(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2025 년 6 월 26 일 (26.06.2025)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2025/135914 A1

(51) 국제특허분류:
B64C 1/00 (2006.01) *C08K 7/14* (2006.01)
B64D 15/12 (2006.01) *C08L 63/00* (2006.01)
B64D 7/00 (2006.01) *C08J 5/10* (2006.01)
C08K 3/04 (2006.01) *C08J 5/04* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2024/020890

(22) 국제출원일: 2024 년 12 월 20 일 (20.12.2024)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2023-0186673 2023 년 12 월 20 일 (20.12.2023) KR

(71) 출원인: 경상국립대학교산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION GYEONGSANG NATIONAL UNIVERSITY) [KR/KR]; 52828 경상남도 진주시 진주대로 501 (KR).

(72) 발명자: 곽병수 (KWAK, Byeong Su); 52826 경상남도 진주시 개양로 100, 102동 3101호 (KR). 권동준 (KWON, Dong Jun); 52828 경상남도 진주시 진주대로 501, 404동 420호 (KR). 노지섭 (NOH, Ji Sub); 52827 경상남도 진주시 개양로6번길 12, 201호 (KR). 이민주 (LEE, Min Ju); 52827 경상남도 진주시 가좌안골길24번길 14, 205호 (KR). 유재현 (YOO, Jae Hyun); 44949 울산광역시 울주군 삼남읍 서상평길 23-14, B동 301호 (KR). 이용석 (LEE, Yong Seok); 51181 경상남도 창원시 의창구 창이대로205번길 8-11, 102호 (KR). 강윤주 (KANG, Yun Ju); 52827 경상남도 진주시 가좌안골길 24번길 14, 203호 (KR). 심소휘 (SIM, So Hwi); 52829 경상남도 진주시 내동로348번길 10, 101동 1803호 (KR).

(74) 대리인: 특허법인 피씨알 (PCR INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 06158 서울특별시 강남구 테헤란로 441, 10층 (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

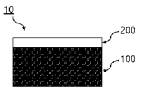
규칙 4.17에 의한 선언서:
— 신규성을 해치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의 예외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

WO 2025/135914 A1

(54) **Title:** MULTIFUNCTIONAL COMPOSITE HAVING ECO-FRIENDLY ENERGY RESOURCE-BASED ANTI-ICING PERFORMANCE AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) **발명의 명칭:** 친환경 에너지자원 기반 방제빙 성능을 보유한 다기능 복합재 및 이의 제조방법



(57) **Abstract:** The present invention relates to a multifunctional composite having eco-friendly energy resource-based anti-icing performance and a preparation method therefor and, specifically, to a multifunctional composite having excellent self-heating characteristics and radio wave absorption performance by using a GFRP layer including a glass fiber fabric, an epoxy resin, and carbon black, and to a preparation method therefor.

(57) **요약서:** 본 발명은 친환경 에너지자원 기반 방제빙 성능을 보유한 다기능 복합재 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 구체적으로 유리섬유 직물, 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 GFRP 층을 이용하여 자가발열 특성 및 전파 흡수 성능이 우수한 다기능 복합재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

발명의 설명

발명의 명칭: 친환경 에너지자원 기반 방제빙 성능을 보유한 다기능 복합재 및 이의 제조방법

기술분야

[1] 본 발명은 2023년 12월 20일에 한국특허청에 제출된 한국 특허출원 제10-2023-0186673호의 출원일의 이익을 주장하며, 그 내용 전부는 본 발명에 포함된다. 본 발명은 친환경 에너지자원 기반 방제빙 성능을 보유한 다기능 복합재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

[3] 항공기 등의 구조물이 극한 환경에 노출되면 표면이 결빙되어 항력 증가, 양력 손실, 비행 성능 저하, 인명 피해 발생 등의 문제가 발생할 수 있다. 항공기 등의 구조물 표면이 결빙되는 것을 방지하기 위해서 화학적 또는 기계적 방법을 사용하기도 한다. 구체적으로, 플라즈마 히팅, 전기열 발열, 고온 공기 분사, 물리적 제빙 등이 있다. 이러한 기술들은 지속적인 온도 유지를 위한 전력이 필요하거나, 환경 오염 등의 문제를 야기할 수 있다. 따라서, 친환경적이고 효율적인 방제빙 기술이 필요한 실정이다.

[4] 태양 에너지가 기후 문제 해결에 중요한 역할을 하게 되면서, 광열 변환(photothermal conversion)과 같은 친환경 연구가 각광받고 있다. 특히, 광열 변환 기반 방제빙 소재는 항공기 뿐만 아니라 도로 건설 등 다양한 분야에 적용되기 위해 여러 연구들이 진행되고 있다. 그러나, 방제빙 소재는 대부분 필름 또는 코팅 형태로 적용되어 유지 보수에 많은 비용이 들 수 있으며, 하중지지 성능이 없어 항공기에 적용되기에는 많은 제약이 존재한다.

[5] 한편, 현대전에서 다양한 무기 시스템의 생존성을 증가시키는데 필수적인 스텔스 기술은 크게 형상 설계 기술(shaping technology), 전자기파 흡수 물질(radar absorbing material, RAM), 전자기파 흡수 구조(radar absorbing structure, RAS) 등 3가지로 분류할 수 있다.

[6] 형상 설계 기술은 무기 시스템으로 입사되는 전자기파를 입사되는 방향이 아닌 다른 방향으로 산란시키는 기술로서 스텔스 기술의 기본이 되는 기술이지만 최근 레이더 기술의 발달로 인해 형상 설계만으로 항공기의 생존성을 보장하는데 한계가 있다.

[7] 무기 시스템의 구조 표면에 페인팅과 유사한 방식으로 적용되어 전자기파를 직접 흡수할 수 있는 전자기파 흡수 물질이 개발되었으나, 내구성이 좋지 않아 주기적인 보수가 필요할 뿐만 아니라 전자기파 흡수 물질 자체의 무게로 인해 항공기 성능이 저하되는 문제점이 있다.

[8] 이에 따라 하중을 지지하는 구조 자체가 전자기파를 흡수할 수 있는 전자기파 흡수 구조에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 전자기파 흡수 구조로 복합재 구조가 주목을 받고 있다.

[9]

발명의 내용

기술적 과제

[10] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 방제빙 성능 외에도 전자파 차폐 성능을 보유한 다기능 복합재를 제공하는 것이다.

[11] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상기 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 하기의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[12]

과제 해결 수단

[13] 본 발명의 일 측면에 따르면, 제 1 유리섬유 강화 플라스틱(GFRP; Glass Fiber Reinforced Plastic) 층; 및 상기 제 1 GFRP 층 상에 적층된 제 2 GFRP 층을 포함하는 다기능 복합재로서, 상기 제 1 GFRP 층은 유리섬유 직물(Glass Fiber Fabric) 및 에폭시 수지를 포함하고, 상기 제 2 GFRP 층은 유리섬유 직물, 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 것인, 다기능 복합재를 제공한다.

[14] 본 발명의 일 측면에 따르면, 유리섬유 직물을 준비하는 단계; 상기 유리섬유 직물에 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 혼합물을 함침시켜 제2 GFRP 층을 준비하는 단계; 상기 제 2 GFRP 층을 경화하는 단계; 상기 유리섬유 직물 에 에폭시 수지를 함침시켜 제 1 GFRP 층을 준비하는 단계; 상기 제 1 GFRP 층 상에 상기 제 2 GFRP 층을 적층하여 적층체를 형성하는 단계; 및 상기 적층체를 경화하는 단계; 를 포함하는, 다기능 복합재의 제조방법을 제공한다.

[15]

발명의 효과

[16] 본 발명의 일 실시상태에 따른 다기능 복합재는 전파 흡수 성능이 우수하고, 광열 변환 특성이 우수하여 자가 발열 기능을 가질 수 있다. 추가적인 장비 없이 광에너지를 이용한 방제빙이 가능함에 따라, 환경오염을 유발하지 않는 친환경적인 방제빙이 가능할 수 있다.

[17] 본 발명의 효과는 상술한 효과로 한정되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 효과들은 본원 명세서 및 첨부된 도면으로부터 당업자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

[18]

도면의 간단한 설명

[19] 도 1은 본 발명에 따른 다기능 복합재를 개략적으로 나타낸 정면도이다.

[20] 도 2는 본 발명에 따른 다기능 복합재의 제조방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.

[21] 도 3은 제조예 3 내지 5의 GFRP 층에서 측정 및 계산한 인장 강도 및 인장 모듈러스를 나타낸 그래프이다.

[22] 도 4는 제조예 1-1 내지 1-3, 2-1 내지 2-3, 3-1 내지 3-3 및 비교제조예 1-1 내지 1-3의 제 2 CFRP 층의 시간에 따른 표면온도를 측정한 결과를 나타낸 것이다.

[23] 도 5는 실시예 1의 다기능 복합재에서 계산 및 측정한 전파 흡수율을 나타낸 그래프이다.

[24]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[25] 본원 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[26] 본원 명세서 전체에서, "제1" 및 "제2"와 같이 서수를 포함하는 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로 사용되며, 상기 서수에 의해 한정되지 않는다. 예를 들어, 발명의 권리 범위 내에서 제1 구성요소는 제2 구성요소로도 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[27] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[28] 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 원리를 상세하게 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.

[29] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예에 대한 구성을 상세히 설명하면 다음과 같다.

[30] 본 발명의 일 실시양태에 따른 다기능 복합재는 제 1 GFRP 층; 및 상기 제 1 GFRP 층 상에 적층된 제 2 GFRP 층을 포함하는 다기능 복합재로서, 상기 제 1 GFRP 층은 유리섬유 직물 및 에폭시 수지를 포함하고, 상기 제 2 GFRP 층은 유리섬유 직물, 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함한다.

[31] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 에폭시 수지는 비스페놀 A형 에폭시 수지, 비스페놀 F형 에폭시 수지, 비스페놀 S형 에폭시 수지, 노볼락형 에폭시 수지, 사이클로알리파틱 에폭시 수지, 변성 에폭시 수지, 디글리시딜 에터 비스페놀-A(Diglycidyl Ether of Bisphenol-A, DGEBA), 디글리시딜 에터 비스페놀-A 변형 수지(Toughened Diglycidyl Ether of Bisphenol-A Resin, DGEGA 변형 수지), 열가소성 에폭시 수지 또는 반응성 희석제 에폭시 수지일 수 있다. 상기 에폭시 수지를 사용함으로써, 높은 기계적 강도 및 내마모성을 갖는 GFRP 복합재를 제공할

수 있다. 더불어, 유리섬유 직물과의 결합력을 향상시킬 수 있으며, 우수한 내화학성, 내구성 및 내열성을 갖는 GFRP 복합재를 제공할 수 있다.

[32] 도 1은 본 발명에 따른 다기능 복합재를 개략적으로 나타낸 정면도이다.

[33] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시상태에 따른 다기능 복합재(10)는 제 1 GFRP 층(100) 및 제 2 GFRP 층(200)을 포함한다. 구체적으로, 상기 제 1 GFRP 층(100)은 유리섬유 직물 및 에폭시 수지를 포함하고, 상기 제 2 GFRP 층(200)은 유리섬유 직물, 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함한다. 이때, 제 2 GFRP 층(200)은 제 1 GFRP 층(100) 상에 위치할 수 있다.

[34] 본 발명의 일 실시상태에 따른 다기능 복합재는 상기 제 1 GFRP 층 및 제 2 GFRP 층 중 1층 이상에 경화제를 더 포함하는 것일 수 있다. 구체적으로, 상기 경화제는 아민 계열 또는 무수물 계열일 수 있다. 상기 경화제를 포함함으로써, 다기능 복합재의 내열성과 내화학성이 향상될 수 있다. 더불어, 뛰어난 강도의 다기능 복합재를 얻을 수 있다.

[35] 본 발명의 일 실시상태에 따른 다기능 복합재는 상기 경화제로 폴리에틸렌아민(PEA), 이소포론 다이아민 (IPDA), 다이아미노디페닐메탄(DDM), 메틸렌디아닐린(MDA), 헥사하이드로프탈산 무수물(HHPA) 및 메틸렌테트라하이드로프탈산 무수물(MTHPA) 중 1종 이상을 포함하는 것일 수 있다. 상술한 경화제를 사용함으로써 상기 제 1 GFRP 층과 상기 제 2 GFRP 층의 층간 결합력을 향상시킬 수 있고, 이에 따라 상기 다기능 복합재의 강도가 우수할 수 있다.

[36]

[37] 본 발명의 일 실시상태에 따르면 상기 카본 블랙은 입자의 크기가 10 nm 이상 500 nm 이하일 수 있다. 구체적으로, 10 nm 이상 300 nm 이하, 10 nm 이상 100 nm 이하 또는 10 nm 이상 50 nm 이하일 수 있다. 카본 블랙의 입자 크기는 제한된 바 없지만, 입자 크기가 작을수록 그 분산성에 있어서 유리할 수 있다.

[38]

[39] 본 발명의 일 실시상태에 따른 다기능 복합재에 포함되는 제2 GFRP층은 상기 카본 블랙을 상기 에폭시 수지 및 카본 블랙의 질량을 기준으로, 0.1 질량% 이상 40 질량% 이하로 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 카본 블랙의 함량은 0.1 질량% 이상 40 질량% 이하, 1 질량% 이상 35 질량% 이하, 1 질량% 이상 30 질량% 이하, 3 질량% 이상 40 질량% 이하, 3 질량% 이상 35 질량% 이하, 5 질량% 이상 30 질량% 이하, 6 질량% 이상 40 질량% 이하, 6 질량% 이상 35 질량% 이하 또는 6 질량% 이상 30 질량% 이하일 수 있다. 상기 카본 블랙의 함량은 상기 에폭시 수지 및 상기 카본 블랙의 질량의 합을 기준으로 계산된 질량 백분율일 수 있다. 전술한 범위의 카본 블랙을 포함함으로써, 전파 흡수 성능이 우수한 다기능 복합재를 구현할 수 있다. 더불어, 광열 변환 특성이 우수하여 자가 발열 기능을 가질 수 있으며 추가적인 장비 없이 광에너지를 이용한 방제빙이 가능할 수 있다. 또한, 환경오염을 유발하지 않는 친환경적인 방제빙이 가능할 수 있다.

[40]

[41] 본 발명의 일 실시상태에 따른 다기능 복합재는 상기 제 1 GFRP 층의 두께가 0.01mm 내지 4.0mm 일 수 있다. 구체적으로, 상기 제 1 GFRP 층의 두께는 0.01mm 내지 3.5mm, 0.01mm 내지 3.0mm, 0.1mm 내지 4.0mm, 0.1mm 내지 3.5mm, 0.1mm 내지 3.0mm, 0.5mm 내지 4.0mm, 0.5mm 내지 3.5mm, 0.5mm 내지 3.0mm 또는 0.56mm 내지 2.83mm일 수 있다. 상기 제 1 GFRP 층의 두께를 상술한 범위로 제조함으로써 강도가 우수한 다기능 복합재를 구현할 수 있다.

[42] 더불어, 본 발명의 일 실시상태에 따르면 상기 제 2 GFRP 층의 두께는 0.01mm 내지 4.0mm 일 수 있다. 구체적으로, 상기 제 2 GFRP 층의 두께가 0.01mm 내지 3.5mm, 0.01mm 내지 3.0mm, 0.01mm 내지 2.5mm, 0.01mm 내지 2.0mm, 0.1mm 내지 4.0mm, 0.1mm 내지 3.5mm, 0.1mm 내지 3.0mm, 0.1mm 내지 2.5mm, 0.1mm 내지 2.0mm, 0.2mm 내지 4.0mm, 0.2mm 내지 3.5mm, 0.2mm 내지 3.0mm, 0.2mm 내지 2.5mm, 0.2mm 내지 2.0mm 또는 0.27mm 내지 1.69mm일 수 있다. 상기 제 2 GFRP 층의 두께를 상술한 범위로 제조함으로써 우수한 자가 발열 성능을 가진 다기능 복합재를 구현할 수 있다.

[43] 본 발명의 일 실시상태에 따르면 상기 제 1 GFRP 층과 제 2 GFRP 층의 두께 비는 0.0025 내지 400일 수 있다. 구체적으로, 상기 제 1 GFRP 층과 제 2 GFRP 층의 두께 비는 0.1 내지 400, 0.1 내지 200, 0.1 내지 100, 0.1 내지 50, 0.1 내지 30, 0.2 내지 400, 0.2 내지 200, 0.2 내지 100, 0.2 내지 50, 0.2 내지 30, 0.3 내지 400, 0.3 내지 200, 0.3 내지 100, 0.3 내지 50, 0.3 내지 30 또는 0.3 내지 10.5일 수 있다. 상기 제 1 GFRP 층과 제 2 GFRP 층의 두께 비를 상술한 범위로 제조함으로써 강도 및 자가 발열 성능이 모두 우수한 다기능 복합재를 구현할 수 있다.

[44] 본 발명의 일 실시상태에 따른 다기능 복합재는 ISO 4892-2에 의해 측정된 수렴 온도가 85 ℃ 이상일 수 있다. 구체적으로, 상기 ISO 4892-2의 규정에 의하여 빛의 파장대역과 세기를 각각 340 nm, 0.51 W/m^2 로 조절한 빛을 다기능 복합재에 조사하여 표면 온도를 측정한 경우 상기 온도는 90 ℃ 이상 또는 95 ℃ 이상일 수 있다.

[45]

[46] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 유리섬유 직물을 준비하는 단계; 상기 유리섬유 직물에 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 혼합물을 함침시켜 제2 GFRP 층을 준비하는 단계; 상기 제 2 GFRP 층을 경화하는 단계; 상기 유리섬유 직물에 에폭시 수지를 함침시켜 제 1 GFRP 층을 준비하는 단계; 상기 제 1 GFRP 층 상에 상기 제 2 GFRP 층을 적층하여 적층체를 형성하는 단계; 및 상기 적층체를 경화하는 단계;를 포함하는, 다기능 복합재의 제조방법이 제공된다.

[47] 본 발명의 일 실시상태에 따르면 상기 제 1 GFRP 층 및 상기 제 2 GFRP 층은 각각 에폭시 수지, 또는 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 혼합물을 함침시킨 유리섬유 직물이 1장 이상 적층된 것일 수 있다. 구체적으로, 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 혼합물을 함침시킨 유리섬유 직물을 여러 장 적층한 적층체를 경화시켜 제 2 GFRP 층을 제조할 수 있고, 에폭시 수지를 함침시킨 유리섬유

직물을 여러 장 적층한 적층체 상에 상기 제 2 GFRP 층을 적층한 뒤 함께 경화하여 제1 GFRP 층 상에 제 2 GFRP 층이 위치한 다기능 복합재를 제조할 수 있다.

[48] 도 2는 본 발명에 따른 다기능 복합재의 제조방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.

[49] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시상태는 준비한 유리섬유 직물(300)에 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 혼합물을 함침시킨다. 상기 에폭시 수지 및 카본 블랙 혼합물을 함침시킨 유리섬유 직물(201)을 여러 장 적층하여 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 유리섬유 직물 적층체(210)를 준비하고, 상기 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 GFRP 적층체(210)를 경화하여 제 2 GFRP 층(200)을 형성한다. 준비한 유리섬유 직물(300)에 에폭시 수지를 함침시킨다. 상기 에폭시 수지를 함침시킨 유리섬유 직물(101)을 여러 장 적층하여 에폭시 수지를 포함하는 유리섬유 직물 적층체(110)를 준비하고, 상기 에폭시 수지를 포함하는 유리섬유 직물 적층체(110) 위에 상기 경화시킨 제 2 GFRP 층(200)을 적층한 뒤, 함께 경화하여 다기능 복합재(10)를 제조하였다.

[50]

[51] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 다기능 복합재의 제조방법은 제 1 GFRP 층의 경화가 이루어지고, 경화되지 않은 상기 제 2 GFRP 층 상에 상기 경화된 제 1 GFRP 층을 적층하여 적층체를 형성한 뒤 상기 적층체를 경화하는 것일 수 있다. 본 발명의 다른 일 실시상태에 따르면, 경화되지 않은 상기 제 2 GFRP 층 상에 경화되지 않은 상기 제 1 GFRP 층을 적층하여 적층체를 형성한 뒤 상기 적층체를 경화할 수 있다. 바람직하게는, 상기 제 2 GFRP 층의 경화가 이루어지고, 상기 경화된 제 2 GFRP 층 상에 제 1 GFRP 층을 적층하여 적층체를 형성한 뒤 상기 적층체를 경화할 수 있다. 상기 제 2 GFRP 층을 먼저 경화함으로써, 상기 제 2 GFRP 층에 포함된 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 혼합물의 카본 블랙 입자 농도를 유지할 수 있다.

[52] 본 발명의 일 실시상태에 따르면 상기 유리섬유 직물을 에폭시 수지로 함침시키는 방법은 진공 주입 공법, 수지 주입 공법, 핸드 레이업 또는 오토클레이브 공법을 사용할 수 있으며, 상술한 방법으로 한정되지 않는다.

[53] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 경화는 60 ℃ 내지 150 ℃ 의 온도에서 수행되는 것일 수 있다. 구체적으로, 상기 경화는 60 ℃ 내지 140 ℃ , 60 ℃ 내지 130 ℃, 70 ℃ 내지 150 ℃, 70 ℃ 내지 140 ℃, 70 ℃ 내지 130 ℃, 80 ℃ 내지 150 ℃, 80 ℃ 내지 140 ℃, 또는 80 ℃ 내지 130 ℃ 의 온도 범위에서 수행될 수 있다.

[54] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 경화는 120 분 내지 230 분의 시간 동안 수행되는 것일 수 있다. 구체적으로, 상기 경화는 120 분 내지 230 분, 120 분 내지 200 분, 120 분 내지 170 분, 130 분 내지 230 분, 130 분 내지 200 분, 130 분 내지 170 분 또는 140 분 내지 160 분의 시간 범위에서 수행될 수 있다. 전술한 방식으로 열경화가 이뤄짐으로써, 상기 에폭시 수지가 용이하게 경화될 수 있다. 더불어, 층간 결합력이 우수해져 다기능 복합재의 강도가 우수해질 수 있다.

[55]

발명의 실시를 위한 형태

[56] 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명에 따른 실시예, 실험예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 기술하는 실시예, 실험예들에 한정되는 것으로 해석되지 않는다. 본 명세서의 실시예, 실험예들은 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다.

[57]

[58] **제조예 1. 에폭시 수지 및 카본 블랙의 혼합물 및 GFRP 층 준비**

[59] 유리섬유 직물 (제품명: GEP 118 (Minhu Composite Co., Ltd., Republic of Korea))을 가로 200 mm × 세로 200 mm로 재단하여 준비하였다.

[60] 에폭시 수지 (제품명: KFR-5121 (Kukdo Chemical Co., Ltd., Republic of Korea)) 50 g 및 카본 블랙 (제품명: KFH-9581LV (Birla Carbon Co., Ltd., USA)) 21.43 g을 혼합하고, 고속믹서(제품명: ARM 310 (Thinky, Japan))을 이용하여 2000 RPM으로 30분 동안 분산하였다. 이후, 경화제(제품명: KFH-9581LV (Kukdo Chemical Co., Ltd., Republic of Korea))를 50 g 넣어 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 혼합물을 만들었다. 이때, 상기 경화제는 제조사에서 공시한 에폭시 수지와의 비율에 따라 사용하였다. 이후, 상기 유리섬유 직물에 상기 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 혼합물을 함침시켜 가로 200 mm × 세로 200 mm × 두께 1.08 mm의 GFRP 층을 준비하였다.

[61]

[62] **제조예 2 내지 5. 에폭시 수지 및 카본 블랙의 혼합물 및 GFRP 층 준비**

[63] 에폭시 수지 (제품명: KFR-5121 (Kukdo Chemical Co., Ltd., Republic of Korea)) 및 카본 블랙 (제품명: KFH-9581LV (Birla Carbon Co., Ltd., USA))의 질량을 하기 표 1과 같이 조절한 것을 제외하고, 상기 제조예 1과 동일한 방법으로 제조예 2 내지 5의 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 혼합물 및 GFRP 층을 준비하였다. 카본 블랙의 입자 크기는 20 nm 이하인 것을 사용하였다.

[64]

[65] [표1]

	에폭시 수지의 질량(g)	카본 블랙의 질량(g)	준비한 GFRP의 두께(mm)
제조예 1	50	3.19	1.082
제조예 2	50	12.5	1.08
제조예 3	50	21.43	1.133
제조예 4	50	0	1.04
제조예 5	50	5.56	1.07

[66]

[67] **실험예 1. 기계적 강도 평가**

[68] 상기 제조예 3 내지 제조예 5에서 준비한 GFRP 층을 7bar의 압력으로 80 ℃ 에서 30 분, 이후 130 ℃ 에서 120분 간 경화시킨 뒤 ASTM D3039 규격을 참고하여 폭 25 mm × 길이 250 mm로 재단하였다. 재단한 GFRP 층의 양쪽 끝을 잡고, 2mm/min의 속도로 당겨 상기 GFRP 층이 파손될 때 발생하는 최대 하중을 측정하였다. 이 때, 인장 강도를 계산하기 위해 사용한 식 1은 다음과 같다.

[69]

[70] [수식1]

$$F_{tu}=\frac{P_{\max}}{A}$$

[71]

[72] 상기 식 1에서 A는 인장 시편의 단면적을 나타내며, P_{max} 는 파손 직전의 최대 하중을 의미한다.

[73] 더불어 상기 GFRP 층이 0.1% 내지 0.3% 변형되었을 때의 인장 모듈러스를 하기 식 2 내지 식 3을 이용하여 계산하였다.

[74]

[75] [수식2]

$$E=\frac{\triangle\sigma}{\triangle\varepsilon}$$

[76]

[77] 상기 식 2에서 E는 인장 모듈러스를, ε은 변형률을 의미한다. △ε는 변형률의 변화량으로, 0.1% 내지 0.3% 변형되었을 때의 인장 모듈러스를 구하고자 하는 것이므로 0.002로 계산하였다. △σ는 하기 식 3을 통하여 계산한 응력의 변화량을 이용하였다.

[78]

[79] [수식3]

$$\sigma=\frac{P}{A}$$

[80]

[81] 상기 식 3에서 σ는 응력을 의미하며, P는 인장 시편에 가해지는 하중, A는 인장 시편의 단면적을 의미한다. 상기 제조예 3 내지 5의 GFRP 층이 0.1% 변형되었을 때의 응력과 0.3% 변형되었을 때의 응력을 각각 계산하여 상기 응력의 변화량을 구하였다.

[82] 도 3은 제조예 3 내지 제조예 5의 GFRP 층에서 측정 및 계산한 인장 강도 및 인장 모듈러스를 나타낸 그래프이다. 인장 강도는 MPa 단위로, 인장 모듈러스는 GPa 단위로 나타내었다.

[83] 도 3을 참고하면, 카본 블랙을 가장 많이 포함하는 제조예 3의 GFRP 층의 인장 강도가 가장 낮고, 카본 블랙을 포함하지 않는 제조예 4의 GFRP 층의 인장 강도가 가장 큰 값을 나타냄을 알 수 있다. 더불어, 카본 블랙을 가장 많이 포함하는 제조예 3의 GFRP 층은 가장 높은 인장 모듈러스를 가지고, 카본 블랙을 포함하지 않는 제조예 4의 GFRP 층은 가장 낮은 인장 모듈러스를 나타낸다. 이에 따라, 전파 흡수 구조물 및 내열성 부품과 같은 높은 인장 모듈러스 특성을 요구하는 물품에 제조예 3의 GFRP를 포함하는 복합재가 가장 적합하게 사용될 수 있음을 확인할 수 있다.

[84]

[85] **제조예 1-1. 제 2 GFRP 층의 제조**

[86] 제조예 1에서 준비한 GFRP 층을 4개 적층하여 GFRP 적층체를 준비하였다. 상기 준비한 GFRP 적층체를 오토클레이브 공정을 이용하여 7bar의 압력으로 80 ℃에서 30 분, 이후 130 ℃ 에서 120분 간 경화시켜 제 2 GFRP 층을 만들었다.

[87]

[88] **제조예 1-2 내지 1-3, 2-1 내지 2-3, 3-1 내지 3-3 및 비교제조예 1-1 내지 1-3. 제 2 GFRP 층의 제조**

[89] 제 2 GFRP 층을 만들기 위하여 사용한 GFRP 층의 종류 및 적층체의 개수를 하기 표 2과 같이 조절한 것을 제외하고, 상기 제조예 1-1의 제 2 GFRP 층의 제조방법과 동일한 방법으로 제조예 1-2 내지 1-3, 2-1 내지 2-3, 3-1 내지 3-3 및 비교제조예 1-1 내지 1-3의 제 2 GFRP 층을 제조하였다.

[90]

[91] [표2]

	제 2 GFRP 층		
	사용한 GFRP 층	적층체의 개수	두께(mm)
제조예 1-1	제조예 1	4	0.58
제조예 1-2		8	1.08
제조예 1-3		12	1.69
제조예 2-1	제조예 2	4	0.57
제조예 2-2		8	1.08
제조예 2-3		12	1.55
제조예 3-1	제조예 3	4	0.61
제조예 3-2		8	1.13
제조예 3-3		12	1.67
비교제조예 1-1	제조예 4	4	0.56

비교제조예 1-2		8	1.04
비교제조예 1-3		12	1.54

[92]

[93] **실험예 2. 광열 변환 특성 평가**

[94] 상기 제조예 1-1 내지 1-3, 2-1 내지 2-3, 3-1 내지 3-3 및 비교제조예 1-1 내지 1-3의 제 2 CFRP 층을 폭 35 mm × 길이 140 mm로 재단하였다. 상기 재단한 제조예 1-1 내지 1-3, 2-1 내지 2-3, 3-1 내지 3-3 및 비교제조예 1-1 내지 1-3의 제 2 CFRP 층에 제논 램프를 이용하여 광에너지를 조사하였다. 이때, 상기 광에너지는 ISO 4892 규정을 참고하여 빛의 파장대역과 세기를 각각 340 nm, 0.51 W/m^2 로 조절하였다. 복합재의 표면 온도를 측정하여 상기 제조예 및 제조비교예의 광열 변환 특성을 비교하였다.

[95] 도 4는 제조예 1-1 내지 1-3, 2-1 내지 2-3, 3-1 내지 3-3 및 비교제조예 1-1 내지 1-3의 제 2 CFRP 층의 시간에 따른 표면온도를 측정한 결과를 나타낸 것이다.

[96] 도 4를 통하여 확인할 수 있는, 제조예 1-1 내지 1-3, 2-1 내지 2-3, 3-1 내지 3-3 및 비교제조예 1-1 내지 1-3의 제 2 CFRP 층의 표면에서 측정한 온도의 수렴값을 하기 표 3에 나타내었다.

[97]

[98] [표3]

	수렴 온도(℃)
제조예 1-1	100.9
제조예 1-2	99
제조예 1-3	99.8
제조예 2-1	97.9
제조예 2-2	96.1
제조예 2-3	96.1
제조예 3-1	99.6
제조예 3-2	98.2
제조예 3-3	98
비교제조예 1-1	82
비교제조예 1-2	83.1
비교제조예 1-3	84.6

[99]

[100] 상기 표를 통하여 제조예 1-1의 수렴온도가 100.9 ℃ 로 가장 높은 것을 확인할 수 있다. 구체적으로, 제조예 1-1 내지 1-3 중 제조예 1-1의 수렴온도가 100.9 ℃

로 가장 높고, 제조예 2-1 내지 2-3 중 제조예 2-1의 수렴온도가 96.1 ℃ 로, 제조예 3-1 내지 3-3 중 제조예 3-1의 온도가 99.6 ℃ 로 가장 높은 것을 확인할 수 있다. 이로써 카본 블랙의 함량이 동일한 경우, 카본 블랙을 포함하는 층이 얇을수록 광열 변환 특성이 우수함을 확인할 수 있다.

[101] 더불어, 제조예 1 내지 3에서 제조한 GFRP 층을 각각 동일한 개수만큼 적층한 제조예 1-1, 제조예 2-1 및 제조예 3-1을 비교해 보면 카본 블랙의 함량이 가장 낮은 제조예 1-1의 광열 변환 특성이 가장 우수함을 확인할 수 있다. 제조예 1-2, 제조예 2-2 및 제조예 3-2 또는 제조예 1-3, 제조예 2-3 및 제조예 3-3을 비교하는 경우에도 카본 블랙의 함량이 가장 낮은 제조예의 광열 변환 특성이 가장 우수함을 확인할 수 있다.

[102]

[103] **실험예 3. 전파 흡수 성능 평가**

[104] 상기 제조예 1 내지 4의 GFRP층을 이용하여 X-band(8.2 GHz 내지 12.4 GHz)에서의 유전율을 측정하였다. 상기 제조예 1 내지 4에서 준비한 GFRP층을 7bar의 압력으로 80 ℃ 에서 30 분, 이후 130 ℃ 에서 120분 간 경화하여 가로 200 mm × 세로 200 mm 로 재단한 뒤, X-band 송수신 장치(제품명: PCZ-FSMSMC-20R1 (PICOZEN Co., Ltd., Republic of Korea))를 이용하여 X-band의 중앙값인 10 GHz에서의 유전율을 측정하였다. 그 결과를 하기 표 4에 나타내었다.

[105]

[106] [표4]

	측정한 유전율 값 ($F \cdot m^{-1}$)
제조예 1	4.72-j0.32
제조예 2	6.05-j1.55
제조예 3	11.68-j21.64
제조예 4	4.79-j0.07

[107]

[108] 상기 측정한 유전율 값 및 하기 식 4 내지 8을 이용하여 실시예 10에서 X-band 전파의 흡수율(Absorption Rate)이 0.9 이상인 전파의 주파수 구간을 각각 계산하였다.

[109]

[110] 흡수율(A)는 하기 식 4로 정의할 수 있다.

[111]

[112] [수식4]

$$A = 1 - |\Gamma|^2$$

[113]

[114] 상기 식 4에서 Γ은 입사 반사 계수를 의미하고, 입사 반사 계수(Γ)는 하기 식 5로 나타낼 수 있다.

[115]

[116] [수식5]

$$\Gamma = \frac{Z_1 - \eta_0}{Z_1 + \eta_0}$$

[117]

[118] 상기 식 5에서 η_0는 자유 공간 임피던스(free-space impedance)를 나타내고, Z_1은 첫 번째 층의 입력 임피던스(input impedance)를 나타낸다. 이 때, 상기 Z_1은 재귀 함수로 계산되며, 이는 하기 식 6과 같다.

[119]

[120] [수식6]

$$Z_n = \eta_n \frac{Z_{n+1} + \eta_n \tanh(\gamma_n d_n)}{\eta_n + Z_{n+1} \tanh(\gamma_n d_n)}, \quad Z_{n+1} = \infty$$

[121]

[122] 상기 식 6의 재귀 함수는 마지막 층의 임피던스(Z_{n+1})를 시작으로, 각 층의 특성 임피던스(characteristic impedance), 두께 및 전파 상수(propagation constant)를 고려하여 순차적으로 계산된다. 이 때, 마지막 층의 임피던스는 마지막 층의 경계 조건을 반영하는 것으로 본 실험에서는 완전 반사를 가정하여 계산하였다.

[123] 상기 식 6에서 η_n과 d_n은 각각 n번째 층의 특성 임피던스와 두께를 나타낸다. γ_n은 전파 상수이며, η_n과 γ_n은 하기 식 7 및 식 8을 통하여 계산된다.

[124]

[125] [수식7]

$$\eta_n = \eta_0 \sqrt{\frac{\mu_n}{\varepsilon_n}}$$

[126]

[127] [수식8]

$$\gamma_n = \frac{j\omega\sqrt{\varepsilon_n \mu_n}}{c}$$

[128]

[129] 상기 식 7 및 식 8에서 μ_n과 ε_n은 각각 n번째 층의 투자율(magnetic permeability)과 유전율(permittivity)을 의미하며, c 는 빛의 속도(speed of light), ω는 각 입사파의 각 주파수(angular frequency)를 나타낸다. 허수 단위 j는 전자기파가 매질을 통과하면서 발생하는 위상 변화와 감쇠를 수학적으로 표현하며, $j^2 = -1$을 만족한다.

[130]

[131] **실시예 1. 다기능 복합재의 제조**

[132] 제조예 3에서 준비한 GFRP 층을 2개 적층하여 GFRP 적층체를 준비하였다. 상기 준비한 GFRP 적층체를 오토클레이브 공정을 이용하여 7bar의 압력으로 80 ℃에서 30 분, 이후 130 ℃ 에서 120분 간 경화시켜 제 2 GFRP 층을 만들었다.

[133] 제조예 4에서 준비한 GFRP 층을 21개 적층하여 제 1 GFRP 층으로 준비하고, 상기 준비한 제 1 GFRP 층 위에 상기 경화시킨 제 2 GFRP 층을 올려 오토클레이브 공정을 이용하여 7bar의 압력으로 80 ℃ 에서 30 분, 이후 130 ℃ 에서 120분 간 함께 경화시켜 다기능 복합재를 제조하였다.

[134] 제조한 다기능 복합재의 제 1 GFRP 층의 두께는 2.83 mm, 제 2 GFRP 층의 두께는 0.27 mm였다.

[135]

[136] 상기 측정한 유전율 및 상기 식 4 내지 8을 이용하여 상기 실시예 1의 각각의 변수에 따른 전파의 흡수율(Absorption Rate)이 0.9 이상인 전파의 주파수 구간을 계산하였다. 계산된 주파수 구간의 범위를 하기 표 5에 나타내었다.

[137]

[138] [표5]

	X-band 전파 중 흡수율이 0.9 이상인 주파수 구간 (GHz)
실시예 1	8.2 - 12.36

[139]

[140] 도 5는 실시예 1의 다기능 복합재에서 계산 및 측정한 전파 흡수율을 나타낸 그래프이다. 전파 흡수율의 측정은 실시예 1의 다기능 복합재의 하단에 PEC(Perfect electrical conductor)를 부착하여 진행하였으며, X-band 송수신 장치(제품명: PCZ-FSMSMC-20R1 (PICOZEN Co., Ltd., Republic of Korea))를 이용하였다.

[141] 도 5를 통하여 실시예 1의 다기능 복합재의 전파 흡수율 측정값이 8.2 GHz 내지 12.17 GHz 의 구간에서 반사 손실 값이 -10 dB 이하임을 확인할 수 있다. 이를 통하여 90%의 전파가 흡수되는 범위를 측정한 것이 상기 계산한 범위와 거의 흡사하다는 것을 알 수 있다.

[142]

[143] [부호의 설명]

[144] 10 : 다기능 복합재

[145] 100 : 제 1 GFRP 층

[146] 101 : 에폭시 수지를 함침시킨 유리섬유 직물

[147] 110 : 에폭시 수지를 함침시킨 유리섬유 직물의 적층체

[148] 200 : 제 2 GFRP 층

[149] 201 : 에폭시 수지 및 카본 블랙을 함침시킨 유리섬유 직물

[150] 210 : 에폭시 수지 및 카본 블랙을 함침시킨 유리섬유 직물의 적층체

[151] 300 : 유리섬유 직물

청구범위

[청구항 1] 제 1 유리섬유 강화 플라스틱(GFRP; Glass Fiber Reinforced Plastic) 층; 및
상기 제 1 GFRP 층 상에 적층된 제 2 GFRP 층을 포함하는 다기능 복합재로서,
상기 제 1 GFRP 층은 유리섬유 직물(Glass Fiber Fabric) 및 에폭시 수지를 포함하고,
상기 제 2 GFRP 층은 유리섬유 직물, 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 것인, 다기능 복합재.

[청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 제 1 GFRP 층 및 제 2 GFRP 층 중 1층 이상은 경화제를 더 포함하는 것인,
다기능 복합재.

[청구항 3] 제 2항에 있어서,
상기 경화제는 폴리에틸렌아민(PEA), 이소포론 다이아민(IPDA), 다이아미노디페닐메탄(DDM), 메틸렌디아닐린(MDA), 헥사하이드로프탈산 무수물(HHPA) 및 메틸렌테트라하이드로프탈산 무수물(MTHPA) 중 1종 이상을 포함하는 것인,
다기능 복합재.

[청구항 4] 제 1항에 있어서,
상기 제2 GFRP 층에 포함된 카본 블랙의 함량은 상기 에폭시 수지 및 카본 블랙의 질량을 기준으로, 0.1 질량% 이상 40 질량% 이하인, 다기능 복합재.

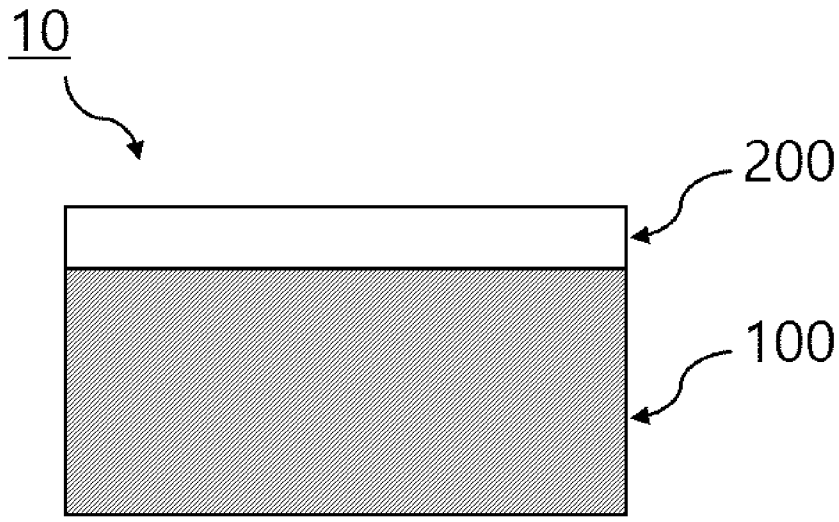
[청구항 5] 제 1항에 있어서,
상기 제 1 GFRP 층의 두께는 0.01mm 내지 4.0mm 이고,
상기 제 2 GFRP 층의 두께는 0.01mm 내지 4.0mm 인, 다기능 복합재.

[청구항 6] 제 1항에 있어서,
ISO 4892-2에 의해 측정된 수렴 온도가 85 ℃ 이상인, 다기능 복합재.

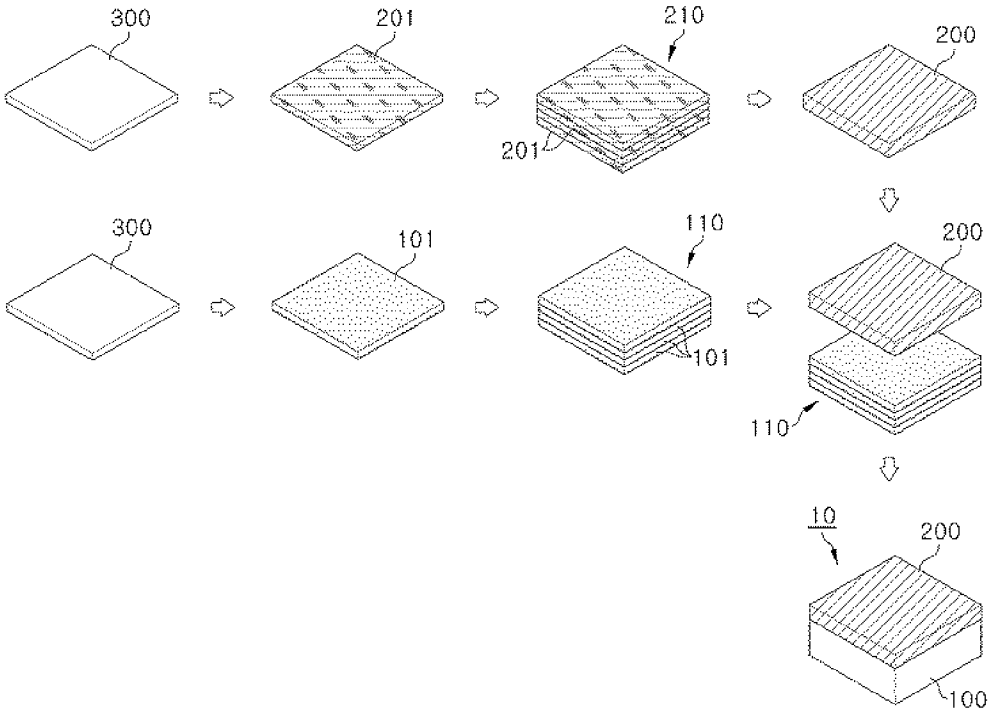
[청구항 7] 유리섬유 직물을 준비하는 단계;
상기 유리섬유 직물에 에폭시 수지 및 카본 블랙을 포함하는 혼합물을 함침시켜 제2 GFRP 층을 준비하는 단계;
상기 제 2 GFRP 층을 경화하는 단계;
상기 유리섬유 직물에 에폭시 수지를 함침시켜 제 1 GFRP 층을 준비하는 단계;
상기 제 1 GFRP 층 상에 상기 제 2 GFRP 층을 적층하여 적층체를 형성하는 단계; 및
상기 적층체를 경화하는 단계;
를 포함하는, 제1항에 따른 다기능 복합재의 제조방법.

[청구항 8] 제 7항에 있어서,
상기 경화는 50 ℃ 내지 150 ℃ 의 온도에서 120 분 내지 230 분의 시간 동안 수행되는 것인, 다기능 복합재의 제조방법.

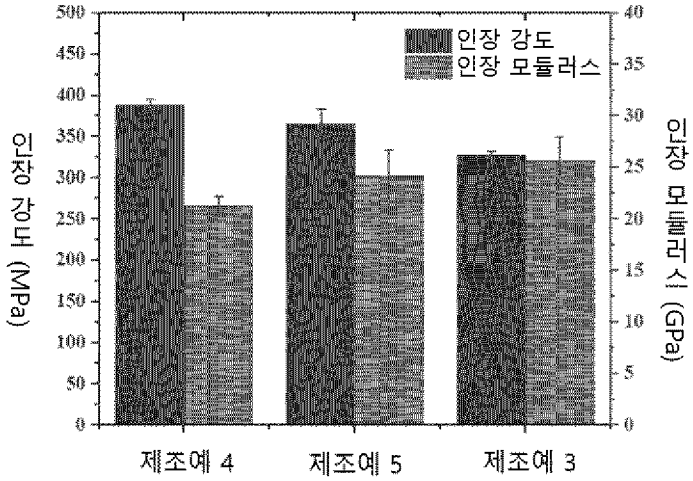
[도1]



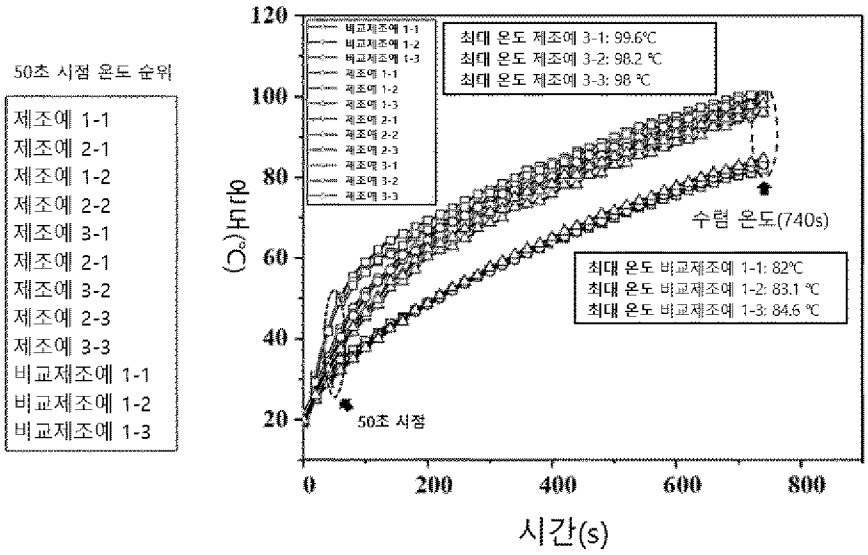
[도2]



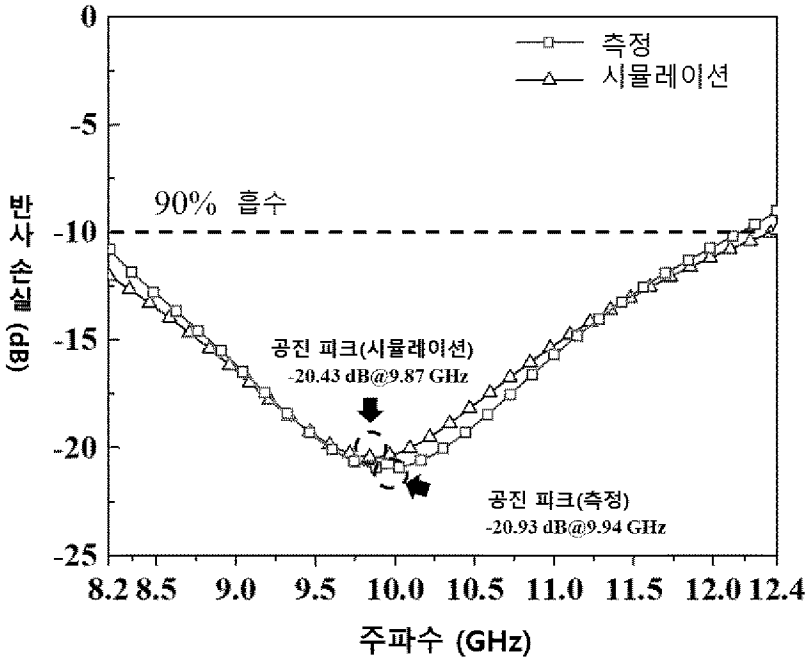
[도3]


인장 강도
인장 모듈러스
인장 강도 (MPa)
인장 모듈러스 (GPa)
제조예 4
제조예 5
제조예 3

[도4]


50초 시점 온도 순위
제조예 1-1
제조예 2-1
제조예 1-2
제조예 2-2
제조예 3-1
제조예 2-1
제조예 3-2
제조예 2-3
제조예 3-3
비교제조예 1-1
비교제조예 1-2
비교제조예 1-3
최대 온도 제조예 3-1: 99.6℃
최대 온도 제조예 3-2: 98.2 ℃
최대 온도 제조예 3-3: 98 ℃
최대 온도 비교제조예 1-1: 82℃
최대 온도 비교제조예 1-2: 83.1 ℃
최대 온도 비교제조예 1-3: 84.6 ℃
수렴 온도(740s)
50초 시점
온도(℃)
시간(s)

[도5]


측정
시뮬레이션
90% 흡수
공진 피크(시뮬레이션)
-20.43 dB@9.87 GHz
공진 피크(측정)
-20.93 dB@9.94 GHz
반사 손실 (dB)
주파수 (GHz)
0
-5
-10
-15
-20
-25
8.2
8.5
9.0
9.5
10.0
10.5
11.0
11.5
12.0
12.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2024/020890

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B64C 1/00(2006.01)i; **B64D 15/12**(2006.01)i; **B64D 7/00**(2006.01)i; **C08K 3/04**(2006.01)i; **C08K 7/14**(2006.01)i; **C08L 63/00**(2006.01)i; **C08J 5/10**(2006.01)i; **C08J 5/04**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B64C 1/00(2006.01); B29C 43/20(2006.01); B29C 70/06(2006.01); B32B 27/06(2006.01); B32B 3/12(2006.01); B32B 5/00(2006.01); B32B 5/12(2006.01); C08G 59/20(2006.01); C08G 59/32(2006.01); C08L 101/00(2006.01); H05K 9/00(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 유리섬유 강화 플라스틱(glass fiber reinforced plastic), 유리 섬유 직물(glass fiber fabric), 에폭시 수지(epoxy resin), 카본 블랙(carbon black), 경화(curing)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2021-116349 A (MITSUBISHI CHEMICAL CORP.) 10 August 2021 (2021-08-10) See paragraphs [0033], [0049], [0052] and [0056].	1-8
Y	OH, Jung-Hoon et al. Design of radar absorbing structures using glass/epoxy composite containing carbon black in X-band frequency ranges. Composite: Part B. 2004, vol. 35, pp. 49-56 (19 November 2003). See page 50, left column.	1-8
Y	KR 10-1383658 B1 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 10 April 2014 (2014-04-10) See claims 7 and 19, and paragraphs [0044], [0048] and [0057].	1
A	JP 7118312 B1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 15 August 2022 (2022-08-15) See paragraphs [0013]-[0016].	1-8

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
03 April 2025	**03 April 2025**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2024/020890

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-184497 A (TORAY IND INC.) 26 August 2010 (2010-08-26) See paragraphs [0010] and [0012].	1-8
A	JP 2015-003469 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 08 January 2015 (2015-01-08) See paragraphs [0010]-[0016].	1-8
PX	노지섭 등. 카본블랙 기반 광발열 및 전파흡수성능이 내재된 다기능 복합재 구조. 2024년 한국복합재료학회 춘계학술대회 (24 April 2024), non-official translation (NOH, Ji Seop et al. Multifunctional Composite Structure with Inherent Photothermal and Radio Wave Absorption Performance based on Carbon Black. 2024 Korean Society for Composite Materials Spring Conference.) See the entire main text. *This document is a document declaring `exceptions to lack of novelty' by the applicant.	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2024/020890

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2021-116349 A	10 August 2021	None	
KR 10-1383658 B1	10 April 2014	CN 103262676 A	21 August 2013
		EP 2640177 A1	18 September 2013
		EP 2640177 A4	12 August 2015
		KR 10-1393324 B1	09 May 2014
		KR 10-2012-0051318 A	22 May 2012
		KR 20120050391 A	18 May 2012
		US 2013-0224023 A1	29 August 2013
		WO 2012-064125 A1	18 May 2012
JP 7118312 B1	15 August 2022	EP 4424503 A1	04 September 2024
		EP 4424503 A4	18 December 2024
		WO 2023-073745 A1	04 May 2023
JP 2010-184497 A	26 August 2010	JP 4844908 B2	28 December 2011
JP 2015-003469 A	08 January 2015	JP 6049552 B2	21 December 2016

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2024/020890

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B64C 1/00(2006.01)i; **B64D 15/12**(2006.01)i; **B64D 7/00**(2006.01)i; **C08K 3/04**(2006.01)i; **C08K 7/14**(2006.01)i; **C08L 63/00**(2006.01)i; **C08J 5/10**(2006.01)i; **C08J 5/04**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B64C 1/00(2006.01); B29C 43/20(2006.01); B29C 70/06(2006.01); B32B 27/06(2006.01); B32B 3/12(2006.01); B32B 5/00(2006.01); B32B 5/12(2006.01); C08G 59/20(2006.01); C08G 59/32(2006.01); C08L 101/00(2006.01); H05K 9/00(2006.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 유리섬유 강화 플라스틱(glass fiber reinforced plastic), 유리 섬유 직물(glass fiber fabric), 에폭시 수지(epoxy resin), 카본 블랙(carbon black), 경화(curing)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2021-116349 A (MITSUBISHI CHEMICAL CORP.) 2021.08.10 단락 [0033], [0049], [0052], [0056]	1-8
Y	OH, JUNG-HOON 등, Design of radar absorbing structures using glass/epoxy composite containing carbon black in X-band frequency ranges, Composite: Part B, 2004년, 35권, 페이지 49-56(2003.11.19) 페이지 50, 왼쪽 칼럼	1-8
Y	KR 10-1383658 B1 (한국기계연구원) 2014.04.10 청구항 7, 19, 단락 [0044] [0048] [0057]	1
A	JP 7118312 B1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2022.08.15 단락 [0013]-[0016]	1-8
A	JP 2010-184497 A (TORAY IND INC.) 2010.08.26 단락 [0010], [0012]	1-8

☑ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2025년04월03일(03.04.2025)	**2025년04월03일(03.04.2025)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

황찬윤

전화번호 **+82-42-481-3347**

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2024/020890

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 2015-003469 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2015.01.08 단락 [0010]-[0016]	1-8
PX	노지섭 등, 카본블랙 기반 광발열 및 전파흡수성능이 내재된 다기능 복합재 구조, 2024년 한국복합재료학회 춘계학술대회 (2024.04.24) 본문 *본 문헌은 출원인에 의해 `신규성 상실의 예외`가 선언된 문헌임	1-8

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2024/020890

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2021-116349 A	2021/08/10	없음	
KR 10-1383658 B1	2014/04/10	CN 103262676 A	2013/08/21
		EP 2640177 A1	2013/09/18
		EP 2640177 A4	2015/08/12
		KR 10-1393324 B1	2014/05/09
		KR 10-2012-0051318 A	2012/05/22
		KR 20120050391 A	2012/05/18
		US 2013-0224023 A1	2013/08/29
		WO 2012-064125 A1	2012/05/18
JP 7118312 B1	2022/08/15	EP 4424503 A1	2024/09/04
		EP 4424503 A4	2024/12/18
		WO 2023-073745 A1	2023/05/04
JP 2010-184497 A	2010/08/26	JP 4844908 B2	2011/12/28
JP 2015-003469 A	2015/01/08	JP 6049552 B2	2016/12/21