

# (19) 대한민국특허청(KR)

## (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
C23C 10/18

(11) 공개번호 특2001-0050147  
(43) 공개일자 2001년06월 15일

(21) 출원번호	10-2000-0048486
(22) 출원일자	2000년08월22일
(30) 우선권주장	9/378,956 1999년08월23일 미국(US)
(71) 출원인	제너럴 일렉트릭 캄파니 제이 엘. 차스킨, 버나드 스나이더, 아더옴. 킹 미합중국 뉴욕, 셰넥테디, 원 리버 로우드
(72) 발명자	산제타디 미국오하이오주45249신시내티빌리지브룩코트11466 파르하워드존 미국오하이오주45242-5745신시내티크라우저레인10167
(74) 대리인	김창세

**심사청구 : 없음**

### (54) 기재 상에 피막을 제공하는 방법

#### 요약

본 발명은 기재(substrate) 상에 금속-함유 층을 형성하는 방법에 관한 것이다. 먼저 금속 슬러리를 기재 상에 침착시키고; 이어서 가열함으로써 슬러리로부터 휘발성 물질을 제거하고 또한 금속 층을 형성한다. 다른 실시태양에서는, 금속을 일정 정도까지 열처리하기 전이나 후에 알루미늄 슬러리를 금속 슬러리 위에 침착시킨다. 확산 열처리에 의해 귀금속 알루미늄아이드 화합물을 포함하는 피막을 수득한다. 또한 관련 문헌도 개시되어 있다.

#### 명세서

#### 발명의 상세한 설명

##### 발명의 목적

##### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 일반적으로 기재용 피막에 관한 것이다. 좀더 구체적으로는, 본 발명은 고온에서 사용되는 기재 상에 보호 피막을 제공하는 방법에 관한 것이다.

고-성능 합금은 고온의 환경에 노출되는 다양한 구성요소에 사용되기 위해 종종 선택되는 물질이다. 일례로서, 터빈 블레이드 및 터빈 엔진의 다른 부품은 약 1000 내지 1150°C 이상의 온도에서 그의 완전성(integrity)을 유지할 필요가 있기 때문에, 종종 니켈계 초합금으로 제조된다. 많은 경우, 합금은 합금 자체보다 고온에서 더 큰 내부식성 및 내산화성을 제공하는 보호 피막으로 덮여야 한다.

터빈 엔진 블레이드용 보호 피복재의 공통적인 예는 백금 알루미늄아이드와 같은 금속-알루미늄아이드이다. 이러한 형태의 물질은 보통 몇 단계로 침착된다. 예를 들면, P-염 또는 Q-염 전기도금 용액을 사용하여 백금을 블레이드 상에 전기도금시킨다. 두 번째 단계로, 백금 층을 알루미늄 증기로 확산 처리하여 백금 알루미늄아이드를 제조한다.

그러한 보호 피막이 마모되거나 손상되어질 때에는 주의 깊게 수선되어야 하는데, 이는 그 아래에 놓인 기재가 너무 높은 온도에 직접 노출되면 결국은 구성요소가 망가져서 엔진의 다양한 부품에 악영향을 미치기 때문이다. 종종 구성요소의 사용기간 동안 피막을 여러번 수선해야 하는 경우도 있다. 보호 피막의 "정밀점검"은 보통 피막의 완전한 제거 및 새로운 피복재의 후속 도포를 포함한다.

많은 경우, 보호 피막의 특정한 부분(즉, "국부")은 수선을 요하는 반면, 피막의 나머지 부분은 손상되지 않은 상태를 유지한다. 일례로서, 특히 구성요소가 오랜 시간 산화 대기에 노출되는 때, 백금-알루미늄아이드 보호 피막의 일부에서 알루미늄이 고갈될 수도 있다. 초합금 기재의 경우, 바람직한 환경하에서 보호 피막은 높은 사용 온도에서의 열에 의한 산화에 대해 보호하는 역할을 하므로, 인접한 보호 피막으로부터 알루미늄이 손실되면 초합금의 완전성에 해를 끼칠 수 있다.

선택적인 국부 수선에 백금-알루미늄아이드 피막을 완전히 제거하는 전통적인 방법을 이용하는 것은 종종 비효율적이다. 그러한 방법은 다단계의 전기도금 및 후속 팩 알루미늄아이드(pack aluminiding)와 같은 알루미늄아이드 공정을 요한다. 전통적인 수선 방법은 노동-집약적이고 시간-소모적일 뿐 아니라, 때때로 구성요소에 해를 끼칠 수 있다. 예를 들어, 보호층의 반복된 스트리핑(striping) 및 재-피복은 기재에 손상을 입히고, 그의 두께를 "감식(eating)하여" 구성요소의 임계 치수를 변하게 할 수도 있다.

## 발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서, 기재에 금속-알루미나이드 피막을 제공하는 새로운 기술이 당해 기술분야에서 환영받을 것이다. 그러한 기술은 효율적이고 노동-집약적이지 않아야 한다. 또한 그러한 기술은 단지 수선을 요하는 부분과 같은 기재의 선택된 일부를 피복하는데 유용해야 한다. 더욱이 새로운 기술은 기재 표면의 완전성을 보존해야 한다.

## 발명의 구성 및 작용

한 실시태양에서, 본 발명은

(a) 기재 상에 금속 슬러리를 침착시키는 단계; 및

(b) 슬러리로부터 실질적으로 모든 휘발성 물질을 제거하기에 충분한 온도 및 시간 조건 하에 금속 슬러리를 가열하여, 금속을 포함하는 층을 형성하는 단계를 포함하는, 기재 상에 금속-함유 층을 형성하는 방법에 관한 것이다.

금속 슬러리를 분무와 같은 다양한 기술에 의해 기재 상에 침착시킨다. 본 발명의 목적을 위해, 금속 슬러리 층을 알루미늄 금속 또는 알루미늄 슬러리 층으로부터 분리시킨다. 각각의 피복 사이에 열처리를 하면서 여러 번 피복하여 휘발성 성분을 제거할 수 있다. 그런 다음 금속 층을 통상적으로 확산 열처리한다. 이 방법에 사용되는 전형적인 금속은 백금이다. 기재는 종종 터빈 엔진에 사용되는 니켈계 초합금과 같은 초합금이다.

다른 실시태양에서는, 금속을 일정 정도까지 열처리하기 전 또는 후에 금속 슬러리 상에 알루미늄 슬러리를 침착시킨다. 알루미늄의 침착 후에 확산 열 처리를 행하여 금속-알루미나이드 화합물을 포함하는 피막을 얻는다. 또한 피막은 알루미나이드, 금속 및 기재 중의 하나 이상의 금속 성분에 기초한 화합물을 포함할 수 있다.

또 다른 실시태양에서는, 금속 슬러리의 침착 후에 휘발 성분을 제거하기 위한 열처리를 하고, 그런 다음 확산 열처리를 한다. 그런 다음 알루미늄 증기의 확산 열처리에 의해 알루미늄을 침착시킨다.

또한 본 발명은

(i) 기재 위의 선택된 영역으로부터 손상되거나 마모된 피막을 제거하는 단계; 및 (ii) (I) (i) 단계에서 제거된 피막 대신, 선택된 영역 상에 알루미늄 및 금속 슬러리를 침착시키고, (II) 침착된 알루미늄 및 슬러리로부터 휘발성 물질을 실질적으로 모두 제거하기에 충분한 온도 및 시간 조건 하에 알루미늄 및 슬러리를 가열하여, 선택된 영역에 금속-알루미나이드 층을 형성함으로써, 선택된 영역 위에 추가의 피복재를 도포하는 단계를 포함하는, 기재에 피복된 손상되거나 마모된 금속-알루미나이드 피막을 수선하는 방법에 관한 것이다.

알루미늄은 보통 금속(예컨대, 백금) 슬러리의 침착 후에 선택된 영역 상에 침착된 알루미늄 슬러리의 형태로 사용된다. 이 방법은 예컨대 다른 수선 기술에 의해서는 쉽게 수선될 수 없는 백금-알루미나이드 피막을 신속하고 효율적으로 수선하는 편리한 기술이다.

또한, 본 발명의 다양한 특징에 관한 추가의 세부사항과 함께, 제조에 관련 된 문헌도 하기에 기술되어 있다.

세라믹, 복합체, 금속 또는 금속 합금을 포함하지만 이에 한정되지 않는 다양한 소재가 본 발명의 기재로서 사용될 수 있다. 본원에 개시된 기재에 관련된 "금속계"라는 용어는 주로 금속 또는 금속 합금으로 이루어지지만, 세라믹, 금속간 상, 또는 중간 상과 같은 몇몇 비금속 성분도 포함할 수 있는 기재를 지칭하는 것이다. 한 실시태양에서, 기재는 내열성 합금, 예컨대 전형적으로 약 1000 내지 1150°C 이하의 작동 온도를 갖는 초합금이다. 초합금은 둘다 본원에서 참고로 인용하는 미국 특허 제 5,399,313호 및 제 4,116,723호와 같은 다양한 참고문헌에 기술되어 있다. 또한 고온 합금은 문헌[커크-오드머의 화학 기술 대백과사전(Kirk-Othmer's Encyclopedia of Chemical Technology), 3rd Edition, Vol. 12, pp. 417-479 (1980), 및 Vol. 15, pp. 787-800 (1981)]에 일반적으로 기술되어 있다. 예시적인 니켈계 초합금은 Inconel, Nimonic, (Rene 80 합금, Rene 95 합금과 같은) Rene 및 Udimet라는 등록상표명으로 지칭된다. 기재의 형태는 광범위하게 변할 수 있으나, 종종 터빈 블레이드, 버킷, 노즐 가이드, 노즐, 베인, 에어호일 또는 연소기 라이너와 같은 제트 엔진 부품의 형태이다. 다른 예로서, 기재는 디젤 엔진의 피스톤 머리부 또는 보호 피막을 요하는 임의의 다른 표면일 수 있다. 일부 경우, 기재의 두께는 예를 들어 약 0.25cm 미만으로 매우 얇을 수 있다.

본 발명의 금속의 선택은 피복될 구성요소의 형태 및 그 구성요소가 사용될 환경과 같은 다양한 인자에 좌우된다. 특정 금속의 판매가격도 상당히 중요할 수 있다. 보통, 금속은 금, 백금 및 팔라듐으로 구성되는 그룹으로부터 선택된다. 피막이 블레이드와 같은 다양한 터빈 엔진 구성요소 상에 제공된다면, 백금이 종종 바람직하다. 금속은 입자 및 플레이크와 같은 다양한 형태로 사용될 수 있고, 입자가 가장 자주 사용된다. 입자의 크기는 특정 금속 뿐 아니라 슬러리가 기재에 도포되는 방식에 의해서도 부분적으로 좌우될 것이다. 입자는 보통 약 25 마이크론 미만, 매우 종종 약 10 마이크론 미만의 평균직경을 갖는다.

한 실시태양에 따라, 귀금속을 포함하는 금속 슬러리를 기재 상에 우선 침착시킨다. 본원에 사용된 "슬러리"라는 용어는 일반적으로 액체 중의 고체 입자 현탁액을 포함하는 의미이다. 슬러리는 금속 자체뿐 아니라, 종종 액체 캐리어를 함유한다. 캐리어의 선택은, 금속 및 다른 선택적인 첨가제의 캐리어에 대한 용해도; 후속 공정 동안 요구되는 증발률; 슬러리 피복재를 기재에 부착시키는데 있어서의 캐리어의 영향; 기재를 습윤시켜 슬러리 조성물의 레올로지를 개선시키는 캐리어의 능력; 및 취급 조건; 단가; 용이 입수성; 및 환경적/안전 관련사항과 같은 다양한 인자에 좌우될 것이다. 당해 기술분야의 보통의 속

련가들은 상기 인자들을 고려함으로써 가장 적당한 캐리어를 선택할 수 있다. 캐리어의 비제한적인 예는 물; 에탄올 및 이소프로판올과 같은 알코올; 테르펜 및 테르피네올과 같은 테르펜-유도체; 염화 메틸렌 및 테트라클로로메탄과 같은 할로겐화 탄화수소 용매; 및 임의의 이러한 물질의 상용성 혼합물을 포함한다. 현탁액 내에 금속 입자를 쉽게 유지하는 능력의 관점에서, 테르펜 유도체 및 비교적 높은 밀도를 갖는 다른 용매가 종종 바람직하다. 더 낮은 밀도의 용매는 종종 증점제 또는 침전 방지제와 함께 사용된다.

사용되는 액체 캐리어의 양은 보통 슬러리의 고체 성분을 현탁액 내에 유지하는데 충분한 최소량이다. 기재에 조성물을 도포하는데 사용되는 기술에 따라서, 이보다 더 많은 양을 사용하여 슬러리 조성물의 정도를 조절할 수 있다. 일반적으로, 액체 캐리어는 전체 슬러리 조성물의 약 30부피% 내지 약 70부피%를 구성할 것이다. 피복재를 도포하기에 앞서 슬러리 정도를 조절하는데에 액체 캐리어를 추가적으로 사용할 수 있다.

또한 금속 슬러리는 하나 이상의 결합제 및 다른 첨가제를 함유할 수 있다. 비제한적인 예는 폴리(비닐부티랄), 폴리에틸렌 옥사이드 및 다양한 아크릴, 포스페이트 및 크로메이트 뿐 아니라 기타 수계 또는 용매계 유기 물질을 포함한다. 결합제의 양은 상당한 정도로 변할 수 있으나, 보통 전체 슬러리 조성물의 약 0.1중량% 내지 약 10중량%이다.

슬러리 피복 조성물에 사용된 성분의 대부분은 화학 공정 및 세라믹 공정 분야에 공지되어 있다. 다수가 문헌[커크-오드머의 화학 기술 대백과사전, 4th Edition, Vol. 5, pp. 610-613]에 기술되어 있다. 그 예로는 증점제, (슬러리 내의 플록(floc)을 분해하는) 분산제, 엉김 방지제, 침전 방지제, 가소제, 연화제, 윤활제, 계면활성제 및 소포제가 있다. 일반적으로, 윤활제, 증점제 또는 연화제는 각각 전체 슬러리 조성물의 중량을 기준으로 약 0.01중량% 내지 약 10중량%, 좀더 바람직하게는 약 0.1중량% 내지 약 2.0중량%의 양으로 사용될 수 있다. 당해 기술분야의 숙련자들은 큰 노력 없이 임의의 다른 첨가제의 가장 효과적인 양을 결정할 수 있다.

백금 슬러리 중 다수는 시중에서 구입할 수 있다. 이들은 당해 기술분야에서 "백금 잉크"로 종종 지칭된다. 비제한적인 예는 A-4338, A-3788 및 A-6101XA를 포함하고, 이들은 모두 뉴저지주 이스트 니웁 소재의 엔겔하드 코퍼레이션(Engelhard Corporation)으로부터 구입할 수 있다. 테르펜에 현탁된 마이크론-크기의 백금 입자를 포함하는 다른 예는 백금 잉크 #6926이고, 이 또한 엔겔하드로부터 구입할 수 있다. 이러한 잉크 중 몇몇은 본원에서 참고로 인용하는 미국 특허 제 4,396,480호, 제 5,306,411호 및 제 5,569,633호에 기술되어 있다. 또한 적합한 백금 슬러리는 존슨 메티 인코포레이티드(Johnson Matthey, Inc.)로부터도 구입할 수 있다.

당해 기술분야에 공지된 다양한 기술에 의해 금속 슬러리를 보호 피막 표면에 도포할 수 있다. (예를 들어, 문헌[커크-오드머의 화학 기술 대백과사전, 4th Edition, Vol. 5, pp. 606-619] 뿐만 아니라 문헌[페인트, 니스 및 라커의 기술(The Technology of Paints, Varnishes and Lacquers), C. Martens 편찬, Reinhold Book Corporation, 1968]을 참조하시오.) 슬러리는 예를 들어 기재 표면 상에 슬립-주조(slip-cast), 브러쉬-페인팅, 침지, 분무, 유동-피복, 롤-피복 또는 스펀-피복될 수 있다.

(공기 분무 또는 무공기 분무와 같은) 분무는 종종 기재 상에 슬러리 피복재를 도포하는데 가장 쉬운 방법이다. 분무하기 위한 피복재의 정도는 예를 들어 사용되는 액체 캐리어의 양을 변화시킴으로써 흔히 조절될 수 있다. 분무 장비 및 이 기술의 매개변수는 당해 기술분야에 공지되어 있다(문헌[화학 공정 및 디자인 대백과사전(Encyclopedia of Chemical Processing and Design), Vol. 53, p. 45 이후]; 및 문헌[표면 피복재-페인트 및 그의 도포(Surface Coatings-Paints and their Applications), Vol. 2, Tafe Educational Books, 1984]를 참조하시오). 공기-분무 총의 일례는 약 35 내지 40 psi에서 작동하고 분무 총이 기재로부터 약 5 내지 12 인치(12 내지 30cm)(이격 거리)를 유지할 때 1 내지 2 인치(2.5 내지 5.1 cm) 분무-팬 패턴을 형성하는 패쉬(Paasche) 62 분무기이다. 광범위한 페인트 분무기를 사용할 수 있다. 보통, 분무 총의 (앞과 뒤와 같은) 여러 통로로 슬러리를 도포한다.

바람직한 실시태양에서, 기재에 도포한 후에 (알루미늄 성분을 선택적으로 침착시키기 전에) 금속 슬러리 총을 열-처리한다. 이러한 특별한 열 처리는 "증발 단계"로서 지칭될 수 있다. 가열 기술의 선택은 보통 중요하지 않다. 통상적인 오븐을 자주 사용한다. 슬러리 총을 가열하는데 적절한 시간/온도 스케줄은 피막의 목적하는 두께; 피복 조성물의 특별한 레올로지 특성; 슬러리 조성물 내의 휘발성 성분의 증발률; 및 휘발성 성분이 증발될 때의 피막의 수축률과 같은 다양한 인자에 좌우될 것이다. (슬러리 조성물 중의 성분의 휘발성은 시차열분석법(DTA) 및 열중량분석법(TGA)과 같은 다양한 기술에 의해 측정될 수 있다.)

때때로, 슬러리를 휘발성이 가장 적은 성분의 비등점과 대체로 동일한 온도까지 점차적으로 가열시킨다. 휘발성 성분이 실질적으로 모두 증발할 때까지 온도를 그 상태로 유지할 수 있다. 온도가 너무 빨리 상승되면, 휘발성 성분의 빠른 증발로 인해 기포가 형성될 수 있으며, 이는 피막 결함을 일으킬 수도 있다. 휘발성 성분을 제거할 때에는, 보통 공기중에서 가열을 행한다.

자주, 금속 슬러리는 상당한 범위의 비등점을 갖는 휘발성 성분을 포함한다. 이런 경우, 둘 이상의 가열 단계, 예컨대 저비등 성분과 대한 제 1 가열 단계 및 고비등 성분과 대한 제 2 가열 단계로 휘발성 성분을 증발시키는 것이 종종 바람직하다. 다수의 증발 단계를 사용하면 도포된 총의 미처리 강도를 강화시키는 것으로 보인다. 일반적 예로서, 우선 약 100 내지 약 200℃의 온도에서 약 5분 내지 약 120분 동안 슬러리를 가열하여 알코올과 같은 저비등 성분을 제거할 수 있다. 그런 다음 온도를 높여 약 300 내지 400℃의 온도에서 약 5분 내지 약 120분간 두 번째 가열을 하여, 많은 유기 결합제와 같은 고비등 성분을 (증발시키거나 태움으로써) 제거한다. 일반적으로, 더 긴 가열 시간은 더 낮은 온도를 어느 정도 상쇄시키고, 더 높은 온도는 더 짧은 시간을 어느 정도 상쇄시킨다. (최대 가열 온도는 기재를 상당히 산화시키는 온도보다 낮게 유지되어야 한다.) 당해 기술분야의 숙련가는 주어진 슬러리 시스템에 가장 적당한 시간 및 온도 조건을 결정할 수 있을 것이다.

몇몇 바람직한 실시태양에서는, 금속 슬러리 층을 2회 이상의 도포로 침착시킨다. 더 얇은 "초박층(sub-layer)"의 사용은 기재에의 층의 부착을 강화시키면서 휘발물질의 제거 후에 전체 층의 미처리 강도를 향상시키는 것으로 보인다. 도포의 횟수는 슬러리 조성물 및 전체 층의 목적하는 두께에 부분적으로 좌우될 것이다. (휘발 성분의 제거 후) 전체 금속 두께가 약 1 마이크로미터 내지 약 10 마이크로미터인 경우, 슬러리의 2회 도포가 종종 바람직하다. 바람직한 실시태양에서는, 슬러리의 매회 도포 후 휘발물-제거용 열 처리(또는 여러번의 열 처리)를 행한다. 그러나, 전체 피막이 매우 얇은 때와 같이 슬러리를 마지막으로 도포한 후에야 열처리하는 것이 때때로 바람직하다.

몇몇 실시태양에서는, 알루미늄을 선택적으로 도포하기에 앞서 금속 층(즉, 슬러리로부터 휘발물질을 제거함으로써 생성되는 피막)을 확산 열처리한다. 금속-함유 층의 확산 열 처리는 당해 기술분야에 공지되어 있다. 이러한 처리에 가장 적당한 시간 및 온도를 선택하는데 관련되는 주요 인자는 (1) 이금속 알루미늄산화물 및 상금속 알루미늄산화물과 같은 다양한 알루미늄 상을 형성하는데 요구되는 시간; 및 (2) 확산 층의 목적하는 두께이다. 보통, 약 30분 내지 약 8시간 동안 약 975°C 내지 약 1200°C의 온도에서 확산 열 처리를 수행한다. 몇몇 바람직한 실시태양에서는, 약 60분 내지 약 4시간 동안 약 975°C 내지 약 1000°C의 온도에서 확산 열처리를 수행한다. 아르곤 또는 질소와 같은 불활성 기체 대기, 또는 진공에서 확산 열처리를 수행할 수 있다. 때때로, 불활성 가스를 수소와 혼합한다.

상기한 바와 같이, 금속-피복된 기재 상에 알루미늄을 슬러리로서 선택적으로 침착시킬 수 있다. 알루미늄 슬러리는 당해 기술분야에 공지되어 있고 시중에서 구입할 수 있다. 이 물질은 종종 수용액 내의 약 30중량% 내지 약 50중량%의 알루미늄과 같은 알루미늄 금속 분말의 분산액이다. 알루미늄 분말은 보통 약 10 마이크로미터 미만의 평균 입자 크기를 갖는다. 다양한 다른 성분이 존재할 수 있다. 예를 들어, 크롬 염(예컨대, 디크로메이트), 인산염(예컨대, 알루미늄 포스페이트), 또는 폴리브덴산 염과 같은 하나 이상의 결합제를 사용할 수 있다. 또한 슬러리는 다양한 형태의 규소를 함유할 수 있다. 예를 들어, 알칼리 금속 실리케이트를 슬러리의 더 낮은 경화 온도에서 사용할 수 있다. 보다 낮은 온도에서 슬러리가 수불용성 형태로 경화하도록 하는 개질제도 포함할 수 있다. 예는 알카놀 아민을 포함한다. 본 발명에 적합한 알루미늄계 슬러리의 비제한적인 예는 코팅즈 포 인더스트리 인코포레이티드(Coatings for Industry, Inc.)의 등록상표 Alseal 625이다. 몇몇 다른 적합한 슬러리는 미국 특허 제 4,319,924호, 제 4,289,652호, 제 3,248,251호, 제 3,248,250호, 제 3,248,249호 및 벨기에 특허 제 825,180호에 기술되어 있으며, 이들 모두 본원에서 참고로 인용한다.

상기한 임의의 기술에 의해 금속-피복된 기재 위에 알루미늄 슬러리를 도포할 수 있다. 금속 슬러리의 경우에서와 같이, 분무가 종종 바람직한 기술이다. 효과적인 분무가 되도록 물과 같은 적합한 용매의 첨가에 의해 슬러리의 점도를 조절할 수 있다. 또한 다른 분무 매개변수도 당해 기술분야의 보통의 숙련가들에 의해 선택될 수 있다. 알루미늄 슬러리를 1회의 도포로 침착시킬 수 있으나, 종종 2회 이상 도포하여 초박층으로서 침착시킬 수 있다. 금속 슬러리의 경우에서와 같이, 도포 횟수는 슬러리의 조성 및 전체 층의 목적하는 두께에 부분적으로 좌우될 것이다. 바람직한 실시태양에서는, 약 2회 내지 약 4회 슬러리를 도포하여 침착시킨다.

더욱이, 보통 각 초박층의 피복 후에 알루미늄 슬러리를 열처리하여 결합제와 같은 다른 휘발성 성분을 실질적으로 모두 제거하면서 물과 같은 수성 성분을 일부 제거한다. 일반적으로 상기한 알루미늄 슬러리의 경우, 보통 약 60분 내지 약 120분 동안 약 70 내지 약 130°C의 온도에서 공기 중에서 열처리를 수행한다. 일반적으로, 더 긴 열처리 시간은 더 낮은 온도를 어느 정도 상쇄하고, 더 높은 온도는 더 짧은 시간을 어느 정도 상쇄한다. 몇몇 실시태양에서는, 초박층을 모두 피복한 후에야 열처리를 수행하거나, 초박층 중의 일부(모두는 아님)를 피복한 후에 열처리를 수행한다. 각각의 초박층이 매우 얇거나, 매우 짧은 가공 시간이 요구된다면, 열처리의 일부를 생략하는 것이 바람직할 수 있다. 그러나, 보통 각각의 초박층의 침착 후 열처리를 하여 휘발성 성분을 실질적으로 모두 확실하게 제거하면서 알루미늄 층의 미처리 강도를 향상시키는 것이 바람직하다.

바람직한 실시태양에서는, 추가의 열처리를 수행하여 알루미늄 피복재를 경화시킨다. 이 처리를 공기 중에서, 진공에서 또는 불활성 기체 환경에서, 또는 공기/불활성 기체 혼합물을 포함하는 환경에서 수행할 수 있다. (1) (수성 성분을 포함하는) 임의의 휘발성 물질이 실질적으로 증발되거나 "타버릴" 때; 및 (2) 피막이 더 높은 미처리 강도를 갖도록 밀집될 때에 본원에 사용된 알루미늄 피복재의 "경화"가 이루어진다. 가장 적합한 경화 온도는 "미처리" 피막의 두께 뿐만 아니라 그에 함유되어 있는 특정한 성분 같은 다양한 인자에 좌우될 것이다. 보통, 경화 온도는 약 1분 내지 약 30분 동안 약 200 내지 약 300°C일 것이다. 다른 열처리의 경우에서와 같이, 경화 시간의 조절은 경화 온도의 조절을 허용할 수 있다. 가열 온도를 이전의 열처리에 사용된 온도로부터 점차적으로 상승시킴으로써, 또는 가열 온도를 빨리 상승시킴으로써 경화 온도를 얻을 수 있다.

그런 다음 알루미늄을 금속 물질 중으로 확산시키기에 충분한 정도로 알루미늄 층을 확산 열처리한다. 이로써, 금속-알루미늄산화물 층이 형성되고, 이는 "확산 층"으로서 종종 지칭된다. 상기한 바와 같이, 확산 열처리는 당해 기술분야에 공지되어 있다. 문헌[커크-오드머 화학 기술 대백과사전, 4th Edition, Vol. 19, pp. 371-312(1996); 및 Vol. 21, pp. 102-103 (1997)]에서 관련 정보를 찾을 수 있다. 보통 약 60분 내지 약 8시간 동안 약 975°C 내지 약 1200°C의 온도에서 알루미늄의 확산 열처리를 수행한다. 몇몇 바람직한 실시태양에서는, 약 60분 내지 약 6시간 동안 약 975°C 내지 약 1100°C에서 확산 열처리를 수행한다. 금속의 확산 열처리의 경우에서와 같이, 아르곤 또는 질소와 같은 불활성 기체 대기하에서 또는 진공하에서 알루미늄의 처리를 수행할 수 있다. 때때로, 불활성 기체를 수소와 혼합한다.

본 발명은, 금속과 알루미늄이 둘다 침착될 때 확산 열처리에 관한 다양한 대안을 포함한다고 이해되어야 한다. 예를 들어, 알루미늄을 침착시킨 후 한번만 확산 열처리하는 것이 가능하다(즉, 금속 침착 후의 확산 열처리의 생략). 다르게는, 금속의 침착 후에 1회 열처리 및 알루미늄의 침착 후에 1회 열처리와 같이 여러번의 확산 열처리를 수행할 수 있다. 당해 기술분야의 숙련가는 본원에 기술된 인자에 부분적으로 기초하여 가장 적합한 열처리 조건을 결정할 수 있다.

금속-알루미나이드 층의 두께는 기재를 함유하는 구성요소의 목적하는 최종 용도에 크게 좌우될 것이다. 터빈 엔진 구성요소의 경우, 두께는 보통 약 10 마이크로 내지 약 200 마이크로, 바람직하게는 약 10 마이크로 내지 약 30 마이크로 범위일 것이다.

본 발명의 다른 실시태양에서는, 알루미늄 증기의 확산 열처리에 의해 금속-피복된 기재 상에 알루미늄을 침착시킨다. 그러한 방법은 때때로 "증기 알루미나이딩" 또는 "증기 알루미나이징"으로 지칭되고, 당해 기술분야에 공지되어 있다. 알루미늄 플루오라이드 및 알루미나와 같은 활성화된 선구 물질과 같은 알루미늄 증기의 통상적인 공급원을 사용할 수 있다. 일반적으로, 이전에 기술된 알루미늄 슬러리 층의 확산 처리에 사용된 조건에 따라, 예를 들어 약 30분 내지 약 8시간 동안 약 975 내지 약 1200°C에서, 증기 알루미나이딩 처리를 수행한다. 당해 기술분야에서 이해하고 있는 바와 같이, 확산 공정은 종종 알루미늄, 금속, 및 때때로 니켈계 물질과 같은 아래에 놓인 기재 사이에서 내부 확산을 유발시킨다.

증기 알루미나이딩 공정에 변화를 줄 수 있다. 예를 들어, 알루미늄 공급원, 충전 물질 및 할라이드 활성화제(energizer)를 함유한 혼합물 또는 팩 내에 금속-피복된 기재를 침지시키는 팩-알루미나이딩 공정을 사용할 수 있다. 보통 약 700 내지 750°C의 온도에서, 혼합물 내에서의 반응은 기재 표면 상에 응축되는 알루미늄이 풍부한 증기를 생성시킨다. 그런 다음 이전에 기술한 바와 같이 금속 물질 내로 알루미늄을 확산시키기에 충분하게 기재를 확산 열처리한다.

알루미늄을 금속 피막 내로 확산시키는데 사용될 수 있는 다른 예시적인 기술은 팩 시멘트화, 유동-충 기술, "아웃-오브-더-팩(out-of-the-pack)" 방법, 화학 증착, 전기 이동 및 스퍼터링을 포함한다. 내화 피복재 분야의 숙련가는 이러한 방법 각각에 관련된 다양한 세부사항을 숙지하고 있다.

금속-알루미나이드 피막을 형성하는 또 다른 실시태양에서, 알루미늄은 다시 슬러리 형태이다. 우선 알루미늄 슬러리를 금속 슬러리와 합하여 혼합물을 제조한다. 그런 다음 혼합물을 분무와 같은 상기한 기술 중 하나에 의해 기재 상에 침착시킨다.

몇몇 예에서는, 각각의 성분과 상용성인 용매 또는 용매 혼합물을 사용하여 금속 성분과 알루미늄 성분 둘다를 함유하는 단일의 슬러리를 제조할 수 있다. 다르게는, 금속 및 알루미늄 성분을 각각 용매 또는 용매 혼합물에 현탁시키고, 그런 다음 생성된 혼합물을 합할 수 있다.

매우 종종 시판되는 알루미늄 슬러리는 수계인 반면, 금속 슬러리는 유기 용매계이다. 그러한 경우에는, 두 슬러리가 합쳐지거나 기재 상에 침착되기 전에 서로 다소 "상용화되는" 것이 중요하다. 당해 기술분야의 숙련가는 상이한 형태의 혼합물을 상용화시키는 상이한 기술을 숙지하고 있다. 일례로서, 알코올계 용매와 같이, 두 슬러리와 적어도 부분적으로 상용성인 다량의 용매로 슬러리의 조합을 희석시킬 수 있다. 다르게는, 상용화제로서 작용하는 첨가제를 슬러리의 조합에 첨가할 수 있다.

상기한 몇몇 실시태양의 경우, 최종 열처리, 즉 확산형 열처리는 침착된 층에 다양한 화합물을 형성시킬 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 확산 열처리 후에 금속 슬러리를 기재 상에 침착시키고, 이어서 알루미늄을 침착시킬 때(즉, 예를 들어 슬러리 알루미나이딩 또는 증기 알루미나이딩), 침착된 물질과 기재 금속이 어떤 반응을 일으킬 수 있다. 따라서, 다양한 화합물을 제조할 수 있다. 생성된 층은 니켈 알루미나이드 화합물, 백금-알루미나이드 화합물 및 백금-니켈-알루미나이드 화합물을 포함할 수 있다.

본 발명의 다른 실시태양은 기재 상에 도포된 손상되거나 마모된 금속-알루미나이드 피막을 수선하는 방법에 관한 것이다. 금속-알루미나이드 피막은 보통 백금-알루미나이드이다. 기체 터빈 엔진의 경우, 엔진의 제조 및 조립 공정 동안 또는 일정 사용기간 후의 정밀점검 동안 피막 수선이 요구될 수 있다. 첫 번째 단계에서, 종래의 방법, 예를 들어 화학적 클리닝 및 스트립핑 기술을 이용함으로써 기재 상의 선택된 영역으로부터 손상된 피막을 제거한다.

그런 다음, (I) 손상된 피막 대신, 선택된 영역 상에 알루미늄 및 백금 슬러리를 침착시키고; 이어서 (II) 침착된 알루미늄 및 슬러리로부터 휘발성 물질을 실질적으로 모두 제거하기에 충분한 온도 및 시간 조건 하에 알루미늄 및 백금 슬러리를 가열하고, 선택된 영역 상에 백금-알루미나이드 층을 형성함으로써, 선택된 영역 위에 추가 또는 대체 피복재를 도포한다. 관련 방법 및 물질에 관한 세부사항들이 상기기에 제공된다. 백금 슬러리를 분무 또는 다른 기술에 의해 쉽게 도포할 수 있다. 알루미늄 성분은 슬러리로서 바람직하게 침착되지만, 다르게는 어떤 형태의 증착에 의해 침착될 수 있다. (반-연속적인 방법의 경우) 보통 종래의 오븐 또는 튜브 오븐 내로 수선될 구성요소를 삽입하여, 휘발성 성분을 제거한다. 열처리의 적절성은, 피막을 냉각시킨 후 외관, 접착성 및 다른 공지된 물리적 성질에 관해 조사함으로써 부분적으로 결정될 수 있다.

이러한 수선 방법은 다양한 기재 상에 내구성 "패치 피막"을 제공하는데 매우 유용하다. 게다가, 상기 방법은 화학 증착(CVD), 물리 증착(PVD) 또는 금속-유기 화학 증착(MOCVD) 시스템의 경우에서와 같이 많은 장비를 요하지 않는다. 터빈 엔진 구성요소 내의 공동과 같이 종종 쉽게 접근할 수 없는 표면을 편리하게 수선할 수 있다.

본 발명의 다른 요지는

- (i) 기재;
- (ii) 기재 위에 도포된 금속 슬러리; 및
- (iii) 기재 위에 도포된 알루미늄 슬러리를 포함하는 제품에 관한 것이다.

이전에 기술한 바와 같이, 확산 열처리와 함께 슬러리로부터 휘발성 성분을 제거함으로써 금속-알루미나이드 층으로 피복된 기재를 얻는다. 기재는 보통 초합금이고, 금속-알루미나이드는 종종 백금 알루미나이드이다.

실시예

하기의 실시예는 단순히 예시적인 것이며, 청구된 발명의 범주에 임의의 종류의 한정을 부여하는 것으로 이해되어서는 안된다.

#### 실시예 1

기재는 버튼-형상(직경 2.5cm)으로, 니켈계 초합금으로부터 제조하였다. 기재의 표면에 모래를 분사하고, 이소프로필 알코올 내에서 초음파 세척한 후 건조시켰다. 엔겔하드로부터 구입한 백금 슬러리를 본 실시예에 사용하였다. 슬러리는 약 8 마이크로 미만의 평균 직경을 갖는 미립자 형태의 백금을 약 65중량% 함유한, A6101XA로 표시된 제품이었다. 또한 슬러리는 테르피네올 용매 뿐만 아니라 다양한 유기 결합제를 함유하였다. 슬러리를 충분한 에탄올로 희석시켜 50% 백금 슬러리/50% 에탄올 조성물을 제조하였다.

그런 다음, 약 30 내지 40 psi의 압력에서 작동하는 패쉬 52 공기-분무 총을 이용하여 기재 상에 백금 슬러리를 침착시켰다. 총으로부터 기재까지의 거리는 약 12 인치(30.5cm)이었다. 침착된 피복재를 표준 오븐을 이용하여 15분간 150℃에서 구운 다음 30분간 300℃에서 구워서, 결합제를 제거하였다.

그런 다음, 분무 장치에 의해 백금 슬러리를 두 번째로 도포한 후, 동일한 열처리를 실시하였다. 그런 다음, 피복된 기재를 1000℃에서 30분간 아르곤 내에서 확산-처리하였다. 상이한 초합금 버튼에 대하여 상기 방법을 몇 번 반복하였다. 각 경우에, 백금 피막은 기재에 단단히 결합되었다. 피막의 평균 두께는 약 2.3 마이크로미터였다.

#### 실시예 2

실시예 1에서 사용한 백금 슬러리를 에탄올 내에 약 50중량%까지 다시 희석시키고, 실시예 1에서와 유사한 조건 하에 분무 피복에 의해 많은 니켈계 초합금 버튼에 도포하였다. 각 버튼의 경우, 침착된 피복재를 400℃에서 약 30분간 구운 후, 약 30 내지 60분간 약 900 내지 1000℃의 온도에서 확산 열처리를 하였다. 일반적으로, 생성된 피막 각각은 매우 매끈하였고, 기재에 단단히 부착되었다. 버튼으로부터 버튼까지의 피막의 두께는 약 2.5 마이크로미터 내지 약 25 마이크로미터까지 변화였고, 더 얇은 피막의 경우 두께는 매우 균일하였다.

#### 실시예 3

실시예 1에 사용된 백금 슬러리를 상이한 조건의 조합을 이용하여 니켈계 기재 상에 다시 침착시켰다. 1회 실행시, 희석율을 65중량%의 에탄올/35중량%의 백금 슬러리로 변화시켰다. 다른 실행시, 경로의 수(즉, 분무기 사용)를 슬러리의 도포 당 약 5개 경로에서 10개 경로로 변화시켰다. 또 다른 실행시, 도포 횟수(즉, 분무/급기 사이클)를 1회에서 3회로 변화시켰다. 각각의 실행으로 양질의 침착이 일어났다. 백금 침착물의 두께를 약 1.9 마이크로미터에서 4.3 마이크로미터로 변화시켰다.

그런 다음, 다양한 기재를 세가지 대기 조건(즉, 아르곤, 아르곤/수소 혼합물 또는 진공) 중 하나 하에서 900 내지 1100℃에서 확산-처리하였다. 가열 시간은 약 30분 내지 60분이었다. 각각의 경우, 백금 피막은 기재에 금속 결합되었다(metallurgically bonded).

#### 실시예 4

실시예 1을 반복하고, 이어서 알루미늄 슬러리를 침착시켰다. 슬러리는 등록상표 Alseal 625로 표시되었으며, 코팅즈 포 인터스트리 인코포레이티드로부터 구입하였다. 슬러리는 실리콘, 크롬 염 및 세라믹 결합제와 함께 약 38중량%의 알루미늄을 함유하였다. 그런 다음, 슬러리를 백금-피복된 기재 상에 공기-분무하여 약 25 내지 50 마이크로미터의 습윤 두께를 제공하였다.

그런 다음, 슬러리 총을 공기 중에서 80℃에서 10분간 구웠다. 그런 다음, 2개의 추가적인 슬러리 총(즉, "초박층")을 기재 위에 분무하였다. 각 초박층의 침착 후, 공기 중에서 80℃에서 10분간 열처리를 수행하였다. 그런 다음, 기재를 공기 중에서 260℃에서 10분간 경화시킨 다음, 1093℃에서 4시간 동안 아르곤 중에서 확산 열처리하였다. 이로써 기재에의 접착도가 높은 백금-알루미나이드 피막을 얻었다. 이러한 방식으로 일련의 백금-피복된 기재를 알루미늄으로 확산-피복하였다. 백금-알루미나이드 피막의 평균 두께는 약 50 내지 100 마이크로미터였다.

#### 실시예 5

다른 일련의 버튼에 대하여 실시예 2를 반복한 다음, 버튼 상에 (등록상표 Alseal 625 물질을 이용하여) 알루미늄 슬러리를 분무-침착시켰다. 한번의 도포(즉, 하나의 층)로 침착을 수행하였다. 그런 다음, 슬러리의 총을 300℃에서 급고, 이어서 1095℃에서 약 60분간 (아르곤 중에서) 확산 열처리하였다. 시료 상의 확산된 피막은 균일하였고, 피막의 두께는 약 50 마이크로미터 내지 100 마이크로미터 사이에서 변화였다.

#### 실시예 6

순서에 변화를 가하여 실시예 5를 반복하였다. 이 경우, 알루미나이드 슬러리를 침착시킨 후에야 백금 층을 확산 열처리하였다(즉, 실시예 2의 경우에서와 같이). 생성된 피막은 실질적으로 균일한 두께를 가졌고, 기재에 단단히 부착되었다.

#### 실시예 7

실시예 2를 반복하였고, 이어서 약 1000 내지 1100℃에서 약 4시간 동안 종래의 증기-알루미나이드를 절차를 수행하였다. 다시, 생성된 피막은 균일하였고, 기재에 단단히 부착되었다. 게다가, 피막은 종래의 방법에 의해 제공된 선행 기술의 피막, 즉 전기도금된 후 증기 알루미나이드된 백금의 미세구조와 유사한 미세구조를 가졌다.

몇몇 바람직한 실시태양을 예시의 목적으로 본 개시내용에서 설명하였다. 그러나, 상기 기재내용은 본

발명의 범주에 대한 제한으로 이해되어서는 안된다. 따라서, 당해 기술분야의 숙련가는 청구된 발명의 정신 및 범주를 이탈하지 않고서 다양한 수정, 응용 및 대안을 이룰 수 있다.

상기한 특허, 논문 및 문헌들 모두를 본원에서 참고로 인용한다.

### 발명의 효과

본 발명에 따라, 고온에서 터빈블레이드 등과 같은 다양한 구성요소의 완전성을 유지하고, 내부식성 및 내산화성을 제공하는 보호 피막을 수득할 수 있다. 또한, 본 발명은 보호 피막의 일부분이 손상되거나 마모된 경우에도 구성요소에 아무런 해를 끼치지 않으면서 상기 부분만을 빠르고 효율적으로 수선하는 방법도 제공한다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

(a) 기재 상에 금속 슬러리를 침착시키는 단계; 및

(b) 슬러리로 부터 휘발성 물질을 실질적으로 모두 제거하기에 충분한 온도 및 시간 조건 하에서 금속 슬러리를 가열하여 금속을 포함하는 층을 형성하는 단계를 포함하는, 기재 상에 금속-함유 층을 형성하는 방법.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

금속 슬러리가 액체 캐리어를 포함하는 방법.

#### 청구항 3

제 2항에 있어서,

액체 캐리어가 하나 이상의 유기 용매를 포함하는 방법.

#### 청구항 4

제 3항에 있어서,

금속 슬러리를 슬립-주조(slip-casting), 브러싱, 페인팅, 침지, 유동-피복, 롤-피복, 스프인-피복, 분무 및 이들의 조합으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 기술에 의해 기재 상에 침착시키는 방법.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서,

적어도 제 1 단계 및 제 2 단계에서 금속 슬러리를 가열하는 방법.

#### 청구항 6

제 5항에 있어서,

제 1 가열 단계에 의해 슬러리로 부터 휘발성 성분을 제거하고, 제 2 가열 단계가 확산 열처리 단계인 방법.

#### 청구항 7

제 6항에 있어서,

약 100℃ 내지 약 400℃의 온도에서 제 1 가열 단계를 수행하고; 약 975℃ 내지 약 1200℃의 온도에서 제 2 가열 단계를 수행하는 방법.

#### 청구항 8

제 1항에 있어서,

금속 슬러리를 2회 이상의 도포로 침착시키는 방법.

#### 청구항 9

제 8항에 있어서,

각각의 도포 후에 제 1 가열 단계를 수행하여 각각의 슬러리로 부터 휘발성 성분을 제거하는 방법.

#### 청구항 10

제 1항에 있어서,

금속이 백금인 방법.

#### 청구항 11

제 1항에 있어서,

금속-함유 층이 알루미늄을 추가로 포함하고, 금속 슬러리의 침착 후에 기재 위로 침착된 알루미늄 슬러리로부터 알루미늄을 수득하는 방법.

#### 청구항 12

제 11항에 있어서,

슬립-주조, 브러싱, 페인팅, 침지, 유동-피복, 롤-피복, 분무 및 이들의 조합으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 기술에 의해 알루미늄 슬러리를 침착시키는 방법.

#### 청구항 13

제 11항에 있어서,

알루미늄 슬러리의 침착에 앞서, 금속 슬러리를 가열하여 그에 함유된 휘발성 성분을 실질적으로 모두 제거하는 방법.

#### 청구항 14

제 11항에 있어서,

2회 이상의 도포로 알루미늄 슬러리를 침착시키는 방법.

#### 청구항 15

제 11항에 있어서,

침착 후 제 1 가열 단계에서 알루미늄 슬러리를 가열하여 그에 함유된 휘발성 성분을 실질적으로 모두 제거하는 방법.

#### 청구항 16

제 14항에 있어서,

각각의 도포 후에 가열을 수행하여 알루미늄 슬러리로부터 휘발성 성분을 제거하는 방법.

#### 청구항 17

제 15항에 있어서,

제 1 가열 단계 후에 알루미늄 슬러리 층을 열-경화시키는 방법.

#### 청구항 18

제 15항에 있어서,

제 1 가열 단계 후에 알루미늄 슬러리를 확산 열처리하는 방법.

#### 청구항 19

제 18항에 있어서,

약 975℃ 내지 약 1200℃의 온도에서 확산 열 처리를 수행하는 방법.

#### 청구항 20

제 18항에 있어서,

확산 열처리 후에 금속-함유 층이 금속-알루미나이드 화합물을 포함하는 방법.

#### 청구항 21

제 18항에 있어서,

금속-함유 층이 기재 내에 알루미늄, 금속 및 금속성 성분에 기초한 하나 이상의 화합물을 포함하는 방법.

#### 청구항 22

제 1항에 있어서,

금속-함유 층이 알루미늄을 추가로 포함하고, 알루미늄 및 금속이 기재 상에 도포된 단일의 슬러리 형태인 방법.

#### 청구항 23

제 1항에 있어서,

금속-함유 층이 알루미늄을 추가로 포함하고, 기재 상에 혼합물을 침착시키기에 앞서 금속 슬러리와 합쳐진 알루미늄 슬러리로부터 알루미늄을 수득하여 상용성 혼합물을 제조하는 방법.



#### 청구항 24

제 1항에 있어서,

(a) 단계 후에 알루미늄 증기로 금속-함유 층을 확산 열처리하는 방법.

#### 청구항 25

제 24항에 있어서,

약 975℃ 내지 약 1200℃의 온도에서 확산 열처리를 수행하는 방법.

#### 청구항 26

제 25항에 있어서,

약 30분 내지 약 8시간 동안 확산 열처리를 수행하는 방법.

#### 청구항 27

제 1항에 있어서,

기재가 초합금인 방법.

#### 청구항 28

제 1항에 있어서,

기재가 터빈 엔진의 구성요소인 방법.

#### 청구항 29

(i) 기재 상의 선택된 영역으로부터 손상되거나 마모된 피막을 제거하는 단계; 및

(ii) (I) (i) 단계에서 제거된 피막 대신, 선택된 영역 상에 알루미늄 및 금속 슬러리를 침착시키고, (II) 침착된 알루미늄 및 금속 슬러리로 부터 휘발성 물질을 실질적으로 모두 제거하기에 충분한 온도 및 시간 조건 하에서 알루미늄 및 슬러리를 가열하여 선택된 영역 상에 금속-알루미나이드를 포함하는 층을 형성함으로써, 선택된 영역 위에 추가의 피복재를 도포하는 단계를 포함하는,

기재 위에 피복된 손상되거나 마모된 금속-알루미나이드 피막을 수선하는 방법.

#### 청구항 30

제 29항에 있어서,

알루미늄이, 금속 슬러리의 침착 후 선택된 영역에 침착된 알루미늄 슬러리의 형태인 방법.

#### 청구항 31

제 30항에 있어서,

금속 슬러리 및 알루미늄 슬러리를 분무에 의해 선택된 영역 위에 도포하는 방법.

#### 청구항 32

제 30항에 있어서,

금속이 백금인 방법.

#### 청구항 33

(a) 기재 상에 백금 슬러리를 침착시키는 단계;

(b) 슬러리로부터 휘발성 물질을 실질적으로 모두 제거하기에 충분히 높은 온도까지 백금 슬러리를 가열하는 단계;

(c) 백금 슬러리 위에 알루미늄 슬러리를 침착시키는 단계;

(d) 알루미늄 슬러리로부터 휘발성 물질을 실질적으로 모두 제거하기에 충분히 높은 온도까지 알루미늄 슬러리를 가열하는 단계; 및

(e) 기재 위에 백금-알루미나이드 층을 형성하기에 충분한 확산 처리 조건 하에 슬러리 피복된 기재를 가열하는 단계를 포함하는, 초합금 기재 상에 백금-알루미나이드 층을 형성하는 방법.

#### 청구항 34

(a) 기재 상에 백금 슬러리를 침착시키는 단계;

(b) 슬러리로부터 휘발성 물질을 실질적으로 모두 제거하기에 충분히 높은 온도까지 백금 슬러리를 가열하는 단계;

(c) 기재 위에 백금 알루미나이드 층을 형성하기에 충분한 온도 및 시간 조건 하에서 알루미늄 증기를 확산 열처리함으로써, 백금 슬러리 위에 알루미늄을 침착시키는 단계를 포함하는, 초합금 기재 상에 백

금-알루미나이드 층을 형성하는 방법.

**청구항 35**

- (i) 기재;
- (ii) 기재 위에 도포된 금속 슬러리; 및
- (iii) 금속 슬러리 및 기재 위에 도포된 알루미늄 슬러리를 포함하는 제품.

**청구항 36**

제 35항에 있어서,  
각각의 슬러리의 휘발성 성분이 실질적으로 제거된 제품.

**청구항 37**

제 35항에 있어서,  
슬러리가 기재 상의 단일 혼합물로서 존재하는 제품.

**청구항 38**

제 35항에 있어서,  
성분(ii)가 백금을 포함하는 슬러리이고, 기재가 터빈 엔진의 구성요소인 제품.