(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0176020
(43) 공개일자 2024년12월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08J 5/18 (2006.01) *C08K 3/38* (2006.01)
C08L 75/04 (2006.01) *C08L 77/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C08J 5/18 (2021.05)
C08K 3/38 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0076444
(22) 출원일자 2023년06월14일
심사청구일자 2023년06월14일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
육지호
서울특별시 강서구 등촌로 163 (등촌동, 등촌동아이파크)
조재진
경기도 부천시 고강로56번길 13 (원종동, 경성그린빌라)
박제동
경기도 안양시 만안구 병목안로130번길 83 (안양동, 효성아파트)
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **열가소성 방열시트의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 열가소성 방열 시트용 조성물의 준비 방법 및 이를 이용한 열가소성 방열 시트의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 열가소성 수지 입자와 방열 무기 필러 입자를 분산용매에서 충분히 균일하게 혼합하여 슬러리를 제조하는 단계; 및 상기 슬러리를 빠르게 건조한 후에 열압착을 통하여 방열시트를 제조하는 방법을 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C08L 75/04 (2013.01)
C08L 77/00 (2013.01)
C08K 2003/385 (2013.01)
C08K 2201/001 (2013.01)
C08K 2201/005 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425163241
과제번호	S3080219
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	일반사업 / 중소기업기술혁신개발사업
연구과제명	반도체 공정장비용 11 W/mK 이상급 초고열전도성 소재 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)에스엠티
연구기간	2022.06.01 ~ 2023.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

평균 입경 1 내지 80㎛의 열가소성 수지 입자 및 평균 크기 8 내지 14㎛의 질화붕소 입자를, 방열시트 중량 기준 질화붕소 중량이 60 내지 75 중량% 함량이 되도록 유기 용매에 혼합하여 슬러리 조성물을 제조하는 단계;

상기 슬러리 조성물로부터 유기 용매를 제거하여 건조 조성물을 제조하는 단계; 및

상기 건조 조성물을 열압착하여 열가소성 수지 매트릭스 내에 질화붕소 입자가 분산된 시트를 형성하는 단계를 포함하는, 방열시트 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 질화붕소 입자는 육방정계 질화붕소 입자인, 방열시트 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 유기 용매는 IPA, 메탄올, 및 THF로 이루어진 군 중 어느 하나 이상의 물질로 선택되는, 방열시트 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 열가소성 수지 입자는 열가소성 폴리우레탄 수지 입자인, 방열시트 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 열가소성 수지 입자는 나일론 수지 입자인, 방열시트 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 질화붕소 입자가 분산된 시트는 ISO22007-2에 따른 열전도도가 5W/m·K 이상인, 방열시트 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 열전도성이 우수한 열가소성 방열시트를 제조하는 방법에 관한 것으로, 구체적으로는 열전도도가 우수한 질화붕소 입자를 열가소성 수지에 적절한 분산용매를 이용하여 균일하게 혼합한 후, 이를 건조하고 열압착하여 고성능의 방열시트를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 열전도성 방열시트는 그 전기적 특성, 유연성, 기계적 강도, 내수성, 마모강도, 가공성 및 경제적 측면에서 전자재료의 코팅, 의류 산업 및 각종 산업 전 분야에 널리 사용되고 있다.

[0003] 질화붕소는 BN의 화학식을 가지며, 특히 이중에서도 육방정계 질화붕소(hexagonal boron nitride)는 보론 원자 및 질소 원자가 평면 2차원 육각형 구조를 이루고 있으며, 흑연과 비슷한 육방정계 구조로 그 물리화학적 성질이 흑연과 비슷하여 물리화학적 안정성이 높은 물질이다. 불활성 분위기에서는 최대 3000℃까지 안정하며, 스테인리스 스틸 정도의 높은 열전도율이 있어 열충격 저항성이 크고, 1500℃ 정도의 급가열, 급냉각을 반복하여도 균열 또는 파손이 없다. 그리고, 고온 윤활성 및 내식성이 대단히 우수하다. 또한, 전기 저항값이 월등히 높은데, 특히 고온에서의 전기 저항값의 변화가 적어 넓은 온도 범위에서 전기절연 재료로 사용할 수 있으며 전계를 가하면 자외선을 방출하는 특성이 있다. 뿐만 아니라, 질화붕소는 그래핀과 마찬가지로 모든 가스와 액체에 대해서 불침투성을 보이며, 투명하며 보론 원자와 질소 원자가 그물처럼 연결된 육각형 벌집 구조의 공간적 여유로 인해 신축성이 뛰어나다. 이러한 질화붕소의 특이한 구조와 물성은 반도체 재료의 절연체 및 자외선 발생장

치, 배리어 필름으로 응용될 수 있다. [대한민국 등록특허 제 10-1721753호]

[0004] 기존의 방열시트는 열경화형 수지(에폭시나 실리콘 레진)나 중합 단량체(폴리우레탄) 같은 점도가 낮은 액체 기지물질에 다량의 방열 필러를 첨가한 후에 수지를 경화시키거나 단량체를 중합하여 방열시트를 제작하였다. 그러나 열가소성 수지의 경우는 용융온도 이상에서도 수지의 점도가 높아 다량의 방열 필러의 첨가가 어렵기 때문에 고성능 방열시트의 제조가 불가능하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은, 일 측면에서, 높은 질화붕소 함량으로 높은 열전도도를 나타내는 열가소성 방열시트 제조방법을 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 일 측면에서,

[0007] 평균 입경 1 내지 80㎛의 열가소성 수지 입자 및 평균 크기 8 내지 14㎛의 질화붕소 입자를, 방열시트 중량 기준 질화붕소 중량이 60 내지 75 중량% 함량이 되도록 유기 용매에 혼합하여 슬러리 조성물을 제조하는 단계;

[0008] 상기 슬러리 조성물로부터 유기 용매를 제거하여 건조 조성물을 제조하는 단계; 및

[0009] 상기 건조 조성물을 열압착하여 열가소성 수지 매트릭스 내에 질화붕소 입자가 분산된 시트를 형성하는 단계를 포함하는, 방열시트 제조방법.

[0010] 을 제공한다.

발명의 효과

[0011] 본 특허에서는 열가소성 고분자 입자와 대량의 방열 필러 입자를 분산용매를 이용하여 균일하게 혼합한 후에 이를 건조하고 핫 프레스로 열압착 하여 열가소성 방열시트를 제조하는 방법을 개발하였다. 제조된 열가소성 방열시트는 열가소성 수지의 특징을 가지고 있어 더 복잡하고 다양한 형태의 성형품으로 2차 가공도 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 실시예 3에서 제조한 방열시트 (5cm×5cm×3mm)의 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0014] 한편, 본 발명의 실시 형태는 여러 가지 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.

[0015] 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.

[0017] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 방열시트 제조방법에 대해서 설명한다.

[0018] 본 발명의 방열시트 제공방법은,

[0019] 평균 입경 1 내지 80㎛의 열가소성 수지 입자 및 평균 크기 8 내지 14㎛의 질화붕소 입자를, 방열시트 중량 기준 질화붕소 중량이 60 내지 75 중량% 함량이 되도록 유기 용매에 혼합하여 슬러리 조성물을 제조하는 단계;

[0020] 상기 슬러리 조성물로부터 유기 용매를 제거하여 건조 조성물을 제조하는 단계; 및

[0021] 상기 건조 조성물을 열압착하여 열가소성 수지 매트릭스 내에 질화붕소 입자가 분산된 시트를 형성하는 단계를 포함한다.

[0023] 본 발명에서, 열가소성(thermoplastic) 수지는 가열 시 쉽게 용융되며, 냉각 시 다시 단단해지는 수지를 총칭한다. 이와 대조적으로, 열경화성(thermoset) 수지는 가열 시 용융하지 않고 열분해하는 수지를 총칭한다. 상기 열가소성 수지로는 폴리에틸렌(PE) 수지, 폴리염화비닐(PVC) 수지, 폴리프로필렌(PP) 수지, 폴리스티렌(PS) 수지, 폴리카보네이트(PC) 수지, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 수지, 열가소성 폴리우레탄(PU) 수지, 나일론 수지, 폴리메타메틸아크릴레이트(PMMA) 수지 등이 있을 수 있으며, 일 실시예에서 상기 열가소성 수지는 열가소성 폴리우레탄 수지 또는 나일론 수지이다.

[0025] 일 실시예에서, 방열시트에 혼입된 열가소성 폴리우레탄 입자는 폴리올 및 디이소시아네이트 화합물을 포함하는 반복단위로서 존재할 수 있으며, 10,000 내지 25,000 g/mol의 중량평균분자량(Mw)을 갖는 것이 바람직하다.

[0027] 일 실시예에서, 열가소성 폴리우레탄(TPU)은 디이소시아네이트, 폴리올, 저분자량 디올로 중합된다. TPU 합성에 일반적으로 사용되는 디이소시아네이트는 4,4'-디페닐메탄 디이소시아네이트(MDI), 톨루엔 디이소시아네이트(TDI), 헥사메틸렌 디이소시아네이트(HDI), 이소포론 디이소시아네이트(IPDI), 나프탈렌 디이소시아네이트(NDI)를 포함한다. 폴리올에는 폴리에스테르 폴리올, 폴리에테르 폴리올, 폴리카프로락톤 폴리올, 폴리카보네니트 폴리올을 포함한다. 저분자 디올은 TPU 합성 동안 사슬 연장제 역할을 하는데, 일반적인 에틸렌글리콜, 1,3-프로판디올, 1,4-부탄디올, 1,5-펜탄디올, 1,6-헥산디올, 디에틸렌 글리콜(DEG), 하이드로퀴논 비스(2-하이드록시에틸) 에테르(HQEE), 디아민을 포함한다.

[0029] 본 명세서에서 “입경”은 입자의 직경을 의미하며, “평균 입경”은 투입된 입자들의 평균 직경을 의미한다. 일 실시예에서, 상기 슬러리 조성물을 제공하는 단계에서 투입되는 열가소성 수지 입자는 평균 입경이 1 내지 80㎛인 입자로, 바람직하게는 10 내지 70 ㎛, 20 내지 60 ㎛의 평균 입경을 가질 수 있으며, 일 구체예에서는 20 내지 50 ㎛의 평균 입경을 가진다.

[0031] 본 명세서에서 질화붕소 또는 보론 나이트라이드란 BN의 화학식을 가지는 물질을 총칭한다. 바람직하게는, 고방열성 및 물리화학적 물성을 얻기 위하여 상기 질화붕소 입자는 육방정계(hexagonal) 질화붕소 입자일 수 있다. 더욱 바람직하게는, 상기 육방정계 질화붕소 입자는 판형 질화붕소 입자일 수 있다.

[0032] 상기 질화붕소의 판상 입자로서의 두께는 1 내지 1000 nm, 1 내지 500 nm, 10 내지 100 nm 일 수 있다.

[0034] 본 명세서에서 질화붕소의 "크기"는 판상 면적에 있어서 최장 길이를 의미하며, "평균 크기"는 투입된 입자들의 판상 면적에 있어서 평균 최장 길이를 의미한다. 일 실시예에서, 상기 슬러리 조성물을 제공하는 단계에서 투입되는 질화붕소 입자는 그 평균 크기가 8 내지 14㎛인 입자로, 바람직하게는 9 내지 13㎛, 9 내지 12㎛의 평균 크기를 가질 수 있으며, 일 구체예에서는 10 내지 11㎛의 평균 크기를 가진다.

[0036] 열가소성 수지 입자의 입경 및 질화붕소 입자의 크기 선택은 슬러리 조성물의 제조 및 생성물의 고방열 특성에 근거한다. 열가소성 수지 입자의 입경이 너무 크면, 질화붕소 입자가 각 열가소성 수지 입자 사이에 침투하지 못하여, 즉 잔류 기공이 많아져서 슬러리 조성물의 제조가 어렵고 생성물이 고방열 특성을 나타내기도 힘들다. 반면, 질화붕소 입자의 크기가 너무 작으면 슬러리 조성물의 제조가 쉬울 수는 있으나 생성물이 고방열 특성을 나타내는 것은 여전히 어렵다.

[0038] 상기 슬러리 조성물을 제조하는 단계에서, 질화붕소의 함량은 방열시트를 이루는 열가소성 고분자와 질화붕소의 전체 중량 대비 60 내지 75 중량%이며, 바람직하게는 60 내지 73 중량%, 더욱 바람직하게는 65 내지 72 중량%이며, 더더욱 바람직하게는 69 내지 71 중량%일 수 있다. 질화붕소의 함량이 60중량% 미만이면 방열시트가 고방열 특성을 충분히 띠지 못하게 되며, 75중량%를 초과하면 고방열 특성을 가지는 질화붕소가 스스로 응집되어 고분

자 수지 내에 잘 분산된 슬러리 조성물을 효과적으로 생성하지 못하고, 질화붕소의 높은 함량으로 인하여 외부 표면으로 질화붕소가 노출되는 문제가 있기 때문이다.

[0040] 상기 슬러리 조성물을 제공하는 단계에서 투입되는 유기용매는 상온 상합 하에서 휘발성이 있는 액체 유기 화합물로, 다른 물질을 녹이는 성질이 있는 유기 화합물을 의미한다.

[0041] 본 명세서에서 상기 유기용매는 질화붕소 입자를 열가소성 수지 입자 내에 분산시켜주는 역할로, 분산용매로도 불리울 수 있다. 상기 유기용매 또는 분산용매는 고분자를 녹이지 않는 비용매 또는 고분자를 녹이는 용매 모두 포함하나, 바람직하게는 상기 유기용매는 고분자를 녹이지 않는 비용매일 수 있다. 이는 비용매를 사용할 경우 고분자를 녹이는 용매를 사용하는 경우보다 본 발명에 따른 제조방법에서 건조를 더 용이하게 진행할 수 있기 때문이다.

[0043] 상기 유기용매는 바람직하게는 끓는점이 낮은 용매일 수 있으며, 바람직하게는 용매의 점도가 높은 용매일 수 있다. 이는 이러한 물리화학적 물성 덕분에 열가소성 수지의 입자와 질화붕소 입자의 분산상태를 더 오래 유지할 수 있기 때문이다.

[0045] 상기 유기용매는, 일례로, 메탄올, 에탄올, n-부탄올, IPA(이소프로필알콜), 에틸아세테이트, 아세톤, 메틸 에틸 케톤(methyl ethyl ketone, MEK), THF, 다이에틸 에테르, 다이메틸 에테르, 부탄, 펜탄, 헥산 중 어느 하나 이상으로 선택될 수 있다. 상기 물질들은 모두 끓는 점이 낮으며, 특히 IPA, 메탄올 등과 같은 용매가 그 점도가 상대적으로 높아 적합한 용매로 선택될 수 있다.

[0046] 상기 유기용매는, 일 실시예에서, IPA, 메탄올, THF로 이루어지는 군 중 어느 하나 이상의 물질로 선택된다. 본 명세서에서, IPA는 이소프로필알콜(Isopropyl Alcohol) 또는 2-프로판올(2-Propanol)을 의미한다. 본 명세서에서, THF는 테트라하이드로퓨란(Tetrahydrofuran)을 의미한다. 본 발명에 따른 방열시트는 그 유기용매에 따라 질화붕소의 분산 정도가 달라지기 때문에 유기용매가 방열시트의 열전도도에 영향을 미칠 수 있으며, 가장 바람직하게 상기 슬러리 조성물을 제공하는 단계에서 투입되는 유기용매는 IPA이다.

[0048] 본 명세서에서, 슬러리 또는 슬러리 조성물이란, 미세한 고체 입자가 액체 속에 서스펜션 상태로 분산한 조성물을 의미하며, 구체적으로는 고체 입자가 용해되지 않은 채 액체 속에 분산한 상태로 존재하는 혼합물 상태를 의미한다.

[0050] 본 발명에서, 슬러리 조성물을 제조하는 단계는 분산을 위하여 교반기를 사용할 수 있으며, 일례로 고점도 믹서기를 이용하여 열가소성 수지 입자, 질화붕소 입자 및 용매를 혼합한다.

[0052] 상기 건조 조성물을 제조하는 단계는 슬러리 조성물로부터 유기 용매를 제거함으로써 건조 조성물을 제조하며, 건조 방법은 특별히 제한되지는 않으며, 용매를 제거하는 모든 방법을 사용할 수 있다. 일례로 그 건조방법은 구체적으로 슬러리 조성물을 기판 위에서 얇고 고르게 편 후 건조시키는 방법으로 이루어진다.

[0053] 일 실시예에서 상기 건조 조성물을 제조하는 단계는 총 두 단계로 슬러리 조성물을 기판 위에서 건조시키는 제1단계 및 상기 제1단계에서 건조된 조성물을 진공건조기에서 추가로 건조시키는 제2단계로 이루어진다. 제1단계에서 기판 또는 플레이트의 온도는 조성물의 건조를 위해 70℃ 이상이어야 하며, 바람직하게는 75℃ 이상이며, 일 실시예에서는 78℃ 내지 82℃이다. 제1단계에서 조성물의 건조시간은 16시간 이상이어야 하며, 바람직하게는 20시간 이상, 일 실시예에서는 23시간 내지 25시간이다. 제2단계에서 진공건조기에서 추가로 건조시키는 시간은 8시간 이상이어야 하며, 바람직하게는 10시간 이상, 일 실시예에서는 11시간 내지 13시간이다. 제1단계에서 건조되지 않은 용매를 제2단계에서 추가적으로 건조시키는 것이기 때문에, 바람직하게는 제1단계에서 건조시키는 시간은 제2단계에서 건조시키는 시간보다 길다. 뿐만 아니라, 제1단계에서 이루어지는 건조는 가능한 한 얇은 막상으로 건조하는 것이 바람직하며, 이는 얇은 막상이 빠른 시간으로 건조되어 균일한 혼합성을 유지하는 데에

유리하기 때문이다.

[0054] 상기 열압착하는 단계는, 상기 건조 조성물을 열압착하여 열가소성 수지 내에 질화붕소 입자가 분산된 시트, 즉 방열시트를 형성하는 단계로 이루어진다. 열가소성 수지와 질화붕소의 건조된 조성물을 열압착하는 방법은 공지된 방법대로 수행할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 열압착하는 단계는 핫프레스를 사용하여 이루어질 수 있다. 방열시트의 용도에 따라 열압착하는 온도, 압력 및 시간이 달라질 수 있으며, 일 실시예에서 온도는 150℃ 내지 180℃, 압력은 4MPa 내지 6MPa, 시간은 90분 내지 150분의 조건 하에 열압착 공정이 이루어진다.

[0056] 이하, 실시예, 비교예 및 실험예를 통해서 설명한다.

[0058] **<실시예 1>**

[0059] 폴리우레탄 입자(입경 1 ~ 80㎛, 평균 입경 40㎛, 중량평균분자량(Mw)= 10,000 내지 25,000 g/mol, 케미텍코리아 제공) 17g, 열전도성 필러로서 육방정계 질화붕소(hexagonal-boron nitride, h-BN, 입자 크기 범위 2 ~ 5㎛, 평균 크기 2.83㎛, 평균 두께 157 nm, 3M 제공) 25.5g 그리고 아이소프로판올(Isopropanol, IPA) 50ml를 고점도 믹서기(ARM-310 planetary centrifugal mixer, THINKY, Japan)에 넣고 상온에서 15분 동안 교반 하여 균일한 혼합 슬러리를 제조하였다. 제조된 슬러리를 유리판 기판에 부어 얇고 고르게 편 후 80℃의 핫플레이트 위에서 24시간 건조시킨 후 진공건조기에서 12시간 동안 추가로 건조시켰다. 건조된 고체상의 혼합물을 10cm x 10cm x 3mm 몰드에 고르게 넣고 165℃에서 5 MPa의 압력으로 2시간 동안 핫프레스로 열압착하여 방열시트를 제조하였다.

[0061] **<실시예 2>**

[0062] 입자 크기 범위 4.5 ~ 8㎛ (평균 크기 5.6 ㎛) 인 육방정계 질화붕소 39.67g을 첨가한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 방열시트를 제작하였다.

[0064] **<실시예 3>**

[0065] 입자 크기 범위 8 ~ 14㎛ (평균 크기 10.6㎛)인 육방정계 질화붕소 39.67g을 첨가한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 방열시트를 제작하였다.

[0067] **<실시예 4>**

[0068] 입자 크기 범위 8 ~ 14㎛인 육방정계 질화붕소 39.67g과 분산용매로 메탄올(methanol) 50ml을 이용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 방열시트를 제작하였다.

[0070] **<실시예 5>**

[0071] 입자 크기 범위 8 ~ 14㎛인 육방정계 질화붕소 39.67g에 용매로 테트라하이드로퓨란(tetrahydrofuran, THF) 50ml를 이용하였다. THF는 폴리우레탄의 용매로 폴리우레탄 입자를 녹였으며 슬러리에서 THF를 건조한 후에는 필름 형태의 혼합물이 얻어져 이를 분쇄한 후에 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 방열시트를 제작하였다.

[0073] **<실시예 6>**

[0074] 입자 크기 범위 8 ~ 14㎛인 육방정계 질화붕소 51g을 첨가한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 방열시트를 제작하였다.

[0076] **<실시예 7>**

[0077] 폴리우레탄 입자(중량평균분자량(Mw)= 10,000 내지 25,000 g/mol, 입자 크기 80 ~ 200㎛, 평균 입경 140㎛, 케미텍 코리아 제공) 17g과 입자 크기 2 ~ 5㎛인 육방정계 질화붕소 25.5g을 이용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 방열시트를 제작하였다.

[0079] **<실시예 8>**

[0080] 폴리우레탄 입자(입자 크기 80 ~ 200㎛, 평균 입경 140㎛) 17g과 입자 크기 4.5 ~ 8㎛인 육방정계 질화붕소 31.57g을 이용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 방열시트를 제작하였다.

[0082] **<실시예 9>**

[0083] 폴리우레탄 입자(평균 입경 140㎛) 17g과 입자 크기 4.5 ~ 8㎛인 육방정계 질화붕소 39.67g을 이용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 방열시트를 제작하였다.

[0085] **<실시예 10>**

[0086] 폴리우레탄 입자(평균 입경 140㎛) 17g과 입자 크기 8 ~ 14㎛인 육방정계 질화붕소 31.57g을 이용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 방열시트를 제작하였다.

[0088] **<실시예 11>**

[0089] 폴리우레탄 입자(평균 입경 140㎛) 17g과 입자 크기 8 ~ 14㎛인 육방정계 질화붕소 39.67g을 이용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 방열시트를 제작하였다.

[0091] **<실시예 12>**

[0092] 나일론 입자(나일론 12, 15,000 내지 30,000 g/mol, 평균 입경 30㎛, 이산화타이타늄(TiO_2) 10% 함유, 엠피코리아 제공) 17g과 입자 크기 8 ~ 14㎛인 육방정계 질화붕소 39.67g을 혼합하고 185℃에서 열압착한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 방열시트를 제작하였다.

[0094] **<비교예 1>**

[0095] 폴리우레탄 입자(입자 크기 80 ~ 200㎛)를 10cm x 10cm x 3mm 몰드에 고르게 넣고 165℃에서 5 MPa의 압력으로 2시간 동안 핫프레스로 열압착 하여 시트를 제조하였다.

[0097] **<비교예 2>**

[0098] 나일론 입자(나일론 12, 평균 입경 30㎛)를 10cm x 10cm x 3mm 몰드에 고르게 넣고 185℃에서 5 MPa의 압력으로 2시간 동안 핫프레스로 열압착 하여 나일론 시트를 제조하였다.

[0100] **<실험예 1> 열전도도 측정**

[0101] 수직방향의 열전도도 측정은 열전도도 측정기(TPS 2500-S, Hot Disk AB)를 이용하여 상온에서 측정하였다. 측정 시편은 각 조성물에 의해 제조된 5cm x 5cm x 3mm 크기의 시편을 이용하였다.

표 1

[0103]

	고분자	분산액	고분자 입자 평균 입경 (㎛)	BN 입자 평균 크기 (㎛)	BN 함량 (중량%)	열전도도 (W/m*k)
실시예 1	폴리우레탄	IPA	40	2.83	60	1.358
실시예 2	폴리우레탄	IPA	40	5.6	70	3.269
실시예 3	폴리우레탄	IPA	40	10.6	70	5.696
실시예 4	폴리우레탄	메탄올	40	10.6	70	5.244
실시예 5	폴리우레탄	THF	40	10.6	70	5.002
실시예 6	폴리우레탄	IPA	40	10.6	75	4.437
실시예 7	폴리우레탄	IPA	140	2.83	60	1.185
실시예 8	폴리우레탄	IPA	140	5.6	65	2.815
실시예 9	폴리우레탄	IPA	140	5.6	70	3.258
실시예 10	폴리우레탄	IPA	140	10.6	65	3.697
실시예 11	폴리우레탄	IPA	140	10.6	70	4.203
실시예 12	나일론	IPA	30	10.6	70	5.360
비교예 1	폴리우레탄	IPA	140	-	-	0.260
비교예 2	나일론	IPA	30	-	-	0.350

[0104] 표 1에서, 고분자 입자의 평균 입경의 경우 투입된 입자의 평균 직경을 의미하며, 고분자 입자의 입경이 1 내지 80 ㎛인 폴리우레탄의 경우 그 평균 입경이 40 ㎛이었고, 고분자 입자의 입경이 80 내지 200 ㎛인 폴리우레탄의 경우 그 평균 입경이 140 ㎛이었고, 고분자 입경이 1 내지 60 ㎛인 나일론의 경우 그 평균 입경이 30 ㎛이었다.

[0105] 표 1에서, BN 입자의 평균 크기의 경우, BN 입자의 크기가 2 내지 5 ㎛인 BN의 경우 그 평균 크기가 2.83 ㎛이었고, BN 입자의 크기가 4.5 내지 8 ㎛인 BN의 경우 그 평균 크기가 5.6 ㎛이었고, BN 입자의 크기가 8 ㎛ 내지 14 ㎛인 BN의 경우 그 평균 크기가 10.6 ㎛이었다.

[0107] 본 특허에서 이용한 방법에 따르면, 높은 질화붕소 함량일수록 그 고방열 특성이 더욱 잘 나타나기 때문에, 효과적인 방열시트를 만들기 위하여는 높은 질화붕소 함량으로 제조하는 것이 바람직하다. 다만 질화붕소의 함량이 75 중량%가 되는 경우, 70 중량%인 경우에 비하여 열전도도가 다소 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

[0108] 실시예 2 및 실시예 3을 비교해 보면 경우 폴리우레탄 입자의 크기와 질화붕소 입자의 함량이 동일한 경우 질화붕소 입자 크기가 8 내지 14㎛로 제작된 방열 시트가 이보다 작은 크기의 질화붕소 입자에 비하여 더 높은 열전도도를 보였다.

[0109] 분산용매로서 메탄올, THF, 및 아이소프로판올 모두 우수한 분산성을 보였는데, 아이소프로판올이 상대적으로는 더 우수한 열전도도를 보이는 것을 확인하였는데, 이는 아이소프로판올이 분산에 더 유리한 것으로 보인다.

[0110] 한편, 나일론의 경우 평균 입경이 30 ㎛인 경우 우수한 열전도도 특성을 나타내었다.

도면

도면1

