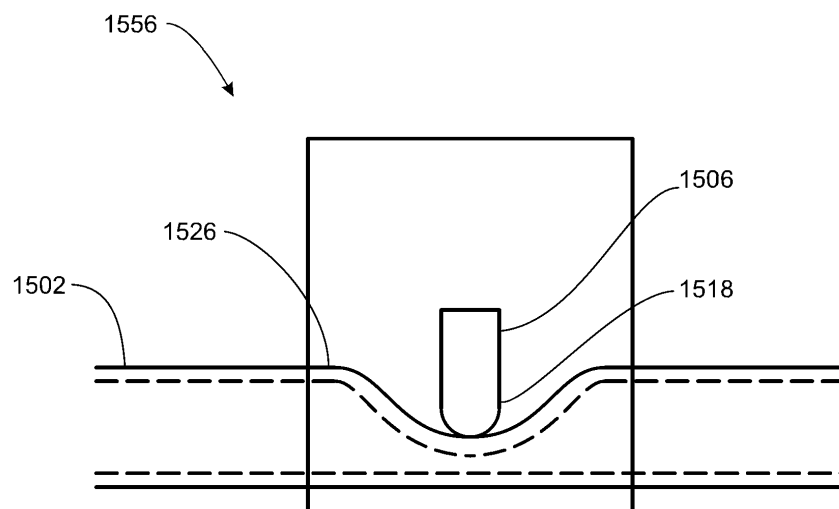
도면6



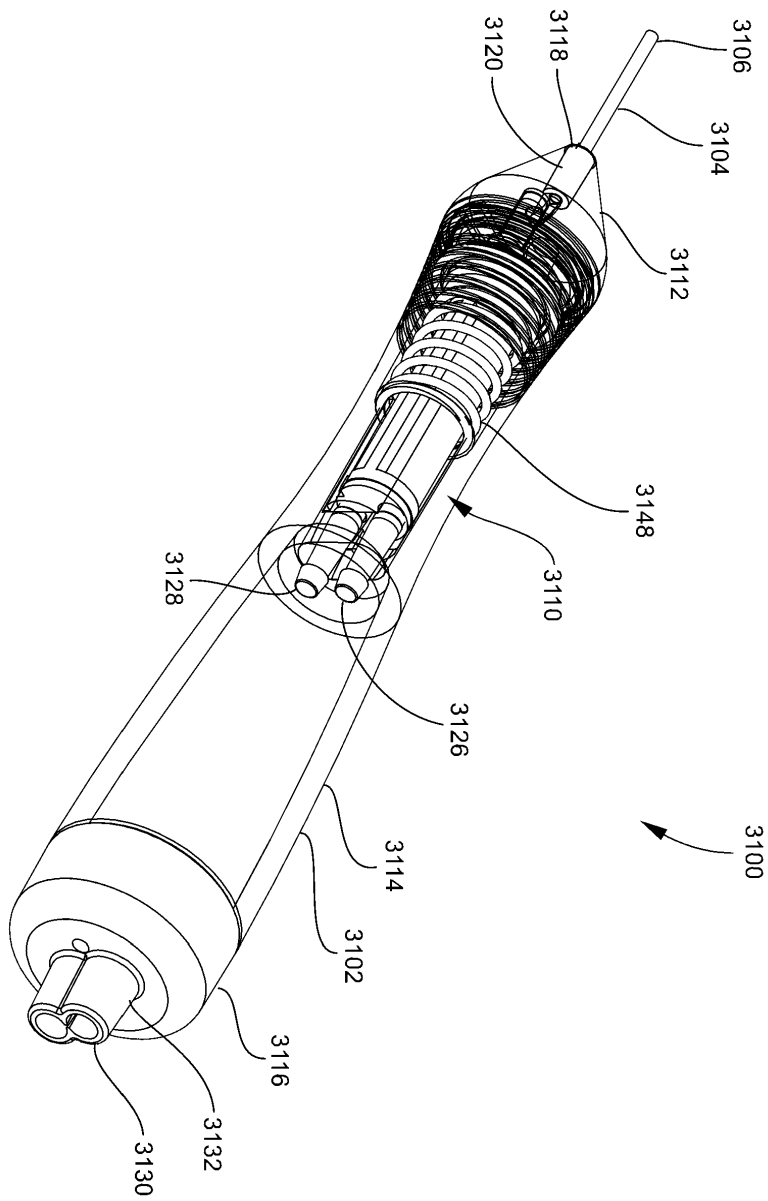
도면7a



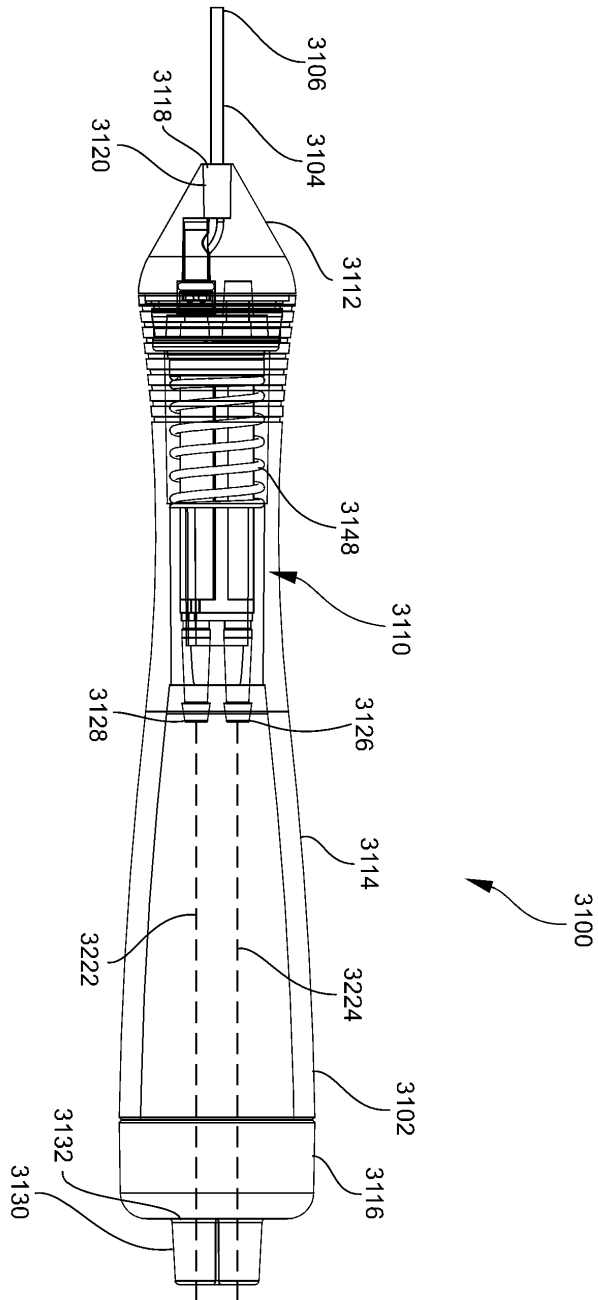
도면7b



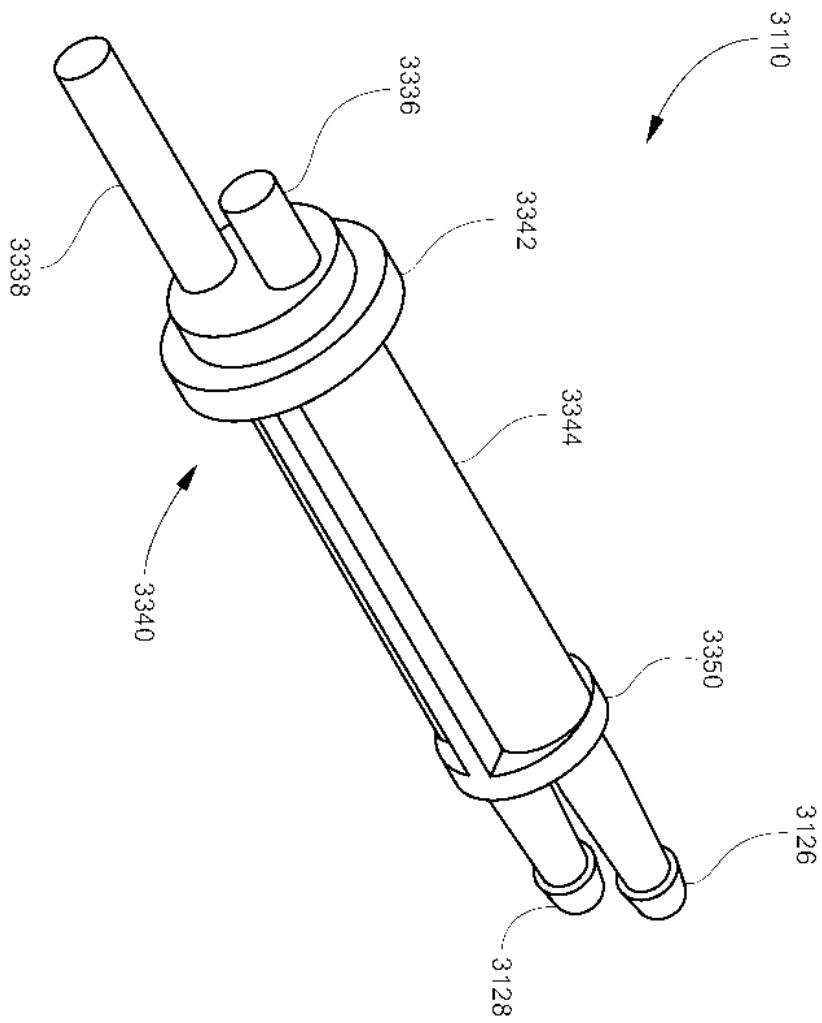
도면8



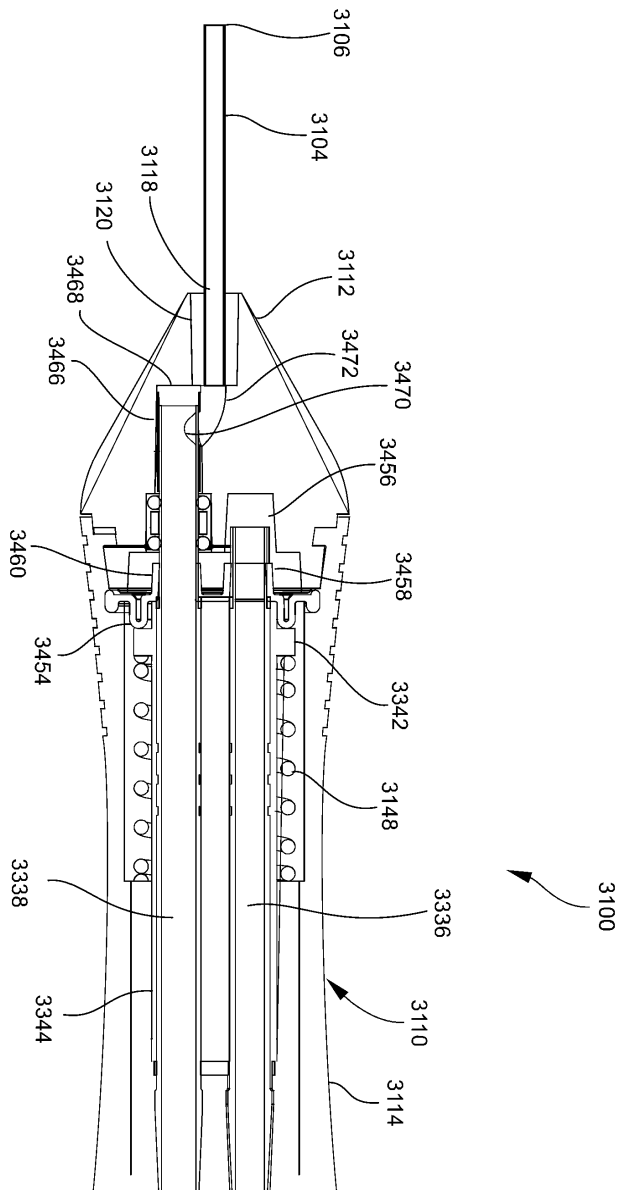
도면9



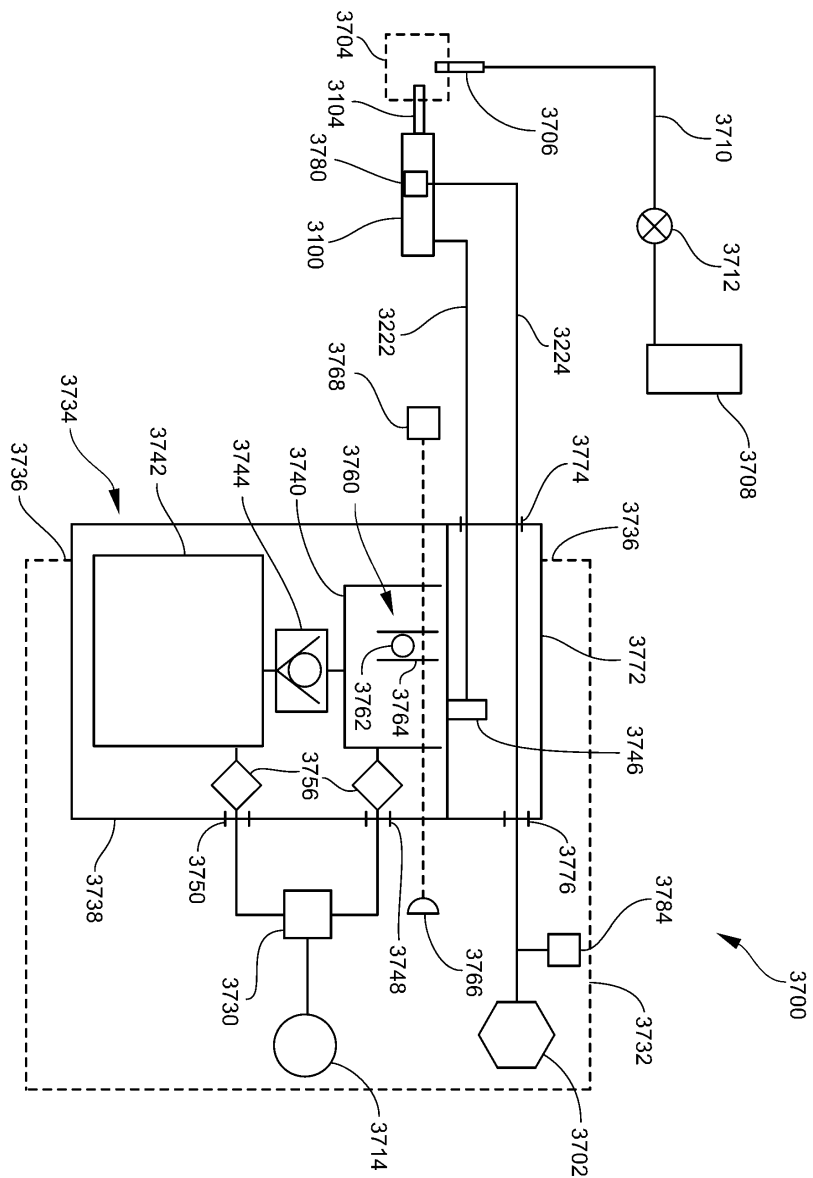
도면10



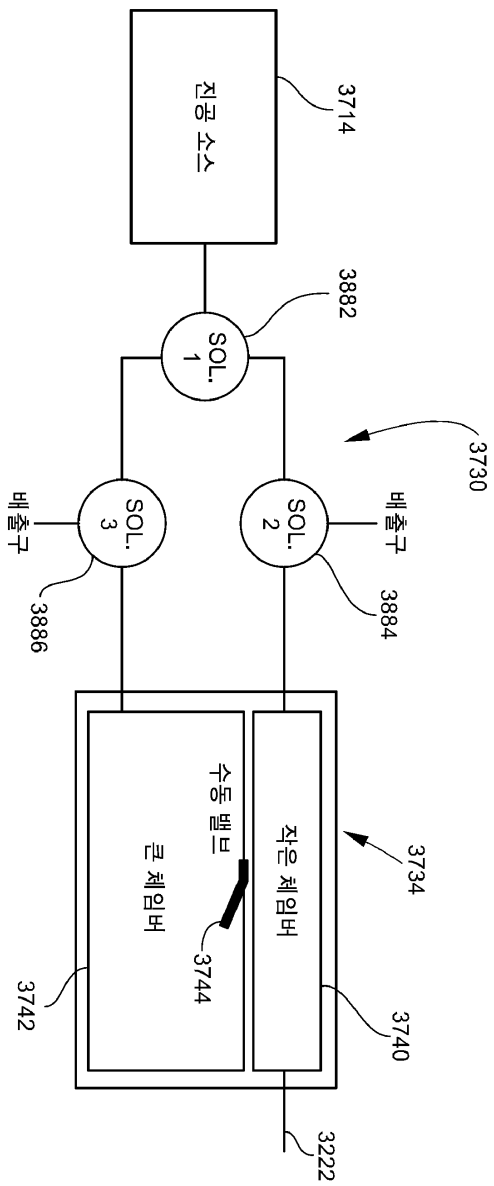
도면11b



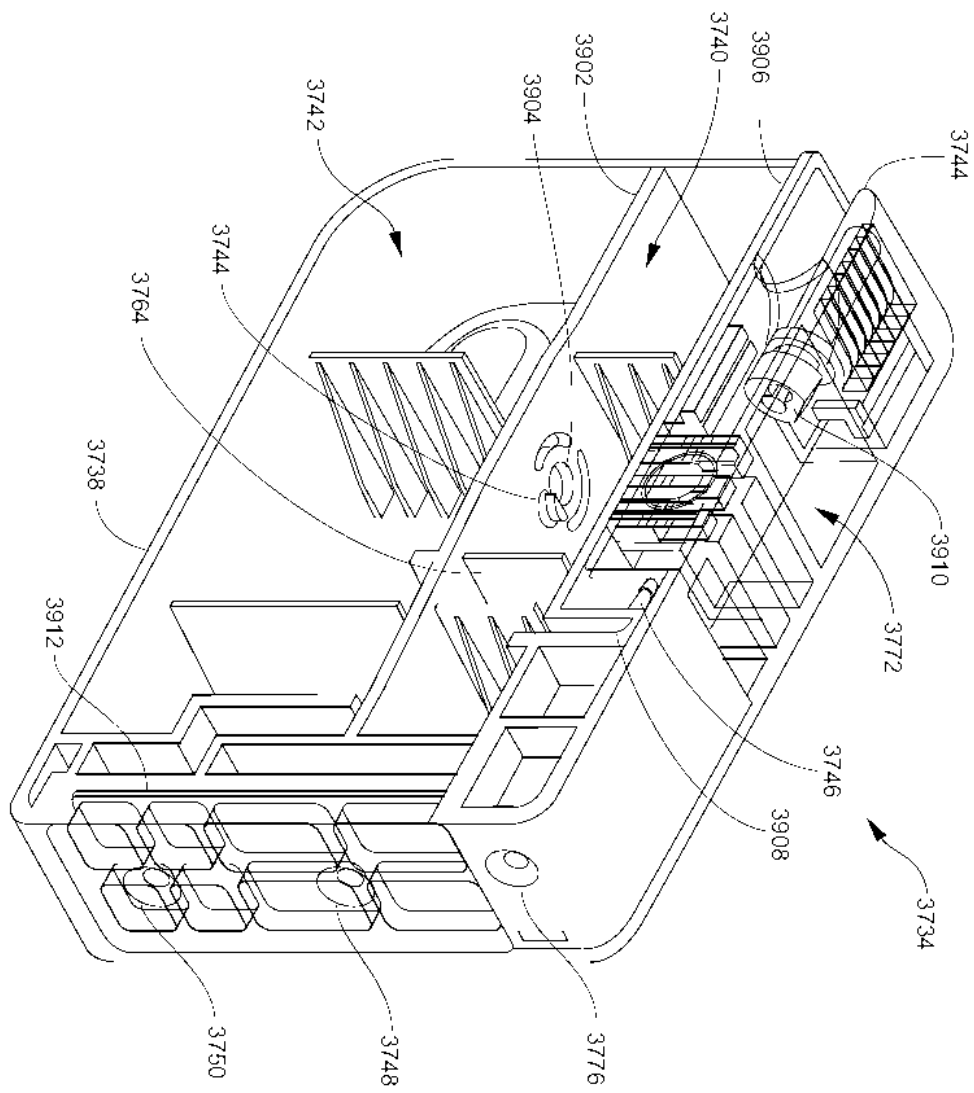
도면12



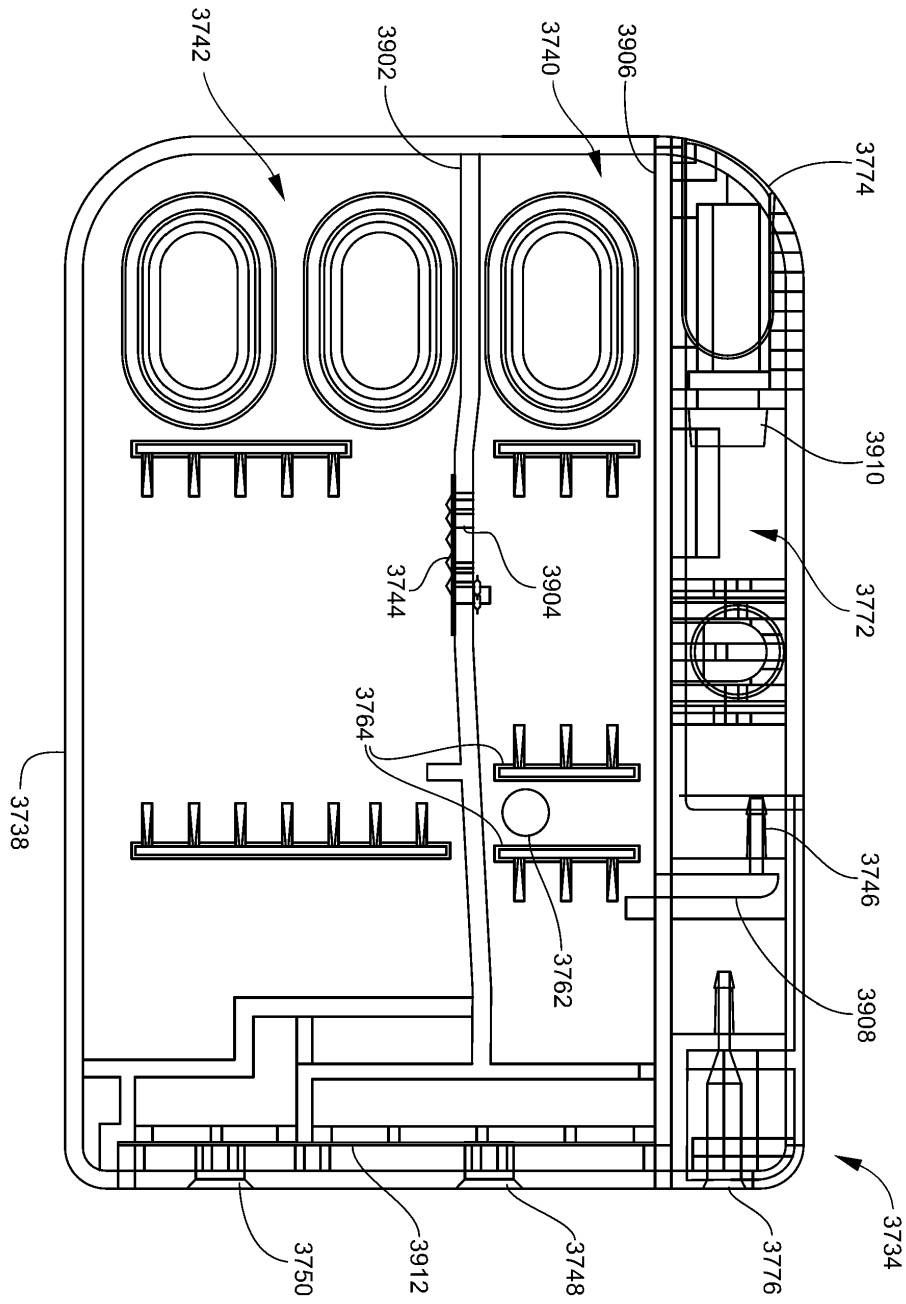
도면13



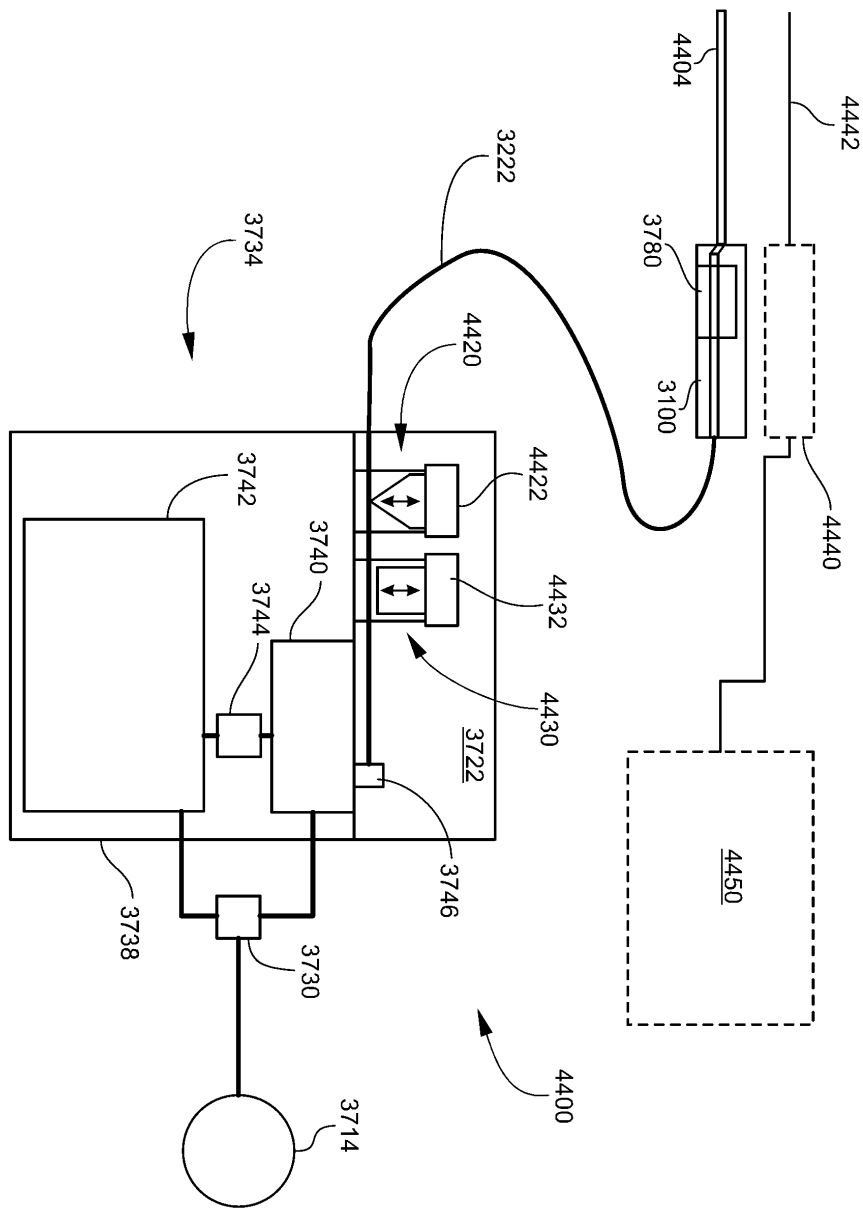
도면14a



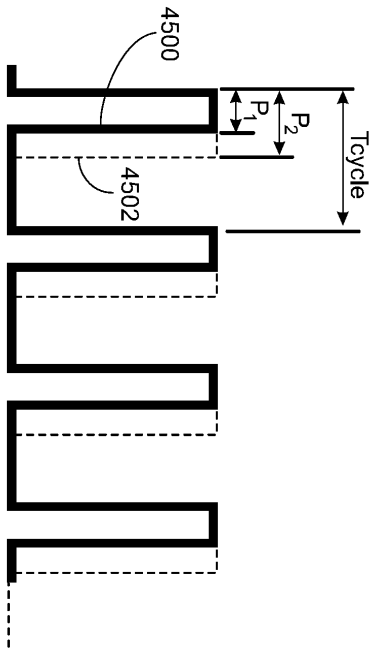
도면14b



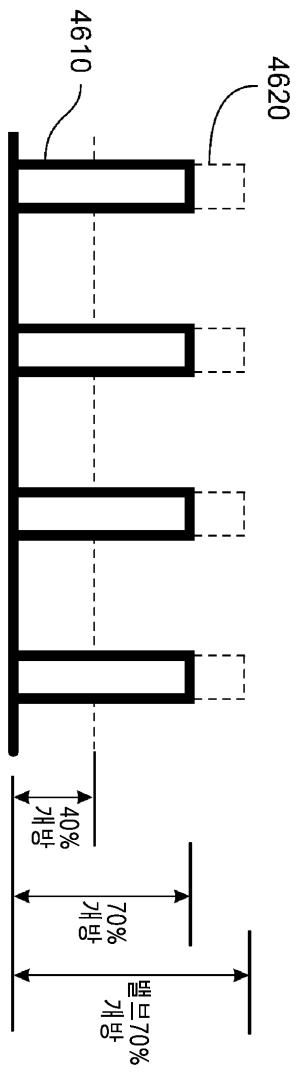
도면15



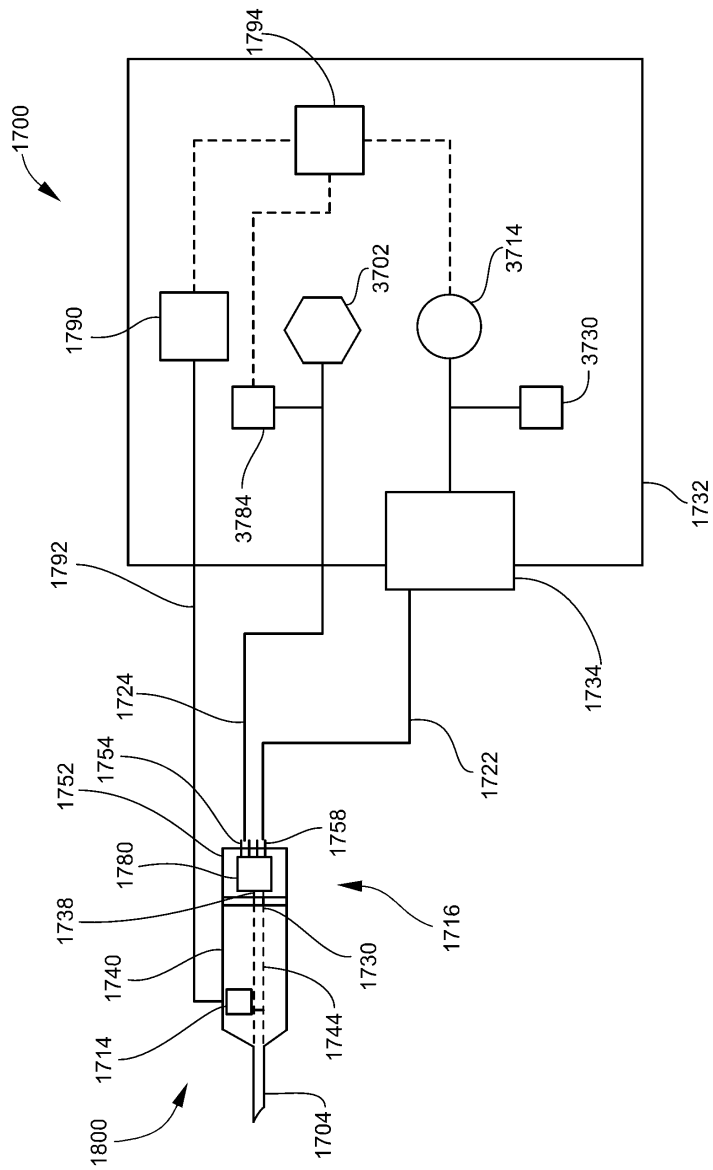
도면16a



도면16b



도면17



专利名称(译)	标题：组织去除装置，系统和方法		
公开(公告)号	KR1020160003769A	公开(公告)日	2016-01-11
申请号	KR1020157033544	申请日	2014-04-18
[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		
发明人	로스로드니엘. 덴네윌제임스		
IPC分类号	A61F9/007 A61B17/00		
CPC分类号	A61B2017/00154 A61B2217/005 A61F9/007 A61F9/00736 A61F9/00745 A61B2017/00176 A61M1/0035 A61M1/0037		
优先权	PCT/US2013/037478 2013-04-26 WO		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

组织去除装置包括空心针，用于机械地振动针的超声换能器，与针连通的抽吸管线，以及用于在针中产生真空脉冲的真空脉冲发生器。该装置可用于通过镜片乳化，真空脉冲或两者来破坏组织。

