



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0031492
(43) 공개일자 2020년03월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01D 5/18 (2006.01) F01D 5/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F01D 5/186 (2013.01)
F01D 5/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0122485
(22) 출원일자 2018년10월15일
심사청구일자 2018년10월15일
(30) 우선권주장
16/131,034 2018년09월14일 미국(US)

(71) 출원인
두산중공업 주식회사
경상남도 창원시 성산구 두산볼보로 22 (귀곡동)
(72) 발명자
워시코, 라일 제레미
미국 텍사스 77346, 험블 맷 로드 6007
터너, 데이비드 글렌
미국 텍사스 77586, 시브룩 올드 오차드 레인
1613
라우, 찰스 매튜
미국 텍사스 77571, 쇼어에이커스 노스 컨트리 클
럽 1018
(74) 대리인
특허법인 정안

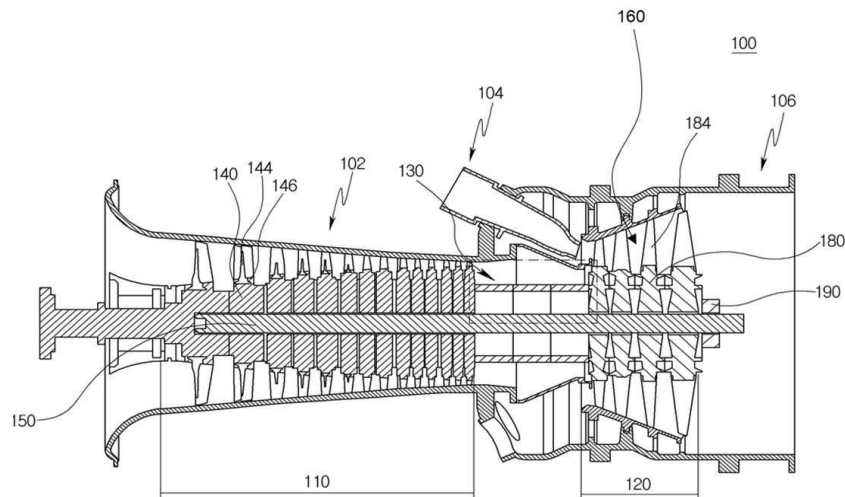
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 캐스트 팁을 구비한 가스 터빈의 터빈 블레이드

(57) 요약

그 내부에 내부 캐비티를 포함하는 에어포일 형상을 갖는 터빈 블레이드부, 터빈 블레이드부의 상부에 배치되는 캐스트 팁, 및 터빈 블레이드부와 캐스트 팁을 서로 부착시키기 위한 브레이즈 조인트를 포함하는 가스 터빈의 터빈 블레이드가 제공된다. 터빈 블레이드부와 캐스트 팁은 상부 평면에서 볼 때 대략 동일한 단면 형상을 갖는다. 또한, 터빈 블레이드부는 터빈 블레이드부가 캐스트 팁에 부착되는 표면에 배치된 돌기를 더 포함한다. 유사한 방식으로, 캐스트 팁은 캐스트 팁이 터빈 블레이드부에 부착되는 표면에 오목부를 포함할 수 있고, 이에 의해 오목부는 터빈 블레이드부의 돌기에 결합된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F05D 2230/21 (2013.01)

F05D 2230/237 (2013.01)

F05D 2240/307 (2013.01)

F05D 2260/202 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

그 내부에 내부 캐비티를 포함하는 에어포일 형상을 갖는 터빈 블레이드부;

상기 터빈 블레이드부의 상부에 배치되는 캐스트 팁; 및

상기 캐스트 팁을 상기 터빈 블레이드부에 부착하는 브레이즈 조인트를 포함하고,

상기 캐스트 팁에 부착된 터빈 블레이드부의 표면은 상기 터빈 블레이드부에 부착된 상기 캐스트 팁의 표면과 동일한 단면 형상을 갖는,

가스 터빈의 터빈 블레이드.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 터빈 블레이드부는 상기 터빈 블레이드부가 상기 캐스트 팁에 부착되는 표면에 배치된 돌기를 더 포함하는, 터빈 블레이드.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 캐스트 팁은 상기 캐스트 팁이 상기 터빈 블레이드부에 부착되는 표면에 오목부를 포함하고, 상기 오목부는 상기 캐스트 팁이 상기 터빈 블레이드부에 부착될 때 상기 터빈 블레이드부의 돌기와 서로 연결되는, 터빈 블레이드.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 돌기는 수 보스이고, 상기 오목부는 상기 수 보스를 수용하기 위한 암 슬롯이고, 상기 수 보스의 높이는 상기 암 슬롯의 깊이와 대략 동일한, 터빈 블레이드.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 캐스트 팁은 그의 바닥면 또는 상면에 팁 포켓을 더 포함하여 상기 캐스트 팁과 터빈 블레이드부의 조립체가 회전할 때 열 마찰을 저감시키는, 터빈 블레이드.

청구항 6

제3항에 있어서, 상기 터빈 블레이드부는 상기 내부 캐비티를 포함하는 내부 냉각 유로 및 상기 터빈 블레이드부의 표면에 제공된 복수의 필름 냉각 홀을 갖는, 터빈 블레이드.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 캐스트 팁에는 상기 캐스트 팁을 관통하는 복수의 냉각 홀이 제공되고, 상기 복수의 냉각 홀의 단부는 상기 터빈 블레이드부의 내부 캐비티에 연결되어 냉각 공기가 상기 캐스트팁을 통과하는, 터빈 블레이드.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 터빈 블레이드부는 상기 터빈 블레이드부가 상기 캐스트 팁에 부착되는 표면에 배치된 오목부를 포함하고, 상기 캐스트 팁은 상기 캐스트 팁이 상기 터빈 블레이드부에 부착되는 표면에 돌기를 포함하고, 상기 돌기는 상기 캐스트 팁이 상기 터빈 블레이드부에 부착될 때 상기 터빈 블레이드부의 오목부와 서로 연결되는, 터빈 블레이드.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 캐스트 팁은 그의 바닥면 또는 상면에 팁 포켓을 더 포함하여 상기 캐스트 팁과 터빈 블

레이드부의 조립체가 회전할 때 열 마찰을 저감시키는, 터빈 블레이드.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 터빈 블레이드부는 상기 내부 캐비티를 포함하는 내부 냉각 유로 및 상기 터빈 블레이드부의 표면에 제공된 복수의 필름 냉각 홀을 갖는, 터빈 블레이드.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 캐스트 팁에는 상기 캐스트 팁을 관통하는 복수의 냉각 홀이 제공되고, 상기 복수의 냉각 홀의 단부는 상기 터빈 블레이드부의 내부 캐비티에 연결되어 냉각 공기가 상기 캐스트팁을 통과하는, 터빈 블레이드.

청구항 12

외부로부터 받은 공기를 압축하는 압축기;

상기 압축기의 하류에 배치되고, 상기 압축기로부터 공급된 압축 공기를 연료와 혼합하고, 그 혼합물을 일정한 압력에서 연소시켜 높은 에너지의 연소 가스를 생성하는 연소기;

터빈 블레이드를 구비하고, 상기 연소기에서 생성된 고온 고압의 연소 가스가 공급되는 터빈; 및

상기 압축기와 터빈에 연결되어 상기 터빈에서 발생된 회전력을 상기 압축기에 전달해서, 상기 압축기의 회전을 발생시키는 회전 샤프트를 포함하고,

상기 터빈 블레이드는,

그 내부에 내부 캐비티를 포함하는 에어포일 형상을 갖는 터빈 블레이드부;

상기 터빈 블레이드부의 상부에 배치되는 캐스트 팁; 및

상기 캐스트 팁을 상기 터빈 블레이드부에 부착하는 브레이즈 조인트를 포함하고,

상기 캐스트 팁에 부착된 터빈 블레이드부의 표면은 상기 터빈 블레이드부에 부착된 상기 캐스트 팁의 표면과 동일한 단면 형상을 갖는,

발전용 가스 터빈.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 터빈 블레이드부는 상기 터빈 블레이드부가 상기 캐스트 팁에 부착되는 표면에 배치된 돌기를 더 포함하고, 상기 캐스트 팁은 상기 캐스트 팁이 상기 터빈 블레이드부에 부착되는 표면에 오목부를 포함하고, 상기 오목부는 상기 캐스트 팁이 상기 터빈 블레이드부에 부착될 때 상기 터빈 블레이드부의 돌기와 서로 연결되는, 가스 터빈.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 캐스트 팁은 그의 바닥면 또는 상면에 팁 포켓을 더 포함하여 상기 캐스트 팁과 터빈 블레이드부의 조립체가 회전할 때 열 마찰을 저감시키는, 가스 터빈.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 터빈 블레이드부는 상기 내부 캐비티를 포함하는 내부 냉각 유로 및 상기 터빈 블레이드부의 표면에 제공된 복수의 필름 냉각 홀을 갖고, 상기 캐스트 팁에는 상기 캐스트 팁을 관통하는 복수의 냉각 홀이 제공되고, 상기 복수의 냉각 홀의 단부는 상기 터빈 블레이드부의 내부 캐비티에 연결되어 냉각 공기가 상기 캐스트팁을 통과하는, 가스 터빈.

청구항 16

작동 시에 손상된 터빈 블레이드를 수리하면 터빈 블레이드로부터 기존의 캐스트 팁을 제거하고;

소정의 사양에 따라 상기 터빈 블레이드부의 표면을 가공하고;

상기 터빈 블레이드부와 상기 캐스트 팁을 가열하고;

상기 터빈 블레이드부의 일단에 적절한 크기의 브레이즈 포일을 배치하고;

상기 브레이즈 포일에 새로운 캐스트 팁을 배치하면서, 상기 터빈 블레이드부의 표면에 제공된 돌기 및 상기 새로운 캐스트 팁의 표면에 제공된 오목부를 정렬하고;

상기 브레이즈 포일에 열을 가하여 조립체를 형성하도록 상기 캐스트 팁과 상기 터빈 블레이드부를 서로 부착하는

것을 포함하는 캐스트 팁을 교체하는 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 터빈 블레이드부의 표면에 제공된 상기 돌기는 수 보스이고, 상기 새로운 캐스트 팁의 표면에 제공된 상기 오목부는 암 슬롯인, 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 브레이즈 포일 상에 상기 새로운 캐스트 팁을 배치하는데 있어서, 상기 브레이즈 포일이 유동하도록 상기 슬롯과 상기 브레이즈 포일 사이에 또는 상기 브레이즈 포일과 상기 돌기 사이에 소정 량의 갭이 형성되는, 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 브레이즈 포일에 열을 가하여 조립체를 형성하도록 상기 캐스트 팁과 상기 터빈 블레이드부를 서로 부착하는 것은 진공로에서 수행되는, 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 진공로에서 상기 캐스트 팁과 상기 터빈 블레이드부의 조립체를 제거하고 상기 캐스트 팁과 상기 터빈 블레이드부의 조립체에서 과도한 브레이즈를 제거하는 것을 더 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 예시적 실시예들은 가스 터빈의 터빈 블레이드에 관한 것으로, 보다 상세하게는 손상된 터빈 블레이드를 용이하게 복원하기 위하여 그의 단부에 캐스트 팁을 구비한 가스 터빈의 터빈 블레이드에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 터빈은 증기나 gas와 같은 압축성 유체의 흐름을 이용하여 충격력 또는 반동력으로 회전력을 얻는 기계 장치로, 증기를 이용하는 증기 터빈, 고온의 연소 가스를 이용하는 가스 터빈 등을 포함한다.

[0003] 가스 터빈은 연소 가스의 흐름에서 에너지를 추출하는 회전식 동력 기관이다. 가스 터빈은 압축기, 터빈, 및 연소 챔버를 포함한다. 압축기에 의해 가압된 압축 공기는 연료와 혼합된 후에 그 혼합물이 연소되어, 고온 고압의 연소 가스는 팽창되고 터빈은 팽창력에 의해 구동된다. 에너지는 샤프트를 통해 토크로서 전달되거나, 추력이나 압축 공기의 형태로 얻어진다. 이러한 에너지는 항공기, 발전기 등을 구동하는데 사용될 수 있다.

[0004] 압축기에는 공기 유입구가 제공되어 그를 통해 공기가 압축기로 공급되고, 복수의 압축기 베인과 블레이드는 압축기 하우징에 교대로 배치된다. 연소기는 압축기에 의해 압축된 압축 공기에 연료를 공급하고 이를 버너로 점화하여 고온 고압의 연소 가스를 생성한다.

[0005] 복수의 터빈 베인과 터빈 블레이드는 터빈의 하우징에 교대로 배치된다. 뿐만 아니라, 압축기, 연소기, 터빈, 및 배기관의 중심을 관통하는 로터도 그 내부에 제공된다.

[0006] 로터의 양단은 베어링에 의해 회전가능하게 지지된다. 복수의 디스크는 로터에 고정되고 블레이드는 로터에 연결된다. 동시에, 예를 들어 발전기의 구동 샤프트는 배기 챔버의 단부에 연결된다.

- [0007] 가스터빈은 4행정 기관의 피스톤과 같은 왕복 기구를 구비하지 않으므로, 피스톤-실린더와 같은 상호 마찰 부분이 없어 윤활의 소비가 극히 적다. 또한, 가스 터빈은 왕복 기계의 특징인 진폭이 크게 감소되어 고속 회전 운동이 가능하다는 점에서 유리하다.
- [0008] 가스 터빈의 열역학적 사이클은 브레이튼 사이클을 따르는 것이 이상적이다. 브레이튼 사이클은 등엔트로피 압축(단열 압축), 정압 가열, 등엔트로피 팽창(단열 팽창), 정압 방열을 포함하는 4개의 상으로 이루어진다. 대기의 공기를 흡입하여 고압으로 압축한 후, 정압 환경에서 연료가 연소되어 열에너지를 방출한다. 그 후, 고온의 연소 가스는 팽창되어 운동에너지로 변환되고, 잔여 에너지를 갖고 있는 배기 가스는 대기로 방출된다. 이와 유사하게, 브레이튼 사이클은 4개의 과정, 즉 압축, 가열, 팽창, 및 방열로 이루어진다.
- [0009] 가스 터빈의 작동을 간략히 설명한다. 압축기에서 압축된 공기는 연료와 혼합되고 연소되어 고온의 연소 가스를 생성하고, 생성된 연소 가스는 터빈 블레이드로 분사된다. 분사된 연소 가스는 터빈 베인과 블레이드를 통과하여 터빈 블레이드에 회전력을 발생시키고, 이에 따라 터빈 블레이드에 결합된 로터를 회전시킨다.
- [0010] 터빈 효율을 향상시키기 위해서 연소 가스의 누설을 줄이는 것이 중요하다. 구체적으로, 터빈 베인의 상단과 하우징 사이에 갭이 형성될 수 있다. 갭은 연소 가스의 누설 경로일 수 있고, 이러한 누설을 방지하기 위해 갭을 밀봉할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 연소 가스의 누설을 방지 할 수 있는 캐스트 팁을 구비한 가스 터빈의 터빈 블레이드를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일실시예에 따르면, 그 내부에 내부 캐비티를 포함하는 에어포일 형상을 갖는 터빈 블레이드부와; 상기 터빈 블레이드부의 상부에 배치되는 캐스트 팁과; 상기 캐스트 팁을 상기 터빈 블레이드부에 부착하는 브레이즈 조인트를 포함할 수 있고, 상기 캐스트 팁에 부착된 터빈 블레이드부의 표면은 상기 터빈 블레이드부에 부착된 상기 캐스트 팁의 표면과 동일한 단면 형상을 갖을 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 터빈 블레이드부는 상기 터빈 블레이드부가 상기 캐스트 팁에 부착되는 표면에 배치된 돌기를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 캐스트 팁은 상기 캐스트 팁이 상기 터빈 블레이드부에 부착되는 표면에 오목부를 포함할 수 있고, 상기 오목부는 상기 캐스트 팁이 상기 터빈 블레이드부에 부착될 때 상기 터빈 블레이드부의 돌기와 서로 연결될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 돌기는 수 보스일 수 있고, 상기 오목부는 상기 수 보스를 수용하기 위한 암 슬롯일 수 있고, 상기 수 보스의 높이는 상기 암 슬롯의 깊이와 대략 동일할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 캐스트 팁은 그의 바닥면 또는 상면에 팁 포켓을 더 포함할 수 있으며 상기 캐스트 팁과 터빈 블레이드부의 조립체가 회전할 때 열 마찰을 저감시킬 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 터빈 블레이드부는 상기 내부 캐비티를 포함하는 내부 냉각 유로 및 상기 터빈 블레이드부의 표면에 제공된 복수의 필름 냉각 홀을 갖을 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 캐스트 팁에는 상기 캐스트 팁을 관통하는 복수의 냉각 홀이 제공될 수 있고, 상기 복수의 냉각 홀의 단부는 상기 터빈 블레이드부의 내부 캐비티에 연결되어 냉각 공기가 상기 캐스트팁을 통과할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 터빈 블레이드부는 상기 터빈 블레이드부가 상기 캐스트 팁에 부착되는 표면에 배치된 오목부를 포함할 수 있고, 상기 캐스트 팁은 상기 캐스트 팁이 상기 터빈 블레이드부에 부착되는 표면에 돌기를 포함할 수 있고, 상기 돌기는 상기 캐스트 팁이 상기 터빈 블레이드부에 부착될 때 상기 터빈 블레이드부의 오목부와 서로 연결될 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 캐스트 팁은 그의 바닥면 또는 상면에 팁 포켓을 더 포함할 수 있으며 상기 캐스트 팁과 터빈 블레이드부의 조립체가 회전할 때 열 마찰을 저감시킬 수 있다.

- [0021] 또한, 상기 터빈 블레이드부는 상기 내부 캐비티를 포함하는 내부 냉각 유로 및 상기 터빈 블레이드부의 표면에 제공된 복수의 필름 냉각 홀을 갖을 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 캐스트 팁에는 상기 캐스트 팁을 관통하는 복수의 냉각 홀이 제공될 수 있고, 상기 복수의 냉각 홀의 단부는 상기 터빈 블레이드부의 내부 캐비티에 연결되어 냉각 공기가 상기 캐스트팁을 통과할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일실시예에 따르면, 외부로부터 받은 공기를 압축하는 압축기와; 상기 압축기의 하류에 배치되고, 상기 압축기로부터 공급된 압축 공기를 연료와 혼합하고, 그 혼합물을 일정한 압력에서 연소시켜 높은 에너지의 연소 가스를 생성하는 연소기와; 터빈 블레이드를 구비하고, 상기 연소기에서 생성된 고온 고압의 연소 가스가 공급되는 터빈과; 상기 압축기와 터빈에 연결되어 상기 터빈에서 발생된 회전력을 상기 압축기에 전달해서, 상기 압축기의 회전을 발생시키는 회전 샤프트를 포함할 수 있고, 상기 터빈 블레이드는 그 내부에 내부 캐비티를 포함하는 에어포일 형상을 갖는 터빈 블레이드부와; 상기 터빈 블레이드부의 상부에 배치되는 캐스트 팁과; 상기 캐스트 팁을 상기 터빈 블레이드부에 부착하는 브레이즈 조인트를 포함할 수 있고, 상기 캐스트 팁에 부착된 터빈 블레이드부의 표면은 상기 터빈 블레이드부에 부착된 상기 캐스트 팁의 표면과 동일한 단면 형상을 갖을 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 터빈 블레이드부는 상기 터빈 블레이드부가 상기 캐스트 팁에 부착되는 표면에 배치된 돌기를 더 포함할 수 있고, 상기 캐스트 팁은 상기 캐스트 팁이 상기 터빈 블레이드부에 부착되는 표면에 오목부를 포함할 수 있고, 상기 오목부는 상기 캐스트 팁이 상기 터빈 블레이드부에 부착될 때 상기 터빈 블레이드부의 돌기와 서로 연결될 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 캐스트 팁은 그의 바닥면 또는 상면에 팁 포켓을 더 포함할 수 있으며 상기 캐스트 팁과 터빈 블레이드부의 조립체가 회전할 때 열 마찰을 저감시킬 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 터빈 블레이드부는 상기 내부 캐비티를 포함하는 내부 냉각 유로 및 상기 터빈 블레이드부의 표면에 제공된 복수의 필름 냉각 홀을 갖을 수 있고, 상기 캐스트 팁에는 상기 캐스트 팁을 관통하는 복수의 냉각 홀이 제공될 수 있고, 상기 복수의 냉각 홀의 단부는 상기 터빈 블레이드부의 내부 캐비티에 연결되어 냉각 공기가 상기 캐스트팁을 통과할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일실시예에 따르면, 작동 시에 손상된 터빈 블레이드를 수리하면 터빈 블레이드로부터 기존의 캐스트 팁을 제거할 수 있고; 소정의 사양에 따라 상기 터빈 블레이드부의 표면을 가공할 수 있고; 상기 터빈 블레이드부와 상기 캐스트 팁을 가열할 수 있고; 상기 터빈 블레이드부의 일단에 적절한 크기의 브레이즈 포일을 배치할 수 있고; 상기 브레이즈 포일에 새로운 캐스트 팁을 배치하면서, 상기 터빈 블레이드부의 표면에 제공된 돌기 및 상기 새로운 캐스트 팁의 표면에 제공된 오목부를 정렬할 수 있고; 상기 브레이즈 포일에 열을 가하여 조립체를 형성하도록 상기 캐스트 팁과 상기 터빈 블레이드부를 서로 부착하는 것을 포함할 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 터빈 블레이드부의 표면에 제공된 상기 돌기는 수 보스일 수 있고, 상기 새로운 캐스트 팁의 표면에 제공된 상기 오목부는 암 슬롯일 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 브레이즈 포일 상에 상기 새로운 캐스트 팁을 배치하는데 있어서, 상기 브레이즈 포일이 유동하도록 상기 슬롯과 상기 브레이즈 포일 사이에 또는 상기 브레이즈 포일과 상기 돌기 사이에 소정량의 갭이 형성될 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 브레이즈 포일에 열을 가하여 조립체를 형성하도록 상기 캐스트 팁과 상기 터빈 블레이드부를 서로 부착하는 것은 진공로에서 수행될 수 있다.
- [0031] 또한, 상기 진공로에서 상기 캐스트 팁과 상기 터빈 블레이드부의 조립체를 제거하고 상기 캐스트 팁과 상기 터빈 블레이드부의 조립체에서 과도한 브레이즈를 제거하는 것을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0032] 본 발명에 의한 캐스트 팁을 구비한 가스 터빈의 터빈 블레이드는 연소 가스의 누설을 방지함으로써 터빈 효율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 본 발명의 이러한 및/또는 다른 양태, 특징, 및 이점은 첨부한 도면과 함께 다음의 예시적 실시예들의 설명으로부터 명백해지고 보다 쉽게 이해될 것이다:

- 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 터빈의 전체 구조를 나타낸 도면이고;
 도 2 및 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 터빈의 터빈 블레이드를 나타낸 도면이고;
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 터빈 블레이드의 상단을 나타낸 도면이고;
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 캐스트 팁을 갖는 터빈 블레이드를 나타낸 도면이고;
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 캐스트 팁과 터빈 블레이드부의 조립체를 나타낸 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 예시적 실시예들을 보다 상세하게 설명할 것이다. 도면에서 구성요소에 부여된 참조 부호와 관련하여, 동일한 구성요소들이 다른 도면에 도시되어 있더라도, 이들은 가능한 동일한 참조 부호들에 의해 지칭된다는 것을 유념해야 할 것이다. 또한, 예시적 실시예들의 설명에 있어서, 잘 알려진 관련 구조나 기능의 상세한 설명이 본 발명의 모호한 해석을 유발할 것으로 여겨지면 이러한 설명은 생략될 것이다.
- [0035] 그러나, 개시된 특정 예시적 실시예들로 본 발명을 한정하려는 의도가 아니라는 것을 이해하여야 한다. 그 반대로, 예시적 실시예들은 그 범위에 포함되는 모든 변형, 균등물, 및 대체물을 포함할 것이다. 도면 전체에 걸쳐서 유사한 부호들은 유사한 구성요소를 나타낸다.
- [0036] 본 명세서에서 사용된 용어는 단지 특정할 실시예들을 설명하기 위한 것으로, 이는 한정되게 의도되지 않는다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현도 포함하는 것으로 의도된다. 본 명세서에서 사용될 때 "포함하다", "포함하는", "구비하다", "구비하는", "갖고", 및/또는 "갖는" 용어는 명세서상에 기재된 특징, 정수, 단계, 동작, 소자, 및/또는 구성요소의 존재를 지칭하려는 것이지, 하나 이상의 다른 특징, 정수, 단계, 동작, 소자, 구성요소, 및/또는 이들 그룹의 존재 또는 부가를 배제하지 않는 것으로 또한 이해되어야 할 것이다.
- [0037] 또한, 본 명세서에서 구성요소를 설명하기 위하여 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등과 같은 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어들 각각은 해당 구성요소의 본질, 순서, 또는 차례를 정의하는데 사용되지 않고, 그 해당 구성요소를 다른 구성요소(들)와 단지 구별하는데 사용된다. 본 명세서에서 하나의 구성요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합", 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 제1 구성요소가 제2 구성요소에 직접적으로 연결, 결합, 또는 접속될 수 있을 지라도, 제1 및 제2 구성요소 사이에 제3 구성요소가 "연결", "결합" 및 "접속"될 수도 있다는 것을 유념하여야 한다.
- [0038] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용된 기술 및 과학적 용어를 포함하는 모든 용어는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해되는 동일한 의미를 갖는다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로나 과도하게 형식적인 의미로 해석되어서는 안되고 관련 기술의 문맥에서 그 의미와 일관되는 의미로 해석될 것이다.
- [0039] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 예시적 실시예들을 상세하게 설명할 것이다. 그 구성 및 효과는 다음의 설명으로부터 명확하게 이해될 수 있다.
- [0040] 도 1은 가스 터빈의 전체 구조를 나타낸 도면이고, 도 2 및 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 터빈의 터빈 블레이드를 나타낸 도면이다. 도 4는 터빈 블레이드의 상단을 도시하고 있고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 캐스트 팁이 조합된 터빈 블레이드를 도시하고 있다. 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 캐스트 팁 및 터빈 블레이드 조립체의 단면도이다.
- [0041] 가스 터빈(100)은 하우징(102) 및 디퓨저(106)를 포함한다. 디퓨저(106)는 하우징(102)의 후방에 설치되어 가스 터빈(100)을 통과한 연소 가스를 배출한다. 가스 터빈(100)은 압축기와 디퓨저(106) 사이의 부분에 배치되는 연소기(104)를 더 포함하고, 이러한 연소기(104)는 압축 공기를 공급받아 공기를 연소시킨다.
- [0042] 공기의 흐름 방향을 기준으로, 압축기 섹션(110)은 하우징(102)의 상류에 위치되고, 터빈 섹션(120)은 그의 하류에 위치된다. 토크 튜브(130)는 압축기 섹션(110)과 터빈 섹션(120) 사이에 배치되고, 토크 전달 부재로서 역할을 하여 터빈 섹션(120)에서 발생된 토크를 압축기 섹션(110)으로 전달한다.
- [0043] 압축기 섹션(110)은 복수의 압축기 로터 디스크(140)를 포함하고, 이들은 축 방향을 따라 서로 분리되지 않도록 타이 볼트(150)로 체결된다.
- [0044] 구체적으로, 압축기 로터 디스크(140)의 중앙부를 관통해 삽입되는 타이 볼트(150)에 의해 압축기 로터 디스크

(140)는 축 방향을 따라 정렬되어 있다. 인접한 압축기 로터 디스크(140)의 대향면은 타이 볼트(150)에 의해 서로 밀착되고, 이에 따라 압축기 로터 디스크(140)는 서로 상대 회전할 수 없다.

- [0045] 압축기 로터 디스크(140)는 그의 외주면에 결합되는 복수의 블레이드(144)를 갖는다. 압축기 블레이드(144)는 방사상으로 배치되고, 각각은 압축기 로터 디스크(140)에 체결되는 루트부(146)를 갖는다.
- [0046] 베인은 각각의 압축기 로터 디스크(140) 사이에 배치되고 하우징에 고정된다. 압축기 로터 디스크와 달리, 하우징에 고정된 베인은 회전할 수 없다. 베인은 압축기 로터 디스크의 블레이드를 통과한 압축 공기의 흐름을 정렬하고 하류 측에 위치되는 다른 로터 디스크의 블레이드로 압축 공기를 안내하는 역할을 한다.
- [0047] 루트부(146)는 탄젠셜 타입이나 액시얼 타입으로 체결될 수 있다. 루트부(146)는 가스 터빈에서 요구되는 구조에 따라 선택된 체결 타입을 통해 체결될 수 있다. 체결 타입은 도브테일 형태 또는 전나무 형태를 포함할 수 있다. 체결 타입은 이에 한정되는 것은 아니고 다른 체결구, 예를 들어, 키 또는 볼트로 변경될 수 있다.
- [0048] 타이 볼트(150)는 복수의 압축기 로터 디스크(140)의 중앙부를 관통해 배치된다. 타이 볼트(150)의 일단은 최상류측에 위치된 압축기 로터 디스크의 내부에 체결되어, 타단은 토크 튜브(130)의 내부에 고정된다.
- [0049] 타이 볼트(150)는 가스 터빈에 따라 다양한 구조를 포함할 수 있으므로, 타이 볼트(150)의 형상은 도 1에 도시된 형상으로 한정되지 않는다. 예를 들어, 하나의 타이 볼트가 도 1에 도시된 바와 같이 로터 디스크의 중앙부를 관통해 배치될 수 있거나, 또는 복수의 타이 볼트가 로터 디스크의 원주 상에 배치될 수 있다. 이러한 두 구조가 함께 사용될 수 있다.
- [0050] 연소기(104)는 압축 공기를 연료와 혼합하고 연료 혼합물을 연소시켜 높은 에너지를 갖는 고온 고압의 연소 가스를 생성하여, 등압 연소 과정을 통해 연소기와 터빈의 내열 한도까지 연소 가스의 온도를 증가시킨다.
- [0051] 가스 터빈의 연소 시스템은 셀 형태로 형성된 케이싱 내에 복수의 연소기를 포함할 수 있다. 각 연소기는 연료 분사 노즐 등을 갖는 버너, 연소 챔버를 구성하는 연소기 라이너, 및 연소기와 터빈 간의 연결부로서 역할을 하는 트랜지션 피스를 포함할 수 있다.
- [0052] 구체적으로, 라이너는 연료 분사 노즐에 의해 분사된 연료가 압축기에 의해 가압된 압축 공기와 혼합되고 연료와 압축 공기의 혼합물이 연소될 수 있는 연소 공간을 제공한다. 연소기 라이너는 연료 혼합물이 연소되는 연소 공간을 제공하기 위한 화염 튜브, 및 화염 튜브를 둘러싸면서 링 형태의 공간을 형성하는 플로우 슬리브를 포함할 수 있다. 연료 분사 노즐은 연소기 라이너의 전단에 결합되고, 점화 플러그가 라이너의 측벽에 결합될 수 있다.
- [0053] 고압 고온의 연소 가스를 터빈 측으로 전달하기 위하여 트랜지션 피스가 연소기 라이너의 후단에 연결된다. 고온의 연소 가스로 인한 손상으로부터 트랜지션 피스를 보호하기 위하여 트랜지션 피스의 외벽은 압축기로부터 공급되는 압축 공기에 의해 냉각된다.
- [0054] 연소기에서 나온 고온 고압의 연소 가스는 터빈 섹션(120)으로 공급된다. 고온 고압의 연소 가스는 팽창되어 그 결과 터빈의 회전 블레이드에 구동력 또는 반동력을 가하게 되고, 이에 의해 터빈 블레이드에 토크를 발생시킨다. 터빈 블레이드는 토크 튜브(130)에 결합되므로, 발생된 토크는 압축기 섹션(110)으로 전달될 수 있다. 또한, 압축기의 구동에 필요한 동력을 초과하는 동력은 발전기 등을 구동하는데 사용될 수 있다.
- [0055] 터빈 섹션(120)은 기본적으로 압축기 섹션(110)과 유사한 구조를 갖는다. 터빈 섹션(120)은 압축기 섹션(110)의 압축기 로터 디스크(140)와 유사한 복수의 터빈 로터 디스크(180)를 포함한다. 그러므로, 터빈 로터 디스크(180)의 각각은 방사상으로 배치된 복수의 터빈 로터 블레이드(184)를 포함할 수 있다. 또한, 터빈 로터 블레이드(184)는 도브테일형 부품 등을 통해 터빈 로터 디스크(180)에 결합될 수 있다.
- [0056] 더 나아가, 하우징에 고정되는 터빈 스테이터(또는 터빈 베인)는 터빈 로터 디스크(180)의 터빈 로터 블레이드(184) 사이에 배치되고 블레이드를 통과하는 연소 가스의 흐름 방향을 안내한다. 터빈 스테이터에는 복수의 베인 세그먼트가 제공될 수 있다.
- [0057] 도 2를 참조하면, 터빈 로터 디스크(180)는 원판 형상을 갖고 그의 외주에 형성된 복수의 결합 슬롯(180a)을 포함한다. 결합 슬롯(180a)은 전나무형 단면을 가지면서 비평탄 표면을 갖는다.
- [0058] 터빈 블레이드(184)는 결합 슬롯(180a)에 체결된다. 도 2의 터빈 블레이드(184)는 그의 중앙부에 형성된 판형의 플랫폼부(184a)를 갖는다. 플랫폼부(184a)는 인접한 터빈 블레이드의 플랫폼부(184a)의 측면과 접촉하고 있는 측면을 갖고 블레이드 사이의 공간을 유지하는 역할을 한다. 플랫폼부(184a)는 그의 바닥에 형성된 루트부

(184b)를 갖는다. 루트부(184b)는 터빈 로터 디스크(180)의 축 방향을 따라 터빈 로터 디스크(180)의 결합 슬롯(180a)에 삽입되는 소위 액시얼 타입 구조를 갖는다.

[0059] 루트부(184b)는 결합 슬롯(180a)의 형상에 대응하는 전나무형 단면을 가지면서 비평탄 표면을 갖는다. 루트부(184b)의 결합 구조는 전나무 형상에 한정되는 것은 아니고, 터빈 블레이드(184)를 터빈 로터 디스크(180)에 체결하기 위한 도브테일 형상과 같은 다른 구조로 변경될 수 있다.

[0060] 블레이드부(184c)는 플랫폼부(184a)에 제공될 수 있다. 블레이드부(184c)는 가스 터빈의 사양에 따라 최적화된 블레이드 형상을 갖고 리딩 에지 및 트레일링 에지를 포함한다. 연소 가스의 흐름 방향을 기준으로, 리딩 에지는 상류 측에 배치되고 트레일링 에지는 하류 측에 배치된다.

[0061] 압축기 섹션의 블레이드와 달리, 터빈 섹션의 블레이드는 고온 고압의 연소 가스와 접촉하고 있다. 대략 1,700 °C에 달하는 연소 가스의 높은 온도 때문에, 터빈 블레이드(184)를 냉각해야 한다. 예를 들어, 냉각 흐름 경로가 그 내부에 형성될 수 있는데, 이러한 경로에서 냉각 공기는 압축기 섹션의 부분으로부터 추출된 후 터빈 블레이드를 냉각하도록 터빈 섹션의 블레이드 측으로 공급될 수 있다.

[0062] 냉각 흐름 경로는 하우징의 외부로 연장될 수 있거나(외부 흐름 경로) 또는 로터 디스크를 관통해 연장될 수 있다(내부 흐름 경로). 도 2의 블레이드부(184c)는 그의 표면에 형성된 복수의 필름 냉각 홀(184d)을 갖는다. 필름 냉각 홀(184d)은 블레이드부(184c) 내부에 형성된 냉각 흐름 경로와 연통하여 블레이드부(184c)의 표면으로 냉각 공기를 공급한다.

[0063] 블레이드부(184c)의 방사상 단부는 터빈 하우징에 인접하고 있다. 고온 고압의 연소 가스는 터빈 블레이드(184)로 분사되고 터빈 블레이드(184)는 연소 가스의 에너지를 이용하여 회전된다. 그러므로, 고온 고압의 연소 가스의 누설은 터빈의 감소된 효율로 이어진다. 이러한 터빈 효율의 감소를 억제하기 위하여, 블레이드부(184c)의 반경 방향을 따라 형성된 터빈 블레이드(184)와 터빈 하우징 간의 간격인 터빈 틱 클리어런스는 터빈 효율을 향상시키기 위해 최소화되어야 한다. 여기에서, 터빈 틱 클리어런스는 가스 터빈 사용 시에 계속 균일하게 유지될 수 없고, 고온 고압의 연소 가스와 접촉으로 인한 터빈 블레이드(184)에서의 열 팽창 때문에 변화될 수 있다. 터빈 틱 클리어런스가 커지면, 연소 가스의 누설이 일어나서 터빈 효율의 감소를 초래한다. 반면, 터빈 틱 클리어런스가 더 작아지게 되면, 고속으로 회전하는 터빈 블레이드(184)는 터빈 하우징과 직접 접촉할 수 있어서, 대략 가열, 마찰, 또는 이로부터의 산화로 인해 터빈 블레이드(184)에 심각한 손상을 야기할 수 있다.

[0064] 그러므로, 도 4에 도시된 바와 같이, 블레이드부(184c)의 상단에 틱 포켓(184f)이 형성될 수 있고, 틱 포켓(184f)을 커버하는 틱 플레이트(184e)가 블레이드부(184c)의 상단에 설치될 수 있다. 그러나, 블레이드부(184c)의 상단, 즉 틱 플레이트(184e)와 틱 포켓(184f)은, 고온 고압의 연소 가스와 접촉으로 인한 가열 또는 감소된 터빈 틱 클리어런스와 같은 가혹한 운전 조건에 터빈 블레이드(184)가 직면할 때 고온 마찰에 의해 산화되거나 손상될 수 있다.

[0065] 이러한 문제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 터빈 블레이드(184)에는 블레이드부(184c)의 상단에 배치된 캐스트 틱(185)이 제공될 수 있다.

[0066] 캐스트 틱(185)은 반경 방향을 따라 블레이드부(184c)의 상단에 배치될 수 있고, 블레이드부(184c)와 대략 동일한 단면을 가질 수 있다. 도 5는 캐스트 틱(185)을 도시하고 있다. 캐스트 틱(185)과 블레이드부(184c)의 조립체는 단일 터빈 블레이드로서 역할을 할 수 있다. 따라서, 캐스트 틱(185)의 단면은 블레이드부(184c)와 유사한 에어포일의 형태로 이루어지는 것이 바람직할 수 있고, 리딩 에지 및 트레일링 에지를 갖는다.

[0067] 도 5에 도시된 바와 같은 캐스트 틱(185)은 종래의 틱 플레이트(184e)의 두께보다 대체로 두꺼운 소정 두께를 갖는다. 종래의 틱 플레이트(184e)는 틱 포켓(184f)을 커버하도록 얇은 플레이트 형상을 갖는 구조로 형성된다. 그러나, 본 발명의 일 실시예에 따른 캐스트 틱(185)은 터빈 블레이드부(184c)와 조합될 때 단일의 터빈 블레이드를 형성하도록 일정 두께를 갖는 것이 바람직하다.

[0068] 전술한 바와 같이, 터빈 블레이드부(184c)는 고압 연소 가스의 분출 팽창으로 인해 고속으로 회전한다. 또한, 고온 연소 가스와 접촉으로 인해 발생하는 열 팽창 또는 냉각으로 인한 열 수축은 블레이드부(184c)에서 일어난다. 그 결과, 블레이드부(184c)의 상단은 가혹한 운전 조건으로 인해 자주 산화되거나 손상될 수 있다. 손상된 블레이드부(184c)의 상단을 복원하는데 용접이 이용되지만, 이러한 용접 복원은 터빈 블레이드 무게의 변화 또는 그의 표면 처리에 있어서의 변경을 흔히 야기할 수 있어서, 이는 추후에 고속으로 회전하는 터빈 블레이드(184)에 심각한 상황을 초래해서 터빈 블레이드(184)의 사용 수명을 대폭적으로 감소시킨다.

- [0069] 블레이드부(184c)의 상단의 파손 또는 열화에 대해, 본 발명의 일 실시예에 따른 캐스트 팁(185)을 구비한 터빈 블레이드(184)는 간단히 캐스트 팁(185)을 교체함으로써 쉽게 복원될 수 있다. 게다가, 동일한 치수를 갖는 캐스트 팁(185)을 교체함으로써 표면 처리나 무게 변화의 문제를 방지할 수 있다. 따라서, 터빈 블레이드(184)의 사용 수명은 향상될 수 있다.
- [0070] 도 5를 참조하면, 캐스트 팁(185)은 블레이드부(184c)에 결합된 표면에 슬롯(185a)을 포함하여 캐스트 팁(185)과 블레이드부(184c)는 서로 용이하게 결합된다. 터빈 블레이드(184)는 고속으로 회전하므로, 캐스트 팁(185)과 블레이드부(184c)의 조립체는 캐스트 팁(185)이 블레이드부(184c)에 결합될 때 연속적인 에어포일 형상을 유지하는 것이 중요하다. 그러므로, 블레이드부(184c)와 캐스트 팁(185)은 동일한 단면 형상을 가질 필요가 있을 수 있다. 또한, 블레이드부(184c)와 캐스트 팁(185)이 올바른 위치에서 서로 결합되기 위하여, 슬롯(185a)은 캐스트 팁(185)의 하면에 형성될 수 있고, 반면에 돌기(184h)는 블레이드부(184c)의 상면에, 즉 캐스트 팁(185)에 결합되는 표면에, 제공될 수 있다.
- [0071] 도 5에 도시된 바와 같은 슬롯(185a)과 돌기(184h)는 각각 암 슬롯과 수 보스의 형태로 이루어지고, 대략 유사한 직사각형 단면을 갖는다. 그러나, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 터빈 블레이드(184)의 각각의 캐스트 팁(185) 및 블레이드부(184c)의 암 슬롯 및 수 보스는 직사각형 단면에 한정되는 것은 아니고, 캐스트 팁(185)과 블레이드부(184c)를 용이하게 결합하기 위하여 다양한 형상으로 변경될 수 있다. 예를 들어, 암 슬롯과 수 보스는 반원 단면 형상을 가질 수 있거나, 또는 수 보스는 캐스트 팁(185)에 제공되어 그로부터 돌출될 수 있고 암 슬롯은 블레이드부(184c)에 제공되어 수 보스를 수용할 수 있다. 암 슬롯과 수 보스는 블레이드부(184c)와 캐스트 팁(185)이 서로 정밀하게 결합되도록 하기 위하여 다양한 형상으로 변경될 수 있다.
- [0072] 캐스트 팁(185)은 팁 플레이트(184e)와 일체로 형성될 수 있어 별도의 팁 플레이트(184e)는 필요치 않을 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 캐스트 팁(185)에 통합된 팁 플레이트를 갖는 터빈 블레이드(184)에 대해, 손상된 캐스트 팁(185)은 간단하게 새것으로 교체될 수 있기 때문에 터빈 블레이드(184)의 유지보수는 더 간단하고 효율적으로 수행될 수 있다.
- [0073] 또한, 열 팽창을 억제하거나 보다 효율적인 냉각을 가능하게 하기 위하여 캐스트 팁 포켓(185c)은 본 발명의 일 실시예에 따른 캐스트 팁(185)의 일단이나 양단에 형성될 수 있다. 도 5는 캐스트 팁(185)이 블레이드부(184c)에 결합되는 표면에 대향하는 측면에 캐스트 팁 포켓(185c)이 설치된 것을 도시하고 있다. 그러나, 캐스트 팁 포켓(185c)은 필요에 따라 캐스트 팁(185)의 상면이나 하면에 제공될 수 있고, 일체형 팁 플레이트가 배치된 위치는 캐스트 팁 포켓(185c)의 설치 위치에 따라 바뀔 수 있다.
- [0074] 캐스트 팁(185)은 블레이드부(184c)의 상면에 장착되어 일체형 터빈 블레이드(184)를 형성한다. 따라서, 캐스트 팁(185)은 고온 고압의 연소 gas와 접촉되고, 이에 따라 적절한 실링이 요구된다. 이를 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 캐스트 팁(185)은, 도 6에 도시된 바와 같이, 캐스트 팁 냉각 홀(185e)을 더 포함할 수 있다. 도 6은 블레이드부(184c)의 상면에 결합되는 캐스트 팁(185)의 단면을 도시하고 있다. 캐스트 팁(185)에 제공된 캐스트 팁 냉각 홀(185e)은 터빈 블레이드의 반경 방향으로 캐스트 팁(185)을 관통하도록 형성될 수 있다.
- [0075] 터빈 블레이드(184)는 고온 연소 gas로 인해 고온으로 가열된다. 터빈 블레이드(184) 내부에 다양한 냉각 흐름 경로가 형성되어 가스 터빈의 효율을 증가시킨다. 냉각 흐름 경로는 터빈 블레이드(184)의 사용 수명을 더 오래 유지하는데 도움을 주기도 한다. 도 6에 도시된 바와 같이, 블레이드부(184c) 내부에 내부 캐비티(184g)가 형성되는데, 이는 압축 공기를 이용하여 터빈 블레이드부(184c)를 냉각하는 것을 목적으로 한다.
- [0076] 여기에서, 캐스트 팁(185)에 형성된 캐스트 팁 냉각 홀(185e)은 블레이드부(184c)를 냉각하기 위하여 내부 캐비티(184g) 또는 블레이드부(184c)에 제공된 필름 냉각 홀(184d)에 연결될 수 있다. 그러므로, 압축기로부터 추출된 냉각 공기가 내부 캐비티(184g), 필름 냉각 홀(184d), 및 캐스트 팁 냉각 홀(185e)을 연결하는 냉각 흐름 경로를 통해 흐르게 되어, 블레이드부(184c)와 캐스트 팁(185)이 일체화된 터빈 블레이드(184)는 보다 효율적으로 냉각될 수 있다.
- [0077] 본 발명의 일 실시예에 따른 캐스트 팁(185)의 냉각 흐름 경로는 도면에 도시된 캐스트 팁 냉각 홀(185e)에 대해 한정되어서는 안된다. 캐스트 팁(185)의 냉각을 위한 예시적인 캐스트 팁 냉각 홀(185e)이 도 6에 도시되었지만, 이러한 냉각 홀은 터빈 성능과 사용 수명을 증가시키는데 결과적으로 영향을 미치는 터빈 블레이드 및/또는 캐스트 팁을 냉각하기 위해 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.
- [0078] 본 발명의 일 실시예에 따른 캐스트 팁(185)과 블레이드부(184c)를 견고하게 결합하는데 다양한 방법이 이용될 수 있다. 예를 들어, 캐스트 팁(185)과 블레이드부(184c)가 서로 부착되는 표면에 브레이즈 조인트(186)가 형성

될 수 있다. 브레이즈 조인트(186)는 캐스트 팁(185)을 보수하는데 있어서 특히 유리하다. 구체적으로, 캐스트 팁(185)이 고온 또는 마찰로 인해 산화되거나 파손되는 경우, 캐스트 팁(185)은 블레이드부(184c) 전체를 교체하는 대신에 교체될 수 있다. 캐스트 팁(185)과 블레이드부(184c)가 브레이즈 조인트(186)에 의해 결합되는 경우, 파손된 캐스트 팁(185)은 그에 대해 열을 가함으로써 블레이드부(184c)로부터 쉽게 분리될 수 있고, 이는 손상된 캐스트 팁을 보수하는데 더 용이하게 한다.

- [0079] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 터빈 블레이드(184)의 캐스트 팁(185)을 교체하기 위한 방법을 첨부한 도면을 참조하여 상세하게 설명할 것이다.
- [0080] 먼저, 작동 시에 손상된 터빈 블레이드(184)를 수령하면, 터빈 블레이드로부터 기존의 팁 플레이트(184e)를 제거하고 터빈 블레이드의 표면을 요구 사양에 따라 가공한다.
- [0081] 그리고 나서, 터빈 블레이드의 블레이드부(184c)와 캐스트 팁(185)을 가열하고, 블레이드부(184c)와 캐스트 팁(185)의 결합을 위해 적절한 크기의 브레이즈 포일을 블레이드부(184c)의 일단에 배치한다.
- [0082] 캐스트 팁(185)을 브레이즈 포일 상에 배치하고, 전술한 바와 같은 슬롯(185a)과 돌기(184h)를 정렬한다. 이러한 과정에서, 브레이즈 포일이 유동하도록 슬롯(185a)과 브레이즈 포일 사이 및 브레이즈 포일과 돌기(184h) 사이에 작은 갭을 유지하는 것이 필요하다.
- [0083] 그리고 나서, 브레이즈 포일을 가열하여 캐스트 팁(185)과 블레이드부(184c)의 상단을 서로 부착해서 조립체를 형성한다.
- [0084] 브레이징 방법은 완전 확산 천이 액상(Full Diffusion Transient Liquid Phase)에 적용되고, 적절한 온도, 램프 속도(ramp rate), 드웰 타임(dwelling time)을 갖는 진공로에서 수행될 수 있다. 진공로의 운전 조건, 즉, 온도, 램프 속도, 및 드웰 타임은 캐스트 팁(185)과 블레이드부(184c)에 대한 결합 조건에 따라 달라질 수 있다.
- [0085] 캐스트 팁(185)과 블레이드부(184c)의 조립체를 진공로에서 제거하고, 과도한 브레이즈를 제거하고, 결합면을 확인한다.
- [0086] 본 발명의 일 실시예에 따른 터빈 블레이드(184)의 캐스트 팁(185)을 교체하기 위한 수순은 다음과 같이 요약된다.
- [0087] 1. 고객으로부터 엔진-런 블레이드를 수령한 후에 해체, 세정, 및 점검을 한다.
- [0088] 2. 기술 사양에 따라 가공 공정을 통해 블레이드 팁을 제거한다.
- [0089] 3. 블레이드를 열처리, 보수, 및 점검을 한다.
- [0090] 4. 새로운 캐스트 팁을 받아들이기 위하여 블레이드 팁을 최종적으로 가공한다.
- [0091] 5. 합금 사양에 따라 새로운 교체 팁을 주조하고 제조한다.
- [0092] 6. 사양에 따라 새로운 교체 팁을 열처리하고 가공한다.
- [0093] 7. 연결을 위해 블레이드와 캐스트 팁을 세정하고 준비한다.
- [0094] 8. 기하학적 구조를 교정하고 준비된 블레이드 팁에 맞추기 위해 브레이즈 포일을 손질한다.
- [0095] 9. 캐스트 팁을 포일 브레이즈의 상부에 맞추고 보스/키 특징물이 블레이드 홈에 고정되는 곳에 캐스트 팁을 설치한다.
- [0096] 10. 적절한 브레이즈 "습윤" 및 모세관 작용이 가능하도록 키, 슬롯, 및 브레이즈 포일 사이에 특정 갭을 둔다.
- [0097] 11. 캐스트 팁을 블레이드에 가용접하여 브레이즈 열처리 사이클 동안 조립체를 고정한다.
- [0098] 12. 특정 온도, 램프 속도, 및 드웰 타임을 이용하면서 제어 분위기 진공로에서 완전 확산 천이 액상에 대해 열처리 사이클을 적용한다.
- [0099] 13. 과도한 브레이즈가 표면으로부터 혼합될 수 있고 조인트가 점검될 수 있도록 진공로에서 새로운 팁과 함께 블레이드를 제거한다.
- [0100] 14. 브레이즈 조인트를 설정하고 외측 블레이드 주변을 중심으로 벽 두께의 약 50% 깊이까지 가공한다; 주변 용

접 공정을 위한 준비.

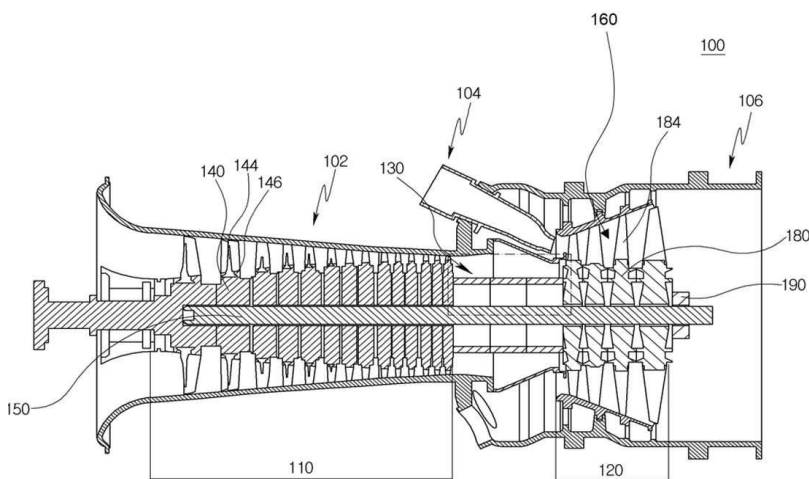
- [0101] 15. 추가적 연결 보장을 위해, 브레이즈 조인트의 외면을 H230 합금 충전제를 이용하여 (마이크로 플라즈마, GTAW, EB 용접 또는 레이저 용접 공정을 통해) 용접한다.
- [0102] 16. 인접한 블레이드 기하학적 구조와 부합하도록 과도한 용접재를 블레이드 표면으로부터 혼합하여 윤곽화한다.
- [0103] 17. 남은 통상적인 보수 공정(냉각 홀의 EDM, 특정 블레이드 높이 및 에어포일/팁 TBC(Protective thermal spray coatings)를 이루기 위한 최종적인 팁 연마, 및 남은 확산 및 시효 열처리)을 마치기 위해 블레이드를 NDE 점검한 후 준비한다.
- [0104] 회전 블레이드를 예시적 실시예들을 통해 위에서 상세하게 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 본 명세서에서 개시된 기본 사상에 따라 가장 넓은 범위를 갖는 것으로 해석되어야 한다. 당업자는 본 발명의 범위 내로 해석되어야 하는 개시된 예시적 실시예들을 조합하거나 대체함으로써 전술하지 않은 형태의 패턴을 구현할 수 있다. 더 나아가, 다양한 수정 및 변형이 청구범위의 사상이나 범위로 부터 벗어남이 없이 이러한 예시적 실시예들에 대해 용이하게 이루어질 수 있다는 것은 당업자에게 명백할 것이다.

부호의 설명

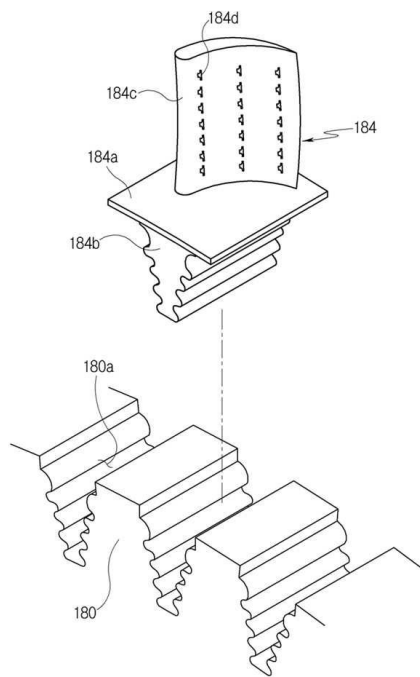
- [0106] 100 : 가스 터빈 102 : 하우징
- 104 : 연소기 106 : 디퓨저
- 110 : 압축기 섹션 120 : 터빈 섹션
- 130 : 토크 튜브 140 : 로터 디스크
- 144 : 압축기 블레이드 146 : 루트부
- 150 : 타이 볼트 180 : 터빈 로터 디스크

도면

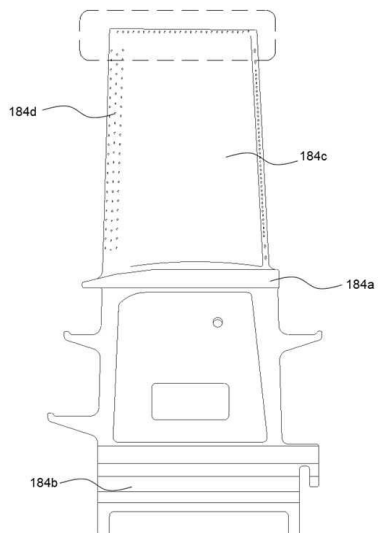
도면1



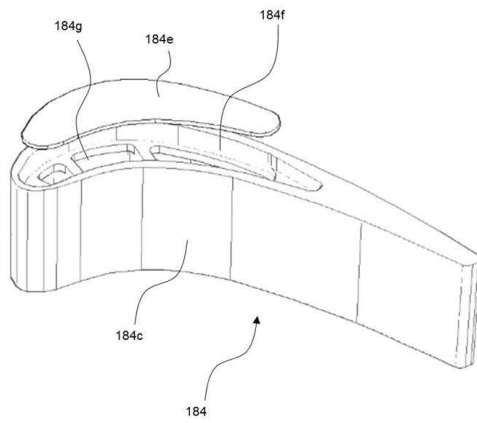
도면2



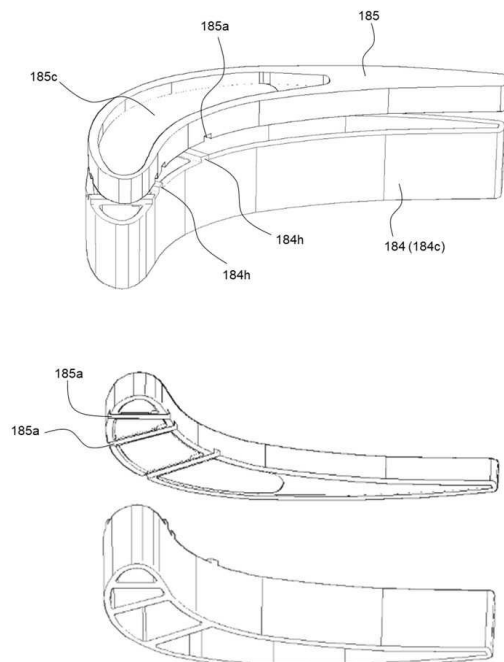
도면3



도면4



도면5



도면6

