



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0088085
(43) 공개일자 2017년08월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F04D 19/00 (2006.01) F02C 3/06 (2006.01)
F04D 19/02 (2006.01) F04D 29/32 (2006.01)
F04D 29/38 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F04D 19/007 (2013.01)
F02C 3/06 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0007985

(22) 출원일자 2016년01월22일

심사청구일자 2016년01월22일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

김광용

서울특별시 서초구 남부순환로 2311-12(방배동, 방배아트힐아파트)105동 701호

당공프영

인천광역시 남구 용현동 인하로100 인하대학교 2북 280a

(74) 대리인

이원희

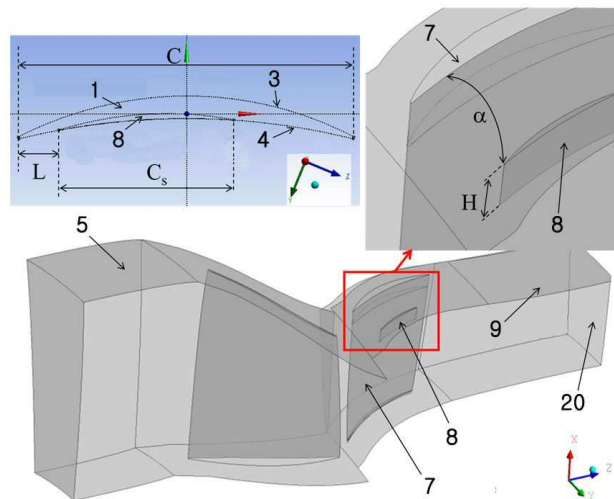
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속 축류 압축기

(57) 요약

정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속 축류 압축기가 개시된다. 단단 천음속 축류압축기는 내부공간이 형성된 케이싱; 상기 케이싱의 내부에서 회전하는 회전축; 상기 회전축에 고정결합되어 회전축과 함께 회전하는 동익 허브; 상기 동익허브의 원주방향을 따라 이격되게 배치된 다수의 동익 블레이드; 상기 케이싱에 결합되어 상기 동익 블레이드와 교대로 배치되는 정익 블레이드; 및 상기 회전축을 기준으로 정익 블레이드와 일정 각도로 이격되어 배치되는 스플리터 블레이드를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

F04D 19/02 (2013.01)

F04D 29/321 (2013.01)

F04D 29/384 (2013.01)

F04D 29/388 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10044860

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 인하대학교 산학협력단

연구사업명 산업융합원천기술개발사업

연구과제명 비속도 150~1200급 원심 및 사류펌프 설계기술 (Development of design program for centrifugal and mixed-flow pump(Ns 150-1200))

기 여 율 1/1

주관기관 한국생산기술연구원

연구기간 2014.10.01 ~ 2015.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

내부공간이 형성된 케이싱;

상기 케이싱의 내부에서 회전하는 회전축;

상기 회전축에 고정결합되어 회전축과 함께 회전하는 동익 허브;

상기 동익허브의 원주방향을 따라 이격되게 배치된 다수의 동익 블레이드;

상기 케이싱에 결합되어 상기 동익 블레이드와 교대로 배치되는 정익 블레이드; 및

상기 회전축을 기준으로 정익 블레이드와 일정 각도로 이격되어 배치되는 스플리터 블레이드를 포함하는 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속축류 압축기.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 스플리터 블레이드의 높이는,

상기 정익 블레이드의 스패(span)보다 낮은 것을 특징으로 하는 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속축류 압축기.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 스플리터 블레이드의 높이는,

상기 정익 블레이드 스패의 5% 내지 15%인 것을 특징으로 하는 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속축류 압축기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 스플리터 블레이드의 익현 길이는,

상기 정익 블레이드의 익현 길이보다 작은 것을 특징으로 하는 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속축류 압축기.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 스플리터 블레이드의 익현 길이는,

상기 정익 블레이드 익현 길이의 25% 내지 50%인 것을 특징으로 하는 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속축류 압축기.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 스플리터 블레이드의 최대 두께는,

상기 정익 블레이드 최대 두께 보다 작은 것을 특징으로 하는 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속 축류 압축기.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 스플리터 블레이드의 최대 두께는,

상기 정익 블레이드 최대 두께의 1/9 내지 1/3인 것을 특징으로 하는 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속 축류 압축기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속 축류 압축기에 관한 것이다. 보다 상세하게, 본 발명의 일 실시예에서는, 단단 천음속 축류 압축기의 정익 블레이드 스펠의 15%보다도 낮은 높이의 정익 스플리터를 포함하는 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속 축류 압축기에 관한 것입니다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 압축기는 원심압축기(Centrifugal flow compressor)와 축류 압축기(Axial flow compressor)로 분류될 수 있는데, 이 중 축류 압축기는 대량의 공기를 처리할 수 있고, 압력비 증가를 위해 다단으로 제작이 가능하며, 입, 출구의 압력비 및 효율이 높아 고성능 기관에 사용된다.

[0003] 축류 압축기는 고속 회전으로 높은 압력이나 큰 유량의 가스체를 취급하는 데 가장 적합하고, 대량의 기체를 압축하기 위해서 사용하는 기계이다. 보다 상세하게, 축류 압축기는 공기를 압축기의 축과 평행하게 일직선상으로 압축시키는 가스터빈엔진의 압축기 형태로서, 동익(rotor)과 정익(stator)으로 구성되며 동익은 여러 층의 원판 둘레에 많은 블레이드(blade)이 장착되어 있고, 정익은 압축기의 외부케이스 역할을 하며 안쪽에 많은 깃(vane)이 장착되어 있다. 전면면적에 비하여 많은 양의 공기를 흡입, 압축할 수 있고 다단으로 제작하기 쉬우며, 압축기 효율이 좋기 때문에 고성능 기관에 많이 사용한다.

[0004] 구체적으로, 도 1을 참고하면, 주로 가스 터빈에 이용되는 축류 압축기(100)는, 내부공간이 형성된 케이싱(110)과, 케이싱(110)의 내부에서 회전하는 회전축(120)과, 회전축(120)에 고정 결합되어 회전축(120)과 함께 회전하는 로터 허브(130)와, 로터 허브(130)의 원주 방향을 따라 이격되게 배치된 다수의 로터 블레이드(140)와, 케이싱(110)에 결합되며 회전축(120)의 길이 방향을 따라 로터 블레이드(140)와 교대로 배치되는 스테이터 블레이드(160)를 포함한다.

[0005] 이와 같은 축류 압축기는 축류 압축기의 입구에 유입되는 공기의 유량이 감소할수록 공기의 압력비가 증가하는 경향을 보인다. 그러나, 특정 유량에 도달하면 갑자기 스톨(stall)이 발생하는데, 이때 압력비가 떨어지고 효율이 낮아지며 날개에 심한 진동 현상이 발생한다.

[0006] 따라서, 축류 압축기의 작동 안정성을 높이기 위한 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속 축류 압축기를 제공하는 데 있다.

[0008] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 정익 영역에 배치되고, 정익 블레이드 스펠의 15%보다도 낮은 스플리터 블레이드 높이를 갖는 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속 축류 압축기를 제공하는 데 있다.

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는 정익 블레이드와 일정 각도로 이격되어 배치된 스플리터 블레이드를 포함하는 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속 축류 압축기를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한, 본 발명에 따른 단단 천음속 축류 압축기는 내부공간이 형성된 케이싱; 상기 케이싱의 내부에서 회전하는 회전축; 상기 회전축에 고정 결합되어 회전축과 함께 회전하는 동익 허브; 상기 동익 허브의 원주방향을 따라 이격되게 배치된 다수의 동익 블레이드; 상기 케이싱에 결합되어 상기 동익 블레이드와 교대로 배치되는 정익 블레이드; 및 상기 회전축을 기준으로 정익 블레이드와 일정 각도로 이격되어 배치되는 스플리터 블레이드를 포함한다.

[0011] 상기 스플리터 블레이드의 높이는, 상기 정익 블레이드의 스펠보다 낮을 수 있다.

[0012] 상기 스플리터 블레이드의 높이는, 상기 정익 블레이드 스펠의 5% 내지 15%일 수 있다.

[0013] 상기 스플리터 블레이드의 익현 길이는, 상기 정익 블레이드의 익현 길이보다 작을 수 있다.

[0014] 상기 스플리터 블레이드의 익현 길이는, 상기 정익 블레이드 익현 길이의 25% 내지 50%일 수 있다.

[0015] 상기 스플리터 블레이드의 최대 두께는, 상기 정익 블레이드 최대 두께 보다 작을 수 있다.

[0016] 상기 스플리터 블레이드의 최대 두께는, 상기 정익 블레이드 최대 두께의 1/9 내지 1/3일 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 정익 스플리터 블레이드를 구비한 단단 천음속 축류 압축기에 의하면, 정익 영역에서 정익 블레이드와 일정 각도로 이격되어 배치되고, 정익 블레이드 높이의 15%보다도 낮은 높이인 스플리터 블레이드를 이용하여 단단 천음속 축류 압축기의 동작 안정성 및 동작 효율을 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 단단 천음속 축류 압축기 형상을 나타내는 도면이다.
- 도 2는본 발명의 일 실시예에 따른 단단 천음속 축류 압축기 형상 및 스플리터 블레이드의 파라미터를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 단단 천음속 축류 압축기의 산출영역 및 격자구조를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 실속유량에 대한 전압력비 및 단열효율을 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 정익 스플리터 블레이드 유류에 따른 전압력비 및 단열효율을 나타내는 그래프이다.
- 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스플리터 블레이드 익현 길이에 대한 공기역학적 성능을 나타내는 그래프이다.
- 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스플리터 각도에 대한 공기역학적 성능을 나타내는 그래프이다.
- 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스플리터 블레이드 높이에 대한 공기역학적 성능을 나타내는 그래프이다.
- 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스플리터 블레이드 위치에 대한 공기역학적 성능을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하 본 발명의 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명할 수 있다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 할 수 있다. 또한 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 당업자에게 자명하거나 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 수 있다.
- [0020] 도 2은 본 발명의 일 실시예에 따른 천음속 축류 압축기 형상 및 스플리터 블레이드의 파라미터를 나타내는 도면이다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 단단 천음속 축류 압축기의 산출영역 및 격자구조를 나타내는 도면이다.
- [0021] 이 때, 도 3는 블레이드 주위에는 표면 근처의 유동을 효과적으로 예측하기 위해 0-타입의 격자계를 적용하였다.
- [0022] 도 2 및 도 3를 참조하면, 천음속 축류 압축기는 정익 블레이드(stator blade)(1), 흡입면(suction surface)(3), 가압면(pressure surface)(4), 동익 덮개(rotor shroud)(5), 동익 블레이드(rotor blade)(6), 정익 블레이드(stator blade)(7), 스플리터 블레이드(splitter blade)(8), 정익 덮개(stator shroud)(9), 입구(inlet)(10), 주기적인 동익면(periodic rotor surface)(11), 주기적인 정익면(periodic stator surface)(12), 동익 허브(rotor hub)(13), 정익 허브(stator hub)(14), 출구(outlet)(20) 등의 요소들을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0023] 상기 요소들을 본 발명에 비추어 보다 구체적으로 설명하면, 천음속 축류 압축기는 내부공간이 형성된 케이싱, 상기 케이싱의 내부에서 회전하는 회전축, 상기 회전축에 고정 결합되어 회전축과 함께 회전하는 동익 허브(13), 상기 동익 허브(13)를 따라 이격되게 배치된 다수의 동익 블레이드(6), 상기 케이싱에 결합되어 상기 동익 블레이드(6)와 교대로 배치되는 정익 블레이드(7)를 포함할 수 있다.

- [0024] 이 때, 천음속 축류 압축기는 상기 회전축을 기준으로 정익 블레이드(7)와 일정 각도(α)로 이격되어 배치되는 스플리터 블레이드(8)를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 즉, 본 발명의 스플리터 블레이드(8)는 성능 향상을 위해 천음속 축류 압축기의 정익 영역에 사용된다.
- [0026] 이 때, 스플리터 블레이드(8)는 작동 안정성을 향상시키기 위해 정익 블레이드(7) 스패의 15% 보다 낮은 높이로 구성될 수 있다. 구체적으로, 스플리터 블레이드(8)의 높이는 정익 블레이드(7) 스패의 5% 내지 15%로 구성될 수 있다.
- [0027] 또한, 스플리터 블레이드(8)의 익현(chord) 길이는 정익 블레이드(7)의 익현(chord) 길이의 25% 내지 50% 일 수 있다. 보다 바람직하게, 스플리터 블레이드(8)의 익현(chord) 길이는 정익 블레이드(7)의 익현(chord) 길이의 50%일 수 있다.
- [0028] 또한, 스플리터 블레이드(8)의 후단 반지름은 정익 블레이드(7)의 익현(chord) 길이(Length)의 0.05%일 수 있다.
- [0029] 또한, 스플리터 블레이드(8)의 최대 두께는 정익 블레이드(7) 최대두께의 1/9 내지 1/3일 수 있다. 보다 바람직하게, 스플리터 블레이드(8)의 최대 두께는 정익 블레이드(7) 최대두께의 1/3일 수 있다.
- [0030] 표1은 스플리터 블레이드의 기준설계에서 파라미터 값을 나타내고, 표2는 파라미터 연구를 위한 파라미터 범위를 나타낸다.
- [0031] 스플리터 블레이드의 파라미터는 스플리터 블레이드의 익현 길이(C_s), 스플리터 블레이드의 앞측 모서리와 정익 블레이드 사이 흐름 방향 거리(streamwise distance)(L), 스플리터 블레이드의 높이(H), 회전축을 기준으로 스플리터 블레이드 가압면과 인접한 정익 블레이드(7) 사이의 각도(α)을 포함한다.
- [0032] 이외에, 정익 블레이드의 파라미터는 정익 블레이드 익현 길이(C), 정익 블레이드 스패(S)를 포함한다.

표 1

	C_s/C (%)	L/C (%)	H/S (%)	$\alpha/10^\circ$ (%)
값	50	0	10	39

[0033]

표 2

	Cs/C (%)	L/C (%)	H/S (%)	$\alpha/10^\circ$ (%)
최저값	25	0	5	39
최고값	50	50	15	53

[0034]

[0035]

또한, 본 발명에서 사용되는 Stage 37는 단단 천음속 축류 압축기으로써, NASA에서 항공기용 다단 압축기의 첫 번째 단을 목적으로 설계된 압축기이다.

[0036]

상기 단단 천음속 압축기, Stage 37의 회전속도는 17185.7 rpm이고, 단단 천음속 압축기의 동익과 정익에 대한 팁 간격(tip clearance)의 값은 각각 0.04cm와 0.0762cm이다. 전압력비는 2.00%이고, 최대 단열효율은 84.00%이고, 유량은 20.74kg/s이고, 초킹 유량은 20.93kg/s이다. 또한, 기준온도는 288.15K이고, 기준압력은 101,325Pa이다.

[0037]

도 4는 단단 천음속 축류 압축기에서 실속유량에 대한 전압력비(PR, Total pressure ratio) 및 단열효율(EFF, Adiabatic efficiency)을 나타내는 그래프이다.

[0038]

도 4를 참조하면, 단단 천음속 축류 압축기에서 스플리터 블레이드가 없는 경우, 실속 유량에 따른 전압력비와 단열효율의 성능을 수치적으로 보여주고 있다.

[0039]

예측된 최대 단열 효율은 83.85%이고, 측정된 최대 단열 효율은 84.00%이다. 따라서, 수치 결과는 실험데이터와 거의 일치한다.

[0040]

또한, 단열 효율의 최대점에서 예측되는 전압력비는 2.0045이고, 측정된 전압력비는 2.000이다.

[0041]

또한, 초킹 유량의 예측된 스톨 근처 점(near-stall point)은 93.85%으로, 측정값, 93.65%에 매우 가깝다.

[0042]

또한, 예측된 스톨 마진(stall margin)은 9.95%으로, 측정값, 10.00%에 매우 가깝다.

[0043]

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 정익 스플리터 블레이드 유무에 따른 전압력비 및 단열효율을 나타내는 그래프이다.

[0044]

도 5를 참조하면, 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하는 경우의 스톨 근처 점은 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하지 않는 경우에 비해 지연된다.

[0045]

구체적으로, 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하지 않는 경우, 스톨 근처점은 실속유량 0.9385이고, 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하는 경우, 스톨 근처 점은 실속유량 0.9336

이다.

- [0046] 또한, 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하는 경우의 스톨마진은 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하지 않는 경우의 스톨마진에 비해 높다.
- [0047] 구체적으로, 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하지 않는 경우의 스톨마진은 9.95%이고, 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하는 경우의 스톨마진은 10.39%이다.
- [0048] 또한, 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하는 경우의 안전범위확장은 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하지 않는 경우의 안전범위확장에 비해 높다.
- [0049] 구체적으로, 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하지 않는 경우의 안전범위확장은 0.00%이고, 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하는 경우의 안전범위확장은 8.22%이다.
- [0050] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스플리터 블레이드 익현 길이에 대한 공기역학적 성능을 나타내는 그래프이다.
- [0051] 도 6a를 참조하면, 단단 천음속축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하는 경우, 스플리터 블레이드 익현 길이에 따른 스톨마진은 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하지 않는 경우의 스톨마진에 비해 크다.
- [0052] 구체적으로, 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하는 경우, $C_s/C=35\%$ 에서 스톨마진의 최대값을 갖고, 상기 스톨마진의 최대값은 12.04%이다.
- [0053] 반면, 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하지 않는 경우의 스톨마진은 9.95%이다.
- [0054] 도 6b를 참조하면, 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하는 경우, 스플리터 블레이드 익현 길이에 따른안정 범위 확장은 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하지 않는 경우의 안정 범위 확장에 비해 크다.
- [0055] 구체적으로, 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하는 경우, $C_s/C=35\%$ 에서 안정 범위 확장의 최대값을 갖고, 상기 안정 범위 확장의 최대값은 9.23%이다.
- [0056] 도 7a 및 도7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스플리터 각도에 대한 공기역학적 성능을 나타내는 그래프이다.
- [0057] 도 7a 및 도7b를 참조하면, 스톨마진과 안정 범위 확장은 스플리터 블레이드 각도에 대해 민감하다. 단단 천음속 축류 압축기가 스플리터 블레이드를 포함하는 경우, 스플리터 각도에 따른 스톨마진의 최대값은 $\alpha/10^\circ = 35\%$ 에서 10.79%이고, 안정 범위 확장은 $\alpha/10^\circ = 35\%$ 에서 8.28%이다.

- [0058] 도8a 및 도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스플리터 블레이드 높이에 대한 공기역학적 성능을 나타내는 그래프이다.
- [0059] 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 스플리터 블레이드 높이에 따른 최대 스톨마진과 최대 안정 범위 확장은 각각 11.08% 및 9.24%이다. 이는 스플리터 블레이드가 가장 낮은 높이인 경우에 최적의 동작 안정성을 나타냄을 보여주고 있다.
- [0060] 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스플리터 블레이드 위치에 대한 공기역학적 성능을 나타내는 그래프이다.
- [0061] 도 9a를 참조하면, 스톨마진의 최적값은 $L/C = 12.5\%$ 에서 10.60% 이다. 반면, 도 9b를 참조하면, 최대 안정범위 확장은 $L/C = 0\%$ 에서 8.22% 이다.
- [0062] 도 6 내지 도 9을 비교하여 설명하면, 스플리터 블레이드의 익현길이가 스톨마진에 대해 가장 영향력 있으며 Cs/C 의 범위가 35% 내지 40%에서 최적의 스톨마진을 가지며, Cs/C 가 35%인 경우, 최대 스톨마진을 가질 수 있다(도 6a 참조). 상기 최대 스톨마진은 12.04%이다.
- [0063] 또한, 안전범위 확장은 H/S 가 5%인 경우, 최대값으로 9.24%를 가질 수 있다(도 8b 참조).
- [0064] 상술한 바와 같은 단단 천음속 축류 압축기는, 정익 영역에서 정익 블레이드와 일정 각도로 이격되어 배치되고, 정익 블레이드 높이의 15%보다도 낮은 높이인 스플리터 블레이드를 이용하여 단단 천음속 축류 압축기의 동작 안정성 및 동작 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0065] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특징의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

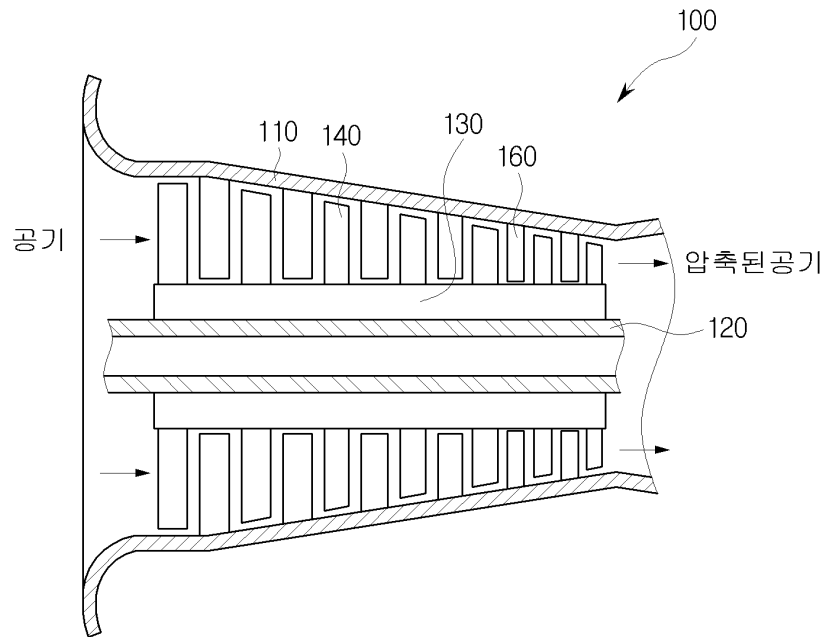
부호의 설명

- [0066]
- 1: 정익 블레이드(stator blade)
 - 3: 흡입면(suction surface)
 - 4: 가압면(pressure surface)
 - 5: 동익 덮개(rotor shroud)
 - 6: 동익 블레이드(rotor blade)
 - 7: 정익 블레이드(stator blade)
 - 8: 스플리터 블레이드(splitter blade)
 - 9: 정익 덮개(stator shroud)
 - 10: 입구(inlet)

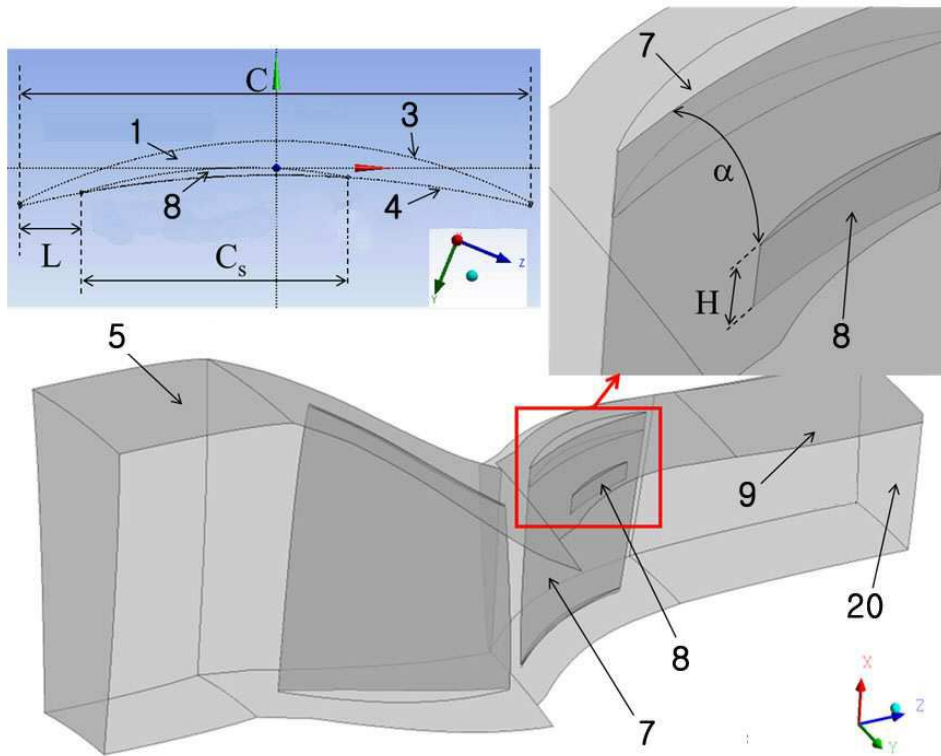
- 11: 주기적인 동익면(periodic rotor surface)
- 12: 주기적인 정익면 (periodic stator surface)
- 13: 동익 허브(rotor hub)
- 14: 정익 허브(stator hub)
- 20: 출구(outlet)

도면

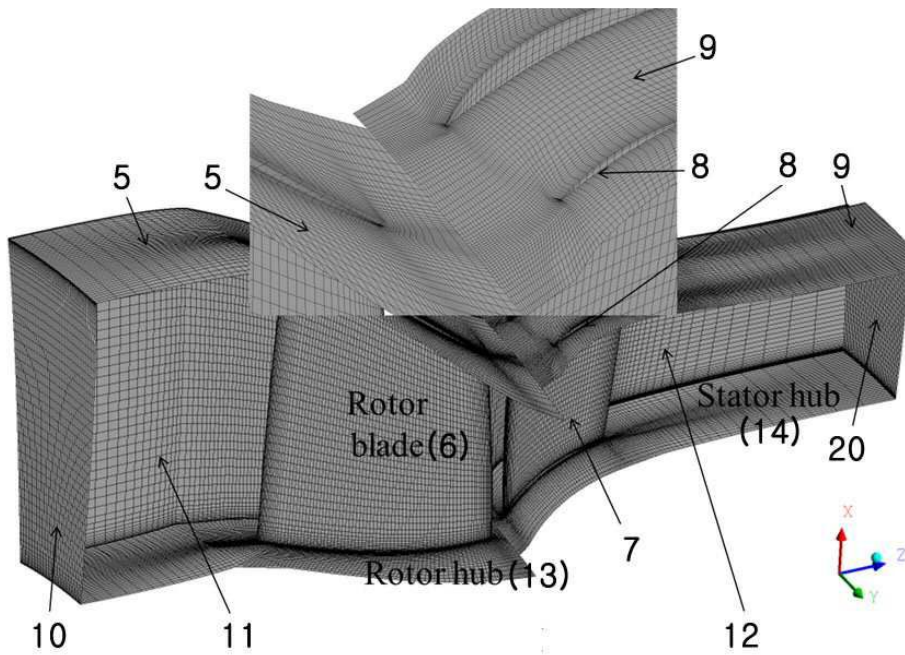
도면1



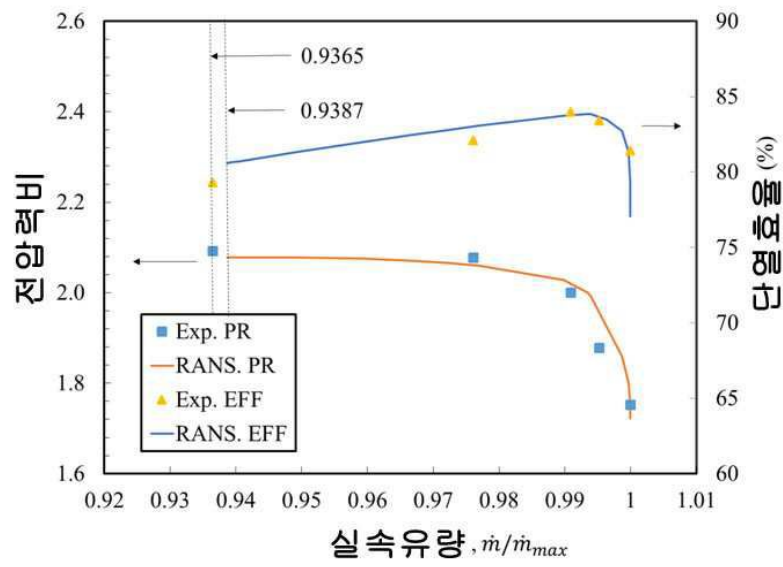
도면2



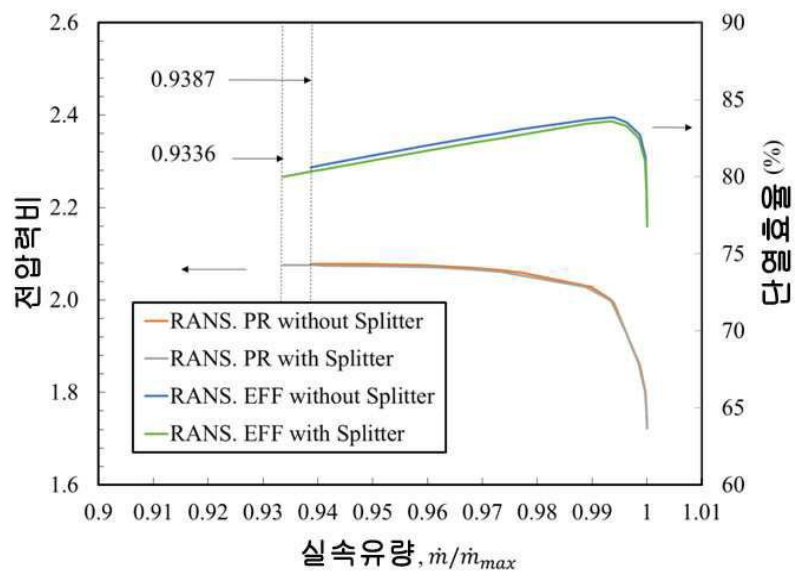
도면3



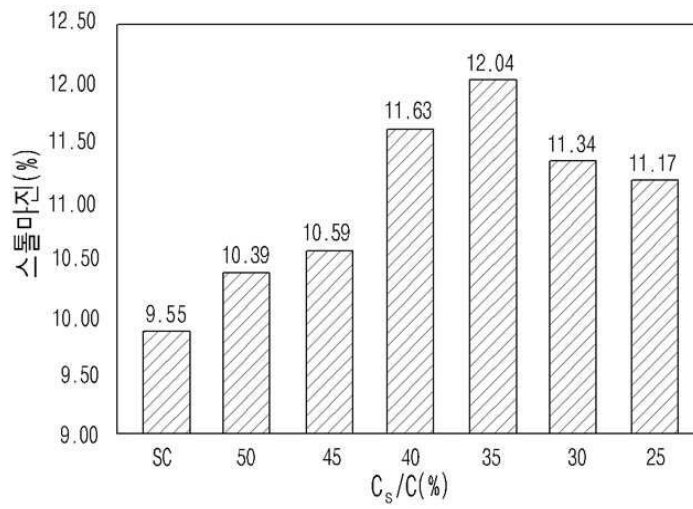
도면4



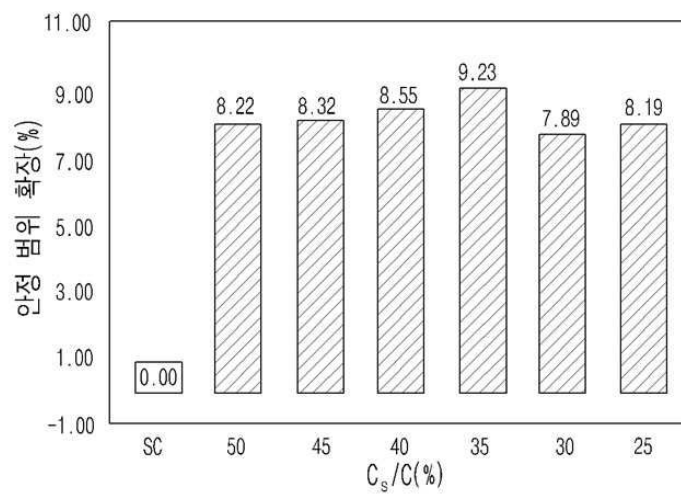
도면5



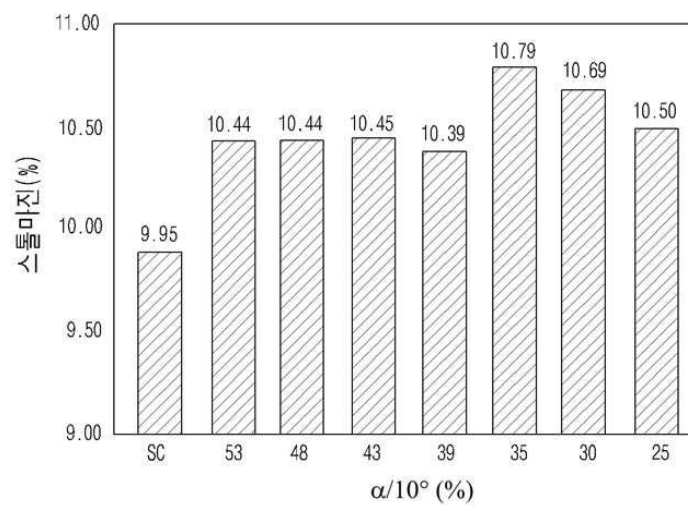
도면6a



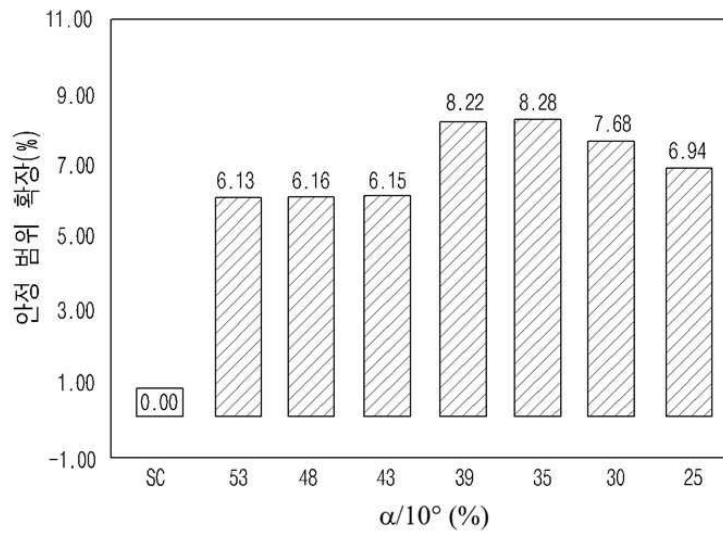
도면6b



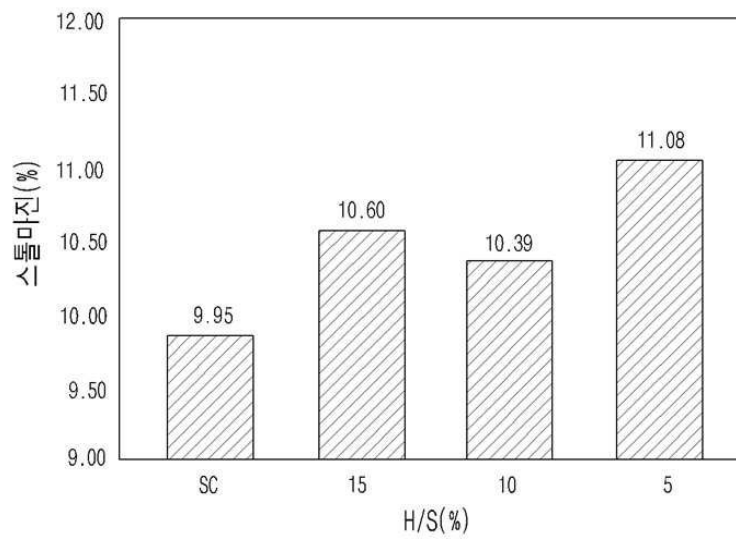
도면7a



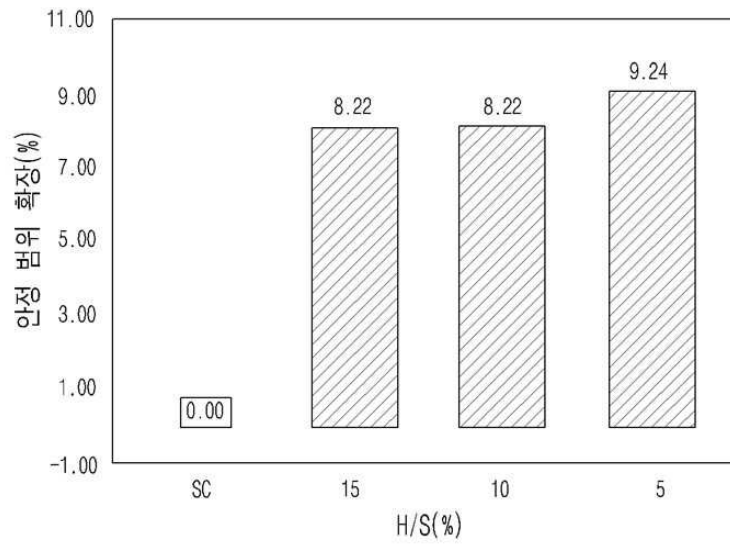
도면7b



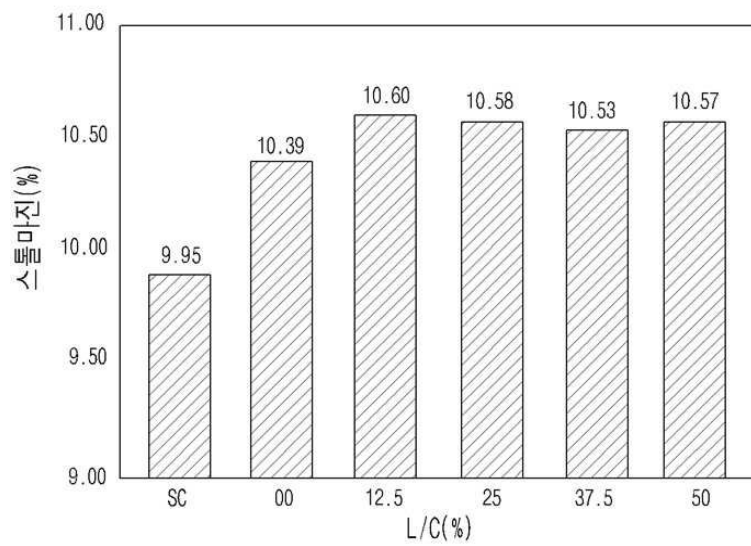
도면8a



도면8b



도면9a



도면9b

