(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월14일
(11) 등록번호 10-1461930
(24) 등록일자 2014년11월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23P 6/00 (2006.01) *F01D 5/00* (2006.01)
F01D 5/18 (2006.01) *F01D 5/14* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7026907
(22) 출원일자(국제) 2011년02월23일
심사청구일자 2012년10월15일
(85) 번역문제출일자 2012년10월15일
(65) 공개번호 10-2012-0132685
(43) 공개일자 2012년12월07일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/025836
(87) 국제공개번호 WO 2011/115731
국제공개일자 2011년09월22일
(30) 우선권주장
12/723,880 2010년03월15일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2006170198 A
JP2007224918 A
JP2008031999 A
US07621718 B1
전체 청구항 수 : 총 20 항

(73) 특허권자
지멘스 에너지, 인코포레이티드
미국 플로리다주 올랜도 알라파야 트레일 4400 (우: 32826-2399)
(72) 발명자
리, 칭-팡
미국 45243 오하이오 신시내티 카마르고 파인스 레인 12
문시, 므리날
미국 32828 플로리다 올란도 할로웰 써클 509
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김미희, 이시용, 정현주

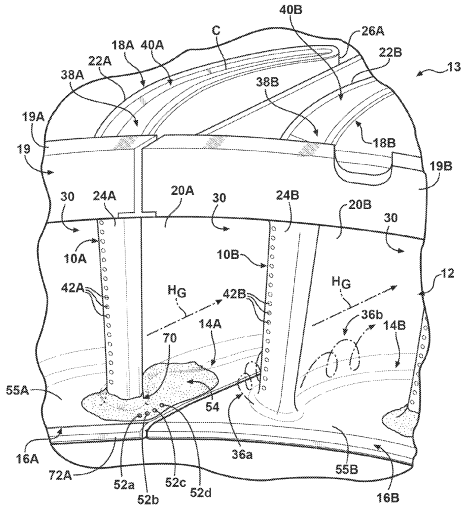
심사관 : 남병우

(54) 발명의 명칭 **매립된 냉각 통로를 갖는 축적 표면을 갖는 에어포일**

(57) 요 약

가스 터빈 엔진 내의 부품은 에어포일(10A)과 연관된 플랫폼(16A)으로부터 반경방향 외향으로 연장하는 에어포일(10A)을 포함한다. 에어포일(10A)은 에어포일의 선단 에지(24A)에 규정된 제 1 위치에서 그리고 선단 에지(24A)로부터 대향하는 에어포일(10A)의 후단 에지(26A)에 규정된 제 2 위치에서 수렴하는 대향하는 압력 측벽(20A) 및 흡인 측벽(22A)을 포함한다. 부품은 압력 측벽(20A)과 플랫폼(16A) 사이의 교차점에서 선단 에지(24A)에 인접한 축적 표면(54)과, 압력 측벽(20A)과 플랫폼(16A) 사이의 교차점에서 축적 표면(54) 내에 적어도 부분적으로 있는 적어도 하나의 냉각 통로(46a 내지 46d)를 포함한다. 적어도 하나의 냉각 통로(46a 내지 46d)는 에어포일(10A) 내의 메인 냉각 채널(38)과 유체 연통하고, 메인 냉각 채널(38A)로부터 플랫폼(16A)으로 직접 냉각 유체를 제공하기 위한 플랫폼(16A)에 있는 출구(52a 내지 52d)를 갖는다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자
아자드, 짐, 에스.
미국 32765 플로리다 오비에도 이스톤 써클 220

엄, 재, 와이.
미국 34787 플로리다 윈터 가든 샹델 레인 1601

특허청구의 범위

청구항 1

가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법으로서,

표면에 높은 내열성 재료를 도포함으로써, 상기 에어포일과 연관된 플랫폼과 상기 에어포일 사이의 교차점에서 상기 에어포일의 선단 에지에 인접하여 표면을 축적하는 단계와,

상기 에어포일과 상기 플랫폼 사이의 교차점에서 축적 표면 내에 적어도 부분적으로 하나 이상의 냉각 통로를 형성하는 단계로서, 상기 하나 이상의 냉각 통로는, 상기 에어포일 내의 메인 냉각 채널과 유체 연통하고, 상기 메인 냉각 채널로부터 상기 플랫폼으로 직접 냉각 유체를 제공하기 위해 상기 플랫폼에서 출구를 갖는, 하나 이상의 냉각 통로를 형성하는 단계를 포함하는,

가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 표면을 축적하는 단계는 상기 표면에 팽윤부를 형성하는 단계를 포함하고, 상기 팽윤부는 에어포일 압력 측벽과 상기 플랫폼 사이의 교차점에서 상기 에어포일의 선단 에지에 인접한 반경방향 최외측 표면을 포함하고, 상기 팽윤부는 상기 반경방향 최외측 표면으로부터 멀어지는, 전방방향, 후방방향 및 원주방향의 각각에서 높이가 감소하는,

가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 팽윤부는, 상기 에어포일의 선단 에지의 전방의 위치로 상기 전방방향으로 연장하고, 상기 에어포일의 선단 에지와 상기 에어포일의 후단 에지 사이의 위치로 상기 후방방향으로 연장하는,

가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 팽윤부는 인접 에어포일의 흡인 측벽과 상기 에어포일 압력 측벽 사이의 위치로 상기 원주방향으로 연장하는,

가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 팽윤부는 상기 에어포일의 플랫폼과 인접 에어포일의 플랫폼 사이에 형성된 간극으로 상기 원주방향으로 연장하는,

가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 하나 이상의 냉각 통로의 출구는 상기 에어포일의 플랫폼과 상기 인접 에어포일의 플랫폼 사이의 상기 간극 내로 개방되는,

가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 팽윤부는 상기 에어포일 압력 측벽으로부터 그리고 상기 플랫폼에 인접한 에어포일의 선단 에지 주위에서 상기 에어포일 압력 측벽으로부터 대향하는 에어포일의 흡인 측벽으로 연장하는,

가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 메인 냉각 채널은 상기 에어포일의 선단 에지와 상기 에어포일의 후단 에지 사이에서 상기 플랫폼으로부터 반경방향 외향에 위치되는,

가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 하나 이상의 냉각 통로를 형성하는 단계는 상기 에어포일 내의 메인 냉각 채널로부터 상기 플랫폼에 있는 출구로 반경방향 내향으로 연장하는 하나 이상의 냉각 통로를 형성하는 단계를 포함하는,

가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 냉각 통로를 형성하는 단계는, 1차 냉각 통로를 형성하는 단계를 포함하고,

상기 축적 표면 내에 적어도 부분적으로 하나 이상의 2차 냉각 통로를 형성하는 단계를 더 포함하고,

상기 하나 이상의 2차 냉각 통로는,

상기 1차 냉각 통로와 연통하는 입구, 및

상기 메인 냉각 채널로부터 플랫폼으로 냉각 유체를 제공하기 위해 상기 1차 냉각 통로의 출구로부터 이격된 상기 플랫폼에서 출구를 갖는,

가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 냉각 통로를 형성하는 단계는 복수의 냉각 통로를 형성하는 단계를 포함하고, 상기 냉각 통로는 상기 메인 냉각 채널과 연통하는 상기 에어포일의 선단 에지에 인접한 입구를 갖고, 상기 냉각 통로는 상기 메인 냉각 채널로부터 플랫폼으로 직접 냉각 유체를 제공하기 위해 플랫폼에서 서로로부터 이격된 출구를 형성하도록 펼쳐지는,

가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 냉각 통로들 중 하나 이상의 출구는 그 작동 중에 상기 가스 터빈 엔진을 통해 통과하는 고온 가스 유동의 방향으로부터 멀어지게 각형성되는(angled),

가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법.

청구항 13

가스 터빈 엔진 내의 부품으로서,

에어포일과 연관된 플랫폼으로부터 반경방향 외향으로 연장하는 에어포일로서, 상기 에어포일은 압력 측벽 및 상기 압력 측벽으로부터 대향하는 흡인 측벽을 포함하고, 상기 압력 측벽 및 흡인 측벽은 상기 에어포일의 선단 에지에 규정된 제 1 위치에서 그리고 상기 에어포일의 선단 에지로부터 대향하는 상기 에어포일의 후단 에지에 규정된 제 2 위치에서 수렴하는, 에어포일과,

상기 에어포일 압력 측벽과 상기 플랫폼 사이의 교차점에서 상기 에어포일의 선단 에지에 인접한 축적 표면으로서, 상기 축적 표면은 상기 플랫폼의 반경방향 외측 표면으로부터 반경방향 외향으로 연장하는 범프(bump) 또는 팽윤부를 포함하는, 축적 표면과,

상기 에어포일 압력 측벽과 상기 플랫폼 사이의 상기 교차점에서 상기 축적 표면 내에 적어도 부분적으로 있는 하나 이상의 냉각 통로로서, 상기 하나 이상의 냉각 통로는, 상기 에어포일 내의 메인 냉각 채널과 유체 연통하고, 상기 메인 냉각 채널로부터 상기 플랫폼으로 직접 냉각 유체를 제공하기 위해 상기 플랫폼에서 출구를 갖는, 하나 이상의 냉각 통로를 포함하는,

가스 터빈 엔진 내의 부품.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 축적 표면은 팽윤부를 포함하고, 상기 팽윤부는 상기 에어포일 압력 측벽과 상기 플랫폼 사이의 상기 교차점에서 상기 에어포일의 선단 에지에 인접한 반경방향 최외측 표면을 포함하고, 상기 팽윤부는 상기 반경방향 최외측 표면으로부터 멀어지는, 전방방향, 후방방향 및 원주방향의 각각에서 높이가 감소하는,

가스 터빈 엔진 내의 부품.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 팽윤부는 상기 에어포일의 선단 에지의 전방의 위치로 상기 전방방향으로 연장하고,

상기 팽윤부는 상기 에어포일의 선단 에지와 상기 에어포일의 후단 에지 사이의 위치로 상기 후방방향으로 연장하고,

상기 팽윤부는 상기 에어포일 압력 측벽과 인접 에어포일의 흡인 측벽 사이의 위치로 상기 원주방향으로 연장하는,

가스 터빈 엔진 내의 부품.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 팽윤부는 상기 에어포일의 상기 플랫폼과 인접 에어포일의 플랫폼 사이에 형성된 간극으로 상기 원주방향으로 연장하고, 상기 하나 이상의 냉각 통로의 상기 출구는 상기 에어포일의 상기 플랫폼과 상기 인접 에어포일의 플랫폼 사이의 상기 간극 내로 개방되는,

가스 터빈 엔진 내의 부품.

청구항 17

제 13 항에 있어서,

상기 메인 냉각 채널은 상기 에어포일의 선단 에지와 상기 에어포일의 후단 에지 사이에서 상기 플랫폼으로부터 반경방향 외향에 위치되는,

가스 터빈 엔진 내의 부품.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 하나 이상의 냉각 통로는 상기 에어포일 내의 상기 메인 냉각 채널로부터 상기 플랫폼에 있는 상기 출구로 반경방향 내향으로 연장하는,

가스 터빈 엔진 내의 부품.

청구항 19

제 13 항에 있어서,

상기 하나 이상의 냉각 통로는, 1차 냉각 통로를 포함하고,

상기 축적 표면 내에 적어도 부분적으로 있는 하나 이상의 2차 냉각 통로를 더 포함하고,

상기 하나 이상의 2차 냉각 통로는,

상기 1차 냉각 통로와 유체 연통하는 입구, 및

상기 메인 냉각 채널로부터 상기 플랫폼으로 냉각 유체를 제공하기 위해 상기 1차 냉각 통로의 상기 출구로부터 이격된 상기 플랫폼에서 출구를 갖는,

가스 터빈 엔진 내의 부품.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 냉각 통로들 중 하나 이상의 상기 출구는 그 작동 중에 상기 가스 터빈 엔진을 통해 통과하는 고온 가스 유동의 방향으로부터 멀어지게 각형성되는,

가스 터빈 엔진 내의 부품.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 터빈 엔진에 관한 것으로서, 더 구체적으로는 가스 터빈 엔진 내의 에어포일용 측벽과 같은 부품의 측벽 내에 제공된 냉각 통로에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 가스 터빈 엔진과 같은 터보기계에서, 공기는 압축기 섹션 내에서 압축되고 이어서 연료와 혼합되고 연소기 섹션 내에서 연소되어 고온 연소 가스를 생성한다. 고온 연소 가스는 엔진의 터빈 섹션 내에서 팽창되고, 여기서 에너지가 추출되어 압축기 섹션에 동력 공급하고 전기를 생성하기 위해 발전기를 회전시키는 것과 같은 유용한 일을 생성한다. 고온 연소 가스는 터빈 섹션 내의 일련의 터빈 스테이지를 통해 이동한다. 터빈 스테이지는 고정 에어포일의 열, 즉 베인에 이어서 회전 에어포일, 즉 터빈 블레이드의 열을 포함할 수 있고, 여기서 터빈 블레이드는 압축기 섹션에 동력을 전달하고 출력 파워를 제공하기 위해 고온 연소 가스로부터 에너지를 추출한다. 에어포일, 즉 베인 및 터빈 블레이드는 고온 연소 가스에 직접 노출되기 때문에, 이들은 통상적으로 에어포일을 통해 그리고 그 표면 주위의 다양한 필름 냉각 구멍을 통해 압축기 추출 공기(bleed air)와 같은 냉각 유체를 공급하는 내부 냉각 채널을 구비한다.

[0003] 일 유형의 에어포일은 루트 단부에서 반경방향 내부 플랫폼으로부터 에어포일의 반경방향 외부 부분으로 연장하고, 에어포일의 선단 에지로부터 후단 에지로 축방향으로 연장하는 대향 압력 측벽 및 흡인 측벽을 포함한다. 냉각 채널은 압력 측벽과 흡인 측벽 사이의 에어포일 내부로 연장한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 사용 기간 후에, 에어포일이 플랫폼과 교차하는 에어포일 선단 에지 부근의 위치에 인접한 영역은 적절한 냉각이 결여되는 것이 판명되어 왔다. 따라서, 이들 영역은 손상에 민감한데, 즉 과열 및 산화에 기인하여, 수리/교체 절차가 요구되게 된다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 제 1 실시예에 따르면, 가스 터빈 엔진의 에어포일을 수리하는 방법이 제공된다. 표면은 표면에 높은 내열성 재료를 도포함으로써, 에어포일과 이 에어포일과 연관된 플랫폼 사이의 교차점에서 에어포일의 선단 에지에 인접하여 축적된다. 적어도 하나의 냉각 통로가 에어포일과 플랫폼 사이의 교차점에서 축적 표면 내에 적어도 부분적으로 형성된다. 적어도 하나의 냉각 통로는 에어포일 내의 메인 냉각 채널과 유체 연통하고 메인 냉각 채널로부터 플랫폼으로 직접 냉각 유체를 제공하기 위한 플랫폼에 있는 출구를 갖는다.

[0006] 본 발명의 제 2 실시예에 따르면, 부품이 가스 터빈 엔진 내에 제공된다. 부품은 에어포일과 연관된 플랫폼으로부터 반경방향 외향으로 연장하는 에어포일을 포함한다. 에어포일은 압력 측벽 및 압력 측벽으로부터 대향하는 흡인 측벽을 포함한다. 압력 측벽 및 흡인 측벽은 에어포일의 선단 에지에 규정된 제 1 위치에서 그리고 선단 에지로부터 대향하는 에어포일의 후단 에지에 규정된 제 2 위치에서 수렴한다. 부품은 압력 측벽과 플랫폼 사이의 교차점에서 선단 에지에 인접한 축적 표면과, 압력 측벽과 플랫폼 사이의 교차점에서 축적 표면 내에 적

어도 부분적으로 있는 적어도 하나의 냉각 통로를 포함한다. 적어도 하나의 냉각 통로는 에어포일 내의 메인 냉각 채널과 유체 연통하고 메인 냉각 채널로부터 플랫폼으로 직접 냉각 유체를 제공하기 위한 플랫폼에 있는 출구를 갖는다.

[0007] 명세서는 본 발명을 구체적으로 지적하고 명백하게 청구하는 청구범위로 귀결되지만, 본 발명은 유사한 도면 부호가 유사한 요소를 식별하고 있는 첨부 도면과 함께 이하의 상세한 설명으로부터 더 양호하게 이해될 수 있는 것으로 고려된다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 복수의 에어포일을 포함하는 엔진의 터빈 섹션의 부분의 사시도이며,

도 2는 도 1에 도시된 에어포일 중 하나의 부분을 도시하고 있는 확대 사시도이며,

도 3은 도 2에 도시되어 있는 에어포일의 부분의 단면도이며,

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 에어포일의 부분을 도시하고 있는 확대 사시도이며,

도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 에어포일의 부분의 단면도이며,

도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 에어포일을 수리하기 위한 단계를 도시하고 있는 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이하의 바람직한 실시예의 상세한 설명에서, 그 부분을 형성하고, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 바람직한 실시예가 한정이 아니라 예시로서 도시되어 있는 첨부 도면을 참조한다. 다른 실시예가 이용될 수 있고 변경이 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어나지 않고 이루어질 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0010] 도 1을 참조하면, 제 1 및 제 2 예시적인 에어포일(10A, 10B), 즉 고정 베인이 도시되어 있다. 에어포일(10A, 10B)은 원주방향에서 함께 인접되고 터빈 엔진 내의 터빈 회전자(도시 생략) 둘레에 원주방향으로 연장하는 에어포일(12)의 열의 부분을 형성한다. 통상의 연소기 조립체(도시 생략) 내에 생성된 고온 연소 가스(H_G)는 에어포일(10A, 10B)이 이용되는 터빈 섹션(13) 내로 배출된다. 에어포일(12)의 열과 같은 고정 베인의 열은 회전 터빈 블레이드(도시 생략)의 열을 향해 고온 연소 가스(H_G)를 유도하고, 이 블레이드는 회전하게 되어 터빈 회전자의 대응 회전을 야기한다.

[0011] 각각의 에어포일(10A, 10B)은 그로부터 반경방향 외향으로 연장하고, 대응 반경방향 내부 슈라우드(shroud) 또는 플랫폼(16A, 16B)에 그 루트 단부(14A, 14B)에서 일체로 결합된다. 플랫폼(16A, 16B)은 케이싱 구조체(도시 생략)로부터 반경방향 외향으로 현수된다. 에어포일(10A, 10B)의 쌍은 여기서 플랫폼(16A, 16B)을 공유하는 것으로서 도시되어 있지만, 부가의 또는 더 적은 에어포일(10A, 10B)이 각각의 플랫폼(16A, 16B)과 연관될 수 있다는 것이 주목된다. 각각의 에어포일(10A, 10B)은 그 팁 단부(18A, 18B)에서 반경방향 외부 슈라우드(19)에 일체로 결합되고, 외부 슈라우드(19)는 그 각각이 하나 이상의 에어포일(10A, 10B)과 연관될 수 있는 하나 이상의 부분 또는 섹션(19A, 19B)을 포함할 수 있다.

[0012] 도 1에 도시되어 있는 바와 같이, 각각의 에어포일(10A, 10B)은 일반적으로 오목형 압력 측벽(20A, 20B) 및 대향하는 일반적으로 볼록형 흡인 측벽(22A, 22B)을 포함한다. 각각의 에어포일(10A, 10B)의 압력 측벽(20A, 20B) 및 흡인 측벽(22A, 22B)은 선단 에지(24A, 24B)에 규정된 제 1 위치에서 그리고 각각의 에어포일(10A, 10B)의 선단 에지(24A, 24B)로부터 대향하는 후단 에지(26A)[제 2 에어포일(10B)의 선단 에지는 도시되어 있지 않음]에 규정된 제 2 위치에서 수렴한다. 압력 측벽(20A, 20B) 및 흡인 측벽(22A, 22B)은 코드 방향(C)으로, 즉 엔진의 일반적으로 축방향으로, 에어포일(10A, 10B)의 대향 선단 에지(24A, 24B)와 후단 에지(26A) 사이로 연장한다. 선단 에지(24A, 24B) 및 후단 에지(26A)는 에어포일(10A, 10B)의 루트 단부(14A, 14B)로부터 팁 단

부(18A, 18B)로 전폭으로 반경방향으로 연장한다.

[0013] 에어포일(10A, 10B)은 터빈 회전자 둘레에서 원주방향 열(12)로 현수되고, 서로로부터 원주방향으로 또는 측방향으로 이격되어 엔진 작동 중에 터빈 섹션(13)을 통해 연소 가스(H_G)를 채널링하기 위한 유동 통로(30)를 그 사이에 형성한다. 각각의 유동 통로(30)는 하나의 에어포일의 압력 측벽, 예를 들어 제 1 에어포일(10A)의 압력 측벽(20A) 및 인접한 에어포일의 흡인 측벽, 예를 들어 제 2 에어포일(10B)의 흡인 측벽(22B)에 의해 형성되고 경계 형성된다. 유동 통로(30)는 내부 플랫폼, 예를 들어 플랫폼(16A, 16B)과 외부 슈라우드(19) 사이에 또한 반경방향으로 형성된다.

[0014] 고온 연소 가스(H_G)는 엔진의 작동 중에 대응 유동 통로(30)를 통해 유동하고, 개별 에어포일(10A, 10B)에 의해 분기된다. 예를 들어, 연소 가스(H_G)는 제 1 및 제 2 에어포일(10A, 10B)의 선단 에지(24A, 24B)에서 원주방향으로 분기되고, 에어포일(10A, 10B)의 대향하는 압력 측벽(20A, 20B) 및 흡인 측벽(22A, 22B)을 따라 대응 경계층을 형성한다. 연소 가스(H_G)는 또한, 연소 가스(H_G)가 플랫폼(16A, 16B)과의 이들의 교차점에서, 즉 루트 단부(14A, 14B)에서 에어포일 선단 에지(24A, 24B)에서 분기됨에 따라, 개별 플랫폼(16A, 16B)을 따라 경계층을 형성한다. 분기된 연소 가스(H_G)는 플랫폼(16A, 16B)을 따라 유동하고, 이는 각각의 에어포일(10A, 10B)의 대향하는 압력 측벽(20A, 20B) 및 흡인 측벽(22A, 22B)을 따라 유동 통로(30)를 통해 축방향으로 하류측으로 유동하는 한 쌍의 반대 회전 말발굽 와류(36a, 36b)(도 1 참조)를 생성할 수 있다. 이들 말발굽 와류(36a, 36b)는 경계층 내에 난류를 생성하고, 에어포일(10A, 10B)의 중간폭 영역을 향해 반경방향 외향으로 이동하고, 이는 압력 손실을 생성하고 터빈 효율을 감소시킨다. 말발굽 와류(36a, 36b)와 관련하는 부가의 상세는 그 전체 개시 내용이 본 명세서에 참조로서 인용되어 있는 미국 특허 제 7,134,842호에서 발견될 수 있다.

[0015] 도 3을 부가적으로 참조하면, 각각의 에어포일(10A, 10B)은 중공형이고, 대향하는 압력 측벽(20A, 20B)과 흡인 측벽(22A, 22B) 사이의 각각의 플랫폼(16A, 16B)으로부터 반경방향 외향으로 위치된 메인 내부 냉각 채널(38A, 38B)을 포함한다. 에어포일(10A, 10B)은 이들의 팁 단부(18A, 18B)를 통해 그리고 외부 슈라우드(19)를 통해 연장하는 냉각 공기 입구(40A, 40B)(도 1 참조)를 포함한다. 냉각 공기, 예를 들어 압축기 추출 공기는 냉각 공기 입구(40A, 40B)를 경유하여 에어포일(10A, 10B)의 냉각 채널(38A, 38B)에 진입한다.

[0016] 냉각 공기의 부분은 각각의 에어포일(10A, 10B)의 압력 측벽(20A, 20B) 및 흡인 측벽(22A, 22B) 상의 원하는 영역에 위치된 필름 냉각 구멍(42A, 42B)(도 1 참조)의 다수의 열을 통해 각각의 에어포일(10A, 10B)로부터 배출된다. 필름 냉각 구멍(42A, 42B)은 에어포일(10A, 10B)의 선단 에지(24A, 24B) 부근에 집중될 수 있지만, 각각의 에어포일(10A, 10B)은 그 선단 에지(26A)에 근접한 선단 에지 냉각 구멍의 하나 이상의 열(도시 생략) 및/또는 선단 에지(24A, 24B)와 후단 에지(26A) 사이의 압력 측벽(20A, 20B) 및/또는 흡인 측벽(22A, 22B) 내의 냉각 구멍의 하나 이상의 열(도시 생략)을 또한 포함할 수 있다.

[0017] 도 2 및 도 3을 참조하면, 제 1 에어포일(10A)의 메인 냉각 채널(38A) 내의 냉각 공기의 일부는 에어포일(10A)의 선단 에지(24A)에 근접한, 제 1 내지 제 4 1차 냉각 통로(46a 내지 46d)로서 본 명세서에 도시되어 있는 복수의 1차 냉각 통로(46)를 통해 제 1 에어포일(10A)의 메인 냉각 채널(38A)로부터 직접 배출된다. 1차 냉각 통로(46a 내지 46d)는 제 1 에어포일(10A)의 압력 측벽(20A) 내에 축적 표면(54)을 통해 형성되고, 이 축적 표면(54)이 본 명세서에 상세히 설명될 것이다. 1차 냉각 통로(46a 내지 46d)는 메인 냉각 채널(38A)로부터 플랫폼(16A)으로 직접 냉각 공기를 배출하여 플랫폼(16A)에 냉각을 제공한다. 부가의 또는 더 적은 1차 냉각 통로(46a 내지 46d)가 제공될 수 있고 단지 단일의 1차 냉각 통로(46)만이 본 발명의 이 양태를 실시하는데 이용될 수 있다는 것이 주목된다. 제 2 에어포일(10B)은 원한다면 그 내부에 형성된 하나 이상의 1차 냉각 통로(도시 생략)를 또한 포함할 수 있다는 것이 또한 주목된다.

[0018] 도 3에 도시되어 있는 바와 같이, 1차 냉각 통로(46a 내지 46d)는 메인 냉각 채널(38A)로부터 제 1 에어포일(10A) 상에 형성된 축적 표면(54)을 통해 플랫폼(16A, 16B) 사이의 간극(G)을 향해 원주방향으로 반경방향 내향으로 연장한다. 축적 표면(54)은 에어포일 압력 측벽(20A)과 플랫폼(16A) 사이의 교차점(56)에서 에어포일 선단 에지(24A)에 인접하여 형성되고, 이 교차점(56)은 에어포일(10A)의 루트 단부(14A)에 형성된다(도 2 참조). 축적 표면(54)과 관련하는 부가의 상세가 이하에 설명될 것이다.

[0019] 1차 냉각 통로(46a 내지 46d)는 제 1 에어포일(10A) 내의 메인 냉각 채널(38A)과 유체 연통하는 입구(50a 내지 50d) 및 간극(G)에 근접한 플랫폼(16A)에 있는 출구(52a 내지 52d)를 각각 포함한다. 출구(52a 내지 52d)는 도 2 및 도 3에 도시되어 있는 바와 같이, 축적 표면(54)이 플랫폼(16A)의 반경방향 외부면(55A)과 함께 모여지는 위치에 인접한 축적 표면(54) 내에 형성될 수 있다는 것이 주목된다. 1차 냉각 통로(46a 내지 46d)의 입구(50a 내지 50d)는 각각 에어포일 선단 에지(24A)에 인접하여 위치되고, 냉각 통로(46a 내지 46d)는 그 출구(52a 내지 52d)가 플랫폼(16A)에서 이격된 위치에 냉각 유체를 제공하도록 펼쳐진다.

[0020] 1차 냉각 통로(46a 내지 46d) 중 적어도 하나의 출구(52a 내지 52d)는 냉각 통로(들)(46a 내지 46d) 내로의 고온 연소 가스(H_G) 섭취(ingestion)를 회피하거나 감소시키기 위해, 그 작동 중에 가스 터빈 엔진을 통해 통과하는 고온 연소 가스(H_G)의 방향으로부터 이격하여 각형성될 수 있다는 것이 주목된다. 도시되어 있는 실시예에서, 제 4 1차 냉각 통로(46d)의 출구(52d)는 고온 연소 가스(H_G)의 유동으로부터 이격하여 각형성된다.

[0021] 도 2에 도시되어 있는 바와 같이, 축적 표면(54)은 예를 들어 플랫폼(16A) 상에 비-선대칭 윤곽을 형성하도록 도포된 높은 내열성 용접 재료를 포함할 수 있지만, 다른 적합한 재료가 사용될 수도 있다. 축적 표면(54)은 플랫폼(16A)의 반경방향 외부면(55A)으로부터 반경방향 외향으로 연장하는 범프 또는 팽윤부를 포함할 수 있다. 축적 표면(54)은 냉각 통로(46a 내지 46d)가 그를 통해 형성될 수 있는 영역을 통한 영역을 면적을 증가시키고, 플랫폼(16A)을 향한 방향에서 냉각 유체를 해제하기 위해 냉각 통로(46a 내지 46d)가 반경방향 내향으로 연장할 수 있게 하고, 이는 플랫폼(16A) 상에 필름 냉각을 제공할 수 있다.

[0022] 축적 표면(54)은 도시되어 있는 실시예에서, 에어포일 선단 에지(24A)에 인접한 압력측에 반경방향 최외측 표면(70)을 포함한다. 축적 표면(54)은 도 2에 가장 명백하게 도시되어 있는 바와 같이, 전방, 후방 및 반경방향 최외측 표면(70)으로부터 이격하여 원주방향으로 각각에서 높이가 감소한다. 축적 표면(54)은 에어포일(10A)의 선단 에지(24A)의 전방의 위치로 전방 방향으로 연장하고, 그 위치에서 축적 표면(54)은 플랫폼(16A)의 표면(55A)과 함께 모여진다(도 1 및 도 2 참조). 축적 표면(54)은 에어포일 선단 에지(24A)와 후단 에지(26A) 사이의 위치로 후방 방향으로 연장하고, 그 위치에서 축적 표면(54)은 플랫폼(16A)의 표면(55A)과 함께 모여진다. 또한, 축적 표면(54)은 에어포일(10A)의 압력 측벽(20A)과 간극(G) 사이의 위치로 간극(G)을 향해 원주방향으로 연장하고, 그 위치에서 축적 표면(54)은 플랫폼(16A)의 표면(55A)과 함께 모여진다.

[0023] 대부분의 축적 표면(54)은 도시되어 있는 실시예에서, 에어포일(10A)의 선단 에지(24A)에 인접하여 에어포일(10A)의 압력 측벽(20A)과 플랫폼(16A) 사이의 교차점(16A)에서 그 압력 측벽(20A)을 따라 위치된다. 그러나, 축적 표면(54)의 부분은 도시되어 있는 실시예에서, 에어포일(10A)의 선단 에지(24A) 주위에서 흡인 측면(22A)으로 연장하고, 그 위치에서 축적 표면(54)은 높이가 감소되고, 플랫폼(16A)의 표면(55A)과 함께 모여진다. 축적 표면(54)의 특정 구성은 에어포일(10A, 10B)이 위치되어 있는 엔진 및 고온 연소 가스(H_G)의 유동에 대한 원하는 효과에 의존할 수 있다는 것이 주목된다.

[0024] 축적 표면(54)은 바람직하게는 말발굽 와류(36a, 36b)의 강도를 감소시키기 위해 구성되고 위치되고, 이에 의해 엔진의 효율을 향상시킨다. 축적 표면(그 내부에 형성된 냉각 통로가 없는)의 구성 및 위치 및 고온 연소 가스(H_G) 및 말발굽 와류(36a, 36b)의 유동에 대한 그 효과와 관련하는 부가의 상세는 미국 특허 제 7,134,842호에

서 발견될 수 있다.

[0025] 냉각 통로(46a 내지 46d)로부터의 냉각 유체는 냉각 통로(46a 내지 46d)를 통해 통과하면서 축적 재료(54) 및 플랫폼(16A)에 직접 대류 냉각을 제공하고, 또한 냉각 통로 출구(52a 내지 52d)를 나올 때 플랫폼(16A)의 외부면(55A) 및 축적 표면(54)에 필름 냉각을 제공한다.

[0026] 전술된 바와 같이, 냉각 통로(46a 내지 46d)는 메인 냉각 채널(38A)로부터 플랫폼(16A)으로 직접, 즉 플랫폼(16A)에 전달되기 전에 냉각 유체가 에어포일(10A) 또는 플랫폼(16A)과 연관된 또는 그 내의 다른 냉각 유체 회로 또는 통로를 횡단할 필요 없이 냉각 유체를 제공한다. 따라서, 냉각 통로(46a 내지 46d)를 통해 플랫폼(16A)에 제공된 냉각 유체의 양은 플랫폼에 전달된 냉각 유체가 이러한 다른 냉각 회로 또는 통로를 횡단하는 종래의 에어포일에 비해 증가되는 것으로 고려된다. 냉각 통로(46a 내지 46d)는 예를 들어 그 전체 개시 내용이 본 명세서에 참조로서 인용되어 있는 미국 특허 제 5,344,283호에 설명되어 있는 바와 같은 현존하는 냉각 채널 구조체에 추가하여 또는 그 대신에 제공될 수 있다.

[0027] 본 발명의 양태에 따른 축적 표면(54) 및 냉각 통로(46)는 에어포일(10A)의 선단 에지(24A)에 인접한 위치에서 메인 냉각 채널(38A)로부터 플랫폼(16A)의 반경방향 외부면(55A)으로 직접 냉각 유체를 공급함으로써 종래 기술에 비한 장점을 제공하는 것으로 고려된다. 플랫폼(16A)에 공급된 냉각 유체는 메인 냉각 채널(38A)로부터 직접 오기 때문에, 플랫폼 내의 다수의 위치를 통해 냉각 유체를 분배하는 플랫폼 냉각 시스템에 제공된 것보다 더 낮은 온도에서 냉각 유체의 더 많은 유동이 제공될 수 있는 것이 고려된다. 따라서, 에어포일(10A)의 선단 에지(24A)에 인접한 플랫폼(16A)의 반경방향 외부면(55A)의 적절한 냉각이 제공되는 것으로 고려되어, 본 발명에 따른 에어포일/플랫폼 조립체의 수명이 증가되는 것으로 고려된다.

[0028] 본 명세서에 설명된 본 발명의 양태는 에어포일(10A)의 선단 에지(24A)에 인접한 플랫폼(16A)이 과열 및 산화에 기인하여 엔진 작동 중에 손상되고/파괴되어 있는 상황에서, 미국 특허 제 5,344,283호에 예시된 에어포일과 같은 손상된 에어포일/플랫폼 조립체를 수리/교체하기 위해 수리 프로세스 중에 수행될 수 있다. 대안적으로, 본 명세서에 설명된 에어포일/플랫폼 조립체는 엔진 내의 신규한 부품으로서 제공될 수 있다.

[0029] 제 1 에어포일(10A)과 연관된 플랫폼(16A)은 도 3에 도시되어 있는 바와 같이, 반경방향에서 제 2 에어포일(10B)과 연관된 플랫폼(16B)으로부터 약간 오프셋된다는 것이 주목된다. 이는 열 또는 에어포일(12)을 조립하는 동안 부닥치게 되는 공차 문제점으로부터 발생할 수 있다. 그러나, 도 3에 도시되어 있는 플랫폼(16A)은 플랫폼(16B)보다 멀리 반경방향 외향으로 연장하기 때문에, 냉각 통로(46a 내지 46d)로부터 유출하는 냉각 유체는 제 1 에어포일(10A)과 연관된 플랫폼(16A)의 반경방향 외부면(55A) 위에서 제 2 에어포일(10B)과 연관된 플랫폼(16B)의 반경방향 외부면(55B)으로 유동하여 플랫폼(16B)을 냉각할 수 있다. 제 2 에어포일(10B)과 연관된 플랫폼(16B)은 제 1 에어포일(10A)과 연관된 플랫폼(16A)보다 약간 더 많이 반경방향 외향으로 연장할 수 있다는 것이 주목된다. 이 경우에, 냉각 통로(46a 내지 46d)로부터 유출되는 냉각 유체는 제 1 에어포일(10A)과 연관된 플랫폼(16A)의 반경방향 외부면(55A) 위에 유동할 수 있고 제 2 에어포일(10B)과 연관된 플랫폼(16B)의 에지에 접촉할 수 있고, 냉각 유체는 간극(G) 내로 반경방향 내향으로 유동할 수 있다.

[0030] 이제, 도 4를 참조하면, 다른 실시예에 따른 에어포일(10')이 도시되어 있고, 여기서 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명된 것과 유사한 구조체는 프라임(') 부호를 붙인 동일한 도면 부호를 포함한다. 이 실시예에 따른 복수의 제 2 냉각 통로(60)의 각각은 1차 냉각 통로(46')와 유체 연통하는 입구(62)를 포함하고, 이 1차 냉각 통로(46')는 에어포일(10A')의 메인 냉각 채널(이 실시예에서는 도시되어 있지 않음)과 연통한다. 즉, 이 실시예에 따른 2차 냉각 통로(60)는 1차 냉각 통로(46')로부터 분기되고, 그 출구(64)로부터 플랫폼(16A')의 이격된 위치로 냉각 유체를 제공하기 위해 펼쳐진다. 이 실시예에 따른 냉각 통로(46', 60)의 적어도 하나의 출구(64)는 냉각 통로(들)(46', 60) 내로의 고온 연소 가스 섭취를 회피하거나 감소시키기 위해, 그 작동 중에 가스 터빈

엔진을 통해 통과하는 고온 연소 가스의 유동 방향으로 이격하여 각형성될 수 있다는 것이 주목된다.

[0031] 이제, 도 5를 참조하면, 또 다른 실시예에 따른 제 1 에어포일(10A")이 도시되어 있고, 여기서 도 1 내지 도 3을 참조하여 전술된 것과 유사한 구조체는 더블 프라임(") 부호를 붙인 동일한 도면 부호를 포함한다. 이 실시예에서, 에어포일(10A")의 압력 측벽(20A")과 플랫폼(16A") 사이의 교차점(56")에 위치된 축적 표면(54")이 플랫폼(16A")과 인접 플랫폼(16B") 사이에 형성된 간극(G")으로 줄곧 원주방향으로 연장한다. 따라서, 이 실시예에서, 축적 표면(54")을 통해 적어도 부분적으로 형성된 하나 이상의 1차 냉각 통로(46")[및 선택적으로, 하나 이상의 1차 냉각 통로(46")(이 실시예에는 도시되어 있지 않음)]에 의해 전달된 냉각 유체는 플랫폼(16A")과 인접 플랫폼(16B") 사이의 간극(G") 내로 개방된 출구(52")를 경유하여 플랫폼(16A")의 원주방향 에지로 줄곧 전달될 수 있다. 이러한 것은, 몇몇 엔진에서 간극(G")에 근접한 플랫폼(16A")의 부분이 과열 및 산화에 의해 발생된 손상에 민감한 것으로 판명되었기 때문에, 몇몇 엔진에서 바람직할 수 있다.

[0032] 이제, 도 6을 참조하면, 도 1 내지 도 3을 참조하여 전술된 에어포일(10A)과 같은 에어포일을 수리하는 방법(100)이 설명될 것이다.

[0033] 단계 102에서, 에어포일(10A)의 표면은 에어포일(10A)의 압력 측벽(20A)과 에어포일(10A)과 연관된 플랫폼(16A) 사이의 교차점(56)에서 에어포일(10A)의 선단 에지(24A)에 인접하여 축적된다. 표면은 표면에 용접 재료와 같은 높은 내열성 재료를 도포함으로써 축적된다. 재료는 예를 들어 레이저 용접을 사용하여 도포될 수 있다. 축적 표면(54)은 예를 들어 도 1 내지 도 3을 참조하여 전술된 바와 같거나 도 5를 참조하여 전술된 바와 같을 수도 있다.

[0034] 단계 104에서, 하나 이상의 1차 냉각 통로(46)는 에어포일 압력 측벽(20A)과 플랫폼(16A) 사이의 교차점(56)에서 축적 표면(54) 내에 적어도 부분적으로 형성된다. 1차 냉각 통로(46)는 예를 들어 축적 표면(54)을 통해 대응 보어를 드릴링함으로써 형성될 수 있다. 1차 냉각 통로(46)는 에어포일(10A) 내의 메인 냉각 채널(38A)과 직접 유체 연통하고, 각각 메인 냉각 채널(38A)로부터 플랫폼(16A)을 직접 냉각 유체를 제공하기 위한 플랫폼(16A)에 있는 출구(52)를 갖는다. 전술된 바와 같이, 메인 냉각 채널(38A)은 에어포일(10A)의 에어포일 선단 에지(24A)와 후단 에지(26A) 사이의 플랫폼(16A)으로부터 반경방향 외향으로 배치될 수 있다. 1차 냉각 통로(46)는 메인 냉각 채널(38A)로부터 반경방향 내향으로 그리고 축적 표면(54)을 통해 플랫폼(16A)에 있는 출구(52)로 플랫폼(16A)과 인접한 플랫폼(16B) 사이의 간극(G)을 향해 원주방향으로 연장할 수 있다.

[0035] 단계 106에서, 선택적인 단계에서, 적어도 하나의 2차 냉각 통로(60)는 축적 표면(54) 내에 적어도 부분적으로 형성된다. 2차 냉각 통로(들)(60)는 도 4와 관련하여 전술된 바와 같이, 1차 냉각 통로(46)와 연통하는 입구(62)를 갖는다. 2차 냉각 통로(들)(60)는 메인 냉각 채널(38A)로부터 플랫폼(16A)으로 냉각 유체를 제공하기 위한 1차 냉각 채널(46)의 출구(52)로부터 이격된 플랫폼(16A)에 출구(64)를 갖는다.

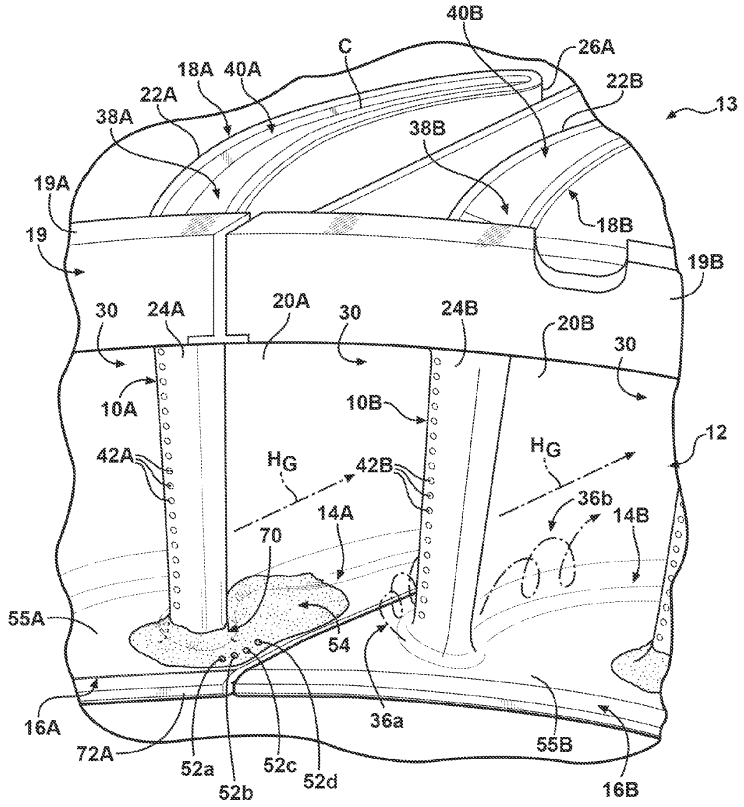
[0036] 본 명세서에 설명된 냉각 통로(46, 46', 60) 및 축적 표면(54)은 정지 베인, 예를 들어 에어포일(10A, 10B)로 형성되어 있는 것으로서 설명되어 있지만, 이들 특징부는 또한 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어나지 않고 회전 터빈 블레이드에 적용될 수 있다.

[0037] 또한, 전술된 바와 같이, 본 명세서에 설명된 냉각 통로(46, 46', 60) 및 축적 표면(54)은 수리/교체 프로세스의 부분으로서 형성될 수 있고 또는 신규한 에어포일 디자인에서 구현될 수 있다. 또한, 냉각 통로(46, 46', 60) 및 축적 표면(54)은 본 명세서에 설명된 것 이외의 프로세스에 의해 형성될 수 있다. 예를 들어, 축적 표면(54)은 플랫폼(16A)의 전체 또는 일부에 걸쳐 실질적으로 균일한 층으로서 적용될 수 있고, 본 명세서에 설명된 윤곽이 있는 범프 또는 팽윤부를 형성하도록 가공될 수도 있다.

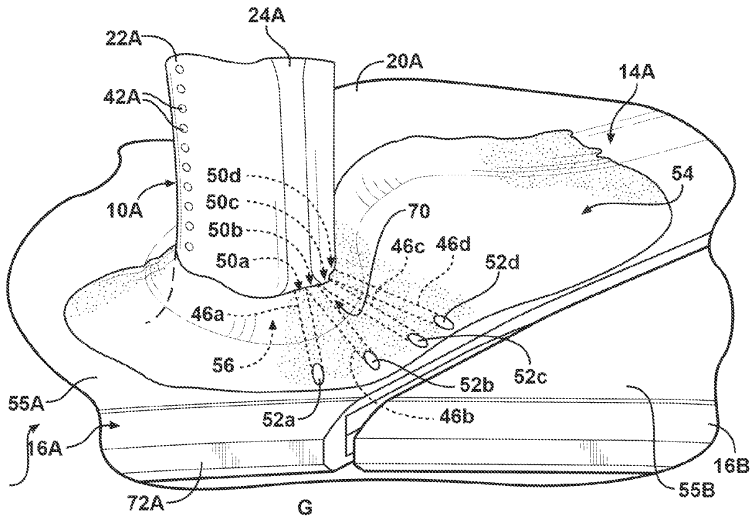
[0038] 본 발명의 특정 실시예가 도시되고 설명되었지만, 다양한 다른 변경 및 수정이 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어나지 않고 이루어질 수 있다는 것이 당 기술 분야의 숙련자들에게 명백할 것이다. 따라서, 본 발명의 범주 내에 있는 모든 이러한 변경 및 수정은 첨부된 청구범위 내에 커버되도록 의도된다.

도면

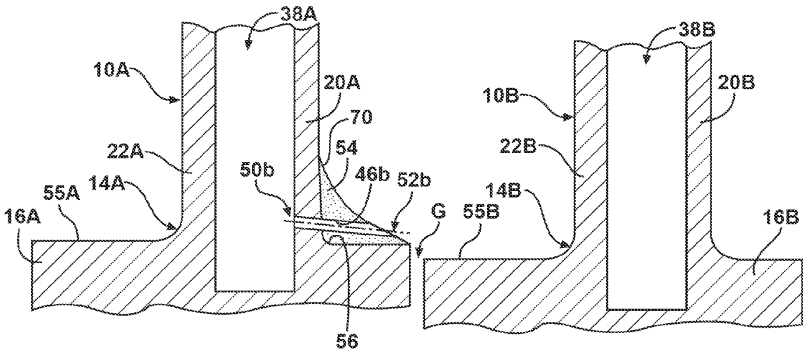
도면1



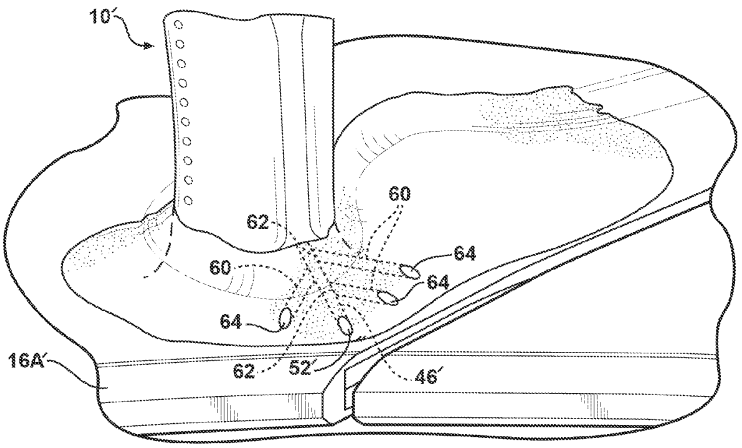
도면2


24A
22A
20A
14A
42A
54
50d
50c
10A
70
50b
46c
46d
52d
50a
46a
56
52b
52c
55A
52a
46b
16A
16B
55B
72A
G

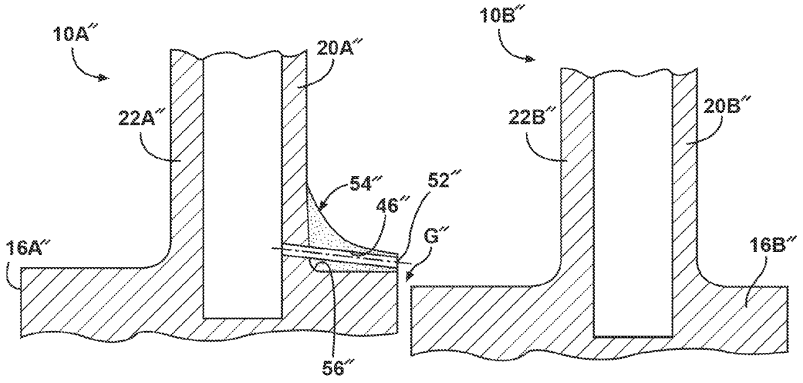
도면3


38A
38B
10A
20A
10B
20B
70
22A
54
22B
50b
46b
52b
14A
55A
14B
16A
G
55B
16B
56

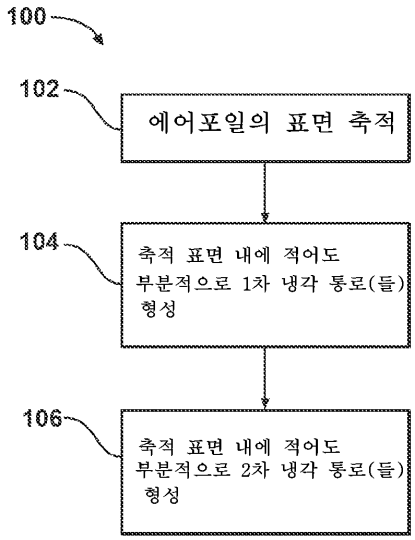
도면4


10'
60
62
64
60
64
64
16A'
62
52'
46'

도면5


10A″
20A″
22A″
10B″
22B″
20B″
54″
52″
46″
G″
16A″
16B″
56″

도면6


100
102
에어포일의 표면 축적
104
축적 표면 내에 적어도 부분적으로 1차 냉각 통로(들) 형성
106
축적 표면 내에 적어도 부분적으로 2차 냉각 통로(들) 형성