



(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

(73) 특허권자
미쓰비시 마테리알 가부시카이가이사
일본국 도쿄도 지요다쿠 오테마치 1쵸메 3방 2고
(72) 발명자
하야시 히로마사
일본 이바라키켄 나카시 무코야마 1002반치 14 미
쓰비시 마테리알 가부시카이가이사 주오겐큐쇼 나이
기타하라 다케시
일본 이바라키켄 나카시 무코야마 1002반치 14 미
쓰비시 마테리알 가부시카이가이사 주오겐큐쇼 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 3 항

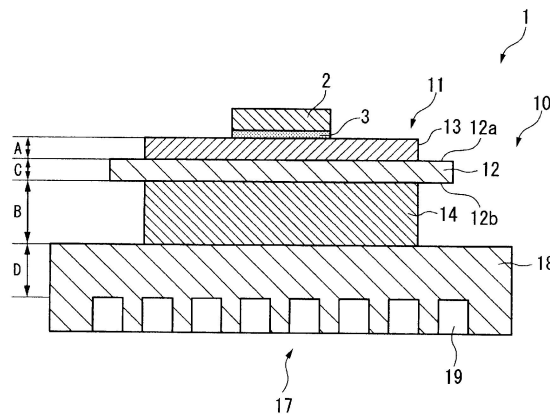
심사관 : 김상연

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

(57) 요약

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.

대표도 - 도1



(72) 발명자

도노무라 히로시

일본 이바라키켄 나카시 무코야마 1002번지 14 미
쓰비시 마테리알 가부시키키가이사 줌오겐큐쇼 나이

이시즈카 히로야

일본 이바라키켄 나카시 무코야마 1002번지 14 미
쓰비시 마테리알 가부시키키가이사 줌오겐큐쇼 나이

구로미츠 요시로우

일본 이바라키켄 나카시 무코야마 1002번지 14 미
쓰비시 마테리알 가부시키키가이사 줌오겐큐쇼 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 Si가 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, 땀납을 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 발생하는 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, Si를 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 기관 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 기관은, 제 1 면 및 제 2 면을 갖는 절연 기관과, 상기 제 1 면에 형성된 회로층과, 상기 제 2 면에 형성된 금속층을 갖는 파워 모듈용 기관과, 상기 금속층에 직접 접합되며 상기 파워 모듈용 기관을 냉각시키는 히트 싱크를 갖는다. 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 있다.

[0017] 이런 구성을 갖는 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기관에서는, 상기와 같이 비율 B/A 가 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 범위 내로 설정되어 있고, 즉, 히트 싱크에 접합되는 금속층의 두께가 회로층의 두께보다 크게 설정되어 있다. 이런 구성에 의해, 천장판부의 두께가 작은 히트 싱크를 사용하는 경우에도, 절연 기관의 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 기관과 히트 싱크를 접합시킬 때에 파워 모듈용 기관과 히트 싱크를 그 적층 방향으로 가압함으로써 금속층을 충분히 변형시킬 수 있게 되어 휨을 억제할 수 있다.

[0019] 여기서, 회로층의 두께 A 와 금속층의 두께 B 의 비율 B/A 가 1.5 보다 작으면 전술한 효과를 충분히 얻을 수 없다.

[0020] 한편, 회로층의 두께 A 와 금속층의 두께 B 의 비율 B/A 가 20 을 초과하면, 금속층이 열저항으로 되어, 히트 싱크에 의한 냉각이 불충분해진다.

[0021] 그래서, 회로층의 두께 A 와 금속층의 두께 B 의 비율 B/A 는 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 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 구성에 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 기관의 제조 방법은, 제 1 면 및 제 2 면을 갖는 절연 기관과 히트 싱크를 준비하고, 상기 절연 기관의 상기 제 1 면에 회로층을 접합시키고, 상기 절연 기관의 상기 제 2 면에 금속층을 접합시킴으로써, 파워 모듈용 기관을 형성하는 1 차 접합 공정과, 상기 파워 모듈용 기관과 상기 히트 싱크를 적층시키고, 적층 방향으로 0.15 ~ 3 MPa 로 가압함으로써, 상기 파워 모듈용 기관의 상기 금속층과 상기 히트 싱크를 접합시키는 2 차 접합 공정을 갖는다.

[0024] 이런 구성을 갖는 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기관의 제조 방법에서는, 전술한 파워 모듈용 기관과 히트 싱크를 접합시키는 2 차 접합 공정에 있어서, 그 적층 방향으로 0.15 ~ 3 MPa 로 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 기관과, 상기 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기관의 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 발생하는 사용 환경이어도, 그 신뢰성을 비약적으로 향상시킬 수 있다.

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

[0028] 이런 구성을 갖는 파워 모듈용 기관에 있어서는, 금속층 표면에 히트 싱크를 접합시킨 경우에, 천장판부의 두께가 작은 히트 싱크를 사용해도 절연 기관의 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 기관 및 그 제조 방법, 그리고 히트 싱크가 부착된 파워 모듈, 파워 모듈용 기관을 제공할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

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

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

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

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

도 5 는 본 발명의 다른 실시형태인 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기관을 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 3 의 (b) 에 본 발명의 실시형태인 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기관 및 히트 싱크가 부착된 파워 모듈을 나타낸다.

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

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

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

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

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

[0039] 또, 절연 기관 (12) 의 두께 C 는, 0.2 mm ≦ C ≦ 1.5 mm 범위 내로 설정 되어 있고, 본 실시형태에서는 C = 0.635 mm 로 설정되어 있다.

[0040] 회로층 (13) 은, 절연 기관 (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 기관 (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 Si 의 농도 분포가 발생된다.

[0043] 금속층 (14) 은, 절연 기관 (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 Si 가 금속판 (24) 에 확산됨으로써 금속층 (14) 에는 Si 의 농도 분포가 발생된다.
- [0046] 여기서, 회로층 (13) 의 두께 A 는, $0.25 \text{ mm} \leq A \leq 0.9 \text{ mm}$ 범위 내로 설정 되어 있고, 본 실시형태에서는, $A = 0.6 \text{ mm}$ 로 설정되어 있다.
- [0047] 또, 금속층 (14) 의 두께 B 는, $0.4 \text{ mm} \leq B \leq 5 \text{ mm}$ 범위 내로 설정되어 있고, 본 실시형태에서는, $B = 1.3 \text{ mm}$ 로 설정되어 있다.
- [0048] 그리고, 회로층 (13) 의 두께 A 와 금속층 (14) 의 두께 B 의 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, A6063 의 알루미늄재로 구성되어 있다.
- [0051] 또, 천장판부 (18) 의 두께 D 는, $1 \text{ mm} \leq D \leq 10 \text{ mm}$ 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 Si 가 금속판 (24) 에 확산됨으로써 금속층 (14) 에는 Si 의 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 2 에 나타난 바와 같이 Si 의 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 3 의 (a) 에 나타난 바와 같이, 먼저, AlN 으로 이루어진 절연 기판 (12) 을 준비한다. 다음으로, 절연 기판 (12) 의 제 1 면 (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 제 2 면 (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 (1 차 접합 공정 S1).
- [0058] 다음으로, 도 3 의 (b) 에 나타난 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 (2 차 접합 공정 S2).
- [0060] 여기서, 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 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 제 2 면 (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 기관 (11) 과 히트 싱크 (17) 의 천장판부 (18) 를 접합시키는 2 차 접합 공정 S2 에 있어서, 파워 모듈용 기관 (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 휨 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 ~ 3 MPa 압력으로 파워 모듈용 기관 (11) 과 히트 싱크 (17) 가 적층 방향으로 가압되므로, 금속층 (14) 을 확실히 변형시켜 휨을 억제할 수 있다.
- [0068] 또한, 본 실시형태의 히트 싱크가 부착된 파워 모듈 (1) 에 있어서는, 땀납을 사용하여, 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기관 (10) 의 회로층 (13) 에 반도체 칩 (2) 이 접합되어 있다. 이로써, 휨 변형이 잘 발생되지 않으므로, 사용 환경이 어려운 경우에도, 예를 들어, 응력이 반복적으로 발생하는 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 기관 (12) 의 재료로서 AlN (질화 알루미늄) 을 채택한 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 기관 (11) 이 접합된 구성을 설명했는데, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들어 도 4 에 나타난 바와 같이, 천장판부 (118) 에 오목부 (120) 가 형성되고, 이 오목부 (120) 내에 파워 모듈용 기관 (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 기관 (12) 보다 좁은 구성을 설명했는데, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들어 도 5 에 나타난 바와 같이 금속층 (214) 의 폭이, 회로층 (213) 또는 절연 기관 (212) 의 폭보다 커도 된다.
- [0074] 이 경우, 금속층 (214) 과 절연 기관 (212) 을 접합시킬 때에 고정밀도로 위치 결정할 필요가 없어, 비교적 간단하게 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기관 (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 휨을 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 ~ 5 에 있어서는, 두께 0.635 mm 의 AlN 으로 이루어진 절연 기판과, 4N 알루미늄 으로 이루어진 회로층 및 금속층과, 두께 1.7 mm 의 A6063 의 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 있어서는, 회로층의 두께 및 금속층의 두께를 각각 변경하여, 비교예 1 ~ 3 및 실시예 1 ~ 5 의 히트 싱크가 부착된 파워 모듈용 기판을 제작하였다.

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

[0084] 평가 결과를 표 1 에 나타낸다.

표 1

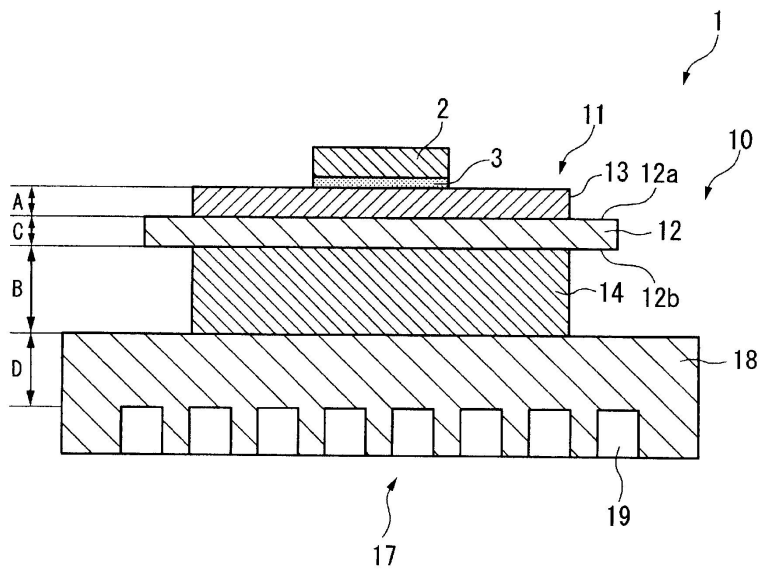
	비교예 1	비교예 2	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5	비교예 3
회로층 두께 A	0.6mm	0.6mm	0.6mm	0.6mm	0.4mm	0.4mm	0.25mm	0.4mm
금속층 두께 B	0.6mm	0.75mm	0.9mm	1.3mm	2.25mm	5mm	5mm	10mm
B / A	1	1.25	1.5	2.167	5.625	12.5	20	25
휨 변형	×	△	○	○	○	○	○	○
열저항	○	○	○	○	○	○	○	×

[0085]

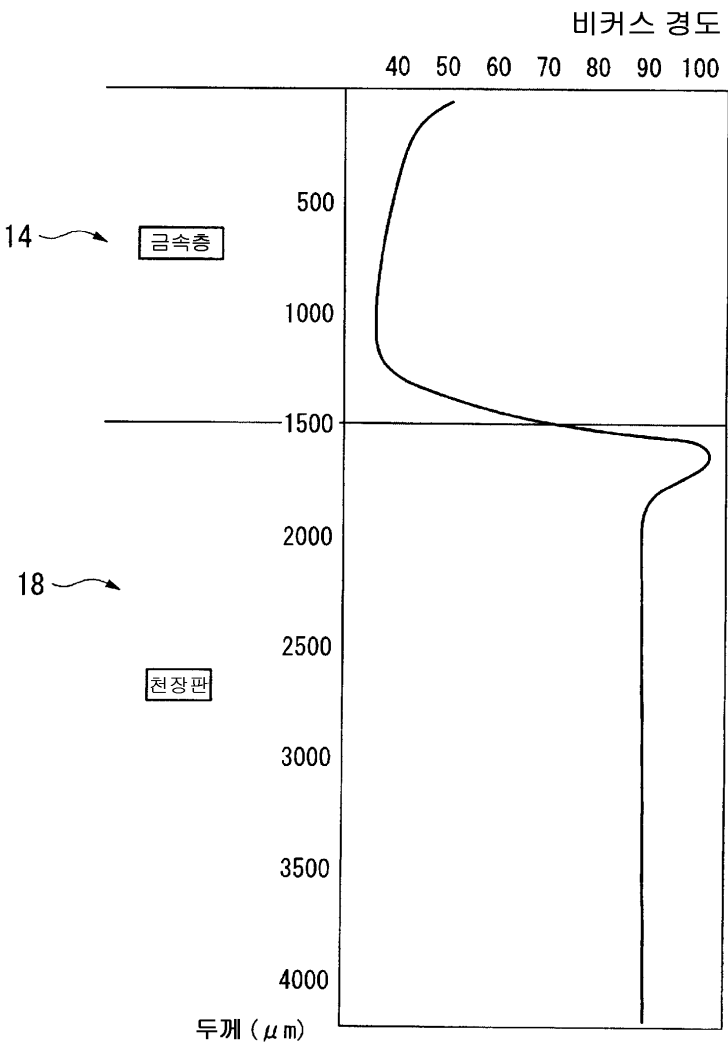
- [0086] 비교예 1, 2 에 있어서는, 금속층이 비교적 얇기 때문에, 열저항은 작지만, 휨 변형이 확인되었다.
- [0087] 한편, 비교예 3 에 나타난 바와 같이, 금속층이 회로층에 비해 현저히 두꺼운 경우에는, 열저항이 크고, 히트 싱크에 의한 냉각이 불충분해지는 것이 확인되었다.
- [0088] 반면에, 실시예 1 ~ 5 에 있어서는, 휨 변형이 억제됨과 동시에, 열저항도 작게 억제됨을 알 수 있다.
- [0089] 이 비교 실험의 결과, 본 발명에 따르면, 휨 변형이 없고, 또한, 히트 싱크에 의해 전자 부품 등을 효율적으로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

도면

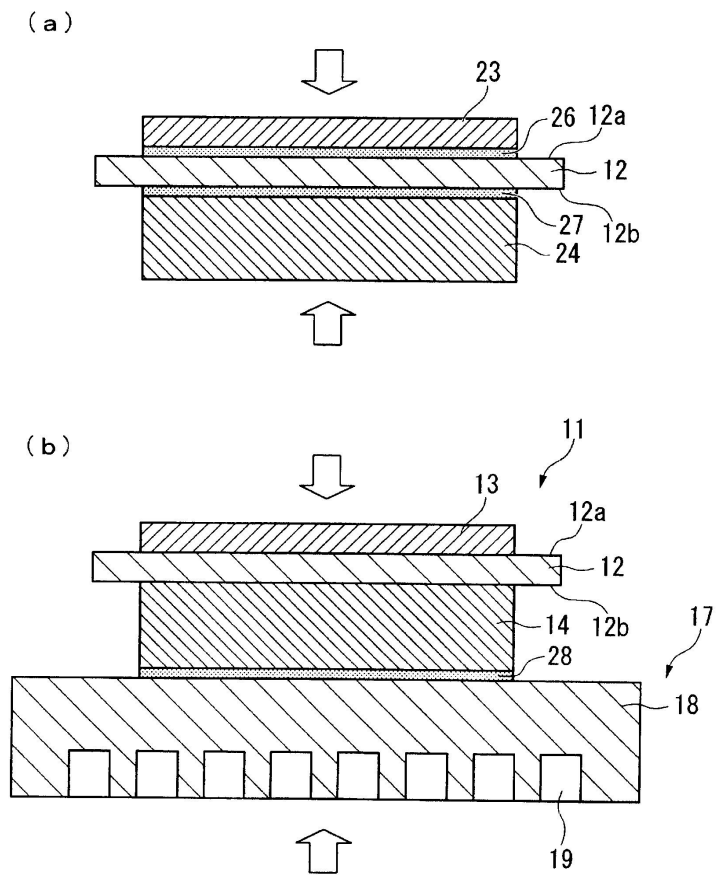
도면1



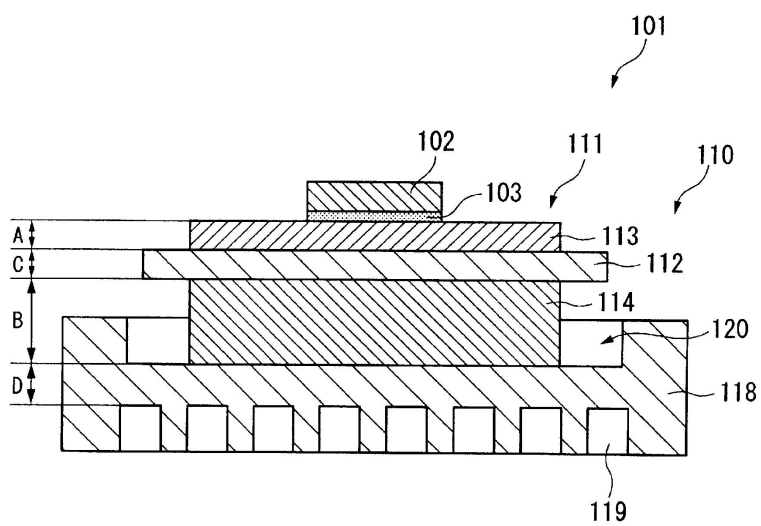
도면2



도면3



도면4



도면5

