(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년11월28일
(11) 등록번호 10-0870921
(24) 등록일자 2008년11월21일

(51) Int. Cl.
F16K 1/22 (2006.01) *F16K 1/226* (2006.01)
F16K 1/228 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0003048
(22) 출원일자 2008년01월10일
심사청구일자 2008년01월10일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020040071040 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
주식회사 한창엔텍
경기도 이천시 모가면 소사리 268-10
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
한윤수
서울 송파구 송파2동 164-14 현대아파트 101동 1002호
문영준
서울 서초구 잠원동 65-32 신반포7차 아파트 302-606
김종록
서울 강서구 화곡7동 1079-3 1층 우측
(74) 대리인
황이남

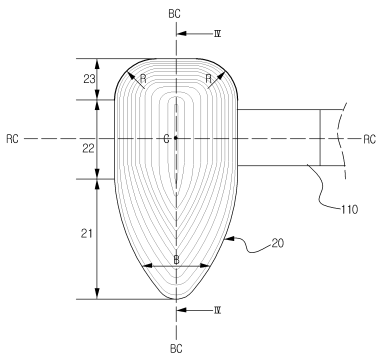
전체 청구항 수 : 총 1 항 심사관 : 배진효

(54) 버터플라이 밸브

(57) 요 약

본 발명은 버터플라이 밸브에 관한 것으로서, 유체가 흐르는 관로 상에 연통되게 연결되는 밸브 본체, 및 밸브 본체 내부에서 회전 가능하게 축 고정되며, 회전각에 따라 밸브 본체 내부의 개도량을 조절하는 밸브 디스크를 포함하고, 밸브 디스크는 회전 중심선을 따라 일측면의 양측 단부에 각각 축 고정하도록 돌출 형성되는 샤프트 보스를 포함하며, 샤프트 보스는 회전 중심선과 직교하는 보스 중심선을 따라 다면각 콘 형상으로 전단으로부터 폭과 높이가 서로 유선형을 이루며 점차 확대되는 전단부, 전단부로부터 연속되며 보스 중심선을 따라 일정 폭을 가지며, 최대 높이를 갖도록 변곡점을 이루는 축고정부, 및 축고정부 후단에서 보스 중심선과 직교하는 직선 형태를 이룸과 아울러 양측 모서리부가 라운드지게 형성되고, 축고정부로부터 높이가 점차 감소하는 후단부를 포함하도록 구성되어, 유체 흐름 대한 밸브의 손실계수를 최소화함과 아울러 샤프트 보스 후단에서 유체의 흐름이 양측으로 꺾이면서 좀더 넓게 분산되도록 하여 밸브 디스크의 후면에서 발생하는 케비테이션을 방지할 수 있도록 하는 효과를 갖는다.

대 표 도 - 도3



(56) 선행기술조사문헌
JP51137924 A
JP57048352 U
JP59153769 U
KR1020080072194 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

유체가 흐르는 관로 상에 연통되게 연결되는 밸브 본체; 및

상기 밸브 본체 내부에서 회전 가능하게 축 고정되며, 회전각에 따라 상기 밸브 본체 내부의 개도량을 조절하는 밸브 디스크를 포함하고,

상기 밸브 디스크는,

회전 중심선을 따라 일측면의 양측 단부에 각각 축 고정하도록 돌출 형성되는 샤프트 보스를 포함하며,

상기 샤프트 보스는,

상기 회전 중심선과 직교하는 보스 중심선을 따라 전단으로부터 폭과 높이가 서로 유선형을 이루며 점차 확대되는 전단부;

상기 전단부로부터 연속되며 상기 보스 중심선을 따라 일정 폭을 가지며, 최대 높이를 갖도록 변곡점을 이루는 축고정부; 및

상기 축고정부 후단에서 상기 보스 중심선과 직교하는 직선 형태를 이룸과 아울러 양측 모서리부가 라운드지게 형성되고, 상기 축고정부로부터 높이가 점차 감소하는 후단부를 포함하고,

상기 샤프트 보스는 상기 축고정부가 상기 회전 중심선과 상기 보스 중심선의 교차점 상측에서 최대 높이를 갖도록 변곡점을 이루며,

상기 보스 중심선을 따라 상기 회전 중심선을 기준으로 상기 전단부의 길이가 상기 후단부의 길이 보다 더 길게 형성되고,

상기 회전 중심선을 기준으로 양측이 서로 경사지게 형성되며,

상기 보스 중심선을 기준으로 양측이 서로 대칭을 이루도록 형성되는 버터플라이 밸브.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 버터플라이 밸브에 관한 것으로서, 좀더 상세하게는 샤프트 보스의 형상을 개선하여 밸브의 손실계수를 최소화함과 아울러 케비테이션의 발생을 방지할 수 있도록 하는 버터플라이 밸브를 제공하는 것이다.

배 경 기 술

<2> 주지된 바와 같이, 버터플라이 밸브는 밸브 본체 내부에서 밸브 디스크를 회전시켜 관로를 개폐시켜 유량이나 유압을 조절하는 제어수단으로 많이 사용되고 있다.

<3> 버터플라이 밸브는 제어가 용이하고, 제어에 필요한 구동토크가 가장 적게 들며, 다른 형태의 밸브와 비교하여 가격이 저렴한 장점을 갖는다.

<4> 도 5는 종래 버터플라이 밸브의 밸브 디스크를 도시한 평면도이고, 도 6은 도 5의 밸브 디스크를 도시한 측면도이다.

<5> 도 5 및 도 6에 도시한 바와 같이, 종래 버터플라이 밸브는 관로 중앙에 밸브 디스크(210)를 회전 가능하게 축(110) 고정하기 위한 캡 형태의 샤프트 보스(220)가 위치하기 때문에, 이 샤프트 보스(220)에 의해 밸브의 손실계수를 증가시키게 되는 단점을 갖는다.

<6> 또한, 종래 버터플라이 밸브는 닫힘 상태에서 열리기 시작할 때 유속의 갑작스러운 증가로 인하여 밸브 내부의 수압이 포화증기압보다 낮아지게 되며, 이때 유체가 증발하면서 발생하는 기포에 의해 케비테이션(cavitation)을 발생시키게 된다. 이 케비테이션은 버터플라이 밸브 내부의 소음 및 진동을 발생시킬 뿐만 아니라, 밸브 디스크 후면 및 밸브 본체를 침식시키는 단점을 갖는다.

<7> 이와 같은 케비테이션 발생을 방지하기 위하여 본 발명의 고안자에 의해 고안된 종래 대한민국 실용신안출원 제2001-0028233호와 제2001-0029700호에서는 유체의 흐름이 골고루 분산 및 확산되도록 정류판(330)을 밸브 디스크(330)의 전후면에 부착하는 안티 케비테이션 버터플라이 밸브를 개시하고 있다.

<8> 도 7은 종래 안티 케비테이션 버터플라이 밸브의 밸브 디스크를 도시한 평면도이고, 도 8은 도 7의 밸브 디스크를 도시한 측면도이다.

<9> 도 7 및 도 8에 도시한 바와 같이, 종래 안티 케비테이션 버터플라이 밸브 역시 밸브 디스크(310)에 부착되는 정류판(330)이 밸브 본체 내부의 유체 흐름을 방해하여 추가적인 밸브의 손실계수를 증가시킬 뿐만 아니라, 밸브 디스크(310)의 형상을 좀더 복잡하게 구성하여 버터플라이 밸브의 생산 단가를 상승시키게 되는 단점을 갖는다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<10> 상기한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 밸브 디스크를 축 고정하는 샤프트 보스의 형상을 다면각 콘 형상으로 개선하여 유체 흐름에 대한 밸브의 마찰 손실을 감소시키고, 밸브 디스크의 후면에 충분한 유체의 흐름이 이루어지도록 하여 케비테이션에 의한 침식 등을 방지할 수 있도록 하며, 밸브 디스크의 형상을 단순화시켜 생산 단가를 절감할 수 있도록 하는 버터플라이 밸브를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

<11> 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 버터플라이 밸브는, 유체가 흐르는 관로 상에 연통되게 연결되는 밸브 본체, 및 밸브 본체 내부에서 회전 가능하게 축 고정되며, 회전각에 따라 밸브 본체 내부의 개도량을 조절하는 밸브 디스크를 포함하고, 밸브 디스크는 회전 중심선을 따라 일측면의 양측 단부에 각각 축 고정하도록 돌출 형성되는 샤프트 보스를 포함하며, 샤프트 보스는 회전 중심선과 직교하는 보스 중심선을 따라 전단으로부터 폭과 높이가 서로 유선형을 이루며 점차 확대되는 전단부, 전단부로부터 연속되며 보스 중심선을 따라 일정 폭을 가지며 최대 높이를 갖도록 변곡점을 이루는 축고정부, 및 축고정부 후단에서 보스 중심선과 직교하는 직선 형태를 이룸과 아울러 양측 모서리부가 라운드지게 형성되고 축고정부로부터 높이가 점차 감소하는 후단부를 포함한다.

<12> 밸브 디스크는 원판형으로 이루어지고, 회전 중심선은 밸브 디스크의 원 중심을 지나도록 구성될 수 있다.

<13> 샤프트 보스의 축고정부는 회전 중심선과 보스 중심선의 교차점 상측에서 최대 높이를 갖도록 변곡점을 이루도

록 구성될 수 있다.

<14> 샤프트 보스는 보스 중심선을 따라 회전 중심선을 기준으로 전단부의 길이가 후단부의 길이 보다 더 길게 형성될 수 있다.

<15> 샤프트 보스는 보스 중심선을 따라 회전 중심선을 기준으로 후단부가 전단부보다 더 급격하게 경사를 이루며 높이가 감소하도록 구성될 수 있다.

<16> 샤프트 보스는 회전 중심선을 기준으로 양측이 서로 경사지게 형성될 수 있다.

<17> 샤프트 보스는 보스 중심선을 기준으로 서로 대칭을 이루도록 형성될 수 있다.

효 과

<18> 상기한 본 발명의 버터플라이 밸브에 따르면, 밸브 디스크를 축 고정시키는 샤프트 보스의 전단부를 높이와 폭이 유선형으로 점차 확대되도록 함으로써 유체 흐름 대한 밸브의 마찰 손실을 최소화하고, 후단부를 보스 중심선과 직교하는 직선 형태를 이룸과 아울러 양측 모서리부가 라운드지게 형성하여, 샤프트 보스 후단에서 유체의 흐름이 양측으로 꺾이면서 좀더 넓게 분산되도록 하여 밸브 디스크의 후면에서 발생하는 케비테이션을 방지할 수 있도록 하며, 밸브 디스크의 형상을 단순화시켜 생산 단가를 절감할 수 있도록 하는 효과를 갖는다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<19> 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.

<20> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 버터플라이 밸브를 도시한 측단면도이고, 도 2는 도 1의 밸브 디스크를 도시한 평면도이다.

<21> 도 1 및 도 2를 참조하여 설명하면, 본 실시예의 버터플라이 밸브(1)는 기본적으로 유체가 흐르는 관로 상에 연통되게 연결되는 밸브 본체(100)와, 이 밸브 본체 내부(100)에서 회전 가능하게 축(110) 고정되는 밸브 디스크(10)를 포함하도록 구성된다.

<22> 한편, 밸브 디스크(10)는 양측 축(110)의 중심을 연결하는 원판의 회전 중심선(RC)을 따라 축(110) 고정을 위한 양측 단부에 샤프트 보스(20)가 구비된다.

<23> 따라서, 본 실시예의 버터플라이 밸브(1)는 축(110)을 중심으로 밸브 디스크(10)를 회전시켜 밸브 본체(100) 내부의 유로를 개폐함과 아울러 회전각에 따라 개도량을 조절하여 유량 및 유압을 제어하도록 한다.

<24> 본 실시예의 버터플라이 밸브(1)의 내부의 유로는 원형 단면을 가지며, 이에 대응하는 밸브 디스크(10)는 원판형으로 이루어지는 것을 예시한다. 이때, 상기한 회전 중심선(RC)은 밸브 디스크(10)의 원 중심을 지나도록 구성된다.

<25> 또한, 버터플라이 밸브(1)는 밸브 디스크(10)의 양측 샤프트 보스들(20)이 수직 중심선(HC)을 기준으로 서로 대칭을 이루며 동일하게 형성되는 것을 예시한다.

<26> 따라서, 후술하는 밸브 디스크(10)의 일측 샤프트 보스(20)에 대한 설명으로 타 일측 샤프트 보스(20)에 대한 설명을 대신한다.

<27> 도 3은 도 2의 Ⅲ 부분을 확대하여 등고선 형태로 도시한 샤프트 보스의 평면도이고, 도 4는 도 3의 Ⅳ-Ⅳ선을 따라 잘라서 본 샤프트 보스의 측면도이다.

<28> 도 3 및 도 4를 참조하여 설명하면, 샤프트 보스(20)는 회전 중심선(RC)과 직교하는 보스 중심선(BC)을 기준으로 양측이 서로 대칭을 이루도록 형성되며, 보스 중심선을 따라 전단에서 후단으로 전단부(21), 축고정부(22), 및 후단부(23)를 이루도록 형성된다.

<29> 전단부(21)는 회전 중심선(RC)과 직교하는 보스 중심선(BC)을 따라 전단으로부터 폭(B)과 높이(H)가 서로 유선형을 이루도록 점차 확대되는 형상을 갖는다.

<30> 따라서, 전단부(21)에서는 밸브 디스크(10)의 개도시 최선단에서 유체가 유선형을 따라 자연스럽게 흐르도록 유도하여 마찰에 의한 밸브의 손실계수를 최소화할 수 있도록 한다.

<31> 축고정부(22)는 측면을 관통하여 축이 고정되는 부분으로, 전단부(21)로부터 연속되며 보스 중심선(BC)을 따라 일정 폭(B)을 가지며, 최대 높이(H)를 갖도록 변곡점(C)을 이루도록 형성된다.

<32> 여기서, 변곡점(C)은 회전 중심선(RC)과 보스 중심선(BC)의 교차점 상측에 최대 높이를 갖도록 형성되는 것이 바람직하다.

<33> 그리고 후단부(23)는 축고정부(22)의 후단에서 보스 중심선(BC)과 직교하는 직선 형태를 이룸과 아울러 양측 모서리부가 라운드(R)지게 형성되며, 축고정부로(22)부터 연속하며 높이(H)가 점차 감소하도록 형성된다.

<34> 또한, 후단부(23)는 보스 중심선(BC)을 따라 회전 중심선(RC)을 기준으로 길이가 전단부(21)의 길이보다 더 짧게 형성되며, 후단부(23)가 전단부(21)보다 더 급격하게 경사를 이루며 높이(H)가 감소하도록 구성된다.

<35> 따라서, 후단부(23)에서는 라운드(R)지게 형성된 모서리부를 따라 바깥쪽으로 유체의 흐름(유선)이 꺾이면서 좀 더 넓은 범위에 분산되도록 함으로써, 밸브 디스크(10)의 후면에 골고루 유체 흐름이 이루어지도록 하여 밸브 디스크(10) 후면에서 발생할 수 있는 케비테이션을 방지할 수 있도록 한다.

<36> 이하, 본 발명의 일실시예에 따른 버터플라이 밸브와 종래 버터플라이 밸브의 손실계수 및 케비테이션에 대해 비교 실험한 결과를 각각 첨부한 도면을 참조하여 설명한다.

<37> 먼저, 본 발명의 일실시예에 따른 버터플라이 밸브와 종래 버터플라이 밸브의 손실계수를 실험한 결과를 설명한다.

<38> 이하, 표 1은 CFD(computational fluid dynamics) 및 수치해석을 이용한 각각의 버터플라이 밸브의 손실계수를 산출한 것이다.

표 1

밸브 종류	개도각 (°)	입구속도(V) (m/s)	입구압력(P1) (Pa)	출구압력(P2) (Pa)	밸브손실(ΔPV) (Pa)	손실계수 (K)
A	30	2.5	236058	101367	578	43.045
	50	4	149012	101424	1359	5.796
	90	5	104767	101469	2043	0.101
B	30	2.5	249999	101388	578	47.865
	50	4	161506	101360	1359	7.370
	90	5	106149	101379	2043	0.219
C	30	2.5	212113	101364	578	35.361
	50	4	143488	101425	1359	5.103
	90	5	104574	101470	2043	0.085

<39>

<40> 표 1에서, A는 도 5 및 도 6에 도시한 종래 버터플라이 밸브를, B는 도 7 및 도 8에 도시한 안티 케비테이션 버터플라이 밸브를, 그리고 C는 도 2 내지 도 4에 도시한 본 발명의 일실시예에 따른 버터플라이 밸브를 의미한다.

<41> 그리고 A, B, 및 C에 대한 각각의 관로손실(ΔP_{P1}, ΔP_{P2}), 밸브손실(ΔP_V), 및 손실계수(K)는 아래 수학식 1, 수학식 2, 및 수학식 3에 의해 산출된다.

수학식 1

<42> $$\Delta P_{P1} = |P_1 - P_2|_{pipe}, \quad \Delta P_{P2} = |P_1 - P_2|_{valve}$$

수학식 2

$$\Delta P_V = \Delta P_{P2} - \Delta P_{P1} = |P_1 - P_2|_{valve} - |P_1 - P_2|_{pipe}$$

<43>

수학식 3

$$K = \Delta P_V \frac{2}{\rho V^2}$$

<44>

여기서, ΔP_{P1}는 버터플라이 밸브가 설치되지 않은 관로의 관로손실이고, ΔP_{P2}는 버터플라이 밸브가 설치된 동일 관로의 관로손실이며, P1은 관로의 직경이 D일 때 버터플라이 밸브로부터 상류 10D인 위치에서의 측정한 입구압력이고, P2는 버터플라이 밸브로부터 하류 10D인 위치에서의 측정한 출구압력이며, V는 버터플라이 밸브로부터 상류 10D인 위치에서의 측정한 입구속도이고, ρ는 유체 즉, 물의 밀도이다.

<45> 표 1에서 나타낸 바와 같이, 본 실시예의 버터플라이 밸브 C의 손실계수(K)가 종래 버터플라이 밸브 A 및 종래 안티 케비테이션 버터플라이 밸브 B의 손실계수(K)와 비교하여, 개도각 30° , 50° , 90° 에서 모두 낮게 나타남을 알 수 있다.

<46> 도 9는 종래 버터플라이 밸브들과 본 발명의 일실시예에 따른 버터플라이 밸브의 손실계수를 비교하여 도시한 그래프이고, 도 10은 종래 버터플라이 밸브들과 본 발명의 일실시예에 따른 버터플라이 밸브의 개도각 90° 일 때의 손실계수를 비교하여 도시한 그래프이다.

<47> 도 9 및 도 10을 참조하여 설명하면, 버터플라이 밸브 A, B, C 모두 손실계수(K)는 전체적으로 30° 의 저 개도각에서 가장 크고, 90° 의 고 개도각에서 가장 작다.

<48> 그리고 본 실시예의 버터플라이 밸브 C의 손실계수(K)는 개도각이 큰 90° 에서 보다 개도각이 작은 30° 에서 종래 버터플라이 밸브 A 및 종래 안티 케비테이션 버터플라이 밸브 B의 손실계수(K)들과 더 큰 차이를 보이며 더 낮게 나타나는 것을 알 수 있다.

<49> 한편, 출구압력과 입구속도 등이 상기한 조건과 다를 때 손실계수(K)가 어떻게 변하는지에 대해 추가 시뮬레이션을 수행하였다.

<50> 이하, 표 2는 종래 버터 플라이 밸브 A를 대상으로 출구설정압력을 5기압으로 한 상태에서 입구속도를 다르게 하여 산출한 손실계수를 나타낸다.

표 2

밸브 종류	각도각 (°)	입구속도(V) (m/s)	입구압력(P1) (Pa)	출구압력(P2) (Pa)	밸브손실(ΔPV) (Pa)	손실계수 (K)	출구설정압력 (기압)
A	30	2.5	236058	101367	578	43.045	1기압
	30	5	1042860	506794	2043	42.850	5기압
	30	6	1281600	506866	2848	43.012	5기압

<51>

<52> 표 2에서, 출구압력과 입구속도를 다르게 하였을 때의 손실계수(K)가 42.85~43.045인 것으로 보아 큰 영향은 없는 것을 알 수 있다. 이는 손실계수(K)가 입출구의 압력차와 유속을 같이 고려하기 때문이다.

<53> 이하, 본 발명의 일실시예에 따른 버터플라이 밸브와 종래 버터플라이 밸브의 케비테이션에 대해 비교 실험한 시뮬레이션 결과를 설명하면 다음과 같다.

<54> 케비테이션 방지효과를 해석할 때 무차원수인 캐비테이션 수(Ca)를 사용한다. 여기서, 케비테이션 수(Ca)는 아래 수학식 4를 통해 구할 수 있다.

수학식 4

$$Ca = \frac{P_1 - P_v}{\frac{1}{2}\rho V^2}$$

<55>

<56> 여기서, P1은 전술한 입구압력이고, Pv는 물의 증기압으로 25℃ 물의 증기압 3170Pa이며, ρ는 물의 밀도이고, V는 전술한 입구속도이다.

<57> 이처럼, 버터플라이 밸브의 입구 및 출구의 경계조건이 명확하지 않은 상태이므로 특정한 경우를 택해서 실험을 수행하게 된다. 이렇게 해서 나온 결과가 다른 경우에도 사용할 수 있도록 무차원수(Ca)를 이용하는 것이 바람직하다.

<58> 본 실험에서 케비테이션 수(Ca)에 따라 케비테이션의 체적이 비례하지 않고 임계점(Critical Point)이 있는 것으로 확인했다. 케비테이션 방지를 위한 정류판을 달았을 때 이 임계점이 변화할 것으로 예상하였다. 따라서, 이 임계점을 구하는 시뮬레이션을 수행하였다.

<59> 이하, 표 3은 본 실시예의 버터플라이 밸브 C와 종래 버터플라이 밸브 A의 경계 조건에 따른 케비테이션 발생 여부를 나타낸 것이다.

표 3

밸브 종류	각도각 (°)	입구속도(V) (m/s)	입구압력(P1) (Pa)	출구압력(P2) (Pa)	출구설정압력 (기압)	케비테이션수 (Ca)	케비테이션 발생 여부
A	10	2	671599	85352.3	1기압	**335.220**	O
		4.2	2953000	206920	5기압	**335.454**	O
		5	4189910	241862	5기압	**335.947**	O
		4.1	2967550	506736	5기압	353.754	X
		4	2838150	506731	5기압	355.439	X
C	10	6	3541040	368346	5기압	**197.140**	O
		5	2460750	187765	5기압	**197.198**	O
		4.2	2239160	506722	5기압	254.276	X
		4	2078090	506713	5기압	260.145	X
		2	900010	506647	5기압	449.769	X
A	20	5	1655890	296470	5기압	132.615	O
		4.9	1590710	230510	5기압	132.638	O
		4.8	1846760	506788	5기압	160.515	X
		4.5	1676300	506768	5기압	165.745	X
C	20	7	2089870	203148	5기압	**85.428**	O
		8	2754510	506553	5기압	**86.238**	O
		6	2267900	506752	5기압	126.197	X
		5	1731960	506713	5기압	138.719	X
A	30	7	1332280	320162	5기압	**54.413**	O
		8	1742680	513818	5기압	**54.523**	O
		6	1281600	506866	5기압	71.238	X
		2.5	236058	101367	1기압	74.748	X
		5	1042860	506794	5기압	83.425	X
C	30	8.5	1708990	315672	5기압	**47.362**	O
		8.2	1590790	344362	5기압	**47.365**	O
		8	1670910	507031	5기압	52.274	X
		2.5	212113	101364	1기압	67.063	X
		5	948419	506783	5기압	75.847	X
A	40	12	1485130	329133	5기압	**20.645**	O
		10	1035870	380739	5기압	**20.716**	O
		9	840719	243764	5기압	**20.742**	O
		8	976787	507048	5기압	30.517	X
C	40	13	1640510	507531	5기압	**19.435**	O
		12	1532930	507143	5기압	21.311	X
		10	1212440	506985	5기압	24.258	X
		5	683513	506715	5기압	54.591	X

<60>

<61> 표 3에서 나타낸 바와 같이, 종래 버터플라이 밸브 A 및 본 실시예의 버터플라이 밸브 C의 경계조건을 달리하였을 때 케비테이션 수(Ca)가 다르게 계산되며, 이에 따라 케비테이션 여부가 결정된다.

<62> 각각의 개도각에서 케비테이션이 생기는 케비테이션 수(Ca)는 어느 점 이하라고 할 수 있다. 표 3에서 케비테이션 수(Ca)가 볼드체로 굵게 쓰여진 경우가 케비테이션이 발생하는 경우이다.

<63> 도 11은 종래 버터플라이 밸브와 본 발명의 일실시예에 따른 버터플라이 밸브의 케비테이션 발생 임계점을 비교하여 도시한 그래프이다.

<64> 도 11을 참조하여 설명하면, 케비테이션이 발생하는 임계점(CP)은 본 실시예의 버터플라이 밸브 C가 종래 버터플라이 밸브 A와 비교하여 좀더 낮게 나타남을 알 수 있다.

<65> 여기서, 케비테이션 수(Ca)가 적을 때 케비테이션이 생길 확률이 높아지므로, 임계점(CP)이 낮아졌다는 것은 케비테이션이 일정 수준 방지되었다고 할 수 있다.

<66> 그리고 종래 버터플라이 밸브 A의 임계곡선과 본 실시예의 버터플라이 밸브C의 임계곡선 사이는 중간영역에서는 종래 버터플라이 밸브(A)는 케비테이션이 발생하고, 본 실시예의 버터 플라이 밸브 C에서는 케비테이션이 발생하지 않는다.

<67> 이하, 도 12 내지 14의 (a) 및 (b)을 참조하여 종래 버터플라이 밸브 A 및 B와, 본 실시예의 버터플라이 밸브 C의 개도각이 90°, 입구속도가 5m/s 일 때의 CFD 시뮬레이션 결과를 비교하면 다음과 같다.

<68> 도 12의 (a) 및 (b)에 도시한 바와 같이, 종래 버터플라이 밸브 A 경우 양측 샤프트 보스 사이에서는 유체의 흐름이 원활하게 이루어지나, 샤프트 보스가 캡 형태로 이루어지기 때문에 샤프트 보스의 전면 중심부에서 마찰에 의한 손실이 발생한다.

<69> 도 13의 (a) 및 (b)에 도시한 바와 같이, 종래 안티 케비테이션 버터플라이 밸브 B의 경우도 종래 버터플라이 밸브 A와 마찬가지로 캡 형태의 샤프트 보스의 전면 중심부에서 유체가 부딪히며 마찰에 의한 손실이 발생한다.

<70> 또한, 종래 버터플라이 밸브 B는 샤프트 보스 후방에 고정된 정류판이 유동을 직선으로 가지 않고 옆으로 불규칙하게 퍼지게 만들어 케비테이션을 방지할 수는 있으나 이로 인해 더 큰 밸브 손실을 초래한다.

<71> 반면, 도 14의 (a) 및 (b)에 도시한 바와 같이, 본 실시예의 버터플라이 밸브 C의 경우 샤프트 보스의 전면부를 다면각 콘 형태로 개선함으로써, 유동이 부딪히지 않고 샤프트 보스를 둘러싸면서 부드럽게 타고 흐르도록 유도한다. 따라서 밸브 손실을 최소화시킬 수 있게 된다.

<72> 도 15 내지 도 17은 종래 버터플라이 밸브 A 및 B와, 본 실시예의 버터플라이 밸브 C의 개도각 30° , 입구속도 3m/s일 때의 CFD 시뮬레이션 결과를 비교하여 도시한 도면이다.

<73> 도 15 및 도 16에 도시한 바와 같이, 종래 버터플라이 밸브 A는 밸브 디스크를 축 고정하기 위한 샤프트 보스가 밸브 디스크 면으로부터 U자형 캡 형태로 돌출 형성되기 때문에 샤프트 보스가 유체의 흐름을 방해하여 밸브 손실을 증가시키고 있음을 유동 실험을 통해 확인할 수 있었다.

<74> 또한, 종래 버터플라이 밸브 A와 안티 케비테이션 버터플라이 B는 샤프트 보스 후단에서 유체의 흐름이 이루어지지 않아 밸브 디스크의 후면으로 원활하게 유체가 흐르지 못하게 됨에 따라 케비테이션을 발생시킴을 알 수 있다.

<75> 그러나 종래 안티 케비테이션 버터플라이 밸브 B는 밸브 디스크에 추가 부착된 정류판이 유체의 흐름을 분산시켜 케비테이션이 발생하는 것을 방지하도록 한다.

<76> 이에 반하여, 도 17에 도시한 바와 같이, 본 실시예의 버터플라이 밸브 C는 샤프트 보스(20)의 전단부(21)가 유선형의 다면각 콘 형상으로 이루며, 유체의 흐름이 원활하게 이루어지도록 유도함으로써 마찰에 의한 밸브 손실을 감소시킨다.

<77> 또한, 본 실시예의 버터플라이 밸브 C의 샤프트 보스(20)는 전단부(21)에서 축(110) 고정된 밸브 디스크(10)의 외측으로 유체의 흐름을 유도할 뿐만 아니라, 후단부(23)에서 보스 중심선(BC)과 직교하며 라운드(R)지게 형성된 모서리부를 따라 유체 흐름이 샤프트 보스 후단쪽으로 꺾이면서 좀더 넓게 분산시킴을 확인할 수 있었다.

<78> 따라서, 본 실시예의 버터플라이 밸브(1)는 밸브 디스크(10)의 후면에 유체가 골고루 채워지며 일정한 속도로 흐르도록 하여 결국, 밸브 디스크(10)의 후면에서 발생하는 케비테이션을 방지할 수 있도록 한다.

<79> 이처럼, 본 실시예의 버터플라이 밸브(1)는 밸브 디스크(10)를 축 고정하는 샤프트 보스(20)의 형상을 개선함으로써, 밸브의 손실계수를 감소시킬 뿐만 아니라 케비테이션에 의해 밸브 디스크(10)의 후단 및 밸브 본체 내부에서 발생하는 진동, 소음, 및 침식 등을 방지할 수 있도록 한다

<80> 이상을 통해 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형 또는 변경하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

도면의 간단한 설명

<81> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 버터플라이 밸브를 도시한 측단면도이다.

<82> 도 2는 도 1의 밸브 디스크를 도시한 평면도이다.

<83> 도 3은 도 2의 Ⅲ부분을 확대하여 등고선 형태로 도시한 샤프트 보스의 평면도이다.

<84> 도 4는 도 3의 Ⅵ-Ⅵ선을 따라 잘라서 본 샤프트 보스의 측면도이다.

<85> 도 5는 종래 버터플라이 밸브의 밸브 디스크를 도시한 평면도이다.

<86> 도 6은 도 5의 밸브 디스크를 도시한 측면도이다.

<87> 도 7은 종래 안티 케비테이션 버터플라이 밸브의 밸브 디스크를 도시한 평면도이다.

<88> 도 8은 도 7의 밸브 디스크를 도시한 측면도이다.

<89> 도 9는 종래 버터플라이 밸브들과 본 발명의 일실시예에 따른 버터플라이 밸브의 손실계수를 비교하여 도시한 그래프이다.

<90> 도 10은 종래 버터플라이 밸브들과 본 발명의 일실시예에 따른 버터플라이 밸브의 개도각 90° 일 때의 손실계수를 비교하여 도시한 그래프이다.

<91> 도 11은 종래 버터플라이 밸브와 본 발명의 일실시예에 따른 버터플라이 밸브의 케비테이션 발생 임계점을 비교하여 도시한 그래프이다.

<92> 도 12는 종래 버터 플라이 밸브의 개도각 90°이고, 입구속도가 5m/s 일 때의 유동 시험 결과를 도시한 도면이다.

<93> 도 13은 종래 안티 케비테이션 버터플라이 밸브의 개도각 90°이고, 입구속도가 5m/s 일 때의 CFD 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.

<94> 도 14는 본 발명이 일실시예에 따른 버터플라이 밸브의 개도각 90°이고, 입구속도가 5m/s 일 때의 CFD 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.

<95> 도 15는 종래 버터 플라이 밸브의 개도각 30°이고, 입구속도가 3m/s 일 때의 CFD 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.

<96> 도 16은 종래 안티 케비테이션 버터플라이 밸브의 개도각 30°이고, 입구속도가 3m/s 일 때의 CFD 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.

<97> 도 17은 본 발명이 일실시예에 따른 버터플라이 밸브의 개도각 30°이고, 입구속도가 5m/s 일 때의 CFD 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.

<98> <주요 도면 부호의 설명>

<99> 1: 버터플라이 밸브 10, 210, 310: 밸브 디스크

<100> 20, 220, 320: 샤프트 보스 21: 전단부

<101> 22: 축고정부 23: 후단부

<102> 100: 밸브 본체 110: 축

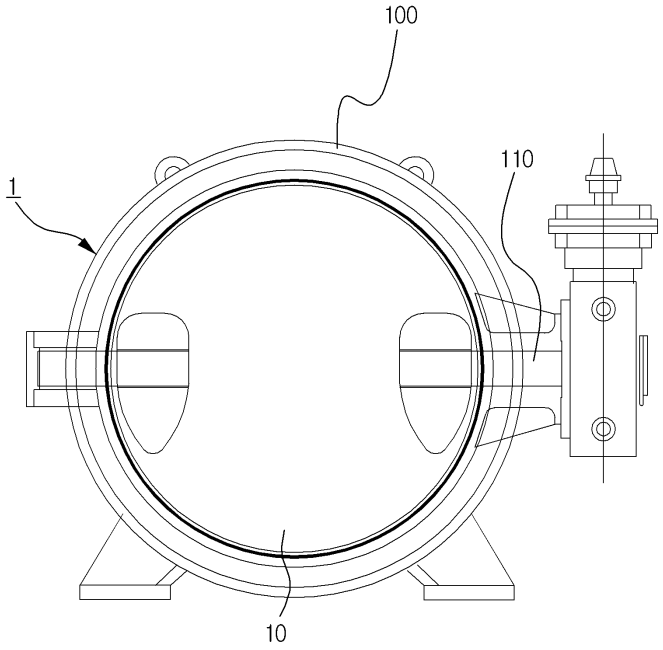
<103> B: 폭 BC: 보스 중심선

<104> C: 변곡점 H: 높이

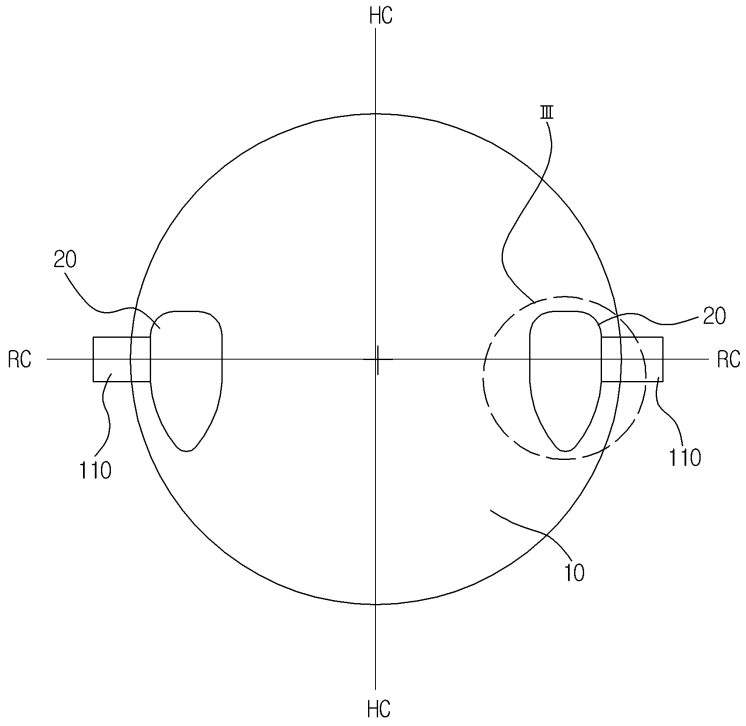
<105> HC: 수직 중심선 RC: 회전 중심선

도면

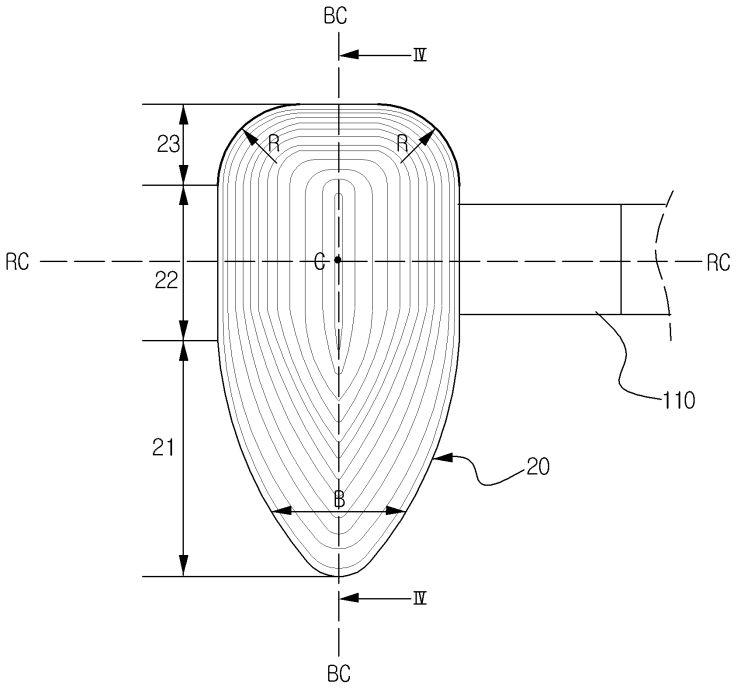
도면1



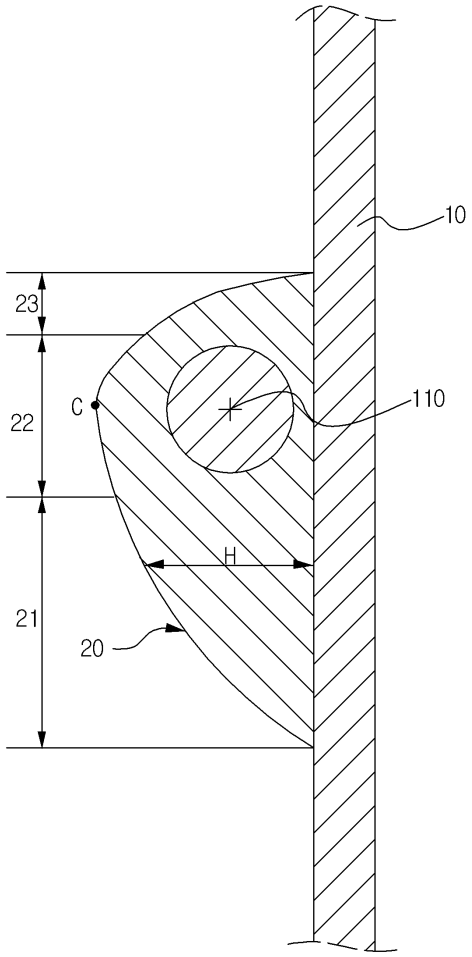
도면2



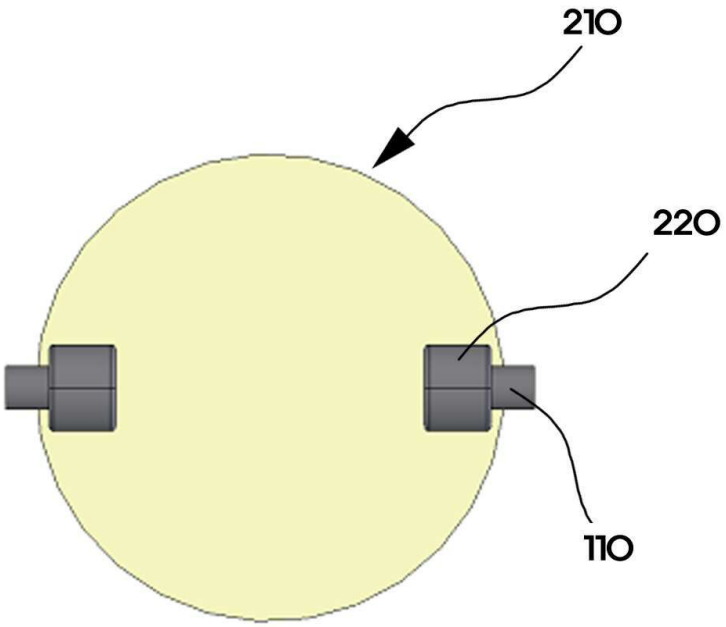
도면3



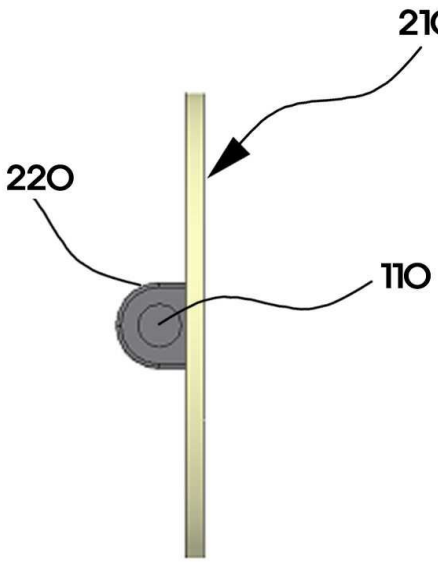
도면4



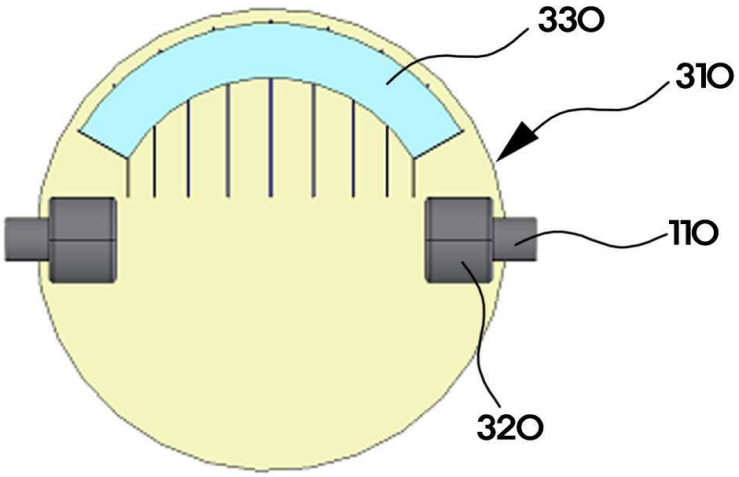
도면5



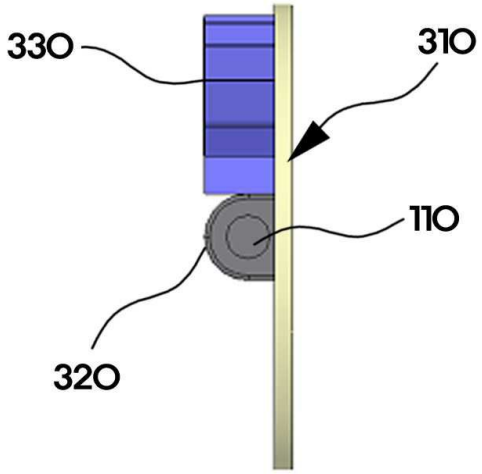
도면6



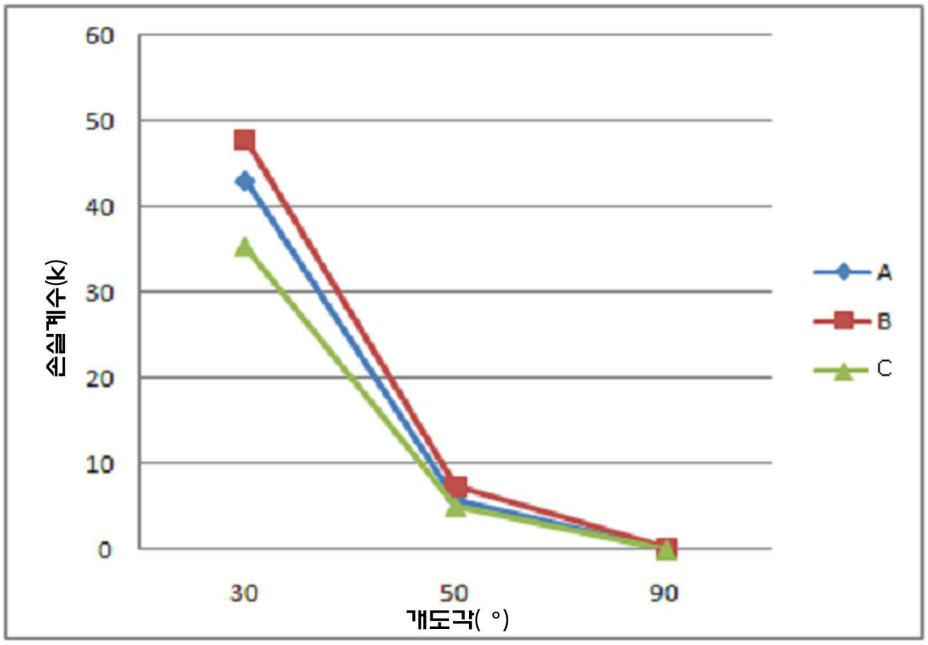
도면7



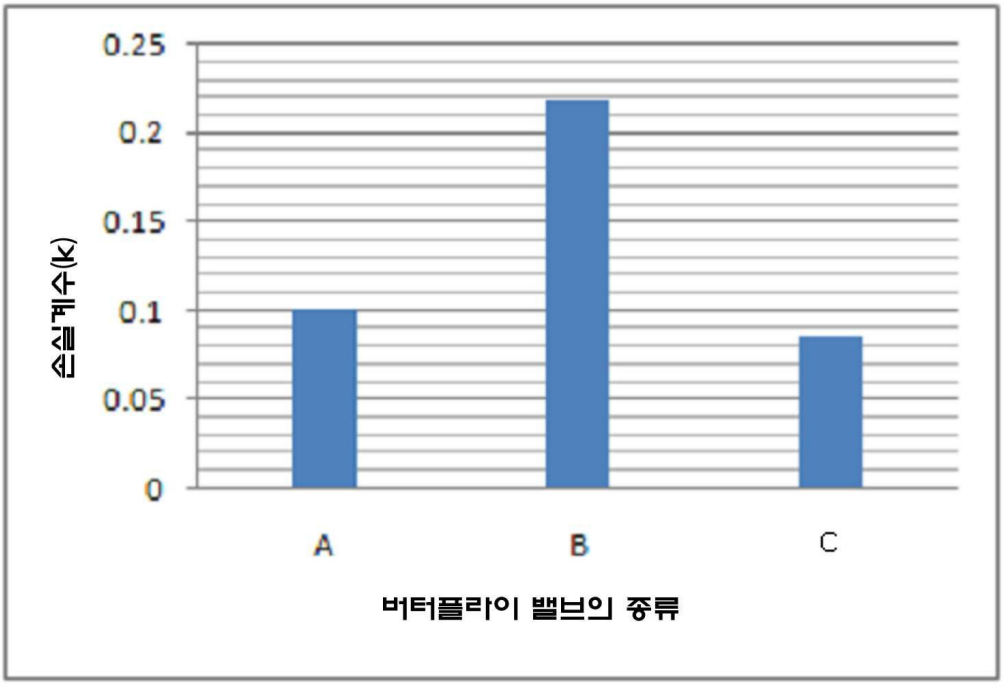
도면8



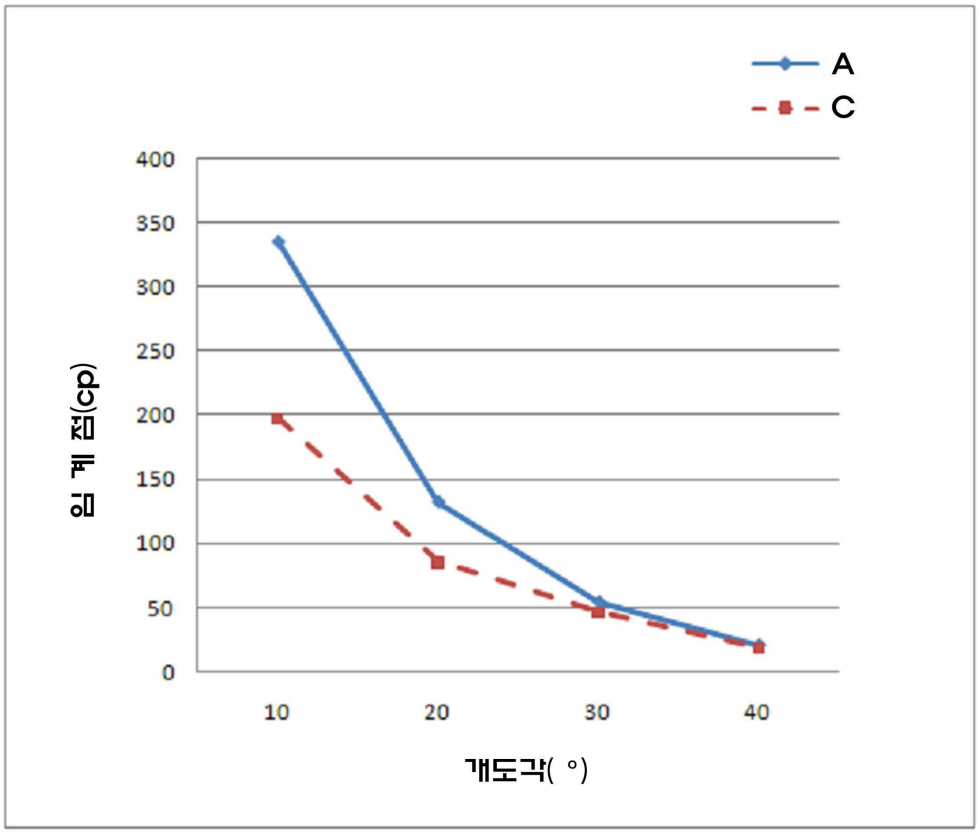
도면9


60
50
40
30
20
10
0
손실계수(k)
30
50
90
개도각(°)
A
B
C

도면10

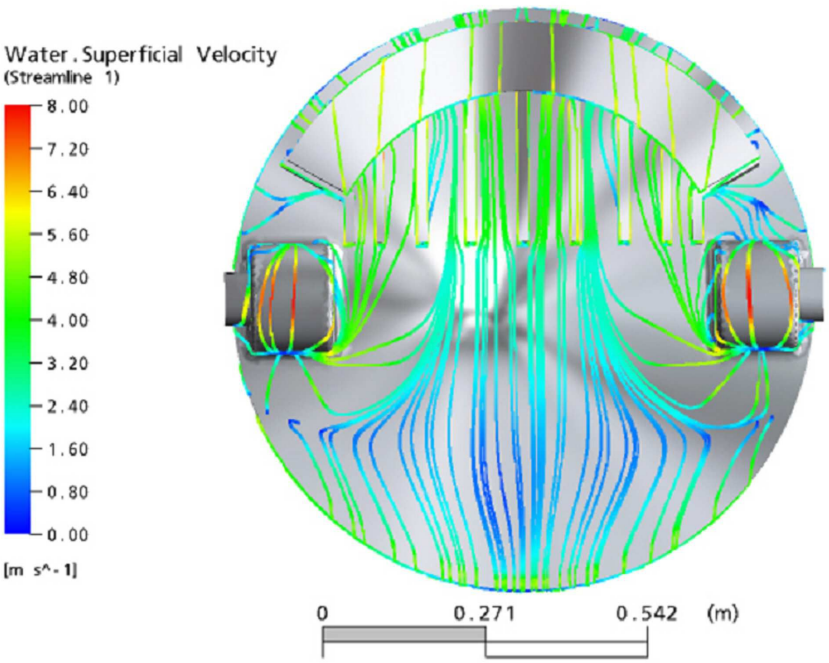

0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
손실계수(k)
A
B
C
버터플라이 밸브의 종류

도면11

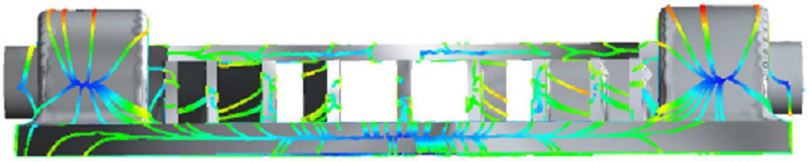


도면12

a)

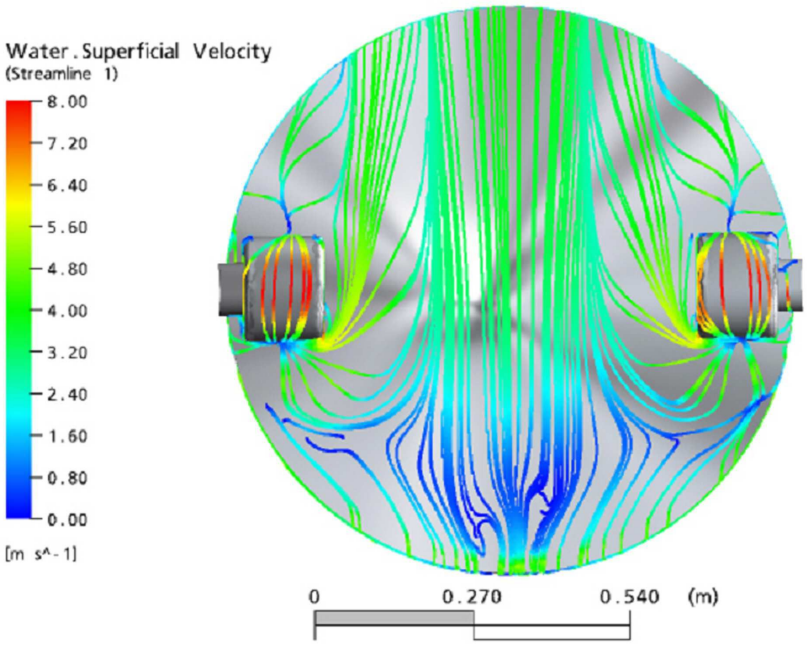

Water . Superficial Velocity
(Streamline 1)
8.00
7.20
6.40
5.60
4.80
4.00
3.20
2.40
1.60
0.80
0.00
[m s^-1]
0
0.271
0.542
(m)

b)



도면13

a)

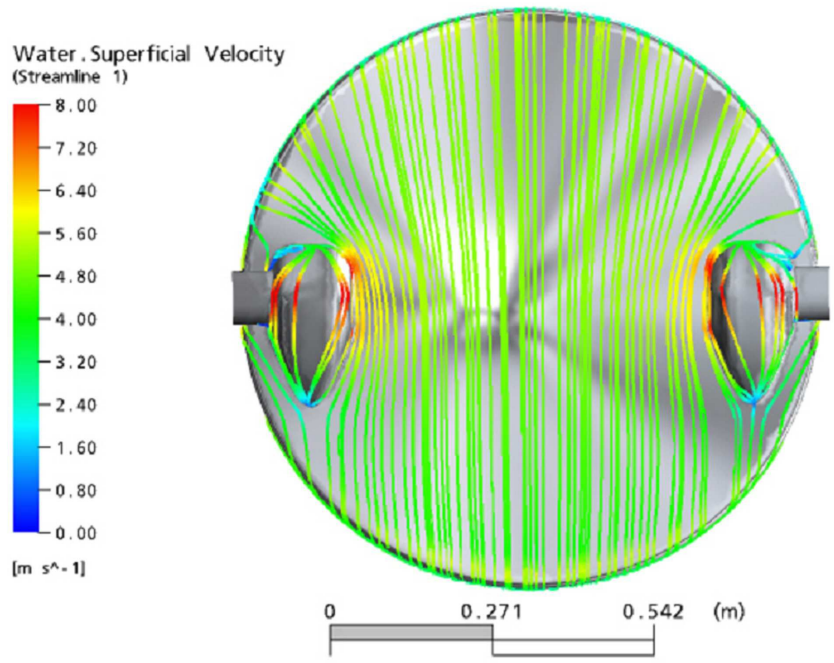

Water . Superficial Velocity
(Streamline 1)
8.00
7.20
6.40
5.60
4.80
4.00
3.20
2.40
1.60
0.80
0.00
[m s^-1]
0
0.270
0.540
(m)

b)

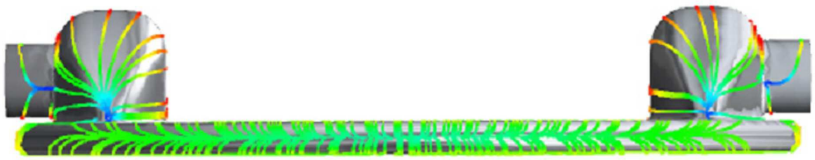


도면14

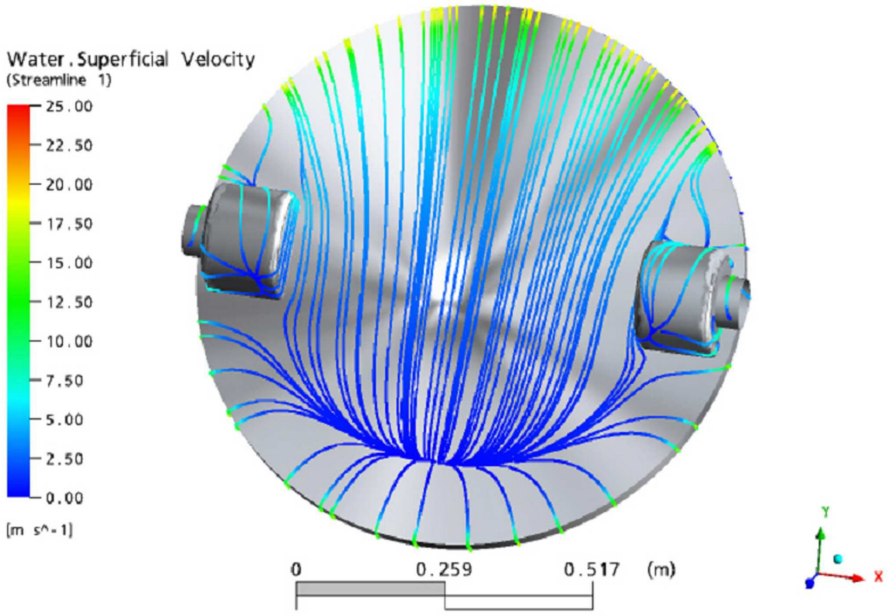
a)


Water . Superficial Velocity
(Streamline 1)
8.00
7.20
6.40
5.60
4.80
4.00
3.20
2.40
1.60
0.80
0.00
[m s^-1]
0
0.271
0.542
(m)

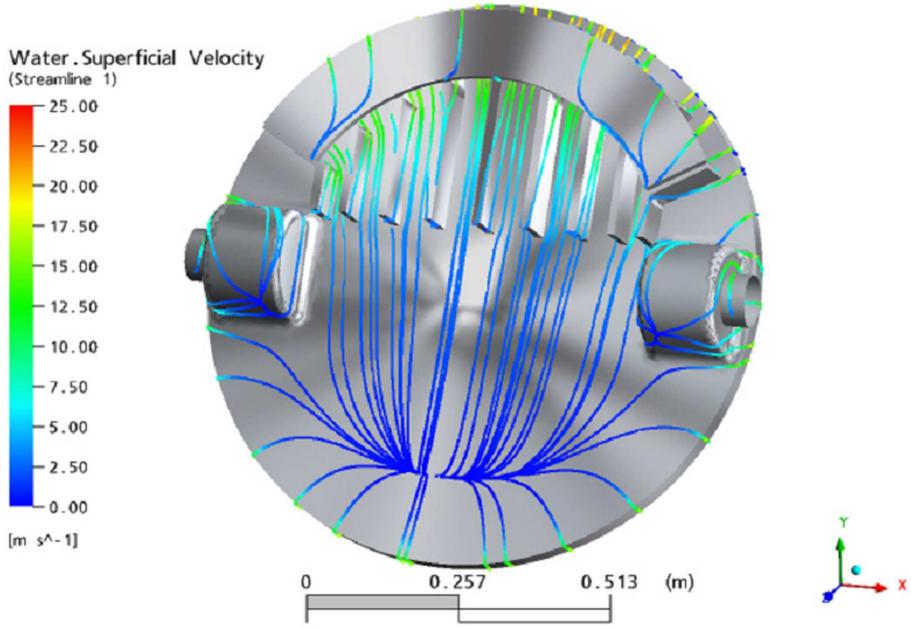
b)



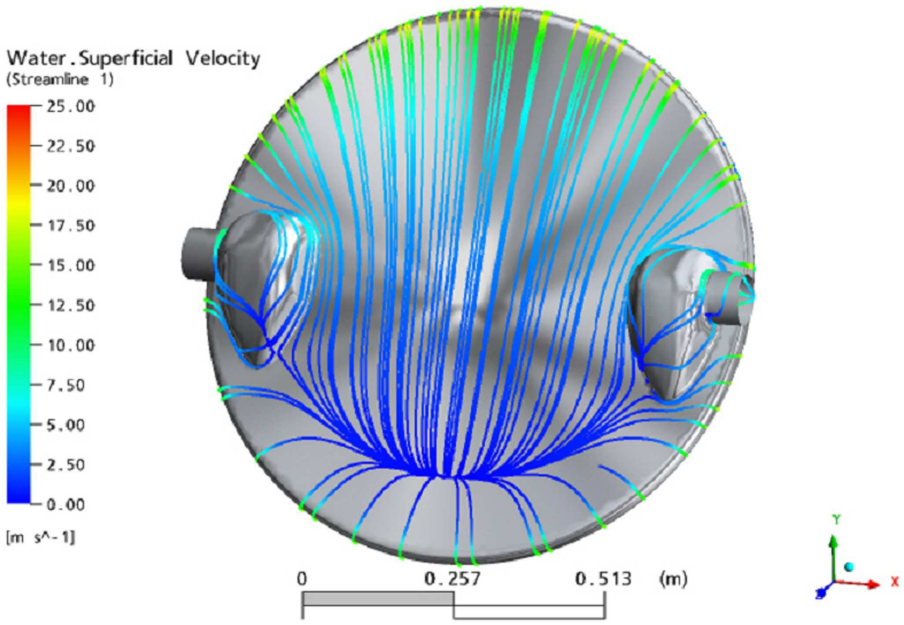
도면15


Water . Superficial Velocity
(Streamline 1)
25.00
22.50
20.00
17.50
15.00
12.50
10.00
7.50
5.00
2.50
0.00
[m s^-1]
0
0.259
0.517
(m)
Y
X

도면16


Water . Superficial Velocity
(Streamline 1)
25.00
22.50
20.00
17.50
15.00
12.50
10.00
7.50
5.00
2.50
0.00
[m s^-1]
0
0.257
0.513
(m)
Y
X

도면17


Water.Superficial Velocity
(Streamline 1)
25.00
22.50
20.00
17.50
15.00
12.50
10.00
7.50
5.00
2.50
0.00
[m s^-1]
0
0.257
0.513
(m)
Y
X