



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년10월28일

(11) 등록번호 10-2170110

(24) 등록일자 2020년10월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61M 1/00 (2006.01) **A61F 9/007** (2006.01)
A61M 3/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
A61M 1/0031 (2013.01)
A61F 9/00736 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7004350(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2012년11월27일
 심사청구일자 2020년03월13일
- (85) 번역문제출일자 2020년02월13일
- (65) 공개번호 10-2020-0021099
- (43) 공개일자 2020년02월27일
- (62) 원출원 특허 10-2014-7017544
 원출원일자(국제) 2012년11월27일
 심사청구일자 2017년11월01일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/066594
- (87) 국제공개번호 WO 2013/085745
 국제공개일자 2013년06월13일
- (30) 우선권주장
 61/568,220 2011년12월08일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 US20080114290 A1
 US20090018488 A1
 US20100204645 A1
- (73) 특허권자
알콘 인코포레이티드
 스위스 프리부르 뤼 루이-다프리 6 (우편번호: 1701)
- (72) 발명자
올리베이라, 멜 매튜
 미국 92649 캘리포니아 허닝턴 비치 포브스 레인 17402
소렌센, 개리 피.
 미국 92677 캘리포니아 라구나 니구엘 콜브루크 드라이브 29532
모건, 마이클 디.
 미국 92626 캘리포니아 코스타 메사 타바고 2855
- (74) 대리인
특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 20 항

심사관 : 정재철

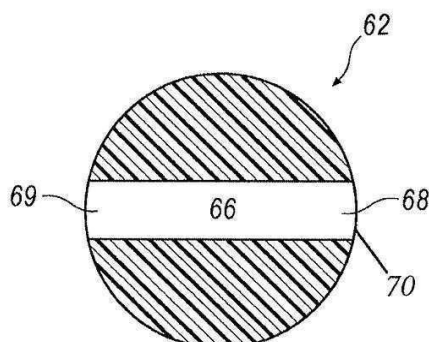
(54) 발명의 명칭 **흡인 및 관주 회로를 위하여 선택적으로 가동 가능한 밸브 요소**

(57) 요약

유체역학 시스템의 다양한 배열이 개시된다. 하나의 배열에서, 흡인을 선택적으로 제어하는 유체역학 시스템을 위한 흡인 회로가 개시된다. 흡인 회로는 수술 장비에 작동적으로 연결되는 흡인 라인, 폐기물 용기에 작동적으로 연결되는 흡인 배출 라인; 제1 단부에서 흡인 라인에 연결되는 흡인 벤트 라인; 및 흡인 벤트 라인에 작동적

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



으로 연결되는 선택적 가변 밸브를 포함한다. 가변 밸브 밸브는 흡입 라인 내의 흡입 압력을 선택적으로 변화시키도록 움직일 수 있다. 가변 밸브 밸브를 포함 유체역학 시스템에 통합될 수 있는 선택적 위치 가능 관주 밸브를 포함하는 다른 유체역학 시스템이 개시된다.

(52) CPC특허분류

A61F 9/00745 (2013.01)
A61M 1/0033 (2015.01)
A61M 1/0058 (2013.01)
A61M 1/008 (2013.01)
A61M 3/0241 (2013.01)
A61M 3/0258 (2013.01)
A61B 2217/005 (2013.01)
A61M 2205/128 (2013.01)
A61M 2210/0612 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

흡인을 선택적으로 제어하기 위한 유체역학 시스템을 위한 흡인 회로로서,

수술 장비에 작동적으로 연결된 흡인 라인;

상기 흡인 라인에서 흡인 흐름을 생성하기 위한 변위 기반 펌프;

상기 변위 기반 펌프에 결합된 흡인 배출 라인;

벤투리 저수조(venturi reservoir); 및

상기 흡인 라인 및 상기 벤투리 저수조에 작동적으로 결합된 밸브;를 포함하고,

상기 밸브는,

a) 흡인 진공이 상기 벤투리 저수조 및 상기 변위 기반 펌프 모두로부터 병렬적으로(in parallel) 상기 수술 장비에 제공되도록, 상기 흡인 라인이 상기 벤투리 저수조에 적어도 부분적으로 유체적으로 연결되는 제1 위치; 및

b) 흡인 진공이 오직 상기 변위 기반 펌프에 의해서만 상기 수술 장비에 제공되는 제2 위치

사이에서 움직일 수 있는,

흡인 회로.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 밸브는 선택적 가변 로터리 밸브인,

흡인 회로.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 로터리 밸브는, 상기 흡인 라인에 결합된 입력 개구, 상기 벤투리 저수조에 결합된 제1 출력 개구, 및 제2 출력 개구를 포함하는,

흡인 회로.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 로터리 밸브는, 상기 입력 개구를 상기 제1 출력 개구 또는 상기 제2 출력 개구에 유체역학적으로 결합(fluidically couple)하거나 또는 아무런 출력 개구에도 유체역학적으로 결합하지 않도록, 회전할 수 있는,

흡인 회로.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 변위 기반 펌프는 연동 펌프(peristaltic pump)인,

흡인 회로.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 흡인 라인에 결합된 압력 센서를 더 포함하는,
흡인 회로.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 밸브에 작동적으로 연결된 액츄에이터를 더 포함하는,
흡인 회로.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 압력 센서 및 상기 액츄에이터는 컨트롤러에 연결된,
흡인 회로.

청구항 9

제8항에 있어서,
상기 컨트롤러는 상기 흡인 라인 내의 흡인 압력을 변화시키도록 상기 압력 센서에 의해 검출된 사전 결정된 압력 값들에 응답하여 상기 밸브를 움직여 상기 흡인 배출 라인과 적어도 부분적으로 연통하도록 상기 액츄에이터를 착수(initiate)시키기 위해 동작하는 것인,
흡인 회로.

청구항 10

제9항에 있어서,
상기 컨트롤러는 사전 결정된 압력 값이 검출되었을 때 상기 흡인 라인 내의 흡인 압력을 감소시키도록 상기 밸브를 사전 결정된 양만큼 움직여 상기 흡인 배출 라인과 적어도 부분적으로 연통하도록 동작하는 것인,
흡인 회로.

청구항 11

제9항에 있어서,
상기 흡인 라인에 작동적으로 연결된 상기 압력 센서로부터의 정보를 이용하여, 상기 컨트롤러는 폐색 브레이크 시작(occlusion break onset)을 검출하도록 구성되고,
상기 컨트롤러는 상기 액츄에이터가 상기 밸브를 움직여 상기 흡인 배출 라인과 적어도 부분적으로 연통하도록 착수시키는 것에 의해 상기 폐색 브레이크 시작을 최소화하도록 구성되는,
흡인 회로.

청구항 12

제1항에 있어서,
상기 밸브는, 상기 밸브가 관주 라인에서의 유체 흐름을 선택적으로 차단하고 상기 흡인 라인 내의 흡인 압력을 선택적으로 변화시키기 위해 선택적으로 움직일 수 있도록, 상기 관주 라인에 작동적으로 연결되는 것인,
흡인 회로.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 흡인 회로는,

상기 수술 장비에 작동적으로 연결된 관주 라인; 및

관주 압력 센서 및 액추에이터-상기 관주 압력 센서는 상기 관주 라인 내의 관주 압력을 검출하도록 위치되고, 상기 액추에이터는 상기 밸브에 작동적으로 연결됨-;를 더 포함하고,

상기 관주 압력 센서 및 상기 액추에이터는 컨트롤러에 연결되고,

상기 컨트롤러는 상기 흡인 라인 내의 흡인 압력을 변화시키도록 상기 관주 압력 센서에 의해 검출된 압력에 응답하여 상기 밸브를 움직여 상기 흡인 배출 라인과 적어도 부분적으로 연통하도록 상기 액추에이터를 착수시키기 위해 동작하고,

상기 흡인 회로는, 제2 밸브 및 관주 공급 라인을 더 포함하고,

상기 제2 밸브는 그 안에 형성된 제1 및 제2 흐름 경로를 구비하도록 구성되고,

상기 제1 흐름 경로는 관주 공급 소스에 대해 상기 관주 라인을 개방하도록 상기 관주 공급 라인 및 상기 관주 라인과 선택적으로, 그리고 적어도 부분적으로 정렬될 수 있는,

흡인 회로.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 밸브는 각도 위치 인코더를 가지는 액추에이터에 작동적으로 연결되는,

흡인 회로.

청구항 15

제7항에 있어서,

상기 밸브는 선택적 가변 로터리 밸브이고,

상기 로터리 밸브는, 상기 흡인 라인에 결합된 입력 개구, 상기 벤투리 저수조에 결합된 제1 출력 개구, 및 제2 출력 개구를 포함하고,

상기 액추에이터는 상기 흡인 라인 내에서 흡인 진공을 선택적으로 조절하기 위해 상기 입력 개구와 상기 제1 또는 제2 출력 개구 사이에서 가변적 오리피스 크기를 제공하도록 상기 밸브를 움직이도록 구성되는,

흡인 회로.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 수술 장비에 작동적으로 연결된 관주 라인; 및

관주 압력 센서 및 액추에이터-상기 관주 압력 센서는 상기 관주 라인 내의 관주 압력을 검출하도록 위치되고, 상기 액추에이터는 상기 밸브에 작동적으로 연결됨-;를 더 포함하고,

상기 관주 압력 센서 및 상기 액추에이터는 컨트롤러에 연결되고,

상기 컨트롤러는 상기 흡인 라인 내의 흡인 압력을 변화시키도록 상기 관주 압력 센서에 의해 검출된 압력에 응답하여 상기 밸브를 움직여 상기 흡인 배출 라인과 적어도 부분적으로 연통하도록 상기 액추에이터를 착수시키기 위해 동작하는 것인,

흡인 회로.

청구항 17

제16항에 있어서,
상기 관주 압력 센서는 상기 수술 장비 내에 위치되는,
흡인 회로.

청구항 18

제17항에 있어서,
상기 수술 장비는 수술 핸드피스인,
흡인 회로.

청구항 19

제16항에 있어서,
상기 관주 라인은 관주 소스로부터 상기 수술 장비로 관주 유체를 제공하고,
상기 관주 압력 센서는 상기 관주 소스와 상기 수술 장비 사이에서 상기 관주 라인 내에 위치되는,
흡인 회로.

청구항 20

제16항에 있어서,
상기 관주 압력 센서로부터의 정보를 이용하여, 상기 컨트롤러는 폐색 브레이크 시작을 검출하도록 구성되고,
상기 컨트롤러는 상기 액추에이터가 상기 밸브를 움직여 상기 흡인 배출 라인과 적어도 부분적으로 연통하도록 작수시키는 것에 의해 상기 폐색 브레이크 시작을 최소화하도록 구성되는,
흡인 회로.

발명의 설명

기술 분야

우선권 주장

본 출원은, 미국 가특허 출원 제61/568,220호(발명의 명칭: Selectively Moveable Valve Elements for Aspiration and Irrigation Circuits", 출원일: 2011년 12월 8일; 발명자: Gary P. Sorensen, Michael D. Morgan, 및 Mel M. Oliveira)의 우선권의 이득을 주장하며, 이 기초 출원은 본 명세서에 전체적으로 완전히 명시된 것처럼 참조로 그의 전문이 본 명세서에 포함된다.

기술분야

본 발명은 수술 시스템 및 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 하나 이상의 선택적으로 움직일 수 있는 밸브 요소를 사용하여 수술 처치 동안 흡인 및/또는 관주 회로에서 유체 흐름을 제어하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

인간의 눈은 각막이라 불리는 투명한 외부 부분을 통해 광을 투과하고 망막 상으로 수정체의 방식에 의해 이미지의 초점을 맞추는 것에 의해 시력을 제공하도록 기능한다. 초점이 맞추어진 이미지의 품질은 눈의 크기 및 형상, 각막 및 수정체의 투명도를 포함하는 많은 인자에 의존한다.

노화 또는 질병이 수정체를 덜 투명하게 할 때, 시력은 망막으로 투과될 수 있는 감소된 빛 때문에 저하된다. 눈의 수정체에서 이러한 결함은 백내장으로서 공지되었다. 안과 수술은 이러한 상태를 치료하기 위해 요구된다. 특히, 수술은 저하된 수정체를 제거하고 인공 수정체(intraocular lens: IOL)로 교체한다.

백내장 수정체를 제거하기 위한 하나의 공지된 기술은 수정체 유화술이다. 이 처치 동안, 얇은 수정체 유화술 절단 팁은 얇고 있는 수정체 내로 삽입되고 초음파로 진동된다. 진동하는 절단 팁은 얇고 있는 수정체가 눈 밖

으로 흡인될 수 있도록 수정체를 액화 또는 유화시킨다. 일단 제거되면, 인공 수정체는 눈에 삽입된다.

- [0008] 안과 처치에 적합한 전형적인 초음파 수술 디바이스는 초음파 구동 핸드피스, 부착 절단 팁, 관주 슬리브 및 전자 제어 콘솔을 포함한다. 핸드피스 조립체는 전기 케이블 및 가요성 배관에 의해 제어 콘솔에 부착된다. 전기 케이블을 통해, 콘솔은 핸드피스에 의해 부착 절단 팁에 전송된 전력 레벨을 변화시키고, 가요성 배관은 핸드피스의 조립체를 통해 눈에 관주 유체를 공급하고 눈으로부터 흡인 유체를 끌어당긴다.
- [0009] 핸드피스의 작동부는 한 세트의 압전체(piezoelectric crystal)에 직접 부착된 중공의 공진 바(resonating bar) 또는 호른(horn)을 포함한다. 압전체는 수정체 유화술 동안 호른 및 부착 절단 팁 모두를 구동하는데 필요한 요구 초음파 진동을 공급하고, 콘솔에 의해 제어된다. 압전체/호른 조립체는 핸드피스의 중공체 또는 외피 내에 현수된다. 핸드피스 본체는 본체의 원위 단부에 있는 축경부 또는 노즈콘(nosecone)에서 종료한다. 노즈콘은 관주 슬리브를 수용한다. 마찬가지로, 호른 보이는 절단 팁을 수용한다. 절단 팁은 팁이 관주 슬리브의 개방 단부를 지나 단지 사전 결정된 양 돌출하도록 조정된다.
- [0010] 사용 시, 절단 팁 및 관주 슬리브의 단부들은 각막, 공막 또는 눈의 다른 위치에 있는 사전 결정된 크기의 작은 절개 내로 삽입된다. 절단 팁은 압전체 구동 초음파 호른에 의해 관주 슬리브 내에서 그 종방향 축을 따라서 초음파 진동되고, 이에 의해 적소에서 선택된 조직을 유화시킨다. 절단 팁의 중공 보이는 호른에 있는 보어와 연통하고, 보어는 차례로 핸드피스로부터 콘솔까지의 흡인 라인과 연통한다. 콘솔에 있는 감압 또는 진공 소스는 절단 팁의 개방 단부를 통해, 절단 팁과 호른 보어를 통해, 및 흡인 라인을 통해 눈으로부터 수집 장치 내로 유화된 조직을 끌어당기거나 흡인한다. 유화된 조직의 흡인은, 관주 슬리브의 내부면과 절단 팁 사이의 작은 환형 갭을 통해 수술 부위로 주사되는 식염수 세척 용액 또는 관주 유체에 의해 도움을 받는다.
- [0011] 공지된 수정체 유화술 시스템은 수술 디바이스를 통해 수술 부위 내로 및 그 밖으로 관주 및 흡인 흐름을 효과적으로 관리하는 것을 돕도록 유리체 망막 수술(vitreoretinal surgical procedure)을 위한 다양한 기능을 제공하도록 수술용 카세트도 사용할 수 있다. 특히, 카세트는 수술 장비와 환자 사이의 인터페이스로 작용하고, 눈으로 및 눈 밖으로 가압된 관주 및 흡인 흐름을 전달한다. 다양한 펌핑 시스템은 용적형 시스템(가장 일반적으로, 연동 펌프) 및 진공 기반 흡인 소스를 포함하는, 백내장 수술을 위한 유체역학 시스템에 있는 수술용 카세트와 관련하여 사용되어 왔다. 연동 시스템은 회전 방향으로 흐름을 생성하도록 탄성 중합체 도관 위에 작동하는 일련의 물리를 사용하지만, 진공 기반 시스템은 전형적으로 공기-액체 계면을 통하여 흡인 흐름에 인가되는 진공 소스를 채택한다.
- [0012] 수술 처치 동안, 중공의 공진 팁은 조직으로 폐색될 수 있다. 이러한 경우에, 진공은 폐색의 하류측 흡인 라인에 구축될 수 있다. 폐색이 궁극적으로 해체될 때, 이러한 억눌린 진공은 진공 레벨 및 흡인 경로 컴플라이언스(compliance)의 양에 의존하여 눈으로부터 상당한 양의 유체를 끌어당기고, 이에 의해 전방 천부화(anterior chamber shallowing) 또는 붕괴의 위험성을 증가시킨다. 이러한 상황은 통상적으로 폐색 브레이크 서지(occlusion break surge)와 관련된다.
- [0013] 이러한 관심사를 다루도록, 수술용 콘솔은 시스템에 의한 진공 레벨의 검출 및 사전 결정된 최대 레벨까지 진공 제한을 허용하도록 흡인 경로에 있는 센서로 구성된다. 이러한 방식으로 최대 진공 레벨을 제한하는 것은 폐색 브레이크 서지의 잠재적 크기를 감소시키는데 효과적일 수 있지만, 이러한 제한은 수정체 제거의 효과를 감소시키고 전체 수술 시간을 증가시킬 수 있다. 일부 시스템에서, 사용자 사전 설정 제한에 도달하는 상대적 진공 레벨 및/또는 진공의 청각적 표시는 의사가 적절한 예방책을 취할 수 있도록 제공될 수 있다.
- [0014] 예를 들어, 일부 시스템에서, 진공은 통상적으로 대기압 또는 그 이상으로 유지되는 압력 소스에 흡인 라인을 연결하는 벤트 밸브를 개방하도록 의사로부터의 명령에 따라 완화된다. 시스템에 의존하여, 이러한 것은 관주 라인, 펌프 배출 라인, 또는 대기 중의 공기에 연결된 라인(공기 분출 시스템)일 수 있다. 그러나, 공지된 벤트 밸브와 일부 관련이 있다. 첫째, 공지된 벤트 밸브는 단순한 "온/오프" 작용을 위해서만 구성된다. 예를 들어, 조여진 배관 밸브(pinch tubing valve) 또는 탄성 중합체 돔형 밸브는 유체 흐름의 만족스러운 온/오프 제어를 제공할 수 있지만, 일관적인 가변 흐름 특성을 보이지 못할 수 있다. 그리하여, 이러한 형태의 밸브는 매우 예리한 서지 회복 곡선을 갖는다. 더욱이, 돔형 밸브의 구성은 또한 작동 과제를 제시할 수 있다. 예를 들어, 밸브의 작동은 적절한 시트 위치를 얻도록 탄성 중합체 재료에 크게 의존하며, 그러므로, 재료의 일관성은 매우 중요하다. 아울러, 밸브를 통한 흐름은 또한 탄성 중합체에 의해 형성된 개구가 작으면 파편에 의해 막힐 수 있다. 부가하여, 이러한 구성은 바람직하지 않게 공기 거품을 잡을 수 있다. 이러한 형태의 밸브의 사용은 온/오프 흐름 제어 제한의 특성으로 인하여 밸브의 배열이 하나의 회로로부터 다른 회로로 유체 흐름을 보내는 것을 지원하는데 필요하다 것으로 또한 제한된다.

[0015] 대안적으로, 진공은 용적형 시스템에 있는 펌프 회전의 역전에 의해 감소되거나 또는 완화될 수 있다. 흡인 라인에 있는 압력 센서로부터 사용자 입력 및 피드백에 기초하여 압력/진공 레벨의 제어를 가능하게 하도록 양방향 펌프 회전을 갖는 시스템을 채택하는 것이 공지되었지만, 이러한 시스템은 펌프 헤드 매스(pump head mass)의 급격한 가속 및 감속을 요구한다. 이러한 것은 응답 시간을 제한하고, 불쾌한 음향 소음을 유발할 수 있다.

[0016] 콘솔과 함께 사용되는 공지된 카세트는 폐색 브레이크 시 진공 서지를 감소시키거나 또는 제거하도록 대기 중으로 또는 액체로 흡인 라인이 분출되는 것을 또한 허용한다. 그러나, 종래의 공기 분출된 카세트는 대기중의 공기가 흡인 라인 내로 들어가는 것을 허용하고, 흡인 라인 내로 공기를 분출하는 것은 흡인 경로 컴플라이언스를 크게 증가시키는 것에 의해 흡인 시스템의 유체역학 성능을 변경한다. 증가된 컴플라이언스는 폐색 브레이크 서지의 크기를 상당히 증가시키고, 또한 시스템 응답성에 악영향을 줄 수 있다. 액체 분출 시스템은 관주 유체가 흡인 라인 내로 빼내지는 것을 허용하고, 이에 의해 흡인 시스템의 유체역학 성능에 임의의 영향을 감소시킨다. 보다 높은 흡인 진공이 사용될 때, 관주 라인으로 흡인 라인을 분출하는 카세트는 관주 라인에서 고압 서지를 유발할 수 있다. 다른 시스템은 흡인 라인을 분출하도록 관주 유체의 별도의 소스를 제공하고, 2개의 관주 유체 소스의 사용을 요구하고, 시스템의 비용 및 복잡성을 증가시킨다.

발명의 내용

[0017] 다양한 배열의 유체역학 시스템이 개시된다. 하나의 예시적인 배열에 있어서, 흡인을 선택적으로 제어하는 유체역학 시스템을 위한 흡인 회로가 제안된다. 예를 들어, 하나의 예시적인 흡인 회로는 수술 장비에 작동적으로 연결된 흡인 라인, 폐기물 용기에 작동적으로 연결된 흡인 배출 라인; 제1 단부에서 흡인 라인에 연결된 흡인 벤트 라인; 및 흡인 벤트 라인에 작동적으로 연결된 선택적 가변 벤트 밸브를 포함한다. 가변 벤트 밸브는 흡인 라인 내의 흡인 압력을 변화시키도록 선택적으로 작동될 수 있다. 또 다른 예시적인 배열에서, 가변 벤트 밸브는 흡인 압력을 변화시키고 관주 유체 흐름을 선택적으로 차단할 수 있는 다목적 밸브로서 구성된다. 또 다른 예시적인 배열에서, 가변 벤트 밸브는 흡인 압력을 변화시킬 수 있을 뿐만 아니라, 변위 기반 및/또는 진공 기반 흡인 소스로부터 흡인을 보낼 수 있는 다목적 밸브로서 구성된다.

도면의 간단한 설명

[0018] 본 발명의 예시적인 실시예는 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세하게 예시적인 방식에 의해 이제 기술될 것이다:

도 1은 안과 처치를 위한 수정체 유화술 기계(phacoemulsification machine)에서 사용되는 연동 펌프의 예시적인 배열의 단면도;

도 2는 수정체 유화술 기계에서 사용될 수 있는 수술용 콘솔의 사시도;

도 3은 흡인 라인과 흡인 배출 라인 사이에 배치된 선택적 가변 벤트 밸브를 갖는 수정체 유화술 기계를 위한 수정체 유체역학 시스템(phaco fluidics system)의 예시적인 배열의 개략도;

도 4는 수정체 유체역학 시스템에서 사용하기 위한 가변 벤트 밸브의 예시적인 구성의 단면도;

도 5는 흡인 라인과 대기 사이에 배치된 선택적 가변 벤트 밸브를 갖는 수정체 유화술 기계를 위한 수정체 유체역학 시스템의 예시적인 배열의 개략도;

도 6은 흡인 라인과 벤트 압력 소스 사이에 배치된 선택적 가변 벤트 밸브를 갖는 수정체 유화술 기계를 위한 수정체 유체역학 시스템의 예시적인 배열의 개략도;

도 7은 흡인 라인과 관주 라인 사이에 배치된 선택적 가변 벤트 밸브를 갖는 수정체 유화술 기계를 위한 수정체 유체역학 시스템의 예시적인 배열의 개략도;

도 8은 가변 흡인 라인과 흡인 배출 라인 사이에 배치된 선택적 가변 벤트 밸브 및 다중 위치 관주 밸브를 갖는 수정체 유화술 기계를 위한 수정체 유체역학 시스템의 예시적인 배열의 개략도;

도 9a는 도 8의 수정체 유체역학 시스템에서 사용하기 위한 예시적인 관주 밸브의 단면도;

도 9b는 수정체 유체역학 시스템에서 사용하기 위한 대안적인 예시적 관주 밸브의 단면도;

도 10a는 "오프" 위치에서 도 9b의 다중 위치 관주 밸브를 통합하는 수정체 유화술 기계를 위한 수정체 유체역학 시스템의 예시적인 배열의 개략도;

도 10b는 "관주" 위치에서 도 9b의 다중 위치 관주 밸브를 통합하는 수정체 유화술 기계를 위한 수정체 유체역학 시스템의 예시적인 배열의 개략도;

도 10c는 "섀트(shunt)" 위치에서 도 9b의 다중 위치 관주 밸브를 통합하는 수정체 유화술 기계를 위한 수정체 유체역학 시스템의 예시적인 배열의 개략도;

도 11은 흡인 라인과 관주 라인 사이에 배치된 다목적 밸브를 갖는 수정체 유화술 기계를 위한 수정체 유체역학 시스템의 예시적인 배열의 개략도;

도 12a는 도 11의 수정체 유체역학 시스템에서 사용하기 위한 예시적인 다목적 밸브 및 수술용 카세트의 부분 분해 사시도;

도 12b는 도 12a에 있는 선 12B-12B를 따라서 취한 다목적 밸브의 단면도;

도 13은 벤투리(venturi)와 연동 펌프 시스템을 모두 사용하는 멀티 흡인 펌프 시스템을 채택하는 수정체 유체역학 시스템의 예시적인 배열을 위한 흡인 회로의 부분 개략도;

도 14a는 완전 진공 압력이 흡인 라인을 통해 핸드피스로 전달되도록 흡인 라인과 펌프의 입력 포트 사이의 완전 개방 위치에 있는 다목적 밸브의 예시적인 구성의 개략도;

도 14b는 흡인 라인과 흡인 배출 라인 사이뿐만 아니라 흡인 라인과 펌프의 입력 포트 사이의 부분 개방 위치에 있는 다목적 밸브의 개략도;

도 14c는 흡인이 벤투리 저수조로부터 보내지도록 벤투리 저수조와 함께 완전 개방 위치에 있는 다목적 밸브의 개략도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 추후 및 또한, 도면에 대한 설명을 이제 참조하면, 개시된 장치 및 방법에 대한 예시적인 접근법이 상세히 도시된다. 도면이 몇 가지 가능한 방법을 나타내지만, 도면이 반드시 축적일 필요는 없으며, 특정 특징부들은 본 발명을 예시하고 설명하도록 과장되거나, 제거되거나 또는 부분적으로 단면도로 도시될 수 있다. 또한 본원에 설정된 설명은 완전하거나, 또는 그렇지 않으면 도면에 도시되고 다음의 상세한 설명에 개시된 정밀한 형태 및 구성으로 청구항을 한정하거나 제한하도록 의도되지 않는다.
- [0020] 수정체 유화술 기계는 전형적으로 백내장 감염 수정체를 제거하도록 백내장 수술에 사용되며, 이러한 기계는 전형적으로 수술 부위로 관주 유체를 도입할 뿐만 아니라, 유화된 조직을 제거하도록 수술 부위로부터 흡인을 제공하기 위한 유체역학 시스템을 채택한다. 일부 공지된 시스템들에서, 펌프와 같은 용적형 시스템은 적절한 흡인을 제공하도록 채택된다. 도 1을 참조하면, 수정체 유화술 기계를 위한 펌프(20)의 예시적인 배열이 도시되어 있다. 펌프(20)는 모터(22)와 하나 이상의 롤러(26)를 수용하는 롤러 헤드(24)를 포함한다. 펌프(20)는 비교적 강성인 본체 또는 기관(32)의 외부에 적용된 탄성 중합체 시트(30)를 갖는 카세트(28)와 결합하여 사용될 수 있다. 펌프 모터(22)는 스테퍼 또는 DC 서보 모터일 수 있다. 롤러 헤드(24)는 펌프 모터(22)가 샤프트(34)의 축선 A-A에 대체로 직각인 평면에서 롤러 헤드(24)를 회전시키도록 펌프 모터(22)의 샤프트(34)에 부착된다. 샤프트(34)는 샤프트 위치 인코더(36)를 또한 수용할 수 있다.
- [0021] 카세트(28)의 시트(30)는 그 안에 물딩될 수 있는 유체 채널(38)을 수용하고, 채널(38)은 형상(평면 내에서)에 있어서 대체로 평면 및 원호이도록 구성된다. 유체 채널(38)은 샤프트(34)를 중심으로 하는 롤러(26)의 반경에 근사한 반경을 가진다.
- [0022] 카세트(28)는 콘솔(40)의 카세트 리시버(36)에 장착되도록 설계된다(도 2에 도시된 바와 같이). 카세트(28)는 콘솔(40)을 핸드피스(42)에 작동적으로 결합한다(핸드피스(42)의 예시적인 개략 배열이 도 3에 도시되어 있다). 핸드피스(42)는 대체로 주입 슬리브(44)와 팁 부재(46)를 포함하고, 이에 의해 팁 부재(46)는 주입 슬리브(44) 내에 공축으로 위치된다. 팁 부재(46)는 눈(47) 안으로 삽입을 위해 구성된다. 주입 슬리브(44)는 콘솔(40) 및/또는 카세트(28)로부터 관주 유체가 눈 안으로 흐르는 것을 가능하게 한다. 흡인 유체는 팁 부재(46)의 루멘을 통해 또한 빼내질 수 있으며, 콘솔(40)과 카세트(28)는 대체로 팁 부재(46)에 흡인/진공을 제공한다. 총체적으로, 수정체 유화술 시스템(10)의 관주 및 흡인 기능은 수정체 유체역학 시스템(11)으로 지칭된다.
- [0023] 이제 도 3을 참조하면, 예시적인 수정체 유체역학 시스템(11)은 용적형 시스템(즉, 펌프(20))과 함께 사용하기 위해 기술될 것이다. 핸드피스(42)의 주입 슬리브(44)는 적절한 배관(즉, 관주 라인(50))에 의해, 관주 유체를

수용하는 관주 소스(48)에 연결된다. 하나의 예시적인 배열에서, 관주 소스(48)는 가압된 관주 소스(예를 들어, 관주 공급 라인으로 관주 유체를 전달하도록 선택적으로 압축되는 관주 유체의 백)일 수 있다. 팁 부재(46)는 일정 길이의 적절한 배관(즉, 흡인 라인(52))에 의해, 펌프(20)와 같은 펌프의 입력 포트(53)에 연결된다.

[0024] 흡인 배출 라인(54)은 펌프(20)로부터 연장된다. 하나의 예시적인 배열에서, 흡인 배출 라인(54)은 드레인 라인 저수조(56)에 유체적으로 연결된다. 저수조(56)는 선택적 드레인 백(58)으로 또한 드레인할 수 있다. 대안적으로, 점선으로 도시된 바와 같이, 배출 라인(54')은 드레인 백(58)에 직접 유체적으로 연결될 수 있다.

[0025] 흡인 밸브 라인(60)은 흡인 라인(52)과 흡인 배출 라인(54) 사이에서 유체적으로 연결된다. 밸브 라인(60)은 우회 회로로서 구성된다. 추후에 상세히 기술될 밸브 밸브(62)는 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 선택적으로 제어하도록 흡인 밸브 라인(60)에 유체적으로 연결된다. 압력 센서(63)는 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 검출하도록 흡인 라인(52)과 또한 유체 연통한다. 압력 센서(63)는 콘솔(40)에 있는 제어 시스템에 또한 작동적으로 연결된다. 제어 시스템은 추후에 상세히 설명될 것으로서 유체역학 시스템(11)을 위한 사전 설정 흡인 압력 레벨을 제공하도록 구성될 수 있다.

[0026] 상기된 바와 같이, 가압될 수 있는 관주 소스(48)는 관주 라인(50)에 의해 핸드피스(42)에 유체적으로 연결된다. 관주 밸브(64)는 관주 라인(50) 및 주입 슬리브(44)에 유체적으로 연결되고 그 사이에 위치된다. 관주 밸브(64)는 관주 라인(50)에서 관주 유체의 선택적 온/오프 제어를 제공한다.

[0027] 밸브 밸브(62)는 흡인 라인(52) 내에서 흡인을 선택적으로 조절하도록 밸브 라인(60) 내에 가변적 오리피스 크기를 제공하도록 구성된다. 특히, 가변 밸브 밸브(62)의 사용은 흐름/진공을 발생시키도록 제1 방향으로 펌프(20)의 일방향 회전을 가능하게 하는 한편, 핸드피스(42)에 대한 흡인 압력을 동적으로 제어하기 위한 메커니즘을 허용한다. 하나의 예시적인 배열에서, 밸브 밸브(62)는, 밸브 라인(60) 내에서 밸브 밸브(62)의 각도 위치에 기초하여 오리피스 크기의 예측 가능하고 정밀한 제어를 허용하는 다중 위치 로터리형 밸브로서 구성될 수 있다.

[0028] 밸브 밸브(62)의 예시적인 구성은 도 4에 도시된다. 도 4에서, 하나의 예시적인 구성에서, 다중 위치 밸브 밸브(62)는 제1 및 제2 개구(68 및 69)에 의해 한정된 채널(66)을 포함한다. 채널(66)이 도 4에서 제1 개구(68)로부터 제2 개구(69)까지 대체로 균일한 크기인 것으로서 도시되었지만, 채널(66)이 가변적인 크기로 구성될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들어, 제1 개구(68) 및 제2 개구(69)는 제1 및 제2 개구(68 및 69)가 밸브 밸브(62)의 주변부(70)를 향해 바깥쪽으로 벌어지도록 채널(66)의 중앙 부분보다 큰 직경으로 구성될 수 있다.

[0029] 작동 시, 밸브 밸브(62)는 채널(68)의 각도 위치가 밸브 라인(60) 내에서 선택적으로 움직일 수 있도록 흡인 회로에서 선택적으로 회전할 수 있다. 이러한 움직임은 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 선택적으로 제어하도록 제1 및 제2 개구(68 및 69)를 완전히 개방, 부분적으로 폐쇄, 및/또는 완전히 폐쇄할 수 있다.

[0030] 압력 센서(63)는 콘솔(40)에 장착된 제어 시스템에 작동 가능하게 연결된다. 압력 센서(63)는 수정체 유화술 기계의 작동 동안 흡인 라인(52)에서의 압력 변화를 검출하고 통신한다. 하나의 예시적인 구성에서, 사전 결정된 압력 임계값은, 압력 센서(63)로부터 압력 판독치가 그 임계값을 초과할 때, 제어 시스템이 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 선택적으로 변경할 수 있도록 제어 시스템 내에 설정될 수 있다. 예를 들어, 흡인 압력이 사전 결정된 압력 임계값을 초과한 것을 압력 센서(63)가 검출하면, 콘솔(40)은 사전 설정된 임계값 아래로 흡인 압력을 강하시키는데 충분한 흡인 라인(52)의 분출을 허용하도록 사전 결정된 양만큼 밸브 라인(60) 내에서 밸브 밸브(62)의 움직임을 기동한다. 그러므로, 압력 센서(63), 밸브 밸브(62) 및 제어 시스템은 흡인 라인(52) 내에서 흡인의 실시간 조절을 허용하도록 협동하며, 이는 보다 높은 최대 흡인 레벨이 이용되도록 허용하지만 여전히 효과적인 폐색 브레이크 서지를 제공한다.

[0031] 예를 들어, 도 3을 다시 참조하면, 밸브 밸브(62)의 채널(66)은 제1 및 제2 개구(68 및 69)가 밸브 라인(60)과의 정렬에서 벗어나 배치되도록 위치된다. 이 위치에서, 밸브 밸브(62)는 "완전 폐쇄" 위치에 있고, 이에 의해 밸브 라인(60)을 차단하고 흡인 라인(52)에 방해받지 않는 흡인 압력을 제공한다. 흡인 압력이 흡인 라인(52) 내에서 임계 레벨 이상 증가된 것을 압력 센서(63)가 검출하면, 밸브 밸브(62)는 적어도 부분적인 정렬로 제1 및 제2 개구(68 및 69)를 움직이도록 사전 결정된 양만큼 선택적으로 움직일 수 있으며, 이에 의해 흡인 배출 라인(54/54')을 부분적으로 개방한다. 이러한 작동은 펌프 역전을 요구함이 없이 사전 결정된 수용 가능한 양으로 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 신속하고 효과적으로 복원한다. 그러나, 채널(66)의 구성으로 인하여, 다양한 흡인 압력이 밸브 밸브(62)의 선택적인 움직임에 의해 달성될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0032] 밸브 밸브(62)는 각도 위치 인코더(인코더(36)와 같은)를 갖는 모터(71)와 같은 액츄에이터에 작동 가능하게 연

결된다. 하나의 이러한 예시적인 모터(71)는 스테퍼 모터를 포함한다. 흡인 압력이 사전 결정된 임계값을 초과한 것을 압력 센서(63)가 검출할 때, 컨트롤러는 사전 결정된 각도 위치로 벤트 밸브(62)를 회전시키도록 모터(71)를 자동으로 작동시킬 수 있으며, 이에 의해 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 신속하게 변화시킨다. 또한, 컨트롤러는 관주 라인(50)에 위치한 압력 센서와 협동하여, 폐색 브레이크 시작을 검출하고 최소화하도록 구성될 수 있다. 특히, 벤트 밸브(62)는 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 감소시키도록 모터(71)에 의해 자동으로 회전될 수 있다. 이러한 기능은 포스트 폐색 브레이크 서지(post occlusion break surge)의 영향을 줄이도록 작동하게 된다. 벤트 밸브(62)가 흡인 라인(52) 내의 흡인 레벨의 선택적 및 동적 제어를 허용하기 때문에, 진공 레벨은 사용자 선호를 위해 용이하게 조절될 수 있고, 이에 의해 보다 신속하고 보다 효율적인 수정체 제거를 제공한다.

[0033] 도 5를 이제 참조하면, 용적형 펌프 시스템과 함께 사용하기 위한 대안적인 예시적 수정체 유체역학 시스템(100)의 구성요소가 도시되어 있다. 수정체 유체역학 시스템(100)은 도 3과 관련하여 도시되고 기술된 것과 동일한 많은 구성요소를 포함한다. 따라서, 동일한 구성요소는 동일한 도면부호가 부여된다. 이러한 구성요소의 기술을 위하여, 도 3에 대하여 상기된 것들을 참조한다.

[0034] 수정체 유체역학 시스템(100)에서, 흡인 배출 라인(54')은 펌프(20)로부터 연장되고, 드레인 백(58)에 유체적으로 연결된다. 대안적으로, 도 3에 도시된 바와 같이, 수정체 유체역학 시스템(100)은 드레인 라인 저수조에 유체적으로 연결된 배출 라인(54)을 포함할 수 있다.

[0035] 흡인 벤트 라인(160)은 흡인 라인(52)과 대기(102) 사이에 유체적으로 연결된다. 가변 벤트 밸브(62)는 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 선택적으로 제어하도록 흡인 벤트 라인(160)에 유체적으로 연결된다. 압력 센서(63)는 흡인 라인(52)과 또한 유체 연통한다.

[0036] 상기된 바와 같이, 벤트 밸브(62)는 진공을 선택적으로 조절하도록 가변 오리피스 크기를 제공하도록 구성되며, 이에 의해 흐름/진공을 발생시키도록 펌프(20)의 일방향 회전을 허용하는 한편, 벤트 밸브(62)의 각도 위치에 기초하여 핸드피스(42)에 대한 진공/흡인의 선택적 제어를 허용한다. 벤트 밸브(62)는 흡인 라인(52) 내의 흡인을 동적으로 제어하기 위해 선택적으로 회전 가능하도록 구성된다.

[0037] 상기된 바와 같이, 작동 시, 압력 센서(63)는 콘솔(40)에 장착된 제어 시스템에 작동 가능하게 연결된다. 압력 센서(63)는 수정체 유화술 기계의 작동 동안 흡인 라인(52)에서의 압력 변화를 검출하고 통신한다. 하나의 예시적인 구성에서, 사전 결정된 압력 임계값은 사용자에게 의해 제어 시스템 내에 설정된다. 따라서, 압력 센서(63)가 사전 설정 임계값을 초과한 흡인 압력 레벨을 감지할 때, 제어 시스템은 대기(102)와 적어도 부분적인 연통으로 벤트 밸브(62)에 있는 채널(66)을 위치시키는 것에 의해 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 감소시키도록 사전 결정된 양만큼 밸브(62)를 움직인다. 벤트 밸브(62)가 흡인 라인(52)을 효율적으로 완전히 분출하도록 대기(102)로 완전히 개방될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 벤트 밸브(62)가 대기(102)에 대해 벤트 라인(160)을 완전히 폐쇄하도록 선택적으로 움직일 수 있으며, 이에 의해 팁 부재(46)에 흡인 라인(52)에서의 완전 진공/흡인 압력을 효과적으로 제공한다는 것을 이해하여야 한다. 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 선택적으로 조절하는 벤트 밸브(62)의 움직임은 수동으로(예를 들어, 이전의 사용자 설정에 기초한 풋 스위치 발판의 선택적 작동) 또는 제어 시스템에 작동적으로 연결된 모터(71)에 의해 자동으로 달성될 수 있다.

[0038] 이제 도 6을 참조하면, 용적형 펌프 시스템과 함께 사용하기 위한 또 다른 대안적인 예시적 수정체 유체역학 시스템(200)의 구성요소가 도시되어 있다. 수정체 유체역학 시스템(200)은 도 3 및 도 5와 관련하여 도시되고 상기된 것과 동일한 많은 구성요소를 포함한다. 따라서, 동일한 구성요소는 동일한 도면부호가 부여된다. 이러한 구성요소의 상세한 기술을 위하여, 도 3에 대하여 기술한 것들을 참조한다.

[0039] 흡인 벤트 라인(260)은 흡인 라인(52)과 벤트 압력 소스(202) 사이에 유체적으로 연결된다. 적절한 벤트 압력 소스의 예는 가압 유체 또는 식염수를 포함하지만 이에 한정되지 않는다. 가변 벤트 밸브(62)는 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 선택적으로 제어하도록 흡인 벤트 라인(260)에 유체적으로 연결된다. 압력 센서(63)는 흡인 라인(52)과 또한 유체 연통한다.

[0040] 벤트 밸브(62)는 진공을 선택적으로 조절하도록 가변 오리피스 크기를 제공하도록 구성되고, 이에 의해 흐름/진공을 발생시키도록 제1 방향으로 펌프(20)의 일방향 회전을 허용하는 한편, 벤트 밸브(62)의 각도 위치에 기초하여 핸드피스(42)에 대한 진공/흡인의 선택적 제어를 허용한다.

[0041] 압력 센서(63)는 콘솔(40)에 장착된 제어 시스템에 작동 가능하게 연결되고, 수정체 유화술 기계의 작동 동안 흡인 라인(52)에서의 압력 변화를 검출하고 통신한다. 하나의 예시적인 구성에서, 사전 결정된 압력 임계값은,

압력 센서(63)로부터의 압력 관독치가 그 임계값을 초과할 때, 벤트 밸브(62)가 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 감소시키도록 사전 결정된 양만큼 움직이도록 제어 시스템 내에 설정된다. 이러한 것은 벤트 압력 소스(202)와 적어도 부분적인 연통으로 벤트 밸브(62)에 있는 채널(66)을 위치시키는 것에 의해 달성되고, 이에 의해 벤트 라인(260)을 개방하고, 가압 유체(예를 들어)가 흡인 라인(52)에 들어가는 것을 허용한다. 모터(71)는 센서(63)로부터 수신된 정보에 기초하여 흡인 라인(52)에서의 진공/흡인 압력의 레벨을 자동으로 제어하도록 사전 결정된 양만큼 벤트 밸브(62)를 자동으로 움직이도록 벤트 밸브(62)에 작동 가능하게 연결될 수 있다. 벤트 밸브(62)가 펌프(20) 작동을 차단할 필요없이 흡인 라인(52)에서의 흡인 압력을 효과적으로 무효화하도록 벤트 압력 소스(202)에 대해 완전히 개방될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 대안적으로, 벤트 압력 소스(202)가 벤트 라인(260)과 연통하지 않도록 벤트 밸브(62)가 완전히 폐쇄될 수 있다는 것을, 즉 채널(66)이 벤트 라인(260)과의 정렬에서 완전히 벗어나 위치될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 이러한 구성은 팁 부재(46)에 흡인 라인(52)에서의 완전 진공/흡인 압력을 효과적으로 제공한다.

[0042] 이제 도 7을 참조하면, 용적형 펌프 시스템과 함께 사용하기 위한 또 다른 대안적인 예시적 수정체 유체역학 시스템(300)의 구성요소가 도시되어 있다. 수정체 유체역학 시스템(300)은 도 3, 도 5 및 도 6과 관련하여 도시되고 전술한 것과 동일한 많은 구성요소를 포함한다. 따라서, 동일한 구성요소는 동일한 도면부호가 부여된다. 이러한 구성요소의 상세한 기술을 위하여, 도 3에 대하여 상기된 것들을 참조한다.

[0043] 흡인 벤트 라인(360)은 흡인 라인(52)과 관주 라인(50) 사이에 유체적으로 연결된다. 가변 벤트 밸브(62)는 흡인 벤트 라인(360)에 유체적으로 연결되어, 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 선택적으로 제어하도록 구성된다. 압력 센서(63)는 또한 흡인 라인(52)과 유체 연통한다.

[0044] 벤트 밸브(62)는 진공을 선택적으로 조절하도록 가변 오리피스 크기를 제공하도록 구성되고, 이에 의해 흐름/진공을 발생시키도록 제1 방향으로 펌프(20)의 차단되지 않은 일방향 회전을 허용하는 한편, 벤트 밸브(62)의 각도 위치에 기초하여 핸드피스(42)에 대한 진공/흡인의 선택적 제어를 허용한다.

[0045] 압력 센서(63)는 콘솔(40)에 장착된 제어 시스템에 작동 가능하게 연결되고, 수정체 유체역학 기계의 작동 동안 흡인 라인(52)에서의 압력 변화를 검출하고 통신한다. 하나의 예시적인 구성에서, 사전 결정된 압력은, 압력 센서(63)로부터 압력 관독치가 그 임계값을 초과할 때, 벤트 밸브(62)가 예를 들어 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 감소시키도록 사전 결정된 양만큼 선택적으로 움직일 수 있도록 제어 시스템 내에 설정된다. 예를 들어, 벤트 밸브(62)에 있는 채널(66)은 벤트 라인(360)과 적어도 부분적으로 정렬되도록 움직이고, 이에 의해 센서(63)로부터 수신된 정보에 기초하여 흡인 라인(52)에서의 진공/흡인 압력의 레벨을 자동으로 제어하도록 사전 결정된 양만큼 관주 라인(50)과의 적어도 부분적으로 연통으로 흡인 라인(52)을 배치한다. 벤트 밸브(62)가 흡인 라인(52)에서의 흡인 압력을 효과적으로 무효화하도록 관주 라인(50)에 대해 완전히 개방될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 대안적으로, 벤트 밸브(62)가 관주 라인(50)을 완전히 폐쇄하도록 위치될 수 있고, 이에 의해 흡인 라인(52)에서의 진공/흡인 압력을 팁 부재(46)에 효과적으로 제공한다는 것을 이해하여야 한다. 이러한 구성에서, 채널(66)은 벤트 라인(360)과 완전히 정렬된다.

[0046] 도 8을 이제 참조하면, 용적형 펌프 시스템과 함께 사용하기 위한 또 다른 대안적인 예시적 수정체 유체역학 시스템(400)의 구성요소가 도시되어 있다. 수정체 유체역학 시스템(400)은 도 3, 및 도 5 내지 도 7과 관련하여 도시되고 상기된 것과 동일한 많은 구성요소를 포함한다.

[0047] 수정체 유체역학 시스템(400)은 관주 라인(50)에 의해 관주 소스(448)에 연결된 핸드피스(42)의 주입 슬리브(44)를 포함한다. 수정체 유체역학 시스템(400)은 관주 공급 라인(473), 관주 라인(50) 및 섀트 라인(476)에 유체적으로 연결되고 그 사이의 3방향 교차로에 위치되는 다중 위치 관주 밸브(464)를 또한 포함할 수 있다. 관주 라인 압력 센서(475)는 섀트 라인(476)과 주입 슬리브(42) 사이에서 관주 라인(50)에 위치될 수 있다. 핸드피스(42)는 핸드피스 압력 센서(443)를 또한 구비할 수 있다.

[0048] 관주 소스(448)가 임의의 적절한 관주 소스일 수 있지만, 하나의 예시적인 배열에서, 관주 소스(448)는 가압된다. 특히, 플랫폼(451)에 붙어서 위치된 관주 백(449)이 채굴될 수 있으며, 화살표(453)로 표시되는 가압력은 관주 백(449) 밖으로 및 관주 공급 라인(473) 내로 주입 유체를 강제하도록 관주 백(449)에 인가된다. 다른 가압 유체역학 시스템도 또한 고려된다.

[0049] 팁 부재(46)는 흡인 라인(52)에 의해 연동 펌프(420)의 입력 포트(53)에 연결된다. 임의의 적합한 펌프 구성들이 이용될 수 있지만, 하나의 예시적인 구성에서, 펌프(420)는 그 전체 내용이 참조에 의해 본원에 통합되는, "Multiple Segmented Peristaltic Pump and Cassette"라는 명칭의 미국 특허 공개 제20100286651호에 기술된

펌프, 또는 "Surgical Cassette Having an Aspiration Pressure Sensor"라는 명칭의 미국 특허 제6,962,488호에 개시된 바와 같은 펌프이다. 흡인 배출 라인(54)은 펌프(420)로부터 연장되고, 벤트 저수조(456)에 유체적으로 연결된다. 벤트 저수조(546)는 드레인 백(58)에 유체적으로 연결된다.

[0050] 흡인 벤트 라인(460)은 펌프(420)를 우회하도록 흡인 라인(52)과 벤트 저수조(456) 사이에 유체적으로 연결된다. 가변 벤트 밸브(62)는 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 선택적으로 제어하도록 흡인 벤트 라인(460)에 유체적으로 연결된다. 흡인 압력 센서(63)는 흡인 라인(52)과 또한 유체 연통한다. 벤트 밸브(62)는 진공을 선택적으로 조절하기 위해 벤트 라인(460) 내에 가변 오리피스 크기를 제공하도록 구성되고, 이에 의해 흐름/진공을 발생시키도록 제1 방향으로 펌프(420)의 일방향 회전을 허용하는 한편, 벤트 밸브(62)의 각도 위치에 기초하여 핸드피스(42)에 대한 진공/흡인의 선택적 제어를 허용한다.

[0051] 작동 시, 압력 센서(63)는 콘솔(40)에 장착된 제어 시스템에 작동 가능하게 연결된다. 압력 센서(63)는 수정체 유화술 기계의 작동 동안 흡인 라인(52)에서의 압력 변화를 검출하고 통신한다. 하나의 예시적인 구성에서, 사전 결정된 압력 임계값은, 압력 센서(63)로부터 압력 판독치가 그 임계값을 초과할 때, 벤트 밸브(62)가 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 감소시키도록 사전 결정된 양만큼 선택적으로 움직일 수 있도록 제어 시스템 내에 설정된다. 이러한 것은 벤트 라인(460)과 적어도 부분적인 연통으로 벤트 밸브(62)에 있는 채널(66)을 위치시키는 것에 의해 달성된다. 벤트 라인(460)이 벤트 저수조(456)에 작동 가능하게 연결되기 때문에, 벤트 라인(460)과 채널(66)의 부분적인 연통은 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 효과적으로 감소시킨다. 벤트 밸브(62)의 움직임은 벤트 밸브(62)에 연결된 모터(71)에 의해 달성될 수 있다. 특히, 모터(71)는 센서(63)로부터 수신된 정보에 기초하여 흡인 라인(52)에서의 진공/흡인 압력의 레벨을 자동으로 제어하도록 사전 결정된 양만큼 벤트 밸브(62)를 자동으로 움직이도록 구성될 수 있다. 펌프(420)에 대해 입력 포트(53)를 효과적으로 폐쇄하기 위해 벤트 저수조(456)로 흡인 라인을 완전히 분출하도록 완전 개방 위치로 벤트 밸브(62)가 배향될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 대안적으로, 채널(66)이 벤트 라인(460)과의 정렬에서 벗어나고, 이에 의해 흡인 라인(52)에 대해 벤트 저수조(456)를 폐쇄하고, 이에 의해 텅 부재(46)에 흡인 라인(52)에서의 진공/흡인 압력을 효과적으로 제공하도록, 벤트 밸브(62)가 완전히 폐쇄될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0052] 상기된 바와 같이, 수정체 유체역학 시스템(400)은 관주 공급 라인(473), 관주 라인(50) 및 셉트 라인(476) 사이의 교차로에 위치한 다중 위치 관주 밸브(464)를 또한 제공한다. 추후에 더욱 상세히 설명되는 바와 같이, 관주 밸브(464)는 수정체 유체역학 시스템(400)에서 관주를 선택적으로 제어하도록 작동적으로 위치될 수 있는 로터리 밸브로서 구성된다. 도 9a에 도시된 바와 같이, 하나의 예시적인 배열에서, 다중 위치 관주 밸브(464)는 교차 채널 구성(474)을 포함한다. 특히, 채널(474)은 제1 분기(474A), 제2 분기(474B), 및 제3 분기(474C)를 포함한다. T자 형상을 갖는 것으로 도시되지만, 유체역학 시스템(400)에 있는 다양한 유체 라인의 구성에 의존하여, 다른 교차 구성이 이용될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0053] 작동 시, 도 8에 도시된 바와 같이, 제1 분기(474A)가 관주 공급 라인(473)과 완전히 정렬되고 제3 분기(474B)가 관주 라인(50)과 완전히 정렬되지만 제2 분기(474C)가 셉트 라인(476)과의 정렬에서 벗어나 배향되도록 관주 밸브(464)가 배향될 때, 정상적인, 완전 관주 흐름이 관주 라인(50)에 제공된다. 그러나, 수정체 유체역학 시스템(400)의 주요 관주 공급부(448)를 작동 준비시키도록, 관주 밸브(464)는, 제1 분기(474A)가 셉트 라인(476)과 완전히 정렬되고 제3 분기(474C)가 관주 공급 라인(473)과 완전히 정렬되도록 선택적으로 회전될 수 있다. 따라서, 수정체 유체역학 시스템(400)이 작동될 때, 관주 공급부(448)로부터의 유체는 드레인 백(58)으로 보내진다. 관주 압력 센서(475)를 작동 준비시키도록, 관주 밸브(464)는, 제2 암(arm)(474B)이 셉트 라인(476)과 완전히 정렬되고 제3 암(474C)이 관주 라인(50)과 완전히 정렬되도록 선택적으로 회전될 수 있다.

[0054] 도 8에 도시된 관주 밸브(464)의 다양한 분기가 관주 라인(50), 셉트 라인(476) 및 관주 공급 라인(473) 중 어느 하나와 완전히 정렬되도록 작동하는 것으로서 설명되었지만, 분기(474A-474C)들이 각 라인(50, 476, 및 473)과 완전히 정렬될 필요가 없다는 것을 이해하여야 한다. 실제로, 관주 밸브(464)는 눈(47)으로 전달될 유체의 양을 효과적으로 제어하기 위해 선택적으로 위치되도록 구성될 수 있다. 실제로, 일부 환자에서, 완전 관주 흐름(예를 들어, 도 8에 도시된 바와 같은)은 환자의 불편을 초래할 수 있지만 제어된 개방을 이끌 수 있고, 이에 의해 관주 밸브(464)의 특정 분기가 관주 라인(50)에 대해 다양한 각도 위치에 위치되는 것이 필요할 수 있다. 그러므로, 벤트 밸브(62)와 유사하게, 관주 밸브(464)는 가변적인 관주 전달을 위해 또한 구성될 수 있다.

[0055] 다중 위치 관주 밸브에 대한 또 다른 대안적인 구성이 도 9b에 도시된다. 이 배열에서, 그 안에 형성된 L자 형상 경로를 갖는 다중 위치 관주 밸브(464')가 제공된다. 다중 위치 관주 밸브(464')는 제1 분기(474A') 및 제2 분기(474B')를 포함한다. 다중 위치 관주 밸브(464')의 사용은 도 10a 내지 도 10c와 관련하여 다음에

기술된다.

- [0056] 도 10a 내지 도 10c를 참조하면, 용적형 펌프 시스템과 함께 사용할 수 있는 또 다른 대안적인 예시적 수정체 유체역학 시스템(400')의 구성요소가 도시되어 있다. 수정체 유체역학 시스템(400')은 도 3 및 도 5 내지 도 8과 관련하여 도시되고 기술된 것과 동일한 많은 구성요소를 포함한다. 일부 실시예에서, 점선 박스의 내부에 있는 구성요소는 수술용 콘솔에 고정되도록 구성된 유체역학 카세트에 적어도 부분적으로 포함될 수 있다.
- [0057] 수정체 유체역학 시스템(400')은 관주 라인(50)에 의해 관주 소스(448)에 연결된 핸드피스(42)의 주입 슬리브(44)를 포함한다. 다중 위치 관주 밸브(464')는 관주 공급 라인(473), 관주 라인(50) 및 섀트 라인(476)에 유체적으로 연결되고 그 사이의 3방향 교차로에 위치된다. 관주 라인 압력 센서(475)는 관주 공급부(448)와 핸드피스(42) 사이의 관주 라인(50)에 위치될 수 있다. 관주 소스(448)가 임의의 적절한 관주 소스일 수 있지만, 하나의 예시적인 배열에서, 관주 소스(448)는 관주 컨테이너를 포함하고, 관주 컨테이너는 관주 컨테이너 밖으로 및 관주 공급 라인(473) 내로 주입 유체를 강제하도록 중력을 이용한다.
- [0058] 다중 위치 관주 밸브(464')는 수정체 유체역학 시스템(400')에서 관주를 선택적으로 제어하도록 작동적으로 위치될 수 있는 로터리 밸브로 구성될 수 있다. 그러므로, 작동 시, 도 10a에 도시된 바와 같이, 제1 분기(474A')가 관주 라인(50)과 정렬되고 제2 분기(474B')가 관주 공급 라인(473) 및 섀트 라인(476)과의 정렬에서 벗어나 배향되도록, 관주 밸브(464')가 배향될 때, 관주는 관주 라인(50)에 공급되지 않는다.
- [0059] 도 10b를 참조하면, 핸드피스(42)에 관주를 공급하도록, 관주 밸브(464')는, 제1 분기(474A')가 관주 공급 라인(473)과 적어도 부분적으로 정렬되고 제2 분기(474B')가 관주 라인(50)과 적어도 부분적으로 정렬되도록 선택적으로 회전될 수 있다. 따라서, 관주 공급부(448)로부터 유체는 관주 공급 라인(473)을 통해, 관주 밸브(464')를 통해 관주 라인(50) 및 핸드피스(42)로 보내진다. 관주 밸브(464)와 마찬가지로, 눈(47)으로 전달될 유체의 양을 효과적으로 제어하도록 제1 및 제 2 분기(474A' 및 474B')를 선택적으로 위치시키는 것이 바람직할 수 있다. 그러므로, 관주 라인(50)이 관주 공급 라인(473)과 제어된 개방의 대상일 수 있으며, 이에 의해 관주 밸브(464')의 제1 및 제2 분기(474A' 및 474B')가 관주 라인(50)을 통해 흐르는 전체 관주보다 적은 관주를 제공하도록 다양한 각도 위치에 위치되는 것이 고려된다. 그러므로, 벤트 밸브(62)와 유사하게, 관주 밸브(464')는 가변적인 관주 전달을 위해 또한 구성될 수 있다.
- [0060] 도 10c는 관주 밸브(464')의 작동에 의해 수정체 유체역학 시스템(400')의 관주 공급부(448)에 대한 준비 작동을 예시한다. 특히, 관주 밸브(464')는, 제1 분기(474A')가 섀트 라인(476)과 적어도 부분적으로 정렬되고 제2 분기(474B')가 관주 공급 라인(473)과 적어도 부분적으로 정렬되도록 선택적으로 회전될 수 있다. 따라서, 수정체 유체역학 시스템(400)이 작동될 때, 관주 공급부(448)는 드레인 백(58)으로 안내된다.
- [0061] 다중 위치 관주 밸브(464 및 464')가 가변 벤트 밸브(62)를 또한 통합하는 수정체 유체역학 시스템(400)과 관련하여 설명되었지만, 다중 위치 관주 밸브(464/464') 및 가변 벤트 밸브(62) 모두를 포함하는 수정체 유체역학 시스템(400)으로 본 발명의 범위가 한정되지 않는다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 다중 위치 관주 밸브(464/464')는 "온/오프" 형태로 작동할 수 있거나, 또는 상기된 바와 같이, 다중 위치 관주 밸브(464/464')는 가변 벤트 밸브(62)와 관련하여 이전에 설명된 것과 유사한 방식으로 관주의 양을 선택적으로 제어하도록 가변 오리피스스를 제공하도록 또한 구성될 수 있다. 예를 들어, 관주 공급 라인(473)으로부터 핸드피스(42)에 제공될 관주의 양은, 관주 공급 라인(473)으로부터 전체 관주보다 적게 관주 라인(50)(그러므로, 핸드피스(42))에 공급될 수 있도록 다중 위치 가변 관주 라인에 의해 선택적으로 제어될 수 있다. 이러한 예에서, 다중 위치 가변 관주 밸브(464/464')는 관주 공급 라인(473) 및 관주 라인(50) 모두와의 단지 부분적인 연통을 제공하도록 선택적으로 회전된다.
- [0062] 도 11을 참조하면, 용적형 펌프 시스템과 함께 사용하기 위한 또 다른 대안적인 예시적 수정체 유체역학 시스템(500)의 구성요소가 도시되어 있다. 수정체 유체역학 시스템(500)은 도 3, 및 도 5 내지 도 10과 관련하여 도시되고 상기된 것과 동일한 많은 구성요소를 포함한다. 따라서, 동일한 구성요소는 동일한 도면부호가 부여된다. 이러한 구성요소의 상세한 기술을 위하여, 도 3에 대하여 상기된 것들을 참조한다.
- [0063] 수정체 유체역학 시스템(500)은 관주 라인(50)에 유체적으로 연결된 관주 공급 라인(549)에 의해 관주 소스(48)에 연결된 핸드피스(42)의 주입 슬리브(44)를 포함한다. 흡인 배출 라인(54)은 펌프(20)로부터 연장된다. 하나의 예시적인 배열에서, 흡인 배출 라인(54)은 드레인 라인 저수조(56)에 유체적으로 연결된다. 저수조(56)는 또한 선택적 드레인 백(58)에 드레인할 수 있다. 대안적으로, 점선으로 도시된 바와 같이, 배출 라인(54')은 드레인 백(58)에 직접 유체적으로 연결될 수 있다.

- [0064] 흡인 벤트 라인(560)은 흡인 라인(52)과 관주 라인(50) 사이에 유체적으로 연결된다. 다목적 밸브(562)는 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력과 관주 라인(50) 내에서 관주 흐름을 선택적으로 제어하도록 흡인 벤트 라인(560)과 관주 라인(50) 사이에 유체 연결된다. 압력 센서(63)는 흡인 라인(52)과 또한 유체 연통한다.
- [0065] 다목적 밸브(562)는 흡인을 선택적으로 조절하기 위해 가변 오리피스 크기를 제공하도록 구성되고, 이에 의해 흐름/진공을 발생시키도록 제1 방향으로 펌프(20)의 일방향 회전을 허용하는 한편, 다목적 밸브(62)의 각도 위치에 기초하여 핸드피스(42)에 대한 진공/흡인의 선택적 제어를 허용할 뿐만 아니라 관주 제어를 제공한다. 특히, 하나의 예시적인 구성에서, 도 12a 및 도 12b를 참조하면, 다목적 밸브(562)의 본체는 주변부(570)에 의해 한정된다. 본체는 주변(570)의 일부분에 형성된 제1 흐름 경로(563A) 및 주변부(570)의 다른 부분에 형성된 제2 흐름 경로(563B)를 갖는다.
- [0066] 다시 도 12a를 참조하면, 작동 시, 다목적 밸브(562)는 카세트(28)에 형성된 그루브(600) 내에서 선택적으로 회전할 수 있다. 특히, 그루브(600)는 다목적 밸브(562)의 각도 위치를 통해 서로 선택적으로 연결될 수 있는 다수의 유체 라인에 작동 가능하게 연결된다. 예를 들어, 도 11에 도시된 수정체 유체역학 시스템(500)에서, 다목적 밸브(562)는 제1 및 제2 흐름 경로(563A, 563B)를 통해 관주 공급 라인(549), 관주 라인(50), 흡인 라인(52) 및 흡인 배출 라인(54/54')을 작동적으로 연결하도록 기여한다. 다목적 밸브(562)는 그루브(600) 내에서 움직일 수 있어서, 추후에 더욱 자세히 설명되는 바와 같이, 흡인 라인(52), 관주 라인(50), 관주 공급 라인(549) 및 흡인 배출 라인(54/54')에 대한 다양한 연결 배열이 달성될 수 있다.
- [0067] 압력 센서(63)는 콘솔(40)에 장착된 제어 시스템에 작동 가능하게 연결되고, 수정체 유화술 기계의 작동 동안 흡인 라인(52)에서의 압력 변화를 검출하고 통신하도록 구성된다. 하나의 예시적인 구성에서, 사전 결정된 압력 임계값은, 압력 센서(63)로부터 압력 판독치가 그 임계값을 초과할 때, 제어 시스템이 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 감소시키도록 사전 결정된 양만큼 다목적 밸브(562)를 선택적으로 움직일 수 있도록 제어 시스템 내에 설정된다. 특히, 다목적 밸브(562)의 제2 흐름 경로(563B)는 흡인 벤트 라인(560)에 대하여 움직일 수 있다.
- [0068] 예를 들어, 다목적 밸브(562)는 그루브(600) 내에 위치되고, 제2 흐름 경로(563B)가 흡인 라인(52)으로부터 흡인 벤트 라인(560)을 완전히 폐쇄하도록 선택적으로 회전될 수 있어서, 사용자 사전 선택 압력 설정에 의해 지시된 바와 같은 완전 진공이 제공된다. 그러나, 압력이 바람직하지 않은 양만큼 흡인 라인(52) 내에서 증가되었으면(예를 들어, 폐색 브레이크 서지 때문과 같이), 다목적 밸브(562)는 제2 흐름 경로(563B)가 흡인 벤트 라인(560)을 통해 흡인 라인(52)에 직접 흡인 라인(54/54')을 작동적으로 연결하고, 이에 의해 펌프(20)를 우회하도록 사전 결정된 양만큼 선택적으로 움직일 수 있다. 이러한 작동은 펌프 역전을 요구함이 없이 사전 결정된 사용 가능한 양으로 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 신속하고 효과적으로 복원한다.
- [0069] 하나의 예시적인 배열에서, 다목적 밸브(562)는 풋 스위치 발판에 작동 가능하게 연결될 수 있다. 따라서, 사용자는 흡인 라인(52)를 선택적으로 분출하기 위해(예를 들어, 페달에서 그/그녀의 발을 들어올리는 것에 의해) 다목적 밸브(562)를 회전시키도록 풋 스위치 발판을 작동시킬 수 있다. 풋 스위치 발판은 사용자 입력에 기초한 제어 시스템 설정에 기초하여 사전 결정된 양만큼 및 사전 결정된 방향으로 다목적 밸브(562)를 회전시키도록 구성될 수 있다. 제2 흐름 경로(563B)의 구성으로 인하여, 다양한 흡인 압력은 다목적 밸브(562)의 선택적 움직임에 의해 달성될 수 있다. 일부 예시적인 상황에서, 배출 라인(54/54')을 완전히 개방하고, 이에 의해 흡인 라인(52)을 완전히 분출하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0070] 또 다른 예시적인 배열에서, 다목적 밸브(562)는 각도 위치 인코더(예를 들어, 인코더(36)와 같은)를 가지는 스텝 모터와 같은 모터(71)에 작동 가능하게 연결된다. 흡인 압력이 사전 결정된 임계값을 초과한 것을 압력 센서(63)가 검출할 때, 컨트롤러는 사전 결정된 위치로 다목적 밸브(562)를 회전시키도록 모터(71)를 자동으로 작동시키고, 이에 의해 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 신속하게 변화시킨다. 컨트롤러가 압력 센서(63)와 협동하여 폐색 브레이크 시작을 검출하도록 구성될 수 있음으로써, 다목적 밸브(562)는 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 사전 결정된 설정 아래로 감소시키도록 모터(71)에 의해 자동으로 회전될 수 있다. 이러한 기능은 포스트 폐색 서지(post occlusion surge)를 줄이도록 작동하게 된다. 다목적 밸브(562)가 흡인 라인(52) 내의 흡인 레벨의 선택적이고 동적인 제어를 허용하기 때문에, 보다 높은 진공률이 보다 신속하고 보다 효율적인 수정체 제거를 위하여 사용자에게 의해 선택되고 채택될 수 있다.
- [0071] 시스템(500) 내의 흡인 레벨을 선택적으로 제어하는 것에 더하여, 다목적 밸브(562)는 추가적인 목적, 즉 관주 라인(50)을 통해 관주를 제어하는 것에 기여한다. 특히, 제1 흐름 경로(563A)는, 제1 흐름 경로(563A)가 관주 공급 라인(549)과 관주 라인(50) 모두와 연통할 때, 관주 공급 라인(549)을 관주 라인(50)에 선택적으로 연결하도록 구성된다. 그러나, 다목적 밸브(562)는 제1 흐름 경로(563A)가 관주 공급 라인(549)과의 연통에서 벗어나

배치되고, 이에 의해 관주를 효과적으로 폐쇄하도록 선택적으로 회전될 수 있다.

- [0072] 더욱이, 다목적 밸브(562)의 구성은 흡인 레벨의 선택적 제어를 허용하는 한편, 동시에 관주를 제어한다. 예를 들어, 다목적 밸브(562) 및 유체 라인(549, 50, 54/54' 및 52)은, 제1 흐름 경로(563A)가 관주 라인(50) 및 관주 공급 라인(549) 모두와 연통할 때, 제2 흐름 경로(563B)가 배출 라인(54/54')과만 연통하고 배출 라인(54/54')에 대해 폐쇄된 흡인 라인(52)을 남겨두도록 구성된다. 이러한 구성에서, 관주는 핸드피스(42)로 공급되고, 벤트 라인(560)은 폐쇄된다. 대안적으로, 다목적 밸브(562)는, 제2 흐름 경로(563B)가 흡인 라인(52) 및 배출 라인(54/54') 모두에 개방되는 한편, 제1 흐름 경로(563A)가 관주 라인(50) 및 관주 공급 라인(549) 모두와 연통하도록, "관주 라인 개방, 벤트 라인 폐쇄" 위치로부터 약간 회전될 수 있다. 이러한 구성에서, 핸드피스(42) 및 흡인 라인(52)으로 공급되는 관주는 배출 라인(54/54')에 작동적으로 연결되고, 이에 의해 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 제거하지 않으면 감소한다. 이러한 설계는 시스템(500)으로부터 밸브 요소를 효과적으로 제거하는 한편, 여전히 흡인 압력을 선택적으로 변화시키고 관주를 선택적으로 제어하기 위해 제공한다.
- [0073] 이제 도 13을 참조하면, 수정체 유체역학 시스템에서 사용하기 위한 대안적인 흡인 회로(700)의 부분 개략도가 도시된다. 흡인 회로(700)는 변위 기반 및/또는 진공 기반 흡인 모드 모두 채택한다. 흡인 회로(700)는 핸드피스(742)를 연동 펌프(720)의 입력 포트(753) 또는 벤투리 저수조(760)의 입력 포트(731) 중 어느 하나에 유체적으로 연결하는 흡인 라인(752)을 포함한다. 흡인 배출 라인(754/754')은 벤투리 저수조(760)의 입력 포트(731) 및 연동 펌프(720)의 입력 포트(753)로부터 각각 연장된다. 종래의 구성은 벤투리 저수조(760)의 입력 포트(731)를 개폐하고 드레인 백(758)으로 흡인 라인(752)의 선택적인 분출을 제공하도록 별개의 밸브들을 사용하였지만, 흡인 회로(700)는 두 가지 기능을 제공하는 카세트(상기 도 12a에 도시된 것과 유사한)의 밀봉된 그루브 내에 배치된 다목적 밸브(732)를 채택한다.
- [0074] 특히, 도 14a 내지 도 14c를 참조하면, 하나의 예시적인 배열에서, 다목적 밸브(732)는 제1 개구(765)와 제2 개구(767)에 의해 한정되는 채널(763)로 구성된다. 하나의 예시적인 배열에 있어서, 제2 개구(767)는 바깥쪽으로 연장되는 플레어(flare)로 구성될 수 있다. 대안적으로, 채널(763)은 다목적 밸브(732)의 주변부(770)를 향해 바깥쪽으로 넓어지는 삼각형상으로 구성될 수 있다. 제1 개구(765)는 채널(763)에 대해 횡으로 위치된다. 제2 개구는 다목적 밸브(732)의 주변부(770)를 통해 형성된다.
- [0075] 도 14a를 참조하면, 작동 동안, 다목적 밸브(732)는 흡인이 펌프(720)에 의해 흡인 라인(752)으로 전달되도록 위치될 수 있다. 이러한 구성에서, 다목적 밸브(732)는, 벤투리 저수조에 대한 입력 라인(731)이 폐쇄되고 흡인 배출 라인(754)이 흡인 라인(752)으로부터 폐쇄되도록 선택적으로 회전된다. 이러한 구성에서, 전체 흡인이 펌프(720)에 의해 제공된다.
- [0076] 압력 센서(769)는 흡인 라인(752) 내의 압력을 검출하고 모니터링하도록 입력 라인(753)에 위치될 수 있다. 압력 센서(769)는 콘솔에 장착된 제어 시스템에 작동 가능하게 연결된다. 압력 센서(769)는 수정체 유체역학 기계의 작동 동안 흡인 라인(752)에서의 압력 변화를 검출하고 통신한다. 하나의 예시적인 구성에서, 사전 결정된 압력 임계값은, 압력 센서(769)로부터의 압력 판독치가 그 임계값을 초과할 때, 시스템이 흡인 라인(52) 내의 흡인 압력을 감소시키도록 사전 결정된 양만큼 다목적 밸브(732)의 움직임을 유도하도록 제어 시스템 내에 설정될 수 있다. 특히, 도 14b를 참조하면, 다목적 밸브(732)는 채널(763)의 제2 개구(767)가 흡인 배출 라인(754)과 적어도 부분적으로 유체 연통하도록 회전될 수 있다. 그러므로, 압력이 바람직하지 않은 양만큼 흡인 라인(752) 내에서 증가하였으면(예를 들어, 폐쇄 브레이크 서지 때문과 같이), 다목적 밸브(732)는 도 14b에 도시된 바와 같이 흡인 배출 라인(754)을 부분적으로 개방하도록 사전 결정된 양만큼 선택적으로 움직일 수 있다. 이러한 작동은 펌프 역전을 요구함이 없이 사전 결정된 수용 가능한 양으로 흡인 라인(752) 내의 흡인 압력을 신속하고 효과적으로 복원한다. 그러나, 필요하면, 흡인 라인(752)이 흡인 배출 라인(754)에 대해 완전히 개방되도록, 채널(763)이 회전될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0077] 상기된 바와 같이, 다목적 밸브(732)는 펌프(720)로부터 벤투리 저수조(760)로 흡인 소스를 전환하도록 또한 사용될 수 있다. 도 14c를 참조하면, 이러한 구성에서, 채널(763)은, 제2 개구(767)가 벤투리 저수조(760)의 입력(731)과 연통하고, 이에 의해 흡인 라인(752)을 벤투리 저수조(760)에 연결하도록 위치된다. 그러나, 흡인 배출 라인(754)은 흡인 라인(752)으로부터 밀봉된다.
- [0078] 일부 실시예에서, 수술 시스템에서 사용하기 위한 유체역학 시스템은 흡인 회로(수술 장비에 작동적으로 연결된 흡인 라인, 폐기물 용기에 연결된 작동적으로 연결된 흡인 배출 라인, 제1 단부에서 흡인 라인에 연결된 흡인 벤트 라인, 및 흡인 벤트 라인에 작동적으로 연결된 선택적 가변 밸브를 포함함(가변 밸브는 흡인 라인 내의 흡인 압력을 선택적으로 변화시키도록 선택적으로 작동될 수 있음)) 및 관주 회로(관주 소스, 관주 소스에 연결된

관주 공급 라인, 및 관주 공급 라인에 작동적으로 연결된 제1 단부 및 수술 디바이스에 작동적으로 연결된 제2 단부를 갖는 관주 라인을 포함할 수 있다. 유체역학 시스템은 섀트 경로를 추가로 포함할 수 있으며, 섀트 경로의 제1 단부는 관주 공급 라인에 작동적으로 연결되고 섀트 경로의 제2 단부는 폐기물 용기에 연결된다. 유체역학 시스템은, 선택적으로 위치 가능한 밸브가 관주 공급 라인으로부터 관주를 보내기 위해 움직일 수 있도록, 관주 공급 라인, 관주 라인, 및 섀트 경로를 작동적으로 연결하는 선택적으로 위치 가능한 관주 밸브를 추가로 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 관주 밸브는 로터리 밸브일 수 있으며, 그 내부에 형성된 교차 채널을 포함할 수 있고, 상기 채널은 제1 분기, 제2 분기, 및 제3 분기를 한정한다. 일부 실시예에서, 관주 밸브는 제1 위치, 제2 위치 및 제3 위치 사이에서 선택적으로 움직일 수 있으며, 제1 위치에서, 제1 분기는 관주 공급 라인과 연통으로 위치되고, 제2 분기는 관주 라인과 연통으로 위치되고; 제2 위치에서, 제1 분기는 섀트 경로와 연통으로 위치되고, 제3 분기는 관주 공급 라인과 연통하고; 제3 위치에서, 제1 분기는 관주 라인과 연통으로 위치되고, 제2 분기는 관주 공급 라인과 연통으로 위치되고, 제3 분기는 섀트 경로와 연통으로 위치된다. 일부 실시예에서, 가변 밸브는, 가변 밸브가 관주 라인에서 유체 흐름을 선택적으로 차단하고 흡인 라인 내의 흡인 압력을 선택적으로 변화시키기 위해 선택적으로 움직일 수 있도록 관주 라인에 또한 연결될 수 있다. 일부 실시예에서, 가변 밸브는 그 안에 형성된 제1 및 제2 흐름 경로로 구성될 수 있으며, 제1 흐름 경로는 관주 공급 소스에 대해 관주 라인을 개방하도록 관주 공급 라인 및 관주 라인에 선택적으로 정렬될 수 있고, 제2 흐름 경로는 흡인 라인 내의 흡인 압력을 선택적으로 변화시키도록 흡인 라인 및 흡인 배출 라인과 선택적으로 정렬될 수 있다.

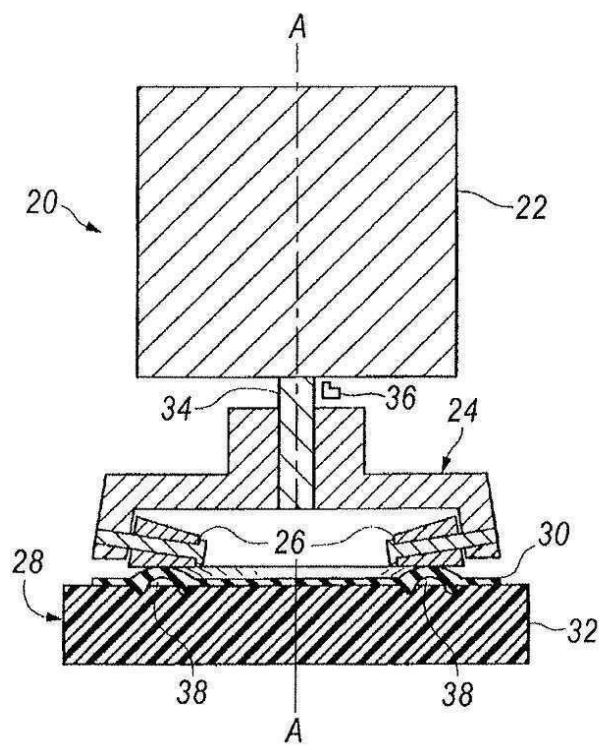
[0079] 일부 실시예에서, 흡인을 선택적으로 제어하기 위한, 유체역학 시스템을 위한 흡인 회로는 수술 장비에 작동적으로 연결된 흡인 라인, 폐기물 용기에 작동적으로 연결된 제1 흡인 배출 라인, 폐기물 용기에 작동적으로 연결된 제2 흡인 배출 라인, 제1 흡인 배출 라인에 작동적으로 연결된 변위기반 흡인 소스, 제2 흡인 배출 라인에 작동적으로 연결된 진공 기반 흡인 소스, 및 변위 기반 흡인 소스 및 진공 기반 흡인 소스 모두에 작동적으로 연결된 선택적 가변 밸브를 포함할 수 있으며; 가변 밸브는 변위 기반 흡인 소스가 채택될 때 흡인 라인 내의 흡인 압력을 선택적으로 변화시키도록 작동될 수 있다. 일부 실시예에서, 가변 밸브는 진공 흡인-기반 소스로부터 흡인 라인에 흡인 압력을 제공하도록 선택적으로 작동될 수 있다. 일부 실시예에서, 변위 기반 흡인 소스는 연동 펌프이며, 진공 흡인-기반 소스는 벤투리 저수조를 포함한다. 일부 실시예에서, 가변 밸브는 제1 개구 및 제2 개구에 의해 한정되는 채널을 포함하는 밸브체를 추가로 포함하며, 제1 개구는 채널의 길이에 대해 횡으로 위치되고, 제2 개구는 밸브 본체의 주변을 통해 형성된다.

[0080] 본원에 기술된 장치 및 방법이 넓은 응용을 가지는 것이 예측될 것이다. 상술한 실시예는 방법 및 장치의 원리뿐만 아니라 일부 실제 응용을 예시하기 위해 선택되고 기술되었다. 이전의 설명은 당업자가 실제 고려된 사용에 접합한 것으로서 다양한 실시예에서 및 다양한 변형을 가진 방법 및 장치를 이용하는 것을 가능하게 한다. 특허 규정에 따라서, 본 발명의 작동의 원리 및 모드는 예시적인 실시예에서 설명되고 예시되었다.

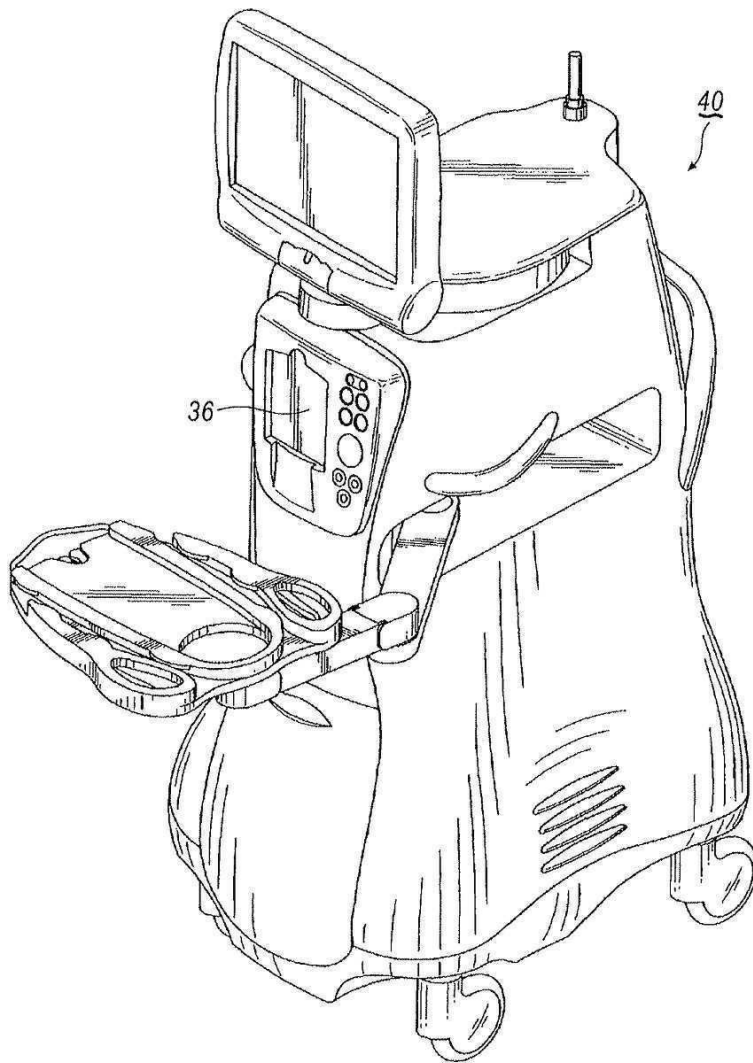
[0081] 또한, 본 방법 및 장치의 범위가 다음의 특허청구범위에 의해 한정되는 것으로 의도된다. 그러나, 본 발명이 그 사상 또는 범위로부터 벗어남이 없이 특별히 설명되고 도시된 것과 다르게 실시될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 본 명세서에 기술된 실시예에 대한 다양한 대안이 다음의 청구항에 한정된 사상 및 범위로부터 벗어남이 없이 청구항을 실시하는데 채택될 수 있음을 당업자는 이해하여야 한다. 본 발명의 범위는 상기 설명을 참조하지 않고 명칭이 붙여진 등가물의 전체 범위와 함께 첨부된 청구항을 참조하여 결정되어야 한다. 추후의 전개가 본원에 기술된 기술 분야에서 일어난다는 것과, 개시된 시스템 및 방법이 이러한 추후 예에 통합될 것이라는 것이 예측되고 의도된다. 또한, 특허청구범위에 사용된 모든 용어는 반대에 대한 명시적인 표시가 본원에서 만들어지지 않으면 당업자가 이해하는 광범위한 구조 및 그 평범한 의미가 부여되도록 의도된다. 특히, "단수 표현", "상기" 등과 같은 단일 규약의 사용은 청구항이 반대에 대한 명시적인 제한을 인용하지 않으면 하나 이상의 지시된 요소를 인용하도록 읽어야 한다. 다음의 특허청구범위가 본 발명의 범위를 한정하고, 그 청구항 및 그 등가물의 범위 내에 있는 방법 및 장치가 이에 의해 커버되는 것이 의도된다. 요약하여, 본 발명이 수정 및 변형이 가능하고, 단지 다음의 청구항에 의해 한정되는 것으로 이해되어야 한다.

도면

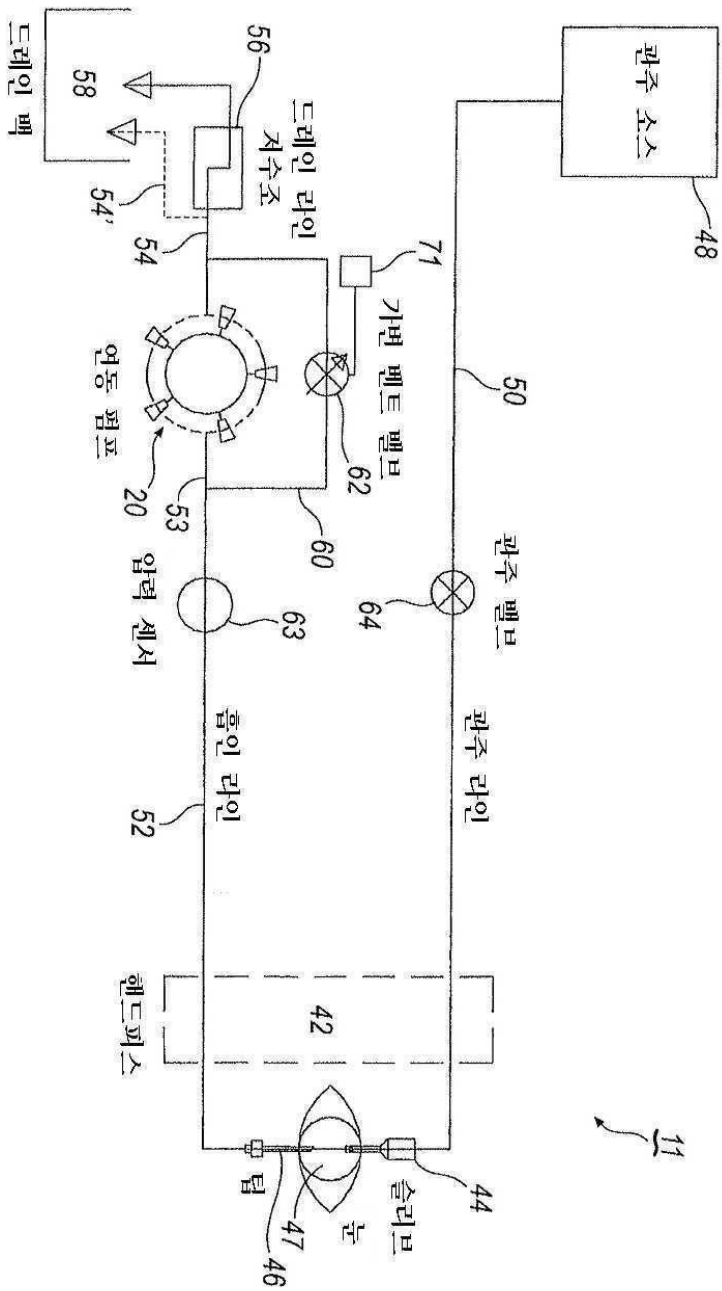
도면1



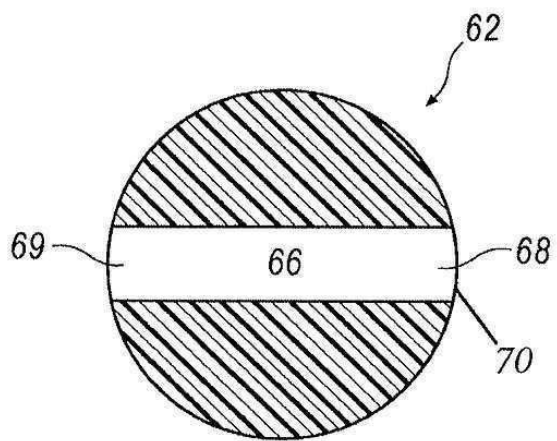
도면2



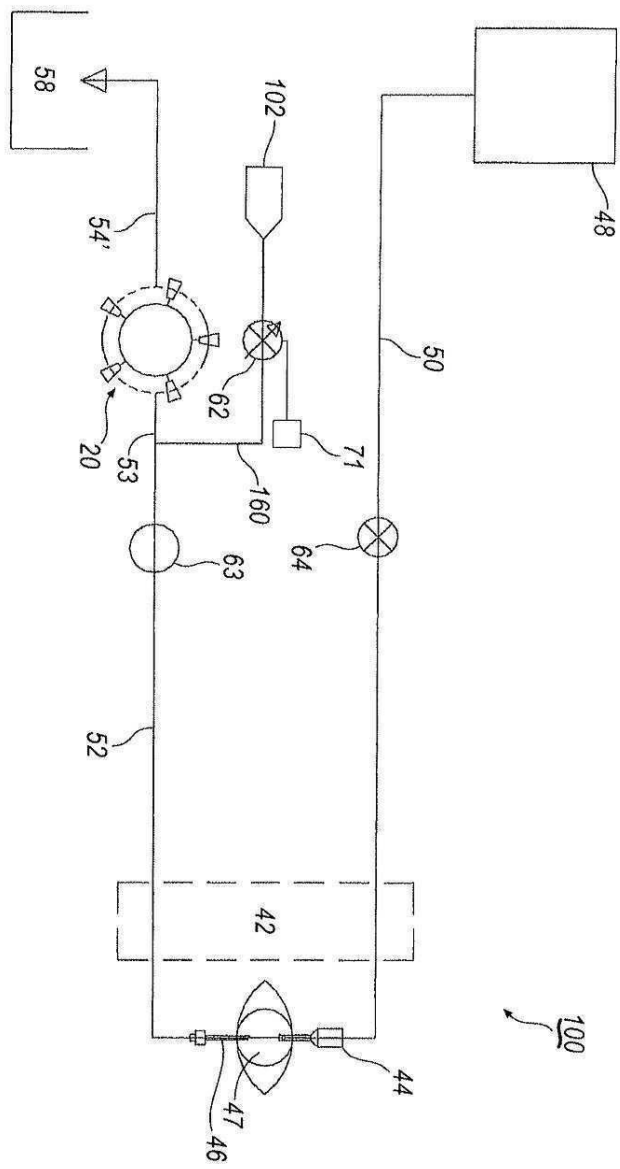
도면3



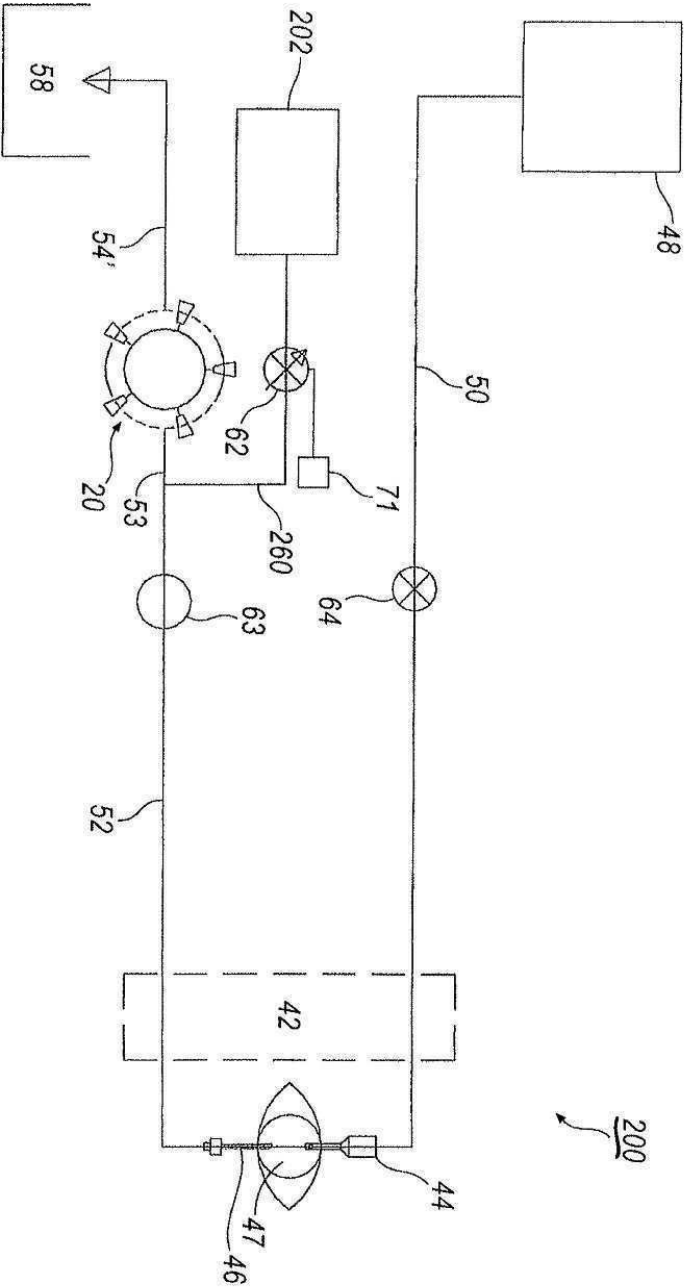
도면4



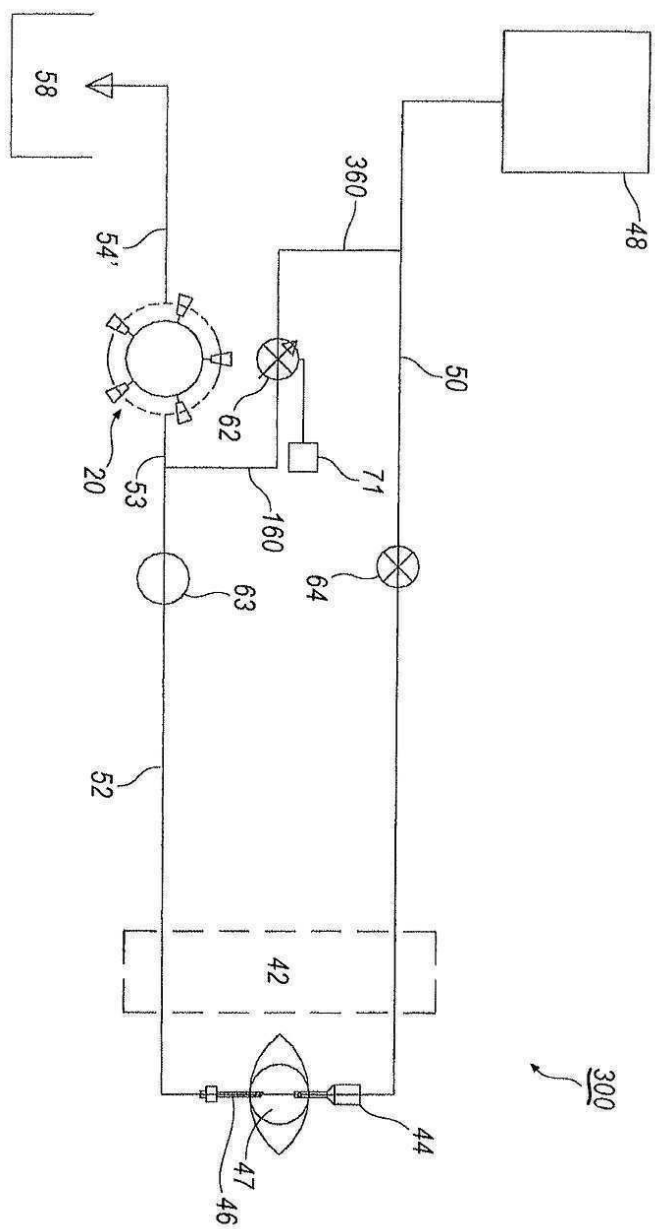
도면5



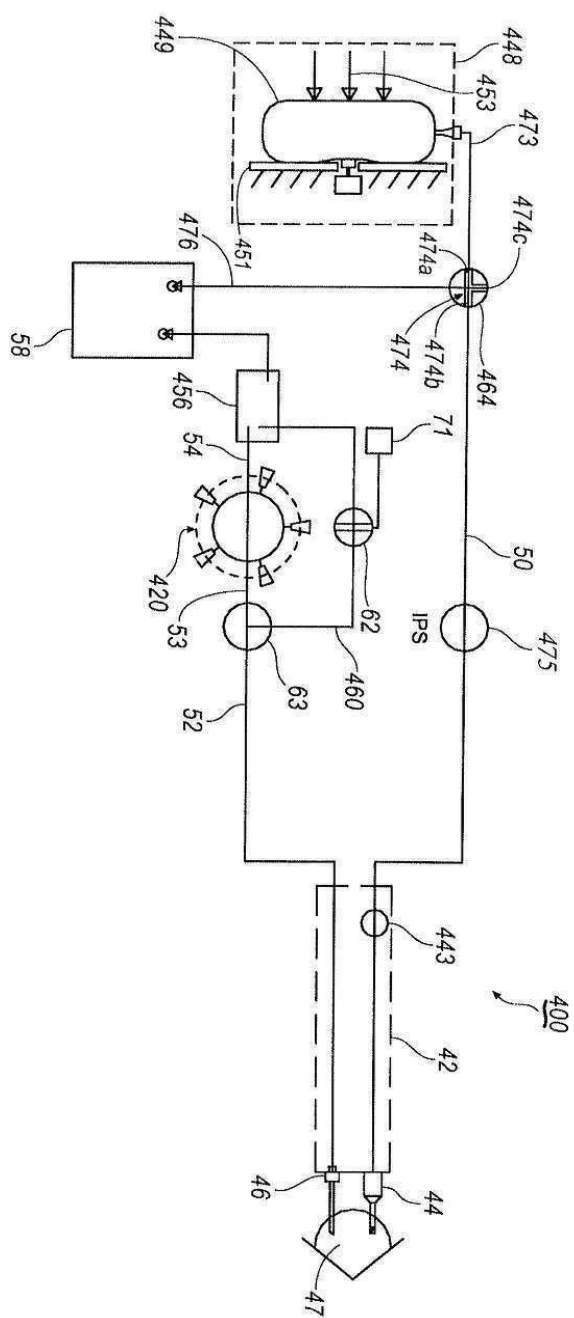
도면6



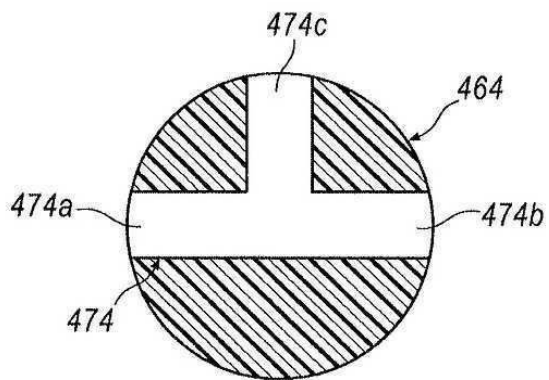
도면7



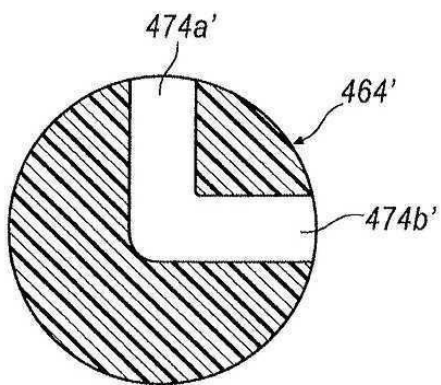
도면8



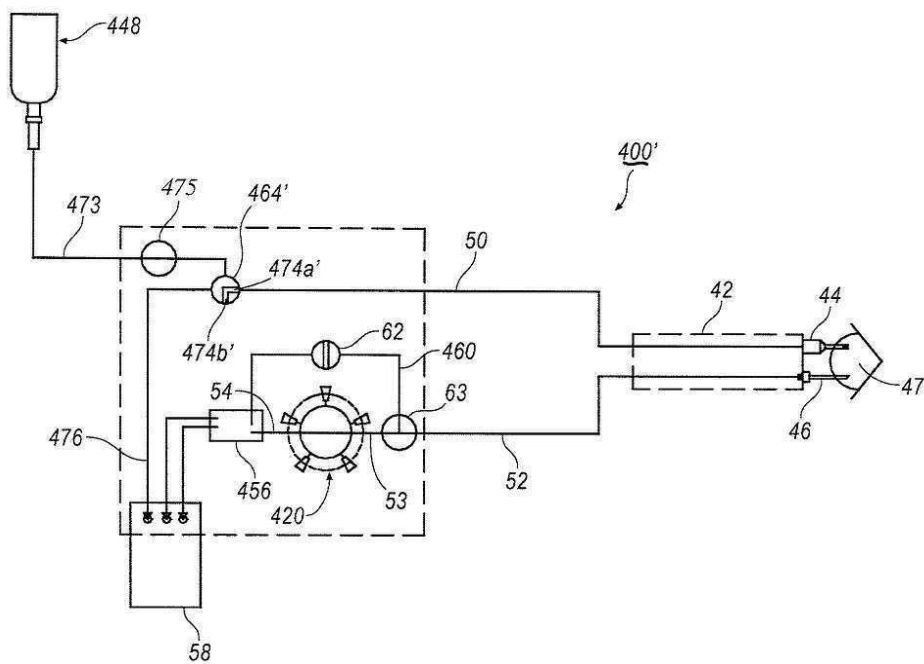
도면9a



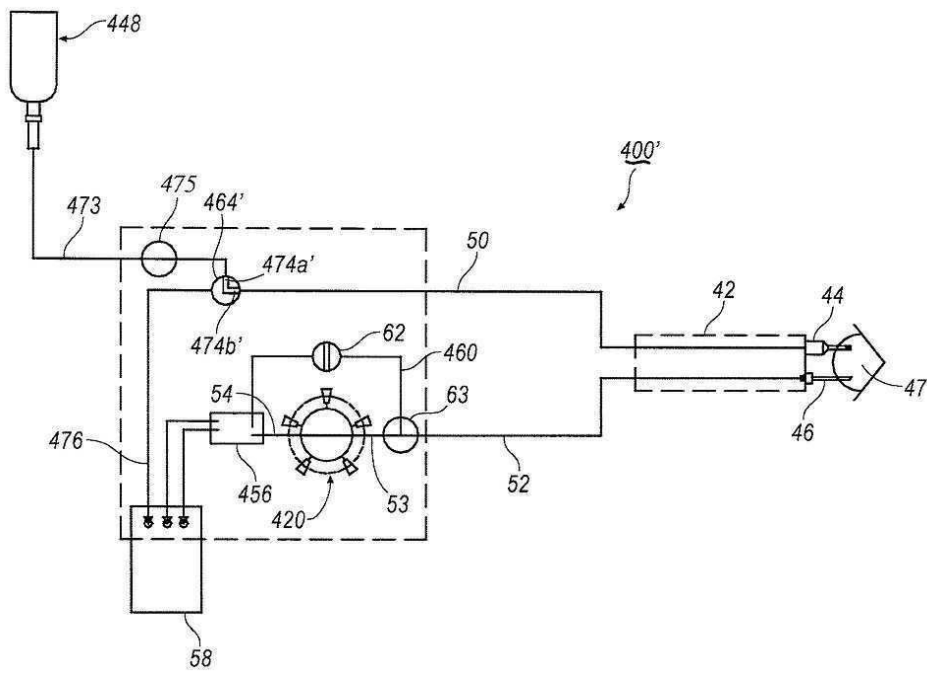
도면9b



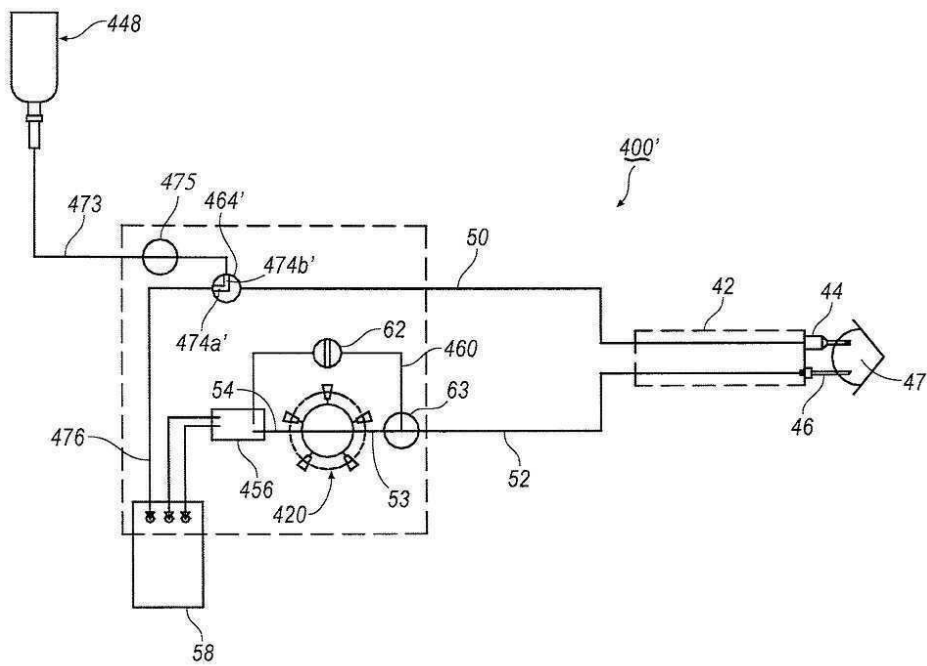
도면10a



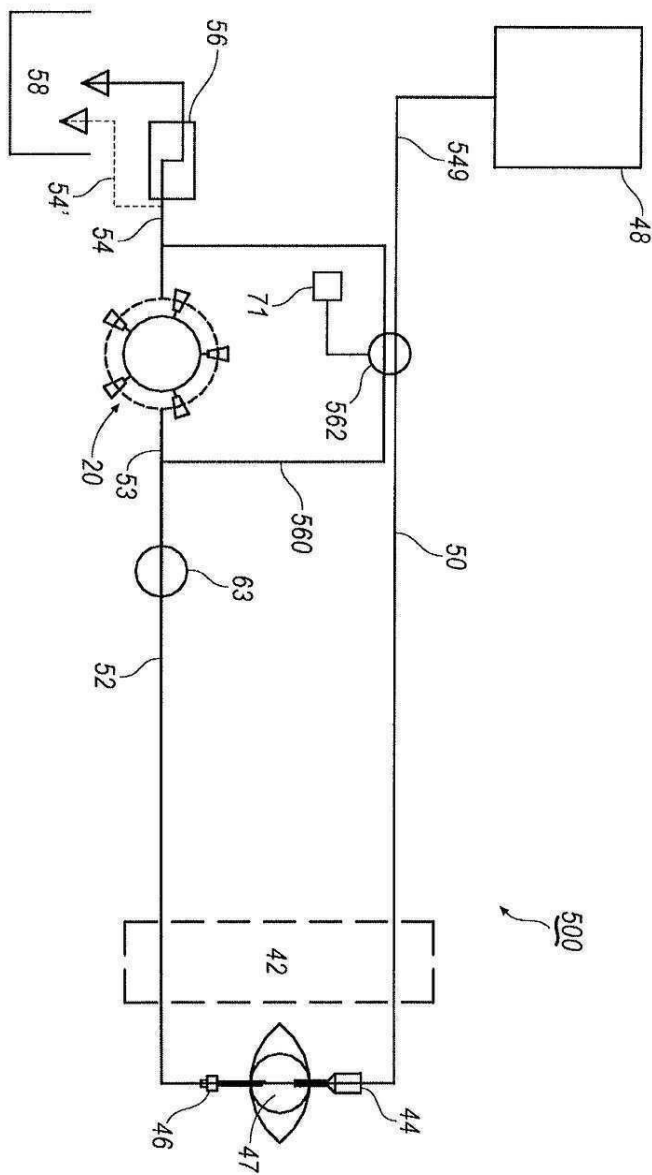
도면10b



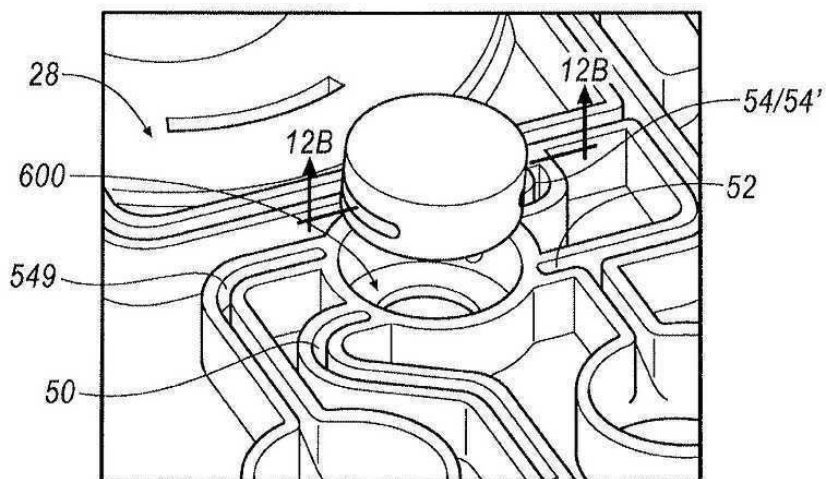
도면10c



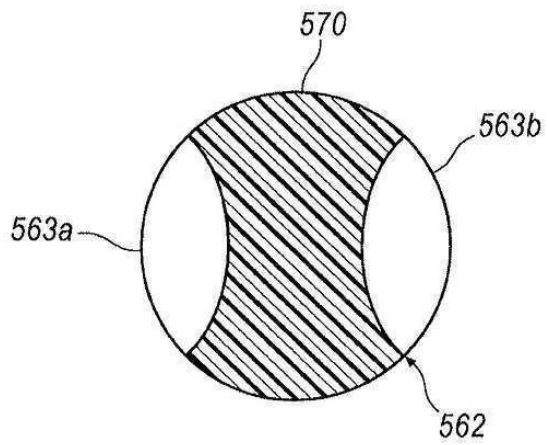
도면11



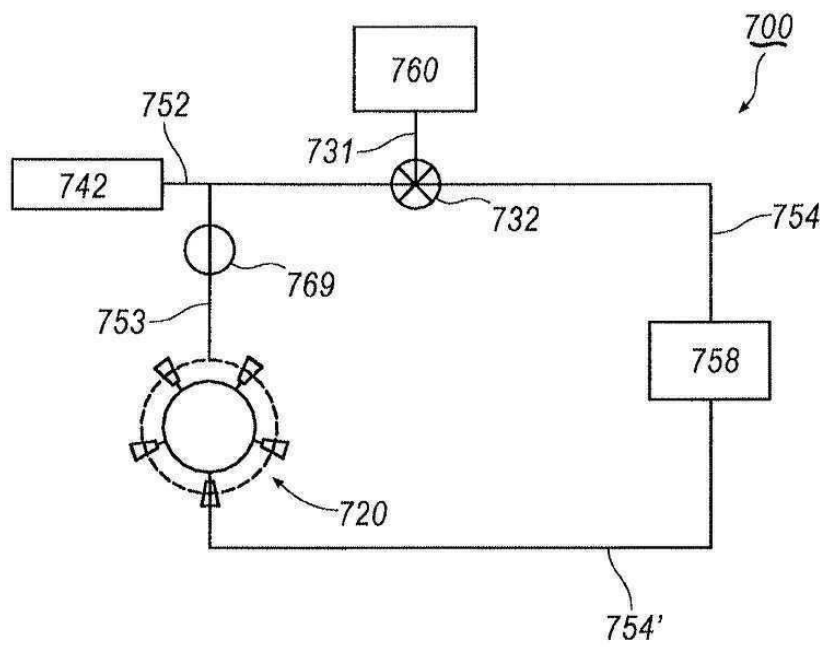
도면12a



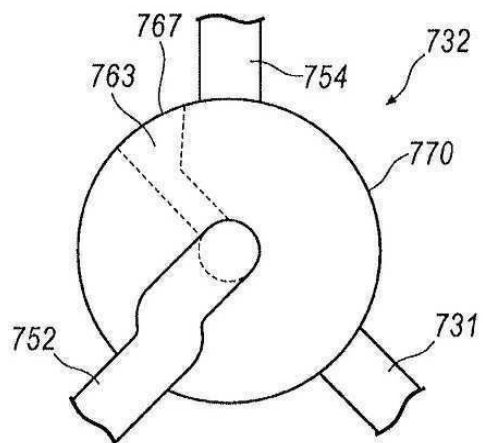
도면12b



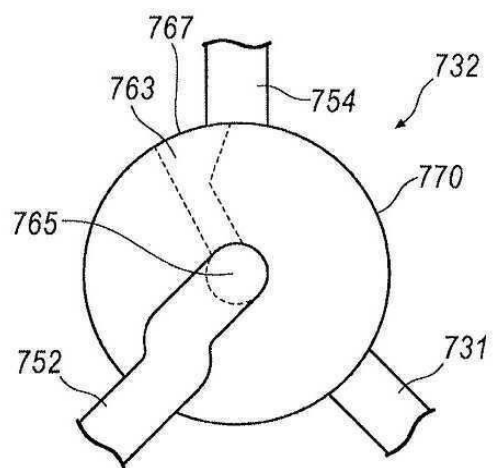
도면13



도면14a



도면14b



도면14c

