

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
B22F 7/02

(11) 공개번호 10-2005-0080566
(43) 공개일자 2005년08월17일

(21) 출원번호 10-2004-0008625
(22) 출원일자 2004년02월10일

(71) 출원인 학교법인 포항공과대학교
경북 포항시 남구 효자동 산31번지

(72) 발명자 이성학
경상북도포항시남구지곡동756번지교수아파트4동804호
김낙준
경상북도포항시남구지곡동교수아파트4동1304호
이규홍
경기도안성시금석동동남아파트102동1707호
윤은섭
서울특별시송파구잠실7동아시아선수촌아파트13동102호
이동근
경상북도포항시남구지곡동756번지포항공과대학원아파트3동804호

(74) 대리인 리엔목특허법인
이혜영

심사청구 : 있음

(54) 고에너지 가속전자빔을 이용한 비정질 표면복합재료의제조 방법 및 이로부터 제조된 비정질 표면복합재료

요약

본 발명은 비정질 합금 분말과 용제로 이루어진 분말 혼합체를 모재 표면에 도포하는 제1단계; 상기 분말 혼합체의 치밀화를 위하여 가압하는 제2단계; 및 상기 치밀화된 분말 혼합체 상에 고에너지 가속전자빔을 균등하게 투사함으로써 상기 비정질 합금 분말을 용해 및 응고시켜, 비정질 표면복합층을 갖는 비정질 표면복합재료를 형성하는 제3단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 표면복합재료의 제조 방법 및 상기 제조 방법에 따라 제조된 비정질 표면복합재료에 관한 것이다.

본 발명의 비정질 표면복합재료 제조 방법에 의하면, 비정질 표면 및 충분한 연성과 파괴인성을 갖는 모재로 이루어진 비정질 표면복합재료를 저렴한 제조 비용으로 대량 생산할 수 있다. 또한, 본 발명의 제조 방법에 따라 제조된 비정질 표면복합재료는 우수한 내식성, 내마모성, 경도 및 강도 등을 가져 각종 관련 산업에서 유용하게 사용될 수 있다.

대표도

도 1c

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a 내지 1e는 본 발명의 비정질 표면복합재료 제조 방법의 일 실시예를 도식화한 것이다.

<도면 부호에 대한 간단한 설명>

10...비정질 합금 분말과 용제로 이루어진 분말 혼합체

12...모재

16...단층 비정질 표면복합층

18...단층 비정질 표면복합재료(1회의 복합화 과정으로 형성됨)

20...2층 비정질 표면복합층

24...2층 비정질 표면복합재료(2회의 복합화 과정으로 형성됨)

도 2a 및 2b는 본 발명의 비정질 표면복합재료 제조 방법의 일 실시예에 따라 제조된 단층 Zr계 비정질 표면복합층/구리 모재 표면복합재료(A1) 및 2층 Zr계 비정질 표면복합층/구리 모재 표면복합재료(A2) 각각의 절단면(전자빔 투사 방향과 평행하게 절단하여 형성된 면)을 관찰한 주사전자현미경 사진이다.

도 3a 및 3b는 본 발명의 비정질 표면복합재료 제조 방법의 일 실시예에 따라 형성된 단층 Zr계 비정질 표면복합층(A1) 및 2층 Zr계 비정질 표면복합층(A2)의 미세조직 각각을 고배율 주사전자현미경으로 관찰한 사진이다.

도 4는 본 발명의 비정질 표면복합재료 제조 방법의 일 실시예에 따라 형성된 단층 Zr계 비정질 표면복합층(A1) 및 2층 Zr계 비정질 표면복합층(A2) 각각의 비정질 형성정도를 X-ray 회절을 이용하여 측정한 결과를 도시한 그래프이다.

도 5a 및 5b는 본 발명의 비정질 표면복합재료 제조 방법의 일 실시예에 따라 제조한 단층 Zr계 비정질 표면복합층/구리 모재 표면복합재료(A1) 및 2층 Zr계 표면복합층/구리 모재 표면복합재료(A2) 각각의 경도 변화를 표면으로부터 깊이에 따라 도시한 그래프이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 고에너지 가속전자빔 투사를 이용한 표면처리를 통해 비정질 표면복합재료를 제조하는 방법 및 이로부터 제조된 비정질 표면복합재료에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 고에너지 가속전자빔 투사를 이용한 표면처리를 통해 Zr계 비정질 합금 분말로 이루어진 비정질 표면복합층을 모재 표면에 형성하여 비정질 표면복합재료를 제조하는 방법 및 이로부터 제조된 비정질 표면복합재료에 관한 것이다.

최근, 고온, 부식, 마모와 같은 극한 환경에서 견딜 수 있는 물성을 지닌 재료를 필요로 하는 분야가 늘어나고 있다. 상기 물성을 만족시키기 위해서는 재료의 표면 물성이 매우 중요하므로, 재료의 고온 내산화성, 내식성, 내마모성과 같은 성질을 향상시키기 위한 다양한 표면처리 기술이 개발되고 있다. 표면처리 기술은 우주항공산업, 자동차산업, 전자산업, 생체 이식재료와 관련된 의료산업 등은 물론, 거의 모든 산업분야에서 다양하게 요구되는 기반기술이다.

기존의 표면처리 방법으로는 이온 주입법(ion implantation), 플라즈마 스프레이 코팅법(plasma spray coating)과 같은 물리적 증착방법과 질화법(nitriding), 침탄법(carburizing), 침붕법(boriding)과 같은 열화학적 표면처리방법 등이 있다. 상기 방법을 이용하여 표면처리한 재료는 기존의 재료에 비해 고온 산화성, 내식성, 내마모성이 현저히 향상되며, 이와 같이 표면처리된 재료들은 다양한 산업 분야에서 유용하게 사용될 수 있다.

그러나 물리적 증착방법의 경우, 형성된 코팅층이 얇고 계면결합력이 약하여 장시간 사용할 경우 계면 분리가 일어나는 단점이 있으며, 열화학적 표면처리법의 경우, 고온에서 작업이 이루어지기 때문에 모재의 물성이 열영향으로 인하여 저하될 수 있는 바, 표면처리된 재료를 부식, 마모와 같은 극한적인 환경에서 사용하기에는 불안전하다는 단점이 존재한다.

이와 같은 기존 표면처리방법의 단점을 극복하기 위하여, 고에너지 전자빔 가속기(high-energy electron beam accelerator)의 고에너지 가속전자빔을 대기 중에서 재료에 직접 투사하는 방법이 시도되고 있다. 고에너지 가속전자빔은 레이저빔보다 두 배 이상 높은 열효율을 발생시킬 수 있고, 짧은 시간에 선택된 부위에만 전자빔을 투사를 할 수 있기 때문에, 매우 큰 입열량(heat input)을 얻을 수 있다. 또한 대기 분위기에서 직접 작업을 할 수 있어서 연속 공정이 가능하며, 넓은 영역을 한번에 간편하게 처리할 수 있어 대형부품의 제조 및 대량생산에도 유리하다.

재료 물성 향상을 위한 표면처리 방법의 개발과 함께 새로운 물성을 갖는 소재 개발 또한 꾸준히 이루어지고 있다. 이 중, 주목받고 있는 비정질 합금은 우수한 강도, 경도, 스티프니스(stiffness), 내식성 등 구조용 재료가 갖추어야 할 바람직한 특성들을 나타내어 스포츠용품, 전자부품 등에 다양하게 사용되고 있다. 그러나 비정질 합금은 인장이나 압축응력 하에서는 전단밴드(shear band)가 생성되어 취성과파괴가 쉽게 일어나므로, 연성과 파괴인성이 불량한 단점이 있다. 또한, 비정질 합금의 제조 공정 상 이를 벌크 형태, 즉 상용화할 수 있을 정도의 크기로 제조하는 것이 매우 어려워 비정질 합금의 여러 장점에도 불구하고 실제 상용화에는 제약이 따르는 실정이다.

따라서, 비정질 합금의 우수한 강도, 경도, 내식성 등의 장점들을 최대한 이용하면서 나쁜 연성과 파괴인성의 문제를 해결하도록, 표면은 비정질이고 부품 내부의 모재는 충분한 연성과 파괴인성을 갖는, 비정질 표면복합재료의 새로운 제조 방법을 개발할 필요가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 고에너지 전자빔 투사에 의한 표면처리 기술과 표면 나노기술을 접목시켜, 비정질 표면복합층을 갖는 비정질 표면복합재료를 고에너지 가속전자빔 투사를 이용하여 제조하는 방법 및 이로부터 제조된 비정질 표면복합재료를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 본 발명의 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 제1태양은,

비정질 합금 분말과 용제로 이루어진 분말 혼합체를 모재 표면에 도포하는 제1단계;

상기 분말 혼합체의 치밀화를 위하여 가압하는 제2단계; 및

상기 치밀화된 분말 혼합체 상에 고에너지 가속전자빔을 균등하게 투사함으로써 상기 비정질 합금 분말을 용해 및 응고시켜, 비정질 표면복합층을 갖는 비정질 표면복합재료를 형성하는 제3단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 표면복합재료의 제조 방법을 제공한다.

상기 본 발명의 다른 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 제2태양은,

Zr계 비정질 합금 분말과 플로라이드계 화합물 또는 옥사이드계 화합물을 포함하는 용제로 이루어진 분말 혼합체를 구리 모재 표면에 도포하는 제1단계;

상기 분말 혼합체의 치밀화를 위하여 가압하는 제2단계; 및

상기 치밀화된 분말 혼합체 상에 고에너지 가속전자빔을 균등하게 투사함으로써 상기 Zr계 비정질 합금 분말을 용해 및 응고시켜, Zr계 비정질 표면복합층/구리 모재 표면복합재료를 형성하는 제3단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 표면복합재료의 제조 방법에 따라 제조된 Zr계 비정질 표면복합층/구리 모재 표면복합재료를 제공한다.

본 발명의 비정질 표면복합재료 제조 방법은 대기 중에서 연속적으로 수행가능한 매우 간단한 방법으로서, 이를 이용하면 저렴한 비용으로 비정질 표면복합재료를 형성할 수 있다. 또한, 상기 제조 방법으로 형성된 비정질 표면복합재료는 우수한 내식성, 고온 내산화성, 내마모성, 강도 및 경도 등의 물성을 지니므로 우주항공용/자동차용 엔진부품, 생체이식소재, 원자로 부품 등에서 유용한 소재로 사용될 수 있다.

이하, 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

도 1a 내지 1e는 본 발명의 비정질 표면복합재료의 제조하는 과정 및 이로부터 형성된 비정질 표면복합재료의 구조를 도식화한 도면이다.

먼저, 도 1a에서와 같이 모재(12) 상에 비정질 합금 분말과 용제로 이루어진 분말혼합체(10)를 도포한 다음, 상기 분말혼합체를 치밀화시킨다.

분말혼합체(10)에 포함된 비정질 합금 분말은 직경 1 mm 이하의 크기를 가지는 것으로서 적층 및 용융시 용제와의 혼합에 지장을 주지 않는 것이어야 한다. 상기 비정질 합금 분말의 비제한적인 예에는 Zr계 비정질 합금 분말, Cu계 비정질 합금 분말, Ni계 비정질 합금 분말, Fe계 비정질 합금 분말, Al계 비정질 합금 분말 등이 포함된다. 상기 Zr계 비정질 합금 분말을 통상적으로 입수가능한 것으로서, 예를 들면 Vit-1라는 상품명으로 시판되고 있는 합금 분말을 이용할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

분말혼합체(10)에 포함된 용제는 비정질 표면복합층 형성시 산화층의 형성과 기공 및 균열의 발생을 억제하는 역할을 한다. 상기 용제는 플로라이드계 화합물 또는 옥사이드계 화합물을 적정비율로 건식 혼합한 것일 수 있다. 상기 플로라이드계 화합물에는 예를 들어, LiF(리튬 플로라이드), MgF_2 (마그네슘 플로라이드) 또는 CaF_2 (칼슘 플로라이드)가 포함되며, 상기 옥사이드계 화합물에는 예를 들어, CaO(칼슘 옥사이드) 또는 MgO(마그네슘 옥사이드)가 포함되나, 이에 한정되는 것은 아니다.

상기 분말 혼합체를 이루는 비정질 합금 분말과 용제의 혼합비는 약 2:1 정도로, 바람직하게는 67:33의 중량비일 수 있다. 상기 범위를 벗어나 용제 함량이 초과한 경우에는, 본 발명의 방법으로 달성하고자 하는 물성을 갖는 바람직한 비정질 표면복합층이 생성되지 않을 수 있고, 이와 반대의 경우에는, 바람직하지 못한 산화층, 기공 또는 균열이 생길 수도 있다.

모재(12)는 연성과 파괴인성이 우수한 것을 택하는 것이 바람직하며, 이러한 모재의 비제한적인 예에는, 구리, 철, 알루미늄, 타이타늄 등이 포함된다.

상기 분말혼합체(10)에 포함된 비정질 합금 분말은 용제와 혼합되기 전, 약 120-200°C에서 1-4시간동안 건조시킴으로써, 상기 비정질 분말 표면에 존재하는 수분을 제거하여 제공된다. 이와 같이 비정질 분말의 수분을 제거함으로써, 응고시 조직내에 발생할 수 있는 기공 형성 및 산화물 형성에 따른 비결정성 악화를 방지하는 효과를 얻을 수 있다.

상기 모재(12)에 분말혼합체(10)를 균일하게 도포한 다음, 몰드(mold)를 사용하여 가압함으로써, 분말혼합체를 치밀화시키고, 모재에 밀착시킨다.

이 후, 도 1b에 도시된 바와 같이, 고에너지 전자 가속기를 이용하여 고에너지 가속전자빔을 모재(12)에 도포 및 밀착된 분말 혼합체(10)에 투사한다.

고정된 고에너지 가속전자빔 내에 모재 금속(12)이 좌측 방향으로 일정한 속도로 이동하면서 분말 혼합체(10)를 균일하게 투사하게 된다. 전자빔을 가속시켜 얻은 고출력 집속 에너지를 모재 금속에 직접 전달하면 이 에너지는 순간적으로 열 에너지로 바뀌게 되어 강력한 열원으로 작용할 수 있다. 모재(12)와 분말 혼합체(10)가 받은 입열량은 빔전력(전자빔 에너지×빔전류)에 비례하며, 전자빔 이동속도, 주사폭(scanning width)에 반비례한다. 이러한 전자빔 투사로, 비정질 분말과 모재(12)가 용융 및 응고되면서 용융층에 비정질상이 형성되어 비정질 표면복합재료의 제조가 가능하게 된다. 이 때, 표면층이 용융된 후, 응고하는 과정을 거치기 때문에 계면에서의 접합성 문제는 거의 발생하지 않게 된다.

고에너지 가속전자빔은 용융점이 높은 합금이나 세라믹도 쉽게 용융시킬 수 있어, 금속 표면에 비정질 분말들을 균일하게 분포시킬 수 있다. 이러한, 고에너지 가속 전자빔법은 레이저빔의 열효율에 비해 두 배 이상 높은 열효율을 갖고, 균일

한 가열과 냉각을 가능케 하므로 재료 내부에 기공이나 균열을 거의 형성시키지 않으며, 응고 시 빠른 냉각속도로 인한 평형 고용한도의 극복을 통하여 우수한 물성의 준안정상을 형성할 수 있다. 또한, 전자빔 주사장치와 시편 이송장치를 이용하여 한번에 넓은 영역(시간당 약 72 m²)을 처리할 수 있다는 장점을 갖는다.

그 결과, 도 1c에 도시된 바와 같은 구조의 단층 비정질 표면복합재료(18)가 형성된다. 본 명세서에서 사용되는 "단층"이라는 용어는 1회 복합화 실시를 통해 형성되었음을 의미하는 것이다. 이와 유사하게 본 명세서에서 사용되는 "2층" 또는 "다층"이란 용어도 복합화 실시 횟수를 의미하는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 "복합화"란 용어는 전술한 바와 같은 분말 혼합체 제공, 도포 및 가압, 고에너지 가속전자빔 투사를 포함하는 사이클을 의미하는 것이다. 상기 단층 비정질 표면복합재료(18)는 모재(12) 상에 단층 비정질 표면복합층(16)이 형성된 구조를 갖는다. 상기 비정질 표면복합층(16) 상부에는 미도시된 슬래그가 형성될 수도 있으나, 이는 간단히 제거될 수 있다. 도 1c 중, 열영향부는 모재(12) 표면과 표면 인접 영역에서 고에너지 전자빔의 열에너지에 의해 영향을 받는 부분을 나타낸 것이다.

이 후, 상기 도 1d에 도시된 바와 같이, 단층 비정질 표면복합층(16)상에 전술한 바와 같은 분말 혼합체(10)를 도포하고 가압한 다음, 고에너지 가속전자빔 투사 과정을 반복하여, 도 1e에 도시된 바와 같이 2층 비정질 표면복합층(20)을 포함하는 2층 비정질 표면복합재료(24)를 제조할 수 있다. 상기 제2 복합화에 사용된 전자빔 전류는 상기 제1 복합화시 사용된 전자빔 전류보다 약 15- 25 % 감소된 가속전자빔을 이용한다.

이와 같은 표면복합층 제조를 위한 복합화는 바람직한 표면특성을 얻기 위하여 2 내지 4회 더 반복될 수 있다. 이를 통하여, 다층 비정질 표면복합층을 형성하는 경우, 표면복합층이 받는 입열량이 증가되어 표면복합층의 미세조직이 균일하게 되고, 비정질 합금 원소 밀도의 증가로 표면복합층의 비정질 합금 원소의 부피 분율이 증가하여 보다 우수한 경도와 내마모성을 갖는 표면복합층을 형성할 수 있다.

전술한 바와 같은 본 발명의 비정질 표면복합재료 제조 방법에 따라 제조된 비정질 표면복합재료는 우수한 내식성, 고온 내산화성, 내마모성, 경도 및 강도를 가져, 각종 관련 산업 분야에서 유용하게 사용될 수 있다.

이하, 실시예에 의하여 본 발명을 보다 상세히 설명한다. 하기 실시예는 예시에 불과한 것으로서, 본 발명은 이에 제한되는 것은 아니다.

실시예

하기 실시예 1 및 2는 단층 비정질 표면복합재료 및 2층 비정질 표면복합재료의 제조를 예시한다.

실시예 1

Zr계 비정질 합금 분말로서 Vit-1 (Liquidmetal Technologies사 제품)라는 상품명으로 알려져 있는 합금 분말을 사용하였다. 상기 Vit-1의 화학조성은 하기 표 1에 기재된 바와 같다.

표 1.

원소	Zr	Ti	Cu	Ni	Be
함량(원자%)	41.2	13.8	12.5	10.0	22.5

상기 Vit-1 합금 분말을 150℃에서 2시간동안 건조시켰다. LiF와 MgF₂를 1:2의 중량비로 건식 혼합하여 용제 혼합물을 제조한 다음, 상기 건조 Vit-1 합금 분말과 상기 용제 혼합물을 2:1의 중량비로 건식 혼합하여 분말 혼합체를 제조하였다.

상기 분말 혼합체를 가로 50 mm, 세로 50 mm, 두께 25 mm 크기의 구리모재 표면에 0.45 g/cm²의 면적밀도를 갖도록 도포한 다음, 가압이 가능한 손수 제작한 몰드를 사용하여 120kPa의 압력으로 분말 혼합체를 가압하였다. 이후, 고에너지 전자빔 가속기(모델 ELV-6, 러시아 Budker 핵물리 연구소에서 제작 및 시판되는 제품)를 이용하여 상기 가압된 분말 혼합체를 투사하였다. 상기 모델 ELV-6 고에너지 전자빔 가속기는 0.5-1.5 MeV의 에너지 범위, 100 kW의 최대 전력, 70 mA의 최대 빔 전류, 1.27 cm의 최대 전자빔 직경을 갖는 것이었다. 모델 ELV-6 고에너지 전자빔 가속기의 구체적인 투사 조건은 하기 표 2에 기재된 바와 같다.

표 2.
모델 ELV-6 고에너지 전자빔 가속기의 투사 조건

전자빔 투사 변수	제1 복합화	제2 복합화
전자 에너지	1.4 MeV	1.4 MeV
빔 이동 속도	3.5 cm/sec	3.5 cm/sec
빔 주사폭	5 cm	5 cm
빔 전류	55 mA	45 mA
빔 크기(지름)	1.1 cm	1.1 cm
분위기	대기 중	대기 중

상기 표 2 중, 제1 복합화의 투사 조건에 따라 고에너지 전자빔 가속기를 작동시켜 전자빔 투사를 수행하였다. 이로부터 얻은 단층 Zr계 비정질 표면복합층/구리 모재 표면복합체를 A1으로 표시하였다.

실시예 2

실시예 1의 방법에 따라 제조된 A1 표면복합재료 표면 상에 실시예 1에 기재된 방법과 동일한 방법으로 제2 복합화를 시행하였다. 단, 고에너지 가속전자빔 장치의 투사 조건은 상기 표 2의 제2 복합화 경우에 따라 고에너지 가속전자빔 투사를 수행하였다. 이로부터 얻은 2층 Zr계 비정질 표면복합층/구리 모재 표면복합체를 A2로 표시하였다.

평가예

실시예 1 및 2에 따라 제조된 A1 및 A2 표면복합재료 각각의 절단면 및 표면복합층을 관찰하고, 비정질 형성정도와 각 시편의 경도를 측정하였다. 그 결과를 도 2a 내지 도 5b에 도시하였다.

도 2a 및 2b 각각은 A1 및 A2 각각의 절단면을 주사전자현미경으로 관찰한 사진이다. 상기 절단면은 고에너지 가속전자빔의 투사 방향과 평행한 방향으로 A1 및 A2 각각을 절단하여 연마한 후, 4ml의 HF, 40ml의 HNO₃, 25g의 CrO₃, 및 70ml H₂O 용액으로 에칭하여 얻은 것이었다.

도 2a의 A1은 표면복합층, 열영향부, 모재의 순으로 이루어진 조직체계를 갖추고 있으나, 표면복합층 중 비정질 형성이 고르지 못하며 많은 결정상들이 불균일하게 존재하는 것으로 나타났다. 반면, 도 2b의 A2는 A1보다 훨씬 균일한 분포의 비정질 표면복합층을 가지며, 표면복합층의 두께 또한 A1 표면복합층의 약 3배인 것으로 나타났다.

도 3a 및 3b는 A1과 A2의 표면복합층의 미세조직을 주사전자현미경으로 관찰한 것이다. A1의 표면복합층은 비정질 기지(matrix)를 바탕으로 하며 막대형태의 구리화합물 결정상이 10-25%정도 포함된 불균일한 분포를 갖는 조직을 가지며, A2의 표면복합층은 비정질 기지(matrix)를 바탕으로 하며 침상형태의 미세한 결정상이 3-5% 정도 포함된 고른 분포를 갖는 조직을 갖는 것을 알 수 있다.

도 4는 A1과 A2의 각 표면복합층의 결정상을 X-선 회절을 이용하여 분석한 것으로, A1의 표면복합층은 큰 결정상을 다량 함유하고, A2의 표면복합층은 작은 결정상이 소량 함유하고 있다는 것을 알 수 있다. 상기 A1에 비해 A2의 결정상은 비정질 기지상에 비해 단단할 뿐만 아니라 결정상의 생성이 억제되어 소량의 결정상만을 포함한 A2가 우수한 물성을 나타낼 것임을 알 수 있다.

도 5a 및 5b는 A1 및 A2의 경도를 알아보기 위하여, 500g의 하중 하에서 표면복합층으로부터의 미세경도 변화를 비커스 경도기로 측정한 결과를 나타낸 것으로, A2의 경도가 A1보다 우수하며 균일한 것을 알 수 있다.

발명의 효과

상기 발명의 비정질 표면복합재료 제조 방법에 따르면 고에너지 가속전자빔을 이용하여 모재 표면에 균일한 두께와 우수한 물성은 갖는 표면복합층을 형성함으로써, 비정질 합금의 우수한 물성과 모재의 우수한 물성이 결합된 비정질 표면복합 재료를 용이하게 대량 생산할 수 있다. 또한, 상기 방법으로 제조된 본 발명의 표면복합재료는 우수한 내식성, 내마모성, 고온 내산화성 등을 가져 우주항공용/자동차용 엔진부품, 생체이식소재, 원자로 부품 등에 유용한 소재로 사용될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

비정질 합금 분말과 용제로 이루어진 분말 혼합체를 모재 표면에 도포하는 제1단계;

상기 분말 혼합체의 치밀화를 위하여 가압하는 제2단계; 및

상기 치밀화된 분말 혼합체 상에 고에너지 가속전자빔을 균등하게 투사함으로써 상기 비정질 합금 분말을 용해 및 응고시켜, 비정질 표면복합층을 갖는 비정질 표면복합재료를 형성하는 제3단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 표면복합재료의 제조 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 비정질 합금 분말이 Zr계 비정질 합금 분말인 것을 특징으로 하는 비정질 표면복합재료의 제조 방법.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 용제가 플로라이드계 화합물 또는 옥사이드계 화합물로 이루어진 군으로부터 하나 이상 선택된 화합물의 혼합물인 것을 특징으로 하는 비정질 표면복합재료의 제조 방법.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 비정질 합금 분말과 상기 용제가 2:1의 중량비로 건식혼합된 것을 특징으로 하는 비정질 표면복합 재료의 제조 방법.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 모재 재료가 Cu 금속인 것을 특징으로 하는 비정질 표면복합재료의 제조 방법.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 비정질 합금 분말을 120-200℃의 온도에서 1-4시간 동안 건조시킴으로써 상기 비정질 합금 분말의 수분을 제거하여 제공하는 것을 특징으로 하는 비정질 표면복합재료의 제조 방법.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 제1단계 내지 제3단계를 2회 내지 4회 더 반복하여 다층 비정질 표면복합층을 형성하는 것을 특징으로 하는 비정질 표면복합재료의 제조 방법.

청구항 8.

Zr계 비정질 합금 분말과 플로라이드계 화합물 또는 옥사이드계 화합물을 포함하는 용제로 이루어진 분말 혼합체를 구리 모재 표면에 도포하는 제1단계;

상기 분말 혼합체의 치밀화를 위하여 가압하는 제2단계; 및

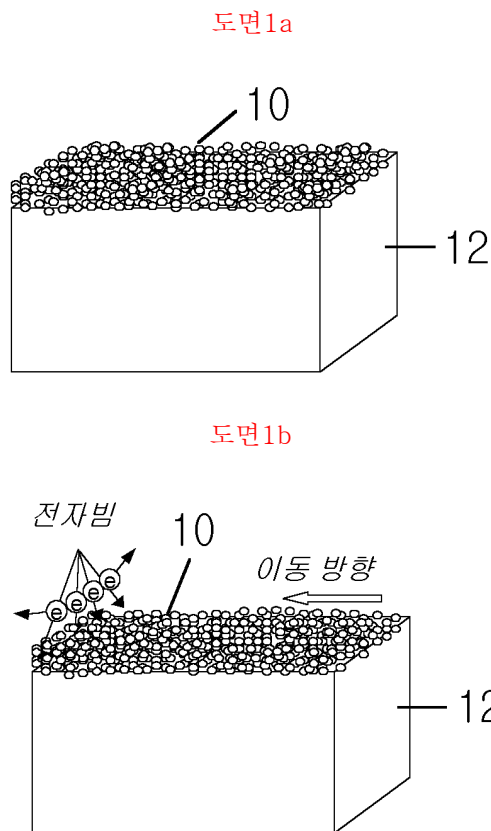
상기 치밀화된 분말 혼합체 상에 고에너지 가속전자빔을 균등하게 투사함으로써 상기 Zr계 비정질 합금 분말을 용해 및 응고시켜, Zr계 비정질 표면복합층/구리 모재 비정질 표면복합재료를 형성하는 제3단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 표면복합재료의 제조 방법에 따라 제조된 Zr계 비정질 표면복합층/구리 모재 표면복합재료.

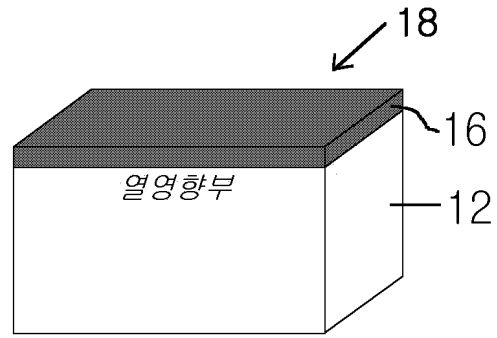
청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 제1단계 내지 제3단계를 2회 내지 4회 반복하여 다층 Zr계 비정질 표면복합층을 형성하는 것을 특징으로 하는 Zr계 비정질 표면복합층/구리 모재 표면복합재료.

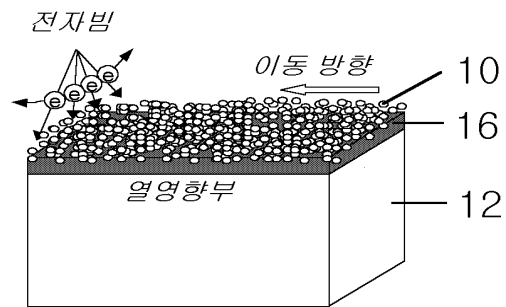
도면



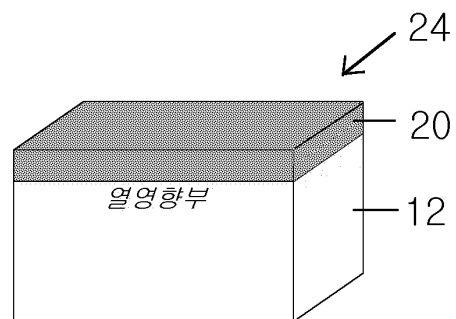
도면1c



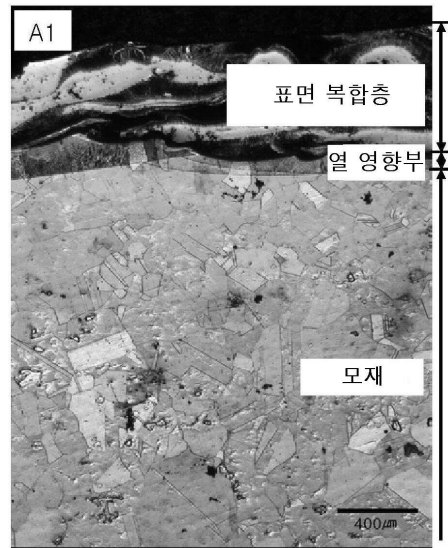
도면1d



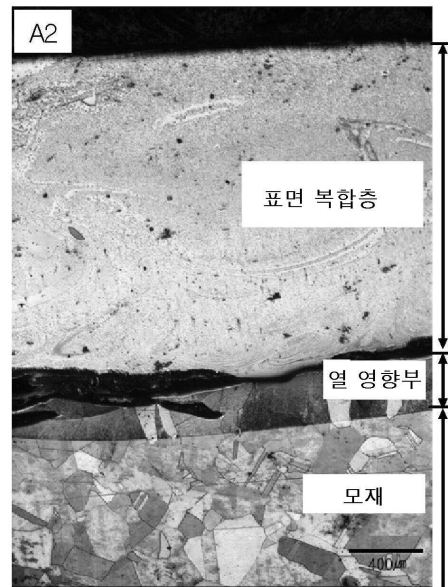
도면1e



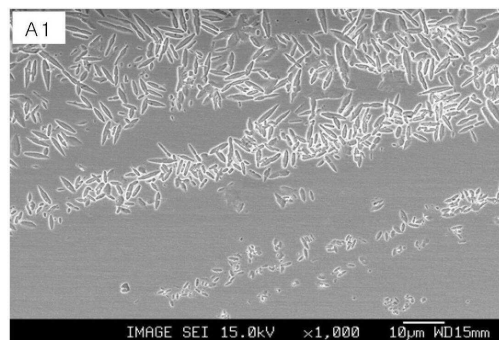
도면2a



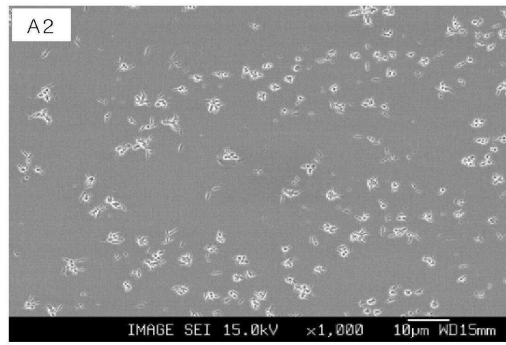
도면2b



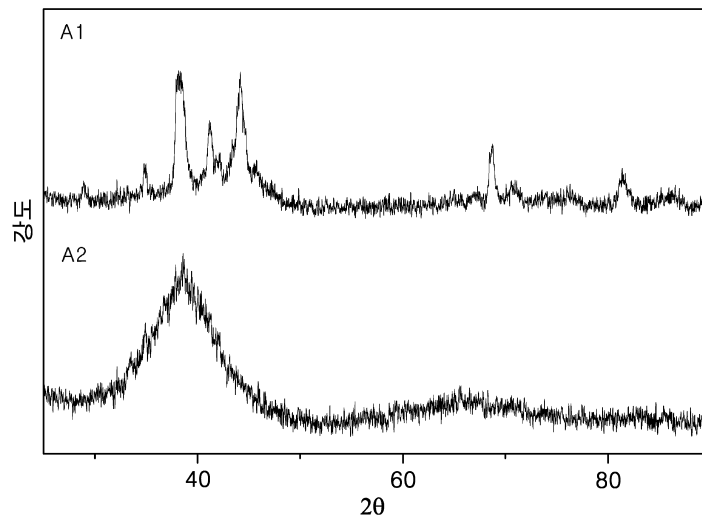
도면3a



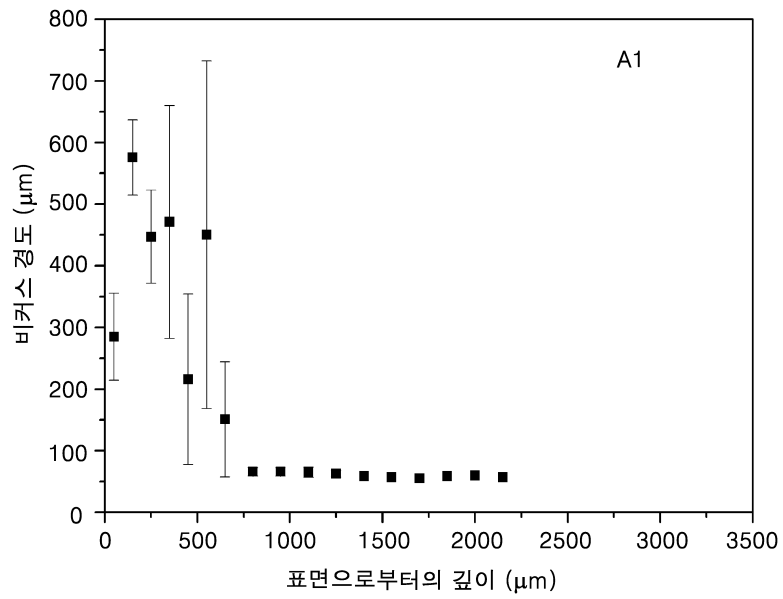
도면3b



도면4



도면5a



도면5b

