



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년02월25일
(11) 등록번호 10-0805268
(24) 등록일자 2008년02월13일

(51) Int. Cl.

A61M 1/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-7007459

(22) 출원일자 2006년04월18일

심사청구일자 2006년04월18일

번역문제출일자 2006년04월18일

(86) 국제출원번호 PCT/KR2006/000935

국제출원일자 2006년03월15일

(87) 국제공개번호 WO/2007/105842

국제공개일자 2007년09월20일

(56) 선행기술조사문헌

US 6716157B

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 14 항

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

선경

서울 노원구 월계3동 그랑빌아파트 116동 302호

황창모

서울 종로구 동숭동 4-157번지 동성아파트 2동 202호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

현중철

심사관 : 김준경

(54) 회전식 혈액펌프

(57) 요약

본 발명은 환자의 몸에 이식되어 심장의 피를 대동맥으로 박출하는데 도움을 주는 회전식 혈액펌프에 관한 것이다.

본 발명은 원통형의 케이스, 그 내부에 고정설치된 제1 및 제2 고정체, 제1 고정체의 돌출부에 삽입되는 원통형의 임펠러, 상기 임펠러를 상기 제1 고정체의 돌출부를 중심으로 하여 회전시키는 모터, 상기 임펠러를 자기부상시켜 축방향 및 방사방향의 일정위치로 유지시키는 자기베어링, 및 상기 임펠러와 제2 고정체 사이의 간격을 감지하는 갭센서를 포함함으로써, 케이스내부에서 임펠러가 자기부상되어 회전하고, 상기 임펠러가 회전함에 따라 입구쪽에서 출구쪽으로 혈액을 박출하는 장치로서, 자기부상된 임펠러와 다른 구조물간의 기계적 접촉없이 임펠러의 회전을 통해 혈류를 생성하고, 임펠러의 외부면에 큰 블레이드를 가지면서도 모터의 효율을 유지할 수 있으며, 저속회전으로도 충분한 혈류량을 생성할 수 있다.

(72) 발명자	(56) 선행기술조사문헌
이정주	US 6015272A
서울 노원구 공릉3동 신도1차 아파트 103동 507호	US 6742999B
정기석	US 6093001A
서울 성북구 안암동5가 고려대병원 한국인공장기센터	US 4895493A
	WO 2005028000A1

특허청구의 범위

청구항 1

원통형상을 이루고 있으며, 상기 원통의 양단에서 각각 절단된 원추형상으로 돌출된 유입구와 유출구가 형성되어 있는 케이스;

다수의 고정블레이드로 상기 케이스의 내벽에 연결된 베이스부와, 상기 베이스부보다 단면이 축소된 원기둥 형상을 이루어 상기 유출구쪽으로 뺀 돌출부를 구비하여, 상기 케이스내에 설치되어 있는 제1 고정체;

유입구쪽은 개방되고 유출구쪽은 폐쇄되어 있으며, 상기 제1 고정체의 돌출부 위로 회전가능하게 삽입된 원통형의 임펠러;

상기 임펠러의 외부면에 종방향의 나선형으로 형성된 블레이드;

상기 임펠러와 일정간격을 이루며, 다수의 고정블레이드로 상기 케이스의 내벽에 연결된 제2 고정체;

상기 베이스부의 유출구쪽 환형 단면부와 상기 임펠러의 유입구쪽 환형 단부면 사이와, 제2 고정체의 유입구쪽 벽면과 상기 임펠러의 유출구쪽 단부면 사이에, 축방향 자기력을 인가하여 상기 임펠러를 제1 및 제2 고정체 사이에서 축방향 및 방사방향으로 일정위치를 유지시키면서 자기부양시키는 자기베어링;

제2 고정체와 임펠러 사이의 간격을 감지하도록 상기 제2 고정체의 유입구쪽 벽면에 설치된 갭센서; 및

상기 제1 고정체의 돌출부내에 스테이터를 구비하고, 상기 임펠러의 내부에 로터를 구비하여, 상기 원기둥을 중심으로 임펠러를 회전시키는 모터;를 포함하는 회전식 혈액펌프.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 베이스부는 유입구쪽으로 돌출된 유선형 또는 원추형을 이루는 것을 특징으로 하는 회전식 혈액펌프.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 고정체는 유출구쪽으로 돌출된 유선형 또는 원추형을 이루는 것을 특징으로 하는 회전식 혈액펌프.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 자기베어링은 베이스부의 유출구쪽 환형 단면부와 제2 고정체의 유입구쪽 벽면 중 어느 한쪽에 영구자석을 포함하는 전자석을 설치하고, 상기 중 나머지 한쪽과 상기 임펠러의 유입구쪽 환형 단부면 및 유출구쪽 단부면에는 영구자석과 강자성체를 설치하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 회전식 혈액펌프.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 자기베어링은 베이스부의 유출구쪽 환형 단면부와 제2 고정체의 유입구쪽 벽면에 모두 영구자석을 포함하는 전자석을 설치하고, 상기 임펠러의 유입구쪽 환형 단부면 및 유출구쪽 단부면에는 영구자석과 강자성체를 설치하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 회전식 혈액펌프.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 유출구의 일측에는 압력센서와 유량센서가 설치되는 것을 특징으로 하는 회전식 혈액펌프.

청구항 7

원통형상을 이루고 있으며, 상기 원통의 양단에서 각각 절단된 원추형상으로 돌출된 유입구와 유출구가 형성되

어 있는 케이스;

다수의 고정블레이드로 상기 케이스의 내벽에 연결된 베이스부와, 상기 베이스부보다 단면이 축소된 원기둥 형상을 이루어 상기 유출구쪽으로 뺀 돌출부를 구비하여, 상기 케이스내에 설치되어 있는 제1 고정체;

유입구쪽은 개방되고 유출구쪽은 폐쇄되어 있고, 유출구쪽 단부면에는

제1 고정체의 돌출부와 임펠러 사이로 유입되는 혈액이 유입구와 유출구 사이를 흐를 수 있도록 중앙홀이 천공되어 있으며, 상기 제1 고정체의 돌출부 위로 회전가능하게 삽입된 원통형의 임펠러;

상기 임펠러의 외부면에 종방향의 나선형으로 형성된 블레이드;

상기 임펠러와 일정간격을 이루며, 다수의 고정블레이드로 상기 케이스의 내벽에 연결된 제2 고정체;

상기 베이스부의 유출구쪽 환형 단면부와 상기 임펠러의 유입구쪽 환형 단부면 사이와, 제2 고정체의 유입구쪽 벽면과 상기 임펠러의 유출구쪽 단부면 사이에, 축방향 자기력을 인가하여 상기 임펠러를 제1 및 제2 고정체 사이에서 축방향 및 방사방향으로 일정위치를 유지시키면서 자기부양시키는 자기베어링;

제2 고정체와 임펠러 사이의 간격을 감지하도록 상기 제2 고정체의 유입구쪽 벽면에 설치된 캡센서; 및

상기 제1 고정체의 돌출부내에 스테이터를 구비하고, 상기 임펠러의 내부에 로터를 구비하여, 상기 원기둥을 중심으로 임펠러를 회전시키는 모터;를 포함하는 회전식 혈액펌프.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 베이스부는 유입구쪽으로 돌출된 유선형 또는 원추형을 이루는 것을 특징으로 하는 회전식 혈액펌프.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 임펠러의 내부측면에는 유입된 혈액이 유입구와 유출구 사이로 흐를 수 있도록 안내하기 위하여 종방향으로 나선형의 돌출부 또는 그루브가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 회전식 혈액펌프.

청구항 10

제7항 또는 제9항에 있어서,

제1 고정체의 돌출부 외면에는 유입되는 혈액을 유입구와 유출구 사이로 흐를 수 있도록 안내하기 위하여 종방향으로 나선형의 돌출부 또는 그루브가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 회전식 혈액펌프.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 제2 고정체는 유출구쪽으로 돌출된 유선형 또는 원추형을 이루는 것을 특징으로 하는 회전식 혈액펌프.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 자기베어링은 베이스부의 유출구쪽 환형 단면부와 제2 고정체의 유입구쪽 벽면 중 어느 한쪽에 영구자석을 포함하는 전자석을 설치하고, 상기 중 나머지 한쪽과 상기 임펠러의 유입구쪽 환형 단부면 및 유출구쪽 단부면에는 영구자석과 강자성체를 설치하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 회전식 혈액펌프.

청구항 13

제7항에 있어서,

상기 자기베어링은 베이스부의 유출구쪽 환형 단면부와 제2 고정체의 유입구쪽 벽면에 모두 영구자석을 포함하는 전자석을 설치하고, 상기 임펠러의 유입구쪽 환형 단부면 및 유출구쪽 단부면에는 영구자석과 강자성체를 설치하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 회전식 혈액펌프.

청구항 14

제7항에 있어서,

상기 유출구의 일측에는 압력센서와 유량센서가 설치되는 것을 특징으로 하는 회전식 혈액펌프.

명세서

기술분야

- <1> 본 발명은, 환자의 몸에 이식되어 심장의 피를 대동맥으로 박출하는 데 도움을 주는 회전식 혈액펌프(rotary blood pump)에 관한 것으로서, 더욱 자세하게는 큰 블레이드(blade)를 가지면서 모터의 효율을 유지하며 저속회전으로 충분한 혈류량을 생성할 수 있는 회전식 혈액펌프에 관한 것이다.

배경기술

- <2> 일반적으로 심실보조장치로서의 혈액펌프는 박동식 유동형(pulsatile flow type)과 연속류형(continuous flow type)으로 나누어지는데, 연속적인 혈류를 생성하는 회전식 혈액펌프(rotary blood pump)는 박동식에 비해 크기가 작다는 장점을 가지고 있어서 환자에게 이식하기가 용이하여 주로 많이 이용되고 있다.

- <3> 그러나, 종래의 회전식 혈액펌프는 회전하는 임펠러(impeller)에 의해서 혈액이 박출되므로 임펠러와 케이스에 의해 형성되는 혈류통로(pathway)의 형태와 임펠러의 회전속도에 따라 혈액이 파괴되거나 혈류의 정체구간에서 혈전이 생성되는 등의 문제점이 있었으며, 또한 접촉식 베어링(hard-contact bearing)을 사용함으로써, 그에 따른 혈구 손상 또는 혈전 생성을 유발할 수 있는 문제점이 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로, 자기 베어링을 사용하여 임펠러가 다른 구조물과 접촉하지 않고 회전할 수 있는 장치들이 개발되어 왔다.

- <4> 도 1에 개략적으로 도시한 바와 같이, 미국특허번호 US 6,527,699, US 6,742,999 등에는 영구자석(5)과 전자석(6)을 이용하여 임펠러(4)가 케이스(1)내에서 자력에 의한 부양상태에서 회전하도록 구성된 비접촉식 로터리펌프가 개시되어 있는데, 상기의 특허들은 혈액이 유동하는 케이스(1)의 중심부에 로터(3)를 포함하는 임펠러(4)가 배치되고 상기 케이스(1)의 외주에 스테이터(2)가 설치되어 있는 구조이다.

- <5> 회전식 혈액펌프(Rotary blood pump)의 성능에 있어서는 혈류역학적 성능과 혈액 적합성이 특히 중요한데, 충분한 혈류량을 생성하기 위해서는 큰 블레이드(blade)를 가지는 임펠러를 고속으로 회전시켜야 하지만, 임펠러의 고속회전은 혈구손상을 유발하여 혈액 적합성이 나빠질 수도 있으므로, 큰 블레이드를 가지는 임펠러를 저속으로 회전시켜야 혈류역학적 성능과 혈액 적합성을 동시에 만족시킨다.

- <6> 상기 미국특허에서 개시된 펌프구조는 임펠러(4)의 외부면에 형성되어 혈류를 생성하는 블레이드(7)의 크기가 임펠러(4)와 스테이터(2)사이에 형성되는 공간에 의해 제약을 받는다. 즉, 스테이터(2)에 의한 로터(3)의 자기력은 상호간의 거리에 큰 영향을 받는데, 거리가 멀어질수록 거리의 제곱에 반비례하여 자기력이 줄어든다.

- <7> 따라서, 모터에 있어서 로터(3)를 포함하는 임펠러(4)를 회전시키기 위한 스테이터(2)를 상기 임펠러(4) 외부의 케이스(1)에 배치하게 되면, 스테이터(2)와 로터(3) 사이의 자기력의 효율을 일정수준 이상 유지하기 위해서 임펠러(4)와 케이스(1) 내부면 사이의 간격에 제한을 가지게 되며, 그에 따라 임펠러(4)의 외부면에 형성되는 블레이드(7)의 크기도 작아질 수밖에 없다.

- <8> 그러므로, 상기의 펌프들은 모터의 효율을 높이기 위해 작은 크기의 블레이드(7)를 고속으로 회전시켜야만 하며, 그러한 경우 혈구손상이 유발될 수 있는 문제점을 가지고 있었다.

- <9> 한편 도 2에 도시되어 있는 바와 같이, 미국특허번호 US 6,015,272는 케이스(1)내에 곡선부를 가지며 스테이터(2)가 내장된 중간부(8)를 고정설치하고, 상기 스테이터(2)의 외부에 상기 곡선부와 일치하는 곡선부를 가진 원통형의 임펠러(4)가 자기부양상태로 삽입된 구조를 가진 펌프를 개시하고 있다. 또한, 임펠러(4)의 방사방향 위치는 중간부(8)의 직선부와 임펠러(4)의 직선부에 설치된 영구자석(5)간의 척력에 의해 일정하게 유지하고, 임펠러(4)의 축방향 위치는 양측의 곡선부에 설치된 전자석(6)과 영구자석(9)간의 힘과 직선부에 설치된 영구자석(5)간의 자기력에 의해 일정하게 유지하도록 구성되어 있다.

- <10> 이러한 구조로 이루어지는 경우 스테이터(2)와 임펠러(4)가 근접하여 설치될 수 있고 임펠러(4)와 케이스(1) 내부면사이의 간격을 넓힐 수 있어서 임펠러(4)의 외부표면에 돌출형성되는 블레이드(7)를 더 크게 만들 수 있다.

- <11> 그러나, 상기 특허는 임펠러(4)의 방사방향 및 축방향 위치 유지를 위해, 방사방향에 있어서는 영구자석(5)간의

척력을 이용하고 축방향에 있어서는 전자석(6)에 의한 자기력을 이용하는데, 전자석(6)의 자기력의 조절을 통해 임펠러(4)의 위치 유지를 위해서는 임펠러(4)의 축방향(y), 두 방사방향(x, z)으로의 위치 측정이 이루어져야 하며, 이를 통하여 전자석(6)의 코일에 의한 세 방향 자기력 조절이 이루어져야 한다. 이러한 구성은 위치 측정 및 제어의 복잡도를 증가시키고, 안정성을 잃어버리는 경우에 발생하는 임펠러(4)의 축방향 이탈 및 케이스(1)와의 접촉을 막기 위해서 정밀제어가 이루어져야 하는 단점이 있다.

<12> 또한, 펌프가 인체에 이식되기 위해 소형의 크기를 유지하기 위해서는 펌프 중간부(8)의 크기에도 제한이 있는데, 이렇게 제한된 크기의 중간부(8)에 스테이터(2) 뿐만 아니라 영구자석(5)들을 원주방향으로 정밀하게 설치하는 것은 용이하지 않다는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

<13> 따라서, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 기술적 과제는 자기부상된 임펠러와 다른 구조물간의 기계적 접촉없이 임펠러의 회전을 통해 혈류를 생성하면서, 임펠러의 외부면에 큰 블레이드를 가지면서도 모터의 효율을 유지할 수 있을 뿐만 아니라, 저속회전으로도 충분한 혈류량을 생성할 수 있는 회전식 혈액펌프를 제공하는 것이다.

<14> 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은,

<15> 원통형상을 이루고 있으며, 상기 원통의 양단에서 각각 절단된 원추형상으로 돌출된 유입구와 유출구가 형성되어 있는 케이스;

<16> 다수의 고정블레이드로 상기 케이스의 내벽에 연결된 베이스부와, 상기 베이스부보다 단면이 축소된 원기둥 형상을 이루어 상기 유출구쪽으로 뺀 돌출부를 구비하여, 상기 케이스내에 설치되어 있는 제1 고정체;

<17> 유입구쪽은 개방되고 유출구쪽은 폐쇄되어 있으며, 상기 제1 고정체의 돌출부 위로 회전가능하게 삽입된 원통형의 임펠러;

<18> 상기 임펠러의 외부면에 종방향의 나선형으로 형성된 블레이드;

<19> 상기 임펠러와 일정간격을 이루며, 다수의 고정블레이드로 상기 케이스의 내벽에 연결된 제2 고정체;

<20> 상기 베이스부의 유출구쪽 환형 단면부와 상기 임펠러의 유입구쪽 환형 단부면 사이와, 제2 고정체의 유입구쪽 벽면과 상기 임펠러의 유출구쪽 단부면 사이에, 축방향 자기력을 인가하여 상기 임펠러를 제1 및 제2 고정체 사이에서 축방향 및 방사방향으로 일정위치를 유지시키면서 자기부상시키는 자기베어링; 및

<21> 상기 제1 고정체의 돌출부내에 스테이터를 구비하고, 상기 임펠러의 내부에 로터를 구비하여, 상기 원기둥을 중심으로 임펠러를 회전시키는 모터;를 포함하는 회전식 혈액펌프를 제공한다.

<22> 상기 임펠러의 유출구쪽 단부면에는 제1 고정체의 돌출부와 임펠러 사이로 유입되는 혈액이 유입구와 유출구사이를 흐를 수 있도록 중앙홀이 천공될 수 있다.

<23> 상기 임펠러의 내면에는 유입되는 혈액의 이송을 용이하게 안내하도록 종방향으로 나선형의 돌출부 또는 그루브가 형성될 수 있다.

<24> 또한, 제1 고정체의 돌출부 외면에는 유입되는 혈액의 이송을 용이하게 안내하도록 종방향으로 나선형의 돌출부 또는 그루브가 형성될 수 있다.

<25> 상기 제1 고정체의 돌출부는 외부면의 일측에 임펠러의 회전속도를 감지하는 홀센서를 구비할 수 있다.

<26> 상기 제2 고정체의 유입구쪽 벽면에는 임펠러와의 간격을 감지하는 갭센서를 구비할 수 있다.

<27> 상기 자기베어링은 베이스부의 유출구쪽 환형 단면부와 제2 고정체의 유입구쪽 벽면 중 어느 한쪽에 영구자석을 포함하는 전자석을 설치하고, 상기 중 나머지와 상기 임펠러의 유입구쪽 환형 단부면 및 유출구쪽 단부면에는 영구자석과 강자성체를 설치하여 이루어질 수 있다.

<28> 또한, 상기 자기베어링은 베이스부의 유출구쪽 환형 단면부와 제2 고정체의 유입구쪽 벽면에 모두 영구자석을 포함하는 전자석을 설치하고, 상기 임펠러의 유입구쪽 환형 단부면 및 유출구쪽 단부면에는 영구자석과 강자성체를 설치하여 이루어질 수 있다.

<29> 상기 유출구의 일측에는 혈액펌프의 혈류역학적 성능을 예측하여 임펠러의 회전속도 제어에 의한 박출유량을 조

절할 수 있도록 압력센서와 유량센서를 설치할 수도 있다.

산업상 이용 가능성

<78> 본 발명은 환자의 몸에 이식되어 저속회전으로 충분한 혈류량을 생성하여 심장의 피를 대동맥으로 박출하는 회전식 혈액펌프(rotary blood pump)에 관한 것으로서 산업상 이용가능성이 있다.

도면의 간단한 설명

- <30> 도 1은 종래의 회전식 혈액펌프를 도시한 단면도이다.
- <31> 도 2도 종래의 회전식 혈액펌프를 도시한 단면도이다.
- <32> 도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 회전식 혈액펌프의 단면도이다.
- <33> 도 4는 본 발명의 일실시예에 의한 자기베어링 부분을 확대하여 도시한 부분단면도이다.
- <34> 도 5는 본 발명의 일실시예에 의한 제1 고정체의 사시도이다.
- <35> 도 6은 본 발명의 일실시예에 의한 임펠러의 사시도이다.
- <36> 도 7은 본 발명의 일실시예에 의한 제2 고정체의 사시도이다.
- <37> 도 8은 본 발명의 일실시예에 의한 제1 고정체, 임펠러 및 제2 고정체가 결합된 상태를 보여주는 사시도이다.
- <38> 도 9는 블레이드의 크기에 따른 임펠러의 회전속도와 혈액 송출량에 대한 측정값을 나타내는 그래프로서, 도 9a는 블레이드의 높이가 2mm인 경우이고, 도 9b는 블레이드의 높이가 3mm인 경우이며, 도 9c는 블레이드의 높이가 4mm인 경우이다.
- <39> [발명의 실시를 위한 최선의 형태]
- <40> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 회전식 혈액펌프에 대하여 상세히 설명한다.
- <41> 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 회전식 혈액펌프의 내부구조를 나타내기 위한 단면도이고, 도 4는 도 3의 자기베어링 부분을 확대하여 내부구성을 더욱 자세하게 도시한 일부단면도이다.
- <42> 도 3에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명은 원통형의 케이스(10), 그 내부에 고정설치된 제1 및 제2 고정체(20,40), 제1 고정체(20)의 돌출부(22) 위에 삽입되는 임펠러(30), 상기 임펠러(30)를 상기 제1 고정체(20)의 돌출부(22)를 중심으로하여 회전시키는 모터(50), 상기 임펠러(30)를 자기부상시켜 축방향 및 방사방향의 일정 위치로 유지시키는 자기베어링(60), 및 상기 임펠러(30)와 제2 고정체(40) 사이의 간격을 감지하는 갭센서(70)를 포함함으로써, 케이스(10) 내부에서 임펠러(30)가 자기부상되어 회전하고, 상기 임펠러(30)가 회전함에 따라 입구쪽에서 출구쪽으로 혈액을 박출하는 장치이다.
- <43> 본 발명은 제1 고정체(20)가 케이스(10) 내의 일측에 위치하여 유입 혈액의 유로를 형성하고, 타측에는 제2 고정체(40)가 케이스(10) 내에 위치하여 박출혈액의 유로를 형성한다. 두 고정체(20,40) 사이에 임펠러(30)가 위치하며, 임펠러(30)는 원통형상 구조물 외부면에 블레이드(31)가 달려 있어서, 회전시 혈액을 유출구(12) 방향으로 밀어주는 역할을 하게 된다.
- <44> 이하 도면을 참조하여 본 발명의 회전식 혈액펌프의 일실시예에 대한 각 구성을 상세히 설명한다.
- <45> 상기 케이스(10)는 도 3에서 알 수 있는 바와 같이, 혈액의 유입구(11)와 유출구(12)를 구비한 원통형상을 이루고 있고, 양 단부는 상기 원통으로부터 단면이 축소되는 형태의 원추형상으로 돌출되어 있으며, 양 끝에는 혈액이 유입 또는 유출될 수 있는 유입구(11)와 유출구(12)가 형성되어 있다.
- <46> 도 5는 본 발명의 일실시예에 의한 제1 고정체(20)를 도시한 사시도로서, 상기 제1 고정체(20)는 상기 케이스(10) 내부의 유입구(11) 쪽에 설치되며, 베이스부(21)와 돌출부(22)로 이루어져 있다. 상기 베이스부(21)는 유입되는 혈액의 유동저항을 줄이기 위하여 유입구(11)쪽으로 돌출된 유선형을 이루며, 외부면에는 케이스(10)의 내부면과 연결된 다수개의 고정블레이드(23)가 종방향으로 형성되어 있다. 상기 베이스부(21)의 유입구(11)쪽은 도면상으로는 유선형으로 도시하였으나, 원추형으로 형성될 수도 있다.
- <47> 상기 다수개의 고정블레이드(23)는 제1 고정체(20)를 케이스(10)에 고정연결시키는 역할을 함과 동시에, 케이스(10)와 베이스부(21)사이로 유입되는 혈액을 유출구(12) 쪽으로 안내하는 역할을 한다. 상기 돌출부(22)는 베

스부(21)의 유출구(12) 쪽 단부면으로부터 베이스부(21)보다 축소된 단면을 가지면서 종방향으로 돌출된 원기둥 형상을 이루고 있는데, 그 내부에는 스테이터(51)가 설치되어 있어서 모터(50)의 고정자 역할을 한다.

<48> 도 6은 본 발명의 일실시예에 의한 임펠러를 도시한 사시도로서, 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<49> 상기 임펠러(30)는 원통형상을 이루고 있는데, 일단부(32)는 개방되어 있으나 타단부(33)는 폐쇄되어 있어서 상기 개방된 단부(32)를 통하여 제1 고정체(20)의 돌출부(22)가 임펠러(30)내로 삽입된다. 또한, 상기 돌출부(22)와 대면하는 임펠러(30)의 내부측면에는 영구자석(52)이 설치되어 있어서 모터(50)의 회전자 역할을 하므로, 상기 임펠러(30)는 제1 고정체(20)의 돌출부(22)를 중심으로 회전할 수 있다.

<50> 또한, 상기 임펠러(30)의 외부측면에는 종방향으로 다수개의 나선형 블레이드(31)가 형성되어 있어서, 혈액이 유입구(11)를 통하여 유입된 후 회전하는 임펠러(30)의 블레이드(31)에 의해 유출구(12) 쪽으로 가압송출된다.

<51> 대부분의 혈액은 케이스(10)와 제1 고정체(20)의 고정블레이드(23) 사이에 형성되는 공간을 통하여 유입된 후, 케이스(10)와 임펠러(30) 외부면의 블레이드(31) 사이에 형성되는 공간을 통하여 유출구(12) 쪽으로 송출되지만, 소량의 혈액은 제1 고정체(20)와 임펠러(30) 내부측면 사이의 틈(24)을 통해 유입구(11)와 유출구(12)사이를 흐를 수 있도록, 임펠러(30)의 유출구(12)쪽 단부면에 중앙홀(35)을 천공할 수 있다.

<52> 또한, 제1 고정체(20)의 돌출부(22)와 임펠러(30) 내부측면 사이의 틈(24)으로 흐르는 상기 소량의 혈액의 이송을 도모하기 위하여 상기 임펠러(30)의 내부측면에 종방향으로 나선형의 돌출부 또는 그루브를 형성할 수 있다. 따라서, 틈사이로 유입된 혈액은 정체됨이 없이 용이하게 이송된다.

<53> 뿐만 아니라, 제1 고정체(20)의 돌출부(22) 외부측면에도 상기와 같이 유입되는 혈액의 이송을 용이하게 안내하도록 종방향으로 나선형의 돌출부 또는 그루브를 형성할 수 있다.

<54> 상기 돌출부 또는 그루브는 도면상에 도시하지 않았으나, 그 형상은 쉽게 이해될 수 있으며 임펠러(30) 또는 돌출부(22)에 형성하는 것도 용이하게 실시할 수 있다.

<55> 도 7은 본 발명의 일실시예에 의한 제2 고정체(40)를 도시한 사시도로서, 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<56> 제2 고정체(40)는 제1 고정체(20)와 분리된 구조로서 유입구(11)쪽은 평면으로 형성되어 있어서, 제1 고정체(20)와의 사이에 임펠러(30)의 단부벽(33)이 일정 간격을 이루며 개재되어 있다. 상기 제2 고정체(40)의 외부면에는 다수개의 고정블레이드(41)가 종방향으로 형성되어 있어서, 상기 고정블레이드(41)에 의해 케이스(10)의 내벽에 고정연결된다. 따라서, 상기 고정블레이드(41)는 제2 고정체(40)를 케이스(10)에 고정연결시키는 역할을 함과 동시에, 케이스(10)와 베이스부(21)사이로 유입되는 혈액을 유출구(12)쪽으로 안내하는 역할을 한다. 제2 고정체(40)의 유출구(12)쪽은 유출되는 혈액의 유동저항을 줄이기 위하여 유출구(12)쪽으로 돌출된 원추형을 이루고 있다. 이는 도면상으로는 원추형으로 도시되어 있으나, 유선형으로 형성될 수도 있다.

<57> 이와 같이 형성된 제1 고정체(20), 임펠러(30) 및 제2 고정체(40)는 상호 결합된 상태에서 케이스(10)내에 배치되며, 도 8은 상기 결합된 상태를 보여주기 위하여 도시한 사시도이다.

<58> 이와 같이 구성되는 본 발명의 회전식 혈액펌프는 제1 및 제2 고정체(20,40), 케이스(10) 및 블레이드(23,31,41)에 의해 결정되는 유로를 가지게 되어서, 펌프의 한쪽 끝에서 유입된 혈액은 제1 고정체(20)와 케이스(10) 내부면 사이의 유로를 거쳐서 임펠러(30)의 회전에 의해 유출구(12)쪽으로 밀려가며, 제2 고정체(40)와 케이스(10) 내부면 사이의 유로를 거쳐서 유출구(12)를 통하여 펌프 외부로 박출된다. 또한, 혈액은 임펠러(30) 안쪽의 제1 고정체(20)의 돌출부(22) 표면과 임펠러(30) 사이의 틈으로도 지나갈 수 있게 된다. 이 틈의 간격이 크면 임펠러(30)내의 영구자석(52)과 제1 고정체 돌출부(22)내의 스테이터(51)간의 거리가 멀어져서 임펠러(30)의 회전 토크가 줄어들 뿐만 아니라, 모터 시스템의 효율이 떨어지고, 반대로 틈 간격이 좁아지면, 혈액이 지나갈 수 있는 틈이 작아져서 혈류가 정체되어 혈전을 형성할 수도 있으므로, 틈 간격을 최적으로 조정하여야 한다. 따라서, 상기에서 설명한 바와 같이 임펠러(30)의 내부측면에 돌출부 또는 그루브를 만들거나 또는 제1 고정체 돌출부(22)의 외부측면에 돌출부 또는 그루브를 만들어서, 임펠러(30)의 회전시 임펠러(30)와 제1 고정체 돌출부(22) 사이의 유로에서 혈류가 더욱 쉽게 이동하는 것을 도모할 수도 있다.

<59> 다음으로, 도 3과 도 4를 참조하여 자기베어링을 도면에 개시된 실시예에 의하여 설명하면 다음과 같다.

<60> 자기베어링(60)은 제1 고정체(20)의 베이스부(21)와 제2 고정체(40)의 내부에 설치된 영구자석을 포함한 전자석(61,62)과, 임펠러(30)의 유입구쪽 단부면(32) 및 유출구쪽 단부면(33)에 설치된 영구자석(63,64)에 의하여 이

루어지는데, 상기 제1 및 제2 고정체(20,40)의 내부에는 축방향으로 설치된 영구자석(63,64) 주위에 코일(65,66)이 감겨져 있어서 코일에 흐르는 전류를 조절하여 임펠러(30)의 양쪽 단부면(32,33)에 설치된 영구자석(63,64)과의 인력을 조절하게 된다. 이러한 인력은 제1 고정체(20)와 제2 고정체(40)에서 각각 작용하므로 양자가 평형을 이룰 경우 임펠러(30)는 일정한 위치를 유지하면서 자기부상 상태로 유지될 수 있다.

<61> 상기 자기베어링(60)은, 도면에서와 같이, 베이스부(21)의 유출구쪽 환형 단면부(26)와 제2 고정체(40)의 유입구쪽 벽면(42)의 양쪽에 모두 영구자석을 포함하는 전자석을 설치하고, 상기 임펠러(30)의 유입구쪽 환형 단부면(32) 및 유출구쪽 단부면(33)에는 영구자석과 강자성체를 설치하여 이루어질 수도 있다.

<62> 뿐만 아니라, 상기 자기베어링(60)은 도면에 예시된 바와 달리, 베이스부(21)의 유출구쪽 환형 단면부(26)와 제2 고정체(40)의 유입구쪽 벽면(42) 중 어느 한쪽에 영구자석을 포함하는 전자석을 설치하고, 상기 중 나머지 한쪽과 상기 임펠러(30)의 유입구쪽 환형 단부면(32) 및 유출구쪽 단부면(33)에는 영구자석과 강자성체를 설치하여 이루어질 수 있다.

<63> 뿐만 아니라, 상기 자기베어링(60)은 도면에 예시된 바와 달리, 베이스부(21)의 유출구쪽 환형 단면부(26)와 제2 고정체(40)의 유입구쪽 벽면(42) 중 어느 한쪽에 영구자석을 포함하는 전자석을 설치하고, 상기 중 나머지 한쪽과 상기 임펠러(30)의 유입구쪽 환형 단부면(32) 및 유출구쪽 단부면(33)에는 영구자석과 강자성체를 설치하여 이루어질 수 있다.

<64> 이와 같이 임펠러(30)가 양쪽의 인력에 의해 자기부상되면 축방향으로의 위치뿐만 아니라 방사방향으로의 위치도 일정하게 유지될 수 있다. 따라서, 임펠러(30)는 축방향 뿐만 아니라 방사방향으로도 일정위치를 유지하면서 자기부상되며, 상기 모터의 작동에 따라 자기부상된 상태에서 회전하면서 혈액을 송출할 수 있다.

<65> 즉, 임펠러(30)의 축방향 위치를 고정시키기 위한 자기베어링(60)은 전기코일(65,66)을 이용하여 자기력을 능동적으로 조절하는 것으로서, 능동형 축방향 자기베어링이다. 양쪽 고정체(20,40)의 중간에 위치한 임펠러(30)에 대하여 양쪽 축방향으로 인력을 가함으로써, 임펠러(30)는 수동적으로 방사방향으로도 위치가 고정되게 된다. 임펠러(30)의 방사방향 위치고정은 능동형 축방향 자기베어링에 의하여 수동적으로 방사방향으로도 고정되려는 힘을 이용한 것이다.

<66> 따라서, 임펠러(30)는 일정위치로 유지될 수 없거나 불안정한 상태에 있어서 외부의 충격 등으로 자기부상되어야 할 위치에서 쉽게 이탈되지 않고, 균일하게 위치를 유지할 수 있다.

<67> 또한 도 3에 예시되어 있는 바와 같이, 임펠러(30)와 대면하고 있는 제2 고정체(40)의 벽면에는 갭센서(70)가 설치될 수 있는데, 이는 임펠러(30)와 제2 고정체(40)사이의 간격을 감지하는 역할을 한다. 따라서, 임펠러(30)의 위치가 정위치에서 벗어날 경우 갭센서(70)에 의하여 감지되며, 이 경우 제어부에 의하여 제1 및 제2 고정체(20,40)의 전기코일(65,66)에 인가되는 전류량을 증감함으로써 전자석(61,62)의 인력을 조절하여 임펠러(30)가 정위치로 복귀하도록 동작된다.

<68> 상기 갭센서(70)는 임펠러(30)와 제2 고정체(40)사이의 거리를 측정하기 위한 비접촉 거리 센서로서, 상기 갭센서(70)로는 와상전류 갭센서(eddy current gap sensor), 초음파 갭센서(ultrasonic gap sensor), 적외선광학 갭센서(infrared optic sensor), 인덕티브 센서(inductive sensor) 등을 사용할 수 있다. 또한, 상기의 제어부는 당업계의 기술자에 의하여 용이하게 구성될 수 있는 일반적인 회로를 이용하여 설치할 수 있다.

<69> 다음으로, 도 3을 참조하여 모터에 대하여 설명하면 다음과 같다.

<70> 모터(50)는 제1 고정체(20)의 돌출부(22) 내부에 설치된 스테이터와 임펠러(30)의 내부에 설치된 로터로 이루어지는데, 돌출부(22)내에는 원기둥 형태의 스테이터(51)가 설치되어 있고, 임펠러(30)에는 내주면을 따라 영구자석(52)이 원통형으로 설치되어 있다. 따라서, 스테이터(51)의 단자(53)에 전원이 인가되면 스테이터(51)가 동작하므로, 영구자석(52)이 설치된 임펠러(30)가 상기 제1 고정체(20)의 돌출부(22)를 중심으로 회전하게 되고, 그에 따라 유입구(11)로 유입된 혈액이 임펠러(30)의 블레이드(31)에 의해 유출구(12)쪽으로 송출된다.

<71> 한편, 도 3에 예시되어 있는 바와 같이, 상기 임펠러(30)의 회전속도는 돌출부(22)의 외측면 일측에 설치될 수 있는 홀센서(25)에 의하여 감지되며, 도면상에 도시되지 않은 제어부에 의하여 임펠러(30)의 회전속도를 적절하게 제어를 할 수 있다. 상기 홀센서(25)는 일반적으로 이용되는 것을 사용할 수 있고, 상기 제어부는 당업계의 기술자가 일반적으로 이용하는 제어회로를 이용하여 용이하게 구성할 수 있다.

<72> 제어부는 도면에 도시되지 않았으나, 임펠러(30)의 자기부상과 회전을 위하여 외부에 구성되며, 제1 고정체(20)의 돌출부(22)내에 설치된 스테이터(51)에 인가되는 전류량, 홀센서(25)에 의한 모터(50)의 회전속도, 제1 및

제2 고정체(20,40)내에 설치된 전자석(61,62)에 인가되는 전류량을 조절하여, 임펠러(30)가 정위치에서 적절한 속도로 회전하여 필요한 양으로 혈액을 송출하도록 피드백 제어(feedback control)하는 역할을 하며, 당업계의 기술자가 일반적으로 이용하는 제어회로를 이용하여 용이하게 구성할 수 있다.

<73> 위와 같이 구성된 본 발명의 회전식 혈액펌프는 모터(50)의 스테이터(51)와 로터(52)가 일전간격을 두고 인접하게 설치될 수 있고, 임펠러(30)의 블레이드(31) 크기가 임펠러(30)와 케이스의 내부벽면(13) 사이에 형성되는 공간크기에 따라 형성될 수 있어서, 블레이드(31)가 스테이터(51)와 로터(52)사이에 설치된 종래의 펌프와는 달리 블레이드(31) 크기에 대한 제약에서 벗어날 수 있다.

<74> 도 9는 블레이드(31)의 크기에 따라 원하는 압력을 얻는데 필요한 임펠러(30)의 회전속도와 혈액 송출량에 대하여 실험에 의하여 측정한 값을 나타낸 그래프이다. 이는 블레이드(31)의 크기에 따라 동일한 송출량에 대하여 임펠러(30)의 회전속도가 저속으로 됨을 보여 주는데, 도면으로부터 알 수 있는 바와 같이, 대동맥 압력에 해당하는 100mmHg 정도의 유입 유출 압력차에 대하여 5L/min의 박출량을 얻는데 있어서, 블레이드(31)의 높이가 2mm인 경우에는 약 6700RPM이고(도 9a), 3mm인 경우에는 약 5400RPM이며(도 9b), 4mm인 경우에는 약 4800RPM이다(도 9c). 즉, 블레이드(31)의 크기가 클수록 동일한 혈류량에 대하여 임펠러(30)의 회전속도가 저속으로 됨을 알 수 있다.

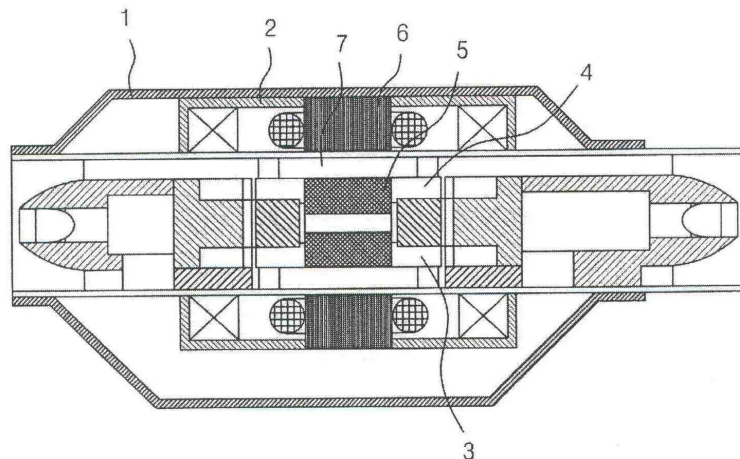
<75> 위의 실험결과가 암시하는 바와 같이, 본 발명의 회전식 혈액펌프에 의하면 임펠러(30)가 혈구손상을 방지할 수 있는 낮은 속도에 알맞도록 블레이드(31)의 크기를 충분히 크게 형성할 수 있다.

<76> 또한, 상기와 같이 구성된 회전식 혈액펌프에 압력과 유량을 측정하기 위한 압력센서(14)와 유량센서(15)를 유출구(12)의 일측에 설치하여 혈액펌프의 혈류역학적 성능을 예측하고, 그에 따라 임펠러(30)의 회전속도를 조절하여 박출유량을 조절할 수 있게 할 수도 있다.

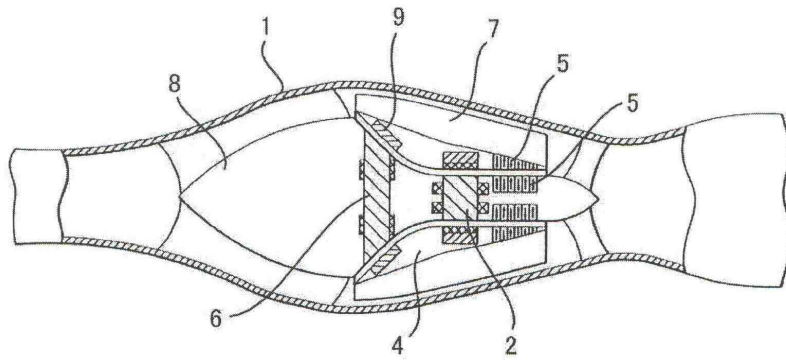
<77> 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

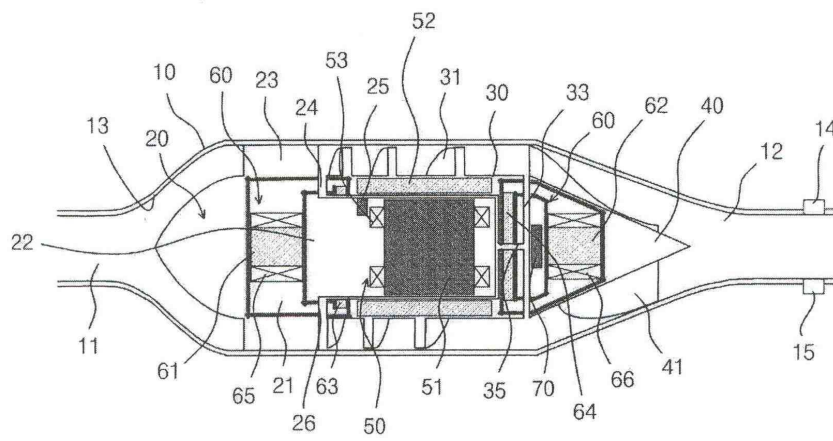
도면1



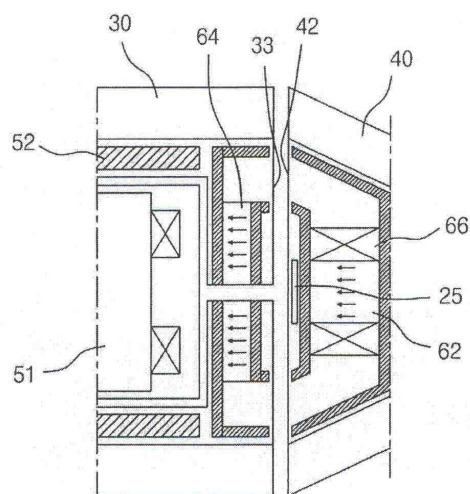
도면2



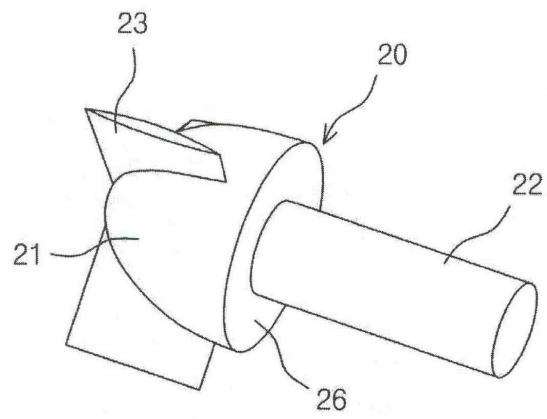
도면3



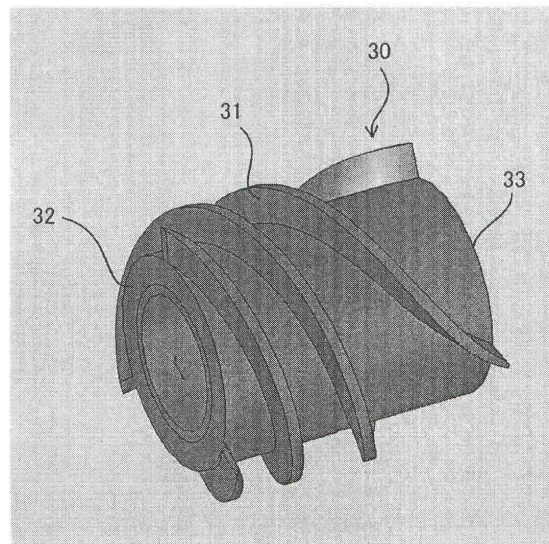
도면4



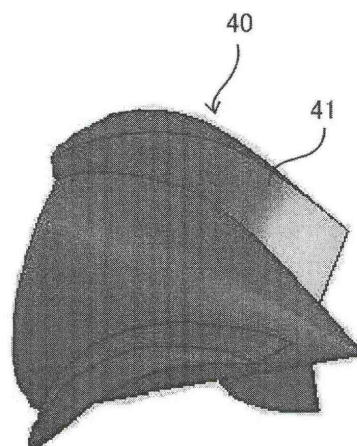
도면5



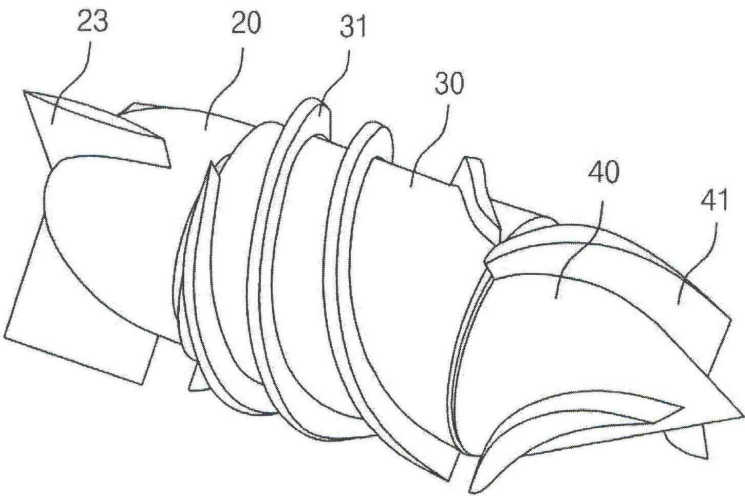
도면6



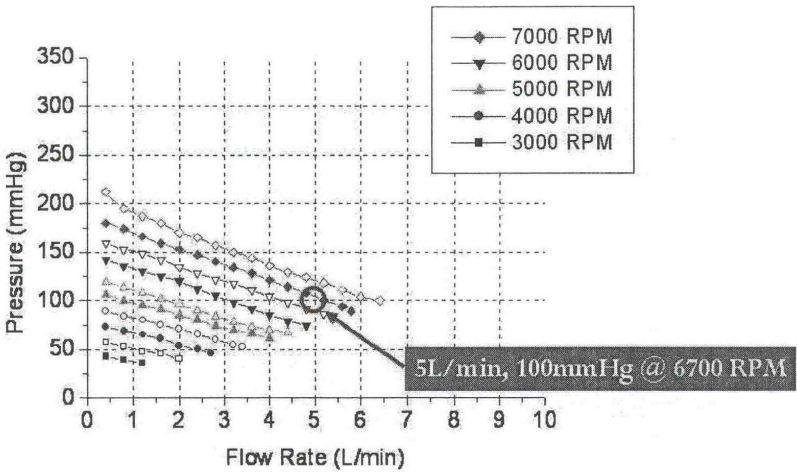
도면7



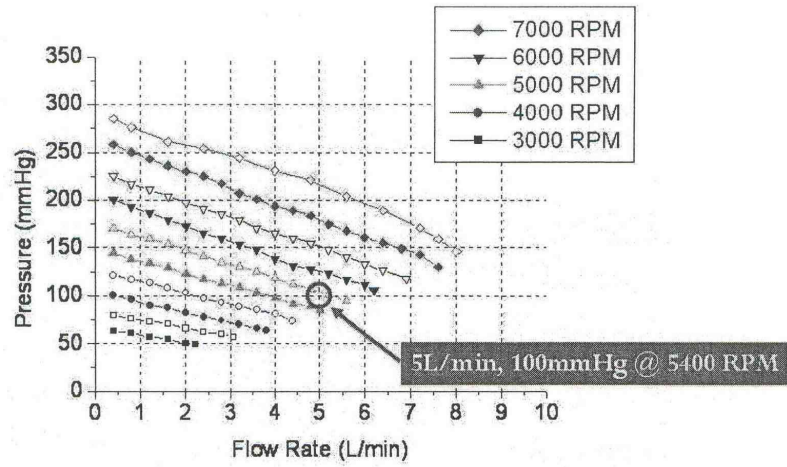
도면8



도면9a



도면9b



도면9c

