



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년12월12일
(11) 등록번호 10-0785545
(24) 등록일자 2007년12월06일

(51) Int. Cl.

F01D 5/32 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2003-0034570
(22) 출원일자 2003년05월30일
심사청구일자 2006년05월30일
(65) 공개번호 10-2003-0094022
(43) 공개일자 2003년12월11일
(30) 우선권주장
10/158,229 2002년05월31일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP05106404 A
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 4 항

(73) 특허권자

제너럴 일렉트릭 캄파니

미합중국 뉴욕, 웨벡테디, 원 리버 로우드

(72) 발명자

프롤로브보리스아이

러시아모스크바아파트먼트59빌딩83/4젤레니애비뉴

톨페디아닐케이

미국뉴욕주12309니스카유나빅토리아코트57

랜드리그레고리리

미국메인주04401글렌부른메리맨로드124

(74) 대리인

김창세, 장성구

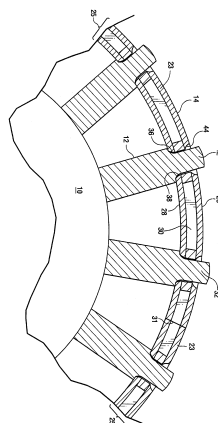
심사관 : 차영란

(54) 커버를 터빈의 회전 요소의 버킷상에 조립하는 방법

(57) 요약

버킷 커버(bucket cover)(14)는 다수의 터빈 버킷(turbine bucket)(12)의 팁(tip)을 스패닝(spanning)하기 위한 별개의 활모양 내부 커버 요소(28), 중간 커버 요소(30) 및 외부 커버 요소(26)를 각각 가지는 원주 방향으로 배치된 활모양 커버 세그먼트(23)를 포함한다. 각각의 세그먼트는 버킷 팁에서 테논(tenon)(32)을 수용하기 위해 커버 요소를 관통하는 원주 방향으로 이격된 반경 방향 개구부를 포함한다. 중간 커버 요소는 무게 감소의 목적으로 중간 커버 요소를 관통하는 개구부를 규정하는 원주 방향으로 이격된 웹(web)(52) 사이에 형성된 공동(cavity)(46) 또는 리세스(recess)를 가진다. 최종 조립시, 테논의 팁은 자동으로 피닝(peening)되어 커버 요소들을 버킷 상에 유지하며, 잉여 재료는 기계가공되어 매끄럽고, 연속적인 활모양의 원주 방향으로 연장되는 외부 표면을 제공한다. 공동은 각기 웹(52), 전방 말단부 벽(48) 및 후방 말단부 벽(50) 그리고 외부 커버 요소의 내부 표면 및 내부 커버 요소의 외부 표면에 의해 둘러싸인다.

대표도 - 도2



(56) 선행기술조사문헌

JP59215904 A

JP57105505 A

JP56066405 A

JP55142908 A

US4437213 A

특허청구의 범위

청구항 1

커버를 터빈의 회전 요소의 버킷 상에 조립하는 방법에 있어서,

상기 버킷의 말단부 상에 형성된 테논(32)을 수용하기 위해 관통하는 개구부를 가지는 활모양의 내부 커버 요소(28), 외부 커버 요소(26) 및 중간 커버 요소(30)를 제공하는 단계와,

상기 버킷의 테논 상에 상기 내부 커버 요소, 중간 커버 요소 및 외부 커버 요소를 연속하여 배치하되, 상기 테논의 말단부가 상기 외부 커버 요소로부터 돌출하도록 배치하는 단계와,

상기 커버 요소들을 상기 버킷에 고정하기 위해 상기 테논의 돌출한 말단부를 피닝하는 단계와,

상기 테논의 피닝된 말단부를 포함하여 상기 커버의 외부 표면을 따라 매끄럽고 연속적인 활모양 표면을 제공하는 단계를 포함하는

커버를 터빈의 회전 요소의 버킷 상에 조립하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

인접한 개구부 사이에서 상기 중간 커버 요소내에 공동(46)을 형성하는 단계를 포함하는

커버를 터빈의 회전 요소의 버킷 상에 조립하는 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 인접한 개구부 사이에서 상기 중간 커버 요소를 반경 방향으로 관통하는 공동(46)을 형성하는 단계를 포함하는

커버를 터빈의 회전 요소의 버킷 상에 조립하는 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 공동이 상기 외부 커버 요소의 내부 표면 및 내부 커버 요소의 외부 표면, 상기 중간 커버 요소의 축 방향으로 대향하는 말단부 벽(48, 50) 및 서로에 대해 상기 말단부 벽을 형성하는 상기 중간 커버 요소의 원주 방향으로 대향된 웨브(52)에 의해 각각 둘러싸이도록 상기 중간 커버 요소를 관통하는 공동(46)을 형성하는 단계를 포함하는

커버를 터빈의 회전 요소의 버킷 상에 조립하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <15> 본 발명은 터빈용 다층 버킷 커버(multiple-layered bucket cover)에 관한 것으로, 특히 중간의 천공 층을 갖는 다층 버킷 커버 및 조립 방법에 관한 것이다.
- <16> 터빈 회전자는 전형적으로 다수의 원주 방향으로 이격되고, 대체로 반경 방향으로 연장되는 에어포일(airfoil)이나 버킷을 설치한다. 커버는 통상적으로 버킷의 팁(선단)(tip)에 제공되며, 또 커버는 커버의 외부 표면과 둘러싸는 슈라우드(shroud) 사이에 작은 틈새를 두고 360° 환대(annulus)를 버킷 주위에 형성한다.
- <17> 커버를 버킷의 팁에 고정하는 많은 상이한 구조와 방법이 있다. 하나의 그러한 구조는 버튼 테논/커버(button

tenon/cover) 구조로 알려져 있다. 그 구성에 있어서, 각각의 버킷으로부터 대체로 반경 방향으로 돌출하는 하나 이상의 테논은 커버의 대응하는 개구부를 통과하고 커버의 외부 표면을 따라, 바람직하게는 자동으로 피닝(peening)된다. 이 버튼 테논/커버 구조는 상당한 인장 강도, 즉 커버와 버킷 사이에 충분한 구조적 일체성을 제공하여, 원심력 하에서 버킷의 말단부로부터 커버의 제거를 불가능하게 한다. 그러나, 버튼 테논/커버 구조는 적절한 커버 밀봉을 제공하지 못한다. 즉, 버튼은 커버의 외부 표면을 따라 일련의 반경 방향으로 외부로 향하는 돌출부를 형성하며, 회전 요소, 즉 커버와 주위의 고정 요소, 즉 슈라우드 사이에 증가된 틈새를 필요로 하고, 그에 따라 팁의 누출 손실(tip leakage loss)을 증가시킨다. 그러나, 버튼 테논/커버 구조는 피닝 작업을 자동으로 수행시킬 수 있는 장점을 가진다.

- <18> "폭스홀(foxhole)" 테논/커버 구조로 알려진 다른 구조에서는, 버킷 상의 테논은 커버의 외부 개구부로부터 홈이 형성되어 있다. 커버의 외부 표면 위로 돌출하는 버튼의 부존재로 인해, "폭스홀" 구조는 주위의 정지 요소와 더 엄밀한 팁 틈새를 가능하게 하며, 개선된 커버 밀봉과 감소된 팁 누출 손실을 제공한다. 그러나, 폭스홀 테논/커버 구조는 버킷에 커버를 고정하기 위해서는 수동 피닝 과정을 필요로 한다. 이 과정은 육체적으로 힘들며 비용이 많이 든다. 따라서, 충분한 인장 강도를 제공하고 자동으로 피닝되며 그리고 팁의 누출 손실을 최소화하기 위한 적절한 커버 밀봉을 형성하는 버킷 커버를 제공하는 것이 요구된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <19> 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 버킷의 외부 팁을 스패닝(spanning)하는 활모양 구조의 다수의 층 혹은 요소로 형성된 버킷 커버가 제공된다. 버킷 커버는 회전자의 외주부 둘레에 완전한 환대를 형성하는 다수의 활모양 세그먼트(segment) 내에 제공된다. 각각의 활모양 세그먼트는 다수의 요소로 구성된다. 바람직하게는, 각각의 버킷커버 세그먼트는 내부 요소, 외부 요소 그리고 내부 요소와 외부 요소의 사이에 배치되는 중간 요소를 포함한다. 버킷 커버 세그먼트, 및 따라서 요소들은 3개 이상의 버킷을 스패닝할 수 있으며 버킷의 테논 상에 결합된다.
- <20> 특히, 요소들에는 버킷의 말단부 상의 테논을 수용하기 위해 서로 정합하는 원주 방향으로 이격된 개구부가 제공된다. 테논은 버킷의 에어포일 프로파일과 비교할 때 감소된 프로파일을 가진다. 테논의 감소된 프로파일과 에어포일 프로파일의 사이에서 버킷의 팁에 레이디우스(radius) 혹은 챔퍼(chamfer)가 제공된다. 내부 요소를 통한 각각의 개구부는 반경 방향의 내부로 증가하는 챔퍼를 구비하여 테논과 버킷 에어포일 사이의 연결부의 레이디우스된 부분 위에 놓인다. 중간 요소는 테논의 프로파일에 대응하는 개구부를 가진다. 외부 요소는 반경 방향의 외부로 향하는 챔퍼를 가진 개구부를 구비한다. 내부 요소, 중간 요소 및 외부 요소는 테논을 수용하는 개구부와 함께 버킷 상에 연속하여 배치된다. 다음, 테논의 돌출하는 말단부는, 바람직하게는 자동으로 피닝되어 그 요소들을 버킷에 고정할 수 있다. 테논의 임의의 파잉 재료는, 예를 들어 기계가공에 의해 제거되어 커버의 외부 원주를 따라 매끄럽고 연속적인 표면을 제공한다. 이 방법에 의해, 커버와 주위의 고정 요소 사이에 엄밀한 틈새가 유지될 수 있다.
- <21> 필요한 인장 강도를 제공하기 위해서, 인접하는 테논 사이의 중간 요소에 공동이 제공된다. 공동에는 재료가 없지만, 상기 공동은 터빈을 통과한 고온 가스 흐름의 상향흐름(upstream) 및 하향흐름(downstream)의 방향과 면하는 중간 요소의 말단부 벽에 의해 막혀 있고, 또한 내부 요소의 외부 표면 및 외부 요소의 내부 표면에 의해 둘러 싸여있다. 이 방법으로, 커버의 상당한 무게 감소가 이루어지며, 따라서 원심력에 의한 커버의 반경 방향 외부로의 변위가 감소되며, 인장력을 현저히 감소시킨다. 커버 요소는 그들의 원주 방향으로 인접한 조인트에서 서로 반경 방향으로 정렬될 수 있는 반면, 그 요소들이 서로에 대해 엇갈릴 수도 있으므로, 원주 방향으로 인접한 요소들간의 조인트가 서로에 대해 원주 방향으로 오정렬되거나 혹은 엇갈리게 된다.
- <22> 앞서 설명된 구조를 이용하여, 적절한 인장 강도를 가진 플러쉬 테논/커버(flush tenon/cover) 구조가 제공되며, 이는 자동 피닝 기계를 이용하여 편리하게 형성될 수 있다. 동시에, 커버 밀봉은 커버 환대와 주위의 슈라우드 사이의 틈새를 엄밀하게 하는 것에 의하여 개선된다.
- <23> 본 발명에 따른 바람직한 실시예에서, 버킷의 팁에 인접한 테논을 구비한 터빈 버킷용 커버가 제공되는데, 상기 커버는 별개의 활모양의 내부 커버 요소 및 외부 커버 요소와 그들 사이의 활모양의 중간 커버 요소를 포함하며, 상기 요소들은 버킷 테논을 수용하기 위한 대체로 반경 방향으로 배열된 개구부를 가지며, 상기 외부 요소는 상기 요소들을 버킷 상에 유지하도록 피닝된 버킷 테논 재료를 수용하기 위한 반경 방향의 외부로 향하는 챔퍼를 가진다.
- <24> 본 발명에 따른 다른 바람직한 실시예에서, 축을 중심으로 회전 가능하며 반경 방향의 외부로 연장되는 테논으

로 끝나는 다수의 원주 방향으로 이격된 버킷과, 다수의 별개의 활모양 커버 세그먼트를 구비한 버킷용 커버를 포함하는 터빈용 회전 요소가 제공되는데, 각각의 커버 세그먼트는 내부, 외부 및 중간 활모양으로 연장되는 요소를 가지며, 상기 요소들은 커버 세그먼트를 따라 원주 방향으로 이격된 위치에 있고 테논을 수용하기 위해 대체로 반경 방향으로 정렬된 개구부를 구비하며, 상기 테논은 요소를 버킷 상에 고정하기 위해 피닝되며 외부 요소의 외부 표면과 함께 대체로 매끄럽고 연속적인 외부 표면을 형성한다.

<25> 본 발명에 따른 다른 바람직한 실시예에서, 터빈의 회전 요소의 버킷 상에 커버를 조립하는 방법이 제공되는데, 상기 방법은 버킷의 말단부상에 형성된 테논을 수용하기 위한 개구부를 가지는 활모양의 내부, 외부 및 중간 커버 요소를 제공하는 단계와, 상기 내부, 중간 및 외부 커버 요소를 연속하여 상기 버킷의 테논 상에 배치하되, 상기 테논의 말단부가 상기 외부 커버 요소로부터 돌출하도록 배치하는 단계와, 상기 커버 요소들을 상기 버킷에 고정하기 위해 상기 테논의 돌출한 말단부를 피닝하는 단계와, 상기 테논의 피닝된 말단부를 포함하여 상기 커버의 외부 표면을 따라 매끄러운 연속적인 활모양 표면을 제공하는 단계를 포함한다.

발명의 구성 및 작용

<26> 도면, 특히 도 1을 참조하면, 버킷 커버(14)를 갖는 다수의 원주 방향으로 이격된 버킷[그 중 하나가 참조번호(12)로 도시되어 있음]을 장착한 회전자(10)가 도시되어 있다. 터빈의 고정된 요소의 축 방향으로 인접한 고정자 베인(stator vanes)(16, 18)은 터빈 유로(20)에 또한 노출되어 있다. 미로형 밀봉체(labyrinth-type seal)(22)와 브러시 밀봉체(brush seal)(24)는 터빈의 동작 중에 커버(14) 주위의 밀봉을 위해 도시되어 있다.

<27> 이제 도 2와 관련하여, 커버(14)는 다수의 활모양 커버 세그먼트(23)를 포함하며, 각각의 커버 세그먼트는 커버 층 혹은 요소(25)로 구성된다. 도시된 바와 같이, 각각의 세그먼트(23)의 집합적인 커버 요소(25)는 활모양으로 연장되는 외부 커버 요소(26), 내부 커버 요소(28) 및 중간 커버 요소(30)를 포함한다. 이들 커버 요소(26, 28 및 30)는 활모양으로 연장되고 그리고 다수의 버킷(12), 예를 들어, 스테이지에 의존하여 4개 내지 20개의 버킷을 스캐닝한다. 활모양 커버 세그먼트는 각각의 버킷(12)의 팁 상에 형성된 테논(32)에 고정된다. 커버 세그먼트(23)는 버킷들 사이의 소정 위치에서 원주 방향으로 대향 말단부에 인접한 커버 요소를 접합하여 버킷(12)의 주위에 완전한 환대를 형성한다. 마찬가지로, 각각의 외부, 내부 및 중간 요소(26, 28, 30)는 각기 원주 방향으로 서로 접합된다. 따라서, 세그먼트들(23) 사이의 조인트(31)들은 서로 반경 방향으로 배열된 그들의 내부, 중간 및 외부 요소를 가진다. 변형 예로, 요소들은 서로에 대하여 원주 방향으로 엇갈릴 수도 있으며, 그에 따라 대응하는 요소들(26, 28 및 30) 사이의 조인트들은 서로에 대하여 원주 방향으로 엇갈릴 수 있다.

<28> 도 2에 도시된 바와 같이, 버킷(12)은 그들의 외부 팁에서 테논(32)으로 끝난다. 커버 요소(26, 28 및 30)의 각각은 원주 방향으로 이격된 위치에 테논(32)을 수용하기 위한 개구부를 가진다. 도 4에 도시된 바와 같이, 테논(32)은 단면 형상에 있어서 도 4에서 점선으로 참조 번호(34)로 도시된 버킷 에어포일 형상의 단면보다 감소된다. 각각의 테논(32)은 또한 대응하는 버킷의 선단 에지(leading edge) 및 후단 에지(trailing edge) 양쪽에 못미쳐 끝난다. 그들의 측면은 또한 버킷(12)의 에어포일 표면의 흡입면 및 압력면의 안쪽으로 놓여있다.

<29> 도 2에 도시된 바와 같이, 테논(32)과 버킷(12)의 에어포일의 반경 방향 외측 말단부의 연결부는 참조 번호(36)로 나타낸 바와 같이 레이디어싱되거나 챔퍼링되어 있다. 내부 커버 요소(28)를 관통하는 개구부(38)는 또한 테논과 버킷 에어포일의 연결부의 챔퍼(36)와 결합하도록 레이디어싱되어 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 중간 커버 요소(30)는 대체로 테논(32)의 형상으로 되고 테논(32)을 수용하기 위해 원주 방향으로 이격된 개구부(40)를 포함한다. 다시 도 2를 참조하면, 외부 커버 요소(26)를 관통하는 개구부(42)도 또한 레이디어싱되어 테논(32) 주위에 대체로 오목한 표면(44)을 제공한다. 각각의 커버 요소(26, 28 및 30)는 회전자(10) 상에 조립되는 동안 버킷(12)의 테논(32)에 개별적으로 그리고 연속하여 부착되는 별개의 요소들을 포함한다.

<30> 도 2 내지 도 4에 도시된 바와 같이, 중간 커버 요소(30)는 또한 버킷(12)의 주위에 원주 방향의 이격된 위치에 공동(46)을 포함한다. 바람직하게는, 각각의 공동(46)은 중간 커버 요소(30)의 반경 방향 내측 및 외측으로 개방되어 있다. 그러나, 중간 커버 요소는 그 요소를 관통하여 형성된 공동이 아니라 그 안에 형성된 공동을 가질 수도 있다. 공동(46)은 말단부 벽(48, 50) 및 또한 인접한 웹(web)(52)의 가장자리에 의해 둘러싸여 있다. 각각의 웹(52)은 말단부 벽(48, 50) 사이에 걸쳐있고, 웹(52)은 테논(32)을 수용하는 개구부(40)를 둘러싸고 있다. 말단부 벽(48, 50)은 터빈 유로를 따라 상향 흐름 또는 하향 흐름 방향에 면한다. 조립시, 공동(46)은 각기 외부 커버 요소(26)의 내면과 내부 커버 요소(28)의 외면에 의해 둘러싸인다. 따라서, 최종 조

립시 커버를 따라 버킷 사이의 각각의 공동(46)은 완전히 막히게 된다.

- <31> 커버를 회전자(10) 상에 특히 버킷의 틱 위에 조립하기 위해, 각각의 커버 세그먼트(23)의 내부, 중간 및 외부 요소는 테논(32) 상에 연속하여 배치된다. 도 2에 도시된 바와 같이, 테논 상에 배치되면, 테논은 피닝된다. 테논은 각각의 외부 커버 요소(26)의 외부 표면의 외측으로 돌출하므로, 테논은 자동 기계에 의해 피닝될 수 있다. 피닝되는 동안, 테논의 재료는 측방향으로 확장하도록 변형되어 테논과 커버 요소(26, 28 및 30)를 관통하는 개구부의 가장자리 사이의 공간을 메운다. 특히, 변형된 재료는 외부 커버 요소(26)를 관통하는 개구부 주위의 레이디우스 혹은 오목한 개구부(44)를 메운다. 재료는 피닝 작업에 의해 외부 커버 요소(26)를 관통하는 개구부의 확장된 영역으로 변형되므로, 서로에 대해 적층되는 내부, 중간 및 외부 커버 요소는 테논(32) 주위로 버킷(12)에 고정된다.
- <32> 도 3에 도시된 바와 같이, 피닝 작업에 의하여, 도 3에 참조 번호(54)로 도시된 작은 버튼(button)을 외부 커버 요소의 외부 표면을 따라 형성한다. 테논의 잉여 재료에 의해 형성된 이들 버튼은 기계 가공되어 환상의 커버 주위에 매끄럽고 연속적인 외부 활모양 표면을 제공한다. 즉, 테논의 외부 표면은 커버의 활모양 원주 방향 형상에 순응한다.
- <33> 상기 제작법에 의해, 커버의 외부 표면과 둘러싼 슈라우드 혹은 밀봉 표면 사이에 엄밀한 틈새가 유지될 수 있으므로, 틈의 누출 손실을 감소하는 커버 밀봉이 제공된다. 일반적으로 플러쉬 테논/커버 구조는 적절한 인장 강도를 제공하지 못하는데, 즉 높은 원심 하중시에 커버를 버킷 상에 유지하는 강도가 불충분한데, 본 발명의 플러쉬 테논/커버 구조는 중간 커버 요소(30)에 공동(46)을 형성함으로써 가능해지는 커버의 무게의 감소에 의해 충분한 인장 강도를 가진다. 이러한 구조로 인해, 인장 강도의 요건은 만족된다. 중요하게는, 테논은 자동으로 피닝되며 플러쉬 테논/커버 설계에 의해 견고한 커버 밀봉을 제공한다는 것이다. 천공된 커버 설계는 이들 요건을 만족한다.
- <34> 본 발명은 바람직한 실시예라고 여겨지는 것과 관련하여 설명되었지만, 본 발명은 개시된 실시예에 한정되지 않으며, 첨부된 청구항의 정신과 범위 내에 포함되는 다양한 변형과 균등한 구성을 포괄하도록 의도되어 있다.

발명의 효과

- <35>** 본 발명의 터빈 버킷용 커버에 의하면, 커버의 외부 표면과 슈라우드 또는 밀봉 표면 사이에 엄밀한 틈새를 유지하는 것에 의하여 버킷 팁의 누출 손실을 감소시킬 수 있고, 또한 커버의 중간 요소에 공동을 형성하여 커버의 무게를 감소시킴으로써 버킷을 커버상에 유지하는 충분한 인장 강도를 유지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 버킷 및 커버를 갖는 터빈 회전자(rotor)와, 연관된 터빈 고정자 스테이지(turbine stator stages)를 도시하는 터빈의 일부의 단편적인 단면도,
- <2> 도 2는 회전자의 버킷의 테논(tenon) 상에 본 발명의 다층 버킷 커버를 부착한 것을 도시하는 개략적이고 단편적인 축 방향의 단면도,
- <3> 도 3은 완성된 버킷 커버 조립체를 도시하는 도 2와 유사한 도면,
- <4> 도 4는 도 3의 4-4 선에 따른 단면도.

※도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명※

- | | | |
|------|-----------------|------------------------------|
| <5> | 삭제 | |
| <6> | 10 : 회전자(rotor) | 12 : 터빈 버킷 |
| <7> | 14 : 버킷 커버 | 20 : 터빈 유로(turbine flowpath) |
| <8> | 23 : 커버 세그먼트 | 25 : 집합적인 커버 요소 |
| <9> | 26 : 외부 커버 요소 | 28 : 내부 커버 요소 |
| <10> | 30 : 중간 커버 요소 | 31 : 조인트(joint) |

- <11>

32 : 테논

38 : 개구부
- <12>

40 : 개구부

46 : 공동
- <13>

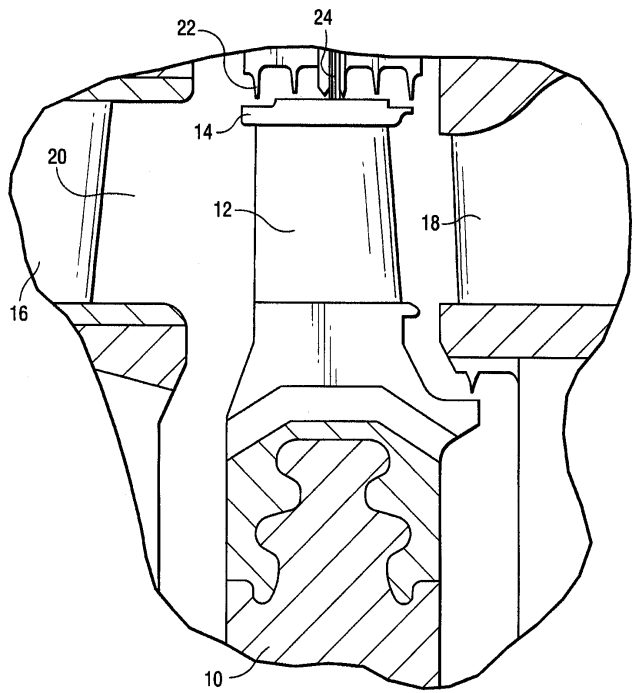
48 : 말단부 벽

50 : 말단부 벽
- <14>

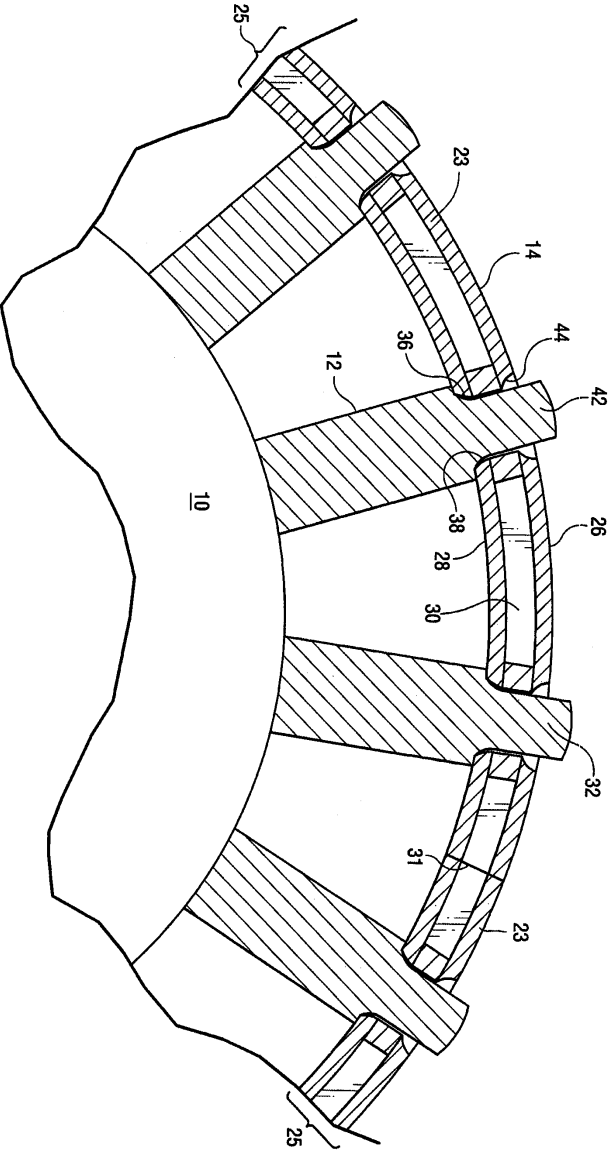
52 : 웨브

도면

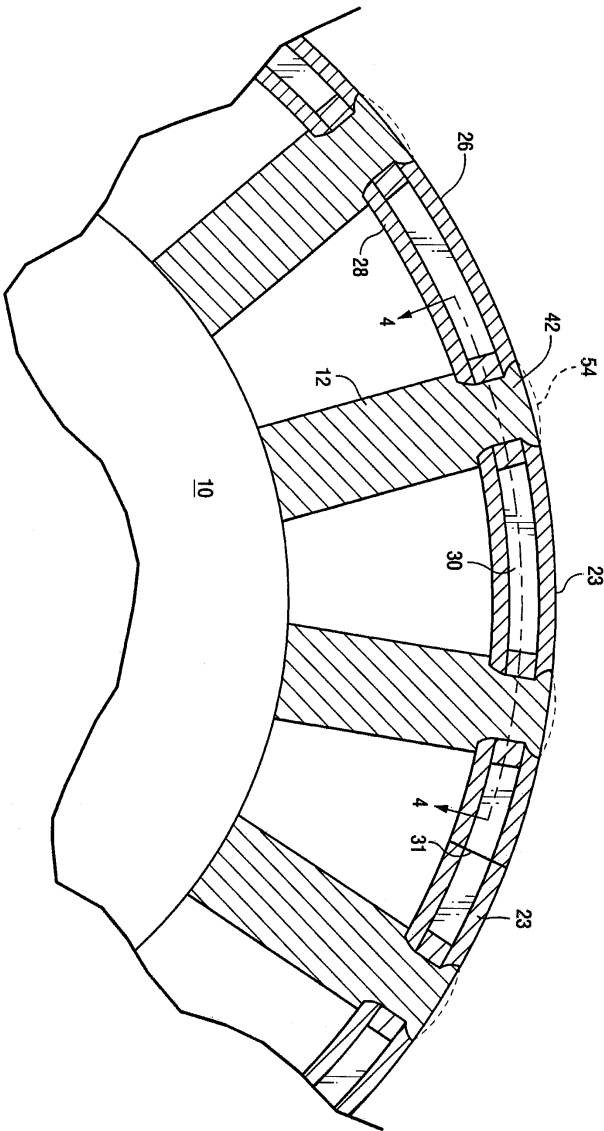
도면1



도면2



도면3



도면4

