



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0028337
(43) 공개일자 2022년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F17C 13/12 (2006.01) F16L 37/00 (2019.01)
F17C 13/04 (2006.01) F17C 5/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F17C 13/12 (2013.01)
B01D 46/42 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0109201
(22) 출원일자 2020년08월28일
심사청구일자 2020년08월28일

(71) 출원인
부산대학교 산학협력단
부산광역시 금정구 부산대학교로63번길 2 (장전동, 부산대학교)
(72) 발명자
박상후
부산광역시 금정구 금샘로229번길 29, 101동 141 0호(구서동, 금강부광아파트)
손성재
부산광역시 금정구 부산대학교로 63번길 2(장전동, 부산대학교)
조영관
부산광역시 강서구 범방3로59번길 20, 201호(범방동)
(74) 대리인
양성보

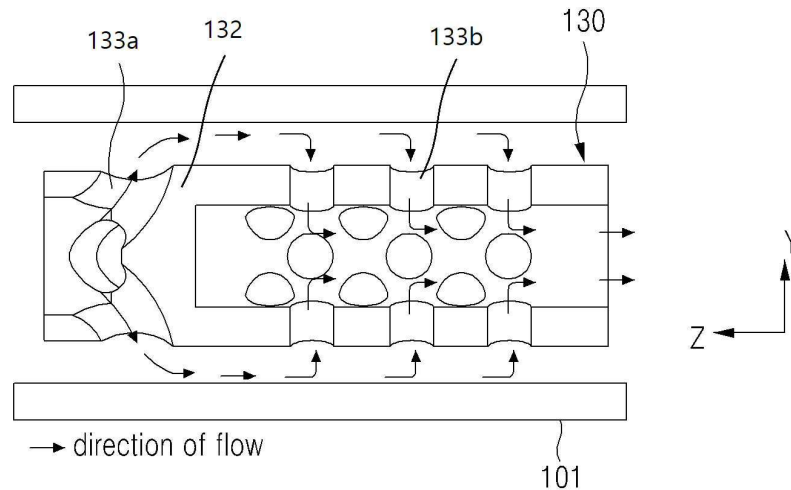
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 수소 브레이크어웨이 디바이스

(57) 요약

수소 브레이크어웨이 디바이스가 제시된다. 일 실시예에 따른 수소 충전시설로부터 공급되는 유체를 대상물에 전달하는 호스에 구성된 수소 브레이크어웨이 디바이스는, 상기 수소 브레이크어웨이 디바이스의 내부에 구성되어 유체에 포함되어 있는 이물질을 여과시키는 필터부를 포함하고, 상기 필터부는, 내부와 외부로 연통시키는 홀들이 다수 개 구성된 원통 형상으로 이루어져 상기 유체를 유입구로부터 유출구로 안내하며, 상기 홀들을 통해 상기 필터부의 내외부로 유로를 형성할 수 있다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류

F16L 37/00 (2013.01)
F16L 55/00 (2013.01)
F17C 13/04 (2013.01)
F17C 5/06 (2013.01)
F17C 2205/0341 (2013.01)
F17C 2205/037 (2013.01)
F17C 2205/0388 (2013.01)
F17C 2221/012 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415159275
과제번호	G032177612
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지기술개발사업
연구과제명	(RCMS) 수소 스테이션용 700bar급 브레이크어웨이 디바이스 및 성능인증 시험기준

개발

기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)화영
연구기간	2018.07.01 ~ 2019.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

수소 충전시설로부터 공급되는 유체를 대상물에 전달하는 호스에 구성된 수소 브레이크어웨이 디바이스에 있어서,

상기 수소 브레이크어웨이 디바이스의 내부에 구성되어 유체에 포함되어 있는 이물질을 여과시키는 필터부를 포함하고,

상기 필터부는,

내부와 외부를 연통시키는 홀들이 다수 개 구성된 원통 형상으로 이루어져 상기 유체를 유입구로부터 유출구로 안내하며, 상기 홀들을 통해 상기 필터부의 내외부로 유로를 형성하는 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 필터부는,

상기 유입구의 내측에 상기 원통 형상을 관통하는 내부 유로를 차단하는 차단부가 형성되며, 상기 유입구로 유입된 상기 유체가 상기 유입구 측의 상기 홀들을 통해 분기되어 외부로 안내된 후, 다른 홀들을 통해 내부로 들어와 상기 유출구를 통해 유출되는 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 유입구 측의 상기 홀들은,

상기 차단부에 의해 복수개의 유로로 분기되는 복수개의 최적화 파트를 형성하는 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 최적화 파트는,

4개 이상 구성되는 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 필터부의 차단부는,

상기 유입구 측이 돌출된 원뿔 형상으로 이루어지며, 사선 방향의 직선부로 이루어진 복수개의 상기 최적화 파트를 형성하는 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 필터부의 차단부는,

상기 유입구 측이 돌출된 혼(horn) 형상으로 이루어지며, 사선 방향의 곡선부로 이루어진 복수개의 상기 최적화 파트를 형성하는 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 최적화 파트는,

상기 최적화 파트를 형성하는 홀의 입구 중심과 출구 중심을 연결한 선 I_{center} 과 상기 유입구와 상기 유출구를 연결한 선과 평행한 선 I_{pz} 사이의 각도가 40~60도인 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 최적화 파트는,

상기 최적화 파트를 형성하는 홀의 입구 중심과 출구 중심을 연결한 선 I_{center} 과 상기 유입구와 상기 유출구를 연결한 선과 평행한 선 I_{pz} 사이의 각도가 45도인 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 필터부는,

상기 수소 브레이크어웨이 디바이스의 하우징과 소정 간격 이격 배치되어, 상기 홀들을 통해 상기 필터부의 내외부로 유로를 형성하는 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 필터부는,

상기 원통 형상의 외측이 복수개의 소결 메쉬 필터가 적층 가공된 다중 소결 메쉬 필터(multi-sintered mesh filter)로 이루어지는 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스.

청구항 11

수소 충전시설로부터 공급되는 유체를 대상물에 전달하는 호스에 구성된 수소 브레이크어웨이 디바이스의 동작 방법에 있어서,

상기 수소 브레이크어웨이 디바이스의 내부에 구성된 필터부를 통과시켜 유체에 포함되어 있는 이물질을 여과시키는 단계

를 포함하고,

상기 필터부를 통과시켜 유체에 포함되어 있는 이물질질을 여과시키는 단계는,

상기 필터부가 내부와 외부로 연통시키는 홀들이 다수 개 구성된 원통 형상으로 이루어져 상기 유체를 유입구로부터 유출구로 안내하며, 상기 홀들을 통해 상기 필터부의 내외부로 유로를 형성하는 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스의 동작 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 필터부를 통과시켜 유체에 포함되어 있는 이물질질을 여과시키는 단계는,

상기 유입구의 내측에 상기 원통 형상을 관통하는 내부 유로를 차단하는 차단부가 형성되어, 상기 유입구로 유입된 상기 유체가 상기 유입구 측의 상기 홀들을 통해 분기되어 외부로 안내되는 단계; 및

외부로 분기된 상기 유체가 다른 홀들을 통해 내부로 들어와 상기 유출구를 통해 유출되는 단계

를 포함하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스의 동작 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 유입구 측의 상기 홀들은,

상기 차단부에 의해 복수개의 유로로 분기되는 복수개의 최적화 파트를 형성하는 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스의 동작 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 필터부의 차단부는,

상기 유입구 측이 돌출된 혼(horn) 형상으로 이루어지며, 사선 방향의 곡선부로 이루어진 복수개의 상기 최적화 파트를 형성하는 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스의 동작 방법.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 필터부는,

상기 원통 형상의 외측이 복수개의 소결 메쉬 필터가 적층 가공된 다중 소결 메쉬 필터(multi-sintered mesh filter)로 이루어지는 것

을 특징으로 하는, 수소 브레이크어웨이 디바이스의 동작 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 실시예들은 수소 브레이크어웨이 디바이스에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 압력손실 저감을 위한 수소 브레이크어웨이 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도 1은 일반적인 수소 브레이크어웨이 디바이스를 설명하기 위한 도면이다.

[0003] 도 1을 참조하면, 수소 충전소(hydrogen fueling station)에서는 매우 높은 압력의 수소를 취급하기 때문에 시설의 견고함과 안전관리기술들이 요구된다. 특히, 충전 중 차량의 발진상황 발생 시 충전소의 디스펜서

(dispenser) 및 기반시설 등의 심각한 피해를 야기할 수 있으며, 이를 방지하기 위한 장치인 수소 브레이크어웨이 디바이스(10)라는 안전장치의 설치가 반드시 필요하다. 수소 브레이크어웨이 디바이스(10)는 수소 충전소의 디스펜서(20)와 차량을 연결하는 호스 및 노즐(30) 사이에 설치되어, 충전 중 차량이 움직이는 등 외력이 가해지면 분리가 되고 수소공급 관로의 내부 체크밸브가 작동하여 유체의 누출을 차단하도록 기본적으로 구성되어 있다.

[0004] 700 bar(70 MPa) 급의 높은 내압 조건에서 응력집중으로 인해 과도한 응력이 발생하며, 충전 및 수송과정에서 높은 압력강하 발생 시 에너지 손실로 인한 충전 효율이 저하된다. 이에 따라 수소 유체가 흐르는 수소 브레이크어웨이 디바이스(10)는 충전 효율 향상을 위해서 낮은 압력손실이 요구된다. 일반적으로 관내 유동은 표면의 거칠기로 인한 마찰 손실과 유로 직경 및 유로 방향의 급격한 변화에 의해서 압력손실이 발생한다. 따라서 수소 브레이크어웨이 디바이스(10)에서 압력손실 저감을 위해서 유로 방향의 변화를 최소화하는 유로 형상 설계가 요구된다.

[0005] 한국등록특허 10-0837312호는 이러한 균일한 분리력을 갖는 브레이크어웨이에 관한 것으로, 충전 연료의 충전압력의 변화에 상관없이 소켓부와 플러그부의 분리력이 일정하게 유지되는 브레이크어웨이를 제공하는 장치에 관한 기술을 기재하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 10-0837312호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 실시예들은 수소 브레이크어웨이 디바이스에 관하여 기술하며, 보다 구체적으로 내부와 외부를 연통시키는 홀들이 다수 개 구성된 원통 형상의 필터부를 통해 유체의 유로를 변경하여 유동 방향 변화를 최소화하는 기술을 제공한다.

[0008] 실시예들은 다구찌 기법 설계변수 요인분석 및 유동 위상 최적화 사례를 적용하여 유로 방향을 최소화하고, 압력손실 측면의 유동특성 향상을 위해 유동 방향 변화를 최소화하는 수소 브레이크어웨이 디바이스를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 일 실시예에 따른 수소 충전시설로부터 공급되는 유체를 대상물에 전달하는 호스에 구성된 수소 브레이크어웨이 디바이스는, 상기 수소 브레이크어웨이 디바이스의 내부에 구성되어 유체에 포함되어 있는 이물질을 여과시키는 필터부를 포함하고, 상기 필터부는, 내부와 외부를 연통시키는 홀들이 다수 개 구성된 원통 형상으로 이루어져 상기 유체를 유입구로부터 유출구로 안내하며, 상기 홀들을 통해 상기 필터부의 내외부로 유로를 형성할 수 있다.

[0010] 상기 필터부는, 상기 유입구의 내측에 상기 원통 형상을 관통하는 내부 유로를 차단하는 차단부가 형성되며, 상기 유입구로 유입된 상기 유체가 상기 유입구 측의 상기 홀들을 통해 분기되어 외부로 안내된 후, 다른 홀들을 통해 내부로 들어와 상기 유출구를 통해 유출될 수 있다.

[0011] 상기 유입구 측의 상기 홀들은, 상기 차단부에 의해 복수개의 유로로 분기되는 복수개의 최적화 파트를 형성할 수 있다.

[0012] 상기 최적화 파트는, 4개 이상 구성될 수 있다.

[0013] 상기 필터부의 차단부는, 상기 유입구 측이 돌출된 원뿔 형상으로 이루어지며, 사선 방향의 직선부로 이루어진 복수개의 상기 최적화 파트를 형성할 수 있다.

[0014] 상기 필터부의 차단부는, 상기 유입구 측이 돌출된 혼(horn) 형상으로 이루어지며, 사선 방향의 곡선부로 이루어진 복수개의 상기 최적화 파트를 형성할 수 있다.

- [0015] 상기 최적화 파트는, 상기 최적화 파트를 형성하는 홀의 입구 중심과 출구 중심을 연결한 선 I_{center} 과 상기 유입구와 상기 유출구를 연결한 선과 평행한 선 I_{pz} 사이의 각도가 40~60도일 수 있다.
- [0016] 특히, 상기 최적화 파트는, 상기 최적화 파트를 형성하는 홀의 입구 중심과 출구 중심을 연결한 선 I_{center} 과 상기 유입구와 상기 유출구를 연결한 선과 평행한 선 I_{pz} 사이의 각도가 45도일 수 있다.
- [0017] 상기 필터부는, 상기 수소 브레이크어웨이 디바이스의 하우징과 소정 간격 이격 배치되어, 상기 홀들을 통해 상기 필터부의 내외부로 유로를 형성할 수 있다.
- [0018] 상기 필터부는, 상기 원통 형상의 외측이 복수개의 소결 메쉬 필터가 적층 가공된 다중 소결 메쉬 필터(multi-sintered mesh filter)로 이루어질 수 있다.
- [0019] 다른 실시예에 따른 수소 충전시설로부터 공급되는 유체를 대상물에 전달하는 호스에 구성된 수소 브레이크어웨이 디바이스의 동작 방법은, 상기 수소 브레이크어웨이 디바이스의 내부에 구성된 필터부를 통과시켜 유체에 포함되어 있는 이물질들 여과시키는 단계를 포함하고, 상기 필터부를 통과시켜 유체에 포함되어 있는 이물질들 여과시키는 단계는, 상기 필터부가 내부와 외부로 연통시키는 홀들이 다수 개 구성된 원통 형상으로 이루어져 상기 유체를 유입구로부터 유출구로 안내하며, 상기 홀들을 통해 상기 필터부의 내외부로 유로를 형성할 수 있다.
- [0020] 상기 필터부를 통과시켜 유체에 포함되어 있는 이물질들 여과시키는 단계는, 상기 유입구의 내측에 상기 원통 형상을 관통하는 내부 유로를 차단하는 차단부가 형성되어, 상기 유입구로 유입된 상기 유체가 상기 유입구 측의 상기 홀들을 통해 분기되어 외부로 안내되는 단계; 및 외부로 분기된 상기 유체가 다른 홀들을 통해 내부로 들어와 상기 유출구를 통해 유출되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 유입구 측의 상기 홀들은, 상기 차단부에 의해 복수개의 유로로 분기되는 복수개의 최적화 파트를 형성할 수 있다.
- [0022] 상기 필터부의 차단부는, 상기 유입구 측이 돌출된 혼(horn) 형상으로 이루어지며, 사선 방향의 곡선부로 이루어진 복수개의 상기 최적화 파트를 형성할 수 있다.
- [0023] 상기 필터부는, 상기 원통 형상의 외측이 복수개의 소결 메쉬 필터가 적층 가공된 다중 소결 메쉬 필터(multi-sintered mesh filter)로 이루어질 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 실시예들에 따르면 다구찌 기법 설계변수 요인분석 및 유동 위상 최적화 사례를 적용하여 유로 방향을 최소화하고, 압력손실 측면의 유동특성 향상을 위해 유동 방향 변화를 최소화하는 수소 브레이크어웨이 디바이스를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 일반적인 수소 브레이크어웨이 디바이스를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 수소 브레이크어웨이 디바이스를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 수소 브레이크어웨이 디바이스의 필터부 부분의 종단면을 나타내는 도면이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 필터 등가모델 적용 유동해석 결과를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 직선 유로형 필터부를 나타내는 도면이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 사선 유로형 필터부를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 곡선 유로형 필터부를 나타내는 도면이다.
- 도 8은 일 실시예에 따른 다구찌 기법을 이용한 설계변수 요인분석을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 유동 위상 최적화를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10은 일 실시예에 따른 필터부의 유입구 측의 유로 형상에 따른 유동해석 결과를 나타내는 도면이다.

- 도 11은 일 실시예에 따른 필터부의 유로 형상에 따른 유동해석 결과를 나타내는 도면이다.
- 도 12는 일 실시예에 따른 필터부의 최적화 파트를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 13은 일 실시예에 따른 최적화 파트의 개수에 대한 압력 분포 및 속도 분포를 나타내는 도면이다.
- 도 14는 일 실시예에 따른 필터부 부분의 사시도를 나타내는 도면이다.
- 도 15는 도 14의 A-A' 단면의 최적화 파트 수에 따른 단면의 압력 분포를 나타내는 도면이다.
- 도 16은 도 14의 A-A' 단면의 최적화 파트 수에 따른 단면의 속도 분포를 나타내는 도면이다.
- 도 17은 일 실시예에 따른 최적화 파트 수에 따른 압력 강하를 나타내는 그래프이다.
- 도 18은 일 실시예에 따른 필터부의 사이 각도를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 19는 일 실시예에 따른 사이 각도에 대한 압력 분포 및 속도 분포를 나타내는 도면이다.
- 도 20은 도 14의 A-A' 단면의 사이 각도에 따른 단면의 압력 분포를 나타내는 도면이다.
- 도 21은 도 14의 A-A' 단면의 사이 각도에 따른 단면의 속도 분포를 나타내는 도면이다.
- 도 22는 일 실시예에 따른 사이 각도에 따른 압력 강하를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 설명한다. 그러나, 기술되는 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명되는 실시예들에 의하여 한정되는 것은 아니다. 또한, 여러 실시예들은 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 도면에서 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0028] 실시예들은 수소 브레이크어웨이 디바이스에 관한 것으로, 다구짜 기법과 유동 위상 최적화를 적용하여 압력손실 저감 효과를 갖는 유로 형상을 구현할 수 있다. 아래에서는 유동해석을 통해 수소 브레이크어웨이 디바이스의 주된 압력손실이 발생하는 영역을 도출하고 설계변수 선정 및 요인분석으로 핵심 변수를 확인할 수 있다. 이후, 최적의 형상을 도출하여 압력손실 저감 효과를 확인할 수 있다.
- [0030] 도 2는 일 실시예에 따른 수소 브레이크어웨이 디바이스를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0031] 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 수소 브레이크어웨이 디바이스(10)는 필터부(11), 구동부(12), 소켓부(13) 및 플러그부(14)를 포함하여 이루어질 수 있다. 이러한 수소 브레이크어웨이 디바이스(10)는 갑작스런 충격이 발생하는 경우 충전 호스에 연결된 필터부(11), 구동부(12) 및 소켓부(13)와 차량 등에 연결된 플러그부(14)의 체결상태를 끊게 됨으로써 충전 호스의 파손을 방지할 수 있다.
- [0032] 필터부(11)는 유체(바람직하게는, 수소 가스) 충전시설에서 인출된 충전 호스의 말단과 연결되어 유체에 포함될 수 있는 이물질 들을 여과할 수 있다. 필터부(11)와 연결되는 구동부(12)는 수소 브레이크어웨이 디바이스(10)의 분리 발생 시 재조립을 위한 구성이 될 수 있다. 구동부(12)와 연결되는 소켓부(13)는 체크밸브 기능 및 클램프 기능을 수행하는 것으로, 예컨대 체크밸브 스프링의 장력으로 체크밸브가 닫히며, 플러그 결합 시 플러그의 체크밸브에 의해 뒤로 밀리면서 유로를 확보하고, 유사시 플러그가 분리되면 자동적으로 내부 유로가 체크밸브에 의해 닫히면서 수소 가스를 차폐할 수 있다. 그리고, 플러그부(14)는 일측은 소켓부(13)와 연결되고 타측은 차량으로 유체를 공급하는 호스의 말단과 연결될 수 있다. 플러그부(14)는 플러그를 조립하면 체크밸브 스프링 장력으로 체크밸브가 플러그를 막아 수소 배출을 막을 수 있다.
- [0033] 이에 따라 외부 충전시설에서 공급된 유체는 필터부(11), 구동부(12), 소켓부(13) 및 플러그부(14)를 통해 차량 등으로 주입될 수 있다.
- [0034] 여기에서는 필터부(11)의 내부에 구성된 원통 형상의 필터부(100)를 필터부로 언급할 수 있다. 필터부(100)는 유입구의 내측에 원통 형상을 관통하는 내부 유로를 차단하는 차단부가 형성되며, 유입구로 유입된 유체가 유입구 측의 홀들을 통해 분기되어 외부로 안내된 후, 다른 홀들을 통해 내부로 들어와 유출구를 통해 유출될 수 있

다. 이 때, 유입구 측의 홀들은 차단부에 의해 복수개의 유로로 분기되는 복수개의 최적화 파트를 형성할 수 있다.

[0036] 도 3은 일 실시예에 따른 수소 브레이크어웨이 디바이스의 필터부 부분의 종단면을 나타내는 도면이다.

[0037] 도 3을 참조하면, 일 실시예에 따른 수소 충전시설로부터 공급되는 유체를 대상물에 전달하는 호스에 구성된 수소 브레이크어웨이 디바이스는 수소 브레이크어웨이 디바이스의 내부에 구성되어 유체에 포함되어 있는 이물질 을 여과시키는 필터부(100)를 포함할 수 있다.

[0038] 필터부(100)는 내부와 외부를 연통시키는 홀들이 다수 개 구성된 원통 형상으로 이루어져 유체를 유입구로부터 유출구로 안내하며, 홀들을 통해 필터부(100)의 내외부로 유로를 형성할 수 있다. 여기서, 필터부(100)는 수소 브레이크어웨이 디바이스의 하우징과 소정 간격 이격 배치되어 홀들을 통해 필터부(100)의 내외부로 유로를 형성할 수 있다.

[0039] 보다 구체적으로, 필터부(100)는 유입구의 내측에 원통 형상을 관통하는 내부 유로를 차단하는 차단부(112)가 형성되며, 유입구로 유입된 유체가 유입구 측(111)의 홀들을 통해 분기되어 외부로 안내된 후, 다른 홀들을 통해 내부로 들어와 유출구를 통해 유출될 수 있다. 이 때, 유입구 측(111)의 홀들은 차단부(112)에 의해 복수개의 유로로 분기되는 복수개의 최적화 파트를 형성할 수 있다. 예컨대, 최적화 파트는 4개 이상 구성될 수 있다.

[0040] 일례로, 필터부(100)의 차단부(112)는 유입구 측(111)이 돌출된 원뿔 형상으로 이루어지며, 사선 방향의 직선부로 이루어진 복수개의 최적화 파트를 형성할 수 있다. 다른 예로, 필터부(100)의 차단부(112)는 유입구 측(111)이 돌출된 혼(horn) 형상으로 이루어지며, 사선 방향의 곡선부로 이루어진 복수개의 최적화 파트를 형성할 수 있다. 여기서, 최적화 파트는 최적화 파트를 형성하는 홀의 입구 중심과 출구 중심을 연결한 선 l_{center} 과 유입구와 유출구를 연결한 선과 평행한 선 l_{pz} 사이의 각도가 40~60도일 수 있다. 특히, l_{center} 과 l_{pz} 사이의 각도가 45도일 수 있다.

[0041] 또한, 필터부(100)는 원통 형상의 외측이 복수개의 소결 메쉬 필터가 적층 가공된 다중 소결 메쉬 필터(multi-sintered mesh filter, 200)로 이루어질 수 있다. 이에 따라 필터부(100)는 다중 소결 메쉬 필터(200)를 이용하여 불순물을 여과시킬 수 있다. 필터부(100)는 다중 소결 메쉬 필터(200)로 인한 저항이 발생할 수 있고, 급격한 유량 및 유로 방향 변화를 갖는 구조로 이루어질 수 있다. 이 때, 필터부(100)는 와류 발생 등으로 인한 압력손실이 발생할 수 있어 충전 효율이 저하될 수 있다.

[0042] 도 4는 일 실시예에 따른 필터 등가모델 적용 유동해석 결과를 나타내는 도면이다.

[0043] 도 4를 참조하면, 필터 등가모델이 적용된 필터부의 유동특성을 분석한 결과, 고압 수소 조건에서 미비한 압력강하 차이(1% 이하)가 있으며, 필터부에서 좁아지는 영역에서 최대 압력강하가 발생하는 것을 확인할 수 있다. 즉, 형상에 의한 압력강하가 발생되므로, 유동특성 향상을 위한 내부 유로 형상 설계가 요구된다.

[0045] 도 5는 일 실시예에 따른 직선 유로형 필터부를 나타내는 도면이다.

[0046] 도 5에 도시된 바와 같이, 필터부(110)는 내부와 외부를 연통시키는 홀들(113a, 113b)이 다수 개 구성된 원통 형상으로 이루어져 유체를 유입구로부터 유출구로 안내하며, 홀들(113a, 113b)을 통해 필터부(110)의 내외부로 유로를 형성할 수 있다. 여기서, 필터부(110)는 수소 브레이크어웨이 디바이스의 하우징(101)과 소정 간격 이격 배치되어 홀들(113a, 113b)을 통해 필터부(110)의 내외부로 유로를 형성할 수 있다.

[0047] 필터부(110)는 유입구의 내측에 원통 형상을 관통하는 내부 유로를 차단하는 차단부(112)가 형성될 수 있다. 이에 따라 유입구로 유입된 유체가 유입구 측의 복수개의 홀들(113a)을 통해 분기되어 외부로 안내된 후, 다른 홀들(113b)을 통해 내부로 들어와 유출구를 통해 유출될 수 있다.

[0048] 도 6은 일 실시예에 따른 사선 유로형 필터부를 나타내는 도면이다.

[0049] 도 6에 도시된 바와 같이, 필터부(120)는 유입구의 내측에 원통 형상을 관통하는 내부 유로를 차단하는 차단부(122)가 형성될 수 있고, 유입구 측의 홀들(123a)은 차단부(122)에 의해 복수개의 유로로 분기되는 복수개의 최적화 파트(123a)를 형성할 수 있다. 복수개의 최적화 파트(123a)는 사선 방향의 직선부로 이루어져 유입구로

유입된 유체를 분기하여 외부로 안내할 수 있다. 이후, 유체는 다른 홀들(123b)을 통해 내부로 들어와 유출구를 통해 유출될 수 있다.

[0050] 도 7은 일 실시예에 따른 곡선 유로형 필터부를 나타내는 도면이다.

[0051] 도 7에 도시된 바와 같이, 필터부(130)는 유입구의 내측에 원통 형상을 관통하는 내부 유로를 차단하는 차단부(132)가 형성될 수 있고, 유입구 측의 홀들(133a)은 차단부(132)에 의해 복수개의 유로로 분기되는 복수개의 최적화 파트(133a)를 형성할 수 있다. 복수개의 최적화 파트는 사선 방향의 곡선부로 이루어져 유입구로 유입된 유체를 분기하여 외부로 안내할 수 있다. 이후, 유체는 다른 홀들(133b)을 통해 내부로 들어와 유출구를 통해 유출될 수 있다.

[0053] 도 8은 일 실시예에 따른 다구찌 기법을 이용한 설계변수 요인분석을 설명하기 위한 도면이다.

[0054] 도 8의 (a) 및 (b)는 유동 최적화를 위한 다구찌 기법 설계 변수를 나타내며, (c) 및 (d)는 유동 최적화를 위한 다구찌 기법 결과를 나타낸다.

[0055] 도 9는 일 실시예에 따른 유동 위상 최적화를 설명하기 위한 도면이다.

[0056] 도 9를 참조하면, 유동 위상 최적화를 적용한 최적 내부 형상을 설계할 수 있다. Boltzmann 식을 이용한 기준 유동 위상 최적화 사례를 적용하여 필터부 입구를 재설계할 수 있다. 이 때, 다구찌 기법 설계변수 요인분석 결과와 동일하게 유동 방향 변화를 최소화하는 구조를 설계할 수 있다.

[0057] 기존 연구를 바탕으로 유동 방향 변화를 최소화하는 형상으로 재설계할 수 있으며, 이 때 구조적 안정성의 확보를 위한 유로의 곡률($R=9$)을 반영할 수 있다.

[0058] 도 10은 일 실시예에 따른 필터부의 유입구 측의 유로 형상에 따른 유동해석 결과를 나타내는 도면이다.

[0059] 도 10을 참조하면, 일 실시예에 따른 필터부의 유입구 측의 유로 형상에 따른 유동해석 결과를 비교한 것으로, 유동 위상 최적화를 적용하여 최적의 내부 형상을 설계하고 유동해석 결과를 나타낸다. 여기서, 필터부의 유입구 측은 도 3에서 언급된 111 부분이 될 수 있다.

[0060] 도 10의 (a) 및 (b)는 도 5에서 설명한 직선 유로형 필터부의 유입구 측의 유로 형상 및 도 7에서 설명한 곡선 유로형 필터부의 유입구 측의 유로 형상에 따른 압력 분포를 나타낸다. 또한, (c) 및 (d)는 도 5에서 설명한 직선 유로형 필터부의 유입구 측의 유로 형상 및 도 7에서 설명한 곡선 유로형 필터부의 유입구 측의 유로 형상에 따른 속도 분포를 나타낸다.

[0061] 실시예들의 효과를 검증하기 위하여 설계한 유로 형상에 대해서 유동해석 해석 프로그램인 Fluent (ANSYS, ver.19.0, U.S.A.)으로 유로 형상에 따른 압력손실 저감 효과를 비교 검증할 수 있다.

[0062] 곡선 유로형 필터부의 적용 시 직선 유로형 필터부의 형상 대비 압력강하 50% ($0.04 \text{ MPa} \rightarrow 0.02 \text{ MPa}$) 저감 효과를 확인할 수 있다. 한편, 직선 유로형 필터부의 형상의 경우 와류가 발생할 수 있는 구조(유체가 흐르지 않는 빈 공간)에 의한 압력손실이 발생한다. 이에 따라 재설계 형상을 적용하여 필터부 전체 모델에 대해 유동해석을 수행할 수 있다.

[0064] 도 11은 일 실시예에 따른 필터부의 유로 형상에 따른 유동해석 결과를 나타내는 도면이다.

[0065] 도 11의 (a)는 앞에서 설명한 각 필터부의 유로 형상에 따른 압력 분포를 나타내고, (b)는 각 필터부의 유로 형상에 따른 속도 분포를 나타낸다.

[0066] 실시예들에 따르면 다구찌 기법 및 유동 위상 최적화 사례를 적용한 내부 형상 70% 수준의 압력손실 저감 효과를 확인할 수 있다. 유동 위상 최적화 사례의 경우 압력손실 저감 및 균일한 응력 분포로 인해 구조적 안정성을 확보할 수 있다. 따라서 균일한 압력 분포와 압력손실 저감 효과를 갖는 최적의 형상을 도출할 수 있다. 이 때, 최적의 형상은 유동 방향 변화를 최소화하는 구조이다.

[0067] 기존 형상의 경우, 유동 방향의 급격하게 변화는 유로 부근에서 유체가 흐르지 않는 빈 공간으로 인해 와류가 발생한다. 따라서 유로 방향의 변화를 최소화하는 유로 형상 설계를 통해 기존 형상 대비 70% 수준의 압력손실 저감 효과를 확인할 수 있다($0.44 \text{ MPa} \rightarrow 0.13 \text{ MPa}$).

[0069] 아래에서는 필터부의 유입구 측의 Outlet 개수(N)에 따른 해석에 대해 설명한다.

[0070] 도 12는 일 실시예에 따른 필터부의 최적화 파트를 설명하기 위한 도면이다.

[0071] 도 12를 참조하면, 필터부(100)는 유입구의 내측에 원통 형상을 관통하는 내부 유로를 차단하는 차단부가 형성되며, 유입구로 유입된 유체가 유입구 측의 홀들을 통해 분기되어 외부로 안내된 후, 다른 홀들을 통해 내부로 들어와 유출구를 통해 유출될 수 있다. 이 때, 유입구 측의 홀들은 차단부에 의해 복수개의 유로로 분기되는 복수개의 최적화 파트를 형성할 수 있다.

[0072] 여기서, N은 최적화 파트의 개수이고, A는 최적화 파트의 Outlet 단면적이며, d_N 는 N개의 최적화 파트일 때 Outlet 직경이고, 개수에 따른 d_N 의 계산(A는 항상 일정)은 다음과 같이 표현될 수 있다.

[0073]
$$d_N = 12/\sqrt{N}$$

[0074] 예를 들어, $N = 2$ 일 때, $d_0 = 8.49$ mm이고, $N = 3$ 일 때, $d_0 = 6.93$ mm 이고, $N = 4$ 일 때, $d_0 = 6$ mm이고, $N = 5$ 일 때, $d_0 = 5.37$ mm이다.

[0075] 도 13은 일 실시예에 따른 최적화 파트의 개수에 대한 압력 분포 및 속도 분포를 나타내는 도면이다. 또한, 도 14는 일 실시예에 따른 필터부 부분의 사시도를 나타내는 도면이다. 그리고, 도 15는 도 14의 A-A' 단면의 최적화 파트 수에 따른 단면의 압력 분포를 나타내는 도면이고, 도 16은 도 14의 A-A' 단면의 최적화 파트 수에 따른 단면의 속도 분포를 나타내는 도면이다.

[0076] 도 17은 일 실시예에 따른 최적화 파트 수에 따른 압력 강하를 나타내는 그래프이다. 도 17에 도시된 바와 같이, 최적화 파트 개수가 늘어날수록 압력강하가 줄어들고, 유로의 개수가 4개일 때부터 차압은 0.18 MPa로 일정하게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0078] 아래에서는 필터부의 유입구 측의 Outlet 각도에 따른 해석에 대해 설명한다.

[0079] 도 18은 일 실시예에 따른 필터부의 사이 각도를 설명하기 위한 도면이다.

[0080] 도 18을 참조하면, 필터부(100)는 유입구 측의 홀들은 차단부에 의해 복수개의 유로로 분기되는 복수개의 최적화 파트를 형성할 수 있다. 이 때, 사선 방향의 곡선부로 이루어진 복수개의 최적화 파트를 형성할 수 있다. 그리고, 필터부의 차단부는 유입구 측이 돌출된 혼(horn) 형상으로 이루어질 수 있다.

[0081] 여기서, I_{center} 는 최적화 파트의 Inlet 중심과 Outlet 중심을 이은 선이고, I_{pz} 는 Z축과 평행한 선이며, a 는 I_{center} 와 I_{pz} 사이의 각도이고, l_{or} 는 최적화 파트의 길이이다.

[0082] $\alpha=30^\circ$ 일 때, $l_{or}=17.06$ mm (-2.32 mm)이고, $\alpha=45^\circ$ 일 때, $l_{or}=19.38$ mm이며, $\alpha=60^\circ$ 일 때, $l_{or}=21.18$ mm (+1.80 mm)이다.

[0083] 도 19는 일 실시예에 따른 사이 각도에 대한 압력 분포 및 속도 분포를 나타내는 도면이다. 도 20은 도 14의 A-A' 단면의 사이 각도에 따른 단면의 압력 분포를 나타내는 도면이고, 도 21은 도 14의 A-A' 단면의 사이 각도에 따른 단면의 속도 분포를 나타내는 도면이다.

[0084] 도 22는 일 실시예에 따른 사이 각도에 따른 압력 강하를 나타내는 그래프이다. 도 22에 도시된 바와 같이, 사이 각도 30, 45, 60도에 대한 해석 결과 45도에서 가장 낮은 압력강하가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 따라서 유동에 가장 적합한 형상은 45도일 것으로 예상할 수 있다.

[0085] 다시 말하면, 최적화 파트는 최적화 파트를 형성하는 홀의 입구 중심과 출구 중심을 연결한 선 I_{center} 과 유입구와 유출구를 연결한 선과 평행한 선 I_{pz} 사이의 각도가 40~60도일 수 있다. 특히, I_{center} 과 I_{pz} 사이의 각도가 45도일 수 있다.

- [0087] 아래에서는 일 실시예에 따른 수소 브레이크어웨이 디바이스의 동작 방법에 대해 설명한다.
- [0088] 일 실시예에 따른 수소 충전시설로부터 공급되는 유체를 대상물에 전달하는 호스에 구성된 수소 브레이크어웨이 디바이스의 동작 방법은, 수소 브레이크어웨이 디바이스의 내부에 구성된 필터부를 통과시켜 유체에 포함되어 있는 이물질을 여과시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0089] 여기서, 필터부를 통과시켜 유체에 포함되어 있는 이물질을 여과시키는 단계는, 필터부가 내부와 외부로 연통시키는 홀들이 다수 개 구성된 원통 형상으로 이루어져 유체를 유입구로부터 유출구로 안내하며, 홀들을 통해 필터부의 내외부로 유로를 형성할 수 있다.
- [0090] 보다 구체적으로, 필터부를 통과시켜 유체에 포함되어 있는 이물질을 여과시키는 단계는, 유입구의 내측에 원통 형상을 관통하는 내부 유로를 차단하는 차단부가 형성되어, 유입구로 유입된 유체가 유입구 측의 홀들을 통해 분기되어 외부로 안내되는 단계, 및 외부로 분기된 유체가 다른 홀들을 통해 내부로 들어와 유출구를 통해 유출되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0091] 앞에서 설명한 바와 같이, 유입구 측의 홀들은 차단부에 의해 복수개의 유로로 분기되는 복수개의 최적화 파트를 형성할 수 있다. 일례로, 필터부의 차단부는, 유입구 측이 돌출된 혼(horn) 형상으로 이루어지며, 사선 방향의 곡선부로 이루어진 복수개의 최적화 파트를 형성할 수 있다. 그리고, 필터부는 원통 형상의 외측이 복수개의 소결 메쉬 필터가 적층 가공된 다중 소결 메쉬 필터(multi-sintered mesh filter)로 이루어질 수 있다.
- [0092] 실시예들에 따르면 금속 적층 가공(PBF) SUS316L 소재의 경우, 수소 분위기에서 기존 소재 대비 30% 이상 연신율을 저하가 확인된다. 금속 적층 가공(PBF) 방식으로 제작 시, 구조적 안정성을 위해 모서리 곡률(R) 6 이상으로 설계가 요구된다.
- [0093] 또한, 실시예들에 따르면 수소 브레이크어웨이 디바이스의 내부 다중 소결 메쉬 필터의 유동특성 파악을 위한 평가모형을 제공할 수 있다. 오차 0.3% 수준의 평가모형 적용 유동해석 결과, 1% 이하의 압력강하 차이가 발생하여 미비한 수준이다. 유동 방향의 급격한 변화로 인한 높은 압력강하 발생하므로 내부 형상의 재설계가 요구된다.
- [0094] 또한, 실시예들에 따르면 유동특성 향상을 위한 내부 형상 설계를 위해 다구찌 기법 설계변수 요인분석 및 유동위상 최적화 사례를 적용할 수 있다. 다구찌 기법을 통해 설계변수 중 유로 방향을 최소화하는 입구 각도가 핵심 변수임을 확인할 수 있다. 압력손실 측면의 유동특성 향상을 위해서는 유동 방향 변화를 최소화하는 것이 효과적이다. 또한, 기존 형상 대비 최적 형상의 경우, 압력손실 70% 저감할 수 있고, 균일한 압력분포로 인한 구조적 안정성(R=9)을 확보할 수 있다.
- [0096] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0097] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터

는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

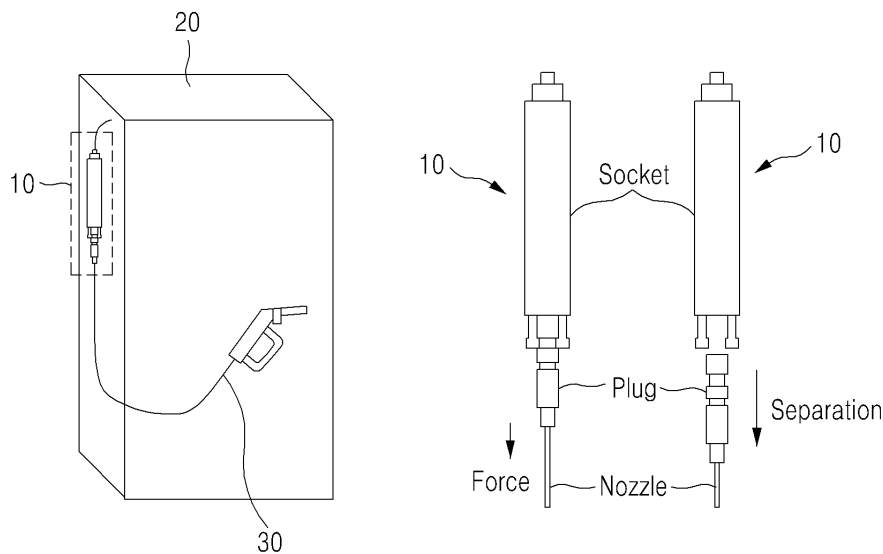
[0098] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0099] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

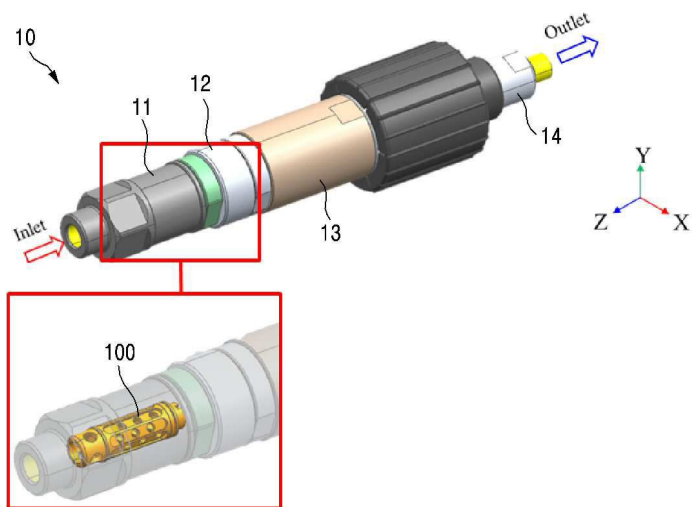
[0100] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

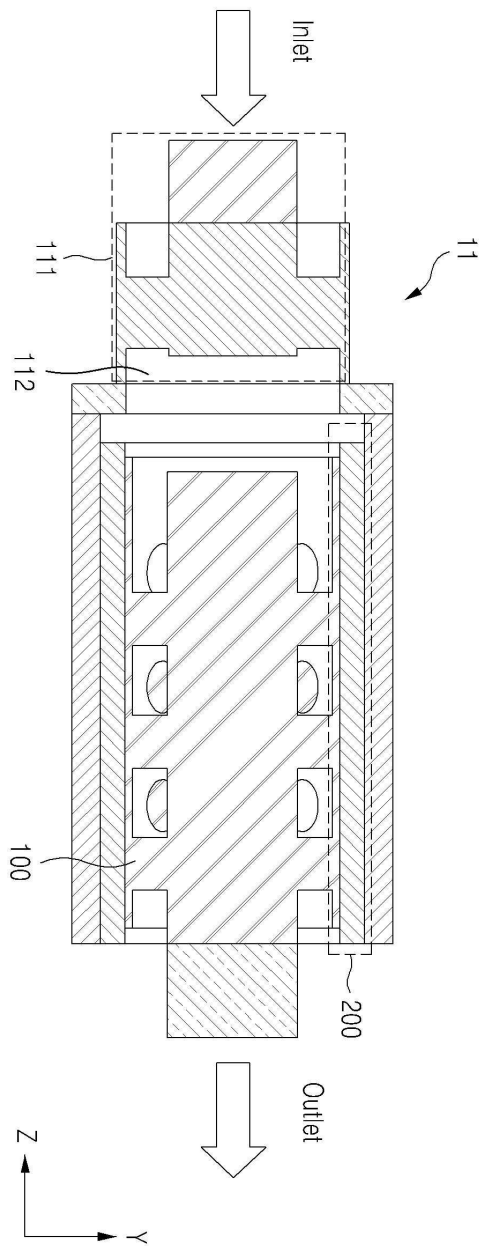
도면1



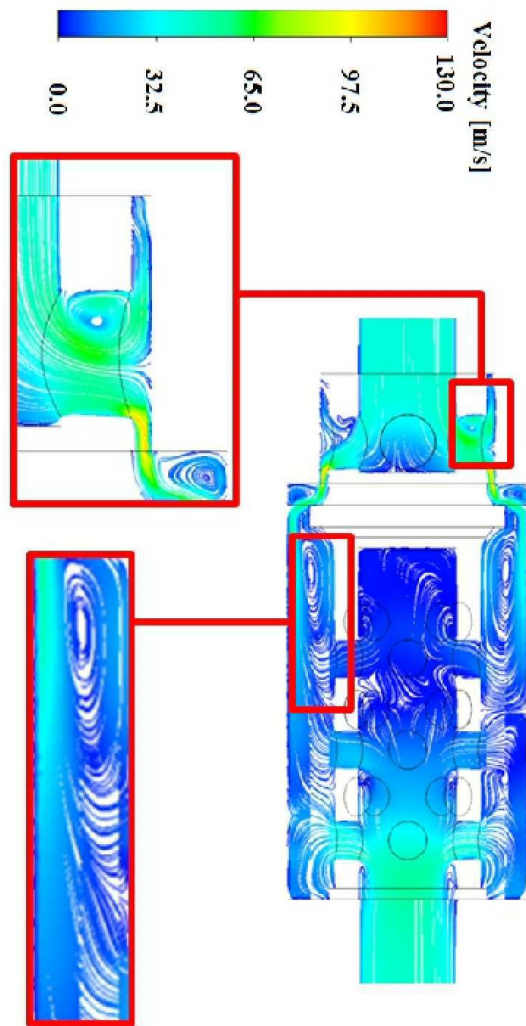
도면2



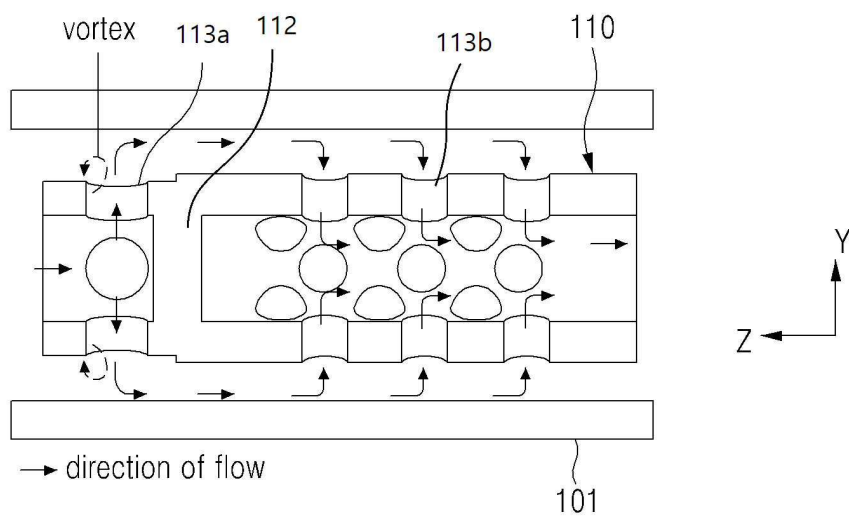
도면3



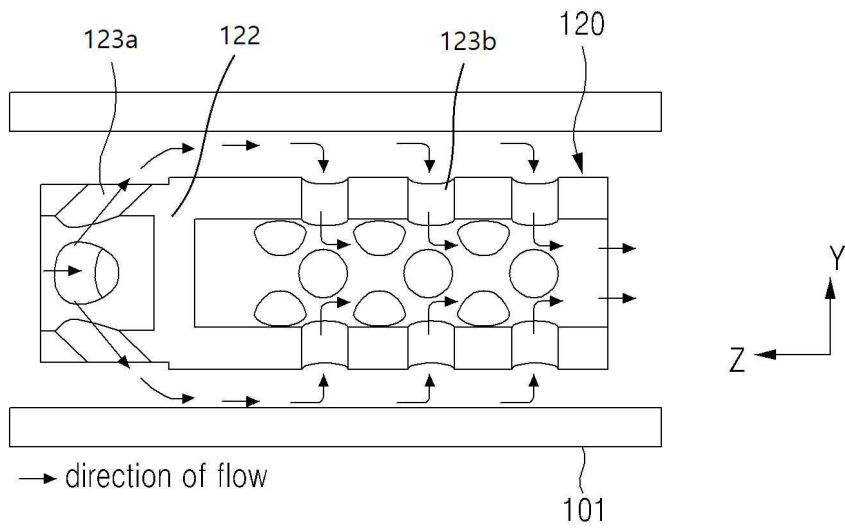
도면4



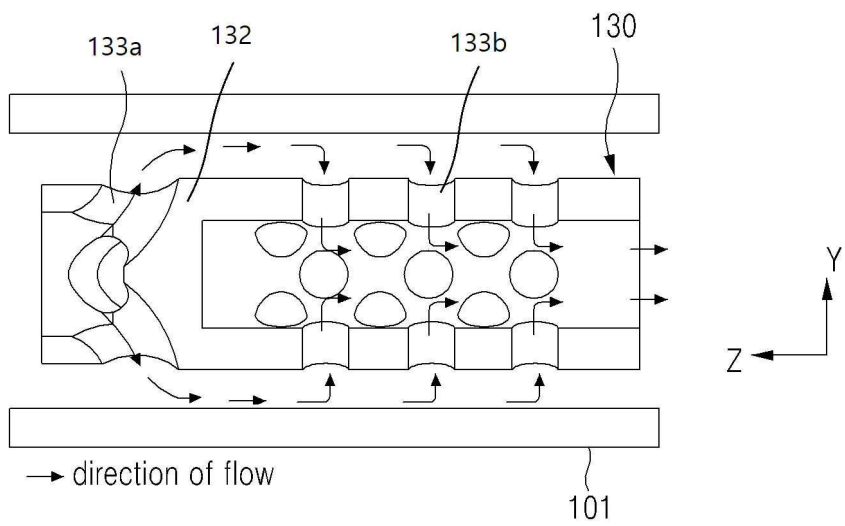
도면5



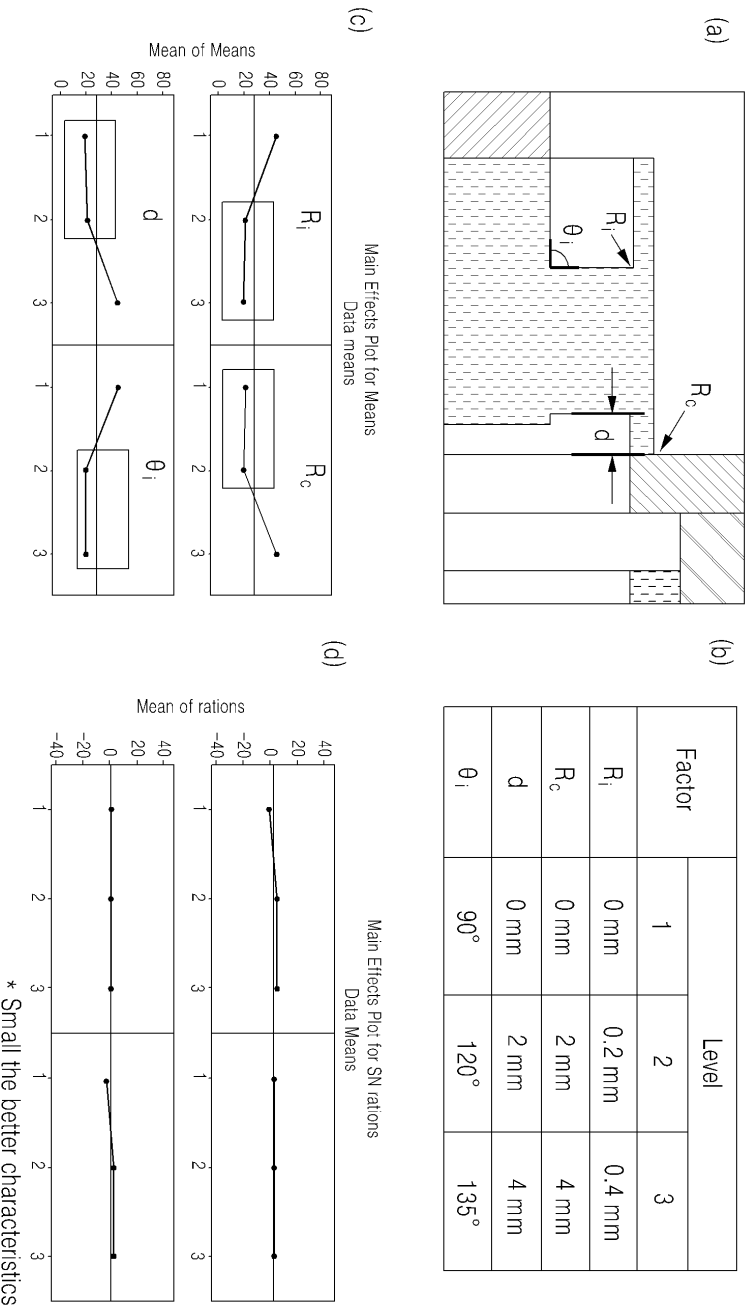
도면6



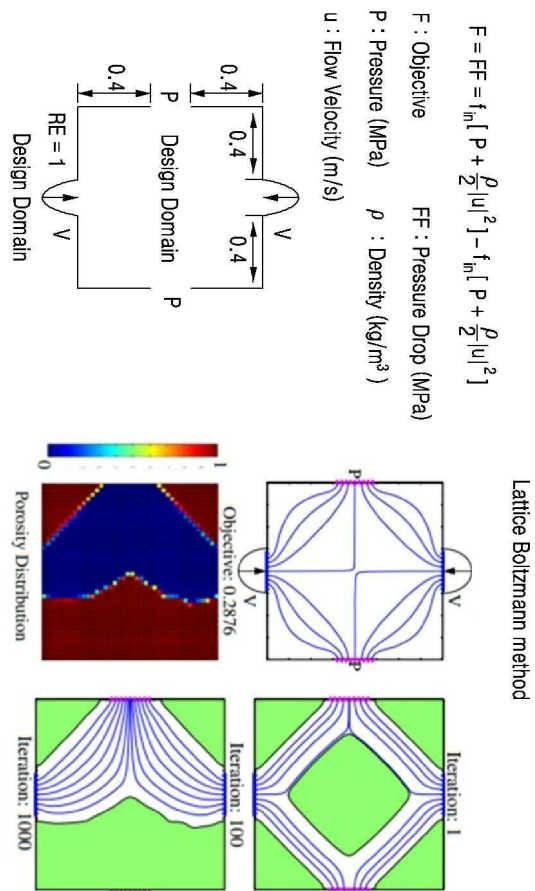
도면7



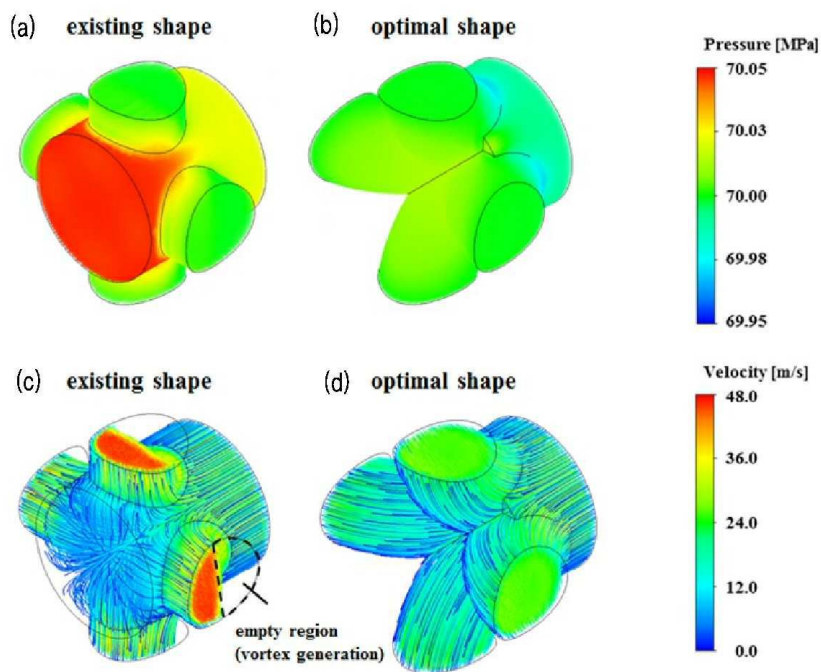
도면8



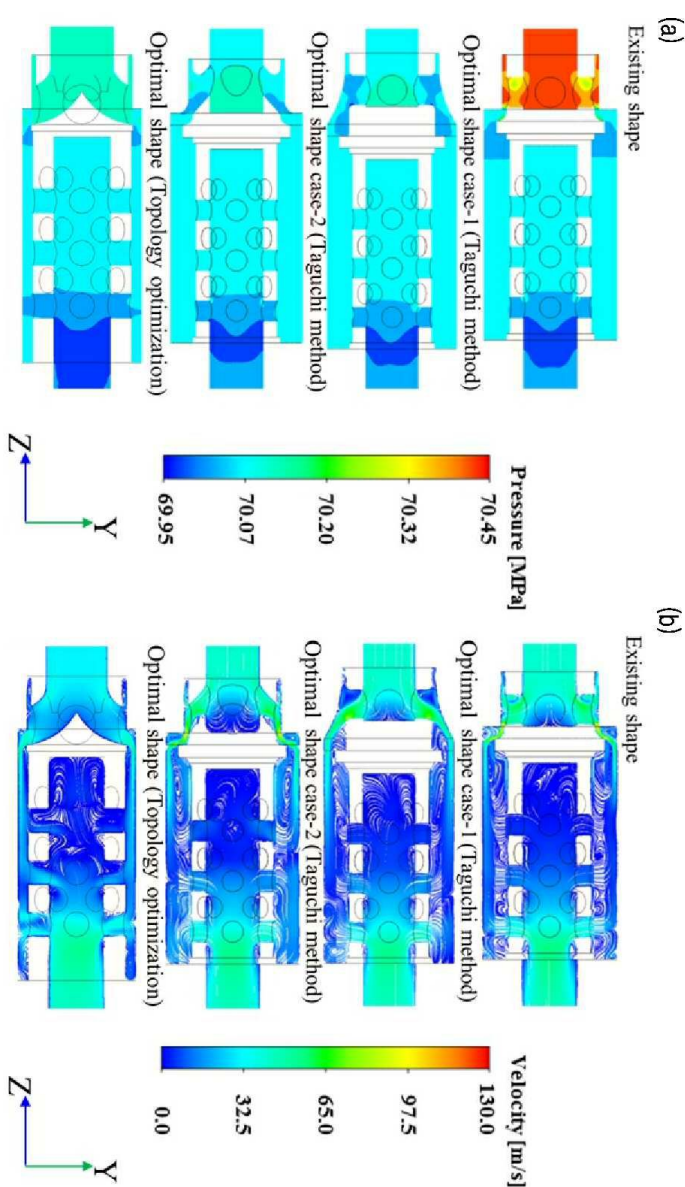
도면9



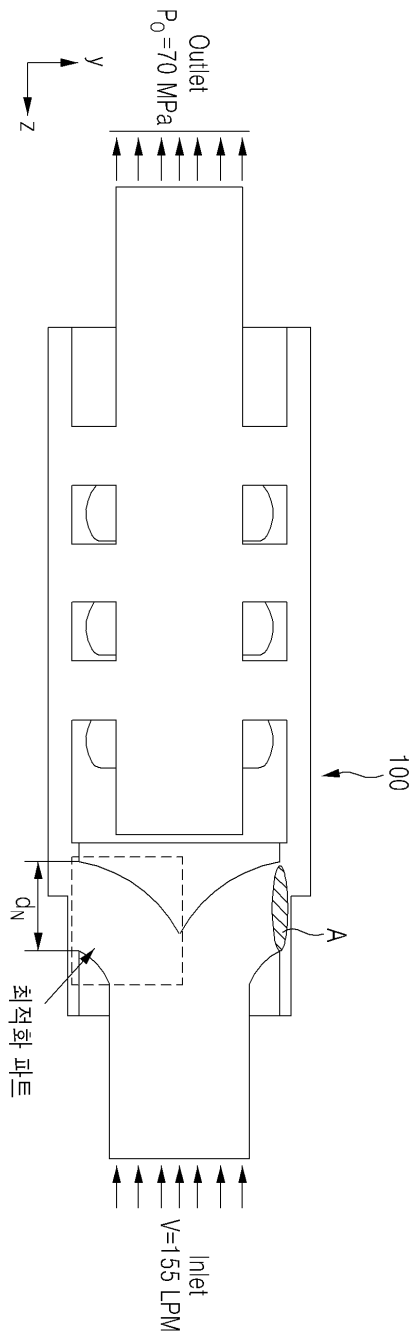
도면10



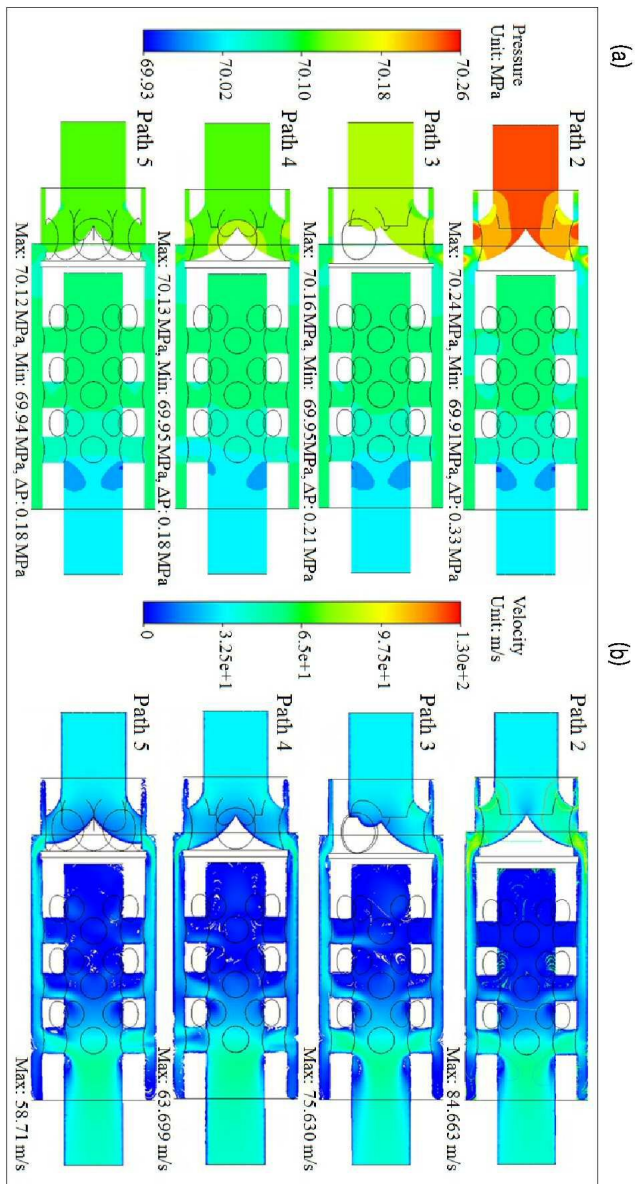
도면11



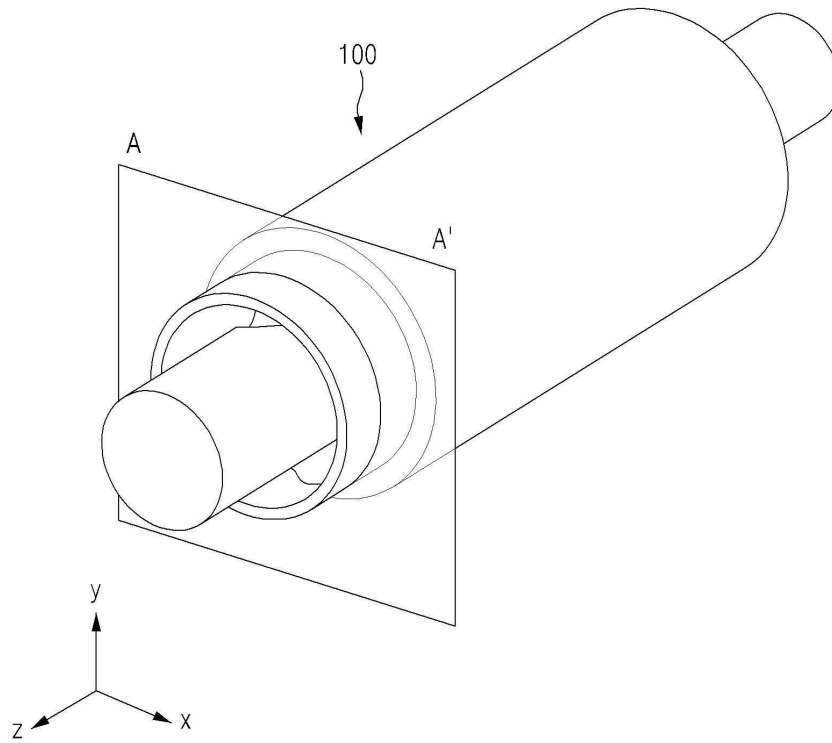
도면12



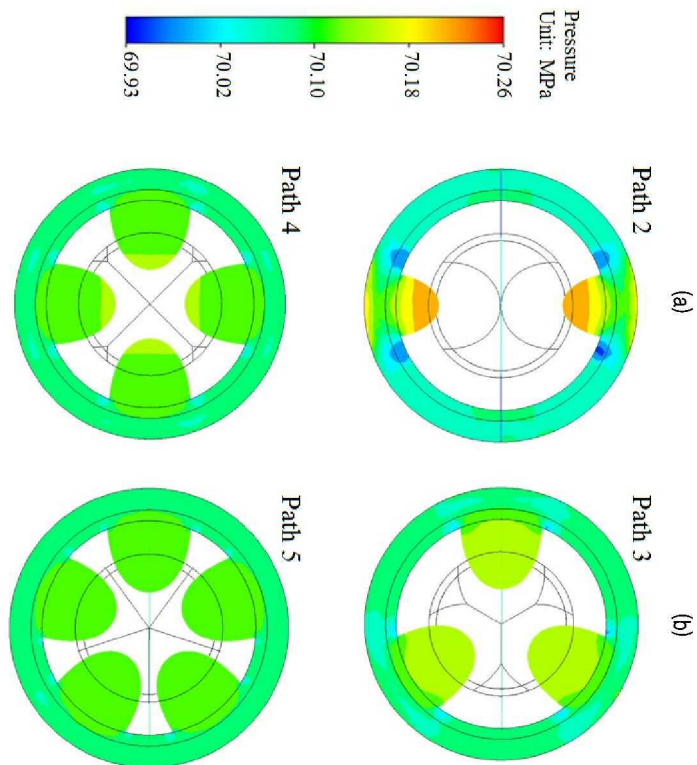
도면13



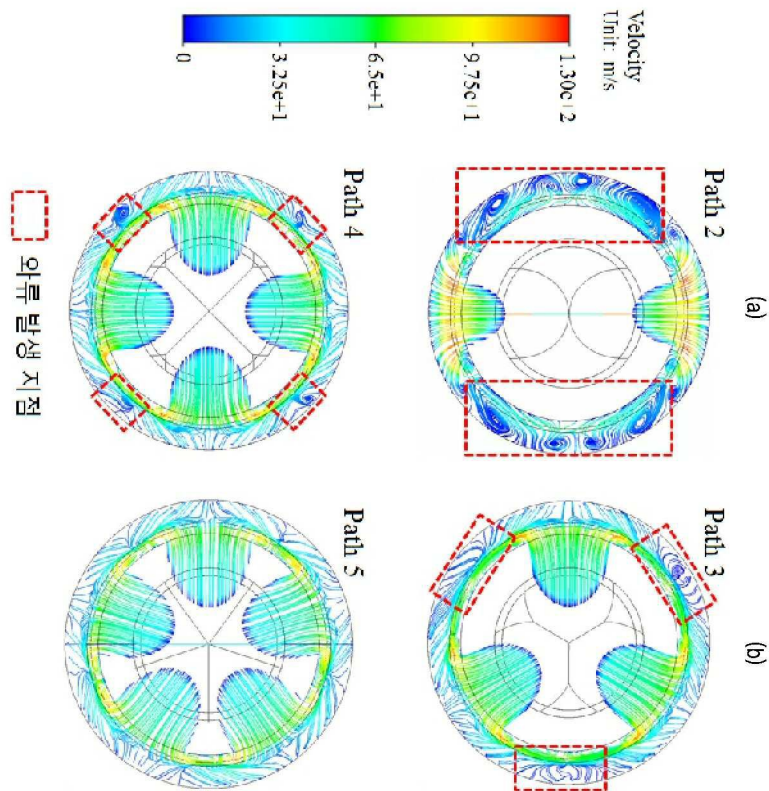
도면14



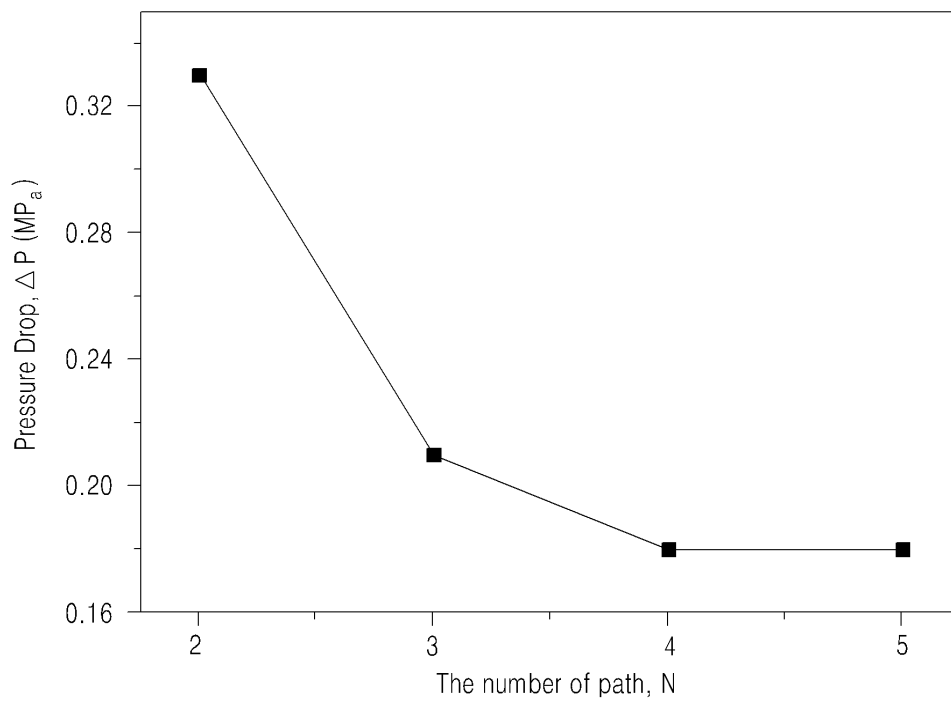
도면15



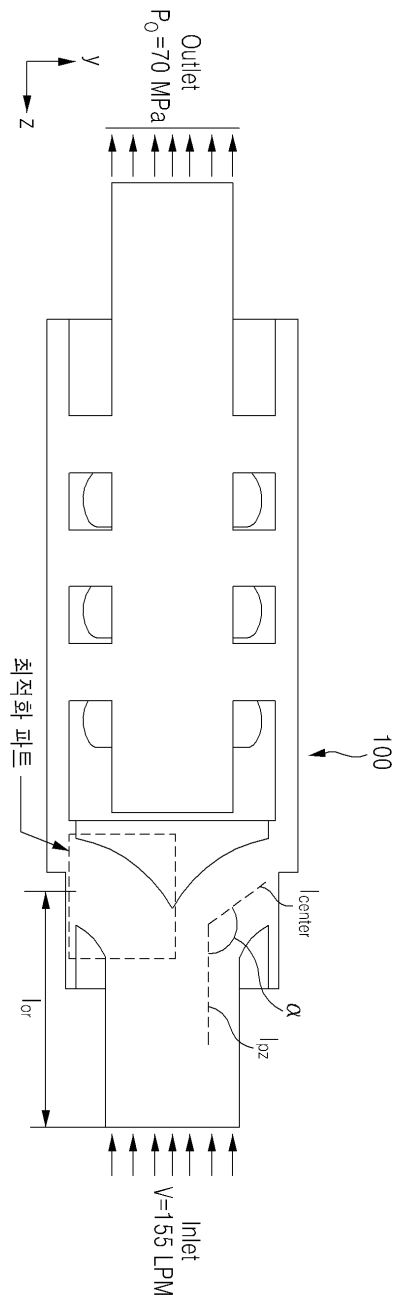
도면16



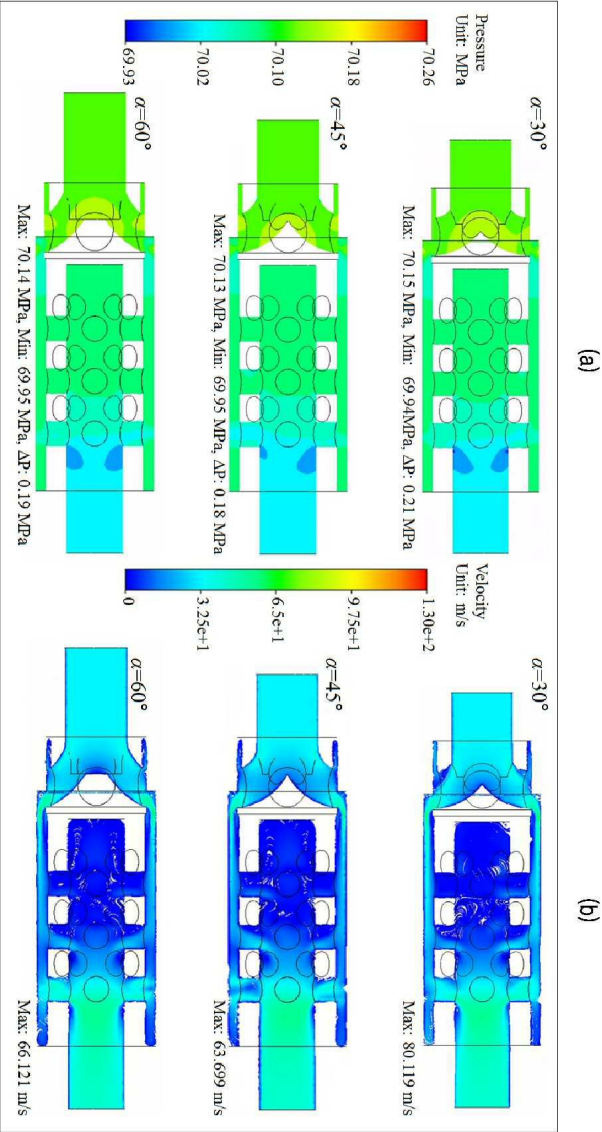
도면17



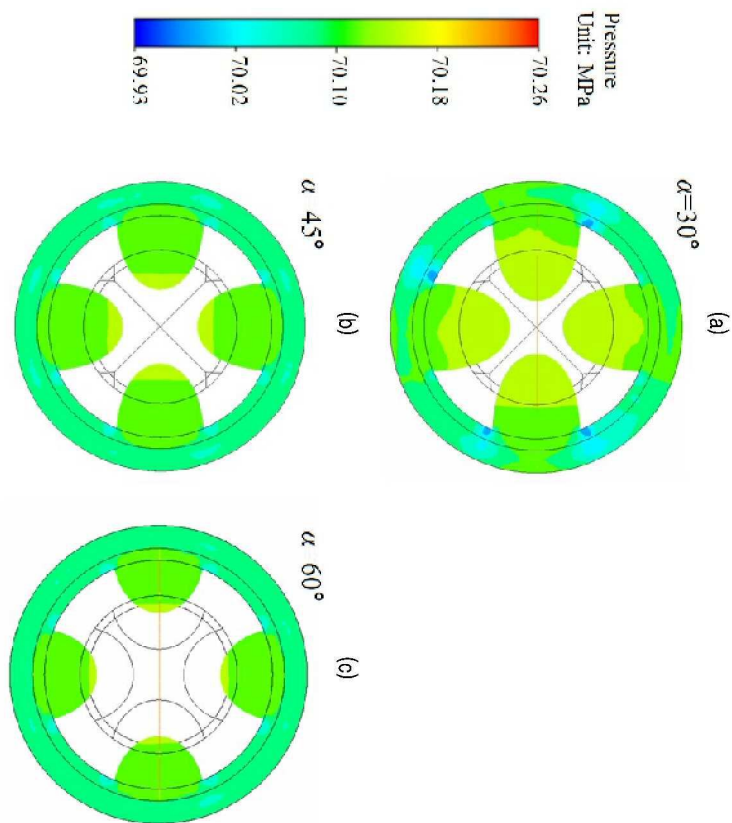
도면18



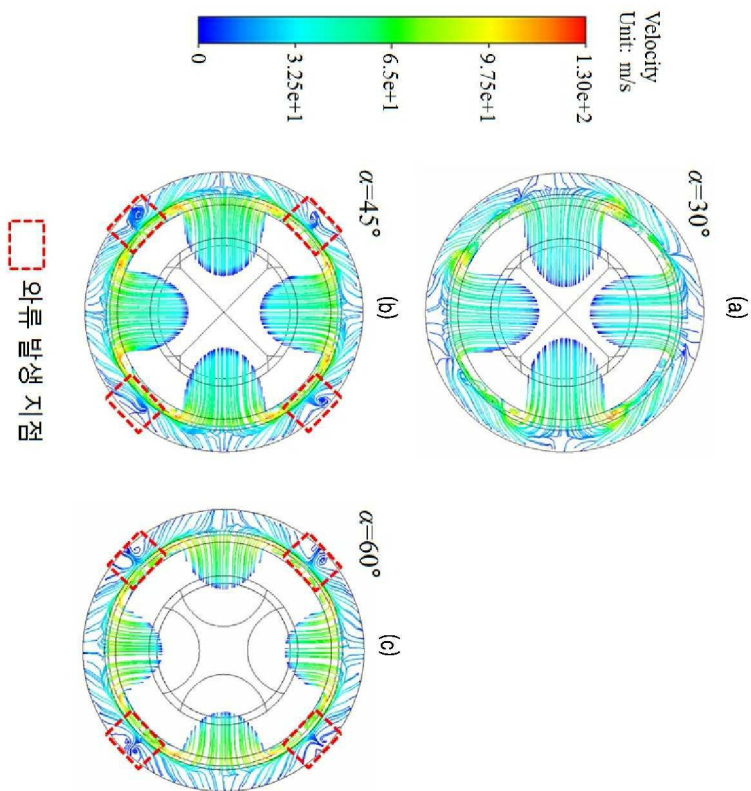
도면19



도면20



도면21



도면22

