(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0166721
(43) 공개일자 2022년12월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 29/90 (2006.01) *B01D 27/00* (2006.01)
B01D 29/60 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 29/908 (2013.01)
B01D 27/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0064295
(22) 출원일자 2022년05월25일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
21178687.6 2021년06월10일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
레비트로닉스 게엠베하
스위스 씨에이치-8005 취리히 테크노파크스트라세 1
(72) 발명자
시빌리아 안토니
스위스 8157 딜스도르프 반호프슈트라세 29아
스토클리 시몬
스위스 8305 디틀리콘 리트뮐레슈트라쎄 10
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 15 항

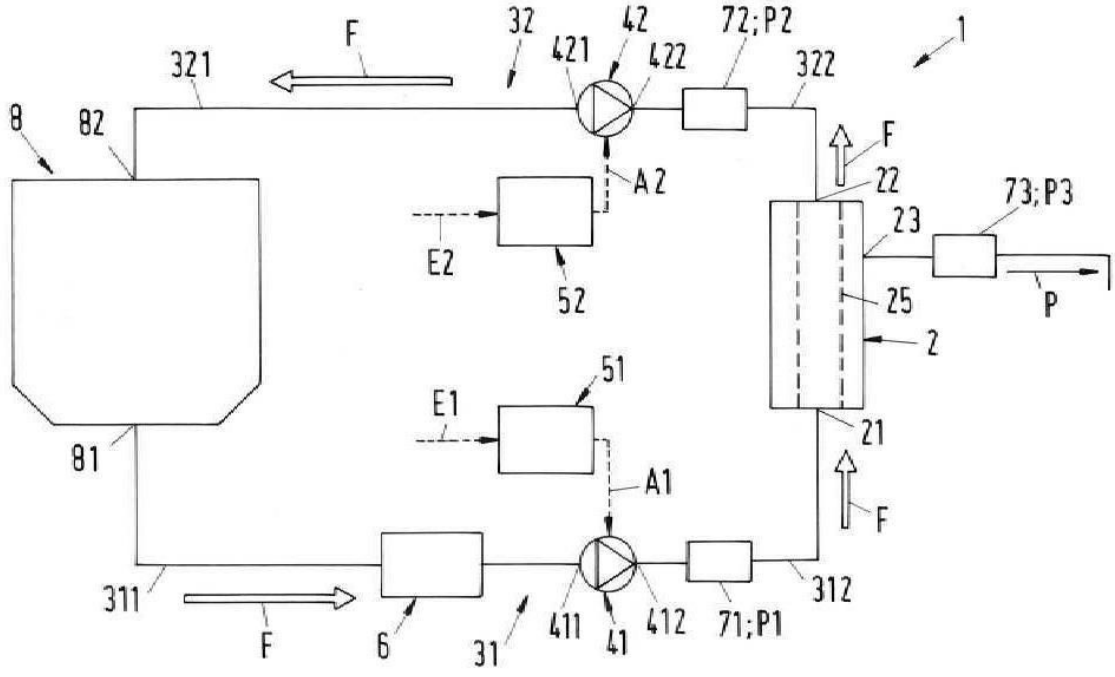
(54) 발명의 명칭 **유체의 접선류 여과를 위한 장치 및 방법**

(57) 요 약

유체를 위한 제 1 유체 개구(21) 및 제 2 유체 개구(22)와 필터 요소(25) 및 유체로부터 여과된 투과액을 배출하기 위한 투과액 개구(23)를 갖는 필터 유닛(2)을 포함하는 유체의 접선류 여과를 위한 장치가 제안되며, 장치는 제 1 유체 개구(21)를 유체를 위한 저장소(8)에 접속할 수 있는 제 1 흐름 접속부(31) 및 제 2 유체 개구(22)를

(뒷면에 계속)

대 표 도



유체를 위한 저장소(8)에 접속할 수 있는 제 2 흐름 접속부(32)를 더 포함하고, 유체를 저장소(8)로부터 필터 유닛(2)으로 이송할 수 있는 제 1 원심 펌프(41)가 제 1 흐름 접속부(31)에 제공되고, 제 1 제어 유닛(51)이 제 1 원심 펌프(41)를 작동시키기 위해 제공되고, 필터 유닛(2)은 필터 유닛(2) 내에서 접선류 여과를 위한 유체가 필터 요소(25)에 대해 실질적으로 평행하게 흐를 수 있도록 설계된다. 유체를 위한 제 2 원심 펌프(42)가 제 2 흐름 접속부(32)에 제공되고, 이것을 사용하여 제 2 유체 개구(22)에서 역압이 생성되고, 제 2 원심 펌프(42)를 작동시키기 위한 제 2 제어 유닛(52)이 제공된다. 더욱이, 접선류 여과를 위한 방법이 제안된다.

(52) CPC특허분류

B01D 29/606 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

유체를 위한 제 1 유체 개구(21) 및 제 2 유체 개구(22)와 필터 요소(25) 및 상기 유체로부터 여과된 투과액을 배출하기 위한 투과액 개구(23)를 갖는 필터 유닛(2)을 포함하는 유체의 접선류 여과를 위한 장치로서,

상기 장치는 상기 제 1 유체 개구(21)를 상기 유체를 위한 저장소(8)에 접속시킬 수 있는 제 1 흐름 접속부(31) 및 상기 제 2 유체 개구(22)를 상기 유체를 위한 저장소(8)에 접속시킬 수 있는 제 2 흐름 접속부(32)를 더 포함하고, 상기 유체를 상기 저장소(8)로부터 상기 필터 유닛(2)으로 이송할 수 있는 제 1 원심 펌프(41)가 상기 제 1 흐름 접속부(31)에 제공되고, 제 1 제어 유닛(51)이 상기 제 1 원심 펌프(41)를 작동시키기 위해 제공되고, 상기 필터 유닛(2)은 상기 필터 유닛(2) 내에서 접선류 여과를 위한 상기 유체가 상기 필터 요소(25)에 대해 실질적으로 평행하게 흐를 수 있도록 설계되고, 상기 유체를 위한 제 2 원심 펌프(42)가 상기 제 2 흐름 접속부(32)에 제공되고, 이로 인해 역압(counter-pressure)이 상기 제 2 유체 개구(22)에서 생성될 수 있고, 제 2 제어 유닛(52)이 상기 제 2 원심 펌프(42)를 작동시키기 위해 제공되는, 유체의 접선류 여과를 위한 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 흐름 접속부(31)를 통한 상기 유체의 유량을 결정하기 위한 흐름 센서(6)를 구비하고, 상기 제 1 제어 유닛(51)은 상기 제 1 원심 펌프(41)의 작동 파라미터, 특히 회전 속도를 통해 상기 유량에 대해 요구되는 값을 조정할 수 있도록 설계되는, 유체의 접선류 여과를 위한 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

막관통 압력을 상기 필터 요소(25)를 통해 압력 센서로 결정할 수 있도록 배치되는 복수의 압력 센서(71, 72, 73)가 제공되고, 상기 제 2 제어 유닛(52)은 상기 제 2 원심 펌프(42)의 작동 파라미터, 특히 상기 회전 속도를 통해 상기 막관통 압력에 대해 요구되는 값을 조정할 수 있도록 설계되는, 유체의 접선류 여과를 위한 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 복수의 압력 센서(71, 72, 73)는 상기 제 1 유체 개구(21)에서의 상기 유체의 제 1 압력(P1)을 결정할 수 있는 제 1 압력 센서(71), 상기 제 2 유체 개구(22)에서의 상기 유체의 제 2 압력(P2)을 결정할 수 있는 제 2 압력 센서(72), 및 투과액 개구(23)에서의 제 3 압력(P3)을 결정할 수 있는 제 3 압력 센서(73)를 포함하는, 유체의 접선류 여과를 위한 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 제어 유닛(51) 및 상기 제 2 제어 유닛(52)에 신호접속되는 중앙 제어 유닛(5)이 제공되고, 상기 중앙 제어 유닛(5)은 상기 제 1 제어 유닛(51) 및 상기 제 2 제어 유닛(52)을 작동시키도록 설계되는, 유체의 접선류 여과를 위한 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 원심 펌프(42)는 상기 유체를 이송하기 위한 회전자(30), 및 축선 방향(A)을 중심으로 상기 회전자를 회전시키기 위한 전자기 회전 구동장치(10)를 상기 회전자(30)와 함께 형성하는 고정자(20)를 포함하고, 상기

회전자(30)는 자기적으로 작용하는 코어(301), 및 상기 유체를 이송하기 위한 복수의 베인(305)을 포함하고, 상기 고정자(20)는 상기 회전자(30)를 상기 고정자(20)에 대해 무접촉 자기 구동 및 무접촉 자기 부상시킬 수 있는 베어링 및 구동장치 고정자로서 설계되는, 유체의 접선류 여과를 위한 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 원심 펌프(41)는 상기 유체를 이송하기 위한 회전자(30), 및 축선 방향(A)을 중심으로 상기 회전자(30)를 회전시키기 위한 전자기 회전 구동장치(10)를 상기 회전자와 함께 형성하는 고정자(20)를 포함하고, 상기 회전자(30)는 자기적으로 작용하는 코어(301), 및 상기 유체를 이송하기 위한 복수의 베인(305)을 포함하고, 상기 고정자(20)는 상기 고정자(20)에 대해 상기 회전자(30)를 무접촉 자기 구동 및 무접촉 자기 부상시킬 수 있는 베어링 및 구동장치 고정자로서 설계되는, 유체의 접선류 여과를 위한 장치.

청구항 8

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

각각의 원심 펌프(41, 42)는 각각의 경우에 펌프 하우징(60)을 갖는 펌프 유닛(40)을 포함하고, 상기 펌프 하우징(60)은 이송될 유체를 위한 입구(411; 421) 및 출구(412; 422)를 포함하고, 상기 회전자(30)는 상기 펌프 하우징(60) 내에 배치되며 상기 유체를 이송하기 위한 복수의 베인(305)을 포함하고, 상기 펌프 유닛(40)은 상기 펌프 유닛(40)을 상기 고정자(20) 내에 삽입할 수 있도록 설계되는, 유체의 접선류 여과를 위한 장치.

청구항 9

제 8 항에 따른 장치를 위한 일회용 부품의 세트로서,

각각 일회용 부품으로서 설계되는:

- 상기 필터 유닛(2);

- 각각의 경우에 각각의 원심 펌프(41, 42)를 위한 하나의 펌프 유닛(40),

- 상기 제 1 흐름 접속부(31) 및 상기 제 2 흐름 접속부(32)를 실현하도록 설계되는 복수의 튜브(311, 312, 321, 322), 및

- 선택적으로 상기 유체를 위한 저장소(8) 또는 상기 저장소(8)를 위한 삽입체(8)를 적어도 포함하는, 일회용 부품의 세트.

청구항 10

유체의 접선류 여과를 위한 방법으로서,

상기 유체는 상기 유체를 위한 제 1 유체 개구(21) 및 제 2 유체 개구(22)와 필터 요소(25) 및 상기 유체로부터 여과된 투과액을 배출하기 위한 투과액 개구(23)를 갖는 필터 유닛(2)에 공급되고, 상기 필터 유닛(2)은 상기 필터 유닛(2) 내에서 접선류 여과를 위한 유체를 상기 필터 요소(25)에 실질적으로 평행하게 안내하도록 설계되고, 상기 방법에서 상기 유체는 제 1 원심 펌프(41)에 의해 저장소(8)로부터 제 1 흐름 접속부(31)를 통해 상기 필터 유닛(2)으로 더 이송되고, 상기 유체는 상기 제 2 유체 개구(22)로부터 상기 제 2 흐름 접속부(32)를 통해 상기 저장소(8) 내로 역으로 안내될 수 있고, 상기 제 1 원심 펌프(41)는 제 1 제어 유닛(51)에 의해 작동되고, 상기 제 2 흐름 접속부(32)에 제공되는 제 2 원심 펌프(42)를 사용하여 상기 제 2 유체 개구(22)에서 역압이 생성되고, 상기 제 2 원심 펌프(42)는 제 2 제어 유닛(52)에 의해 작동되는, 유체의 접선류 여과를 위한 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 흐름 접속부(31)를 통한 상기 유체의 유량은 흐름 센서(6)에 의해 결정되고, 상기 유량에 대해 요구되는 값이 상기 제 1 원심 펌프(41)의 작동 파라미터, 특히 회전 속도를 통해 상기 제 1 제어 유닛(51)에 의해 조정되는, 유체의 접선류 여과를 위한 방법.

청구항 12

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 제 1 유체 개구(21)에서 제 1 압력(P1)이 제 1 압력 센서(71)에 의해 결정되고, 또는 상기 제 2 유체 개구(22)에서 제 2 압력(P2)이 제 2 압력 센서(72)에 의해 결정되고, 또는 투과액 개구(23)에서 제 3 압력(P3)이 제 3 압력 센서(73)에 의해 결정되고, 상기 제 1 압력(P1) 또는 상기 제 2 압력(P2) 또는 상기 제 3 압력(P3)에 대해 요구되는 값이 상기 제 2 원심 펌프(42)의 작동 파라미터, 특히 상기 회전 속도를 통해 상기 제 2 제어 유닛(52)에 의해 조정되는, 유체의 접선류 여과를 위한 방법.

청구항 13

제 10 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

막관통 압력이 상기 필터 요소(25)를 통해 복수의 압력 센서(71, 72, 73)에 의해 결정되고, 상기 막관통 압력에 대해 요구되는 값이 상기 제 1 원심 펌프(41)의 작동 파라미터 또는 상기 제 2 원심 펌프(42)의 작동 파라미터를 통해 상기 제 1 제어 유닛(51) 또는 상기 제 2 제어 유닛(52)에 의해 조정되고, 상기 작동 파라미터는 바람직하게는 상기 제 1 원심 펌프(41) 또는 상기 제 2 원심 펌프(42)의 회전 속도인, 유체의 접선류 여과를 위한 방법.

청구항 14

제 10 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 접선류 여과는 상기 유체가 상기 제 1 유체 개구(21)로부터 상기 제 2 유체 개구(22)로 흐르는 제 1 작동 모드 및 상기 유체가 상기 제 2 유체 개구(22)로부터 상기 제 1 유체 개구(21)로 흐르는 제 2 작동 모드를 포함하는 교대 모드로 수행되는, 유체의 접선류 여과를 위한 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 작동 모드와 상기 제 2 작동 모드 사이의 변경은 사전결정가능한 시간 방식에 따라 수행되는, 유체의 접선류 여과를 위한 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 각각의 카테고리의 독립 특허 청구항의 전제부에 따른 유체의 접선류 여과를 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 이러한 장치를 위한 일회용 부품 세트에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 접선류 여과는 횡단류 여과라고도 부르며, 예를 들면, 바이오테크놀로지 및 화학 산업에서 뿐만 아니라 식품 및 제약 산업에서 사용되는 유체를 여과하는 잘 알려져 있는 방법이다. 접선류 여과에서, 여과될 유체, 예를 들면, 현탁액은 0과는 다른 유속으로 필터 요소, 예를 들면, 필터 막에 평행하게 안내되고, 여과액이라고도 부르는 투과액은 흐름 방향에 대해 횡방향으로 제거된다. 유속이 비교적 높으므로, 필터 케이크 또는 커버 층이 필터 요소 상에 축적되는 것이 가능한 한 회피되어야 한다.

[0003] 접선류 여과는 여과될 유체, 예를 들면, 현탁액이 저장소로부터 취출되고, 이송 펌프에 의해 필터 요소를 내장한 필터 유닛을 통해 이송되고, 다음에 필터 유닛으로부터 저장소로 되돌아 가는 배치 프로세스로서 수행되는 경우가 많다. 투과액은 흐름 방향에 대해 횡방향으로 필터 유닛 내의 필터 요소를 통과하고, 투과액 개구를 통해 배출되거나 제거된다. 저장소와 필터 유닛 사이의 흐름 접속을 위해 가요성 튜브 또는 가요성 튜브 접속부가 선택되는 경우가 많다.

[0004] 이러한 프로세스에서, 접선류 여과를 사용하여 현탁액을 여러 번 순환시킬 수 있고, 각각의 경우에 액체 성분, 예를 들면, 물 또는 영양 용액을 여과시킬 수 있고, 이 액체 성분은 각각의 경우에 투과액으로서 제거되므로 저장소 내의 현탁액은 점점 더 농축된다. 그러나, 접선류 여과에 의해 회수될 물질, 예를 들면, 단백질을 투과액

으로서 취출하는 것도 가능하다.

[0005] 특히, 연속 프로세스 및 배치 프로세스의 둘 모두에서, 예를 들면, 세포 또는 기타 생물학적 물질을 배양하기 위한 프로세스에서 바이오리액터와 조합하여 접선류 여과를 사용하는 것도 알려져 있다. 예를 들면, 세포의 연속적 배양에 사용되는 바이오리액터를 사용하는 관류 프로세스가 알려져 있고, 이것에 의해, 예를 들면, 세포의 대사 산물이 접선류 여과에 의해 분리되고, 세포는 바이오리액터로 되돌아 간다. 예를 들면, 세포를 위한 영양 용액이 바이오리액터에 연속적으로 공급될 수 있고, 이로 인해 여과된 성분의 질량 또는 체적을 재배치할 수 있다. 특히 관류 바이오리액터에서의 이러한 용도에 대하여, 오늘날 살균 프로세스를 회피하거나 최소의 시간으로 줄이기 위해 일회용 부품으로서 장치의 컴포넌트를 설계하는 경향이 증가하고 있다.

[0006] 접선류 여과의 효율에 상당한 영향을 주는 하나의 파라미터는 투과액이 필터 요소를 통과할 때의 필터 요소를 가로지른 압력 강하이다. 이 파라미터의 척도로서 종종 사용되는 변수는 막관통 압력(TMP)이며, 이것은 필터 요소를 가로지른 압력 강하의 산술 평균으로서 정의된다. 필터 요소의 입구에서 유체의 압력을 P1이라 하고, 필터 요소의 출구에서의 압력을 P2라 하고, 투과액 개구에서의 압력을 P3라 하면, 막관통 압력(TMP)음 다음과 같이 정의된다:

[0007] TMP = (P1+P2)/2 - P3

[0008] 막관통 압력은 막관통 압력차라고도 한다. 필터 요소를 통한 투과액의 흐름을 증가시키기 위해, 필터 유닛의 하류의 유체의 흐름 저항을 증가시키는 것은 알려진 조치이고, 이로 인해 필터 요소의 출구에서의 압력(P2)는 증가된다. 이로 인해, 막관통 압력(TMP)이 상승하고, 투과액의 흐름이 증대된다.

[0009] 통상적으로, 필터 유닛의 하류의 흐름 저항 및 이에 따라 필터 요소의 출구에서의 압력(P2)은 유체의 자유 흐름 단면을 협소화함으로써 실현된다. 이 협소화를 비례 밸브 또는 (튜브) 핀치 밸브(pinch valve)를 사용하여 실현하는 것이 알려져 있다. 그러나, 이 기술에는 상당한 단점이 있다.

[0010] 핀치 밸브의 위치와 막관통 압력 사이의 관계는 매우 비선형이므로, 이송 펌프의 일정한 전달에서도 핀치 밸브를 장시간 조정함으로써만 요구되는 막관통 압력을 조정할 수 있다. 또한, 요구되는 막관통 압력의 적어도 대략적인 조정이 완전히 확실하게 가능한 핀치 밸브의 조정은 매우 좁은 범위일 뿐이다. 예를 들면, 공지의 핀치 밸브의 경우, 이 범위는 핀치 장치의 1 mm보다 훨씬 더 작은 스트로크에 대응할 수 있다.

[0011] 핀치 밸브의 흐름 단면의 협소화로 인해, 매우 높은 전단력이 생성될 수 있고, 이것은 유체, 예를 들면, 입자, 세포, 또는 현탁액에 함유된 단백질 등의 고분자에 손상을 입힐 수 있다. 따라서, 유체 또는 이 유체의 구성요소에 원하지 않는 열화가 발생할 수 있다. 이러한 높은 전단력은 특히 흐름 단면의 감소에 기인하는 높은 유속에 의해서도 유발된다.

[0012] 추가의 불리한 효과는 핀치 밸브 내의 튜브의 변형으로 인해 입자가 튜브로부터 방출되고, 이로 인해 유체를 오염시키는 것이다. 이것도 특히 바이오기술 또는 제약 분야에서 중대한 심각한 위험이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 따라서 이 종래기술로부터 시작하여 본 발명의 목적은 막관통 압력 및/또는 접선류를 매우 높은 정확도 및 가능한 한 넓은 작동 범위에 걸쳐 간단한 방법으로 확실하게 조정할 수 있는 유체의 접선류 여과를 위한 장치 및 방법을 제안하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 이러한 목적에 부합하는 요지는 각각의 카테고리의 독립 특허 청구항의 특징에 의해 특징지어진다.

[0015] 따라서, 본 발명에 따르면, 유체를 위한 제 1 유체 개구 및 제 2 유체 개구와 필터 요소 및 유체로부터 여과된 투과액을 배출하기 위한 투과액 개구를 갖는 필터 유닛을 포함하는 유체의 접선류 여과를 위한 장치가 제안되며, 장치는 제 1 유체 개구를 유체를 위한 저장소에 접속할 수 있는 제 1 흐름 접속부 및 제 2 유체 개구를 유체를 위한 저장소에 접속할 수 있는 제 2 흐름 접속부를 더 포함하고, 유체를 저장소로부터 필터 유닛으로 이송할 수 있는 제 1 원심 펌프가 제 1 흐름 접속부에 제공되고, 제 1 제어 유닛이 제 1 원심 펌프를 작동시키기 위해 제공되고, 필터 유닛은 필터 유닛 내에서 접선류 여과를 위한 유체가 필터 요소에 대해 실질적으로 평행하게 흐를 수 있도록 설계된다. 유체를 위한 제 2 원심 펌프가 제 2 흐름 접속부에 제공되고, 이것을 사용하

여 제 2 유체 개구에서 역압이 생성되고, 제 2 원심 펌프를 작동시키기 위한 제 2 제어 유닛이 제공된다.

[0016] 따라서, 본 발명에 따르면, 필터 유닛을 통해 유체를 이송시키거나 유체를 순환시키는 것이 일차적 기능인 제 1 원심 펌프에 더하여, 필터 유닛의 제 2 유체 개구에 접속되는 제 2 흐름 접속부에 제 2 원심 펌프가 제공된다. 이 제 2 원심 펌프는 제 1 원심 펌프와는 반대 방향으로 작동하며, 따라서 제 2 유체 개구에서 역압을 생성할 수 있고, 이로 인해 제 2 유체 개구의 압력이 증가한다. 이러한 방식으로, 필터 요소를 통한 압력 강하가 증가하여 투과액 흐름이 증가할 수 있다. 제 2 유체 개구에서의 압력을 증가시키기 위해 제 2 흐름 접속부의 핀칭(pinching)이 불필요하다는 것 및 제 2 흐름 접속부의 자유 흐름 단면도 다른 수단에 의해 변경될 필요가 없다는 것이 특히 유리하다. 이러한 방식으로, 종래기술로부터 알려져 있는 장치는 높은 비선형성을 피할 수 있다. 제 2 유체 개구에서의 유체 압력은 제 2 원심 펌프에 의해 넓은 작동 범위에 걸쳐, 높은 정확도로, 간단한 방식으로, 재현가능하게, 그리고 신뢰성 있게 조정될 수 있다.

[0017] 제 2 흐름 접속부에서의 흐름 단면을 감소시키기 위한 조치가 본 발명에 따라 생략될 수 있다는 사실로 인해, 즉, 예를 들면, 튜브 접속부의 핀칭을 생략함으로써, 관련되어 크게 증가되는 흐름 속도가 또한 방지될 수 있고, 그 결과 유체 또는 그 구성요소에 작용하는 전단력이 매우 낮아진다. 이는 특히 유체 또는 그 구성요소의 가능한 가장 부드러운 처리와 관련하여 매우 유리하다. 따라서 본 발명에 따른 장치의 특정의 이점은 이 장치가 특히 제 2 흐름 접속부에서 흐름 단면을 감소시키기 위한 핀치 밸브 또는 기타 요소 없이 설계될 수 있는 것이다.

[0018] 또한, 예를 들면, 핀치 밸브를 사용하는 경우에 피할 수 없는 제 2 흐름 접속부에서의 심한 기계적 변형을 본 발명에 따른 해결책에 의해 방지할 수 있다. 이러한 방식으로, 특히 입자가 제 2 흐름 접속부, 예를 들면, 튜브 접속부로부터 누출하여 유체를 오염시키는 것이 방지될 수 있다.

[0019] 바람직한 실시형태에 따르면, 이 장치는 제 1 흐름 접속부를 통한 상기 유체의 유량을 결정하기 위한 흐름 센서를 포함하고, 제 1 제어 유닛은 제 1 원심 펌프의 작동 파라미터, 특히 회전 속도를 통해 유량에 대해 요구되는 값을 조정할 수 있도록 설계된다. 따라서, 이 실시형태에서, 제 1 원심 펌프는 제 1 흐름 접속부를 통한 유체의 흐름을 위한 사전결정가능한 요구되는 값을 조정 또는 조절하기 위해 사용된다.

[0020] 더욱이, 막관통 압력을 필터 요소를 통해 상기 압력 센서로 결정할 수 있도록 배치되는 복수의 압력 센서가 제공되고, 제 2 제어 유닛은 제 2 원심 펌프의 작동 파라미터, 특히 회전 속도를 통해 막관통 압력에 대해 요구되는 값을 조정할 수 있도록 설계되는 것이 바람직하다. 따라서, 실시형태에서, 막관통 압력은 제 2 원심 펌프에 의해 요구되는 값으로 조정 또는 조절된다.

[0021] 바람직하게는, 복수의 압력 센서는 제 1 유체 개구에서의 유체의 제 1 압력을 결정할 수 있는 제 1 압력 센서, 제 2 유체 개구에서의 유체의 제 2 압력을 결정할 수 있는 제 2 압력 센서, 및 투과액 개구에서의 제 3 압력을 결정할 수 있는 제 3 압력 센서를 포함한다. 이러한 방식으로, 막관통 압력의 실제 값을 매우 간단하고 정확하게 결정할 수 있다.

[0022] 또한 바람직한 실시형태에 따르면, 제 1 제어 유닛 및 제 2 제어 유닛에 신호접속되는 중앙 제어 유닛이 제공되고, 중앙 제어 유닛은 제 1 제어 유닛 및 제 2 제어 유닛을 작동시키도록 설계된다. 따라서, 제 1 원심 펌프 및 제 2 원심 펌프를 서로 독립적으로 작동시키는 것에 더하여, 제 1 원심 펌프 및 제 2 원심 펌프를 위한 제 1 제어 유닛 및 제 2 제어 유닛을 각각 협조적인 방식으로 작동시키는 중앙 제어 유닛을 제공하는 것도 가능하다. 중앙 제어 유닛을 구비하는 실시형태의 하나의 장점은 단일의 원심 펌프에서 압력 또는 보다 정확하게는 공급 헤드가 원심 펌프의 회전 속도의 제곱에 비례한다는 사실로부터 기인하는 이차항을 작동 또는 조절에서 배제할 수 있다는 것이다.

[0023] 특히 바람직하게는, 제 2 원심 펌프는 유체를 이송하기 위한 회전자, 및 축선 방향을 중심으로 회전자를 회전시키기 위한 전자기 회전 구동장치를 회전자와 함께 형성하는 고정자를 포함하고, 회전자는 자기적으로 작용하는 코어 및 유체를 이송하기 위한 복수의 베인을 포함하고, 고정자는 회전자를 고정자에 대해 무접촉 자기 구동 및 무접촉 자기 부상시킬 수 있는 베어링 및 구동장치 고정자로서 설계된다. 원심 펌프의 펌프 회전자이면서 동시에 회전을 구동하기 위한 전자기 회전 구동장치의 회전자인 자기 부상 회전자를 구비하는 원심 펌프의 이 실시형태는 제 2 원심 펌프의 극히 컴팩트한 공간 절약형의 강력한 설계를 가능하게 한다. 회전자의 무접촉 자기 부상으로 인해, 예를 들면, 마모에 의한 유체의 오염을 유발할 수 있는 기계식 베어링이 불필요하다. 회전자의 무접촉 자기 부상은 또한 제 2 원심 펌프에 의해 생성되는 압력을, 예를 들면, 회전자의 회전 속도를 통해 극히 정밀하고 간단히 조절할 수 있게 한다.

[0024] 대안적으로 그러나 바람직하게는 상보적으로, 제 1 원심 펌프는 유체를 이송하기 위한 회전자, 및 축선 방향을 중심으로 회전자를 회전시키기 위한 전자기 회전 구동장치를 회전자와 함께 형성하는 고정자를 포함하고, 회전자는 자기적으로 작용하는 코어 및 유체를 이송하기 위한 복수의 베인을 포함하고, 고정자는 회전자를 고정자에 대해 무접촉 자기 구동 및 무접촉 자기 부상시킬 수 있는 베어링 및 구동장치 고정자로서 설계된다.

[0025] 따라서 고정자에 대해 무접촉 자기 구동될 수 있고 무접촉 자기 부상될 수 있는 회전자를 구비하는 제 1 원심 펌프만을 설계하거나, 정자에 대해 무접촉 자기 구동될 수 있고 무접촉 자기 부상될 수 있는 회전자를 구비하는 제 2 원심 펌프만을 설계하는 것이 가능하다. 바람직하게는, 제 1 원심 펌프 및 제 2 원심 펌프 둘 모두가 각각 접촉 자기 구동될 수 있고 또한 무접촉 자기 부상될 수 있는 회전자를 구비하도록 설계된다.

[0026] 회전자의 자기 부상에 관하여, 각각의 회전자는 각각의 경우에 축선 방향에 대해 수직인 반경방향 평면에서 능동적으로 자기 부상되고, 축선 방향에서 그리고 틸팅에 대항하여 수동적으로 자기적 안정화되는 것이 특히 바람직하다.

[0027] 특히 바람직한 실시형태는 템플 모터로서의 실시형태이며, 여기서 각각의 고정자는 복수의 코일 코어를 포함하고, 각각의 코일 코어는 축선 방향으로 연장되는 길이방향 림 및 반경방향 평면에 배치되어 길이방향 림으로부터 반경 방향으로 연장되는 횡단방향 림을 포함하고, 각각의 길이방향 림 상에는 각각의 길이방향 림을 둘러싸는 적어도 하나의 집중 권선이 배치된다. 템플 모터로서의 실시형태는 특히 컴팩트함과 동시에 효율적인 실시형태이다.

[0028] 특히 바람직한 실시형태에 따르면, 각각의 원심 펌프는 각각의 경우에 펌프 하우징을 갖는 펌프 유닛을 포함하고, 펌프 하우징은 이송될 유체를 위한 입구 및 출구를 포함하고, 회전자는 펌프 하우징 내에 배치되며 유체를 이송하기 위한 복수의 베인을 포함하고, 펌프 유닛은 펌프 유닛을 고정자 내에 삽입할 수 있도록 설계된다.

[0029] 바람직하게는, 본 발명에 따른 장치는 장치의 일부의 컴포넌트, 특히 유체와 접촉하게되는 컴포넌트가 의도된 사용에 따라 일회만 사용될 수 있고, 이러한 사용 후에는 새로운 즉 미사용의 일회용 부품으로 교체되어야 하는 일회용 부품으로서 설계되도록 설계된다.

[0030] 이러한 이유로, 본 발명에 따른 장치를 위한 일회용 부품의 세트가 본 발명에 의해 더 제안되며, 이 세트는 각각 일회용 부품으로서 설계되는 적어도 다음의 컴포넌트를 포함한다:

[0031] - 필터 유닛

[0032] - 각각의 경우에 각각의 원심 펌프를 위한 하나의 펌프 유닛,

[0033] - 제 1 흐름 접속부 및 제 2 흐름 접속부를 실현하도록 설계되는 복수의 튜브,

[0034] - 선택적으로 유체를 위한 저장소 또는 저장소를 위한 삽입체.

[0035] 일회용 부품으로서 설계되는 컴포넌트의 이 목록은 전체를 포괄하는 것은 아님이 이해된다. 일회용 부품의 세트는 또한 기타 일회용 부품, 예를 들면, 압력 센서의 컴포넌트를 포함할 수도 있다.

[0036] 더욱이, 본 발명에 의해 유체의 접선류 여과를 위한 방법이 더 제안되며, 이 방법에서 유체는 유체를 위한 제 1 유체 개구 및 제 2 유체 개구 뿐만 아니라 필터 요소 및 유체로부터 여과된 투과액을 배출하기 위한 투과액 개구를 갖는 필터 유닛에 공급되고, 필터 유닛은 필터 유닛 내에서 접선류 여과를 위한 유체를 필터 요소에 실질적으로 평행하게 안내하도록 설계되고, 이 방법에서 유체는 제 1 원심 펌프에 의해 저장소로부터 제 1 흐름 접속부를 통해 필터 유닛으로 더 이송되고, 유체는 제 2 유체 개구로부터 제 2 흐름 접속부를 통해 저장소 내로 역으로 안내될 수 있고, 제 1 원심 펌프는 제 1 제어 유닛에 의해 작동된다. 제 2 흐름 접속부에 제공되는 제 2 원심 펌프를 사용하여 제 2 유체 개구에서 역압이 생성되고, 제 2 원심 펌프는 제 2 제어 유닛에 의해 작동된다.

[0037] 본 발명에 따른 방법의 이점은 본 발명에 따른 장치와 관련하여 이미 설명한 장점과 유사하게 대응한다.

[0038] 바람직하게는, 제 1 흐름 접속부를 통한 유체의 유량은 흐름 센서에 의해 결정되고, 유량에 대해 요구되는 값이 제 1 원심 펌프의 작동 파라미터, 특히 회전 속도를 통해 제 1 제어 유닛에 의해 조정된다.

[0039] 또한 바람직하게는, 제 1 유체 개구에서 제 1 압력이 제 1 압력 센서에 의해 결정되고, 또는 제 2 유체 개구에서 제 2 압력이 제 2 압력 센서에 의해 결정되고, 또는 투과액 개구에서 제 3 압력이 제 3 압력 센서에 의해 결정되고, 제 1 압력 또는 제 2 압력 또는 제 3 압력에 대해 요구되는 값이 제 2 원심 펌프의 작동 파라미터, 특

히 회전 속도를 통해 제 2 제어 유닛에 의해 조정된다.

[0040] 더욱이, 막관통 압력이 필터 요소를 통해 복수의 압력 센서에 의해 결정되고, 막관통 압력에 대해 요구되는 값이 제 1 원심 펌프의 작동 파라미터 또는 제 2 원심 펌프의 작동 파라미터를 통해 제 1 제어 유닛 또는 제 2 제어 유닛에 의해 조정되고, 작동 파라미터는 바람직하게는 제 1 원심 펌프 또는 제 2 원심 펌프의 회전 속도인 것이 유리하다.

[0041] 바람직한 변형례에서, 접선류 여과는, 유체가 제 1 유체 개구로부터 제 2 유체 개구로 흐르는 제 1 작동 모드 및 유체가 제 2 유체 개구로부터 제 1 유체 개구로 흐르는 제 2 작동 모드를 포함하는 교대 모드로, 수행된다. 이는 제 1 작동 모드에서는 여과될 유체가 제 1 원심 펌프로부터 필터 유닛을 통해 제 2 원심 펌프로 흐르도록 그리고 제 2 작동 모드에서는 제 2 원심 펌프로부터 필터 유닛을 통해 제 1 원심 펌프로 흐르도록 2 개의 원심 펌프가 작동하는 것을 의미한다. 이는 특히 제 2 유체 개구에서 제 2 원심 펌프에 의해 생성되는 역압이 필터 유닛의 제 1 유체 입구에서 제 1 펌프에 의해 생성되는 압력보다 크도록 제 2 작동 모드에서 2 개의 원심 펌프를 작동시킴으로써 달성될 수 있다.

[0042] 2 개의 작동 모드에서의 흐름 방향은 각각의 경우에 2 개의 원심 펌프에 의해 생성되는 압력의 차압에 의해 결정된다.

[0043] 교대 모드로의 작업의 이점은 필터 요소가 반대 방향으로 교대로 오버플로된다는 점이며, 이로 인해 많은 용도에서 필터 요소 상의 퇴적 또는 필터 요소 상의 원하지 않는 필터 케이크의 축적을 보다 효율적으로 방지할 수 있다.

[0044] 교대 모드에서, 제 1 작동 모드와 제 2 작동 모드 사이의 변경은 바람직하게는 사전결정가능한 시간 방식에 따라 수행된다.

[0045] 제 1 작동 모드와 제 2 작동 모드를 50% 대 50%의 비율로 수행하는 것이 가능하지만 물론 75% 대 25% 등의 다른 비율도 가능하다. 적절한 비율의 선택은 각각의 용도에 따라 선택될 수 있고, 또는 각각의 용도에 최적화될 수 있다.

[0046] 제 1 작동 모드와 제 2 작동 모드 사이의 변경의 빈도도 원하는 대로 조정될 수 있다. 더욱이, 각각의 작동 모드에 대해, 각각의 유량 또는 3 가지 압력 중 하나, 즉 제 1 유체 개구의 압력, 제 2 유체 개구의 압력, 또는 투과액 개구의 압력 및 이에 따라 또한 막관통 압력이 원하는 대로 조정될 수 있다.

[0047] 본 발명의 추가의 유리한 조치 및 실시형태는 종속 청구항으로부터 얻어진다.

[0048] 이하에서, 본 발명은 실시형태 및 도면에 기초하여 장치 및 프로세스 기술의 면에서 더 상세히 설명된다.

도면의 간단한 설명

[0049] 도 1은 본 발명에 따른 접선류 여과 장치의 제 1 실시형태의 개략도이고,

도 2는 제 2 작동 모드에서 제 1 실시형태의 개략도이고,

도 3은 제 1 실시형태의 변형례이고,

도 4는 본 발명에 따른 접선류 여과 장치의 제 2 실시형태의 개략도이고,

도 5는 제 2 작동 모드에서 제 2 실시형태의 개략도이고,

도 6은 템플 모터로서 설계된 전자기 회전 구동장치의 사시도이고,

도 7은 축선 방향 단면도로 무접촉 자기 부상될 수 있는 회전자를 갖는 원심 펌프의 실시형태이고,

도 8은 저장소의 실시형태의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0050] 도 1은 전체로서 참조 기호 1로 표시된 유체의 접선류 여과를 위한 본 발명에 따른 장치의 제 1 실시형태를 개략도로 도시한다. 이 유체는, 예를 들면, 현탁액이며, 이것으로부터 적어도 하나의 성분을 여과하게 된다. 여기서, 투과액으로서 배출되는 여과될 성분이 여과 중에 회수될 목표 생성물, 예들 단백질이거나, 또는 투과액을 여과함으로써 잔류물로서 잔류하는 유체가 목표 생성물일 수 있으며, 이것은 여과에 의해 농축되고, 이로 인해,

예를 들면, 유체의 하나 이상의 성분의 농도는 증가한다.

[0051] 접선류 여과를 위한 장치(1)는 필터 요소(25)가 배치된 필터 유닛(2), 필터 유닛(2)을 저장소(8)에 접속시킬 수 있는 제 1 흐름 접속부(31), 및 필터 유닛(2)을 저장소(8)에 접속시킬 수 있는 제 2 흐름 접속부(32)를 포함한다.

[0052] 예를 들면, 저장소(8)는 세포의 연속적 배양을 위한 관류 프로세스용 바이오리액터일 수도 있고, 이에 의해 필터 유닛(2)은 세포의 대사 산물을 여과하는 데 사용되거나 무세포 배지를 얻는 데 사용되며, 세포 또는 이 세포를 함유하는 현탁액은 이후에 바이오리액터로 되돌아 간다.

[0053] 유체를 위한 제 1 원심 펌프(41)가 제 1 흐름 접속부(31)에 배치되며, 이것은 유체를 위한 입구(411) 및 출구(412)를 갖는다. 더욱이, 제 1 제어 유닛(51)이 제 1 원심 펌프(41)를 작동시키기 위해 제공된다. 바람직하게는, 제 1 제어 유닛(51)은 제 1 원심 펌프(41)의 작동을 조절할 수 있는 조절 장치를 포함한다.

[0054] 유체를 위한 제 2 원심 펌프(42)가 제 2 흐름 접속부(32)에 배치되며, 이것은 유체를 위한 입구(421) 및 출구(422)를 갖는다. 더욱이, 제 2 제어 유닛(52)이 제 2 원심 펌프(42)를 작동시키기 위해 제공된다. 바람직하게는, 제 2 제어 유닛(52)은 제 2 원심 펌프(42)의 작동을 조절할 수 있는 조절 장치를 포함한다.

[0055] 제 2 원심 펌프(42)는 제 1 원심 펌프(41)와 반대 방향으로 작동하도록 배치되고 작동된다. 이는 제 1 원심 펌프(41)의 출구(412)가 필터 유닛(2)을 통해 제 2 원심 펌프(42)의 출구(422)에 접속됨을 의미한다. 제 1 원심 펌프(41)의 출구(412) 및 제 2 원심 펌프(42)의 출구(422)의 둘 모두 각각 필터 유닛(2)에 접속된다.

[0056] 유체의 흐름, 특히 흐름 방향은 도 1에서 참조 기호 F의 화살표로 표시되어 있다.

[0057] 필터 유닛(2)은 유체를 위한 제 1 유체 개구(21) 및 제 2 유체 개구(22) 뿐만 아니라 유체로부터 여과된 투과액을 배출하기 위한 투과액 개구(23)를 포함하며, 이것은 포 1에서 참조 기호 P의 화살표로 나타나 있다.

[0058] 도 1에 표시된 흐름 방향 F에서, 제 1 유체 개구(21)는 유체가 필터 유닛(2) 내로 유입되는 필터 유닛(2)의 입구로서 기능하고, 제 2 유체 개구(22)는 잔류물이 필터 유닛(2)으로부터 유출되는 출구로서 기능한다.

[0059] 필터 유닛(2)은 횡단류 여과로도 불리는 접선류 여과용으로 설계된다. 이는 필터 유닛(2) 내의 유체가 필터 요소(25)에 대해 평행하게 안내되고, 이로 인해 유체는 필터 요소(25) 상을 흐르고, 투과액으로부터의 여과는 유체의 흐름 방향에 대해 수직으로 이루어짐을 의미한다.

[0060] 접선류 여과용으로 설계된 이러한 필터 유닛(2)은 종래기술의 당업자에게 충분히 알려져 있으므로 추가의 설명을 필요로 하지 않는다.

[0061] 접선류 여과에서 실질적인 변수는 필터 요소(25)를 횡단하는 압력차이며, 이는 투과액의 여과를 추진한다. 일반적인 관행으로서, 필터 요소(25)를 횡단하는 이 압력차는 또한 본 출원의 구성에서 소위 막관통 압력(TMP)에 의해 특징지어진다. 막관통 압력(TMP)은 필터 요소(25)를 횡단하는 압력 강하의 산술 평균을 나타내는 수학 변수이다.

[0062] 제 1 유체 개구(21)에서 유체의 압력은 제 1 압력(P1)으로 표시된다. 제 2 유체 개구(22)에서 유체의 압력은 제 2 압력(P2)으로 표시된다. 투과액 개구(23)에서 유체의 압력은 제 3 압력(P3)으로 표시된다. 이 경우에 막관통 압력(TMP)은 다음과 같이 정의된다:

[0063] $TMP = (P1+P2)/2 - P3$

[0064] 막관통 압력은 또한 막관통 압력차라고도 한다.

[0065] 제 1 흐름 접속부(31) 및 제 2 흐름 접속부(32)는 바람직하게는 가요성 파이프, 즉 벽이 변형될 수 있는 파이프로서 설계되는 파이프로 실현된다. 각각의 파이프는, 예를 들면, 튜브, 특히 실리콘 고무, PVC(폴리비닐 클로라이드), PU(폴리우레탄), PE(폴리에틸렌), HDPE(고밀도 폴리에틸렌), PP(폴리프로필렌), EVA(에틸 비닐 아세테이트) 또는 나일론으로 제조된 플라스틱 튜브로서 설계된다. 바람직하게는, 제 1 흐름 접속부(31) 또는 제 2 흐름 접속부(32)에 속하는 각각의 튜브는 일회용으로 설계된다. 일회용으로 설계된 경우, 처리될 물질과 접촉되는 컴포넌트, 즉 본 사례에서, 특히 튜브는 정확하게 일회만 사용되며, 다음 번의 적용 중에 새로운, 즉 미사용된 일회용 부품으로 교체된다.

[0066] 제 1 흐름 접속부(31)는 저장소(8)의 제 1 개구(81)를 제 1 원심 펌프(41)의 입구(411)에 접속하는 공급 튜브(311) 및 제 1 원심 펌프(41)의 출구(412)를 필터 유닛(2)의 제 1 유체 개구(21)에 접속하는 공급 튜브(312)를

포함한다.

[0067] 더욱이, 제 1 흐름 접속부(31)를 통한 유체의 유량을 결정하기 위한 흐름 센서(6)가 제공된다. 예를 들면, 이 흐름 센서(6)는 제 1 흐름 접속부(31)의 공급 튜브(311) 내에 또는 상에, 즉 저장소(8)와 제 1 원심 펌프(41) 사이에 제공된다. 특히, 흐름 센서(6)는 소위 클램프 온(clamp-on) 센서로서, 즉, 공급 튜브(311) 상에 클램핑되는 흐름 센서(6)로서 설계될 수 있고, 이로 인해 공급 튜브(311)는 흐름 센서(6)의 측정 범위 내에 클램핑된다.

[0068] 제 2 흐름 접속부(32)는 필터 유닛(2)의 제 2 유체 개구(22)를 제 2 원심 펌프(42)의 출구(422)에 접속하는 배출 튜브(322) 및 제 2 원심 펌프(42)의 입구(421)를 저장소(8)의 제 2 개구(82)에 접속하는 복귀 튜브(321)를 포함한다.

[0069] 이러한 방식으로, 제 1 원심 펌프(41)의 출구(412) 및 제 2 원심 펌프(42)의 출구(422)의 둘 모두는 각각의 경우에 필터 유닛(2)에 접속된다. 즉 제 1 원심 펌프(41)의 출구(412)는 제 1 유체 개구(21)에 그리고 제 2 원심 펌프(42)의 출구(422)는 필터 유닛(2)의 제 2 유체 개구(22)에 접속된다. 이러한 이유로, 제 2 원심 펌프(42)는 제 2 유체 개구(22)에서 역압을 생성할 수 있고, 이로 인해 제 2 유체 개구(22)에서 제 2 압력(P2)이 조정될 수 있다.

[0070] 작동 상태에서, 제 1 원심 펌프(41)는 필터 유닛(2)을 통해 그리고 필터 요소(25)를 통해 유체를 이동시키는 역할을 한다. 제 1 원심 펌프(41)는 저장소(8)로부터 제 1 흐름 접속부(31), 필터 유닛(2) 및 제 2 흐름 접속부(32)를 통해 다시 저장소(8)로 유체를 순환시킨다.

[0071] 작동 상태에서, 제 2 원심 펌프(42)는 필터 유닛(2)의 제 2 유체 개구(22)에서 역압을 생성하는 기능을 한다. 즉, 제 2 원심 펌프(42)는 필터 유닛(2)의 제 2 유체 개구(22)에서 우세한 제 2 압력(P2)을 증가시키도록 작동된다.

[0072] 바람직하게는, 이 장치(1)는 복수의 압력 센서(71, 72, 73)를 더 포함하고, 이 압력 센서(71, 72, 73)는 필터 요소(25)를 통해 TMP를 결정하는 데 사용될 수 있도록 배치 및 설계된다.

[0073] 도 1에 도시된 실시형태에서, 총 3 개의 압력 센서(71), 즉 제 1 유체 개구(21)에서의 유체의 제 1 압력(P1)을 결정할 수 있는 제 1 압력 센서(71), 제 2 유체 개구(22)에서 유체의 제 2 압력(P2)을 결정할 수 있는 제 2 압력 센서(72), 및 투과액 개구(23)에서 제 3 압력(P3)을 결정할 수 있는 제 3 압력 센서(73)가 제공된다.

[0074] 압력 센서(71, 72, 73) 중 하나만, 예를 들면, 제 1 압력 센서(71)만 또는 제 2 압력 센서(72)만 또는 제 3 압력 센서(73)만이 제공되는 본 발명에 따른 장치(1)의 실시형태가 또한 가능하다. 더욱이, 정확하게 2 개의 압력 센서만, 즉, 제 1 압력 센서(71) 및 제 2 압력 센서(72)만, 또는 제 1 압력 센서(71) 및 제 3 압력 센서(73)만, 또는 제 2 압력 센서(72) 및 제 3 압력 센서(73)만이 제공되는 실시형태도 가능하다.

[0075] 압력 센서(71, 72, 73)의 수 및 어느 압력 센서(71, 72, 73)가 제공되는 지는 특히 본 발명에 따른 방법을 수행하는 조절 장치 또는 제어 시스템의 특정의 설계에 의존한다.

[0076] 도 1에 도시된 제 1 실시형태에서, 제 1 압력 센서(71)는 제 1 원심 펌프(41)와 필터 유닛(2) 사이, 즉 공급 튜브(312) 내에 또는 상에 제공된다. 제 2 압력 센서(72)는 필터 유닛(2)과 제 2 원심 펌프(42) 사이에, 즉 배출 튜브(322) 내에 또는 상에 제공된다. 제 3 압력 센서(73)는 투과액 개구(23)에 또는 그 하류에 배치된다.

[0077] 본 발명에 따른 방법은 바람직하게는 본 발명에 따른 장치(1)를 사용하여 2 개의 원심 펌프(41 또는 42) 중 하나가 유량에 대해 요구되는 값을 조정 또는 조절하기 위해 사용되도록, 그리고 2 개의 원심 펌프(42 또는 41) 중 다른 하나가 TMP를 위한 요구되는 값으로 막관통 압력(TMP)을 조정 또는 조절하기 위해 사용되도록 수행된다.

[0078] 따라서, 유량 및 TMP에 대해 요구되는 값의 조정의 경우에 각각의 조정이 각각 제 1 원심 펌프(41) 또는 제 2 원심 펌프(42)의 작동 파라미터를 통해 제 1 제어 유닛(51) 또는 제 2 제어 유닛(52)에 의해 수행되는 것이 바람직하다. 특히 바람직하게는, 각각의 작동 파라미터는 제 2 원심 펌프(42) 또는 제 2 원심 펌프(42)의 회전 속도이다.

[0079] 이하에서, 장치(1)의 작동을 위한 일부의 변형례를 설명한다. 이들 변형례의 공통적 특징은 제 1 제어 유닛(51)이 유량 제어를 위해, 즉 제 1 흐름 접속부(31)를 통하는 유체의 흐름을 유량에 대해 요구되는 값으로 조절하기 위해 사용되는 것이다. 제 2 제어 유닛(52)은 압력 조절을 위해, 즉, 막관통 압력(TMP)을 TMP에 대해 요구되

는 값으로 조절하기 위해, 또는 제 1 압력(P1) 또는 제 2 압력(P2) 또는 제 3 압력(P3)을 각각에 대해 요구되는 값으로 조절하기 위해 사용된다. 따라서 제 2 제어 유닛(52)이 압력 조절을 위해 사용된다.

[0080] 2 개의 제어 유닛(51, 52)은 각각 자립 제어 유닛(51, 52)으로서 설계될 수 있다. 제어 유닛(51, 52)은 신호 또는 정보를 서로 교환할 필요는 없으나 교환하는 것은 가능하다.

[0081] 제 1 제어 유닛(51)은 하나 이상의 측정 신호(들) 또는 실제 값(들) 및/또는 요구되는 값(들)을 포함할 수 있는 제 1 입력 변수(E1)를 수신하고, 이 제 1 입력 변수(E1)에 의해 제 1 출력 변수(A1)를 결정하고, 이것을 사용하여 유량에 대해 요구되는 값을 조절 또는 유지하기 위해 제 1 원심 펌프(41)가 작동된다. 제 1 출력 변수(A1)는 특히 제 1 원심 펌프(41)의 회전 속도를 조정할 수 있는 정보 또는 제 1 원심 펌프(41)의 회전 속도를 위한 값을 포함한다.

[0082] 제 2 제어 유닛(52)은 하나 이상의 측정 신호(들) 또는 실제 값(들) 및/또는 요구되는 값(들)을 포함할 수 있는 제 2 입력 변수(E2)를 수신하고, 이 제 2 입력 변수(E2)에 의해 제 2 출력 변수(A2)를 결정하고, 이것을 사용하여 TMP 또는 제 1 압력(P1) 또는 제 2 압력(P2) 또는 제 3 압력(P3)을 조절 또는 유지하기 위해 제 2 원심 펌프(42)가 작동된다. 제 2 출력 변수(A2)는 특히 제 2 원심 펌프(42)의 회전 속도를 조정할 수 있는 정보 또는 제 2 원심 펌프(42)의 회전 속도를 위한 값을 포함한다.

[0083] 제 1 변형례에 따르면, 제 1 입력 변수(E1)는 유량에 대해 요구되는 값 및 유량의 실제 값을 포함하며, 이것은 흐름 센서(6)를 사용하여 결정된다. 제 1 원심 펌프(41)의 회전 속도는 유량의 실제 값이 유량에 대해 요구되는 값으로 조절되도록 제 1 출력 변수(A1)를 사용하여 변경된다. 제 2 입력 변수(E2)는 제 1 압력(P1), 제 2 압력(P2) 및 제 3 압력(P3)의 실제 값 뿐만 아니라 TMP에 대해 요구되는 값을 포함한다. 제 2 원심 펌프(42)의 회전 속도는 TMP의 실제 값이 TMP에 대해 요구되는 값으로 조절되도록 제 2 출력 변수(A2)를 사용하여 변경된다. TMP의 실제 값은, 예를 들면, 3 개의 압력(P1, P2, P3)으로부터 결정될 수 있다.

[0084] 추가의 변형례에 따르면, 제 1 입력 변수(E1)는 유량에 대해 요구되는 값 및 유량의 실제 값을 포함하며, 이것은 흐름 센서(6)를 사용하여 결정된다. 제 1 원심 펌프(41)의 회전 속도는 유량의 실제 값이 유량에 대해 요구되는 값으로 조절되도록 제 1 출력 변수(A1)를 사용하여 변경된다. 제 2 입력 변수(E2)는 압력(P1 또는 P2 또는 P3) 중 하나의 실제 값만, 즉 제 1 압력(P1)의 실제 값, 또는 제 2 압력(P2)의 실제 값, 또는 제 3 압력(P3)의 실제 값 중 어느 하나만을 포함한다. 제 2 입력 변수(E2)는 이 압력에 대해 요구되는 값, 즉 제 1 압력(P1)에 대해 요구되는 값, 또는 제 2 압력(P2)에 대해 요구되는 값, 또는 제 3 압력(P3)에 대해 요구되는 값 중 어느 하나를 포함한다. 제 2 원심 펌프(42)의 회전 속도는 압력(P1 또는 P2 또는 P3)의 실제 값이 압력(P1 또는 P2 또는 P3)에 대해 요구되는 값으로 조절되도록 제 2 출력 변수(A2)를 사용하여 변경된다. 이 변형례에서, 제 1 제어 유닛(51)에서의 유량 조절 및 제 2 제어 유닛(52)에서의 압력 조절의 둘 모두는 각각 바람직하게는 비례 적분(PI) 조절로서 설계된다.

[0085] 용도에 따라, 접선류 여과를 위한 방법은 배치 프로세스로서 수행될 수 있으며, 여기서 여과될 유체, 예를 들면, 현탁액은 저장소(8)로부터 제 1 원심 펌프(41)에 의해 취출되고, 제 1 흐름 접속부(31), 필터 요소(25)를 내장한 필터 유닛(2), 및 제 2 흐름 접속부(32)을 통해 다시 저장소(8)로 순환된다. 투과액은 흐름 방향에 대해 횡방향으로 필터 유닛(2) 내의 필터 요소(25)를 통과하고, 투과액 개구(23)를 통해 배출되거나 제거된다. 이로 인해, 제 2 유체 개구(22)에서 제 2 압력(P2)을 조정하기 위해 제 2 원심 펌프(42)를 사용하여 역압이 생성된다. 제 1 제어 유닛(51)은 제 1 원심 펌프(41)를 통해, 바람직하게는 제 1 원심 펌프(41)의 회전 속도를 통해 유체의 유량을 유량에 대해 요구되는 값으로 조절한다. 제 2 제어 유닛(52)은 압력, 바람직하게는 TMP 또는 제 1 압력(P1) 또는 제 2 압력(P2) 또는 제 3 압력(P3)을 제 2 원심 펌프(42), 바람직하게는 제 2 원심 펌프(42)의 회전 속도를 통해 이 압력에 대해 요구되는 값으로 조절한다.

[0086] 그러나, 예를 들면, 대사 산물의 연속적 제거를 위한 관류 바이오리액터를 사용하는 용도에서 연속적 방법으로서 접선류 여과를 위한 방법을 실행하는 것도 가능하다.

[0087] 이 방법을 실행하기 위한 제 1 변형례에 따르면, 전체 여과 프로세스 중에, 즉 전체 배치 프로세스 중에 또는 전체 연속 프로세스 중에 유체는 장치(1)를 통해 항상 동일 방향으로 순환된다.

[0088] 본 발명에 따른 방법을 수행하기 위한 다른 변형례에 따르면, 접선류 여과는 교대 모드로 수행된다. 교대 모드는, 예를 들면, 위에서 설명한 바와 같이, 유체가 제 1 유체 개구(21)로부터 제 2 유체 개구(22)로 필터 유닛(2)을 통해 흐르는 제 1 작동 모드, 및 유체의 흐름 방향이 반전되는 제 2 작동 모드를 포함하며, 이 제 2 작동 모드에서는 유체가 필터 유닛(2)의 제 2 유체 개구(22)로부터 제 1 유체 개구(21)로 흐른다.

[0089] 도 2에서, 제 2 작동 모드는 장치(1)의 제 1 실시형태의 개략도로 예시되어 있으며, 도 2는 그 외에 도 1에 대응한다.

[0090] 제 1 작동 모드로부터 제 2 작동 모드로의 변경은 2 개의 원심 펌프(41, 42)를 작동시킴으로써 간단히 실현될 수 있다. 따라서, 예를 들면, 제 2 작동 모드에서, 2 개의 원심 펌프(41, 42)는 제 2 원심 펌프(42)에 의해 생성되는 역압이 매우 크고, 이로 인해 필터 유닛(2)의 제 2 유체 개구(22)에서 제 2 압력(P2)이 필터 유닛(2)의 제 1 유체 입구(21)에서 제 1 원심 펌프(41)에 의해 생성되는 제 1 압력(P1)보다 더 크도록 작동된다.

[0091] 제 2 작동 모드에서는 제 1 작동 모드와 비교하여 제 1 제어 장치(51)와 제 2 제어 장치(52)의 기능이 바람직하게 교환된다. 따라서, 제 2 작동 모드에서, 제 2 제어 유닛(52)은 바람직하게는 유량 조절용으로, 즉 유체의 유량을 유량에 대해 요구되는 값으로 조절하기 위해 사용된다. 제 2 제어 유닛(51)은 압력 조절을 위해, 즉, 막관통 압력(TMP)을 TMP에 대해 요구되는 값으로 조절하기 위해, 또는 제 1 압력(P1) 또는 제 2 압력(P2) 또는 제 3 압력(P3)을 각각에 대해 요구되는 값으로 조절하기 위해 사용된다. 따라서, 이제는 제 1 제어 유닛(51)이 압력 조절용으로 사용된다.

[0092] 따라서, 제 2 작동 모드에서, 제 2 제어 유닛(52)은 위에서 설명한 바와 같은 하나 이상의 측정 신호(들) 또는 실제 값(들) 및/또는 요구되는 값(들)을 포함할 수 있는 제 1 입력 변수(E1)를 수신하고, 이 제 1 입력 변수(E1)를 사용하여 제 1 출력 변수(A1)를 결정하고, 이것을 사용하여 유량에 대해 요구되는 값을 조절 또는 유지하기 위해 제 2 원심 펌프(42)가 작동된다.

[0093] 제 1 제어 유닛(51)은 위에서 설명한 바와 같은 하나 이상의 측정 신호(들) 또는 실제 값(들) 및/또는 요구되는 값(들)을 포함할 수 있는 제 2 입력 변수(E2)를 수신하고, 이 제 2 입력 변수(E2)를 사용하여 제 2 출력 변수(A2)를 결정하고, 이것을 사용하여 TMP 또는 제 1 압력(P1) 또는 제 2 압력(P2) 또는 제 3 압력(P3)에 대해 요구되는 값을 조절 또는 유지하기 위해 제 1 원심 펌프(41)가 작동된다.

[0094] 교대 모드로의 접선류 여과를 위한 방법을 수행하는 것은 필터 요소(25)가 반대 방향으로 교대로 오버플로우되고, 이로 인해 필터 요소(25) 상의 퇴적 또는 필터 요소(25) 상의 원하지 않는 필터 케이크의 축적이 많은 용도에서 보다 효율적으로 방지될 수 있다는 이점을 갖는다. 흐름 방향을 반전시킴으로써 필터 요소(25) 상에 또는 내에 이미 형성되어 있는 퇴적물을 적어도 부분적으로 제거하는 것도 가능하다.

[0095] 흐름 방향을 반전시키는 이러한 조치로 인해, 필터 요소(25)의 폐색 또는 부분 폐색이 또한 방지될 수 있거나 적어도 저감될 수 있고, 따라서 필터 요소의 투과성을 유지할 수 있고, 따라서, 예를 들면, 하나의 흐름 방향만의 작동에 비해, 투과액의 수율을 증가시킬 수 있다. 더욱이, 하나의 흐름 방향만의 작동에 비해 필터 유닛(2) 또는 필터 요소(25)를 더 장기간 동안 사용하는 것이 가능하다.

[0096] 교대 모드에서, 제 1 작동 모드와 제 2 작동 모드 사이의 변경은 바람직하게는 사전결정가능한 시간 방식에 따라 수행된다.

[0097] 제 1 원심 펌프(41)와 제 2 원심 펌프(42)에 의해 생성되는 2 개의 압력의 차압, 및 이에 따라 결국 필터 유닛(2)을 통한 유체의 흐름 방향을 결정하는 제 1 압력(P1)과 제 2 압력(P2) 사이의 차이는 각각의 작동 모드에 대해 독립적으로 조정될 수 있다. 특히, 제 1 작동 모드와 제 2 작동 모드의 동작량에 관하여 제 1 압력(P1)과 제 2 압력(P2)의 차이의 상이한 값을 조절할 수도 있다. 더욱이, 예를 들면, 상이한 막관통 압력(TMP)을 제 2 작동 모드와는 상이한 제 1 작동 모드로 조정 또는 조절하는 것이 가능하다. 유체의 상이한 유량을 제 2 작동 모드와는 다른 제 1 작동 모드로 조정 또는 조절하는 것도 가능하다.

[0098] 제 1 작동 모드와 제 2 작동 모드 사이의 변경의 횟수 또는 변경의 빈도도 자유롭게 조정가능하고, 각각의 용도에 대해 최적화될 수 있다.

[0099] 접선류 여과의 전체 프로세스에서 제 1 작동 모드와 제 2 작동 모드의 백분율도 자유롭게 선택될 수 있다. 예를 들면, 제 1 작동 모드와 제 2 작동 모드를 동등한 비율인 50% 대 50%의 비율로 수행하는 것이 가능하지만, 물론 75% 대 25% 또는 심지어 99% 대 1% 등의 다른 비율로 또한 가능하다. 적절한 비율의 선택은 각각의 용도에 따라 선택될 수 있고, 또는 각각의 용도에 최적화될 수 있다.

[0100] 도 1과 유사한 도면에서, 도 3은 본 발명에 따른 장치의 제 1 실시형태의 변형례를 도시한다.

[0101] 장치(1)의 이 변형례에서, 점도 센서(9)가 더 제공되며, 이것은, 예를 들면, 제 2 흐름 접속부(32) 내에 배치되고, 이것을 사용하여 유체의 점도를 결정할 수 있다. 바람직하게는, 점도 센서(9)는 유체의 점도의 인라인 측정용으로 설계된다. 점도 센서는 바람직하게는 제 2 흐름 접속부(32)의 복귀 튜브(321) 내에 또는 상에 배치된다.

예를 들면, 점도 센서(9)에 의해, 특히 유체로부터 투과액의 여과로 인해 유체의 점도가 변화되는 용도에서 유체의 농축의 진행이 결정될 수 있다.

[0102] 더욱이, 도 3에 도시된 변형례에서, 제 2 흐름 센서(62)가 또한 제공되며, 이것은 투과액 개구(23)의 하류 및 또한 예를 들면 제 3 압력 센서(73)의 하류에 배치된다. 필터 요소(25)에 의해 유체로부터 여과된 투과액의 유량 그리고 이에 따라 예를 들면 투과액의 양(물질의 양 또는 체적 또는 질량)은 제 2 흐름 센서(62)를 사용하여 결정될 수 있다. 이로부터, 접선류 여과의 효율에 대한 정보를 얻을 수 있다.

[0103] 일부의 실시형태에서, 점도 센서(9) 및 제 2 흐름 센서(62)의 둘 모두가 제공된다. 다른 실시형태에서, 2 개의 요소 중 하나만, 점도 센서(9)나 제 2 흐름 센서(62) 중 어느 하나만이 제공된다.

[0104] 더욱이, 점도 센서를 사용하는 대신에, 예를 들면, 인라인 굴절계 또는 인라인 분광계에 의해 단백질 농도를 결정하는 것이 가능하다. 그러나, 이러한 계측기는 매우 고가이므로, 이들 장치를 사용 전에 세척하거나 살균할 필요없이 재사용할 수 있는 것이 중요하다. 예를 들면, 이는 굴절계 또는 분광계의 광을 안내할 수 있는 투명 플라스틱, 예를 들면, 폴리카보네이트제 부품을 각각의 튜브 내에 삽입함으로써 달성될 수 있다. 여기서, 삽입된 부품은 원형이 아니고, 예를 들면, 직사각형, 육각형 또는 팔각형 등의 평판한 벽으로 설계되는 것이 유리하다.

[0105] 도 4 및 도 5에서, 본 발명에 따른 접선류 여과용 장치(1)의 제 2 실시형태가 각각 개략도로 도시되어 있으며, 여기서 도 4는 제 2 실시형태의 제 1 작동 모드를 그리고 도 5는 제 2 작동 모드를 도시한다.

[0106] 다음의 제 2 실시형태의 설명에서는 제 1 실시형태와 상이한 부분만 상세히 설명한다. 제 2 실시형태의 기능에서 동일한 부품 또는 동등한 부품은 제 1 실시형태 또는 그 변형례에서와 동일한 참조 기호로 표시하였다. 특히, 이 참조 기호는 제 1 실시형태와 관련하여 이미 설명한 것과 동일한 의미를 갖는다. 제 1 실시형태 및 그 변형례의 이전의 모든 설명은 동일한 방식으로 또는 유사한 방식으로 제 2 실시형태에도 적용된다는 것이 이해된다.

[0107] 제 2 실시형태에서, 장치(1)는 추가적으로 제 1 제어 유닛(51) 및 제 2 제어 유닛(52)에 신호접속되는 중앙 제어 유닛(5)을 포함하고, 이 중앙 제어 유닛(5)은 제 1 제어 유닛(51) 및 제 2 제어 유닛(52)을 작동시키도록 설계된다.

[0108] 장치의 제 2 실시형태는 특히 접선류 여과가 교대 모드로 수행되는 방법의 실시형태에 대해 특히 유리하다. 물론, 장치(1)의 제 2 실시형태는 교대 모드의 접선류 여과에서의 용도에 한정되지 않고, 접선류 여과 중에 흐름 방향의 역전이 발생하지 않는 본 발명에 따른 방법의 실시형태의 경우에도 사용될 수 있다.

[0109] 도 4 및 도 5에 도시된 실시형태에서, 장치(1)의 제 2 실시형태는 특히 교대 모드의 작동용으로 설계된다.

[0110] 중앙 제어 유닛(5)은 특히 여러 가지 요구되는 값을 포함하는 입력 변수(E)를 수신한다. 중앙 제어 유닛(5)을 위한 입력 변수(E)는, 예를 들면, 다음의 요구되는 값 중 하나 이상을 포함한다: 제 1 압력(P1)에 대해 요구되는 값, 제 2 압력(P2)에 대해 요구되는 값, 제 3 압력(P3)에 대해 요구되는 값, 막관통 압력(TMP)에 대해 요구되는 값, 유체의 유량에 대해 요구되는 값, 제 1 작동 모드와 제 2 작동 모드 사이의 변경의 빈도에 대해 요구되는 값, 제 1 작동 모드와 제 2 작동 모드의 상대적 듀티 사이클에 대해 요구되는 값, 접선류 여과에서 제 1 작동 모드 또는 제 2 작동 모드의 백분율 분담. 일부의 요구되는 값, 예를 들면, 압력(P1, P2, P2 또는 TMP)에 대해 요구되는 값 또는 유량에 대해 요구되는 값은 제 2 작동 모드의 상이한 값과 다른 제 1 작동 모드의 상이한 값을 가질 수 있다(그러나 필수는 아니다).

[0111] 중앙 제어 유닛(5)은 제 1 제어 유닛(51)을 작동시키기 위해 입력 변수(E)로부터 제 1 제어 신호(S1)를 생성하고 제 2 제어 유닛(52)을 작동시키기 위해 제 2 제어 신호(S2)를 생성한다. 제 1 제어 신호(S1)는 제 1 제어 유닛(51)으로 송신되고, 제 2 제어 신호(S2)는 제 2 제어 유닛(52)으로 송신된다.

[0112] 제 1 작동 모드에서, 제 1 제어 유닛(51)은 제 1 제어 신호(S1)에 더하여 입력 변수(E1)를 수신하며, 이것은 특히 다음 중 하나 이상을 포함한다: 유체의 유량의 실제 값, 제 1 압력(P1)의 실제 값, 제 2 압력(P2)의 실제 값, 제 3 압력(P3)의 실제 값. 제 1 제어 유닛(51)은 제 1 제어 신호(S1) 및 제 1 입력 변수(E1)에 의해 제 1 출력 변수(A1)를 결정하며, 이것을 사용하여 제 1 원심 펌프(41)가 작동된다.

[0113] 제 1 작동 모드에서, 제 2 제어 유닛(52)은 제 2 제어 신호(S2)에 더하여 입력 변수(E2)를 수신하며, 이것은 특히 다음 중 하나 이상을 포함한다: 유체의 유량의 실제 값, 제 1 압력(P1)의 실제 값, 제 2 압력(P2)의 실제 값, 제 3 압력(P3)의 실제 값. 제 2 제어 유닛(52)은 제 2 제어 신호(S2) 및 제 2 입력 변수(E2)에 의해 제 2

출력 변수(A2)를 결정하며, 이것을 사용하여 제 2 원심 펌프(42)가 작동된다.

[0114] 제 1 실시형태에서와 유사한 방식으로, 제 1 제어 유닛(51)은 제 2 작동 모드(도 5)에서 입력 변수(E2)를 수신하고, 제 2 제어 유닛(52)은 입력 변수(E1)를 수신하는 것이 이해된다.

[0115] 도 4 및 도 5에 도시된 실시형태에서, 제 1 제어 유닛(51)에 의해 입력 변수(E1)로서 수신된 정보는 제 2 제어 유닛에 의해 입력 변수(E2)로서 수신된 정보와 동일하므로, 교대 작동 모드의 경우, 제 1 제어 유닛(51) 및 제 2 제어 유닛(52)은 유체의 원하는 흐름 방향에 따라 유량 조절 또는 압력 조절로서 기능하기 위해 이용할 수 있는 모든 정보를 갖는다. 제어 신호(S1 또는 S2)에 기초하여, 제 1 제어 유닛(51) 또는 제 2 제어 유닛(52)은 이들이 현재 유량 조절로서 작동하는지 또는 압력 조절로서 작동하는지의 여부, 및 제 1 작동 모드로부터 제 2 작동 모드로의 변경 및 그 반대로의 변경이 일어나는 때를 인식할 수 있다. 두 원심 펌프(41, 42)의 조절로 인해, 압력 조절 및 유량 조절을 동시에 실현하는 것이 가능하다.

[0116] 원리적으로, 필터 유닛(2)을 통해 유체를 이동시킬 수 있는 모든 유형의 원심 펌프가 제 1 원심 펌프(41) 및 제 2 원심 펌프(42)로서 적합하다.

[0117] 이하에서, 도 6 및 도 7에 기초하여, 제 1 원심 펌프(41) 또는 제 2 원심 펌프(42)에, 바람직하게는 제 1 원심 펌프(41) 및 제 2 원심 펌프(42)의 둘 모두에 특히 바람직한 일 유형의 원심 펌프를 설명한다.

[0118] 바람직하게는 제 1 원심 펌프(41) 및 제 2 원심 펌프(42)의 둘 모두가 도 6 및 도 7에 도시된 실시형태에 따라 설계되므로, 이하의 설명에서는 제 1 원심 펌프(41)와 제 2 원심 펌프(42)를 언어적으로 구별하지 않고, 원심 펌프(41, 42)에 대해 설명하며, 이 경우, 제 1 원심 펌프(41) 및 제 2 원심 펌프(42)를 동일한 방식으로 설명한다.

[0119] 필수는 아니지만 특히 바람직하게, 제 1 원심 펌프(41) 및 제 2 원심 펌프(42)는 적어도 실질적으로 동일하게 설계된다.

[0120] 아래에서 설명되는 원심 펌프(41, 42)는 유체를 이송하기 위한 회전자(30), 및 축선 방향(A)을 중심으로 회전자(30)를 회전시키기 위한 전자기 회전 구동장치(10)를 회전자와 함께 형성하는 고정자(20)를 포함하고, 회전자(30)는 자기적으로 작용하는 코어(301), 및 유체를 이송하기 위한 복수의 베인(305; 도 7)을 포함하고, 고정자(20)는 이 고정자(20)에 대해 회전자(30)를 무접촉 자기 구동 및 무접촉 자기 부상시킬 수 있는 베어링 및 구동장치 고정자로서 설계된다.

[0121] 원심 펌프(41, 42)의 이 실시형태의 특정의 이점은 전자기 회전 구동장치(10)의 회전자(30) 및 유체를 이송하는 원심 펌프(41, 42)의 회전자(30)의 둘 모두이므로 회전자(30)를 일체형 회전자로서 설계하는 것이다. 따라서, 전체적으로, 회전자(30)는 하나로 3 가지 기능을 충족시킨다: 즉, 이것은 전자기 구동장치(10)의 회전자(30)이고, 이것은 자기 부상의 회전자(3)이고, 이것은 하나 이상의 유체가 작용하는 임펠러이다. 일체형 회전자로서 이 실시형태는 매우 컴팩트하고 공간 절약형 설계의 이점을 제공한다.

[0122] 추가의 이점은 고정자(20)에 대한 회전자(30)의 무접촉 자기 부상이고, 이것은 회전자(30)를 위한 기계식 베어링이 없으므로 기계식 베어링에서 발생할 수 있는 오염물의 유체 내로의 유입이 확실하게 방지된다. 또한, 기계식 베어링 및 이들 사이에서 발생하는 마찰력이 없으므로 구동 전류 또는 구동 전압 등의 전기적 작동 변수들 사이의 관계 및 회전자(30)의 회전 속도가 훨씬 더 정밀하게 정의되고, 이로 인해 원심 펌프(41, 42)의 조절이 개선되거나 단순화된다.

[0123] 도 6은 전자기 회전 구동장치(10)의 일 실시형태의 사시도이며, 이것은 소위 템플 모터로서 그리고 무베어링 모터의 원리에 따라 설계된다. 도 7은 축선 방향 단면도로 무접촉 자기 부상될 수 있는 회전자(30)를 구비한 원심 펌프(41, 42)의 일 실시형태를 도시한다.

[0124] 전자기 회전 구동장치(10)는 무베어링 모터의 원리에 따라 설계되며, 이 원리에 따라 작동된다. 베어링리스 모터라는 용어는 회전자(30)가 고정자(20)에 대해 완전히 자기적으로 부상하고 별개의 자기 베어링이 제공되지 않는 전자기 회전 구동장치(10)를 의미한다. 이 목적을 위해, 고정자(20)는 전기 구동장치의 고정자(20) 및 자기 부상의 고정자의 둘 모두인 베어링 및 구동장치 고정자로서 설계된다. 고정자(20)는 회전 자기장을 생성할 수 있는 전기 권선(206)을 포함하고, 회전 자기장은 한편으로 회전자(30) 상에 축선 방향(A)을 규정하는 원하는 회전 축선을 중심으로 회전을 일으키는 토크를 가하고, 다른 한편으로 필요에 따라 조정될 수 있는 전단력을 회전자(30) 상에 가하여 그 반경 방향의 위치를 능동적으로 제어 또는 조절할 수 있다. 따라서, 회전자(30)의 3 개의 자유도, 즉 그 회전 및 반경방향 위치(2 개의 자유도)가 능동적으로 조절될 수 있다. 3 개의 추가의 자유도,

즉 축선 방향(A)에서의 위치 및 원하는 회전 축선에 수직인 반경방향 평면에 대한 경사(2 개의 자유도)에 관하여, 회전자(30)는 수동적으로 자기 부상되거나 자기저항력에 의해 안정화된다. 즉, 이것은 제어될 수 없다. 회전자(30)의 완전한 자기 부상을 수반하는 별개의 자기 베어링이 없는 것이 특성이고, 이는 베어링리스 모터에 그 이름을 부여한다. 베어링 및 구동장치 고정자에서, 베어링 기능은 구동장치 기능으로부터 분리될 수 없다.

[0125] 원하는 회전 축선은, 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 회전자(30)가 고정자(20)에 대해 중심에 있고 틸팅되지 않은 위치에 있을 때, 작동 상태에서 회전자(30)의 회전 중심인 축선을 지칭한다. 이 원하는 회전 축선은 축선방향(A)을 규정한다. 통상적으로, 축선방향(A)을 규정하는 원하는 회전 축선은 고정자(20)의 중심 축선에 대응한다.

[0126] 이하에서, 반경방향은 축선방향(A)에 대해 수직으로 서있는 방향을 지칭한다.

[0127] 회전자(30)는 링 형상 또는 디스크 형상으로 설계된 자기적으로 작용하는 코어(301)를 포함한다. 도 6의 표현에 따르면, 자기적으로 작용하는 코어(301)는 영구 자석 디스크로서 설계되고, 자기 중심 평면(C; 도 7)을 규정한다. 회전자(30)의 자기적으로 작용하는 코어(301)의 자기 중심 평면(C)은, 회전자(30)가 틸팅되지 않으면서 축선방향(A)으로 편향되지 않은 경우에, 작동 상태에서 회전자(30)의 자기적으로 작용하는 코어(301)가 부상되는 축선방향(A)에 수직인 해당 평면을 지칭한다. 원칙적으로, 디스크 형상의 또는 링 형상의 자기적으로 작용하는 코어(301)에서, 자기 중심 평면(C)은 회전자(30)의 자기적으로 작용하는 코어(301)의 기하학적 중심 평면이며, 이것은 축선방향(A)에 수직이다. 회전자(30)의 자기적으로 작용하는 코어(301)가 작동 상태에서 고정자(20)에서 부상되는 해당 평면을 반경방향 평면(E)이라고도 부른다. 이 반경방향 평면은 z축이 축선방향(A)으로 연장되는 직교 좌표계의 x-y 평면을 형성한다. 회전자(30)의 자기적으로 작용하는 코어(301)가 틸팅되지 않으면서 축선방향(A)에 대해 편향되지 않는 경우, 이 반경방향 평면(E)은 자기 중심 평면(C)과 일치한다.

[0128] 자기적으로 작용하는 코어(301) 또는 회전자(30)의 반경방향 위치는 반경방향 평면(E)에서의 회전자(30)의 위치를 지칭한다.

[0129] 회전자(30)의 "자기적으로 작용하는 코어(301)"는 토크 생성 및 자기 부상력의 생성을 위하여 고정자(20)와 자기적으로 상호작용하는 회전자(30)의 해당 영역을 지칭한다.

[0130] 전자기 회전 구동장치(10)는 템플 모터로서 설계되고, 고정자(20)를 포함하고, 이 고정자는 복수의 코일 코어(205)(여기서는 6 개의 코일 코어(205))를 가지며, 각각의 코일 코어는 축선방향(A)으로 연장되는 길이방향 림(251) 및 이 길이방향 림(251)에 수직으로 배치되어 반경방향으로 단부면까지 연장되는 횡단방향 림(252)을 포함한다. 코일 코어(205)는 원형의 선 상에서 등거리로 배치되므로 횡단방향 림(252)의 단부면은 회전자(30)의 자기적으로 작용하는 코어를 둘러싼다. 집중 권선(206)이 각각의 길이방향 림(252) 상에 배치되어 각각의 길이방향 림(252)을 둘러싼다.

[0131] 서로 평행하게 정렬되고, 모두 축선 방향(A)에 평행하게 연장되고, 회전자(30)를 둘러싸는(또는 외부 회전자로서의 설계에서는 회전자(30)에 의해 둘러싸임) 코일 코어(205)의 길이방향 림(26)은 사원의 기둥을 연상시키는 이들 평행한 길이방향 림(251)으로 인해 템플 모터에 그 이름을 부여하였다.

[0132] 도 6에서는 회전자(30)의 자기적으로 작용하는 코어(301)만이 도시되어 있다. 물론 회전자(30)는 바람직하게는 플라스틱, 금속, 금속 합금, 세라믹 또는 세라믹 재료로 제조되는 재킷 또는 인캡슐레이션 등의 기타 컴포넌트를 포함할 수 있다는 것이 이해된다. 더욱이, 회전자(30)는 또한 유체를 펌핑하기 위한 베인(305)을 포함한다(도 7을 참조). 회전자(30)는 다른 컴포넌트도 포함할 수 있다.

[0133] 횡단방향 림(252)으로부터 멀어지는 방향을 향하는 길이방향 림(251)의 이들 단부(도 6 및 도 7에서 이들은 도면에 따른 하단부임)는 리턴(207)에 의해 서로 연결된다. 이 리턴(207)은 바람직하게는 링 형상으로 설계되거나 또는 길이방향 림(251)을 서로 연결하는 여러 개의 세그먼트를 포함한다. 리턴(207) 및 고정자(20)의 코일 코어(205)의 둘 모두는 연질의 자기 재료로 제조되는데, 이들은 자속을 안내하는 자속 전도 요소로서 기능하기 때문이다. 코일 코어(205) 및 리턴(207)을 위한 적합한 연질 자기 재료는 10,000 A/m 강자성 또는 준강자성 재료, 즉, 특히 철, 니켈-철, 코발트-철, 실리콘 철 또는 μ-금속이다. 이 경우, 고정자(20)의 경우는, 코일 코어(205) 및 리턴(207)이 시트 금속으로 설계되는 고정자 시트 스택으로서의 설계가 바람직하며, 이들은 적층되는 여러 매의 얇은 시트 금속 요소로 구성된다.

[0134] 회전자(30)의 자기 구동 및 자기 부상을 위해 필요한 전자기 회전장을 생성하기 위해, 코일 코어(205)의 길이방향 림(251)은 집중 권선(206)으로서 설계되는 권선을 장착하고 있으며, 본 명세서에 기술된 실시형태에서는 정확히 하나의 집중 권선(206)이, 각각의 경우에, 각각의 길이방향 림(251)의 주위에 배치된다. 작동 상태에서,

이들 전자기 회전장은 이들 집중 권선(206)에 의해 생성되며, 이것에 의해 회전자(30) 상에서 토크가 발생되고, 이것에 의해 임의의 조정가능한 횡력이 회전자(30) 상에 반경방향으로 가해지므로 회전자(30)의 반경방향 위치, 즉, 축선방향(A)에 수직인 반경방향 평면(E) 내에서의 위치가 능동적으로 제어 또는 조절될 수 있다. 물론, 이러한 실시형태는 또한 각각의 길이방향 림(251)이 2 개 이상의 집중 권선(206), 예를 들면, 정확하게 2 개의 집중 권선을 갖는 경우에도 가능하다.

[0135] 이미 언급한 바와 같이, 자기적으로 작용하는 코어(301)는 영구 자석식으로 설계된다. 이 목적을 위해, 자기적으로 작용하는 코어(301)는 적어도 하나의 영구 자석을 포함할 수 있으나, 또한 여러 개의 영구 자석을 포함할 수 있고, 또는 본 명세서에서 기술되는 실시형태에서와 같이 완전히 영구 자석 재료로 구성되므로 자기적으로 작용하는 코어(301)는 영구 자석이다. 회전자(30)의 자기적으로 작용하는 코어(301)의 자화는 도 6에 기호를 수반하지 않은 화살표로 자기적으로 작용하는 코어(301)에 표시되어 있다. 따라서 자기적으로 작용하는 코어(301)는 반경방향으로 자화된다.

[0136] 도 7은 축선 방향(A)의 단면도로 원심 펌프(41, 42)의 일 실시형태를 도시한다.

[0137] 원심 펌프(41, 42)는 이동될 유체를 위한 입구(411; 421) 및 출구(412; 422)를 포함하는 펌프 하우징(60)을 갖는 펌프 유닛(40)을 포함하고, 여기서 회전자(30)는 펌프 하우징(60) 내에 배치되고, 유체를 이송하기 위한 복수의 베인(305)을 포함한다. 펌프 유닛(40)은 회전자(30)의 자기적으로 작용하는 코어(301)가 횡단방향 림(252)의 단부면에 의해 둘러싸이도록 고정자(20) 내에 펌프 유닛(40)을 삽입할 수 있는 방식으로 설계된다.

[0138] 펌프 유닛(40)의 펌프 하우징(60)은서로 실링 방식으로 연결되는 베이스 부품(601) 및 커버(602)를 포함하며, 출구(412; 422)는 완전히 펌프 하우징의 베이스 부품(601) 내에 배치되지만 필수적인 것은 아니다. 커버(602)는 축선 방향(A)으로 연장되는 입구(411; 412)를 포함하므로 유체는 회전자(30)를 향해 축선 방향(A)으로 흐른다.

[0139] 회전자(30)는 유체를 이송하기 위한 복수의 베인(305), 예를 들면, 총 4 개의 베인(305)을 포함하며, 이 수는 예시적인 특징이다. 회전자(30)는 회전자(30)의 자기적으로 작용하는 코어(301)를 둘러싸고 바람직하게는 기밀하게 캡슐화하는 재킷(308)을 더 포함하고, 이로 인해 회전자(30)의 자기적으로 작용하는 코어(301)는 이송되는 유체와 접촉하지 않게 된다. 모든 베인(305)은 재킷(308) 상에 배치되고 회전자(30)의 원주방향에 대해 등거리로 배치된다. 각각의 베인(305)은 반경방향 외측으로 연장되며, 토크 프루프(torque-proof) 방식으로 재킷(308)에 연결된다. 베인(305)은 재킷(308)에 고정되는 별개의 컴포넌트일 수 있다. 물론, 모든 베인(305)은 재킷(308)의 일체형 부품일 수도 있다. 즉 재킷(308)은 모든 베인(305)과 단일 부재로서 설계될 수도 있다. 베인(305)을 구비하는 회전자(30)는 유체가 작용하는 원심 펌프(41, 42)의 각각의 베인 또는 임펠러를 형성한다.

[0140] 무베어링 모터의 원리에 따른 전자기 회전 구동장치(10)를 구비하는 원심 펌프(41, 42)의 설계는 또한 회전자(30)를 고정자(20)로부터 매우 쉽게 분리할 수 있게 한다. 이는 매우 큰 장점인데, 이러한 방식에서, 예를 들면, 회전자(30) 또는 회전자를 포함하는 펌프 유닛(40)은 단일 사용을 위한 일회용 부품으로서 설계될 수 있기 때문이다. 오늘날, 이러한 일회용 용도는 매우 고순도 요건으로 인해 프로세스에서 처리될 물질과 접촉하는 모든 컴포넌트를, 예를 들면, 증기 살균에 의해 정교한 방식으로 사전에 세정 및 살균해야 하는 프로세스를 대체하는 경우가 많다. 일회용으로 설계된 경우, 처리될 물질과 접촉하게 되는 이들 컴포넌트는 정확하게 1회만 사용되고, 다음 번 용도를 위해 새로운, 즉 사용되지 않은 일회용 부품으로 교체된다.

[0141] 따라서, 본 발명에 따른 장치는 다수회의 사용을 위해 설계되는 재사용가능 장치 및 단일 사용을 위해 설계되는 일회용 장치를 포함하도록 설계될 수도 있다. 재사용가능 장치는 특히 유체와 접촉하지 않는 컴포넌트, 즉 특히 원심 펌프(41, 42)의 고정자(20) 및 예를 들면, 압력 센서(71, 72, 73)의 적어도 부품을 포함한다. 압력 센서(71, 72, 73)는 이들 각각이 일회용 부품 및 재사용가능 부품을 포함하도록 설계될 수 있다.

[0142] 본 발명에 따른 장치(1)는 저장소(8)를 더 포함하는 것도 가능하다. 저장소(8)의 전체가 일회용 부품으로서, 예를 들면, 치수적으로 안정한 플라스틱 용기로서 설계되는 실시형태 및 저장소(8)의 1 개의 컴포넌트만이 일회용 부품으로서 설계되는 실시형태가 가능하다.

[0143] 저장소(8)의 이러한 실시형태는 도 8에 개략도로 도시되어 있다. 저장소(8)는 유체를 수용하기 위한 플라스틱제의 가요성 삽입체(80)를 포함한다. 삽입체(80)는 바람직하게는 가요성 백, 예를 들면, 플라스틱 백 또는 합성수지 백이며, 이것은 보관 중에 가능한 작은 공간을 필요로 하도록 접을 수 있다. 삽입체(80)는, 예를 들면, 추가의 물질, 예를 들면, 영양 용액 또는 산소 등의 가스를 공급하기 위한 추가의 입구 또는 출구(미도시)를 포함할 수 있다. 예를 들면, 온도, 압력, 농도 등의 파라미터를 모니터링하는 프로브 또는 측정 센서를 수용하기 위한 추가의 입구를 사용하는 것도 가능하다. 입구(들)은 물질 수송용일 수도 있다. 특히 여기서, 예를 들면, 바이오

리액터로서의 실시형태에서 필요한 가스를 공급 또는 배출할 수 있다. 특히 미생물 또는 생물 세포의 배양에서, 산소 또는 공기를 용기(80)에 공급할 수 있고, 다른 가스 특히 이산화탄소를 용기로부터 배출할 수 있는 것이 필요한 경우가 많다.

[0144] 특히, 소위 샘플링 포트(미도시)가 저장소(8) 또는 삽입체(8)에 접착되거나 용접될 수 있다. 이것은 짧은 튜브형 플라스틱 구조물이며, 이것을 통해, 예를 들면, 삽입체(8)로부터 샘플을 채취할 수 있다. 각각의 샘플링 포트는 통상적으로 그 자체가 알려져 있는 방법으로 삽입체(8)로부터 돌출해 있는 단부에서 클램프에 의해 고정되므로 이들 샘플링 포트를 통해 삽입체(8)의 내부로 원하지 않는 물질이 유입될 수 없다.

[0145] 저장소(8)는 치수적으로 안정한 지지 용기(85)를 더 포함하며, 이것은 재사용가능 컴포넌트로서 그리고 삽입체(8)를 수용하기 위해 설계된다. 지지 용기(85)의 벽 상에는 적어도 하나의 윈도우(86)가 제공될 수 있고, 이것을 통해 삽입체(8)에 대한 시각적 접근이 가능해진다.

[0146] 도 8에 도시된 매우 개략적인 실시형태에서도 삽입체(80), 즉 복귀 튜브(321) 및 공급 튜브(311)를 구비하는 저장소(8)로부터 유체가 나오거나 이 저장소(8)로 되돌아가는 2 개의 튜브의 각각은 각각 유체를 제거하거나 복귀시키기 위한 둘 모두의 용도로 사용될 수 있다. 이는, 장치(1)가 교대 모드로 작동되는 경우에, 공급 튜브(311)는 제 1 작동 모드 등의 하나의 작동 모드로 사용되어 삽입체(80)로부터 유체를 제거하고, 제 2 작동 모드 등의 다른 작동 모드에서는 유체를 삽입체(80)로 복귀시키기 때문이다. 동일한 것이 복귀 튜브(321)에 유사하게 적용된다. 이는 두 튜브(321, 311)가 각각 특히 이들을 통해 유체를 흡입할 수 있도록 설계되거나, 예를 들면, 삽입체(80)의 설계에서 2 개의 튜브, 즉 공급 튜브(311) 및 복귀 튜브(321)의 각각을 통해 유체를 흡입할 수 있는, 즉 제거될 수 있고 뿐만 아니라 복귀될 수 있는 다른 조치가 제공됨을 의미한다.

[0147] 특히 다수회 사용을 위한 재사용가능 컴포넌트 뿐만 아니라 단일회 사용을 위한 컴포넌트를 포함하는 장치(1)의 실시형태에 관하여, 본 발명에 따른 장치(1)를 위한 일회용 부품의 세트가 더 제안되며, 이것은 각각 일회용 부품으로서 설계되는 적어도 다음의 컴포넌트를 포함한다: 필터 유닛(2), 각각의 원심 펌프(41, 42)용 펌프 유닛(40), 제 1 흐름 접속부(31) 및 제 2 흐름 접속부를 실현하도록 설계되는 복수의 튜브(311, 312, 321, 322), 및 선택적으로 유체의 저장소(8) 또는 저장소(8)를 위한 삽입체(80).

[0148] 추가의 실질적인 양태는 유체와 접촉하는 접선류 여과용 장치(1)의 모든 부품, 특히 필터 유닛(2) 또는 필터 요소(25), 저장소(8), 또는 플라스틱 백으로서 설계되는 삽입체(80), 흐름 접속부(31, 32), 필요시 압력 센서(71, 72, 73), 및 원심 펌프(41, 42)의 펌프 유닛(40) 또는 이들의 컴포넌트가 특정의 용도 분야를 위해 살균되어야 하는 것이다. 이는 전술한 모든 컴포넌트가 감마선 살균될 수 있는 경우에 특히 유리하다. 이러한 유형의 살균에서, 살균될 컴포넌트는 감마선에 노광된다. 예를 들면, 증기 살균에 비한 감마선 살균의 이점은 특히 살균이 포장을 통해 실시될 수도 있다는 것이다. 특히 일회용 부품의 경우, 이 부품은 제조된 후에 출하용 포장 내에 투입되고, 그 후 장기간 보관된 후에 고객에게 출하되는 것이 일반적이다. 이러한 경우, 살균은 고객에게 납품되기 직전에 포장을 통해 실시되고, 이것은 증기 살균이나 기타 프로세스로는 가능하지 않다.

[0149] 다른 한편, 펌프 유닛(40)은 일회만 사용될 수 있고, 펌프 유닛(40)의 의도하는 사용 시에 세정할 필요가 없으므로, 설계에서 펌프 유닛(40)의 양호한 세정성을 중시할 필요가 없다는 큰 이점을 제공한다. 더욱이, 일반적으로 펌프 유닛(40) 또는 그 컴포넌트를 1 회를 초과하여 살균해야 할 필요는 없다. 이는 감마선에의 노출은 플라스틱의 열화를 유발할 수 있고 여러 번의 감마선 살균은 플라스틱을 못쓰게 만들 수 있기 때문에 특히 감마선 살균의 경우에 큰 이점이 된다.

[0150] 일회용 부품의 경우 고온 및/또는 고(증기)압 하의 살균이 통상적으로 불필요할 수 있으므로, 예를 들면, 고온에 견딜 수 없거나 또는 고온 및 고압에 여러 번 노출될 수 없는 저가의 플라스틱이 사용될 수 있다.

[0151] 따라서, 이들 모든 양태를 고려하면, 일회용 장치 또는 일회용 부품의 제조를 위해 적어도 한 번 감마선 살균될 수 있는 플라스틱을 사용하는 것이 바람직하다. 단일의 감마선 살균을 가능하게 하는 재료는 적어도 40 kGy의 선량에 대해 감마 안정성이어야 한다. 또한, 감사 살균 중에 독성 물질이 생성되어서는 안된다. 또한, 혼합될 물질 또는 혼합된 물질과 접촉하게 되는 모든 재료는 USP 클래스 VI 표준을 만족하는 것이 바람직하다.

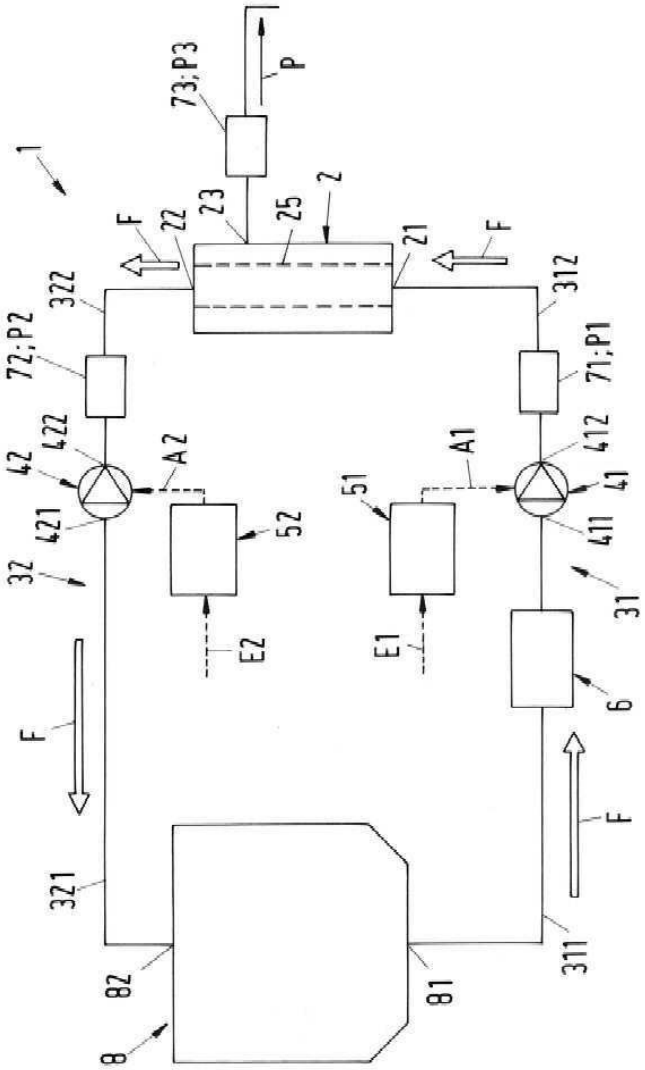
[0152] 예를 들면, 플라스틱제의 펌프 유닛(40)의 부품을 제조하기 위해 다음의 플라스틱이 바람직하다: 폴리프로필렌(PP), 저밀도 폴리에틸렌(LDPE), 초저밀도 폴리에틸렌(ULDPE), 에틸렌 비닐 아세테이트(EVA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리비닐클로라이드(PVC), 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS), 폴리아크릴, 폴리카보네이트(PC).

[0153] 일회용 장치(70)의 플라스틱 부품을 제조하기 위한 그다지 적절하지 않거나 심지어 부적절한 재료는, 예를

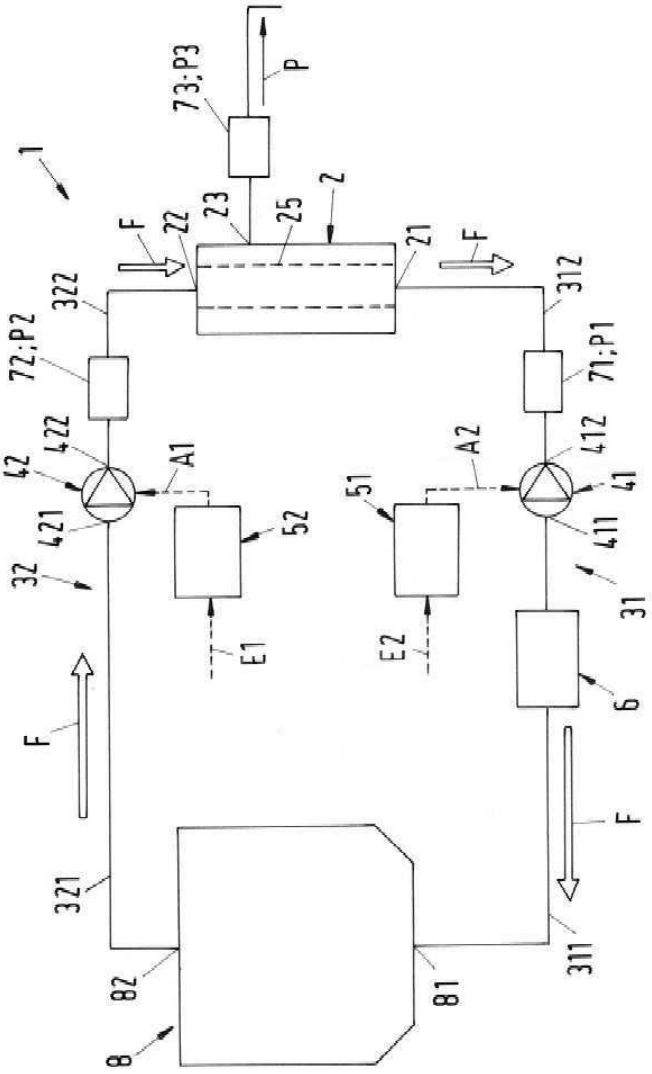
들면, Teflon, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 및 퍼플루오로알콕시 폴리머(PFA)라는 브랜드명으로 알려져 있는 재료이다. 이들 재료의 경우, 실제로 감마선 살균 중에 불화수소산 등의 독성의 또는 유해한 화합물을 형성할 수 있는 불소 등의 위험한 가스가 방출될 위험이 있다.

도면

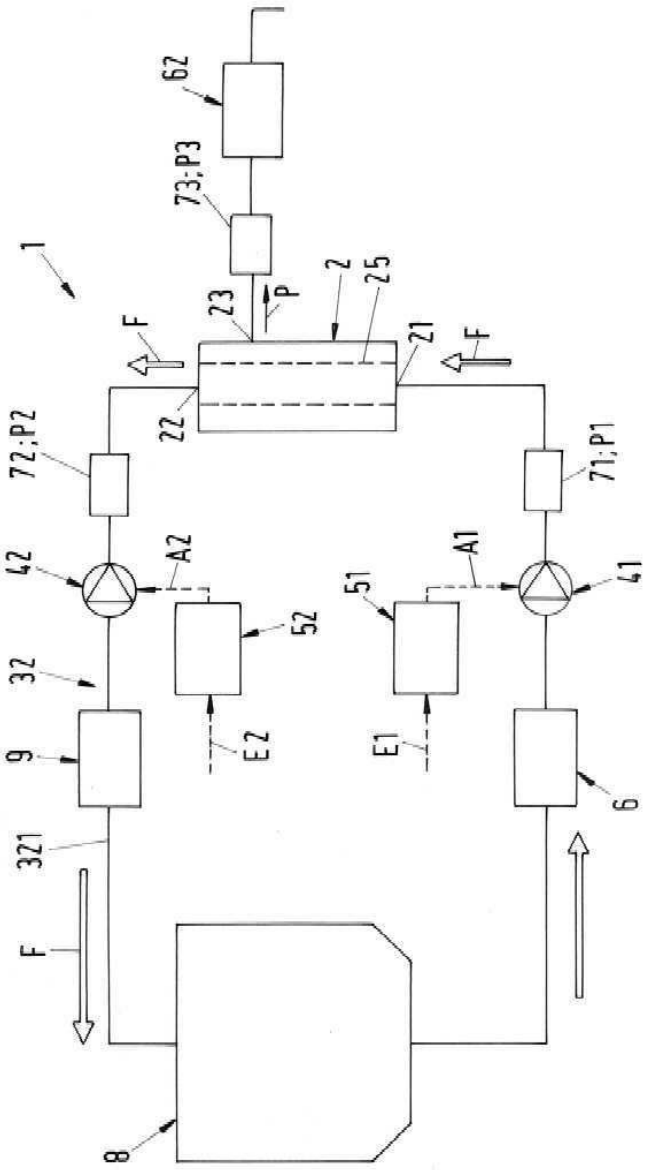
도면1



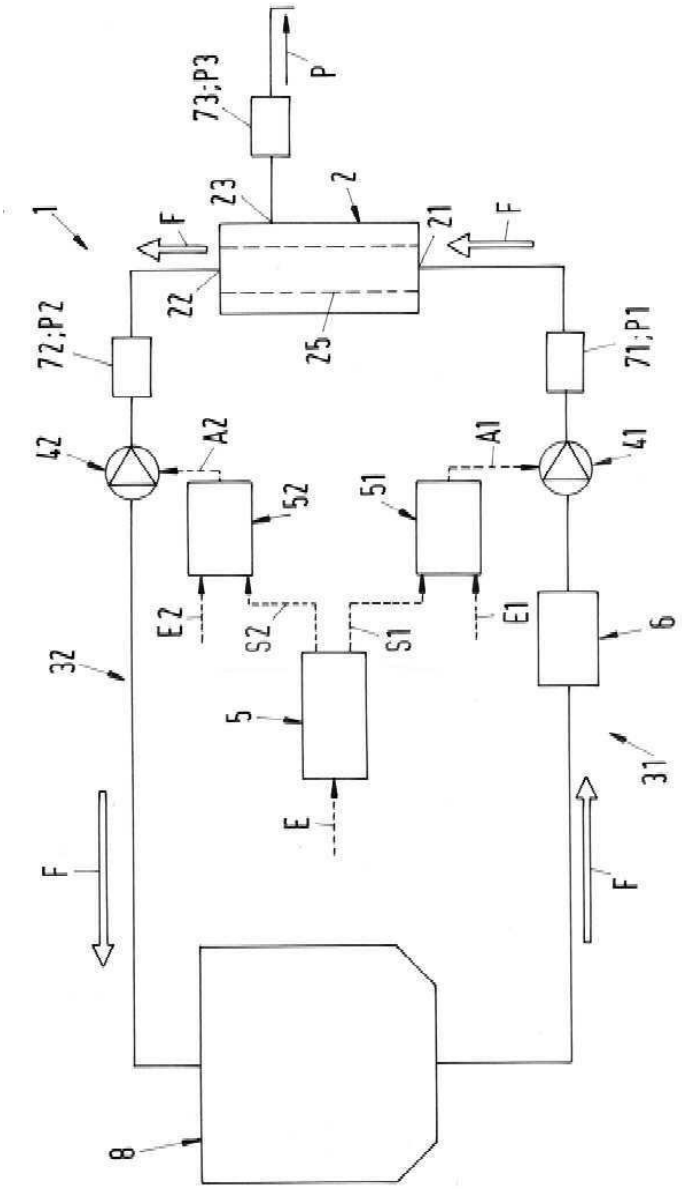
도면2


1
73;P3
P
2
23
25
F
22
21
F
322
312
72;P2
71;P1
422
412
42
A1
A2
41
421
411
52
51
32
31
E1
E2
6
F
F
321
311
82
81
8

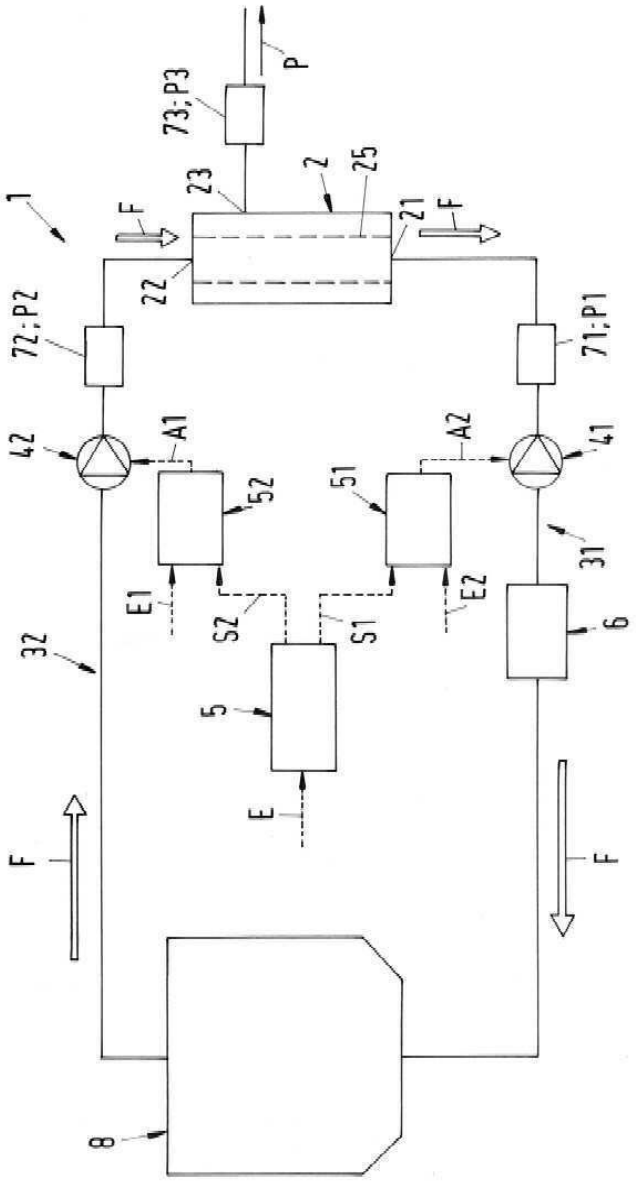
도면3


62
73;P3
1
2
25
23
P
F
21
F
22
72;P2
71;P1
42
A2
A1
51
41
52
32
E2
E1
9
6
321
F
8

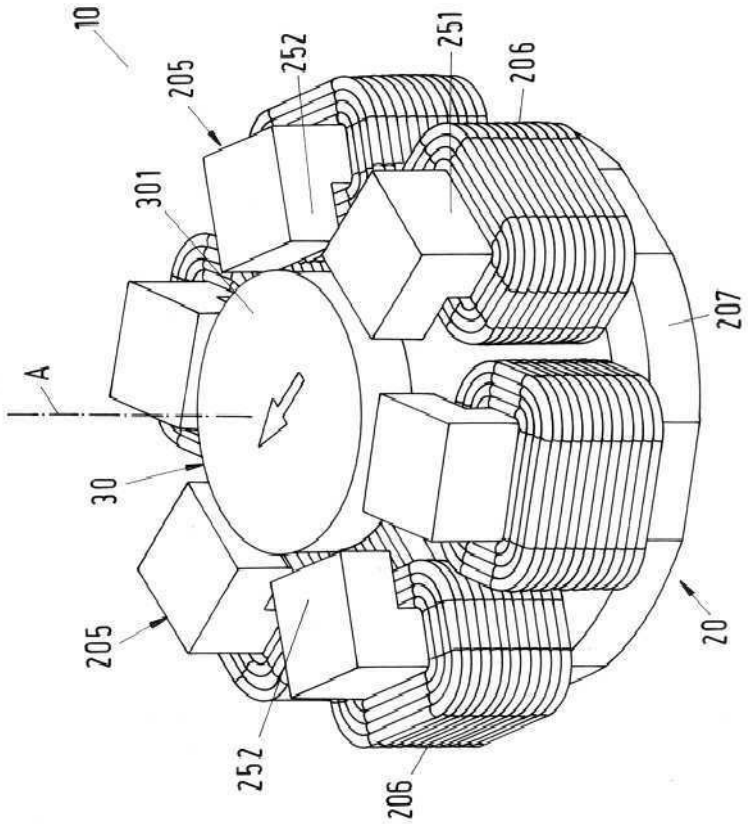
도면4


73;P3
P
23
2
1
F
21
F
22
25
72;P2
71;P1
42
A2
A1
41
52
51
E2
S2
S1
E1
6
32
5
31
E
F
F
8

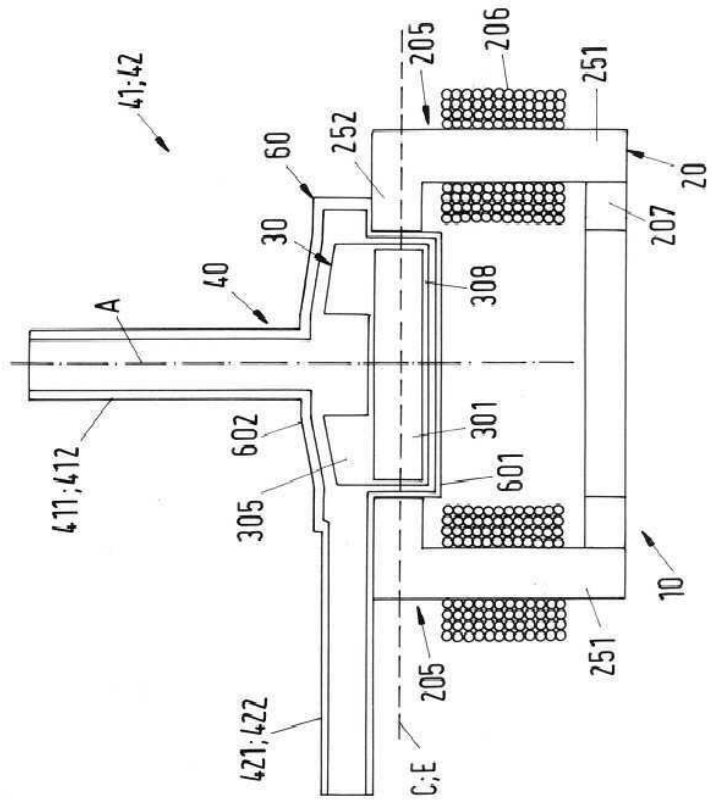
도면5


P
73;P3
2
25
23
1
F
21
F
22
72;P2
71;P1
42
A1
A2
41
52
51
31
E1
E2
S2
S1
6
32
5
E
F
F
8

도면6


10
205
252
251
206
301
207
A
30
205
20
252
206

도면7


41;42
205
206
251
60
252
20
30
207
40
308
A
602
301
411;412
601
305
10
205
251
421;422
C;E

도면8

