

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

**(51) Int. Cl.<sup>7</sup>**  
**F01D 5/00**

**(11) 공개번호** 특2001-0007232  
**(43) 공개일자** 2001년01월26일

(21) 출원번호	10-2000-0030690
(22) 출원일자	2000년06월05일
(30) 우선권주장	09/334, 187 1999년06월16일 미국(US)
(71) 출원인	제너럴 일렉트릭 캄파니 제이 엘. 차스킨 미합중국 뉴욕, 쉐넥테디, 원 리버 로우드제너럴 일렉트릭 캄파니 버나드 스나이더 미합중국 뉴욕, 쉐넥테디, 원 리버 로우드제너럴 일렉트릭 캄파니 아더 엠. 킹 미합중국 뉴욕, 쉐넥테디, 원 리버 로우드
(72) 발명자	마세이토마스찰스
(74) 대리인	미국뉴욕주12051혹사키타미트레일에이-25 김창세

**심사첨구 : 없음****(54) 가스 터빈용 다단계 로터****요약**

다단계 터빈 로터에 있어서, 튜브(56, 58)는 로커 버켓(22, 24)으로 열적 매체를 유동시키고 폐 열적 매체를 복귀하기 위해서 로터 림에 인접한 개구에 배치된다. 튜브는 튜브의 전방으로부터 후미 단부까지 두께가 증가하고 랜드 사이에 있는 박벽 튜브 단면(72)을 갖는 사전결정된 벽 두께의 축방향으로 이격된 랜드(70)를 가진다. 한쌍의 보유판(106)은 후미 훨의 후미 단부 표면에 부착되어 있으며 튜브위에 말안장상태로 있으며 상기 튜브상에서 슬더(97)에 대해 결합하여 튜브의 후미 방향으로의 변위를 방지한다.

**대표도****도2****명세서****도면의 간단한 설명**

도 1은 터빈부를 도시하는 가스 터빈의 일부의 단면도,  
 도 2는 도시를 용이하게 하기 위해서 부분적으로 절단한 터빈 로터의 일부분의 부분 사시도,  
 도 3a는 열적 매체 복귀 튜브가 도시된 로터의 림의 단면을 도시한 부분 확대도,  
 도 3b는 본 발명에 따른 열적 매체 복귀 튜브용 보유판의 위치를 도시한 로터의 림에 인접한 로터의 후미부의 확대도,  
 도 4 및 도 5는 도시를 용이하게 하기 위해서 부분적으로 절단한 열적 매체 공급 및 복귀 튜브 각각의 부분 단면도,  
 도 6은 후미 훨의 후미면상의 적소에 있는 튜브중 하나에 대한 보유판을 도시한 부분 확대도,

도 7은 튜브에 대해서 적소에 있는 보유판과 제거를 위한 적소에 있는 단일 보유판을 도시한 후미 훨의 후미면의 부분 확대도,  
 도 8은 후미 훨의 후미면을 도시한 부분 단면도,  
 도 9 및 도 10은 바람직한 보유판의 측면도 및 단면도.

\*도면의 주요부분에 대한 간단한 설명\*

10 : 터빈부	12 : 터빈 하우징
14, 16, 18, 20 : 훨	22, 24, 26, 28 : 버켓
30, 32, 34 : 스페이서	56 : 공급 튜브
58 : 복귀 튜브	66, 68, 73, 75 : 부싱

70 : 랜드

72 : 박벽 단면

74 : 전이 영역

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 로터내에서 유동하는 열적 매체에 의해서 냉각되는 회전식 구성요소를 갖는 가스 터빈에 관한 것으로, 특히 열적 매체를 터빈 훨에 결합된 버켓에 공급하고 폐 냉각 열적 매체를 복귀시키기 위해서 로터 림 근처에서 로터 축에 평행하게 연장되는 열적 매체 공급 및 복귀 튜브에 관한 것이다.

본 출원인의 종래의 미국 특허 제 5,593,274 호에 있어서, 열적 매체, 예컨대 냉각 증기를 버켓을 냉각하기 위해서 로터를 따라 터빈 버켓에 대해 축방향으로 공급하고 로터로부터 예컨대 복합식 순환 시스템의 증기 터빈까지 흐름의 대략 반대 축방향으로 폐 열적 매체를 복귀시키는 폐쇄 냉각 회로를 갖는 가스 터빈이 개시되어 있다. 이 특허에 개시된 터빈에 있어서, 냉각 시스템은 축방향 보어 튜브 어셈블리와, 반경방향 외측으로 연장되는 튜브와, 훨의 림을 따라 축방향으로 연장되는 복수개의 튜브와, 버켓에 증기를 공급하기 위한 스페이서를 거쳐 공급된다. 폐 냉각 증기가 버켓으로부터, 보어 어셈블리를 거쳐 복귀시키는 냉각 증기 공급 튜브와 거의 동심 관계인 통로를 통해 복귀된다. 이러한 배열체는 만족할 만한 것이지만, 신규의 향상된 냉각 회로는 신규의 가스 터빈과 관련하여 설계되었다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 열적 매체 예컨대 증기는 후미의 보어 튜브 어셈블리를 통해 그리고 후미의 디스크내 복수개의 반경방향 튜브를 통해, 로터를 이루는 적층된 훨과 스페이서를 관통하게 정렬된 개구 및 훨과 스페이서의 림에 인접하여 배치된 공급 튜브를 흐르게 축방향 전방으로 공급된다. 공급 튜브는 하나 또는 그 이상의 터빈 훨의 버켓, 바람직하게는 제 1 및 제 2 스테이지의 버켓과 연통 관계에 있어서 버켓 냉각이 효과적이다. 폐 냉각 증기는 보어 튜브의 중심선을 따라 복귀하도록 후미 디스크에 제공된 반경방향 내측을 향하는 튜브를 통해 흐르게 훨 및 스페이서의 림에 인접한 정렬 개구를 통해 버켓으로부터 축방향으로 통과하는 또 다른 세트의 튜브를 거쳐 버켓으로부터 복귀된다. 본 출원인은 공급부를 통해 흐르는 열적 매체로부터 손실되는 열을 최소화하고 튜브를 로터 구조체로 복귀시키는 것이 매우 바람직하다는 것을 알 수 있었다. 이것을 달성하기 위해서 냉각 증기가 로터 구조체와 격리되어 로터를 통과하는 냉각 증기의 흐름으로 인한 로터상의 열적 효과를 최소화한다. 특히, 튜브는 개구의 벽으로부터 이격되어 튜브와 로터 훨, 로터 스페이서 사이의 단열을 제공한다.

공급 및 복귀 튜브는 또한 기계적 및 열적 응력을 작동중 조정한다. 예컨대, 로터 훨 및 스페이서가 조립될 때, 훨 및 스페이서를 관통하는 개구는 서로 동선으로 정렬되어 튜브가 로터 조립후 정렬 개구에 대해서 규정된 통로로 삽입될 수 있게 한다. 그러나, 정상 상태 터빈 작동시, 통로는 동일 선상에 있지 않다. 오히려, 통로는 기계적 및 열적 응력에 의해서 서로에 대해 위치가 편위되어 있다. 훨 및 스페이서의 질량이 서로 달라서 정적 상태에서 기계적 및 열적 대응이 다르기 때문에, 정적 상태의 터빈 작동시 통로는 서로 오정렬하는 경향이 있다. 또한, 냉각 증기를 튜브를 통과시키고 보다 고온의 폐 냉각 증기를 복귀시킴으로써 유도되는 열적 응력은 튜브가 열적으로 대응하게 하며, 튜브를 팽창시키는 경향이 있다. 또한, 정적 상태의 작동중, 로터는 3600rpm으로 회전한다. 튜브가 로터 축으로부터 거의 일정 거리에서 로터의 외주부 둘레에 배치되기 때문에, 실질적으로 원심력이 튜브에 작용하여 튜브에 상당한 응력을 야기한다. 로터상의 기계적 및 열적 응력으로 인하여, 훨 및 스페이서 통로가 다소 오정렬될 때, 튜브는 센원심력 장에 의해 초래되는 균열, 파열 또는 열화 경향을 최소화하도록 설계되어야 한다. 게다가, 튜브가 냉각 증기를 수반하기 때문에, 종종 로터의 온도와 다른 온도에서 다른 작동 모드에 있는 동안, 원심력에 의한 부하 및 마찰력과 결합하여 튜브상에 실질적인 부하를 야기하는 열 변형차가 튜브와 로터 사이에 발생할 것이다. 로터 내부에서 튜브의 축방향 위치는 튜브에 대해 다른 방향으로 증기의 흐름을 용이하게 하기 위한 제한범위내로 제한된다.

튜브상의 기계적 및 열적 응력을 완화 또는 최소화하기 위해서, 튜브는 튜브의 박벽의 단면에 대해서 나뉘는 상승 랜드를 튜브를 따른 축방향으로 이격된 위치에 갖도록 특히 구성되어 있다. 따라서 상승 랜드는 랜드 사이의 박벽 단면의 외면의 반경방향 부위보다 큰 외부면을 반경방향 부위에 가진다. 상승 랜드는 로터를 관통하는 통로내에서 부싱과 결합하기 때문에, 박벽 단면의 외면은 통로의 내면과 환상 공간에 대해서 분리되어 있다. 이를 환상 공간은 단열 블랭킷을 형성하여 로터에 대한 냉각 매체의 열적 효과를 최소화한다.

랜드와 박벽 단면 사이의 전이 영역은 또한 랜드와 박벽 단면 사이의 응력의 전달을 최소화하도록 제공되어 있다. 상기 전이 영역은 랜드의 외면으로부터 박벽 단면의 반경방향으로 감소되는 외면까지 변이하는 궁형 환상면을 포함한다.

또한, 튜브가 로터의 회전시 션 원심력 장안에 있기 때문에, 튜브가 무거울 수록 튜브 지지 부싱에 가해지는 부하도 커진다. 튜브 지지체상의 부하 증가는 튜브가 열적으로 대응하기 때문에 마찰 부하를 증가시킨다. 튜브가 열적 부하에 대응할 때, 튜브는 축방향으로 팽창하여 각각의 지지 위치에 마찰 부하를 증가시킨다. 그러나, 마찰 부하는 로터내에 튜브의 축방향 위치를 고정하는 지지체로부터 멀리 떨어진 방향으로 감소된다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 튜브를 따라 두께를 변화시킴으로써, 튜브의 고정 지지체로부터 멀리 떨어진 방향으로 부하 축적을 감소시킨다. 결과적으로, 사중량의 박벽 단면은 고정 지지체로부터 멀어지는 방향으로 점진적으로 두께가 감소된다. 즉, 박벽 단면의 두께가 감소될수록, 소정의 지지체가 수반하는 중량이 작아지므로 튜브에 의한 마찰 부하가 튜브가 열적으로 팽창할 때 감소

된다. 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 튜브는 그 후미 단부에 인접하여 축방향으로 고정되어 축방향 팽창이 축방향 전방을 향해 야기된다. 결과적으로, 박벽 단면은 고정 지지체로부터 먼 방향으로 예컨대 후미의 고정 튜브 지지체로부터 축방향 전방을 향해 점진적으로 두께가 감소된다.

본 발명의 다른 실시예에 따르면, 축방향 보유 어셈블리가 로터상, 바람직하게는 축방향 전방으로 축방향 열적 팽창하는 위치에 공급 및 복귀 튜브를 고정한 후미 로터 훨상에 형성된다. 각각의 보유 어셈블리는 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 각각의 튜브에 대해서, 로터의 최종 훨의 환상면을 따라 환상 리세스에 예컨대, 4 단계 로터중 제 4 단계의 후미면에 배치된 한쌍의 보유판을 구비한다. 보유판은 반경방향 양측의 플랜지간에 배치되는 것이 바람직하며 통로를 통해서 환상 리세스로 연장되는 말안장형태의 궁형 단면의 튜브를 가진다. 튜브는 축방향 후미 방향으로 열적 부하를 받는 운동으로부터 튜브를 보유하기 위해서 보유판이 가압하는 솔더를 구비한다. 튜브는 또한 축방향 전방으로의 튜브의 운동을 방지하기 위해서 훨의 일부분에 대해서 지탱하는 솔더를 구비한다. 슬롯이 외부 플랜지내 보유판에 인접 형성되어 보유판의 보유 및 제거를 용이하게 하는 것이 바람직하다. 보유판은 훨에 결합된 핀에 의해서 적소에 말안장형으로 튜브를 보유한다. 핀을 제거할 때, 보유판은 원주방향으로 변위하여 외부 플랜지의 슬롯과 반경방향으로 짜맞춤되어 보유판을 로터로부터 제거할 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 축을 갖는, 가스 터빈용 다단계 로터로서, 상기 로터 축을 따라서 서로에 대해 교호적으로 배치되고 서로 축방향으로 정렬되게 고정된 복수개의 터빈 훨 및 스페이서와, 상기 축으로부터 반경방향으로 이격된 위치에 있는 훨과 스페이서를 관통하는 축방향으로 정렬되고 원주방향으로 이격된 복수개의 개구와, 열적 매체를 유동시키기 위해서 상기 개구에 배치된 튜브로서, 상기 튜브는 상기 개구에 상기 튜브를 장착하기 위해서 튜브를 따라 축방향으로 이격된 자리에 상승 랜드를 가지며, 상기 랜드는 사전결정된 벽 두께를 가지며, 상기 튜브는 상기 사전결정된 두께보다 두께가 작으며 그 외벽 표면의 반경이 그 외벽 표면의 반경보다 작은 랜드들 사이에 박벽 튜브 단면을 갖는, 튜브를 포함하는 가스 터빈용 다단계 로터가 제공된다.

본 발명의 또 다른 바람직한 실시예에 따르면, 축을 갖는, 터빈용 다단계 로터로서, 상기 로터 축을 따라서 서로에 대해 교호적으로 배치되고 서로 거의 축방향으로 정렬되게 고정된 복수개의 터빈 훨 및 스페이서와, 상기 축으로부터 반경방향으로 이격된 위치에서 훨 및 스페이서를 통과하는 축방향으로 정렬되고 원주방향으로 이격된 복수개의 개구와, 열적 매체를 유동시키도록 상기 개구에 배치된 튜브와, 일 축방향으로 축방향 변위하지 못하게 각각의 튜브를 상기 로터에 고정하기 위해서 상기 로터에 부착되어 있으며 상기 튜브를 따라 사전결정된 축방향 위치에 배치된 보유판으로서, 각각의 튜브는 상기 일 축방향으로 상기 튜브를 변위하는 것을 방지하기 위해서 상기 보유판을 결합하는 솔더를 구비하는 가스 터빈용 다단계 로터가 제공된다.

### 발명의 구성 및 작용

도 1을 참조하면, 본 발명에 결합된 터빈부(10)를 도시한다. 터빈부(10)는 터빈 로터(R)를 둘러싸는 터빈 하우징(12)을 구비한다. 본 실시예에 있어서 로터(R)는 훨(14, 16, 18, 20)을 포함하는 4개의 연속 스테이지를 가지는데, 이들 훨들은 각기 원주방향으로 이격된 복수개의 버켓 또는 블레이드(22)를 가진다. 훨은 스페이서(30, 32, 34) 사이에 교호적으로 배열된다. 스페이서(30, 32, 34)의 외부 림은 복수 개의 고정자 블레이드 또는 노즐(36, 38, 40)과 반경방향으로 짜맞춤되며, 제 1 세트의 노즐(42)이 제 1 버켓(22)의 전방에 놓인다. 결과적으로, 제 1 스테이지가 노즐(42)과 버켓(22), 제 2 스테이지가 노즐(36)과 버켓(24), 제 3 스테이지가 노즐(38) 및 버켓(26) 끝으로 제 4 스테이지가 노즐(40)과 버켓(28)을 포함하도록 도시된 4 스테이지 터빈이 도시되어 있음을 알 수 있을 것이다. 로터 훨 및 스페이서는 훨 및 스페이서내 정렬 개구를 통과하는 원주방향으로 이격된 복수개의 볼트(44)에 의해서 서로 고정된다. 복수개의 연소기(45)는 터빈부 둘레에 정렬되어 로터를 회전시키기 위한 노즐 및 버켓이 배치된 터빈부의 고온 가스 경로를 통해 고온 연소 가스를 제공한다. 로터는 또한 보어 튜브 조립체(48)와 일체로 형성된 후미의 디스크(46)를 포함한다.

처음 두 스테이지의 적어도 하나 바람직하게는 양 세트의 버켓(22, 24)은 냉각용 열적 매체, 바람직하게는 냉각 증기인 열적 매체가 공급된다. 냉각 증기는 보어 튜브 조립체(48)를 통해 제공 및 복귀된다. 도 1 및 도 2와 바람직한 실시예에 있어서, 보어 튜브 조립체는 증기 플레넘(52)로부터 후미 디스크(46)에 형성된 복수개의 반경방향으로 연장되는 튜브(54)까지의 흐름을 위해서 냉각 증기가 공급되는 환상 통로(50)를 구비한다. 튜브(54)는 원주방향으로 이격되고, 축방향으로 연장되며 제 1 및 제 2 스테이지 버켓의 냉각 통로와 연통하는 열적 매체 공급 튜브(56)와 연통한다. 복귀 튜브(58)는 후미 디스크(46)의 반경방향 내측으로 연장되는 복귀 튜브(60)와 그 후단부에서 연통한다. 폐 냉각 증기 또는 복귀 냉각 증기는 높은 온도에서 제 1 및 제 2 스테이지의 버켓으로부터 복수개의 원주방향으로 이격되고, 축방향으로 연장된 복귀 튜브(58)를 통해서 유동한다. 복귀 튜브(58)는 후미 디스크(46)의 반경방향 내측으로 연장되는 복귀 튜브(60)와 그 후미 단부에서 연통한다. 튜브(60)로부터, 폐증기가 보어 튜브 조립체(48)의 중앙 보어로 유동하여 공급부로 복귀하거나 또는 복합 순환 시스템에 사용하기 위해서 증기 터빈으로 유동한다.

전술한 설명으로부터 축방향으로 연장된 공급 및 복귀 튜브(56, 58)가 각기 로터의 림에 인접하여 배치되고, 각각의 공급 및 복귀 튜브는 축방향으로 적층된 훨 및 스페이서를 통해서 축방향으로 정렬된 개구를 통해서 연장된다. 예를들면, 훨(20)과 스페이서(34)의 정렬 개구(62, 64)는 각기 도 3a에 도시되어 있다. 유사하게 정렬된 개구는 제 1, 제 2 및 제 3 스테이지의 훨 및 스페이서에 형성되어 있다.

도 3a에 도시된 바와 같이, 부싱이 냉각 매체 공급 및 복귀 튜브(56, 58) 각각을 지지하기 위한 훨 및 스페이서 개구내의 여러 위치에 형성된다. 예컨대, 부싱(66, 68)은 스페이서(34)를 통해서 개구(64)의 대향 단부에 인접하여 배치된다. 유사한 부싱이 제 3 스테이지 스페이서의 대향 단부에 배치된다. 부싱(73, 75)은 스페이서(30)의 후미 개구와 훨(16)의 전방 개구에 형성된다. 유사한 부싱이 공급 튜브용 정렬 개구내에 형성된다.

도 4 및 도 5를 참조하면, 각각의 공급 및 복귀 튜브(56, 58)가 형성된다. 튜브는 본 발명과 관련된 면에서 유사하며 달리 기술한 것을 제외하고 하나에 대한 설명은 다른 것에 대한 설명으로서 충분하다. 각각의 튜브는 튜브의 길이를 따른 축방향으로 이격된 부위에 복수개의 상승 랜드(70)를 갖는 박벽 구조체를 포함한다. 박벽 튜브 단면(72)은 랜드 사이에 있다(도 3a). 도 4 및 도 5를 보면, 랜드(70)의 외부면은 박벽 단면(72)의 외부면의 반경방향 외측에 있다. 전이부(74)는 각각의 랜드(70)와 인접한 박벽 단면(72) 사이에 있다. 전이부(74)는 랜드의 외부면으로부터 박벽 단면(72)의 외부면까지 반경방향 내측으로 궁형으로 변하는 외부면을 가진다. 이들 전이 영역(74)은 상승 랜드로부터 두께가 감소하는 단면까지 응력을 완화한다. 이하에서 설명하는 이유로, 확장형 랜드 또는 플랜지(76)는 각각의 튜브의 후미부에 인접하여 형성된다. 도 4에 도시된 바와 같이, 공급 튜브(56)의 내단부는 열적 매체를 복귀 튜브로 유입 및 유출시키기 위한 스플리스의 볼록면과 정합하는 오목면(78)을 가진다.

박벽 단면은 랜드들 사이에 지지되지 않으며, 회전하는 로터의 센 원심력 장에서 튜브의 무게가 커질 수록 랜드와 부싱간의 지지부에서 튜브에 의해서 발생하는 마찰력도 더 커질 것이다. 튜브가 열적 또는 기계적 응력을 받을 때, 지지부에서의 부하가 클수록, 그 고정 후미 단부로부터 축방향으로 튜브가 열팽창할 때 마찰 부하가 더 커진다. 튜브의 후미 단부를 고정함으로써, 각각의 지지점에서 전개되는 마찰 부하는 전방으로부터 후방까지 누적되는 부하를 형성한다. 즉, 열 팽창에 의해 부하를 받는 실제 튜브는 후미 방향으로 증가된다. 튜브를 따라 두께를 변화시킴으로써 특히 후미 방향을 갈수록 튜브의 두께를 증가시킴으로써, 각각의 지지체의 전방을 향해서 마찰 부하가 더 커지는 것을 허용할 수 있다. 달리 설명하면, 박벽 단면의 두께가 축방향 전방으로 더 감소하면, 소정의 지지체가 더 적은 무게를 지탱하며 결과적으로 더 적은 마찰 부하가 열팽창 조건에서 발생된다. 튜브가 그 후미 단부에 고정되어 있기 때문에, 열팽창에 의해서 튜브는 축방향 전방으로 늘어난다. 각각의 지지 위치에서, 누적된 마찰 부하는 소정 위치에서의 부하에 축방향 전방 위치의 부하를 부가된 부하이다.

특히, 랜드(70) 간의 박벽 단면(72)의 두께(t1 내지 t5)는 튜브(56, 58)의 후미 단부로부터 그들의 전방 단부까지 감소된다. 즉, 축방향으로 이격된 플랜지(76)와 랜드(70a)간의 박벽 단면(72)의 벽 두께(t1)는 축방향으로 인접한 랜드(70a, 70b)간의 벽 두께(t2)보다 두껍다. 마찬가지로, 벽 두께(t2)는 축방향으로 인접한 랜드(70b, 70c)간의 박벽 단면(72)의 벽 두께(t3)보다 두껍다. 벽 두께(t3)는 랜드(70c, 70d)간의 벽 두께(t4)보다 두껍다. 벽 두께(t4)는 축방향으로 인접한 랜드(70d)와 튜브의 전방 단부의 벽 두께(t5)보다 두껍다. 따라서, 박벽 단면(72)의 벽 두께는 튜브의 후미 단부로부터 튜브의 전방 단부를 향하여 감소된다.

튜브의 내벽 표면은 완만한 보어를 가지기 때문에, 로터의 전방 단부를 향하여 박벽 단면의 벽 두께가 점진적으로 감소하는 것은 박벽 단면의 외경을 감소시킨다. 이것은 튜브와, 튜브를 수용하는 훨 및 스페이서를 관통하는 개구간의 단열 캐비티(77)의 두께를 증가시키며, 이 단열 캐비티는 튜브와 로터간의 단열성을 향상시킨다.

튜브와, 훨 및 스페이서의 정렬 개구간의 단열 캐비티(77)는 로터로부터 튜브에 의해서 수반되어 온 냉각 매체를 단열하기 위한 사공기 공간(dead air spaces)으로 본질적으로 형성된다. 부싱과 튜브간의 공간은 상대적으로 작으며 예컨대 약 17mm이지만, 부싱(73)과, 축방향 위치에서 공급 및 복귀 튜브의 랜드간의 공간은 보다 조밀하며, 예컨대 10mm이다. 훨(16) 전방면의 부싱과 축방향 위치의 랜드간의 공간을 감소시킴으로써, 후미 방향을 따른 캐비티(79)로부터의 공기 흐름이 감소되어 튜브와, 훨 및 스페이서의 정렬 개구 사이의 캐비티(77)내에 정체 공기가 본질적으로 유지된다.

도 6 내지 도 10을 참조하면, 보유 어셈블리가 공급 및 복귀 튜브(56, 58)의 후미 단부를 로터에 고정하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 도시되어 있다. 도 6에서, 튜브 예컨대 복귀 튜브(58)는 반경방향으로 확장된 랜드(76)를 구비한다. 도시된 바와 같이, 부싱(90)은 제 4 훨(20)의 후면의 역 보어형 리세스(92)에 배치된다. 튜브(58)의 상승 랜드(76)의 전방 에지는 부싱(90)의 내부 플랜지를 지탱하여 튜브의 축방향 전방으로의 운동을 방지한다. 각각의 랜드(76)의 후방 솔더(97)는 한쌍의 보유 자리(106)를 지탱하여 후방으로의 운동을 배제한다. 보유 자리(106)는 후미 디스크(46)의 전방면을 지탱한다.

도 8을 참조하면, 후미 훨 표면은 튜브를 수납하기 위해서 개구(62)를 통과하는 환상 리세스(100)가 형성되어 있다. 리세스(100)는 보유 자리(106)용 반경방향 내외부 멤버부를 형성하는 플랜지(102, 104)에 의해서 반경방향으로 제한된다. 반경방향 외부 플랜지(104)는 후술하는 바와 같이 보유판(106)의 제거용 개구를 가로질러 제공되는 원주방향으로 이격된 복수개의 암입부 또는 슬롯(107)을 구비한다. 이경 액세스 슬롯(reduced access slot; 108)이 각각의 튜브 자리에서 훨의 후면 둘레에 원주방향으로 이격된 위치의 플랜지(104)에 형성된다.

도 9 및 도 10을 참조하면, 각각의 튜브의 보유 어셈블리의 절반부 즉, 2개의 보유판을 형성하는 보유판(106)이 도시되어 있는데, 이들 2개의 보유판은 튜브의 후비 단부에 고정된 각각의 축방향 튜브를 보유하는 역할을 한다. 각각의 보유판(106)은 각기 플랜지(104, 102)의 곡률에 일치하는 곡선형 외부 가장자리(109)와 내부 가장자리(110)를 구비하여 판들이 플랜지 사이에 수용될 수 있다. 이어(112)는 보유판의 반경방향 외부 가장자리(109)로부터 외향으로 돌출되며 외부 플랜지(104)의 액세스 슬롯(107)의 일 단부로 돌출된다. 각각의 보유 어셈블리의 보유판은 또 다른 보유판의 거울상이다. 각각의 보유판(106)의 내측 가장자리는 튜브의 곡률에 대응하는 곡률의 반원형 가장자리(114)를 가진다. 결과적으로, 도 7에 도시된 바와 같이, 보유판(106)은 플랜지(104, 102)와 튜브(58)의 원주방향 양방향의 대향 측부간에 위치된다. 보유판(106)을 상승 랜드(76) 후방 위치에 잠금시키기 위해서, 한쌍의 핀 즉 멤버부(118)가 후미 훨의 표면의 개구로 삽입되며 보유판(106)의 원주방향 외부 가장자리와 결합하여 그들 위치의 말안장 상태의 튜브로부터 원주방향으로 이격되는 판(106)의 운동을 방지한다. 중첩된 원디지판의 제거한 후 보유판의 제거 및 제거용 핀(118)으로 접근이 이루어질 수 있다. 적절한 공구를 슬롯(107)에 삽입함으로써 핀(118)을 제거할 때, 각각의 보유판은 반경방향 최외측 플랜지(104)를 통과하는 슬롯(107)과 반경방향으로 정렬되는 보유판에 보유된 튜브로부터 원주방향으로 멀어지도록 미끄럼 운동할 수 있다. 웨지형 공구가 슬롯(108)을 관통하여 배치되어 보유판의 둘근 표면(120)과 결합하며

경우에 따라서 초기에는 판들을 분리할 수 있다. 그렇지 않으면, 적절한 공구에 의해서 이어(112)가 보유판(106)을 슬롯(107)과 짜맞춤되게 결합하여 제거할 수 있다.

본 발명은 가장 실질적이고 발마직한 실시예에 관하여 설명되었지만, 본 발명은 개시된 실시예에 제한되지 않으며 그와 반대로 본 발명의 정신 및 보호범위내의 다양한 변형예와 균등물을 포함하도록 의도된다.

### **발명의 효과**

본 발명은 공급부를 통해 흐르는 열적 매체로부터 손실되는 열을 최소화하고 튜브를 로터 구조체로 복귀시켜 개구의 벽으로부터 이격되어 튜브와 로터 휠, 로터 스페이서 사이의 단열을 제공하고, 공급 및 복귀 튜브에 의해서 또한 기계적 및 열적 응력을 작동중 조정하는 효과가 있다.

### **(57) 청구의 범위**

#### **청구항 1**

축을 갖는, 가스 터빈용 다단계 로터에 있어서,

상기 로터 축을 따라 서로에 대해 교호적으로 배치되고 서로 축방향으로 정렬되게 고정된 복수개의 터빈휠(14, 16, 18, 20) 및 스페이서(30, 32, 34)와,

상기 축으로부터 반경방향으로 이격된 위치에 있는 휠과 스페이서를 관통하는 축방향으로 정렬되고 원주방향으로 이격된 복수개의 개구(62, 64)와,

열적 매체를 유동시키기 위해서 상기 개구에 배치된 튜브(56, 58)로서, 상기 튜브는 상기 개구에 상기 튜브를 장착하기 위해서 튜브를 따라 축방향으로 이격된 자리에 상승 랜드(70)를 가지며, 상기 랜드는 사전결정된 벽 두께를 가지며, 상기 튜브는 상기 사전결정된 두께보다 두께가 작으며 그 외벽 표면의 반경이 그 외벽 표면의 반경보다 작은 랜드들 사이에 박벽 튜브 단면(72)을 갖는, 튜브를 포함하는 가스 터빈용 다단계 로터.

#### **청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 로터는 상기 상승 랜드와 상기 박벽 단면간의 상기 튜브를 따라 궁형 전이 영역(72)을 가지는 가스 터빈용 다단계 로터.

#### **청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 개구와 상기 박벽 단면은 그들 사이에 환상 공간을 형성하도록 서로 이격되어 있는 가스 터빈용 다단계 로터.

#### **청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 튜브의 박벽 단면의 적어도 일부의 두께는 상기 다른 박벽 단면의 두께와 다른 가스 터빈용 다단계 로터.

#### **청구항 5**

제 1 항에 있어서,

상기 튜브를 따른 제 1 축방향에서 각각의 튜브의 후속 박벽 단면의 두께는 선행 축방향의 박벽 단면의 두께보다 감소된 가스 터빈용 다단계 로터.

#### **청구항 6**

제 1 항에 있어서,

상기 튜브를 따른 제 1 축방향에서 각각의 튜브의 각기 인접한 다음 박벽 단면의 두께는 각기 다음의 선행 축방향의 박벽 단면의 두께보다 감소된 가스 터빈용 다단계 로터.

#### **청구항 7**

제 1 항에 있어서,

상기 튜브를 따른 제 1 축방향에서 각각의 튜브의 후속 박벽 단면의 두께는 선행 축방향의 박벽 단면의 두께보다 감소하며, 상기 튜브는 그 일단부에서 상기 로터에 고정되며, 상기 튜브는 상기 튜브를 통과하는 열적 매체의 흐름에 대응하여 상기 제 1 축방향으로 팽창가능한 가스 터빈용 다단계 로터.

#### **청구항 8**

제 1 항에 있어서,

상기 휠은 상기 개구내에 부싱(66, 68, 74)을 구비하며, 상기 랜드(70a, 70b)중 하나와 상기 부싱(66, 68)중 하나는 그들 사이에 제 1 공간을 가지며, 상기 튜브를 따라 대응하는 축방향 위치에 있는 상기 랜

드중 또 다른 하나(72)와 상기 부싱중 또 다른 하나(74)는 상기 랜드와 또 다른 부싱 사이 그리고 상기 투브를 따른 공기의 흐름을 저하시키도록 상기 제 1 공간보다 작은 제 2 공간을 그들 사이에 갖는 가스 터빈용 다단계 로터.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 로터는 일 축방향으로 축방향 변위하지 못하게 상기 투브를 상기 로터에 고정하기 위해서 상기 로터에 달린 보유판(106)을 가지며, 각각의 투브는 상기 투브의 일 축방향으로의 변위를 방지하도록 상기 보유판에 결합하는 솔더(97)를 구비하는 가스 터빈용 다단계 로터.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 훨 및 상기 스페이서중 하나는 상기 축을 중심으로 환상면을 가지며, 상기 개구는 상기 면을 통해 개방되고, 반경방향 양측의 멤버부(102, 104)는 상기 보유판의 반경방향 양측의 가장자리를 따라 상기 보유판에 결합하여 상기 보유판이 반경방향으로 변위하는 것을 방지하며 멤버부(118)는 상기 투브로부터 원주방향으로 이격되며 상기 보유판과 결합하여 상기 보유판의 상기 면을 중심으로 적어도 하나의 원주 방향으로의 운동을 방지하는 가스 터빈용 다단계 로터.

#### 청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 훨 및 상기 스페이서중 하나는 상기 축을 중심으로 환상면을 가지며, 상기 개구는 상기 표면을 통해 개방되고, 반경방향 양측의 멤버부(102, 104)는 상기 보유판의 반경방향 양측 가장자리를 따라 상기 보유판을 결합하여 상기 보유판의 반경방향 변위를 방지하며, 상기 반경방향 양측 멤버부는 상기 훨 및 스페이서중 하나의 축방향 표면으로부터 축방향으로 돌출되는 플랜지를 포함하며, 상기 반대편 멤버부의 반경방향으로 최외측 플랜지는 복수개의 슬롯(107)을 규정하도록 차단되며, 상기 보유판은 각기 각각의 슬롯과 짜맞춤되게 상기 플랜지를 따라 원주방향으로 운동가능하여 상기 보유판을 상기 훨 및 스페이서 중 하나로부터 상기 스롯을 통해서 반경방향 외측으로 분리가능한 가스 터빈용 다단계 로터.

#### 청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 로터는 쌍으로 보유판을 달고 있으며, 보유판 각 쌍은 상기 투브를 따라 사전결정된 축방향 위치에 배치되어 상기 투브를 일 축방향으로 축방향 변위에 대해 고정하며, 보유판 각 쌍은 상기 투브를 따라 양측으로 벌어진 말안장형이며, 각각의 투브는 각 쌍의 보유판을 결합하여 상기 일 축방향으로의 상기 투브의 변위를 방지하는 솔더(97)를 구비하는 가스 터빈용 다단계 로터.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 훨 및 상기 스페이서중 하나는 반경방향으로 이격되고 원주방향으로 연장된 플랜지에 대해서 적어도 부분적으로 규정된, 상기 축을 중심으로 환상인 리세스를 구비하며, 상기 개구는 상기 리세스로 개방되며 상기 투브는 축방향으로 상기 리세스를 통과하며, 상기 보유판은 상기 리세스내에 놓이며 상기 플랜지는 상기 보유판의 반경방향 양측 가장자리와 결합하여 상기 보유판의 반경방향으로의 운동을 방지하며, 상기 반경방향으로 이격된 플랜지의 반경방향 최외측 플랜지(104)는 원주방향으로 이격된 슬롯(107)을 규정하도록 차단되며, 상기 보유판은 상기 슬롯과 반경방향으로 짜맞춤되게 상기 리세스를 따라 원주 방향으로 이동가능하여 상기 보유판이 상기 훨 및 스페이서중 하나로부터 상기 스롯을 통해 반경방향 외측으로 제거할 수 있는 가스 터빈용 다단계 로터.

#### 청구항 14

축을 갖는, 터빈용 다단계 로터에 있어서,

상기 로터 축을 따라 서로에 대해 교호적으로 배치되고 서로 거의 축방향으로 정렬되게 고정된 복수개의 터빈 훨(14, 16, 18, 20) 및 스페이서(30, 32, 34)와,

상기 축으로부터 반경방향으로 이격된 위치에서 훨 및 스페이서를 통과하는 축방향으로 정렬되고 원주방향으로 이격된 복수개의 개구(62, 64)와,

열적 매체를 유동시키도록 상기 개구에 배치된 투브(56, 58)와,

일 축방향으로 축방향 변위하지 못하게 각각의 투브를 상기 로터에 고정하기 위해서 상기 로터에 부착되어 있으며 상기 투브를 따라 사전결정된 축방향 위치에 배치된 보유판(106)으로서, 각각의 투브는 상기 일 축방향으로 상기 투브를 변위하는 것을 방지하기 위해서 상기 보유판을 결합하는 솔더(97)를 구비하는 가스 터빈용 다단계 로터.

#### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 훨 및 스페이서중 하나는 상기 축을 중심으로 환상면을 가지며, 상기 개구는 상기 표면을 통해서 개방되며, 반경방향 양측 멤버부(102, 104)는 상기 보유판의 반경방향 양측 가장자리를 따라 상기 보유

판을 결합하여 상기 보유판의 반경방향으로의 변위를 방지하며 멍충부는 상기 투브로부터 원주방향으로 이격되어 있으며 상기 보유판을 결합하여 상기 보유판의 상기 표면을 중심으로 적어도 하나의 원주방향으로의 운동을 방지하는 가스 터빈용 다단계 로터.

#### 청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 훨 및 상기 스페이서중 하나는 상기 축을 중심으로 환상 표면을 구비하며, 상기 개구는 상기 표면을 통해서 개방되며, 반경방향 양측 멍충부(102, 104)는 상기 보유판의 반경방향 양측 가장자리를 따라 상기 보유판(106)과 결합하여 상기 보유판의 반경방향 변위를 방지하며, 상기 반경방향 양측 멍충부는 상기 훨 및 스페이서중 하나의 축방향 표면으로부터 축방향으로 돌출되는 프랜지를 가지며, 상기 대향 멍충부의 반경방향 최외측 플랜지는 원주방향으로 이격된 슬롯(107)을 규정하도록 차단되며, 상기 보유판은 상기 슬롯과 짜맞춤되게 상기 플랜지를 따라 원주방향으로 이동가능하여 상기 슬롯을 통해서 반경방향 외측으로 상기 훨 및 스페이서중 하나로부터 제거될 수 있는 가스 터빈용 다단계 로터.

#### 청구항 17

제 14 항에 있어서,

로터는 보유판(106)을 쌍으로 달고 있으며, 보유판 각 쌍은 일 축방향으로 축방향 변위하지 못하게 상기 투브를 고정하기 위해서 투브를 따라 사전 결정된 축방향 위치에 배치되며, 상기 각쌍의 보유판은 상기 투브의 양측으로 벌어져 말안장형이며, 각각의 투브는 상기 보유판 쌍을 결합하여 상기 투브의 일 축방향으로의 변위를 방지하는 가스 터빈용 다단계 로터.

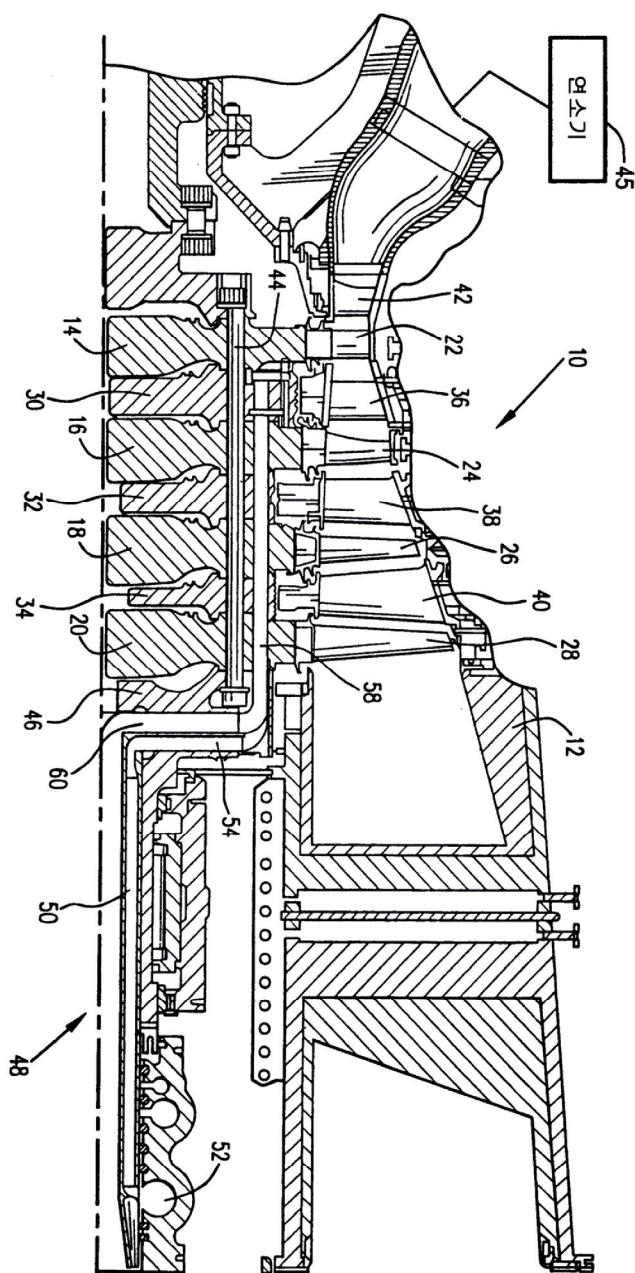
#### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

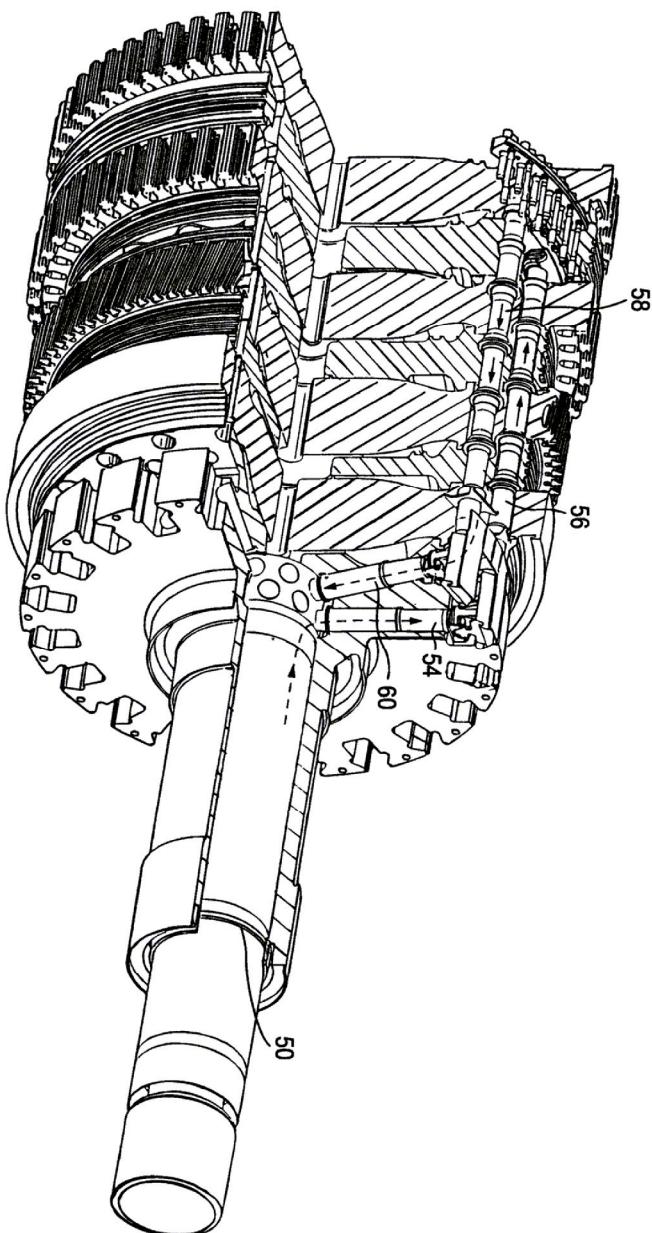
상기 훨 및 상기 스페이서중 하나는 반경방향으로 이격되고 원주방향으로 연장된 플랜지(102, 104)에 의해서 부분적으로 규정된, 상기 축 둘레의 환상 리세스를 가지며, 상기 개구는 상기 리세스로 개방되며 상기 투브는 상기 리세스를 축방향으로 통과하며, 상기 보유판은 상기 리세스에 놓이며 상기 플랜지가 상기 보유판의 반경방향 양측 가장자리와 결합하여 상기 보유판의 반경방향으로의 변위를 방지하며, 상기 반경방향으로 이격된 플랜지의 반경방향 최외측 플랜지(104)는 그들 사이에 원주방향으로 이격된 슬롯(106)을 규정하며, 상기 보유판은 상기 슬롯과 반경방향으로 짜맞춤되게 상기 리세스를 따라 원주방향으로 이동가능하여 상기 보유판을 상기 훨 및 스페이서중 하나로부터 상기 슬롯을 통해 반경방향 외측으로 제거할 수 있는 가스 터빈용 다단계 로터.

#### 도면

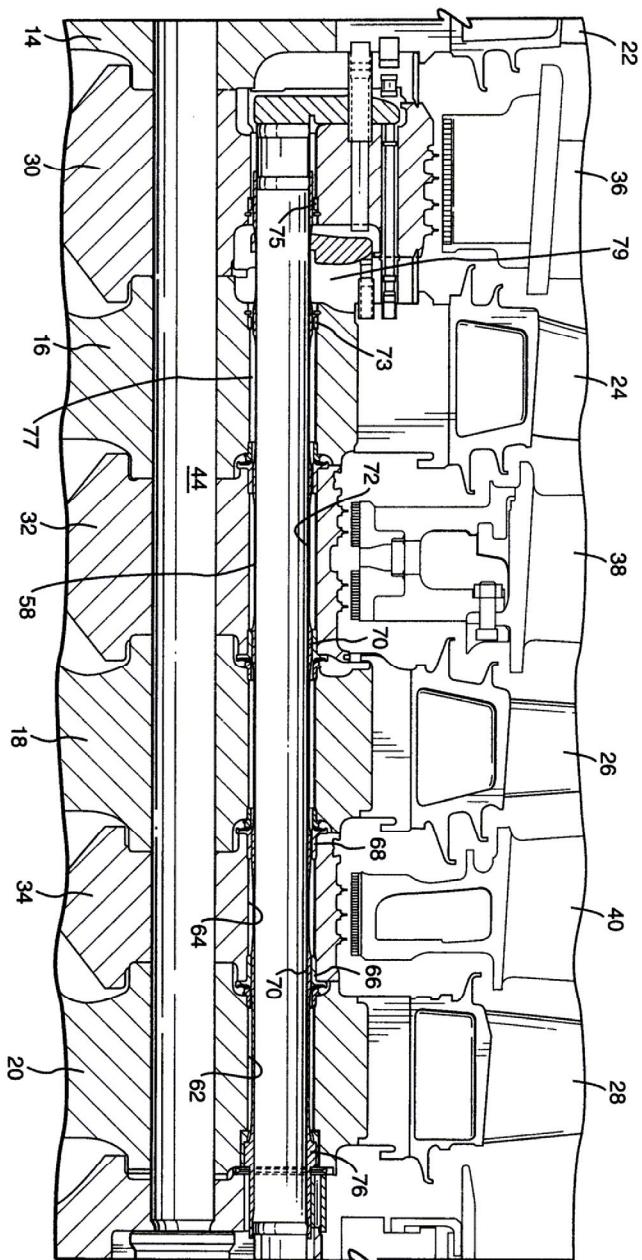
도면1



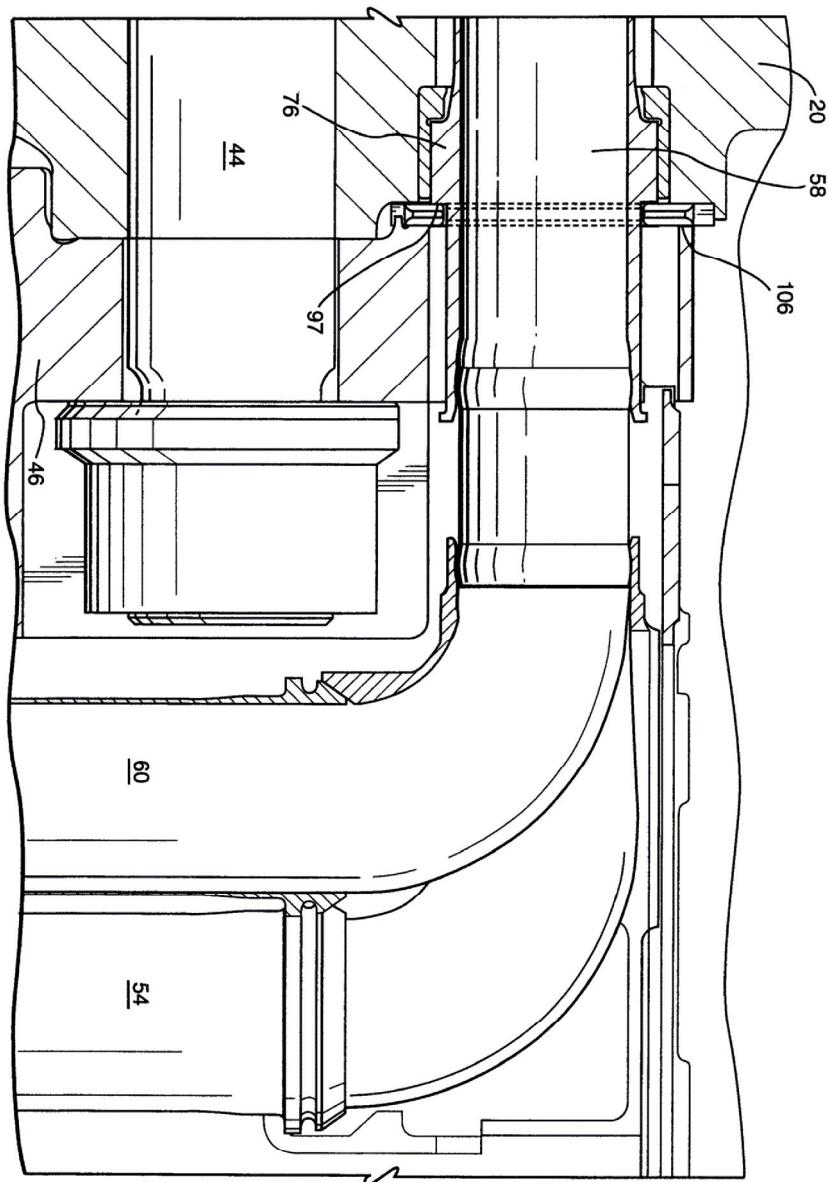
도면2



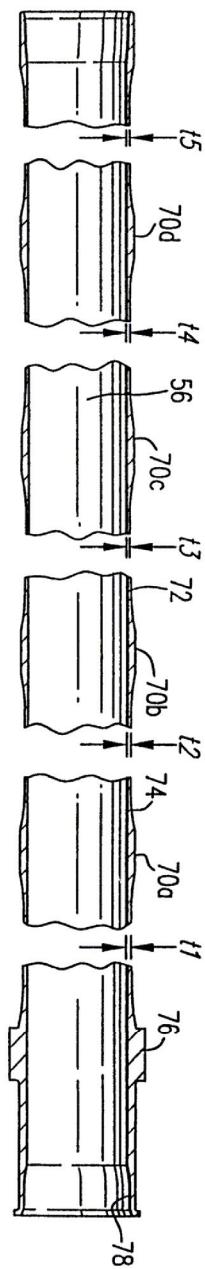
도면3a



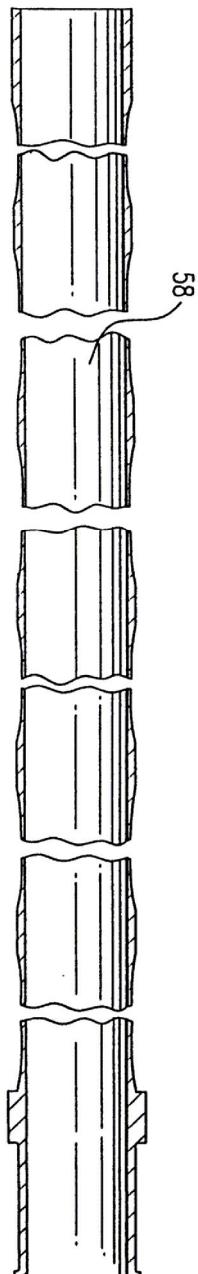
도면3b



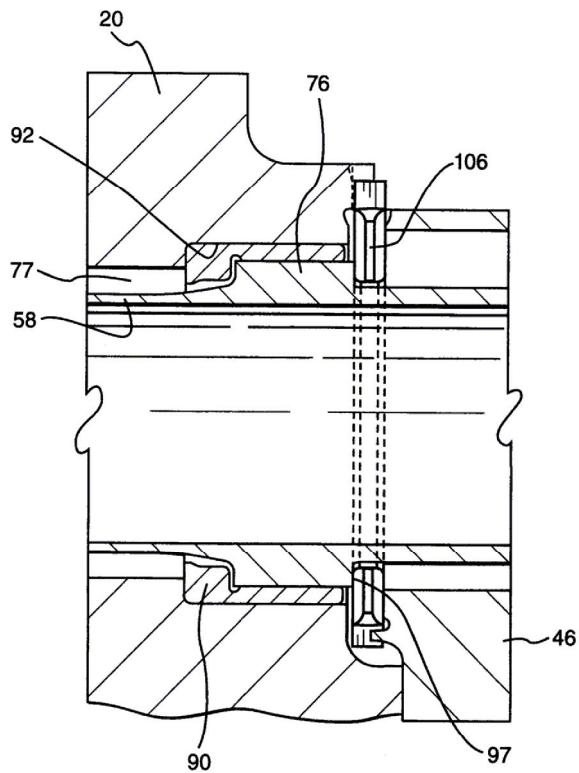
도면4



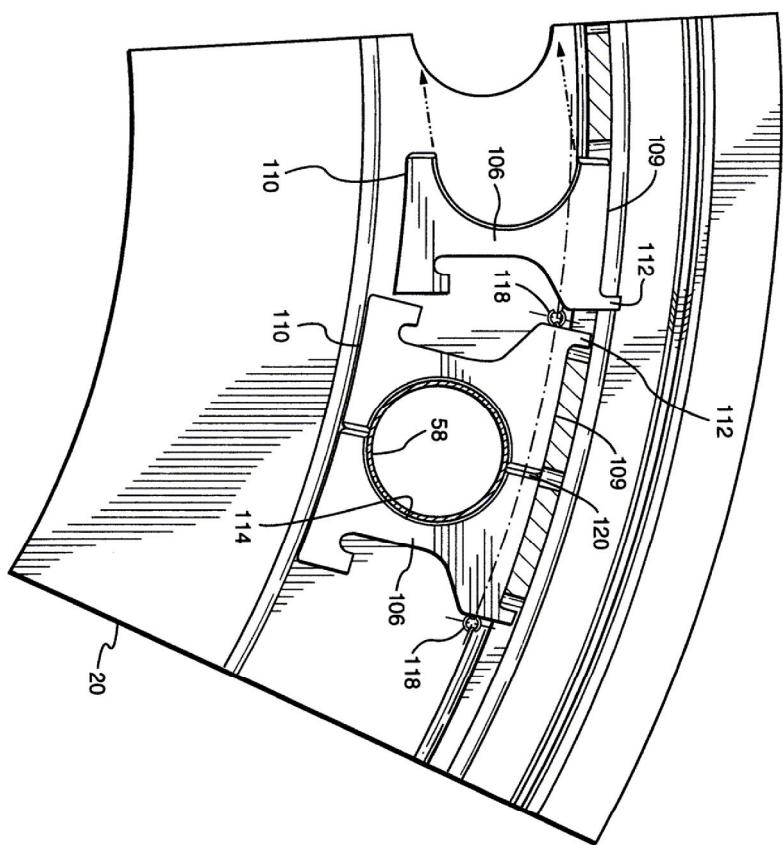
도면5



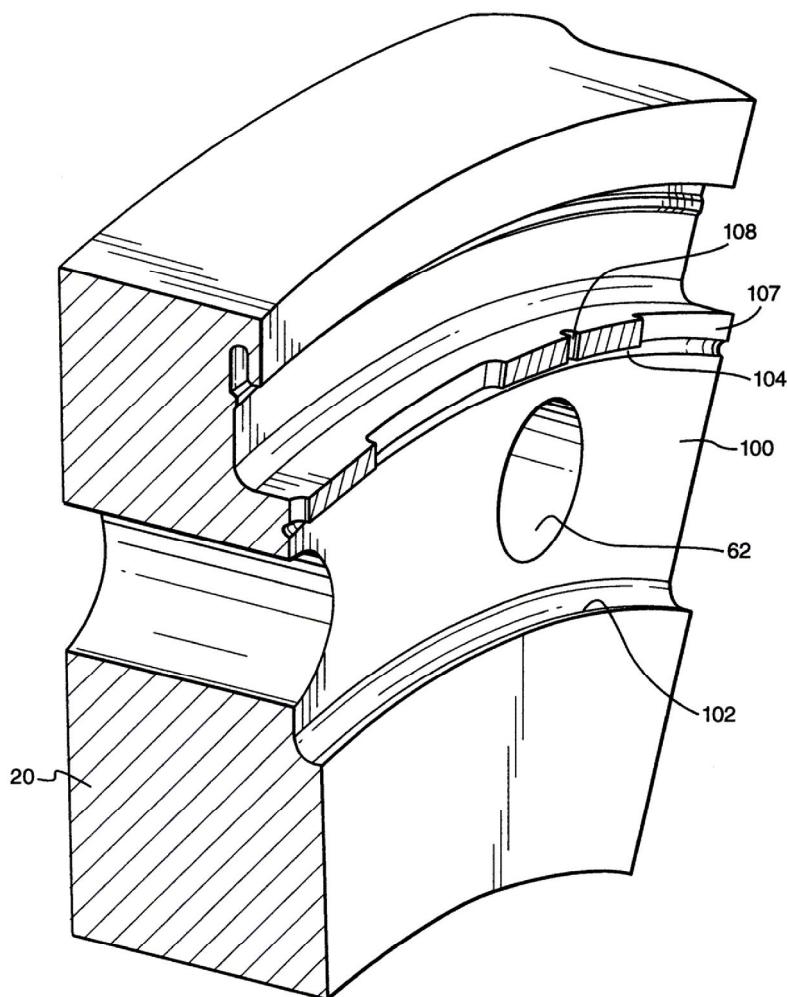
도면6



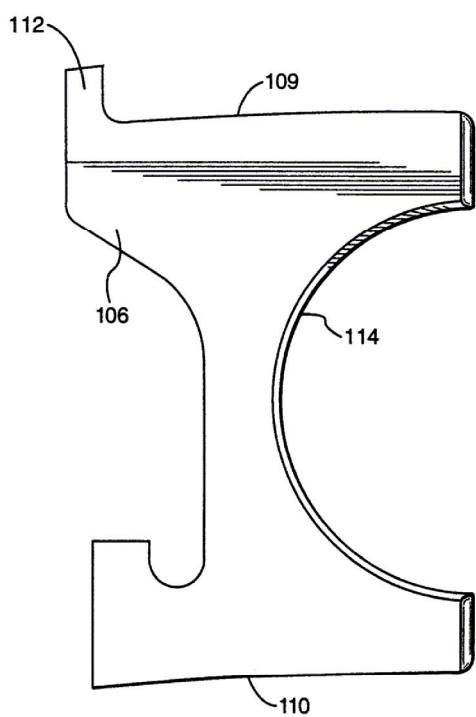
도면7



도면8



도면9



## 도면10

