(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0137035
(43) 공개일자 2024년09월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08J 5/06 (2006.01) *C08J 5/04* (2006.01)
C08K 3/28 (2006.01) *C08K 7/02* (2006.01)
C08L 101/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C08J 5/06 (2013.01)
C08J 5/0405 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2024-7027357
(22) 출원일자(국제) 2023년02월01일
심사청구일자 2024년08월14일
(85) 번역문제출일자 2024년08월14일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/003211
(87) 국제공개번호 WO 2023/149472
국제공개일자 2023년08월10일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-016179 2022년02월04일 일본(JP)

(71) 출원인
내셔널 유니버시티 코포레이션 토카이 내셔널 하이어 에듀케이션 앤드 리서치 시스템
일본, 아이치, 나고야-시, 지쿠사-쿠, 후로-쵸, 1
가부시키가이샤 유맙
일본국 아이치켄 나고야시 치쿠사쿠 호나미초 1초메 29반치 크레스토 모토야마 1003
(72) 발명자
우지하라 토루
일본, 4648601 아이치, 나고야-시, 지쿠사-쿠, 후로-쵸, 1 내셔널 유니버시티 코포레이션 토카이 내셔널 하이어 에듀케이션 앤드 리서치 시스템 내
오쿠노 카즈키
일본, 4648601 아이치, 나고야-시, 지쿠사-쿠, 후로-쵸, 1 내셔널 유니버시티 코포레이션 토카이 내셔널 하이어 에듀케이션 앤드 리서치 시스템 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인리채

전체 청구항 수 : 총 13 항

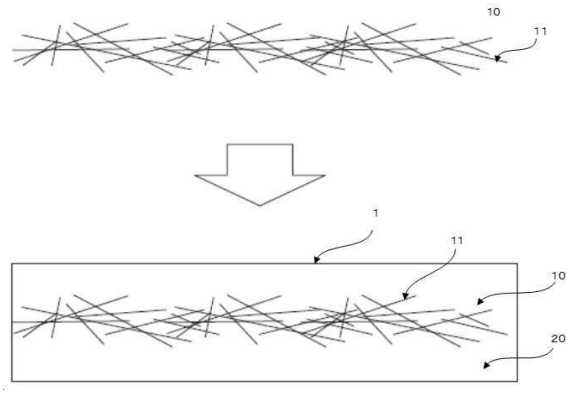
(54) 발명의 명칭 **수지 성형체 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

열전도성이 우수한 AlN 위스커를 구비한 수지 성형체, 및 이의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

수지 성형체는 파이버상 AlN 단결정체, 및 상기 AlN 단결정체의 표면을 피복하는 산소 함유층을 갖는 AlN 위스커; 및 수지 재료를 적어도 구비하고, AlN 위스커의 중량비가 3.0wt% 이상 65.0wt% 이하이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C08K 3/28 (2013.01)
C08K 7/02 (2013.01)
C08L 101/00 (2013.01)
C08K 2003/282 (2013.01)
(72) 발명자
오카다 시호
일본, 4648601 아이치, 나고야-시, 지쿠사-쿠, 후로-쵸, 1 내셔널 유니버시티 코포레이션 토카이 내셔널 하이어 에듀케이션 앤드 리서치 시스템 내
와타나베 쇼타
일본국 4640822 아이치켄 나고야시 치쿠사쿠 호나미초 1초메 29반치 크레스토 모토야마 1003 가부시키가이샤 유맙 내
마츠모토 마사키
일본국 4640822 아이치켄 나고야시 치쿠사쿠 호나미초 1초메 29반치 크레스토 모토야마 1003 가부시키가이샤 유맙 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

파이버상 AlN 단결정체, 및 상기 AlN 단결정체의 표면을 피복하는 산소 함유층을 갖는 AlN 위스커; 및

수지 재료를 적어도 구비하고,

상기 AlN 위스커의 중량비가 3.0wt% 이상 65.0wt% 이하인, 수지 성형체.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 AlN 위스커의 중량비가 3.0wt% 이상 20.0wt% 이하, 또는 50.0wt% 이상 65.0wt% 이하인, 수지 성형체.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 AlN 위스커는 직경이 1.0㎛ 이상인 것을 주성분으로 하는, 수지 성형체.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

복수의 상기 AlN 위스커가 서로 접촉하여 네트워크 형성된 시트상 형성물에 상기 수지 재료가 함침되어 형성되는, 수지 성형체.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 수지 재료는 구상이며,

복수의 상기 수지 재료 각각의 표면이 복수의 상기 AlN 위스커로 피복되어 형성되는 피복 형성물로 이루어진, 수지 성형체.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

단위 체적당 상기 AlN 위스커끼리 접촉하는 점의 총 수인 접촉점 수가 $0.015/㎛^3$ 이상 $1/㎛^3$ 이하 범위에 있는, 수지 성형체.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 접촉점 수가 $0.016/㎛^3$ 이상 $1/㎛^3$ 이하 범위에 있는, 수지 성형체.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 접촉점 수가 $0.020/㎛^3$ 이상 $1/㎛^3$ 이하 범위에 있는, 수지 성형체.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 접촉점 수가 0.023/㎛^{3} 이상 1/㎛^{3} 이하 범위에 있는, 수지 성형체.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 AlN 위스커가 1.0㎛ 이상 10㎛ 이하 범위에 있는 직경을 갖는, 수지 성형체.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 AlN 위스커가 5.0㎛ 이상 10㎛ 이하 범위에 있는 직경을 갖는, 수지 성형체.

청구항 12

파이버상 AlN 단결정체, 및 상기 AlN 단결정체의 표면을 피복하는 산소 함유층을 갖는 AlN 위스커; 및

수지 재료를 적어도 구비하는 수지 성형체의 제조방법으로서,

복수의 상기 AlN 위스커가 서로 접촉하여 네트워크 형성된 시트상 형성물을 형성하는 공정; 및

상기 시트상 형성물에 상기 수지 재료를 함침시키는 공정을 포함하는, 수지 성형체의 제조방법.

청구항 13

파이버상 AlN 단결정체, 및 상기 AlN 단결정체의 표면을 피복하는 산소 함유층을 갖는 AlN 위스커; 및

구상 수지 재료를 적어도 구비하는 수지 성형체의 제조방법으로서,

복수의 상기 수지 재료 각각의 표면이 복수의 상기 AlN 위스커로 피복된 피복 형성물을 형성하는 공정; 및

형성된 상기 피복 형성물을 가압하는 공정을 포함하는, 수지 성형체의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 AlN 위스커를 구비한 수지 성형체, 및 AlN 위스커를 구비한 수지 성형체의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 전자기기가 소형화, 고성능화됨에 따라, 상기 전자기기에서 열 관리의 중요성이 증가하고 있다. 전자기기의 성능 저하 등이 우려되므로, 열은 가능한 한 전자기기 밖으로 빠져나갈 필요가 있다. 이러한 점에서, 전자기기 내부에 사용되는 수지 부품의 열전도율 향상이 요구된다.

[0003] 수지 부품의 열전도율을 향상시키는 방법으로서, 구상 세라믹스 등 절연성 필러를 첨가하는 방법이 알려져 있다. 열전도율을 향상시키기 위해서는 필러간 접촉 효율을 높여 네트워크(방열 경로)를 형성하는 것이 중요하다. 구상 필러가 사용될 경우, 네트워크 형성 관점에서 70wt% 내지 90wt% 중량비의 구상 필러가 수지 재료에 충전(첨가)되는 것이 일반적이다. 그러나 높은 충전량(중량비)은 수지 재료(수지 부품)의 중량 증가, 가공성 저하와 같은 문제가 있다. 또한 수지 재료에 대한 필러 충전량은 실질적으로 한계가 다가오고 있다.

[0004] 이러한 배경을 감안하여, 본원 발명자들 중 일부는 높은 열전도성과 높은 절연성을 겸비한 파이버상 AlN 위스커를 연구 개발하였다(특허문헌 1 및 특허문헌 2).

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2014-73951호

(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2018-154534호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 그러나 특허문헌 1 및 특허문헌 2에 개시된 AlN 위스커를 수지 재료에 대해, 상용 이용을 위한 열전도성, 가공성 등의 관점에서 어느 정도 충전시키면 되는지, AlN 위스커를 어떠한 형태로 수지 재료에 첨가시키면 되는지 등은 여전히 불분명하다. 따라서, 본 개시는 다양한 실시형태에 의해, 열전도성이 우수한 AlN 위스커를 구비한 수지 성형체, 및 이의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명자들은 상기 과제를 해결하기 위해 예의 연구한 결과, 적은 충전량(작은 중량비)의 AlN 위스커를 구비한 수지 성형체라도 열전도성 향상에 기여하는 것을 발견하기에 이르렀다.

[0008] 즉, 일 양태에 따른 수지 성형체는 파이버상 AlN 단결정체, 및 상기 AlN 단결정체의 표면을 피복하는 산소 함유층을 갖는 AlN 위스커; 및 수지 재료를 적어도 구비하고, 상기 AlN 위스커의 중량비가 3.0wt% 이상 65.0wt% 이하이다.

[0009] 또한 일 양태에 따른 상기 수지 성형체에 있어서, 상기 AlN 위스커의 중량비가 3.0wt% 이상 20.0wt% 이하, 또는 50.0wt% 이상 65.0wt% 이하이다.

[0010] 또한 일 양태에 따른 상기 수지 성형체에 있어서, 상기 AlN 위스커는 직경이 1.0㎛ 이상인 것을 주성분으로 한다.

[0011] 또한 일 양태에 따른 상기 수지 성형체는 복수의 상기 AlN 위스커가 서로 접촉하여 네트워크 형성된 시트상 형성물에 상기 수지 재료가 함침되어 형성된다.

[0012] 또한 일 양태에 따른 상기 수지 성형체에 있어서, 상기 수지 재료는 구상이며, 상기 수지 성형체는 복수의 상기 수지 재료 각각의 표면이 복수의 상기 AlN 위스커로 피복되어 형성되는 피복 형성물로 이루어진다.

[0013] 또한 일 양태에 따른 상기 수지 성형체에 있어서, 단위 체적당 상기 AlN 위스커끼리 접촉하는 점의 총 수인 접촉점 수가 $0.015/㎛^3$ 이상 $1/㎛^3$ 이하 범위에 있다.

[0014] 또한 일 양태에 따른 상기 수지 성형체에 있어서, 상기 접촉점 수가 $0.016/㎛^3$ 이상 $1/㎛^3$ 이하 범위에 있다.

[0015] 또한 일 양태에 따른 상기 수지 성형체에 있어서, 상기 접촉점 수가 $0.020/㎛^3$ 이상 $1/㎛^3$ 이하 범위에 있다.

[0016] 또한 일 양태에 따른 상기 수지 성형체에 있어서, 상기 접촉점 수가 $0.023/㎛^3$ 이상 $1/㎛^3$ 이하 범위에 있다.

[0017] 또한 일 양태에 따른 상기 수지 성형체에 있어서, 상기 AlN 위스커가 1.0㎛ 이상 10㎛ 이하 범위에 있는 직경을 갖는다.

[0018] 또한 일 양태에 따른 상기 수지 성형체에 있어서, 상기 AlN 위스커가 5.0㎛ 이상 10㎛ 이하 범위에 있는 직경을 갖는다.

[0019] 또한 일 양태에 따른 수지 성형체의 제조방법은 파이버상 AlN 단결정체, 및 상기 AlN 단결정체의 표면을 피복하는 산소 함유층을 갖는 AlN 위스커; 및 수지 재료를 적어도 구비하는 수지 성형체의 제조방법으로서, 복수의 상기 AlN 위스커가 서로 접촉하여 네트워크 형성된 시트상 형성물을 형성하는 공정; 및 상기 시트상 형성물에 상기 수지 재료를 함침시키는 공정을 포함한다.

[0020] 또한 다른 양태에 따른 수지 성형체의 제조방법은 파이버상 AlN 단결정체, 및 상기 AlN 단결정체의 표면을 피복하는 산소 함유층을 갖는 AlN 위스커; 및 구상 수지 재료를 적어도 구비하는 수지 성형체의 제조방법으로서, 복수의 상기 수지 재료 각각의 표면이 복수의 상기 AlN 위스커로 피복된 피복 형성물을 형성하는 공정; 및 형성된 상기 피복 형성물을 가압하는 공정을 포함한다.

발명의 효과

[0021] 본 개시의 수지 성형체는 AlN 위스커를 적은 중량비로 포함하면서 열전도성이 우수하다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 일 실시형태에 따른 수지 성형체의 구성을 모식적으로 나타낸 개략도이다.

도 2는 제1 변형예에 따른 수지 성형체의 구성을 모식적으로 나타낸 개략도이다.

도 3은 제2 변형예에 따른 수지 성형체의 구성을 모식적으로 나타낸 개략도이다.

도 4는 제3 변형예에 따른 수지 성형체의 구성을 모식적으로 나타낸 개략도이다.

도 5는 실시예 및 비교예에 따른 수지 성형체의 열전도율 결과를 나타낸 도면이다.

도 6은 실시예 및 비교예에 따른 수지 성형체의 열전도율 결과를 나타낸 도면이다.

도 7은 전술한 일 실시형태에 따른 수지 성형체(도 1)인 6개의 샘플 및 전술한 제3 변형예에 따른 수지 성형체(도 4)인 7개의 샘플 각각에 대해 이루어진 측정 결과를 나타낸 표이다.

도 8은 도 7에 나타낸 측정 결과에 기초하여, 일 실시형태에 따른 수지 성형체 및 제3 변형예에 따른 수지 성형체 각각에 대하여 접촉점 수와 열전도율의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 9는 도 7에 나타낸 측정 결과에 기초하여, 4종류의 평균 직경(의 범위) 각각에 대하여 접촉점 수와 열전도율의 관계를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부 도면을 참조하면서 수지 성형체 및 이의 제조방법의 다양한 실시형태를 설명한다. 한편, 도면에서 공통된 구성 요건에는 동일한 참조 부호를 붙인다. 또한, 첨부된 도면이 반드시 정확한 축척으로 기재된 것은 아님을 유의해야 한다.

[0024] 1. 일 실시형태에 따른 수지 성형체

[0025] 일 실시형태에 따른 수지 성형체의 개요에 대해 도 1을 참조하면서 설명한다. 도 1은 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)의 구성을 모식적으로 나타낸 개략도이다. 한편, 본 개시에서 "수지 성형체"란, AlN 위스커 및 수지 재료를 주성분으로 해서 형성된 성형체를 말한다.

[0026] 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)는 주로 복수(다수)의 AlN 위스커(11)가 서로 접촉하여 네트워크 형성된 시트상 형성물(10); 및 수지 재료(20)를 포함한다. 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)(및 후술하는 변형예에 따른 수지 성형체)에는 분산재 등 다른 첨가제가 포함될 수 있다. 네트워크 형성된 시트상 형성물(10)이란, 복수(다수)의 AlN 위스커(11)가 서로 얽혀 접촉함으로써 상기 복수의 AlN 위스커(11)에 의해 다수의 방열 경로가 형성된 얇은 시트상을 말한다. 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)는 이 시트상 형성물(10)에 수지 재료(20)가 함침되어 형성된다.

[0027] 복수의 AlN 위스커(11) 각각은 파이버상 AlN 단결정체; 및 상기 AlN 단결정체의 표면을 통형상으로 피복하는 산소 함유층을 주로 포함한다. 또한 복수의 AlN 위스커(11) 각각은 산소 함유층의 보다 외측에, 상기 산소 함유층을 통형상으로 피복하는 소수층을 포함할 수 있다.

[0028] 복수의 AlN 위스커(11) 각각의 길이는 1.0㎛ 내지 5.0㎝ 범위이면 되나, 이러한 범위에 제한되지 않는다. 또한 복수의 AlN 위스커(11) 각각의 직경은 0.1㎛ 내지 50.0㎛ 범위이면 되나, 수지 성형체(1)에 사용되는 AlN 위스커(11)의 직경은 네트워크 형성(방열 경로 형성) 관점에서 1.0㎛ 이상인 것이 바람직하고, 2.0㎛ 내지 50.0㎛인 것을 사용하는 것이 보다 바람직하다. 수지 성형체(1)에 사용되는 AlN 위스커(11)의 상세한 구조, 제조방법 등에 대해서는 이미 공지되어 있으므로(예를 들면, 상기 특허문헌 1 및 특허문헌 2 참조), 본 개시에서는 이에 대한 상세한 설명을 생략한다.

[0029] 여기서, 시트상 형성물(10) 및 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)의 제조방법에 대해 설명한다.

[0030] 먼저, 공지된 방법으로 제조된 AlN 위스커(11)를 복수(다수) 준비한 후, 복수의 AlN 위스커(11)를 소정 용매 중에 분산시킨 후에 뜨는 작업을 실시하여, 복수의 AlN 위스커(11)가 일정 정도 균일하게 분산된 종이상 중간 생

성물을 생성한다. 그 후, 이 중간 생성물을 프레스기로 소정 압력, 소정 시간 가압함으로써 시트상 형성물(10)을 형성할 수 있다. 한편, 전술한 소정 용매로는 물, 유기 용제 등을 제한 없이 사용할 수 있다. 소정 용매로 유기 용제를 사용할 경우, 예를 들면 에탄올, 프로판올 등 극성을 갖는 것을 사용할 수 있다. 또한 전술한 소정 압력이란, 예를 들면 10kg/㎠ 내지 100kg/㎠의 압력으로 하면 된다. 또한 전술한 소정 시간이란, 예를 들면 5분 내지 60분으로 하면 된다. 한편, 중간 생성물을 프레스기로 가압하는 것은 상기 중간 생성물에 포함되는 소정 용매를 제거하는 것을 목적으로 한다. 따라서, 상기 중간 생성물에 포함되는 소정 용매의 함유량이 적은 경우에는 중간 생성물을 프레스기로 가압하는 공정을 생략하고, 전술한 바와 같이 생성된 중간 생성물을 시트상 형성물(10)로 사용해도 된다.

[0031] 다음으로, 형성된 시트상 형성물(10)을 소정 틀에 올려놓은 후, 이 틀 내에 액상 수지 재료(20)를 함침시킨 후, 수지 재료(20)를 고화(경화)시킴으로써 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)를 형성할 수 있다.

[0032] 여기서, 수지 재료(20)로는 예를 들면 실리콘 수지, 에폭시 수지, 페놀 수지, 멜라민 수지, 우레아 수지, 열경화성 폴리이미드, 불포화 폴리에스테르 수지, 폴리우레탄 등의 열경화성 수지를 제한 없이 사용할 수 있다.

[0033] 또한 수지 재료(20)로서, 예를 들면 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리스티렌, 폴리염화 비닐, 폴리염화 비닐리덴, 폴리아세트산 비닐, 아크릴로니트릴스티렌 공중합체, 아크릴로니트릴부타디엔스티렌 공중합체, 아크릴로니트릴에틸렌프로필렌디엔스티렌 공중합체, 메타크릴 수지 등의 열가소성 수지를 제한 없이 사용할 수도 있다.

[0034] 또한 수지 재료(20)로서, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리클로로트리플루오로에틸렌, 폴리불화 비닐리덴, 폴리불화 비닐 등의 불소 수지를 제한 없이 사용할 수도 있다.

[0035] 또한 수지 재료(20)로서, 폴리카보네이트, 폴리아미드 수지, 폴리아세탈, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에테르에테르케톤, 폴리페닐설파이드, 폴리술폰, 폴리에테르이미드, 폴리아미드이미드, 열가소성 폴리이미드, 액정 폴리머 등을 제한 없이 사용할 수도 있다.

[0036] 또한 수지 재료(20)로서, 아크릴로니트릴스티렌아크릴레이트, 어택틱 폴리프로필렌, 셀룰로오스아세테이트, 셀룰로오스아세테이트부티레이트, 염소화 염화 비닐, 클로로프렌 고무, 디알릴프탈레이트, 에틸렌에틸아크릴레이트, 에틸렌프로필렌디엔 삼원 공중합체, 에틸렌테트라플루오로에틸렌 공중합체, 에틸렌아세트산 비닐 공중합체, 에틸비닐에테르, 에틸렌비닐알코올 공중합체, 퍼플루오로 고무, 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌 공중합체, 연질 우레탄 폼 등을 제한 없이 사용할 수도 있다.

[0037] 또한 수지 재료(20)로서, 유리 섬유 강화 플라스틱, 유리 섬유 강화 열가소성 플라스틱, 부틸 고무, 아이오노머, 이소프렌 고무, 멜라민포름알데히드, 메틸메타크릴레이트, 니트릴 고무, 천연 고무, 폴리아크릴산, 폴리알릴에테르케톤, 폴리에스테르알키드 수지, 폴리아크릴로니트릴, 폴리아릴레이트 등을 제한 없이 사용할 수도 있다.

[0038] 또한 수지 재료(20)로서, 폴리파라페닐렌벤조비스옥사졸, 폴리부타디엔스티렌, 디알릴테레프탈레이트, 폴리디시클로펜타디엔, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리에틸렌옥시드, 폴리에테르술폰, 페놀포름알데히드, 테트라플루오로에틸렌퍼플루오로알킬비닐에테르 공중합체, 폴리이소부틸렌, 폴리메틸펜텐 등을 제한 없이 사용할 수도 있다.

[0039] 또한 수지 재료(20)로서, 폴리프탈아미드, 폴리페닐렌에테르, 폴리페닐렌옥시드, 폴리트리메틸렌테레프탈레이트, 반응성 폴리우레탄, 폴리비닐알코올, 폴리비닐부티랄, 아크릴 변성 폴리염화 비닐, 폴리이염화 비닐, 염화 비닐 아세트산 비닐 공중합체 등을 제한 없이 사용할 수도 있다.

[0040] 또한 수지 재료(20)로서, 폴리비닐포르말, 폴리비닐피롤리돈, 스티렌부타디엔, 스티렌부타디엔 고무, 스티렌 블록 공중합체, 스티렌부타디엔스티렌 블록 공중 합체, 스티렌에틸렌부틸렌스티렌 블록 공중합체, 스티렌에틸렌프로필렌스티렌 블록 공중합체, 스티렌이소프렌스티렌 블록 공중합체, 시트 몰딩 컴파운드, 신디오택틱 폴리스티렌, 열가소성 엘라스토머, 열가소성 폴리우레탄, 우레아포름알데히드 수지, 초고분자량 폴리에틸렌, 염화 비닐에틸렌, 염화 비닐 아크릴산 옥틸, 가교 폴리에틸렌 등을 제한 없이 사용할 수도 있다.

[0041] 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)에서 AlN 위스커(11)(복수의 AlN 위스커(11))의 충전량은 수지 성형체(1)의 열전도성 및 가공성 관점에서 중량비로 3.0wt% 내지 65.0wt% 범위인 것이 바람직하다. 수지 성형체(1)의 열전도성을 향상시키기 위해서는 수지 성형체(1)에서 AlN 위스커(11)를 최소한 3.0wt% 충전시킬 필요가 있다. 또한 수지 성형체(1)에서 AlN 위스커(11)의 중량비가 65.0wt% 이상, 특히 70.0wt% 이상이 되면, 수지 성형체(1)의 가공성이 저하된다(수지 성형체(1)를 성형하기가 곤란해진다). 한편, 가공성을 중시한 수지 성형체(1)가 요구될 경

우, 상기 수지 성형체(1)에서 AlN 위스커(11)(복수의 AlN 위스커(11))의 충전량은 중량비로 3.0wt% 내지 20.0wt% 범위인 것이 보다 바람직하고, 5.0wt% 내지 20.0wt% 범위인 것이 가장 바람직하다. 한편, 열전도성을 중시한 수지 성형체(1)가 요구될 경우, 상기 수지 성형체(1)에서 AlN 위스커(11)(복수의 AlN 위스커(11))의 충전량은 중량비로 40.0wt% 내지 65.0wt% 범위인 것이 보다 바람직하고, 50.0wt% 내지 65.0wt% 범위인 것이 가장 바람직하다.

[0042] 2. 변형예에 따른 수지 성형체

[0043] 2-1. 제1 변형예

[0044] 다음으로, 제1 변형예에 따른 수지 성형체의 개요에 대해 도 2를 참조하면서 설명한다. 도 2는 제1 변형예에 따른 수지 성형체(2)의 구성을 모식적으로 나타낸 개략도이다.

[0045] 제1 변형예에 따른 수지 성형체(2)는 주로 복수의 AlN 위스커(11); 전술한 바와 같이 설명한 수지 재료(20); 및 구상 AlN 필러(30)를 포함한다. 즉, 제1 변형예에 따른 수지 성형체(2)는 수지 재료(20)와 구상 AlN 필러(30)를 주로 포함하는 종전의 수지재에, 복수의 AlN 위스커(11)를 더 추가한 것으로 이해할 수 있다.

[0046] 또한 제1 변형예에 따른 수지 성형체(2)에는 전술한 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)에 포함되는 시트상 형성물(10)이 존재하지 않는다. 즉, 제1 변형예에 따른 수지 성형체(2)는 공지된 방법으로 제조된 복수(다수)의 AlN 위스커(11)와, 공지된 방법으로 제조된 복수의 구상 AlN 필러(30)를 미리 준비하여, 이들을 소정 틀에 균일하게 분산되도록 올려놓고, 이 틀 내에 액상 수지 재료(20)를 함침시킨 후 수지 재료(20)를 고화(경화)시킴으로써 형성된다.

[0047] 제1 변형예에 따른 수지 성형체(2)에 포함되는 복수의 AlN 위스커(11) 및 수지 재료(20)는 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)에서 사용되는 것과 동일한 것을 사용할 수 있다. 또한 제1 변형예에 따른 수지 성형체(2)에 포함되는 구상 AlN 필러(30)는 일반적으로 공지된 것을 사용할 수 있다.

[0048] 제1 변형예에 따른 수지 성형체(2)에서 AlN 위스커(11)(복수의 AlN 위스커(11))의 충전량은 수지 성형체(2)에 대한 구상 AlN 필러(30)의 충전량이 예를 들어 중량비로 60wt% 내지 70wt% 정도인 경우, 중량비로 3.0wt% 내지 20.0wt% 범위인 것이 바람직하고, 5.0wt% 내지 20.0wt% 범위인 것이 보다 바람직하고, 5.0wt% 내지 10.0wt% 범위인 것이 가장 바람직하다. 이미 구상 AlN 필러(30)가 60wt% 내지 70wt% 정도 포함된 경우, 중량비로 3.0wt% 이상의 AlN 위스커(11)가 포함됨으로써 수지 성형체(2)의 열전도성을 향상시킬 수 있게 된다. 한편, 이미 구상 AlN 필러(30)가 60wt% 내지 70wt% 정도 포함된 경우, AlN 위스커(11)가 중량비로 20.0wt%를 초과하는 양으로 포함되게 되면, 수지 성형체(2)의 가공성, 성형성의 관점에서 바람직하지 않다.

[0049] 2-2. 제2 변형예

[0050] 다음으로, 제2 변형예에 따른 수지 성형체의 개요에 대해 도 3을 참조하면서 설명한다. 도 3은 제2 변형예에 따른 수지 성형체(3)의 구성을 모식적으로 나타낸 개략도이다.

[0051] 제2 변형예에 따른 수지 성형체(3)는 주로 복수(다수)의 AlN 위스커(11); 및 구상 수지 재료(50)를 포함한다. 한편, 제2 변형예에 따른 수지 성형체(3)에서는 도 3에 도시한 바와 같이 복수의 수지 재료(50) 각각의 표면이 복수의 AlN 위스커(11)로 피복된 피복 형성물(40)이 형성되어 있다. 즉, 제2 변형예에 따른 수지 성형체(3)는 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)에서 시트상 형성물(10)의 대체물로서 피복 형성물(40)이 포함된다.

[0052] 제2 변형예에 따른 수지 성형체(3)는 공지된 방법으로 제조된 복수(다수)의 AlN 위스커(11)와 구상인 복수의 수지 재료(50)를 미리 준비하고, 복수의 수지 재료(50) 각각의 표면이 복수의 AlN 위스커(11)로 피복된 피복 형성물(40)을 형성한 후, 이 피복 형성물(40)을 소정 틀에 올려놓고, 상기 피복 형성물(40)을 소정 압력으로 가압하면서 또한 소정 온도로 가열 처리함으로써 형성된다.

[0053] 제2 변형예에 따른 수지 성형체(3)에 포함되는 복수의 AlN 위스커(11)는 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)에서 사용되는 것과 동일한 것을 사용할 수 있다. 또한 제2 변형예에 따른 수지 성형체(3)에 포함되는 수지 재료(50)는 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)에서 사용 가능한 수지 재료(20)와 동일하면서 구상으로 되어 있는 것을 제한 없이 사용할 수 있다.

[0054] 또한 제2 변형예에 따른 수지 성형체(3)의 제2 수지 재료(50)로는 직경이 1.0㎛ 내지 200.0㎛인 것을 일례로 사용할 수 있고, 보다 바람직하게는 5.0㎛ 내지 100.0㎛인 것을 사용할 수 있고, 가장 바람직하게는 10.0㎛ 내지 50.0㎛인 것을 사용할 수 있다.

[0055] 제2 변형예에 따른 수지 성형체(3)에서 AlN 위스커(11)(복수의 AlN 위스커(11))의 충전량은 전술한 일 실시형태와 마찬가지로, 수지 성형체(3)의 열전도성 및 가공성의 관점에서 중량비로 3.0wt% 내지 65.0wt% 범위인 것이 바람직하다.

[0056] 2-3. 제3 변형예

[0057] 다음으로, 제3 변형예에 따른 수지 성형체의 개요에 대해 도 4를 참조하면서 설명한다. 도 4는 제3 변형예에 따른 수지 성형체(4)의 구성을 모식적으로 나타낸 개략도이다.

[0058] 제3 변형예에 따른 수지 성형체(4)는 주로 복수(다수)의 AlN 위스커(11); 및 전술한 바와 같이 설명한 수지 재료(20)를 포함한다. 제3 변형예에 따른 수지 성형체(4)는 전술한 바와 같이 설명한 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)와 유사하지만, 상기 수지 성형체(1)에서 시트상 형성물(10)을 사용하지 않고, 복수(다수)의 AlN 위스커(11) 각각을 파쇄하여 그 길이를 짧게 한 것이 사용된다. 제3 변형예에 따른 수지 성형체(4)에서 복수(다수)의 AlN 위스커(11)의 길이는 대략 1.0㎛ 내지 300.0㎛ 범위이나 이에 한정되지 않으며, 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)에서 사용된 AlN 위스커의 길이보다 짧으면 된다.

[0059] 제3 변형예에 따른 수지 성형체(4)는 공지된 방법으로 제조된 복수(다수)의 AlN 위스커(11)를 미리 준비한 후 이것을 소정 길이로 파쇄하고, 이 파쇄된 복수(다수)의 AlN 위스커(11)를 액상 수지 재료(20)에 분산시켜, 액상 수지 재료(20) 내에 복수(다수)의 AlN 위스커(11)가 분산된 것을 소정 틀 내에 올려놓은 후 수지 재료(20)를 고화(경화)시킴으로써 형성된다.

[0060] 제3 변형예에 따른 수지 성형체(4)에 포함되는 복수의 AlN 위스커(11) 및 수지 재료(20)는 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)에서 사용되는 것과 동일한 것을 사용할 수 있다.

[0061] 제3 변형예에 따른 수지 성형체(4)에서 AlN 위스커(11)(복수의 AlN 위스커(11))의 충전량은 전술한 일 실시형태와 마찬가지로, 수지 성형체(4)의 열전도성 및 가공성의 관점에서 중량비로 3.0wt% 내지 65.0wt% 범위인 것이 바람직하고, 20.0wt% 내지 40.0wt% 범위인 것이 보다 바람직하다.

[0062] **실시예**

[0063] 1. 실시예 1 내지 실시예 3

[0064] 공지된 방법으로 제조된 다수의 AlN 위스커를 수중에 분산시킨 후, 뜨는 작업을 10분 실시하여, 복수의 AlN 위스커가 일정 정도 균일하게 분산된 종이상 중간 생성물을 얻었다. 그 후, 얻어진 중간 생성물을 40kg/㎠의 압력값으로 30분간 프레스기로 가압함으로써 시트상 형성물을 형성하였다.

[0065] 다음으로, 형성된 시트상 형성물을 소정 틀에 올려놓은 후, 이 틀 내에 액상 에폭시 수지를 첨가한 후, 상기 틀을 80℃에서 3시간 가열한 후 추가로 150℃에서 1시간 가열하는 경화 공정을 거쳐 에폭시 수지를 경화시킴으로써 수지 성형체를 얻었다. 한편, 시트상 형성물에 포함되는 AlN 위스커의 수지 성형체에 대한 중량비(wt%)가 하기 표 1에 기재된 비율이 되도록 액상 에폭시 수지가 첨가되었다. 한편, 실시예 1에서 사용된 AlN 위스커의 직경은 실시예 2 및 실시예 3에서 사용된 AlN 위스커의 직경보다 두꺼웠다. 또한 실시예 1 내지 실시예 3에 따른 수지 성형체는 전술한 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)에 대응하는 것이다.

표 1

[0066]

	실시예 1	실시예 2	실시예 3
AlN 위스커	50.0wt%	12.8wt%	5.7wt%

[0067] 2. 실시예 4 및 실시예 5

[0068] 공지된 방법으로 제조된 복수의 구상 AlN 필러를 액상 에폭시 수지 내에 첨가하여 분산시킨 후, 또한 공지된 방법으로 제조된 다수의 AlN 위스커를 상기 에폭시 수지 내에 첨가하여 분산시킴으로써 슬러리를 조제하였다. 이 슬러리를 소정 틀 내에 균일하게 올려놓은 후, 상기 틀을 80℃에서 3시간 가열한 후 추가로 150℃에서 1시간 가열하는 경화 공정을 거쳐 에폭시 수지를 경화시킴으로써 수지 성형체를 얻었다. 한편, 이 수지 성형체에 포함되는 AlN 위스커의 상기 수지 성형체에 대한 중량비(wt%)가 하기 표 2에 기재된 비율이 되도록 액상 에폭시 수지가 첨가되었다. 한편, 하기 표 2의 괄호 값은 수지 성형체에 대한 AlN 위스커와 구상 AlN 필러의 합계 중량의 중량비를 나타낸다. 또한 실시예 4 및 실시예 5에 따른 수지 성형체는 전술한 제1 변형예에 따른 수지 성형체

(2)에 대응하는 것이다.

표 2

[0069]

	실시예 4	실시예 5
AlN 위스커	5.0wt% (60.0wt%)	5.0wt% (70.0wt%)

[0070] 3. 실시예 6 및 실시예 7

[0071] 공지된 방법으로 제조된 다수의 AlN 위스커 및 다수의 구상(분말상) 페놀 수지를 준비하였다. 그리고, 복수의 페놀 수지 각각의 표면이 복수의 AlN 위스커로 피복되도록 피복 형성물을 형성하였다.

[0072] 다음으로, 형성된 피복 형성물을 소정 틀에 올려놓은 후, 이 피복 형성물을 가압하면서 5분간 180℃에서 가열하여 페놀 수지를 경화시킴으로써 수지 성형체를 얻었다. 한편, 이 수지 성형체에 포함되는 AlN 위스커의 상기 수지 성형체에 대한 중량비(wt%)가 하기 표 3에 기재된 비율이 되도록 피복 형성물이 형성되었다. 한편, 실시예 6 및 실시예 7에 따른 수지 성형체는 전술한 제2 변형예에 따른 수지 성형체(3)에 대응하는 것이다.

표 3

[0073]

	실시예 6	실시예 7
AlN 위스커	11.7wt%	21.8wt%

[0074] 4. 실시예 8 내지 실시예 11

[0075] 공지된 방법으로 제조된 다수의 AlN 위스커를 소정 길이가 될 때까지 파쇄하였다. AlN 위스커의 길이는 1.0㎛ 내지 300.0㎛였다. 다음으로, 파쇄된 다수의 AlN 위스커를 액상 에폭시 수지에 분산시켰다. 액상 에폭시 수지 내에 다수의 AlN 위스커가 분산된 것을 소정 틀 내에 올려놓고, 상기 틀을 80℃에서 3시간 가열한 후 추가로 150℃에서 1시간 가열하는 경화 공정을 거쳐 에폭시 수지를 경화시킴으로써 수지 성형체를 얻었다. 한편, 이 수지 성형체에 포함되는 AlN 위스커의 상기 수지 성형체에 대한 중량비(wt%)가 하기 표 4에 기재된 비율이 되도록 액상 에폭시 수지 내에 AlN 위스커가 분산되었다. 한편, 실시예 11에서 사용된 AlN 위스커의 직경은 실시예 8 내지 실시예 10에서 사용된 AlN 위스커의 직경보다 두꺼웠다. 또한 실시예 8 내지 실시예 11에 따른 수지 성형체는 전술한 제3 변형예에 따른 수지 성형체(4)에 대응하는 것이다.

표 4

[0076]

	실시예 8	실시예 9	실시예 10	실시예 11
AlN 위스커	40.0wt%	30.0wt%	20.0wt%	30.0wt%

[0077] 5. 비교예 1 및 비교예 2

[0078] 비교예 1 및 비교예 2로는 구상 AlN 필러만 첨가된 시판품인 수지 성형체를 사용하였다. 이 시판품에 사용된 수지 재료는 실리콘 수지였다. 비교예 1 및 비교예 2에 따른 수지 성형체 각각에 포함되는 구상 AlN 필러의 충전량(수지 성형체에 대한 중량비(wt%))은 하기 표 5에 기재된 바와 같다.

표 5

[0079]

	비교예 1	비교예 2
구상 AlN 필러	65.0wt%	95.0wt%

[0080] 6. 평가

[0081] 전술한 바와 같이 얻은 실시예 1 내지 실시예 11, 그리고 비교예 1 및 비교예 2에 따른 수지 성형체 각각에 대하여 열전도율을 측정하였다. 실시예 1 내지 실시예 11, 그리고 비교예 1 및 비교예 2의 열전도율은 열확산율, 비열 및 밀도의 곱을 통해 산출하였다. 한편, 실시예 1 내지 실시예 11, 그리고 비교예 1 및 비교예 2에 대한 열확산율 측정은 어드밴스 리코사 제품인 LaserPIT 장치를 사용하였고, 비열 측정은 시마즈 세이사쿠쇼사 제품

인 DSC-60A를 사용하였고, 밀도 측정은 A&D사 제품인 AD-1653을 사용하였다. 도 5 및 도 6은 실시예 1 내지 11, 그리고 비교예 1 및 비교예 2에 따른 수지 성형체의 열전도율 결과를 나타낸 도면이다.

[0082] 도 5 및 도 6에 도시한 바와 같이, 실시예 1 내지 실시예 11에 따른 수지 성형체는 AlN 위스커를 적은 중량비로 포함하면서 열전도성이 우수하였다. 또한 실시예 5와 비교예 1을 비교하면(실시예 5는 비교예 1에 5.0wt%의 AlN 위스커가 추가적으로 첨가된 것으로 이해할 수 있음), 실시예 5의 열전도율은 비교예 1의 열전도율보다 높은 값이었다. 또한, 실시예 1 내지 실시예 3에 따른 수지 성형체의 열전도율은 다른 실시예보다 높은 값이었다.

[0083] 이상의 결과를 통해, 실시예 1 내지 실시예 11에 따른 수지 성형체는 AlN 위스커에 기인한 네트워크(방열 경로)가 효율적으로 형성되어 있다고 이해된다. 특히, 시트상 형성물을 포함하는 수지 성형체는 이러한 네트워크가 보다 효율적으로 형성되어 있다고 생각된다.

[0084] 7. 실험 데이터

[0085] 도 7은 전술한 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)(도 1)인 6개의 샘플 및 전술한 제3 변형예에 따른 수지 성형체(4)(도 4)인 7개의 샘플 각각에 대해 이루어진 측정 결과를 나타낸 표이다. 도 7에서 "충전량(wt)"은 수지 성형체에 충전된 AlN 위스커(11)의 충전량(단위: wt)을 나타내고, "충전량(vol%)"은 수지 성형체에 충전된 AlN 위스커(11)의 충전량(단위: vol%)을 나타내고, "열전도율"은 수지 성형체의 열전도율을 나타낸다.

[0086] 또한 "(단위)체적당 접촉점 수"(즉, "접촉점 수")는 수지 성형체에 충전된 복수의 AlN 위스커(11)끼리 단위 체적(μm^3)당 접촉하는 점의 총 개수를 나타낸다. 여기서는 일례로 500(㎛)×500(㎛)×500(㎛)의 체적에서 AlN 위스커(11)의 접촉점 수를 측정하고, 이와 같이 측정된 접촉점 수를 500^3(μm^3)으로 나눔으로써 단위 체적당 접촉점 수(즉, "접촉점 수")가 산출된다. 한편, 여기서 접촉점 수는 일례로 각 샘플의 X선 CT 이미지를 촬영하고, 촬영한 X선 CT 이미지에 대해 컴퓨터를 이용해서 이미지 해석 처리를 함으로써 계측된 것이다.

[0087] 또한 수지 성형체에 충전된 복수의 AlN 위스커(11)의 직경은 완전히 동일하지는 않고 편차를 갖는 바, "평균 직경(㎛)"은 이러한 복수의 AlN 위스커(11)의 직경 평균(=복수의 AlN 위스커의 직경 합계/AlN 위스커의 총 개수)을 나타낸다. 한편, 여기서는 평균 직경을 구하기 위한 "복수의 AlN 위스커"의 일례로, 전자 현미경을 이용해서 각 샘플의 일부를 촬영하고, 이러한 촬영을 통해 얻어진 이미지에 포함된 모든 AlN 위스커를 사용하였다. 다른 예로는, 전자 현미경을 이용해서 각 샘플 전체를 촬영하고, 이러한 촬영을 통해 얻어진 이미지에 포함된 모든 AlN 위스커를 "복수의 AlN 위스커"로 사용할 수도 있다. 또 다른 예로는, 전술한 방법 중 어느 하나를 이용해서 얻어진 이미지에서 단위 체적에 포함된 모든 AlN 위스커를 "복수의 AlN 위스커"로 사용할 수도 있다.

[0088] 도 8은 도 7에 도시한 측정 결과에 기초해서, 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1) 및 제3 변형예에 따른 수지 성형체(4) 각각에 대해 접촉점 수와 열전도율의 관계를 나타낸 그래프이다.

[0089] 도 8 및 도 7을 통해 명백한 바와 같이, 제3 변형예에 따른 수지 성형체(4)에 주목하면, 접촉점 수가 0.012(/㎛^{3})일 때 열전도율이 1.5(W/mk)인 반면, 접촉점 수가 0.015(/㎛^{3})일 때 열전도율이 2(W/mk)로 (2차 곡선을 따르도록) 증가한다. 또한 제조상의 관점(가공성을 확보하는 관점)에서 접촉점 수의 상한은 1.0인 것이 바람직하다. 구체적으로, 접촉점 수가 1을 웃도는 경우에는 수지 재료의 점도가 증가한 결과, 수지 성형체를 시트상으로 성형하기가 곤란해질 가능성이 생각된다. 따라서, 접촉점 수의 상한은 1.0인 것이 바람직하다.

[0090] 따라서, 접촉점 수는 0.015(/μm^3) 이상 1.0(/μm^3) 이하인 것이 더욱 바람직하다. 또한 다른 상한으로는 접촉점 수가 0.029(/μm^3)일 때 열전도율이 5(W/mk)이고, 이 열전도율은 접촉점 수가 0.012(/μm^3)일 때의 열전도율(1.5(W/mk))보다 현저히 크다. 따라서, 접촉점 수는 0.015(/μm^3) 이상 0.029(/μm^3) 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0091] 아울러, 접촉점 수가 0.015(/μm^3)일 때 열전도율이 2(W/mk)인 반면, 접촉점 수가 0.016(/μm^3)일 때 열전도율이 3(W/mk)으로 (2차 곡선을 따르도록) 증가한다. 따라서, 접촉점 수는 0.016(/μm^3) 이상 1.0(/μm^3) 이하인 것이 더욱 바람직하고, 0.016(/μm^3) 이상 0.029(/μm^3) 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0092] 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)에 주목하면, 접촉점 수가 0.014(/μm^3)일 때 열전도율이 4(W/mk)인 반면, 접촉점 수가 0.020(/μm^3)일 때 열전도율이 4.7(W/mk)로 증가한다. 또한 제조상의 관점(가공성을 확보하는 관점)에

서 접촉점 수의 상한은 1.0인 것이 바람직하다. 구체적으로, 접촉점 수가 1.0을 웃도는 경우에는 복수의 AlN 위스커를 부직포상으로 성형하기가 곤란해질 가능성, 및/또는 복수의 AlN 위스커들 사이에 형성된 공극 내에 수지 재료가 함침되기 어려워질 가능성이 생각된다. 따라서, 접촉점 수의 상한은 1.0인 것이 바람직하다.

[0093] 따라서, 접촉점 수는 0.020(/㎛^{3}) 이상 1.0(/㎛^{3}) 이하인 것이 더욱 바람직하다. 또한, 다른 상한으로는 접촉점 수가 0.046(/㎛^{3})일 때 열전도율이 14(W/mk)이고, 이 열전도율은 접촉점 수가 0.014(/㎛^{3})일 때의 열전도율(4(W/mk))보다 현저히 크다. 따라서, 접촉점 수는 0.020(/㎛^{3}) 이상 0.046(/㎛^{3}) 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0094] 또한 접촉점 수가 0.020(/㎛^{3})일 때 열전도율이 4.7(W/mk)인 반면, 접촉점 수가 0.023(/㎛^{3})일 때 열전도율이 5.3(W/mk)로 (2차 곡선을 따르도록) 증가한다. 따라서, 접촉점 수는 0.023(/㎛^{3}) 이상 1.0(/㎛^{3}) 이하인 것이 더욱 바람직하고, 0.023(/㎛^{3}) 이상 0.046(/㎛^{3}) 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0095] 도 9는 도 7에 도시한 측정 결과에 기초해서, 4종류의 평균 직경(의 범위) 각각에 대해 접촉점 수와 열전도율의 관계를 나타낸 그래프이다. 여기서, 4종류의 평균 직경(의 범위)은 1㎛ 미만, 1㎛ 이상 5㎛ 미만, 5㎛ 이상 10㎛ 미만, 및 10㎛ 이상이라는 범위를 포함한다. 한편, 이러한 4종류의 평균 직경은 일 실시형태에 따른 수지 성형체(1)와 제3 변형예에 따른 수지 성형체(4)를 구별하지 않는다. 또한 도 9에 도시된 그래프에서 가로축은 대수 표기로 표현되어 있다.

[0096] 도 9 및 도 7을 통해 명백한 바와 같이, 접촉점 수가 동일하거나 대략 동일한 경우, 평균 직경이 1㎛ 미만일 때의 열전도율에 비해, 평균 직경이 1㎛ 이상 10㎛ 이하일 때 열전도율이 현저히 크다. 따라서, 평균 직경은 1㎛ 이상 10㎛ 이하인 것이 바람직하다. 또한 평균 직경은 5㎛ 이상 10㎛ 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0097] 본 출원은 "수지 성형체 및 이의 제조방법"이라는 타이틀로 2022년 2월 4일에 제출된 일본특허출원 제2022-016179에 기초한 것이며, 이 일본특허출원에 의한 우선권의 이익을 누린다. 이 일본특허출원의 전체 내용이 인용을 통해 본 명세서에 포함된다.

부호의 설명

[0098] 1~4 수지 성형체

10 시트상 형성물

11 AlN 위스커

20 수지 재료

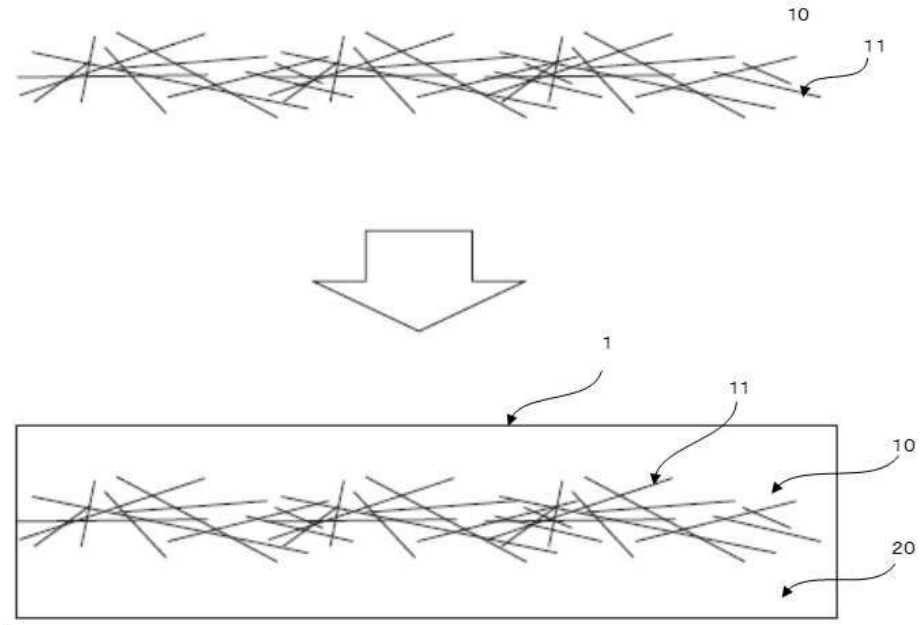
30 구상 AlN 필러

40 피복 형성물

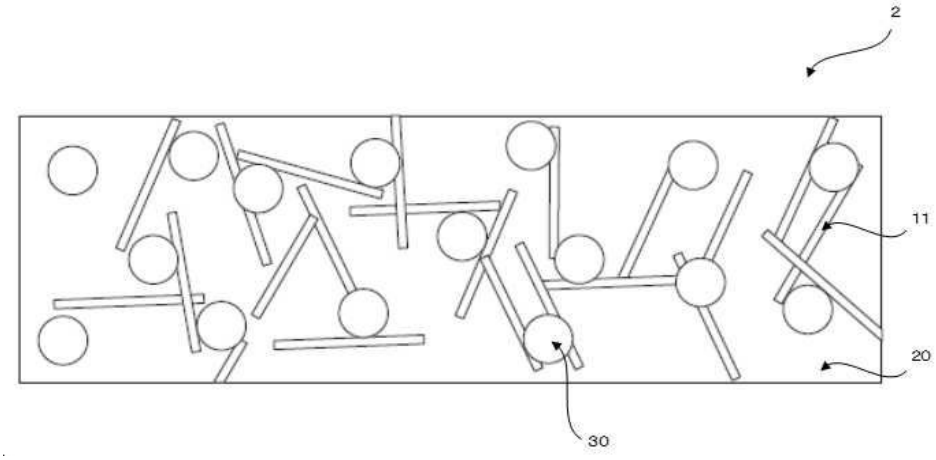
50 구상 수지 재료

도면

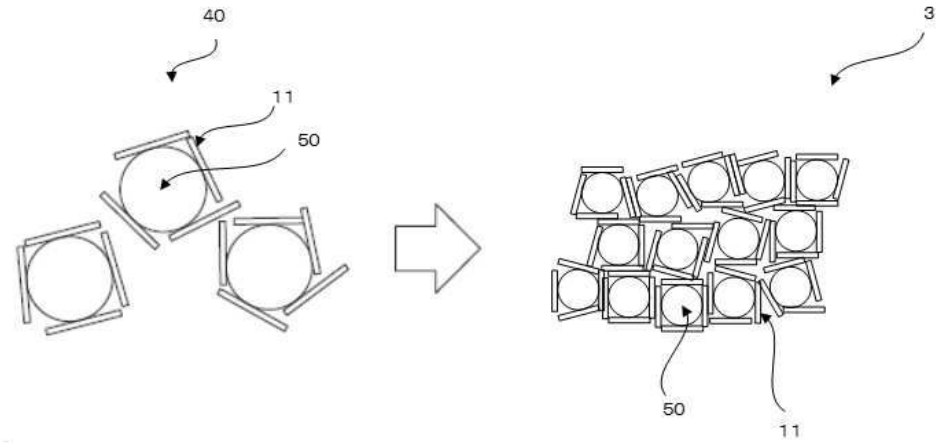
도면1



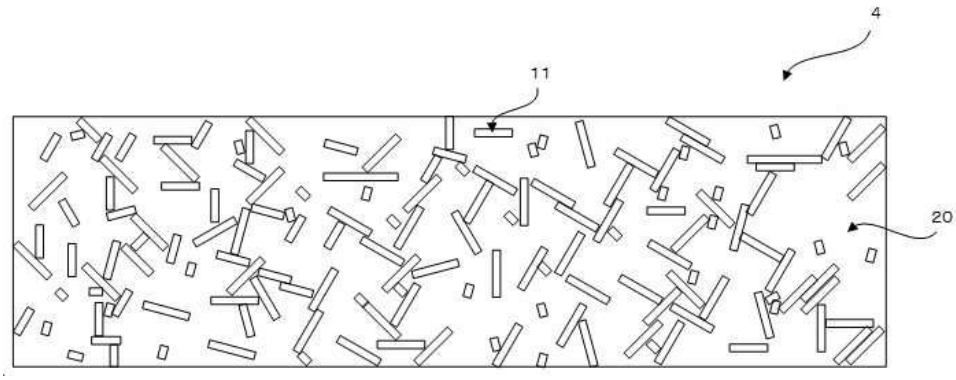
도면2



도면3



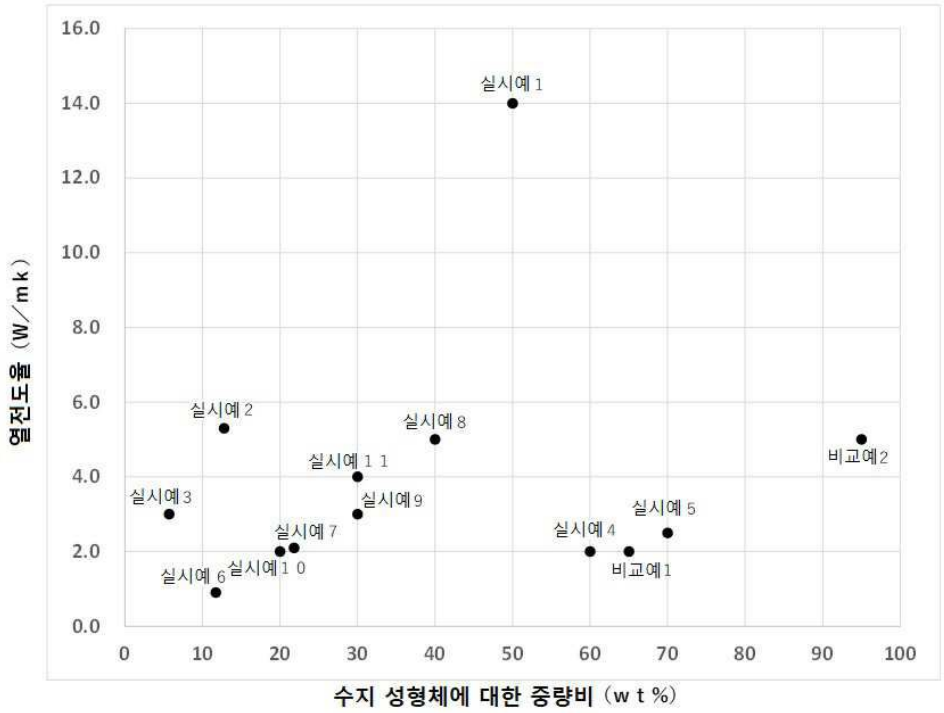
도면4



도면5

	중량비 (수지성형체 대비)	열전도율 (W/mk)
실시예 1	50	14.0
실시예 2	12.8	5.3
실시예 3	5.7	3.0
실시예 4 (AlN 위스커 + 구상 AlN 필러의 합계 중량비)	60	2.0
실시예 5 (AlN 위스커 + 구상 AlN 필러의 합계 중량비)	70	2.5
실시예 6	11.7	0.9
실시예 7	21.8	2.1
실시예 8	40	5.0
실시예 9	30	3.0
실시예 1 0	20	2.0
실시예 1 1	30	4.0
비교예 1	65	2.0
비교예 2	95	5.0

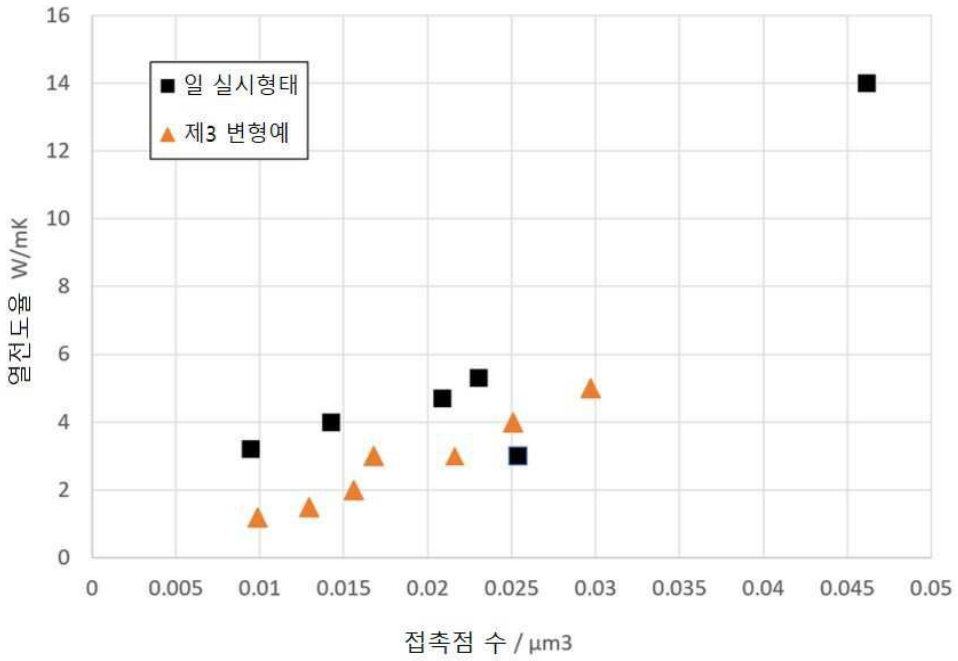
도면6



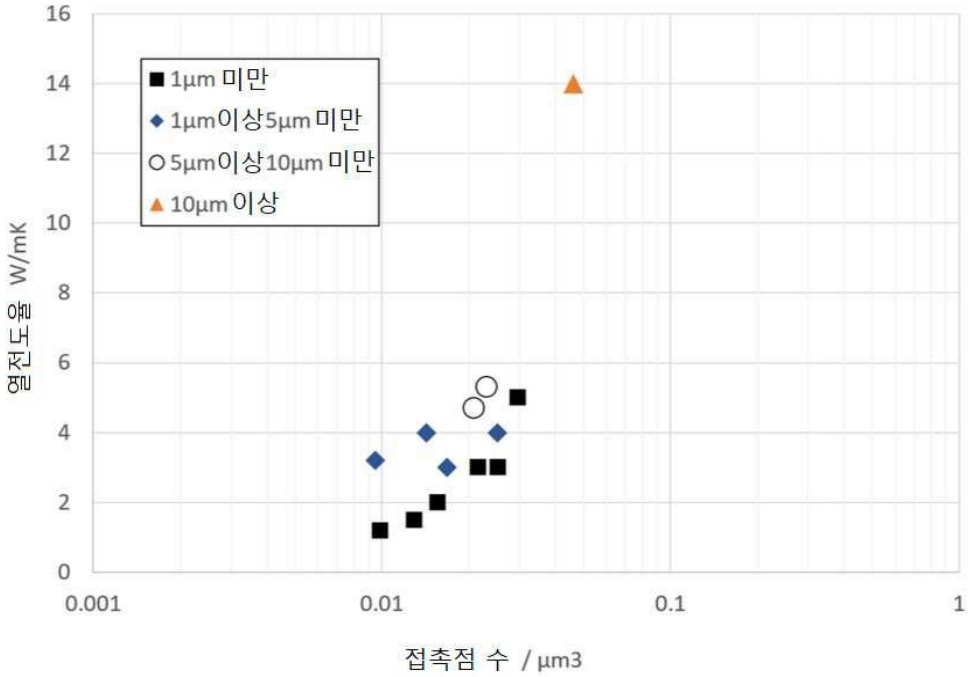
도면7

실시형태	충전량(wt)	충전량(vol%)	열전도율(W/mk)	체적당 접촉점 수	평균직경(μm)
일 실시형태	50	26.4	14	0.04614626	12.50
일 실시형태	12.8	5	5.3	0.023063553	5.20
일 실시형태	3.8	1.8	3.2	0.00946794	3.84
일 실시형태	4	1.97	4	0.01423585	4.20
일 실시형태	7	2.63	4.7	0.020891464	5.50
일 실시형태	5.7	2.12	3	0.025402632	0.96
제3 변형예	40	19.3	5	0.029700064	0.95
제3 변형예	30	13.3	3	0.016794018	1.32
제3 변형예	20	8.2	2	0.015589156	0.95
제3 변형예	30	13.3	4	0.025105464	1.28
제3 변형예	26.2	12	3	0.021641563	0.97
제3 변형예	18.4	8	1.5	0.012941466	0.98
제3 변형예	16.4	7	1.2	0.009876244	0.98

도면8


16
14
12
10
8
6
4
2
0
0
0.005
0.01
0.015
0.02
0.025
0.03
0.035
0.04
0.045
0.05
■ 일 실시형태
▲ 제3 변형예
열전도율 W/mK
접촉점 수 / μm3

도면9


16
14
12
10
8
6
4
2
0
0.001
0.01
0.1
1
■ 1μm 미만
◆ 1μm이상5μm 미만
○ 5μm이상10μm 미만
▲ 10μm 이상
열전도율 W/mK
접촉점 수 / μm3