(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년11월26일
(11) 등록번호 10-2734894
(24) 등록일자 2024년11월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01D 5/18 (2006.01) *F01D 25/12* (2006.01)
F01D 9/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F01D 5/187 (2013.01)
F01D 25/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7016864
(22) 출원일자(국제) 2021년03월23일
심사청구일자 2022년05월19일
(85) 번역문제출일자 2022년05월19일
(65) 공개번호 10-2022-0082908
(43) 공개일자 2022년06월17일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/011983
(87) 국제공개번호 WO 2021/193628
국제공개일자 2021년09월30일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-053739 2020년03월25일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
US20180045058 A1
US20150037165 A1

(73) 특허권자
미츠비시 파워 가부시키가이샤
일본 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 3쵸메 2-3
(72) 발명자
미즈카미 사토시
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이 3쵸메 3-1 미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가부시키가이샤 내
구와바라 마사미츠
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이 3쵸메 3-1 미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

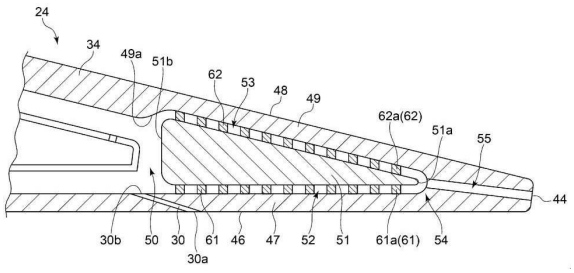
전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 김희영

(54) 발명의 명칭 **터빈 날개 및 이 터빈 날개를 제조하는 방법**

(57) 요 약

전연과 후연과 이들 사이를 연장하는 압력면 및 부압면을 포함하는 익형부를 구비하고, 익형부의 내부에 냉각 통로가 형성된 터빈 날개에 있어서, 냉각 통로는, 부압면보다 압력면에 가까운 위치에 있는 제 1 냉각 통로와, 압력면보다 부압면에 가까운 위치에 있는 제 2 냉각 통로와, 제 2 냉각 통로의 후연측의 단부가 접속되어 구성된 합류부에 일단이 개구되는 동시에 후연에 타단이 개구되는 복수의 유출 통로를 포함하며, 제 1 냉각 통로와 제 2 냉각 통로는, 익형부의 내부에 마련된 칸막이 부재에 의해 분리되며, 냉각 통로에는, 칸막이 부재의 후연측의 단부로부터 전연측에만, 제 1 냉각 통로에 있어서, 압력면을 포함하는 압력면 측벽에 일단이 접속되는 동시에 칸막이 부재에 타단이 접속되는 복수의 압력면측 핀 핀과, 제 2 냉각 통로에 있어서, 부압면을 포함하는 면 측벽에 일단이 접속되는 동시에 칸막이 부재에 타단이 접속되는 복수의 부압면측 핀 핀이 마련되어 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
F01D 9/041 (2013.01)
F05D 2220/32 (2013.01)
F05D 2230/00 (2013.01)
F05D 2240/122 (2013.01)
(72) 발명자
하다 사토시
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이 3쵸메 3-1 미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가부시키가이샤 내
마츠오 사키
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이 3쵸메 3-1 미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가부시키가이샤 내
우에무라 요시타카
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이 3쵸메 3-1 미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가부시키가이샤 내
다무라 료조
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이 3쵸메 3-1 미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가부시키가이샤 내
구니사다 야스마사
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이 3쵸메 3-1 미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가부시키가이샤 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

전연과 후연과 이들 사이를 연장하는 압력면 및 부압면을 포함하는 익형부를 구비하고, 상기 익형부의 내부에 냉각 통로가 형성된 터빈 날개에 있어서,

상기 냉각 통로는,

상기 부압면보다 상기 압력면에 가까운 위치에 있는 제 1 냉각 통로와,

상기 압력면보다 상기 부압면에 가까운 위치에 있는 제 2 냉각 통로와,

상기 제 1 냉각 통로의 상기 후연측의 단부와 상기 제 2 냉각 통로의 상기 후연측의 단부가 접속되어 구성된 합류부에 일단이 개구되는 동시에, 상기 후연에 타단이 개구되는 복수의 유출 통로를 포함하며,

상기 제 1 냉각 통로와 상기 제 2 냉각 통로는 상기 익형부의 내부에 마련된 중실 부분인 칸막이 부재에 의해 분리되며,

상기 제 1 냉각 통로에는, 상기 압력면을 포함하는 압력면 측벽에 일단이 접속되는 동시에, 상기 칸막이 부재에 타단이 접속되는 복수의 압력면측 핀 핀(pin fin)이 마련되고,

상기 제 2 냉각 통로에는, 상기 부압면을 포함하는 부압면 측벽에 일단이 접속되는 동시에, 상기 칸막이 부재에 타단이 접속되는 복수의 부압면측 핀 핀이 마련되며,

상기 복수의 압력면측 핀 핀 및 상기 복수의 부압면측 핀 핀은 상기 칸막이 부재의 상기 후연측의 단부로부터 상기 전연측에만 마련되는

터빈 날개.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 압력면측 핀 핀의 각각과, 상기 복수의 부압면측 핀 핀 중 어느 하나는 서로의 중심선이 일치하는

터빈 날개.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 후연측으로부터 상기 전연측을 향하여, 이웃하는 압력면측 핀 핀 사이의 피치가 일정한 동시에 이웃하는 부압면측 핀 핀 사이의 피치가 일정한

터빈 날개.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 칸막이 부재의 상기 후연측의 상기 단부는, 상기 복수의 압력면측 핀 핀 중 가장 상기 후연측에 위치하는 최하류 압력면측 핀 핀 및 상기 복수의 부압면측 핀 핀 중 가장 상기 후연측에 위치하는 최하류 부압면측 핀 핀의 어느 쪽보다 상기 후연측에 위치하는

터빈 날개.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 복수의 압력면측 핀 핀의 각각과, 상기 복수의 부압면측 핀 핀 중 어느 하나는 서로의 중심선이 일치하며,

상기 후연측으로부터 상기 전연측을 향하여, 이웃하는 압력면측 핀 핀 사이의 피치가 일정한 동시에 이웃하는 부압면측 핀 핀 사이의 피치가 일정하며, 또한, 양 피치는 동일하며,

상기 칸막이 부재의 상기 후연측의 상기 단부와 상기 최하류 압력면측 핀 핀 및 상기 최하류 부압면측 핀 핀의 중심선의 피치를 P_1로 하고, 상기 이웃하는 압력면측 핀 핀 사이의 피치 및 상기 이웃하는 부압면측 핀 핀의 피치를 P_2로 하면, $0.5P_2<P_1<2P_2$인

터빈 날개.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 압력면측 핀 핀의 외경과, 상기 부압면측 핀 핀의 외경이 서로 상이하거나, 또는,

상기 후연측으로부터 상기 전연측을 향하여, 이웃하는 압력면측 핀 핀 사이의 피치와, 이웃하는 부압면측 핀 핀 사이의 피치가 상이한

터빈 날개.

청구항 7

제 1 항, 제 2 항 및 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 합류부는, 상기 칸막이 부재의 상기 후연측의 상기 단부와, 상기 단부에 대향하는 통로 내면에 의해 획정되며,

상기 칸막이 부재의 상기 후연측의 상기 단부와 상기 통로 내면은 각각, 둥그스름한 형상을 갖는

터빈 날개.

청구항 8

제 1 항, 제 2 항 및 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부압면 측벽의 두께는, 상기 칸막이 부재의 상기 전연측의 단부보다 상기 후연측에 비해, 상기 칸막이 부재의 상기 전연측의 단부보다 상기 전연측이 큰

터빈 날개.

청구항 9

전연과 후연과 이들 사이를 연장하는 압력면 및 부압면을 포함하는 익형부를 구비하고, 상기 익형부의 내부에 냉각 통로가 형성된 터빈 날개에 있어서,

상기 냉각 통로는,

상기 부압면보다 상기 압력면에 가까운 위치에 있는 제 1 냉각 통로와,

상기 압력면보다 상기 부압면에 가까운 위치에 있는 제 2 냉각 통로와,

상기 제 1 냉각 통로의 상기 후연측의 단부와 상기 제 2 냉각 통로의 상기 후연측의 단부가 접속되어 구성된 합류부에 일단이 개구되는 동시에 상기 후연에 타단이 개구되는 복수의 유출 통로를 포함하며,

상기 제 1 냉각 통로와 상기 제 2 냉각 통로는 상기 익형부의 내부에 마련된 중실 부분인 칸막이 부재에 의해 분리되며,

상기 부압면을 포함하는 부압면 측벽의 두께는, 상기 칸막이 부재의 상기 전연측의 단부를 기준으로 하여 상기 후연측의 부분에 비해 상기 전연측의 부분이 큰

터빈 날개.

청구항 10

제 1 항, 제 2 항, 제 6 항 및 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

일단이 상기 냉각 통로에 개구되는 동시에 타단이 상기 압력면에 개구되는 필름 구멍이 상기 익형부에 마련되며,

상기 필름 구멍의 상기 냉각 통로에 개구되는 개구부는, 상기 칸막이 부재의 상기 전연측의 단부보다 상기 전연측에 위치하는

터빈 날개.

청구항 11

전연과 후연과 이들 사이를 연장하는 압력면 및 부압면을 포함하는 익형부를 구비하고, 상기 익형부의 내부에 냉각 통로가 형성된 터빈 날개를 제조하는 방법에 있어서,

상기 냉각 통로는,

상기 부압면보다 상기 압력면에 가까운 위치에 있는 제 1 냉각 통로와,

상기 압력면보다 상기 부압면에 가까운 위치에 있는 제 2 냉각 통로와,

상기 제 1 냉각 통로의 상기 후연측의 단부와 상기 제 2 냉각 통로의 상기 후연측의 단부가 접속되어 구성된 합류부에 일단이 개구되는 동시에 상기 후연에 타단이 개구되는 복수의 유출 통로를 포함하며,

상기 제 1 냉각 통로와 상기 제 2 냉각 통로는 상기 익형부의 내부에 마련된 중실 부분인 칸막이 부재에 의해 분리되며,

상기 제 1 냉각 통로에는, 상기 압력면을 포함하는 압력면 측벽에 일단이 접속되는 동시에 상기 칸막이 부재에 타단이 접속되는 복수의 압력면측 핀 핀이 마련되고,

상기 제 2 냉각 통로에는, 상기 부압면을 포함하는 부압면 측벽에 일단이 접속되는 동시에 상기 칸막이 부재에 타단이 접속되는 복수의 부압면측 핀 핀이 마련되며,

상기 복수의 압력면측 핀 핀 및 상기 복수의 부압면측 핀 핀은 상기 칸막이 부재의 상기 후연측의 단부로부터 상기 전연측에만 마련되고,

상기 방법은,

상기 터빈 날개를 제작하는 제작 단계와,

상기 제작 단계 후에, 상기 익형부에 대해 상기 복수의 유출 통로를 가공하는 가공 단계를

포함하는

터빈 날개를 제조하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 터빈 날개 및 이 터빈 날개를 제조하는 방법에 관한 것이다.

[0002] 본원은 2020년 3월 25일에 일본 특허청에 출원된 일본 특허 출원 제 2020-53739 호에 근거하여 우선권을 주장하며, 그 내용을 여기에 원용한다.

배 경 기 술

[0003] 가스 터빈 등의 터빈 날개에 있어서, 터빈 날개의 내부에 형성된 냉각 통로에 냉각 유체를 흘리는 것에 의해, 고온의 가스 흐름에 노출되는 터빈 날개를 냉각하는 것이 알려져 있다. 예를 들면, 특허문헌 1에 개시된 터빈 날개의 냉각 통로는, 칸막이 부재에 의해, 부압면측의 냉각 통로와 압력면측의 냉각 통로로 분기되어 있으며, 터빈 날개의 후연측에서 양 냉각 통로가 합류되어 합류 냉각 통로가 되는 구성을 갖고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 미국 특허 출원 공개 제 2018/0045058 호 명세서

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 특허문헌 1에 개시된 터빈 날개에서는, 후연으로부터 합류 냉각 통로까지 연장되는 복수의 통로가 형성되어 있으며, 부압면측의 냉각 통로와 압력면측의 냉각 통로와 합류 냉각 통로의 각각에는, 각각의 통로를 획정하는 대향한 내면 사이를 접속하는 복수의 핀 핀(pin fin)이 형성되어 있다. 이 터빈 날개의 제조에 있어서, 터빈 날개의 주조 공정 후에 복수의 통로를 기계 가공 등으로 형성하려고 하면, 합류 냉각 통로 내에 형성되어 있는 가장 하류측의 핀 핀을 손상시켜 버릴 가능성이 있다. 이와 같은 핀 핀은 냉각 통로 내의 냉각 유체의 흐름을 교란시키는 것에 의해 터빈 날개의 냉각 효율을 향상시키는 것이므로, 핀 핀을 손상시켜 버리는 것에 의해, 터빈 날개의 냉각 효율에 악영향을 미칠 우려가 있다는 문제점이 있었다.

[0006] 상술의 사정을 감안하여, 본 개시의 적어도 1개의 실시형태는, 효율적인 냉각이 가능한 터빈 날개 및 이 터빈 날개를 제조하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 개시에 따른 터빈 날개는, 전연과 후연과 이들 사이를 연장하는 압력면 및 부압면을 포함하는 익형부를 구비하고, 상기 익형부의 내부에 냉각 통로가 형성된 터빈 날개에 있어서, 상기 냉각 통로는, 상기 부압면보다 상기 압력면에 가까운 위치에 있는 제 1 냉각 통로와, 상기 압력면보다 상기 부압면에 가까운 위치에 있는 제 2 냉각 통로와, 상기 제 1 냉각 통로의 상기 후연측의 단부와 상기 제 2 냉각 통로의 상기 후연측의 단부가 접속되어 구성된 합류부에 일단이 개구되는 동시에, 상기 후연에 타단이 개구되는 복수의 유출 통로를 포함하며, 상기 제 1 냉각 통로와 상기 제 2 냉각 통로는 상기 익형부의 내부에 마련된 칸막이 부재에 의해 분리되며, 상기 냉각 통로에는, 상기 칸막이 부재의 상기 후연측의 단부로부터 상기 전연측에만, 상기 제 1 냉각 통로에 있어서, 상기 압력면을 포함하는 압력면 측벽에 일단이 접속되는 동시에, 상기 칸막이 부재에 타단이 접속되는 복수의 압력면측 핀 핀(pin fin)과, 상기 제 2 냉각 통로에 있어서, 상기 부압면을 포함하는 부압면 측벽에 일단이 접속되는 동시에 상기 칸막이 부재에 타단이 접속되는 복수의 부압면측 핀 핀이 마련되어 있다.

[0008] 또한, 본 개시에 따른 다른 터빈 날개는, 전연과 후연과 이들 사이를 연장하는 압력면 및 부압면을 포함하는 익형부를 구비하고, 상기 익형부의 내부에 냉각 통로가 형성된 터빈 날개에 있어서, 상기 냉각 통로는, 상기 부압면보다 상기 압력면에 가까운 위치에 있는 제 1 냉각 통로와, 상기 압력면보다 상기 부압면에 가까운 위치에 있는 제 2 냉각 통로와, 상기 제 1 냉각 통로의 상기 후연측의 단부와 상기 제 2 냉각 통로의 상기 후연측의 단부가 접속되어 구성된 합류부에 일단이 개구되는 동시에 상기 후연측에 타단이 개구되는 복수의 유출 통로를 포함하며, 상기 제 1 냉각 통로와 상기 제 2 냉각 통로는 상기 익형부의 내부에 마련된 칸막이 부재에 의해 분리되며, 상기 부압면을 포함하는 부압면 측벽의 두께는, 상기 칸막이 부재의 상기 전연측의 단부보다 상기 후연측에 비해, 상기 칸막이 부재의 상기 전연측의 단부보다 상기 전연측이 크다.

[0009] 또한, 본 개시에 따른 터빈 날개를 제조하는 방법은, 전연과 후연과 이들 사이를 연장하는 압력면 및 부압면을 포함하는 익형부를 구비하고, 상기 익형부의 내부에 냉각 통로가 형성된 터빈 날개를 제조하는 방법에 있어서, 상기 냉각 통로는, 상기 부압면보다 상기 압력면에 가까운 위치에 있는 제 1 냉각 통로와, 상기 압력면보다 상기 부압면에 가까운 위치에 있는 제 2 냉각 통로와, 상기 제 1 냉각 통로의 상기 후연측의 단부와 상기 제 2 냉각 통로의 상기 후연측의 단부가 접속되어 구성된 합류부에 일단이 개구되는 동시에 상기 후연측에 타단이 개구되는 복수의 유출 통로를 포함하며, 상기 제 1 냉각 통로와 상기 제 2 냉각 통로는 상기 익형부의 내부에 마련된 칸막이 부재에 의해 분리되며, 상기 냉각 통로에는, 상기 칸막이 부재의 상기 후연측의 단부보다 상기 전연측에만, 상기 제 1 냉각 통로에 있어서, 상기 압력면을 포함하는 압력면 측벽에 일단이 접속되는 동시에, 상기 칸막이 부재에 타단이 접속되는 복수의 압력면측 핀 핀과, 상기 제 2 냉각 통로에 있어서, 상기 부압면을 포함

하는 부압면 측벽에 일단이 접속되는 동시에 상기 칸막이 부재에 타단이 접속되는 복수의 부압면측 핀 핀이 마련되며, 상기 방법은 상기 터빈 날개를 제작하는 제작 단계와, 상기 제작 단계 후에, 상기 익형부에 대해 상기 복수의 유출 통로를 가공하는 가공 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0010] 본 개시의 터빈 날개에 의하면, 냉각 통로에는, 칸막이 부재의 후연측의 단부로부터 전연측에만 압력면측 핀 핀 및 부압면측 핀 핀이 마련되며, 합류부 및 유출 통로에는 핀 핀이 마련되어 있지 않으므로, 익형부를 제작한 후에, 익형부에 대해 유출 통로를 가공하는 경우, 핀 핀을 손상시켜 버릴 우려를 저감할 수 있다. 이와 같은 핀 핀은 냉각 통로 내의 냉각 유체의 흐름을 교란시키는 것에 의해 터빈 날개의 냉각능을 향상시키는 것이지만, 핀 핀을 손상시킬 우려를 저감하면, 터빈 날개의 냉각 효율에 악영향을 미칠 우려가 저감되므로, 터빈 날개의 효율적인 냉각이 가능해진다.

[0011] 또한, 익형부의 내부의 압력은 부압면측에 있어서의 익형부의 외부의 압력보다 높으므로, 부압면 측벽에 팽창하는 방향이 압력이 가해진다. 이에 대해, 본 개시의 다른 터빈 날개에 의하면, 부압면 측벽의 강도를 높일 수 있어서, 이와 같은 압력에 견디는 것이 가능하게 된다.

[0012] 본 개시의 터빈 날개를 제조하는 방법에 의하면, 유출 통로의 내경을 조정하는 것에 의해 냉각 능력의 조정을 용이하게 실행할 수 있으므로, 터빈 날개의 설계의 자유도를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 개시의 일 실시형태에 따른 터빈 날개가 이용된 가스 터빈의 개략 구성도이다.

도 2는 본 개시의 일 실시형태에 따른 터빈 날개를, 압력면으로부터 부압면을 향하는 방향으로 본 도면이다.

도 3은 도 2의 Ⅲ-Ⅲ선을 따른 단면도이다.

도 4는 본 개시의 일 실시형태에 따른 터빈 날개에 있어서의 압력면측 핀 핀 및 부압면측 핀 핀의 배치의 일 예를 도시하는 단면도이다.

도 5는 본 개시의 일 실시형태에 따른 터빈 날개와, 이 터빈 날개를 제조할 때에 이용되는 코어의 각각의 단면도이다.

도 6은 본 개시의 일 실시형태에 따른 터빈 날개를 제조하는 방법의 각 단계의 개략도이다.

도 7은 본 개시의 일 실시형태에 따른 터빈 날개의 익형 내부의 일 부분의 확대 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 본 개시의 실시형태에 의한 터빈 날개 및 이 터빈 날개를 제조하는 방법에 대해, 도면에 근거하여 설명한다. 이러한 실시형태는 본 개시의 일 태양을 나타내는 것이고, 이 개시를 한정하는 것은 아니며, 본 개시의 기술적 사상의 범위 내에서 임의로 변경 가능하다.

[0015] <본 개시의 터빈 날개가 이용된 가스 터빈>

[0016] 도 1에 도시하는 바와 같이, 가스 터빈(1)은 압축 공기를 생성하기 위한 압축기(2)와, 압축 공기 및 연료를 이용하여 연소 가스를 발생시키기 위한 연소기(4)와, 연소 가스에 의해 회전 구동되도록 구성된 터빈(6)을 구비하고 있다. 발전용의 가스 터빈(1)의 경우, 터빈(6)에는 도시하지 않은 발전기가 연결되어 있다.

[0017] 압축기(2)는 압축기 차실(10)측에 고정된 복수의 정익(16)과, 로터(8)에 장착된 복수의 동익(18)을 포함하고 있다. 압축기(2)에는, 공기 취입구(12)로부터 취입된 공기가 이송되도록 되어 있으며, 이 공기는 복수의 정익(16) 및 복수의 동익(18)을 통과하고 압축되는 것에 의해 고온·고압의 압축 공기가 된다.

[0018] 연소기(4)에는 연료와, 압축기(2)에서 생성된 압축 공기가 공급되도록 되어 있으며, 연소기(4)에 있어서, 연료와 압축 공기가 혼합된 후에 연소되어, 터빈(6)의 작동 유체인 연소 가스가 생성된다. 케이싱(20) 내에 로터를 중심으로 하여 둘레방향을 따라서 복수의 연소기(4)가 배치되어 있어도 좋다.

[0019] 터빈(6)은 터빈 차실(22) 내에 형성되는 연소 가스 유로(28)를 가지며, 연소 가스 유로(28)에 마련되는 복수의 정익(24) 및 동익(26)을 포함하고 있다. 정익(24)은 터빈 차실(22)측에 고정되어 있으며, 로터(8)의 둘레방향을 따라서 배열되는 복수의 정익(24)이 정익열을 구성하고 있다. 또한, 동익(26)은 로터(8)에 장착되어

있으며, 로터(8)의 둘레방향을 따라서 배열되는 복수의 동익(26)이 동익열을 구성하고 있다. 정익열과 동익열은 로터(8)의 축방향에 있어서 교대로 배열되어 있다.

[0020] <본 개시의 터빈 날개>

[0021] 본 개시의 터빈 날개는 터빈(6)의 동익(26) 및 정익(24) 모두 대상으로 하고 있다. 이하에서는, 본 개시의 일실시형태에 따른 터빈 날개를 정익(24)으로 하여 설명하지만, 동익(26)이어도 좋다.

[0022] 도 2에 도시하는 바와 같이, 정익(24)은 익형부(34)를 구비하고, 익형부(34)는 날개 높이방향(스팬방향)으로 연장되어 있으며, 날개 높이방향에 있어서의 양단에 마련된 외측 슈라우드(38) 및 내측 슈라우드(40)를 갖고 있다. 익형부(34)는 날개 높이방향을 따라서 연장되는 전연(42) 및 후연(44)을 갖는 동시에, 전연(42)과 후연(44) 사이에서 연장되는 압력면(46) 및 부압면(48)을 갖고 있다.

[0023] 도 3에 도시하는 바와 같이, 익형부(34)의 내부에는, 정익(24)을 냉각하기 위한 냉각 유체(예를 들면, 공기)가 유통하는 냉각 통로(50)가 형성되어 있다. 익형부(34)의 내부, 즉 냉각 통로(50)에는 칸막이 부재(51)가 마련되며, 냉각 통로(50)의 일부가 제 1 냉각 통로(52)와 제 2 냉각 통로(53)로 분리되어 있다. 제 1 냉각 통로(52)는 부압면(48)보다 압력면(46)에 가까운 위치에 있으며, 제 2 냉각 통로(53)는 압력면(46)보다 부압면(48)에 가까운 위치에 있다. 제 1 냉각 통로(52)와 제 2 냉각 통로(53)의 각각의 후연(44)측의 단부끼리가 접속되어 합류부(54)가 구성되어 있다. 냉각 통로(50)는 또한, 일단이 합류부(54)에 개구되는 동시에 타단이 후연(44)에 개구되는 복수의 유출 통로(55)를 포함하고 있다. 유출 통로(55)는 원형이나 직사각형 등의 임의의 단면형상을 갖는 통로여도 좋으며, 슬릿 형태여도 좋다.

[0024] 제 1 냉각 통로(52)에는, 압력면(46)을 포함하는 압력면 측벽(47)에 일단이 접속되는 동시에, 칸막이 부재(51)에 타단이 접속되는 복수의 압력면측 핀 핀(61)이 마련되어 있다. 제 2 냉각 통로(53)에는, 부압면(48)을 포함하는 부압면 측벽(49)에 일단이 접속되는 동시에, 칸막이 부재(51)에 타단이 접속되는 복수의 부압면측 핀 핀(62)이 마련되어 있다. 이와 같은 핀 핀은 합류부(54) 및 유출 통로(55)에는 마련되어 있지 않다.

[0025] 핀 핀이 합류부(54) 및 유출 통로(55)에 마련되어 있지 않은 것에 관하여 엄밀하게 말하면, 칸막이 부재(51)의 후연(44)측의 단부(51a)는, 압력면측 핀 핀(61) 중 가장 후연(44)측에 위치하는 최하류 압력면측 핀 핀(61a) 및 복수의 부압면측 핀 핀(62) 중 가장 후연(44)측에 위치하는 최하류 부압면측 핀 핀(62a)의 어느 쪽보다 후연(44)측에 위치하거나, 또는, 최하류 압력면측 핀 핀(61a) 및 최하류 부압면측 핀 핀(62a) 중 보다 후연(44)에 가까운 쪽(동일한 경우에는 양쪽)의 측면과 면일하게 되어 있다.

[0026] 핀 핀의 이와 같은 배치에 의해, 다음과 같은 작용 효과가 얻어진다. 정익(24)을 제조하는 방법에 대해서는 후술하지만, 유출 통로(55)가 내경이 가는 복수의 유로, 이른바 멀티 홀인 경우에는, 정익(24)을 주조한 후에, 후연(44)으로부터 합류부(54)까지 기계 가공 등으로 유출 통로(55)를 형성하는 일이 있다. 이와 같은 경우, 정익(24)에서는, 합류부(54) 및 유출 통로(55)에 핀 핀이 마련되어 있지 않으므로, 유출 통로(55)를 형성할 때에, 핀 핀을 손상시켜 버릴 우려를 저감할 수 있다. 이와 같은 핀 핀(압력면측 핀 핀(61) 및 부압면측 핀 핀(62))은 냉각 통로(50) 내의 냉각 유체의 흐름을 교란시키는 것에 의해 정익(24)의 냉각 효율을 향상시키는 것이지만, 핀 핀을 손상시킬 우려를 저감하면, 정익(24)의 냉각 효율에 악영향을 미칠 우려가 저감되므로, 정익(24)의 효율적인 냉각이 가능해진다.

[0027] 합류부(54) 및 유출 통로(55)에 핀 핀이 마련되어 있지 않은, 즉, 칸막이 부재(51)의 후연(44)측의 단부(51a)로부터 전연(42)(도 2 참조)측에만 압력면측 핀 핀(61) 및 부압면측 핀 핀(62)이 마련되어 있으면, 압력면측 핀 핀(61) 및 부압면측 핀 핀(62)의 배치에 대해서는, 이하와 같은 새로운 한정을 부가할 수 있다. 다음에, 그와 같은 몇 가지의 한정과, 그 한정으로부터 얻어지는 작용 효과에 대해 설명한다.

[0028] 도 4에 도시하는 바와 같이, 복수의 압력면측 핀 핀(61)의 각각과, 복수의 부압면측 핀 핀(62) 중 어느 하나는 서로의 중심선(L1, L2)을 일치시킬 수 있다. 이와 같은 배치로 하는 것에 의해, 정익(24)을 제조하는데 있어서의 작용 효과를 얻을 수 있다. 이하에, 그와 같은 작용 효과에 대해 설명한다.

[0029] 익형부(34)의 내부에 냉각 통로(50)와 같은 공동 부분을 포함하는 정익(24)을 주조할 때에, 통상은 도 5에 도시하는 바와 같이, 정익(24)의 공동 부분을 중실로 한 코어(70)가 필요하게 된다. 정익(24)과 코어(70)는 공동 부분과 중실 부분을 반전시킨 형상이 되므로, 정익(24)에 있어서, 압력면측 핀 핀(61) 및 부압면측 핀 핀(62)의 부분은 코어(70)에서는 공동 부분(71, 72)이 된다. 또한, 도 5에 있어서, 중실 부분에는 해칭을 부여하고 있으며, 공동 부분은 흰색으로 되어 있다. 코어(70)에 있어서, 복수의 압력면측 핀 핀(61)에 대응하는 복수의 공동 부분(71)의 각각과, 복수의 부압면측 핀 핀(62)의 부분에 대응하는 복수의 공동 부분(72) 중 어느 하나는 서로

의 중심선(L1', L2')이 일치하게 된다. 그렇게 하면, 코어(70)의 제조 후의 검사시에, 중심선이 일치하는 공동 부분(71, 72)의 한쪽으로부터 광을 조사하면, 각 공동 부분(71, 72)에 문제가 없으면 다른쪽의 공동 부분으로부터 광을 확인할 수 있다. 반대로, 각 공동 부분(71, 72) 중 어딘가에 폐색이 있으면 다른쪽의 공동 부분으로부터 광을 확인할 수 없다. 이 때문에, 코어(70)의 제조 후의 검사 작업성을 향상할 수 있다.

[0030] 또한, 도 4에 도시하는 바와 같이, 후연(44)측으로부터 전연(42)(도 2 참조) 측을 향하여, 이웃하는 압력면측 핀 핀(61, 61) 사이의 피치(P_2)가 일정한 동시에 이웃하는 부압면측 핀 핀(62, 62) 사이의 피치(P_2')가 일정하도록 할 수 있다. 또한, 이 형태는, 중심선(L1, L2)이 일치한 상술의 형태와 조합되어도 좋으며, 중심선(L1, L2)이 일치하고 있지 않아도 좋다.

[0031] 제 1 냉각 통로(52) 및 제 2 냉각 통로(53)의 각각을 흐르는 냉각 유체가 압력면측 핀 핀(61) 및 부압면측 핀 핀(62)에 의해 흐름이 교란되는 것에 의해, 정익(24)의 냉각 효율의 향상이 도모되지만, 이웃하는 핀 핀 사이를 냉각 유체가 흐르는 동안은 냉각 유체의 흐름의 교란이 안정되어 가고, 다음 핀 핀에 의해 다시 흐름이 교란된다. 이 때문에, 이웃하는 핀 핀 사이의 피치가 상이하면, 부분적으로 냉각 효율이 나쁘거나 혹은 좋은 부분이 존재하여, 메탈 온도 분포가 불균일하게 되는 문제점이 발생해버린다. 이에 대해, 적당 또한 일정한 피치로 핀 핀을 마련하면, 부분적으로 냉각 효율이 나쁘거나 혹은 좋은 부분이 생길 우려를 저감할 수 있다.

[0032] 또한, 도 4에 도시하는 바와 같이, 복수의 압력면측 핀 핀(61)의 각각의 중심선(L1)과, 복수의 부압면측 핀 핀(62) 중 어느 하나의 중심선(L2)이 일치하며, 또한, 이웃하는 압력면측 핀 핀(61, 61) 사이의 피치(P_2) 및 부압면측 핀 핀(62, 62) 사이의 피치(P_2')가 일정하며 $P_2=P_2'$인데다가, 칸막이 부재(51)의 단부(51a)와 최하류 압력면측 핀 핀(61a) 및 최하류 부압면측 핀 핀(62a)의 중심선의 피치를 P_1로 하면, $0.5P_2<P_1<2P_2$가 되도록 하여도 좋다.

[0033] 이와 같은 구성에 의하면, 핀 핀을 손상시킬 우려가 더욱 저감되므로, 정익(24)의 냉각 효율에 악영향을 미칠 우려를 더욱 저감할 수 있어서, 정익(24)의 새로운 효율적인 냉각이 가능해진다.

[0034] 또한, 도시하지 않지만, 압력면측 핀 핀(61) 및 부압면측 핀 핀(62)의 각각의 배치를 상이하도록 하여도 좋다. 예를 들면, 압력면측 핀 핀(61)의 외경과, 부압면측 핀 핀(62)의 외경을 서로 상이하도록 하거나, 후연(44)(도 3 참조)측으로부터 전연(42)(도 2 참조)측을 향하여, 이웃하는 압력면측 핀 핀(61, 61) 사이의 피치(P_2)와, 이웃하는 부압면측 핀 핀(62, 62) 사이의 피치(P_2')를 상이하게 하거나, 이들 양쪽의 특징을 채용하여도 좋다. 이와 같은 구성에 의하면, 부압면(48)측과 압력면(46)측에서 필요하게 되는 냉각 부하가 상이한 경우, 각각의 냉각 부하에 대응하는 것이 가능하게 된다.

[0035] 부압면(48)측과 압력면(46)측에서 필요하게 되는 냉각 부하가 상이한 경우, 압력면측 핀 핀(61) 및 부압면측 핀 핀(62)의 배치 이외에도, 각각의 냉각 부하에 대응할 수 있다. 예를 들면, 도 3에 도시하는 바와 같이, 부압면(48)측보다 압력면(46)측의 냉각 부하가 큰 경우, 일단이 냉각 통로(50)에 개구되는 동시에, 타단이 압력면(46)에 개구되는 필름 구멍(30)을 익형부(34)에 마련할 수 있다. 필름 구멍(30)의 냉각 통로(50)에 개구되는 개구부(30b)는 칸막이 부재(51)의 전연(42)(도 2 참조)측의 단부(51b)보다 전연(42)측에 위치하고 있으며, 필름 구멍(30)의 압력면(46)에 개구되는 개구부(30a)는 개구부(30b)보다 후연(44)측에 위치하고 있다.

[0036] 필름 구멍(30)을 거쳐서 압력면(46)에 냉각 유체를 공급하여, 압력면(46)을 따라서 흐르는 고온의 가스의 온도를 직접 낮추는 것에 의해, 제 1 냉각 통로(52)를 흐르는 냉각 유체의 냉각 부하를 낮출 수 있다. 이에 의해, 제 1 냉각 통로(52)를 흐르는 냉각 유체의 냉각 부하를 향상시키기 위해, 제 1 냉각 통로(52)에 추가 구성을 마련할 필요를 없앨 수 있다.

[0037] 상술한 몇 가지의 구성과 함께, 또는, 그들 구성과는 독립하여, 다음에 설명하는 구성을 채용해도 좋다. 도 3에 도시하는 바와 같이, 부압면 측벽(49)의 두께는, 칸막이 부재(51)의 전연(42)(도 2 참조)측의 단부(51b)보다 후연(44)측에 비하여, 칸막이 부재(51)의 단부(51b)보다 전연(42)측을 크게 하여도 좋다. 즉, 칸막이 부재(51)의 단부(51b)보다 약간 전연(42)측에, 후연(44)으로부터 전연(42)을 향하는 방향으로 부압면 측벽(49)의 두께가 증대되는 영역인 천이 영역(49a)이 마련되어도 좋다.

[0038] 일반적으로, 익형부(34)의 내부의 압력은 부압면(48)측에 있어서의 익형부(34)의 외부의 압력보다 높으므로, 부압면 측벽(49)에 팽창되는 방향의 압력이 가해진다. 이에 대해, 이와 같은 구성으로 하면, 부압면 측벽(49)의 강도를 높일 수 있어서, 이와 같은 압력에 견디는 것이 가능하게 된다.

[0039] <본 개시의 터빈 날개를 제조하는 방법>

[0040] 다음에, 정익(24)을 제조하는 방법을 도 6에 근거하여 설명한다. 도 6은 정익(24)을 제조하는 방법의 각 단계의 개략도이다. 단계 (1)에 있어서, 2개의 형(81, 82)에 의해 획정된 공간(84) 내에, 공급 경로(83)를 거쳐서 세라믹 재료를 주입하여, 코어 전구체(85)를 제작한다. 단계 (2)에 있어서, 코어 전구체(85)를 소성하여, 코어(70)를 제작한다. 단계 (3)에 있어서, 주형(90)의 내부 공간(91) 내에 코어(70)를 넣고, 내부 공간(91) 내에 금속 재료를 주입하는 것에 의해, 정익(24)이 주조된다. 정익(24)에 있어서, 코어(70)에 상당하는 부분이 냉각 통로(50)(도 3 참조)와 같은 공동 부분이 된다. 단계 (4)에 있어서, 정익(24)을 주형(90)으로부터 취출하고, 코어(70)를 정익(24)으로부터 없앤다. 단계 (5)에 있어서, 후연(44)으로부터 합류부(54)까지 기계 가공 등으로 복수의 유출 통로(55)를 형성한다.

[0041] 또한, 이 방법에 있어서, 단계 (1) 내지 (4)는 익형부(34)를 제작하는 제작 단계라 할 수 있으며, 단계 (5)는 익형부(34)에 대해 복수의 유출 통로(55)를 가공하는 가공 단계라 할 수 있다. 이와 같은 단계를 포함하는 방법으로 정익(24)을 제조하면, 유출 통로(55)의 내경을 조정하는 것에 의해 정익(24)의 냉각 능력의 조정을 용이하게 실행할 수 있으므로, 정익(24)의 설계의 자유도를 높일 수 있다.

[0042] 도 7에 도시하는 바와 같이, 합류부(54)는 칸막이 부재(51)의 단부(51a)와, 단부(51a)에 대향하는 통로 내면(54a)에 의해 획정되지만, 칸막이 부재(51)의 단부(51a)와 통로 내면(54a)은 각각, 둥그스름한 형상(만곡면)으로 하는 것이 바람직하다.

[0043] 상술한 바와 같이, 내부에 공동 부분을 갖는 제품을 주조할 때에 사용하는 코어는, 제품 중실 부분과 공동 부분을 반전시킨 형태가 된다. 이 때문에, 정익(24)을 주조할 때에 사용되는 코어(70)(도 6 참조)는, 정익(24)에서는 공동 부분인 합류부(54)에 대응하는 형상 중실 부분을 포함하게 된다. 칸막이 부재(51)의 단부(51a)가 뾰족하면, 주조시의 금속 재료의 형 내로의 주입성에 문제가 생기는 경우가 있다. 한편, 통로 내면(54a)이 뾰족하면, 코어(70)의 제조시에 있어서의 코어의 원료의 형 내로의 주입성에 문제가 생기는 경우가 있다. 이에 대해, 합류부(54)가 상기 구성이면, 어느 형상도 둥그스름하므로, 주조시 및 코어의 제조시에 있어서의 금속 재료 및 코어의 원료의 주입성의 악화를 피할 수 있다.

[0044] 상기 각 실시형태에 기재의 내용은 예를 들면 이하와 같이 파악된다.

[0045] [1] 하나의 태양에 따른 터빈 날개는,

[0046] 전연(42)과 후연(44)과 이들 사이를 연장하는 압력면(46) 및 부압면(48)을 포함하는 익형부(34)를 구비하고, 상기 익형부(34)의 내부에 냉각 통로(50)가 형성된 터빈 날개(정익(24), 동익(26))에 있어서,

[0047] 상기 냉각 통로(50)는,

[0048] 상기 부압면(48)보다 상기 압력면(46)에 가까운 위치에 있는 제 1 냉각 통로(52)와,

[0049] 상기 압력면(46)보다 상기 부압면(48)에 가까운 위치에 있는 제 2 냉각 통로(53)와,

[0050] 상기 제 1 냉각 통로(52)의 상기 후연(44)측의 단부와 상기 제 2 냉각 통로(53)의 상기 후연(44)측의 단부가 접속되어 구성된 합류부(54)에 일단이 개구되는 동시에 상기 후연(44)에 타단이 개구되는 복수의 유출 통로(55)를 포함하며,

[0051] 상기 제 1 냉각 통로(52)와 상기 제 2 냉각 통로(53)는 상기 익형부(34)의 내부에 마련된 칸막이 부재(51)에 의해 분리되며,

[0052] 상기 냉각 통로(50)에는, 상기 칸막이 부재(51)의 상기 후연(44)측의 단부(51a)로부터 상기 전연(44)측에만,

[0053] 상기 제 1 냉각 통로(52)에 있어서, 상기 압력면(46)을 포함하는 압력면 측벽(47)에 일단이 접속되는 동시에, 상기 칸막이 부재(51)에 타단이 접속되는 복수의 압력면측 핀 핀(61)과,

[0054] 상기 제 2 냉각 통로(53)에 있어서, 상기 부압면(48)을 포함하는 부압면 측벽(49)에 일단이 접속되는 동시에, 상기 칸막이 부재(51)에 타단이 접속되는 복수의 부압면측 핀 핀(62)이

[0055] 마련되어 있다.

[0056] 본 개시의 터빈 날개에 의하면, 냉각 통로에는, 칸막이 부재의 후연측의 단부로부터 전연측에만 압력면측 핀 핀 및 부압면측 핀 핀이 마련되며, 합류부 및 유출 통로에는 핀 핀이 마련되어 있지 않으므로, 익형부를 제작한 후

에 익형부에 대해서 유출 통로를 가공하는 경우, 핀 핀을 손상시켜 버릴 우려를 저감할 수 있다. 이와 같은 핀 핀은, 냉각 통로 내의 냉각 유체의 흐름을 교란시키는 것에 의해 터빈 날개의 냉각능을 향상시키는 것이지만, 핀 핀을 손상시킬 우려를 저감하면, 터빈 날개의 냉각 효율에 악영향을 미칠 우려가 저감되므로, 터빈 날개의 효율적인 냉각이 가능해진다.

[0057] [2] 다른 태양에 따른 터빈 날개는, [1]의 터빈 날개에 있어서,

[0058] 상기 복수의 압력면측 핀 핀(61)의 각각과, 상기 복수의 부압면측 핀 핀(62) 중 어느 하나는 서로의 중심선(L1, L2)이 일치한다.

[0059] 이와 같은 구성의 터빈 날개를 주조할 때에, 터빈 날개의 공동 부분을 중실로 한 코어가 필요하다. 터빈 날개와 코어는, 공동 부분과 중실 부분을 반전시킨 형상이 되므로, 터빈 날개에 있어서, 압력면측 핀 핀 및 부압면측 핀 핀의 부분은 코어에서는 공동 부분이 된다. 상기 [2]의 구성에 의하면, 코어에 있어서, 복수의 압력면측 핀 핀에 대응하는 복수의 공동 부분의 각각과, 복수의 부압면측 핀 핀의 부분에 대응하는 복수의 공동 부분 중 어느 하나는 서로의 중심선이 일치하게 된다. 그렇게 하면, 코어를 제조한 후의 검사시에, 중심선이 일치하는 공동 부분의 한쪽으로부터 광을 조사하면, 각 공동 부분에 문제가 없으면 다른쪽의 공동 부분으로부터 광을 확인할 수 있다. 반대로, 각 공동 부분의 어디엔가 폐색이 있으면 다른쪽의 공동 부분으로부터 광을 확인할 수 없다. 이 때문에, 코어를 제조한 후의 검사 작업성을 향상할 수 있다.

[0060] [3] 또 다른 태양에 따른 터빈 날개는, [1] 또는 [2]의 터빈 날개에 있어서,

[0061] 상기 후연(44)측으로부터 상기 전연(42)측을 향하여, 이웃하는 압력면측 핀 핀(61, 61) 사이의 피치(P_2)가 일정한 동시에 이웃하는 부압면측 핀 핀(62, 62) 사이의 피치(P_2')가 일정하다.

[0062] 각 냉각 통로를 흐르는 냉각 유체가 핀 핀에 의해 흐름이 교란되는 것에 의해, 터빈 날개의 냉각 효율의 향상이 도모되지만, 냉각 유체가 흐르는 방향에 이웃하는 핀 핀 사이를 냉각 유체가 흐르는 동안은 냉각 유체의 흐름의 교란이 안정되어 가고, 다음 핀 핀에 의해 다시 흐름이 교란된다. 이 때문에, 이웃하는 핀 핀 사이의 피치가 상이하면, 부분적으로 냉각 효율이 나쁘거나 혹은 좋은 부분이 존재하여, 메탈 온도 분포가 불균일하게 되는 문제점이 발생해버린다. 이에 대해, 적당하며, 또한 일정한 피치로 핀 핀을 마련하면, 부분적으로 냉각 효율이 나쁘거나 혹은 좋은 부분이 생길 우려를 저감할 수 있다.

[0063] [4] 또 다른 태양에 따른 터빈 날개는, [1] 내지 [3] 중 어느 하나의 터빈 날개에 있어서,

[0064] 상기 칸막이 부재(51)의 상기 후연(44)측의 상기 단부(51a)는, 상기 복수의 압력면측 핀 핀(61) 중 가장 상기 후연(44)측에 위치하는 최하류 압력면측 핀 핀(61a) 및 상기 복수의 부압면측 핀 핀(62) 중 가장 상기 후연(44)측에 위치하는 최하류 부압면측 핀 핀(62a)의 어느 쪽보다 상기 후연(44)측에 위치한다.

[0065] 이와 같은 구성에 의하면, 핀 핀을 손상시킬 우려가 더욱 저감되므로, 터빈 날개의 냉각 효율에 악영향을 미칠 우려를 더욱 저감할 수 있어서, 새로운 효율적인 터빈 날개의 냉각이 가능해진다.

[0066] [5] 또 다른 태양에 따른 터빈 날개는, [4]의 터빈 날개에 있어서,

[0067] 상기 복수의 압력면측 핀 핀(61)의 각각과, 상기 복수의 부압면측 핀 핀(62) 중 어느 하나는 서로의 중심선(L1, L2)이 일치하고,

[0068] 상기 후연(44)측으로부터 상기 전연(42)측을 향하여, 이웃하는 압력면측 핀 핀(61, 61) 사이의 피치(P_2)가 일정한 동시에 이웃하는 부압면측 핀 핀(62, 62) 사이의 피치(P_2')가 일정하고, 또한 양 피치는 동일하며,

[0069] 상기 칸막이 부재(51)의 상기 후연(44)측의 상기 단부(51a)와 상기 최하류 압력면측 핀 핀(61a) 및 상기 최하류 부압면측 핀 핀(62a)의 중심선(L1, L2)의 피치를 P_1로 하고, 상기 이웃하는 압력면측 핀 핀(61, 61) 사이의 피치 및 상기 이웃하는 부압면측 핀 핀(62, 62)의 피치를 P_2로 하면, $0.5P_2<P_1<2P_2$이다.

[0070] 이와 같은 구성에 의하면, 상기 [4]의 구성에 비해, 핀 핀을 손상시킬 우려가 더욱 저감되므로, 터빈 날개의 냉각 효율에 악영향을 미칠 우려를 더욱 저감할 수 있어서, 새로운 효율적인 냉각이 가능해진다.

[0071] [6] 또 다른 태양에 따른 터빈 날개는, [1]의 터빈 날개에 있어서,

[0072] 상기 압력면측 핀 핀(61)의 외경과, 상기 부압면측 핀 핀(62)의 외경이 서로 상이하거나, 또는,

[0073] 상기 후연(44)측으로부터 상기 전연(42)측을 향하여, 이웃하는 압력면측 핀 핀(61, 61) 사이의 피치(P_2)와, 이웃하는 부압면측 핀 핀(62, 62) 사이의 피치(P_2')가 상이하다.

[0074] 이와 같은 구성에 의하면, 부압면측과 압력면측에서 냉각 부하가 상이한 경우, 필요하게 되는 각각의 냉각 부하에 대응하는 것이 가능하게 된다.

[0075] [7] 또 다른 태양에 따른 터빈 날개는, [1] 내지 [6] 중 어느 하나의 터빈 날개에 있어서,

[0076] 상기 합류부(54)는, 상기 칸막이 부재(51)의 상기 후연(44)측의 상기 단부(51a)와, 상기 단부(51a)에 대향하는 통로 내면(54a)에 의해 획정되며,

[0077] 상기 칸막이 부재(51)의 상기 후연(44)측의 상기 단부(51a)와 상기 통로 내면(54a)은 각각 둥그스름한 형상을 갖는다.

[0078] 칸막이 부재의 후연측의 단부가 뾰족하면, 주조시의 금속 재료의 형 내로의 주입성에 문제가 생기는 경우가 있으며, 통로 내면이 뾰족하면, 코어의 제조시에 있어서의 코어의 원료의 형 내로의 주입성에 문제가 생기는 경우가 있다. 이에 대해, 상기 [7]의 구성에서는, 어느 형상도 둥그스름한 형상을 띄고 있으므로, 주조시 및 코어의 제조시에 있어서의 금속 재료 및 코어의 원료의 주입성의 악화를 피할 수 있다.

[0079] [8] 또 다른 태양에 따른 터빈 날개는, [1] 내지 [7] 중 어느 하나의 터빈 날개에 있어서,

[0080] 상기 부압면 측벽(49)의 두께는, 상기 칸막이 부재(51)의 상기 전연(42)측의 단부(51b)보다 상기 후연(44)측에 비해, 상기 칸막이 부재(51)의 상기 전연(42)측의 단부(51b)보다 상기 전연(42)측이 크다.

[0081] 익형부의 내부의 압력은 부압면측에 있어서의 익형부의 외부의 압력보다 높으므로, 부압면 측벽으로 팽창하는 방향이 압력이 가해진다. 이에 대해, 상기 [8]의 구성에 의하면, 부압면 측벽의 강도를 높일 수 있으며, 이와 같은 압력에 견디는 것이 가능하게 된다.

[0082] [9] 하나의 태양에 따른 터빈 날개는,

[0083] 전연(42)과 후연(44)과 이들 사이를 연장하는 압력면(46) 및 부압면(48)을 포함하는 익형부(34)를 구비하고, 상기 익형부(34)의 내부에 냉각 통로(50)가 형성된 터빈 날개(정익(24), 동익(26))에 있어서,

[0084] 상기 냉각 통로(50)는,

[0085] 상기 부압면(48)보다 상기 압력면(46)에 가까운 위치에 있는 제 1 냉각 통로(52)와,

[0086] 상기 압력면(46)보다 상기 부압면(48)에 가까운 위치에 있는 제 2 냉각 통로(53)와,

[0087] 상기 제 1 냉각 통로(52)의 상기 후연(44)측의 단부와 상기 제 2 냉각 통로(53)의 상기 후연(44)측의 단부가 접속되어 구성된 합류부(54)에 일단이 개구되는 동시에, 상기 후연(44)에 타단이 개구되는 복수의 유출 통로(55)를 포함하며,

[0088] 상기 제 1 냉각 통로(52)와 상기 제 2 냉각 통로(53)는 상기 익형부(34)의 내부에 마련된 칸막이 부재(51)에 의해 분리되며,

[0089] 상기 부압면(48)을 포함하는 부압면 측벽(49)의 두께는, 상기 칸막이 부재(51)의 상기 전연(42)측의 단부(51b)보다 상기 후연(44)측에 비해, 상기 칸막이 부재(51)의 상기 전연(42)측의 단부(51b)보다 상기 전연(42)측이 크다.

[0090] 익형부의 내부의 압력은 부압면측에 있어서의 익형부의 외부의 압력보다 높으므로, 부압면 측벽에 팽창하는 방향이 압력이 가해진다. 이에 대해, 본 개시의 터빈 날개에 의하면, 부압면 측벽의 강도를 높일 수 있어서, 이와 같은 압력에 견디는 것이 가능하게 된다.

[0091] [10] 또 다른 태양에 따른 터빈 날개는, [1] 내지 [9] 중 어느 하나의 터빈 날개에 있어서,

[0092] 일단이 상기 냉각 통로(50)에 개구되는 동시에 타단이 상기 압력면(46)에 개구되는 필름 구멍(30)이 상기 익형부에 마련되며,

[0093] 상기 필름 구멍(30)의 상기 냉각 통로(50)에 개구되는 개구부(30b)는, 상기 칸막이 부재(51)의 상기 전연(42)측의 단부(51b)보다 상기 전연(42)측에 위치한다.

[0094] 부압면측보다 압력면측의 냉각 부하가 큰 경우, 필름 구멍을 거쳐서 압력면에 냉각 유체를 공급하고, 압력면을 따라서 흐르는 고온의 가스의 온도를 직접 낮추는 것에 의해, 제 1 냉각 통로를 흐르는 냉각 유체의 냉각 부하를 낮출 수 있다. 이에 의해, 제 1 냉각 통로를 흐르는 냉각 유체의 냉각 부하를 향상시키기 위해 제 1 냉각 통로에 추가의 구성을 마련할 필요를 없앨 수 있다.

[0095] [11] 하나의 태양에 따른 터빈 날개를 제조하는 방법은,

[0096] 전연(42)과 후연(44)과 이들 사이를 연장하는 압력면(46) 및 부압면(48)을 포함하는 익형부(34)를 구비하고, 상기 익형부(34)의 내부에 냉각 통로(50)가 형성된 터빈 날개(정익(24), 동익(26))를 제조하는 방법에 있어서,

[0097] 상기 냉각 통로(50)는,

[0098] 상기 부압면(48)보다 상기 압력면(46)에 가까운 위치에 있는 제 1 냉각 통로(52)와,

[0099] 상기 압력면(46)보다 상기 부압면(48)에 가까운 위치에 있는 제 2 냉각 통로(53)와,

[0100] 상기 제 1 냉각 통로(52)의 상기 후연(44)측의 단부와 상기 제 2 냉각 통로(53)의 상기 후연(44)측의 단부가 접속되어 구성된 합류부(54)에 일단이 개구되는 동시에 상기 후연(44)에 타단이 개구되는 복수의 유출 통로(55)를 포함하며,

[0101] 상기 제 1 냉각 통로(52)와 상기 제 2 냉각 통로(53)는 상기 익형부(34)의 내부에 마련된 칸막이 부재(51)에 의해 분리되며,

[0102] 상기 냉각 통로(50)에는, 상기 칸막이 부재(51)의 상기 후연(44)측의 단부(51a)보다 상기 전연(42)측에만,

[0103] 상기 제 1 냉각 통로(52)에 있어서, 상기 압력면(46)을 포함하는 압력면 측벽(47)에 일단이 접속되는 동시에, 상기 칸막이 부재(51)에 타단이 접속되는 복수의 압력면측 핀 핀(61)과,

[0104] 상기 제 2 냉각 통로(53)에 있어서, 상기 부압면(48)을 포함하는 부압면 측벽(49)에 일단이 접속되는 동시에 상기 칸막이 부재(51)에 타단이 접속되는 복수의 부압면측 핀 핀(62)이

[0105] 마련되며,

[0106] 상기 방법은,

[0107] 상기 터빈 날개(24, 26)를 제작하는 제작 단계와,

[0108] 상기 제작 단계 후에, 상기 익형부(34)에 대해 상기 복수의 유출 통로(55)를 가공하는 가공 단계를

[0109] 포함한다.

[0110] 본 개시의 터빈 날개를 제조하는 방법에 의하면, 유출 통로의 내경을 조정하는 것에 의해 냉각 능력의 조정을 용이하게 실행할 수 있으므로, 터빈 날개의 설계의 자유도를 높일 수 있다.

부호의 설명

[0111] 24: 정익(터빈 날개)

26: 동익(터빈 날개)

30: 필름 구멍

30b: (필름 구멍의) 개구부

34: 익형부

42: 전연

44: 후연

46: 압력면

47: 압력면 측벽

48: 부압면

49: 부압면 측벽

50: 냉각 통로

51: 칸막이 부재

51a: (칸막이 부재의 후연측의) 단부

51b: (칸막이 부재의 전연측의) 단부

52: 제 1 냉각 통로

53: 제 2 냉각 통로

54: 합류부

54a: (합류부의) 통로 내면

55: 유출 통로

61: 압력면측 핀 핀

61a: 최하류 압력면측 핀 핀

62: 부압면측 핀 핀

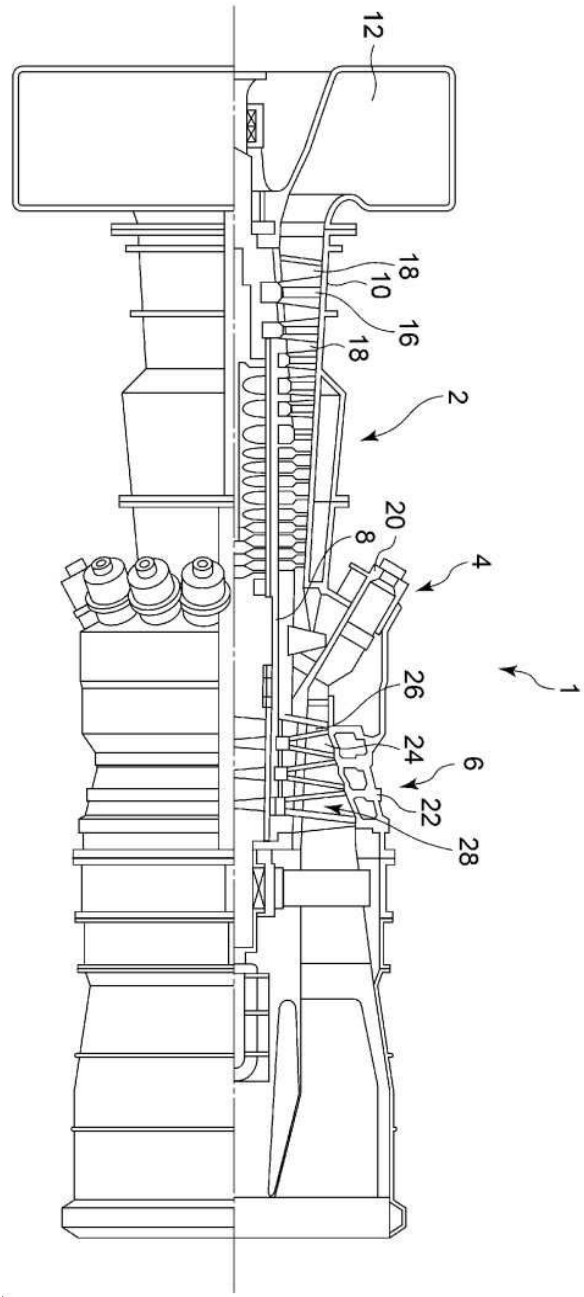
62a: 최하류 부압면측 핀 핀

L1: (압력면측 핀 핀의) 중심선

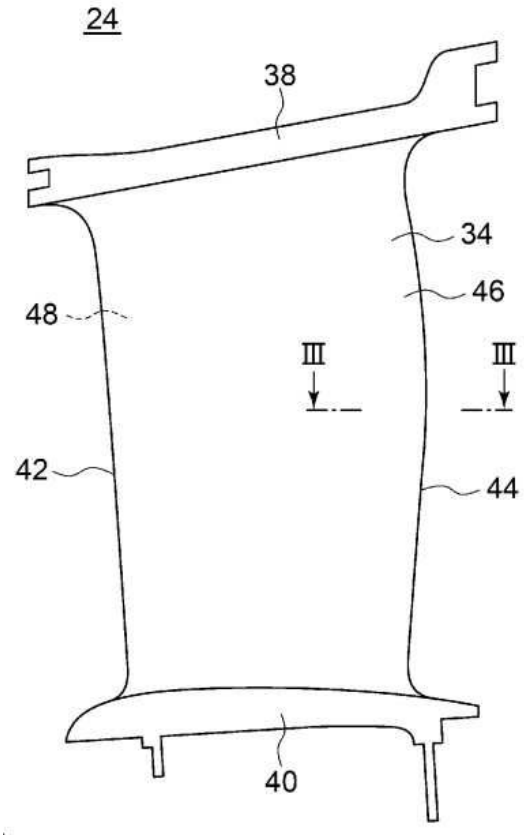
L2: (부압면측 핀 핀의) 중심선

도면

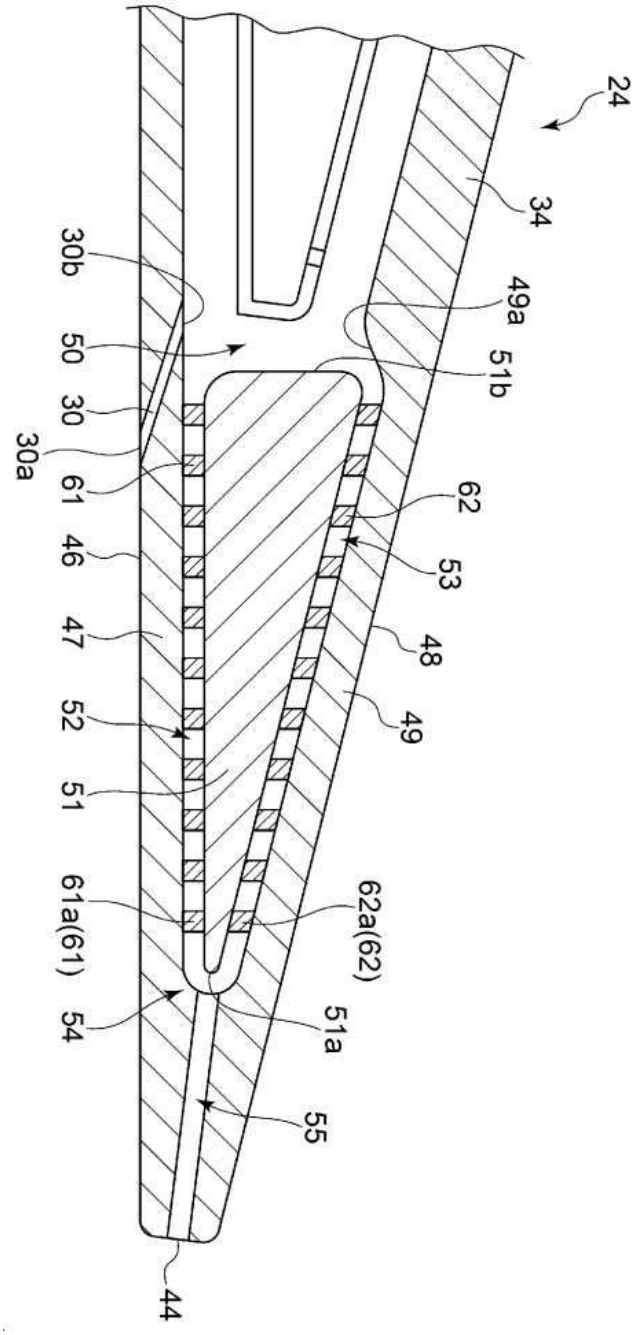
도면1



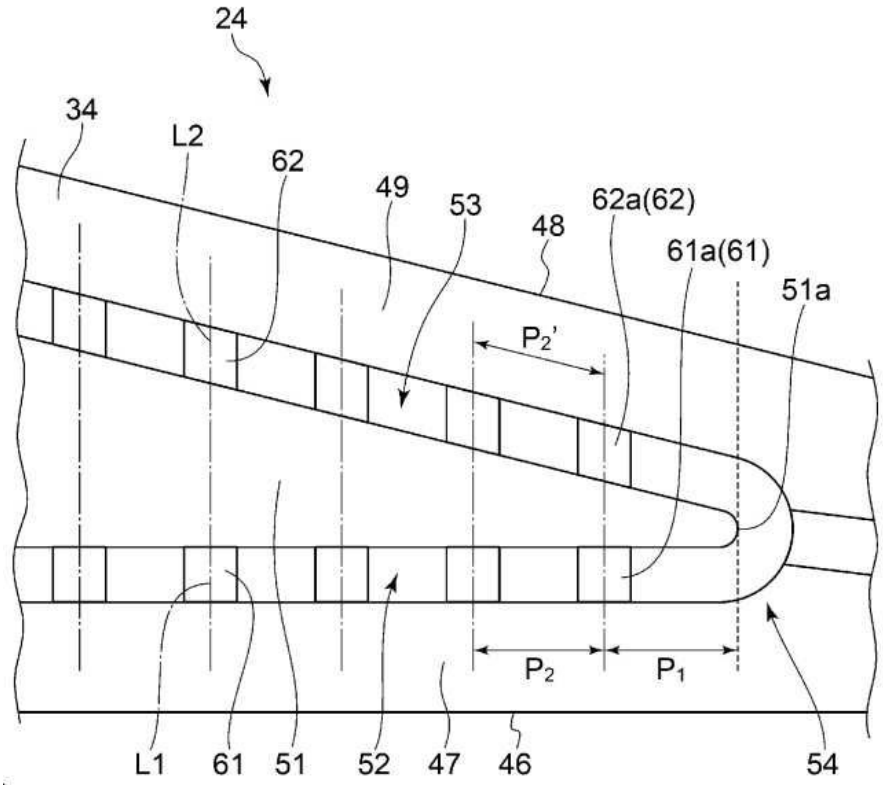
도면2



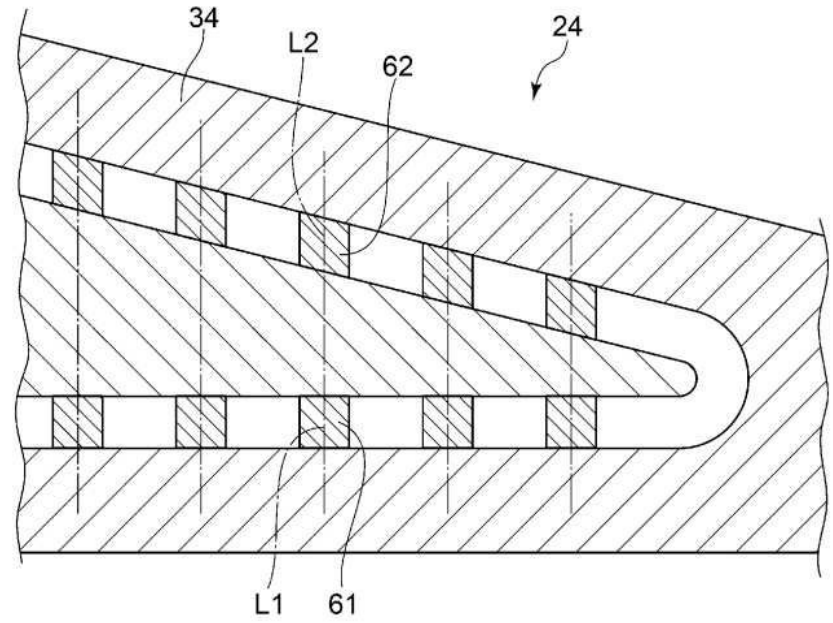
도면3

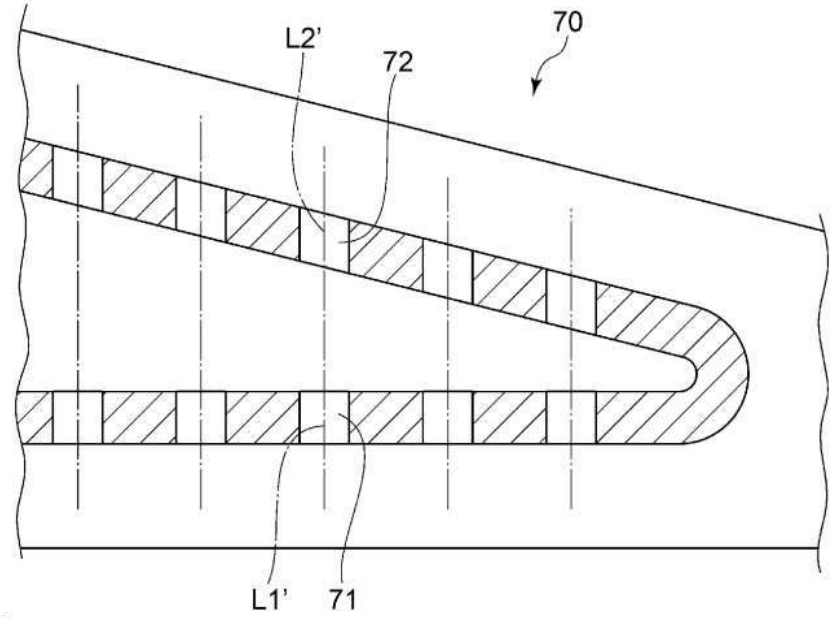

24
34
49a
51b
62
53
48
49
62a(62)
51a
55
44
30b
50
30
30a
61
46
47
52
51
61a(61)
54

도면4

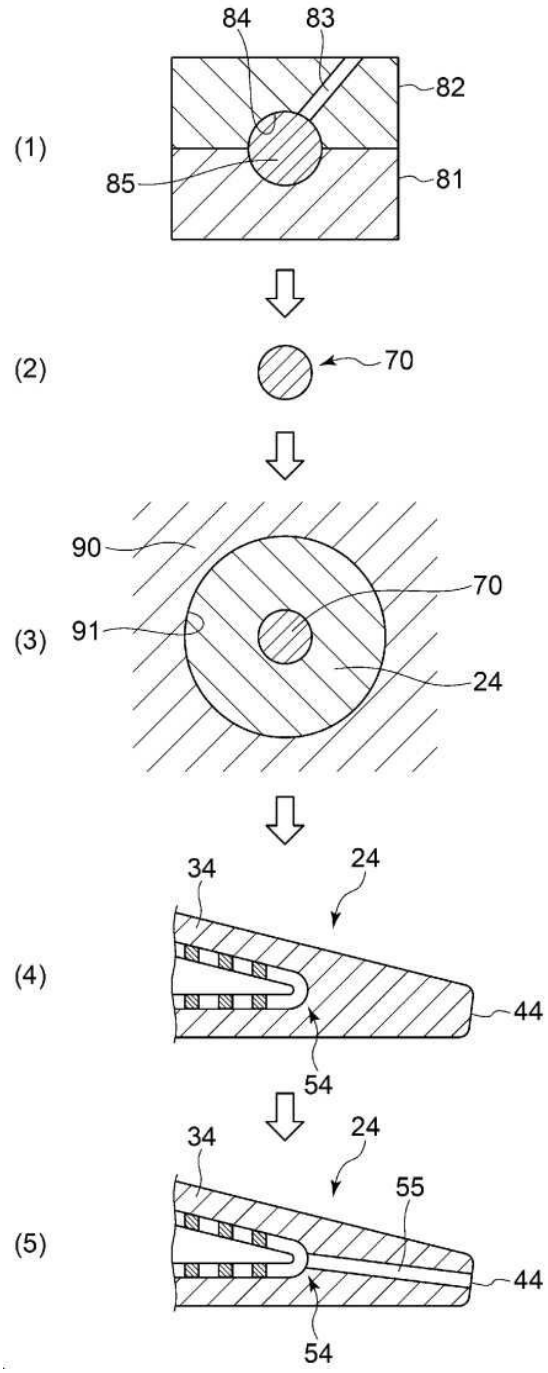
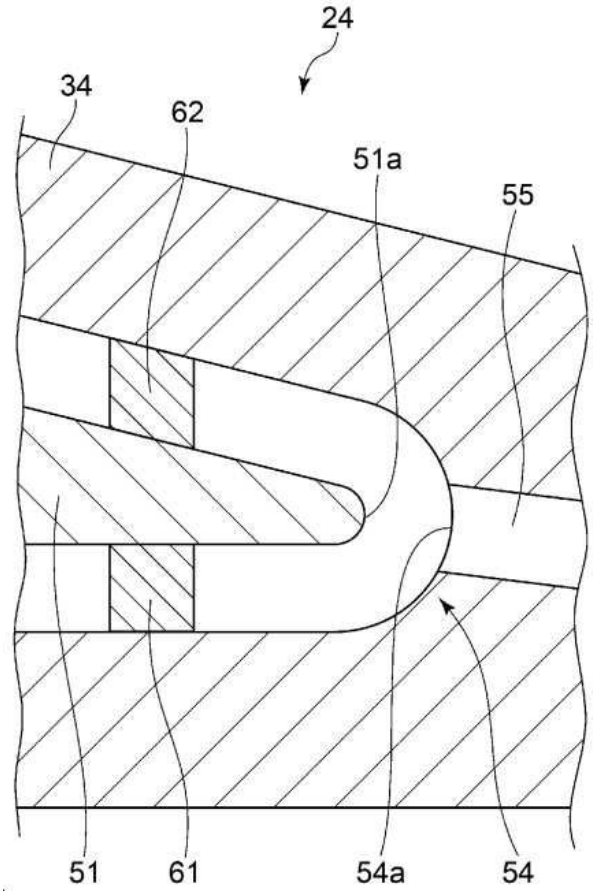


도면5





도면6



도면7