



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년12월26일
(11) 등록번호 10-0789038
(24) 등록일자 2007년12월18일

(51) Int. Cl.
F01D 5/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2003-0042284
(22) 출원일자 2003년06월27일
심사청구일자 2006년06월27일
(65) 공개번호 10-2004-0002755
(43) 공개일자 2004년01월07일
(30) 우선권주장
10/184,045 2002년06월28일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR 1020000035121 A
US 4291448 A
US 5281062 A

(73) 특허권자
제너럴 일렉트릭 캠페니
미합중국 뉴욕, 웨벡테디, 윈 리버 로우드
(72) 발명자
스미쓰에릭가라드
미국조지아주30067
마리에타레이크쇼어드라이브3805
크루멘로버트
미국오하이오주45246신시내티씨클프리웨이드라이브156
싸이센제프리레이드
미국뉴욕주12054텔마엑스브릿지레인17
(74) 대리인
김창세, 장성구

전체 청구항 수 : 총 10 항

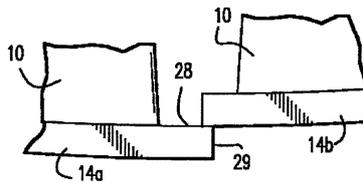
심사관 : 차영란

(54) 터빈 버킷 첨단에서의 서로 이웃한 슈라우드 커버의 중첩을 방지하는 방법

(57) 요약

가스 터빈의 버킷(10)을 위한 슈라우드 커버(14)는 때때로 서로 중첩된다. 슈라우드 커버 중첩을 수리하여 터빈 작동중에 더 이상 중첩이 발생하지 않도록 하기 위해, 중첩하는 커버의 반경방향 내측 표면(28)을 따라 그리고 커버의 "Z"자 형상 단부의 중간 예지부(34)에 인접하게, 고경도 재질의 제 1 용접 비드(38)가 형성된다. 고경도 재질인 최초 형성 용접 비드를 구조상으로 지지하기 위해, 보다 연성 재질의 부가적 용접 비드(40, 42)가 동일 표면을 따라 최초 용접 비드 뒤에 형성된다. 이웃한 커버의 중첩된 단부에 인접한, 중첩하는 커버의 반경방향 내측 표면을 따라 용접 물질을 연장 형성함으로써 중첩하는 커버의 두께가 증가되어, 추후 터빈 작동중에는 슈라우드 커버 중첩이 발생하지 않는다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

터빈 버킷 첩단에서의 서로 이웃한 슈라우드 커버의 중첩을 방지하는 방법에 있어서,

상기 서로 이웃하는 슈라우드 커버중 하나의 슈라우드 커버(14a)가 그 에지에 인접하는 반경방향 범위를, 상기 서로 이웃한 슈라우드 커버중 다른 하나의 슈라우드 커버와 원주방향으로 실질적으로 정합하는 위치까지, 증가시키는 단계를 포함하는

터빈 버킷 첩단에서의 서로 이웃한 슈라우드 커버의 중첩을 방지하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 하나의 슈라우드 커버의 상기 에지(34)와 인접한 반경방향 표면(28)의 일부를 따라 용접 물질(38)을 도포하는 단계를 포함하는

터빈 버킷 첩단에서의 서로 이웃한 슈라우드 커버의 중첩을 방지하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

소정 경도를 갖는 제 1 용접 물질(38)을 상기 에지에 인접하게 도포하고, 상기 제 1 용접 물질보다 작은 경도를 갖는 제 2 용접 물질(40)을 상기 에지로부터 먼, 상기 제 1 용접 물질의 측부상에 도포하는 단계를 포함하는

터빈 버킷 첩단에서의 서로 이웃한 슈라우드 커버의 중첩을 방지하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

터빈 버킷 및 상기 하나의 슈라우드 커버를 상기 터빈으로부터 분리하지 않고 이동 없이 원위치에서, 용접 물질(38)을 상기 하나의 슈라우드 커버에 도포하는 단계를 포함하는

터빈 버킷 첩단에서의 서로 이웃한 슈라우드 커버의 중첩을 방지하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 하나의 슈라우드 커버의 상기 에지(34)에 인접한 반경방향 내측 표면(28)의 일부를 따라 용접 물질(38)을 도포하는 단계를 포함하는

터빈 버킷 첩단에서의 서로 이웃한 슈라우드 커버의 중첩을 방지하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

중첩하는 슈라우드 커버의 에지와 인접한, 상기 중첩하는 슈라우드 커버의 반경방향 내측 표면(28)의 일부를 따라, 상기 다른 하나의 슈라우드 커버와 원주방향으로 정합하게, 용접 물질(38)을 도포하는 단계를 포함하는

터빈 버킷 첩단에서의 서로 이웃한 슈라우드 커버의 중첩을 방지하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 하나의 슈라우드 커버의 상기 에지를 따라 상호간에 각을 이룬 다수의 에지부(30, 32, 34)를 형성하는 단계를 포함하는

터빈 버킷 첩단에서의 서로 이웃한 슈라우드 커버의 중첩을 방지하는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

터빈 버킷 및 상기 하나의 슈라우드 커버를 상기 터빈으로부터 분리하지 않고 이동 없이 원위치에서, 중첩하는 슈라우드 커버의 에지와 인접한, 상기 중첩하는 슈라우드 커버의 반경방향 내측 표면(28)의 일부를 따라, 상기 다른 하나의 슈라우드 커버와 원주방향으로 정합하게, 용접 물질(38)을 도포하는 단계를 포함하는

터빈 버킷 첩단에서의 서로 이웃한 슈라우드 커버의 중첩을 방지하는 방법

청구항 9

제 8 항에 있어서,

소정 경도를 갖는 제 1 용접 물질(38)을 상기 에지에 인접하게 도포하고, 상기 제 1 용접 물질보다 작은 경도를 갖는 제 2 용접 물질(40)을 상기 에지로부터 먼, 상기 제 1 용접 물질의 측부상에 도포하는 단계를 포함하는

터빈 버킷 첩단에서의 서로 이웃한 슈라우드 커버의 중첩을 방지하는 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

선두, 중간 및 후미 에지부를 갖는 실질적으로 "Z"자 형상인 구조로, 상기 하나의 슈라우드 커버의 상기 에지를 따라 다수의 에지부(30, 32, 34)를 형성하고, 상기 하나의 슈라우드 커버의 반경방향 내측 표면(28)을 따라 그리고 상기 중간 에지부에 인접하게 용접 물질(38)을 도포하는 단계를 포함하는

터빈 버킷 첩단에서의 서로 이웃한 슈라우드 커버의 중첩을 방지하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <13> 본 발명은 터빈 버킷상에서의 슈라우드 첩단부 중첩부(shroud tip overlap)를 수리하는 방법에 관한 것으로, 이동 없이 원위치에서(in-situ) 슈라우드 중첩부를 용접 수리하는 방법에 관한 것이다.
- <14> 다양한 형태의 터빈 및 터빈의 스테이지에 있어, 슈라우드는 하나의 스테이지 내에서 서로 이웃한 버킷의 첩단을 원주방향으로 감싸기 위해 사용된다. 이러한 일반적인 환상 슈라우드는 일련의 커버로 구성되고, 전형적으로는 각 버킷이 그 첩단에서 개별적인 슈라우드를 받치고 있다. 서로 이웃하는 버킷의 커버는 터빈의 작동 속도에서 상호간에 효과적으로 접촉하여, 물리적 연결이 없더라도 버킷 둘레를 따라 거의 단일체인 고리를 형성한다. 전형적인 슈라우드 커버는, 반경방향에서 볼 때 실질적으로 "Z"자 형상인, 원주방향을 따라 대향하는 단부를 갖는다. 따라서, 각 슈라우드 커버가 갖는 3개의 에지부는 정상 작동 속도에서 이웃한 슈라우드 커버의 대응하는 3개의 에지부와 서로 정합한다. 그러나, 단지 중심 면 또는 중심 에지부만이 서로 접촉할 뿐, 주변 면 또는 주변 에지부는 소정 간극을 두고 떨어져 있다.
- <15> 슈라우드 커버의 중첩은 터빈내에서 발생한다. 즉, 슈라우드 커버중 하나의 단부가 때때로 이웃한 슈라우드 커버의 인접한 단부와 중첩되게 되는 것이다. 이러한 중첩이 발생하면, 버킷은 터빈의 정상 작동 속도에서 효과적으로 제 위치에 고정되지 않는다. 오히려, 커버의 하나의 단부가 이웃한 커버의 반경방향 내측에 위치하는 단부를 지나 반경방향 외측으로 돌출되는 한편, 중첩되는 커버의 반대쪽 단부는 이와 이웃한 커버의 단부로부터 이격된다. 또한, 슈라우드가 중첩된 버킷은 운전 속도에서의 고주파 피로 공진(high-cycle fatigue resonance) 가능성을 가지는데, 이러한 피로 공진은 버킷의 마모 및 파괴 가능성을 초래할 수 있다. 버킷 수리 및/또는 교체를 위한 정규 운전 정지 동안에는 터빈을 분해하고 버킷을 분리하는데, 이때 슈라우드 중첩부가 발견된다면 수리하는 것이 통상적이다. 그러나, 이러한 방식의 수리는 일반적인 마모를 처리하기 위해 계획된 운전 정지

동안에만 실행되는 것이지, 전형적으로 슈라우드 중첩을 처리하는 것은 아니다. 슈라우드 중첩이 발생하면 터빈 운전을 정지시키고 버킷과 커버를 분리 및 교체할 수 있으나, 터빈 외부 케이싱의 분리 등의 터빈 분해 및 목적인 수리를 위한 서비스 시간과 터빈의 운전 정지에 따른 가의 비용이 과도하기 때문에, 이러한 성질의 운전 정지는 경제적으로 실용적이지 않다. 따라서, 즉석에서 저비용으로 그리고 터빈의 운전 정지 시간을 최소화 하여 이루어질 수 있는, 터빈 버킷의 슈라우드 첨단부 중첩을 수리하는 방법에 대한 필요성이 대두되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<16> 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면 슈라우드 첨단부의 중첩을 이동 없이 원위치에서(in-situ) 수리하는 방법이 제공된다. 구체적으로는, 슈라우드 첨단부의 중첩 영역이 확인되면 로터를 회전시켜 슈라우드 첨단부 중첩 부분이, 터빈 스테이지 뒤의 확산기 슈라우드에 의해 형성된 환상 구역내에서 작업중인 사람이 접근할 수 있는 위치, 즉 바람직하게는 하사점(bottom dead-center)에 오도록 한다. 이어서, 중첩된 슈라우드 커버를 분리시켜 서로 이웃하는 슈라우드 커버의 원주방향 단부가 상호간에 간극을 두고 마주하도록 한다. 이어서, 중첩하는 슈라우드 커버의 반경방향 내측 표면이 용접 물질을 수용할 수 있도록 가공된다. 예를 들어, 중첩하는 단부 영역에 인접한, 중첩하는 슈라우드 커버의 반경방향 내측 표면은 표면 산화물 및 기타 이물질 제거하기 위하여 소형 버링 공구(burring tool)를 사용하여 연삭된다. 이어서, 중첩하는 단부 영역에 인접한, 중첩하는 슈라우드 커버의 반경방향 내측 표면에 고경도 물질, 예를 들어 스텔라이트(Stellite)가 단일 용접 비드의 형태로 형성된다. 용접 비드는 바람직하게는 중첩된 슈라우드 커버의 "Z"자 형상 단부의 중간 에지부에 인접하여 형성된다. 중첩하는 슈라우드 커버의 중첩하는 단부에 인접하여 용접 비드를 추가 형성함으로써, 용접 물질은 반경방향 내측으로 연장 형성되어 이전에 안쪽에 중첩되던 슈라우드 커버의 인접한 단부와 정합하는 단부를 형성한다.

<17> 경성 재질인 최초 형성 용접 비드의 단부는 중첩하는 슈라우드 커버의 단부와 일치하도록 연삭된다. 상이한 용접 물질, 예를 들어 인코넬 625(Inconel 625) 재질인 하나 또는 그 이상의 부가적 용접 비드가 최초 형성 용접 비드에 인접하게, 즉 그 뒤에 추가로 형성되어 최초 용접 비드 물질에 대한 구조용 지지부를 형성한다. 이어서, 중첩하는 슈라우드 커버의 반경방향 내측 면을 따라 표면을 반반하게 하기 위해 용접 비드가 연삭된다. 응력 집중을 감소시키기 위해 "Z"자 노치의 코너 역시 작은 반경으로 연삭된다. 결과적으로, 중첩하는 슈라우드 커버의 반경방향 내측 표면을 따라 용접에 의해 추가된 부가적 물질은, 슈라우드 커버가 이웃 슈라우드 커버의 단부와 서로 마주하도록 하기 위해, 슈라우드 커버에 반경방향 내측 두께를 더하여 슈라우드 중첩을 방지한다.

<18> 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 서로 이웃한 슈라우드 커버들이 터빈 버킷 첨단에서 중첩된 것을 수리하는 방법으로서, 상기 서로 이웃한 슈라우드 커버중 하나가 그 단부에 인접하여 갖는 반경방향 범위를 상기 서로 이웃한 슈라우드 커버중 다른 하나와 원주방향으로 실질적으로 정합하는 위치까지 증가시키는 단계를 포함하는 터빈 버킷 첨단에서의 슈라우드 커버 중첩을 수리하는 방법이 제공된다.

<19> 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 따르면, 서로 이웃한 슈라우드 커버들이 터빈 버킷 첨단에서 중첩된 것을 수리하는 방법으로서, 상기 서로 이웃한 슈라우드 커버중 하나의 단부에 인접한 반경방향 표면을 따라, 상기 서로 이웃한 슈라우드 커버중 다른 하나와 원주방향으로 실질적으로 정합하게 용접 물질을 도포함으로써, 상기 하나의 슈라우드 커버의 두께를 증가시키는 단계를 포함하는 터빈 버킷 첨단에서의 슈라우드 커버 중첩을 수리하는 방법이 제공된다.

발명의 구성 및 작용

<20> 이제 도면, 특히 도 1을 참조하면, 도면부호(10)로 일괄 표시된 버킷(10)의 환상 어레이와, 버킷의 외측 첨단을 감싸는 슈라우드(12)가 개략적으로 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 슈라우드(12)는 터빈의 작동 속도에서 상호 접하는 관계로 원주방향으로 마주하는 단부를 갖는 다수의 슈라우드 커버(14)를 포함한다. 다수의 슈라우드 커버(14)는 버킷(10) 둘레를 따라 단한 슈라우드를 효과적으로 형성한다. 슈라우드 커버의 한 형태에 있어, 각 커버의 서로 대향하는 단부는 대체로 "Z"자 구조로 형성되는데, 커버의 각 측부에 걸쳐 형성된 3개의 에지부는 이웃의 대응하는 에지부와 서로 마주한다. 바람직한 실시예에서, 각 버킷(10)에 대해서 하나의 슈라우드 커버(14)가 제공되고 있으나, 개별적인 커버가 2개 또는 그 이상의 서로 이웃한 버킷의 첨단에 걸칠 수 있음이 인지될 것이다.

<21> 도 2에 버킷(10) 및 슈라우드(12)와 함께 터빈의 최종 스테이지가 도시된다. 고온 연소 가스가 터빈의 최종 스

페이지로부터 도면부호(16)로 일괄 표시된 배기 확산기 조립체내로 배출됨이 인지될 것이다. 확산기 조립체는 내부 및 외부 셸(18, 20)을 구비하고, 이들은 배기 가스가 유입되는 환상 구역(22)을 규정한다. 배기 확산기 조립체(16)의 하부에 인접하여 맨홀(24)이 제공된다. 작업자는 한정적으로 맨홀(24)을 통해 환상 구역(22)내로 그리고 터빈의 최종 스테이지로 접근할 수 있다. 환상 구역(22)은 최종 터빈 스테이지의 하류측상의 외부 셸(20)상에 섰던 작업자에게 작업 공간을 제공한다.

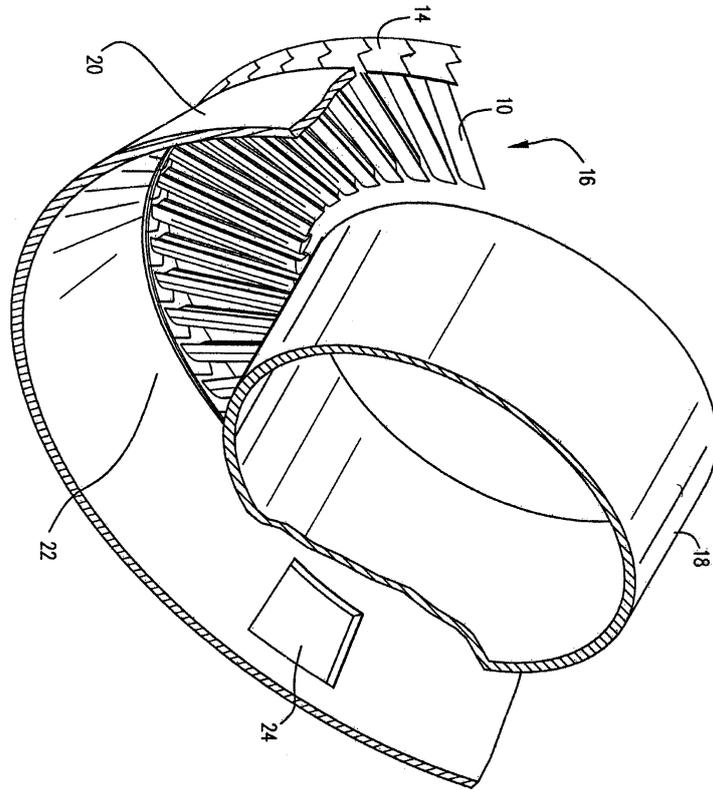
<22> 도 3을 참조하면, 서로 중첩하는 이웃한 슈라우드 커버(14a, 14b)가 하사점에서 도시된다. 도시된 슈라우드 커버(14a)의 단부는 이웃한 슈라우드 커버(14b)의 대응하는 단부에 대해 중첩하는 위치로 이동되어 있다. 이러한 구조에서는 중첩하는 슈라우드 커버(14a)의 반대쪽 단부가, 도시되지 않았으나, 이웃하는 슈라우드 커버와의 사이에 상당히 큰 원주방향 간극 또는 공극을 형성한다는 점이 인지될 것이다. 전술한 바와 같이, 도시된 것과 같은 슈라우드 커버 중첩은 마모 및 파괴 가능성의 증가와 함께 운전 속도에서의 고주파 피로 공진(high-cycle fatigue resonance) 가능성을 가진다. 결과적으로, 중첩하는 슈라우드의 수리가 요구되는데, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 이러한 수리가 이동 없이 원위치에서, 즉 터빈 케이싱 및 기타 부품의 분리와 같은 터빈의 분해 없이 이루어진다. 맨홀이 개방된 상태에서 작업자는 배기 확산기 조립체(16)내의 환상 구역내로 기어감으로써 슈라우드 중첩 영역에 접근할 수 있다. 터빈의 로터 역시 서서히 돌려져 슈라우드 커버 중첩이 발생한 버킷이 하사점에 위치되도록 하는데, 이로써 작업자가 확산기 조립체내에 섰었을 때 중첩된 슈라우드에 접근할 수 있게 된다. 중첩하는 슈라우드 커버에 접근할 수 있게 되면, 중첩하는 슈라우드의 두께를 측정한다. 중첩하는 슈라우드 커버(14a) 및 중첩된 슈라우드 커버(14b)를 수반하는 버킷들은 이어서 지레 등을 사용하여 서로 이격된다. 이후, "Z"자 물림 중심선에서의 슈라우드 커버 대 슈라우드 커버의 높이 차이가 측정 및 기록된다. 높이 차이로부터 이전에 측정되었던 중첩하는 슈라우드의 두께를 뺀 값이 기록된다.

<23> 중첩하는 커버(14a) 및 중첩된 커버(14b)의 버킷들은 이어서 지레 등을 사용하여 원주 방향으로 더욱 분리되고, 분리된 위치에 유지된다. 이로써, 중첩된 슈라우드 커버(14b)를 바깥쪽에서 중첩하고 있는 단부에 인접한, 중첩하는 슈라우드 커버(14a)의 반경방향 내측 표면(28)이 노출된다. 도 5에 도시된 바와 같이, 각 슈라우드 커버의 단부는 선두 에지부(30)와 후미 에지부(32), 그리고 선두 에지부(30)와 후미 에지부(32) 사이의 중간 에지부(34)를 구비하는 "Z"자 구조이다. 본 발명의 바람직한 실시예에서의 용접 수리는 중간 에지부(34)와 인접한, 중첩하는 슈라우드 커버(14a)의 반경방향 내측 표면(28)을 따라 실행된다. 중첩하는 슈라우드 커버(14a)의 반경방향 내측 표면상의 용접 물질은 단지 중간 에지부(34)를 따라서만 제공된다는 점이 인지될 것이다. 또한, 용접 물질은 중간 에지부(34)를 따라 단지 재중첩을 방지하기에 충분한 크기, 예를 들어 너비 0.25 인치 및 두께 0.030 내지 0.050 인치로 형성될 뿐, 용접 열 영향대(weld heat affected zone)내에서 슈라우드 미세 균열을 유발하지 않을 정도의 작은 크기로 형성된다.

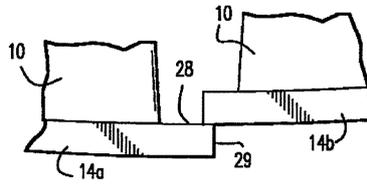
<24> 슈라우드 커버(14a, 14b)가 서로 분리된 상태에서, 중간 에지부(34)에 인접한, 중첩하는 슈라우드 커버(14a)의 반경방향 내측 표면(28)은 용접에 대비해 연삭된다. 예를 들어, 공기 연삭기 및 벨트 샌들러(belt sandler)가 표면 산화물 및 기타 이물질들을 제거하기 위해 사용될 수 있다. 이웃한 커버 단부와 마주하는, 중첩하는 슈라우드 커버(14a)의 단부(29)는 연삭되지 않는다는 것에 주목한다. 아르곤이 보충된 대기 분위기에서, 바람직하게는 스텔라이트인 충전물을 갖는 제 1 용접 비드(38)가 반경방향 내측 슈라우드 커버 표면(28)을 따라 형성되는데, 이때 용접 비드(38)는 슈라우드 커버(14a)의 접촉 단부보다 약간 높게, 예를 들어 0.010 인치 정도 높게 돌출한다. 이러한 최초 용접 비드(38)는 매우 높은 경도를 가지고, 커버(14a)의 반경방향 내측 표면(28)을 따라 실질적으로 중간 에지부(34)의 전체 길이에 걸쳐 연장된다. 커버(14a)의 반경방향 내측 표면(28)을 따라 형성된 용접 비드(38)는, 터빈 작동중의 커버 중첩을 예방하기 위해, 중간 에지부(34)에 인접하여 그리고 이웃한 커버 사이의 접촉 단부에 인접하여 슈라우드 커버의 두께를 증가시키려는 것이다.

<25> 다른 용접 물질, 예를 들어 인코넬 625 재질인 부가적인 하나 또는 그 이상의 비드, 바람직하게는 2개의 비드(40, 42)가 도 6에 도시된 바와 같이 스텔라이트 재질로 형성된 최초 용접 비드와 인접하게 커버(14a)의 반경방향 내측 표면(28)에 형성된다. 즉, 연성의 용접 물질로 된 하나 또는 그 이상의 부가적인 용접 비드(40, 42)는 최초 용접 비드(38)의 뒤쪽 반경방향 내측 표면(28)에 형성된다. 하나 또는 그 이상의 부가적인 용접 비드(40, 42)는 구조용 구성 요소 역할을 하여 경성인 최초 용접 비드(38)에게 큰 지지력을 제공함으로써, 경성 물질이 부하에 견딜 수 있다. 인코넬 625 재질 대신에 처음에 사용된 스텔라이트 용접 재질을 갖는 2개 또는 3개의 비드가 지지체로서 형성될 수도 있다. 그러나, 처음의 스텔라이트 재질 비드만을 사용할 때 발생하는 미세 균열을 방지할 필요성의 관점에서 보면 인코넬 625를 보강재로서 사용하는 것이 바람직하다. 용접 비드(38, 40, 42)의 노출 표면은 이어서 도 6에 도시된 바와 같이 연삭 및 연마되는데, 이는 도 7에 도시된 바와 같은 반반한 표면(44)을 제공하기 위함이다. 추가로, 최초 형성 용접 비드의 단부는 슈라우드 커버(14a)의 단부와 일치하도록

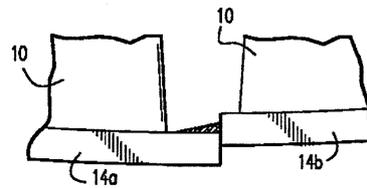
도면2



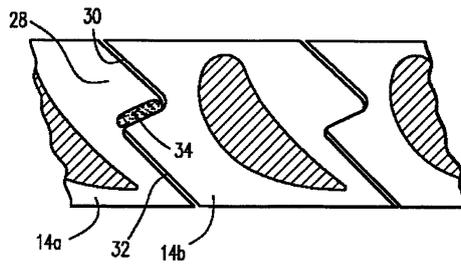
도면3



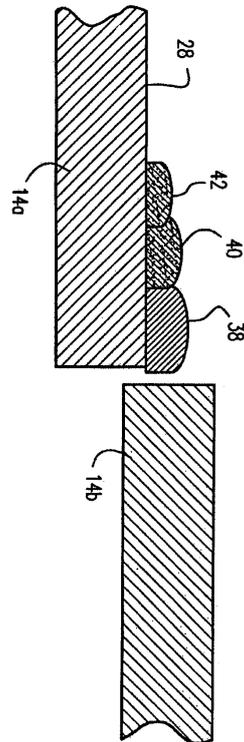
도면4



도면5



도면6



도면7

