



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. F01D 5/16 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년03월30일 10-0701545 2007년03월23일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2004-0104677	(65) 공개번호	10-2005-0079212
(22) 출원일자	2004년12월13일	(43) 공개일자	2005년08월09일
심사청구일자	2004년12월13일		

(30) 우선권주장 10/771,587 2004년02월04일 미국(US)

(73) 특허권자 유나이티드 테크놀로지스 코포레이션
미국 코넥티컷주 06101 하트포드 원 피넨셜 플라자

(72) 발명자 수레이스레이몬드씨.
미국 06457 코넥티컷주 미들타운 도브 레인 100

오테로에드윈
미국 06489 코넥티컷주 사우스윙톤 앤드류스 스트리트 580

그레그손제이.
미국 06109 코넥티컷주 웨더스필드 챔버레인 로드 28

프로피터트레이시에이.
미국 06040 코넥티컷주 맨체스터 버크랜드 힐스 드라이브 4332 345

(74) 대리인 주성민
안국찬

(56) 선행기술조사문헌
JP10047004 A JP2003528246 A
US5820343 A
* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 차영란

전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 진동 감쇄 장치를 구비한 냉각 회전자 블레이드

(57) 요약

루트(18), 에어포일(20) 및 댐퍼(24)를 포함하는 회전자 조립체(10)용 회전자 블레이드(14)가 마련된다. 에어포일(20)은 길이부와, 기부(28)와, 팁부(30)와, 제1 측벽(36, 38)과, 제2 측벽(38, 36)과, 적어도 하나의 공동(40)을 갖는다. 길이부는 기부(28)와 팁부(30)를 확장한다. 적어도 하나의 공동(40)은 측벽(36, 38) 사이에 배치되며, 채널(42)이 제1 벽부(54) 및 제2 벽부(56)에 의하여 형성된다. 채널(42) 내에서 선택적으로 수용된 댐퍼(24)는 모두 길게 연장된 제1 지지면(80)과 제

2 지지면(82)과 전방면(76)과 후방면(78)을 포함한다. 상기 표면들 중 적어도 하나의 표면은 채널 내에서 길게 연장된 통로(92)를 형성하도록 되어 있다. 통로(92)에서의 유동 방향은 냉각 공기가 적어도 하나의 표면을 따라 길이 방향으로 이동하도록 적어도 하나의 표면의 길이를 따라 배향된다. 본 발명의 일 태양에 따르면, 댐퍼(24)는 궁형으로 길게 연장되는 중심선(71)을 갖는다.

대표도

도 3

특허청구의 범위

청구항 1.

회전자 조립체용 회전자 블레이드이며,

루트와,

기부 및 팁부 사이에서 연장되는 길이부와, 제1 측벽과, 제2 측벽과, 상기 측벽들 사이에 배치된 적어도 하나의 공동과, 제1 벽부 및 제2 벽부에 의하여 형성되는 채널을 갖는 에어포일과,

채널 내에서 수용되고, 모두가 길게 연장된 제1 지지면, 제2 지지면, 전방면 및 후방면을 갖는 본체를 포함하는 댐퍼를 포함하며,

상기 표면들 중 적어도 하나의 표면은 채널 내에서 길게 연장된 통로를 형성하도록 되어 있으며, 상기 통로는 냉각 공기가 적어도 하나의 표면을 따라 길이 방향으로 이동 가능하도록 적어도 하나의 표면의 길이를 따라 배향된 유동 방향을 갖는 회전자 블레이드.

청구항 2.

제1항에 있어서, 적어도 하나의 표면은 적어도 하나의 홈을 포함하도록 형성되어 있으며, 상기 홈은 채널 내에 길게 연장된 통로를 형성하는 회전자 블레이드.

청구항 3.

제2항에 있어서, 댐퍼 본체는 제1 긴 단부 및 제2 긴 단부를 포함하며, 적어도 하나의 홈은 실질적으로 본체의 긴 단부들 사이에서 연장되는 회전자 블레이드.

청구항 4.

제2항에 있어서, 표면은 복수의 길게 연장된 홈을 포함하도록 형성되는 회전자 블레이드.

청구항 5.

제4항에 있어서, 제1 지지면 및 제2 지지면 중 어느 하나 또는 양자 모두는 길게 연장된 홈을 포함하도록 형성되는 회전자 블레이드.

청구항 6.

제1항에 있어서, 제1 지지면 및 제2 지지면 중 어느 하나 또는 양자 모두는 길게 연장된 홈을 포함하도록 형성되며, 각각의 홈은 채널 내에서 길게 연장된 통로를 형성하는 회전자 블레이드.

청구항 7.

제6항에 있어서, 댐퍼 본체는 제1 긴 단부 및 제2 긴 단부를 포함하며, 적어도 하나의 홈은 실질적으로 본체의 긴 단부들 사이에서 연장되는 회전자 블레이드.

청구항 8.

제1항에 있어서, 댐퍼 본체는 제1 긴 단부, 제2 긴 단부 및 궁형으로 길게 연장되는 중심선을 포함하는 회전자 블레이드.

청구항 9.

제8항에 있어서, 궁형 중심선은 긴 단부들 사이에서 곡률이 증가하는 회전자 블레이드.

청구항 10.

제9항에 있어서, 댐퍼 본체의 제1 긴 단부는 에어포일의 기부에 인접해서 배치되고, 댐퍼 본체의 제2 긴 단부는 에어포일의 팁부에 인접해서 배치되고, 궁형 중심선은 제1 긴 단부에서 제2 긴 단부쪽 방향으로 곡률이 증가하는 회전자 블레이드.

청구항 11.

회전 조립체용 회전자 블레이드이며,

루트와,

기부 및 팁부 사이에서 연장되는 길이부와, 제1 측벽과, 제2 측벽과, 상기 측벽들 사이에 배치된 적어도 하나의 공동과, 제1 벽부 및 제2 벽부에 의하여 형성되는 채널을 갖는 에어포일과,

채널 내에서 수용되고, 모두가 길게 연장된 제1 지지면, 제2 지지면, 전방면 및 후방면을 갖는 본체와, 제1 긴 단부와, 제2 긴 단부와, 궁형으로 길게 연장되는 중심선을 갖는 댐퍼를 포함하는 회전자 블레이드.

청구항 12.

제11항에 있어서, 궁형 중심선은 긴 단부들 사이에서 곡률이 증가하는 회전자 블레이드.

청구항 13.

제12항에 있어서, 댐퍼 본체의 제1 긴 단부는 에어포일의 기부에 인접해서 배치되고, 댐퍼 본체의 제2 긴 단부는 에어포일의 팁부에 인접해서 배치되고, 궁형 중심선은 제1 긴 단부에서 제2 긴 단부쪽 방향으로 곡률이 증가하는 회전자 블레이드.

청구항 14.

제1 지지면과,

제2 지지면과,

전방면과,

후방면을 포함하며,

상기 표면 중 적어도 하나의 표면은 적어도 하나의 길게 연장된 홈을 포함하도록 형성된 회전자 블레이드 댐퍼.

청구항 15.

제14항에 있어서, 제1 긴 단부와 제2 긴 단부를 추가로 포함하며, 적어도 하나의 길게 연장된 홈은 실질적으로 긴 단부들 사이에서 연장되는 회전자 블레이드 댐퍼.

청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 표면들은 복수개의 길게 연장된 홈을 포함하도록 형성된 회전자 블레이드 댐퍼.

청구항 17.

제14항에 있어서, 제1 지지면 및 제2 지지면 중 어느 하나 또는 양자 모두는 길게 연장된 홈을 포함하도록 형성된 회전자 블레이드 댐퍼.

청구항 18.

제14항에 있어서, 댐퍼는 제1 긴 단부, 제2 긴 단부 및 궁형으로 길게 연장된 중심선을 포함하는 회전자 블레이드 댐퍼.

청구항 19.

제18항에 있어서, 궁형 중심선은 긴 단부들 사이에서 곡률이 증가하는 회전자 블레이드 댐퍼.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 일반적으로 회전자 블레이드에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 회전자 블레이드 내의 진동을 감쇄하고 회전자 블레이드를 냉각하기 위한 장치에 관한 것이다.

축방향 유동 터빈 엔진 내의 터빈 구역 및 압축기 구역은 회전하는 디스크 및 디스크 둘레에 원주 방향으로 배치된 복수개의 회전자 블레이드로 구성되는 회전자 조립체를 포함한다. 각각의 회전자 블레이드는 루트와, 에어포일(airfoil)과, 루트

및 에어포일 사이의 전이 영역에 위치된 플랫폼을 포함한다. 블레이드의 루트는 디스크 내에서 상보적으로 형성된 리세스 내에 수용된다. 블레이드의 플랫폼들은 측방향으로 외향 연장되어서 회전자 스테이지를 지나는 유체에 대한 유로를 함께 형성한다. 각 블레이드의 전방(forward) 에지는 일반적으로 선단(leading) 에지로 지칭되며 후방(aft) 에지는 후단(trailing) 에지로 지칭된다. 전방이란 엔진을 통해 흐르는 가스 유동에서 후방의 상류측으로 정의된다.

작업 동안, 블레이드에는 많은 서로 다른 가압 기능에 의해 진동이 일어날 수 있다. 예컨대, 가스의 온도, 압력 및/또는 밀도가 변화되면 특히 블레이드 에어포일 내에 있는 회전자 조립체 전반에 걸쳐 진동이 일어날 수 있다. 주기적인 또는 "맥동하는" 방식으로 상류측 터빈 구역 및/또는 압축기 구역을 빠져나가는 가스도 불쾌한 진동을 일으킬 수 있다. 억제되지 않고 남은 진동은 블레이드에 영구적 피로 손상을 일으키고 결국 블레이드의 수명을 감소시킬 수 있다.

공지된 바와 같이, 댐퍼(damper)와 블레이드 사이의 마찰이 블레이드의 진동 운동을 감쇄하는 수단으로서 이용될 수 있다.

상술한 바람직한 마찰 감쇄를 생성하기 위한 공지된 일 방법은 터빈 블레이드 내에 장형 협폭의 댐퍼(막대형 댐퍼로서도 지칭됨)를 삽입하는 것이다. 작업 동안, 이 댐퍼는 진동 에너지를 방산하기 위해 터빈 블레이드 내의 내부 접촉면에 대하여 장전된다. 막대형 댐퍼에서의 문제들 중 하나는 이들 댐퍼가 터빈 블레이드 내에서 냉각 기류 장애를 일으킨다는 것이다. 기술 분야의 당업자라면 터빈 블레이드 내에서 적절히 분포된 냉각 공기의 중요성을 알 것이다. 막대형 댐퍼에 의해 야기되는 차단을 완화하기 위해, 몇몇 막대형 댐퍼는 냉각 공기가 댐퍼 및 블레이드의 접촉면 사이를 통과할 수 있도록 하기 위하여 그 접촉면 내에 배치된 폭방향으로(즉, 사실상 측방향으로) 연장된 통로를 포함한다. 비록 이들 통로는 막대형 댐퍼에 의해 야기되는 차단을 완화하지만, 별도의 위치에서 국부적인 냉각만을 허용한다. 통로 사이의 접촉 영역은 냉각되지 않은 상태로 남아 있으며, 따라서 접촉 영역에서 열적 저하를 견디는 용량은 감소한다. 막대형 댐퍼 내에 통로를 가공 또는 그 밖에 형성하는 경우의 다른 문제는 통로가 막대형 댐퍼의 저주기 피로 성능을 감소시키는 바람직하지 않은 응력 집중을 일으킨다는 점이다.

요컨대, 블레이드 내의 진동을 감쇄함에 있어 효과적이고 블레이드 자체와 블레이드 내의 주변 영역을 효과적으로 냉각시킬 수 있는 진동 감쇄 장치를 갖는 회전자 블레이드가 요구된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 회전자 블레이드 내의 진동을 효과적으로 감쇄하기 위한 수단을 포함하는 회전자 조립체용 회전자 블레이드를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 회전자 블레이드 자체 및 블레이드 내의 주변 영역을 효과적으로 냉각할 수 있는 진동 감쇄 수단을 제공하는 것이다.

본 발명에 따르면, 루트, 에어포일 및 댐퍼를 포함하는 회전자 조립체용 회전자 블레이드가 마련된다. 에어포일은 길이부와 기부와 팁부와 제1 측벽과 제2 측벽과 적어도 하나의 공동을 갖는다. 길이부는 기부와 팁부를 확장한다. 적어도 하나의 공동은 측벽 사이에 배치되며, 채널이 제1 벽부 및 제2 벽부에 의하여 형성된다. 채널 내에서 선택적으로 수용된 댐퍼는 모두 길게 연장된 제1 지지면, 제2 지지면, 전방면 및 후방면을 포함한다. 이들 표면 중 적어도 하나의 표면은 채널 내에서 길게 연장된 통로를 형성하도록 형성된다. 통로에서의 유동 방향은 냉각 공기가 적어도 하나의 표면을 따라 길이 방향으로 이동하도록 적어도 하나의 표면의 길이를 따라 배향된다.

본 발명의 장점은 공지된 종래 기술에서 보다 댐퍼 및 에어포일벽 사이에서 냉각 공기가 보다 균일하게 분산될 수 있도록 한다는 것이다. 냉각 공기가 보다 균일하게 분산되면 댐퍼 또는 댐퍼에 인접한 에어포일의 영역에서 열적 저하가 발생할 기회를 감소시킨다.

본 발명의 이들 및 그 밖의 목적, 특징 및 장점은 첨부 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 최적 모드의 실시예에 대한 상세한 설명에 비추어 명백할 것이다.

발명의 구성

도1을 참조하면, 가스 터빈 엔진용 회전자 블레이드 조립체(10)는 디스크(12)와 복수개의 회전자 블레이드(14)를 갖는다. 디스크(12)는 디스크(12) 둘레에 원주 방향으로 배치된 복수개의 리세스(16)와 회전 중심선(17)을 가지며, 디스크(12)는 회전 중심선(17)을 중심으로 회전한다. 각각의 블레이드(14)는 루트(18)와, 에어포일(20)과, 플랫폼(22)과, 댐퍼(24)(도2

참조)를 포함한다. 각각의 블레이드(14)는 또한 디스크(12)의 회전 중심선(17)에 수직하게 블레이드(14)를 관통하는 방사 중심선(25)을 포함한다. 루트(18)는 디스크(12) 내의 리세스(16)들 중 한 리세스의 구조와 결합하는 구조를 포함한다. 전 나무 구조가 일반적으로 공지된 구조이며 본 실시예에서도 사용될 수 있다. 도2에 도시된 바와 같이, 루트(18)는 도관(26)을 추가로 포함하며, 냉각 공기는 이 도관을 통해서 루트(18) 내로 진입해서 에어포일(20) 내로 통과한다.

도1 내지 도3을 참조하면, 에어포일(20)은 기부(28)와, 팁부(30)와, 선단 에지(32)와, 후단 에지(34)와, 가압 측벽(36)과, 흡입 측벽(38)과, 이들 사이에 배치된 공동(40)과, 채널(42)을 포함한다. 도2는 선단 에지(32)와 후단 에지(34) 사이에서 구역화된 에어포일(20)을 도시한다. 가압 측벽(36)과 흡입 측벽(38)은 기부(28)와 팁부(30) 사이에서 연장되어 선단 에지(32)와 후단 에지(34)에서 만난다. 공동(40)은 채널(42) 전방의 제1 공동부(44) 및 채널(42) 후방의 제2 공동부(46)를 갖는 것으로 설명될 수 있다. 에어포일(20)이 단일한 공동(40)을 포함하는 실시예에서, 채널(42)은 하나의 공동(40)에서 이들 부분 사이에 배치된다. 에어포일(20)이 하나 이상의 공동(40)을 포함하는 실시예에서, 채널(42)은 인접한 공동 사이에 배치될 수 있다. 이하 설명을 쉽게하기 위해 채널(42)은 제1 공동부(44) 및 제2 공동부(46) 사이에 배치되는 것으로 설명하기로 하며, 다만 달리 언급하지 않는 한 복수개의 공동 및 단일 공동 에어포일(20)을 포함하는 것으로 한다. 도2 내지 도7에 도시된 실시예에서, 제2 공동부(46)는 후단 에지(34)에 인접하고, 제1 공동부(44) 및 제2 공동부(46) 모두는 에어포일(20)의 벽들 사이에서 연장되는 복수개의 받침대(48)를 포함한다. 이하, 바람직한 받침대 배열 구조의 특징을 설명하기로 한다. 다른 실시예에서, 단지 하나의 공동부만이 받침대(48)를 구비하거나 어느 공동부도 받침대를 구비하지 않으며, 채널(42)은 냉각 개구(도13 참조)들이 내부에 배치된 리브(49)에 의하여 전방 및 후방에 형성된다. 복수개의 포트(50)가 제2 공동부(46)의 후방 에지(52)를 따라 배치되어서 냉각 공기가 후단 에지(34)를 따라 에어포일(20)을 빠져나가도록 통로를 제공한다.

제1 및 제2 공동부(44, 46) 사이의 채널(42)은 기부(28)와 팁부(30) 사이에서 길이 방향으로, 기부(28)와 팁부(30) 사이의 사실상 전체 길이에 걸쳐 연장되는 제1 벽부(54) 및 제2 벽부(56)에 의해 측방향으로 형성된다. 채널(42)은 제1 긴 에지(58)를 따라 배치된 복수개의 받침대(48), 리브(49)(도13 참조) 또는 이들의 여러 조합에 의하여 전방에 형성된다. 채널(42)은 제2 긴 에지(60)를 따라 배치된 복수개의 받침대(48), 리브(49)(도13 참조) 또는 이들의 여러 조합에 의하여 후방에 형성된다. 벽부(54, 56) 중 하나 또는 양자 모두는 벽에서 채널(42) 내로 외향 연장되는 복수개의 융기물(raised feature, 66)을 포함한다. 후술하는 바와 같이, 융기물(66)은 이들 특징물이 댐퍼(24)와 점 접촉부, 선 접촉부 또는 면 접촉부 또는 이들의 여러 조합을 형성할 수 있도록 하는 구조를 갖는다. 융기물(66)이 취할 수 있는 형상의 예들은 다음에 제한되지 않지만 구형, 원통형, 원추형 또는 이들의 절두된 형상 또는 이들의 혼합된 형태를 포함한다. 융기물(66)이 채널(42) 내로 외향 연장되는 거리는 균일하거나 목적에 따라 융기물(66) 간에 달라질 수 있다.

열적 관점에서 볼 때, 점 접촉부는 점 접촉부를 통과하는 냉각 공기로부터의 열 전달이 점 접촉부에서 댐퍼(24) 및 에어포일 벽부(54, 56)의 온도가 주변 영역의 온도와 선명히 다르지 않은 정도까지 점 접촉부를 냉각시키는 충분히 작은 영역으로 인해 면 접촉부와 구별된다. 선 접촉부도 마찬가지로 구별되며, 예컨대 선 접촉부는 선 접촉부를 통과하는 냉각 공기로부터의 열 전달이 선 접촉부에서 댐퍼(24) 및 에어포일 벽부(54, 56)의 온도가 주변 영역의 온도와 선명히 다르지 않은 정도까지 선 접촉부를 냉각시키는 충분히 작은 영역으로 인해 면 접촉부와 구별된다.

감쇄적 관점에서 볼 때, 점 접촉부는 점 접촉부를 통해 전달되는 부하의 크기 대 면 접촉부를 통해 전달되는 부하의 크기로 인해 면 접촉부와 구별된다. 접촉부의 크기에 무관하게, 소정 세트의 작업 조건에서의 부하는 동일할 것이며 부하는 단위 면적당 힘의 함수로 분포될 것이다. 복수개의 점 접촉부의 경우, 부하는 상대적으로 말하자면 훨씬 큰 면 접촉부에 대한 것일 때보다 단위 면적당 사실상 크게 될 것이다. 선 접촉부도 마찬가지로 구별되며, 예컨대 선 접촉부는 선 접촉부가 상대적으로 말하자면 훨씬 큰 면 접촉부에 대한 것일 때보다 단위 면적당 크기로 인해서 면 접촉부와 구별된다.

도4 내지 도7을 참조하면, 채널(42)의 크기에 대한 채널(42) 내의 융기물(66)의 크기와 배열 구조는 사문형 유동 통로(68)가 채널(42)의 폭을 가로질러 형성되도록 구성된다. 그 결과, 길게 연장된 제1 에지(58)를 가로지르는 채널(42)로 진입하는 냉각 공기류는 길게 연장된 제2 에지(60)를 가로지르는 채널(42)을 빠져나가기에 앞서 채널(42) 내의 복수개의 융기물(66)과 충돌한 후 이를 통과한다. 이하, 사문형 유동 통로(68) 내의 냉각 공기류의 방향 성분에 대하여 설명하기로 한다. 채널(42) 내의 융기물(66)은 무작위적으로 배열될 수 있으며, 여전히 채널(42)의 폭을 가로지르는 상술한 사문형 유동 통로를 형성한다. 융기물(66)은 여러 열로 배열될 수 있으며, 이 때 하나의 열 내의 융기물(66)은 인접한 열 내의 융기물(66)과 오프셋되므로써 받침대(48) 사이에 상술한 사문형 유동 통로(68)를 형성한다.

사문형 유동 통로(68) 내의 냉각 공기류의 방향 성분과 관련하여, 사실상 모든 사문형 유동 통로(68)는 (화살표 L로서 도시된) 길이 방향으로 적어도 부분적으로 연장되는 적어도 하나의 부분과 (화살표 W로서 도시된) 폭 방향으로 적어도 부분적으로 연장되는 적어도 하나의 부분을 포함한다. 사문형 유동 통로(68)는 바람직하게는 여러 가지 이유로 해서 댐퍼(24)와 냉각 공기 사이, 그리고 에어포일 벽부(54, 56)와 냉각 공기 사이의 열 전달을 용이하게 한다. 예컨대, 사문형 유동 통로

(68)를 통과하는 냉각 공기는 냉각 공기가 통상적으로 폭방향 연장된 슬롯에 있는 경우보다 댐퍼(24) 및 에어포일 벽부(54, 56) 사이에서 보다 긴 체류 시간을 갖는다. 또한, 사문형 유동 통로(68) 내의 냉각 공기에 노출된 댐퍼(24)와 에어포일(20)의 표면적은 폭방향으로 연장된 슬롯을 갖는 종래의 댐퍼 배열 구조 내에서 통상적으로 노출되는 경우에 비해 증가된다. 이들 냉각 장점은 단지 폭방향으로 연장되는 슬롯과 이들 사이의 면 접촉부를 갖는 댐퍼에서는 얻어질 수 없다.

도8 및 도9를 참조하면, 댐퍼(24)는 헤드부(70)와 본체(72)와 길게 연장되는 중심선(71)을 포함한다. 본체(72)는 길이부(74)와 전방면(76)과 후방면(78)과 제1 지지면(80)과 제2 지지면(82)과 헤드 단부(81)와 팁 단부(83)를 포함한다. 헤드부(70)는 헤드부(70) 및 블레이드(14) 사이의 실링을 위한 시일면(84)을 포함할 수 있다.

도9에 도시된 바람직한 실시예에서, 댐퍼 본체(72)는 에어포일(20) 내에 장착될 때 본체(70)에 가변적인 경사각을 제공하는 공형의 길게 연장된 중심선(71)을 갖는다. 공형 중심선(71)의 구조와 이것이 생성하는 경사각은 응용에 적합하도록 변경될 수 있다. 여러 실시예에서, 공형 중심선(71)의 곡률은 댐퍼(24)의 제1 긴 단부[예, 헤드 단부(81)]에서 댐퍼(24)의 제2 긴 단부[예, 팁 단부(83)]까지 길이방향으로 이동할 때 증가한다. 이를 위해서, 공형 중심선의 곡률의 증가는 댐퍼 본체(72)의 경사와 블레이드의 방사상 중심선(25) 사이의 차이를 증가시키기 위해 사용된다. 공형 중심선(71)에 의해 형성된 댐퍼(24)의 가변적인 경사각으로 인해 결국, 댐퍼(24)의 무게 중심은 댐퍼(24)가 원심성 부하를 받을 때 복원 모멘트를 생성한다. 복원 모멘트는 다시 지지면(80, 82) 및 벽부(54, 56) 사이에 바람직한 수직 부하를 생성한다. 댐퍼(24)의 팁 단부(83)에 근접해서 증가되는 경사각은 선형의 댐퍼에서 가능한 경우보다 팁 단부(83)에 근접해서 더 큰 수직 하중을 생성한다.

도10 내지 도13을 참조하면, 댐퍼 본체(72)는 그 단면이 채널(42)의 단면 형상과 일치하도록 형성된다. 즉, 댐퍼(24)의 일반적 단면 형상은 채널(42)의 단면 형상과 일치한다. 그러나, 댐퍼(24)의 특수한 단면 형상은 채널(42) 내에서 길게 연장되는 하나 이상의 통로(92)를 형성하기 위하여 다양하게 서로 다른 단면 형상을 가질 수 있다. 통로(92)는 냉각 공기가 그 표면을 따라 길이 방향으로 이동할 수 있도록 통로가 인접한 표면의 길이를 따라 배향되는 유동 방향을 갖는다. 도10에서, 예컨대, 댐퍼(24)의 전방면(76)은 편평하다. 댐퍼(24)가 채널(42) 내에 수용될 때, 받침대(48)[또는 리브(49)]와 전방면(76) 사이에는 통로(92)가 형성되고 냉각 공기는 이 통로(92) 내에서 전방면(76)을 따라 길이 방향으로 이동할 수 있다. 도10에 도시된 실시예는 또한 그 사이에 평활한 유동 통로를 형성하기 위해 채널(42)의 인접한 부분과 일치하도록 형성된 후방면(78)을 포함한다. 도11 내지 도13에 도시된 실시예에서, 댐퍼(24)는 전방면(76)과 후방면(78)과 제1 지지면(80) 및/또는 제2 지지면(82)에 배치된 하나 이상의 길게 연장된 홈(94)을 포함한다. 홈(94)을 이용하는 장점은 홈(94)이 필수적인 감쇄를 허용하면서도 최적의 냉각 작용을 할 수 있는 위치에서 면에 대해 위치될 수 있다는 점이다. 하나 이상의 홈(94)은 무작위적이거나 길은 길이 방향 유동을 형성하기에 충분하게 댐퍼(24)를 따라 길이를 연장시킨다. 도11에서, 예컨대 댐퍼(24)는 각각 전방면(76)과 지지면(80, 82) 사이의 코너에 배치된 한 쌍의 홈(94)을 포함한다. 도12에서, 댐퍼(24)는 전방면(76)과 후방면(78)과 제1 지지면(80) 및 제2 지지면(82)에 배치된 홈(94)을 포함한다. 도13에서, 댐퍼(24)는 홈이 전방 및 후방면(76, 78)에 배치되는 H 형상을 갖는다. 본 발명의 댐퍼(24)는 이들 실시예에 제한되지 않지만, 채널 내에서 길게 연장되고 통로가 인접한 표면의 길이를 따라 배향된 유동 방향을 갖는 통로(92)를 형성하는 모든 댐퍼를 포함할 수 있다.

도2 내지 도7을 참조하면, 바람직한 실시예에서, 제1 공동부(44) 및 제2 공동부(46)는 채널(42)에 인접해서 에어포일(20)의 벽부들 사이에서 연장되는 복수개의 받침대(48)를 포함한다. 채널(42)의 길게 연장되는 제1 에지에 인접한 제1 공동부(44) 내에 위치한 받침대(48)는 도2 내지 도5에서 사실상 원통 형상으로 형성된다. 대안으로서 다른 받침대(48)의 형상이 사용될 수 있다. 제1 공동부(44) 내의 복수개의 받침대(48)는 바람직하게는 받침대(48) 사이에서 사문형 유동 통로(88)를 형성하도록 서로 오프셋된 복수개의 열을 갖는 어레이로 배열된다. 사문형 유동 통로(68)는 국부 열 전달을 개선하며 길게 연장된 제1 에지(58)를 가로질러 채널(42) 내로 진입하는 냉각 공기에 대한 균일 유동 분포를 촉진한다. 받침대 어레이는 채널(42)의 일부 길이 또는 전체 길이를 따라 배치될 수 있다.

제2 공동부(46) 내의 받침대(48)는, 예컨대 원통형, 타원형 등 서로 다른 다양한 형상을 가질 수 있으며, 채널(42)의 길게 연장된 제2 에지(60)에 인접하게 위치된다. 도4 내지 도7에 도시된 실시예에서, 각각의 받침대(48)는 예컨대 눈물 방울 형상의 받침대(48)는 눈물 방울의 수렴부(86)가 후단 에지(34)쪽으로 배향된 후방 연장되는 수렴부(86)를 포함한다. 후방 위치한 수렴부(86)를 지나 전방에서 후방으로 이동하는 냉각 공기류는, 예컨대 원형 받침대(48)를 지나 이동하는 유사한 공기류보다 작은 항적을 형성한다. 감소된 항적은 후방 에지 포트(50)로 진입하는 바람직한 유동 특징을 제공한다. 제2 공동부(46) 내의 복수개의 받침대(48)는 바람직하게는 받침대(48) 사이에서 사문형 유동 통로(90)를 형성하도록 서로 오프셋된 복수개의 열을 갖는 어레이로 배열된다. 사문형 유동 통로(90)는 국부 열 전달을 개선하며 길게 연장된 제2 에지(60)를 가로질러 채널(42)을 빠져나가는 냉각 공기에 대한 균일한 유동 분포를 촉진한다. 받침대 어레이는 채널(42)의 일부 길이 또는 전체 길이를 따라 배치될 수 있다. 최후방의 열은 내부에 있는 받침대(48)가 후단 에지(34)의 냉각 특징물에 대하여 정렬되도록 위치된다. 예컨대, 도4 내지 도7에 도시된 최후방의 열 내의 받침대(48)는 후단 에지(34)를 따라 배치된 포트(50)와 정렬된다.

도13에 도시된 실시예에서, 채널(42)은 냉각 개구(96)가 내부에 배치된 리브(49)에 의해 전후방으로 형성된다.

도1 내지 도9를 참조하면, 정상 상태 작업 조건에서, 가스 터빈 엔진 내의 회전자 블레이드 조립체(10)가 엔진을 통과하는 중심 가스 유동을 거쳐 회전한다. 고온 중심 가스 유동은 회전자 블레이드 조립체(10)의 블레이드(14) 상에 충돌해서 일반적으로 불균일한 방식으로 각각의 블레이드(14)에 상당량의 열 에너지를 전달한다. 열 에너지의 일부를 방산하기 위하여, 냉각 공기가 각 블레이드의 루트(18) 내의 도관(26) 내로 통과된다. 이곳에서, 냉각 공기의 일부는 제1 공동부(44) 내로 통과하며, 이때 제1 공동부에서의 압력차는 냉각 공기를 채널(42)의 길게 연장되는 제1 에지(58)에 인접한 받침대(48)의 어레이 내로 향하게 한다. 이곳에서, 냉각 공기는 채널(42)의 길게 연장되는 제1 에지(58)를 가로지르고 일부는 에어포일 벽부(54, 56)와, 댐퍼(24)와, 이들 사이에서 연장되는 받침대(48) 사이에 형성된 사문형 유동 통로(68) 내로 진입한다. 다른 부분은 전방면(76), 후방면(78), 지지면(80, 82) 및 받침대(48)[또는 리브(49)] 중 하나 이상과 에어포일 벽부(54, 56) 사이에 배치된 하나 이상의 길게 연장된 통로(92)로 진입한다. 길게 연장된 통로(92)들 중 하나의 통로 내에서 이동하는 냉각 공기는 모든 댐퍼 길이부(24) 또는 그 일부를 거쳐 사문형 유동 통로(68)들 중 하나 내로 빠져나갈 수 있다. 사실상 모든 사문형 유동 통로(68)는 길이 방향으로 적어도 부분적으로 연장되는 적어도 일부와, 폭 방향으로 적어도 부분적으로 연장되는 적어도 일부를 포함한다. 결국, 사문형 유동 통로(68) 내의 냉각 공기는 이것이 댐퍼(24)의 폭을 가로질러 이동함에 따라 길이 방향으로 분포된다. 일단 냉각 공기가 댐퍼(24)의 폭을 가로질러 이동하면, 냉각 공기는 통로(68)를 빠져나와 채널(42)의 길게 연장되는 제2 에지(60)를 가로지르고 채널(42)의 길게 연장되는 제2 에지(60)에 인접한 받침대(48)의 어레이로 진입한다. 일단 유동이 채널(42)의 길게 연장되는 제2 에지(60)에 인접한 받침대(48)의 어레이를 통과하면, 유동은 에어포일(20)의 후단 에지(34)를 따라 배치된 포트(50)를 빠져나온다.

댐퍼(24)의 지지면(80, 82)은 채널(42)의 벽부(54, 56)로부터 밖으로 연장되는 용기물(66)과 접촉한다. 에어포일(20)의 내부적 특징에 따라서, 댐퍼(24)는 채널(42)을 가로지르는 압력차에 의해 용기물(66)과 접촉하게 될 수 있다. 접촉력은 회전자 블레이드 조립체(10)의 디스크(12)가 회전 중심선(17)을 중심으로 회전함에 따라 생성되는 것으로 댐퍼(24) 상에서 작용하는 원심력에 의해서 더욱 유효하게 된다. 블레이드(25)의 방사 중심선에 대한 채널(42)과 채널(42) 내에 수용된 댐퍼(24)의 경사로 인해 댐퍼(24) 상에서 작용하는 원심력의 일 성분은 채널(42)의 벽부(54, 56)의 방향으로 작용하는데, 즉 원심력 성분은 채널(42)의 벽부(54, 56)의 방향으로 댐퍼(24)에 가해지는 수직력으로 작용한다.

본 발명은 그 상세한 실시예에 대하여 도시되고 설명되었지만, 본 기술 분야의 숙련자는 형태 및 그 세부 내용이 본 발명의 범위 및 기술 사상 내에서 다양하게 변경될 수 있음을 이해할 것이다.

발명의 효과

본 발명에 따르면 회전자 블레이드 내에서 진동을 효과적으로 감쇄시킬 수 있으며, 회전자 블레이드 자체 및 그 주변 영역을 효과적으로 냉각할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

도1은 회전자 조립체의 부분 사시도.

도2는 회전자 블레이드의 개략적 단면도.

도3은 회전자 블레이드의 개략적 부분 단면도.

도4는 용기물의 제1 실시예를 도시하는 제1 및 제2 공동부의 일부와 그 사이에 배치된 채널의 개략도.

도5는 도4에 도시된 도면의 단부도.

도6은 용기물의 제2 실시예를 도시하는 제1 및 제2 공동부의 일부와 그 사이에 배치된 채널의 개략도.

도7은 도6에 도시된 도면의 단부도.

도8은 댐퍼 실시예의 사시도.

도9는 댐퍼 실시예의 사시도.

도10 내지 도13은 각각 다른 댐퍼 실시예가 에어포일 채널 내에 배치된 에어포일의 개략적 단면도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

10: 회전자 블레이드 조립체

12: 디스크

14: 회전자 블레이드

16: 리세스

17: 회전 중심선

18: 루트

20: 에어포일

22: 플랫폼

24: 댐퍼

25: 방사 중심선

26: 도관

28: 기부

30: 팁부

32: 선단 에지

34: 후단 에지

36: 가압 측벽

38: 흡입 측벽

40: 공동

42: 채널

44: 제1 공동부

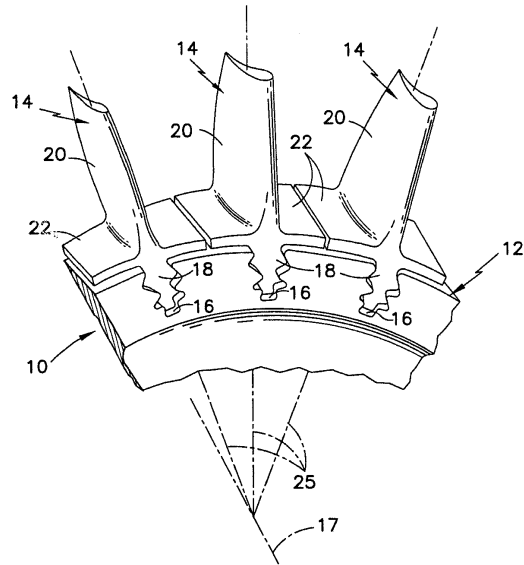
46: 제2 공동부

48: 받침대

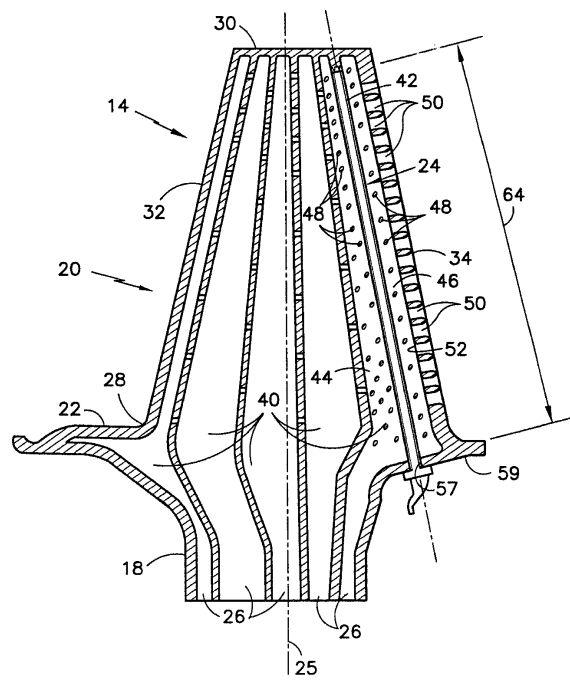
49: 리브

도면

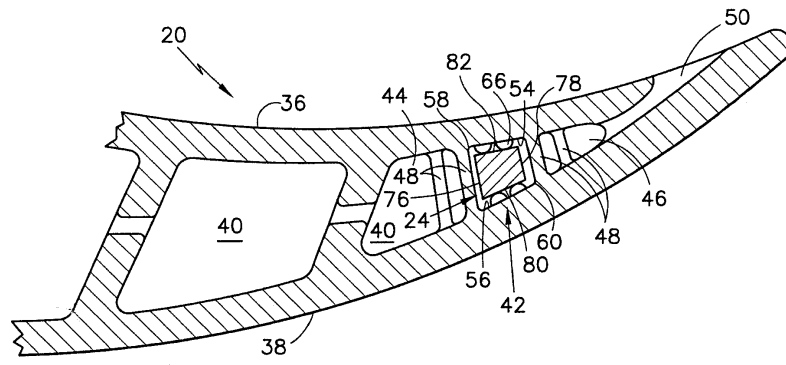
도면1



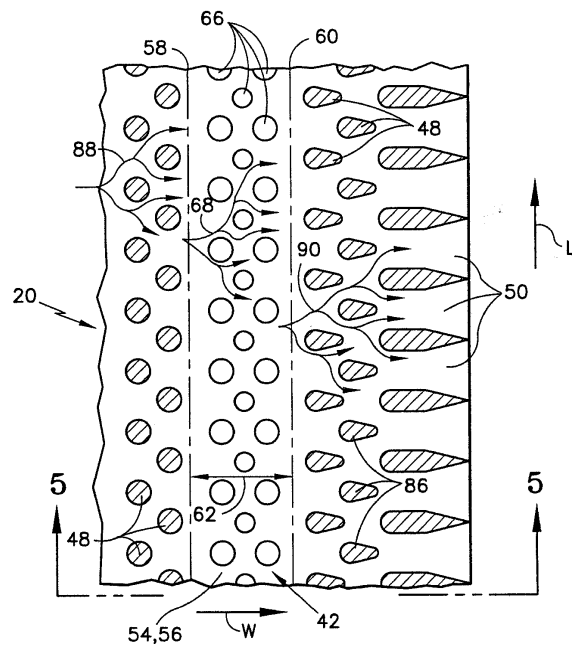
도면2



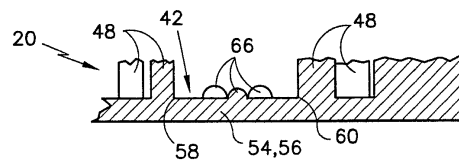
도면3



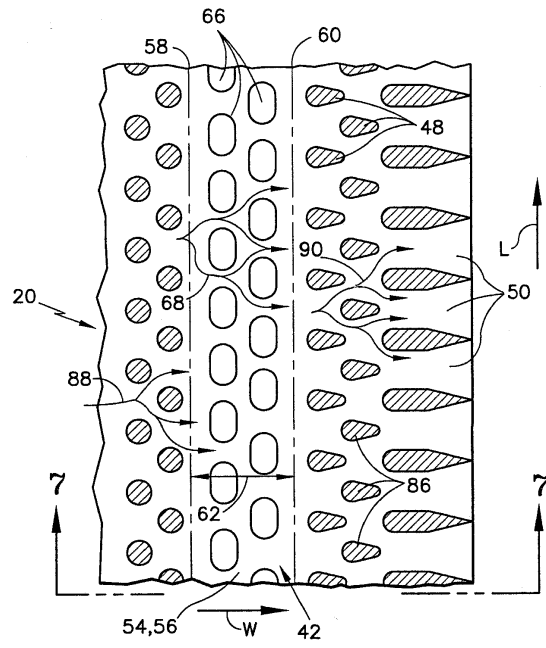
도면4



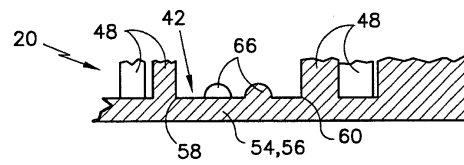
도면5



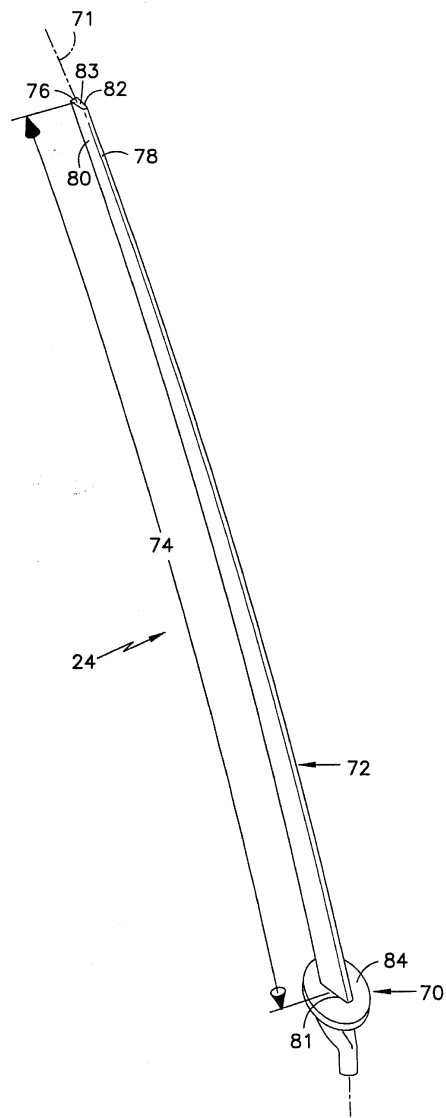
도면6



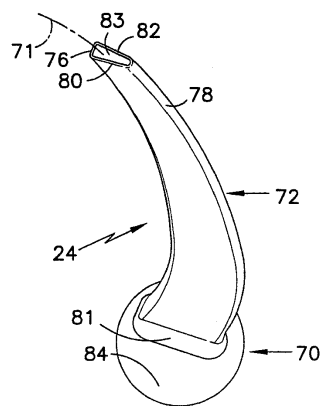
도면7



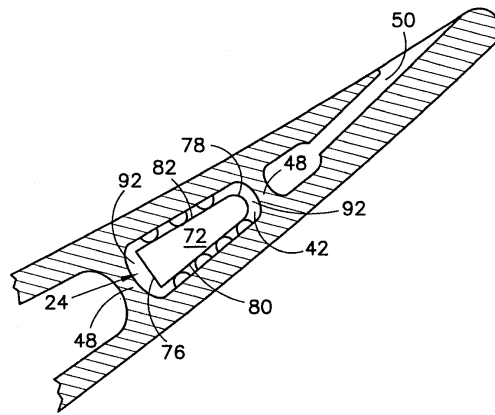
도면8



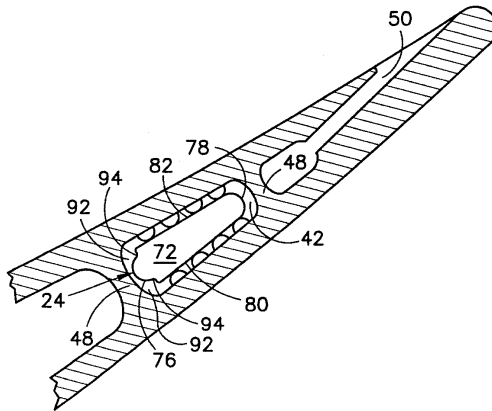
도면9



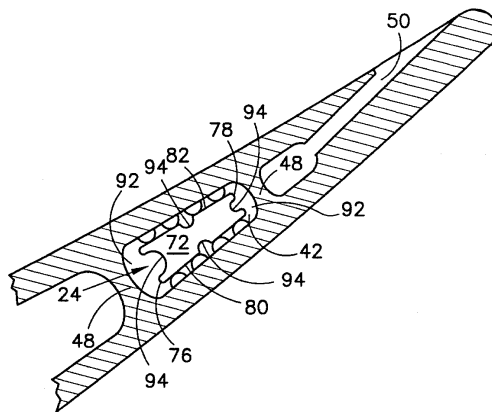
도면10



도면11



도면12



도면13

