



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2020-0070435  
(43) 공개일자 2020년06월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 23/373 (2006.01) C08K 3/04 (2006.01)  
C08K 7/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H01L 23/373 (2013.01)  
C08K 3/04 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7016571(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2017년01월13일  
심사청구일자 2020년06월09일
- (62) 원출원 특허 10-2019-7030256  
원출원일자(국제) 2017년01월13일  
심사청구일자 2019년10월21일
- (85) 번역문제출일자 2020년06월09일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2017/001122
- (87) 국제공개번호 WO 2017/130755  
국제공개일자 2017년08월03일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2016-012663 2016년01월26일 일본(JP)

- (71) 출원인  
테쿠세리아루즈 가부시키키가이샤  
일본 도쿄도 시나가와구 오사끼 1쪼메 11방 2고  
게이트 시티 오사끼 이스트 타워 8층
- (72) 발명자  
가나야 히로키  
일본 도쿄도 시나가와구 오사끼 1쪼메 11방 2고  
게이트 시티 오사끼 이스트 타워 8층 테쿠세리아  
루즈 가부시키키가이샤 나이  
노무라 유  
일본 도쿄도 시나가와구 오사끼 1쪼메 11방 2고  
게이트 시티 오사끼 이스트 타워 8층 테쿠세리아  
루즈 가부시키키가이샤 나이  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
특허법인코리아나

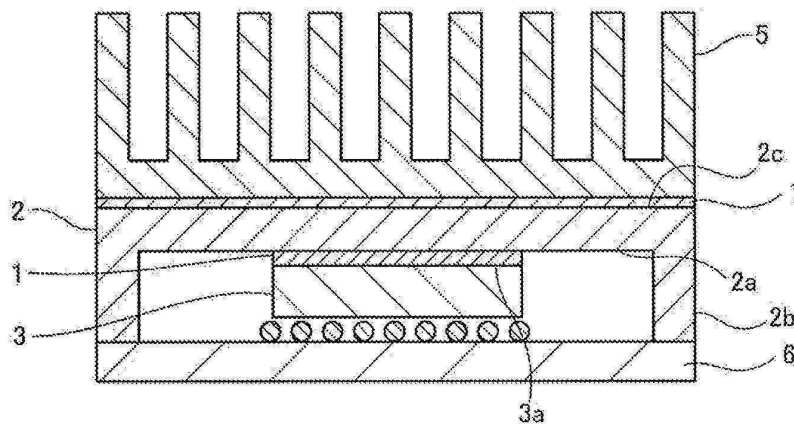
전체 청구항 수 : 총 8 항

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

(57) 요약

바인더 수지와, 탄소 섬유와, 상기 탄소 섬유 이외의 열전도성 필러를 함유하는 열전도 시트로서, 상기 탄소 섬유와 상기 바인더 수지의 질량비 (탄소 섬유/바인더 수지) 가, 1.30 미만이며, 상기 열전도성 필러의 함유량이, 48 체적% ~ 70 체적% 이며, 상기 탄소 섬유가, 상기 열전도 시트의 두께 방향으로 배향되어 있는, 열전도 시트이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

*C08K 7/00* (2013.01)

(72) 발명자

**우치다 슌스케**

일본 도쿄도 시나가와꾸 오사끼 1쵸메 11방 2고 게  
이트 시티 오사끼 이스트 타워 8층 데쿠세리아루즈  
가부시키가이샤 나이

**우치다 신이치**

일본 도쿄도 시나가와꾸 오사끼 1쵸메 11방 2고 게  
이트 시티 오사끼 이스트 타워 8층 데쿠세리아루즈  
가부시키가이샤 나이

**아라마키 게이스케**

일본 도쿄도 시나가와꾸 오사끼 1쵸메 11방 2고 게  
이트 시티 오사끼 이스트 타워 8층 데쿠세리아루즈  
가부시키가이샤 나이

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

바인더 수지와, 탄소 섬유와, 상기 탄소 섬유 이외의 열전도성 필러를 함유하는 열전도 시트로서,  
 상기 탄소 섬유와 상기 바인더 수지의 질량비 (탄소 섬유/바인더 수지) 가 1.30 미만이며,  
 상기 열전도성 필러의 함유량이 48 체적% ~ 55.37 체적% 이며,  
 상기 탄소 섬유가, 상기 열전도 시트의 두께 방향으로 배향되어 있으며,  
 1,000 V 의 인가 전압에 있어서의 체적 저항률이  $1.0 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$  이상이고,  
 하중 0.5 kgf/cm<sup>2</sup> 에 있어서의 압축률이 3 % 이상이며,  
 상기 열전도 시트의 표면이, 돌출된 상기 탄소 섬유에 의한 볼록 형상을 추종하도록 상기 열전도 시트로부터 스며 나온 삼출 성분으로 덮여 있는 것을 특징으로 하는, 열전도 시트.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
 상기 열전도성 필러가, 산화알루미늄, 질화알루미늄, 및 산화아연 중 적어도 어느 것을 함유하는, 열전도 시트.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,  
 상기 바인더 수지가 실리콘 수지인, 열전도 시트.

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 기재된 열전도 시트의 제조 방법으로서,  
 상기 바인더 수지와, 상기 탄소 섬유와, 상기 열전도성 필러를 함유하는 열전도성 수지 조성물을 소정의 형상으로 성형하여 경화시킴으로써, 상기 열전도성 수지 조성물의 성형체를 얻는 공정과,  
 상기 성형체를 시트상으로 절단하여, 성형체 시트를 얻는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 열전도 시트의 제조 방법.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,  
 상기 성형체를 얻는 공정이, 중공상의 형 내에, 상기 열전도성 수지 조성물을 압출기로 압출함으로써 소정의 형상으로 성형하고, 또한 경화시킴으로써, 상기 탄소 섬유가 압출 방향을 따라 배향된 상기 성형체를 얻는 공정이고,  
 상기 성형체 시트를 얻는 공정이, 상기 성형체를, 상기 압출 방향에 대하여 수직 방향으로 절단하여, 시트상의 상기 성형체 시트를 얻는 공정인, 열전도 시트의 제조 방법.

#### 청구항 6

전자 부품이 발하는 열을 방열시키는 히트 스프레더와,  
 상기 히트 스프레더에 배치 형성되고, 상기 히트 스프레더와 상기 전자 부품 사이에 협지되는 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 기재된 열전도 시트를 갖는 것을 특징으로 하는, 방열 부재.

**청구항 7**

전자 부품과,

상기 전자 부품이 발하는 열을 방열시키는 히트 스프레더와,

상기 히트 스프레더에 배치 형성되고, 상기 히트 스프레더와 상기 전자 부품 사이에 협지되는 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 기재된 열전도 시트를 갖는 것을 특징으로 하는, 반도체 장치.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

히트 싱크를 구비하고,

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, 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 소자에 있어서는, 구동에 의해 열이 발생하고, 발생된 열이 축적되면 반도체 소자의 구동이나 주변 기기에 악영향이 발생하기 때문에, 각종 냉각 수단이 사용되고 있다. 반도체 소자 등의 전자 부품의 냉각 방법으로는, 당해 기기에 팬을 장착하여, 기기 케이싱 내의 공기를 냉각시키는 방식이나, 그 냉각시켜야 하는 반도체 소자에 방열 핀이나 방열판 등의 히트 싱크를 장착하는 방법 등이 알려져 있다.

[0003] 상기 서술한 반도체 소자에 히트 싱크를 장착하여 냉각을 실시하는 경우, 반도체 소자의 열을 효율적으로 방출시키기 위해서, 반도체 소자와 히트 싱크 사이에 열전도 시트가 형성되어 있다. 이 열전도 시트로는, 실리콘 수지에 열전도성 필러 등의 충전제를 분산 함유시킨 것이 널리 사용되고 있고, 열전도성 필러의 하나로서, 탄소 섬유가 바람직하게 채용되고 있다 (예를 들어, 특허문헌 1 ~ 4 참조).

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

[0005] 그 때문에, 열전도 시트의 절연성을 높이는 것을 목적으로 하여, 탄소 섬유와 전기 절연성 열전도 충전제를, 각각 특정 비율로 함유시킨 열전도 시트가 제안되어 있다 (예를 들어, 특허문헌 5 참조).

[0006] 그러나, 이 제안된 기술로는, 최근 요구되는 높은 열전도성이 얻어지지 않는다는 문제가 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0007] (특허문헌 0001) 일본 특허 제5671266호
- (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2005-54094호
- (특허문헌 0003) 일본 특허 제5660324호
- (특허문헌 0004) 일본 특허 제4791146호
- (특허문헌 0005) 일본 공개특허공보 2002-003717호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명은, 종래에 있어서의 상기 여러 문제를 해결하여, 이하의 목적을 달성하는 것을 과제로 한다. 즉, 본 발명은, 높은 열전도성을 가지면서, 절연성도 우수한 열전도 시트, 및 그 제조 방법, 그리고 상기 열전도 시트를 사용한 방열 부재 및 반도체 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

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

[0010] <1> 바인더 수지와, 탄소 섬유와, 상기 탄소 섬유 이외의 열전도성 필러를 함유하는 열전도 시트로서,

[0011] 상기 탄소 섬유와 상기 바인더 수지의 질량비 (탄소 섬유/바인더 수지) 가, 1.30 미만이며,

[0012] 상기 열전도성 필러의 함유량이, 48 체적% ~ 70 체적% 이며,

[0013] 상기 탄소 섬유가, 상기 열전도 시트의 두께 방향으로 배향되어 있는 것을 특징으로 하는 열전도 시트이다.

[0014] <2> 하중 0.5 kgf/cm<sup>2</sup> 에 있어서의 압축률이, 3 % 이상인 상기 <1> 에 기재된 열전도 시트이다.

[0015] <3> 상기 열전도성 필러가, 산화알루미늄, 질화알루미늄, 및 산화아연 중 적어도 어느 것을 함유하는 상기 <1> 내지 <2> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트이다.

[0016] <4> 상기 바인더 수지가, 실리콘 수지인 상기 <1> 내지 <3> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트이다.

[0017] <5> 상기 <1> 내지 <4> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트의 제조 방법으로서,

[0018] 상기 바인더 수지와, 상기 탄소 섬유와, 상기 열전도성 필러를 함유하는 열전도성 수지 조성물을 소정의 형상으로 성형하여 경화시킴으로써, 상기 열전도성 수지 조성물의 성형체를 얻는 공정과,

[0019] 상기 성형체를 시트상으로 절단하여, 성형체 시트를 얻는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 열전도 시트의 제조 방법이다.

[0020] <6> 상기 성형체를 얻는 공정이, 중공상의 형 (型) 내에, 상기 열전도성 수지 조성물을 압출기로 압출함으로써 소정의 형상으로 성형하고, 또한 경화시킴으로써, 상기 탄소 섬유가 압출 방향을 따라 배향된 상기 성형체를 얻는 공정이고,

[0021] 상기 성형체 시트를 얻는 공정이, 상기 성형체를, 상기 압출 방향에 대하여 수직 방향으로 절단하여, 시트상의 상기 성형체 시트를 얻는 공정인, 상기 <5> 에 기재된 열전도 시트의 제조 방법이다.

[0022] <7> 전자 부품이 발하는 열을 방열시키는 히트 스프레더와,

[0023] 상기 히트 스프레더에 배치 형성되고, 상기 히트 스프레더와 상기 전자 부품 사이에 협지되는 상기 <1> 내지 <4> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트를 갖는 것을 특징으로 하는 방열 부재이다.

[0024] <8> 전자 부품과,

[0025] 상기 전자 부품이 발하는 열을 방열시키는 히트 스프레더와,

[0026] 상기 히트 스프레더에 배치 형성되고, 상기 히트 스프레더와 상기 전자 부품 사이에 협지되는 상기 <1> 내지 <4> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트를 갖는 것을 특징으로 하는 반도체 장치이다.

[0027] <9> 히트 싱크를 구비하고,

[0028] 상기 히트 스프레더와 상기 히트 싱크 사이에 상기 <1> 내지 <4> 중 어느 하나에 기재된 열전도 시트가 협지되어 있는 상기 <8> 에 기재된 반도체 장치이다.

**발명의 효과**

[0029] 본 발명에 의하면, 종래에 있어서의 상기 여러 문제를 해결하여, 상기 목적을 달성할 수 있고, 높은 열전도성을 가지면서, 절연성도 우수한 열전도 시트, 및 그 제조 방법, 그리고 상기 열전도 시트를 사용한 방열 부재 및 반도체 장치를 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0030] 도 1 은 본 발명의 열전도 시트의 제조 방법의 흐름의 일례를 나타내는 모식도이다.
- 도 2 는 본 발명이 적용된 열전도 시트, 방열 부재 및 반도체 장치를 나타내는 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0031] (열전도 시트)
- [0032] 본 발명의 열전도 시트는, 바인더 수지와, 탄소 섬유와, 열전도성 필러를 적어도 함유하고, 추가로 필요에 따라 그 밖의 성분을 함유한다.
- [0033] <바인더 수지>
- [0034] 상기 바인더 수지로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 열경화성 폴리머 등을 들 수 있다.
- [0035] 상기 열경화성 폴리머로는, 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 1 종 단독으로 사용해도 되고, 2 종 이상을 병용해도 된다.
- [0036] 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 1 종 단독으로 사용해도 되고, 2 종 이상을 병용해도 된다.
- [0037] 이들 중에서도, 성형 가공성, 내후성이 우수함과 함께, 전자 부품에 대한 밀착성 및 추종성의 점에서, 상기 열경화성 폴리머는, 실리콘 수지인 것이 특히 바람직하다.
- [0038] 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 열가황형 밀러블 타입의 실리콘 수지 등을 들 수 있다. 이들 중에서도, 전자 부품의 발열면과 히트 싱크면의 밀착성이 요구되기 때문에, 부가 반응형 실리콘 수지가 특히 바람직하다.
- [0039] 상기 부가 반응형 실리콘 수지로는, 비닐기를 갖는 폴리오르가노실록산을 주체, Si-H 기를 갖는 폴리오르가노실록산을 경화제로 한, 2 액성의 부가 반응형 실리콘 수지가 바람직하다.
- [0040] 상기 액상 실리콘 겔의 주체와 경화제의 조합에 있어서, 상기 주체와 상기 경화제의 배합 비율로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다.
- [0041] 상기 바인더 수지의 함유량으로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 10 체적% ~ 50 체적% 가 바람직하고, 15 체적% ~ 40 체적% 가 보다 바람직하고, 20 체적% ~ 40 체적% 가 특히 바람직하다.
- [0042] 또한, 본 명세서에 있어서 「~」를 사용하여 나타낸 수치 범위는, 「~」의 전후에 기재되는 수치를 각각 최소치 및 최대치로서 포함하는 범위를 나타낸다.
- [0043] <탄소 섬유>
- [0044] 상기 탄소 섬유로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 피치계 탄소 섬유, PAN 계 탄소 섬유, PBO 섬유를 흑연화한 탄소 섬유, 아크 방전법, 레이저 증발법, CVD 법 (화학 기상 성장법), CCVD 법 (촉매 화학 기상 성장법) 등에 의해 합성된 탄소 섬유를 사용할 수 있다. 이들 중에서도, 열전도성의 점에서, PBO 섬유를 흑연화한 탄소 섬유, 피치계 탄소 섬유가 특히 바람직하다.
- [0045] 또한, 상기 탄소 섬유는, 절연성 재료로 피복된 탄소 섬유가 아니고, 도전성을 갖는다.
- [0046] 상기 탄소 섬유는, 필요에 따라, 상기 피막과의 밀착성을 높이기 위해서, 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 결합

시키는 처리 등을 들 수 있다. 상기 관능기로는, 예를 들어 수산기, 카르복실기, 카르보닐기, 니트로기, 아미노기 등을 들 수 있다.

- [0047] 상기 탄소 섬유의 평균 섬유 길이 (평균 장축 길이) 로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 50  $\mu\text{m}$  ~ 250  $\mu\text{m}$  가 바람직하고, 75  $\mu\text{m}$  ~ 200  $\mu\text{m}$  가 보다 바람직하고, 90  $\mu\text{m}$  ~ 170  $\mu\text{m}$  가 특히 바람직하다.
- [0048] 상기 탄소 섬유의 평균 섬유 직경 (평균 단축 길이) 으로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 4  $\mu\text{m}$  ~ 20  $\mu\text{m}$  가 바람직하고, 5  $\mu\text{m}$  ~ 14  $\mu\text{m}$  가 보다 바람직하다.
- [0049] 상기 탄소 섬유의 에스펙트비 (평균 장축 길이/평균 단축 길이) 로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 8 이상이 바람직하고, 9 ~ 30 이 보다 바람직하다. 상기 에스펙트비가 8 미만이면, 탄소 섬유의 섬유 길이 (장축 길이) 가 짧기 때문에, 열전도율이 저하되어 버리는 경우가 있다.
- [0050] 여기서, 상기 탄소 섬유의 평균 장축 길이, 및 평균 단축 길이는, 예를 들어 마이크로스코프, 주사형 전자 현미경 (SEM) 등에 의해 측정할 수 있다.
- [0051] 상기 탄소 섬유의 함유량으로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 2 체적% ~ 40 체적% 가 바람직하고, 3 체적% ~ 38 체적% 가 보다 바람직하고, 4 체적% ~ 30 체적% 가 특히 바람직하다. 상기 함유량이, 2 체적% 미만이면, 충분히 낮은 열저항을 얻는 것이 곤란해지는 경우가 있고, 40 체적% 를 초과하면, 상기 열전도 시트의 성형성 및 상기 탄소 섬유의 배향성에 영향을 주게 되는 경우가 있다.
- [0052] 상기 탄소 섬유와 상기 바인더 수지의 질량비 (탄소 섬유/바인더 수지) 는, 1.30 미만이며, 0.10 이상 1.30 미만이 바람직하고, 0.30 이상 1.30 미만이 보다 바람직하고, 0.50 이상 1.30 미만이 보다 더 바람직하고, 0.60 이상 1.20 이하가 특히 바람직하다. 상기 질량비가, 1.30 이상이면, 상기 열전도 시트의 절연성이 불충분해진다.
- [0053] 또, 상기 열전도 시트가 상기 탄소 섬유를 함유하지 않으면, 상기 열전도 시트의 열특성 (특히 열전도성) 이 불충분해진다.
- [0054] 또한, 상기 열전도 시트는, 상기 탄소 섬유를 함유한다. 즉, 상기 탄소 섬유와 상기 바인더 수지의 질량비 (탄소 섬유/바인더 수지) 의 하한치가 0.00 이 아닌 (상기 질량비가 0.00 초과이다) 것은, 당연하다.
- [0055] <열전도성 필러>
- [0056] 상기 열전도성 필러로는, 상기 탄소 섬유 이외의 열전도성 필러이면 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 무기물 필러 등을 들 수 있다.
- [0057] 상기 무기물 필러로는, 그 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, 괴상, 입상 (粒狀), 편평상, 침상 등을 들 수 있다. 이들 중에서도, 구상, 타원 형상이 충전성의 점에서 바람직하고, 구상이 특히 바람직하다.
- [0058] 또한, 본 명세서에 있어서, 상기 무기물 필러는, 상기 탄소 섬유와는 상이하다.
- [0059] 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 1 종 단독으로 사용해도 되고, 2 종 이상을 병용해도 된다. 이들 중에서도, 산화알루미늄, 질화붕소, 질화알루미늄, 산화아연, 실리카가 바람직하고, 열전도율의 점에서, 산화알루미늄, 질화알루미늄, 산화아연이 특히 바람직하다.
- [0060] 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.
- [0061] 상기 무기물 필러의 평균 입경으로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다.
- [0062] 상기 무기물 필러가 알루미늄인 경우, 그 평균 입경은 1  $\mu\text{m}$  ~ 10  $\mu\text{m}$  가 바람직하고, 1  $\mu\text{m}$  ~ 5  $\mu\text{m}$  가 보다 바람직하고, 3  $\mu\text{m}$  ~ 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 열저항이 커지는 경우가 있다.
- [0063] 상기 무기물 필러가 질화알루미늄인 경우, 그 평균 입경은 0.3  $\mu\text{m}$  ~ 6.0  $\mu\text{m}$  가 바람직하고, 0.3  $\mu\text{m}$  ~ 2.0  $\mu\text{m}$

가 보다 바람직하고, 0.5  $\mu\text{m}$  ~ 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 열저항이 커지는 경우가 있다.

- [0064] 상기 무기물 필러의 평균 입경은, 예를 들어 입도 분포계, 주사형 전자 현미경 (SEM) 에 의해 측정할 수 있다.
- [0065] 상기 열전도성 필러의 함유량은, 48 체적% ~ 70 체적% 이며, 50 체적% ~ 69 체적% 가 바람직하다. 상기 함유량이, 48 체적% 미만, 또는 70 체적% 를 초과하면, 절연성과 높은 열전도성을 양립할 수 없게 된다. 또한, 상기 함유량이, 48 체적% 미만, 또는 70 체적% 를 초과하면, 열전도 시트를 제조하는 것도 곤란해진다.
- [0066] <그 밖의 성분>
- [0067] 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.
- [0068] 상기 열전도 시트의 평균 두께로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 0.05 mm ~ 5.00 mm 가 바람직하고, 0.07 mm ~ 4.00 mm 가 보다 바람직하고, 0.10 mm ~ 3.00 mm 가 특히 바람직하다.
- [0069] 상기 열전도 시트의 표면은, 돌출된 상기 탄소 섬유에 의한 볼록 형상을 추종하도록, 상기 열전도 시트로부터 스며 나온 삼출 (滲出) 성분으로 덮여 있는 것이 바람직하다.
- [0070] 상기 열전도 시트의 표면을 이와 같이 하는 방법은, 예를 들어 후술하는 표면 피복 공정에 의해 실시할 수 있다.
- [0071] 상기 열전도 시트는, 사용되는 반도체 소자 주변의 전자 회로의 단락 방지의 점에서, 1,000 V 의 인가 전압에 있어서의 체적 저항률이,  $1.0 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$  이상인 것이 바람직하고,  $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  이상인 것이 보다 바람직하다. 상기 체적 저항률은, 예를 들어 JIS K-6911 에 준하여 측정된다.
- [0072] 상기 체적 저항률의 상한치로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 상기 체적 저항률은,  $1.0 \times 10^{18} \Omega \cdot \text{cm}$  이하를 들 수 있다.
- [0073] 상기 열전도 시트는, 전자 부품 및 히트 싱크에 대한 밀착성의 점에서, 하중 0.5 kgf/cm<sup>2</sup> 에 있어서의 압축률이 3 % 이상인 것이 바람직하고, 15 % 이상이 보다 바람직하다.
- [0074] 상기 열전도 시트의 압축률의 상한치로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 상기 열전도 시트의 압축률은, 30 % 이하가 바람직하다.
- [0075] 상기 열전도 시트에 있어서는, 상기 탄소 섬유가 상기 열전도 시트의 두께 방향으로 배향되어 있다. 그렇게 함으로써, 상기 탄소 섬유와 상기 바인더 수지의 전술한 특정 질량비, 및 전술한 상기 열전도성 필러의 특정 함유량과 더불어, 높은 열전도성을 가지면서, 절연성도 우수한 열전도 시트가 얻어진다.
- [0076] 여기서, 「탄소 섬유가, 열전도 시트의 두께 방향으로 배향되어 있다」란, 상기 열전도 시트가 함유하는 상기 탄소 섬유의 45 % 이상이, 두께 방향에 대하여 0° ~ 45° 의 범위 내로 배향되어 있는 것을 가리킨다. 또한, 상기 탄소 섬유는 반드시 모든 탄소 섬유가 동일한 방향으로 배향되어 있을 필요는 없다.
- [0077] 상기 탄소 섬유의 배향은, 예를 들어 전자 현미경에 의해 측정할 수 있다.
- [0078] (열전도 시트의 제조 방법)
- [0079] 본 발명의 열전도 시트의 제조 방법은, 성형체 제조 공정과, 성형체 시트 제조 공정을 적어도 포함하고, 바람직하게 표면 피복 공정을 포함하고, 추가로 필요에 따라 그 밖의 공정을 포함한다.
- [0080] 상기 열전도 시트의 제조 방법은, 본 발명의 상기 열전도 시트를 제조하는 방법이다.
- [0081] <성형체 제조 공정>
- [0082] 상기 성형체 제조 공정으로는, 바인더 수지, 탄소 섬유, 및 열전도성 필러를 함유하는 열전도성 수지 조성물을 소정의 형상으로 성형하여 경화시킴으로써, 상기 열전도성 수지 조성물의 성형체를 얻는 공정이면 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다.

- [0083] -열전도성 수지 조성물-
- [0084] 상기 열전도성 수지 조성물은, 바인더 수지와, 탄소 섬유와, 열전도성 필러를 적어도 함유하고, 추가로 필요에 따라 그 밖의 성분을 함유한다.
- [0085] 상기 바인더 수지로는, 상기 열전도 시트의 설명에 있어서 예시한 상기 바인더 수지를 들 수 있다.
- [0086] 상기 탄소 섬유로는, 상기 열전도 시트의 설명에 있어서 예시한 상기 탄소 섬유를 들 수 있다.
- [0087] 상기 열전도성 필러로는, 상기 열전도 시트의 설명에 있어서 예시한 상기 열전도성 필러를 들 수 있다.
- [0088] 상기 성형체 제조 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.
- [0089] 상기 성형체 제조 공정은, 중공상의 형 내에, 상기 열전도성 수지 조성물을 압출기로 압출함으로써 소정의 형상으로 성형하고, 또한 경화시킴으로써, 상기 탄소 섬유가 압출 방향을 따라 배향된 상기 성형체를 얻는 공정인 것이, 얻어지는 열전도 시트에 있어서, 상기 탄소 섬유를, 상기 열전도 시트의 두께 방향으로 배향시키기 쉬운 점에서 바람직하다.
- [0090] 성형체 (블록상의 성형체) 의 크기 및 형상은, 요구되는 열전도 시트의 크기에 따라 정할 수 있다. 예를 들어, 단면의 세로의 크기가 0.5 cm ~ 15 cm 이고 가로의 크기가 0.5 cm ~ 15 cm 인 직방체를 들 수 있다. 직방체의 길이는 필요에 따라서 결정하면 된다.
- [0091] 상기 성형체 제조 공정에 있어서의 상기 열전도성 수지 조성물의 경화는 열경화인 것이 바람직하다. 상기 열경화에 있어서의 경화 온도로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 상기 바인더 수지가, 액상 실리콘 겔의 주체와 경화제를 함유하는 경우, 60 °C ~ 120 °C 가 바람직하다. 상기 열경화에 있어서의 경화 시간으로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 0.5 시간 ~ 10 시간 등을 들 수 있다.
- [0092] <성형체 시트 제조 공정>
- [0093] 상기 성형체 시트 제조 공정으로는, 상기 성형체를 시트상으로 절단하여, 성형체 시트를 얻는 공정이면 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 슬라이스 장치에 의해 실시할 수 있다.
- [0094] 상기 성형체 시트 제조 공정에 있어서는, 상기 성형체를 시트상으로 절단하여, 성형체 시트를 얻는다. 얻어지는 상기 성형체 시트의 표면에 있어서는, 상기 탄소 섬유가 돌출되어 있다. 이것은, 상기 성형체를 슬라이스 장치 등에 의해 시트상으로 절단할 때에, 상기 바인더 수지의 경화 성분과 상기 탄소 섬유의 경도차에 의해, 상기 바인더 수지의 경화 성분이 슬라이스 장치 등의 절단 부재에 인장되어 신장되고, 상기 성형체 시트 표면에 있어서, 상기 탄소 섬유 표면으로부터 상기 바인더 수지의 경화 성분이 제거되기 때문이라고 생각된다.
- [0095] 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 것도 있기 때문에 압출 방향에 대하여 60 도 ~ 120 도가 바람직하고, 70 도 ~ 100 도가 보다 바람직하고, 90 도 (수직) 가 특히 바람직하다.
- [0096] 상기 성형체 제조 공정이, 중공상의 형 내에, 상기 열전도성 수지 조성물을 압출기로 압출함으로써 소정의 형상으로 성형하고, 또한 경화시킴으로써, 상기 탄소 섬유가 압출 방향을 따라 배향된 상기 성형체를 얻는 공정인 경우, 상기 성형체 시트 제조 공정으로는, 상기 성형체를, 상기 압출 방향에 대하여 수직 방향으로 절단하여, 시트상의 상기 성형체 시트를 얻는 공정인 것이 바람직하다.
- [0097] 상기 성형체 시트의 평균 두께로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 0.06 mm ~ 5.01 mm 가 바람직하고, 0.08 mm ~ 4.01 mm 가 보다 바람직하고, 0.11 mm ~ 3.01 mm 가 특히 바람직하다.
- [0098] <표면 피복 공정>
- [0099] 상기 표면 피복 공정으로는, 상기 성형체 시트의 표면을, 돌출된 상기 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.
- [0100] 여기서, 「삼출 성분」 이란, 상기 열전도성 수지 조성물에 함유되지만, 경화에 기여하지 않은 성분으로서, 비경

화성 성분, 및 바인더 수지 중 경화되지 않은 성분 등을 의미한다.

- [0101] -프레스 처리-
- [0102] 상기 프레스 처리로는, 상기 성형체 시트를 프레스하고, 상기 성형체 시트의 표면을, 돌출된 상기 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.
- [0103] 상기 프레스는, 예를 들어 평반과 표면이 평탄한 프레스 헤드로 이루어지는 1 쌍의 프레스 장치를 사용하여 실시할 수 있다. 또, 핀치 롤을 사용하여 실시해도 된다.
- [0104] 상기 프레스시의 압력으로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있지만, 지나치게 낮으면 프레스를 하지 않는 경우와 열저항이 변하지 않는 경향이 있고, 지나치게 높으면 시트가 연신되는 경향이 있으므로, 0.1 MPa ~ 100 MPa 가 바람직하고, 0.5 MPa ~ 95 MPa 가 보다 바람직하다.
- [0105] 상기 프레스의 시간으로는 특별히 제한은 없고, 바인더 수지의 성분, 프레스 압력, 시트 면적, 삼출 성분의 스며 나옴량 등에 따라, 적절히 선택할 수 있다.
- [0106] 상기 프레스 처리에 있어서는, 삼출 성분의 스며 나옴, 상기 성형체 시트 표면의 피복의 효과를 보다 촉진시키기 위해서, 히터를 내장한 프레스 헤드를 사용하여, 가열하면서 실시해도 된다. 이와 같은 효과를 높이기 위해, 가열 온도는 바인더 수지의 유리 전이 온도 이상에서 실시하는 것이 바람직하다. 이로써, 프레스 시간을 단축시킬 수 있다.
- [0107] 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, 열저항을 저감시킬 수 있다. 또, 상기 삼출 성분에 의한 피복이 열전도 시트 표면의 탄소 섬유 형상을 반영하는 정도의 두께인 경우에는, 열저항의 상승을 회피할 수 있다.
- [0108] 또한, 성형체 시트는, 프레스됨으로써 두께 방향으로 압축되어, 탄소 섬유 및 열전도성 필러끼리의 접촉 빈도를 증대시킬 수 있다. 이로써, 열전도 시트의 열저항을 저감시키는 것이 가능해진다.
- [0109] 상기 프레스 처리는, 상기 성형체 시트를 소정의 두께로 압축하기 위한 스페이서를 사용하여 실시되는 것이 바람직하다. 즉, 열전도 시트는, 예를 들어 프레스 헤드와 대치되는 배치(載置)면에 스페이서를 배치하여 성형체 시트가 프레스됨으로써, 스페이서의 높이에 따른 소정의 시트 두께로 형성할 수 있다.
- [0110] -성형체 시트 방치 처리-
- [0112] \*
- [0113] \*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.
- [0114] 성형체 시트로부터 스며 나온 바인더 수지의 삼출 성분에 의해, 성형체 시트의 표면 및 성형체 시트 표면으로부터 노출되는 상기 탄소 섬유를 피복하는 처리는, 상기 프레스 처리 대신에, 상기 성형체 시트 방치 처리여도 된다. 이 경우에도, 프레스 처리와 동일하게, 얻어지는 열전도 시트는, 전자 부품이나 히트 스프레더의 표면에 대한 추종성, 밀착성이 향상되어, 열저항을 저감시킬 수 있다. 또, 상기 삼출 성분에 의한 피복이 열전도 시트 표면의 탄소 섬유의 형상을 반영하는 정도의 두께인 경우에는, 열저항의 상승을 회피할 수 있다.
- [0115] 상기 방치 시간으로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다.
- [0116] 여기서, 본 발명의 열전도 시트의 제조 방법의 일례를, 도면을 사용하여 설명한다.
- [0117] 본 발명의 열전도 시트는, 도 1 에 나타내는 바와 같이, 압출, 성형, 경화, 절단(슬라이스) 등의 일련의 공정을 거쳐 제조된다.
- [0118] 우선, 바인더 수지, 탄소 섬유, 및 열전도성 필러를 혼합, 및 교반하여 열전도성 수지 조성물을 조제한다. 다음으로, 조제한 열전도성 수지 조성물을 압출 성형할 때에, 복수의 슬릿을 통과시킴으로써 열전도성 수지 조성물 중에 배합된 탄소 섬유를 압출 방향으로 배향시켜, 성형체를 얻는다. 다음으로, 얻어진 성형체를 경화

시킨 후, 경화된 성형체를 압출 방향에 대하여 수직 방향으로 초음파 커터로 소정의 두께로 절단함으로써, 성형체 시트 (열전도 시트) 를 제조할 수 있다.

- [0119] (방열 부재)
- [0120] 본 발명의 방열 부재는, 히트 스프레더와, 열전도 시트를 적어도 갖고, 추가로 필요에 따라 그 밖의 부재를 갖는다.
- [0121] (반도체 장치)
- [0122] 본 발명의 반도체 장치는, 전자 부품과, 히트 스프레더와, 열전도 시트를 적어도 갖고, 추가로 필요에 따라 그 밖의 부재를 갖는다.
- [0123] 상기 전자 부품으로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있으며, 예를 들어 CPU, MPU, 그래픽 연산 소자 등을 들 수 있다.
- [0124] 상기 히트 스프레더는, 상기 전자 부품이 발하는 열을 방열시키는 부재이면 특별히 제한은 없고, 목적에 따라 적절히 선택할 수 있다.
- [0125] 상기 열전도 시트는, 본 발명의 상기 열전도 시트이며, 상기 히트 스프레더에 배치 형성되고, 상기 히트 스프레더와 상기 전자 부품 사이에 협지된다.
- [0126] 본 발명의 반도체 장치의 일례를 도면을 사용하여 설명한다.
- [0127] 도 2 는 본 발명의 반도체 장치의 일례의 개략 단면도이다. 본 발명의 열전도 시트 (1) 는, 반도체 소자 등의 전자 부품 (3) 이 발하는 열을 방열시키는 것으로, 도 2 에 나타내는 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. 또, 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 방열시키는 방열 부재를 구성한다.
- [0128] 히트 스프레더 (2) 는, 예를 들어 방형 판상으로 형성되고, 전자 부품 (3) 과 대치되는 주면 (2a) 과, 주면 (2a) 의 외주를 따라 세워 형성된 측벽 (2b) 을 갖는다. 히트 스프레더 (2) 는, 측벽 (2b) 에 둘러싸인 주면 (2a) 에 열전도 시트 (1) 가 형성되고, 또 주면 (2a) 과 반대측의 타면 (2c) 에 열전도 시트 (1) 를 개재하여 히트 싱크 (5) 가 형성된다. 히트 스프레더 (2) 는, 높은 열전도율을 가질수록 열저항이 감소되어, 효율적으로 반도체 소자 등의 전자 부품 (3) 의 열을 흡열시키는 점에서, 예를 들어 열전도성이 양호한 구리나 알루미늄을 사용하여 형성할 수 있다.
- [0129] 전자 부품 (3) 은, 예를 들어 BGA 등의 반도체 소자이며, 배선 기판 (6) 에 실장된다. 또 히트 스프레더 (2) 도, 측벽 (2b) 의 선단면이 배선 기판 (6) 에 실장되고, 이로써 측벽 (2b) 에 의해 소정의 거리를 두고 전자 부품 (3) 을 둘러싸고 있다.
- [0130] 그리고, 히트 스프레더 (2) 의 주면 (2a) 에, 열전도 시트 (1) 가 접착됨으로써, 전자 부품 (3) 이 발하는 열을 흡수하고, 히트 싱크 (5) 로부터 방열되는 방열 부재가 형성된다. 히트 스프레더 (2) 와 열전도 시트 (1) 의 접착은, 열전도 시트 (1) 자체의 점착력에 의해 실시할 수 있지만, 적절히 접착제를 사용해도 된다. 접착제로는, 열전도 시트 (1) 의 히트 스프레더 (2) 로의 접착과 열전도를 담당하는 공지된 방열성 수지, 혹은 방열성의 접착 필름을 사용할 수 있다.
- [0131] 실시예
- [0132] 이어서, 본 발명의 실시예에 대하여 설명한다. 본 실시예에서는, 열전도성 수지 조성물의 바인더 성분과 경화제 성분의 성분비를 바꾸어 열전도 시트의 샘플을 형성하고, 각 샘플에 대하여 각종 평가를 실시하였다.
- [0133] (비교 제조예 1)
- [0134] <절연 피복 탄소 섬유 제조>
- [0135] 폴리에틸렌계 용기에, 평균 섬유 직경 9  $\mu\text{m}$ , 평균 섬유 길이 100  $\mu\text{m}$  의 피치계 탄소 섬유 (상품명 XN-100-10M : 닛폰 그래파이트 파이버 (주) 제조) 를 100 g, 테트라에톡시실란 (TEOS) 200 g, 에탄올 900 g 을 투입하여, 교반 날개로 혼합하였다.

- [0137] \*
- [0138] \*그 후, 50 °C 까지 가온시키면서, 반응 개시제 (10 % 암모니아수) 176 g 을 5 분에 걸쳐 투입하였다. 용매의 투입이 완료된 시점을 0 분으로 하여, 3 시간 교반을 실시하였다.
- [0139] 교반 종료 후, 강운시키고, 흡인 여과하여 고휘분을 회수하고, 고휘분을 물과 에탄올을 사용하여 세정하고, 다시 흡인 여과를 실시하여, 고휘분을 회수하였다.
- [0140] 회수된 고휘분을 100 °C 에서 2 시간 건조 후, 다시 200 °C 에서 8 시간 소성을 실시함으로써, 탄소 함유를 얻었다.
- [0141] (평가)
- [0142] 비교 제조예 1 에서 얻어진 절연 피복 탄소 함유에 대하여, 이하의 평가를 실시하였다. 또, 저항에 대해서는, 절연 피복을 하지 않은 이하의 탄소 함유의 평가도 실시하였다. 평가 결과를 표 2 에 나타낸다.
- [0143] 시료 1 :
- [0144] 평균 섬유 직경 9  $\mu\text{m}$ , 평균 섬유 길이 100  $\mu\text{m}$  의 피치계 탄소 섬유 (상품명 XN-100-10M : 닛폰 그래파이트 파이버 (주) 제조)
- [0145] 시료 2 :
- [0146] 평균 섬유 직경 9  $\mu\text{m}$ , 평균 섬유 길이 120  $\mu\text{m}$  의 피치계 탄소 섬유 (상품명 XN-100-12M : 닛폰 그래파이트 파이버 (주) 제조)
- [0147] 시료 3 :
- [0148] 평균 섬유 직경 9  $\mu\text{m}$ , 평균 섬유 길이 150  $\mu\text{m}$  의 피치계 탄소 섬유 (상품명 XN-100-15M : 닛폰 그래파이트 파이버 (주) 제조)
- [0149] (1) 회수율
- [0150] 절연 피복 탄소 함유의 각 샘플에 대하여, 그 질량을 측정된 후, 사용된 탄소 함유의 질량으로 나눔으로써 회수율의 산출을 실시하였다. 산출된 회수율에 대해서는, 클수록 피복의 양이 큰 것을 알 수 있다.
- [0151] (2) 피복의 막두께
- [0152] 절연 피복 탄소 함유의 각 샘플에 대하여, 수속 이온 빔 (FIB) 을 사용하여 절단한 후, 투과형 전자 현미경 (TEM) 을 사용하여 단면을 관찰하고, 피복의 평균 막두께를 측정하였다.
- [0153] (3) 탄소 함유의 저항
- [0154] 탄소 함유의 각 샘플을, 충전 밀도가 0.750 g/cm<sup>3</sup> 가 되도록 통상의 용기 (직경 : 9 mm, 길이 : 15 mm) 에 투입한 후, 저저항 측정 장치를 사용하여, 사단자법으로, 인가 전압이 최대 10 V 의 범위에서 저항의 측정을 실시하였다.
- [0155] 절연 피복 탄소 함유에 대해서는, 고저항 측정 장치를 사용하여, 이단자법으로, 인가 전압을 변화시켰을 경우의 저항의 측정을 실시하였다. 고저항 측정 장치의 측정 가능 범위는, 이하와 같다.

[0156] [표 1]

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

[0157]

[0158] [표 2]

			비교 제조예 1	시료 1	시료 2	시료 3
배합 (g)	탄소 섬유	XN-100-10M	100	XN-100-10M	XN-100-12M	XN-100-15M
	피복 성분	TEOS	200			
		10%NH <sub>3</sub> 수용액	176			
	용매	에탄올	900			
반응 조건		온도(°C)	50			
		시간(hr)	3			
평가	회수율		107%	—	—	—
	TEM 막두께(N=2 Ave.)		70nm	—	—	—
	응집		없음	없음	없음	없음
	저항 Ω	10V	1.03E+10	3.98E-01	5.70E-02	1.56E-02
		100V	7.31E+09	—	—	—
500V		1.65E+09	—	—	—	
1000V		6.02E+08	—	—	—	

[0159]

[0160] 표 2 중, 「E」는, 「10의 멱승」을 나타낸다. 즉, 「1E+3」은 「1000」을 나타내고, 「1E-1」은, 「0.1」을 나타낸다. 표 4-1 ~ 표 4-3에 있어서도 동일하다.

[0161] (실시예 1)

[0162] 이하의 배합으로 혼합하여, 실리콘 수지 조성물 (열전도성 수지 조성물) 을 조제하였다.

[0163] -배합-

[0164] --배합물 1 (합계 100 체적%)--

[0165] · 탄소 섬유 7.99 체적%

[0166] (상품명 XN-100-12M : 닛폰 그래파이트 파이버 (주) 제조)

[0167] · 알루미늄 37.83 체적%

[0168] (상품명 : DAW03, 평균 입자 직경 4 μm, 덴카 (주))

[0169] · 질화알루미늄 27.28 체적%

[0170] (상품명 : JC, 평균 입자 직경 1.2 μm, 토요 알루미늄 (주))

[0171] · 실리콘 수지 26.90 체적%

[0172] 또한, 실리콘 수지는, 이하와 같다.

[0173] --실리콘 수지--

- [0174] · 실리콘 수지 A 55 질량%
- [0175] (상품명 : 527 (A), 토레·다우코닝 (주))
- [0176] · 실리콘 수지 B 45 질량%
- [0177] (상품명 : 527 (B), 토레·다우코닝 (주))
- [0178] 얻어진 실리콘 수지 조성물을, 내벽에 박리 처리한 PET 필름을 붙인 직방체상의 금형 (42 mm × 42 mm) 내로 압출하여 실리콘 성형체를 성형하였다. 얻어진 실리콘 성형체를 오븐에서 100 °C 에서 6 시간 경화시켜 실리콘 경화물로 하였다.
- [0179] 얻어진 실리콘 경화물을, 오븐에서 100 °C, 1 시간 가열한 후, 초음파 커터로, 압출 방향에 대하여 수직 방향으로 절단하여, 두께 2.05 mm 의 성형체 시트를 얻었다. 초음파 커터의 슬라이스 속도는, 매초 50 mm 로 하였다. 또, 초음파 커터에 부여하는 초음파 진동은, 발진 주파수를 20.5 kHz 로 하고, 진폭을 60 μm 로 하였다.
- [0180] 얻어진 성형체 시트를 박리 처리를 한 PET 필름으로 협지한 후, 두께 1.98 mm 의 스페이서를 넣어 프레스함으로써, 두께 2.00 mm 의 열전도 시트 샘플을 얻었다. 프레스 조건은, 50 °C, 0.5 MPa 설정으로, 3 min 으로 하였다. 슬라이스 직후의 표면에 보이는 필러는 바인더로 피복되어 있지 않지만, 프레스에 의해 필러가 시트에 가압되고, 시트 내에 몰입됨으로써 바인더 성분이 표면으로 나오므로 시트 표면의 필러 형상을 반영하여 바인더로 피복되어 있다. 프레스 후에 시트와 접촉되어 있던 박리 PET 면에는 바인더 성분을 확인할 수 있다.
- [0181] <평가>
- [0182] 이하의 평가를 실시하였다. 결과를 표 4-1 에 나타내었다.
- [0183] <<탄소 함유의 배향 유무>>
- [0184] 탄소 함유가 열전도 시트의 두께 방향으로 배향되어 있는지 아닌지는, 얻어진 열전도 시트의 단면을 마이크로스코프 (HiROX Co Ltd 제조, KH7700) 로 관찰함으로써 확인하였다. 결과를 표 4-1 에 나타내었다.
- [0185] 표 4-1 에는, 탄소 함유가, 열전도 시트의 두께 방향으로 배향되어 있는 경우, 「배향 있음」이라고 적고, 탄소 함유가, 열전도 시트의 두께 방향으로 배향되어 있지 않은 경우, 「배향 없음」이라고 적었다.
- [0186] <<열특성 (유효 열전도율, 열저항, 압축률)>>
- [0187] 열특성의 측정은, ASTM-D5470 에 준거한 열저항 측정 장치 (텍세리얼즈 (주) 제조) 를 사용하여 실시하였다.
- [0188] 또한, 유효 열전도율은, 두께 방향의 열전도율이다.
- [0189] 또, 각 특성은, 하중 0.5 kgf/cm<sup>2</sup> 를 가하여 측정하였다.
- [0190] <<전기 특성 (체적 저항률, 절연 파괴 전압)>>
- [0191] -체적 저항률-
- [0192] 저항 측정기 ((주) 미즈비시 화학 아날리테크 제조 하이레스터 UX) 를 사용하여, 인가 전압을 변화시킨 경우의 체적 저항률을 측정하였다.
- [0193] 저항치가 매우 높고, 측정 범위 (표 1 을 참조) 를 초과한 샘플에 대해서는, 표 4-1 ~ 표 4-3 중에서, 「Over Range」 또는 「O.R.」 로 나타내고, 저항치가 매우 낮고, 측정 범위 (표 1 을 참조) 를 하회한 샘플에 대해서는, 표 4-2, 및 표 4-3 중에서, 「Under Range」로 나타내고 있다.
- [0194] 또한, 체적 저항의 측정 범위는 저항치의 측정 범위에 의거하므로, 표 1 중의 측정 범위의 단위는 Ω 이다.
- [0195] -절연 파괴 전압-
- [0196] 절연 파괴 전압은, 초고전압 내압 시험기 ((주) 계측 기술 연구소 제조, 7473) 를 사용하여, 승압 속도 0.05 kV/초, 실온에서 측정하였다. 절연 파괴가 발생한 시점의 전압을 절연 파괴 전압 (kV/mm) 으로 하였다.
- [0197] (실시에 2 ~ 7, 비교예 1 ~ 9)
- [0198] 실시예 1 에 있어서, 배합물의 배합을, 표 3-1 또는 표 3-2, 및 표 4-1 ~ 표 4-3 에 기재된 바와 같이 변경한 것 이외에는, 실시예 1 과 동일하게 하여 열전도 시트를 제조하였다.

[0199] 단, 비교예 7 에 관해서는, 실시예 3 에 있어서, 성형물을 제조할 때에, 내벽에 박리 처리한 PET 필름을 붙인 직방체상의 금형 용기 (42 mm × 42 mm) 내에, 시어를 가하지 않고 실리콘 수지 조성물을 넣고, PET 필름을 붙인 덮개를 엮어 성형한 것 이외에는, 실시예 3 과 동일하게 하여 열전도 시트를 제조하였다. 그렇게 함으로써, 탄소 섬유가 두께 방향으로 배향되어 있는 얇은 열전도 시트를 얻었다.

[0200] 얻어진 열전도 시트에 대하여, 실시예 1 과 동일한 평가를 실시하였다. 결과를 표 4-1 ~ 표 4-3 에 나타내었다.

[0201] [표 3-1]

실리콘 수지		실시예						
		1	2	3	4	5	6	7
527(A)	질량%	55	59	58	59	58	55	55
527(B)		45	41	42	41	42	45	45

[0202]

[0203] [표 3-2]

실리콘 수지		비교예								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
527(A)	질량%	56	57	57	57	50	59	58	59	59
527(B)		44	43	43	43	50	41	42	41	41

[0204]

[0205] 527 (A) : 실리콘 수지, 토레 · 다우코닝 (주)

[0206] 527 (B) : 실리콘 수지, 토레 · 다우코닝 (주)

[0207] [표 4-1]

			실시예				
			1	2	3	4	5
배합비 (체적%)	탄소 섬유	XN-100-10M			12.40		
		XN-100-12M	7.99	10.20		12.48	
		XN-100-15M					12.56
		비교 제조예1					
	알루미나	DAW03	37.83	37.09	55.37	54.44	54.79
	질화알루미늄	H1					
		JC	27.28	25.68			
실리콘 수지		26.90	27.03	32.23	33.08	32.65	
합계 (체적%)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
열전도성 필러 함유량 (체적%)		65.12	62.76	55.37	54.44	54.79	
탄소 섬유(C)-실리콘 수지(S) 비율	C/S (질량비)	0.68	0.86	0.88	0.86	0.88	
탄소 섬유의 배향 유무		배향 있음	배향 있음	배향 있음	배향 있음	배향 있음	
열특성	유효 열전도율	[W/mK]	11.92	13.97	9.23	10.19	14.14
	열저항	[°C · cm <sup>2</sup> /W]	1.55	1.32	1.96	1.54	1.07
	압축률	[%]	7.88	8.10	9.49	21.77	24.17
전기 특성	체적 저항률 [(Ω · cm)]	1V	OverRange				
		10V	OverRange				
		50V	OverRange				9.01E+09
		100V	OverRange		1.90E+11	4.52E+09	2.16E+09
		250V	OverRange		4.49E+10	2.98E+09	6.18E+08
		500V	8.56E+12	5.50E+11	4.46E+09	1.27E+09	4.37E+08
		1000V	1.20E+11	1.05E+11	2.91E+08	3.66E+08	3.47E+08
		절연 파괴 전압	[kV]	1.73	1.43	1.10	1.51

[0208]

[0209] [표 4-2]

			실시에		비교예		
			6	7	1	2	3
배합비 (체적%)	탄소 섬유	XN-100-10M		7.14	22.34	23.07	
		XN-100-12M	13.41				
		XN-100-15M					23.07
		비교 제조예1					
	알루미나	DAW03	26.46	31.69	20.66	42.68	42.68
	질화알루미늄	H1			23.84		
		JC	33.75	34.13			
실리콘 수지		26.38	27.04	33.16	34.25	34.25	
합계 (체적%)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
열전도성 필러 함유량 (체적%)		60.21	65.82	44.51	42.68	42.68	
탄소 섬유(C)-실리콘 수지(S) 비율		C/S (질량비)	1.16	0.60	1.54	1.54	1.54
탄소 섬유의 배향 유무		유무	배향 있음	배향 있음	배향 있음	배향 있음	배향 있음
열특성	유효 열전도율 [W/mK]		17.59	9.20	17.21	11.54	15.30
	열저항 [°C · cm <sup>2</sup> /W]		1.04	1.95	0.85	1.17	0.83
	압축률 [%]		8.65	10.30	27.14	32.47	36.38
전기 특성	체적 저항률 [(Ω · cm)]	1V	OverRange		4.40E+04	2.51E+04	1.20E+03
		10V	OverRange		UnderRange		
		50V	OverRange		UnderRange		
		100V	1.28E+10	0. R.	UnderRange		
		250V	1.03E+10	0. R.	UnderRange		
		500V	4.60E+09	5.46E+12	UnderRange		
		1000V	2.51E+09	3.80E+11	UnderRange		
		절연 파괴 전압 [kV]	0.97	1.82	0.04	0.04	0.04

[0211] \*

[0212] [표 4-3]

			비교예					
			4	5	6	7	8	9
배합비 (체적%)	탄소 섬유	XN-100-10M		20.19		12.40		
		XN-100-12M					14.39	7.85
		XN-100-15M						
		비교 제조예1			12.48			
	알루미나	DAW03		6.23	54.44	55.37	47.46	71.34
	질화알루미늄	H1						
		JC	68.86	40.23				
실리콘 수지		31.14	33.35	33.08	32.23	38.15	20.81	
합계 (체적%)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
열전도성 필러 함유량 (체적%)		68.86	48.31	54.44	55.37	47.46	71.34	
탄소 섬유(C)-실리콘 수지(S) 비율		C/S (질량비)	0.00	1.39	0.86	0.88	0.86	0.86
탄소 섬유의 배향 유무		유무	—	배향 있음	배향 있음	배향 없음	—	—
열특성	유효 열전도율 [W/mK]		6.80	22.80	8.78	5.20	—	—
	열저항 [°C · cm <sup>2</sup> /W]		2.91	0.78	1.82	3.38	—	—
	압축률 [%]		1.06	10.80	20.26	12.08	—	—
전기 특성	체적 저항률 [(Ω · cm)]	1V	0. R.	1.80E+03	OverRange		—	—
		10V	0. R.	U. R.	OverRange		—	—
		50V	0. R.	U. R.	OverRange		—	—
		100V	0. R.	U. R.	0. R.	3.86E+09	—	—
		250V	0. R.	U. R.	0. R.	1.72E+09	—	—
		500V	9.21E+12	U. R.	8.37E+12	7.84E+08	—	—
		1000V	1.12E+13	U. R.	4.29E+11	4.80E+08	—	—
		절연 파괴 전압 [kV]	10.2	0.04	1.61	1.28	—	—

[0213] · H1 : 질화알루미늄, 평균 입자 직경 1 μm, (주) 토쿠아마

[0215] 여기서, 각 성분의 비중은 이하와 같다.

[0216] 실리콘 수지 : 0.97

[0217] 탄소 섬유 : 2.22

[0218] 알루미나 : 3.75

[0219] 질화알루미늄 : 3.25

[0220] 실시예 1 ~ 7 의 열전도 시트는, 높은 열전도성을 가지면서, 절연성도 우수하였다.

[0221] 한편, 비교예 1 ~ 3, 5 의 열전도 시트는, 절연성이 불충분하였다.

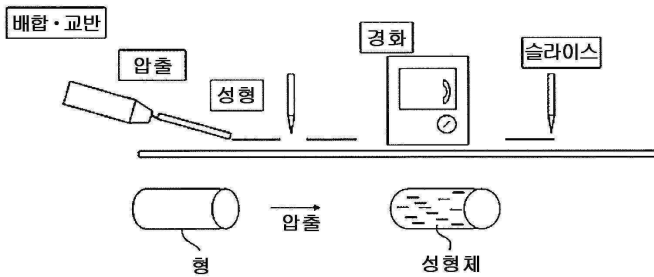
- [0222] 비교예 4 의 열전도 시트는, 탄소 섬유를 함유하고 있지 않기 때문에, 열특성이, 본 발명의 열전도 시트보다 떨어졌다.
- [0223] 비교예 6 의 열전도 시트는, 탄소 섬유를 절연 피복하고 있기 때문에, 열특성이, 본 발명의 열전도 시트보다 떨어졌다.
- [0224] 비교예 7 의 열전도 시트는, 탄소 섬유가 두께 방향으로 배향되어 있지 않기 때문에, 열특성이, 본 발명의 열전도 시트보다 떨어졌다.
- [0225] 비교예 8 에서는, 열전도성 필러의 함유량이, 48 체적% 미만이기 때문에, 실리콘 수지 조성물 (열전도성 수지 조성물) 의 점도가 지나치게 낮아, 열전도 시트를 조제할 수 없었다.
- [0226] 비교예 9 에서는, 열전도성 필러의 함유량이, 70 체적% 를 초과하기 때문에, 실리콘 수지 조성물 (열전도성 수지 조성물) 의 점도가 지나치게 높아, 열전도 시트를 조제할 수 없었다.

**부호의 설명**

- [0227] 1 열전도 시트
- 2 히트 스프레더
- 2a 주면
- 3 전자 부품
- 3a 상면
- 5 히트 싱크
- 6 배선 기판

**도면**

**도면1**



**도면2**

