



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

| | | |
|----------------------|-----------|-------------|
| (51) 。 Int. Cl. | (45) 공고일자 | 2007년07월25일 |
| C23C 10/48 (2006.01) | (11) 등록번호 | 10-0742445 |
| | (24) 등록일자 | 2007년07월18일 |

| | | | |
|-----------|-----------------|-----------|-----------------|
| (21) 출원번호 | 10-2000-0057261 | (65) 공개번호 | 10-2001-0050740 |
| (22) 출원일자 | 2000년09월29일 | (43) 공개일자 | 2001년06월15일 |
| 심사청구일자 | 2005년09월29일 | | |

(30) 우선권주장 09/411,210 1999년10월04일 미국(US)

(73) 특허권자 제너럴 일렉트릭 캄파니
미합중국 뉴욕, 셰넥테디, 윈 리버 로우드

(72) 발명자 까르티에 토마스 조셉
미국 뉴욕주 12302-3821, 스코티아 소카 레인 16

상지타 디
미국 오하이오주 45249 신시내티 시카모아 티알 12126비

박동실
미국 뉴욕주 12309 셰넥터디 가든 드라이브 2040

그로스만 테오도르 로버트
미국 오하이오주 45011 헤밀튼 롱뷰 드라이브 7149

(74) 대리인 김창세

(56) 선행기술조사문헌
GB 1033560호 us 5849416
gb 1012478 A

심사관 : 이한욱

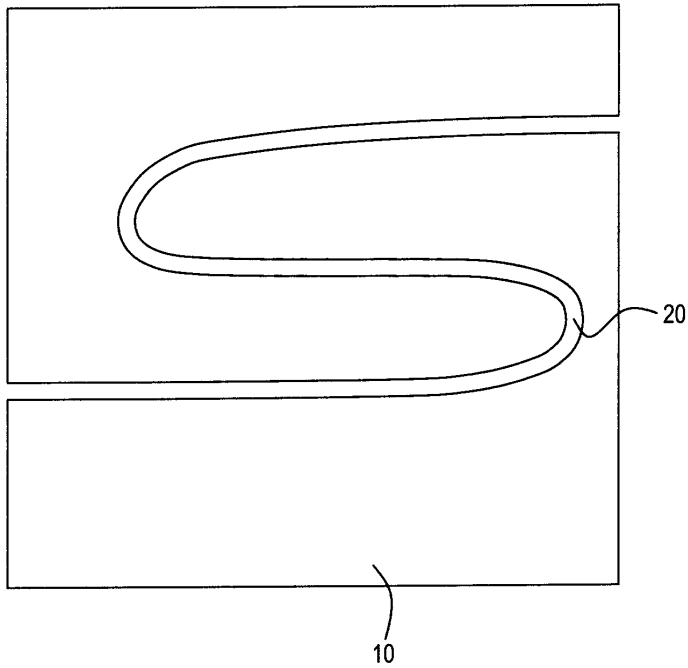
전체 청구항 수 : 총 38 항

(54) 터빈 엔진 구성부품의 내부 통로를 피복하는 방법

(57) 요약

본 발명은 표면을 갖는 기재를 제공하고, 발포체에 현탁된 분말을 함유하는 발포체 현탁액으로 표면을 피복시켜 표면에 피복을 형성하는 것을 포함하는 기재 표면을 피복하는 방법에 관한 것이다. 그 후, 상기 기제가 열처리되어 그 표면을 따라 피복이 밀집화된다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1.

터빈 엔진 구성부품의 구불구불한 통로의 내부 표면을 제공하는 단계;

발포체에 현탁된 금속 분체를 함유하는 발포체 현탁액으로 내부 표면을 피복시켜 내부 표면 상에 피복을 형성하는 단계;
및

열처리하여 내부 표면을 따라 피복체를 밀집화하는 단계를 포함하는, 내부 표면의 피복 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서,

표면이 에어 포일의 내부 표면인 방법.

청구항 3.

제1항에 있어서,

내부 표면이 기재를 통해 연장된 통로를 포함하는 방법.

청구항 4.

제3항에 있어서,

발포체 현탁액을 통로에 넣기 위해 통로에 가스를 흘림으로서 피복단계가 수행되는 방법.

청구항 5.

제4항에 있어서,

가스가 압축가스원으로부터 제공되는 방법.

청구항 6.

제3항에 있어서,

발포체 현탁액을 압축가스로 채우고 압축 가스원에서 발포체 현탁액을 분배시켜 발포체 현탁액을 내부 통로로 흐르게 하는 방법

청구항 7.

제3항에 있어서,

기재가 복수의 내부 통로를 포함하는 방법.

청구항 8.

제3항에 있어서,

내부 통로의 애스펙트비가 5 이상이며, 이때 애스펙트비는 내부 통로의 길이를 내부 통로의 최소 단면적으로 나눈 비로 정의되는 방법.

청구항 9.

제8항에 있어서,

내부 통로가 원형단면이고 최소 단면적이 최소 직경인 방법.

청구항 10.

제9항에 있어서,

상기 애스펙트비가 10 이상인 방법.

청구항 11.

제3항에 있어서,

내부 통로가 원형단면이고 10 mils 내지 400 mils의 최소직경을 갖는 방법.

청구항 12.

제1항에 있어서,

열처리 후 피복의 평균 두께가 0.5 mils 이상인 방법.

청구항 13.

제1항에 있어서,

상기 표면이 외부 표면인 방법.

청구항 14.

제1항에 있어서,

표면이 현탁된 분체를 갖는 발포체 전구물질로 피복되며, 상기 발포체 전구물질이 상기 발포체를 형성하기 위하여 팽창되는 방법.

청구항 15.

합금을 포함하는 기재의 통로의 내부 표면을 제공하는 단계;

폴리우레탄 발포체에 현탁된 분체 및 활성화제를 함유하는 발포체 현탁액으로 표면을 피복하는 단계; 및

기재를 열처리하여 표면을 따라 피복체를 밀집화하는 단계

를 포함하는 내부 표면의 피복 방법.

청구항 16.

제15항에 있어서,

상기 기재가 터빈 엔진 구성부품을 포함하는 방법.

청구항 17.

제16항에 있어서,

터빈 엔진 구성부품이 에어 포일이고, 내부 표면이 복수의 내부통로인 방법.

청구항 18.

제16항에 있어서,

터빈 엔진 구성부품이 초합금을 포함하는 방법.

청구항 19.

제18항에 있어서,

초합금이 니켈계 또는 코발트계 초합금을 포함하고, 상기 니켈 또는 코발트가 중량면에서 초합금의 단일성분으로 가장 큰 비중을 차지하는 방법.

청구항 20.

제19항에 있어서,

초합금이 니켈계인 방법.

청구항 21.

삭제

청구항 22.

제1항에 있어서,

상기 금속분체가 알루미늄 분체를 포함하는 방법.

청구항 23.

제22항에 있어서,

발포체 현탁액이 상기 발포체 10 중량부에 대해서 알루미늄 분체 1 내지 20 중량부를 함유하는 방법.

청구항 24.

제22항에 있어서,

알루미늄 분체가 1.0 미크론 내지 15 미크론 범위의 평균 입자 크기를 갖는 방법.

청구항 25.

통로의 내부 표면을 제공하는 단계;

알루미늄화 분체를 함유하는 발포체 전구물질 현탁액을 제조하는 단계;

발포체 전구물질로 내부 표면을 피복하는 단계;

전구물질을 발포체로 팽창시켜 내부 표면을 균일하게 피복하는 단계; 및

열처리하여 내부 표면을 따라 피복체를 밀집화하는 단계
를 포함하는 내부 표면의 피복 방법.

청구항 26.

제25항에 있어서,
유기 수지가 폴리우레탄을 포함하는 방법.

청구항 27.

분체를 함유하는 발포체 현탁액을 제조하는 단계;
터빈 엔진 구성부품의 통로의 내부 표면을 제공하는 단계;
분체를 함유하는 발포체 현탁액으로 내부 표면을 피복하여 내부 표면 상에 피복을 형성하는 단계; 및
피복 후에 발포체 현탁액의 가스배출을 허용한 다음, 추가적인 발포체 현탁액으로 내부 표면을 피복하는 단계
를 포함하는 내부 표면의 피복 방법.

청구항 28.

제27항에 있어서,
상기 온도가 300 내지 600℃의 범위인 방법.

청구항 29.

제1항에 있어서,
금속 분체가 알루미늄을 포함하고, 상기 방법이 기재를 고온 확산 처리하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 30.

내부 통로를 갖는 터빈 엔진 구성부품을 제공하는 단계;
발포체에 현탁된 알루미늄 분체를 함유하는 발포체 현탁액으로 내부 통로를 피복시키는 단계;
발포체를 휘발시키는 온도에서 발포체 현탁액을 열처리하여 내부 통로를 따라 알루미늄계 피복을 형성하는 단계; 및
기재를 확산 처리하여 기재 내로 알루미늄을 확산시키는 단계를 포함하는, 터빈 엔진 구성부품의 내부 통로를 피복시키는
방법.

청구항 31.

제30항에 있어서,

내부 통로의 애스펙트비가 5 이상이며, 이때 애스펙트비는 각각의 내부 통로의 길이를 내부 통로의 최소 단면적으로 나눈 비로 정의되는 방법.

청구항 32.

제31항에 있어서,

내부 통로가 원형단면이고, 최소 단면적이 최소 직경인 방법.

청구항 33.

제31항에 있어서,

상기 애스펙트비가 10 이상인 방법.

청구항 34.

제31항에 있어서,

상기 애스펙트비가 20 이상인 방법.

청구항 35.

제31항에 있어서,

상기 애스펙트비가 40 이상인 방법.

청구항 36.

제30항에 있어서,

상기 터빈 엔진 구성부품이 에어포일인 방법.

청구항 37.

제36항에 있어서,

상기 확산 처리가 870℃ 이상의 온도에서 수행되는 방법.

청구항 38.

제30항에 있어서,

발포체가 유기 수지를 포함하는 방법.

청구항 39.

제38항에 있어서,

유기 수지가 자가-팽창성인 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 일반적으로 야금 공정에 관한 것이다. 보다 구체적으로는, 본 발명은 터빈 엔진 구성부품과 같은 기재를 위한 피복 공정에 관한 것이다.

특별하게-제조된 다양한 피복체들이 고온에 노출된 금속 부품, 예를 들어 초합금으로 만들어진 금속부품을 보호하기 위하여 종종 사용되어 왔다. 예를 들어, 알루미늄화물 피복이 초합금 물질들의 내산화성 및 내부식성을 향상시키기 위해 사용되어 왔다. 알루미늄화물 피복에서, 알루미늄은 표면에 산화 알루미늄(알루미나) 필름을 형성하여 더 이상의 산화를 방지하는 기능을 가진다. 이러한 피복은 초합금 기재 및 내열성 피복(TBC) 사이의 결합 피복을 제공할 수도 있다.

알루미늄화물 층을 증착시키기 위한 여러 가지 공정이 새로이 제조된 구성부품 및 보수중인 구성 부품 모두에 유용하다. 이러한 공정은 증기상 증착법 및 당업계에 "팩 시멘트 공정(PACK CEMENTATION PROCESS)"으로 알려진 것도 포함한다. 증기상 증착법이 구성부품의 내부 및 외부 표면의 피복에 적합하지만, 부가적인 복합 공정이 특정한 적용에 대해 거론될 수 있다. 고체 시멘트화 공정이 구성부품의 내부 표면 피복에 효과적이거나, 이 공정은 고비용이고 장기간이 소요되며, 일반적으로 수리중인 구성부품의 경우에는 구성부품을 작업 장소로부터 외부 서비스 제공자에게까지 운반하는 데 필요한 매우 특별한 장비가 요구된다.

따라서, 본 기술 분야에서는 알루미늄화물 피복을 형성하기 위한 보다 개량되고 대체가능한 방법에 대한 필요성이 요구된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 하나의 관점에 따라, 표면을 갖는 기재를 제공하고 발포체에 현탁된 분말을 함유하는 발포체 현탁액으로 표면을 피복시켜 표면에 피복을 형성시키는 것을 포함하는 기재의 표면을 피복시키는 방법이 제공된다. 그 후, 상기 기재는 열처리되어 그 표면을 따라 피복이 밀집화된다.

발명의 구성

본 발명의 한 양태는 기재를 피복하기 위한 방법, 특히 기재의 내부 표면에 피복을 형성하기 위한 방법이다. 기재는 전형적으로 합금으로 만들어지며 터빈 엔진 구성부품의 형태이다. 대표적인 기재들은 예를 들면 장력, 내변형성, 내산화성 및 내부식성으로 표현되는 고온 성능에 적합한 것으로 알려진 초합금 재료로 제조된다. 이 초합금 구성부품은 전형적으로 니켈 또는 코발트가 중량 대비시에 초합금 내에서 단일성분으로서 가장 많은 비중을 차지하는, 니켈계 또는 코발트계 합금으로 형성된다.

예시되는 니켈계 초합금은 40 중량% 이상의 니켈 및 코발트, 크롬, 알루미늄, 텅스텐, 몰리브덴, 티탄 및 철분으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 구성요소를 포함한다. 니켈계 초합금의 예들은 상품명 인코넬(Inconel^R), 니모닉(Nimonic^R), 르네(Rene^R)(예를 들어, Rene^R80, Rene^R95, Rene^R142 및 Rene^RN5 합금) 및 유디메트(Udimet^R)로 표시되

고 있으며 직접적으로 응고된 단결정 초합금도 포함한다. 예시되는 코발트계 초합금은 30 중량% 이상의 코발트 및 니켈, 크롬, 알루미늄, 텅스텐, 몰리브덴, 티탄 및 철분으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 구성요소를 포함한다. 코발트계 초합금의 예들은 상품명 헤인즈(Haynes^R), 노즈알로이(Nozzaloy^R), 스텔라이트(Stellite^R) 및 울티메트(Ulmet^R)들로 표시되고 있다.

본원에서 사용된 "알루미늄화(aluminide)" 또는 "알루미늄화-함유(aluminide-containing)"는 금속 합금(특히 초합금) 피복에 전형적으로 사용되거나, 또는 피복공정 동안 또는 후에 형성되는 다양한 알루미늄-함유 물질들을 포함하는 것을 의미한다. 비제한적인 예에는 알루미늄, 백금 알루미늄화물, 니켈 알루미늄화물, 백금-니켈 알루미늄화물, 내화성-도프처리 알루미늄화물, 또는 하나 이상의 상기 화합물을 함유하는 합금들을 포함한다.

본 발명의 양태의 개발은 내부 표면의 피복을 목적으로 되어 왔으나, 본원에 개시된 기술에 따르면 내부 표면 및 외부 표면 모두를 피복할 수 있다. 기재의 "내부 표면"이라는 용어는 일반적으로 기재의 외부로 노출되지 않고 기재의 외부로부터 접근하거나 조작하기 어려운 표면 또는 표면 부위를 일컫는다. 내부 표면은 구멍 및 통로를 포함하나, 본 발명의 양태에 따라 처리된 전형적인 내부 표면은 각각 입구(inlet) 및 출구(outlet)를 가진 통로, 즉 기다란 개구들이다. 용어 "입구" 및 "출구"는 통로의 제1 및 제2 반대의 개구를 의미한다. 이 용어는 기재를 혼입하는 구성품의 실제사용 시에 특정한 목적 및 임의의 의도된 통로를 통한 가스흐름에 따라 임의적으로 반대의 개구에 적용할 수 있다는 점에서 상대적이다. 이 기재는 터빈 엔진의 버킷, 블레이드 및 노즐을 비롯한 에어 포일과 같이 복수의 내부 통로를 가질 수 있다.

이 통로는 전형적으로 높은 에스펙트 비(aspect ratio), 일반적으로는 5 이상 및 전형적으로는 10 이상을 갖는다. 본 발명의 특별한 양태에서, 이 에스펙트비는 약 20 이상, 예컨대 약 40 이상이다. 이 에스펙트비는 통로의 길이를 통로 최소단면적으로 나눈 비로 정의된다. 이 통로는 직선 또는 구불구불한 통로와 같은 복잡한 곡선 형태를 포함하는 곡선 형태를 가질 수 있다. 이러한 경우, 통로의 길이는 양끝(즉, 입구 및 출구) 간의 직선 거리가 아닌 통로의 실제 궤도 길이로 정의된다.

"최소 단면적"은 단면에서 통로의 가장 작은 크기를 의미한다. 환상 통로의 경우, 최소단면적은 통로 전체 길이를 따라 가장 작은 단면적을 갖는 단면에서 얻어지는 통로의 직경이다. 본 발명의 양태에 따라, 이 내부 통로는 일반적으로는 환상, 즉, 단면이 원형이고 직경의 최소치가 약 10 mils 내지 약 400 mils의 범위를 갖는다. 나아가, 전형적인 내부 통로는 약 3 인치 내지 약 30 인치, 예컨대 약 6 인치 내지 약 20 인치의 범위 내의 길이이다.

본 발명의 양태에 따라, 기재의 내부 통로상에 피복체를 형성시키는 방법은 내부 통로를 따라 발포체 현탁액을 피복시킴이 요구된다. 이 발포체 현탁액은 발포체 담체에 현탁된 분체를 함유한다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "발포체 담체" 및 "발포체"는 거품의 응집을 형성하는 액체를 의미한다. 이 거품은 대기 또는 이산화탄소와 같은 가스를 함유한다. 이 발포체는 유기 수지와 같은 액체를 교반하거나 휘저어서 액체를 저밀도를 갖는 발포체로 거품화하여 형성될 수 있으며; 이 발포체의 실제 부피는 거품화 전의 기저 액체 부피의 1.5 배 내지 10 배일 수 있다. 다르게는, 이 발포체는 통상적으로 사용되는 폴리우레탄 발포체 봉합제와 같은, 사용될 때까지 압력 하에 유지되는 제품일 수 있다. 이 발포체 담체는 후속의 열처리 단계 동안에 실질적으로 완전연소(휘발화)되는 것으로 선택되어 진다. 이 발포체 담체는 또한 물리적으로 안정한, 즉, 작업 시간 도중에 최초 가스 부피를 유지하거나 보다 바람직하게는, 기재의 내부 표면에 적용후 부피가 증가되어야 한다 (즉, 대기 하에서 자가-팽창). 이러한 안정성은 피복공정 중에 기재에 분말을 균일하게 분배시키게 한다. 폴리우레탄 발포체가 이러한 조건을 만족시키고 폴리우레탄 액체 내에 이산화탄소 기체를 포획함으로써 부피를 증가시킨다.

하나의 양태에서, 발포체 전구물질의 현탁액을 주입하거나 다르게는 내부 통로에 피복시키고, 발포체로 전구물질을 팽창시켜 표면을 일정하게 피복시킨다.

전형적으로, 전구물질은 예컨대 전구물질의 반응에 의해 자가-팽창되어 포획된 가스 거품을 형성한다. 예를 들어, 하나의 양태에서, 이 전구물질들은 수증기와 반응한다. 이 분말은 전형적으로는 금속성이며, 경우에 따라 세라믹과 같은 비금속 분말이 사용될 수 있다. 본 발명의 특별한 양태에 따라, 이 금속 분체는 터빈 엔진 구성부품에 알루미늄화 피복물을 형성시키는 데 사용되는 알루미늄계이다. 이 알루미늄 분체는 전형적으로는 약 1 내지 약 75 미크론, 예컨대 약 1 내지 20 미크론의 범위내의 평균 입자 크기 d_{50} 를 갖는다. 하나의 특별한 예로서, 이 분체는 그 평균 입자 크기가 약 7미크론이다. 이 발포체 현탁액은 발포체 현탁액의 원하는 유동학적 특성, 피복 두께 등에 따라 알루미늄 분체의 비율을 변화시켜 충전시킬 수 있다. 하나의 양태에서, 이 알루미늄 분체는 발포체 담체와 혼합시에 원치 않는 응집을 방지하기 위하여 발포체와 혼합하기 전에 슬러리 현탁액 상태로 있다. 하나의 양태에 따라, 이 슬러리는 수성 용액상에서 약 30.0 내지 약 45.0 중량%의 알루미늄 분체를 함유한다. 이 슬러리는 나아가 규소와 같은 부가적인 분체를 약 2.0 내지 약 8.0 중량%의 범위로 함유할 수 있다. 하나의 특별한 형태에서, 이 수성 용액은 크롬산과 인산을 함유한다. 보다 특별히, 이 슬러리는 약 1.0 내지 약 6.0 중량%의 크롬산, 및 약 15.0 내지 약 25.0 중량%의 인산을 함유한다. 하나의 대체되는 양태에서, 이 슬러리는 금속분체들

이 수성 기저 액체 매질에 현탁되는 것이 아닌 유기성 액체 매질을 함유하는 비-수성이다. 유기 액체 매질의 예로는 톨루엔, 아세톤, 다양한 크실렌, 알칸, 알켄 및 이들의 유도체를 포함한다. 보다 전형적으로는, 이 알루미늄 분체는 발포체와 직접 혼합된다. 이 알루미늄 분체는 일반적으로 발포체 10 중량부에 대하여 약 1 내지 20 중량부의 범위 내에서 발포체에 충전된다.

이 발포체는 다양한 기술에 의해 내부 표면에 피복될 수 있다. 주사기 형태 누수방지 충을 사용하는 것과 같은 수동 기술이 내부 통로를 채우기 위하여 압력 하에 발포체 현탁액을 분배시키는데 사용될 수 있다. 전형적으로, 발포체 담체는 발포체 현탁액을 형성하기 위해서 금속 분체들과 혼합되고 이 현탁액은 분배 장치에 투입된다. 다르게는, 이 발포체 담체 및 금속 분체는 미리 혼합되어 가압된 용기에서 유지된다. 이러한 경우 대기 중에 마개를 열면, 이 발포체는 팽창되고 흘러 거기에 현탁된 금속 분체를 운반한다. 피복 효율은 온도 및/또는 시간의 함수로서 부피(보다 많은 가스 부피)를 증가시키는 발포체 담체를 사용함으로써 향상될 수 있다. 분배 후에, 예컨대 압축된 가스원으로부터 통로를 통해 가스흐름이 전형적으로 일어나 발포체를 통로에 주입시킨다. 다른 경우에서, 발포체 현탁액의 자가-팽창 특성과 함께, 발포체 현탁액의 배출로 인한 압력은 통로에서 일정한 피복을 형성하기에 충분하다.

통로를 피복하기 위한 특히 상세한 기술은 통로의 최소 및 최대 단면적, 통로의 길이, 금속-계 피복의 원하는 두께, 발포체 현탁액의 표면 장력, 점도 및 다른 유동학적인 특성을 비롯하여 몇가지 매개변수에 기초하여 선택된다.

피복 후에, 발포체 현탁액은 현탁액의 액체 매질을 증발시키고 금속-함유 피복을 형성하기 위하여 건조 및 경화된다. 비록 몇 분의 건조시간을 줄이기 위하여 상승된 온도를 사용할 수도 있으나 실온에서 건조될 수 있다. 폴리우레탄과 같은 유기 수지 발포체 담체의 경우에서, 이 발포체 현탁액은 추가의 처리 전에 경화된다. 건조 또는 경화는 초기의 완전한 온도 개시 또는 건조에 적합한 유지 온도 중 어느 하나를 사용하여 소결 또는 굽는 공정의 일부로서 수행될 수 있다.

피복의 두께는 예컨대 발포체 10 중량부에 대하여 약 1 내지 20 중량 부 내에서 발포체 담체 내에 알루미늄 분체 농도를 적절히 조절함으로써 조절되거나 변화시킬 수 있다. 다르게는, 몇 가지 발포체 주입이 증착 물질의 두께를 증가시키기 위하여 수행될 수 있다. 일반적으로, 주입된 발포체는 발포체의 다음 주입을 수용하기 위해서 주입들 사이에 가스배출을 허용한다. 하나의 양태에서, 각각의 주입 후에, 발포체의 가스배출이 허용되고 열처리가 뒤따른다. 이러한 공정에 의하여, 일련의 단계들의 개개의 적용(주입, 가스배출 및 열처리)은 원래 피복의 근사값만큼 피복 두께를 증가시키는데 효과적이다. 예를 들면, 이러한 3가지 단계들은 최초 두께의 약 3 배의 피복을 제공한다. 이러한 단계의 반복은 터빈 엔진 구성부품을 위한 알루미늄화 피복을 형성하는 경우와 같이 특정한 적용에 유리하다. 이러한 경우, 전형적으로 평균 두께는 약 0.5 mils 이상, 예컨대 약 0.5 mils 내지 약 10 mils이다.

건조 또는 경화 후에, 이 기체는 피복을 소결 또는 굽기 위한 열처리가 수행되어 피복을 밀집화하게 된다. 바람직하게는, 이러한 열처리 단계에 의해 두께면에서 실질적인 변화와 내부 표면의 봉쇄없이 적용되는 표면 전체가 실질적으로 피복되거나 또는 고착되는 일정한 피복을 형성한다. 예를 들어, 하나의 양태에서, 일정한 피복은 약 0.4 mils 내지 약 5.0 mils와 같은 범위 내에서 변화되는 두께를 갖는 것이다. 이 일정한 피복은 전형적으로 금속 구성부품이 중량면으로 피복체에서 가장 큰 비중을 갖는 단일 구성요소이거나 몇가지 금속 구성요소들의 합이 피복체에서 가장 큰 중량비를 형성하는 금속-계이다. 금속 구성요소들은 금속 원소 및 합금들을 포함한다. 알루미늄-계 피복은 터빈 엔진 구성부품에서 확산 피복을 형성하는데 바람직하다.

수지 발포체 담체의 경우, 이 수지는 전소되거나 휘발된다. 열처리 온도는 대개 처리 기재의 의도된 환경뿐 만 아니라 특정한 피복 물질에 좌우된다. 폴리우레탄과 같은 유기 수지의 경우, 약 300 내지 약 600°C의 범위의 온도가 사용될 수 있다.

피복체를 굽기 위한 열처리의 일부로서 또는 열처리 단계 후, 이 피복은 확산 피복, 보다 구체적으로는 "고온" 알루미늄화물 확산 피복을 형성하기 위한 확산 처리를 거칠 수도 있을 것이다. 전형적인 확산 온도는 일반적으로 1600°F(870°C) 이상, 예컨대 약 1800°F(982°C) 내지 약 2100°F(1149°C)의 범위이다. 이러한 확산 피복은 터빈 구성부품에 대해서 고온 산화 및 부식에 대한 저항성을 부여한다. 상승된 온도는 알루미늄을 하부의 기재 속으로 용융 후 확산시켜 다양한 내장 금속재를 형성한다. 니켈계 초합금 기재의 경우, 니켈-알루미늄화 피복을 형성하기 위해 알루미늄은 확산되고 니켈과 결합한다. 어떠한 양태에서, 백금과 같은 귀금속이 본원에서 개시된 알루미늄계 슬러리의 적용이전에 기재에 먼저 증착된다. 이러한 경우, 알루미늄은 니켈 알루미늄화물 내장 금속, 백금 니켈 알루미늄화물 내장 금속뿐만 아니라, 백금 알루미늄화물 내장 금속을 형성하기 위해서 확산된다.

하기의 실시예들이 기술되나, 이에 의해 청구된 본원 발명의 범위가 제한되는 것은 아니다. 하기 실시예 튜브 및 고착물의 사용은 에어포일을 비롯한 터빈 엔진 구성부품과 같은 기재에서 전형적으로 발견되는 내부 통로를 전형화한다.

실시예 1

알루미늄-계 슬러리를 발포체 현탁액을 형성하기 위해 10:10 중량비로 수작업으로 폴리우레탄 발포체와 혼합시켰다. 이 알루미늄 슬러리는 씨에프아이 주식회사(CFI, Inc.)의 지정 등록 상표 알실 625(Alseal^R 625)를 사용한다. 폴리우레탄 발포체는 일반적으로 가정용 절연재로서 에어로졸 캔형태로 판매되는 그레이트 스템프(Great Stuff^R)와 같은 물질이 시판중이다. 이 슬러리는 공칭 조성비인 37.7 중량%의 알루미늄, 4.2 중량%의 규소, 58.1 중량%의 크롬산/인산 용액을 갖는다. 그리고 이 발포체 현탁액을 도 1에 나타난 바와 같이 125 mils의 공칭 직경 및 6 인치의 길이를 갖는 구불구불한 구멍 (20)을 함유하는 알루미늄 고착물 (10)에 주입하였다. 이 발포체 현탁액을 다시 105 mils 공칭 직경 및 6 인치의 길이를 갖는 스테인레스 강철 튜브에 주입하였다. 에어 포일의 통로에서와 같이, 터빈 엔진 구성 부품에서의 피복 거동을 모형화하기 위해 구불구불한 구멍 및 튜브를 사용하였다. 주입은 누수방지용 충을 현탁액으로 충전하고 충의 방아쇠를 압축하여 구멍으로 발포체 현탁액이 배출하게 함으로써 수행되었다. 혼합 후 발포체 현탁액의 자유-침강 시료의 관찰로부터 실온에서 4 내지 6 시간 동안 50 부피%의 팽창을 했음을 볼 수 있었다.

그리고 폴리우레탄 발포체를 경화시키기 위하여 1시간 동안 실온에서 정치시킨 후, 500 °C에서 가열하여 폴리우레탄을 휘발 및 하소시킨다. 결과의 피복은 공칭 두께가 약 1 내지 1.5 mils이다. 실제 터빈 엔진 구성부품의 피복 공정은 고온 알루미늄 확산 처리법과 같은 단계를 거칠 것이다.

실시예 2

몇 가지 알루미늄 발포체 현탁액을 알루미늄 분체(15 마이크론 평균 입자크기):폴리우레탄 발포체의 중량비가 10:10, 15:10, 및 20:10이 되도록 손으로 혼합하였다. 10:10 현탁액은 2시간 동안 실온에서 그 최초, 혼합된 부피의 100 부피%로 팽창됨이 관찰되었다. 15:10 현탁액은 2시간 동안 실온에서 30 내지 35 부피%로 팽창되었다. 20:10 현탁액은 어떤 뚜렷한 팽창을 나타내지 않았다.

15:10 발포체 현탁액을 30psi의 압력으로 공기주입으로 스테인레스 강철 및 인코넬(Inconel) 튜브에 주입시켰다. 이 발포체는 1시간동안 실온에서 경화되었다. 이 개개 형태의 튜브를 300°C, 400°C, 및 500°C에서 구웠다. 개개의 열처리동안, 발포체 담체는 그 공칭 두께가 1 내지 1.5 mils인 알루미늄계 피복을 만들면서 튜브 밖으로 팽창되어 나와 휘발되었다.

실시예 3

실시예 2의 15:10 발포체 현탁액을 실시예 1의 구불구불한 구멍에 주입시켰다. 이 혼합물은 2시간 동안 이 구불구불한 표면 전체를 따라 일정하게 팽창되었다.

하기의 실시예들은 피복시에 활성화제를 사용하는 것만 제외하고는 상기의 실시예 1 내지 3과 유사하다. 활성화제는 발포체 현탁액의 금속원소(일반적으로 알루미늄)와 복합되고 피복 균일성을 향상시키는 기능을 갖는 물질종류를 함유한다. 금속원소를 함유하는 복합체는 고온 확산 처리법 동안 휘발하고 상대적으로 저농도의 금속원소를 갖는 피복 지역을 따라 증착되는 것으로 보여진다. 이 활성화제들은 일반적으로 금속원소와 복합체를 생성하는 불소, 염소, 요오드, 브롬과 같은 할로젠화물들을 포함한다. 활성화제들의 특정한 예에는 AlF_3 , $AlCl_3$, NH_4F , NH_4I , NH_4Cl , NH_4Br 및 $NH_4F.HF$ 들을 포함한다. 이러한 활성화제들은 X가 할로젠 원소인 AlX_3 복합체를 형성한다. 이 활성화제들은 또한 처리될 표면을 따라 세척효과를 제공한다. 이 활성화제는 일반적으로 예컨대 발포체 현탁액으로의 고온 확산 처리 단계 또는 발포체 담체의 구워서 증발시키는 단계 후의 단계에서 첨가된다.

실시예 4

0.300" ID x 0.050"의 벽을 갖는 르네(Rene) N5 튜브를 약 2" 정도의 길이로 자르고 5분 동안 이소프로필 알콜로 초음파 처리하여 탈지하고 대기하에 건조시켰다. 이 단편을 약 100°C의 온도로 가열판에서 예열처리하였다. 400 메쉬 입자 크기의 15g의 알루미늄 분체를 실시예 1의 폴리우레탄계 발포체 10g과 혼합시켰다. 이 혼합물을 주사기 및 팁을 이용하여 40psi의 압력으로 튜브의 내부에 주입하였다. 30분 동안 경화시킨 후, 알루미늄 분체/발포체 혼합물이 팽창하고 튜브를 채우는 동안에 이 단편들을 대기 중에 2시간 동안 550°C에서 구어 튜브의 내부 표면에 알루미늄 피복을 형성시켰다. 그리고 화학 활성화제를 튜브에 주입시켰다. NH_4Cl 75g 용액을 50°C에서 증류수 250cc에 용해시켜서 튜브에 주입하였다. 과잉의 용액을 흘려버리고 튜브를 120°C에서 건조시켜 튜브의 내부 표면에 NH_4Cl 막을 형성시켰다. 그리고, 이 단편을 2시간

동안 2050°F에서 아르곤 중에서 열처리하여 확산 피복을 형성하였다. 열처리 동안에, 튜브의 끝을 활성화재의 손실을 최소화하기 위하여 흑연 포일로 덮었다. 현미경 사진 분석에서 활성화재가 피복 두께를 균일하게 하도록 개량하는데 기여하는 것으로 나타났다.

실시예 5

또 다른 르네(Rene) N5 튜브를 앞에서와 같이 탈지하고 대기하에 건조시킨 후 예열처리하고, 하기와 같은 방법으로 활성화재를 함유한 알루미늄 분체 및 발포체 혼합물을 주입하였다. 400 메쉬 크기의 15g의 알루미늄 분체를 실시예 4에서와 같이 발포체 10g과 혼합시켰다. 이 혼합물에 1.5g의 AlF_3 분체를 화학 활성화재로서 첨가하였다. 이 혼합물을 튜브에 주입하고 경화시킨 후 대기 중에서 2시간 동안 550°C에서 구웠다. 이 단편을 2시간 동안 2050°F에서 아르곤 중에서 열처리하여 확산 피복을 형성하였다. 튜브 내측에 AlF_3 가 함유되는 것을 돕기 위하여 튜브의 끝을 열처리하는 동안 흑연 포일로 덮었다. 현미경 사진 분석에서 활성화재가 피복 두께를 균일하게 하도록 개량하는데 기여하는 것으로 나타났다.

실시예 6

터빈 블레이드를 5분 동안 이소프로필 알콜로 탈지하고 대기하에 건조시킨 후, 가열 램프의 도움 하에 고온 판에서 약 100°C로 예열 하였다. 400 메쉬 크기의 15g의 알루미늄 분체를 10g의 발포체 및 1.5g의 AlF_3 활성화재와 완전히 혼합시켰다. 이 혼합물을 40 psi에서 블레이드의 3개의 내부 통로로 주입하였다. 와룡형의 구불구불한 구멍을 갖는 이 블레이드의 모든 통로의 완전한 피복을 위하여, 여러번 주입하는데, 각각은 10초 동안 유지되며: 이중 2번은 하단부의 통로(TE)를 위한 것이며, 2번은 중심통과용이고 3번은 상단부 통로(LE)를 위한 것이다. 30분간의 경화 후에, 이 블레이드를 2시간 동안 550°C의 오븐에서 구웠다. 외부 표면이 세척된 후에, 이 블레이드를 2시간 동안 2050 °F에서 아르곤 중에서 열처리하여 확산 피복을 형성하였다. 현미경 사진 분석에서 활성화재가 피복 두께를 균일하게 하도록 개량하는데 기여하는 것으로 나타났다.

실시예 7

또 다른 터빈 블레이드를 앞에서와 같이 탈지하고 약 80°C로 예열시켰다. 400 메쉬 크기의 5g의 알루미늄 분체를 10g의 발포체와 완전히 혼합시켜 알루미늄 분체 및 발포체 혼합물을 제조하였다. 이 혼합물은 이전의 실시예의 15g 알루미늄/10g 발포체 혼합물보다 신속하게 흐르고 팽창한다. 모든 냉각 구멍들을 통하여 들어오는 이 혼합물에 의하여 입증되는 바와 같이 30-40 psi의 압력에 통로 각각의 한 번의 적용으로 내부의 모든 범위까지 적용된다. 30분 동안의 경화 후에, 이 블레이드를 2시간 동안 550°C에서 굽고 실시예 4에서와 같이 필수적으로 NH_4Cl 활성화재를 주입하였다. 이 블레이드를 물 중의 30% NH_4Cl 용액에 몇 번에 걸쳐 상하로 담그어 완전히 적셔지게 하였다. 과잉의 용액을 흘려버린 후 블레이드를 120°C에서 약 10분 동안 건조시켰다. 냉각 구멍 주위에서 과잉의 NH_4Cl 을 닦아낸 후, 그 블레이드를 2시간 동안 2050 °F에서 아르곤 중에서 확산 열처리하였다. 도 1은 실시예 4의 대조용 블레이드보다 좀더 균일한 피복두께 및 적은 결함을 나타내는, 피복의 전형적인 보기이다.

기타 실시예들

325 메쉬 내지 4 μm 범위를 갖는 서로 다른 입자 크기의 알루미늄 분체를 블레이드 뿐만 아니라 튜브에서 시행하여 실시예 4 내지 7의 400 메쉬 분체와 매우 유사하게 작용하는 것으로 나타났다.

본 발명의 다양한 양태가 본원에서 개시되었다. 그러나, 이러한 개시는 청구된 본원 발명의 범위를 제한하는 것으로 간주해서는 안된다. 예를 들어, 전술한 개시가 내부 표면에서의 피복을 기술하였지만 외부 표면도 본원에 개시된 기술을 이용하여 피복될 수 있다. 이 경우, 기재는 일반적으로 피복될 기재의 외부 표면과 주형의 내부 표면 사이에 간격이 존재하도록 주형에 위치한다. 발포체 또는 발포체 전구물질 및 여기에 현탁된 금속성 분체의 주입은 본원에 개시된 대로 진행된다. 주형과 기재 사이의 간격은 발포체 또는 발포체 전구물질의 전달로서 제공된다. 본 청구범위의 범주로부터 이탈되지 않고 당업계의 숙련자에 의해 여전히 추가의 변화, 변형 및 대체가 가능할 수 있다.

발명의 효과

본 발명의 방법에 따라 기재의 표면을 피복함으로써 균일한 두께를 갖는 피복의 형성이 가능하다.

도면의 간단한 설명

도 1은 발포체 현탁액으로 피복하기 위하여 사용되는 구불구불한 형태의 구멍의 단면도이다.

도면

도면1

