



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0105081
(43) 공개일자 2025년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08J 5/18 (2006.01) C01B 21/064 (2006.01)
C08G 61/12 (2006.01) C08J 3/12 (2006.01)
C08K 3/38 (2006.01) C08K 7/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C08J 5/18 (2021.05)
C01B 21/0648 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0040228
(22) 출원일자 2024년03월25일
심사청구일자 2024년03월25일
(30) 우선권주장
1020230197609 2023년12월29일 대한민국(KR)

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
이상익
인천광역시 연수구 해송로 143 (송도동, 송도웰카운티1단지) 124동 201호
정연화
경상남도 창원군 창녕읍 낙영2길 19 (대동상아) c동 402호
엄태식
인천광역시 미추홀구 한나루로 502번길 88(주안동) 드림하이즈2차 501호
(74) 대리인
이은철, 이수찬

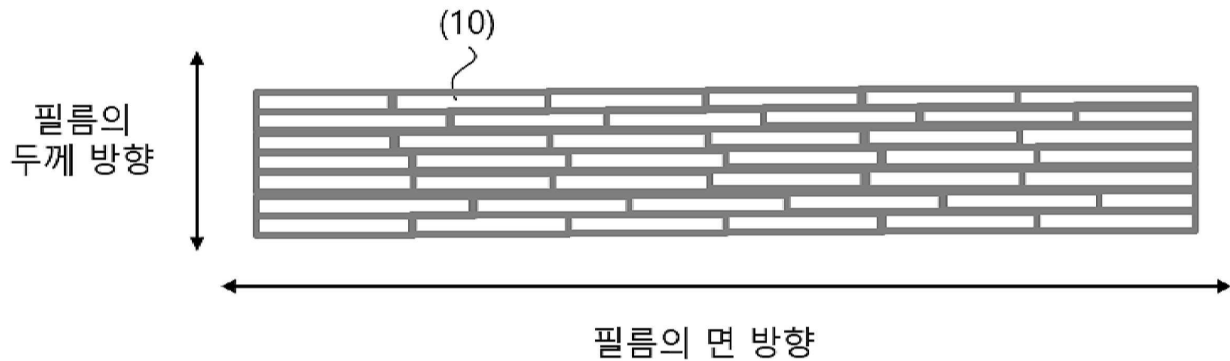
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 방열 복합필름, 방열 복합필름용 조성물 및 방열 복합필름 제조방법

(57) 요약

본 발명은, 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함하는 방열 복합필름을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08G 61/124 (2013.01)

C08J 3/12 (2021.05)

C08K 3/38 (2013.01)

C08K 7/02 (2013.01)

C08J 2365/00 (2013.01)

C08K 2003/385 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415186051

과제번호 20016607

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국산업기술기획평가원

연구사업명 소재부품기술개발

연구과제명 저속전기자동차용 배터리팩의 절연 및 방열용 천연 셀룰로오스 나노파이버 (CNF)기

반 10(의 마이너스 9승) S M 10 W mk 급 경사기능 다층구조 방열시트 개발

과제수행기관명 (주)씨엔엔티

연구기간 2021.06.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함하는 방열 복합필름.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 방열 복합필름은 상기 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자 복수개를 포함하고,

상기 복수개의 육방정계 질화붕소 입자 상호간에는 도파민 중합체 표면에 형성된 나노닷으로 연결되는 것을 특징으로 하는 방열 복합필름.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 방열 복합필름은 나노 섬유를 더 포함하는 것을 특징으로 하는

방열 복합필름.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 방열 복합필름은 면방향 열전도도가 20 W/mK 이상인 것을 특징으로 하는 방열 복합필름.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 방열 복합필름은 두께방향 열전도도가 1 W/mK 이상인 것을 특징으로 하는 방열 복합필름.

청구항 6

도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함하는 방열 복합필름용 조성물.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 방열 복합필름용 조성물은 용매를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방열 복합필름용 조성물.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 도파민 중합체 표면에 나노닷이 형성된 것을 특징으로 하는 방열 복합필름용 조성물.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 방열 복합필름은 나노 섬유를 더 포함하는 것을 특징으로 하는

방열 복합필름용 조성물.

청구항 10

도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함하는 방열 복합필름용 조성물을 제조하는 방법

복합필름용 조성물 제조 단계;

상기 방열 복합필름용 조성물을 진공 여과시켜 필름 형태의 슬러리는 제조하는 슬러리 제조 단계;

상기 슬러리를 경화시켜 필름을 제조하는 필름 제조 단계;

를 포함하는 방열 복합필름 제조방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 방열 복합필름용 조성물 제조 단계는 육방정계 질화붕소 입자, 도파민, 용매를 혼합하는 것을 특징으로 하는 방열 복합필름 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 방열 복합필름, 방열 복합필름용 조성물 및 방열 복합필름 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 액상 수지 없이 제조되고, 방열 입자가 균일하게 분포되고, 균일한 배향을 갖는 방열 복합필름, 방열 복합필름용 조성물 및 방열 복합필름 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 기존에는 열을 방출하는 방열 시트의 유연성과 방열 입자를 시트화 하기 위해 바인더용 고분자 액상 수지를 사용한다. 일반적으로 방열 시트의 열물성을 향상시키기 위해 열전도가 높은 방열 입자를 고함량 포함하고자 한다.

[0004] 하지만 액상 수지의 점도, 입자와의 젖음성에 의해 방열 입자를 균일 분산하는 것과 방열 입자를 90중량% 이상의 고함량 포함하는 것에 한계가 있다.

[0005] 또한 고분자 수지에 입자를 분산시키면, 입자는 무작위 방향성을 가진다. 일반적으로 입자가 일정한 방향성을 가지도록 배향하기 위해서는 외부의 힘이 추가적으로 필요하며, 그 예로 자기장, 유동, 용매의 응고 거동 등이 있다.

[0006] 그러나 외부의 힘이 추가적으로 필요한 경우 배향성의 균일성이 낮고, 제조 공정이 복잡해지는 문제가 있다.

[0007] 이에 액상 수지 없이 제조되고, 방열 입자가 균일하게 분포되고, 균일한 배향을 갖는 방열 필름에 대한 기술이 요구되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제 10-2019-0118305 호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은, 액상 수지 없이 제조되고, 방열 입자가 균일하게 분포되고, 균일한 배향을 갖는 방열 복합필름, 방열 복합필름용 조성물 및 방열 복합필름 제조방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 목적을 달성하기 위한 제 1 측면에 따른 본 발명은, 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함하는 방열 복합필름을 제공한다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름은 상기 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자 복수개를 포함하고, 상기 복수개의 육방정계 질화붕소 입자 상호간에는 도파민 중합체 표면에 형성된 나노돛으로 연결되는 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0014] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름은 나노 섬유를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0016] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름은 면방향 열전도도가 20 W/mK 이상인 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0017] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름은 두께방향 열전도도가 1 W/mK 이상인 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0020] 상기 목적을 달성하기 위한 제 2 측면에 따른 본 발명은, 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함하는 방열 복합필름용 조성물을 제공한다.
- [0021] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름용 조성물은 용매를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0022] 바람직하게는, 상기 도파민 중합체 표면에 나노돛이 형성된 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0023] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름은 나노 섬유를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0025] 상기 목적을 달성하기 위한 제 3 측면에 따른 본 발명은, 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함하는 방열 복합필름용 조성물을 제조하는 방열 복합필름용 조성물 제조 단계; 상기 방열 복합필름용 조성물을 진공 여과시켜 필름 형태의 슬러리는 제조하는 슬러리 제조 단계; 상기 슬러리를 경화시켜 필름을 제조하는 필름 제조 단계;를 포함하는 방열 복합필름 제조방법을 제공한다.
- [0026] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름용 조성물 제조 단계는 육방정계 질화붕소 입자, 도파민, 용매를 혼합하는 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명은 방열 복합필름은 액상 수지 없이 제조되고, 방열 입자가 균일하게 분포되고, 균일한 배향을 갖는 효과가 있을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실시예 1, 2, 3, 4에 의해 제조된 방열 복합필름을 개념적으로 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 실시예 5, 6, 7에 의해 제조된 방열 복합필름을 개념적으로 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 도파민 중합체가 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 개념적으로 나타내는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 실시예 1에 의해 제조된 방열 복합필름의 단면을 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 실시예 1의 도파민 중합체 나노돛이 형성된 육방정계 질화붕소를 나타내는 도면이다.

도 6는 본 발명의 일 실시예에 따른 실시예 2의 도파민 중합체 나노닷이 형성되지 않은 육방정계 질화붕소를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록, 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0033] 상기 목적을 달성하기 위한 제 1 측면에 따른 본 발명은, 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함하는 방열 복합필름을 제공한다.
- [0034] 도파민은 알칼리 분위기에서 도파민 중합체를 형성하고 우수한 접착성을 가지고 있어 다양한 기판에 코팅 가능하다.
- [0035] 따라서 상기 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함함으로써, 도파민 중합체가 바인더로 작용하여 입자 간의 자발적인 결합력을 가지므로 액상 수지 없이 시트 형상을 형성 및 유지할 수 있으며, 자기 중합 특성을 가진 도파민이 입자 표면에 균일한 두께로 형성되고, 균일하게 형성된 도파민 중합체로 시트를 형성하기 때문에 입자가 균일하게 분포된 시트를 형성할 수 있으며, 도파민이 표면 결합된 판상형 육방정계 질화붕소 입자의 수평 지향적인 배향은 입자가 벽돌, 도파민 중합체가 시멘트와 같은 역할을 하여 '벽돌-시멘트' 구조를 가질 수 있으며, 수평 지향적인 배향을 가진 '벽돌-시멘트' 구조는 기계적 물성을 향상시키고 수평방향의 열 네트워크가 직선적으로 형성되어 열물성이 향상될 수 있다.
- [0036] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름은 상기 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자 복수개를 포함하고, 상기 복수개의 육방정계 질화붕소 입자 상호간에는 도파민 중합체 표면에 형성된 나노닷으로 연결되는 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0037] 상기 복수개의 육방정계 질화붕소 입자 상호간에는 도파민 중합체 표면에 형성된 나노닷에 대해, 도파민 중합체는 육방정계 질화붕소에 균일한 두께로 코팅되고, 질화붕소 표면을 다 덮은 후 잔여 도파민은 나노 닷 형태로 표면에 형성될 수 있다.
- [0038] 상기 복수개의 육방정계 질화붕소 입자 상호간에는 도파민 중합체 표면에 형성된 나노닷으로 연결됨으로써, 도파민 중합체의 접착력으로 추가적인 액상 바인더 수지가 없어도 육방정계 질화붕소 입자들을 수평 지배적인 배향을 가지는 방열 필름을 형성할 수 있다.
- [0039] 이는 추가적인 바인더를 사용하지 않아 방열 입자 간의 열 네트워크가 효과적으로 형성되어 높은 열물성을 가질 수 있다.
- [0040] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름은 나노 섬유를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0041] 상기 방열 복합필름은 나노 섬유를 더 포함함으로써, 입자 사이에 섬유가 엉기면서 강도, 인성이 향상될 수 있다. 나노 섬유는 친수성을 띄어 도파민 중합체와 친밀하게 결합 가능 하여 입자 사이에 균일하게 엉길 수 있다. 섬유의 엉김을 통해 복합재료의 강도, 인성 측면에서 향상되어 유연한 방열 필름을 형성할 수 있다.
- [0042] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름은 면방향 열전도도가 20 W/mK 이상인 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0043] 상기 방열 복합필름은 면방향 열전도도가 20 W/mK 이상임으로써, 흡수된 열을 수평 방향으로 열전도성을 통해 방열 복합재료에 머무르게 하지 않고 외부로 방출할 수 있다.
- [0044] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름은 두께방향 열전도도가 1 W/mK 이상인 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0045] 상기 방열 복합필름은 두께방향 1W/mK 이상임으로써, 두께 방향으로 수직 열전도도에 의해 발열체에서 열을 효과적으로 흡수할 수 있다.
- [0046] 상기 방열 복합필름은 면방향 열전도도가 20 W/mK, 두께방향 1W/mK 이상임으로써, 두께 방향으로 수직 열전도도에 의해 발열체에서 열을 효과적으로 흡수할 수 있고, 흡수된 열은 수평 방향으로 열전도성을 통해 방열 복합재료에 머무르게 하지 않고 외부로 방출할 수 있다.

- [0048] 이하에서는 상기 목적을 달성하기 위한 다른 측면에 따른 본 발명을 설명하기로 한다. 이하의 설명에서 상기 제 1 측면에 따른 본 발명에 대한 설명과 중복되는 부분은 생략될 수 있다.
- [0049] 상기 목적을 달성하기 위한 제 2 측면에 따른 본 발명은, 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함하는 방열 복합필름용 조성물을 제공한다.
- [0050] 상기 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함함으로써, 도파민 중합체가 바인더로 작용하여 입자 간의 자발적인 결합력을 가지므로 액상 수지 없이 시트 형상을 형성 및 유지할 수 있으며, 자기 중합 특성을 가진 도파민이 입자 표면에 균일한 두께로 형성되고, 균일하게 형성된 도파민 중합체로 시트를 형성하기 때문에 입자가 균일하게 분포된 시트를 형성할 수 있으며, 도파민이 표면 결합된 판상형 육방정계 질화붕소 입자의 수평 지향적인 배향은 입자가 벽돌, 도파민 중합체가 시멘트와 같은 역할을 하여 '벽돌-시멘트' 구조를 가질 수 있으며, 수평 지향적인 배향을 가진 '벽돌-시멘트' 구조는 기계적 물성을 향상시키고 수평방향의 열 네트워크가 직선적으로 형성되어 열물성이 향상될 수 있다.
- [0052] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름용 조성물은 용매를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0053] 상기 방열 복합필름용 조성물은 용매를 더 포함함으로써 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자의 분산이 더 균일할 수 있으며, 보관시 균일성을 오래도록 유지할 수 있다.
- [0054] 상기 용매는 물 또는 수용액일 수 있으며, 바람직하게는 염기성 수용액일 수 있으며, 더 바람직하게는 pH 7 내지 9의 완충용액일 수 있다.
- [0056] 바람직하게는, 상기 도파민 중합체 표면에 나노닷이 형성된 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0057] 상기 도파민 중합체 표면에 나노닷이 형성됨으로써, 도파민 중합체의 접착력으로 추가적인 액상 바인더 수지가 없어도 육방정계 질화붕소 입자들을 수평 지배적인 배향을 가지는 방열 필름을 형성할 수 있다.
- [0058] 이는 추가적인 바인더를 사용하지 않아 방열 입자 간의 열 네트워크가 효과적으로 형성되어 높은 열물성을 가질 수 있다.
- [0060] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름은 나노 섬유를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0063] 상기 목적을 달성하기 위한 제 3 측면에 따른 본 발명은, 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함하는 방열 복합필름용 조성물을 제조하는 방열 복합필름용 조성물 제조 단계; 상기 방열 복합필름용 조성물을 진공 여과시켜 필름 형태의 슬러리는 제조하는 슬러리 제조 단계; 상기 슬러리를 경화시켜 필름을 제조하는 필름 제조 단계;를 포함하는 방열 복합필름 제조방법을 제공한다.
- [0064] 상기 방열 복합필름용 조성물 제조 단계를 포함함으로써 상기 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함함으로써, 도파민 중합체가 바인더로 작용하여 입자 간의 자발적인 결합력을 가지므로 액상 수지 없이 시트 형상을 형성 및 유지할 수 있으며, 자기 중합 특성을 가진 도파민이 입자 표면에 균일한 두께로 형성되고, 균일하게 형성된 도파민 중합체로 시트를 형성하기 때문에 입자가 균일하게 분포된 시트를 형성할 수 있으며, 도파민이 표면 결합된 판상형 육방정계 질화붕소 입자의 수평 지향적인 배향은 입자가 벽돌, 도파민 중합체가 시멘트와 같은 역할을 하여 '벽돌-시멘트' 구조를 가질 수 있으며, 수평 지향적인 배향을 가진 '벽돌-시멘트' 구조는 기계적 물성을 향상시키고 수평방향의 열 네트워크가 직선적으로 형성되어 열물성이 향상될 수 있다.
- [0066] 바람직하게는, 상기 방열 복합필름용 조성물 제조 단계는 육방정계 질화붕소 입자, 도파민, 용매를 혼합하는 것

을 특징으로 하는 것일 수 있다.

[0067] 상기 방열 복합필름용 조성물 제조 단계는 육방정계 질화붕소 입자, 도파민, 용매를 혼합함으로써 도파민 중합체가 표면에 코팅된 육방정계 질화붕소 입자를 포함하는 방열 복합필름용 조성물을 제조할 수 있다.

[0068] 상기 용매는 물 또는 수용액일 수 있으며, 바람직하게는 염기성 수용액일 수 있으며, 더 바람직하게는 pH 7 내지 9의 완충용액일 수 있다.

[0071] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

[0073] [실시예 1: 방열필름 제조]

[0074] (1) 방열필름의 수지 조성물인 크기가 20um인 (B)육방정계 질화붕소 입자 3g, 도파민 1.8g을 정량하여 tris-HCL buffer 150mM 75mL에 혼합한 후, magnetic stirring을 이용하여 21시간 동안 반응시켰다.

[0075] (2) 반응물인 (A)도파민 중합체가 코팅된 (B)육방정계 질화붕소 입자는 진공여과장치(vacuum assisted filtration, VAF)를 사용하여, 필름형태의 슬러리를 형성하였다.

[0076] (3) 필름형태의 슬러리는 유압식 핫프레스를 이용하여 130℃에서 1시간 동안 경화하였다.

[0077] [실시예 2: 방열필름 제조]

[0078] 상기 실시예 1의 (1) 단계에서 방열필름의 수지 조성물인 크기가 20um인 (B)육방정계 질화붕소 입자 3g, 도파민 1.8g을 정량하여 tris-HCL buffer 15mM 75mL에 혼합한 후, magnetic stirring을 이용하여 21시간 동안 반응시킨 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 방열필름을 제조하였다.

[0080] [실시예 3: 방열필름 제조]

[0081] 상기 실시예 1의 (1) 단계에서 방열필름의 수지 조성물인 크기가 20um인 (B)육방정계 질화붕소 입자 3g, 도파민 2.4g을 정량하여 tris-HCL buffer 150mM 100mL에 혼합한 후, magnetic stirring을 이용하여 21시간 동안 반응시킨 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 방열필름을 제조하였다.

[0083] [실시예 4: 방열필름 제조]

[0084] 상기 실시예 1의 (1) 단계에서 방열필름의 수지 조성물인 크기가 20um인 (B)육방정계 질화붕소 입자 3g, 도파민 3g을 정량하여 tris-HCL buffer 150mM 125mL에 혼합한 후, magnetic stirring을 이용하여 21시간 동안 반응시킨 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 방열필름을 제조하였다.

[0086] [실시예 5: 방열필름 제조]

[0087] (1) 방열필름의 수지 조성물인 크기가 20um인 (B)육방정계 질화붕소 입자 3g, 도파민 3g을 정량하여 tris-HCL buffer 150mM 125mL에 혼합한 후, magnetic stirring을 이용하여 21시간 동안 반응시켰다.

[0088] (2) (A)도파민 중합체가 코팅된 (B)육방정계 질화붕소 입자 3g과 셀룰로오스 나노파이버 1중량%로 증류수에 분산된 분산액 15g을 페이스트 믹서로 600rpm으로 10분동안 교반하였다.

[0089] (3) 교반된 혼합물은 진공여과장치(vacuum assisted filtration, VAF)를 사용하여, 필름형태의 슬러리를 형성하였다.

- [0090] (4) 필름형태의 슬러리는 유압식 핫프레스를 이용하여 130℃에서 1시간 동안 경화하였다.
- [0092] **[실시예 6: 방열필름 제조]**
- [0093] 상기 실시예 5의 (2) 단계에서 (A)도파민 중합체가 코팅된 (B)육방정계 질화붕소 입자 3g과 셀룰로오스 나노파이버 1중량%로 증류수에 분산된 분산액 7.5g을 페이스트 믹서로 600rpm으로 10분동안 교반한 것을 제외하고는 실시예 5과 동일한 방법으로 방열필름을 제조하였다.
- [0095] **[실시예 7: 방열필름 제조]**
- [0096] 상기 실시예 5의 (2) 단계에서 (A)도파민 중합체가 코팅된 (B)육방정계 질화붕소 입자 3g과 셀룰로오스 나노파이버 1중량%로 증류수에 분산된 분산액 5g을 페이스트 믹서로 600rpm으로 10분동안 교반한 것을 제외하고는 실시예 5과 동일한 방법으로 방열필름을 제조하였다.
- [0098] **[비교예 1: 셀룰로오스 나노파이버 방열필름]**
- [0099] (1) 방열필름의 수지 조성물인 크기가 20um인 (B)육방정계 질화붕소 입자 3g과 셀룰로오스 나노파이버 1중량%로 증류수에 분산된 분산액 5g을 페이스트 믹서로 600rpm으로 10분동안 교반하였다.
- [0100] (2) 교반된 혼합물은 진공여과장치(vacuum assisted filtration,VAF)를 사용하여, 필름형태의 슬러리를 형성하였다.
- [0101] (3) 필름형태의 슬러리는 유압식 핫프레스를 이용하여 130℃에서 1시간 동안 경화하였다.
- [0103] **[비교예 2: 셀룰로오스 나노파이버 방열필름]**
- [0104] 상기 비교예 1의 (1) 단계에서 방열필름의 수지 조성물인 크기가 20um인 (B)육방정계 질화붕소 입자 3g과 셀룰로오스 나노파이버 1중량%로 증류수에 분산된 분산액 7.5g을 페이스트 믹서로 600rpm으로 10분동안 교반한 것을 제외하고는 비교예 1과 동일한 방법으로 방열필름을 제조하였다.
- [0106] **[비교예 3: 셀룰로오스 나노파이버 방열필름]**
- [0107] 상기 비교예 1의 (1) 단계에서 방열필름의 수지 조성물인 크기가 20um인 (B)육방정계 질화붕소 입자 3g과 셀룰로오스 나노파이버 1중량%로 증류수에 분산된 분산액 15g을 페이스트 믹서로 600rpm으로 10분동안 교반한 것을 제외하고는 비교예 1과 동일한 방법으로 방열필름을 제조하였다.
- [0109] **[실험예 1 : 열전도도 측정]**
- [0110] LFA467 장비를 사용하여, 레이저플래쉬법 열전도도 측정설비로 필름의 두께 방향 및 면 방향의 열전도도를 측정하였다. 측정된 필름의 두께 방향 및 면 방향의 열전도도 결과는 하기 표 1에 나타내었다.
- [0112] **[실험예2 : 배향성 계산]**
- [0113] X-ray diffraction(XRD) 측정 장비인 Pro MRD를 사용하여, 각도에 따른 신호 강도를 측정하였다. 배향성은 아래 식으로 계산한다.
- [0114] ρ_0 은 무작위 배향의 기준이 되는 샘플을 의미한다. ρ 는 배향성을 측정하고자 하는 샘플을 의미한다. I_{hkl} 는

(h,k,l) 면방향의 XRD Intensity를 의미한다.

$$\rho_0 = \frac{\sum I_{00l}}{\sum I_{hkl}}, \quad \rho = \frac{\sum I_{00l}}{\sum I_{hkl}} \frac{\rho - \rho_0}{1 - \rho_0} = \text{배향성}$$

상기 배향성 계산 결과는 하기 표 1에 나타내었다.

[표 1]

	BN (g)	도파민 (g)	1중량% 셀룰로오스 나노파이버 분산액 (g)	배향성	두께 방향 열전도도 (W/m·K)	면 방향 열전도도 (W/m·K)
실시예 1	3	1.8	0	0.998	3.23	29.05
실시예 2	3	1.8	0	-	2.97	29.12
실시예 3	3	2.4	0	0.998	4.46	28.16
실시예 4	3	3	0	0.998	5.08	28.31
실시예 5	3	3	15	0.996	0.98	24.11
실시예 6	3	3	7.5	-	1.72	26.36
실시예 7	3	3	5	-	2.57	28.86
비교예 1	3	0	15	0.993	2.19	18.40
비교예 2	3	0	7.5	-	2.15	18.69
비교예 3	3	0	5	-	0.90	9.54

상기 표 1을 참조하면 도파민의 양이 증가할수록 면 방향 열전도도가 일정 수준을 유지하면서 두께 방향 열전도도는 증가하는 것을 보아 나노 닷 형성이 많아지면서 입자의 면 간의 접촉이 향상되어 두께 방향 방열 성능이 향상됨을 확인할 수 있다.

또한 상기 표 1의 배향성에 대한 결과를 참조하면, 육방정계 질화붕소의 결정면을 통해 계산된 필름의 입자 배향성이 0.99 이상 수준으로 수평 배향이 지배적으로 형성됨을 알 수 있다.

이상, 본 발명내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 실시 양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다.

따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의해 정의된다고 할 것이다.

부호의 설명

(10) : (A)도파민 중합체가 코팅된 (B)육방정계 질화붕소 입자

(20) : (C2)바인더용 나노 섬유

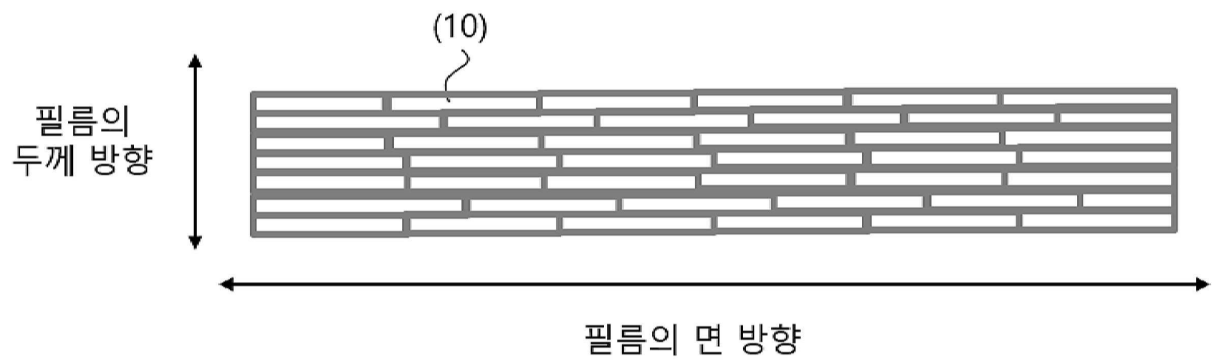
(11) : (B)육방정계 질화붕소

(12) : (A)도파민 중합체

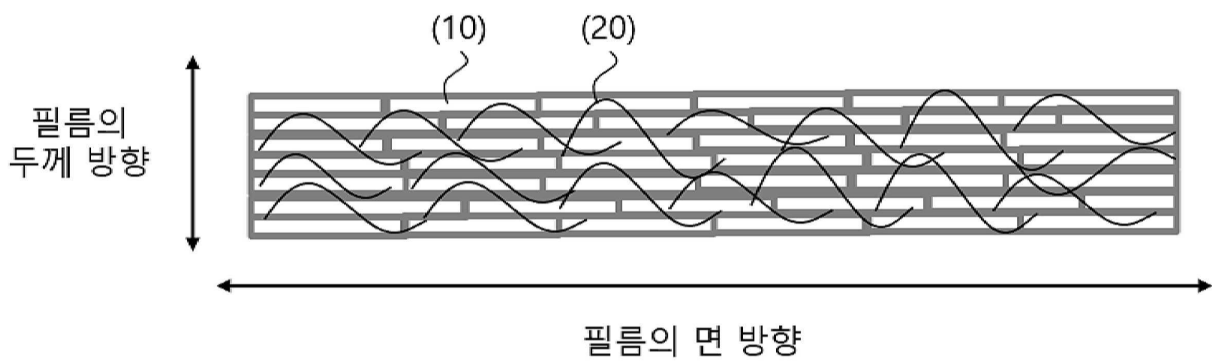
(13) : (D)나노 닷으로 형성된 도파민 중합체

도면

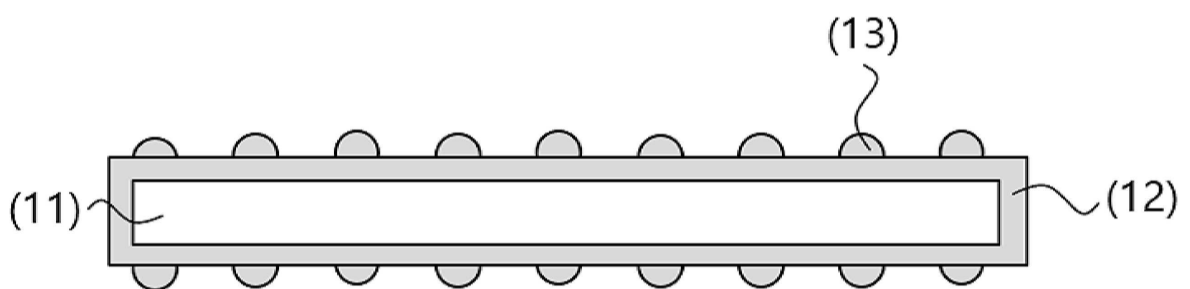
도면1



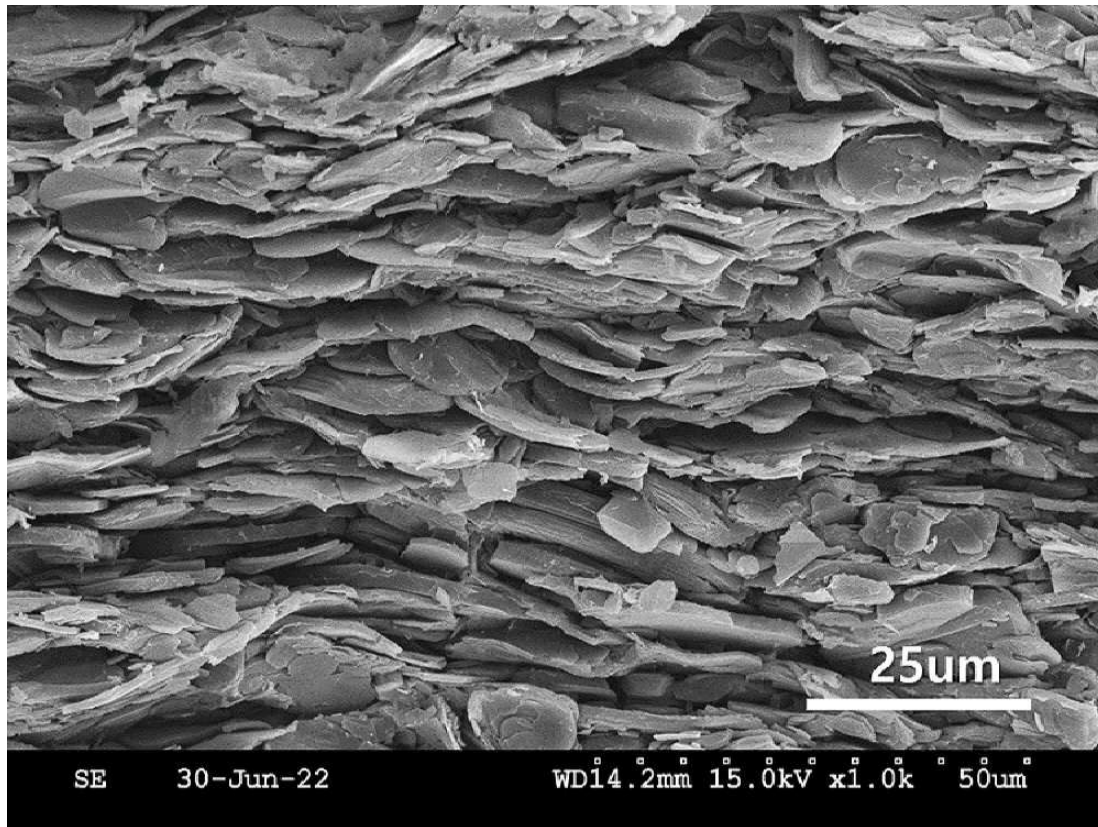
도면2



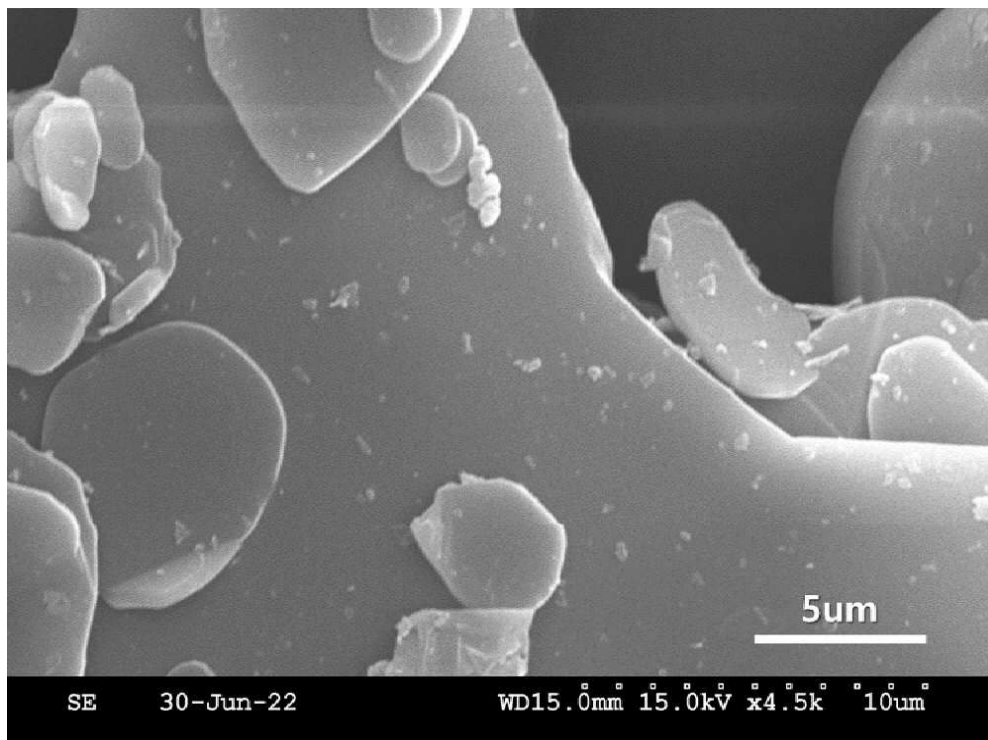
도면3



도면4



도면5



도면6

