



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년04월08일

(11) 등록번호 10-1610973

(24) 등록일자 2016년04월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 23/12 (2006.01) H01L 23/36 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7017399

(22) 출원일자(국제) 2009년03월11일

심사청구일자 2013년10월29일

(85) 번역문제출일자 2010년08월04일

(65) 공개번호 10-2010-0138875

(43) 공개일자 2010년12월31일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2009/054654

(87) 국제공개번호 WO 2009/116439

국제공개일자 2009년09월24일

(30) 우선권주장

JP-P-2008-067344 2008년03월17일 일본(JP)

JP-P-2008-234997 2008년09월12일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2004152971 A*

JP2007081202 A*

JP2008004871 A

JP2007311529 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

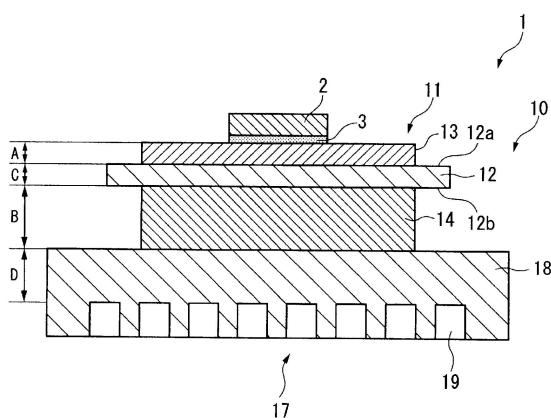
전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 김상연

(54) 발명의 명칭 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판 및 그 제조 방법, 그리고 히트 싱크가 부착된 파워 모듈, 파워 모듈용 기판

(57) 요 약

이 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판은, 제 1 면 (12a) 및 제 2 면 (12b) 을 갖는 절연 기판 (12) 과, 상기 제 1 면 (12a) 에 형성된 회로층 (13) 과, 상기 제 2 면 (12b) 에 형성된 금속층 (14) 을 갖는 파워 모듈용 기판 (11) 과, 상기 금속층 (14) 에 직접 접합되며 상기 파워 모듈용 기판 (11) 을 냉각시키는 히트 싱크 (17) 를 갖고, 상기 회로층 (13) 의 두께를 A 로 하고, 상기 금속층 (14) 의 두께를 B 로 한 경우에, 비율 B/A 가 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 범위 내로 설정되어 있다.

대 표 도 - 도1

(72) 발명자

도노무라 히로시

일본 이바라키켄 나카시 무코야마 1002반치 14 미
쓰비시 마테리알 가부시키가이샤 쥬오겔큐쇼 나이

이시즈카 히로야

일본 이바라키켄 나카시 무코야마 1002반치 14 미
쓰비시 마테리알 가부시키가이샤 쥬오겔큐쇼 나이

구로미츠 요시로우

일본 이바라키켄 나카시 무코야마 1002반치 14 미
쓰비시 마테리알 가부시키가이샤 쥬오겔큐쇼 나이

명세서

청구범위

청구항 1

히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판으로서,

제 1 면 및 제 2 면을 갖는 절연 기판과, 상기 제 1 면에 형성된 회로층과, 상기 제 2 면에 형성된 금속층을 갖는 파워 모듈용 기판과,

상기 금속층에 Al-Si 계 납재에 의한 납땜에 의해 직접 접합되며 상기 파워 모듈용 기판을 냉각시키는 히트 싱크를 가지며,

상기 금속층은, 상기 절연 기판 및 상기 히트 싱크에 접합시키기 전 상태에서, 순도 99.99 % 이상의 알루미늄으로 구성되어 있고,

상기 금속층은, 상기 절연 기판 및 상기 히트 싱크와의 각각의 접합 계면으로부터 Si 가 확산되고 있고,

상기 회로층의 두께를 A 로 하고, 상기 금속층의 두께를 B 로 한 경우에, 비율 B/A 가 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 범위 내로 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판.

청구항 2

삭제

청구항 3

히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판의 제조 방법으로서,

제 1 면 및 제 2 면을 갖는 절연 기판과 히트 싱크를 준비하고,

상기 절연 기판의 상기 제 1 면에 회로층을 접합시키고, 상기 절연 기판의 상기 제 2 면에 금속층을 Al-Si 계 납재에 의한 납땜에 의해 접합시킴으로써, 파워 모듈용 기판을 형성하고,

상기 파워 모듈용 기판과 상기 히트 싱크를 적층시키고, 적층 방향으로 0.15 ~ 3 MPa 로 가압함으로써, 상기 파워 모듈용 기판의 상기 금속층과 상기 히트 싱크를 Al-Si 계 납재에 의한 납땜에 의해 직접 접합시키고,

상기 금속층은, 상기 절연 기판 및 상기 히트 싱크에 접합시키기 전 상태에서, 순도 99.99 % 이상의 알루미늄으로 구성되어 있고,

상기 금속층은, 상기 절연 기판 및 상기 히트 싱크와의 각각의 접합 계면으로부터 Si 가 확산되고 있는 것을 특징으로 하는 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판의 제조 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

히트 싱크가 부착된 파워 모듈로서,

제 1 항에 기재된 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판과,

상기 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판의 상기 회로층 상에 탑재된 전자 부품을 구비하는 것을 특징으로 하는 히트 싱크가 부착된 파워 모듈.

청구항 6

삭제

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은, 대전류, 고전압을 제어하는 반도체 장치에 사용되는 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판 및 그 제조 방법, 그리고 히트 싱크가 부착된 파워 모듈, 파워 모듈용 기판에 관한 것이다.
- [0002] 본원은, 2008년 3월 17일에 출원된 일본 특허출원 2008-67344호 및 2008년 9월 12일에 출원된 일본 특허출원 2008-234997호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배경 기술

- [0003] 종래에 대전류, 고전압을 제어하는 반도체 장치에 사용되는 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판이 알려졌다. 이런 종류의 파워 모듈용 기판으로는, 절연 기판의 일측 면 (제 1 면)에 알루미늄으로 이루어진 회로층이 형성되고, 절연 기판의 타측 면 (제 2 면)에 알루미늄으로 이루어진 금속층이 형성되며, 이 금속층 표면에 히트 싱크의 천장판부 (天板部) 가 접합된 구조가 널리 제안되어 있다. 이와 같은 파워 모듈용 기판은, 예를 들어 특허문헌 1 및 특허문헌 2에 개시되어 있다.
- [0004] 이와 같은 히트 싱크가 부착된 파워 모듈은, 절연 기판, 회로층 및 금속층을 각각 접합시켜 파워 모듈용 기판을 형성한 후에, 이 파워 모듈용 기판과 히트 싱크를 접합시킴으로써 제조된다.
- [0005] 이 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판에서는, 땜납을 사용하여 반도체 칩 등의 전자 부품이 상기 회로층에 접합되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 일본 특허공보 제3171234호
 (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 평10-065075호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 그런데, 전술한 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판에서는, 절연 기판의 제 2 면 상에 위치하는 금속층 및 히트 싱크의 천장판부의 합계 두께가 작은 경우, 굽힘 강성이 낮아져, 휨이 발생되는 경우가 있었다.
- [0008] 최근 히트 싱크가 부착된 파워 모듈에서는, 소형화 및 박육화 (薄肉化) 가 진행되고, 또, 전자 부품의 발열량이 상승되는 경향이 있다.
- [0009] 히트 싱크의 냉각능 향상을 위해서, 천장판부의 두께가 작은 히트 싱크도 사용되고 있다.
- [0010] 그래서, 절연 기판의 제 2 면 상에 위치하는 금속층 및 히트 싱크의 천장판부의 합계 두께가 작아져, 전술한 휨 발생이 문제가 되고 있다.
- [0011] 또, 특허문헌 1에 기재된 히트 싱크가 부착된 파워 모듈에서는, Al-Si 계 납재로 이루어진 용접 강하층이 양면에 형성된 알루미늄박을 개재하여, 금속층과 히트 싱크가 접합되어 있다.
- [0012] 그래서, 알루미늄박과 금속층의 접합 계면 및 알루미늄박과 히트 싱크의 접합 계면에, Si 를 많이 포함한 경도가 높은 부분이 형성된다.
- [0013] 이와 같이 절연 기판의 제 2 면 상에 위치하는 금속층 및 히트 싱크에 경도가 높은 부분이 형성되어 있으면, 경도가 높은 부분에서 금속층 또는 히트 싱크의 천장판부가 구속되게 된다.
- [0014] 그래서, 예를 들어 파워 모듈용 기판과 히트 싱크를 접합시킬 때에, 이들의 적층 방향으로 가압해도 금속층이 경도가 높은 부분에 구속되어, 충분히 변형되지 않아 휨을 억제할 수 없는 경우가 있었다.

[0015] 본 발명은, 전술한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 휨 발생을 억제할 수 있는 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판 및 그 제조 방법, 그리고 히트 싱크가 부착된 파워 모듈을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0016] 이와 같은 과제를 해결하여 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 제 1 양태의 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판은, 제 1 면 및 제 2 면을 갖는 절연 기판과, 상기 제 1 면에 형성된 회로층과, 상기 제 2 면에 형성된 금속층을 갖는 파워 모듈용 기판과, 상기 금속층에 직접 접합되며 상기 파워 모듈용 기판을 냉각시키는 히트 싱크를 갖는다. 상기 회로층의 두께를 A로 하고, 상기 금속층의 두께를 B로 한 경우에, 비율 B/A가 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 범위 내로 설정되어 있다.

[0017] 이런 구성을 갖는 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판에서는, 상기와 같이 비율 B/A가 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 범위 내로 설정되어 있고, 즉, 히트 싱크에 접합되는 금속층의 두께가 회로층의 두께보다 크게 설정되어 있다.

이런 구성을 의해, 천장판부의 두께가 작은 히트 싱크를 사용하는 경우에도, 절연 기판의 제 2 면 상에 위치하는 금속층 및 히트 싱크의 천장판부의 합계 두께를 비교적 크게 할 수 있게 되어 휨 발생을 억제할 수 있다.

[0018] 또, 두꺼운 금속층이 히트 싱크에 직접 접합되어 있으므로, 파워 모듈용 기판과 히트 싱크를 접합시킬 때에 파워 모듈용 기판과 히트 싱크를 그 적층 방향으로 가압함으로써 금속층을 충분히 변형시킬 수 있게 되어 휨을 억제할 수 있다.

[0019] 여기서, 회로층의 두께 A와 금속층의 두께 B의 비율 B/A가 1.5보다 작으면 전술한 효과를 충분히 얻을 수 없다.

[0020] 한편, 회로층의 두께 A와 금속층의 두께 B의 비율 B/A가 20을 초과하면, 금속층이 열저항으로 되어, 히트 싱크에 의한 냉각이 불충분해진다.

[0021] 그래서, 회로층의 두께 A와 금속층의 두께 B의 비율 B/A는 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 범위 내로 설정하는 것이 바람직하다.

[0022] 또, 본 발명에 있어서는, 상기 금속층은, 상기 히트 싱크에 접합시키기 전 상태에서, 순도 99.99% 이상의 알루미늄으로 구성되어 있는 것이 바람직하다. 이런 구성을 의해, 금속층의 변형 저항이 작아, 히트 싱크와의 접합시에 가압함으로써 금속층을 충분히 변형시킬 수 있게 되어 휨 발생을 확실히 억제할 수 있다.

[0023] 본 발명의 제 2 양태의 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판의 제조 방법은, 제 1 면 및 제 2 면을 갖는 절연 기판과 히트 싱크를 준비하고, 상기 절연 기판의 상기 제 1 면에 회로층을 접합시키고, 상기 절연 기판의 상기 제 2 면에 금속층을 접합시킴으로써, 파워 모듈용 기판을 형성하는 1 차 접합 공정과, 상기 파워 모듈용 기판과 상기 히트 싱크를 적층시키고, 적층 방향으로 0.15 ~ 3 MPa로 가압함으로써, 상기 파워 모듈용 기판의 상기 금속층과 상기 히트 싱크를 접합시키는 2 차 접합 공정을 갖는다.

[0024] 이런 구성을 갖는 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판의 제조 방법에서는, 전술한 파워 모듈용 기판과 히트 싱크를 접합시키는 2 차 접합 공정에 있어서, 그 적층 방향으로 0.15 ~ 3 MPa로 가압하고 있으므로, 금속층을 충분히 변형시켜, 이로써 휨 발생을 억제할 수 있다.

[0025] 본 발명의 제 3 양태의 히트 싱크가 부착된 파워 모듈은, 전술한 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판과, 상기 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판의 상기 회로층 상에 탑재된 전자 부품을 구비한다.

[0026] 이런 구성을 갖는 히트 싱크가 부착된 파워 모듈에 따르면, 휨 변형이 억제되어 사용 환경이 어려운 경우, 예를 들어, 응력이 반복적으로 발생되는 사용 환경이어도, 그 신뢰성을 비약적으로 향상시킬 수 있다.

[0027] 본 발명의 제 4 양태의 파워 모듈용 기판은, 제 1 면 및 제 2 면을 갖는 절연 기판과, 상기 제 1 면에 형성된 회로층과, 상기 제 2 면에 형성된 금속층을 갖는다. 상기 회로층의 두께 A와 상기 금속층의 두께 B의 비율 B/A가 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 범위 내로 설정되어 있다.

[0028] 이런 구성을 갖는 파워 모듈용 기판에 있어서는, 금속층 표면에 히트 싱크를 접합시킨 경우에, 천장판부의 두께가 작은 히트 싱크를 사용해도 절연 기판의 제 2 면 상에 위치하는 금속층 및 히트 싱크의 천장판부의 합계 두께를 비교적 크게 할 수 있게 되어 휨 발생을 억제할 수 있다.

발명의 효과

[0029] 본 발명에 따르면, 휨 발생을 억제할 수 있는 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판 및 그 제조 방법, 그리고 히트 싱크가 부착된 파워 모듈, 파워 모듈용 기판을 제공할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 실시형태인 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판을 사용한 히트 싱크가 부착된 파워 모듈의 구조를 나타낸 개략 단면도이다.

도 2는 본 발명의 실시형태인 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판의 금속층 및 천장판부의 비커스 경도의 분포를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시형태인 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판의 제조 방법을 설명하기 위한 개략 단면도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시형태인 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판을 사용한 히트 싱크가 부착된 파워 모듈의 구조를 나타낸 개략 단면도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시형태인 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판을 사용한 히트 싱크가 부착된 파워 모듈의 구조를 나타낸 개략 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 발명을 실시하기 위한 최선의 형태

[0032] 이하에, 본 발명의 실시형태에 대해서 첨부한 도면을 참조하며 설명한다.

[0033] 도 1 내지 도 3의 (b)에 본 발명의 실시형태인 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판 및 히트 싱크가 부착된 파워 모듈을 나타낸다.

[0034] 이 히트 싱크가 부착된 파워 모듈 (1)은, 회로층 (13)이 배치 형성된 파워 모듈용 기판 (11)과, 회로층 (13) 표면에는 땜납층 (3)을 개재하여 접합된 반도체 칩 (2)과, 히트 싱크 (17)를 구비하고 있다.

[0035] 여기서, 땜납층 (3)은, 예를 들어 Sn-Ag 계, Sn-In 계 또는 Sn-Ag-Cu 계 땜납재로 되어 있다.

[0036] 또, 본 실시형태에서는, 회로층 (13)과 땜납층 (3) 사이에 Ni 도금층 (도시 생략)이 형성되어 있다.

[0037] 파워 모듈용 기판 (11)은, 절연 기판 (12)과, 이 절연 기판 (12)의 제 1 면 (12a) (도 1에 있어서 상면)에 배치 형성된 회로층 (13)과, 절연 기판 (12)의 제 2 면 (12b) (도 1에 있어서 하면)에 배치 형성된 금속층 (14)을 구비하고 있다.

[0038] 절연 기판 (12)은, 회로층 (13)과 금속층 (14) 사이의 전기적 접속을 방지하는 기판으로, 예를 들어 AlN (질화 알루미늄), Si₃N₄ (질화 규소), Al₂O₃ (알루미나) 등의 절연성이 높은 세라믹으로 구성되어 있다. 본 실시형태에 있어서는, 절연 기판 (12)은 AlN (질화 알루미늄)으로 구성되어 있다.

[0039] 또, 절연 기판 (12)의 두께 C는, $0.2 \text{ } \mu\text{m} \leq C \leq 1.5 \text{ } \mu\text{m}$ 범위 내로 설정되어 있고, 본 실시형태에서는 $C = 0.635 \text{ } \mu\text{m}$ 로 설정되어 있다.

[0040] 회로층 (13)은, 절연 기판 (12)의 제 1 면 (12a)에 도전성을 갖는 금속판 (23)이 납땜됨으로써 형성되어 있다.

[0041] 본 실시형태에 있어서는, 회로층 (13)은, 순도가 99.99 % 이상인 알루미늄 (이른바 4N 알루미늄)으로 이루어진 금속판 (23)이 절연 기판 (12)에 납땜됨으로써 형성되어 있다.

[0042] 여기서, 본 실시형태에 있어서는 Al-Si 계 납재박 (箔) (26)을 사용하여 납땜하였고, 납재의 Si 가 금속판 (23)에 확산됨으로써 회로층 (13)에는 Si의 농도 분포가 발생된다.

[0043] 금속층 (14)은, 절연 기판 (12)의 제 2 면 (12b)에 금속판 (24)이 납땜됨으로써 형성된다.

[0044] 본 실시형태에 있어서는, 금속층 (14)은, 회로층 (13)과 마찬가지로, 순도가 99.99 % 이상인 알루미늄 (이른

바 4N 알루미늄)으로 이루어진 금속판 (24)이 절연 기판 (12)에 납땜됨으로써 형성된다.

[0045] 본 실시형태에 있어서는 Al-Si 계 납재박 (27)을 사용하여 납땜하였고, 납재의 Si가 금속판 (24)에 확산됨으로써 금속층 (14)에는 Si의 농도 분포가 발생된다.

[0046] 여기서, 회로층 (13)의 두께 A는, $0.25 \text{ mm} \leq A \leq 0.9 \text{ mm}$ 범위 내로 설정되어 있고, 본 실시형태에서는, $A = 0.6 \text{ mm}$ 로 설정되어 있다.

[0047] 또, 금속층 (14)의 두께 B는, $0.4 \text{ mm} \leq B \leq 5 \text{ mm}$ 범위 내로 설정되어 있고, 본 실시형태에서는, $B = 1.3 \text{ mm}$ 로 설정되어 있다.

[0048] 그리고, 회로층 (13)의 두께 A와 금속층 (14)의 두께 B의 비 B/A 는, $1.5 \leq B/A \leq 20$ 범위 내로 설정되어 있고, 본 실시형태에서는, $B/A = 1.3/0.6 = 2.167$ 로 설정되어 있다.

[0049] 히트 싱크 (17)는, 전술한 파워 모듈용 기판 (11)을 냉각시키기 위한 부재로서, 파워 모듈용 기판 (11)에 접합되는 천장판부 (18)와 냉각 매체 (예를 들어 냉각수)를 유통시키기 위한 유로 (19)를 구비하고 있다.

[0050] 히트 싱크 (17) 중 적어도 천장판부 (18)는 열전도성이 양호한 재질로 구성되는 것이 바람직하다. 본 실시형태에 있어서는, A6063의 알루미늄재로 구성되어 있다.

[0051] 또, 천장판부 (18)의 두께 D는, $1 \text{ mm} \leq D \leq 10 \text{ mm}$ 범위 내로 설정되어 있고, 본 실시형태에서는, $D = 1.7 \text{ mm}$ 로 설정되어 있다.

[0052] 그리고, 파워 모듈용 기판 (11)의 금속층 (14)과 히트 싱크 (17)의 천장판부 (18)가 납땜에 의해 직접 접합되어 있다.

[0053] 본 실시형태에 있어서는 Al-Si 계 납재박 (28)을 사용하여 납땜하였고, 납재의 Si가 금속판 (24)에 확산됨으로써 금속층 (14)에는 Si의 농도 분포가 발생된다.

[0054] 전술한 바와 같이, 금속층 (14)은 절연 기판 (12)과 납재박 (27)을 사용하여 납땜되었고, 히트 싱크 (17)의 천장판부 (18)와 납재박 (28)을 사용하여 납땜되었다. 그래서, 금속층 (14)에서는, 도 2에 나타낸 바와 같이 Si의 농도 분포에 따라 비커스 경도가 두께 방향으로 변화되고 있다.

[0055] 이와 같은 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판 (10)은 이하와 같이 하여 제조된다.

[0056] 도 3의 (a)에 나타낸 바와 같이, 먼저, AlN으로 이루어진 절연 기판 (12)을 준비한다. 다음으로, 절연 기판 (12)의 제1면 (12a)에, 회로층 (13)이 되는 금속판 (23)(4N 알루미늄)을 납재박 (26)을 개재시켜 적층시킨다. 납재박 (26)의 두께는 0.02 mm 이다. 또, 절연 기판 (12)의 제2면 (12b)에, 금속층 (14)이 되는 금속판 (24)(4N 알루미늄)을 납재박 (27)을 개재시켜 적층시킨다. 납재박 (27)의 두께는 납재박 (26)과 동일하다.

[0057] 다음으로, 이와 같이 하여 형성된 적층체를 그 적층 방향으로 가압한 상태에서 진공로 내에 장입(裝入)하고 납땜을 실행한다. 이로써 절연 기판 (12), 회로층 (13) 및 금속층 (14)에 의해 구성된 파워 모듈용 기판 (11)이 형성된다(1차 접합 공정 S1).

[0058] 다음으로, 도 3의 (b)에 나타낸 바와 같이, 파워 모듈용 기판 (11)의 금속층 (14) 표면에, 납재박 (28)을 개재하여 히트 싱크 (17)의 천장판부 (18)가 적층된다. 납재박 (28)의 두께는 두께 0.05 mm 이다.

[0059] 이와 같이 적층된 상태에서 적층 방향으로 가압함과 함께 진공로 내에 장입하고 납땜을 실행함으로써, 본 실시형태인 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판 (10)이 제조된다(2차 접합 공정 S2).

[0060] 여기서, 2차 접합 공정 S2에 있어서는, $0.15 \sim 3 \text{ MPa}$ 압력으로 파워 모듈용 기판 (11)과 히트 싱크 (17)가 적층 방향으로 가압된다.

[0061] 이러한 구성을 갖는 본 실시형태의 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판 (10) 및 히트 싱크가 부착된 파워 모듈 (1)에 있어서는, 히트 싱크 (17)의 천장판부 (18)에 접합되는 금속층 (14)의 두께가 회로층 (13)의 두께보다 크게 설정되어 있다. 이로써, 천장판부 (18)의 두께가 작은 히트 싱크 (17)를 사용해도, 절연 기판 (12)의 제2면 (12b)상에 위치하는 금속층 (14) 및 히트 싱크 (17)의 천장판부 (18)의 합계 두께를 확보할 수 있게 되어 휨 발생을 억제할 수 있다.

- [0062] 또한, 천장판부 (18) 가 얇은 히트 싱크 (17) 을 사용함으로써 냉각 효율을 향상시킬 수 있어, 발열량이 높은 전자 부품을 실장한 파워 모듈에 적용할 수 있게 된다.
- [0063] 또, 비교적 두꺼운 금속층 (14) 이 히트 싱크 (17) 의 천장판부 (18) 에 납재박 (28) 을 사용하여 납땜에 의해 직접 접합되어 있다. 이로써, 파워 모듈용 기판 (11) 과 히트 싱크 (17) 의 천장판부 (18) 를 접합시키는 2 차 접합 공정 S2 에 있어서, 파워 모듈용 기판 (11) 과 히트 싱크 (17) 를 적층 방향으로 가압했을 때에, 금속층 (14) 을 충분히 변형시킬 수 있게 되어 힘을 확실히 억제할 수 있다.
- [0064] 또한, 회로층 (13) 의 두께 A 와 금속층 (14) 의 두께 B 의 비율 B/A 가 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 범위 내로 설정되고, 본 실시형태에서는, $B/A = 1.3/0.6 = 2.167$ 로 설정되어 있다. 이로써, 금속층 (14) 의 두께를 확보하여 전술한 힘의 억제 효과를 확실히 얻을 수 있다. 또, 금속층 (14) 이 큰 열저항으로 되지 않아, 히트 싱크 (17) 에 의해 파워 모듈을 충분히 냉각시킬 수 있다.
- [0065] 또, 회로층 (13) 의 두께 A 와 금속층 (14) 의 두께 B 의 비율 B/A 는, $2.167 \leq B/A \leq 5.625$ 범위 내로 설정하는 것이 더 바람직하다.
- [0066] 또한, 금속층 (14) 이, 접합시키기 전 상태에서 순도 99.99 % 이상의 알루미늄, 이른바 4N 알루미늄으로 구성되어 있다. 이로써, 금속층 (14) 의 변형 저항이 작아, 금속층 (14) 과 히트 싱크 (17) 의 천장판부 (18) 를 접합시키는 2 차 접합 공정 S2 에 있어서, 적층 방향으로 가압했을 때에 금속층 (14) 을 충분히 변형시킬 수 있게 되어 힘 발생을 확실히 억제할 수 있다.
- [0067] 또, 금속층 (14) 과 히트 싱크 (17) 의 천장판부 (18) 를 접합시키는 2 차 접합 공정 S2 에 있어서는, $0.15 \sim 3 \text{ MPa}$ 압력으로 파워 모듈용 기판 (11) 과 히트 싱크 (17) 가 적층 방향으로 가압되므로, 금속층 (14) 을 확실히 변형시켜 힘을 억제할 수 있다.
- [0068] 또한, 본 실시형태의 히트 싱크가 부착된 파워 모듈 (1) 에 있어서는, 맴납을 사용하여, 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판 (10) 의 회로층 (13) 에 반도체 칩 (2) 이 접합되어 있다. 이로써, 힘 변형이 잘 발생되지 않으므로, 사용 환경이 어려운 경우에도, 예를 들어, 응력이 반복적으로 발생되는 사용 환경이어도, 그 신뢰성을 비약적으로 향상시킬 수 있다.
- [0069] 이상, 본 발명의 실시형태에 대해서 설명했는데, 본 발명은 이것에 한정되는 일은 없고, 그 발명의 기술적 사상을 일탈하지 않는 범위에서 적절히 변경할 수 있다.
- [0070] 예를 들어, 상기 실시형태에 있어서는 절연 기판 (12) 의 재료로서 AlN (질화 알루미늄) 을 선택한 경우를 설명했는데, 절연성을 갖는 재료이면 되고, Si_3N_4 , Al_2O_3 등의 재료여도 된다.
- [0071] 또, 평판 형상으로 형성된 천장판부 (18) 에 파워 모듈용 기판 (11) 이 접합된 구성을 설명했는데, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들어 도 4 에 나타낸 바와 같이, 천장판부 (118) 에 오목부 (120) 가 형성되고, 이 오목부 (120) 내에 파워 모듈용 기판 (111) 이 수용되어 있어도 된다.
- [0072] 이 경우, 천장판부 (118) 의 두께 D 는 오목부 (120) 저면의 두께가 된다.
- [0073] 또한, 상기 실시형태에 있어서는, 금속층 (14) 의 폭이, 회로층 (13) 과 동일하고, 절연 기판 (12) 보다 좁은 구성을 설명했는데, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들어 도 5 에 나타낸 바와 같이 금속층 (214) 의 폭이, 회로층 (213) 또는 절연 기판 (212) 의 폭보다 커도 된다.
- [0074] 이 경우, 금속층 (214) 과 절연 기판 (212) 을 접합시킬 때에 고정밀도로 위치 결정할 필요가 없어, 비교적 간단하게 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판 (210) 을 제조할 수 있다.
- [0075] 또, 회로층 및 금속층이 순도 99.99 % 이상의 알루미늄 (4N 알루미늄) 에 의해 구성된 예를 설명했는데, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 순도 99 % 이상의 알루미늄 (2N 알루미늄) 또는 알루미늄 합금에 의해 회로층 및 금속층이 구성 되어도 된다.
- [0076] 단, 금속층의 변형 저항이 작아져 힘을 억제하는 효과를 확실히 얻을 수 있으므로, 순도 99.99 % 이상의 알루미늄을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0077] 또한, 히트 싱크가 A6063 의 알루미늄재에 의해 구성된 예를 설명했는데, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 순알루미늄에 의해 히트 싱크가 구성되어도 된다.

[0078] 또, 냉각 매체의 유로를 갖는 히트 싱크를 설명했는데, 히트 싱크의 구조에 특별히 한정되지는 않고, 예를 들어 공랭 방식의 히트 싱크여도 된다.

[0079] 실시예

[0080] 본 발명의 유효성을 확인하기 위해서 실행한 비교 실험에 대해서 설명한다.

[0081] 비교예 1 ~ 3 및 실시예 1 ~ 5에 있어서는, 두께 0.635 mm의 AlN으로 이루어진 절연 기판과, 4N 알루미늄으로 이루어진 회로층 및 금속층과, 두께 1.7 mm의 A6063의 알루미늄재로 이루어진 천장판부를 구비한 히트 싱크를 갖는 공통적인 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판을 준비하였다. 또, 이 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판에 있어서는, 금속층과 히트 싱크의 천장판부가 납땜에 의해 직접 접합되어 있다.

[0082] 그리고, 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판에 있어서의, 회로층의 두께 및 금속층의 두께를 각각 변경하여, 비교예 1 ~ 3 및 실시예 1 ~ 5의 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판을 제작하였다.

[0083] 본 실시예에 있어서는, 제작된 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판에서의 힘 발생 상황과, 히트 싱크와 절연 기판 사이의 열저항을 평가하였다. 비교예 1 ~ 3과 실시예 1 ~ 5를 비교하였다.

[0084] 평가 결과를 표 1에 나타낸다.

표 1

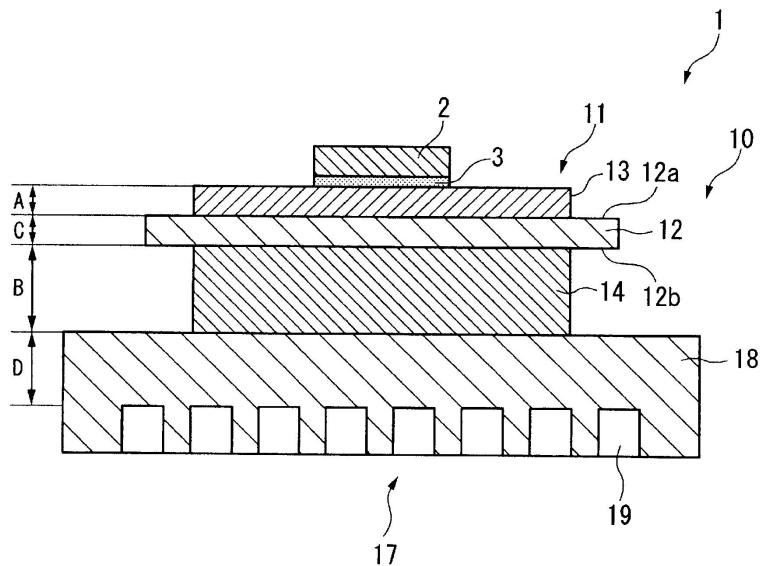
	비교예 1	비교예 2	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5	비교예 3
회로층 두께 A	0.6mm	0.6mm	0.6mm	0.6mm	0.4mm	0.4mm	0.25mm	0.4mm
금속층 두께 B	0.6mm	0.75mm	0.9mm	1.3mm	2.25mm	5mm	5mm	10mm
B/A	1	1.25	1.5	2.167	5.625	12.5	20	25
힘변경	×	△	○	○	○	○	○	○
열저항	○	○	○	○	○	○	○	×

[0085]

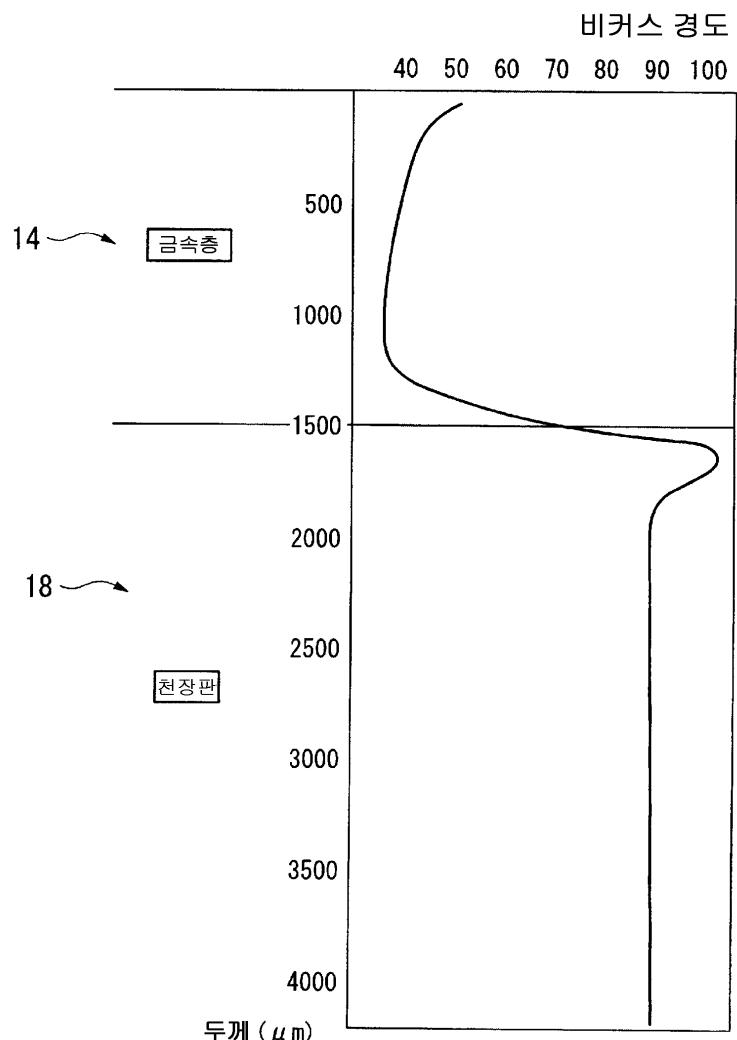
- [0086] 비교예 1, 2에 있어서는, 금속층이 비교적 얇기 때문에, 열저항은 작지만, 휨 변형이 확인되었다.
- [0087] 한편, 비교예 3에 나타낸 바와 같이, 금속층이 회로층에 비해 현저히 두꺼운 경우에는, 열저항이 크고, 히트 싱크에 의한 냉각이 불충분해지는 것이 확인되었다.
- [0088] 반면에, 실시예 1 ~ 5에 있어서는, 휨 변형이 억제됨과 동시에, 열저항도 작게 억제됨을 알 수 있다.
- [0089] 이 비교 실험의 결과, 본 발명에 따르면, 휨 변형이 없고, 또한, 히트 싱크에 의해 전자 부품 등을 효율적으로 냉각시킬 수 있는 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판을 제공할 수 있음이 확인되었다.

도면

도면1

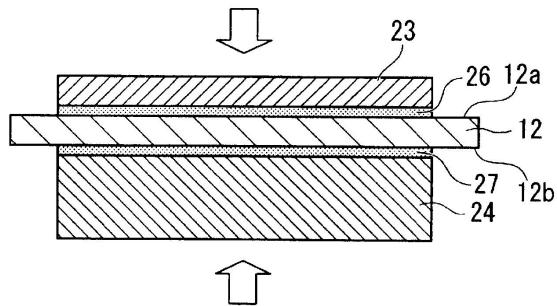


도면2

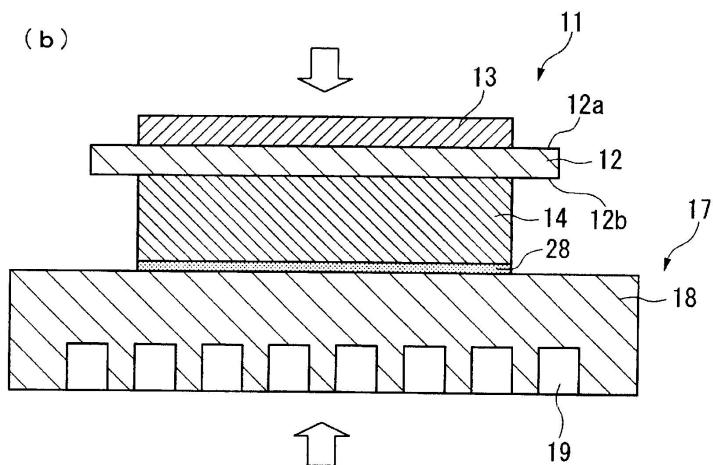


도면3

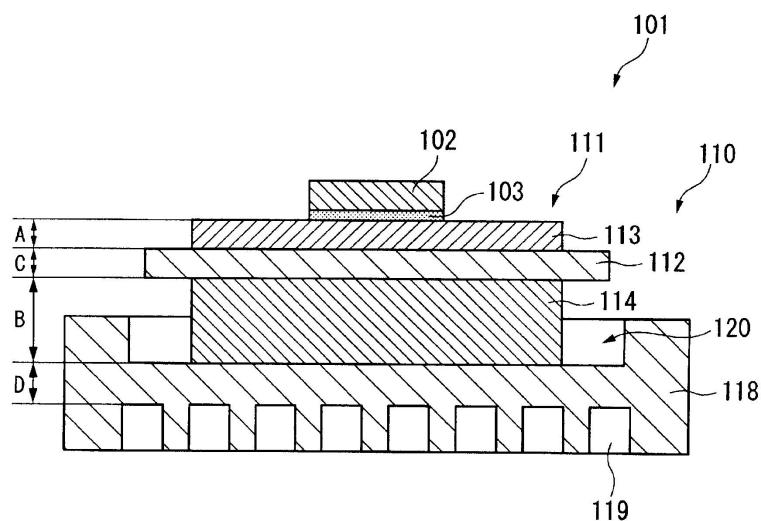
(a)



(b)



도면4



도면5

