(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0051465
(43) 공개일자 2014년04월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61M 1/14 (2006.01) *A61M 1/10* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7009763(분할)
(22) 출원일자(국제) 2008년10월10일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2010-7010384
원출원일자(국제) 2008년10월10일
심사청구일자 2013년10월10일
(85) 번역문제출일자 2014년04월14일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/011663
(87) 국제공개번호 WO 2009/051669
국제공개일자 2009년04월23일
(30) 우선권주장
11/871,680 2007년10월12일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
데카 프로덕츠 리미티드 파트너쉽
미국 뉴햄프셔주 03101 맨체스터 커머셜 스트리트 340
(72) 발명자
카멘 딘
미국 03110 뉴햄프셔주 베드포드 웨스트윈드 드라이브 15
그랜트 케빈 엘.
미국 03052 뉴햄프셔주 리치필드 버게스 드라이브 12
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
안국찬, 양영준

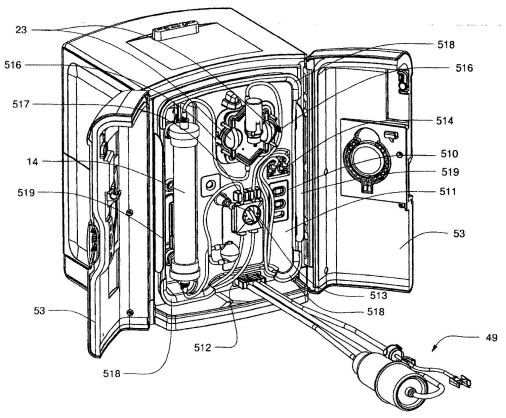
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **혈액 투석을 위한 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명의 혈액 투석 유닛을 수용하는 포위체는 혈액 투석을 수행하는 부품을 지지하는 데 적절하고 투석기(14), 투석기를 통해 혈액을 순환시키는 1개 이상의 펌프, 투석물 공급원 그리고 투석기를 통해 투석물을 순환시키는 1개 이상의 펌프를 포함하는 하우징(51)을 포함한다. 하우징은 혈액 회로 연결부 및 투석물 유체 연결부 예컨대 환자 혈액 접근을 위한 혈액 라인 연결부, 시약 공급부를 위한 연결부 그리고 혈액 유동 및 투석물의 양쪽 모두를 위한 투석기 연결부 등이 위치되는 전방 패널(511)을 가질 수 있다. 포위체는 하우징에 힌지식으로 장착되는 한 쌍의 수직의 나란한 도어(53)를 또한 포함할 수 있다. 도어가 폐쇄 위치에 있는 상태에서, 환자 접근 및 투석물 유체 연결부로의 접근이 차단될 수 있고, 도어는 살균 사이클 중의 살균을 위해 적절한 하우징 내에서의 열의 보유를 가능케 한다.

대 표 도



(72) 발명자

데머스 제이슨 에이.

미국 03104 뉴햄프셔주 맨체스터 노스 베이 스트리트 387

데일 제임스 디.

미국 03062 뉴햄프셔주 내셔아 화이트 플레인스 드라이브 37

콜린스 데이비드 이.

미국 03104 뉴햄프셔주 맨체스터 아파트먼트 205 파인 스트리트 521

윌트 마이클 제이.

미국 03087 뉴햄프셔주 윈드햄 캐스틀 힐 로드 136

프레스코트 섀넌

미국 03307 뉴햄프셔주 라우돈 에스. 빌리지 로드 46

마세크 제프리 에이.

미국 77006 텍사스주 휴스톤 #1101 웨스트 알라바마 스트리트 230

보드웰 제시 티.

미국 03109 뉴햄프셔주 맨체스터 아일랜드 폰드 로드 168

차완 아런 디.

미국 03104 뉴 햄 셔어 맨체스터 #205 파인 스트리트 521

(30) 우선권주장

11/871,712	2007년10월12일	미국(US)
11/871,787	2007년10월12일	미국(US)
11/871,793	2007년10월12일	미국(US)
12/038,474	2008년02월27일	미국(US)
12/038,648	2008년02월27일	미국(US)
12/198,947	2008년08월27일	미국(US)
12/199,055	2008년08월27일	미국(US)
12/199,062	2008년08월27일	미국(US)
12/199,068	2008년08월27일	미국(US)
12/199,077	2008년08월27일	미국(US)
12/199,166	2008년08월27일	미국(US)
12/199,176	2008년08월27일	미국(US)
12/199,196	2008년08월27일	미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

투석 유닛의 혈액 회로를 위한 혈액 라인 커넥터이며,

혈액 회로 튜브와 밀봉식으로 결합되도록 배열되는 튜브 연결 단부 및 환자 접근 연결 단부를 포함하며,

환자 접근 연결 단부는

외부 나사형 환자 접근부와 유밀식 연결부를 형성하기 위해 외부 나사형 환자 접근부와 결합되도록 배열된 내부 나사형 부분을 갖는 부재와,

상기 부재로부터 튜브 연결 단부를 향해 후방으로 연장되는 한 쌍의 로킹 암을 포함하고,

로킹 암 각각은 손가락 압박 부분 및 바브형 부분을 갖고,

로킹 암은 압입 형태의 연결이 이루어질 때 환자 접근 연결 단부의 외부 표면이 맞물림 커넥터와 유밀식 연결부를 형성하도록 맞물림 커넥터와 밀봉식으로 결합되는 환자 접근 연결 단부를 로킹하기 위해 바브형 부분에서 투석 유닛 상의 맞물림 커넥터와 결합하도록 배열되고, 손가락 압박 부분이 서로를 향해 압박될 때 바브형 부분이 맞물림 커넥터와 결합해제되도록 배열되는

혈액 라인 커넥터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 부재의 중심으로부터 연장되는 중심 튜브를 더 포함하는, 혈액 라인 커넥터.

청구항 3

제2항에 있어서, 내부 나사형 부분 및 중심 튜브는 암형 루어-형태의 환자 접근 커넥터와 맞물리도록 배열되는, 혈액 라인 커넥터.

청구항 4

제2항에 있어서, 중심 튜브는 상기 부재의 말단을 넘어 연장되는, 혈액 라인 커넥터.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 부재의 외부 표면은 절두 원뿔 형상을 갖는, 혈액 라인 커넥터.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 부재의 외부 표면은 맞물림 커넥터의 적절한 장착부에 반해 압박될 때 밀봉부를 형성하도록 배열되는, 혈액 라인 커넥터.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 커넥터는 입구 혈액 라인 커넥터이며,

입구 혈액 라인 커넥터의 튜브 연결 단부는 혈액 회로 조립체의 동맥 혈액 라인에 유체 연결되고,

동맥 혈액 라인은 혈액 회로 조립체의 수납 트레이에 장착되는 펌프 카세트의 입구에 유체 연결되는, 혈액 라인 커넥터.

청구항 8

제7항에 있어서,

혈액 회로 조립체의 정맥 혈액 라인에 유체 연결된 튜브 연결 단부를 갖는 출구 혈액 라인 커넥터를 더 포함하고,

정맥 혈액 라인은 혈액 회로 조립체의 수납 트레이에 장착되는 공기 트랩에 연결되는, 혈액 라인 커넥터.

청구항 9

제8항에 있어서,

정맥 혈액 라인 커넥터는 튜브 연결 단부와 대향하는 환자 접근 연결 단부를 포함하고,

환자 접근 연결 단부는

외부 나사형 환자 접근부와 유밀식 연결부를 형성하기 위해 외부 나사형 환자 접근부와 맞물리도록 배열된 내부 나사형 부분을 갖는 부재와,

상기 부재로부터 튜브 연결 단부를 향해 후방으로 연장되는 한 쌍의 로킹 암을 포함하며,

로킹 암 각각은 손가락 압박 부분 및 바브형 부분을 갖고,

로킹 암은 압입 형태의 연결이 이루어질 때 환자 접근 연결 단부의 외부 표면이 맞물림 커넥터와 유밀식 연결부를 형성하도록 맞물림 커넥터와 밀봉식으로 결합되는 환자 접근 연결 단부를 로킹하기 위해 바브형 부분에서 투석 유닛 상의 맞물림 커넥터와 결합하도록 배열되고, 손가락 압박 부분이 서로를 향해 압박될 때 바브형 부분이 맞물림 커넥터와 결합해제되도록 배열되는, 혈액 라인 커넥터.

청구항 10

제1항에 있어서, 로킹 암 각각의 손가락 압박 부분은 바브형 부분의 후방에 위치되는, 혈액 라인 커넥터.

청구항 11

제1항에 있어서, 로킹 암 각각의 바브형 부분은 로킹 암으로부터 외향으로 멀어지게 연장되는, 혈액 라인 커넥터.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 부재에 가장 가까운 로킹 암의 단부는 상기 부재의 후방에 위치된 플랜지에 부착되는, 혈액 라인 커넥터.

청구항 13

제1항에 있어서,

커넥터의 환자 접근 연결 단부를 수용하는 수용 구멍과,

바브형 부분과 맞물리는 한 쌍의 구멍과,

바브형 부분이 구멍과 맞물릴 때 환자 접근 연결 단부의 외부 표면과 밀봉식으로 결합되는 장착부를 갖는 맞물림 커넥터와 조합되는, 혈액 라인 커넥터.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 대체로 혈액 투석 그리고 유사한 투석 시스템 예컨대 체외에서 혈액 또는 다른 체액을 처리할 수 있는 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 다수개의 인자가 혈액 투석을 비효율적이게, 어렵게 그리고 비싸게 한다. 이들 인자는 혈액 투석의 복잡성, 혈액 투석과 관련된 안전성 우려 그리고 혈액 투석을 위해 필요한 대량의 투석물을 포함한다. 더욱이, 혈액 투석은 전형적으로 숙련된 기술자를 요구하는 투석 센터에서 수행된다. 그러므로, 투석 과정의 용이성 및 효율성

면에서의 임의의 증가가 치료 비용 또는 환자 결과에 영향을 미칠 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 목적은 투석 과정의 용이성 및 효율성을 증가시킨 혈액 투석 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명의 태양은 대체로 혈액 투석 그리고 유사한 투석 시스템에 관한 것이다. 여기에서 설명된 예시 실시예는 일부 경우에 상호 관련된 제품, 특정한 문제에 대한 대체 해결책 및/또는 1개 이상의 시스템 및/또는 부품의 복수개의 상이한 사용을 포함한다. 여기에서 설명된 다양한 시스템 및 방법은 혈액 투석과 관련하여 설명되지만, 여기에서 설명된 다양한 시스템 및 방법은 다른 투석 시스템에 및/또는 혈액 여과(hemofiltration), 혈액 투석 여과(hemodiafiltration) 등의 혈액 또는 다른 체액을 처리할 수 있는 임의의 체외 시스템에서 적용 가능하다는 것이 이해되어야 한다.

[0005] 본 발명의 하나의 태양에서, 휴대용 혈액 투석 유닛을 수용하는 포위체가 제공되며, 여기에서 혈액 투석 유닛은 투석기, 투석기를 통해 혈액을 순환시키는 1개 이상의 펌프, 투석물 공급원 그리고 투석기를 통해 투석물을 순환시키는 1개 이상의 펌프를 포함하는 혈액 투석을 수행하는 적절한 부품을 포함한다. 포위체는 혈액 투석 유닛의 부품을 지지하고 혈액 회로 연결부 및 투석물 유체 연결부가 위치되는 전방 패널을 갖는 하우징을 포함할 수 있다. 예컨대, 전방 패널은 환자 혈액 접근을 위한 혈액 라인 연결부, 시약 공급부를 위한 연결부, 혈액 유동 및 투석물의 양쪽 모두를 위한 투석기 연결부 등을 지지할 수 있다. 이와 같이, 하나의 실시예에서, 조작자가 하우징 전방 패널에서 혈액 회로 및 시약 공급을 위한 모든 필요한 유체 회로 연결을 완료할 수 있다. 포위체는 도어가 개방 및 폐쇄 위치들 사이에서 이동 가능하도록 전방 패널의 대향 측면에서 하우징에 힌지식으로 장착되는 한 쌍의 수직의 나란한 도어를 또한 포함할 수 있다. 도어가 개방 위치에 있는 상태에서, 조작자가 혈액 회로 연결부 및 투석물 유체 연결부로 접근할 수 있다. 또한, 도어가 폐쇄 위치에 있는 상태에서, 환자 접근 및 투석물 유체 연결부로의 접근이 차단될 수 있고, 도어는 살균 사이클 중의 살균을 위해 적절한 하우징 내에서의 열의 보유를 가능케 한다. 예컨대, 적어도 1개의 도어가 열을 보유하는 것을 돕고 및/또는 먼지, 때 또는 다른 오염물의 진입에 저항하는 것을 돕도록 도어가 폐쇄 위치에 있을 때에 하우징의 내부와 외부 사이에서의 공기 교환에 저항하는 밀봉부를 포함할 수 있다.

[0006] 하나의 실시예에서, 각각의 수직의 나란한 도어는 제1 단부에서 도어에 피벗식으로 장착되고 제1 단부에 대향인 제2 단부에서 하우징에 피벗식으로 장착되는 힌지 판을 거쳐 하우징에 장착된다. 이와 같이, 도어는 2개의 개방 위치 예컨대 혈액 회로 연결부 및 투석물 유체 연결부가 노출되고 힌지 판이 하우징에 인접한 제1 개방 위치 그리고 힌지 판이 하우징으로부터 떨어져 위치되는 제2 개방 위치에 위치될 수 있다. 1개 이상의 보유 부재가 대응하는 힌지 판에 대해 개방 위치에서 도어를 유지하도록 포함될 수 있다. 예컨대, 보유 부재는 도어 또는 힌지 판에 부착되어 힌지 판 및 하우징에 대해 개방 위치에서 도어를 유지하는 경향이 있는 적어도 1개의 자석을 포함할 수 있다. 또한, 1개 이상의 보유 부재가 하우징에 대해 폐쇄 위치에서 예컨대 하우징에 근접한 위치에 힌지 판을 유지할 수 있고, 및/또는 하우징으로부터 떨어진 개방 위치에서 힌지 판을 유지할 수 있다.

[0007] 하나의 실시예에서, 적어도 1개의 도어가 절첩 위치와 연장 위치 사이에서 이동 가능한 용기 홀더를 포함할 수 있으며, 이러한 연장 위치에서 용기 홀더가 시약 공급 용기 등의 용기를 지지하도록 배열된다. 추가예에서 또는 대체예에서, 도어들 중 한쪽 또는 양쪽 모두가 통신 케이블에 의해 하우징에 연결되는 원격 인터페이스 유닛 등의 혈액 투석 유닛을 위한 제어 인터페이스를 지지하는 후크를 포함할 수 있다. 이들 특징부는 편리한 위치에서 부품을 지지함으로써 투석 유닛의 사용을 더 용이하게 한다.

[0008] 또 다른 실시예에서, 전방 패널은 혈액 회로 조립체의 혈액 라인을 지지하는 적어도 1개의 플랜지형 부분을 포함할 수 있다. 예컨대, 전방 패널은 그 하부 코너 또는 상부 모서리 등의 전방 패널의 주연부에 배열되는 여러 개의 플랜지형 섹션을 포함할 수 있다. 환자에 연결되는 혈액 회로 라인은 [예컨대, 최대 91.44 ㎝(3 피트) 내지 121.92 ㎝(4 피트) 이상으로] 비교적 길 수 있고, 전방 패널의 주연부 주위에서 포위될 수 있고, 플랜지형 부분에 의해 소정 위치에 보유될 수 있다. 플랜지형 부분은 혈액 라인을 지지하고 혈액 라인과 접촉되지 않는 상태로 도어가 폐쇄 위치로 이동되게 하도록 예컨대 도어 힌지 지점에서의 혈액 라인의 핀칭(pinching)을 피하도록 배열될 수 있다.

[0009] 하나의 실시예에서, 전방 패널에서의 혈액 회로 연결부는 혈액 회로를 위한 동맥 및 정맥 혈액 라인 커넥터를

포함하고, 전방 패널에서의 투석물 유체 연결부는 시약 공급부를 위한 연결 지점, 투석기 투석물 연결부 그리고 투석 유닛의 안내 회로에 동맥 및 정맥 혈액 라인을 연결하는 혈액 라인 연결 지점을 포함한다.

[0010] 혈액 투석 유닛은 가요성 케이블에 의해 하우징에 연결되고 사용자가 혈액 투석 유닛으로부터 정보를 수용하고 혈액 투석 유닛에 정보를 제공하게 하도록 배열되는 제어 인터페이스를 포함할 수 있다. 하나의 실시예에서, 포위체는 제어 인터페이스가 장착 가능한 포위체의 상부에서 제어 인터페이스 장착 영역을 포함할 수 있다. 예컨대, 제어 인터페이스는 절첩 가능한 레그(leg) 또는 제어 인터페이스가 하우징의 상부 상에 수직에 가까운 배향으로 서 있게 하는 다른 지지부를 포함할 수 있다.

[0011] 또 다른 실시예에서, 포위체는 혈액 투석 유닛의 부품을 살균하도록 가열되는 살균 섹션으로부터 분리 및 격리되는 전자 장치 섹션을 포함할 수 있다. 예컨대, 살균 섹션은 투석 유닛의 다양한 부분의 밸브, 펌프, 도관 등의 모든 액체 회로 부품을 포함할 수 있다. 전자 장치 섹션은 모터, 컴퓨터 또는 다른 데이터 처리 장치, 컴퓨터 메모리, 및/또는 다른 온도 감지 전자 장치 또는 다른 부품을 포함할 수 있다. (적어도 어느 정도로) 살균 섹션으로부터 전자 장치 섹션을 격리함으로써, 전자 장치 섹션 내의 부품이 살균 동작 중인 지와 무관하게 열 또는 살균 섹션 내의 다른 환경 조건에 대한 노출로부터 피해질 수 있다.

[0012] 본 발명의 또 다른 태양에서, 휴대용 혈액 투석 시스템은 투석 유닛의 유체 회로 펌프를 위한 동력이 모듈형 동력 유닛 예컨대 투석 유닛에 대해 선택적으로 연결 또는 연결 해제될 수 있는 유닛에 의해 제공될 수 있도록 배열될 수 있다. 결과적으로, 동력 유닛의 고장이 반드시 전체의 투석 시스템을 불능화할 필요는 없다. 대신에, 동력 유닛은 또 다른 동력 유닛으로 교체될 수 있고, 그에 의해 처리가 계속되게 한다. 예컨대, 휴대용 혈액 투석 시스템을 위한 모듈형 조립체는 예컨대 투석기, 투석기를 통해 혈액을 순환시키는 1개 이상의 펌프, 투석물 공급원 그리고 투석기를 통해 투석물을 순환시키는 1개 이상의 펌프 등의 혈액 투석을 수행하는 적절한 부품을 수용하는 하우징을 포함하는 투석 유닛을 포함할 수 있다. 하우징은 혈액 회로 연결부 및 투석물 유체 연결부가 위치되는 전방 패널을 가질 수 있으며, 예컨대 이러한 전방 패널에서 조작자가 환자 혈액 접근 연결을 수행할 수 있고, 시약 공급부를 연결할 수 있고, 및/또는 투석기를 연결할 수 있다. 모듈형 조립체는 투석 유닛의 펌프에 동작 동력을 제공하는 적절한 부품을 수용하는 하우징을 갖는 동력 유닛을 또한 포함할 수 있다. 동력 유닛은 투석 유닛에 선택적으로 연결될 수 있고, 투석 유닛에 연결될 때에 펌프를 위해 투석 유닛에 동력을 제공할 수 있지만, 투석 유닛으로부터 연결 해제될 때에 투석 유닛에 동력을 제공할 수 없다. 동력 유닛은 단일 핸들의 조작에 의해 투석 유닛에 대해 선택적으로 연결 및 연결 해제될 수 있으며, 예컨대 조작자가 투석 유닛으로부터 동력 유닛을 연결 해제하도록 단일 핸들을 회전시키거나 그렇지 않으면 조작할 수 있다. 하나의 실시예에서, 투석 유닛 및 동력 유닛은 각각 사람의 손에 의해 휴대 가능하도록 된 크기 및 중량으로 형성된다.

[0013] 하나의 실시예에서, 투석 유닛의 펌프는 공압 펌프이고, 동력 유닛은 투석 유닛에 공압 동력을 제공한다. 예컨대, 동력 유닛은 펌프에 동력을 공급하기 위해 투석 유닛에 공기 압력 및/또는 진공을 제공할 수 있다. 동력 유닛은 1개 이상의 공기 압력 펌프 및/또는 공기 진공 펌프를 포함할 수 있고, 투석 유닛은 펌프로의 공압 동력의 인가를 제어하는 복수개의 밸브를 포함할 수 있다. 가정에서의 혈액 투석 시스템의 사용을 돕기 위해, 동력 유닛 및 투석 유닛 전력 요건은 표준 주거용 전력 예컨대 대략 110V, 15A 전력에 의해 제공될 수 있다. 투석 유닛은 동력 유닛에 전력을 제공할 수 있고, 동력 유닛은 펌프를 위한 동작 동력을 발생시키기 위해 전력을 사용할 수 있다.

[0014] 본 발명의 또 다른 태양에서, 투석 유닛을 위한 혈액 회로 조립체가 단일 조작으로 대부분 또는 모든 혈액 회로 부품의 교체를 가능케 하도록 배열될 수 있다. 예컨대, 혈액 회로 조립체는 수납 트레이(organizing tray), 투석기 유닛을 포함하는 회로를 통해 환자로부터 수용되고 환자로 복귀되는 혈액을 순환시키도록 수납 트레이에 장착되는 한 쌍의 공압 펌프, 회로 내에서 순환되는 혈액으로부터 공기를 제거하게 배열되도록 수납 트레이에 장착되는 공기 트랩, 투석기 유닛의 입구 및 출구에 연결되도록 배열되는 한 쌍의 투석기 연결부 그리고 환자로부터 혈액을 수용하고 공압 펌프로 혈액을 제공하는 하나의 입구 혈액 라인 커넥터 그리고 환자로 혈액을 복귀시키는 다른 하나의 출구 혈액 라인 커넥터를 포함하는 한 쌍의 혈액 라인 커넥터를 포함할 수 있다.

[0015] 하나의 실시예에서, 항응고제 공급원과 결합되어 혈액 회로 내로 항응고제를 제공하는 항응고제 연결부가 제공된다. 예컨대, 항응고제 연결부는 헤파린 바이얼(vial of heparin)로부터의 헤파린 등의 항응고제 공급원으로부터 회로로 항응고제를 펌핑하는 펌프를 포함할 수 있다. 항응고제 연결부는 2개 이상의 상이한 크기로 형성된 바이얼을 보유하도록 배열되는 바이얼 홀더 그리고 바이얼을 관통하는 스파이크를 포함할 수 있다. 하나의 실시예에서, 한 쌍의 공압 펌프, 항응고제 연결부 그리고 항응고제 펌프는 펌프 카세트의 부품이다.

[0016] 또 다른 실시예에서, 혈액 회로 조립체는 투석 유닛에 대해 선택적으로 장착 및 제거될 수 있다. 혈액 회로 조

립체의 취급을 돕기 위해, 수납 트레이는 사용자에 의한 파지를 위해 배열되는 한 쌍의 핸들을 포함할 수 있다. 수납 트레이는 혈액 회로 조립체와 결합되어 투석 유닛 상에 혈액 회로 조립체를 보유하는 투석 유닛 상의 보유 탭을 수용하도록 각각의 핸들에 인접한 개구를 또한 포함할 수 있다.

[0017] 하나의 실시예에서, 입구 혈액 라인 커넥터는 펌프 카세트를 위한 입구에 연결되고, 펌프 카세트를 위한 출구가 투석기 입구 커넥터에 연결되고, 투석기 출구 커넥터가 공기 트랩의 입구에 연결되고, 공기 트랩의 출구가 출구 혈액 라인 커넥터에 연결된다. 공기 트랩의 입구는 예컨대 처리 중에 회로 내에서 순환되는 공기의 포획을 돕기 위해 혈액 회로 조립체가 투석 유닛에 장착될 때에 공기 트랩의 출구 위에 위치될 수 있다. 혈액 라인 커넥터는 환자 접근부로의 나사형 루어-형태의 연결(luer-type connection)을 위해 배열될 수 있고, 또한 투석 유닛으로의 압입 형태의 연결을 위해 배열될 수 있다. 이러한 배열은 커넥터가 환자 혈액 접근부에서 표준형 루어-형태의 커넥터와 결합되게 하면서 조작자가 (예컨대, 혈액 회로의 차후의 살균 및/또는 준비를 위해) 처리 후에 투석 유닛에 혈액 라인 커넥터를 연결하는 것을 더 용이하게 한다.

[0018] 하나의 실시예에서, 수납 트레이는 각각의 회로 튜브가 통과하는 구멍 또는 슬롯을 갖는 회로 튜브 결합 부재를 포함할 수 있다. 결합 부재는 투석 유닛의 차단기와의 결합을 위해 회로 튜브가 견인 및 인장되게 하도록 각각의 회로 튜브와 결합될 수 있다. 예컨대, 혈액 회로 조립체의 회로 튜브는 차단기와 결합되도록 인장되어야 하는(그에 의해 직경 면에서 감소되어야 하는) 실리콘 튜브를 포함할 수 있다. 회로 튜브 결합 부재는 튜브 상에서의 조작자의 견인에 저항할 수 있고, 그에 의해 튜브가 차단기와 결합 상태로 인장 및 위치되게 한다.

[0019] 본 발명의 또 다른 태양에서, 투석 유닛의 혈액 회로 조립체를 교체하는 방법은 투석 유닛에 장착되는 혈액 회로 조립체의 수납 트레이 상의 한 쌍의 핸들을 파지하는 단계, 투석 유닛으로부터 혈액 회로 조립체를 자유롭게 하도록 혈액 회로 조립체로부터 투석 유닛의 로킹 탭을 결합 해제하는 단계 그리고 투석 유닛으로부터 혈액 회로 조립체를 제거하도록 혈액 회로 조립체의 수납 트레이 상의 핸들을 견인하는 단계를 포함한다. 로킹 탭의 결합 해제는 각각의 로킹 탭이 가장 근접한 핸들을 향해 이동되도록 서로로부터 떨어지게 로킹 탭을 굽힘으로써 수행될 수 있다. 혈액 회로 조립체의 제거 후에, 교체 혈액 회로 조립체가 제공될 수 있고, 교체 혈액 회로 조립체의 수납 트레이 내의 개구는 각각의 로킹 탭이 각각의 개구 내로 수용되도록 로킹 탭과 정렬될 수 있고, 수납 트레이는 로킹 탭이 투석 유닛에 교체 혈액 회로 조립체를 장착하게 교체 혈액 회로 조립체와 결합되도록 투석 유닛에 대해 압박될 수 있다. 교체 혈액 회로 조립체의 장착은 유체 제어 신호가 혈액 회로 조립체의 펌프 및 밸브에 대해 제공될 수 있도록 조립체 상의 맞물림 포트에 투석 유닛 상의 제어 포트를 연결하는 단계를 또한 포함할 수 있다. 투석기를 위한 입구 및 출구 연결부 등의 다른 혈액 회로 연결부가 형성될 수 있고, 혈액 라인 커넥터는 혈액 회로 내로 투석물을 수용하도록 연결될 수 있다.

[0020] 본 발명의 또 다른 태양에서, 투석 유닛 내의 혈액 회로를 위한 공기 트랩은 혈액 입구 공급 라인, 혈액 출구 공급 라인, 그리고 대략 구형의 내부 벽, 혈액 입구 공급 라인에 연결되는 용기의 상부 단부에서의 입구 그리고 혈액 출구 공급 라인에 연결되는 용기의 하부 단부에서의 출구를 갖는 용기를 포함한다. 입구는 그를 통해 용기 내로 진입되는 혈액이 나선형 경로로 대략 구형의 벽 주위에서 유동되게 안내되도록 대략 구형의 내부 벽의 수직 축으로부터 오프셋될 수 있다. 용기 내에서의 이러한 유동은 임의의 제거된 공기가 용기의 상부 근처에 남아 있는 상태에서 입구로부터 출구로 유동됨에 따라 혈액으로부터 공기 기포를 제거하는 것을 도울 수 있다. 입구 포트는 용기의 대략 구형의 내부 벽에 대략 접선인 방향으로 및/또는 용기의 수직 축에 대략 직각인 방향으로 용기 내로 혈액을 유입시키도록 배열될 수 있다.

[0021] 하나의 실시예에서, 자체-밀봉 포트가 예컨대 분리형 격막(split septum)을 통해 니들 없는 장치를 삽입함으로써 용기 내로의 유체의 유입 그리고 용기로부터의 액체의 인출을 가능케 하도록 배열되는 분리형 격막의 형태로 용기의 상부에 위치될 수 있다. 자체-밀봉 포트는 살균 액체가 용기를 통해 순환될 때에 자체-세정되도록 배열될 수 있고, 예컨대 포트는 그 상에서 잔해물 및/또는 발열 물질을 제거하여 요구된 살균을 성취하도록 유동 살균 액체에 적절하게 노출될 수 있다.

[0022] 본 발명의 또 다른 태양에서, 혈액 회로 조립체의 튜브 고정 배열은 혈액 회로 조립체의 부품을 지지하는 수납 트레이를 포함하고, 구멍, 환자로부터 액체를 수용하고 및/또는 환자로 액체를 제공하도록 환자 접근 지점과 연결되도록 배열되는 한 쌍의 환자 입구 및 출구 라인 그리고 환자 입구 및 출구 라인 상의 한 쌍의 정지부를 갖는 한 쌍의 튜브 결합 부재를 포함한다. 각각의 환자 입구 및 출구 라인은 정지부가 튜브 결합 부재와 결합되도록 각각의 튜브 결합 부재의 구멍을 통과할 수 있다. 이러한 배열로써, 튜브 결합 부재는 차단기와 라인을 결합할 때에 입구 및 출구 라인의 견인 및 인장에 저항할 수 있다. 튜브 결합 부재는 사용자가 결합 부재 상에서 내향으로 가압하게 하여 차단기 내에 각각의 입구 또는 출구 라인을 장착하게 하지만 라인의 하향 견인에 저

항하도록 가요성일 수 있다.

[0023] 본 발명의 또 다른 태양에서, 혈액 투석 시스템은 복수개의 상이한 크기 및/또는 형상의 투석기 유닛을 지지하고 투석기 유닛 상의 투석물 연결부들 사이의 상이한 거리를 수용하도록 배열되는 투석기 장착부를 포함한다. 투석 유닛의 전방 패널 상에 위치될 수 있는 투석기 장착부는 투석기의 투석물 포트에 연결되는 각각의 투석물 신속-연결 끼움부와 결합되도록 각각 배열되는 한 쌍의 플랜지 부분을 포함할 수 있다. 각각의 플랜지 부분은 신속 연결 끼움부의 기부의 일부와 신속 연결 끼움부의 활주 요소 사이에 위치되는 신속 연결 끼움부 상의 홈과 결합되도록 배열될 수 있다. 예컨대, 투석기 장착부는 삽입되는 신속-연결 끼움부의 기부의 일부를 수용하도록 된 크기로 형성되는 상부 삽입 영역을 각각 갖는 한 쌍의 키홀 특징부(keyhole feature) 그리고 신속-연결 끼움부의 기부의 전체 폭보다 작고 신속 연결 끼움부 상의 홈과 결합되는 폭을 갖는 하부 플랜지형 부분을 포함할 수 있다. 하부 플랜지형 부분은 홈과 결합되고 신속-연결 끼움부가 플랜지를 따라 활주되게 하는 한 쌍의 대향 플랜지를 포함할 수 있다.

[0024] 하나의 실시예에서, 하부 키홀 특징부는 수직 방향으로 이동 가능한 조정 가능한 지지부를 포함할 수 있다. 예컨대, 조정 가능한 지지부는 대향 플랜지를 따라 이동 가능하다. 이와 같이, 조정 가능한 지지부는 투석기의 중량을 지지하도록 플랜지 상의 복수개의 상이한 위치에서 고정 가능하다. 하나의 배열에서, 조정 가능한 지지부는 "U자" 형상의 부재 그리고 소정 위치에 "U자" 형상의 부재를 고정하도록 조여질 수 있는 적어도 1개의 나비 나사(thumb screw)를 포함한다.

[0025] 본 발명의 또 다른 태양에서, 혈액 투석 유닛의 혈액 회로를 위한 혈액 라인 커넥터는 2개의 상이한 형태의 유밀식 연결부 예컨대 환자 접근부에서의 루어 커넥터와의 나사-형태의 연결부 그리고 혈액 투석 유닛의 투석물 회로와의 압입 형태의 연결부를 형성할 수 있는 능력을 가질 수 있다. 예컨대, 혈액 라인 커넥터는 혈액 회로 튜브와 밀봉식으로 결합되도록 배열되는 튜브 연결부 단부, 그리고 절두 원뿔형 부재가 외부 나사형 환자 접근부와 결합되도록 배열되는 내부 나사형 부분 그리고 절두 원뿔형 부재로부터 후방으로 연장되는 한 쌍의 로킹 암을 갖는 상태의 환자 접근 연결 단부를 포함할 수 있다. 로킹 암은 손가락 압박 부분 및 바브형 부분(barbed portion)을 각각 가질 수 있고, 바브형 부분에서 투석 유닛 상의 맞물림 커넥터와 결합되어 압입 연결을 수행할 때에 맞물림 커넥터와 밀봉 결합 상태로 절두 원뿔형 부재를 로킹하도록 배열될 수 있다. 바브형 부분은 손가락 압박 부분이 서로를 향해 압박될 때에 맞물림 커넥터로부터 결합 해제될 수 있다. 하나의 실시예에서, 환자 접근 연결 단부는 절두 원뿔형 부재의 중심으로부터 연장되는 중심 튜브를 포함할 수 있다. 절두 원뿔형 부재의 내부 나사형 부분 그리고 중심 튜브는 암형 루어-형태의 환자 접근 커넥터 또는 임의의 다른 적절한 나사-형태의 연결부와 맞물리도록 배열될 수 있다.

[0026] 본 발명의 또 다른 태양에서, 투석 유닛을 조작하는 방법은 환자 혈액 시스템과 통신 상태의 환자 접근 커넥터에 투석 유닛을 위한 동맥 및 정맥 혈액 라인의 혈액 라인 커넥터를 연결하는 단계를 포함한다. 하나의 실시예에서, 환자 접근 커넥터는 그와 나사형 결합을 형성하도록 대응하는 혈액 라인 커넥터를 요구할 수 있고, 그에 의해 혈액 라인 커넥터와 환자 접근 커넥터 사이에 루어 또는 나사-형태의 연결을 형성한다. 투석 유닛은 환자 접근 커넥터로부터 그리고 동맥 혈액 라인 내로 혈액을 인출하고 처리된 혈액을 생성하도록 투석 과정에 인출된 혈액을 적용하고 정맥 혈액 라인 그리고 다른 환자 접근 커넥터를 거쳐 환자로 처리된 혈액을 복귀시키도록 동작될 수 있다. 그 후, 혈액 라인 커넥터는 대응하는 환자 접근 커넥터로부터 혈액 라인 커넥터를 해제함으로써 환자 접근 커넥터로부터 연결 해제될 수 있고, 혈액 라인 커넥터는 투석 유닛의 안내 회로에 연결될 수 있다. 혈액 라인 커넥터는 투석 유닛 상의 대응하는 연결 지점과의 압입 연결에 의해 예컨대 압입 연결을 형성하도록 연결 지점 내로 혈액 라인 커넥터를 압박함으로써 안내 회로에 연결될 수 있다.

[0027] 본 발명의 또 다른 태양에서, 혈액 투석 시스템을 위한 시약 공급 배열부가 투석물을 조제하기 위해 2개 이상의 시약 물질을 제공하도록 배열될 수 있고, 부정확한 포트로의 시약 물질의 연결을 방지하는 것을 돕도록 배열되는 커넥터를 포함할 수 있다. 예컨대, 시약 공급부는 2개의 외부 갈래가 공통 평면 내에 배열되고 중심 갈래가 공통 평면 위에 배열된 상태의 3개의 평행한 갈래를 갖는 E자형 커넥터, 하나의 외부 갈래와 유체 연통 상태로 연결되는 제1 시약을 위한 제1 공급 라인, 다른 하나의 외부 갈래와 유체 연통 상태로 연결되는 제2 시약을 위한 제2 공급 라인, 중심 갈래와 유체 연통 상태로 연결되는 액체 라인, 그리고 액체 라인에 연결되는 입구 그리고 제1 시약을 위한 제1 공급 라인에 연결되는 출구를 갖는 제1 시약을 수납하는 용기를 포함할 수 있다. E자형 커넥터는 예컨대 2개의 외부 갈래의 평면으로부터 벗어나 위치된 중심 갈래가 투석 유닛으로의 단지 1개의 방향으로의 E자형 커넥터의 연결을 보증하기 때문에 투석 유닛으로의 제1 및 제2 공급 라인의 부적절한 연결을 방지하는 것을 도울 수 있다.

[0028] 하나의 실시예에서, 용기는 혈액 투석 시스템을 위해 투석물을 발생시키기 위해 적절한 바이카보네이트 물질을 포함한다. 액체 라인은 용기에 물을 제공하는 급수 라인일 수 있고, 그에 의해 물이 (분말 또는 다른 고체 형태로 되어 있을 수 있는) 바이카보네이트와 혼합되게 하고 제1 공급 라인으로 유동되게 한다. 제2 공급 라인은 커넥터를 포함하고 E자형 커넥터에 산 물질을 제공하는 산 공급 라인일 수 있다. 시약 공급부는 산 공급 라인의 커넥터와 제거 가능하게 결합되는 산 백 스파이크(acid bag spike)를 또한 포함할 수 있다. 산 백 스파이크는 스파이크 부재 그리고 산 공급 라인의 커넥터에 대향되는 산 백 스파이크의 단부에서의 한 쌍의 스프링 클립을 포함할 수 있고, 그에 의해 산 백 스파이크가 산 백 또는 다른 산 공급원과 유체 연결되게 한다.

[0029] 본 발명의 또 다른 태양에서, 혈액 투석 시스템을 조작하는 방법은 투석기, 투석기를 통해 혈액을 순환시키는 1개 이상의 펌프, 투석물 공급원 그리고 투석기를 통해 투석물을 순환시키는 1개 이상의 펌프를 포함하는 혈액 투석을 수행하는 적절한 부품을 수용하는 포위체를 갖는 투석 유닛을 제공하는 단계를 포함한다. 포위체는 부품을 지지하고 혈액 회로 연결 및 투석물 유체 연결이 수행되는 전방 패널을 갖는 하우징을 포함할 수 있다. E자형 커넥터, 하나의 외부 갈래와 유체 연통 상태로 연결되는 제1 시약을 위한 제1 공급 라인, 다른 하나의 외부 갈래와 유체 연통 상태로 연결되는 제2 시약을 위한 제2 공급 라인, 중심 갈래와 유체 연통 상태로 연결되는 액체 라인, 그리고 액체 라인에 연결되는 입구 그리고 제1 시약을 위한 제1 공급 라인에 연결되는 출구를 갖는 제1 시약을 수납하는 용기를 포함하는 시약 공급부가 제공될 수 있다. E자형 커넥터는 투석 유닛의 전방 패널에서의 연결 지점과 결합될 수 있고, 그에 의해 투석 유닛이 시약 공급부의 액체 라인에 물을 공급하게 하고, 투석 유닛이 제1 및 제2 공급 라인으로부터 제1 및 제2 시약을 수용하게 한다.

[0030] 본 발명의 다른 장점 및 신규 특징은 첨부 도면과 연계하여 고려될 때에 본 발명의 다양한 비-제한적인 실시예의 다음의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다. 본 명세서 그리고 참조로 포함되는 문서가 상충 및/또는 모순된 개시 내용을 포함하는 경우에, 본 명세서가 우선될 것이다. 참조로 포함되는 2개 이상의 문서가 서로에 대해 상충 및/또는 모순된 개시 내용을 포함하면, 더 늦은 유효일을 갖는 문서가 우선될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0031] 본 발명의 태양은 예시 실시예를 참조하여 설명되며, 이러한 실시예는 동일한 도면 부호가 동일한 요소를 나타내는 도면을 참조하여 설명된다.

도 1은 예시 실시예에서의 혈액 투석 시스템의 유체 취급 시스템의 개략도이다.

도 2는 도 1의 투석 시스템에 대한 개략 유체 흐름도이다.

도 3은 도 2의 실시예의 혈액 유동 회로에 대한 개략 유체 흐름도이다.

도 4는 도 2의 실시예의 균형 회로에 대한 개략 유체 흐름도이다.

도 5는 도 2의 실시예의 안내 회로에 대한 개략 유체 흐름도이다.

도 6은 도 2의 실시예의 혼합 회로에 대한 개략 유체 흐름도이다.

도 7은 예시 실시예에서의 혈액 투석 시스템의 우측 전방 사시도이다.

도 8은 도 7의 혈액 투석 시스템의 좌측 후방 사시도이다.

도 9는 도 7의 혈액 투석 시스템의 정면도이다.

도 10은 도어가 제1 개방 위치에 있는 상태의 도 7의 혈액 투석 시스템의 도면의 우측 전방 사시도이다.

도 11은 도 10의 혈액 투석 시스템의 평면도이다.

도 12는 도 10의 혈액 투석 시스템의 정면도이다.

도 13은 도 10의 혈액 투석 시스템의 우측면도이다.

도 14는 도어가 제2 개방 위치에 있는 상태의 도 7의 혈액 투석 시스템의 도면의 우측 전방 사시도이다.

도 15는 도 14의 혈액 투석 시스템의 평면도이다.

도 16은 도 14의 혈액 투석 시스템의 정면도이다.

도 17은 개방 위치에서의 도어가 시스템의 전방 패널을 노출시킨 상태의 도 7의 혈액 투석 시스템의

정면도이다.

도 18은 도 7의 시스템과 사용되는 혈액 회로 조립체의 정면도이다.

도 19는 도 18의 혈액 회로 조립체의 수납 트레이의 우측 사시도이다.

도 20은 도 18의 혈액 회로 조립체의 좌측 후방 사시도이다.

도 21은 도 7의 시스템의 전방 패널의 좌측 전방 사시도이다.

도 22는 도 7의 시스템의 전방 패널의 정면도이다.

도 23은 투석기를 위한 한 쌍의 장착 특징부가 있는 상태의 도 7의 시스템의 전방 패널의 정면도이다.

도 24는 신속-연결 끼움부가 투석기의 투석물 입구/출구 포트에 부착된 상태의 투석기의 측면도이다.

도 25는 도 7의 시스템과 사용되는 시약 공급부의 우측 사시도이다.

도 26은 도 25의 시약 공급부를 위한 E자형 커넥터 그리고 혈액 투석 시스템의 전방 패널에서의 대응하는 연결 지점의 사시도이다.

도 27은 혈액 회로 조립체를 위한 한 쌍의 혈액 라인 커넥터 그리고 혈액 투석 시스템의 전방 패널에서의 대응하는 연결 지점의 사시도이다.

도 28은 도 27의 혈액 라인 커넥터 및 연결 지점의 측면도이다.

도 29는 포드 펌프의 사시도이다.

도 30은 유체-제어 카세트의 실시예 내로 포함될 수 있는 포드-펌프의 단면도이다.

도 31은 유체-제어 카세트의 실시예 내로 포함될 수 있는 밸브의 단면도이다.

도 32a 및 도 32b는 적층형 구조를 갖는 포드 펌프의 평면도 및 단면도이다.

도 33a 및 도 33b는 적층형 구조를 갖는 포드 펌프의 평면도 및 단면도이다.

도 34a 내지 도 34c는 포드 펌프 카세트의 하나의 실시예의 분해도 및 단면도이다.

도 35a 및 도 35b는 포드 펌프 카세트의 하나의 실시예의 도면이다.

도 36a 및 도 36b는 본 발명의 예시 실시예에 따른 도 30에 도시된 형태의 2개의 포드 펌프 그리고 다양한 유체 경로 및 다른 부품과 함께 도 31에 도시된 형태의 다수개의 밸브를 포함하는 펌프 카세트를 도시하고 있다.

도 37은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 펌핑 시스템의 개략도이다.

도 38a는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 펌핑 사이클에서의 일련의 단계를 도시하는 흐름도이다.

도 38b는 체적 계산 및 공기 검출을 수행하는 도 38a의 펌핑 사이클의 일련의 하위-단계를 도시하는 흐름도이다.

도 38c는 펌프 챔버 내에서의 가스의 존재를 검출하는 도 38a의 펌핑 사이클의 일련의 하위-단계를 도시하는 흐름도이다.

도 39는 균형 포드의 예시 실시예이다.

도 40은 유체 라인의 외부측에서 열 우물(thermal well)과 결합되는 감지 프로브의 예시 실시예이다.

도 41은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 튜브 차단기의 사시도이다.

도 42는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 혈액 펌프 카세트의 사시도이다.

도 43은 도 42에 도시된 혈액 펌프 카세트의 내부측 상부 판의 사시도이다.

도 44는 도 42에 도시된 혈액 펌프 카세트의 중간-판의 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 발명의 다양한 태양은 대체로 혈액 여과 시스템, 혈액 투석 여과 시스템, 혈장 반출 시스템(plasmapheresis

system) 등의 혈액 투석 등을 위한 신규 시스템에 관한 것이다. 따라서, 여기에서 설명된 다양한 시스템 및 방법은 혈액 투석과 관련하여 설명되지만, 여기에서 설명된 다양한 시스템 및 방법은 다른 투석 시스템에 및/또는 혈액 또는 혈장 등의 다른 체액을 처리할 수 있는 임의의 체외 시스템에서 적용 가능하다는 것이 이해되어야 한다.

[0033] 아래에서 논의되는 바와 같이, 혈액 투석 시스템은 전형적으로 혈액 유동 경로 및 투석물 유동 경로를 포함한다. 이러한 유동 경로 내에서, 유체의 유동은 반드시 선형일 필요는 없고, 유체가 유동 경로의 입구로부터 유동 경로의 출구로 유동될 수 있는 유동 경로 내에 임의의 개수의 "지류"가 있을 수 있다는 것이 주목되어야 한다. 이러한 지류의 예가 아래에서 상세하게 논의된다. 혈액 유동 경로에서, 혈액이 환자로부터 인출되고, 투석기에 통과되고, 그 후에 환자로 복귀된다. 혈액은 투석기에 의해 처리되고, 노폐물 분자(예컨대, 요소, 크레아틴 등) 및 물이 혈액으로부터 투석기 내의 반-투과성 멤브레인을 통해, 투석물 유동 경로에 의해 투석기를 통과하는 투석물 용액 내로 통과된다. 다양한 실시예에서, 혈액은 2개의 라인(예컨대, 동맥 라인 및 정맥 라인, 즉 "이중 니들" 유동)으로부터 환자로부터 인출될 수 있거나, 일부 경우에, 혈액은 동일한 카테테르 니들(예컨대, 2개의 라인 또는 루멘의 양쪽 모두가 동일한 니들 내에 존재할 수 있음, 즉 "이중 루멘" 유동의 형태)을 통해 환자로부터 인출되고 환자로 복귀될 수 있다. 또 다른 실시예에서, "Y" 사이트 또는 "T" 사이트가 사용되며, 이러한 사이트에서 혈액이 2개의 지류(제1 지류는 인출된 혈액을 위한 유동 경로이고, 제2 지류는 복귀 혈액을 위한 유동 경로이고, 즉 "단일 니들" 유동의 형태)를 갖는 하나의 환자 연결부를 통해 환자로부터 인출되고 환자로 복귀된다. 환자는 인간뿐만 아니라 또한 개, 고양이, 원숭이 등 인간이 아닌 대상을 포함하는 혈액 투석 또는 유사한 치료가 필요한 임의의 대상일 수 있다.

[0034] 투석물 유동 경로에서, 새로운 투석물이 조제되고, 혈액 유동 경로로부터의 혈액을 처리하도록 투석기에 통과된다. 투석물은 또한 투석기 내에서의 혈액 처리를 위해 종종 정확하게는 또는 일부 실시예에서 적어도 혈액의 압력의 약 1% 또는 약 2% 내에서 균등화될 수 있다(즉, 투석물과 혈액 사이의 압력이 균등화된다). 일부 경우에, 혈액 유동 경로와 투석물 유동 경로 사이에서 큰 압력 차이(양 또는 음 중 어느 한쪽)를 유지하는 것이 바람직할 수 있다. 투석기를 통과한 후에, (아래에서 논의되는 바와 같은) 노폐물 분자를 함유하는 사용된 투석물이 어떤 방식으로 폐기된다. 투석물은 일부 경우에 "다중-통과" 배열로 재순환될 수 있으며, 이러한 다중-통과 배열은 투석기에 걸쳐 낮은 이동도를 갖는 큰 분자를 포획하는 데 유리할 수 있다. 일부 경우에, 투석물은 전기 저항 히터 등의 적절한 히터를 사용하여 투석기 내에서의 혈액의 처리 전에 가열된다. 투석물은 또한 예컨대 한외 필터(ultrafilter)를 사용하여 오염물, 감염 조직, 잔해물 등을 제거하도록 여과될 수 있다. 한외 필터는 위의 오염물 등의 종(species)이 한외 필터를 통과하는 것을 방지하도록 선택되는 공극 크기를 가질 수 있다. 예컨대, 공극 크기는 약 0.3 ㎛ 미만, 약 0.2 ㎛ 미만, 약 0.1 ㎛ 미만 또는 0.05 ㎛ 미만 등일 수 있다. 투석물은 삼투 또는 대류 운반을 통해 혈액으로부터 투석물 내로 노폐물 분자(예컨대, 요소, 크레아틴, 포타슘 등의 이온, 포스페이트 등) 및 물을 인출하는 데 사용되고, 투석물 용액은 당업자에게 주지되어 있다.

[0035] 투석물은 전형적으로 정상 혈액과 농도 면에서 유사한 소듐, 클로라이드, 바이카보네이트, 포타슘 및 칼슘 등의 다양한 이온을 함유한다. 일부 경우에, 바이카보네이트는 정상 혈액 내에서 발견되는 것보다 약간 높은 농도로 있을 수 있다. 전형적으로, 투석물은 1개 이상의 성분: 즉 (아세트산, 덱스트로오스, NaCl, CaCl, KCl, MgCl 등의 다양한 종을 포함할 수 있는) "산", 소듐 바이카보네이트($NaHCO_3$) 및/또는 소듐 클로라이드(NaCl)와 급수부로부터의 물을 혼합함으로써 조제된다. 적절한 농도의 염, 오스모몰 농도, pH 등을 사용하는 단계를 포함하는 투석물의 조제는 당업자에게 주지되어 있다. 아래에서 상세하게 논의된 것과 같이, 투석물은 혈액을 처리하도록 사용되는 속도와 동일한 속도로 조제될 필요는 없다. 예컨대, 투석물은 투석과 동시에 또는 투석 전에 형성되어 투석물 저장 용기 등 내에 저장될 수 있다.

[0036] 투석기 내에서, 투석물 및 혈액은 전형적으로 반-투과성 멤브레인에 의해 분리된다. 전형적으로, 반-투과성 멤브레인은 셀룰로오스, 폴리아릴에테르술폰, 폴리아미드, 폴리비닐피롤리돈, 폴리카보네이트, 폴리아크릴로니트릴 등의 중합체로부터 형성되며, 이러한 물질은 혈액의 처리 중에 이온 또는 작은 분자(예컨대, 요소, 물 등)의 운반을 허용하지만 대형 분자 운반 또는 대류를 허용하지 않는다. (고-플럭스 투석기 등의) 일부 경우에, 베타-2-마이크로글로블린 등의 훨씬 큰 분자가 멤브레인을 통과할 수 있다. 일부 경우에, 예컨대, 정수압 차이가 반-투과성 멤브레인을 횡단하여 존재하면, 이온 및 분자가 대류 유동에 의해 투석기를 통과할 수 있다.

[0037] 여기에서 사용된 것과 같이, "유체"는 공기 등의 가스 그리고 물, 수용액, 혈액, 투석물 등의 액체를 포함하지만 이들에 제한되지 않는 유체 성질을 갖는 것을 의미한다는 것이 주목되어야 한다.

[0038] 도 1은 본 발명의 다양한 태양을 실시하는 혈액 투석 시스템을 위한 유체 회로의 개략 블록도이다. 이러한 예

시 실시예에서, 투석 시스템(5)은 환자로부터 혈액을 인출하고 투석기(14)에 혈액을 통과시키고 처리된 혈액을 환자로 복귀시키는 혈액 유동 회로(141)를 포함한다. 균형 회로 또는 내부 투석물 회로(143)가 한외 필터(73)로부터 투석물을 수용하고, 투석기(14)에 투석물을 통과시키고, 투석기(14)로부터 사용된 투석물을 수용한다. 안내 회로 또는 외부 투석물 회로(142)가 한외 필터(73)에 새로운 투석물을 제공하고, 내부 투석물 회로(143)로부터 사용된 투석물을 수용한다. [이러한 사용된 투석물은 배출부(31)로 안내될 수 있다.] 안내 회로(142)는 또한 급수부(30)로부터 물을 수용하고 혼합 회로(25)로 물을 전달할 수 있다. 혼합 회로(25)는 안내 회로(142)로부터의 물 그리고 재생 가능한 공급원으로부터 수용될 수 있는 시트르산, 염 및 바이카보네이트 등의 시약 성분(49)을 사용하여 투석물을 형성한다. 혼합 회로(25)는 투석 중에 및/또는 투석 전에 예컨대 필요에 따라 투석물을 조제할 수 있다. 혼합 회로(25)에 의해 조제되는 새로운 투석물이 위에서 설명된 것과 같이 한외 필터(73)에 투석물을 제공할 수 있는 안내 회로(142)에 제공될 수 있다. 안내 회로(142)는 적절한 온도까지 투석물을 가열하고 및/또는 살균을 위해 시스템 내의 유체를 가열하는 히터를 포함할 수 있다. (점선으로 도시된) 도관(67)이 예컨대 혈액 투석 시스템의 살균을 위해 혈액 유동 회로(141)와 안내 회로(142) 사이에 연결될 수 있다.

[0039] 도 2는 도 1에 도시된 투석 시스템(5)에 대한 더 상세한 회로 배열을 도시하는 개략도이다. 도 2는 도 1의 일반적인 혈액 투석 시스템의 하나의 실시예일 뿐이고, 다른 실시예에서, 다른 유체 회로, 모듈, 유동 경로, 레이아웃 등이 가능하다는 것이 물론 이해되어야 한다.

[0040] 혈액 유동 회로(141)는 항응고제 공급부(11) 그리고 환자로부터 투석기(14)를 통해 혈액을 펌핑하고 환자로 혈액을 복귀시키는 혈액 유동 펌프(13)를 포함한다. 항응고제 공급부(11)는 투석기를 향해 유동되는 혈액의 경로 내에 도시되어 있지만 또 다른 적절한 위치 예컨대 혈액 유동 펌프(13)로부터 상류 또는 하류의 임의의 위치에 위치될 수 있다. 균형 회로(143)는 투석기(14) 내로 투석물을 펌핑하는 2개의 투석물 펌프(15) 그리고 우회 펌프(35)를 포함한다. 혈액 유동 회로(141)를 통한 혈액의 유동은 일부 경우에 투석물 유동 경로 내에서의 투석물의 유동과 동기화된다. 하나의 실시예에서, 투석기(14) 및 균형 회로(143)에 대한 투석물의 유동은 균형 회로(143) 내의 균형 챔버를 사용하여 체적 면에서 균형된다. 안내 회로(142)는 투석물 탱크(169)로부터 히터(72) 및/또는 한외 필터(73)를 통해 균형 회로(143)로 투석물을 펌핑하는 투석물 펌프(159)를 포함한다. 안내 회로(142)는 또한 균형 회로(143)로부터 폐기 유체를 수용하고, 배출부(31)로 폐기 유체를 안내한다. 일부 경우에, 혈액 유동 회로(141)는 아래에서 논의된 것과 같이 예컨대 살균을 위해 도관(67)을 거쳐 안내 회로(142)에 연결될 수 있다. 투석물 탱크(169) 내의 투석물은 안내 회로(142)를 거쳐 제공되는 급수부(30)로부터의 물 그리고 투석물 성분(49)(예컨대, 바이카보네이트 및 산)을 사용하여 투석물을 생성하는 혼합 회로(25)에 의해 제공된다. 일련의 혼합 펌프(180, 183, 184)가 다양한 성분을 혼합하여 투석물을 생성하는 데 사용된다.

[0041] 도 3은 이러한 예시 실시예에서의 혈액 유동 회로(141)의 근접도이다. 정상 동작 하에서, 혈액은 환자로부터 동맥 라인(203)을 통해 혈액 유동 펌프(13)를 거쳐 투석기(14)로 유동된다(정상 투석 중의 유동 방향은 화살표 205에 의해 표시되어 있지만, 일부의 동작 모드에서, 유동은 아래에서 논의되는 바와 같이 상이한 방향일 수 있다). 선택적으로, 항응고제가 항응고제 공급부로부터 항응고제 펌프(80)를 거쳐 혈액 내로 유입될 수 있다. 투석기(14)를 통과하여 투석을 받은 후에, 혈액은 정맥 라인(204)을 통해 환자로 복귀되고, 선택적으로 공기 트랩 및/또는 혈액 샘플 포트(19)를 통과한다. 펌프(13)는 예컨대 제어 유체에 의해 작동되는 펌프(23)를 포함할 수 있다.

[0042] 예컨대, 하나의 실시예에서, 혈액 유동 펌프(13)는 2개(또는 그 이상)의 포드 펌프(pod pump)(23)를 포함할 수 있다. 각각의 포드 펌프는 이러한 특정한 예에서 가요성 다이어프램 또는 멤브레인이 각각의 챔버를 펌핑 구획부 및 제어 구획부로 분할하는 상태의 강성 챔버를 포함할 수 있다. 이들 구획부를 위한 4개의 진입/배출 밸브 즉 펌핑 구획부를 위한 2개의 밸브 그리고 제어 구획부를 위한 2개의 밸브가 있을 수 있다. 챔버의 제어 구획부를 위한 밸브는 양방향 비례 제어 밸브일 수 있으며, 하나의 밸브는 제1 제어 유체 공급원(예컨대, 고압 공기 공급원)에 연결될 수 있고, 다른 하나의 밸브는 제2 제어 유체 공급원(예컨대, 저압 공기 공급원) 또는 진공 공급원에 연결될 수 있다. 유체 밸브는 포드 펌프(23)가 동작 중일 때에 유체 유동을 안내하도록 개방 및 폐쇄될 수 있다.

[0043] 도 29는 본 발명에서 사용될 수 있는 왕복형 정-변위 펌프(positive-displacement pump)(625)의 하나의 예를 도시하고 있다. 이러한 실시예에서, 왕복형 정-변위 펌프(625)는 기본적으로 더 큰 펌핑 시스템의 부품으로서 사용될 수 있는 독립형 유닛(이후, "포드")이다. 왕복형 정-변위 펌프(625)는 예컨대 초음파 용접 또는 다른 기술에 의해 포드 벽(630)에 결합되는 "상부" 부분(또한, "펌핑 챔버 벽")(631) 및 "하부" 부분(또한, "제어 챔버 벽")(632)을 포함한다. 용어 "상부" 및 "하부"는 상대적이고 도 29에 도시된 배향을 참조하여 편의상 여기

에서 사용된다는 것이 주목되어야 한다. 각각의 부분(631, 632)은 포드가 바람직하게는(반드시 그렇지는 않지만) 구형인 내부 공동을 갖도록 바람직하게는(반드시 그렇지는 않지만) 반구형인 강성 내부 표면을 갖는다.

[0044] 도 29에 도시된 실시예에서, 제어 챔버 벽(632)은 일체형 구조물이고, 반면에 펌핑 챔버 벽(631)은 예컨대 초음파 용접 또는 (아래에서 논의되는 일체형 밸브의 조립을 용이하게 하는) 다른 기술에 의해 주변부(2052)를 따라 결합되는 2개의 절반부로부터 형성된다. 펌프 챔버의 2개의 부분이 성형되는 경우에, 이러한 설계는 최소의 플래시(flash) 및 버르(burr)를 허용할 수 있으며, 이것은 더 적절한 펌핑 환경을 제공하기 쉽다. 이러한 실시예는 전단력에 취약한 유체에 사용하는 데 그리고 그에 따라 플래시 및 버르가 피해져야 하는 경우에 유리할 수 있다.

[0045] 전형적인 유체 펌핑 동작 중에, 공압 인터페이스(638)로의 음의 공압의 인가는 펌핑 챔버를 팽창시켜 입구(634)를 통해 펌핑 챔버 내로 유체를 인출하도록 제어 챔버 벽(632)을 향해 멤브레인(633)을 후퇴시키는 경향이 있고, 반면에 양의 공압의 인가는 펌핑 챔버를 수축시켜 출구(637)를 통해 펌핑 챔버 내의 유체를 배출하도록 펌핑 챔버 벽(631)을 향해 멤브레인(633)을 압박하는 경향이 있다. 이러한 펌핑 동작 중에, 펌핑 챔버 벽(631) 및 제어 챔버 벽(632)의 내부 표면은 멤브레인(633)이 전후로 왕복됨에 따라 멤브레인(633)의 이동을 제한한다. 도 29에 도시된 실시예에서, 펌핑 챔버 벽(631) 및 제어 챔버 벽(632)의 내부 표면은 강성의 매끄러운 대략 반구형이다. 강성 제어-챔버 벽(632) 대신에, 대체의 강성 제한 구조물 예컨대 공압을 제공하는 데 사용되는 베즐(bezel)의 일부 및/또는 한 세트의 리브(rib)는 펌핑 챔버가 최대 수치에 도달됨에 따라 멤브레인의 이동을 제한하는 데 사용될 수 있다. 이와 같이, 강성 제어 챔버 벽(632), 베즐 또는 한 세트의 리브 등의 강성 제한 구조물은 펌핑 챔버가 그 최대 수치에 있을 때에 멤브레인(633)의 형상을 한정한다. 양호한 실시예에서, (강성 제한 구조물에 대해 압박될 때의) 멤브레인(633) 그리고 펌핑 챔버 벽(631)의 강성 내부 표면은 펌핑 챔버 체적이 최대 상태에 있을 때에 회전 타원체(spheroid) 펌핑-챔버 체적을 한정한다.

[0046] 이와 같이, 도 29에 도시된 실시예에서, 멤브레인(633)의 이동은 펌핑-챔버 벽(631) 및 제어-챔버 벽(632)에 의해 제한된다. 공압 포트(638)를 통해 제공된 양 및 음의 가압이 충분히 강력하기만 하면, 멤브레인(633)이 제어-챔버 벽(632)에 의해 제한되는 위치로부터 펌핑-챔버 벽(631)에 의해 제한되는 위치로 이동될 것이다. 멤브레인이 제어-챔버 벽(632)에 대해 압박될 때에, 멤브레인 및 펌핑-챔버 벽(631)이 펌핑 챔버의 최대 체적을 한정한다. 멤브레인이 펌핑-챔버 벽(631)에 대해 압박될 때에, 펌핑 챔버가 그 최대 체적 상태에 있다.

[0047] 양호한 실시예에서, 펌핑-챔버 벽(631) 및 제어-챔버 벽(632)의 양쪽 모두는 펌핑 챔버가 그 최대 체적 상태에 있을 때에 회전 타원체 형상을 갖도록 회전 반타원체(hemispheroid) 형상을 갖는다. 더 바람직하게는, 펌핑-챔버 벽(631) 및 제어-챔버 벽(632)의 양쪽 모두는 펌핑 챔버가 그 최대 체적 상태에 있을 때에 구 형상을 갖도록 반구 형상을 갖는다. 최대 체적 상태에서 회전 타원체 형상 특히 구 형상을 달성하는 펌핑 챔버를 사용함으로써, 순환 유동이 펌핑 챔버 전체에 걸쳐 달성될 수 있다. 이러한 형상은 그에 따라 펌핑 챔버 내에서의 유체의 정체 포켓을 피하는 경향이 있다. 아래에서 추가로 논의되는 바와 같이, 각각이 펌핑 챔버 벽(631)의 내부 표면에 실질적으로 접선 방향인 입구(634) 및 출구(637)의 배향은 또한 펌핑 챔버를 통한 유체의 순환을 개선시키고 유체의 정체 포켓이 형성될 가능성을 감소시키는 경향이 있다. 추가로, 다른 체적 형상에 비해, 구 형상(대체로 회전 타원체 형상)은 유체가 펌핑 챔버에 대해 순환됨에 따라 전단 및 난류를 적게 생성시키는 경향이 있다.

[0048] 포드 펌프 부품은 사출 성형, 압축 성형, 주조, 열성형 또는 기계 가공을 포함하지만 이들에 제한되지 않는 다수의 제조 방법 중 임의의 방법을 사용하여 제조될 수 있다. 일부 실시예에서, 포드 펌프 챔버가 기계 가공되는 경우에, 포드 펌프 챔버가 기계식 체결구를 사용하여 접합되거나 열 접합될 수 있다. 일회용 펌프(disposable pump)의 하나의 실시예에서, 펌프 하우징은 PETE, PETG 및 PET를 포함하지만 이들에 제한되지 않는 물질로 형성되는 얇은 피막으로부터 형성된다. 이들 실시예에서, 하우징은 열성형 예컨대 진공 또는 압력 성형될 수 있고, 펌프 멤브레인은 하우징에 열 밀봉될 수 있는 얇은 플라스틱 피막으로부터 형성된다. 일부 실시예에서, 펌프 하우징은 다층 피막이다. 이러한 실시예는 펌프 하우징을 또 다른 부품에 결합하는 데 적절하다.

[0049] 도 30은 본 발명의 대체 실시예에 따른 더 큰 유체-제어 카세트 내로 포함될 수 있는 대체의 포드 펌프(2025)의 단면도이다. 이러한 실시예에서, 포드 펌프는 3개의 강성 단편 즉 "상부" 판(2091), "중간" 판(2092) 및 "하부" 판(2093)으로부터 형성된다(용어 "상부" 및 "하부"는 상대적이고 도 30에 도시된 배향을 참조하여 편의상 여기에서 사용된다는 것이 주목되어야 한다). 상부 및 하부 판(2091, 2093)은 양쪽 모두의 측면 상에서 평탄할 수 있고, 반면에 중간 판(2092)에는 다양한 유체 경로, 챔버 및 포트를 형성하는 채널, 오목부(indentation) 및 구멍이 제공된다. 포드 펌프(2025)를 형성하기 위해, 상부 및 하부 판(2091, 2093)은 회전

반타원체 챔버를 함께 형성하는 대체로 회전 반타원체의 부분을 포함할 수 있다.

[0050] 멤브레인(2109)이 포드 펌프의 중심 공동을 펌핑될 유체를 수용하는 챔버(펌핑 챔버) 그리고 펌프를 공압식으로 작동시키는 제어 가스를 수용하는 또 다른 챔버(작동 챔버)로 분리한다. 유체는 입구(2094)를 통해 펌핑 챔버 내로 진입될 수 있고, 유체는 출구(2095)를 통해 펌핑 챔버로부터 배출될 수 있다. 입구(2094) 및 출구(2095)는 중간 판(2092)과 하부 판(2093) 사이에 형성될 수 있다. 공압은 (도 30에 도시된 것과 같이) 포드 펌프의 공동의 하나의 벽에 대해 멤브레인(2109)을 양의 가스 압력으로써 압박하여 펌핑 챔버의 체적을 최소화하도록 또는 포드 펌프의 공동의 다른 하나의 벽을 향해 멤브레인을 음의 가스 압력으로써 견인하여 펌핑 챔버의 체적을 최대화하도록 중 어느 한쪽을 위해 공압 포트(2106)를 통해 제공된다.

[0051] 멤브레인(2109)에는 중간 판(2092) 내의 홈(2089) 내에 견고하게 보유되는 두꺼운 림(2088)이 제공된다. 이와 같이, 멤브레인(2109)은 상부 판(2091)이 중간 판(2092)에 초음파 용접되기 전에 홈(2089) 내에 위치되어 홈(2089)에 의해 보유될 수 있고, 그에 의해 멤브레인은 2개의 판의 초음파 용접을 방해하지 않을 것이고, 멤브레인의 고정은 2개의 판이 엄격한 정밀도로써 초음파 용접되는 것에 의존하지 않는다. 이와 같이, 초음파 용접 중에 매우 엄격한 공차를 요구하지 않는 상태로 이러한 포드 펌프를 제조하는 것이 가능하여야 한다.

[0052] 1개 이상의 포드 펌프(2025)가 단일 카세트 내에 포함될 수 있으며, 이러한 단일 카세트는 1개 이상의 밸브(2000)를 또한 포함할 수 있다. 도 31은 위에서-언급된 카세트의 실시예에서 사용될 수 있는 공압 제어식 밸브(2000)의 단면도이다. 멤브레인(2090)이 중간 판(2092)과 함께 밸브 챔버(2097)를 형성한다. 공압은 밸브 장착부(2099)에 대해 멤브레인(2090)을 양의 가스 압력으로써 압박하여 밸브를 폐쇄하거나 또는 밸브 장착부로부터 멀어지게 멤브레인을 음의 가스 압력으로써 견인하여 밸브를 개방하는 것 중 어느 한쪽을 위해 공압 포트(2096)를 통해 제공된다. 제어 가스 챔버(2098)가 멤브레인(2090), 상부 판(2091) 및 중간 판(2092)에 의해 형성된다. 중간 판(2092)은 그 상에 형성되는 오목부를 가지며, 이러한 오목부 내로 멤브레인(2090)이 멤브레인의 일측 상에 제어 가스 챔버(2098)를 형성하고 타측 상에 밸브 챔버(2097)를 형성하도록 위치된다.

[0053] 공압 포트(2096)는 상부 판(2091)과 함께 중간 판(2092)의 "상부" 표면 상에 형성되는 채널에 의해 형성된다. 카세트 내의 여러 개의 밸브 챔버들 사이의 유체 연통을 제공함으로써, 밸브가 적층될 수 있고, 그에 의해 적층된 모든 밸브는 공압의 단일 공급원에 의해 동시에 개방 또는 폐쇄될 수 있다. 중간 판(2092)의 "하부" 표면 상에 형성되는 채널이 하부 판과 함께 밸브 입구(2094) 및 밸브 출구(2095)를 형성한다. 중간 판(2092)을 통해 형성되는 구멍이 [밸브 시트(2099)를 통해] 입구(2094)와 밸브 챔버(2097) 사이 그리고 밸브 챔버와 출구(2095) 사이의 연통을 제공한다.

[0054] 멤브레인(2090)에는 중간 판(2092) 내의 홈(2089) 내에 견고하게 끼워지는 두꺼운 림(2088)이 제공된다. 이와 같이, 멤브레인(2090)은 상부 판(2091)이 중간 판(2092)에 초음파 용접되기 전에 홈(2088) 내에 위치되어 홈(2088)에 의해 보유될 수 있고, 그에 의해 멤브레인은 2개의 판을 함께 초음파 용접하는 것을 방해하지 않을 것이고, 멤브레인의 고정은 2개의 판이 엄격한 정밀도로써 초음파 용접되는 것에 의존하지 않는다. 이와 같이, 초음파 용접 중에 매우 엄격한 공차를 요구하지 않는 상태로 이러한 밸브를 제조하는 것이 가능하여야 한다. 도 31에 도시된 것과 같이, 상부 판(2091)은 멤브레인(2090)이 홈(2089)으로부터 떨어지는 방향으로 과도하게 압박되는 것을 방지하고 그에 의해 멤브레인의 두꺼운 림(2088)이 홈(2089)으로부터 이탈되는 것을 방지하도록 제어 가스 챔버(2098) 내로 연장되는 추가의 재료부를 포함할 수 있다.

[0055] 이러한 실시예에서, 포드 펌프는 회전 타원체 형상이지만, 다른 실시예에서, 포드 펌프는 타원 형상 등의 요구된 임의의 형상일 수 있다. 다수개의 실시예의 포드 펌프는 펌프 챔버, 작동 챔버, 다이어프램(또는 가동 부재), 적어도 1개의 작동 포트 그리고 적어도 1개의 입구/출구 포트를 포함할 것이다. 일부 실시예에서, 포드 펌프는 입구 및 출구 포트를 포함한다. 다양한 실시예가 여기에서 설명되고, 하나의 실시예에 대해 설명되는 특징이 임의의 실시예에 대해 이용 가능한 것으로 이해되어야 하고, 그에 의해 실시예의 특징은 혼합 및 결합될 수 있고, 임의의 실시예가 여기에서 설명된 특징부들 중 1개 이상을 포함할 수 있다.

[0056] 도 32a 및 도 32b를 참조하면, 펌프 챔버 커버(3302), 작동 챔버 커버(3304) 및 중간 판 부분(3306)을 갖는 포드 펌프(3300)의 대체 실시예가 도시되어 있다. 이러한 실시예에서, 중간 판(3306) 및 작동 챔버 커버(3304)는 다이어프램(3308) 그리고 1개 이상의 2차 다이어프램(3310 또는 3312)을 보유한다. 2차 다이어프램은 수동적으로 작용할 수 있거나, 능동 밸브로서 역할을 하여 펌프 챔버 커버 유체 경로(3314)를 통한 유체의 유동을 제어하도록 가스, 액체 또는 기계적인 힘에 의해 작동될 수 있다. 이러한 실시예의 포드 펌프(3300)에서, 유체 경로(3314)는 유체가 다이어프램(3308)의 위치와 무관하게 유체 경로(3314)를 통해 유동될 수 있도록 펌프 챔버 커버(3302) 내에 형성된다. 다른 실시예와 같이, 이러한 실시예에서, 펌프 챔버 커버(3302), 작동 챔버 커버

(3304) 및 중간 판(3306)은 하나의 실시예에서 플라스틱으로 형성될 수 있지만, 다른 실시예에서 금속 또는 유리를 포함하지만 이들에 제한되지 않는 다른 재료로부터 형성될 수 있다. 하나의 예시 실시예에서, 커버(3302, 3304) 및 중간 판(3306)은 폴리술폰으로부터 형성된다. 또 다른 예시 실시예에서, 커버(3302, 3304) 및 중간 판(3306)은 의료용 폴리카보네이트로부터 형성된다. 이러한 실시예에서, 펌프 챔버 커버(3302), 작동 챔버 커버(3304) 및 중간 판(3306)은 레이저 용접에 의해 접합될 수 있거나, 선택된 부품 재료 및 요구된 포드 펌프 용도를 위해 적절한 것으로 간주되는 다양한 다른 방법에 의해 접합될 수 있다. 다른 접합 방법은 스냅 탭(snap together tab), 압입 끼움, 스냅 끼움, 용제 결합, 가열 용접, 전자기 용접, 저항 용접, RF 용접, 나사, 볼트, 초음파 용접, 접착제, 사용 중일 때에 펌프에 인접한 부품에 의한 클램핑 결합 또는 당업계에서 통상적으로 사용되는 다른 접합 방법을 포함하지만 이들에 제한되지 않는다.

[0057] 도 33a 및 도 33b를 참조하면, 포드 펌프(3400)의 하나의 실시예가 도시되어 있다. 이러한 실시예에서, 입구 및 출구 포트는 펌프 챔버(3406)의 대향 단부에 위치되고, 펌프의 구성 또는 그 의도된 용도에 따라 교환 가능하다. 다이어프램(3408)은 펌프 챔버(3406) 내로 거의 최대로 연장된 상태로 도시되어 있다. 이러한 실시예에서, 입구 및 출구 포트(3402, 3404)는 작동 챔버(3410) 내의 유체 압력에 의해 최대로 작동될 때에 다이어프램(3408)에 의해 부분적으로 또는 최대로 차단될 수 있다. 입구 또는 출구 포트의 차단은 어떤 적용 분야에서 요구될 수 있는 것과 같이 펌프 챔버(3406)를 통한 관심 유체의 유동을 제한 또는 전환하도록 역할을 할 수 있다. 이러한 실시예에서, 다이어프램(3408)의 펌핑측 즉 관심 유체와 접촉되는 다이어프램(3408)의 측면은 매끄러우며, 이것은 일부 관심 유체와 상이한 유동 특성을 제공할 수 있거나, 입구 또는 출구 포트(3402, 3404)를 통한 유동의 감소가 다이어프램이 펌프 챔버(3406) 내로 최대로 연장된 상태에서 요구될 때에 다이어프램(3408)과 펌프 챔버(3406) 사이의 상이한 접촉을 제공할 수 있다. 일부 실시예에서, 다이어프램은 도 33b에 도시된 것과 같이 가변 단면적 두께를 갖는다. 더 얇거나, 더 두껍거나, 또는 가변인 두께의 다이어프램이 선택된 다이어프램 재료의 강도, 굽힘 및 다른 성질을 수용하는 데 사용될 수 있다. 또한, 더 얇거나, 더 두껍거나, 또는 가변인 다이어프램 벽 두께가 또한 다이어프램을 관리하는 데 사용될 수 있고, 그에 의해 다이어프램이 다른 영역보다 일부 영역에서 용이하게 굽혀지게 하고, 그에 의해 펌프 챔버(3406) 내에서의 관심 유체의 펌핑 작용 및 유동의 관리를 돕는다. 이러한 실시예의 다이어프램(3408)은 그 중심부에 가장 근접한 곳에서 그 가장 두꺼운 단면적을 갖는 것으로 도시되어 있다. 그러나, 가변 단면 상태의 다이어프램(3408)을 갖는 다른 실시예에서, 가장 두꺼운 영역 및 가장 얇은 영역은 다이어프램(3408) 상의 임의의 위치에 있을 수 있다. 이와 같이, 예컨대, 더 얇은 단면은 중심부 근처에 위치될 수 있고, 더 두꺼운 단면은 다이어프램(3408)의 주변부에 더 근접하게 위치될 수 있다. 또 다른 구성이 가능하다.

[0058] 일부 실시예에서, 포드 펌프는 기계, 장치 또는 용기에 합체 또는 부착되는 장치 내로 포함된다. 이러한 실시예의 하나의 예가 일체형 포드 펌프, 유체 경로, 유체 포트, 작동 포트 및 작동 유체 경로를 갖는 카세트이다. 카세트의 2개의 실시예가 도 34a 내지 도 34c 그리고 도 35a 및 도 35b에 대해 설명된다. 2개의 실시예는 예시 실시예일 뿐이고, 상이한 개수 및 배열의 펌프, 밸브 및 유동 경로를 갖는 다수개의 추가의 실시예가 유사한 원리를 사용하여 구성될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0059] 도 34a 내지 도 34c를 참조하면, 포드 펌프 카세트(4300)의 하나의 실시예가 도시되어 있다. 도 34a를 참조하면, 이러한 실시예의 포드 펌프 카세트는 2개의 포드 펌프(4310)를 포함한다. 포드 펌프(4310)는 임의의 포드 펌프의 실시예일 수 있지만, 이러한 예시 실시예에서, 포드 펌프(4310)는 도 32 및 도 33에 도시된 포드 펌프와 유사하다. 카세트(4300)는 3개의 판 즉 작동 판(4320), 중간 판(4330) 및 펌프 챔버 판(4340)을 포함한다.

[0060] 작동 판(4320)은 포드 펌프 작동 챔버 하우징(4312) 부분 그리고 2개의 밸브 작동 하우징(4314) 부분을 각각의 포드 펌프(4310)에 대해 포함한다. 밸브 작동 하우징(4314)은 밸브 작동 포트(4316)를 포함한다. 포드 펌프에 추가하여, 카세트(4300)는 일부 실시예에서 다양한 유체가 펌핑될 수 있는 추가의 포트 및/또는 용기를 포함할 수 있다.

[0061] 중간 판(4330)은 펌프 다이어프램(4332) 그리고 2개의 밸브 다이어프램(4334)을 각각의 포드 펌프에 대해 포함한다. 도시된 실시예에서, 밸브는 유체에 의해 작동되는 다이어프램(4334)에 의해 작동되는 볼케이노(volcano) 또는 능동 밸브이며, 이러한 유체는 이러한 실시예에서 압축 공기이다. 이러한 실시예의 카세트(4300) 상에는 중간 판(4330) 내의 추가의 다이어프램이 또한 도시되어 있다.

[0062] 펌프 판(4340)을 참조하면, 각각의 포드 펌프(4310)는 일체형 유체 경로(4344)를 포함하는 펌프 챔버 하우징(4342)을 포함한다. 펌프 챔버 하우징(4342)은 외부 유체 경로(4346)와 유체 연결 상태에 있다. 이러한 예시 실시예에서, 3개의 판(4320, 4330, 4340)은 레이저 용접된다. 그러나, 다른 실시예에서, 다양한 모드의 부착이

사용될 수 있으며, 이러한 모드들 중 일부가 위에서 설명되었다.

[0063] 도 34b를 참조하면, 카세트(4300)의 단면도가 도시되어 있다. 볼케이노 밸브는 밸브 다이어프램(4334), 밸브 작동 하우징(4314) 부분 및 외부 유체 라인(4346)을 포함하는 것으로 도시되어 있다. 밸브는 작동 포트(4318)를 통해 압축 공기에 의해 작동된다.

[0064] 도 34c를 참조하면, 일부 실시예에서, 공기 필터(4350) 그리고 추가의 유체 라인(4352)이 카세트 내에 포함될 수 있다.

[0065] 카세트의 대체 실시예가 도 35a 및 도 35b에 도시되어 있다. 도 35a를 참조하면, 카세트(4400)는 3개 초과의 부분을 포함한다. 이 부분은 다수개의 커버(4412 내지 4416)가 용접된 상태의 중간 판(4410)을 포함한다. 이들 다수개의 커버(4412 내지 4416)는 도면 부호 4340으로서 도 34a에 도시된 펌프 판 대신에 사용된다. 도 35b를 참조하면, 중간 판(4410)이 다시 도시되어 있다. 그러나, 이러한 실시예에서, 다수개의 커버(4442 내지 4444)가 도면 부호 4320으로서 도 34a에 도시된 것과 같은 단일 작동 판 대신에 사용된다. 도 35a 내지 도 35C는 하나의 실시예를 도시하고 있고, 다른 실시예에서, 다수개의 커버의 개수는 변동될 수 있다.

[0066] 도 36a 및 도 36b에 도시된 실시예에서, 도 34a 내지 도 34c에 도시된 형태의 2개의 포드 펌프(2025a, 2025b) 그리고 도 31에 도시된 형태의 다수개의 밸브(2000a 내지 2000d)가 다양한 유체 경로 그리고 다른 부품과 함께 펌프 카세트(2015) 내에 포함된다. 펌프 카세트(2015)는 유체 경로(2007, 2009)를 거쳐 포드 펌프(2025a)와 유체 연통하고 유체 경로(2008, 2010)를 거쳐 포드 펌프(2025b)와 유체 연통하는 공통의 입구(2005)를 포함한다. 펌프 카세트(2015)는 유체 경로(2011, 2013)를 거쳐 포드 펌프(2025a)와 유체 연통하고 유체 경로(2012, 2014)를 거쳐 포드 펌프(2025b)와 유체 연통하는 공통의 출구(2006)를 또한 포함한다. 이와 같이, 포드 펌프(2025a, 2025b)는 공통의 입구(2005)로부터 유체를 인출하고, 공통의 출구(2006)로 유체를 펌핑한다. 따라서, 밸브(2000a)는 유체 경로(2008, 2010)의 교차부에서[즉, 포드 펌프(2025b)로의 입구에서] 유체 유동을 제어하는 데 사용되고, 밸브(2000b)는 유체 경로(2007, 2009)의 교차부에서[즉, 포드 펌프(2025a)로의 입구에서] 유체 유동을 제어하는 데 사용되고, 밸브(2000c)는 유체 경로(2011, 2013)의 교차부에서[즉, 포드 펌프(2025a)의 출구에서] 유체 유동을 제어하는 데 사용되고, 밸브(2000d)는 유체 경로(2012, 2014)의 교차부에서[즉, 포드 펌프(2025b)의 출구에서] 유체 유동을 제어하는 데 사용된다. 각각의 포드 펌프(2025a, 2025b)는 각각 그 자신의 공압 인터페이스(2106a, 2106b)를 갖는다. 또한, 각각의 밸브(2000a 내지 2000d)는 각각 그 자신의 공압 인터페이스(2096a 내지 2096d)를 갖는다. 이와 같이, 각각의 포드 펌프 그리고 각각의 밸브는 기지국(base station)에 의해 독립적으로 제어될 수 있다.

[0067] 1개보다 많은 포드 펌프가 존재하면, 포드 펌프가 임의의 적절한 방식으로 예컨대 동기식으로, 비동기식으로, 동상 방식으로(in-phase), 이상 방식으로(out-of-phase) 등의 방식으로 동작될 수 있다. 예컨대, 일부 실시예에서, 2개-펌프의 펌프는 펌핑 사이클에 영향을 미치도록 이상 방식으로 주기화될 수 있는데, 예를 들어, 제1 펌프 챔버가 충전되는 동안 제2 펌프 챔버는 비워진다. (포드 펌프가 일제히 충전하고 비우는) 0°와 (하나의 포드 펌프가 충전하고 다른 하나의 펌프가 비우는) 180° 사이의 임의의 각도에서의 위상 관계가 임의의 요구된 펌핑 사이클을 부여하도록 선택될 수 있다. 180°의 위상 관계는 한 세트의 포드 펌프에 대한 연속 유동을 가져올 수 있다. 이것은 예컨대 연속 유동이 요구될 때에 예컨대 이중 니들 또는 이중 루멘 카테테르 유동에 사용하는 데 유용하다. 그러나, 0°의 위상 관계의 설정은 단일 니들/단일 루멘 유동을 위한 일부 경우에 또는 다른 경우에 유용할 수 있다. 0° 관계에서, 포드 펌프는 우선 니들로부터 충전될 것이고, 그 다음에 동일한 니들을 사용하여 혈액 유동 경로를 통해 그리고 환자로 다시 혈액을 분배한다. 추가로, 0°와 180° 사이의 위상에서의 가동이 투석기에 걸쳐 압박/견인 관계(혈액 투석 여과 또는 연속 역류)를 성취하는 데 일부 경우에서 사용될 수 있다.

[0068] 항응고제(예컨대, 헤파린 또는 임의의 다른 적절한 항응고제)가 바이얼(11)(또는 튜브 또는 백 등의 다른 항응고제 공급부) 내에 수용될 수 있고, 혈액 유동 회로(141)는 바이얼의 밀봉부를 관통할 수 있는 스파이크(201)(하나의 실시예에서, 니들)를 포함할 수 있다. 스파이크(201)는 플라스틱, 스테인리스 강 또는 또 다른 적절한 재료로부터 형성될 수 있고, 일부 경우에 살균성 재료일 수 있고, 예컨대, 이 재료는 이 재료를 살균할 정도로 충분히 높은 온도 및/또는 방사선을 견딜 수 있다.

[0069] 일부 경우에 계량 챔버로서 작용할 수 있는 항응고제 펌프(80)가 혈액 회로 내로의 항응고제의 유동을 제어하는 데 사용될 수 있다. 항응고제 펌프(80)는 포드 펌프 또는 멤브레인-기반의 계량 펌프일 수 있고, 그리고/또는 공기 등의 제어 유체에 의해 작동될 수 있다. 예컨대, 항응고제 펌프(80)는 가요성 다이어프램이 챔버를 펌핑 구획부 및 제어 구획부로 분할하는 상태의 강성 챔버를 포함할 수 있다. 챔버의 제어 구획부를 위한 하나의 밸

브는 제1 제어 유체 공급원(예컨대, 고압 공기 공급원)에 연결될 수 있고, 다른 하나의 밸브는 제2 제어 유체 공급원(예컨대, 저압 공기 공급원) 또는 진공 공급원에 연결될 수 있다. 챔버의 펌핑 구획부를 위한 밸브는 제어 구획부와 협력하여 개방 및 폐쇄될 수 있고, 그에 의해 혈액 내로의 항응고제의 유동을 제어한다. 하나의 세트의 실시예에서, 필터(81)를 통해 제공되는 공기가 또한 예컨대 항응고제가 바이얼로부터 인출되기 전후에 바이얼(11) 내로 공기를 제공하기 위해 항응고제 펌프(80)에 의해 혈액 유동 경로 내로 유입될 수 있다.

[0070] 유체 관리 시스템("FMS": Fluid Management System) 측정이 멤브레인의 행정 중에 펌프 챔버를 통해 펌핑된 유체의 체적을 측정하는 데 또는 펌핑 챔버 내의 공기를 검출하는 데 사용될 수 있다. 하나의 예시 실시예에서, 항응고제 펌프, 투석물 펌프 또는 다른 멤브레인-기반의 유체 펌프에 의해 분배된 액체의 체적은 챔버 압력 면에서의 변화가 충전 행정의 종료 시에 그리고 분배 행정의 종료 시에 체적 측정치를 계산하는 데 사용되는 FMS 알고리즘을 사용하여 결정된다. 충전 및 분배 행정의 종료 시에 계산된 체적들 사이의 차이는 실제의 행정 체적을 결정하는 데 사용될 수 있다. 이러한 실제의 행정 체적은 특정한 크기의 챔버에 대해 예측된 행정 체적에 비교될 수 있다. 실제 및 예측된 체적이 상당히 상이하면, 행정이 적절하게 완료되지 않고, 에러 메시지가 발생될 수 있다.

[0071] 펌프 챔버를 작동시켜 액체를 펌핑하고 펌핑 챔버 내에서의 가스의 존재를 검출하도록 측정 가스를 이용하는 펌핑 시스템의 하나의 실시예가 도 37에 개략적으로 도시되어 있다. 펌핑 시스템(100)은 고정된 양의 측정 가스를 수용하는 유체 공급 시스템(102) 그리고 시스템 내에서의 측정 가스의 체적을 변화시키는 기구를 포함한다. 펌핑 시스템(100)은 그 내에 배치되는 펌프 챔버(108) 및 제어 챔버(110)를 포함하는 실질적으로 강성의 용기(106)를 포함하는 펌프(104)를 또한 포함한다. 펌프 챔버(108) 및 제어 챔버(110)는 2개의 챔버들 사이에 배치되는 가요성 멤브레인(112)에 의해 서로로부터 유체 격리되고(즉, 유체 연통 상태로 위치될 수 없고), 그에 의해 펌프 챔버(108)는 제어 챔버(110)에 그리고 그와 동작 가능한 관계로 결합된다. 이러한 멤브레인은 (단지 하나의 예로서) 의료용 폴리비닐 클로라이드로 구성될 수 있다.

[0072] 여기에서 사용된 것과 같은 "실질적으로 강성"은 펌핑 시스템에 의해 가해지는 힘의 인가 하에서 실질적으로 굽혀지거나 이동되지 않는 재료 또는 그로부터 구성되는 부품을 말한다. 여기에서 사용된 것과 같은 "제어 챔버"는 체적형 챔버에 힘을 가할 목적을 위해 그리고 양호한 실시예에서 체적형 용기의 체적과 관련되는 측정 파라미터를 결정할 목적을 위해 체적형 챔버 예컨대 펌프 챔버에 결합되거나 체적형 챔버를 수용하는 펌핑 시스템의 챔버를 말한다. 펌핑 시스템의 챔버 또는 다른 부품과 관련하여 사용된 용어 "결합된"은 다른 부품이 다른 부품이 결합되는 챔버 또는 부품의 외부 표면 상에 힘을 가할 수 있도록 챔버 또는 부품이 펌핑 시스템의 또 다른 부품에 부착되거나 또 다른 부품과 연결되는 것을 말한다.

[0073] 펌프 시스템(100)에 의해 펌핑될 액체는 입구 밸브(116)를 포함하는 입구 라인(114)을 거쳐 펌프 챔버(108) 내로 진입된다. 액체는 그 내에 출구 밸브(120)를 포함하는 출구 라인(118)을 통해 펌프 챔버(108)로부터 요구된 하류의 목적지로 펌핑될 수 있다. 제어 챔버(110)는 제어 챔버 내에서의 측정 가스의 압력을 결정하는 압력 측정 부품(122)을 포함한다. 여기에서 사용된 것과 같은 "압력 측정 부품"은 유체 압력을 측정 가능한 신호 또는 파라미터로 변환할 수 있는 장치를 말한다. 이러한 실시예에서 유용할 수 있는 압력 측정 부품은 변환기(transducer), 압력 게이지, 압력계, 압저항 소자(piezoresistive element), 그리고 당업자에게 명확한 것과 같은 다른 부품을 포함하지만 이들에 제한되지 않는다.

[0074] 양호한 실시예의 펌핑 시스템(100)의 제어 챔버(110)는 그 내에 배기 밸브(126)를 포함하는 배기 라인(124)을 또한 포함한다. 제어 챔버(110)는 측정 가스 입구 라인(130)을 거쳐 가변 체적 실린더(128)와 유체 연통 상태로 연결된다. 가변 체적 실린더(128)는 시스템 내에 수용된 측정 가스의 체적을 압축 또는 팽창시키도록 모터(133)에 의해 이동 및 작동되는 피스톤(132)을 그 내에 포함한다.

[0075] 펌핑 시스템(100)은 바람직하게는 시스템의 다양한 밸브, 압력 변환기, 모터 등과 전기 통신 상태에 있고 바람직하게는 요구된 동작 시퀀스 또는 프로토콜에 따라 이러한 부품을 제어하도록 구성되는 프로세서(134)를 또한 포함한다. 여기에서 어떤 작업을 수행하도록 "구성되는" 프로세서는 특정된 작업을 수행하는 데 적절한 회로, 프로그래밍, 컴퓨터 메모리, 전기 연결부 등을 포함하는 프로세서를 말한다. 프로세서는 적절한 소프트웨어, 주문형 하드웨어 또는 이들의 임의의 조합을 갖는 표준형 마이크로프로세서로서 실시될 수 있다. 아래에서 더 상세하게 논의되는 바와 같이, 프로세서(134)는 시스템의 다양한 부품을 동작시키는 제어 회로를 포함하는 것에 추가하여 바람직하게는 펌프 챔버(108)의 체적과 관련되는 측정 파라미터를 결정하고 펌프(104)의 동작 중에 펌프 챔버(108) 내에 수용되는 임의의 가스의 존재를 검출하도록 구성되는 비교기를 또한 포함한다. 여기에서 사용된 것과 같은 "비교기"는 2개 이상의 측정 파라미터의 수치 또는 그로부터 유도되는 다른 파라미터를 비교할

수 있는 (예컨대, 적절한 프로그래밍을 갖는) 프로세서 또는 회로, 또는 이들의 부품을 말한다.

[0076] 가스가 시스템을 통해 이동되게 하는 것이 문제가 되는 실시예에서, 펌프 챔버(108)는 입구 라인(114)이 출구 라인(118) 위에 배치되도록 동작 중에 기본적으로 수직 구성으로 배향된다. 위에서-설명된 배향은 동작 중에 펌프 챔버(108) 내에 존재할 수 있는 임의의 가스가 출구 라인(118)을 통해 펌프 챔버로부터 하류의 목적지로 펌핑되는 것을 방지하는 데 유리하다. 대신에, 펌프 챔버(108) 내에 수용된 임의의 가스는 펌프 챔버의 상부 예컨대 입구 포트(136)에 인접한 영역을 향해 상승되는 경향이 있을 것이고, 펌프 챔버로부터 펌핑되기 전에 아래에서 더 상세하게 설명된 것과 같이 시스템에 의해 검출될 것이다.

[0077] 일부 실시예에서, 펌프 챔버(108)는 그 내에 포함되는 복수개의 스페이서(138)를 신규로 포함한다. 스페이서(138)는 펌프 챔버(108) 내에 수용된 액체가 출구 라인(118)을 통해 펌핑 중일 때에 가요성 멤브레인(112)이 펌프 챔버의 내부 표면(140)과 접촉되는 것을 방지하도록 기능한다. 펌프 행정 중에, 스페이서(138)에 의해 허용되는 가요성 멤브레인(112)의 최대 변위가 점선 442에 의해 도 37에 도시되어 있다. 점선 442에 의해 한정된 것과 같이 가요성 멤브레인(112)이 펌프 챔버(108) 내로의 그 최대 변위에 있는 상태에서도, 스페이서(138)는 펌프 챔버(108) 내에 존재할 수 있는 임의의 가스를 수용하는 무효 공간(dead space)(144)을 생성시키고, 그에 의해 가스가 펌프 챔버를 통해 펌핑되는 것을 억제한다는 것이 이해될 수 있다. 스페이서(138)는 또한 아래에서 더 상세하게 설명된 것과 같이 펌프 챔버(108)의 수직 배향과 조합하여 펌프 챔버(108) 내에 존재하는 임의의 가스가 펌프 챔버의 상부로 상승되고 그에 의해 임의의 가스가 펌프 챔버로부터 더 용이하게 제거될 수 있게 하는 것을 돕도록 역할을 한다.

[0078] 펌핑 시스템(100)의 펌프 챔버(108)는 기본적으로 벽 위에 배치되는 가요성 멤브레인(112)을 갖는 (예컨대, 폴리아크릴레이트 등의 강성 플라스틱으로 형성되는) 실질적으로 강성의 벽(145)에 의해 형성되고, 그에 의해 체적형 챔버를 형성한다.

[0079] 펌프 챔버(108)로써 액체를 펌핑하고 펌프 챔버(108) 내에서의 가스의 존재를 검출하는 도 37에 도시된 펌핑 시스템(100)을 조작하는 방법의 하나의 실시예가 도 38a 내지 도 38c의 흐름도에 상세하게 도시되어 있다. 도 38a를 참조하여, 펌핑 시스템(100)을 이용하는 예시의 펌프 사이클이 설명될 것이다. 도시된 펌프 사이클은 시스템 내에서의 측정 유체의 압력을 변화시켜 펌핑 및 공기 검출을 위해 멤브레인(112)에 선택된 힘을 인가하도록 피스톤의 변위 면에서의 변화를 이용한다. 도시된 실시예는 또한 측정되거나 알려진 압력 및 체적의 수치로부터 펌프 챔버 체적을 결정하는 데 상태 방정식(예컨대, 이상 기체 법칙)을 이용한다.

[0080] 펌프 및/또는 제어 챔버 체적이 적어도 부분적으로 측정 가스의 압력-체적 거동을 설명하는 상태 방정식을 이용함으로써 측정된 압력으로부터 결정된 경우에 공기/가스를 검출하는 프로토콜을 채용하는 실시예를 위해, 펌프 챔버는 바람직하게는 탄성 멤브레인을 포함하는 가동 표면을 포함한다. 이완된 평형 상태로부터 인장 또는 변위될 때의 탄성 멤브레인의 복원력은 멤브레인의 각각의 측면 상의(즉, 펌프 챔버 및 제어 챔버 내의) 압력이 상이할 수 있게 하며, 여기에서 압력 면에서의 차이의 정도 그리고 추가의 변위/인장(응력/멤브레인 내에 저장된 탄성 에너지)에 대한 저항은 멤브레인의 이완된 평형 상태로부터의 인장 또는 변위의 정도의 함수이다. 이러한 실시예에서, 위에서 논의된 펌프 챔버 내의 공기/가스를 검출하기 위한 인가된 힘의 제1 및 제2 조건에서의 펌프/제어 챔버 체적의 결정 중에 탄성 멤브레인에 인가된 측정 가스 압력은 멤브레인 내의 응력 그리고 주어진 수준의 인가된 압력에 따른 추가의 변위에 대한 그 저항이 제1 및 제2 조건에 대해 상이하도록(또는 바꿔 말하면, 제1 및 제2 조건에 대한 탄성 부재의 힘/변위 응답이 비대칭이도록) 각각의 조건에 대해 상이한 정도만큼 압력이 인가되기 전의 그 평형 구성으로부터 (공기/가스가 펌프 챔버 내에 존재하면) 탄성 멤브레인을 인장시키는 경향이 있는 것이 또한 양호하다. 이러한 실시예에서, 평형 상태에서의 제어 챔버 내의 압력 대 펌프 챔버 내의 압력 면에서의 차이는 제1 조건의 인가된 압력 대 제2 조건의 인가된 압력에 대해 상이할 것이다. 이러한 실시예에서, 임의의 특정한 물리 기구에 얽매이지 않으면, 위의 제1 및 제2 조건에서 결정되는 펌프/제어 챔버 체적의 측정 중의 탄성 멤브레인의 응력 및 변형량의 상이한 수준은 적어도 부분적으로 상태 방정식에 의해 각각의 조건에 대해 예측된 것으로부터의 측정 가스의 압력-체적 거동 면에서의 편차를 생성시키며, 이러한 편차는 상태 방정식을 사용함으로써 각각의 조건에 대해 결정된 펌프/제어 챔버의 체적 면에서의 차이를 생성 및/또는 향상시킬 수 있는 것으로 믿어진다.

[0081] 일부 실시예에서, 가스 검출을 위한 체적 결정 중에 이용된 인가된 측정 가스 압력에 대한 탄성 멤브레인의 응답 면에서의 비대칭성을 성취하거나 향상시키는 하나의 방식은 체적 측정의 목적을 위한 멤브레인으로의 가압된 측정 가스의 적용 전에 멤브레인의 각각의 측면 상의 기본적으로 동일한 유체 압력 상태에서 펌프 챔버 가요성 탄성 멤브레인이 이완된 평형 상태에서 갖는 구성으로부터 이미 인장된 때에 체적 결정 단계를 수행하는

것이다. 이것은 예컨대 제어 챔버의 방향으로의 멤브레인의 변위에 의해, 그리고 제1 조건에서의 체적 측정 중에 양의 측정 가스 압력을 사용하고 제2 조건에서의 체적 측정 중에 음의 측정 가스 압력을 사용함으로써(그 역도 또한 같음) 탄성 멤브레인이 적어도 약간 인장되고 바람직하게는 상당히 인장되도록 펌프 챔버에 충분한 액체를 충전한 후에 공기/가스 검출과 관련된 체적 결정을 수행함으로써 달성될 수 있다. 대체 실시예에서, 공기/가스 검출 내에 포함되는 체적 결정 중의 탄성 멤브레인의 응답 면에서의 요구된 비대칭성은 또한 멤브레인에 대한 상이한 바람직하게는 상당히 상이한 정도의 탄성 인장을 부여하도록 선택되는 제1 및 제2 측정 조건에서 수행되는 체적 결정을 위해 탄성 멤브레인에 인가되는 측정 가스 압력의 수준을 이용함으로써 성취될 수 있다. 펌프/제어 챔버 체적을 계산하기 위해 상태 방정식 기반의 절차를 이용할 때에 사용되는 양호한 실시예의 펌프 챔버는 적어도 부분적으로 탄성 멤브레인으로 구성되는 가동 표면을 포함하지만, 제1 조건 및 제2 조건에서의 체적 측정 중에 표면에 인가된 측정 유체 압력이 표면 내의 응력의 상이한 수준 그리고 제어 및 펌프 챔버 내에서의 평형 압력 면에서의 차이를 생성시키기만 하면, 대체 실시예에서, 비-탄성 가동 표면이 잠재적으로 사용될 수 있다. 이러한 실시예는 예컨대 비-탄성 가동 표면 또는 탄성이 없는 멤브레인을 이용할 수 있으며, 여기에서 제1 조건의 체적 결정 중에 인가되는 측정 유체 압력은 표면이 더 이상 인가된 힘에 따라 자유롭게 이동되지 않고 응력이 표면/멤브레인 내에서 생성되고 압력 차이가 펌프와 제어 챔버 사이에 존재하도록 그 최대로 허용된 변위까지 (가스가 펌프 챔버 내에 존재하면) 표면/멤브레인을 이동시키는 경향이 있다. 이러한 실시예를 위한 제2 조건에서의 체적의 측정은 표면에 상이한 측정 유체 압력을 인가할 수 있으며, 이 압력은 평형에서 펌프 및 제어 챔버 내의 압력 면에서의 차이가 감소되거나 본질적으로 제거되도록 (가스가 펌프 챔버 내에 존재하면) 표면/멤브레인을 이동시켜 표면/멤브레인 내의 응력을 감소시키거나 상당히 제거하는 경향이 있다.

[0082] 도 38의 프로토콜을 다시 참조하면, 펌프 챔버(108)는 비어 있고 탄성 멤브레인(112)은 점선 442에 의해 한정되는 그 최대로 허용 가능한 변위에서 펌프 챔버(108) 내로 연장 중 인 것으로 초기에 가정될 것이다. 피스톤(132)은 (도 37에서 위치 1로서 도시된) 그 가장 좌측의 이동 위치에 있는 것으로 가정된다. 도 38a를 참조하면, 단계 1(470)은 모든 밸브가 폐쇄되고 피스톤(132) 및 가요성 멤브레인(112)이 위에서 설명된 위치에 있도록 시스템을 초기화하는 단계를 포함한다. 단계 2(472)는 펌프 챔버(108)에 펌핑될 액체를 충전하는 단계를 포함한다. 이 단계는 입구 밸브(116)를 개방하고 그 다음에 도 37에 도시된 위치 3으로 피스톤(132)을 이동시키도록 모터(133)를 작동시키고 그에 의해 유체 ΔV의 체적으로서 한정되는 양만큼 펌프 챔버(108)의 체적을 증가시키는 단계를 포함한다. 그 다음에, 입구 밸브(116)는 펌프 챔버(108)를 격리하도록 폐쇄된다. 예시의 펌핑 사이클의 단계 3(474)은 펌프 챔버(108) 내에 수용되는 임의의 가스의 존재를 검출하는 일련의 하위 사이클을 포함한다. 단계 3(474)은 도 38b에서 더 상세하게 설명된다. 도 38a를 다시 참조하면, 펌핑 사이클의 단계 4(208)는 펌프 챔버(108) 내에 수용된 액체를 분배하는 단계를 포함한다. 우선, 출구 밸브(120)가 개방된다. 모터(134)가 그 다음에 위치 3으로부터 위치 1로 피스톤(132)을 이동시키도록 작동되고, 그에 의해 유체 ΔV의 체적을 분배한다. 출구 밸브(120)는 그 다음에 펌프 챔버(108)를 격리하도록 폐쇄된다. 펌프 챔버(108)에 의해 분배된 체적을 결정하는 정확성이 중요한 일부 실시예에서, 단계 4(208) 후의 펌프 챔버(108)의 체적은 예컨대 도 38b의 체적 계산 및 공기 검출 하위 사이클의 하위 단계 1 내지 4(476, 478, 480, 482)를 반복함으로써 결정될 수 있다. 그 경우에, 위에서 설명된 펌프 행정 동안에 분배된 체적은 단계 3(474) 및 단계 5(210)에서 결정된 펌프 챔버(108)의 체적 면에서의 차이를 취함으로써 결정될 수 있다. 마지막으로, 여러 번의 펌프 행정이 요구되면, 도 38a의 전체 펌프 사이클이 반복될 수 있다.

[0083] 도 38b 및 도 38c는 도 38a의 단계 3(474)에서 도시된 체적 계산 및 가스 검출 방법의 하나의 실시예를 도시하고 있다. 하위 사이클(474)의 하위 단계 1(476)은 압력 변환기(122)로써의 제어 챔버(110) 내에서의 측정 가스의 압력 P_1을 측정하는 단계 그리고 프로세서(134)로써 압력을 기록 또는 저장하는 단계를 포함한다. 하위 단계 2(478)에서, 피스톤(132)은 위치 3으로부터 위치 1로 이동되고, 그에 의해 유체 ΔV만큼 시스템 내에 수용된 측정 가스의 체적을 감소시킨다. 하위 단계 3(480)에서, 제어 챔버(110) 내에서의 측정 가스의 압력이 다시 측정되고 P_2로서 기록된다. P_2는 시스템 내에서의 측정 가스의 압축으로 인해 P_1보다 클 것이라는 것이 이해될 것이다. 펌프 챔버(108) 내에 수용된 유체의 체적이 그 다음에 이용되는 측정 유체에 대한 적절한 상태 방정식을 사용하여 펌프 챔버가 이러한 제1 조건에 있는 상태로 하위 단계 4(482)에서 결정된다. 비교적 낮은 펌핑 압력을 이용하는 시스템(본 발명에 따른 펌핑 시스템에 의해 이용되는 전형적인 펌핑 압력은 약 -14 psig 내지 약 15 psig의 범위 내에 있음)을 위한 공기 등의 측정 가스의 경우에, 이상 기체 법칙이 채용될 수 있다. 어떠한 측정 가스도 시스템에 추가되거나 시스템으로부터 제거되지 않는다는 것을 인식하면서 그리고 질량 보존의 법칙과 결합하여 이상 기체 법칙을 이용하여, 펌프 챔버(108) 내에 수용된 유체의 체적이 다음의 방정식 1에 의해 결정된다(도 38b, 하위 단계 4).

[0084] $V_{F1}=V_T-(P_2\Delta V)/(P_2-P_1)$

[0085] 방정식 1은 측정 가스의 체적을 변화시킴으로써 유발되는 임의의 온도 변화 또는 차이가 최소이고 시스템이 기본적으로 등온이라는 것을 가정한다. 온도 변화가 상당할 수 있는 시스템에 대해, 사용되는 상태 방정식에 의해 한정되는 것과 같은 측정 유체의 온도 의존성은 당업자에게 명확한 것과 같이 간단한 방식으로 하위 단계 4(482)의 체적 계산 내로 포함될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 방정식 1에서의 V_F는 펌프 챔버(108)의 내부 체적을 말하고, V_T는 펌프 챔버(108) 및 제어 챔버(110)를 포함하는 시스템의 알려진 총 체적 그리고 측정 유체 입구 라인(130) 및 실린더(128) 내에 수용된 체적을 말한다.

[0086] 체적 계산 하위 사이클(474)의 잔여 하위 단계는 상이한 조건에서 펌프 챔버(108)의 체적을 재결정하는 단계 그리고 제1 및 제2 조건에서 결정된 체적을 비교하는 단계를 포함한다. 도 38b의 하위 단계 5(484)에서, 제어 챔버 배기 밸브(126)는 주위의 대기와 제어 챔버(110) 내의 압력을 평형시키도록 개방된다. 배기 밸브(126)는 그 다음에 폐쇄된다. 새로운 압력 P_1이 하위 단계 6(486)에서 제어 챔버(110) 내에서 변환기(122)로써 측정된다. 하위 단계 7(488)에서, 피스톤(132)은 위치 1로부터 위치 3으로 이동되고, 그에 의해 ΔV만큼 시스템 내의 측정 가스의 체적을 증가시킨다. 하위 단계 8(490)에서, 대기압 아래인 제어 챔버(110) 내의 새로운 압력 P_2가 측정 및 기록된다. 하위 단계 9(400)에서, 펌프 챔버(108)의 체적 V_F가 하위 단계 4(482)에서 위에서 설명된 것과 같이 계산된다. 하위 단계 10(402)은 하위 단계 4(482)에서 결정된 V_F와 하위 단계 9(400)에서 결정된 V_F 사이의 차이를 결정하는 단계 그리고 그 차이의 절대 수치를 취하는 단계를 포함한다. 도 38c에 도시된 하위 단계 11(404)에서, 위의 차이가 동작 중에 펌프 챔버(108) 내에 존재할 수 있는 공기 또는 다른 가스의 최대로 허용 가능한 양에 비례하는 소정 한계치에 비교된다. 소정 한계치는 전형적으로 경험적으로 결정되고, 무효 공간(144) 체적을 초과하는 공기 체적이 또한 소정 한계치를 초과하도록 선택된다. 이 차이가 소정 한계치를 초과하면, 프로세서(134)가 경보 상태를 생성시키고 공기 제거를 개시할 것이다.

[0087] 측정된 체적 면에서의 차이가 허용 가능한 한계치보다 작으면(404), 시스템은 펌프 챔버(108) 내에 수용된 액체를 펌핑하도록 진행될 것이다. 하위 단계 12(406)에서, 시스템은 제어 챔버(110) 내의 압력 그리고 주위의 대기를 평형시키도록 제어 챔버 배기 밸브(126)를 개방하고, 그 다음에 배기 밸브(126)를 폐쇄한다. 펌핑 시스템(100)은 이제 펌프 챔버(108) 내에 수용된 액체를 분배하도록 된 상태에 있다.

[0088] 위에서 설명된 것과 같이, 2개의 상이한 조건에서의 측정된 체적은 펌프 챔버 내에서의 가스의 존재를 검출하도록 비교될 수 있다. 가스의 존재가 도 38c의 하위 단계 11(404)에서 위에서 설명된 것과 같이 펌프 챔버 내에서 검출되고 시스템이 경보를 개시시킬 정도로 충분한 양이면, 위에서 설명된 것과 같이 요구된 하류의 목적지로 유체를 분배하도록 진행하는 대신에, 펌프 시스템(100)은 대신에 공기 제거를 개시할 것이다. 공기 제거 중에, 유체가 펌프 챔버(108)로부터 펌핑 중인 동안에 출구 밸브(120)가 개방되는 대신에, 입구 밸브(116)가 개방되고, 펌프 챔버 내의 임의의 가스를 포함하는 유체가 입구 라인(114)을 통해 펌프 챔버로부터 안전한 제거 목적지로 펌핑된다.

[0089] 혈액 유동 회로(141)는 혈액 유동 경로 내에 존재할 수 있는 공기 기포를 제거하는 공기 트랩(19)을 또한 포함할 수 있다. 일부 경우에, 공기 트랩(19)은 중력으로 인해 혈액으로부터 존재할 수 있는 임의의 공기를 분리할 수 있고, 및/또는 혈액을 샘플링하는 포트를 포함할 수 있다.

[0090] 도 4는 도 2의 실시예에서의 균형 회로(143)의 근접도이다. 균형 회로(143)에서, 투석물은 선택 사항인 한외필터(73)로부터 투석물 펌프(15) 내로 유동된다. 이러한 실시예에서, 투석물 펌프(15)는 2개의 포드 펌프(161, 162), 2개의 균형 챔버(341, 342) 그리고 균형 챔버(341, 342)를 우회하는 펌프(35)를 포함한다. 균형 챔버(341, 342)는 가요성 다이어프램이 챔버를 2개의 개별 유체 구획부로 분할하는 상태의 강성 챔버로부터 형성되고 그에 의해 하나의 구획부 내로의 진입이 다른 구획부 외부로 유체를 압박하는 데 사용될 수 있고 그 역도 또한 같도록 구성될 수 있다. 균형 포드의 예시 실시예가 도 39에 도시되어 있다. 균형 포드는 위에서 설명된 포드 펌프와 유사하게 구성된다. 그러나, 균형 포드는 작동 챔버 및 펌핑 챔버 대신에 2개의 유체 균형 챔버를 포함하고, 작동 포트를 포함하지 않는다. 추가로, 각각의 균형 챔버는 입구(1102) 및 출구(1104)를 포함한다. 예시 실시예에서, 홈(1126)이 각각의 균형 챔버 벽(1120, 1122) 상에 포함된다. 홈(1126)은 아래에서 더욱 상세하게 설명된다. 멤브레인(1112)은 2개의 챔버들 사이에 밀봉부를 제공한다. 균형 챔버는 양쪽 모두의 챔버가 동일한 체적 속도 유동을 유지하도록 챔버에 대한 유체의 유동을 균형시키도록 작용한다. 각각의 챔버를 위한 입구(1102) 및 출구(1104)는 동일한 측면 상에 있는 것으로 도시되어 있지만, 다른 실시예에서, 각각의 챔버

를 위한 입구(1102) 및 출구(1104)는 상이한 측면 상에 있다. 나아가, 입구(1102) 및 출구(1104)는 균형 포드가 합체되는 유동 경로에 따라 어느 한쪽의 측면 상에 있을 수 있다.

[0091] 하나의 실시예에서, 내부 투석물 회로 내에서의 유동의 균형은 다음과 같이 작용한다. 제1 세트의 공압 동작식 밸브(211, 212, 213, 241, 242)는 그 동작이 동기화 및 제어되게 하며, 여기에서 밸브(211, 212, 213)가 적층되고 밸브(241, 242)가 적층된다. 제2 세트의 공압 동작식 밸브(221, 222, 223, 231, 232)는 마찬가지로 그 동작이 동기화 및 제어되게 하며, 여기에서 밸브(221, 222, 223)가 적층되고 밸브(231, 232)가 적층된다. 제1 시점에서, 제1 세트의 밸브(211, 212, 213, 241, 242)는 개방되고, 반면에 제2 세트의 밸브(221, 222, 223, 231, 232)는 폐쇄된다. 새로운 투석물이 균형 챔버(341) 내로 유동하면서, 사용된 투석물은 투석기(14)로부터 포드 펌프(161)로 유동한다. 밸브(221)가 폐쇄되므로, 새로운 투석물이 균형 챔버(342) 내로 유동하지 않는다. 새로운 투석물이 균형 챔버(341) 내로 유동됨에 따라, 균형 챔버(341) 내의 사용된 투석물이 균형 회로(143)로부터 외부로 압박되어 배출된다[밸브(223)가 폐쇄되므로, 사용된 투석물은 포드 펌프(161) 내로 진입될 수 없다]. 동시에, 포드 펌프(162)는 균형 챔버(342) 내로 포드 펌프 내에 존재하는 사용된 투석물 압박한다[개방된 밸브(213)를 통해, 밸브(242, 222)가 폐쇄되고, 그에 의해 사용된 투석물이 균형 챔버(342) 내로 유동되는 것을 보증한다]. 이것은 균형 챔버(342) 내에 수용된 새로운 투석물이 균형 회로(143)로부터 투석기(14) 내로 배출되게 한다. 또한, 포드 펌프(161)는 투석기(14)로부터 포드 펌프(161) 내로 사용된 투석물을 인출한다.

[0092] 포드 펌프(161) 및 균형 챔버(341)에 투석물이 충전되면, 제1 세트의 밸브(211, 212, 213, 241, 242)가 폐쇄되고, 제2 세트의 밸브(221, 222, 223, 231, 232)가 개방된다. 밸브(212)가 폐쇄되고 반면에 밸브(221)가 이제 개방됨에 따라, 새로운 투석물이 균형 챔버(341) 대신에 균형 챔버(342) 내로 유동된다. 새로운 투석물이 균형 챔버(342) 내로 유동됨에 따라, 밸브(213)가 이제 폐쇄되므로, 챔버 내의 사용된 투석물이 외부로 압박되어 균형 회로로부터 배출된다. 또한, 포드 펌프(162)는 투석기로부터 포드 펌프 내로 사용된 투석물을 인출하고, 한편 사용된 투석물은 밸브(232)가 이제 폐쇄되고 밸브(222)가 이제 개방됨에 따라 포드 펌프(161) 내로 유동되는 것이 방지된다. 밸브(232, 211)가 폐쇄되고 밸브(223)가 개방되므로, 포드 펌프(161)는 균형 챔버(341) 내로 (이전의 단계로부터) 포드 펌프 내에 수용된 사용된 투석물을 압박한다. 이것은 [밸브(241)가 이제 개방되고 반면에 밸브(212)가 이제 폐쇄되므로] 균형 챔버(341) 내에 수용된 새로운 투석물이 투석기(14) 내로 안내되게 한다. 이러한 단계의 종료 시에, 포드 펌프(162) 및 균형 챔버(342)에는 투석물이 충전된다. 이것은 이러한 설명의 시작 시의 구성으로 다시 시스템의 상태를 복귀시키고, 사이클은 이와 같이 반복될 수 있고, 그에 의해 투석기(14)에 대한 투석물의 일정한 유동을 보증한다. 하나의 실시예에서, 균형 챔버 밸브의 제어측 상의 유체(예컨대, 공압) 압력은 균형 챔버 밸브가 적절하게 기능하는(예컨대, 개방 및 폐쇄되는) 것을 보증하도록 감시된다.

[0093] 특정한 예로서, 진공(예컨대, 4 p.s.i.의 진공)이 제1 세트의 밸브를 위한 포트에 인가될 수 있고, 그에 의해 이들 밸브가 개방되게 하고, 반면에 양압(예컨대, 20 p.s.i.의 공기 압력)이 제2 세트의 밸브에 인가되고, 그에 의해 이들 밸브가 폐쇄되게 한다(그 역도 또한 같다). 각각의 포드 펌프는 균형 챔버(341, 342)들 중 하나 내의 체적부들 중 하나 내로 투석물을 압박한다. 균형 챔버의 체적부 내로 투석물을 압박함으로써, 동일한 양의 투석물이 균형 챔버 내의 다른 체적부로부터 다이어프램에 의해 압착된다. 각각의 균형 챔버에서, 하나의 체적부가 투석기를 향한 새로운 투석물에 의해 점유되고, 다른 체적부는 투석기로부터의 사용된 투석물에 의해 점유된다. 이와 같이, 투석기에 대해 진입 및 배출되는 투석물의 체적은 실질적으로 동일하게 유지된다.

[0094] 우회 펌프(35)는 포드 펌프(161 또는 162) 중 어느 한쪽도 통과하지 않는 상태로 균형 회로(143)를 통해 투석기(14)로부터 투석물의 유동을 안내할 수 있다. 이러한 실시예에서, 우회 펌프(35)는 강성 챔버 및 가요성 다이어프램이 각각의 챔버를 유체 구획부 및 제어 구획부로 분할하는 상태의 위에서 설명된 것들과 유사한 포드 펌프이다. 이러한 펌프는 위에서 설명된 다른 포드 펌프 및/또는 계량 펌프와 동일하거나 상이할 수 있다. 제어 유체가 우회 펌프(35)를 작동시키는 데 사용될 때, 투석기의 배출(소비)된 투석물측 상에서의 추가의 압력 강하는 투석기 내의 혈액으로부터의 유체의 추가의 한외 여과를 유발시킨다. 이것은 투석기를 통한 환자의 혈액으로부터의 유체의 정미 유출(net efflux)을 유발시켜 궁극적으로 배출되게 한다. 이러한 우회는 예컨대 종종 환자가 신장을 통해 과잉의 유체(주로, 수분)를 배설할 수 없어서 증가될 수 있는 환자가 갖는 유체의 양을 감소시키는 데 유용할 수 있다. 도 4에 도시된 것과 같이, 우회 펌프(35)는 포드 펌프(161, 162)의 동작과 무관하게 제어 유체(예컨대, 공기)에 의해 제어될 수 있다. 이러한 구성은 환자로부터의 이러한 유체 인출을 성취하기 위해 혈액 펌프와 균형 상태를 벗어나거나 이상 방식으로 중 어느 한쪽으로 내부측 투석물 펌프를 동작시킬 필요 없이 환자로부터의 정미 유체 제거의 더 용이한 제어를 가능케 한다.

[0095] 투석기를 횡단하여 균형된 유동을 성취하기 위해, 혈액 유동 펌프, 균형 회로의 펌프 그리고 (아래에서 논의되

는) 안내 회로의 펌프는 투석기 내로의 유동이 투석의 외부로의 유동과 대체로 동일한 것을 보증하도록 협력하여 동작될 수 있다. 한외 여과가 요구되면, (하나가 존재할 때) 한외 여과 펌프가 요구된 한외 여과 속도를 성취하도록 일부 또는 모든 혈액 및/또는 투석물 펌프와 독립적으로 가동될 수 있다.

[0096] 투석물의 탈기를 방지하기 위해, 균형 회로의 펌프는 대기압보다 높은 압력으로 유지될 수 있다. 그러나, 대조적으로, 혈액 유동 펌프 및 안내 회로 펌프는 챔버 벽을 향해 다이어프램을 견인하여 충전 행정을 완료하도록 대기압 아래의 압력을 사용한다. 투석기의 반-투과성 멤브레인을 횡단하는 유체 전달의 가능성 때문에 그리고 균형 회로의 펌프가 양압으로 가동되기 때문에, 균형 회로 펌프는 혈액 펌프의 분배 행정과 투석기로의 균형 회로의 분배 행정을 동기화하기 위해 혈액 유동 펌프(들)로부터의 정보를 사용할 수 있다.

[0097] 하나의 세트의 실시예에서, 이러한 균형 모드를 가동할 때에, 혈액 유동 펌프로부터의 분배 압력이 없으면, 균형 회로 펌프 다이어프램이 투석기를 횡단하여 혈액 내로 유체를 압박할 것이고, 균형 회로의 대체의 포드가 충전을 완료하지 못할 것이다. 이러한 이유 때문에, 혈액 유동 펌프는 활발하게 분배 행정 중일 때를 기록한다. 혈액 유동 펌프가 분배 행정 중일 때에, 내부측 투석물 펌프가 동작된다. 혈액 유동 펌프가 혈액을 분배 중이지 않을 때에, 투석기로부터 내부측 투석물 펌프로의 유동을 제어하는 밸브(그리고 이전에 논의된 것과 같이, 이들 밸브와 적층되는 다른 균형 밸브)는 임의의 유체 전달이 투석물측으로부터 혈액측으로 일어나는 것을 방지하도록 폐쇄될 수 있다. 혈액 유동 펌프가 분배 중이지 않는 동안에, 내부측 투석물 펌프가 효과적으로 정지되고, 혈액 유동 펌프가 다시 분배를 시작하면, 내부측 투석물 펌프 분배 행정이 재개된다. 내부측 투석물 펌프 충전 압력은 펌프가 최소의 방해 상태로 대기압 위에서 동작되는 것을 보증하도록 최소의 양의 수치로 설정될 수 있다. 또한, 내부측 투석물 펌프 분배 압력은 투석기의 어느 한쪽 상의 압력을 대체로 맞추도록 혈액 유동 펌프 압력으로 설정될 수 있고, 그에 의해 내부측 투석물 펌프의 분배 행정 중에 투석기를 횡단하는 유동을 최소화한다.

[0098] 또 다른 실시예에서, 내부측 투석물 펌프는 혈액이 투석기로 분배되는 압력 약간 위의 압력으로 투석기로 투석물을 분배한다. 이것은 최대 균형 챔버의 청정한 투석물이 투석기로 전달되게 하는 것을 보증한다. 복귀측 상에서, 내부측 투석물 펌프에는 투석기의 혈액측 상의 출구 압력보다 약간 낮은 압력으로 투석기로부터 소비된 투석물이 충전될 수 있고, 그에 의해 수용 투석물 펌프 챔버가 충전될 수 있는 것을 보증한다. 이것은 균형 챔버 내에서의 충전 행정을 완료하는 데 이용 가능할 정도로 충분한 투석물이 있다는 것을 보증한다. 이들 압력 차이에 의해 유발되는 반-투과성 멤브레인을 횡단하는 유동은 서로를 상쇄하는 경향이 있을 것이고, 그렇지 않으면, 펌핑 알고리즘은 투석기의 투석물 및 혈액측 상의 평균 압력을 맞추려고 시도한다.

[0099] 일반적으로, 정체된 혈액 유동이 혈전을 초래할 수 있으므로, 치료 중에 최대한 연속 상태로 혈액 유동을 유지하는 것이 유리하다. 추가로, 혈액 유동 펌프 상의 분배 유동 속도가 불연속일 때에, 균형 펌프가 더 빈번하게 그 행정을 중단할 수 있으며, 이것은 불연속 및/또는 낮은 투석물 유동 속도를 초래할 수 있다. 그러나, 혈액 유동 펌프를 통한 유동은 다양한 이유 때문에 불연속일 수 있다. 예컨대, 혈액 유동 펌프 내의 압력은 환자를 위해 안전한 펌핑 압력을 제공하도록 예컨대 +600 ㎜Hg 및/또는 -350 ㎜Hg로 제한될 수 있다. 예컨대, 이중 니들 유동 중에, 혈액 유동 펌프의 2개의 포드 펌프는 서로와 180°만큼 이상 방식으로 가동되도록 프로그래밍될 수 있다. 압력에 어떠한 제한도 없다면, 이러한 위상 상태가 항상 성취될 수 있다. 그러나, 환자를 위해 안전한 혈액 유동을 제공하기 위해, 이들 압력이 제한된다. (작은 니들, 상당한 점성의 혈액, 열악한 환자로의 접근 등으로 인해) 충전 행정에 대한 방해가 심하면, 음압 제한에 도달될 수 있고, 충전 유동 속도가 요구된 충전 유동 속도보다 느려질 것이다. 이와 같이, 분배 행정은 이전의 충전 행정이 종료되는 것을 기다려야 하고, 그 결과 혈액 유동 펌프의 분배 유동 속도 면에서의 정지를 가져온다. 마찬가지로, 단일 니들 유동 중에, 혈액 유동 펌프는 2개의 혈액 유동 펌프 포드 펌프가 도시에 비워지고 충전되는 0° 위상으로 가동될 수 있다. 양쪽 모두의 포드 펌프가 충전될 때에, 2개의 포드 펌프의 체적이 분배된다. 하나의 실시예에서, 작동의 순서는 제1 포드 펌프 그리고 그 다음에 제2 포드 펌프가 충전되게 하고, 후속적으로 제1 포드 펌프가 비워지게 하고 그 다음에 제2 포드 펌프가 비워지게 한다. 이와 같이, 단일 니들 또는 단일 루멘 장치에서의 유동은 불연속적일 수 있다.

[0100] 압력 포화 제한을 제어하는 하나의 방법은 충전 및 분배 행정들 중 가장 느린 것으로 요구된 유동 속도를 제한하는 것이다. 이것은 더 느린 혈액 분배 유동 속도를 초래할 것이지만, 유동 속도는 여전히 알려져 있고 더 연속적일 것이며, 이것은 더 정확하고 연속적인 투석물 유동 속도를 가능케 한다. 단일 니들 작업에서 혈액 유동 속도를 더 연속적이게 하는 또 다른 방법은 최대 압력을 사용하여 포드를 충전하는 것이므로, 충전 시간은 최소화될 것이다. 그러면, 요구된 분배 시간은 (총 요구 행정 시간-충전 행정에 소요되는 시간)으로서 설정될 수 있다. 그러나, 혈액 유동이 덜 연속적일수록, 투석물 유동 속도는 혈액 유동 펌프가 충전 중일 때에 투석물 펌

프가 정지되는 시간을 보상하도록 투석기로의 혈액 분배 중에 더욱 상향으로 조정되어야 한다. 이것이 정확한 타이밍으로 수행되면, 여러 회의 행정에 걸쳐 취해진 평균 투석물 유동 속도가 여전히 요구된 투석물 유동 속도를 맞출 수 있다.

[0101] 도 5는 도 2의 실시예에서의 안내 회로(142)의 근접도이다. 이러한 실시예에서, 안내 회로(142)는 투석물 탱크(169)로부터 투석물 펌프(159)를 거쳐 히터(72) 및 한외 필터(73)로 투석물을 제공할 수 있다. 히터(72)는 체온 및/또는 혈액 유동 회로 내의 혈액이 투석물에 의해 가열되고 환자로 복귀되는 혈액이 체온 이상에 있도록 온도까지 투석물을 가열하는 데 사용될 수 있다. 일부 경우에, 히터(72)는 부정확하게(즉, 과도하게 고온이거나 저온으로) 가열되는 투석물이 [예컨대 투석물 탱크(169)로 다시] 재순환되거나 투석기에 통과되는 대신에 배출부로 보내지도록 제어 시스템에 연결될 수 있다. 히터(72)는 또한 살균 또는 소독 목적을 위해 일부 실시예에서 사용될 수 있다. 예컨대, 물이 혈액 투석 시스템에 통과될 수 있고, 살균 또는 소독이 일어나게 하는 온도 예컨대 적어도 약 70℃, 적어도 약 80℃, 적어도 약 90℃, 적어도 약 100℃, 적어도 약 110℃ 등의 온도까지 가열되도록 히터를 사용하여 가열될 수 있다.

[0102] 안내 회로(142)를 통한 투석물의 유동은 투석물 펌프(159)의 동작에 의해 (적어도 부분적으로) 제어될 수 있다. 추가로, 투석물 펌프(159)는 균형 회로(143)를 통한 유동을 제어할 수 있다. 예컨대, 위에서 논의된 것과 같이, 안내 회로(142)로부터의 새로운 투석물이 균형 회로(143)의 균형 챔버(341, 342) 내로 유동된다. 투석물 펌프(159)는 새로운 투석물이 이들 균형 챔버 내로 유동되게 하는 구동력으로서 사용될 수 있다. 하나의 세트의 실시예에서, 투석물 펌프(159)는 예컨대 위에서 설명된 것들과 유사한 포드 펌프를 포함한다.

[0103] 투석물은 또한 예컨대 한외 필터(73)를 사용하여 오염물, 감염 조직, 병원체, 발열원, 잔해물 등을 제거하도록 여과될 수 있다. 한외 필터(73)는 예컨대 도시된 것과 같이 예컨대 안내 회로와 균형 회로 사이의 투석물 유동 경로 내의 임의의 적절한 위치에 위치될 수 있고, 그리고/또는 한외 필터(73)는 안내 회로 또는 균형 회로 내로 포함될 수 있다. 한외 필터가 사용되면, 그 공극 크기는 위의 물질 등의 종이 필터를 통과하는 것을 방지하도록 선택될 수 있다.

[0104] 일부 경우에, 한외 필터(73)는 필터로부터의 노폐물(예컨대, 잔류물 스트림)이 도 5에서의 노폐물 라인(39) 등의 노폐물 스트림에 통과되도록 동작될 수 있다. 일부 경우에, 잔류물 스트림 내로 유동되는 투석물의 양이 제어될 수 있다. 예컨대, 잔류물이 과도하게 저온이면[즉, 히터(72)가 동작 중이지 않거나, 히터(72)가 충분한 온도까지 투석물을 가열 중이지 않으면], 전체의 투석물 스트림(또는 적어도 일부의 투석물)이 노폐물 라인(39)으로 전환될 수 있고, 선택적으로, 라인(48)을 사용하여 투석물 탱크(169)로 재순환될 수 있다. 필터(73)로부터의 유동은 또한 예컨대 온도 센서[예컨대, 센서(251, 252)], (투석물 농도를 확인하는) 전도도 센서[예컨대, 센서(253)] 등을 사용하여 여러 개의 이유 때문에 감시될 수 있다.

[0105] 도 40을 참조하면, 예시 실시예에서, 감지 프로브(6000) 및 열 우물(5100)이 유체 라인의 외부측에 결합된 상태로 도시되어 있다. 열 우물(5100)은 유체 라인, 보호 슬리브, 또는 임의의 일회용 기계, 챔버, 카세트 또는 용기 내에 있을 수 있다. 그러나, 예시 실시예의 이러한 설명의 목적을 위해, 열 우물(5100)은 관심 매체의 열 및/또는 전도 성질을 결정하는 데 사용되는 임의의 장소에 있는 것으로 선택된다.

[0106] 관심 매체가 열 우물(5100)의 영역(5402)의 외부측과 접촉 상태에 있다. 열 에너지가 관심 매체로부터 열 우물(5100)로 전달되고, 감지 프로브(6000)의 팁(6002)으로 추가로 전달된다. 열 에너지는 그 다음에 열 센서(6014)로 전도된다. 열 센서(6014)는 열 센서(6014)의 피드백을 기초로 하여 관심 매체의 온도를 결정할 수 있는 장비와 리드(6016)를 거쳐 연결된다. 전도도 감지가 또한 요구되는 실시예에서, 리드(6018)는 관심 매체의 전도도를 결정할 수 있는 장비와 연결된다. 관심 매체의 전도도를 결정하는 것과 관련하여, 리드(6018)에 추가로, (도시되지 않은) 제2 전기 리드/접촉부가 또한 사용될 것이다. 제2 리드는 도 40에 도시된 것과 같은 제2 센서 장치 또는 대체예에서 도 40에 도시된 센서 장치와 반드시 동일할 필요는 없지만 그 대신에 전기 접촉부를 포함하는 관심 매체의 커패시턴스를 감지할 수 있는 임의의 프로브 또는 장치인 제2 프로브일 수 있다.

[0107] 한외 필터 및 투석기는 오염물, 감염 조직, 병원체, 발열원, 잔해물 등의 제거를 위한 추가의 선별 방법을 제공할 수 있다. 따라서, 임의의 오염물이 환자의 혈액에 도달되기 전에 한외 필터 및 투석기의 양쪽 모두에 통과되어야 할 것이다. 한외 필터 또는 투석기 중 어느 한쪽이 완전히 실패하는 경우에도, 다른 한쪽이 여전히 투석물 소독 상태를 유지할 수 있고, 오염물이 환자의 혈액에 도달되는 것을 방지할 수 있다.

[0108] 안내 회로(142)는 또한 균형 회로로부터 나오는 사용된 투석물을 배출부로 예컨대 노폐물 라인(39)을 통해 배출부(31)로 이동시킬 수 있다. 배출부는 예컨대 도시 배수구 또는 적절하게 폐기될 노폐물(예컨대, 사용된 투석

물)을 수용하는 별개의 용기일 수 있다. 일부 경우에, 1개 이상의 체크 또는 "일-방향" 밸브[예컨대, 체크 밸브(215, 216)]가 안내 회로(142)로부터 그리고 시스템(5)으로부터의 노폐물의 유동을 제어하는 데 사용될 수 있다. 또한, 어떤 경우에, 혈액 누설 센서[예컨대, 센서(258)]가 혈액이 투석물 유동 경로 내로 투석기(14)를 통해 누설 중인지를 결정하는 데 사용될 수 있다. 추가로, 액체 센서가 임의의 유체 도관으로부터의 혈액 또는 투석물 중 어느 한쪽 또는 양쪽 모두의 누설을 표시하도록 혈액 투석 유닛의 하부에서의 수집 팬 내에 위치될 수 있다.

[0109] 안내 회로(142)는 급수부(30)로부터 예컨대 백 등의 물의 용기로부터 및/또는 물을 생성할 수 있는 장치 예컨대 역삼투 장치로부터 물을 수용할 수 있다. 일부 경우에, 시스템 내로 진입된 물은 예컨대 어떤 수치 아래의 이온 농도를 갖는 특정 순도로 설정된다. 안내 회로(142) 내로 진입된 물은 다양한 위치에 예컨대 새로운 투석물을 생성하는 혼합 회로(25)에 및/또는 노폐물 라인(39)에 통과될 수 있다. 일부 경우에, 배출부(31) 그리고 다양한 재순환 라인으로의 밸브가 개방되고, 도관(67)은 물이 시스템 주위에서 연속적으로 유동될 수 있도록 안내 회로(142)와 혈액 유동 회로(141) 사이에 연결될 수 있다. 히터(72)가 또한 작동되면, 시스템을 통과한 물이 예컨대 시스템을 살균할 정도로 충분한 온도까지 연속적으로 가열될 것이다.

[0110] 도 6은 도 2의 예시적 실시예에서의 혼합 회로(25)의 근접도이다. 안내 회로(142)로부터의 물이 펌프(180)의 작용으로 인해 혼합 회로(25) 내로 유동된다. 이러한 실시예에서, 펌프(180)는 위에서 설명된 것들과 유사한 1개 이상의 포드 펌프를 포함한다. 일부 실시예에서, 일부의 물이 혼합 회로(25)를 통해 예컨대 바이카보네이트 등의 시약(28)을 운반하는 데 사용하기 위해 시약 성분(49)으로 안내된다. 일부 실시예에서, 소듐 클로라이드 및/또는 소듐 바이카보네이트(28)가 분말 또는 입자 형태로 제공될 수 있고, 펌프(180)에 의해 제공된 물과 혼합된다. 바이카보네이트 공급원(28)으로부터의 바이카보네이트는 안내 회로(142)로부터 물을 또한 수용하는 혼합 라인(186)으로 바이카보네이트 펌프(183)를 거쳐 분배된다. (액체 형태로 있을 수 있는) 산 공급원(29)으로부터의 산이 또한 산 펌프(184)를 거쳐 혼합 라인(186)으로 펌핑된다. 성분(49)(물, 바이카보네이트, 산, NaCl 등)은 투석물을 생성하도록 혼합 챔버(189) 내에서 혼합되며, 이러한 투석물은 그 다음에 혼합 회로(25)로부터 안내 회로(142)로 유동된다. 전도도 센서(178, 179)는 각각의 성분이 혼합 라인에 추가됨에 따라 적절한 농도로 추가되는 것을 보증하도록 혼합 라인(186)을 따라 위치된다. 물 펌프(180) 및/또는 다른 펌프에 의해 분배된 체적은 전도도 측정치와 직접적으로 관련되므로, 체적 측정은 생성되는 투석물의 조성에 대한 대조-검토로서 사용될 수 있다. 이것은 전도도 측정치가 치료 중에 부정확하게 되더라도 투석물 조성이 안전하게 유지되는 것을 보증할 수 있다.

[0111] 도 7은 본 발명의 다양한 태양을 실시하는 혈액 투석 시스템(5)의 사시도이다. 본 발명의 하나의 태양에 따르면, 시스템(5)은 결합된 상태로 도시되어 있는 투석 유닛(51) 및 동력 유닛 모듈(52)을 포함한다. 이러한 실시예에서, 투석 유닛(51)은 투석기 등의 혈액 투석을 수행하는 적절한 부품, 투석기를 통해 혈액을 순환시키는 1개 이상의 펌프, 투석물 공급원 그리고 투석기를 통해 혈액을 순환시키는 1개 이상의 펌프를 수용하는 하우징을 갖는다. 예컨대, 투석 유닛(51)은 위에서 설명된 것과 같이 혼합 회로(25), 혈액 유동 회로(141), 균형 회로(143) 및 안내 회로(142)를 포함할 수 있다. 투석 유닛(51)은 시스템(5)의 동작을 위해 필요한 모든 혈액 회로 연결부 그리고 투석물 유체 연결부를 또한 포함할 수 있다. 환자 접근부 그리고 다른 연결부가 투석 유닛(51) 하우징의 전방측에서 핸들(54)을 통해 나란한 수직 도어(53)를 개방함으로써 노출될 수 있다. 이러한 실시예에서, 투석 유닛(51)은 사용자가 투석 유닛(51)의 동작을 제어하는 데 사용할 수 있는 (이러한 실시예에서 가요성 케이블에 의해 하우징에 부착되는) 제어 인터페이스(55)를 포함한다. 제어 인터페이스(55)는 디스플레이 스크린을 포함할 수 있으며, 터치 감지 오버레이가 터치 제어 그리고 스크린 상에 제공된 그래픽 유저 인터페이스와의 상호 작용을 가능케 한다. 제어 인터페이스(55)는 압박 버튼, 스피커, 음성 명령을 수용하는 마이크로폰, 디지털 카메라 등의 다른 특징부를 또한 포함할 수 있다. 제어 인터페이스(55)의 후방측은 제어 인터페이스(55)가 투석 유닛(51) 하우징의 상부 상에 위치되게 하는 (도시되지 않은 후퇴 가능한 "받침다리(kick stand)"를 포함할 수 있다. 후퇴 가능한 "받침다리"의 전개는 디스플레이 스크린의 적절한 관찰을 가능케 하도록 제어 인터페이스(55) 수직에 가까운 위치로 위치되게 한다.

[0112] 동력 유닛(52) 하우징은 투석 유닛(51)에 동작 동력을 제공하는 예컨대 투석 유닛(51)의 펌프, 밸브 그리고 다른 부품에 동력을 공급하는 공압 압력/진공을 제공하는 적절한 부품을 수용할 수 있다. 여기에서 사용된 것과 같은 "공압"은 가요성 다이어프램 또는 다른 부재를 이동시키기 위한 공기 또는 다른 가스의 사용을 의미한다. [공기가 단지 예로서 사용되고, 다른 실시예에서, 질소(N_2), CO_2, 물, 오일 등의 다른 제어 유체가 사용될 수 있다는 것이 주목되어야 한다.] 위에서 논의된 것과 같이, 투석 유닛(51)의 펌프 및 밸브는 공압 동력으로 동작될 수 있고, 그에 따라 동력 유닛(52)은 투석 유닛(51)에 의한 사용을 위해 1개 이상의 공압 공급원을 제공할

수 있다. 이러한 방식으로, 투석 유닛(51)은 반드시 필요한 공압 동력을 발생 및/또는 저장하도록 배열되어야 할 필요는 없지만, 대신에 동력 유닛 모듈(52)에 의존할 수 있다. 동력 유닛(52)은 요구된 공기 압력 및/또는 진공을 발생시키는 1개 이상의 공압 펌프 그리고 공압 동력을 저장하는 1개 이상의 축적기 또는 다른 장치, 밸브, 도관 및/또는 동력 유닛(52) 내의 공압 동력의 흐름을 제어하는 다른 장치뿐만 아니라 또한 프로그래밍된 범용 데이터 프로세서, 메모리, (예컨대, 압력, 온도 등을 검출하는) 센서, 릴레이, 작동기 등의 적절한 부품을 갖는 제어기를 포함할 수 있다.

[0113] 하나의 실시예에서, 공압 동력(예컨대, 적절한 압력/진공 하의 공기)은 1개 이상의 공급 탱크 또는 다른 압력 공급원을 거쳐 투석 유닛(51)으로 동력 유닛(52)에 의해 공급될 수 있다. 예컨대, 2개의 탱크가 동력 유닛(52)에서 사용되면, 1개의 공급 탱크가 양압 저장조일 수 있고, 하나의 실시예에서, 750 ㎜Hg(게이지 압력)(1 ㎜Hg는 약 133.3 Pa)의 설정점을 갖는다. 다른 하나의 공급 탱크는 진공 또는 음압 저장조일 수 있고, 하나의 실시예에서, -450 ㎜Hg(게이지 압력)의 설정점을 갖는다. 이러한 압력 차이는 예컨대 포드 펌프에 대한 가변 밸브의 정확한 제어를 가능케 하도록 공급 탱크와 요구된 포드 펌프 압력 사이에서 사용될 수 있다. 공급 압력 한계는 가변 밸브의 제어를 위해 압력 차이를 충분히 제공하도록 환자 혈액 유동 펌프 + 약간의 마진을 위해 설정될 수 있는 최대 압력을 기초로 하여 설정될 수 있다. 이와 같이, 일부 경우에, 2개의 탱크가 모든 투석 유닛(51) 기능을 위해 압력 및 제어 유체를 공급하는 데 사용될 수 있다.

[0114] 하나의 실시예에서, 동력 유닛(52)은 공급 탱크를 담당하는 2개의 독립형 압축기를 포함할 수 있다. 탱크 내의 압력은 실시예에 따라 임의의 적절한 기술을 사용하여 예컨대 간단한 "뱅뱅(bang-bang)" 제어기(2개의 상태 즉 온 또는 개방 상태 그리고 오프 또는 폐쇄 상태로 존재하는 제어기)로써 또는 더 복잡한 제어 기구로써 제어될 수 있다. 뱅뱅 제어기의 예로서, 양압 탱크에 대해, 실제의 압력이 설정점보다 작으면, 양압 탱크를 담당하는 압축기가 턴온된다. 실제의 압력이 설정점보다 크면, 양압 탱크를 담당하는 압축기가 턴오프된다. 동일한 로직은 설정점의 부호가 역전된다는 점을 제외하면 진공 탱크 그리고 진공 압축기의 제어에 적용될 수 있다. 압력 탱크가 조절 중이지 않으면, 압축기가 턴오프되고, 밸브가 폐쇄된다.

[0115] 압력 탱크의 더 엄격한 제어는 이력 밴드의 크기를 감소시킴으로써 성취될 수 있지만, 이것은 압축기의 더 높은 사이클링 빈도를 초래할 수 있다. 이들 저장조의 매우 엄격한 제어가 요구되면, 뱅뱅 제어기가 비례-적분-미분("PID": proportional-integral-derivative) 제어기로써 그리고 압축기 상에 펄스 폭 변조("PWM": pulse width modulation) 신호를 사용하여 대체될 수 있다. 다른 제어 방법이 또한 가능하다.

[0116] 다른 압력 공급원이 다른 실시예에서 사용될 수 있고, 일부 경우에, 1개 초과의 양압 공급원 및/또는 1개 초과의 음압 공급원이 사용될 수 있다. 예컨대, 누설을 최소화하는 데 사용될 수 있는 상이한 양압(예컨대, 1000 ㎜Hg 및 700 ㎜Hg)를 제공하는 1개 초과의 양압 공급원이 사용될 수 있다. 예컨대, 높은 양압이 밸브를 제어하는 데 사용될 수 있고, 반면에 더 낮은 양압이 펌프를 제어하는 데 사용될 수 있다. 이것은 투석기로 또는 환자로 잠재적으로 보내질 수 있는 압력의 크기를 제한하고, 펌프의 작동이 인접한 밸브에 인가된 압력을 극복하는 것을 방지하는 것을 돕는다. 음압의 비-제한적인 예는 -400 ㎜Hg이다. 일부 경우에, 음압 공급원은 진공 펌프일 수 있고, 반면에 양압 펌프는 공기 압축기일 수 있다.

[0117] 더욱이, 동력 유닛(52)은 예컨대 상이한 동력 유닛(52)이 교환되게 하도록 투석 유닛(51)에 선택적으로 연결될 수 있다. 예컨대, 투석 유닛(51)은 공압 동력 공급을 발생시키기 위해 전력을 사용하는 동력 유닛(52)뿐만 아니라 또한 저장된 공압 동력(예컨대, 1개 이상의 고압 탱크 내에 저장된 가압 공기)을 사용하는 동력 유닛(52) 등의 상이한 형태의 동력 유닛(52)으로써 동작하도록 배열될 수 있다. 이와 같이, 동력 유닛(52)은 고장 또는 다른 요건의 경우에 또 다른 유닛(52)으로 교환될 수 있다. 예컨대, 이웃 주민이 수면 중인 때 등의 소음 발생이 허용되지 않는 영역에서 시스템(5)을 사용하는 것이 요구될 수 있다. 이러한 경우에, 펌프 또는 다른 소음 발생 장비를 가동함으로써 공압 동력을 발생시키는 유닛(52) 대신에 저장된 공압 동력을 사용하는 동력 유닛(52)을 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 도 8에 도시된 것과 같이, 동력 유닛(52)은 핸들(521)을 조작함으로써 투석 유닛(51)으로부터 연결 해제될 수 있다. 예컨대, 핸들(521)의 회전은 투석 유닛(51)으로부터 동력 유닛(52)을 로킹 해제할 수 있고, 그에 의해 하우징들 사이의 기계적 연결뿐만 아니라 또한 이들 2개 사이의 동력 및/또는 통신 연결을 결합 해제한다. 투석 유닛(51)과 동력 유닛(52) 사이의 (도시되지 않은) 인터페이스는 이들 유닛이 전력, 제어 통신 등뿐만 아니라 또한 [동력 유닛(52)으로부터 투석 유닛(51)으로의] 공압 동력을 교환하게 할 수 있다. 투석 유닛(51)은 전력(예컨대, 대부분의 가정 전력 출구에서 찾아볼 수 있는 표준형 115 V, 15 A 전력)을 위한 연결 지점, (이더넷 또는 통신을 위해 적절한 임의의 다른 적절한 연결 등의) 외부 통신부, 급수부 등을 가질 수 있다. 투석 유닛(51)은 요구에 따라 동력 유닛(52)에 전력 또는 다른 연결부를 제공

할 수 있다.

[0118] 투석 유닛(51)은 시스템(5)의 다양한 부품을 위한 제어 유체의 유동을 제어할 뿐만 아니라 또한 다른 요구된 기능을 수행하는 제어기를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 유체는 다양한 튜브 또는 도관 내에 상이한 압력으로 보유될 수 있다. 예컨대, 일부의 제어 유체가 (즉, 대기압보다 높은) 양압으로 보유될 수 있고, 반면에 일부의 제어 유체는 (대기압보다 낮은) 음압으로 보유될 수 있다. 추가로, 어떤 실시예에서, 제어기는 다양한 액체 회로로부터 분리된 상태로 유지되는 부품을 가질 수 있다. 이러한 구성은 여러 장점을 갖는다. 예컨대, 하나의 실시예에서, 투석 유닛(51) 내의 액체 회로는 살균 온도까지 가열될 수 있고 그리고/또는 살균을 수행하기 위해 비교적 높은 온도 또는 다른 가혹한 조건(예컨대, 방사선)에 노출될 수 있는 반면에, 제어기의 전자 부품은 이러한 가혹한 조건에 노출되지 않을 수 있고, 심지어 격리 벽(예컨대, "방화벽") 등에 의해 분리된 상태로 유지될 수 있다. 즉, 투석 유닛 하우징은 2개 이상의 구획부 예컨대 열 또는 다른 조건에 민감할 수 있는 전자 장치 및 다른 부품을 갖는 하나의 구획부 그리고 가열되거나 그렇지 않으면 살균을 위해 처리되는 액체 회로 부품을 갖는 또 다른 구획부를 가질 수 있다.

[0119] 이와 같이, 일부 실시예에서, 시스템(5)은 (가열되지 않는) "저온" 섹션 그리고 그 일부가 예컨대 살균 목적을 위해 가열될 수 있는 "고온" 섹션을 포함할 수 있다. 저온 섹션은 단열재를 통해 고온 섹션으로부터 격리될 수 있다. 하나의 실시예에서, 단열재는 성형 폼 단열재일 수 있지만, 다른 실시예에서, 스프레이 단열재, 공기 공간, 시트로부터 절단된 단열재 등을 포함하지만 이들에 제한되지 않는 임의의 형태의 단열재일 수 있다. 하나의 실시예에서, 저온 섹션은 순환 시스템 예컨대 공기가 저온 박스에 대해 유동되게 하는 팬 및/또는 그리드를 포함한다. 일부 경우에, 단열재는 "고온" 섹션 예컨대 도어, 포트, 개스킷 등으로의 접근 지점을 덮도록 연장될 수 있다. 예컨대, "고온" 섹션이 밀봉될 때에, 단열재가 일부 경우에 "고온" 섹션을 완전히 포위할 수 있다.

[0120] "저온" 섹션 내에 존재할 수 있는 부품의 비-제한적인 예는 전원, 전자 장치, 전력 케이블, 공압 제어부 등을 포함한다. 일부 경우에, "고온" 섹션에 대해 이동되는 적어도 일부의 유체가 "저온" 섹션을 통과할 수 있지만, 다른 경우에, 유체는 "저온" 섹션을 통과하지 않는 상태로 "고온" 섹션에 통과될 수 있다.

[0121] "고온" 섹션 내에 존재할 수 있는 부품의 비-제한적인 예는 (존재하면) 카세트, 유체 라인, 온도 및 전도도 센서, 혈액 누설 센서, 히터, 다른 센서, 스위치, 비상 조명 등을 포함한다. 일부 경우에, 일부 전기 부품이 또한 "고온" 섹션 내에 포함될 수 있다. 이들은 히터를 포함하지만 이것에 제한되지 않는다. 하나의 실시예에서, 히터는 유체에 추가하여 고온 박스 자체를 가열하는 데 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 히터(72)는 요구된 온도에 도달되도록 전체의 "고온" 섹션을 가열한다.

[0122] 본 발명의 하나의 태양에 따르면, 투석 유닛(51) 하우징은 혈액 유동 회로를 위한 모든 기계 인터페이스 지점 그리고 투석물 회로를 위한 연결부 즉 투석 유닛(51)을 사용하기 위해 사용자에 의해 접근되어야 하는 환자 혈액 연결부 및 산/카보네이트 연결부를 위한 모든 연결 지점을 노출시키도록 개방될 수 있는 수직의 나란한 도어를 포함할 수 있다. 도 9는 수직의 나란한 도어(53)가 폐쇄 상태에 있는 투석 유닛(51)의 정면도이다. 이러한 배열에서, 도어(53)는 환자 혈액 연결 및 산/바이카보네이트 연결을 위한 연결 지점으로의 접근을 차단할 뿐만 아니라 또한 살균을 위해 적절한 열 보유를 가능케 하도록 유닛 하우징의 내부를 밀봉할 수 있다. 도어(53)에 의해 제공되는 밀봉부는 기밀식일 수 있고, 그에 의해 하우징 내부와 외부 환경 사이의 임의의 공기 교환을 방지하거나 실질적으로 임의의 공기 교환에 저항하거나, 약간 작은 양이지만 여전히 살균을 가능케 한다.

[0123] 이러한 실시예에서, 도어(53)는 도어(53)가 2개의 상이한 개방 상태로 개방될 수 있도록 이중 힌지 장치에 의해 투석 유닛(51) 하우징에 연결된다. 도 10 내지 도 13은 제1 개방 상태에서의 도어(53)를 도시하고 있다. 이러한 상태에서, 도어(53)는 혈액 회로 연결을 위한, 투석기(14) 자체를 포함하는 투석기 회로를 위한 그리고 소비성 산/바이카보네이트 물질 등의 시약 물질을 위한 모든 사용자-접근용 연결부를 노출시킨다. 이러한 위치는 (도시되지 않은) 산/바이카보네이트 용기를 위한 홀더(531) 그리고 제어 인터페이스(55) 등의 임의의 적절한 부품을 보유하는 데 사용될 수 있는 후크(532) 등의 여러 개의 다른 특징부를 또한 노출시키며, 이러한 제어 인터페이스(55)는 1개 후크(532) 상의 그 핸들에 의해 현수될 수 있다. [제어 인터페이스(55) 또는 다른 부품을 수용하도록 절첩될 수 있는 좌측 도어(53)의 전방 상의 후크(532)를 도시하는 도 7을 또한 참조하기 바란다.] 이러한 실시예에서의 홀더(531)는 도어(53)로부터 수평으로 연장되도록 도면에 도시된 이들의 위치로부터 아래로 절첩될 수 있다[즉, 도어(53) 내의 리세스 위로 그리고 그 내로 절첩될 수 있다]. 홀더(531)는 산/바이카보네이트 용기를 수용 및 보유하도록 된 "C자" 형상의 수용 섹션을 갖지만, 물론 성형될 수 있거나 그렇지 않으면 임의의 적절한 방식으로 배열될 수 있다.

[0124] 도 14 내지 도 16은 각각의 도어(53)를 위한 힌지 판(533)이 투석 유닛 하우징(51)의 외향으로 떨어져 피벗되는 제2 개방 상태에서의 도어(53)를 도시하고 있다. 이러한 실시예에서 투석 유닛 하우징(51)의 거의 전체 높이를 따라 수직으로 연장되는 힌지 판(533)은 제1 외부 단부에서 도어(53)에 피벗식으로 부착되고, 투석 유닛 하우징(51)에 제2 내부 단부에서 피벗식으로 부착된다. [물론, 힌지 판(533)은 상이하게 예컨대 다수개의 냉장고 도어 배열에서 찾아볼 수 있는 것과 같이 도어(53)의 상부 및 하부에 배열 및/또는 위치될 수 있고, 각각의 판(533)은 서로로부터 수직으로 분리되는 2개 이상의 부분을 포함할 수 있다는 것이 이해되어야 한다.] 힌지 판(533)에 부착되는 자석(534)은 투석 유닛 하우징(51)을 향해 힌지 판(533)을 견인하도록 투석 유닛 하우징(51)에 부착되는 대응하는 자석(또는 강철 요소 등의 다른 적절한 부품)과 상호 작용할 수 있으며, 그에 의해, 도 10 내지 도 13에 도시된 위치에 힌지 판(533)을 유지하는 경향이 있다. [물론, 자석(534)은 유닛 하우징(51) 상에 위치되고, 힌지 판(533)은 자석(534)에 부착되는 (강철의 단편 등의) 적절한 요소를 가질 수 있다.] 이러한 실시예에서의 도어(53)는 도 10 내지 도 13에 도시된 것과 같이 도어(53)가 제1 상태로 개방되고, 자석은 힌지 판(533)에 대해 개방 상태로 도어(53)를 유지하는 것을 돕도록 힌지 판(533) 내의 대응하는 자석과 상호 작용하도록, 힌지 판(533) 부근에 부착된 자석을 더 포함한다. 이들 자석은 힌지 판(533)이 도 13 내지 도 16에 도시된 제2 상태로 개방될 때에 도어(53) 및 힌지 판(533)의 상대 위치를 유지하는 것을 또한 도울 것이다.

[0125] 자석은 도어(53) 및/또는 힌지 판(533)이 특정한 개방 또는 폐쇄 상태에서 체류하는 것을 돕도록 보유 부재의 일부로서 이러한 예시 실시예에서 사용되지만, 보유 부재를 위한 다른 배열이 가능하다. 예컨대, 도어(53)와 힌지 판(533) 사이의 힌지 연결부 및/또는 힌지 판(533)과 하우징(51) 사이의 연결부는 다른 부품(각각, 힌지 판 또는 하우징)에 대한 특정한 위치에서 도어(53) 또는 힌지 판(533)을 탄성 적으로 보유하는 역할을 하는 디텐트 배열(detent arrangement)을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 1개 이상의 스프링이 힌지 판(533)에 대한 개방 위치에서 도어(53)를 유지하는 것을 돕는 데 사용될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 힌지 판(533)은 (하우징에 인접한) 폐쇄 위치에서 힌지 판(533)을 유지하는 경향이 있는 하우징(51)의 일부와 마찰 또는 죔쇠 끼움을 가질 수 있다. 따라서, 그 힌지 판(533)에 대한 특정한 위치에서 도어(53)를 유지하는 것을 돕도록 및/또는 하우징(51)에 대한 특정한 위치에서 힌지 판(533)을 유지하는 것을 돕도록 기능하는 보유 부재가 다수개의 가능한 배열들 중 임의의 배열을 취할 수 있다.

[0126] 본 발명의 또 다른 태양에 따르면, 투석 유닛 하우징에 대한 도어의 개방이 시스템(5)의 동작을 위해 필요한 혈액 회로 연결 및 투석물 유체 연결을 위한 모든 사용자-접근용 연결부를 노출시킬 수 있다. 예컨대, 도 17에 도시된 것과 같이, 도어(53)가 개방 위치(제1 또는 제2 개방 상태 중 어느 한쪽)에 있는 상태에서, 투석 유닛(51)의 전방 패널(511)이 노출될 수 있다. 이러한 실시예에서, 전방 패널(511)은 사용자에 의해 접근되어야 하는 여러 개의 부품 또는 연결 지점을 보유한다. 예컨대, 주기적으로 교체되어야 하는 투석기(14)는 전방 패널(511)에 장착된다. 투석기(14)는 혈액 유동 회로(141)뿐만 아니라 또한 균형 회로(143)에 연결되어야 한다. 또한, 산/바이카보네이트 공급원(49)을 위한 연결 지점(512)이 전방 패널(511)의 하부 단부에 위치된다. 사용자가 투석물을 형성할 때에 투석 유닛(51)에 의해 사용되는 소비성 시약 성분(49)의 공급원을 연결할 수 있는 곳이 이러한 연결 지점(512)이다. 차단기(513)가 또한 전방 패널(511) 상에 장착된다. 차단기(513)는 혈액 유동 회로의 튜브를 수용하고, 시스템 동작을 기초로 하여 튜브의 개방/폐쇄 상태를 제어한다. 요컨대, 차단기(513)는 누설, 펌프 고장, 과도한 압력 상태 등의 시스템 문제가 없다면 혈액 유동 회로의 동맥 및 정맥 라인을 통한 유동을 허용한다. 이러한 경우에, 차단기(513)는 환자에 대한 모든 유동을 방지하도록 혈액 라인을 자동적으로 폐쇄한다. 도 41에 도시된 것과 같이, 차단기(10)는 기부(16) 그리고 튜브를 수용하는 경로(18)를 포함한다. 이러한 도면에 도시된 것과 같이, 경로(18)는 튜브를 수용하도록 성형된 기부(16) 내의 오목부이다. 그러나, 다른 실시예에서, 경로(18)는 다른 방식으로 예컨대 기부(16)의 표면 상의 1개 이상의 리지, 기부(16)의 표면 상의 체결구, 루프 또는 링 등에 의해 기부(16) 상에 형성될 수 있다. 추가로, 경로(18)는 이러한 도면에서 실질적으로 직선형으로서 도시되어 있지만, 다른 실시예에서, 경로(18)는 어떤 방식으로 곡선형일 수 있다. 일부 경우에, 경로는 보유하도록 설계되는 튜브보다 약간 작도록 설계될 수 있고, 그에 의해 튜브가 경로 내에 적절하게 위치되기 위해서는 튜브의 변형 및/또는 약간의 힘을 요구한다.

[0127] 튜브는 예컨대 차단 요소(24)가 튜브 내로 압박될 때에 튜브가 적어도 부분적으로 절첩될 수 있도록 굽힘 가능하거나 가요성일 수 있다. 예컨대, 튜브는 실리콘, 나일론, 고무, 폴리비닐 클로라이드, 폴리우레탄, 폴리에틸렌 등의 재료로부터 형성될 수 있다. 일부 경우에, 튜브는 생체 적합성이다. 튜브는 예컨대 투석기 또는 다른 의료 주입 시스템의 일부로서의 대상에 대해 혈액 또는 다른 물질을 운반하는 데 사용된다.

[0128] 기부(16) 상에는 피벗(22)에 대해 회전 이동 가능한 차단 부재(20)가 위치된다. 차단 부재는 피벗 주위에서 완전히 회전될 수 있거나, 일부 경우에, 차단 부재는 피벗(22) 주위에서 부분적으로만 회전될 수 있다. 피벗(2

2)은 기부(16)에 대해 고정될 수 있다. 예컨대, 피벗(22)은 나사 또는 로드, 또는 기부(16)에 부착되는 유사한 구조물일 수 있다. 차단 부재(20)는 피벗(22) 주위에서 회전될 때에 차단 요소(24)가 경로(18) 내로 진입되어 경로(18)를 적어도 부분적으로 차단하도록 구성될 수 있다. 이와 같이, 경로(18) 내에 수용되는 튜브 내에서 유동되는 유체가 차단 요소(24)를 지나 유동되는 것이 부분적으로 또는 완전히 억제될 수 있다. 그러나, 차단 부재(20)가 제2 위치에 있을 때에, 차단 요소(24)가 경로(18) 내로 진입되지 않고, 그에 따라 경로(18) 내의 튜브 내에 수용된 유체가 차단 요소(24)에 의해 차단되지 않는다.

[0129] 여기에서 도시된 것과 같이, 차단 부재(20)는 2개의 위치 중 하나의 위치에 있을 수 있다. 그러나, 일부 경우에, 차단 부재는 2개 초과의 위치에 위치될 수 있다. 예컨대, 차단 부재(20)는 각각이 경로(18) 및/또는 기부(16) 내에 존재하는 다른 경로 내로 진입되거나 경로(18) 및/또는 기부(16) 내에 존재하는 다른 경로를 적어도 부분적으로 차단할 수 있는 1개 초과의 차단 요소를 포함할 수 있거나, 차단 부재(20)는 그 중 일부가 차단 요소(24)가 다양한 각도로 경로(18) 내에 존재하게 할 수 있는 상이한 위치에 위치되도록 구성될 수 있고, 그에 의해 가변 정도로 유체 유동의 차단을 유발시킨다. 차단 요소(24)는 차단 요소(24)가 경로 내로 진입되거나 경로를 적어도 부분적으로 차단할 때에 경로(18) 내에 수용된 튜브 내에서의 유체의 유동을 적어도 부분적으로 봉쇄 또는 차단하는 데 적절한 임의의 형상을 가질 수 있다. 도 41에 도시된 것과 같이, 차단 요소(24)는 경로(18) 내로 진입되는 반원통형 형상의 부분을 포함한다. 그러나, 구, 웨지, 블록, 로드 등의 다른 형상이 또한 사용될 수 있다.

[0130] 전방 패널(511) 상에는 안내 회로(142)와 혈액 유동 회로(141)의 동맥 및 정맥 라인(203, 204)을 연결하는 혈액 라인 연결 지점(514)이 또한 노출된다[도 2 및 도 3을 참조하여 위에서 설명된 것과 같이, 혈액 유동 회로(141)는 안내 회로(142)에 연결될 수 있다]. 이러한 연결부는 통상적으로 시스템이 혈액 유동 회로(141)를 세정 및 살균하게 하도록 치료의 종료 시에 수행된다. 전방 패널(511)은 혈액 유동 회로(141)의 혈액 펌프 부분 상의 대응하는 제어 포트와 맞물리는 한 세트의 제어 포트(515)를 또한 갖는다. 제어 포트(515)는 밸브의 개방/폐쇄 상태를 제어하고 혈액 유동 회로(141)의 펌프에 동력을 공급하도록 제어된 수준의 공기 압력 및/또는 진공을 제공한다.

[0131] 전방 패널(511) 상에는 사용자 제어 패널(510)이 또한 노출된다. 사용자 제어 패널(510)은 사용자가 제어 인터페이스(55) 상의 그래픽 유저 인터페이스를 우회하게 하는 1개 이상의 버튼을 포함하고, 그에 의해 혈액 투석 중에 특정 기능(예컨대, 중요한 기능)을 제어하는 대체 방법을 제공한다. 이것은 예컨대 제어 인터페이스(55)가 투석 치료 세션 중에 고장난 적이 있으면 중요할 수 있다. 중요한 기능의 비-제한적인 예는 "투석 정지 " 또는 "투석 중단" 명령 그리고 "투석물 용액 주입" 명령을 포함할 수 있다.

[0132] 도 17은 이러한 실시예에서 그리고 본 발명의 또 다른 태양에 따르면 혈액 유동 회로(141)가 투석 유닛(51)의 전방 패널(511)로부터 제거 가능한 혈액 회로 조립체로서 형성되며 혈액 회로 조립체가 도 17에서의 전방 패널(511) 상에 장착되지 않기 때문에 혈액 유동 회로(141)를 위한 동맥 및 정맥 라인(203, 204)을 도시하지 하고 있다. 도 18은 투석기(14)와 함께 도시된 이러한 실시예에서의 혈액 회로 조립체(17)의 정면도이다. 혈액 회로 조립체(17)는 혈액 회로 수납 트레이(171)에 장착되는 예컨대 도 3을 참조하여 위에서 논의된 다양한 부품을 포함한다. (예컨대, 소정 길이의 가요성 실리콘 튜브를 포함하는) 동맥 및 정맥 라인(203, 204)은 본 발명의 하나의 태양에서 혈액 라인 연결 지점(514)과 압입 연결(plug-in or press-in connection)을 제공할 뿐만 아니라 또한 표준형 환자 접근 지점(예컨대, 루어 형태의 환자 접근 커넥터)과 사용되는 나사-형태의 연결을 제공하도록 배열되는 혈액 라인 커넥터에서 종료된다. 동맥 라인(203)은 2개의 포드 펌프(23), 밸브 그리고 혈액 유동을 제어하는 다른 부품을 포함하는 혈액 펌프(13)의 상부에서의 입구로 이어진다. 공기 필터(81), (도시되지 않은) 항응고제 펌프(80) 및 (헤파린 바이얼 등의) 항응고제 공급부(11)가 혈액 펌프(13)와 관련된다.

[0133] 혈액 펌프 카세트(1200)의 예시 실시예가 도 42에 도시되어 있다. 헤파린 등의 의약의 공급원 용기(1202)가 공급원 용기(1202)의 상부의 스토퍼를 관통하는 (도시되지 않은) 중공 스파이크를 갖는 용기 부착부(1206) 상에 뒤집힌 상태로 위치된다. 공기 필터(1204)가 공기 배기부(906)를 덮으며, 이러한 공기 배기부(906)의 내부측 부분(900)은 도 43에 도시되어 있다. 도 43은 혈액 펌프 카세트(1200)의 상부 커버의 내부측 상의 공급원 용기(1202)를 위한 계량 펌프 유체 경로를 도시하고 있다. 공기 배기부(906)는 [도 44에서의 혈액 펌프 카세트(1200)의 중간-판 부분(1000) 내에 도시된] 계량 펌프(830) 내로 공기를 인출한다. 제2 포트(902)가 스파이크/공급원 용기로 공기를 압박하고, 또한 공급원 용기(1202)로부터 액체를 인출하고, 이러한 액체는 그 다음에 혈액 펌프 카세트(1200)의 혈액 유동 경로 내로 진입되는 지점(826)에서 유체 라인으로 계량 펌프(830)에 의해 압박된다. 밸브(832, 834, 836)는 적절한 순서의 공급원 용기(1202)로부터의 유체 인출 그리고 카세트의 혈액 경로 내로의 주입이 일어나고 후속적으로 용기 내의 압력 균등화의 목적을 위해 공기 배기부(906)로부터 공급원

용기(1202) 내로의 주기적인 공기 주입이 수행되는 것을 보증하도록 적절한 순서로 작동된다.

[0134] 혈액 펌프(13)[출구는 펌프(13)의 하부에 위치됨]로부터 출력된 혈액은 [투석기(14)의 상부에서의] 투석기(14)의 입구로 그리고 투석기[투석기 혈액 출구는 투석기(14)의 하부에 위치됨]로부터 공기 트랩(19)의 입구로 유동된다. 공기 트랩(19)의 출구는 정맥 혈액 라인(204)에 연결된다. 투석기(14)의 입구 및 출구 혈액 포트로의 연결은 전형적인 나사-형태의 연결부로써 수행된다.

[0135] 본 발명의 또 다른 태양에 따르면, 공기 트랩(19)은 혈액이 투석기로부터 배출된 후의 그리고 혈액이 환자로 복귀되기 전의 혈액 유동 경로 내에 위치된다. 하나의 실시예에서, 공기 트랩(19)은 구형 또는 회전 타원체-형상 용기(즉, 대략 구형 내부 벽을 갖는 용기)를 가질 수 있고, 상부 근처에 위치되고 용기의 수직 축으로부터 오프셋되는 그 입구 포트 그리고 용기의 하부에서의 출구를 가질 수 있다. (용기의 수직 축은 대략 구형의 용기의 상부 및 하부 "극점"을 통과하는 수직 방향으로 배열된다.) [트레이(171)를 향해 복귀되는 경우에] 입구 포트가 수직 축으로부터 오프셋된 상태로, 혈액이 용기의 수직 축에 대략 직각이고 용기의 구형 내부 벽에 대략 접선인 방향으로 용기 내로 유입된다. 이와 같이, 트랩의 내부측 벽의 곡선형 형상은 혈액이 (예컨대, 나선형 방식으로) 용기의 하부로 낙하됨에 따라 내부측 벽을 따라 순환되도록 혈액을 안내할 수 있고, 그에 의해 혈액으로부터의 공기 기포의 제거를 용이하게 한다. 투석기(14)의 출구로부터 배출된 혈액 내에 존재하는 공기는 혈액이 하부에서의 출구로부터 정맥 혈액 라인(204)으로 유동됨에 따라 공기 트랩(19)의 상부에 진입되어 용기의 상부에 남을 것이다. 트랩(19)의 상부 근처에 입구 포트를 위치시킴으로써, ["최대 속도(run-full)" 공기 트랩으로서] 용기 내에 존재하는 공기가 최소이거나 없는 상태에서 트랩을 통해 혈액을 순환시키는 것이 또한 가능하다. 트랩 내에서의 혈액의 통상의 순환을 위해 공기-혈액 인터페이스를 피할 수 있는 성능이 유리할 수 있다. 용기의 상부 또는 용기의 상부 근처에서의 입구 포트의 배치는 또한 혈액 튜브를 통한 유체의 유동을 역전시킴으로써 트랩 내에 존재하는 대부분 또는 모든 공기가 트랩으로부터 제거되게 한다[즉, 트랩(19)의 하부로부터 상부로, 그에 의해 트랩(19)의 입구 포트를 통해 배출됨].

[0136] 하나의 실시예에서, 분리형 격막 또는 멤브레인을 갖는 자체-밀봉 스토퍼 등의 자체-밀봉 포트, 또는 또 다른 장치가 트랩의 상부에 위치되고, 그에 의해 (예컨대, 주사기에 의해) 용기로부터의 공기의 인출을 가능케 한다. 자체-밀봉 멤브레인의 혈액-측 표면은 예컨대 투석물 또는 다른 세정 유체를 사용하여 공기 트랩을 통한 유동을 역전시킴으로써 살균 중에 자체-밀봉 포트의 세정을 용이하게 하도록 트랩의 내부의 상부와 거의 동일 평면 상에 위치될 수 있다. 또한, 용기의 입구, 출구 및 내부 벽 그리고 자체-밀봉 포트는 정체 영역을 실질적으로 없애도록 즉 혈액이 정체 또는 응고될 수 있는 영역이 거의 없거나 전혀 없게 하도록 배열될 수 있다. 자체-밀봉 포트는 또한 혈액 샘플링 사이트로서 역할을 할 수 있고 그리고/또는 혈액 회로 내로의 액체, 의약 또는 다른 화합물의 유입을 가능케 한다. 밀봉된 고무-형태의 스토퍼는 니들로의 접근이 예상되는 경우에 사용될 수 있다. 분리형 격막을 갖는 자체-밀봉 스토퍼의 사용은 니들이 없는 시스템을 사용하여 샘플링 및 유체 분배를 가능케 한다.

[0137] 도 19는 다양한 혈액 회로 조립체(17) 부품이 장착되지 않은 상태의 혈액 회로 조립체(17)를 위한 수납 트레이(171)를 도시하고 있다. 본 발명의 하나의 태양에 따르면, 수납 트레이(171)는 전방 패널(511)에 혈액 회로 조립체(17)를 장착/장착 해제할 때에 사용자가 파지할 수 있는 핸들(172)(이러한 실시예에서, 손가락 견인부)을 포함한다. 핸들(172)의 내향으로는 전방 패널(511) 상의 스프링 탭이 수납 트레이(171) 및/또는 혈액 펌프(13)를 통과하여 결합되고 그에 의해 전방 패널(511) 상의 소정 위치에 혈액 회로 조립체(17)를 보유하게 하는 개구(173)가 있다. 본 발명의 또 다른 태양에 따르면, 수납 트레이(171)는 각각의 C자-형상의 리세스 또는 대응하는 혈액 라인(203, 204)이 통과하는 다른 구멍을 갖는 혈액 라인 결합 부재(174)를 포함한다. (이러한 관계에서, "구멍"은 도 19에 도시된 것과 같은 리세스, 예컨대 드릴에 의해 형성될 수 있는 것과 같은 연속 벽을 갖는 관통-보어 또는 다른 적절한 개구를 포함한다.) 아래에서 더 상세하게 설명된 것과 같이, 혈액 라인 결합 부재(174)는 차단기(513) 내에 혈액 라인(203, 204)을 장착할 때에 사용된다. 요컨대, 차단기(513) 내에 혈액 라인(203, 204)을 장착할 때에, 혈액 라인(203, 204)은 차단기(513)를 위한 슬롯 내로 수평으로 압박되면서 (라인의 외경을 감소시키도록) 하향으로 견인 및 인장되어야 한다. 혈액 라인 결합 부재(174)는 혈액 라인(203, 204) 상에서의 하향 견인에 저항하도록[예컨대, 각각의 라인(203, 204)은 결합 부재(174) 내의 리세스를 통해 견인될 수 없는 각각의 결합 부재(174) 위의 정지 링을 포함할 수 있음] 그리고 또한 사용자가 결합 부재(174) 상에서 내향으로 압박되어 차단기 슬롯 내에 라인(203, 204)을 장착하게 하도록 기능한다. 결합 부재(174)는 "리빙 힌지(living hinge)" 또는 수납 트레이의 비교적 가요성의 부분이 결합 부재(174)와 수납 트레이(171)의 본체 사이에 위치되도록 수납 트레이(171)와 일체로 형성된다. 이러한 배열은 결합 부재(174)와 수납 트레이 본체 사이의 연결 부분이 굽혀짐에 따라 결합 부재(174)가 수납 트레이(171)에 대해 내향으로 압박되게 한다.

[0138] 도 20은 수납 트레이(171)가 제거된 상태의 혈액 회로 조립체(17)의 배면도이다. 이러한 도면은 제어 포트가 노출된 상태의 혈액 펌프(13) 섹션의 후방측을 도시하고 있다. 이들 제어 포트는 공압 제어부(예컨대, 적절한 공기 압력 또는 진공)가 혈액 회로 조립체(17)를 통한 이들의 동작 및 유동을 제어하게 펌프 및 밸브에 인가될 수 있도록 전방 패널(511) 상의 대응하는 포트(515)(도 17)와 맞물린다. 도 20은 또한 공기 트랩(19)의 입구 포트의 오프셋을 도시하고 있고, 즉 공기 트랩(19)의 상부에서의 입구 포트는 공기 트랩(19)의 대체로 구형의 용기 부분의 수직 축의 후방에 배열된다.

[0139] 도 21은 혈액 회로 조립체(17)가 수납 트레이(171) 없이 전방 패널(511)에 장착된 상태의 투석 유닛(51)의 전방 패널(511)의 사시도이다. [통상적으로, 혈액 회로 조립체(17)는 수납 트레이(171)를 포함하지만, 트레이(171)는 전방 패널(511)에서의 부품을 더 명확하게 도시하도록 예에서 도시되어 있지 않다.] 혈액 펌프(13) 카세트의 대향 측면들 상에서, 전방 패널(511)은 전방으로 연장되고 소정 위치에 혈액 회로 조립체(17)를 보유하도록 혈액 펌프 카세트 및/또는 수납 트레이(171)와 탄성적으로 결합되는 스프링 탭(516)을 갖는다. 탭(516)은 바브 또는 소정 위치에 혈액 회로 조립체(17)를 보유하는 것을 돕는 다른 특징부를 포함할 수 있다. 스프링 탭(516)은 혈액 회로 조립체(17) 상에서의 이들의 보유를 해제하도록 외향으로 굽혀질 수 있고, 그에 의해 그 제거를 가능케 한다. 그러나, 스프링 탭(516) 상에서의 외향력의 부재 시에, 탭(516)은 혈액 회로 조립체(17)와 결합된 상태로 남아 있을 것이다. 도 22는 혈액 회로 조립체(17)의 수납 트레이(171)가 포함된 상태의 전방 패널(511)의 정면도이다. 전방 패널(511)로부터 혈액 회로 조립체(17)를 제거하기 위해, 사용자는 핸들(172) 뒤에 검지 손가락을 위치시키고 동시에 스프링 탭(516)의 내부측[혈액 펌프(23)로부터 가장 근접한 측면] 상에 엄지를 위치시켜 외향으로 펌프(23)로부터 떨어지게 스프링 탭(516)을 굽힌다. 이것은 스프링 탭(516)이 혈액 회로 조립체(17)를 해제하게 하고, 예컨대 혈액 펌프(13) 및/또는 수납 트레이(171)로부터의 탭(516) 상의 바브의 결합 해제를 유발시킨다. 물론, 혈액 회로 조립체(17)를 제거하기 위해, 투석기(14)로의 연결부 그리고 혈액 라인 연결 지점(514)뿐만 아니라 또한 차단기(513)로부터의 라인(203, 204)을 포함하는 다른 연결부가 제거되어야 한다. 전방 패널(511)에 혈액 회로 조립체(17)를 장착할 때에, 수납 트레이(171)는 핸들(172)에서 파지될 수 있고, 예컨대 스프링 탭(516)이 개구(173)를 통과하도록 정렬되고 혈액 펌프(13) 카세트의 제어 포트가 전방 패널(511) 상의 대응하는 포트(515)와 정렬되도록 적절하게 정렬될 수 있다. 혈액 회로 조립체(17)는 그 다음에 스프링 탭(516)이 수납 트레이(171) 및/또는 혈액 펌프 카세트와 결합되도록 소정 위치로 간단하게 압박될 수 있다. 투석기(14)로의 연결, 차단기(513)와의 혈액 라인(203, 204)의 장착 등의 다른 연결이 그 다음에 수행될 수 있다.

[0140] 도 21은 또한 차단기(513) 내로 이어지도록 혈액 라인(203, 204)을 보유하는 슬롯(517)을 도시하고 있다. 슬롯(517)은 라인(203, 204)이 슬롯 내로의 배치 후에 슬롯(517) 내에 남아 있는 경향이 있도록 혈액 라인(203, 204)의 외경보다 약간 작은 채널을 형성한다. 이것은 차단기(513)와 라인의 적절한 결합을 보증하는 것을 돕는다. 혈액 회로 조립체(17)가 스프링 탭(516) 상에 장착되면, 사용자가 그 다음에 [수납 트레이(171) 상의 결합 부재(174)가 정지 링 또는 각각의 라인(203, 204) 상의 다른 특징부와 결합되고 하향 견인에 저항하는 상태로] 하향으로 라인(203, 204)을 인장하고 대응하는 슬롯 내로 라인(203, 204)을 압박함으로써 슬롯(517)과 혈액 라인(203, 204)을 결합할 수 있다. 라인(203, 204)은 위에서 설명된 것과 같이 가요성이고 수납 트레이(171)에 대해 내향으로 굽혀지는 결합 부재(174) 상에서 내향으로 가압됨으로써 소정 위치로 압박될 수 있다. 라인(203, 204)은 그 다음에 차단기(513)를 통해 진행될 수 있다.

[0141] 본 발명의 또 다른 태양에 따르면, 전방 패널(511)은 전방 패널(511)의 주변부 주위의 혈액 라인 랩 특징부를 포함한다. 이러한 예시 실시예에서, 전방 패널(511)은 상부 모서리를 따라 그리고 전방 패널(511)의 하부 코너에서 플랜지형 부분(518)을 포함한다. 이것은 플랜지형 부분(518)에 의해 형성되는 채널 내에 라인(203, 204)을 위치시킴으로써 사용자가 전방 패널(511)의 주변부 주위에 혈액 라인(203, 204)을 포위하게 한다. 라인(203, 204)은 투석기(14)의 하부 근처의 지점으로부터 시작하여 전방 패널(511)의 하부 우측 코너 근처의 지점에서 종료되도록 시계 방향으로 포위될 수 있다. 혈액 라인(203, 204)은 그 다음에 예컨대 살균 유체가 혈액 라인(203, 204)을 통해 순환되게 하도록 혈액 라인 연결 지점(514)에서 연결될 수 있다. 결과적으로, 혈액 라인(203, 204)은 전방 패널(511) 내에 안락하게 보유될 수 있고, 그에 의해 전방 패널(511) 상의 다른 부품으로의 용이한 접근을 가능케 하고, 도어(53)와 투석기 유닛 하우징(51) 사이에 혈액 라인(203, 204)을 핀칭하기 위한 고려를 최소화하면서 사용자가 도어(53)를 폐쇄할 수 있게 한다. 대체예에서, 혈액 라인(203, 204)은 우선 혈액 라인 연결 지점(514)에서 연결될 수 있고, 그 다음에 투석기(14)의 하부 근처의 지점으로부터 시작하여 전방 패널(511)의 하부 우측 코너 근처의 지점에서 종료되도록 시계 방향으로 포위될 수 있다. 이것은 혈액 라인이 연결 지점(514)에 도달되도록 플랜지형 부분(518)을 따라 적절하게 분포되는 것을 보증한다. 수직 펜스

(519)가 또한 요구된 위치에서 그리고 힌지 판(533) 그리고 다른 가능한 핀치 지점으로부터 떨어지게 혈액 라인(203, 204)을 유지하는 것을 돕도록 전방 패널(511)의 좌측 및 우측을 따라 제공될 수 있다.

[0142] 본 발명의 또 다른 태양에 따르면, 투석 유닛(51)의 전방 패널(511) (또는 다른 적절한 부품)은 다양한 상이한 크기 및/형상의 투석기 유닛(14)을 수용하도록 배열될 수 있다. 상이한 환자에게는 그리고 일부 경우에 시간에 따라 동일한 환자라도, 상이한 치료 조건을 제공하도록 상이한 투석기가 처방될 수 있다. 이와 같이, 투석 유닛(51)은 바람직하게는 다수개의 상이한 형태의 투석기(14)와 동작되도록 배열된다. 많은 경우에, 상이한 투석기(14)는 투석기 유닛의 전체 직경 및/또는 길이 등의 상이한 치수를 갖는다. 도 23에 도시된 예시 실시예에서, 전방 패널(511)은 투석기(14) 상에서의 각각의 투석물 신속-연결 끼움부와 결합되도록 배열되는 한 쌍의 "키홀(keyhole)" 특징부(520)를 갖는 투석기 장착부를 포함한다. 각각의 키홀 특징부(520)는 신속-연결 끼움부의 일부를 수용하도록 된 크기의 상부 삽입 영역(520a) 그리고 신속-연결 끼움부의 전체 직경보다 작은 폭을 갖고 신속-연결 끼움부의 홈 영역과 결합되는 하부 플랜지형 부분(520b)을 포함한다. 이들 특징부의 이해를 돕기 위해, 도 24는 신속 연결 끼움부(14a)가 투석기(14)의 투석물 입구 및 출구 포트에 부착된 상태의 투석기(14)를 도시하고 있다. [혈액 입구 및 출구 포트는 도 24에 도시된 투석기(14)의 가장 상부 및 하부에 위치된다.] 도시된 신속 연결 끼움부(14a)는 표준형이고, 모두는 아니라고 하더라도 대부분의 투석기(14)는 표준형 신속 연결 끼움부(14a)와 결합되도록 배열되는 투석물 입구/출구 포트를 갖는다. 각각의 신속 연결 끼움부(14a)는 끼움부(14a)가 투석기(14) 상의 투석물 포트와 결합되게 하도록 기부(14c)에 대해 (도 24에 도시된 것과 같이) 우측으로 이동되는 활주 요소(14b)를 포함한다. 활주 요소(14b)가 끼움부(14a)가 투석기(14)에 부착되게 하도록 이동될 때에, 홈(14d)이 폐쇄된다. 그러나, 끼움부(14a)가 투석기(14)의 입구/출구 포트 상에 적절하게 장착되면, 활주 요소(14b)가 해제될 수 있고, 그에 의해 (도시되지 않은) 스프링이 도 24에 도시된 것과 같이 좌측으로 활주부를 이동시키게 하고, 그에 의해 도 24에 도시된 상태로 홈(14d)을 재설정한다. 이와 같이, 신속 연결 끼움부(14a)가 투석기(14)와 적절하게 결합될 때에, 홈(14d)이 도 24에 도시된 것과 같이 제공될 것이다.

[0143] 키홀 특징부(520)에 투석기(14)를 장착하기 위해, 신속 연결 끼움부(14a)는 각각의 끼움부(14a)의 홈(14d)이 키홀 특징부(520)의 하부 플랜지형 부분(520b)의 플랜지와 정렬되도록 각각 상부 및 하부 키홀 특징부의 상부 삽입 영역(520a) 내로 부분적으로 삽입될 수 있다. [하부 키홀 특징부(520)의 상부 삽입 영역(520)은 광범위한 범위의 투석기 길이의 수용을 가능케 하도록 도 23에 도시된 것보다 길게 형성될 수 있다는 것을 주목하여야 한다.] 홈(14d)이 플랜지와 정렬된 상태로, 투석기(14)는 신속 연결 끼움부(14a)가 키홀 특징부(520)의 하부 플랜지형 부분(520b) 내로 완전히 수용되도록 하강될 수 있다.

[0144] 본 발명의 또 다른 태양에 따르면, 키홀 특징부(520)의 한쪽 또는 양쪽 모두는 투석기(14)의 중량이 키홀 특징부(520)의 양쪽 모두의 하부 플랜지형 부분(520b)에 의해 공유되도록 조절될 수 있다. 예컨대, 예시 실시예에서, 하부 키홀 특징부(520)는 상부 키홀 특징부(520)에 대해 수직 위치 면에서 조정 가능한 하부 플랜지형 부분(520b)의 일부를 갖는다. 이러한 방식으로, 하부 플랜지형 부분(520b)의 일부는 상부 신속 연결 끼움부(14a)가 상부 키홀 특징부(520)의 플랜지형 부분(520b)에 의해 지지된 상태로 하부 키홀 특징부의 플랜지형 부분(520b)의 가동 부분이 예컨대 상향으로 이동될 수 있고 그에 의해 하부 신속 연결 끼움부(14a)가 또한 플랜지형 부분(520b)에 의해 지지되도록 수직 위치 면에서 조정될 수 있다. 이와 같이, 투석기(14)의 중량은 양쪽 모두의 키홀 특징부(520)에 의해 공유될 수 있다. 플랜지형 부분(520b)은 임의의 적절한 방식으로 조정 가능하게 형성될 수 있다. 이러한 실시예에서, 플랜지형 부분(520b)은 수직 플랜지를 따라 수직으로 활주 가능하고 한 세트의 나비 나사를 조임으로써 소정 위치에 고정될 수 있는 "U자" 형상의 부재(520c)를 갖는다. "U자" 형상의 부재(520c)는 "U자" 형상의 부재(520c)가 (적어도 부분적으로) 투석기(14)의 중량을 지지하도록 신속 연결 끼움부(14a)와 결합될 수 있다.

[0145] 위의 실시예에서, 투석기(14)는 전방 패널(511) 내의 키홀 특징부에 의해 지지되지만, 투석기를 위한 지지 배열은 다른 방식으로 구성될 수 있다. 예컨대, 상부 삽입 영역(520a)이 반드시 요구될 필요는 없다. 대신에, (예컨대, 대향 플랜지 부분을 갖는 "U자" 형상의 플랜지의 형상으로 된) 플랜지 부분이 투석기 신속 연결 끼움부와 결합되도록 제공될 수 있다. 플랜지 부분은 끼움부를 위한 간극을 제공하고 플랜지 부분이 신속 연결 끼움부의 홈과 결합되게 하도록 전방 패널(511)의 전방 표면으로부터 오프셋될 수 있다. 또한, 플랜지 부분은 도시된 것과 같이 수직 배향으로 제공될 필요가 없지만, 대신에 수직선에 대해 어떤 각도로 예컨대 수직 배열로 배향될 수 있다. 플랜지 부분은 디텐트, 포획부 또는 또한 소정 위치에서 투석기를 유지하는 것을 돕는 다른 특징부를 가질 수 있다.

[0146] 본 발명의 또 다른 태양에 따르면, 바이카보네이트, 산 및/또는 다른 시약 공급 장치가 투석 유닛과 선택적으로

결합될 수 있다. 위에서 설명된 것과 같이, 투석 유닛(51)은 투석물 및/또는 시스템 동작을 위해 필요한 다른 물질을 발생시키도록 어떤 약품의 공급부를 요구한다. 도 25는 투석 유닛(52)에 산, 바이카보네이트 및/또는 다른 물질을 제공하는 데 사용되는 시약 공급부(49)를 도시하고 있다. [도 21은 전방 패널(511) 상의 산/바이카보네이트 연결 지점(512)에 부착된 시약 공급부(49)를 도시하고 있다.] 이러한 예시 실시예에서의 시약 공급부(49)는 산/바이카보네이트 연결 지점(512)과 맞물리도록 배열되는 E자형 커넥터(491)를 포함한다. 예컨대 연결 지점(514)에서의 혈액 라인 연결을 포함하는 전방 패널(511)에서 사용자에 의해 수행되는 다른 연결과 같이, 맞물림 커넥터는 색상으로 구분될 수 있거나, 그렇지 않으면 적절한 연결이 수행되었다는 것을 보증하는 것을 돕도록 마크로 표시될 수 있다. 예컨대, E자형 커넥터(491) 및 산/바이카보네이트 연결 지점(512)은 오렌지색으로 도색될 수 있고, 반면에 동맥 라인(203) 그리고 연결 지점(514)에서의 그 맞물림 연결부는 적색으로 도색되고, 정맥 라인(204) 그리고 연결 지점(514)에서의 그 맞물림 연결부는 청색으로 도색된다. 바이카보네이트 공급 라인(492), 급수 라인(493) 및 산 공급 라인(494)이 E자형 커넥터(491)로부터 이어진다. (도 6 그리고 이들 라인의 기능에 대한 첨부 설명을 참조하기 바란다.) 급수 라인(493)은 바이카보네이트 공급 라인(492)을 거쳐 투석 유닛(51)에 바이카보네이트를 제공하는 [이러한 실시예에서, 분말 바이카보네이트 물질을 포함하는 백스터 인터내셔널 인크.(Baxter International Inc.)에 의해 판매되는 750g 알트래카트 바이카보네이트 카트리지(#500750A)이지만, 임의의 적절한 공급부일 수 있는] 바이카보네이트 공급부(28)에 물을 제공한다. 이러한 실시예에서, 산 공급 라인(494)은 관통하여 IV-형태의 백 또는 다른 용기로부터 적절한 산을 인출하는 데 사용될 수 있는 산 백 스파이크(495)로 이어진다. 이러한 실시예에서, 산 백 스파이크(495)는 스파이크 부재(495a) 그리고 한 쌍의 스프링 클립(495b)을 포함한다. 스프링 클립(495b)은 스프링 클립(495b) 및 연결 바가 "H자" 형상을 형성하고 스프링 클립(495b)의 기부 단부가 서로를 향해 압착될 때에 스프링 클립(495b)이 서로에 대해 피벗되게 하도록 연결 바에 의해 중심 부분에서 접합된다. 스프링 클립(495b)은 사용자가 클립(495b)을 결합 해제할 때까지 스파이크 부재(495a)가 백과 결합된 상태로 남아 있도록 산 백(또는 다른 산 공급부, 도시되지 않음) 상의 커넥터 요소와 결합되도록 배열될 수 있다. 예컨대, 클립(495b)의 말단 단부는 산 공급부와 결합되는 바브를 포함할 수 있고, 클립은 산 공급부로부터 클립(495b)의 말단 단부에서의 바브 요소를 결합 해제하도록 클립(495b)의 기부 단부를 압착함으로써 산 공급부로부터 결합 해제될 수 있다. 산 백 스파이크(495)는 산 백 스파이크(495)의 라인을 개방/폐쇄하는 밸브(495c)(이러한 경우에, 핀치 클램프)를 또한 포함할 수 있다. 본 발명의 하나의 태양에 따르면, 산 백 스파이크(495)는 (도시되지 않은) 산 저그 스트로(acid jug straw) 또는 다른 배열 등의 또 다른 부품으로써 [캡 커넥터(496)에서 산 공급 라인(494)으로부터 연결 해제된 상태로] 교체될 수 있다. 저그 스트로와 사용될 때에, 캡 커넥터(496)는 캡 커넥터(496)가 캡과 같은 개구를 덮도록 산 저그 개구와 결합될 수 있다. 대체예에서, 저그 스트로는 스파이크 내에서 종료될 수 있으며, 그러면 이러한 스파이크는 산 저그의 개구를 덮는 자체-밀봉(예컨대, 고무) 멤브레인을 관통할 수 있는 능력을 갖는다. 이와 같이, 상이한 형태의 부품이 (저그, 병, 백 또는 다른 것 등의) 산 공급 멤브레인 배열에 따라 산 공급 라인(494)에 부착될 수 있다.

[0147] 도 26은 E자형 커넥터(491) 그리고 전방 패널(511)에서의 대응하는 연결 지점(512)의 근접도이다. E자형 커넥터(491)는 연결 지점(512) 내의 대응하는 수용 구멍과 결합되는 [바이카보네이트 및 산 공급 라인(492, 494) 그리고 급수 라인(493)에 대응하는] 3개의 갈래(prong)를 갖는다. E자형 커넥터(491) 그리고 연결 라인(512) 내의 수용 구멍은 중심 루멘[급수 라인(493)]이 2개의 외부 루멘[바이카보네이트 및 산 공급 라인(492, 494)]의 공통 평면 위에 또는 그렇지 않으면 그로부터 벗어나 배열되도록 배열된다. 이러한 방식으로, E자형 커넥터(491)가 적절하게 배향되지 않으면 연결 지점(512)과 결합될 수 없으므로, 바이카보네이트 및 산 공급 라인(492, 494)이 적절하게 연결되는 것을 보증한다. E자형 커넥터(491)는 예컨대 갈래가 연결 지점(512)의 수용 구멍 내에 적절하게 장착될 때에 연결 지점(512) 내의 대응하는 슬롯(512a)과 결합될 수 있는 한 쌍의 스프링 탭(491a)을 포함한다. 탭(491a)이 슬롯(512a) 내에 결합된 상태로, E자형 커넥터(491)는 연결 지점(512)로부터 용이하게 제거될 수 없고, 그에 의해 우연한 연결 해제의 가능성을 감소시키는 것을 돕는다. E자형 커넥터(491)는 탭(491a)의 말단 단부에서의 바브가 슬롯(512a)로부터 결합 해제되도록 서로를 향해 탭(491a)을 가압함으로써 연결 해제될 수 있다. 연결 지점(512)은 연결 지점(512)이 전방 패널(511)에 연결되게 하고 전방 패널(511)로부터 연결 해제되게 하는 유사한 스프링 탭(512b)을 갖는다.

[0148] 본 발명의 또 다른 태양에 따르면, (도시되지 않은) 살균 커넥터가 살균 절차 중의 사용을 위해 연결 지점(512)과 결합된다. 살균 커넥터는 갈래가 연결 지점(512) 내의 수용 구멍과 결합될 수 있도록 E자형 커넥터(491)와 유사한 배향을 갖는 3개의 평행한 갈래를 갖는다. 살균 커넥터의 갈래 내의 채널은 살균 커넥터 내의 공통 챔버 내에서 종료된다. 이와 같이, 살균 절차 중에, 바이카보네이트 유동 라인, 산 유동 라인 및 급수 라인은 모두 상호 연결되고, 그에 의해 살균 절차 중에 이들 유동 라인의 각각의 살균을 가능케 한다. (이것은 도 6에

서 도면 부호 49로 점선의 반전된 "T자형" 라인으로서 도시되어 있다.)

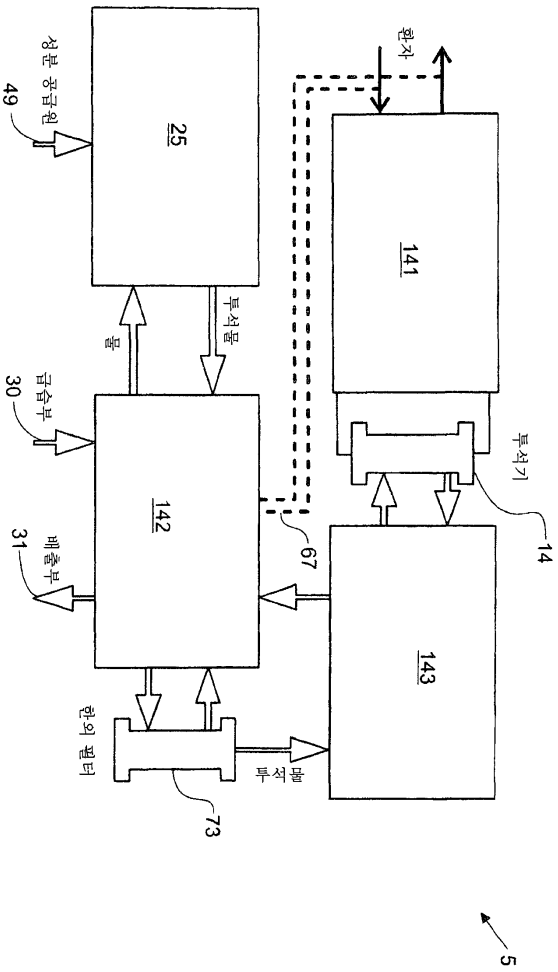
[0149] 본 발명의 또 다른 태양에 따르면, 혈액 라인(203, 204)에는 2개의 종류의 연결이 수행될 수 있게 하는 커넥터가 제공된다. 하나의 종류의 연결은 커넥터가 수용 루멘 내로 압박될 수 있는 압입 연결 그리고 커넥터 또는 수용 루멘의 회전을 요구하지 않으면서 수행되는 누설 방지 연결이다. 제2 종류의 연결은 누설 방지 연결이 상보성 요소를 갖는 커넥터의 나사형 결합에 의해 수행될 수 있는 나사-형태의 연결이다. 예컨대, 도 27 및 도 28은 혈액 라인(203, 204)과 사용되고 전방 패널(511) 상의 혈액 라인 연결 지점(514)과 결합될 수 있는 혈액 라인 커넥터(202)의 사시도 및 측면도이다. 커넥터(202)는 대응하는 혈액 라인(203, 204)에 연결되는 튜브 연결 단부(202a) 그리고 누설 방지 연결을 수립하도록 환자 접근부 및 연결 지점(514)의 양쪽 모두에 연결되도록 배열되는 환자 접근 연결 단부(202b)를 포함한다. 환자 접근 연결 단부(202b)에서, 커넥터(202)는 외부 나사형 환자 접근부와 결합되도록 배열되는 내부 나사형 부분을 갖는 절두 원뿔형 부재(202c)를 포함한다. 예컨대, 절두 원뿔형 부재(202c)는 절두 원뿔형 부재(202c)의 중심으로부터 연장되는 중심 튜브(202e)를 포함하는 수형-형태의 루어 커넥터의 일부일 수 있다. 루어 연결을 수행할 때에, 튜브(202e)는 환자 접근부에서 암형 루어 커넥터 내로 연장될 수 있고, 절두 원뿔형 부재(202c)의 내부 상의 나사형 부분은 (동맥 또는 정맥인) 환자 접근부의 암형 루어 커넥터 상의 나사와 결합될 수 있다. 이러한 루어 연결은 환자 접근부에 혈액 라인을 연결할 때의 표준이다. 그러나, 커넥터(202)는 연결 지점(514)의 수용 구멍 내로 환자 접근 연결 단부(202b)를 단순하게 압박함으로써 연결 지점(514)과 또한 결합될 수 있다. 이러한 연결을 수행할 때에, 절두 원뿔형 부재(202c)의 외부는 밀봉부가 절두 원뿔형 부재(202c)와 연결 지점(514) 사이에 형성되도록 적절한 장착부, 또는 (밸브 장착부, O-링 또는 다른 것 등의) 연결 지점(514) 내의 다른 표면 또는 요소와 결합될 수 있다. 중심 튜브(202e)는 또한 또는 대신에 적절한 밀봉부를 수립하도록 연결 지점(514)과 결합되는 데 사용될 수 있다. 절두 원추형 부재(202c)로부터 후방으로 연장되는 로킹 암(202d)이 연결 지점(514)의 수용 구멍 내에 커넥터(202)를 유지하는 것을 돕도록 연결 지점(514) 내의 구멍(514a)과 결합될 수 있다[예컨대, 암(202d) 상의 바브형 부분이 구멍(514a)과 결합될 수 있다]. 커넥터(202)는 서로를 향해 암(202d)을 가압함으로써[예컨대, 암(202d)의 말단 단부에서 손가락 압박 부분 상에 가압됨으로써] 해제될 수 있고, 그에 의해 구멍(514a)으로부터 바브를 결합 해제하고, 커넥터(202)를 인출한다. 연결 지점(514)은 연결 지점(514)이 전방 패널(511)에서 선택적으로 결합/결합 해제되게 하는 스프링 탭(514b)을 포함할 수 있다는 것을 주목하여야 한다. 커넥터(202)는 단일의 일체형 부품으로서 플라스틱의 성형 등에 의해 임의의 적절한 방식으로 형성될 수 있다.

[0150] 본 발명의 여러 개의 실시예가 여기에서 설명되었지만, 당업자라면 기능을 수행하는, 및/또는 여기에서 설명된 결과 및/또는 1개 이상의 장점을 얻는 다양한 다른 수단 및/또는 구조를 용이하게 착상할 것이고, 각각의 이러한 변화예 및/또는 변형예는 본 발명의 범주 내에 있는 것으로 간주되어야 한다. 일반적으로, 당업자라면 여기에서 설명된 모든 파라미터, 치수, 재료 및 구성은 예시로서 의도된 것이고 실제의 파라미터, 치수, 재료 및/또는 구성은 본 발명의 개시 내용이 사용되는 특정 분야 또는 분야들에 의존한다는 것을 용이하게 이해할 것이다. 당업자라면 통상적인 실험 그리고 여기에서 설명된 본 발명의 특정 실시예에 대한 다수개의 등가물을 사용하여 인식하거나 확인할 수 있다. 그러므로, 위의 실시예는 예로서 제공될 뿐이고 첨부된 특허청구범위 및 그 등가물의 범주 내에서 본 발명이 구체적으로 설명되고 청구된 것과 같이 실시될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

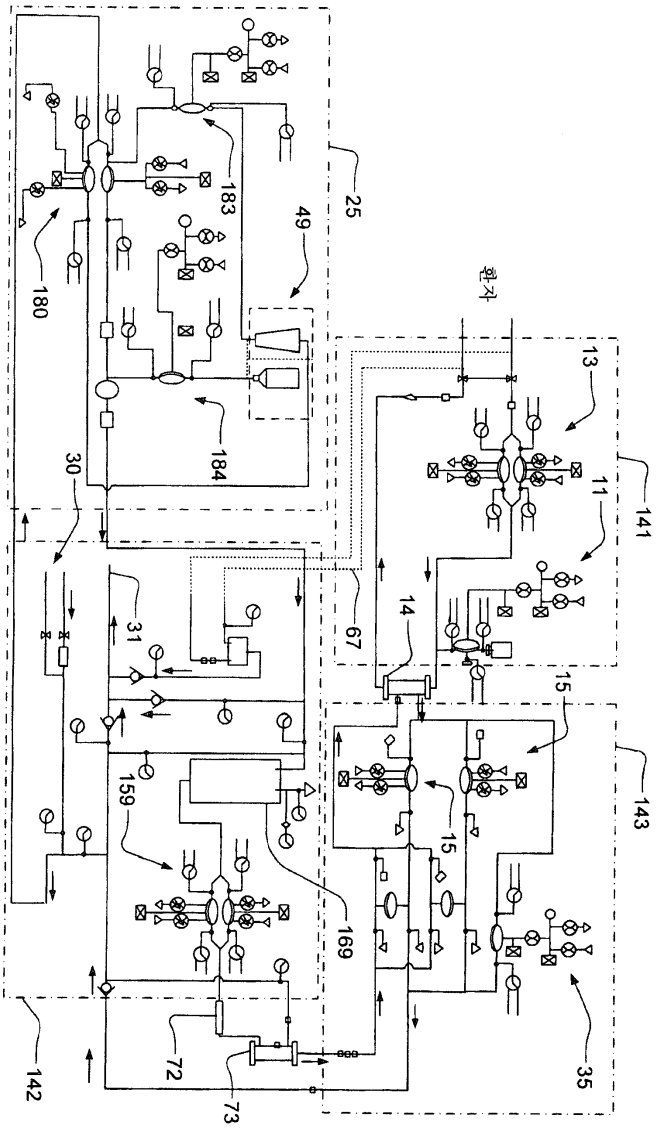
[0151] 본 명세서 및 특허청구범위에서 사용된 단수는 그렇지 않다고 적시되지 않으면 "적어도 1개"를 의미하는 것으로 이해되어야 한다.

도면

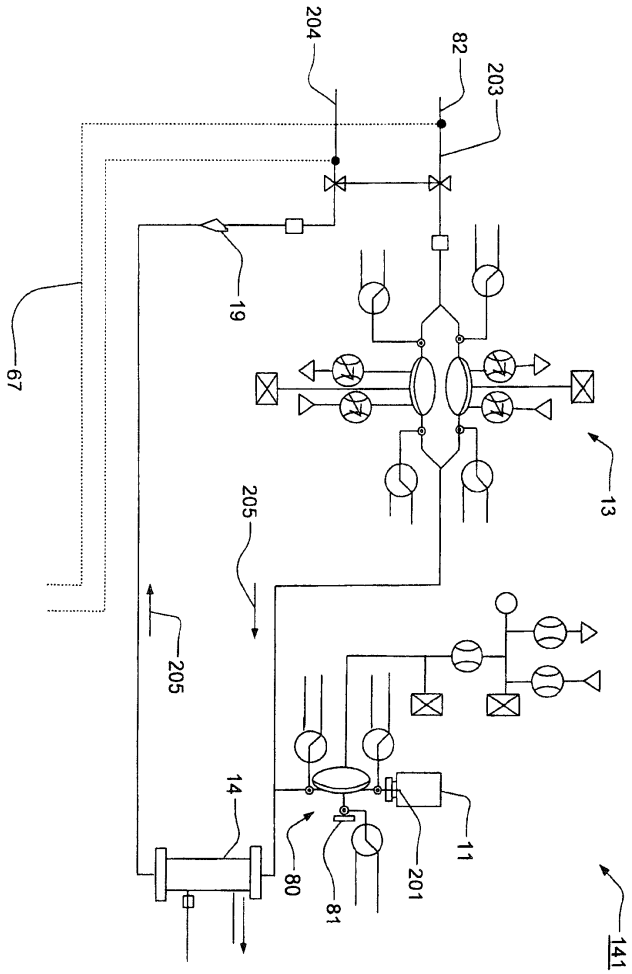
도면1


성분 공급원
49
25
환자
141
투석물
물
급습부
30
142
투석기
14
67
배출부
31
143
한외 필터
투석 물
73
5

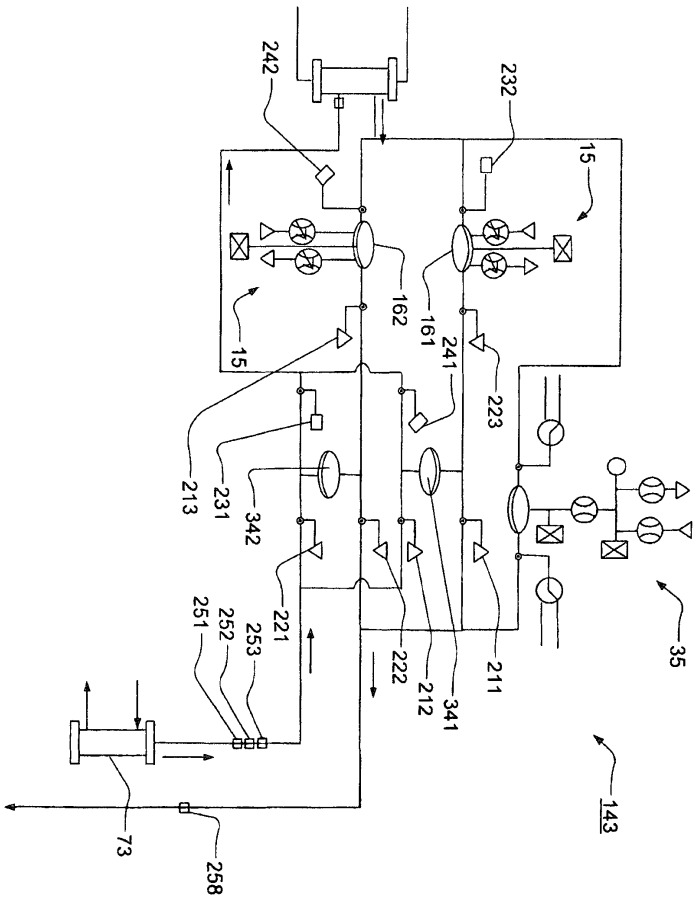
도면2


25
183
49
180
184
30
31
159
169
142
72
73
환자
13
11
141
14
67
15
143
35

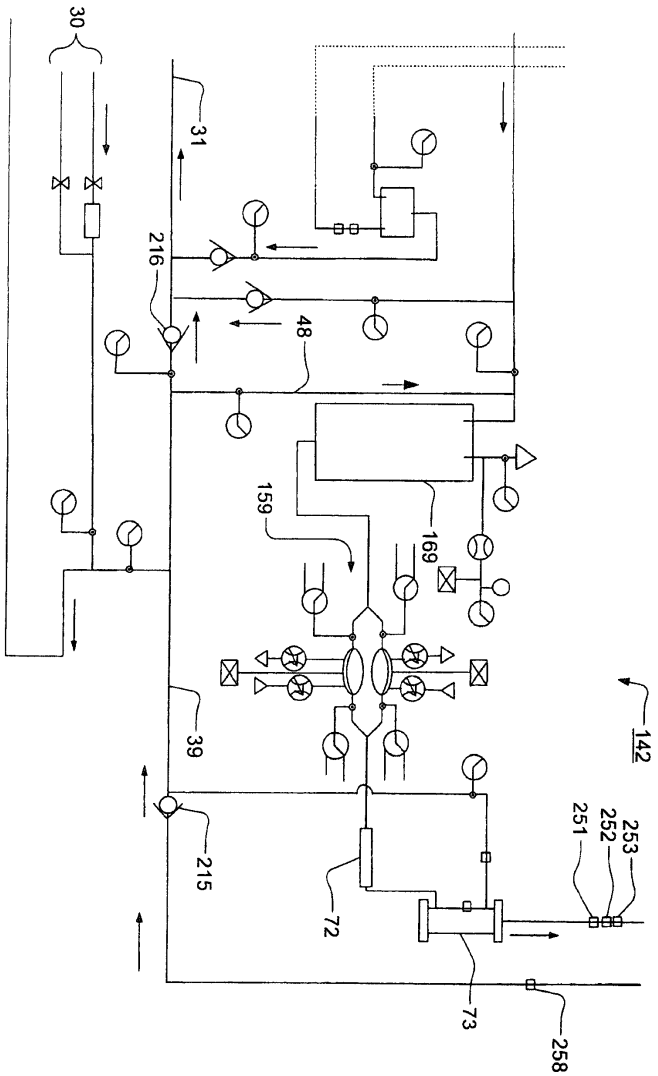
도면3



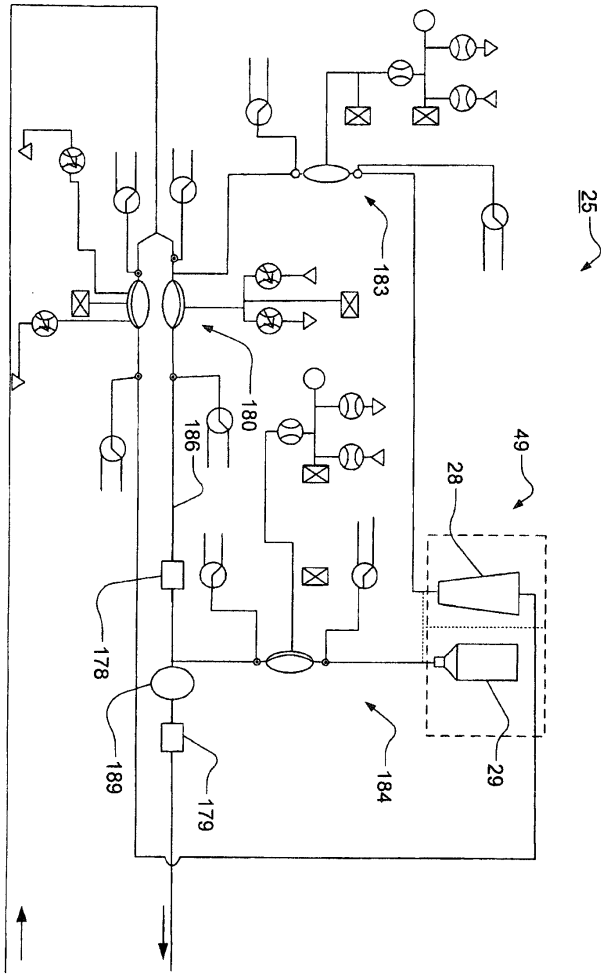
도면4


242
232
15
162
161
241
223
15
213
231
342
221
251
252
253
222
212
341
211
35
143
73
258

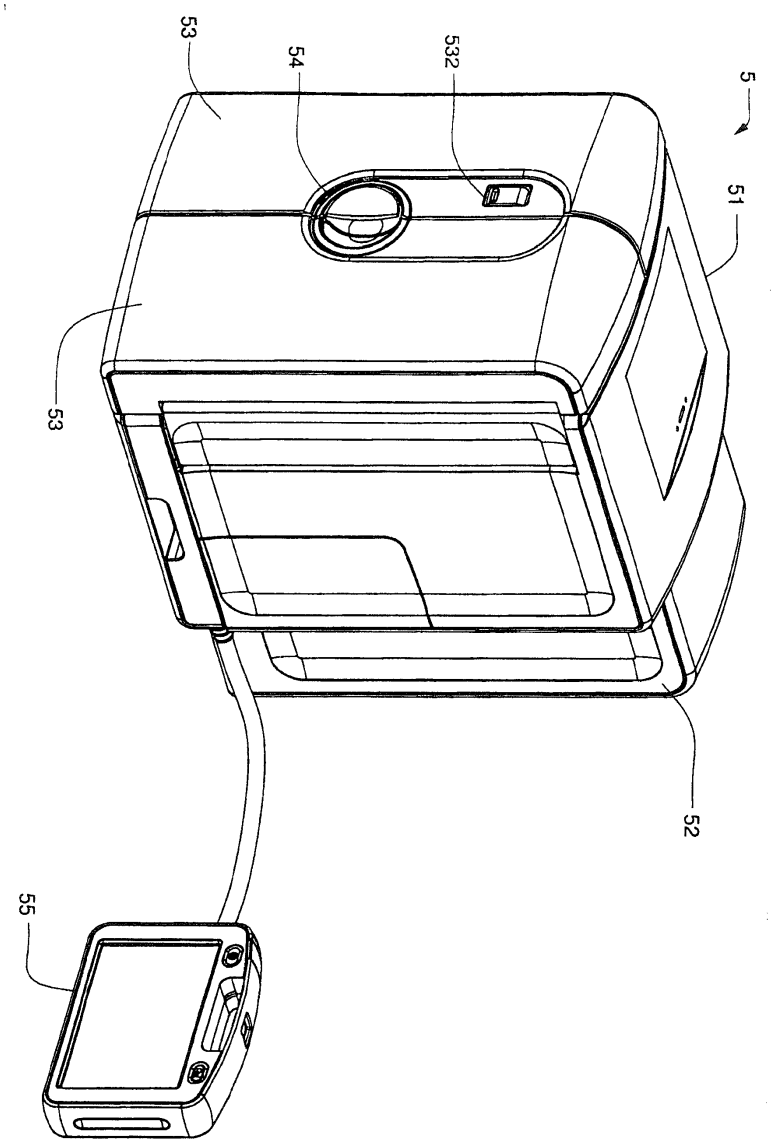
도면5



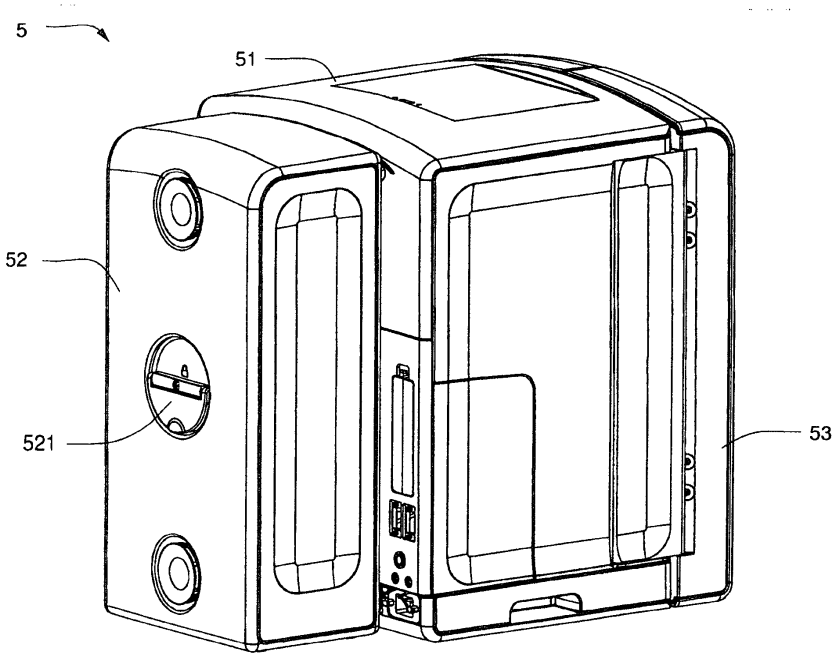
도면6



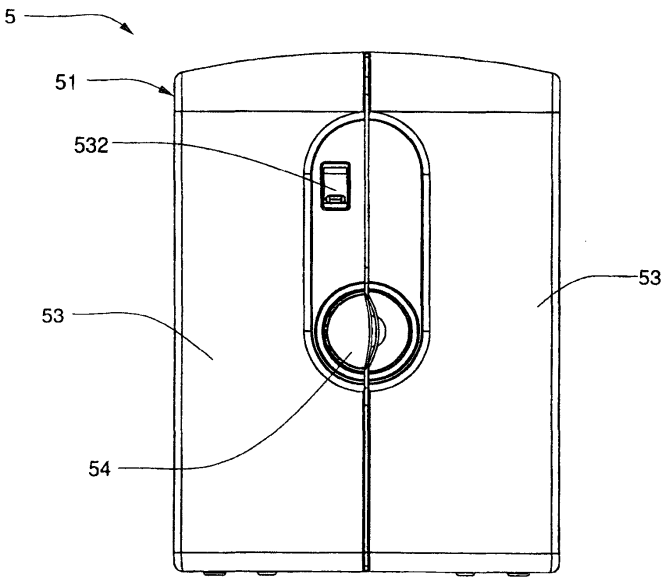
도면7



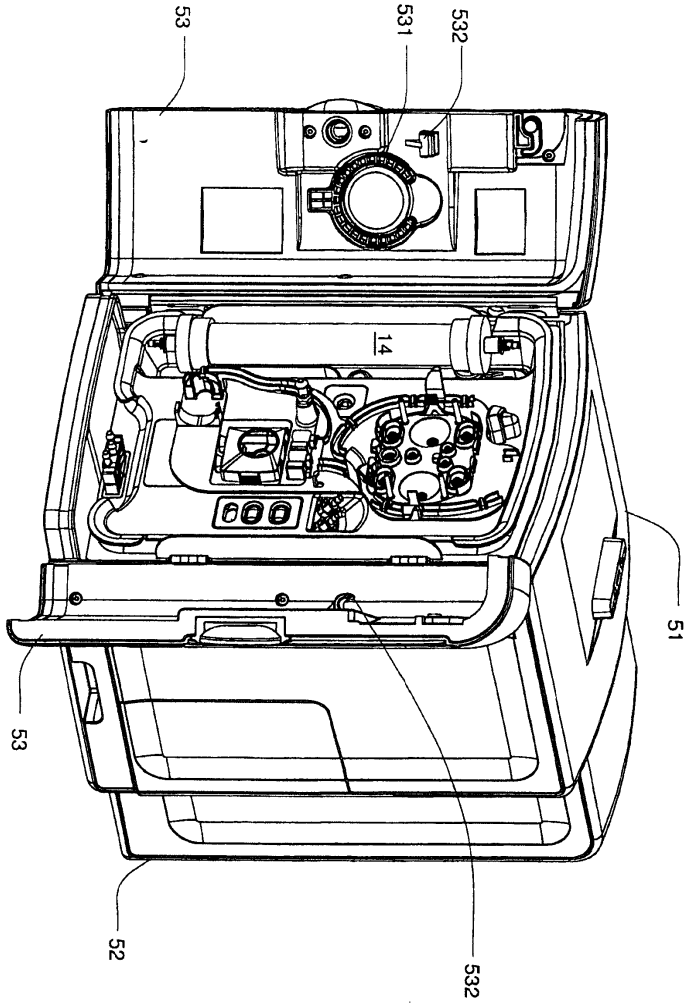
도면8



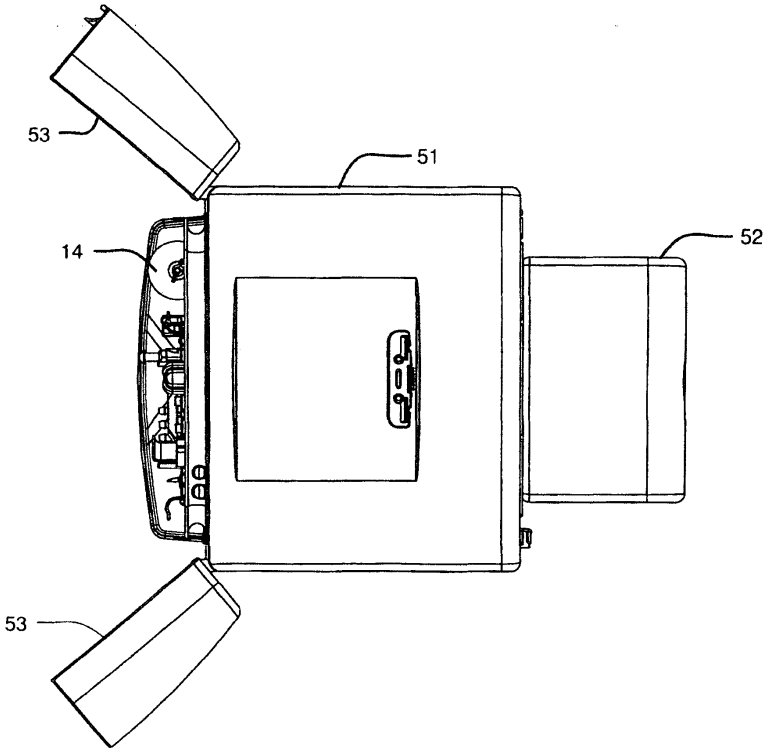
도면9



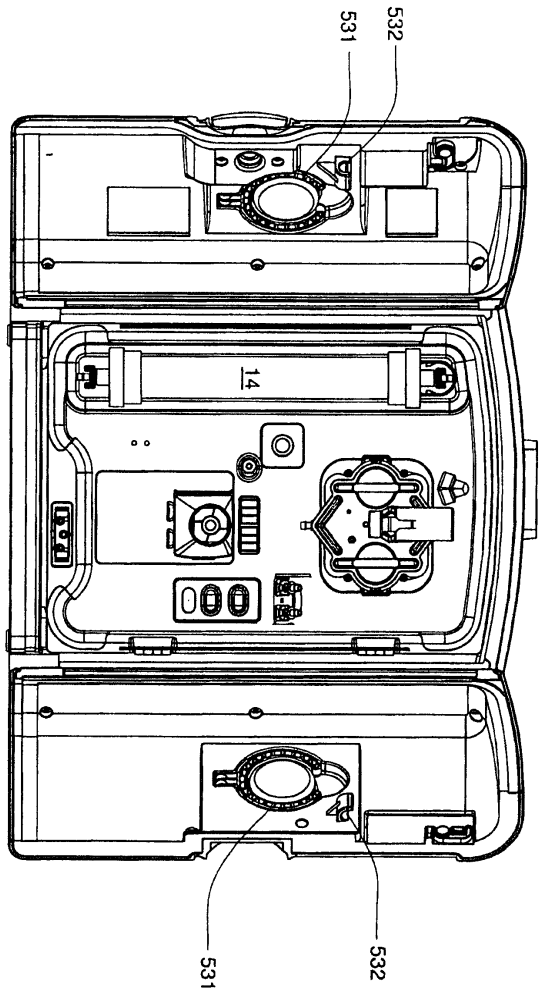
도면10



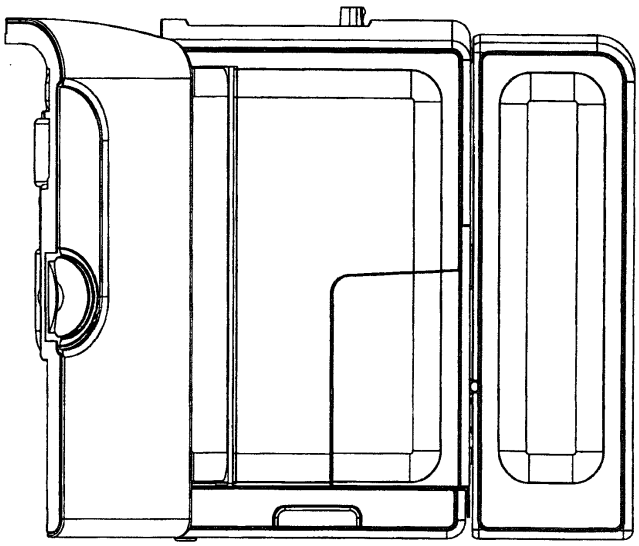
도면11



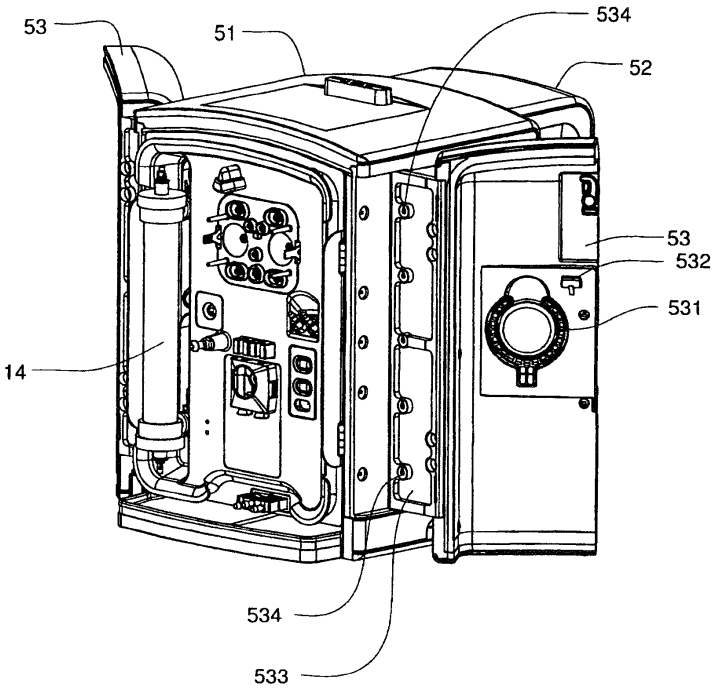
도면12



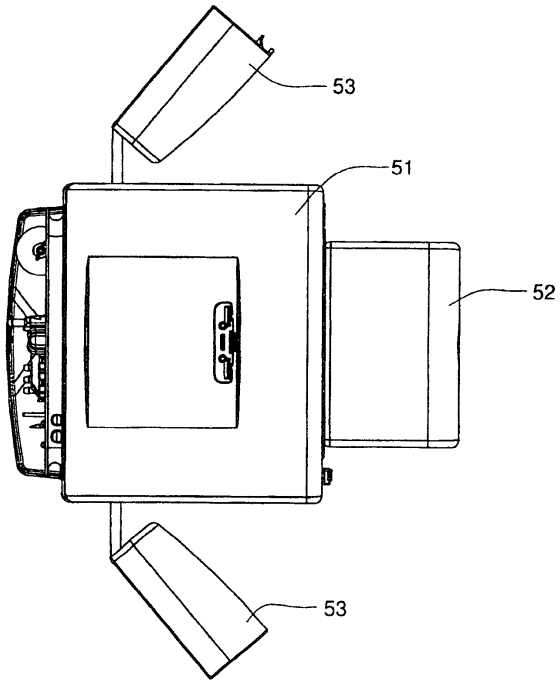
도면13



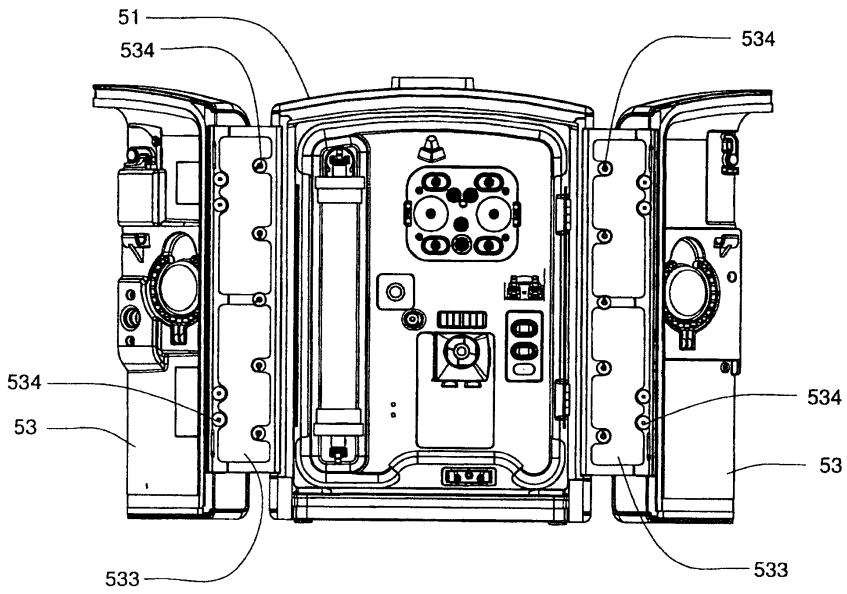
도면14



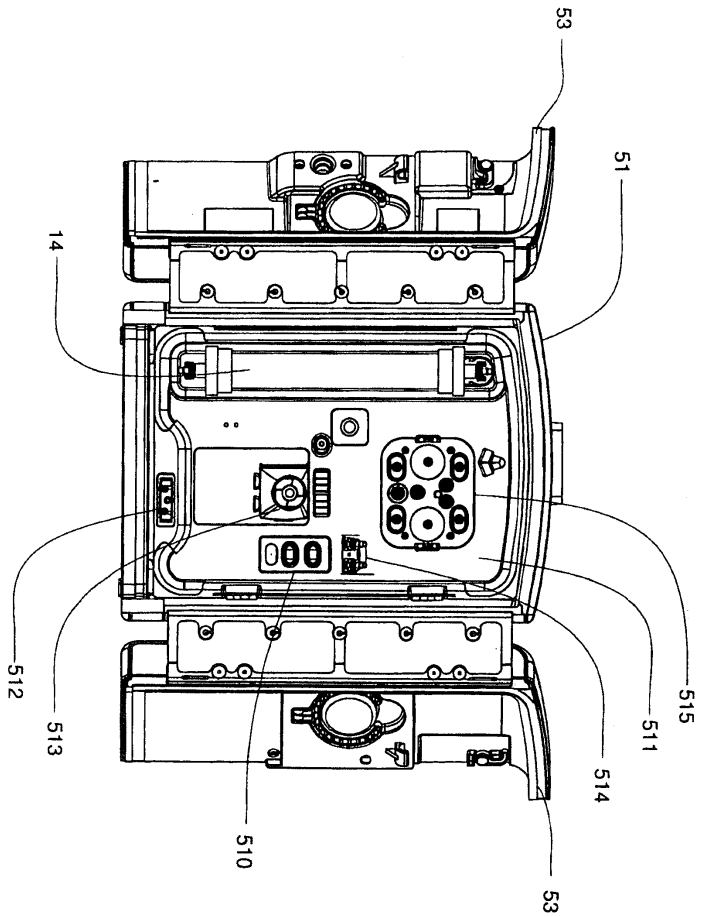
도면15



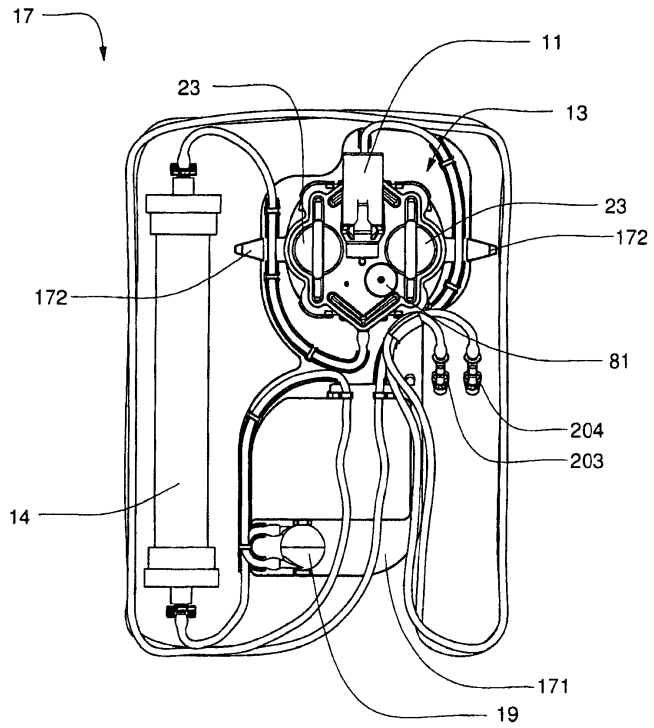
도면16


51
534
534
534
534
53
53
533
533

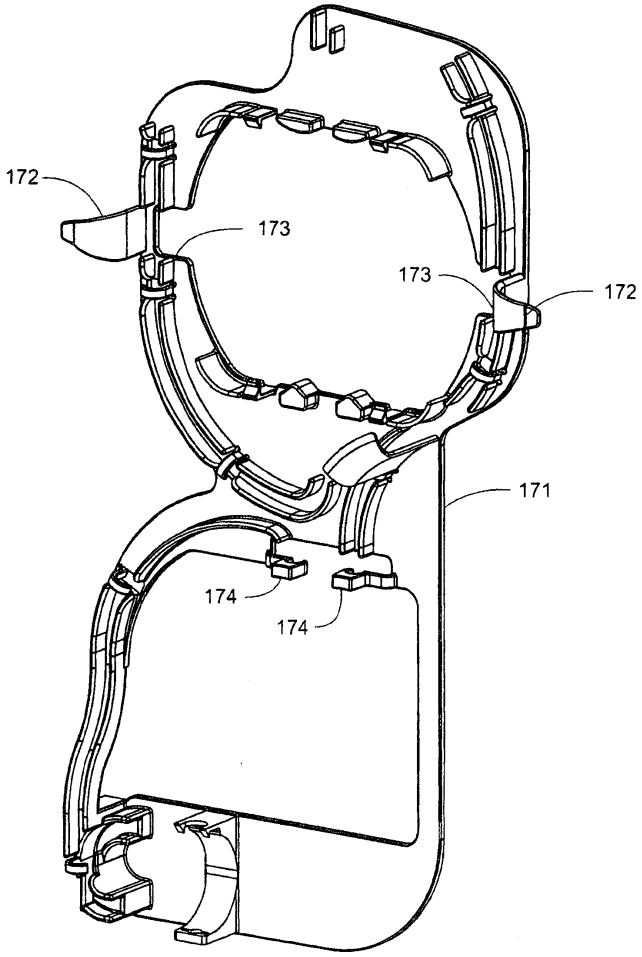
도면17


53
51
14
512
513
510
514
511
515
53

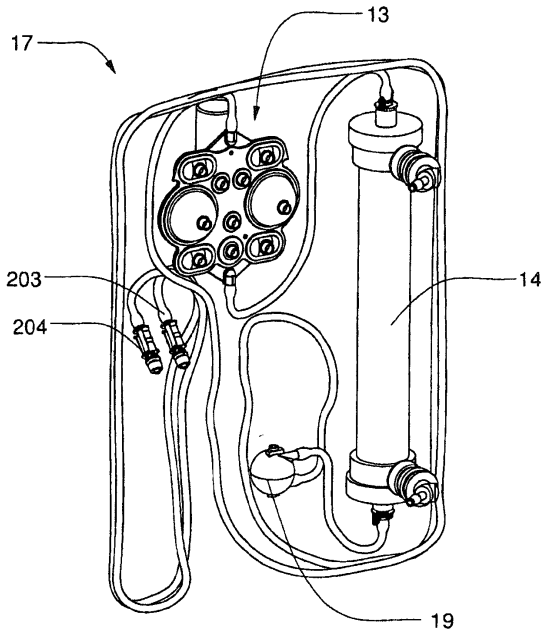
도면18



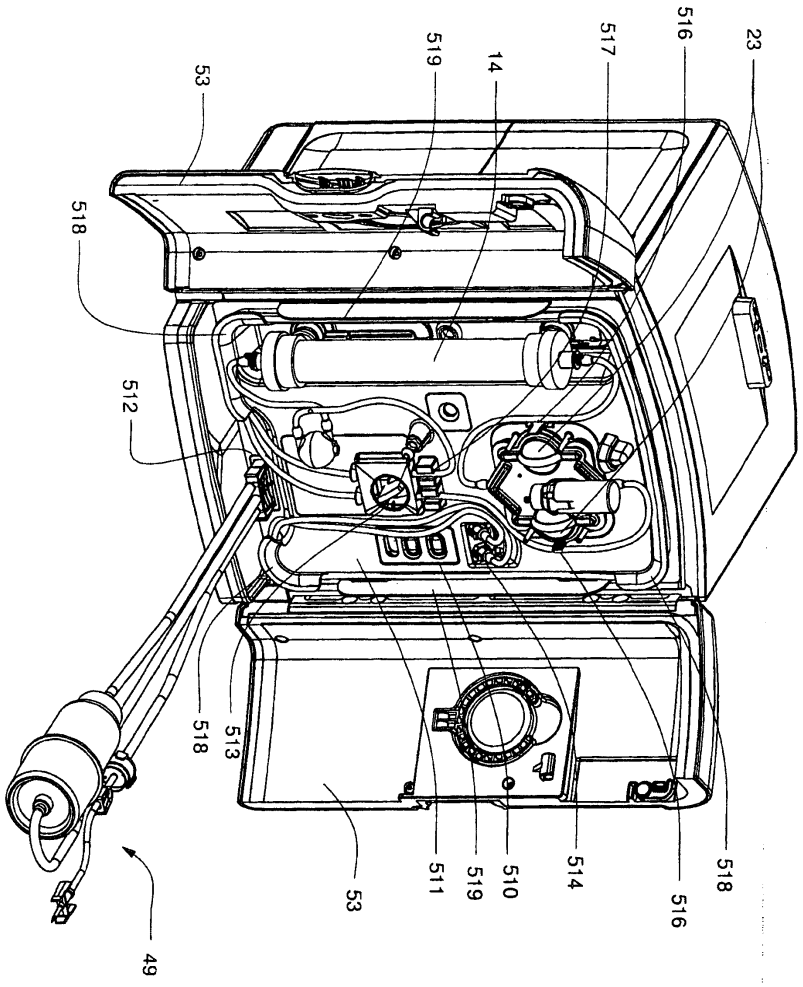
도면19



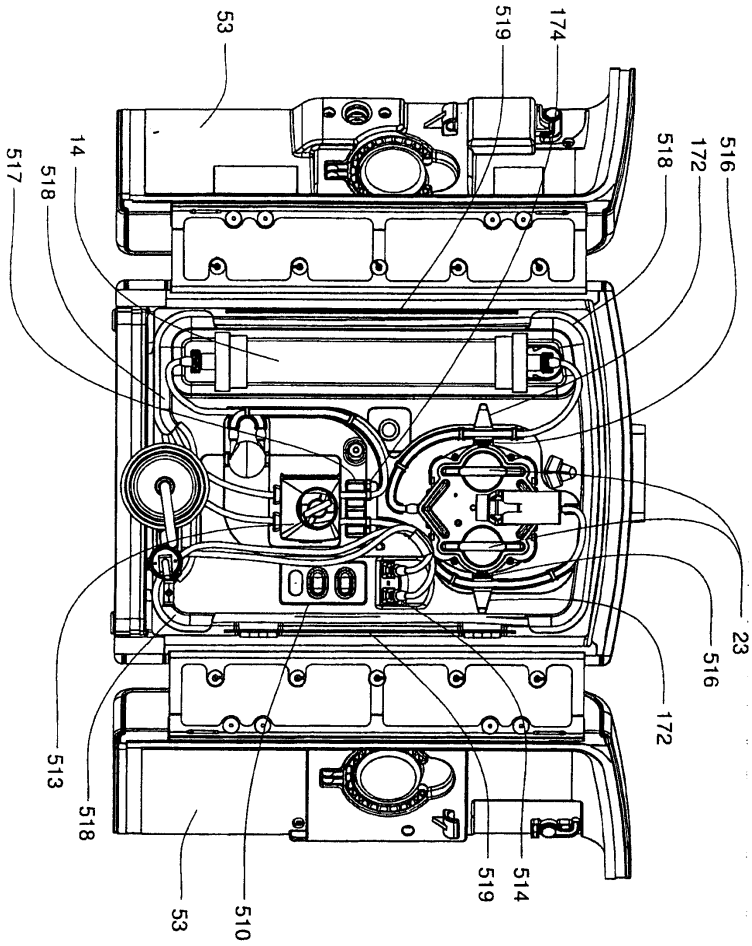
도면20



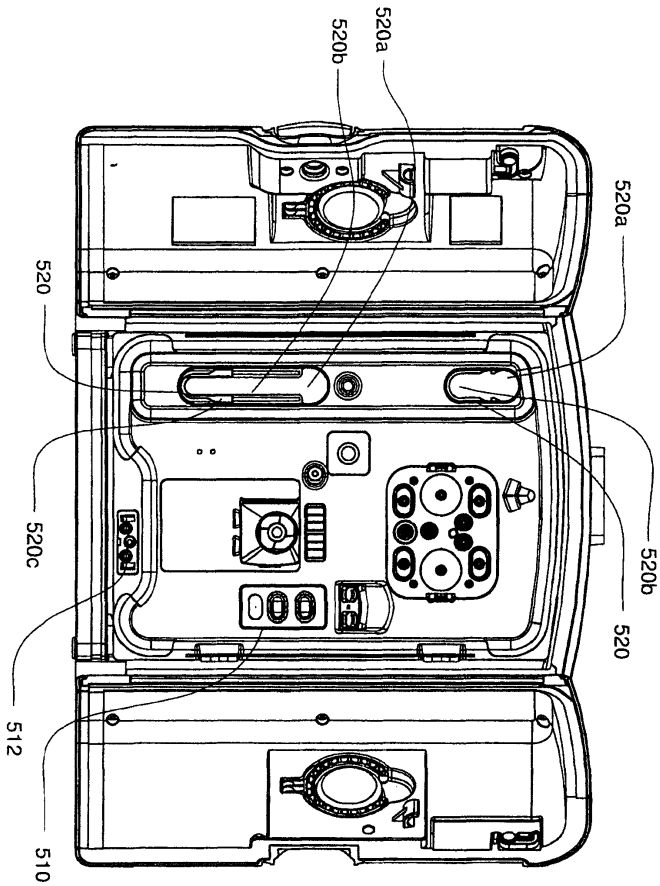
도면21



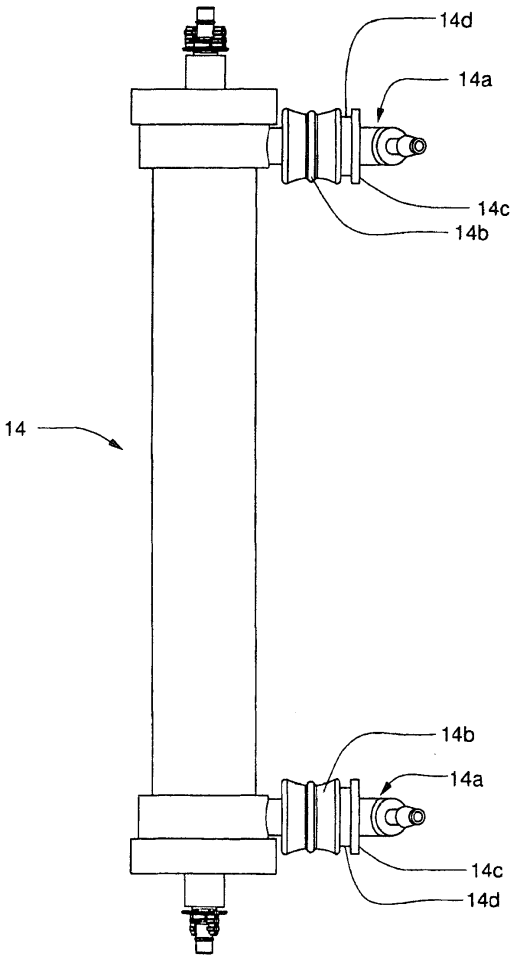
도면22


53
519
174
516
172
518
14
518
517
23
516
172
513
518
53
510
519
514

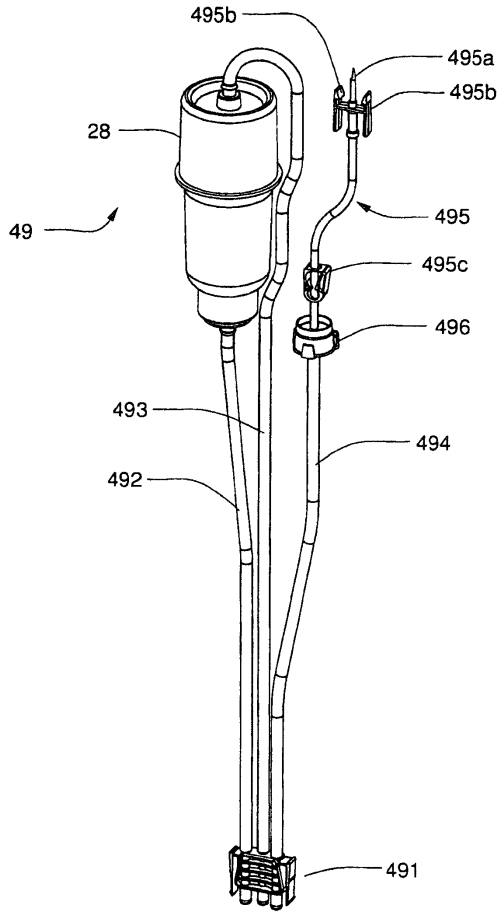
도면23



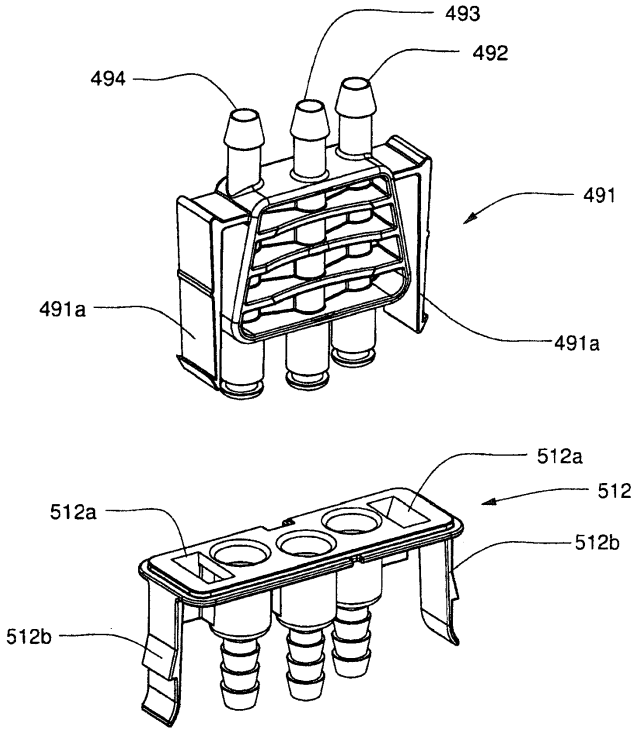
도면24



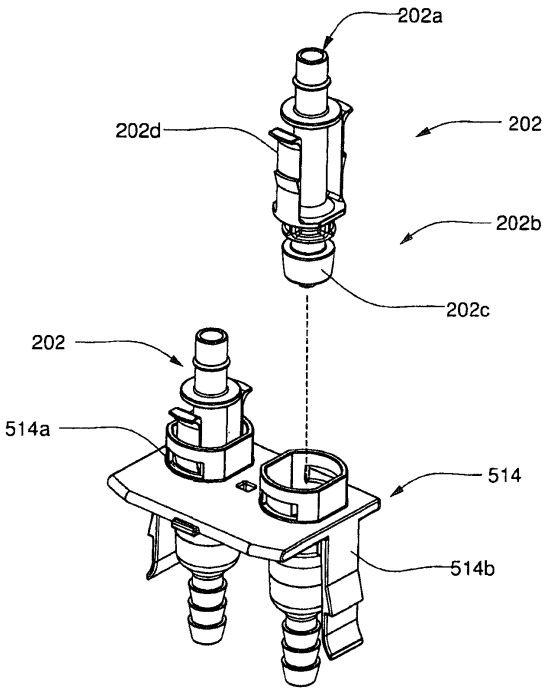
도면25


495b
495a
495b
28
49
495
495c
496
493
494
492
491

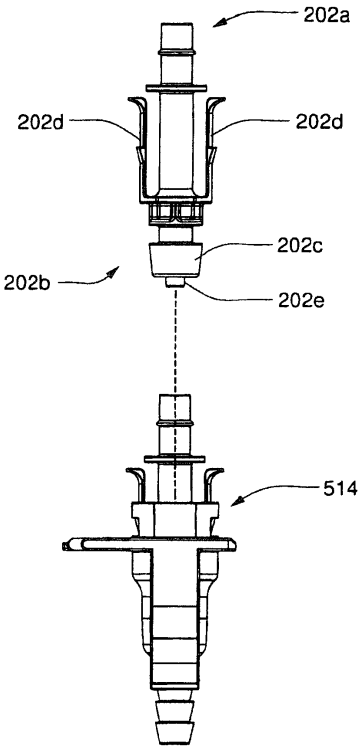
도면26


493
492
494
491
491a
491a
512a
512
512a
512b
512b

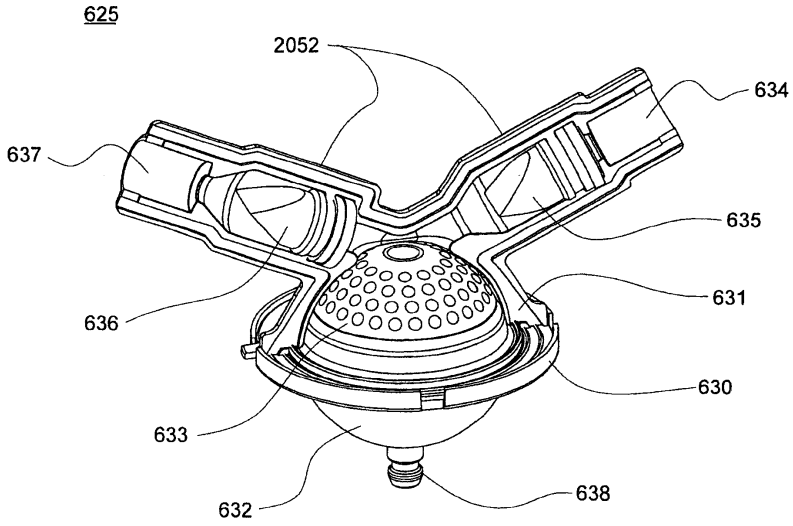
도면27


202a
202d
202
202b
202c
202
514a
514
514b

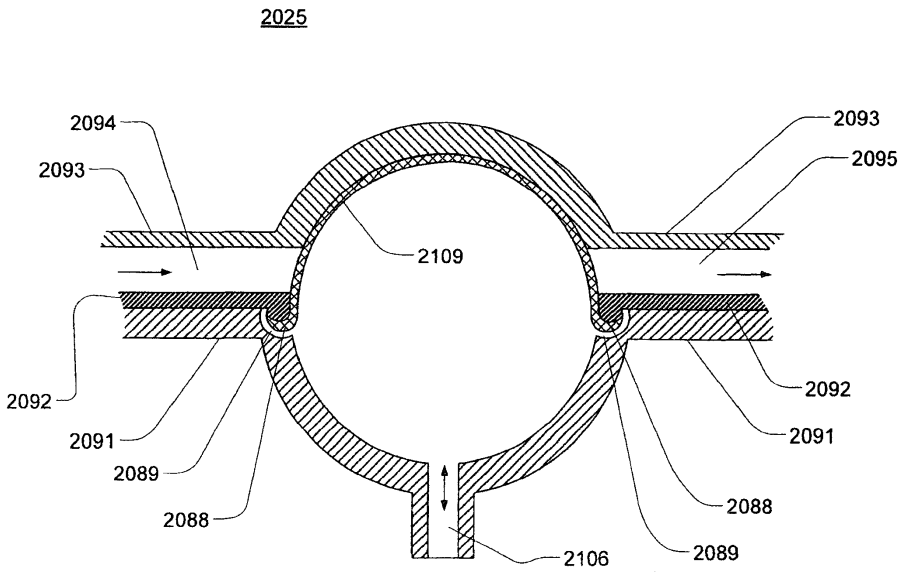
도면28


202a
202d
202d
202c
202b
202e
514

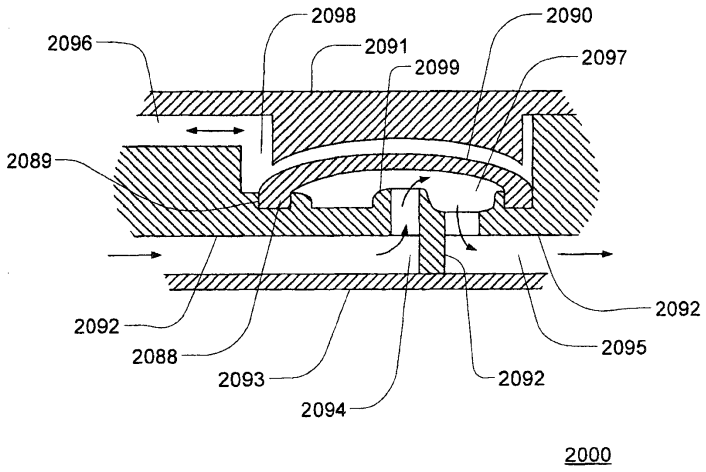
도면29


625
2052
634
637
635
631
636
630
633
638
632

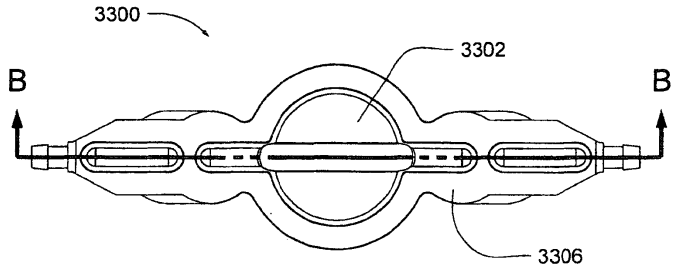
도면30


2025
2094
2093
2093
2095
2109
2092
2092
2091
2091
2089
2088
2088
2106
2089

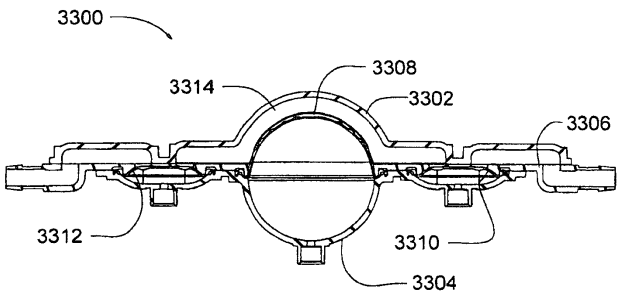
도면31



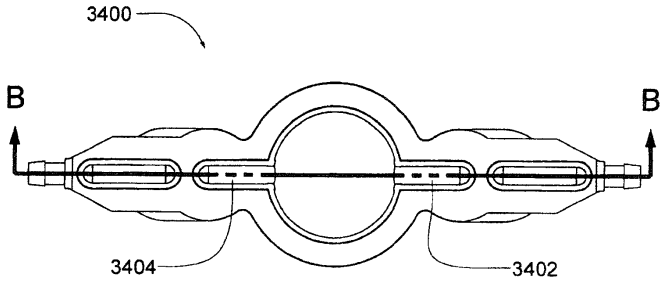
도면32a



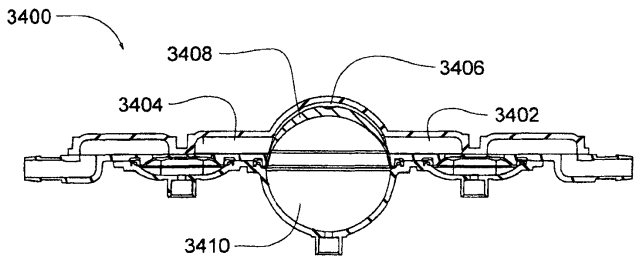
도면32b



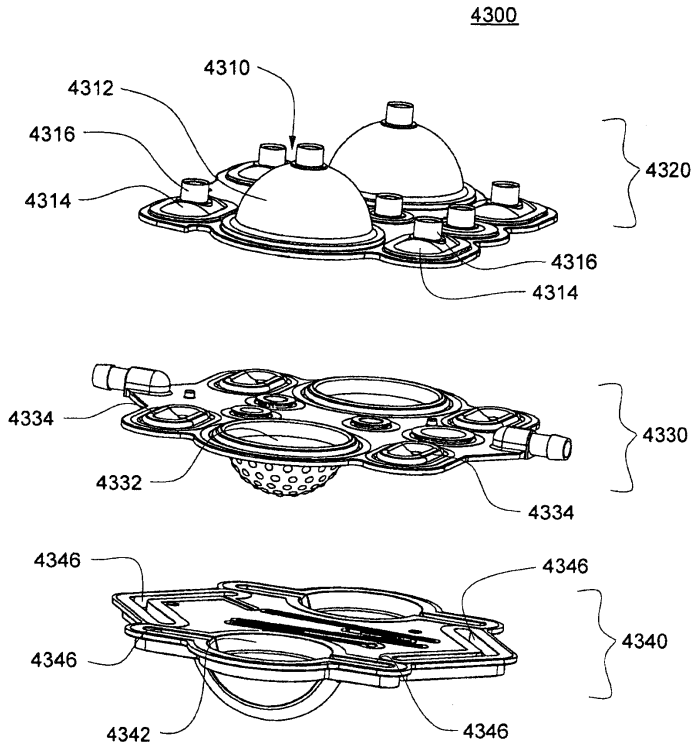
도면33a



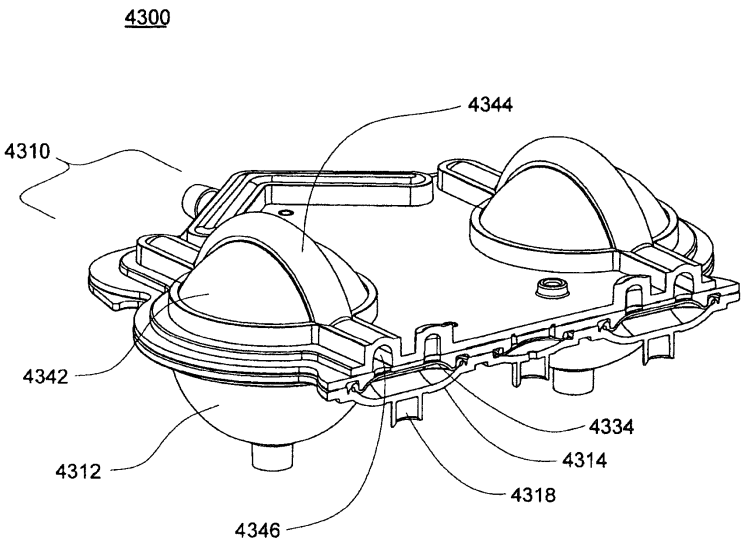
도면33b



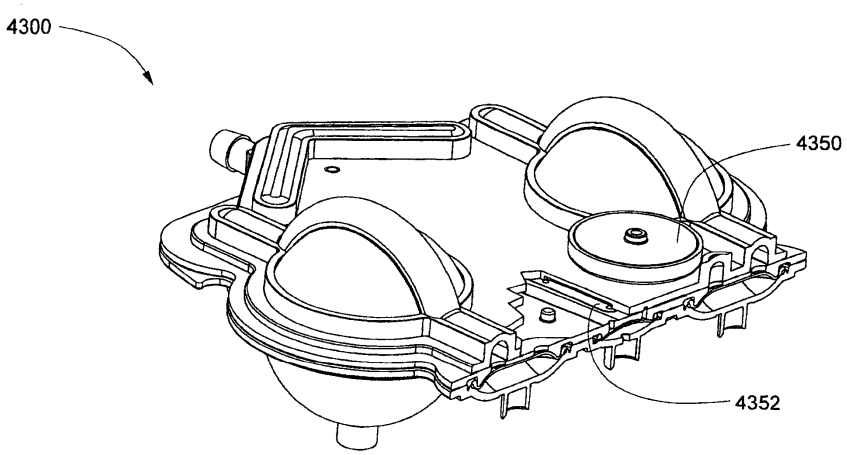
도면34a



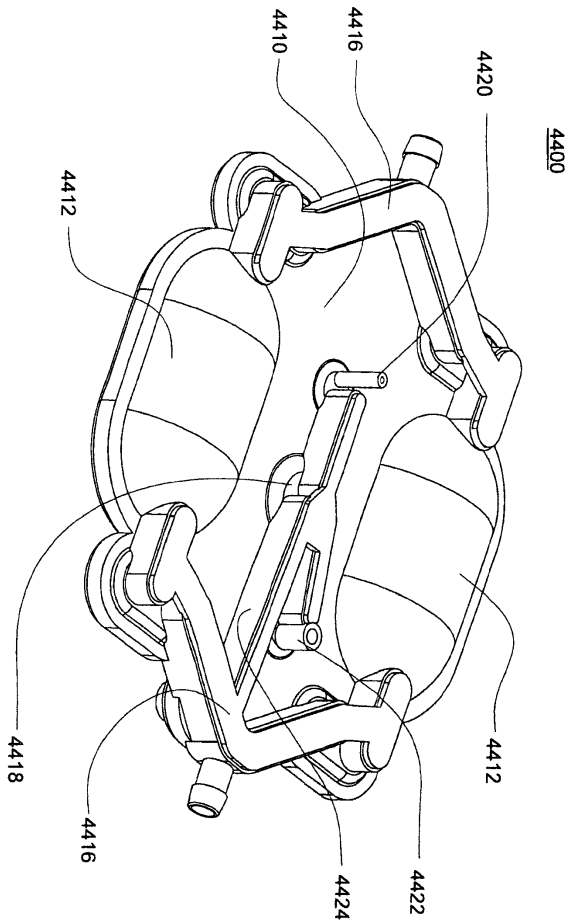
도면34b



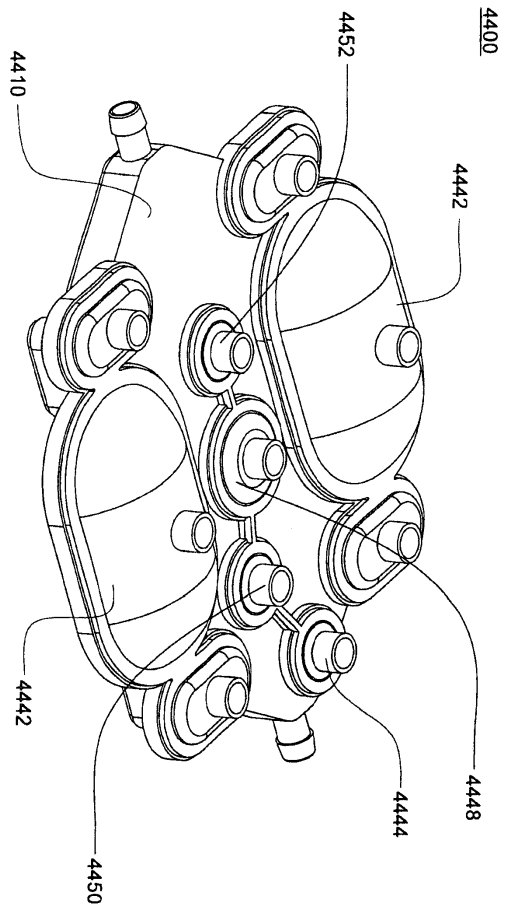
도면34c


4300
4350
4352

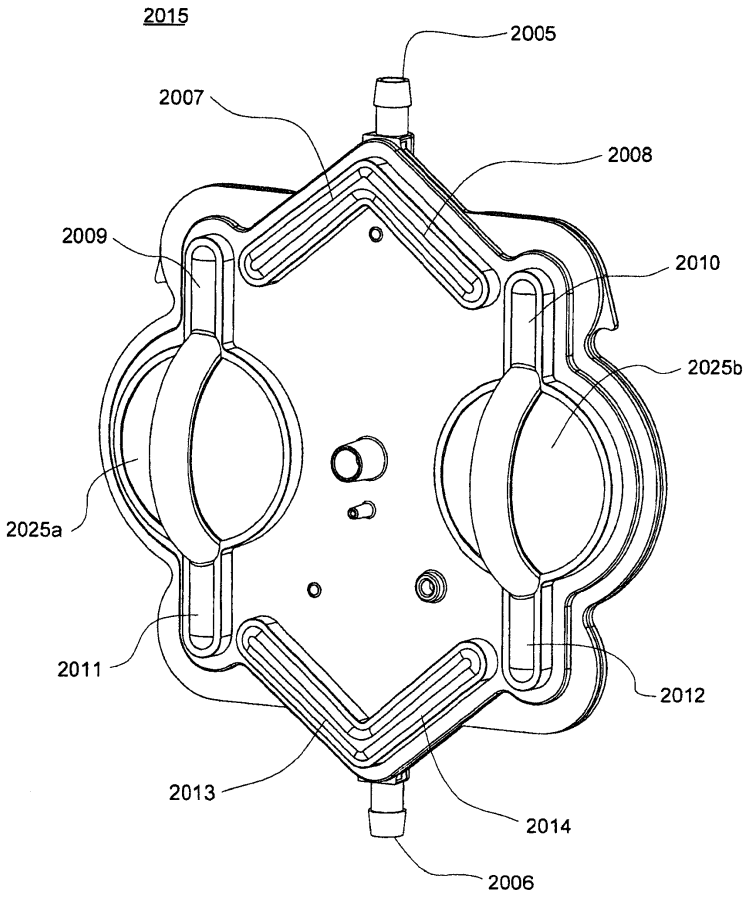
도면35a


4410
4416
4420
4400
4412
4418
4416
4424
4422
4412

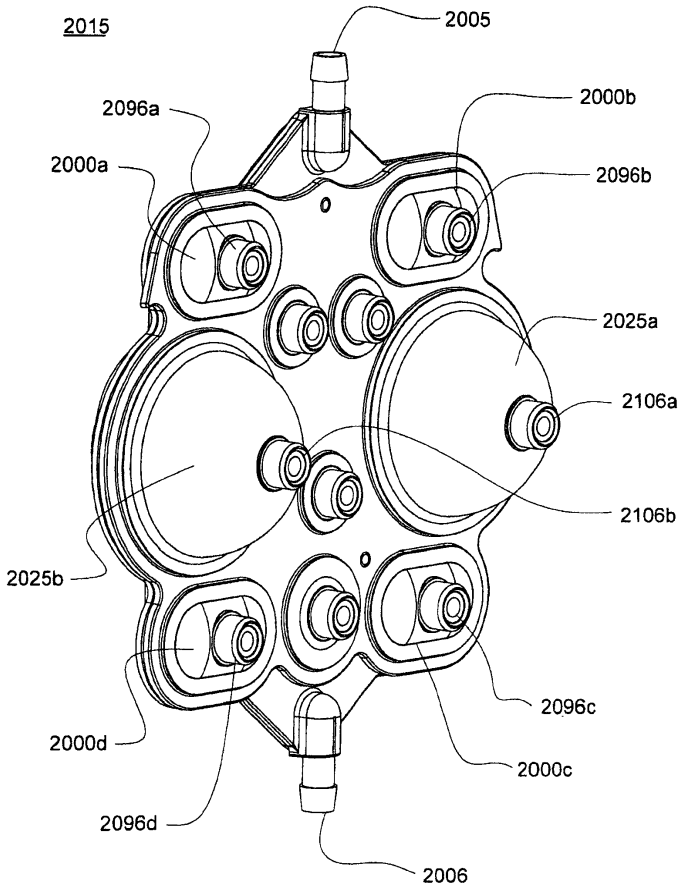
도면35b



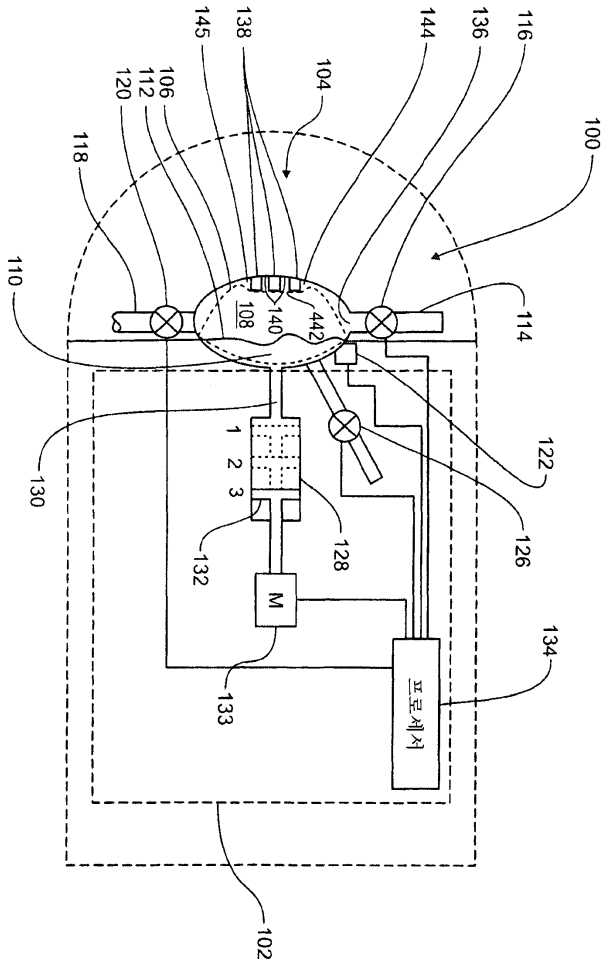
도면36a


2015
2005
2007
2008
2009
2010
2025b
2025a
2011
2012
2013
2014
2006

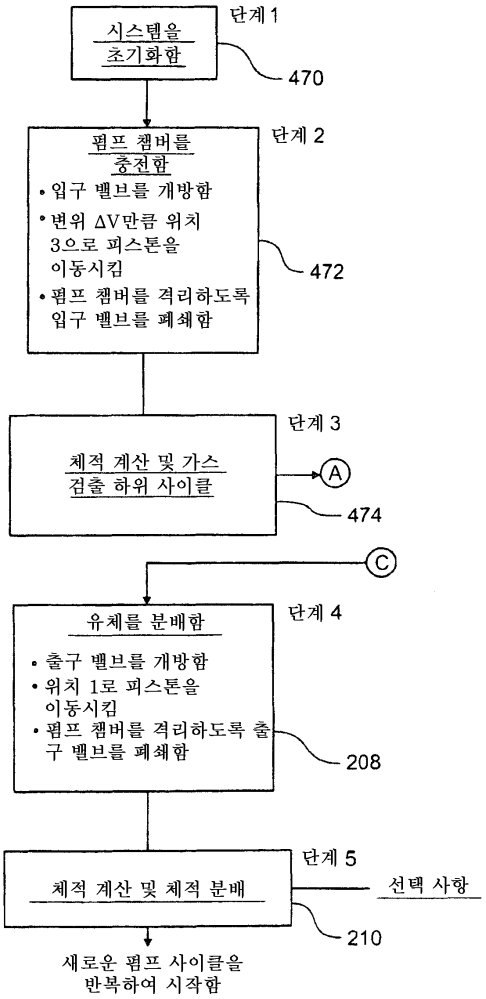
도면36b


2015
2005
2000b
2096a
2000a
2096b
2025a
2106a
2106b
2025b
2096c
2000d
2000c
2096d
2006

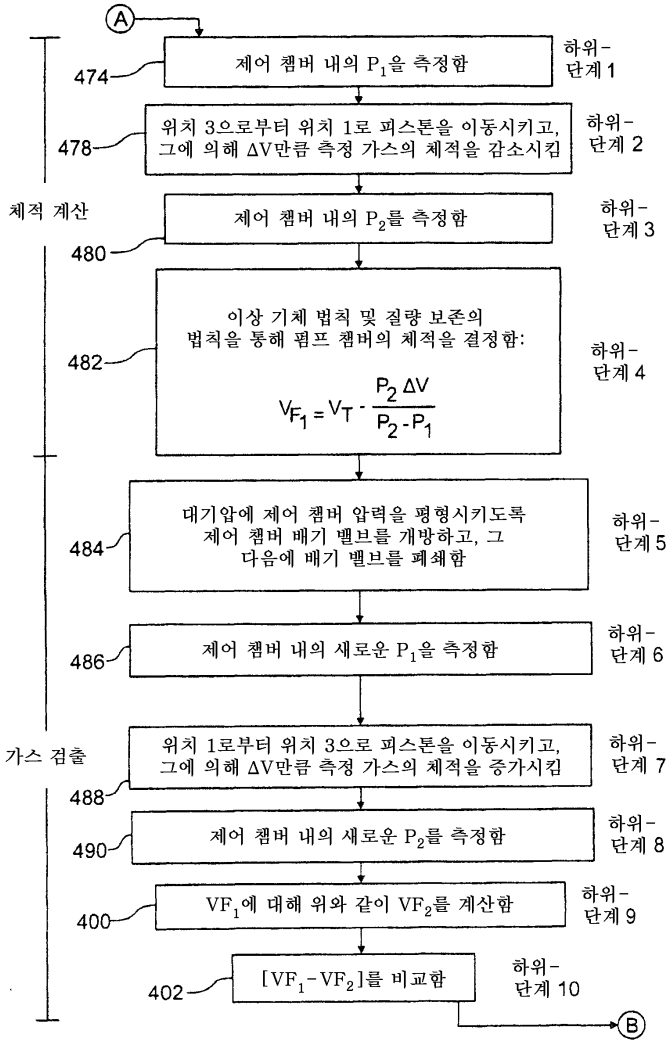
도면37


100
102
104
106
108
110
112
114
116
118
120
122
126
128
130
132
133
134
136
138
140
142
144
145
1
2
3
M
프로세서

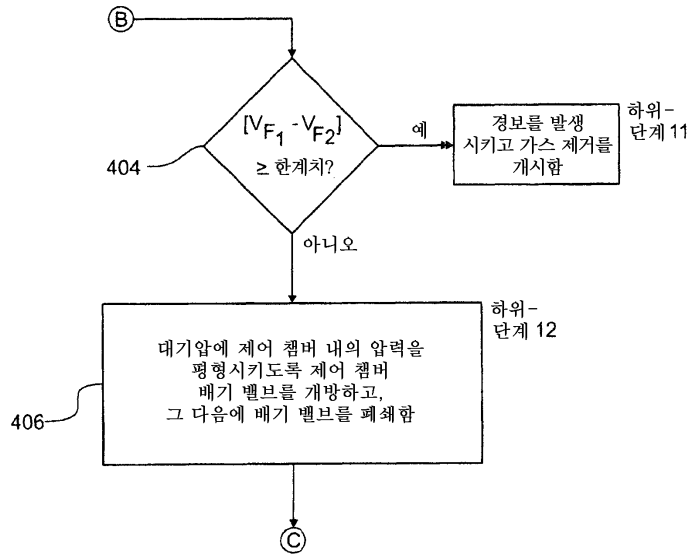
도면38a


단계 1
시스템을 초기화함
470
단계 2
펌프 챔버를 충전함
• 입구 밸브를 개방함
• 변위 ΔV만큼 위치 3으로 피스톤을 이동시킴
• 펌프 챔버를 격리하도록 입구 밸브를 폐쇄함
472
단계 3
체적 계산 및 가스 검출 하위 사이클
A
474
C
단계 4
유체를 분배함
• 출구 밸브를 개방함
• 위치 1로 피스톤을 이동시킴
• 펌프 챔버를 격리하도록 출구 밸브를 폐쇄함
208
단계 5
체적 계산 및 체적 분배
선택 사항
210
새로운 펌프 사이클을 반복하여 시작함

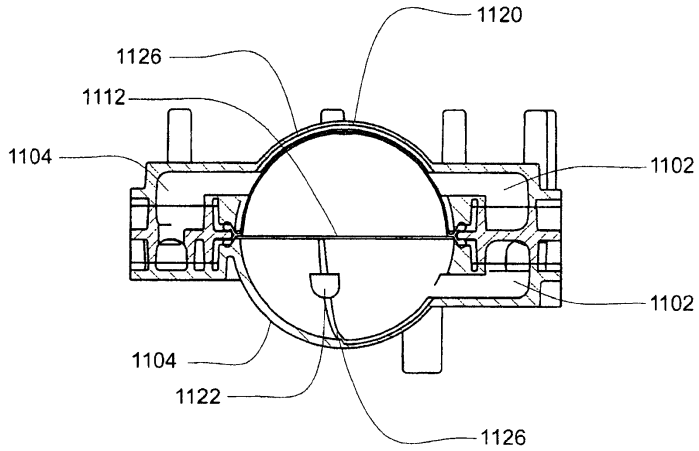
도면38b


A
474
제어 챔버 내의 P_1을 측정함
하위-단계 1
478
위치 3으로부터 위치 1로 피스톤을 이동시키고, 그에 의해 ΔV만큼 측정 가스의 체적을 감소시킴
하위-단계 2
체적 계산
480
제어 챔버 내의 P_2를 측정함
하위-단계 3
482
이상 기체 법칙 및 질량 보존의 법칙을 통해 펌프 챔버의 체적을 결정함:
$V_{F_1} = V_T - \frac{P_2 \Delta V}{P_2 - P_1}$
하위-단계 4
484
대기압에 제어 챔버 압력을 평형시키도록 제어 챔버 배기 밸브를 개방하고, 그 다음에 배기 밸브를 폐쇄함
하위-단계 5
486
제어 챔버 내의 새로운 P_1을 측정함
하위-단계 6
가스 검출
488
위치 1로부터 위치 3으로 피스톤을 이동시키고, 그에 의해 ΔV만큼 측정 가스의 체적을 증가시킴
하위-단계 7
490
제어 챔버 내의 새로운 P_2를 측정함
하위-단계 8
400
VF_1에 대해 위와 같이 VF_2를 계산함
하위-단계 9
402
$[VF_1 - VF_2]$를 비교함
하위-단계 10
B

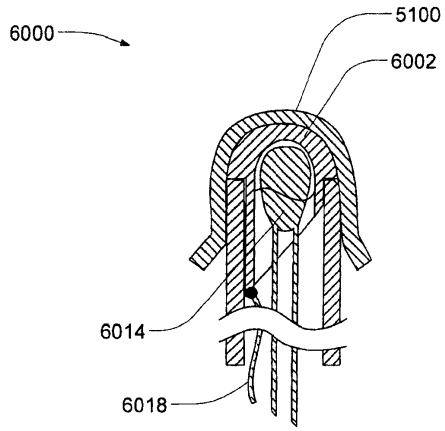
도면38c


B
404
$[V_{F_1} - V_{F_2}]$ ≥ 한계치?
예
경보를 발생시키고 가스 제거를 개시함
하위-단계 11
아니오
406
대기압에 제어 챔버 내의 압력을 평형시키도록 제어 챔버 배기 밸브를 개방하고, 그 다음에 배기 밸브를 폐쇄함
하위-단계 12
C

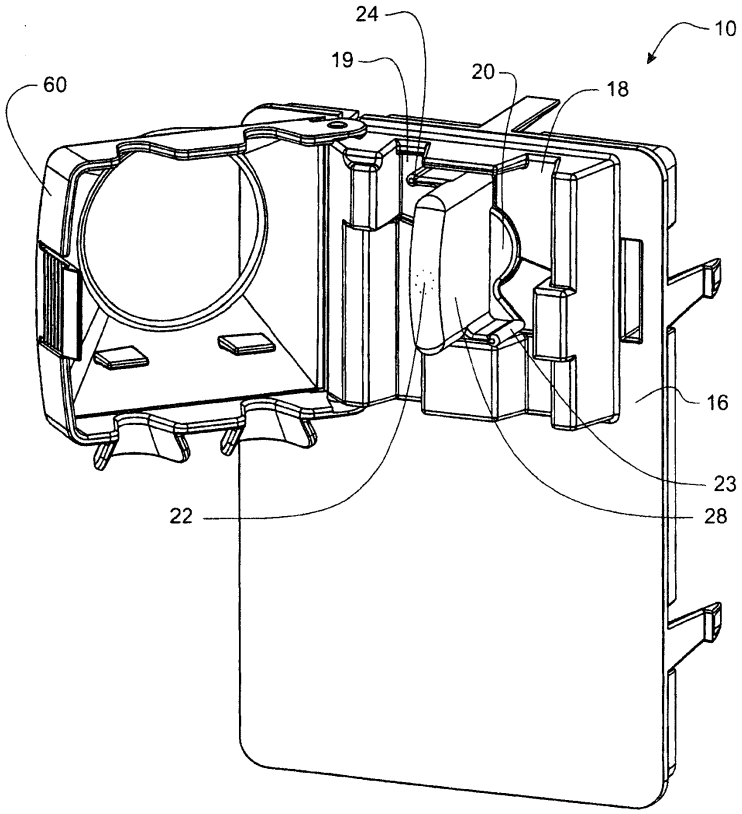
도면39


1120
1126
1112
1104
1102
1102
1104
1122
1126

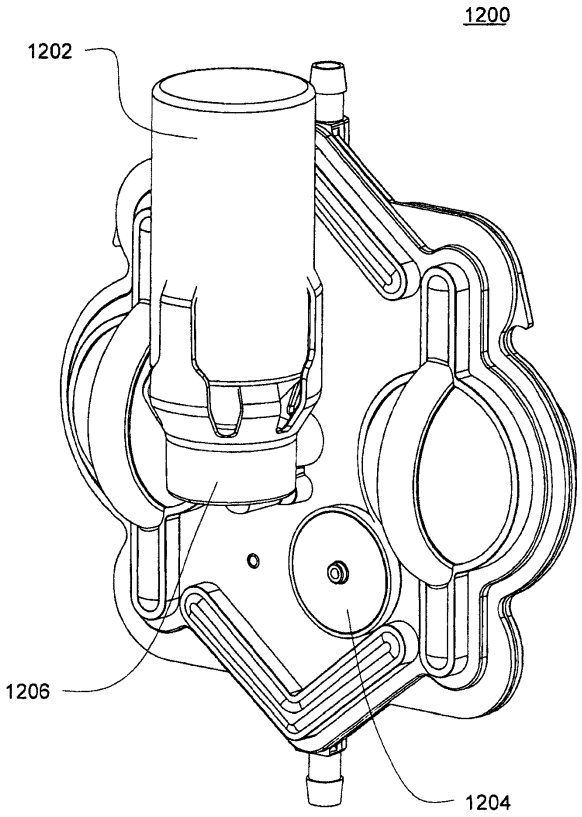
도면40


6000
5100
6002
6014
6018

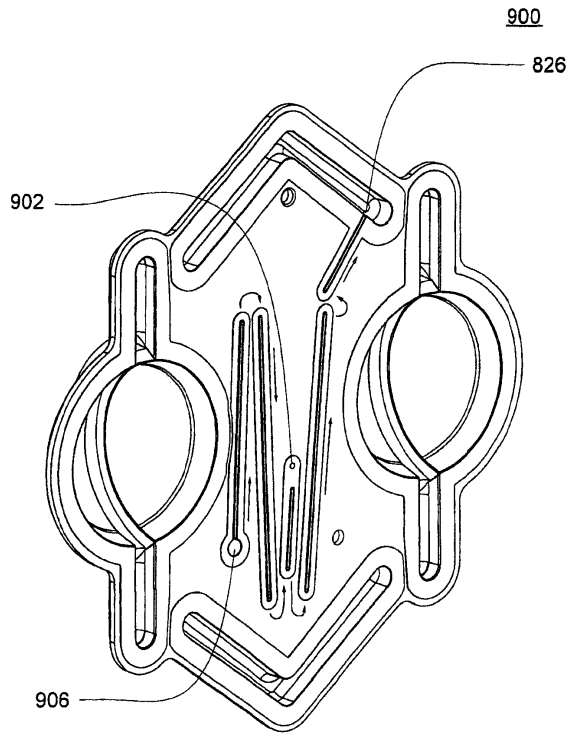
도면41



도면42



도면43



도면44

