(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0090538
(43) 공개일자 2025년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01D 5/18 (2006.01) *F01D 25/26* (2006.01)
(52) CPC특허분류
F01D 5/183 (2013.01)
F01D 25/26 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0180278
(22) 출원일자 2023년12월13일
심사청구일자 2023년12월13일

(71) 출원인
국립창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
박희성
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 53호관 302호(퇴촌동)
권화빈
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 51호관 51211-1호
김덕형
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 51호관 51211-1호
(74) 대리인
김연권

전체 청구항 수 : 총 9 항

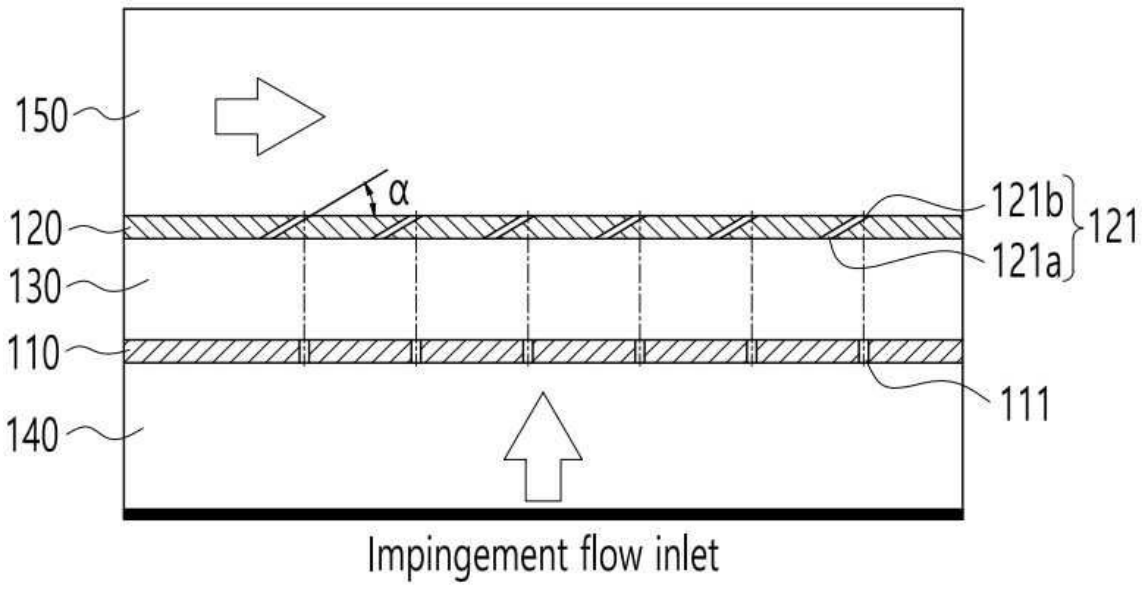
(54) 발명의 명칭 **냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조**

(57) 요 약

본 발명의 일측면에 따르면, 일면에 냉각제 공급로가 접하고 냉각제를 타면방향으로 토출하는 복수의 충돌냉각홀들이 형성되는 제1냉각판; 및 상기 제1냉각판에 대해 일정간격 이격 설치되고, 일면에 고온가스 유동로가 접하며 복수의 분사냉각홀들이 형성되는 제2냉각판;을 포함하고, 상기 제1냉각판 및 제2냉각판 사이에는 충돌냉각홀을

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



통해 분사된 냉각제의 교차흐름이 이루어지는 교차유로가 제공되며, 상기 제1냉각판의 충돌냉각홀의 분사각도는 90도이며, 평면상에서 보았을 때, 일정한 패턴의 행과 열을 갖는 4각 배열을 형성하고, 상기 충돌냉각홀의 형성 위치를 분사냉각홀의 출구에 대해 직하방의 동축 선상에 위치되도록 형성하며, 상기 분사냉각홀의 분사각도(α)는 30도이고, 분사냉각홀의 평면상 방향각도(β)는 0도이고, 상기 분사냉각홀 및 충돌냉각홀은 복수의 열을 형성하되, 홀수열(A1)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀과 짝수열(A2)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀은 상호 엇갈리도록 교차 배열되는 것을 특징으로 하는 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조가 제공될 수 있다.

(52) CPC특허분류

F01D 5/186 (2013.01)
F05D 2220/32 (2013.01)
F05D 2240/35 (2013.01)
F05D 2260/201 (2013.01)
F05D 2260/202 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415186444
과제번호	20214000000480
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지인력양성
연구과제명	청정가스복합화력발전 핵심요소기술 및 국산화 전문인재양성
기 여 율	1/1
과제수행기관명	창원대학교 산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2025.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

일면에 냉각제 공급로가 접하고 냉각제를 타면방향으로 토출하는 복수의 충돌냉각홀들이 형성되는 제1냉각판; 및

상기 제1냉각판에 대해 일정간격 이격 설치되고, 일면에 고온가스 유동로가 접하며 복수의 분사냉각홀들이 형성되는 제2냉각판;을 포함하고,

상기 제1냉각판 및 제2냉각판 사이에는 충돌냉각홀을 통해 분사된 냉각제의 교차흐름이 이루어지는 교차유로가 제공되며,

상기 제1냉각판의 충돌냉각홀의 분사각도는 90도이며, 평면상에서 보았을 때, 일정한 패턴의 행과 열을 갖는 4각 배열을 형성하고, 상기 충돌냉각홀의 형성위치를 분사냉각홀의 출구에 대해 직하방의 동축 선상에 위치되도록 형성하며, 상기 분사냉각홀의 분사각도(α)는 30도이고, 분사냉각홀의 평면상 방향각도(β)는 0도이고, 상기 분사냉각홀 및 충돌냉각홀은 복수의 열을 형성하되,

홀수열(A1)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀과 짝수열(A2)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀은 상호 엇갈리도록 교차 배열되는 것을 특징으로 하는 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 분사냉각홀의 지름을 de라 할 때, 같은 열에 형성되는 분사냉각홀 중심 간 거리를 3de로 형성하고, 충돌냉각홀 중심 간 거리를 3de로 형성하는 것을 특징으로 하는 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 짝수열(A2)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀의 중심 위치는 홀수열(A1)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀의 중심으로부터 1.5de 만큼 이격된 위치에 형성되는 것을 특징으로 하는 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2냉각판은 터빈의 블레이드 또는 연소기의 라이너 표면인 것을 특징으로 하는 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조.

청구항 5

일면에 냉각제 공급로가 접하고 냉각제를 타면방향으로 토출하는 복수의 충돌냉각홀들이 형성되는 제1냉각판; 및

상기 제1냉각판에 대해 일정간격 이격 설치되고, 일면에 고온가스 유동로가 접하며 복수의 분사냉각홀들이 형성되는 제2냉각판;을 포함하고,

상기 제1냉각판 및 제2냉각판 사이에는 충돌냉각홀을 통해 분사된 냉각제의 교차흐름이 이루어지는 교차유로가 제공되며,

상기 제1냉각판의 충돌냉각홀의 분사각도는 90도이며, 평면상에서 보았을 때, 일정한 패턴의 행과 열을 갖는 4각 배열을 형성하고, 상기 충돌냉각홀의 형성위치를 분사냉각홀의 출구에 대해 직하방의 동축 선상에 위치되도록 형성하며, 상기 분사냉각홀의 분사각도(α)는 30도이고, 분사냉각홀의 평면상 방향각도(β)는 ±30도이고, 상기 분사냉각홀 및 충돌냉각홀은 복수의 열을 형성하되,

홀수열(A1)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀들이 +30도 각도열을 이룰 때, 짝수열(A2)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀들은 -30도의 각도열을 이루도록 하여 홀수열(A1)과 짝수열(A2)이 상호 엇갈리도록 교차 배열되는 것을 특징으로 하는 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 분사냉각홀의 지름을 de라 할 때, 같은 열에 형성되는 분사냉각홀 중심 간 거리를 3de로 형성하고, 충돌냉각홀 중심 간 거리를 3de로 형성하는 것을 특징으로 하는 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 분사냉각홀의 평면상 방향각도(β)가 ±30도일 때, 같은 열에 배치되는 분사냉각홀의 입구와 충돌냉각홀의 상대위치는 냉각제의 유동 방향을 따라 상호 수평한 위치에 배치되도록 하는 것을 특징으로 하는 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 홀수열(A1)과 짝수열(A2)의 분사냉각홀 간의 간격은 분사냉각홀의 지름을 de라 할 때, 12de로 형성하는 것을 특징으로 하는 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 제2냉각판은 터빈의 블레이드 또는 연소기의 라이너 표면인 것을 특징으로 하는 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 교차된 냉각 홀의 배열에 의해 가스터빈 고온 부품인 연소기 및 블레이드 표면에 냉각제가 고르게 분포되도록 하여 냉각 성능이 개선되도록 한 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 터빈기관이란 증기, 가스와 같은 압축성 유체의 흐름을 이용하여 충격력 또는 반동력으로 회전력을 얻는 기계장치로, 증기를 이용하는 증기터빈 및 고온의 연소가스를 이용하는 가스터빈 등이 있다.

[0003] 이 중, 가스터빈은 크게 압축기와 연소기와 터빈으로 구성된다. 압축기는 공기를 도입하는 공기 도입구가 구비되고, 압축기 케이싱 내에 다수개의 압축기 베인과, 압축기 블레이드가 교대로 배치되어 있다. 외부로부터 도입된 공기는 복수 단으로 이루어진 회전하는 압축기 블레이드를 거치면서 점차로 압축되어 목표로 하는 압력까지 상승한다.

[0004] 연소기는 압축기에서 압축된 압축 공기에 대하여 연료를 공급하고 버너로 점화함으로써 고온고압의 연소 가스를 생성한다.

[0005] 터빈은 터빈 케이싱 내에 복수의 터빈 베인과, 터빈 블레이드가 교대로 배치되어 있다. 또한, 압축기와 연소기와 터빈 및 배기실의 중심부를 관통하도록 로터가 배치되어 있다.

[0006] 로터는 양단부가 베어링에 의해 회전 가능하게 지지된다. 그리고, 로터에 복수의 디스크가 고정되어, 각각의 블레이드가 연결되는 동시에, 배기실측의 단부에 발전기 등의 구동축이 연결된다.

[0007] 이러한 가스터빈은 4 행정 기관의 피스톤과 같은 왕복운동 기구가 없기 때문에 피스톤-실린더와 같은 상호 마찰 부분이 없어 윤활유의 소비가 극히 적으며 왕복 운동기계의 특징인 진폭이 대폭 감소되고, 고속운동이 가능한 장점이 있다.

[0008] 가스터빈의 작동에 대해서 간략하게 설명하면, 압축기에서 압축된 공기가 연료와 혼합되어 연소됨으로써 고온의 연소 가스가 만들어지고, 이렇게 만들어진 연소 가스는 터빈측으로 분사된다. 분사된 연소 가스가 상기 터빈 베인 및 터빈 블레이드를 통과하면서 회전력을 생성시키고, 이에 상기 로터가 회전하게 된다.

[0009] 가스터빈의 효율에 영향을 미치는 인자는 매우 다양하다. 근래의 가스터빈 개발에서는 연소기에서의 연소 효율 향상, 터빈 입구 온도의 상승을 통한 열역학적 효율의 향상, 압축기와 터빈에서의 공력 효율 향상 등 다양한 방면으로 연구가 진행되고 있다.

[0010] 발전용 산업 가스터빈의 등급(class)은 터빈 입구 온도(TIT, Turbine Inlet Temperature)로 구분할 수 되는데, 현재 G 등급과 H 등급의 가스터빈이 선두 자리를 차지하고 있으며, 가장 최신의 가스터빈은 J 등급에 도달한 예도 발견된다.

[0011] 가스터빈의 등급이 높을수록 효율과 터빈 입구 온도는 모두 올라가는데, H 등급의 가스터빈은 터빈 입구 온도가 1,500℃에 달하기 때문에 그만큼 내열소재의 개발과 냉각기술의 발전이 요구된다.

[0012] 내열 설계는 가스터빈 전반에 걸쳐 필요한데, 고온의 연소 가스가 발생하고 유동하는 연소기와 터빈에서 특히 중요하다. 가스터빈의 냉각은 압축기에서 만들어진 압축 공기를 이용하는 공랭식인데, 터빈은 몇 개의 스테이지에 걸쳐 회전하는 터빈 블레이드 사이에 터빈 베인이 고정 배치되는 복잡한 구조로 인해 냉각 설계가 더욱 어려운 점이 많다.

[0013] 터빈 베인과 터빈 블레이드에는 고온의 열 응력 환경으로부터 이를 보호하고자 수많은 냉각 홀과 냉각 슬롯이 형성되어 있으며, 그 내부에는 압축 공기가 흐르는 유로가 길이방향(반경 방향)을 따라 구불구불하게 형성되어 있다.

[0014] 이런 유로를 사행 유로(Serpentine Cooling Path)라 부르며, 사행 유로를 흐르는 압축 공기는 터빈 베인과 터빈 블레이드의 곳곳을 냉각하는 한편 냉각 홀과 냉각 슬롯과도 연결되어 충돌 냉각(충돌제트 냉각)과 필름 냉각을 일으키게 된다.

[0015] 충돌 냉각은 고압의 압축 공기가 고온 부재 표면에 직접 충돌하여 냉각을 일으키는 것이고, 필름 냉각은 고온환경에 노출된 부재 표면에 열전도율이 매우 낮은 공기층을 얇게 형성함으로써 냉각과 함께 고온 환경으로부터의 열전달을 억제하는 것이다. 터빈 베인과 터빈 블레이드에 있어서는, 그 내면에서는 충돌 냉각을 일으키고, 고온의 연소 가스가 흐르는 외면에서는 필름 냉각을 일으키는 복합적인 냉각을 수행하고 있으며, 이를 통해 고온 환경으로부터 보호할 수 있게 된다.

[0016] 충돌제트 냉각을 넓은 면적에 적용하기 위해서는 여러 개의 충돌 냉각홀이 하나의 냉각 유로에 대해 열을 이루도록 배치된 배열 충돌제트 냉각구조를 설계할 필요가 있다. 그런데, 배열 충돌제트 냉각구조에서는 냉각 표면에 충돌한 제트가 벽면을 따라 유로 출구로 향하는 횡방향 유동(횡단류)이 발생하면서 하류 측으로 갈수록 충돌제트의 분사방향을 점점 더 유로 출구쪽으로 편향시키는 현상이 발생한다. 이러한 충돌제트의 편향은 유로 출구가 한쪽 방향에만 형성되어 있는 경우에 더욱 강하게 발생하며, 충돌제트의 편향으로 인해 불균일한 열전달 분포를 초래하는 문제가 있다.

[0017] 가스터빈 엔진에서 고온에 노출되는 부품의 온도를 조절하는 방법으로 충돌 냉각과 분사 냉각 기술이 사용되고 있다. 충돌 냉각은 높은 속도의 냉각매체가 열을 받는 표면에 충격하여 열을 제거하는 방식이다. 분사 냉각은 부품의 표면에 작은 구멍을 만들어, 냉각매체가 이 구멍을 통해 유출되면서 열을 제거하는 방식이다. 이러한 충돌 냉각 및 분사 냉각을 결합한 냉각방식을 충돌/분사 냉각(이중벽 냉각) 구조라고 한다.

[0018] 그러나, 기존의 충돌/분사 냉각 기술은 냉각 효율이 떨어져 이에 대한 개선이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0019] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 10-2502652호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0020] 본 발명은 종래의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 그 목적은 교차된 냉각 홀의 배열에 의해 가스터빈 고온 부품인 연소기 및 블레이드 표면에 냉각제가 고르게 분포되도록 하여 냉각 성능이 개선되도록 한 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조를 제공함에 있다.

[0021] 본 발명의 다른 목적은 분사냉각홀에 교차 방향각을 적용하여 냉각제가 냉각 대상표면에서 박리되는 리프트 오프(lift off) 현상이 억제되도록 한 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0022] 본 발명의 일측면에 따르면, 일면에 냉각제 공급로가 접하고 냉각제를 타면방향으로 토출하는 복수의 충돌냉각홀들이 형성되는 제1냉각판; 및 상기 제1냉각판에 대해 일정간격 이격 설치되고, 일면에 고온가스 유동로가 접하며 복수의 분사냉각홀들이 형성되는 제2냉각판;을 포함하고, 상기 제1냉각판 및 제2냉각판 사이에는 충돌냉각홀을 통해 분사된 냉각제의 교차흐름이 이루어지는 교차유로가 제공되며, 상기 제1냉각판의 충돌냉각홀의 분사각도는 90도이며, 평면상에서 보았을 때, 일정한 패턴의 행과 열을 갖는 4각 배열을 형성하고, 상기 충돌냉각홀의 형성위치를 분사냉각홀의 출구에 대해 직하방의 동축 선상에 위치되도록 형성하며, 상기 분사냉각홀의 분사각도(α)는 30도이고, 분사냉각홀의 평면상 방향각도(β)는 0도이고, 상기 분사냉각홀 및 충돌냉각홀은 복수의 열을 형성하되, 홀수열(A1)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀과 짝수열(A2)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀은 상호 엇갈리도록 교차 배열되는 것을 특징으로 하는 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조가 제공될 수 있다.

[0023] 또한, 상기 분사냉각홀의 지름을 de라 할 때, 같은 열에 형성되는 분사냉각홀 중심 간 거리를 3de로 형성하고, 충돌냉각홀 중심 간 거리를 3de로 형성할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 짝수열(A2)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀의 중심 위치는 홀수열(A1)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀의 중심으로부터 1.5de 만큼 이격된 위치에 형성될 수 있다.

[0025] 또한, 상기 제2냉각판은 터빈의 블레이드 또는 연소기의 라이너 표면일 수 있다.

[0026] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 일면에 냉각제 공급로가 접하고 냉각제를 타면방향으로 토출하는 복수의 충돌냉각홀들이 형성되는 제1냉각판; 및 상기 제1냉각판에 대해 일정간격 이격 설치되고, 일면에 고온가스 유동로가 접하며 복수의 분사냉각홀들이 형성되는 제2냉각판;을 포함하고, 상기 제1냉각판 및 제2냉각판 사이에는 충돌냉각홀을 통해 분사된 냉각제의 교차흐름이 이루어지는 교차유로가 제공되며, 상기 제1냉각판의 충돌냉각홀의 분사각도는 90도이며, 평면상에서 보았을 때, 일정한 패턴의 행과 열을 갖는 4각 배열을 형성하고, 상기 충돌냉각홀의 형성위치를 분사냉각홀의 출구에 대해 직하방의 동축 선상에 위치되도록 형성하며, 상기 분사냉각홀의 분사각도(α)는 30도이고, 분사냉각홀의 평면상 방향각도(β)는 ±30도이고, 상기 분사냉각홀 및 충돌냉각홀은 복수의 열을 형성하되, 홀수열(A1)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀들이 +30도 각도열을 이룰 때, 짝수열(A2)의 분사냉각홀 및 충돌냉각홀들은 -30도의 각도열을 이루도록 하여 홀수열(A1)과 짝수열(A2)이 상호 엇갈리도록 교차 배열되는 것을 특징으로 하는 냉각 홀의 교차 배열을 이용한 이중벽 냉각구조가 제공될 수 있다.

[0027] 또한, 상기 분사냉각홀의 지름을 de라 할 때, 같은 열에 형성되는 분사냉각홀 중심 간 거리를 3de로 형성하고,

충돌냉각홀 중심 간 거리를 3de로 형성할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 분사냉각홀의 평면상 방향각도(β)가 ±30도일 때, 같은 열에 배치되는 분사냉각홀의 입구와 충돌냉각홀의 상대위치는 냉각제의 유동 방향을 따라 상호 수평한 위치에 배치되도록 할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 홀수열(A1)과 짝수열(A2)의 분사냉각홀 간의 간격은 분사냉각홀의 지름을 de라 할 때, 12de로 형성할 수 있다.

[0030] 또한, 상기 제2냉각판은 터빈의 블레이드 또는 연소기의 라이너 표면일 수 있다.

발명의 효과

[0031] 본 발명은 교차된 냉각 홀의 배열에 의해 가스터빈 고온 부품인 연소기 및 블레이드 표면에 냉각제가 고르게 분포되도록 하여 냉각 성능이 개선되는 효과를 갖는다.

[0032] 또한, 본 발명은 홀수열과 짝수열의 분사냉각홀들이 상호 교차 방향각을 갖도록 형성함으로써, 냉각제가 냉각 대상표면에서 박리되는 리프트 오프(lift off) 현상이 억제되도록 하여 압력 강하 대비 냉각 성능을 개선할 수 있고, 가스터빈 고온 부품의 열적 안정성을 개선할 수 있는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명에 따른 이중벽 냉각구조를 도시한 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각홀 배열을 나타낸 평면도이다.

도 3은 도 2의 상세도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이중벽 냉각구조의 냉각홀 배열을 나타낸 평면도이다.

도 5는 도 4의 상세도이다.

도 6내지 도 9는 본 발명에 따른 분사냉각홀의 방향각도(β) 설정 전, 후를 비교한 시뮬레이션 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하 첨부된 도면을 참조하여, 바람직한 실시예에 따른 본 발명에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서, 동일한 구성에 대해서는 동일부호를 사용하며, 반복되는 설명, 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 발명의 실시형태는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.

[0035] 도 1은 본 발명에 따른 이중벽 냉각구조를 도시한 단면도이다.

[0036] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 이중벽 냉각구조는 제1냉각판(110) 및 제2냉각판(120)이 일정간격 이격 설치될 수 있다.

[0037] 이때, 상기 제1냉각판(110) 측에는 냉각제 공급로(150)가 접하고, 상기 제2냉각판(120) 측에는 고온가스 유동로(140)가 접하게 된다.

[0038] 이때, 상기 제2냉각판(120)은 터빈의 블레이드 또는 연소기의 라이너 표면일 수 있다.

[0039] 또한, 상기 제1냉각판(110)에는 다수의 충돌냉각홀(111)들이 형성될 수 있다. 이때, 상기 충돌냉각홀(111)의 분사각도는 90도이며, 평면상에서 보았을 때, 일정한 패턴의 행과 열을 갖는 4각 배열의 형태로 이루어질 수 있다.

[0040] 상기 제1냉각판(110) 및 제2냉각판(120) 사이에는 충돌냉각홀(111)을 통해 분사된 냉각제의 교차흐름이 이루어지는 교차유로(130)가 제공될 수 있다.

[0041] 상기 제2냉각판(120)은 일면이 고온가스 유동로(140)에 접하는 동시에 다른 일면이 냉각제의 공급이 이루어지는 교차유로(130)에 접하게 된다.

[0042] 이때, 상기 제2냉각판(120)에는 교차유로(130)의 냉각제를 고온가스 유동로(140)측으로 분사되도록 하는 복수의 분사냉각홀(121)들이 형성될 수 있다.

[0043] 이때, 상기 분사냉각홀(121)을 통해 분사된 냉각제는 최대한 제2냉각판(120) 표면에 접촉된 상태로 분사되도록 함으로써, 제2냉각판(120) 표면의 냉각효율이 향상되도록 할 수 있다.

[0044] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각홀 배열을 나타낸 평면도이며, 도 3은 도 2의 상세도이다.

[0045] 도 2, 도 3을 참조하면, 분사냉각홀(121)의 분사각도(α)는 30도이고, 분사냉각홀(121)의 평면상 방향각도(β)는 0도이며, 충돌냉각홀(111)의 분사각도는 90도인 이중벽 냉각구조가 도시된다.

[0046] 이때, 충돌냉각홀(111)의 형성위치를 분사냉각홀(121)의 출구(121b)에 대해 직하방의 동축 선상에 위치되도록 형성할 수 있다.

[0047] 이때, 상기 분사냉각홀(121) 및 충돌냉각홀(111)은 복수의 열을 형성할 수 있고, 홀수열(A1)의 분사냉각홀(121) 및 충돌냉각홀(111)과 짝수열(A2)의 분사냉각홀(121) 및 충돌냉각홀(111)은 상호 엇갈리도록 교차 배열될 수 있다.

[0048] 이때, 상기 분사냉각홀의 지름을 de라 할 때, 같은 열에 형성되는 분사냉각홀(121) 중심 간 거리를 3de로 형성할 수 있고, 마찬가지로 충돌냉각홀(111) 중심 간 거리 또한 3de로 형성할 수 있다.

[0049] 또한, 상기 엇갈려서 배치되는 짝수열(A2)의 분사냉각홀(121) 및 충돌냉각홀(111)의 중심 위치는 홀수열(A1)의 분사냉각홀(121) 및 충돌냉각홀(111)의 중심으로부터 1.5de 만큼 이격된 위치에 형성되도록 할 수 있다.

[0050] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이중벽 냉각구조의 냉각홀 배열을 나타낸 평면도이고, 도 5는 도 4의 상세도이다.

[0051] 도 4, 도 5를 참조하면, 분사냉각홀(121)의 분사각도(α)는 30도이고, 분사냉각홀(121)의 평면상 방향각도(β)는 ±30도이며, 충돌냉각홀(111)의 분사각도는 90도인 이중벽 냉각구조가 도시된다.

[0052] 이때, 충돌냉각홀(111)의 형성위치를 분사냉각홀(121)의 출구(121b)에 대해 직하방의 동축 선상에 위치되도록 형성할 수 있다.

[0053] 이때, 상기 분사냉각홀(121) 및 충돌냉각홀(111)은 복수의 열을 형성할 수 있고, 홀수열(A1)의 분사냉각홀(121) 및 충돌냉각홀(111)들이 +30도 각도열을 이룰 때, 짝수열(A2)의 분사냉각홀(121) 및 충돌냉각홀(111)들은 -30도의 각도열을 이루도록 하여 홀수열(A1)과 짝수열(A2)이 상호 엇갈리도록 교차 배열될 수 있다.

[0054] 도 5를 참조하면, 상기 분사냉각홀(121)의 지름을 de라 할 때, 같은 열에 형성되는 분사냉각홀(121) 중심 간 거리를 3de로 형성할 수 있고, 마찬가지로 충돌냉각홀(111) 중심 간 거리 또한 3de로 형성할 수 있다. 이는 도 2를 통해서 개시되고 있는 본 발명의 일 실시예에서와 동일한 간격이 유지되도록 하는 것이다.

[0055] 이때, 상기 분사냉각홀(121)의 평면상 방향각도(β)가 ±30도일 때, 같은 열에 배치되는 분사냉각홀(121)의 입구(121a)와 충돌냉각홀(111)의 상대위치는 냉각제의 유동 방향을 따라 상호 수평한 위치에 배치되도록 할 수 있다.

[0056] 이와 같은 배치는 도 5에서 보는 바와 같이 충돌냉각홀(111)의 위치가 분사냉각홀(121)의 입구(121a)와 가까워지는 결과로 이어지게 되고, 이러한 구조는 충돌냉각홀(111)에서 분사된 냉각제(냉각제)를 가까운 분사냉각홀(121) 방향으로 일정하게 흐르게 함으로써, 냉각 성능을 개선시킬 수 있게 된다.

[0057] 도 5에서 보는 바와 같이 홀수열(A1)과 짝수열(A2)의 간격 즉, 분사냉각홀(121) 간의 간격은 분사냉각홀(121)의 지름을 de라 할 때, 12de로 형성할 수 있다. 이와 같은 설계 변수 값을 맞추기 위해서 제2냉각판(120)의 두께가 변경될 수 있고, 이에 따라 분사냉각홀(121)의 각도 또한 변경될 수 있다.

[0058] 여기서, 상기 제2냉각판(120)은 라이너 또는 블레이드 표면일 수 있다.

[0059] 도 6내지 도 9는 본 발명에 따른 분사냉각홀의 방향각도(β) 설정 전, 후를 비교한 시뮬레이션 결과이다.

[0060] 도 5를 참조하면, BR값이 3.3, 5.5, 7.4의 실험에서 모두 방향각도(β) 설정 전보다, 설정후에서 냉각 효율이 증가되었음을 보여준다.

[0061] 도 6을 참조하면, BR값이 3.3, 5.5, 7.4의 실험에서 모두 방향각도(β) 설정 전보다, 설정후에서 말굽 와류가 억제되는 것을 보여준다.

[0062] 도 7을 참조하면, BR값이 3.3, 5.5, 7.4의 실험에서 모두 방향각도(β) 설정 전보다, 설정후에서 열전달 성능이

증가되었음을 보여준다.

[0063] 도 8을 참조하면, BR값이 3.3, 4.3, 5.5, 6.3, 7.3의 실험에서 모두 방향각도(β) 설정 전보다, 설정후에서 분사/냉각 구조의 전체 냉각 성능이 평균적으로 21.2 % 증가함을 보여준다.

[0064] 앞서 살펴본 바와 같은 본 발명은 교차된 냉각 홀의 배열에 의해 가스터빈 고온 부품인 연소기 및 블레이드 표면에 냉각제가 고르게 분포되도록 하여 냉각 성능이 개선되며, 특히 홀수열과 짝수열의 분사냉각홀들이 상호 교차 방향각을 갖도록 형성함으로써, 냉각제가 냉각 대상표면에서 박리되는 리프트 오프(lift off) 현상이 억제되도록 하여 압력 강하 대비 냉각 성능을 개선할 수 있고, 가스터빈 고온 부품의 열적 안정성을 개선할 수 있다.

[0065] 본 발명의 실시예에 따르면, 분사냉각홀의 교차배열을 이용함에 따라 홀수열에서 발생하는 냉각 취약부를 짝수열에서 보상해주기 때문에 전체면적에 대한 균일한 냉각이 이루어지게 된다.

[0066] 또한, 분사냉각홀의 방향각을 교차로 변화시켜 냉각제의 리프트 오프(lift off) 현상을 억제할 수 있고, 방향각 적용에 의해 수평 방향의 냉각제 유속이 감소하고 그에 따라서 냉각제는 연소기 및 블레이드 표면에 잘 부착될 수 있다.

[0067] 또한, 본 발명은 방향각 적용에 의해 분사냉각홀의 입구와 충돌냉각홀의 출구의 거리가 가까워지게 되어 충돌냉각홀에서 분사된 냉각제가 한쪽방향으로 균일한 유동 패턴을 가지게 되고 그에 따라서 충돌 냉각 성능이 증가할 수 있게 된다.

[0068] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0069] 110: 제1냉각판 111: 충돌냉각홀

120: 제2냉각판 121: 분사냉각홀

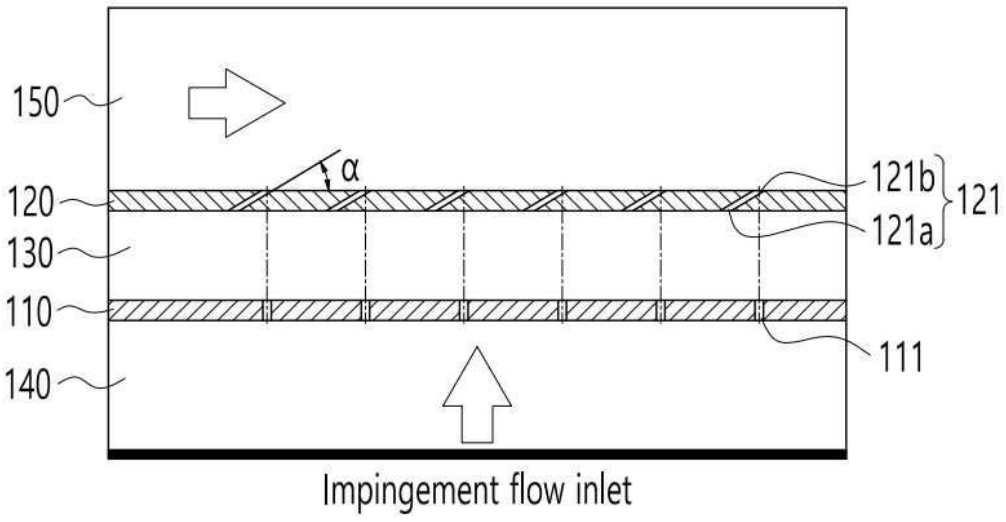
121a: 냉각홀입구 121b: 냉각홀출구

130: 교차유로 140: 고온가스 유동로

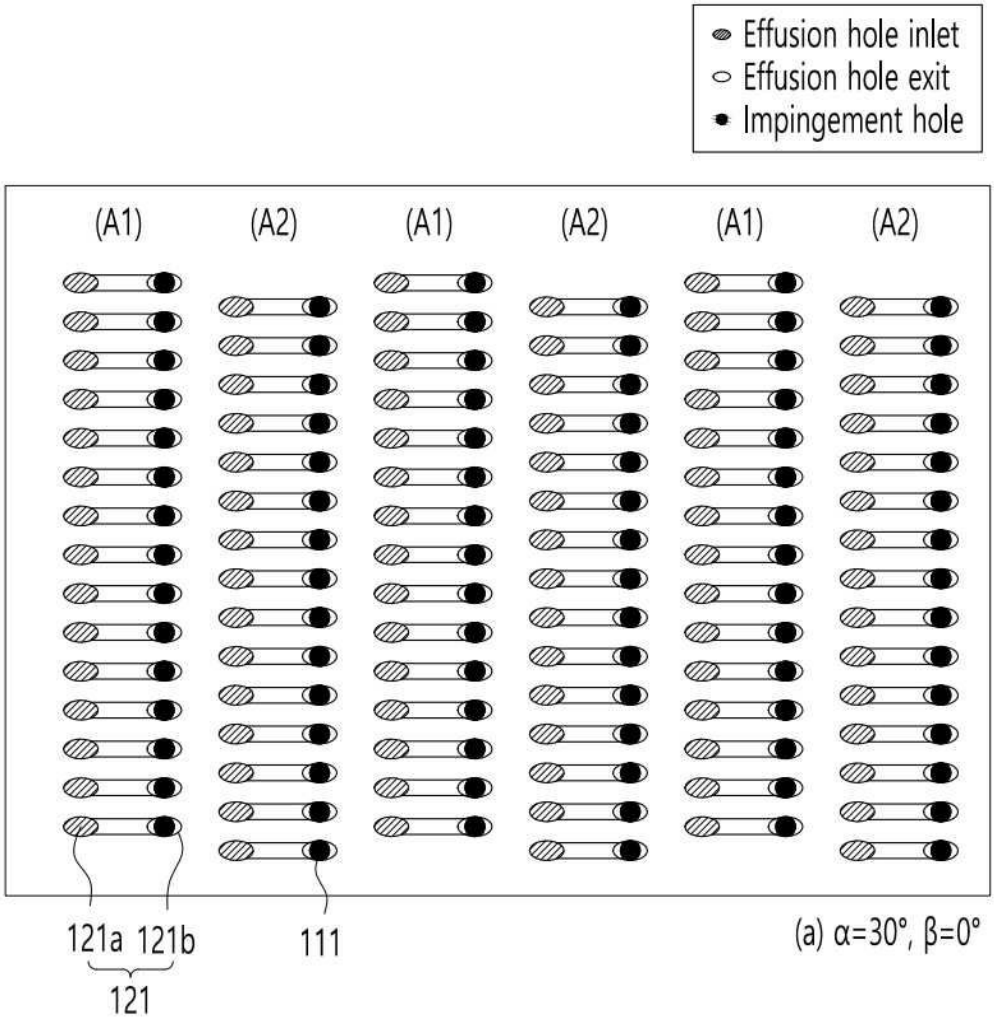
150: 냉각제 공급로

도면

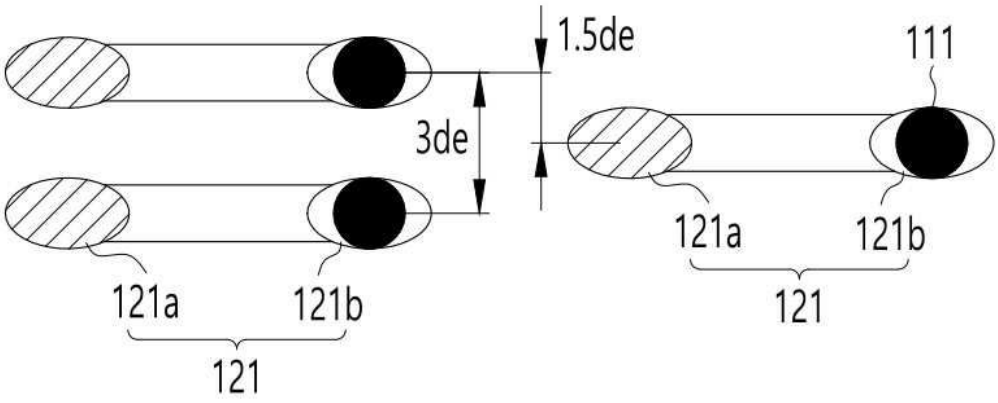
도면1



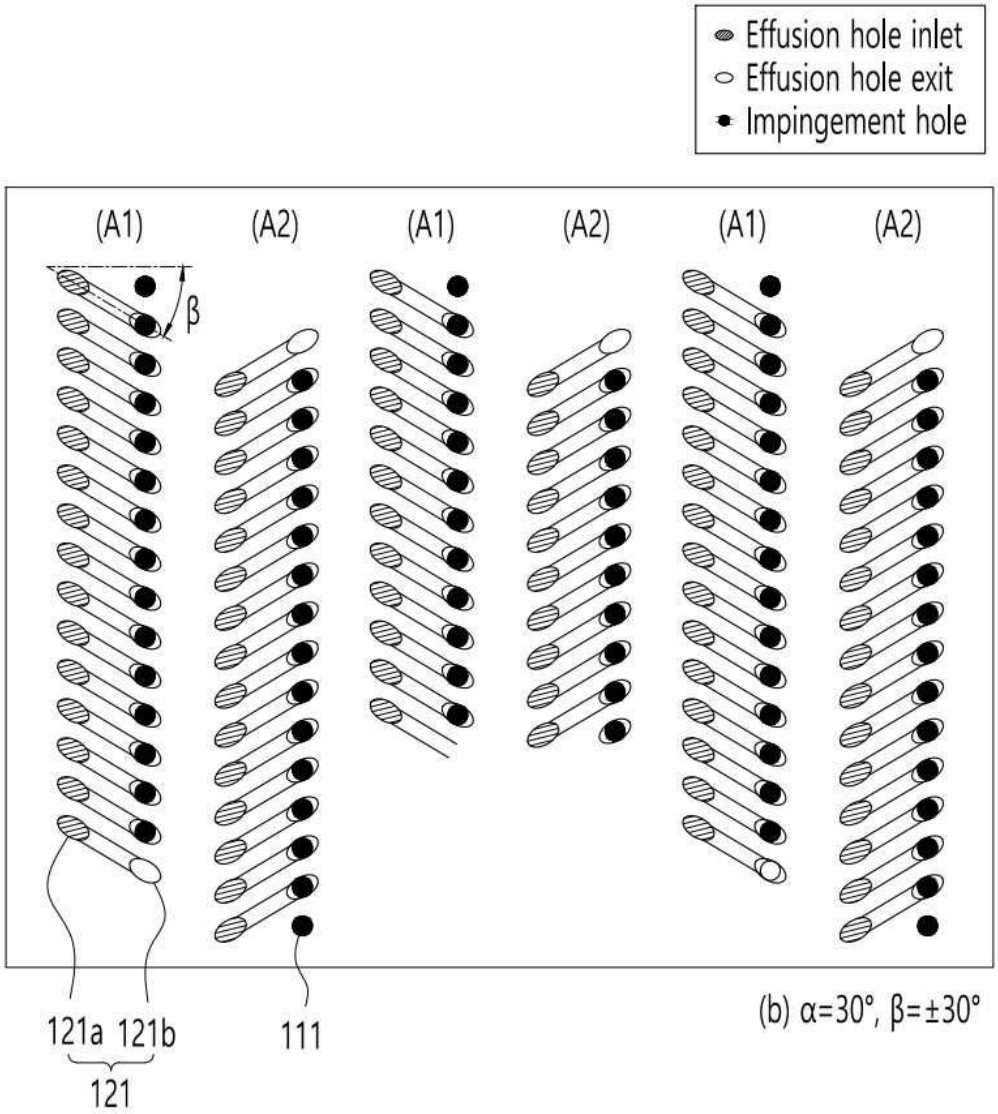
도면2


Effusion hole inlet
Effusion hole exit
Impingement hole
(A1)
(A2)
(A1)
(A2)
(A1)
(A2)
121a
121b
121
111
(a) α=30°, β=0°

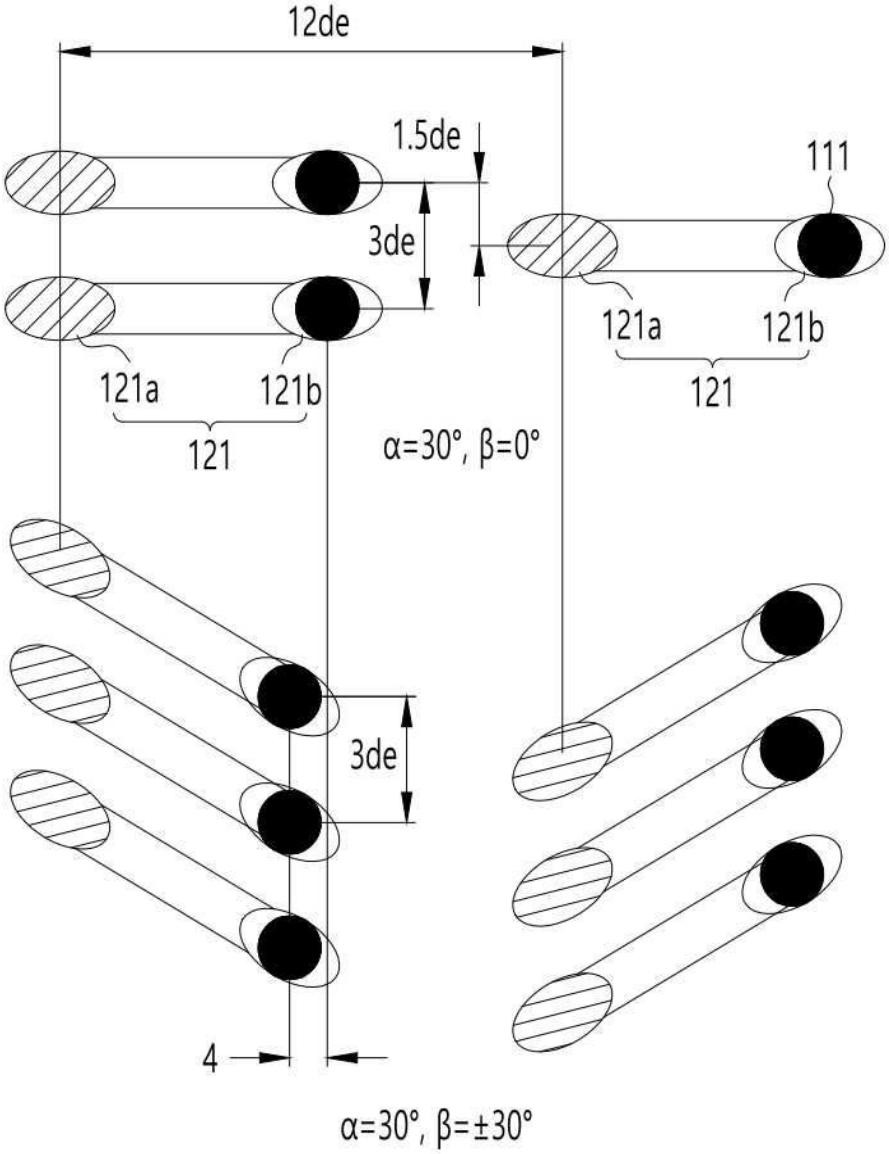
도면3


1.5de
3de
111
121a
121b
121
121a
121b
121

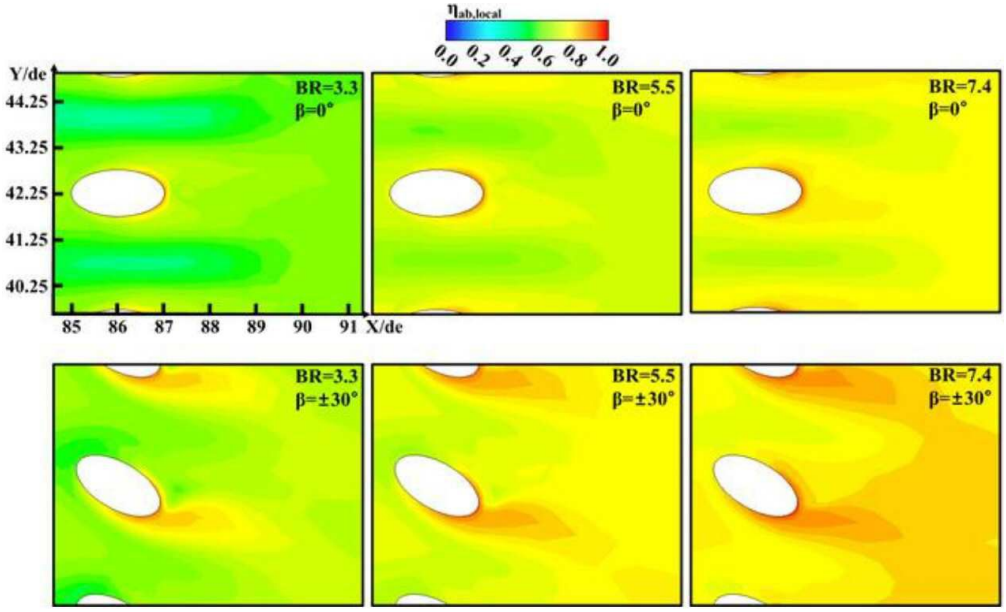
도면4


Effusion hole inlet
Effusion hole exit
Impingement hole
(A1)
(A2)
(A1)
(A2)
(A1)
(A2)
β
121a
121b
121
111
(b) α=30°, β=±30°

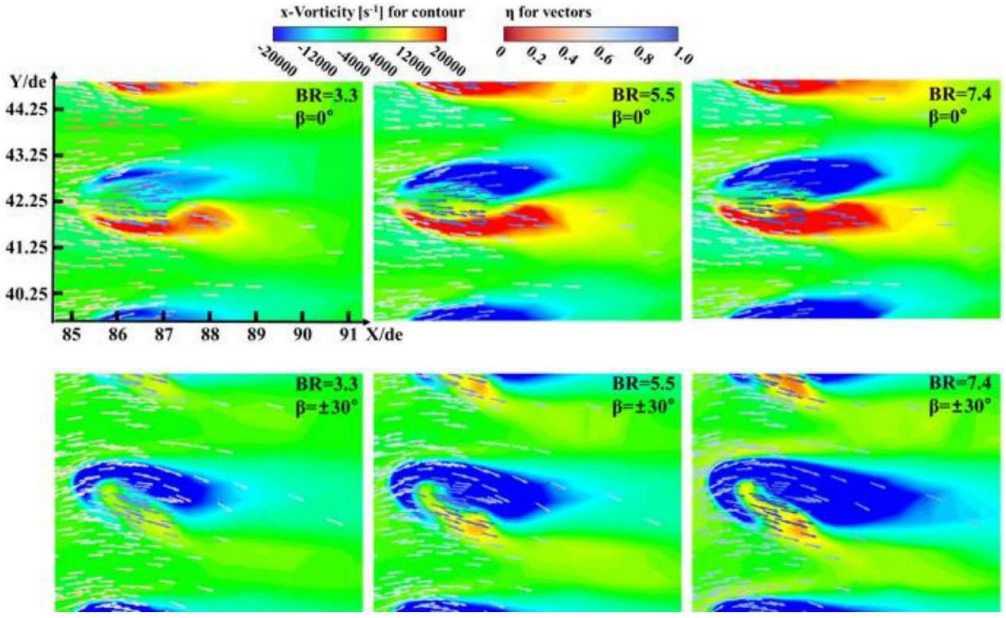
도면5


12de
1.5de
3de
111
121a
121b
121
121a
121b
121
α=30°, β=0°
3de
4
α=30°, β=±30°

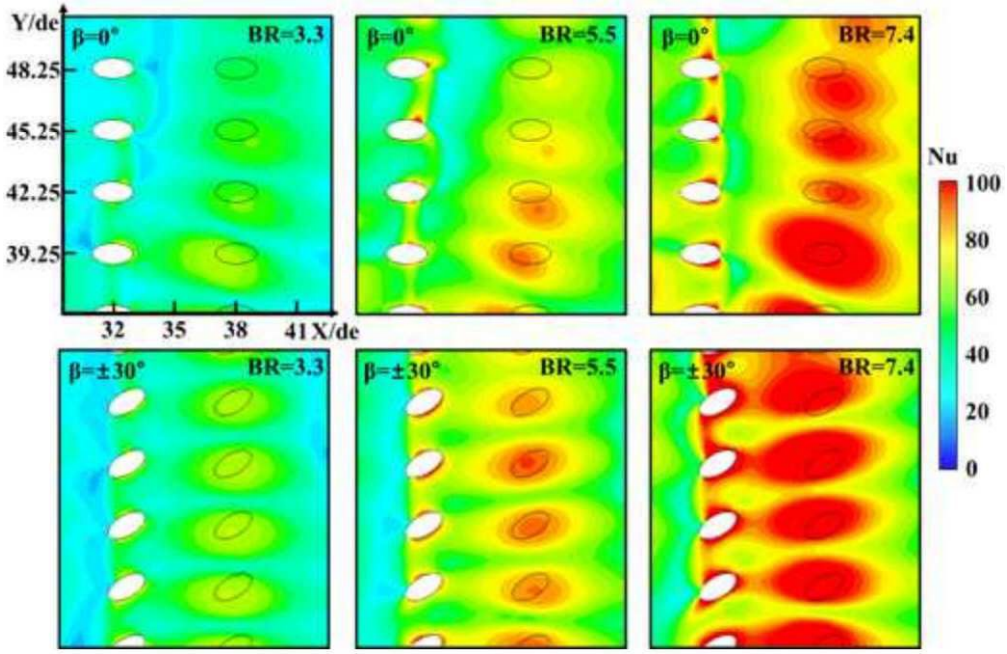
도면6


ηlab,local
0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0
Y/de
44.25
43.25
42.25
41.25
40.25
85 86 87 88 89 90 91 X/de
BR=3.3
β=0°
BR=5.5
β=0°
BR=7.4
β=0°
BR=3.3
β=±30°
BR=5.5
β=±30°
BR=7.4
β=±30°

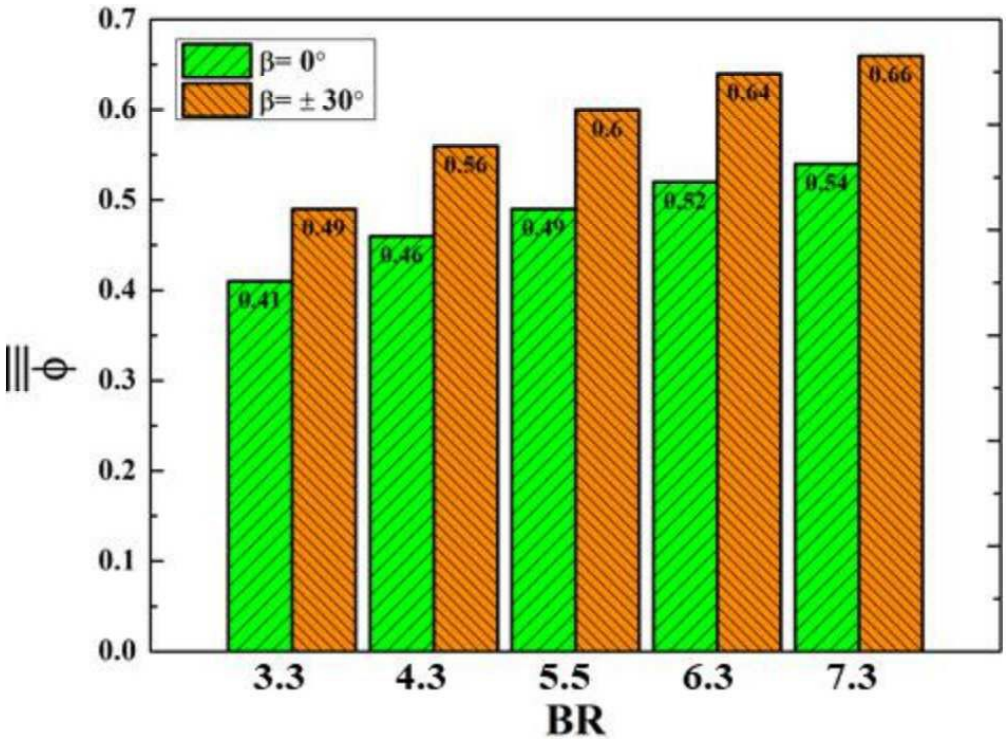
도면7


x-Vorticity [s-1] for contour
-20000 -12000 -4000 4000 12000 20000
η for vectors
0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0
Y/de
44.25
43.25
42.25
41.25
40.25
85 86 87 88 89 90 91 X/de
BR=3.3
β=0°
BR=5.5
β=0°
BR=7.4
β=0°
BR=3.3
β=±30°
BR=5.5
β=±30°
BR=7.4
β=±30°

도면8


Y/de
48.25
45.25
42.25
39.25
32
35
38
41 X/de
β=0°
BR=3.3
β=0°
BR=5.5
β=0°
BR=7.4
β=±30°
BR=3.3
β=±30°
BR=5.5
β=±30°
BR=7.4
Nu
100
80
60
40
20
0

도면9


0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
β= 0°
β= ± 30°
0.41
0.49
0.46
0.56
0.49
0.6
0.52
0.64
0.54
0.66
3.3
4.3
5.5
6.3
7.3
BR