(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0094006
(43) 공개일자 2025년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 7/20 (2006.01) *C09K 5/14* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05K 7/20481 (2013.01)
C09K 5/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0184460
(22) 출원일자 2023년12월18일
심사청구일자 2023년12월18일

(71) 출원인
머티리얼즈디자인랩 주식회사
경기도 수원시 영통구 덕영대로 1731, 애지원 고시동 303호(영통동)
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
이제욱
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동,경희대학교국제캠퍼스)
이재영
경기도 수원시 영통구 덕영대로 1731, 애지원 고시동 303호 (영통동)
김동현
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동,경희대학교국제캠퍼스)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

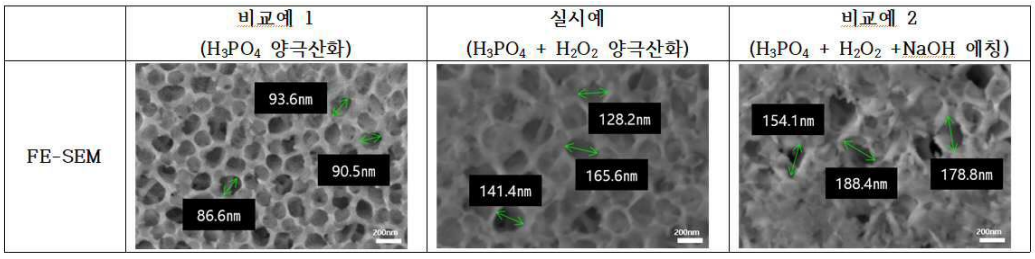
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **방열 특성이 향상된 금속-수지 복합 구조체 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체는 양극산화 및 플라즈마 표면처리된 금속 기판 및 방열 소재를 포함하는 고분자 수지를 포함하면서, 3D 프린팅과 같은 간단한 공정을 통해 상기 금속 기판상에 상기 고분자 수지를 별도의 접착제를 사용하지 않고도 높은 접합 강도로 접합할 수 있을 뿐만 아니라, 향상된 방열 특성을 가짐에 따라 전기·전자 부품 및 자동차 소재 분야를 비롯하여 다양한 산업 분야에서 방열체로 사용될 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H05K 7/20509 (2022.08)
H05K 2203/095 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415187580
과제번호 20014316
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술기획평가원
연구사업명 우수기업연구소육성사업(ATC+)
연구과제명 탄소 나노소재를 이용한 방열 및 유해전자파 차폐 기능성 제품 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 글로텍
연구기간 2023.01.01 ~ 2023.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415185475
과제번호 20006820
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술기획평가원
연구사업명 탄소산업기반조성
연구과제명 인조흑연 생산 부산물의 전기화학 박리공정을 위한 자동화 연속시스템 구축 및 난연 절연방열 복합소재 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 지오네이션 주식회사
연구기간 2023.01.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

양극산화 및 플라즈마 표면처리된 금속 기판; 및

방열 소재를 포함하는 고분자 수지를 포함하며,

상기 금속 기판 및 상기 고분자 수지가 접착제 없이 접합된, 금속-수지 복합 구조체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 양극산화는 인산(H_3PO_4) 및 과산화수소(H_2O_2)의 혼합 용액을 전해질 용액으로 하여 수행된, 금속-수지 복합 구조체.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 금속 기판은 복수의 미세 기공을 포함하며,

상기 기공의 평균 직경이 100 nm 이상인, 금속-수지 복합 구조체.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 고분자 수지는 폴리락트산(polylactic acid, PLA), 폴리폴리프로필렌(polypropylene, PP), 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리스티렌(polystyrene, PS), 폴리에틸렌(polyethylene, PE), 폴리비닐클로라이드(polyvinylchloride, PVC) 및 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene, ABS)로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상을 포함하는, 금속-수지 복합 구조체.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 방열 소재는 탄소계 소재, 금속 소재 또는 세라믹 소재를 포함하는, 금속-수지 복합 구조체.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 방열 소재는 상기 탄소계 소재를 포함하고,

상기 탄소계 소재는 탄소섬유, 그라파이트, 탄소나노튜브, 또는 그래핀을 포함하는, 금속-수지 복합 구조체.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 고분자 수지는 상기 고분자 수지 총 중량을 기준으로 상기 방열 소재를 5 중량% 내지 70 중량% 포함하는, 금속-수지 복합 구조체.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 금속 기판과 상기 고분자 수지의 접합강도가 15 MPa 이상인, 금속-수지 복합 구조체.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

60℃로 가열된 상기 금속-수지 복합 구조체를 상온에 위치시켰을 때, 31℃에 도달하는 시간이 10 분 미만인, 금속-수지 복합 구조체.

청구항 10

(1) 금속 기판을 양극산화하는 단계;

(2) 상기 양극산화된 금속 기판을 플라즈마 표면처리하는 단계; 및

(3) 상기 양극산화 및 플라즈마 표면처리된 금속 기판 상에 방열 소재를 포함하는 고분자 수지를 접착제 없이 접합하는 단계

를 포함하는, 금속-수지 복합 구조체의 제조 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 양극산화하는 단계 이전에 상기 금속 기판을 세척하는 단계 및 전처리하는 단계를 추가로 포함하는, 금속-수지 복합 구조체의 제조 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 세척하는 단계는 상기 금속 기판을 유기 용매에 침지시킨 후, 초음파 처리하여 수행하는 단계를 포함하는, 금속-수지 복합 구조체의 제조 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 전처리 단계는 상기 금속 기판을 염기성 수용액 및 산성 수용액의 전처리 용액에 침지시켜 수행하는 단계를 포함하는, 금속-수지 복합 구조체의 제조 방법.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 양극산화 단계는 과산화수소(H_2O_2)가 첨가된 인산(H_3PO_4) 수용액에서 수행하는 단계를 포함하는, 금속-수지

복합 구조체의 제조 방법.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 플라즈마 표면 처리 단계는 아르곤(Ar) 또는 산소(O_2) 가스 분위기 하에서 수행하는, 금속-수지 복합 구조체의 제조 방법.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 접합하는 단계는 3D 프린팅을 이용하여 상기 금속 기판상에 상기 고분자 수지를 적층하는 단계를 포함하는, 금속-수지 복합 구조체의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 방열 특성이 향상된 금속-수지 복합 구조체 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 이종 재질 간의 접착력이 크게 향상된 금속 기판과 방열 특성이 향상된 고분자 수지를 포함함으로써, 3D 프린팅과 같은 간단한 공정으로도 방열 특성을 크게 향상되어 우수한 방열체로 사용될 수 있는 금속-수지 복합 구조체 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 자동차의 내부 부품이나 컴퓨터의 CPU 등과 같이 전자기기의 작동 과정에서 발생되는 열을 외부로 배출하기 위해서 방열 소재를 사용하고 있다. 다만 최근 TV, 노트북, 모바일과 같은 전자기기의 고성능화 및 소형화로 인해 전자기기의 발열량이 증가되고 있고, 전자기기 내 디스플레이 패널이나 광원 등과 같은 발열체에서는 다량의 열이 발생되고 있다. 이러한 전자기기에서 발생되는 열은 전자기기의 오작동(고장 또는 불량)을 일으키는 원인으로 작용하기 때문에, 전자기기에서 발생된 열을 보다 효율적으로 방출시키는 기술이 요구되고 있다.

[0004] 종래에는 전자기기에서 발생되는 열을 외부로 배출하기 위해서 방열 재료가 사용되고 있는데, 종래 방열 재료는 열전도성이 낮은 수지 성분에 알루미나, 마그네시아, 질화붕소, 질화규소 등과 같은 열전도성 필러를 배합시킨 후 이를 페이스트 형태나 시트 형태 또는 복합체 형태로 사용하고 있다. 그러나, 이러한 종래 방열 재료는 수지 내 필러의 분산성이 낮아 필러의 응집이 발생하는 문제가 있고, 이로 인해 충분한 방열 효과를 나타내지 못하고 있다.

[0005] 나아가 발열체와 방열체와의 사이에 열전도성 재료층(Thermal Interface Materials : TIM)을 마련하여 이종 재질의 계면에서의 열전도성을 개선시키고 있다. 그러나, 종래의 열전도성 재료층만으로는 발열체와 방열체의 사이에 충분한 밀착성을 제공할 수 없어 계면에서의 접합력이 낮을 뿐만 아니라, 계면에서의 방열 특성이 저하되어 최근 요구되는 고성능의 방열 특성을 만족할 수 없다.

[0006] 게다가 최근 8K 초고해상도 TV, 차량용 디스플레이 등과 같이 전자제품이 고성능으로 업그레이드되면서, 열 집적 현상에 의한 제품 특성 저하 및 기능 장애 방지를 위하여 고방열 재료에 대한 수요가 급격히 증가하고 있다. 따라서, 우수한 방열 효과를 발휘하면서도 이종 재질의 계면에서 충분한 계면 접착성을 발휘할 수 있고, 나아가 3D 프린팅 등의 단순한 공정만을 이용하여 제조될 수 있는 새로운 방열체에 대한 개발이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제2591403호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 이에 본 발명자들이 연구한 결과, 금속 기판을 양극 산화 및 플라즈마 표면 처리를 한 후, 상기 금속 기판 상에 고분자 수지를 접합하면, 금속 기판과 고분자 수지 사이에 별도의 접착제를 사용하지 않고도 높은 접합 강도를 나타나는 금속-수지 복합 구조체를 제공할 수 있다는 것을 확인하였다.

[0009] 나아가, 고분자 수지로 방열 소재를 포함하는 고분자 수지를 접목하는 경우에는 기존 알루미늄 기판에 사용되는 열전도성 재료층(Thermal Interface Materials : TIM)보다 방열 특성이 우수한 금속-수지 복합 구조체를 제공할 수 있다는 것을 확인하였다.

[0010] 뿐만 아니라, 상기 고분자 수지를 3D 프린팅용 필라멘트로 사용하는 경우에는 단순한 3D 프린팅 공정을 이용하여 금속 기판상에 상기 방열 소재를 포함하는 고분자 수지를 적층하더라도, 이종 소재의 계면에서 높은 접합력을 나타내면서 동시에 방열 특성까지 우수한 금속-수지 복합 구조체를 제공할 수 있다는 것을 확인하였다.

[0011] 따라서, 본 발명의 과제는 3D 프린팅과 같은 간단한 공정만으로도 고분자 수지와의 이종 재질 간의 접착력을 크게 향상시킬 수 있으면서, 방열 특성까지 우수한 금속-수지 복합 구조체 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 과제를 달성하기 위해 본 발명은, 양극산화 및 플라즈마 표면처리된 금속 기판, 및 방열 소재를 포함하는 고분자 수지를 포함하며, 상기 금속 기판 및 상기 고분자 수지가 접착제 없이 접합된 금속-수지 복합 구조체를 제공한다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 양극산화는 인산(H_3PO_4) 및 과산화수소(H_2O_2)의 혼합 용액을 전해질 용액으로 하여 수행될 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 금속 기판은 복수의 미세 기공을 포함하며, 상기 기공의 평균 직경이 100 nm 이상일 수 있다.

[0016] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 고분자 수지는 폴리락트산(polylactic acid, PLA), 폴리폴리프로필렌(polypropylene, PP), 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리스티렌(polystyrene, PS), 폴리에틸렌(polyethylene, PE), 폴리비닐클로라이드(polyvinylchloride, PVC) 및 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene, ABS)로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 방열 소재는 탄소계 소재, 금속 소재 또는 세라믹 소재를 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 방열 소재는 상기 탄소계 소재를 포함하고, 상기 탄소계 소재는 탄소섬유, 그라파이트, 탄소나노튜브, 또는 그래핀을 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 고분자 수지는 상기 고분자 수지 총 중량을 기준으로 상기 방열 소재를 5 중량% 내지 70 중량% 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 금속 기판과 상기 고분자 수지의 접합강도가 15 MPa 이상일 수 있다.

[0021] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 60℃로 가열된 상기 금속-수지 복합 구조체를 상온에 위치시켰을 때, 31℃에 도달하는 시간이 10 분 미만일 수 있다. 나아가 본 발명은 (1) 금속 기판을 양극산화하는 단계; (2) 상기 양극산화된 금속 기판을 플라즈마 표면처리하는 단계; 및 (3) 상기 양극산화 및 플라즈마 표면처리된 금속 기판 상에 방열 소재를 포함하는 고분자 수지를 접착제 없이 접합하는 단계를 포함하는, 금속-수지 복합 구조체의 제조 방법을 제공한다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 양극산화하는 단계 이전에 상기 금속 기판을 세척하는 단계 및 전처리하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

[0023] 또한, 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 세척하는 단계는 상기 금속 기판을 유기 용매에 침지시킨 후, 초음파 처리하여 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 전처리 단계는 상기 금속 기판을 염기성 수용액 및 산성 수용액의 전처리 용액에 침지시켜 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 양극산화 단계는 과산화수소(H_2O_2)가 첨가된 인산(H_3PO_4) 수용액에서 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 플라즈마 표면 처리 단계는 아르곤(Ar) 또는 산소(O_2) 가스 분위기 하에서 수행할 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 접합하는 단계는 3D 프린팅을 이용하여 상기 금속 기판상에 상기 고분자 수지를 적층하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0029] 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체는 양극산화 및 플라즈마 표면처리된 금속 기판을 사용함으로써, 상기 금속 기판 상에 고분자 수지를 3D 프린팅과 같은 간단한 공정을 통해 단순 적층하는 것만으로도 대략 20 MPa 정도의 우수한 접합 강도를 가져 이종 소재의 계면에서도 높은 접합력을 나타낼 수 있다.

[0030] 나아가, 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체는 방열 소재를 포함하는 고분자 수지를 사용함으로써, 방열 특성이 우수한 방열체로 사용될 수 있다.

[0031] 특히, 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체는 금속 기판상에 형성된 미세한 기공에 상기 고분자 수지가 침투하여 치밀하게 결합되어 있어, 별도의 접착제 없이도 금속 기판과 고분자 수지 사이의 계면 밀착성이 현저히 우수할 뿐만 아니라, 금속 기판과 고분자 수지 사이의 접촉 면적이 넓어져 종래 사용되던 열전도성 재료층(TIM)보다 방열 특성이 우수한 금속-수지 복합 구조체를 제공할 수 있다는 것을 확인하였다.

[0032] 따라서, 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체는 전기·전자 부품 및 자동차 소재 분야를 비롯하여 다양한 산업 분야에서 방열체로 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 인산(H_3PO_4) 및 과산화수소(H_2O_2)의 혼합 용액을 전해질 용액으로 하여 양극산화된 알루미늄 기판과 그렇지 않은 알루미늄 기판의 표면을 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)으로 확대 촬영한 사진이다.

도 2는 실시예 및 비교예에서 제조된 알루미늄 기판에 대해 출력물과 기판 사이의 접합강도를 측정한 결과를 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 금속-수지 복합 구조체를 60℃로 가열한 이후 상온에서 시간에 따른 온도 변화를 열화상 카메라(FLIR, ETS320)로 측정한 결과를 나타낸 것이다.

도 4 내지 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 금속-수지 복합 구조체와 그렇지 않은 금속-수지 복합 구조체에 대해 시간에 따른 온도 변화(방열속도)를 측정한 결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 이하 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.

[0036] 본 명세서에서 하나의 구성요소가 다른 구성요소의 상/하에 형성되거나 서로 연결 또는 결합된다는 기재는, 이

들 구성요소 간에 직접 또는 또 다른 구성요소를 개재하여 간접적으로 형성, 연결 또는 결합되는 것을 모두 포함한다. 또한 각 구성요소의 상/하에 대한 기준은 대상을 관찰하는 방향에 따라 달라질 수 있는 것으로 이해하여야 한다.

[0037] 본 명세서에서 각 구성요소를 지칭하는 용어는 다른 구성요소들과 구별하기 위해 사용되는 것이며, 실시예를 한정하려는 의도로 사용되는 것은 아니다. 또한 본 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다.

[0038] 본 명세서에서 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성 요소를 설명하기 위해 사용되는 것이고, 상기 구성 요소들은 상기 용어에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로 구별하는 목적으로 사용된다.

[0039] 본 명세서에서 "포함"한다는 기재는 특성, 영역, 단계, 공정, 요소, 성분을 구체화하기 위한 것이며, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 그 외 다른 특성, 영역, 단계, 공정, 요소, 성분의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.

[0040] 본 명세서에 기재되는 구성 요소의 크기, 물성 등을 한정하는 수치 범위에서, 상한값만 한정된 수치 범위와 하한값만 한정된 수치 범위가 별개로 예시되어 있을 경우에, 이들 상한값과 하한값이 조합된 수치 범위도 예시적 범위에 포함되는 것으로 이해하여야 한다.

[0042] **금속-수지 복합 구조체**

[0043] 본 발명은 방열 특성이 향상된 금속-수지 복합 구조체에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 금속-수지 복합 구조체는 양극산화 및 플라즈마 표면처리된 금속 기판 및 방열 소재를 포함하는 고분자 수지를 포함하며, 상기 금속 기판 및 상기 고분자 수지가 접착제 없이 접합될 수 있다.

[0045] 금속 기판

[0046] 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체는 양극산화 및 플라즈마 표면처리된 금속 기판을 포함한다.

[0047] 상기 금속 기판은 알루미늄(Al), 구리(Cu), 티타늄(Ti), 아연(Zn) 및 나이오븀(Nb)을 포함하는 군으로부터 선택된 1종 이상의 금속 성분을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 금속 기판은 알루미늄 또는 구리를 포함할 수 있으며, 보다 구체적으로, 상기 금속 기판은 알루미늄을 포함할 수 있다. 또한, 상기 금속 기판은 알루미늄 합금일 수 있으며, 상기 알루미늄 합금은 Al-Mg계 합금, Al-Mg-Si계 합금, Al-Zn-Mg 합금, Al-Cu-Mg계 합금, Al-Zn-Mg-Cu계 합금, Al-Si-Mg-Cu계 합금 또는 Al-Cu-Ni-Mg계 합금일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0048] 상기 금속 기판의 두께는 사용되는 금속-수지 복합 구조체가 방열체로 적용되는 제품에 따라 달라질 수 있으며, 구체적으로 50 ㎛ 이상, 75 ㎛ 이상, 100 ㎛ 이상, 200 ㎛ 이상, 300 ㎛ 이상, 500 ㎛ 이상, 700 ㎛ 이상, 900 ㎛ 이상, 1 mm 이상, 3 mm 이상, 5 mm 이상, 7 mm 이상, 9 mm 이상, 또는 1 cm 이상일 수 있다. 또한, 상기 금속 기판의 면적 역시 사용되는 금속-수지 복합 구조체의 적용 제품에 따라 달라질 수 있다.

[0049] 상기 금속 기판은 양극산화 및 플라즈마 표면처리된 것일 수 있다. 또한, 상기 양극산화는 인산(H_3PO_4) 및 과산화수소(H_2O_2)의 혼합 용액을 전해질 용액으로 하여 수행된 것일 수 있다. 본 발명에 따른 금속 기판의 제조 방법에 대해서는 후술하는 금속-수지 복합 구조체의 제조 방법에 관한 설명 부분에서 상세히 설명한다.

[0050] 상기 금속 기판은 표면 상에 복수의 나노 크기의 미세 기공을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 금속 기판은 복수의 미세 기공을 포함하며, 상기 기공의 평균 직경이 100 nm 이상일 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 기공의 평균 직경은 100 nm 이상, 110 nm 이상, 120 nm 이상, 130 nm 이상 또는 140 nm 이상일 수 있으며, 200 nm 이하, 190 nm 이하, 180 nm 이하, 170 nm 이하, 160 nm 이하 또는 150 nm 이하일 수 있다.

[0051] 도 1을 참고하면, 양극산화 단계에서 인산(H_3PO_4) 수용액을 전해질 용액으로 하여 양극산화를 수행한 경우에는 금속 기판에 형성된 기공의 평균 직경이 약 90 nm 정도였으나, 본 발명에 따른 금속 기판의 제조 방법에 따라 인산(H_3PO_4) 및 과산화수소(H_2O_2)의 혼합 용액을 전해질 용액으로 하여 양극산화를 수행한 경우에는 금속 기판에 평균 직경이 약 145 nm 정도인 기공이 고르게 형성되었다(도 1 참조). 따라서, 본 발명에 따른 금속 기판은 고

분자 수지가 금속 기판에 형성된 기공에 보다 잘 침투하게 되어 금속 기판과 고분자 수지 사이의 이종 소재의 접착력을 향상시킬 수 있다. 추가적으로, 양극산화 단계 이후에 수산화 나트륨(NaOH) 수용액으로 상기 금속 기판을 에칭하는 경우에는 금속 기판에 형성된 기공의 평균 직경이 약 170 nm 정도로 확대되었으나, 기공의 형상이 붕괴되어 고르지 못한 점을 확인할 수 있었다.

[0052] 나아가, 상기 금속 기판은 플라즈마 표면처리된 것으로, 금속 기판의 표면을 플라즈마로 처리하게 되면, 플라즈마가 금속 기판의 표면과 충돌하면서 각종 유기물을 분해하고 무기물을 제거하며, 고반응성 라디칼 그룹을 형성시킬 수 있다. 이러한 고반응성 라디칼 그룹이 금속 기판의 표면에 형성됨으로써, 금속 기판과 고분자 수지(필라멘트 수지)와의 접착력을 향상시킬 수 있다.

[0053] 구체적으로, 플라즈마 표면처리된 상기 금속 기판은 표면 상에 하이드록시기(-OH), 카르복실기(-COOH) 및 카르보닐기(C=O)를 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 금속 기판은 상기 금속 기판의 표면을 X선 광전자 분광법(XPS)에 의해 분석하였을 때, 전체 C1s 피크를 기준으로, O=C-O 피크가 25% 이상 또는 30% 이상일 수 있다. 또한, 상기 이종 소재 접합용 금속 기판은 상기 금속 기판의 표면을 X선 광전자 분광법(XPS)에 의해 분석하였을 때, 전체 O1s 피크를 기준으로, OH 피크가 85% 이상 또는 90% 이상일 수 있다. 이러한 금속 기판의 표면 상에 형성된 작용기로 인해 금속 기판 상에서의 고분자 수지의 흐름성이 향상되고, 금속 기판 표면에 형성된 미세 기공 내의 침투력이 향상되어 외부 압력 없이도 금속 기판과 고분자 수지의 이종 소재 간에 높은 접합강도를 가질 수 있다.

[0055] 고분자 수지

[0056] 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체는 방열 소재를 포함하는 고분자 수지를 포함한다.

[0057] 상기 고분자 수지는 폴리락트산(polylactic acid, PLA), 폴리폴리프로필렌(polypropylene, PP), 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리스티렌(polystyrene, PS), 폴리에틸렌(polyethylene, PE), 폴리비닐클로라이드(polyvinylchloride, PVC) 및 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene, ABS)로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 바람직하게는 상기 고분자 수지는 3D 프린팅용 필라멘트로 적용 가능한 것이라면 제한 없이 사용될 수 있다.

[0058] 상기 방열 소재는 탄소계 소재, 금속 소재 또는 세라믹 소재를 포함할 수 있다.

[0059] 보다 구체적으로, 상기 방열 소재는 상기 탄소계 소재를 포함하고, 상기 탄소계 소재는 탄소섬유, 그라파이트, 탄소나노튜브, 또는 그래핀을 포함할 수 있다. 상기 탄소계 소재와 같은 탄소계 필러들은 열전도도가 높고 기계적 물성이 우수하며 가벼운 장점이 있다.

[0060] 상기 방열 소재로 사용될 수 있는 상기 금속 소재로는 금속 입자 필러를 포함하며, 상기 금속 입자들은 주로 Al, Ag, Cu, Ni 등을 포함할 수 있다. 또한, 상기 방열 소재로 사용될 수 있는 상기 세라믹 소재로는 AlN, Al_2O_3, BN, SiC, BeO 등의 세라믹 파우더를 포함할 수 있다.

[0061] 상기 고분자 수지는 상기 고분자 수지 총 중량을 기준으로 상기 방열 소재를 5 중량% 내지 70 중량% 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 고분자 수지는 상기 고분자 수지 총 중량을 기준으로 상기 방열 소재를 5 중량% 이상, 7 중량% 이상 또는 10 중량% 이상의 함량으로 포함할 수 있으며, 70 중량% 이하, 60 중량% 이하, 50 중량% 이하, 40 중량% 이하 또는 30 중량% 이하의 함량으로 포함할 수 있다. 상기 고분자 수지 내의 방열 소재를 적정 함량 범위로 포함하는 경우, 우수한 방열 특성을 구현함과 동시에 양호한 분산성을 나타낼 수 있으며, 고분자 수지가 갖는 고유의 특성(용융성, 흐름성, 가공성 및 기계적 물성 등)을 유지할 수 있어 3D 프린트용 필라멘트로 양호하게 사용될 수 있다.

[0063] 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체는 상기 금속 기판과 상기 고분자 수지의 접합강도가 15 MPa 이상일 수 있다. 구체적으로, 금속-수지 복합 구조체는 상기 금속 기판과 상기 고분자 수지의 접합강도가 15 MPa 이상, 17 MPa 이상, 20 MPa 이상일 수 있다.

[0064] 도 2를 참고하면, 본 발명에 따른 금속 기판의 제조 방법에 따라 인산(H_3PO_4) 및 과산화수소(H_2O_2)의 혼합 용액을 전해질 용액으로 하여 양극산화를 수행한 경우, 금속 기판과 출력물(3D 프린팅을 이용하여 고분자 수지의 적층물) 사이의 접합강도가 약 12.89 MPa이고, 추가적으로 플라즈마 표면처리를 수행한 경우에는 금속 기판과 출

력물 사이의 접합강도가 약 21.74 MPa로 확인되었다. 이는 인산(H_3PO_4) 수용액만은 전해질 용액으로 양극산화를 수행한 경우(약 10.81 MPa) 및 추가적으로 플라즈마 표면처리를 수행한 경우(약 19.81 MPa)에 비해서 높은 접합 강도를 갖는 것으로 확인 되었으며, 양극산화 단계에서 수산화 나트륨(NaOH) 수용액으로 에칭하는 경우에는 기공 형상의 붕괴로 접합 강도에 부정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다(도 2 참조).

[0065] 또한, 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체는 금속-수지 복합 구조체는 60℃로 가열된 상기 금속-수지 복합 구조체를 상온(25℃)에 위치시켰을 때, 31℃에 도달하는 시간이 10분 미만일 수 있다. 보다 구체적으로 상기 금속-수지 복합 구조체는 60℃로 가열된 이후 상온에 위치시켰을 때, 31℃에 도달하는 시간이 10분 이하, 9분 이하, 8분 이하, 또는 7분 이하일 수 있다.

[0066] 도 3을 참고하면, 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체는 60℃로 가열된 이후 상온에 위치시켰을 때, 안정화 온도인 31℃에 도달하는 시간이 8분으로 측정되었다.

[0067] 또한, 도 4 내지 6을 참고하면, 상기와 같이 60℃로 가열된 이후 상온에 위치시켰을 때, 단순한 알루미늄 기판의 경우에는, 13 분에 온도 안정화가 되었으나, 최종 온도는 약 36.5℃로 목표 온도인 31℃에 도달하지 못한 것으로 확인되며, 열전도성 재료층(TIM)을 이용한 경우에는 목표 온도인 31℃에는 도달했으나, 도달 시간이 약 12 분으로 측정되었다.

[0068] 나아가, 알루미늄 기판을 양극산화한 후 PLA(즉, 방열 소재를 포함하지 않는 고분자 수지)를 접합하면 안정화 온도에 도달하는 시간이 12 분이었으나, 최종 온도가 약 31.8℃로 목표 온도에 미치지 못하는 것으로 확인된다. 추가로 플라즈마 처리를 하는 경우에는 목표 온도까지 약 10 분 소요되는 것으로 확인되었다.

[0069] 또한, 탄소 섬유가 함유된 CF-PLA(즉, 방열 소재를 포함하는 고분자 수지)를 사용하는 경우에는, 양극산화만 수행한 경우에는 목표 온도까지 약 9 분이 소요되었고, 플라즈마 처리를 진행하면 약 8 분까지 시간을 단축할 수 있었다.

[0070] 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체는 상기 금속-수지 복합 구조체의 단면을 기준으로 고분자 수지가 금속 기판의 표면에 형성된 미세 기공에 침투된 형태를 나타낼 수 있다. 구체적으로, 금속-수지 복합 구조체는 상기 고분자 수지가 상기 금속 기판의 표면으로부터 0.3 ㎛ 이상, 0.4 ㎛ 이상, 0.5 ㎛ 이상 또는 0.6 ㎛ 이상의 깊이까지 침투된 형태를 나타낼 수 있다. 보다 구체적으로는, 상기 금속-수지 복합 구조체는 상기 금속 기판의 표면에 형성된 0.7 ㎛ 이상, 0.8 ㎛ 이상 또는 0.9 ㎛ 이상의 깊이를 갖는 미세 기공을 포함하며, 상기 미세 기공 중에는 고분자 수지가 0.5 ㎛ 이상 또는 0.6 ㎛ 이상의 깊이까지 침투된 미세 기공을 포함할 수 있다.

[0072] **금속-수지 복합 구조체의 제조 방법**

[0073] 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체의 제조 방법은 (1) 금속 기판을 양극산화하는 단계; (2) 상기 양극산화된 금속 기판을 플라즈마 표면처리하는 단계; 및 (3) 상기 양극산화 및 플라즈마 표면처리된 금속 기판 상에 방열 소재를 포함하는 고분자 수지를 접착제 없이 접합하는 단계를 포함한다.

[0075] 양극산화 및 플라즈마 표면처리된 금속 기판의 제조

[0076] 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체의 제조 방법은 금속 기판을 양극산화하는 단계; 및 상기 양극산화된 금속 기판을 플라즈마 표면처리하는 단계를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 본 발명에 따른 금속 기판은 양극산화하는 단계 및 플라즈마 표면처리하는 단계를 거쳐 제조된 것일 수 있으며, 추가적으로 세척하는 단계 및 전처리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0077] 보다 구체적으로는 상기 금속 기판은 (1) 세척하는 단계; (2) 전처리하는 단계; (3) 양극산화하는 단계; 및 (4) 플라즈마 표면처리하는 단계를 거쳐 제조된 것일 수 있다. 이하, 본 발명에 따른 양극산화 및 플라즈마 표면처리된 금속 기판의 제조방법에 대해서 구체적으로 설명한다.

[0079] (1) 세척 단계

[0080] 본 발명에 따른 금속 기판의 제조 방법은 금속 기판을 세척하는 단계를 포함한다.

[0081] 상기 세척하는 단계는 상기 금속 기판을 유기 용매에 침지시킨 후, 초음파 처리하여 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 또한 상기 세척하는 단계는 5 분 내지 2 시간 동안 수행할 수 있다.

[0082] 구체적으로, 금속 기판의 세척에 사용되는 유기 용매는 물; 메탄올, 에탄올, 프로판올, n-부탄올 등의 알코올; 에틸렌글리콜모노메틸에테르, 에틸렌글리콜모노에틸에테르, 디에틸렌글리콜모노메틸에테르, 디에틸렌글리콜모노에틸에테르, 프로필렌글리콜모노메틸에테르 등의 글리콜에테르; 테트라하이드로푸란 등의 에테르 등일 수 있으며, 바람직하게는 상기 유기 용매는 에탄올일 수 있다.

[0083] 상기 세척하는 단계는 상기 유기 용매를 2종 이상 사용하여 수행할 수 있으며, 또는 2종 이상의 상기 유기 용매를 혼합하여 사용할 수도 있다.

[0084] 상기 초음파 처리는 20 내지 40 kHz의 주파수, 바람직하게는 30 내지 40 kHz 주파수의 범위 내에서 수행할 수 있다. 또한, 상기 초음파 처리는 바람직하게는 5 분 내지 2 시간 동안 수행할 수 있고, 보다 바람직하게는 10 분 내지 1 시간 동안, 15 분 내지 50 분 동안, 20 분 내지 40 분 동안 수행할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 초음파 처리는 20 내지 40 kHz의 주파수로 5 분 내지 2 시간 동안 수행할 수 있다.

[0085] 상기 세척 단계를 통해서 상기 금속 기판의 표면에 존재하는 먼지 등과 같이 물리적으로 흡착된 불순물을 제거하여, 이후 진행되는 공정을 보다 효과적으로 진행할 수 있다.

[0086] 나아가 세척된 금속 기판을 건조하는 단계를 추가로 포함할 수 있으며, 상기 건조 단계는 세척 단계에서 사용된 유기 용매를 금속 기판 상에서 제거하는 단계일 수 있다.

[0088] (2) 전처리 단계

[0089] 본 발명에 따른 금속 기판의 제조 방법은 상기 세척된 금속 기판을 전처리하는 단계를 포함한다.

[0090] 상기 전처리 단계는 상기 금속 기판을 전처리 용액에 침지시켜 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0091] 상기 전처리 용액은 염기성 수용액, 산성 수용액 또는 중성 수용액을 포함할 수 있으며, 바람직하게는 염기성 수용액 및 산성 수용액을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 전처리 용액은 pH가 7 초과인 염기성 수용액 및 pH가 7 미만인 산성 수용액을 포함할 수 있으며, 보다 구체적으로 상기 염기성 수용액은 pH가 10 내지 14 또는 11 내지 13.5일 수 있으며, 상기 산성 수용액은 pH가 0.5 내지 5 또는 1 내지 4일 수 있다.

[0092] 예컨대, 상기 전처리 용액은 수산화나트륨(NaOH) 수용액, 황산(H_2SO_4) 수용액, 에탄올(CH_3CH_2OH) 또는 C-4000 수용액(제조사: Zhejiang Xinke Medical Technology Co., Ltd.)을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 전처리 용액은 수산화나트륨(NaOH) 수용액 및 황산(H_2SO_4) 수용액을 포함할 수 있다.

[0093] 상기 전처리 용액은 2 중량% 내지 15 중량% 농도의 수용액일 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 전처리 용액은 상기 전처리 용액 총 중량을 기준으로, 상기 수산화나트륨(NaOH), 황산(H_2SO_4), 에탄올(CH_3CH_2OH) 또는 C-4000을 각각 2 중량% 내지 15 중량% 포함할 수 있으며, 바람직하게는 3 중량% 내지 13 중량%, 4 중량% 내지 12 중량%, 또는 5 중량% 내지 10 중량% 포함할 수 있다.

[0094] 나아가, 상기 전처리 단계는 상기 전처리 용액 중 2종 이상 또는 3종 이상을 사용하여 수행할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 전처리 단계는 2종 이상의 전처리 용액에서 순차적으로 침지시켜 수행될 수 있다.

[0095] 보다 구체적으로, 상기 전처리 단계는 2 단계 이상의 전처리 공정을 포함할 수 있으며, 2 단계의 전처리 공정을 포함하는 경우, 제 1 전처리 공정 및 제 2 전처리 공정을 순차적으로 수행할 수 있다. 이때, 상기 제 1 전처리 공정은 염기성 수용액으로 수행되고, 상기 제 2 전처리 공정은 산성 수용액으로 수행되는 것이 바람직하다. 보다 구체적으로, 상기 전처리 단계는 염기성 수용액을 포함하는 제 1 전처리 용액에 침지시키는 제 1 전처리 공정 및 산성 수용액을 포함하는 제 2 전처리 용액에 침지시키는 제 2 전처리 공정을 포함할 수 있다. 이때, 상기 제 1 및 제 2 전처리 용액은 각각 수산화나트륨(NaOH) 수용액, 황산(H_2SO_4) 수용액, 에탄올(CH_3CH_2OH) 또는 C-4000 수용액 중 어느 하나를 포함할 수 있으며, 보다 바람직하게는, 상기 제 1 전처리 용액은 수산화나트륨(NaOH) 수용액을 포함하고, 상기 제 2 전처리 용액은 황산(H_2SO_4) 수용액을 포함할 수 있다.

[0096] 또한, 상기 전처리 단계가 3 단계의 전처리 공정을 포함하는 경우, 제 1 전처리 공정, 제 2 전처리 공정 및 제 3 전처리 공정을 순차적으로 수행할 수 있다. 이때, 상기 제 1 전처리 공정 및 제 2 전처리 공정은 염기성 수

용액으로 수행되고, 상기 제 3 전처리 공정은 산성 수용액으로 수행되는 것이 바람직하다. 보다 구체적으로, 상기 전처리 단계는 염기성 수용액을 포함하는 제 1 전처리 용액에 침지시키는 제 1 전처리 공정; 염기성 수용액을 포함하는 제 2 전처리 용액에 침지시키는 제 2 전처리 공정; 및 산성 수용액을 포함하는 제 3 전처리 용액에 침지시기는 제 3 전처리 공정을 포함할 수 있다. 이때, 상기 제 1 내지 제 3 전처리 용액은 각각 수산화나트륨(NaOH) 수용액, 황산(H_2SO_4) 수용액, 에탄올(CH_3CH_2OH) 또는 C-4000 수용액 중 어느 하나를 포함할 수 있으며, 보다 구체적으로, 상기 제 1 전처리 용액은 C-4000 수용액을 포함하고, 상기 제 2 전처리 용액은 수산화나트륨(NaOH) 수용액을 포함하고, 상기 제 3 전처리 용액은 황산(H_2SO_4) 수용액을 포함할 수 있다.

[0097] 상기 전처리 단계는 총 1 분 내지 30 분 동안 수행될 수 있으며, 보다 구체적으로 2 분 내지 20 분, 3 분 내지 15 분, 4 분 내지 12 분 또는 5 분 내지 10 분 동안 수행될 수 있다.

[0098] 상기 전처리 단계가 2 단계 이상의 전처리 공정으로 수행되는 경우, 각 단계의 전처리 공정은 각각 1 분 내지 10 분 동안 수행될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 제 1 전처리 용액에 침지시키는 상기 제 1 전처리 공정은 1 분 내지 10 분, 바람직하게는 1 분 내지 5 분, 보다 바람직하게는 1 분 내지 3 분 동안 수행될 수 있으며, 상기 제 2 전처리 용액에 침지시키는 상기 제 2 전처리 공정은 1 분 내지 10 분, 바람직하게는 1 분 내지 5 분, 보다 바람직하게는 1 분 내지 3 분 동안 수행될 수 있다. 또한, 상기 제 3 전처리 용액에 침지시기는 상기 제 3 전처리 공정은 1 분 내지 10 분, 바람직하게는 1 분 내지 5 분, 보다 바람직하게는 2 분 내지 4 분 동안 수행될 수 있다.

[0099] 상기 전처리 단계를 통해서 상기 금속 기판의 표면에 존재하는 산화물 및 기타 불순물을 제거함으로써, 이후 진행되는 양극산화 및 플라즈마 표면처리 공정을 보다 효과적으로 진행할 수 있다.

[0101] 건조 단계(제 1 건조 단계)

[0102] 본 발명에 따른 금속 기판의 제조 방법은 전처리된 금속 기판을 건조하는 단계를 포함한다.

[0103] 상기 건조 단계는 전처리 단계에 의해 금속 기판의 표면에 존재하는 전처리 용액을 제거하는 공정으로, 상온(25℃) 이상의 온도에서 수행될 수 있다. 구체적으로, 상기 건조 단계는 상온(25℃) 이상의 온도 또는 30℃내지 100℃의 온도에서 10 분 이상, 30 분 이상, 1 시간 이상, 2 시간 이상, 또는 3 시간 이상 수행될 수 있으며, 보다 구체적으로 상온에서 3 시간 이상 자연건조 하거나, 30℃ 내지 100℃의 온도 조건에서 10 분 이상 건조를 수행할 수 있다. 나아가, 보다 높은 온도에서 짧은 시간 동안 건조를 수행할 수 있다.

[0105] (3) 양극산화 단계

[0106] 본 발명에 따른 금속 기판의 제조 방법은 전처리된 금속 기판을 양극산화하는 단계를 포함한다. 또한, 상기 전처리 단계 이후에 전처리된 금속 기판을 건조하는 단계를 포함하는 경우에는 상기 건조된 금속 기판을 양극산화하는 단계를 포함할 수 있다.

[0107] 양극산화(Anodizing)는 알루미늄과 같은 금속을 액상의 전해질 내에 침지 시킨 후 금속을 양극으로, 보조전극을 음극으로 하여 전류를 인가함으로써 금속 표면에 산화반응을 일으키는 전기화학적 공정이다.

[0108] 본 발명의 일 실시예에 따른 양극산화 단계를 수행함으로써 금속 기판 상에 미세 기공을 형성할 수 있다. 보다 구체적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 양극산화 단계는 금속 기판 상에 미세 기공을 형성할 수 있는 소프트 아노다이징(soft anodizing) 방법으로 수행될 수 있다. 양극산화를 통해 알루미늄 소재 등의 금속 기판의 표면에 미세 기공을 형성시킴으로써, 이종 소재인 고분자 수지가 금속 기판에 형성된 미세 기공에 침투되어 금속 기판과의 접합력을 더욱 향상시킬 수 있으며, 이로써 3D 프린팅과 같은 간단한 공정 만으로도 제조되는 최종 금속-수지 복합 구조체를 안정적으로 제조할 수 있다.

[0109] 본 발명에 따른 상기 양극산화 단계는, 상기 전처리된(또는 건조된) 금속 기판을 양극으로 하여 전해질 용액에서 수행될 수 있다. 상기 전해질 용액은 인산(H_3PO_4) 수용액, 황산(H_2SO_4) 수용액, 셀렌산(H_2SeO_4) 수용액, 옥살산 ($C_2H_2O_4$) 수용액 또는 과산화수소(H_2O_2) 용액이거나 이들의 혼합 용액일 수 있다.

[0110] 상기 전해질 용액은 2 중량% 내지 15 중량% 농도의 수용액일 수 있다. 보다 구체적으로 상기 전해질 용액은 상기 전해질 용액 총 중량을 기준으로 상기 인산(H_3PO_4) 수용액, 황산(H_2SO_4) 수용액, 셀렌산(H_2SeO_4) 수용액, 옥살

산 ($C_2H_2O_4$) 수용액 또는 과산화수소(H_2O_2) 용액을 2 중량% 내지 15 중량% 포함할 수 있으며, 바람직하게는 3 중량% 내지 13 중량%, 4 중량% 내지 12 중량%, 또는 5 중량% 내지 10 중량% 포함할 수 있다. 바람직하게는, 본 발명에 따른 상기 양극 산화 단계는 2 중량% 내지 15 중량%의 농도의 인산(H_3PO_4) 수용액과 과산화수소(H_2O_2) 용액의 혼합 용액에서 수행할 수 있다. 다시 말해 상기 양극산화 단계는 과산화수소(H_2O_2)가 첨가된 인산(H_3PO_4) 수용액에서 수행할 수 있다.

[0111] 본 발명에 따른 상기 양극산화 단계는 20℃ 내지 40℃의 온도 조건에서 0.01 A 내지 1 A의 전류로 20 V 내지 100 V의 전압을 5 분 내지 30 분 동안 인가하여 수행할 수 있다. 보다 구체적으로 상기 양극산화 단계는 25℃ 내지 30℃의 온도 조건에서 0.05 A 내지 0.15 A의 전류로 40 V 내지 80 V의 전압을 10 분 내지 20 분 동안 인가하여 수행할 수 있다.

[0112] 도 1는 양극산화 단계를 통해 형성된 알루미늄 기판 표면의 미세 기공을 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)으로 촬영한 사진이다. 인산(H_3PO_4) 수용액을 전해질 용액으로 사용한 경우에 비해 인산(H_3PO_4) 및 과산화수소(H_2O_2)의 혼합 용액을 전해질 용액으로 하여 양극산화를 수행한 경우에는 금속 기판에 형성된 기공의 평균 직경이 더 컸으며(약 90 nm와 약 145 nm), 추가적으로 양극산화 단계에서 수산화 나트륨(NaOH) 수용액으로 에칭하는 경우에는 금속 기판에 형성된 기공의 평균 직경이 약 170 nm 정도로 확대되었으나, 기공의 형상이 붕괴되어 고르지 못한 점을 확인할 수 있었다(도 1 참고).

[0114] 건조 단계(제 2 건조 단계)

[0115] 본 발명에 따른 금속 기판의 제조 방법은 양극산화된 금속 기판을 건조하는 단계를 포함한다.

[0116] 상기 건조 단계는 양극산화 단계에 의해 금속 기판의 표면에 존재하는 전해질 용액 또는 수분을 제거하는 공정으로, 상온(25℃) 이상의 온도에서 수행될 수 있다. 구체적으로, 상기 건조 단계는 상온(25℃) 이상의 온도에서 1 시간 이상, 2 시간 이상, 또는 3 시간 이상 수행될 수 있으며, 보다 구체적으로 상온에서 3 시간 이상 자연건조 하거나, 30℃ 내지 100℃의 열풍으로 1 시간 이상 건조를 수행할 수 있다.

[0117] 바람직하게는 50℃ 내지 80℃은 온도 조건에서 3 시간 이상 또는 4 시간 이상 건조하는 것이 바람직하며, 이는 금속 기판의 표면에 형성된 미세 기공 내에 있는 수분까지 완전히 제거하기 위함이다. 다만, 120℃ 이상의 고온 조건에서 건조하는 것은 양극산화 공정을 통해 금속 기판에 형성된 나노 크기의 미세 기공에 영향을 미칠 수 있어, 120℃ 이하의 온도에서 수행하는 것이 바람직하다.

[0119] (4) 플라즈마 표면처리 단계

[0120] 본 발명에 따른 금속 기판의 제조 방법은 상기 양극산화된 금속 기판을 플라즈마 표면처리하는 단계를 포함한다. 또한, 상기 양극산화 단계 이후에 양극산화된 금속 기판을 건조하는 단계를 포함하는 경우에는 상기 건조된 금속 기판을 플라즈마 표면처리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0121] 플라즈마는 기체 상태의 물질에 에너지를 가하여 만들어지는 이온 핵과 자유전자로 이루어진 입자들의 집합체로, 이온이나 전자, 라디칼(Radical) 등으로 이루어진 이온화된 가스 상태를 말한다. 구체적으로, 본 발명에 따른 상기 플라즈마 표면처리하는 단계를 통해 상기 금속 기판의 표면에 O=C-O 작용기 및 OH 작용기가 형성된 수 있으며, 이에 대한 구체적인 내용은 상기에서 설명한 바와 같다.

[0122] 본 발명에 따른 플라즈마 표면처리 단계는 아르곤(Ar) 또는 산소(O_2) 가스 가스 분위기 하에서 수행할 수 있으며, 바람직하게는 산소(O_2) 가스 가스 분위기 하에서 수행할 수 있다.

[0123] 상기 플라즈마 표면처리 단계는 5 분 내지 90 분 동안 수행할 수 있으며, 바람직하게는 5 분 내지 60 분, 보다 바람직하게는 5 분 내지 20 분 동안 수행할 수 있다. 또한, 상기 플라즈마 표면처리 단계는 30 W 내지 150 W의 전력으로, 50 sccm 내지 150 sccm의 산소(O_2) 및 10 slm 내지 50 slm의 아르곤(Ar) 가스의 유량 조건으로 수행할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 플라즈마 표면처리 단계는 50 W 내지 100 W의 전력으로, 90 sccm 내지 110 sccm의 산소(O_2) 및 20 slm 내지 40 slm의 아르곤(Ar) 가스 유량 조건으로 수행할 수 있다.

[0125] 고분자 수지를 접합하는 단계

[0126] 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체의 제조 방법은 상기 양극산화 및 플라즈마 표면처리된 금속 기판 상에 방열 소재를 포함하는 고분자 수지를 접착제 없이 접합하는 단계를 포함한다.

[0127] 상기 접합하는 단계는 3D 프린팅을 이용하여 상기 금속 기판상에 상기 고분자 수지를 적층하는 단계를 포함할 수 있다.

[0128] 상기 고분자 수지 및 상기 방열 소재에 대한 내용은 상술한 바와 같다.

[0129] 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체의 제조 방법은 별도의 접착제 사용 없이도 양극산화 및 플라즈마 표면처리된 금속 기판을 사용함으로써, 상기 금속 기판 상에 고분자 수지를 3D 프린팅과 같은 간단한 공정을 통해 단순 적층하는 것만으로도 대략 20 MPa 정도의 우수한 접합 강도를 가져 이종 소재의 계면에서도 높은 접합력을 나타낼 수 있다. 나아가 방열 소재를 포함하는 고분자 수지를 사용함으로써, 방열 특성이 우수한 금속-수지 복합 구조체를 제조할 수 있다.

[0131] **[실시예]**

[0132] 이하 본 발명에 따른 이종 소재 접합용 금속 기판의 제조 방법에 대하여 하기 실시예를 통하여 보다 상세하게 설명한다. 다만, 이는 본 발명의 이해를 돕기 위하여 제시되는 것일 뿐, 본 발명이 하기 실시예로 한정되는 것은 아니다.

[0133]

[0134] **실시예: 알루미늄 기판의 제조**

[0135] 알루미늄 기판(제품명: AL6061, T3)을 에탄올에 침지하여 초음파 세척기(제품명: Ultrasonic Cleaner)에서 30 분 동안 세척 진행하였다. 이후, 세척된 알루미늄 합금을 5 wt%의 수산화나트륨 수용액에 2 분간 침지시키고, 이어서 5 wt%의 황산 수용액에 3 분간 침지시켜 전처리 하였다. 전처리된 알루미늄 기판을 상온에서 6 시간 동안 건조시킨 후, 7 wt%의 인산 수용액에 250 mM의 과산화수소(H_2O_2) 용액을 첨가한 혼합 용액을 전해질 용액으로 사용하여 40 V의 전압(0.1 A의 전류)을 인가하고 양극산화를 15 분간 진행하였다. 양극산화가 완료된 알루미늄 기판을 70℃의 온도에서 360 분간 건조시킨 후, 플라즈마 장치(제품명: APP 대기압 플라즈마 발생장치)에 Ar/O_2를 각각 30 slm/100 sccm의 조건으로 각각 10 분 동안 표면처리를 수행하였다.

[0137] **비교예 1** - 상기 실시예에서 전해질 용액으로 7 wt%의 인산 수용액을 사용한것을 제외하고, 실시예 1과 동일하게 수행였다.

[0138] **비교예 2** - 상기 실시예와 동일하게 수행하되, 양극산화 단계 이후 NaOH로 에칭하는 단계를 추가적으로 수행하였다.

[0139] **비교예 3** - 상기 실시예에서 양극산화를 수행하는 대신 NaOH로 에칭하는 단계만 수행하였다.

[0140] **비교예 4** - 상기 비교예 1과 동일하게 수행하되, 양극산화 단계 이후 NaOH로 에칭하는 단계를 추가적으로 수행하였다.

[0142] **시험예 1: 표면 기공 형상 측정**

[0143] 상기 실시예 및 비교예 1 및 2에서 제조된 알루미늄 기판의 표면을 이온빔 주사전자현미경(FIB-SEM)을 이용하여 촬영하여 그 결과를 도 1에 나타내었다.

[0144] 도 1를 살펴보면, 비교예 1의 알루미늄 기판에 형성된 기공의 평균 직경이 약 90 nm 정도였으나, 실시예에 알루미늄 기판은 평균 직경이 약 145 nm 정도인 기공이 고르게 형성되었다. 또한, 비교예 2의 알루미늄 기판에 형성된 기공의 평균 직경이 약 170 nm 정도로 확대되었으나, 기공의 형상이 붕괴되어 고르지 못한 점을 확인할 수

있었다.

[0145] 따라서, 본 발명에 따른 금속 기판은 고분자 수지가 금속 기판에 형성된 기공에 보다 잘 침투하게 되어 금속 기판과 고분자 수지 사이의 이종 소재의 접착력을 향상시킬 수 있다.

[0147] **시험예 2: 접합강도 측정**

[0148] 3D 프린트(제품명: Core-200)를 이용하여 상기 실시예, 비교예 1 내지 4에서 제조된 알루미늄 기판에 필라멘트 수지를 용융 압출하여 출력물을 형성한 후, 알루미늄 기판과 출력물 사이의 접합강도를 측정하였다. 접합강도는 ISO19095-2 규격 기준으로 측정했다.

[0149] 도 2는 각 샘플에 대해 측정된 접합강도를 나타낸 것이다. 구체적으로 도 2를 살펴보면, 우선 양극산화 이후 플라즈마 표면처리를 진행하지 않은 경우와 비교하여 플라즈마 표면처리를 수행한 경우 접합강도가 현저히 향상되는 것을 확인할 수 있다. 또한 실시예 1의 경우, 금속 기판과 출력물 사이의 접합강도가 약 21.74 MPa로 확인되어 상당히 높은 접합강도를 나타냈으며, 이는 비교예 1의 경우(약 19.81 MPa)에 비해서 높은 접합강도를 갖는 것으로 확인되었다. 한편, 비교예 2 및 4와 같이 수산화 나트륨(NaOH) 수용액으로 에칭하는 경우에는, 비록 기공의 평균 입경이 더 큰 것으로 확인되나, 기공의 형상이 붕괴되어 필라멘트 수지가 알루미늄 기판의 기공 내로 효과적으로 침투하지 못하고, 결과적으로 접합 강도에 부정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

[0151] **시험예 3: 발열특성 평가**

[0152] 15 중량%의 탄소 섬유를 함유하고 있는 폴리락트산(PLA) 수지를 3D 프린트(제품명: Core-200)를 이용하여 상기 실시예에서 제조된 알루미늄 기판 상에 용융 압출하여 출력물을 형성하여 방열체를 제작하였다. 상기 제조된 방열체를 60℃로 가열한 이후 상온에 위치시켜 시간에 따른 온도 변화를 측정하였다.

[0153] 또한 알루미늄 기판으로서, 어떠한 처리도 하지 않은 알루미늄 기판(제품명: AL6061, T3), 실시예와 같이 양극산화된 알루미늄 기판 및 양극산화/플라즈마 표면처리된 알루미늄 기판을 이용하고, 필라멘트로 방열 소재를 포함하지 않는 폴리락트산 수지(PLA)와 탄소 섬유를 함유하고 있는 폴리락트산 수지(CF-PLA)를 이용하여 다양한 방열체를 제작하여 동일하게 온도 변화를 측정하였고, 그 결과는 아래 표 1과 같다.

표 1

[0155]

양극산화	플라즈마 표면처리	필라멘트 종류	시작 온도(℃)/ 최종 온도(℃)	목표 온도 도달 시간
Bare	-	-	60.2 / 36.5	13
Bare	TIM 접착	CF-PLA	60.3 / 30.4	12
양극산화	-	PLA	60.5 / 31.8	12
양극산화	-	CF-PLA	60.3 / 30.1	9
양극산화	플라즈마 표면처리	PLA	60.4 / 30.6	10
양극산화	플라즈마 표면처리	CF-PLA	60.1 / 30.8	8

[0156] 또한, 상기 제작된 방열체에 대해서 시간에 따른 온도 변화를 측정하였고, 이에 대한 결과를 도 4 내지 6에 도시하였다.

[0157] 또한, 표 1 및 도 4 내지 6을 참고하면, 상기와 같이 60℃로 가열된 이후 상온에 위치시켰을 때, 단순한 알루미늄 기판의 경우에는, 13 분에 온도 안정화가 되었으나, 최종 온도는 약 36.5℃로 목표 온도인 31℃에 도달하지 못한 것으로 확인되며, 열전도성 재료층(TIM)을 이용한 경우에는 목표 온도에는 도달했으나, 도달 시간도 약 12 분으로 측정되었다.

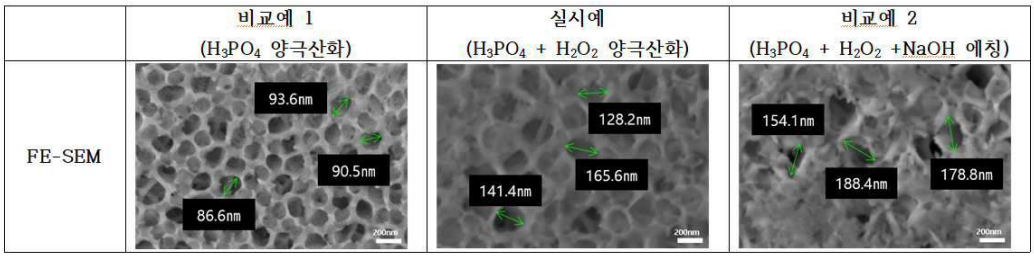
[0158] 나아가, 알루미늄 기판을 양극산화한 후 PLA를 접합하면 안정화 온도에 도달하는 시간이 12 분이었으나, 최종 온도가 약 31.8℃로 목표 온도에 미치지 못하는 것으로 확인된다. 추가로 플라즈마 처리를 하는 경우에는 목표 온도까지 약 10 분 소요되는 것으로 확인되었다. 또한, 탄소 섬유가 함유된 CF-PLA를 사용하는 경우에는, 양극산화만 수행한 경우에는 목표 온도까지 약 9분이 소요되었고, 플라즈마 처리를 진행하면 약 8 분까지 시간을 단

축할 수 있었다.

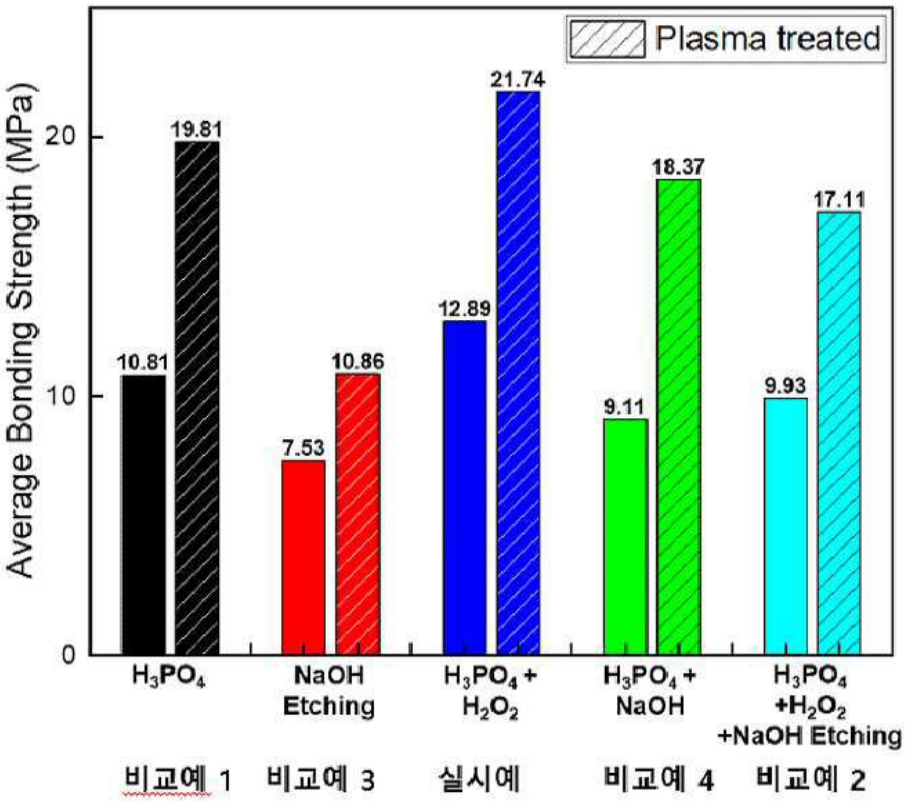
[0159] 결론적으로 본 발명에 따른 금속-수지 복합 구조체가 다른 방열체에 비해 방열 특성이 우수함을 확일할 수 있었다.

도면

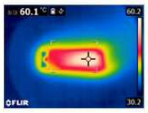
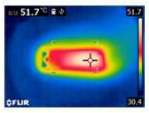
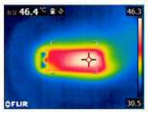
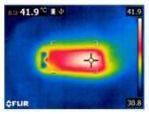
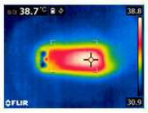
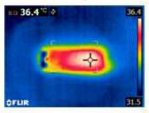
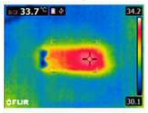
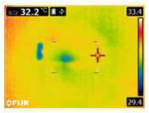
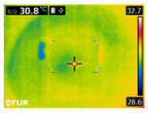
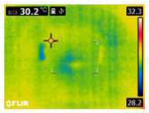
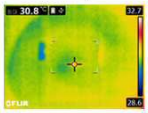
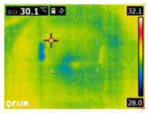
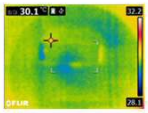
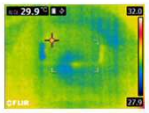
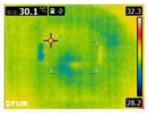
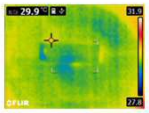
도면1



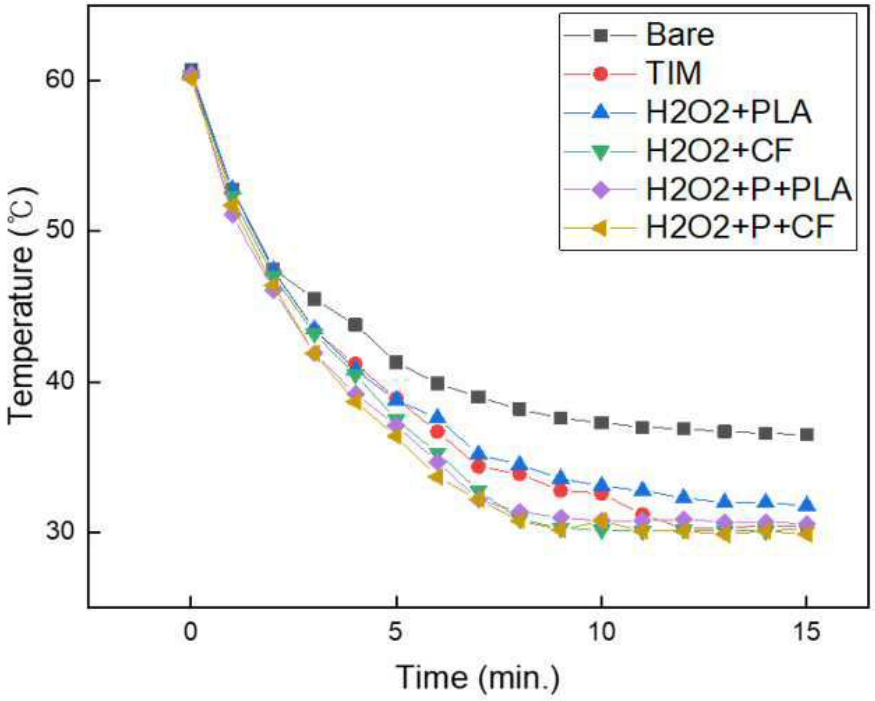
도면2



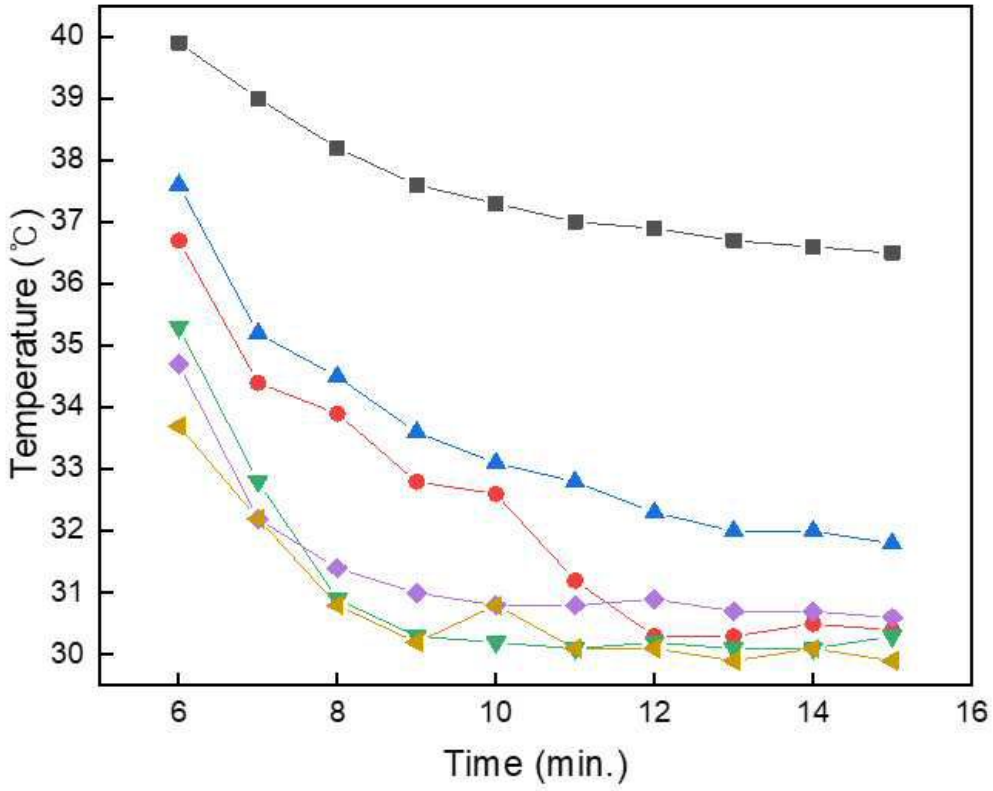
도면3

방열 실험(분당 온도 변화): 양극산화 + 플라즈마 + CF-PLA 접합										
표본 사진	0 min	60.1℃	1 min	51.7℃	2 min	46.4℃	3 min	41.9℃	4 min	38.7℃
										
5 min	36.4℃	6 min	33.7℃	7 min	32.2℃	8 min	30.8℃	9 min	30.2℃	10 min	30.8℃
											
11 min	30.1℃	12 min	30.1℃	13 min	29.9℃	14 min	30.1℃	15 min	29.9℃		
											

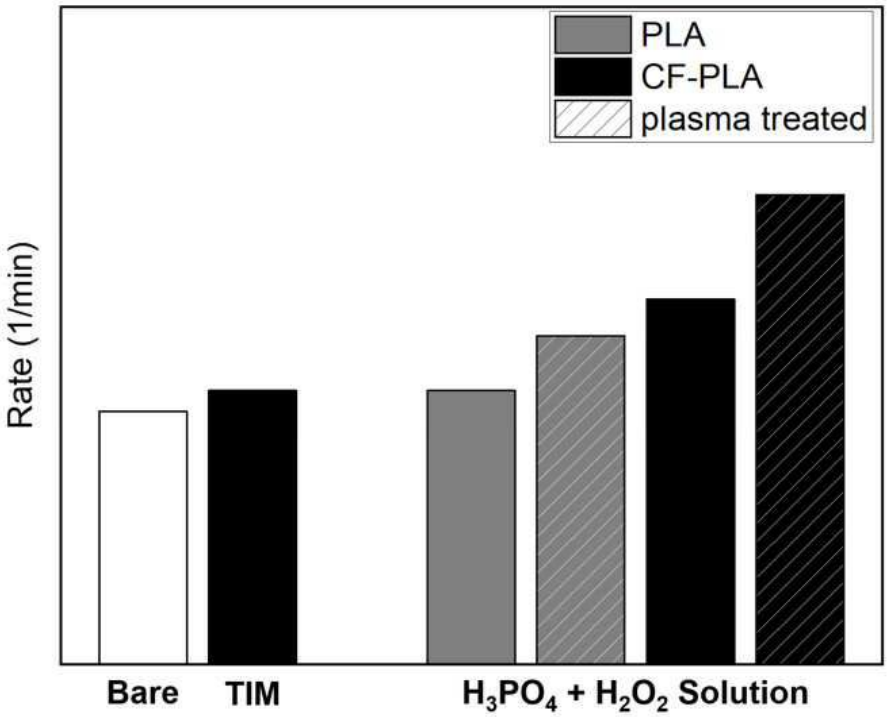
도면4



도면5


Temperature (℃)
Time (min.)
40
39
38
37
36
35
34
33
32
31
30
6
8
10
12
14
16

도면6


PLA
CF-PLA
plasma treated
Rate (1/min)
Bare
TIM
H_3PO_4 + H_2O_2 Solution