

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
F01D 5/18

(11) 공개번호 특2000-0070801
(43) 공개일자 2000년11월25일

(21) 출원번호	10-1999-7007063		
(22) 출원일자	1999년08월05일		
번역문제출일자	1999년08월05일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1998/01934	(87) 국제공개번호	WO 1998/35137
(86) 국제출원출원일자	1998년02월02일	(87) 국제공개일자	1998년08월13일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴		

국내특허 : 캐나다 중국 대한민국

(30) 우선권주장	8/803,299 1997년02월10일 미국(US)		
(71) 출원인	지멘스 웨스팅하우스 파워 코퍼레이션 랭크 크리스토퍼 제이		
(72) 발명자	미국 플로리다주 32826-2399 올랜도 엠씨 301 알라파야 트레일 4400 케네디마크티.		
(74) 대리인	미국플로리다32765오비에도호른빔스트리트1054 장용식		

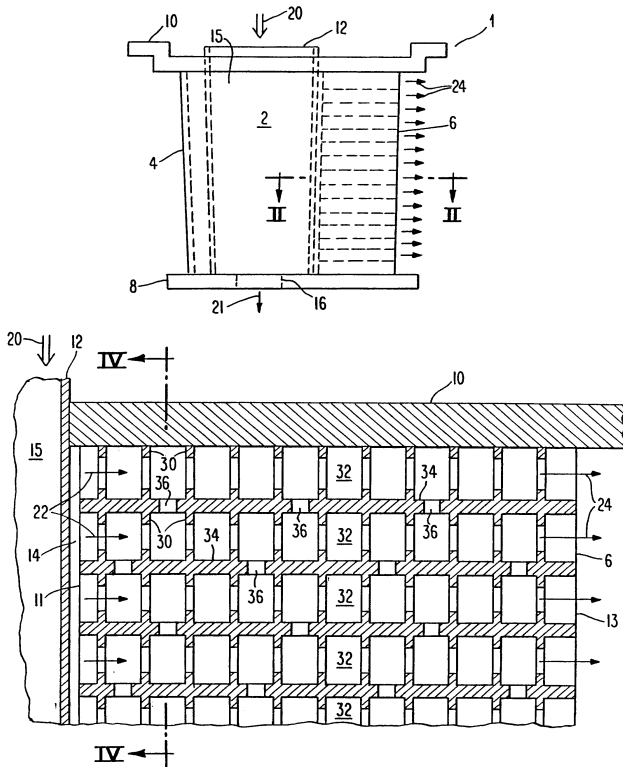
심사청구 : 없음

(54) 가스 터빈 에어포일을 냉각하는 장치 및 그 제조 방법

요약

본 발명은 가스 터빈에 있는 고정 베인과 같은 터보머신에서 사용되는 에어포일(2)에 관한 것이다. 에어포일(2)은 에어포일 공동(14)에서 에어포일 후미 엣지(6)로 뺀 제 1 냉각 유체 통로(32)를 형성하는 복수의 길이 방향으로 뺀 리브(34)를 후미 엣지(6) 구역에 가지고 있다. 제 1 냉각 유체 통로들은 테이퍼 가공되어 있어 이 통로들이 후미 엣지(6)를 향해 뺀음에 따라 이 통로의 높이와 폭이 줄어든다. 열전달을 증대시키기 위하여 각각의 통로(32)의 길이를 따라 난류현(30)들이 이격되어 있다. 이 리브는 상호연결된 길이 방향 통로(32) 및 방사상 통로(36) 배열을 형성하기 위하여 리브의 길이를 따라 이격된 복수의 방사상으로 뺀 통로(36)를 갖추고 있다. 에어포일(2)은 에어포일(2)의 길이 방향 통로(32) 및 방사상 통로(36)와 상응하는 길이 방향 및 방사상 핑거를 갖는 코어를 사용하는 주조 공정에 의해 형성된다.

대표도



색인어

에어포일, 리브, 후미 엷지, 공동, 통로, 흰, 핑거, 코어

명세서

기술분야

본 발명은 가스 터빈의 고정 베인에서 사용되는 것과 같이 에어포일에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 에어포일을 냉각하는 장치에 관한 것이다.

배경기술

가스 터빈은 터빈 부분에 원주방향으로 배열된 복수의 고정 베인을 여러 열로 채우고 있다. 이러한 베인들이 연소 부분에서 배출되는 고온 가스에 노출되기 때문에, 이러한 베인을 냉각시키는 것은 매우 중요하다. 통상적으로, 냉각은 베인 에어포일 내부에 형성된 하나 이상의 공동을 통하여 냉각 공기를 유동시킴으로써 성취된다.

한 방법에 의하면, 베인 에어포일의 냉각은 한 개 이상의 관형 삽입물을 각각의 에어포일 공동 내에 포함시켜 삽입물을 에워싸고 있는 통로들이 에어포일의 벽과 삽입물 사이에 형성되게 함으로써 성취된다. 삽입물은 삽입물 둘레 주위에 분포되어 이들 통로 주위로 냉각 공기를 분배시키는 다수의 구멍을 가지고 있다.

또 다른 방법에 의하면, 각각의 에어포일 공동은 방사상으로 뻗은 다수의 즉, 통상적으로 3개 또는 그 이상의 통로를 포함하여 굽은 배열을 형성한다. 베인의 외면에 공급되는 냉각 공기는 제 1 통로로 들어가 베인의 내면에 도달할 때까지 방사상 안쪽으로 유동한다. 냉각 공기의 제 1 부분은 내면을 통해 베인을 빠져나가서 인접한 로터 디스크들의 열 사이에 위치한 공동으로 들어간다. 공동내의 냉각 공기는 디스크면을 냉각하는 작용을 한다. 냉각 공기의 제 2 부분은 방향을 역전하여 외면에 도달할 때까지 제 2 통로를 통하여 방사상 바깥쪽으로 유동을 하는데, 여기서 다시 방향을 바꾸어 방사상 안쪽으로 제 3 통로를 통하여 유동하며, 최종적으로 에어포일의 후미 엷지에 있는 길이 방향으로 뻗은 구멍들을 통하여 제 3 통로로부터 블레이드를 빠져나간다. 굽은 통로를 통과하는 냉각 공기의 효과를 증대시키기 위하여 여러 가지 방법이 시도되어 왔다. 이러한 방법 중 하나는 통로를 형성하고 있는 벽에서 뻗은 흰(fin)을 수반한다. 유동의 방향과 수직으로 뻗은 흰과 유동의 방향과 각을 이루는 흰 양자를 사용하는 방법이 시도되어 왔다.

베인 후미 엷지 부분의 냉각은 후미 엷지 부분의 얇은 두께와 더불어 후미 엷지에 공기가 도달하는 시간까지 냉각 공기가 종종 상당히 가열된다는 사실 때문에 특히 까다롭다. 통상적으로, 냉각 공기는 에어포일의 후미 엷지에 있는 길이방향으로 맞추어진 통로에 의해 베인의 내부 공동에서 고온 가스 유동 경로

내로 배출된다. 연전달의 효율을 높이기 위하여, 후미 엷지 통로에 핀 모양 환들의 배열이 포함되었다. 폐 루프 냉각 시스템에서의 사용을 위하여 제안된 다른 방법에서는 냉각 공기가 내부 표면과 외부 표면 사이에서 뺀은 스펠형 방사상 구멍을 통하여 유도된다.

베인 에어포일의 후미 엷지 부위를 냉각하는 문제에 대한 가능성 있는 해결책 하나는, 에어포일에 공급되는 냉각 공기를 극도로 증가시켜, 이에 의해 통로를 통하여 유동하는 냉각 공기의 유량을 높이는 것이다. 하지만, 냉각 공기 유동에 있어서의 이러한 큰 증가는 바람직하지 않다. 이러한 냉각 공기가 결국 터빈 부분을 통과하는 고온 가스에 들어가지만, 연소 부분에서 냉각 공기가 가열을 받지 않기 때문에 냉각 공기로부터 적은 양의 유효한 일(work)이 얻어진다. 따라서, 고효율을 얻기 위해서는 냉각 공기의 사용을 최소로 하는 것이 매우 중요하다.

에어포일의 후미 엷지부를 냉각시키는 문제에 대한 또 하나의 가능성 있는 방법은, 후미 엷지 냉각 공기 통로에 보다 복잡한 기하학적 형상을 사용하는 것이다. 하지만, 이러한 복잡한 기하학적 형상은 통상적으로 주물인 베인 에어포일의 제작을 더욱 까다롭게 한다.

그러므로, 가스 터빈에 있는 에어포일을 통하여 유동하는 냉각 공기의 냉각 효율을 두드러지게 높이는 냉각 체계를 제공하고, 그리고 이러한 에어포일을 제작하는 방법을 제공하는 것은 바람직하다.

발명의 상세한 설명

따라서, 본 발명의 주 목적은 가스 터빈에 있는 에어포일을 통하여 유동하는 냉각 공기의 냉각 효율을 두드러지게 높이는 냉각 체계를 제공하고, 그리고 이러한 에어포일을 제작하는 방법을 제공하는데 있다.

간단히 말하면, 이러한 목적 뿐만 아니라 본 발명의 다른 목적은, (i) 선두 및 후미 엷지를 형성하는 제 1 및 제 2 측벽, (ii) 후미 엷지에 인접하는 에어포일의 구역에 있는 제 1 측벽과 제 2 측벽 사이에 뺀어 있는 복수의 리브로 구성되어 있고, 여기에서 각각의 상기 리브는 방사상 방향으로 떨어져 이격되어 복수의 제 1 냉각 유체 통로를 형성하고, 각각의 제 1 통로는 하나의 리브에 의해 분리되어 있고 각각의 리브는 복수의 제 2 통로를 안에 형성하고 있고, 각각의 제 2 통로는 인접한 두 개의 제 1 통로를 유동 연통 상태로 위치 결정하고 있고, 리브가 상호연결된 제 1 및 제 2 냉각 유체 통로의 배열을 형성하고 있는 터보머신용 에어포일에서 성취된다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 제 1 통로는 에어포일의 후미 엷지를 향하여 길이 방향으로 뺀음에 따라 높이와 폭에 있어서 테이퍼 가공 되어 있고, 길이를 따라 복수의 난류현을 가지고 있다.

또한 본 발명은, (i) 적어도 일부분이 서로 수직인 제 1, 제 2 방향으로 뺀은 상호 연결된 핑거들로 이루어진 격자 구조를 형성하는 코어를 형성하는 단계, (ii) 코어 주위에 용융 재료를 넣어 핑거들이 제 1 및 제 2 방향으로 뺀은 상호 연결된 통로의 배열을 형성하게 하는 단계를 포함하는 터보머신용 에어포일을 만드는 방법을 포함하고 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따르는 에어포일을 갖추고 있는 가스 터빈 베인의 입면도이다.

도 2는 도 1에 도시된 II-II선을 따라 취한 단면도로서, 명료하게 하기 위해 선(II-II)이 또한 도 4에서 도시되어 있는 단면도이다.

도 3은 도 2에 도시된 III-III선을 따라 취한 단면도이다.

도 4는 도 3에 도시된 IV-IV선을 따라 취한 단면도이다.

도 5는 도 2 내지 도 4에 도시된 냉각 공기 통로들 중 하나를 통하여 길이 방향 단면의 일부분에 대한 사시도이다.

도 6은 도 1 내지 도 4에 도시된 에어포일을 만드는데 사용되는 구조 코어를 통하여 취한 단면도이다.

도 7은 본 발명의 변경 실시예를 도시하는 도 3의 유사도이다.

도 8은 도 7에 도시된 VIII-VIII선을 따라 취한 단면도이다.

실시예

도면을 참조하면, 가스 터빈의 터빈 부분에서 사용되는 것과 같은 고정 베인이 도 1에서 도시되어 있다. 종래와 같이 베인(1)은 내면(8)과 외면(10)을 끝에 형성하여 갖춘 에어포일(2)로 이루어져 있다. 도 2에 도시된 에어포일(2)의 측벽(18, 19)은 선두 엷지(4)와 후미 엷지(6) 각각을 형성하고 있다.

측벽(18, 19)은 도 2에 가장 잘 도시되어 있는 바와 같이, 에어포일(2)의 중앙 부분에 공동(14)을 형성하고 있다. 삼입물(12)이 공동(14)에 배치되어 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 통상적으로 가스 터빈의 압축기 부분에서 유출되는 냉각 공기(20)는 삼입물(12)에 있는 통로(15)를 통하여 유도된다. 통로(15)는 냉각 공기(20)의 제 1 부분을 베인(1)을 통하여 방사상으로 유도함으로써 이 공기가 내면(8)에 형성된 개구(16)를 통하여 빠져나가게 한다. 당해 분야에서 잘 공지되어 있는 기술을 사용하여, 삼입물(12)에 복수의 구멍(도시되지 않음)이 형성되어, 냉각 공기(20)의 제 2 부분(22)을 측벽(18, 19)과 삼입물 사이에 형성된 통로를 통하여 분배하는 작용을 하여서 이에 의해, 선두 엷지에 인접한 측벽의 부분과 더불어 측벽의 중앙 부분을 냉각한다.

본 발명에 따라, 냉각 공기(22)는 공동(14)을 빠져나간 후에 후미 엷지(6)에 인접한 측벽(18, 19)의 부분들 사이를 유동함으로써 에어포일(2)의 해당 부위를 냉각한다. 도 2 내지 도 5에 도시된 바와 같이, 평행한 다수의 리브(34)들은 측벽들(18, 19) 사이에 횡단 방향으로 뺀어 있고, 공동(14)에서 후미 엷지(6)까지 길이 방향으로 뺀어 있다(여기서 사용된 용어 '길이 방향'은 선두 엷지에서 후미 엷지까지의 에어포일 극

를을 전체적으로 따르는 방향을 언급한다. 용어 '횡단 방향'은 에어포일의 측벽과 전체적으로 수직인 방향을 언급한다.) 리브(34)는 측벽들(18,19)사이에서 평행하게 길이 방향으로 뻗은 통로(32)들의 배열을 형성하고 있어 공동(14)에서 후미 엷지(6)까지 뻗고 있으며 각각의 통로 입구(11)가 공동에서 위치되어 있고 출구(13)가 후미 엷지에 위치되어 있다.

도 4에 도시된 바와 같이, 발명의 바람직한 실시예에서 각각의 통로(32)는 단면에 있어서 대략적으로 장 방향이고 방사상 방향으로 높이(H)와 횡단 방향으로 폭(W)을 갖는다(여기서 사용된 용어 '방사상'은 길이 방향과 전체적으로 수직이고 가스 터빈에 에어포일이 설치될 때, 대체로 로터의 축선으로부터 바깥쪽으로 방사되는 방향을 말한다.) 하지만, 어떤 실시예에는 통로(32)가 전장에 걸쳐 원형의 단면을 가질 수도 있고 또는 초기에는 이 통로가 장방형이 될 수 있으나 후미 엷지 출구(13)에 도달함에 따라 원형으로 변형될 수도 있다.

통로(32)는 바람직하게 비교적 길고 가늘다. 본 발명의 일 실시예에서는 통로들의 길이가 4.5 cm(1.75 in)를 넘지만 대다수의 통로의 최대 높이와 폭이 0.25 cm(0.1 in)를 초과하지 않는다. 하기되는 바와 같이, 본 발명은 이렇게 길고 가는 냉각 공기 통로(32)를 제작하는 신규의 방법을 포함하고 있다.

도 2에서 도시된 바와 같이, 본 발명의 중요한 태양에 따라, 통로(32)는 후미 엷지(6)를 향하여 길이 방향으로 뻗으면서 가로 방향으로 테이퍼 가공되어 있다. 따라서, 각각의 통로(32)의 폭(W)은 입구(11)에서 출구(13)로 뻗으면서 점진적으로 줄어든다. 본 발명의 일 실시예에서, 통로(32)의 폭(W)은 입구(11)에서부터 출구(13)까지 최소한 약 50% 감소된다.

또한, 본 발명의 바람직한 실시예에서, 내,외면(8,10)에 바로 인접한 통로들을 제외한 각각의 통로(32)는 후미 엷지(6)를 향하여 길이 방향으로 뻗음에 따라 방사상 방향으로 또한 테이퍼 가공되어 있어 이의 높이(H)가 입구(11)에서 출구(13)까지 뻗으면서 점진적으로 줄어든다. 본 발명의 어떤 실시예에서, 이러한 통로(32)의 높이(H)가 적어도 약 10% 감소되고 입구(11)에서 출구(13)까지 30% 또는 그 이상 감소할 수도 있다.

본 발명의 다른 하나의 중요한 태양에 따라, 통로(32)의 길이를 따라 다수의 난류현(30)들이 이격된다. 도 4 및 도 5에 가장 잘 도시된 바와 같이, 각각의 난류현(30)은 C 자 형상이며 통로 측벽들 중 하나로부터 통로(32) 내로 돌출한다. 도 2 및 도 5에서 도시된 바와 같이, 난류현(30)들이 어긋나게 배치되어 있어, 냉각 공기(22)가 통로(32)의 길이를 따라 유동함에 따라 공기가 만나게 되는 각각의 연속적인 난류현이 이전의 난류현으로부터 반대 쪽 측벽상에 형성되어 있게 된다. 본 발명의 일 실시예에서, 난류현(30)들은 통로(32) 내로 약 0.025 cm(0.01 in) 돌출하고 있고 길이 방향으로 약 0.25 cm(0.10 in) 떨어져 이격되어 있다.

본 발명의 다른 하나의 중요한 태양에 따라, 방사상으로 뻗은 다수의 통로(36)는 하기될 바와 같이, 각각의 리브(34)의 길이를 따라 이격되어 있어 에어포일(2)의 제작을 용이하게 한다. 바람직하게, 도 3에 가장 잘 도시된 바와 같이, 방사상 통로(36)는 리브(34)를 따라 배치되어 있어 인접한 리브에 있는 방사상 통로들에 대하여 어긋나 있다. 따라서, 인접한 리브(34)에 있는 방사상 통로(36)는 방사상으로 맞추어지지 않을 것이다.

도 3에서 또한 가장 잘 도시된 바와 같이, 길이 방향으로 그리고 방사상으로 뻗은 통로(32,36) 각각은 서로 수직 방향으로 뻗은 상호 연결된 통로의 배열을 형성한다.

작동에 있어서, 공동(14)으로부터의 냉각 공기(22)는 각각의 통로(32)의 입구(11)에 분배된다. 그 후, 냉각 공기(22)는 출구(13)를 향하여 각각의 통로(32)의 길이를 따라 유동한다. 난류현(30)은 냉각 공기(2)와 통로(32)의 벽 간의 열전달을 증대시키는 난류 유동을 일으킨다. 통로(32)를 테이퍼 가공 하는 것은 유동의 가속을 보장하므로 양호한 열전달을 또한 보장한다. 따라서, 냉각 공기(22)는 후미 엷지(6)에 인접한 에어포일(2)의 부분을 효과적으로 냉각할 수 있어서, 이에 의해 사용되는 냉각 공기의 양이 최소로 유지되게 하여 가스 터빈의 성능을 최대로 한다. 통로(32)를 통해 유동을 한 후, 냉각 공기(24)의 기류는 후미 엷지(6)에서 형성된 통로 출구(13)를 통하여 베인(1)에서 배출된다.

리브에 있는 방사상 통로(36)는 냉각 공기(22)가 인접한 통로(32)들 사이에서 통하도록 한다. 하지만, 어떠한 설계에서 이러한 유동 연통상태가 바람직하지 않을 수도 있으므로, 하기된 바와 같이, 통로(36)의 직경은 주조 시 충분한 코어의 강도를 제공하여 이러한 유동 연통상태를 최소화 하는데 필요한 만큼 최소의 크기로 되어 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 에어포일(2)은 주조 방법으로 만들어진다. 당해 분야에서 잘 공지된 바와 같이, 이러한 주조 방법은 측벽(18,19)의 전체 형상을 갖는 다이나 몰드를 형성하는 것에 의해 수행될 수 있다. 도 6에 일부 도시된 코어(39)가 궁극적으로 에어포일의 후미 엷지 부분을 형성할 다이 부분 내에 삽입된다. 그 후, 통상적으로 금속성인 용융 재료가 다이 내로 그리고 코어(39)의 주위로 넣어져 에어포일 기하형상을 형성한다.

코어(39)는 바람직하게 세라믹 재료로부터 형성된다. 코어(39)는 후미 엷지(6)에 인접한 구역에서 에어포일(2)의 내부 구조의 역이다. 따라서, 코어(39)에는 길이 방향 통로(32)의 크기, 모양, 위치를 갖는 길이 방향 핑거(40)들이 형성된다. 또한, 방사상 통로(36)의 크기, 모양, 위치를 갖는 방사상 핑거(44)들이 형성된다. 유사하게, 코어(39) 내에는 리브(34)와 난류현(30)의 크기, 모양, 위치를 갖는 통로(42)가 형성된다. 따라서, 코어(39)는 길이 방향으로 그리고 방사상으로 뻗은 상호 연결된 통로(32,36) 각각의 배열에 상응하는 길이 방향으로 그리고 방사상으로 뻗은 상호 연결된 핑거(40,44)들 각각의 격자 구조 일체계를 형성한다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 내면(8)과 외면(10)에 바로 인접하는 길이 방향 통로(32)는 입구(11)에서 다른 통로들보다 더 넓고 상기된 바와 같이, 이들의 높이에 대해서는 테이퍼 가공되지 않는다. 결과적으로, 코어(39)의 맨 윗쪽 그리고 맨 안쪽에 있는 길이 방향 핑거(40)들은 중간에 있는 길이 방향 핑거들보다 두껍다. 이것은 코어(39)에 추가적인 강도와 경도를 준다.

본 발명의 중요한 태양에 따라, 방사상 통로(36)를 형성하고 있으며, 본 목적에 더욱 중요하게, 길이 방

향으로 뺀 핑거(40)를 상호 연결해주는 방사상으로 뺀 핑거(44)의 존재는 코어(39)에 충분한 경도와 강도를 제공하여 길고 가늘며 기하학적으로 복잡한 통로(32)의 구조를 허용한다. 결과적으로, 특정한 설계에 따라, 방사상 핑거(44)의 크기는 코어(39)에 대한 최소 강도 조건을 근거로 하여 최소화 할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서, 방사상 핑거(44)는 약 0.1 cm(0.05 in)의 직경을 갖는다.

도 7 및 도 8은 도 8에 도시된 바와 같이, 난류현(30)이 길이 방향 통로(32)의 상부 및 하부 벽에서 돌출하고 있으며 도 7에 도시된 바와 같은 방식으로 엇갈려 있는 본 발명의 변경 실시예를 도시하고 있다.

본 발명이 가스 터빈의 고정 베인의 에어포일에 있는 냉각 공기 통로를 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 스팀 터빈과 같은 다른 종류의 터보머신에 사용되거나 또는 냉각 이외의 목적으로서 작용하는 내부 통로를 갖는 에어포일 뿐만 아니라 회전 블레이드에 사용되는 것과 같은 다른 종류의 에어포일에 또한 적용 가능하다. 결과적으로, 본 발명은 본 발명의 기본적인 속성 또는 정신에서 벗어나지 않으면서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있고, 이에 따라, 본 발명의 범주를 보여주고 있는 상기 상세한 설명이 아닌, 첨부된 청구범위 참조가 만들어져야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

터보머신에 사용되는 에어포일에 있어서,

- a) 선두 및 후미 엷지를 형성하고 있는 제 1 및 제 2 측벽;
- b) 상기 후미 엷지에 인접하는 상기 에어포일의 구역에서 상기 제 1 측벽과 제 2 측벽 사이에 뺀어 있는 복수의 리브로 구성되어 있고,

여기에서 각각의 상기 리브는 방사상 방향으로 이격되어 복수의 제 1 냉각 유체 통로를 형성하고, 각각의 상기 제 1 통로는 하나의 상기 리브에 의해 분리되어 있고 각각의 상기 리브는 복수의 제 2 통로를 안에 형성하여 가지고 있고, 각각의 상기 제 2 통로는 인접한 두 개의 제 1 통로를 유동 연통상태로 위치 결정시키고 있고, 이에 의해 상기 리브는 상호 연결된 제 1 및 제 2 냉각 유체 통로의 배열을 형성하고 있는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 측벽들 사이에 형성된 냉각 유체의 유동을 유도하는 공동을 더 포함하고 있으며, 여기에서 각각의 상기 제 1 통로는 상기 공동에서 상기 후미 엷지로 뺀어 있는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 제 1 통로들 내로 돌출하고 있는 복수의 환을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 제 1 통로들이 테이퍼 가공되어 있어, 상기 제 1 통로가 뺀어 있는 방향으로 각각이 수직인 서로 직교하는 두 개의 방향으로 상기 통로의 크기를 감소시키는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

각각의 상기 제 1 통로가 방사상 방향으로의 높이와 그리고 방사상 방향과 수직 방향으로의 폭을 가지며, 상기 통로들에 대한 상기 테이퍼 가공이 상기 통로들의 상기 높이와 상기 폭 양자에 있어서의 감소를 초래하는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 통로들이 인접한 리브들 사이에 엇갈려 있고, 이에 의해 상기 제 2 통로들이 인접한 리브들에 대하여 방사상으로 맞추어지지 않은 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 1, 제 2 냉각 유체 통로의 상기 배열의 형상을 갖는 형상으로서 형성하도록 상호 연결된 부재들로 이루어진 코어의 주위에 금속성 용융 재료를 주조함으로써 상기 에어포일이 만들어지는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 8

터보머신에 사용되는 에어포일에 있어서,

- a) 선두 및 후미 엷지를 형성하고 있는 제 1 및 제 2 측벽;

b) 상기 측벽들 사이에 형성되어 방사상 방향으로 뻗어 있는 제 1 유체 냉각 통로;

c) 상기 측벽들 사이에 형성되어 상기 후미 엷지를 향하여 뻗어 있고, 각각이 상기 후미 엷지를 향하여 뻗음에 따라 테이퍼 가공되어 단면 면적을 감소시키고 상기 제 1 통로와 유동 연통상태로 되어 있어서 상기 제 1 통로에 의해 냉각 유체의 유동을 공급 받는 복수의 제 2 냉각 유체 통로;를 포함하는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

각각의 상기 제 2 통로는 방사상 방향과 수직 방향으로 폭을 가지며, 상기 제 2 통로에 대한 상기 테이퍼 가공은 상기 통로들이 상기 후미 엷지를 향하여 뻗음에 따라 상기 통로의 상기 폭을 감소시키는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

각각의 상기 제 2 통로는 방사상 방향으로 높이를 가지며, 상기 제 2 통로의 테이퍼 가공은 상기 통로들이 상기 후미 엷지를 향하여 뻗음에 따라 상기 통로의 높이를 감소시키는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

각각의 상기 제 2 통로는 방사상 방향으로의 높이와 그리고 방사상 방향과 수직 방향으로의 폭을 가지며, 상기 제 2 통로에 대한 상기 테이퍼 가공은 상기 통로들이 상기 후미 엷지를 향하여 뻗음에 따라 상기 제 2 통로의 상기 높이와 상기 폭 양자를 감소시키는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

각각의 상기 제 2 통로는 상기 후미 엷지를 향하여 뻗어 있는 길이를 갖고, 각각의 상기 제 2 통로의 상기 길이를 따라 복수의 환이 이격되어 있고, 각각의 상기 환이 이들 각각의 통로 내로 돌출하고 있는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

각각의 상기 환이 방사상 방향으로 돌출하는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

각각의 상기 환이 C 자 형상인 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

각각의 상기 제 2 통로는 마주하여 있는 제 1 및 제 2의 벽을 가지며, 상기 환의 제 1 부분은 상기 제 1 벽으로부터 돌출하고 상기 환의 제 2 부분은 제 2 벽으로부터 돌출하는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 환이 엷갈려 있어, 각각의 연속되는 환이 상기 제 1 및 제 2 벽들 중 하나로부터 돌출하는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 17

제 8 항에 있어서,

각각의 상기 제 2 통로는 하나의 상기 리브에 의해 분리되어 있고, 각각의 상기 리브는 복수의 개구를 안에 형성하여 가지고 있는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

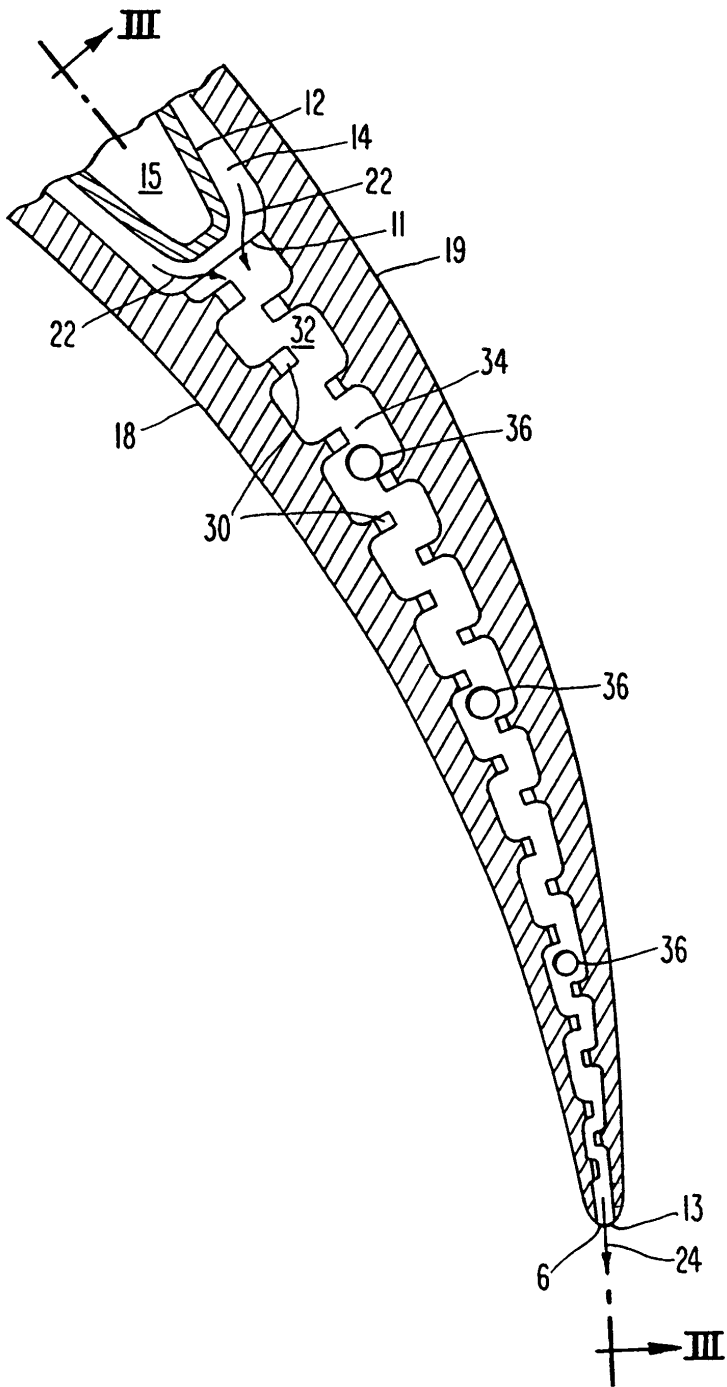
상기 리브에 있는 각각의 상기 개구가 상기 리브에 의해 분리된 상기 제 2 통로들을 유동 연통상태로 위치 결정시키는 것을 특징으로 하는 에어포일.

청구항 19

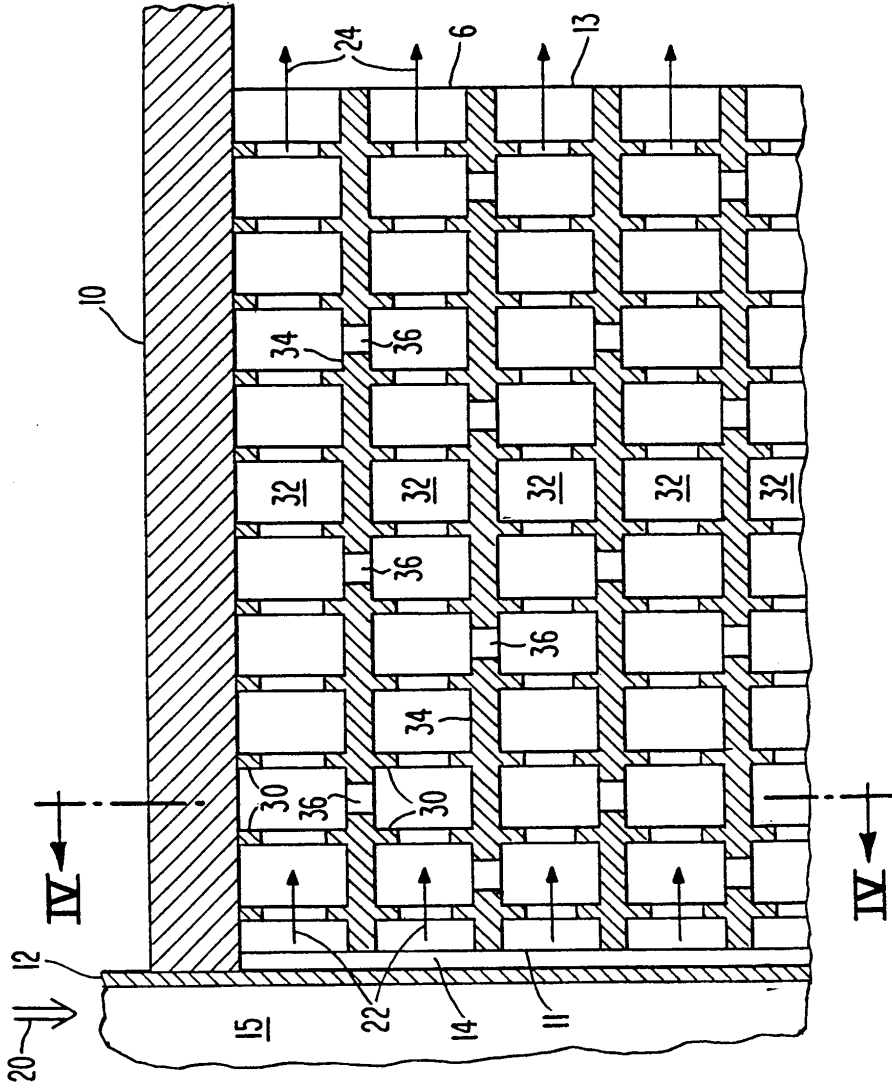
제 17 항에 있어서,

상기 에어포일이 주조 공정으로 만들어지는 것을 특징으로 하는 에어포일.

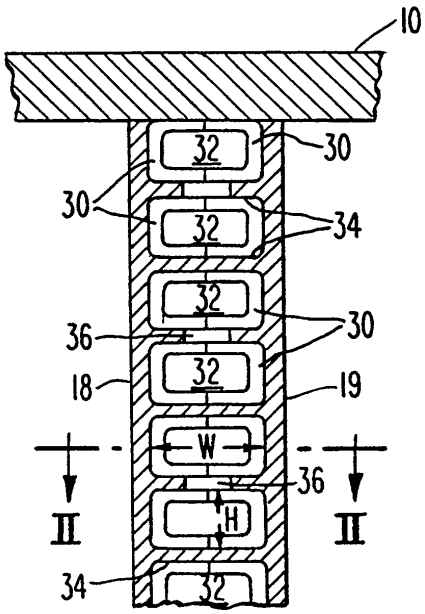
도면2



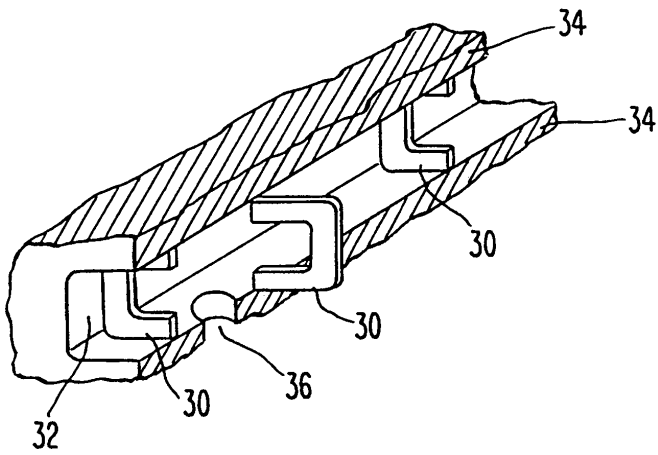
도면3



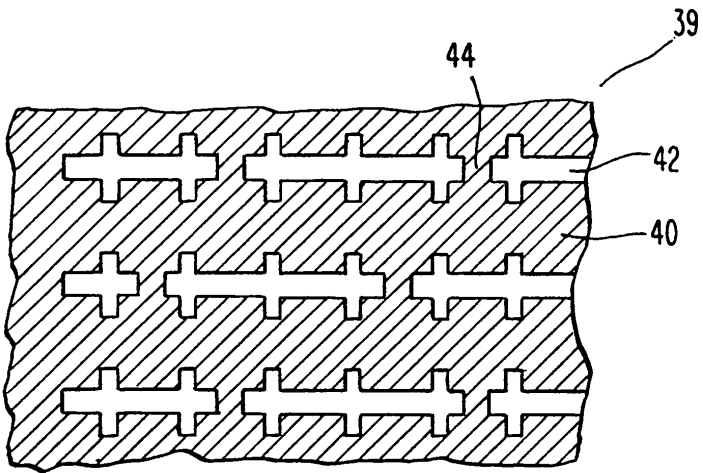
도면4



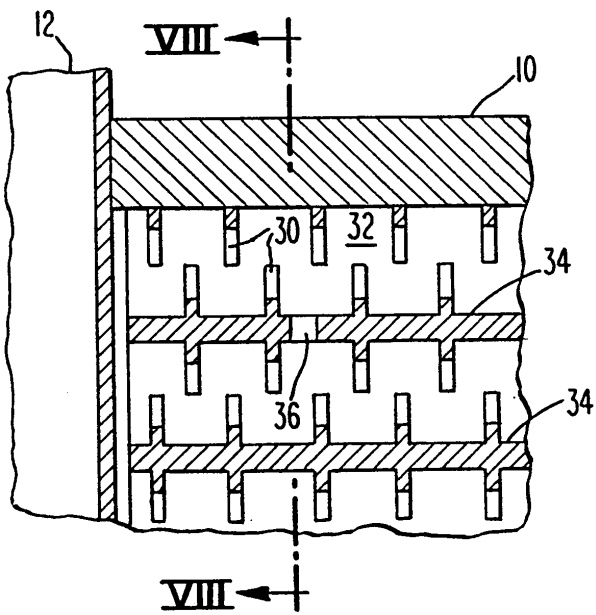
도면5



도면6



도면7



도면8

