(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월30일
(11) 등록번호 10-2196092
(24) 등록일자 2020년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61M 1/28 (2006.01) *A61M 1/34* (2006.01)
A61M 39/10 (2006.01) *A61M 39/20* (2006.01)
A61M 39/22 (2006.01) *A61M 5/145* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61M 1/28 (2013.01)
A61M 1/34 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7037941(분할)
(22) 출원일자(국제) 2009년01월23일
심사청구일자 2020년01월22일
(85) 번역문제출일자 2019년12월23일
(65) 공개번호 10-2020-0000463
(43) 공개일자 2020년01월02일
(62) 원출원 특허 10-2018-7038036
원출원일자(국제) 2009년01월23일
심사청구일자 2018년12월28일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/000436
(87) 국제공개번호 WO 2009/094182
국제공개일자 2009년07월30일
(30) 우선권주장
61/011,967 2008년01월23일 미국(US)
61/058,469 2008년06월03일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20060241550 A1
JP2003102834 A
JP2007097746 A
JP1999347115 A

(73) 특허권자
데카 프로덕츠 리미티드 파트너쉽
미국 뉴햄프셔주 03101 맨체스터 커머셜 스트리트 340
(72) 발명자
맥길 데이비드 더블유.
미국 03101 뉴햄프셔주 베드포드 해로드 레인 20
데일 제임스 디.
미국 03062 뉴햄프셔주 내슈아 화이트 플레인스 드라이브37
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준

전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 현승훈

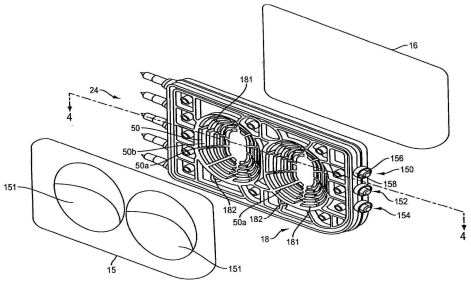
(54) 발명의 명칭 **복수의 유체 라인을 사용하는 의료용 치료 시스템에 사용하기 위한 펌프 카세트 및 방법**

(57) 요 약

APD 교환기 장치 또는 기타 주입 장치와 함께 사용 가능한 본 발명의 유체 취급 카세트(24)는 제1 측면에 오목부로서 형성되는 적어도 하나의 펌프 챔버(181) 및 채널을 포함하는 유체를 위한 복수의 유로를 갖는 대체로 편평한 본체를 포함할 수 있다. 환자 라인 포트가 환자 라인(34)에 연결되도록 구성될 수 있고, 적어도 하나의 유로

(뒷면에 계속)

대 표 도



를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 유체 연통하고, 선택적인 멤브레인(15)이 적어도 하나의 펌프 챔버 위로 본체의 제1 측면에 부착될 수 있다. 일 실시예에서, 멤브레인은 본체의 펌프 챔버 오목부에 대체로 일치하는 두드러지지 않은 형상의 펌프 챔버 부분(151)을 가질 수 있고, 이것은 펌프 챔버의 가용 공간 내의 유체의 이동을 위해 이동 가능하도록 구성된다. 펌프 멤브레인이 펌프 챔버의 내측 벽에 접촉하는 것을 방지하기 위해 하나 이상의 스페이서(50)가 펌프 챔버에 제공될 수 있다. 환자 라인, 배액 라인(28) 및/또는 가열기 백 라인(26)이 카세트에 연결 가능한 하나 이상의 용액 라인(30)에 대해 별도로 폐색 가능하도록 위치될 수 있다.

(52) CPC특허분류

A61M 39/1011 (2013.01)

A61M 39/105 (2013.01)

A61M 39/20 (2013.01)

A61M 39/22 (2013.01)

A61M 5/145 (2013.01)

A61M 2205/12 (2013.01)

A61M 2205/3379 (2013.01)

A61M 2209/08 (2013.01)

(72) 발명자

헬모어 사이먼 씨.

미국 03104 뉴햄프셔주 맨체스터 에이피티. 1 알머틀 스트리트 33

라니건 리차드 제이.

미국 03311 뉴햄프셔주 콘코드 안젤라 웨이 6

디머스 제이슨 에이.

미국 03104 뉴햄프셔주 맨체스터 노오쓰 베이 스트리트 387

케이먼 딘

미국 03110 뉴햄프셔주 베드포드 웨스트윈드 드라이브 15

명 세 서

청구범위

청구항 1

복막 투석 시스템에 사용하기 위한 유체 취급 카세트로서, 상기 카세트는

유체용 복수의 유로 및 본체의 제1 측면에 오목부로서 각각 형성된 제1 및 제2 펌프 챔버를 갖는 대체로 편평한 본체;

환자 라인에 연결되도록 구성된 본체의 제1 단부에 위치되고, 제1 유로를 통해 제1 펌프 챔버의 제1 개구부 및 제2 펌프 챔버의 제1 개구부와 밸브 경유 유체 연통하는, 환자 라인 포트;

배액 라인과 연결되도록 구성된 본체의 제1 단부에 위치되고, 제2 유로를 통해 제1 펌프 챔버의 제2 개구부 및 제2 펌프 챔버의 제2 개구부와 밸브 경유 유체 연통하는, 배액 라인 포트;

제1 단부에 대향하는 본체의 제2 단부에 위치되고, 각 용액 라인 포트가 제1 유로를 통해 제1 및 제2 펌프 챔버 각각의 제1 개구부와 밸브 경유 유체 연통하는, 복수의 용액 라인 포트; 및

제1 및 제2 펌프 챔버 위로 본체의 제1 측면에 부착되고, 제1 및 제2 펌프 챔버 위로 멤브레인의 일부가 펌프 챔버 내의 유체의 이동을 위해 이동 가능하도록 구성되는, 가요성 멤브레인을 포함하는, 유체 취급 카세트.

청구항 2

제1항에 있어서, 가열기 백 라인과 연결되도록 구성된 본체의 제1 단부에 위치된 가열기 라인 포트를 추가로 포함하고, 상기 가열기 라인 포트는 제2 유로를 통해 제1 및 제2 펌프 챔버 각각의 제2 개구부와 밸브 경유 유체 연통하는, 유체 취급 카세트.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 복수의 용액 라인 포트는 본체의 제2 단부 상의 대응하는 용액 라인 스파이크와 각각 연결되고, 상기 용액 라인 스파이크는 용액 라인들과 연결되도록 구성되는, 유체 취급 카세트.

청구항 4

제3항에 있어서, 각 용액 라인 스파이크 둘레에 구성된 스커트를 추가로 포함하는, 유체 취급 카세트.

청구항 5

제4항에 있어서, 각 스커트는 대응하는 스파이크 캡의 단부를 수용하도록 구성되는, 유체 취급 카세트.

청구항 6

의료용 주입 시스템에 사용하기 위한 유체 취급 카세트로서, 상기 카세트는

유체용 복수의 유로 및 본체의 제1 측면에 오목부로서 각각 형성된 제1 및 제2 펌프 챔버를 갖는 대체로 편평한 본체;

환자 라인에 연결되도록 구성된 본체의 제1 단부에 위치되고, 제1 유로를 통해 제1 펌프 챔버의 제1 개구부 및 제2 펌프 챔버의 제1 개구부와 밸브 경유 유체 연통하는, 환자 라인 포트;

배액 라인과 연결되도록 구성된 본체의 제1 단부에 위치되고, 제2 유로를 통해 제1 펌프 챔버의 제2 개구부 및 제2 펌프 챔버의 제2 개구부와 밸브 경유 유체 연통하는, 배액 라인 포트;

제1 단부에 대향하는 본체의 제2 단부에 위치되고, 각 용액 라인 포트가 제1 유로를 통해 제1 및 제2 펌프 챔버 각각의 제1 개구부와 밸브 경유 유체 연통하는, 복수의 용액 라인 포트; 및

제1 및 제2 펌프 챔버 위로 본체의 제1 측면에 부착되고, 제1 및 제2 펌프 챔버 위로 멤브레인의 일부가 펌프 챔버 내의 유체의 이동을 위해 이동 가능하도록 구성되는, 가요성 멤브레인을 포함하는, 유체 취급 카세트.

청구항 7

제6항에 있어서, 가열기 백 라인과 연결되도록 구성된 본체의 제1 단부에 위치된 가열기 라인 포트를 추가로 포함하고, 상기 가열기 라인 포트는 제2 유로를 통해 제1 및 제2 펌프 챔버 각각의 제2 개구부와 밸브 경유 유체 연통하는, 유체 취급 카세트.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 복수의 용액 라인 포트는 본체의 제2 단부 상의 대응하는 용액 라인 스파이크와 각각 연결되고, 상기 용액 라인 스파이크는 용액 라인들과 연결되도록 구성되는, 유체 취급 카세트.

청구항 9

제8항에 있어서, 각 용액 라인 스파이크 둘레에 구성된 스커트를 추가로 포함하는, 유체 취급 카세트.

청구항 10

제9항에 있어서, 각 스커트는 대응하는 스파이크 캡의 단부를 수용하도록 구성되는, 유체 취급 카세트.

발명의 설명

기 술 분 야

배 경 기 술

[0001] 복막 투석(Peritoneal Dialysis: PD)은 환자의 복강에 대한 살균 수용액(복막 투석 용액 또는 투석액)의 주기적인 주입을 수반한다. 확산 및 삼투 교환이 자연 신체 멤브레인을 가로질러 상기 용액과 혈류 사이에서 일어난다. 이러한 교환은 신장이 일반적으로 분비하는 투석액에 폐기물을 전달한다. 폐기물은 통상적으로 나트륨 및 염소 이온과 같은 용질과, 요소, 크레아티닌 및 물과 같은 신장을 통해 일반적으로 분비되는 기타 화합물로 구성된다. 투석시에 복막 멤브레인을 가로지르는 물의 확산은 한외여과로 불린다.

[0002] 통상의 복막 투석 용액은 한외여과를 통해 환자로부터 물을 제거하기 위해 필요한 삼투 압력을 발생시키기에 충분한 농도의 포도당을 포함한다.

[0003] 지속 보행형 복막 투석(Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis: CAPD)은 대중적인 형태의 PD이다. 환자는 하루에 약 4회 수작업으로 CAPD를 수행한다. CAPD를 위한 배출/충전 과정 동안, 처음에 환자는 사용된 복막 투석 용액을 자신의 복강으로부터 배출하고, 새로운 복막 투석 용액을 자신의 복강에 주입한다. 이러한 배출 및 충전 과정은 대개 약 1시간이 소요된다.

[0004] 자동화된 복막 투석(APD)은 다른 대중적인 형태의 PD이다. APD는 교환기로 불리는 기계를 사용하여 환자의 복강에 대해 복막 투석 용액을 자동으로 주입, 드웰 및 배출한다. APD는 특히 PD 환자에게 매력적인데, 이는 환자가 잠을 자는 야간에 수행될 수 있기 때문이다. 이것은 환자가 깨어있거나 일하는 시간 동안 매일 CAPD를 필요로 하는 것으로부터 환자를 자유롭게 한다.

[0005] APD 시퀀스는 일반적으로 수 시간 동안 계속된다. 이것은 종종 사용된 투석액을 복강으로부터 비우기 위해 최초 배출 단계에서 시작된다. APD 시퀀스는 그 후 일련의 충전, 드웰(dwell) 및 배출 단계를 통해 차례로 진행된다. 각각의 충전/드웰/배출 시퀀스는 사이클이라 불린다.

[0006] 충전 단계 동안, 교환기는 소정 용적의 신선하고 따뜻한 투석액을 환자의 복강에 전달한다. 투석액은 일정 시간 동안 복강 내에 머문다("유지된다"). 이것은 드웰 단계(dwell phase)로 불린다. 배출 단계 동안, 교환기는 복강으로부터 사용된 투석액을 제거한다.

[0007] 주어진 APD 세션 동안 요구되는 충전/드웰/배출의 회수는 환자의 APD 요법을 위해 처방된 투석액의 총 용적에 의존하며, 치료 처방의 일부로서 입력되거나 또는 교환기에 의해 계산된다.

[0008] APD는 여러 방법으로 실행될 수 있다.

[0009] 연속 교환기 복막 투석(CCPD)이 하나의 일반적으로 사용되는 APD 형태이다. CCPD의 각 충전/드웰/배출 단계 동

안, 교환기는 처방된 용적의 투석액을 주입한다. 처방된 드웰 기간 후에, 교환기는 이 액체 용적을 환자로부터 완전히 배출하고, 복강을 빈 상태로 또는 "건조한" 상태로 남겨둔다. 일반적으로, CCPD는 처방된 치료 용적을 달성하기 위해 4 내지 8회의 충전/드웰/배출 사이클을 사용한다.

[0010] CCPD에 있어서 마지막 처방된 충전/드웰/배출 사이클 후에, 교환기는 최종 충전 용적을 주입한다. 최종 충전 용적은 연장된 시간 동안 환자 내에 유지된다(dwell). 이것은 야간의 다음 CCPD 세션의 시작시에 또는 주간 교환 동안 배출된다. 최종 충전 용적은 교환기가 제공하는 일련의 CCPD 충전/드웰/배출 충전 사이클의 충전 용적과는 상이한 농도의 포도당을 함유할 수 있다.

[0011] 간헐적인 복막 투석(Intermittent Peritoneal Dialysis: IPD)은 다른 APD 형태이다. IPD는 일반적으로 환자가 갑자기 투석 치료에 들어가는 심각한 상황에 사용된다. IPD는 또한 환자가 PD를 필요로 하지만 CAPD의 부담을 견디지 못하거나 또는 집에서 그것을 할 수 없을 때 사용될 수 있다.

[0012] CCPD와 마찬가지로, IPD는 일련의 충전/드웰/배출 사이클을 수반한다. CCPD와 달리, IPD는 최종 충전 단계를 포함하지 않는다. IPD에서는, 환자의 복강이 APD 치료 세션 사이에 투석액이 없는(또는 "건조한") 상태로 남아 있다.

[0013] 주기적인 복막 투석(Tidal Peritoneal Dialysis: TPD)은 다른 APD 형태이다. CCPD와 마찬가지로, TPD는 일련의 충전/드웰/배출 사이클을 포함한다. CCPD와 달리, TPD는 각각의 배출 단계 동안 복강으로부터 투석액을 완전히 배출하지 않는다. 대신에, TPD는 제1 충전 단계 동안 기초 용적을 구축하고, 제1 배출 단계 동안 이 용적의 일부만을 배출한다. 이어지는 충전/드웰/배출 사이클은 기초 용적 위에 대체 용적을 주입하고 배출한다. 마지막 배출 단계는 모든 투석액을 복강으로부터 제거한다.

[0014] 투석액을 완전히 배출하고 새로운 전체 기초 용적의 투석액을 환자에게 주입하는 사이클을 포함하는 TPD의 변형이 존재한다.

[0015] TPD는 CCPD와 마찬가지로 최종 충전 사이클을 포함할 수 있다. 대안적으로, TPD는 IPD와 마찬가지로 최종 충전 사이클을 생략할 수 있다.

[0016] APD는 투석을 필요로 하는 환자에게 수명연장의 유연성과 질을 제공한다. APD는 CAPD를 매일 실시하는 것이 주는 피로와 불편함으로부터 환자를 자유롭게 할 수 있다. APD는 환자가 깨어있거나 일하는 시간에 투석액 교체를 수행하지 않아도 되게 할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 여전히, 과거의 기계의 복잡함 및 크기 그리고 다양한 APD 형태와 관련한 일회용품들로 인해 수동 복막 투석 방법으로 대안으로서 APD를 광범위한 환자에 채용하는 것이 저해되고 있다.

과제의 해결 수단

[0018] 발명의 태양은 복막 투석과 같은 의료용 주입 작업을 포함하는 의료용 응용예에 사용하기 위한 다양한 구성요소, 시스템 및 방법에 관한 것이다. 몇몇 경우에, 본 발명의 태양은 복막 투석의 응용예에 한정되지만, 다른 태양은 더 포괄적인 투석 응용예(예를 들어, 혈액 투석) 또는 주입 응용예에 한정되며, 다른 태양은 더 포괄적인 방법 및 처리에 한정된다. 따라서, 본 발명의 태양은 반드시 APD 시스템 및 방법에 한정되는 것은 아니지만, 많은 예시적인 실시예들이 APD와 관련하여 설명된다.

[0019] 본 발명의 일 태양에서, APD 교환기 장치 또는 기타 주입 장치와 함께 사용 가능한 일회용 유체 취급 카세트는 제1 측면에 오목부로서 형성된 적어도 하나의 펌프 챔버를 갖는 대체로 편평한 본체 및 채널을 포함하는 유체용 복수의 유로를 포함한다. 환자 라인 포트가 환자 라인에 연결되도록 구성될 수 있고 적어도 하나의 유로를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 유체 연통할 수 있으며, 멤브레인이 적어도 하나의 펌프 챔버 위로 본체의 제1 측면에 부착될 수 있다. 일 실시예에서, 멤브레인은 본체의 펌프 챔버 오목부에 대체로 일치하는 언스트레스 상태(undstressed)의 형상인 펌프 챔버 부분을 가질 수 있고, 이것은 펌프 챔버의 가용 공간 내에서의 유체의 이동을 위해 이동 가능하도록 배치된다. 카세트 본체가 2개 이상의 펌프 챔버 오목부를 포함하면, 멤브레인도 마찬가지로 2개 이상의 미리 정한 형상의 펌프 부분을 포함한다. 다른 실시예에서, 예를 들어, 교환기의 제어 표면이 펌핑 및/또는 밸브 기능을 제어하기 위해 카세트와 상호작용하는 경우에, 멤브레인은 카세트에 포함될

필요가 없다.

[0020] 다른 실시예에서, 펌프 챔버는 예를 들어 멤브레인이 내측 벽에 접촉하는 것을 방지하는데 일조하기 위해 오목부의 내측 벽으로부터 연장되는 하나 이상의 스페이서 요소를 포함할 수 있고, 따라서 펌프 챔버의 입구/출구의 차단을 방지하고, 펌프 챔버 내의 공기를 제거하거나 그 안에 가두는데 일조하고, 그리고/또는 멤브레인이 내측 벽에 달라붙는 것을 방지한다. 스페이서 요소는 멤브레인이 스페이서 요소에 대해 가압될 때 스페이서 요소의 에지에서 멤브레인의 변형을 최소화하도록 구성될 수 있다.

[0021] 다른 실시예에서, 환자 라인 포트 및 배액 라인 포트가 본체의 제1 단부에 위치될 수 있고, 적어도 하나의 유로를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 유체 연통할 수 있다. 다른 한편으로는 복수의 용액 라인 스파이크가 제1 단부에 대향하는 본체의 제2 단부에 위치될 수 있고, 각각의 용액 라인 스파이크는 적어도 하나의 유로를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 유체 연통한다. 이러한 구성은 카세트에 대한 용액 라인의 자동화된 연결 및/또는 용액 라인에 대한 환자 및/또는 배액 라인의 별도 폐쇄를 가능하게 할 수 있다. 일 실시예에서, 가열기 백 라인 포트가 또한 본체의 제1 단부에 배치될 수 있고, 적어도 하나의 유로를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 유체 연통할 수 있다. 가요성을 갖는 환자 라인, 배액 라인 및 가열기 백 라인은 각각 환자 라인 포트, 배액 라인 및 가열기 백 라인 포트에 연결될 수 있다.

[0022] 다른 실시예에서, 본체는 적어도 하나의 펌프 챔버에 인접하여 형성된 진공 배출 간극 오목부를 포함할 수 있다. 이 오목부는 제어 표면에 있는 진공 포트에 의해 멤브레인과 교환기의 대응하는 제어 표면 사이의 유체(가스 및/또는 액체) 제거에 도움이 될 수 있다. 즉, 오목부는 멤브레인이 진공 포트에 대해 가압되지 않고, 필요에 따라 수집 챔버 내로 유체를 흡입하기 위해 포트를 개방 상태로 두는 것을 보장하는데 도움을 줄 수 있다.

[0023] 일 실시예에서, 배액 라인 포트 및 가열기 백 라인 포트와 같은 하나 이상의 포트 및/또는 하나 이상의 용액 라인 스파이크가 카세트 베이스의 공통 유로 채널과 연통할 수 있다. 필요에 따라서, 적어도 하나의 펌프 챔버와 환자 라인 포트, 배액 라인 포트 및 복수의 용액 라인 스파이크 사이의 각각의 유로에 있어서의 유동을 제어하기 위해 복수의 밸브가 각각 배치될 수 있다. 일 실시예에서, 멤브레인의 일부는 각각의 밸브 위에 위치할 수 있고, 각각의 밸브를 개방 및 폐쇄하도록 이동 가능하다. 유사하게, 개구를 통해 펌프 챔버 안으로 유입되는 유동은 멤브레인의 하나 이상의 부분에 의해 개방 및 폐쇄되는 대응 밸브에 의해 제어될 수 있다.

[0024] 몇몇 실시예에서, 멤브레인은 본체의 유로의 적어도 일부를 폐쇄할 수 있다. 즉, 본체에는 멤브레인에 의해 적어도 일 측면에서 폐쇄되는 개방 유동 채널이 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 본체는 양쪽의 편평한 측면에 형성되는 유로를 포함할 수 있고, 제1 측면의 유로는 제2 측면의 유로와 연통할 수 있다.

[0025] 일 실시예에서, (예를 들어 투석 용액을 수용하기 위한) 카세트 상의 하나 이상의 스파이크는 스파이크를 폐쇄 상태로 밀봉하고 제거 가능한 스파이크 캡으로 덮일 수 있다.

[0026] 발명의 다른 태양에서, 재사용 가능한 자동화된 복막 투석 교환기 장치와 함께 사용하기 위한 일회용 유체 취급 카세트는 제1 측면에 오목부로서 형성된 적어도 하나의 펌프 챔버 및 유체를 위한 복수의 유로를 갖는 대체로 편평한 본체를 포함하고, 유로는 환자 라인에 연결되도록 구성된 환자 라인 포트 및 적어도 하나의 펌프 챔버 위로 본체의 제1 측면에 부착되는 가요성 멤브레인을 포함하고, 환자 라인 포트는 적어도 하나의 유로를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 유체 연통한다. 적어도 하나의 펌프 챔버 위의 멤브레인의 펌프 챔버 부분은 본체의 펌프 챔버 오목부의 사용가능 영역과 대체로 일치하는 언스트레스 상태의 형상을 가질 수 있고, 펌프 챔버 내로의 유체의 이동을 위해 이동 가능하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 카세트는 재사용 가능한 자동화된 복막 투석 교환기 장치와 작동식으로 결합하도록 구성된다.

[0027] 카세트는 배액 라인에 연결되도록 구성된 배액 라인 포트 및/또는 적어도 하나의 유로를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 유체 연통하는 복수의 용액 라인 스파이크를 포함할 수 있고, 배액 라인 포트는 적어도 하나의 유로를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 유체 연통한다. 멤브레인의 펌프 챔버 부분은 대체로 돔 형상이며, 대응하는 펌프 챔버 오목부의 사용가능한 영역에 대체로 일치하는 형상을 갖는 2개의 펌프 챔버 부분을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 펌프 챔버 부분의 용적은 펌프 챔버 오목부의 가용 용적의 85 내지 110%일 수 있다. 다른 실시예에서, 펌프 챔버 부분은 펌프 챔버 오목부의 가용 용역의 깊이의 85 내지 110%가 되도록 구성될 수 있다. 다른 실시예에서, 펌프 챔버 부분은 펌프 챔버 오목부의 사용가능 영역의 원주의 85 내지 100%인 크기를 갖도록 구성될 수 있다. 펌프 챔버의 사용가능 영역은 오목부의 내측 벽으로부터 연장되는 하나 이상의 스페이서 요소에 의해 적어도 부분적으로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 복수의 스페이서 요소는 대체로 돔 형상 구역

또는 기타 형상을 형성하는 점증하는 길이 또는 가변적인 높이를 가질 수 있다. 스페이서 요소는 평면도로 보았을 때 동심 타원 패턴 또는 기타 형상으로 구성될 수 있다. 패턴 내의 하나 이상의 브레이크부(break)가 예를 들어 공극 간의 연통을 허용하기 위해 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 스페이서 요소는 멤브레인이 스페이서 요소에 대해 가압될 때 스페이서 요소의 에지에서 멤브레인의 변형을 최소화하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 스페이서는 멤브레인이 펌프 챔버의 유체 입구 및/또는 출구를 덮는 것을 방지하도록 구성될 수 있다.

[0028] 발명의 다른 태양에서, 의료용 주입 장치의 유체 취급 시스템과 함께 사용하기 위한 유체 취급 카세트는 제1 측면에 오목부로서 형성된 적어도 하나의 펌프 챔버 및 채널을 포함하는 복수의 유로를 갖는 대체로 편평한 본체를 포함하고, 적어도 하나의 펌프 챔버는 오목부의 내측 벽으로부터 연장되는 하나 이상의 스페이서 요소, 환자 라인에 연결되도록 구성된 환자 라인 포트, 배액 라인에 연결되도록 구성된 배액 라인 포트 및 적어도 하나의 유로를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 유체 연통하는 복수의 용액 라인 스파이크를 포함하고, 환자 라인 포트는 적어도 하나의 유로를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 연통하고, 배액 라인 포트는 적어도 하나의 유로를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 연통한다.

[0029] 본 발명의 일 태양에서, 복막 투석 시스템의 유체 라인 연결 시스템과 함께 사용하기 위한 일회용 구성요소 시스템은 본체의 제1 측면에 오목부로서 형성된 적어도 하나의 펌프 챔버 및 유체를 위한 복수의 유로를 갖는 대체로 편평한 본체를 구비한 유체 취급 카세트, 본체의 제1 단부에 위치한 용액 라인 스파이크 및 용액 라인 스파이크를 제거 가능하게 덮도록 구성된 스파이크 캡을 포함하고, 용액 라인 스파이크는 적어도 하나의 유로를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 연통하고, 캡은 복막 투석 치료의 개시 전에 용액 라인에의 연결을 위한 캡의 제거를 돕기 위한 (예를 들어, 비대칭 또는 대칭 플랜지와 같은) 적어도 하나의 융기된 특징부를 포함한다.

[0030] 일 실시예에서, 카세트는 스파이크 랩의 단부를 수용하기 위해 스파이크 둘레에 배치되는 스커트를 포함하고, 스파이크 캡과 스커트 사이에 실을 형성하는 것을 돕도록 구성된 스커트와 스파이크 사이의 오목부가 존재할 수 있다.

[0031] 다른 실시예에서, 용액 라인 캡이 용액 라인에 제거 가능하게 연결될 수 있고, 용액 라인 캡은 (대칭 또는 비대칭 홈과 같은) 오목한 특징부를 포함할 수 있다. 용액 라인 캡의 적어도 일부는 실리콘 고무와 같은 가요성 재료를 포함할 수 있다. 오목한 특징부는 스파이크 캡을 카세트로부터 제거하는데 도움을 줄 수 있다.

[0032] 다른 실시예에서, 스파이크 캡은 용액 라인 캡을 위한 정지부로서 기능할 수 있는 제2 융기된 특징부를 포함한다.

[0033] 다른 실시예에서, 하나 이상의 스파이크의 주 축은 유체 취급 카세트의 대체로 편평한 본체와 실질적으로 동일한 평면에 있다.

[0034] 발명의 다른 태양에서, 복막 투석 시스템과 함께 사용하기 위한 유체 취급 카세트는 제1 측면에 오목부로서 형성되는 적어도 하나의 펌프 챔버 및 유체를 위한 복수의 유로를 갖는 대체로 편평한 본체 및 투석 용액 라인과 결합하기 위해 본체의 제1 단부에 위치한 스파이크를 포함한다. 스파이크는 적어도 하나의 유로를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 연통할 수 있고, 스파이크의 말단 팁이 실질적으로 스파이크의 종방향 축 근처에 위치하도록 구성된 말단 팁 및 루멘을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 루멘은 종방향 축으로부터 벗어나 위치될 수 있다.

[0035] 발명의 다른 태양에서, 복막 투석 시스템의 유체 라인 연통 시스템과 함께 사용하기 위한 일회용 구성요소 시스템은 유체 취급 카세트의 스파이크를 제거 가능하게 덮도록 구성된 스파이크 캡을 포함한다. 캡은 복막 투석 치료의 개시 전에 용액 라인에의 연결을 위한 캡의 제거를 돕는 적어도 하나의 특징부를 포함할 수 있다. 이러한 구성은 융기된 특징부이거나 또는 오목한 특징부일 수 있으며, 용액 라인 캡과 결합하도록 구성될 수 있다.

[0036] 발명의 다른 태양에서, 복막 투석 시스템의 유체 라인 연결 시스템과 함께 사용하기 위한 일회용 구성요소 시스템은 용액 라인에의 제거 가능한 부착을 위한 용액 라인 캡을 포함하고, 용액 라인 캡은 복막 투석 치료의 개시 전에 용액 라인과 스파이크 사이의 연결을 가능하게 하기 위해 스파이크 캡의 제거를 돕는 적어도 하나의 특징부를 포함한다. 이러한 구성은 융기된 특징부이거나 오목한 특징부일 수 있고, 스파이크 캡과 결합되도록 구성될 수 있다. 예를 들어 라인과 관계된 용액이 식별되고 복막 투석 시스템의 적어도 하나의 기능에 영향을 주도록 용액 라인과 표시가 관계될 수 있다.

[0037] 발명의 다른 태양에서, APD 시스템과 같은 의료용 주입 유체 취급 시스템은 캡을 벗기고 (용액 라인과 같은) 하나 이상의 라인을 유체 취급 카세트 상의 하나 이상의 스파이크 또는 다른 연결 포트와 연결한다. 이러한 특징

은 캡을 벗기고 라인과 스파이크를 연결하기 위한 사람의 상호작용이 필요하지 않기 때문에 감소된 오염 가능성과 같은 장점을 제공할 수 있다. 예를 들어, APD 시스템은 커넥터 단부 및 캡을 각각 갖는 복수의 용액 라인을 수용하도록 구성되는 캐리지를 포함할 수 있다. 캐리지는 용액 라인의 커넥터 단부를 제1 방향으로 이동시키기 위해 제1 방향을 따라 이동하도록 구성될 수 있고, 캡 스트리퍼가 캐리지 상의 용액 라인 상의 캡과 결합하도록 구성될 수 있다. 캡 스트리퍼는 제1 방향을 따라 캐리지와 함께 이동할 뿐만 아니라 제1 방향에 대해 횡방향인 제2 방향으로도 이동하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 캐리지는 용액 라인 상의 캡을 카세트 상의 스파이크 상의 캡과 결합시키기 위해 제1 방향으로 APD 교환기 내의 카세트를 향해 이동할 수 있다. 캡 스트리퍼는 (예를 들어, 캐리지의 동작에 대해 횡방향인 방향으로 이동함으로써) 캡과 결합할 수 있고, 스파이크로부터 캡을 제거하기 위해 카세트로부터 멀리 캐리지를 당김에 따라 캐리지와 함께 이동할 수 있다. 캐리지는 용액 라인의 커넥터 단부를 캡 스트리퍼 상의 캡으로부터 당길 수 있고, 캡 스트리퍼는 캐리지가 현재 노출된 용액 라인 커넥터를 카세트 상의 노출된 스파이크와 결합시키는 것을 허용하도록 후퇴될 수 있다.

[0038] 일 실시예에서, 캐리지는 대응하는 용액 라인을 각각 수용하는 복수의 홈을 포함할 수 있다. 용액 라인은 대응하는 홈에 위치시킴으로써, 각각의 라인은 예를 들어 라인 상의 바코드 또는 다른 식별자를 판독하고 그에 따라 시스템을 제어함으로써 더 용이하게 개별적으로 식별될 수 있다. 캐리지는 교환기 하우징의 도어에 장착될 수 있고, 캐리지 드라이브는 캐리지를 제1 방향을 따라 이동시킬 수 있다. 일 실시예에서, 캐리지 드라이브는 도어가 폐쇄 위치로 이동될 때 캐리지와 결합할 수 있고, 도어가 개방 위치로 이동될 대 캐리지로부터 분리될 수 있다.

[0039] 일 실시예에서, 캡 스트리퍼는 캐리지에 의해 전달되는 용액 라인 상의 대응 캡과 결합하도록 구성된 복수의 포크 형상 요소를 포함할 수 있다. 포크 형상 요소는 용액 라인으로부터 제거될 때 캡을 유지할 수 있으며, 각각의 용액 라인 캡은 그 자체가 스파이크 캡을 유지한다. 다른 실시예에서, 캡 스트리퍼는 포크 형상 요소와 각각 관계된 복수의 로커 아암을 포함할 수 있다. 각각의 로커 아암은 예를 들어 대응하는 스파이크로부터 스파이크 캡을 제거하는 것을 돕기 위해 스파이크 캡과 결합하도록 이동하게 구성될 수 있다. 각각의 로커 아암은 관련된 포크 형상 요소가 용액 라인 상의 캡과 결합할 때에만 대응 스파이크 캡과 결합하도록 구성될 수 있다. 따라서, 캡 스트리퍼는 스파이크와 연결할 대응 용액 라인이 없는 위치에서 카세트로부터 스파이크 캡에 결합하거나 스파이크 캡을 제거하지 않을 수 있다.

[0040] 발명의 다른 태양에서, APD 교환기와 같은 의료용 주입 유체 취급 시스템 내의 유체 라인들을 연결하기 위한 방법은 용액 라인 및 카세트의 스파이크를 사람이 접촉하지 못하는 포위된 공간에 위치시키는 것을 수반할 수 있다. 용액 라인 및/또는 스파이크는 포위된 공간에 있는 동안 캡을 제거하고 라인을 스파이크에 연결할 수 있고, 따라서 예를 들어 병원체 또는 다른 잠재적으로 위험한 물질을 옮기는 손가락에 의해 연결부의 잠재적인 오염을 최소화하면서 연결부를 제공한다. 예를 들어, 발명의 이러한 태양에 따른 하나의 방법은 커넥터 및 캡을 각각 갖는 복수의 용액 라인을 제공하는 단계와, 스파이크 캡에 의해 각각 덮이는 복수의 스파이크를 갖는 유체 취급 카세트를 제공하는 단계와, 복수의 용액 라인의 커넥터 단부를 캡으로 둘러싸서 커넥터 단부 및 복수의 스파이크를 스파이크 캡으로 덮음으로써 사람이 캡 또는 스파이크 캡을 접촉하는 공간에 있는 스파이크 캡을 덮는 단계와, 공간으로부터 캡 또는 커넥터 단부를 제거하지 않고 복수의 용액 라인의 커넥터 단부로부터 캡을 제공하는 단계와, 공간으로부터 스파이크 캡 또는 스파이크를 제거하지 않고 스파이크로부터 스파이크 캡을 제거하는 단계와, 캡을 각각의 스파이크 캡과 결합시키는 단계와, 복수의 커넥터 단부에 대응하는 스파이크와 연결하는 한편 커넥터 단부와 스파이크를 공간 내에 유지하고 사람의 접촉으로부터 보호하는 단계를 포함한다.

[0041] 일 실시예에서, 용액 라인 캡 및 스파이크 캡은 라인 또는 스파이크로부터 제거 전에 서로 결합될 수 있고, 서로 결합되어 있는 동안 라인 및 스파이크 모두로부터 제거될 수 있다. 이러한 기술은 캡을 벗기고 캡을 씌우는 과정을 단순화시킬 수 있을 뿐만 아니라 더 용이한 캡의 보관을 가능하게 한다.

[0042] 다른 실시예에서, 용액 라인은 스파이크로부터 연결 해제될 수 있고, 라인 및 스파이크의 커넥터 단부는 예를 들어 치료가 완료된 후에 다시 캡이 씌워질 수 있다.

[0043] 발명의 다른 태양에서, 투석 기계는 복수의 스파이크 및 각각의 스파이크를 덮는 복수의 스파이크 캡을 갖는 유체 취급 카세트, 각각의 라인의 커넥터 단부를 덮는 캡을 각각 갖는 복수의 용액 라인, 및 하나 이상의 캡이 대응하는 스파이크 캡에 고정되어 있는 동안 하나 이상의 캡을 용액 라인의 커넥터 단부로부터 제거하고 카세트 상의 스파이크로부터 하나 이상의 스파이크 캡을 제거하도록 구성된 캡 스트리퍼를 포함할 수 있다. 상술한 바와 같이, 기계는 캡이 제거된 후에 용액 라인의 커넥터 단부를 대응 스파이크와 작동으로 유체 연결시키도록 구성될 수 있다.

[0044] 발명의 다른 태양에서, APD 시스템과 같은 투석 기계는 복수의 유체 스파이크 및 각각의 스파이크를 덮는 복수의 스파이크 캡을 갖는 카세트, 각각의 라인의 커넥터 단부를 덮는 캡을 각각 갖는 복수의 용액 라인을 수용하도록 구성되는 캐리지 및 라인의 커넥터 단부를 덮는 하나 이상의 캡과 결합하도록 구성된 캡 스트리퍼를 포함할 수 있다. 캐리지 및 캡 스트리퍼는 하나 이상의 캡이 카세트 상의 스파이크를 덮는 대응 스파이크 캡과 결합하고 있는 동안 라인의 커넥터 단부 상의 하나 이상의 캡과 결합하도록 구성될 수 있고, 스파이크로부터 스파이크 캡을 제거하고 용액 라인의 커넥터 단부로부터 캡을 제거하도록 구성되며, 캡이 제거된 후에 용액 라인의 커넥터 단부와 스파이크를 유체 연결시키도록 구성된다.

[0045] 발명의 다른 태양에서, 투석 기계는 용액 라인의 커넥터 단부 상의 하나 이상의 캡을 제고하고, 유체 취급 카세트 상의 스파이크로부터 하나 이상의 스파이크 캡을 제거하고, 캡을 용액 라인에 보유 및 재부착하고 카세트 상의 스파이크에 스파이크 캡을 보유 및 재부착시키도록 구성된 캡 스트리퍼를 포함할 수 있다.

[0046] 발명의 다른 태양에서, 복막 투석 시스템을 위한 유체 라인 연결 시스템은 제1 측면에 오목부로서 형성되는 적어도 하나의 펌프 챔버 및 유체를 위한 복수의 유로를 갖는 대체로 평평한 본체를 갖는 유체 취급 카세트, 본체의 제1 단부에 위치한 복수의 투석 용액 라인 스파이크 및 복수의 용액 라인을 수용하도록 구성된 캐리지를 포함하고, 용액 라인 스파이크는 적어도 하나의 유로를 통해 적어도 하나의 펌프 챔버와 유체 연통하고 스파이크가 유체 취급 카세트의 대체로 편평한 본체와 대체로 동일한 평면에 있도록 구성되며, 각각의 용액 라인은 커넥터 단부를 갖는다. 캐리지는 용액 라인의 커넥터 단부를 대응 스파이크와 자동으로 유체 연결하도록 구성될 수 있다.

[0047] 일 실시예에서, 캐리지는 유체 취급 카세트의 대체로 편평한 본체에 실질적으로 평행한 제1 방향을 따라 용액 라인 및 각각의 캡을 이동시키도록 구성된다. 캐리지를 제1 방향으로만 이동시키는 캐리지 드라이브는 드라이브 요소를 제1 방향을 따라 이동시키기 위해 드라이브 요소 및 공압식 블래더 또는 스크루 드라이브를 포함할 수 있다. 캡 스트리퍼는 하나 이상의 캡이 대응하는 스파이크 캡에 고정되어 있는 동안 용액 라인의 커넥터 단부로부터 하나 이상의 캡을 제거하고 카세트 상의 스파이크로부터 하나 이상의 스파이크 캡을 제거하도록 구성된다. 일 실시예에서, 캡 스트리퍼는 캡을 용액 라인에 보유 및 재부착하고 스파이크 캡을 카세트 상의 스파이크에 보유 및 재부착하도록 구성될 수 있다.

[0048] 발명의 다른 태양에서, 복막 투석 시스템은 환자의 복강으로의 투석액의 전달을 제어하기에 적합한 구성요소를 갖는 교환기 장치를 포함할 수 있다. 교환기 장치는 구성요소의 적어도 일부를 둘러싸는 하우징을 가질 수 있고 가열기 백 수용 섹션을 가질 수 있다.("가열기 백"이라는 용어는 본원에서 폴리머, 금속 또는 기타 적절한 재료로 만들어진 가요성을 갖거나 딱딱한 용기와 같이 투석액을 가열하기 위한 임의의 적절한 용기를 지칭함). 뚜껑이 하우징에 장착될 수 있으며, 가열기 백이 가열기 백 수용 섹션에 배치될 수 있는 개방 위치와 뚜껑이 가열기 백 수용 섹션을 덮는 폐쇄 위치 사이에서 이동 가능하다. 그러한 구성은 가열기 백 내의 투석액의 더 빠르고 효율적인 가열을 가능하게 하는데, 그 이유는 예를 들어 열이 뚜껑에 의해 보유되기 때문이다. 또한, 뚜껑은 잠재적으로 뜨거운 표면에 사람이 접촉하는 것을 방지하는데 도움을 줄 수 있다.

[0049] 일 실시예에서, 투석 시스템은 가열기 백 라인에 부착된 가열기 백 포트, 환자 라인에 부착된 환자 포트 및 환자 라인 및 가열기 백 라인 내의 유체를 이동시키기 위한 적어도 하나의 펌프 챔버를 갖는 유체 취급 카세트를 포함할 수 있다. 가열기 백은 가열기 백 라인에 부착될 수 있고, 가열기 백 수용 섹션에 배치되도록 구성될 수 있다.

[0050] 다른 실시예에서, 시스템은 하우징에 이동 가능하게 장착되는 (터치 스크린 구성요소를 갖는 시각적 디스플레이와 같은) 인터페이스를 포함할 수 있고, 인터페이스가 가열기 백 수용 섹션에 수용되는 제1 위치와 인터페이스가 가열기 백 수용 섹션 밖에 위치되는 제2 위치(예를 들어, 사용가가 인터페이스와 상호작용할 수 있는 위치) 사이에서 이동 가능하다. 따라서, 인터페이스는 시스템이 공전 상태일 때 시야로부터 감추어질 수 있고, 이는 인터페이스가 보호될 수 있게 한다. 또한, 인터페이스를 가열기 백 수용 섹션에 보관하는 것은 적어도 "보관" 상태일 때 시스템이 더욱 콤팩트해지도록 할 수 있다.

[0051] 발명의 다른 태양에서, 투석 시스템은 공압식으로 작동되는 시스템의 구성요소를 제어하기에 적합한 공압 및/또는 진공 공급원, 공압 및/또는 진공 공급원에 유체 연결되는 공압 작동식 구성요소, 및 공압 작동식 구성요소에 공압 또는 진공을 제공하고 이어서 공압 또는 진공을 공압 작동식 구성요소에 다시 공급하기 전에 실질적인 시간 동안 공압 작동식 구성요소를 공압 또는 진공 공급원으로부터 격리하는 제어 시스템을 포함한다. 그러한 구성은 본원에 설명되는 폐색 장치와 같이 비교적 빈번하지 않게 작동되는 구성요소에 유용할 수 있다. 몇몇 구성요소의 작은 운동은 구성요소가 환자를 괴롭힐 수 있는 소음을 발생시키게 할 수 있다. 구성요소를 공압/진

공으로부터 격리함으로써, 구성요소는 예를 들어 다른 시스템 구성요소에 의한 압력/진공 상태의 흡입으로부터 발생하는 압력/진공 공급원에서의 진동에 의해 유발되는 약간의 이동을 방지할 수 있다. 일 실시예에서, 실질적인 시간은 5분 이상일 수 있거나, 1시간 이상일 수 있거나, 환자의 복강에 대한 투석 치료에 적합한 투석액 용적의 전달 또는 제거에 요구되는 시간의 50%일 수 있거나, 다른 적절한 시간일 수 있다.

[0052] 발명의 다른 태양에서, 투석 시스템은 시스템의 공압 작동식 구성요소를 제어하기에 적합한 공압 및/또는 진공 공급원, 공압 및/또는 진공 공급원에 유체 연결되는 공압 작동식 구성요소, 및 공압 작동식 구성요소에 공압 또는 진공을 제공하고 공압 작동식 구성요소에 의해 발생되는 소음을 감소시키도록 공압 또는 진공을 제어하는 제어 시스템을 포함한다. 예를 들어, 공압 작동식 구성요소는 (펌프 다이아프램과 같은) 적어도 하나의 이동부를 포함할 수 있고, 제어 시스템은 이동부가 정지하고 그리고/또는 방향을 변경할 때 이동부의 이동을 느리게 하기 위해 공압식으로 작동되는 구성요소에 제공되는 공압 또는 진공을 감소시킬 수 있다(예를 들어, 압력/진공은 다이아프램이 방향을 바꾸기 전에 다이아프램의 이동을 느리게 하도록 제어될 수 있음). 다른 실시예에서, 압력/진공 공급원 밸브의 펄스 폭 조정 제어가 예를 들어 밸브의 이동부에 의해 발산되는 소음을 감소시키기 위해 사용될 수 있다.

[0053] 발명의 다른 태양에서, 투석 시스템은 시스템의 공기압 작동식 구성요소를 제어하기에 적합한 공압 및 진공 공급원을 포함한다. 제1 공압 작동식 구성요소는 공압 및/또는 진공 공급원에 유체 연결될 수 있고, 공기 압력을 해제하기 위해 제1 출력 라인을 가질 수 있다. 제2 공압 작동식 구성요소가 공압 및/또는 진공 공급원에 유체 연결될 수 있고, 공기 진공을 해제하기 위해 제2 출력 라인을 가질 수 있다. 축적기, 매니폴드 또는 소리 단절 챔버에 의해 규정되는 공간은 제1 및 제2 출력 라인 모두에 유체 연결될 수 있다. 제어 시스템은 제1 및 제2 구성요소가 작동중에 압력/진공을 해제하면 해제된 압력/진공이 공통의 공간(예를 들어 매니폴드)에 수용될 수 있도록 공압 작동식 구성요소에 공압 또는 진공을 제공할 수 있다. 몇몇 환경에서, 구성요소에 의해 방출된 부압 하의 가스가 다른 구성요소에 의해 방출된 음압에 의해 균형을 이룰 수 있으며, 따라서 발생된 소음을 감소시킨다.

[0054] 발명의 다른 태양에서, 복막 투석 시스템은 환자의 복강에 유체 연결되어 그것으로부터 연장되는 환자 라인을 갖는 유체 취급 카세트를 포함할 수 있고, 이것은 환자 라인 내의 투석 용액을 이동시키기 위해 적어도 하나의 펌프 챔버를 포함한다. 교환기 장치가 유체 취급 카세트를 수용하고 이것과 상호작용하도록 구성될 수 있고, 적어도 하나의 펌프 챔버가 환자 라인 내의 투석액을 이동시키게 한다. 교환기는 환자 라인 내의 공기를 제거하기 위해 환자 라인 안으로 투석 용액을 밀어넣는 프라이밍 동작으로 작동하도록 적어도 하나의 펌프 챔버를 제어하도록 구성된 제어 시스템을 포함할 수 있고, 카세트 본체에 연결된 환자 라인의 용적과는 상이한 두 가지 타입의 유체 취급 카세트와 상호작용할 수 있다. 제1 타입의 카세트는 (예를 들어 소아용의) 비교적 작은 용적의 환자 라인을 가질 수 있고, 제2 타입의 카세트는 (예를 들어 성인용의) 비교적 큰 용적의 환자 라인을 가질 수 있으며, 제어 시스템은 교환기에 의해 수용되는 카세트가 제1 타입인지 또는 제2 타입인지 검출하여 그에 따라 교환기 동작을 조절한다.

[0055] 일 실시예에서, 제어 시스템은 프라이밍 동안 환자 라인의 용적을 판단함으로써 교환기에 의해 수용되는 카세트가 제1 타입인지 제2 타입인지 검출할 수 있으며, 시스템의 동작 동안 카세트를 통해 이동되는 유체의 양을 조절한다. 다른 실시예에서, 카세트 상의 바코드와 같은 표시가 교환기에 의해 검출될 수 있고, 교환기가 카세트의 타입에 기초하여 펌핑 동작을 조절하게 할 수 있다.

[0056] 발명의 다른 태양에서, 투석 기계는 복수의 스파이크 및 스파이크 내의 유체를 이동시키기 위한 적어도 하나의 펌프 챔버를 갖는 유체 취급 카세트, 카세트 상의 각각의 스파이크와 각각 결합하는 복수의 용액 라인 및 각각의 용액 라인의 타입을 판단하기 위해 각각의 용액 라인 상의 표시를 판독하는 제어 시스템을 포함한다. 제어 시스템은 하나 이상의 용액 라인의 식별에 기초하여 펌핑 동작 또는 기타 교환기 동작을 조절할 수 있다. 예를 들어, 용액 라인은 방류 샘플링 라인으로서 식별될 수 있고, 펌핑 동작은 배출 사이클 동안 환자로부터 방류 샘플링 라인으로 사용된 투석액을 보내도록 조절될 수 있다.

[0057] 발명의 다른 태양에서, 투석 시스템의 경사 상태를 자동으로 회복하는 방법은 (A) 투석 시스템의 적어도 일부의 경사 각도를 검출하는 단계와, (B) 경사 각도가 소정 역치를 초과한 경사 상태가 존재하는지를 판단하는 단계와, (C) 단계 (B)에 응답하여 투석 치료를 중단하는 단계와, (D) 투석 치료가 중단된 동안 경사 각도를 모니터링하는 단계와, (E) 경사 상태가 더 이상 존재하는 지를 판단하는 단계와, (F) 단계 (E)에 응답하여 작동으로 투석 치료를 재개하는 단계를 포함하고, 투석 시스템의 일부는 투석 치료를 수행하기 위한 기계류를 포함한다.

[0058] 발명의 다른 태양에서, 투석 시스템을 위한 환자 데이터 인터페이스는 투석 시스템의 적어도 일부의 섀시에 있는 오목부 및 오목부 내에 배치된 제1 커넥터를 포함한다. 환자 데이터 저장 장치는 하우징 및 하우징에 결합되는 제2 커넥터를 포함할 수 있고, 제2 커넥터는 제1 커넥터에 선택적으로 결합된다. 오목부는 제1 형상을 가질 수 있고, 하우징은 제1 커넥터와 제2 커넥터가 결합될 때 환자 데이터 저장 장치가 오목부 내에 적어도 부분적으로 수용되도록 제1 형상에 대응하는 제2 형상을 가질 수 있다. 제1 및 제2 형상은 불규칙할 수 있고, 환자 데이터 저장 장치는 환자 데이터 저장 장치가 예상된 타입 및/또는 출처의 것인지를 검증하기 위해 투석 시스템에 의해 판독 가능한 검증 코드를 가질 수 있다.

[0059] 발명의 다른 태양에서, 복막 투석을 제공하기 위한 방법은 환자의 복강에 제1 압력에서 투석액을 전달 또는 흡입하는 단계와, 투석액 이동을 환자가 지각하는 것을 최소화하기 위해 투석액이 전달 또는 흡입되는 압력을 조절하는 단계를 포함한다. 일 실시예에서, 압력은 복막 투석 치료의 동일한 충전 또는 비움 사이클 동안 조절될 수 있고, 그리고/또는 복막 투석 치료의 상이한 충전 또는 비움 사이클 내에 조절될 수 있다. 예를 들어, 환자로부터 투석액을 흡입할 때, 투석액이 흡입되는 압력은 복강에 남아있는 투석액의 양이 역치 용적 아래로 떨어질 때 감소될 수 있다. 배출 사이클의 종료에 근접한 압력 감소(음압 또는 진공)는 환자가 가질 수 있는 투석액 흡입의 지각을 감소시킬 수 있다.

[0060] 발명의 다른 태양에서, 복막 투석액을 제공하기 위한 방법은 복막 투석의 제1 치료 동안 재사용 가능한 교환기 장치를 사용하여 환자의 복강에 제1 용액을 제공하는 단계와, 제1 치료 직후의 복막 투석 제2 치료 동안 재사용 가능한 교환기 장치를 사용하여 환자의 복강에 제2 용액을 제공하는 단계를 포함하고, 제2 용액은 제1 용액과는 상이한 화학적 조성을 갖는다. 상이한 용액은 (예를 들어, 교환기에 장착된 카세트를 통해) 교환기에 연결된 2개 이상의 용액 용기로부터의 액체 재료를 혼합함으로써 생성될 수 있다. 용액 용기는 예를 들어 바코드, RFID 태그 또는 기타 표시를 판독함으로써 자동으로 식별될 수 있다.

[0061] 발명의 다른 태양에서, 의료용 주입 시스템은 시스템의 구성요소들 중 적어도 일부를 둘러싸는 하우징 및 하우징에 부착되고 하우징에 제거가능하게 장착될 수 있는 유체 취급 카세트의 동작을 제어하도록 구성되는 제어 표면을 포함한다. 제어 표면은 카세트의 유체 펌핑 및 밸브 동작을 제어하도록 구성된 복수의 가동부를 가질 수 있고, 가동부들 중 적어도 하나는 가동부 근처의 영역으로부터 유체를 흡입하도록 구성된 관련 진공 포트를 가질 수 있다.

[0062] 일 실시예에서, 제어 표면은 탄성 폴리머 재료의 시트를 포함하며, 각각의 가동부는 관련 진공 포트를 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 카세트는 제어 표면에 인접하여 위치될 수 있는 멤브레인을 포함하고, 진공 포트는 멤브레인과 제어 표면 사이의 공간으로부터 유체를 제거하도록 구성된다. 예를 들어 멤브레인 파열의 경우에 진공 포트 내로 액체가 흡입되는 것을 검출하도록 액체 센서가 구성될 수 있고, 따라서 액체가 카세트로부터 누출되는 것을 허용한다.

[0063] 발명의 다른 태양에서, APD 시스템 내의 펌프와 같은 펌프에 의해 이동되는 액체의 용적은 유량계, 저울 등과 같은 것에 의해 유체를 직접 측정하지 않고 압력 측정치 및 특정한 공지된 챔버 및/또는 라인 용적에 기초하여 판단될 수 있다. 일 실시예에서, 펌프 챔버의 용적을 변화시키는 가동 요소를 갖는 펌프 챔버의 용적은 펌프 챔버 및 기준 챔버 내의 압력을 서로 격리되어 있는 동안 그리고 챔버들 내의 압력이 동등해질 수 있도록 유체 연결된 후에 측정함으로써 판단될 수 있다. 일 실시예에서, 압력의 동등화는 예를 들어 단열적 압력 동등화 과정에 기초한 시스템의 수학적 모델이 펌프 챔버 용적을 판단하는데 사용될 수 있는 것과 같이 단열적 방법으로 발생되는 것으로 가정될 수 있다. 다른 실시예에서, 챔버들이 유체 연결된 후에 측정된 압력은 완전한 동등화가 일어나기 전의 소정 시점에 측정될 수 있고, 따라서 챔버들이 유체 연결된 후에 측정된 펌프 챔버 및 기준 챔버의 압력은 동등할 수 있고, 여전히 펌프 챔버 용적을 판단하는데 사용될 수 있다. 이러한 접근법은 초기 압력의 측정과 최종 압력의 측정 사이의 시간을 감소시킬 수 있고, 따라서 열전달이 일어나는 시간을 감소시키고 펌프 챔버 용적을 판단하는데 단열적 모델이 사용될 때 발생되는 오차를 감소시킨다.

[0064] 발명의 일 태양에서, 펌프에 의해 이동되는 유체의 용적을 판단하기 위한 방법은 펌프 제어 챔버가 기준 챔버로부터 격리될 때 펌프 제어 챔버의 제1 압력을 측정하는 단계를 포함한다. 펌프 제어 챔버는 펌프 멤브레인 또는 다이아프램과 같은 펌프의 일부의 이동에 적어도 부분적으로 기초하여 변하는 용적을 가질 수 있다. 제2 압력은 기준 챔버가 펌프 제어 챔버로부터 격리될 때 기준 챔버에 대해 측정될 수 있다. 기준 챔버는 공지된 용적을 가질 수 있다. 기준 챔버와 펌프 제어 챔버를 유체 연결한 후의 펌프 제어 챔버와 관련된 제3 압력이 측정될 수 있지만, 펌프 제어 챔버와 기준 챔버 사이의 압력의 실질적인 동등화가 일어나기 전에 측정이 일어날 수 있다. 유사하게, 기준 챔버와 펌프 제어 챔버를 유체 연결한 후의 기준 챔버와 관련된 제4 압력이 측정될

수 있지만, 펌프 제어 챔버와 기준 챔버 사이의 압력의 실질적인 동등화가 일어나기 전에 측정될 수 있다. 펌프 제어 챔버의 용적은 제1, 제2, 제3 및 제4 측정 압력에 기초하여 판단될 수 있다.

[0065] 일 실시예에서, 제3 및 제4 압력들은 대략 동일한 시간에 측정되고 제3 및 제4 압력은 서로 실질적으로 동일하지 않다. 예를 들어, 펌프 제어 및 기준 챔버들에서 압력의 동등화는 펌프 제어 및 기준 챔버들이 유체 연결되면 평형 기간 이후에 일어날 수 있지만, 제3 및 제4 압력은 펌프 제어 및 기준 챔버들이 유체 연결된 후에 동등화 기간의 약 10% 내지 50%인 소정 시간에 측정될 수 있다. 따라서, 제3 및 제4 압력들은 챔버들 내의 압력이 완전히 동등화되기 오래 전에[시간각에서(in time sense)] 측정될 수 있다. 다른 실시예에서, 제3 및 제4 압력들은 챔버들 내의 압력들이 대략 50-70% 평형화에 도달할 때, 예를 들어, 챔버들 내의 압력들이 평형화된 압력 값의 약 50-70% 범위 내인 초기 값으로부터 변화될 때의 소정 시간에 측정될 수 있다. 따라서, 제1 및 제2 압력들의 측정과 제3 및 제4 압력들의 측정 사이의 기간이 최소화될 수 있다.

[0066] 다른 실시예에서, 펌프 제어 챔버의 용적을 결정하는 모델은, 제1 및 제2 압력들이 격리된 펌프 제어 챔버와 기준 챔버에 대해 측정될 때의 시점으로부터 제3 및 제4 압력들이 측정될 때의 시점까지 단열 시스템이 존재한다는 가정을 포함할 수 있다.

[0067] 펌프에 의해 이동된 유체의 용적을 결정하기 위해서, 제1, 제2, 제3 및 제4 압력들을 측정하는 단계들과 결정하는 단계가 펌프 제어 챔버에 대한 두 개의 다른 용적을 결정하도록 펌프 부재의 두 개의 상이한 위치들에 대해 수행될 수 있다. 두 개의 다른 용적들 사이의 차이는 펌프에 의해 전달된 유체의 용적을 나타낼 수 있다.

[0068] 상술한 바와 같이, 본 발명의 이 태양은 펌프가 일회용 카세트의 일부분이고 펌프 제어 챔버가 투석 고정 내에 사용된 투석 기계의 일부분인 시스템과 같은 임의의 적합한 시스템에 사용될 수 있다.

[0069] 일 실시예에서, 펌프 제어 챔버 또는 기준 챔버(적당한) 내의 압력이 먼저 미리 안정된 값으로부터 변화되기 시작하는 시점과 일치할 때 제1 및/또는 제2 압력이 복수의 압력 측정들로부터 선택될 수 있다. 예를 들어, 측정된 압력들의 복수의 연속적인 설정들에 대한 가장 좋은 피트 라인(fit line)이 일정한 경사로부터 먼저 일탈할 때의 결정에 기초하여 인식될 수 있다. 이러한 접근은 가능한 늦은 시간에 있는 펌프 제어 및 기준 챔버들에 대한 초기 압력들을 인식하는데 도움이 될 수 있으면서, 펌프 용적 결정에서의 에러를 감소시킨다.

[0070] 다른 실시예에서, 제3 및 제4 압력들이 측정되는 최적의 시점을 인식하는데 소정 기술이 사용될 수 있다. 예를 들어, 펌프 제어 챔버에 대한 복수의 압력 값들은 펌프 제어 및 기준 챔버들이 유체 연결된 후에 측정될 수 있고, 용적 값들에서의 복수의 변화가 펌프 제어 챔버에 대한 복수의 압력 값들에 기초하여 펌프 제어 챔버에 대해 측정될 수 있다. 용적 값들에서의 복수의 각각의 변화들은 펌프 챔버에 대해 측정된 압력 값과 유일한 시점에 대응할 수 있다. 이 경우에, 용적 값들에서의 변화는 펌프 제어 및 기준 챔버들을 초기에 격리하는 밸브 또는 다른 구성요소들에서 나타나지만, 밸브 또는 다른 구성요소의 개방시에 이동하는 가상의 피스톤의 이동으로 인한 것이다. 따라서, 펌프 챔버는 실제로 크기 또는 용적을 변화시키는 것이 아니라, 용적 내의 변화는 초기에는 상이한 펌프 챔버 및 기준 챔버의 압력들로 인한 가상의 상태이다. 유사하게, 기준 챔버에 대한 복수의 압력 값들은 펌프 제어 및 기준 챔버들이 유체 연통한 후에 측정될 수 있고, 기준 챔버에 대한 용적 값들에서의 복수의 변화가 기준 챔버에 대한 복수의 압력 값들에 기초하여 결정될 수 있다. 복수의 용적 값의 변화는 각각 기준 챔버에 대해 측정된 압력과 유일한 시점에 대응할 수 있고, 마찬가지로 펌프 챔버의 용적 값의 변화는 가상의 피스톤의 이동의 결과이다. 펌프 제어 챔버에 대하여 그리고 기준 챔버에 대하여 용적 값들에서의 변화들 사이에서의 복수의 상이한 값들이 결정될 수 있고, 각각의 상이한 값은 펌프 제어 챔버에 대한 용적 값들에서의 변화와 기준 챔버에 대한 용적 값들에서의 변화에 대응하기 위하여 결정되고, 즉, 다른 값이 결정되는 용적 값들에서의 변화의 쌍들은 동일한 시점 또는 실질적으로 동일한 시점에 대응하여 결정된다. 상이한 값들이 분석될 수 있고, 최소의 상이한 값(또는 양호한 한계치 이하인 상이한 값)은 제3 및 제4 압력들이 측정되어야만 하는 시점을 지시할 수 있다. 따라서, 제3 및 제4 압력 값들은 최소의 한계치 또는 한계치 이하인 상이한 값에 각각 대응하는 펌프 제어 챔버 압력 값 및 기준 챔버 압력 값에 동일한 것을 인식될 수 있다.

[0071] 다른 실시예에서, 측정된 압력들은 펌프 제어 챔버 및 기준 챔버 내에서 가스의 압력들이고, 펌프 제어 챔버 및 기준 챔버 내의 압력들의 평형은 단열적으로 일어나도록 추정되고, 펌프 제어 챔버와 기준 챔버 사이의 압력들의 평형은 같지만 방향이 반대인 펌프 제어 챔버 및 기준 챔버에서의 가스의 용적에서의 변화를 포함하도록 추정되고, 4개의 압력 측정의 시간에서의 기준 챔버 내의 가스 용적이 기준 챔버의 알려진 용적과 제2 및 제4 압력들로부터 계산될 수 있다. 기준 챔버 내의 가스의 용적에서의 변화는 기준 챔버의 알려진 용적과 제4 압력 측정의 시기에서의 기준 챔버 내의 가스의 용적의 계산된 값 사이의 차이인 것으로 추정될 수 있다. 또한, 펌프 제어 챔버 내의 가스의 용적에서의 변화는 펌프 제어 챔버의 초기 용적과 제3 압력 측정의 시기에서의 펌프

제어 챔버 내의 가스의 용적 사이의 차이인 것으로 추정될 수 있으며, 펌프 제어 챔버 내의 가스의 용적에서의 변화는 기준 챔버 내의 가스의 용적에서의 변화와 동일하지만 반대이다.

[0072] 본 발명의 다른 태양에서, 펌프에 의해 이동된 유체의 용적을 결정하는 방법은, 이동 가능한 멤브레인에 의해 펌프 제어 챔버로부터 분리된 펌프 챔버와 펌프 제어 챔버에 유체 연결될 수 있는 기준 챔버를 갖는 유체 펌프 장치를 제공하는 단계와, 멤브레인을 이동하게 함으로써 펌프 챔버 내의 유체를 이동시키도록 펌프 제어 챔버 내의 제1 압력을 조정하는 단계와, 펌프 제어 챔버로부터 기준 챔버를 격리하여 펌프 제어 챔버 내의 압력으로부터 상이한 기준 챔버 내의 제2 압력을 달성하는 단계와, 펌프 제어 챔버 및 기준 챔버 내의 압력들의 평형을 초기화하도록 기준 챔버 및 펌프 제어 챔버를 유체 연결시키는 단계와, 제1 및 제2 압력들과 펌프 제어 및 기준 챔버들 내의 압력들이 단열 방식으로 평형을 초기화한다는 가정에 기초하여 펌프 제어 챔버에 대한 용적을 결정하는 단계를 포함한다.

[0073] 일 실시예에서, 펌프 제어 및 기준 챔버들에 대한 제3 및 제4 압력들 각각은 기준 챔버 및 펌프 제어 챔버를 유체 연결한 후에 측정될 수 있고, 제3 및 제4 압력들은 펌프 제어 챔버에 대한 용적을 결정하도록 사용될 수 있다. 제3 및 제4 압력은 실질적으로 서로 동일하지 않을 수 있다. 위에서 언급한 것과 유사하게, 조정, 격리, 유체 연결 및 결정 단계들이 반복될 수 있고, 펌프 제어 챔버에 대해 두 개의 결정된 용적들 사이의 차이가 결정될 수 있고, 여기서 차이는 펌프에 의해 전달된 유체의 용적을 나타낸다.

[0074] 다른 실시예에서, 펌프는 일회용 카세트의 일부분이고, 펌프 제어 챔버는 투석 공정에서 사용된 투석 기계의 일부분이다.

[0075] 본 발명의 다른 태양에서, 치료 주입 시스템은 펌프 제어 챔버와, 제어 표면으로서 제어 표면의 적어도 일부분이 펌프 제어 챔버 내의 압력 변화에 대응하여 이동될 수 있도록 펌프 제어 챔버와 합체된 제어 표면과, 하나 이상의 펌프 챔버 내의 유체가 제어 표면의 일부분의 이동에 대응하여 이동하도록 배치되고 제어 표면에 인접하여 위치된 하나 이상의 펌프 챔버를 갖는 유체 취급 카세트와, 펌프 제어 챔버에 유체 연결될 수 있는 기준 챔버와, 펌프 제어 챔버 내의 압력을 조정하여서 유체 취급 카세트의 펌프 챔버 내의 유체의 이동을 제어하도록 배치된 제어 시스템을 포함한다. 제어 시스템은 펌프 제어 챔버가 기준 챔버로부터 격리될 때 펌프 제어 챔버에 대한 제1 압력을 측정하도록, 기준 챔버가 펌프 제어 챔버로부터 격리될 때 기준 챔버의 제2 압력을 측정하도록, 펌프 제어 챔버와 기준 챔버를 유체 연결하도록, 기준 챔버와 펌프 제어 챔버를 유체 연결한 후에 펌프 제어 챔버 및 기준 챔버와 관련된 제3 및 제4 압력들을 각각 측정하도록, 제1, 제2, 제3 및 제4 측정 압력과 펌프 제어 및 기준 챔버들이 유체 연결될 때 단열적으로 일어나는 바와 같은 펌프 제어 및 기준 챔버들 내의 압력의 평형을 형성하는 수학적 모델에 기초하여 펌프 제어 챔버에 대한 용적을 결정하도록 배치될 수 있다.

[0076] 일 실시예에서, 제3 및 제4 압력은 서로 실질적으로 동일하지 않고, 예를 들어, 제3 및 제4 압력들은 펌프 제어 및 기준 챔버들 내의 압력들의 실질적인 평형화 이전에 측정될 수 있다.

[0077] 본 발명의 다른 태양에서, 펌프에 의해 이동된 유체의 용적을 결정하는 방법은, 펌프의 일부분의 이동에 기초하여 적어도 부분적으로 변화하는 용적을 갖는 펌프 제어 챔버가 기준 챔버로부터 격리될 때 펌프 제어 챔버에 대한 제1 압력을 측정하는 단계와, 기준 챔버가 펌프 제어 챔버로부터 격리될 때 기준 챔버에 대한 제2 압력을 측정하는 단계와, 기준 챔버와 펌프 제어 챔버를 유체 연결한 후에 펌프 제어 챔버와 기준 챔버 양쪽 모두와 관련된 제3 압력을 측정하는 단계와, 제1, 제2 및 제3 측정 압력에 기초하여 펌프 제어 챔버에 대한 용적을 결정하는 단계를 포함한다.

[0078] 일 실시예에서, 제3 압력은 펌프 제어 및 기준 챔버들 내의 압력들의 완전한 평형이 완성된 후에 측정될 수 있다. 일 실시예에서, 펌프 챔버 용적을 결정하도록 사용된 모델은 펌프 챔버와 기준 챔버 사이의 압력의 평형에서의 단열 시스템으로 추정할 수 있다.

[0079] 본 발명의 일 태양에서, 펌프 챔버 내의 공기의 존재를 결정하는 방법은, 공지의 용적을 갖고 펌프 챔버로부터 분리되는 펌프 제어 챔버가 멤브레인에 의해 액체로 적어도 부분적으로 충전되는 기준 챔버로부터 격리될 때 펌프 제어 챔버에 대한 압력을 측정하는 단계와, 공지의 용적을 갖는 기준 챔버가 펌프 제어 챔버로부터 격리될 때 기준 챔버에 대한 압력을 측정하는 단계와, 기준 챔버와 펌프 제어 챔버를 유체 연결한 후에 그리고 챔버들 내의 압력이 평형화되는 시기 이전에 압력을 측정하는 단계와, 측정된 압력들 및 공지의 용적들에 기초하여 펌프 챔버 내의 공기 거품의 존재 또는 부재를 결정하는 단계를 포함한다.

[0080] 일 실시예에서, 공기 거품의 존재 또는 부재를 결정하도록 사용된 모델은 압력이 격리된 펌프 제어 챔버와 기준 챔버에 대해 측정될 때의 시점으로부터 챔버들이 유체 연결된 후의 시점까지 단열 시스템으로 추정한다. 다른

실시예에서, 펌프 제어 챔버에 대한 압력은 펌프 제어 챔버의 벽을 향하여 끌어당긴 멤브레인에 의해 측정된다.

[0081] 본 발명의 다른 태양에서, 자동화된 복막 투석 시스템은 하나 이상의 펌핑 챔버를 포함하는 일회용 유체 취급 카세트에 결합하기 위하여 구성되고 배치되는 재사용가능한 교환기를 포함한다. 일회용 유체 취급 카세트는 제1 굴곡가능(collapsible) 튜브를 통해 환자의 복막 그리고 제2 굴곡가능 튜브를 통해 (용액 용기 라인과 같은) 제2 소스 및/또는 목적지와 유체 연통하여 연결되도록 구성될 수 있다. 폐색기는 제1 굴곡가능 튜브를 선택적으로 폐색하도록 교환기 내에서 구성되고 위치될 수 있으면서 제2 굴곡가능 튜브를 폐색하지 않는다. 일 실시예에서, 폐색기는 환자 라인, 배액 라인 및/또는 가열기 백 라인과 같은 복수의 굴곡가능 튜브를 폐색할 수 있다. 카세트는 본체의 제1 측면 내의 만입부로서 형성된 하나 이상의 펌프 챔버 및 유체용 복수의 유동 통로, 제1 굴곡가능 튜브에 대한 연결을 위해 배치된 본체의 제1 단부에 위치된 환자 라인 포트, 및 제1 단부에 대향하는 본체의 제2 단부에 위치되고 제2 굴곡가능 튜브에 대한 연결을 위해 배치된 용액 라인 포트를 갖는 대체로 평면형 본체를 가질 수 있다. 폐색기는 제1 튜브 및 제3 굴곡가능 튜브(예를 들어, 배액을 위한)를 선택적으로 폐색하도록 교환기 내에서 구성되고 위치될 수 있으면서 제2 굴곡가능 튜브를 폐색하지 않는다.

[0082] 다른 실시예에서, 폐색기는 서로 선회적으로 연결된 제1 및 제2 대향 폐색 부재들, 제1 및 제2 폐색 부재들에 연결되거나 제1 및 제2 폐색 부재들 중 적어도 일부분인 적어도 하나를 포함하는 튜브 접촉 부재, 제1 및 제2 폐색 부재들 중 적어도 하나에 힘을 인가하도록 구성되고 위치설정된 힘 액추에이터를 포함한다. 힘 액추에이터에 의한 힘의 인가는 튜브 폐색 위치와 개방 위치 사이에서 튜브 접촉 부재들이 이동하게 할 수 있다. 폐색기는 힘 액추에이터에 의해 폐색 부재에 인가된 힘이 없을지라도 튜브 폐색 위치로부터 개방 위치까지 튜브 접촉 부재를 수동으로 사용자가 이동시킬 수 있도록 구성되고 위치설정된 방출 부재를 포함할 수 있다. 힘 액추에이터는 제1 및 제2 폐색 부재들 양쪽 모두를 굴곡시키도록 충분한 힘을 인가할 수 있으므로, 힘 액추에이터에 의해 제1 및 제2 폐색 부재를 굴곡시키는 힘이 인가될 시에, 튜브 접촉 부재는 튜브 폐색 위치와 개방 위치 사이에서 이동할 수 있다. 폐색 부재들은 대향하는 제1 및 제2 단부들에서 선회적으로 함께 연결된 스프링 플레이트들일 수 있고, 튜브 접촉 부재는 제1 단부에서 스프링 플레이트들에 연결된 핀치 헤드일 수 있으면서, 스프링 플레이트들의 제2 단부는 폐색기가 연결되는 하우징에 직접적으로 또는 간접적으로 고정될 수 있다. 일 실시예에서, 힘 액추에이터는 제1 및 제2 폐색 부재들 사이에서 위치설정된 팽창가능한 블래더(bladder)를 포함한다. 힘 액추에이터는 제1 및 제2 폐색 부재가 튜브 폐색 위치와 개방 위치 사이에서 튜브 접촉 부재를 이동시키기 위해서 대향하여 있는 영역에서 제1 폐색 부재와 제2 폐색 부재 사이에서의 거리를 증가시킬 수 있다. 일 실시예에서, 힘 액추에이터는 튜브 폐색 위치로부터 개방 위치까지 튜브 접촉 부재를 이동시키도록 폐색 부재들 중 하나 또는 양쪽 모두를 굴곡시킬 수 있다.

[0083] 본 발명의 다양한 태양은 예시적인 실시예를 참조하여 위에서 그리고 이하에서 기술되어 있다. 본 발명의 다양한 태양들은 홀로 그리고/또는 본 발명의 다른 태양과 임의의 적합한 조합으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 기술된 펌프 용적 결정 특징은 기술된 특정한 특징들을 갖는 액체 취급 카세트와 함께 또는 임의의 다른 적합한 펌프 구성과 함께 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0084] 본 발명의 태양들은, 같은 부호들이 같은 요소를 지칭하는 이하의 도면들에서 적어도 부분적으로 도시되어 있는 예시적인 실시예들을 참조하여 아래에 기술된다.

도 1은 본 발명의 하나 이상의 태양들을 통합하는 자동화된 복막 투석(APD)의 개략도를 도시한다.

도 2는 도 1의 APD 시스템에 사용하기 위한 예시적인 설정의 개략도이다.

도 3은 제1 실시예에서 카세트의 분해 사시도이다.

도 4는 도 3에서 라인 4-4를 따른 카세트의 단면도이다.

도 5는 예시적인 실시예에서 미리 형성된 펌프 챔버 부품들을 갖는 멤브레인을 형성하도록 사용될 수 있는 진공 몰드의 사시도이다.

도 6은 도 3의 카세트 본체의 전방도를 도시한다.

도 7은 예시적인 실시예에서 두 개의 다른 스페이서 배치를 포함하는 카세트 본체의 전방도이다.

도 8은 도 3의 카세트 본체의 후방 사시도이다.

도 9는 도 3의 카세트 본체의 후방도이다.

도 10은 개방 위치에서 교환기의 도어를 갖는 도 1의 APD 시스템의 사시도이다.

도 11은 도 10에서 도시된 교환기의 도어의 내부 측면의 사시도이다.

도 12는 제1 실시예에서 캐리지 드라이브 조립체 및 캡 스트리퍼의 우측 전방 사시도이다.

도 13은 도 12의 캐리지 드라이브 조립체 및 캡 스트리퍼의 좌측 전방 사시도이다.

도 14는 도 12의 캐리지 드라이브 조립체의 부분 후방도이다.

도 15는 제2 예시적인 실시예에서의 캐리지 드라이브 조립체의 후방 사시도이다.

도 16은 도 15의 캐리지 드라이브 조립체 및 캡 스트리퍼의 좌측 후방 사시도이다.

도 17은 예시적인 실시예에서 캡 스트리퍼 요소의 좌측 전방 사시도이다.

도 18은 도 17의 캡 스트리퍼 요소의 우측 전방 사시도이다.

도 19는 도 17의 캡 스트리퍼 요소의 전방도이다.

도 20은 도 19에서 선 20-20을 따른 단면도이다.

도 21은 도 19에서 선 21-21을 따른 단면도이다.

도 22는 도 19에서 선 22-22를 따른 단면도이다.

도 23은 예시적인 실시예에서 용액 라인의 커넥터 단부의 클로즈업 확대도이다.

도 24는 도 10의 교환기 내로 적하되는 용액 라인 및 카세트의 개략도이다.

도 25는 도 10의 교환기의 도어의 위치들 각각에서의 배치 후의 카세트 및 용액 라인의 개략도이다.

도 26은 교환기의 도어가 폐쇄된 후의 카세트 및 용액 라인의 개략도이다.

도 27은 스파이크 캡과 결합되는 용액 라인의 개략도이다.

도 28은 스파이크 캡 및 용액 라인과 결합하는 캡 스트리퍼의 개략도이다.

도 29는 카세트로부터 멀리 이동한 후의 부착된 캡 및 스파이크 캡을 갖는 용액 라인의 개략도이다.

도 30은 용액 라인 캡 및 스파이크 캡으로부터 멀리 이동한 후의 용액 라인의 개략도이다.

도 31은 용액 라인 캡 및 스파이크 캡을 집어넣는 캡 스트리퍼의 개략도이다.

도 32는 카세트의 스파이크와 결합되는 용액 라인의 개략도이다.

도 33은 카세트의 대응 스파이크에 대하여 도시된 용액 라인 연결 작동의 5개의 단계들을 갖는 카세트의 단면도이다.

도 34는 펌프 챔버들에 인접한 카세트의 후방 측면에 대한 상이한 배치들을 포함하는 다른 예시적인 실시예에서의 카세트의 후방도를 도시한다.

도 35는 예시적인 실시예에서의 카세트의 스파이크의 단부도를 도시한다.

도 36은 도 10의 실시예에서 카세트와 상호 작용하기 위한 교환기의 제어 표면의 전방도를 도시한다.

도 37은 도 36의 인터페이스에 대한 조립체를 분해도를 도시한다.

도 38은 예시적인 실시예에서 폐색기의 분해 사시도를 도시한다.

도 39는 도 38의 폐색기의 부분 분해 사시도를 도시한다.

도 40은 수축된 상태에서의 블래더를 갖는 도 38의 폐색기의 평면도를 도시한다.

도 41은 팽창된 상태에서의 블래더를 갖는 도 38의 폐색기의 평면도를 도시한다.

도 42는 예시적인 실시예에서 유입/유출 통로 및 관련 제어 구성요소 및 카세트의 펌프 챔버의 개략도이다.

도 43은 밸브(X2)의 개방 이전의 시점으로부터 밸브(X2)가 도 42의 실시예에 대해 개방된 후의 일정 시간까지 제어 챔버 및 기준 챔버에 대하여 예시적인 압력 값들의 플롯이다.

도 44는 제거된 하우징의 상부를 갖는 도 10의 교환기의 내부 섹션의 사시도이다.

도 45는 APD 시스템에 대한 제어 시스템의 예시적인 실행을 예시하는 개략적인 블록도이다.

도 46은 도 45의 제어 시스템을 위한 사용자 인터페이스 컴퓨터 및 자동화 컴퓨터의 예시적인 소프트웨어 서브시스템의 개략적인 블록도이다.

도 47은 예시적인 실시예 내의 APD 시스템의 고정들과 다양한 서브시스템들 사이의 정보의 흐름을 도시한다.

도 48은 도 46의 치료 서브시스템의 작동을 도시한다.

도 49는 치료의 투석 부분들 및 초기 보충 동안 치료 모듈 공정의 예시적인 상호작용을 도시하는 시퀀스 다이아그램을 도시한다.

도 50 내지 도 55는 APD 시스템에 대한 터치 스크린 사용자 인터페이스상에 디스플레이될 수 있는 경보 및 알람에 관한 예시적인 스크린 화면을 도시한다.

도 56은 예시적인 실시예에서 에러 조건 검출 및 회복에 대한 구성요소 상태 및 작동을 도시한다.

도 57은 APD 시스템에 대한 UI 화면 서브시스템의 예시적인 모듈스를 도시한다.

도 58 내지 도 64는 셋업, 치료 상태, 디스플레이 설정, 원거리 보조기 및 파라미터 설정에 관한 예시적인 실시예에서 사용자 정보를 제공하고 사용자 입력사항을 수신하기 위한 예시적인 사용자 인터페이스 스크린을 도시한다.

도 65는 APD 시스템에 입출력하는 환자 데이터를 전송하기 위한 예시적인 환자 데이터 키 및 관련 포트를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0085] 본 발명의 태양들이 복막 투석 시스템에 관련하여 기술되어 있지만, 본 발명의 임의의 태양들은 정맥 주입 시스템 또는 체외 혈액 유동 시스템과 같은 주입 시스템, 위, 장관, 방광, 흉막강 또는 다른 신체 또는 기관 캐비티에 대한 관주 및/또는 유체 교환 시스템을 포함하는 다른 의료 용도에서 사용될 수 있다. 따라서, 본 발명의 태양들은 복막 투석, 특히 또는 일반적으로 투석에서 사용되는 것에 제한되지 않는다.

[0086] APD 시스템

[0087] 도 1은 본 발명의 하나 이상의 태양을 통합할 수 있는 자동화된 복막 투석(APD) 시스템(10)을 도시한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 이 예시적인 실시예에서의 시스템(10)은 (특정 실시예에서, 1회용 세트일 수 있는) 투석액 전달 세트(12)와, 용액 용기(20)[예를 들어, 백(bag)]에 의해 제공된 액체를 펌핑하도록 전달 세트(12)와 상호작용하는 교환기(14)와, APD 과정을 수행하도록 프로세스를 관장하는 [예를 들어, 프로그램된 컴퓨터 또는 다른 데이터 프로세서, 컴퓨터 메모리, 사용자 또는 다른 장치로부터의 입력에 대한 정보를 제공하고 입력을 수용하는 인터페이스, 하나 이상의 센서, 액추에이터, 릴레이(relay), 공압 펌프, 탱크, 동력 공급원, 및/또는 다른 적합한 구성요소들을 포함하는(사용자 제어 입력을 수용하기 위한 소수의 버튼만이 도 1에 도시되어 있지만, 제어 시스템 구성 요소에 관한 다른 상세부들이 아래에 제공되어 있음)] 제어 시스템(16)을 포함한다. 이러한 예시적인 실시예에서, 교환기(14) 및 제어 시스템(16)은 공통의 하우징(82)과 결합되지만, 두 개 이상의 하우징들로 결합될 수 있으며 그리고/또는 서로 분리될 수 있다. 교환기(14)는 테이블 상단부 또는 가정에서 통상 발견되는 비교적 작은 다른 표면 위에서 작동하기에 적합한 작은 점유 공간(compact footprint)을 가질 수 있다. 교환기(14)는 경량일 수 있고 휴대가능할 수 있으며, 예를 들어, 하우징(82)의 대향 측면에서 핸들을 통해 손으로 전달될 수 있다.

[0088] 이 실시예에서 세트(12)는 단일 용도의 일회용 아이템으로 의도되었지만, 한번 이상 재사용가능한 구성요소들을 가질 수 있거나, 그 전체가 재사용될 수 있다. 사용자는, 각각의 APD 치료 세션을 시작하기 전에, 예를 들어, 세트(12)의 다양한 라인들에서 유체 유동을 펌핑하고 제어하도록 카세트(24)와 상호 작용하는 교환기(14)를 세트(12)와 결합시킨다. 예를 들어, 교환기(14)의 전방 도어(141) 내에 카세트(24)를 장착시킴으로써, 투석액은 APD를 실행하도록 환자 내부 및 외부 양쪽 모두로 펌프될 수 있다. 다음의 치료를 위해, 사용자는 교환기(14)

로부터 세트(12)의 구성요소들 모두 또는 일부분을 제거할 수 있다.

[0089] 공지된 바와 같이, 사용하기 이전에, 사용자는 연결부(36)에서 환자의 유치 복막 카테터(도시 생략)에 세트(12)의 환자 라인(34)을 연결시킬 수 있다. 일 실시예에서, 교환기(14)는 예컨대 크기가 다른 환자 라인(34)들을 갖는 하나 이상의 다른 형태의 카세트(24)들로 작동하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 교환기(14)는 성인 환자에게 사용하기 위해 크기설정된 환자 라인(34)을 갖는 제1 형태의 카세트와, 유아 또는 소아 용도를 위해 크기설정된 환자 라인(34)을 갖는 제2 형태의 카세트로 작동하도록 배치될 수 있다. 소아 환자 라인(34)은 라인의 용적을 최소화하기 위해서 성인 라인보다 짧고 작은 내부 직경을 가져서, 세트(12)가 연속적인 배액 및 충전 사이클에 대해 사용될 때 비교적 큰 용적의 사용된 투석액이 소아 환자에게 복귀되는 것을 방지하는 것을 돕고 투석의 더욱 제어된 전달을 가능하게 한다. 라인(26)에 의해 카세트(24)에 연결되는 가열기 백(22)은 교환기(14)의 가열기 용기 수용부(이 경우에, 트레이)(142) 상에 위치될 수 있다. 가열기 트레이(142), 예를 들어 트레이(142)와 결합된 전기 저항 가열 요소들에 의해 투석액이 약 37℃의 온도까지 가열될 수 있도록, 교환기(14)는 가열기 백(22) 내로 [카세트(24)를 통해] 신선한 투석액을 펌프할 수 있다. 가열된 투석액은 카세트(24) 및 환자 라인(34)을 통해 가열기 백(22)으로부터 환자에게 제공될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 가열기 트레이(142)와 접촉하는 튜빙을 통해, 또는 [카세트(24) 내에 제공될 수 있는] 인라인 유체 가열기를 통해 투석액을 통과시킴으로써, 투석액은 환자에게 전달되는 도중에 투석액이 카세트(24) 내로 진입할 때 또는 투석액이 카세트를 빠져나간 후에 가열될 수 있다. 사용된 투석액은 환자로부터 환자 라인(34)을 통해 카세트(24)로, 그리고 배액 라인(28)의 하나 이상의 분기들을 통과하는 유동을 제어하도록 하나 이상의 클램프들을 포함할 수 있는 배액 라인(28) 내로 펌프될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 배액 라인(28)은 특정 목적을 위한 배액 리셉터클에 배액 라인(28)을 연결하는 커넥터(39)와, 시험 또는 다른 분석을 위해 사용된 투석액의 샘플을 채취하기 위한 유출물 샘플 포트(282)를 포함할 수 있다. 사용자는 도어(141) 내부에 하나 이상의 용기(20)의 라인(30)들을 또한 장착시킬 수 있다. 라인(30)들은 연속적이거나 실시간 투석액 준비 시스템에 또한 연결될 수 있다. [라인(26, 28, 30, 34)들은 가요성 튜빙 및/또는 적합한 커넥터들 및 필요에 따라 (핀치 밸브 등과 같은) 다른 구성요소들을 포함할 수 있다.] 용기(20)는 주입액을 위한 살균 복막 투석 용액 또는 다른 재료들[예를 들어, 물과 혼합하거나 다른 형태의 투석액 용액을 혼합함으로써 투석액을 공식화하도록 교환기(14)에 의해 사용된 재료들]을 함유할 수 있다. 라인(30)들은, 제거가능한 캡에 의해 덮여져 도 1에 도시된, 카세트(24)의 스파이크(160)에 연결될 수 있다. 이하에서 더욱 상세하게 기술된 본 발명의 일 태양에서, 교환기(14)는 카세트(24)의 하나 이상의 스파이크(160)로부터 캡을 자동적으로 제거할 수 있고 각각의 스파이크(160)에 용액 용기(20)의 라인(30)들을 연결할 수 있다. 이 특징은 스파이크(160)를 갖는 비살균 아이템들의 접촉 기회를 감소시킴으로써 감염 또는 오염의 가능성을 감소시키도록 도움을 줄 수 있다.

[0090] 다양한 연결들이 이루어진 상태에서, 제어 시스템(16)은 APD 과정의 전형적인 일련의 충전, 드웰 및/또는 배액 사이클을 통해 교환기(14)를 정조한다. 예를 들어, 충전 단계 동안, 교환기(14)는 가열을 위해 하나 이상의 용기(20)(또는 다른 소스의 투석 공급)로부터 가열기 백(22)으로 [카세트(24)를 통해] 투석액을 펌핑할 수 있다. 이후에, 교환기(14)는 가열기 백(22)으로부터 카세트(24)를 통해 그리고 환자 라인(34)을 거쳐 환자의 복막 캐비티 내로 가열된 투석액을 주입할 수 있다. 드웰 단계에 후속하여, 교환기(14)는 배액 단계를 시행할 수 있고, 이 동안 교환기(14)는 환자로부터 [다시 카세트(24)를 통해] 라인(34)을 거쳐 사용된 투석액을 펌핑하여, 배액 라인(28)을 거쳐서 부근의 배액부(도시 생략)로 소모된 투석 용액을 배출한다.

[0091] 예를 들어, 교환기(14)는 필수적으로 중력 유동 시스템일 필요가 없기 때문에, 교환기(14)는는 교환기(14) 위의 지시된 헤드 높이에 용액 용기(20) 및/또는 가열기 백(22)을 위치 설정하는 것이 반드시 필요하지 않다. 대신에, 소스 용액 용기(20)가 교환기(14) 위, 아래 또는 동일한 높이에 있는 상태, 환자가 교환기 위 또는 아래에 있는 상태 등에서도 교환기(14)는 투석 용액의 중력 유동에 필적하거나 또는 투석 용액을 적절하게 제어할 수 있다. 예를 들어, 교환기(14)는 소정의 과정 동안 고정된 헤드 높이에 필적할 수 있거나, 교환기(14)는 임의 과정 동안 투석액에 인가된 압력을 증가시키거나 감소시키도록 유효 헤드 높이를 변화시킬 수 있다. 교환기(14)는 투석액의 유속을 또한 조정할 수 있다. 본 발명의 일 태양에서, 교환기(14)는 충전 또는 배액 작동에 대한 환자의 감지를 감소시키기 위해서 환자에게 제공되거나 환자로부터 배출되는 경우에 투석의 압력 및/또는 유속을 조정할 수 있다. 이러한 조정은 단일 충전 및/또는 배액 사이클 동안 일어날 수 있거나, 혹은 상이한 충전 및/또는 배액 사이클에 걸쳐서 조정될 수 있다. 일 실시예에서, 교환기(14)는 배액 작동의 말기 부근에서 환자로부터의 사용된 투석액을 배출하도록 사용된 압력을 테이퍼링할 수 있다. 교환기(14)가 인공적인 헤드 높이를 달성할 수 있기 때문에, 교환기는 특정한 생리학 또는 환자의 상대적인 높이의 변화와 상호작용하고 이에 맞출 수 있는 유연성을 가질 수 있다.

[0092] 카세트

[0093] 본 발명의 태양에서, 카세트(24)는 용액 공급 라인에 대하여 별도로 폐색될 수 있는 환자 및 배액 라인들을 포함할 수 있다. 즉, 환자 라인으로 그리고 환자 라인으로부터의 안전 임계 유동은 예컨대, 하나 이상의 용액 공급 라인들을 통한 유동을 폐색할 필요 없이 유동을 멈추도록 라인을 핀칭(pinching)함으로써 제어될 수 있다. 이러한 구성으로 인해 환자의 안전에 약간의 영향을 미치거나 또는 전혀 영향을 미치지 않는 다른 라인들을 폐색하는 것과 달리 두 개의 라인들에 대해서만 폐색이 수행될 수 있기 때문에, 단순화된 폐색기 장치가 가능하다. 예를 들어, 환자 또는 배액 연결이 연결해제되는 환경에서, 환자 및 배액 라인들은 폐색될 수 있다. 그러나, 용액 공급 및/또는 가열기 백 라인들은 유동을 위해 개방을 유지할 수 있어서, 교환기(14)는 다음의 투석 사이클을 준비할 수 있으며, 예를 들어, 환자 및 배액 라인들의 개별의 폐색은 교환기(14)가 하나 이상의 용기(20)로부터 가열기 백(22)까지 또는 다른 용액 용기(20)까지 투석액을 연속적으로 펌핑할 수 있는 상태에서, 환자 안전을 보장하는데 도움을 줄 수 있다.

[0094] 본 발명의 다른 태양에서, 카세트는 카세트의 일 측면 또는 일부에서 환자, 배액 및 가열기 백 라인들 그리고 카세트의 반대 측면, 예를 들어, 카세트의 대향 측면 또는 일부에서 하나 이상의 용액 공급 라인들을 가질 수 있다. 이러한 장치는 위에서 기술된 바와 같이 용액 라인들에 대하여 환자, 배액 또는 가열기 백 라인들의 개별 폐색을 허용할 수 있다. 형태 또는 기능에 의해 카세트에 부착된 물리적으로 분리하는 라인들은 특정 형태 또는 기능과의 상호 작용의 더욱 효과적인 제어를 허용한다. 예를 들어, 이러한 배치는 카세트에 이르는 또는 카세트로부터 떨어지는 모든 라인들보다 하나, 두 개 또는 세 개의 이들 라인들을 폐색하는데 필요한 힘이 더 작기 때문에 단순화된 폐색기 설계에 허용될 수 있다. 대안적으로, 이러한 배치는 아래에 더욱 상세하게 기술되는 바와 같이 카세트에 용액 공급 라인들의 더욱 효과적인 자동화된 연결을 허용할 수 있다. 즉, 환자로부터 떨어져 위치된 그들 각각의 연결부들과 용액 공급 라인들에 있어서, 자동화된 디-캡핑(de-capping) 및 연결 장치는 용액 공급 라인 상의 캡들 뿐만 아니라 카세트 상의 스파이크들로부터 캡들을 제거할 수 있고, 환자, 배액 또는 가열기 백 라인들에 의한 간섭 없이 각각의 스파이크들에 라인들을 연결할 수 있다.

[0095] 도 2는 위에서 기술된 본 발명의 태양들을 통합하는 카세트(24)의 예시적인 실시예들을 도시한다. 이 실시예에서, 카세트(24)는 대체로 평면인 본체를 갖고, 가열기 백 라인(26), 배액 라인(28) 및 환자 라인(34)은 카세트 본체의 좌측 단부 상의 각각의 포트들에서 연결되는 반면에, 카세트 본체의 우측 단부는 용액 공급 라인(30)들이 연결될 수 있는 5개의 스파이크(160)들을 포함할 수 있다. 도 2에 도시된 배치에서, 각각의 스파이크(160)는 제거될 수 있는 스파이크 캡(63)에 의해 커버되고, 각각의 스파이크를 노출시켜서 각각의 라인(30)에 대한 연결을 허용한다. 상술한 바와 같이, 라인(30)들은 하나 이상의 용액 용기 또는, 예를 들어, 투석 및/또는 투석액의 조성에 사용하기 위한 다른 소스의 재료에 부착될 수 있거나, 혹은 샘플링 목적을 위한 또는 복막 평형 시험(PET 시험)을 위한 하나 이상의 수집 백들에 연결될 수 있다.

[0096] 도 3 및 도 4는 이러한 예시적인 실시예에서 카세트(24)의 분해도(각각 사시도 및 정면도)를 도시한다. 카세트(24)는 대체로 평면의 형상을 갖는 비교적 얇고 평편한 부재로서 형성되고, 예를 들어, 성형되고 압출되거나 혹은 적합한 플라스틱으로부터 달리 형성된 구성요소들을 포함할 수 있다. 이 실시예에서, 카세트(24)는 적어도 부분적으로 다양한 유동 채널, 포트, 밸브 부분들 등을 형성하는 것뿐만 아니라 카세트(24)를 위한 프레임 또는 구조적 부재로서 기능하는 베이스 부재(18)를 포함한다. 베이스 부재(18)는 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA) 아크릴, 또는 사이클릭 올레핀 공중합체/울트라 저밀도 폴리에틸렌(COC/ULDPE)와 같은 다른 재료 또는 적합한 플라스틱으로부터 성형되거나 달리 형성될 수 있고, 비교적 강성일 수 있다. 실시예에서, COC 대 ULDPE의 비율은 대략 85%/15%일 수 있다. 도 3은 베이스 부재(18) 내에 형성되는 가열기 백(포트 150), 배액(포트 152) 및 환자(포트 154)를 위한 포트들을 또한 도시한다. 각각의 이들 포트들은, 예를 들어, 외부 링 또는 스커트(158)로부터 연장하는 중앙 튜브(156) 또는 단지 중앙 튜브와 같은 적합한 방식으로 배치될 수 있다. 가열기 백, 배액 및 환자 라인들(26, 28, 34) 각각을 위한 가요성 튜빙은 중앙 튜브(156)에 연결될 수 있고, 존재한다면, 외부 링(158)에 의해 결합될 수 있다.

[0097] 베이스 부재(18)의 양쪽 측면들은 멤브레인(15 및 16), 예를 들어, 주조, 압출 또는 달리 형성되는, 예를 들어, 폴리비닐 클로라이드(PVC)로부터 이루어진 가요성 중합체 필름에 의해 적어도 부분적으로 덮여질 수 있다. 대안적으로, 시트는, 예를 들어, 압출성형가능한 접착제(CXA)에 의해 함께 유지되는, 폴리-시클로헥실렌 디메틸렌 사이클로헥산디카복실레이트(PCCE) 및/또는 ULDPE의 두 개 이상의 층들의 적층체로서 형성될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 멤브레인 두께는 대략 0.0508 밀리미터 내지 0.508 밀리미터(0.002 내지 0.020 인치) 두께의 범위 내에 있을 수 있다. 양호한 실시예에서, PVC-기반 멤브레인의 두께는 대략 0.3048 밀리미터 내지 0.4064 밀리미터(0.012 내지 0.016) 인치 두께의 범위 내에 있을 수 있고, 더 양호하게 대략 0.3556 밀리미터(0.014 인치) 두

께일 수 있다. 예를 들어, 적층 시트와 같은 다른 양호한 실시예에서, 적층체의 두께는 대략 0.1524 밀리미터 내지 0.254 밀리미터(0.006 내지 0.010 인치) 두께의 범위 내에 있을 수 있고, 더 양호하게 대략 0.2032 밀리미터(0.008 인치) 두께일 수 있다.

[0098] 멤브레인들(15 및 16) 양쪽 모두는 카세트(24)의 유동통로의 일부분을 폐쇄하거나 달리 형성하는 기능을 할 수 있을 뿐만 아니라 카세트(24) 내에 유체를 이동시키는 펌프 다이아프램, 셉텀 또는 벽의 일부분으로서 기능하거나 및/또는 밸브 포트를 개방/폐쇄하도록 이동되거나 달리 조작될 수 있다. 예를 들어, 멤브레인(15 및 16)은 베이스 부재(18) 상에 위치설정될 수 있거나 카세트(24)로부터 유체가 누출되는 것을 방지하도록 베이스 부재(18)의 주연 둘레의 림(rim)에 (예를 들어, 가열, 접착, 초음파 용접 또는 다른 수단에 의해) 밀봉될 수 있다. 멤브레인(15)은, 다른 것들인 베이스 부재(18)의 내부 벽들, 예를 들어, 다양한 채널들을 형성하는 것들에 또한 접합될 수 있거나, 혹은 카세트(24)가 교환기(14) 내에 적합하게 장착될 때 베이스 부재(18)의 다른 특징들 및 벽들과 밀봉 접촉하여 가압될 수 있다. 따라서, 멤브레인(15 및 16)들의 양쪽 모두는, 예를 들어, 사용 후에 교환기(14)로부터 제거 시에, 카세트(24)로부터 유체의 누출을 방지하는 것을 돕도록, 베이스 부재(18)의 주연 림에 밀봉될 수 있고, 베이스 부재(18)의 다른 부분들에 걸쳐서 부착되지 않고 위치되도록 배치될 수 있다. 일단 교환기(14) 내에 위치되면, 카세트(24)는 멤브레인(15 및 16)들이 주연의 내부의 영역들에서 베이스 부재(18)와 밀봉 접촉하여 가압되도록 대향된 가스켓들 또는 다른 부재들 사이에서 압착될 수 있고, 이에 의해 채널, 밸브, 포트 등을 서로 적합하게 밀봉할 수 있다.

[0099] 멤브레인(15 및 16)을 위한 다른 배치들이 가능하다. 예를 들어, 멤브레인(16)은 본체(18)와 접합되거나 달리 일체로 이루어지는 재료의 강성 시트에 의해 성형될 수 있다. 따라서, 멤브레인(16)은 반드시 가요성 부재일 필요가 없거나 포함할 필요가 없다. 유사하게, 멤브레인(15)은 그 전체 표면에 걸쳐서 가요성일 필요가 없지만, 대신에 펌프 및/또는 밸브 작동을 허용하도록 하나 이상의 가요성 부분들을 포함할 수 있고, 예를 들어, 카세트(24)의 유동 통로를 폐쇄하도록 하나 이상의 강성 부분들을 포함할 수 있다. 카세트(24)는, 카세트의 통로를 밀봉하고, 밸브 및 펌프 기능 등을 제어하도록 교환기(14)가 적합한 부재를 포함하는, 멤브레인(16) 또는 멤브레인(15)을 포함하지 않을 수 있다.

[0100] 본 발명의 다른 태양에 따라서, 멤브레인(15)은 베이스(18) 내의 대응 펌프 챔버(181) 만입부의 형상에 거의 부합하는 형상을 가지도록 형성되는 펌프 챔버 부분(151)("펌프 멤브레인")을 포함할 수 있다. 예를 들어, 멤브레인(15)은 베이스 부재(18)의 펌프 챔버 만입부에 부합하는 열성형된(또는 달리 형성된) 돔형 형상(151)을 갖는 평편한 부재로서 대체로 형성될 수 있다. 미리 형성된 펌프 챔버 부분들(151)의 돔형 형상은, 예를 들어, 도 5에 도시된 형태의 진공 형성 몰드 위로 멤브레인을 가열하고 형성함으로써 구성될 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 진공이 몰드의 벽을 따라 구멍들의 수집을 통해 인가될 수 있다. 대안적으로, 몰드의 벽은 다공성 가스-투과성 재료로 구성될 수 있고, 이것은 성형된 멤브레인의 더욱 균일하게 평활한 표면을 초래할 수 있다. 이러한 방식으로, 멤브레인(15)이 [예를 들어, 펌프 챔버(181) 밖으로 유체를 펌핑하는 동안의 도 4에서 실선으로 도시된 바와 같이] 펌프 챔버(181) 내로 그리고 (잠재적으로) 스페이서 요소(50)와 접촉하여 최대로 이동될 때, 그리고 멤브레인(15)이 [예를 들어, 펌프 챔버(181) 내로 유체를 견인할 때의 도 4에 점선으로 도시된 바와 같이] 펌프 챔버(181)로부터 최대로 물러날 때 양쪽 모두의 경우에, 멤브레인(15)은 멤브레인(15)의 스트레칭 [또는 멤브레인(15)의 적어도 최소의 스트레칭]을 필요로 하지 않고 펌프 작동을 실행하도록 펌프 챔버(181)에 대하여 이동할 수 있다. 멤브레인(15)의 스트레칭을 회피하는 것은 펌프 작동 동안 압력 변화를 최소화하도록 추구하는 경우에 펌프의 제어를 단순화하는데 도움이 되거나 그리고/또는 시트 스트레치로 인한 유체 전달 압력에서의 다른 변화들 또는 압력 서지를 방지하는데 도움이 될 수 있다. [예를 들어, 스트레칭 동안 멤브레인(15) 상에 위치된 응력으로부터 초래되는 멤브레인(15) 내의 균열(tear)로 인하여] 멤브레인(15) 손상의 감소된 가능성, 및/또는 아래에 더욱 상세하게 기술된 바와 같이 펌프 전달 용적 측정에서의 향상된 정확성을 포함하는 다른 이점들이 발견될 수 있다. 일 실시예에서, 펌프 챔버 부분(151)들은 펌프 챔버(181)의 약 85-110%인 크기(예를 들어, 용적의 한정)를 갖도록 형성될 수 있고, 예를 들어, 펌프 챔버 부분(151)들이 펌프 챔버 용적의 약 100%인 용적을 형성한다면, 펌프 챔버 부분(151)들은 드웰 동안 그리고 응력을 받지 않고 펌프 챔버(181) 내에서 및 스페이서(50)와 접촉하여 위치될 수 있다.

[0101] 펌프 챔버 내로 그리고 밖으로 액체의 충전 및 전달 행정을 발생시키도록 사용된 압력의 더 큰 제어를 제공하는 것은 여러 개의 장점을 가질 수 있다. 예를 들어, 펌프 챔버가 배액 사이클 동안 환자의 복막 캐비티로부터 유체를 인출할 때 최소의 음압 가능성을 인가하도록 하는 것이 바람직할 수 있다. 환자는 충전 행정 동안 펌프에 의해 인가되는 음압 때문에 부분적으로 치료의 배액 사이클 동안 불편함을 겪을 수 있다. 미리 성형된 멤브레인이 충전 행정 동안 인가되는 음압에 대해 제공할 수 있는 추가적인 제어는 환자의 불편함을 감소시키는데 도

움이 될 수 있다.

[0102] 카세트 펌프 챔버의 윤곽에 미리 형성된 펌프 멤브레인을 사용함으로써 다른 많은 이점이 실현될 수 있다. 예를 들어, 펌프 챔버를 통한 액체의 유동 속도는 더 균일해질 수 있다. 왜냐하면 펌프 스트로크 전체에 걸쳐 일정한 압력 또는 진공이 가해질 수 있으며, 따라서 액체의 가열을 조절하는 공정을 단순화할 수 있기 때문이다. 또한, 카세트 펌프 내의 온도 변화는 멤브레인을 변위시키는 동역학상에 적은 영향을 끼칠 뿐 아니라 펌프 챔버 내의 압력 측정의 정확도에도 적은 영향을 끼칠 수 있다. 또한, 유체 내의 압력 스파이크(pressure spike)는 최소화될 수 있다. 또한, 멤브레인의 제어(예를 들어, 공기압) 측 상의 압력 변환기에 의해 측정된 압력을 멤브레인의 펌프 챔버 측 상의 액체의 실제 압력과 상호관련시키는 것은 더 단순할 수 있다. 따라서, 이는 치료 전 유체 소스 백(fluid source bag)과 환자의 두부 높이 측정을 더 정확하게 하고, 펌프 챔버 내 공기를 감지하는 감도를 향상시키고, 용적 측정의 정확도를 향상시킬 수 있다. 또한, 멤브레인을 신장시킬 필요를 없애 더 큰 용적을 갖는 펌프 챔버의 구성과 사용을 가능하게 할 수 있다.

[0103] 이러한 실시예에서, 카세트(24)는 베이스 부재(18) 내에 형성된 한 쌍의 펌프 챔버(181)를 포함하되, 하나의 펌프 챔버 또는 2개 초과의 펌프 챔버가 가능하다. 본 발명의 일 태양에 따르면, 펌프 챔버(181)의 내부 벽은, 서로 이격되고 멤브레인(15)의 부분이 펌프 챔버(181)의 내부 벽을 접촉하는 것을 방지하는 데 도움을 주도록 펌프 챔버(18)의 내부 벽으로부터 연장되는 스페이서 요소(50)를 포함한다. [도 4의 오른쪽 펌프 챔버(181) 상에 도시된 바와 같이, 내부 벽은 측부(181a)와 바닥부(181b)에 의해 형성된다. 스페이서 요소(50)는 이러한 실시예에서 바닥부(181b)로부터 상향으로 연장되지만, 측부(181a)로부터 연장되거나 다른 방법으로 형성될 수 있다.] 멤브레인(15)이 펌프 챔버 내부 벽과 접촉되는 것을 방지함으로써, 스페이서 요소(50)는, 공기나 기타 가스를 펌프 챔버(181) 내에 포획하는 것을 돕고 일부 환경에서 펌프 챔버(181)로부터 가스가 펌핑되어 나오는 것을 방지할 수 있는 사공간(dead space)[또는 트랩 용적(trap volume)]을 제공할 수 있다. 다른 경우에, 스페이서(50)는 가스가, 예를 들어, 프라이밍(priming) 동안 펌프 챔버(181)로부터 제거될 수 있도록 펌프 챔버(181)의 출구로 이동하는 것을 도울 수 있다. 또한, 스페이서(50)는 멤브레인(15)이 스페이서 요소(50)와 접촉하도록 가압된다고 하더라도 멤브레인(15)이 펌프 챔버 내부 벽에 달라붙는 것을 방지하고 그리고/또는 펌프 챔버(181)를 통해 계속되도록 유동하는 것을 도울 수 있다. 또한, 스페이서(50)는 시트가 비균일한 방식으로 펌프 챔버 내부 벽을 접촉하게 되면 펌프 챔버의 출구 포트[개방부(187 및/또는 191)]의 조기 폐쇄를 방지하는 데 도움을 준다. 스페이서(50)의 기능 및/또는 배열에 대한 더 상세한 설명은 미국 특허 제6,302,653호 및 제6,382,923호에 제공되며, 이들 모두는 본 명세서에서 참조로서 포함된다.

[0104] 이러한 실시예에서, 스페이서 요소(50)는, 스페이서 요소(50)의 단부의 내부 벽의 바닥부(181b)로부터 높이가 펌프 챔버(181)의 중심으로부터 이격되게 증가하여 반타원형 돔 형상의 영역(도 4에 점선으로 도시됨)을 형성하도록 스페이서 요소(50)가 동심 타원 패턴으로 배열되는 "스타디움 착좌(stadium seating)" 배열의 형식으로 배열된다. 스페이서 요소(50)의 단부가 멤브레인(15)의 펌프 챔버부(151)에 의해 일소되어질(sweep) 돔형 영역을 형성하는 반타원형 영역을 형성하도록 스페이서 요소(50)를 위치 설정하는 것은, 펌프 챔버(181)의 의도된 스트로크 용량에의 모든 감소를 최소화하는 사공간의 목표하는 용적을 가능하게 할 수 있다. 도 3(및 도 6)에서 알 수 있는 바와 같이, 스페이서 요소(50)가 배열되는 "스타디움 착좌" 배열은 타원형 패턴 내에 "아일(aisle)" 또는 브레이크(50a)를 포함할 수 있다. 브레이크(또는 아일)(50a)는 유체가 펌프 챔버(181)로부터 이송될 시 스페이서 요소(50)들 사이의 열(빈틈 또는 사공간)(50b)에 걸쳐 동일한 가스 레벨을 유지하는 데 도움이 된다. 예를 들어, 스페이서 요소(50)가 브레이크(또는 아일)(50a) 또는 스페이서 요소(50)들 사이에 액체 및 공기가 유동하게 하는 다른 수단 없이 도 6에 도시된 바와 같은 스타디움 착좌 배열로 배열되면, 멤브레인(15)은 펌프 챔버(181)의 최외측 주연에 위치된 스페이서 요소(50) 상에서 바닥에 이르고(bottom out), 이러한 최외측 스페이서 요소(50)와 펌프 챔버 벽의 측부(181a) 사이의 빈틈 내에 존재하는 어떤 가스나 액체라도 포획할 수 있다. 유사하게, 멤브레인(15)이 모든 2개의 인접한 스페이서 요소(50)들 상에서 바닥에 이르면, 요소(50)들 사이의 빈틈 내의 모든 가스와 액체는 포획될 수 있다. 이러한 배열에서, 펌프 스트로크의 단부에서 펌프 챔버(181)의 중심의 공기 또는 기타 가스는 액체가 외부 열 내에 남아 있는 동안 이송될 수 있다. 브레이크(또는 아일)(50a), 또는 기타 스페이서 요소(50)들 사이의 빈틈들 사이의 유체 연통 수단을 공급하는 것은, 펌프 스트로크 동안 빈틈에 걸쳐 동일한 가스 레벨을 유지하는 데 도움을 주어, 액체 용적이 실질적으로 이송되지 않는다면 공기나 기타 가스가 펌프 챔버(181)를 이탈하는 것이 방지될 수 있다.

[0105] 임의의 실시예에서, 스페이서 요소(50) 및/또는 멤브레인(15)은 멤브레인(15)이 대체로 개별 스페이서(50)와 접촉되도록 가압될 시 그들 둘레를 감싸거나 아니면 변형되지 않도록, 또는 스페이서(50)들 사이의 빈틈 내로 현저하게 연장되지 않도록 배열될 수 있다. 이러한 배열은 하나 이상의 기타 개별 스페이서 요소(50) 둘레의 감

싸기 또는 기타 변형에 의해 유발되는 멤브레인(15)에의 모든 신장 또는 손상을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 이러한 실시예에서 스페이서(50)들 사이의 빈틈의 크기를 스페이서(50)의 폭 별로 대략 동일하게 만드는 것이 유익하다는 것도 발견되었다. 이러한 특징은, 예를 들어, 멤브레인(15)이 펌핑 작동 동안 스페이서(50)와 접촉하도록 힘을 받을 시 스페이서(50)들 사이의 빈틈 낼 멤브레인이 침하(sag)되는 것과 같은 멤브레인(15)의 변형을 방지하는 데 도움을 준다는 것이 밝혀졌다.

[0106] 본 발명의 다른 태양에 따르면 펌프 챔버(181)의 내부 벽은, 멤브레인(15)의 펌프 챔버부(151)에 의해 일소되도록 된, 공간, 예를 들어, 반타원형 또는 돔형 공간보다 더 큰 오목부(depression)를 형성할 수 있다. 이러한 경우에 하나 이상의 스페이서 요소(50)는, 돔형 영역 내로 연장되기보다 멤브레인부(151)에 의해 일소되도록 되는 돔형 영역 아래에 위치될 수 있다. 임의의 경우에, 스페이서 요소(50)의 단부는 멤브레인(15)에 의해 일소되도록 되는 돔형 영역의 주연부를 형성할 수 있다. 스페이서 요소(50)를 멤브레인부(151)에 의해 일소되도록 된 돔형 영역의 주연부 외측에, 또는 그에 인접하게 위치 설정하는 것은 많은 장점을 가질 수 있다. 예를 들어, 스페이서 요소를 가요성 멤브레인에 의해 일소되도록 된 돔형 영역의 외측에, 또는 그에 인접하도록 하나 이상의 스페이서 요소(50)를 위치 설정하는 것은 전술한 바와 같이 스페이서와 멤브레인 사이의 사공간을 제공하며, 펌프 챔버(181)의 의도된 스트로크 용량에 대한 모든 감소를 최소화시킨다.

[0107] 펌프 챔버 내의 스페이서 요소(50)는, 존재한다면, 예를 들어 도 7에 도시된 다른 모든 적합한 방법으로 배열될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 도 7의 좌측 펌프 챔버(181)는 도 6의 것과 유사하게 배열된 스페이서(50)를 포함하지만, 펌프 챔버(181)의 중심 근처를 통해 수직으로 진행하는 오직 하나의 브레이크 또는 아일(50a)이 존재한다. 스페이서(50)는 도 6의 것과 유사한 오목 형상을 형성하도록 배열될 수 있거나[즉, 스페이서(50)의 상부가 도 3 및 도 4에 도시된 반타원형 형상을 형성할 수 있음], 구면 형상, 박스형 형상 등을 형성하는 것과 같이 다른 적합한 방법으로 배열될 수 있다. 도 7의 우측 펌프 챔버(181)는, 스페이서(50)가 역시 수직으로 배열된 스페이서(50)들 사이의 빈틈(50b)과 함께 수직으로 배열되는 실시예를 도시한다. 좌측 펌프 챔버에 있어서, 우측 펌프 챔버(181) 내의 스페이서(50)는 반타원형, 구형, 박스형 또는 기타 적합하게 형성된 오목부를 형성할 수 있다. 그런, 스페이서 요소(50)는 고정된 높이와, 도시된 바와 같은 상이한 공간적 패턴 등을 가질 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0108] 또한, 멤브레인(15) 자체는, 스페이서 요소나, 추가로 또는 스페이서 요소(50) 대신에 리브(rib), 범프(bump), 탭, 홈, 채널 등과 같은 다른 특징부를 가질 수 있다. 멤브레인(15) 상의 이러한 특징부는 멤브레인(15)의 달라붙음 등을 방지하는 데 도움을 주고, 그리고/또는 시트가 펌핑 작용 동안 이동할 시 어떻게 접히고 아니면 변형될지 제어하는 데 도움을 주는 것과 같은 다른 특징을 제공할 수 있다. 예를 들어, 멤브레인(15) 상의 범프 또는 다른 특징부는 시트가 일관되게 변형되고 반복된 사이클 동안 동일 영역에서 접히는 것을 피하게 하는 데 도움이 될 수 있다. 반복되는 사이클에서 멤브레인(15)의 동일 영역이 접히는 것은 멤브레인(15)이 접힘 영역에서 조기에 파손되는 것을 유발할 수 있으며, 따라서 멤브레인(15) 상의 특징부는 접힘이 발생하는 방법과 그 장소를 제어하는 데 도움이 될 수 있다.

[0109] 이러한 예시적 실시예에서, 카세트(24)의 베이스 부재(18)는 복수의 제어가능 밸브 특징부와, 유로와, 카세트(24) 내의 유체의 이동을 안내하는 기타 구조물을 형성한다. 도 6은 베이스 부재(18)의 펌프 챔버 측의 평면도를 도시하며, 이는 도 3의 사시도로도 도시된다. 도 8은 베이스 부재(18)의 후방 측의 사시도를 도시하며, 도 9는 베이스 부재(18)의 후방 측의 평면도를 도시한다. 각각의 포트(150, 152 및 154)를 위한 튜브(156)는 베이스 부재(18) 내에 형성된 각각의 밸브 웰(183)과 유체 연동한다. 밸브 웰(183)은 각 벨브 웰(183)을 둘러싸는 벽에 의해 그리고 멤브레인(15)과 웰(183) 둘레의 벽과의 밀봉 결합에 의해 서로 유체적으로 고립된다. 전술한 바와 같이, 멤브레인(15)은, 예를 들어 교환기(14) 내로 탑재될 시 벽과 접촉하도록 가압됨으로써 각 밸브 웰(183)[및 베이스 부재(18)의 다른 벽] 둘레의 벽을 밀봉되게 결합할 수 있다. 밸브 웰(183) 내의 유체는, 멤브레인(15)이 밸브 포트(184)로 밀봉 결합되도록 가압되지 않으면 각각의 밸브 포트(184) 내로 유동할 수 있다. 따라서, 각 밸브 포트(184)는 밸브 포트(184)와 관련된 멤브레인(15)의 일부를 선택적으로 이동시킴으로써 개방되고 폐쇄될 수 있는 밸브[예를 들어, "볼케이노 밸브(volcano valve)"]를 형성한다. 이하에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 교환기(14)는 [포트(184)와 같은] 밸브 포트가 카세트(24) 내의 다양한 유체 채널과 다른 통로를 통한 유동을 제어하기 위해 개방되거나 폐쇄될 수 있도록 멤브레인(15)의 부분의 위치를 선택적으로 제어할 수 있다. 밸브 포트(184)를 통한 유동은 베이스 부재(18)의 후방 측으로 이어진다. 가열기 백 및 배액부[포트(150 및 152)]와 관련된 밸브 포트(184)에 있어서, 밸브 포트(184)는 베이스 부재(18)의 후방 측에 형성된 공통 채널(200)로 이어진다. 밸브 웰(183)과 관련하여, 채널(200)은, 채널(200)을 형성하는 베이스 부재(18)의 벽과 밀봉 접촉하게 만드는 시트(16)에 의해 카세트(24)의 통로와 다른 채널로부터 고립된다. 환자 라인 포트(154)

와 관련된 밸브 포트(184)에 있어서, 포트(184)를 통한 유동은 베이스 부재(18)의 후방 측 상의 공통 채널(202)로 이어진다.

[0110] 도 6으로 돌아가면, 각각의 스파이크(160)(도 6에 캡이 벗겨진 상태로 도시됨)는 각각의 밸브 웰(185)과 유체 연통하며, 밸브 웰은 웰(185)을 형성하는 벽과 멤브레인(15)의 밀봉 결합과 벽에 의해 서로 고립된다. 밸브 웰(185) 내의 유체는 멤브레인(15)이 포트(186)와 밀봉 결합되지 않는다면 각각의 밸브 포트(186) 내로 유동할 수 있다. [다시, 각 밸브 포트(186) 위의 멤브레인(15)의 부분의 위치는 교환기(14)에 의해 제어되어 밸브 포트(186)를 개방하고 폐쇄할 수 있다.] 밸브 포트(186)를 통한 유동은 베이스 부재(18)의 후방 측으로 및 공통 채널(202) 내로 이어진다. 따라서, 본 발명의 일 태양에 따르면, 카세트는 카세트의 채널 또는 공통 매니폴드에 연결된 복수의 용액 공급 라인(또는 투석물을 공급하기 위한 재료를 제공하는 다른 라인)을 가질 수 있으며, 각 라인은 공통 매니폴드 또는 채널에 대한 라인으로부터의/라인으로의 유동을 제어하기 위한 대응하는 밸브를 가질 수 있다. 채널(202) 내의 유체는 하부 펌프 밸브 웰(189)로 이어지는 개방부(188)에 의해 펌프 챔버(181)의 하부 개구(187) 내로 유동할 수 있다(도 6 참조). 하부 펌프 밸브 웰(189)로부터의 유동은 멤브레인(15)의 각각의 부분이 포트(190)와 밀봉 결합하게 가압되지 않는다면 각각의 하부 펌프 밸브 포트(190)를 통과할 수 있다. 도 9에서 알 수 있는 바와 같이, 하부 펌프 밸브 포트(190)는 펌프 챔버(181)의 하부 개구(187)와 연통하는 채널로 이어진다. 펌프 챔버(181)로부터 나오는 유동은 상부 개구(191)를 통과하고 상부 밸브 포트(192)와 연통하는 채널 내로 지나갈 수 있다. [멤브레인(15)이 포트(192)와 밀봉 결합되지 않는다면] 상부 밸브 포트(192)로부터의 유동은 각각의 상부 밸브 웰(194) 내로 지나가고, 베이스 부재(18)의 후방 측 상의 공통 채널(200)과 연통하는 개방부(193) 내로 지나갈 수 있다.

[0111] 이해되는 바와 같이, 카세트(24)는 펌프 챔버(181)가 모든 포트(150, 152 및 154) 및/또는 모든 스파이크(160) 내로 그리고/또는 그들로부터 유체를 펌핑할 수 있도록 제어될 수 있다. 예를 들어, 라인(30)에 의해 스파이크(160) 중 하나에 연결된 용기(20) 중 하나에 의해 제공된 새로운 투석물은, 적당한 스파이크(160)를 위한 적절한 밸브 포트(186)를 개방함으로써[그리고 가능하게는 다른 스파이크를 위한 다른 밸브 포트(186)를 폐쇄함] 공통 채널(202) 내로 인출될 수 있다. 또한, 하부 펌프 밸브 포트(190)는 개방되고 상부 펌프 밸브 포트(192)는 폐쇄될 수 있다. 그 후, 펌프 챔버(181)와 관련된 멤브레인(15)의 부분[즉, 펌프 멤브레인(151)]은, 펌프 챔버(181) 내의 압력을 낮추도록 이동될 수 있고[예를 들어, 베이스 부재(18)와 펌프 챔버 내부 벽으로부터 이격되게], 이에 따라 유체를 선택된 스파이크(160)를 통해 대응하는 밸브 포트(186)를 통해, 공통 채널(202) 내로, 개방부(188)를 통해 하부펌프 밸브 웰(189) 내로, (개방된) 하부 펌프 밸브 포트(190)를 통해 펌프 챔버(181) 내로 하부 개구(187)를 통해 인출될 수 있다. 밸브 포트(186)는 독립적으로 작동가능하며, 스파이크(160)와 관련 소스 용기(20) 중 어느 하나나 그들의 조합을 통해 임의의 순서에 따라 또는 동시에 유체를 인출하는 옵션을 가능하게 한다. [물론, 하나의 펌프 챔버(181)만이 자신에게 유체를 인출하도록 작동가능할 필요가 있다. 다른 펌프 챔버는 적절한 하부 펌프 밸브 포트(190)를 폐쇄함으로써 유동이 폐쇄되고 작동하지 않게 남겨질 수 있다.]

[0112] 펌프 챔버(181) 내의 유체로 하부 펌프 밸브 포트(190)는 폐쇄될 수 있고, 상부 펌프 밸브 포트(192)는 개방될 수 있다. 멤브레인(15)이 베이스 부재(18)를 향해 이동될 시 펌프 챔버(181) 내의 압력이 상승하여 펌프 챔버(181) 내의 유체가 상부 개구(191)를 통해, (개방된) 상부 펌프 밸브 포트(192)를 통해 상부 펌프 밸브 웰(194) 내로, 개방부(193)를 통해 공통 채널(200) 내로 지나가게 할 수 있다. 채널(200) 내의 유체는 적절한 밸브 포트(184)를 개방시킴으로써 가열기 백 포트(150) 및/또는 배액 포트(152)로 (그리고 대응하는 가열기 백 라인 또는 배액 라인 내로) 루팅될(route) 수 있다. 예를 들어, 이러한 방법으로 하나 이상의 용기(20) 내의 유체는 카세트(24) 내로 인출되고 가열기 백(22) 및/또는 배액부로 펌핑될 수 있다.

[0113] 가열기 백(22) 내의 유체(예를 들어, 환자 내로 도입되는 가열기 트레이 상에 적합하게 가열된 후)는, 가열기 백 포트(150)를 위한 밸브 포트(184)를 개방하고, 하부 펌프 밸브 포트(190)를 폐쇄하고, 상부 펌프 밸브 포트(192)를 개방함으로써 카세트(24) 내로 인출될 수 있다. 펌프 챔버(181)와 관련된 멤브레인(15)의 부분을 베이스 부재(18)로부터 이격되게 이동시킴으로써 펌프 챔버(181) 내의 압력이 낮아지며, 이는 유체가 가열기 백(22)으로부터 펌프 챔버(181) 내로 유동하게 한다. 펌프 챔버(181)가 가열기 백(22)으로부터의 가열된 유체로 채워진 상태로 상부 펌프 밸브 포트(192)는 폐쇄되고 하부 펌프 밸브 포트(190)는 개방될 수 있다. 가열된 투석물을 환자에게 루팅시키기 위해, 환자 포트(154)를 위한 밸브 포트(184)는 개방되고 스파이크(160)를 위한 밸브 포트(186)는 폐쇄될 수 있다. 펌프 챔버(181) 내의 멤브레인(15)의 베이스 부재(18)를 향한 이동은 펌프 챔버(181) 내의 압력을 상승시켜, 유체가 하부 펌프 밸브 포트(190)를 통해, 개방부(188)를 통해 공통 채널(202) 내로, 환자 포트(154)를 위한 (개방된) 밸브 포트(184)를 통해 유동하게 한다. 이러한 작동은 적합한 횟수로 반

복되어 목표하는 용적의 가열된 투석물을 환자에게 전달할 수 있다.

[0114] 환자에서 배액할 시, 환자 포트(154)를 위한 밸브 포트(184)는 개방되고, 상부 펌프 밸브 포트(192)는 폐쇄되고, 하부 펌프 밸브 포트(190)는 [스파이크 밸브 포트(186)는 폐쇄된 상태로] 개방될 수 있다. 멤브레인(15)은 환자 포트(154)로부터 펌프 챔버(181) 내로 유체를 인출하도록 이동될 수 있다. 그 후, 하부 펌프 밸브 포트(190)는 폐쇄되고, 상부 밸브 포트(192)는 개방되고, 배액 포트(152)를 위한 밸브 포트(184)는 개발될 수 있다. 그리고 나서, 펌프 챔버(181)로부터의 유체는 폐기되기 위해 배액 라인 내로 펌핑되거나 샘플링을 위해 배액부 또는 수집 용기 내로 펌핑될 수 있다. [다르게는, 유체는 샘플링이나 배액 목적을 위해 하나 이상의 스파이크(160)/라인(30)으로 루팅될 수도 있다.] 이러한 작동은 충분한 투석물이 환자로부터 제거되어 배액구로 펌핑될 때까지 반복될 수 있다.

[0115] 또한, 가열기 백(22)은 혼합 용기로서 기능할 수 있다. 개별 환자를 위한 특정 치료 요구사항에 따라, 투석물 또는 상이한 조성을 갖는 기타 용액이 적합한 용액 라인(30)과 스파이크(160)를 통해 카세트(24)에 연결될 수 있다. 각 용액의 측정된 양은 카세트(24)를 사용하여 가열기 배(22)에 첨가될 수 있으며, 마이크로프로세서 메모리에 저장되고 제어 시스템(16)에 의해 접근가능한 미리 정해진 하나 이상의 공식에 따라 혼합될 수 있다. 다르게는, 특정 치료 인자가 사용자 인터페이스(144)를 통해 사용자에 의해 입력될 수 있다. 제어 시스템(16)은 스파이크(160)에 연결된 투석물 또는 용액 용기의 형식에 기초한 적당한 혼합 요구사항을 계산하도록 프로그래밍될 수 있으며, 그 후 혼합을 제어하고 처방된 혼합물을 환자에게 이송할 수 있다.

[0116] 본 발명의 일 태양에 따르면, 환자에게 주입되거나 환자로부터 제거된 투석물에 펌프에 의해 가해진 압력은, 배액와 충전 동안 압력 변화에 의해 발생되는 "터깅(tugging)" 또는 "풀링(pulling)"에 대한 환자의 감각이 최소화될 수 있도록 제어될 수 있다. 예를 들어, 투석물을 배액할 시, 흡입 압력(또는 진공/음의 압력)은 배액 공정의 말단 근처에서 감소되어 투석물 제거에 대한 환자의 감각을 최소화할 수 있다. 충전 작동의 말단에 다다를 시 유사한 접근 방법이 사용될 수 있다. 즉, 이송 압력(또는 양의 압력)은 충전 말단 근처에서 감소될 수 있다. 환자 상이한 치료 사이클 동안 유체 이동을 더 감각 하거나 덜 감각한다는 것이 발견될 경우, 상이한 충전 및/또는 배액 사이클에 대해 상이한 압력 프로파일이 사용될 수 있다. 예를 들어, 환자가 깨어 있을 때와 비교해서 환자가 잠이 들었을 때, 충전 및/또는 배액 사이클 동안 비교적 높은(또는 낮은) 압력이 사용될 수 있다. 교환기(14)는, 예를 들어, 적외선 이동 감지기를 사용하여 환자 움직임이 감소되면 잠든 것을 추측하거나, 혈압, 뇌파, 또는 기타 잠 든 것을 지시하는 인자 등의 감지된 변화를 사용함으로써 환자의 잠든 상태/깬 상태를 감지할 수 있다. 다르게는, 교환기(14)는 단순히 환자에게 "당신은 잠들었습니까?"라고 "질문(ask)"하고 환자의 응답(또는 응답 없음)에 기초하여 시스템 작동을 제어할 수 있다.

[0117] 세트 탑재(Set Loading)와 작동

[0118] 도 10은, 교환기(14)의 도어(141)가 개방 위치 내로 하강되고, 카세트(24)를 위해 장착 위치(145)를 노출하고 용액 라인(30)을 위해 캐리지(146)를 노출한 상태의 도 1의 APD 시스템(10)의 사시도를 도시한다. [이러한 실시예에서, 도어(141)는 도어(141)의 하부 부분의 힌지에 의해 교환기 하우징(82)으로 장착된다.] 세트(12)를 탑재할 시, 카세트(24)는 장착 위치(145) 내에 멤브레인(15)과 카세트(24)의 펌프 챔버 측이 상향으로 대면하도록 놓여져, 밸브 포트와 펌프 챔버와 관련된 멤브레인(15)의 부분이 도어(141)가 폐쇄될 시 교환기(14)의 제어 표면(148)과 상호작용하게 한다. 장착 위치(145)는 베이스 부재(18)의 형상과 조화되도록 형상화되어 장착 위치(145) 내에 카세트(24)의 적당한 배향을 보장할 수 있다. 이러한 예시적 실시예에서, 카세트(24)와 장착 위치(145)는 대체로 하나의 더 큰 반경 코너를 갖는 직사각형 형상을 가지며, 이는 사용자가 카세트(24)를 장착 위치(145) 내로 적당한 배향으로 위치시키는 것을 필요로 하고, 또는, 도어(141)가 닫히지 않을 것이다. 그러나, 카세트(24) 및/또는 장착 위치(145)를 위한 다른 형상 또는 배향 특징이 가능하다는 것을 이해해야 한다.

[0119] 본 발명의 일 태양에 따르면, 카세트(24)가 장착 위치(145) 내에 위치될 시, 환자, 배액부 및 가열기 백 라인(34, 28 및 26)은 도 10에 도시된 바와 같이 도어(141) 내의 채널(40)을 통해 좌측으로 루팅된다. 안내부(41) 또는 다른 특징부를 포함할 수 있는 채널(40)은 환자, 배액부 및 가열기 백 라인(34, 28 및 26)을 지지하여 폐색기(occluder: 147)가 유동을 위한 라인을 선택적으로 폐쇄/개방할 수 있게 할 수 있다. 도어(141)가 폐쇄될 시, 폐색기(147)는 하나 이상의 환자, 배액부 및 가열기 백 라인(34, 28 및 26)을 폐색기 정지부(29)에 대해 압축할 수 있다. 일반적으로, 교환기(14)가 작동할 시(그리고 적당하게 작동할 시) 폐색기(147)는 라인(34, 28 및 26)을 통한 유동을 허용하고, 교환기(14)가 꺼질 시(그리고/또는 적당하게 작동하지 않을 시) 라인을 폐색하게 할 수 있다. [라인을 폐색하는 것은 라인 상에 압력을 가하거나 아니면 라인 내의 유로를 폐쇄하도록 라인을 핀칭(pinch)함으로써 실행될 수 있다.] 바람직하게는, 폐색기(147)는 적어도 환자와 배액 라인(34 및 28)을

선택적으로 폐색할 수 있다.

[0120] 카세트(24)가 장착되고 도어(141)가 폐쇄될 시, 카세트(24)의 펌프 챔버 측과 멤브레인(15)은, 예를 들어, 공기 블래더(air bladder), 스프링 또는 장착 위치(145)와 제어 표면(148) 사이의 카세트(24)를 압착시키는 장착 위치(145) 너머의 기타 도어(141) 내에 적합한 배열에 의해 제어 표면(148)과 접촉하도록 가압될 수 있다. 카세트(24)의 이러한 내장은 멤브레인(15 및 16)을 베이스 부재(18)의 벽과 다른 특징부와 접촉하도록 가압할 수 있으며, 이에 따라 카세트(24)의 채널과 다른 유로를 목표하는 바대로 고립시킬 수 있다. 제어 표면(148)은, 예를 들어, 실리콘 고무나 기타 재료로 된 시트와 같은, 멤브레인(15)과 관련된 가요성 가스켓을 포함할 수 있으며, 멤브레인(15)의 부분을 선택적으로 이동시켜 펌프 챔버(181) 내의 펌핑 작용을 유발하고 카세트(24)의 밸브 포트의 개방/폐쇄를 유발할 수 있다. 제어 표면(148)은, 예를 들어, 서로 밀접하게 접촉되도록 놓여진 멤브레인(15)의 다양한 부분과 관련되어, 멤브레인(15)의 부분이 제어 표면(148)의 대응하는 부분의 이동에 응답하여 이동되게 할 수 있다. 예를 들어, 멤브레인(15)과 제어 표면(148)은 함께 근접하게 위치될 수 있고, 제어 표면(148) 내에 적합하게 위치된 진공 포트를 통해 멤브레인(15)과 제어 표면(148) 사이에 적합한 진공(또는 대기에 대해 낮은 압력)이 도입되고 유지되어, 밸브 포트를 개방/폐쇄시키고 그리고/또는 펌핑 작용을 유발시키기 위한 이동을 필요로 하는 적어도 멤브레인(15)의 영역에서 멤브레인(15)과 제어 표면(148)이 본질적으로 함께 달라붙게 될 수 있다. 다른 실시예에서, 멤브레인(15)과 제어 표면(148)은 함께 접착되거나 아니면 적합하게 합체될 수 있다.

[0121] 카세트(24)가 탑재된 상태의 도어(141)를 폐쇄하기 전에, 하나 이상의 용액 라인(30)이 캐리지(146) 내로 탑재될 수 있다. 각 용액 라인(30)의 단부는 캡(31) 및 표식 또는 식별자를 라벨링하거나 부착하기 위한 영역(33)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 표식은 표식 영역(33)의 배관(tubing) 상에 스냅결합되는 식별 태그일 수 있다. 본 발명의 일 태양에 따르면 이하에 더 상세히 논의되는 바와 같이, 교환기(14)의 캐리지(146)와 다른 구성요소는 라인(30)으로부터 캡(31)(들)을 제거하고, (라인과 관련된 용액의 형식, 용액의 양 등에 대한 지시를 제공할 수 있는) 각 라인(30)을 위한 표식을 인지하고, 라인(30)을 카세트(24)의 각각의 스파이크(160)와 유체적으로 결합시키도록 작동될 수 있다. 이러한 공정은, 예를 들어, 도어(141)가 폐쇄되고 캡(31)과 스파이크(160)가 인간의 접촉으로부터 보호된 공간 내에 둘러싸 져서 라인(30) 및/또는 스파이크(160)가 함께 연결될 시 그들의 오염의 위험성을 잠재적으로 감소시키도록 자동화된 방법으로 실행될 수 있다. 예를 들어, 도어(141)가 폐쇄될 시, 표식 영역(33)은 어떤 용액이 어떤 라인(30)과 관련되는지 식별하기 위해 (예를 들어, 적합한 이미징 장치와 소프트웨어 기반 이미지 인식에 의해, RFID 기술 등에 의해 시각적으로) 평가될 수 있다. 표식 영역(33)의 표식에 의해 라인(30)의 특징을 감지할 수 있는 능력에 대한 본 발명의 태양은 사용자가 라인(30)을 시스템 작동에 영향을 줌 없이 캐리지(146)의 모든 위치에 위치시키게 하는 것과 같은 이점을 제공할 수 있다. 즉, 교환기(14)는 자동으로 용액 라인 특성을 감지할 수 있기 때문에, 시스템이 적당하게 기능하기 위해 특정 라인이 캐리지(146) 상의 특정 위치에 위치되는 것을 보장할 필요가 없다. 대신에, 교환기(14)는 어느 라인(30)이 어디에 있는지 식별하고, 카세트(24)와 다른 시스템 특징부를 적절하게 제어할 수 있다. 예를 들어, 하나의 라인(30) 및 연결된 용기는, 예를 들어 나중의 시험을 위해 사용된 투석물을 수용하게 될 수 있다. 교환기(14)는 샘플 공급 라인(30)의 존재를 식별할 수 있기 때문에, 교환기(14)는 사용된 투석물을 적절한 스파이크(160)와 라인(30)에 루팅시킬 수 있다. 전술한 바와 같이, 카세트(24)의 스파이크(160)는 모두 공통 채널 내로 공급하기 때문에, 모든 특정 스파이크(160)로부터의 입력은 밸브와 다른 카세트 특징부를 제어함으로써 어떤 목표하는 방법으로든 카세트(24) 내로 루팅될 수 있다.

[0122] 라인(30)이 장착된 상태에서, 캐리지(146)는 도 10에 도시되는 바와 같이 좌측으로 이동되어[다시, 도어(141)가 폐쇄되는 동안], 캡(31)을 카세트(24)의 스파이크(160) 상의 각각의 스파이크 캡(63) 위에 캡 스트리퍼(cap stripper: 149)에 인접하게 위치시킬 수 있다. 캡 스트리퍼(149)는 외향으로 [교환기(14) 하우징 내의 오목부 내부로부터 도어(141)를 향해] 연장되어 캡(31)을 결합시킬 수 있다. [예를 들어, 캡 스트리퍼(149)는 캡(31) 내의 대응하는 홈과 결합하는 5개의 포크형(fork-shaped) 요소를 포함할 수 있으며, 이는 캡 스트리퍼(149)가 캡 스트리퍼(149)에 대해 캡(31)의 좌/우 이동을 저항하게 한다.] 또한, 캡(31)을 캡 스트리퍼(149)와 결함시킴으로써, 캡(31)은 대응하는 스파이크 캡(63)을 파지할 수 있다. 그 후, 캡(31)이 대응하는 스파이크 캡(63)과 결합된 상태에서, 캐리지(146)와 캡 스트리퍼(149)는 우측으로 이동되어 스파이크 캡(63)을 대응하는 캡(31)과 결합된 스파이크(160)로부터 제거할 수 있다. [이러한 배열의 한가지 가능한 장점은, 스파이크 캡(63)을 제거하는 데 캡(31)의 용액 라인(30)으로부터의 결합이 요구되기 때문에 용액 라인(30)이 탑재되지 않는 위치에서 스파이크 캡(63)이 제거되지 않는다는 것이다. 따라서, 용액 라인이 스파이크(160)에 연결되지 않는다면, 스파이크(160) 상의 캡은 제자리에 남겨진다.] 그 후, 캡 스트리퍼(149)는 (예를 들어, 정지부에 접촉함으로써) 우측을 향한 이동을 멈추고, 캐리지(146)는 우측으로의 이동을 계속할 수 있다. 그 결과, 캐리

지(146)는 캡 스트리퍼(149)에 부착된 채로 남겨진 캡(31)으로부터 라인(30)의 단자 단부를 당길 수 있다. 캡(31)이 라인(30)으로부터 제거된 [그리고 스파이크 캡(63)이 여전히 캡(31)에 부착된] 상태에서, 캡 스트리퍼(149)는 다시 캡(31)과 함께 교환기(14) 하우징 내의 오목부 내로 후퇴하여, 캐리지(146)와 라인(30)의 캡이 벗겨진 단부의 스파이크(160)로의 이동을 위한 경로를 깨끗이 할 수 있다. 그리고 나서, 캐리지(146)는 다시 좌측으로 이동하여 라인(30)의 단자 단부를 카세트(24)의 각각의 스파이크(160)와 부착시킨다. 이러한 연결은 스파이크(160)를 라인(30)의 딴 방법으로 폐쇄된 단부를 관통시킴으로써[예를 들어, 스파이크는 단자 단부 내의 벽 또는 폐쇄된 격막을 관통할 수 있음], 각각의 용기(20)로부터 카세트(24)로의 유체의 유동을 허용함으로써 만들어질 수 있다. 일 실시예에서, 벽 또는 격막은, 예를 들어, PVC, 폴리프로필렌, 또는 실리콘 고무와 같은 가요성이고 그리고/또는 자가 밀봉성인 재료로 구성될 수 있다.

[0123] 본 발명의 일 태양에 따르면, 가열기 백(22)은 리드(143)를 상승시킴으로써 노출되는 가열기 백 수용 섹션(예를 들어, 트레이)(142) 내에 위치될 수 있다. [이러한 실시예에서, 교환기(14)는 이하에 논의되는 바와 같이 하우징(82)에 피벗가능하게 장착되는 사용자 또는 사용자 인터페이스(144)를 포함한다. 가열기 백(22)이 트레이(142) 내로 위치되게 하기 위해 인터페이스(144)는 트레이(142)의 밖으로 상향으로 피벗될 수 있다.] 본 기술분야에 공지된 바와 같이, 가열기 트레이(142)는 가열기 백(22) 내의 투석물을 적합한 온도, 예를 들어, 환자에게 도입하기에 적절한 온도까지 가열할 수 있다. 본 발명의 태양에 따르면, 리드(143)는 가열기 백(22)을 트레이(142) 내에 위치시킨 후에, 예를 들어, 가열 공정을 빠르게 하기 위해 열을 포획하는 데 도움이 되고, 그리고/또는 가열기 표면과 같은 가열기 트레이(142)의 비교적 따뜻한 부분을 접촉하거나 달리 접촉하는 것을 방지하는 데 도움이 되도록 폐쇄될 수 있다. 일 실시예에서, 리드(143)는, 예를 들어, 트레이(142)의 부분이 피부에 화상을 입힐 수 있는 온도까지 가열되는 상황에서 트레이(142)의 가열된 부분을 접촉하는 것을 방지하도록 폐쇄된 위치 내에 잠길 수 있다. 리드(143)의 개방은, 예를 들어, 잠금에 의해 리드(143) 아래의 온도가 적합하게 낮을 때까지 방지될 수 있다.

[0124] 본 발명의 다른 태양에 따르면, 교환기(14)는 교환기(14) 하우징에 피벗 가능하게 장착되고 가열기 트레이(142) 내로 접혀질 수 있는 사용자 또는 사용자 인터페이스(144)를 포함한다. 인터페이스(144)가 접혀진 상태에서, 리드(143)는 인터페이스(144)를 숨기고 그리고/또는 인터페이스(144)와 접촉하는 것을 방지하도록 폐쇄될 수 있다. 인터페이스(144)는, 예를 들어, 그래픽 형태로 사용자에게 정보를 디스플레이하고, 예를 들어, 터치 스크린과 그래픽 사용자 인터페이스를 사용하여 사용자로부터 입력을 수신하도록 배열될 수 있다. 인터페이스(144)는 버튼, 다이얼, 손잡이, 포인팅 장치 등과 같은 다른 입력 장치를 포함할 수 있다. 세트(12)가 연결되고 용기(20)가 적절하게 위치된 상태에서, 사용자는 인터페이스(144)와 상호작용하고, 교환기(14)가 치료를 시작하고 그리고/또는 다른 기능을 실행하게 할 수 있다.

[0125] 그러나, 투석 치료 사이클을 시작하기 전에, 세트(12)가 미리 프라이밍된 상태로 제공되지 않는다면[예를 들어, 제조 설비에서 또는 다르게는 교환기(14)와 함께 사용되게 되기 전], 교환기(14)는 적어도 카세트(24), 환자 라인(34), 가열기 백(22) 등을 프라이밍하여야 한다. 프라이밍은 카세트(24)(즉, 펌프와 밸브)를 제어하여 액체를 하나 이상의 용액 용기(20)로부터 라인(30)을 통해 인출하고 액체를 카세트(24)의 다양한 통로를 통해 펌핑하여 카세트(24)로부터 공기를 제거하는 것과 같은 다양한 방법으로 실행될 수 있다. 투석물은, 예를 들어 환자에게 이송되기 전에 가열되기 위해 가열기 백(22) 내로 펌핑될 수 있다. 일단 카세트(24)와 가열기 백 라인(26)이 프라이밍되면, 교환기(14)는 그 다음 환자 라인(34)을 프라이밍할 수 있다. 일 실시예에서, 환자 라인(34)은 라인(34)을 [예를 들어, 커넥터(36)로] 적합한 포트 또는 교환기(14) 상의 다른 연결 지점에 연결시켜 카세트(24)가 액체를 환자 라인(34) 내로 펌핑하게 함으로써 프라이밍될 수 있다. 포트 또는 교환기(14) 상의 연결 지점은 (예를 들어, 광학적으로 전도성 센서에 의해 또는 다르게) 액체가 환자 라인의 단부에 도착하는지 감지하도록 배열되어 환자 라인이 프라이밍되는 것을 감지할 수 있다. 전술한 바와 같이, 세트(12)의 상이한 형식은, 예를 들어 성인 또는 소아과 크기와 같은 상이한 크기를 갖는 환자 라인(34)을 가질 수 있다. 본 발명의 일 태양에 따르면, 교환기(14)는 카세트(24)의 형식[또는 적어도 환자 라인(34)의 형식] 감지하고 이에 따라 교환기(14)와 카세트(24)를 제어할 수 있다. 예를 들어, 교환기(14)는 카세트 내의 펌프에 의해 이송된 액체의 용적이 환자 라인(34)을 프라이밍할 필요가 있는지 결정하고, 용적에 기초하여 환자 라인(34)의 크기를 결정할 수 있다. 바코드, 또는 환자 라인 형식을 지시하는 카세트(24), 환자 라인(34) 또는 다른 구성요소 상의 다른 표식을 인식하는 것과 같은 다른 기술이 사용될 수 있다.

[0126] 도 11은 교환기(14)의 하우징(82)으로부터 연결이 끊긴 도어(141)의 내부 측의 사시도를 도시한다. 이러한 도면은 라인(30)이 도어(141)와 캐리지(146) 내의 대응하는 홈 내에 어떻게 수용되고 표식 영역(33)이 캐리지(146)의 특정 슬롯 내에 포획되는지 더욱 명확하게 도시한다. 배관이 캐리지(146)에 장착될 시 표식 영역(33)

의 표식이 적절하게 위치된 상태에서, 판독기 또는 다른 장치가, 예를 들어, 라인(30)에 연결된 용기(20) 내의 용액의 형식, 용액의 양, 제조 일자, 제조자 신원 등을 나타내는 표식의 표시를 식별할 수 있다. 캐리지(146)는 캐리지(146)의 상부 및 바닥 단부의 한 쌍의 안내부(130) 상에 장착된다[하부 안내부(130)만 도 11에 도시됨]. 따라서, 캐리지(146)는 안내부(130)를 따라 도어(141) 상의 좌측에서 우측으로 이동할 수 있다. 캐리지(146)는 카세트 장착 위치(145)를 향해(도 11에서 좌측으로) 이동할 시 그것이 정지부(131)를 접촉할 때까지 이동할 수 있다.

[0127] 도 12는 캐리지(146)를 이동시켜 캡을 카세트 상의 스파이크(160)로부터 제거하고, 용액 라인(30) 상의 캡(31)을 제거하고, 라인(30)을 스파이크(160)로 연결시키는 기능을 하는 제1 실시예의 캐리지 드라이브 조립체(132)의 사시도를 도시한다. 드라이브 요소(133)는 로드(134)를 따라 좌측에서 우측으로 이동하도록 배열된다. 이러한 예시적 실시예에서, 공기 블래더는 드라이브 요소(133)를 로드(134)를 따라 이동시킬 동력을 제공하지만, 모터, 유압 시스템 등을 포함하는 모든 적합한 드라이브 기구가 사용될 수 있다. 드라이브 요소(133)는 캐리지(146) 상의 대응하는 슬롯(146a)과 결합하는 전방으로 연장되는 탭(135)을 갖는다[캐리지(146) 상의 상부 슬롯(146a)을 도시하는 도 11 참조]. 탭(135)과 슬롯(146a)과의 결합은 드라이브 요소(133)가 안내부(130)를 따라 캐리지(146)를 이동시키게 한다. 또한, 드라이브 요소(133)는 CCD 또는 CMOS 이미저(imager)와 같은 이미징 장치가 캐리지(146)에 장착된 라인(30) 상의 표식 영역(33)에서의 표식의 이미지 정보를 캡쳐(capture)할 수 있는 윈도우(136)를 포함한다. 표식 영역(33)에서의 표식에 대한 이미지 정보는 이미징 장치로부터 제어 시스템(16)으로 제공될 수 있으며, 제어 시스템은, 예를 들어, 이미지 분석에 의해 표시를 얻을 수 있다. 드라이브 요소(133)는 로드(134)를 따라 좌측과 우측 양측으로 캡 스트리퍼(149)를 선택적으로 이동시킬 수 있다. 캡 스트리퍼(149)는 공기압 블래더와 같은 분리된 드라이브 기구를 사용하여 전방과 후방으로 연장된다.

[0128] 도 13은 캐리지 드라이브 조립체(132)의 좌측 사시도를 도시하며, 이는 어떻게 캡 스트리퍼(149)의 스트리퍼 요소가 배열되어 캡 스트리퍼(149)의 하우징 내의 홈(149a)을 따라 들어오고 나가게 되는지[대체로 로드(134)에 직각 방향] 더 명확하게 도시한다. 스트리퍼 요소의 반원형 절결부 각각은 캡(31)이 드라이브 요소(133)와 캐리지(146)에 의해 스트리퍼(149)의 전방에 적절하게 위치될 시 전방으로 연장됨으로써 라인(30) 상의 캡(31)의 대응하는 홈을 결합할 수 있다. 스트리퍼 요소가 캡(31)과 결합된 상태에서, 캡 스트리퍼(149)는 드라이브 요소(133)가 이동할 시 캐리지(146)와 함께 이동할 수 있다. 도 14는 캐리지 드라이브 조립체(132)의 부분 배면도를 도시한다. 이러한 실시예에서, 드라이브 요소(133)는 드라이브 요소(133)가 도 14의 우측으로 이동하게 가압하도록 팽창하는 제1 공기 블래더(137)에 의해 카세트(24) 장착 위치(145)를 향해 이동된다. 드라이브 요소는 제2 공기 블래더(138)에 의해 좌측으로 이동될 수 있다. 다르게는, 드라이브 요소(133)는, 예를 들어, 볼 스크루 조립체(ball screw assembly)(캐리지 드라이브 조립체가 볼 너트에 부착됨), 또는 랙앤피니언 조립체와 같은 선형 드라이브 기어 조립체에 결합된 하나 이상의 모터에 의해 전후로 이동될 수 있다. 캡 스트리퍼(149)의 스트리퍼 요소(1491)는 제3 블래더에 의해, 다르게는, 전술한 바와 같이 선형 드라이브 조립체에 결합된 모터에 의해 캡 스트리퍼 하우징의 안팎으로 이동될 수 있다.

[0129] 도 15 내지 도 18은 캐리지 드라이브 조립체(132)와 캡 스트리퍼(149)의 다른 실시예를 도시한다. 도 15의 캐리지 드라이브 조립체(132)의 배면도에서 알 수 있는 바와 같이, 이러한 실시예에서 드라이브 요소(133)는 스크루 드라이브 기구(1321)에 의해 좌우로 이동된다. 도 16의 캐리지 드라이브 조립체(132)의 좌측 후방 사시도에서 알 수 있는 바와 같이, 스트리퍼 요소는 공기 블래더(139)에 의해 외향으로 및 내향으로 이동되지만, 전술한 바와 같이 다른 배열도 가능하다.

[0130] 도 17 및 도 18은 캡 스트리퍼(149)의 스트리퍼 요소(1491)에 대한 다른 실시예의 좌측 및 우측 전방 사시도를 도시한다. 도 13에 도시된 실시예의 스트리퍼 요소(1491)는 용액 라인(30)의 캡(31)과 결합되도록 배열된 포크형 요소만을 포함한다. 도 17 및 도 18의 실시예에서, 스트리퍼 요소(1491)는 포크형 요소(60)를 포함할 뿐 아니라, 스트리퍼 요소(1491)에 피벗 가능하게 장착된 로커 아암(rocker arm: 61)도 포함한다. 이하에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 로커 아암(61)은 카세트(24)로부터 스파이크 캡(63)을 제거하는 데 도움을 준다. 각각의 로커 아암(61)은 용액 라인 캡 결합부(61a) 및 스파이크 캡 결합부(61b)를 포함한다. 로커 아암(61)은 통상적으로 도 18의 로커 아암(61)에 도시된 바와 같이 스파이크 캡 결합부(61b)가 스트리퍼 요소(1491) 근처에 위치되도록 이동하기 위해 바이어스된다. 그러나, 캡(31)이 대응하는 포크형 요소(60)에 의해 수용될 시 용액 라인 캡 결합 부(61a)는 캡(31)을 접촉하며, 이는 로커 아암(61)이 스파이크 캡 결합부(61b)가 도 17에 도시된 바와 같이 스트리퍼 요소(1491)로부터 이격되게 이동하도록 피벗되게 한다. 이러한 위치는 스파이크 캡 결합부(61b)가 스파이크 캡(63), 특히 스파이크 캡(63) 상의 플랜지를 접촉하게 할 수 있다.

[0131] 도 19는 도 20 내지 도 22에 도시된 몇몇 단면도의 위치와 스트리퍼 요소(1491)의 정면도를 도시한다. 도 20은

스트리퍼 요소(1491) 근처에 위치된 용액 라인 캡(31) 또는 스파이크 캡(63)이 없는 상태의 로커 아암(61)을 도시한다. 로커 아암(61)은 스파이크 캡 결합부(61b)와 용액 캡 결합부(61a) 사이의 대략 중간의 지점에서 스트리퍼 요소(1491)에 피벗 가능하게 장착된다. 전술한 바와 같이, 로커 아암(61)은 도 20에 도시된 바와 같이 통상적으로 반시계 방향으로 회전되도록 바이어스되어 스파이크 캡 결합부(61b)가 스트리퍼 요소(1491) 근처에 위치되게 된다. 도 21은 로커 아암(61)이 스트리퍼 요소(1491)가 포크형 요소(60)와 결합하는 용액 라인 캡(31) 없이 스파이크 캡(63)을 향해 전진할 때라도 이러한 위치[즉, 스파이크 캡 결합부(61b)가 스트리퍼 요소(1491) 근처에 위치된 상태]에 유지되는 것을 도시한다. 그 결과, 로커 아암(61)은 용액 라인 캡(31)이 존재하지 않으면 스파이크 캡(63)을 결합시키거나 시계방향으로 회전하지 않을 것이다. 따라서, 용액 라인 캡(31)과 결합하지 않은 스파이크 캡(63)은 카세트(24)로부터 제거되지 않을 것이다.

[0132] 도 22는 용액 라인 캡(31)이 포크형 요소(60)와 결합되고 로커 아암(61)의 용액 라인 캡 결합부(61a)를 접촉하는 예시를 도시한다. 이는 (도면에 도시된 바와 같이) 로커 아암(61)이 시계방향으로 회전하게 하고 스파이크 캡 결합부(61b)가 스파이크 캡(63)과 결합하게 한다. 이러한 실시예에서, 부분(61b)의 결합은, 스트리퍼 요소(1491)가 (도 22에 도시된 바와 같이) 우측으로 이동할 시 스파이크 캡 결합부(61b)가 제2 플랜지(63a)를 접촉하고 스파이크 캡(63)을 대응하는 스파이크(160)로부터 당기는 것을 돕도록 스파이크 캡(63) 상의 제2 플랜지(63a)에 인접하게 부분(61b)을 위치시키는 것을 포함한다. 용액 라인 캡(31)은 실리콘 고무와 같은 가요성 재료로 만들어져 스파이크 캡(63)의 바브(63c)가 캡(31)의 구멍(31b)을 신장시키게 하고(도 23 참조), 캡(31) 내부의 오목부 또는 주연 내부 홈에 의해 포획되게 한다는 것에 주의해야 한다. 스파이크 캡(63) 상의 제1 플랜지(63b)는 용액 라인 캡(31)의 단부를 위한 정지부로서 작용한다. 캡(31) 구멍(31b) 내의 오목부 또는 홈을 형성하는 벽은 대칭형, 또는 바람직하게는 바브(63c)의 형상에 부합하도록 비대칭으로 배열될 수 있다. [캡(31)과 홈 또는 오목부의 단면도에 대한 도 33을 참조한다.] 스파이크 캡(63) 상의 제2 플랜지(63a)는, 로커 아암(61)의 스파이크 캡 결합부(61b)가 필요하다면 스파이크(160)로부터 스파이크 캡(63)을 결합해제시키도록 추가적인 당김력을 제공하기 위해 결합하는 톱니로서 작용한다.

[0133] 도 23은 캡(31)이 제거된 상태의 용액 라인(30)의 커넥터 단부(30a)의 근접 분해도를 도시한다. [도 23에서, 캡(31)은 명확성을 위해 도 24에 도시된 것과 같은 손가락 당김 고리(finger pull ring) 없이 도시된다. 당김 고리는 교환기(14)와 함께 캡(31)이 작동하는 데 존재할 필요가 없다. 그러나, 이는 사용자가 필요에 따라 용액 라인(30)의 단자 단부로부터 캡(31)을 수동으로 제거할 수 있게 하는 데 유용할 수 있다.] 이러한 예시적 실시예에서, 표식 영역(33)의 표식은, 도 10 및 도 11에 도시된 바와 같이 장착될 시 캐리지(146)의 대응하는 슬롯 내부에 끼워지도록 크기와 구성을 갖는 환형 형상을 갖는다. 물론, 표식은 모든 적합한 형태를 취할 수 있다. 캡(31)은, 내부 보어, 밀봉, 및/또는 카세트(24) 상의 스파이크(160)와 누출 방지 연결을 가능하게 하는 다른 특징부를 갖는 커넥터의 최말단부(30a) 위로 끼워지도록 배열된다. 커넥터 단부(30a)는, 캡(31)이 제거되더라도 커넥터 단부(30a)로부터의 라인(30) 내의 용액의 누출을 방지하는 관통가능 벽 또는 격막을 포함할 수 있다(미도시 - 도 33의 30b 참조). 벽 또는 격막은 커넥터 단부(30a)가 카세트(24)에 부착될 시 스파이크(160)에 의해 관통되어 라인(30)으로부터 카세트(24)로 유동을 가능하게 할 수 있다. 전술한 바와 같이, 캡(31)은 캡 스트리퍼(149)의 포크형 요소(60)에 의해 결합된 홈(31a)을 포함할 수 있다. 또한, 캡(31)은 스파이크 캡(63)을 수용하도록 배열된 구멍(31b)을 포함할 수 있다. 구멍(31b)과 캡(31)은, 캡 스트리퍼(149)가 홈(31a) 및 구멍(31b) 내에 수용된 스파이크(160)의 스파이크 캡(63)과 결합된 상태에서, 캡(31)이 캐리지(146)/캡 스트리퍼(149)가 캡(31)을 카세트(24)로부터 이격되게 당길 때 스파이크 캡(63)이 스파이크(160)로부터 제거되고 캡(31)에 의해 이동되도록 적합하게 스파이크 캡(63)을 파지할 수 있도록 배열될 수 있다. 이러한 제거는 전술한 바와 같이 제2 플랜지(63a) 또는 스파이크 캡(63) 상의 다른 특징부와 결합하는 로커 아암(61)에 의해 도움을 받을 수 있다. 그 후, 캡(31)과 스파이크 캡(63)은 캐리지(146)에 의해 스파이크(160)에 부착된 라인(30)과 커넥터 단부(30a)로부터 제거될 수 있다.

[0134] 일단 치료가 종결되거나 라인(30) 및/또는 카세트(24)가 교환기(14)로부터 제거될 준비가 되면, 캡(31)과 부착된 스파이크 캡(63)은 도어(141)가 개방되는 것이 허용되고 카세트(24)와 라인(30)이 교환기(14)로부터 제거되기 전에 스파이크(160)와 라인(30) 상에 다시 장착될 수 있다. 다르게는, 라인(30)을 갖는 용액 용기와 카세트(24)는 재장착되는 캡(31) 및 부착된 스파이크 캡(63) 없이 교환기(14)로부터 블록으로(en bloc) 제거될 수 있다. 이러한 접근방식의 장점은 단순화된 제거 공정과, 부적절하게 재장착되거나 불충분하게 밀봉된 캡으로부터 주변 영역으로 또는 교환기 상으로의 모든 가능한 유체 누출의 회피를 포함한다.

[0135] 도 24 내지 도 32는 라인 장착 및 자동 연결 작업 중의 캐리지(146), 캡 스트리퍼(149) 및 카세트(24)의 사시도를 도시한다. 도어(141)는 명료성을 위해 도시되지 않는다. 도 24에서, 캐리지(146)는 도어(141)가 도 8에 도

시된 위치로 개방될 때 아래로 절첩된 위치(folded down position)에 있는 것으로 도시된다. 라인(30) 및 카세트(24)는 도어(141) 상으로 하강되도록 위치 설정된다. 도 25에서, 라인(30)은 캐리지(146) 내로 적재되고, 카세트(24)는 장착 위치(145)로 적재된다. 이 시점에서, 도어(141)는 작동을 위해 교환기를 준비하도록 폐쇄될 수 있다. 도 26에서, 도어(141)는 폐쇄된다. 라인(30) 상의 표식 영역(indicator region)(33)에 위치되는 식별기(identifiers) 또는 표시기는 교환기(14)가 어떤 용액, 어느 정도의 용액 등으로 채워지는지(loaded)를 결정할 수 있기 위해 다양한 라인 특성을 식별하도록 판독될 수 있다. 도 27에서, 캐리지(146)가 좌측으로 이동되어, 라인(30) 상의 캡(31)을 카세트(24) 상의 대응 스파이크 캡(63)과 결합시킨다. 이동 중에, 드라이브 요소(133)는 캡 스트리퍼(149)와 결합할 뿐만 아니라, 캡 스트리퍼(149)를 좌측으로 이동시킨다. 그러나, 캡 스트리퍼(149)는 후퇴된 위치에 남아 있다. 도 28에서, 캡 스트리퍼(149)는 포크형 요소(60)를 캡(31)과 결합시키도록 전방으로 이동되어서, 이에 의해 스파이크 캡(63)에 결합된 캡(31)과 결합한다. 존재하는 경우, 로커 아암(rocker arm)(61)은 스파이크 캡(63)에 대해 결합 위치로 이동될 수 있다. 다음으로, 도 29에 도시된 바와 같이, 캐리지(146) 및 캡 스트리퍼(149)는 카세트(24) 상의 대응 스파이크(160)로부터 캡(31) 및 스파이크 캡(63)을 당기기 위해 카세트(24)로부터 멀리 우측으로 이동된다. 이러한 이동 중에, 존재하는 경우, 로커 아암(61)은 카세트(24)로부터 스파이크 캡(63)을 당기는 것을 조력할 수 있는 것이다. 도 30에서, 캡 스트리퍼(149)는 그의 우측으로의 이동을 중지한 반면, 캐리지(146)는 카세트(24)로부터 멀리 계속하여 이동한다. 이는 라인(30)의 커넥터 단부(30a)가 캡(31)으로부터 당겨지게 하여, 캡(31) 및 스파이크 캡(63)이 포크형 요소(60)에 의해 캡 스트리퍼(149)에 장착되어 있게 한다. 도 31에서, 캡 스트리퍼(149)는 후퇴하여, 캐리지(146)가 다시 카세트(24)를 향해 이동되도록 경로가 트이게 한다. 도 32에서, 캐리지(146)는 라인(30)의 커넥터 단부(30a)를 카세트(24)의 대응 스파이크(160)와 결합시키도록, 카세트(24)를 향해 이동한다. 캐리지(146)는 교환기 작업 동안에 이 위치에 남아있을 수 있다. 일단 처리가 완료되면, 도 24 내지 도 32에 도시된 이동은 스파이크(160) 및 용액 라인(30)을 재캡핑하고(recap) 교환기(14)로부터 카세트(24) 및/또는 라인(30)을 제거하도록 반전될 수 있다.

[0136] 캡(31) 및 스파이크 캡(63)의 제거를 추가로 설명하기 위해, 도 33은 라인(30) 연결의 다양한 5단계에서의 카세트(24)의 단면도를 도시한다. 상부 스파이크(160)에서, 스파이크 캡(63)은 스파이크(160) 상에 여전히 위치되고, 용액 라인(30)은 도 26에 도시된 바와 같이 카세트(24)로부터 멀리 위치 설정된다. 위로부터 아래로 두 번째 스파이크(160)에서, 용액 라인(30) 및 캡(31)은 도 27 및 도 28에 도시된 바와 같이 스파이크 캡(63) 위에 결합된다. 이 시점에서, 캡 스트리퍼(149)는 캡(31) 및 스파이크 캡(63)과 결합할 수 있다. 위로부터 세 번째 스파이크(160)에서, 용액 라인(30), 캡(31), 및 스파이크 캡(63)은 도 29에 도시된 바와 같이 카세트(24)로부터 멀리 이동되었다. 이 시점에서, 캡 스트리퍼(149)는 우측으로의 이동을 중지할 수 있다. 위로부터 네 번째 스파이크(160)에서, 용액 라인(30)은 우측으로 계속하여 이동하여서, 도 30에 도시된 바와 같이 라인(30)으로부터 캡(31)을 제거한다. 일단 캡(31 및 63)이 후퇴된다면, 용액 라인(30)은 도 32에 도시된 바와 같이 라인(30)의 커넥터 단부(30a)를 스파이크(160)에 유체 연통시키도록 좌측으로 이동된다.

[0137] 다양한 센서는 캐리지(146) 및 캡 스트리퍼(149)가 이들의 예상된 위치로 완전히 이동되는 것을 확인하는 것을 돕는데 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 캐리지 드라이브 조립체(132)는 6개 홀 효과 센서(미도시)를 구비할 수 있는데, 4개는 캐리지(146)를 위한 것이고 2개는 캡 스트리퍼(149)를 위한 것이다. 제1 캡 스트리퍼 센서는 캡 스트리퍼(149)가 완전히 후퇴될 때를 검출하도록 위치될 수 있다. 제2 캡 스트리퍼 센서는 캡 스트리퍼(149)가 완전히 연장될 때를 검출하도록 위치될 수 있다. 제1 캐리지 센서는 캐리지(146)가 "홈(home)" 위치에 있을 때, 즉 카세트(24) 및 라인(30)의 장착을 허용하는 위치에 있을 때를 검출하도록 위치될 수 있다. 제2 캐리지 센서는 캐리지(146)가 스파이크 캡(63)과 결합한 위치에 있을 때를 검출하도록 위치될 수 있다. 제3 캐리지 센서는 캐리지(146)가 캡(31)을 라인(30)으로부터 제거한 위치에 도달했을 때를 검출하도록 위치될 수 있다. 제4 캐리지 센서는 캐리지(146)가 라인(30)의 커넥터 단부(30a)를 카세트(24)의 대응 스파이크(160)와 결합시킨 위치로 이동되었을 때를 검출하도록 위치될 수 있다. 다른 실시예에서, 단일 센서가 전술된 1개보다 많은 캐리지 위치들을 검출하는데 사용될 수 있다. 캡 스트리퍼 및 캐리지 센서는 입력 신호를 전자 제어 보드("자동 연결 보드")로 제공할 수 있는데, 이는 사용자 인터페이스(144)를 통해 사용자에게 특정 확인 또는 오류 코드를 전달할 수 있다.

[0138] 얼마나 많은 라인(30)이 설치되는지에 따라, 캐리지(146)가 스파이크 캡(63)과 결합되는 힘을 조절하는데 이점이 있을 수 있다. 카세트(24)에의 완전한 연결을 위해 요구되는 힘은 스파이크 캡(63)에 결합되어야 하는 캡(31)의 개수에 따라 증가한다. 표식 영역(33)에서 라인 지시기로부터 정보를 검출하고 판독하기 위한 감지 장치는 드라이브 요소(133)에 인가되는 힘을 조절하는데 요구되는 데이터를 제공하도록 사용될 수 있다. 힘은 예컨대 제1 공기 블래더(137) 또는 모터/볼 스크루와 같은 선형 액추에이터를 포함하는 다수의 장치에 의해 생성

될 수 있다. 전자 제어 보드(예컨대 자동 연결 보드)는, 검출 센서(들)로부터 입력을 수신하고 선형 액추에이터의 모터로 또는 공기 블래더(137)의 팽창을 제어하는 공압 밸브로 적절한 제어 신호를 전송하도록 프로그래밍될 수 있다. 제어기(16)는 예컨대 선형 액추에이터의 모터에 인가된 전압을 변조함으로써, 또는 블래더(137)의 팽창을 제어하는 공압 밸브를 변조함으로써, 드라이브 요소(133)의 이동 정도 또는 속도를 제어할 수 있다.

[0139] 라인(30) 상의 캡(31)이 카세트(24)의 스파이크(160) 상의 캡(63)과 함께 제거되는 본 발명의 태양은 작업의 단순화 이외에 다른 장점을 제공할 수 있다. 예컨대, 스파이크 캡(63)이 라인(30) 상의 캡(31)과의 결합에 의해 제거되기 때문에, 캐리지(146) 상의 특정 슬롯에 라인(30)이 장착되어 있지 않다면, 그 위치에 있는 스파이크 캡(63)은 제거되지 않을 것이다. 예컨대, 카세트(24)가 5개 스파이크(160) 및 대응 스파이크 캡(63)을 포함하지만, 교환기(14)는 교환기(14)와 관련된 4개 이하(없기도 함)의 라인(30)과 함께 작동될 수 있다. 라인(30)이 존재하지 않는 캐리지(146) 상의 슬롯에 있어서, 캡(31)이 없을 것이고, 이에 따라 그 위치에 있는 스파이크 캡(63)을 제거할 수 있는 기구가 없을 것이다. 따라서, 라인(30)이 특정 스파이크(160)에 연결되지 않을 것이라면, 스파이크(160) 상의 캡(63)은 카세트(24)를 사용하는 동안에 제 위치에 남아있을 수 있다. 이는 스파이크(160)에서의 누출 및/또는 스파이크(160)에서의 오염을 방지하도록 도울 수 있다.

[0140] 도 33의 카세트(24)는 예컨대 도 3, 도 4 및 도 6에 도시된 실시예에서 도시된 특징부들과 상이한 몇몇의 특징부를 포함한다. 도 3, 도 4 및 도 6 실시예에서, 가열기 백 포트(150), 배액 라인 포트(152) 및 환자 라인 포트(154)는 중앙 튜브(156) 및 스커트(158)를 갖도록 배열된다. 그러나, 전술되고 도 33에 도시된 바와 같이, 포트(150, 152, 154)는 중앙 튜브(156)만을 포함할 수 있고 스커트(158)를 포함하지 않을 수 있다. 이는 도 34에도 도시된다. 도 34에 도시된 실시예는 좌측 펌프 챔버(181)의 외부 표면에 형성된 상승 리브(raised ribs)를 포함한다. 또한, 상승 리브는 우측 펌프 챔버(181) 상에 제공될 수 있고, 도어(141)가 폐쇄될 때 제어 표면(148)에 대해 카세트를 가압하는 카세트 장착 위치(145)에서 도어(141)에서의 기구와 함께 펌프 챔버(181)의 외벽의 추가적인 접촉 지점을 제공할 수 있다. 상승 리브는 필요하지 않고, 대신에 펌프 챔버(181)는 도 34에서 우측 펌프 챔버(181)가 도시된 바와 같이 리브 또는 다른 특징부를 가질 수 없다. 유사하게, 도 3, 도 4 및 도 6에서의 스파이크(160)는 스파이크(160)의 베이스에 스커트 또는 유사 특징부를 포함하지 않는 반면, 도 33의 실시예는 스커트(160a)를 포함한다. 이는 도 34에도 도시된다. 스커트(160a)는 스커트(160a)와 스파이크(160) 사이의 오목부에서 스파이크 캡(63)의 단부를 수용하도록 배열될 수 있어서, 스파이크(160)와 스파이크 캡(63) 사이에 시일(seal)을 형성하도록 돕는다.

[0141] 도 33에 도시된 또 다른 본 발명의 특징부는 스파이크(160)를 통과하는 루멘(159) 및 스파이크(163)의 말단 팁의 배열에 관한 것이다. 이 태양에서, 스파이크(160)의 말단 팁은 일반적으로 스파이크(160)의 기하학 중심을 따라 진행하는 스파이크(160)의 종축에 있거나 스파이크(160)의 종축 근처에 있다. 스파이크(160)의 말단 팁을 종축에 또는 종축 근처에 위치 설정하는 것은, 스파이크(160)를 대응 용액 라인(30)과 결합시킬 때 용이한 정렬 공차를 도울 수 있고, 스파이크(160)가 라인(30)의 커넥터 단부(30a)에서 격벽(septum) 또는 멤브레인(30b)을 천공하는 것을 도울 수 있다. 그 결과, 도 33에 도시된 바와 같이 그리고 도 35에서 스파이크(160)의 단부도에 도시된 바와 같이, 스파이크(160)의 루멘(159)은 스파이크(160)의 종축에서 떨어져서, 예컨대 스파이크(160)의 저부에 일반적으로 위치된다. 또한, 스파이크(160)의 원위 단부는 스파이크(160)의 근위 단부에 비해 약간 감소된 직경을 갖는다(이 실시예에서, 스파이크(160)는 본체(18)로부터 스파이크(160)의 길이의 약 2/3에서 직경의 단차 변화를 사실상 갖는다). 말단 단부에서의 스파이크(160)의 감소된 직경은 스파이크(160)와 라인(30)의 내벽 사이에 간극을 제공할 수 있어서, 이에 따라 스파이크(160)에 의해 천공될 때 격벽(30b)에 스파이크(160)와 라인(30) 사이에 위치 설정되도록 절첩할 공간을 허용한다. 또한, 스파이크(160) 상의 단차형 특징부는 격벽(30b)이 라인(30)의 내벽에 연결되는 위치에서 라인(30)과 결합하도록 배열될 수 있어서, 이에 따라 라인(30)과 스파이크(160) 사이에 형성되는 시일을 향상시킨다.

[0142] 일단 카세트(24) 및 라인(30)이 교환기(14) 내로 적재되면, 교환기(14)는 유체를 용액 라인(30)으로부터 가열기 백(22)으로 그리고 환자로 이동시키도록 카세트(24)의 작동을 제어하여야 한다. 도 36은 카세트(24)에서 유체 펌핑 및 유로(flowpath) 제어를 야기하도록 (예컨대 도 6에 도시되는) 카세트(24)의 펌프 챔버 측과 교차하는 교환기(14)의 제어 표면(148)의 평면도를 도시한다. 드웰 시에, 가스켓(gasket) 유형으로 기술될 수 있고 실리콘 고무 시트를 포함할 수 있는 제어 표면(148)은 대체로 편평할 수 있다. 밸브 제어 영역(1481)은 예컨대 시트 표면 내 또는 시트 표면상의 스코어링(scoring), 홈, 리브 또는 다른 특징부에 의해 제어 표면(148)에 형성될 수 있고(또는 형성될 수 없고), 시트 평면에 대해 대체로 횡방향인 방향으로 이동 가능하도록 배열될 수 있다. 내향/외향으로 이동됨으로써, 밸브 제어 영역(1481)은 카세트(24)의 각각의 밸브 포트(184, 186, 190 및 192)를 개폐하여 카세트(24) 내의 유동을 제어하기 위해 카세트(24) 상의 멤브레인(15)의 관련 부분을 이동시킬

수 있다. 마찬가지로, 2개의 큰 영역인 펌프 제어 영역(1482)은 펌프 챔버(181)와 협동하는 멤브레인(15)의 관련 형상화된 부분(151)을 이동시키기 위해 이동 가능할 수 있다. 멤브레인(15)의 형상화된 부분(151)과 같이, 펌프 제어 영역(1482)은 제어 영역(1482)이 펌프 챔버(181) 내로 연장되는 경우에 펌프 챔버(181)의 형상에 대응하는 방식으로 형상화될 수 있다. 이 방식으로, 펌프 제어 영역(1482)에 있는 제어 시트의 부분(148)은 펌핑 작업 동안에 반드시 신장될 필요가 없거나 탄성적으로 변형될 필요는 없다.

[0143] 영역(1481 및 1482) 각각은 예컨대 카세트(24)가 교환기(14) 내로 적재되고 도어(141)가 폐쇄된 후에, 교환기(14)의 제어 표면(148)과 카세트(24)의 멤브레인(15) 사이에 존재할 수 있는 임의의 공기 또는 다른 유체 모두를 또는 거의 모두를 제거하는데 사용될 수 있는 관련 진공 또는 소기 포트(1483)를 가질 수 있다. 이는 멤브레인(15)이 제어 영역(1481 및 1482)과 밀접하게 접촉하는 것을 보장하도록 도울 수 있고, 다양한 밸브 포트의 개방/폐쇄 상태 및/또는 펌프 작동에 따라 원하는 용적의 이송을 제어하도록 도울 수 있다. 진공 포트(1483)는 제어 표면(148)이 카세트(24)의 벽 또는 다른 비교적 강성인 특징부와 접촉되도록 가압되지 않을 위치에 형성된다는 것을 주의한다. 예컨대, 본 발명의 일 실시예에 따라, 카세트의 펌프 챔버 중 하나 또는 둘 다는 펌프 챔버에 인접하여 형성되는 진공 환기 간극 영역을 포함할 수 있다. 도 3 및 도 6에 도시된 바와 같은 예시적인 실시예에서, 베이스 부재(18)는, 펌프 제어 영역(1482)을 위한 진공 환기 포트(1483)가 폐색(obstruction) 없이 [예컨대 멤브레인(15)의 파열로 인해] 제어 표면(148)과 멤브레인(15) 사이로부터 어떤 공기 또는 유체도 제거하게 하기 위해, 펌프 챔버(181)를 형성하는 타원형 오목부(depression)에 인접하고 그 외부에, 진공 환기 포트 간극 또는 연장 특징부(182)(예컨대, 펌프 챔버에 유체 연통되는 오목부 영역)를 포함할 수 있다. 또한, 연장 특징부는 펌프 챔버(181)의 주연부 내에 위치될 수 있다. 그러나, 환기 포트 특징부(182)를 펌프 챔버(181)의 주연부 외측에 위치시키는 것은, 펌핑 액체를 위한 더 큰 펌핑 챔버 용적을 유지할 수 있고, 예컨대 펌프 챔버(181)의 전체 풋프린트(footprint)가 펌핑 투석을 위해 사용되게 한다. 바람직하게, 연장 특징부(182)는 펌프 챔버(181)에 대해 수직으로 낮은 위치 위치되어서, 멤브레인(15) 및 제어 표면(148) 사이에서 누설되는 임의의 액체가 가장 이른 기회에 진공 포트(1483)를 통해 외부로 견인된다. 유사하게, 밸브(1481)와 관련되는 진공 포트(1483)는 밸브(1481)에 대해 수직으로 내부 위치에 바람직하게 위치된다.

[0144] 제어 영역(1481 및 1482)은 카세트(24)에 대향하는 제어 표면(148)의 측부 상에, 예컨대 제어 표면(148)을 형성하는 고무 시트의 배면 측 상에, 공압 압력 및/또는 용적을 제어함으로써 이동될 수 있다. 예컨대, 도 37에 도시된 바와 같이, 제어 표면(148)은 각 제어 영역(1481, 1482)과 관련하여 위치되는 제어 챔버(171)를 갖고 서로로부터 고립되는(또는 적어도 필요에 따라 서로 무관하게 제어될 수 있다) 정합 블록(170)에 의해 지지된다. 정합 블록(170)의 표면은 카세트(24)가 정합 블록(170)에 의해 지지되는 제어 표면(148)과 관련하여 작동 상태로 가압될 때, 카세트(24)와의 인터페이스를 형성한다. 따라서, 정합 블록(170)의 제어 챔버는 카세트(24)의 상보적인 밸브 또는 펌핑 챔버에 결합되어서, 정합 블록(170)에 인접한 제어 표면(148)의 제어 영역(1481 및 1482)과, 카세트(24)에 인접한 [형상화된 부분(151)과 같은] 멤브레인(15)의 관련 영역을 절환한다. 공기 또는 다른 제어 유체는 영역(1481, 1482)을 위한 정합 블록(170)의 제어 챔버(171)의 내부 또는 외부로 이동될 수 있어서, 이에 의해 카세트(24)의 밸브 포트를 개방/폐쇄하도록 및/또는 펌프 챔버(181)에서 펌프 작동을 달성하도록 필요에 따라 제어 영역(1481, 1482)을 이동시킨다. 도 37에 도시된 예시적인 실시예에서, 제어 챔버(171)는 밸브 제어 영역(1481) 각각을 지지하는 원통 형상 영역으로서, 그리고 펌프 제어 영역(1482)을 지지하는 한 쌍의 타원 공극으로서, 배열될 수 있다. 유체 제어 포트는 교환기(14)가 제어 챔버 각각에서 유체의 용적 및/또는 유체의 압력을 제어할 수 있도록, 각 제어 챔버(171)에 제공될 수 있다. 예컨대, 정합 블록(170)은 제어 챔버(171)와 연통하는 다양한 포트, 채널, 개구, 공극 및/또는 다른 특징부를 포함하는 매니폴드(172)와 정합될 수 있고, 적절한 공압/진공이 제어 챔버(171)에 인가되게 할 수 있다. 도시되지는 않았지만, 공압/진공의 제어는 제어 가능한 밸브, 펌프, 압력 센서, 축압기(accumulators) 등의 사용을 통해서와 같이, 임의의 적절한 방식으로 수행될 수 있다. 물론, 제어 영역(1481, 1482)은 중력 기반 시스템, 유압 시스템 및/또는 기계 시스템에 의해서와 같이(선형 모터 등에 의해서와 같은) 또는 공압 시스템, 유압 시스템, 중력 기반 시스템 및 기계 시스템을 포함하는 시스템의 조합에 의해 다른 방식으로 이동될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0145] 발명의 태양에 따르면, 진공 포트(1483)는 멤브레인(15)에서 누출을 검출하는데 사용될 수 있고, 예컨대 진공 포트(1483)에 연결되는 도관 또는 챔버 내의 액체 센서는 멤브레인(15)이 천공되거나, 다르게는 액체가 멤브레인(15)과 제어 표면(148) 사이에 도입되는 경우에 액체를 검출할 수 있다. 예컨대, 진공 포트(1483)는 정합 블록(170) 내의 상보적 진공 포트(173)와 정렬될 수 있고 밀봉식으로 관련될 수 있고, 이어서 매니폴드(172) 내의 공통 유체 수집 챔버(1722)에 이르는 유로(1721)와 밀봉식으로 관련될 수 있다. 유체 수집 챔버(1722)는 입구를 포함할 수 있는데, 입구를 통해, 진공이 인가될 수 있고 제어 표면(148)의 모든 진공 포트(1483)에 분배될 수 있다. 진공을 유체 수집 챔버(1722)로 인가함으로써, 유체는 진공 포트(173 및 1483) 각각으로부터 견인될

수 있어서, 이에 따라 다양한 제어 영역에서 멤브레인(15)과 제어 표면(148) 사이의 임의의 공간으로부터 유체가 제거된다. 그러나, 액체가 영역들 중 하나 이상의 영역에 존재한다면, 관련된 진공 포트(1483)는 유체 수집 챔버(1722)에 이르는 라인(1721) 내로 그리고 진공 포트(173) 내로 액체를 견인할 수 있다. 임의의 이러한 액체는 유체 수집 챔버(1722)에 수집될 수 있고, 하나 이상의 적절한 센서들, 예컨대 액체의 존재를 나타내는 챔버(1722)에서의 전도성의 변화를 검출하는 한 쌍의 전도성 센서에 의해 검출될 수 있다. 이 실시예에서, 센서는 유체 수집 챔버(1722)의 저부 측에 위치될 수 있는 한편, 진공 공급원은 챔버(1722)의 상단부에서 챔버(1722)에 연결된다. 따라서, 액체가 유체 수집 챔버(1722) 내로 견인된다면, 액체는 액체 레벨이 진공 공급원에 도달하기 전에 검출될 수 있다. 선택적으로, 소수성 필터, 밸브 또는 다른 구성요소는 진공 공급원 내로의 액체 진입을 추가로 방지하도록 돕기 위해, 챔버(1722) 내에 진공 공급원 연결 지점에 위치될 수 있다. 이 방식으로, 액체 누출은 진공 공급원 밸브가 액체에 의해 오염될 위험을 무릅쓰고 위치되기 전에 제어기(16)에 의해 검출되고 작용될 수 있다(예컨대, 경보의 발생, 액체 입구 밸브의 폐쇄, 및 펌핑 작동의 중단).

[0146] 일 실시예에서, 제어 챔버(171)의 내벽은 펌프 제어 영역(1482)과 관련된 제어 챔버(171)를 위한 예컨대 도 37에 도시된 바와 같은 펌프 챔버의 스페이서 요소(50)와 약간 유사한 상승 요소를 포함할 수 있다. 이들 상승 요소는 제어 포트가 완전히 후퇴된 제어 영역(1482)으로부터 멀리 만입되어 유지되는 플래토(plateau) 특징부, 리브 또는 다른 돌기 형태를 가질 수 있다. 이 구성은 제어 챔버(171)에서 진공 또는 압력의 보다 균일한 분포를 허용할 수 있고, 제어 표면(148)에 의해 임의의 제어 포트의 조기 차단을 방지할 수 있다. (적어도 펌프 제어 영역에서의) 미리 형성된 제어 표면(148)은 이송 스트로크(delivery stroke) 중의 카세트(24)의 펌프 챔버의 내벽에 대해, 또는 충전 스트로크(fill stroke) 중의 제어 챔버(171)의 내벽에 대해 완전히 연장될 때 상당한 신장력(stretching force) 하에 있지 않을 수 있다. 따라서, 제어 영역(1482)이 제어 챔버(171) 내로 비대칭으로 연장되는 것이 가능할 수 있어서, 제어 영역(1482)은 챔버가 완전히 소기 되기 전에 제어 챔버의 하나 이상의 포트를 조기에 폐쇄되게 한다. 제어 영역(1482)과 제어 포트 사이의 접촉을 방지하는 제어 챔버(171)의 내벽 상에 특징부를 갖는 것은, 제어 영역(1482)이 충전 스트로크 중에 제어 챔버 내벽과 균일하게 접촉시킬 수 있다는 것을 보장하도록 도울 수 있다.

[0147] 상기에서 제안된 바와 같이, 교환기(14)는 다양한 밸브, 압력 센서, 모터 등과 전기 통신하는 데이터 프로세서를 갖는 제어 시스템(16)을 포함할 수 있고, 바람직한 작동 순서 또는 프로토콜에 따라 이러한 구성요소를 제어하도록 바람직하게 구성된다. 제어 시스템(16)은 적절한 회로소자, 프로그래밍, 컴퓨터 메모리, 전기 접속, 및/또는 지정된 작업을 수행하는 다른 구성요소들을 포함할 수 있다. 시스템은 제어 표면(148)의 영역 및 다른 공압 작동식 구성요소의 작동을 제어하기 위해 바람직한 공기 또는 다른 유체 압력(정압 - 대기압 또는 몇몇의 다른 기준 이상 - 또는 부압 또는 진공 - 대기압 또는 몇몇의 다른 기준 이하)을 발생시키도록 펌프, 탱크, 매니폴드, 밸브 또는 다른 구성요소를 포함할 수 있다. 제어 시스템(16)(또는 그의 적어도 일부)에 대한 추가 상세가 이하에 제공된다.

[0148] 예시적인 일 실시예에서, 펌프 제어 챔버(171) 내의 압력은, 제어 챔버(171)를 적절한 압력/진공에 노출하도록 개방하고 압력/진공 공급원을 차단(cut off)하도록 폐쇄하는 바이너리 밸브(binary valve)에 의해 제어될 수 있다. 바이너리 밸브는 펌프 제어 챔버(171)에서 압력을 제어하도록 변조될 수 있는 톱니형 제어 신호를 사용하여 제어될 수 있다. 예컨대, 펌프 이송 스트로크 중에[즉, 멤브레인(15)/제어 표면(148)을 이동시키고 액체를 펌프 챔버(181) 외부로 밀어내도록 정압이 펌프 제어 챔버(171) 내로 도입됨], 바이너리 밸브는 제어 챔버(171) 내의 적절한 압력(예컨대 약 70-90 ㎜Hg 사이의 압력)을 확립하도록 비교적 신속한 속도로 개폐하기 위해 톱니 신호에 의해 구동될 수 있다. 제어 챔버(171) 내의 압력이 약 90㎜Hg보다 높게 상승된다면, 톱니 신호는 보다 연장된 기간 동안 바이너리 밸브를 폐쇄하도록 조절될 수 있다. 압력이 제어 챔버(171) 내에서 약 70㎜Hg보다 낮게 강하된다면, 톱니 신호는 제어 챔버(171) 내의 압력을 상승시키도록 바이너리 밸브에 다시 인가될 수 있다. 따라서, 통상적인 펌프 작동 동안에, 바이너리 밸브는 액체가 펌프 챔버(181)로부터 밀어내어지는 압력이 바람직한 레벨 또는 범위(예컨대 약 70-90㎜Hg)에서 유지되도록, 하나 이상의 연장된 기간 동안에 폐쇄될 수 있고, 수회 개방되고 폐쇄될 것이다.

[0149] 몇몇 실시예에서, 본 발명의 태양에 따르면, 예컨대 멤브레인(15)이 펌프 챔버(181)에서 스페이서(50)와 접촉하거나 펌프 제어 영역(1482)이 펌프 제어 챔버(171)의 벽과 접촉하는 경우, 멤브레인(15)/펌프 제어 영역(1482)의 "스트로크의 단부"를 검출하는 것이 유용할 수 있다. 예컨대, 펌핑 작동 중에, "스트로크의 단부"의 검출은 멤브레인(15)/펌프 제어 영역(1482) 이동이 [펌프 챔버(181)를 충전하거나 펌프 챔버(181)로부터 유체를 구동하도록) 새로운 펌프 사이클을 개시하도록 반전되어야 한다는 것을 나타낼 수 있다. 펌프를 위한 제어 챔버(171) 내의 압력이 톱니 신호에 의해 구동되는 바이너리 밸브에 의해 제어되는 예시적인 실시예에서, 펌프 챔버(181)

내의 압력은 비교적 높은 주파수에서, 예컨대 바이너리 밸브가 개방되고 폐쇄되는 주파수이거나 그 주파수 근처에서 변동할 것이다. 제어 챔버(171)에서의 압력 센서는 멤브레인(15)/펌프 제어 영역(1482)이 펌프 제어 챔버(171)의 벽 또는 펌프 챔버(181)의 내벽과 접촉하지 않는 경우에, 보다 큰 진폭을 일반적으로 갖는 이러한 변동을 검출할 수 있다. 그러나, 일단 멤브레인(15)/펌프 제어 영역(1482)이 펌프 챔버(181)의 내벽 또는 펌프 제어 챔버(171)의 벽(즉, "스트로크의 단부)과 접촉한다면, 압력 변동은 일반적으로 감쇠되거나, 다르게는 펌프 제어 챔버(171)에서 압력 센서에 의해 검출 가능한 방식으로 변한다. 압력 변동의 이러한 변화는 스트로크의 단부를 식별하는데 사용될 수 있고, 이에 따라 교환기(14) 및/또는 카세트(24)의 다른 구성요소 및 펌프가 제어될 수 있다.

[0150] 폐색기(occluder)

[0151] 본 발명의 일 태양에서, 하나 이상의 가요성 라인을 개방/폐쇄하기 위한 폐색기는, 폐색기를 작동시키기 위해 폐색 부재(occluding member)들 중 하나 또는 둘 다에 힘을 인가하도록 구성되는 힘 액추에이터(force actuator)를 갖는, 스프링 스틸(spring steel)[판 스프링(leaf spring)]으로 제조된 편평한 플레이트와 같은 탄성 요소로서 구성될 수 있는 한 쌍의 대향 폐색 부재를 포함할 수 있다. 특정 실시예에서, 힘 액추에이터는 탄성 요소들 사이에 위치 설정된 확장 가능하거나(expandable) 확대 가능한(enlargable) 부재를 포함할 수 있다. 확장 가능한 부재가 감소된 크기 상태에 있는 경우, 탄성 요소는 편평하거나 거의 편평한 상태에 있을 수 있고, 폐쇄된 라인을 핀치(pinch)하기 위해 하나 이상의 라인과 결합하도록 핀치 헤드(pinch head)를 가압할 수 있다. 그러나, 확장 가능한 부재가 탄성 요소들을 멀어지게 가압하는 경우에, 탄성 요소들은 핀치 헤드를 굽히고 후퇴시킬 수 있어서, 라인을 해제하고 라인을 통과하는 유동을 허용한다. 다른 실시예에서, 폐색 부재는 힘 액추에이터에 의해 인가되는 힘의 레벨에 대해 본질적으로 강성이다. 특정 실시예에서, 힘 액추에이터는 폐색 부재가 가요성 튜브(tubing)의 개방 또는 폐쇄를 달성하도록 대향되어 있는 영역의 적어도 일부에서 폐색 부재들 사이의 거리를 증가시키기 위해 하나 또는 양자의 대향된 폐색 부재들에 힘을 인가할 수 있다.

[0152] 도 38은 폐색기(147)의 예시적인 실시예의 분해도를 도시하고, 도 39는 폐색기(147)의 예시적인 실시예의 부분적으로 조립된 도면을 도시하고, 폐색기(147)는 환자 및 배액 라인(34 및 28), 및/또는 교환기(14)에서의 다른 라인 또는 세트(12)[예컨대 가열기 백 라인(26)]를 폐쇄하거나 폐색하는데 사용될 수 있다. 폐색기(147)는 도어(141)에 대해 튜브를 가압하고 폐쇄된 튜브를 핀치하도록 튜브와 접촉하는 예컨대 대체로 편평한 블레이드형 요소인 선택적 핀치 헤드(161)를 포함한다. 다른 실시예에서, 핀치 헤드는 폐색 부재(165) 중 하나 또는 양자의 폐색 부재의 연장 에지로 대체될 수 있다. 핀치 헤드(161)는 교환기(14) 하우징 내로 유체(예컨대 공기 또는 액체)의 진입, 예를 들면 폐색 라인들 중 하나에서 누수가 있는 경우 이를 방지하도록 돕기 위해 핀치 헤드(161)와 협동하는 O링 또는 다른 부재와 같은 가스켓(162)을 포함한다. 벨로우즈 가스켓(162)은 교환기 하우징의 전방 패널, 즉 도어(141)를 개방함으로써 노출되는 패널에 장착되는 핀치 헤드 가이드(163)에 장착되고, 핀치 헤드(161)는 핀치 헤드 가이드(163)를 통해 지나간다. 핀치 헤드 가이드(163)는 핀치 헤드(161)의 슬라이딩 이동에 대한 상당한 저항 및/또는 바인딩(binding) 없이, 핀치 헤드(161)가 핀치 헤드 가이드(163)의 내외로 이동되게 한다. 피봇 샤프트(164)는 예컨대 표준 도어 힌지 상에서 발견되는 것과 같이 후크형 피봇 샤프트 베어링을 각각 포함하는 스프링 플레이트(165)를 예시적인 실시예에서 포함하는 한 쌍의 대향된 폐색기 부재를 핀치 헤드(161)에 부착한다. 즉, 핀치 헤드(161) 상의 샤프트 가이드의 개구, 및 스프링 플레이트(165) 상의 후크형 베어링에 의해 형성되는 개구는 서로 정렬되고, 피봇 샤프트(164)는 핀치 헤드(161) 및 스프링 플레이트(165)가 피봇식으로 서로 연결되도록 개구를 통해 삽입된다. 스프링 플레이트(165)는 스틸과 같은 임의의 적절한 재료로 제조될 수 있고, 언스트레스 상태에서 대체로 편평하도록 배열될 수 있다. 스프링 플레이트(165)의 대향 단부는 제2 피봇 샤프트(164)에 의해 선형 조절기(linear adjustor)(167)에 피봇식으로 연결되는 유사한 후크형 베어링을 포함한다. 이 실시예에서, 힘 액추에이터는 블래더(166)를 포함하고, 블래더(166)는 스프링 플레이트(165)들 사이에 위치 설정되고, 유체(예컨대 압력 하에서의 공기)가 블래더 내로 도입될 때, 블래더가 피봇 샤프트들(164) 사이의 영역에서 서로 이격되게 스프링 플레이트들(165)을 확장하고 가압할 수 있도록 배열된다. 핀치 헤드 가이드(163)에 의해 안내되지만, 핀치 헤드(161)가 부유하도록 허용되면서, 선형 조절기(167)가 교환기 하우징(82)에 고정된다. 선형 조절기(167)는 그 하단부에 슬롯 구멍을 포함하여, 전체 조립체가 제 위치에서 조절되게 하고 이에 따라 폐색기(147)가 교환기(14)에 설치될 때 핀치 헤드가 적절하게 위치 설정될 수 있게 한다. 턴버클(turnbuckle)(168) 또는 다른 장치는 하우징(82)에 대해 선형 조절기(167)의 위치를 조절하도록 돕는데 사용될 수 있다. 즉, 서로 근처에 위치된 스프링 플레이트들(165), 및 주위 압력에서 또는 실질적으로 비어 있는 블래더(166)를 이용하여, 핀치 헤드(161)는 튜브를 커팅(cutting)하지 않거나, 꼬이게(kinking) 하지 않거나 이와 다르게 파손시키지 않으면서 유동하도록 폐쇄되는 튜브를 핀치하기 위해 환자 및 배액 라인 상에 적절하게 가압되도록, 핀치 헤드(161)는 일반적으로 적절하게 위치될 필요가 있다. 선형 조절기(167)의 슬롯

개구는 폐색기(147)를 제 위치에 고정하고 미세한 위치 설정을 가능하게 한다. 릴리스 블레이드(release blade)(169)에 의해 제공된 오버라이드 릴리스 장치(override release device)는 스프링 플레이트들(165) 사이에 선택적으로 위치 설정되고 이하에 보다 상세히 논의되는 바와 같이 회전될 수 있어서, 스프링 플레이트들(165)을 멀어지게 가압하고 이에 의해 핀치 헤드 가이드(163) 내로 핀치 헤드(161)를 당긴다. 릴리스 블레이드(169)는 예컨대 전력 손실, 블래더(166) 고장, 또는 다른 상황 경우에 폐색기(147)를 불능케 하도록 수동으로 작동될 수 있다.

[0153] 폐색기의 특정 실시예를 구성하는데 도움이 될 수 있는 특정 부품들에 대한 부가적인 구성 및 설명이 미국 특허 6,302,653호에 제공되어 있다. 스프링 플레이트(165)는 원하는 개수의 굴곡가능(collapsible) 튜브를 폐색하기 위해, 굽힘 변위에 반응하여, 굽힘력(bending forces)에 대해 탄성적으로 저항하고 충분한 길이방향 강성(longitudinal stiffness)(굽힘에 대한 저항)을 가져서 충분한 복원력을 제공하는 임의의 재료로 구성될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 각 스프링 플레이트는 시트 또는 플레이트의 형상이고 언스트레스 상태에서 본질적으로 편평하다. 하나 이상의 탄성 폐색 부재(스프링 부재)를 사용한 대안의 실시예에서, 원하는 개수의 굴곡가능 튜브를 폐색하기 위해, 굽힘 변위에 반응하여, 굽힘력에 대해 탄성적으로 저항하고 충분한 길이방향 강성(굽힘에 대한 저항)을 가져서 충분한 복원력을 제공하는 임의의 폐색 부재(들)이 사용될 수 있다. 잠재적으로 적절한 스프링 부재는 당해 기술 분야의 숙련자에게 명백한 바와 같이 다양한 형상을 가질 수 있고, 원통형, 프리즘형, 사다리꼴형, 정사각형, 직사각형 바 또는 비임, I-빔, 타원 비임, 보울형 표면 등을 포함하지만 이에 제한되지는 않는다. 당해 기술 분야의 숙련자는 특정 적용예의 요구사항 및 본 교시에 기초하여 스프링 플레이트(165)에 대한 치수 및 적절한 재료를 용이하게 선택할 수 있다.

[0154] 도 40은 블래더(166)가 수축되어 있고 스프링 플레이트(165)가 편평하거나 거의 편평한 상태로 서로 근처에 위치되어 있는 상태의 폐색기(147)의 평면도를 도시한다. 이 위치에서, 핀치 헤드(161)는 핀치 헤드 가이드 및 교환기(14)의 전방 패널[즉, 도어(141)의 내측의 패널]로부터 완전히 연장되고 환자 및 배액 라인을 폐색하게 된다. 한편, 도 41은 스프링 플레이트들(165)이 멀어지게 가압되는 팽창 상태 있어서, 핀치 헤드(161)를 핀치 헤드 가이드(163) 내로 후퇴되게 하는, 블래더(166)를 도시한다. [선형 조절기(167)는 교환기 하우징(82)에 대해 제 위치에 정착되어서, 하우징(82)의 전방 패널에 대해 정착된다는 것을 주의하기로 한다.] 스프링 플레이트들(165)이 멀어지게 이동될 때, 핀치 헤드(161)가 핀치 헤드 가이드(163)의 내외로 자유롭게 이동하도록 배열되기 때문에, 핀치 헤드(161)는 전방 패널에 대해 후방으로 이동한다. 이 상태는 핀치 헤드(161)가 환자 및 배액 라인을 폐색하는 것을 방지하고, 이 상태는 폐색기(147)가 교환기(14)의 정상 작동 중에 있는 상태이다. 즉, 전술된 바와 같이, 교환기(14)의 다양한 구성요소는 공기 압력/진공을 사용하여 작동시킬 수 있고, 예컨대 제어 표면(148)은 카세트(24)에 유체 펌핑 및 밸브 작동을 야기하도록, 적절한 공기 압력/진공의 구동 하에서 작동될 수 있다. 따라서, 교환기(14)가 정상적으로 작동할 때, 교환기(14)는 제어 시스템 작동뿐만 아니라 핀치 헤드(161)를 후퇴시키도록 블래더(166)를 팽창시키고 환자 및 배액 라인의 폐색을 방지하기에 충분한 공기 압력을 발생시킬 수 있다. 그러나, 정지(shutdown), 고장, 결함 또는 다른 상태의 경우에, 블래더(166)에 대한 공기 압력이 종결될 수 있어서, 블래더(166)가 수축되게 하고, 스프링 플레이트(165)가 라인을 폐색하도록 핀치 헤드(161)를 곧게 하여 연장시킨다. 도시된 장치의 가능한 하나의 이점은, 핀치 헤드(161)는 핀치 헤드 가이드(163)에 대해 이동될 때 핀치 헤드 가이드(163)에서 일반적으로 결합하지 않도록 스프링 플레이트(165)의 복귀력이 균형을 이룬다는 점이다. 더욱이, 스프링 플레이트(165)의 대향 힘은 조립체의 부싱 및 피봇 샤프트의 비대칭 마찰 마모의 양을 감소시키려고 할 것이다. 또한, 일단 스프링 플레이트(165)가 대략적으로 직선의 위치에 있다면, 스프링 플레이트(165)는 스프링 플레이트(165)를 서로 분리하여 핀치 헤드(161)를 후퇴시키도록, 블래더(166)에 의해 스프링 플레이트(165) 상에 가해진 힘보다 수배 큰 일반적으로 핀치 헤드(161)의 길이를 따른 방향으로의 힘을 가한다. 또한, 스프링 플레이트(165)가 편평하거나 거의 편평한 상태에 있을 때, 핀치 헤드(161)에 의해 가해진 핀칭 힘(pinching force)을 극복하기 위해 침동식 튜브 내 유체에 의해 가해지도록 요구되는 힘은, 편평해진 스프링 플레이트의 평면에 본질적으로 평행하게 그리고 단부에서 스프링 플레이트에 인가될 때 요구되는 비교적 높은 힘에 접근하여, 편평해진 스프링 플레이트의 칼럼 안정성(column stability)을 파손함으로써 스프링 플레이트를 구부린다(buckle). 그 결과, 폐색기(147)는 핀치 헤드(161)를 후퇴시키도록 블래더(166)에 의해 인가되는 비교적 작은 힘을 필요로 하면서, 고장을 줄이고 라인을 폐색하는데 매우 효율적일 수 있다. 예시적인 실시예의 이중 스프링 플레이트 배열구조는 스프링 플레이트를 굽히는데 필요한 임의의 소정 힘을 위해, 그리고/또는 스프링 플레이트의 임의의 소정 크기 및 두께를 위해, 핀치 헤드에 의해 제공되는 핀칭 힘을 크게 증가시키는 추가적인 이점을 가질 수 있다.

[0155] 몇몇 경우에, 라인 상의 폐색기(147)의 힘은 비교적 클 수 있고, 도어(141)가 개방되는 것을 어렵게 할 수 있다. 즉, 도어(141)는 핀치 헤드(161)가 폐색 라인과 접촉하고 있을 때 폐색기(147)의 힘에 대항하고, 몇몇

경우에 이는 손으로 작동시키는 것이 어렵고 불가능하도록 래치가 도어(141)를 폐쇄 상태로 유지하게 할 수 있다. 물론, 교환기(14)가 시동되고 작동하도록 공기 압력이 생성된다면, 폐색기 블래더(166)는 팽창될 수 있고, 폐색기 핀치 헤드(161)는 후퇴될 수 있다. 그러나, 교환기(14)에서의 펌프 고장과 같은 몇몇 경우에, 블래더(166)의 팽창은 불가능하거나 어려울 수 있다. 도어의 개방을 허용하기 위해, 폐색기(147)는 수동 해제를 포함할 수 있다. 이 예시적인 실시예에서, 폐색기(147)는 스프링 플레이트들(165) 사이에 회전 이동을 위해 피봇식으로 장착되는 한 쌍의 날개부(wing)를 포함하는, 도 38 및 도 39에 도시된 바와 같은 릴리스 블레이드(release blade)(169)를 포함할 수 있다. 드웰 상태에 있을 때, 릴리스 블레이드 날개부는 도 39에 도시된 바와 같이 스프링과 정렬될 수 있어서, 폐색기를 정상으로 작동하게 한다. 그러나, 스프링 플레이트(165)가 편평한 상태에 있고 핀치 헤드(161)가 수동으로 후퇴될 필요가 있다면, 릴리스 블레이드(169)는 날개부가 스프링 플레이트들(165)을 멀어지게 가압하도록, 예컨대 헥스 키(hex key) 또는 다른 공구를 릴리스 블레이드(169)와 결합시켜서 릴리스 블레이드(169)를 터닝시킴으로써(turning), 회전될 수 있다. 헥스 키 또는 다른 공구는 교환기(14)의 하우징(82) 내의 개구를 통해, 예컨대 교환기 하우징(82)에서의 좌측 핸들 만입부 근처에 있는 개구를 통해 삽입될 수 있고, 폐색기(147)를 분리시키고 도어(141)가 개방되게 하도록 작동될 수 있다.

[0156] 펌프 용적 이송 측정

[0157] 본 발명의 다른 태양에서, 교환기(14)는 유량계를 사용하지 않으면서 시스템(10)의 다양한 라인들로 이송되는 유체의 용적, 중량 스케일, 또는 유체 용적 또는 중량의 다른 직접적인 측정을 결정할 수 있다. 예컨대, 일 실시예에서, 카세트(24) 내의 펌프와 같은 펌프에 의해 이동되는 유체의 용적은 펌프를 구동하는데 사용되는 가스의 압력 측정에 기초하여 결정된다. 일 실시예에서, 용적 결정은 2개의 챔버를 서로 격리시키고 격리된 챔버들 내의 압력 각각을 측정하고 (2개의 챔버를 유체 연통시킴으로써) 챔버들 내의 압력이 부분적으로 또는 실질적으로 균등화되게 하고 압력들을 측정함으로써 이루어진다. 측정된 압력을 사용하여, 챔버들 중 하나의 챔버의 공지된 용적, 단열 방식으로 균등화가 이루어진다는 가정, 다른 챔버(예컨대 펌프 챔버)의 용적이 계산될 수 있다. 일 실시예에서, 챔버가 유체 연통된 후에 측정되는 압력은 서로 실질적으로 균등하지 않을 수 있고, 즉 챔버 내 압력은 아직 완전히 균등화되지 않았을 수 있다. 그러나, 이들 실질적으로 균등하지 않은 압력은 아래 설명된 바와 같이 펌프 제어 챔버의 용적을 결정하는데 사용될 수 있다.

[0158] 예컨대, 도 42는 카세트(24)의 펌프 챔버(181) 및 관련 제어 구성요소 및 유입/유출 경로의 개략도를 도시한다. 이 예시적인 실시예에서, 가열기 백(22), 가열기 백 라인(26) 및 카세트(24)를 통과하는 유로를 포함할 수 있는 액체 공급부가 펌프 챔버의 상부 개구(191)에 액체 입구(input)를 제공하는 것으로 도시되어 있다. 액체 출구는 이 일례에서 펌프 챔버(181)의 하부 개구(187)로부터 액체를 수용하는 것으로 도시되어 있고, 예컨대 카세트(24)의 유로 및 환자 라인(34)을 포함할 수 있다. 액체 공급부는, 예컨대 펌프 챔버(181)로 그리고 펌프 챔버(181)로부터 유동되는 것을 허용/방지하도록 개방 및 폐쇄될 수 있고 예컨대 밸브 포트(192)를 포함하는 밸브를 포함할 수 있다. 유사하게, 액체 출구는 펌프 챔버(181)로 그리고 펌프 챔버(181)로부터 유동되는 것을 허용/방지하도록 개방 및 폐쇄될 수 있고 예컨대 밸브 포트(190)를 포함하는 밸브를 포함할 수 있다. 물론, 액체 공급부는 하나 이상의 용액 용기, 환자 라인, 카세트(24)의 하나 이상의 유로, 또는 다른 액체 공급원과 같은 임의의 적절한 장치를 포함할 수 있고, 액체 출구는 이와 유사하게 배액 라인, 가열기 백 및 가열기 백 라인, 카세트(24) 내의 하나 이상의 유로 또는 다른 액체 출구와 같은 임의의 적절한 장치를 포함할 수 있다. 일반적으로 말하면, 펌프 챔버(181)[즉, 도 42에서 멤브레인(14)의 좌측에 있음]는 작동 중에 물 또는 투석액과 같은 비압축성 액체로 충전될 것이다. 그러나, 공기 또는 다른 가스는 아래에 논의된 바와 같이 초기 작동, 프라이밍(priming), 또는 다른 상황 동안과 같은 몇몇 경우에 펌프 챔버(181) 내에 존재할 것이다. 또한, 펌프에 대한 용적 및/또는 압력 검출에 관한 본 발명의 태양이 카세트(24)의 펌프 장치를 참조하여 설명되었지만, 본 발명의 태양은 임의의 적절한 펌프 또는 유체 이동 시스템에 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0159] 도 42는 전술된 바와 같이, 펌프 챔버(181)를 위한 제어 표면(148)의 펌프 제어 영역(1482)과 관련되는 정합 블록(170)에서의 공극 또는 다른 공간으로 형성될 수 있는 제어 챔버(171)를, (서로 인접한) 제어 표면(148) 및 멤브레인(15)의 우측에 개략적으로 도시한다. 제어 챔버(171)에는, 멤브레인(15)/제어 영역(1482)이 이동되게 하고 펌프 챔버(181) 내 액체의 펌핑을 달성하도록 적절한 공기 압력이 도입된다. 제어 챔버(171)는 압력 공급원(예컨대 공기 압력 또는 진공의 공급원)과 연통하는 제1 밸브(X1) 및 다른 라인(L1)으로 분기되는 라인(L0)과 연통한다. 압력 공급원은 제어 챔버(171)로 이송되는 압력을 제어하도록 피스톤이 챔버 내에서 이동되는 피스톤 펌프를 포함할 수 있거나, 멤브레인(15)/제어 영역(1482)을 이동시키기에 적절한 가스 압력을 전달하여 펌핑 작동을 수행하기 위해 상이한 유형의 압력 펌프 및/또는 탱크(들)을 포함할 수 있다. 또한, 라인(L0)은 또 다른 라인(L2) 및 기준 챔버(예컨대, 이하에 기술된 측정을 수행하도록 적절하게 구성되는 공간)과 연통하는 제2

밸브(X2)에 이른다. 또한, 기준 챔버는 통기구(vent) 또는 다른 기준 압력(예컨대 대기압 또는 다른 기준 압력의 공급원)에 이르는 밸브(X3)를 갖는 라인(L3)과 연통한다. 밸브(X1, X2 및 X3) 각각은 독립적으로 제어될 수 있다. 제어 챔버 및 기준 챔버와 관련되는 압력을 측정하도록, 압력 센서들이 배치될 수 있는데, 예컨대 하나의 압력 센서는 제어 챔버(171)에 배열되고 다른 압력 센서는 기준 챔버에 배열될 수 있다. 이들 압력 센서들은 위치 설정될 수 있고 임의의 적절한 방식으로 압력을 검출하도록 작동될 수 있다. 이들 센서는 펌프 또는 다른 특징부에 의해 이송된 용적을 결정하기 위해 교환기(14)를 위한 제어 시스템(16) 또는 다른 적절한 프로세서와 통신할 수 있다.

[0160] 전술된 바와 같이, 도 42에 도시된 펌프 시스템의 밸브 또는 다른 구성요소는 펌프 챔버(181), 액체 공급부 및/또는 액체 출구에서 압력을 측정하기 위해, 그리고/또는 펌프 챔버(181)로부터 액체 공급부 또는 액체 출구로 이송되는 유체의 용적을 측정하기 위해, 제어될 수 있다. 용적 측정과 관련하여, 펌프 챔버(181)로부터 이송되는 유체의 용적을 결정하는데 사용되는 한 가지 기술로는, 제어 챔버(171)에서의 상대 압력을 2개의 상이한 펌프 상태에서 기준 챔버에서의 상대 압력과 비교하는 것이 있다. 상대 압력들을 비교함으로써, 펌프 챔버(181)에서의 용적 변화에 대응하고 펌프 챔버(181)로부터 이송되고/펌프 챔버(181) 내로 수용되는 용적을 반영하는 제어 챔버(171)에서의 용적 변화가 결정될 수 있다. 예컨대, 멤브레인(15)을 견인하고 제어 챔버 벽의 적어도 일부와 접촉하게 제어 영역(1482)을 [또는 멤브레인(15)/영역(1482)을 위한 또 다른 적절한 위치로] 펌핑하기 위해, [예컨대 압력 공급원으로부터 개방 밸브(X1)를 통해 부압을 인가함으로써] 펌프 챔버 충전 사이클 동안에 제어 챔버(171)에서 압력이 감소된 후에, 제어 챔버를 압력 공급원으로부터 격리시키도록 밸브(X1)가 폐쇄될 수 있고, 밸브(X2)가 폐쇄되어 이에 의해 기준 챔버를 제어 챔버(171)로부터 격리시킨다. 밸브(X3)는 대기압에 기준 챔버를 통기하도록 개방될 수 있고, 이 후 기준 챔버를 격리시키도록 폐쇄될 수 있다. 밸브(X1)이 폐쇄되고 제어 챔버 및 기준 챔버 내의 압력이 측정되는 경우, 이후 밸브(X2)는 제어 챔버 및 기준 챔버 내의 압력이 균등해지기 시작하도록 개방된다. 균등화가 개시된 후에(그러나 반드시 완료되는 것은 아님) 측정되는 압력 및 기준 챔버의 공지된 용적과 함께, 기준 챔버 및 제어 챔버의 초기 압력은 제어 챔버에 대한 용적을 결정하는데 사용될 수 있다. 이 공정은 시트(15)/제어 영역(1482)이 펌프 챔버(181)의 스페이서 요소(50)와 접촉하게 가압될 때 펌프 이송 사이클의 말단에서 반복될 수 있다. 충전 사이클의 말단에서의 제어 챔버 용적을 이송 사이클의 말단에서의 용적과 비교함으로써, 펌프로부터 이송된 액체의 용적이 결정될 수 있다.

[0161] 개념적으로, 압력 균등화 공정[예컨대 밸브(X2)의 개방 시에]은 단열 방식으로, 즉 제어 챔버 및 기준 챔버의 공기와 그의 환경 사이에서 발생하는 열 전달 없이, 발생하는 것으로 보여진다. 개념적 이해로는 밸브(X2)가 폐쇄될 때 밸브(X2)에 초기에 위치되는 가상 피스톤이 있다는 것과, 밸브(X2)가 제어 챔버 및 기준 챔버 내의 압력을 균등화하도록 개방될 때 가상 피스톤이 라인(L0 또는 L2)에서 이동된다는 것이 있다. (a) 압력 균등화 공정이 비교적 신속하게 발생하고 (b) 제어 챔버 및 기준 챔버 내의 공기가 대략적으로 요소들의 동일한 농도를 갖고 (c) 온도가 유사하기 때문에, 단열 방식으로 압력 균등화가 발생된다는 가정은 용적 측정에 있어서 단지 작은 에러만을 받아들일 수 있다. 또한, 일 실시예에서, 균등화가 개시된 이후에 얻어진 압력은 상당한 균등화가 발생되기 전에 측정될 수 있고, 이는 펌프 챔버 용적을 결정하는데 사용되는 초기 압력 및 최종 압력을 측정하는 중간에 시간을 추가로 감소시킨다. 열 전달을 감소시키기 위해 예컨대 멤브레인(15)/제어 표면(148), 카세트(24), 제어 챔버(171), 라인, 기준 챔버 등을 위해 낮은 열전도성 재료를 사용함으로써, 오류가 더 감소될 수 있다.

[0162] 단열 시스템이 밸브(X2)가 폐쇄된 상태와 밸브(X2)가 개방되어 압력이 균일화될 때까지의 사이에 존재한다는 가정 하에, 하기의 방정식이 적용된다.

[0163] PV^{γ}=일정 (1)

[0164] 여기서, P는 압력이며, V는 용적이고, γ는 상수로서 동일하다(즉, 가스가 공기와 같이 이원자일 때 약 1.4). 따라서, 밸브(X2)가 개방되어 압력 균일화가 형성되기 전 후의 제어 챔버 및 기준 챔버의 압력 및 용적과 관련하여 하기의 방정식이 적용 수 있다.

[0165] $PrVr^{\gamma}+PdVd^{\gamma}$=일정=$PfVf^{\gamma}$ (2)

[0166] 여기서, Pr은 밸브(X2)의 개방 이전의 기준 챔버 및 라인(L2 및 L3)의 압력이고, Vr은 밸브(X2)의 개방 이전의 기준 챔버 및 라인(L2 및 L3)의 용적이며, Pd는 밸브(X2)의 개방 이전의 제어 챔버 및 라인(L0 및 L1)의 압력이고, Vd는 밸브(X2)의 개방 이전의 제어 챔버 및 라인(L0 및 L1)의 용적이고, Pf는 밸브(X2)의 개방 이후의 기준 챔버 및 제어 챔버의 균일화된 압력이고, Vf는 제어 챔버, 기준 챔버, 및 라인(L0, L1, L2, 및 L3)을 포함하는

전체 시스템의 용적이다, 즉, Vf=Vd+Vr. Pr, Vr, Pd, Pf 및 γ는 공지되어 있고, Vf=Vr+Vd가 성립하기 때문에, Vd를 푸는데 이러한 방정식이 사용될 수 있다. (청구항을 포함하는 본원에서는 참조로 기재되었지만, 용적 값 등을 결정하기 위해 "측정된 압력"을 사용하는데, 이러한 측정된 값이 프사이(psi) 단위와 같은 어떠한 특정한 형태일 필요는 없다는 것을 이해해야 한다. 대신, "측정된 압력" 또는 "결정된 압력"은 전압 수준, 저항값, 다중비트 디지털 숫자 등 압력을 대표하는 임의의 값을 포함할 수 있다. 예를 들어, 펌프 제어 챔버의 압력을 측정하는데 사용되는 압력 변환기는 아날로그 전압 수준, 저항, 또는 펌프 제어 챔버의 압력을 대표하는 다른 지시값을 출력할 수 있다. 변환기로부터의 원출력은 측정된 압력, 및/또는 출력의 일부 수정된 형태, 예를 들어, 변환기로부터의 아날로그 출력을 사용하여 형성된 디지털 숫자, 프사이 또는 변환기 출력에 기초하여 발생된 다른 값 등으로서 사용될 수 있다. 동일하게, 결정된 용적과 같은 다른 값들도 세제곱 센티미터와 같은 특정 형태일 필요가 없다. 대신, 결정된 용적은 용적을 대표하는, 예를 들어, 실질적인 용적, 즉 세제곱 센티미터를 생성하는데 사용될 수 있는 임의의 값을 포함할 수 있다.)

[0167] 펌프에 의해 전달되는 용적을 결정하기 위한 유체 관리 시스템("FMS") 기법의 예시에서는, 단열 시스템 내에서 밸브(X2)가 개방될 때 압력 균일화가 형성되는 것으로 가정한다. 따라서, 하기의 방정식(3)은 압력 균일화 전후의 기준 챔버 시스템의 용적의 관계를 제공한다.

[0168] $$Vrf=Vri(Pf/Patm)^{-(1/\gamma)} \quad (3)$$

[0169] 여기서, Vrf는 기준 챔버의 용적, 라인(L2 및 L3)의 용적, 및 개방 후에 밸브(X2)의 좌측 또는 우측으로 이동할 수 있는 "피스톤"의 이동에 기인하는 용적 조정을 포함하는 기준 챔버 시스템의 최종 (후 균일화) 용적이고, Vri는, "피스톤"이 밸브(X2)에 위치될 때의 기준 챔버 및 라인(L2 및 L3)의 초기 (사전 균일화) 용적이고, Pf는 밸브(X2)가 개방된 후의 최종 균일화된 압력이고, Patm은 밸브(X2)가 개방되기 전의 기준 챔버의 초기 압력(이러한 예시에서는 대기압)이다. 유사하게, 방정식(4)은 압력 균일화 전 후의 제어 챔버 시스템의 용적의 관계를 제공한다.

[0170] $$Vdf=Vdi(Pf/Pdi)^{-(1/\gamma)} \quad (4)$$

[0171] 여기서, Vdf는 제어 챔버의 용적, 라인(L0 및 L1)의 용적, 및 개방 후에 밸브(X2)의 좌측 또는 우측으로 이동할 수 있는 "피스톤"의 이동에 기인하는 용적 조정을 포함하는 제어 챔버 시스템의 최종 용적이고, Vdi는, "피스톤"이 밸브(X2)에 위치될 때의 제어 챔버 및 라인(L0 및 L1)의 초기 용적이고, Pf는 밸브(X2)가 개방된 후의 최종 압력이고, Pdi는 밸브(X2)가 개방되기 전의 제어 챔버의 초기 압력이다.

[0172] 기준 챔버 시스템 및 제어 챔버 시스템의 용적은 밸브(X2)가 개방되어 압력이 균일화된 후의 동일한 절대 양에 의해 변화될 것이지만, 방정식(5)에 기재된 바와 같이 [예를 들어, 밸브(X2)가 개방될 때 "피스톤"이 좌측 또는 우측으로 이동함으로써 용적의 변화가 초래되기 때문에] 부호는 상이할 것이다.

[0173] $$\triangle Vr=(-1)\triangle Vd \quad (5)$$

[0174] (기준 챔버 및 제어 챔버에 대한 용적의 이러한 변화는 가상의 피스톤의 이동에 의해서만 초래된다. 정상 상태 하의 균일화 프로세스 동안 기준 챔버 및 제어 챔버의 용적의 실질적인 변화는 없을 것이다.) 또한, 방정식(3)으로부터의 관계를 사용하여, 기준 챔버 시스템의 용적의 변화는 하기와 같이 주어진다.

[0175] $$\triangle Vr=Vrf-Vri=Vri(-1+(Pf/Patm)^{-(1/\gamma)}) \quad (6)$$

[0176] 유사하게, 방정식(4)을 사용하여, 제어 챔버 시스템의 용적의 변화는 하기와 같이 주어진다.

[0177] $$\triangle Vd=Vdf-Vdi=Vdi(-1+(Pf/Pdi)^{-(1/\gamma)}) \quad (7)$$

[0178] Vri는 알려져 있고, Pf 및 Patm은 측정되거나 알려져 있기 때문에, 방정식(5)에 따라 (-)△Vd와 동일한 것으로 가정되는 △Vr이 계산될 수 있다. 따라서, Vdi(기준 챔버의 압력 균일화 전의 제어 챔버 시스템의 용적)는 방정식(7)을 사용하여 계산될 수 있다. 이러한 실시예에서, Vdi는 제어 챔버와 라인(L0 및 L1)을 합한 것의 용적을 나타내는데, 여기서, L0 및 L1은 고정되어 알려진 양이다. Vdi에서 L0 및 L1을 빼면 제어 챔버만의 용적이 산출된다. 상기 방정식(7)을 사용함으로써, 예를 들어, 펌프 작동 전(Vdi1)과 펌프 작동 후(Vdi2)(예를 들어, 충전 사이클의 끝과 배출 사이클의 끝)의, 제어 챔버의 용적의 변화가 결정될 수 있어서, 펌프에 의해 전달된 (또는 취해진) 유체의 용적을 측정할 수 있다. 예를 들어, Vdi1이 충전 행정의 끝의 제어 챔버의 용적이고, Vdi2가 연속된 전달 행정의 끝의 제어 챔버의 용적이라면, 펌프에 의해 전달된 유체의 용적은 Vdi2로부터 Vdi1

을 뺌으로써 계산될 수 있다. 압력에 기초하여 이러한 측정이 이루어지기 때문에, 완전한 또는 부분적인 펌프 행정에 상관없이, 펌프 챔버(181)의 멤브레인(15)/펌프 제어 영역(1482)의 거의 모든 위치에 대해 용적이 결정될 수 있다. 그러나, 충전 및 전달 행정의 끝에서 이루어진 측정은 펌프 작동 및/또는 유속에 작은 영향을 주거나 거의 영향을 끼치지 않고 수행될 수 있다.

[0179] 본 발명의 일 태양은 제어 챔버 및/또는 다른 목적을 위해 용적을 결정하는데 사용되는 압력 측정값을 나타내기 위한 기법을 포함한다. 예를 들어, 압력 센서는 제어 챔버의 압력 및 기준 챔버의 압력을 감지하는데 사용될 수 있지만, 감지된 압력값은 밸브의 개방/폐쇄, 제어 챔버로의 압력의 주입, 대기압 또는 다른 기준 압력으로의 기준 챔버의 통기 등에 따라 다양할 수 있다. 또한, 일 실시예에서, 단열 시스템은 제어 챔버와 기준 챔버 사이의 압력 균일화 이전 시간으로부터 균일화될 때까지 존재하는 것으로 가정되기 때문에, 제시간에 함께 폐쇄될 때 측정되는 적절한 압력 값을 식별하는 것은 (예를 들어, 압력 측정 사이에 경과되는 짧은 시간이 시스템에서 교환되는 열의 양을 감소시킬 수 있기 때문에) 오류의 감소시킬 수 있다. 따라서, 측정된 압력 값은, 적절한 압력이 펌프 등에 의해 전달된 용적을 결정하는데 사용되는 것을 돕도록 주의 깊게 선택될 필요가 있을 수 있다.

[0180] 설명을 위해, 도 43은 밸브(X2)의 개방 전의 시간의 지점으로부터 챔버 내의 압력이 균일하도록 밸브(X2)가 개방된 후의 일정 시간까지의 제어 챔버 및 기준 챔버에 대한 예시적인 압력 값의 그래프를 도시한다. 이러한 예시적인 실시예에서, 제어 챔버 내의 압력은 균일화 이전의 기준 챔버의 압력보다 높지만, 제어 챔버 압력은 충전 행정 내에 및/또는 그 끝과 같은 일부 배치의 균일화 이전의 기준 챔버 압력보다 낮을 수 있다는 것을 이해해야 한다. 또한, 도 43의 그래프는 균일화 압력을 표시하는 수평선을 도시하지만, 이러한 선은 단지 명확화를 위해서 도시되었다는 것을 이해해야 한다. 일반적인 균일화 압력은 밸브(X2)의 개방 이전에는 알 수 없을 것이다. 이러한 실시예에서, 압력 센서는 다른 적절한 샘플링 속도가 사용될 수 있음에도, 제어 챔버 및 기준 챔버 모두에 대해 약 2000Hz 속도의 압력을 감지한다. 밸브(X2)가 개방되기 전에, 제어 챔버 및 기준 챔버의 압력은 대체로 일정하고, 어떠한 공기 또는 다른 유체도 챔버 내로 유입되지 않을 것이다. 따라서, 밸브(X1 및 X3)는 일반적으로 밸브(X2)가 개방되기 전 시간에 폐쇄될 것이다. 또한, 펌프 챔버 내로 유도되는 밸브[예를 들어, 밸브 포트(190 및 192)]는 펌프 챔버, 액체 공급부 또는 액체 출구에서의 압력 변화의 영향을 막도록 폐쇄될 수 있다.

[0181] 가장 먼저, 측정된 압력 데이터는 제어 챔버 및 기준 챔버에 대한 초기 압력(즉, Pd 및 Pr)을 식별하도록 프로세싱된다. 일 예시적인 실시예에서, 초기 압력은 측정된 압력 데이터에 사용되는 10 개의 점의 활주 윈도우의 분석에 기초하여 식별된다. 이러한 분석은, 예를 들어 최소 제곱법을 사용하여 각각의 윈도우(또는 세트)의 데이터에 대한 최적의 맞춤 라인을 형성하는 단계와, 최적의 맞춤 라인에 대한 기울기를 결정하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 각 시간에, 제어 챔버 또는 기준 챔버에 대해 새로운 압력이 측정되며, 최소 제곱법 맞춤 라인은 9번의 사전 압력 측정 및 가장 최근 측정을 포함하는 데이터 세트에 대해 결정될 수 있다. 이러한 프로세스는 압력 데이터의 일부 세트에 대해 반복될 수 있으며, 언제 최소 제곱법 맞춘 라인의 기울기가 최초로 음이되고(또는 0이 아님), 언제 연속 데이터 세트에 대해 보다 음으로(또는 0 기울기로부터 편향됨) 성장을 지속할지를 결정할 수 있다. 최소 제곱법 맞춤 라인이 적절한, 증가하는, 0이 아닌 기울기를 갖도록 개시되는 점은 [밸브(X2)가 개방되기 전의 시간에서] 챔버의 최초 압력을 식별하는데 사용될 수 있다.

[0182] 일 실시예에서, 기준 챔버 및 제어 챔버에 대한 최초 압력 값은, 데이터 세트에 대한 최적 맞춤 라인의 기울기가 제1 데이터 세트로부터 제5 데이터 세트까지 증가하는, 또한, 제1 데이터 세트에 대한 최적 맞춤 라인의 기울기가 최초로 0이 아니게 되는, 5 개의 연속 데이터 세트의 마지막으로 결정될 수 있다(즉, 제1 데이터 세트 이전의 데이터 세트에 대한 최적 맞춤 라인의 기울기가 0이 되거나, 또는 0이 아니기에는 충분하지 않음). 예를 들어, 압력 센서는 밸브(X2)가 개방되기 전의 시간에 개시되는 매 1/2ms (또는 다른 샘플링 속도)마다 샘플을 취할 수 있다. 매시간에 압력이 측정될 수 있고, 교환기(14)는 사전 9번의 측정과 함께 가장 최신 측정을 취할 수 있고, 세트의 10 개의 데이터 지점에 최적 맞춤 라인을 생성할 수 있다. 다음 압력 측정을 취할 때(예를 들어, 1/2ms 후에), 교환기(14)는 9번의 사전 측정으로 함께 측정을 취할 수 있고, 다시 세트의 10 개의 점에 최적 맞춤 라인을 형성할 수 있다. 이러한 프로세스가 반복될 수 있고, 교환기(14)는 10 개의 데이터 지점의 세트에 대한 최적 맞춤 라인의 기울기가 최초로 0이 아니게 회전할 때(또는 적절하게 기울어진 때)를, 예를 들어, 10 개의 데이터 지점의 5 개의 연속된 세트에 대한 최적 맞춤 라인의 기울기가 각각의 이후의 데이터 세트와 함께 증가할 때를 결정할 수 있다. 사용되는 특정 압력 측정을 식별하기 위한 하나의 기법은, 제어 챔버 또는 기준 챔버에 대한 최초 압력(즉, Pd 또는 Pr)으로서 측정이 사용됨에 따른 5번째 데이터 세트의 세 번째 측정을 선택하는 것이다(즉, 5번째 데이터 세트에서 최적 맞춤 라인의 기울기는 지속적으로 증가한다는 것이 발

견되었고, 1번째 측정은 제시간에 가장 먼저 취해지는 압력 측정). 이러한 선택은 실험적 방법, 예를 들어, 압력 측정값을 플로팅하고 압력이 균일화 프로세스를 개시하는 시간을 가장 잘 나타내는 지점을 선택하는 단계를 사용하여 선택된다. 물론, 적절한 최초 압력을 선택하는데 다른 기법들이 사용될 수 있다.

[0183] 일 예시적인 실시예에서, 선택된 Pd 및 Pr 측정이 이루 이루어지는 시간이 원하는 시간 임계치 내에서, 예를 들어, 각각 1 내지 2ms 내에서 형성되는지를 검사할 수 있다. 예를 들어, 전술된 기법에 제어 챔버 압력 및 기준 챔버 압력을 분석하는데 사용되고, 압력 균일화가 개시되기 바로 이전의 압력 측정(이에 따른 제시간의 지점)을 식별하데 사용된다면, 압력이 측정되는 시간은 상대적으로 서로 인접해야 한다. 그렇지 않으면, 하나 혹은 둘 모두의 압력 측정을 무효화하는 오류 또는 다른 실패 상황이 벌어질 수 있다. Pd 및 Pr이 형성되는 시간이 함께 적절히 인접한 시간임을 확인함으로써, 교환기(14)는 최초 압력이 적절히 식별되는 것을 확인할 수 있다.

[0184] 제어 챔버 및 기준 챔버 내의 압력이 균일화됨으로써 챔버에 대해 측정된 압력이 펌프 챔버 용적을 안정적으로 결정하는데 사용될 수 있을 때를 식별하기 위해, 교환기(14)는 제어 챔버 및 기준 챔버 모두에 대한 압력 측정으로부터 일련의 데이터 지점을 포함하는 데이터 세트를 분석할 수 있으며, (예를 들어 최소 제곱법을 사용하여) 데이터 세트 각각에 대한 최적 맞춤 라인을 결정할 수 있고, 제어 챔버에 대한 데이터 세트 및 기준 챔버에 대한 데이터 세트에 대한 최적 맞춤 라인의 기울기가 서로 유사하게 최초로 적절하게 유사해질 때를, 예를 들어 기울기가 모두 0에 근접하거나 또는 서로의 임계치 내의 값을 가질 때를 식별할 수 있다. 최적 맞춤 라인의 기울기가 0과 유사하거나, 거의 0일 때, 압력은 균일화되도록 결정될 수 있다. 양 데이터 세트에 대한 제1 압력 측정값은 최종 균일화된 압력, 즉, Pf으로서 사용될 수 있다. 일 예시적인 실시예에서, 압력 균일화는 일반적으로 밸브(X2)가 개방된 후에 약 200 내지 400ms 내에서 형성되며, 균일화된 벌크는 약 50ms 내에서 형성된다는 것을 알 수 있다. 따라서, 제어 및 기준 챔버 내의 압력은, 밸브(X2)가 개방되기 전의 시간으로부터 균일화가 성취될 때까지의 전체 균일화 프로세스 동안 약 400 내지 800 시간 이상 샘플링될 수 있다.

[0185] 일부 경우에, 다른 FMS 기법을 사용하여 제어 챔버 용적 측정의 정확도를 향상시키는 것이 소망될 수 있다. 제어 챔버 가스 및 기준 챔버 가스에서 펌핑되는 액체 간의 온도의 사실상의 차이는 압력 균일화가 단열적으로 형성된다는 가정에 기초한 계산에 심각한 오류를 유도할 수 있다. 제어 챔버와 기준 챔버 간의 압력이 전체적으로 균일해질 때까지의 압력 측정을 위한 대기는, 과도한 양의 열 전달을 형성할 수 있다. 본 발명의 일 태양에서, 사실상 서로 동일하지 않은, 즉, 완전한 균일화가 형성되기 전에 측정되는 펌프 챔버와 압력 챔버에 대한 압력 값은 펌프 챔버 용적을 결정하는데 사용될 수 있다.

[0186] 일 실시예에서, 전체 압력 균일화 동안의 밸브(X2)의 개방으로부터 균일화 기간 내내 챔버 압력을 측정함으로써, 또한 단열 계산 동안의 균일화 기간 동안 샘플링 지점의 선택함으로써, 열 전달이 최소화될 수 있고, 단열 계산 오류가 감소될 수 있다. APD 시스템의 일 실시예에서, 제어 챔버와 기준 챔버 사이의 완전한 압력 균일화 이전에 취해진 측정된 챔버 압력은 펌프 챔버 용적을 결정하는데 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 이러한 압력 밸브는 챔버가 최초로 유체 연결되고 균일화가 개시된 이후에 약 50ms로 측정될 수 있다. 전술된 바와 같이, 일 실시예에서, 밸브(X2)가 개방된 후에 약 200 내지 400ms의 완전한 균일화가 형성될 수 있다. 따라서, 밸브(X2)가 개방된 (또는 균일화가 개시된) 후의 시간의 지점에서 압력이 측정될 수 있는데, 이는 총 균일화 시간의 약 10% 내지 50%로 낮다. 전술된 다른 방식으로, 50 내지 70 %의 압력 균일화가 형성되는 시간의 지점에서 압력이 측정될 수 있다(즉, 기준 챔버와 펌프 챔버 압력은 개시 챔버 압력과 최종 균일화된 압력 간의 약 50 내지 70%의 차이로 변화된다). 균일화 기간 동안 컴퓨터 제어 가능한 제어기를 사용하여, 제어 및 기준 챔버의 상당 수의 압력 측정이 이루어질 수 있으며, 저장 및 분석될 수 있다(예를 들어, 40 내지 100 개의 개개의 압력 측정). 균일화 기간의 최초의 50ms 동안 샘플링된 시간 지점 중, 단열 계산을 시도하기 위해 샘플링된 지점을 이론적으로 최적화한다[예를 들어, 밸브(X2)의 개방 이후에 약 50ms에서 최적화된 샘플링 지점이 형성되는 도 43 참조]. 두 개의 챔버의 가스 용적 간의 열 전달을 최소화하기 위해 밸브(X2)가 개방된 후의 충분히 이른 시간에 최적화된 샘플링 지점이 형성될 수 있지만, 밸브 작동의 지연 및 압력 센서의 특성에 기인하는 압력 측정의 심각한 오류를 유도할 정도는 아니다. 그러나, 도 43에서 볼 수 있는 바와 같이, 펌프 챔버 및 기준 챔버의 압력은 사실상 이러한 지점에서 서로 균일하지 않기 때문에, 균일화는 완벽하지 않을 수 있다.[일부 경우에, 예를 들어, 압력 센서의 본래의 부정확성, 밸브(X2)의 완전한 개방에 요구되는 시간, 밸브(X2)의 개방 직후의 제어 챔버 또는 기준 챔버의 압력의 빠른 개시 변화 때문에, 밸브(X2)가 개방된 직후에 안정적인 압력 측정을 취하는 것이 기술적으로 곤란할 수 있다].

[0187] 압력 균일화 동안, 제어 챔버 및 기준 챔버에 대한 최종 압력은 동일하지 않기 때문에, 하기 방정식(2)이 성립된다.

[0188] $PriVri^{\gamma}+PdiVdi^{\gamma}=일정=PrfVrf^{\gamma}+PdfVdf^{\gamma}$ (8)

[0189] 여기서, Pri=밸브(X2)가 개방되기 전의 기준 챔버의 압력, Pdi=밸브(X2)가 개방되기 전의 제어 챔버의 압력, Prf=최종 기준 챔버 압력, Pdf=최종 제어 챔버 압력.

[0190] 균일화 기간에 걸친 △Vd 및 △Vr의 절대값들 사이의 차이가 최소화되는 (또는 원하는 임계치보다 낮은) 압력 균일화 기간 동안의 제시간의 지점을 선택하는데 최적 알고리즘에 사용될 수 있다. [방정식(5)에 지시된 바와 같이, 단열 프로세스에서, 이러한 차이는 이상적으로 0이 될 수 있다. 도 43에서, △Vd와 △Vr의 절대값 사이의 차이가 최소가 되는 시간의 지점은, "식별되는 최종 압력에서의 시간"으로 표시된 50ms에 형성된다.] 가장 먼저, 압력 데이터는 밸브(X2)의 개방과 최종 압력 균일화 사이에 다중 지점(j= 1 내지 n)의 제어 및 기준 챔버로부터 수집될 수 있다. Vri 즉, 압력 균일화 이전의 기준 챔버 시스템의 고정된 용적이 알려져 있기 때문에, Vrj[밸브(X2)가 개방된 이후에 샘플링 지점(j)의 기준 챔버 시스템 용적]에 대한 연속 값이 균일화 곡선을 따라 각 샘플링 지점(Prj)에서 방정식(3)을 사용하여 계산될 수 있다. Vrj의 이러한 값, △Vd에 대한 값 각각은, 방정식(5) 및 방정식(7)을 사용하여 계산될 수 있으며, 이에 따라, Vrj의 각각의 값은 Vdij, Vdi에 대한 추정치, 압력 균일화 이전의 제어 챔버 시스템의 용적을 산출한다. Vrj의 각각의 값 및 이에 대응되는 Vdij의 값을 사용하여, 그리고 방정식(3) 및 방정식(4)을 사용하여, 균일화 곡선을 따른 각각의 압력 측정 지점에서 △Vd 및 △Vr의 절대값의 차이가 계산될 수 있다. 제곱된 이러한 차이의 합은 Vrj 및 이에 대응하는 Vdij의 각 밸브에 대한 압력 균일화 동안의 Vdi의 계산된 값의 오류의 측정을 제공한다. Prf로서의 |△Vd| 및 |△Vr|의 제곱된 차이의 최소 합을 산출하는 기준 챔버 압력을 나타냄으로써, 또한 Vrf로서 이와 관련된 기준 챔버 용적을 나타냄으로써, Vrf에 대응하는 데이터 지점 Prf 및 Pdf가 이후에 Vdi의 최적화된 평가치, 제어 챔버 시스템의 개시 용적을 계산하는데 사용될 수 있다.

[0191] Pdf 및 Prf에 대한 최적화된 값을 획득하기 위해 균일화 곡선상의 위치를 결정하기 위한 일 방법은 하기와 같다.

[0192] 1) 밸브(X2)가 개방되기 직전에 개시되고 거의 동일한 Pr 및 Pd로 종결되는 제어 및 기준 챔버로부터 일련의 압력 데이터 세트를 획득한다. Pri가 획득된 제1 기준 챔버 압력이라면, 도 32의 연속된 샘플링 지점은 Prj=Pr1, Pr2,...Prn으로 참조될 것이다.

[0193] 2) 방정식(6)을 사용하여, Pri 이후의 각각의 Prj에 대해 대응되는 △Vrj를 계산하는데, 여기서, j는 Pri 이후의 j번째 압력 데이터 지점을 나타낸다.

[0194] $\triangle Vrj=Vrj-Vri=Vri(-1+(Prj/Pri)^{-(1/\gamma)}$

[0195] 3) 각각의 이러한 △Vrj는 방정식(7)을 사용하여 대응되는 Vdij를 계산한다. 예를 들어,

[0196] $\triangle Vr1=Vri*(-1+(Pr1/Pri)^{-(1/\gamma)})$

[0197] $\triangle Vd1=-\triangle Vr1$

[0198] 따라서,

[0199] $Vdi1=\triangle Vd1/(-1+(Pd1/Pdi)^{-(1/\gamma)})$

[0200] .

[0201] .

[0202] $Vdin=\triangle Vdn/(-1+(Pdn/Pdi)^{-(1/\gamma)})$

[0204] *압력 균일화 동안 기준 챔버 압력 데이터 지점 Pr1 내지 Prn의 세트에 기초하여 n 개의 제어 챔버 시스템 개시 용적(Vdi1 내지 Vdin)의 계산된 세트를 계산함으로써, 전체 압력 균일화 기간에 걸친 제어 챔버 시스템 개시 용적(Vdi)의 최적화된 측정을 산출하는 제시간(f)의 지점을 선택할 수 있다.

[0205] 4) 방정식(7)을 사용하여, Vdi1 내지 Vdin 각각에 대해, k=1 내지 n인 시간 지점에 대해 제어 챔버 압력 측정 Pd를 사용하여 모든 △Vdj,k를 계산한다.

[0206] Pr1에 대응하는 Vdi에 대해:

[0207] $\triangle Vd1,1=Vdi1*(-1+(Pd1/Pdi)^{-(1/\gamma)})$

[0208] $\triangle Vd1,2=Vdi1*(-1+(Pd2/Pdi)^{-(1/\gamma)})$

[0209] .

[0210] .

[0211] .

[0212] $\triangle Vd1,n=Vdi1*(-1+(Pdn/Pdi)^{-(1/\gamma)})$

[0213] .

[0214] .

[0215] .

[0216] Prn에 대응하는 Vdi에 대해,

[0217] $\triangle Vdn,1=Vdin*(-1+(Pd1/Pdi)^{-(1/\gamma)})$

[0218] $\triangle Vdn,2=Vdin*(-1+(Pd2/Pdi)^{-(1/\gamma)})$

[0219] .

[0220] .

[0221] .

[0222] $\triangle Vdn,n=Vdin*(-1+(Pdn/Pdi)^{-(1/\gamma)})$

[0223] 5) △Vr 및 △Vdj,k의 절대값들 사이의 합 제곱 오류를 취한다.

[0224] $$S_1 = \sum_{k=1}^{n} (|\Delta V_{d1,k}| - |\Delta V_{rk}|)^2$$

[0225] [S1은, Vr1 및 △Vr로부터, Vdi 즉, 제어 챔버 시스템 개시 용적을 결정하기 위해 제1 데이터 지점 Pr1을 사용할 때, 균일화 기간 동안 전체 데이터 지점에 대해 $|\Delta Vd|$ 빼기 $|\Delta Vr|$ 의 합 제곱 오류를 나타낸다.]

[0226] $$S_2 = \sum_{k=1}^{n} (|\Delta V_{d2,k}| - |\Delta V_{rk}|)^2$$

[0227] [S2는, Vr2 및 △Vr로부터, Vdi 즉, 제어 챔버 시스템 개시 용적을 결정하기 위해 제2 데이터 지점 Pr2을 사용할 때, 균일화 기간 동안 전체 데이터 지점에 대해 $|\Delta Vr|$ 빼기 $|\Delta Vd|$ 의 합 제곱 오류를 나타낸다.]

[0228] . . .

$$S_n = \sum_{k=1}^{n} (|\Delta V_{dn,k}| - |\Delta V_{rk}|)^2$$

[0229] 6) 이후 단계 5)로부터 최소 합 제공 오류 S(또는 소망된 임계치 이하의 값)를 발생시키는 Pr1과 Prn 사이의 Pr 데이터 지점은, Pdf로 부터의 Prf가 되며, 이후, Vdi의 최적화된 평가치, 즉 제어 챔버 개시 용적이 결정될 수 있다. 이러한 예시에서, Pdf는 Prf과 동일한 시간에, 또는 그 부근에서 발생된다.

[0230] 7) 전술된 절차는 제어 챔버 용적의 평가가 소망되는 임의의 시간에 적용될 수 있지만, 각 충전 행정 및 각 전

달 행정의 끝에 적용되는 것이 바람직할 수 있다. 충전 행정의 끝의 최적화된 Vdi와 대응하는 전달 행정 끝의 최적화된 Vdi 간의 차이는 펌프에 의해 전달되는 용적의 용적을 평가하는데 사용될 수 있다.

[0231] 공기 검출

[0232] 본 발명의 다른 태양은, 펌프 챔버(181) 내의 공기가 존재하는 지를 결정하는 것을 포함하며, 존재한다면, 존재하는 공기의 용적을 결정하는 것을 포함한다. 이러한 결정은, 예를 들어, 카세트(24)로부터 공기를 제거하기 위해 기폭 시퀀스(priming sequence)의 적절한 수행을 돕는다는 점에서, 및/또는 공기가 환자에게 전달되지 않게 돕는다는 점에서 중요하다. 특정 실시예에서, 예를 들어, 펌프 챔버(181)의 바닥부에서 하부 개구(187)를 통해 환자에게 유체가 전달될 때, 펌프 챔버 내에 포획된 공기 또는 다른 가스는 펌프 챔버(181) 내에 유지되는 경향이 있을 수 있고, 가스의 용적이 펌프 챔버(181)의 유효 사공간(dead space)의 용적보다 크지 않다면 환자에게 펌핑되는 것이 금지될 것이다. 후술되는 바와 같이, 펌프 챔버(181) 내에 내장된 공기 또는 다른 가스의 용적은 본 발명의 태양에 따라 결정될 수 있으며, 가스는, 가스의 용적이 펌프 챔버(181)의 유효 사각 지대의 용적보다 커지기 전에 펌프 챔버(181)로부터 제거될 수 있다.

[0233] 펌프 챔버(181) 내의 공기의 양의 결정은 충전 행정의 끝에서 이루어질 수 있으므로, 펌핑 프로세스를 중단되지 않고 수행될 수 있다. 예를 들어, 멤브레인(15) 및 펌프 제어 영역(1482)이 카세트(24)로부터 인출됨으로써, 멤브레인(15)/영역(1482)이 제어 챔버(171)의 벽과 접촉하게 되는 동안의 충전 스트로크의 끝에서, 밸브(X2)는 폐쇄되고, 기준 챔버는 예를 들어 밸브(X3)를 개방시킴으로써 대기압으로 통기된다. 따라서, 밸브(X1 및 X3)는 폐쇄되어 밸브(X2)의 가상 "피스톤"을 고정시킨다. 전술된 바와 같이 제어 챔버에 대한 용적을 결정하도록 압력 측정이 수행될 때, 밸브(X2)는 개방되어 제어 챔버 및 기준 챔버 내의 압력의 균일화를 허용한다.

[0234] 펌프 챔버(181) 내에 공기 기포가 존재하지 않는다면, 기준 챔버 시스템의 공지된 개시 용적 및 기준 챔버의 개시 압력을 사용하여 결정되는, 예를 들어, 가상 "피스톤"의 움직임에 기인하는, 기준 챔버의 용적의 변화는 제어 챔버 시스템의 공지된 개시 용적 및 제어 챔버의 개시 압력을 사용하여 결정되는 제어 챔버의 용적의 변화와 동일할 것이다. [제어 챔버의 개시 용적은 멤브레인(15)/제어 영역(1482)이 제어 챔버의 벽과 접촉하고 펌프 챔버(181)의 스페이서 요소(50)와 접촉하는 상태로 공지될 수 있다.] 그러나, 펌프 챔버(181) 내에 공기가 존재한다면, 제어 챔버의 용적의 변화는 사실상 제어 챔버 용적과 펌프 챔버(181) 내의 공기 기포(들) 사이에서 분배될 수 있다. 결과적으로, 제어 챔버 시스템의 공지된 개시 용적을 사용한 제어 챔버에 대한 용적의 계산된 변화는 기준 챔버에 대한 용적의 계산된 변화와 동일하지 않을 수 있어서, 펌프 챔버 내의 공기의 존재를 신호로 보낼 수 있다.

[0235] 방정식(9)에 기재된 바와 같이, 펌프 챔버(181) 내에 공기가 존재한다면, 제어 챔버 시스템의 개시 용적(Vdi)은 사실상 제어 챔버 및 라인(L0 및 L1)의 용적의 합(Vdfix로 칭함)과 펌프 챔버(181) 내의 공기 기포의 개시 용적(Vbi로 칭함)을 합한 것과 동일하다.

[0237] *

[0238] $$Vdi=Vbi+Vdfix \qquad (9)$$

[0239] 멤브레인(15)/제어 영역(1482)이 충전 행정의 끝의 제어 챔버의 벽에 대항해 가압되면, 예를 들어, 제어 챔버 벽의 홈 또는 다른 특징부의 존재에 기인하는 제어 챔버 내의 임의의 공기 공간의 용적 및 라인(L0 및 L1)의 용적(함께 Vdfix로 나타냄)을 매우 정확하게 알 수 있다. [유사하게, 멤브레인(15)/제어 영역(1482)이 펌프 챔버(181)의 스페이서 요소(50)에 대항해 가압되면, 제어 챔버 및 라인(L0 및 L1)의 용적을 매우 정확하게 알 수 있다.] 충전 행전 후에, 제어 챔버 시스템의 용적은 양의 제어 챔버 사전 차지(charge)을 사용해 테스트된다. 이러한 테스트된 용적과 충전 행정의 끝에서의 테스트된 용적 사이의 임의의 모순은 펌프 챔버 내에 존재하는 공기의 용적을 나타낼 수 있다. 방정식(9)을 방정식(7)에 대입하여, 제어 챔버의 용적의 변화 △Vd가 하기와 같이 제시된다.

[0240] $$\triangle Vd = (Vbi+Vdfix)(-1 + (Pdf/Pdi)^{-(1/\gamma)}) \qquad (10)$$

[0241] △Vr은 방정식(6)으로부터 계산될 수 있기 때문에, △Vr=(-1)△Vd인 방정식(5)으로부터 방정식(10)이 하기와 같이 다시 나타내질 수 있다.

[0242] $$(-1)\triangle Vr = (Vbi+Vdfix)(-1+(Pdf/Pdi)^{-(1/\gamma)}) \qquad (11)$$

[0243] 또한, 다시, 하기와 같이 나타내진다.

[0244] $Vbi=(-1)\triangle Vr/(-1+(Pdf/Pdi)^{-(1/\gamma)})-Vdfix$ (12)

[0245] 따라서, 교환기(14)는 펌프 챔버(181) 내에 공기가 존재하는지를 결정할 수 고, 방정식(12)을 사용하는 기포의 대략적인 용적을 결정할 수 있다. 공기 기포 용적의 이러한 계산은 예를 들어, [방정식(6)에 의해 결정되는] △Vr과 [Vdi=Vdfix를 사용하는 방정식(7)에 의해 결정되는] △Vd의 절대값이 서로 동일하지 않음을 찾아냄으로써 수행될 수 있다. 즉, 펌프 챔버(181) 내에 공기가 존재하지 않는다면 Vdi는 Vdfix와 같아야하기 때문에, Vdi의 위치에 Vdfix를 사용하여 방정식(7)에 의해 제공되는 △Vd에 대한 절대값은 △Vr과 동일할 것이다.

[0246] 충전 행정이 완결된 후에, 전술된 방법에 따라 공기가 감지된다면, 펌프 챔버 측부에 또는 멤브레인(15)의 제어 측부에 공기가 존재하는지를 결정하는 것이 곤란할 수 있다. 공기 기포는 펌핑되는 액체 내에 존재할 수 있거나, 또는 불완전한 펌프 행정 및 펌프 챔버의 불완전한 충전에 기인하는 펌핑 동안의 상황(예를 들어, 폐색) 때문에, 펌프 멤브레인(15)의 제어 (공압식) 측부상에 잔류 공기가 존재할 수 있다. 이러한 지점에서, 음의 펌프 챔버 사전 차지를 사용하여 단열 FMS 측정이 수행될 수 있다. 이러한 FMS 용적이 음의 사전 차지를 갖는 FMS 용적에 부합한다면, 멤브레인은 양 방향 모두로의 이동에 자유로울 수 있으며, 이는 (어떻게 해서든지, 예를 들어, 폐색으로 인해) 펌프 챔버가 부분적으로 충전되게 한다. 멤브레인(15)/영역(1482)이 제어 챔버의 내부 벽과 접촉할 때 음의 펌프 챔버 사전 차지 FMS 용적의 용적이 정상 제어 챔버 공기 용적과 동일하다면, 가용성 멤브레인의 펌프 챔버 측부의 액체 내에 공기 기포가 존재한다고 결론지을 수 있다.

[0247] 헤드 높이 감지

[0248] 일부 환경에서는, 시스템의 카세트(24) 또는 다른 부분에 대한 길이방향의 위치를 결정하는 것이 유용할 수 있다. 예를 들어, 일부 환경에서 투석 환자는 충전 또는 배액 작업 동안 환자의 복막 공동 내로 또는 밖으로 유동하는 유체로 인해 "인출" 또는 다른 움직임을 감지할 수 있다. 이러한 감각을 줄이기 위해, 교환기(14)는 충전 및/또는 배액 작업 동안 환자 라인(34)에 적용되는 압력을 감소시킬 수 있다. 그러나, 환자 라인(34)에 대한 압력을 적절하게 설정하기 위해, 교환기(14)는 교환기(14), 가열기 백(22), 시스템의 배출 또는 다른 부품에 대한 환자의 높이를 결정할 수 있다. 예를 들어, 충전 작동이 수행될 때, 환자의 복막 공동이 가열기 백(22) 또는 카세트(24)의 5 피트 위에 위치하게 된다면, 교환기(14)는 투석액을 전달하기 위해서, 교환기(14)의 5 피트 아래에 환자의 복막 공동이 위치하게 될 때보다 환자 라인(34) 내에 높은 압력을 사용할 필요가 있을 수 있다. 예를 들어, 원하는 목표의 펌프 챔버 압력을 달성하기 위해 다양한 시간 간격에 대해 두 개의 공압식 소스를 간헐적으로 개방 및 폐쇄함으로써 압력이 조절된다. 예를 들어, 펌프 챔버 압력이 특정화된 양의 목표 압력 아래로 떨어지면, 밸브를 개방된 채로 유지하도록, 또한 펌프 챔버 압력이 특정화된 양의 목표 압력 위로 올라가면 밸브를 폐쇄된 채로 유지하도록 시간 간격을 조절함으로써 평균 원하는 목표 압력을 얻을 수 있다. 완전한 행정 용적의 전달을 유지하기 위한 임의의 조절은 펌프 챔버의 충전 및/또는 전달 시간을 조절함으로써 이루어질 수 있다. 다양한 오리피스 소스 밸브가 사용된다면, 밸브가 개방 및 폐쇄되는 동안의 간격의 시간을 조절하는 것에 추가하여 소스 밸브의 오리피스를 변화시킴으로써 목표 펌프 챔버 압력에 도달할 수 있다. 환자의 위치를 조절하기 위해, 교환기(14)는 유체의 펌핑을 순간적으로 정지시켜서, [예를 들어 카세트(24) 내의 적절한 밸브 포트를 개방시킴으로써] 카세트 내의 하나 이상의 펌프 챔버(181)와 개방되어 유체 연통하는 환자 라인(34)을 떠나게 된다. 그러나, 다른 유체 라인은 펌프 챔버(181)에 대한 상부 밸브 포트(192)와 같이 폐쇄될 수 있다. 이러한 상황에서, 펌프들 중 하나에 대한 제어 챔버 내의 압력이 측정될 수 있다. 종래에 공지된 바와 같이, 압력은 환자의 "헤드" 높이와 상관되며, 환자로의 유체의 전달 압력을 제어하기 위해 교환기(14)에 의해 사용될 수 있다. 유사한 접근법은, (일반적으로 알 수 있는) 가열기 백(22), 용액 용기(20)의 "헤드" 높이를 결정하는데 사용될 수 있는데, 이는, 이러한 부품의 헤드 높이가 적절한 방법으로 유체를 펌핑하기 위해 요구되는 압력의 영향을 받을 수 있기 때문에 가능하다.

[0249] 사이클의 소음 감소 특징부

[0250] 본 발명의 태양에 따르면, 교환기(14)는 작동 중에 및/또는 정지 중에 교환기(14)에 의해 발생된 소음을 감소시키기 위해 하나 이상의 특징부를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 태양에서, 교환기(14)는 교환기(14)의 다양한 공압식 시스템을 제어하는데 사용되는 압력과 진공 모두를 발생시키는 단일 펌프를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 펌프는 압력과 진공 모두를 동시에 발생시킬 수 있기 때문에, 전체 작동 시간이 감소하고, 펌프가 보다 느리게 작동하게 한다(이에 따라, 보다 조용해진다). 다른 실시예에서, 공기 펌프의 개시 및/또는 정지는 걷잡을 수 없을 수 있다(예를 들어, 개시할 때 펌프 속도 또는 전력 출력을 느리게 증가시키거나 및/또는 정지 시에 펌프 속도 또는 전력 출력을 느리게 감소시킨다). 이러한 구성은 공기 펌프의 개시 및 정지와 관련된 "온/오프" 소음을 감소시키는 것을 도울 수 있어 펌프 소음이 주목할만하게 감소한다. 다른 실시예에서, 공기

펌프는 목표 출력 압력 또는 용적 유속 부근의 낮은 듀티(duty) 사이클에서 작동될 수 있어서, 공기 펌프는 짧은 시간 이후에만 켜질 수 있는 중단에 반하여 지속적으로 작동할 수 있다. 결과적으로, 공기 펌프의 온 및 오프 사이클을 반복함으로써 초래되는 분열을 피할 수 있다.

[0251] 도 44는 하우징(82)의 상부가 제거된 교환기(14)의 내부 섹션의 사시도이다. 이러한 예시적인 실시예에서, 교환기(14)는 내부에 음파 베리어 인클로저(sound barrier enclosure) 내에 포함된 실제적인 펌프 및 모터 드라이브를 갖춘 단일 공기 펌프(83)를 포함한다. 음파 베리어 인클로저는 금속 또는 플라스틱 틀과 같은 외부 차폐부와, 외부 차폐부 내의 또한 모터 및 펌프를 적어도 부분적으로 둘러싸는 음파 격리 재료를 포함한다. 이러한 공기 펌프(83)는 예를 들어, 한 쌍의 어큐뮬레이터 탱크(84)에 공기 압력 및 진공을 동시에 제공할 수 있다. 탱크(84)들 중 하나는 양의 압력 공기를 저장하는 반면, 그 외의 다른 탱크는 진공을 저장할 수 있다. 교환기(14)의 부품에 공급되는 공기 압력/진공을 제공 및 제어하기 위해 적절한 매니폴드 및 밸브 구조는 탱크(84)에 결합될 수 있다.

[0252] 본 발명의 다른 태양에 따르면, 사이클 작동 중에 상대적으로 일정한 압력 또는 진공 공급을 요구하는 부품(예를 들어, 폐색기)들은 적어도 상대적으로 긴 시간 주기 동안 공기 압력/진공의 소스로부터 독립될 수 있다. 예를 들어, 교환기(14) 내의 폐색기(147)는, 환자 및 배액 라인이 유동을 위해 개방된 채로 유지되도록 폐색기 블래더(occluder bladder; 166) 내에 일반적으로 일정한 공기 압력을 요구한다. 교환기(14)가 전력 실패 등 없이 적절하게 작동을 지속한다면, 블래더(166)는 일단 시스템 작동을 개시할 때 팽창될 수 있고, 정지할 때까지 팽창된 채로 있을 수 있다. 발명자는, 일부 상황에서 상대적으로 정적인 블래더(166)와 같은 공력 장치가 공급된 공기 압력의 약간의 변화에 응답하여 "삐걱거릴 수 있으며" 또는 소음을 만들어 낼 수 있다는 것을 인식하였다. 이러한 변화는 블래더(166)의 크기를 약간 변화시키도록 유도하고, 이는 관련된 기계 부품이 움직이게 또한, 잠재적으로 소음을 만들어 내게 유도한다. 본 발명의 태양에 따르면, 블래더(166) 및 유사한 공압식 전력 요구사항을 갖는 다른 부품들은, 블래더 또는 다른 공압식 부품 내의 압력의 변화를 감소시켜 압력 변화의 결과로서 발생할 수 있는 소음을 감소시키도록, 예를 들어 밸브를 폐쇄함으로써, 공기 펌프(83) 및/또는 탱크(84)로부터 독립될 수 있다. 공압식 공급기로부터 독립될 수 있는 다른 부품은, 도어(141)가 폐쇄될 때 제어 표면(148)에 대항해 카세트(24)를 가압하도록 팽창하는 카세트 장착 위치(145)의 도어(141)의 블래더이다. 다른 적절한 부품들은 원하는 대로 독립될 수 있다.

[0253] 본 발명의 다른 태양에 따르면, 공압식 부품이 작동되는 속도 및/또는 힘은 부품 작동에 의해 발생되는 소음을 감소시키도록 제어될 수 있다. 예를 들어, 카세트(24)상의 밸브 포트를 개방 또는 폐쇄시키기 위해 카세트 멤브레인(15)의 대응 부분을 이동시키기 위한 밸브 제어 영역(1481)의 이동은, 멤브레인(15)이 카세트(24)를 타격하고 및/또는 이로부터 당겨질 때 "팝핑(popping)" 소음을 유도할 수 있다. 이러한 소음은, 예를 들어 제어 영역(1481)을 이동시키는데 사용되는 공기의 유속을 제한함으로써, 밸브 제어 영역(1481)의 작동 속도를 제어함으로써 감소될 수 있다. 공기 유동은, 예를 들어, 관련된 제어 챔버로 이어지는 라인 내에 적절히 작은 크기의 오리피를 제공함으로써 또는 다른 방식으로 제한될 수 있다.

[0254] 제어기는 또한 교환기(14)의 매니폴드에 하나 이상의 공압식 소스의 작동에 펄스 폭 변조("PWM")를 적용하도록 프로그래밍될 수 있다. 다양한 밸브 및 카세트(24)의 펌프에 전달되는 공압식 압력은, 카세트(24) 내의 밸브 또는 펌프의 작동 주기 동안 반복적으로 개방 및 폐쇄되게 관련 매니폴드 소스를 유도함으로써 제어될 수 있다. 이후, 멤브레인(15)/제어 표면(148)에 대항하는 압력의 증가 또는 감소 속도는 작동 주기 동안 특정 매니폴드 밸브의 "온" 부분 기간을 조정함으로써 조절될 수 있다. 매니폴드 소스 밸브에 PWM을 적용할 때의 추가 이점은, 다양한 공압식 압력이, 더 고가이면서 잠재적으로 덜 안정적인 가변 오리피스 소스 밸브보다 단일 (온-오프) 소스 밸브만을 이용하여 카세트(24) 부품에 전달될 수 있다는 것이다.

[0255] 본 발명의 다른 태양에 따르면, 하나 이상의 밸브 요소의 움직임은 밸브 사이클링에 의해 발생된 소음을 감소시키도록 적절하게 댐핑(damped)될 수 있다. 예를 들어, (철을 함유한 유체와 같은) 유체는 개방 위치와 폐쇄 위치 사이의 밸브 요소의 움직임에 의해 발생된 소음을 감소시키도록 및/또는 요소의 움직임을 댐핑시키도록 고주파수 솔레노이드 밸브의 밸브 요소와 함께 제공될 수 있다.

[0256] 다른 실시예에 따르면, 공압식 제어 라인 통기구는 공통 음파 격리 공간으로 함께 연결될 수 있고 및/또는 이어질 수 있어서, 공기 압력 또는 진공과 관련된 소음이 감소될 수 있다. 예를 들어, 스프링 플레이트(165)가 서로를 향해 이동하고 하나 이상의 라인을 폐색하도록 폐색기 블래더(166)가 통기될 때, 방출된 공기 압력은 방출과 관련한 소음을 더 용이하게 들을 수 있는 공간으로 방출되는 것에 반하여, 음파 격리 인클로저 내로 방출될 수 있다. 다른 실시예에서, 공기 압력을 방출하도록 배치된 라인은 공기 진공을 방출하도록 배열된 라인과 함

께 연결될 수 있다. (대기압에 대한 통기구, 어큐뮬레이터 또는 다른 것을 포함할 수 있는) 이와 관련하여, 압력/진공 방출에 의해 발생된 소음이 더 감소될 수 있다.

[0257] 제어 시스템

[0258] 도 1과 관련하여 기술된 제어 시스템(16)은 투석 치료의 제어 및 투석 치료와 관련된 정보 소통 등의 다수의 기능들을 갖는다. 이러한 기능들이 단일 컴퓨터 또는 프로세서에 의해 처리될 수 있으나, 그러한 기능들의 실행이 물리적으로 그리고 개념적으로 분리되어 유지되도록 상이한 기능들에 대한 상이한 컴퓨터를 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 예컨데, 투석 기계류를 제어하기 위한 컴퓨터와 사용자 인터페이스를 제어하기 위한 또 다른 컴퓨터를 사용하는 것이 바람직할 수 있다.

[0259] 도 45는 제어 시스템(16)의 예시적인 실행을 도시한 블록선도이며, 제어 시스템은 투석 기계류를 제어하는 컴퓨터("자동 컴퓨터(300)")와 사용자 인터페이스를 제어하는 독립 컴퓨터("사용자 인터페이스 컴퓨터(302)")를 포함한다. 기술될 것처럼, 안전 중시 시스템(safety-critical system) 기능들은 자동 컴퓨터(300) 상에서 독립적으로 운영될 수 있어, 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)가 안전 중시 기능들의 실행이 분리된다.

[0260] 자동 컴퓨터(300)는 투석 치료를 실행하는 밸브, 가열기 및 펌프 등의 하드웨어를 제어한다. 또한, 자동 컴퓨터(300)는 투석 치료의 순서를 배열하고 본 명세서에 후술 될 것처럼 사용자 인터페이스의 "모델"을 유지한다. 도시된 바와 같이, 자동 컴퓨터(300)는 컴퓨터 프로세싱 유닛(CPU)/메모리(304), 플래시 디스크 파일 시스템(306), 네트워크 인터페이스(308) 및 하드웨어 인터페이스(310)를 포함한다. 하드웨어 인터페이스(310)는 센서/엑추에이터(312)에 결합된다. 이러한 커플링은 자동 컴퓨터(300)가 센서를 판독하고 모니터에 APD 시스템의 하드웨어 엑추에이터를 제어하고 투석 치료 작업을 수행하도록 한다. 네트워크 인터페이스(308)는 자동 컴퓨터(300)를 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)에 결합시키기도록 인터페이스를 제공한다.

[0261] 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)는 사용자 및 외부 장치 및 독립체를 포함한 외부 세계와 데이터 교환을 가능하게 하는 부품들을 제어한다. 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)는 컴퓨터 프로세싱 유닛(CPU)/메모리(314), 플래시 디스크 파일 시스템(316) 및 네트워크 인터페이스(318)를 포함하고, 각각 자동 컴퓨터(300) 상의 대응 부품과 동일하거나 유사할 수 있다. 리눅스 작동 시스템은 자동 컴퓨터(300) 및 사용자 인터페이스 컴퓨터(302) 상에서 각각 운영될 수 있다. 자동 컴퓨터(300)의 CPU에서 사용되거나 그리고/또는 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)의 CPU에서 사용하기에 적합한 예시적인 프로세서는 프리스케일 파워 PC 5200B(등록상표 Freescale's Power PC 5200B)이다.

[0262] 네트워크 인터페이스(318)를 거쳐, 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)는 자동 컴퓨터(300)에 연결될 수 있다. 자동 컴퓨터(300) 및 사용자 인터페이스 컴퓨터(302) 모두는 APD 시스템의 동일한 섀시 내에 포함될 수 있다. 대안으로서, 하나 또는 모든 컴퓨터 또는 상기 컴퓨터(예컨대, 디스플레이(324))의 일부는 섀시의 외부에 위치될 수 있다. 자동 컴퓨터(300) 및 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)는 광역 네트워크, 로컬 네트워크, 버스 구조, 무선 접속 및/또는 일부 다른 데이터 전송 매체에 의해 결합될 수 있다.

[0263] 네트워크 인터페이스(318)는 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)를 인터넷(320) 및/또는 다른 네트워크에 접속하기 위해 또한 사용될 수 있다. 이러한 네트워크 접속은 예컨대, 클리닉 또는 임상의(clinician)에 접속을 개시하거나, 치료 데이터를 원격 데이터베이스 서버에 업로드하거나, 임상의로부터 새로운 처방을 얻거나, 애플리케이션 소프트웨어를 업그레이드하거나, 서비스 서포트를 얻거나, 서플라이를 요청하거나 그리고/또는 유지 사용을 위한 데이터를 추출하는데 사용될 수 있다. 일 실시예에 따라, 콜센터 기술진들은 네트워크 인터페이스(318)를 통해 인터넷(320) 상으로 원격으로 알람 로그 및 기계 배열 정보에 접근할 수 있다. 필요시에, 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)는 원격 개시인에 의해서가 아닌, 사용자에 의해 개시될 때만 접속되거나 그렇지않으면 시스템에 의해 국부적으로 접속되도록 구성될 수 있다.

[0264] 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)는 도 10과 연결되어 기술된 사용자 인터페이스(144) 등의 사용자 인터페이스에 결합된 그래픽 인터페이스(322)를 또한 포함한다. 예시적인 실시예에 따르면, 사용자 인터페이스는 액정 디스플레이(LCD)를 포함하고 터치스크린과 결합된 디스플레이(324)를 포함한다. 예를 들어, 터치스크린은 사용자가 손가락, 스타일러스 등으로 디스플레이를 터치함으로써 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)에 입력을 제공할 수 있도록 LCD 상에 오버레이될 수 있다. 디스플레이는 다른 작업중에 연주할 수 있는 오디오 시스템, 오디오 프롬프트 및 리코드 스피치가 또한 결합되어 있다. 사용자는 그의 환경 및 선호도에 기초하여 디스플레이(324)의 밝기를 조절할 수 있다. 선택적으로, APD 시스템은 라이트 센서를 포함할 수 있으며, 디스플레이의 밝기는 라이트 센서에 의해 탐지된 주변 광의 양에 응답하여 자동으로 조절될 수 있다.

[0265] 부가적으로, 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)는 USB 인터페이스(326)를 포함한다. USB 플래시 드라이브 등의 데이터 저장 장치(328)는 USB 인터페이스(326)를 통해 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)에 선택적으로 결합될 수 있다. 데이터 저장 장치(328)는 환자의 특정 데이터를 저장하기 위해 이용되는 "환자 데이터 키"를 포함할 수 있다. 투석 치료 및/또는 설문 조사(예컨대, 체중, 혈압)로부터의 데이터는 환자 데이터 키에 기록될 수 있다. 이러한 방식으로, 환자 데이터는 USB 인터페이스(326)에 결합될 때 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)에 접근가능하거나 인터페이스로부터 제거될 때 이동가능하다. 환자 데이터 키는 사이클 교체중에 일 시스템 또는 교환기부터 다른 시스템 또는 교환기 데이터를 전송하거나, 클리닉 소프트웨어로부터 시스템으로 새로운 치료 및 사이클 구성을 전송하고, 시스템으로부터 클리닉 소프트웨어로 처리 이력 및 장치 이력 정보를 전송하는데 사용될 수 있다. 예시적인 환자 데이터 키(325)는 도 65에 도시되어 있다.

[0266] 도시된 바와 같이, 환자 데이터 키(325)는 커넥터(327)와 커넥터에 결합된 하우징(329)을 포함한다. 환자 데이터 키(325)는 전용 USB 포트(331)와 선택적으로 결합될 수 있다. 포트(331)는 (예컨대, APD 시스템의 섀시 내에) 오목부(333)와 오목부 내에 배치된 커넥터(335)를 포함한다. 오목부는 포트(331)와 결합된 하우징(337)에 의해 적어도 부분적으로 형성될 수 있다. 환자 데이터 키 커넥터(327) 및 포트 커넥터(335)는 선택적으로 전기적으로 그리고 기계적으로 서로 결합되도록 구성된다. 도 65로부터 명확한 바와 같이, 환자 데이터 키 커넥터(327) 및 포트 커넥터(335)가 결합될 때, 환자 데이터 저장 장치(325)의 하우징(329)은 오목부(333) 내에 적어도 부분적으로 수용된다.

[0267] 환자 데이터 키(325)의 하우징(329)은 잘못된 삽입을 방지하기 위해 형성되고 및/또는 연결된 포트를 나타내는 시각 신호를 포함할 수 있다. 예컨대, 포트(331)의 오목부(333) 및/또는 하우징(337)은 환자 데이터 키(325)의 하우징(329)의 형상에 대응하는 형상을 가질 수 있다. 예컨대, 각각 비직각 형상을 가지거나 그렇지 않은 경우도 65에 도시된 바와 같이 상부 오목부를 갖는 타원형상의 불규칙 형상을 가질 수 있다. 포트(331)의 오목부(333) 및/또는 하우징(337) 및 환자 데이터 키(325)의 하우징(329)은 그 연관성을 나타내기 위해 추가의 시각 신호를 포함할 수 있다. 예컨대, 각각은 동일한 재료로 형성되거나 및/또는 동일하거나 유사한 컬러 및/또는 패턴을 가질 수 있다.

[0268] 대안으로서 또는 부가적으로, 환자 데이터 키(325)는 예상된 형태 및/또는 근원임을 확인하기 위해 APD 시스템에 의해 판독가능한 식별 코드를 포함할 수 있다. 이러한 식별 코드는 환자 데이터 키(325)의 메모리 내에 저장될 수 있으며, 환자 데이터 키로부터 판독되고 APD 시스템의 프로세서에 의해 처리될 수 있다. 대안으로서 또는 부가적으로, 이러한 식별 코드는 바코드 또는 숫자 코드 등의 환자 데이터 키(325)의 외부에 포함될 수 있다. 이러한 경우에, 코드는 카메라 및 관련 프로세서, 바코드 스캐너, 또는 다른 코드 판독 장치에 의해 판독될 수 있다.

[0269] 시스템이 작동할 때 환자 데이터 키가 삽입되지 않았다면, 키가 삽입되기를 요청하는 경보가 발생될 수 있다. 그러나, 시스템이 미리 설정되어 있는 한, 환자 데이터 키 없이 운영될 수 있다. 따라서, 환자 데이터 키를 분실한 환자는 교체 키를 얻을 수 있을 때까지 치료를 받을 수 있다. 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)상에 저장된 후에 환자 데이터 키에 직접 데이터가 저장되거나 환자 데이터 키에 전송될 수 있다. 환자 데이터 키로부터 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)로 데이터가 전송될 수 있다.

[0270] 또한, USB 블루투스 어댑터(330)는 USB 인터페이스(326)를 거쳐 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)에 결합되어 예컨대, 데이터가 인근의 블루투스 가능 장치와 교환될 수 있다. 예컨대, APD 시스템 부근의 블루투스 가능 스케일은 환자 체중에 관한 정보를 USB 블루투스 어댑터(330)를 이용한 USB 인터페이스(326)를 거쳐 시스템에 무선으로 전송할 수 있다. 유사하게, 블루투스 가능 혈압 커프는 환자 혈압에 관한 정보를 USB 블루투스 어댑터(330)를 이용하여 시스템에 무선으로 전송할 수 있다. 블루투스 어댑터는 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)에 매립되거나 외장형일 수 있다(예컨대, 블루투스 동글).

[0271] USB 인터페이스(326)는 일부 포트를 포함할 수 있으며, 이러한 포트들은 상이한 물리적인 위치를 가질 수 있으며, 상이한 USB 장치에 이용될 수 있다. 예컨대, 기계의 전방으로부터 접근가능한 환자 데이터 키에 대한 USB 포트를 제조하는 것이 바람직하며, 또 다른 USB 포트가 기계의 후방에 제공될 수 있으며, 이로부터 접근가능하다. 블루투스 접속용 USB 포트는 섀시의 외부에 포함될 수 있으며 또는 대신에 기계에 내부로 또는 예컨대, 배터리 도어 내부에 위치될 수 있다.

[0272] 전술한 바와 같이, 안전 중시 영향을 가질 수 있는 기능들은 자동 컴퓨터상에 분리될 수 있다. 안전 중시 정보는 APD 시스템의 작동에 관한 것이다. 예컨대, 안전 준비 정보는 치료를 시행하거나 또는 모니터링하기 위한 APD 절차 및/또는 알고리즘의 상태를 포함할 수 있다. 비 안정 중시 정보는 APD 시스템의 작동에 자료가 아닌

스크린 디스플레이의 시각 출현과 관련된 정보를 포함할 수 있다.

[0273] 자동 컴퓨터(300) 상의 안전 중시 영향을 가질 수 있는 기능들을 분리시킴으로서, 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)는 안전 중시 작업의 처리가 경감될 수 있다. 따라서, 사용자 인터페이스 컴퓨터(302) 상에서 실행되는 소프트웨어가 갖는 문제 및 변화는 환자에게 치료의 전송에 영향을 미치지 않을 것이다. 그래픽 라이브러리(예컨대, 트롤테크의 Qt 툴킷:Trolltech's Qt toolkit)의 예를 고려하면, 사용자 인터페이스 뷰를 개선하기 위해 필요한 시간 양을 감소하기 위해 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)에 의해 이용될 수 있다. 이러한 라이브러리는 자동 컴퓨터(300)와는 독립된 프로세스 및 프로세서에 의해 처리되기 때문에, 자동 컴퓨터는 동일한 프로세서 또는 프로세스에 의해 처리되는 (안전 중시 기능을 포함한) 시스템의 나머지에 영향을 미칠 수 있는 라이브러리 내의 임의의 잠재적인 결함으로부터 보호될 수 있다.

[0274] 물론, 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)가 사용자에게 인터페이스의 출현에 책임을 갖는다고 하더라도, 데이터는 예컨대,디스플레이(324)를 거쳐 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)를 이용하여 사용자에 의해 입력될 수 있다. 자동 컴퓨터(300)와 사용자 인터페이스 컴퓨터(302) 기능 사이의 단절을 유지하기 위해, 디스플레이(324)를 거쳐 수신된 데이터는 해석을 위해 자동 컴퓨터로 전송되고 디스플레이를 위해 사용자 인터페이스 컴퓨터에 전환될 수 있다.

[0275] 도 45가 두 개의 독립된 컴퓨터를 도시하고 있으나, 비 안전 중시 기능의 저장 및/또는 실행으로부터 안전 중시 기능의 저장 및/또는 실행의 분리는 CPU/메모리 부품(304, 314)등의 독립된 프로세서를 포함한 단일 컴퓨터를 가짐으로써 제공될 수 있다. 따라서, 독립된 프로세서 또는 "컴퓨터"를 제공하는 것이 필요하지 않음을 인식하여야 한다. 더욱이, 단일 프로세서는 전술한 기능들을 수행하기 위해 선택적으로 이용될 수 있다. 이러한 경우, 본 발명이 이러한 관점에서 제한되지 않는다 하더라도, 사용자 인터페이스를 제어하는 투석 기계류를 제어하는 소프트웨어 부품의 실행 및/또는 저장을 기능적으로 분리시키는 것이 바람직하다.

[0276] 시스템 구조의 다른 실시형태는 안전 관심사를 설명하기 위해 설계될 수 있다. 예컨대, 자동 컴퓨터(300) 및 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)는 각 컴퓨터상에 CPU에 의해 가능하거나 또는 가능하지 않은 "안전 라인"을 포함할 수 있다. 안전 라인은 APD 시스템의 센서/엑추에이터(312)의 적어도 일부를 가능하게 하기 위해 충분한 전압(예컨대,12V)을 발생시키는 전압 공급원에 결합될 수 있다. 자동 컴퓨터(300)의 CPU 및 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)의 CPU가 안전 라인에 인에이블 신호를 전송할 때, 전압 공급원에 의해 발생된 전압은 임의의 성분을 활성화하고 불능하게 하기 위해 센서/엑추에이터에 전송될 수 있다. 전압은 예컨대, 공압식 밸브 및 펌프를 활성화하거나, 오클루더를 불능하게 하거나, 가열기를 활성화할 수 있다. CPU가 안전 라인에 인에이블 신호의 전송을 중단하면, 공압식 밸브 및 펌프를 비활성화하고 오클루더를 가능하게 하고 가열기를 비활성화하기 위해 (예컨대, 기계식 릴레이에 의해) 차단될 수 있다. 이러한 방식으로, 자동 컴퓨터(300) 또는 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)는 이를 필요로 할 때, 환자는 유로로부터 신속하게 분리될 수 있으며, 가열 및 펌핑 등의 다른 활성도는 중단될 수 있다. 각각의 CPU는 안전 중시 에러가 탐지되거나 또는 소프트웨어 워치독이 에러를 탐지할 때 등의, 언제든지 안전 라인을 불능하게 할 수 있다. 이러한 시스템은 일단 불능이 되면, 안전 라인은 자동 컴퓨터(300) 및 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)가 자체 테스트를 완료할 때까지 다시 활성화될 수 없도록 구성될 수 있다.

[0277] 도 46은 사용자 인터페이스 컴퓨터(302) 및 자동 컴퓨터(300)의 소프트웨어 서브시스템의 블록선도를 도시한다. 이러한 실시예에서, "서브시스템"은 관련 시스템 기능의 특정 세트에 할당된 소프트웨어, 아마도 하드웨어의 모음이다. "프로세스"는 자체 가상의 어드레스 공간 내에서 운영되는 독립적으로 실행가능하며, 내부 프로세스 소통 설비를 이용하여 데이터를 다른 처리 프로세스에 패스한다.

[0278] 실행 서브시스템(332)은 자동 컴퓨터(300)의 CPU 및 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)의 CPU상에서 운영되는 소프트웨어의 실행을 목록화하고, 확인하고, 개시하고 모니터링하기 위해 사용되는 소프트웨어 및 스크립트를 포함한다. 사용자지정 실행 프로세스는 전술한 CPUs의 각각에서 운영된다. 각각의 실행 프로세스는 그 자체의 프로세서상에서 소프트웨어를 로딩하고 모니터링하며 다른 프로세서상에서 실행을 모니터링한다.

[0279] 사용자 인터페이스(UI) 서브시스템(334)은 사용자 및 클리닉과 시스템 상호작용을 취급한다. UI 서브시스템(334)은 "모델-뷰-제어기"설계 패턴에 따라 실행되며, 데이터 자체("모델")로부터 데이터의 디스플레이("뷰")를 분리한다. 특히, 시스템 상태 및 데이터 변경 기능("모델") 및 사이클 제어 기능("제어기")은 자동 컴퓨터(300) 상의 UI 모델 및 교환기 제어기(336)에 의해 처리되는 반면에, 서브시스템의 "뷰" 부분은 UI 컴퓨터(302) 상의 UI 스크린 뷰(338)에 의해 취급된다. 로그뷰잉 또는 원격 액세스 등의 데이터 디스플레이 및 발송 기능은 UI 스크린 뷰(338)에 의해 전체적으로 처리된다. UI 스크린 뷰(338)는 로그 뷰잉 및 임상의 인터페이스를

제공하는 등의 추가 애플리케이션을 모니터링하고 제어한다. 이러한 애플리케이션은 경보, 알람 및 에러의 경우에 UI 스크린 뷰(338)에 제어가 반환될 수 있도록 UI 스크린 뷰(338)에 의해 제어된 윈도우 내에 증식된다.

[0280] 치료 서브시스템(340)은 투석 처리의 전송을 총괄하며 시간을 맞춘다. 처방전을 확인하고, 처방전, 시간 및 이용가능한 유체에 기초한 치료 사이클의 수 및 지속시간을 계산하고, 치료 사이클을 제어하고, 공급 백 내에 유체를 트래킹하고, 가열기 백 내의 유체를 트래킹하고, 환자 내의 유체의 양을 트래킹하고, 환자로부터 제거된 초여과액의 양을 트래킹하고, 경보 및 알람 상태를 탐지하는 것에 책임을 가질 수 있다.

[0281] 기계 제어 서브시스템(342)은 투석 치료를 실행하기 위해 이용되는 기계류를 제어하고, 치료 서브시스템(340)에 의해 불렸을 때 고 레벨의 펌핑 및 제어 기능을 조직한다. 특히, 하기의 제어 기능은 기계 제어 서브시스템(342)에 의해 수행될 수 있다. 공기 압축기 제어: 가열기 제어: 유체 전송 제어(펌핑): 및 유체 용적 측정. 기계 제어 서브시스템(342)은 하기에 기술된 I/O 서브시스템(344)에 의해 센서의 판독을 신호화한다.

[0282] 자동 컴퓨터(300) 상의 I/O 서브시스템(344)은 치료를 제어하기 위해 사용되는 센서 및 엑추에이터에 액세스를 제어한다. 이러한 실행에서, I/O 서브시스템(344)은 하드웨어에 직접적으로 액세스되는 유일한 애플리케이션 프로세스이다. 따라서, I/O 서브시스템(344)은 다른 프로세스가 하드웨어 입력의 상태를 얻고 하드웨어 출력의 상태를 설정하도록 인터페이스를 공개한다.

[0283] 사용자 인터페이스 컴퓨터(302) 상의 데이터베이스 서브시스템(346)은 모든 데이터를 저장하고 기계, 환자, 처방전, 사용자-엔트리 및 처리 이력 정보의 내장 정보에 이용되는 데이터베이스로부터 모든 데이터를 회수한다. 이는 이러한 정보가 시스템에 의해 요구될 때 공용의 액세스 지점을 제공한다. 데이터베이스 서브시스템(346)에 의해 제공된 인터페이스는 이 데이터 저장 요구에 일부 프로세스에 의해 이용된다. 데이터베이스 서브시스템(346)은 데이터베이스 파일 유지 및 백업을 관리한다.

[0284] UI 스크린 뷰(338)는 치료 이력 데이터베이스를 찾기 위해 치료 기록 문의 애플리케이션을 불러올 수 있다. 이러한 애플리케이션을 이용하여, 사용자는 다중 애플리케이션으로 선택적으로 실행될 수 있는 그 치료 이력, 처방전 및/또는 이력 기계 상태 정보를 그래프로 리뷰할 수 있다. 애플리케이션은 데이터베이스 문의를 데이터베이스 서브시스템(346)에 전송한다. 애플리케이션은 운영될 수 있으며 환자는 기계의 안전 작동에 방해받지 않고 투석할 수 있다.

[0285] 단일 애플리케이션 또는 다중 애플리케이션으로 실행될 수 있는 원격 액세스 애플리케이션은 원격 시스템상에 분석 및/또는 디스플레이용 치료 및 기계 투석 데이터를 보내기 위한 기능을 제공한다. 치료 기록 문의 애플리케이션은 요청한 정보를 회수하는데 사용될 수 있으며, 데이터는 수송용으로 XML 등의 기계 중립 포맷으로 재변환될 수 있다. 포맷화된 데이터는 메모리 저장 장치, 직접 네트워크 접속 또는 다른 외부 인터페이스(348)에 의해 오프보드 전송될 수 있다. 네트워크 접속은 사용자에 의해 요청된 바와 같이 APD 시스템에 의해 시작될 수 있다.

[0286] 서비스 인터페이스(356)는 치료가 진행되지 않을 때 사용자에 의해 선택될 수 있다. 서비스 인터페이스(356)는 예컨대, 투석 센터에 업로드될 수 있는 테스트 레포트를 선택적으로 발생하고 테스트 결과를 기록하는 하나 이상의 특정화된 애플리케이션을 포함할 수 있다. 미디어 플레이어(358)는 사용자에게 보여질 수 있는 예컨대, 플레이 오디오 및/또는 비디오일 수 있다.

[0287] 일 예시 실행에 따르면, 전술한 데이터베이스는 SQLite, 자체 포함된, 서버가 없는, 제로 구성의 트랜잭션 SQL 데이터베이스 엔진을 이용하여 실행된다.

[0288] 실행 서브시스템(332)은 두 개의 실행 모듈, 사용자 인터페이스 컴퓨터(302) 상에 사용자 인터페이스 컴퓨터(UIC) 실행(352) 및 자동 컴퓨터(300) 상의 자동 컴퓨터(AC) 실행(354)을 실행한다. 각 실행은 작동 시스템이 부팅된 이후 운영되는 스타트업 스크립트(startup script)에 의해 개시되며 시작 프로세스 리스트를 포함한다. 개별 프로세스 리스트를 통해 실행됨에 따라, 각 프로세스 이미지는 프로세스가 개시되기 전에 파일 시스템 내의 보전을 보장하기 위해 체크된다. 실행은 각각 예상된 바와 같이 시작됨을 보장하는 각각의 차일드 프로세스(child process)를 모니터링하고 예컨대, 리눅스 패이턴트-차일드 프로세스 통지(Linux patent-child notification)를 이용하여 모니터링을 계속한다. 차일드 프로세스가 종결되거나 실패할 때, 실행은 이를 (UI 뷰의 경우에서와 같이) 재시작하거나 기계가 안전 방식으로 거동하도록 안전 모드에서 시스템을 위치시킨다. 실행 프로세스는 기계가 차단되었을 때, 작동 시스템을 완전히 차단하는데 책임을 갖는다.

[0289] 실행 프로세스는 다양한 애플리케이션 성분의 스타트업 및 차단을 조정하도록 서로 연통한다. 상태 정보는 프로세서 사이에서 워치덕 기능을 지지하기 위해 두 개의 실행 사이에서 주기적으로 분할된다. 실행 서브시스템

(332)은 안전 라인을 가능하게 하거나 불가능하게 하는데 책임을 갖는다. UIC 실행(352) 및 AC 실행(354) 모두가 안전 라인을 가능하게 할 때, 펌프, 가열기 및 밸브는 작동될 수 있다. 라인을 가능하게 하기 전에, 실행 테스트는 적절한 작업을 보장하기 위해 독립적으로 각각 연결된다. 또한, 각각의 실행은 다른 안전 라인의 상태를 모니터링한다.

[0290] UIC 실행(352) 및 AC 실행(354)은 사용자 인터페이스 컴퓨터(302) 및 자동 컴퓨터(300) 사이의 시간을 조정하기 위해 함께 작동한다. 시간 기준은 스타트업 시에 액세스되는 사용자 인터페이스 컴퓨터(302) 상의 배터리가 뒤에 위치된 실시간 클럭을 거쳐 배치된다. 사용자 인터페이스 컴퓨터(302)는 자동 컴퓨터(300)의 CPU를 실시간 클럭에 초기화시킨다. 이후, 각 컴퓨터상의 작동 시스템은 그 자체 내부 시간을 유지한다. 실행은 자체 테스트 상에 주기적으로 전원을 수행함으로써 충분한 시간을 유지를 위해 함께 작업한다. 자동 컴퓨터 시간과 사용자 인터페이스 컴퓨터 시간 사이의 불일치가 소정의 임계치를 초과하는 경우 경보가 발생될 수 있다.

[0291] 도 47은 APD 시스템의 다양한 서브시스템과 프로세스 사이의 정보의 흐름을 도시한다. 전술한 바와 같이, UI 모델(360) 및 순환기 제어기(362)는 자동 컴퓨터상에서 운영된다. 사용자 인터페이스 설계는 순환기 제어기(362)에 의해 제어되는 스크린 대 스크린 유동 및 UI 모델(360)에 의해 제어되는 디스플레이 데이터 아이템을 UI 뷰(338)에 의해 제어되는 스크린 디스플레이로 분리시킨다. 이는 스크린 디스플레이의 시각적 표현이 하부의 치료 소프트웨어에 영향을 미치지 않고 변화될 수 있게 한다. 모든 치료 수치 및 내용은 UI 모델(360) 내에 저장되며, 안전 중시 치료 기능으로부터 UI 뷰(338)를 분리시킨다.

[0292] UI 모델(360)은 시스템 및 환자의 현재 상태를 기술한 정보를 종합하며, 사용자 인터페이스를 거쳐 디스플레이되어질 정보를 유지한다. UI 모델(360)은 작업자에게 현재 보이지 않거나 또는 그렇지 않은 경우 식별할 수 있는 상태로 업데이트될 수 있다. 사용자가 새로운 스크린으로 네비게이트할 때, UI 모델(360)은 새로운 스크린에 관련된 정보 및 그 정보를 UI 뷰(338)에 제공한다. UI 모델(360)은 UI 뷰(338) 또는 일부 다른 프로세스가 현재의 사용자 인터페이스 스크린 및 콘텐츠를 디스플레이하도록 인터페이스를 노출시킨다. UI 모델(360)은 원격 사용자 인터페이스 및 온라인 어시스턴스 등의 인터페이스가 시스템의 현재 작동 상태를 얻을 수 있는 공용 지점을 제공한다.

[0293] 순환기 제어기(362)는 작업자 입력, 시간 및 치료 층 상태에 기초한 시스템의 상태에 변화를 취급한다. 허용가능한 변화는 UI 모델(360) 내에 반영된다. 순환기 제어기(362)는 치료 층 명령, 치료 상태, 사용자 요청 및 소모된 이벤트를 조정하고 UI 모델(360)이 업데이트됨으로써 부 스크린 제어를 제공하는 계층적 상태(hierarchical state) 기계로서 실행된다. 순환기 제어기(362)는 또한 사용자 입력을 유효화한다. 사용자 입력이 허용되면, 사용자 입력에 관련된 새로운 수치는 UI 모델(360)을 거쳐 UI 뷰(338)에 역으로 반사된다. 치료 프로세스(368)는 순환기 제어기(362)에 서버로서 작동한다. 순환기 제어기(362)로부터 치료 명령은 치료 프로세스(368)에 의해 수신된다.

[0294] UI 컴퓨터(302)상에서 운영되는 UI 뷰(338)는 사용자 인터페이스 스크린 디스플레이를 제어하고 터치 스크린으로부터 사용자 입력에 응답한다. UI 뷰(338)는 로컬 스크린 상태의 트랙을 유지하나, 기계 상태 정보를 유지하지 못한다. 기계 상태 및 디스플레이된 데이터 수치는 사용자에 의해 변경되고 있지 않는다면, UI 모델(360)로부터 소오스화된다. UI 뷰(338)가 종결되고 재시작한다면, 이는 현재 상태에 대한 기본 스크린을 현재 데이터로 디스플레이된다. UI 뷰(338)는 UI 모델(360)로부터 디스플레이하기 위해 스크린의 등급을 결정하며, 스크린의 프리젠테이션을 UI 뷰에 나타낸다. 사용자 인터페이스의 모든 안전 중시 관점은 UI 모델(360) 및 순환기 제어기(362)에 의해 취급된다.

[0295] UI 뷰(338)는 사용자 인터페이스 컴퓨터(302) 상에 다른 애플리케이션(364)을 로딩하고 실행할 수 있다. 이러한 애플리케이션은 비-치료 제어 작업을 수행할 수 있다. 예시적인 애플리케이션은 로그 뷰어, 서비스 인터페이스, 및 원격 액세스 애플리케이션을 포함한다. UI 뷰(338)는 UI 뷰에 의해 제어된 윈도우 내에 이러한 애플리케이션을 위치시키며, UI 뷰가 적절할 때 상태, 에러 및 경보 스크린을 디스플레이하게 한다. 실질적인 치료 중에 임의의 애플리케이션이 운영될 수 있다. 예컨대, 활성 치료 중에 로그 뷰어가 운영될 수 있는 반면, 서비스 인터페이스 및 원격 액세스 애플리케이션은 운영되지 않을 수 있다. UI 뷰(338)에 부차적인 애플리케이션이 운영되고 사용자의 주의가 진행중인 치료에 의해 요구될 때, UI 뷰(338)는 애플리케이션을 중단할 수 있으며, 스크린 및 입력 기능의 제어를 회복할 수 있다. 이러한 중단된 애플리케이션은 UI 뷰(338)에 의해 재개되거나 또는 중단될 수 있다.

[0296] 도 48은 도 46과 관련하여 기술된 치료 서브시스템(340)의 작동을 도시한다. 치료 서브시스템(340) 기능은 3개의 프로세스: 치료 제어; 치료 측정 및 용액 관리로 나뉘어 진다. 이는 기능적인 분해, 용이한 테스팅 및 용이

한 업데이트를 허용한다.

[0297] 치료 제어 모듈(370)은 치료 측정 모듈(372), 이러한 업무를 달성하기 위한 용액 관리 모듈(374) 및 기계 제어 서브시스템(342)의 서비스를 이용한다(도 46). 치료 제어 모듈(370)의 책임은 가열기 백 내의 유체 용적의 트랙킹, 환자의 유체 용적의 트랙킹, 환자 배출 용적 및 초여과액의 트랙킹, 사이클 용적의 트랙킹 및 로깅, 치료 용적의 트랙킹 및 로깅, 투석 치료의 실행 조정(배액-충전-드웰), 및 치료 셋업 작업의 제어를 포함한다. 치료 제어 모듈(370)은 치료 측정 모듈(370)에 의해 지시받은 대로 각 상의 치료를 수행한다.

[0298] 치료 측정 모듈(370)은 복막 투석 치료를 포함하는 배액-충전-드웰 사이클을 트랙킹하고 재측정한다. 환자의 처방전을 이용하여, 치료 측정 모듈(372)은 사이클의 수, 드웰 시간 및 필요한 용액의 양(총 치료 용적)을 계산한다. 치료가 진행됨에 따라, 이러한 수치의 서브셋은 실제 경과 시간을 고려하여 재계산된다. 치료 측정 모듈(372)은 치료 순서를 트래킹하며, 요청시에 치료 제어 모듈(370)에 치료 상 및 변수를 패스한다.

[0299] 용액 관리 모듈(374)은 용액 공급 백의 배치를 보여주고, 각 공급 백 내의 용적을 트래킹하며, 용액 데이터베이스 내의 레시피에 기초하여 용액의 혼합을 명령하며, 혼합되거나 또는 혼합되지 않은 용액의 요청 용적을 가열기 백으로의 전송을 명령하고, 용액 레시피 및 이용가능한 백 용적을 이용하여 이용가능한 혼합된 용액의 용적을 트래킹한다.

[0300] 도 49는 치료의 초기 보충 및 투석 부분 중에 전술한 치료 모듈 프로세스의 예시적인 상호작용을 나타낸 순서도를 도시한다. 예시적인 초기 보충 프로세스(376) 중에, 치료 제어 모듈(370)은 용액 ID 및 치료 측정 모듈(372)로부터 첫 충전 용적을 불러온다. 용액 ID는 환자 라인 및 제1 환자 충전을 대비하기 위한 준비시에, 가열기 백을 용액으로 채우는 요청에 따라 용액 관리 모듈(374)로 패스시킨다. 용액 관리 모듈(374)은 기계 제어 서브시스템(342)에 요청을 패스하여 가열기 백에 용액 펌핑을 개시한다.

[0301] 예시적인 투석 프로세스(378) 중에, 치료 제어 모듈(370)은 한번에 하나의 사이클(초기 배액, 충전, 드웰-보충 및 배액)을 실행하며, 치료 측정 모듈(372)의 제어하에 이러한 사이클을 차례로 배열한다. 치료 중에, 치료 측정 모듈(372)은 실질적인 사이클 타이밍으로 업데이트되며, 필요시에 치료의 나머지 부분을 재측정할 수 있다.

[0302] 본 실시예에서, 치료 측정 모듈(372)은 "초기 배출"의 상을 특정화하며, 이러한 치료 제어 모듈은 기계 제어 서브시스템(342)에 요청을 청한다. 치료 측정 모듈(372)에 의해 특정화된 다음 상태는 "충전"이다. 기계 제어 서브시스템(342)으로 지시가 전송된다. 치료 측정 모듈(372)은 치료 제어 모듈(370)에 의해 다시 불려지면, 유체가 "드웰" 상태중에 가열기 백에 보충될 것을 요청한다. 용액 관리 모듈(374)은 기계 제어 서브시스템(342)을 불러옴으로써 가열기 백 내의 유체를 보충하기 위해 치료 제어 모듈(370)에 의해 불려진다. 다음 상태를 얻기 위해 치료 측정 모듈(372)을 부르는 치료 제어 모듈(370)로 프로세싱은 계속된다. 이는 더 이상의 상이 없을 때까지 그리고 치료가 완료될 때까지 반복된다.

[0303] 경보/알람 기능

[0304] APD 시스템 내의 상태 또는 이벤트는 기록되거나 사용자에게 디스플레이되거나 또는 모두 경보 및/또는 알람을 촉발할 수 있다. 이러한 경보 및 알람은 사용자 인터페이스 서브시스템 내에 존재하는 사용자 인터페이스 구조이며, 시스템의 임의 부분 내에서 발생하는 상태에 의해 촉발될 수 있다. 이러한 상태들은 3개의 카테고리 (1) 시스템 에러 상태, (2) 치료 상태 및 (3) 시스템 작동 상태로 그룹화될 수 있다.

[0305] "시스템 에러 상태"는 소프트웨어, 메모리 또는 APD 시스템의 프로세서의 다른 관점에서 탐지된 에러에 관한 것이다. 이러한 에러는 시스템의 신뢰도에 이의를 제기하며, "회복불가능한"으로 간주될 수 있다. 시스템 에러 상태는 디스플레이되거나 또는 그렇지 않으면 사용자에게 알려진 알람을 초래할 수 있다. 이러한 알람은 또한 로깅될 수 있다. 시스템의 완전한 상태가 시스템 에러 상태의 경우에 보증될 수 없으므로, 시스템은 본 명세서에 개시된 안전 라인이 가능하지 않은 페일 세이프 모드(fail safe mode)에 도입될 수 있다.

[0306] 도 46과 연결되어 기술된 각 서브시스템은 시스템 에러의 자체 세트를 탐지하는데 책임이 있다. 서브시스템 사이의 시스템 에러는 사용자 인터페이스 컴퓨터 실행(352) 및 자동 컴퓨터 실행(354)에 의해 모니터링된다. 시스템 에러가 사용자 인터페이스 컴퓨터(302) 상에서 운영되는 프로세스로부터 발생할 때, 시스템 에러를 보고한 프로세스는 종결된다. UI 스크린 뷰 서브시스템(338)이 종결된다면, 사용자 인터페이스 컴퓨터 실행(352)은 이를 재시작 예컨대, 최대 3배로 재시작을 시도한다. UI 스크린 뷰(338)를 재시작하기 위해 손상되고 치료가 진행중에 있다면, 사용자 인터페이스 컴퓨터 실행(352)은 기계를 페일 세이프 모드로 전환한다.

[0307] 시스템 에러가 자동 컴퓨터(300) 상에서 운영되는 프로세스로부터 발생될 때, 프로세스는 종결된다. 자동 컴퓨

터 실행(354)은 프로세스가 종결되고 치료가 진행중이라면 안전 상태로 전환됨을 탐지한다.

[0308] 시스템 에러가 보고되면, 에러를 데이터베이스에 기록할 뿐만 아니라 사용자에게 예컨대, 시각 및/또는 청각 피드백으로 알려주고자 시도한다. 시스템 에러 취급은 회복 불가능한 이벤트의 균일한 취급을 보장하기 위해 실행 서브시스템(332) 내에 압축된다. UIC 실행(352) 및 AC 실행(354)의 실행 프로세스는 하나의 실행 프로세스가 치료 중에 손상되는 경우 다른 실행이 기계를 안전 상태로 전환하도록 서로 모니터링한다.

[0309] "치료 상태"는 허용가능한 바운드의 외측에 치료와 관련된 상태 또는 변수에 의해 초래된다. 예컨대, 치료 상태는 바운드를 벗어난 센서 판독에 의해 초래될 수 있다. 이러한 상태는 경보 또는 알람과 관련될 수 있으며, 그리고 나서 기록된다. 알람은 일반적으로 즉각적인 작동을 요하는 중요한 이벤트이다. 알람은 상태의 엄중함에 기초하여 예컨대, 저, 중 또는 고로 우선 순위를 매긴다. 경보는 알람보다 덜 위태로우며, 일반적으로 치료의 부재 또는 불편한 이외의 임의의 관련 리스크를 갖지 않는다. 경보는 3개의 카테고리 메시지 경보, 확대 경보 및 사용자 경보 중 하나에 속할 수 있다.

[0310] 치료 상태를 탐지하기 위한 책임은 알람 또는 경보 상태가 UI 모델과 치료 서브시스템 사이에 공유될 수 있도록 한다. UI 모델 서브시스템(360)(도 47)은 알람 및 경보 상태를 선-치료 및 후-치료 탐지하는데 책임이 있다. 치료 서브시스템(340)(도 46)은 치료 중에 알람 및 경보 상태를 탐지하는데 책임이 있다.

[0311] 치료 상태와 관련된 경보 또는 알람을 취급하기 위한 책임은 UI 모델과 치료 서브시스템 사이에서 공유된다. 선-치료 및 후-치료, UI 모델 서브시스템(360)은 알람 또는 경보 상태를 취급하는데 책임이 있다. 치료 시간 중에, 치료 서브시스템(340)은 알람 또는 경보 상태를 취급하는데 책임이 있으며 알람 또는 경보 상태가 존재하는 UI 모델 서브시스템을 알려준다. UI 모델 서브시스템(360)은 경보를 확대하고, 알람 또는 경보 상태가 탐지될 때 시각 및/또는 청각 피드백을 사용자에게 제공하기 위해 UI 뷰 서브시스템(338)으로 조정한다.

[0312] "시스템 작동 상태"는 이와 관련된 경보 또는 알람을 갖지 않는다. 이러한 상태는 시스템 작동의 기록을 제공하기 위해 단순히 기록된다. 청각 또는 시각 피드백은 제공될 필요가 없다,

[0313] 시스템 에러 상태, 치료 상태 또는 상태가 검출된 서브시스템(또는 층)에 의해 수행된 전술한 시스템 작동 상태에 반응하여 액션이 취해지며, 높은 서브시스템에 개시를 전송한다. 상태가 탐지된 서브시스템은 상태를 기록하며 상태와 관련된 임의의 안전을 고려한다. 이러한 안전 고려사항은 하기의 하나 또는 조합:치료를 중지하고 오클루더를 결합하고; 필요에 따라 상태 및 타이머를 세정하고; 가열기를 불능하게 하고; 치료를 완전 종료하고; 오클루더에 인접하여 안전 라인을 비활성화하고; 가열기를 차단하고; 밸브로부터 전력을 제거하고; 시스템에 요구되는 전력 사이클이 서비스로 되돌아온 이후에도 치료의 구동이 중지되는 것을 포함한다. UI 서브시스템(334)은 자동으로 세정되고(즉, 잠금되지 않은 상태) 사용자가 잠금하고 사용자 상호작용에 의해 세정될 수 있는 사용자 회복가능 상태에 책임이 있다.

[0314] 각 상태는 소프트웨어가 상태의 엄격함에 따라 작동될 수 있도록 임의의 정보를 포함하도록 한정될 수 있다. 이러한 정보는 우선 순서를 한정하기 위해 색인표로 조합하여 사용될 수 있는 다수의 식별기, 에러의 식별명(즉, 상태명), 상태를 탐지하는 서브시스템, 상태 또는 에러가 상태를 촉발하는 기술, 및 상태가 하나 이상의 전술한 작동을 수행하는 플래그를 포함할 수 있다.

[0315] 상태는 다중 상태가 발생될 때보다 높은 우선 상태가 먼저 취급될 수 있도록 우선적으로 랭킹될 수 있다. 우선 랭킹은 상태가 치료의 관리를 중지하는지에 기초할 수 있다. 치료를 중지하는 상태가 발생할 때, 다음 높은 서브시스템에 의존할 때 우선적으로 상태를 취한다. 전술한 바와 같이, 상태를 탐지한 서브시스템은 상태를 취급하며 상태 정보를 전술한 서브시스템으로 전송한다. 수신된 상태 정보에 근거하여, 상부 서브시스템은 상이한 액션을 취할 수 있는 상이한 상태 및 이와 관련된 상이한 경보/알람을 촉발할 수 있다. 각 서브시스템은 새로운 상태와 결부된 임의의 추가의 액션을 실행할 수 있으며 전술한 서브시스템에 이르는 상태 정보를 통과한다. 일 실시예에 따르면, UI 서브시스템은 주어진 시간에 하나의 경보/알람을 디스플레이할 수 있다. 이러한 경우에, UI 모델은 우선적으로 모든 액티브 이벤트를 수집하여 보다 최상의 우선 이벤트와 관련된 경보/알람을 디스플레이한다.

[0316] 우선 순서는 잠재적인 유해성 및 유해성 온셋의 엄중성에 기초하여 알람으로 할당될 수 있다. 하기의 표1은 우선권이 이러한 방식으로 할당될 수 있는 예를 도시한다.

표 1

[0317]

알람 상태의 원인에 응답하기 위한 잠재적인 손상 결과	잠재적인 유해성의 온셋(onset)		
	즉시	프롬프트	지연
사망 또는 비가역적 손상	고 우선 순위	고 우선 순위	중간 우선 순위
가역적 손상	고 우선 순위	중간 우선 순위	저 우선 순위
가벼운 불편 또는 손상	중간 우선 순위	저 우선 순위	저 우선 순위 또는 알람 신호 없음

[0318] 표 1의 내용에서, 잠재적인 유해성의 온셋(onset)은 손상이 발생했는지 아닌지를 언급한다. "즉시(immediate)"로 지명된 온셋을 갖는 잠재적인 유해성은 수동 보정 액션에 통상 충분하지 않은 시간 주기 내에 전개되는 잠재성을 갖는 유해성을 지적한다. "프롬프트(prompt)"로 지적된 온셋를 갖는 잠재적인 유해성은 수동 보정 액션에 통상 충분한 시간 주기 내에 개선되는 포텐셜을 갖는 유해성을 지적한다. "지연(delayed)"으로 지적된 온셋을 갖는 잠재적인 유해성은 "프롬프트" 아래에 주어진 것보다 더 큰 특정되지 않은 시간 내에 개선되는 포텐셜을 갖는 유해성을 지적한다. 도 50 내지 도 55는 터치 스크린 사용자 인터페이스상에 디스플레이될 수 있는 경보 및 알람에 관한 예시적인 스크린 뷰를 도시한다. 도 50은 사용자가 그 전송 세트에 근접하도록 지시한 다이어그램(380) 및 텍스트(382)를 포함하는 제1 알람 스크린을 도시한다. 스크린은 시각 경고(384)를 포함하며, 청각 경보와 또한 관련되어 있다. 청각 경고는 터치 스크린상에서 "오디오 오프" 옵션(386)을 선택함으로써 차단될 수 있다. 사용자가 전송 세트에 근접하였을 때, 사용자는 터치 스크린상에 "컨펌" 옵션(388)을 선택한다. 도 51은 사용자가 전송 세트에 근접하도록 지시한 유사한 알람 스트린을 도시한다. 이러한 경우, 배액 지시는 390으로 중단되며 "종료 처리"를 선택한 지시는 392로 제공된다. 전술한 바와 같이, 경보는 치료의 손실 또는 불편함 이외의 관련 리스크를 가지지 않는다. 따라서, 경보는 치료가 중단될 수도 있거나 중단되지 않을 수 있다. 경보는 이벤트가 자동으로 경보를 없애는 경우에 없어지도록 "자동 회복가능" 또는 사용자 인터페이스와 사용자 상호작용이 경보를 없애도록 "사용자 회복가능"일 수 있다. 임의 범위 내에 변경될 수 있는 용적을 갖는 오디오 경보 프롬프트는 경보가 사용자에게 전달되도록 사용될 수 있다. 또한, 정보 또는 지시가 사용자에게 디스플레이될 수 있다. 이러한 정보 또는 지시는 사용자에 의해 볼 수 있어, 사용자 인터페이스의 자동화면 밝기 조절 특성은 경보 중에 가능하지 않을 수 있다. 사용자의 불안한 정도를 감소시키기 위해, 경보는 경보의 중요 정도 및 사용자 응답이 얼마나 신속한지를 요구하는지에 기초하여 상이한 형태로 분류될 수 있다. 3가지 예시 형태는 "메시지 경보", "확대 경보" 및 "사용자 경보"이다. 이러한 경보는 정보가 사용자에게 얼마나 시각적으로 보이는지의 여부 및 청각 프롬프트가 얼마나 사용되는지에 기초하여 상이한 특성을 갖는다.

[0319] "메시지 경보"는 상태 스크린의 상부에 나타나며 사용자 상호작용이 요구되지 않을 때 정보 목적으로 위해 사용된다. 경보를 없애기 위해 액션이 취해질 필요가 없으므로, 청각 프롬프트는 환자를 방해하지 않고 가능하게는 환자를 깨우게 되는 것을 방지하기 위해 일반적으로 사용되지 않는다. 그러나 청각 경보는 선택적으로 제공될 수 있다. 도 52는 예시적인 메시지 경보를 도시한다. 특히, 도 52는 투석이 소정 온도 또는 범위 아래에 있을 때 사용자에게 알리는데 사용될 수 있는 하부 온도 메시지 경보(394)를 도시한다. 이러한 경우에, 사용자는 어떠한 액션도 취할 필요가 없으나 투석이 가열되는 중에 치료가 지연되는 것을 알려준다. 환자가 보다 많은 정보를 원한다면, "뷰" 옵션(396)은 터치 스크린상에서 선택될 수 있다. 이는 도 53에 도시된 바와 같이 경보에 관한 추가 정보(398)가 스크린상에 나타나도록 한다. 메시지 경보는 사용자가 정확한 것을 찾고자 하는 경우 낮은 유동이 있을 때 사용될 수 있다. 이러한 경우, 메시지 경보는 사용자가 문제를 고정하는 지에 따라 사용자에게 피드백을 제공하기 위해 낮은 유동 이벤트가 없어질 때까지 디스플레이될 수 있다.

[0320] "확대 경보(escalating alert)"는 비진동 방식으로 행동을 취하게 사용자를 자극하도록 의도된다. 확대 경보 도중, 시각적 프롬프트는 터치 스크린상에 표시될 수 있으며, 청각적 프롬프트가 (예컨대, 한번) 제공될 수 있다. 소정의 기간 후, 경보를 유발했던 이벤트가 해결되지 않으면, 더욱 강조된 청각적 프롬프트가 제공될 수 있다. 경보를 유발했던 이벤트가 추가의 시간 후에도 해결되지 않으면, 경보는 "사용자 경보"로 확대된다. 사용자 경보의 일 예시적 실시예에 따르면, 경보가 해소되고 소음될 수 있는 청각적 프롬프트가 제공될 때까지 시각적 프롬프트가 표시된다. UI 서브시스템은 확대 경보에서 사용자 경보로의 전이를 취급하지 않는다. 오히려, 원래의 이벤트를 일으켰던 이러한 서브시스템은 사용자 경보와 관련된 새로운 이벤트를 발생시킬 것이다. 도 54는 확대 경보와 관련된 정보를 표시하는 스크린 뷰를 도시한다. 이러한 예시적 경보는 사용자에게 비틀리고 폐쇄된 클램프를 위한 배액 라인을 점검하라고 지시하는 온스크린 경보 메시지(400) 및 프롬프트(402)와, 청각적 프롬프트를 포함한다. 청각적 프롬프트는 사용자에 의해 소음될 때까지 계속될 수 있다. 도 55

는 청각적 프롬프트를 소음시키기 위해 선택될 수 있는 "음 소거" 옵션(404)을 포함하는 스크린 뷰를 도시한다. 이러한 경보는 직접적으로 사용될 수 있거나 또는 확대 경보 계획의 일부로서 사용될 수도 있다.

[0321] 각각의 경보/알람은 경보/알람을 위한 독특한 식별자인 경보/알람 코드, 경보/알람의 기술적 명칭(descriptive name)인 경보/알람 명칭, 경보의 유형 또는 알람의 수준을 포함하는 경보/알람 유형, 가청 프롬프트가 경보/알람과 연관되는지 여부에 대한 지시, 경보 및 관련 이벤트가 사용자에 의해 바이패스(또는 무시)될 수 있는지의 여부에 대한 지시, 및 경보/알람을 일으키는 이벤트 또는 이벤트들의 이벤트 코드에 의해 명기된다.

[0322] 확대 경보 및 사용자 알람과 같은 알람 도중, (상술된 경보 또는 알람 코드와 다를 수 있는) 이벤트 코드가 스크린상에 표시될 수 있어, 필요하다면 사용자가 사람들에게 서비스를 제공하기 위해 코드를 판독할 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 음성 안내 시스템이 사용될 수 있어서, 원격의 콜센터와 연결되었을 때 시스템은 시스템 구조, 상태 및 오류 코드에 관한 적절한 정보를 음성화할 수 있다. 시스템은 네트워크, 전화연결 또는 기타 다른 수단을 통해 원격의 콜센터에 연결될 수 있다.

[0323] 치료 서브시스템에 의해 검출된 상태의 일 예가 도 56과 관련하여 후술된다. APD 시스템이 공기 처리(air management)에 중요한 수준면(level surface) 상에 위치되지 않을 때, 이러한 상태가 초래된다. 특히, APD 시스템이 수평면에 대해 35° 와 같은 사전에 결정된 경계치를 초과하여 경사지는 것을 경사 센서가 검출하였을 때, 이러한 상태가 초래된다. 후술되는 바와 같이, 경사 센서가 사전에 결정된 경계치보다 더 큰 절대값을 갖는 각도를 감지했을 경우 치료 서브시스템에 의해 복구 가능한 사용자 경보가 발생될 수 있다. 불쾌한 경보를 피하기 위해, 사용자는 치료 개시 전에 APD 시스템을 레벨링하도록 안내받을 수 있다. 경사 경계치는 이러한 사전 치료기간 동안 낮아질 수 있다(예컨대, 35°). 또한, 사용자는 문제가 교정되었는지에 관한 피드백을 받을 수 있다.

[0324] 경사 센서가 치료 도중 경계치를 초과하는 경사 각도를 검출하면, 기계 서브시스템(342)은 펌프 챔버 내에서 공기를 검출한 것과 같이 유사한 방식으로 펌프를 정지시킴으로써 반응한다. 치료 서브시스템(340)은 상태를 청구하고 기계 층(342)이 경사로 인해 펌핑을 중지하였는지를 결정한다. 또한, 치료 서브시스템은 기계의 각도에 관한 상태 정보를 수신한다. 이 시점에서, 치료 서브시스템(340)은 경사 조건을 발생시키고, 치료를 중지하고, 펌핑을 중지하라는 명령을 기계 서브시스템(342)에 송신한다. 이러한 명령은 유체 측정 시스템(FMS) 측정을 취하고 환자 밸브를 폐쇄하는 것과 같은 세척을 촉발한다. 또한, 치료 서브시스템(340)은 타이머를 시동하고 자동 복구 가능한 경사 조건을 UI 모델(360)까지 송출하며, 이때 상기 모델은 UI 뷰(338)로 이러한 상태를 송출한다. UI 뷰(338)는 확대 경보에 이러한 조건을 맵핑한다. 치료 서브시스템(340)은 경사 센서 판독의 모니터링을 계속하여, 그것이 경계치 아래로 떨어지면, 조건을 제거하고 치료를 재시작한다. 타이머가 종료되기 전에 조건이 제거되지 않으면, 치료 서브시스템(340)은 자동 복구 가능 경사 조건을 대신하는 사용자 복구 가능 "경사 타임아웃(tilt timeout)"을 촉발한다. 이는 UI 모델(360)에 이러한 조건을 송출하고, 상기 모델은 UI 뷰(338)에 이러한 조건을 송출한다. UI 뷰(338)는 사용자 경보에 이러한 상태를 맵핑한다. 이러한 조건은 재시작 치료 명령이 UI 서브시스템으로부터 수신되기 전까지(예컨대, 사용자가 재시작 버튼을 누를 때) 제거되지 않을 수 있다. 경사 센서 판독이 경계치 아래인 경우, 치료는 재시작된다. 경사 센서 판독이 경계치 이상이면, 치료 층은 자동 복구 가능 경사 조건을 촉발하여 타이머를 시동한다.

[0325] 스크린 표시

[0326] 전술된 바와 같이, UI 서브 시스템(338)(도 47)은 사용자에게 인터페이스의 표시를 담당한다. UI 뷰 서브 시스템은 자동 조작 컴퓨터에서 작동하는 UI 모델 서브시스템(360)(도 47)의 클라이언트로서 UI 모델 서브시스템과의 인터페이싱된다. 예컨대, UI 서브시스템은 소정의 시간에 어떤 스크린이 사용자에게 표시되어야만 하는지를 결정하기 위해 UI 모델 서브시스템과 통신한다. UI 뷰는 스크린 뷰를 위한 템플레이트를 포함할 수 있으며, 표시 언어, 스킨, 오디오 언어 및 문화적으로 민감한 애니메이션과 같은 지역별 설정을 취급할 수 있다.

[0327] UI 뷰 서브시스템 내에서 발생하는 이벤트는 3개의 기본 유형을 갖는다. 개별 스크린에 의해 취급되는 국지 스크린 이벤트와, 스크린 이벤트가 UI 모델 서브시스템까지 전파되어야 하는 모델 이벤트와, 타이머에서 발생하고 상태에 대해 UI 모델 서브시스템에 질문하는 폴링 이벤트(polling event)가 존재한다. 국지 스크린 이벤트는 UI 뷰 수준에만 영향을 미친다. 이러한 이벤트들은 (예컨대, 단일 모델 상태에 대한 다중 스크린의 경우에서) 국지적 스크린 전이일 수 있으며, 뷰 설정(예컨대, 지역적이고 언어적인 선택)을 업데이트하며, 소정의 스크린으로부터 미디어 클립(media clip)(예컨대, 지시적 애니메이션 또는 음성 프롬프트)을 실행하는 것을 요구한다. 모델 이벤트는 이벤트를 취급하는 방법을 결정하기 위해 UI 뷰 서브시스템이 UI 모델 서브시스템을 논의할 때 발생한다. 이러한 카테고리 내에 있는 예들은 치료 파라미터의 확인 또는 "치료 개시" 버튼을 누르는 것이다.

이러한 이벤트들은 UI 뷰 서브시스템에 의해 시작되지만, UI 모델 서브시스템 내에서 취급된다. UI 모델 서브시스템은 이벤트를 진행하고 UI 뷰 서브시스템에 결과를 반환한다. 이러한 결과는 UI 뷰 서브시스템의 내부 상태를 구동한다. 폴링 이벤트는 타이머가 타이밍 신호를 발생하고 UI 모델 서브시스템이 폴링될 때 발생한다. 폴링 이벤트의 경우, UI 뷰 서브시스템의 현재 상태는 평가를 위해 UI 모델 서브시스템으로 송출된다. UI 모델 서브시스템은 상태 정보를 평가하고 UI 뷰 서브시스템의 소정의 상태로 응답한다. 이는 (1) 예컨대, UI 모델 서브시스템 및 UI 뷰 서브시스템의 주 상태가 상이한 경우 상태의 변화와, (2) 예컨대, UI 모델 서브시스템으로부터의 값이 스크린상에 표시된 값을 변화시키는 경우 스크린의 업데이트와, (3) 예컨대, UI 모델 서브시스템 및 UI 뷰 서브시스템의 상태가 동일한 경우 상태 변화 없음으로 구성된다. 도 57은 상술된 기능을 수행하는 UI 뷰 서브시스템(338)의 예시적 모듈을 도시한다.

[0328] 도 57에 도시된 바와 같이, UI 모델 클라이언트 모듈(406)은 UI 모델과 이벤트를 통신하는데 사용된다. 또한, 이러한 모듈(406)은 현재 상태에 대한 UI 모델을 폴링하는데 사용된다. 반응 상태 메시지 내에서, UI 모델 서브시스템은 자동 조작 컴퓨터 및 사용자 인터페이스 컴퓨터의 시계를 동기화하는데 사용되는 시간을 임베딩할 수 있다(embed).

[0329] 소정의 이벤트(신호)가 발생할 때 다중 콜백 루틴(multiple callback routine)(슬롯)이 통지되도록 동의할 수 있는 기구가 글로벌 슬롯 모듈(408)에 의해 제공된다. 이는 슬롯이 많은 신호에 묶일 수 있으며, 유사하게 신호가 활성화시 불리는 많은 슬롯에 묵일 수 있기 때문에 "다대다(many to many)" 관계이다. 글로벌 슬롯 모듈(408)은 스크린의 외측에서 발생하는 UI 모델 폴링 또는 버튼 프레스(예컨대, 음성 프롬프트 버튼)를 위한 애플리케이션 레벨 타이머와 같은 비스크린 특정 슬롯을 취급한다.

[0330] 스크린 리스트 클래스(410)는 템플레이트 및 데이터 테이블의 형태로 모든 스크린의 목록을 포함한다. 스크린은 해당 스크린을 포퓰레이팅(populating)하는데 사용되는 템플레이트 및 관련 데이터 테이블로 이루어진다. 템플레이트는 위젯이 포괄적인 방식으로 그 위에 배치되고 이러한 위젯과 관련된 내용물을 구비하지 않는 윈도이다. 데이터 테이블은 위젯과 위젯의 상태를 포퓰레이팅하는데 사용되는 내용물을 설명하는 기록을 포함한다. 위젯 상태는 (체크박스 스타일의 위젯의 경우) 점검되지 않거나 점검될 수 있거나, 가시적이거나 숨겨질 수 있거나, 또는 가능하거나 또는 불가능할 수 있다. 또한, 데이터 테이블은 버튼 프레스의 결과로서 발생하는 작용을 도시할 수 있다. 예컨대, 템플레이트 '1'로부터 파생된 윈도'A' 상의 버튼은 이벤트를 UI 모델까지 송출할 수 있는 반면에, 역시 템플레이트 '1'로부터 파생된 윈도 'B' 상의 동일한 버튼은 이벤트를 UI 모델까지 전파하지 않고도 국지 스크린 전이를 간단하게 유발할 수 있다. 또한, 데이터 테이블은 내용물에 민감한 보조 시스템 내에 인덱스를 포함할 수 있다.

[0331] 스크린 리스트 클래스(410)는 UI 모델로부터 의도된 스크린으로 데이터를 전달하고, UI 모델로부터 적절한 스크린계 데이터(screen-based data)를 선택하고, 스크린을 표시한다. 스크린 리스트 클래스(410)는 2개의 인자, 즉 UI 모델에 의해 보고된 상태 및 UI 뷰의 내부 상태를 기초로 표시할 스크린을 선택한다. 일부의 경우, UI 모델은 카테고리 내의 임의의 스크린을 표시하도록 허용된 UI 뷰에만 정보를 제공할 수 있다. 예컨대, 모델은 기계가 아이들 상태(예컨대, 개시된 치료가 없거나 또는 설정 위상이 아직 발생하지 않은 상태)라는 것을 보고할 수 있다. 이 경우, 사용자가 메뉴로부터 서브메뉴로 진행할 때 UI 모델과 협의할 필요가 없다. 변화를 추적하기 위해, UI 뷰는 현재 스크린을 국지적으로 저장할 것이다. 스크린의 이러한 국지적인 시퀀싱(sequencing)은 상술된 테이블 엔트리에 의해 취급된다. 테이블 엔트리는 프레싱되었을 때 각각의 버튼이 개시하게 되는 작용을 열거한다.

[0332] 언어 매니저 클래스(412)는 전이시 목록을 수행하고 전환을 관리하는 것을 담당한다. 임의의 전환이 오류를 갖거나 누락되는 경우, 검사 합계는 UI 뷰를 경고하는 설치된 언어의 리스트가 수행된다. 전환된 스트링을 원하는 임의의 클래스는 언어 매니저 클래스(412)가 이를 수행하도록 요청한다. 전환은 라이브러리(예컨대, Qt®)에 의해 취급될 수 있다. 전환은 렌더링 시간에 가능한 근접하도록 요구되는 것이 바람직하다. 이로 인해, 대부분의 스크린 템플레이트 부재 액세스 방법은 렌더링을 위한 위젯에 이를 보내기 전에 전환 권한을 요구한다.

[0333] 스킨은 사용자 인터페이스의 "룩 앤 필(look and feel)"을 결정하는 스타일 시트 및 이미지를 포함한다. 스타일 시트는 폰트, 컬러와 같은 것들을 제어하며 위젯을 이미지화하는 것은 다양한 상태[정상, 가압됨(pressed), 비작동 등]를 표시하는데 사용한다. 임의의 표시된 위젯은 스킨 변화에 의해 변경된 외형을 가질 수 있다. 스킨 매니저 모듈(414)은 스크린 리스트, 나아가, 스타일 시트와 스킨 그래픽이 표시되는 스크린 위젯을 알려주는 책임을 진다. 또한, 스킨 매니저 모듈(414)은 애플리케이션이 표시하기를 원하는 임의의 애니메이션 파일을 포함한다. 스킨 변화시, 스킨 매니저는 아카이브로부터 검색되는 적절한 세트를 구비한 워킹 세트 디렉토리

(working set directory)에서 이미지 및 스타일 시트를 업데이트한다.

[0334] 비디오 매니저 모듈(416)은 특정 비디오를 표시하도록 요구된 로케일식(local-appropriate) 비디오를 재생시키는 책임을 진다. 로케일 변화시, 비디오 매니저는 아카이브로부터 적절한 세트를 구비한 워킹 세트 디렉토리에서 비디오 및 애니메이션을 업데이트한다. 비디오 매니저는 또한 오디오 매니저 모듈(418)에 수반되는 오디오를 구비한 비디오를 재생시킨다. 이러한 비디오의 재생(playback)시, 비디오 매니저 모듈(416)은 원래 요구된 비디오 클립에 속한 레코드를 재생하도록 오디오 매니저 모듈(418)에 적절한 요청을 한다.

[0335] 유사하게, 오디오 매니저 모듈(418)은 특정 오디오 클립을 재생하도록 요구된 로케일식 오디오를 재생하는 책임을 진다. 로케일 변화시, 오디오 매니저는 아카이브로부터 적절한 세트를 구비한 워킹 세트 디렉토리에서 오디오 클립을 업데이트한다. 오디오 매니저 모듈(418)은 UI 뷰에 의해 시작되는 모든 오디오를 다룬다. 이는 애니메이션을 위한 더빙 및 음성 프롬프트를 위한 사운드 클립을 포함한다.

[0336] 데이터베이스 클라이언트 모듈(420)은 UI 뷰 서브시스템과 데이터베이스 서버(366) 사이의 인터페이스를 다루는 데이터베이스 매니저 프로세스와 통신하는데 사용된다(도 47). UI 뷰는 저장하고 설정들을 검색하고, 변수들(예컨대, 체중 및 혈압)에 관한 질문에 대한 사용자 제공 답을 가지는 치료 로그(therapy log)를 보조하는데 이러한 인터페이스를 사용한다.

[0337] 헬프(help) 매니저 모듈(422)은 문맥 인식 헬프 시스템을 다루는데 사용된다. 헬프 버튼을 나타내는 스크린 리스트의 각 페이지는 문맥 인식 헬프 시스템에 인덱스(index)를 포함할 수 있다. 헬프 매니저가 페이지와 연계된 헬프 스크린을 표시할 수 있도록 이러한 인덱스가 사용된다. 헬프 스크린은 텍스트, 픽쳐, 오디오 및 비디오를 포함할 수 있다.

[0338] 예비 치료 세트업(pre-therapy setup) 동안 자동 ID 매니저(424)가 불러진다. 이러한 모듈은 용액 백 코드(예컨대, 데이터매트릭스 코드)의 이미지(예컨대, 포토그래픽 이미지)를 캡쳐하는 책임을 진다. 이후, 이미지로부터 추출된 데이터는 코드에 포함된 임의의 다른 정보(예컨대, 기원)와 함께, 용액 백의 컨텐츠를 확인하도록 치료 서브시스템에 의해서 사용되는 기계 제어 서브시스템으로 전송된다.

[0339] 상기 전술된 모듈을 이용하여, UI 뷰 서브시스템(338)은 사용자 인터페이스[예컨대, 도 45의 디스플레이(324)]를 사용하여 사용자에게 표시되는 스크린 뷰를 표현한다. 도 58 내지 도 64는 UI 뷰 서브시스템에 의해 표현될 수 있는 예시적 스크린 뷰를 도시한다. 이러한 스크린 뷰는 예컨대, 예시적 입력 메카니즘, 표시 포맷, 스크린 전환, 아이콘 및 레이아웃을 나타낸다. 도시된 스크린이 대체로 치료 동안 또는 이전에 표시되지만, 스크린 뷰의 태양은 도시된 것보다는 다양한 입력 및 출력 기능을 위해 사용될 수 있다.

[0340] 도 58에 도시된 스크린은 특정 치료(428)를 시작시키는 "치료 시작"(426) 또는 설정을 변화시키는 "설정"(430) 사이의 선택 옵션을 사용자에게 제공하는 시작 스크린이다. 아이콘(432 및 434)은 각각 광도 및 오디오 레벨을 조정하는데 제공되며, 정보 아이콘(436)은 사용자가 더 많은 정보를 요청할 수 있도록 제공된다. 이러한 아이콘은 유사한 방식으로 다른 스크린상에 나타날 수 있다.

[0341] 도 59는 치료의 상태 정보를 제공하는 상태 스크린을 도시한다. 특히, 스크린은 실행되는 치료 형태(438), 예상 완료 시간(440) 및 현재 필(fill) 교환 횟수와 필 교환의 총 횟수(442)를 나타낸다. 현재 필 교환의 완료 퍼센트(444)와 총 치료의 완료 퍼센트(446)가 모두 수치 및 그림으로 표시된다. 사용자는 치료를 중지시키기 위하여 "중지(pause)" 옵션(448)을 선택할 수 있다.

[0342] 도 60은 다양한 편이 설정을 구비한 메뉴 스크린을 도시한다. 메뉴는 광도 화살표(450), 볼륨 화살표(452) 및 온도 화살표(454)를 포함한다. 각각의 페어(pair)에서 상향 또는 하향 화살표를 선택함으로써, 사용자는 스크린 광도, 오디오 볼륨 및 유체 온도를 증가시키거나 감소시킬 수 있다. 현재 광도 퍼센트, 볼륨 퍼센트 및 온도도 표시된다. 원하는 대로 설정되면, 사용자는 "OK" 버튼(456)을 선택할 수 있다.

[0343] 도 61은 예컨대, 이전 스크린상에서 헬프 또는 정보 버튼을 누름으로써 도달될 수 있는 헬프 메뉴를 도시한다. 헬프 메뉴는 사용자를 돕기 위하여 텍스트(458) 및/또는 삽화(460)를 포함할 수 있다. 텍스트 및/또는 삽화는 "문맥 인식"될 수 있거나 또는 이전 스크린의 문맥을 기초로 할 수 있다. 사용자에게 제공된 정보는 편리하게 한 스크린에 제공될 수 없는 경우, 예컨대, 멀티 스텝 프로세스의 경우에, 사용자가 일련의 스크린들 사이에서 후방 및 전방으로 이동할 수 있도록 화살표(462)가 제공될 수 있다. 사용자가 원하는 정보를 얻었을 때, 그 또는 그녀는 "뒤로(back)" 버튼(464)을 선택할 수 있다. 추가적인 도움이 요구되면, 사용자는 "콜 서비스 센터" 옵션(466)을 선택하여 시스템이 콜 서비스 센터와 접속하게 할 수 있다.

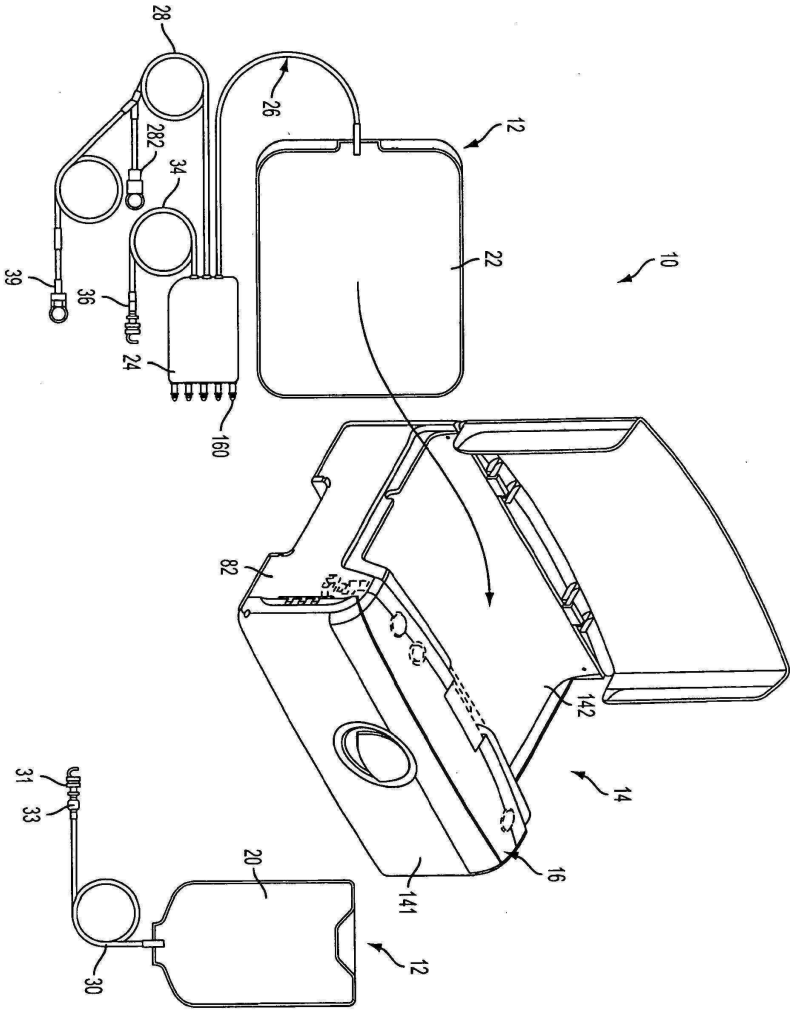
[0344] 도 62는 사용자가 매개 변수 세트를 설정하도록 하는 스크린을 설명한다. 예컨대, 스크린은 현재 치료 모드(468) 및 최소 배액 용적(470)을 표시하며, 사용자가 이러한 매개 변수를 선택하여 변화되게 한다. 매개 변수는 예컨대, 현재 스크린상의 라운드 로빈(round robin) 스타일 메뉴로부터 원하는 옵션을 선택함으로써, 다양한 방식으로 변화될 수 있다. 대안적으로, 사용자가 변화될 매개 변수를 선택하면, 새로운 스크린이 도 63에 도시된 바와 같이 나타날 수 있다. 도 63의 스크린은 키패드(474)를 사용하여 수치값(472)을 입력함으로써 사용자가 최소 배액 용적을 조정하게 한다. 일단 입력되면, 사용자는 버튼(476 및 478)을 이용하여 값을 확인 또는 취소할 수 있다. 도 62를 다시 참조하면, 이후, 사용자는 다양한 매개 변수 세트를 각각 포함하는, 일련의 매개 변수 스크린을 통해 이동하도록 "뒤로" 및 "다음으로" 화살표(480, 482)를 사용할 수 있다.

[0345] 일단 원하는 모든 매개 변수가 설정되거나 변화되면(예컨대, 사용자가 일련의 매개 변수 스크린을 통해 일동하면), 도 64에 도시된 바와 같은 스크린이 제시되어 사용자가 설정을 검토하고 확인하도록 할 수 있다. 변화되는 매개 변수는 특정 방식으로 사용자의 주의를 끌기 위하여 선택적으로 강조될 수 있다. 원하는 대로 설정되면, 사용자는 "확인" 버튼(486)을 선택할 수 있다.

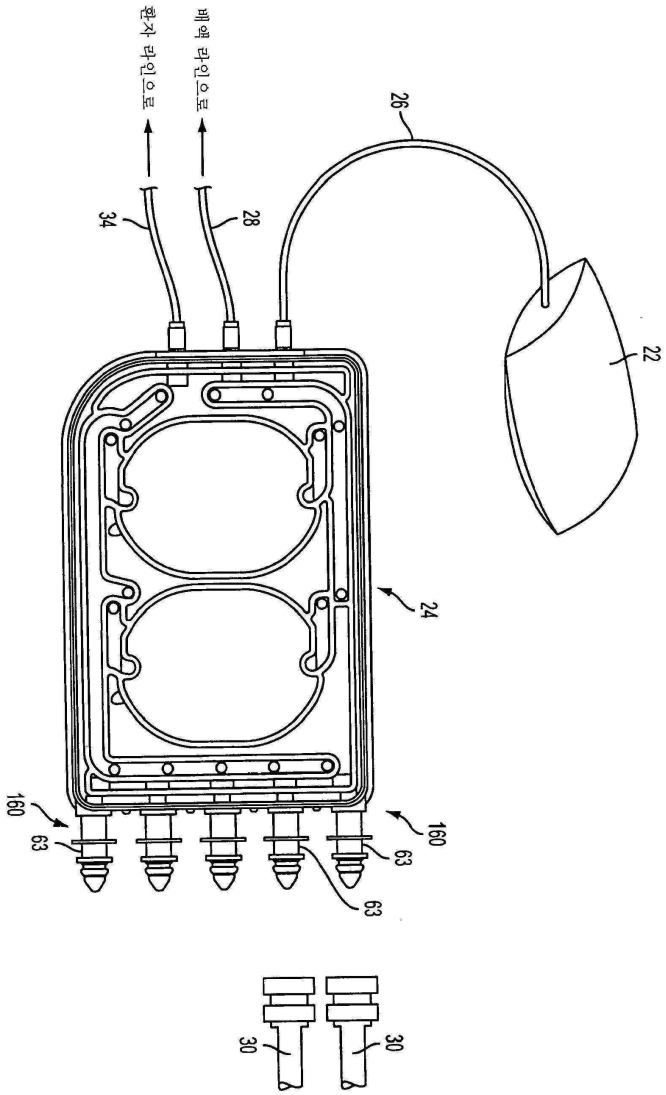
[0346] 본 발명의 태양이 특정 실시예와 함께 설명되었지만, 다수의 대안, 변경 및 변형도 가능함이 당업자들에게는 명백하다. 따라서, 본 명세서에서 설명된 본 발명의 실시예는 제한하려는 의도가 아니라 설명하고자 함이다. 다양한 변형예가 본 발명의 정신과 범위 내에서 이뤄질 수 있다.

도면

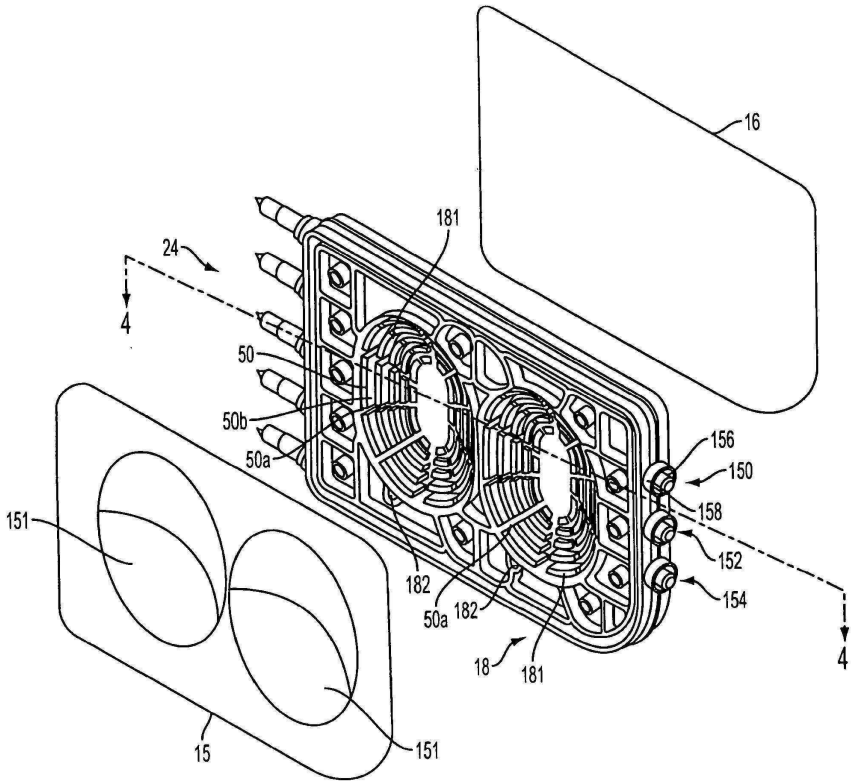
도면1



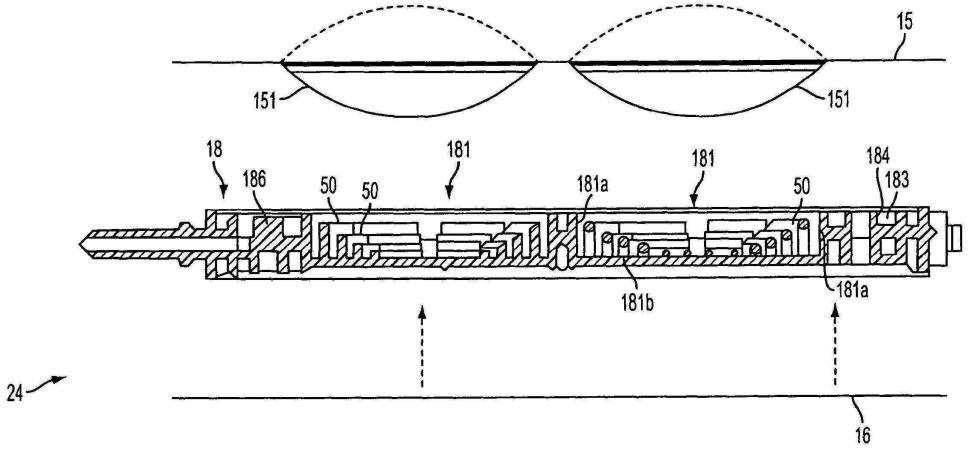
도면2



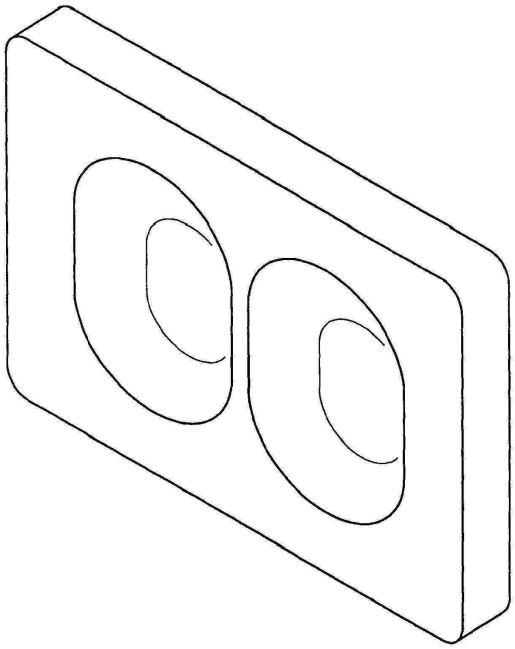
도면3


16
181
24
4
50
50b
50a
151
156
150
158
152
154
182
50a
182
18
181
4
15
151

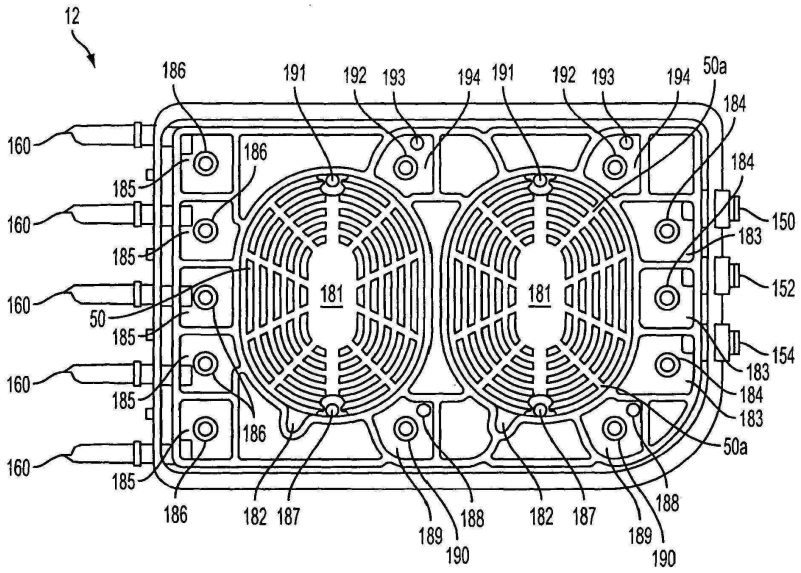
도면4


15
151
151
18
186
50
50
181
181a
181
50
184
183
181b
181a
24
16

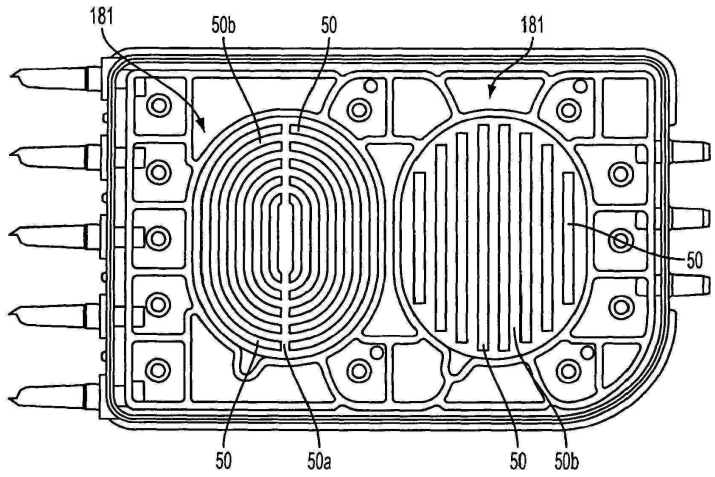
도면5



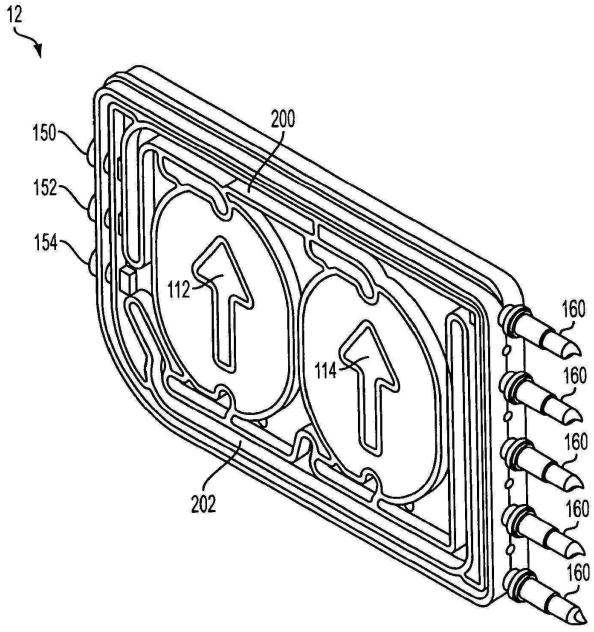
도면6


12
186
191
192
193
194
191
192
193
194
50a
184
160
186
184
185
150
183
160
185
152
160
181
181
50
185
154
160
183
185
184
186
183
160
50a
185
186
182
187
189
188
190
182
187
189
188
190

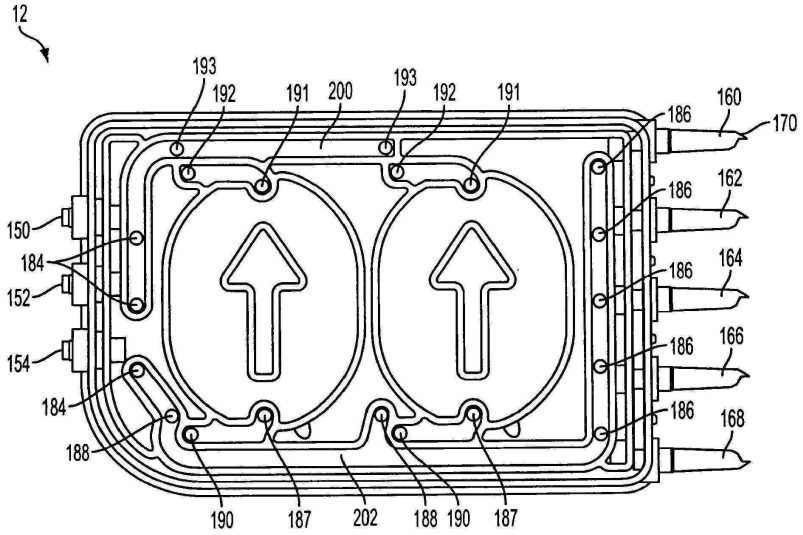
도면7


181
50b
50
181
50
50
50a
50
50b

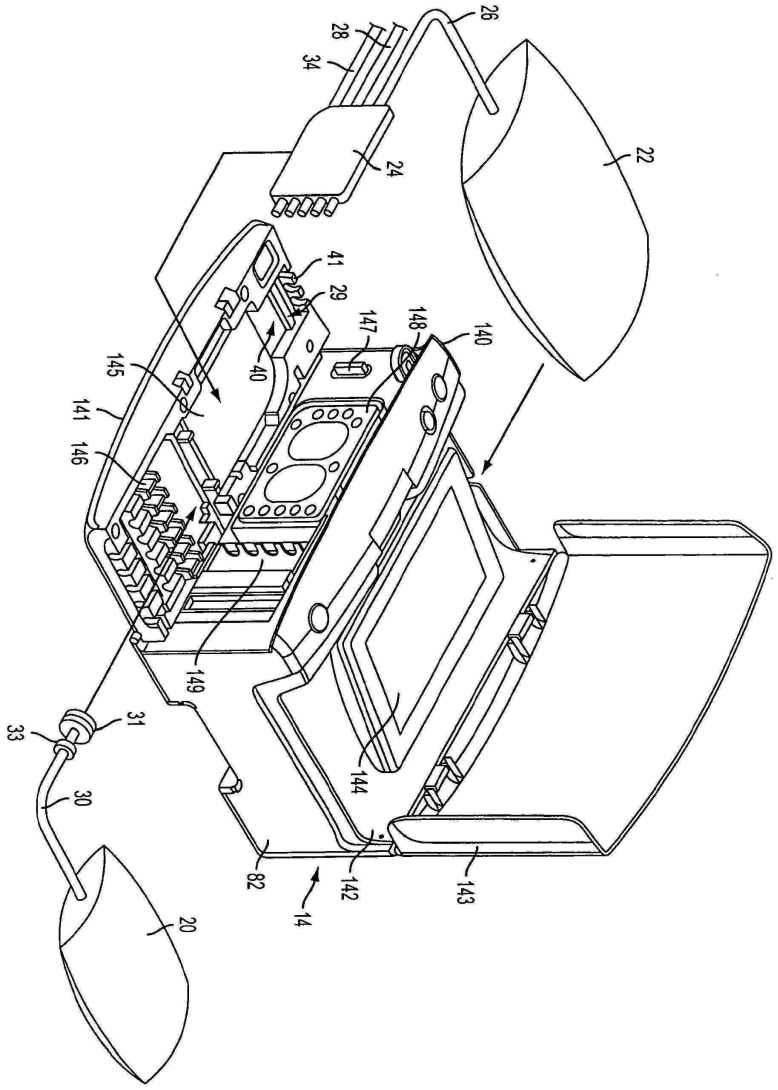
도면8


12
150
152
154
200
112
114
202
160
160
160
160
160

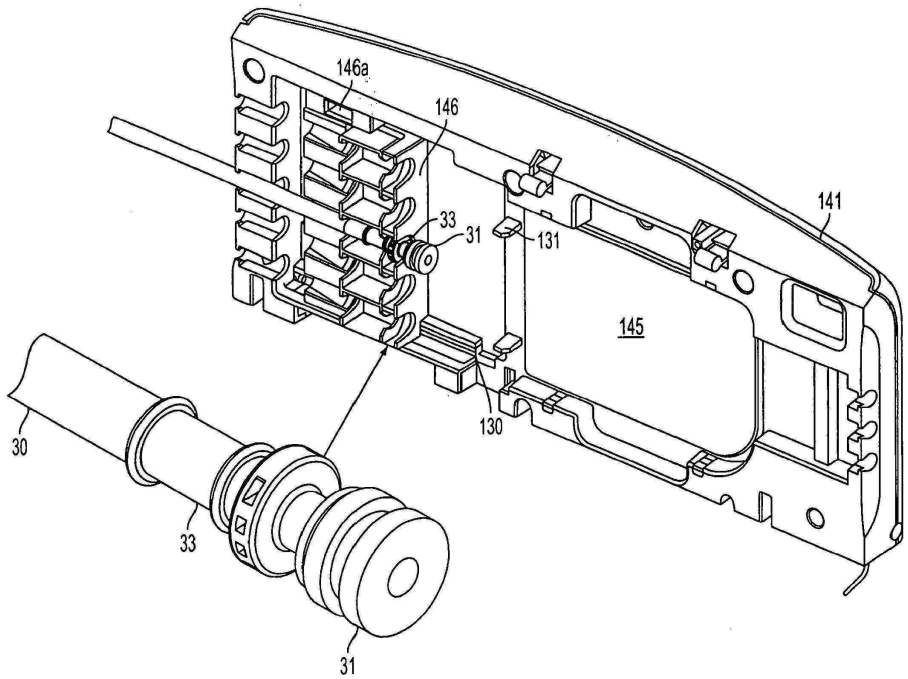
도면9


12
193
192
191
200
193
192
191
186
160
170
186
162
186
164
186
166
186
168
150
184
152
154
184
188
190
187
202
188
190
187

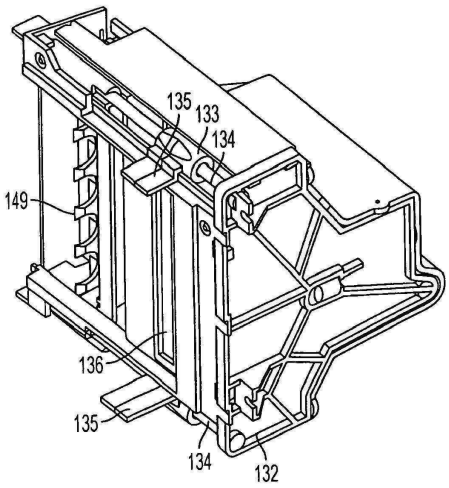
도면10


26
28
34
24
22
41
29
147
148
140
40
145
141
146
149
31
33
30
144
82
142
143
14
20

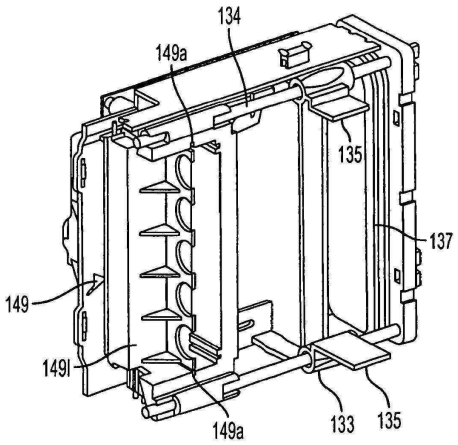
도면11


146a
146
141
33
31
131
145
130
30
33
31

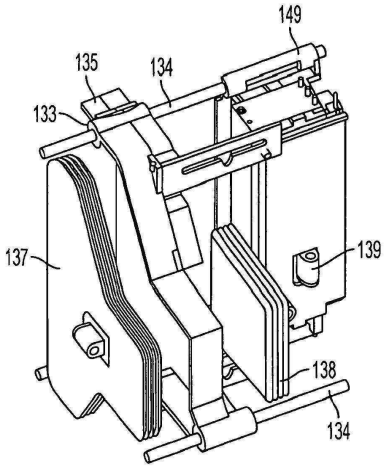
도면12


135
133
134
149
136
135
134
132

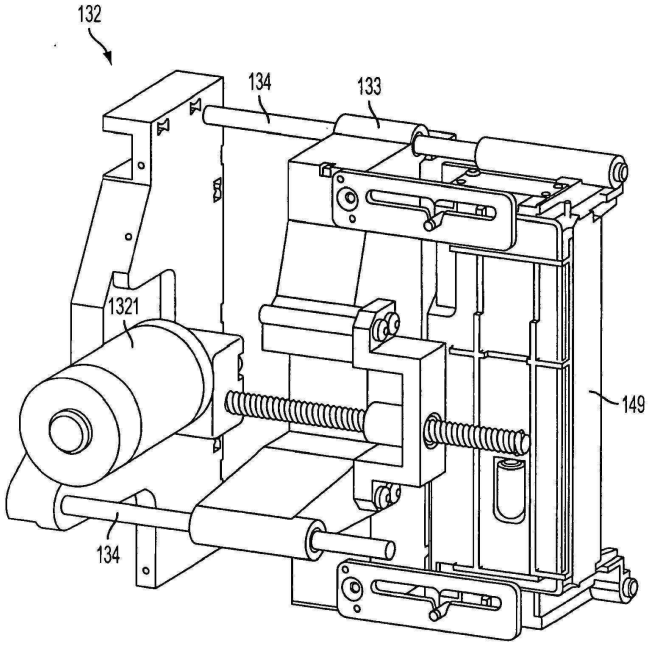
도면13



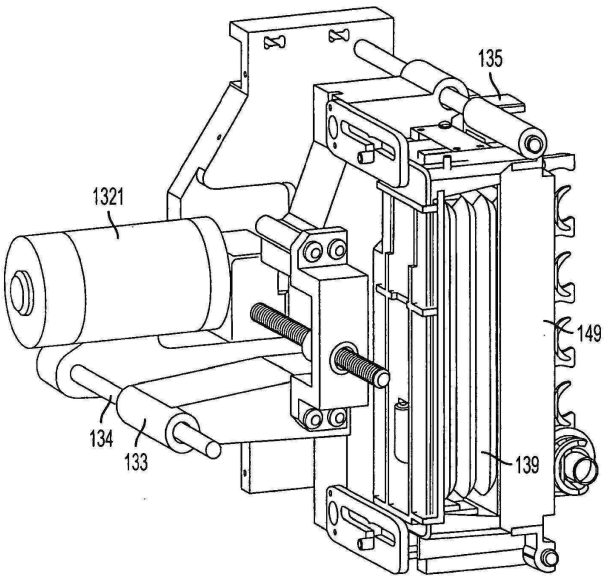
도면14



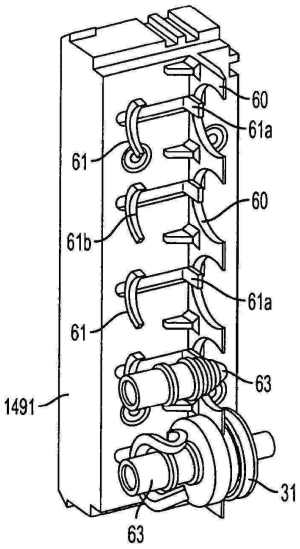
도면15



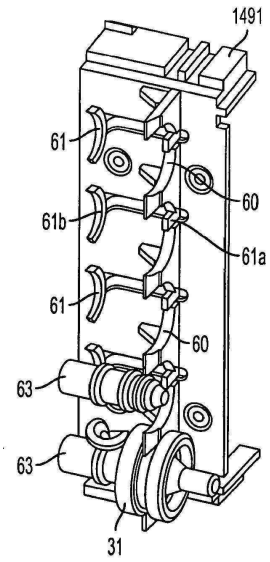
도면16



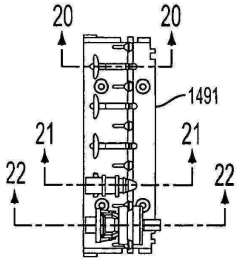
도면17



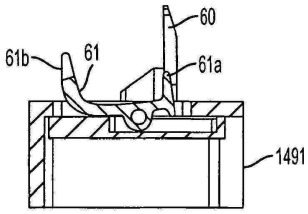
도면18



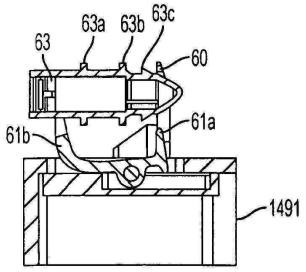
도면19



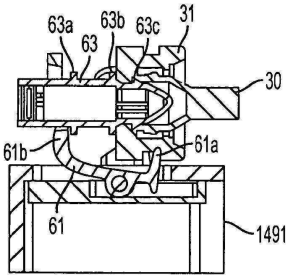
도면20



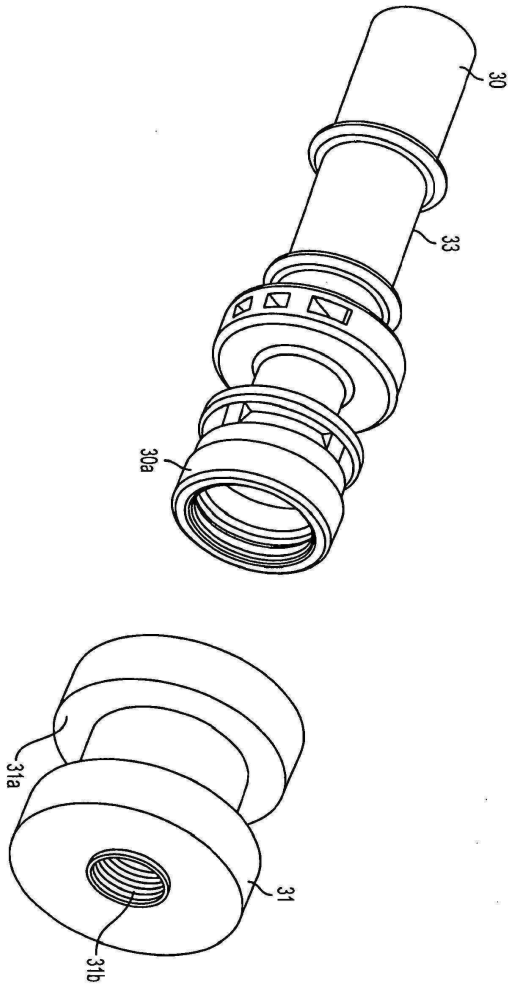
도면21



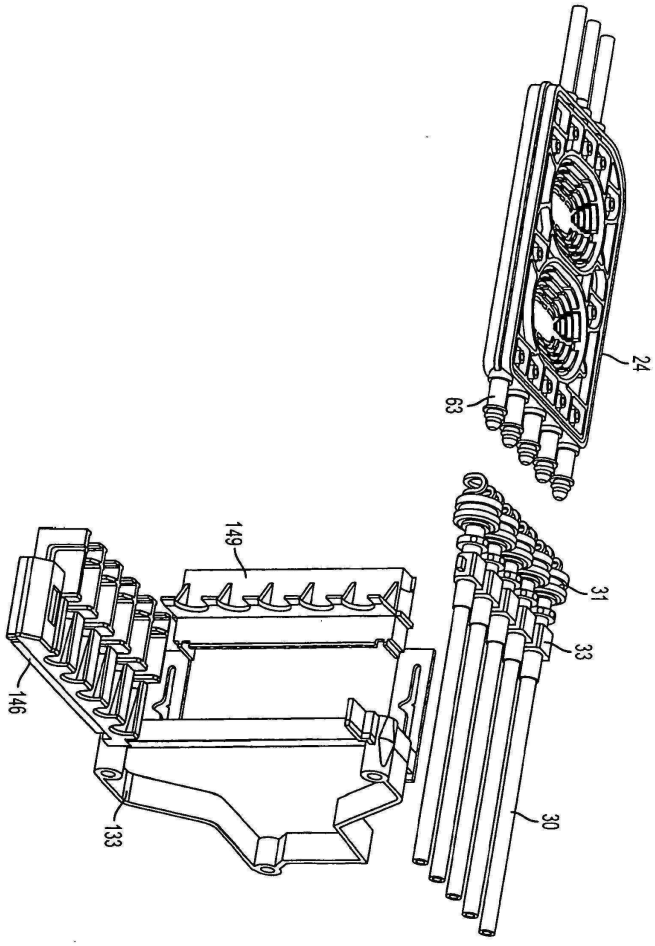
도면22



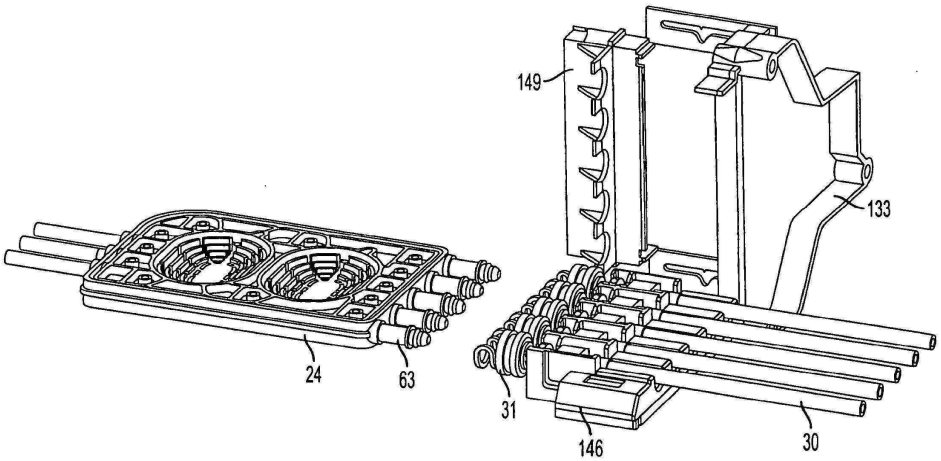
도면23



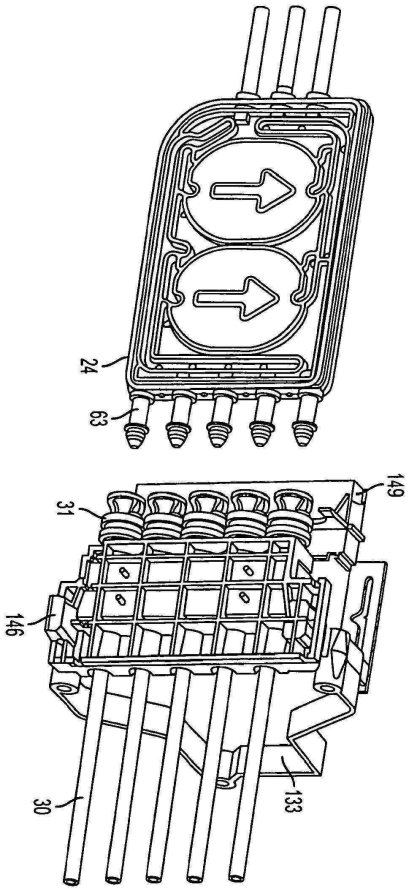
도면24



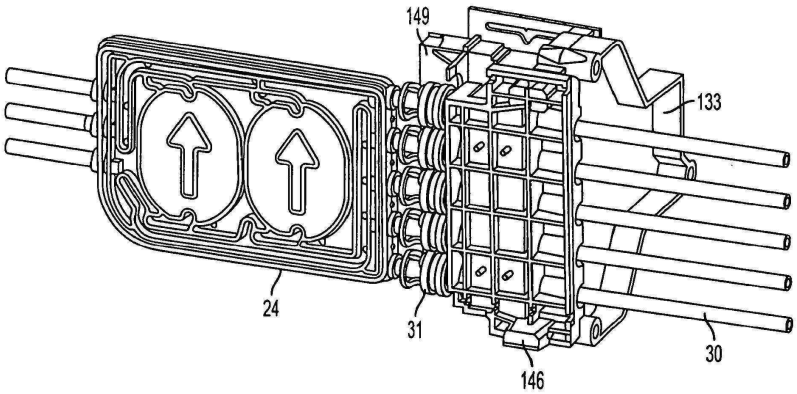
도면25



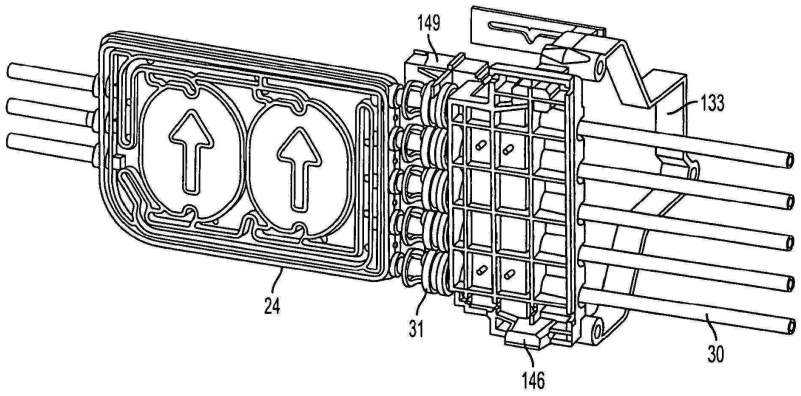
도면26



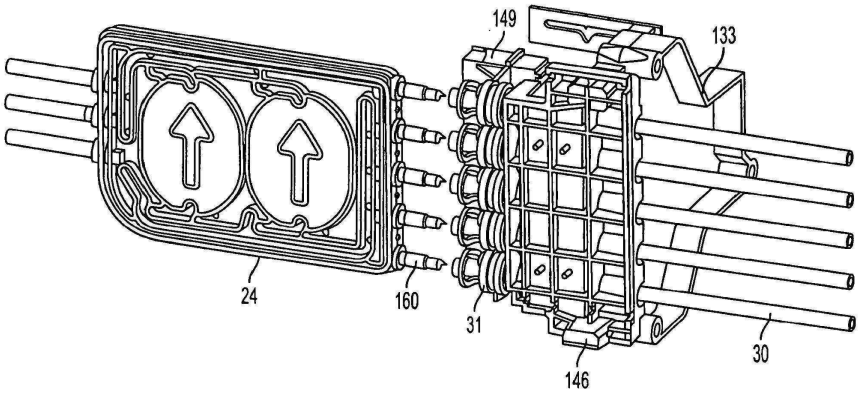
도면27



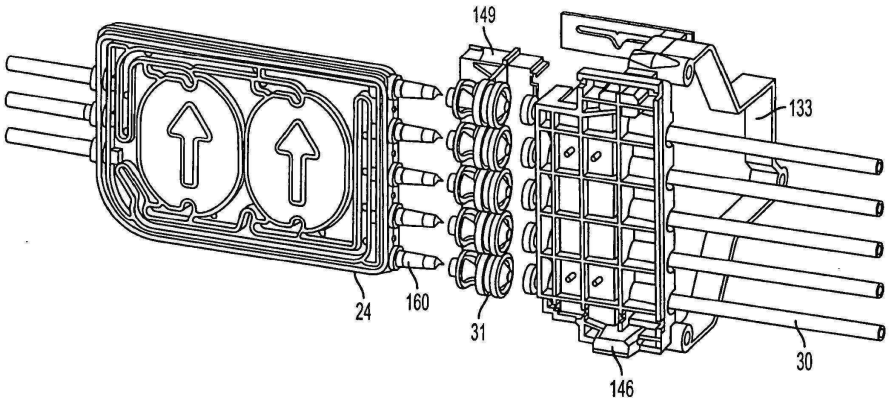
도면28



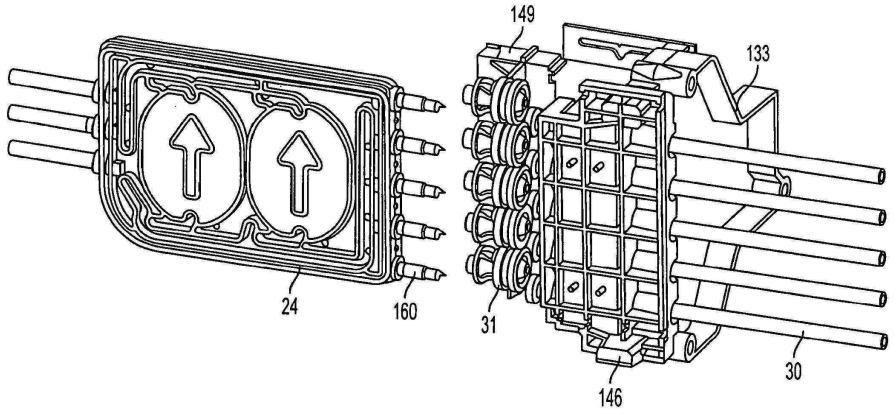
도면29



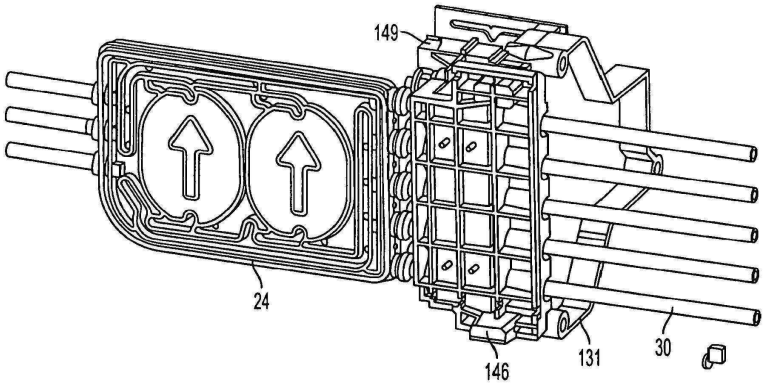
도면30



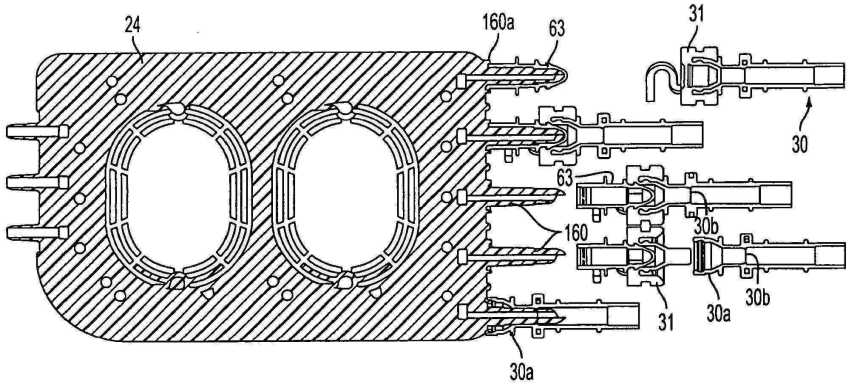
도면31



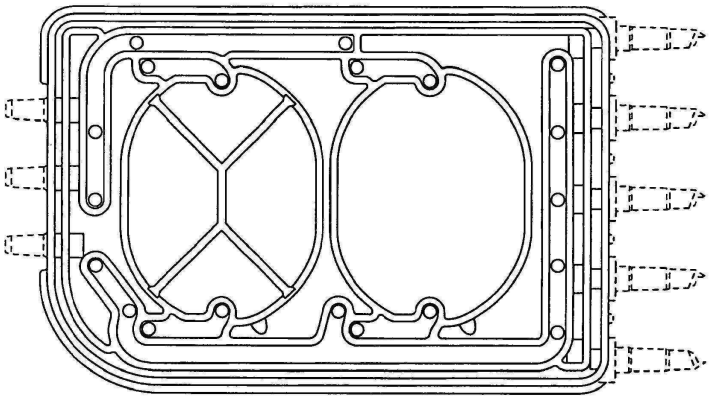
도면32



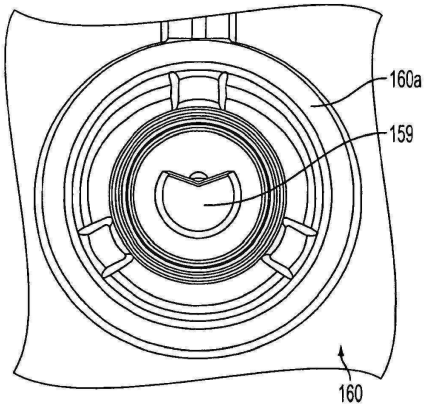
도면33



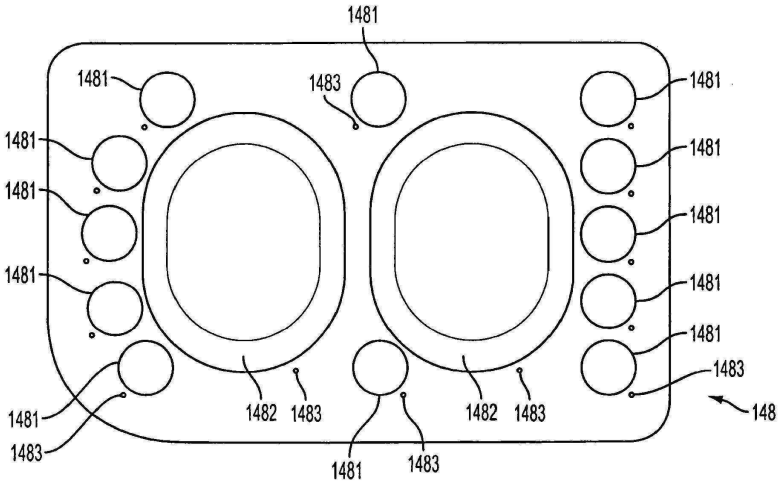
도면34



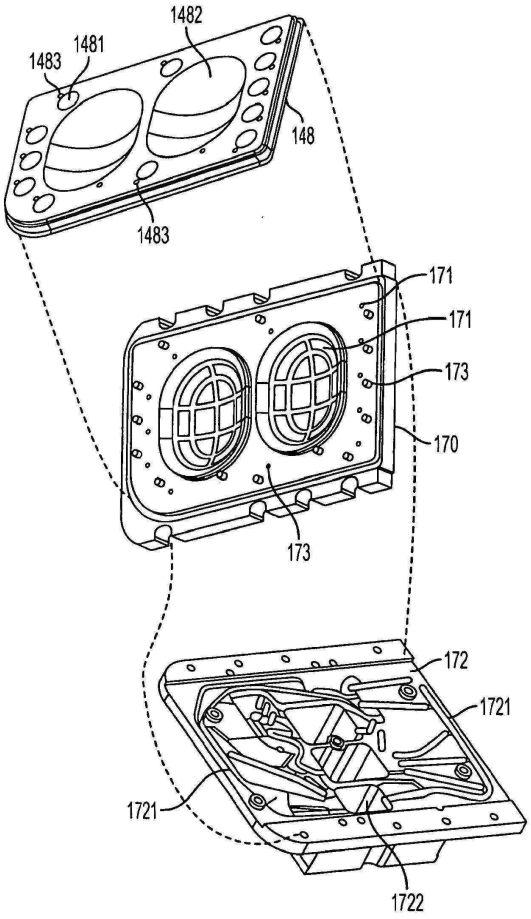
도면35



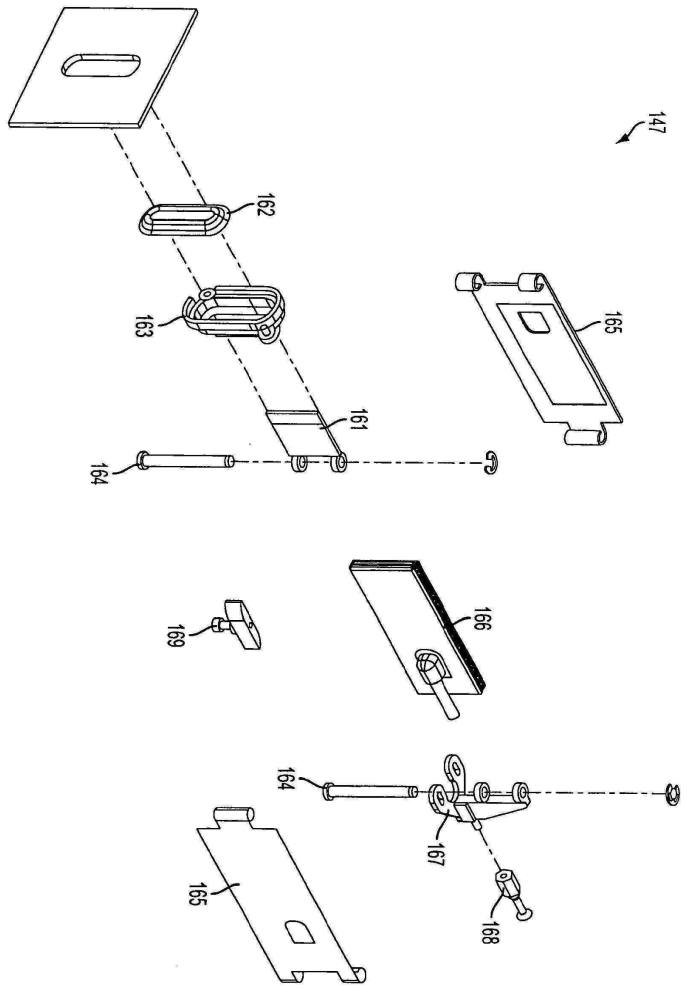
도면36



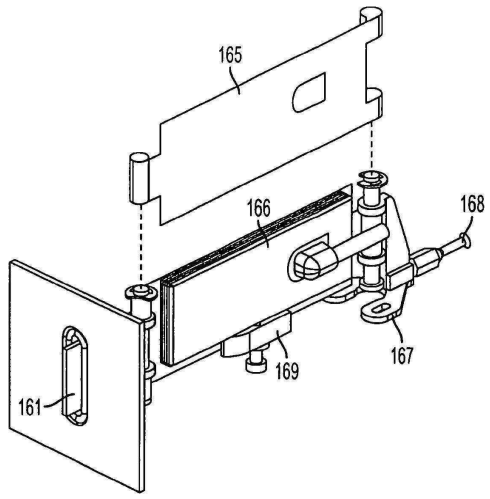
도면37



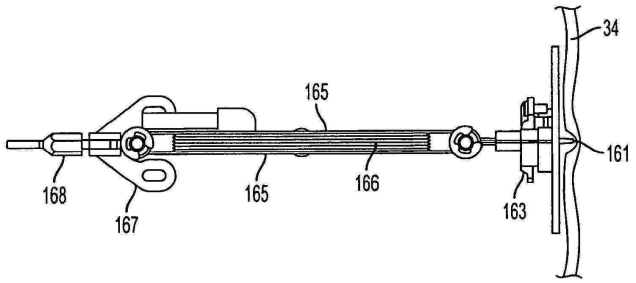
도면38


147
162
163
161
164
165
169
166
164
167
168
165

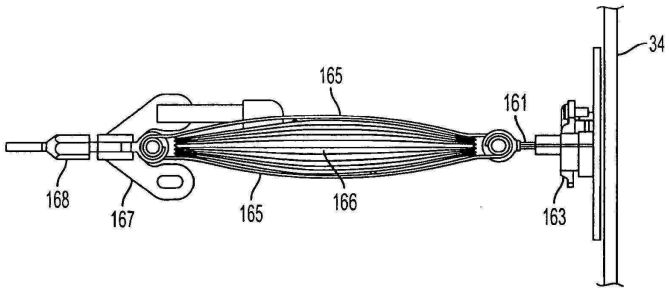
도면39


165
166
168
167
169
161

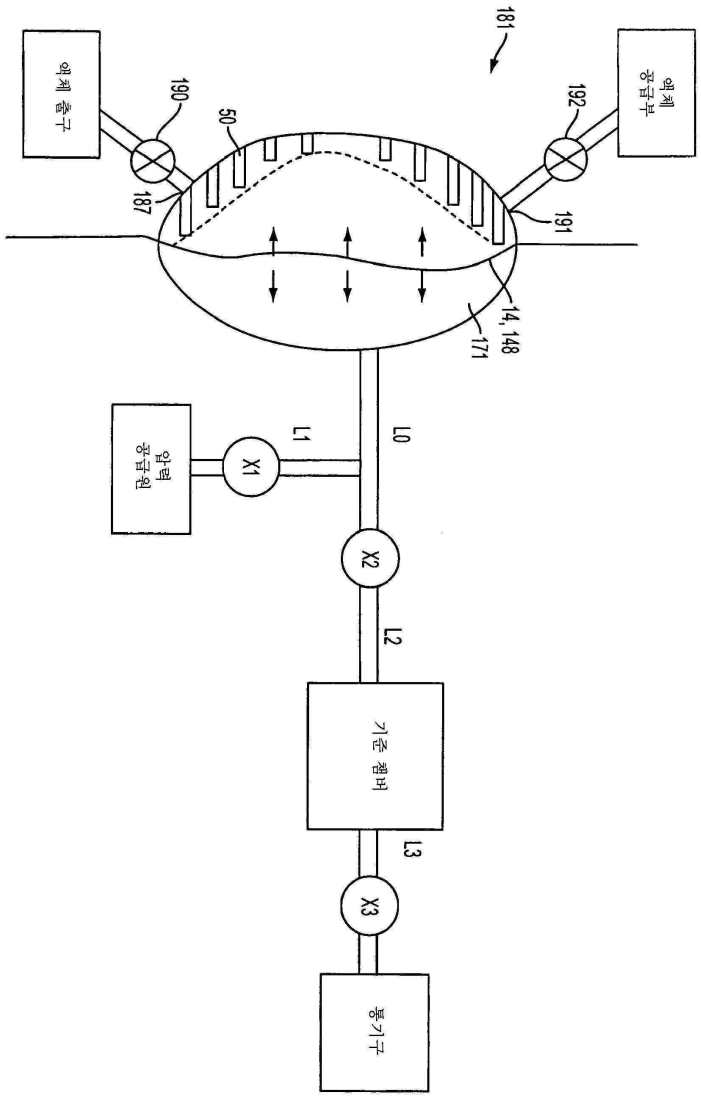
도면40



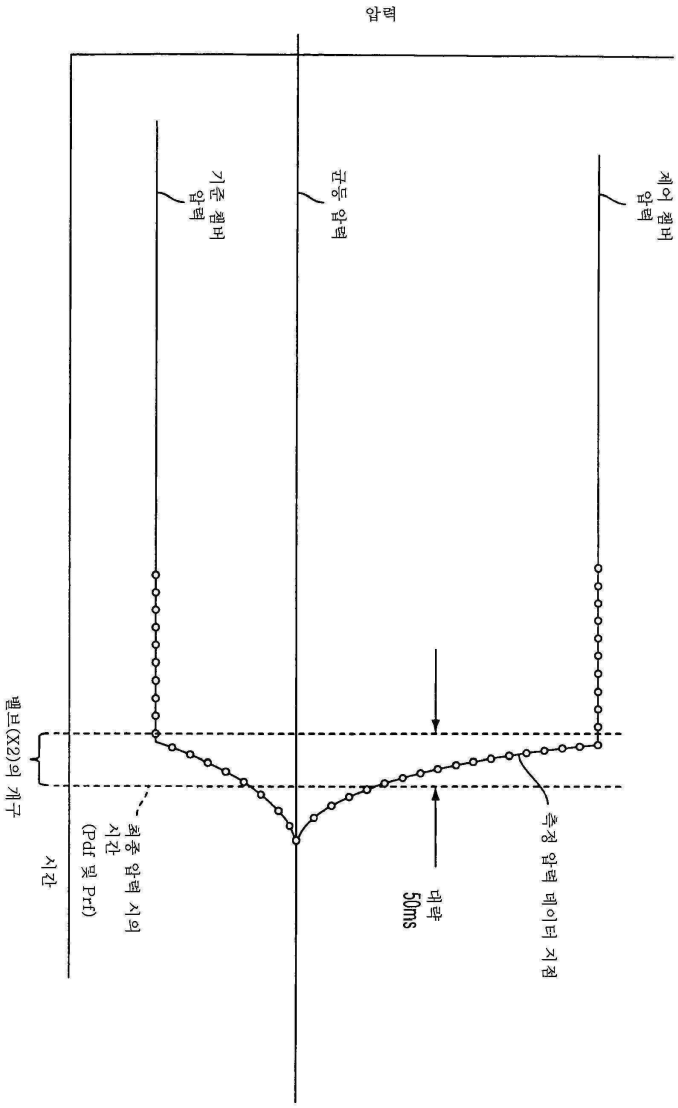
도면41



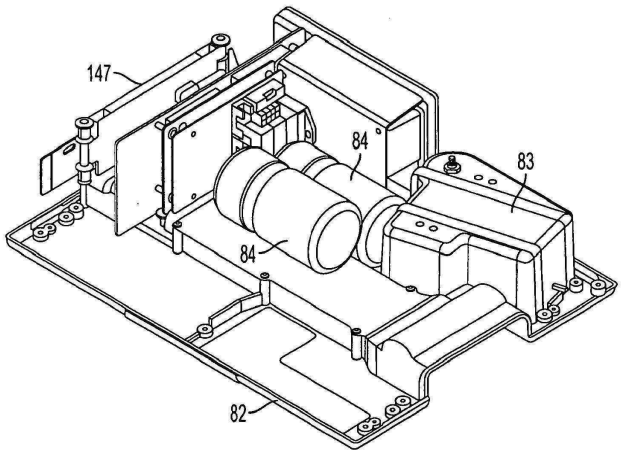
도면42


181
액체 출구
190
50
187
액체 공급부
192
191
14, 148
171
압력 공급원
X1
L1
L0
X2
L2
기준 챔버
L3
X3
흡기구

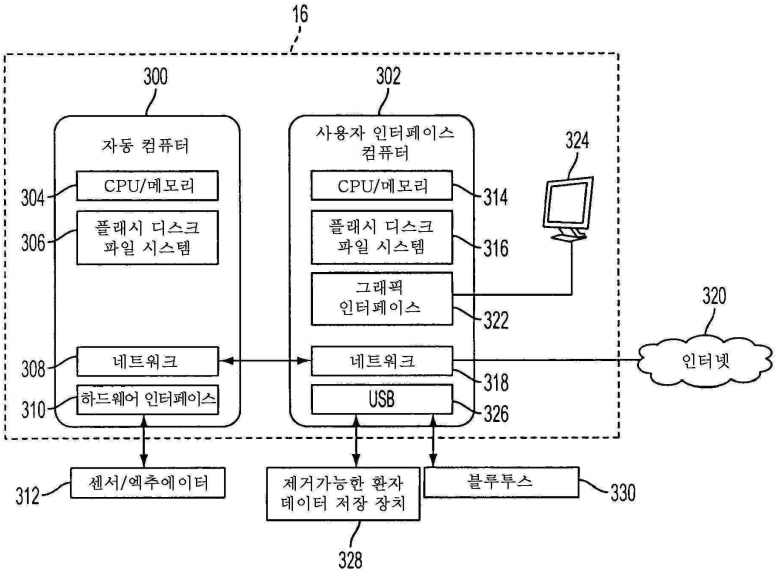
도면43


압력
기준 펌버 압력
균등 압력
제어 펌버 압력
밸브(X2)의 개구
시간
최종 압력 시의 시간 (Pdf 및 Prf)
대략 50ms
측정 압력 데이터 지점

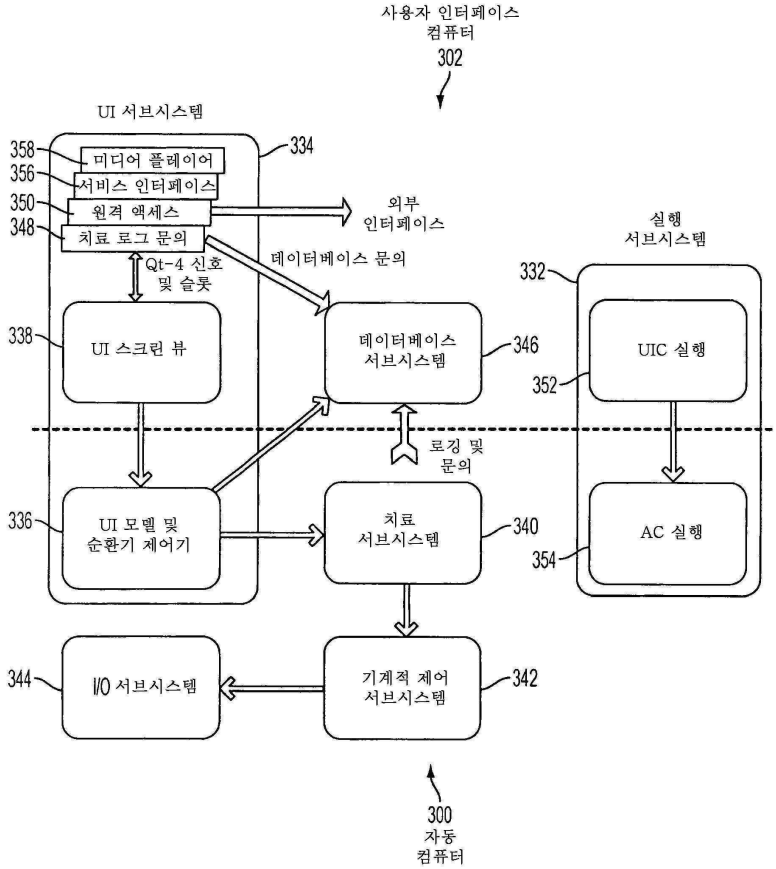
도면44


147
84
83
84
82

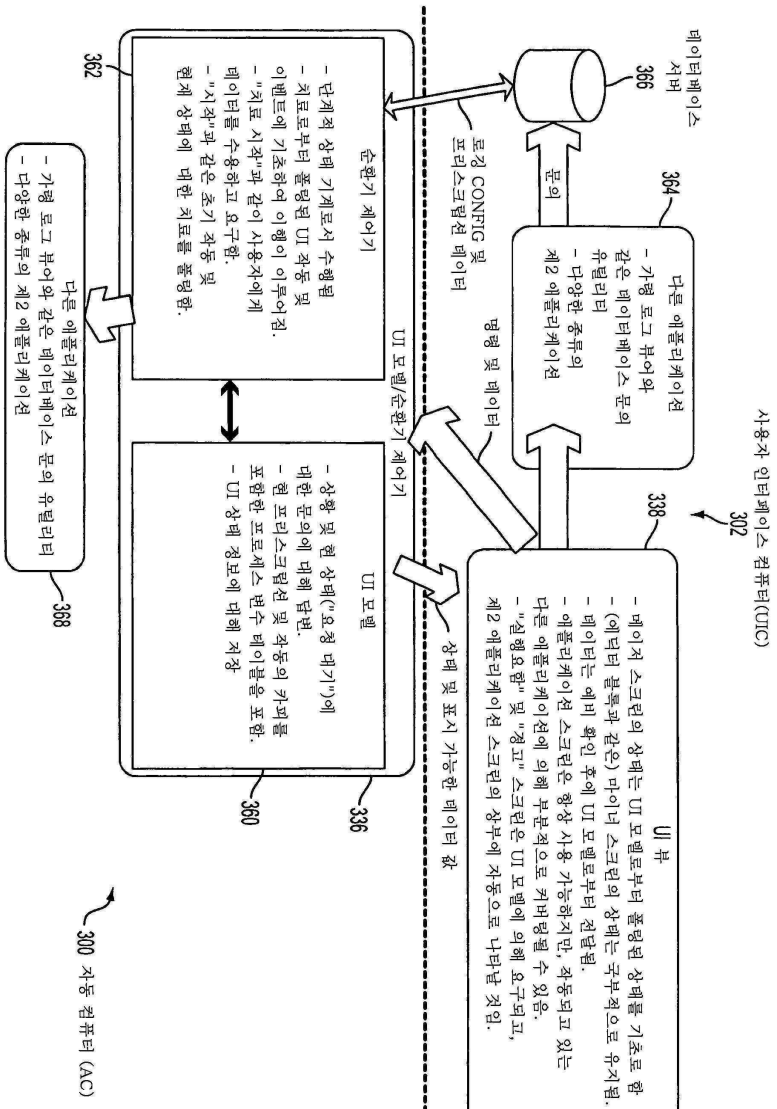
도면45


16
300
302
자동 컴퓨터
사용자 인터페이스 컴퓨터
CPU/메모리
304
플래시 디스크 파일 시스템
306
CPU/메모리
314
플래시 디스크 파일 시스템
316
그래픽 인터페이스
322
324
320
인터넷
네트워크
308
하드웨어 인터페이스
310
네트워크
318
USB
326
센서/엑추에이터
312
제거가능한 환자 데이터 저장 장치
328
블루투스
330

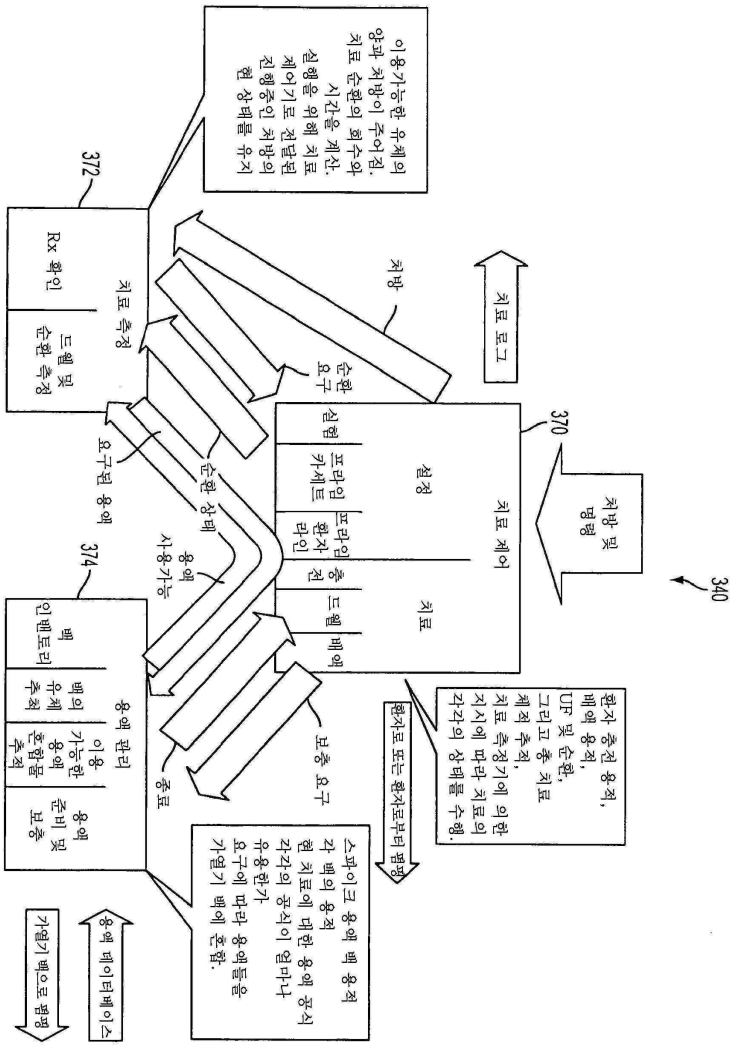
도면46


사용자 인터페이스 컴퓨터
302
UI 서브시스템
358
미디어 플레이어
356
서비스 인터페이스
350
원격 액세스
348
치료 로그 문의
334
외부 인터페이스
데이터베이스 문의
Qt-4 신호 및 슬롯
실행 서브시스템
332
UI 스크린 뷰
338
데이터베이스 서브시스템
346
UIC 실행
352
로깅 및 문의
UI 모델 및 순환기 제어기
336
치료 서브시스템
340
AC 실행
354
I/O 서브시스템
344
기계적 제어 서브시스템
342
300
자동 컴퓨터

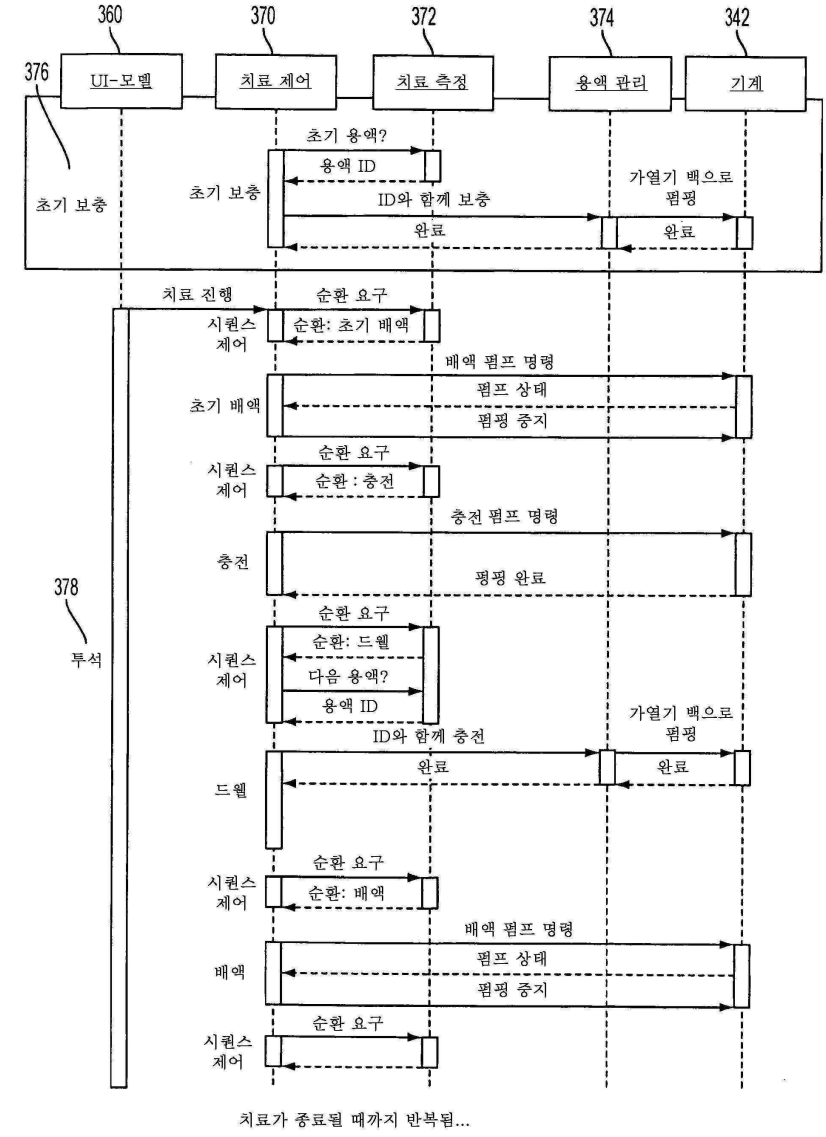
도면47


데이터베이스 서버
366
364
다른 애플리케이션
- 가령 로그 뷰어와 같은 데이터베이스 문의 유틸리티
- 다양한 종류의 제2 애플리케이션
문의
로깅 CONFIG 및 프리스크립션 데이터
명령 및 데이터
상태 및 표시 가능한 데이터 값
338
302
사용자 인터페이스 컴퓨터(UIC)
UI 뷰
- 데이저 스크린의 상태는 UI 모델로부터 폴링된 상태를 기초로 함
- (에덕터 블록과 같은) 마이너 스크린의 상태는 국부적으로 유지됨.
- 데이터는 에비 확인 후에 UI 모델로부터 전달됨.
- 애플리케이션 스크린은 항상 사용 가능하지만, 작동되고 있는 다른 애플리케이션에 의해 부분적으로 커버링될 수 있음.
- "실행요함" 및 "경고" 스크린은 UI 모델에 의해 요구되고, 제2 애플리케이션 스크린의 상부에 자동으로 나타날 것임.
UI 모델/순환기 제어기
362
순환기 제어기
- 단계적 상태 기계로서 수행됨
- 치료로부터 폴링된 UI 작동 및 이벤트에 기초하여 이행이 이루어짐.
- "치료 시작"과 같이 사용자에게 데이터를 수용하고 요구함.
- "시작"과 같은 초기 작동 및 현재 상태에 대한 치료를 폴링함.
UI 모델
- 상황 및 현 상태("요청 대기")에 대한 문의에 대해 답변.
- 현 프리스크립션 및 작동의 카피를 포함한 프로세스 변수 테이블을 포함.
- UI 상태 정보에 대해 저장
360
336
다른 애플리케이션
- 가령 로그 뷰어와 같은 데이터베이스 문의 유틸리티
- 다양한 종류의 제2 애플리케이션
368
300 자동 컴퓨터 (AC)

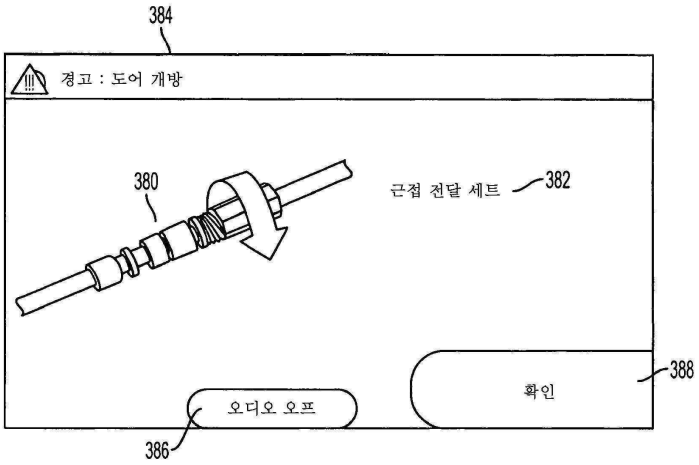
도면48


이용가능한 유체의 양과 처방이 주어짐.
치료 순환의 회수와 시간을 계산.
실행을 위해 치료 제어기로 전달됨
진행중인 처방의 현 상태를 유지
372
치료 측정
Rx 확인
드웰 및 순환 측정
처방
치료 로그
순환 요구
370
설정
실험
프라임 카세트
프라임 환자 라인
치료 제어
치료
층 전
드웰 배액
처방 및 명령
340
요구된 용액
순환 상태
용액 사용가능
374
용액 관리
백 인벤토리
백의 유체 추적
이용 가능한 용액 혼합물 추적
용액 준비 및 보충
환자 충전 용적, 배액 용적, UF 및 순환, 그리고 총 치료 체적 측정, 치료 측정기에 의한 지시에 따라 치료의 각각의 상태를 수행.
환자로 또는 환자로부터 펌핑
보충 요구
종료
스파이크 용액 백 용적
각 백의 용적
현 치료에 대한 용액 공식
각각의 공식이 얼마나 유용한가
요구에 따라 용액들을 가열기 백에 혼합.
용액 데이터베이스
가열기 백으로 펌핑

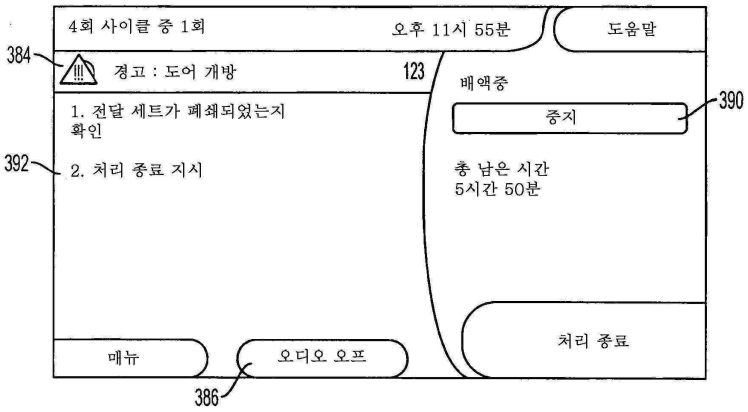
도면49


360
370
372
374
342
376
UI-모델
치료 제어
치료 측정
용액 관리
기계
초기 보충
초기 용액?
용액 ID
초기 보충
ID와 함께 보충
가열기 백으로 펌핑
완료
완료
치료 진행
순환 요구
시퀀스 제어
순환: 초기 배액
배액 펌프 명령
펌프 상태
초기 배액
펌핑 중지
순환 요구
시퀀스 제어
순환 : 충전
충전 펌프 명령
충전
펌핑 완료
378
투석
순환 요구
순환: 드웰
시퀀스 제어
다음 용액?
용액 ID
가열기 백으로 펌핑
ID와 함께 충전
완료
완료
드웰
순환 요구
시퀀스 제어
순환: 배액
배액 펌프 명령
펌프 상태
배액
펌핑 중지
순환 요구
시퀀스 제어
치료가 종료될 때까지 반복됨...

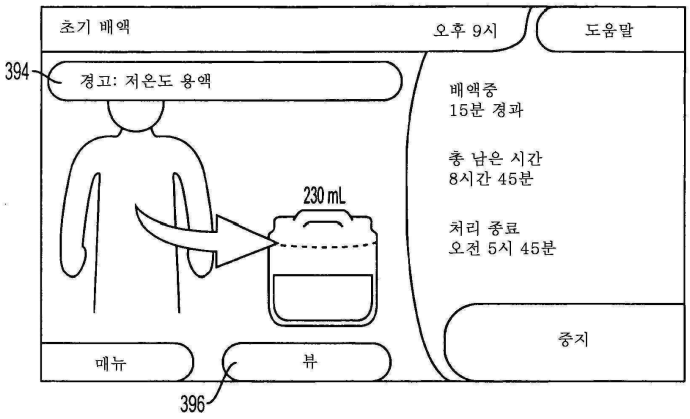
도면50


384
경고 : 도어 개방
380
근접 전달 세트
382
388
확인
오디오 오프
386

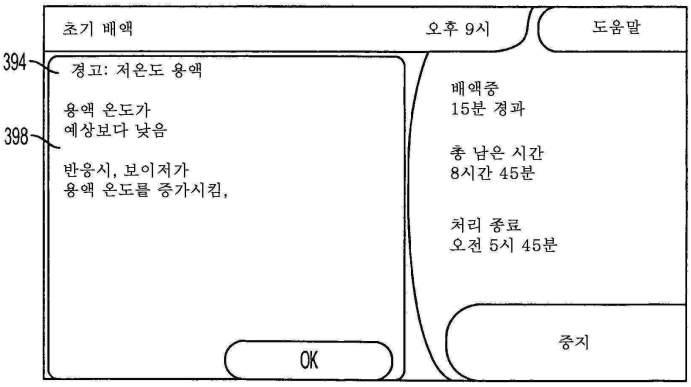
도면51



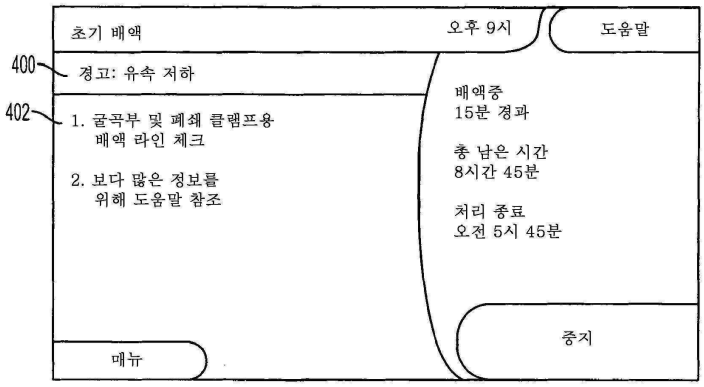
도면52



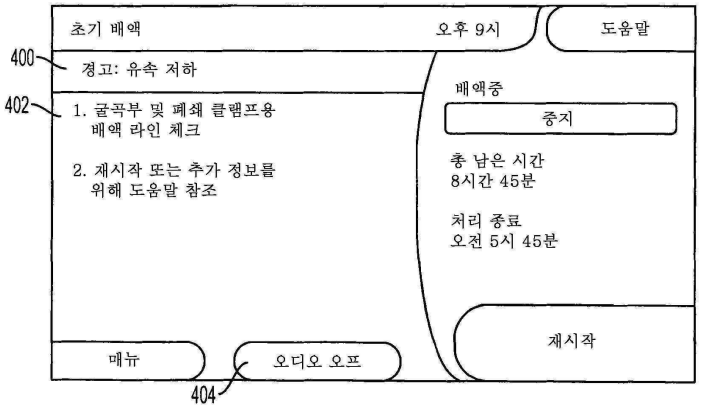
도면53



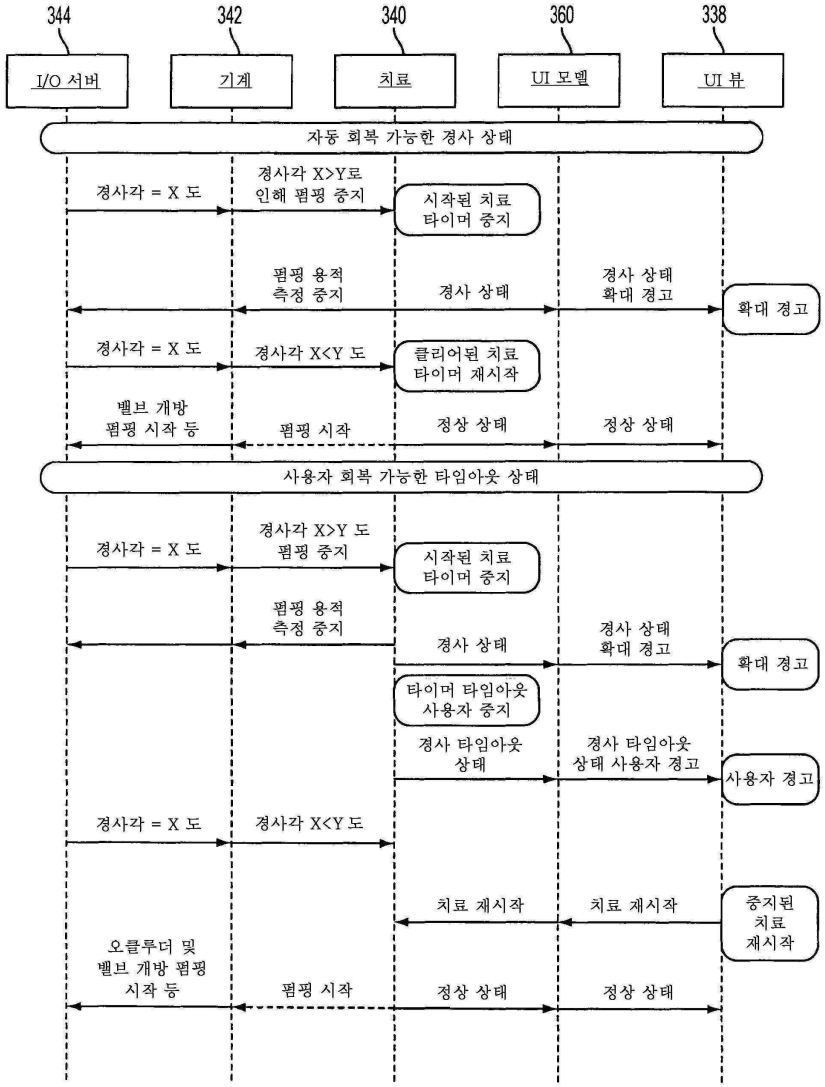
도면54


초기 배액
오후 9시
도움말
400
경고: 유속 저하
402
1. 굴곡부 및 폐쇄 클램프용
배액 라인 체크
2. 보다 많은 정보를
위해 도움말 참조
배액중
15분 경과
총 남은 시간
8시간 45분
처리 종료
오전 5시 45분
중지
매뉴

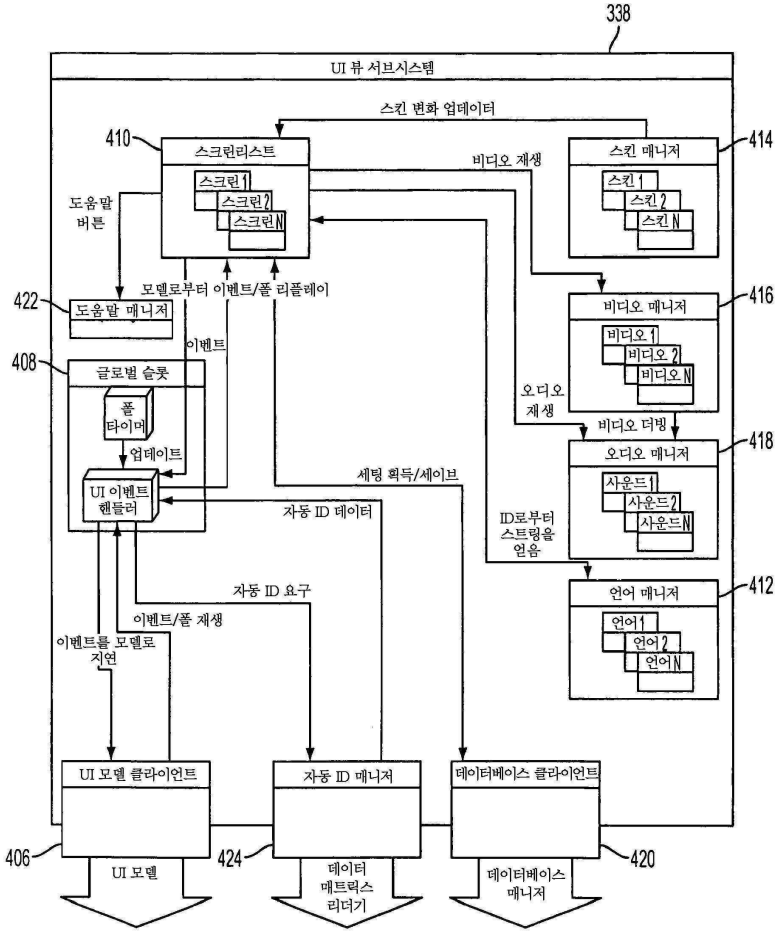
도면55


초기 배액
오후 9시
도움말
400
경고: 유속 저하
402
1. 굴곡부 및 폐쇄 클램프용
배액 라인 체크
2. 재시작 또는 추가 정보를
위해 도움말 참조
배액중
중지
총 남은 시간
8시간 45분
처리 종료
오전 5시 45분
재시작
매뉴
오디오 오프
404

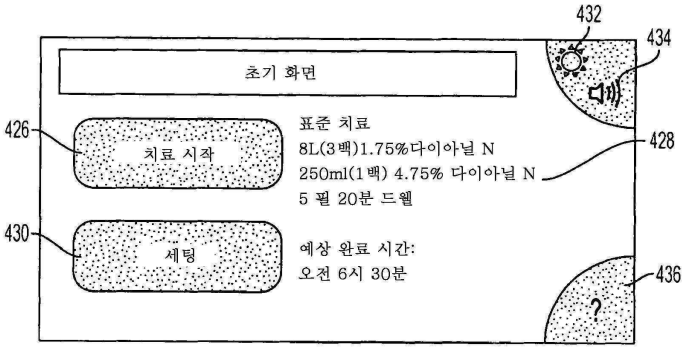
도면56


344
342
340
360
338
I/O 서버
기계
치료
UI 모델
UI 뷰
자동 회복 가능한 경사 상태
경사각 = X 도
경사각 X>Y로 인해 펌핑 중지
시작된 치료 타이머 중지
펌핑 용적 측정 중지
경사 상태
경사 상태 확대 경고
확대 경고
경사각 = X 도
경사각 X<Y 도
클리어된 치료 타이머 재시작
벨브 개방 펌핑 시작 등
펌핑 시작
정상 상태
정상 상태
사용자 회복 가능한 타임아웃 상태
경사각 = X 도
경사각 X>Y 도 펌핑 중지
시작된 치료 타이머 중지
펌핑 용적 측정 중지
경사 상태
경사 상태 확대 경고
확대 경고
타이머 타임아웃 사용자 중지
경사 타임아웃 상태
경사 타임아웃 상태 사용자 경고
사용자 경고
경사각 = X 도
경사각 X<Y 도
치료 재시작
치료 재시작
중지된 치료 재시작
오클루더 및 벨브 개방 펌핑 시작 등
펌핑 시작
정상 상태
정상 상태

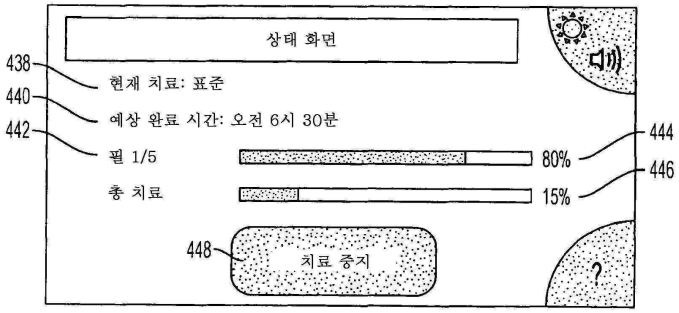
도면57


338
UI 뷰 서브시스템
스킨 변화 업데이터
410
스크린리스트
스크린1
스크린2
스크린N
414
스킨 매니저
스킨1
스킨2
스킨N
비디오 재생
도움말 버튼
422
도움말 매니저
모델로부터 이벤트/폴 리폴레이
416
비디오 매니저
비디오1
비디오2
비디오N
이벤트
408
글로벌 슬롯
폴 타이머
업데이트
오디오 재생
비디오 더빙
418
오디오 매니저
사운드1
사운드2
사운드N
세팅 획득/세이브
UI 이벤트 핸들러
자동 ID 데이터
ID로부터 스트링을 얻음
412
언어 매니저
언어1
언어2
언어N
자동 ID 요구
이벤트/폴 재생
이벤트를 모델로 지연
UI 모델 클라이언트
자동 ID 매니저
데이터베이스 클라이언트
406
424
420
UI 모델
데이터 매트릭스 리더기
데이터베이스 매니저

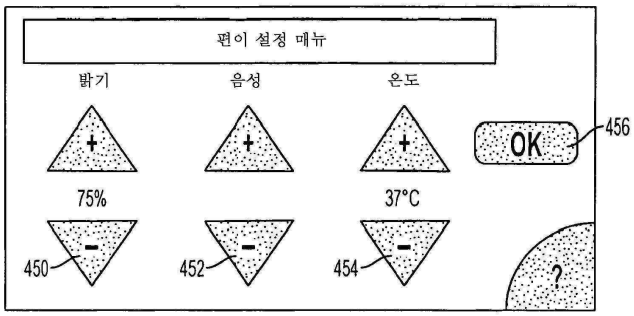
도면58


432
434
초기 화면
426
치료 시작
표준 치료
8L(3백)1.75%다이아닐 N
250ml(1백) 4.75% 다이아닐 N
428
5 펄 20분 드웰
430
세팅
예상 완료 시간:
오전 6시 30분
436
?

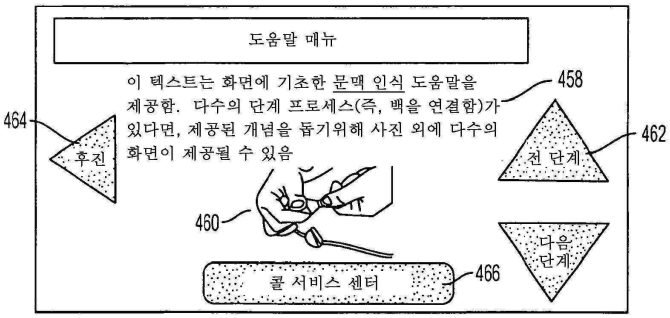
도면59



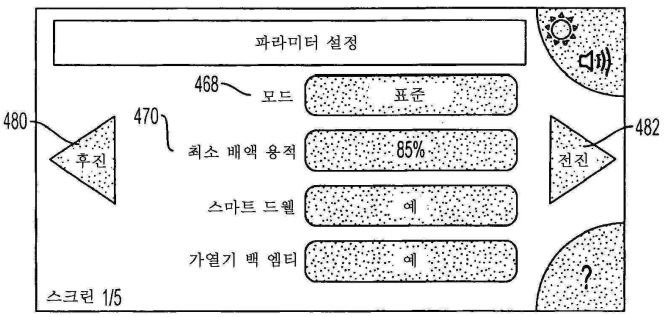
도면60



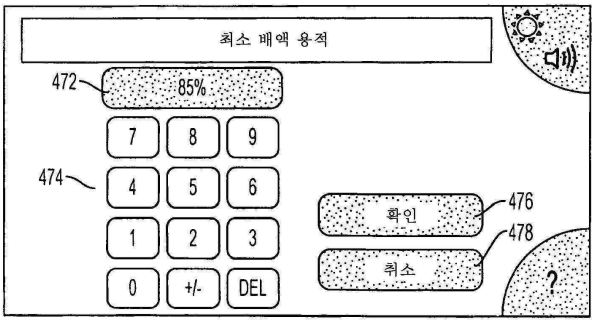
도면61



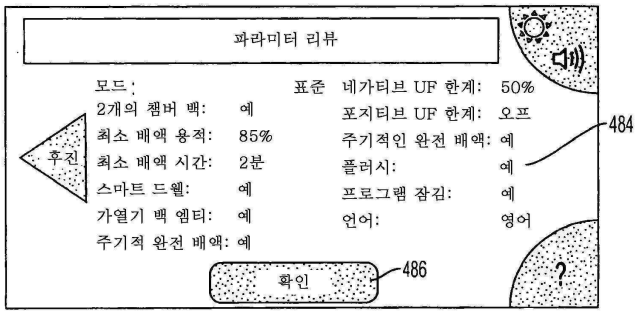
도면62



도면63



도면64



도면65

