



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년02월21일

(11) 등록번호 10-2502652

(24) 등록일자 2023년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01D 25/12 (2006.01) *F01D 5/18* (2006.01)
F01D 9/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류
F01D 25/12 (2013.01)
F01D 5/186 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0137963

(22) 출원일자 2020년10월23일

심사청구일자 2020년10월23일

(65) 공개번호 10-2022-0053803

(43) 공개일자 2022년05월02일

(56) 선행기술조사문헌

JP2015063997 A*

JP11159301 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

두산에너지빌리티 주식회사

경상남도 창원시 성산구 두산볼보로 22 (귀곡동)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

이창용

세종특별자치시 나리1로 15, 306동 103호(한솔동, 첫마을3단지)

조형희

서울특별시 용산구 서빙고로 35, 103동 2902호(한강로3가, 용산시티파크1단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 천지, 윤병국, 이영규

전체 청구항 수 : 총 10 항

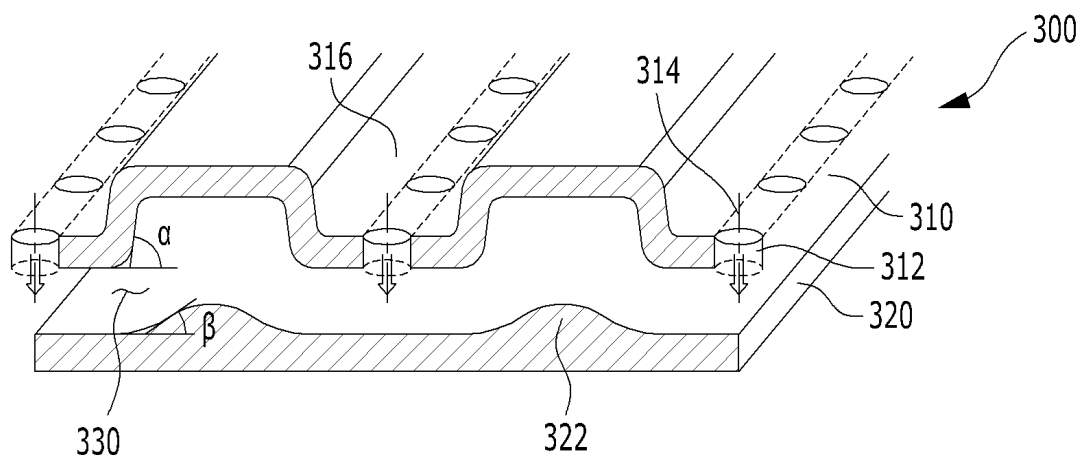
심사관 : 박행란

(54) 발명의 명칭 물결 형태 유로를 구비한 배열 충돌제트 냉각구조

(57) 요약

개시되는 발명은 배열 충돌제트 냉각구조에 관한 것으로서, 제1 벽 및 상기 제1 벽과 마주보는 제2 벽 사이에 유동 채널이 형성되고, 상기 제1 벽에는 상기 유동 채널을 따라 복수의 충돌 냉각홀이 이격 배치되며, 상기 제2 벽의 표면에는 상기 복수의 충돌 냉각홀의 분사 축 사이의 공간마다 볼록하게 돌출된 유동 다이버터(diverter)가 구비되는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

F01D 9/023 (2013.01)

F05D 2240/35 (2013.01)

F05D 2260/202 (2013.01)

(72) 발명자

방민호

경기도 김포시 김포한강11로 287, 201동 902호(운양동, 한강신도시e편한세상)

김태현

경기도 수원시 장안구 읍전로98번길 13, 301호(읍전동)

송호섭

서울특별시 마포구 백범로 82, 103동 202호(대흥동, 동양엔파트)

명세서

청구범위

청구항 1

제1 벽과, 상기 제1 벽과 마주보는 제2 벽 사이에 유동 채널이 형성되고,
 상기 제1 벽에는 상기 유동 채널을 따라 복수의 충돌 냉각홀이 이격 배치되며,
 상기 제2 벽의 표면에는 상기 복수의 충돌 냉각홀의 분사 축 사이의 공간마다 불록하게 돌출된 유동 다이버터(diverter)가 구비되고,
 상기 제1 벽은 상기 유동 다이버터 사이의 공간을 향해 오목하게 함몰된 만입부가 상기 유동 채널을 따라 복수개 형성되며,
 상기 충돌 냉각홀은 상기 만입부 안에 배치되고,
 상기 만입부가 상기 제1 벽에 대해 이루는 각도는, 상기 유동 다이버터가 상기 제2 벽에 대해 이루는 각도보다 더 크며,
 상기 분사 축을 포함하는 평면에 대한 상기 유동 다이버터의 단면 형상은, 양 측면이 능선을 형성하는 산형이고,
 상기 유동 다이버터에는, 상기 양 측면의 능선을 관통하며, 분사 제트가 상기 제2 벽에 충돌한 이후에 충돌면을 따라 흐르며 발달되는 벽제트의 일부를 횡으로 통과시켜서 유로 출구로 향하기 위한 우회 채널이 형성되며,
 상기 우회 채널은 상기 유동 채널을 따라서 길게 형성된 것을 특징으로 하는 배열 충돌제트 냉각구조.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 분사 축을 포함하는 평면에 대한 상기 유동 다이버터의 단면 형상은, 상기 능선이 평면을 이루는 것을 특징으로 하는 배열 충돌제트 냉각구조.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 능선이 만나는 정상은 평면을 이루는 것을 특징으로 하는 배열 충돌제트 냉각구조.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 분사 축을 포함하는 평면에 대한 상기 유동 다이버터의 단면 형상은, 연속된 곡면을 이루는 산형인 것을 특징으로 하는 배열 충돌제트 냉각구조.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 유동 다이버터의 중심 축은 상기 만입부 사이의 중앙부를 향하고,

또한 상기 충돌 냉각홀의 분사 축은 상기 유동 다이버터 사이의 중앙부를 향하는 것을 특징으로 하는 배열 충돌 제트 냉각구조.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 우회 채널의 유동 축은 인접한 충돌 냉각홀의 분사 축을 가로지르도록 배치되는 것을 특징으로 하는 배열 충돌제트 냉각구조.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제1 벽은 저온 벽이고, 상기 제2 벽은 고온 벽인 것을 특징으로 하는 배열 충돌제트 냉각구조.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 벽은 연소기의 플로우 슬리브이고, 상기 제2 벽은 연소기의 라이너 또는 트랜지션 피스인 것을 특징으로 하는 배열 충돌제트 냉각구조.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 제1 벽은 터빈 베인의 공동부를 형성하는 내부 벽이고, 상기 제2 벽은 상기 내부 벽에 대해 이격되고 터빈 베인의 외형을 이루는 외부 벽인 것을 특징으로 하는 배열 충돌제트 냉각구조.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 제1 벽은 터빈 블레이드의 공동부를 형성하는 내부 벽이고, 상기 제2 벽은 상기 내부 벽에 대해 이격되고 터빈 블레이드의 외형을 이루는 외부 벽인 것을 특징으로 하는 배열 충돌제트 냉각구조.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배열 충돌제트 냉각구조에 관한 것으로서, 여러 개의 충돌 냉각홀이 하나의 냉각 유로에 대해 열을 이루도록 배치된 배열 충돌제트 냉각구조에서 발생하는 횡단류의 영향을 감소시킴으로써 균일한 냉각 효과를 얻을 수 있는 배열 충돌제트 냉각구조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 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 방향으로 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. 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.
- [0011] 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.
- [0012] 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. 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.
- [0013] 충돌 냉각은 고압의 압축 공기가 고온 부재 표면에 직접 충돌하여 냉각을 일으키는 것이고, 필름 냉각은 고온 환경에 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.
- [0014] 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 초래한다.
- [0015] 이러한 불균일한 열전달 분포는 충돌면에서의 열응력을 유발시키고, 이는 부품의 수명에 부정적인 영향을 가져오기에 이에 대한 해결방안이 필요하며, 특히 가스터빈의 효율 향상을 위해 터빈 입구 온도가 날로 상승하는 현재의 개발 동향에 비추어 향후 중요도가 더욱 높아질 것으로 예상된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0016] (특허문헌 0001) 미국등록특허 제7,572,102호 (2009.08.11 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명은 종래의 배열 충돌제트 냉각구조에서 발생하는 횡단류에 의한 냉각 효과의 악화 현상을 효과적으로 억제할 수 있는 새로운 배열 충돌제트 냉각구조를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0018] 본 발명은 배열 충돌제트 냉각구조에 관한 것으로서, 제1 벽 및 상기 제1 벽과 마주보는 제2 벽 사이에 유동 채널이 형성되고, 상기 제1 벽에는 상기 유동 채널을 따라 복수의 충돌 냉각홀이 이격 배치되며, 상기 제2 벽의 표면에는 상기 복수의 충돌 냉각홀의 분사 축 사이의 공간마다 불록하게 돌출된 유동 다이버터(diverter)가 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 일 실시형태에 있어서, 상기 분사 축을 포함하는 평면에 대한 상기 유동 다이버터의 단면 형상은, 양 측면이 능선을 형성하는 산형인 것을 것을 특징으로 한다.

[0020] 여기서, 상기 분사 축을 포함하는 평면에 대한 상기 유동 다이버터의 단면 형상은, 상기 능선이 평면을 이룰 수 있다.

[0021] 또한, 상기 능선이 만나는 정상은 평면을 이룰 수 있다.

[0022] 또는, 상기 분사 축을 포함하는 평면에 대한 상기 유동 다이버터의 단면 형상은, 연속된 곡면을 이루는 산형일 수 있다.

[0023] 그리고, 상기 제1 벽은 상기 유동 다이버터 사이의 공간을 향해 오목하게 함몰된 만입부가 상기 유동 채널을 따라 복수 개 형성되고, 상기 충돌 냉각홀은 상기 만입부 안에 배치될 수 있다.

[0024] 여기서, 상기 유동 다이버터의 중심 축은 상기 만입부 사이의 중앙부를 향하고, 또한 상기 충돌 냉각홀의 분사 축은 상기 유동 다이버터 사이의 중앙부를 향할 수 있다.

[0025] 그리고, 상기 만입부가 상기 제1 벽에 대해 이루는 각도는, 상기 유동 다이버터가 상기 제2 벽에 대해 이루는 각도보다 더 클 수 있다.

[0026] 그리고, 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 유동 다이버터에는, 상기 유동 채널을 따라 상기 양 측면의 능선을 관통하는 우회 채널이 형성될 수 있다.

[0027] 또한, 상기 우회 채널의 유동 축은 인접한 충돌 냉각홀의 분사 축을 가로지르도록 배치될 수 있다.

[0028] 본 발명의 배열 충돌제트 냉각구조에서, 상기 제1 벽은 저온 벽이고, 상기 제2 벽은 고온 벽일 수 있다.

[0029] 일례로서, 상기 제1 벽은 연소기의 슬리브이고, 상기 제2 벽은 연소기의 라이너 또는 트랜지션 피스일 수 있다.

[0030] 또는, 상기 제1 벽은 터빈 베인의 공동부를 형성하는 내부 벽이고, 상기 제2 벽은 상기 내부 벽에 대해 이격되고 터빈 베인의 외형을 이루는 외부 벽일 수 있다.

[0031] 또는, 상기 제1 벽은 터빈 블레이드의 공동부를 형성하는 내부 벽이고, 상기 제2 벽은 상기 내부 벽에 대해 이격되고 터빈 블레이드의 외형을 이루는 외부 벽일 수 있다.

발명의 효과

[0032] 상기와 같은 구성을 가진 본 발명의 배열 충돌제트 냉각구조는, 충돌 냉각홀을 통해 분사된 충돌 제트가 냉각면에 충돌한 이후에 횡방향으로 흐르는 도중에 불록하게 돌출된 유동 다이버터를 만나 그 능선을 따라 상승함에 따라 주변 충돌 제트의 유동과의 간섭이 줄어들게 된다. 이에 따라 충돌 제트가 횡단류에 의해 편향되는 현상이 경감됨으로써 충돌 제트에 의한 냉각 효과가 충분히 확보된다.

[0033] 또한, 제1 벽의 만입부와 제2 벽의 유동 다이버터가 교대로 배치된 물결 형태의 유동 채널을 이룸으로써, 냉각 유체의 원활한 흐름을 유도하면서 전체적으로 균일한 열전달 분포를 형성할 수 있다.

[0034] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명의 배열 충돌제트 냉각구조가 적용될 수 있는 가스터빈의 일례를 도시한 도면.

도 2는 종래의 배열 충돌제트 냉각구조를 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따른 배열 충돌제트 냉각구조를 도시한 도면.

도 4는 본 발명의 다른 일 실시형태에 따른 배열 충돌제트 냉각구조를 도시한 도면.

도 5는 도 4의 배열 충돌제트 냉각구조에서 나타나는 유동 형태를 개략적으로 도시한 도면.

도 6은 유동 다이버터의 일 실시형태를 도시한 도면.

도 7은 유동 다이버터의 다른 일 실시형태를 도시한 도면.

도 8은 유동 다이버터의 또 다른 일 실시형태를 도시한 도면.

도 9는 유동 다이버터에 우회 채널이 형성된 실시형태를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예를 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0037] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 발명에서, '포함하다' 또는 '가지다' 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0038] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 이때, 첨부된 도면에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타내고 있음에 유의한다. 또한, 본 발명의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략할 것이다. 마찬가지로 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 개략적으로 도시되었다.

[0040] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예가 적용되는 터빈기관으로서 가스터빈(100)의 일 예가 도시되어 있다. 상기 가스 터빈(100)은 하우징(102)을 구비하고 있고, 하우징(102)의 후측에는 터빈을 통과한 연소가스가 배출되는 디퓨저(106)가 구비되어 있다. 그리고, 디퓨저(106)의 앞쪽으로 압축된 공기를 공급받아 연소시키는 연소기(104)가 배치된다.

[0041] 공기의 흐름 방향을 기준으로 설명하면, 하우징(102)의 상류측에 압축기 섹션(110)이 위치하고, 하류 측에 터빈 섹션(120)이 배치된다. 그리고, 압축기 섹션(110)과 터빈 섹션(120)의 사이에는 터빈 섹션에서 발생된 회전토크를 압축기 섹션으로 전달하는 토크 전달부재로서의 토크 튜브(130)가 배치되어 있다.

[0042] 압축기 섹션(110)에는 복수(예를 들어 14매)의 압축기 로터 디스크(140)가 구비되고, 각각의 압축기 로터 디스크(140)들은 타이로드(150)에 의해서 축 방향으로 이격되지 않도록 체결되어 있다.

[0043] 구체적으로, 각각의 압축기 로터 디스크(140)는 대략 중앙을 타이로드(150)가 관통한 상태로 서로 축 방향을 따라서 정렬되어 있다. 여기서, 이웃한 각각의 압축기 로터 디스크(140)는 대향하는 면이 타이로드(150)에 의해 압착되어, 상대 회전이 불가능하도록 배치된다.

[0044] 압축기 로터 디스크(140)의 외주면에는 복수 개의 블레이드(144)가 방사상으로 결합되어 있다. 각각의 블레이드(144)는 루트부(146)를 구비하여 압축기 로터 디스크(140)에 체결된다.

- [0045] 각각의 로터 디스크(140)의 사이에는 하우징에 고정되어 배치되는 베인(미도시)이 위치한다. 상기 베인은 로터 디스크와는 달리 고정되어 있어 회전하지 않으며, 압축기 로터 디스크의 블레이드를 통과한 압축 공기의 흐름을 정렬하여 하류측에 위치하는 로터 디스크의 블레이드로 공기를 안내하는 역할을 하게 된다.
- [0046] 루트부(146)의 체결방식은 탄전설 타입(tangential type)과 액설 타입(axial type)이 있다. 이는 상용되는 가스 터빈의 필요 구조에 따라 선택될 수 있으며, 통상적으로 알려진 도브테일 또는 전나무 형태(Fir-tree)를 가질 수 있다. 경우에 따라서는, 상기 형태 외의 다른 체결장치, 예를 들어 키 또는 볼트 등의 고정구를 이용하여 블레이드를 로터 디스크에 체결할 수 있다.
- [0047] 타이로드(150)는 복수 개의 압축기 로터 디스크(140)들의 중심부를 관통하도록 배치되어 있으며, 일측 단부는 최상류측에 위치한 압축기 로터 디스크 내에 체결되고, 타측 단부는 토크 튜브(130) 내에서 고정된다.
- [0048] 타이로드(150)의 형태는 가스터빈에 따라 다양한 구조로 이뤄질 수 있으므로, 반드시 도 1에 제시된 형태로 한정될 것은 아니다. 즉, 도시된 바와 같이 하나의 타이로드가 로터 디스크의 중앙부를 관통하는 형태를 가질 수도 있고, 복수 개의 타이로드가 원주상으로 배치되는 형태를 가질 수도 있으며, 이들의 혼용도 가능하다.
- [0049] 도시되지는 않았으나, 가스 터빈의 압축기에는 유체의 압력을 높이고 난 후 연소기 입구로 들어가는 유체의 유동각을 설계 유동각으로 맞추기 위하여 디퓨저(diffuser)의 다음 위치에 안내깃 역할을 하는 베인이 설치될 수 있으며, 이를 디스윌러(deswirl er)라고 한다.
- [0050] 연소기(104)에서는 유입된 압축공기를 연료와 혼합, 연소시켜 높은 에너지의 고온, 고압 연소가스를 만들어 내며, 등압 연소과정으로 연소기 및 터빈부품이 건널 수 있는 내열한도까지 연소가스온도를 높이게 된다.
- [0051] 가스터빈의 연소시스템을 구성하는 연소기는 셀 형태로 형성되는 케이싱 내에 다수가 배열될 수 있으며, 연료분사노즐 등을 포함하는 버너(Burner)와, 연소실을 형성하는 연소기 라이너(Combustor Liner), 그리고 연소기와 터빈의 연결부가 되는 트랜지션 피스(Transition Piece)를 포함하여 구성된다.
- [0052] 구체적으로, 라이너는 연료노즐에 의해 분사되는 연료가 압축기의 압축공기와 혼합되어 연소되는 연소공간을 제공한다. 이러한 라이너는, 공기와 혼합된 연료가 연소되는 연소공간을 제공하는 화염통과, 화염통을 감싸면서 환형공간을 형성하는 플로우 슬리브를 포함할 수 있다. 또한 라이너의 전단에는 연료노즐이 결합되며, 측벽에는 점화기가 결합된다.
- [0053] 한편 라이너의 후단에는, 연소가스를 터빈 측으로 보낼 수 있도록 트랜지션 피스가 연결된다. 이러한 트랜지션 피스는 연소가스의 높은 온도에 의한 파손이 방지되도록 외벽부가 압축기로부터 공급되는 압축공기에 의해 냉각된다.
- [0054] 이를 위해 상기 트랜지션피스에는 공기를 내부로 분사시킬 수 있도록 냉각을 위한 홀들이 마련되며, 압축공기는 홀들을 통해 내부에 있는 본체를 냉각시킨 후 라이너 측으로 유동된다.
- [0055] 라이너의 환형공간에는 전술한 트랜지션 피스를 냉각시킨 냉각공기가 유동되며, 라이너의 외벽에는 플로우 슬리브의 외부에서 압축공기가 플로우 슬리브에 마련되는 냉각 홀들을 통해 냉각공기로 제공되어 충돌할 수 있다.
- [0056] 한편, 연소기에서 나온 고온, 고압의 연소가스는 상술한 터빈 섹션(120)으로 공급된다. 공급된 고온 고압의 연소가스가 팽창하면서 터빈의 회전날개에 충돌, 반동력을 주어 회전 토크가 야기되고, 이렇게 얻어진 회전 토크는 상술한 토크 튜브를 거쳐 압축기 섹션으로 전달되고, 압축기 구동에 필요한 동력을 초과하는 동력은 발전기 등을 구동하는데 쓰이게 된다.
- [0057] 터빈 섹션은 기본적으로는 압축기 섹션과 그 구조가 유사하다. 즉, 터빈 섹션(120)에도 압축기 섹션의 압축기 로터 디스크와 유사한 복수의 터빈 로터 디스크(180)가 구비된다. 따라서, 터빈 로터 디스크(180) 역시, 방사상으로 배치되는 복수 개의 터빈 블레이드(184)를 포함한다. 터빈 블레이드(184) 역시 도브테일 등의 방식으로 터빈 로터 디스크(180)에 결합할 수 있다. 아울러, 터빈 로터 디스크(180)의 블레이드(184)의 사이에도 하우징에 고정되는 베인(미도시)이 구비되어, 블레이드를 통과한 연소 가스의 흐름 방향을 유도하게 된다.
- [0059] 이하 본 발명에 따른 배열 충돌제트 냉각구조에 대해 설명한다. 먼저 도 2를 참조하여 종래의 배열 충돌제트 냉각구조에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [0060] 충돌제트는 냉각 공기를 대상면에 직접 분사하여 냉각시키는 방법으로서, 국소적으로 높은 열/물질 전달을 가져오기 때문에 가스터빈의 연소기나 터빈 섹션의 터빈 베인과 및/또는 터빈 블레이드에 많이 사용된다. 충돌제트에서의 유동 특성은 크게 3개 영역으로 나뉘는데, 충돌면에 영향을 받지 않는 자유제트 영역(Free jet region),

충돌면에 제트가 충돌한 후 형성되는 정체 영역(Stagnation region), 충돌 후 충돌면을 따라 흐르며 발달되는 벽제트 영역(Wall jet region)이다.

[0061] 충돌 냉각홀이 연이어 형성되면 인접한 충돌 제트에서 형성되는 벽제트들 간의 상호작용에 의해 충돌 냉각홀 사이에서 국소적으로 열전달이 높게 나타난다. 이러한 특성을 이용하여 단일 충돌제트가 아닌 여러 개의 충돌제트를 동시에 사용하는 배열 충돌제트의 경우에는 넓은 영역에 대해 효과적인 열전달 효과를 가져올 수 있다.

[0062] 그런데, 배열 충돌제트에서는 충돌 냉각홀에서 분사된 제트가 대상면(냉각면)에 충돌한 후 유체가 분사 제트에 수직인 방향(횡방향)으로 이동하면서 빠져나간다. 이러한 횡방향 유동(횡단류, Cross flow)은 하류에 위치한 분사 제트를 편향(Deflection)시키고, 이에 따라 하류로 갈수록 분사 제트가 본래 지향했던 냉각 지점에서 점점 어긋나게 된다.

[0063] 도 2는 이러한 횡단류의 영향을 도시한 것이며, 특히 유동 채널의 출구가 한 쪽 방향으로만 형성된 경우에는 이러한 편향은 더욱 커진다. 즉, 제1 벽(10)에는 복수의 충돌 냉각홀(30)이 배열되어 있으며, 냉각면에 해당하는 제2 벽(20)의 표면에 분사 제트가 충돌한다. 본래의 의도라면, 충돌 냉각홀(30)과 마주보는 제2 벽(20)의 표면에 분사 제트가 충돌해야 하지만, 제2 벽(20)을 따라 유동 채널(40)을 흐르는 횡단류의 영향으로 인해 하류로 갈수록 분사 제트의 편향이 강하게 일어난다. 이와 같이, 배열 충돌제트에서 발생하는 횡단류는 냉각면(충돌면)에 대해 분사 제트가 불균일하게 충돌하게 함으로써 전체적인 열전달 효과를 낮출 뿐만 아니라 충돌면 전체의 불균일한 열전달 분포를 가져온다. 이러한 불균일한 열전달 분포는 충돌면에서의 열응력을 유발시키며, 이는 부품의 수명에 부정적인 영향을 가져온다.

[0064] 본 발명은 이러한 배열 충돌제트 냉각구조에서의 횡단류의 영향을 감소시키고, 이를 통해 양호한 열전달 효과와 균일한 열전달 분포를 실현하기 위해 만들어진 것이다. 도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따른 배열 충돌제트 냉각구조(300)를 도시한 도면이다.

[0065] 도 3을 참조하면, 본 발명의 배열 충돌제트 냉각구조(300)는 제1 벽(310) 및 상기 제1 벽(310)과 마주보는 제2 벽(320) 사이에 유동 채널(330)이 형성되어 있고, 제1 벽(310)에는 유동 채널(330)을 따라 복수의 충돌 냉각홀(312)이 이격 배치된다. 특히, 충돌면을 형성하는 제2 벽(320)의 표면에는 복수의 충돌 냉각홀(312)의 분사 축(314) 사이의 공간마다 불록하게 돌출된 유동 다이버터(322)(diverter)가 구비되어 있다.

[0066] 유동 바이버터는 배열 충돌제트에서, 분사 제트의 충돌 지점 사이에 불록하게 돌출하도록 형성된 구조물이다. 참고로, 실제 제작에 있어서는 제2 벽(320)과 유동 다이버터(322)는 일체로 형성, 예를 들어 프레스 성형하거나 또는 주조로서 일체로 형성될 수 있겠지만, 여기서는 기능적인 측면을 고려하여 유동 다이버터(322)를 별개의 구성요소로 설명하기로 한다.

[0067] 유동 다이버터(322)는 분사 제트가 냉각면(제2 벽)에 충돌한 이후에 충돌면을 따라 흐르며 발달되는 벽제트가 횡단류를 이뤄 인접한 다른 분사 제트에 영향을 미치기 전에 일시적인 환류(還流)로 변화시키기 위한 목적의 구조물이라 할 수 있다. 유동 다이버터(322)의 보다 구체적인 설명은 도 4의 다른 실시형태를 설명한 뒤에 이어가기로 한다.

[0068] 도 4는 본 발명의 다른 일 실시형태에 따른 배열 충돌제트 냉각구조(300)를 도시한 도면이다. 도 3의 배열 충돌제트 냉각구조(300)와 비교한다면, 제1 벽(310)에 만입부(316)가 반복적으로 형성되어 있는 구성에 차이가 있다. 즉, 제1 벽(310)은 유동 다이버터(322) 사이의 공간을 향해 오목하게 함몰된 만입부(316)가 유동 채널(330)을 따라 연이어 복수 개가 이격 형성되어 있고, 또한 충돌 냉각홀(312)은 만입부(316) 안에 배치되어 있다.

[0069] 도 5는 이러한 본 발명의 일 실시형태에서 일어나는 유동 형태를 도시하고 있다. 도 5와 같이, 충돌 냉각홀(312)을 통해 분사된 충돌 제트를 통해 냉각 유체가 제2 벽에 충돌한 이후에 횡방향으로 흐르는 도중에 불록하게 돌출된 유동 다이버터(322)를 만나게 되고, 유동 다이버터(322)의 능선(323)을 따라 상승함에 따라 주변 충돌 제트의 유동과의 간섭이 줄어들고, 이에 따라 충돌 제트가 횡단류에 의해 편향되는 현상이 경감됨으로써 충돌 제트에 의한 냉각 효과가 충분히 크게 나타난다.

[0070] 또한, 도 4의 실시형태에서는 유동 다이버터(322) 사이마다 제1 벽(310)에 만입부(316)가 형성되어 있기에, 유동 다이버터(322)의 상부로는 만입부(316)의 벽면에 둘러싸인 확장된 공간이 배치된다. 따라서, 유동 채널(330)을 따라 흐르는 충돌 제트 이후의 냉각 유체는 유동 다이버터(322)의 능선(323)을 따라 상승하여 충돌 제트 사이 만입부(316)의 공간으로 흘러들어감으로써 충돌 제트의 교란이 감소하는 효과가 강화되고, 또한 만입부

(316) 안에 생성된 와류에 의해 유동 채널(330) 내에 고른 열전달 분포가 이루어지게 된다.

- [0071] 여기서, 유동 채널(330)을 형성하는 제1 벽(310)과 제2 벽(320)에 대한 더욱 고른 열전달 분포를 위해, 유동 다이버터(322)의 중심 축(324)은 만입부(316) 사이의 중앙부를 향하고, 또한 충돌 냉각홀(312)의 분사 축(314)은 유동 다이버터(322) 사이의 중앙부를 향하는 대칭적이고 균형 잡힌 배치로 구성하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0072] 또한, 만입부(316)가 제1 벽(310)에 대해 이루는 각도(α)를 유동 다이버터(322)가 제2 벽(320)에 대해 이루는 각도(β)보다 더 크게 할 수도 있다. 만입부(316)가 제1 벽(310)에 대해 이루는 각도(α)를 크게 형성함으로써 만입부(316) 안에 생성된 와류와 분사 제트를 좀더 확실히 분리 내지 격리함으로써 분사 제트의 충돌 효과가 약화되지 않도록 하고, 이에 비해 유동 다이버터(322)가 제2 벽(320)에 대해 이루는 각도(β)는 완만하게 형성함으로써 벽제트의 급격한 유동 변화에 의한 압력 손실을 경감할 수 있다.
- [0073] 도 6 내지 도 9는 본 발명의 배열 충돌제트 냉각구조(300)에 구비되는 유동 다이버터(322)의 다양한 실시형태를 도시하고 있다.
- [0074] 도 6에 도시된 유동 다이버터(322)는 분사 축(314)을 포함하는 평면에 대한 유동 다이버터(322)의 단면 형상이, 양 측면이 능선(323)을 형성하는 산형(山形)인 실시형태이다. 특히, 도 6의 유동 다이버터(322)는 양 측면의 능선(323)이 평면을 이루는 가장 간단한 형태를 이루고 있다. 양 측면의 경사진 능선(323)이 벽제트의 횡단류를 상승시켜 환류를 형성한다.
- [0075] 도 7은 도 6에 도시된 유동 다이버터(322)의 변형례에 해당하는 것이다. 도 7의 유동 다이버터(322)는 능선(323)이 만나는 정상이 평면을 이루도록 평평하게 형성되어 있다. 유동 다이버터(322) 정상 부분이 평면을 이룸에 따라, 양 측면의 능선(323)을 따라 상승한 냉각 유체가 강하게 충돌하는 것을 완화하고, 또한 뽕족한 유동 다이버터(322) 정상 부분이 파손되어 파편이 됨으로써 해당 부품이 손상되는 것을 방지하는데 유리한 실시형태이다.
- [0076] 도 8은 유동 다이버터(322)의 또 다른 일 실시형태를 도시한 도면으로서, 충돌 냉각홀(312)의 분사 축(314)을 포함하는 평면에 대한 유동 다이버터(322)의 단면 형상이 연속된 곡면을 이루는 산형으로 구성되어 있다. 도 8의 실시형태는 도 7의 유동 다이버터(322)와 유사한 구성이며, 실제로 프레스 가공이나 주조 등의 생산기술로 제작하는데 가장 적합한 형태라 할 수 있다. 또한, 제1 벽(310)에 형성된 만입부(316)의 구성과 함께 작용하면, 유동 채널(330)이 물결 형태 유로를 이룸으로써 냉각 유체의 원활한 흐름에도 유리하게 작용할 수 있다.
- [0077] 그리고, 도 9는 유동 다이버터(322)에 우회 채널(326)이 형성된 실시형태를 도시한 도면이다. 우회 채널(326)은 유동 다이버터(322)의 양 측면 능선(323)을 관통하는 좁은 유로를 형성한다. 우회 채널(326)은 벽제트의 일부를 횡으로 통과시키기 위한 보조적인 채널인데, 유동 다이버터(322), 또는 유동 다이버터(322)와 만입부(316)에 의해 발생하는 환류로 인해 과도한 압력 손실이 발생할 우려가 있는 설계조건에 적용할 수 있다.
- [0078] 우회 채널(326)을 통해 벽제트의 일부를 작은 횡단류의 형태로 통과시킴으로써 과도한 압력 손실을 경감할 수 있으며, 우회 채널(326)의 유동 축을 인접한 충돌 냉각홀(312)의 분사 축(314)을 가로지르도록 배치(정렬)함으로써 우회 채널(326)을 통과하는 흐름이 원활히 일어나도록 구성할 수 있다.
- [0079] 상기와 같은 구성의 배열 충돌제트 냉각구조(300)에서, 통상적으로 제1 벽(310)은 저온 벽이고, 제2 벽(320)은 고온 벽일 수 있다. 제1 벽(310)의 바깥으로 냉각 유체가 흐르기에 제1 벽(310)은 상대적으로 저온 벽이 되고, 충돌면을 형성하는 제2 벽(320)은 냉각을 필요로 하는 고온 벽으로 구성된다.
- [0080] 이러한 배열 충돌제트 냉각구조(300)를 가스터빈의 연소기(104)에 적용한다면, 제1 벽(310)은 연소기의 슬리브이고, 제2 벽(320)은 연소기의 라이너 또는 트랜지션 피스가 될 수 있다.
- [0081] 또한, 본 발명의 배열 충돌제트 냉각구조(300)는 터빈 섹션(120)에도 적용할 수 있다. 예를 들어, 터빈 베인의 경우라면, 제1 벽(310)은 터빈 베인의 공동부를 형성하는 내부 벽이고, 제2 벽(320)은 내부 벽에 대해 이격되면서 터빈 베인의 외형을 이루는 외부 벽일 수 있다. 터빈 베인의 내부 벽과 외부 벽 사이의 공간이 유동 채널(330)을 형성하게 되고, 내부 벽의 충돌 냉각홀(312)을 통해 분사된 충돌 제트가 외부 벽을 냉각함으로써 뜨거운 연소 가스에 노출된 터빈 베인을 열로부터 보호할 수 있다.
- [0082] 또는, 터빈 블레이드(184)의 경우에도, 이와 유사하게 제1 벽(310)은 터빈 블레이드의 공동부를 형성하는 내부 벽이고, 제2 벽(320)은 내부 벽에 대해 이격되고 터빈 블레이드의 외형을 이루는 외부 벽일 수 있게 된다.
- [0083] 이와 같이, 본 발명의 배열 충돌제트 냉각구조(300)는, 충돌 냉각홀(312)을 통해 분사된 충돌 제트가 제2 벽

(320)에 충돌한 이후에 횡방향으로 흐르는 도중에 볼록하게 돌출된 유동 다이버터(322)를 만나 그 능선(323)을 따라 상승함에 따라 주변 충돌 제트의 유동과의 간섭이 줄어들고, 이에 따라 충돌 제트가 횡단류에 의해 편향되는 현상이 경감됨으로써 충돌 제트에 의한 냉각 효과가 충분히 확보되므로, 가스터빈과 같이 고온의 유체가 흐르는 각종 기계장치 및 부품에 적용하기에 적합하다.

[0085] 이상, 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서, 구성 요소의 부가, 변경, 삭제 또는 추가 등에 의해 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있을 것이며, 이러한 수정, 변경 또한 본 발명의 권리범위 내에 포함된다고 할 것이다.

부호의 설명

[0086] 300: 배열 충돌제트 냉각구조

310: 제1 벽 312: 충돌 냉각홀

314: 분사 축 316: 만입부

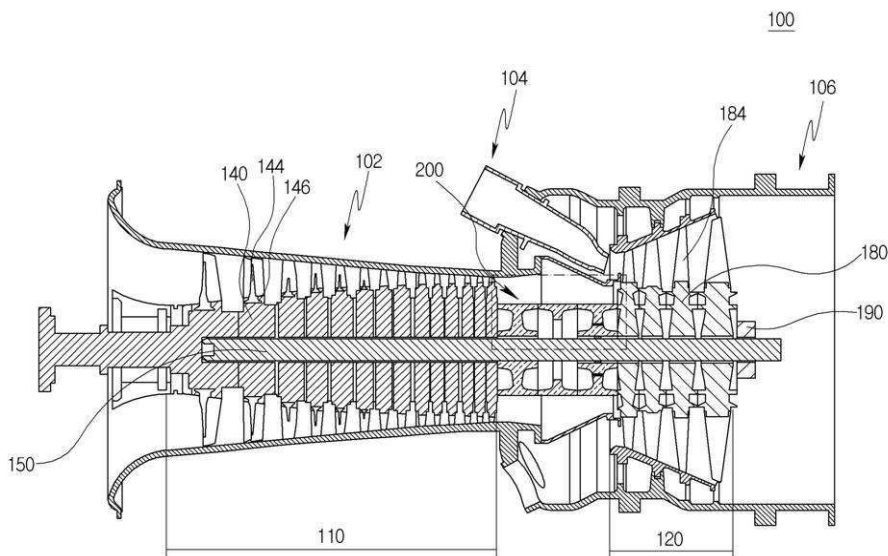
320: 제2 벽 322: 유동 다이버터

323: 능선 324: 중심 축

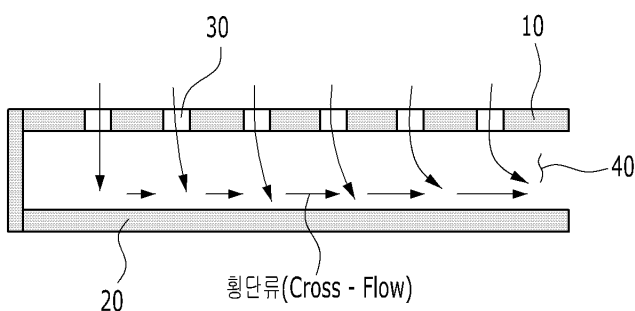
326: 우회 채널 330: 유동 채널

도면

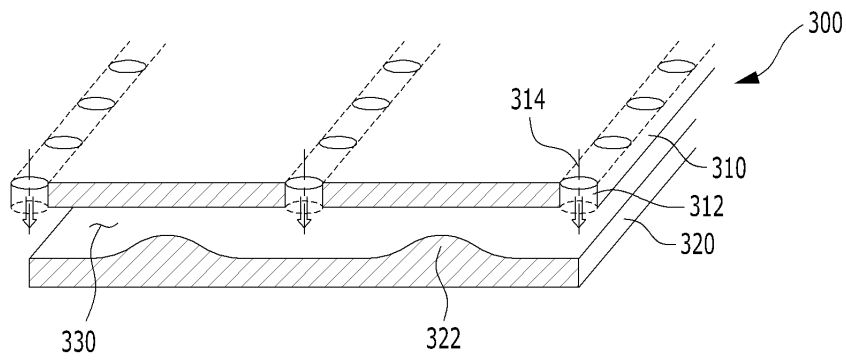
도면1



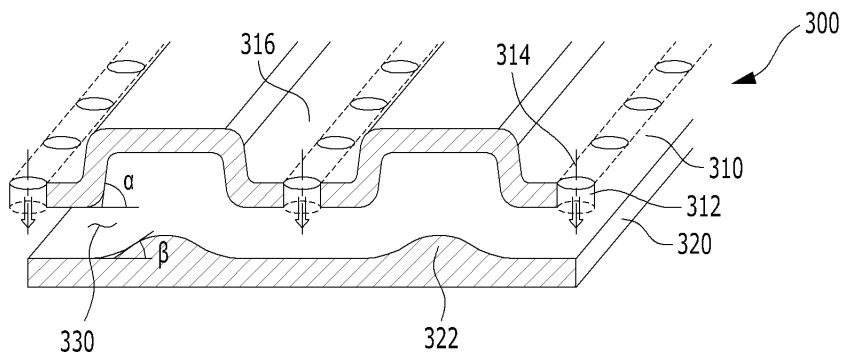
도면2



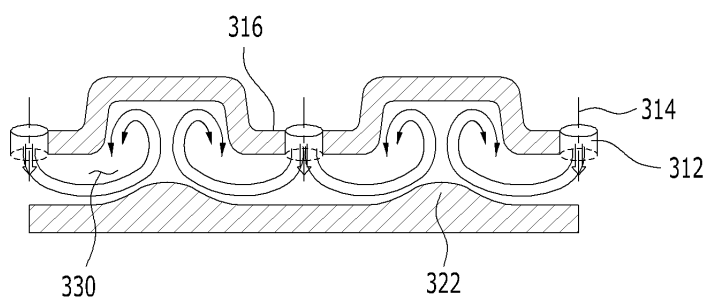
도면3



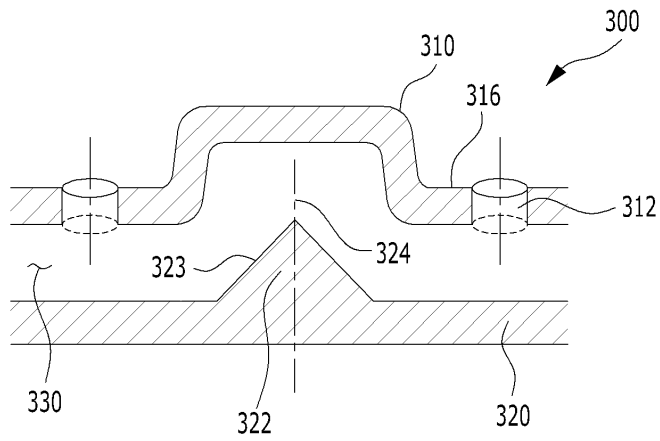
도면4



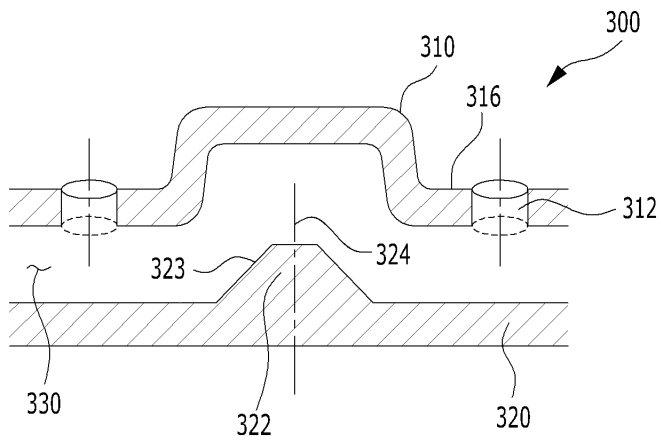
도면5



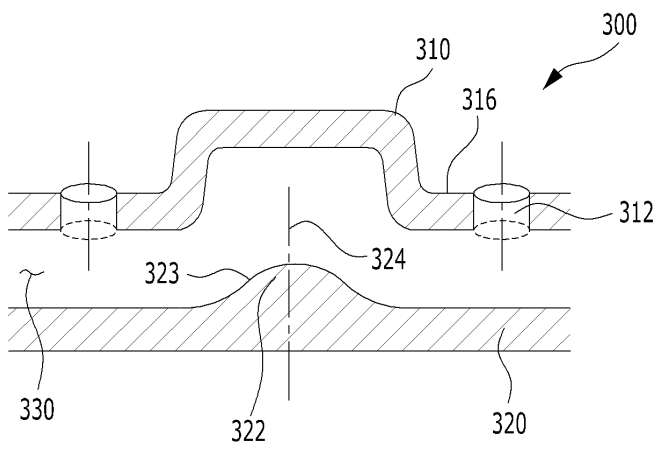
도면6



도면7



도면8



도면9

