(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0033797
(43) 공개일자 2017년03월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F41H 5/02 (2006.01) *B32B 15/04* (2006.01)
F41H 5/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F41H 5/02 (2013.01)
B32B 15/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0134850(분할)
(22) 출원일자 2016년10월18일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2015-0131896
원출원일자 2015년09월17일
심사청구일자 2016년04월28일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
이상복
경상남도 창원시 성산구 원이대로 495, 217동 402호 (반림동, 트리비앙아파트)
이상관
경상남도 창원시 의창구 용지로 229, 13동 506호 (용호동, 롯데아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이성재

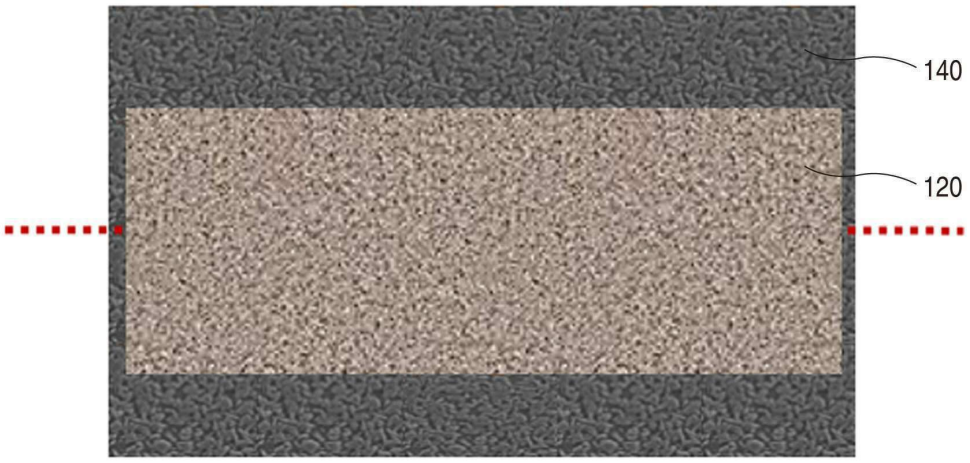
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **고비강도 복합재**

(57) 요 약

본 발명에 의한 고비강도 복합재는, 내부에 위치하는 세라믹타일과, 상기 세라믹타일의 외측에 위치하며 분말 상태의 산화물, 탄화물, 질화물, 붕화물 중 어느 하나 이상으로 이루어진 강화재와, 금속으로 이루어진 기재로 이루어진 금속복합소재를 포함하여 구성되며, 상기 세라믹타일과 강화재 및 기재는 액상가압성형용 금형 내부에 장입된 후 가열되어 기재의 용융에 의해 세라믹타일의 외면에 금속복합소재가 결합된 형태를 갖는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
F41H 5/0421 (2013.01)
(72) 발명자
조승찬
경상남도 김해시 율하1로 130, 905동 401호(율하동, 율현마을 이편한세상)
조일국
부산광역시 금정구 두실로45번길 102, 2동 1104호(구서동, 일신아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2014060717
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 민군기술협력사업
연구과제명 내충격/고탄성 금속복합소재 설계 및 액상가압성형공정 개발
기 여 율 1/1
주관기관 한국연구재단
연구기간 2014.11.01 ~ 2015.09.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

내부에 위치하는 세라믹타일과,

상기 세라믹타일의 외측에 위치하며 분말 상태의 산화물, 탄화물, 질화물, 붕화물 중 어느 하나 이상으로 이루어진 강화재와, 금속으로 이루어진 기재로 이루어진 금속복합소재를 포함하여 구성되며,

상기 세라믹타일과 강화재 및 기재는 액상가압성형용 금형 내부에 장입된 후 가열되어 기재의 용융에 의해 세라믹타일의 외면에 금속복합소재가 결합된 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 고비강도 복합재.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 세라믹타일의 외면에는 금속복합소재의 일부를 내부에 수용하는 표면요철이 구비되며, 상기 금속복합소재의 일부는 표면요철에 함침되어 세라믹타일과 일체화됨을 특징으로 하는 고비강도 복합재.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 강화재와 기재는 상기 세라믹타일의 외측 방향으로 교번하여 배치됨을 특징으로 하는 고비강도 복합재.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 금속복합소재는 세라믹타일로부터의 위치별 함량이 상이한 것을 특징으로 하는 고비강도 복합재.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 세라믹타일은 상기 강화재에 채택된 소재와 동일한 소재를 포함하여 형성됨을 특징으로 하는 고비강도 복합재.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 강화재는 세라믹타일을 기준으로 양측이 상이한 소재로 채택됨을 특징으로 하는 고비강도 복합재.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 표면요철은 50㎜ 이상의 깊이를 갖는 것을 특징으로 하는 고비강도 복합재.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 기재는 세라믹타일을 기준으로 양측이 상이한 소재로 채택됨을 특징으로 하는 고비강도 복합재.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 금속복합소재는 세라믹강화알루미늄복합재인 것을 특징으로 하는 고비강도 복합재.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 200㎫/g·cm^{-3}이상의 비강도를 갖는 것을 특징으로 하는 고비강도 복합재.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 고비강도 복합재 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 세라믹타일 외측에 금속복합소재를 액상가압공정으로 결합시킴으로써 강도, 경도 및 비강도가 향상될 수 있도록 한 고비강도 복합재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 세라믹타일의 표면요철에 금속복합소재를 함침시켜 계면결합력을 높이고, 금속복합소재는 세라믹강화알루미늄복합재를 채택함으로써 충격에너지 흡수능력이 향상될 수 있도록 한 고비강도 복합재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

[0003] 본 발명은 세라믹타일의 양측에 이종의 강화재를 포함하는 금속복합소재를 분리하여 함침시킴으로써 물성의 제어가 가능하도록 한 고비강도 복합재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

[0004] 본 발명은 액상가압공정을 채택함으로써 대형화가 가능하고 낮은 압력하에서 제조가 가능한 고비강도 복합재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0005] 복합재(Composite material)는 두 가지 이상 구성물질의 혼합체로써 서로 화학적으로 구분되는 구성물질들이 각각의 특성을 유지한 채로 결합되어 있으면서 각 구성물질의 독특한 기계적, 물리적, 화학적 특성이 서로 상호보완적으로 작용하여 개개의 구성물질이 분리되어 있을 때보다 좋은 특성을 얻고자 인위적으로 구성된 물질을 일컫는 것이다.

[0006] 예컨대 복합재는 방탄(防彈) 효율을 높이기 위한 방탄소재에 적용될 수 있다.

[0007] 즉, 방탄패널은 세라믹 플레이트와 고강도를 가지는 방탄직물을 여러층 적층하여 단일체로 형성된 것으로, 미국공개특허 제2001-0021443호에는 방탄직물을 서로 접합하여 적층물의 평판을 제조할 대 직물간을 점접착함으로써 직물들 간의 유연성을 부여하는 기술이 개시되어 있다.

[0008] 그리고 미국특허 제6,895,851호와 제6,955,112호에는 4,413,357호에는 세라믹타일의 외면에 복합재로 이루어진 프리폼을 본딩하여 방탄 기능을 갖도록 한 기술이 개시되어 있다.

[0009] 또한 대한민국 등록특허 제 10-1262280호에는 진공백 내부에 충격흡수패널과 금속패널을 적층한 후 진공 분위기에서 열을 가하여 각 패널을 접합함으로써 제조되는 "다중 피탄 방어기능을 갖는 장갑체"가 개시되어 있다.

[0010] 대한민국 등록특허 제 10-1424051호에는 금속 합금 계열의 전단강도가 중시되는 하드바디아머 체계와 고인장섬유를 중심으로 인장강도가 중시되는 소프트바디아머 체계를 하나의 방탄체에 복합된 형태로 결합하여 방탄 능력이 향상될 수 있도록 한 "복합구조 형태의 방탄체"가 개시되어 있다.

[0011] 그러나 상기 종래 기술들은 다수의 층을 적층하여 충격 에너지를 낮추고자한 기술이나, 각 층간 계면 결합력이 낮아 충분한 강도를 발휘하지 못하는 문제점이 있다.

[0012] 또한, 각 층을 서로 접합하기 위한 고가의 장비가 필요하거나, 다수 공정을 통해 순차적으로 접합하게 되므로 생산성이 저하됨은 물론 대형의 복합재를 제조하는데 어려움이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명의 목적은 상기한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 세라믹타일 외측에 금속복합소재를 액상가압공정으로 결합시킴으로써 강도, 경도 및 비강도가 향상될 수 있도록 한 고비강도 복합재 및 이의 제조방법을 제공하는 것에 있다.

[0014] 본 발명의 다른 목적은, 세라믹타일에 형성된 표면요철에 금속복합소재를 함침시켜 일체화함으로써 계면결합력 향상은 물론 충격에너지 흡수능력도 향상될 수 있도록 한 고비강도 복합재 및 이의 제조방법을 제공하는 것에 있다.

[0015] 본 발명의 또 다른 목적은, 세라믹타일의 양측에 이종의 강화재를 포함하는 금속복합소재를 결합시킴으로써 물성의 제어가 가능하도록 한 고비강도 복합재 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0016] 본 발명의 또 다른 목적은, 액상가압공정을 채택함으로써 대형화가 가능하고 낮은 압력하에서 제조가 가능한 고비강도 복합재 및 이의 제조방법을 제공하는 것에 있다.

[0017] 본 발명의 또 다른 목적은, 강화재와 기재를 다양하게 배치한 후 단일의 액상가압공정을 통해 세라믹타일의 표면에 함침함으로써 세라믹타일에 대한 위치별 함량을 다양하게 조절할 수 있도록 한 고비강도 복합재 및 이의 제조방법을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0018] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 고비강도 복합재는, 내부에 위치하는 세라믹타일과, 상기 세라믹타일의 외측에 위치하며 분말 상태의 산화물, 탄화물, 질화물, 붕화물 중 어느 하나 이상으로 이루어진 강화재와, 금속으로 이루어진 기재로 이루어진 금속복합소재를 포함하여 구성되며, 상기 세라믹타일과 강화재 및 기재는 액상가압성형용 금형 내부에 장입된 후 가열되어 기재의 용융에 의해 세라믹타일의 외면에 금속복합소재가 결합된 형태를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0019] 상기 세라믹타일의 외면에는 금속복합소재의 일부를 내부에 수용하는 표면요철이 구비되며, 상기 금속복합소재의 일부는 표면요철에 함침되어 세라믹타일과 일체화됨을 특징으로 한다.

[0020] 상기 강화재와 기재는 상기 세라믹타일의 외측 방향으로 교번하여 배치됨을 특징으로 한다.

[0021] 상기 금속복합소재는 세라믹타일로부터의 위치별 함량이 상이한 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기 세라믹타일은 상기 강화재에 채택된 소재와 동일한 소재를 포함하여 형성됨을 특징으로 한다.

[0023] 상기 강화재는 세라믹타일을 기준으로 양측이 상이한 소재로 채택됨을 특징으로 한다.

[0024] 상기 표면요철은 50㎚ 이상의 깊이를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0025] 상기 기재는 세라믹타일을 기준으로 양측이 상이한 소재로 채택됨을 특징으로 한다.

[0026] 상기 금속복합소재는 세라믹강화알루미늄복합재인 것을 특징으로 한다.

[0027] 200㎫/g · cm^{-3}이상의 비강도를 갖는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 따르면 세라믹타일 외측에 금속복합소재를 액상가압공정으로 결합시킴으로써 강도, 경도 및 비강도가 향상되는 이점이 있다.

[0029] 또한 세라믹타일에 형성된 표면요철에 금속복합소재를 함침시켜 일체화함으로써 계면결합력 향상은 물론 충격에너지 흡수능력도 향상될 수 있다.

[0030] 그리고 세라믹타일의 양측에 이종의 강화재를 포함하는 금속복합소재를 결합시킴으로써 물성의 제어가 가능하다.

[0031] 그리고, 액상가압공정을 채택함으로써 대형화가 가능하고 체적률의 제어가 가능하며 낮은 압력하에서 제조가 가

능하므로 생산성 향상 및 제조원가 절감을 달성할 수 있다.

[0032] 뿐만 아니라, 강화재와 기재를 다양하게 배치한 후 단일의 액상가압공정을 통해 세라믹타일에 함침함으로써 세라믹타일에 대한 위치별 함량을 다양하게 조절할 수 있는 효과도 가진다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1 은 본 발명에 의한 고비강도 복합재의 단면 구조를 보인 개요도.

도 2 는 본 발명에 의한 고비강도 복합재에서 일 구성인 세라믹타일과 금속복합소재의 접합부를 나타낸 SEM 사진.

도 3 은 본 발명에 의한 고비강도 복합재에서 일 구성인 세라믹타일과 금속복합소재의 접합부를 나타낸 고배율 SEM 사진.

도 4 는 본 발명에 의한 고비강도 복합재에서 강화재가 포함된 금속복합소재의 제1실시예에 대한 압축강도를 측정하여 나타낸 그래프.

도 5 는 본 발명에 의한 고비강도 복합재에서 강화재가 포함된 금속복합소재의 제2실시예에 대한 압축강도를 측정하여 나타낸 그래프.

도 6 은 본 발명에 의한 고비강도 복합재에서 강화재가 포함된 금속복합소재와 비교예의 비강도를 비교하여 나타낸 그래프.

도 7 은 본 발명에 의한 고비강도 복합재의 제조방법을 나타낸 공정 순서도.

도 8 은 본 발명에 의한 고비강도 복합재의 제조방법에서 액상가압공정을 위한 금형의 내부 상태를 보인 단면 개요도.

도 9 는 본 발명에 의한 고비강도 복합재의 제조방법에서 시간 경과에 대한 가열단계와 함침및접합단계의 적용 온도 변화를 나타낸 그래프.

도 10 은 본 발명에 의한 고비강도 복합재의 제조방법에서 금형 내부에 장입된 세라믹타일과, 금속복합소재 및 외장재의 다른 실시예의 적층 상태를 보인 단면 개요도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하에서는 첨부된 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명에 의한 고비강도 복합재에 대하여 설명한다.

[0035] 도 1에는 본 발명에 의한 고비강도 복합재의 단면 구조를 보인 개요도가 도시되어 있고, 도 2에는 본 발명에 의한 고비강도 복합재에서 일 구성인 세라믹타일과 금속복합소재의 접합부를 나타낸 SEM 사진이 도시되어 있으며, 도 3에는 본 발명에 의한 고비강도 복합재에서 일 구성인 세라믹타일과 금속복합소재의 접합부를 나타낸 고배율 SEM 사진이 도시되어 있다.

[0036] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0037] 따라서 본 명세서에 기재된 실시 예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0038] 도면과 같이 본 발명에 의한 고비강도 복합재(이하 '복합재(100)'라 칭함)는 다수 표면요철(도 3의 도면부호 122)이 형성된 세라믹타일(120)과, 상기 세라믹타일(120)을 내부에 수용하고 세라믹강화알루미늄복합재가 채택된 금속복합소재(140)를 포함하여 구성된다.

[0039] 상기 세라믹타일(120)은 충격에너지를 흡수할 수 있도록 구성된 것으로, 표면요철(122)이 형성되어 있으며 탄화붕소(B_4C), 탄화규소(SiC) 등의 세라믹이 적용될 수 있고, 붕화물, 산화물, 질화물, 탄화물 중 어느 하나 이상을 포함하여 구성될 수도 있다.

[0040] 예컨대, 붕화물과 산화물을 혼합하여 제조되고 외면에 표면요철(122)이 형성된 형태일 수도 있다.

[0041] 그리고 상기 표면요철(122)은 금속복합소재(140)의 일부를 내부에 수용하여 결합력을 높이기 위한 구성으로, 세라믹타일(120)의 표면으로 개구된 기공도 포함된다.

[0042] 그리고 상기 표면요철(122)은 금속복합소재(140)의 일부를 수용시에 결합력을 발생할 수 있도록 50㎚ 이상의 깊이를 갖는 것이 바람직하다.

[0043] 상기 세라믹타일(120)은 외측 전면이 금속복합소재(140)에 의해 둘러싸여 차폐된 상태로 수용된다. 상기 금속복합소재(140)는 세라믹타일(120)의 크랙 전파 저항성을 향상시키고, 다중 크랙을 유도함으로써 파괴저항성을 향상시킬 수 있도록 구성된다.

[0044] 이를 위해 상기 금속복합소재(140)는 표면요철(122) 내부에 일부가 함침되어 세라믹타일(120)과 일체화되며, 이러한 일체화는 액상가압공정을 통해 구현 가능하다.

[0045] 즉, 상기 금속복합소재(140)는 탄화붕소(B_4C), 탄화규소(SiC) 중 어느 하나 이상의 소재로 형성된 강화재(142) 분말과, 기재(144)인 알루미늄을 포함하고 있고, 알루미늄은 액상가압공정 중 용융되어 상기 표면요철(122) 내부로 삽입되며(도 3 참조), 표면요철(122)에 삽입된 금속복합소재(140)의 일부는 세라믹타일(120)과 견고하게 결합함으로써 강도 및 비강도를 향상시킬 수 있게 된다.

[0046] 그리고 상기 금속복합소재(140)는 단 한번의 액상가압공정을 실시하여 세라믹타일(120)과 일체화되어 간단한 공정으로 제조 가능하다.

[0047] 상기 금속복합소재(140)의 일 구성인 기재(144)는 다양한 형태가 채택되어 액상가압공정에 적용될 수 있다. 예컨대 강화재(142)와 기재(144)를 모두 분말로 적용하거나, 강화재(142)는 분말로 적용하고 기재(144)는 플레이트로 적용할 수도 있다.

[0048] 필요에 따라서는 강화재(142)와 기재(144) 분말을 혼합 및 소결한 소결체 등으로 적용 가능하다.

[0049] 또한 상기 강화재(142)와 기재(144)는 세라믹타일(120)을 기준으로 상/하측에 서로 상이한 소재가 채택될 수 있다.

[0050] 예를 들어 세라믹타일(120)의 상측에는 탄화붕소 분말이 강화재(142)로 채택되고, 하측에는 탄화규소 분말이 강화재(142)로 채택될 수 있다.

[0051] 그리고 상기 기재(144) 역시 상측에는 알루미늄을 채택하고, 하측에는 알루미늄이 아닌 이종(異種)금속이 채택될 수도 있다.

[0052] 본 발명의 실시예에서 상기 기재(144)의 소재는 알루미늄(Al)이 채택되었으며, 상기 강화재(142) 분말은 세라믹타일(120)에 인접하도록 위치시키고, 기재(144)인 알루미늄은 세라믹타일(120)로부터 상대적으로 멀게 위치시켜 액상가압공정을 실시할 수도 있으며, 이때 상기 기재(144)는 용융하여 강화재(142) 분말 사이를 통과한 후 세라믹타일(120)의 표면요철(122)에 함침된다.

[0053] 상기 강화재(142)와 기재(144)는 함량 변화 및 위치 변화에 따라 위치별 함량을 상이하게 제어할 수 있다.

[0054] 예컨대 상기 기재(144)를 상대적으로 많이 사용하여 액상가압공정을 실시하는 경우, 기재(144)는 표면요철(122)까지 함침된 이후에도 고비강도 복합재(100)의 외측에 상당량 남아 외장재 역할을 수행할 수 있다.

[0055] 이하 첨부된 도 4 내지 도 6을 참조하여 상기 고비강도 복합재(100)의 강도 및 비강도를 알아본다.

[0056] 도 4는 본 발명에 의한 고비강도 복합재(100)에서 강화재(142)가 포함된 금속복합소재(140)의 제1실시예에 대한 압축강도를 측정하여 나타낸 그래프이고, 도 5는 본 발명에 의한 고비강도 복합재(100)에서 강화재(142)가 포함된 금속복합소재(140)의 제2실시예에 대한 압축강도를 측정하여 나타낸 그래프이며, 도 6은 본 발명에 의한 고비강도 복합재(100)에서 강화재(142)가 포함된 금속복합소재(140)와 비교예의 비강도를 비교하여 나타낸 그래프이다.

[0057] 우선 상기 금속복합소재(140)에 대하여 강화재(142)로서 탄화규소를 적용하고 기재(144)로 A7075 알루미늄합금을 채택하여 액상가압공정을 실시한 경우 3개의 시료 모두 1000㎫ 이상의 압축강도를 나타내었다.

[0058] 그리고 금속복합소재(140)에 대하여 강화재(142)로서 탄화붕소를 적용하고 기재(144)로 A7075 알루미늄합금을 채택하여 액상가압공정을 실시한 경우 3개의 시료 모두 850㎫ 이상의 압축강도를 나타내었다.

[0059] 또한 도 6과 같이 탄화붕소와 탄화규소에 대하여 다양한 알루미늄 합금 기재를 변화시켜 금속복합소재(140)를

제조한 결과, 200㎫/g·cm^{-3} 이상의 비강도를 나타내어 방탄소재로 상용되고 있는 비교예1 및 비교예2의 소재보다 월등히 높은 것을 확인하였다.

[0060] 이하 첨부된 도 7을 참조하여 상기 고비강도 복합재(100)를 제조하는 방법을 설명한다.

[0061] 도 7은 본 발명에 의한 고비강도 복합재(100)의 제조방법을 나타낸 공정 순서도이다.

[0062] 도면과 같이 상기 고비강도 복합재(100)는 세라믹타일(120)과, 기재(144) 및 강화재(142)를 준비하는 준비단계(S100)와, 상기 세라믹타일(120), 기재(144) 및 강화재(142)를 액상가압성형용 금형(M) 내부에 장입하는 장입단계(S200)와, 상기 세라믹타일(120)과 기재(144) 및 강화재(142)를 가열하는 가열단계(S300)와, 액상가압공정을 실시하여 상기 세라믹타일(120)과 금속복합소재(140)를 동시에 함침 및 접합하는 함침및접합단계(S400)를 순차적으로 실시하여 제조된다.

[0063] 상기 준비단계(S100)에서 세라믹타일(120)은 탄화물, 질화물, 붕화물, 산화물 중 어느 하나로 제조된 것일 수 있으며, 본 발명의 실시예에서 탄화붕소와 탄화규소를 채택하였다.

[0064] 그리고 상기 금속복합소재(140)에 포함되는 강화재(142) 역시 탄화물, 질화물, 붕화물, 산화물 중 어느 하나 이상을 선택하여 분말 상태로 준비될 수 있다.

[0065] 또한 상기 세라믹타일(120)과 강화재(142)는 산화물, 탄화물, 질화물, 붕화물 중 어느 하나 이상을 포함하도록 구성될 수 있다.

[0066] 뿐만 아니라, 상기 세라믹타일(120)은 강화재(142)에 포함된 소재를 포함하도록 형성될 수 있으며, 외면에는 표면요철(122)이 선택적으로 형성된다.

[0067] 상기 준비단계(S100)에서 재료가 준비되면 상기 장입단계(S200)가 실시된다. 상기 장입단계(S200)는 액상가압공정을 위해 금형(M) 내부에 상기 재료를 적정한 곳에 위치하도록 장입하는 과정이다.

[0068] 도 8은 본 발명에 의한 고비강도 복합재(100)의 제조방법에서 액상가압공정을 위한 금형(M)의 내부 상태를 보인 단면 개요도로서, 금형(M)의 내부 중앙에는 세라믹타일(120)이 위치하고, 세라믹타일(120)의 외측으로는 금속복합소재(140)가 위치하게 된다.

[0069] 그리고 상기 금속복합소재(140)의 상/하측에는 강화재(142)와 기재(144)가 순차적으로 위치시킨 후 금형(M)의 내부를 차폐하게 된다.

[0070] 이때 상기 세라믹타일(120)을 기준으로 상/하측에 위치한 금속복합소재(140)는 상이한 특성을 갖도록 구성된다.

[0071] 즉, 상기 세라믹타일(120)의 상측에는 강화재(142)로서 탄화붕소가 채택된다면, 아래측에는 강화재(142)로서 탄화규소를 포함하도록 구성된다.

[0072] 이것은 상이한 세라믹을 강화재(142)로 포함시켜 층별 강도를 다양화시킴으로써 방탄 능력을 높이기 위함이다.

[0073] 물론 상기 장입단계(S200)에서 상기 강화재(142)와 기재(144)는 전술한 바와 같이 세라믹타일(120)을 기준으로 상/하측에 동일한 소재가 채택될 수도 있으며, 세라믹타일(120)을 기준으로 한 방향으로 서로 상이한 강화재(142)와 기재(144)를 교번하여 적층할 수도 있다.

[0074] 예컨대, 상기 세라믹타일(120)의 상면으로부터 탄화붕소가 채택된 강화재(142)와, 알루미늄 기재(144)와, 탄화규소가 채택된 강화재(12)와 알루미늄이 아닌 이종(異種)금속 기재(144)를 순차적으로 적층할 수도 있다.

[0075] 상기와 같은 적층 형태를 갖도록 장입단계(S200)를 실시한 후 가열단계(S300)가 실시된다. 상기 가열단계(S300)는 기재(144)를 용융시킴으로써 세라믹타일(120)의 표면요철(122)에 대한 함침과 접합이 이루어질 수 있도록 하는 사전단계이다.

[0076] 즉, 상기 가열단계(S300)에서 상기 알루미늄 기재(144)는 용융되어 강화재(142) 사이를 침투할 수 있게 되며, 이렇게 침투하는 기재(144)는 다음 단계에서 표면요철(122)에 함침될 수 있게 된다.

[0077] 상기 가열단계(S300) 이후에는 함침및접합단계(S400)가 실시된다. 상기 함침및접합단계(S400)는 금형(M) 내부에 장입된 재료에 압력을 가하여 접합될 수 있도록 하는 과정으로 금형(M) 내부 온도를 소정의 온도 이상으로 유지한 상태에서 실시된다.

[0078] 이하 첨부된 도 9를 참조하여 상기 가열단계(S300)와 함침및접합단계(S400)의 온도 조건을 설명한다.

[0079] 도 9에는 본 발명에 의한 고비강도 복합재(100)의 제조방법에서 시간 경과에 대한 가열단계(S300)와 함침및접합단계(S400)의 적용 온도 변화를 나타낸 그래프가 도시되어 있다.

[0080] 도면과 같이 상기 가열단계(S300)는 그래프상에서 우측 방향으로 갈수록 상향곡선을 나타내는 부분으로서 800℃까지 가열하게 되며, 상기 함침및접합단계(S400)는 800℃를 유지한 상태로 금형(M) 내부에 압력을 가하여 고비강도 복합재(100)를 제조하게 된다.

[0081] 본 발명의 실시예에서 상기 재료들은 800℃에서 가압된 상태를 15분 동안 유지시켰으며, 이후 금형(M) 내부에서 냉각하였다.

[0082] 이때 상기 고비강도 복합재(100)는 금형(M) 내부에서 냉각되는 동안 금형(M)으로부터 압력을 지속적으로 제공받고 있는 상태이며, 재료에 제공되는 온도가 650℃까지 낮아졌을 때 가압력을 해지하여 냉각시키게 된다.

[0083] 상기한 단계를 실시함에 따라 고비강도 복합재(100)의 제조가 완료된다.

[0084] 이러한 본 발명의 범위는 상기에서 예시한 실시예에 한정하지 않고, 상기와 같은 기술범위 안에서 당업계의 통상의 기술자에게 있어서는 본 발명을 기초로 하는 다른 많은 변형이 가능할 것이다.

[0085] 예를 들어 도 10과 같이 세라믹타일(120)은 중앙에 위치하되, 금속복합소재(140)에 대하여 강화재(142) 분말과 알루미늄 기재(144)를 층별로 교번 적층하여 강화재(142)의 체적율을 제어할 수 있다.

[0086] 그리고 상기 금속복합소재(140)는 세라믹타일(120)의 두께 방향으로 양측에 서로 상이한 강화재(142)를 포함하는 범위 내라면 다양하게 변경 적용 가능하다.

부호의 설명

[0087] 100. 고비강도 복합재 120. 세라믹타일

122. 표면요철 140. 금속복합소재

142. 강화재 144. 기재

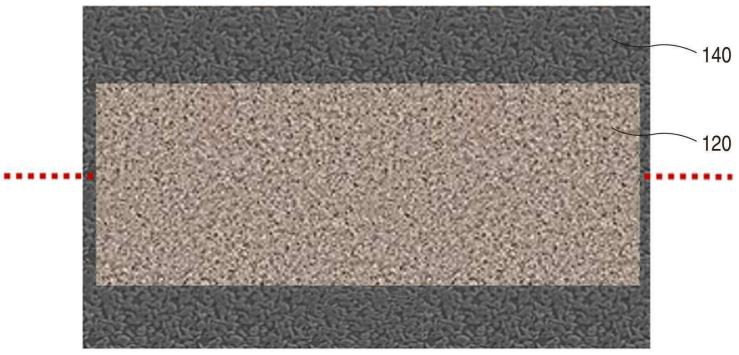
M . 금형 S100. 준비단계

S200. 장입단계 S300. 가열단계

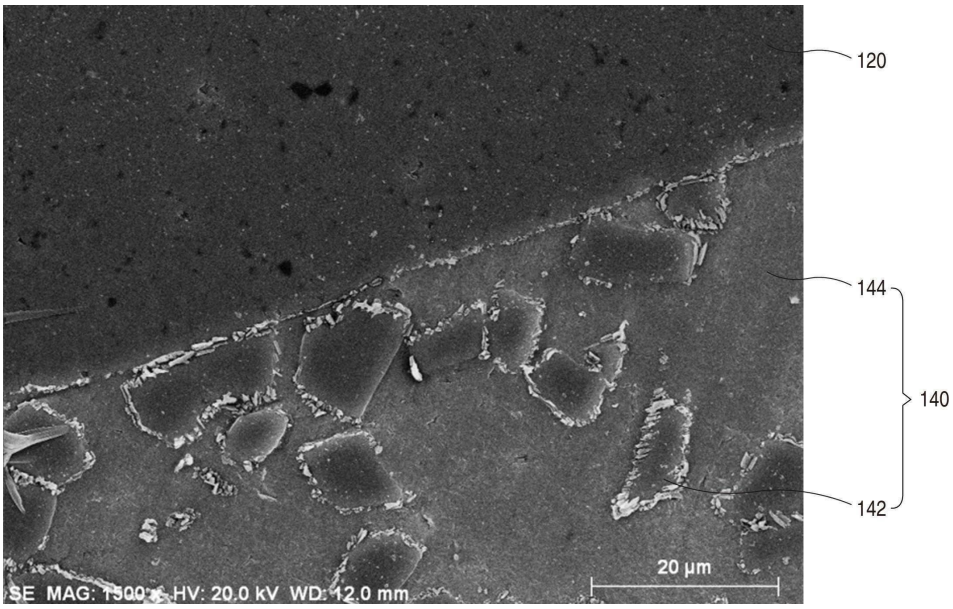
S400. 함침및접합단계

도면

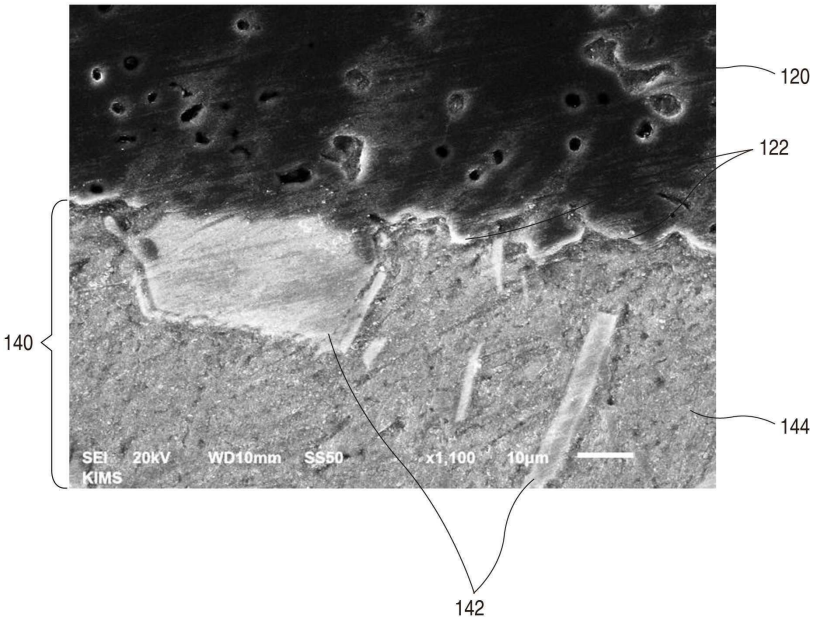
도면1



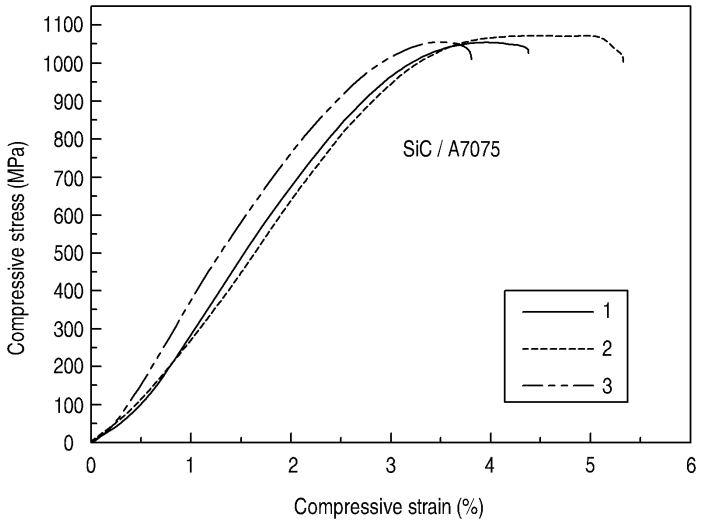
도면2


120
144
140
142
20 μm
SE MAG: 1500 x HV: 20.0 kV WD: 12.0 mm

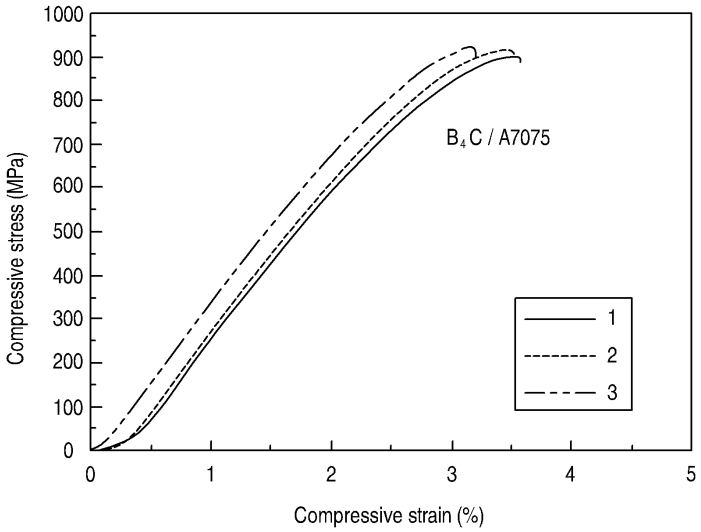
도면3


120
122
140
144
142
SEI 20kV WD10mm SS50 x1,100 10μm
KIMS

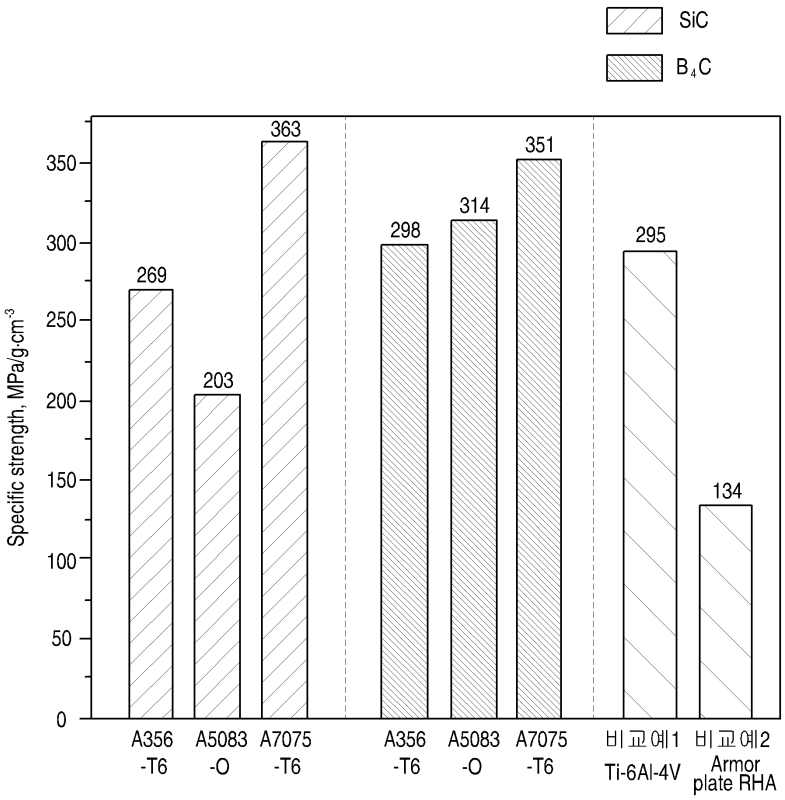
도면4


SiC / A7075
Compressive stress (MPa)
Compressive strain (%)
1
2
3

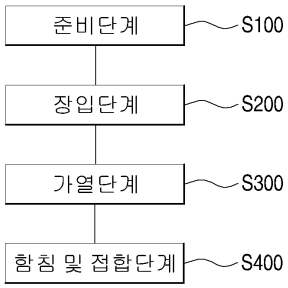
도면5


B4C / A7075
Compressive stress (MPa)
Compressive strain (%)
1
2
3

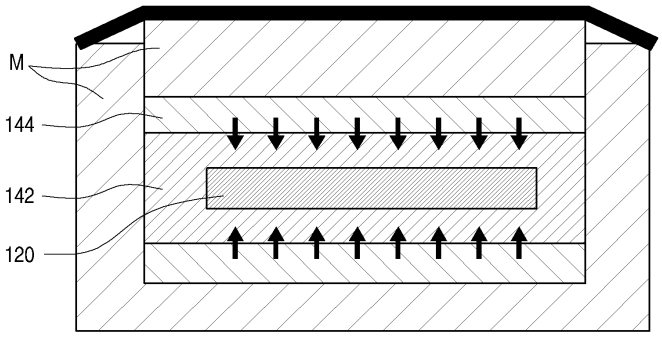
도면6


SiC
B4C
Specific strength, MPa/g·cm-3
0
50
100
150
200
250
300
350
269
203
363
298
314
351
295
134
A356 -T6
A5083 -O
A7075 -T6
A356 -T6
A5083 -O
A7075 -T6
비교예1 Ti-6Al-4V
비교예2 Armor plate RHA

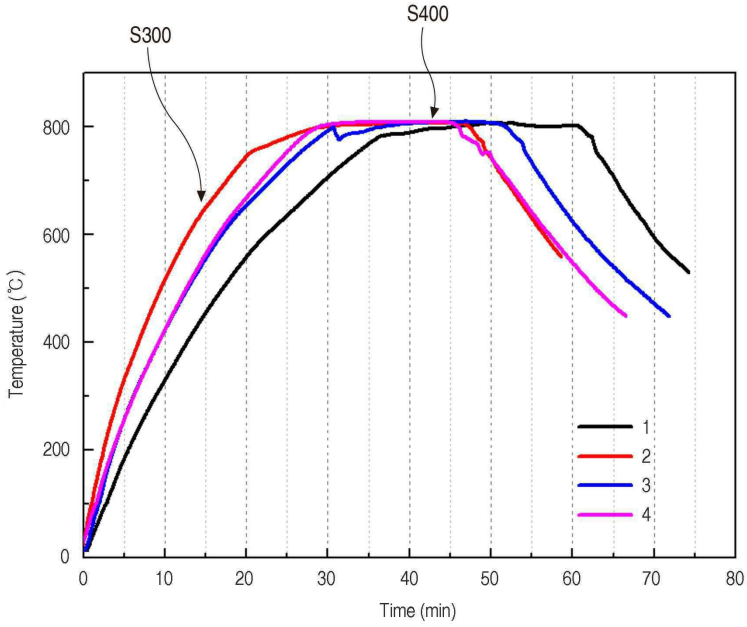
도면7


준비단계
S100
장입단계
S200
가열단계
S300
함침 및 접합단계
S400

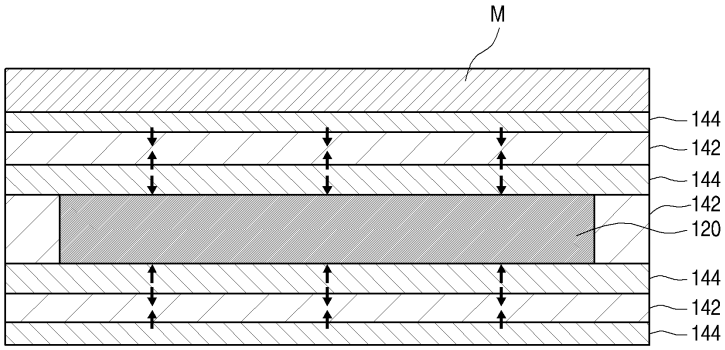
도면8


M
144
142
120

도면9


S300
S400
800
600
400
200
0
Temperature (℃)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Time (min)
1
2
3
4

도면10


M
144
142
144
142
120
144
142
144