



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월28일

(11) 등록번호 10-2245167

(24) 등록일자 2021년04월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C08J 5/18 (2006.01) C08J 5/04 (2006.01)
 C08J 5/06 (2006.01) C08K 3/22 (2006.01)
 C08K 3/26 (2006.01) C08K 9/06 (2006.01)
 D04H 1/4242 (2012.01) H01L 23/36 (2006.01)
 H01L 23/373 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 C08J 5/18 (2013.01)
 C08J 5/042 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2020-7022143(분할)
 (22) 출원일자(국제) 2017년01월13일
 심사청구일자 2020년07월31일
 (85) 번역문제출일자 2020년07월29일
 (65) 공개번호 10-2020-0093712
 (43) 공개일자 2020년08월05일
 (62) 원출원 특허 10-2018-7016452
 원출원일자(국제) 2017년01월13일
 심사청구일자 2018년06월11일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2017/001039
 (87) 국제공개번호 WO 2017/130740
 국제공개일자 2017년08월03일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2016-012672 2016년01월26일 일본(JP)
 JP-P-2016-254263 2016년12월27일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 WO2011013840 A1*
 WO2015002084 A1*
 WO2013051707 A1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 테쿠세리아루즈 가부시카가이샤
 일본 도쿄도 시나가와구 오사끼 1조메 11방 2고
 게이트 시티 오사끼 이스트 타워 8층
 (72) 발명자
 가나야, 히로키
 일본 1410032 도쿄도 시나가와구 오사끼 1조메 1
 1방 2고 게이트 시티 오사끼 이스트 타워 8층 테
 쿠세리아루즈 가부시카가이샤 내
 우치다, 신이치
 일본 1410032 도쿄도 시나가와구 오사끼 1조메 1
 1방 2고 게이트 시티 오사끼 이스트 타워 8층 테
 쿠세리아루즈 가부시카가이샤 내
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 장수길, 신수범, 박보현

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 최춘식

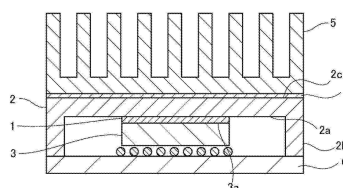
(54) 발명의 명칭 열전도 시트, 열전도 시트의 제조 방법, 방열 부재 및 반도체 장치

(57) 요약

결합제 수지와, 절연 피복 탄소 섬유와, 상기 절연 피복 탄소 섬유 이외의 열전도성 필러를 함유하며, 상기 절연 피복 탄소 섬유와 상기 결합제 수지의 질량비(절연 피복 탄소 섬유/결합제 수지)가, 1.30 미만이고, 상기 절연 피복 탄소 섬유와, 탄소 섬유와, 상기 탄소 섬유의 표면의 적어도 일부에 중합성 재료의 경화물로 이루어지는 피

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



막을 함유하는 열전도 시트이다.

(52) CPC특허분류

C08J 5/06 (2013.01)
C08K 3/22 (2013.01)
C08K 3/26 (2013.01)
C08K 9/06 (2013.01)
D04H 1/4242 (2013.01)
H01L 23/36 (2013.01)
H01L 23/373 (2013.01)
C08K 2201/001 (2013.01)
H01L 2224/73253 (2013.01)

(72) 발명자

우치다, 슌스케

일본 1410032 도쿄도 시나가와쑤 오사끼 1쑤메 11
 방 2고 게이트 시티 오사끼 이스트 타워 8층 데쿠
 세리아루즈 가부시끼가이샤 내

리샤브, 굽타

일본 1410032 도쿄도 시나가와쑤 오사끼 1쑤메 11
 방 2고 게이트 시티 오사끼 이스트 타워 8층 데쿠
 세리아루즈 가부시끼가이샤 내

아라마키, 게이스케

일본 1410032 도쿄도 시나가와쑤 오사끼 1쑤메 11
 방 2고 게이트 시티 오사끼 이스트 타워 8층 데쿠
 세리아루즈 가부시끼가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

결합제 수지와, 절연 피복 탄소 섬유와, 상기 절연 피복 탄소 섬유 이외의 열전도성 필러를 함유하며,
상기 절연 피복 탄소 섬유와 상기 결합제 수지의 질량비(절연 피복 탄소 섬유/결합제 수지)가 1.30 미만이고,
상기 열전도성 필러의 함유량이 48부피% 내지 75부피%이고,
상기 절연 피복 탄소 섬유가 탄소 섬유와, 상기 탄소 섬유의 표면의 적어도 일부에 라디칼 중합성 재료의 경화물로 이루어지는 피막을 함유하고,
상기 결합제 수지와 상기 경화물은 다른 종류의 수지이고,
상기 피막의 평균 두께가 100nm 이상 1,000nm 이하인 것을 특징으로 하는 열전도 시트.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 하중 0.5kgf/cm²에서의 압축률이 3% 이상인 열전도 시트.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 피막의 평균 두께가 200nm 이상 1,000nm 이하인 열전도 시트.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 열전도성 필러가 산화알루미늄, 질화알루미늄, 및 산화아연 중 적어도 어느 것을 함유하는 열전도 시트.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 결합제 수지가 실리콘 수지인 열전도 시트.

청구항 7

제1항 및 제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 열전도 시트의 제조 방법이며,
상기 결합제 수지와, 상기 절연 피복 탄소 섬유와, 상기 열전도성 필러를 함유하는 열전도성 수지 조성물을 소정의 형상으로 성형하여 경화함으로써, 상기 열전도성 수지 조성물의 성형체를 얻는 공정과,
상기 성형체를 시트상으로 절단하여, 성형체 시트를 얻는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 열전도 시트의 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 라디칼 중합성 재료와, 상기 탄소 섬유와, 중합 개시제와, 용매를 혼합하여 얻어지는 혼합물에 에너지를 부여하여 상기 중합 개시제를 활성화시킴으로써, 상기 탄소 섬유의 표면의 적어도 일부에 상기 라디칼 중합성 재료의 경화물로 이루어지는 피막을 형성하여, 상기 절연 피복 탄소 섬유를 얻는 공정을 더 포함하는, 열전도 시트의 제조 방법.

청구항 9

전자 부품이 발하는 열을 방열하는 히트 스프레더와,

상기 히트 스프레더에 배치되며, 상기 히트 스프레더와 상기 전자 부품 사이에 협지되는 제1항 및 제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 열전도 시트를 갖는 것을 특징으로 하는 방열 부재.

청구항 10

전자 부품과,

상기 전자 부품이 발하는 열을 방열하는 히트 스프레더와,

상기 히트 스프레더에 배치되며, 상기 히트 스프레더와 상기 전자 부품 사이에 협지되는 제1항 및 제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 열전도 시트를 갖는 것을 특징으로 하는 반도체 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 히트 싱크를 구비하며,

상기 히트 스프레더와 상기 히트 싱크 사이에 상기 열전도 시트가 협지되어 있는 반도체 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 반도체 소자 등의 발열체와 히트 싱크 등의 방열체 사이에 배치되는 열전도 시트, 열전도 시트의 제조 방법, 그리고 상기 열전도 시트를 구비한 방열 부재 및 반도체 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 퍼스널 컴퓨터 등의 각종 전기 기기나 그 밖의 기기에 탑재되어 있는 반도체 소자에서는, 구동에 의해 열이 발생하고, 발생된 열이 축적되면 반도체 소자의 구동이나 주변 기기에 악영향이 발생하는 것으로 인해, 각종 냉각 수단이 사용되고 있다. 반도체 소자 등의 전자 부품의 냉각 방법으로는, 당해 기기에 팬을 장착하여, 기기 케이스 내의 공기를 냉각하는 방식이나, 그 냉각해야 하는 반도체 소자에 방열판이나 방열관 등의 히트 싱크를 장착하는 방법 등이 알려져 있다.

[0003] 상술한 반도체 소자에 히트 싱크를 장착하여 냉각을 행할 경우, 반도체 소자의 열을 효율적으로 방출시키기 위하여, 반도체 소자와 히트 싱크 사이에 열전도 시트가 형성되어 있다. 이 열전도 시트로써, 실리콘 수지에 열전도성 필러 등의 충전제를 분산 함유시킨 것이 널리 사용되고 있고, 열전도성 필러의 하나로서, 탄소 섬유가 적합하게 채용되고 있다(예를 들어, 특허문헌 1 내지 4 참조).

[0004] 그러나, 탄소 섬유를 함유한 열전도 시트는, 열전도성이 우수한 한편, 전기 전도성이 높아지기 쉽다는 문제가 있다.

[0005] 그 때문에, 열전도 시트의 절연성을 높일 것을 목적으로 하여, 도전성 열전도성 섬유의 표면에 전기 절연성 재료를 코팅한 열전도성 섬유를 사용한 열전도 시트가 제안되어 있다(예를 들어, 특허문헌 5 참조).

[0006] 그러나, 이 제안의 기술에서는, 근년 요구되는, 우수한 열전도성과 우수한 절연성의 양립의 점에서는 불충분하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 일본 특허 제5671266호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2005-54094호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 제5660324호 공보
- (특허문헌 0004) 일본 특허 제4791146호 공보
- (특허문헌 0005) 일본 특허 공개 제2003-174127호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은, 종래에 있어서의 상기 여러 문제를 해결하여, 이하의 목적을 달성하는 것을 과제로 한다. 즉, 본 발명은 우수한 열전도성과 우수한 절연성의 양립이 가능한 열전도 시트, 및 그의 제조 방법, 그리고 상기 열전도 시트를 사용한 방열 부재 및 반도체 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 이하와 같다. 즉,

[0010] <1> 결합제 수지와, 절연 피복 탄소 섬유와, 상기 절연 피복 탄소 섬유 이외의 열전도성 필러를 함유하며,

[0011] 상기 절연 피복 탄소 섬유와 상기 결합제 수지의 질량비(절연 피복 탄소 섬유/결합제 수지)가, 1.30 미만이고,

[0012] 상기 절연 피복 탄소 섬유가, 탄소 섬유와, 상기 탄소 섬유의 표면의 적어도 일부에 중합성 재료의 경화물로 이루어지는 피막을 함유하는 것을 특징으로 하는 열전도 시트이다.

[0013] <2> 상기 열전도성 필러의 함유량이 48부피% 내지 75부피%인 상기 <1>에 기재된 열전도 시트이다.

[0014] <3> 하중 0.5kgf/cm²에서의 압축률이 3% 이상인 상기 <1> 내지 <2> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트이다.

[0015] <4> 상기 중합성 재료가 라디칼 중합성 이중 결합을 2개 이상 갖는 화합물을 함유하는 상기 <1> 내지 <3> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트이다.

[0016] <5> 상기 열전도성 필러가 산화알루미늄, 질화알루미늄, 및 산화아연 중 적어도 어느 것을 함유하는 상기 <1> 내지 <4> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트이다.

[0017] <6> 상기 결합제 수지가 실리콘 수지인 상기 <1> 내지 <5> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트이다.

[0018] <7> 상기 <1> 내지 <6> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트의 제조 방법이며,

[0019] 상기 결합제 수지와, 상기 절연 피복 탄소 섬유와, 상기 열전도성 필러를 함유하는 열전도성 수지 조성물을 소정의 형상으로 성형하여 경화함으로써, 상기 열전도성 수지 조성물의 성형체를 얻는 공정과,

[0020] 상기 성형체를 시트상으로 절단하여, 성형체 시트를 얻는 공정

[0021] 을 포함하는 것을 특징으로 하는 열전도 시트의 제조 방법이다.

[0022] <8> 상기 중합성 재료가 라디칼 중합성 재료인 상기 <7>에 기재된 열전도 시트의 제조 방법이다.

[0023] <9> 상기 중합성 재료와, 상기 탄소 섬유와, 중합 개시제와, 용매를 혼합하여 얻어지는 혼합물에 에너지를 부여하여 상기 중합 개시제를 활성화시킴으로써, 상기 탄소 섬유의 표면의 적어도 일부에 상기 중합성 재료의 경화물로 이루어지는 피막을 형성하여, 상기 절연 피복 탄소 섬유를 얻는 공정을 더 포함하는, 상기 <7> 내지 <8> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트의 제조 방법이다.

[0024] <10> 전자 부품이 발하는 열을 방열하는 히트 스프레더와,

[0025] 상기 히트 스프레더에 배치되며, 상기 히트 스프레더와 상기 전자 부품 사이에 협지되는 상기 <1> 내지 <6> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트를 갖는 것을 특징으로 하는 방열 부재이다.

[0026] <11> 전자 부품과,

[0027] 상기 전자 부품이 발하는 열을 방열하는 히트 스프레더와,

[0028] 상기 히트 스프레더에 배치되며, 상기 히트 스프레더와 상기 전자 부품 사이에 협지되는 상기 <1> 내지 <6> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트를 갖는 것을 특징으로 하는 반도체 장치이다.

[0029] <12> 히트 싱크를 구비하며,

[0030] 상기 히트 스프레더와 상기 히트 싱크 사이에 상기 <1> 내지 <6> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트가 협지되어 있는 상기 <11>에 기재된 반도체 장치이다.

발명의 효과

- [0031] 본 발명에 따르면, 종래에 있어서의 상기 여러 문제를 해결하여, 상기 목적을 달성할 수 있어, 우수한 열전도성과 우수한 절연성의 양립을 할 수 있는 열전도 시트, 및 그의 제조 방법, 그리고 상기 열전도 시트를 사용한 방열 부재 및 반도체 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은, 본 발명이 적용된 열전도 시트, 방열 부재 및 반도체 장치를 도시하는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] (열전도 시트)
- [0034] 본 발명의 열전도 시트는, 결합제 수지와, 절연 피복 탄소 섬유와, 열전도성 필러를 적어도 함유하고, 추가로 필요에 따라, 그 밖의 성분을 함유한다.
- [0035] <결합제 수지>
- [0036] 상기 결합제 수지로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 열경화성 중합체 등을 들 수 있다.
- [0037] 상기 열경화성 중합체로는, 예를 들어 가교 고무, 에폭시 수지, 폴리이미드 수지, 비스말레이미드 수지, 벤조시클로부텐 수지, 페놀 수지, 불포화 폴리에스테르, 디알릴프탈레이트 수지, 실리콘 수지, 폴리우레탄, 폴리이미드 실리콘, 열경화형 폴리페닐렌에테르, 열경화형 변성 폴리페닐렌에테르 등을 들 수 있다. 이들은, 1종 단독으로 사용해도 되고, 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0038] 상기 가교 고무로는, 예를 들어 천연 고무, 부타디엔 고무, 이소프렌 고무, 니트릴 고무, 수소 첨가 니트릴 고무, 클로로프렌 고무, 에틸렌프로필렌 고무, 염소화 폴리에틸렌, 클로로술폰화 폴리에틸렌, 부틸 고무, 할로겐화 부틸 고무, 불소 고무, 우레탄 고무, 아크릴 고무, 폴리이소부틸렌 고무, 실리콘 고무 등을 들 수 있다. 이들은, 1종 단독으로 사용해도 되고, 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0039] 이들 중에서도, 성형 가공성, 내후성이 우수함과 함께, 전자 부품에 대한 밀착성 및 추종성의 점에서, 상기 열경화성 중합체는 실리콘 수지인 것이 특히 바람직하다.
- [0040] 상기 실리콘 수지로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 액상 실리콘 겔의 주체와 경화제를 함유하는 것이 바람직하다. 그러한 실리콘 수지로는, 예를 들어 부가 반응형 실리콘 수지, 과산화물을 가황에 사용하는 열 가황형 밀러블 타입의 실리콘 수지 등을 들 수 있다. 이들 중에서도, 전자 부품의 발열면과 히트 싱크면의 밀착성이 요구되기 때문에, 부가 반응형 실리콘 수지가 특히 바람직하다.
- [0041] 상기 부가 반응형 실리콘 수지로는, 비닐기를 갖는 폴리오르가노실록산을 주체, Si-H기를 갖는 폴리오르가노실록산을 경화제로 한, 2액성의 부가 반응형 실리콘 수지가 바람직하다.
- [0042] 상기 액상 실리콘 겔의 주체와 경화제의 조합에 있어서, 상기 주체와 상기 경화제의 배합 비율로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다.
- [0043] 상기 결합제 수지의 함유량으로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 10부피% 내지 40부피%가 바람직하고, 15부피% 내지 40부피%가 보다 바람직하고, 20부피% 내지 40부피%가 특히 바람직하다.
- [0044] 본 명세서에 있어서 「내지」를 사용하여 나타낸 수치 범위는, 「내지」의 전후에 기재되는 수치를 각각 최솟값 및 최댓값으로서 포함하는 범위를 나타낸다.
- [0045] <절연 피복 탄소 섬유>
- [0046] 상기 절연 피복 탄소 섬유는 탄소 섬유와, 상기 탄소 섬유의 표면의 적어도 일부에 피막을 적어도 함유하고, 추가로 필요에 따라, 그 밖의 성분을 함유한다.
- [0047] 상기 피막은 중합성 재료의 경화물로 이루어진다.
- [0048] -탄소 섬유-

- [0049] 상기 탄소 섬유로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 피치계 탄소 섬유, PAN계 탄소 섬유, PBO 섬유를 흑연화한 탄소 섬유, 아크 방전법, 레이저 증발법, CVD법(화학 기상 성장법), CCVD법(축매 화학 기상 성장법) 등으로 합성된 탄소 섬유를 사용할 수 있다. 이들 중에서도, 열전도성의 점에서, PBO 섬유를 흑연화한 탄소 섬유, 피치계 탄소 섬유가 특히 바람직하다.
- [0050] 상기 탄소 섬유는 필요에 따라, 상기 피막의 밀착성을 높이기 위하여, 그 일부 또는 전부를 표면 처리하여 사용할 수 있다. 상기 표면 처리로는, 예를 들어 산화 처리, 질화 처리, 니트로화, 술폰화, 혹은 이들 처리에 의해 표면에 도입된 관능기 혹은 탄소 섬유의 표면에 금속, 금속 화합물, 유기 화합물 등을 부착 혹은 결합시키는 처리 등을 들 수 있다. 상기 관능기로는, 예를 들어 수산기, 카르복실기, 카르보닐기, 니트로기, 아미노기 등을 들 수 있다.
- [0051] 상기 탄소 섬유의 평균 섬유 길이(평균 장축 길이)로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 50 μ m 내지 250 μ m가 바람직하고, 75 μ m 내지 200 μ m가 보다 바람직하고, 90 μ m 내지 170 μ m가 특히 바람직하다.
- [0052] 상기 탄소 섬유의 평균 섬유 직경(평균 단축 길이)으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 4 μ m 내지 20 μ m가 바람직하고, 5 μ m 내지 14 μ m가 보다 바람직하다.
- [0053] 상기 탄소 섬유의 애스펙트비(평균 장축 길이/평균 단축 길이)로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 8 이상이 바람직하고, 9 내지 30이 보다 바람직하다. 상기 애스펙트비가 8 미만이면, 탄소 섬유의 섬유 길이(장축 길이)가 짧기 때문에, 열전도율이 저하되어 버리는 경우가 있다.
- [0054] 여기서, 상기 탄소 섬유의 평균 장축 길이 및 평균 단축 길이는, 예를 들어 현미경, 주사형 전자 현미경(SEM) 등에 의해 측정할 수 있다.
- [0055] -중합성 재료의 경화물-
- [0056] 상기 중합성 재료의 경화물은, 중합성 재료를 경화하여 얻어진다. 환언하면, 상기 경화물은 상기 중합성 재료의 중합물이기도 하다.
- [0057] 상기 중합성 재료로는, 중합성을 갖는 유기 재료이면 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 중합성을 갖는 유기 화합물, 중합성을 갖는 수지 등을 들 수 있다.
- [0058] 상기 중합성 재료가 일으키는 중합으로는, 예를 들어 라디칼 중합, 양이온 중합, 음이온 중합 등을 들 수 있다. 이들 중에서도, 적용할 수 있는 중합성 재료, 중합 개시제, 용제의 종류가 많고, 다양한 경화물이 얻어지는 점에서 라디칼 중합이 바람직하다.
- [0059] 즉, 상기 중합성 재료는 라디칼 중합성 재료가 바람직하다.
- [0060] --라디칼 중합성 재료--
- [0061] 상기 라디칼 중합성 재료로는, 에너지를 이용하여 라디칼 중합하는 재료이면 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 라디칼 중합성 이중 결합을 갖는 화합물 등을 들 수 있다.
- [0062] 상기 라디칼 중합성 이중 결합으로는, 예를 들어 비닐기, 아크릴로일기, 메타크릴로일기 등을 들 수 있다.
- [0063] 상기 라디칼 중합성 이중 결합을 갖는 화합물에서의 상기 라디칼 중합성 이중 결합의 개수로는, 내열성 및 내용제성을 포함하는 피막 강도의 점에서, 2개 이상이 바람직하다. 즉, 상기 라디칼 중합성 이중 결합을 갖는 화합물은, 라디칼 중합성 이중 결합을 2개 이상 갖는 화합물을 적어도 1종 이상 함유하는 것이 바람직하다.
- [0064] 상기 라디칼 중합성 이중 결합을 2개 이상 갖는 화합물로는, 예를 들어 디비닐벤젠, (메트)아크릴로일기를 2개 이상 갖는 화합물 등을 들 수 있다.
- [0065] 상기 (메트)아크릴로일기를 2개 이상 갖는 화합물로는, 예를 들어 에틸렌글리콜디(메트)아크릴레이트, (폴리)에틸렌글리콜디(메트)아크릴레이트, 프로필렌글리콜디(메트)아크릴레이트, (폴리)프로필렌글리콜디(메트)아크릴레이트, 펜타에리트리톨테트라(메트)아크릴레이트, 펜타에리트리톨트리(메트)아크릴레이트, 펜타에리트리톨디(메트)아크릴레이트, 트리메틸올프로판트리(메트)아크릴레이트, 디펜타에리트리톨헥사(메트)아크릴레이트, 디펜타에리트리톨펜타(메트)아크릴레이트, 글리세롤트리(메트)아크릴레이트, 글리세롤디(메트)아크릴레이트, 1,6-헥산디올디(메트)아크릴레이트, 네오펜틸글리콜디(메트)아크릴레이트, 테트라메틸올메탄트리(메트)아크릴레이트, 테트라메틸올프로판테트라(메트)아크릴레이트, 트리스클로데칸디메탄올디(메트)아크릴레이트, (폴리)에폭시화

비스페놀A 디(메트)아크릴레이트 등을 들 수 있다.

- [0066] 여기서, (메트)아크릴로일기라 함은, 아크릴로일기 및 메타크릴로일기의 총칭이며, (메트)아크릴레이트라 함은, 아크릴레이트 및 메타크릴레이트의 총칭이다.
- [0067] 상기 라디칼 중합성 재료는 1종 단독으로 사용해도 되고, 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0068] 상기 라디칼 중합성 재료의 분자량으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 50 내지 500이 바람직하다.
- [0069] 상기 경화물 및 상기 피막에 있어서의 상기 중합성 재료에서 유래하는 구성 단위의 함유량으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 50질량% 이상이 바람직하고, 90질량% 이상이 보다 바람직하다.
- [0070] 상기 절연 피복 탄소 섬유에 있어서의 상기 피막의 평균 두께로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 높은 절연성을 실현하는 점에서, 50nm 이상이 바람직하고, 100nm 이상이 보다 바람직하고, 200 nm 이상이 특히 바람직하다. 상기 평균 두께의 상한값으로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 예를 들어 상기 평균 두께로는 1,000nm 이하가 바람직하고, 500nm 이하가 보다 바람직하다.
- [0071] 상기 평균 두께는 예를 들어 투과형 전자 현미경(TEM) 관찰에 의해 구할 수 있다.
- [0072] 상기 열전도 시트에 있어서 상기 절연 피복 탄소 섬유는, 그의 길이 방향의 단부에서, 상기 피막이 존재하지 않아도 된다. 특히, 상기 열전도 시트는 블록상의 성형체를 슬라이스하여 제작되는 경우도 있다는 점에서, 상기 열전도 시트의 표면에서는, 상기 절연 피복 탄소 섬유는, 그의 길이 방향의 단부에서, 상기 피막이 존재하지 않아도 된다.
- [0073] 상기 절연 피복 탄소 섬유의 함유량으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 2부피% 내지 20부피%가 바람직하고, 10부피% 내지 20부피%가 보다 바람직하다. 상기 함유량이, 2부피% 미만이면 상기 열전도 시트의 열 특성(특히 열전도성)이 불충분해지는 경우가 있고, 20부피%를 초과하면 상기 열전도 시트의 절연성이 불충분해지는 경우가 있다.
- [0074] 상기 절연 피복 탄소 섬유와 상기 결합제 수지의 질량비(절연 피복 탄소 섬유/결합제 수지)는, 1.30 미만이고, 0.10 이상 1.30 미만이 바람직하고, 0.30 이상 1.30 미만이 보다 바람직하고, 0.50 이상 1.30 미만이 또한 보다 바람직하고, 0.60 이상 1.20 이하가 특히 바람직하다. 상기 질량비가 1.30 이상이면 상기 열전도 시트의 절연성이 불충분해진다.
- [0075] 또한, 상기 열전도 시트는, 상기 절연 피복 탄소 섬유를 함유한다. 즉, 상기 절연 피복 탄소 섬유와 상기 결합제 수지의 질량비(절연 피복 탄소 섬유/결합제 수지)의 하한값이 0.00이 아닌 (상기 질량비가 0.00 초과인) 것은 당연하다.
- [0076] 상기 절연 피복 탄소 섬유의 제조 방법으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 후술하는 절연 피복 탄소 섬유 제조 공정 등을 들 수 있다.
- [0077] <열전도성 필러>
- [0078] 상기 열전도성 필러로는, 상기 절연 피복 탄소 섬유 이외의 열전도성 필러이면, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 무기물 필러 등을 들 수 있다.
- [0079] 상기 무기물 필러로는, 그의 형상, 재질, 평균 입경 등에 대해서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다. 상기 형상으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 구상, 타원 구상, 피상, 입상, 편평상, 침상 등을 들 수 있다. 이들 중에서도, 구상, 타원 형상이 충전성의 점에서 바람직하고, 구상이 특히 바람직하다.
- [0080] 또한, 본 명세서에 있어서, 상기 무기물 필러는 상기 절연 피복 탄소 섬유 및 상기 탄소 섬유와는 상이하다.
- [0081] 상기 무기물 필러로는, 예를 들어 질화알루미늄(질화알루미늄: AlN), 실리카, 산화알루미늄(알루미나), 질화붕소, 티타니아, 유리, 산화아연, 탄화규소, 규소(실리콘), 산화규소, 산화알루미늄, 금속 입자 등을 들 수 있다. 이들은 1종 단독으로 사용해도 되고, 2종 이상을 병용해도 된다. 이들 중에서도, 산화알루미늄, 질화붕소, 질화알루미늄, 산화아연, 실리카가 바람직하고, 열전도율의 점에서, 산화알루미늄, 질화알루미늄, 산화아연이 특히 바람직하다.

- [0082] 또한, 상기 무기물 필러는 표면 처리가 실시되어 있어도 된다. 상기 표면 처리로서 커플링제로 상기 무기물 필러를 처리하면, 상기 무기물 필러의 분산성이 향상되고, 열전도 시트의 유연성이 향상된다.
- [0083] 상기 무기물 필러의 평균 입경으로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다.
- [0084] 상기 무기물 필러가 알루미늄인 경우, 그의 평균 입경은 $1\mu\text{m}$ 내지 $10\mu\text{m}$ 가 바람직하고, $1\mu\text{m}$ 내지 $5\mu\text{m}$ 가 보다 바람직하고, $3\mu\text{m}$ 내지 $5\mu\text{m}$ 가 특히 바람직하다. 상기 평균 입경이, $1\mu\text{m}$ 미만이면 점도가 커져서, 혼합하기 어려워지는 경우가 있고, $10\mu\text{m}$ 를 초과하면 상기 열전도 시트의 열 저항이 커지는 경우가 있다.
- [0085] 상기 무기물 필러가 질화알루미늄인 경우, 그의 평균 입경은 $0.3\mu\text{m}$ 내지 $6.0\mu\text{m}$ 가 바람직하고, $0.3\mu\text{m}$ 내지 $2.0\mu\text{m}$ 가 보다 바람직하고, $0.5\mu\text{m}$ 내지 $1.5\mu\text{m}$ 가 특히 바람직하다. 상기 평균 입경이, $0.3\mu\text{m}$ 미만이면 점도가 커져서, 혼합하기 어려워지는 경우가 있고, $6.0\mu\text{m}$ 를 초과하면 상기 열전도 시트의 열 저항이 커지는 경우가 있다.
- [0086] 상기 무기물 필러의 평균 입경은, 예를 들어 입도 분포계, 주사형 전자 현미경(SEM)에 의해 측정할 수 있다.
- [0087] 상기 열전도성 필러의 함유량으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 45부피% 내지 75부피%가 바람직하고, 48부피% 내지 75부피%가 보다 바람직하고, 48부피% 내지 70부피%가 특히 바람직하다. 상기 함유량이, 45부피% 미만이면 상기 열전도 시트의 열 저항이 커지는 경우가 있고, 75부피%를 초과하면 상기 열전도 시트의 유연성이 저하되는 경우가 있다.
- [0088] <그 밖의 성분>
- [0089] 상기 그 밖의 성분으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 텍소트로피성 부여제, 분산제, 경화 촉진제, 지연제, 미점착 부여제, 가소제, 난연제, 산화 방지제, 안정제, 착색제 등을 들 수 있다.
- [0090] 상기 열전도 시트의 평균 두께로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 0.05mm 내지 5.00mm 가 바람직하고, 0.07mm 내지 4.00mm 가 보다 바람직하고, 0.10mm 내지 3.00mm 가 특히 바람직하다.
- [0091] 상기 열전도 시트의 표면은, 돌출된 상기 절연 피복 탄소 섬유에 의한 볼록 형상을 추종하도록, 상기 열전도 시트로부터 스며 나온 삼출 성분으로 덮여 있는 것이 바람직하다.
- [0092] 상기 열전도 시트의 표면을 이와 같이 하는 방법은, 예를 들어 후술하는 표면 피복 공정에 의해 행할 수 있다.
- [0093] 상기 열전도 시트는, 사용되는 반도체 소자 주변의 전자 회로의 단락 방지의 점에서, $1,000\text{V}$ 의 인가 전압에서의 부피 저항률이, $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상인 것이 바람직하다. 상기 부피 저항률은, 예를 들어 JIS K-6911에 준하여 측정된다.
- [0094] 상기 부피 저항률의 상한값으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 상기 부피 저항률은, $1.0 \times 10^{18} \Omega \cdot \text{cm}$ 이하를 들 수 있다.
- [0095] 상기 열전도 시트는 전자 부품 및 히트 싱크에 대한 밀착성의 점에서, 하중 $0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ 에서의 압축률이 3% 이상인 것이 바람직하고, 5% 이상이 보다 바람직하다.
- [0096] 상기 열전도 시트의 압축률 상한값으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 상기 열전도 시트의 압축률은 30% 이하가 바람직하다.
- [0097] (열전도 시트의 제조 방법)
- [0098] 본 발명의 열전도 시트의 제조 방법은, 성형체 제작 공정과, 성형체 시트 제작 공정을 적어도 포함하고, 바람직하게 절연 피복 탄소 섬유 제조 공정과, 표면 피복 공정을 포함하고, 추가로 필요에 따라, 그 밖의 공정을 포함한다.
- [0099] 상기 열전도 시트의 제조 방법은, 본 발명의 상기 열전도 시트를 제조하는 방법이다.
- [0100] <성형체 제작 공정>
- [0101] 상기 성형체 제작 공정으로는, 결합제 수지, 절연 피복 탄소 섬유 및 열전도성 필러를 함유하는 열전도성 수지 조성물을 소정의 형상으로 성형하여 경화함으로써, 상기 열전도성 수지 조성물의 성형체를 얻는 공정이면 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다.

- [0102] -열전도성 수지 조성물-
- [0103] 상기 열전도성 수지 조성물은 결합제 수지와, 절연 피복 탄소 섬유와, 열전도성 필러를 적어도 함유하고, 추가로 필요에 따라, 그 밖의 성분을 함유한다.
- [0104] 상기 결합제 수지로는, 상기 열전도 시트의 설명에서 예시한 상기 결합제 수지를 들 수 있다.
- [0105] 상기 절연 피복 탄소 섬유로는, 상기 열전도 시트의 설명에서 예시한 상기 절연 피복 탄소 섬유를 들 수 있다.
- [0106] 상기 열전도성 필러로는, 상기 열전도 시트의 설명에서 예시한 상기 열전도성 필러를 들 수 있다.
- [0107] 상기 성형체 제작 공정에 있어서, 상기 열전도성 수지 조성물을 소정의 형상으로 성형하는 방법으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 압출 성형법, 금형 성형법 등을 들 수 있다.
- [0108] 상기 성형체 제작 공정은, 중공상의 틀내에 상기 열전도성 수지 조성물을 충전시켜, 상기 열전도성 수지 조성물을 열경화함으로써 실시되는 것이, 얻어지는 상기 열전도 시트에서 상기 절연 피복 탄소 섬유를 랜덤하게 배향시킬 수 있는 점에서 바람직하다.
- [0109] 얻어지는 상기 열전도 시트에서는, 상기 절연 피복 탄소 섬유가 랜덤하게 배향되어 있는 것에 의해, 상기 절연 피복 탄소 섬유끼리의 교락(交絡)이 증가되기 때문에, 상기 절연 피복 탄소 섬유가 일정 방향으로 배향되어 있는 경우보다도, 열전도율이 커진다. 또한, 상기 절연 피복 탄소 섬유가 랜덤하게 배향되어 있는 것에 의해, 상기 절연 피복 탄소 섬유끼리의 교락에 더하여, 상기 열전도성 필러(예를 들어, 무기물 필러)의 점점도 증가하기 때문에, 상기 절연 피복 탄소 섬유가 일정 방향으로 배향되어 있는 경우보다도, 더욱 열전도율이 커진다.
- [0110] 상기 압출 성형법, 및 상기 금형 성형법으로는, 특별히 제한되지 않고, 공지된 각종 압출 성형법, 및 금형 성형법 중에서, 상기 열전도성 수지 조성물의 점도나, 얻어지는 열전도 시트에 요구되는 특성 등에 따라 적절히 채용할 수 있다.
- [0111] 상기 압출 성형법에 있어서, 상기 열전도성 수지 조성물을 다이로부터 압출할 때, 혹은 상기 금형 성형법에 있어서, 상기 열전도성 수지 조성물을 금형에 압입할 때, 예를 들어 상기 결합제 수지가 유동하고, 그 유동 방향을 따라 일부의 상기 절연 피복 탄소 섬유가 배향되지만, 대부분은 배향이 랜덤하게 되어 있다.
- [0112] 또한, 다이의 선단에 슬릿을 장착한 경우, 압출된 성형체 블록의 폭 방향에 대해 중앙부는, 절연 피복 탄소 섬유가 배향되기 쉬운 경향이 있다. 그 한편으로, 성형체 블록의 폭 방향에 대해 주변부는, 슬릿 벽의 영향을 받아 절연 피복 탄소 섬유가 랜덤하게 배향되기 쉽다.
- [0113] 성형체(블록상의 성형체)의 크기 및 형상은, 요구되는 열전도 시트의 크기에 따라 정할 수 있다. 예를 들어, 단면의 세로의 크기가 0.5cm 내지 15cm이며 가로의 크기가 0.5cm 내지 15cm의 직육면체를 들 수 있다. 직육면체의 길이는 필요에 따라 결정하면 된다.
- [0114] 상기 성형체 제작 공정에서의 상기 열전도성 수지 조성물의 경화는 열경화인 것이 바람직하다. 상기 열경화에서의 경화 온도로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 상기 결합제 수지가 액상 실리콘 겔의 주체와 경화제를 함유하는 경우, 60℃ 내지 120℃가 바람직하다. 상기 열경화에서의 경화 시간으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 0.5시간 내지 10시간 등을 들 수 있다.
- [0115] <성형체 시트 제작 공정>
- [0116] 상기 성형체 시트 제작 공정으로는, 상기 성형체를 시트상으로 절단하여, 성형체 시트를 얻는 공정이면, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 슬라이스 장치에 의해 행할 수 있다.
- [0117] 상기 성형체 시트 제작 공정에 있어서, 상기 성형체를 시트상으로 절단하여, 성형체 시트를 얻는다. 얻어지는 상기 성형체 시트의 표면에서는, 상기 절연 피복 탄소 섬유가 돌출되어 있다. 이것은, 상기 성형체를 슬라이스 장치 등에 의해 시트상으로 절단할 때에, 상기 결합제 수지의 경화 성분과, 상기 절연 피복 탄소 섬유와의 경도 차에 의해, 상기 결합제 수지의 경화 성분이 슬라이스 장치 등의 절단 부재에 인장되어 신장하고, 상기 성형체 시트 표면에서, 상기 절연 피복 탄소 섬유 표면으로부터 상기 결합제 수지의 경화 성분이 제거되기 때문이라고 생각된다.
- [0118] 상기 슬라이스 장치로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 초음파 커터, 대패 등을 들 수 있다. 상기 성형체의 절단 방향으로는, 성형 방법이 압출 성형법인 경우에는, 압출 방향으로

배향되어 있는 경우도 있기 때문에 압출 방향에 대해 60도 내지 120도가 바람직하고, 70도 내지 100도가 보다 바람직하고, 90도(수직)가 특히 바람직하다.

[0119] 상기 성형체 시트의 평균 두께로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 0.06mm 내지 5.01mm가 바람직하고, 0.08mm 내지 4.01mm가 보다 바람직하고, 0.11mm 내지 3.01mm가 특히 바람직하다.

[0120] <표면 피복 공정>

[0121] 상기 표면 피복 공정으로는, 상기 성형체 시트의 표면을, 돌출된 상기 절연 피복 탄소 섬유에 의한 볼록 형상을 추종하도록, 상기 성형체 시트로부터 스며 나온 삼출 성분에 의해 덮는 공정이면 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 프레스 처리, 성형체 시트 방치 처리 등을 들 수 있다.

[0122] 여기서, 「삼출 성분」이란, 상기 열전도성 수지 조성물에 포함되지만, 경화에 기여하지 않았던 성분으로서, 비경화성 성분 및 결합제 수지 중 경화되지 않았던 성분 등을 의미한다.

[0123] -프레스 처리-

[0124] 상기 프레스 처리로는, 상기 성형체 시트를 프레스하여, 상기 성형체 시트의 표면을, 돌출된 상기 절연 피복 탄소 섬유에 의한 볼록 형상을 추종하도록, 상기 성형체 시트로부터 스며 나온 삼출 성분에 의해 덮는 처리이면 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다.

[0125] 상기 프레스는, 예를 들어 평반과 표면이 평탄한 프레스 헤드로 이루어지는 1쌍의 프레스 장치를 사용하여 행할 수 있다. 또한, 핀치 롤을 사용하여 행해도 된다.

[0126] 상기 프레스시의 압력으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 지나치게 낮으면 프레스를 하지 않는 경우와 열 저항이 변하지 않는 경향이 있고, 지나치게 높으면 시트가 연신되는 경향이 있으므로, 0.1MPa 내지 100MPa가 바람직하고, 0.5MPa 내지 95MPa가 보다 바람직하다.

[0127] 상기 프레스의 시간으로는, 특별히 제한은 없고, 결합제 수지의 성분, 프레스 압력, 시트 면적, 삼출 성분의 삼출량 등에 따라 적절히 선택할 수 있다.

[0128] 상기 프레스 처리에 있어서는, 삼출 성분이 스며 나오고, 상기 성형체 시트 표면의 피복 효과를 보다 촉진시키기 위하여, 히터를 내장한 프레스 헤드를 사용하여, 가열하면서 행해도 된다. 이러한 효과를 높이기 위하여, 가열 온도는 결합제 수지의 유리 전이 온도 이상에서 행하는 것이 바람직하다. 이로써, 프레스 시간을 단축할 수 있다.

[0129] 상기 프레스 처리에 있어서는, 상기 성형체 시트를 프레스함으로써, 상기 성형체 시트로부터 삼출 성분을 스며 나오게 하여, 상기 삼출 성분에 의해 표면을 피복한다. 따라서, 얻어지는 열전도 시트는, 전자 부품이나 히트 스프레더의 표면에 대한 추종성, 밀착성이 향상되어, 열 저항을 저감시킬 수 있다. 또한, 상기 삼출 성분에 의한 피복이 열전도 시트 표면의 절연 피복 탄소 섬유의 형상을 반영하는 정도의 두께인 경우에는, 열 저항의 상승을 회피할 수 있다.

[0130] 또한, 성형체 시트는, 프레스됨으로써 두께 방향으로 압축되어, 절연 피복 탄소 섬유 및 열전도성 필러끼리의 접촉의 빈도를 증대시킬 수 있다. 이에 의해, 열전도 시트의 열 저항을 저감시키는 것이 가능해진다.

[0131] 상기 프레스 처리는, 상기 성형체 시트를 소정의 두께로 압축하기 위한 스페이서를 사용하여 행하는 것이 바람직하다. 즉, 열전도 시트는, 예를 들어 프레스 헤드와 대치되는 적재면에 스페이서를 배치하여 성형체 시트가 프레스됨으로써, 스페이서의 높이에 따른 소정의 시트 두께로 형성할 수 있다.

[0132] -성형체 시트 방치 처리-

[0133] 상기 성형체 시트 방치 처리로는, 상기 성형체 시트를 방치하여, 상기 성형체 시트의 표면을, 상기 성형체 시트로부터 스며 나온 삼출 성분에 의해 덮는 처리이면, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다.

[0134] 성형체 시트로부터 스며 나온 결합제 수지의 삼출 성분에 의해, 성형체 시트의 표면 및 성형체 시트 표면으로부터 노출되는 상기 절연 피복 탄소 섬유를 피복하는 처리는, 상기 프레스 처리 대신에, 상기 성형체 시트 방치 처리여도 된다. 이 경우도, 프레스 처리와 동일하게, 얻어지는 열전도 시트는 전자 부품이나 히트 스프레더의 표면에 대한 추종성, 밀착성이 향상되어, 열 저항을 저감시킬 수 있다. 또한, 상기 삼출 성분에 의한 피복이 열전도 시트 표면의 절연 피복 탄소 섬유의 형상을 반영하는 정도의 두께인 경우에는, 열 저항의 상승을 회피할 수 있다.

- [0135] 상기 방지 시간으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다.
- [0136] <절연 피복 탄소 섬유 제조 공정>
- [0137] 상기 절연 피복 탄소 섬유 제조 공정은, 혼합물에 에너지를 부여하여 중합 개시제를 활성화시킴으로써, 탄소 섬유의 표면의 적어도 일부에 중합성 재료의 경화물로 이루어지는 피막을 형성하여, 상기 절연 피복 탄소 섬유를 얻는 공정이다.
- [0138] 상기 혼합물은, 상기 중합성 재료와, 상기 탄소 섬유와, 상기 중합 개시제와, 용매를 혼합하여 얻어진다.
- [0139] 상기 혼합물에 에너지를 부여할 때, 상기 혼합물은 교반되어 있는 것이 바람직하다.
- [0140] 상기 혼합물에, 상기 에너지를 부여하여 상기 중합 개시제를 활성화시킴으로써, 탄소 섬유끼리의 응집을 초래하지 않고, 원하는 두께를 갖는 절연성의 피막을 탄소 섬유 상에 형성할 수 있다. 그리고, 얻어진 절연 피복 탄소 섬유는, 종래의 피막에 비하여 절연성이 우수한 피막을 형성할 수 있는 결과, 높은 열전도성은 유지하면서, 절연성이 크게 향상된 것이 된다.
- [0141] -중합 개시제-
- [0142] 상기 중합 개시제로는, 상기 에너지가 부여됨으로써 활성종을 발생시키고, 상기 중합성 재료를 중합시킬 수 있으면, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다.
- [0143] 상기 중합성 재료가 라디칼 중합성 재료인 경우, 상기 중합 개시제로는, 예를 들어 아조 화합물, 유기 과산화물 등의 열 중합 개시제, 알킬페논형, 아실포스핀옥사이드형 등의 자외선 중합 개시제 등을 들 수 있다.
- [0144] 상기 에너지로는 열 에너지, 광 에너지 등을 들 수 있다.
- [0145] 즉, 상기 에너지로서 열 에너지를 사용할 때는, 예를 들어 상기 혼합물을 상기 열 중합 개시제의 열 분해 온도 이상으로 가열함으로써, 상기 열 중합 개시제를 활성화시켜, 상기 중합성 재료의 중합을 행한다. 상기 열 에너지는, 예를 들어 열전도에 의한 전열로 상기 혼합물에 부여된다.
- [0146] 또한, 상기 에너지로서 광 에너지를 사용할 때는, 예를 들어 상기 혼합물에 자외선을 조사함으로써, 상기 자외선 중합 개시제를 활성화시켜, 상기 중합성 재료의 중합을 행한다.
- [0147] -용매-
- [0148] 상기 용매로는, 유기 용매, 물 등을 들 수 있다.
- [0149] 상기 유기 용매로는, 예를 들어 헥산, 시클로헥산, 디에틸에테르, 폴리에테르(글라임), γ -부티로락톤, N-메틸 피롤리돈, 아세토니트릴, 테트라히드로푸란, 아세트산에틸, 크실렌, 톨루엔, 벤젠, 디메틸술폰, 아세톤, 메틸에틸케톤, 이소프로필알코올, 에탄올, 메탄올 등을 들 수 있다.
- [0150] 이들 중에서도, 상기 라디칼 중합성 재료로서, 디비닐벤젠을 사용한 경우에는, 에탄올 또는 에탄올과 이소프로필알코올의 혼합물을 사용하는 것이 바람직하고, 상기 라디칼 중합성 재료로서, (메트)아크릴로일기를 2개 이상 갖는 화합물을 사용한 경우에는, 에탄올 또는 에탄올과 톨루엔의 혼합물을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0151] -탈기-
- [0152] 상기 절연 피복 탄소 섬유를 제조할 때에는, 상기 혼합물에 대해, 탈기를 행해도 된다. 이것은, 상기 탄소 섬유의 표면 젖음성을 촉진시키기 위해서이다. 상기 탈기 방법에 대해서는, 특별히 한정은 되지 않고, 예를 들어 감압이나 초음파를 사용하여 행하는 방법 등을 들 수 있다.
- [0153] -이너트화-
- [0154] 상기 절연 피복 탄소 섬유를 제조할 때에는, 이너트화를 행해도 된다.
- [0155] 상기 이너트화란, 산소 농도를 저하시키는 처리를 의미한다.
- [0156] 이것은, 후술하는 중합 반응이 산소에 의해 저해되는 것을 방지하기 위해서이다. 상기 이너트화의 방법으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 상기 혼합물을 교반하면서 질소 등의 불활성 가스를 버블링에 의해 공급하는 방법, 용기 내를 감압과 질소 퍼지에 의해 질소 치환하는 방법 등을 들 수 있다.

- [0157] -중합 반응-
- [0158] 상기 절연 피복 탄소 섬유를 제조할 때에는, 예를 들어 상기 혼합물을 교반하면서 에너지를 부여하여, 상기 탄소 섬유의 적어도 일부에 상기 중합성 재료의 경화물로 이루어지는 피막을 형성한다.
- [0159] 상기 에너지가 열 에너지인 경우, 중합시의 상기 혼합물의 온도는 0℃ 내지 200℃인 것이 바람직하고, 25℃ 내지 150℃인 것이 보다 바람직하고, 50℃ 내지 100℃인 것이 특히 바람직하다. 이것은 상기 피막의 형성을 확실하게 행할 수 있어, 높은 절연성을 갖는 상기 절연 피복 탄소 섬유를 얻을 수 있기 때문이다.
- [0160] 상기 절연 피복 탄소 섬유 제조 공정에 있어서는, 상기 중합 반응 후에, 실온까지 강온(제냉)시키는 것이 바람직하다. 이것은, 용매의 온도를 낮추고, 용매 중에 미량으로 용해된 중합물을 상기 피막으로서 석출시키기 위해서이다. 제냉 방법에 대해서는, 특별히 한정은 되지 않고, 예를 들어 온도 관리하면서 반응 용기를 냉각조에 침지하는 방법을 들 수 있다.
- [0161] 상기 절연 피복 탄소 섬유 제조 공정에 있어서는, 예를 들어 중합 반응 전에는, 용매 중에 탄소 섬유나 중합성 재료(단량체)가 교반 하, 분산·용해된 상태로 존재한다. 에너지 부여 후, 단량체는 용액 중에서 중합하고, 용매 중에서의 석출 임계체 길이까지 중합한 후에 탄소 섬유를 석출의 시초(핵)로 하여, 그 표면에 중합체가 석출된다. 그 때, 형성된 중합체는 전체적으로 파악한 경우, 용매에 불용이거나, 용해되었다고 해도 극히 미미하다. 이 석출된 중합체에 중합성기가 남는 경우에는, 단량체의 반응이 기대되고, 또한 추가로 석출이 일어나, 물리적·화학적 적층이 기대된다. 그 후, 제냉을 행함으로써, 반응조의 온도가 낮아짐과 함께, 용매에 대한 용해도가 저하되는 결과, 용매 중에 미량으로 용해된 중합체에 대해서도, 중합체 막 두께에 대한 기여가 상정되고, 기여를 완만하게 함으로써 합일의 염려를 저하시킬 수 있다. 그리고, 상기 절연 피복 탄소 섬유 제조 공정에서는, 랜덤한 상 분리에 의한 포매가 되는 예멸전 중합에 비하여, 탄소 섬유 표면에 대한 선택성이 높아 균일한 피막을 형성하는 것이 가능해진다. 그리고, 형성된 절연 피막은, 종래의 절연 피복에 비하여 높은 절연성을 갖는다.
- [0162] 상기 중합 반응은, 탄소 섬유에 중합물(경화물)로 이루어지는 절연 피막을 석출시키는 반응이며, 석출 중합에 가까운 반응이다. 단, 정전적인 인력·흡착이나, 단량체, 개시제 성분의 흡수, 표면 관능기에 의한 결합에 주 기인된 메카니즘이 아닌 점에서, 통상적인 석출 중합과는 상이한 것이다.
- [0163] 또한, 상기 절연 피복 탄소 섬유 제조 공정에서는, 상기 제냉 후, 얻어진 절연 피복 탄소 섬유를 침강시킬 수 있다.
- [0164] 얻어진 절연 피복 탄소 섬유를 침강시킴으로써, 용매와의 분리를 행하는 것이 용이해진다. 또한, 침강은, 제냉 후, 반응 용기를 일정 시간 정치함으로써 행할 수 있다.
- [0165] (방열 부재)
- [0166] 본 발명의 방열 부재는, 히트 스프레더와 열전도 시트를 적어도 갖고, 추가로 필요에 따라, 그 밖의 부재를 갖는다.
- [0167] (반도체 장치)
- [0168] 본 발명의 반도체 장치는, 전자 부품과, 히트 스프레더와, 열전도 시트를 적어도 갖고, 추가로 필요에 따라, 그 밖의 부재를 갖는다.
- [0169] 상기 전자 부품으로는, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 CPU, MPU, 그래픽 연산 소자 등을 들 수 있다.
- [0170] 상기 히트 스프레더는, 상기 전자 부품이 발하는 열을 방열하는 부재이면, 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다.
- [0171] 상기 열전도 시트는, 본 발명의 상기 열전도 시트이며, 상기 히트 스프레더에 배치 형성되고, 상기 히트 스프레더와 상기 전자 부품 사이에 협지된다.
- [0172] 본 발명의 반도체 장치의 일례를 도면을 사용하여 설명한다.
- [0173] 도 1은, 본 발명의 반도체 장치의 일례의 개략 단면도이다. 본 발명의 열전도 시트(1)는, 반도체 소자 등의 전자 부품(3)이 발하는 열을 방열하는 것이며, 도 1에 도시된 바와 같이, 히트 스프레더(2)의 전자 부품(3)과 대치되는 주면(2a)에 고정되고, 전자 부품(3)과 히트 스프레더(2) 사이에 협지되는 것이다. 또한, 열전도 시트

(1)는 히트 스프레더(2)와 히트 싱크(5) 사이에 협지된다. 그리고, 열전도 시트(1)는, 히트 스프레더(2)와 함께, 전자 부품(3)의 열을 방열하는 방열 부재를 구성한다.

[0174] 히트 스프레더(2)는, 예를 들어 방형 판상으로 형성되고, 전자 부품(3)과 대치되는 주면(2a)과, 주면(2a)의 외주를 따라 입설된 측벽(2b)을 갖는다. 히트 스프레더(2)는 측벽(2b)에 둘러싸인 주면(2a)에 열전도 시트(1)가 형성되고, 또한 주면(2a)과 반대측의 타면(2c)에 열전도 시트(1)를 통하여 히트 싱크(5)가 형성된다. 히트 스프레더(2)는, 높은 열전도율을 가질수록, 열 저항이 감소되어, 효율적으로 반도체 소자 등의 전자 부품(3)의 열을 흡열하는 점에서, 예를 들어 열전도성이 양호한 구리나 알루미늄을 사용하여 형성할 수 있다.

[0175] 전자 부품(3)은, 예를 들어 BGA 등의 반도체 소자이며, 배선 기판(6)에 실장된다. 또한 히트 스프레더(2)도, 측벽(2b)의 선단면이 배선 기판(6)에 실장되고, 이에 의해 측벽(2b)에 의해 소정의 거리를 두고 전자 부품(3)을 둘러싸고 있다.

[0176] 그리고, 히트 스프레더(2)의 주면(2a)에, 열전도 시트(1)가 접촉됨으로써, 전자 부품(3)이 발하는 열을 흡수하고, 히트 싱크(5)로부터 방열되는 방열 부재가 형성된다. 히트 스프레더(2)와 열전도 시트(1)의 접촉은, 열전도 시트(1) 자체의 점착력에 의해 행할 수 있지만, 적절히 점착제를 사용해도 된다. 점착제로는, 열전도 시트(1)의 히트 스프레더(2)로의 점착과 열전도를 담당하는 공지된 방열성 수지, 혹은 방열성의 점착 필름을 사용할 수 있다.

[0177] 실시예

[0178] 이어서, 본 발명의 실시예에 대해 설명한다. 본 실시예에서는, 열전도 시트의 샘플을 제조하고, 각 샘플에 대해, 각종 평가를 행했다.

[0179] 또한, 본 발명은 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0180] (제조예 1)

[0181] <절연 피복 탄소 섬유 제조>

[0182] 유리 용기에, 평균 섬유 직경 9 μ m, 평균 섬유 길이 100 μ m의 피치계 탄소 섬유(상품명 XN-100-10M: 닛본 그라파이트 파이버(주) 제조)를 100g, 에탄올 450g을 투입하고, 교반 날개로 혼합하여 슬러리 액을 얻었다. 유량 160mL/min로 질소를 슬러리 액에 첨가하여 이너트화를 행하면서, 슬러리에 디비닐벤젠(93% 디비닐벤젠, 와코 준야쿠 고교(주) 제조) 25 g을 첨가했다.

[0183] 디비닐벤젠을 첨가한 10분 후에, 미리 50g의 에탄올에 용해시켜 둔 0.500g의 중합 개시제(상품명 V-65, 유용성 아조 중합 개시제, 와코 준야쿠 고교(주) 제조)를 슬러리 액에 투입했다. 투입 후, 5분간 교반한 후에, 질소에 의한 이너트화를 정지시켰다.

[0184] 그 후, 교반하면서 승온을 개시하여 70℃에서 온도를 유지하고, 40℃까지 강온시켰다. 또한, 승온 개시부터 강온 개시까지를 반응 시간으로 했다. 강온 후, 15분간 정지하고, 슬러리 액 중에 분산되어 있는 고형분을 침강시켰다. 침강 후, 데칸테이션에 의해 상청을 제거하고, 다시 용매를 750g 첨가하고 15분간 교반하여 고형분을 세정했다.

[0185] 세정 후, 흡인 여과에 의해 고형분을 회수하고, 회수된 고형분을, 100℃에서 6시간 건조시킴으로써, 절연 피복 탄소 섬유를 얻었다.

[0186] (제조예 2 내지 8)

[0187] <절연 피복 탄소 섬유의 제조>

[0188] 제조예 1에 있어서, 배합을 표 2-1 및 표 2-2와 같이 변경한 것 이외에는, 제조예 1과 동일하게 하여, 절연 피복 탄소 섬유를 얻었다.

[0189] (비교 제조예 1)

[0190] <절연 피복 탄소 섬유의 제조>

[0191] 폴리에틸렌계 용기에, 평균 섬유 직경 9 μ m, 평균 섬유 길이 100 μ m의 피치계 탄소 섬유(상품명 XN-100-10M: 닛본 그라파이트 파이버(주) 제조)를 100g, 테트라에톡시실란(TEOS) 200g, 에탄올 900g을 투입하여, 교반 날개로 혼합했다.

- [0192] 그 후, 50℃까지 가온하면서, 반응 개시제(10% 암모니아수) 176g을 5분에 걸쳐 투입했다. 용매의 투입이 완료된 시점을 0분으로 하여, 3시간 교반을 행했다.
- [0193] 교반 종료 후, 강운시키고, 흡인 여과하여 고형분을 회수하고, 고형분을 물과 에탄올을 사용하여 세정하고, 다시 흡인 여과를 행하여, 고형분을 회수했다.
- [0194] 회수된 고형분을 100℃에서 2시간 건조 후, 이어서 200℃에서 8시간 소성을 행함으로써, 절연 피복 탄소 섬유를 얻었다.
- [0195] (평가)
- [0196] 제조예 1 내지 8, 및 비교 제조예 1에서 얻어진 절연 피복 탄소 섬유에 대해, 이하의 평가를 행했다. 또한, 저항에 대해서는, 절연 피복을 하지 않은 이하의 탄소 섬유의 평가도 행했다. 평가 결과를 표 2-1 및 표 2-2에 나타낸다.
- [0197] 비교 시료 1:
- [0198] 평균 섬유 직경 9 μ m, 평균 섬유 길이 100 μ m의 피치계 탄소 섬유(상품명 XN-100-10M: 닛본 그래파이트 파이버(주) 제조)
- [0199] 비교 시료 2:
- [0200] 평균 섬유 직경 9 μ m, 평균 섬유 길이 120 μ m의 피치계 탄소 섬유(상품명 XN-100-12M: 닛본 그래파이트 파이버(주) 제조)
- [0201] 비교 시료 3:
- [0202] 평균 섬유 직경 9 μ m, 평균 섬유 길이 150 μ m의 피치계 탄소 섬유(상품명 XN-100-15M: 닛본 그래파이트 파이버(주) 제조)
- [0203] (1) 회수율
- [0204] 절연 피복 탄소 섬유의 각 샘플에 대해, 그의 질량을 측정된 후, 사용한 탄소 섬유의 질량으로 나눔으로써 회수율의 산출을 행했다. 산출된 회수율에 대해서는, 클수록 피복의 양이 큰 것을 알 수 있었다.
- [0205] (2) 피복의 막 두께
- [0206] 절연 피복 탄소 섬유의 각 샘플에 대해, 수축 이온 빔(FIB)을 사용하여 절단한 후, 투과형 전자 현미경(TEM)을 사용하여, 단면을 관찰하여, 피복의 평균 막 두께를 측정했다.
- [0207] (3) 피복 탄소 섬유의 저항
- [0208] 절연 피복 탄소 섬유의 각 샘플을, 충전 밀도가 0.750g/cm³가 되도록 통상(筒狀)의 용기(직경: 9mm, 길이: 15mm)에 투입한 후, 고저항 측정 장치를 사용하여, 이단자법으로, 인가 전압을 변화시킨 경우의 저항의 측정을 행했다. 단, 절연 피복을 행하지 않은 탄소 섬유에 대해서는, 저저항 측정 장치를 사용하여 사단자법으로, 인가 전압이 최대 10V의 범위에서 저항의 측정을 행했다.
- [0209] 또한, 저항값이 매우 높고, 측정 범위(표 1을 참조)를 초과한 샘플에 대해서는, 표 2-1 및 표 2-2 중에서, 「Over Range」라고 나타내고 있다.
- [0210] 고저항 측정 장치를 사용한 경우의 측정 가능 범위는, 이하와 같다.

[0211] [표 1]

		측정 가능 범위
저항 (Ω)	측정 전압 1V	1.0×10 ³ 이상 1.0×10 ¹¹ 미만
	측정 전압 10V	1.0×10 ³ 이상 1.0×10 ¹¹ 미만
	측정 전압 50V	1.0×10 ⁶ 이상 1.0×10 ¹² 미만
	측정 전압 100V	1.0×10 ⁶ 이상 1.0×10 ¹² 미만
	측정 전압 250V	1.0×10 ⁶ 이상 1.0×10 ¹² 미만
	측정 전압 500V	1.0×10 ⁷ 이상 1.0×10 ¹³ 미만
	측정 전압 1000V	1.0×10 ⁸ 이상 1.0×10 ¹⁵ 미만

[0212]

[0213] [표 2-1]

			제조예					비교 제조예	비교 시료		
			1	2	3	4	5	1	1	2	3
배합 (g)	탄소 섬유	XN-100-10M	100					100	XN-100-10M	XN-100-12M	XN-100-15M
		XN-100-12M		100		100	100				
		XN-100-15M			100						
	단량체	디비닐벤젠	25	25	25	15					
		라이트에스테르EG					18.75				
		TEOS						200			
	개시제	V-65	0.500	0.500	0.500	0.400	0.375				
		10%NH3 수용액						176			
	용매	에탄올	500	500	500	500	500	900			
		온도(°C)	70	70	70	70	70	50			
평가	반응 조건	시간(hr)	4	4	4	4	4	4	—	—	—
		회수율	107%	108%	107%	105%	109%	107%	—	—	—
	TEM막 두께(N=2 Ave.)	213nm	261nm	253nm	120nm	300nm	70nm	70nm	—	—	—
		응집	없음	없음	없음	없음	없음	없음	없음	없음	없음
	저항 Ω	10V	OverRange					1.03E+10	3.98E-01	5.70E-02	1.56E-02
		100V	OverRange					7.31E+09	—		
		500V	OverRange					1.65E+09	—		
		1000V	6.08E+13	2.74E+14	1.33E+12	2.70E+12	1.10E+14	6.02E+08	—		

[0214]

[0215] [표 2-2]

			제조예 6	제조예 7	제조예 8
배합 (g)	탄소 섬유	XN100-10M			
		XN100-12M	100	100	100
		XN100-15M			
	단량체	디비닐벤젠	25	25	25
		라이트에스테르G			
		TEOS			
	개시제	V-65	0.5	0.5	0.5
		10%NH3 수용액			
	용매	에탄올	500	500	500
		온도(°C)	70	70	70
평가	반응 조건	시간(hr)	4.5	5	5.5
		회수율	108%	109%	108%
	TEM막 두께(nm)	302	325	396	
		응집	없음	없음	없음
	저항 Ω	10V	Over Range		
		100V	Over Range		
		500V	Over Range		
		1000V	3.03E+13	4.62E+13	3.61E+14

[0216]

[0217] 표 2-1 및 표 2-2 중, 「E」는, 「10의 멍승」을 나타낸다. 즉, 「1E+3」은 「1000」을 나타내고, 「1E-1」은,

「0.1」을 나타낸다. 표 4-1 내지 표 4-5에서도 동일하다.

- [0218] XN-100-10M: 평균 섬유 직경 $9\mu\text{m}$, 평균 섬유 길이 $100\mu\text{m}$ 의 피치계 탄소 섬유, 닛본 그래파이트 파이버(주)
- [0219] XN-100-12M: 평균 섬유 직경 $9\mu\text{m}$, 평균 섬유 길이 $120\mu\text{m}$ 의 피치계 탄소 섬유, 닛본 그래파이트 파이버(주)
- [0220] XN-100-15M: 평균 섬유 직경 $9\mu\text{m}$, 평균 섬유 길이 $150\mu\text{m}$ 의 피치계 탄소 섬유, 닛본 그래파이트 파이버(주)
- [0221] 라이트에스테르 EG: 에틸렌글리콜디메타크릴레이트, 교에이샤 가가꾸 가부시키가이샤
- [0222] (실시에 1)
- [0223] 이하의 배합으로 혼합하여, 실리콘 수지 조성물(열전도성 수지 조성물)을 조제했다.
- [0224] -배합-
- [0225] --배합물 1(합계 100부피%)--
- [0226] · 제조예 1의 절연 피복 탄소 섬유 12.43부피%
- [0227] · 알루미늄 54.23부피%
- [0228] (상품명: DAW03, 평균 입자 직경 $4\mu\text{m}$, 덴카(주))
- [0229] · 실리콘 수지 33.34부피%
- [0230] 또한, 실리콘 수지는, 이하와 같다.
- [0231] --실리콘 수지--
- [0232] · 실리콘 수지 A 55질량%
- [0233] (상품명: 527(A), 도레이·다우코닝(주))
- [0234] · 실리콘 수지 B 45질량%
- [0235] (상품명: 527(B), 도레이·다우코닝(주))
- [0236] 얻어진 실리콘 수지 조성물을, 내벽에 박리 처리한 PET 필름을 붙인 직육면체상의 금형($42\text{mm} \times 42\text{mm}$) 중에 압출하여 실리콘 성형체를 성형했다. 얻어진 실리콘 성형체를 오븐에서 100°C 에서 6시간 경화하여 실리콘 경화물로 했다.
- [0237] 얻어진 실리콘 경화물을 오븐에서 100°C , 1시간 가열한 후, 초음파 커터로 절단하여, 두께 2.05mm 의 성형체 시트를 얻었다. 초음파 커터의 슬라이스 속도는 매초 50mm 로 했다. 또한, 초음파 커터에 부여하는 초음파 진동은 발진 주파수를 20.5kHz 로 하고 진폭을 $60\mu\text{m}$ 로 했다.
- [0238] 얻어진 성형체 시트를 박리 처리를 한 PET 필름으로 협지한 후, 두께 1.98mm 의 스페이서를 넣어서 프레스함으로써, 두께 2.00mm 의 열전도 시트 샘플을 얻었다. 프레스 조건은 50°C , 0.5MPa 설정으로, 3min 로 했다. 슬라이스 직후의 표면에 보이는 필러는 결합제로 피복되어 있지 않지만, 프레스에 의해 필러가 시트에 압박되고, 시트 내에 몰입됨으로써 결합제 성분이 표면에 나오므로 시트 표면의 필러 형상을 반영하여 결합제로 피복되어 있다. 프레스 후에 시트와 접촉되어 있던 박리 PET면에는 결합제 성분을 확인할 수 있다.
- [0239] <평가>
- [0240] 이하의 평가를 행했다. 결과를 표 4-1에 나타냈다.
- [0241] <<열 특성(유효 열전도율, 열 저항, 압축률)>>
- [0242] 열 특성의 측정은, ASTM-D5470에 준거한 열 저항 측정 장치(텍세리알즈(주)제)를 사용하여 행했다.
- [0243] 또한, 유효 열전도율은, 두께 방향의 열전도율이다.
- [0244] 또한, 각 특성은, 하중 $0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ 를 가하여 측정했다.
- [0245] <<전기 특성(부피 저항률, 절연 파괴 전압)>>
- [0246] -부피 저항률-

[0247] 저항 측정기((주) 미쯔비시 가가꾸 애널리텍제 하이레스타 UX)를 사용하여, 인가 전압을 변화시킨 경우의 부피 저항률을 측정했다.

[0248] 저항값이 매우 높고, 측정 범위(표 1을 참조)를 초과한 샘플에 대해서는, 표 4-1 내지 표 4-5 중에서, 「Over Range」 또는 「O.R.」로 나타내고, 저항값이 매우 낮고, 측정 범위(표 1을 참조)를 하회한 샘플에 대해서는, 표 4-3 중에서, 「Under Range」라고 나타내고 있다.

[0249] 또한, 부피 저항의 측정 범위는 저항값의 측정 범위에 의거하므로, 표 1 중의 측정 범위의 단위는 Ω이다.

[0250] -절연 파괴 전압-

[0251] 절연 파괴 전압은, 초고전압 내압 시험기((주) 계측 기류츠 겐큐쇼제, 7473)를 사용하여, 승압 속도 0.05kV/초, 실온에서 측정했다. 절연 파괴가 발생한 시점의 전압을 절연 파괴 전압(kV 또는 kV/mm)으로 했다

[0252] (실시에 2 내지 10, 비교예 1 내지 6)

[0253] 실시예 1에서, 배합물의 배합을, 표 3-1 또는 표 3-2 및 표 4-1 내지 표 4-3에 기재된 바와 같이 변경한 것 이외는, 실시예 1과 동일하게 하여 열전도 시트를 제조했다.

[0254] 얻어진 열전도 시트에 대해, 실시예 1과 동일한 평가를 행했다. 결과를 표 4-1 내지 표 4-3에 나타냈다.

[0255] (실시에 11 내지 19)

[0256] 실시예 1에서, 배합물의 배합 및 시트 두께를, 표 3-3 및 표 4-4 내지 표 4-5에 기재된 바와 같이 변경한 것 이외는, 실시예 1과 동일하게 하여 열전도 시트를 제조했다.

[0257] 얻어진 열전도 시트에 대해, 실시예 1과 동일한 평가를 행했다. 결과를 표 4-4 내지 표 4-5에 나타냈다.

[0258] [표 3-1]

실리콘 수지		실시예									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
527 (A)	절량 %	55	55	0	0	0	0	0	55	0	0
527 (B)		45	45	0	0	0	0	0	45	0	0
CY52-276 (A)		0	0	55	55	55	55	55	0	55	55
CY52-276 (B)		0	0	45	45	45	45	45	0	45	45

[0259]

[0260] [표 3-2]

실리콘 수지		비교예					
		1	2	3	4	5	6
527 (A)	절량 %	56	57	57	50	59	56
527 (B)		44	43	43	50	41	44
CY52-276 (A)		0	0	0	0	0	0
CY52-276 (B)		0	0	0	0	0	0

[0261]

[0262] [표 3-3]

실리콘 수지		실시예								
		11	12	13	14	15	16	17	18	19
527 (A)	절량 %	55	55	55	55	55	55	55	55	55
527 (B)		45	45	45	45	45	45	45	45	45

[0263]

[0264] 527(A): 실리콘 수지, 도레이 · 다우코닝(주)

[0265] 527(B): 실리콘 수지, 도레이 · 다우코닝(주)

[0266] CY52-276(A): 실리콘 수지, 도레이 · 다우코닝(주)

[0267] CY52-276(B): 실리콘 수지, 도레이 · 다우코닝(주)

[0268] [표 4-1]

			실시예				
			1	2	3	4	5
배합비 (부피%)	탄소 섬유	제조예 1	12.43				
		제조예 2		12.43	10.06	13.18	13.82
		제조예 3					
		제조예 4					
		제조예 5					
		비교 제조예1					
		XN-100-10M					
		XN-100-12M					
		XN-100-15M					
	알루미나	DAW03	54.23	54.23	37.62	26.00	25.84
	절화알루미늄	H1					
		JC			25.32	33.16	33.13
열 특성	실리콘 수지		33.34	33.34	26.99	27.67	27.20
	합계(부피%)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	열전도성 필러 함유량(부피%)		54.23	54.23	62.94	59.16	58.97
	탄소 섬유(C)-실리콘 수지(S) 비율	C/S (질량비)	0.85	0.85	0.85	1.09	1.16
		유효 열전도율 [W/mK]	8.96	9.90	9.91	11.93	12.80
	열저항	[°C · cm ² /W]	1.99	1.82	1.78	1.49	1.42
		압축률 [%]	10.73	10.09	11.66	10.84	9.05
	전기 특성	부피 저항률 [(Ω · cm)]	1V	Over Range			
			10V	Over Range			
			50V	Over Range			
			100V	Over Range			
			250V	Over Range			
			500V	0. R.	6.51E+12	Over Range	
			1000V	2.94E+13	1.1E+13	3.32E+13	3.73E+13
			1000V	2.94E+13	1.1E+13	3.32E+13	3.73E+13
	절연 파괴 전압	[kV]	1.93	1.84	2.24	2.13	1.90
		[kV/mm]	0.97	0.92	1.12	1.07	0.95

[0269]

[0270] [표 4-2]

			실시예				
			6	7	8	9	10
배합비 (부피%)	탄소 섬유	제조예 1					
		제조예 2	8.57	6.82	12.76		
		제조예 3					
		제조예 4	13.34			8.57	
		제조예 5					8.57
		비교 제조예1					
		XN-100-10M					
		XN-100-12M					
		XN-100-15M					
	알루미나	DAW03	30.43	31.30	53.01	30.43	30.43
	절화알루미늄	H1					
		JC	35.12	36.12		35.12	35.12
열 특성	실리콘 수지		25.88	25.76	34.23	25.88	25.88
	합계(부피%)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	열전도성 필러 함유량(부피%)		65.55	67.42	53.01	65.55	65.55
	탄소 섬유(C)-실리콘 수지(S) 비율	C/S (질량비)	0.76	0.61	0.85	0.76	0.76
		유효 열전도율 [W/mK]	10.06	9.05	12.84	11.23	9.60
	열저항	[°C · cm ² /W]	1.80	1.96	1.34	1.63	1.84
		압축률 [%]	9.35	11.49	13.80	8.42	11.84
	전기 특성	부피 저항률 [(Ω · cm)]	1V	Over Range			
			10V	Over Range			
			50V	Over Range			
			100V	Over Range			
			250V	Over Range			
			500V	Over Range			4.53E+12
			1000V	4.19E+13	3.98E+13	8.48E+12	1.93E+13
			1000V	4.19E+13	3.98E+13	8.48E+12	1.93E+13
	절연 파괴 전압	[kV]	2.67	2.94	1.82	2.23	3.80
		[kV/mm]	1.34	1.47	0.91	1.12	1.90

[0271]

[0272] [표 4-3]

			비교예					
			1	2	3	4	5	6
배합비 (부피%)	탄소 섬유	제조예 1						
		제조예 2						
		제조예 3						
		제조예 4						23.07
		제조예 5						
		비교 제조예 1					12.48	
		XN-100-10M	22.34	23.07				
		XN-100-12M				19.63		
		XN-100-15M			23.07			
	알루미나	DAW03	20.66	42.68	42.68	6.05	54.44	42.69
열 특성	절화알루미늄	HI	23.84					
		JC				41.90		
	실리콘 수지		33.16	34.25	34.25	32.42	33.08	34.24
	합계(부피%)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	열전도성 필러 함유량(부피%)		44.50	42.68	42.68	47.95	54.44	42.69
	탄소 섬유(C)-실리콘 수지(S) 비율	C/S (질량비)	1.54	1.54	0.86	0.70	0.86	1.54
		유효 열전도율 [W/mK]	17.21	11.54	15.30	22.80	8.78	12.79
	열저항	[°C·cm²/W]	0.85	1.17	0.83	0.78	1.82	1.36
		압축률 [%]	27.14	32.47	36.38	10.80	20.26	12.79
	전기 특성	부피 저항률 [(Ω·cm)]	1V	4.40E+04	2.51E+04	1.20E+03	1.80E+03	Over Range
			10V		Under Range			Over Range
			50V		Under Range			Over Range
			100V		Under Range			Over Range
			250V		Under Range			Over Range
			500V		Under Range		8.37E+12	0.R.
			1000V		Under Range		4.29E+11	4.53E+11
		절연 파괴 전압	[kV]	0.04	0.04	0.04	0.04	1.61
			[kV/mm]	0.02	0.02	0.02	0.02	0.805

[0273]

[0274] [표 4-4]

			실시예				
			11	12	13	14	15
배합비 (부피%)	탄소 섬유	제조예 6	12.43				
		제조예 7		12.43			
	알루미나	제조예 8			12.43	12.43	12.43
		DAW03	54.23	54.23	54.23	54.23	54.23
	실리콘 수지		33.34	33.34	33.34	33.34	33.34
합계(부피%)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
열전도성 필러 함유율(부피%)			66.66	66.66	66.66	66.66	66.66
시트 두께 [mm]			2.0	2.0	1.0	1.5	2.0
탄소 섬유-실리콘 수지 비율		C/S (질량비)	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
열 특성	유효 열전도율 [W/m·K]		8.22	8.25	5.72	6.76	7.86
	열저항 [°C·cm ² /W]		1.58	1.92	1.66	2.05	2.39
	압축률 [%]		15.4	21.4	6.64	5.12	6.1
전기 특성	부피 저항률 Ω·cm	1V	Over Range				
		10V	Over Range				
		50V	Over Range				
		100V	Over Range				
		250V	Over Range				
		500V	Over Range				
		1000V	2.21E+13	3.11E+13	1.09E+13	3.89E+13	3.77E+13
	절연 파괴 전압	[kV]	2.11	2.23	1.11	1.89	2.51
		[kV/mm]	1.06	1.12	1.11	1.26	1.26

[0275]

[0276] [표 4-5]

			실시예			
			16	17	18	19
배합비 (부피%)	탄소 섬유	제조예 6				
		제조예 7				
		제조예 8	12.43	12.43	12.43	3.22
	알루미나	DAW03	54.23	54.23	54.23	53.7
	실리콘 수지		33.34	33.34	33.34	43.08
	합계(부피%)		100.00	100.00	100.00	100.00
열전도성 필러 함유율(부피%)			66.66	66.66	66.66	56.92
시트 두께 [mm]			2.5	3.0	3.5	0.44
탄소 섬유-실리콘 수지 비율		C/S (질량비)	0.37	0.37	0.37	0.075
열 특성	유효 열전도율	[W/m · k]	8.29	8.7	8.84	1.07
	열저항	[°C · cm2/W]	2.81	3.31	3.73	3.43
	압축률	[%]	6.1	6.45	6.42	16.3
전기 특성	부피 저항률 Ω · cm	1V	Over Range			
		10V	Over Range			
		50V	Over Range			
		100V	Over Range			
		250V	Over Range			
		500V	Over Range			
		1000V	3.49E+13	3.28E+13	2.88E+13	1.23E+12
	절연 파괴 전압	[kV]	3.07	3.44	3.80	0.60
		[kV/mm]	1.23	1.15	1.09	1.36

[0277]

[0278] · H1: 질화알루미늄, 평균 입자 직경 1 μm , (주) 도쿠야마

[0279] · JC: 질화알루미늄, 평균 입자 직경 1.2 μm , 도요알루미늄(주)

[0280] 여기서, 각 성분의 비중은 이하와 같다.

[0281] 실리콘 수지: 0.97

[0282] 탄소 섬유: 2.22

[0283] 알루미나: 3.75

[0284] 질화알루미늄: 3.25

[0285] 실시예 1 내지 19에서는, 우수한 열전도성과 우수한 절연성의 양립이 되어 있었다.

[0286] 또한, 탄소 섬유의 절연 피복의 두께나 시트 두께를 바꾼 경우에도, 양호한 특성을 나타냈다.

[0287] 비교예 1 내지 4에서는, 절연 피복 탄소 섬유를 사용하고 있지 않기 때문에, 절연성이 불충분했다.

[0288] 비교예 5에서는, 비교 제조예 1에서 얻어진 절연 피복 탄소 섬유를 사용하고 있지만, 절연성은, 본 발명의 열전도성 시트에는 미치지 못했다.

[0289] 질량비(절연 피복 탄소 섬유/결합제 수지)가 1.30 이상의 비교예 6에서는, 절연성이, 본 발명의 열전도성 시트에는 미치지 못했다.

부호의 설명

[0290] 1: 열전도 시트

2: 히트 스프레더

2a: 주면

3: 전자 부품

3a: 상면

5: 히트 싱크

6: 배선 기판

도면

도면1

