

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018년 3월 1일 (01.03.2018)



(10) 국제공개번호
WO 2018/038507 A1

- (51) 국제특허분류: F01D 5/18 (2006.01) F01D 25/12 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/009154
- (22) 국제출원일: 2017년 8월 22일 (22.08.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2016-0106339 2016년 8월 22일 (22.08.2016) KR
10-2017-0106069 2017년 8월 22일 (22.08.2017) KR
- (71) 출원인: 두산중공업 주식회사 (DOOSAN HEAVY INDUSTRIES & CONSTRUCTION CO., LTD) [KR/KR]; 51711 경상남도 창원시 성산구 두산블로로 22, Gyeongsangnam-do (KR).
- (72) 발명자: 이기돈 (LEE, Ki Don); 16849 경기도 용인시 수지구 수지로113번길 16, 103동 1401호, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 정안 (HONESTY & JR PARTNERS INTELLECTUAL PROPERTY LAW GROUP); 06103 서울시 강남구 선릉로 615, 5층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT,

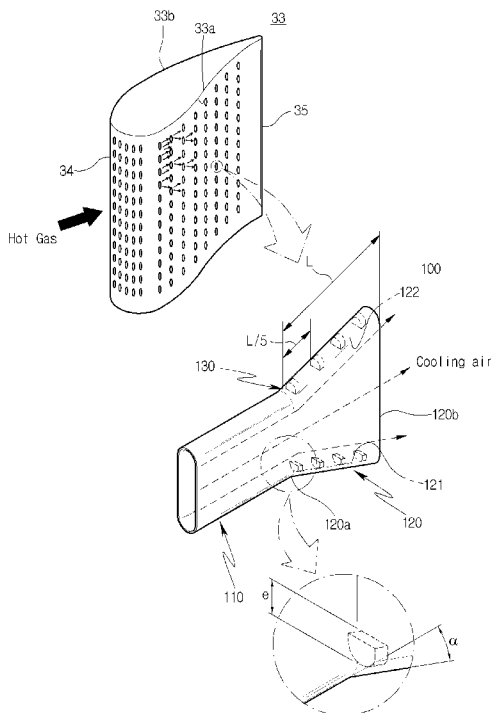
AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: GAS TURBINE BLADE

(54) 발명의 명칭: 가스 터빈 블레이드



(57) Abstract: Disclosed is a gas turbine blade. The gas turbine blade according to one embodiment of the present invention comprises: a turbine blade (33) provided in a gas turbine; and cooling units (110), each having a cooling channel (110) for cooling the turbine blade (33), an exit part (120) through which cooled air escapes, and a plurality of leaves (130), wherein the exit part (120) extends from the end part of the cooling channel (110), which extends in the lengthwise direction, to the outer surface of the turbine blade (33), the width of the exit part (120) progressively increases from one end of the cooling channel (110) to the outer surface of the turbine blade (33), and the plurality of leaves (130) face each other from the inner walls of the exit part (120).

(57) 요약서: 가스 터빈 블레이드가 개시된다. 본 발명의 일 실시 예에 의한 가스 터빈 블레이드는 가스 터빈에 구비된 터빈 블레이드(33); 및 상기 터빈 블레이드(33)의 냉각을 위한 냉각채널(110), 냉각공기가 빠져나가는 출구부(120), 및 다수개의 리브(130)를 갖는 냉각부(110)를 포함하고, 상기 출구부(120)는 상기 냉각채널(110)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(33)의 바깥표면까지 연장되고 상기 냉각채널(110)의 일단에서 상기 터빈 블레이드(33)의 바깥표면으로 갈수록 폭이 증가되고, 상기 다수개의 리브(130)는 상기 출구부(120)의 내측벽에서 서로 마주보는 것을 특징으로 한다.

WO 2018/038507 A1

명세서

발명의 명칭: 가스 터빈 블레이드

기술분야

- [1] 본 발명은 가스 터빈에 구비된 터빈 블레이드에 관한 것으로, 보다 상세하게는 상기 터빈 블레이드를 향해 이동된 고온의 핫 가스와 혼합되어 터빈 블레이드의 막 냉각을 실시하기 위한 가스 터빈 블레이드에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 일반적으로 가스 터빈은 압축기부에서 고압으로 압축된 공기에 연료를 혼합시킨 후 연소시켜 생성되는 고온, 고압의 연소 가스를 터빈에 분사시켜 회전시킴으로써 열에너지를 역학적 에너지로 변환하는 내연기관의 일종이다.
- [4] 이러한 터빈을 구성하기 위해서 외주면에 복수의 터빈 블레이드가 배열되는 복수의 터빈 로터 디스크를 다단으로 구성하여 상기 고온, 고압의 연소 가스가 터빈 블레이드를 통과시키도록 하는 구성이 널리 사용되고 있다.
- [5] 이와 같이 사용되는 가스터빈 블레이드는 표면에 대한 냉각을 위한 막 냉각법이 일반적으로 사용하고 있으며 이에 대해 도면을 참조하여 설명한다.
- [6] 첨부된 도 1을 참조하면, 터빈 블레이드는 표면으로 공급되는 핫 가스로부터 냉각을 위해 상기 터빈 블레이드 표면에 다수개의 막 냉각부(7)가 형성된다.
- [7] 상기 막 냉각부(7)는 터빈 블레이드의 내부에서 공급된 냉각공기가 유입되도록 원형으로 이루어진 유입구(7a)와, 상기 유입구(7a)의 연장된 단부에서 좌우 대칭 형태로 외측을 향해 확장된 확장부(7b)를 포함한다.
- [8] 상기 유입구(7a)는 단면을 잘라서 정면에서 바라볼 때 원형 단면으로 형성되므로 상기 확장부(7b)에서 다량의 냉각 공기를 터빈 블레이드의 표면으로 공급하기 위해 특정 확산각(α)으로 연장된다. 상기 확산각(α)은 증가될수록 상기 확장부(2b)의 내부에서 불균일하게 박리(separation) 현상이 발생되었다.
- [9] 이 경우 블레이드 표면으로 분사되는 냉각 공기의 유동이 일정하게 공급되지 못하고 불 균일하게 분사되는 현상이 발생되고, 이로 인해 상기 블레이드 표면의 냉각 효과가 저하되는 문제점이 유발되었다.
- [10] 또한 상기 유입구(7a)가 원형 단면이므로 후프 응력이 발생되어 특정 위치에서 응력 집중으로 인한 변형이 발생되거나 크랙이 발생하는 문제점이 유발되었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명의 실시 예들은 가스 터빈 블레이드에 구비된 막 냉각부의 구조를 타원 형태로 변경하여 상기 터빈 블레이드에 대한 안정적인 냉각을 도모할 수 있어 다수개의 터빈 블레이드들에 대한 냉각효율을 향상시킬 수 있는 가스 터빈 블레이드를 제공하고자 한다.

[12]

과제 해결 수단

- [13] 본 발명의 제1 실시 예에 의한 가스 터빈 블레이드는 가스 터빈에 구비된 터빈 블레이드(33); 및 상기 터빈 블레이드(33)의 냉각을 위한 냉각채널(110), 냉각공기가 빠져나가는 출구부(12), 및 다수개의 리브(130)를 갖는 냉각부(110)를 포함하고, 상기 출구부(120)는 상기 냉각채널(110)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(33)의 바깥표면까지 연장되고 상기 냉각채널(110)의 일단에서 상기 터빈 블레이드(33)의 바깥표면으로 갈수록 폭이 증가되고, 상기 다수개의 리브(130)는, 상기 출구부(120)의 내측벽에서 서로 마주보는 것을 특징으로 한다.
- [14] 상기 냉각채널(110)은 원형의 실린더 형태로 상기 출구부(120)를 향해 연장되고, 상기 출구부(120)는 상기 냉각채널(110)의 후단부에서 외측을 향해 확산각(α)을 갖고 타원 형태로 연장된 것을 특징으로 한다.
- [15] 상기 확산각(α)은 15도 이상인 것을 특징으로 한다.
- [16] 상기 확산각(α)은 15도 이상 40도 이내인 것을 특징으로 한다.
- [17] 상기 막 냉각부(100)는 상기 터빈 블레이드(33)의 압력면(33a)과 흡입면(33b)에 각각 위치된 것을 특징으로 한다.
- [18] 상기 막 냉각부(100)는 상기 터빈 블레이드(330)를 구성하는 리딩 엣지(34)에서 트레일링 엣지(35) 사이에 이르는 구간에서 서로 다른 간격으로 배치되어 막 냉각을 도모할 수 있다.
- [19] 상기 막 냉각부(100)는 상기 터빈 블레이드(33)를 구성하는 복수 개의 단위 블레이드 중 1단 터빈 블레이드와 2단 터빈 블레이드에 각각 구비된 것을 특징으로 한다.
- [20] 상기 냉각채널(110)의 길이는 직경(D)의 4배 내지 8배로 연장된다.
- [21] 상기 직경(D)은 0.6mm ~ 1.0mm로 형성된다.
- [22] 상기 출구부(120)는 길이 방향을 기준으로 중심을 따라 연장한 중심선과 상기 터빈 블레이드(33)의 표면과 이루는 경사각(α)이 30도내지 40도인 것을 특징으로 한다.
- [23] 상기 출구부(120)는 상기 냉각채널(110)을 기준으로 양 측면 방향으로 15도 ~ 20도의 각도로 확장된다.
- [24] 상기 리브(130)는 돌출 길이(e)가 상기 출구부(120)에서 동일한 길이로 연장된다.
- [25] 상기 리브(130)는 상기 냉각 채널(110)의 일단에서부터 상기 터빈 블레이드(33)의 바깥표면으로 갈수록 돌출 길이(e)가 점진적으로 증가하는 것을 특징으로 한다.
- [26] 상기 리브(130)는 상기 출구부(120)의 선단부에서 터빈 블레이드(33)의 바깥표면까지 연장된 후단부까지의 전체 길이를 L이라 할 때, 상기 선단부를

- 기준으로 $1/5 \cdot L$ 위치에서부터 후단부까지 배치된 것을 특징으로 한다.
- [27] 상기 리브(130)는 다각뿔 형태인 것을 특징으로 한다.
- [28] 상기 리브(130)는 냉각 공기가 유입되는 개구 홀(140)이 형성된 것을 특징으로 한다.
- [29] 상기 개구 홀(140)은 상기 출구부(120)의 내측벽을 향해 개구된 것을 특징으로 한다.
- [30] 상기 개구 홀(140)은 상기 리브(130)의 정면에서 후면을 향해 직경이 감소된다.
- [31] 상기 개구 홀(140)은 상기 리브(130)의 정면에서 폭 방향에 타원 형태로 개구되거나, 상기 리브(130)의 정면에서 상기 출구부(120)의 내측벽과 인접하여 세로 방향에 타원 형태로 개구되는 어느 하나의 형태로 형성된다.
- [32] 상기 막 냉각부(100)는 상기 터빈 블레이드(33)의 리딩 엣지(34)에 구비된 제1 막 냉각부(102)를 더 포함한다.
- [33] 상기 제1 막 냉각부(102)는 냉각공기가 통과하는 제1 냉각채널(102a); 상기 제1 냉각채널(102a)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(33)의 바깥표면까지 연장된 제1 출구부(102b); 상기 제1 출구부(102b)의 내측벽에 배치되고 상기 냉각공기가 상기 제1 출구부(102b)를 향해 소용돌이(vortex) 형태로 유동 되도록 가이드 하는 제1 리브(130a)를 포함한다.
- [34] 상기 제1 출구부(102b)는 상기 제1 냉각채널(102a) 보다 길이 방향에서 연장된 길이가 길게 연장된 것을 특징으로 한다.
- [35] 상기 제1 리브(130a)는 서로 마주보며 배치되고 C자 형태의 링으로 이루어진다.
- [36] 상기 제1 리브(130a)는 상기 제1 출구부(102b)의 내측에서 돌출된 길이를 돌출 길이(e)라 정의하고, 서로 간에 이격된 리브(130a)의 중심 사이의 길이를 이격 피치(p)라 정의 할 때 상기 p/e 는 5mm ~ 10mm 이내로 이격된다.
- [37] 상기 제1 출구부(102b)의 내측벽의 길이 방향을 따라 마주보는 상기 제1 리브(130a)가 서로 어긋나게 위치된다.
- [38] 상기 제1 리브(130a)는 상기 제1 출구부(102b)의 내측벽의 길이 방향을 따라 나선 형태로 연장된다.
- [39] 상기 제1 막 냉각부(102)는 상기 제1 출구부(102b)의 전체 구간을 연장 구간(S)으로 정의하고, 상기 제1 냉각채널(102a)과 연결된 위치에서부터 $1/2 \cdot S$ 까지의 구간을 제1 연장 구간(S1)이라 하며, 나머지 구간을 제2 연장 구간(S2)이라 정의할 때, 상기 제1 연장 구간(S1)에 위치한 제1 리브(130a)의 이격 간격과 상기 제2 연장 구간(S2)에 위치한 제1 리브(130a)의 이격 간격이 서로 상이한 것을 특징으로 한다.
- [40] 상기 제1 연장 구간(S1)에 위치한 제1 리브(130a)는 상기 제2 연장 구간(S2)에 위치한 제1 리브(130a)에 비해 서로 간에 이격된 리브(130a) 중심 사이의 길이에 따른 이격 피치(p)가 짧게 이격된다.
- [41] 본 실시 예는 막 냉각부(100)가 터빈 블레이드(33)에 구비된 가스터빈을

제공한다.

[42]

[43] 본 발명의 제2 실시 예에 의한 가스 터빈 블레이드는 가스 터빈에 구비된 터빈 블레이드(330); 상기 터빈 블레이드(330)의 냉각을 위해 리딩 엣지(340)에 구비된 제1 막 냉각부(1020); 및 상기 터빈 블레이드(330)의 압력면(330a)과 흡입면(330b)에 구비된 제2 막 냉각부(1000)를 포함한다.

[44]

상기 제1 막 냉각부(1020)는 냉각공기가 통과하는 제1 냉각채널(1020a); 상기 제1 냉각채널(1020a)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면까지 연장되고 상기 제1 냉각채널(1020a)의 일단에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면으로 갈수록 폭이 증가되는 제1 출구부(1020b); 상기 제1 출구부(1020b)의 내측벽에 서로 마주보며 배치되고 상기 냉각공기가 상기 제1 출구부(1020b)를 향해 소용돌이(vortex) 형태로 유동되도록 가이드 하는 제1 리브(1300a)를 포함한다.

[45]

상기 제1 냉각채널(1020a)은 원형의 실린더 형태로 상기 제1 출구부(1020b)를 향해 연장되고, 상기 제1 출구부(1020b)는 상기 제1 냉각채널(1020a)의 후단부에서 외측을 향해 확산각(α)을 갖고 타원 형태로 연장된다.

[46]

상기 확산각(α)은 15도 내지 40도 인 것을 특징으로 한다.

[47]

상기 제1 출구부(1020b)는 상기 제1 냉각채널(1020a) 보다 길이 방향에서 연장된 길이가 길게 연장된 것을 특징으로 한다.

[48]

상기 제1 리브(1300a)는 서로 마주보며 배치되고 C자 형태의 링으로 이루어진다.

[49]

상기 제1 리브(1300a)는 상기 제1 출구부(1020b)의 내측에서 돌출된 길이를 돌출 길이(e)라 정의하고, 서로 간에 이격된 리브(1300a)의 중심 사이의 길이를 이격 피치(p)라 정의 할 때 상기 p/e 는 5mm ~ 10mm 이내로 이격된다.

[50]

상기 제1 리브(1300a)는 상기 제1 출구부(1020b)의 내측벽의 길이 방향을 따라 나선 형태로 연장된다.

[51]

상기 제2막 냉각부(1000)는 냉각공기가 통과하는 제2 냉각채널(1100); 상기 제2 냉각채널(1100)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면까지 연장되고 상기 제2 냉각채널(1100)의 일단에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면으로 갈수록 폭이 증가되는 제2 출구부(1200); 및 상기 제2 출구부(1200)의 내측벽에서 서로 마주보는 다수개의 제2 리브(1300)를 포함한다.

[52]

상기 제2 냉각채널(1100)은 원형의 실린더 형태로 상기 제2 출구부(1200)를 향해 연장되고, 상기 제2 출구부(1200)는 상기 제2 냉각채널(1100)의 후단부에서 외측을 향해 확산각(α)을 갖고 타원 형태로 연장된 것을 특징으로 한다.

[53]

상기 확산각(α)은 15도 이상 40도 이내인 것을 특징으로 한다.

[54]

상기 제1,2 막 냉각부(1020, 1000)는 상기 터빈 블레이드(330)를 구성하는 복수개의 단위 블레이드 중 1단 터빈 블레이드와 2단 터빈 블레이드에 각각 구비된

것을 특징으로 한다.

- [55] 상기 제2 냉각채널(1100)의 길이는 직경(D)의 4배 내지 8배로 연장된다.
- [56] 상기 직경(D)은 0.6mm ~ 1.0mm로 형성된다.
- [57] 상기 제2 출구부(1200)는 길이 방향을 기준으로 중심을 따라 연장한 중심선과 상기 터빈 블레이드(330)의 표면과 이루는 경사각(α)이 30도 내지 40도인 것을 특징으로 한다.
- [58] 상기 제2 출구부(1200)는 상기 제2 냉각채널(1100)을 기준으로 양 측면 방향으로 15도 ~ 20도의 각도로 확장된다.
- [59] 본 실시 예는 제1,2 막 냉각부(1020, 1000)가 터빈 블레이드(330)에 구비된 가스터빈을 제공한다.
- [60]
- [61] 본 발명의 제3 실시 예에 의한 가스터빈 블레이드는 가스터빈에 구비된 터빈 블레이드(330); 상기 터빈 블레이드(330)의 압력면(330a)과 흡입면(330b)에 구비된 막 냉각부(1000A); 및 상기 터빈 블레이드(330)의 냉각을 위해 리딩 엷지(340)에 개구된 다수개의 개구부(2100)의 내측에 나선 형태로 형성되어 냉각 공기를 와류 형태로 안내하는 돌기(2200)가 구비된 리딩 엷지 냉각부(2000)를 포함하되, 상기 리딩 엷지 냉각부(2000)는 상기 리딩 엷지(340)의 온도 분포 상태에 따라 상기 개구부(2100)의 개구된 위치와 방향이 서로 상이하게 개구된 것을 특징으로 한다.
- [62] 상기 리딩 엷지 냉각부(200)의 개구부(2100)는 원통 형태 또는 타원 형태 또는 사다리꼴 형태 중의 어느 하나의 형태로 이루어진다.
- [63] 상기 막 냉각부(1000A)는 냉각공기가 통과하는 냉각채널(1100); 상기 냉각채널(1100)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면까지 연장되고 상기 냉각채널(1100)의 일단에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면으로 갈수록 폭이 증가되는 출구부(1200); 및 상기 출구부(1200)의 내측벽에서 서로 마주보는 다수개의 리브(1300)를 포함한다.
- [64] 상기 냉각채널(1100)은 원형의 실린더 형태로 상기 출구부(1200)를 향해 연장되고, 상기 출구부(1200)는 상기 냉각채널(1100)의 후단부에서 외측을 향해 확산각(α)을 갖고 타원 형태로 연장되되, 상기 확산각(α)은 15도인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [65] 본 발명의 실시 예들은 출구부에 구비된 다수개의 리브를 통해 박리 현상을 최소화 하고 유동 흐름이 안정화된 냉각 공기를 터빈 블레이드의 표면으로 공급할 수 있다.
- [66] 본 발명의 실시 예들은 막 냉각부의 한정된 영역을 최대한 이용하여 열 전달 성능을 향상시킬 수 있고 이를 통해 터빈 블레이드의 표면에 대한 냉각 효율을 향상시킬 수 있다.

[67] 본 발명의 실시 예들은 막 냉각부의 내부에서 박리 또는 유동 불균일이 최소화 될 수 있어 냉각 공기의 유동 안전성이 향상된다.

도면의 간단한 설명

[68] 도 1은 종래의 터빈 블레이드에 형성된 막 냉각부를 도시한 도면.

[69] 도 2는 본 발명에 의한 터빈 블레이드가 설치된 가스 터빈의 종 단면도.

[70] 도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 의한 가스 터빈 블레이드와 막 냉각부를 확대 도시한 사시도.

[71] 도 4는 본 발명의 제1 실시 예에 의한 막 냉각부에 구비된 리브의 다른 실시 예를 도시한 사시도.

[72] 도 5 내지 도 6은 본 발명의 제1 실시 예에 의한 막 냉각부에 구비된 리브를 경유한 냉각 공기의 유동 흐름을 도시한 도면.

[73] 도 7 내지 도 8은 본 발명의 막 냉각부의 세부 스펙을 도시한 도면.

[74] 도 9 내지 도 10은 본 발명의 제1 실시 예에 의한 리브의 다양한 실시 예를 도시한 도면.

[75] 도 11 내지 도 15는 본 발명의 제1 실시 예에 의한 리브에 구비된 개구 홀의 다양한 형태를 도시한 도면.

[76] 도 16 내지 도 18은 본 발명에 의한 제1 막 냉각부를 도시한 도면.

[77] 도 19는 본 발명의 제2 실시 예에 의한 제1 막 냉각부의 다른 실시 예를 도시한 도면.

[78] 도 20 내지 도 21은 본 발명의 제1 막 냉각부에 구비된 제1 리브의 측면도.

[79] 도 22은 본 발명의 제1 막 냉각부에 구비된 제1 리브의 다른 실시 예를 도시한 도면.

[80] 도 23은 본 발명의 제2 실시 예에 의한 제1 막 냉각부의 내부에 배치된 제1 리브의 다른 실시 예를 도시한 도면.

[81] 도 24는 본 발명의 제3 실시 예에 의한 가스터빈 블레이드를 도시한 사시도.

[82] 도 25는 본 발명의 제3 실시 예에 의한 리딩 엣지 냉각부를 가공하기 위해 틀을 이용한 가공 상태를 도시한 도면.

[83] 도 26은 본 발명의 제3 실시 예에 의한 막 냉각부를 도시한 사시도.

[84]

발명의 실시를 위한 형태

[85] 본 발명에 대한 설명에 앞서 가스터빈의 구성에 대해 도면을 참조하여 설명한다.

[86] 첨부된 도 2를 참조하면, 가스 터빈은 외형을 이루는 케이싱(10)이 구비되고, 케이싱(10)의 후측(도 2 기준 우측)에는 터빈을 통과한 연소가스가 배출되는 디퓨저가 구비된다.

[87] 그리고 상기 디퓨저의 앞쪽으로 압축된 공기를 공급받아 연소시키는 연소기(11)가 배치된다.

- [88] 공기의 흐름 방향을 기준으로 설명하면, 상기 케이싱(10)의 전방에 압축기 섹션(12)이 위치하고, 후방에 터빈 섹션(30)이 구비된다.
- [89] 상기 압축기 섹션(12)과 상기 터빈 섹션(30)의 사이에는 상기 터빈 섹션(30)에서 발생된 회전토크를 상기 압축기 섹션(12)으로 전달하는 토크튜브(14)가 구비된다.
- [90] 상기 압축기 섹션(12)에는 복수(예를 들어 14매)의 압축기 로터 디스크가 구비되고, 상기 각각의 압축기 로터 디스크들은 타이로드(15)에 의해서 축 방향으로 이격되지 않도록 체결된다.
- [91] 상기 각각의 압축기 로터 디스크 중앙을 상기 타이로드(15)가 관통한 상태로 서로 축 방향을 따라서 정렬되어 있다. 상기 압축기 로터 디스크의 외주부 부근에는 이웃한 로터 디스크에 상대 회전이 불가능하도록 결합되는 플랜지가 축 방향으로 돌출되게 형성된다.
- [92] 상기 압축기 로터 디스크의 외주면에는 복수 개의 블레이드가 방사상으로 결합되어 있다. 상기 각각의 블레이드는 도브 테일부를 구비하여 상기 압축기 로터 디스크에 체결된다.
- [93] 도브 테일부의 체결방식은 탄젠셜 타입(tangential type)과 액셜 타입(axial type)이 있다. 이는 상용되는 가스터빈의 필요 구조에 따라 선택될 수 있다. 경우에 따라서는, 상기 도브 테일외의 다른 체결장치를 이용하여 상기 블레이드를 로터 디스크에 체결할 수 있다.
- [94] 상기 타이로드(15)는 상기 복수 개의 압축기 로터 디스크들의 중심부를 관통하도록 배치되어 있으며, 일측 단부는 최상류측에 위치한 압축기 로터 디스크 내에 체결되고, 타측 단부는 상기 토크튜브에 고정된다.
- [95] 상기 타이로드의 형태는 가스터빈에 따라 다양한 구조로 이뤄질 수 있으므로, 반드시 도면에 제시된 형태로 한정될 것은 아니다.
- [96] 하나의 타이로드가 로터 디스크의 중앙부를 관통하는 형태를 가질 수도 있고, 복수 개의 타이로드가 원주상으로 배치되는 형태를 가질 수도 있으며, 이들의 혼용도 가능하다.
- [97]
- [98] 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 디스월러(deswoller)라고 한다.
- [99] 상기 연소기(11)에서는 유입된 압축공기를 연료와 혼합, 연소시켜 높은 에너지의 고온, 고압 연소가스를 만들어 내며, 등압 연소과정으로 연소기 및 터빈부품이 견딜 수 있는 내열한도까지 연소가스온도를 높이게 된다.
- [100] 가스터빈의 연소시스템을 구성하는 연소기는 셀 형태로 형성되는 케이싱 내에 다수가 배열될 수 있으며, 연소기는 연료 분사 노즐 등을 포함하는 버너(Burner)와, 연소실을 형성하는 연소기 라이너(Combuster Liner), 그리고

- 연소기와 터빈의 연결부가 되는 트랜지션 피스(Transition Piece)를 포함하여 구성된다.
- [101] 구체적으로, 상기 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.
- [102] 또한 라이너의 전단에는 연료노즐이 결합되며, 측벽에는 점화플러그가 결합된다.
- [103] 한편 라이너의 후단에는, 점화플러그에 의해 연소되는 연소가스를 터빈 측으로 보낼 수 있도록 트랜지션피스가 연결된다.
- [104] 상기 트랜지션피스는 연소가스의 높은 온도에 의한 파손이 방지되도록 외벽부가 압축기로부터 공급되는 압축공기에 의해 냉각된다.
- [105] 이를 위해 상기 트랜지션피스에는 공기를 내부로 분사시킬 수 있도록 냉각을 위한 홀들이 마련되며, 압축공기는 홀들을 통해 내부에 있는 본체를 냉각시킨 후 라이너 측으로 유동된다.
- [106] 상기 라이너의 환형공간에는 전술한 트랜지션피스를 냉각시킨 냉각공기가 유동되며, 라이너의 외벽에는 플로우 슬리브의 외부에서 압축공기가 플로우 슬리브에 마련되는 냉각 홀들을 통해 냉각공기로 제공되어 충돌할 수 있다.
- [107] 한편, 일반적으로 터빈에서는 연소기에서 나온 고온, 고압의 연소가스가 팽창하면서 터빈의 회전날개에 충동, 반동력을 주어 기계적인 에너지로 변환한다.
- [108] 터빈에서 얻은 기계적 에너지는 압축기에서 공기를 압축하는데 필요한 에너지로 공급되며 나머지는 발전기를 구동하는데 이용되어 전력을 생산하게 된다.
- [109] 상기 터빈에는 차실 내에 복수의 정익 및 동익이 교대로 배치 형성되어 구성되어 있고, 연소 가스에 의해 동익을 구동시킴으로써 발전기가 연결되는 출력축을 회전 구동시키고 있다.
- [110] 이를 위해, 상기 터빈 섹션(30)에는 복수의 터빈 로터 디스크가 구비된다. 상기 각각의 터빈 로터 디스크는 기본적으로는 상기 압축기 로터 디스크와 유사한 형태를 갖는다.
- [111] 상기 터빈 로터 디스크 역시 이웃한 터빈 로터 디스크와 결합되기 위한 구비한 플랜지를 구비하고, 방사상으로 배치되는 복수 개의 터빈 블레이드(33)(도 3 참조)를 포함한다. 상기 터빈 블레이드(33) 역시 도브테일 방식으로 상기 터빈 로터 디스크에 결합될 수 있다.
- [112] 상기와 같은 구조를 갖는 가스터빈에 있어서, 유입된 공기는 압축기 섹션(12)에서 압축되고, 연소기(11)에서 연소된 후, 터빈 섹션(30)으로 이동되어 터빈을 구동하고, 디퓨저를 통해 대기중으로 배출된다.
- [113] 가스터빈의 효율을 증가시키기 위한 방법 중 대표적인 것은 터빈 섹션(30)으로

유입되는 가스의 온도를 높이는 것이나, 이 경우 상기 터빈 섹션(30)의 입구 온도가 증가하게 되는 현상이 발생된다.

- [114] 또한 터빈 섹션(30)에 구비된 터빈 블레이드(33)에 문제가 발생하게 되고, 상기 터빈 블레이드(33)의 온도가 국부적으로 상승하면서 열응력(thermal Stress)이 발생되며, 상기 열응력이 장시간 지속되면 크리프(creep) 현상으로 인해 터빈 블레이드(33)의 파괴까지 이어질 수 있다.
- [115] 전술한 터빈 블레이드(33)에서 발생하는 문제점들을 보완하기 위해 상기 터빈 블레이드(33)의 내부에 냉각공기가 공급된다. 상기 냉각공기는 터빈 블레이드(33)의 내부에 형성된 유로를 따라 유동하면서 냉각을 실시하고 있으며 이하에서는 본 발명 구성에 대해 설명한다.
- [116] 본 발명의 제1 실시 예에 의한 가스 터빈 블레이드에 대해 설명한다.
- [117] 첨부된 도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 제1 실시 예에 의한 가스 터빈 블레이드는 고온의 핫 가스가 터빈 블레이드(33)의 외주면으로 공급될 때 상기 외주면에 대한 안정적인 냉각이 필요하게 된다.
- [118] 이 경우 본 발명은 터빈 블레이드(33)의 내부로 공급된 냉각 공기를 상기 터빈 블레이드(33)의 외주면으로 공급할 수 있는 막 냉각부(100)를 통해 상기 터빈 블레이드(33)의 표면에 대한 막 냉각을 실시하고자 한다.
- [119] 이를 위해 본 발명은 터빈 블레이드(33)의 리딩 엣지(34)에서부터 트레일링 엣지(35)에 이르는 구간에 다수개가 형성된 막 냉각부(100)가 구비된다. 상기 막 냉각부(100)는 냉각 공기가 상기 터빈 블레이드(33)의 내측으로부터 공급된 후에 표면으로 분사되면서 막 냉각을 도모하기 위해 구비된다.
- [120] 상기 막 냉각부(100)는 냉각공기가 통과하는 냉각채널(110)과, 상기 냉각채널(110)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(33)의 바깥표면까지 연장되고 상기 냉각채널(110)의 일단에서 상기 터빈 블레이드(33)의 바깥표면으로 갈수록 폭이 증가되는 출구부(120) 및 상기 출구부(120)의 내측벽에서 서로 마주보는 다수개의 리브(130)를 포함한다.
- [121] 참고로 상기 출구부(120)는 내부에 서로 마주보는 내측벽(121, 122)이 형성되고, 상기 내측벽(121, 122)에 다수개의 리브(130)가 도면에 도시된 바와 같이 배치된다.
- [122]
- [123] 상기 막 냉각부(100)는 터빈 블레이드(33)의 외주면을 따라 이동하는 고온의 핫 가스와 혼합되면서 상기 터빈 블레이드(33)의 표면에 대한 막 냉각을 도모한다.
- [124] 또한 막 냉각부(100)는 상기 출구부(120)를 통해 향해 냉각 공기가 공급될 때 표면적을 통한 열교환과, 상기 터빈 블레이드(33)의 표면을 향해 안정적으로 확산되면서 핫 가스가 가지고 있는 고온을 소정의 온도로 하강 시켜 냉각을 도모한다.
- [125] 특히 막 냉각부(100)는 냉각 공기가 출구부(120)를 통해 터빈 블레이드(33)의 외주면으로 이동할 때 상기 출구부(120)의 내부 영역에서 박리(separation)로 인한

유동 불균일 현상을 최소화 할 수 있어 냉각 효율을 일정하게 유지하는데 유리해진다.

[126] 또한 본 발명은 출구부(120)의 내부에서 냉각 공기의 유동 흐름이 일정하게 유지되도록 내측벽(121, 122)에 리브(130)를 구비하고 있어 박리로 인한 불안정한 유동 흐름이 발생하는 것을 최소화 되고 상기 냉각 공기의 유동 안정성도 동시에 향상될 수 있다.

[127]

[128] 상기 리브(130)는 상기 출구부(120)의 내측벽(121, 122)을 따라 터빈 블레이드(33)의 바깥표면인 외주면을 향해 일정 간격으로 다수개가 배치된다. 예를 들면 상기 내측벽(121, 122)에 서로 마주보는 상태로 도면에 도시된 개수로 배치된다.

[129] 상기 리브(130)는 상기 내측벽(121, 122)에서 중심(출구부의 내측 중앙)을 향해 돌출된 길이를 돌출 길이(e)라 정의할 때, 서로 간에 이격된 간격은 $5e$ 이상의 간격이 유지될 수 있다.

[130] 상기 리브(130)의 간격과 돌출 길이(e)는 열전달 성능에 영향을 유발하는데, 상기 리브(130)들 간에 이격된 간격이 $5e$ 이내인 경우 보다는 $5e$ 이상 유지되는 것이 보다 많은 열을 전달하여 냉각에 유리하므로 전술한 이격 간격이 유지된다.

[131] 참고로 리브(130)의 돌출 길이(e)는 출구부(120)의 크기에 따라 변동되므로 별도의 해석 또는 시뮬레이션을 통해 설정된다.

[132]

[133] 리브(130)는 출구부(120)의 선단부(120a)에서 후단부(120b)까지의 전체 길이를 L이라 할 때, 상기 선단부(120a)를 기준으로 $1/5 \sim L$ 위치에서부터 후단부(120b)까지 복수개가 배치된다.

[134] 출구부(120)는 선단부(120a)의 경우 냉각 공기의 유동 흐름이 후단부(120b)에 비해 일정하게 유지되고 박리 현상이 선단부(120a)에서 후단부 방향으로 이격된 $1/5 \sim L$ 위치 주위에서 시작되므로 상기 위치에서부터 리브(130)가 배치될 경우 박리로 인한 유동 불안정 현상을 최소화 할 수 있다.

[135]

[136] 첨부된 도 4를 참조하면, 본 실시 예에 의한 리브(130)는 돌출 길이(e)가 상기 출구부(120)에서 동일한 길이로 연장되거나, 상기 출구부(120)의 선단부(120a)에서 후단부(120b)로 갈수록 상기 출구부(120)의 폭 방향 중앙을 향해 돌출 길이(e)가 증가될 수 있다.

[137] 후자의 경우 출구부(120)는 후단부(120b)의 면적이 증가되고 이로 인해 폭 방향 중앙에서의 유동 흐름이 선단부(120a)에 비해 불안정해 질 수 있으므로 상기 리브(130)의 돌출 길이(e)가 증가되는 것이 냉각공기의 안정적인 유동 흐름을 유도할 수 있다.

[138]

[139] 상기 냉각채널(110)은 냉각 공기가 유입되도록 터빈 블레이드(33)의 내측에

일단이 연결되고, 타단은 터빈 블레이드(33)의 외측을 향해 연장되며 원형의 단면 형태로 형성되나, 타원 형태로 형성되는 것도 가능할 수 있다.

- [140] 본 실시 예에 의한 출구부(120)는 상기 냉각채널(110)의 후단부에서 확산각(α)을 갖고 폭 방향에서 타원 형태로 연장된다.
- [141] 상기 냉각채널(110)은 원형의 실린더 형태로 상기 출구부(120)를 향해 연장되고, 상기 확산각(α)은 15도 이상의 각도가 유지된다.
- [142] 상기 확산각은 출구부(120)를 따라 이동하는 냉각 공기가 터빈 블레이드(33)의 표면으로 이동되기 이전에 불필요한 박리 현상의 발생을 억제하고 안정적인 이동을 유도하기 위해 전술한 각도가 유지된다.
- [143] 본 실시 예에 의한 냉각채널(110)은 상기 확산각(α)이 15도 이상 40도 이내의 범위에서 최적의 상태로 냉각 공기의 이동 흐름을 안정적으로 유도하여 막 냉각 효과를 유발할 수 있다.
- [144] 또한 본 실시 예는 상기 확산각과 함께 복수개의 리브(130)를 통해 냉각 공기가 이동하면서 발생하는 박리 현상을 감소시키고 출구부(120)의 내측 중양을 따라 이동하는 냉각 공기의 이동 흐름을 일정하게 유도할 수 있다.
- [145] 출구부(120)는 도면 기준으로 내측벽(121, 122)에 각각 리브(130)가 위치되고, 폭(W) 방향 중양을 기준으로 대칭되게 배치된다. 냉각 공기는 출구부(120)의 내측 영역을 따라 이동할 때 상기 내측벽(121, 122)에서 이동속도가 저하될 수 있고 이로 인해 박리 현상이 발생할 수 있으므로 상기 위치에 다수개의 리브(130)가 배치된다.
- [146] 냉각 공기는 출구부(120)의 내측 영역에서 이동할 때 상기 냉각채널(110)의 일정한 직경을 따라 이동되다가 상기 출구부(120)로 이동될 경우 상기 내측벽(121, 122)에서 박리가 발생할 수 있다.
- [147] 상기 냉각 공기는 출구부(120)의 내부 영역에서 이동할 때 일정한(uniform)한 유동 흐름이 이루어지는 것이 가장 바람직하나, 상기 출구부(120)는 내측벽(121, 122)에서 냉각 공기의 이동 속도가 제로(zero)에 가깝게 유지되므로 내측벽(121, 122)으로 이동한 냉각 공기의 이동 속도 및 점성과, 폭 방향(W) 중양을 따라 이동하는 냉각 공기의 이동 속도 및 점성의 차이가 발생된다.
- [148] 상기 냉각 공기의 상이한 이동 속도로 인해 상기 폭 방향 중양을 따라 이동하는 냉각 공기는 출구부(120)의 내측에서 전방을 향해 직진 이동하지 못하고 상대적으로 속도가 느린 내측벽(121, 122)을 향해 이동하면서 박리 현상이 발생할 수 있다. 본 발명은 이러한 박리 현상을 최소화 하기 위해 리브(130)가 구비된다.
- [149]
- [150] 첨부된 도 3 또는 도 5 내지 도 6을 참조하면, 본 발명은 출구부(120)의 내측 영역에서 발생하는 박리를 최소화 하기 위해 리브(130)를 상기 내측벽(121, 122)에 설치하고, 상기 리브(130)에 의해 상기 냉각 공기가 상기 리브(130)를 경유할 때 작은 소용돌이가 발생하는 에디 현상(eddy phenomenon)을

유발시킨다.

- [151] 상기 에디 현상은 상기 출구부(120)의 내측벽(121, 122)을 따라 이동하는 냉각 공기의 불필요하게 발생하는 박리를 예방하여 냉각 공기의 안정적인 이동을 도모할 수 있다.
- [152] 또한 냉각 공기가 상기 출구부(120)를 통과하여 터빈 블레이드(33)의 표면으로 이동될 경우 열전달 성능도 향상시켜 상기 터빈 블레이드(33)에 대한 전체적인 냉각 성능 향상을 도모할 수 있다.
- [153] 예를 들어 냉각 공기가 상기 출구부(120)의 내부 영역을 따라 터빈 블레이드(33)의 표면으로 이동하는 상태를 전산 유체 해석(SolidWorks Flow Simulation)(일명 CFD)을 통해 냉각 공기의 이동 흐름을 테스트해 보면 도면에 도시된 바와 같이 나타난다.
- [154] 상기 에디 현상은 냉각 공기에 상당히 큰 소용돌이 흐름을 유발하는 박리 현상과 다르게 상기 내측벽(121, 122)에서 상기 냉각 공기에 작은 소용돌이를 유발하는데, 상기 소용돌이는 냉각공기의 전체적인 유동 흐름에 영향을 유발하는 유동 흐름이 아닌 상기 내측벽(121, 122)에서 도면에 도시된 바와 같은 형태로 상기 냉각 공기의 유동 흐름 방향을 상기 출구부(120)의 폭 방향 중앙으로 유도한다.
- [155] 특히 냉각 공기는 리브(130) 주위에서 작은 소용돌이가 발생되고, 상기 이격된 리브(130) 사이에서는 소용 돌이의 정도가 약해지는 것을 알 수 있다.
- [156] 본 실시 예는 이러한 에디 현상을 이용하기 위해 다수개의 리브(130)가 내측벽(121, 122)에 구비되고 상기 출구부(120)의 내측에서 폭 방향 중앙에서의 일정한(uniform) 냉각 공기의 유동 흐름이 이루어지도록 유도하여 특정 확산각으로 인해 불필요하게 발생할 수 있는 박리 현상을 최소화 하여 안정적인 냉각 공기의 유동 흐름을 가이드 할 수 있다.
- [157] 상기 냉각 공기가 일정하게 출구부(120)를 경유하여 터빈 블레이드(33)의 표면을 향해 이동될 경우 상기 냉각 공기가 이동하는 동안 열전달 성능도 동시에 향상될 수 있다.
- [158] 막 냉각부(100)는 상기 터빈 블레이드(33)의 압력면(33a)과 흡입면(33b)에 각각 위치되며 상기 위치는 고온의 핫 가스가 터빈 블레이드(33)의 표면을 따라 이동되는 위치에 해당된다.
- [159] 상기 압력면(33a)과 흡입면(33b)은 냉각 공기가 화살표로 도시된 바와 같이 터빈 블레이드(33)의 표면을 따라 이동되면서 막 냉각 효과가 안정적으로 유지되어 상기 터빈 블레이드(33)의 막냉각을 도모할 수 있다.
- [160] 일 예로 본 실시 예는 상기 막 냉각부(100)가 상기 터빈 블레이드(33)를 구성하는 리딩 엣지(34)에서 트레일링 엣지(35) 사이에 이르는 구간에서 서로 다른 간격으로 배치되어 막 냉각을 도모할 수 있다.
- [161] 상기 막 냉각부(100)는 터빈 블레이드(33)의 압력면(33a)과 흡입면(33b)에서 고온으로 유지되는 구간에 다수개가 집중 배치되고, 상대적으로 저온으로

유지되는 구간에는 배치된 개수가 감소될 수 있다.

[162]

[163] 상기 막 냉각부(100)는 상기 터빈 블레이드(33)를 구성하는 복수 개의 단위 블레이드 중 1단 터빈 블레이드와 2단 터빈 블레이드에 각각 구비되는데, 상기 1,2단 터빈 블레이드는 연소기를 경유한 고온의 핫 가스와 직접 또는 간접적으로 접촉이 발생하는 위치에 해당된다.

[164] 이 경우 상기 압력면(33a)과 흡입면(33b)을 따라 이동하는 핫 가스의 이동 궤적과 온도 분포에 따라 냉각 상태가 상이해질 수 있으나 본 실시 예는 일 예로 압력면(33a)과 흡입면(33b)에 배치 간격 또는 분포를 상이하게 하여 터빈 블레이드(33)의 표면에 대한 막 냉각 효과를 향상시킬 수 있다.

[165] 따라서 터빈 블레이드(33)는 고온의 핫 가스와 접하는 표면에 대한 막 냉각 효과가 향상되므로 장기간 사용시에도 변형을 예방할 수 있다.

[166]

[167] 첨부된 도 7 내지 도 8을 참조하면, 막 냉각부(100)는 크게 냉각채널(110)과 출구(120)로 구성되고, 상기 냉각채널(110)은 직경(D)에 따른 길이가 $4D \sim 8D$ 이내의 길이로 연장될 수 있다.

[168] 상기 직경(D)은 일 예로 $0.6\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$ 로 형성되는데 전술한 치수로 반드시 한정하지는 않고 가스터빈의 사양에 따라 다양하게 변경될 수 있다.

[169] 예를 들어 본 실시 예는 냉각 채널(110)의 직경(D)이 0.6mm 일 경우 냉각채널(110)은 2.4mm 의 길이로 연장될 경우 터빈 블레이드(33)의 막 냉각 효과를 최대로 얻을 수 있어 열전달 성능 효과를 안정적으로 유지할 수 있다.

[170] 상기 냉각 채널(110)은 최대 4.8mm 까지 연장될 수 있으나 상기 직경(D)에 따른 길이의 4배 내지 8배의 길이 비율을 유지할 경우 전술한 수치로 반드시 한정하지 않는다.

[171]

[172] 상기 출구부(120)는 길이 방향을 기준으로 중심을 따라 연장한 중심선과 상기 터빈 블레이드(33)의 표면과 이루는 경사각(α)이 30도 내지 40도가 유지된다.

[173] 상기 경사각(α)은 전술한 30도 보다 작을 경우 냉각 채널(110)의 길이가 불필요하게 길어질 수 있다. 또한 상기 경사각이 전술한 각도 이상일 경우 터빈 블레이드(33)의 표면으로 분사되지 못하거나 일부만 표면을 향해 이동될 수 있어 전술한 경사각이 유지될 경우에만 안정적인 터빈 블레이드(33)의 막 냉각 효과를 유발할 수 있다.

[174]

[175] 상기 출구부(120)는 상기 냉각채널(110)을 기준으로 양 측면 방향으로 경사각(β)이 15도 ~ 20도의 각도로 확관된다. 출구부(120)는 확관되는 각도에 따라 냉각 공기가 터빈 블레이드(33)의 표면을 향해 분사되는 확산각이 변동될 수 있는데 전술한 각도는 터빈 블레이드(33)의 표면에서의 막 냉각 효과를 최적으로 유지할 수 있는 각도에 해당된다.

- [176] 따라서 출구부(120)는 최소 15도 이상 최대 20도 이내의 각도로 구성되어 냉각 공기를 터빈 블레이드(33)의 표면으로 분사시켜 막 냉각 효과를 최대로 유지하여 효율적인 냉각을 도모할 수 있다.
- [177]
- [178] 첨부된 도 9 내지 도 10을 참조하면, 리브(130)는 일 예로 다면체로 형성되고, 꼭지점이 0도 보다 크고 직각보다 작은 유지될 수 있다. 다면체의 경우 특별히 특정면체로 한정하지 않으나 전술한 CFD 해석을 통해 안정적인 에디 현상이 유발되는 다면체가 사용된다. 즉 상기 리브(130)는 다각뿔 형태로 구성된다.
- [179] 리브(130)가 다면체로 구성될 경우 냉각 공기와의 접촉 면적 증가로 열전달 성능 향상을 도모할 수 있다.
- [180] 예를 들면 상기 리브는 직육면체 형태로 형성될 수 있으며 이 경우 꼭지점이 90도 각도로 유지된다. 꼭지점이 상기 각도로 형성되는 이유는 냉각 공기에 의도적으로 작은 소용돌이를 유발하고자 할 때 원형 또는 라운드진 형태 보다는 유리하기 때문이다.
- [181]
- [182] 첨부된 도 11을 참조하면, 터빈 블레이드는 출구부(120)의 내측에 서로 마주보는 측벽(121, 122)에 이격된 상태로 배치된 다수개의 리브(130)에 냉각 공기가 공급되도록 상기 리브(130)의 정면에 개구된 개구 홀(140)이 형성된다.
- [183] 본 실시 예는 리브(130)에 개구 홀(140)을 형성하여 냉각 공기의 이동 방향을 가이드 하고 이를 통해 상기 냉각 공기의 안정적인 유동 흐름과 열전달 성능 향상을 동시에 도모하고자 한다.
- [184]
- [185] 본 실시 예에 의한 리브(130)는 상기 개구 홀(140)이 상기 출구부(120)의 측벽(121, 122)을 향해 개구된다. 참고로 상기 개구 홀(140)의 개구된 면적은 별도의 시뮬레이션 또는 유동 해석을 통해 최적화된 크기로 개구될 수 있다.
- [186] 개구 홀(140)은 개구된 위치가 측벽(121, 122)을 향해 개구 되므로 일정량의 냉각 공기가 상기 측벽(121, 122)으로 공급될 수 있고, 이 경우 상기 측벽(121, 122)으로 공급된 냉각 공기에 의해 열전달 효율이 향상될 수 있다.
- [187] 또한 상기 냉각 공기는 측벽(121, 122)으로 이동될 경우 이격된 리브(130) 사이의 영역에서 순환하면서 열전달이 이루어진 후에 상기 리브(130)를 향해 이동하고, 리브(130)에서 발생된 작은 소용돌이 흐름에 혼합된다.
- [188]
- [189] 냉각 공기가 냉각채널(110)을 경유하여 리브(130)로 이동될 경우 작은 소용돌이 흐름이 유발되는 에디 현상(eddy phenomenon)이 발생된다. 상기 에디 현상은 냉각 공기에 상당히 큰 소용돌이 흐름을 유발하는 박리 현상과 다르게 상기 내측벽(121, 122)에서 상기 냉각 공기에 작은 소용돌이를 유발한다. 상기 소용돌이는 냉각공기의 전체적인 유동 흐름에 영향을 유발하는 유동 흐름이 아닌 상기 내측벽(121, 122)에서 냉각 공기의 유동 흐름 방향을 상기

출구부(120)의 폭 방향 중앙으로 유도한다.

- [190] 특히 냉각 공기는 리브(130) 주위에서 작은 소용돌이가 발생되고, 상기 이격된 리브(130) 사이에서는 소용 돌이의 정도가 약해진다.
- [191] 본 실시 예는 이러한 에디 현상을 이용하기 위해 다수개의 리브(130)를 내측벽(121, 122)에 배치하고 상기 출구부(120)의 내측에서 폭 방향 중앙에서의 일정한(uniform) 냉각 공기의 유동 흐름이 이루어지도록 유도하여 특정 확산각으로 인해 불필요하게 발생할 수 있는 박리 현상을 최소화 하여 안정적인 냉각 공기의 유동 흐름을 가이드 할 수 있다.
- [192] 이와 같이 리브(130)에서 발생된 작은 소용돌이와 상기 개구 홀(140)을 경유한 냉각 공기는 서로 혼합된 후에 출구부(120)의 폭 방향 중앙을 따라 이동하는 일정한 유동 흐름을 따라 터빈 블레이드를 향해 이동된다.
- [193] 본 실시 예에 의한 개구 홀(140)은 리브(130)의 정면에서 후면을 향해 직경이 일정하게 유지된다. 이 경우 내측벽(121, 122)을 향해 이동하는 공기량이 일정하게 유지된다.
- [194]
- [195] 첨부된 도 12를 참조하면, 본 실시 예에 의한 개구 홀(140)은 상기 출구부(120)의 후단부(120b)로 갈수록 개구된 면적이 증가될 수 있다. 이 경우 상기 개구 홀(140)은 냉각 공기가 배출되는 위치를 내측벽(121, 122)을 향해 배치시킨다.
- [196] 냉각 공기는 상기 내측벽(121, 122)을 향해 확산된 상태로 이동하므로 일정 크기를 갖는 개구 홀에 비해 보다 많은 량의 냉각 공기가 상기 내측벽(121, 122)을 향해 이동된다. 따라서 상기 내측벽(121, 122)에서의 열전달 효율이 향상될 수 있어 터빈 블레이드의 냉각 성능 향상을 도모할 수 있다.
- [197]
- [198] 첨부된 도 13을 참조하면, 본 실시 예에 의한 개구 홀(140)은 상기 리브(130)의 정면에서 폭 방향에 타원 형태로 개구될 수 있다. 상기 개구 홀(140)이 타원 형태로 개구될 경우 상기 막 냉각부(100)의 한정된 높이의 형태를 최대한 이용하여 다량의 냉각 공기를 내측벽(121, 122)으로 공급할 수 있어 열전달 효율이 향상된다. 상기 개구 홀(140)은 1개 또는 복수 개가 개구되며 크기는 특별히 한정하지 않는다.
- [199]
- [200] 첨부된 도 14를 참조하면, 본 실시 예에 의한 개구 홀(140)은 상기 리브(130)의 정면에서 상기 출구부(120)의 측벽(121, 122)과 인접하여 세로 방향에 타원 형태로 개구될 수 있다. 이 경우 상기 개구 홀(140)은 복수개로 구성되는 것도 가능하고, 개구된 면적이 증가되므로 상기 내측벽(121, 122)을 향해 안정적으로 냉각 공기가 공급될 수 있다.
- [201] 상기 개구 홀(140)이 리브(130)의 세로 방향에 개구될 경우 냉각 공기는 상기 내측벽(121, 122)을 향해 이동 방향이 가이드 될 수 있어 열전달 효율을 향상시킬

수 있다.

[202]

[203] 첨부된 도 15를 참조하면, 본 실시 예에 의한 개구 홀(140)은 상기 리브(130)의 정면에서 후면을 향해 직경이 감소될 수 있다. 이 경우 냉각 공기는 상기 개구 홀(140)을 통과하면서 유속이 증가된 상태로 리브(130)가 이격된 이격 공간으로 이동한다.

[204]

상기 위치에서 냉각 공기는 출구부(120)의 폭 방향 중앙 위치에서 이동하는 냉각 공기의 이동 속도에 비해 빠르게 이동된 후에 리브(130)를 향해 이동된다. 그리고 리브(130)에서 발생된 작은 소용돌이 흐름에 혼합된 후에 출구부(120)의 후단부(120b)를 향해 안정적으로 이동된다.

[205]

이와 같이 냉각 공기가 이동할 경우 내측벽(121, 122)과 열교환이 이루어진 후에 이동 흐름이 정체되지 않고 상기 돌출된 리브(130) 주위에서 발생하는 소용돌이 흐름에 합쳐져서 출구부(120)로 이동된다.

[206]

[207]

첨부된 도 16 내지 도 17을 참조하면, 막 냉각부(100)는 상기 터빈 블레이드(33)의 리딩 엣지(34)에 구비된 제1 막 냉각부(102)를 더 포함한다. 상기 제1 막 냉각부(102)는 전술한 막 냉각부(100)와 일부는 유사하게 구성되나 세부적으로는 상이하게 구성된다.

[208]

상기 제1 막 냉각부(102)는 냉각공기가 통과하는 제1 냉각채널(102a)과, 상기 제1 냉각채널(102a)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(33)의 바깥표면까지 연장된 제1 출구부(102b)와, 상기 제1 출구부(102b)의 내측벽에 배치되고 상기 냉각공기가 상기 제1 출구부(102b)를 향해 소용돌이(vortex) 형태로 유동 되도록 가이드 하는 제1 리브(130a)를 포함한다.

[209]

참고로 상기 제1 출구부(102b)는 내부에 서로 마주보는 내측벽(102c, 102d)이 형성되고, 상기 내측벽(102c, 102d)에 다수개의 제1 리브(130a)가 도면에 도시된 바와 같이 배치된다.

[210]

상기 제1 막 냉각부(102)는 터빈 블레이드(33)의 외주면 중 리딩 엣지(34)에 구비되어 고온의 핫 가스와 접촉되는 리딩 엣지(34)의 표면에 대한 막 냉각을 도모한다.

[211]

또한 제1 막 냉각부(102)는 상기 제1 출구부(102b)를 통해 향해 냉각 공기가 공급될 때 표면적을 통한 열교환과, 상기 터빈 블레이드(33)의 리딩 엣지(34)의 표면을 향해 안정적으로 확산되면서 핫 가스가 가지고 있는 고온을 소정의 온도로 하강 시켜 냉각을 도모한다.

[212]

제1 막 냉각부(102)는 냉각 공기가 제1 출구부(102b)를 통해 터빈 블레이드(33)의 리딩 엣지(34)로 이동할 때 상기 제1 출구부(10b)의 내부 영역에서 박리(separation)로 인한 유동 불균일 현상을 최소화 할 수 있어 냉각 효율을 일정하게 유지하는데 유리해진다.

[213]

또한 본 발명은 제1 출구부(102b)의 내부에서 냉각 공기의 유동 흐름이

일정하게 유지되도록 내측벽(102c, 102d)에 제1 리브(130a)를 구비하고 있어 박리로 인한 불안정한 유동 흐름이 발생하는 것을 최소화 할 수 있어 상기 냉각 공기의 유동 안정성도 동시에 향상시킬 수 있다.

[214]

[215] 제1 리브(130a)는 전술한 리브(130)와 다르게 제1 출구부(102b)의 내측벽(102c, 102d)을 따라 나선 형태로 연장된다. 이와 같이 제1 리브(130a)가 연장되는 이유는 상기 냉각 공기가 상기 제1 출구부(102b)를 따라 터빈 블레이드(33)의 표면을 향해 나선 형태로 이동되도록 유도하기 위해서이다.

[216] 상기 제1 리브(130a)는 서로 마주보며 배치되고 C자 형태의 링으로 이루어진다. 상기 제1 리브(130a)가 C자 형태의 링으로 구성될 경우 일부의 냉각 공기가 내측벽(102c, 102d)을 따라 이동하는 제1 흐름과, 상기 제1 리브(130a)의 c자 형태를 따라 이동되는 제2 흐름이 발생된다.

[217] 이 경우 냉각 공기는 나선형의 소용돌이 형태로 터빈 블레이드(33)를 향해 이동된 후에 상기 터빈 블레이드(33)의 표면을 향해 분사된다. 이 경우 냉각 공기는 제1 출구부(102b)의 내측벽(102c, 102d)과 밀착된 유동 흐름이 유지되고 상기 내측벽(102c, 102d)에서 박리 유동으로 인한 불안정한 유동 흐름이 억제된다.

[218] 본 실시 예는 상기 제1 리브(130a)를 통해 냉각 공기의 유동 흐름을 나선 형의 소용돌이 형태로 유도할 수 있는데 냉각 공기의 주요한 이동이 이루어지는 제1 출구부(102b)에서 도면에 도시된 바와 같이 유동 흐름을 변경할 수 있어 고온의 온도 조건이 유지되는 리딩 엣지(34)에서의 효율적인 냉각을 도모할 수 있다.

[219] 특히 상기 리딩 엣지(34)는 고온의 핫 가스가 최초 접촉이 이루어지는 위치에 해당되므로 막 냉각을 통한 냉각이 불안정해지거나, 상기 고온의 핫 가스로 인해 리딩 엣지(34)의 표면 온도가 급격히 상승될 수 있다.

[220] 압력면(33a)과 흡입면(33b)에 대한 냉각은 안정적으로 이루어지더라도 상기 리딩 엣지(34)의 표면 온도가 상승될 경우 터빈 블레이드(33)의 전체 냉각 효율을 저하시킬 수 있다.

[221] 본 실시 예는 상기 리딩 엣지(33)에 대한 안정적인 냉각을 통해 터빈 블레이드(33)의 전체 냉각 성능을 향상시키고 상기 리딩 엣지(34)에 구비된 제1 막 냉각부(102)를 통해 냉각 공기의 유동을 나선 형태로 유도하여 박리 발생을 저감시켜 터빈 블레이드(33)의 안정적인 냉각을 실시할 수 있다.

[222]

[223] 제1 출구부(102b)는 상기 제1 냉각채널(102a) 보다 길이 방향에서 연장된 길이가 길게 연장될 수 있다. 상기 제1 출구부(102b)의 길이가 이와 같이 연장되는 이유는 냉각 공기의 회전력을 증가시켜 터빈 블레이드(33)의 표면으로 나선 형태의 소용돌이 유동을 유지하는데 유리하기 때문이다.

[224] 예를 들어 상기 제1 출구부(102b)가 제1 냉각채널(102a) 보다 연장된 길이가 짧을 경우 냉각 공기가 나선 형태의 소용돌이 유동을 유지하기가 어려울 수

있다.

[225] 이를 방지하기 위해 본 실시 예는 상기 제1 출구부(102b)의 길이가 도면에 도시된 바와 같이 제1 냉각채널(102a) 보다 길게 연장되어 있어 냉각 공기가 다수개의 제1 리브(130a)를 경유하면서 나선 형태의 회전력이 안정적으로 발생된다.

[226] 따라서 냉각 공기는 나선 형태의 소용돌이 유동이 터빈 블레이드(33)의 표면으로 분사되는 경우에도 안정적으로 유지될 수 있다.

[227]

[228] 상기 제1 리브(130a)는 서로 마주보며 배치되고 C자 형태의 링으로 이루어진다. 제1 리브(130a)가 이와 같이 구성되는 이유는 냉각 공기의 유동 흐름을 나선 형태의 소용돌이 유동으로 유지하기 위해서는 링 형태 또는 c자 형태로 제1 리브(130a)가 형성되는 것이 유리해진다.

[229] 제1 리브(130a)가 링 형태로 구성되는 것도 가능할 수 있으나 상기 제1 출구부(102b)의 내부 영역이 협소할 경우 보다 용이한 가공을 위해 도면에 도시된 c자 형태로 구성되는 것이 바람직 할 수 있으나 반드시 도면에 도시된 형태로 한정하지 않는다.

[230] 예를 들면 냉각 공기의 이동 흐름을 나선 형태로 용이하게 변경 시킬 수 있는 다른 형태로 다양하게 변경시켜 구성될 수 있다.

[231]

[232] 첨부된 도 16 또는 도 18을 참조하면, 제1 리브(130a)는 상기 제1 출구부(102b)의 내측벽(102c, 102d)을 따라 일정 간격으로 다수개가 배치된다. 예를 들면 상기 내측벽(102c, 102d)에 서로 마주보는 상태로 도면에 도시된 개수로 배치된다.

[233] 상기 제1 리브(130a)는 상기 내측벽(102c, 102d)에서 중심(제1 출구부의 내측 중앙)을 향해 돌출 길이(e)를 갖고 돌출 되고, 각각의 제1 리브(130a)는 이격 피치(p)를 갖고 서로 간에 이격된다.

[234] 일 실시 예로는 상기 제1 리브(130a)가 상기 제1 출구부(102b)의 내측에서 돌출된 길이를 돌출 길이(e)라 정의하고, 서로 간에 이격된 리브(130a)의 중심 사이의 길이를 이격 피치(p)라 정의 할 때 상기 p/e는 5mm ~ 10mm 이내로 이격될 수 있다.

[235] 상기 p/e는 최소 5mm이상 이격되는 것이 냉각 공기의 안정적인 이동과 나선 형태의 이동 흐름을 유도할 수 있는데 전술한 간격 보다 작은 간격이 유지될 경우 냉각 공기의 유동 안전성이 저하될 수 있다.

[236]

[237] 상기 실시 예는 상기 상기 p/e가 최대 10mm 이내의 간격으로 이격되는 것으로 전술한 실시 예를 포함하고 돌출 길이(e) 또는 이격 피치(p)가 다양하게 가변되는 경우를 고려하여 전술한 바와 같은 범위로 이격된다.

[238]

- [239] 첨부된 도 19 내지 도 20를 참조하면, 본 실시 예에 의한 제1 리브(130a)는 제1 출구부(102b)의 내측벽의 길이 방향을 따라 서로 어긋나게 위치될 수 있다. 이 경우 냉각 공기는 나선형태의 냉각 공기의 이동 흐름을 유지하는데 보다 유리할 수 있다.
- [240] 본 실시 예에 의한 제1 리브(130a)는 측면에서 바라볼 때 제1 출구부(102b)와 직교되게 배치될 수 있다.
- [241]
- [242] 첨부된 도 21을 참조하면, 다른 실시 예로 상기 제1 리브(130a)는 c자 형태로 구성되고 측면에서 바라볼 때 제1 경사각(θ_1)으로 경사지게 배치될 수 있다. 이와 같이 제1 리브(130a)가 제1 경사각으로 경사지는 이유는 냉각 공기가 제1 리브(130a)와 최초 접촉된 후에 이동 방향이 가이드 될 때 상기 냉각 공기와 상기 제1 리브(130a)가 직각으로 접촉된다.
- [243] 본 실시 예는 상기 제1 리브(130a)를 제1 경사각(θ_1)으로 경사지게 배치시켜 냉각 공기가 제1 리브(130a)와 직각으로 접촉되는 양도록 유도한다. 이 경우 냉각 공기는 제1 리브(130a)와 접촉된 후에 일부는 전방을 향해 이동되고 일부는 나선 형태의 이동 흐름으로 이동될 때 충격에 따른 손실이 감소되어 회전력이 향상될 수 있다.
- [244]
- [245] 첨부된 도 22를 참조하면, 제1 막 냉각부(102)는 상기 제1 출구부(102b)의 전체 구간을 연장 구간(S)으로 정의하고, 상기 제1 냉각채널(102a)과 연결된 위치에서부터 $1/2 \times S$ 까지의 구간을 제1 연장 구간(S1)이라 하며, 나머지 구간을 제2 연장 구간(S2)이라 정의할 때, 상기 제1 연장 구간(S1)에 위치한 제1 리브(130a)의 이격 간격과 상기 제2 연장 구간(S2)에 위치한 제1 리브(130a)의 이격 간격이 서로 상이하게 구성될 수 있다.
- [246] 상기 제1 연장 구간(S1)과 제2 연장 구간(S2)은 냉각 공기가 유입될 경우 제1 리브(130a)에 의해 나선 형태의 회전력이 발생하는 구간으로 한정된 길이를 갖는 제1 출구부(102b)의 길이를 고려하여 제1 리브(130a)의 이격 간격을 최적으로 조절하기 위해 위와 같이 제1 리브(130a)의 이격 간격을 상이하게 구성한다.
- [247] 예를 들어 제1 연장 구간(S1)에 배치된 제1 리브(130a)는 제2 연장 구간(S2)에 배치된 제1 리브(130a) 보다 서로 간에 이격된 리브(130a) 중심 사이의 길이에 따른 이격 피치(p)가 짧게 이격될 수 있다.
- [248] 이 경우 제1 출구부(102b)로 유입된 냉각 공기는 상기 제1 연장 구간(S1)에서 다수개의 제1 리브(130a)를 경유하면서 발생하는 회전력이 상기 제2 연장 구간(S2)에서 발생된 회전력 보다 크게 발생된다.
- [249] 또한 제2 연장 구간(S2)에서는 냉각 공기의 회전력이 감소되지 않고 터빈 블레이드(33)의 표면을 향해 안정적으로 분사 될 수 있는 정도의 회전력만 유지되면 되므로 상기 제1 연장 구간(S1)에 배치된 제1 리브(130a) 보다 이격 피치(p)가 길어도 나선 형태의 소용돌이 유동을 안정적으로 유지할 수 있다.

[250]

[251] 상기 막 냉각부(100)는 상기 터빈 블레이드(33) 성형시 주조 가공으로 동시에 성형될 수 있다. 주조 가공의 경우 정밀한 성형이 가능하므로 다수개의 리브(130) 또는 제1 리브(130a)에 대한 용이한 성형이 가능해진다.

[252] 전술한 주조 가공 방식 이외에도 상기 막 냉각부(100)는 방전가공(Electric discharge machining) 방법 또는 3차원 프린터 방법 또는 레이저 가공 중의 어느 하나의 방법으로 가공이 이루어질 수 있다.

[253] 본 실시 예에 의한 막 냉각부(100)는 터빈 블레이드(33)에 구비된 가스터빈에 설치될 수 있으며 이 경우 고온의 핫 가스에 의한 터빈 블레이드(33)의 냉각 효율을 안정적으로 유지하고 막 냉각에 의한 냉각 효과를 향상시킬 수 있다.

[254]

[255] 본 발명의 제2 실시 예에 의한 가스 터빈 블레이드에 대해 도면을 참조하여 설명한다.

[256] 첨부된 도 23을 참조하면, 가스 터빈에 구비된 터빈 블레이드(330)와, 상기 터빈 블레이드(330)의 냉각을 위해 리딩 엣지(340)에 구비된 제1 막 냉각부(1020) 및 상기 터빈 블레이드(330)의 압력면(330a)과 흡입면(330b)에 구비된 제2 막 냉각부(1000)를 포함한다.

[257] 상기 제1,2 막 냉각부(1020, 1000)는 터빈 블레이드(330)의 외주면을 따라 이동하는 고온의 핫 가스와 혼합되면서 상기 터빈 블레이드(330)의 표면에 대한 막 냉각을 도모한다.

[258] 상기 제1,2 막 냉각부(1020, 1000)는 냉각 공기가 공급될 때 표면적을 통한 열교환과, 상기 터빈 블레이드(330)의 표면을 향해 안정적으로 확산되면서 핫 가스가 가지고 있는 고온을 소정의 온도로 하강 시켜 냉각을 도모한다.

[259]

[260] 제1,2 막 냉각부(1020, 1000)는 냉각 공기가 후술할 제1 출구부(1020b)와 제2 출구부(1200)를 통해 터빈 블레이드(330)의 외주면으로 이동할 때 상기 제1 출구부(1020b)와 제2 출구부(1200)의 내부 영역에서 박리(separation)로 인한 유동 불균일 현상을 최소화 할 수 있어 냉각 효율을 일정하게 유지하는데 유리해진다.

[261] 또한 본 발명은 제1 출구부(1020b)와 제2 출구부(1200)의 내부에서 냉각 공기의 유동 흐름이 일정하게 유지되도록 제1 리브(1300a), 제2 리브(1200)가 각각 구비되어 있어 박리로 인한 불안정한 유동 흐름이 발생하는 것을 최소화 할 수 있고 상기 냉각 공기의 유동 안정성도 동시에 향상시킬 수 있다.

[262]

[263] 상기 제1 막 냉각부(1020)는 냉각공기가 통과하는 제1 냉각채널(1020a)과, 상기 제1 냉각채널(1020a)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면까지 연장되고 상기 제1 냉각채널(1020a)의 일단에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면으로 갈수록 폭이 증가되는 제1 출구부(1020b)가 형성된다.

- [264] 또한 상기 제1 출구부(1020b)의 내측벽에 서로 마주보며 배치되고 상기 냉각공기가 상기 제1 출구부(1020b)를 향해 소용돌이(vortex) 형태로 유동 되도록 가이드 하는 제1 리브(1300a)를 포함한다.
- [265] 상기 제1 냉각채널(1020a)은 원형 또는 타원 중의 어느 하나의 실린더 형태로 상기 제1 출구부(1020b)를 향해 연장되고, 상기 제1 출구부(1020b)는 상기 제1 냉각채널(1020a)의 후단부에서 외측을 향해 확산각(α)을 갖고 타원 형태로 연장된다.
- [266]
- [267] 상기 제1 리브(1300a)는 상기 제1 출구부(1020b)의 내측벽(1021c, 1022d)을 따라 터빈 블레이드(330)의 바깥표면인 외주면을 향해 일정 간격으로 다수개가 배치된다. 예를 들면 상기 내측벽(1021c, 1022d)에 서로 마주보는 상태로 도면에 도시된 개수로 배치된다.
- [268] 상기 제1 리브(1300a)는 상기 내측벽(1021c, 1022d)에서 제1 출구부(1020b)의 내측 중앙을 향해 돌출된 길이를 돌출 길이(e)라 정의할 때, 서로 간에 이격된 간격은 $5e$ 이상의 간격이 유지될 수 있다.
- [269] 상기 제1 리브(1300a)의 간격과 돌출 길이(e)는 열전달 성능에 영향을 유발하는데, 상기 제1 리브(1300a)들 간에 이격된 간격이 $5e$ 이내인 경우 보다는 $5e$ 이상 유지되는 것이 보다 많은 열을 전달하여 냉각에 유리하므로 전술한 이격 간격이 유지된다. 서로 간에 이격된 리브(130a)의 중심 사이의 길이를 이격 피치(p)라 정의 할 때 상기 p/e 는 5mm 이상 이격된다.
- [270] 상기 p/e 는 최소 5mm 이상 이격되는 것이 냉각 공기의 안정적인 이동과 나성 형태의 이동 흐름을 유도할 수 있는데 전술한 간격 보다 작은 간격이 유지될 경우 냉각 공기의 유동 안전성이 저하될 수 있다.
- [271] 다른 실시 예로는 상기 제1 리브(1300a)가 상기 제1 출구부(1020b)의 내측에서 돌출된 길이를 돌출 길이(e)라 정의하고, 서로 간에 이격된 리브(130a)의 중심 사이의 길이를 이격 피치(p)라 정의 할 때 상기 p/e 는 $5\text{mm} \sim 10\text{mm}$ 이내로 이격될 수 있다.
- [272] 상기 실시 예는 상기 p/e 가 최대 10mm 이내의 간격으로 이격되는 것으로 전술한 실시 예를 포함하고 돌출 길이(e) 또는 이격 피치(p)가 다양하게 가변되는 경우를 고려하여 전술한 바와 같은 범위로 이격된다.
- [273]
- [274] 제1 리브(1300a)는 제1 출구부(1020b)의 선단부(1020aa)에서 후단부(1020bb)까지의 전체 길이를 L이라 할 때, 상기 선단부(1020aa)를 기준으로 $1/5?L$ 위치에서부터 후단부(1020bb)까지 복수개가 배치된다.
- [275] 제1 출구부(1020b)는 선단부(1020aa)의 경우 냉각 공기의 유동 흐름이 후단부(1020bb)에 비해 일정하게 유지되고 박리 현상이 선단부(1020aa)에서 후단부(1020bb) 방향으로 이격된 $1/5?L$ 위치 주위에서 시작되므로 상기 위치에서부터 제1 리브(1300a)가 배치될 경우 박리로 인한 유동 불안정 현상을

최소화 할 수 있다.

[276]

[277] 본 실시 예에 의한 제1 리브(1300a)는 돌출 길이(e)가 상기 제1 출구부(1020b)에서 동일한 길이로 연장되거나, 상기 제1 출구부(1020b)의 선단부(120a)에서 후단부(120b)로 갈수록 상기 제1 출구부(1020b)의 폭 방향 중앙을 향해 돌출 길이(e)가 증가될 수 있다.

[278] 후자의 경우 제1 출구부(1020b)는 후단부(120b)의 면적이 증가되고 이로 인해 폭 방향 중앙에서의 유동 흐름이 선단부(120a)에 비해 불안정해 질 수 있으므로 상기 제1 리브(1300a)의 돌출 길이(e)가 증가되는 것이 냉각공기의 안정적인 유동 흐름을 유도할 수 있다.

[279]

[280] 상기 제1 냉각채널(1020a)은 냉각 공기가 유입되도록 터빈 블레이드(330)의 내측에 일단이 연결되고, 타단은 터빈 블레이드(330)의 외측을 향해 연장되며 원형의 단면 형태로 형성되거나, 타원 형태로 형성되는 것도 가능할 수 있다.

[281] 본 실시 예에 의한 제1 출구부(1020b)는 상기 제1 냉각채널(1020a)의 후단부에서 확산각(α)을 갖고 폭 방향에서 타원 형태로 연장된다.

[282] 상기 제1 냉각채널(1020a)은 원형의 실린더 형태로 상기 제1 출구부(1020b)를 향해 연장되고, 상기 확산각(α)은 15도 이상의 각도가 유지된다.

[283] 상기 확산각은 제1 출구부(1020b)를 따라 이동하는 냉각 공기가 터빈 블레이드(330)의 표면으로 이동되기 이전에 불필요한 박리 현상의 발생을 억제하고 안정적인 이동을 유도하기 위해 전술한 각도가 유지된다.

[284] 본 실시 예에 의한 제1 냉각채널(1020a)은 상기 확산각(α)이 15도 이상 40도 이내의 범위에서 최적의 상태로 냉각 공기의 이동 흐름을 안정적으로 유도하여 막 냉각 효과를 유발할 수 있다.

[285] 제1 출구부(1020b)는 도면 기준으로 내측벽(1021c, 1022d)에 각각 제1 리브(1300a)가 위치되고, 폭(W) 방향 중앙을 기준으로 대칭되게 배치된다. 냉각 공기는 제1 출구부(1020b)의 내측 영역을 따라 이동할 때 상기 내측벽(1021c, 1022d)에서 이동속도가 저하될 수 있고 이로 인해 박리 현상이 발생할 수 있으므로 상기 위치에 다수개의 제1 리브(1300a)가 배치된다.

[286] 냉각 공기는 제1 출구부(1020b)의 내측 영역에서 이동할 때 상기 제1 냉각채널(1020a)의 일정한 직경을 따라 이동되다가 상기 제1 출구부(1020b)로 이동될 경우 상기 내측벽(1021c, 1022d)에서 박리가 발생할 수 있다.

[287] 상기 냉각 공기는 제1 출구부(1020b)의 내부 영역에서 이동할 때 일정한(uniform)한 유동 흐름이 이루어지는 것이 가장 바람직 하나, 상기 제1 출구부(1020b)는 내측벽(1021c, 1022d)에서 냉각 공기의 이동 속도가 제로(zero)에 가깝게 유지되므로 내측벽(1021c, 1022d)으로 이동한 냉각 공기의 이동 속도 및 점성과, 폭 방향(W) 중앙을 따라 이동하는 냉각 공기의 이동 속도 및 점성의 차이가 발생할 수 있다.

- [288] 상기 냉각 공기의 상이한 이동 속도로 인해 상기 폭 방향 중앙을 따라 이동하는 냉각 공기는 제1 출구부(1020b)의 내측에서 전방을 향해 직진 이동하지 못하고 상대적으로 속도가 느린 내측벽(1021c, 1022d)을 향해 이동하면서 박리 현상이 발생될 수 있다. 본 발명은 이러한 박리 현상을 최소화 하기 위해 제1 리브(1300a)가 구비된다.
- [289] 본 발명은 제1 출구부(1020b)의 내측 영역에서 발생하는 박리를 최소화 하기 위해 제1 리브(1300a)를 상기 내측벽(1021c, 1022d)에 설치하고, 상기 제1 리브(1300a)에 의해 상기 냉각 공기가 상기 제1 리브(1300a)를 경유할 때 작은 소용돌이가 발생하는 에디 현상(eddy phenomenon)을 유발시킨다.
- [290] 상기 에디 현상은 상기 제1 출구부(1020b)의 내측벽(1021c, 1022d)을 따라 이동하는 냉각 공기의 불필요하게 발생하는 박리를 예방하여 냉각 공기의 안정적인 이동을 도모할 수 있다. 또한 냉각 공기가 상기 제1 출구부(1020b)를 통과하여 터빈 블레이드(330)의 표면으로 이동될 경우 열전달 성능도 향상시켜 상기 터빈 블레이드(330)에 대한 전체적인 냉각 성능 향상을 도모할 수 있다.
- [291]
- [292] 상기 제1 막 냉각부(1020)는 터빈 블레이드(330)의 외주면 중 리딩 엣지(340)에 구비되어 고온의 핫 가스와 접촉되는 리딩 엣지(340)의 표면에 대한 막 냉각을 도모한다.
- [293] 또한 제1 막 냉각부(1020)는 상기 제1 출구부(1020b)를 통해 향해 냉각 공기가 공급될 때 표면적을 통한 열교환과, 상기 터빈 블레이드(330)의 리딩 엣지(340)의 표면을 향해 안정적으로 확산되면서 핫 가스가 가지고 있는 고온을 소정의 온도로 하강 시켜 냉각을 도모한다.
- [294] 제1 막 냉각부(1020)는 냉각 공기가 제1 출구부(1020b)를 통해 터빈 블레이드(330)의 리딩 엣지(340)로 이동할 때 상기 제1 출구부(1020b)의 내부 영역에서 박리(separation)로 인한 유동 불균일 현상을 최소화 할 수 있어 냉각 효율을 일정하게 유지하는데 유리해진다.
- [295] 또한 본 발명은 제1 출구부(1020b)의 내부에서 냉각 공기의 유동 흐름이 일정하게 유지되도록 내측벽(1021c, 1022d)에 제1 리브(1300a)를 구비하고 있어 박리로 인한 불안정한 유동 흐름이 발생하는 것을 최소화 할 수 있어 상기 냉각 공기의 유동 안정성도 동시에 향상시킬 수 있다.
- [296]
- [297] 제1 리브(1300a)는 전술한 리브(130)와 다르게 제1 출구부(1020b)의 내측벽(1021c, 1022d)을 따라 나선 형태로 연장된다. 이와 같이 제1 리브(1300a)가 연장되는 이유는 상기 냉각 공기가 상기 제1 출구부(1020b)를 따라 터빈 블레이드(330)의 표면을 향해 나선 형태로 이동되도록 유도하기 위해서이다.
- [298] 상기 제1 리브(1300a)는 서로 마주보며 배치되고 C자 형태의 링으로 이루어질 수 있다. 상기 제1 리브(1300a)가 C자 형태의 링으로 구성될 경우 일부의 냉각

공기가 내측벽(1021c, 1022d)을 따라 이동하는 제1 흐름과, 상기 제1 리브(1300a)의 c자 형태를 따라 이동되는 제2 흐름이 발생된다.

- [299] 이 경우 냉각 공기는 나선형의 소용돌이 형태로 터빈 블레이드(330)를 향해 이동된 후에 상기 터빈 블레이드(330)의 표면을 향해 분사된다. 이 경우 냉각 공기는 제1 출구부(1020b)의 내측벽(1021c, 1022d)과 밀착된 유동 흐름이 유지되고 상기 내측벽(1021c, 1022d)에서 박리 유동으로 인한 불안정한 유동 흐름이 억제된다.
- [300] 본 실시 예는 상기 제1 리브(1300a)를 통해 냉각 공기의 유동 흐름을 나선 형의 소용돌이 형태로 유도할 수 있는데 냉각 공기의 주요한 이동이 이루어지는 제1 출구부(1020b)에서 도면에 도시된 바와 같이 유동 흐름을 변경할 수 있어 고온의 온도 조건이 유지되는 리딩 엣지(340)에서의 효율적인 냉각을 도모할 수 있다.
- [301] 특히 상기 리딩 엣지(340)는 고온의 핫 가스가 최초 접촉이 이루어지는 위치에 해당되므로 막 냉각을 통한 냉각이 불안정해지거나, 상기 고온의 핫 가스로 인해 리딩 엣지(340)의 표면 온도가 급격히 상승될 수 있다.
- [302] 압력면(330a)과 흡입면(330b)에 대한 냉각은 안정적으로 이루어지더라도 상기 리딩 엣지(340)의 표면 온도가 상승될 경우 터빈 블레이드(330)의 전체 냉각 효율을 저하시킬 수 있다.
- [303] 본 실시 예는 상기 리딩 엣지(33)에 대한 안정적인 냉각을 통해 터빈 블레이드(330)의 전체 냉각 성능을 향상시키고 상기 리딩 엣지(340)에 구비된 제1 막 냉각부(1020)를 통해 냉각 공기의 유동을 나선 형태로 유도하여 박리 발생을 저감시켜 터빈 블레이드(330)의 안정적인 냉각을 실시할 수 있다.
- [304]
- [305] 제1 출구부(1020b)는 상기 제1 냉각채널(102a) 보다 길이 방향에서 연장된 길이가 길게 연장될 수 있다. 상기 제1 출구부(1020b)의 길이가 이와 같이 연장되는 이유는 냉각 공기의 회전력을 증가시켜 터빈 블레이드(330)의 표면으로 나선 형태의 소용돌이 유동을 유지하는데 유리하기 때문이다.
- [306] 예를 들어 상기 제1 출구부(1020b)가 제1 냉각채널(102a) 보다 연장된 길이가 짧을 경우 냉각 공기가 나선 형태의 소용돌이 유동을 유지하기가 어려울 수 있다.
- [307] 이 경우 냉각 공기가 다수개의 제1 리브(1300a)를 경유하면서 나선 형태의 회전력이 안정적으로 발생된다. 따라서 냉각 공기는 나선 형태의 소용돌이 유동이 터빈 블레이드(330)의 표면으로 분사되는 경우에도 안정적으로 유지될 수 있다.
- [308]
- [309] 상기 제1 리브(1300a)는 서로 마주보며 배치되고 C자 형태의 링으로 이루어질 수 있다. 제1 리브(1300a)가 이와 같이 구성되는 이유는 냉각 공기의 유동 흐름을 나선 형태의 소용돌이 유동으로 유지하기 위해서는 링 형태 또는 c자 형태로 제1 리브(1300a)가 형성되는 것이 유리해진다.

- [310] 제1 리브(1300a)가 링 형태로 구성되는 것도 가능할 수 있으나 상기 제1 출구부(1020b)의 내부 영역이 협소할 경우 보다 용이한 가공을 위해 도면에 도시된 c자 형태로 구성되는 것이 바람직 할 수 있으나 반드시 도면에 도시된 형태로 한정하지 않는다.
- [311] 예를 들면 냉각 공기의 이동 흐름을 나선 형태로 용이하게 변경 시킬 수 있는 다른 형태로 다양하게 변경시켜 구성될 수 있다.
- [312]
- [313] 본 발명에 의한 제2 막 냉각부(1000)는 냉각공기가 통과하는 제2 냉각채널(1100)과, 상기 제2 냉각채널(1100)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면까지 연장되고 상기 제2 냉각채널(1100)의 일단에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면으로 갈수록 폭이 증가되는 제2 출구부(1200) 및 상기 제2 출구부(1200)의 내측벽에서 서로 마주보는 다수개의 제2 리브(1300)를 포함한다.
- [314] 제2 막 냉각부(1000)는 터빈 블레이드(330)의 압력면(330a)과 흡입면(330b)에 대한 냉각을 위해 구비되는데 제2 출구부(1200)의 내측 영역에서 발생하는 박리를 최소화 하기 위해 제2 리브(1300)를 내측벽(1210, 1220)에 설치하고, 상기 제2 리브(1300)에 의해 상기 냉각 공기가 상기 제2 리브(1300)를 경유할 때 작은 소용돌이가 발생하는 에디 현상(eddy phenomenon)을 유발시킨다.
- [315] 상기 에디 현상은 상기 제2 출구부(1200)의 내측벽(1210, 1220)을 따라 이동하는 냉각 공기의 불필요하게 발생하는 박리를 예방하여 냉각 공기의 안정적인 이동을 도모할 수 있다.
- [316] 또한 냉각 공기가 상기 제2 출구부(1200)를 통과하여 터빈 블레이드(330)의 표면으로 이동될 경우 열전달 성능도 향상시켜 상기 터빈 블레이드(330)에 대한 전체적인 냉각 성능 향상을 도모할 수 있다.
- [317]
- [318] 상기 에디 현상은 냉각 공기에 상당히 큰 소용돌이 흐름을 유발하는 박리 현상과 다르게 상기 내측벽(1210, 1220)에서 상기 냉각 공기에 작은 소용돌이를 유발할 수 있다.
- [319] 상기 소용돌이는 냉각공기의 전체적인 유동 흐름에 영향을 유발하는 유동 흐름이 아닌 상기 내측벽(1210, 1220)에서 냉각 공기의 유동 흐름 방향을 상기 제2 출구부(1200)의 폭 방향 중앙으로 유도한다.
- [320] 본 실시 예는 도 5 내지 도 6에서 설명한 에디 현상을 이용하기 위해 다수개의 제2 리브(1300)가 내측벽(1210, 1220)에 구비되고 상기 제2 출구부(1200)의 내측에서 폭 방향 중앙에서의 일정한(uniform) 냉각 공기의 유동 흐름이 이루어지도록 유도하여 특정 확산각으로 인해 불필요하게 발생될 수 있는 박리 현상을 최소화 하여 안정적인 냉각 공기의 유동 흐름을 가이드 할 수 있다.
- [321] 상기 냉각 공기가 일정하게 제2 출구부(1200)를 경유하여 터빈 블레이드(330)의 표면을 향해 이동될 경우 상기 냉각 공기가 이동하는 동안

열전달 성능도 동시에 향상될 수 있다.

- [322] 제2 막 냉각부(1000)는 상기 터빈 블레이드(330)의 압력면(330a)과 흡입면(330b)에 각각 위치되며 상기 위치는 고온의 핫 가스가 터빈 블레이드(330)의 표면을 따라 이동되는 위치에 해당된다.
- [323] 상기 압력면(330a)과 흡입면(330b)은 냉각 공기가 터빈 블레이드(330)의 표면을 따라 이동되면서 막 냉각 효과가 안정적으로 유지되어 상기 터빈 블레이드(330)의 냉각을 도모할 수 있다.
- [324]
- [325] 일 예로 본 실시 예는 상기 제2 막 냉각부(1000)가 상기 터빈 블레이드(330)를 구성하는 리딩 엣지(340)에서 트레일링 엣지(350) 사이에 이르는 구간에서 서로 다른 간격으로 배치되어 막 냉각을 도모할 수 있다.
- [326] 상기 제2 막 냉각부(1000)는 터빈 블레이드(330)의 압력면(330a)과 흡입면(330b)에서 고온으로 유지되는 구간에서 다수개가 집중 배치되고, 상대적으로 저온으로 유지되는 구간에는 배치된 개수가 감소된다.
- [327] 상기 제2 막 냉각부(1000)는 상기 터빈 블레이드(330)를 구성하는 복수 개의 단위 블레이드 중 1단 터빈 블레이드와 2단 터빈 블레이드에 각각 구비되는데, 상기 1,2단 터빈 블레이드는 연소기를 경유한 고온의 핫 가스와 직접 또는 간접적으로 접촉이 발생하는 위치에 해당된다.
- [328] 이 경우 상기 압력면(330a)과 흡입면(330b)을 따라 이동하는 핫 가스의 이동 궤적과 온도 분포에 따라 냉각 상태가 상이해질 수 있으나 본 실시 예는 일 예로 압력면(330a)과 흡입면(330b)에 배치 간격 또는 분포를 상이하게 하여 터빈 블레이드(330)의 표면에 대한 막 냉각 효과를 향상시킬 수 있다.
- [329] 따라서 터빈 블레이드(330)는 고온의 핫 가스와 접하는 표면에 대한 막 냉각 효과가 향상되므로 장기간 사용시에도 변형을 예방할 수 있다.
- [330]
- [331] 제2 막 냉각부(1000)는 크게 제2 냉각채널(1100)과 출구(1200)로 구성되고, 상기 제2 냉각채널(1100)은 길이가 직경의 4배 내지 8배로 연장될 수 있다. 상기 직경(D)은 일 예로 0.6mm ~ 1.0mm로 형성되는데 전술한 치수로 반드시 한정하지는 않고 가스터빈의 사양에 따라 다양하게 변경될 수 있다.
- [332] 상기 제2 출구부(1200)는 길이 방향을 기준으로 중심을 따라 연장한 중심선과 상기 터빈 블레이드(330)의 표면과 이루는 경사각(α)이 30도 ~ 40도 이내가 유지된다.
- [333] 상기 경사각은 전술한 각도 이내일 경우 냉각 채널(110)의 길이가 불필요하게 길어질 수 있다. 또한 상기 경사각이 전술한 각도 이상일 경우 터빈 블레이드(330)의 표면으로 분사되지 못하거나 일부만 표면을 향해 이동될 수 있어 전술한 경사각이 유지될 경우에만 안정적인 터빈 블레이드(330)의 막 냉각 효과를 유발할 수 있다.
- [334]

- [335] 상기 제2 출구부(1200)는 상기 제2 냉각채널(1100)을 기준으로 양 측면 방향으로 15도 ~ 20도의 각도로 확관 된다. 제2 출구부(1200)는 확관되는 각도에 따라 냉각 공기가 터빈 블레이드(330)의 표면을 향해 분사되는 확산각이 변동될 수 있는데 전술한 각도는 터빈 블레이드(330)의 표면에서의 막 냉각 효과를 최적으로 유지할 수 있는 각도에 해당된다.
- [336] 따라서 제2 출구부(1200)는 최소 15도 이상 최대 20도 이내의 각도로 구성되어 냉각 공기를 터빈 블레이드(330)의 표면으로 분사시켜 막 냉각 효과를 최대로 유지하여 효율적인 냉각을 도모할 수 있다.
- [337] 본 실시 예는 제1,2 막 냉각부(1020, 1000)가 터빈 블레이드(330)에 구비되어 고온의 핫 가스에 의한 안정적인 냉각을 통해 가스 터빈의 효율을 향상시킬 수 있다.
- [338]
- [339] 본 발명의 제3 실시 예에 의한 가스 터빈 블레이드에 대해 도면을 참조하여 설명한다.
- [340] 첨부된 도 24 내지 도 25를 참조하면, 본 실시 예는 가스 터빈에 구비된 터빈 블레이드(330)와, 상기 터빈 블레이드(330)의 압력면(330a)과 흡입면(330b)에 구비된 막 냉각부(1000A) 및 상기 터빈 블레이드(330)의 냉각을 위해 리딩 엣지(340)에 개구된 다수개의 개구부(2100)의 내측에 나선 형태로 형성되어 냉각 공기를 와류 형태로 안내하는 돌기(2200)가 구비된 리딩 엣지 냉각부(2000)를 포함한다.
- [341] 그리고 상기 리딩 엣지 냉각부(2000)는 상기 리딩 엣지(340)의 온도 분포 상태에 따라 상기 개구부(2100)의 개구된 위치와 방향이 서로 상이하게 개구된 것을 특징으로 한다.
- [342]
- [343] 본 실시 예는 막 냉각부(1000A)의 구성은 유사하고 전술한 제1,2 실시 예와 다르게 리딩 엣지 냉각부(2000)를 통해 터빈 블레이드(330)의 리딩 엣지(340)에 대한 안정적인 냉각을 통해 가스 터빈의 냉각 효율을 향상시키고자 한다.
- [344] 본 실시 예는 리딩 엣지(340)에 대한 막 냉각을 통한 냉각을 실시할 때 표면으로 냉각 공기를 분사 시켜 냉각을 도모하거나, 개구부(2100)의 개구된 위치와 방향을 서로 상이하게 하여 상기 리딩 엣지(340)의 막 냉각 효율을 향상시키고자 한다.
- [345] 상기 리딩 엣지 냉각부(2000)의 개구부(2100)는 원통 형태 또는 타원 형태 또는 사다리꼴 형태 중의 어느 하나의 형태로 이루어진다. 예를 들어 개구부(2100)가 원통 형태로 구성될 경우 냉각 공기는 해당 직경에 비례하는 유량으로 리딩 엣지(340)의 표면에 대한 막 냉각을 실시할 수 있다.
- [346] 상기 리딩 엣지 냉각부(2000)는 상기 터빈 블레이드(330)에서 상기 개구부(2100)를 향해 길이 방향에서 일정 직경이 유지되고, 상기 돌기(2200)는 일정 간격이 유지된다.

- [347] 상기 돌기(2200)는 태핑 가공에 의해 상기 개구부(2100) 가공시 동시에 성형될 수 있는데, 이 경우 개구부(2100)의 개구 방향은 특정 각도로 경사지게 개구될 수 있다.
- [348] 태핑 가공은 너트와 같은 암 나사를 가공하기 위해 사용되는 가공 방식으로 가공 방식이 용이하고 기계 가공 또는 작업자의 수작업으로 상기 리딩 엷지(340)에 대해 직접적으로 리딩 엷지 냉각부(200)에 대한 가공 작업을 실시할 수 있다.
- [349] 또한 터빈 블레이드(330)의 리딩 엷지(340)와 같이 다수개의 리딩 엷지 냉각부(2000)에 대한 가공을 실시할 때 손쉽게 가공이 가능하여 작업 효율 향상과 대량 생산을 도모할 수 있다.
- [350] 상기 리딩 엷지 냉각부(2000)는 돌기(2200)가 내측 길이 방향을 따라 형성되는데, 상기 돌기(2200)는 태핑 가공을 통해 동시에 형성되므로 주조 방식 또는 레이저 가공 방식과 달리 손쉽게 형성시킬 수 있다.
- [351] 상기 돌기(2200)는 태핑 가공시 장착된 툴(tool)(6)에 따라 이격된 간격이 변경될 수 있는데, 상기 돌기(2200)를 통해 리딩 엷지(340)의 표면으로 분사되는 냉각 공기에 의한 막 냉각을 고려하여 특정 간격으로 이격되도록 구성된다.
- [352] 작업자는 툴(6)을 이용하여 한 번의 가공 또는 한 번 이상의 가공으로 상기 리딩 엷지 냉각부(200)에 대한 가공을 용이하게 실시할 수 있다.
- [353] 상기 돌기(2200)는 일 예로 나선 형태로 형성될 수 있으며 이 경우 상기 개구부(2100)의 내측을 따라 형성될 수 있다.
- [354] 상기 돌기(2200)는 개구부(2100)의 내측 길이 방향에서 반원의 링 형태로 서로 마주보게 배치되도록 구성되거나 일부 구간에만 한정되게 배치되는 것도 가능할 수 있다.
- [355] 특히 태핑 가공으로 상기 돌기(2200)를 가공할 경우 상기 툴의 형태를 사전에 다양하게 제작하여 상기 리딩 엷지(340)의 위치에 따라 서로 상이한 돌기(2200)를 가공하여 막 냉각 효과를 향상시킬 수 있다.
- [356] 예를 들면 작업자는 리딩 엷지(340)의 전면에 대한 온도 분포 데이터에 따라 고온의 온도 조건이 유지되는 위치를 향해 냉각 공기가 분사되도록 상기 개구부(2100)의 개구된 위치와 방향을 선택적으로 변경하여 가공을 실시할 수 있다.
- [357] 즉 리딩 엷지(340)의 전면 상부와 하부 및 중앙 위치에 따른 온도 분포 상태에 따라 상기 개구부(2100)의 개구된 위치와 방향이 서로 상이하게 개구 되도록 작업자가 태핑 가공으로 손쉽게 구현할 수 있다.
- [358] 이 경우 리딩 엷지(340)에는 상기 개구부(2100)에 대한 태핑 작업 이전에 온도분포에 따라 구간별로 작업자가 시각적으로 인지할 수 있도록 상기 개구부(2100)가 태핑 가공될 위치에 서로 다른 색깔로 표시되거나 별도의 마커(미도시)를 통해 표시되는 것이 바람직하다.
- [359] 일 예로 상기 리딩 엷지(340)에 서로 다른 색깔로 표시될 경우 해당 위치별로

상기한 틀을 이용하여 태핑 가공을 실시하면 되므로 작업자가 혼돈하지 않고 정확하게 태핑 작업을 실시할 수 있다.

[360] 작업자는 상기 터빈 블레이드(330)의 리딩 엣지 냉각부(2000)에 대한 태핑 가공이 이루어진 후에는 개구부(2100)의 내측에 칩(chip)이 잔존하지 않도록 모두 제거 시켜 부분 폐색이 발생되지 않도록 한다.

[361] 돌기(2200)는 개구부(2100)로 갈수록 외측으로 돌출된 길이가 증가될 수 있으며 이 경우 냉각 공기의 이동 안전성이 향상되고 나선 형태의 소용돌이 흐름이 안정적으로 구현되어 막 냉각을 보다 효과적으로 도모할 수 있다.

[362]

[363] 상기 막 냉각부(1000A)는 냉각공기가 통과하는 냉각채널(1100)과, 상기 냉각채널(1100)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면까지 연장되고 상기 냉각채널(1100)의 일단에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면으로 갈수록 폭이 증가되는 출구부(1200) 및 상기 출구부(1200)의 내측벽에서 서로 마주보는 다수개의 리브(1300)를 포함한다.

[364]

[365] 출구부(1200)는 내부에 서로 마주보는 내측벽(1210, 1220)이 형성되고, 상기 내측벽(1210, 1220)에 다수개의 리브(1300)가 도면에 도시된 바와 같이 배치된다.

[366] 상기 막 냉각부(1000A)는 터빈 블레이드(330)의 외주면을 따라 이동하는 고온의 핫 가스와 혼합되면서 상기 터빈 블레이드(330)의 표면에 대한 막 냉각을 도모한다.

[367] 또한 막 냉각부(1000A)는 상기 출구부(1200)를 통해 향해 냉각 공기가 공급될 때 표면적을 통한 열교환과, 상기 터빈 블레이드(330)의 표면을 향해 안정적으로 확산되면서 핫 가스가 가지고 있는 고온을 소정의 온도로 하강 시켜 냉각을 도모한다.

[368] 특히 막 냉각부(1000A)는 냉각 공기가 출구부(1200)를 통해 터빈 블레이드(330)의 외주면으로 이동할 때 상기 출구부(1200)의 내부 영역에서 박리(separation)로 인한 유동 불균일 현상을 최소화 할 수 있어 냉각 효율을 일정하게 유지하는데 유리해진다.

[369] 또한 본 발명은 출구부(1200)의 내부에서 냉각 공기의 유동 흐름이 일정하게 유지되도록 내측벽(1210, 1220)에 리브(1300)를 구비하고 있어 박리로 인한 불안정한 유동 흐름이 발생하는 것을 최소화 할 수 있어 상기 냉각 공기의 유동 안정성도 동시에 향상시킬 수 있다.

[370]

[371] 상기 리브(1300)는 상기 출구부(1200)의 내측벽(1210, 1220)을 따라 터빈 블레이드(330)의 바깥표면인 외주면을 향해 일정 간격으로 다수개가 배치된다. 예를 들면 상기 내측벽(1210, 1220)에 서로 마주보는 상태로 도면에 도시된 개수로 배치된다.

[372] 상기 리브(1300)는 상기 내측벽(1210, 1220)에서 중심(출구부의 내측 중앙)을

향해 돌출된 길이를 돌출 길이(e)라 정의할 때, 서로 간에 이격된 간격은 5e 이상의 간격이 유지될 수 있다.

[373] 상기 리브(1300)의 간격과 돌출 길이(e)는 열전달 성능에 영향을 유발하는데, 상기 리브(1300)들 간에 이격된 간격이 5e 이내인 경우 보다는 5e 이상 유지되는 것이 보다 많은 열을 전달하여 냉각에 유리하므로 전술한 이격 간격이 유지된다. 참고로 리브(1300)의 돌출 길이(e)는 출구부(1200)의 크기에 따라 변동되므로 별도의 해석 또는 시뮬레이션을 통해 설정된다.

[374]

[375] 리브(1300)는 출구부(1200)의 선단부(1200a)에서 후단부(1200b)까지의 전체 길이를 L이라 할 때, 상기 선단부(1200a)를 기준으로 $1/5 \cdot L$ 위치에서부터 후단부(1200b)까지 복수개가 배치된다.

[376] 출구부(1200)는 선단부(1200a)의 경우 냉각 공기의 유동 흐름이 후단부(1200b)에 비해 일정하게 유지되고 박리 현상이 선단부(1200a)에서 후단부 방향으로 이격된 $1/5 \cdot L$ 위치 주위에서 시작되므로 상기 위치에서부터 리브(1300)가 배치될 경우 박리로 인한 유동 불안정 현상을 최소화 할 수 있다.

[377]

[378] 첨부된 도 26을 참조하면, 본 실시 예에 의한 리브(1300)는 돌출 길이(e)가 상기 출구부(1200)에서 동일한 길이로 연장되거나, 상기 출구부(1200)의 선단부(1200a)에서 후단부(1200b)로 갈수록 상기 출구부(1200)의 폭 방향 중앙을 향해 돌출 길이(e)가 증가될 수 있다.

[379] 후자의 경우 출구부(1200)는 후단부(1200b)의 면적이 증가되고 이로 인해 폭 방향 중앙에서의 유동 흐름이 선단부(1200a)에 비해 불안정해 질 수 있으므로 상기 리브(1300)의 돌출 길이(e)가 증가되는 것이 냉각공기의 안정적인 유동 흐름을 유도할 수 있다.

[380] 상기 냉각채널(1100)은 냉각 공기가 유입되도록 터빈 블레이드(330)의 내측에 일단이 연결되고, 타단은 터빈 블레이드(330)의 외측을 향해 연장되며 원형의 단면 형태로 형성되나, 타원 형태로 형성되는 것도 가능할 수 있다.

[381] 본 실시 예에 의한 출구부(1200)는 상기 냉각채널(1100)의 후단부에서 확산각(α)을 갖고 폭 방향에서 타원 형태로 연장된다.

[382] 상기 냉각채널(1100)은 원형의 실린더 형태로 상기 출구부(1200)를 향해 연장되고, 상기 확산각(α)은 15도 이상의 각도가 유지된다.

[383] 상기 확산각은 출구부(1200)를 따라 이동하는 냉각 공기가 터빈 블레이드(330)의 표면으로 이동되기 이전에 불필요한 박리 현상의 발생을 억제하고 안정적인 이동을 유도하기 위해 전술한 각도가 유지된다.

[384] 본 실시 예에 의한 냉각채널(1100)은 상기 확산각(α)이 15도 이상 40도 이내의 범위에서 최적의 상태로 냉각 공기의 이동 흐름을 안정적으로 유도하여 막 냉각 효과를 유발할 수 있다.

[385] 또한 본 실시 예는 상기 확산각과 함께 복수개의 리브(1300)를 통해 냉각

- 공기가 이동하면서 발생하는 박리 현상을 감소시키고 출구부(1200)의 내측 중앙을 따라 이동하는 냉각 공기의 이동 흐름을 일정하게 유도할 수 있다.
- [386] 출구부(1200)는 도면 기준으로 내측벽(1210, 1220)에 각각 리브(1300)가 위치되고, 폭(W) 방향 중앙을 기준으로 대칭되게 배치된다. 냉각 공기는 출구부(1200)의 내측 영역을 따라 이동할 때 상기 내측벽(1210, 1220)에서 이동속도가 저하될 수 있고 이로 인해 박리 현상이 발생할 수 있으므로 상기 위치에 다수개의 리브(1300)가 배치된다.
- [387] 냉각 공기는 출구부(1200)의 내측 영역에서 이동할 때 상기 냉각채널(1100)의 일정한 직경을 따라 이동되다가 상기 출구부(1200)로 이동될 경우 상기 내측벽(1210, 1220)에서 박리가 발생할 수 있다.
- [388] 상기 냉각 공기는 출구부(1200)의 내부 영역에서 이동할 때 일정한(uniform)한 유동 흐름이 이루어지는 것이 가장 바람직 하나 내측벽(1210, 1220)으로 이동한 냉각 공기의 이동 속도 및 점성과, 폭 방향(W) 중앙을 따라 이동하는 냉각 공기의 이동 속도 및 점성의 차이로 인해 상기 내측벽(1210, 1220)에서 박리 현상이 발생할 수 있다.
- [389] 특히 상기 출구부(1200)는 내측벽(1210, 1220)에서 냉각 공기의 이동 속도가 제로(zero)에 가깝게 유지되므로 폭 방향 중앙에서 냉각 공기의 이동 속도와, 상기 내측벽(1210, 1220)에서의 이동 속도 차이가 발생된다.
- [390] 상기 냉각 공기의 상이한 이동 속도로 인해 상기 폭 방향 중앙을 따라 이동하는 냉각 공기는 출구부(1200)의 내측에서 전방을 향해 직진 이동하지 못하고 상대적으로 속도가 느린 내측벽(1210, 1220)을 향해 이동하면서 박리 현상이 발생할 수 있다. 본 발명은 이러한 박리 현상을 최소화 하기 위해 리브(1300)가 구비된다.
- [391] 본 발명은 출구부(1200)의 내측 영역에서 발생하는 박리를 최소화 하기 위해 리브(1300)를 상기 내측벽(1210, 1220)에 설치하고, 상기 리브(1300)에 의해 상기 냉각 공기가 상기 리브(1300)를 경유할 때 작은 소용돌이가 발생하는 에디 현상(eddy phenomenon)을 유발시킨다.
- [392] 상기 에디 현상은 상기 출구부(1200)의 내측벽(1210, 1220)을 따라 이동하는 냉각 공기의 불필요하게 발생하는 박리를 예방하여 냉각 공기의 안정적인 이동을 도모할 수 있다. 또한 냉각 공기가 상기 출구부(1200)를 통과하여 터빈 블레이드(330)의 표면으로 이동될 경우 열전달 성능도 향상시켜 상기 터빈 블레이드(330)에 대한 전체적인 냉각 성능 향상을 도모할 수 있다.
- [393] 상기 에디 현상은 냉각 공기에 상당히 큰 소용돌이 흐름을 유발하는 박리 현상과 다르게 상기 내측벽(1210, 1220)에서 상기 냉각 공기에 작은 소용돌이를 유발하는데, 상기 소용돌이는 냉각공기의 전체적인 유동 흐름에 영향을 유발하는 유동 흐름이 아닌 상기 내측벽(1210, 1220)에서 냉각 공기의 유동 흐름 방향을 상기 출구부(1200)의 폭 방향 중앙으로 유도한다.
- [394] 특히 냉각 공기는 리브(1300) 주위에서 작은 소용돌이가 발생되고, 상기 이격된

- 리브(1300) 사이에서는 소용 돌이의 정도가 약해지는 효과가 발생된다.
- [395] 본 실시 예는 이러한 에디 현상을 이용하기 위해 다수개의 리브(1300)가 내측벽(1210, 1220)에 구비되고 상기 출구부(1200)의 내측에서 폭 방향 중앙에서의 일정한(uniform) 냉각 공기의 유동 흐름이 이루어지도록 유도하여 특정 확산각으로 인해 불필요하게 발생될 수 있는 박리 현상을 최소화 하여 안정적인 냉각 공기의 유동 흐름을 가이드 할 수 있다.
- [396] 상기 냉각 공기가 일정하게 출구부(1200)를 경유하여 터빈 블레이드(330)의 표면을 향해 이동될 경우 상기 냉각 공기가 이동하는 동안 열전달 성능도 동시에 향상될 수 있다.
- [397] 막 냉각부(1000A)는 상기 터빈 블레이드(330)의 압력면(330a)과 흡입면(330b)에 각각 위치되며 상기 위치는 고온의 핫 가스가 터빈 블레이드(330)의 표면을 따라 이동되는 위치에 해당된다.
- [398] 상기 압력면(330a)과 흡입면(330b)은 냉각 공기가 터빈 블레이드(330)의 표면을 따라 이동되면서 막 냉각 효과가 안정적으로 유지되어 상기 터빈 블레이드(330)의 냉각을 도모할 수 있다.
- [399] 일 예로 본 실시 예는 상기 막 냉각부(1000A)가 상기 터빈 블레이드(330)를 구성하는 리딩 엣지(340)에서 트레일링 엣지(350) 사이에 이르는 구간에서 서로 다른 간격으로 배치되어 막 냉각을 도모할 수 있다.
- [400] 상기 막 냉각부(1000A)는 터빈 블레이드(330)의 압력면(330a)과 흡입면(330b)에서 고온으로 유지되는 구간에서 다수개가 집중 배치되고, 상대적으로 저온으로 유지되는 구간에는 배치된 개수가 감소된다.
- [401] 상기 막 냉각부(1000A)는 상기 터빈 블레이드(330)를 구성하는 복수 개의 단위 블레이드 중 1단 터빈 블레이드와 2단 터빈 블레이드에 각각 구비되는데, 상기 1,2단 터빈 블레이드는 연소기를 경유한 고온의 핫 가스와 직접 또는 간접적으로 접촉이 발생하는 위치에 해당된다.
- [402] 이 경우 상기 압력면(330a)과 흡입면(330b)을 따라 이동하는 핫 가스의 이동 궤적과 온도 분포에 따라 냉각 상태가 상이해질 수 있으나 본 실시 예는 일 예로 압력면(330a)과 흡입면(330b)에 배치 간격 또는 분포를 상이하게 하여 터빈 블레이드(330)의 표면에 대한 막 냉각 효과를 향상시킬 수 있다.
- [403] 따라서 터빈 블레이드(330)는 고온의 핫 가스와 접하는 표면에 대한 막 냉각 효과가 향상되므로 장기간 사용시에도 변형을 예방할 수 있다.
- [404] 막 냉각부(1000A)는 크게 냉각채널(1100)과 출구(120)로 구성되고, 상기 냉각채널(1100)은 직경(D)의 4배 내지 8배로 연장될 수 있다. 상기 직경(D)은 일 예로 0.6mm ~ 1.0mm로 형성되는데 전술한 치수로 반드시 한정하지는 않고 가스터빈의 사양에 따라 다양하게 변경될 수 있다.
- [405] 예를 들어 본 실시 예는 냉각 채널(1100)의 직경(D)이 0.6mm일 경우 냉각채널(1100)은 2.4mm의 길이로 연장될 경우 터빈 블레이드(330)의 막 냉각 효과를 최대로 얻을 수 있어 열전달 성능 효과를 안정적으로 유지할 수 있다.

- [406] 상기 냉각 채널(1100)은 최대 4.8mm까지 연장될 수 있으나 상기 직경(D)의에 따4배 내지8배로 연장된다.
- [407] 상기 출구부(1200)는 길이 방향을 기준으로 중심을 따라 연장한 중심선과 상기 터빈 블레이드(330)의 표면과 이루는 경사각(α)이 30도 ~ 40도 이내가 유지된다.
- [408] 상기 경사각은 전술한 각도 이내일 경우 냉각 채널(1100)의 길이가 불필요하게 길어질 수 있다. 또한 상기 경사각이 전술한 각도 이상일 경우 터빈 블레이드(330)의 표면으로 분사되지 못하거나 일부만 표면을 향해 이동될 수 있어 전술한 경사각이 유지될 경우에만 안정적인 터빈 블레이드(330)의 막 냉각 효과를 유발할 수 있다.
- [409] 상기 출구부(1200)는 상기 냉각채널(1100)을 기준으로 양 측면 방향으로 15도 ~ 20도의 각도로 확관된다. 출구부(1200)는 확관되는 각도에 따라 냉각 공기가 터빈 블레이드(330)의 표면을 향해 분사되는 확산각이 변동될 수 있는데 전술한 각도는 터빈 블레이드(330)의 표면에서의 막 냉각 효과를 최적으로 유지할 수 있는 각도에 해당된다.
- [410] 따라서 출구부(1200)는 최소 15도 이상 최대 20도 이내의 각도로 구성되어 냉각 공기를 터빈 블레이드(330)의 표면으로 분사시켜 막 냉각 효과를 최대로 유지하여 효율적인 냉각을 도모할 수 있다.

[411]

산업상 이용가능성

- [412] 본 발명의 일 실시 예에 의한 가스터빈 블레이드는 고온의 핫 가스로 인한 막 냉각부의 안정적인 냉각을 위해 다수개의 리브의 배치를 효율적으로 하여 상기 막 냉각부의 냉각을 도모하고자 한다.
- [413]

청구범위

- [청구항 1] 가스 터빈에 구비된 터빈 블레이드(33); 및
 상기 터빈 블레이드(33)의 냉각을 위한 냉각채널(110), 냉각공기가 빠져나가는 출구부(12), 및 다수개의 리브(130)를 갖는 냉각부(110)를 포함하고,
 상기 출구부(120)는,
 상기 냉각채널(110)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(33)의 바깥표면까지 연장되고 상기 냉각채널(110)의 일단에서 상기 터빈 블레이드(33)의 바깥표면으로 갈수록 폭이 증가되고, 상기 다수개의 리브(130)는 상기 출구부(120)의 내측벽에서 서로 마주보는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서,
 상기 냉각채널(110)은 원형의 실린더 형태로 상기 출구부(120)를 향해 연장되고, 상기 출구부(120)는 상기 냉각채널(110)의 후단부에서 외측을 향해 확산각(α)을 갖고 타원 형태로 연장된 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 3] 제2 항에 있어서,
 상기 확산각(α)은 15도 이상인 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 4] 제2 항에 있어서,
 상기 확산각(α)은 15도 이상 40도 이내인 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 5] 제1 항에 있어서,
 상기 막 냉각부(100)는 상기 터빈 블레이드(33)의 압력면(33a)과 흡입면(33b)에 각각 위치된 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 6] 제1 항에 있어서,
 상기 막 냉각부(100)는 상기 터빈 블레이드(330)를 구성하는 리딩 엣지(34)에서 트레일링 엣지(35) 사이에 이르는 구간에서 서로 다른 간격으로 배치되어 막 냉각을 도모하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 7] 제1 항에 있어서,
 상기 막 냉각부(100)는 상기 터빈 블레이드(33)를 구성하는 복수 개의 단위 블레이드 중 1단 터빈 블레이드와 2단 터빈 블레이드에 각각 구비된 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 8] 제1 항에 있어서,
 상기 냉각채널(110)의 길이는, 직경(D)의 4배 내지 8배로 연장된 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 9] 제8 항에 있어서,
 상기 직경(D)은 0.6mm ~ 1.0mm로 형성된 가스 터빈 블레이드.

- [청구항 10] 제1 항에 있어서,
상기 출구부(120)는 길이 방향을 기준으로 중심을 따라 연장한 중심선과
상기 터빈 블레이드(33)의 표면과 이루는 경사각(α)이 30도 내지 40도인
가스 터빈 블레이드.
- [청구항 11] 제1 항에 있어서,
상기 출구부(120)는 상기 냉각채널(110)을 기준으로 양 측면 방향으로
15도 ~ 20도의 각도로 확관된 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 12] 제1 항에 있어서,
상기 리브(130)는 돌출 길이(e)가 상기 출구부(120)에서 동일한 길이로
연장된 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 13] 제1 항에 있어서,
상기 리브(130)는 상기 냉각 채널(110)의 일단에서부터 상기 터빈
블레이드(33)의 바깥표면으로 갈수록 돌출 길이(e)가 점진적으로
증가하는 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 14] 제1 항에 있어서,
상기 리브(130)는 상기 출구부(120)의 선단부에서 터빈 블레이드(33)의
바깥표면까지 연장된 후단부까지의 전체 길이를 L이라 할 때, 상기
선단부를 기준으로 $1/5 * L$ 위치에서부터 후단부까지 배치된 것을 특징으로
하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 15] 제1 항에 있어서,
상기 리브(130)는 다각뿔 형태인 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 16] 제1 항에 있어서,
상기 리브(130)는 냉각 공기가 유입되는 개구 홀(140)이 형성된 것을
특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 17] 제16 항에 있어서,
상기 개구 홀(140)은 상기 출구부(120)의 내측벽을 향해 개구된 것을
특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 18] 제16 항에 있어서,
상기 개구 홀(140)은 상기 리브(130)의 정면에서 후면을 향해 직경이
감소되는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 19] 제16 항에 있어서,
상기 개구 홀(140)은 상기 리브(130)의 정면에서 폭 방향에 타원 형태로
개구되거나, 상기 리브(130)의 정면에서 상기 출구부(120)의 내측벽과
인접하여 세로 방향에 타원 형태로 개구되는 어느 하나의 형태로 형성된
가스 터빈 블레이드.
- [청구항 20] 제1 항에 있어서,
상기 막 냉각부(100)는 상기 터빈 블레이드(33)의 리딩 엣지(34)에 구비된
제1 막 냉각부(102)를 더 포함하는 가스 터빈 블레이드.

- [청구항 21] 제20 항에 있어서,
 상기 제1 막 냉각부(102)는 냉각공기가 통과하는 제1 냉각채널(102a);
 상기 제1 냉각채널(102a)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(33)의 바깥표면까지 연장된 제1 출구부(102b);
 상기 제1 출구부(102b)의 내측벽에 배치되고 상기 냉각공기가 상기 제1 출구부(102b)를 향해 소용돌이(vortex) 형태로 유동 되도록 가이드 하는 제1 리브(130a)를 포함하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 22] 제21 항에 있어서,
 상기 제1 출구부(102b)는 상기 제1 냉각채널(102a) 보다 길이 방향에서 연장된 길이가 길게 연장된 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 23] 제21 항에 있어서,
 상기 제1 리브(130a)는 서로 마주보며 배치되고 C자 형태의 링으로 이루어진 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 24] 제21 항에 있어서,
 상기 제1 리브(130a)는 상기 제1 출구부(102b)의 내측에서 돌출된 길이를 돌출 길이(e)라 정의하고, 서로 간에 이격된 리브(130a)의 중심 사이의 길이를 이격 피치(p)라 정의 할 때 상기 p/e 는 5mm ~ 10mm 이내로 이격된 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 25] 제21 항에 있어서,
 상기 제1 출구부(102b)의 내측벽의 길이 방향을 따라 마주보는 상기 제1 리브(130a)가 서로 어긋나게 위치된 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 26] 제24 항에 있어서,
 상기 제1 리브(130a)는 상기 제1 출구부(102b)의 내측벽의 길이 방향을 따라 나선 형태로 연장된 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 27] 제21 항에 있어서,
 상기 제1 막 냉각부(102)는 상기 제1 출구부(102b)의 전체 구간을 연장 구간(S)으로 정의하고, 상기 제1 냉각채널(102a)과 연결된 위치에서부터 $1/2 * S$ 까지의 구간을 제1 연장 구간(S1)이라 하며, 나머지 구간을 제2 연장 구간(S2)이라 정의할 때,
 상기 제1 연장 구간(S1)에 위치된 제1 리브(130a)의 이격 간격과 상기 제2 연장 구간(S2)에 위치된 제1 리브(130a)의 이격 간격이 서로 상이한 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 28] 제27 항에 있어서,
 상기 제1 연장 구간(S1)에 위치된 제1 리브(130a)는 상기 제2 연장 구간(S2)에 위치된 제1 리브(130a)에 비해 서로 간에 이격된 리브(130a) 중심 사이의 길이에 따른 이격 피치(p)가 짧게 이격된 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 29] 제1 항에 따른 막 냉각부(100)가 터빈 블레이드(33)에 구비된 가스터빈.

- [청구항 30] 가스 터빈에 구비된 터빈 블레이드(330);
상기 터빈 블레이드(330)의 냉각을 위해 리딩 엣지(340)에 구비된 제1 막 냉각부(1020); 및
상기 터빈 블레이드(330)의 압력면(330a)과 흡입면(330b)에 구비된 제2 막 냉각부(1000)를 포함하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 31] 제30 항에 있어서,
상기 제1 막 냉각부(1020)는 냉각공기가 통과하는 제1 냉각채널(1020a);
상기 제1 냉각채널(1020a)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면까지 연장되고 상기 제1 냉각채널(1020a)의 일단에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면으로 갈수록 폭이 증가되는 제1 출구부(1020b);
상기 제1 출구부(1020b)의 내측벽에 서로 마주보며 배치되고 상기 냉각공기가 상기 제1 출구부(1020b)를 향해 소용돌이(vortex) 형태로 유동 되도록 가이드 하는 제1 리브(1300a)를 포함하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 32] 제30 항에 있어서,
상기 제1 냉각채널(1020a)은 원형의 실린더 형태로 상기 제1 출구부(1020b)를 향해 연장되고, 상기 제1 출구부(1020b)는 상기 제1 냉각채널(1020a)의 후단부에서 외측을 향해 확산각(α)을 갖고 타원 형태로 연장된 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 33] 제32 항에 있어서,
상기 확산각(α)은 15도 내지 40도인 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 34] 제31 항에 있어서,
상기 제1 출구부(1020b)는 상기 제1 냉각채널(1020a) 보다 길이 방향에서 연장된 길이가 길게 연장된 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 35] 제31 항에 있어서,
상기 제1 리브(1300a)는 서로 마주보며 배치되고 C자 형태의 링으로 이루어진 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 36] 제31 항에 있어서,
상기 제1 리브(1300a)는 상기 제1 출구부(1020b)의 내측에서 돌출된 길이를 돌출 길이(e)라 정의하고, 서로 간에 이격된 리브(1300a)의 중심 사이의 길이를 이격 피치(p)라 정의 할 때 상기 p/e는 5mm ~ 10mm 이내로 이격된 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 37] 제31 항에 있어서,
상기 제1 리브(1300a)는 상기 제1 출구부(1020b)의 내측벽의 길이 방향을 따라 나선 형태로 연장된 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 38] 제30 항에 있어서,
상기 제2막 냉각부(1000)는 냉각공기가 통과하는 제2 냉각채널(1100);

상기 제2 냉각채널(1100)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면까지 연장되고 상기 제2 냉각채널(1100)의 일단에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면으로 갈수록 폭이 증가되는 제2 출구부(1200); 및
 상기 제2 출구부(1200)의 내측벽에서 서로 마주보는 다수개의 제2 리브(1300)를 포함하는 가스 터빈 블레이드.

- [청구항 39] 제38 항에 있어서,
 상기 제2 냉각채널(1100)은 원형의 실린더 형태로 상기 제2 출구부(1200)를 향해 연장되고, 상기 제2 출구부(1200)는 상기 제2 냉각채널(1100)의 후단부에서 외측을 향해 확산각(α)을 갖고 타원 형태로 연장된 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 40] 제39 항에 있어서,
 상기 확산각(α)은 15도 내지 40도인 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 41] 제39 항에 있어서,
 상기 제1,2 막 냉각부(1020, 1000)는 상기 터빈 블레이드(330)를 구성하는 복수 개의 단위 블레이드 중 1단 터빈 블레이드와 2단 터빈 블레이드에 각각 구비된 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 42] 제39 항에 있어서,
 상기 제2 냉각채널(1100)의 길이는 직경(D)의 4배 내지 8배로 연장된 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 43] 제42 항에 있어서,
 상기 직경(D)은 0.6mm ~ 1.0mm로 형성된 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 44] 제39 항에 있어서,
 상기 제2 출구부(1200)는 길이 방향을 기준으로 중심을 따라 연장한 중심선과 상기 터빈 블레이드(330)의 표면과 이루는 경사각(α)이 30도 내지 40도인 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 45] 제39 항에 있어서,
 상기 제2 출구부(1200)는 상기 제2 냉각채널(1100)을 기준으로 양 측면 방향으로 15도 ~ 20도의 각도로 확장된 가스 터빈 블레이드.
- [청구항 46] 제30 항에 따른 제1,2 막 냉각부(1020, 1000)가 터빈 블레이드(330)에 구비된 가스터빈.
- [청구항 47] 가스 터빈에 구비된 터빈 블레이드(330);
 상기 터빈 블레이드(330)의 압력면(330a)과 흡입면(330b)에 구비된 막 냉각부(1000A); 및
 상기 터빈 블레이드(330)의 냉각을 위해 리딩 엣지(340)에 개구된 다수개의 개구부(2100)의 내측에 나선 형태로 형성되어 냉각 공기를 와류 형태로 안내하는 돌기(2200)가 구비된 리딩 엣지 냉각부(2000)를

포함하되,

상기 리딩 엣지 냉각부(200)는 상기 리딩 엣지(340)의 온도 분포 상태에 따라 상기 개구부(2100)의 개구된 위치와 방향이 서로 상이하게 개구된 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.

[청구항 48]

제47 항에 있어서,

상기 리딩 엣지 냉각부(200)의 개구부(2100)는 원통 형태 또는 타원 형태 또는 사다리꼴 형태 중의 어느 하나의 형태로 이루어진 가스 터빈 블레이드.

[청구항 49]

제47 항에 있어서,

상기 막 냉각부(1000A)는 냉각공기가 통과하는 냉각채널(1100);

상기 냉각채널(1100)의 길이 방향으로 연장된 단부에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면까지 연장되고 상기 냉각채널(1100)의 일단에서 상기 터빈 블레이드(330)의 바깥표면으로 갈수록 폭이 증가되는 출구부(1200); 및

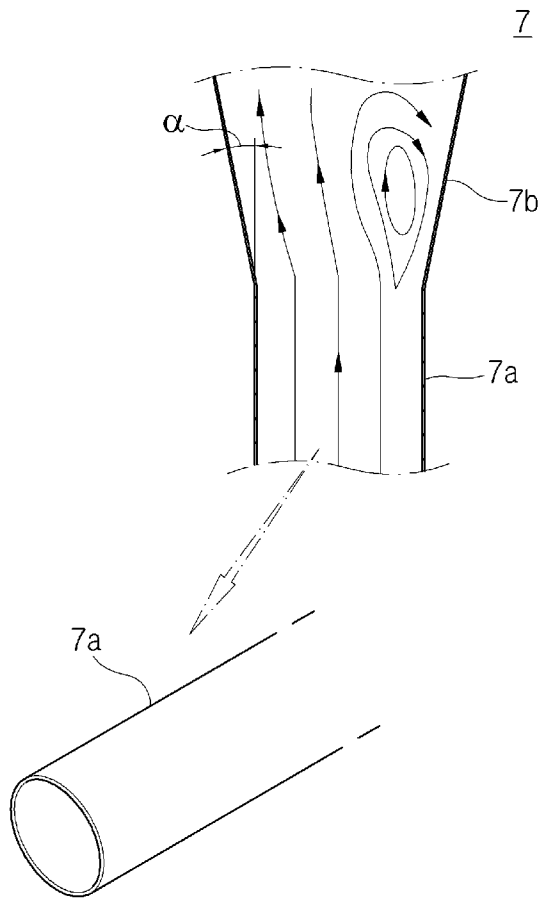
상기 출구부(1200)의 내측벽에서 서로 마주보는 다수개의 리브(1300)를 포함하는 가스 터빈 블레이드.

[청구항 50]

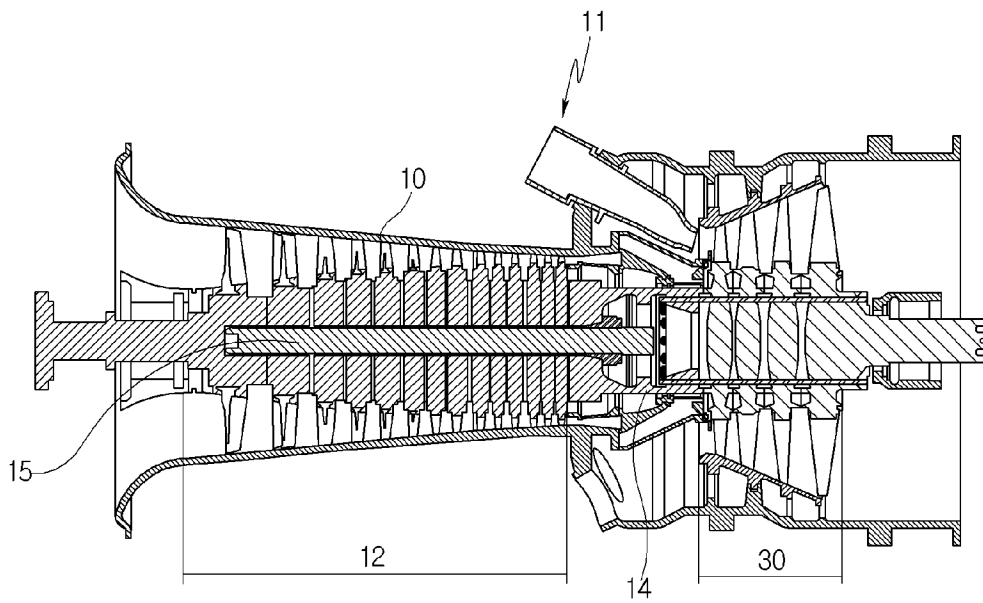
제49 항에 있어서,

상기 냉각채널(1100)은 원형의 실린더 형태로 상기 출구부(1200)를 향해 연장되고, 상기 출구부(1200)는 상기 냉각채널(1100)의 후단부에서 외측을 향해 확산각(α)을 갖고 타원 형태로 연장되되, 상기 확산각(α)은 15도인 것을 특징으로 하는 가스 터빈 블레이드.

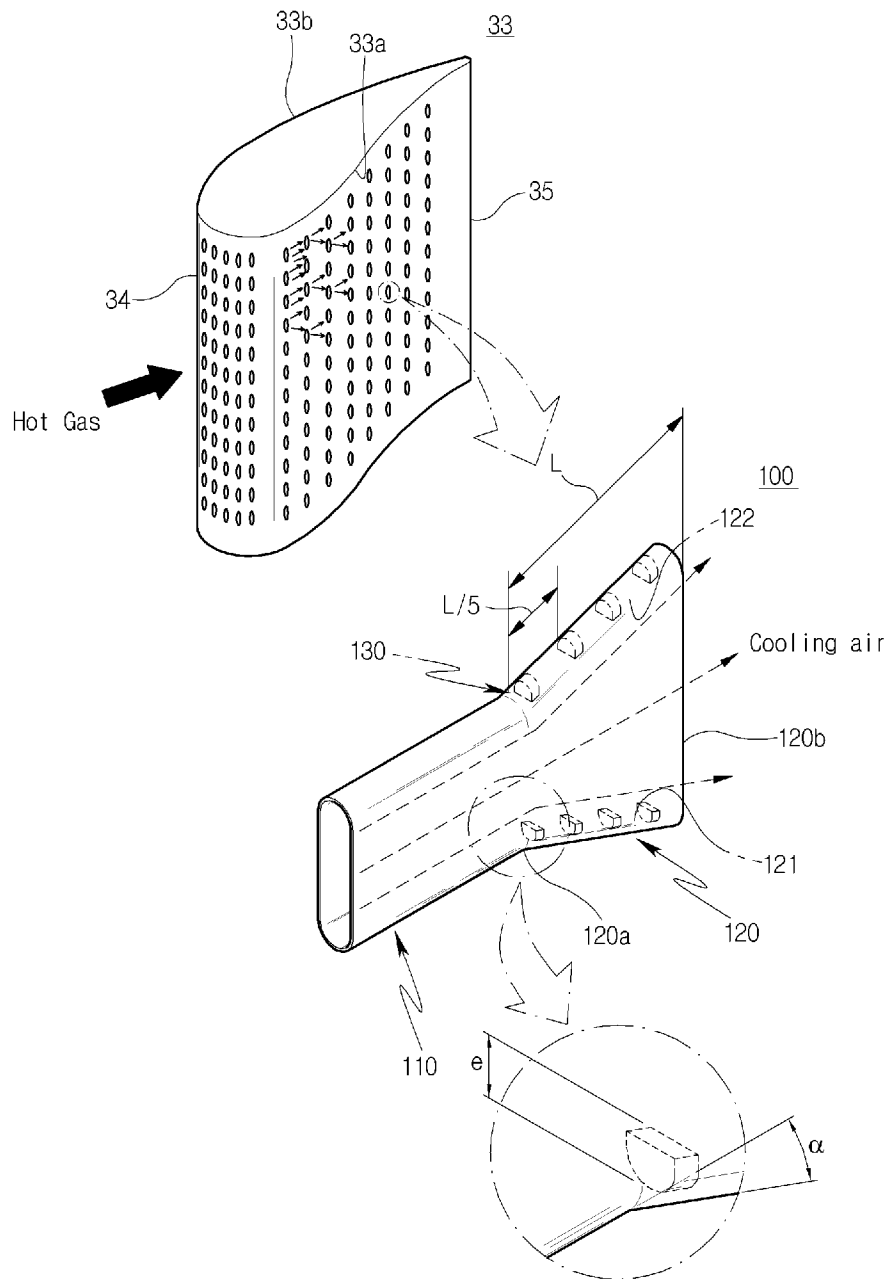
[도1]



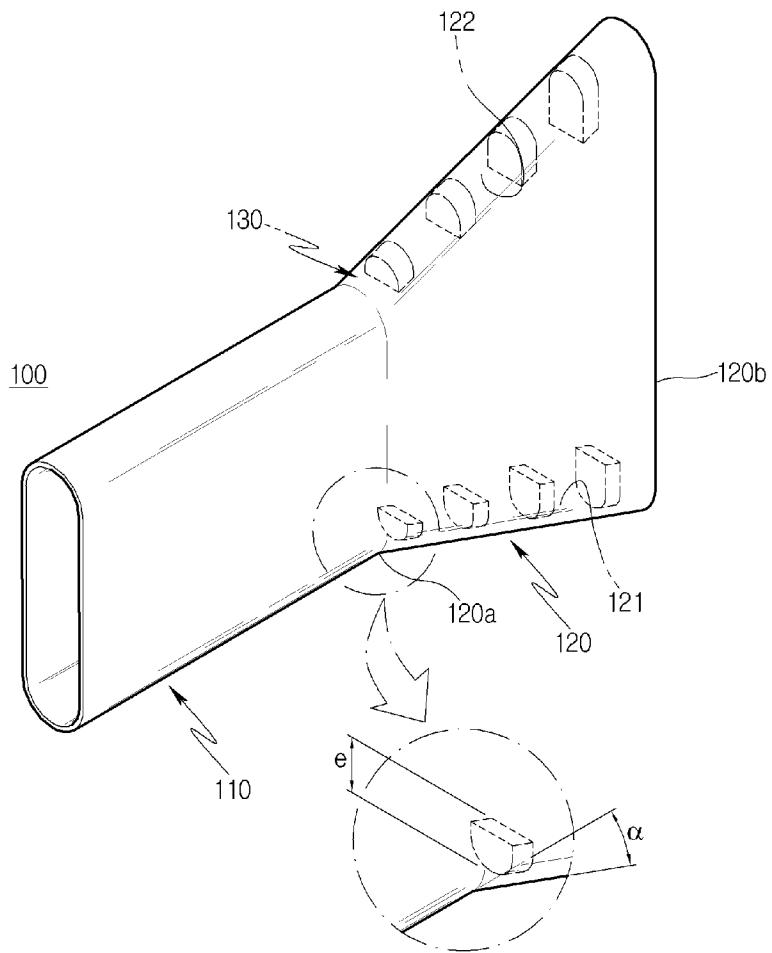
[도2]



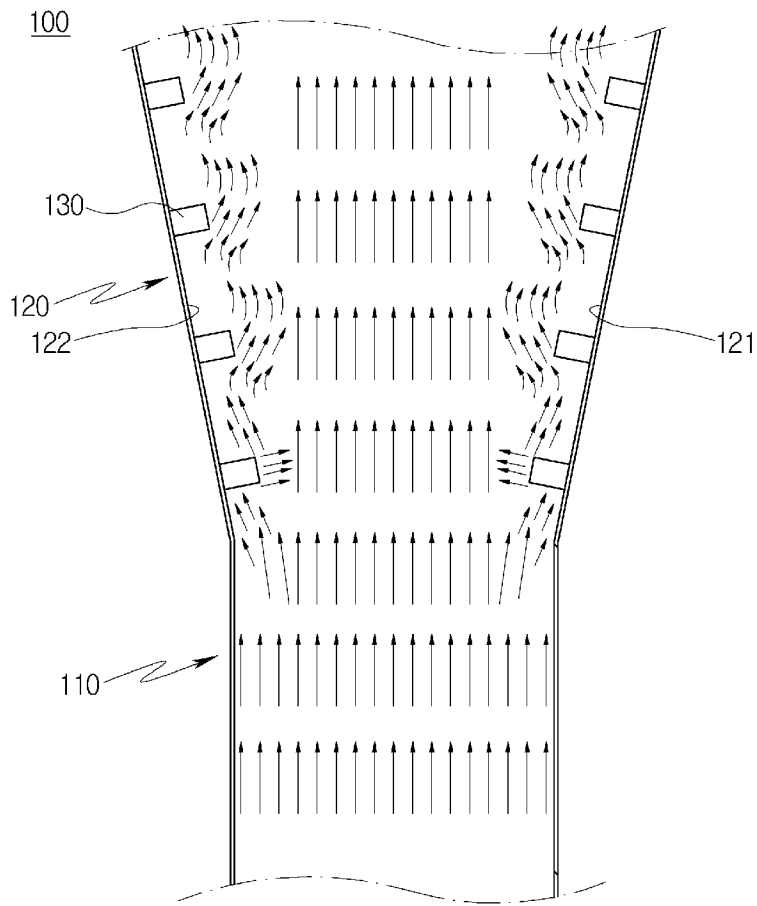
[도3]



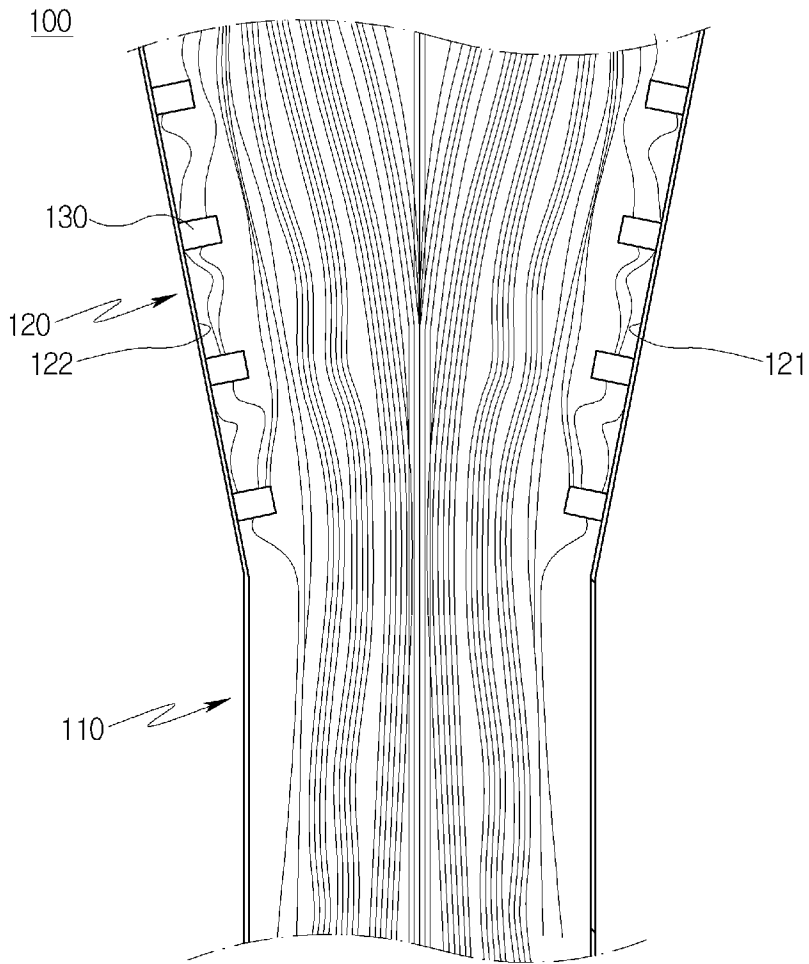
[도4]



[도5]

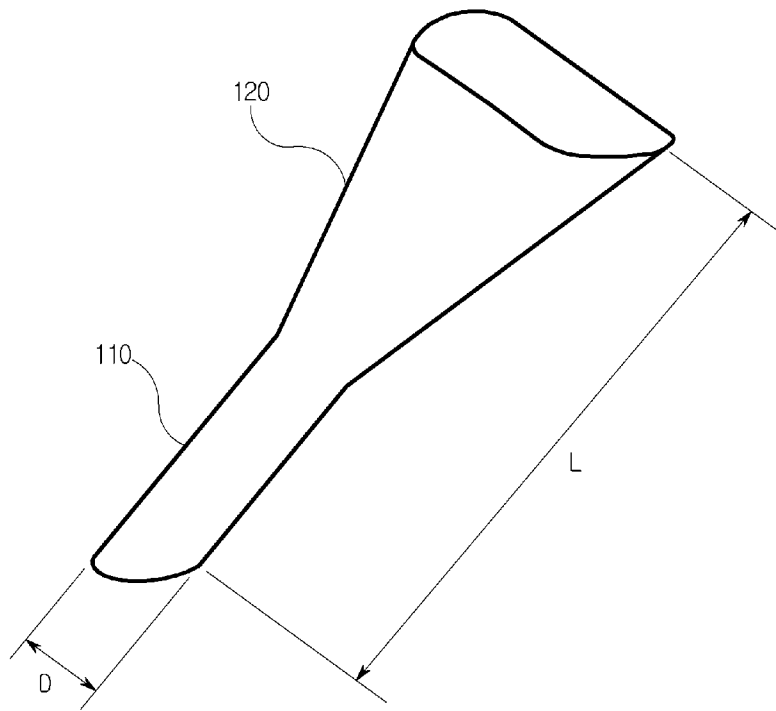


[도6]

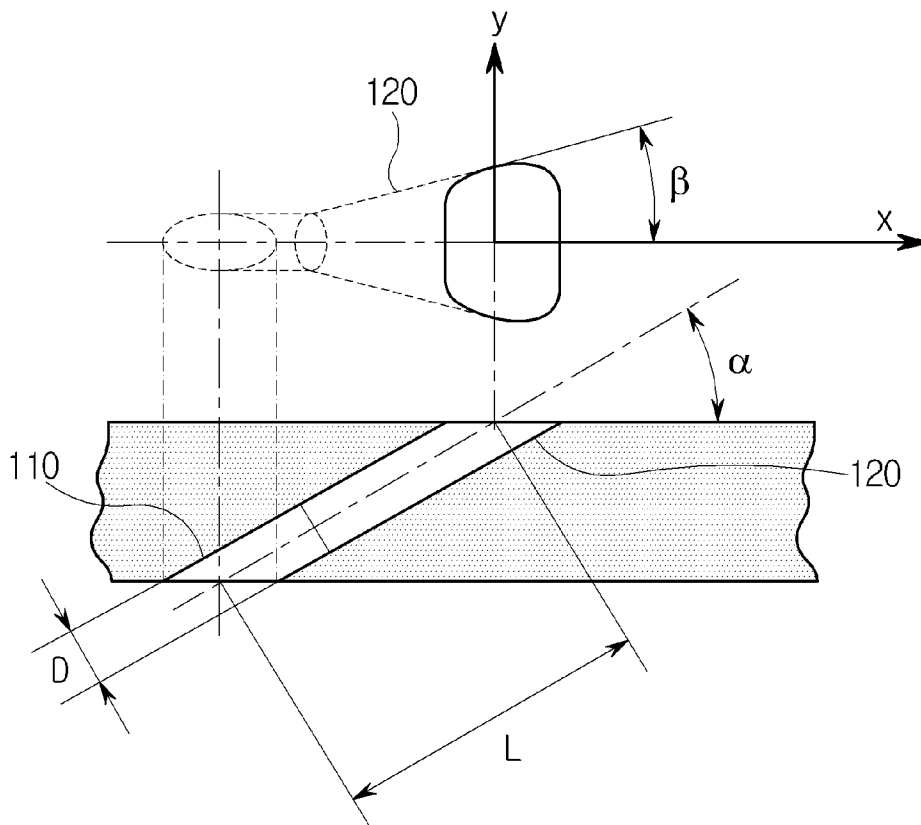


[도7]

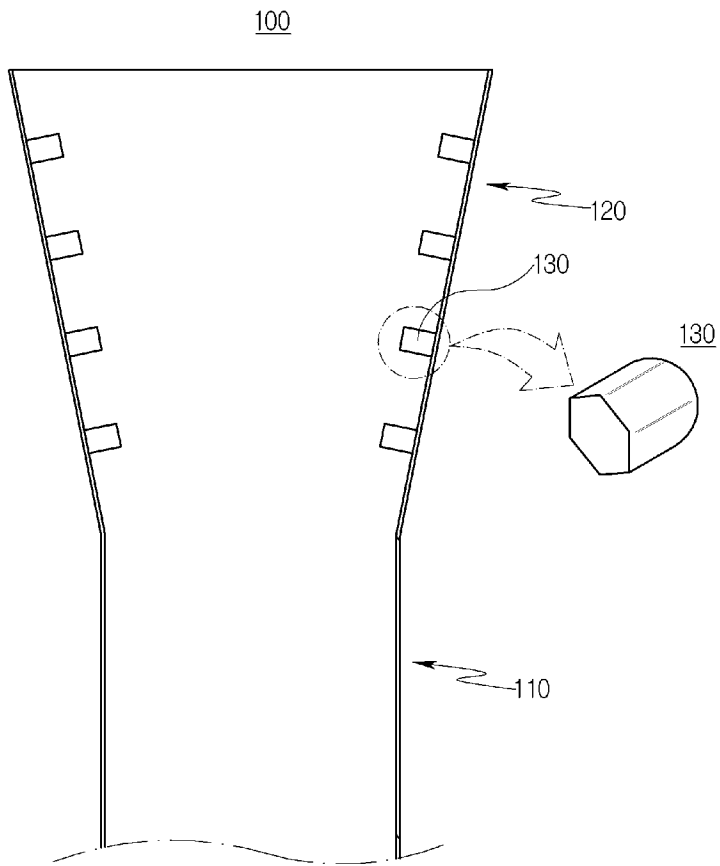
100



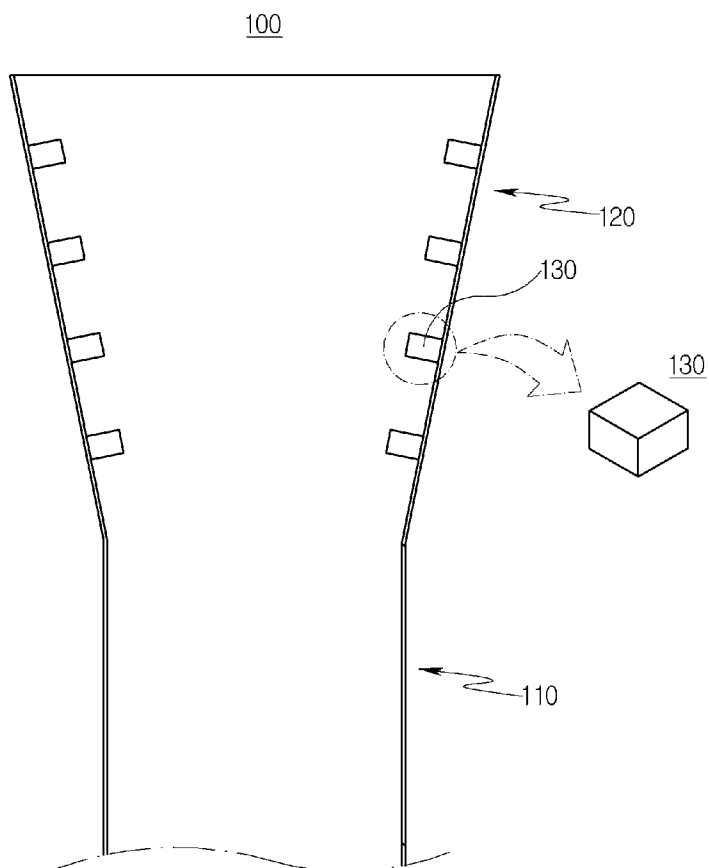
[도8]



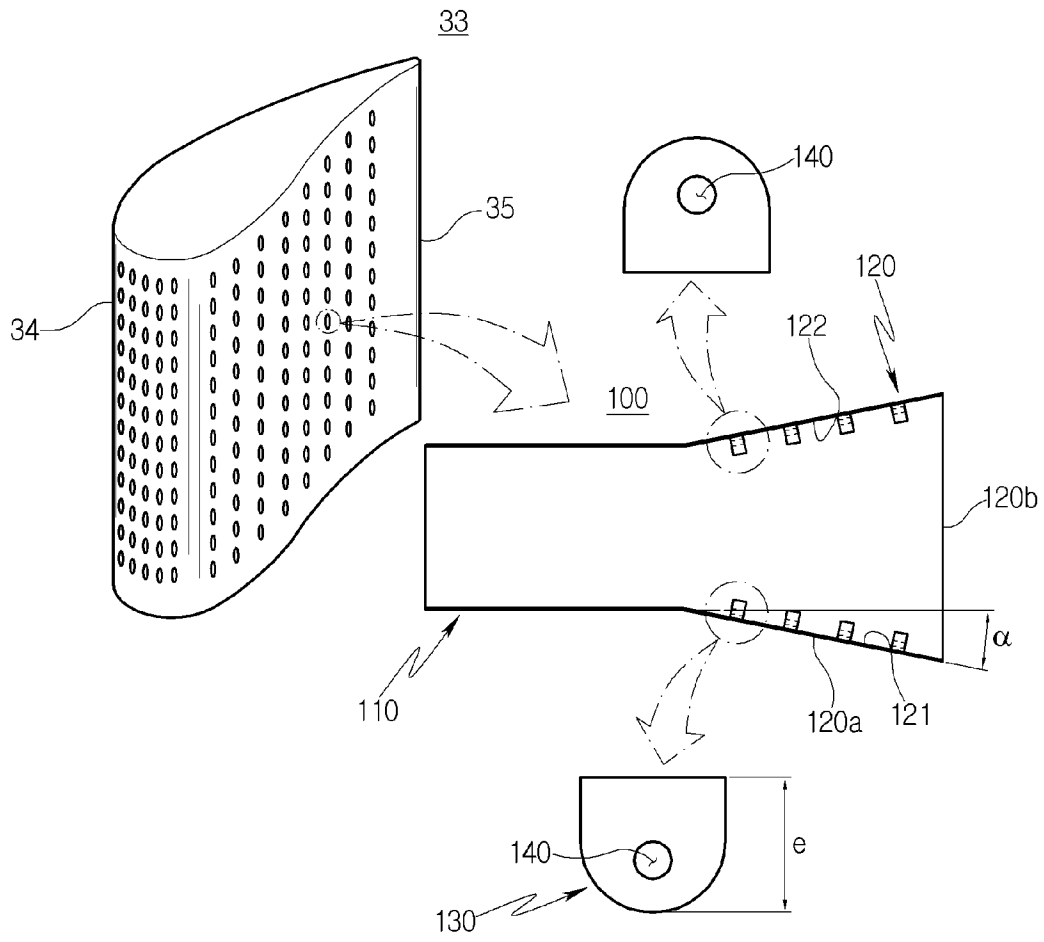
[도9]



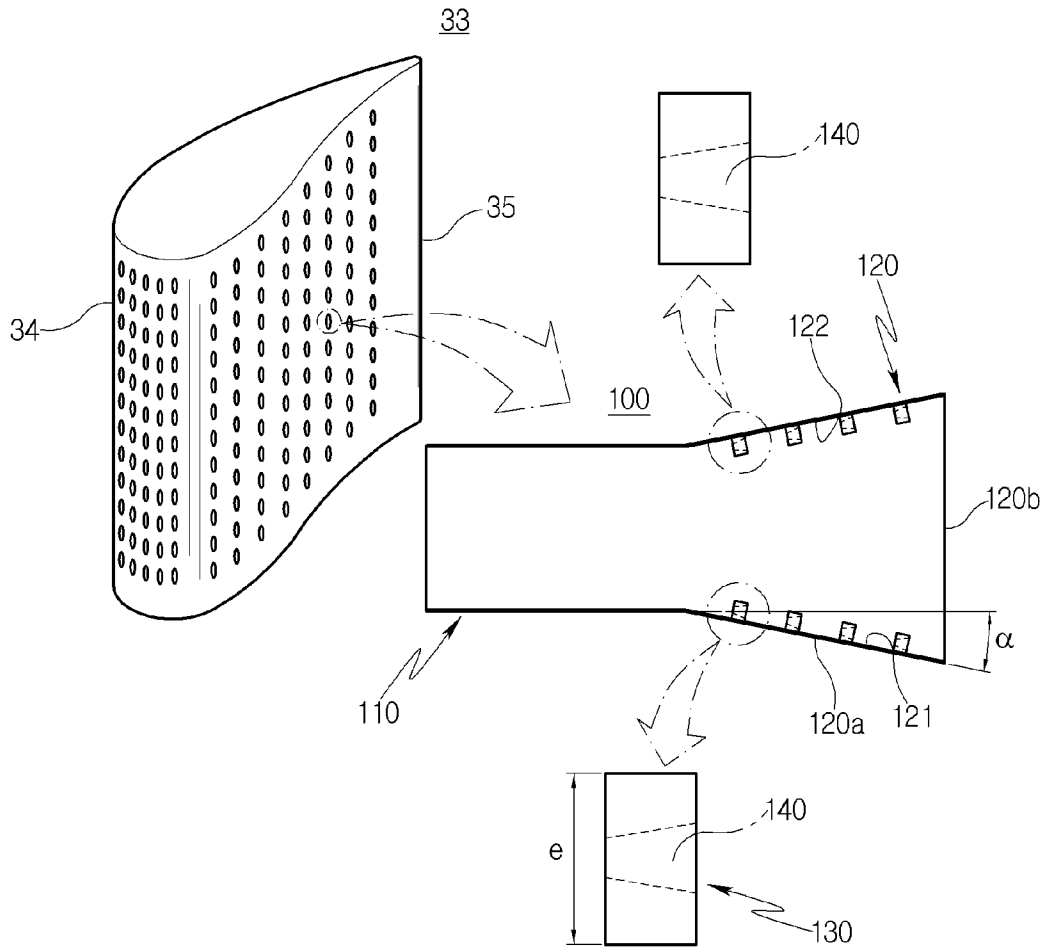
[도10]



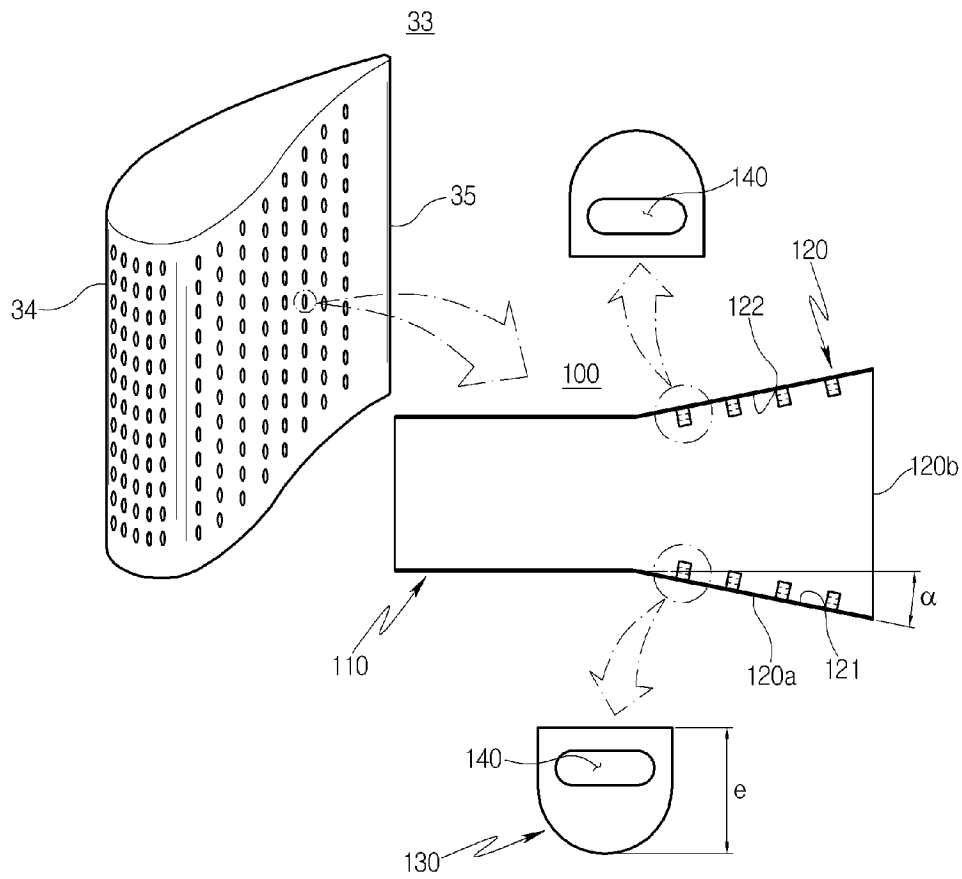
[도11]



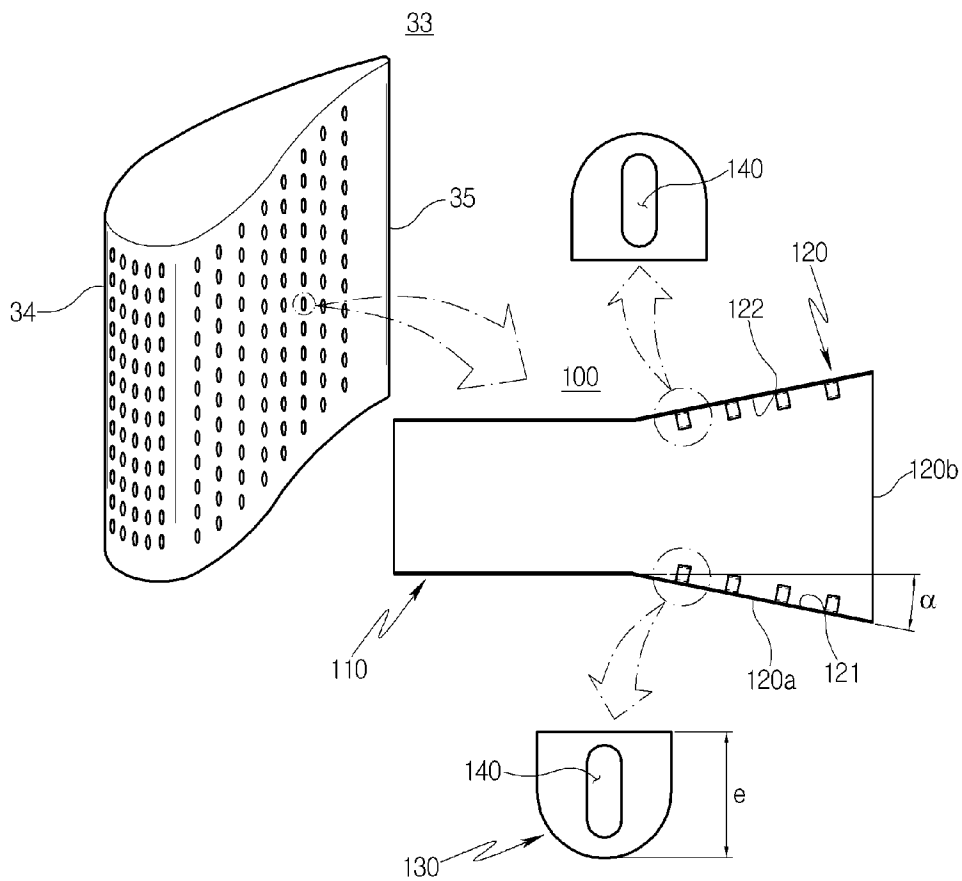
[도 12]



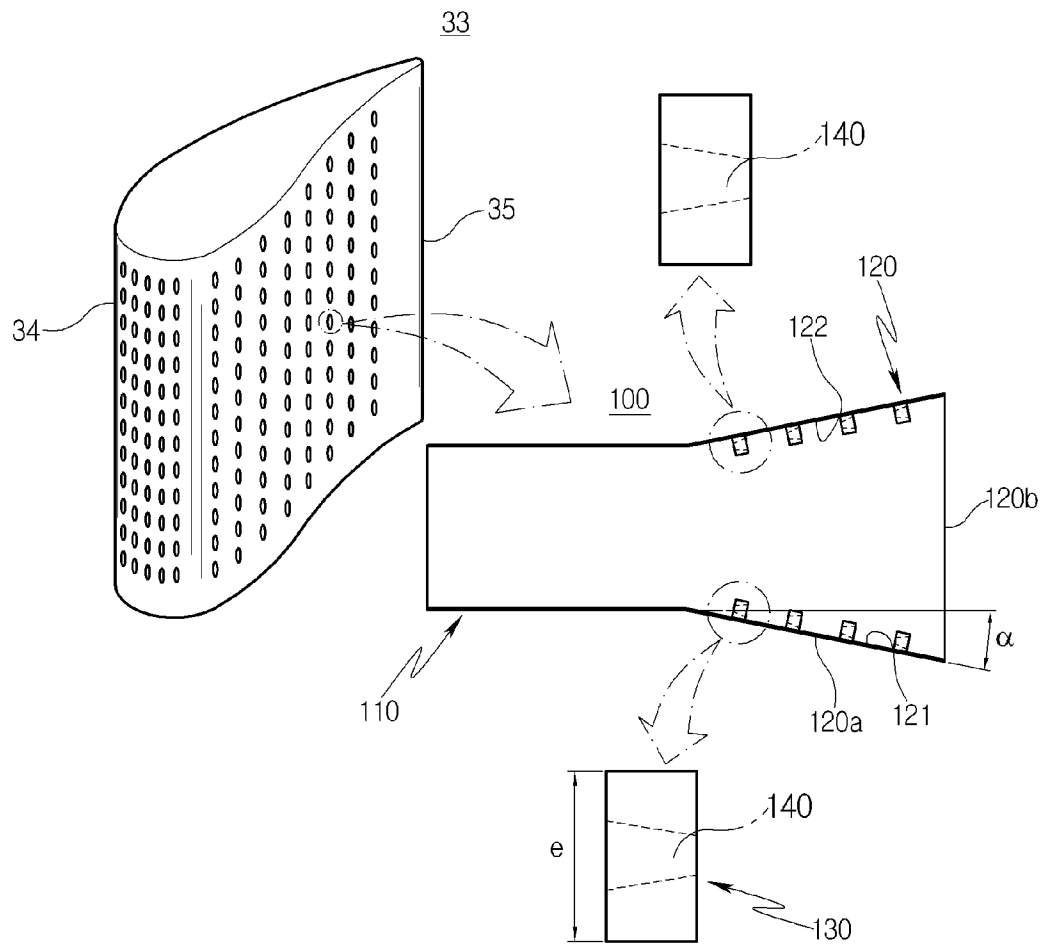
[도13]



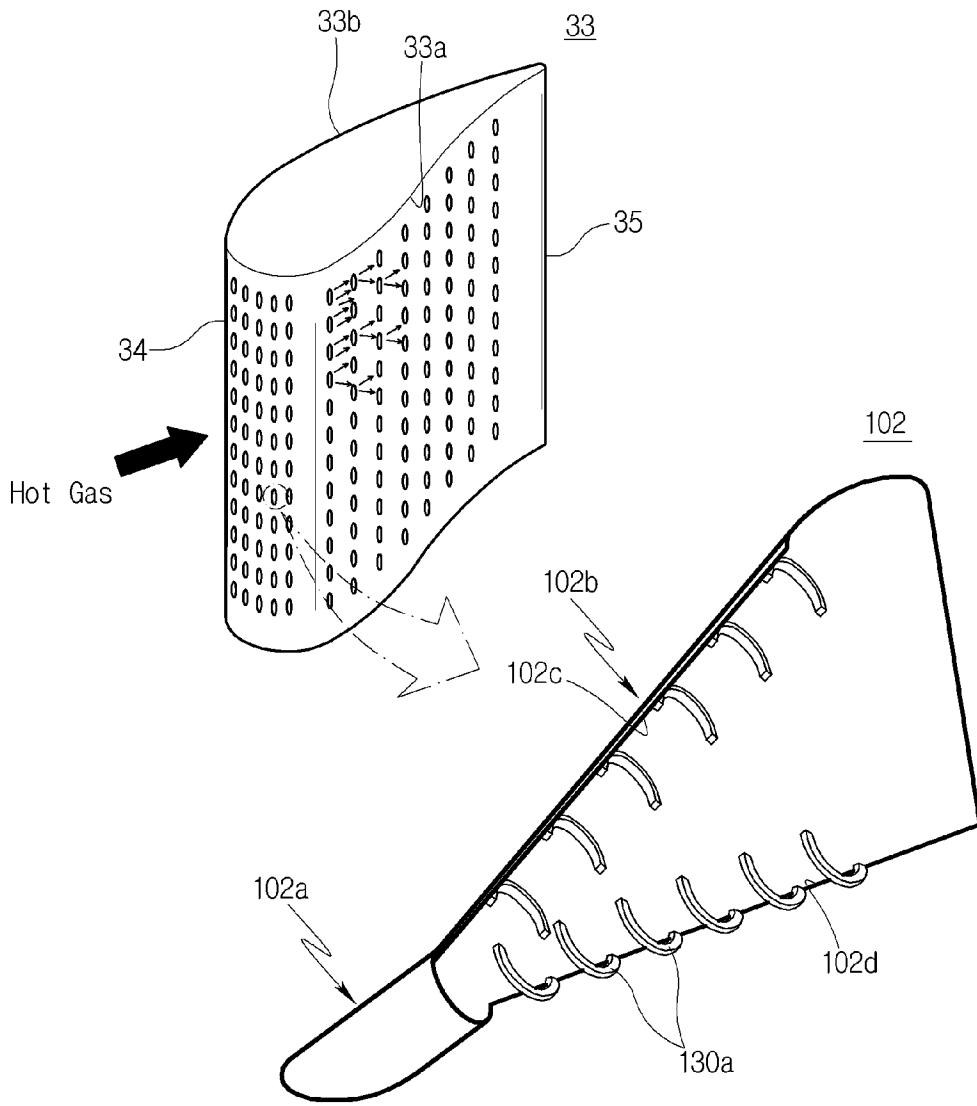
[도14]



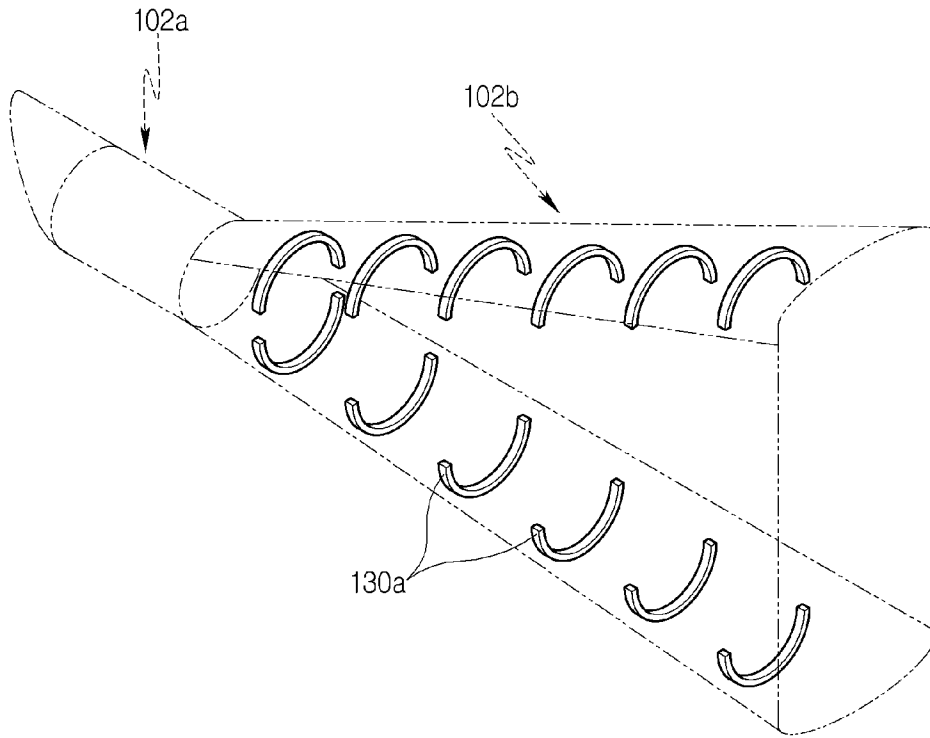
[도 15]



[도16]

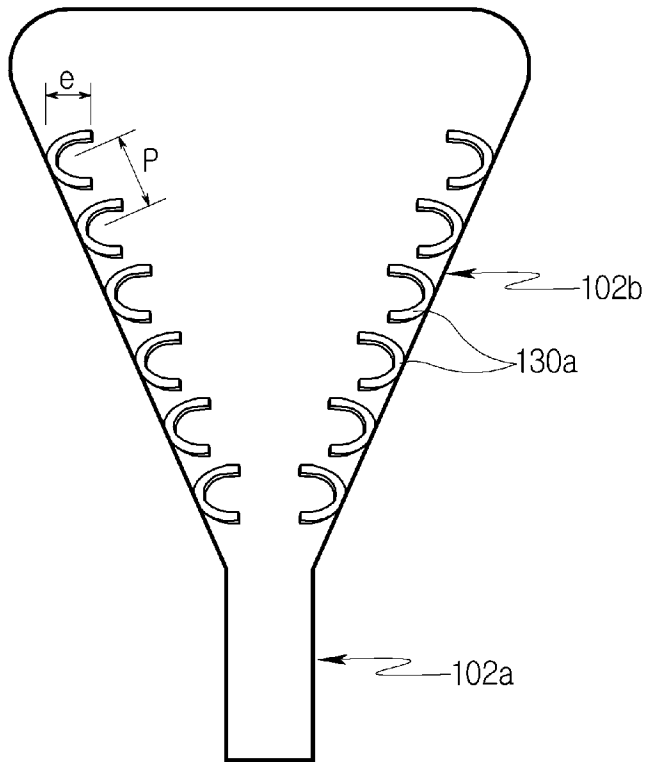


[도17]

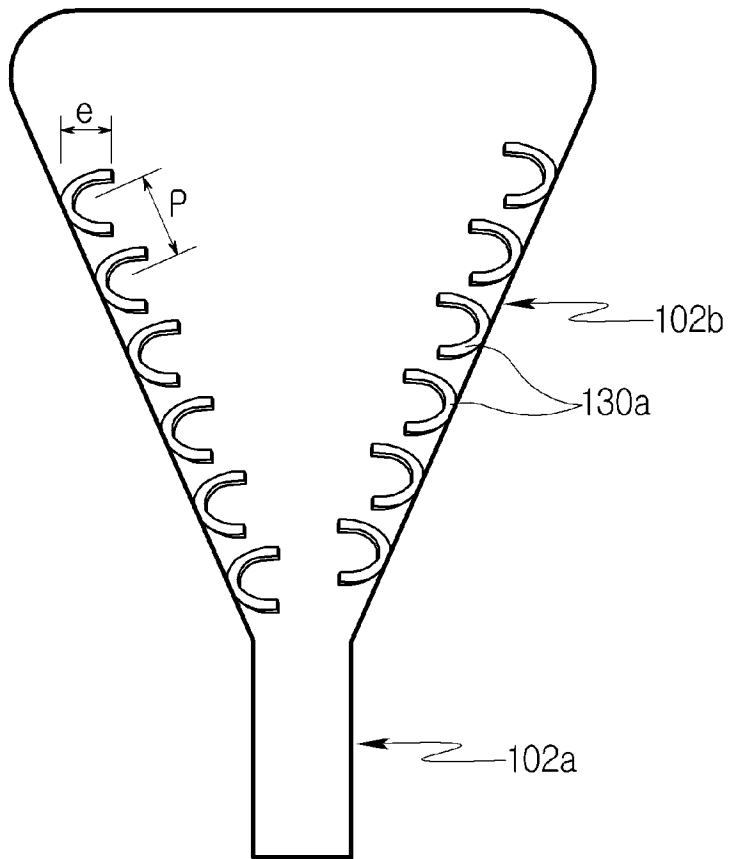


[도18]

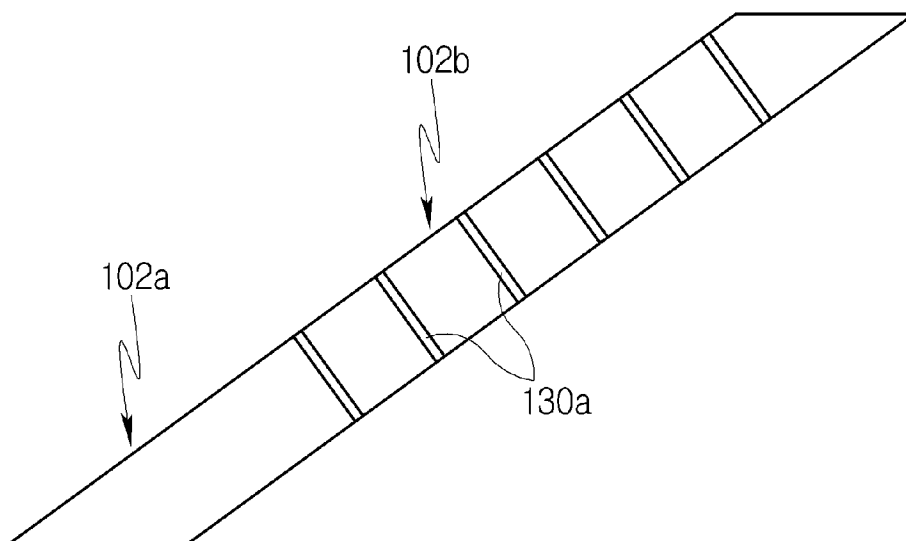
102



[도19]

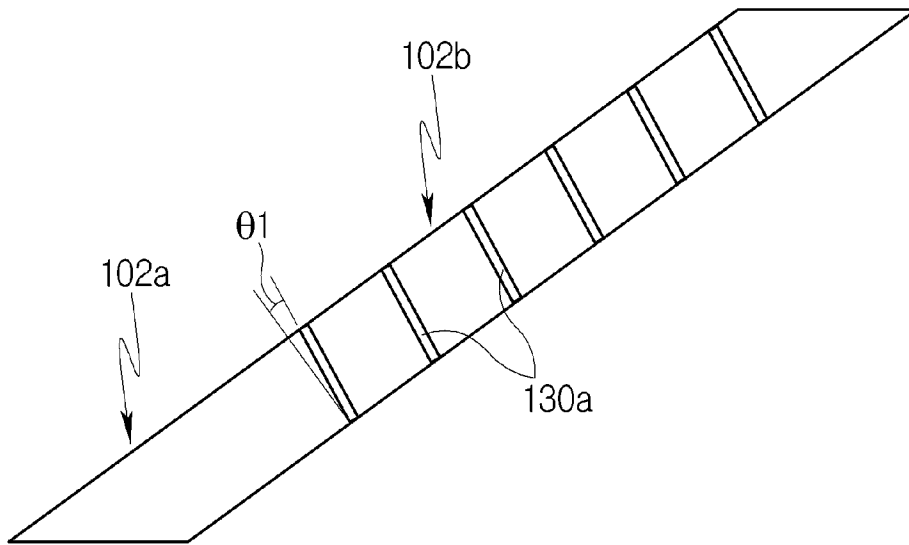
102

[도20]

102

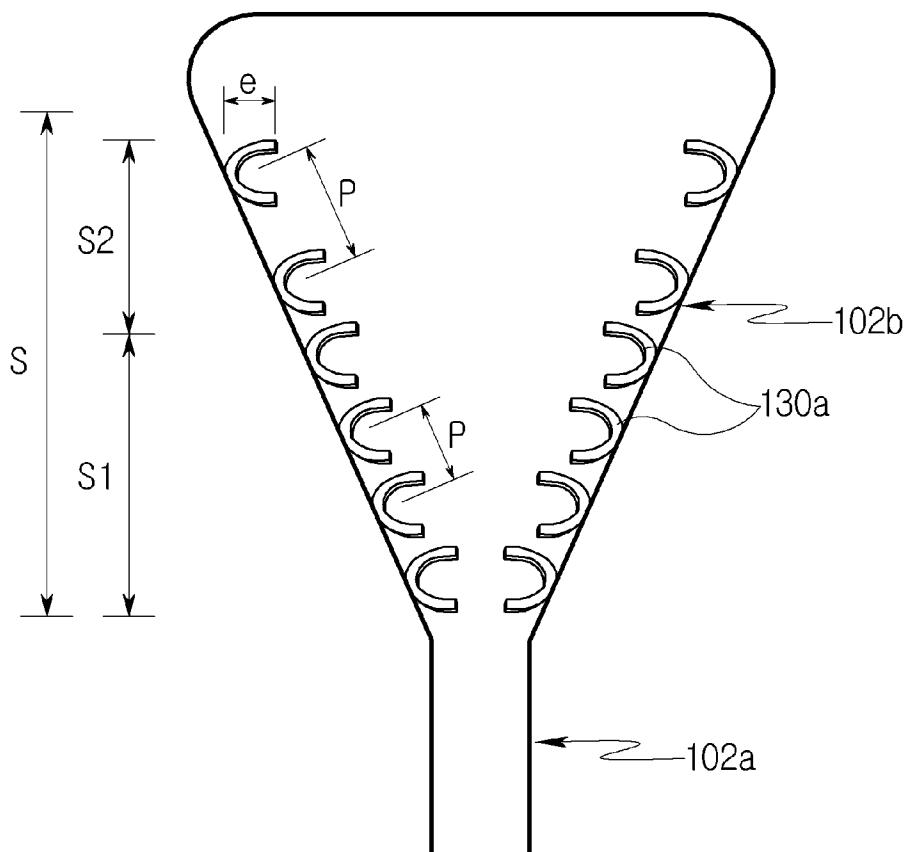
[도21]

102

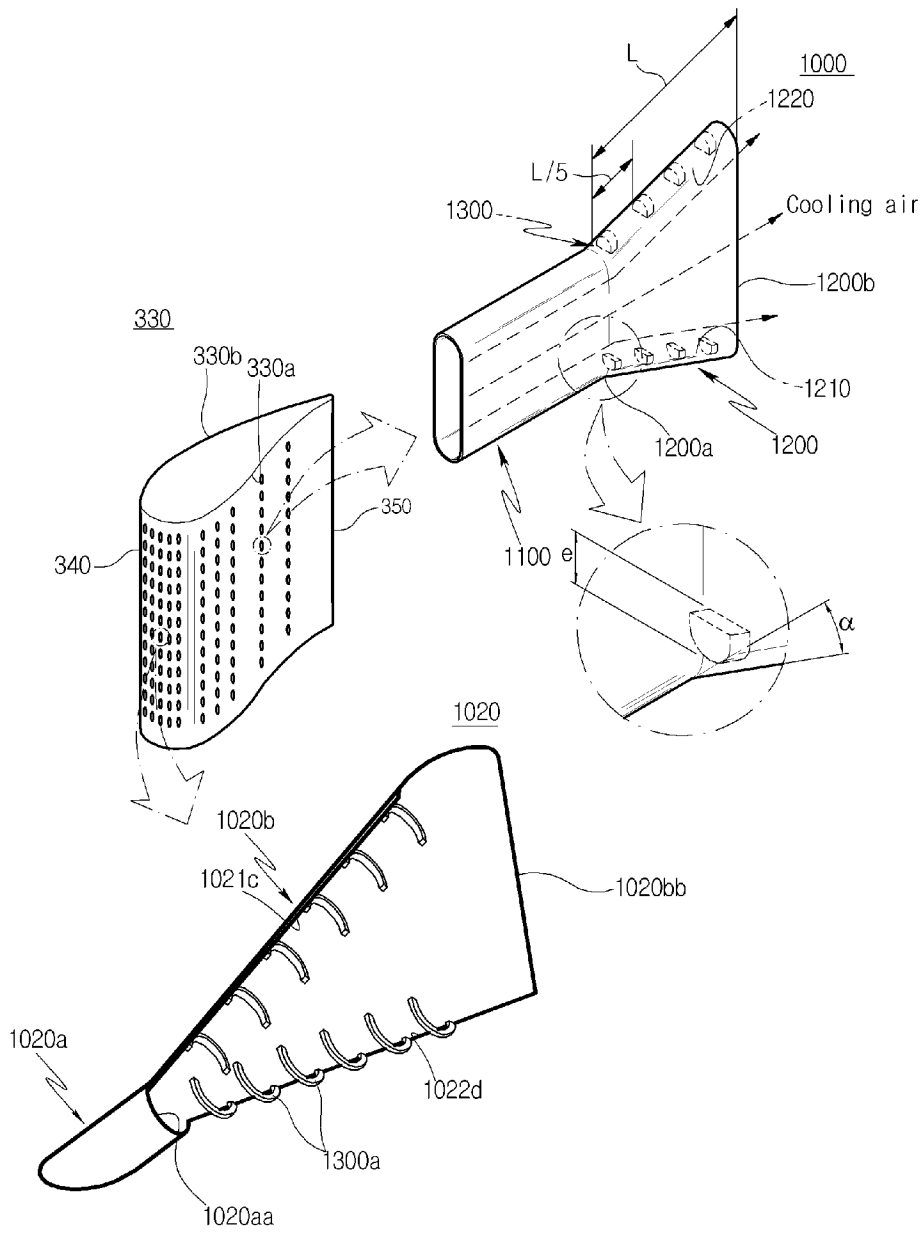


[도22]

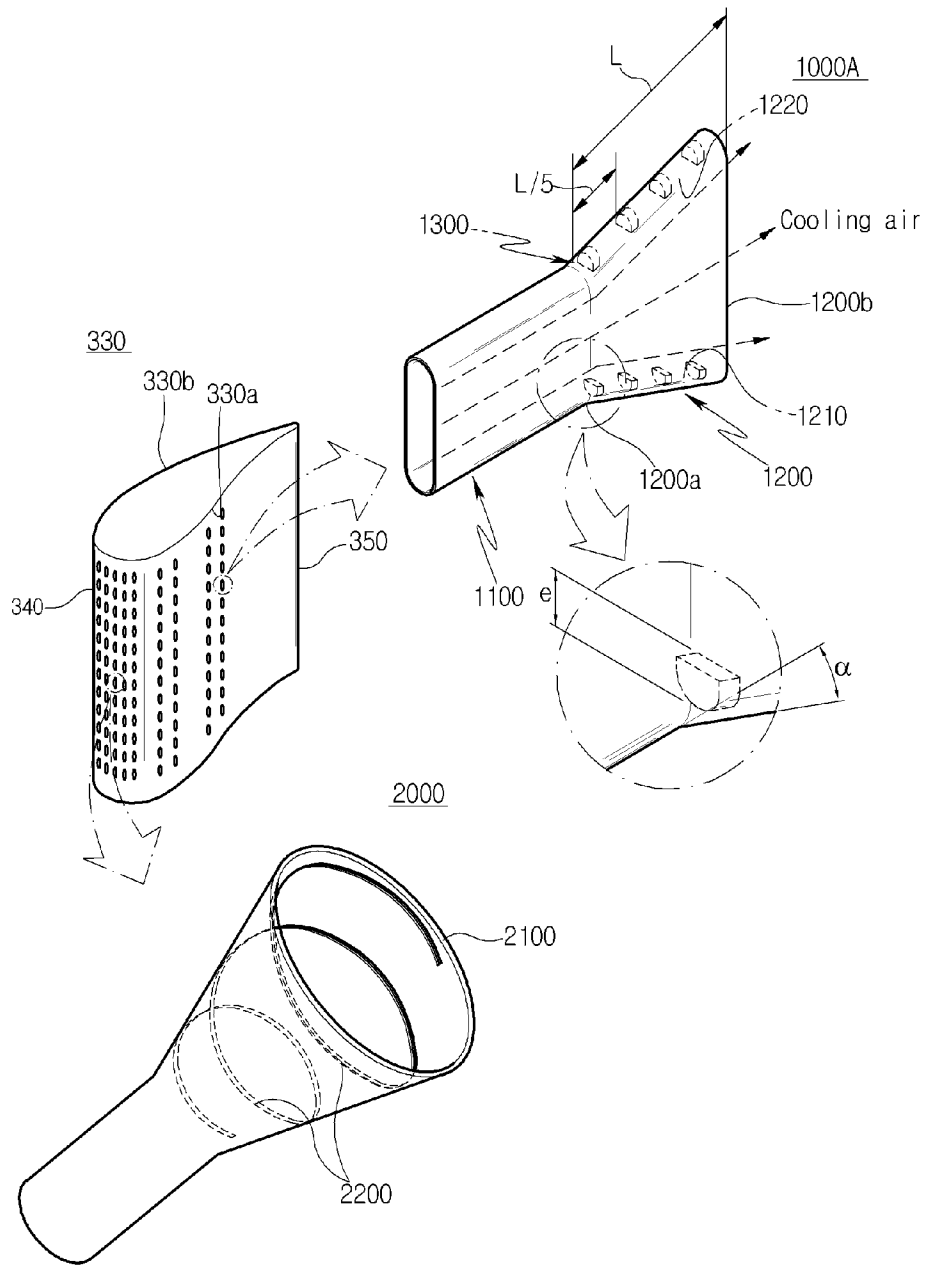
102



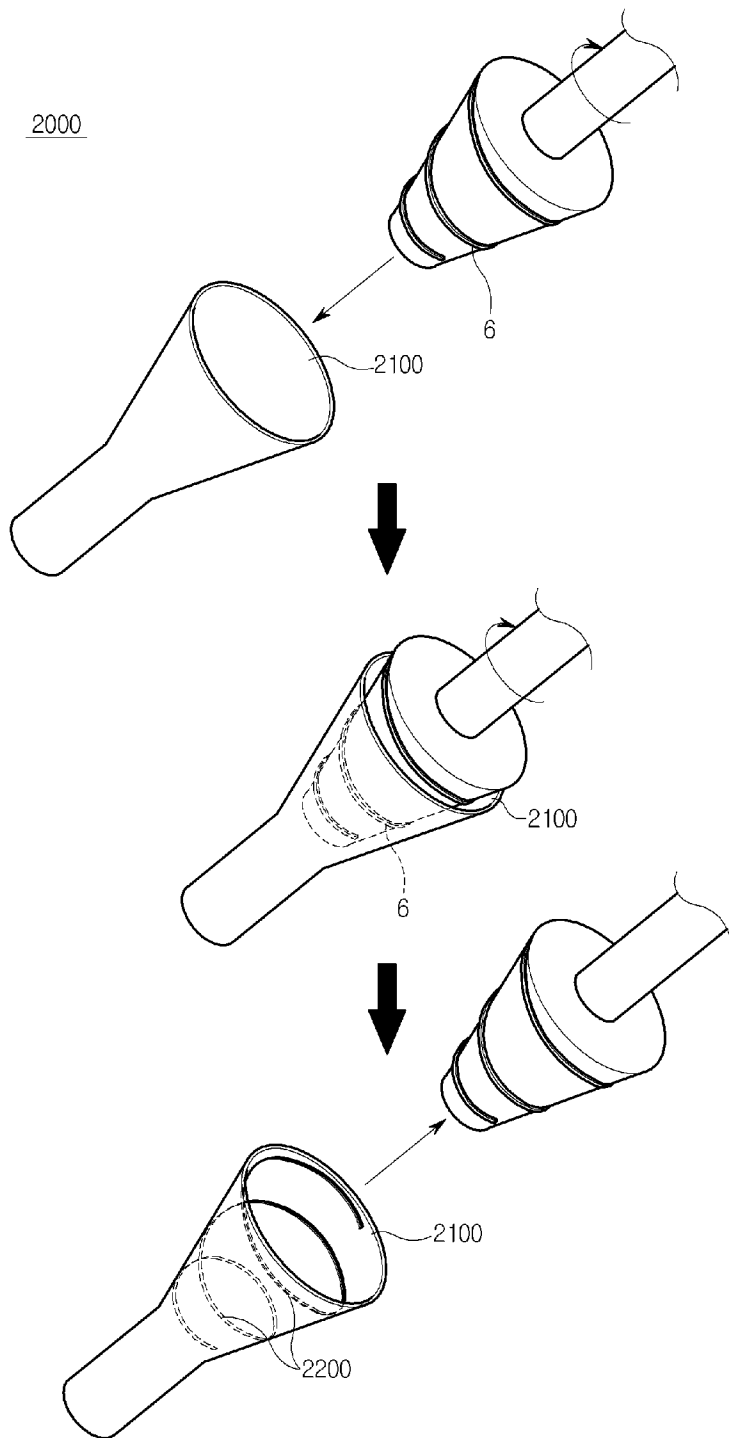
[도23]



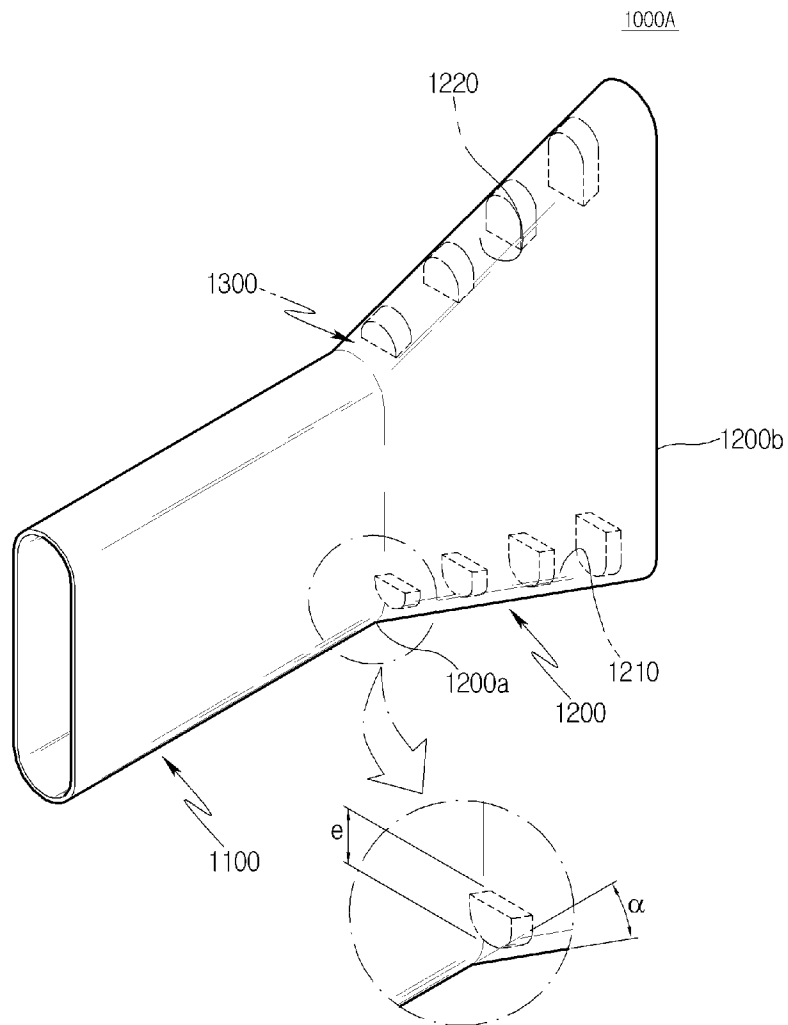
[도24]



[도25]



[도26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/009154

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01D 5/18(2006.01)i, F01D 25/12(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01D 5/18; F01D 25/12; F01D 11/08; F03B 11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: gas turbine, blade, leading edge, trailing edge, cooling part, cooling channel, exit part, rib, protrusion

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2009-0304499 A1 (STROCK et al.) 10 December 2009 See paragraphs [0016]-[0018] and figures 1-3.	1-15,20-50
A		16-19
Y	US 2008-0031738 A1 (LEE, Ching-Pang) 07 February 2008 See paragraphs [0032], [0034], [0039], [0042] and figures 4, 6, 10, 12-13.	1-15,20-46,49-50
Y	US 2009-0304494 A1 (STROCK et al.) 10 December 2009 See paragraphs [0016]-[0017] and figures 1-3.	26,37,47-50
A	US 2016-0153283 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 02 June 2016 See paragraphs [0044], [0047]-[0052] and figures 2A-4B.	1-50
A	US 2016-0201474 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 14 July 2016 See paragraphs [0038]-[0042] and figures 2A-4.	1-50



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 NOVEMBER 2017 (22.11.2017)

Date of mailing of the international search report

22 NOVEMBER 2017 (22.11.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/009154

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2009-0304499 A1	10/12/2009	EP 2131108 A2	09/12/2009
		EP 2131108 A3	01/01/2014
		US 8128366 B2	06/03/2012
US 2008-0031738 A1	07/02/2008	CA 2536859 A1	01/09/2006
		CA 2536859 C	16/09/2014
		EP 1698757 A2	06/09/2006
		EP 1698757 A3	19/10/2011
		EP 1698757 B1	14/10/2015
		JP 2006-242187 A	14/09/2006
		JP 4794317 B2	19/10/2011
		US 7374401 B2	20/05/2008
US 2009-0304494 A1	10/12/2009	EP 2131109 A2	09/12/2009
		EP 2131109 A3	01/01/2014
US 2016-0153283 A1	02/06/2016	EP 2815096 A1	24/12/2014
		EP 2815096 A4	09/12/2015
		EP 2815096 B1	05/04/2017
		SG 11201404597Y A	26/09/2014
		US 2013-0209229 A1	15/08/2013
		US 9279330 B2	08/03/2016
		WO 2013-123008 A1	22/08/2013
		WO 2013-123008 A8	04/09/2014
US 2016-0201474 A1	14/07/2016	EP 3009599 A1	20/04/2016

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) F01D 5/18(2006.01)i, F01D 25/12(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) F01D 5/18; F01D 25/12; F01D 11/08; F03B 11/00 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 가스터빈, 블레이드, 리딩 엣지, 트레일링 엣지, 냉각부, 냉각채널, 출구부, 리브, 돌기		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	US 2009-0304499 A1 (STROCK 등) 2009.12.10 단락 [0016]-[0018] 및 도면 1-3 참조.	1-15, 20-50
A		16-19
Y	US 2008-0031738 A1 (LEE, CHING-PANG) 2008.02.07 단락 [0032], [0034], [0039], [0042] 및 도면 4, 6, 10, 12-13 참조.	1-15, 20-46, 49-50
Y	US 2009-0304494 A1 (STROCK 등) 2009.12.10 단락 [0016]-[0017] 및 도면 1-3 참조.	26, 37, 47-50
A	US 2016-0153283 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 2016.06.02 단락 [0044], [0047]-[0052] 및 도면 2A-4B 참조.	1-50
A	US 2016-0201474 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 2016.07.14 단락 [0038]-[0042] 및 도면 2A-4 참조.	1-50
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2017년 11월 22일 (22.11.2017)	국제조사보고서 발송일 2017년 11월 22일 (22.11.2017)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 이달경 전화번호 +82-42-481-8440	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2009-0304499 A1	2009/12/10	EP 2131108 A2 EP 2131108 A3 US 8128366 B2	2009/12/09 2014/01/01 2012/03/06
US 2008-0031738 A1	2008/02/07	CA 2536859 A1 CA 2536859 C EP 1698757 A2 EP 1698757 A3 EP 1698757 B1 JP 2006-242187 A JP 4794317 B2 US 7374401 B2	2006/09/01 2014/09/16 2006/09/06 2011/10/19 2015/10/14 2006/09/14 2011/10/19 2008/05/20
US 2009-0304494 A1	2009/12/10	EP 2131109 A2 EP 2131109 A3	2009/12/09 2014/01/01
US 2016-0153283 A1	2016/06/02	EP 2815096 A1 EP 2815096 A4 EP 2815096 B1 SG 11201404597Y A US 2013-0209229 A1 US 9279330 B2 WO 2013-123008 A1 WO 2013-123008 A8	2014/12/24 2015/12/09 2017/04/05 2014/09/26 2013/08/15 2016/03/08 2013/08/22 2014/09/04
US 2016-0201474 A1	2016/07/14	EP 3009599 A1	2016/04/20