(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0077716
(43) 공개일자 2023년06월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*H05K 7/20* (2006.01) *C08J 5/18* (2006.01)
*C08K 3/013* (2018.01) *C08K 3/04* (2006.01)
*C08K 5/5415* (2006.01) *C08L 23/00* (2006.01)
*C08L 83/04* (2006.01) *H01L 23/373* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*H05K 7/20481* (2013.01)
*C08J 5/18* (2021.05)
(21) 출원번호 10-2023-7005340
(22) 출원일자(국제) 2021년07월21일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2023년02월15일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/027302
(87) 국제공개번호 WO 2022/070568
국제공개일자 2022년04월07일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-165565 2020년09월30일 일본(JP)

(71) 출원인
**세키수이 폴리머텍 가부시키가이샤**
일본 사이타마켄 사이타마시 사쿠라쿠 다지마 8쵸메 10반 1고
(72) 발명자
**나미키 가즈히로**
일본 사이타마켄 사이타마시 사쿠라쿠 다지마 8쵸메 10반 1고 세키수이 폴리머텍 가부시키가이샤 내
**이와자키 히로미치**
일본 사이타마켄 사이타마시 사쿠라쿠 다지마 8쵸메 10반 1고 세키수이 폴리머텍 가부시키가이샤 내
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**(유)한양특허법인**

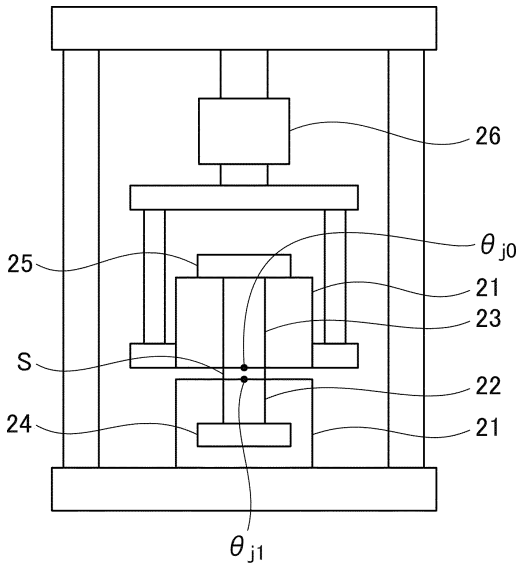
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **열전도성 시트, 그 장착 방법 및 제조 방법**

## (57) 요 약

실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 혼합물인 바인더 성분과, 상기 바인더 성분에 분산되어 있는 열전도성 충전재 (C)를 구비하고, 80℃, 0.276MPa에서의 압축률이 15% 이상이고, 또한 보형성(保形性)을 갖는 열전도성 시트.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
***C08K 3/013*** (2018.01)
***C08K 3/04*** (2013.01)
***C08K 5/5415*** (2013.01)
***C08L 23/00*** (2013.01)
***C08L 83/04*** (2013.01)
***H01L 23/3735*** (2013.01)
*C08K 2201/001* (2013.01)
(72) 발명자
**구로오 겐타**
일본 사이타마켄 사이타마시 사쿠라쿠 다지마 8쵸메 10반 1고 세키수이 폴리머텍 가부시키가이샤 내
**구도 히로키**
일본 사이타마켄 사이타마시 사쿠라쿠 다지마 8쵸메 10반 1고 세키수이 폴리머텍 가부시키가이샤 내

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 혼합물인 바인더 성분과,

상기 바인더 성분에 분산되는 열전도성 충전재 (C)를 구비하고,

80℃, 0.276MPa에 있어서의 압축률이 15% 이상이고, 또한 보형성(保形性)을 갖는, 열전도성 시트.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 탄화수소계 화합물 (B)의 융점이 23℃보다 높고 80℃ 이하인, 열전도성 시트.

### 청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 탄화수소계 화합물 (B)가 결정성 폴리알파올레핀인, 열전도성 시트.

### 청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 탄화수소계 화합물 (B)의 함유량이, 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 합계 100질량부에 대해, 1~50질량부인, 열전도성 시트.

### 청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 열전도성 충전재 (C)가 이방성 충전재를 포함하고, 상기 이방성 충전재가 두께 방향으로 배향되는, 열전도성 시트.

### 청구항 6

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서,

상기 열전도성 충전재 (C)의 체적 충전율이 30~85체적%인, 열전도성 시트.

### 청구항 7

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 기재된 열전도성 시트와, 방열체를 구비하고, 상기 열전도성 시트가 상기 방열체의 표면에 장착되는, 방열 부재.

### 청구항 8

실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 혼합물인 바인더 성분과, 상기 바인더 성분에 분산되는 열전도성 충전재 (C)를 구비하고, 보형성을 갖는 열전도성 시트를, 제1 부재의 표면에 배치하는 공정과,

상기 열전도성 시트를 가열하는 공정과,

상기 열전도성 시트의 상기 제1 부재 측의 면과는 반대측의 면에 제2 부재를 배치하고, 또한 상기 열전도성 시트를 가압하여, 상기 제1 및 제2 부재 사이에 상기 열전도 시트를 장착하는 공정

을 구비하는 열전도성 시트의 장착 방법.

### 청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 탄화수소계 화합물 (B)가 23℃보다 높은 융점을 갖고, 상기 열전도성 시트를, 상기 융점 이상으로 가열하는, 열전도성 시트의 장착 방법.

**청구항 10**

경화성 실리콘 조성물 (A1)과, 탄화수소계 화합물 (B)와, 열전도성 충전재 (C)와, 상용성 물질 (D)를 적어도 혼합시켜, 혼합 조성물을 얻는 공정과,

상기 혼합 조성물을 가열에 의해 경화하는 공정

을 구비하는 열전도성 시트의 제조 방법.

**청구항 11**

청구항 10에 있어서,

상기 상용성 물질 (D)가 알콕시실란 화합물인, 열전도성 시트의 제조 방법.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은, 열전도성 시트에 관한 것이고, 예를 들면, 발열체와 방열체 사이에 배치하여 사용되는 열전도성 시트에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 컴퓨터, 자동차 부품, 휴대 전화 등의 전자 기기에서는, 반도체 소자나 기계 부품 등의 발열체로부터 발생하는 열을 방열하기 위하여 히트 싱크 등의 방열체가 일반적으로 이용된다. 방열체에 대한 열의 전열 효율을 높일 목적으로, 발열체와 방열체 사이에는, 열전도성 시트가 배치되는 것이 알려져 있다.

[0003] 열전도성 시트는, 전도 효율을 한층 더 높이기 위해서 발열체, 방열체에 대한 추종성이 요구된다. 따라서, 가열에 의해 연화 내지 용융되는, 이른바 페이즈 체인지 시트라 불리는 상변화형의 열전도성 시트가 검토되고 있다. 예를 들면, 특허문헌 1에서는, 알킬기 도입 실리콘 오일과, α-올레핀과, 열전도성 필러를 적어도 포함하고, 상온에서는 퍼티상이며, 가열에 의해 연화되어 유동화되는 방열 시트가 개시되어 있다.

[0004] 또, 열전도성 시트로서는 고분자 겔을 이용한 열전도성 시트도 알려져 있다. 예를 들면, 특허문헌 2에는, 고분자 겔과, 상온에서는 고형 내지 페이스트상으로 가열하면 액체가 되는 화합물과, 열전도성 필러를 포함하는 조성물로 이루어지는 방열 시트로서, 가열에 의해 연화되는 것을 특징으로 하는 열연화 방열 시트가 개시되어 있다.

[0005] 또, 특허문헌 3에는, 열전도성 수지층을 포함하는 열전도성 시트로서, 열전도성 수지층이, 왁스를 포함하는 바인더 수지와, 당해 바인더 수지 중에 분산되는 열전도성 충전재를 포함하는 열전도성 시트에 있어서, 바인더 수지에 실리콘 겔이 사용되는 것이 개시되어 있다.

[0006] 이상의 각 특허문헌 1~3에 개시되는 페이즈 체인지 시트나, 실리콘 겔 등의 고분자 겔을 이용한 열전도성 시트는, 유연성이 높기 때문에, 방열체, 발열체에 대한 추종성이 양호하고, 그에 따라, 열전도 성능을 높이는 것이 가능해진다.

### *선행기술문헌*

#### *특허문헌*

[0007] (특허문헌 0001) 일본국 특허공개 2004-331835호 공보

(특허문헌 0002) 일본국 특허공개 2002-234952호 공보

(특허문헌 0003) 일본국 특허공개 2001-291807호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 그러나, 특허문헌 1~3에 나타내어지는, 열전도성 시트는, 충분한 탄력이 없는 것에 의해 보형성(保形性)이 불충분하여, 열전도성 시트를 장착할 때의 작업성이 악화되고, 또, 절단 가공 등에 의해 제조하는 것이 어려운 등의 문제가 발생한다. 또한, 펌프 아웃이 발생하기 쉽고, 또, 반발 탄성도 불충분하므로, 신뢰성에 문제가 있는 경우도 있다.

[0009] 이에, 본 발명은, 사용 시에는 일정한 유연성을 확보하여, 열전도성을 양호하게 하면서도, 보형성, 및 신뢰성이 양호한 열전도성 시트를 제공하는 것을 과제로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 본 발명자는, 예의 검토의 결과, 소정의 바인더 성분과, 열전도성 충전재를 구비하는 열전도성 시트에 있어서, 80℃, 0.276MPa(=40psi)에 있어서의 압축률을 15% 이상으로 하고, 또한 보형성을 갖게 함으로써 상기 과제를 해결할 수 있음을 발견하고, 이하의 본 발명을 완성시켰다. 즉, 본 발명은, 이하의 [1]~[11]을 제공한다.

[0011] [1] 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 혼합물인 바인더 성분과,

[0012] 상기 바인더 성분에 분산되는 열전도성 충전재 (C)를 구비하고,

[0013] 80℃, 0.276MPa에 있어서의 압축률이 15% 이상이고, 또한 보형성을 갖는, 열전도성 시트.

[0014] [2] 상기 탄화수소계 화합물 (B)의 융점이 23℃보다 높고 80℃ 이하인 상기 [1]에 기재된 열전도성 시트.

[0015] [3] 상기 탄화수소계 화합물 (B)가 결정성 폴리알파올레핀인 상기 [1] 또는 [2]에 기재된 열전도성 시트.

[0016] [4] 상기 탄화수소계 화합물 (B)의 함유량이, 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 합계 100질량부에 대해, 1~50질량부인 상기 [1] 내지 [3] 중 어느 하나에 기재된 열전도성 시트.

[0017] [5] 상기 열전도성 충전재 (C)가 이방성 충전재를 포함하고, 상기 이방성 충전재가 두께 방향으로 배향되는 상기 [1] 내지 [4] 중 어느 하나에 기재된 열전도성 시트.

[0018] [6] 상기 열전도성 충전재 (C)의 체적 충전율이 30~85체적%인 상기 [1] 내지 [4] 중 어느 하나에 기재된 열전도성 시트.

[0019] [7] 상기 [1] 내지 [6] 중 어느 하나에 기재된 열전도성 시트와, 방열체를 구비하고, 상기 열전도성 시트가 상기 방열체의 표면에 장착되는 방열 부재.

[0020] [8] 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 혼합물인 바인더 성분과, 상기 바인더 성분에 분산되는 열전도성 충전재 (C)를 구비하고, 보형성을 갖는 열전도성 시트를, 제1 부재의 표면에 배치하는 공정과,

[0021] 상기 열전도성 시트를 가열하는 공정과,

[0022] 상기 열전도성 시트의 상기 제1 부재 측의 면과는 반대측의 면에 제2 부재를 배치하고, 또한 상기 열전도성 시트를 가압하여, 상기 제1 및 제2 부재 사이에 상기 열전도 시트를 장착하는 공정

[0023] 을 구비하는 열전도성 시트의 장착 방법.

[0024] [9] 상기 탄화수소계 화합물 (B)가 23℃보다 높은 융점을 갖고, 상기 열전도성 시트를, 상기 융점 이상으로 가열하는 상기 [8]에 기재된 열전도성 시트의 장착 방법.

[0025] [10] 경화성 실리콘 조성물 (A1)과, 탄화수소계 화합물 (B)와, 열전도성 충전재 (C)와, 상용성 물질 (D)를 적어도 혼합시켜, 혼합 조성물을 얻는 공정과,

[0026] 상기 혼합 조성물을 가열에 의해 경화하는 공정

[0027] 을 구비하는 열전도성 시트의 제조 방법.

[0028] [11] 상기 상용성 물질 (D)가 알콕시실란 화합물인 상기 [10]에 기재된 열전도성 시트의 제조 방법.

## 발명의 효과

[0029] 본 발명에 의하면, 사용 시에는 일정한 유연성을 확보하여 열전도성을 양호하게 하면서도, 보형성, 및 신뢰성이 양호한 열전도성 시트를 제공할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은, 열저항을 측정하는 측정기를 설명하는 도면이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] [열전도성 시트]

[0032] 이하, 본 발명의 실시 형태에 따른 열전도성 시트에 대해 상세하게 설명한다.

[0033] 본 발명의 열전도성 시트는, 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 혼합물인 바인더 성분과, 바인더 성분에 분산되는 열전도성 충전재 (C)를 구비한다. 또, 본 발명에 있어서, 열전도성 시트는, 80℃, 0.276MPa(=40psi)에 있어서의 압축률이 15% 이상이며, 보형성도 갖는다.

[0034] 본 발명의 열전도성 시트는, 이상의 구성을 가짐으로써, 고온 가열 시(즉, 사용 시)에 일정한 유연성을 확보하여, 발열체, 방열체 등에 대해 높은 하중을 작용시키는 일 없이 추종성을 확보할 수 있고, 열전도성이 양호해진다. 또, 열전도성 시트는, 용이하게 압축하므로, 높은 압축률로 장착됨으로써, 열전도성 시트에 있어서의 열전도성 충전재 (C)끼리의 거리가 짧아지거나, 혹은, 열전도성 충전재 (C)끼리가 서로 접촉하거나 함으로써, 열전도성이 향상된다.

[0035] 또한, 열전도성 시트는, 보형성을 가지므로, 전자 기기에 대한 장착이 용이해지며, 후술하는 바와 같이 블록상의 것을 슬라이스에 의해 시트상으로 가공하여, 열전도성 시트를 제조하는 것도 가능해지고, 또한, 상온 부근에서 일정한 탄력을 갖게 하면 취급성이 우수한 것이 된다. 또한, 장착 후에도 소정의 반발 탄성을 구비함과 더불어 펌프 아웃 등도 발생하기 어려워지기 때문에, 유연성을 확보하면서도 신뢰성이 향상된다.

[0036] 유연성을 확보하면서 신뢰성이 양호해지는 원리는 확실하지 않지만, 이하와 같이 추정된다. 본 발명에 있어서는, 탄화수소계 화합물 (B)는, 실리콘 매트릭스 (A)에 상용되지 않고, 바인더 성분에 있어서, 실리콘 매트릭스 (A)가 해(海)성분, 탄화수소계 화합물 (B)가 도(島)성분이 되는 해도 구조가 되는 것으로 추정된다. 바인더 성분이 해도 구조를 가짐으로써, 탄화수소계 화합물 (B)는, 가열 시에 연화, 용융, 저점도화하는 등 해도 실리콘 매트릭스 (A)에 의해 계속해서 유지되고, 유연성을 높이면서도 펌프 아웃을 억제할 수 있는 것으로 추정된다. 또, 실리콘 매트릭스 (A)가 해성분을 구성함으로써, 열전도성 시트는 소정의 반발 탄성을 구비하므로, 발열체, 또는 방열체와의 사이 등에 공기층이 생기지 않아 안정되게 장착되는 것으로 추정된다.

[0037] 한편, 상기 압축률이 15% 미만이 되면, 가열했을 때의 유연성이 불충분해진다. 그로 인해, 열전도성 시트는, 사용 시에 발열체나 방열체에 대한 추종성이 불충분해지고, 또, 높은 압축률로 장착할 수 없어, 열전도성이 저하된다. 상기 압축률은, 사용 시의 유연성을 높여, 열전도성을 향상시키는 관점에서, 18% 이하가 바람직하고, 20% 이상이 보다 바람직하다.

[0038] 또, 상기 압축률은, 50% 이하가 바람직하다. 압축률이 50% 이하가 됨으로써, 취급성, 신뢰성이 양호해지기 쉬워지고, 전자 기기에 대한 장착이나 절단 가공도 용이해지고, 또, 펌프 아웃 등도 발생하기 어려워진다. 이들 관점에서, 상기 압축률은, 40% 이하가 보다 바람직하고, 38% 이하가 더 바람직하다.

[0039] <실리콘 매트릭스 (A)>

[0040] 실리콘 매트릭스 (A)는, 실온(23℃) 및 고온 하(80℃) 어디에서나 유동성을 갖지 않는 실리콘이면 된다. 실리콘 매트릭스 (A)는, 유동성을 갖지 않으므로, 상온 및 고온 하에 있어서 열전도성 시트의 보형성을 확보할 수 있다.

[0041] 또, 본 발명의 실리콘 매트릭스 (A)로서는 예를 들면 실리콘 고무를 사용하면 된다. 실리콘 고무를 사용함으로써 압축 변형이 용이해져, 발열체와 방열체 사이에 장착하기 쉬워진다. 또, 열전도성 시트에 일정한 압축 특성을 부여할 수 있으므로, 신뢰성을 높일 수 있다.

[0042] 실리콘 매트릭스 (A)에 사용하는 실리콘으로서는, 축합 반응형, 부가 반응형 중 어느 것이어도 되는데, 열전도성 충전재를 고충전하기 쉽고, 또 촉매 등에 의해 경화 온도를 용이하게 조정할 수 있는 점에서, 부가 반응형이 바람직하다. 실리콘 매트릭스 (A)는, 예를 들면, 경화성 실리콘 조성물 (A1)을 경화함으로써 얻을 수 있다. 경화성 실리콘 조성물 (A1)은, 예를 들면 주제와 경화제로 이루어지면 된다.

[0043] 경화성 실리콘 조성물 (A1)은, 부가 반응형의 경우, 열전도성 충전재를 고충전하기 쉽다는 관점에서, 주제로서의 알케닐기 함유 오르가노폴리실록산과 경화제로서의 하이드로젠오르가노폴리실록산을 함유하는 것이 바람직하다.

[0044] 또한, 경화성 실리콘 조성물 (A1)은, 경화 전은 액상인 것이 바람직하다. 경화성 실리콘 조성물 (A1)은, 경화 전에 액상인 것에 의해, 열전도성 필러를 고충전하기 쉽고, 나아가서는, 탄화수소계 화합물 (B)를 경화성 실리콘 조성물 (A1) 중에 분산시키기 쉬워진다. 또한, 본 명세서에 있어서 액상이란, 상온(23℃), 1기압 하에서 액체의 것을 말한다.

[0045] 또, 실리콘 매트릭스 (A)는, 열전도성 시트의 보형성을 확보할 수 있도록 하기 위해서, 삼차원 가교되어 있는 실리콘 매트릭스를 사용하는 것이 바람직하다. 그러기 위해서는, 예를 들면 부가 반응형의 경우, 1분자 중에 알케닐기를 적어도 3 이상 갖는 알케닐기 함유 오르가노폴리실록산, 또는 규소 원자에 부가하는 수소를 적어도 3 이상 갖는 하이드로젠오르가노폴리실록산을 함유하는 경화성 실리콘 조성물 (A1)을 경화시키면 된다.

[0046] 실리콘 매트릭스 (A)의 함유량은, 열전도성 시트 전량에 대해, 예를 들면 15~70체적% 정도이면 되고, 바람직하게는 17~50질량%, 보다 바람직하게는 20~39질량%이다.

[0047] <탄화수소계 화합물 (B)>

[0048] 본 발명에서 사용하는 탄화수소계 화합물 (B)는, 실온에서 액상, 혹은, 일정한 온도(예를 들면, 23℃보다 높고 80℃ 이하인 온도)로 가열함으로써 용융되는 화합물을 사용하면 된다. 열전도성 시트는, 탄화수소계 화합물 (B)로서 액상 혹은 가열에 의해 용융되는 화합물을 함유함으로써, 고온 가열 시에 유연성을 높일 수 있으며, 상기한 압축률을 높게 하기 쉬워진다.

[0049] 탄화수소계 화합물 (B)의 융점은, 고온(예를 들면, 80℃) 가열 시에 용융할 수 있는 관점에서, 바람직하게는 80℃ 이하인데, 보다 바람직하게는 70℃ 이하, 더 바람직하게는 60℃ 이하, 보다 더 바람직하게는 50℃ 이하이다.

[0050] 탄화수소계 화합물 (B)는, 실온, 1기압 하에서 고체상인 것이 바람직하다. 실온에서 고체인 것에 의해, 취급성을 높이고, 예를 들면 후술하는 절단 가공을 실온 근방의 온도에서 행할 때, 소정의 강성을 가짐으로써, 용이하게 열전도성 시트를 얻을 수 있다. 따라서, 탄화수소계 화합물의 융점은 상온(23℃)보다 높은 것이 바람직하고, 30℃ 이상인 것이 보다 바람직하고, 35℃ 이상인 것이 더 바람직하다. 또한, 탄화수소계 화합물의 융점은, 열중량 시차열 분석(TGDTA)을 이용하여 승온 속도 1℃/min으로 측정한 DTA 곡선의 흡열 피크의 온도이다. 또, 탄화수소계 화합물이 혼합물인 경우는, 융점은 상기 온도 범위 중의 최대의 흡열 피크로 한다.

[0051] 탄화수소계 화합물의 구체예로서는, 유동 파라핀, 파라핀 왁스, 바셀린, 폴리알파올레핀(PAO), 폴리에틸렌 왁스, 폴리프로필렌 왁스 등을 들 수 있다. 이들 중에서는, 상온에 있어서의 취급성 등의 관점에서, 파라핀 왁스, 바셀린, 폴리알파올레핀(PAO), 폴리에틸렌 왁스, 폴리프로필렌 왁스가 바람직하다. 또한, 바셀린은, 반고형상 탄화수소계 화합물이며, 이소파라핀, 시클로파라핀, 나프텐 등의 복수의 탄화수소계 화합물의 혼합물이다. 또, 바셀린으로서는 예를 들면 일본약국방에서 정의되는 백색 바셀린을 예시할 수 있다.

[0052] 상기 중에서도 폴리알파올레핀(PAO)이 바람직하고, 그 중에서도 결정성을 갖는 결정성 폴리알파올레핀(CPAO)이 보다 바람직하다. 폴리알파올레핀은, α-올레핀의 중합체이다. α-올레핀의 종류에 특별히 제한은 없고, 직쇄여도, 분기쇄를 가져도 되고, 또, 환상 구조를 가져도 된다. 폴리알파올레핀은, 예를 들면 탄소수 2~30, 바람직하게는 탄소수 6~20의 α-올레핀의 중합체이다. 결정성 폴리알파올레핀은, 예를 들면 α-올레핀의 탄소수를 크게 하여, 측쇄 결정성 폴리알파올레핀으로 해도 된다.

[0053] 폴리α-올레핀은, 단일한 α-올레핀의 중합체여도 되고, 2종 이상의 α-올레핀의 공중합체여도 된다.

[0054] 열전도성 시트에 있어서의, 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 합계 100질량부에 대한, 탄화수소계 화합물 (B)의 함유량은, 바람직하게는 1~50질량부이다.

[0055] 탄화수소계 화합물 (B)의 함유량이 1질량부 이상이면, 열전도성 시트는, 고온 하에서 일정한 유연성을 갖고, 발열체와 방열체 사이 등에 장착되었을 때의 열전도성이 향상되기 쉬워진다.

[0056] 한편, 상기 함유량이 50질량부 이하이면, 실리콘 매트릭스 (A)가 열전도성 시트 중에 일정량 함유되게 되어, 열전도성 시트의 보형성을 양호하게 할 수 있다. 또한, 열전도성 시트는, 적당한 반발 탄성을 갖기 쉬워지고, 발열체 또는 방열체와의 사이에 공기층이 생기지 않아 안정되게 장착하기 쉬워, 신뢰성이 높아진다.

[0057] 이들 관점에서, 탄화수소계 화합물 (B)의 함유량은, 3질량부 이상이 보다 바람직하고, 5질량부 이상이 더 바람직하고, 8질량부 이상이 보다 더 바람직하고, 또, 40질량부 이하가 보다 바람직하고, 30질량부 이하가 더 바람직하고, 25질량부 이하가 보다 더 바람직하다.

[0058] 또한, 실리콘 매트릭스 (A)는, 후술하는 경화성 실리콘 조성물 (A1)로 형성되는 것이다. 따라서, 후술하는 혼합 조성물에 있어서는, 경화성 실리콘 조성물 (A1)과 탄화수소계 화합물 (B)의 합계 100질량부에 대한, 탄화수소 화합물 (B)의 함유량이, 상기한 탄화수소 화합물 (B)의 함유량과 같아진다. 후술하는 열전도성 충전재 (C), 이방성 충전재, 및 비이방성 충전재의 함유량도 동일하다.

[0059] 또, 바인더 성분은, 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)로 이루어지면 되는데, 본 발명의 효과를 저해하지 않는 범위라면, 실리콘 매트릭스 (A) 이외의 수지 성분이나, 탄화수소계 화합물 (B) 이외의 가소제 등을 바인더 성분으로서 함유해도 된다.

[0060] <열전도성 충전재 (C)>

[0061] 본 발명의 열전도성 시트는, 열전도성 충전재 (C)를 더 구비한다. 열전도성 충전재 (C)는, 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 혼합물인 바인더 성분 중에 분산되고, 또한 바인더 성분으로 유지되면 된다.

[0062] 열전도성 충전재는, 이방성 충전재여도 되고, 비이방성 충전재여도 되고, 이들 양쪽을 병용해도 된다. 열전도성 충전재는, 적어도 이방성 충전재를 함유하는 것이 바람직하고, 이방성 충전재와 비이방성 충전재 양쪽을 함유하는 것이 보다 바람직하다. 열전도성 시트는, 이방성 충전재를 함유함으로써, 열전도성을 높이기 쉬워진다.

[0063] 이방성 충전재는, 한 방향으로 배향되는 것이 바람직하고, 구체적으로는, 열전도성 시트의 두께 방향으로 배향되는 것이 바람직하다. 이방성 충전재가 두께 방향으로 배향됨으로써, 두께 방향의 열전도성을 높이기 쉬워진다. 또, 두께 방향으로 배향되면, 상기한 두께 방향의 압축률을 높게 하기 어려워지지만, 본 발명에서는, 탄화수소계 화합물 (B)를 실리콘 매트릭스 (A) 중에 분산시킴으로써, 두께 방향의 압축률을 높게 할 수 있다.

[0064] 또한, 이방성 충전재는, 두께 방향으로 배향되는 경우, 그 장축 방향이 엄밀하게 두께 방향에 평행할 필요는 없고, 장축 방향이 다소 두께 방향에 대해 기울어져도 두께 방향으로 배향되는 것으로 한다. 구체적으로는, 장축 방향이 20° 미만 정도 기울어져 있는 것도 두께 방향으로 배향되어 있는 이방성 충전재로 하고, 그러한 이방성 충전재가, 열전도성 시트에 있어서, 대부분이라면(예를 들면, 전체 이방성 충전재의 수에 대해 60% 초과, 바람직하게는 80% 초과), 두께 방향으로 배향되는 것으로 한다.

[0065] 또, 이상의 설명에서는, 이방성 충전재는, 두께 방향으로 배향되는 예도 전제로 하여 설명했는데, 다른 방향으로 배향되는 경우도 동일하다.

[0066] 열전도성 충전재 (C)의 함유량은, 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 합계 100질량부에 대해, 바람직하게는 150~3000질량부, 보다 바람직하게는 200~2000질량부, 더 바람직하게는 300~1000질량부이다. 열전도성 충전재 (C)를 150질량부 이상으로 함으로써, 일정한 열전도성을 열전도성 시트에 부여할 수 있다. 또, 3000질량부 이하로 함으로써, 바인더 성분에 열전도성 충전재 (C)를 적절히 분산할 수 있다. 또, 후술하는 혼합 조성물의 점도가 필요 이상으로 높아지거나 하는 것도 방지할 수 있다.

[0067] 또, 열전도성 시트 전량에 대한 열전도성 충전재의 체적 충전율은, 바람직하게는 30~85체적%이고, 보다 바람직하게는 50~83체적%이고, 더 바람직하게는 61~80체적%이다. 체적 충전율을 상기 하한값 이상으로 함으로써, 일정한 열전도성을 열전도성 시트에 부여할 수 있다. 또, 상한값 이하로 함으로써, 열전도성 시트의 제조가 용이해진다.

[0068] (이방성 충전재)

[0069] 이방성 충전재는, 형상에 이방성을 갖는 충전재이며, 배향이 가능한 충전재이다. 이방성 충전재로서는, 섬유재료, 인편상 재료 등을 들 수 있다. 이방성 충전재는, 애스펙트비가 높은 것이며, 구체적으로는 애스펙트비가 2를 초과하는 것이고, 애스펙트비는 5 이상인 것이 바람직하다. 애스펙트비를 2보다 크게 함으로써, 이방성 충전재를 두께 방향 등의 한 방향으로 배향시키기 쉬워지고, 열전도성 시트의 두께 방향 등의 한 방향의 열전도성을 높이기 쉽다. 또, 애스펙트비의 상한은, 특별히 한정되지 않지만, 실용적으로는 100이다.

[0070] 또한, 애스펙트비란, 이방성 충전재의 단축 방향의 길이에 대한 장축 방향의 길이의 비이며, 섬유 재료에 있어서는, 섬유 길이/섬유의 직경을 의미하고, 인편상 재료에 있어서는 인편상 재료의 장축 방향의 길이/두께를 의미한다.

[0071] 열전도성 시트에 있어서의 이방성 충전재의 함유량은, 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 합계 100질량부에 대해 10~500질량부인 것이 바람직하고, 30~300질량부인 것이 보다 바람직하고, 50~250질량부인 것이 더 바람직하다.

[0072] 이방성 충전재의 함유량을 10질량부 이상으로 함으로써, 열전도성을 높이기 쉬워진다. 또, 500질량부 이하로 함으로써, 후술하는 혼합 조성물의 점도가 적절해지기 쉽고, 이방성 충전재의 배향성이 양호해진다. 또한, 실리콘 매트릭스 (A)에 있어서의 이방성 충전재의 분산성도 양호해진다.

[0073] 이방성 충전재는, 섬유 재료인 경우, 그 평균 섬유 길이가, 바람직하게는 10~500㎛, 보다 바람직하게는 20~350㎛, 더 바람직하게는 50~300㎛이다. 평균 섬유 길이를 10㎛ 이상으로 하면, 열전도성 시트 내부에 있어서, 이방성 충전재끼리가 적절히 접촉하고, 열의 전달 경로가 확보되어, 열전도성 시트의 열전도성이 양호해진다.

[0074] 한편, 평균 섬유 길이를 500㎛ 이하로 하면, 이방성 충전재의 부피가 낮아져, 바인더 성분 중에 고충전할 수 있게 된다.

[0075] 또, 섬유 재료의 평균 섬유 길이는, 열전도성 시트의 두께보다 짧은 것이 바람직하다. 두께보다 짧은 것에 의해, 섬유 재료가 열전도성 시트의 표면으로부터 필요 이상으로 돌출되거나 하는 것을 방지한다.

[0076] 또한, 상기의 평균 섬유 길이는, 이방성 충전재를 현미경으로 관찰하여 산출할 수 있다. 보다 구체적으로는, 예를 들면 전자 현미경이나 광학 현미경을 이용하여, 임의의 이방성 충전재 50개의 섬유 길이를 측정하고, 그 평균값(상가(相加)평균값)을 평균 섬유 길이로 할 수 있다.

[0077] 또, 이방성 충전재가 인편상 재료인 경우, 그 평균 입경은, 10~400㎛가 바람직하고, 15~300㎛가 보다 바람직하고, 20~200㎛가 더 바람직하다. 평균 입경을 10㎛ 이상으로 함으로써, 열전도성 시트에 있어서 이방성 충전재끼리가 접촉하기 쉬워지고, 열의 전달 경로가 확보되어, 열전도성 시트의 열전도성이 양호해진다. 한편, 평균 입경을 400㎛ 이하로 하면, 열전도성 시트의 부피가 낮아져, 바인더 성분 중에 이방성 충전재를 고충전하는 것이 가능해진다.

[0078] 또한, 인편상 재료의 평균 입경은, 이방성 충전재를 현미경으로 관찰하여 장경을 직경으로서 산출할 수 있다. 보다 구체적으로는, 예를 들면 전자 현미경이나 광학 현미경을 이용하여, 임의의 이방성 충전재 50개의 장경을 측정하고, 그 평균값(상가평균값)을 평균 입경으로 할 수 있다.

[0079] 이방성 충전재는, 열전도성을 갖는 공지의 재료를 사용하면 되는데, 후술하는 바와 같이 자장 배향에 의해 배향되는 경우에는, 반자성을 구비하면 된다. 한편, 유동 배향에 의해 배향되거나, 혹은, 이방성 충전재를 배향하지 않는 경우에는 반자성을 구비하지 않아도 된다.

[0080] 이방성 충전재의 구체예로서는, 탄소 섬유, 또는 인편상 탄소 분말로 대표되는 탄소계 재료, 금속 섬유로 대표되는 금속 재료나 금속 산화물, 질화붕소나 금속 질화물, 금속 탄화물, 금속 수산화물, 폴리파라페닐렌벤조옥사졸 섬유 등을 들 수 있다. 이들 중에서는, 탄소계 재료는, 비중이 작고, 바인더 성분 중으로의 분산성이 양호하기 때문에 바람직하고, 그 중에서도 열전도율이 높은 흑연화 탄소 재료가 보다 바람직하다. 흑연화 탄소 재료는, 그래파이트면이 소정 방향으로 정렬됨으로써 반자성을 구비한다.

[0081] 또, 이방성 충전재로서는, 질화붕소도 바람직하다. 질화붕소는, 특별히 한정되지 않지만, 인편상 재료로서 사용되는 것이 바람직하다. 인편상의 질화붕소는, 응집되어도 되고, 응집되어 있지 않아도 되는데, 일부 또는 전부가 응집되어 있지 않는 것이 바람직하다. 또한, 질화붕소 등도, 결정면이 소정 방향으로 정렬됨으로써 반자성을 구비한다.

[0082] 또, 이방성 충전재는, 특별히 한정되지 않지만, 이방성을 갖는 방향(즉, 장축 방향)을 따르는 열전도율이, 일반적으로 30W/m·K 이상이고, 바람직하게는 60W/m·K 이상이고, 보다 바람직하게는 100W/m·K 이상, 더 바람직하게는 200W/m·K 이상이다. 이방성 충전재의 열전도율은, 그 상한이 특별히 한정되지 않지만, 예를 들면 2000W/m·K 이하이다. 열전도율은, 레이저 플래시법 등에 의해 측정할 수 있다.

[0083] 이방성 충전재는, 1종 단독으로 사용해도 되고, 2종 이상을 병용해도 된다. 예를 들면, 이방성 충전재로서, 적어도 두 개의 서로 상이한 평균 입경 또는 평균 섬유 길이를 갖는 이방성 충전재를 사용해도 된다. 크기가 상

이한 이방성 충전재를 사용하면, 상대적으로 큰 이방성 충전재 사이에 작은 이방성 충전재가 들어감으로써, 이방성 충전재를 바인더 성분 중에 고밀도로 충전할 수 있음과 더불어, 열의 전도 효율을 높일 수 있는 것으로 생각된다.

[0084] 이방성 충전재로서 이용하는 탄소 섬유는, 흑연화 탄소 섬유가 바람직하다. 또, 인편상 탄소 분말로서는, 인편상 흑연 분말이 바람직하다. 이방성 충전재로서는, 흑연화 탄소 섬유와 인편상 흑연 분말을 병용하는 것도 바람직하다.

[0085] 흑연화 탄소 섬유는, 그래파이트의 결정면이 섬유축 방향으로 이어져 있고, 그 섬유축 방향으로 높은 열전도율을 구비한다. 그로 인해, 그 섬유축 방향을 소정의 방향으로 정렬함으로써, 특정 방향의 열전도율을 높일 수 있다. 또, 인편상 흑연 분말은, 그래파이트의 결정면이 인편면의 면내 방향으로 이어져 있고, 그 면내 방향으로 높은 열전도율을 구비한다. 그로 인해, 그 인편면을 소정의 방향으로 정렬함으로써, 특정 방향의 열전도율을 높일 수 있다. 흑연화 탄소 섬유 및 인편 흑연 분말은, 높은 흑연화도를 갖는 것이 바람직하다.

[0086] 상기한 흑연화 탄소 섬유, 인편상 흑연 분말 등의 흑연화 탄소 재료로서는, 이하의 원료를 흑연화한 것을 이용할 수 있다. 예를 들면, 나프탈렌 등의 축합 다환 탄화수소 화합물, PAN(폴리아크릴로니트릴), 피치 등의 축합 복소환 화합물 등을 들 수 있는데, 특히 흑연화도가 높은 흑연화 메소페이즈 피치나 폴리이미드, 폴리벤즈아졸을 이용하는 것이 바람직하다. 예를 들면 메소페이즈 피치를 이용함으로써, 후술하는 방사 공정에 있어서, 피치가 그 이방성에 의해 섬유축 방향으로 배향되고, 그 섬유축 방향으로 우수한 열전도성을 갖는 흑연화 탄소 섬유를 얻을 수 있다.

[0087] 흑연화 탄소 섬유에 있어서의 메소페이즈 피치의 사용 양태는, 방사 가능하면 특별히 한정되지 않고, 메소페이즈 피치를 단독으로 이용해도 되고, 다른 원료와 조합하여 이용해도 된다. 단, 메소페이즈 피치를 단독으로 이용하는 것, 즉, 메소페이즈 피치 함유량 100%의 흑연화 탄소 섬유가, 고열 전도화, 방사성 및 품질의 안정성의 면에서 가장 바람직하다.

[0088] 흑연화 탄소 섬유는, 방사, 불융화 및 탄화의 각 처리를 순차적으로 행하여, 소정의 입경으로 분쇄 또는 절단한 후에 흑연화한 것이나, 탄화 후에 분쇄 또는 절단한 후에 흑연화한 것을 이용할 수 있다. 흑연화 전에 분쇄 또는 절단하는 경우에는, 분쇄로 새롭게 표면에 노출된 표면에 있어서 흑연화 처리 시에 중축합 반응, 환화 반응이 진행되기 쉬워지기 때문에, 흑연화도를 높여서, 한층 더 열전도성을 향상시킨 흑연화 탄소 섬유를 얻을 수 있다. 한편, 방사한 탄소 섬유를 흑연화한 후에 분쇄하는 경우는, 흑연화 후의 탄소 섬유가 강하기 때문에 분쇄되기 쉽고, 단시간의 분쇄로 비교적 섬유 길이 분포가 좁은 탄소 섬유 분말을 얻을 수 있다.

[0089] 흑연화 탄소 섬유의 평균 섬유 길이는, 상기한 바와 같이, 바람직하게는 10~500㎛, 보다 바람직하게는 20~350㎛, 더 바람직하게는 50~300㎛이다. 또, 흑연화 탄소 섬유의 애스펙트비는 상기한 바와 같이 2를 초과하며, 바람직하게는 5 이상이다. 흑연화 탄소 섬유의 열전도율은, 특별히 한정되지 않지만, 섬유축 방향에 있어서의 열전도율이, 바람직하게는 400W/m·K 이상, 보다 바람직하게는 800W/m·K 이상이다.

[0090] 열전도성 시트는, 이방성 충전재를 함유하는 경우, 이방성 충전재는 시트 표면에 있어서 노출되어 있어도 되고, 노출되어 있지 않아도 되는데, 노출되는 것이 바람직하다. 열전도성 시트의 시트 표면은, 이방성 충전재가 노출됨으로써, 비점착면으로 할 수 있다. 열전도성 시트는, 시트의 주면이 되는 것이며, 시트의 양 표면 중, 어느 한쪽에만 이방성 충전재가 노출되어 있어도 되고, 양쪽에 이방성 충전재가 노출되어 있어도 된다. 열전도성 시트는, 시트 표면이 비점착인 것에 의해, 전자 기기 등에 장착할 때에 슬라이딩 등 시키는 것이 가능해져, 장착성이 향상된다.

[0091] (비이방성 충전재)

[0092] 비이방성 충전재는, 단독으로, 혹은, 이방성 충전재와 함께 열전도성 시트에 열전도성을 부여하는 재료이다. 비이방성 충전재는, 특히, 한 방향으로 배향된 이방성 충전재와 병용함으로써, 배향된 이방성 충전재 사이의 간극에 개재하여, 열전도성을 한층 더 높게 할 수 있다. 비이방성 충전재는, 형상에 이방성을 실질적으로 갖지 않는 충전재이며, 후술하는 자력선 발생 하 또는 전단력 작용 하 등, 이방성 충전재가 소정의 방향으로 배향되는 환경 하에 있어서도, 그 소정의 방향으로 배향되지 않는 충전재이다.

[0093] 비이방성 충전재는, 그 애스펙트비가 2 이하이며, 1.5 이하인 것이 바람직하다. 이와 같이 애스펙트비가 낮은 비이방성 충전재는, 이방성 충전재와 병용하는 경우, 이방성 충전재의 간극에 배치되기 쉬워져, 열전도율을 향상시키기 쉬워진다. 또, 애스펙트비를 2 이하로 함으로써, 후술하는 혼합 조성물의 점도가 상승하는 것을 방지

하여, 고충전으로 하는 것이 가능해진다.

[0094] 비이방성 충전재의 구체예는, 예를 들면, 금속, 금속 산화물, 금속 질화물, 금속 수산화물, 탄소 재료, 금속 이외의 산화물, 질화물, 탄화물 등을 들 수 있다. 또, 비이방성 충전재의 형상은, 구상, 부정형의 분말 등을 들 수 있다.

[0095] 비이방성 충전재에 있어서, 금속으로서는, 알루미늄, 구리, 니켈 등, 금속 산화물로서는, 알루미나로 대표되는 산화알루미늄, 산화마그네슘, 산화아연 등, 금속 질화물로서는 질화알루미늄 등을 예시할 수 있다. 금속 수산화물로서는, 수산화알루미늄을 들 수 있다. 또한, 탄소 재료로서는 구상 흑연 등을 들 수 있다. 금속 이외의 산화물, 질화물, 탄화물로서는, 석영, 질화붕소, 탄화규소 등을 들 수 있다.

[0096] 이들 중에서도, 산화알루미늄이나 알루미늄은, 열전도율이 높고, 구상의 것이 입수하기 쉬운 점에서 바람직하다.

[0097] 비이방성 충전재는, 상기한 것을 1종 단독으로 사용해도 되고, 2종 이상을 병용해도 된다.

[0098] 비이방성 충전재의 평균 입경은, 예를 들면 0.1~200㎛이다. 예를 들면 이방성 충전재와 병용하는 경우에는, 비이방성 충전재의 평균 입경은 0.1~50㎛인 것이 바람직하고, 0.5~35㎛인 것이 보다 바람직하고, 1~15㎛인 것이 더 바람직하다. 평균 입경을 50㎛ 이하로 함으로써, 이방성 충전재와 병용해도, 이방성 충전재의 배향을 흩뜨리는 등의 문제가 발생하기 어려워진다. 또, 평균 입경을 0.1㎛ 이상으로 함으로써, 비이방성 충전재의 비표면적이 필요 이상으로 커지지 않아, 다량으로 배합해도 혼합 조성물의 점도는 상승하기 어렵고, 비이방성 충전재를 고충전하기 쉬워진다.

[0099] 비이방성 충전재는, 예를 들면, 비이방성 충전재로서, 적어도 2개의 서로 상이한 평균 입경을 갖는 비이방성 충전재를 사용해도 된다.

[0100] 또, 열전도성 충전재 (C)로서 비이방성 충전재를 단독으로 이용하는 경우에는, 상기 평균 입경은 0.1~200㎛인 것이 바람직하고, 0.5~100㎛인 것이 보다 바람직하고, 1~70㎛인 것이 더 바람직하다. 또, 이 경우, 열전도성 시트의 열전도성을 높이는 관점에서, 평균 입경이 상이한 2종 이상의 비이방성 충전재를 병용하는 것이 바람직하고, 평균 입경 0.1㎛ 이상 5㎛ 이하의 소입경 열전도성 충전제와, 평균 입경 5㎛ 초과 200㎛ 이하의 대입경 열전도성 충전제를 병용하는 것이 바람직하다. 소입경 열전도성 충전제와 대입경 열전도성 충전제를 병용하는 경우에는, 이들의 질량비(대입경 열전도성 충전제/소입경 열전도성 충전제)는, 바람직하게는 0.1~10이며, 보다 바람직하게는 0.3~7이며, 더 바람직하게는 1~5이다.

[0101] 또한, 비이방성 충전재의 평균 입경은, 전자 현미경 등으로 관찰하여 측정할 수 있다. 보다 구체적으로는, 예를 들면 전자 현미경이나 광학 현미경을 이용하여, 임의의 비이방성 충전재 50개의 입경을 측정하고, 그 평균값(상가평균값)을 평균 입경으로 할 수 있다.

[0102] 비이방성 충전재의 함유량은, 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 합계 100질량부에 대해, 50~2500질량부인 것이 바람직하고, 100~1500질량부인 것이 보다 바람직하고, 200~750질량부인 것이 더 바람직하다. 50질량부 이상으로 함으로써, 열전도성 시트의 열전도성을 양호하게 할 수 있다. 한편, 2500질량부 이하로 함으로써, 비이방성 충전재가 바인더 성분 중에 적절히 분산되어, 함유량에 따른 열전도성을 높이는 효과를 얻을 수 있다. 또, 혼합 조성물의 점도가 필요 이상으로 상승하는 것도 방지할 수 있다.

[0103] 이방성 충전재의 함유량에 대한, 비이방성 충전재의 함유량의 질량비는, 특별히 한정되지 않지만, 0.5~5인 것이 바람직하고, 1~3인 것이 보다 바람직하고, 1.1~2.5인 것이 바람직하다. 질량비를 상기 범위 내로 함으로써, 비이방성 충전재가, 이방성 충전재 사이에 적당히 충전되어, 효율적인 전열 패스를 형성할 수 있기 때문에, 열전도성 시트의 열전도성을 한층 더 향상시킬 수 있다.

[0104] (첨가제)

[0105] 열전도성 시트에 있어서, 바인더 성분에는, 추가로 열전도성 시트로서의 기능을 손상시키지 않는 범위에서 다양한 첨가제를 배합시켜도 된다. 첨가제로서는, 예를 들면, 분산제, 커플링제, 점착제, 난연제, 산화 방지제, 착색제, 침강 방지제 등으로부터 선택되는 적어도 1종 이상을 들 수 있다. 또, 상기한 바와 같이 경화성 실리콘 조성물 (A1)을 경화시키는 경우에는, 첨가제로서 경화를 촉진시키는 경화 촉매 등이 배합되어도 된다. 경화 촉매로서는, 백금계 촉매를 들 수 있다.

[0106] 또, 후술하는 바와 같이 혼합 조성물에는, 상용성 물질 (D)가 배합되는 경우가 있다. 상용성 물질 (D)는, 열전

도성 시트를 제조하는 과정에서 휘발되어 열전도성 시트에는 잔존하지 않아도 되지만, 배합된 상용성 물질 (D)의 적어도 일부가 잔존해도 된다.

[0107] 열전도성 시트는, 상기와 같이, 보형성을 갖는다. 열전도성 시트는, 상온(23℃) 하뿐만 아니라, 고온(예를 들면, 80℃) 하에 있어서도 보형성을 갖는다. 열전도성 시트는, 보형성을 확보하기 위해서, 고온에 있어서 탄성이 사라지지 않는다. 구체적으로는, 한 쌍의 평판으로 50% 압축한 상태를 80℃에서 2시간 유지하고, 그 다음에 상온(23℃)으로 냉각(자연 냉각)하고 나서 압축 상태로부터 해방하고, 30분 후의 두께를 측정하여, 시험 전후의 하기 식에 의해 변형(압축 변형)을 산출한다.

[0108] 변형(%)=(시험 전의 시료의 두께-시험 후의 시료의 두께)/(시험 전의 시료의 두께-압축 상태의 시료의 두께)×100

[0109] 본 발명의 열전도성 시트는 상기 변형이 50% 이하이면 된다. 또, 바람직하게는 40% 이하이며, 더 바람직하게는 30% 이하이다. 상기 변형은, 상변화 재료인 탄화수소계 화합물 (B)의 첨가량을 소정량 이하로 함으로써 실현할 수 있다. 예를 들면, 상변화 재료가 소정량 이상이 되면 크게 변형된다. 또, 상변화 재료가 매트릭스인 경우는, 압축한 상태에서 고화되기 때문에, 변형은 90~100%가 된다. 상기 변형의 하한은 작을수록 바람직하고, 예를 들면 1% 이상이다.

[0110] 또, 열전도성 시트는, 일정 이상의 경도를 갖는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 열전도성 시트의 80℃, 0.276MPa(=40psi)에 있어서의 압축률이, 상기에 기재된 범위이므로, 사용 시에 발열체나 방열체에 대한 추종성이 우수할 뿐만 아니라, 신뢰성이 양호해지기 쉬워지고, 펌프 아웃 등도 발생하기 어려워진다.

[0111] 열전도성 시트의 두께는, 특별히 한정되지 않고, 열전도성 시트가 탑재되는 전자 기기의 형상이나 용도에 따라, 적절히 설정되면 되는데, 예를 들면 0.1~5㎜의 범위이면 된다.

[0112] [열전도성 시트의 제조 방법]

[0113] 본 발명의 열전도성 시트는, 예를 들면, 이하의 공정 X, 및 공정 Y를 구비하는 제조 방법에 의해 제조할 수 있다.

[0114] 공정 X : 경화성 실리콘 조성물 (A1)과, 탄화수소계 화합물 (B)와, 열전도성 충전재 (C)와, 상용성 물질 (D)를 적어도 혼합시켜, 혼합 조성물을 얻는 공정

[0115] 공정 Y : 공정 X에서 얻은 혼합 조성물을 가열에 의해 경화하는 공정

[0116] 이하, 각 공정에 대해 상세하게 설명한다.

[0117] (공정 X)

[0118] 공정 X에서는, 경화성 실리콘 조성물 (A1), 탄화수소계 화합물 (B), 및 열전도성 충전재 (C)에 추가하여, 상용성 물질 (D)를 혼합함으로써, 혼합 조성물을 얻는다. 상용성 물질 (D)는, 탄화수소계 화합물 (B) 및 경화성 실리콘 조성물 (A1)에 대해, 상용 없이 용해하는 물질이다. 탄화수소계 화합물 (B)는, 경화성 실리콘 조성물 (A1)에 대한 상용성이 낮지만, 상용성 물질 (D)를 사용함으로써, 경화성 실리콘 조성물 (A1) 중에 균일하게 혼합할 수 있다. 그로 인해, 탄화수소계 화합물 (B)는, 경화성 실리콘 조성물 (A1)을 경화하여 얻어지는 실리콘 매트릭스 (A)에 있어서도 균일하게 섞여 있다.

[0119] 공정 X에서는, 상기 각 성분을 혼합하여, 혼합 조성물을 얻을 수 있는 한, 그 혼합 방법이나 혼합 순서는 특별히 한정되지 않고, 경화성 실리콘 조성물 (A1), 탄화수소계 화합물 (B), 열전도성 충전재 (C), 상용성 물질 (D), 및 필요에 따라 임의로 첨가되는 그 외의 성분을 임의의 순번으로 적절히 혼합하여, 혼합 조성물을 얻으면 된다.

[0120] 또, 경화성 실리콘 조성물 (A1)은, 상기와 같이, 예를 들면 주제와 경화제로 이루어지는데, 그러한 경우, 주제, 경화제, 탄화수소계 화합물 (B), 열전도성 충전재 (C), 상용성 물질 (D), 및 필요에 따라 임의로 첨가되는 그 외의 성분을 임의의 순번으로 혼합하여, 혼합 조성물을 얻어도 된다.

[0121] 또, 탄화수소계 화합물 (B)는, 상용성 물질 (D)에 용해시킨 후에, 경화성 실리콘 조성물 (A1)이나, 그 외의 성분과 혼합시키는 것이 바람직하다.

[0122] 이 경우, 탄화수소계 화합물 (B)와 상용성 물질 (D)의 혼합물, 경화성 실리콘 조성물 (A1)(혹은, 주제 및 경화제), 열전도성 충전재 (C), 및 필요에 따라 임의로 첨가되는 그 외의 성분을 임의의 순번으로 혼합하여, 혼합

조성물을 얻으면 된다.

[0123] 이와 같이, 공정 X에 있어서 탄화수소계 화합물 (B)를 상용성 물질 (D)에 용해시켜 두면, 탄화수소계 화합물 (B)는, 실리콘 매트릭스 (A)에 있어서 한층 더 균일하게 혼합할 수 있다.

[0124] 또한, 탄화수소계 화합물 (B)를 상용성 물질 (D)에 용해시키는 경우, 적절히 가열해도 된다. 이때 가열 온도는, 상용성 물질 (D)의 융점보다 높은 온도까지 가열하는 것이 바람직하고, 예를 들면 40℃ 이상으로 가열하여 용해해도 된다. 또, 가열 온도의 상한은, 주제와 경화제에 혼합하는 경우, 혼합 과정에서 열전도성 실리콘이 실질적으로 경화되지 않는 온도로 할 수 있다. 한편, 주제와 경화제에 각각 상용성 물질 (D)를 혼합하는 경우에는, 상용성 물질 (D)가 휘발되기 어려운 온도로 할 수 있고, 예를 들면 80℃ 이하로 가열하여 용해해도 된다.

[0125] 또, 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)와 혼합한 상태는, 상용성 물질 (D)가 개재됨으로써, 투명 또는 약간 백탁한 균일한 혼합물이다. 한편, 상용성 물질 (D)를 포함하지 않는 경우에는, 고형의 탄화수소계 화합물이 분산된 상태 또는 액상의 탄화수소계 화합물이 2층 분리된 상태가 된다.

[0126] <상용성 물질 (D)>

[0127] 본 발명에서 사용되는 상용성 물질 (D)는, 탄화수소계 화합물 (B)에 용해되고, 또한 경화성 실리콘 조성물 (A1)에 대해 상용되는 물질이면 된다. 상용성 물질 (D)는, 상온(23℃), 1기압에서 액상인 물질인 것이 바람직하다. 상용성 물질 (D)는, 후술하는 바와 같이, 예를 들면, 공정 Y의 50~180℃ 정도의 가열에 의해 휘발되는 성분이다. 상용성 물질 (D)는, 경화 시의 가열에 의해 휘발됨으로써, 열전도성 시트에 있어서의 열전도성 충전재 (C)의 함유 비율을 크게 할 수 있다. 또, 혼합 조성물은, 상용성 물질 (D)를 함유함으로써, 점도가 저하된다. 그로 인해, 열전도성 충전재 (C)의 배합량을 많게 하기 쉬워지고, 나아가서는, 후술하는 자장 배향 등에 의해 이방성 충전재를 소정의 방향으로 배향시키기 쉬워진다.

[0128] 상용성 물질 (D)로서는, 알콕시실란 화합물, 탄화수소계 용매, 알콕시실록산 화합물 등을 들 수 있다. 이들 화합물은, 탄화수소계 화합물 (B) 및 경화성 실리콘 조성물 (A1)에 대한 용해성 내지 상용성이 높기 때문에, 혼합 조성물에 있어서, 경화성 실리콘 조성물 (A1)에 대한 탄화수소계 화합물 (B)의 분산성을 높일 수 있다. 이에 의해, 열전도성 시트에 있어서도, 탄화수소계 화합물 (B)가 적절히 분산되어, 보형성, 신뢰성, 고온 하에 있어서의 유연성 등을 확보하기 쉬워진다.

[0129] 상용성 물질 (D)는, 1종 단독으로 사용되어도 되고, 2종 이상을 조합하여 사용해도 된다.

[0130] 상용성 물질 (D)로서는, 알콕시실란 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 알콕시실란 화합물을 사용함으로써, 경화에 의해 얻어진 열전도성 시트의 표면에 기포 등이 보이지 않아 외관이 양호해진다.

[0131] 상용성 물질 (D)로서 사용되는 알콕시실란 화합물은, 규소 원자(Si)가 갖는 4개의 결합 중, 1~3개가 알콕시기와 결합하고, 잔여 결합이 유기 치환기와 결합한 구조를 갖는 화합물이다. 알콕시실란 화합물은, 알콕시기 및 유기 치환기를 가짐으로써, 경화성 실리콘 조성물 (A1)에 대한 탄화수소계 화합물 (B)의 분산성을 높일 수 있다.

[0132] 알콕시실란 화합물이 갖는 알콕시기로서는, 예를 들면, 메톡시기, 에톡시기, 프로톡시기, 부톡시기, 펜톡시기, 및 헥사톡시기를 들 수 있다. 알콕시실란 화합물은, 경화성 실리콘 조성물 (A1) 중에 이량체로서 함유되어 있어도 된다.

[0133] 알콕시실란 화합물 중에서도, 입수 용이성의 관점에서, 메톡시기 및 에톡시기 중 어느 하나를 갖는 알콕시실란 화합물이 바람직하다. 알콕시실란 화합물이 갖는 알콕시기의 수는, 경화성 실리콘 조성물 (A1) 및 탄화수소계 화합물 (B)와의 상용성, 용해성 등의 관점에서, 2 또는 3인 것이 바람직하고, 3인 것이 보다 바람직하다. 알콕시실란 화합물은, 구체적으로는 트리메톡시실란 화합물, 트리에톡시실란 화합물, 디메톡시실란 화합물, 디에톡시실란 화합물로부터 선택되는 적어도 1종인 것이 바람직하다.

[0134] 알콕시실란 화합물이 갖는 유기 치환기에 포함되는 관능기로서는, 예를 들면, 아크릴로일기, 알킬기, 카르복실기, 비닐기, 메타크릴기, 방향족기, 아미노기, 이소시아네이트기, 이소시아누레이트기, 에폭시기, 히드록실기, 및 메르캅토기를 들 수 있다. 여기서, 경화성 실리콘 조성물 (A1)의 경화 촉매로서 백금 촉매를 이용하는 경우, 오르가노폴리실록산의 경화 반응에 영향을 주기 어려운 알콕시실란 화합물을 선택하여 이용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 백금 촉매를 이용한 부가 반응형의 오르가노폴리실록산을 이용하는 경우, 알콕시실란 화합물의 유기 치환기는, 아미노기, 이소시아네이트기, 이소시아누레이트기, 히드록실기, 또는 메르캅토기를 포

함하지 않는 것이 바람직하다.

[0135] 알콕시실란 화합물은, 실리콘 매트릭스 (A)에 있어서의 탄화수소계 화합물 (B)의 분산성을 높이는 관점에서, 규소 원자에 결합한 알킬기를 갖는 알킬알콕시실란 화합물, 즉, 유기 치환기로서 알킬기를 갖는 알콕시실란 화합물을 포함하는 것이 바람직하다. 따라서, 디알킬디알콕시실란 화합물, 알킬트리알콕시실란 화합물이 바람직하고, 그 중에서도 알킬트리알콕시실란 화합물이 바람직하다.

[0136] 규소 원자에 결합한 알킬기의 탄소수는, 예를 들면 1~16이면 된다. 또, 트리메톡시실란 화합물, 트리에톡시실란 화합물 등의 트리알콕시실란 화합물에 있어서는, 탄화수소계 화합물의 분산성을 높이는 관점에서, 상기 알킬기의 탄소수가 6 이상인 것이 바람직하고, 8 이상인 것이 더 바람직하고, 또, 탄소수가 12 이하인 것이 바람직하고, 10 이하인 것이 보다 바람직하다.

[0137] 한편, 디메톡시실란 화합물, 디에톡시실란 화합물 등의 디알콕시실란 화합물에 있어서는, 탄화수소계 화합물의 분산성을 높이는 관점에서, 상기 알킬기의 탄소수는 1 이상이면 되고, 또, 탄소수 10 이하가 바람직하고, 6 이하가 보다 바람직하고, 4 이하가 더 바람직하다.

[0138] 알킬기 함유 알콕시실란 화합물로서는, 예를 들면, 메틸트리메톡시실란, 디메틸디메톡시실란, 디에틸디메톡시실란, 트리메틸메톡시실란, 메틸트리에톡시실란, 디메틸디에톡시실란, 에틸트리메톡시실란, n-프로필트리메톡시실란, 디-n-프로필 디메톡시실란, 디-n-프로필디에톡시실란, 이소부틸트리메톡시실란, 이소부틸트리에톡시실란, 이소부틸트리메톡시실란, 이소부틸트리에톡시실란, n-헥실트리메톡시실란, n-헥실트리에톡시실란, 메틸시클로헥실디메톡시실란, 메틸시클로헥실디에톡시실란, n-옥틸트리메톡시실란, n-옥틸트리에톡시실란, n-데실트리메톡시실란, n-데실트리에톡시실란 등을 들 수 있다.

[0139] 알킬기 함유 알콕시실란 화합물 중에서도, 탄화수소계 화합물 (B)의 분산성을 양호하게 하는 관점에서, n-데실트리메톡시실란, 디메틸디메톡시실란, n-옥틸트리에톡시실란이 더 바람직하고, 탄화수소계 화합물 (B)와의 용해성의 관점에서 n-데실트리메톡시실란, n-옥틸트리에톡시실란이 보다 더 바람직하다.

[0140] 상용성 물질 (D)로서 사용되는 알콕시실록산 화합물은, 2개 이상의 실록산 결합을 갖고, 적어도 하나의 규소 원자에 알콕시기가 결합한 구조를 갖는다. 알콕시실록산 화합물은, 실록산 결합을 구성하는 규소 원자 중, 적어도 하나의 규소 원자에 유기 치환기가 결합한 구조를 갖는다. 알콕시실록산 화합물은, 알콕시기를 및 유기 치환기를 가짐으로써, 탄화수소계 화합물 (B)의 분산성을 높일 수 있다.

[0141] 알콕시실록산 화합물이 갖는 알콕시기 및 유기 치환기로서는, 상기 알콕시실란 화합물의 설명에서 예시한 것을 들 수 있고, 탄화수소계 화합물 (B)의 분산성을 높이는 관점에서, 적어도 알킬기를 갖는 것이 바람직하다.

[0142] 알콕시실록산 화합물로서는, 예를 들면, 메틸메톡시실록산 올리고머, 메틸페닐메톡시실록산 올리고머, 메틸에폭시메톡시실록산 올리고머, 메틸메르캅토메톡시실록산 올리고머, 및 메틸아크릴로일메톡시실록산 올리고머 등을 들 수 있다.

[0143] 알콕시실록산 화합물은, 1종류 또는 2종류 이상을 사용할 수 있다.

[0144] 상용성 물질 (D)로서 사용되는 탄화수소계 용매로서는, 방향족 탄화수소계 용매를 들 수 있다. 그 중에서도 경화성 실리콘 조성물 (A1)과의 상용성의 관점에서 방향족 탄화수소계 용매가 바람직하다. 방향족 탄화수소계 용매로서는, 탄소수 6~10 정도의 방향족 탄화수소계 용매를 들 수 있고, 예를 들면, 톨루엔, 크실렌, 메시틸렌, 에틸벤젠, 프로필벤젠, 부틸벤젠, t-부틸벤젠 등을 들 수 있고, 바람직하게는 톨루엔, 크실렌 등이다.

[0145] 혼합 조성물에 있어서, 경화성 실리콘 조성물 (A1)과 탄화수소계 화합물 (B)의 합계 100질량부에 대한, 상용성 물질 (D)의 함유량은, 6~60질량부인 것이 바람직하다. 6질량부 이상이면, 경화성 실리콘 조성물 (A1)에 대해 탄화수소계 화합물 (B)의 혼합의 균일성을 충분히 높일 수 있다. 또, 60질량부 이하로 함으로써, 상용성 물질 (D)의 사용량에 걸맞은 효과를 얻을 수 있다. 이들 관점에서, 상용성 물질 (D)의 상기 함유량은, 10~50질량부가 보다 바람직하고, 15~45질량부가 더 바람직하다.

[0146] 이때, 탄화수소계 화합물 (B)의 혼합이 균일하지 않은 경우는, 탄화수소계 화합물이 남아, 예를 들면 고형의 탄화수소계 화합물이 분산된 상태가 되어 버린다. 이러한 분산된 고형물은, 혼합 조성물 중에서는 충전재로서의 성질이 생겨버릴 우려가 있다. 즉, 남은 고형물이 점도를 상승시키는 충전재의 일부가 되기 때문에, 결과적으로 열전도성 충전재의 배합량을 많게 하기 어려워질 우려가 있다.

[0147] 또, 혼합 조성물에 있어서, 탄화수소계 화합물 (B)의 분산성을 높이는 관점에서, 상용성 물질 (D)의 함유량은,

탄화수소계 화합물 (B)의 함유량보다 많게 하는 것이 바람직하다.

[0148] 또한, 상용성 물질 (D)는, 공정 Y의 가열에 의해, 일부 또는 전부가 휘발되는 것이 바람직하다. 따라서, 상용성 물질 (D)는, 열전도성 시트에 함유되지 않아도 되지만, 혼합 조성물에 있어서의 함유량보다 적은 양으로 열전도성 시트에 함유되어도 된다.

[0149] 또한, 혼합 조성물에 있어서의, 상용성 물질 (D) 이외의 성분(즉, 경화성 실리콘 조성물 (A1), 탄화수소계 화합물 (B), 열전도성 충전재 (C), 그 외의 첨가제등)의 상세한 설명은, 상기와 같다. 또, 혼합 조성물에 있어서의 탄화수소계 화합물 (B) 및 열전도성 충전재 (C)의 함유량도 상기와 같다. 단, 상기에서는, 각 성분의 함유량은, 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 합계 100질량부를 기준으로 하는 양이 나타내어지는데, 혼합 조성물에 있어서는, 경화성 실리콘 조성물 (A1)과 탄화수소계 화합물 (B)의 합계 100질량부를 기준으로 하는 양으로 한다.

[0150] (공정 Y)

[0151] 공정 Y는, 혼합 조성물을 가열에 의해 경화하는 공정이다. 혼합 조성물을 가열할 때의 온도는, 경화성 실리콘 조성물 (A1)을 가열에 의해 경화할 수 있는 한, 특별히 한정되지 않고, 실온(23℃)보다 높으면 되는데, 바람직하게는 50℃ 이상의 온도에서 가열하면 된다. 또, 가열 온도는, 특별히 한정되지 않지만, 열전도성 시트, 혼합 조성물이 열 열화되지 않을 정도의 온도이면 되고, 예를 들면 180℃ 이하, 바람직하게는 150℃ 이하이다. 또, 혼합 조성물의 가열은, 1단계에서 행해도 되고, 2단계 이상에서 행해도 된다. 2단계 이상에서 행하는 경우는, 적어도 어느 하나의 단계에서 가열 온도가 상기 범위 내이면 되는데, 모든 단계에서 가열 온도가 상기 범위 내인 편이 바람직하다. 또, 가열 시간 합계는, 예를 들면 10분~3시간 정도이다. 또, 2단계 이상에서 행하는 경우, 예를 들면 1단계째에 있어서 혼합 조성물을 반(半)경화시키고, 2단계째 이후의 가열에 의해 혼합 조성물을 전(全)경화시키면 된다.

[0152] 공정 Y에서는, 혼합 조성물은, 블록상, 시트상 등의 소정의 형상으로 성형하고, 또한 가열하여 경화시키면 된다. 또, 공정 Y에서는, 혼합 조성물은, 열전도성 충전재 (C)로서 이방성 충전재를 함유하는 경우에는, 이방성 충전재를 한 방향으로 배향한 후에 가열에 의해 경화시키면 된다. 이방성 충전재는, 자장 배향법, 유동 배향법에 의해 배향시킬 수 있는데, 자장 배향법에 의해 배향시키는 것이 바람직하다.

[0153] 자장 배향법에서는, 혼합 조성물을 금형 등의 내부에 주입한 후에 자장에 두고, 이방성 충전재를 자장을 따라 배향시키면 된다. 그리고, 경화성 실리콘 조성물 (A1)을 경화시킴으로써 배향 성형체를 얻으면 된다. 혼합 조성물의 경화는, 상기와 같은 가열 조건에 의해 행하면 된다.

[0154] 배향 성형체로서는 블록상의 것으로 하는 것이 바람직하지만, 시트상의 것이어도 된다. 시트상의 것으로 함으로써, 배향 성형체는, 슬라이스되는 일 없이 그대로 열전도성 시트로서 사용할 수 있다. 한편으로 블록상으로 함으로써, 이방성 충전재의 배향성이 높아진다.

[0155] 자장 배향법에서는, 금형 내부에 있어서, 혼합 조성물에 접촉하는 부분에는, 박리 필름을 배치해도 된다. 박리 필름은, 예를 들면, 박리성이 좋은 수지 필름이나, 편면이 박리제 등으로 박리 처리된 수지 필름이 사용된다. 박리 필름을 사용함으로써, 배향 성형체가 금형으로부터 이형되기 쉬워진다.

[0156] 자장 배향법에 있어서 사용하는 혼합 조성물의 점도는, 자장 배향시키기 위해서, 10~300Pa·s인 것이 바람직하다. 10Pa·s 이상으로 함으로써, 열전도성 충전재 (C)가 침강하기 어려워진다. 또, 300Pa·s 이하로 함으로써 유동성이 양호해지고, 자장으로 이방성 충전재가 적절히 배향되며, 배향에 시간이 너무 걸리거나 하는 문제도 발생하지 않는다. 또한, 점도란, 회전 점도계(브룩필드 점도계 DV-E, 스핀들 SC4-14)를 이용하여 25℃에 있어서, 회전 속도 10rpm으로 측정된 점도이다.

[0157] 단, 침강하기 어려운 열전도성 충전재 (C)를 이용하거나, 침강 방지제 등의 첨가제를 조합하거나 하는 경우에는, 혼합 조성물의 점도는, 10Pa·s 미만으로 해도 된다.

[0158] 자장 배향법에 있어서, 자력선을 인가하기 위한 자력선 발생원으로서는, 초전도 자석, 영구 자석, 전자석 등을 들 수 있는데, 높은 자속 밀도의 자장을 발생할 수 있는 점에서 초전도 자석이 바람직하다. 이들 자력선 발생원으로부터 발생하는 자장의 자속 밀도는, 바람직하게는 1~30테슬라이다. 자속 밀도를 1테슬라 이상으로 하면, 탄소 재료 등으로 이루어지는 상기한 이방성 충전재를 용이하게 배향시키는 것이 가능해진다. 또, 30테슬라 이하로 함으로써, 실용적으로 제조하는 것이 가능해진다.

[0159] 유동 배향법에서는, 혼합 조성물에 전단력을 가하여, 면방향을 따라 이방성 충전재가 배향된 일차 시트를 제조

한다. 보다 구체적으로는, 유동 배향법에서는, 우선, 공정 X에 있어서 조제된 혼합 조성물에 대해 전단력을 부여하면서 평평하게 신장시켜 시트상(일차 시트)으로 성형한다. 전단력을 가함으로써, 이방성 충전재를 전단 방향으로 배향시킬 수 있다. 시트의 성형 수단으로서, 예를 들면, 바코터나 닥터 블레이드 등의 도포용 어플리케이터, 혹은, 압출 성형이나 노즐로부터의 토출 등에 의해, 기재 필름 상에 혼합 조성물을 도공하고, 그 후, 필요에 따라 건조하거나, 혼합 조성물을 반경화시키거나, 전경화시키거나 하면 된다. 일차 시트의 두께는, 50~5000㎛ 정도로 하는 것이 바람직하다. 일차 시트에 있어서, 이방성 충전재는 시트의 면방향을 따르는 한 방향으로 배향되어 있다.

[0160] 유동 배향법에서 사용하는 혼합 조성물은, 시트상으로 신장시킬 때에 전단력이 가해지도록 비교적 고점도이다. 혼합 조성물의 점도는, 구체적으로는 3~500Pa·s인 것이 바람직하다.

[0161] 일차 시트는, 후술하는 바와 같이 블록으로 하지 않고 그대로 열전도성 시트로서 사용해도 된다. 또, 일차 시트를, 배향 방향이 같아지도록 복수 장 겹쳐 적층한 후, 필요에 따라 가열에 의해 경화시키면서, 열 프레스 등에 의해 일차 시트를 서로 접착시킴으로써 적층 블록(블록상의 배향 성형체)을 형성해도 된다.

[0162] 또, 적층 블록을 형성하는 경우에는, 일차 시트를 서로 겹치는 면의 적어도 한쪽에, 진공 자외선을 조사시킨 후, 일차 시트를 겹쳐도 된다. 진공 자외선이 조사된 면을 개재하여, 일차 시트를 겹치면, 일차 시트끼리를 강고하게 접착할 수 있다. 또, 진공 자외선을 조사시키는 경우에는, 일차 시트를 제작할 때에 혼합 조성물을 전경화시켜 두어도 되고, 일차 시트를 겹쳐 적층 블록을 형성할 때에는 가열 등에 의해 경화시킬 필요는 없다.

[0163] 유동 배향법에서도, 혼합 조성물의 경화는, 상기와 같은 가열 조건에 의해 행하면 된다.

[0164] 상기와 같이, 블록상의 배향 성형체를 형성할 때에는, 얻어진 배향 성형체를, 이방성 충전재가 배향되는 방향에 대해 수직으로, 슬라이스 등에 의해 절단하여, 시트상 성형체로 하면 된다. 슬라이스는, 예를 들면 전단날 등으로 행하면 된다. 시트상 성형체는, 슬라이스 등의 절단에 의해, 절단면인 각 표면에 있어서 바인더 성분으로부터 이방성 충전재의 선단이 노출되게 된다.

[0165] 절단에 의해 얻어진 시트상 성형체는, 그대로 열전도성 시트로 해도 되는데, 또 다른 처리를 해도 된다. 예를 들면 절단면인 각 표면을 연마하는 등 해도 된다. 표면의 연마는, 예를 들면, 연마지를 사용하여 행하면 된다.

[0166] [열전도성 시트의 사용 방법]

[0167] 본 발명의 열전도성 시트는, 전자 기기 내부 등에 있어서 사용된다. 구체적으로는, 열전도성 시트는, 2개의 부재 사이에 개재되고, 한쪽 부재로부터 다른 쪽 부재에 열을 전도시키기 위해서 사용된다. 구체적으로는, 열전도성 시트는, 발열체와 방열체 사이에 개재되고, 발열체에서 발한 열을 열전도하여 방열체에 이동시키고, 방열체로부터 방열시킨다. 여기서, 발열체로서는, 전자 기기 내부에서 사용되는 CPU, 파워 업, 전원 등의 각종 전자 부품을 들 수 있다. 또, 방열체는, 히트 싱크, 히트 펌프, 전자 기기의 금속 하우징 등을 들 수 있다. 열전도성 시트는, 양 표면 각각이, 발열체 및 방열체 각각에 밀착하고, 또한 압축하여 사용되면 된다.

[0168] [열전도성 시트의 장착 방법]

[0169] 본 발명은, 열전도성 시트의 장착 방법도 제공한다. 본 발명의 열전도성 시트는, 상기와 같이, 실리콘 매트릭스 (A)와 탄화수소계 화합물 (B)의 혼합물인 바인더 성분과, 바인더 성분에 분산되는 열전도성 충전재 (C)를 구비하고, 보형성을 갖는 것이다.

[0170] 본 발명의 열전도성 시트는, 이하의 공정 1~공정 3을 갖는 장착 방법에 의해, 2개의 부재 사이(제1 및 제2 부재 사이)에 안정되게 장착시킬 수 있다.

[0171] 공정 1 : 상기 열전도성 시트를, 제1 부재의 표면에 배치하는 공정

[0172] 공정 2 : 열전도성 시트를 가열하는 공정

[0173] 공정 3 : 열전도성 시트의 제1 부재 측의 면과는 반대측의 면에 제2 부재를 배치하고, 또한 열전도성 시트를 가압하여, 제1 및 제2 부재 사이에 열전도 시트를 장착하는 공정

[0174] 본 장착 방법에 있어서, 제1 및 제2 부재는, 특별히 한정되지 않지만, 한쪽이 발열체이고, 다른 쪽이 방열체이면 된다. 발열체, 방열체의 상세한 설명은 상기와 같다.

[0175] (공정 1)

[0176] 공정 1에서는, 열전도성 시트를, 제1 부재의 표면에 배치한다. 열전도성 시트의 배치 방법은, 특별히 한정되지

않지만, 열전도성 시트의 한쪽 면이, 제1 부재에 접촉하도록 배치하면 된다.

[0177] 본 방법에서는, 후술하는 바와 같이, 공정 1 후에 공정 2를 행하는 것이 바람직하다. 그 경우, 열전도성 시트는, 가열 전의 탄력이 있는 상태에서 제1 부재의 표면에 배치되게 되기 때문에, 공정 1의 작업성이 양호해진다.

[0178] (공정 2)

[0179] 공정 2에서는, 열전도성 시트를 가열한다. 공정 2는 공정 1 후에 행해도 되고, 공정 2 전에 행해도 되고, 공정 1과 병행하여 행해도 되는데, 공정 2는, 상기와 같이 공정 1 후에 행하는 것이 바람직하다. 즉, 공정 2에서는, 제1 부재의 표면에 배치된 열전도성 시트를 가열하는 것이 바람직하다.

[0180] 공정 2에서는, 열전도성 시트를, 탄화수소계 화합물 (B)의 융점 이상의 온도로 가열하면 된다. 따라서, 열전도성 시트는, 상온(23℃)보다 높은 온도로 가열되면 되는데, 탄화수소계 화합물 (B)를 확실히 용융시키고, 장착시(후술하는 공정 3)에 있어서, 열전도성 시트의 유연성을 높이는 관점에서, 바람직하게는 40℃ 이상, 보다 바람직하게는 50℃ 이상, 더 바람직하게는 60℃ 이상으로 가열되면 된다.

[0181] 또, 필요 이상으로 열전도성 시트를 가열하는 것을 방지하는 관점에서, 열전도성 시트는, 100℃ 이하로 가열하면 되고, 바람직하게는 90℃ 이하, 보다 바람직하게는 85℃ 이하로 가열되면 된다.

[0182] 공정 2에 있어서, 열전도성 시트를 탄화수소계 화합물 (B)의 융점 이상으로 가열시키면, 그 용융된 탄화수소계 화합물 (B)를 개재하여, 공정 3에 있어서의 가압에 의해 제1 및 제2 부재에 용이하게 고정시킬 수 있다.

[0183] 열전도성 시트의 가열 방법은, 특별히 한정되지 않고, 적외선 히터, 열풍 히터, 전열 히터 등의 가열 장치에 의해 열전도성 시트를 가열하면 된다.

[0184] 종래, 페이즈 체인지 시트는, 제1 및 제2 부재 중 어느 하나를 구성하는 발열체의 가열에 의해, 연화 내지 용융되는 것이 일반적인데, 본 장착 방법에 있어서 열전도성 시트는, 발열체와는 다른 가열 장치에 의해, 제1 및 제2 부재 사이에 끼워 넣기 전에 가열되는 것이 바람직하다. 이러한 양태에 의하면, 열전도성 시트를, 전자 기기의 사용 전에 제1 및 제2 부재에 고정시키는 것이 가능해진다. 따라서 열전도성 시트를 설계와 같은 압축률 등으로 압축시켜 장착하거나 하는 것도 가능해진다.

[0185] (공정 3)

[0186] 공정 3에서는, 열전도성 시트의 제1 부재 측의 면과는 반대측의 면에 제2 부재를 배치하고, 또한 열전도성 시트를 가압하여, 제1 및 제2 부재 사이에 열전도 시트를 장착한다.

[0187] 공정 3에서는, 제1 부재의 표면 상에 배치된 열전도성 시트 상에 추가로 제2 부재를 배치시키면 되고, 이에 의해, 열전도성 시트는, 제1 및 제2 부재 사이에 끼워 넣은 상태가 된다.

[0188] 공정 3은, 공정 2와 병행하여 행해도 되는데, 공정 2 후에 행하는 것이 바람직하다. 따라서, 공정 3에서는, 제1 부재의 표면 상에 배치되고, 또한 이미 가열된, 열전도성 시트 상에 추가로 제2 부재를 배치시키면 된다.

[0189] 또한, 본 장착 방법에서는, 공정 1, 공정 2, 및 공정 3의 순서로 행하는 것이 보다 바람직하다. 이러한 순번으로 각 공정을 행하면 작업성이 향상된다.

[0190] 공정 3에 있어서 제1 및 제2 부재 사이에 끼워넣은 열전도성 시트는, 공정 2에 의해 가열되어 있고, 따라서 공정 3에서는, 그 가열된 상태에서, 추가로 두께 방향으로 가압되면 된다. 여기서, 가압은, 예를 들면, 제1 및 제2 부재에 끼워넣은 열전도성 시트를, 제1 및 제2 부재에 의해 추가로 두께 방향으로 압압함으로써 행해지면 된다.

[0191] 또, 열전도성 시트는, 공정 3의 가압 시에는, 탄화수소계 화합물 (B)의 융점 이상의 온도가 되고, 탄화수소계 화합물 (B)가 용융되어 있으므로, 그 용융된 탄화수소계 화합물 (B)에 의해 열전도성 시트를 제1 및 제2 부재에 고정시키면 된다.

[0192] 이상과 같이, 본 발명의 열전도성 시트는, 가열된 상태에 있어서 일정 이상의 유연성을 가지므로, 공정 3의 가압에 의해, 제1 및 제2 부재에 추종시킬 수 있다. 따라서, 제1 및 제2 부재가 요철을 갖고 있어도, 열전도성 시트를 제1 및 제2 부재에 밀착시켜, 열저항이 상승하는 것을 방지할 수 있다. 또, 제1 및 제2 부재에 높은 응력을 작용시키는 일 없이, 열전도성 시트를 장착할 수 있다. 또한, 열전도성 시트는, 가열되어도 보형성을 가지므로, 상기와 같이, 압축된 상태에서 사용되어도, 펌프 아웃을 억제하여, 신뢰성이 높아진다. 또한, 열전도성 시트는, 가열 전에 있어서는 일정한 탄력을 가지므로, 장착 시의 작업성을 향상시킬 수 있다.

[0193] [방열 부재]

[0194] 본 발명은, 상기한 열전도성 시트와, 방열체를 구비하고, 열전도성 시트가, 방열체의 표면에 장착된 방열 부재도 제공한다. 이러한 방열 부재는, 예를 들면, 열전도성 시트를 방열체의 표면 상에 배치하고, 또한 열전도성 시트를 방열체의 표면에 고정시킴으로써 얻을 수 있다. 여기서, 열전도성 시트는, 예를 들면 탄화수소계 화합물 (B)의 융점 이상의 온도로 가열하고, 또한 가압함으로써 방열체의 표면에 고정시키면 된다. 이때, 열전도성 시트는, 가열한 후에 방열체의 표면에 배치해도 되고, 방열체의 표면에 배치한 후에 가열해도 된다.

[0195] 또, 방열 부재는, 열전도성 시트의 방열체 측의 면과는 반대측의 면에 발열체를 배치함으로써, 방열체와 발열체 사이에 열전도성 시트를 장착시킬 수 있다. 장착 방법으로서는, 상기 공정 2, 3을 구비하는 방법으로 행하면 되고, 그 상세는 상기와 같으므로 생략한다.

[0196] **실시예**

[0197] 이하, 본 발명을 실시예에 의해 더욱 상세하게 설명하는데, 본 발명은 이들 예에 의해 조금도 한정되는 것은 아니다.

[0198] 본 실시예, 비교예에서 얻어진 열전도성 시트는, 이하의 방법에 의해 평가했다.

[0199] [압축률]

[0200] 열전도성 시트를, 10㎜×10㎜의 사이즈로 컷하고, 80℃ 환경 하에서 0.276MPa(=40psi)로 압축했을 때의 압축률을 측정했다. 구체적으로는 10㎜×10㎜의 크기로 표면이 평탄한 대좌와, 평행하게 압압하는 압압자 사이에 시험편을 끼우고, 0.276MPa로 시험편을 압축했을 때의 두께 T2를 측정하고, 초기 두께 T1에 대한 압축률 (T1-T2)/T1을 산출했다.

[0201] [열저항치]

[0202] 열저항치는, 도 1에 나타내는 열저항 측정기를 이용하여, 이하에 나타내는 방법으로 측정했다. 구체적으로는, 각 시료에 대해, 본 시험용으로 크기가 30㎜×30㎜인 시험편(S)을 제작했다. 그리고 각 시험편(S)을, 측정면이 25.4㎜×25.4㎜이고 측면이 단열재(21)로 덮인 구리제 블록(22) 상에 부착하고, 상방의 구리제 블록(23) 사이에 끼워, 로드 셀(26)에 의해 압력 40psi(0.276MPa)의 하중을 가했다. 여기서, 하방의 구리제 블록(22)은 히터(24)와 접하고 있다. 또, 상방의 구리제 블록(23)은, 단열재(21)에 의해 덮이고, 또한 팬을 갖는 히트 싱크(25)에 접속되어 있다. 그 다음에, 히터(24)를 발열량 25W로 발열시켜, 온도가 대략 정상 상태가 되는 10분 후에, 상방의 구리제 블록(23)의 온도($\Theta_{j0}$), 하방의 구리제 블록(22)의 온도($\Theta_{j1}$), 및 히터의 발열량(Q)을 측정하고, 이하의 식 (1)로부터 각 시료의 열저항치를 구했다. 또한, 온도는, 열전도성 시트가 80℃가 되도록 조정했다.

[0203] $$\text{열저항} = (\Theta_{j1} - \Theta_{j0})/Q \quad \cdots \text{식 (1)}$$

[0204] 식 (1)에 있어서, $\Theta_{j1}$은 하방의 구리제 블록(22)의 온도, $\Theta_{j0}$는 상방의 구리제 블록(23)의 온도, Q는 발열량이다.

[0205] [압축 변형]

[0206] 명세서에 기재된 방법에 따라 압축 변형을 측정했다. 또한, 측정에 사용한 시험편은 상기 압축률의 평가와 같은 형상의 것을 이용했다.

[0207] [실시예 1]

[0208] 탄화수소계 화합물 (B)로서의 측쇄 결정성 폴리알파올레핀(CPAO, 융점(Tm) : 42℃)과, 상용성 물질 (D)로서의 n-데실트리메톡시실란을 표 1의 배합량에 따라 23℃에서 혼합시키고, 상용성 물질 (D)에 탄화수소계 화합물 (B)를 용해시킨 혼합물을 얻었다. 얻어진 혼합물과, 경화성 실리콘 조성물 (A1)로서의 실리콘 주제 1(알케닐기 함유 오르가노폴리실록산) 및 실리콘 경화제(하이드로젠오르가노폴리실록산)와, 촉매(백금계 촉매)를 균일하게 혼합한 후에 열전도성 충전재 (C)를 표 1의 배합량에 따라 혼합시켜, 혼합 조성물을 얻었다.

[0209] 또한, 열전도성 충전재 (C)로서는, 비이방성 충전재로서 알루미늄 분말(구상, 평균 입경 3㎛㎜, 애스펙트비 1~1.5, 열전도율 236W/m·K)을 사용했다. 또, 이방성 충전재로서 인편 흑연 분말(평균 입경 40㎛, 애스펙트비 15, 열전도율 100W/m·K), 흑연화 탄소 섬유 1(평균 섬유 길이 77㎛, 애스펙트비 8, 열전도율 1200W/m·K), 및

흑연화 탄소 섬유 2(평균 섬유 길이 150㎛, 애스펙트비 15, 열전도율 900W/m·K)를 사용했다. 또한, 각 실시예, 비교예에 있어서의 열전도성 충전재 (C)의 체적 충전율은 66체적%였다.

[0210] 또, 융점은 열중량 시차열 분석(TGDTA, SHIMADZU CORPORATION 제조 「DTG-60」)으로 승온 속도 1℃/min의 조건으로 측정한 DTA 곡선의 흡열 피크의 온도이다.

[0211] 계속해서, 열전도성 시트보다 충분히 큰 두께로 설정된 금형에 상기 혼합 조성물을 주입하고, 8T의 자장을 두께 방향으로 인가하여 이방성 충전재를 두께 방향으로 배향한 후에, 80℃에서 60분간 가열함으로써 경화성 실리콘 조성물 (A1)을 경화하여, 블록상의 배향 성형체를 얻었다.

[0212] 다음에, 전단날을 이용하여, 블록상의 배향 성형체를 시트상으로 슬라이스함으로써, 이방성 충전재가 노출되어 있는 시트상 성형체를 얻고, 그 시트상 성형체를 열전도성 시트로 했다. 얻어진 열전도성 시트를 평가했다. 평가 결과를 표 1에 나타낸다. 표 1에 나타내는 바와 같이, 실시예 1의 열전도성 시트는, 압축률이 높아짐과 더불어 열저항치가 낮아, 고온 하에 있어서 우수한 유연성이 확보되고, 열전도성도 양호했다.

[0213] 또, 실시예 1에서 얻어진 열전도성 시트는, 탄화수소계 화합물 (B)의 융점보다 낮은 실온에 있어서는, 비교적 강성이 있는 시트였기 때문에, 상기와 같이 슬라이스에 의해 열전도성 시트를 얻을 수 있어, 취급성이 우수했다. 또, 80℃에 있어서의 압축 변형이 소정 범위이고, 보형성을 갖고 있어, 액상이 되는 일도 액상물이 흘러나오는 일도 없었기 때문에, 장기간 압축해도 펌프 아웃 등이 발생하지 않아, 신뢰성도 양호했다. 또한, 열전도성 시트의 표면에 기포 등이 보이지 않아, 외관이 양호했다.

[0214] [실시예 2~7]

[0215] 각 성분의 배합량을 표 1에 기재된 양으로 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 동일하게 실시했다. 실시예 2~7에서 얻어진 열전도성 시트의 평가 결과를 표 1에 나타낸다. 표 1에 나타내는 바와 같이, 실시예 2~7의 열전도성 시트는, 압축률이 높아짐과 더불어 열저항치가 낮아, 고온 하에 있어서 우수한 유연성이 확보되고, 열전도성도 양호했다.

[0216] 또, 실시예 2~7에서 얻어진 열전도성 시트는, 탄화수소계 화합물 (B)의 융점보다 낮은 실온에 있어서는, 비교적 강성이 있는 시트였기 때문에, 상기와 같이 슬라이스에 의해 열전도성 시트를 얻을 수 있어, 취급성이 우수했다. 또, 80℃에 있어서의 압축 변형이 소정 범위이고, 보형성을 갖고 있어, 액상이 되는 일도 액상물이 흘러나오는 일도 없었기 때문에, 장기간 압축해도 펌프 아웃 등이 발생하지 않아, 신뢰성도 양호했다. 또한, 열전도성 시트의 표면에 기포 등이 보이지 않아, 외관이 양호했다.

[0217] [실시예 8]

[0218] 탄화수소계 화합물 (B)로서 유동 파라핀(융점 : -9℃)을 사용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일하게 실시했다. 얻어진 열전도성 시트의 평가 결과를 표 1에 나타낸다. 표 1에 나타내는 바와 같이, 실시예 8의 열전도성 시트는, 압축률이 높아짐과 더불어 열저항치가 낮아, 고온 하에 있어서 우수한 유연성이 확보되고, 열전도성도 양호했다.

[0219] 또, 실시예 8에서 얻어진 열전도성 시트는, 실온 및 80℃ 어디에서나, 약간 유연했지만 보형성을 갖고 있었다. 그로 인해, 상온에 있어서의 취급성이 다소 나빠져, 슬라이스하기 어려웠지만 열전도성 시트를 얻을 수 있었다. 또, 장기간 압축해도 펌프 아웃 등이 발생하지 않아, 신뢰성도 양호했다. 또한, 열전도성 시트의 표면에 기포 등이 보이지 않아, 외관이 양호했다.

[0220] [실시예 9]

[0221] 탄화수소계 화합물 (B)로서, FUJIFILM Wako Pure Chemical Corporation 제조 「바셀린(백색)」(융점 : 33℃)을 사용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일하게 실시했다. 얻어진 열전도성 시트의 평가 결과를 표 1에 나타낸다. 표 1에 나타내는 바와 같이, 실시예 9의 열전도성 시트는, 압축률이 높아짐과 더불어 열저항치가 낮아, 고온 하에 있어서 우수한 유연성이 확보되고, 열전도성도 양호했다.

[0222] 또, 실시예 9에서 얻어진 열전도성 시트는, 탄화수소계 화합물 (B)의 융점보다 낮은 실온에 있어서는, 비교적 강성이 있는 시트였기 때문에, 상기와 같이 슬라이스에 의해 열전도성 시트를 얻을 수 있어, 취급성이 우수했다. 또, 80℃에 있어서의 압축 변형이 소정 범위이고, 보형성을 갖고 있어, 액상이 되는 일도 액상물이 흘러나오는 일도 없었기 때문에, 장기간 압축해도 펌프 아웃 등이 발생하지 않아, 신뢰성도 양호했다. 또한, 열전도성 시트의 표면에 기포 등이 보이지 않아, 외관이 양호했다.

[0223] [실시예 10]

[0224] 상용성 물질 (D)로서 디메틸디메톡시실란을 사용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일하게 실시했다. 또한, 실시예 10에서는, 탄화수소계 화합물 (B)는 상용성 물질 (D)에 용해되기 어려운 경향이 있어, 용해에 시간을 필요로 했지만, 문제없이 열전도성 시트를 얻을 수 있었다. 얻어진 열전도성 시트의 평가 결과를 표 1에 나타낸다. 표 1에 나타내는 바와 같이, 실시예 10의 열전도성 시트는, 압축률이 높아짐과 더불어 열저항치가 낮아, 고온 하에 있어서 우수한 유연성이 확보되고, 열전도성도 양호했다.

[0225] 또, 실시예 10에서 얻어진 열전도성 시트는, 탄화수소계 화합물 (B)의 융점보다 낮은 실온에 있어서는, 비교적 강성이 있는 시트였기 때문에, 상기와 같이 슬라이스에 의해 열전도성 시트를 얻을 수 있어, 취급성이 우수했다. 또, 80℃에 있어서의 압축 변형이 소정 범위이고, 보형성을 갖고 있어, 액상이 되는 일도 액상물이 흘러나오는 일도 없었기 때문에, 장기간 압축해도 펌프 아웃 등이 발생하지 않아, 신뢰성도 양호했다. 또한, 열전도성 시트의 표면에 기포 등이 보이지 않아, 외관이 양호했다.

[0226] [실시예 11]

[0227] 상용성 물질 (D)로서 톨루엔을 사용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일하게 실시했다. 또한, 얻어진 열전도성 시트의 평가 결과를 표 1에 나타낸다. 표 1에 나타내는 바와 같이, 실시예 11의 열전도성 시트는, 압축률이 높아짐과 더불어 열저항치가 낮아, 고온 하에 있어서 우수한 유연성이 확보되고, 열전도성도 양호했다.

[0228] 실시예 11에서 얻어진 열전도성 시트는, 열전도성 시트의 표면에 기포가 보여, 외관이 실시예 1에 비해 뒤떨어지지만, 탄화수소계 화합물 (B)의 융점보다 낮은 실온에 있어서는, 비교적 강성이 있는 시트였기 때문에, 상기와 같이 슬라이스에 의해 열전도성 시트를 얻을 수 있어, 취급성은 우수했다. 또, 80℃에 있어서의 압축 변형이 소정 범위이고, 보형성을 갖고 있어, 액상이 되는 일도 액상물이 흘러나오는 일도 없었기 때문에, 장기간 압축해도 펌프 아웃 등이 발생하지 않아, 신뢰성도 양호했다.

[0229] [실시예 12]

[0230] 상용성 물질 (D)로서 n-옥틸트리에톡시실란을 사용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일하게 실시했다. 얻어진 열전도성 시트의 평가 결과를 표 1에 나타낸다. 표 1에 나타내는 바와 같이, 실시예 12의 열전도성 시트는, 압축률이 높아짐과 더불어 열저항치가 낮아, 고온 하에 있어서 우수한 유연성이 확보되고, 열전도성도 양호했다.

[0231] 또, 실시예 12에서 얻어진 열전도성 시트는, 탄화수소계 화합물 (B)의 융점보다 낮은 실온에 있어서는, 비교적 강성이 있는 시트였기 때문에, 상기와 같이 슬라이스에 의해 열전도성 시트를 얻을 수 있어, 취급성이 우수했다. 또, 80℃에 있어서의 압축 변형이 소정 범위이고, 보형성을 갖고 있어, 액상이 되는 일도 액상물이 흘러나오는 일도 없었기 때문에, 장기간 압축해도 펌프 아웃 등이 발생하지 않아, 신뢰성도 양호했다. 또한, 열전도성 시트의 표면에 기포 등이 보이지 않아, 외관이 양호했다.

[0232] [실시예 13]

[0233] 각 성분의 배합량을 표 1에 기재된 양으로 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 동일하게 실시했다. 실시예 13에서 얻어진 열전도성 시트의 평가 결과를 표 1에 나타낸다.

[0234] 표 1에 나타내는 바와 같이, 실시예 13의 열전도성 시트는, 압축률이 높아짐과 더불어 열저항치가 낮아, 고온 하에 있어서 우수한 유연성이 확보되고, 열전도성도 양호했다.

[0235] 또, 실시예 13에서 얻어진 열전도성 시트는, 탄화수소계 화합물 (B)의 융점보다 낮은 실온에 있어서는, 비교적 강성이 있는 시트였기 때문에, 상기와 같이 슬라이스에 의해 열전도성 시트를 얻을 수 있어, 취급성이 우수했다. 또, 80℃에 있어서의 압축 변형이 소정 범위이고, 보형성을 갖고 있어, 액상이 되는 일도 액상물이 흘러나오는 일도 없었기 때문에, 장기간 압축해도 펌프 아웃 등이 발생하지 않아, 신뢰성도 양호했다. 또한, 열전도성 시트의 표면에 기포 등이 보이지 않아, 외관이 양호했다.

[0236] [비교예 1]

[0237] 탄화수소계 화합물 (B)를 사용하지 않고, 표 1의 배합에 따라 각 성분을 혼합하여 얻은 혼합 조성물에 의해, 열전도성 시트를 제작한 것 이외에는 실시예 1과 동일하게 실시했다. 비교예 1에서 얻어진 열전도성 시트의 평가 결과를 표 1에 나타낸다. 표 1에 나타내는 바와 같이, 비교예 1의 열전도성 시트는, 고온 하에 있어서 압축률이 낮아, 일정한 유연성을 갖고 있지 않았다. 그로 인해, 발열체나 방열체에 대한 추종성 등이 불충분해져, 열

저항치가 높아졌다.

[0238] [비교예 2]

[0239] 상용성 물질 (D)를 사용하지 않고, 표 1의 배합에 따라 각 성분을 혼합하여 얻은 혼합 조성물을 사용한 것 이외에는 실시예 1과 동일하게 실시했는데, 탄화수소계 화합물 (B)가 경화성 실리콘 조성물 (A1)에 분산되지 않아 블록상의 배향 성형체를 얻을 수 없었다.

[0240] [비교예 3]

[0241] 상용성 물질 (D) 대신에 트리올레인산소르비탄을 사용하여, 표 1의 배합에 따라 각 성분을 혼합하여 얻은 혼합 조성물을 사용한 것 이외에는 실시예 1과 동일하게 실시했지만, 탄화수소계 화합물 (B)가 경화성 실리콘 조성물 (A1)에 분산되지 않아 블록상의 배향 성형체를 얻을 수 없었다.

표 1

[0242]

| | | | 실시예 1 | 실시예 2 | 실시예 3 | 실시예 4 | 실시예 5 | 실시예 6 | 실시예 7 | 실시예 8 | 실시예 9 | 실시예 10 | 실시예 11 | 실시예 12 | 실시예 13 | 비교예 1 | 비교예 2 | 비교예 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 배합 (질량부) | 경화성 실리콘 조성물(A1) | 실리콘 주제 | 81.8 | 87.3 | 86.4 | 86.4 | 72.7 | 72.7 | 72.7 | 81.8 | 81.8 | 81.8 | 81.8 | 81.8 | 90.0 | 90.9 | 81.8 | 81.8 |
| | | 실리콘 경화제 | 8.2 | 9.7 | 8.6 | 8.6 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 9.0 | 9.1 | 8.2 | 8.2 |
| | 첨가제 | 촉매 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | 탄화수소계 화합물(B) | CPAO | 10 | 3 | 5 | 5 | 20 | 20 | 20 | | | 10 | 10 | 10 | 1 | | 10 | 10 |
| | | 유동 파라핀 | | | | | | | | 10 | | | | | | | | |
| | | 백색 바셀린 | | | | | | | | | 10 | | | | | | | |
| | 열전도성 충전재(C) | 알루미늄 분말 3㎛(평균 입경) | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 |
| | | 인편 흑연 분말 40㎛(평균 장축 길이) | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | | 흑연화 탄소 섬유1 77㎛(평균 섬유 길이) | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 |
| | | 흑연화 탄소 섬유2 150㎛(평균 섬유 길이) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | 상용성 물질(D) | n-데실트리메톡시실란 | 22 | 22 | 22 | 10 | 22 | 32 | 42 | 22 | 22 | | | | 22 | 22 | | |
| | | 디메틸디메톡시실란 | | | | | | | | | | 22 | | | | | | |
| | | n-옥틸트리에톡시실란 | | | | | | | | | | | | 22 | | | | |
| | | 톨루엔 | | | | | | | | | | | 22 | | | | | |
| | 그 외 | 트리올레인산소르비탄 | | | | | | | | | | | | | | | | 22 |
| 측정 결과 | | 시료 초기 두께 T1(mm) | 0.221 | 0.206 | 0.204 | 0.212 | 0.224 | 0.225 | 0.221 | 0.212 | 0.217 | 0.221 | 0.217 | 0.202 | 0.205 | 0.201 | - | - |
| | | 측정 시(40psi) 두께 T2(mm) | 0.171 | 0.175 | 0.159 | 0.165 | 0.137 | 0.133 | 0.131 | 0.151 | 0.142 | 0.156 | 0.144 | 0.139 | 0.164 | 0.176 | - | - |
| | | 40psi 압축률 | 23% | 15% | 22% | 18% | 32% | 34% | 35% | 25% | 29% | 22% | 28% | 31% | 18% | 12% | - | - |
| | | 압축 변형 (%) | 27.7% | 20.2% | 22.3% | 21.5% | 31.5% | 30.8% | 32.2% | 29.5% | 28.2% | 26.8% | 28.5% | 25.8% | 20.3% | 19.8% | - | - |
| | | 열저항 (℃·in²/W) @40psi 80℃ | 0.020 | 0.019 | 0.019 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.019 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.02 | 0.022 | - | - |

[0243] 상기 각 실시예에서는, 상용성 물질 (D)를 사용함으로써, 실리콘 매트릭스 (A) 중에 탄화수소계 화합물 (B)를 분산시킬 수 있었다. 그로 인해, 각 실시예의 열전도성 시트는, 보형성을 가지면서도, 고온에서 유연성을 갖고, 사용 시에 있어서의 발열체, 방열체에 대한 추종성이 양호해지고, 또, 용이하게 압축된 상태가 되어, 열저항이 낮아지며, 나아가서는, 신뢰성, 취급성도 양호해졌다.

[0244] 그에 반해, 비교예 1의 열전도성 시트는, 바인더 성분 중에 탄화수소계 화합물 (B)를 함유하지 않으므로, 고온에서의 유연성이 불충분하고, 사용 시에 있어서의 추종성, 압축률이 낮아져, 열저항도 높아졌다. 또, 비교예 2, 3에서는, 상용성 물질 (D)를 사용하지 않았기 때문에, 실리콘 매트릭스 (A) 중에 탄화수소계 화합물 (B)를 분산시킬 수 없어, 열전도성 시트를 제작할 수 없었다.

## *부호의 설명*

[0245] 21: 단열재

22: 하방의 구리제 블록

23: 상방의 구리제 블록

24: 히터

25: 히트 싱크

26: 로드 셀

S: 시험편

$\Theta_{j0}$: 상방의 구리제 블록의 온도

$\Theta_{j1}$: 하방의 구리제 블록의 온도

도면

도면1

