(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0112594
(43) 공개일자 2021년09월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 37/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C04B 37/026 (2013.01)
C04B 2237/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0027786
(22) 출원일자 2020년03월05일
심사청구일자 2020년03월05일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
현승균
인천광역시 연수구 센트럴로 194, 202동 804호 (송도동, 더샵 센트럴파크2)
김상욱
경기도 시흥시 배곧4로 81-39, 610동 1402호 (정왕동, 시흥배곧신도시 대방노블랜드 엘리트시티)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 5 항

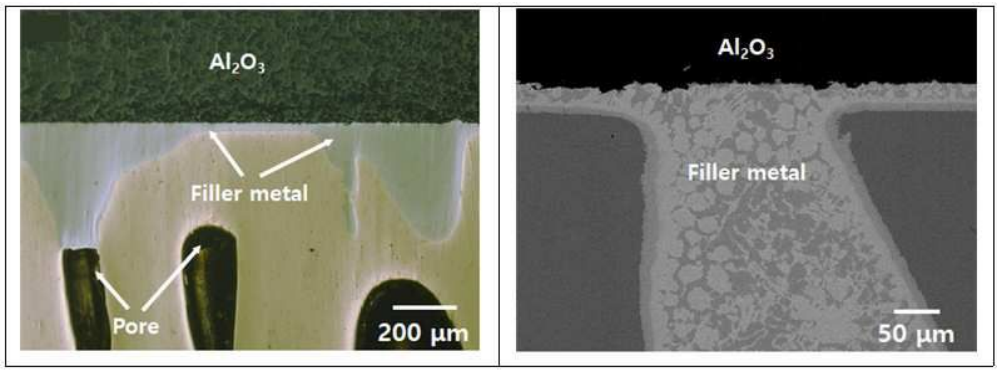
(54) 발명의 명칭 **금속 세라믹 접합체 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 금속 부재와 세라믹 부재가 접합된 금속 세라믹 접합체 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 상기 금속 세라믹 접합체는 다공성 구조의 금속 부재 및 상기 금속 부재의 일면에 접합되는 세라믹 부재를 포함하고, 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재의 접합면에 삽입 금속이 삽입된다.

본 발명에 따른 금속 세라믹 접합체는 일방향 다공성 구조의 금속을 이용하여 고온의 접합 공정에서 발생하는 잔류응력으로 낮아진 접합체의 강도와 신뢰도를 향상시킬 수 있다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
C04B 2237/40 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

다공성 구조의 금속 부재; 및

상기 금속 부재의 일면에 접합되는 세라믹 부재;를 포함하고,

상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재의 접합면에 삽입 금속이 삽입되는 것을 특징으로 하는 금속 세라믹 접합체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 금속 부재는 하나 이상의 일방향 원통형 기공을 가지고,

상기 기공은 상기 접합면과 수직 방향으로 형성된 것을 특징으로 하는 금속 세라믹 접합체.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 삽입 금속은 용융되어 상기 기공의 일부 또는 전부를 채우는 것을 특징으로 하는 금속 세라믹 접합체.

청구항 4

하나 이상의 일방향 원통형 기공을 가진 금속 부재와 세라믹 부재의 접합면이 상기 기공의 방향과 수직이 되도록 상기 금속 부재의 일면에 상기 세라믹 부재를 배치시키는 단계; 및

상기 접합면에 삽입 금속을 넣고 가열하여 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재를 접합시키는 단계;를 포함하는 금속 세라믹 접합체 제조방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 접합시키는 단계는,

가열하여 용융된 상기 삽입 금속이 상기 기공의 일부 또는 전부를 채움으로써 수행되는 것을 특징으로 하는 금속 세라믹 접합체 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 금속 부재와 세라믹 부재가 접합된 금속 세라믹 접합체 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재 금속 세라믹 접합 기술은 주로 전자·전기 산업에서 초소형 전자부품회로, 센서, 열교환기, 히트 싱크(heat sink), 전자 패키징 등에 다양한 분야에 적용되고 있고, 다양한 금속 및 세라믹 소재가 사용되고 있다.

[0003] 일반적으로 세라믹(ceramic)은 금속 재료와 비교하여 내열성, 저열팽창성, 저열전도성, 고온고강도, 고경도, 내마모성, 저비중, 화학적 안정성, 경량성 등의 우수한 특성을 가진다. 하지만, 열충격 저항성 및 파괴인성이 낮으며 가공이 어려운 단점이 있어, 세라믹의 이용 범위의 확대에 가장 큰 장애가 되고 있다.

[0004] 이러한 결점은 금속과의 복합화에 의하여 개선될 수 있는데, 세라믹과 금속의 복합화 방법으로서는 접합법이 최적으로 알려져 있다. 금속 세라믹 접합은 일반적으로 기계적 결합, 접합제를 이용한 접합, 확산 접합, 브레이징(brazing), 용해 접합(fusion welding) 등의 기술을 이용할 수 있다. 접합 공정 및 접합부의 사용 온도와 신뢰

성을 고려한다면 활성 브레이징(active brazing)을 활용한 접합이 가장 간단하고 신뢰성이 우수하다고 알려져 있다.

[0005] 상술한 기술들을 활용하면 금속 세라믹 접합이 가능하지만, 사용 시 세라믹과 금속간의 열팽창계수 및 탄성계수의 차이로 인해 문제점이 발생한다. 금속 세라믹 접합체가 고온에서 접합 후 냉각하는 과정 또는 고온과 저온을 반복하는 환경에 노출될 때, 금속의 열팽창계수가 세라믹보다 훨씬 크기 때문에 금속이 세라믹보다 더 많은 수축 및 팽창이 발생하며, 이로 인해 금속 세라믹 접합체에 잔류응력(residual stress)이 발생하게 된다. 잔류응력의 크기는 금속과 세라믹의 열팽창계수 및 탄성계수 차이, 형상 및 치수, 접합 온도에 따라 결정된다.

[0006] 이러한 잔류응력을 낮추기 위해 주로 금속과 세라믹의 열팽창계수 차이를 줄이는 시도를 하고 있으며, 그 방안 중 하나로 접합부에 열팽창계수의 완만한 변화를 위해 열팽창계수가 작은 Mo 중간재를 삽입하는 방법이 시도되고 있다. 또한, 금속 세라믹 접합부에 Cu와 같은 연성이 우수한 중간재를 삽입하여 접합부의 잔류응력을 최소화하는 방안도 제시되고 있다.

[0007] 이에, 금속 세라믹 접합체에서 발생하는 잔류응력을 최소화하여 접합 강도를 향상시키기 위한 적절한 소재의 선택 및 이를 이용한 접합체 제조 기술이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1458027호 (2014.11.04. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상기와 같은 문제를 해결하기 위하여, 본 발명은 내열충격성이 우수한 금속 세라믹 접합체를 제공한다.

[0010] 또한, 본 발명은 상기 금속 세라믹 접합체의 제조방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명에 따른 금속 세라믹 접합체는 다공성 구조의 금속 부재 및 상기 금속 부재의 일면에 접합되는 세라믹 부재를 포함하고, 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재의 접합면에 삽입 금속이 삽입될 수 있다.

[0012] 상기 금속 부재는 하나 이상의 일방향 원통형 기공을 가지고, 상기 기공은 상기 접합면과 수직 방향으로 형성될 수 있다.

[0013] 상기 삽입 금속은 용융되어 상기 기공의 일부 또는 전부를 채울 수 있다.

[0014] 본 발명에 따른 금속 세라믹 접합체 제조방법은 하나 이상의 일방향 원통형 기공을 가진 금속 부재와 세라믹 부재의 접합면이 상기 기공의 방향과 수직이 되도록 상기 금속 부재의 일면에 상기 세라믹 부재를 배치시키는 단계 및 상기 접합면에 삽입 금속을 넣고 가열하여 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재를 접합시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 접합시키는 단계는 가열하여 용융된 상기 삽입 금속이 상기 기공의 일부 또는 전부를 채움으로써 수행될 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따른 금속 세라믹 접합체는 일방향 다공성 구조의 금속을 이용하여 고온의 접합 공정에서 발생하는 잔류응력으로 낮아진 접합체의 강도와 신뢰도를 향상시킬 수 있다.

[0017] 본 발명의 제조방법을 이용하여 간단하면서도 접합 강도가 우수한 금속 세라믹 접합체를 제조할 수 있고, 제조된 금속 세라믹 접합체는 기존의 비다공성 금속 세라믹 접합체들과 달리 우수한 내열충격성을 가짐으로써, 금속 부재와 세라믹 부재의 접합을 오래도록 유지하면서 각 재료의 특성을 극대화하여, 전자·전기 산업 등에 다양한 분야에 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 세라믹 접합체(B)의 형태를 기존의 금속 세라믹 접합체(A)와 비교하여 개략적으로 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 세라믹 접합체의 제조방법을 나타낸 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 일방향 다공성 금속 이미지로, 수직 단면 및 수평 단면을 나타낸 것이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 구리 알루미나 접합 조직을 분석한 광학현미경 및 전자주사현미경 이미지이다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 세라믹 접합체의 열충격 시험 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명을 상세하게 설명하기로 한다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 세라믹 접합체(B)의 형태를 기존의 금속 세라믹 접합체(A)와 비교하여 개략적으로 나타낸 것이다.

[0022] 본 발명자는 도 1과 같은 형태로, 본 발명자가 보유한 금속 내부에 일방향의 원통형 기공 구조를 형성시키는 기술을 이용하여 일방향 다공성 금속 세라믹 접합체를 제조하였고, 상기 일방향 다공성 금속 세라믹 접합체의 접합부에서 내열충격성이 기존 비다공성 금속 세라믹 접합체의 접합부에 비해 우수하다는 결과를 확인함으로써, 본 발명을 완성하였다.

[0024] 본 발명은 금속 세라믹 접합체를 제공한다.

[0025] 본 발명에 따른 금속 세라믹 접합체는 다공성 구조의 금속 부재 및 상기 금속 부재의 일면에 접합되는 세라믹 부재를 포함할 수 있고, 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재의 접합면에 삽입 금속이 삽입될 수 있다.

[0026] 상기 금속 부재는 하나 이상의 일방향 통형상의 기공을 가질 수 있고, 상기 기공의 직경은 10 내지 1000㎛일 수 있고, 바람직하게는 100 내지 500㎛일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0027] 바람직하게는, 다수의 일방향 원통형 기공을 가질 수 있고, 상기 기공 중 일부는 상기 금속 부재의 내부를 관통하는 형태일 수 있으며, 이 외에도 일방향성의 기공을 가진다면 상기 기공의 형태와 수가 제한되는 것은 아니다.

[0028] 바람직하게는, 상기 금속 부재의 기공은 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재의 접합면과 수직 방향으로 형성될 수 있으며, 상기 기공은 상기 접합면에 맞닿아 형성될 수 있다.

[0029] 예를 들어, 다수의 일방향 원통형 기공이 형성된 상기 금속 부재의 상부면에 상기 세라믹 부재가 적층되고, 이때, 상기 금속 부재의 기공과 상기 세라믹 부재가 적층된 적층면이 수직으로 형성되며, 상기 적층면에 상기 삽입 금속이 삽입된 형태의 금속 세라믹 접합체일 수 있다.

[0030] 상기 금속 부재는 구리(Cu), 알루미늄(Al), 철(Fe) 또는 이들의 합금일 수 있으나, 이에 제한되지 않고, 하나 이상의 일방향 원통형 기공이 형성될 수 있는 금속은 모두 포함될 수 있다.

[0031] 상기 세라믹 부재는 산화물, 질화물 및 탄화물로 이루어진 군에서 선택될 수 있고, 예를 들어, 알루미나(Al_2O_3), 질화알루미늄(AlN), 탄화규소(SiC), 질화규소(Si_3N_4) 등 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0033] 본 발명에 따른 금속 세라믹 접합체에 있어서, 상기 삽입 금속(insert metal)은 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재의 접합면에 삽입될 수 있고, 고온에 의해 용융된 삽입 금속은 상기 접합면에서 상기 세라믹 부재와 반응하고, 상기 금속 부재의 기공의 일부 또는 전부에 채워지면서 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재를 접합시킬 수 있다.

[0034] 상기 삽입 금속은 상기 금속 부재 및 상기 세라믹 부재보다 낮은 융점(melting point)을 가질 수 있고, 예를 들어, 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr) 등의 활성 금속과 구리(Cu), 니켈(Ni), 은(Ag) 등의 연질 금속을 합금한 Ag-Cu-Ti계, Ag-Cu-Zr계, ZrTiCuNi계 금속 등을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0035] 본 명세서에서, "접합면"은 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재가 맞닿아 접합되는 부분으로, "접합부", "접합계면" 등의 용어와 혼용할 수 있다. 상기 접합면은 상기 금속 부재 및 상기 세라믹 부재의 일부 또는 전부가 맞닿아 접합될 수 있고, 상기 삽입 금속, 또는 상기 용융된 삽입 금속과 상기 금속 부재 또는 상기 세라믹 부재와의 반응물로 일부 또는 전부가 채워져 형성될 수 있다.

[0037] 본 발명에 따른 금속 세라믹 접합체는 우수한 내열충격성을 가질 수 있다.

[0039] 또한, 본 발명은 상기의 금속 세라믹 접합체의 제조방법을 제공한다.

[0040] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 세라믹 접합체의 제조방법을 나타낸 흐름도이다. 도시된 흐름도에서는 상기 방법을 복수 개의 단계로 나누어 기재하였으나, 적어도 일부의 단계들은 순서를 바꾸어 수행되거나, 다른 단계와 결합되어 함께 수행되거나, 생략되거나, 세부 단계들로 나뉘어 수행되거나, 또는 도시되지 않은 하나 이상의 단계가 부가되어 수행될 수 있다.

[0042] 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 세라믹 접합체 제조방법은 금속 부재 및 세라믹 부재를 배치시키는 단계 및 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재 사이 접합면에 삽입 금속을 넣어 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재를 접합시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0044] 본 발명에 따른 금속 세라믹 접합체 제조방법에 있어서, 상기 금속 부재 및 상기 세라믹 부재를 배치시키는 단계 전에, 상기 금속 부재, 상기 세라믹 부재 및 삽입 금속을 세척하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 부재들과 상기 삽입 금속을 세척함으로써, 불순물을 제거하고 이후 용융된 삽입 금속과 상기 부재들과의 반응이 보다 효과적으로 진행될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 부재 및 상기 삽입 금속은 아세톤을 이용하여 10분간 세척되었으나, 세척 용액 및 시간은 이에 제한되는 것은 아니다.

[0046] 본 발명에 따른 금속 세라믹 접합체 제조방법에 있어서, 상기 금속 부재 및 세라믹 부재를 배치시키는 단계는 바람직하게는, 하나 이상의 일방향 원통형 기공을 가진 금속 부재와 세라믹 부재의 접합면이 상기 기공의 방향과 수직이 되도록 상기 금속 부재의 일면에 상기 세라믹 부재를 배치시킴으로써 수행될 수 있다.

[0047] 예를 들어, 다수의 일방향 원통형 기공이 형성된 상기 금속 부재의 상부면에 상기 세라믹 부재가 적층되고, 이때, 상기 금속 부재의 기공과 상기 세라믹 부재가 적층된 적층면이 수직으로 형성될 수 있다.

[0048] 상기 금속 부재는 구리(Cu), 알루미늄(Al), 철(Fe) 또는 이들의 합금일 수 있으나, 이에 제한되지 않고, 하나 이상의 일방향 원통형 기공이 형성될 수 있는 금속은 모두 포함될 수 있다.

[0049] 상기 세라믹 부재는 산화물, 질화물 및 탄화물로 이루어진 군에서 선택될 수 있고, 예를 들어, 알루미나(Al_2O_3), 질화알루미늄(AlN), 탄화규소(SiC), 질화규소(Si_3N_4) 등 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0051] 본 발명에 따른 금속 세라믹 접합체 제조방법에 있어서, 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재 사이 접합면에 삽입 금속을 넣어 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재를 접합시키는 단계는 바람직하게는, 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재 사이 접합면에 삽입 금속을 넣고 가열하여 상기 삽입 금속을 용융시키고, 용융된 상기 삽입 금속이 상기 금속 부재의 기공으로 침투하여 상기 기공의 일부 또는 전부를 채우고 응고됨으로써 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재의 접합이 수행될 수 있다.

[0052] 상기 가열 단계의 온도는 상기 삽입 금속의 융점(melting point) 이상이고 상기 금속 부재 및 상기 세라믹 부재의 융점 이하의 온도로, 상기 삽입 금속은 용융시키되, 상기 금속 부재 및 상기 세라믹 부재에는 큰 영향을 주

지 않는 온도 범위가 바람직할 것이다. 예를 들어, 상기 가열 온도는 450 내지 1000℃일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0053] 상기 삽입 금속은 상기 금속 부재 및 상기 세라믹 부재보다 낮은 융점(melting point)을 가질 수 있고, 예를 들어, 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr) 등의 활성 금속과 구리(Cu), 니켈(Ni), 은(Ag) 등의 연질 금속을 합금한 Ag-Cu-Ti계, Ag-Cu-Zr계, ZrTiCuNi계 금속 등을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0054] 상기 금속 부재와 상기 세라믹 부재 사이의 접합면에 삽입된 상기 삽입 금속을 용융시키면 상기 세라믹 부재 표면에 접합 계면이 형성되고, 상기 용융된 삽입 금속이 상기 금속 부재의 기공의 일부 또는 전부에 채워지면서 상기 금속 부재 및 상기 세라믹 부재의 접합이 이루어질 수 있다.

[0056] 본 발명에 따른 제조방법에 따라 우수한 내열충격성을 가진 금속 세라믹 접합체를 제조할 수 있다. 상기 접합체는 고온의 접합 공정에서 발생하는 잔류응력으로 낮아진 접합체의 강도와 신뢰도를 향상시킬 수 있다

[0057] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전단강도(shear strength) 측정을 통해 본 발명에 따른 금속 세라믹 접합체의 접합강도를 확인한 결과, 열충격 시험 전에는 기존의 비다공성 금속을 이용한 금속 세라믹 접합체보다 접합강도가 낮은 것으로 나타났으나, 5회 이상의 열충격 횟수에서도 본 발명에 따른 금속 세라믹 접합체의 전단강도는 열충격 시험 전의 접합강도를 유사하게 유지하였으나, 기존의 비다공성 금속 세라믹 접합체는 접합강도가 현저히 감소됨을 확인할 수 있었다.

[0059] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 실시예를 들어 상세하게 설명하기로 한다. 다만 하기의 실시예는 본 발명의 내용을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다.

[0060] 또한, 첨부된 도면들에서 요소의 크기, 또는 요소들 사이의 상대적인 크기는 본 발명에 대한 더욱 명확한 이해를 위해서 다소과장되게 도시될 수 있다. 또, 도면들에 도시된 요소의 형상이 제조 공정상의 변이 등에 의해서 다소 변경될 수 있을 것이다. 따라서, 본 명세서에서 개시된 실시예들은 특별한 언급이 없는 한 도면에 도시된 형상으로 한정되어서는 안 되며, 어느 정도의 변형을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0062] **<실시예 1>**

[0063] **1. 금속 (일방향 다공성 구리) / 세라믹 (알루미나, Al_2O_3) 접합체 제조**

[0064] 1) 접합방법

[0065] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 일방향 다공성 금속 이미지로, 수직 단면 및 수평 단면을 나타낸 것이다.

[0066] 본 실시예에서는 도 3과 같은 구조의 일방향 다공성 구리와 알루미나를 모재로 하고, ZrTiCuNi계 금속을 접합을 위한 삽입 금속으로 사용하였다.

[0067] 상기 모재 및 삽입 금속은 접합하기 전에 아세톤을 사용하여 10분간 세척하여 사용하였다. 접합체의 조립은 일방향 다공성 구리와 알루미나 사이에 삽입 금속을 배치하여 진행하였다. 진공로를 이용하여 접합하였고, 접합 조건은 삽입 금속의 용융점을 고려하여 850℃에서 10분간 유지하고 노냉(furnace cooling)하였다. 분위기는 10-5 torr 이상이었다. 접합 후 시편을 절단하여 미세 조직을 분석하였고, 상기 미세조직 분석에는 광학현미경(OM)과 전자주사현미경(SEM)을 사용하였다.

[0069] 2) 접합결과

[0070] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 구리 알루미나 접합 조직을 분석한 광학현미경 및 전자주사현미경 이미지이다.

[0071] 도 4를 참조하면, 왼쪽의 광학현미경 이미지에서, 일방향 다공성 구리에 삽입 금속이 일부 채워짐을 확인할 수 있다. 또한, 오른쪽의 전자주사현미경 이미지에서, 삽입 금속과 모재와의 계면에 반응층이 형성된 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과를 통해, 본 실시예의 접합 조건에서 일방향 다공성 구리와 알루미나가 성공적으로 접합되

었다고 판단할 수 있다.

[0073] **2. 금속 세라믹 접합체의 열충격 시험**

[0074] 1) 실험방법

[0075] 금속 세라믹 접합체의 내열 충격성을 확인하기 위해, 상기 실시예 1에서 제조된 접합체를 400℃에서 10분간 유지한 후 수냉하는 열충격 시험을 진행하였다. 반복 횟수는 1, 5, 10회까지 진행하였다. 열충격 시험 후 접합 강도를 측정하여 내열 충격성을 평가하였으며, 접합 강도는 전단 시험을 통해 측정하였다.

[0077] 2) 실험결과

[0078] 도 5 및 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 세라믹 접합체의 열충격 시험 결과이다.

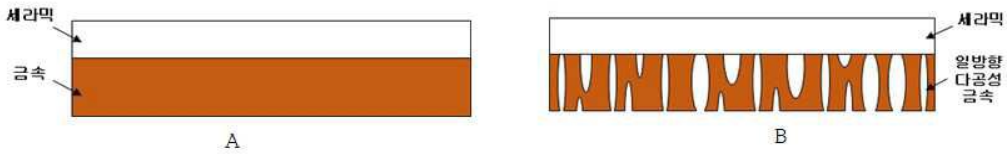
[0079] 도 5 및 도 6을 참조하면, 열충격 시험 후 접합부의 접합 강도를 비교해본 결과, 열충격 시험 전 접합 강도는 비다공성 구리 접합체가 우수하였고, 열충격 횟수가 1회에서도 같은 결과가 확인되었다. 하지만, 열충격 횟수가 5회 이상 되었을 경우, 일방향 다공성 구리 접합부의 접합 강도가 우수한 것으로 확인되었다.

[0080] 또한, 전단 시험 후 파단면에서 비다공성 구리 접합부는 열충격 횟수가 증가할수록 알루미나가 구리에 잔존하는 것으로 나타났으며, 이는 알루미나 내부에서 파괴가 발생한 것으로 판단된다. 반면, 일방향 다공성 구리 접합부는 열충격 횟수가 증가하여도 삽입 금속 층에서 파괴가 발생한 것으로 판단된다. 이를 통해, 일방향 다공성 구리 접합체가 알루미나 내부에 발생하는 열충격에 대한 저항성이 우수하다고 판단할 수 있다.

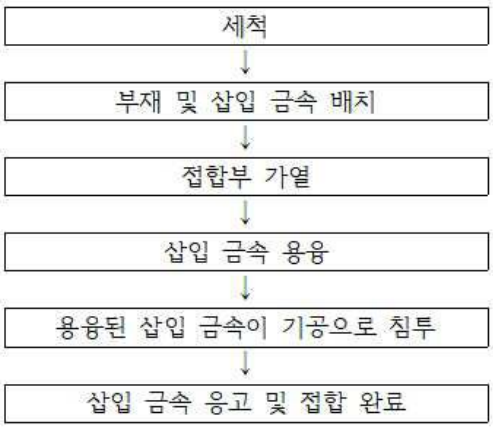
[0082] 이상으로 본 발명 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백하다. 즉, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다.

도면

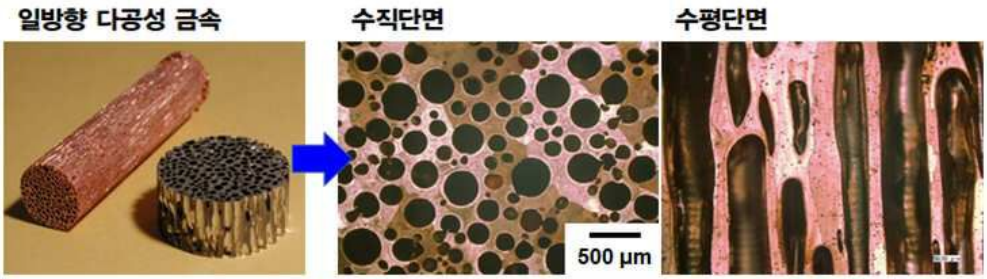
도면1



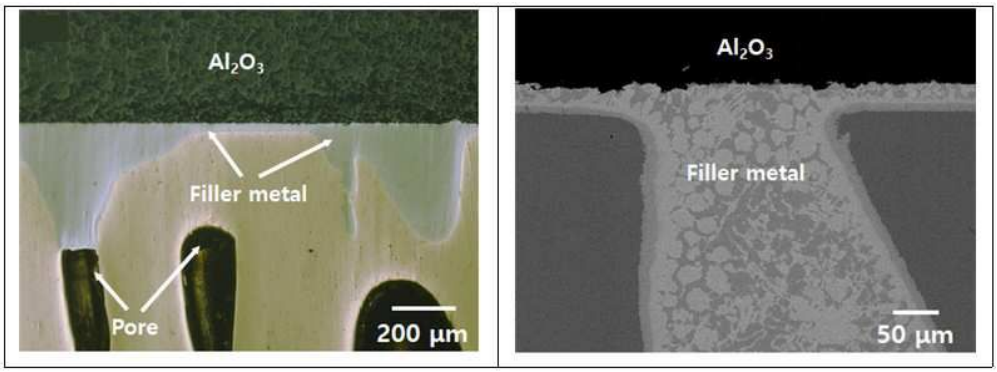
도면2



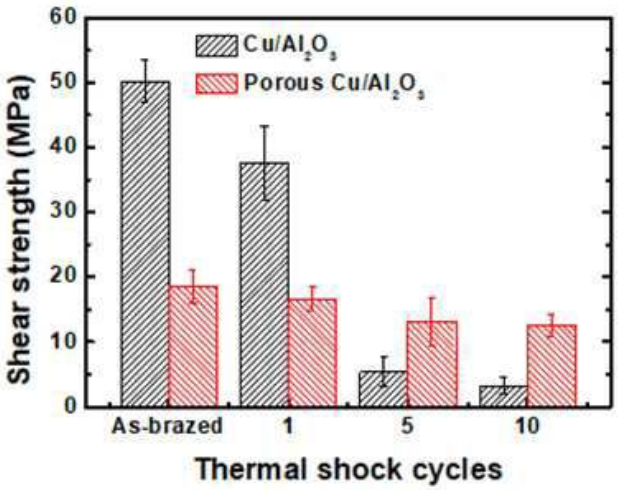
도면3


일방향 다공성 금속
수직단면
수평단면
500 μm

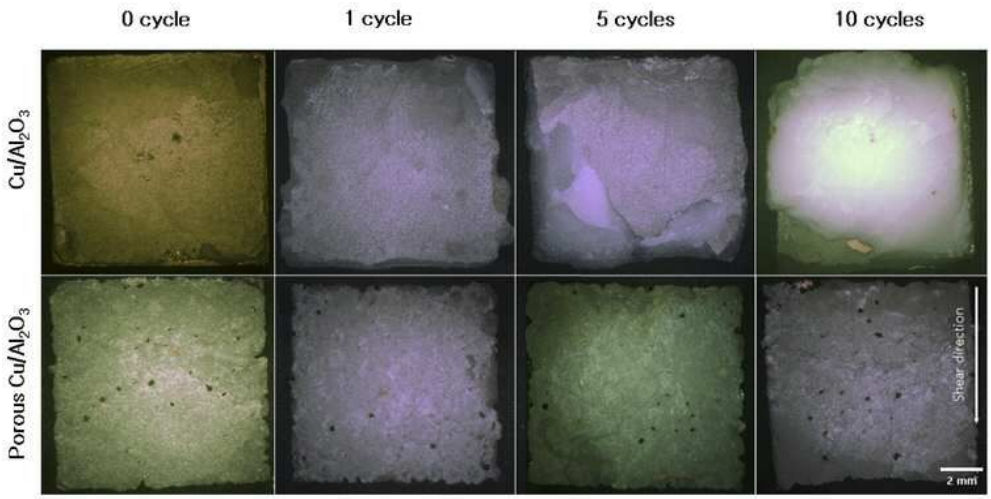
도면4


Al2O3
Filler metal
Pore
200 μm
Al2O3
Filler metal
50 μm

도면5


Cu/Al2O3
Porous Cu/Al2O3
Shear strength (MPa)
0
10
20
30
40
50
60
As-brazed
1
5
10
Thermal shock cycles

도면6


0 cycle
1 cycle
5 cycles
10 cycles
Cu/Al2O3
Porous Cu/Al2O3
Shear direction
2 mm