



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

(11) 공개번호 10-2023-0108331  
(43) 공개일자 2023년07월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C09J 163/00 (2006.01) C08K 3/08 (2006.01)  
C09J 11/04 (2006.01) C09J 11/06 (2006.01)  
H01L 21/52 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
C09J 163/00 (2013.01)  
C08K 3/08 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7020917
- (22) 출원일자(국제) 2021년11월22일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2023년06월21일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2021/042727
- (87) 국제공개번호 WO 2022/113923  
국제공개일자 2022년06월02일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2020-195062 2020년11월25일 일본(JP)

- (71) 출원인  
스미또모 베이클라이트 가부시키키가이샤  
일본 도쿄도 시나가와구 히가시시나가와 2쵸메 5  
방 8고
- (72) 발명자  
와타나베, 나오키  
일본 1400002 도쿄도 시나가와구 히가시시나가와  
2쵸메 5방 8고 스미또모 베이클라이트 가부시키키가  
이샤 내  
다카모토, 마코토  
일본 1400002 도쿄도 시나가와구 히가시시나가와  
2쵸메 5방 8고 스미또모 베이클라이트 가부시키키가  
이샤 내
- (74) 대리인  
양영준, 박보현

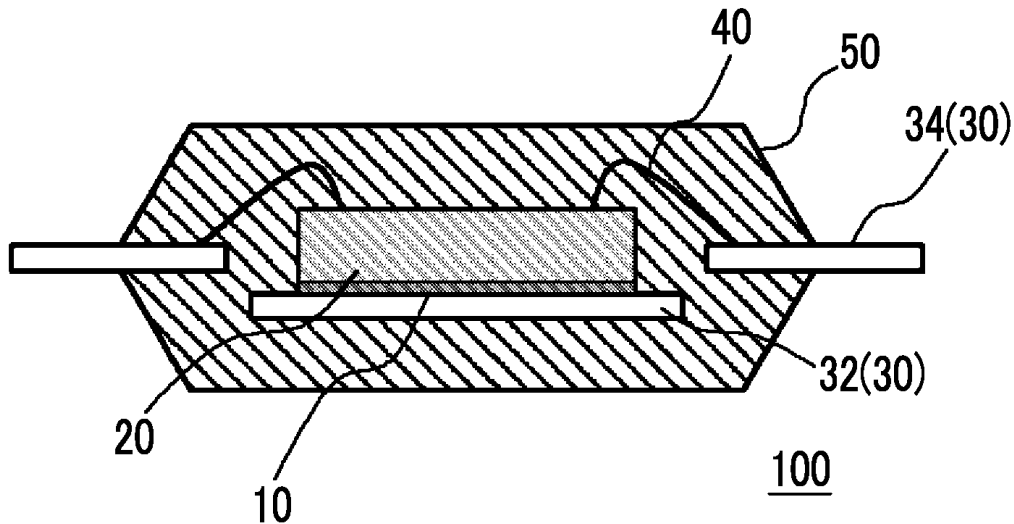
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 은 함유 페이스트 및 접합체

**(57) 요약**

본 발명의 은 함유 페이스트는, 실리콘 칩의 실리콘 표면과, 금속 표면을 접착시키는 것이며, 은 함유 입자와, 2관능 이상의 수지와, 용제를 포함하고, 유기 용제 (C)를 제외한 당해 은 함유 페이스트 100질량%에 대하여, 은 함유 입자 (A)의 함유량이 88질량% 이상, 98질량% 이하이다.

**대표도** - 도1



(52) CPC특허분류

*C09J 11/04* (2013.01)

*C09J 11/06* (2013.01)

*H01L 21/52* (2013.01)

*C08K 2003/0806* (2013.01)

*C09J 2203/326* (2020.08)

*C09J 2301/312* (2020.08)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

실리콘 칩의 실리콘 표면과, 금속 표면을 접착하는 은 함유 페이스트로서,

- (A) 은 함유 입자와,
- (B) 2관능 이상의 수지와,
- (C) 유기 용제를 포함하고,

유기 용제 (C)를 제외한 당해 은 함유 페이스트 100질량%에 대하여, 은 함유 입자 (A)의 함유량이 88질량% 이상 98질량% 이하인, 은 함유 페이스트.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

은 함유 입자 (A)가, 은 입자 및 은 피복 수지 입자로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 은 함유 페이스트.

#### 청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

은 함유 입자 (A)가, 은 피복 수지 입자를 포함하고,

은 함유 입자 (A)의 체적분율 a에 대한, 상기 은 피복 수지 입자의 체적분율 b의 비  $b/a$ 가, 0.6 미만인, 은 함유 페이스트.

#### 청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

은 함유 입자 (A)가, 은 피복 수지 입자를 포함하고,

은 함유 입자 (A)의 중량분율 c에 대한, 상기 은 피복 수지 입자의 중량분율 d의 비  $d/c$ 가, 0.25 미만인, 은 함유 페이스트.

#### 청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

2관능 이상의 수지 (B)가, 2관능 이상의 에폭시 수지를 포함하는, 은 함유 페이스트.

#### 청구항 6

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서,

경화제 (D)를 더 포함하는, 은 함유 페이스트.

#### 청구항 7

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

(메트)아크릴기 함유 화합물 (E)를 더 포함하는, 은 함유 페이스트.

#### 청구항 8

청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 있어서,

실레인 커플링제 (F)를 더 포함하는, 은 함유 페이스트.

**청구항 9**

청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 기재된 은 함유 페이스트를 소결하여 얻어지는 고열전도성 재료.

**청구항 10**

실리콘 칩의 실리콘 표면과 금속 표면이 청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 기재된 은 함유 페이스트의 경화체로 접착된 접합체로서,

동적 점탄성(DMA) 측정에 있어서의 상기 경화체의 저장 탄성률이 1,000~20,000MPa인 접합체.

**청구항 11**

금속을 포함하는 기재와,

실리콘 칩과,

상기 기재의 금속 표면과 상기 실리콘 칩의 실리콘 표면을 접합하는 접착층을 구비하고,

상기 접착층은, 청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 기재된 은 함유 페이스트를 소결하여 이루어지는, 반도체 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 은 함유 페이스트 및 접합체에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 반도체 장치의 방열성을 높이는 것을 의도하여, 금속 입자를 포함하는 열경화성 수지 조성물을 이용하여 반도체 장치를 제조하는 기술이 알려져 있다. 수지보다 큰 열전도율을 갖는 금속 입자를 열경화성 수지 조성물에 포함 시킴으로써, 그 경화물의 열전도성을 크게 할 수 있다.

[0003] 반도체 장치에 대한 적용의 구체예로서, 이하의 특허문헌 1 및 2와 같이, 금속 입자를 포함하는 열경화성의 수지 조성물을 이용하여, 반도체 소자와 기관(지지 부재)을 접착/접합하는 기술이 알려져 있다.

[0004] 특허문헌 1에는, 소정 구조의 (메트)아크릴산 에스터 화합물, 라디칼 개시제, 은 미립자, 은 분말 및 용제를 포함하는 반도체 접착용 열경화성 수지 조성물, 당해 조성물로 반도체 소자와 기제가 접합된 반도체 장치가 개시되어 있다. 당해 문헌에는, 실장 후의 온도 사이클에 대한 접속 신뢰성을 향상시킬 수 있다고 기재되어 있다(0011 단락).

[0005] 특허문헌 2에는, 이미드아크릴레이트 화합물, 라디칼 개시제, 필러, 및 액상 고무 성분을 포함하는 수지 페이스트 조성물, 당해 조성물로 반도체 소자와 기제가 접합된 반도체 장치가 개시되어 있다. 당해 문헌에는, 수지 페이스트 조성물을 저응력화함으로써 칩 크랙이나 칩 휨의 발생을 억제할 수 있다고 기재되어 있다(0003 단락).

[0006] 특허문헌 3에는, 소정 물성값을 충족시키는 은 입자, 용제 및 첨가제로 이루어지는 은 페이스트 조성물, 당해 조성물을 개재하여, 반도체 소자와 반도체 소자 탑재용 지지 부재가 접착된 구조를 갖는 반도체 장치가 개시되어 있다. 당해 문헌에는, 용제로서, 다이프로필렌글라이콜메틸에터아세테이트, 아이소보닐사이클로헥산올을 이용한 예가 기재되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2014-74132호

(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2000-239616호

(특허문헌 0003) 일본 공개특허공보 2014-225350호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 그러나, 특허문헌 1~3에 기재된 은 페이스트로, 실리콘 칩의 실리콘 표면과, 금속 표면을 접합하는 경우, 방열 확산성에 개선의 여지가 있었다. 실리콘 칩의 금속 도금되어 있지 않은 면으로부터 방열성을 개선하는 기술이 요구되고 있었다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 본 발명자들은, 소정 양의 은 함유 입자와, 2관능 이상의 수지와, 유기 용제를 포함하는 은 함유 페이스트를 이용하여, 실리콘 칩의 실리콘 표면과, 금속 표면을 접합하는 경우, 방열 확산성이 우수한 것을 알아내, 본 발명을 완성시켰다.

[0010] 즉, 본 발명은, 이하로 나타낼 수 있다.

[0011] 본 발명에 의하면,

[0012] 실리콘 칩의 실리콘 표면과, 금속 표면을 접착하는 은 함유 페이스트로서,

[0013] (A) 은 함유 입자와,

[0014] (B) 2관능 이상의 수지와,

[0015] (C) 유기 용제를 포함하고,

[0016] 유기 용제 (C)를 제외한 당해 은 함유 페이스트 100질량%에 대하여, 은 함유 입자 (A)의 함유량이 88질량% 이상, 98질량% 이하인, 은 함유 페이스트를 제공할 수 있다.

[0017] 본 발명에 의하면,

[0018] 상기 은 함유 페이스트를 소결하여 얻어지는 고열전도성 재료를 제공할 수 있다.

[0019] 본 발명에 의하면,

[0020] 실리콘 칩의 실리콘 표면과 금속 표면이 상기 은 함유 페이스트의 경화체로 접착된 접합체로서,

[0021] 동적 점탄성(DMA) 측정에 있어서의 상기 경화체의 저장 탄성률이 1,000~20,000MPa인 접합체를 제공할 수 있다.

[0022] 본 발명에 의하면,

[0023] 금속을 포함하는 기재와,

[0024] 실리콘 칩과,

[0025] 상기 기재의 금속 표면과 상기 실리콘 칩의 실리콘 표면을 접합하는 접착층을 구비하고, 상기 접착층은, 상기 은 함유 페이스트를 소결하여 이루어지는, 반도체 장치를 제공할 수 있다.

**발명의 효과**

[0026] 본 발명의 은 함유 페이스트는, 실리콘 칩의 실리콘 표면과, 금속 표면을 접착하는 경우에 있어서 방열 확산성을 개선할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0027] 도 1은 반도체 장치의 일례를 모식적으로 나타내는 단면도이다.

도 2는 반도체 장치의 일례를 모식적으로 나타내는 단면도이다.

도 3은 실시예에 있어서의, 2개의 실리콘 칩 간의 열전도율의 측정 방법을 나타내는 도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0028] 이하, 본 발명의 실시형태에 대하여, 도면을 이용하여 설명한다. 또한, 모든 도면에 있어서, 동일한 구성 요소에는 동일한 부호를 붙이고, 적절히 설명을 생략한다. 또, "~"는 특별히 설명이 없으면 "이상"부터 "이하"를 나타낸다.
- [0029] 본 실시형태의 은 함유 페이스트(페이스트상 수지 조성물)는, 실리콘 칩의 실리콘 표면과, 금속 표면을 접촉시키는 것이며, (A) 은 함유 입자와, (B) 2관능 이상의 수지와, (C) 유기 용제를 포함한다.
- [0030] 유기 용제 (C)를 제외한 당해 은 함유 페이스트 100질량%에 대하여, 은 함유 입자 (A)의 함유량이 88질량% 이상, 98질량% 이하, 바람직하게는 88질량% 이상, 96질량% 이하, 보다 바람직하게는 88질량% 이상, 93질량% 이하, 더 바람직하게는 89질량% 이상, 93질량% 이하, 특히 바람직하게는 91질량% 이상, 93질량% 이하이다.
- [0031] 본 실시형태의 은 함유 페이스트에 의하면, 실리콘 칩의 실리콘 표면과, 금속 표면을 접촉하는 경우에 있어서도 방열 확산성을 개선할 수 있다.
- [0032] 본 실시형태에 있어서, 실리콘 칩은, 트랜지스터, 저항(전기 저항), 콘덴서 등의 기능을 갖는 소자를 일방의 면에 구비한다. 본 실시형태의 은 함유 페이스트는, 이 실리콘 칩의 타방의 면의 실리콘 표면과, 리드 프레임, 각종 기관 상의 금속층, 히트 스프레더 또는 히트 싱크 등의 기체의 금속 표면을 접촉할 수 있으며, 이들 사이의 방열 확산성을 개선할 수 있다.
- [0033] [은 함유 입자 (A)]
- [0034] 은 함유 입자 (A)는, 적절한 열처리에 의하여 신터링(소결)을 일으켜, 입자 연결 구조(신터링 구조)를 형성할 수 있다.
- [0035] 특히, 은 함유 페이스트 중에 은 함유 입자가 포함, 특히, 입경이 비교적 작고 비표면적이 비교적 큰 은 입자가 포함됨으로써, 비교적 저온(180℃ 정도)에서의 열처리에서도 신터링 구조가 형성되기 쉽다. 바람직한 입경에 대해서는 후술한다.
- [0036] 은 함유 입자 (A)의 형상은 특별히 한정되지 않는다. 바람직한 형상은 구상이지만, 구상이 아닌 형상, 예를 들면 타원체상, 편평상, 판상, 플레이크상, 침상, 인편상(鱗片狀), 응집상, 및 다면체 형상 등이어도 된다. 은 함유 입자 (A)는, 이들 형상의 은 함유 입자를 적어도 1종 포함할 수 있다.
- [0037] 본 실시형태에 있어서는, 구상, 인편상, 응집상, 및 다면체 형상의 은 함유 입자로부터 선택되는 2종 이상을 포함하는 것이 바람직하고, 구상의 은 함유 입자 (A1)과, 인편상, 응집상, 및 다면체 형상으로부터 선택되는 1종 이상의 은 함유 입자 (A2)를 포함하는 것이 보다 바람직하다. 이로써, 은 함유 입자끼리의 접촉률이 더 향상되는 점에서, 당해 은 함유 페이스트의 소결 후에 있어서 네트워크가 용이하게 형성되고 열전도성 및 전기 전도성이 더 향상된다.
- [0038] 은 함유 입자 (A)가 은 함유 입자 (A2)를 포함함으로써, 은 함유 페이스트로부터 얻어지는 성형물의 수지 크랙을 보다 억제하거나, 선팅률 계수를 보다 억제할 수 있다.
- [0039] 또한, 본 실시형태에 있어서, "구상"이란, 완전한 진구(眞球)에 한정되지 않고, 표면에 약간의 요철이 있는 형상 등도 포함한다.
- [0040] 은 함유 입자 (A)는, 그 표면이 카복실산, 탄소수 4~30의 포화 지방산, 또는 1가의 탄소수 4~30의 불포화 지방산, 장쇄 알킬나이트릴 등 처리되어 있어도 된다.
- [0041] 은 함유 입자 (A)는, (i) 실질적으로 은만으로 이루어지는 은 입자(은 분말)여도 되고, (ii) 은과 은 이외의 성분으로 이루어지는 입자여도 된다. 또, 금속 함유 입자로서 (i) 및 (ii)가 병용되어도 된다.
- [0042] 본 실시형태에 있어서, 특히 바람직하게는, 은 함유 입자 (A)는, 수지 입자의 표면이 은으로 코팅된 은 피복 수지 입자를 포함한다. 이로써, 열전도성이 보다 우수함과 함께 저장 탄성률이 보다 우수한 경화물이 얻어지는 은 함유 페이스트를 조제할 수 있다.
- [0043] 본 실시형태의 은 함유 입자 (A)는, 은 입자 및 은 피복 수지 입자로부터 선택되는 적어도 1종을 포함할 수 있다.
- [0044] 은 피복 수지 입자는, 표면이 은이며, 또한, 내부가 수지이기 때문에, 열전도성이 양호하고, 또한, 은만으로 이

루어지는 입자와 비교하여 부드럽다고 생각된다. 이 때문에, 은 피복 수지 입자를 이용함으로써, 열전도율이나 저장 탄성률을 적절한 값으로 설계하기 쉽다고 생각된다.

- [0045] 통상, 열전도성을 크게 하기 위해서는, 은 함유 입자의 양을 늘리는 것이 생각된다. 그러나, 통상, 금속은 "딱딱하기" 때문에, 은 함유 입자의 양이 과도하게 많으면, 신터링 후의 탄성률이 과도하게 커져 버리는 경우가 있다. 은 함유 입자의 일부 또는 전부가 은 피복 수지 입자임으로써, 원하는 열전도율이나 저장 탄성률을 갖는 경화물을 얻을 수 있는 은 함유 페이스트를 용이하게 설계할 수 있다.
- [0046] 은 피복 수지 입자에 있어서는, 수지 입자의 표면의 적어도 일부의 영역을 은층이 덮고 있으면 된다. 물론, 수지 입자의 표면의 전체면을 은이 덮고 있어도 된다.
- [0047] 구체적으로는, 은 피복 수지 입자에 있어서, 은층은, 수지 입자의 표면의 바람직하게는 50% 이상, 보다 바람직하게는 75% 이상, 더 바람직하게는 90% 이상을 덮고 있다. 특히 바람직하게는, 은 피복 수지 입자에 있어서, 은층은, 수지 입자의 표면의 실질적으로 전부를 덮고 있다.
- [0048] 다른 관점으로서, 은 피복 수지 입자를 소정의 단면으로 절단했을 때에는, 그 단면의 주위 전부에 은층이 확인되는 것이 바람직하다.
- [0049] 또 다른 관점으로서, 은 피복 수지 입자 중의, 수지/은의 질량비율은, 바람직하게는 90/10~10/90, 보다 바람직하게는 80/20~20/80, 더 바람직하게는 70/30~30/70이다.
- [0050] 은 피복 수지 입자에 있어서의 "수지"로서는, 예를 들면, 실리콘 수지, (메트)아크릴 수지, 페놀 수지, 폴리스타이렌 수지, 펠라민 수지, 폴리아마이드 수지, 폴리테트라플루오로에틸렌 수지 등을 들 수 있다. 물론, 이들 이외의 수지여도 된다. 또, 수지는 1종만이어도 되고, 2종 이상의 수지가 병용되어도 된다.
- [0051] 탄성 특성이나 내열성의 관점에서, 수지는, 실리콘 수지 또는 (메트)아크릴 수지가 바람직하다.
- [0052] 실리콘 수지는, 메틸클로로실레인, 트라이메틸트라이클로로실레인, 다이메틸다이클로로실레인 등의 오가노클로로실레인을 중합시킴으로써 얻어지는 오가노폴리실록세인에 의하여 구성되는 입자여도 된다. 또, 오가노폴리실록세인을 추가로 3차원 가교한 구조를 기본 골격으로 한 실리콘 수지여도 된다.
- [0053] (메트)아크릴 수지는, 주성분(50중량% 이상, 바람직하게는 70중량% 이상, 보다 바람직하게는 90중량% 이상)으로서 (메트)아크릴산 에스터를 포함하는 모노머를 중합시켜 얻어진 수지일 수 있다. (메트)아크릴산 에스터로서는, 예를 들면, 메틸(메트)아크릴레이트, 에틸(메트)아크릴레이트, 프로필(메트)아크릴레이트, 뷰틸(메트)아크릴레이트, 2-에틸헥실(메트)아크릴레이트, 라우릴(메트)아크릴레이트, 스테아릴(메트)아크릴레이트, 사이클로헥실(메트)아크릴레이트, 2-하이드록시에틸(메트)아크릴레이트, 2-프로필(메트)아크릴레이트, 클로로-2-하이드록시에틸(메트)아크릴레이트, 다이에틸렌글라이콜모노(메트)아크릴레이트, 메톡시에틸(메트)아크릴레이트, 글리시딜(메트)아크릴레이트, 다이사이클로펜타닐(메트)아크릴레이트, 다이사이클로펜텐일(메트)아크릴레이트 및 아이소보닐(메트)아크릴레이트로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 화합물을 들 수 있다. 또, 아크릴계 수지의 모노머 성분에는, 소량의 다른 모노머가 포함되어 있어도 된다. 그와 같은 다른 모노머 성분으로서, 예를 들면, 스타이렌계 모노머를 들 수 있다. 은 코팅 (메트)아크릴 수지에 대해서는, 일본 공개특허공보 2017-126463호의 기재 등도 참조하기 바란다.
- [0054] 실리콘 수지나 (메트)아크릴 수지 중에 각종 관능기를 도입해도 된다. 도입할 수 있는 관능기는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들면, 에폭시기, 아미노기, 메톡시기, 페닐기, 카복실기, 수산기, 알킬기, 바이닐기, 머캡토기 등을 들 수 있다.
- [0055] 은 피복 수지 입자에 있어서의 수지 입자의 부분은, 각종 첨가 성분, 예를 들면 저응력 개질제 등을 포함해도 된다. 저응력 개질제로서는, 뷰타다이엔스타이렌 고무, 뷰타다이엔아크릴로나이트릴 고무, 폴리우레테인 고무, 폴리아이소프렌 고무, 아크릴 고무, 불소 고무, 액상 오가노폴리실록세인, 액상 폴리뷰타다이엔 등의 액상 합성 고무 등을 들 수 있다. 특히, 수지 입자의 부분이 실리콘 수지를 포함하는 경우, 저응력 개질제를 포함함으로써, 은 피복 수지 입자의 탄성 특성을 바람직한 것으로 할 수 있다.
- [0056] 은 피복 수지 입자에 있어서의 수지 입자의 부분의 형상은, 특별히 한정되지 않는다. 바람직하게는, 구상과, 구상 이외의 이형상, 예를 들면 편평상, 판상, 침상 등의 조합이 바람직하다.
- [0057] 은 피복 수지 입자의 비중은 특별히 한정되지 않지만, 하한은, 바람직하게는 2 이상, 보다 바람직하게는 2.5 이상, 더 바람직하게는 3 이상이다. 또, 비중의 상한은, 바람직하게는 10 이하, 보다 바람직하게는 9 이하, 더 바

람직하게는 8 이하이다. 비중이 적절한 것은, 은 피복 수지 입자 그 자체의 분산성이나, 은 피복 수지 입자와 그 이외의 은 함유 입자를 병용했을 때의 균일성 등의 점에서 바람직하다.

- [0058] 본 실시형태에 있어서는, 은 함유 입자 (A)가, 은 피복 수지 입자를 포함하는 경우, 은 함유 입자 (A)의 체적분율 a에 대한, 상기 은 피복 수지 입자의 체적분율 b의 비  $b/a$ 가, 바람직하게는 0.6 미만, 보다 바람직하게는 0.5 이하, 더 바람직하게는 0.4 이하인 것이 바람직하다. 이 비율을 적절히 조정함으로써, 히트 사이클에 의한 접착력의 저하를 억제하면서, 방열성을 한층 높일 수 있다. 비  $b/a$ 의 하한값은 특별히 한정되지 않지만 0.05 이상이다.
- [0059] 또, 본 실시형태에 있어서는, 은 함유 입자 (A)가, 은 피복 수지 입자를 포함하는 경우, 상기 효과의 관점에서, 은 함유 입자 (A)의 중량분율 c에 대한, 상기 은 피복 수지 입자의 중량분율 d의 비  $d/c$ 가, 바람직하게는 0.25 미만, 보다 바람직하게는 0.20 이하, 더 바람직하게는 0.15 이하인 것이 바람직하다. 비  $d/c$ 의 하한값은 특별히 한정되지 않지만 0.01 이상이다.
- [0060] 덧붙여서, 은 함유 입자 (A) 전체 중의 은 피복 수지 입자의 비율이 100질량%가 아닌 경우, 은 피복 수지 입자 이외의 은 함유 입자는, 예를 들면, 실질적으로 은만으로 이루어지는 입자(은 입자)이다.
- [0061] 은 함유 입자 (A)의 메디안 직경  $D_{50}$ 은, 바람직하게는 0.001~1000  $\mu\text{m}$ , 보다 바람직하게는 0.01~100  $\mu\text{m}$ , 더 바람직하게는 0.1~20  $\mu\text{m}$  이다.  $D_{50}$ 을 적절한 값으로 함으로써, 열전도성, 소결성, 히트 사이클에 대한 내성 등의 밸런스를 취하기 쉽다. 또,  $D_{50}$ 을 적절한 값으로 함으로써, 도포/접착의 작업성의 향상 등을 도모할 수도 있다.
- [0062] 은 함유 입자의 입도 분포(가로축: 입자경, 세로축: 빈도)는, 단봉성(單峰性)이어도 되고 다봉성(多峰性)이어도 된다.
- [0063] 실질적으로 은만으로 이루어지는 입자의 메디안 직경  $D_{50}$ 은, 바람직하게는 0.8  $\mu\text{m}$  이상, 보다 바람직하게는 1.0  $\mu\text{m}$  이상, 더 바람직하게는 1.2  $\mu\text{m}$  이상이다. 이로써, 열전도성을 보다 높일 수 있다.
- [0064] 또, 실질적으로 은만으로 이루어지는 입자의 메디안 직경  $D_{50}$ 은, 바람직하게는 7.0  $\mu\text{m}$  이하, 보다 바람직하게는 5.0  $\mu\text{m}$  이하, 더 바람직하게는 4.0  $\mu\text{m}$  이하이다. 이로써, 신터링의 용이성의 가일층의 향상, 신터링의 균일성의 향상 등을 도모할 수 있다.
- [0065] 은 함유 입자 (A)의 메디안 직경  $D_{50}$ 은, 바람직하게는 0.5  $\mu\text{m}$  이상, 보다 바람직하게는 1.5  $\mu\text{m}$  이상, 더 바람직하게는 2.0  $\mu\text{m}$  이상이다. 이로써, 저장 탄성률 E'를 적절한 값으로 하기 쉽다.
- [0066] 또, 은 함유 입자 (A)의 메디안 직경  $D_{50}$ 은, 바람직하게는 20  $\mu\text{m}$  이하, 보다 바람직하게는 15  $\mu\text{m}$  이하, 더 바람직하게는 10  $\mu\text{m}$  이하이다. 이로써, 열전도성을 충분히 크게 하기 쉽다.
- [0067] 은 함유 입자 (A)의 메디안 직경  $D_{50}$ 은, 예를 들면, 시스맥스 주식회사제 플로식 입자 이미지 분석 장치 FPIA(등록 상표)-3000을 이용하여, 입자 화상 계측을 행함으로써 구할 수 있다. 보다 구체적으로는, 이 장치를 이용하여, 습식으로 체적 기준의 메디안 직경을 계측함으로써, 은 함유 입자 (A)의 입자경을 결정할 수 있다.
- [0068] 은 함유 입자 (A)의 함유량은, 후술하는 유기 용제 (C)를 제외한 은 함유 페이스트 100질량%에 대하여, 70질량% 이상, 98질량% 이하, 바람직하게는 75질량% 이상 96질량% 이하, 보다 바람직하게는 80질량% 이상 93질량% 이하이다.
- [0069] 본 실시형태의 은 함유 페이스트에 의하면, 실리콘 칩의 실리콘 표면과, 금속 표면을 접착하는 경우에 있어서도 방열 확산성을 개선할 수 있다.
- [0070] 은 함유 입자 (A) 중, 실질적으로 은만으로 이루어지는 입자는, 예를 들면, DOWA 하이테크사, 후쿠다 긴조쿠 하쿠훈 고교사 등으로부터 입수할 수 있다. 또, 은 피복 수지 입자는, 예를 들면, 미쓰비시 머티리얼사, 세키스이가가쿠 고교사, 주식회사 산노 등으로부터 입수할 수 있다.
- [0071] [2관능 이상의 수지 (B)]
- [0072] 본 실시형태의 은 함유 페이스트는, 2관능 이상의 수지 (B)를 포함한다. 본 실시형태의 은 함유 페이스트가 2관능 이상의 수지 (B)를 포함함으로써, 은 함유 페이스트의 경화체와 실리콘 칩의 실리콘 표면의 밀착성이 개선되고, 실리콘 칩의 실리콘 표면과 금속 표면을 접착하는 경우에 있어서 방열 확산성을 개선할 수 있다.

- [0073] 2관능 이상의 수지 (B)는, 통상, 라디칼 등의 활성 화학종이 작용함으로써 중합/가교하는 기, 및/또는, 후술하는 경화제 (D)와 반응하는 화학 구조를 포함한다. 2관능 이상의 수지 (B)는, 예를 들면, 에폭시기, 옥세탄일기, 에틸렌성 탄소-탄소 이중 결합을 포함하는 기, 하이드록시기, 아이소시아아네이트기, 말레이미드 구조 등을 2 이상 포함한다.
- [0074] 2관능 이상의 수지 (B)로서는, 바람직하게는, 2관능 이상의 에폭시 수지를 들 수 있다.
- [0075] 2관능 이상의 에폭시 수지로서는, 예를 들면, 바이페닐형 에폭시 수지, 비스페놀 A형 에폭시 수지, 비스페놀 F형 에폭시 수지, 스틸벤형 에폭시 수지, 하이드로퀴논형 에폭시 수지 등의 2관능성 또는 결정성 에폭시 수지; 크레졸 노볼락형 에폭시 수지, 페놀 노볼락형 에폭시 수지, 나프톨 노볼락형 에폭시 수지 등의 노볼락형 에폭시 수지; 페닐렌 골격 함유 페놀 아랄킬형 에폭시 수지, 바이페닐렌 골격 함유 페놀 아랄킬형 에폭시 수지, 페닐렌 골격 함유 나프톨 아랄킬형 에폭시 수지 등의 페놀 아랄킬형 에폭시 수지; 트라이페놀메테인형 에폭시 수지 및 알킬 변성 트라이페놀메테인형 에폭시 수지 등의 3관능형 에폭시 수지; 다이사이클로펜타다이엔 변성 페놀형 에폭시 수지, 터펜 변성 페놀형 에폭시 수지 등의 변성 페놀형 에폭시 수지; 트리아진핵 함유 에폭시 수지 등의 복소환 함유 에폭시 수지 등을 들 수 있으며, 1종 또는 2종 이상을 혼합하여 이용할 수 있다.
- [0076] 2관능 이상의 에폭시 수지로서는, 비스페놀 A형 에폭시 수지, 비스페놀 F형 에폭시 수지 등이 바람직하다.
- [0077] 또, 2관능 이상의 에폭시 수지와 함께, 4-tert-부틸페닐글리시딜에터, m,p-크레실글리시딜에터, 페닐글리시딜에터, 크레실글리시딜에터 등의, 단관능의 에폭시기 함유 화합물을 포함할 수도 있다.
- [0078] 본 실시형태의 은 함유 페이스트 중의, 2관능 이상의 수지 (B)의 양은, 후술하는 유기 용제 (C)를 제외한 은 함유 페이스트 100질량%에 대하여, 바람직하게는 1질량% 이상, 15질량% 이하, 보다 바람직하게는 2질량% 이상, 10질량% 이하이다.
- [0079] [유기 용제 (C)]
- [0080] 본 실시형태의 은 함유 페이스트는 유기 용제 (C)를 포함한다. 유기 용제 (C)에 의하여, 예를 들면, 은 함유 페이스트의 유동성의 조정, 기재 상에 접착층을 형성할 때의 작업성의 향상 등을 도모할 수 있다.
- [0081] 유기 용제 (C)로서는, 메탄올, 에탄올, 1-프로판올, 2-프로판올, 1-부탄올, 2-부탄올, 에틸렌글라이콜모노메틸에터, 에틸렌글라이콜모노에틸에터, 에틸렌글라이콜모노프로필에터, 에틸렌글라이콜모노부틸에터, 프로필렌글라이콜모노메틸에터, 프로필렌글라이콜모노에틸에터, 프로필렌글라이콜모노프로필에터, 프로필렌글라이콜모노부틸에터, 메틸메톡시부탄올, α-터피네올, β-터피네올, 헥실렌글라이콜, 벤질알코올, 2-페닐에틸알코올, 아이소팔미틸알코올, 아이소스테아릴알코올, 라우릴알코올, 에틸렌글라이콜, 프로필렌글라이콜, 부틸프로필렌트라이글라이콜, 글리세린 등의 알코올류;
- [0082] 아세톤, 메틸에틸케톤, 메틸아이소부틸케톤, 사이클로헥산온, 다이아세톤알코올(4-하이드록시-4-메틸-2-펜탄온), 2-옥탄온, 아이소포론(3,5,5-트라이메틸-2-사이클로헥센-1-온), 다이아이소부틸케톤(2,6-다이메틸-4-헵탄온) 등의 케톤류;
- [0083] 아세트산 에틸, 아세트산 부틸, 다이에틸프탈레이트, 다이부틸프탈레이트, 아세트시에테인, 부티르산 메틸, 헥산산 메틸, 옥탄산 메틸, 데칸산 메틸, 메틸셀로솔브아세테이트, 에틸렌글라이콜모노부틸에터아세테이트, 프로필렌글라이콜모노메틸에터아세테이트, 1,2-다이아세톡시에테인, 인산 트라이부틸, 인산 트라이크레실, 인산 트라이펜틸 등의 에스테르류;
- [0084] 테트라하이드로푸란, 다이프로필에터, 에틸렌글라이콜다이메틸에터, 에틸렌글라이콜다이에틸에터, 에틸렌글라이콜다이부틸에터, 프로필렌글라이콜다이메틸에터, 에톡시에틸에터, 1,2-비스(2-다이에톡시)에테인, 1,2-비스(2-메톡시에톡시)에테인 등의 에터류;
- [0085] 아세트산 2-(2-부톡시에톡시)에테인 등의 에스테르에터류;
- [0086] 2-(2-메톡시에톡시)에탄올 등의 에터알코올류;
- [0087] 툴루엔, 자일렌, n-파라핀, 아이소파라핀, 도데실벤젠, 테레핀유, 케로신, 경유 등의 탄화 수소류;
- [0088] 아세트나이트릴 혹은 프로피오나이트릴 등의 나이트릴류;
- [0089] 아세트아마이드, N,N-다이메틸폼아마이드 등의 아마이드류;

- [0090] 저분자량의 휘발성 실리콘 오일, 휘발성 유기 변성 실리콘 오일 등의 실리콘 오일류; 등을 들 수 있다.
- [0091] 유기 용제 (C)는, 1종만의 유기 용제를 이용해도 되고, 2종 이상의 유기 용제를 병용해도 된다.
- [0092] 유기 용제 (C)는, 그 양은 특별히 한정되지 않는다. 원하는 유동성 등에 근거하여 사용량은 적절히 조정하면 된다. 일례로서, 유기 용제 (C)는, 은 함유 페이스트의 불휘발 성분 농도가 50~90질량%가 되는 양으로 사용된다.
- [0093] [경화제 (D)]
- [0094] 본 실시형태의 은 함유 페이스트는, 경화제 (D)를 더 포함할 수 있다.
- [0095] 경화제 (D)로서는, 2관능 이상의 수지 (B)와 반응하는 반응성기를 갖는 것을 들 수 있다. 경화제 (D)는, 예를 들면, 2관능 이상의 수지 (B) 중에 포함되는 에폭시기, 말레이미드기, 하이드록시기 등의 관능기와 반응하는 반응성기를 포함한다.
- [0096] 경화제 (D)는, 바람직하게는, 페놀계 경화제 및/또는 이미다졸계 경화제를 포함한다. 이들 경화제는, 특히, 열경화성 성분이 에폭시기를 포함하는 경우에 바람직하다.
- [0097] 페놀계 경화제는, 저분자 화합물이어도 되고, 고분자 화합물(즉 페놀 수지)이어도 된다.
- [0098] 저분자 화합물인 페놀계 경화제로서는, 예를 들면, 비스페놀 A, 비스페놀 F(다이하이드록시다이페닐메테인) 등의 비스페놀 화합물(비스페놀 F 골격을 갖는 페놀 수지); 4,4'-바이페놀 등의 바이페닐렌 골격을 갖는 화합물 등을 들 수 있다.
- [0099] 페놀 수지로서 구체적으로는, 페놀 노볼락 수지, 크레졸 노볼락 수지, 비스페놀 노볼락 수지, 페놀-바이페닐 노볼락 수지 등의 노볼락형 페놀 수지; 폴리바이닐페놀; 트라이페닐메테인형 페놀 수지 등의 다관능형 페놀 수지; 터펜 변성 페놀 수지, 다이사이클로펜타다이엔 변성 페놀 수지 등의 변성 페놀 수지; 페닐렌 골격 및/또는 바이페닐렌 골격을 갖는 페놀아랄킬 수지, 페닐렌 및/또는 바이페닐렌 골격을 갖는 나프톨아랄킬 수지 등의 페놀아랄킬형 페놀 수지 등을 들 수 있다.
- [0100] 경화제 (D)를 이용하는 경우, 1종만을 이용해도 되고, 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0101] 본 실시형태의 은 함유 페이스트가 경화제 (D)를 포함하는 경우, 그 양은, 2관능 이상의 수지 (B)의 양을 100질량부로 했을 때, 바람직하게는 20질량부 이상, 150질량부 이하, 보다 바람직하게는 30질량부 이상, 80질량부 이하이다.
- [0102] [(메트)아크릴기 함유 화합물 (E)]
- [0103] 본 실시형태의 은 함유 페이스트는, (메트)아크릴기 함유 화합물 (E)를 더 포함할 수 있다.
- [0104] (메트)아크릴기 함유 화합물 (E)로서는, (메트)아크릴기를 2관능 이상 가지며, 직쇄 또는 분기의 옥시알킬렌기의 반복 단위수가 2 이상인 화합물이면, 본 발명의 효과를 발휘할 수 있는 범위에서 특별히 한정되지 않고 이용할 수 있다.
- [0105] 본 실시형태에 있어서, 당해 구조를 구비하는 (메트)아크릴기 함유 화합물 (E)를 포함하는 은 함유 페이스트를 이용함으로써, 당해 은 함유 페이스트를 소결하여 얻어지는 재료는, 응력이 완화되고, 인성도 우수하다(파단 에너지가 높아 파단되기 어렵다). 따라서, 본 실시형태의 은 함유 페이스트에 의하여 반도체 소자와 기제가 접합된 반도체 장치는, 접합부의 박리 등이 억제되고, 장기에 걸쳐 양호한 도전성이 발현하여, 장기 신뢰성이 우수하다고 생각된다.
- [0106] 옥시알킬렌기의 반복 단위수는, 본 발명의 효과의 관점에서, 2 이상, 바람직하게는 4 이상, 보다 바람직하게는 4~30, 특히 바람직하게는 8~30으로 할 수 있다.
- [0107] 옥시알킬렌기로서는, 직쇄 또는 분기의 탄소수 2~10의 옥시알킬렌기, 바람직하게는 직쇄 또는 분기의 탄소수 2~8의 옥시알킬렌기, 보다 바람직하게는 직쇄 또는 분기의 탄소수 2~5의 옥시알킬렌기를 들 수 있다.
- [0108] (메트)아크릴기 함유 화합물 (E)로서는, 다이에틸렌글라이콜다이(메트)아크릴레이트, 트리에틸렌글라이콜다이(메트)아크릴레이트, 폴리에틸렌글라이콜 #200 다이(메트)아크릴레이트(n: 4), 폴리에틸렌글라이콜 #400 다이(메트)아크릴레이트(n: 9), 폴리에틸렌글라이콜 #600 다이(메트)아크릴레이트(n: 14), 폴리에틸렌글라이콜 #1000 다이(메트)아크릴레이트(n: 23) 등을 들 수 있다.
- [0109] (메트)아크릴기 함유 화합물 (E)는, 본 발명의 효과의 관점에서, 후술하는 유기 용제 (C)를 제외한 은 함유 페

이스트 100질량%에 대하여, 바람직하게는 0.1질량% 이상, 15질량% 이하, 보다 바람직하게는 0.5질량% 이상, 10질량% 이하, 더 바람직하게는 1.0질량% 이상, 8질량% 이하의 양으로 포함할 수 있다.

- [0110] 또한, 본 발명의 효과에 영향을 주지 않는 범위에서 (메트)아크릴기 함유 화합물 (E)와 함께, 한 분자 중에 (메트)아크릴기를 하나만 구비하는 단관능 (메트)아크릴 모노머를 포함할 수도 있다.
- [0111] 본 실시형태에 있어서는, 2관능 이상의 수지 (B)와 (메트)아크릴로일기 함유 화합물 (D)가 병용되는 것도 바람직하다. 이들을 병용하는 경우의 비율(질량비)은 특별히 한정되지 않지만, 예를 들면 2관능 이상의 수지 (B)/(메트)아크릴로일기 함유 화합물 (D)=95/5~50/50이 바람직하고, 90/10~30/20이 보다 바람직하다.
- [0112] [실레인 커플링제 (F)]
- [0113] 본 실시형태의 은 함유 페이스트는, 실레인 커플링제 (F)를 더 포함할 수 있다. 이로써, 접착력의 가일층의 향상을 도모할 수 있다.
- [0114] 실레인 커플링제 (F)로서는, 공지의 실레인 커플링제를 들 수 있으며, 구체적으로는, 바이닐트라이메톡시실레인, 바이닐트라이에톡시실레인 등의 바이닐실레인;
- [0115] 2-(3,4-에폭시사이클로헥실)에틸트라이메톡시실레인, 3-글리시딜옥시프로필트라이메톡시실레인, 3-글리시독시프로필메틸다이메톡시실레인, 3-글리시독시프로필트라이메톡시실레인, 3-글리시독시프로필메틸다이메톡시실레인, 3-글리시독시프로필트라이에톡시실레인 등의 에폭시실레인;
- [0116] p-스타이릴트라이메톡시실레인 등의 스타이릴실레인;
- [0117] 3-메타크릴옥시프로필메틸다이메톡시실레인, 3-메타크릴옥시프로필트라이메톡시실레인, 3-메타크릴옥시프로필메틸다이에톡시실레인, 3-메타크릴옥시프로필트라이에톡시실레인 등의 메타크릴실레인;
- [0118] 메타크릴산 3-(트라이메톡시실릴) 프로필, 3-아크릴옥시프로필트라이메톡시실레인 등의 아크릴실레인;
- [0119] N-2-(아미노에틸)-3-아미노프로필메틸다이메톡시실레인, N-2-(아미노에틸)-3-아미노프로필트라이메톡시실레인, 3-아미노프로필트라이메톡시실레인, 3-아미노프로필트라이에톡시실레인, 3-트라이에톡시실릴-N-(1,3-다이메틸-뷰틸리텐)프로필아민, N-페닐-γ-아미노프로필트라이메톡시실레인 등의 아미노실레인;
- [0120] 아이소시아아누레이트실레인;
- [0121] 알킬실레인;
- [0122] 3-유레이도프로필트라이알록시실레인 등의 유레이도실레인;
- [0123] 3-머캅토프로필메틸다이메톡시실레인, 3-머캅토프로필트라이메톡시실레인 등의 머캅토실레인;
- [0124] 3-아이소시아아네이트프로필트라이에톡시실레인 등의 아이소시아아네이트실레인 등을 들 수 있다.
- [0125] 실레인 커플링제 (F)를 이용하는 경우, 1종만을 이용해도 되고, 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0126] 본 실시형태의 은 함유 페이스트가 실레인 커플링제 (F)를 포함하는 경우, 그 양은, 열경화성 성분의 양(2관능 이상의 수지 (B) 및 경화제 (D)의 합계량)을 100질량부로 했을 때, 바람직하게는 0.1질량부 이상, 10질량부 이하, 보다 바람직하게는 0.5질량부 이상, 5질량부 이하이다.
- [0127] (라디칼 개시제)
- [0128] 본 실시형태의 은 함유 페이스트는, 라디칼 개시제를 포함할 수 있다.
- [0129] 라디칼 개시제에 의하여, 예를 들면, 경화가 불충분해지는 것을 억제할 수 있거나, 비교적 저온(예를 들면 180℃)에서의 경화 반응을 충분히 진행시킬 수 있거나, 접착력을 한층 향상시킬 수 있거나 하는 경우가 있다.
- [0130] 라디칼 개시제로서는, 과산화물, 아조 화합물 등을 들 수 있다.
- [0131] 과산화물로서는, 예를 들면, 다이아실퍼옥사이드, 다이알킬퍼옥사이드, 퍼옥시케탈 등의 유기 과산화물을 들 수 있으며, 보다 구체적으로는, 메틸에틸케톤퍼옥사이드, 사이클로헥산온퍼옥사이드 등의 케톤퍼옥사이드; 1,1-다이(t-뷰틸퍼옥시)사이클로헥세인, 2,2-다이(4,4-다이(t-뷰틸퍼옥시)사이클로헥실)프로페인 등의 퍼옥시케탈;
- [0132] p-멘테인하이드로퍼옥사이드, 다이아이소프로필벤젠하이드로퍼옥사이드, 1,1,3,3-테트라메틸뷰틸하이드로퍼옥사이드, 큐멘하이드로퍼옥사이드, t-뷰틸하이드로퍼옥사이드 등의 하이드로퍼옥사이드;

- [0133] 다이(2-t-부틸퍼옥시아이소프로필)벤젠, 다이큐밀퍼옥사이드, 2,5-다이메틸-2,5-다이(t-부틸퍼옥시)헥세인, t-부틸큐밀퍼옥사이드, 다이-t-헥실퍼옥사이드, 2,5-다이메틸-2,5-다이(t-부틸퍼옥시)헥신-3, 다이-t-부틸퍼옥사이드 등의 다이알킬퍼옥사이드;
- [0134] 다이벤조일퍼옥사이드, 다이(4-메틸벤조일)퍼옥사이드 등의 다이아실퍼옥사이드;
- [0135] 다이-n-프로필퍼옥시다이카보네이트, 다이아이소프로필퍼옥시다이카보네이트 등의 퍼옥시다이카보네이트;
- [0136] 2,5-다이메틸-2,5-다이(벤조일퍼옥시)헥세인, t-헥실퍼옥시벤조에이트, t-부틸퍼옥시벤조에이트, t-부틸퍼옥시-2-에틸헥사노에이트 등의 퍼옥시에스터 등을 들 수 있다.
- [0137] 아조 화합물로서는, 2,2'-아조비스(4-메톡시-2,4-다이메틸발레로나이트릴), 2,2'-아조비스(2-사이클로프로필프로피오나이트릴), 2,2'-아조비스(2,4-다이메틸발레로나이트릴) 등을 들 수 있다.
- [0138] 라디칼 개시제를 이용하는 경우, 1종만을 이용해도 되고, 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0139] 본 실시형태의 은 함유 페이스트가 라디칼 개시제를 포함하는 경우, 그 양은, 열경화성 성분의 양(2관능 이상의 수지 (B) 및 경화제 (D)의 합계량)을 100질량부로 했을 때, 바람직하게는 1질량부 이상, 15질량부 이하, 보다 바람직하게는 2질량부 이상, 10질량부 이하이다.
- [0140] (경화 촉진제)
- [0141] 본 실시형태의 은 함유 페이스트는, 경화 촉진제를 더 포함할 수 있다.
- [0142] 경화 촉진제는, 전형적으로는 2관능 이상의 수지 (B)와 경화제 (D)의 반응을 촉진시키는 것이다.
- [0143] 경화 촉진제로서, 구체적으로는, 유기 포스핀, 테트라 치환 포스포늄 화합물, 포스포베타인 화합물, 포스핀 화합물과 퀴논 화합물의 부가물, 포스포늄 화합물과 실레인 화합물의 부가물 등의 인 원자 함유 화합물; 다이사이안다리아마이드, 1,8-다이아자바이사이클로[5.4.0]운데센-7, 벤질다이메틸아민 등의 아미딘이나 3급 아민; 상기 아미딘 또는 상기 3급 아민의 4급 암모늄염 등의 질소 원자 함유 화합물 등을 들 수 있다.
- [0144] 경화 촉진제를 이용하는 경우, 1종만을 이용해도 되고, 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0145] 본 실시형태의 은 함유 페이스트가 경화 촉진제를 포함하는 경우, 그 양은, 2관능 이상의 수지 (B)의 양을 100 질량부로 했을 때, 바람직하게는 0.1질량부 이상, 10질량부 이하, 바람직하게는 0.5질량부 이상, 5질량부 이하이다.
- [0146] (가소제)
- [0147] 본 실시형태의 은 함유 페이스트는, 가소제를 포함할 수 있다. 가소제에 의하여, 저장 탄성률을 낮게 설계하기 쉽다. 그리고, 히트 사이클에 의한 접착력의 저하를 한층 억제하기 쉬워진다.
- [0148] 가소제로서 구체적으로는, 폴리에스터 화합물, 실리콘 오일, 실리콘 고무 등의 실리콘 화합물, 폴리부타다이엔 무수 말레산 부가체 등의 폴리부타다이엔 화합물, 아크릴로나이트릴부타다이엔 공중합 화합물 등을 들 수 있다.
- [0149] 가소제를 이용하는 경우, 1종만을 이용해도 되고, 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0150] 본 실시형태의 은 함유 페이스트가 가소제를 포함하는 경우, 그 양은, 열경화성 성분의 양(2관능 이상의 수지 (B) 및 경화제 (D)의 합계량)을 100질량부로 했을 때, 바람직하게는 5질량부 이상, 50질량부 이하, 보다 바람직하게는 10질량부 이상, 30질량부 이하이다.
- [0151] (조성물의 성상)
- [0152] 본 실시형태의 은 함유 페이스트는, 바람직하게는, 20℃에서 페이스트상이다. 즉, 본 실시형태의 은 함유 페이스트는, 바람직하게는, 20℃에서, 풀과 같이 하여 기관 등에 도포할 수 있다. 이것에 의하여, 본 실시형태의 은 함유 페이스트를, 반도체 소자의 접착제 등으로서 바람직하게 이용할 수 있다.
- [0153] 물론, 적용되는 프로세스 등에 따라서는, 본 실시형태의 은 함유 페이스트는, 비교적 저점도의 바니시상 등이어도 된다.
- [0154] <고열전도성 재료>
- [0155] 본 실시형태의 은 함유 페이스트를 소결함으로써 고열전도성 재료를 얻을 수 있다.

- [0156] 고열전도성 재료의 형상을 바꿈으로써, 자동차, 전기 분야에 있어서 열방산성을 필요로 하는 다양한 부품에 적용할 수 있다.
- [0157] 예를 들면, 실리콘 칩의 실리콘 표면과 금속 표면이 본 실시형태의 은 함유 페이스트의 경화체(고열전도성 재료)로 접착된 접합체를 제공할 수 있다.
- [0158] 상기 경화체는, 동적 점탄성(DMA) 측정에 있어서의 저장 탄성률이 20 이하, 바람직하게는 15 이하, 보다 바람직하게는 10 이하로 할 수 있다. 상기 경화체의 저장 탄성률이 상기 범위에 있음으로써, 제품 신뢰성이 개선된다.
- [0159] <반도체 장치>
- [0160] 본 실시형태의 은 함유 페이스트를 이용하여, 반도체 장치를 제조할 수 있다. 예를 들면, 본 실시형태의 은 함유 페이스트를, 금속을 포함하는 기재와 반도체 소자(실리콘 칩)의 "접착제"로서 이용함으로써, 반도체 장치를 제조할 수 있다.
- [0161] 본 실시형태의 반도체 장치는, 예를 들면, 금속을 포함하는 기재와, 실리콘 칩과, 상기 기재의 금속 표면과 상기 실리콘 칩의 실리콘 표면을 접합하는 접착층을 구비하고, 당해 접착층은, 상술한 은 함유 페이스트를 열처리 에 의하여 소결하여 얻어진다.
- [0162] 본 실시형태의 반도체 장치는, 방열 확산성이 우수하고, 제품 신뢰성이 우수하다.
- [0163] 실리콘 칩으로서는, IC, LSI, 전력용 반도체 소자(파워 반도체), 그 외 각종 소자를 들 수 있다.
- [0164] 기관으로서는, 리드 프레임, BGA기관, 실장 기관, 히트 스프레더, 히트 싱크 등을 들 수 있으며, 이들 기재의 금속 표면과 상기 실리콘 칩의 실리콘 표면을 접착층으로 접합할 수 있다.
- [0165] 이하, 도면을 참조하여, 반도체 장치의 일례를 설명한다.
- [0166] 도 1은, 반도체 장치의 일례를 나타내는 단면도이다.
- [0167] 반도체 장치(100)는, 기재(30)와, 은 함유 페이스트의 열처리체인 접착층(10)(다이 어태치제)을 개재하여 기재(30) 상에 탑재된 반도체 소자(실리콘 칩)(20)를 구비한다.
- [0168] 반도체 소자(20)와 기재(30)는, 예를 들면 본딩 와이어(40) 등을 개재하여 전기적으로 접속된다. 또, 반도체 소자(20)는, 예를 들면 봉지(封止) 수지(50)에 의하여 봉지된다.
- [0169] 접착층(10)의 두께는, 5 $\mu$ m 이상이 바람직하고, 10 $\mu$ m 이상이 보다 바람직하며, 20 $\mu$ m 이상이 더 바람직하다. 이로써, 은 함유 페이스트의 응력 흡수능이 향상되고, 내히트 사이클성을 향상시킬 수 있다.
- [0170] 접착층(10)의 두께는, 예를 들면 100 $\mu$ m 이하, 바람직하게는 50 $\mu$ m 이하이다.
- [0171] 도 1에 있어서, 기재(30)는, 예를 들면, 리드 프레임이다. 이 경우, 반도체 소자(20)는, 다이패드(32) 또는 기재(30) 상에 접착층(10)을 개재하여 탑재되게 된다. 또, 반도체 소자(20)는, 예를 들면, 본딩 와이어(40)를 개재하여 아우터 리드(34)(기재(30))에 전기적으로 접속된다. 리드 프레임인 기재(30)는, 예를 들면, 42 알로이, Cu 프레임 등에 의하여 구성된다.
- [0172] 기재(30)는 은, 금 등의 금속에 의하여 피막된 유기 기관이나 세라믹 기관이어도 된다. 이로써, 접착층(10)과 기재(30)의 접착성이 향상된다. 유기 기관으로서는, 예를 들면 에폭시 수지, 사이아네이트 수지, 말레이미드 수지 등에 의하여 구성된 것을 들 수 있다.
- [0173] 도 2는, 도 1과는 다른 반도체 장치(100)의 일례를 나타내는 단면도이다.
- [0174] 도 2의 반도체 장치(100)에 있어서, 기재(30)는, 예를 들면 인터포저이다. 인터포저인 기재(30) 중, 반도체 소자(20)가 탑재되는 면에는 Au, Cu, Ti 등으로 이루어지는 금속층을 갖고, 그 반대 측의 면에는, 예를 들면 복수의 뿔납 볼(52)이 형성된다. 이 경우, 반도체 장치(100)는, 뿔납 볼(52)을 개재하여 다른 배선 기관으로 접속되게 된다.
- [0175] 반도체 장치의 제조 방법의 일례에 대하여 설명한다.
- [0176] 먼저, 기재(30)의 금속층의 위에, 은 함유 페이스트를 도공하고, 이어서, 그 위에 반도체 소자(20)의 실리콘 표면이 대향하도록 배치한다. 즉, 기재(30), 은 함유 페이스트, 반도체 소자(20)가 이 순서로 적층된다.
- [0177] 은 함유 페이스트를 도공하는 방법은 특별히 한정되지 않는다. 구체적으로는, 디스펜싱, 인쇄법, 잉크젯법 등을

들 수 있다.

- [0178] 이어서, 은 함유 페이스트를 열경화시킨다. 열경화는, 바람직하게는 전 경화 및 후 경화에 의하여 행해진다. 열경화에 의하여, 은 함유 페이스트를 열처리체(경화물)로 한다. 열경화(열처리)에 의하여, 은 함유 페이스트 중의 금속 함유 입자가 응집하고, 복수의 금속 함유 입자끼리의 계면이 소실된 구조가 접착층(10) 중에 형성된다. 이로써, 접착층(10)을 개재하여, 기재(30)와, 반도체 소자(20)가 접착된다. 이어서, 반도체 소자(20)와 기재(30)를, 본딩 와이어(40)를 이용하여 전기적으로 접속한다. 이어서, 반도체 소자(20)를 봉지 수지(50)에 의하여 봉지한다. 이와 같이 하여 반도체 장치를 제조할 수 있다.
- [0179] 이상, 본 발명의 실시형태에 대하여 설명했지만, 이들은 본 발명의 예시이며, 상기 이외의 다양한 구성을 채용할 수 있다. 또, 본 발명은 상술한 실시형태에 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 범위에서의 변형, 개량 등은 본 발명에 포함된다.
- [0180] 실시예
- [0181] 이하에, 실시예에 의하여 본 발명을 더 상세하게 설명하지만, 본 발명은 이들에 한정되는 것은 아니다.
- [0182] <은 함유 페이스트의 조제>
- [0183] 표 1에 나타내는 배합량에 따라, 각 원료 성분을 혼합하여, 바니시를 얻었다.
- [0184] 다음으로, 얻어진 바니시, 용제 및 은 함유 입자(은 코팅 수지 입자를 포함한다)를, 표 1에 나타내는 배합량에 따라 배합하고, 상온에서, 3롤 밀로 혼련했다. 이로써, 은 함유 페이스트를 제작했다.
- [0185] 이하, 표 1의 원료 성분의 정보를 나타낸다.
- [0186] (2관능 이상의 수지)
- [0187] · 에폭시 수지 1: 비스페놀 F형 액상 에폭시 수지(닛폰 가야쿠사제, RE-303S)
- [0188] (경화제)
- [0189] · 페놀 경화제 1: 비스페놀 F 골격을 갖는 페놀 수지(실온 25℃에서 고체, DIC사제, DIC-BPF)
- [0190] ((메트)아크릴기 함유 화합물)
- [0191] · 아크릴 모노머 1: 에틸렌글라이콜다이메타크릴레이트(교에이샤 가가쿠사제, 라이트 에스터 EG)
- [0192] (경화 촉진제)
- [0193] · 이미다졸 경화제 1: 2-페닐-1H-이미다졸-4,5-다이메탄올(시코쿠 가세이 고교사제, 2PHZ-PW)
- [0194] (중합 개시제)
- [0195] · 라디칼 중합 개시제 1: 다이큐밀퍼옥사이드(가야쿠 약조사제, 퍼카독스 BC)
- [0196] (은 함유 입자)
- [0197] · 은 함유 입자 1: HKD-13A, D<sub>50</sub>: 6 μm, 후쿠다 긴조쿠 하쿠혼 고교사제
- [0198] · 은 함유 입자 2: Ag-DSB-114, D<sub>50</sub>: 0.7 μm, DOWA 하이테크사제)
- [0199] · 은 함유 입자 3: 은 도금 실리콘 수지 입자(미쓰비시 머티리얼사제, 내열·표면 처리 10 μm품, 구형상, D<sub>50</sub>: 10 μm, 비중: 2.3, 은의 중량비율 50wt%, 수지의 중량비율 50wt%)
- [0200] (유기 용제)
- [0201] · 유기 용제 1: 뷰틸프로필렌트라이글라이콜(BFTG)
- [0202] <열전도율 λ의 측정>
- [0203] 얻어진 은 함유 페이스트를, 테플론판 상에 도포하여, 질소 분위기하에서, 30℃부터 200℃까지 60분에 걸쳐 승온하고, 계속해서 200℃에서 120분간 열처리했다. 이로써, 두께 1mm의, 은 함유 페이스트의 열처리체를 얻었다("테플론"은, 불소 수지에 관한 등록 상표이다).
- [0204] 이어서, 레이저 플래시법에 의하여, 열처리체의 두께 방향의 열확산 계수 α를 측정했다. 측정 온도는 25℃로

했다.

- [0205] 또, 시차 주사 열량(Differential scanning calorimetry: DSC) 측정에 의하여, 비열  $C_p$ 를 측정했다.
- [0206] 또한, JIS K 6911에 준거하여, 밀도  $\rho$ 를 측정했다.
- [0207] 이들 값을 이용하여, 이하의 식에 근거하여, 열전도율  $\lambda$ 을 산출했다.
- [0208] 열전도율  $\lambda [W/(m \cdot K)] = \alpha [m^2/sec] \times C_p [J/kg \cdot K] \times \rho [g/cm^3]$
- [0209] <2개의 실리콘 칩 간의 열전도율의 측정>
- [0210] 도 3에 나타내는 바와 같이, 2개의 실리콘 칩 간의 열전도율을 측정했다.
- [0211] 먼저, 일방의 실리콘 칩 표면에, 얻어진 은 함유 페이스트를 도포하고, 타방의 실리콘 칩으로 도포된 은 함유 페이스트를 압압했다. 이어서, 질소 분위기하에서, 30℃부터 200℃까지 60분에 걸쳐 승온하고, 계속해서 200℃에서 120분간 열처리했다. 이로써, 2개의 실리콘 칩 간에, 두께 20  $\mu m$ 의, 은 함유 페이스트의 열처리체를 포함하는 시험 샘플을 얻었다.
- [0212] 이어서, 레이저 플래시법에 의하여, 열처리체의 두께 방향의 열확산 계수  $\alpha$ 를 측정했다. 측정 온도는 25℃로 했다.
- [0213] (저장 탄성률)
- [0214] 페이스트상 중합성 조성물의 열처리체를 이용하여 약 0.1mm X 약 10mm X 약 4mm로 잘라내어, 평가용의 스트립상 샘플을 얻었다. 이 샘플을 이용하여 25℃에 있어서의 저장 탄성률(E')을, DMA(동적 점탄성 측정, 인장 모드)에 의하여 승온 속도 5℃/min, 주파수 1Hz의 조건에서 측정했다.

표 1

은 함유 페이스트	은 함유 입자 (A)	은 함유 입자 1				은 함유 입자 2				은 함유 입자 3				은 함유 입자 4			
		비교예 1	실시에 1	실시에 2	비교예 2	실시에 3	실시에 4	비교예 3	실시에 5	비교예 4	실시에 6	비교예 5	실시에 7	비교예 6	실시에 8		
바나시	경화제	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0		
	(메트)아크릴기 함유 화합물	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0		
	경화 촉진제	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0		
	중합 개시제	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		
은 함유 페이스트	바나시	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5		
	은 함유 입자 1	13.0	11.0	9.0	14.0	11.9	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-		
	은 함유 입자 2	64.0	66.0	78.0	-	87.1	90.0	-	-	-	-	-	-	-	-		
	은 함유 입자 3 (은 코팅 수지 입자)	21.0	21.0	11.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
은 함유 입자 (A)의 체적분율 a(*1)	유기 용제 (C)	2.0	2.0	2.0	-	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-		
	은 피복 수지 입자의 체적분율 b(*1)	60	65	64	43	48	62	-	-	-	-	-	-	-	-		
	은 피복 수지 입자의 체적분율 b / 은 함유 입자 (A)의 체적분율 a	36	38	25	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-		
	은 함유 입자 (A)의 중량분율 c(*2)	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	-	-	-	-	-	-	-	-		
은 피복 수지 입자의 중량분율 d / 은 함유 입자 (A)의 중량분율 c	은 함유 입자 (A)의 중량분율 d	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	-	-	-	-	-	-	-	-		
	은 피복 수지 입자의 중량분율 d / 은 함유 입자 (A)의 중량분율 c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	열전도율	0.25	0.24	0.12	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-		
	칩-칩 열전도율 (Bare Si-Bare Si)	W/mK	20	40	50	10	22	55	-	-	-	-	-	-	-		
단정률(%)	칩-칩 열전도율 (Bare Si-Bare Si)	mm <sup>2</sup> /s	2.7	7.8	11.0	5.2	7.0	10.6	-	-	-	-	-	-	-		
	MPa	6000	8000	12000	14000	16000	18000	-	-	-	-	-	-	-	-		

(\*1): 유기 용제 (C)를 제외한 은 함유 페이스트 100질량%에 대한 양  
 (\*2): 유기 용제 (C)를 제외한 은 함유 페이스트 100질량%에 대한 양

[0215]

[0216]

표 1에 나타나는 바와 같이, 실시예에 기재된 은 함유 페이스트는, 은 함유 입자와, 2관능 이상의 수지와, 유기 용제를 포함하고, 당해 유기 용제를 제외한 당해 은 함유 페이스트 100질량%에 대하여, 은 함유 입자 (A)의 함유량이 88질량% 이상, 98질량% 이하의 범위인 점에서 열전도성이 우수하며, 또한 2개의 실리콘 칩 간의 열전도율도 우수한 점에서, 실리콘 칩의 실리콘 표면과 금속 표면을 접착하는 경우에 있어서 방열 확산성을 개선할 수 있는 것이 명확해졌다.

[0217]

이 출원은, 2020년 11월 25일에 출원된 일본 출원 특원 2020-195062호를 기초로 하는 우선권을 주장하고, 그 개시의 전부를 여기에 인용한다.

**부호의 설명**

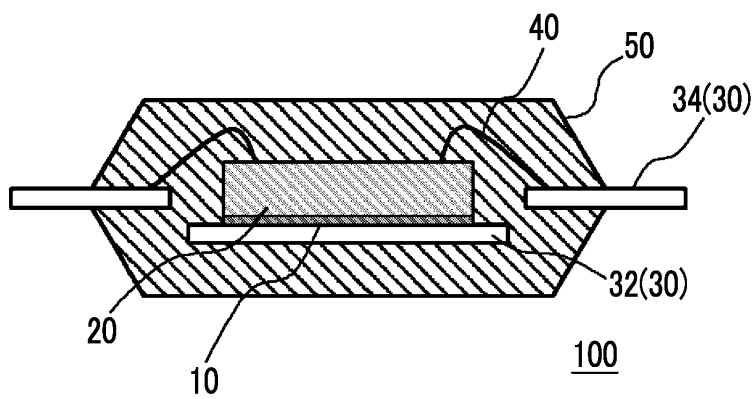
[0218]

- 100 반도체 장치
- 10 접착층

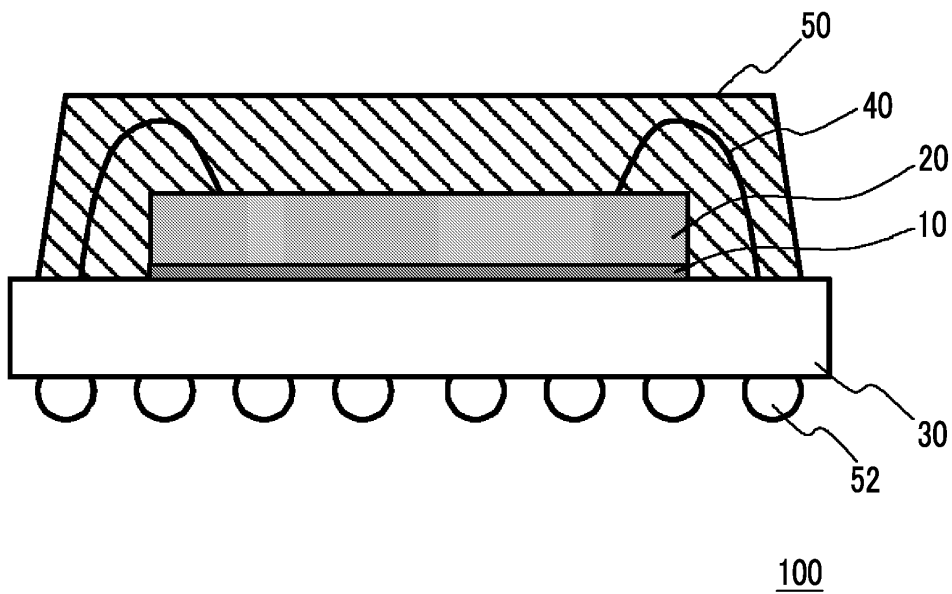
- 20 반도체 소자
- 30 기재
- 32 다이패드
- 34 아우터 리드
- 40 본딩 와이어
- 50 봉지 수지
- 52 땀납 볼

도면

도면1



도면2



도면3

