(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0009661
(43) 공개일자 2018년01월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 7/04 (2006.01) *B23K 20/00* (2006.01)
B32B 37/12 (2006.01) *B23K 103/18* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B32B 7/04 (2013.01)
B23K 20/002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0091680
(22) 출원일자 2016년07월19일
심사청구일자 2016년07월19일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
홍순익
대전광역시 유성구 대덕대로541번길 68, 103동 1006호(도룡동, 현대아파트)
송재숙
대전광역시 중구 서문로 96, 303동 501호(문화동, 센트럴파크)
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재 및 그 제조방법**

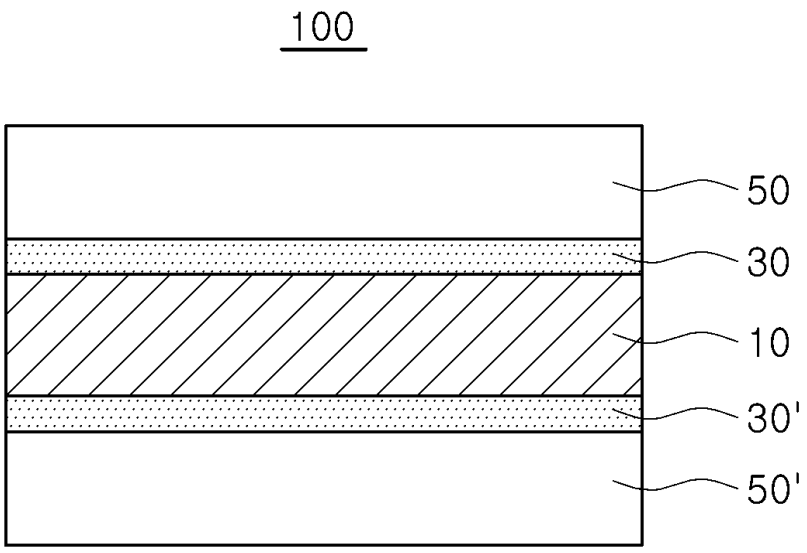
(57) 요 약

계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재 및 그 제조방법이 제공된다.

본 발명은, 이종금속을 접합 계면을 통해 접합하여 이루어지는 클래드 접합재에 있어서, 상기 접합 계면에 미세한 크기를 갖는 금속간 화합물 또는 나노 입자들이 분산되어 있는 분산강화층이 형성되어 있는 것을 특징으로 하

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드(Clad) 접합재와,

모재와 클래드재를 준비하는 공정; 상기 모재와 클래드재를 접합가공함으로써 클래드 접합재를 제조하는 공정; 상기 제조된 접합재를 열처리함으로써 그 접합계면에 0.05 내지 20㎛ 두께의 금속간화합물층을 형성하는 공정; 및 상기 금속간화물층을 갖는 클래드 접합재를 가공함으로써 그 접합계면에 미세한 크기의 금속간화합물 입자가 분산된 클래드 접합재를 제조하는 공정;을 포함하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드(Clad) 접합재의 제조방법에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류
B32B 37/12 (2013.01)
B23K 2203/18 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

이종금속을 접합 계면을 통해 접합하여 이루어지는 클래드 접합재에 있어서,

상기 접합 계면에 미세한 크기를 갖는 금속간 화합물 또는 나노 입자들이 분산되어 있는 분산강화층이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 미세하게 분산된 금속간 화합물 입자의 크기가 0.05 ~ 20㎚ 범위에 있음을 특징으로 하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 클래드 접합재는 철/비철금속 간 또는 이종 비철금속 간의 접합인 것을 특징으로 하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재.

청구항 4

모재와 클래드재를 준비하는 공정;

상기 모재와 클래드재를 접합가공함으로써 그 접합계면에 0.05 내지 20㎛ 두께의 금속간화합물층을 갖는 클래드 접합재를 제조하는 공정; 및

상기 제조된 클래드 접합재를 가공함으로써 그 접합계면에 미세한 크기의 금속간화합물 입자가 분산된 클래드 접합재를 제조하는 공정;을 포함하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재의 제조방법.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 미세한 크기의 금속간 화합물 입자의 크기가 0.05 ~ 20㎚ 범위에 있는 것을 특징으로 하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재의 제조방법.

청구항 6

제 4항에 있어서, 상기 클래드 접합재는 철/비철금속 간 또는 이종 비철금속 간의 접합인 것을 특징으로 하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재의 제조방법.

청구항 7

모재와 클래드재를 준비하는 공정;

상기 모재와 클래드재를 접합가공함으로써 클래드 접합재를 제조하는 공정

상기 제조된 접합재를 열처리함으로써 그 접합계면에 0.05 내지 20㎛ 두께의 금속간화합물층을 형성하는 공정; 및

상기 금속간화물층을 갖는 클래드 접합재를 가공함으로써 그 접합계면에 미세한 크기의 금속간화합물 입자가 분산된 클래드 접합재를 제조하는 공정;을 포함하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재의 제조방법.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 미세한 크기의 금속간 화합물 입자의 크기가 0.05 ~ 20nm 범위에 있는 것을 특징으로 하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재의 제조방법.

청구항 9

제 7항에 있어서, 상기 클래드 접합재는 철/비철금속 간 또는 이종 비철금속 간의 접합인 것을 특징으로 하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재의 제조방법

청구항 10

모재와 클래드재 중 하나 이상의 접합될 표면에 나노입자를 도포하는 공정;

상기 나노입자가 도포된 표면을 경계로 상기 모재와 클래드재를 접합가공함으로써 클래드 접합재를 제조하는 공정; 및

상기 제조된 클래드 접합재를 가공함으로써 그 접합계면에 나노 입자들이 분산된 클래드 접합재를 제조하는 공정;을 포함하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재의 제조방법

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 클래드재의 기능발현 및 신뢰성 향상에 가장 중요한 특성인 계면 신뢰성과 수명이 향상된 고강도 계면을 갖는 클래드(Clad) 접합재 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 클래드(Clad) 재를 제조함에 있어서, 계면층에 나노입자를 분산시켜 계면강도와 신뢰성이 제고할 수 있는 클래드 접합재 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 국내외적으로 모든 산업기술 수준이 비약적으로 발전함에 따라 각종 소재에 대한 요구 특성이 단일금속으로는 해결할 수 없는 복합 기능성을 요구하고 있다. 또한 사용 조건이 가혹해짐에 따라 보다 우수한 기계적 특성, 전도도, 내환경성 및 경량화 등의 멀티기능을 선택적으로 동시에 갖는 금속소재 수요가 급격히 증가되고 있다.

[0003] 멀티 성능을 선택적으로 동시에 갖는 복합재료의 일종인 클래드 접합재는 이종금속에 열가공 공정을 적용하여 접합시킨 재료로 한 금속의 전면을 다른 금속으로 접합하여 구성되는 것으로, 성질이 다른 금속을 접합함으로써 단일 금속에서는 얻기 어려운 특성(전도성, 강도, 내식성, 연성 등)를 발휘시키는 재료이다.

[0004] 클래드로 제조되어 사용되는 재료는 강재 또는 비철금속(Al, Cu, Ti, Ni, Mg) 등 다양하다. 클래드 재료는 제조비용면에서 상대적으로 경제성이 있으면서도 단일 재료에 비해 높은 물성을 보유할 수 있어, 화학 플랜트, 압력용기류, 가전제품, 전자부품, 건축용 자재 등에서 많이 이용되고 있다.

[0005] 클래드 소재를 제조할 수 있는 현재의 제조공정들은 형상에 따라 튜브재와 봉재는 전자기성형(ElectroMagnetic

Forming), 압출, 압연, Conform공정, 정수압 압출 등을 사용하며 판재의 경우는 폭발성형(Explosive Forming) 및 압연, 및 확산접합 등이 있는데, 이 중 압연공정이 생산성이 가장 높은 공정이나, 판재와 같이 일부 연속 공정이 가능한 경우에도 계면 물성이 나쁘고 생산속도, 온도 등에 따라 품질의 신뢰도의 차이가 많아 고품질 소재로의 사용에 장애요인으로 작용하고 있다.

[0006] 한편, 상술한 클래드 재료들은 접합단계에서 수많은 변수들에 영향을 받아 접합계면에서 접합불량, 낮은 계면강도 등 다양한 결함들이 발생한다. 또한 계면결함이 적은 경우라도 일반적으로 계면에 변형과 응력이 많이 집중하므로 계면분리, 계면균열 등의 문제로 클래드의 적용 등에 제한이 있어왔다. 따라서, 클래드 재료에서 요구되는 강도 및 계면물성 모두를 만족시킬 수 있는 클래드 재료가 요구되고 있으며, 본 발명의 출원인은 클래드 선재 및 판재의 계면강도를 증진시키는 제조공정에 대한 연구를 통해 우수한 계면강도를 보유하는 클래드 선재 및 클래드 판재를 제조할 수 있는 방법을 강구하게 되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서 본 발명자는 상술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 클래드(Clad) 선재나 클래드(clad) 판재를 제조함에 있어서 계면층에 나노입자를 분산시켜 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재 및 그 제조방법을 제공함을 그 목적으로 한다.

[0008] 또한 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들에 한정되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은,

[0010] 이종금속을 접합 계면을 통해 접합하여 이루어지는 클래드 접합재에 있어서,

[0011] 상기 접합계면에 미세한 크기를 갖는 금속간 화합물 또는 나노 입자들이 분산되어 있는 분산강화층이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재에 관한 것이다.

[0012] 또한 본 발명은,

[0013] 모재와 클래드재를 준비하는 공정;

[0014] 상기 모재와 클래드재를 접합가공함으로써 그 접합계면에 0.05 내지 20㎛ 두께의 금속간화합물층을 갖는 클래드 접합재를 제조하는 공정; 및

[0015] 상기 제조된 클래드 접합재를 가공함으로써 그 접합계면에 나노 크기 또는 미세한 크기의 금속간화합물 입자가 분산된 클래드 접합재를 제조하는 공정;을 포함하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재의 제조방법에 관한 것이다.

[0016]

[0017] 또한 본 발명은,

[0018] 모재와 클래드재를 준비하는 공정;

[0019] 상기 모재와 클래드재를 접합가공함으로써 클래드 접합재를 제조하는 공정

[0020] 상기 제조된 접합재를 열처리함으로써 그 접합계면에 0.05 내지 20㎛ 두께의 금속간화합물층을 형성하는 공정; 및

[0021] 상기 금속간화물층을 갖는 클래드 접합재를 가공함으로써 그 접합계면에 나노 크기 또는 미세한 크기의 금속간

화합물 입자가 분산된 클래드 접합재를 제조하는 공정;을 포함하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재의 제조방법에 관한 것이다.

[0022] 또한 본 발명은,

[0023] 모재와 클래드재 중 하나 이상의 접합될 표면에 나노입자를 도포하는 공정;

[0024] 상기 나노입자가 도포된 표면을 경계로 상기 모재와 클래드재를 접합가공함으로써 클래드 접합재를 제조하는 공정; 및

[0025] 상기 제조된 클래드 접합재를 가공함으로써 그 접합계면에 나노 입자들이 분산된 클래드 접합재를 제조하는 공정;을 포함하는 계면강도와 신뢰성이 향상된 클래드 접합재의 제조방법에 관한 것이다.

발명의 효과

[0026] 상술한 바와 같은 구성의 본 발명은, 클래드(Clad) 선재나 클래드(clad) 판재를 제조함에 있어서 접합 계면에 금속간화합물 또는 나노입자를 미세하게 분산시켜 계면 접합강도와 신뢰성이 향상되고, 특히 특성 및 수명이 증진된 클래드 접합재를 제조함에 유용한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 종래의 클래드 접합재의 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산강화층을 포함하는 클래드 접합재의 모식도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자층을 포함하는 클래드 접합재의 모식도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 우수한 계면강도를 갖는 클래드(Clad) 접합재의 제조 공정도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 그 접합 계면에 5㎛ 두께의 금속간화합물층이 형성된 Cu/Al 클래드 접합재의 미세구조이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 Cu/Al 접합계면에 형성된 sub-micron단위의 결정립 미세구조를 나타낸다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 Cu/Al 계면층에 형성된 분산강화 나노크기의 입자를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.

[0029] 도 1은 종래의 클래드 접합재의 단면도이다. 그리고 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산강화층을 포함하는 클래드 접합재의 모식도이다.

[0030] 도 1에 나타난 바와 같이, 종래의 클래드 접합재는 모재(1)과 그 모재의 상하부에 접합된 클래드재(3,3')를 포함하여 구성된다.

[0031] 이에 반하여, 도 2에 나타난 바와 같이, 본 발명의 클래드 접합재(100)는 모재(10)와 그 모재의 상하부에 접합된 클래드재(50,50')를 포함한다. 그리고 본 발명의 접합재(100)는 상기 모재(10)와 클래드재(50,50')의 사이에 미세한 크기의 금속간화물이 분산되어 있는 분산강화층(30,30')을 포함하여 구성되어 있다.

[0032] 본 발명에서 상기 분산강화층(30,30')은 계면의 접합강도를 향상시키는 역할을 하며, 후술하는 바와 같이, 일반적인 클래이딩 접합공정을 이용하여 효과적으로 제조될 수 있다.

[0033] 본 발명에서는 상기 분산된 금속간화합물 입자의 크기를 0.05 내지 20㎛로 제어함이 바람직하다. 한편 본 발명에서는 상기 금속간화합물의 구체적인 종류에 제한되지 않으며, 모재와 클래드재의 종류에 따라 다양한 형태의 금속간화합물을 이용할 수 있다.

[0034] 또한 상기 나노 입자들의 크기를 0.05 내지 20㎚로 함이 바람직하다.

[0035] 한편 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자층을 포함하는 클래드 접합재의 모식도이다. 본 발명의 클래드 접합재(200)는 모재(110)와 그 모재의 상하부에 접합된 클래드재(150,150')를 포함한다. 그리고 본 발명의 접합재(200)는 상기 모재(110)와 클래드재(150,150')의 사이에 나노입자들이 분산되어 있는 나노입자층(130,130')을 포함하여 구성되어 있다.

[0036] 본 발명에서 상기 나노입자층(130,130')은 계면의 접합강도를 향상시키는 역할을 하며, 후술하는 바와 같이, 일반적인 클래이딩 접합공정을 이용하여 효과적으로 제조될 수 있다.

[0037] 본 발명에서는 상기 나노입자층을 이루는 나노 입자의 크기를 0.05 내지 20㎚ 제어함이 바람직하다. .

[0038] 본 발명에서 상기 모재와 클래드재는 순금속 또는 합금강 등으로 구성될 수 있으며, 대표적으로 철(Fe) 또는 비철금속(Al, Cu, Ti, Ni) 등이 될 수 있으며, 순금속 또는 합금으로 Cu/Al, Al/Fe, Ti/Al, Ni/STS, Ti/STS 클래드 소재로 구성될 수 있다. 즉, 본 발명에서 상기 클래드 접합재는 철/비철금속 간 또는 이종 비철금속 간의 접합일 수 있다.

[0039] 다음으로, 본 발명의 클래드 접합재 제조방법을 설명한다.

[0040] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 우수한 계면강도를 갖는 클래드 선재와 클래드 판재의 제조공정도이다.

[0041] 도 4에 나타난 바와 같이, 본 발명에서는 먼저, 클래드 접합을 위한 모재와 클래드재를 준비한다.

[0042] 전술한 바와 같이, 본 발명에서 상기 모재와 클래드재는 순금속 또는 합금강 등으로 구성될 수 있으며, 대표적으로 철(Fe) 또는 비철금속(Al, Cu, Ti, Ni) 등이 될 수 있으며, 순금속 또는 합금으로 Cu/Al, Al/Fe, Ti/Al, Ni/STS, Ti/STS 클래드 소재로 구성될 수 있다. 즉, 본 발명에서 상기 클래드 접합재는 철/비철금속 간 또는 이종 비철금속 간의 접합일 수 있다.

[0043] 다음으로, 상기 모재와 클래드재를 접합가공함으로써 그 접합계면에 0.05 내지 20㎛ 두께의 금속간화합물층을 갖는 클래드 접합재를 제조한다. 상기 모재 및 클래드재를 접합하는 방법은 다양할 수 있으며, 예를 들어, 열간가공(hot working) 압연법, 압출법, 상온가공법 등을 통하여 1150℃의 고온에서 상온 온도까지 다양한 온도 조건에서 모재 및 클래드재를 접합하는 것이 가능하다.

[0044] 본 발명에서는 이러한 모재와 클래드재의 접합공정에서 접합과 동시에 그 접합 계면에 0.05~20㎛ 두께의 금속간화합물층을 형성할 수 있다.

[0045] 또 다르게는 본 발명에서는 상기 모재와 클래드재의 접합공정과는 별도로, 상기 접합공정 이후 그 접합 계면에 0.05~20㎛ 두께의 금속간화합물층을 형성을 위한 열처리 공정을 추가적으로 실시할 수도 있다.

[0046] 이때, 본 발명에서는 상기 접합재를 120℃ 내지 1,000℃ 사이에서 일정시간 유지하면서, 0.05~20㎛ 두께의 금속간화합물층을 형성함이 바람직하다. 상기 접합재를 120℃ 보다 낮은 온도에서 열처리하는 경우에는, 클래드재 계면에 금속간화합물층이 형성되지 않는 문제점이 있다

[0047] 다음으로, 본 발명에서는 상기 제조된 클래드 접합재를 가공함으로써 그 접합계면에 나노 크기 또는 미세한 크기의 금속간화합물 입자가 분산된 클래드 접합재를 제조한다.

[0048] 즉, 열간 가공(hot working), 압연법, 압출법, 상온가공법 등 다양한 열가공공정법을 통하여 미세한 크기의 금속간화합물 입자를 모재와 클래드 사이의 계면에 분산시킬 수 있다. 이와 같이, 접합 계면에 미세하게 분산된 금속간화합물층(분산강화층)을 갖는 클래드 재료는 높은 계면강도를 보유할 수 있는 것이다.

[0049] 한편 도 5를 참조하면, 클래드 접합소재는 모재 및 클래드재 사이에 5㎛ 두께의 금속간화합물층이 형성되고, 이

러한 금속간화합물층은 후속하는 열가공 공정을 통하여, 도 6과 같이, 금속간화합물이 미세하게 분산된 분산강화층을 이룸을 알 수 있다.

[0050] 한편 본 발명에서는 상기 접합계면에 나노 입자들이 분사되어 있는 분산강화층을 갖는 클래드 접합재를 제조할 수도 있다.

[0051] 구체적으로, 본 발명에서는 먼저 상기 모재와 클래드재 중 하나 이상의 접합될 표면에 나노입자를 도포한다. 이때, 본 발명에서는 상기 나노 입자들의 구체적인 종류 등에 제한되지 않으며, 다양한 종류의 나노입자들을 이용할 수 있다.

[0052] 그리고 본 발명에서는 상기 나노입자가 도포된 표면을 경계로 상기 모재와 클래드재를 접합가공함으로써 클래드 접합재를 제조한다.

[0053] 이후, 상기 제조된 클래드 접합재를 가공함으로써 도 7과 같이, 그 접합계면에 나노 입자들이 분산된 클래드 접합재를 제조할 수도 있다.

[0054] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 상세히 설명한다.

[0055] (실시예)

[0056] 하기 표 1의 실시예는 Cu/Al, Al/Fe, Ti/Al, Ti/STS의 다양한 클래드 접합재를 열간가공을 통하여 제조한 후, 120℃ 내지 1,000℃ 사이에서 일정시간 유지함으로써 0.1~20㎛ 두께의 금속간화합물층을 형성하였다. 그리고 이러한 접합계면에 금속간화합물층이 형성된 클래드 접합재를 열가공공정을 이용하여 가공하여 상기 금속간화물을 나노크기 또는 미세크기 입자로 분산시키고 1㎜ 두께의 판으로 만들었다.

[0057] 그리고 상기 제조된 판에 인장시험을 수행하여 기계적 특성을 평가하였으며, 계면강도는 peel test로 측정하여 하기 표 1에 나타내었다.

[0058] 한편 하기 표 1에서 비교예들은 전술한 금속간화합물층을 접합계면에 형성하지 않은 클래드 접합재를 나타내며, 그 이외의 조건은 전술한 바와 같다.

표 1

[0059]

강종		금속간화합물층	인장강도 (Mpa)	항복강도 (Mpa)	연신율 (%)	계면강도 (N/cm)
비교예	Cu/Al	없음	205	120	25	76
	Al/Fe	없음	315	220	24	89
	Ti/Al	없음	256	210	21	82
	Ti/STS	없음	457	382	18	115
실시예	Cu/Al	존재	207	122	31	93
	Al/Fe	존재	320	231	36	102
	Ti/Al	존재	262	207	26	95
	Ti/STS	존재	462	391	23	138

[0060] 상기 표 1에 나타난 바와 같이, Cu/Al, Al/Fe, Ti/Al, Ti/STS 클래드 접합재에 0.05~20㎛ 두께의 금속간화물층을 형성시키고, 이후, 열간 가공공정을 통하여 과 금속간화합물이 미세하게 분산된 분산강화층을 갖는 본 발명의 실시예가 그렇지 않은 비교예에 비하여 계면강도가 현저히 향상되는 품질특성을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

[0061] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 관하여 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 따라서 본 발명의 권리 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라, 이와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다

부호의 설명

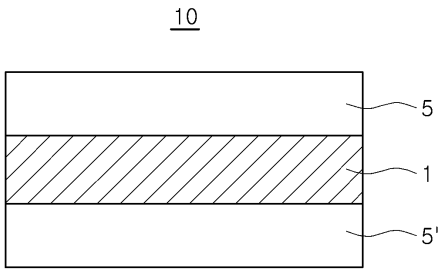
[0062] 10.....모재

30,30'.....분산강화층

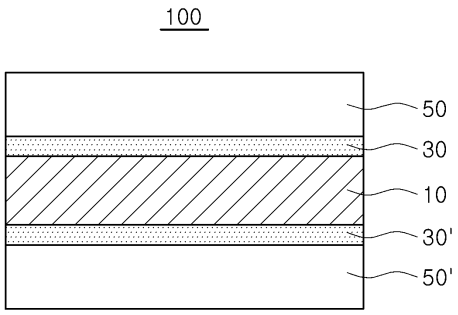
50.....클래드재

도면

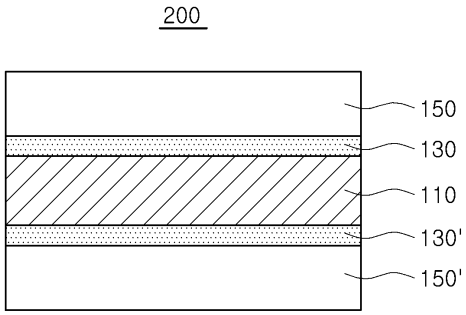
도면1



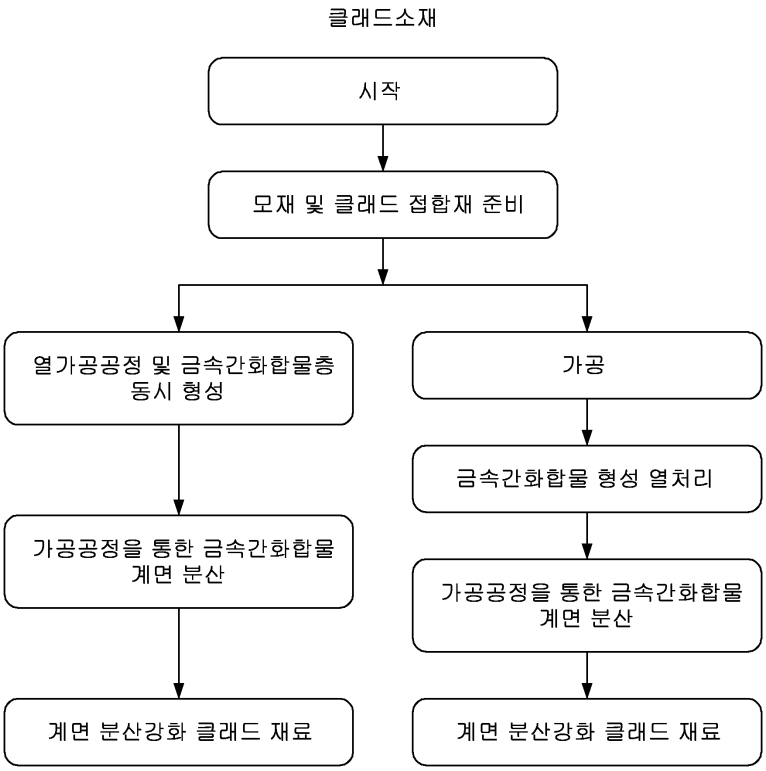
도면2



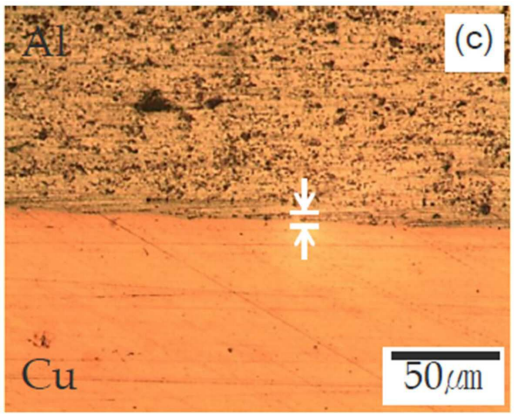
도면3



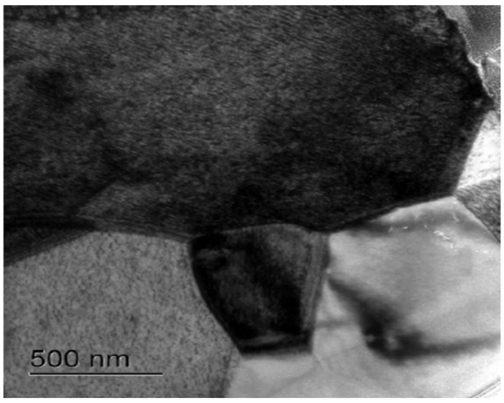
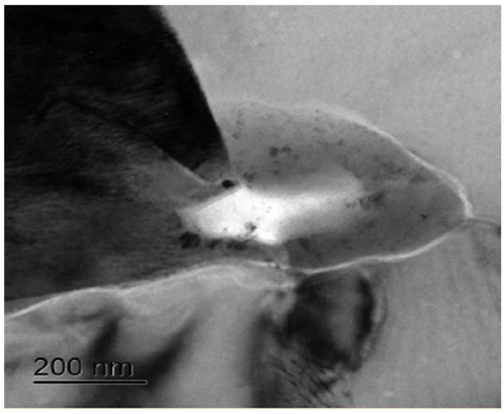
도면4


클래드소재
시작
모재 및 클래드 접합재 준비
열가공공정 및 금속간화합물층 동시 형성
가공공정을 통한 금속간화합물 계면 분산
계면 분산강화 클래드 재료
가공
금속간화합물 형성 열처리
가공공정을 통한 금속간화합물 계면 분산
계면 분산강화 클래드 재료

도면5


Al
(c)
Cu
50㎛

도면6



도면7