



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0140605
(43) 공개일자 2019년12월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F04D 29/44 (2006.01) F04D 29/66 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F04D 29/444 (2013.01)
F04D 29/667 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0067267
(22) 출원일자 2018년06월12일
심사청구일자 2018년06월12일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
정진택
서울특별시 송파구 양재대로 1218, 240동 302호(방이동, 올림픽선수기자촌아파트)
자미리 알리
서울시 마포구 백범로 10, 1212호
(74) 대리인
특허법인남춘

전체 청구항 수 : 총 4 항

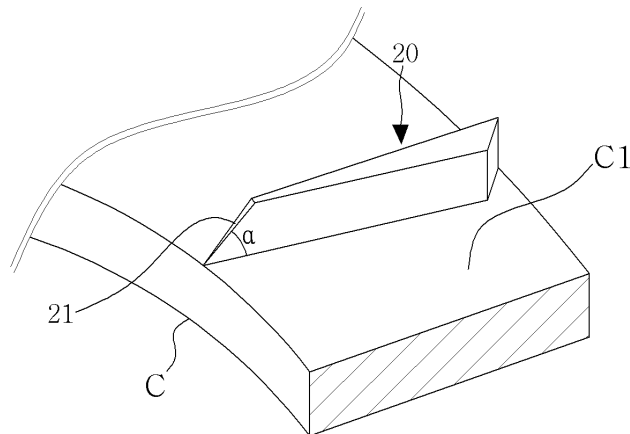
(54) 발명의 명칭 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저

(57) 요약

본 발명은 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저에 관한 것으로, 보다 상세하게는 원심압축기용 디퓨저 베인의 선단에 경사진 앞전을 형성함으로써 유동 박리에 의한 손실을 줄여 원심압축기의 성능을 상승시킬 수 있는 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저에 관한 것이다.

본 발명에 따른 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저는, 케이싱의 내부에서 임펠러를 통과한 작동유체의 운동에너지를 압력에너지로 전환하는 원심압축기용 디퓨저에 있어서, 중심에 개구부가 형성되고, 상기 케이싱의 허브면에 대향되는 슈라우드면이 형성된 원판 형태의 디스크와; 상기 허브면과 상기 슈라우드면 사이에 수직하게 세워져 배치되는 복수개의 베인을; 포함하되, 상기 베인은, 그 선단에 스핀방향에 대해 경사진 앞전이 형성된 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013013701
 부처명 한국연구재단
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 (이공)일반연구자-기본
 연구과제명 공력손실 감소를 위한 원심압축기 스플리터 블레이드의 설계 및 유동해석
 기 여 율 1/3
 주관기관 고려대학교산학협력단
 연구기간 2013.06.01 ~ 2014.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014023797
 부처명 한국연구재단
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 (이공)일반연구자-기본
 연구과제명 공력손실 감소를 위한 원심압축기 스플리터 블레이드의 설계 및 유동해석
 기 여 율 1/3
 주관기관 고려대학교산학협력단
 연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015025687
 부처명 한국연구재단
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 (이공)일반연구자-기본
 연구과제명 공력손실 감소를 위한 원심압축기 스플리터 블레이드의 설계 및 유동해석
 기 여 율 1/3
 주관기관 고려대학교산학협력단
 연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

케이싱의 내부에서 임펠러를 통과한 작동유체의 운동에너지를 압력에너지로 전환하는 원심압축기용 디퓨저에 있어서,

중심에 개구부가 형성되고, 상기 케이싱의 허브면에 대향되는 슈라우드면이 형성된 원판 형상의 디스크와;

상기 허브면과 상기 슈라우드면 사이에 수직하게 세워져 배치되는 복수개의 베인을; 포함하되,

상기 베인은, 그 선단에 스캔방향에 대해 경사진 앞전이 형성된 것을 특징으로 하는 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 베인은, 평면을 기준으로 후단에서 선단 방향으로 갈수록 뾰족한 윙지형으로 형성된 것을 특징으로 하는 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 베인은, 상기 허브면을 기준으로 그 선단이 일정 예각으로 가공되어 상기 경사진 앞전이 형성된 것을 특징으로 하는 윙지형 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 베인은, 상기 허브면을 기준으로 그 선단이 45°의 각도로 가공되어 상기 경사진 앞전이 형성된 것을 특징으로 하는 윙지형 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저에 관한 것으로, 보다 상세하게는 원심압축기용 디퓨저 베인의 선단에 경사진 앞전을 형성함으로써 유동 박리에 의한 손실을 줄여 원심압축기의 성능을 상승시킬 수 있는 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 원심압축기는 원심력을 이용해 작동유체의 압력을 상승시키는 터보기계의 한 종류로, 가스터빈이나 동력을 생산하는 설비에서 널리 사용되고 있다.

[0003] 원심압축기는 기본적으로 도 1에 도시된 바와 같이 입구 덕트(Inlet)(1)와, 임펠러(Impeller)(2)와, 디퓨저(Diffuser)(3)와, 볼루트(volute) 즉, 출구(Outlet)(4) 부분으로 나뉜다.

[0004] 상기 임펠러(2)는 여러 개의 블레이드가 장착되어 있으며, 블레이드의 회전을 통해 작동유체의 에너지를 증가시킨다.

[0005] 상기 임펠러(2)를 통과한 작동유체는 상기 디퓨저(3)에 도달하며, 상기 디퓨저(3)는 작동유체의 운동에너지를 압력에너지로 전환하는 역할을 한다.

[0006] 상기 임펠러(2)와 상기 디퓨저(3) 사이의 상호작용은 복잡한 3차원 유동 패턴을 보이며, 상기 디퓨저(3)의 전연

에서 공기역학적인 손실과 진동이 많이 발생하게 된다.

- [0007] 일반적인 디퓨저(3)의 베인 선단 프로파일은 유동방향과 직각을 이루게 되는데, 이는 선단에서의 유동각을 증가시키게 되어 유동 박리를 일으키게 되고, 이러한 유동 박리 현상은 추가적인 손실을 발생시켜 원심압축기의 효율을 저하시키는 문제점이 있었다.
- [0008] 상기와 같은 원심압축기의 효율을 증가시키기 위해 제안된 종래기술로 대한민국 공개특허공보 제10-2018-0007542호(2018.01.23.)에는 복수개의 제1베인들 및 상기 복수개의 제1베인들과 상이한 형상을 갖는 복수개의 제2베인들을 포함하는 원심압축기용 디퓨저가 제안된 바 있다.
- [0009] 다른 종래기술로 대한민국 공개특허공보 제10-2016-0088929호(2016.07.26.)에는 디퓨저 디스크의 슈라우드측면의 바깥 둘레 가장자리에 매끄럽게 굴곡하는 곡면 형성부가 형성된 원심 압축기 및 디퓨저 제조 방법이 제안된 바 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하고, 문제점의 해결을 위해 제안된 종래기술과 다른 형태의 기술을 제공하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 디퓨저의 베인 선단의 형상 변경을 통해 손실의 근본 원인이 되는 유동 박리 현상을 최소화시켜 원심압축기의 성능을 상승시킬 수 있는 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저를 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저는, 케이싱의 내부에서 임펠러를 통과한 작동유체의 운동에너지를 압력에너지로 전환하는 원심압축기용 디퓨저에 있어서, 중심에 개구부가 형성되고, 상기 케이싱의 허브면에 대향되는 슈라우드면이 형성된 원판 형상의 디스크와; 상기 허브면과 상기 슈라우드면 사이에 수직하게 세워져 배치되는 복수개의 베인들; 포함하되, 상기 베인은, 그 선단에 스펜방향에 대해 경사진 앞전이 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0012] 여기서, 상기 베인은, 평면을 기준으로 후단에서 선단 방향으로 갈수록 뾰족한 뿔지형으로 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0013] 여기서, 상기 베인은, 상기 허브면을 기준으로 그 선단이 일정 예각으로 가공되어 상기 경사진 앞전이 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0014] 여기서, 상기 베인은, 상기 허브면을 기준으로 그 선단이 45°의 각도로 가공되어 상기 경사진 앞전이 형성된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0015] 상기와 같은 구성에 의하여 본 발명에 따른 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저는 경사진 앞전을 사용함으로써, 디퓨저 베인 유로 내에서 유동박리 현상을 최소화할 수 있으며, 디퓨저의 압력회복을 방해하는 것으로 알려진 이차유동을 감소시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0016] 또한, 이러한 유동박리를 방지함으로써, 난류유동이 더 적게 발생하게 되어 손실이 감소하게 되고, 이로 인해 압축기의 운전 범위를 넓히고 압축비를 높일 수 있는 장점이 있다.
- [0017] 더불어 본 발명에 따른 경사진 앞전은 쉽게 제작이 가능하기 있기 때문에 개발에 소요되는 노력을 최소화할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 일반적인 원심압축기의 구성도
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저의 주요부 사시도
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저의 평면도

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 원심압축기용 디퓨저의 베인 선단부 형상에 따른 공기 흐름도

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 경사진 앞전의 각도(α)에 따른 효율과 디퓨저 압력회복계수를 나타낸 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하에서는 도면에 도시된 실시예를 참조하여 본 발명에 따른 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저를 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0020] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저의 주요부 사시도이고, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저의 평면도이다.
- [0021] 도 2 및 도 3을 살펴보면, 본 발명의 일실시예에 따른 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저는 디스크(10)와, 복수개의 베인(20)을 포함하여 구성된다.
- [0022] 일반적으로 원심압축기는 임펠러와, 상기 임펠러를 둘러싸고 와류실을 형성하는 케이싱(C)과, 상기 임펠러와 상기 와류실 사이에 배치되는 디퓨저를 포함하여 구성되는데, 상기 디퓨저는 상기 케이싱의 내부에서 상기 임펠러를 통과한 작동유체의 운동에너지를 압력에너지로 전환하는 역할을 하는 구성이다.
- [0023] 상기 디스크(10)는 원판 형상으로 중심에 개구부(11)가 형성되고, 상기 케이싱(C)의 허브면(C1)에 대향되는 슈라우드면(12)이 형성된다.
- [0024] 상기 개구부(11)에는 도면에 도시되지는 않았지만 회전하면서 작동유체를 가속시키는 임펠러가 배치된다.
- [0025] 상기 베인(20)은 복수개가 상기 케이싱(C)의 허브면(C1)과 상기 디스크(10)의 슈라우드면(12) 사이에 수직하게 세워져 배치되는 구성이다.
- [0026] 상기 임펠러에 의해 가속된 작동유체는 상기 복수개의 베인(20)들 사이를 통과함으로써 감속되고, 이 과정에서 작동유체의 운동에너지는 압력에너지로 변화되며, 이로써 작동유체의 압력이 증가하게 되는 것이다.
- [0027] 본 발명의 일실시예에서 상기 베인(20)은 도 3에 도시된 바와 같이 평면을 기준으로 후단에서 선단 방향으로 갈수록 뾰족한 켈지형으로 형성된다.
- [0028] 이러한 켈지형 디퓨저(Wedge diffuser)는 천음속 원심압축기에 널리 사용되고 있는데, 그 이유는 단순한 형상을 가지고 있어서 제작 단가가 낮고, 동일한 압축기 크기에서 베인이 없는 디퓨저에 비해 더 높은 압력 회복을 얻을 수 있기 때문이다. 채널형 디퓨저(Channel diffuser)가 압축기에 주로 적용되어 왔으나, 켈지형 디퓨저는 최근에서야 선진 압축기 설계에 적용이 되고 있다.
- [0029] 또한, 본 발명의 일실시예에서 상기 베인(20)은 그 선단에 스펠방향에 대해 경사진 앞전(21)이 형성된다.
- [0030] 상기 베인(20) 내부에서의 압력 회복은 임펠러와 디퓨저 간의 상호작용과 깊은 관련이 있다.
- [0031] 상기 디퓨저의 성능 변화에 영향을 주는 주요 요인은 상기 디퓨저 선단에서의 유동각의 변화로부터 기인한다.
- [0032] 따라서, 본 발명에서는 상기 베인(20)의 선단에 적절하게 경사진 앞전(21)을 형성하여 유동 박리에 의한 손실을 줄이고자 하는 것이다.
- [0033] 상기 베인(20)의 켈지형의 형상과 상기 경사진 앞전(21)의 구성에 의하여 임펠러와 디퓨저 사이의 반경방향 간격을 감소시킬 수 있어 작은 크기로 제작할 수 있으며, 동시에 후술하는 바와 같이 공기역학적 성능을 향상시킬 수 있는 효과가 발생된다.
- [0034] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 원심압축기용 디퓨저의 베인 선단부 형상에 따른 공기 흐름도를 도시하였다.
- [0035] 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이 허브면(C1)을 기준으로 그 선단이 일정 예각(α)으로 가공된 경사진 앞전(21)은 유동방향으로 흐르는 와류를 발생시키는 일종의 볼텍스 발생기 역할을 하게 된다.
- [0036] 이 와류는 큰 모멘텀을 갖는 주유동과 작은 모멘텀을 갖는 벽면 근처의 유동을 혼합하게 되어 상기 베인(20)에서의 경계층 두께를 감소시키게 된다.
- [0037] 이는 역압력구배에 덜 민감한 유동이 되어 유동 박리를 지연시키게 되며, 결과적으로 디퓨저의 공기역학적 성능이 향상되고, 원심압축기의 운전영역이 증가하게 되는 것이다.

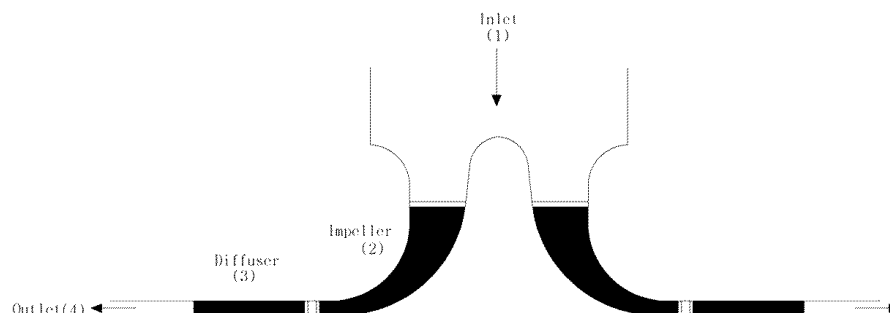
- [0038] <실시예>
- [0039] 본 발명의 일실시예로 종래의 허브면에 수직으로 설치된 베인(20)에 머시닝 드릴을 허브면에 수직으로 세워 베인(20) 선단에 위치시킨 후 상기 베인(20)의 캠버라인 방향으로 드릴을 뒀어 상기 베인(20) 선단을 절삭하였다.
- [0040] 이 때 허브측 베인 선단을 절삭하거나 슈라우드측 베인 선단을 절삭하게 된다.
- [0041] 절삭 각도를 15도 간격으로 하여 75도까지 허브측 또는 슈라우드측을 절삭한 10개의 파생모델을 설계한 후 전산 해석을 수행하여 압축기의 효율과 압력회복계수를 기존모델과 함께 비교하였다.
- [0042] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 경사진 앞전의 각도(α)에 따른 효율을 나타낸 그래프이다.
- [0043] 도 5를 살펴보면, 압축기 효율 측면에서 봤을 때 도 4의 (c)와 같이 아래쪽 허브측을 절삭한 파생설계 모델들의 경우 기존모델보다 나쁜 효율을 나타냈으며, 도 4의 (b)와 같이 위쪽 슈라우드측을 절삭한 모델이 보다 좋은 성능을 나타냈다.
- [0044] 상기와 같은 실험결과에 따르면, 상기 베인(20)은 슈라우드측을 절삭한 모델 즉, 상기 허브면(C1)을 기준으로 그 선단이 45° 의 각도로 가공되어 상기 경사진 앞전(21)이 형성된 것이 최선의 실시예로 판단된다.
- [0045] 앞에서 설명되고 도면에서 도시된 경사진 앞전을 갖는 베인이 구비된 원심압축기용 디퓨저는 본 발명을 실시하기 위한 하나의 실시예에 불과하며, 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안된다. 본 발명의 보호범위는 이하의 특허청구범위에 기재된 사항에 의해서만 정하여지며, 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 개량 및 변경된 실시예는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

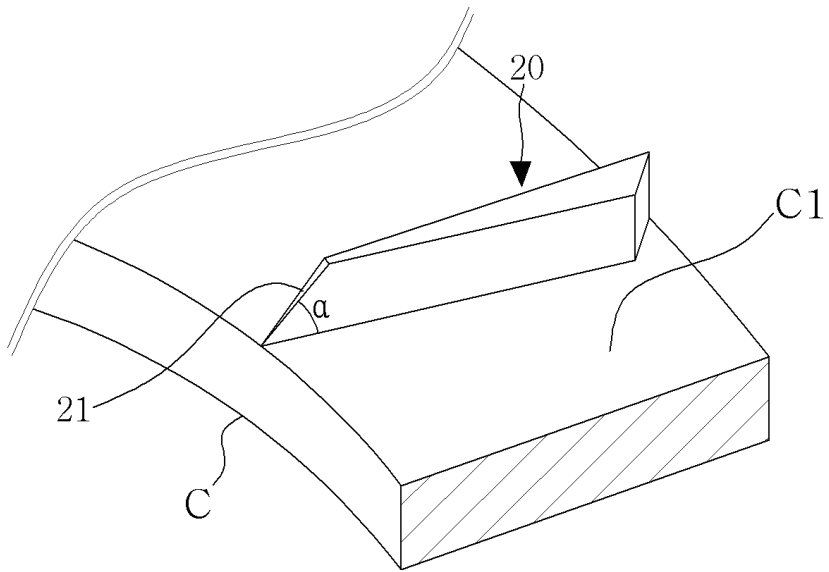
- [0046] C 케이싱
- C1 허브면
- 10 디스크
- 11 개구부
- 12 슈라우드면
- 20 베인
- 21 경사진 앞전

도면

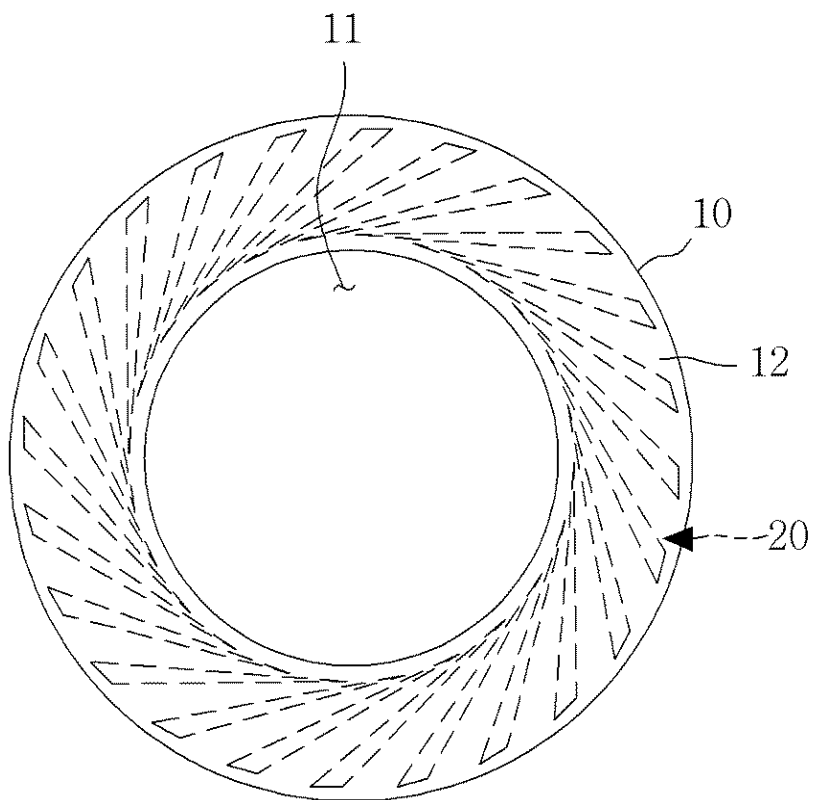
도면1



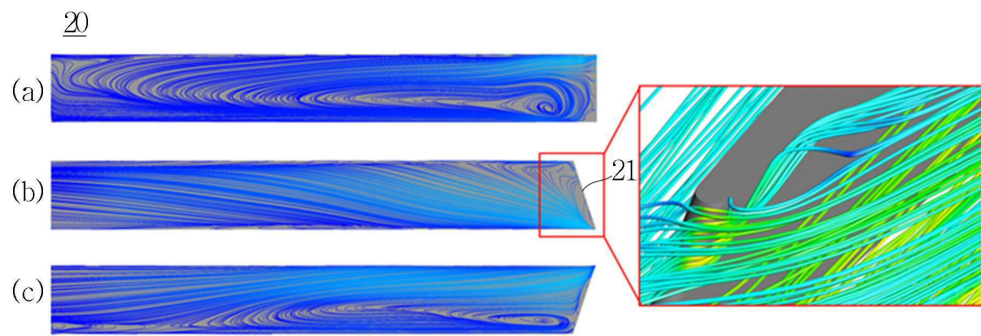
도면2



도면3



도면4



도면5

