(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0088360
(43) 공개일자 2022년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 9/00 (2018.01) *C08K 3/04* (2006.01)
C08K 3/08 (2006.01) *C08K 3/22* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05K 9/0083 (2013.01)
C08K 3/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0181218
(22) 출원일자 2021년12월17일
심사청구일자 2021년12월17일
(30) 우선권주장
1020200177079 2020년12월17일 대한민국(KR)

(71) 출원인
한국재료연구원
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동)
(72) 발명자
박병진
경상남도 창원시 성산구 원이대로 878번길 9
권숙진
경상남도 창원시 성산구 원이대로 878번길 9 (가음동, 창원 가음 한화 꿈에그린)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 14 항

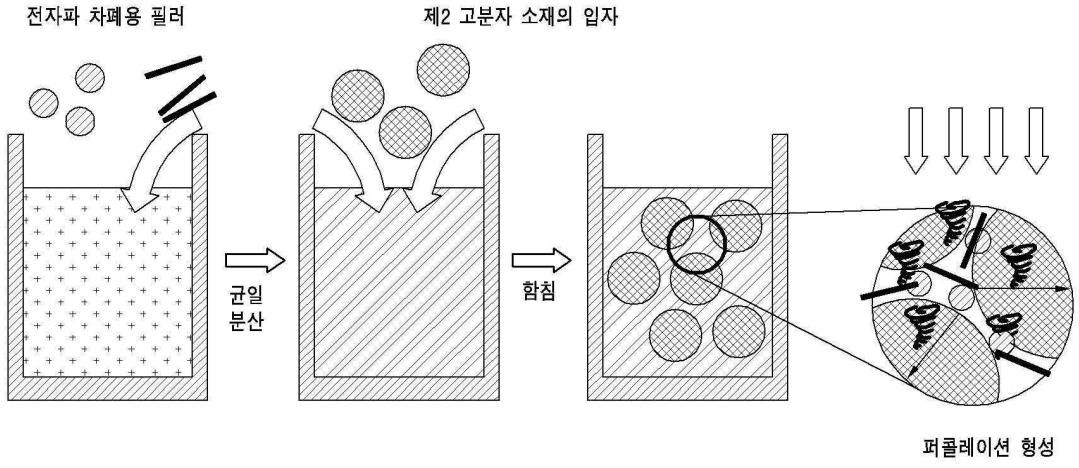
(54) 발명의 명칭 **전자파 차폐 복합소재 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 제1 고분자 소재의 기지 내 전자파 차폐용 필러를 포함하는 전자파 차폐 복합소재에 있어서, 상기 복합소재는 제1 고분자 소재의 기지에 분산된 제2 고분자 소재의 입자를 포함하며, 상기 제1고분자 소재의 입자 사이의 영역에 전자파 차폐용 필러가 분산된 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재를 제공한다.

본 발명의 일 측면에서 제공되는 전자파 차폐 복합소재는 전자파에 대한 높은 차폐능을 가지며, 투입되는 전자파 차폐용 필러의 양을 증가시키지 않고 투입된 입자의 분포를 제어함으로써 더 우수한 차폐능을 보이고, 이때 반사율은 유지하거나 더 낮고, 흡수 성능만이 향상되는 효과가 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C08K 3/08 (2013.01)
C08K 3/22 (2013.01)
H05K 9/0075 (2019.01)
C08K 2201/001 (2013.01)
C08K 2201/01 (2013.01)

(72) 발명자
류승한
경상남도 창원시 성산구 용지로127번길 4 (중앙동)
김태훈
경상남도 창원시 성산구 가음정로 59 (가음동, 창원센텀 푸르지오)
이상복
경상남도 창원시 성산구 원이대로 495, 트리비앙 217동-402호
이준식
대구광역시 달서구 유천동 대곡역화성파크드림아파트 (101~104동)
정병문
경상남도 창원시 성산구 상남로 75 위드필타워
한유경
경상남도 창원시 성산구 상남로 75

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711128043
과제번호	2019M3D1A210415622
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	나노 및 소재 기술개발사업(연구단)-국가핵심소재연구단(특화형)
연구과제명	밀리미터파 흡수/차폐/방열 특성맞춤형 복합소재 공정기술 개발(2단계)(2/3)
기 여 율	50/100
과제수행기관명	한국재료연구원
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711139428
과제번호	PNK7650
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	국가과학기술연구회
연구사업명	한국재료연구원 운영비지원사업
연구과제명	(자성소재) 자성소재 기반 극고주파 흡수 의사메타물질 기술개발(1/5)
기 여 율	50/100
과제수행기관명	한국재료연구원
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 고분자 소재의 기지 내 전자파 차폐용 필러를 포함하는 전자파 차폐 복합소재에 있어서,

상기 복합소재는 제1 고분자 소재의 기지에 분산된 제2 고분자 소재의 입자를 포함하며,

상기 제2 고분자 소재의 입자 사이의 영역에 전자파 차폐용 필러가 분산된 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 고분자 소재의 기지 내 상기 제2 고분자 소재의 입자의 비율은 10 부피% 내지 80 부피% 인 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 고분자 소재 및 제2 고분자 소재는 열가소성 폴리우레탄, 폴리메틸 메타크릴레이트, 에폭시, 폴리에스터, 비닐에스터, 폴리에테르이미드, 폴리에테르케톤케톤, 폴리프탈아미드, 폴리에테르케톤, 폴리에테르에테르케톤, 폴리이미드, 페놀포름알데히드, 비스말레이미드, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리카보네이트, 아크릴로니트릴-부타디엔 스티렌 공중합체, 폴리프로필렌, 폴리스틸렌, 폴리알킬렌테레프탈레이트, 폴리아미드 수지, 폴리아세탈 수지, 폴리카보네이트, 폴리술폰, 폴리이미드로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 고분자 소재의 입자의 크기(d)는 하기 수학식으로 계산되는 범위인 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재:

<수학식>

$$d > \frac{c}{f \cdot n} \cdot \frac{1}{50}$$

(상기 수학식에서 d는 제2 고분자 소재의 입자의 크기이고, f는 전자파의 주파수이고, n은 채널의 굴절율이고, c는 빛의 속도이다).

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 고분자 소재의 입자의 크기는 30 ㎛ 내지 1000 ㎛인 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전자파 차폐용 필러는 자성 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 전자파 차폐용 필러는 전도성 입자를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 자성 입자는 철, 카르보닐 철, 니켈, 코발트, 구리, 퍼멀로이, 센다스트, 페라이트, 또는 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 자성 입자의 크기는 1 nm 내지 100 ㎛인 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 전도성 입자는 알루미늄, 구리, 은, 주석, 니켈, 코발트, 크롬, 탄소 나노튜브(CNT), 탄소 나노입자(CNP), 그래핀 나노플레이트(GNP), 탄소섬유(CF), 및 카본블랙(CB), 또는 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 전도성 입자의 크기는 1 nm 내지 100 ㎛인 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 전자파 차폐용 필러의 함량은 0.1 중량% 내지 80 중량%인 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 복합소재는 퍼콜레이션 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재.

청구항 14

제1항의 전자파 차폐 복합소재를 제조하는 방법으로서,

제1 고분자 소재의 기지에 전자파 차폐용 필러를 분산시키는 단계;및

상기 전자파 차폐용 필러가 분산된 기지에 제2 고분자 소재의 입자를 분산시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 입자 분포가 제어된 전자파 차폐 복합소재에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 최근 디지털 기술 및 반도체 기술의 급속한 발달로 전자산업이 눈부시게 발전하였다. 전자, 정보통신기기의 고속화, 광대역화가 가속화되고, 휴대폰, 노트북 컴퓨터, 개인 휴대용 정보단말기 등 정보통신기기뿐만 아니라 일상 생활용품 등의 소형화, 박형화 및 경량화가 이루어지고 있다.

[0004] 생활 가전기기, 정보 통신기기 및 산업기기 등으로부터 발생하는 전자파는 기기간의 전자파 방해(Electromagnetic Interference, EMI)와 더불어 인체에 대한 유해성으로 인해 새로운 환경 문제로 대두되고 있다.

[0005] 또한, 5G를 활용하는 신기술과 관련하여, 시스템 반도체의 활용 및 부품 집적화로 인해 소자간 노이즈 간섭 문제가 대두되고 부품 간 전자파 간섭을 억제할 수 있는 차폐 기술의 중요성이 커지고 있다.

[0007] 전자파를 차폐하는 원리에는 전자파를 반사하거나 흡수하여 소멸되도록 하는 것이 있다. 기존에 주로 활용되는 전자파 차폐소재로 금속과 탄소와 같은 전도성 소재는 전자파를 반사하여 차폐하는 원리로 작용한다.

[0008] 다만, 최근 활발히 연구되고 있는 5G 대역의 전자파의 경우, 부품간 집적화로 전자파가 반사되면 반사된 전자파에 의한 상호간섭의 문제가 있어 반사가 아닌 흡수 위주의 소재가 요구된다. 이때, 5G 대역의 전자파는 수 GHz 이상의 고주파 또는 초고주파 대역을 사용하며, 파장 길이가 짧은 전자파에 해당한다.

[0009] 이러한 전자파 흡수 소재는 일반적으로 고분자 수지에 자성 입자를 균일 분산시켜 제조하고, 전도성 입자가 추가로 포함될 수 있다.

[0010] 그러나 자성 기반 소재는 우수한 전자파 흡수 성능을 보이지만 5G 대역과 같은 높은 주파수 대역에서는 자성이 약해지기에 우수한 성능이 발현되기 힘든 문제가 있다.

[0011] 이에, 전자파 차폐/흡수 성능을 향상시키기 위해서는 전자파 흡수 기능을 하는 자성입자, 전도성입자를 추가적 투입해야 하는데, 비용이 더 소요될 뿐 아니라, 차폐 소재의 무게와 밀도가 증가하는 문제가 있고, 전자파 반사율도 같이 높아질 수 있는 문제가 있다.

[0012] 따라서, 본 발명자들은 자성입자, 전도성 입자와 같은 전자파 차폐용 필러를 추가 투입하지 않고, 투입된 입자들의 분포 제어를 통해 전자파의 차폐/흡수 성능을 향상시킬 수 있는 기술을 개발하고자 연구한 결과 본 발명에 이르게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2017-0043157호(2017.04.21)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 입자 분포가 제어된 전자파 차폐 복합소재 및 이의 제조방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기 목적을 달성하기 위해서,

[0017] 본 발명의 일 측면에서,

[0018] 제1 고분자 소재의 기지 내 전자파 차폐용 필러를 포함하는 전자파 차폐 복합소재에 있어서,

[0019] 상기 복합소재는 제1 고분자 소재의 기지에 분산된 제2 고분자 소재의 입자를 포함하며,

[0020] 상기 제2 고분자 소재의 입자 사이의 영역에 전자파 차폐용 필러가 분산된 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재를 제공한다.

[0022] 또한, 본 발명의 다른 측면에서

[0023] 본 발명의 일 측면에 따른 전자파 차폐 복합소재를 제조하는 방법으로서,

[0024] 제1 고분자 소재의 기지에 전자파 차폐용 필러를 분산시키는 단계; 및

[0025] 상기 전자파 차폐용 필러가 분산된 기지에 제2 고분자 소재의 입자를 분산시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 따른 전자파 차폐 복합소재는 전자파에 대한 높은 차폐능을 가지며, 투입되는 전자파 차폐용 필러의 양을 증가시키지 않고 투입된 입자의 분포를 제어함으로써 더 우수한 차폐능을 보이고, 이때 반사율은 유지하거나 더 낮고, 흡수 성능만이 향상되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 차폐 복합소재의 제조공정을 모식적으로 나타낸 것이고,

도 2는 본 발명의 일 비교예에 따른 전자파 차폐 복합소재의 이미지를 나타낸 것이고,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 차폐 복합소재의 이미지를 나타낸 것이고,

도 4는 본 발명의 일 비교예에 따른 전자파 차폐 복합소재의 전자파 차폐능을 나타낸 그래프이고,

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 차폐 복합소재의 전자파 차폐능을 나타낸 그래프이고,

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 필름의 제조방법을 나타낸 모식도이고,

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 필름의 이미지를 나타낸 것이고,

도 8 및 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 필름의 전자파 차폐능을 나타낸 그래프이고,

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 필름의 유전율 및 투자율을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0032] 한편, 본 발명의 실시 형태는 여러가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시 형태로 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 실시 형태는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 나아가, 명세서 전체에서 어떤 구성요소를 “포함”한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0034] 본 발명의 일 측면에서는,

[0035] 제1 고분자 소재의 기지 내 전자파 차폐용 필러를 포함하는 전자파 차폐 복합소재에 있어서,

[0036] 상기 복합소재는 제1 고분자 소재의 기지에 분산된 제2 고분자 소재의 입자를 포함하며,

[0037] 상기 제2고분자 소재의 입자 사이의 영역에 전자파 차폐용 필러가 분산된 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재를 제공한다.

[0039] 이하, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 전자파 차폐 복합소재를 각 구성별로 상세히 설명한다.

[0041] 최근 활발히 연구되고 있는 5G 대역의 전자파는 고주파 대역의 전자파로 파장이 짧아 반사되면 내부 부품간 상호간섭의 문제가 있다. 또한, 5G 대역과 같은 높은 주파수에서는 자성 입자들의 자성이 약해져 우수한 차폐/흡수 성능을 발현하기 어려운 문제가 있다.

[0042] 이에, 5G 대역의 전자파에 대한 차폐 성능을 개선하고, 이때 반사율은 유지하면서 전자파 흡수 성능만을 향상시킬 필요가 있다.

[0044] 일반적인 전자파 차폐 소재는 고분자 수지에 자성 입자 또는 전도성 입자를 균일 분산시켜 제조할 수 있다. 전자파 흡수 성능 향상을 위해서는 전자파 흡수 기능을 하는 자성입자, 전도성 입자를 추가로 투입해야 하는데, 비용이 더 소요될 뿐 아니라, 차폐 소재의 무게와 밀도가 증가하는 문제가 있다.

[0045] 또한, 전도성 입자 뿐 아니라 자성 입자도 유전율을 갖는 물질로 양이 증가함에 따라 전자파 반사율도 같이 높아질 수 있는 문제가 있다.

[0046] 반면, 본 발명은 자성입자, 전도성입자와 같은 전자파 차폐용 필러를 추가로 투입하지 않고, 투입된 입자들의 분포 제어를 통해 전자파의 차폐/흡수 성능을 향상시키고자 한다.

[0048] 먼저, 본 발명의 복합소재는 제1 고분자 소재의 기지에 분산된 제2 고분자 소재의 입자를 포함한다.

[0049] 상기 제2 고분자 소재의 입자는 제1 고분자 소재의 기지 내 포함된 전자파 차폐용 필러의 분포를 제어한다.

[0050] 상기 제1 고분자 소재의 기지는 바람직하게는 액상일 수 있고, 상기 제2 고분자 소재의 입자는 바람직하게는 고상일 수 있다.

[0051] 상기 제1 고분자 소재의 기지 내 상기 제2 고분자 소재의 입자의 비율은 10 부피% 내지 80 부피% 일 수 있다. 상기 제1 고분자 소재의 기지 내 상기 제2 고분자 소재의 입자 비율이 10 부피% 미만인 경우 제2 고분자 소재의 입자에 따른 분포 제어 및 전자파 차폐능 개선 효과가 저조한 문제점이 있고, 80 부피%를 초과하는 경우 성형이 어려운 문제점이 있을 수 있다. 바람직하게는 상기 제1 고분자 소재의 기지 내 상기 제2 고분자 소재의 입자의 비율은 20 부피% 내지 80 부피%일 수 있고, 30 부피% 내지 80 부피%일 수 있고, 40 부피% 내지 80 부피%일 수 있고, 50 부피% 내지 80 부피%일 수 있고, 60 부피% 내지 80 부피%일 수 있고, 70 부피% 내지 80 부피%일 수 있고, 72 부피% 내지 80 부피%일 수 있고, 74 부피% 내지 80 부피%일 수 있고, 75 부피% 내지 80 부피%일 수 있고, 70 부피% 내지 79 부피%일 수 있고, 72 부피% 내지 79 부피%일 수 있고, 74 부피% 내지 79 부피%일 수 있

고, 75 부피% 내지 79 부피%일 수 있고, 70 부피% 내지 78 부피%일 수 있고, 72 부피% 내지 78 부피%일 수 있고, 74 부피% 내지 78 부피%일 수 있고, 75 부피% 내지 78 부피%일 수 있고, 75 부피% 내지 77 부피%일 수 있다.

[0053] 상기 제2 고분자 소재의 입자의 크기(d)는 하기 수학식으로 계산되는 범위인 것이 바람직하다.

[0054] <수학식>

[0055] $$d > \frac{c}{f \cdot n} \cdot \frac{1}{50}$$

[0056] (상기 수학식에서 d는 제2 고분자 소재의 입자의 크기이고, f는 전자파의 주파수이고, n은 채널의 굴절율이고, c는 빛의 속도이다.)

[0057] 상기 채널은 제1 고분자 소재의 기지 내에 전자파 차폐용 필러가 분산된 영역을 의미하는 것일 수 있다.

[0058] 상기 수학식에서 1/50은 1/45일 수 있고, 1/42일 수 있고, 1/40일 수 있고, 1/38일 수 있고, 1/35일 수 있고, 1/32일 수 있고, 1/30일 수 있다. 상기 수학식으로 계산되는 범위의 입자 크기를 가짐으로써 퍼콜레이션 효과를 극대화시킬 수 있고 전자파 흡수 성능이 높아질 수 있다.

[0059] 일례로, 상기 제2 고분자 소재의 입자의 크기는 30 ㎛ 내지 1000 ㎛ 일 수 있다. 상기 제2 고분자 소재의 입자 크기가 30 ㎛ 미만인 경우 다중 반사 유도를 하기 적합하지 않은 문제점이 있을 수 있고, 1000 ㎛ 를 초과하는 경우 복합소재 두께가 두꺼워져 성형의 문제점이 있을 수 있다.

[0061] 상기 제1 고분자 소재 및 제2 고분자 소재는 열가소성 폴리우레탄, 폴리메틸 메타크릴레이트, 에폭시, 폴리에스터, 비닐에스터, 폴리에테르이미드, 폴리에테르케톤케톤, 폴리프탈아미드, 폴리에테르케톤, 폴리에테르에테르케톤, 폴리이미드, 페놀포름알데히드, 비스말레이미드, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리카보네이트, 아크릴로니트릴-부타디엔 스티렌 공중합체, 폴리프로필렌, 폴리스틸렌, 폴리알킬렌테레프탈레이트, 폴리아미드 수지, 폴리아세탈 수지, 폴리카보네이트, 폴리술폰, 폴리이미드로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0062]

[0063] 상기 제1 고분자 소재 및 제2 고분자 소재는 열가소성 수지, 열경화성 또는 광경화성 수지일 수 있다.

[0064] 상기 제1 고분자 소재 및 상기 제2 고분자 소재는 동일하거나 상이할 수 있다.

[0065] 상기 제1 고분자 소재의 기지에 분산되는 제2 고분자 소재의 입자의 내부에서 내부 반사에 의한 손실이 일어나 추가적인 전자파 차폐/흡수 효과가 발생할 수 있다.

[0067] 다음으로, 본 발명의 복합소재는 전자파 차폐용 필러를 포함하며, 전자파 차폐용 필러는 상기 제2 고분자 소재의 입자 사이의 영역에 분산된다.

[0068] 상기 전자파 차폐용 필러는 상기 제1 고분자 소재의 기지에 포함되고, 상기 제2 고분자 소재의 입자 사이의 영역에만 분산됨으로써, 전자파 차폐용 필러가 형성하는 네트워크가 집중될 수 있다. 즉, 퍼콜레이션 구조를 형성할 수 있다. 이에 따라, 투입된 전자파 차폐용 필러에 의한 흡수능이 향상되는 효과가 있다.

[0070] 상기 전자파 차폐용 필러는 자성 입자를 포함할 수 있다.

[0071] 상기 자성 입자는 철, 카르보닐 철, 니켈, 코발트, 구리, 퍼멀로이, 센다스트, 페라이트, 또는 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0072] 상기 자성 입자의 크기는 1 nm 내지 100 um 일 수 있다.

[0074] 상기 전자파 차폐용 필러는 전도성 입자를 더 포함할 수 있다.

[0075] 상기 전도성 입자는 알루미늄, 구리, 은, 주석, 니켈, 코발트, 크롬, 탄소 나노튜브(CNT), 탄소 나노입자(CNP), 그래핀 나노플레이트(GNP), 탄소섬유(CF), 및 카본블랙(CB), 또는 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0076] 상기 전도성 입자는 와이어 형태일 수 있다.

[0077] 상기 전도성 입자의 크기는 1 nm 내지 100 um 일 수 있다.

[0078] 상기 전도성 입자는 부수적으로 포함될 수 있다.

[0080] 상기 전자파 차폐용 필러의 함량은 0.1 중량% 내지 80 중량% 일 수 있다.

[0082] 상기 자성 입자에 대한 상기 전도성 입자의 비율은 바람직하게는 40 중량% 미만 일 수 있다. 상기 전도성 입자의 비율이 40 중량%를 초과하는 경우, 전자파 흡수 대비 반사 양이 증가하는 문제점이 있을 수 있다.

[0084] 본 발명에 따른 전자파 차폐 복합소재는 전자파에 대한 높은 차폐능을 가지며, 투입되는 전자파 차폐용 필러의 양을 증가시키지 않고 투입된 입자의 분포를 제어함으로써 더 우수한 차폐능을 보이고, 이때 반사율은 유지되거나 더 낮고, 흡수 성능만이 향상되는 효과가 있다.

[0086] 다음으로, 본 발명의 다른 일 측면에서는,

[0087] 본 발명의 일 측면에서 제공하는 전자파 차폐 복합소재를 제조하는 방법으로서,

[0088] 제1 고분자 소재의 기지에 전자파 차폐용 필러를 분산시키는 단계;

[0089] 상기 전자파 차폐용 필러가 분산된 기지에 제2 고분자 소재의 입자를 분산시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전자파 차폐 복합소재 제조방법을 제공한다.

[0091] 이하, 본 발명의 다른 일 측면에서 제공되는 전자파 차폐 복합소재 제조방법을 각 단계별로 상세히 설명한다. 전자파 차폐 복합 소재 각 구성에 대해서는 앞서 설명하였는바, 중복해서 설명하지는 않는다.

[0093] 먼저, 본 발명의 제조방법은 제1 고분자 소재의 기지에 전자파 차폐용 필러를 분산시키는 단계를 포함한다.

[0094] 다음으로, 본 발명의 제조방법은 전자파 차폐용 필러가 분산된 기지에 제2 고분자 소재의 입자를 분산시키는 단계를 포함한다.

[0095] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 차폐 복합소재의 제조방법을 나타낸 도이다.

[0096] 상기 도 1에 나타난 바와 같이, 본원발명의 일 실시예에서, 제1 고분자 소재의 기지에 전자파 차폐용 입자로 전도성 입자 및 자성 입자를 투입하고 균일 분산 시킨 후, 이에 제2 고분자 소재의 입자를 함침시켜 전자차 차폐 복합소재를 제조할 수 있다.

[0097] 또한, 일 실시예에서, 상기 전자파 차폐 복합소재의 제조는 제1 고분자 소재의 기지에 전자파 차폐용 필러 및 제2 고분자 소재의 입자를 동시에 투입하고 분산시키는 방식으로 수행될 수 있다.

[0099] 본 발명에 따라 제조된 전자파 차폐 복합소재는 전자파에 대한 높은 차폐능을 가지며, 투입되는 전자파 차폐용 필러의 양을 증가시키지 않고 투입된 입자의 분포를 제어함으로써 더 우수한 차폐능을 보이고, 이때 반사율은 유지하거나 더 낮고, 흡수 성능만이 향상되는 효과가 있다.

[0101] 이하, 실시예 및 실험예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 본 발명의 범위는 특정 실시예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

[0103] **<비교예 1> 전자파 차폐 복합소재의 제조-1**

[0104] 기지 소재로 열가소성 폴리우레탄(TPU) 8g, 전자파 차폐용 필러로 직경 5 ㎛의 카르보닐아이론분말(CIP) 8g 을 디메틸포름아마이드(DMF)와 테트라하이드로퓨란(THF)을 4:1의 질량비로 섞은 용매 50 g에 투입한 후, Rheology mixer로 2000rpm 으로 3분간 교반한 후 2200 rpm으로 2분간 교반하여 전자파 차폐 페이스트를 제조하였다.

[0105] 제조된 페이스트를 Doctor blade로 200 ㎛ 두께로 캐스팅한 후 건조하여 필름을 제작하였다. 제작된 필름을 적층하고 120℃에서 핫프레스 공정을 수행하여 1.4 mm 두께의 전자파 차폐 복합소재로 형성된 복합필름을 제작하였다.

[0106] 상기 비교예 1에 따른 전자파 차폐 복합소재를 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 사진을 도 2에 나타내었다. 상기 도 2를 살펴보면, 어두운 색으로 나타나는 고분자 기지 내 밝은 색으로 관찰되는 전자파 차폐용 필러가 균일분산된 것을 알 수 있다.

[0108] **<실시예 1> 전자파 차폐 복합소재의 제조-2**

[0109] 기지 소재로 열가소성 폴리우레탄(TPU) 2g, 전자파 차폐용 필러로 직경 5 ㎛의 카르보닐 철 분말(CIP, Carbonyl Iron Powder) 8g 및 분포 제어를 위한 직경 100 ㎛의 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA) 입자 6g을 디메틸포름아마이드(DMF)와 테트라하이드로퓨란 (THF)을 4:1의 질량비로 섞은 용매 50 g에 투입한 후, Rheology mixer로 2000rpm 으로 3분간 교반하고, 2200 rpm으로 2분간 교반하여 전자파 차폐 페이스트를 제조하였다.

[0110] 제조된 페이스트를 Doctor blade로 200 ㎛ 두께로 캐스팅한 후 건조하여 필름을 제작하였다. 제작된 필름을 적층하고 120℃에서 핫프레스 공정을 수행하여 1.4 mm 두께의 전자파 차폐 복합소재로 형성된 복합필름을 제작하였다.

[0111] 상기 실시예 1에 따른 전자파 차폐 복합소재를 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 사진을 도 3에 나타내었다.

[0113] **<실시예 2 및 비교예 2> 전자파 차폐 복합소재의 제조-3**

[0114] 도 6에 나타낸 바와 같은 공정을 통해 복합 필름을 제조하였다.

[0115] 구체적으로, 기지 소재로 열가소성 폴리우레탄(TPU)를 디메틸포름아마이드(DMF) 용매에 3:7의 비율로 용해시켰다. 이후, 카르보닐 철 분말(CIP), 탄소나노튜브(MWCNT), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA) 입자를 아래 표 1의 중량으로 첨가하였다. 특히 CIP 및 MWCNT 함량을 각각 50 wt% 및 1 wt%로 고정하였으며, 고분자상(PMMA 및 TPU)의 합은 49 wt%로 고정하였다. 혼합물의 총량은 30 g이다. 플래너터리 믹서(ARE-310, Thinky, Japan)를 사용하여 각각 10분 및 5분 동안 혼합 및 탈포하면서 균일하게 분산시켰다. 용액에 분산된 PMMA 입자는 고분자량으로 인해 혼합 과정에서 TPU에 용해되지 않고 TPU 용액에 CIP와 MWCNT만 분산되었다. 이 혼합물을 닥터 블레이드로 150 um 두께로 캐스팅한 후 110° C의 대류 오븐에서 10시간 동안 증발시킨 후 복합 필름을 제조하였다.

표 1

[0116]

(wt%)	비교예 2	실시예 2-1	실시예 2-2	실시예 2-3
PMMA	0 (0 vol%)	37.5 (65 vol%)	40.6 (70 vol%)	43.7 (76 vol%)
TPU	49	11.5	9.4	5.3
CIP	50	50	50	50
MWCNT	1	1	1	1

[0117] 이러한 이러한 복합 필름을 진공 조건에서 적층 및 압착하여 원하는 두께인 1 ㎜의 필름을 제조하고, 잔류 용매 및 기공을 제거하였다. 핫 프레스는 TPU 기지를 녹이기에 충분한 110° C로 예열되었다. 적층된 필름을 10 MPa에서 15분 동안 압착하였다. 핫 프레스를 수행한 후, PMMA가 하나의 상(분리)이고 분산된 PMMA 비드 주위의 CIP/MWCNT/TPU 복합 채널이 다른 상(채널)인 3차원(3D) 이중 침투 구조가 형성되었다. 내부 구조는 도 6에 나타낸 복합 필름의 구조와 같다.

[0118] PMMA 입자를 11 vol% 포함하는 복합 필름을 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하여 도 7의 (a)-(c)에 나타내었고, PMMA 입자를 75 vol% 포함하는 복합 필름을 SEM으로 관찰하여 도 7의 (d)-(f)에 나타내었고, PMMA 입자를 33 vol%, 54 vol% 및 75 vol% 포함하는 복합 필름을 컴퓨터단층촬영(CT)으로 관찰하여 도 7의 (g)-(i)에 나타내었다.

[0120] **<실험예 1> 전자파 차폐 성능 평가-1**

[0121] 실시예 1 및 비교예 1에 대하여, 18 GHz 내지 26.5 GHz의 전자파를 도파관을 통해 전자파 차폐 복합소재에 가하여 차폐능을 평가하였으며, 또한 차폐능 중 흡수능 및 반사능을 분리하여 평가하였다.

[0122] 이에 대한 결과를 아래 표 2로 정리하였다.

[0123] *표 2*

	차폐능 (@26.5 GHz)	흡수능 (@ 26.5 GHz)	반사능 (@ 26.5 GHz)
실시예 1	9.6 dB	7.8 dB	1.8 dB
비교예 1	7.6 dB	5.8 dB	1.8 dB

[0124] 또한, 도 4는 비교예에 대하여 도파관을 통해 전자파를 가하였을 경우의 차폐능을 나타낸 것이고, 도 5는 실시예에 대하여 도파관을 통해 전자파를 가하였을 경우의 차폐능을 나타낸 것이다.

[0125] 상기 도 4, 도 5 및 상기 표 2에서 알 수 있듯이, 실시예의 경우 비교예 보다 차폐능이 7.6 dB에서 9.6 dB로 약 26%가량 향상된 것을 알 수 있다.

[0126] 또한, 26.5 GHz의 고주파에서, 실시예의 전자파 차폐 복합소재는 비교예와 대비하여, 반사능은 1.8 dB로 유지되는 반면, 흡수능만 5.8 dB에서 7.8 dB로 약 34% 가량 개선된 것을 알 수 있다.

[0127] 즉, 실시예와 같은 전자파 차폐 복합소재는 비교예와 동일한 양의 전자파 차폐용 필러의 분포를 제어함으로써, 고주파 대역에서 전자파 차폐능을 개선할 뿐 아니라, 반사능은 유지하되, 흡수능 만을 향상시키는 것을 확인하였다. 따라서, 고주파 대역 전자파를 효과적으로 차폐하고, 전자파가 반사되어 발생할 수 있는 문제점을 감소시킬 수 있다.

[0129] **<실험예 2> 전자파 차폐 성능 평가-2**

[0130] 실시예 2-1~2-3 및 비교예 2에 대하여, 차폐능을 평가하여 도 8 및 도 9의 그래프로 나타내었고, 유전율과 투자율을 측정하여 도 10의 그래프로 나타내었다.

[0131] 구체적으로, 유전율과 투자율은 벡터 네트워크망 회로분석기를 활용하여 원하는 주파수 대역의 도파관과 벡터 네트워크망 회로분석기를 연결하고 도파관 내부에 제조한 흡수소재를 삽입한 후 S-parameter를 측정하며, S-parameter로부터 차폐능과 흡수능, 반사능을 계산하였다. 이후, Nicholson-Ross-Weir method를 이용해 S-parameter로부터 유전율과 투자율을 측정하였다.

[0132] 도 8 및 도 9에 나타낸 바와 같이, 투입된 자성 입자와 전도성 소재의 양은 같음에도 불구하고 PMMA 입자를 통해 퍼콜레이션이 유도되며 반사 증가 없이 흡수 성능이 크게 향상되는 것을 확인할 수 있다.

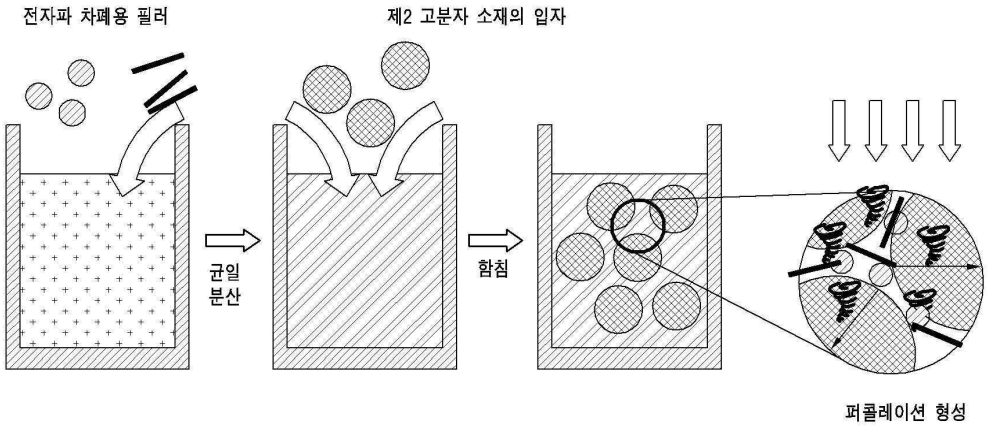
[0133] 또한, 도 10에 나타낸 바와 같이, PMMA 입자의 양이 늘어날수록 CIP/MWCNT/TPU 채널의 유전율(a)과 투자율(b)이 상승한다. 이에 따라서 굴절률이 상승하고 전자기파의 파장이 짧아지는데(c), 전송선로이론에 따르면 파장 크기의 1/10보다 큰 입자가 있으면 전자기파의 진행에 영향을 주고 추가적인 반사 등을 일으키게 된다. 따라서 PMMA

양이 늘어날수록 전자기파의 파장이 짧아지고(d), 이에 따라 전자기파와 PMMA 비드가 반응해 추가반사를 일으키기에 PMMA 양이 많은 경우에만 흡수능이 향상된다. 또한 PMMA 양이 70 vol% 이상일 때 파장 길이가 약 1 mm 이기에 1/10 정도인 100 um 비드에 잘 반응하는 것을 확인할 수 있다.

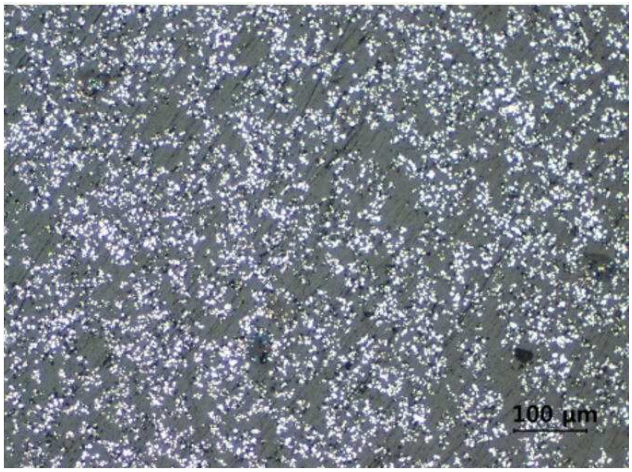
[0135] 이상, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예에는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

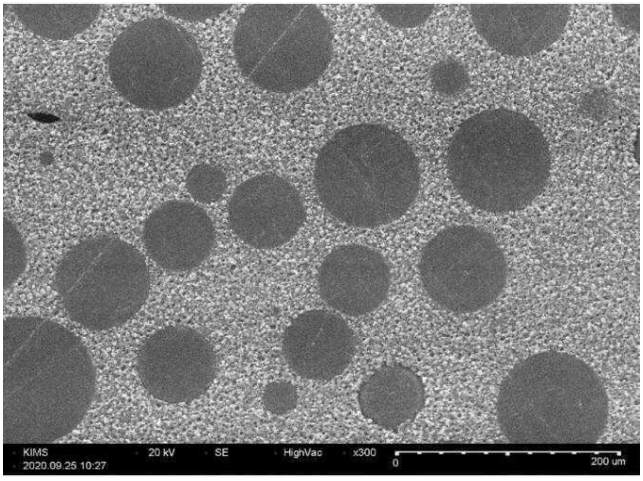
도면1



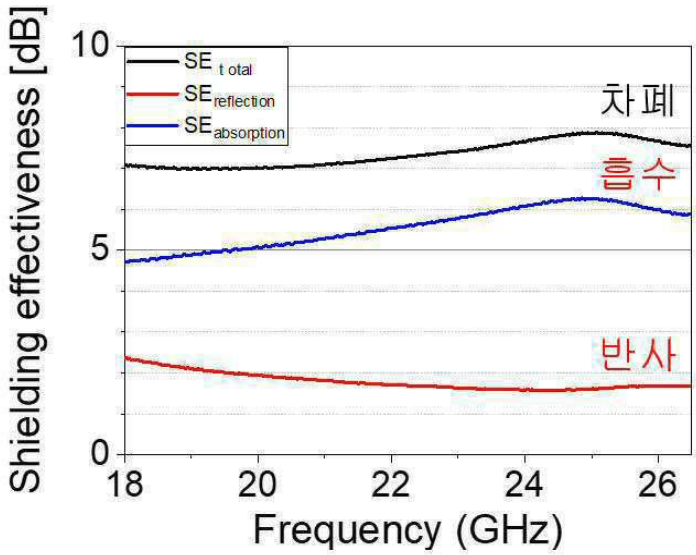
도면2



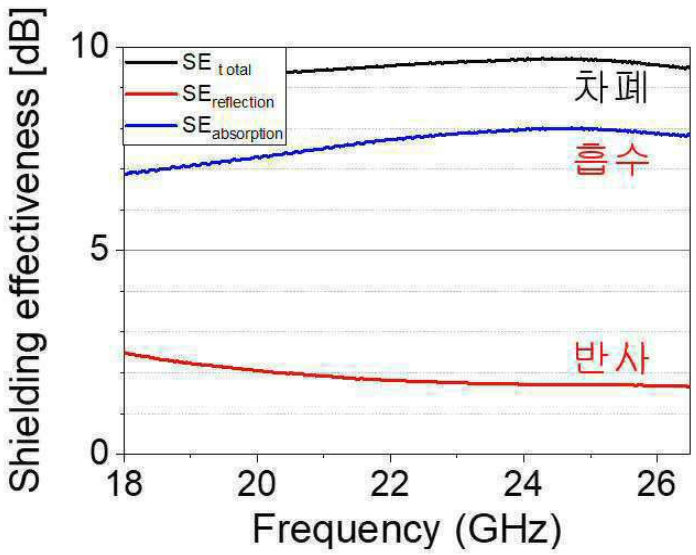
도면3


KIMS
2020.09.25 10:27
20 kV
SE
HighVac
x300
0
200 um

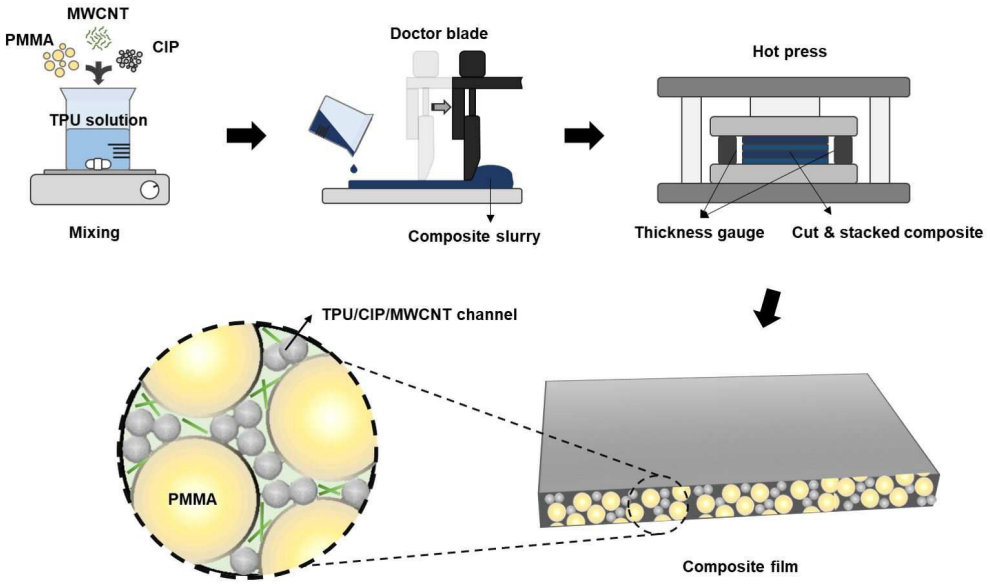
도면4


Shielding effectiveness [dB]
10
5
0
18
20
22
24
26
Frequency (GHz)
SE t otal
SE reflection
SE absorption
차폐
흡수
반사

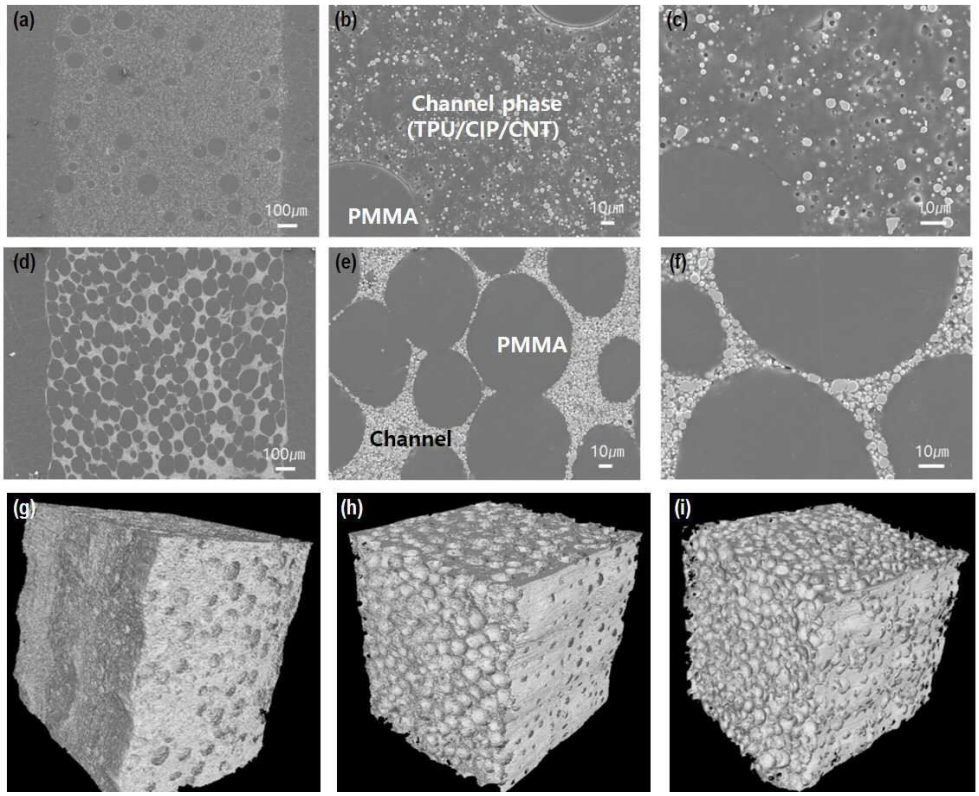
도면5


Shielding effectiveness [dB]
10
5
0
18
20
22
24
26
Frequency (GHz)
SE t otal
SE reflection
SE absorption
차폐
흡수
반사

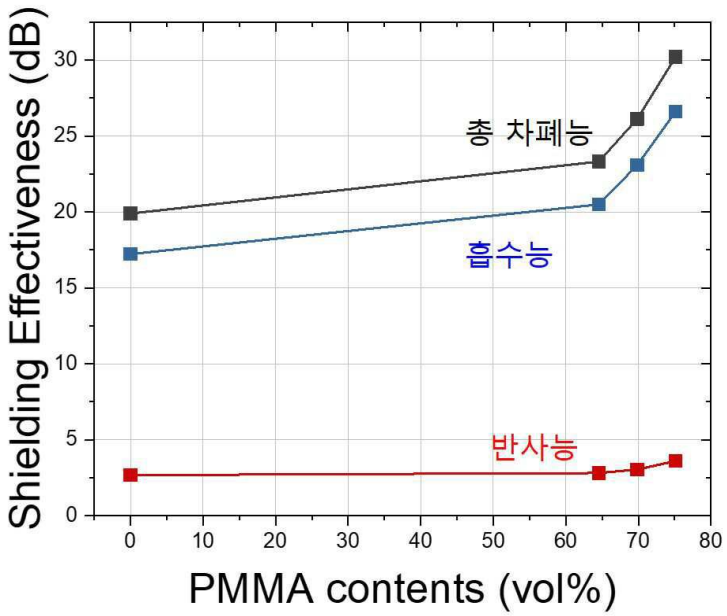
도면6


MWCNT
PMMA
CIP
TPU solution
Mixing
Doctor blade
Composite slurry
Hot press
Thickness gauge
Cut & stacked composite
TPU/CIP/MWCNT channel
PMMA
Composite film

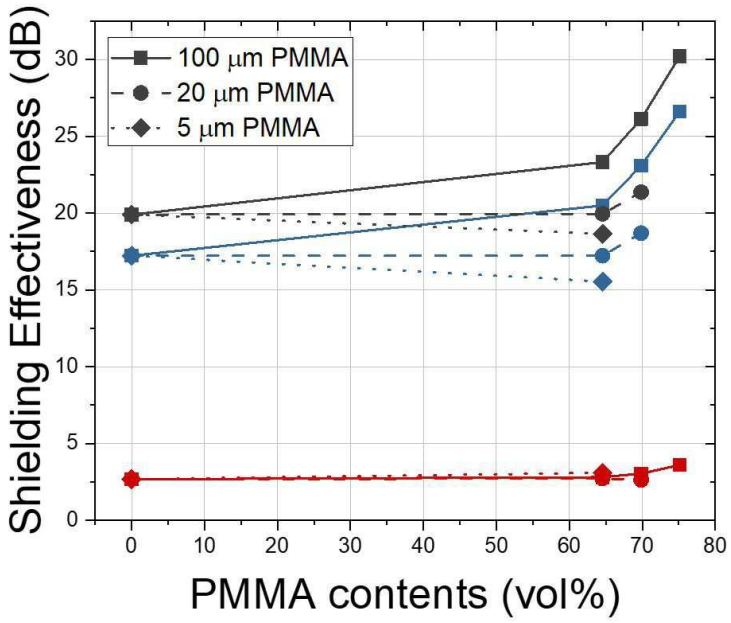
도면7


(a)
100μm
(b)
Channel phase
(TPU/CIP/CNT)
PMMA
10μm
(c)
10μm
(d)
100μm
(e)
PMMA
Channel
10μm
(f)
10μm
(g)
(h)
(i)

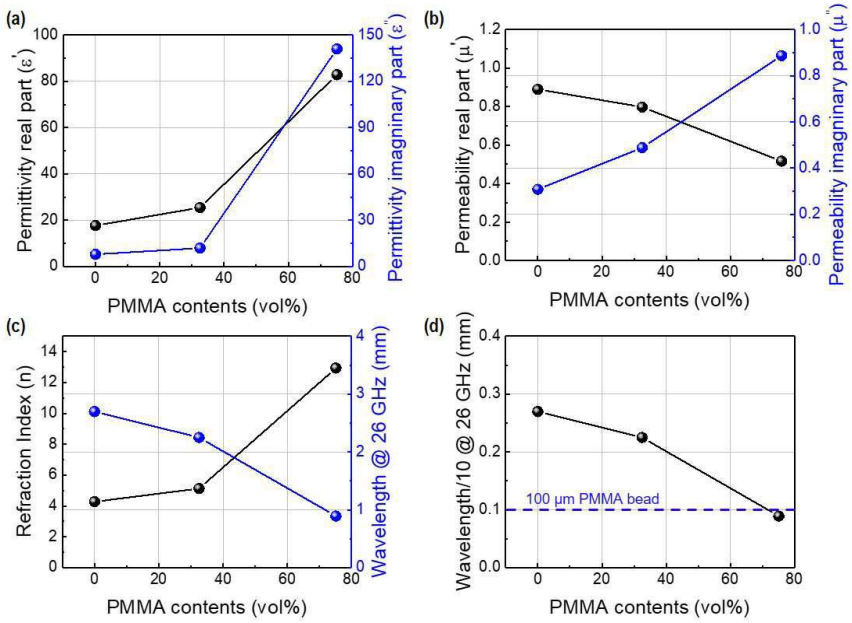
도면8


Shielding Effectiveness (dB)
0
5
10
15
20
25
30
0
10
20
30
40
50
60
70
80
PMMA contents (vol%)
총 차폐능
흡수능
반사능

도면9


Shielding Effectiveness (dB)
PMMA contents (vol%)
100 μm PMMA
20 μm PMMA
5 μm PMMA

도면10


(a)
Permittivity real part (ε')
Permittivity imagninary part (ε'')
PMMA contents (vol%)
(b)
Permeability real part (μ')
Permeability imagninary part (μ'')
PMMA contents (vol%)
(c)
Refraction Index (n)
Wavelength @ 26 GHz (mm)
PMMA contents (vol%)
(d)
Wavelength/10 @ 26 GHz (mm)
100 μm PMMA bead
PMMA contents (vol%)