(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0162995
(43) 공개일자 2023년11월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61M 60/211 (2021.01) *A61M 60/117* (2021.01)
A61M 60/135 (2021.01) *A61M 60/148* (2021.01)
A61M 60/232 (2021.01) *A61M 60/237* (2021.01)
A61M 60/414 (2021.01) *A61M 60/422* (2021.01)
A61M 60/806 (2021.01) *A61M 60/82* (2021.01)
A61M 60/825 (2021.01)
(52) CPC특허분류
A61M 60/211 (2023.05)
A61M 60/117 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2023-7039244(분할)
(22) 출원일자(국제) 2016년03월16일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2017-7027677
원출원일자(국제) 2016년03월16일
심사청구일자 2021년03월09일
(85) 번역문제출일자 2023년11월14일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2016/055643
(87) 국제공개번호 WO 2016/146661
국제공개일자 2016년09월22일
(30) 우선권주장
15159680.6 2015년03월18일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
아비오메드 유럽 게엠베하
독일 아헨 52074 노이엔호페 베그 3
(72) 발명자
지이스, 토르스텐
독일 아헨 52074 노이엔호페 베그 3 아비오메드 유럽 게엠베하 씨/오
아불호슨, 왈리드
독일 아헨 52074 노이엔호페 베그 3 아비오메드 유럽 게엠베하 씨/오
(74) 대리인
특허법인 수

전체 청구항 수 : 총 16 항

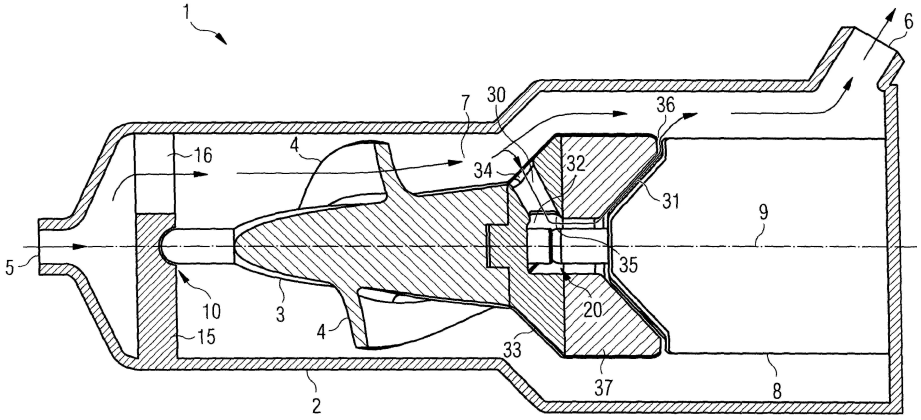
(54) 발명의 명칭 **혈액 펌프**

(57) 요 약

혈액 펌프(1)는 통로(7)에 의해 연결된 혈류 입구(5) 및 혈류 출구(6)를 갖는 펌프 케이싱(2), 및 상기 펌프 케이싱(2) 내에서 회전축(9)을 중심으로 회전 가능하게 배치된 임펠러(3)를 포함한다. 임펠러(2)는 혈액을 통로(7)를 따라 혈류 입구(5)부터 혈류 출구(6)로 이송하기 위한 크기 및 형상을 갖는 블레이드(4)를 구비하며, 임펠

(뒷면에 계속)

대 표 도



러(3)는 펌프 케이싱(2)의 베어링 표면과 마주하는 임펠러(3)의 베어링 표면을 포함하는 적어도 하나의 접촉식 베어링(20)에 의해 펌프 케이싱(2) 내에 회전 가능하게 지지된다. 적어도 하나의 세척 채널(30)은 임펠러(3)를 통해 연장하고 제1 개구(34)를 통해 통로(7)와 그리고 제2 개구(35)를 통해 베어링(20)과 유체 연결된다. 세척 채널(30)은 세척 채널(30)을 통해 베어링(20)을 향해 혈액을 펌핑하기 위한 2차 펌프와 작동 가능하게 결합되며, 2차 펌프는 적어도 하나의 접선 방향 성분을 갖는 방향을 따라 임펠러(3)를 통해 연장하는 상기 적어도 하나의 세척 채널(30)에 의해 적어도 부분적으로 형성된다.

(52) CPC특허분류

A61M 60/135 (2023.05)
A61M 60/148 (2021.01)
A61M 60/232 (2021.01)
A61M 60/237 (2021.01)
A61M 60/414 (2021.01)
A61M 60/422 (2021.01)
A61M 60/806 (2021.01)
A61M 60/82 (2023.05)
A61M 60/825 (2023.05)

명 세 서

청구범위

청구항 1

혈액 펌프(1)로서,

통로(7)에 의해 연결된 혈류 입구(5) 및 혈류 출구(6)를 갖는 펌프 케이싱(2), 및

상기 펌프 케이싱(2) 내에서 회전축(9)을 중심으로 회전 가능하게 배치된 임펠러(3) - 상기 임펠러(2)에는 혈액을 상기 통로(7)를 따라 상기 혈류 입구(5)부터 상기 혈류 출구(6)로 이송하기 위한 크기 및 형상을 갖는 블레이드(4)가 제공되며, 상기 임펠러(3)는 상기 펌프 케이싱(2)의 베어링 표면과 마주하는 상기 임펠러(3)의 베어링 표면을 포함하는 적어도 하나의 접촉식 베어링(20)에 의해 상기 펌프 케이싱(2) 내에 회전 가능하게 지지됨 - 를 포함하며,

적어도 하나의 세척 채널(43')은 상기 임펠러(3)를 통해 연장하고 제1 개구(44')를 통해 상기 통로(7)와 그리고 제2 개구를 통해 상기 베어링(20)과 유체 연결되며, 상기 세척 채널(43')은 상기 세척 채널(43')을 통해 상기 베어링(20)을 향해 혈액을 펌핑하기 위한 2차 펌프와 작동 가능하게 연관되며,

상기 2차 펌프는 상기 임펠러(3)를 통해 대각선 방향으로 연장하는 상기 적어도 하나의 세척 채널(43')에 의해 적어도 부분적으로 형성되는

혈액 펌프.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 세척 채널(43')은 상기 블레이드(4) 중 하나를 통해 연장하고, 상기 제1 개구(44')가 상기 블레이드(4)에 대각선 방향으로 반대 위치에 배치되는 혈액 펌프.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 세척 채널(43')은 출구 개구(45') - 상기 출구 개구(45')는, 상기 블레이드(4)의 반경 방향 외측 에지 상에 배치됨 - 에서 끝나고, 상기 제1 개구(44')가 상기 출구 개구(45')에 대각선 방향으로 반대 위치에 배치되는 혈액 펌프.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 회전축을 중심으로 도는 방향으로, 상기 제1 개구(44')가 상기 블레이드(4) 중 하나의 전방측에 배치되고 상기 세척 채널(43')의 출구 개구(45')가 상기 블레이드(4)의 후방측에 배치되어, 상기 세척 채널(43')이 상기 블레이드(4) 아래로 연장하도록 하는 혈액 펌프.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 회전축을 중심으로 도는 방향으로, 상기 제1 개구(44')가 상기 블레이드(4) 중 하나의 전방측에 배치되고 상기 세척 채널(43')이 상기 블레이드(4)를 통해 연장하며 출구 개구(45') - 상기 출구 개구(45')는, 상기 블레이드(4)의 반경 방향 외측 에지 상에 배치됨 - 에서 끝나는 혈액 펌프.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 회전축(9)과 상기 제1 개구(44') 사이의 거리는 상기 회전축(9)과 채널 유동이 상기 통로(7)로 나가는 지점(36)) 사이의 거리의 50% 미만, 바람직하게는 40% 미만, 더 바람직하게는 30% 미만인 혈액 펌프.

청구항 7

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 임펠러(3)는 상기 회전축(9)을 따라 연장하고 상기 베어링(20)을 수용하는 중앙 개구(32)를 포함하며, 상기 제2 개구는 상기 중앙 개구(32)와 유체 연결되며, 상기 제2 개구에서의 상기 세척 채널(43')은 실질적으로 반경 방향으로 상기 회전축(9)을 향해 지향되는 혈액 펌프.

청구항 8

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 세척 채널(43')의 상기 제1 개구(44')는 회전축에 대해 상기 블레이드(4)의 전방측의 상기 임펠러(3)의 블레이드(4) 중 하나에 인접하여 배치되는 혈액 펌프.

청구항 9

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 개구(44')의 단면은 원형 또는 비원형인 혈액 펌프.

청구항 10

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 개구(44')는 상기 임펠러(3)의 표면에 대한 상기 세척 채널(43')의 경사에 기인하여 적어도 부분적으로 노출되는 상기 세척 채널(43')의 단부에 의해 형성되는 혈액 펌프.

청구항 11

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

돌출부(38)가 상기 세척 채널(43')의 상기 제1 개구(44') 내로 연장하고 상기 제1 개구(44')를 통한 상기 세척 채널(43') 내로의 혈액 유동을 증가시키기 위한 크기 및 형상을 가지며, 및/또는 상기 임펠러(3)는 그로부터 반경 방향으로 연장하는 적어도 하나의 날개(39)를 포함하며 회전 방향에 대해 상기 세척 채널(43')의 상기 제1 개구(44')에 인접하고 그 뒤에 배치되며, 상기 날개(39)는 상기 세척 채널(43')의 상기 제1 개구(44')에 걸쳐 연장하고 혈액이 상기 제1 개구(44')로 들어가도록 회전 방향으로 개방되는 혈액 펌프.

청구항 12

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 회전축(9)에 대하여 대칭으로 배치된 두 개 이상의 세척 채널(43')을 포함하는 혈액 펌프.

청구항 13

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 임펠러(3)는 하류 방향에서 반경 방향 외측으로 연장하는 부분(33)을 가지며, 상기 세척 채널(43')의 상기 제1 개구(44')는 상기 부분(33)에 배치되는 혈액 펌프. 혈액 펌프.

청구항 14

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 세척 채널(43')의 상기 제1 개구(44')는 상기 임펠러(3)의 하류 절반에 배치되는 혈액 펌프.

청구항 15

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 세척 채널(43')의 상기 제1 개구(44')는 - 상기 혈액 펌프(1)의 작동 중에 -, 상기 세척 채널(43')을 통해 상기 제1 개구(44')로부터 상기 베어링(20)으로 혈액 유동을 유발하도록 상기 베어링(20)이 배치되는 상기 임펠러(3)의 영역보다 고압하에 있는 상기 임펠러 (3)의 영역에 배치되는 혈액 펌프.

청구항 16

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 개구(44')로부터 상기 세척 채널(43')을 통한 혈액 유동은 상기 펌프 케이싱(2)의 상기 혈류 출구(6)를 향하는 방향으로 유동하는 혈액 펌프.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 환자의 심장을 지원하기 위해 환자에게 이식되는 혈액 펌프에 관한 것이다. 특히, 혈액 펌프는 "회복을 위한 가교(bridge to recovery)" 디바이스로 사용될 수 있고, 이에 따라 혈액 펌프는 환자의 심장이 충분히 회복될 때까지 일시적으로 환자의 심장을 지원한다.

배 경 기 술

[0002] 혈액 유동이 축방향 및 반경 방향의 두 가지 힘에 의해 유발되는 축방향 혈액 펌프, 원심 혈액 펌프 또는 혼합형 혈액 펌프와 같은 상이한 유형의 혈액 펌프가 알려져 있다. 혈액 펌프는 카테터를 사용하여 대동맥과 같은 환자의 혈관에 삽입될 수 있거나, 흉강 내에 놓일 수 있다. 혈액 펌프는 전형적으로 통로에 의해 연결된 혈류 입구 및 혈류 출구를 갖는 펌프 케이싱을 포함한다. 통로를 따라 혈류 입구로부터 혈류 출구로 혈액 유동을 유발하기 위해, 펌프 케이싱 내에는 혈액을 이송하기 위한 블레이드를 구비한 임펠러가 회전 가능하게 지지된다.

[0003] 임펠러는 펌프 케이싱 내에서 적어도 하나의 베어링에 의해 지지되는데, 이 베어링은 혈액 펌프의 의도된 용도에 따라, 예를 들어 혈액 펌프가 단지 단기간의 사용(수시간 또는 수일) 또는 장기간 사용(수주 또는 수년)을 위해 의도되는지에 따라 상이한 유형을 가질 수 있다. 접촉식 베어링 및 비접촉식 베어링과 같은 다양한 베어링이 알려져 있다. 비접촉식 베어링에서, 베어링 표면은 서로 접촉하지 않는데, 예를 들면, 자기 베어링에서 베어링 표면은 반발 자기력으로 인해 "부상"한다. 일반적으로, 접촉식 베어링은 베어링 표면이 언제든지(즉, 항상 또는 간헐적으로) 펌프의 작동 중에 적어도 부분적으로 접촉할 수 있는 모든 유형의 베어링, 예를 들면, 슬라이드 베어링, 피봇 베어링, 유체동압(hydrodynamic) 베어링, 유정압 베어링(hydrostatic bearing), 볼 베어링 등 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 특히, 접촉식 베어링은 베어링 표면이 혈액과 접촉하는 "혈액 침지식 베어링"일 수 있다. 접촉식 베어링은 사용 중에 가열될 수 있으며 펌프 작동 중 회전하는 베어링 표면과 고정 베어링 표면의 접촉에 의해 기계적 마모가 발생된다. 베어링에 혈액 자체와 같은 냉각 유체를 공급하는 것이 바람직하다. 비접촉식 베어링에서, 베어링 표면은 물리적 접촉이 없지만, 통로 또는 다른 유체 공급부와 유체 연결되는 간극에 의해 이격된다. 마찬가지로, 임펠러와 펌프 케이싱 사이의 다른 간극은, 예를 들어 임펠러의 하류 앞면에서 혈액이 엉기고 막히는 것을 방지하기 위해 세척되어야 한다.

[0004] 예를 들어, 미국 특허 출원 공개 제2011/0238172 A1호에는 혈액 펌프 내의 간극 또는 베어링 표면을 세정하기 위한 장치가 개시되어 있다. 세척 채널은 임펠러를 통해 연장하고 제1 및 제2 개구를 통해 통로 및 간극과 유체 연통한다. 임펠러를 따라 하류 방향으로 압력이 증가하는 펌프 케이싱 내의 압력 분포는 간극과 세척 채널을 통해 혈액 유동이 일어나게 하는데, 이때 혈액은 임펠러의 하류단에 있는 간극으로 들어가고 세척 채널을 통해 통로의 영역을 향해 더 낮은 압력으로 흐른다. 이러한 세척 유동은 임펠러의 회전 속도에 종속한다는 단점이 있는데, 그 이유는 혈액 유동을 일으키기 위해서는 압력차가 만들어져야 하기 때문이다. 원심력 및 세척 유동의 후방 방향으로 인한 역력(counter force)과 같은 다른 힘도 극복해야 한다. 임펠러가 유체 역학 베어링에 의해 펌프 케이싱 내에 지지되는 미국 특허 출원 공개 제2011/0238172 A1호에 개시된 다른 실시예에서, 세척 채널의 입구 개구는 임펠러의 상류단에 배치된다. 임펠러의 하류단에 있는 이차 블레이드는 세척 채널 및 간극을 통해 저압 영역으로부터 고압 영역으로의 방향으로 세척 유동을 발생시키도록 제공된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러므로, 본 발명의 주 목적은 혈액 펌프의 회전 부분과 고정 부분 사이, 특히 베어링의 고정 부분과 회전 부분 사이 또는 임펠러와 펌프 케이싱 사이의 간극에서 혈류의 정체 및 혈액 응고 및 막힘을, 특히 펌프의 회전 속도 또는 작동 조건과는 무관하게, 효과적으로 방지할 수 있는 혈액 펌프를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 접촉식 베어링의 효과적인 냉각을 가능하게 하는 혈액 펌프를 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 간극이 효과적으로 세척될 수 있는 혈액 펌프를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 주 목적은 본 발명에 따라 독립항 제1항의 특징을 갖는 혈액 펌프에 의해 성취된다. 본 발명의 바람직한 실시예 및 추가의 발명 내용은 종속 청구항에서 특정된다.

[0007] 공지된 혈액 펌프와 마찬가지로, 본 발명에 따른 혈액 펌프는 통로에 의해 연결된 혈류 입구 및 혈류 출구를 갖는 펌프 케이싱을 포함한다. 펌프 케이싱은 혈액 펌프의 모든 고정 부분을 포함하는 것으로 이해될 수 있다. 임펠러 또는 로터는 펌프 케이싱 내에 임펠러의 종축일 수 있는 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 배치되며, 임펠러는 혈액을 통로를 따라 혈류 입구로부터 혈류 출구로 이송하기 위한 크기 및 형상을 갖는 블레이드를 구비한다. 임펠러는 펌프 케이싱 내에서 펌프 케이싱의 베어링 표면과 마주하는 임펠러의 베어링 표면을 포함하는 적어도 하나의 접촉식 베어링, 바람직하게는 피봇 베어링에 의해 회전 가능하게 지지된다.

[0008] 적어도 하나의 세척 채널은 임펠러를 통해 연장하고 제1 개구를 통해 그리고 제2 개구를 통해 베어링과 유체 연결된다. 활성 세척 유동으로 표시될 수 있는 세척 유동을 유발하기 위해, 세척 채널은 세척 채널을 통해 베어링을 향하여 혈액을 펌핑하기 위한 제2 펌프와 작동 가능하게 결합된다. 본 발명에 따르면, 2차 펌프는 적어도 하나의 접선 방향 성분을 갖는 방향을 따라 임펠러를 통해 연장하는 적어도 하나의 세척 채널에 의해 적어도 부분적으로 형성된다. 다시 말하면, 제2 펌프는 특히 적어도 부분적으로 상기 적어도 하나의 세척 채널 자체에 의해 형성되며, 이것은 혈액을 세척 채널을 통해 베어링을 향하여 펌핑하도록 크기, 형상 및 배치된다. 액티브 세척 유동을 야기하는 2차 펌프를 제공함으로써, 접촉식 베어링의 세정 및 이로 인한 베어링의 냉각은 혈액을 베어링을 향해 활성적으로 펌핑하는 수단이 없는 장치에 비해 개선될 수있다. 2차 펌프는 펌프 내에서 적절한 압력 분포에 의해 지지 될 수 있으며, 이에 대해서는 아래에서 더 상세히 설명된다. 그러나, 2차 펌프는 펌프 내의 압력 분포와는 무관하게 작동한다는 것이 인식될 것이다.

[0009] 활성 세척 유동은 베어링을 세척하고 냉각하기 위해 베어링에 전달되는 혈액의 양이 이차 펌프가 없는 펌프에 비해 증가하기 때문에 접촉식 베어링 또는 "혈액 침지식 베어링"을 냉각하는데 특히 유용하다. 베어링의 냉각은 베어링 표면으로부터 열을 효과적으로 소산시킴으로써 더 향상될 수 있다. 이러한 목적을 위해, 베어링은 예를 들어 세라믹 또는 티타늄보다 열을 잘 소산시킬 수 있는 스테인리스 강과 같은 고 전도성 물질을 포함할 수 있다. 특히 베어링 표면이 세라믹과 같이 매끄럽고 내성 있는 물질로 이루어지지만, 예컨대 세라믹 캡의 형태로 제공되지만, 베어링 표면과 반대쪽의 베어링의 부분은 스테인레스 강과 같은 고 전도성 물질로 이루어질 수 있는, 적어도 두 개의 성분으로 베어링을 제공하는 것이 바람직할 수 있다.

[0010] 일 실시예에서, 세척 채널은 임펠러를 통해 선형적으로 연장할 수 있으며 회전축에 대해 옵셋될 수 있다. 특히, 세척 채널은 회전축에 평행한 평면에서 연장할 수 있다. 회전축에 대해 비스듬한, 즉, 회전축을 교차하지 않는 선형 세척 채널을 갖는 구성을 제공함으로써, 세척 채널을 통한 활성 세척 유동을 유발할 수 있다.

[0011] 다른 실시예에서, 세척 채널은 만곡되어 제1 개구로부터 회전축 주위의 방향으로, 특히 나선 형상을 따라 연장할 수 있다. 나선 형상은 임의의 길이로 회전축을 중심으로 한 방향으로 임의로 굽어지거나, 나선 모양이거나 또는 달리 굽어진 형상인 것으로 이해되어야 한다. 이러한 형상은 베어링을 향한 활성 세척 유동을 지원할 수 있기 때문에 유리하다.

[0012] 바람직하게는, 세척 채널은 제1 개구로부터 임펠러의 표면에 대해 소정 각도로 회전 방향과 대향하는 둘레 방향으로 연장한다. 특히, 임펠러의 표면에 수직으로 연장하는 세척 채널과 대조적으로, 각진 입구 개구는 세척 채널 내로 혈액의 유입을 용이하게 하고 세척 채널을 통해 유량을 증가시킨다. 이러한 효과는 적절한 각도를 선택함으로써 더 향상될 수 있다. 예를 들어, 각도는 20° 미만, 바람직하게는 15° 미만, 더 바람직하게는 10° 미만일 수 있다. 세척 채널은 임펠러의 표면에 대해 실질적으로 접선 방향으로, 다시 말해, 임펠러의 표면에 대해 매우 작은 각도로 제1 개구로부터 연장할 수 있다. 그러나, 각도가 회전 방향과 대향하는 둘레 방향인 것, 다시 말해, 세척 채널이 임펠러의 표면에 수직으로 연장하는 구성과 비교하여 제1 개구가 세척 채널을 통해 흐

르는 혈액의 양을 증가시키기 위해 회전 방향으로 개방된 것이 중요하다.

[0013] 일 실시예에서, 제2 개구와 회전축 사이의 거리는 제1 개구와 회전축 사이의 거리보다 작거나 같다. 다시 말해서, 하류 방향에서, 세척 채널은 회전축을 향하는 방향으로 연장한다. 바람직하게는, 세척 채널 내에서 세척 유동에 의해 극복되어야 하는 원심력을 감소시키기 위해, 제1 개구와 회전축 사이의 거리는 가능한 한 작다. 다시 말해, 내측 반경 방향에서 제1 개구와 제2 개구 사이의 거리는 가능한 한 작아야 한다. 또한, 회전축과 제1 개구 사이의 거리가 회전축과 간극 전이 지점 사이의 거리보다 상당히 작은 것, 예를 들면, 절반(50%) 또는 절반 미만, 40% 미만 또는 심지어 30% 미만인 것이 더 바람직하다. 이러한 구성은 축방향 또는 혼합형 혈액 펌프와 비교하여 원심 혈액 펌프에서 개선될 수 있는데, 즉, 제1 개구와 간극 전이 지점 사이의 거리가 증가할 수 있다.

[0014] 임펠러는 회전축을 따라 연장하고 베어링을 수용하는 중앙 개구를 포함할 수 있으며, 제2 개구는 중앙 개구와 유체 연결된다. 또한, 세척 채널은 제2 개구에서 실질적으로 반경 방향으로 회전축 측으로 향할 수 있다. 이것은 베어링의 세정 그림으로써 베어링의 냉각을 향상시킬 수 있다.

[0015] 바람직하게는, 세척 채널의 제1 개구는 회전 방향(일반적으로 블레이드의 정압측이라 지칭함)에 대해 블레이드의 전방측에 임펠러의 블레이드 중 하나에 인접하여 배치된다. 이 영역에서, 압력은 블레이드의 후방측(일반적으로 블레이드의 부압측이라 지칭함)의 영역과 비교하여 특히 더 높아서, 세척 채널을 통한 활성 세척 유동이 향상될 수 있다. 일 실시예에서, 제1 개구는 블레이드의 전방측에 배치될 수 있는 반면, 제2 개구는 블레이드의 후방측에 배치될 수 있는데, 즉, 두 개구는 모두 임펠러의 반경 방향 외측 표면상에 배치되며 세척 채널은 블레이드 아래로 연장하여 블레이드를 가로지른다. 다른 실시예에서, 세척 채널은 블레이드 내에서 연장될 수 있으며, 이에 의해 제1 개구는 블레이드의 전방측에 배치되고 제2 개구는 블레이드 내에, 특히 블레이드의 반경 방향 외측 에지 상에 배치된다. 세척 채널은 세척되는 영역과 유체 연통하는 것으로 이해되어야 한다.

[0016] 설명한 바와 같이, 이차 펌프의 성능 또는 결과물은 임펠러를 통한 세척 채널의 특정 배열, 예를 들어 임펠러의 표면에 대해 소정 각도로 연장할 수 있는 선형 또는 곡선형 세척 채널에 의해 개선될 수 있다. 이차 펌프의 성능은 세척 채널의 제1 개구의 단면에 의해 더 개선될 수 있다. 제1 개구의 단면은 원형 또는 비원형일 수 있다. 세척 채널이 원형 단면을 가지며 임펠러의 표면에 대해 소정 각도로 연장하는 경우, 이것은 타원형 단면과 같은 비원형 단면을 초래할 것이다. 일 실시예에서, 제1 개구는 임펠러의 표면에 대해 세척 채널의 경사로 인하여 적어도 부분적으로 노출되는 세척 채널의 단부에 의해 형성될 수 있다. 다시 말해서, 제1 개구는 임펠러의 표면상에서 길어질 수 있으며, 이것은 혈액 펌프의 작동 중에 세척 채널로 들어가는 혈액의 양을 더 증가시킬 수 있다.

[0017] 다른 실시예에서, 돌출부가 세척 채널의 제1 개구 내로 연장할 수 있으며, 돌출부는 특히 돌출부가 없는 제1 개구의 단면과 비교하여, 제1 개구를 통해 세척 채널 내로 혈액 유동을 증가시키도록 하는 크기 및 형상을 갖는다. 돌출부가 없는 제1 개구의 형상은 원형 또는 비원형일 수 있다. 돌출부는 회전 방향에 대하여 제1 개구의 후방측에 배치되며 그래서 돌출부는 제1 개구 내로 혈액의 유입을 촉진하고 그럼으로써 이차 펌프의 성능을 향상시키는 "에어포일(airfoil)"로서 작용할 수 있다. 대안으로 또는 부가적으로, 임펠러는 그로부터 반경 방향으로 연장하고 회전 방향에 대하여 세척 채널의 제1 개구에 인접하고 그 뒤에 배치되는 날개를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 날개는 세척 채널의 제1 개구에 걸쳐 연장하며, 혈액이 제1 개구로 들어가도록 하기 위해 회전 방향으로 개방된다. 날개는 임펠러의 회전 중에 혈액을 수집하고 수집한 혈액을 제1 개구로 향하게 하는 포켓을 형성한다. 유사한 효과를 성취하기 위해, 임펠러는 제1 개구의 단면이 임펠러의 표면에 대해 소정 각도, 바람직하게는 45° 이상의 각도, 더 바람직하게는 90° 의 각도로 연장하고 회전 방향으로 개방되도록 제1 개구를 포함하는 노우즈(nose) 또는 돌출부를 포함할 수 있다. 이것은 세척 채널로 흘러들어가는 혈액의 양을 현저히 증가시킬 수 있다.

[0018] 바람직하게는, 혈액 펌프는 회전축에 대해 대칭적으로 배치될 수 있는 전술한 두 개 이상의 세척 채널을 포함한다. 특히, 혈액 펌프는 두 개, 세 개, 네 개, 다섯 개 또는 여섯 개의 세척 채널을 포함할 수 있다.

[0019] 이차 펌프의 적어도 일부를 형성하는 세척 채널의 크기, 형상 및 배치 이외에, 이차 펌프는 임펠러의 표면에 형성된 홈 또는 블레이드를 더 포함할 수 있다. 이러한 이차 홈 또는 블레이드는 임펠러의 하류 앞면에 배치되어 베어링을 향한 세척 채널을 통해 혈액 유동을 지원할 수 있다.

[0020] 일 실시예에서, 임펠러는 하류 방향에서 반경 방향 외측으로 연장하는 부분을 가질 수 있으며, 세척 채널의 제1 개구는 상기 부분에 배치된다. 특히, 상기 부분은 하류 방향에서 반경 방향 외측으로 원뿔 모양으로 테이퍼진

다. 상기 부분은 임펠러와 일체로 형성되거나 별개로 형성될 수 있다. 이차 펌프의 성능은 임펠러의 반경 방향으로 연장하는 부분에 제1 개구를 배치하여 통로를 통과하는 혈류의 주 방향과 반대 방향으로 향하도록 함으로써 더 증가될 수 있다. 그러면 제1 개구는 더 많은 혈액을 받아 이차 펌프의 성능을 향상시킬 수 있다. 임펠러의 블레이드는 상기 부분에 걸쳐 연장할 수 있다.

[0021] 바람직한 실시예에서, 세척 채널의 제1 개구는 제1 개구로부터 세척 채널을 통해 베어링으로 혈액 유동을 일으키기 위해 - 펌프의 작동 중에 - 제2 개구보다 높은 압력하에 있는 임펠러의 영역에 배치된다. 다시 말해서, 세척 유동은 "전방" 방향으로, 즉, 펌프 케이싱의 혈류 출구를 향하는 방향으로 향하게 되는데, 그 이유는 세척 채널의 제1 개구, 즉, 세척 채널의 입구 개구가 임펠러의 고압 영역에 있는 반면, 압력이 낮은 임펠러의 하류측에 있기 때문이다. 따라서, 이러한 압력차, 특히 혈액 펌프의 작동 중에 발생하는 세척 채널 내의 국부적인 압력 구배를 이용함으로써, 전방향 유동 세척이 이루어진다. 이것은 회전 속도 및 작동 조건(예를 들어, 예압, 후부하, 기본적 전방 유동의 크기)에 관계없이, 펌프의 작동 중에, 특히 작동 시작 시에도, 임펠러의 회전이 시작되고 회전 속도가 낮을 때, 특히 혈액 펌프의 설계 속도보다 낮을 때, 언제든지 필요한 압력차가 존재한다는 장점이 있다. 대조적으로, 세척 유동이 "후방" 방향으로 향하는 공지된 혈액 펌프에서, 압력차가 구축되어야 하는데, 이것은 세척 유동이 느려지거나 정체할 수 있는 약간의 시간이 걸린다. 이것은 간극 또는 세척 채널 또는 양측 모두에서 혈액 응고 및 막힘을 초래할 수 있다. 게다가, 후방 유동은 주 유동 방향에 의해 야기되는 힘을 극복해야 하는데, 이 또한 세척 유동의 정체를 초래할 수 있고 그 결과 혈액 응고 및 막힘을 초래할 수 있다. 본 발명에 따르면, 특히 펌프의 작동 중에 펌프 케이싱 내의 압력 분포를 활용하여, 세척 유동은 혈액 펌프의 작동 시간 전체에 걸쳐 "전방" 방향으로 존재한다.

[0022] 세척 채널의 제1 개구는 임펠러의 하류 절반부에 배치될 수 있다. 펌프의 작동 중에, 특히 임펠러의 블레이드가 위치하는 영역에서는 임펠러의 길이를 따라 압력이 증가한다. 그러므로 임펠러의 하류 절반부에서는 임펠러의 상류 절반부에서보다 높은 압력이 존재한다. 세척 채널의 제1 개구에서 높은 압력이 바람직하기 때문에, 제1 개구를 임펠러의 하류 절반부에 배치하는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는, 제1 개구는 임펠러의 하류 1/3, 하류 1/4 또는 하류 1/5 부분에 배치될 수 있다. 특히, 제1 개구를 가능한 한 임펠러의 하류단에 가깝게, 예를 들면 하류 방향에서 임펠러의 길이의 마지막 10 퍼센트 내에 배치하는 것이 유리하다.

[0023] 압력 분포의 관점에서, 세척 채널의 제1 개구는 바람직하게 - 펌프의 작동 중에 - 압력이 임펠러가 위치하는 통로의 길이를 따른 압력 분포에 대하여 중간 압력보다 높은, 더 바람직하게는 압력이 실질적으로 최대 압력인, 임펠러의 영역에 배치된다. 세척 채널의 제1 및 제2 개구 사이의 높은 압력차는 세척 채널의 제1 개구로부터 베어링으로의 세척 유동을 향상시킨다. 특히, 높은 압력차는 2차 펌프를 지원하는데 유리하다.

도면의 간단한 설명

[0024] 전술한 요약 및 바람직한 실시예에 관한 다음의 상세한 설명은 첨부 도면과 함께 읽으면 더 잘 이해될 것이다. 본 개시를 예시하는 목적으로, 도면이 참조된다. 그러나, 본 발명의 범위는 도면에 개시된 특정 실시예에 한정되지 않는다.

도 1은 심장외 사용을 위한 본 발명에 따른 혈액 펌프의 단면도를 도시한다.

도 2는 카테터 펌프로서 설계된 본 발명에 따른 혈액 펌프의 단면도를 도시한다.

도 3은 임펠러의 사시도를 도시한다.

도 4a 내지 도 4d는 임펠러의 일부의 상이한 도면을 도시한다.

도 5a 및 도 5b는 임펠러의 다른 실시예를 도시한다.

도 6a 및 도 6b는 임펠러의 일부의 다른 실시예를 도시한다.

도 7은 다른 실시예에 따른 혈액 펌프의 일부의 단면도를 도시한다.

도 8은 다른 실시예에 따른 임펠러의 일부의 단면도를 도시한다.

도 9는 다른 실시예에 따른 임펠러의 일부의 단면도를 도시한다.

도 10은 또 다른 실시예에 따른 임펠러의 일부의 단면도를 도시한다.

도 11은 다른 실시예에 따른 혈액 펌프의 일부의 단면도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 도 1을 참조하면, 혈액 펌프(1)의 단면도가 도시된다. 혈액 펌프(1)는 체외, 심장외 또는 내강외(extraluminal) 사용을 위해 설계되며, 혈류 입구(5) 및 혈류 출구(6)를 갖는 펌프 케이싱(2)을 포함한다. 작동 중에, 펌프 케이싱(2)은 환자의 신체 외부에 배치되며, 혈류 입구(5) 및 혈류 출구(6)는 각각의 (특히 심장으로부터의 유입 및 대동맥으로의 유출) 커넥터에 연결된다. 도 2는 도 1의 실시예와 유사한 실시예를 도시하며, 차이점은 도 2가 카테터 펌프(1')로서 설계된 것이다. 혈류 입구(5')는 사용 중에 대동맥 밸브와 같은 심장 밸브를 관통해 배치되는 가요성 캐뉼라(50)의 단부에 있는 반면, 혈류 출구(6')는 펌프 케이싱(2') 측 내에 위치하고 대동맥과 같은 심장 혈관 내에 놓인다. 혈액 펌프(1')는 카테터(51)에 연결되며, 전선(52)은 펌프(1')를 구동하기 위해 카테터(51)를 통해 연장한다. 혈액 펌프(1 및 1') 모두 동일한 방식으로 기능한다. 아래에서 설명되는 모든 특징은 두 실시예 모두에 적용 가능하다는 것을 인식할 것이다.

[0026] 혈액은 혈류 입구(5)와 혈류 출구(6)를 연결하는 통로(7)를 따라 이송된다. 임펠러(3)는 혈액을 통로(7)를 따라 이송하기 위해 제공되며 펌프 케이싱(2) 내의 회전축(9)을 중심으로 제1 베어링(10) 및 제2 베어링(20)에 의해 회전 가능하게 장착된다. 회전축은 바람직하게는 임펠러(3)의 종축이다. 두 베어링(10, 20)은 모두 접촉식 베어링이다. 그러나, 베어링(10, 20) 중 적어도 하나는 자기 또는 유체동압 베어링과 같은 비접촉식 베어링일 수도 있다. 제2 베어링(20)은 회전 운동뿐만 아니라 어느 정도 피봇 운동을 가능하게 하는 구면 베어링 표면을 갖는 피봇 베어링이다. 제1 베어링(10)은 임펠러(3)의 회전을 안정화시키기 위해 지지 부재(15) 내에 배치되며, 지지 부재(15)는 혈액 유동을 위한 적어도 하나의 개구(16)를 갖는다. 블레이드(4)는 임펠러(3) 상에 제공되어 임펠러(3)가 회전하면 혈액을 이송한다. 임펠러(3)의 회전은 임펠러(3)의 단부 부분(37)에 자기적으로 결합된 전기 모터 스테이터(8)에 의해 유발된다. 본 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 인식하는 바와 같이, 다른 적절한 구동 메커니즘이 가능하다. 예시된 혈액 펌프(1)는 혼합형 혈액 펌프이며, 이 혈액 펌프에서 주 유동 방향은 축방향이다. 임펠러(3), 특히 블레이드(4)의 배열에 따라, 혈액 펌프(1)는 순수한 축방향 혈액 펌프일 수도 있다는 것이 인식될 것이다.

[0027] 임펠러(3)는 임펠러(3)의 하류 부분에 배치되어 반경 방향 외측으로 연장하는 부분(33)을 포함한다. 부분(33)은 요크, 플랜지부 또는 단부로 표시될 수 있다. 본 실시예에서, 부분(33)은 회전축(9)에 대해 45° 의 각도로 연장하는 외측 표면을 포함한다. 다른 적절한 각도, 예를 들면, 30° 와 60° 사이의 각도가 선택될 수 있거나 또는 곡면일 수 있다. 부분(33)은 본 실시예에 도시된 바와 같이 임펠러(3)와 일체로 또는 별개로 형성될 수 있다. 적어도 하나의 세척 채널(30), 바람직하게는 둘 이상, 이를테면 셋, 넷, 다섯 또는 여섯 개의 세척 채널(30) 중 단지 하나만 도 1에 도시된 세척 채널은 임펠러(3)와 혈액 펌프(1)의 고정 부분 사이, 특히 펌프 케이싱(2) 및 펌프 케이싱(2)과 연관되는 것으로 간주될 수 있는 모터(8) 사이의 피봇 베어링(20) 및 간극(31)을 세척하거나 세정하도록 하기 위해, 임펠러(3)를 통해, 특히 부분(33)을 통해 연장한다. 적어도 하나의 세척 채널(30)은 또한 부분(33)을 넘어 적어도 부분적으로 임펠러(3)의 주요부 내로 연장할 수 있다.

[0028] 세척 채널(30)은 제1 개구(34) 또는 입구 개구 및 제2 개구(35) 또는 출구 개구를 갖는다. 제1 개구(34)는 통로(7)와 세척 채널(30) 사이에서 유체 연결을 형성하며, 반면에 제2 개구(35)는 간극(31)과 유체 연결된다. 특히, 제2 개구(35)는 제2 베어링(20)을 수용하는 부분(33)의 중앙 보어 또는 중앙 개구(32)와 유체 연결된다. 간극(31)은 간극 전이 지점(36), 즉, 간극(31)이 통로(7)를 향해 개방되는 위치를 통해 통로(7)와 유체 연결된다.

[0029] 세척 채널(30)의 제1 개구(34)는 임펠러(3)의 하류 절반부에 배치된다. 특히 제1 개구(34)는 혈액 펌프(1)의 작동 중에 임펠러(3)의 회전에 의해 발생되는 고압하에 있는 임펠러(3)의 영역에 배치된다. 특히, 제1 개구(34)는 펌프 케이싱(2) 내의 최대 압력에 가까운 영역 또는 최대 압력에 있는 영역에 있을 수 있다. 압력은 블레이드(4)에 의해 그리고 유체의 편향에 의해 축 유동 방향으로부터 반경 방향으로 증가된 다음 블레이드(4)의 하류에서 감소한다. 그러므로, 간극 전이 지점(36)에서의 압력은 임펠러(3)의 하류 단부에 가까운 제1 개구(34)의 위치의 적절한 선택에 의한 세척 채널(30)의 제1 개구(34)에서의 압력보다 낮다. 따라서, 블레이드(4)의 형상을 선택함으로써 향상될 수 있는 이러한 압력 분포는 결과적으로 세척 채널(30) 및 간극(31)을 통해 제1 개구(34)로부터 간극 전이 지점(36)까지의 유동 방향을 만든다. 대안으로, 지점(36) 근방에서 벤투리 효과(Venturi effect)에 의해, 예를 들면, 통로(7)의 좁은 부분(53)을 제공하여(도 1a 참조), 국부적인 압력 강하를 발생시킴으로써, 지점(36)에서 추가적인 압력 강하를 성취할 수 있다. 다시 말해, 혈액은 세척 채널(30)을 통해 펌프 케이싱(2)의 혈류 출구(6)를 향하는 전방 방향으로 유동한다. 혈액 응고는 혈액 펌프(1)의 작동 중 언제든지, 특히 혈액 펌프(1)의 설계 속도 이하의 낮은 회전 속도의 국면 동안에도 효과적으로 방지될 수 있는데,

이것은 어떤 회전 속도에서도 전방 유동 세척이 발생하기 때문이다.

[0030] 피봇 베어링(20) 및 간극(31)을 세척하는 것 외에, 세척 채널(30)을 통한 혈액 유동은 피봇 베어링(20)을 냉각시킨다. 피봇 베어링(20)은 부분(33)의 중앙 개구(32)에 배치된다. 따라서, 혈액은 세척 채널(30)을 통해 베어링(20)을 향해 이송된다. 피봇 베어링(20)은 효과적으로 냉각되고 세정될 수 있다. 이 효과는 아래에서 상세히 설명되는 바와 같이, 혈액을 베어링(20)을 향한 세척 채널(30)을 통해 활성적으로 펌핑하는 이차 펌프를 제공함으로써 더 향상될 수 있다. 설명한 바와 같이 세척 채널(30)을 통한 세척 유동의 "전방" 방향이 유리하지만, 세척 유동은 임의의 방향으로 향할 수 있다.

[0031] 이제 도 3을 참조하면, 임펠러(3)의 실시예가 도시된다. 임펠러는 임펠러(3)의 몸체 둘레에 배치되고 임펠러(3)가 (도 3에서 화살표로 표시된) 회전 방향으로 회전할 때 혈액을 이송하기 위한 크기 및 형상을 갖는 블레이드(4)를 갖는다. 임펠러(3)는 그의 하류단에서 부분(33)을 가지며, 이 부분(33)은 입구 개구(34)를 갖는 적어도 하나의 세척 채널(30)을 갖는다. 전술한 바와 같이, 입구 개구(34)는 세척 채널(30)을 통한 혈류가 확실하게 제1 개구(34) 또는 입구 개구(34)로부터 제2 개구(35)로 향하도록 하는 높은 압력하에 있는 임펠러(3)의 영역에 배치된다. 본 실시예에서, 입구 개구(34)는 회전 방향에 대하여 블레이드(4) 중 하나의 블레이드의 전방측(블레이드의 정압측이라고도 지칭함)에 배치된다. 특히, 블레이드(4)의 후방측(블레이드의 부압측이라고도 지칭함)과 비교하여, 압력은 세척 채널(30)의 입구 개구(34)를 향하는 유동 방향을 지지하는 전방측에서 더 높다. 그럼에도 불구하고, 개구(34)는 블레이드(4)의 후방측에 배치될 수 있는데, 이 경우 개구(34)는 임펠러(3)의 하류단에 있는 부분(33)에 배치되기 때문에 압력이 충분히 높을 수 있다.

[0032] 도 4a 내지 도 4d에서, 부분(33)의 실시예의 상이한 도면이 도시된다. 본 실시예에서, 세척 채널(30)은 혈액을 세척 채널(3)을 통해 각각의 제1 개구(34)로부터 제2 개구(35)로 펌핑하고, 이에 따라 중앙 개구(32) 및 베어링(20)으로 또한 간극 전이 지점(36)(도 1 참조)으로 펌핑하는 이차 펌프를 형성한다. 본 실시예에서, 세척 채널(30)은 임펠러(3)를 통해 선형적으로 연장하고 (부분(33)의 저면도인 도 4b에서 점선으로 표시된) 회전축(9)에 대해 옵셋된다. 세척 채널(30)은 회전축(9)에 평행한 평면에서 연장하여, 세척 채널(30)은 접선 성분을 갖는 방향을 따라 연장한다. 이러한 구성은 강제로 제1 개구(34)로부터 제2 개구(35)를 향하는 방향으로 혈액 유동을 일으킨다. 본 실시예에서는 두 개의 세척 채널(30)이 도시된다. 그러나, 회전축(9) 둘레에 대칭적으로 배치될 수 있는 세 개, 네 개 또는 그 이상의 세척 채널이 마찬가지로 제공될 수 있음이 인식될 것이다. 도 4b의 B-B 선을 따른 단면도인 도 4d에서 특히 볼 수 있는 바와 같이, 세척 채널(30)은 하류 방향으로 경사져 있다. 제1 개구(34)에 비해 하류에 있는 제2 개구(35)는 제1 개구(34)보다 회전축(9)에 더 가깝다. 세척 채널(30)은 도 1에 도시된 바와 같이 적어도 부분적으로 제2 베어링(20)을 수용하는 중앙 개구(32) 쪽으로 개방되어 있다.

[0033] 이차 펌프를 형성하는 세척 채널(30)을 갖는 임펠러(3)의 다른 실시예가 도 5a 및 도 5b에 도시된다. 도 5a의 실시예에 따르면, 제1 개구(34)는 원형이 아니다. 더 정확히 말해, 돌출부(38)가 제1 개구(34) 내로 연장하여 제1 개구(34)를 통해 세척 채널(30) 내로 유동하는 혈액의 양을 늘려준다. 돌출부(38)는 회전 방향에 대하여 제1 개구(34)의 후방측에 배치된다. 제1 개구(34)의 결과적인 형상은 콩팥 모양으로 표시될 수 있다. 돌출부는 특히 (도 3의 실시예와 같이) 돌출부(38)가 없는 실시예와 비교하여, 임펠러(3)의 회전 시에 제1 개구(34)로 들어가는 혈액의 양을 증가시키기 위해 당김 또는 흡입이 발생하도록 하는 "에어포일(airfoil)"과 같이 작용한다. 돌출부(38)의 형상은 세척 채널(30)을 통해 유동해야 하는 바람직한 혈액 양에 따라 선택될 수 있다. 제1 개구(34)의 단면은 대칭 또는 비대칭일 수 있다.

[0034] 대안으로 또는 돌출부(38) 외에, 도 5b에 도시된 바와 같이 날개(39)가 제공될 수 있다. 날개(39)는 회전 방향에 대하여 제1 개구(34)의 뒤에 배치되고 임펠러(3)가 회전 방향으로 회전할 때 더 많은 양의 혈액을 받는 포켓을 형성한다. 날개(39)는 (도 3의 실시예와 같이) 날개(39)가 없는 실시예와 비교하여 제1 개구(34)로 들어가는 혈액의 양을 증가시키는데 적합한 임의의 크기 및 형상을 가질 수 있다. 회전 방향을 향하고 있는 제1 개구(34)를 임펠러(3)로부터 반경 방향으로 연장하는 노우즈 또는 돌출부에 배치함으로써 동일한 효과가 성취될 수 있다.

[0035] 이제 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 세척 채널(30')을 갖는 부분(33')의 실시예가 도시된다. 회전 방향은 화살표로 표시된다. 전술한 실시예에서와 같이, 세척 채널(30')은 중앙 개구(32')를 마주하는 제1 개구(34') 및 제2 개구(35')를 갖는다. 세척 채널(30')은 다른 실시예와 관련하여 설명된 바와 같이 제1 개구(34')로부터 제2 개구(35')로 제2 베어링(20)을 향하는 방향으로 강제로 혈액 유동을 일으키는 제2 펌프의 일부를 형성한다. 본 실시예에서, 세척 채널(30')은 만곡되어 나선 형상으로 회전축(9) 주위로 연장된다. "나선 형상"이라는 용어는 규칙적인 나선형 또는 적어도 하나의 접선 성분을 갖는 임의의 다른 만곡된 형상을 형성하는지에 관계없이 모든

만곡된 형상을 포함하는 것임을 인식할 것이다. 세척 채널(30')은 제1 개구에서 작은 각도로 임펠러(3)에 접어들어 제1 개구(34')가 세척 채널(30')의 노출된 부분에 의해 형성되고 길다란 형상을 갖도록 한다. 이것은 특히 세척 채널(30)이 임펠러(3)의 표면에 수직 또는 실질적으로 수직과 같은 큰 각도로 연장하는 구성과 비교하여, 혈액을 붙잡는 것을 증진시키며 1 개구(34')로 들어가는 혈액의 양을 증가시키는데 도움을 준다. 세척 채널(30')은 중앙 개구(32')를 향해 만곡된 형상으로 연장하고 실질적으로 반경 방향으로 제2 개구(35')에서 끝난다. 혈액은 제2 베어링(20)이 세정되고 냉각되도록 중앙 개구(32') 내로 펌핑되고, 이에 따라 제2 베어링(20) 쪽으로 효과적으로 펌핑된다. 도 1과 관련하여 설명한 바와 같이, 세척 채널(30')을 통한 혈액 유동은 회전하는 임펠러(3)와 고정 펌프 케이싱(2) 사이의 간극(31)을 효과적으로 세척한다. 이차 펌프의 성능을 더 향상시키기 위해, 이차 펌프는 임펠러(3)의 표면상에, 특히 간극(31)에 형성된 홈 또는 블레이드를 더 포함할 수 있다.

[0036] 전술한 이차 펌프는 간극(31)에서의 원심 펌핑 작용의 도움 없이 큰 직경으로부터 작은 직경으로 연장하는 임의의 형상의 회전 채널의 원심 효과를 극복할 수 없다는 것을 이해할 것이다.

[0037] 이차 펌프의 성능은 회전축(9)에 대해 그리고 특히 서로에 대해 제1 개구(34)와 간극 전이 지점(36) 중 적어도 하나의 위치에 의해 더 향상될 수 있다. 도 7에 도시된 바와 같이, 제1 개구는 회전축(9)과의 제1 거리(d_1)를 갖는 반면, 간극 전이 지점(36)은 회전축(9)과의 제2 거리(d_2)를 갖는다. 이차 펌프의 성능은 제1 개구(34)가 가능한 한 회전축에 가깝다면, 즉, 거리(d_1)가 가능한 작고 세척 채널(30)이 회전축(9)을 향하여 단지 약간의 거리만 연장한다면 향상될 수 있다. 이렇게 하면 회전축을 향한 방향으로 유동하는 세척 유동에 의해 극복되어야 하는 원심력을 감소시키게 된다 특히, 제1 거리(d_1)가 제2 거리(d_2)에 비해 작다면, 바람직하게는 d_1이 d_2의 절반 이하일 수 있다.

[0038] 도 8에서 회전축(9)에 수직인 단면도로 도시된 다른 실시예에서, 임펠러(3)는 제1 개구(41) 및 제2 개구(42)가 임펠러(3)의 반경 방향 외측 표면 상에 배치된 세척 채널(40)을 포함한다. 제1 개구(41)는 (도 8에서 화살표로 표시된) 회전 방향에 대하여 블레이드(4) 중 하나의 전방측에 배치되는 반면, 제2 개구(42)는 블레이드(4)의 후방측에 배치된다. 이것은 제1 개구(41)로부터 제2 개구(42)로 혈액 유동을 유발시킨다. 세척 채널(40)은 중앙 개구(32)와 유체 연통하여 베어링(20)을 세척하고 냉각시킨다. 도 9의 실시예에서, 도 8에 도시된 실시예와 유사하게, 블레이드(4) 중 하나의 전방측에 배치된 제1 개구(44)를 갖는 세척 채널(43)이 제공된다. 그러나, 세척 채널(43)은 블레이드(4)를 통해 연장하여 블레이드(4)의 에지에 배치된 제2 개구(45)에서 끝난다. 이러한 구성은 원심력을 이용하여 세척 유동이 강제로 제1 개구(44)로부터 제2 개구(45)로 일어나도록 한다. 도 10은 도 9의 실시예와 유사한 다른 실시예를 도시한다. 그러나, 세척 채널(43')의 제1 개구(44')는 채널(43')이 연장하고 채널(43')이 제2 개구(45')에서 끝나는 블레이드(4)에 대각선 방향으로 대향하여 배치된다. 따라서, 본 실시예에서, 세척 채널(43')은 도 9의 실시예에서와 같이 접선 방향이라기보다는 대각선 방향 또는 반경 방향으로 이어지며, 그래서 베어링(20)의 모든 측면과 접촉하게 된다.

[0039] 도 8과 유사한 실시예가 도 11에 도시된다. 세척 채널(40')은 회전 방향에 대하여 블레이드(4) 중 하나의 전방측에 배치된 제1 개구(41')를 가지며, 반면에 제2 개구(42')는 블레이드(4)의 후방측에 배치된다(세척 채널(40')은 도 11의 단면도에 도시되지만, 그 단면의 평면에서 연장하지 않고, 대신 도 8에 도시된 단면과 유사하다는 것을 유의해야 한다). 세척 채널(40')은 블레이드(4) 아래로 연장한다. 그러나, 도 11의 실시예에서, 세척 채널(40')은 종축(9)에 수직인 하나의 평면에서 연장하지 않지만, 제2 개구(42')는 제1 개구(41')의 하류에 배치된다. 따라서, 제2 개구(42')는 또한 제1 개구(41')로부터 반경 방향 외측에 배치된다. 세척 유동은 이러한 구성에 의해 제2 개구(42')로 이어지는 세척 채널(40')의 출구부에서 원심력에 의해 증가될 수 있다. 또한, 제1 개구(41')와 제2 개구(42') 사이의 통로(7)에서의 압력차는 세척 유동을 강화시킨다.

[0040] 도 8 내지 도 11과 관련하여 설명된 세척 채널(40, 40 ', 43, 43') 중 적어도 하나는 대안으로 또는 전술한 세척 채널(30, 30')에 부가적으로 제공될 수 있음을 인식할 것이다. 또한 이해되는 바와 같이, 채널(40, 40', 43, 43')은 중앙 개구(32) 및 간극(31)과 유체 연통하며, 이에 따라 전술한 바와 동일한 방식으로 순 세척 유동을 가능하게 한다.

[0041] 바람직한 실시예가 하기 단락에서 설명된다:

[0042] 1. 혈액 펌프(1)로서,

[0043] 통로(7)에 의해 연결된 혈류 입구(5) 및 혈류 출구(6)를 갖는 펌프 케이싱(2), 및

[0044] 상기 펌프 케이싱(2) 내에서 회전축(9)을 중심으로 회전 가능하게 배치된 임펠러(3) - 임펠러(2)에는 혈액을 통로(7)를 따라 혈류 입구(5)부터 혈류 출구(6)로 이송하기 위한 크기 및 형상을 갖는 블레이드(4)가 제공되며, 임펠러(3)는 펌프 케이싱(2)의 베어링 표면과 마주하는 임펠러(3)의 베어링 표면을 포함하는 적어도 하나의 접촉식 베어링(20)에 의해 펌프 케이싱(2) 내에 회전 가능하게 지지됨 - 를 포함하며,

[0045] 적어도 하나의 세척 채널(30)은 임펠러(3)를 통해 연장하고 제1 개구(34)를 통해 통로(7)와 그리고 제2 개구(35)를 통해 베어링(20)과 유체 연결되며, 세척 채널(30)은 세척 채널(30)을 통해 베어링(20)을 향해 혈액을 펌핑하기 위한 2차 펌프와 작동 가능하게 결합되며,

[0046] 2차 펌프는 적어도 하나의 접선 방향 성분을 갖는 방향을 따라 임펠러(3)를 통해 연장하는 상기 적어도 하나의 세척 채널(30)에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 혈액 펌프.

[0047] 2. 제1단락에 있어서, 세척 채널(30)은 임펠러(30)를 통해 선형으로 연장하고 회전축(9)에 대해 옵셋되는 혈액 펌프.

[0048] 3. 제2단락에 있어서, 세척 채널(30)은 회전축(9)에 평행한 평면에서 연장하는 혈액 펌프.

[0049] 4. 제1단락에 있어서, 상기 세척 채널(30)은 만곡되어 회전축(9)을 중심으로 한 방향으로 제1 개구(34)로부터 연장하는 혈액 펌프.

[0050] 5. 제1단락 내지 제4단락 중 어느 한 단락에 있어서, 세척 채널(30)은 제1 개구(34)로부터 임펠러(3)의 표면에 대하여 회전 방향과 반대되는 둘레 방향으로 소정 각도로 연장하는 혈액 펌프.

[0051] 6. 제5단락에 있어서, 각도는 20° 미만, 바람직하게는 15° 미만, 더 바람직하게는 10° 미만인 혈액 펌프.

[0052] 7. 제5단락 또는 제6단락에 있어서, 세척 채널(30)은 제1 개구(34)로부터 임펠러(3)의 표면에 대해 실질적으로 접선 방향으로 연장하는 혈액 펌프.

[0053] 8. 제1단락 내지 제7단락 중 어느 한 단락에 있어서, 제2 개구(35)와 회전축(9) 사이의 거리는 제1 개구(34)와 회전축(9) 사이의 거리보다 작거나 같은 혈액 펌프.

[0054] 9. 제1단락 내지 제8단락 중 어느 한 단락에 있어서, 회전축(9)과 제1 개구(34) 사이의 거리는 회전축(9)과 채널 유동이 통로(7)로 나가는 지점(36)) 사이의 거리의 50% 미만, 바람직하게는 40% 미만, 더 바람직하게는 30% 미만인 혈액 펌프.

[0055] 10. 제1단락 내지 제9단락 중 어느 한 단락에 있어서, 임펠러(3)는 회전축(9)을 따라 연장하고 베어링(20)을 수용하는 중앙 개구(32)를 포함하며, 제2 개구(35)는 중앙 개구(32)와 유체 연결되는 혈액 펌프.

[0056] 11. 제1단락 내지 제10단락 중 어느 한 단락에 있어서, 제2 개구(35)에서의 세척 채널(30)은 실질적으로 반경 방향으로 회전축(9)을 향해 지향되는 혈액 펌프.

[0057] 12. 제1단락 내지 제11단락 중 어느 한 단락에 있어서, 세척 채널(30)의 제1 개구(34)는 회전축에 대해 블레이드(4)의 전방측의 임펠러(3)의 블레이드(4) 중 하나에 인접하여 배치되는 혈액 펌프.

[0058] 13. 제1단락 내지 제12단락 중 어느 한 단락에 있어서, 제1 개구(34)의 단면은 원형인 혈액 펌프.

[0059] 14. 제1단락 내지 제12단락 중 어느 한 단락에 있어서, 제1 개구(34)의 단면은 비원형인 혈액 펌프.

[0060] 15. 제1단락 내지 제13단락 중 어느 한 단락에 있어서, 제1 개구(34)는 임펠러(3)의 표면에 대한 세척 채널(30)의 경사에 기인하여 적어도 부분적으로 노출되는 세척 채널(30)의 단부에 의해 형성되는 혈액 펌프.

[0061] 16. 제1단락 내지 제15단락 중 어느 한 단락에 있어서, 돌출부(38)가 세척 채널(30)의 제1 개구(34) 내로 연장하고 제1 개구(34)를 통한 세척 채널(30) 내로의 혈액 유동을 증가시키기 위한 크기 및 형상을 갖는 혈액 펌프.

[0062] 17. 제1단락 내지 제16단락 중 어느 한 단락에 있어서, 임펠러(3)는 그로부터 반경 방향으로 연장하는 적어도 하나의 날개(39)를 포함하고 회전 방향에 대해 세척 채널(30)의 제1 개구(34)에 인접하고 그 뒤에 배치되는 혈액 펌프.

[0063] 18. 제17단락에 있어서, 날개(39)는 세척 채널(30)의 제1 개구(34)에 걸쳐 연장하고 혈액이 제1 개구(34)로 들어가도록 회전 방향으로 개방되는 혈액 펌프.

[0064] 19. 제1단락 내지 제16단락 중 어느 한 단락에 있어서, 임펠러(3)는 그로부터 반경 방향으로 연장되는 돌출부를

포함하고, 돌출부는 제1 개구(34)의 단면이 임펠러(3)의 표면에 대하여 소정 각도로 연장하고 회전 방향으로 개방되도록 제1 개구(34)를 포함하며, 각도는 바람직하게는 45°, 더 바람직하게는 90°보다 큰 혈액 펌프.

[0065] 20. 제1단락 내지 제19단락 중 어느 한 단락에 있어서, 회전축(9)에 대하여 대칭으로 배치된 두 개 이상의 세척 채널(30)을 포함하는 혈액 펌프.

[0066] 21. 제1단락 내지 제20단락 중 어느 한 단락에 있어서, 2차 펌프는 임펠러(3)의 표면에 형성된 홈 또는 블레이드를 포함하는 혈액 펌프.

[0067] 22. 제1단락 내지 제21단락 중 어느 한 단락에 있어서, 임펠러(3)는 하류 방향에서 반경 방향 외측으로 연장하는 부분(33)을 가지며, 세척 채널(30)의 제1 개구(34)는 상기 부분(33)에 배치되는 혈액 펌프.

[0068] 23. 제22단락에 있어서, 상기 부분(33)은 하류 방향에서 반경 방향 외측으로 테이퍼진 혈액 펌프.

[0069] 24. 제22단락 또는 제23단락에 있어서, 임펠러(3)의 블레이드(4)는 상기 부분(33)에 걸쳐 연장하는 혈액 펌프.

[0070] 25. 제22단락 내지 제24단락 중 어느 한 단락에 있어서, 상기 부분(33)은 임펠러(3)와 일체로 형성되거나 또는 별개로 형성된 혈액 펌프.

[0071] 26. 제1단락 내지 제25단락 중 어느 한 단락에 있어서, 세척 채널(30)의 제1 개구(34)는 임펠러(3)의 하류 절반에 배치되는 혈액 펌프.

[0072] 27. 제1단락 내지 제26단락 중 어느 한 단락에 있어서, 세척 채널(30)의 제1 개구(34)는 - 혈액 펌프(1)의 작동 중에 -, 세척 채널(30)을 통해 제1 개구(34)로부터 베어링(20)으로 혈액 유동을 유발하도록 베어링(20)이 배치되는 임펠러(3)의 영역보다 고압하에 있는 임펠러 (3)의 영역에 배치되는 혈액 펌프.

[0073] 28. 제1단락 내지 제27단락 중 어느 한 단락에 있어서, 제1 개구(34)로부터 세척 채널(30)을 통한 혈액 유동은 펌프 케이싱(2)의 혈류 출구(6)를 향하는 방향으로 유동하는 혈액 펌프.

[0074] 29. 제1단락 내지 제28단락 중 어느 한 단락에 있어서, 제1 개구(41)는 블레이드(4)의 전방측에 배치되고, 제2 개구(42)는 블레이드(4)의 후방 측에 배치되며, 세척 채널(40)은 블레이드(4) 아래로 연장하는 혈액 펌프.

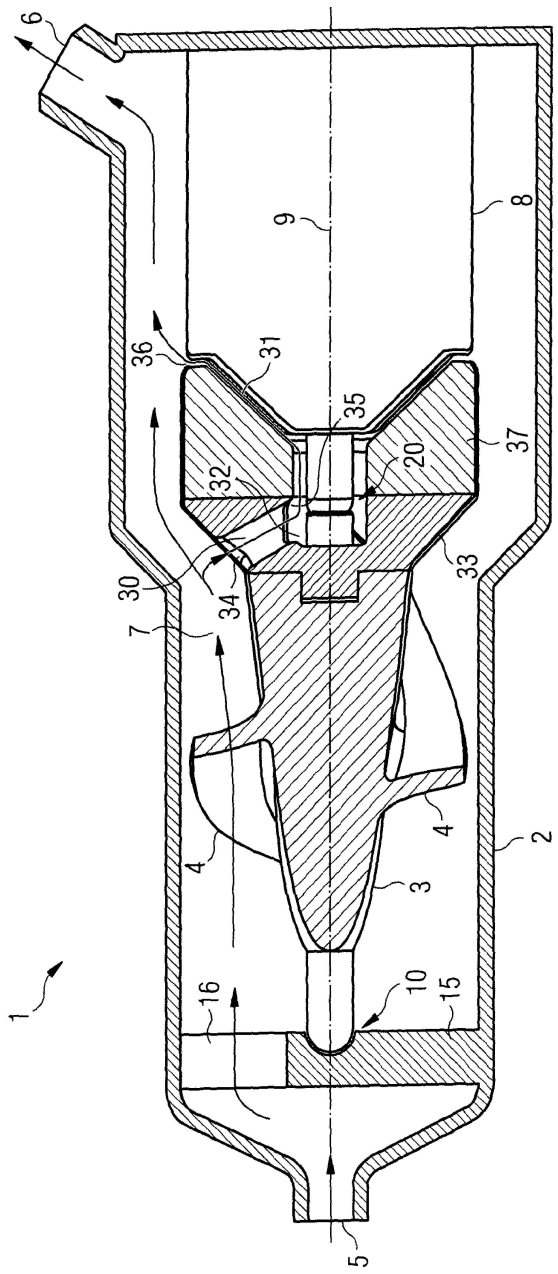
[0075] 30. 제11단락 내지 제29단락 중 어느 한 단락에 있어서, 세척 채널(43)은 블레이드(4) 내에서 연장하고, 제1 개구부(44)는 블레이드(4)의 전방측에 배치되고, 제2 개구부(45)는 블레이드(4) 내에, 바람직하게는 블레이드(4)의 반경 방향 외측 에지 상에 배치되는 혈액 펌프.

[0076] 31. 제1단락 내지 제30단락 중 어느 한 단락에 있어서, 접촉식 베어링(20)은 피봇 베어링인 혈액 펌프.

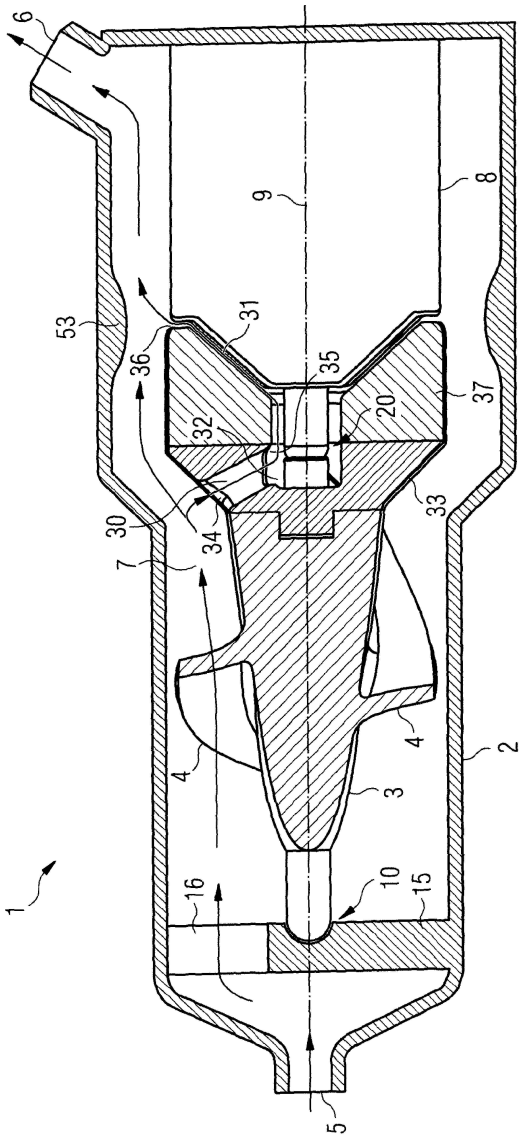
[0077] 32. 제1단락 내지 제31단락 중 어느 한 단락에 있어서, 혈액 펌프(1)는 축 방향 혈액 펌프, 원심 혈액 펌프 또는 혼합형 혈액 펌프인 혈액 펌프.

도면

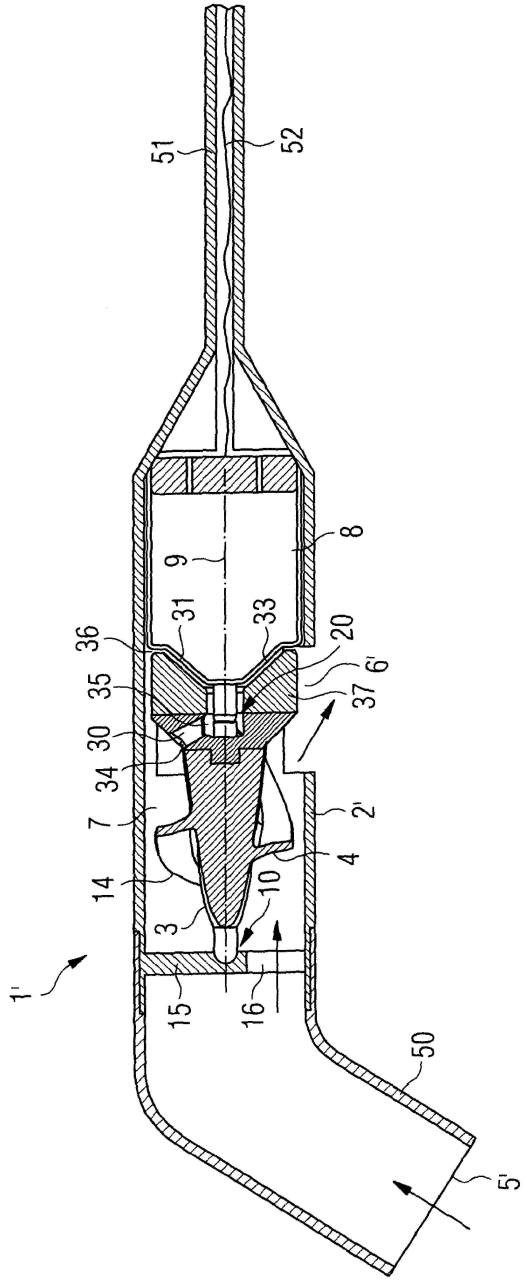
도면1



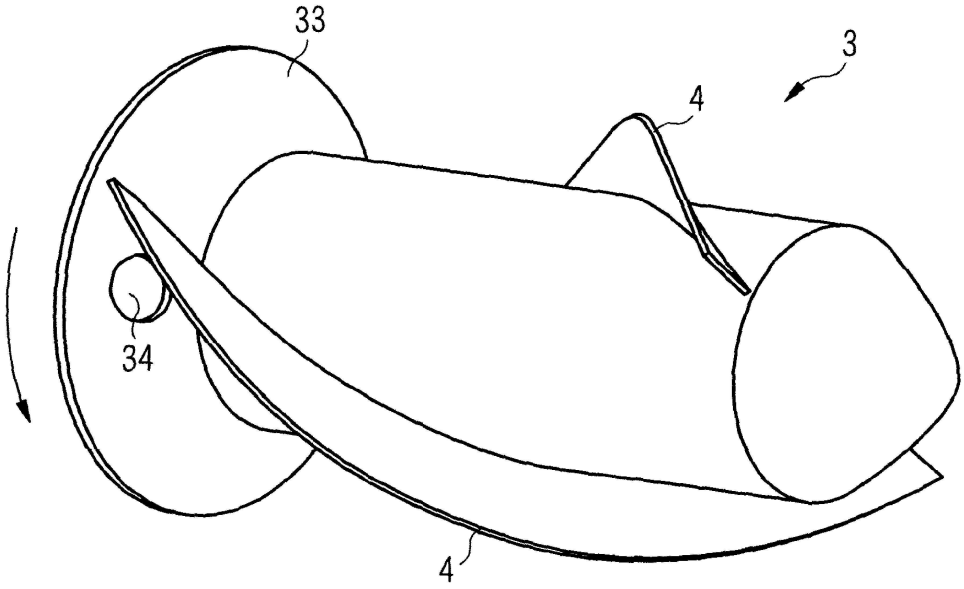
도면1a



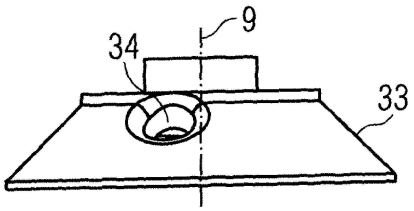
도면2



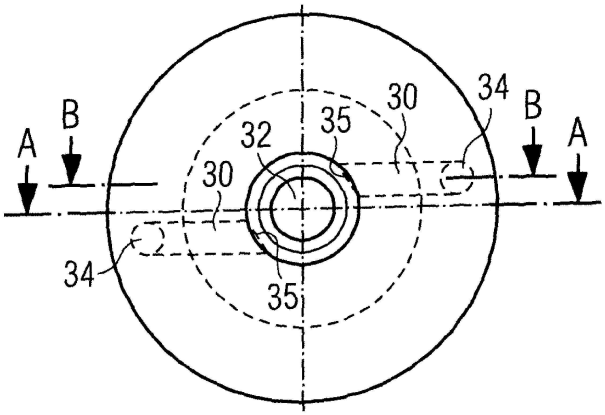
도면3



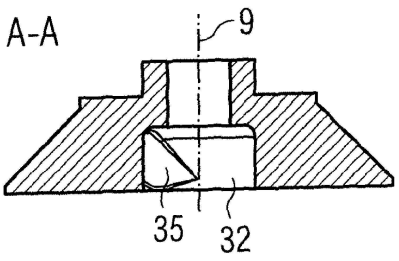
도면4a



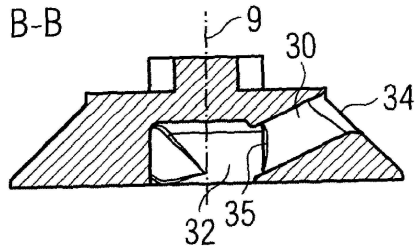
도면4b



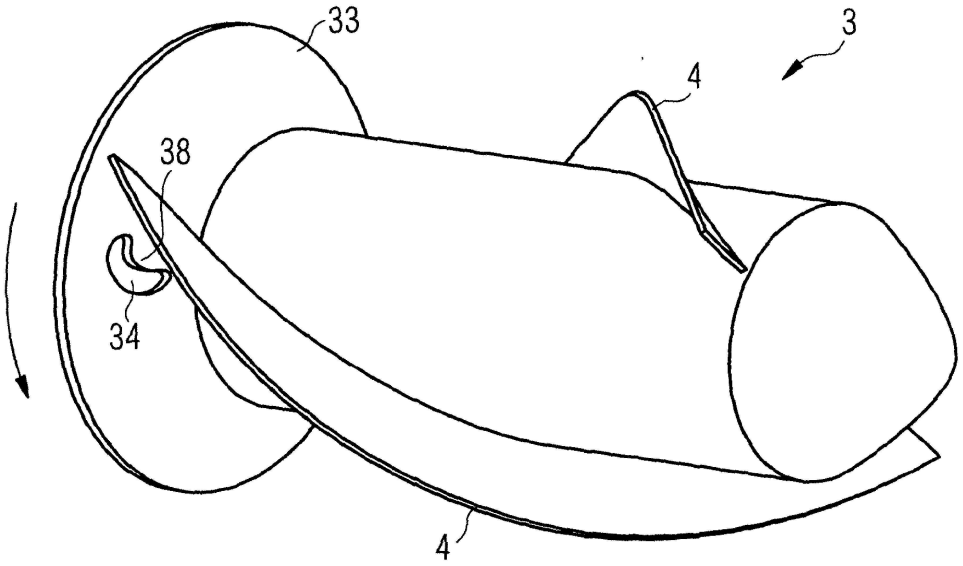
도면4c



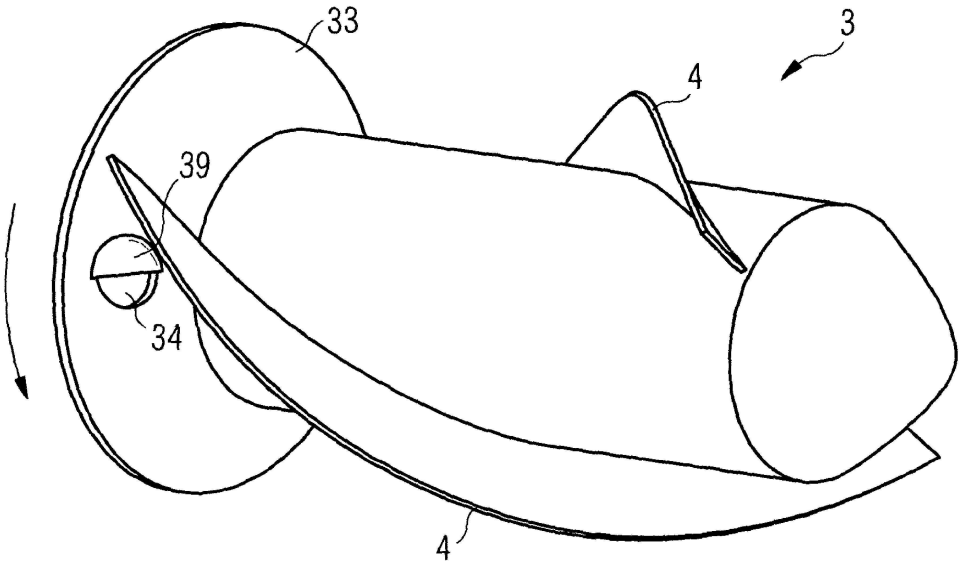
도면4d



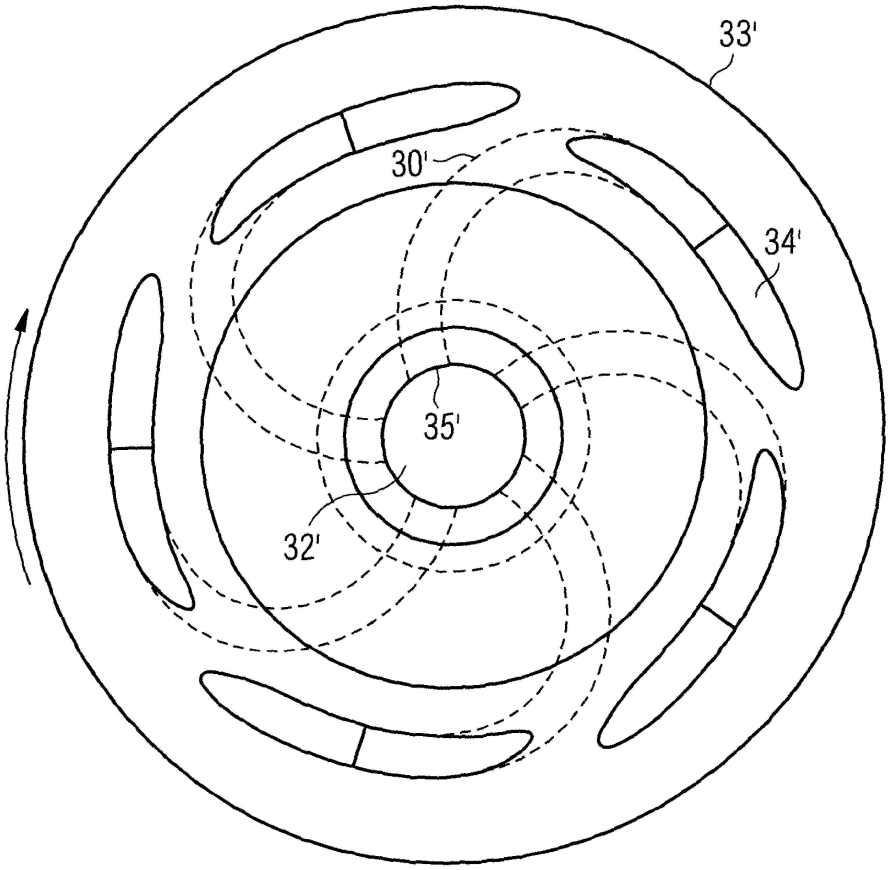
도면5a



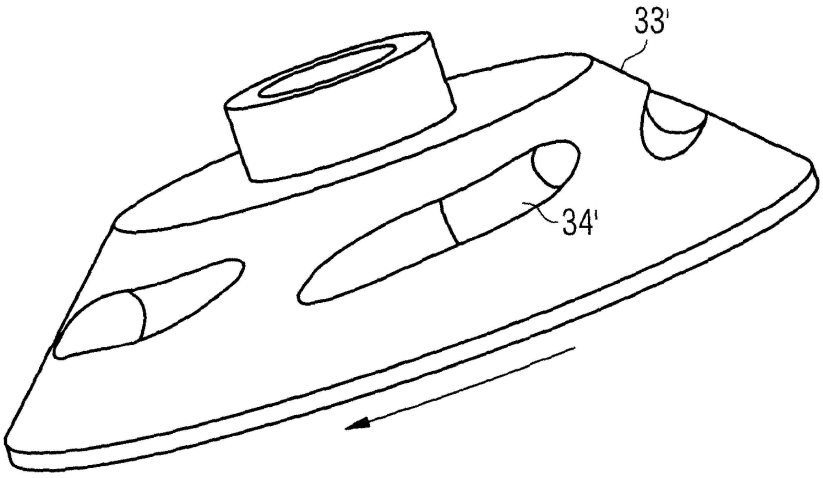
도면5b



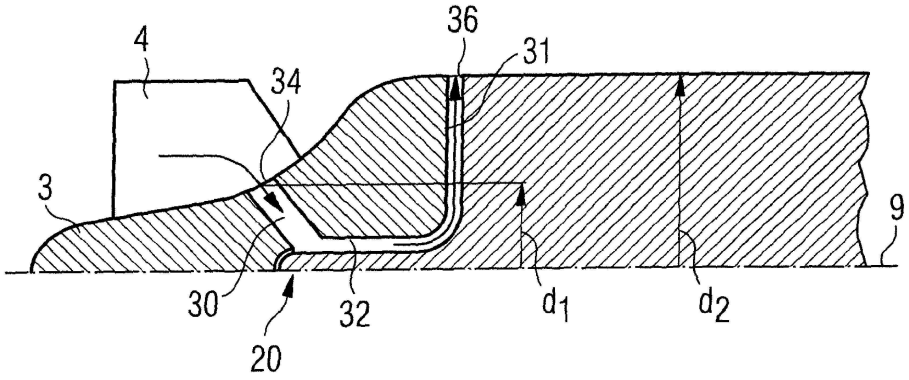
도면6a



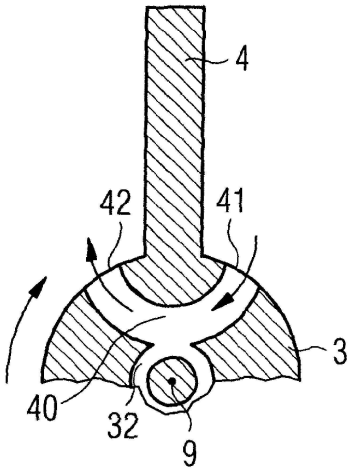
도면6b



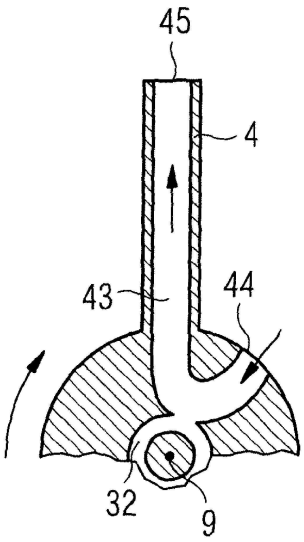
도면7



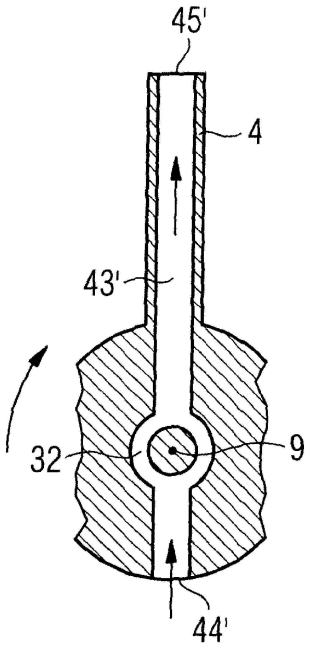
도면8



도면9



도면10



도면11

