



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년06월14일
(11) 등록번호 10-2674948
(24) 등록일자 2024년06월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
FOID 25/32 (2006.01) FOID 5/14 (2006.01)
FOID 9/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
FOID 25/32 (2013.01)
FOID 5/147 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7035753
(22) 출원일자(국제) 2020년05월01일
심사청구일자 2021년11월02일
(85) 번역문제출일자 2021년11월02일
(65) 공개번호 10-2021-0148280
(43) 공개일자 2021년12월07일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2020/018395
(87) 국제공개번호 WO 2020/250596
국제공개일자 2020년12월17일
(30) 우선권주장
JP-P-2019-108080 2019년06월10일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP63117104 A*
JP2019044723 A*
JP63280801 X2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
미츠비시 파워 가부시키키가이샤
일본 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 3초메 2-3
(72) 발명자
다카타 료
일본 1008332 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메
2반 3고 미츠비시 주교교 가부시키키가이샤 내
사사오 야스히로
일본 2208401 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나
토미라이 3초메 3반 1고 미츠비시 히타치 파워 시
스템즈 가부시키키가이샤내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한상욱, 김성환, 성재동

전체 청구항 수 : 총 13 항

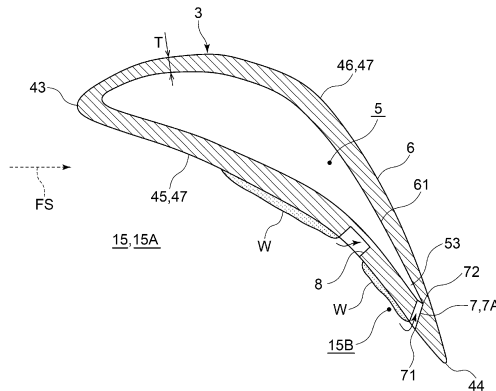
심사관 : 김희영

(54) 발명의 명칭 증기 터빈 정익, 증기 터빈 및 증기 터빈 정익의 제조 방법

(57) 요약

증기 터빈 정익은, 압력면 및 부압면을 포함하는 날개면을 갖는 날개 본체부와, 날개 본체부의 내부에 마련되는 수분 제거 유로와, 날개면에 개구되어 수분 제거 유로와 연통함과 함께, 날개 본체부의 기단부로부터 선단부를 향하는 높이 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 슬릿과, 날개면에 마련되고, 기단부로부터 높이 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 홈부이며, 적어도 일부가 적어도 하나의 슬릿에 대하여 높이 방향을 따라 중복되어 있는 적어도 하나의 홈부를 구비한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

F01D 9/02 (2013.01)

F05D 2220/32 (2013.01)

(72) 발명자

도치타니 나오토

일본 2208401 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나
토미라이 3초메 3반 1고 미즈비시 히타치 파워 시
스템즈 가부시키키가이샤내

다바타 소이치로

일본 2208401 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나
토미라이 3초메 3반 1고 미즈비시 히타치 파워 시
스템즈 가부시키키가이샤내

명세서

청구범위

청구항 1

압력면 및 부압면을 포함하는 날개면을 갖는 날개 본체부와,

상기 날개 본체부의 내부에 마련되는 수분 제거 유로와,

상기 날개 본체부의 증기 터빈 정익을 지지하는 환형 부재에 접속되는 기단부로부터 선단부를 향하는 높이 방향에 직교하는 방향에 있어서 상기 압력면에 있어서의 중앙보다도 후연측에 개구되어 상기 수분 제거 유로와 연통함과 함께, 상기 높이 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 슬릿과,

상기 높이 방향에 직교하는 방향에 있어서 상기 압력면에 있어서의 중앙보다도 후연측에 마련되고, 상기 기단부로부터 상기 높이 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 홈부이며, 적어도 일부가 상기 적어도 하나의 슬릿에 대하여 상기 높이 방향을 따라 중복되어 있는 적어도 하나의 홈부

를 구비하는, 증기 터빈 정익.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 홈부는, 상기 선단부로부터 상기 기단부를 향해 후연측으로 경사지도록 구성된, 증기 터빈 정익.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 적어도 하나의 슬릿은, 상기 높이 방향에 있어서 서로 이격하여 마련된 복수의 슬릿을 포함하는, 증기 터빈 정익.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 증기 터빈 정익은, 상기 날개면에 마련되는 오목부이며, 상기 복수의 슬릿의 각각이 개구되는 오목부를 더 구비하는, 증기 터빈 정익.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 적어도 하나의 슬릿은, 상기 적어도 하나의 홈부보다도 전연측에 마련되는, 증기 터빈 정익.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 적어도 하나의 슬릿은, 상기 적어도 하나의 홈부보다도 후연측에 마련되는, 증기 터빈 정익.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 날개 본체부는, 상기 수분 제거 유로의 주위를 둘러싸는 만곡판부이며, 두께의 최댓값과 최솟값의 차이가 상기 두께의 평균값에 대하여 40% 이내가 되도록 구성된 만곡판부를 포함하는, 증기 터빈 정익.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 만곡판부는, 상기 압력면의 적어도 일부를 포함하는 면을 갖는 압력면측 만곡판부와, 상기 부압면의 적어도 일부를 포함하는 면을 갖는 부압면측 만곡판부를 포함하고,

상기 적어도 하나의 슬릿 또는 상기 적어도 하나의 홈부 중 한쪽은, 상기 압력면측 만곡판부의 일단부와 상기 부압면측 만곡판부의 일단부를 용접에 의해 접합한 접합부를 포함하도록 구성된, 증기 터빈 정의.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 날개 본체부는, 상기 접합부보다도 후연측에 마련되는 후연부이며, 상기 후연에 이어지는 후연측 압력면과, 상기 후연측 압력면의 전단부로부터 상기 후연측 압력면에 교차하는 방향을 따라 연장되는 후연측 벽면을 갖는 후연부를 더 포함하고,

상기 적어도 하나의 홈부는, 상기 접합부를 포함함과 함께, 상기 후연측 벽면에 의해 일부가 확정되는, 증기 터빈 정의.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 날개 본체부는, 상기 접합부보다도 후연측에 마련되는 후연부이며, 상기 후연에 이어지는 후연측 압력면과, 상기 후연측 압력면의 전단부로부터 상기 후연측 압력면에 교차하는 방향을 따라 연장되는 후연측 벽면을 갖는 후연부를 더 포함하고,

상기 적어도 하나의 슬릿은, 상기 접합부를 포함함과 함께, 상기 후연측 벽면에 의해 일부가 확정되는, 증기 터빈 정의.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 부압면측 만곡판부는, 후연으로부터 전연을 향해 연장되는 연장부이며, 상기 압력면의 적어도 일부를 포함하는 면을 갖는 연장부를 포함하고,

상기 부압면측 만곡판부의 상기 일단부는, 상기 연장부의 전연측에 위치하는 전단부를 포함하고,

상기 적어도 하나의 홈부는, 상기 접합부를 포함함과 함께, 상기 연장부의 상기 전단부의 단부면에 의해 일부가 확정되는, 증기 터빈 정의.

청구항 12

제1항 또는 제2항에 기재된 증기 터빈 정의과,

상기 증기 터빈 정의를 지지하는 환형 부재와,

상기 환형 부재의 내부에 마련되는 캐비티이며, 상기 날개 본체부의 상기 수분 제거 유로 및 상기 적어도 하나의 홈부의 각각으로부터 액체가 보내지도록 구성된 캐비티를 구비하는, 증기 터빈.

청구항 13

압력면 및 부압면을 포함하는 날개면을 갖는 날개 본체부의 증기 터빈 정의를 지지하는 환형 부재에 접속되는 기단부로부터 선단부를 향하는 높이 방향에 직교하는 방향에 있어서 상기 압력면에 있어서의 중앙보다도 후연측에 개구되어 상기 날개 본체부의 내부에 마련되는 수분 제거 유로와 연통함과 함께, 상기 높이 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 슬릿을 형성하는 슬릿 형성 스텝과,

상기 높이 방향에 직교하는 방향에 있어서 상기 압력면에 있어서의 중앙보다도 후연측에 상기 기단부로부터 상기 높이 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 홈부이며, 적어도 일부가 상기 적어도 하나의 슬릿에 대하여 상기 높이 방향을 따라 중복되어 있는 적어도 하나의 홈부를 형성하는 홈부 형성 스텝

을 구비하는, 증기 터빈 정익의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는, 증기 터빈 정익, 해당 증기 터빈 정익을 구비하는 증기 터빈 및 증기 터빈 정익의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 증기 터빈의 최종단 부근에서는 증기류의 습도가 8% 이상으로 된다. 습증기류로부터 발생하는 수적에 의해 습기 손실이 발생하여, 터빈 효율이 저하된다. 또한, 습증기류로부터 발생한 수적은, 정익의 표면에 부착되어 수막을 형성한다. 상기 수막이 정익의 표면에서 수막류가 되어 정익의 후연측으로 흐르고, 정익의 후연에서 끊겨 떨어져서 조대 수적이 형성된다. 상기 조대 수적이 고속으로 회전하는 동익에 충돌하는 것이, 동익의 에로전을 일으키는 큰 원인의 하나로 되어 있다.

[0003] 증기 터빈의 습기 손실이나 에로전을 방지하기 위해서는, 정익의 표면에 부착되는 액체(수적)를 제거하는 것이 효과적이다. 종래, 정익의 표면에 부착된 액체를 제거하는 것을 목적으로 하여, 정익의 표면에 홈이나 슬릿을 마련하는 것이 행해지고 있다(특허문헌 1, 2 참조). 정익의 표면에 부착된 액체는, 홈이나 슬릿에 보내지고, 홈이나 슬릿으로부터 계외로 배출된다. 특허문헌 1에는, 정익의 표면의 1개 또는 복수의 홈을 마련하는 것이 개시되어 있다. 특허문헌 1에 기재된 홈은, 정익의 길이 방향의 일단부로부터 타단부까지 걸쳐서, 증기 터빈의 직경 방향을 향해 연장되어 있다. 특허문헌 2에는, 내부에 공동부를 갖는 중공형의 정익의 표면에, 공동부에 연통하는 1개 또는 복수의 슬릿을 마련하는 것이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 미국 특허 제6474942호 명세서
 (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 평3-26802호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 정익의 표면에 부착된 액체의 제거 효율의 향상을 도모하기 위해서, 특허문헌 1에 기재된 홈을, 정익의 표면에 높이 방향을 따라 병렬로 2개 마련하는 것을 생각할 수 있다. 그러나, 상기 홈 자체의 제거 효율이 낮기 때문에, 상기 홈을 병렬로 2개 마련하여도 액체의 제거량이 적어, 액체의 제거 효율의 향상을 도모하지 못할 우려가 있다.

[0006] 또한, 상기 액체의 제거 효율의 향상을 도모하기 위해서, 특허문헌 2에 기재된 슬릿을, 정익의 표면에 높이 방향을 따라 병렬로 2개 마련하는 것을 생각할 수 있다. 이 경우에는, 상기 축방향의 상류측에 마련된 제1 슬릿과, 상기 축방향의 하류측에 마련된 제2 슬릿의 압력차에 의해, 제1 슬릿으로부터 공동부에 흡입된 액체가, 제1 슬릿보다도 압력이 낮은 제2 슬릿으로부터 분출될(역류될) 우려가 있다. 이 때문에, 액체의 제거량을 많게 할 수 없어, 액체의 제거 효율의 향상을 도모하지 못할 우려가 있다. 액체의 역류를 방지하기 위해서, 슬릿의 폭을 넓혀서 슬릿의 흡입압을 향상시키면, 슬릿을 통해 공동부에 누설되는 구동 증기의 양이 증대되기 때문에, 증기 터빈의 성능 저하를 초래할 우려가 있다.

[0007] 상술한 사정을 감안하여 본 발명의 적어도 일 실시 형태의 목적은, 증기 터빈의 성능 저하를 방지함과 함께, 정익의 표면에 부착되는 액체의 제거 효율을 향상시킬 수 있는 증기 터빈 정익 및 해당 증기 터빈 정익을 구비하는 증기 터빈을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] (1) 본 발명의 적어도 일 실시 형태에 따른 증기 터빈 정익은,
- [0009] 압력면 및 부압면을 포함하는 날개면을 갖는 날개 본체부와,
- [0010] 상기 날개 본체부의 내부에 마련되는 수분 제거 유로와,
- [0011] 상기 날개면에 개구되어 상기 수분 제거 유로와 연통함과 함께, 상기 날개 본체부의 기단부로부터 선단부를 향하는 높이 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 슬릿과,
- [0012] 상기 날개면에 마련되고, 상기 기단부로부터 상기 높이 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 홈부이며, 적어도 일부가 상기 적어도 하나의 슬릿에 대하여 상기 높이 방향을 따라 중복되어 있는 적어도 하나의 홈부를 구비한다.
- [0013] 상기 (1)의 구성에 의하면, 증기 터빈 정익은, 정익의 표면인 날개면에 슬릿과 홈부가 마련되어 있으며, 슬릿과 홈부는, 적어도 일부가 높이 방향을 따라 중복되어 있다. 이 때문에, 슬릿과 홈부 중, 날개면의 상류측에 마련된 것(상류측 배수부)에 의해, 날개면에 집적된 액체를 제거할 수 있다. 또한, 슬릿과 홈부 중, 날개면의 하류측에 마련된 것(하류측 배수부)에 의해, 날개면의 상류측 배수부보다도 하류측에 집적한 액체를 제거할 수 있다. 즉, 상기 증기 터빈 정익은, 홈부 및 해당 홈부보다도 액체의 제거 효율이 높은 슬릿에 의해, 날개면에 부착된 액체를 제거할 수 있으므로, 날개면에 부착되는 액체의 제거 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 증기 터빈 정익은, 상류측 배수부 또는 하류측 배수부의 한쪽이, 수분 제거 유로에 연통하지 않는 홈부이기 때문에, 비교예에 따른 증기 터빈 정익과 같은, 날개면에 높이 방향을 따라 중복되어 있는 2개의 슬릿을 마련하는 구성에 비하여, 슬릿을 통해 수분 제거 유로에 누설되는 구동 증기의 양을 적게 할 수 있다. 또한, 상기 증기 터빈 정익은, 비교예에 따른 증기 터빈 정익과 같은, 날개면에 높이 방향을 따라 중복되어 있는 2개의 슬릿을 마련하는 구성과는 달리, 슬릿을 통해 수분 제거 유로로부터 액체가 역류할 우려가 없으므로, 슬릿 폭을 넓혀서 슬릿의 흡인압을 향상시킬 필요가 없다. 슬릿의 흡인압을 억제함으로써, 슬릿을 통해 수분 제거 유로에 누설되는 구동 증기의 양을 더욱 적게 할 수 있다. 따라서, 상기 증기 터빈 정익은, 슬릿을 통해 수분 제거 유로에 누설되는 구동 증기의 양을 적게 할 수 있으므로, 증기 터빈의 성능 저하를 방지할 수 있다.
- [0015] (2) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (1)에 기재된 증기 터빈 정익이며, 상기 적어도 하나의 홈부는, 상기 선단부로부터 상기 기단부를 향해 후연측으로 경사지도록 구성되었다.
- [0016] 상기 (2)의 구성에 의하면, 적어도 하나의 홈부는, 선단부로부터 기단부를 향해 후연측으로 경사지도록 구성되어 있으므로, 홈부에 저류된 액체는, 증기 터빈 내를 흐르는 증기의 흐름에 눌려서, 액체의 배출측인 기단부를 향해 흐르게 된다. 따라서, 상기 홈부는, 홈부에 저류되는 액체의 제거 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0017] (3) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (1) 또는 (2)에 기재된 증기 터빈 정익이며, 상기 적어도 하나의 슬릿은, 상기 높이 방향에 있어서 서로 이격하여 마련된 복수의 슬릿을 포함한다.
- [0018] 상기 (3)의 구성에 의하면, 복수의 슬릿의 각각은, 높이 방향에 있어서 서로 이격하여 마련되어 있으므로, 가령 단일의 슬릿이 높이 방향을 따라 연장되어 있는 경우에 비하여, 증기 터빈 정익의 슬릿 근방의 강도를 향상시킬 수 있다. 증기 터빈 정익의 슬릿 근방의 강도를 향상시킴으로써, 증기 터빈 정익의 두께를 얇게 할 수 있기 때문에, 증기 터빈 정익의 제조 비용을 저감시킬 수 있다.
- [0019] (4) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (3)에 기재된 증기 터빈 정익은, 상기 날개면에 마련되는 오목부이며, 상기 복수의 슬릿의 각각이 개구되는 오목부를 더 구비한다.
- [0020] 상기 (4)의 구성에 의하면, 서로 이격하여 마련된 복수의 슬릿의 각각은, 날개면에 마련되는 오목부에 개구되어 있으므로, 날개면에 부착된 액체는 오목부에 저류된다. 이 때문에, 상기 오목부를 구비하는 증기 터빈 정익은, 날개면에 부착된 액체가 슬릿끼리의 사이를 통과하고, 날개면의 슬릿보다도 하류측으로 흐르는 것을 방지할 수 있다. 따라서, 상기 오목부를 구비하는 증기 터빈 정익은, 날개면에 부착되는 액체의 제거 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0021] (5) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (1) 내지 (4) 중 어느 것에 기재된 증기 터빈 정익이며, 상기 적어도 하나의 슬릿은, 상기 적어도 하나의 홈부보다도 전연측에 마련된다.
- [0022] 상기 (5)의 구성에 의하면, 슬릿이 날개면으로부터 제거할 수 없던 액체나, 슬릿보다도 날개면의 후연측에 부착된 액체를, 슬릿보다도 날개면의 후연측에 마련된 홈부에 의해 제거할 수 있다.

- [0023] (6) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (1) 내지 (4) 중 어느 것에 기재된 증기 터빈 정익이며, 상기 적어도 하나의 슬릿은, 상기 적어도 하나의 홈부보다도 후연측에 마련된다.
- [0024] 상기 (6)의 구성에 의하면, 홈부가 날개면으로부터 제거할 수 없던 액체나, 홈부보다도 날개면의 후연측에 부착된 액체를, 홈부보다도 날개면의 후연측에 마련된 슬릿에 의해 제거할 수 있다. 홈부는, 슬릿으로 도달하는 액체의 양을 저감시킬 수 있고, 슬릿은, 홈부보다도 날개면에 부착된 액체의 제거 효율이 높으므로, 슬릿에 도달한 액체를 제거할 수 있다. 따라서, 상기 구성에 의하면, 슬릿을 홈부보다도 후연측에 마련함으로써, 날개면에 부착된 액체를 효과적으로 제거할 수 있다.
- [0025] (7) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (1) 내지 (6) 중 어느 것에 기재된 증기 터빈 정익이며, 상기 날개 본체부는, 상기 수분 제거 유로의 주위를 둘러싸는 만곡판부이며, 두께의 최댓값과 최솟값의 차분이 상기 두께의 평균값에 대하여 40% 이내가 되도록 구성된 만곡판부를 포함한다.
- [0026] 상기 (7)의 구성에 의하면, 만곡판부의 두께를 균등하게 함으로써, 만곡판부를 구성하는 재료의 불필요한 소비를 억제하여 만곡판부의 재료비를 저감할 수 있으므로, 정익의 제조 비용을 저감시킬 수 있다.
- [0027] (8) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (7)에 기재된 증기 터빈 정익이며, 상기 만곡판부는, 상기 압력면의 적어도 일부를 포함하는 면을 갖는 압력면측 만곡판부와, 상기 부압면의 적어도 일부를 포함하는 면을 갖는 부압면측 만곡판부를 포함하고, 상기 적어도 하나의 슬릿 또는 상기 적어도 하나의 홈부 중 한쪽은, 상기 압력면측 만곡판부의 일단부와 상기 부압면측 만곡판부의 일단부를 용접에 의해 접합한 접합부를 포함하도록 구성되었다.
- [0028] 상기 (8)의 구성에 의하면, 슬릿 또는 홈부 중 한쪽은, 압력면측 만곡판부의 일단부와 부압면측 만곡판부의 일단부를 용접에 의해 접합한 접합부를 포함한다. 즉, 슬릿 또는 홈부 중 한쪽은, 압력면측 만곡판부의 일단부와 부압면측 만곡판부의 일단부를 용접해서 만곡판부를 형성할 때에, 그 형상이 형성되도록 되어 있다. 상기 구성에 의하면, 슬릿 또는 홈부 중 한쪽을 형성하기 위해서, 별도로 절삭 등의 가공을 필요로 하지 않기 때문에, 가공비를 저감시킬 수 있고, 나아가서는 정익의 제조 비용을 저감시킬 수 있다. 또한, 상기 구성에 의하면, 절삭 등의 가공을 행하지 않고, 슬릿 또는 홈부 중 한쪽을 형성할 수 있기 때문에, 슬릿 또는 홈부 중 한쪽의 근방의 강도 저하를 방지할 수 있다.
- [0029] (9) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (8)에 기재된 증기 터빈 정익이며, 상기 날개 본체부는, 상기 접합부보다도 후연측에 마련되는 후연부이며, 상기 후연에 이어지는 후연측 압력면과, 상기 후연측 압력면의 전단부로부터 상기 후연측 압력면에 교차하는 방향을 따라 연장되는 후연측 벽면을 갖는 후연부를 더 포함하고, 상기 적어도 하나의 홈부는, 상기 접합부를 포함함과 함께, 상기 후연측 벽면에 의해 일부가 확정된다.
- [0030] 상기 (9)의 구성에 의하면, 적어도 하나의 홈부는, 접합부를 포함함과 함께, 후연측 벽면에 의해 일부가 확정된다. 즉, 홈부는, 만곡판부를 용접에 의해 형성할 때에, 후연부의 후연측 벽면을 일부로 하여, 그 형상이 형성되도록 되어 있다. 상기 홈부는, 후연측 압력면에 교차하는 방향을 따라 연장되는 후연측 벽면에 의해 일부가 확정되기 때문에, 날개면에 부착된 액체가 후연측 벽면으로부터 후연측 압력면을 향해 흐르는 것을 효과적으로 방지할 수 있다.
- [0031] (10) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (8)에 기재된 증기 터빈 정익이며, 상기 날개 본체부는, 상기 접합부보다도 후연측에 마련되는 후연부이며, 상기 후연에 이어지는 후연측 압력면과, 상기 후연측 압력면의 전단부로부터 상기 후연측 압력면에 교차하는 방향을 따라 연장되는 후연측 벽면을 갖는 후연부를 더 포함하고, 상기 적어도 하나의 슬릿은, 상기 접합부를 포함함과 함께, 상기 후연측 벽면에 의해 일부가 확정된다.
- [0032] 상기 (10)의 구성에 의하면, 적어도 하나의 슬릿은, 접합부를 포함함과 함께, 후연측 벽면에 의해 일부가 확정된다. 즉, 슬릿은, 만곡판부를 용접에 의해 형성할 때에, 후연부의 후연측 벽면을 일부로 하여, 그 형상이 형성되도록 되어 있다. 상기 슬릿은, 후연측 압력면에 교차하는 방향을 따라 연장되는 후연측 벽면에 의해 일부가 확정되기 때문에, 날개면에 부착된 액체는 후연측 벽면에서 슬릿에 의해 날개면으로부터 제거된다. 따라서, 상기 구성에 의하면, 날개면에 부착된 액체가 후연측 벽면으로부터 후연측 압력면을 향해 흐르는 것을 효과적으로 방지할 수 있다.
- [0033] (11) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (8)에 기재된 증기 터빈 정익이며, 상기 부압면측 만곡판부는, 후연부터 전연을 향해 연장되는 연장부이며, 상기 압력면의 적어도 일부를 포함하는 면을 갖는 연장부를 포함하고, 상기 부압면측 만곡판부의 상기 일단부는, 상기 연장부의 전연측에 위치하는 전단부를 포함하고, 상기 적어도 하나의 홈부는, 상기 접합부를 포함함과 함께, 상기 연장부의 상기 전단부의 단부면에 의해 일부가 확정된다.

- [0034] 상기 (11)의 구성에 의하면, 적어도 하나의 홈부는, 집합부를 포함함과 함께, 연장부의 전단부의 단부면에 의해 일부가 확정된다. 즉, 홈부는, 압력면측 만곡관부의 일단부와 연장부의 전단부를 용접해서 만곡관부를 형성할 때에, 상기 전단부의 단부면을 일부로 하여, 그 형상이 형성되도록 되어 있다. 상기 홈부는, 연장부의 전연측에 위치하는 전단부의 단부면에 의해 일부가 확정되기 때문에, 단부면에 부착된 액체가 연장부의 압력면을 향해 흐르는 것을 효과적으로 방지할 수 있다.
- [0035] (12) 본 발명의 적어도 일 실시 형태에 따른 증기 터빈은,
- [0036] 상기 (1) 내지 (11) 중 어느 것에 기재된 증기 터빈 정익과,
- [0037] 상기 증기 터빈 정익을 지지하는 환형 부재와,
- [0038] 상기 환형 부재의 내부에 마련되는 캐비티이며, 상기 날개 본체부의 상기 수분 제거 유로 및 상기 적어도 하나의 홈부의 각각으로부터 액체가 보내지도록 구성된 캐비티를 구비한다.
- [0039] 상기 (12)의 구성에 의하면, 증기 터빈은, 환형 부재의 내부에 마련되는 캐비티이며, 날개 본체부의 수분 제거 유로 및 적어도 하나의 홈부의 각각으로부터 액체가 보내지도록 구성된 캐비티를 구비하므로, 슬릿이나 홈부에 의해 날개면으로부터 제거된 액체를 캐비티에 저류할 수 있다. 슬릿이나 홈부에 의해 날개면으로부터 제거된 액체를 캐비티에 저류함으로써, 날개 본체부의 슬릿이나 수분 제거 유로에 액체가 체류하고, 슬릿이나 홈부에 의한 날개면에 부착된 액체의 제거 효율이 저하되는 것을 방지할 수 있다. 따라서, 상기 증기 터빈은, 슬릿이나 홈부에 의해 날개면에 부착된 액체를 효과적으로 제거할 수 있다.
- [0040] (13) 본 발명의 적어도 일 실시 형태에 따른 증기 터빈 정익의 제조 방법은,
- [0041] 압력면 및 부압면을 포함하는 날개면을 갖는 날개 본체부의 상기 날개면에 개구되어 상기 날개 본체부의 내부에 마련되는 수분 제거 유로와 연통함과 함께, 상기 날개 본체부의 기단부로부터 선단부를 향하는 높이 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 슬릿을 형성하는 슬릿 형성 스텝과,
- [0042] 상기 날개면에 상기 기단부로부터 상기 높이 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 홈부이며, 적어도 일부가 상기 적어도 하나의 슬릿에 대하여 상기 높이 방향을 따라 중복되어 있는 적어도 하나의 홈부를 형성하는 홈부 형성 스텝을 구비한다.
- [0043] 상기 (13)의 방법에 의하면, 증기 터빈 정익의 제조 방법은, 적어도 하나의 슬릿을 형성하는 슬릿 형성 스텝과, 적어도 하나의 홈부를 형성하는 홈부 형성 스텝을 구비한다. 증기 터빈 정익의 제조 방법에 의해 제조된 증기 터빈 정익은, 정익의 표면인 날개면에 슬릿과 홈부가 마련되어 있으며, 슬릿과 홈부는, 적어도 일부가 높이 방향을 따라 중복되어 있다. 따라서, 증기 터빈 정익의 제조 방법에 의해 제조된 증기 터빈 정익은, 날개면에 부착되는 액체의 제거 효율을 향상시킬 수 있음과 함께, 증기 터빈의 성능 저하를 방지할 수 있다.

발명의 효과

- [0044] 본 발명의 적어도 일 실시 형태에 의하면, 증기 터빈의 성능 저하를 방지함과 함께, 정익의 표면에 부착되는 액체의 제거 효율을 향상시킬 수 있는 증기 터빈 정익 및 해당 증기 터빈 정익을 구비하는 증기 터빈이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0045] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 증기 터빈 정익을 구비하는 증기 터빈의 축방향을 따른 개략 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 증기 터빈 정익을 구비하는 증기 터빈의 축방향을 따른 개략 부분 확대 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다.
- 도 4는 비교예에 따른 증기 터빈 정익의 축방향을 따른 개략도이다.
- 도 5는 비교예에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 증기 터빈 정익 및 비교예에 따른 증기 터빈 정익의 슬릿 폭과 증기의 흡인량의 관계를 설명하기 위한 설명도이다.
- 도 7은 제1 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 축방향을 따른 개략도이다.

- 도 8은 제2 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 축방향을 따른 개략도이다.
- 도 9는 제2 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다.
- 도 10은 제3 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 축방향을 따른 개략도이다.
- 도 11은 제3 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다.
- 도 12는 제4 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다.
- 도 13은 제5 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다.
- 도 14는 제6 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다.
- 도 15는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 증기 터빈 정익의 제조 방법의 일례를 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0046] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 몇몇 실시 형태에 대하여 설명한다. 단, 실시 형태로서 기재되어 있거나 또는 도면에 도시되어 있는 구성 부품의 치수, 재질, 형상, 그 상대적 배치 등은, 본 발명의 범위를 이것에 한정하는 취지가 아니라, 단순한 설명예에 불과하다.
- [0047] 예를 들어, 「어떤 방향으로」, 「어떤 방향을 따라」, 「평행」, 「직교」, 「중심」, 「동심」 혹은 「동축」 등의 상대적 혹은 절대적인 배치를 나타내는 표현은, 엄밀하게 그와 같은 배치를 나타낼 뿐만 아니라, 공차, 혹은 동일한 기능이 얻어질 정도의 각도나 거리로 상대적으로 변위하고 있는 상태도 나타내는 것으로 한다.
- [0048] 예를 들어, 「동일」, 「동등하다」 및 「균질」 등의 사물이 동등한 상태를 나타내는 표현은, 엄밀하게 동등한 상태를 나타낼 뿐만 아니라, 공차, 혹은 동일한 기능이 얻어질 정도의 차가 존재하고 있는 상태도 나타내는 것으로 한다.
- [0049] 예를 들어, 사각 형상이나 원통 형상 등의 형상을 나타내는 표현은, 기하학적으로 엄밀한 의미에서의 사각 형상이나 원통 형상 등의 형상을 나타낼 뿐만 아니라, 동일한 효과가 얻어지는 범위에서, 요철부나 모따기부 등을 포함하는 형상도 나타내는 것으로 한다.
- [0050] 한편, 하나의 구성 요소를 「구비하다」, 「포함하다」, 또는 「갖는다」라고 하는 표현은, 다른 구성 요소의 존재를 제외한 배타적인 표현은 아니다.
- [0051] 또한, 마찬가지로의 구성에 대해서는 동일한 부호를 부여하고 설명을 생략하는 경우가 있다.
- [0052] 도 1은, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 증기 터빈 정익을 구비하는 증기 터빈의 축방향을 따른 개략 단면도이다. 도 1 및 후술하는 도 2 내지 5, 7 내지 14에 기재된 화살표 FS는, 증기가 흐르는 방향을 개략적으로 나타내고 있다. 이하, 증기 터빈 정익을 단순히 정익이라 하는 경우가 있고, 증기 터빈 동익을 단순히 동익이라 하는 경우가 있다.
- [0053] 도 1에 도시된 바와 같이, 증기 터빈(1)은, 축선 LA의 둘레로 회전 가능하게 구성되는 로터(11)와, 로터(11)에 기계적으로 연결되는 적어도 하나의 동익(12)과, 로터(11) 및 동익(12)을 회전 가능하게 수용하는 환형 부재(13)와, 동익(12)에 간극을 두고 대향하도록 배치됨과 함께, 환형 부재(13)에 기계적으로 연결되는 적어도 하나의 정익(3)을 구비한다. 로터(11)는, 베어링(14)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다.
- [0054] 환형 부재(13)는, 로터(11)와의 사이에 내측 공간(15)을 획정하고 있다. 환형 부재(13)나 정익(3)은, 로터(11)나 동익(12)의 회전에 연동하지 않고 정지되어 있다. 정익(3)은, 환형 부재(13)로부터 로터(11)를 향해 내측 공간(15)을 횡단하도록, 직경 방향(증기 터빈(1)의 축선 LA에 직교하는 방향)을 따라 연장되어 있다. 동익(12)은, 로터(11)로부터 환형 부재(13)를 향해 내측 공간(15)을 횡단하도록, 직경 방향을 따라 연장되어 있다.
- [0055] 증기 터빈(1)은, 도 1에 도시된 바와 같이, 환형 부재(13)를 지지함과 함께, 환형 부재(13)를 수용하는 케이싱(16)을 더 구비한다. 케이싱(16)은, 내부에 배기실(17)을 획정하고 있다. 또한, 케이싱(16)은, 내측 공간(15)에 증기를 도입하기 위한 증기 입구(18)와, 증기를 증기 터빈(1)의 외부로 배출하기 위한 증기 출구(19)가 형성되어 있다.
- [0056] 도시된 실시 형태에서는, 증기 입구(18)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 증기 도입 라인(20)을 통해, 증기를 발생시키는 증기 발생 장치(21)로부터 배출된 증기가 유입 가능하게 구성되어 있다. 증기 발생 장치(21)로서는, 보

일터 등을 들 수 있다. 증기 도입 라인(20)으로서는, 증기 입구(18)와 증기 발생 장치(21)를 접속하는 증기 공급관 등을 들 수 있다. 내측 공간(15)에는, 증기 발생 장치(21)로부터 배출되어, 증기 입구(18)를 통과한 증기가 유입된다.

- [0057] 내측 공간(15)에 도입된 증기는, 주로 축방향(증기 터빈(1)의 축선 LA가 연장되는 방향)을 따라 흐른다. 이하, 증기의 흐름 방향에 있어서의 상류측을 단순히 상류측이라 하는 경우가 있고, 증기의 흐름 방향에 있어서의 하류측을 단순히 하류측이라 하는 경우가 있다.
- [0058] 증기 터빈(1)은, 내측 공간(15)을 축방향을 따라 흐르는 증기를 작동 유체라 하고, 작동 유체가 갖는 에너지를, 로터(11)의 회전 에너지로 변환하도록 구성되어 있다. 도시된 실시 형태에서는, 정익(3)의 익렬과 동익(12)의 익렬의 조합을 하나의 단락으로 했을 때에, 증기 터빈(1)은, 복수의 단락을 구비하고 있다. 각 단락의 정익(3)의 각각은, 둘레 방향을 따라 소정의 간격을 두고 배치되어 있다. 각 단락의 동익(12)의 각각은, 로터(11)의 둘레 방향을 따라 소정의 간격을 두고 배치되어 있다. 각 단락의 정익(3)은, 증기가 해당 단락의 정익(3) 사이를 통과할 때에 증기를 정류하고, 각 단락의 동익(12)은, 정익(3)에 의해 정류된 증기를 받아서, 증기로부터 받는 힘을 회전력으로 변환하고, 로터(11)를 회전시킨다. 로터(11)의 회전에 의해, 로터(11)에 기계적으로 접속된 도시하지 않은 발전기가 구동된다.
- [0059] 배기실(17)은, 도 1에 도시된 바와 같이, 내측 공간(15)의 하류측에 위치하고 있다. 내측 공간(15)에서 정익(3)이나 동익(12)을 통과한 증기는, 증기의 흐름 방향의 가장 하류측에 위치하는 동익인 최종단 동익(12A)보다도, 하류측에 위치하는 배기실 입구(22)로부터 배기실(17)에 유입되고, 배기실(17)을 통과한 후에, 상술한 증기 출구(19)로부터 증기 터빈(1)의 외부로 배출된다.
- [0060] 도 2는, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 증기 터빈 정익을 구비하는 증기 터빈의 축방향을 따른 개략 부분 확대 단면도이다. 도 3은, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다.
- [0061] 정익(3)은, 도 2에 도시된 바와 같이, 높이 방향(도 2 중 상하 방향)을 따라 연장되는 날개 본체부(4)를 포함한다. 도시된 실시 형태에서는, 날개 본체부(4)는, 높이 방향의 일단부에 마련되는 기단부(41)와, 높이 방향의 타단부에 마련되는 선단부(42)를 갖고 있다. 기단부(41)는, 상술한 환형 부재(13)에 접속되고, 선단부(42)는, 환형 부재(13)보다도 직경이 작은 환형의 다이어프램(23)에 접속되어 있다.
- [0062] 날개 본체부(4)는, 도 3에 도시된 바와 같이, 전연(43)과 후연(44) 사이에 연장되는 일면인 압력면(45)과, 전연(43)과 후연(44) 사이에 연장되는 다른 면인 부압면(46)을 포함하는 날개면(47)을 갖고 있다. 압력면(45)은, 오목형으로 만곡하는 면을 포함하고, 부압면(46)은, 볼록형으로 만곡하는 면을 포함하고 있다.
- [0063] 정익(3)은, 내측 공간(15) 중 습증기류가 흐르는 영역(15A)에 배치된다. 어떤 실시 형태에서는, 영역(15A)은, 증기 터빈(1)의 운전 중에 증기류의 습도가 5% 이상의 조건을 충족하는 영역이다. 날개 본체부(4)는, 증기의 흐름 방향에 있어서, 전연(43)이 상류측에 후연(44)이 하류측에 위치하도록 배치된다. 압력면(45)은, 증기를 받도록, 증기의 흐름 방향에 대하여 교차하도록 배치된다. 습증기류에 포함되는 수분은, 날개면(47)(압력면(45) 및 부압면(46))에 수적(액체)이 되어 부착된다.
- [0064] 날개 본체부(4)는, 도 3에 도시된 바와 같이, 그 내부에 수분 제거 유로(5)가 형성되어 있다. 도시된 실시 형태에서는, 날개 본체부(4)는, 수분 제거 유로(5)의 주위를 둘러싸는 만곡판부(6)를 포함한다. 수분 제거 유로(5)는, 날개면(47)을 갖는 만곡판부(6)의 날개면(47)과는 반대에 위치하는 내면(61)에 의해 획정된다. 또한, 다른 몇몇 실시 형태에서는, 중실형의 날개 본체부(4)에 수분 제거 유로(5)를 형성해도 된다.
- [0065] 수분 제거 유로(5)는, 도 2에 도시된 바와 같이, 기단부(41)에 개구된 기단측 개구부(51)로부터 높이 방향을 따라 선단부(42)를 향해 연장되어 있다. 도시된 실시 형태에서는, 수분 제거 유로(5)는, 기단측 개구부(51)로부터 선단부(42)에 개구된 선단측 개구부(52)까지 걸쳐서 연장되어 있다.
- [0066] 정익(3)은, 도 3에 도시된 바와 같이, 날개면(47)에 개구되어 수분 제거 유로(5)와 연통하는 적어도 하나의 슬릿(7)과, 날개면(47)에 마련되는 적어도 하나의 홈부(8)를 구비한다. 적어도 하나의 홈부(8)는, 수분 제거 유로(5)에 연통하지 않도록 구성되어 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 적어도 하나의 슬릿(7)은, 날개 본체부(4)의 기단부(41)로부터 선단부(42)를 향하는 높이 방향을 따라 연장되어 있다. 또한, 적어도 하나의 홈부(8)는, 날개 본체부(4)의 기단부(41)로부터 높이 방향을 따라 연장되어 있으며, 적어도 일부가 적어도 하나의 슬릿(7)에 대하여 높이 방향을 따라 중복되어 있다.

- [0067] 도 2에 도시된 바와 같이, 환형 부재(13)의 내부에는, 액체를 저류 가능한 캐비티(24)가 마련되어 있다. 캐비티(24)는, 날개 본체부(4)의 수분 제거 유로(5) 및 적어도 하나의 홈부(8)의 각각으로부터 액체 W가 보내지도록 구성되어 있다. 도시된 실시 형태에서는, 환형 부재(13)의 내부에는, 수분 제거 유로(5)와 캐비티(24)를 연통시키는 제1 연통 구멍(131)과, 홈부(8)와 캐비티(24)를 연통시키는 제2 연통 구멍(132)과, 캐비티(24)와 배기실(17)을 연통시키는 제3 연통 구멍(133)이 형성되어 있다. 증기 터빈(1)의 운전 중에, 배기실(17)은, 캐비티(24)보다도 저압으로 되어 있으며, 캐비티(24)는 수분 제거 유로(5)보다도 저압으로 되어 있다. 그리고, 수분 제거 유로(5)는, 영역(15A)의 날개면(47)에 면하는 부분(15B)보다도 저압으로 되어 있다.
- [0068] 날개면(47)의 슬릿(7)보다도 전연(43)측에 부착된 액체 W는, 영역(15A)의 날개면(47)에 면하는 부분(15B)과 수분 제거 유로(5) 사이의 차압에 의해, 슬릿(7)을 통해 수분 제거 유로(5)에 흡인된다. 수분 제거 유로(5)에 흡인된 액체 W는, 수분 제거 유로(5)와 캐비티(24) 사이의 차압에 의해, 제1 연통 구멍(131)을 통해 캐비티(24)에 흡인된다.
- [0069] 날개면(47)의 홈부(8)보다도 전연(43)측에 부착된 액체 W는, 영역(15A)을 흐르는 증기의 흐름에 눌러서, 홈부(8)에 들어간다. 홈부(8)에 들어간 액체 W는, 홈부(8)와 캐비티(24) 사이의 차압에 의해, 제2 연통 구멍(132)을 통해 캐비티(24)에 흡인된다.
- [0070] 캐비티(24)에 저류된 액체 W는, 캐비티(24)와 배기실(17) 사이의 차압에 의해, 제3 연통 구멍(133)을 통해 배기실(17)로 배출된다. 다른 몇몇 실시 형태에서는, 증기 터빈(1)의 외부에 액체 W를 배출해도 되고, 예를 들어 흡인 펌프 등의 도시하지 않은 흡인 장치에 의해 액체 W를 흡인하도록 구성해도 된다.
- [0071] 도 2에 도시된 실시 형태에서는, 슬릿(7) 및 홈부(8)의 각각은, 높이 방향에 있어서 중앙보다도 기단부(41)측에 마련된다. 다른 몇몇 실시 형태에서는, 슬릿(7) 및 홈부(8)의 각각은, 높이 방향에 있어서 중앙보다도 선단부(42)측까지 연장되어도 되고, 높이 방향에 있어서의 전체 길이에 걸쳐 연장되어도 된다.
- [0072] 도 3에 도시된 실시 형태에서는, 슬릿(7) 및 홈부(8)의 각각은, 압력면(45)에 있어서의 중앙보다도 후연(44)측에 마련된다. 슬릿(7)은, 압력면(45)에 입구 개구(71)가 개구되고, 만곡판부(6)의 내면(61)에 수분 제거 유로(5)의 후연측 단부(53)에 연통하는 출구 개구(72)가 개구되어 있다. 홈부(8)는, 슬릿(7)보다도 전연(43)측에 마련된다.
- [0073] 다른 몇몇 실시 형태에서는, 슬릿(7) 및 홈부(8)의 각각은, 압력면(45)에 있어서의 중앙보다도 전연(43)측이나, 부압면(46)에 마련하여도 되지만, 액체(수막류)가 집적되는 것은, 압력면(45)에 있어서의 후연(44)측이기 때문에, 부압면(46)보다도 압력면(45)이 바람직하고, 압력면(45)에 있어서의 후연(44) 근처에 마련하는 것이 바람직하다. 또한, 홈부(8)는, 슬릿(7)보다도 후연(44)측에 마련하여도 된다.
- [0074] 도 4는, 비교예에 따른 증기 터빈 정익의 축방향을 따른 개략도이다. 도 5는, 비교예에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다.
- [0075] 비교예에 따른 정익(30)은, 도 4, 5에 도시된 바와 같이, 압력면(45)(날개면(47))에 홈부(8) 대신에 제2 슬릿(70)이 마련되어 있는 점에 있어서, 도 2, 3에 도시된 바와 같은 정익(3)과 다른 것이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 제2 슬릿(70)은, 슬릿(7)과 마찬가지로, 수분 제거 유로(5)에 연통하고 있다. 슬릿(7)은, 제2 슬릿(70)보다도 후연(44)측에 마련되어 있으며, 제2 슬릿(70)보다도 저압으로 되어 있다. 이 경우에는, 제2 슬릿(70)에 의해 날개면(47)에 부착된 액체 W가 수분 제거 유로(5)에 흡인되지만, 슬릿(7)과 제2 슬릿(70) 사이의 차압에 의해, 수분 제거 유로(5)에 흡인된 액체 W가, 슬릿(7)으로부터 분출할(역류할) 우려가 있다.
- [0076] 도 6은, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 증기 터빈 정익 및 비교예에 따른 증기 터빈 정익의 슬릿 폭과 증기의 흡인량의 관계를 설명하기 위한 설명도이다. 도 6에서는, 슬릿(7)이나 제2 슬릿(70)의 슬릿 폭을 횡축으로 하고, 슬릿(7)이나 제2 슬릿(70)을 통해 정익(3)의 외부로부터 수분 제거 유로(5)에 흡인되는 증기의 흡인량을 종축으로 하고 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 슬릿 폭을 크게 하면, 수분 제거 유로(5)에 흡인되는 증기의 흡인량이 증대한다. 또한, 하나의 슬릿(7)이 수분 제거 유로(5)에 연통하는 정익(3)은, 2개의 슬릿(슬릿(7) 및 제2 슬릿(70))이 수분 제거 유로(5)에 연통하는 정익(30)에 비하여, 임의의 슬릿 폭에 대응하는 증기의 흡인량이 작아져 있다. 즉, 정익(3)은, 정익(30)에 비하여, 수분 제거 유로(5)에 흡인되는 증기의 흡인량을 저감시킬 수 있다. 수분 제거 유로(5)에 흡인되는 증기의 흡인량을 저감함으로써, 동익(12)을 회전시키는 구동 증기의 양의 저감을 방지할 수 있기 때문에, 증기 터빈(1)의 성능 저하를 방지할 수 있다.
- [0077] 상술한 바와 같이, 몇몇 실시 형태에 따른 정익(3)은, 예를 들어 도 2, 3에 도시된 바와 같이, 상술한 날개 본

체부(4)와, 상술한 수분 제거 유로(5)와, 상술한 적어도 하나의 슬릿(7)과, 적어도 일부가 적어도 하나의 슬릿(7)에 대하여 높이 방향을 따라 중복되어 있는 상술한 적어도 하나의 홈부(8)를 구비한다.

- [0078] 도시된 실시 형태에서는, 도 2에 도시된 바와 같이, 적어도 하나의 슬릿(7)은, 높이 방향을 따라 연장되어 있는 단일의 슬릿(7A)을 포함한다. 적어도 하나의 홈부(8)는, 그 횡단면 형상이 U자형으로 형성되어 있으며, 기단부(41)에 개구된 개구 단부(81)를 갖고 있다.
- [0079] 상기 구성에 의하면, 정익(3)은, 정익(3)의 표면인 날개면(47)에 슬릿(7)과 홈부(8)가 마련되어 있으며, 슬릿(7)과 홈부(8)는, 적어도 일부가 높이 방향을 따라 중복되어 있다. 이 때문에, 슬릿(7)과 홈부(8) 중, 날개면(47)의 상류측(전연(43)측)에 마련된 것(상류측 배수부)에 의해, 날개면(47)에 집적한 액체 W를 제거할 수 있다. 또한, 슬릿(7)과 홈부(8) 중, 날개면(47)의 하류측(후연(44)측)에 마련된 것(하류측 배수부)에 의해, 날개면(47)의 상기 상류측 배수부보다도 하류측에 집적한 액체 W를 제거할 수 있다. 즉, 정익(3)은, 홈부(8) 및 해당 홈부(8)보다도 액체 W의 제거 효율이 높은 슬릿(7)에 의해, 날개면(47)에 부착된 액체 W를 제거할 수 있으므로, 날개면(47)에 부착되는 액체 W의 제거 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0080] 또한, 정익(3)은, 상기 상류측 배수부 또는 상기 하류측 배수부의 한쪽이, 수분 제거 유로(5)에 연통하지 않는 홈부(8)이기 때문에, 비교예에 따른 정익(30)과 같이, 날개면(47)에 높이 방향을 따라 중복되어 있는 2개의 슬릿(슬릿(7), 제2 슬릿(70))을 마련하는 구성에 비하여, 슬릿을 통해 수분 제거 유로(5)에 누설되는 구동 증기의 양을 적게 할 수 있다. 또한, 정익(3)은, 비교예에 따른 정익(30)과 같이, 날개면(47)에 높이 방향을 따라 중복되어 있는 2개의 슬릿을 마련하는 구성과는 달리, 슬릿(7)을 통해 수분 제거 유로(5)로부터 액체 W가 역류할 우려가 없으므로, 슬릿 폭을 넓혀서 슬릿(7)의 흡인압을 향상시킬 필요가 없다. 슬릿(7)의 흡인압을 억제함으로써, 슬릿(7)을 통하여 수분 제거 유로(5)에 누설되는 구동 증기의 양을 더욱 적게 할 수 있다. 따라서, 정익(3)은, 슬릿(7)을 통하여 수분 제거 유로(5)에 누설되는 구동 증기의 양을 적게 할 수 있으므로, 증기 터빈(1)의 성능 저하를 방지할 수 있다.
- [0081] 몇몇 실시 형태에서는, 예를 들어 도 2에 도시된 바와 같이, 상술한 적어도 하나의 홈부(8)는, 선단부(42)로부터 기단부(41)를 향해 후연(44)측으로 경사지도록 구성되어 있다. 이 경우에는, 적어도 하나의 홈부(8)는, 선단부(42)로부터 기단부(41)를 향해 후연(44)측으로 경사지도록 구성되어 있으므로, 홈부(8)에 저류되는 액체 W는, 증기류가 흐르는 영역(15A)(증기 터빈(1) 내)을 흐르는 증기의 흐름에 눌러서, 액체 W의 배출측인 기단부(41)측을 향해 흐르게 된다. 따라서, 상기 홈부(8)는, 홈부(8)에 저류되는 액체의 제거 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0082] 도 7은, 제1 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 축방향을 따른 개략도이다. 도 8은, 제2 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 축방향을 따른 개략도이다. 도 9는, 제2 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다.
- [0083] 몇몇 실시 형태에서는, 예를 들어 도 7, 8에 도시된 바와 같이, 적어도 하나의 슬릿(7)은, 높이 방향에 있어서 서로 이격하여 마련된 복수의 슬릿(7B)을 포함한다. 도시된 실시 형태에서는, 복수의 슬릿(7B)의 각각은, 높이 방향을 따라 직렬로 배치되고, 높이 방향을 따라 연장되어 있다.
- [0084] 상기 구성에 의하면, 복수의 슬릿(7B)의 각각은, 높이 방향에 있어서 서로 이격하여 설치되어 있기 때문에, 가령 단일의 슬릿(7A)이 높이 방향을 따라 연장되어 있는 경우에 비하여, 정익(3)의 슬릿(7) 근방의 강도를 향상시킬 수 있다. 정익(3)의 슬릿(7) 근방의 강도를 향상시킴으로써, 정익(3)의 두께를 얇게 할 수 있기 때문에, 정익(3)의 제조 비용을 저감시킬 수 있다.
- [0085] 몇몇 실시 형태에서는, 상술한 정익(3)은, 예를 들어 도 8, 9에 도시된 바와 같이, 날개면(47)에 마련되는 오목부(9)이며, 복수의 슬릿(7B)의 각각이 개구되는 오목부(9)를 구비한다. 도시된 실시 형태에서는, 오목부(9)는, 날개 본체부(4)의 기단부(41)로부터 높이 방향을 따라 연장되어 있으며, 적어도 일부가 적어도 하나의 홈부(8)에 대하여 높이 방향을 따라 중복되어 있다. 오목부(9)는, 그 횡단면 형상이 U자형으로 형성되어 있으며, 기단부(41)에 개구된 개구 단부(91)를 갖고 있다. 복수의 슬릿(7B)의 각각은, 오목부(9)의 저부에 입구 개구(71)가 개구되어 있다.
- [0086] 도 8에 도시된 실시 형태에서는, 오목부(9)는, 높이 방향에 있어서 중앙보다도 기단부(41)측에 마련된다. 다른 몇몇 실시 형태에서는, 오목부(9)는, 높이 방향에 있어서 중앙보다도 선단부(42)측까지 연장되어도 되고, 높이 방향에 있어서의 전체 길이에 걸쳐 연장되어도 된다.
- [0087] 상기 구성에 의하면, 서로 이격하여 마련된 복수의 슬릿(7B)의 각각은, 날개면(47)에 마련되는 오목부(9)에 개

구되어 있으므로, 날개면(47)에 부착된 액체 W는, 영역(15A)을 흐르는 증기의 흐름에 눌러서, 오목부(9)에 들어가고, 오목부(9)에 저류된다. 이 때문에, 오목부(9)를 구비하는 정익(3)은, 날개면(47)에 부착된 액체 W가 슬릿(7B)끼리의 사이를 통과하고, 날개면(47)의 슬릿(7B)보다도 하류측에 흐르는 것을 방지할 수 있다. 따라서, 오목부(9)를 구비하는 정익(3)은, 날개면(47)에 부착되는 액체 W의 제거 효율을 향상시킬 수 있다.

[0088] 몇몇 실시 형태에서는, 도 8에 도시된 바와 같이, 상술한 오목부(9)는, 선단부(42)로부터 기단부(41)를 향해 후연(44)측으로 경사지도록 구성되어 있다. 이 경우에는, 오목부(9)는, 선단부(42)로부터 기단부(41)를 향해 후연(44)측으로 경사지도록 구성되어 있으므로, 오목부(9)에 저류되는 액체 W는, 증기류가 흐르는 영역(15A)(증기 터빈(1) 내)을 흐르는 증기의 흐름에 눌러서, 액체 W의 배출측인 기단부(41)측을 향해 흐르게 된다. 기단부(41)측을 향해 흐른 액체 W는, 기단부(41)측에 위치하는 슬릿(7B)을 통과하거나, 기단부(41)에 개구된 개구 단부(91)로부터 배출되거나 하여, 캐비티(24)에 보내진다. 따라서, 상기 오목부(9)는, 오목부(9)에 저류되는 액체 W의 제거 효율을 향상시킬 수 있다.

[0089] 도 10은, 제3 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 축방향을 따른 개략도이다. 도 11은, 제3 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다. 도 12는, 제4 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다. 도 13은, 제5 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다. 도 14는, 제6 변형예에 따른 증기 터빈 정익의 높이 방향에 직교하는 방향을 따른 개략 단면도이다.

[0090] 몇몇 실시 형태에서는, 도 10 내지 13에 도시된 바와 같이, 상술한 슬릿(7)은, 상술한 홈부(8)보다도 전연(43)측에 마련된다. 이 경우에는, 슬릿(7)이 날개면(47)으로부터 제거할 수 없던 액체 W나, 슬릿(7)보다도 날개면(47)의 후연(44)측에 부착된 액체 W를, 슬릿(7)보다도 날개면(47)의 후연(44)측에 마련된 홈부(8)에 의해 제거할 수 있다.

[0091] 몇몇 실시 형태에서는, 도 2, 3, 7 내지 9, 14에 도시된 바와 같이, 상술한 슬릿(7)은, 상술한 홈부(8)보다도 후연(44)측에 마련된다. 이 경우에는, 홈부(8)가 날개면(47)으로부터 제거할 수 없던 액체 W나, 홈부(8)보다도 날개면(47)의 후연(44)측에 부착된 액체 W를, 홈부(8)보다도 날개면(47)의 후연(44)측에 마련된 슬릿(7)에 의해 제거할 수 있다. 홈부(8)는, 슬릿(7)으로 도달하는 액체 W의 양을 저감시킬 수 있어, 슬릿(7)은, 홈부(8)보다도 날개면(47)에 부착된 액체 W의 제거 효율이 높으므로, 슬릿(7)에 도달한 액체 W를 제거할 수 있다. 따라서, 상기 구성에 의하면, 슬릿(7)을 홈부(8)보다도 후연(44)측에 마련함으로써, 날개면(47)에 부착된 액체 W를 효과적으로 제거할 수 있다.

[0092] 몇몇 실시 형태에서는, 도 3, 9, 11 내지 14에 도시된 바와 같이, 상술한 날개 본체부(4)는, 수분 제거 유로(5)의 주위를 둘러싸는 상술한 만곡판부(6)이며, 두께 T의 최댓값과 최솟값의 차분이 두께 T의 평균값에 대하여 40% 이내가 되도록 구성된 만곡판부(6)를 포함한다. 이 경우에는, 만곡판부(6)의 두께 T를 균등하게 함으로써, 만곡판부(6)를 구성하는 재료의 불필요한 소비를 억제하여 만곡판부(6)의 재료비를 저감할 수 있으므로, 정익(3)의 제조 비용을 저감시킬 수 있다.

[0093] 몇몇 실시 형태에서는, 상술한 만곡판부(6)를 포함하는 날개 본체부(4)는, 적어도 1매의 판금을 판금 가공함으로써, 그 형상이 형성되는 판금 부품이다. 이 경우에는, 1매 또는 복수매의 판금(예를 들어 압연 등에 의해 얇게 평평한 형상으로 형성된 금속 판재)을 판금 가공(절단 가공, 굽힘 가공, 용접 등)함으로써, 만곡판부(6)를 포함하는 날개 본체부(4)를 형성할 수 있기 때문에, 날개 본체부(4)의 재료비나 가공비를 저감시킬 수 있다. 따라서, 상기 구성에 의하면, 날개 본체부(4)의 재료비나 가공비를 저감할 수 있으므로, 정익(3)의 제조 비용을 저감시킬 수 있다.

[0094] 몇몇 실시 형태에서는, 도 10 내지 14에 도시된 바와 같이, 상술한 만곡판부(6)는, 상술한 압력면(45)의 적어도 일부를 포함하는 면(621)을 갖는 압력면측 만곡판부(62)와, 상술한 부압면(46)의 적어도 일부를 포함하는 면(631)을 갖는 부압면측 만곡판부(63)를 포함한다. 상술한 적어도 하나의 슬릿(7) 또는 상술한 적어도 하나의 홈부(8) 중 한쪽은, 압력면측 만곡판부(62)의 일단부(622)와 부압면측 만곡판부(63)의 일단부(632)를 용접에 의해 접합한 접합부 WP를 포함하도록 구성되었다.

[0095] 도시된 실시 형태에서는, 도 10 내지 14에 도시된 바와 같이, 압력면측 만곡판부(62)와 부압면측 만곡판부(63)는, 1매의 판금을 전연(43)이 형성되도록 V자형으로 구부림으로써, 각각의 형상이 형성되어 있다. 그 후, 압력면측 만곡판부(62)의 일단부(622)(후단부)와 부압면측 만곡판부(63)의 일단부(632)(후단부)를 용접에 의해 접합함으로써, 상술한 만곡판부(6)와, 슬릿(7) 또는 홈부(8) 중 한쪽이 형성되어 있다. 또한, 다른 몇몇 실시 형태

에서는, 만곡판부(6)는, 복수매의 판금을 용접에 의해 접합함으로써, 그 형상이 형성되도록 해도 된다.

- [0096] 상기 구성에 의하면, 슬릿(7) 또는 홈부(8) 중 한쪽은, 압력면측 만곡판부(62)의 일단부(622)와 부압면측 만곡판부(63)의 일단부(632)를 용접에 의해 접합한 접합부 WP를 포함한다. 즉, 슬릿(7) 또는 홈부(8) 중 한쪽은, 압력면측 만곡판부(62)의 일단부(622)와 부압면측 만곡판부(63)의 일단부(632)를 용접해서 만곡판부(6)를 형성할 때에, 그 형상이 형성되도록 되어 있다. 상기 구성에 의하면, 슬릿(7) 또는 홈부(8) 중 한쪽을 형성하기 위해서, 별도로 절삭 등의 가공을 필요로 하지 않기 때문에, 가공비를 저감할 수 있고, 나아가서는 정익(3)의 제조 비용을 저감시킬 수 있다. 또한, 상기 구성에 의하면, 절삭 등의 가공을 행하지 않고, 슬릿(7) 또는 홈부(8) 중 한쪽을 형성할 수 있기 때문에, 슬릿(7) 또는 홈부(8) 중 한쪽의 근방의 강도 저하를 방지할 수 있다.
- [0097] 몇몇 실시 형태에서는, 도 10 내지 12에 도시된 바와 같이, 상술한 날개 본체부(4)는, 압력면측 만곡판부(62)와 부압면측 만곡판부(63)를 포함하는 상술한 만곡판부(6)와, 상술한 접합부 WP보다도 후연(44)측에 마련되는 후연부(64)를 포함한다. 후연부(64)는, 후연(44)에 이어지는 후연측 압력면(642)과, 후연측 압력면(642)의 전단부(643)로부터 후연측 압력면(642)에 교차하는 방향을 따라 연장되는 후연측 벽면(644)을 갖고 있다. 상술한 적어도 하나의 홈부(8)는, 상술한 접합부 WP를 포함함과 함께, 후연측 벽면(644)에 의해 일부가 획정된다.
- [0098] 도 10, 11에 도시된 실시 형태에서는, 후연부(64)는, 부압면측 만곡판부(63)의 일단부(632)에 일체적으로 마련되어 있으며, 후연부(64)의 후연측 부압면(641)은, 부압면측 만곡판부(63)의 면(631)에 완만하게 이어진다. 후연부(64)는, 부압면측 만곡판부(63)를 구성하는 판금에 의해 구성되어 있으며, 판금 가공에 의해 그 형상이 형성되어 있다. 홈부(8)는, 압력면측 만곡판부(62)의 일단부(622)의 단부면(623)과, 후연측 벽면(644)과, 단부면(623)과 후연측 벽면(644)의 부압면(46)측 단부끼리를 연결하는 저면(645)에 의해 U자형의 횡단면 형상이 획정된다. 상술한 접합부 WP는, 단부면(623)과 저면(645) 사이를 접합하고 있다. 슬릿(7)(예를 들어 7B)은, 홈부(8)보다도 전연(43)측에 위치하는 압력면측 만곡판부(62)에 마련되어 있다.
- [0099] 도 10, 11에 도시된 실시 형태에서는, 날개 본체부(4)의 높이 방향에 있어서의 홈부(8)가 연장되지 않은 부분에서는, 상술한 단부면(623)보다도 후연(44)측에 돌출된 돌출단부면(624)과, 후연측 벽면(644)이 용접에 의해 접합되어 있다.
- [0100] 도 12에 도시된 실시 형태에서는, 후연부(64)는, 부압면측 만곡판부(63)의 일단부(632)에 일체적으로 마련되어 있으며, 후연부(64)의 후연측 부압면(641)은, 부압면측 만곡판부(63)의 면(631)에 완만하게 이어진다. 후연부(64)는, 부압면측 만곡판부(63)를 구성하는 판금에 의해 구성되어 있으며, 판금 가공에 의해 그 형상이 형성되어 있다. 압력면측 만곡판부(62)의 일단부(622)에는, 압력면(45)측 연부가 부압면(46)측 연부보다도 후연(44)측으로 경사진 경사면(625)이 형성되어 있다. 상기 경사면(625)이 부압면측 만곡판부(63)의 일단부(632)의 내면(633)에 맞닿은 상태에서, 용접에 의해 접합되어 있다. 홈부(8)는, 후연측 벽면(644)과, 후연측 벽면(644)의 부압면측 단부(646)로부터 후연측 벽면(644)에 교차하는 방향을 따라 연장되는 저면(645)과, 압력면측 만곡판부(62)의 면(621) 중 일단부(622) 근방의 면(621A)에 의해 획정된다. 상기 면(621A)은, 저면(645)으로 완만하게 이어진다. 상술한 접합부 WP는, 면(621A)과 저면(645) 사이를 접합하고 있다. 슬릿(7)은, 홈부(8)보다도 전연(43)측에 위치하는 압력면측 만곡판부(62)에 마련되어 있다.
- [0101] 도 12에 도시된 실시 형태에서는, 후연측 압력면(642)은, 압력면측 만곡판부(62)의 면(621)보다도 둘레 방향으로 인접하는 정익(3)의 부압면(46)측으로 돌출되도록 마련되어 있으며, 상기 부압면(46)과의 사이의 간격이 좁아져 있다. 여기서, 정익(3)은, 그 후연(44)과, 둘레 방향으로 인접하는 정익(3)의 부압면(46)의 사이가 스로트부 TH로 되고, 상기 스로트부 TH에 있어서, 정익(3) 사이의 간격이 최소가 되도록 구성되어 있다. 스로트부 TH보다도 상류측은, 증기의 유속이 늦기 때문에, 압력 손실이 적다. 이 때문에, 상술한 후연측 압력면(642)은, 증기의 흐름을 저해하는 것은 아니다.
- [0102] 상기 구성에 의하면, 적어도 하나의 홈부(8)는, 접합부 WP를 포함함과 함께, 후연측 벽면(644)에 의해 일부가 획정된다. 즉, 홈부(8)는, 만곡판부(6)를 용접에 의해 형성할 때에, 후연부(64)의 후연측 벽면(644)을 일부로 하여, 그 형상이 형성되도록 되어 있다. 상기 홈부(8)는, 후연측 압력면(642)에 교차하는 방향을 따라 연장되는 후연측 벽면(644)에 의해 일부가 획정되기 때문에, 날개면(47)에 부착된 액체 W가 후연측 벽면(644)으로부터 후연측 압력면(642)을 향해 흐르는 것을 효과적으로 방지할 수 있다.
- [0103] 몇몇 실시 형태에서는, 도 13에 도시된 바와 같이, 상술한 날개 본체부(4)는, 압력면측 만곡판부(62)와 부압면측 만곡판부(63)를 포함하는 상술한 만곡판부(6)와, 상술한 접합부 WP보다도 후연(44)측에 마련되는 후연부(64)를 포함한다. 후연부(64)는, 후연(44)에 이어지는 후연측 압력면(642)과, 후연측 압력면(642)의 전단부(644)를 포함한다.

3)로부터 후연측 압력면(642)에 교차하는 방향을 따라 연장되는 후연측 벽면(644)을 갖고 있다. 상술한 적어도 하나의 슬릿(7)은, 상술한 접합부 WP를 포함함과 함께, 후연측 벽면(644)에 의해 일부가 확정된다.

[0104] 도 13에 도시된 실시 형태에서는, 후연부(64)는, 부압면측 만곡관부(63)의 일단부(632)에 일체적으로 마련되어 있다. 후연부(64)의 후연측 부압면(641)은, 부압면측 만곡관부(63)의 면(631)에 완만하게 이어진다. 또한, 후연측 벽면(644)은, 내면(61)에 이어진다. 후연부(64)는, 부압면측 만곡관부(63)를 구성하는 판금에 의해 구성되어 있으며, 판금 가공에 의해 그 형상이 형성되어 있다. 상술한 일단부(632)는, 후연부(64)를 포함하고 있어도 된다. 후연부(64)는, 전연(43)측을 향함에 따라서 점차 두께가 두꺼워지도록 구성된 후연부(64A)를 포함하고 있다.

[0105] 슬릿(7)은, 압력면측 만곡관부(62)의 일단부(622)의 단부면(623)과, 후연측 벽면(644)과, 단부면(623)과 후연측 벽면(644) 사이를 접합하는 접합부 WP에 의해, 그 형상이 확정된다. 홈부(8)는, 슬릿(7)보다도 후연(44)측에 위치하는 후연부(64A)(후연부(64))의 후연측 압력면(642)에 마련되어 있으며, U자형의 횡단면 형상을 갖고 있다. 이렇게 홈부(8)를 슬릿(7)보다도 후연(44)측에 위치하는 후연부(64)에 마련함으로써, 홈부(8)를 슬릿(7)보다도 전연(43)측에 위치하는 압력면측 만곡관부(62)에 마련하는 경우에 비하여, 날개면(47)에 부착된 액체의 제거 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 홈부(8)를 후연부(64)에 형성하는 가공은, 홈부(8)를 압력면측 만곡관부(62)에 형성하는 가공보다도 용이하게 행할 수 있다. 또한, 홈부(8)를 압력면측 만곡관부(62)에 마련하지 않는 구성으로 함으로써, 압력면측 만곡관부(62)(만곡관부(6))의 두께를 얇게 할 수 있다.

[0106] 또한, 후연측 벽면(644)에 있어서의 접합부 WP를 전단부(643)로부터 부압면(46)측을 향해 이격된 부분(644A)으로 함으로써, 후연측 벽면(644)에 있어서의 상기 부분(644A)보다도 전단부(643)측의 부분(644B)과, 압력면측 만곡관부(62)의 면(621)에 의해, 상술한 오목부(9)를 형성할 수 있다. 즉, 오목부(9)는, 만곡관부(6)를 용접에 의해 형성할 때에, 후연부(64)의 후연측 벽면(644)을 일부로 하여, 그 형상이 형성되도록 되어 있다.

[0107] 상기 구성에 의하면, 적어도 하나의 슬릿(7)은, 접합부 WP를 포함함과 함께, 후연측 벽면(644)에 의해 일부가 확정된다. 즉, 슬릿(7)은, 만곡관부(6)를 용접에 의해 형성할 때에, 후연부(64)의 후연측 벽면(644)을 일부로 하여, 그 형상이 형성되도록 되어 있다. 상기 슬릿(7)은, 후연측 압력면(642)에 교차하는 방향을 따라 연장되는 후연측 벽면(644)에 의해 일부가 확정되기 때문에, 날개면(47)에 부착된 액체 W는, 후연측 벽면(644)에서 슬릿(7)에 의해 날개면(47)으로부터 제거된다. 따라서, 상기 구성에 의하면, 날개면(47)에 부착된 액체 W가 후연측 벽면(644)으로부터 후연측 압력면(642)을 향해 흐르는 것을 효과적으로 방지할 수 있다.

[0108] 몇몇 실시 형태에서는, 도 14에 도시된 바와 같이, 상술한 날개 본체부(4)는, 압력면측 만곡관부(62)와 부압면측 만곡관부(63)를 포함하는 상술한 만곡관부(6)를 포함한다. 상술한 부압면측 만곡관부(63)는, 후연(44)으로부터 전연(43)을 향해 연장되는 연장부(65)이며, 압력면(45)의 적어도 일부를 포함하는 면(651)을 갖는 연장부(65)를 포함하고, 부압면측 만곡관부(63)의 일단부(632)는, 연장부(65)의 전연(43)측에 위치하는 전단부(652)를 포함한다. 상술한 적어도 하나의 홈부(8)는, 상술한 접합부 WP를 포함함과 함께, 연장부(65)의 전단부(652)의 단부면(653)에 의해 일부가 확정된다.

[0109] 도 14에 도시된 실시 형태에서는, 부압면측 만곡관부(63)와 연장부(65)는, 1매의 판금을 후연(44)이 형성되도록 V자형으로 구부림으로써, 각각의 형상이 형성되어 있다. 전단부(652)의 단부면(653)은, 압력면측 만곡관부(62)의 면(621) 및 면(651)의 각각에 대하여 교차하는 방향을 따라 연장되어 있으며, 면(621)과 면(651)을 연결하는 단차면으로 되어 있다. 홈부(8)는, 단부면(653)과, 압력면측 만곡관부(62)의 면(621) 중 일단부(622) 근방의 면(621A)에 의해 확정된다. 상술한 접합부 WP는, 단부면(653)과 면(621A) 사이를 접합하고 있다. 슬릿(7)은, 홈부(8)보다도 후연(44)측에 위치하는 연장부(65)에 마련되어 있으며, 입구 개구(71)는, 면(651)에 개구되어 있다.

[0110] 상기 구성에 의하면, 적어도 하나의 홈부(8)는, 접합부 WP를 포함함과 함께, 연장부(65)의 전단부(652)의 단부면(653)에 의해 일부가 확정된다. 즉, 홈부(8)는, 압력면측 만곡관부(62)의 일단부(622)와 연장부(65)의 전단부(652)를 용접해서 만곡관부(6)를 형성할 때에, 전단부(652)의 단부면(653)을 일부로 하여, 그 형상이 형성되도록 되어 있다. 상기 홈부(8)는, 연장부(65)의 전연(43)측에 위치하는 전단부(652)의 단부면(653)에 의해 일부가 확정되기 때문에, 단부면(653)에 부착된 액체 W가 연장부(65)의 면(651)(압력면)을 향해 흐르는 것을 효과적으로 방지할 수 있다.

[0111] 몇몇 실시 형태에 따른 증기 터빈(1)은, 도 2에 도시된 바와 같이, 상술한 정익(3)과, 정익(3)을 지지하는 상술한 환형 부재(13)와, 환형 부재(13)의 내부에 마련되는 상술한 캐비티(24)이며, 날개 본체부(4)의 수분 제거 유

로(5) 및 적어도 하나의 홈부(8)의 각각으로부터 액체 W가 보내지도록 구성된 상술한 캐비티(24)를 구비한다.

[0112] 상기 구성에 의하면, 증기 터빈(1)은, 환형 부재(13)의 내부에 마련되는 캐비티(24)이며, 날개 본체부(4)의 수분 제거 유로(5) 및 적어도 하나의 홈부(8)의 각각으로부터 액체가 보내지도록 구성된 캐비티(24)를 구비하므로, 슬릿(7)이나 홈부(8)에 의해 날개면(47)으로부터 제거된 액체 W를 캐비티(24)에 저류할 수 있다. 슬릿(7)이나 홈부(8)에 의해 날개면(47)으로부터 제거된 액체 W를 캐비티(24)에 저류함으로써, 날개 본체부(4)의 슬릿(7)이나 수분 제거 유로(5)에 액체 W가 체류하고, 슬릿(7)이나 홈부(8)에 의한 날개면(47)에 부착된 액체 W의 제거 효율이 저하되는 것을 방지할 수 있다. 따라서, 상기 증기 터빈(1)은, 슬릿(7)이나 홈부(8)에 의해 날개면(47)에 부착된 액체 W를 효과적으로 제거할 수 있다.

[0113] 도 15는, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 증기 터빈 정익의 제조 방법의 일례를 나타내는 흐름도이다.

[0114] 몇몇 실시 형태에 따른 증기 터빈 정익의 제조 방법(100)은, 도 15에 도시된 바와 같이, 상술한 적어도 하나의 슬릿(7)을 형성하는 슬릿 형성 스텝 S102와, 상술한 적어도 하나의 홈부(8)를 형성하는 홈부 형성 스텝 S103을 구비한다. 도시된 실시 형태에서는, 증기 터빈 정익의 제조 방법(100)은, 도 15에 도시된 바와 같이, 상술한 만곡판부(6)를 형성하는 만곡판부 형성 스텝 S101을 더 구비한다. 만곡판부 형성 스텝 S101에서, 1매 또는 복수매의 판금으로부터 판금 가공에 의해 상술한 만곡판부(6)가 형성된다.

[0115] 슬릿 형성 스텝 S102에서, 압력면(45) 및 부압면(46)을 포함하는 날개면(47)을 갖는 날개 본체부(4)의 날개면(47)에 개구되어 날개 본체부(4)의 내부에 마련되는 수분 제거 유로(5)와 연통함과 함께, 날개 본체부(4)의 기단부(41)로부터 선단부(42)를 향하는 높이 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 슬릿[7(7A, 7B)]이 형성된다.

[0116] 홈부 형성 스텝 S103에서, 날개면(47)에 기단부(41)로부터 높이 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 홈부(8)이며, 적어도 일부가 적어도 하나의 슬릿(7)에 대하여 높이 방향을 따라 중복되어 있는 적어도 하나의 홈부(8)가 형성된다.

[0117] 슬릿(7)이나 홈부(8)의 각각은, 절삭 가공에 의해 형성해도 되고, 상술한 바와 같이 만곡판부(6)를 형성할 때에, 그 형상이 형성되어도 된다.

[0118] 상기 방법에 의하면, 증기 터빈 정익의 제조 방법(100)은, 적어도 하나의 슬릿(7)을 형성하는 슬릿 형성 스텝 S102와, 적어도 하나의 홈부(8)를 형성하는 홈부 형성 스텝 S103을 구비한다. 증기 터빈 정익의 제조 방법(100)에 의해 제조된 정익(3)은, 정익(3)의 표면인 날개면(47)에 슬릿(7)과 홈부(8)가 마련되어 있으며, 슬릿(7)과 홈부(8)는, 적어도 일부가 높이 방향을 따라 중복되어 있다. 따라서, 증기 터빈 정익의 제조 방법(100)에 의해 제조된 정익(3)은, 날개면(47)에 부착되는 액체 W의 제거 효율을 향상시킬 수 있음과 함께, 증기 터빈(1)의 성능 저하를 방지할 수 있다.

[0119] 본 발명은 상술한 실시 형태에 한정되지 않고, 상술한 실시 형태에 변형을 가한 형태나, 이들 형태를 적절히 조합한 형태도 포함한다.

부호의 설명

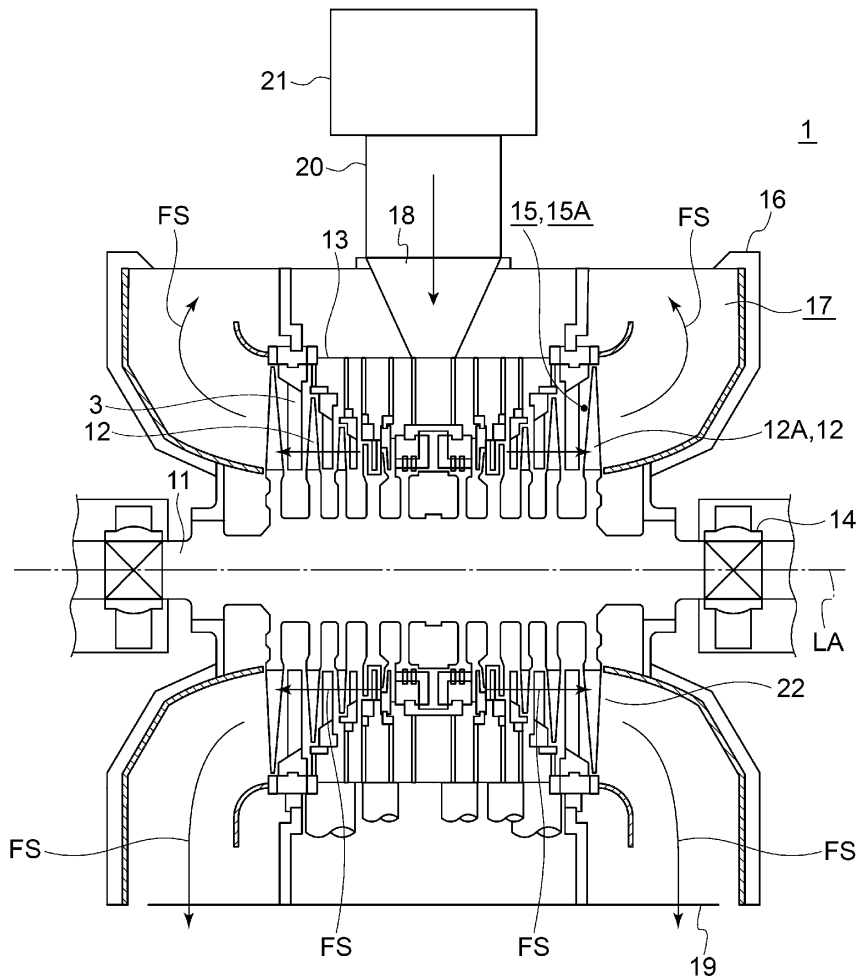
- [0120] 1: 증기 터빈
- 3: 정익
- 30: 비교예에 따른 정익
- 4: 날개 본체부
- 41: 기단부
- 42: 선단부
- 43: 전연
- 44: 후연
- 45: 압력면
- 46: 부압면
- 47: 날개면

- 5: 수분 제거 유로
- 51: 기단측 개구부
- 52: 선단측 개구부
- 53: 후연측 단부
- 6: 만곡관부
- 61: 내면
- 62: 압력면측 만곡관부
- 63: 부압면측 만곡관부
- 64: 후연부
- 64A: 후육부
- 65: 연장부
- 7, 7A, 7B: 슬릿
- 70: 제2 슬릿
- 71: 입구 개구
- 72: 출구 개구
- 8: 홈부
- 81: 개구 단부
- 9: 오목부
- 91: 개구 단부
- 11: 로터
- 12: 동익
- 12A: 최종단 동익
- 13: 환형 부재
- 131: 제1 연통 구멍
- 132: 제2 연통 구멍
- 133: 제3 연통 구멍
- 14: 베어링
- 15: 내측 공간
- 15A: 영역
- 15B: 부분
- 16: 케이싱
- 17: 배기실
- 18: 증기 입구
- 19: 증기 출구
- 20: 증기 도입 라인
- 21: 증기 발생 장치

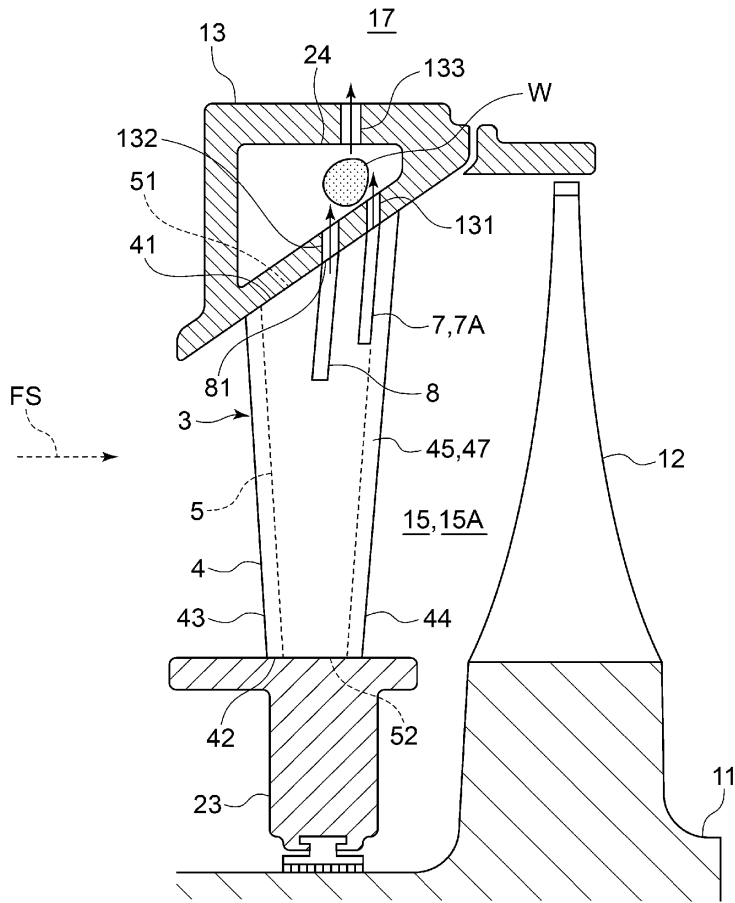
- 22: 배기실 입구
- 23: 다이어프램
- 24: 캐비티
- 100: 정익의 제조 방법
- LA: 축선
- S101: 만곡관부 형성 스텝
- S102: 슬릿 형성 스텝
- S103: 홈부 형성 스텝
- T: 두께
- TH: 스포트부
- W: 액체
- WP: 집합부

도면

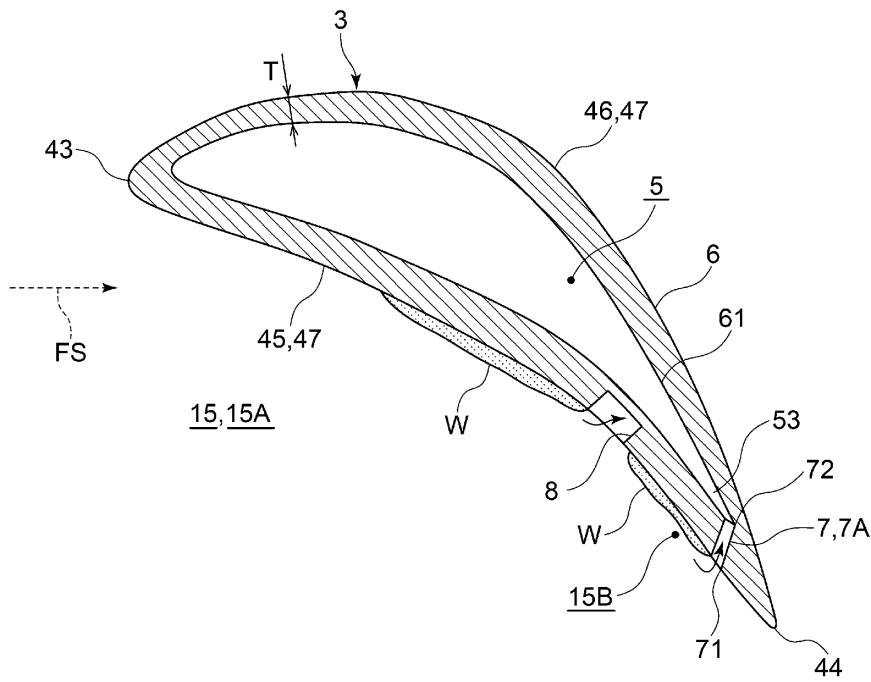
도면1



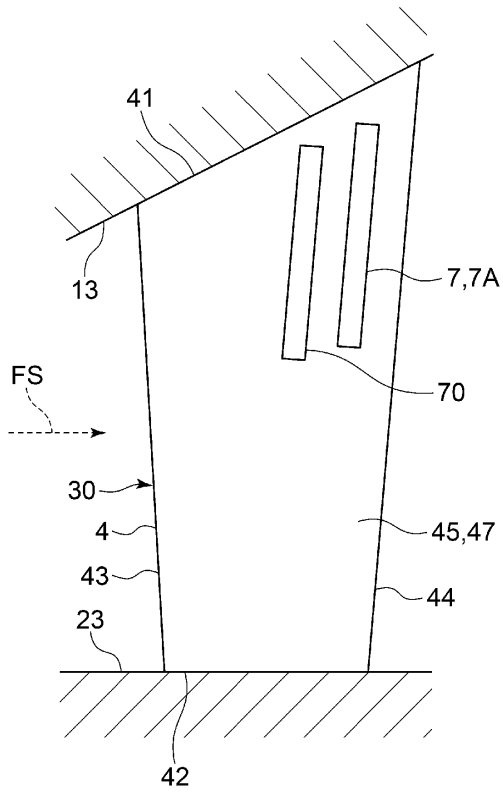
도면2



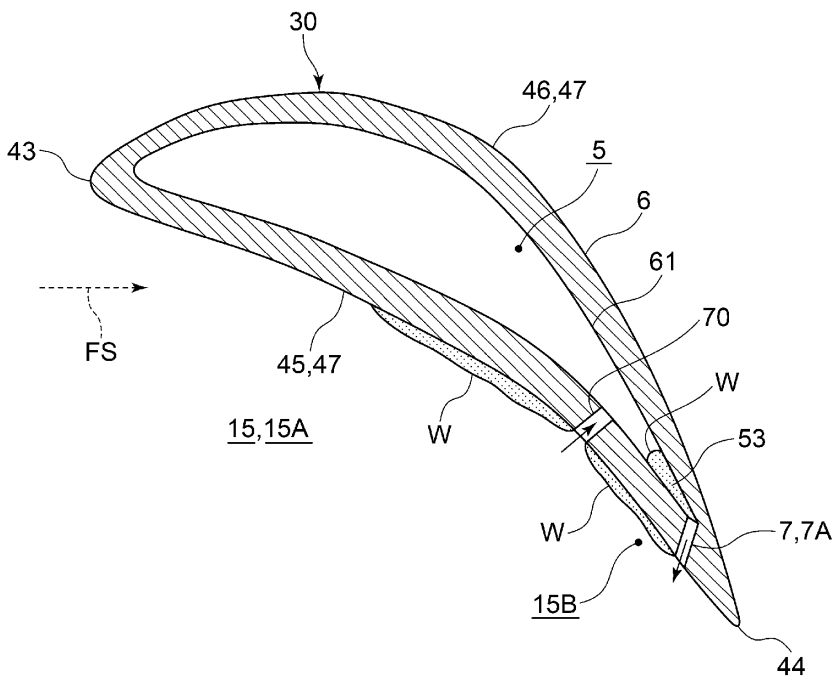
도면3



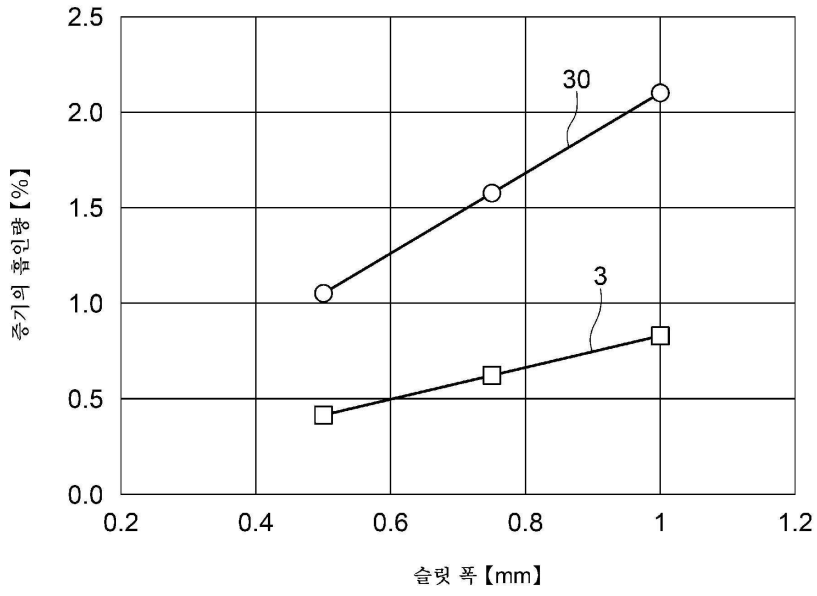
도면4



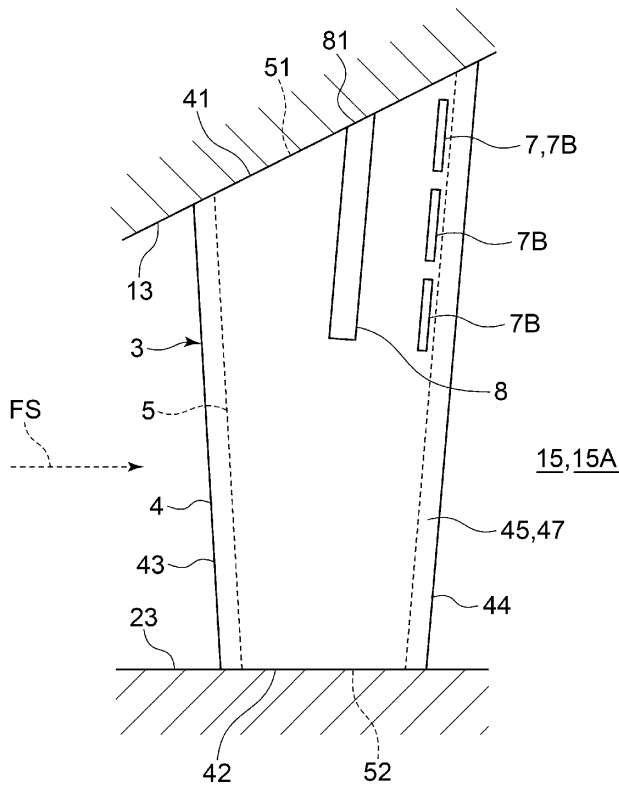
도면5



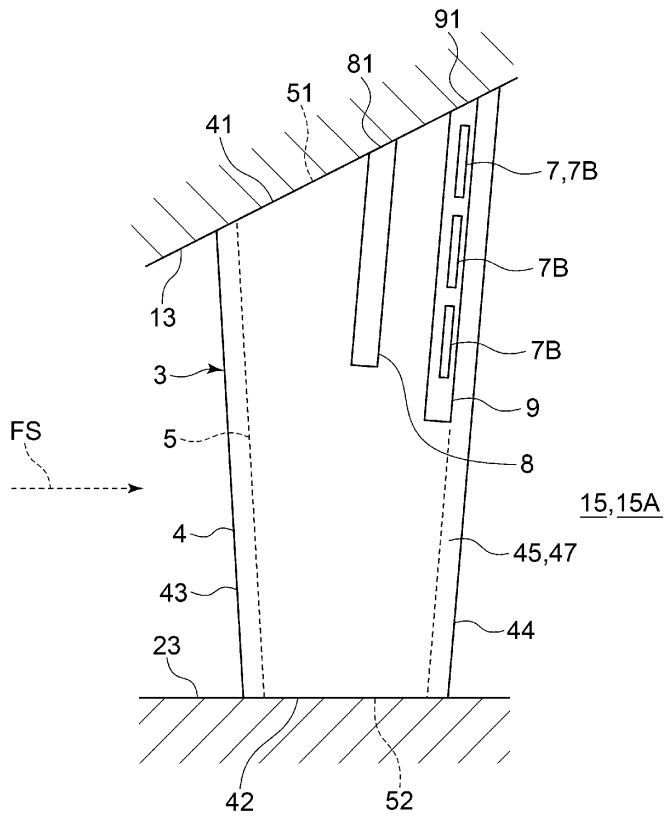
도면6



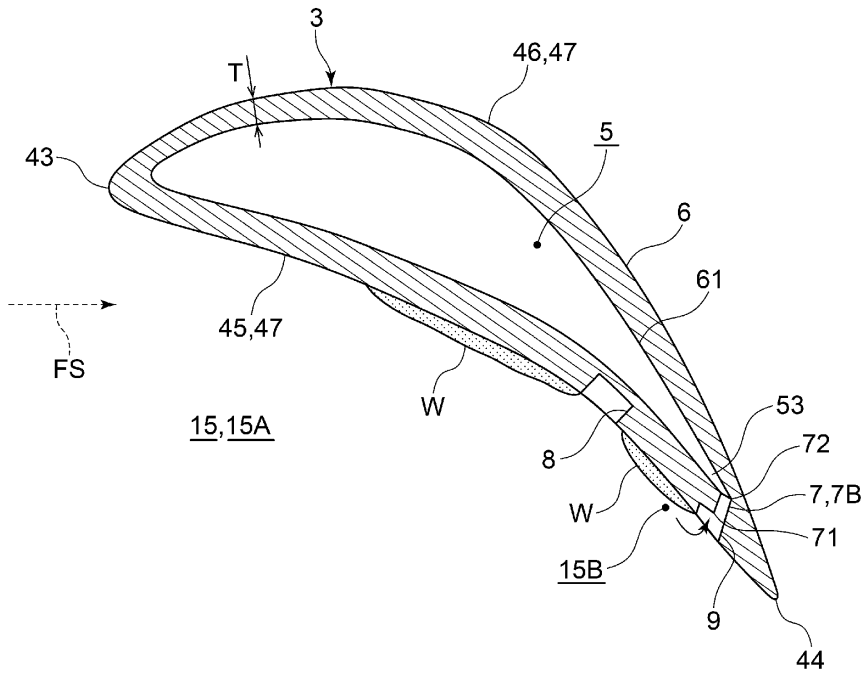
도면7



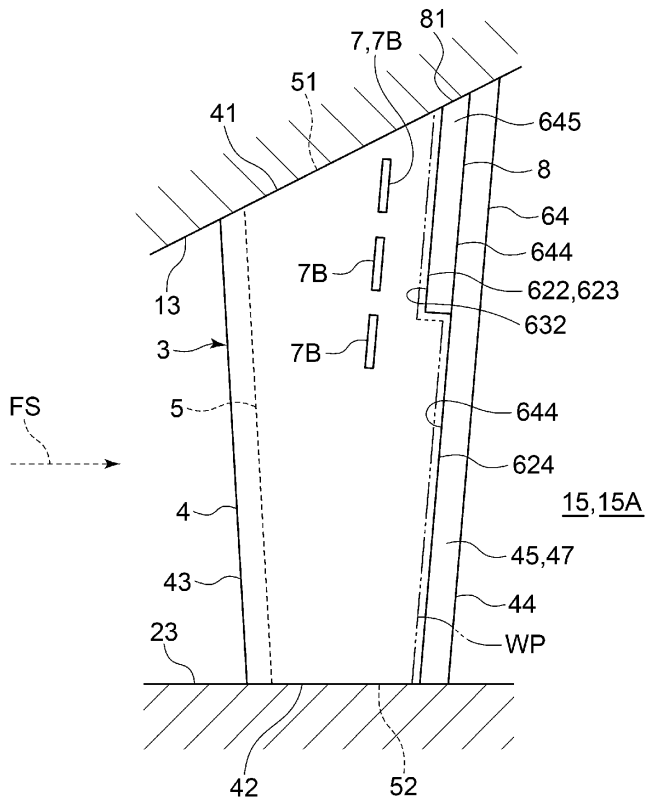
도면8



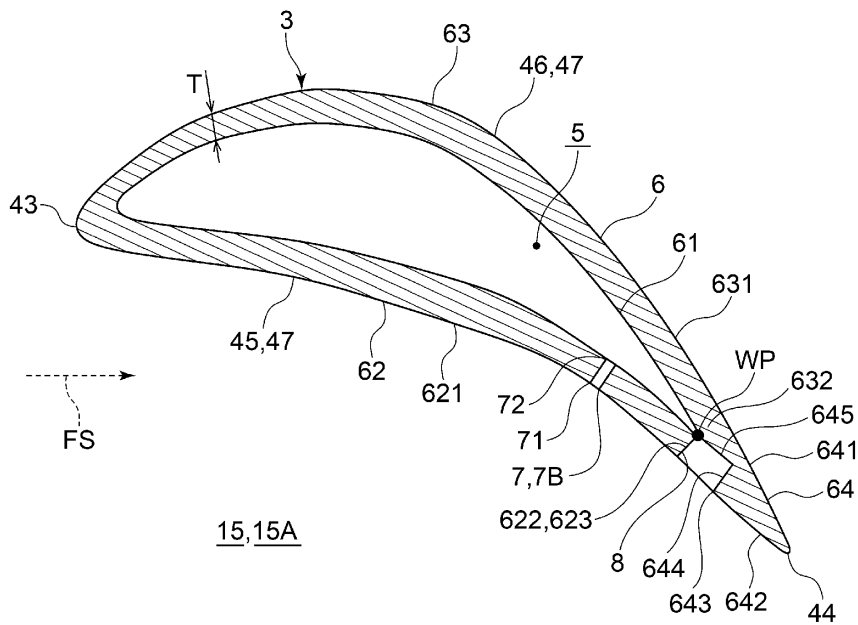
도면9



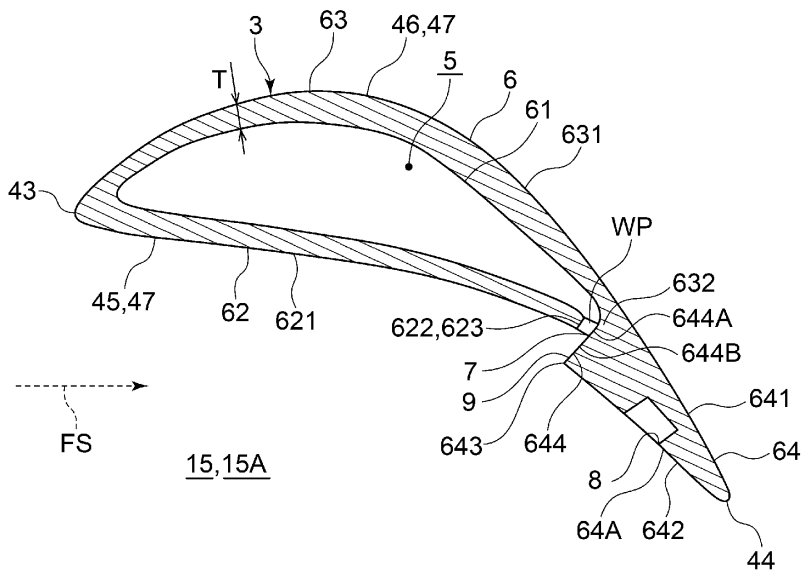
도면10



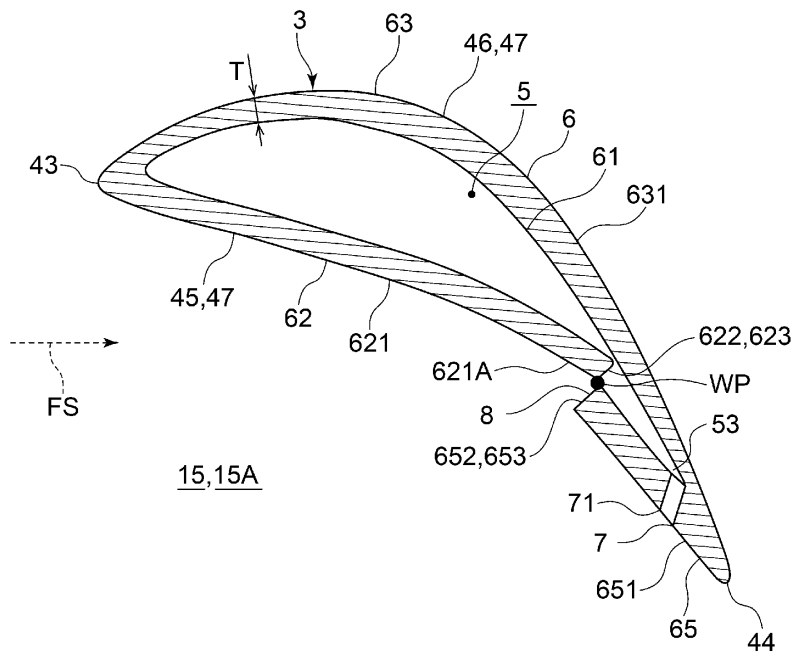
도면11



도면13



도면14



도면15

100

