



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0155669
(43) 공개일자 2023년11월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01D 11/02 (2006.01) F01D 25/24 (2006.01)
F16J 15/447 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F01D 11/02 (2013.01)
F01D 25/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0055124
(22) 출원일자 2022년05월04일
심사청구일자 2022년05월04일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김동섭
서울특별시 양천구 목동중앙로 11, 201동 1405호
(목동, 대원칸타빌2단지아파트)
허민석
서울특별시 성동구 행당로 79, 118동 1102호(행당동, 행당동 대림아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 회전동력장치

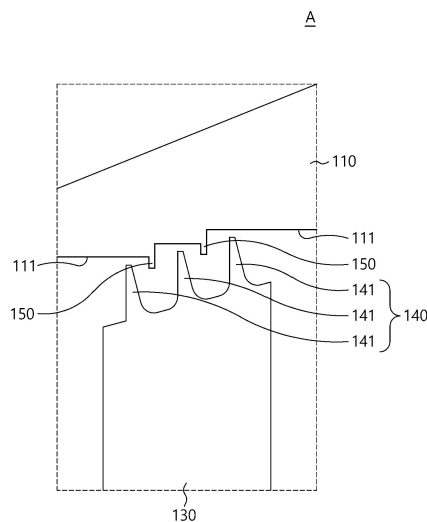
(57) 요약

본 발명은, 내부에 유체가 이동하는 공간이 형성되는 케이싱; 상기 케이싱 내부에 회전 가능하게 장착되는 로터부; 상기 로터부 외주에 장착되는 블레이드부; 상기 블레이드부의 외측단에 형성되는 래버린스셀부; 및 상기 케이싱 내측면에 형성되며, 상기 래버린스셀부 측으로 돌출되는 리브를 포함하는 회전동력장치를 제공한다.

본 발명에 따른 회전동력장치에 의하면, 고정체에 리브를 설치하여 회전체와 고정체 사이 간극을 통과한 누설 유동층과 추가적인 충돌을 발생시켜, 누설 유동의 부수적인 운동에너지의 소산을 야기하여 셀의 성능을 향상시킬 수 있다.

또한, 리브를 설치하면 기존보다 더 큰 간극에서 운전이 가능하기 때문에 회전체와 고정체간의 접촉으로 인한 마모 발생 확률을 줄이면서도 높은 유체기계의 효율을 유지할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
F16J 15/447 (2013.01)

조시영

경기도 부천시 범안로96번길 23, 403동 1106호(범
 박동, 부천범박힐스테이트 4단지)

(72) 발명자

문성원

강원도 원주시 지정면 간현로 133, 2층

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415173455

과제번호 20002700

부처명 산업통상자원부(P21)

과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원

연구사업명 항공우주부품기술개발(R&D)(21126011011732003231306)

연구과제명 General Aviation 항공기 가스터빈용 저압터빈 모듈 설계 해석 제작 시험 평가 및
 엔진 시험 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 한화에어로스페이스 (주)

연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

내부에 유체가 이동하는 공간이 형성되는 케이싱;
 상기 케이싱 내부에 회전 가능하게 장착되는 로터부;
 상기 로터부 외주에 장착되는 블레이드부;
 상기 블레이드부의 외측단에 형성되는 래버린스셀부; 및
 상기 케이싱 내측면에 형성되며, 상기 래버린스셀부 측으로 돌출되는 리브를 포함하는 회전동력장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 케이싱은, 허니컴 랜드 구조로 형성된 회전동력장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,
 상기 케이싱은, 일단으로부터 타단으로 갈수록 직경이 증가하고, 내주면에 상기 래버린스셀부에 대응하는 계단 형상의 단턱을 포함하고,
 상기 리브는, 상기 단턱의 단부에 배치되고, 상기 로터부 측으로 돌출 형성되는 회전동력장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 상기 래버린스셀부는, 상기 블레이드부 외측단에 서로 이격되어 형성되는 복수개의 핀을 포함하고,
 상기 리브는, 상기 복수개의 핀 사이의 공간으로 돌출되어 형성되는 회전동력장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,
 상기 리브는, 상기 래버린스셀부의 하나의 핀과 상기 하나의 핀으로부터 이격 배치된 핀 사이에 형성되는 회전동력장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 회전동력장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 압축기, 터빈 등과 같은 유체기계에서 사용되는 래버린스 셀(Labyrinth seal)에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 래버린스 셀(Labyrinth seal)은 스팀터빈(Steam turbine), 가스터빈(Gas turbine)과 같은 회전체 동력기관의 고정체와 회전체 사이의 공간에서 발생하는 누설을 방지하기 위한 장치로, 회전체 상단에 핀(Fin)과 같은 구조물을 두어 누설량을 줄이는 역할을 한다. 이때 핀과 고정체 사이의 거리를 나타내는 간극은 누설 유량에 가장 직접적인 영향을 미치는 변수이다. 이때 핀과 고정체 사이의 거리를 나타내는 간극은 누설 유량에 가장 직접적인 영향을 미치는 변수이다. 간극은 여러 회전체 동력기관의 기술적인 발전에 따라 누설 유량을 줄이고 유체기계의 효율을 향상시키기 위해 이전보다 엄격하게 설계되고 있지만, 러빙(Rubbing)으로 인한 마모가 발생하지 않

기 위해서 최소한으로 요구되는 크기를 갖는다.

- [0003] 즉, 간극의 크기를 줄이는데 한계가 존재하기 때문에 간극의 크기를 줄이지 않으면서도 효율적으로 유량의 누설을 줄일 수 있는 래버린스 썰의 구조가 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2018-0130955호(발명의 명칭 : 래버린스 구조를 지닌 공작기계 주축)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로, 회전체에 설치된 블레이드의 단부에 핀이 형성된 구조에 추가적으로 고정체에 리브(Rib)를 설치하여 누설량을 줄이는 회전동력장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명은, 내부에 유체가 이동하는 공간이 형성되는 케이싱; 상기 케이싱 내부에 회전 가능하게 장착되는 로터부; 상기 로터부 외주에 장착되는 블레이드부; 상기 블레이드부의 외측단에 형성되는 래버린스썰부; 및 상기 케이싱 내측면에 형성되며, 상기 래버린스썰부 측으로 돌출되는 리브를 포함하는 회전동력장치를 제공한다.
- [0007] 상기 케이싱은, 허니컴 랜드 구조로 형성될 수 있다.
- [0008] 상기 케이싱은, 일단으로부터 타단으로 갈수록 직경이 증가하고, 내주면에 상기 래버린스썰부에 대응하는 계단형상의 단턱을 포함하고, 상기 리브는, 상기 단턱의 단부에 배치되고, 상기 로터부 측으로 돌출 형성될 수 있다.
- [0009] 상기 래버린스썰부는, 상기 블레이드부 외측단에 서로 이격되어 형성되는 복수개의 핀을 포함하고, 상기 리브는, 상기 복수개의 핀 사이의 공간으로 돌출되어 형성될 수 있다.
- [0010] 상기 리브는, 상기 래버린스썰부의 하나의 핀과 상기 하나의 핀으로부터 이격 배치된 핀 사이에 형성될 수 있다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명에 따른 회전동력장치에 의하면, 고정체에 리브를 설치하여 회전체와 고정체 사이 간극을 통과한 누설 유동층과 추가적인 충돌을 발생시켜, 누설 유동의 부수적인 운동에너지의 소산을 야기하여 썰의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0012] 또한, 리브를 설치하면 기존보다 더 큰 간극에서 운전이 가능하기 때문에 회전체와 고정체간의 접촉으로 인한 마모 발생 확률을 줄이면서도 높은 유체기계의 효율을 유지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 회전동력장치의 개략도이다.
- 도 2는 도 1의 'A'를 확대한 도면이다.
- 도 3은 본 발명과 종래기술의 유체 누설량을 비교한 그래프이다.
- 도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 회전동력장치의 확대도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본

발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

[0015] 이하부터는, 도 1 내지 도 3을 참조하여, 본 발명의 제1실시예에 따른 회전동력장치(100)에 대해 설명하도록 한다.

[0016] 도 1을 참조하면, 상기 회전동력장치(100)의 개략도로 케이싱(110), 로터부(120), 블레이드부(130), 래버린스셀부(140) 및 리브(150)를 포함한다.

[0017] 여기서, 본 발명의 제1실시예에 따른 회전동력장치(100)의 상기 케이싱(110)은 솔리드 랜드(Solid land)로 형성되고, 내부에 유체가 이동하는 공간이 형성된다. 상기 로터부(120)는 상기 케이싱(110) 내부에 회전 가능하게 장착되고, 상기 블레이드부(130)는 상기 로터부(120) 외주에 장착된다.

[0018] 도 2를 참조하면, 도 1의 'A'를 확대한 도면으로 유체의 누설량을 감소하기 위해 케이싱(110) 내측면에 리브(150)가 형성된 모습을 나타냈다.

[0019] 상기 케이싱(110)은 일단으로부터 타단으로 갈수록 직경이 증가하고, 내주면에 상기 래버린스셀부(140)에 대응하는 계단 형상의 단턱(111)이 형성되는데, 이때, 상기 리브(150)는 상기 단턱(111)의 단부에 배치되고, 상기 로터부(120) 측으로 돌출 형성된다.

[0020] 이하부터는, 상기 래버린스셀부(140)와 리브(150)의 구체적인 구조에 대해 설명하도록 한다.

[0021] 상기 래버린스셀부(140)는 상기 블레이드부(130) 외측단에 서로 이격되어 형성되는 복수개의 핀(141)이 형성되고, 상기 리브(150)는 상기 복수개의 핀(141) 사이의 공간으로 돌출되어 형성된다. 또한, 상기 리브(150)는 상기 래버린스셀부(140)의 하나의 핀(141)과 상기 하나의 핀(141)으로부터 이격 배치된 핀(141) 사이에 복수개로 형성되어 된다.

[0022] 도 3을 참조하면, 본 발명과 종래기술의 유체 누설량을 비교한 그래프를 나타냈다. 그래프의 가로의 PR은 압력비(Pressure Ratio)이며, 세로의 $\bar{\phi}$ 은 무차원 유량함수이다. 상기 $\bar{\phi}$ 은 [수식 1]과 같은 함수로 나타낸다.

[0023] [수식 1]

$$\bar{\phi} = \frac{\dot{m} \sqrt{T_{o,in}}}{A_c P_{o,in}}$$

[0024]

[0025] 이때, $\dot{m}$ 은 유량이며, A_c 는 틈새에서의 목 면적, $P_{o,in}$ 은 입구 전압력, $T_{o,in}$ 은 입구 전온도이다. 상기 유량함수($\bar{\phi}$)는 압축성 유동에 적용할 수 있는 무차원 변수인 유동용량의 식에서 기체상수(R)를 제외한 성능변수이다. 따라서, 상기 유량함수($\bar{\phi}$)는 작동유체가 변경되지 않는 한 임의의 작동 조건에 대한 실제 누출 유량의 예측을 용이하게 하는 수치이다. 상기 유량함수($\bar{\phi}$)는 실제 누출 유량을 나타내는 것이 아니라 상대적인 누출 성능을 나타낸 것이다.

[0026] 일반적으로 래버린스셀의 성능은 유량함수($\bar{\phi}$)와 압력비(PR)와의 관계에 의해 평가되며, 압력비(PR)는 입구의 전압력과 출구의 정압의 비율로 정의된다. 동일한 압력비에서 유량함수($\bar{\phi}$)의 값이 낮을수록 래버린스셀의 누출 성능이 향상된다.

[0027] 도 3은, 본 발명의 래버린스셀과 종래기술의 래버린스셀이 일정 유효간극에서 압력비(PR)의 변화에 따라 유량함수($\bar{\phi}$)가 변하는 변화량을 도시한 것이다. 도 3을 참조하면, 압력비(PR) 2.5에서 본 발명의 래버린스셀은 종래기술의 래버린스셀보다 유량함수($\bar{\phi}$)가 17.8% 감소한 것을 확인 할 수 있다. 이를 통해, 본 발명의 회전동력장치(100)에 리브(150)를 추가 배치함으로써 유량함수($\bar{\phi}$)가 감소되는 것을 확인 할 수 있다.

[0028] 이하부터는, 도 4를 참조하여, 본 발명의 제2실시예에 따른 회전동력장치의 개략도에 대해 설명하도록 한다. 여기서, 본 발명의 제2실시예에 따른 회전동력장치의 구성 중 앞서 언급하여 중복되는 것에 대해서는 이하 후술하는 내용에서는 생략하도록 한다.

[0029] 도 4를 참조하면, 본 발명의 제2실시예에 따른 회전동력장치는 케이싱(210), 로터부(220), 블레이드부(230), 래버린스셀부(240) 및 리브(250)를 포함한다.

- [0030] 본 발명의 회전동력장치의 상기 케이싱(210)은 표면 구조가 허니컴 랜드(Honeycomb land)(212)로 형성되고, 내부에 유체가 유동하는 공간이 형성된다. 상기 로터부(220)는 상기 케이싱(210) 내부에 회전 가능하게 장착되고, 상기 블레이드부(230)는 상기 로터부(220) 외주에 장착된다.
- [0031] 상기 케이싱(210)은 일단으로부터 타단으로 갈수록 직경이 증가하고, 내주면에 상기 래버린스셀부(240)에 대응하는 계단 형상의 단턱(211)이 형성되는데, 이때, 상기 리브(250)는 상기 단턱(211)의 단부에 배치되고, 상기 로터부(220) 측으로 돌출 형성된다.
- [0032] 상기 래버린스셀부(240)는 상기 블레이드부(230) 외측단에 서로 이격되어 형성되는 복수개의 핀(241)이 형성되고, 상기 리브(250)는 상기 복수개의 핀(241) 사이의 공간으로 돌출되어 형성된다. 또한, 상기 리브(250)는 상기 래버린스셀부(240)의 하나의 핀(241)과 상기 하나의 핀(241)으로부터 이격 배치된 핀(241) 사이에 복수개로 형성되어 된다.
- [0033] 이로 인하여, 본 발명의 회전동력장치(100)는 종래기술의 래버린스셀에서 간극이 증가함에 따라 셀의 성능이 향상되다 일정 간극 크기 이상에서는 다시 저하되는 것과 달리, 본 발명의 회전동력장치(100)에서 리브(150)가 추가 배치된 래버린스셀부(140)에서 사용할 경우, 간극이 증가함에 따라 지속적으로 셀의 성능이 향상되었다.
- [0034] 또한, 동일한 간극 크기에서 종래 기술의 래버린스셀부보다 누설 유량이 감소하기 때문에, 동일한 누설 유량이 발생한다고 가정했을 때, 본 발명 회전동력장치(100)의 리브(150)를 적용하면 종래기술의 래버린스셀부보다 더 큰 간극에서 운전이 가능하다는 것을 의미한다. 이는 회전동력장치를 설계하는 측면에서 케이싱과 로터부의 접촉으로 인한 마모 발생 확률을 줄이면서도 높은 회전동력장치의 효율을 유지할 수 있게 된다.

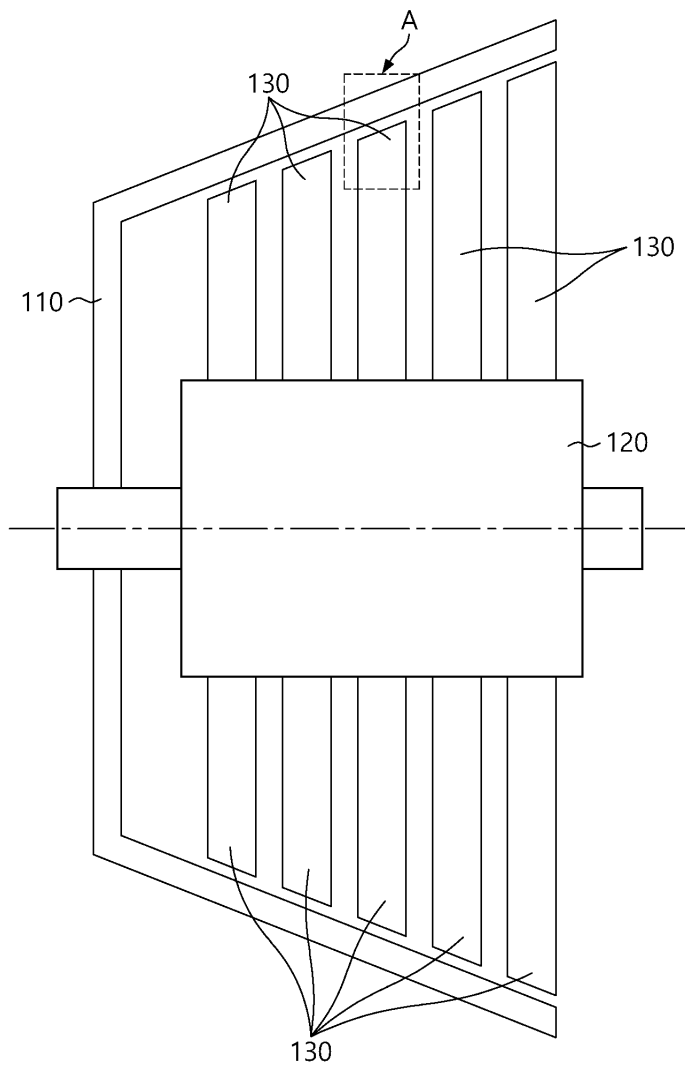
부호의 설명

- [0035] 100 : 회전동력장치
- 110, 210 : 케이싱 111, 211 : 단턱
- 120, 220 : 로터부
- 130, 230 : 블레이드부 140, 240 : 래버린스셀부
- 141, 241: 복수개의 핀 150, 250 : 리브

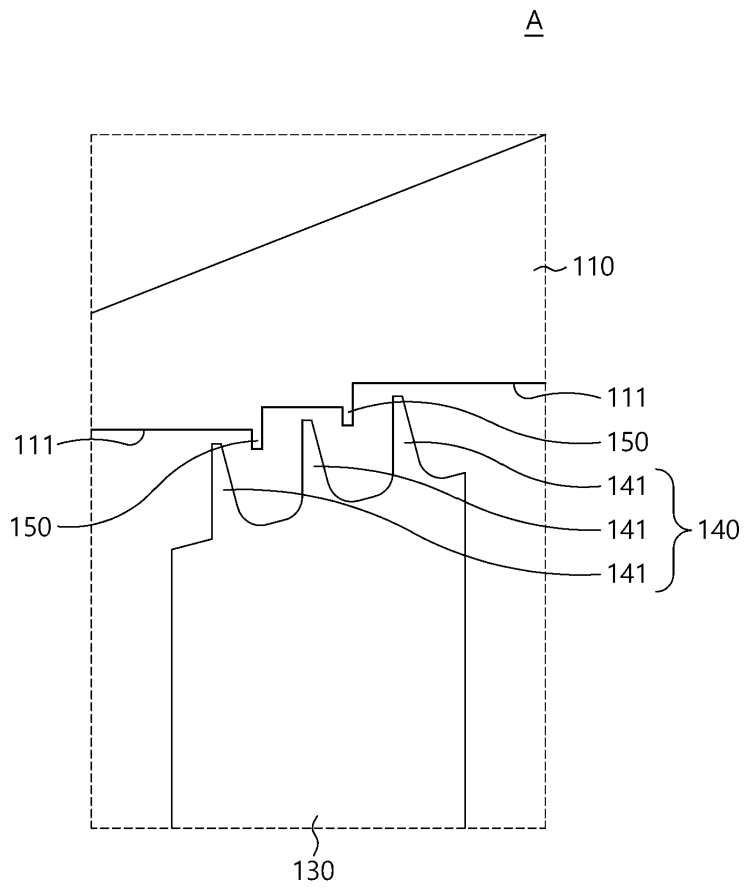
도면

도면1

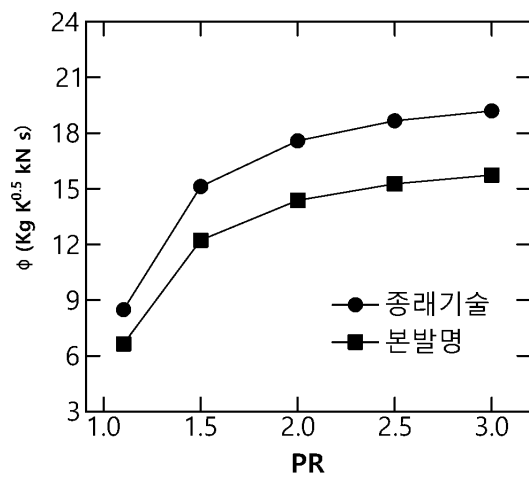
100



도면2



도면3



도면4

