



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월08일

(11) 등록번호 10-2273496

(24) 등록일자 2021년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F01D 5/00 (2006.01) F01D 5/30 (2006.01)  
F01D 5/34 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0180516

(22) 출원일자 2014년12월15일

심사청구일자 2019년10월18일

(65) 공개번호 10-2015-0070961

(43) 공개일자 2015년06월25일

(30) 우선권주장

14/109,549 2013년12월17일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2004257385 A\*

JP2009281365 A\*

KR1020060053151 A\*

US20130276456 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

제네럴 일렉트릭 컴퍼니

미국, 뉴욕 12345, 쉐넬타디, 원 리버 로드

(72) 발명자

데알렌바치 로버트 에드워드

미국 29607 사우스캐롤라이나주 그린빌 브룩필드  
큐브 02-3에이-10 부룩필드 파크웨이 201

나이르 라비찬드란 팔루르

미국 45069 오하이오주 웨스트 체스터 센터 포인  
트 드라이브 9025 에이비0203-11 씨퍼4

루페 더글라스 아더

미국 12345-6000 뉴욕주 스케넥테디  
빌딩273-2029오 리버 로드 1

(74) 대리인

김진희, 김태홍

전체 청구항 수 : 총 9 항

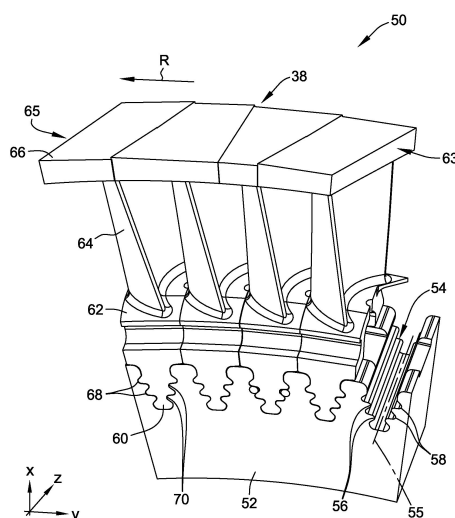
심사관 : 김희영

(54) 발명의 명칭 터빈 버킷 클로저 조립체 및 그 조립 방법

### (57) 요약

로터 휠 조립체(50)는 복수 개의 도브테일 슬롯(54)을 포함하는 로터 휠(52)을 갖는다. 로터 휠 조립체(50)는, 도브테일(60)이 도브테일 슬롯(54)에 커플링되는 선단 보조 버킷(73)과, 로터 휠(52)의 회전축(24)에 대해 제1 각도(A)로 배향되는 배면측 에지(32)를 갖는 일체형 커버(66)를 갖는 버킷 클로저 조립체(94)를 포함한다. 버킷 클로저 조립체(94)는 도브테일 슬롯(54)에 커플링되는 도브테일(60)과 정면(32)과 배면측 에지(92)를 갖는 일체형 커버(66)를 갖는 클로저 버킷(86)을 포함하며, 배면측 에지(92)는 제2 각도(B)로 배향되고, 정면측 에지(32)는 선단 보조 버킷(73)의 배면측 에지(32)에 평행하다. 버킷 클로저 조립체(94)는 도브테일 슬롯(54)에 커플링되는 도브 테일과, 클로저 버킷(86)의 배면측 에지(92)에 평행한 정면측 에지(84)를 갖는 일체형 커버(66)를 갖는 후미 보조 버킷(78)을 포함한다.

대표도 - 도2



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

로터 휠 조립체에 있어서,

로터 휠의 외연에 대하여 둘레방향으로 이격되는 복수 개의 도브테일 슬롯을 포함하는 로터 휠; 및

상기 로터 휠에 결합되는 클로저 버킷을 포함하고,

상기 클로저 버킷은,

에어포일 부분;

플랫폼 부분으로서, 상기 플랫폼 부분의 반경방향으로 연장되는 표면 내에 형성된 키홈을 포함하는 플랫폼 부분;

상기 클로저 버킷 내에 형성되고 클로저 버킷을 관통하여 연장되며, 상기 키홈을 관통하여 연장되는 개구;

상기 복수 개의 도브테일 슬롯 각각에 결합하도록 구성되는 도브테일;

상기 키홈 내에 수용되도록 크기가 설정되어 상기 반경 방향으로 연장되는 표면으로부터 둘레 방향으로 삽입되는 유지 키; 및

상기 개구에 슬라이드 가능하게 결합되도록 구성되는 유지 핀으로서, 상기 유지 핀은 상기 유지 키의 반경 방향 외측으로 결합되고, 상기 키홈 내에서 상기 유지 키를 고정하도록 더욱 구성되는 유지 핀을 포함하는 것인 로터 휠 조립체.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수 개의 도브테일 슬롯은 회전축에 대해 소정의 각도로 배향되는 것인 로터 휠 조립체.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수 개의 도브테일 슬롯은 상기 각도가  $0^\circ$  가 되는 축방향 진입 도브테일 슬롯을 포함하는 것인 로터 휠 조립체.

#### 청구항 4

터빈 엔진에 있어서,

회전축을 구비하는 회전 샤프트;

상기 회전 샤프트에 대하여 둘레방향으로 연장되는 케이싱으로서, 상기 회전 샤프트의 길이를 따라 작동 유체를 보내도록 구성되는 적어도 하나의 통로를 형성하는 케이싱;

회전 샤프트와 함께 회전하기 위해 상기 회전 샤프트의 부분에 결합되는 로터 휠 조립체로서, 상기 작동 유체를 팽창시키도록 구성되는 로터 휠 조립체를 포함하고,

상기 로터 휠 조립체는,

로터 휠의 외연에 대하여 둘레방향으로 이격되는 복수 개의 도브테일 슬롯을 포함하는 로터 휠;

상기 회전축에 대하여 둘레방향 어레이로 배치되는 복수 개의 버킷으로서, 상기 복수 개의 버킷 중 각각의 버킷은, 상기 복수 개의 도브테일 슬롯 각각에 결합되도록 구성되는 도브테일, 플랫폼 부분 및 에어포일 부분을 포함하는 것인 복수 개의 버킷을 포함하고,

상기 복수 개의 버킷 중 하나는 클로저 버킷을 포함하고,

상기 클로저 버킷은,

상기 복수 개의 도브테일 슬롯 각각에 결합되도록 구성되는 도브테일;

플랫폼 부분으로서, 상기 플랫폼 부분의 반경 방향으로 연장되는 표면 내에 형성된 키홈을 포함하는 플랫폼 부분;

상기 클로저 버킷 내에 형성되고 클로저 버킷을 관통하여 연장되며, 상기 키홈을 관통하여 연장되는 개구;

에어포일 부분;

상기 키홈 내에 수용되도록 크기가 설정되어 상기 반경 방향으로 연장되는 표면으로부터 둘레 방향으로 삽입되는 유지 키; 및

상기 개구에 슬라이드 가능하게 결합되도록 구성되는 유지 핀으로서, 상기 유지 핀은 상기 유지 키의 반경 방향 외측으로 결합되고, 상기 키홈 내에서 상기 유지 키를 구속하도록 더욱 구성되는 유지 핀을 포함하는 것인 터빈 엔진.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 복수 개의 버킷은 상기 복수 개의 도브테일 슬롯 각각에 결합되도록 구성되는 도브테일을 포함하는 선단 보조 버킷을 더 포함하는 것인 터빈 엔진.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 복수 개의 도브테일 슬롯은 상기 회전축에 대해 소정의 각도로 배향되는 것인 터빈 엔진.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복수 개의 도브테일 슬롯은 상기 각도가  $0^\circ$  가 되는 축방향 진입 도브테일 슬롯을 포함하는 것인 터빈 엔진.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 키홈은 상기 로터 휠의 축과 평행하게 연장되는 폭을 갖고, 상기 유지 키는, 상기 축과 평행하게 연장되며 상기 키홈의 폭에 대응하는 폭을 갖는 것인 로터 휠 조립체.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 키홈은 상기 플랫폼 부분 내에서 소정의 깊이로 연장되고, 상기 유지 키는 상기 반경 방향으로 연장되는 표면에 수직으로 상기 키홈 깊이보다 작은 두께를 갖는 것인 로터 휠 조립체.

#### 청구항 10

삭제

### 발명의 설명

### 기술 분야

본 발명은 일반적으로 터빈 엔진에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 축방향 진입 일체식 슈라우드형 터빈 버킷 클로저 조립체에 관한 것이다.

[0001]

## 배경 기술

- [0002] 가스 터빈 및 스팀 터빈과 같은 적어도 몇몇 터빈 엔진에서, 축방향 진입 버킷, 즉 로터 블레이드는 버킷을 로터축과 거의 평행하게 그리고 로터 휠 상에 형성된 결합 도브테일 내로 슬라이딩시키는 것에 의해 로터 휠에 커플링된다. 몇몇 알려진 버킷은 로터 휠 상의 도브테일에 결합하는 반경방향 내측으로 돌출하는 도브테일을 포함한다. 로터 휠의 도브테일은 로터 휠 외연 주위에서 서로 둘레방향으로 이격된다.
- [0003] 그러나, 몇몇 알려진 터빈은 버킷 틱을 따른 일체형 커버 또는 슈라우드를 사용한다. 일반적으로, 슈라우드는 인접한 버킷들의 슈라우드와 포개지는 중첩 용기부를 갖는다. 몇몇 알려진 슈라우드는 반경방향 내측으로 보았을 때 Z자형 형태를 가질 수 있다. 축방향 진입 도브테일 시스템을 사용하여 로터 휠 둘레에 버킷이 조립될 때, 최종 조립되는 버킷에 대해 첫번째 그리고 그 다음의 슈라우드는 마지막 축방향 진입 버킷의 조립을 방해할 수 있다. 슈라우드의 차단부들은 제거될 수 없는데, 그 이유는 슈라우드들이 버킷 틱에서의 버킷의 연속적인 둘레방향 커플링을 유지하기 위해 함께 단단히 그리고 서로 접촉하도록 끼워지게 설계되기 때문이다. 그 결과, 클로저 버킷 위치에 인접한 버킷 상의 슈라우드들 사이의 클리어런스(clearance)는 클로저 버킷의 축방향 삽입을 허용하기에 불충분하다.
- [0004] 마지막 축방향 진입 버킷의 삽입을 용이하게 하기 위해, 적어도 몇몇 알려진 터빈은 클로저 버킷을 고정하기 위해 도브테일 클로저 인서트를 사용한다. 그러나, 도브테일 클로저 인서트를 사용하는 것은 그러한 알려진 터빈의 비용을 증가시키고, 버킷에서 유발되는 로터 휠 조립체에 대한 작동 스트레스도 또한 증가시킬 수 있다. 이와 같이, 슈라우드를 구비하는 마지막 또는 클로저 버킷을 고정하는 기지의 방법은 축방향 진입 조립 방법에 의해 다른 방식으로 완성되는 로터 휠 조립체에 비해 어렵고 시간 소모적일 수 있으며, 터빈에 대한 작동 스트레스를 증가시킬 수 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2006-0053151호
- (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 특개2009-281365호

## 발명의 내용

- [0005] 일양태에서는, 로터 휠 조립체가 제공된다. 로터 휠 조립체는 로터 휠의 외연 주위에서 둘레방향으로 이격된 복수 개의 도브테일 슬롯을 갖는 로터 휠을 포함한다. 로터 휠 조립체는 버킷 클로저 조립체도 또한 갖는다. 버킷 클로저 조립체는 로터 휠에 커플링되는 선단 보조 버킷을 포함한다. 선단 보조 버킷은 복수 개의 도브테일 슬롯 각각에 부착되도록 구성되는 도브테일을 갖는다. 더욱이, 선단 보조 버킷은 로터 휠의 회전축에 대해 제1 각도로 배향되는 제1 배면측 둘레 에지를 포함하는 일체형 커버를 갖는다. 추가로, 버킷 클로저 조립체는 로터 휠에 커플링되는 클로저 버킷을 포함한다. 클로저 버킷은 복수 개의 도브테일 슬롯 각각에 부착되도록 구성된 도브테일과, 제2 배면측 둘레 에지 및 제1 정면측 둘레 에지를 지닌 일체형 커버를 갖는다. 제1 정면측 둘레 에지는 제1 배면측 둘레 에지에 거의 평행하게 배향되고, 제2 배면측 둘레 에지는 회전축에 대해 제2 각도로 배향된다. 제2 각도는 제1 각도와 동일한 방향으로 경사진다. 더욱이, 버킷 클로저 조립체는 로터 휠에 커플링되는 후미 보조 버킷을 포함한다. 후미 보조 버킷은 복수 개의 도브테일 슬롯 각각에 부착되도록 구성된 도브테일을 갖는다. 후미 보조 버킷은 제2 배면측 둘레 에지에 실질적으로 평행하게 배향된 제2 정면측 둘레 에지를 포함하는 일체형 커버를 갖는다. 제1 배면측 둘레 에지는 제1 정면측 둘레 에지에 결합 맞물림식(mating engagement)으로 커플링되고, 제2 배면측 둘레 에지는 제2 정면측 둘레 에지에 결합 맞물림식으로 커플링된다.
- [0006] 다른 양태에서는, 터빈 엔진이 제공된다. 터빈 엔진은 회전축을 갖는 회전 샤프트를 포함한다. 터빈 엔진은 회전 샤프트 주위에서 둘레방향으로 연장되는 케이싱을 포함한다. 케이싱은 회전 샤프트의 길이를 따라 작동 유체를 안내하도록 구성된 적어도 하나의 통로를 형성한다. 터빈 엔진은 회전 샤프트의 일부에 부착되어 회전 샤프트와 함께 회전하는 로터 휠 조립체를 더 포함한다. 로터 휠 조립체는 작동 유체를 팽창시키도록 구성된다. 로터 휠 조립체는 로터 휠의 외연 주위에서 둘레방향으로 이격된 복수 개의 도브테일 슬롯을 갖는 로터 휠을 포함한다. 더욱이, 로터 휠 조립체는 회전축 주위에서 둘레방향 어레이로 배열되는 복수 개의 버킷

을 포함한다. 각각의 버킷은 복수 개의 도브테일 슬롯 각각에 부착되도록 구성된 도브테일, 플랫폼 부분, 에어포일 부분 및 버킷과 일체 형성된 일체형 커버를 포함한다. 로터 휠 조립체는 버킷의 둘레방향 어레이를 폐쇄하고 고정하도록 구성된 버킷 클로저 조립체를 포함한다. 버킷 클로저 조립체는 복수 개의 도브테일 슬롯 각각에 부착되도록 구성된 도브테일, 플랫폼 부분, 에어포일 부분 및 후미 보조 버킷과 일체 형성된 일체형 커버를 포함하는 후미 보조 버킷을 갖는다. 일체형 커버는 인접한 일체형 커버와 간섭 조건을 생성하도록 된 제1 둘레방향 폭을 포함한다. 일체형 커버는 제1 정면측 둘레 에지와 제1 배면측 둘레 에지를 갖고, 제1 배면측 둘레 에지는 회전축에 대해 제1 각도로 배향되며, 제1 정면측 둘레 에지는 회전축에 대해 제2 각도로 배향된다. 더욱이, 클로저 버킷 조립체는 복수 개의 도브테일 슬롯 각각에 부착되도록 구성된 도브테일, 키홈을 포함하는 플랫폼 부분, 에어포일 부분 및 클로저 버킷과 일체 형성된 일체형 커버를 갖는 클로저 버킷을 포함한다. 일체형 커버는 인접한 일체형 커버와 간섭 조건을 생성하도록 구성된 제2 둘레방향 폭을 포함한다. 일체형 커버는 제2 정면측 둘레 에지와 제2 배면측 둘레 에지를 더 갖고, 제2 배면측 둘레 에지는 제1 배면측 둘레 에지에 거의 평행하게 배향되고, 제2 배면측 둘레 에지는 제2 정면측 둘레 에지에 거의 평행하게 배향된다.

### 도면의 간단한 설명

- [0007] 도 1은 예시적인 스팀 터빈 엔진의 개략도.
- 도 2는 도 1에 도시한 스팀 터빈 엔진과 함께 사용되는 예시적인 로터 휠 조립체의 일부의 사시도.
- 도 3은 스팀 터빈 엔진의 중심선축을 향해 반경방향 내측으로 본, 도 2에 도시한 로터 휠 조립체의 일부의 평면도.
- 도 4는 반경방향 내측으로 본, 클로저 조립체 부분의 일체형 커버에 대해 작용할 수 있는 예시적인 접촉력을 예시하는 도 2에 도시한 로터 휠 조립체의 일부의 평면도.
- 도 5는 클로저 버킷을 고정하기 위한 예시적인 유지 키를 예시하는, 도 2에 도시한 로터 휠 조립체의 부분 사시도.
- 도 6은 클로저 버킷과 함께 사용되는 유지 키를 고정하기 위해 사용 가능한 예시적인 유지 핀을 포함하는, 도 2에 도시한 로터 휠 조립체의 부분 사시도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 여기에서 사용되는 "축방향" 및 "축방향으로"라는 용어는 터빈 엔진의 종축에 거의 평행하게 연장되는 방향 및 방위를 일컫는다. 더욱이, "반경방향" 및 "반경방향으로"라는 용어는 터빈 엔진의 종축에 거의 수직하게 연장되는 방향 및 방위를 일컫는다. 또한, 여기에서 사용되는 "둘레방향" 및 "둘레방향으로"라는 용어는 터빈 엔진의 종축 주위에서 활 모양으로 연장되는 방향 및 방위를 일컫는다.
- [0009] 도 1은 예시적인 스팀 터빈 엔진(10)의 개략도이다. 도 1에는 예시적인 스팀 터빈 엔진이 도시되어 있지만, 여기에서 설명하는 버킷 클로저 시스템과 방법이 어느 하나의 특정 타입의 터빈 엔진으로 제한되는 것은 아니라는 점에 유의해야만 한다. 당업자라면, 여기에서 설명하는 현재의 버킷 클로저 시스템과 방법은, 상기한 장치, 시스템 및 방법이 여기에서 더욱 설명하는 바와 같이 작동되는 것을 가능하게 하는 임의의 적절한 구성의 임의의 회전 기계 - 가스 터빈 엔진을 포함함 - 와 함께 사용될 수 있다.
- [0010] 예시적인 실시예에서, 스팀 터빈 엔진(10)은 단일류 스팀 터빈 엔진이다. 대안으로서, 스팀 터빈 엔진(10)은 제한하는 것은 아니지만, 저압 터빈, 대향류, 고압 및 중압 스팀 터빈 조합체, 이중류 스팀 터빈 엔진과 같은 임의의 타입의 스팀 터빈 및/또는 다른 타입의 스팀 터빈일 수 있다. 더욱이, 전술한 바와 같이 본 발명은 단지 스팀 터빈 엔진에서 사용되는 것으로만 제한되지 않고, 가스 터빈 엔진과 같은 다른 터빈 시스템에서 사용될 수 있다.
- [0011] 도 1에 도시한 예시적인 실시예에서, 스팀 터빈 엔진(10)은 회전 샤프트(14)에 커플링되는 복수 개의 터빈 단(12)을 포함한다. 케이싱(16)은 상부 절반부 섹션(18)과 하부 절반부 섹션(도시하지 않음)으로 축방향으로 분할된다. 상부 절반부 섹션(18)은 고압(HP) 스팀 유입구(20)와 저압(LP) 스팀 유출구(22)를 포함한다. 샤프트(14)는 중심선축(24)을 따라 케이싱(16)을 관통하여 연장된다. 샤프트(14)는, 샤프트(14)의 양 단부 부분(30)에 각각 회전 가능하게 커플링되는 베어링(26, 28) 각각에 의해 케이싱(16)에서 지지된다. 샤프트(14) 주위에서 케이싱(16)을 실링하는 것을 용이하게 하기 위해, 복수 개의 실링 부재(31, 34, 36)가 회전 샤프트 단부 부분(30)과 케이싱(16) 사이에 커플링된다.



- [0012] 예시적인 실시예에서, 스팀 터빈 엔진(10)은 케이싱(16)의 내측 셸(44)에 커플링되는 스테이터 요소(42)를 더 포함한다. 복수 개의 실링 부재(34)가 스테이터 요소(42)에 커플링된다. 케이싱(16), 내측 셸(44) 및 스테이터 요소(42)는 각각 샤프트(14)와 실링 부재(34) 주위에서 둘레방향으로 연장된다. 예시적인 실시예에서, 실링 부재(34)는 스테이터 요소(42)와 샤프트(14) 사이에 사행(蛇行) 실링 경로를 형성한다. 샤프트(14)는, 하나 이상의 스팀 채널(46)을 통해 고압 고온 스팀(40)이 통과하는 복수 개의 터빈 단(12)을 포함한다. 터빈 단(12)은 복수 개의 유입 노즐(48)을 포함한다. 스팀 터빈 엔진(10)은, 스팀 터빈 엔진(10)이 여기에서 설명하는 바와 같이 작동 가능하게 하는 임의의 개수의 유입 노즐(48)을 포함할 수 있다. 예컨대, 스팀 터빈 엔진(10)은 도 1에 도시한 보다 많거나 보다 적은 유입 노즐(48)을 포함할 수 있다. 터빈 단(12)은 또한 복수 개의 터빈 블레이드 또는 버킷(38)을 포함한다. 스팀 터빈 엔진(10)은, 스팀 터빈 엔진(10)이 여기에서 설명하는 바와 같이 작동 가능하게 하는 임의의 개수의 버킷(38)을 포함할 수 있다. 예컨대, 스팀 터빈 엔진(10)은 도 1에 예시한 것보다 많거나 적은 버킷(38)을 포함할 수 있다. 스팀 채널(46)은 통상적으로 케이싱(16)을 통과한다. 스팀(40)은 HP 스팀 유입구(20)를 통해 스팀 채널(46)에 진입하고, 샤프트(14)의 길이를 따라 터빈 단(12)을 통과한다.
- [0013] 작동 중에, 고압 및 고온 스팀(40)이 보일러(도시하지 않음)와 같은 스팀 소스로부터 터빈 단(12)으로 안내되고, 터빈 단에 의해 열에너지가 기계적 회전 에너지로 변환된다. 보다 구체적으로, 스팀(40)은 HP 스팀 유입구(20)로부터 케이싱(16)을 통과하여 안내되며, 일반적으로 도면부호 38로 나타내고 중심선축 주위에서의 샤프트(14)의 회전을 유발하도록 샤프트(14)에 커플링되는 복수 개의 터빈 블레이드 또는 버킷과 충돌한다. 스팀(40)은 LP 스팀 유출구(22)에서 케이싱(16)을 빠져나간다. 스팀(40)은 그 후에 보일러(도시하지 않음)로 안내될 수 있고, 보일러에서 재가열될 수 있고, 시스템의 다른 구성요소, 예컨대 컨덴서(도시하지 않음)로 안내될 수 있다.
- [0014] 도 2는 도 1에 도시한 스팀 터빈 엔진(10)의 예시적인 로터 휠 조립체(50)의 일부의 사시도이다. 예시적인 실시예에서, 로터 휠 조립체(50)는 내부에 복수 개의 축방향 진입 도브테일 슬롯(54)이 형성된 로터 휠을 포함하며, 상기 도브테일 슬롯은 로터 휠(52) 외연 주위에서 거의 등간격으로 이격된다. 각각의 도브테일 슬롯(54)은 일반적으로 중심선 55으로 나타낸 바와 같이 샤프트(30)의 중심선축(24)에 실질적으로 평행하다. 중심선축(24)은 로터 휠(52)의 회전축에 대응한다. 변형예에서, 도브테일 슬롯(54)은 로터 휠(52) 내에 중심선축(24)에 대해 임의의 각도를 이루도록 배향될 수 있고, 이것은 스팀 터빈 엔진(10)이 여기에 설명한 바와 같이 작동 가능하게 한다. 각각의 도브테일 슬롯(54)은 일반적으로 V자 형상으로 형성되며, 일련의 축방향 연장 돌출부(56)와 홈(58)을 포함한다.
- [0015] 중심선축(24)은 도 1에 도시한 바와 같은 좌표계의 Z축에 실질적으로 평행하고, 스팀(40)의 주 흐름 방향은 일반적으로 Z축을 따른다. 스팀(40)이 로터 휠 조립체(50)를 통과하여 흐름 때, 로터 휠(52)은 도 2에 도시한 바와 같이 화살표 R로 나타낸 방향으로 회전한다.
- [0016] 예시적인 실시예에서, 각각의 버킷(38)은 기저부 또는 도브테일(60), 플랫폼(62), 에어포일(64) 및 일체형 커버(66)를 포함한다. 좌표계를 참고하면, 로터 휠 조립체(50)의 회전방향에 대하여 각각의 버킷(38)의 가장 전방의 둘레방향측은 전방측(65)이라고 일컫는다. 각각의 버킷(38)의 반대쪽 둘레방향측 또는 로터 휠 조립체(50)의 회전방향에 대하여 가장 후방측(Y축의 양의 방향)은 배면측(63)이라고 일컫는다.
- [0017] 예시적인 실시예에서, 도브테일(60)은 각각의 도브테일 슬롯(54)에 실질적으로 상보적인 형상으로 형성되며, 각각의 도브테일 슬롯(54)과 맞물리도록 구성된 일련의 축방향 연장 돌출부(68)와 홈(70)을 포함하는 테이퍼진 측벽을 각각 포함한다. 설명한 바와 같이, 도브테일 슬롯(54)과 도브테일(60)은 스팀 터빈 엔진(10)의 중심선축(24)에 실질적으로 평행하게 정렬되고, 이에 따라 각각의 버킷(38)이 각각의 도브테일 슬롯(54) 내로 축방향으로 삽입될 때에 버킷(38)은 로터 휠(52) 상에 설치될 수 있다. 조립 시에 버킷(38)은 로터 휠(52) 외연 주위에서 연장되는 버킷의 어레이를 형성한다.
- [0018] 도 3은 일체형 커버(66)에서 반경방향 내측으로 그리고 중심선축(24)을 향해 봤을 때의 로터 휠 조립체(50)의 일부의 평면도이다. 보다 구체적으로, 도 3은 로터 휠 조립체(50)와 함께 사용되는 예시적인 버킷 클로저 조립체 부분(94)의 확대 평면도이다. 예시적인 실시예에서, 로터 휠 조립체(50)는 복수 개의 레귤러 버킷(72)과 버킷 클로저 조립체 부분(94)을 포함한다. 각각의 일체형 커버(66)는 일반적으로 평행사변형 형상으로 형성된다. 레귤러 버킷(72)의 각각의 일체형 커버(66)는, 각각의 일체형 커버(66)가 로터 휠 조립체(50) 내의 제위치에 커플링되었을 때에 로터 휠(52)의 중심선축(24)에 실질적으로 수직하게 배향되는 외측 에지(74, 76)를 포함한다. 또한, 레귤러 버킷(72)의 각각의 일체형 커버(66)는, 서로 거의 평행하게 배향되고 중심선축(24)에 대해 소정

각도(A)로 각각 연장되는 한쌍의 둘레 에지(32)를 포함한다. 일반적으로, 각각의 둘레 에지(32)는 레귤러 버킷(72)의 정면(65)과 배면(63) 상에 배치된다. 예시적인 실시예에서, 상기 각도(A)는 약  $0^\circ$  보다 크고  $90^\circ$  보다 작다. 대안으로서, 상기 각도 A는 복수 개의 버킷(38)이 여기에서 설명하는 바와 같이 작동 가능하게 하는 임의의 각도일 수 있다.

[0019] 예시적인 실시예에서, 버킷 클로저 조립체 부분(94)은 선단 보조 버킷(73)을 포함한다. 선단 보조 버킷(73)은 레귤러 버킷(72)과 유사하다. 버킷 클로저 조립체 부분(94)은 또한 후미 보조 버킷(78)을 포함한다. 후미 보조 버킷(78)의 일체형 커버(66)는 일반적으로 사다리꼴 형상으로 형성되고, 로터 휠(50)이 완전히 조립되었을 때에 서로 실질적으로 평행하고 로터 휠(52)의 중심선축(24)에 거의 수직하게 배향되는 에지(80, 82)를 포함한다. 후미 보조 버킷(78)은, 로터 휠 조립체(50)가 완전히 조립되었을 때에 레귤러 버킷(72)의 각각의 에지(32)에 거의 평행하게 배향되는 배면측 둘레 에지(32)를 포함한다. 추가로, 후미 보조 버킷(78)의 일체형 커버(66)는 중심선축(24)에 대해 소정 각도 B로 배향되는 정면측 둘레 에지(84)를 포함한다. 예시적인 실시예에서, 상기 각도 B는  $0^\circ$  보다 크고  $10^\circ$  이하의 예각이다. 또한, 상기 각도 B는, 식  $0^\circ < |B| < |A|$ 를 충족하도록 각도 A보다 작다.

[0020] 예시적인 실시예에서, 버킷(38)은 클로저 버킷(86)을 더 포함한다. 클로저 버킷 일체형 커버(66)는 일반적으로 사다리꼴 형상으로 형성되고, 로터 휠 조립체(50)가 완전히 조립되었을 때에 서로 거의 평행하고 로터 휠(52)의 중심선축(24)과 거의 수직하게 배향되는 에지(88, 90)를 포함한다. 클로저 버킷(86)은, 로터 휠 조립체(50)가 완전히 조립되었을 때에 선단 보조 버킷(73)의 각각의 에지(32)와 거의 평행한 정면측 둘레 에지(32)를 포함한다. 추가로, 클로저 버킷 일체형 커버(66)는, Z축에 대해 소정 각도 B로 연장되고 후미 보조 버킷(78)의 정면측 둘레 에지(84)에 거의 평행한 배면측 둘레 에지(92)를 포함한다. 전술한 바와 같이, 각도 B는 중심선축(24)에 대해 양의 각도이고, 식  $0^\circ < |B| < |A|$ 를 충족하도록 각도 A보다 작고 약  $0^\circ$  보다 큰 예각이다.

[0021] 예시적인 실시예에서, 도브테일 슬롯(54)과 도브테일(60)은 각각 중심선축(24)에 거의 평행하게 정렬된다. 대안으로서, 도브테일 슬롯(54)과 도브테일(60)은 소정 각도 C로 배향될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 각도 C는  $0^\circ$  이다. 그러나, 각도 C는 식  $|C| < |B| < |A|$ 를 만족하는 예각일 수 있다. 변형예에서, 각도 C는 버킷 클로저 조립체 부분(94)이 여기에서 설명하는 바와 같이 작동 가능하게 하는 임의의 각도일 수 있다.

[0022] 도 4는 버킷 클로저 조립체 부분(94)의 일체형 커버(66)에 작용하는 예시적인 접촉력을 예시하는, 반경방향 내측으로 본 로터 휠 조립체(50)의 일부의 평면도이다. 각각의 일체형 커버(66)의 둘레방향 폭(100)은 로터 휠 조립체(50)에서 이용 가능한 공간에 비해 증가된 접선방향 피치로 제조되는데, 다시 말해서 일체형 커버(66)의 둘레방향 폭(100)은 로터 휠 조립체(50)의 일체형 커버(66)를 통과하여 연장되는 원의 둘레보다 크다. 그 결과, 둘레방향 폭(100)은 일체형 커버(66)의 둘레 에지(32)에 간섭 조건을 형성한다. 간섭 조건을 완화하기 위해, 일체형 커버(66)는 일반적으로 굴곡진 화살표 102로 나타낸 바와 같이 보다 작은 둘레방향 폭(100)으로 회전된다. 회전은 버킷 에어포일(64)의 사전 꼬임을 형성한다. 예시적인 실시예에서, 각각의 에어포일(64)은 토션 스프링으로서 작용하여, 일체형 커버(66)의 둘레 에지(32)를 따라 마찰 접촉력(F1)이 생성된다. 마찰 접촉력(F1)은 각각의 버킷(38)과 버킷 클로저 조립체 부분(94)이 서로 커플링되도록 보장한다. 클로저 버킷(86)이 조립될 때, 둘레 에지(84, 92)들 사이에 형성되는 인터페이스에는, 이 인터페이스에 적용되는 간섭 조건으로 인해 그리고 에어포일(64)의 사전 꼬임으로 인해 열(row) 주위에서 전개되는 접선방향 압축으로 인해 마찰 접촉력(F2)도 또한 생성된다. 이에 따라, 클로저 버킷(86)은 이웃하는 버킷(73, 78)들에 커플링된다. 둘레 에지(84, 92)는 각도 B로 배향되기 때문에, 스팀 터빈 엔진(10)의 일체형 커버(66)는 스팀 터빈 엔진(10)의 점검 중에 서로에 대해 전체적으로 슬라이딩하지 않는다.

[0023] 도 5는 로터 휠 조립체(50)의 부분 사시도이다. 예시적인 실시예에서, 클로저 버킷(86)은 플랫폼(62)의 배면(96)에 형성된 키홈(110)을 포함한다. 키홈(110)은 일반적으로 직사각형 형상이고, 플랫폼(62)의 배면측 표면(120) 아래에서 예정된 거리(98)로 연장된다. 대안으로서, 키홈(110)은 키홈(110)이 여기에서 설명한 바와 같이 작동 가능하게 하는 임의의 형상일 수 있다. 키홈(110)은 일반적으로 플랫폼(62) 내에서 축방향으로 센터링되고, 플랫폼(62)의 저부면(104)을 통과하여 연장된다. 로터 휠(52)은 각각의 도브테일 슬롯(54) 사이에 로터 휠(52)의 외주면(106)에 형성된 대응하는 노치(118)를 포함한다. 노치(118)는 키홈(110)과 실질적으로 정렬되는데, 즉 키홈(110)과 노치(118)는 Z축 방향으로 거의 유사한 치수를 갖는다.

[0024] 예시적인 실시예에서, 클로저 버킷(86)의 축방향 위치를 고정하기 위해 키홈(110)과 노치(118) 내에 유지 키(114)가 위치 설정된다. 유지 키(114)는 실질적으로 직사각형 형상이고, 키(114)가 후미 보조 버킷(78)과 간섭하는 일 없이 클로저 버킷(86)이 마지막 버킷으로서 로터 휠 조립체(50)에 삽입 가능하게 하기 위해 키홈(110)

의 거리(98)보다 작은 예정된 두께(108)를 갖는다. 대안으로서, 키(114)는 키(114)가 여기에서 설명하는 바와 같이 작동 가능하게 하는 임의의 형상을 가질 수 있다. 키(114)는, 키(114)가 키홈(110)과 노치(118)의 치수와 실질적으로 정렬 가능하게 하면서 키(114)가 키홈(110)과 노치(119) 내에서 수직 방향으로 이동 가능하게 하는 폭(109)과 높이(107)를 갖는다.

[0025] 예시적인 실시예에서, 플랫폼(62)은 플랫폼을 관통하여 연장되는 개구(112)를 포함한다. 개구(112)는 일반적으로 플랫폼(62)을 관통하여 축방향으로 연장되고, 스팀 터빈 엔진(10)의 중심선축(24)(도 1에 도시함)에 실질적으로 평행하다. 개구(112)는, 키(114)가 내부에 고정 가능하도록 키홈(110)을 관통하여 연장된다. 플랫폼(62)은 내부에 형성되고 로터 휠 조립체(50)에 대하여 반경방향으로 수직으로 연장되는 개구(122)를 더 포함한다. 개구(122)는 노치(118) 내에 키(114)를 위치 설정하기 위해 로드(116)(예컨대, 제한하는 것은 아니나 볼트)가 통과하여 연장 가능하게 한다.

[0026] 도 6은 키(114)를 고정하는 데 사용 가능한 예시적인 유지 핀(124)을 포함하는 로터 휠 조립체(50)의 부분 사시도이다. 예시적인 실시예에서, 유지 핀(124)은 그 내부에서 핀(114)을 반경방향 내측 위치에 고정하기 위해 개구(112) 내로 삽입된다. 대안으로서, 유지 핀(124)은 예컨대 스프링 핀, 다우웰 핀 및/또는 나사형 파스너를 포함하는 키(114)를 여기에서 설명하는 바와 같이 고정하는 임의의 타입의 유지 메커니즘일 수 있다.

[0027] 작동 시에, 후미 보조 버킷(78)은 로터 휠(52)의 도브테일 슬롯(54) 내에 삽입되고 유지 키(도시하지 않음)에 의해 적소에 고정된다. 대안으로서, 보조 버킷(78)은 제한하는 것은 아니지만, 예컨대 트위스트-로크(twist-lock) 리테이너를 사용함으로써 로터 버킷을 고정하는 데 사용되는 임의의 종래의 수단에 의해 제위치에 고정될 수 있다. 레귤러 버킷(72)은 로터 휠(52)의 인접한 도브테일 슬롯(54)에 삽입되고, 마찬가지로 제위치에 고정된다. 이어서, 2개의 도브테일 슬롯(54)이 남을 때까지 다른 레귤러 버킷(72)이 로터 휠(52)의 인접한 도브테일 슬롯(54)에 삽입되고 제위치에 고정되어, 로터 휠(52) 주위에서 작용한다. 선단 보조 버킷(73)은 마지막에서 두번째 도브테일 슬롯(54)에 삽입되고 제위치에 고정된다. 후미 보조 버킷(78)과 선단 보조 버킷(73)은 클로저 버킷(86)을 위한 개구를 형성하도록 이격되어 연장된다. 클로저 버킷(86)은 마지막 도브테일 슬롯(54)에 삽입된다. 후미 보조 버킷(78)과 선단 보조 버킷(73)을 연장시키기 위해, 제1의 실질적으로 접선방향의 힘이 선단 보조 버킷(73)으로부터 멀어지는 방향으로 후미 보조 버킷(78)에 인가되고, 제2의 실질적으로 접선방향의 힘이 반대 방향으로 선단 보조 버킷(73)에 인가된다. 후미 보조 버킷(78)과 선단 보조 버킷(73)을 이격시켜 연장시키는 것은 필수적인데, 그 이유는 각도 A, B 및 C의 관계가 식  $|C| < |B| < |A|$ 을 만족시켜야 하기 때문이다. 일체형 커버(66)의 둘레방향 폭(100)과 함께 이러한 관계는, 후미 보조 버킷(78)과 선단 보조 버킷(73) 사이에 형성되는 개구를 먼저 확장시키는 일 없이 클로저 버킷(86)이 로터 휠(52)로 삽입될 수 없고, 이에 따라 클로저 버킷(86)의 최종 조립 후에 버킷 각각이 제위치에 로킹되는 것을 보장한다.

[0028] 예시적인 실시예에서, 클로저 버킷(86)은, 반경방향 외측 위치에서 키홈(110) 내에 전체적으로 포획되는 키(114)와 조립된다. 클로저 버킷(86)이 로터 휠(52)의 도브테일 슬롯(54)에 삽입된 후, 로드(116)는 키(114)를 반경방향 내측 위치로 이동시키는 데 사용된다. 키(114)는 키홈(110) 및 노치(118) 모두와 동시에 맞물리도록 위치 설정된다. 로드(116)는 개구(122)로부터 분리되고, 유지 핀(124)은 개구(112) 내로 삽입되어 키(114)를 맞물림 상태로 고정한다.

[0029] 본 명세서에서 설명하는 시스템과 방법은 축방향 진입 버킷 시스템을 제공하는 것에 의해 터빈 엔진 성능을 향상시키는 것을 용이하게 하고, 터빈에 유발되는 작동 스트레스를 실질적으로 줄인다. 구체적으로, 클로저 버킷과 고유한 일체형 커버 인터페이스를 지닌 후미 보조 버킷과 클로저 버킷을 설명하겠다. 클로저 버킷은 도브테일 인서트의 사용 또는 다른 유사한 유지 메커니즘 없이 축방향 방식으로 로터 휠에 대해 조립되거나 분해될 수 있다. 축방향 진입 버킷을 사용하는 알려진 터빈과는 대조적으로, 여기에서 설명하는 장치, 시스템 및 방법은 일체형 커버를 지닌 축방향 진입 버킷을 조립하는 데 있어서의 시간과 어려움을 줄이고, 작동 스트레스와 도브테일 클로저 인서트에 관련된 비용을 줄이는 것을 용이하게 한다.

[0030] 본 명세서에서 설명하는 방법과 시스템은 본 명세서에서 설명되는 특정 실시예로 제한되지 않는다. 예컨대, 각 시스템의 구성 요소 및/또는 각 방법의 단계들은 본 명세서에서 설명하는 다른 구성요소 및/또는 단계들과 독립적으로 그리고 별개로 사용되고/되거나 실시될 수 있다. 추가로, 각 구성요소 및/또는 단계는 또한 다른 조립체 및 방법과 사용되고/되거나 실시될 수 있다.

[0031] 다양한 특정 실시예에 관하여 본 발명을 설명하였지만, 당업자라면 본 발명은 청구범위의 사상 및 범주 내에서 수정되어 실시될 수 있다는 것을 이해할 것이다.



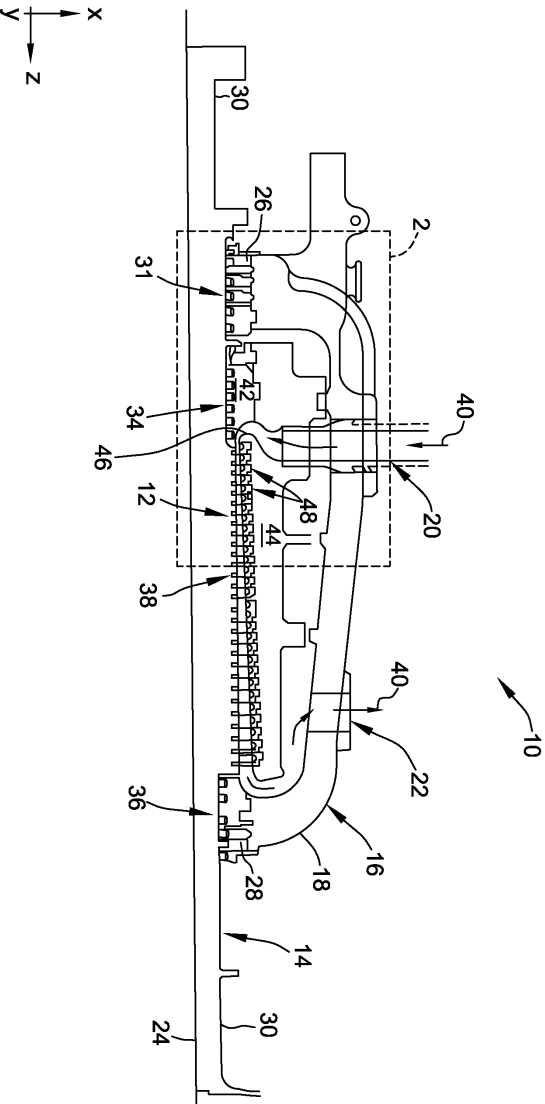
**부호의 설명**

[0032]

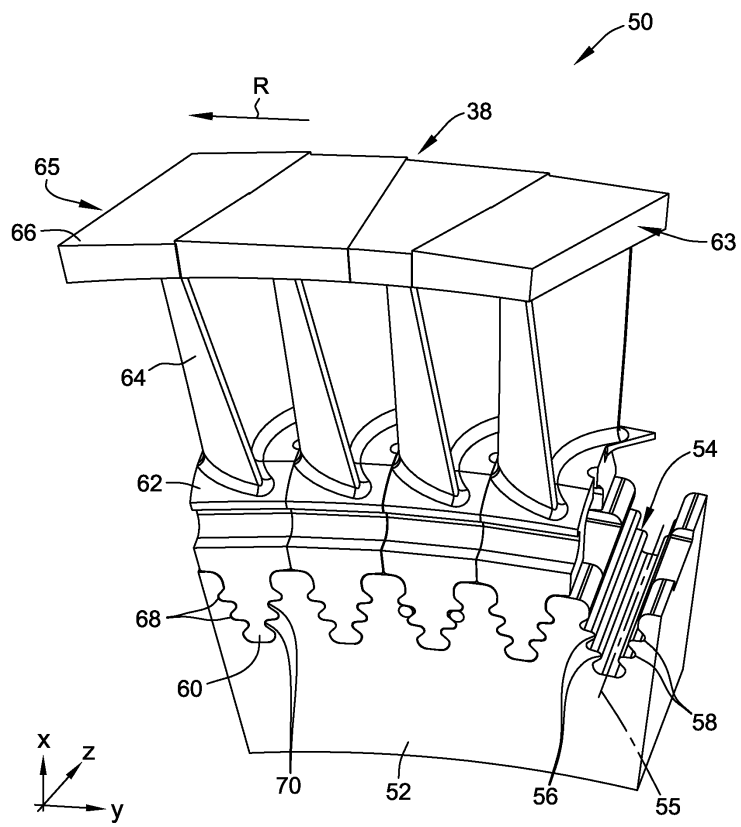
10 : 스팀 터빈 엔진	12 : 터빈 단
14 : 샤프트	16 : 케이싱
18 : 상부 절반부 섹션	20 : HP 스팀 유입구
22 : LP 스팀 유출구	24 : 중심선축
26, 28 : 베어링	30 : 단부부분
31, 34, 36 : 실링 부재	32 : 둘레 에지
38 : 버킷	40 : 스팀
R : 회전방향 화살표	42 : 스테이터 요소
44 : 내측 헬	46 : 스팀 채널
48 : 유입 노즐	50 : 로터 휠 조립체
52 : 로터 휠	54 : 도브테일 슬롯
55 : 중심선	56 : 축방향 연장 돌출부
58 : 홈	60 : 도브테일
62 : 플랫폼	63 : 배면측
64 : 에어포일	65 : 정면측
66 : 일체형 커버	66 : 축방향 연장 돌출부
70 : 홈	72 : 레귤러 버킷
73 : 선단 보조 버킷	74, 76 : 외측 에지
78 : 후미 보조 에지	80, 82, 88, 90 : 에지
84 : 정면측 둘레 에지	86 : 클로저 버킷
92 : 배면측 둘레 에지	94 : 버킷 클로저 조립체
96 : 배면	98 : 거리
100 : 둘레방향 폭	102 : 굴곡진 화살표
104 : 저부면	106 : 외주면
107 : 높이	108 : 두께
109 : 폭	110 : 키홈
112 : 개구	114 : 키
116 : 로드	118 : 노치
120 : 배면측 표면	122 : 개구
124 : 유지 핀	

도면

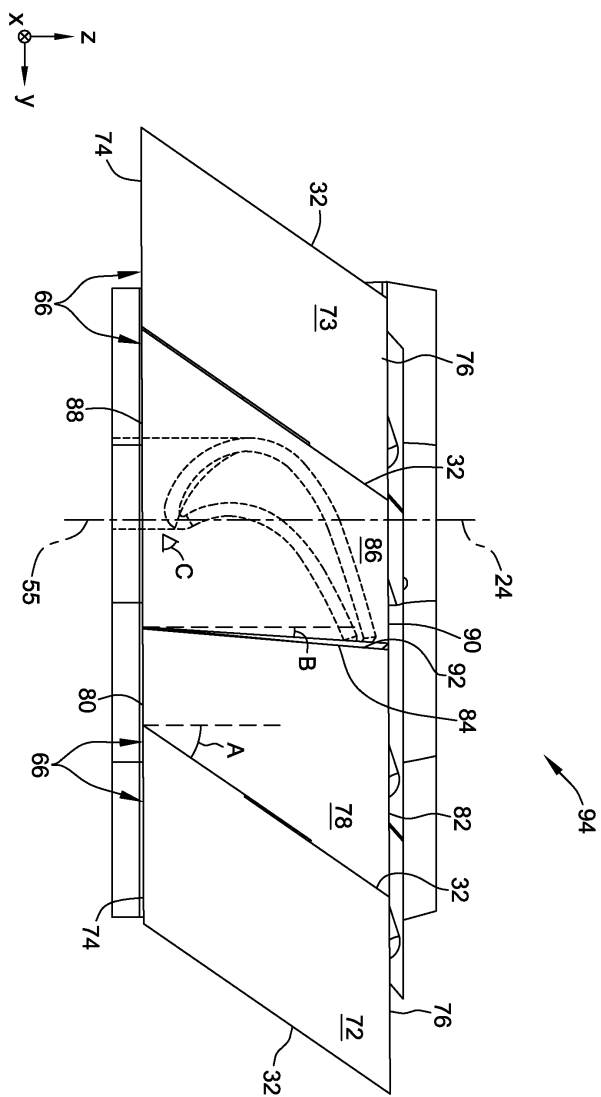
도면1



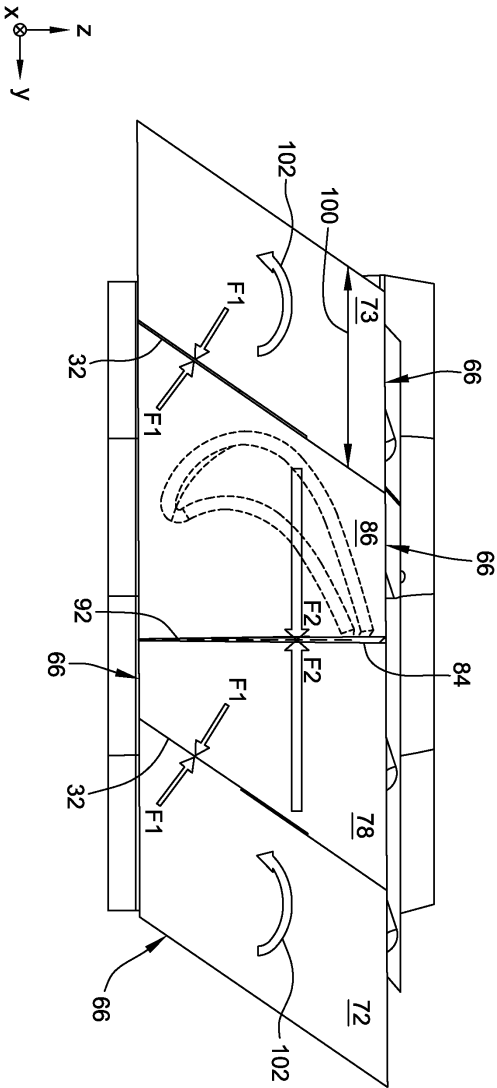
도면2



도면3

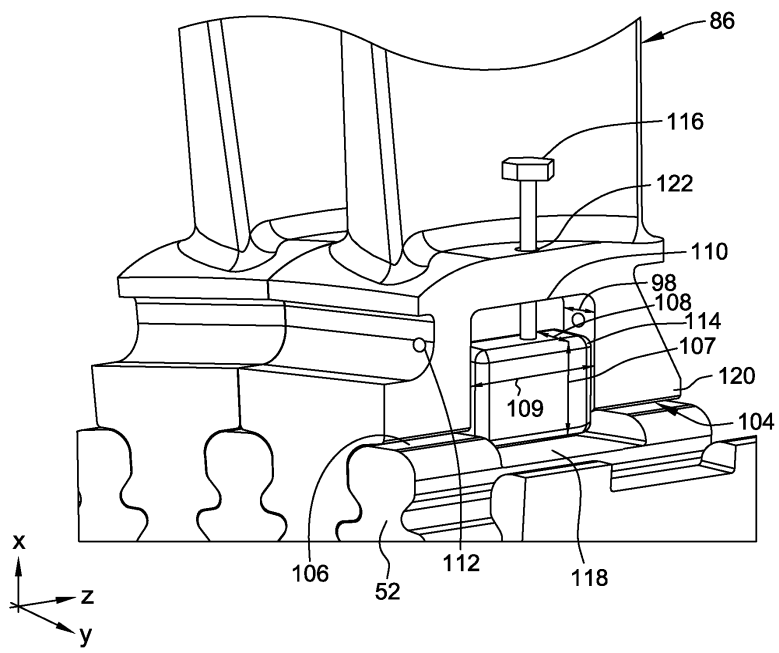


도면4





도면5



도면6

