



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0044416

(51)^{2021.01} **H01L 21/52; B23K 35/26; C22C 9/00;** (13) **B**
B23K 35/14; C22C 27/04

(21) 1-2022-06351

(22) 19/03/2021

(86) PCT/JP2021/011341 19/03/2021

(87) WO 2021/193420 30/09/2021

(30) 2020-050674 23/03/2020 JP

(45) 25/03/2025 444

(43) 26/12/2022 417A

(71) SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD. (JP)

23, Senju-Hashido-cho, Adachi-ku, Tokyo 1208555, Japan

(72) KAMEDA Naoto (JP); TSUCHIYA Masato (JP); NAKAMURA Katsuji (JP);
MUNEKATA Osamu (JP); TSURUTA Kaichi (JP).

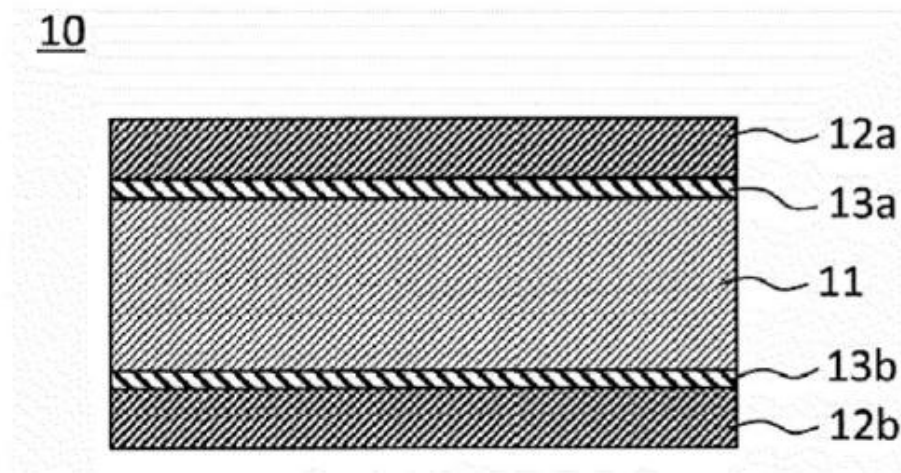
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) VẬT LIỆU LIÊN KẾT PHÂN LỚP, BỘ BÁN DẪN VÀ MÔĐUN CÔNG SUẤT

(21) 1-2022-06351

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu liên kết phân lớp (10), hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền (11) nằm trong khoảng từ 5,5 đến 15,5 ppm/K và bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền (11) được phủ bởi các mảnh chất hàn không chì (12a) và (12b).

FIG. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật liệu liên kết phân lớp, bộ bán dẫn và môđun công suất.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Gần đây, các đặc tính yêu cầu của các thiết bị bán dẫn ngày càng cao hơn. SiC, GaAs, GaN và dạng tương tự được sử dụng ngoài Si, mà đã được sử dụng làm vật liệu cho các thiết bị bán dẫn. Các thiết bị bán dẫn được làm từ các vật liệu này có các đặc tính tốt bao gồm tăng nhiệt độ vận hành và khe vùng được mở rộng. Các thiết bị bán dẫn được áp dụng cho các thiết bị bán dẫn công suất như tranzito công suất.

Các thiết bị bán dẫn công suất có khả năng thực hiện hoạt động ở nhiệt độ cao. Nhiệt độ của mối hàn trong phần liên kết đôi khi đạt đến nhiệt độ cao bằng hoặc cao hơn 200°C. Trong môi trường nhiệt độ cao như vậy, có một vấn đề là sự biến dạng do sự chênh lệch giữa các hệ số giãn nở nhiệt (CTE – Coefficients of Thermal Expansion) của thiết bị bán dẫn và chất nền xảy ra trong phần liên kết giữa thiết bị bán dẫn và chất nền, vết nứt xảy ra do sự biến dạng, và kết quả là tuổi thọ của sản phẩm bán dẫn công suất bị giảm.

Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2009-269075 mô tả phương pháp sản xuất vật liệu hàn phân lớp bao gồm hợp kim trên cơ sở Pb hoặc Pb mềm làm lớp làm giảm ứng suất. Tuy nhiên, do lớp làm giảm ứng suất có chứa Pb nên phương pháp sản xuất không tuân theo các quy định về môi trường như RoHS (Restriction of Hazardous Substances – Hạn chế các chất nguy hiểm).

Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2015-23183 mô tả môđun công suất bao gồm thiết bị bán dẫn, lớp kim loại thứ nhất được tạo ra với một bề mặt được liên kết với thiết bị bán dẫn, màng cách điện hữu cơ tiếp xúc với thiết bị bán dẫn và được tạo ra ở phần chu vi đường tròn ngoài của bề mặt còn lại của lớp kim loại thứ nhất, lớp kim loại thứ hai tiếp xúc với màng cách điện hữu cơ và được tạo ra để được liên kết với tâm của bề mặt còn lại của lớp kim loại thứ nhất và vật liệu liên kết được tạo ra để được liên kết với bề mặt còn lại của lớp kim loại thứ nhất thông qua lớp kim loại thứ hai.

Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2009-147111 mô tả vật liệu liên kết thu được bằng cách xếp chồng các lớp bề mặt trên các bề mặt trên và dưới của lớp giữa dạng tấm, lớp giữa có điểm nóng chảy cao hơn điểm nóng chảy của các lớp bề mặt. Các ví dụ cụ thể của lớp giữa, đơn pha của bismut hoặc hợp kim với bạc, đồng, antimon, indi, thiếc, niken, germani, telur hoặc photpho có chứa bismut làm thành phần chính được mô tả.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất vật liệu liên kết phân lớp, bộ bán dẫn và môđun công suất có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết, cụ thể là, trong môi trường nhiệt độ cao.

Trong vật liệu liên kết phân lớp theo một phương án, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,5 đến 15,5ppm/K và bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền được phủ bởi chất hàn không chì.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt dọc thể hiện kết cấu giản lược của vật liệu liên kết phân lớp theo một phương án;

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt dọc thể hiện kết cấu giản lược của bộ bán dẫn theo một phương án;

Fig.3 là bảng thể hiện kết cấu của thành phần liên kết được sử dụng trong thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội;

Fig.4 là bảng thể hiện kết cấu của thành phần liên kết được sử dụng trong thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội;

Fig.5 là biểu đồ cột thể hiện các tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật của các ví dụ 1 và 2 và các ví dụ so sánh 1 và 2 khi so sánh;

Fig.6 là biểu đồ cột thể hiện các tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật của các ví dụ 3 và 4 và ví dụ so sánh 3 khi so sánh; và

Fig.7 là biểu đồ cột thể hiện các tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật của các ví dụ 5 và 6 và các ví dụ so sánh 4 và 5 khi so sánh.

Mô tả chi tiết sáng chế

Kết quả là, trong khi tuân thủ các quy định về môi trường như RoHS, thực hiện lặp lại các nghiên cứu chuyên sâu nhằm tìm kiếm công nghệ có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết, các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết do sự chênh lệch CTE giữa thiết bị bán dẫn và chất nền có thể được giảm bớt bằng cách sử dụng vật liệu có hệ số giãn nở nhiệt trong phạm vi định trước làm vật liệu lõi trong khi chấp nhận chất hàn không chỉ làm chất hàn của phần liên kết. Hơn nữa, các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng sự tăng nhiệt độ quá mức của phần liên kết có thể được ngăn chặn và kết quả là, tuổi thọ của sản phẩm có thể được kéo dài đáng kể so với tình trạng kỹ thuật bằng cách sử dụng, cụ thể là vật liệu trên cơ sở Cu-W hoặc vật liệu trên cơ sở Cu-Mo (hoặc vật liệu phân lớp hoặc vật liệu compozit của chúng) làm vật liệu lõi trong khi chấp nhận chất hàn không chỉ làm chất hàn của phần liên kết. Một phương án được trình bày dưới đây được đề xuất dựa trên sự hiểu biết này.

Trong vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh thứ nhất của phương án này, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,5 đến 15,5ppm/K và bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền được phủ bởi chất hàn không chì.

Khi các tác giả sáng chế thực hiện thực tế việc xác minh với thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội, các tác giả nhận thấy rằng, theo khía cạnh này, có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết, cụ thể là, trong môi trường nhiệt độ cao và đạt được độ bền cao. Theo ý tưởng của các tác giả sáng chế, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm giữa hệ số giãn nở tuyến tính của thiết bị bán dẫn và hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền và phân tỏa nhiệt và được cân bằng. Do đó, có thể tính đến khả năng làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết do sự chênh lệch CTE giữa thiết bị bán dẫn và chất nền, cụ thể là trong môi trường nhiệt độ cao.

Vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh thứ hai của phương án này là vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh thứ nhất, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,9 đến 14,4ppm/K.

Khi các tác giả sáng chế thực hiện thực tế việc xác minh với thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội, các tác giả nhận thấy rằng, theo khía cạnh này, có thể làm giảm

sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết trên mặt thiết bị bán dẫn, cụ thể là trong môi trường nhiệt độ cao và đạt được độ bền cao.

Vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh thứ ba của phương án này là vật liệu liên kết phân lớp theo các khía cạnh thứ nhất hoặc thứ hai, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 7,0 đến 11,6ppm/K.

Khi các tác giả sáng chế thực hiện thực tế việc xác minh với thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội, các tác giả nhận thấy rằng, theo khía cạnh này, hiệu quả làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết trên mặt chất nền là cao hơn và có thể đạt được độ bền cao hơn.

Vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh thứ tư của phương án này là vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ ba, trong đó vật liệu nền được làm từ vật liệu bất kỳ trong số vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, vật liệu composit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu composit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu trên cơ sở Cu-Mo và vật liệu composit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo.

Theo khía cạnh này, do vật liệu nền có độ dẫn nhiệt cao, nên có thể ngăn chặn sự tăng nhiệt độ quá mức trong phần liên kết, chính sự biến dạng nhiệt xảy ra trong phần liên kết được giảm xuống và kết quả là điều này tác động có lợi hơn đối với việc kéo dài tuổi thọ của sản phẩm.

Vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh thứ năm của phương án này là vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ tư, trong đó hàm lượng Cu của vật liệu nền nhỏ hơn hoặc bằng 60%.

Theo khía cạnh này, do hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền là thấp hơn, nên có thể làm giảm hơn nữa sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết do sự chênh lệch CTE, cụ thể là trong môi trường nhiệt độ cao.

Vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh thứ sáu của phương án này là vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ năm, trong đó hàm lượng Cu của vật liệu nền cao hơn hoặc bằng 15%.

Theo khía cạnh này, do tính dẫn nhiệt của vật liệu nền được cải thiện thêm, nên chính sự biến dạng nhiệt xảy ra trong phân liên kết có thể được giảm hơn nữa.

Vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh thứ bảy của phương án này là vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ sáu, trong đó mặt phân cách giữa ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền và chất hàn không chì được phủ lót với Ni và Sn theo thứ tự từ mặt vật liệu nền.

Theo khía cạnh này, có thể cải thiện sự bám dính của vật liệu nền và chất hàn không chì.

Vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh thứ tám của phương án này là vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ bảy, trong đó ít nhất một trong số chiều dày của chất hàn không chì mà bề mặt thứ nhất được phủ và chiều dày của chất hàn không chì mà bề mặt thứ hai được phủ nằm trong khoảng từ 20 đến 100 μ m.

Vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh thứ chín của phương án này là vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ tám, trong đó ít nhất một trong số tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền và chất hàn không chì mà bề mặt thứ nhất được phủ và tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền và chất hàn không chì mà bề mặt thứ hai được phủ nằm trong khoảng từ 2:1 đến 10:1.

Vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh thứ mười của phương án này là vật liệu liên kết phân lớp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ chín, trong đó điểm nóng chảy của chất hàn không chì cao hơn hoặc bằng 210°C. Điểm nóng chảy của chất hàn không chì có thể cao hơn hoặc bằng 230°C.

Theo khía cạnh này, ngay cả khi nhiệt độ của vật liệu liên kết phân lớp đạt đến nhiệt độ cao bằng hoặc cao hơn 200°C do sự tăng nhiệt độ vận hành của thiết bị bán dẫn,

chất hàn không chì có trong vật liệu liên kết phân lớp có thể được ngăn không bị nóng chảy gây ra hư hỏng.

Bộ bán dẫn theo khía cạnh thứ mười một của phương án này bao gồm: chất nền; thiết bị bán dẫn được bố trí trên chất nền; và vật liệu liên kết phân lớp được bố trí giữa chất nền và thiết bị bán dẫn và liên kết chất nền và thiết bị bán dẫn, trong đó, trong vật liệu liên kết phân lớp, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,5 đến 15,5ppm/K và bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền được phủ với chất hàn không chì.

Khi các tác giả sáng chế thực hiện thực tế việc xác minh với thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội, các tác giả nhận thấy rằng, theo khía cạnh này, có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết, cụ thể là, trong môi trường nhiệt độ cao và đạt được độ bền cao. Theo ý tưởng của các tác giả sáng chế, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp nằm giữa hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu của thiết bị bán dẫn và hệ số giãn nở tuyến tính của chất nền và được cân bằng. Do đó, có thể cho rằng có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết do sự chênh lệch CTE giữa thiết bị bán dẫn và chất nền, cụ thể là trong môi trường nhiệt độ cao.

Bộ bán dẫn theo khía cạnh thứ mười hai của phương án này bao gồm: chất nền; thiết bị bán dẫn được bố trí trên chất nền; vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất được bố trí giữa chất nền và thiết bị bán dẫn và liên kết chất nền và thiết bị bán dẫn; phần tỏa nhiệt được bố trí ở phía đối diện của thiết bị bán dẫn trên chất nền; và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai được bố trí giữa chất nền và phần tỏa nhiệt và liên kết chất nền và phần tỏa nhiệt, trong đó, trong ít nhất một trong số vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,5 đến 15,5ppm/K, và bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền được phủ với chất hàn không chì.

Khi các tác giả sáng chế thực hiện thực tế việc xác minh với thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội, các tác giả nhận thấy rằng, theo khía cạnh này, có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết, cụ thể là, trong môi trường nhiệt độ cao và đạt

được độ bền cao. Theo ý tưởng của các tác giả sáng chế, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp nằm giữa hệ số giãn nở tuyến tính của thiết bị bán dẫn và hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền và phân tỏa nhiệt và được cân bằng. Do đó, có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết do sự chênh lệch CTE giữa thiết bị bán dẫn và chất nền, cụ thể là trong môi trường nhiệt độ cao.

Bộ bán dẫn theo khía cạnh thứ mười ba của phương án này là bộ bán dẫn theo khía cạnh thứ mười một hoặc thứ mười hai, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,9 đến 14,4ppm/K.

Khi các tác giả sáng chế thực hiện thực tế việc xác minh với thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội, các tác giả nhận thấy rằng, theo khía cạnh này, có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết trên mặt thiết bị bán dẫn, cụ thể là trong môi trường nhiệt độ cao và đạt được độ bền cao.

Bộ bán dẫn theo khía cạnh thứ mười bốn của phương án này là bộ bán dẫn theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ mười một đến thứ mười ba, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 7,0 đến 11,6ppm/K.

Khi các tác giả sáng chế thực hiện thực tế việc xác minh với thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội, các tác giả nhận thấy rằng, theo khía cạnh này, hiệu quả làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết trên mặt chất nền là cao hơn và có thể đạt được độ bền cao hơn.

Bộ bán dẫn theo khía cạnh thứ mười lăm của phương án này là bộ bán dẫn theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ mười một đến thứ mười bốn, trong đó vật liệu nền được làm từ một vật liệu bất kỳ trong số vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, vật liệu compozit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu compozit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu trên cơ sở Cu-Mo và vật liệu compozit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu phân lớp của

vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo.

Theo khía cạnh này, do vật liệu nền có độ dẫn nhiệt cao, nên có thể ngăn chặn sự tăng nhiệt độ cao quá mức trong phần liên kết, chính sự biến dạng nhiệt xảy ra trong phần liên kết được giảm xuống và kết quả là tác động có lợi hơn đối với việc kéo dài tuổi thọ của sản phẩm.

Bộ bán dẫn theo khía cạnh thứ mười sáu của phương án này là bộ bán dẫn theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ mười một đến thứ mười lăm, trong đó hàm lượng Cu của vật liệu nền nhỏ hơn hoặc bằng 60%.

Theo khía cạnh này, do hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp là thấp hơn, nên có thể làm giảm hơn nữa sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết do sự chênh lệch CTE, cụ thể là trong môi trường nhiệt độ cao.

Bộ bán dẫn theo khía cạnh thứ mười bảy của phương án này là bộ bán dẫn theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ mười một đến thứ mười sáu, trong đó hàm lượng Cu của vật liệu nền cao hơn hoặc bằng 15%.

Theo khía cạnh này, do độ dẫn nhiệt của vật liệu nền được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp được cải thiện thêm, nên chính sự biến dạng nhiệt xảy ra trong phần liên kết có thể được giảm hơn nữa.

Bộ bán dẫn theo khía cạnh thứ mười tám của phương án này là bộ bán dẫn theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ mười một đến thứ mười bảy, trong đó mặt phân cách giữa ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền và chất hàn không chứa chì được phủ Ni và Sn theo thứ tự từ mặt vật liệu nền.

Theo khía cạnh này, có thể cải thiện độ bám dính của vật liệu nền được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp và chất hàn không chì.

Bộ bán dẫn theo khía cạnh thứ mười chín của phương án này là bộ bán dẫn theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ mười một đến thứ mười tám, trong đó ít nhất một trong số chiều dày của chất hàn không chì mà bề mặt thứ nhất được phủ và chiều dày của chất hàn không chì mà bề mặt thứ hai được phủ nằm trong khoảng từ 20

đến 100 μ m.

Bộ bán dẫn theo khía cạnh thứ hai mươi của phương án này là bộ bán dẫn theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ mười một đến thứ mười chín, trong đó ít nhất một trong số tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền và chất hàn không chì mà bề mặt thứ nhất được phủ và tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền và chất hàn không chì mà bề mặt thứ hai được phủ nằm trong khoảng từ 2:1 đến 10:1.

Bộ bán dẫn theo khía cạnh thứ hai mươi một của phương án này là bộ bán dẫn theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ mười một đến thứ hai mươi, trong đó điểm nóng chảy của chất hàn không chì cao hơn hoặc bằng 210°C. Điểm nóng chảy của chất hàn không chì có thể cao hơn hoặc bằng 230°C.

Theo khía cạnh này, ngay cả khi nhiệt độ của vật liệu liên kết phân lớp đạt đến nhiệt độ cao bằng hoặc cao hơn 200°C do sự tăng nhiệt độ vận hành của thiết bị bán dẫn, có thể ngăn việc chất hàn không chì được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp bị nóng chảy gây ra hư hỏng.

Môđun công suất theo khía cạnh thứ hai mươi hai của phương án này bao gồm: chất nền; thiết bị bán dẫn công suất được bố trí trên chất nền; và vật liệu liên kết phân lớp được bố trí giữa chất nền và thiết bị bán dẫn công suất và liên kết chất nền và thiết bị bán dẫn công suất, trong đó, trong vật liệu liên kết phân lớp, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,5 đến 15,5ppm/K hoặc nhỏ hơn, và bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền được phủ với chất hàn không chì.

Khi các tác giả sáng chế thực hiện thực tế việc xác minh với thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội, các tác giả nhận thấy rằng, theo khía cạnh này, có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết, cụ thể là, trong môi trường nhiệt độ cao và đạt được độ bền cao. Theo ý tưởng của các tác giả sáng chế, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp nằm giữa hệ số giãn nở tuyến tính của thiết bị bán dẫn và hệ số giãn nở tuyến tính của chất nền và được cân bằng. Do đó, có thể cho rằng, có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết do sự chênh lệch CTE giữa thiết bị bán dẫn và chất nền, cụ thể là trong môi trường nhiệt độ cao.

Môđun công suất theo khía cạnh thứ hai mươi ba của phương án này bao gồm:

chất nền; thiết bị bán dẫn công suất được bố trí trên chất nền; vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất được bố trí giữa chất nền và thiết bị bán dẫn công suất và liên kết chất nền và thiết bị bán dẫn công suất; phần tỏa nhiệt được bố trí ở phía đối diện của thiết bị bán dẫn công suất trên chất nền; và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai được bố trí giữa chất nền và phần tỏa nhiệt và liên kết chất nền và phần tỏa nhiệt, trong đó, trong ít nhất một trong vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,5 đến 15,5ppm/K hoặc nhỏ hơn, và bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền được phủ với chất hàn không chì.

Khi các tác giả sáng chế thực hiện thực tế việc xác minh với thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội, các tác giả nhận thấy rằng, theo khía cạnh này, có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết, cụ thể là, trong môi trường nhiệt độ cao và đạt được độ bền cao. Theo ý tưởng của các tác giả sáng chế, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp nằm giữa hệ số giãn nở tuyến tính của thiết bị bán dẫn và hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền và phần tỏa nhiệt và được cân bằng. Do đó, có thể cho rằng, có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết do sự chênh lệch CTE giữa thiết bị bán dẫn và chất nền, cụ thể là trong môi trường nhiệt độ cao.

Môđun công suất theo khía cạnh thứ hai mươi tư của phương án này là môđun công suất theo khía cạnh thứ hai mươi hai hoặc hai mươi ba, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,9 đến 14,4ppm/K.

Khi các tác giả sáng chế thực hiện thực tế việc xác minh với thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội, các tác giả nhận thấy rằng, theo khía cạnh này, có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết trên mặt thiết bị bán dẫn, cụ thể là trong môi trường nhiệt độ cao và đạt được độ bền cao.

Môđun công suất theo khía cạnh thứ hai mươi lăm của phương án này là môđun công suất theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ hai mươi hai đến thứ hai mươi tư, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 7,0 đến 11,6ppm/K.

Khi các tác giả sáng chế thực hiện thực tế việc xác minh với thử nghiệm chu trình

gia nhiệt và làm nguội, các tác giả nhận thấy rằng, theo khía cạnh này, hiệu quả làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết trên mặt chất nền là cao hơn và có thể đạt được độ bền cao hơn.

Môđun công suất theo khía cạnh thứ hai mươi sáu của phương án này là môđun công suất theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ hai mươi hai đến thứ hai mươi lăm, trong đó vật liệu nền được làm từ vật liệu bất kỳ trong số vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, vật liệu composit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu composit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, và vật liệu composit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo.

Theo khía cạnh này, do vật liệu nền có độ dẫn nhiệt cao, nên có thể ngăn chặn sự tăng nhiệt độ quá mức trong phần liên kết, chính sự biến dạng nhiệt xảy ra trong phần liên kết được giảm xuống và kết quả là điều này tác động có lợi hơn đối với việc kéo dài tuổi thọ của sản phẩm.

Môđun công suất theo khía cạnh thứ hai mươi bảy của phương án này là môđun công suất theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ hai mươi hai đến thứ hai mươi sáu, trong đó hàm lượng Cu của vật liệu nền nhỏ hơn hoặc bằng 60%.

Theo khía cạnh này, do hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp là thấp hơn, nên có thể làm giảm hơn nữa sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết do sự chênh lệch CTE, cụ thể là trong môi trường nhiệt độ cao.

Môđun công suất theo khía cạnh thứ hai mươi tám của phương án này là môđun công suất theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ hai mươi hai đến thứ hai mươi bảy, trong đó hàm lượng Cu của vật liệu nền cao hơn hoặc bằng 15%.

Theo khía cạnh này, do độ dẫn nhiệt của vật liệu nền được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp được cải thiện thêm, nên chính sự biến dạng nhiệt xảy ra trong phần

liên kết có thể được giảm hơn nữa.

Môđun công suất theo khía cạnh thứ hai mươi chín của phương án này là môđun công suất theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ hai mươi hai đến thứ hai mươi tám, trong đó mặt phân cách giữa ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền và chất hàn không chì được phủ Ni và Sn theo thứ tự từ mặt vật liệu nền.

Theo khía cạnh này, có thể cải thiện độ bám dính của vật liệu nền được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp và chất hàn không chì.

Môđun công suất theo khía cạnh thứ ba mươi của phương án này là môđun công suất theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ hai mươi hai đến thứ hai mươi chín, trong đó ít nhất một trong số chiều dày của chất hàn không chì mà bề mặt thứ nhất được phủ và chiều dày của chất hàn không chì mà bề mặt thứ hai được phủ nằm trong khoảng từ 20 đến 100 μ m.

Môđun công suất theo khía cạnh thứ ba mươi một của phương án này là môđun công suất theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ hai mươi hai đến thứ ba mươi, trong đó ít nhất một trong số tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền và chất hàn không chì mà bề mặt thứ nhất được phủ và tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền và chất hàn không chì mà bề mặt thứ hai được phủ nằm trong khoảng từ 2:1 đến 10:1.

Môđun công suất theo khía cạnh thứ ba mươi hai của phương án này là môđun công suất theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ hai mươi hai đến thứ ba mươi một, trong đó điểm nóng chảy của chất hàn không chì cao hơn hoặc bằng 210°C. Điểm nóng chảy của chất hàn không chì có thể cao hơn hoặc bằng 230°C.

Theo khía cạnh này, ngay cả khi nhiệt độ của vật liệu liên kết phân lớp đạt đến nhiệt độ cao bằng hoặc cao hơn 200°C do sự tăng nhiệt độ vận hành của thiết bị bán dẫn công suất, có thể ngăn việc chất hàn không chì được bao gồm trong vật liệu liên kết phân bị nóng chảy gây ra hư hỏng.

Một ví dụ cụ thể của phương án được mô tả chi tiết dưới đây dựa vào các hình vẽ kèm theo. Lưu ý rằng, trong phần mô tả sau đây và các hình vẽ được đề cập trong phần

mô tả sau đây, các ký hiệu và số chỉ dẫn giống nhau được sử dụng cho các phần có thể được tạo kết cấu giống nhau. Phần giải thích thừa của các phần này được lược bỏ.

(Vật liệu liên kết phân lớp)

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt dọc thể hiện kết cấu giản lược của vật liệu liên kết phân lớp 10 theo phương án.

Như được thể hiện trên Fig.1, vật liệu liên kết phân lớp 10 bao gồm vật liệu nền 11 và các mảnh chất hàn không chỉ 12a và 12b mà bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền 11 được phủ.

Trong vật liệu liên kết phân lớp 10, vật liệu nền 11 được làm từ vật liệu có hệ số giãn nở tuyến tính nằm trong khoảng từ 5,5 đến 15,5ppm/K. Vật liệu nền 11 tốt hơn là có hệ số giãn nở tuyến tính nằm trong khoảng từ 5,9 đến 14,4ppm/K và đặc biệt tốt hơn là có hệ số giãn nở tuyến tính nằm trong khoảng từ 7,0 đến 11,6ppm/K. Cụ thể là, ví dụ, vật liệu trên cơ sở Cu-W hoặc vật liệu trên cơ sở Cu-Mo được sử dụng làm vật liệu nền 11. Vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo có thể được sử dụng làm vật liệu nền 11. Vật liệu bất kỳ trong số vật liệu compozit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu compozit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, và vật liệu compozit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo có thể được sử dụng làm vật liệu nền 11. Khi vật liệu nền 11 được làm từ vật liệu compozit, tỷ lệ chiều dày của vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, vật liệu trên cơ sở Cu-W hoặc vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo được đặt ở tâm và vật liệu trên cơ sở Cu được xếp chồng trên một bề mặt của nó có thể nằm trong khoảng, ví dụ, từ 4:1 đến 1:2.

Lưu ý rằng, trong bản mô tả này, vật liệu trên cơ sở Cu-W nghĩa là vật liệu có hàm lượng Cu và W lớn nhất theo tỷ lệ khối lượng trong số các nguyên tố cấu thành vật liệu. Tổng các hàm lượng Cu và W tốt hơn là 50% hoặc cao hơn theo tỷ lệ khối lượng đối với toàn bộ vật liệu. Vật liệu trên cơ sở Cu-W có thể bao gồm các nguyên tố khác

ngoài Cu và W dưới dạng các tạp chất. Vật liệu trên cơ sở Cu-Mo nghĩa là vật liệu có hàm lượng Cu và Mo lớn nhất theo tỷ lệ khối lượng trong số các nguyên tố cấu thành vật liệu. Tổng các hàm lượng Cu và Mo tốt hơn là 50% hoặc cao hơn theo tỷ lệ khối lượng đối với toàn bộ vật liệu. Vật liệu trên cơ sở Cu-Mo có thể bao gồm các nguyên tố khác ngoài Cu và Mo dưới dạng các tạp chất.

Do hệ số giãn nở nhiệt tăng khi hàm lượng Cu của vật liệu nền 11 tăng, nên hàm lượng Cu của vật liệu nền 11 tốt hơn nhỏ hơn hoặc bằng 60% theo tỷ lệ khối lượng.

Do độ dẫn nhiệt được cải thiện khi hàm lượng Cu của vật liệu nền 11 tăng, nên hàm lượng Cu của vật liệu nền 11 tốt hơn cao hơn hoặc bằng 15% theo tỷ lệ khối lượng.

Như được thể hiện trên Fig.1, bề mặt thứ nhất (theo ví dụ minh họa, bề mặt trên) và bề mặt thứ hai (theo ví dụ minh họa, bề mặt dưới) của vật liệu nền 11 được phủ bởi các mảnh chất hàn không chì 12a và 12b, một cách tương ứng.

Vật liệu của các mảnh chất hàn không chì 12a và 12b không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, hợp kim trên cơ sở SnAgCu hoặc dạng tương tự có thể được sử dụng. Lưu ý rằng, hợp kim trên cơ sở SnAgCu nghĩa là hợp kim có hàm lượng Sn, Ag và Cu lớn nhất theo tỷ lệ khối lượng trong số các nguyên tố cấu thành hợp kim. Tổng các hàm lượng của Sn, Ag và Cu tốt hơn là 50% hoặc cao hơn theo tỷ lệ khối lượng đối với toàn bộ hợp kim. Hợp kim trên cơ sở SnAgCu có thể bao gồm các nguyên tố khác ngoài Sn, Ag và Cu dưới dạng các tạp chất. Cụ thể là, ví dụ, SAC305 ($\text{Sn}_{3,0}\text{Ag}_{0,5}\text{Cu}$) có thể được sử dụng làm các mảnh chất hàn không chì 12a và 12b.

Chất hàn không chì 12a mà bề mặt thứ nhất được phủ và chất hàn không chì 12b mà bề mặt thứ hai được phủ có thể có cùng thành phần hoặc có thể có các thành phần khác nhau.

Điểm nóng chảy của các mảnh chất hàn không chì 12a và 12b tốt hơn là cao hơn hoặc bằng 210°C và có thể cao hơn hoặc bằng 230°C , có thể cao hơn hoặc bằng 240°C hoặc có thể cao hơn hoặc bằng 250°C .

Ít nhất một trong số chiều dày của chất hàn không chì 12a mà bề mặt thứ nhất được phủ và chiều dày của chất hàn không chì 12b mà bề mặt thứ hai được phủ tốt hơn

là nằm trong khoảng từ 20 đến 100 μ m. Cả chiều dày của chất hàn không chì 12a mà bề mặt thứ nhất được phủ và chiều dày của chất hàn không chì 12b mà bề mặt thứ hai được phủ có thể nằm trong khoảng từ 20 đến 100 μ m.

Ít nhất một trong số tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền 11 và chất hàn không chì 12a mà bề mặt thứ nhất được phủ và tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền 11 và chất hàn không chì 12b mà bề mặt thứ hai được phủ tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2:1 đến 10:1. Cả tỷ số của các chiều dày của vật liệu nền 11 và chất hàn không chì 12a mà bề mặt thứ nhất được phủ và tỷ số của các chiều dày vật liệu nền 11 và chất hàn không chì 12b mà bề mặt thứ hai được phủ có thể nằm trong khoảng từ 2:1 đến 10:1.

Việc phủ các mảnh chất hàn không chì 12a và 12b được thực hiện theo phương pháp hiện có như phương pháp mạ. Các chiều dày của lớp phủ có thể được điều chỉnh bằng cách tráng.

Như được thể hiện trên Fig.1, mặt phân cách giữa ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền 11 và chất hàn không chì 12a hoặc 12b tốt hơn là được phủ lót (ví dụ, mạ) với Ni và Sn theo thứ tự từ mặt vật liệu nền 11. Do mặt phân cách giữa vật liệu nền 11 và Sn được phủ lót bởi Ni, sự khuếch tán của Sn vào mặt vật liệu nền 11 có thể được ngăn chặn. Do Sn được phủ lót lên Ni, nên dễ dàng thực hiện việc phủ các miếng hàn không chì 12a và 12b. Do đó, độ bám dính của vật liệu nền 11 và các mảnh chất hàn không chì 12a và 12b được cải thiện. Các mặt phân cách giữa cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền 11 và các mảnh chất hàn không chì 12a và 12b có thể được phủ lót (ví dụ, mạ) với Ni và Sn theo thứ tự từ mặt vật liệu nền 11.

Theo ví dụ minh họa, lớp phủ lót thứ nhất 13a, bằng cách xử lý lớp phủ lót, được tạo ra giữa bề mặt thứ nhất của vật liệu nền 11 và chất hàn không chì 12a. Lớp phủ lót thứ hai 13b, bằng cách xử lý lớp phủ lót, được tạo ra giữa bề mặt thứ hai của vật liệu nền 11 và chất hàn không chì 12b.

(Bộ bán dẫn, môđun công suất)

Sau đó, bộ bán dẫn 20 theo phương án này được mô tả dựa vào Fig.2. Lưu ý rằng, trong bản mô tả này, khi thiết bị bán dẫn 22 được bao gồm trong bộ bán dẫn 20 là thiết

bị bán dẫn công suất, bộ bán dẫn 20 này (nghĩa là, bộ bán dẫn công suất) đôi khi được gọi là môđun công suất.

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt dọc thể hiện kết cấu giản lược của bộ bán dẫn 20 theo phương án này.

Như được thể hiện trên Fig.2, bộ bán dẫn 20 bao gồm chất nền 21, thiết bị bán dẫn 22 được bố trí trên chất nền 21 và vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a liên kết chất nền 21 và thiết bị bán dẫn 22.

Kết cấu của vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a giống với kết cấu của vật liệu liên kết phân lớp 10 theo phương án được mô tả ở trên. Phần mô tả kết cấu của vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a được lược bỏ.

Kiểu chất nền 21 không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, chất nền DBC (Direct Bonded Copper – Đồng được liên kết trực tiếp) hoặc chất nền DBA (Direct Bonded Aluminum - Nhôm được liên kết trực tiếp) được sử dụng.

Như được thể hiện trên Fig.2, thiết bị bán dẫn 22 được bố trí trên chất nền 21 thông qua vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a. Chất nền 21 và thiết bị bán dẫn 22 được liên kết bởi vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a.

Kiểu thiết bị bán dẫn 22 không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, thiết bị bán dẫn công suất như tranzito công suất hoặc điốt công suất được sử dụng. Trong trường hợp này, ngay cả khi nhiệt độ của vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a đạt đến nhiệt độ cao bằng hoặc cao hơn 200°C do sự tăng nhiệt độ vận hành của thiết bị bán dẫn 22, nếu điểm nóng chảy của các mảnh chất hàn không chì 12a và 12b cao hơn hoặc bằng 210°C trong vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a, thì có thể ngăn việc các mảnh chất hàn không chì 12a và 12b bị nóng chảy gây ra hư hỏng.

Theo phương án này, như được thể hiện trên Fig.2, bộ bán dẫn 20 còn bao gồm phần tỏa nhiệt 23 được bố trí trên chất nền 21 và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai 10b liên kết chất nền 21 và phần tỏa nhiệt 23.

Kết cấu của vật liệu liên kết phân lớp thứ hai 10b giống với kết cấu của vật liệu liên kết phân lớp 10 theo phương án được mô tả ở trên. Phần mô tả kết cấu của vật liệu

liên kết phân lớp thứ hai 10b được lược bỏ.

Như được thể hiện trên Fig.2, phần tỏa nhiệt 23 được bố trí ở phía đối diện của thiết bị bán dẫn 22 trên chất nền 21 thông qua vật liệu liên kết phân lớp thứ hai 10b. Chất nền 21 và phần tỏa nhiệt 23 được liên kết bởi vật liệu liên kết phân lớp thứ hai 10b.

Theo một ví dụ được thể hiện trên Fig.2, phần tỏa nhiệt 23 bao gồm tấm tỏa nhiệt 23a và cánh tản nhiệt 23b được gắn chặt và cố định vào một bề mặt (theo ví dụ minh họa, bề mặt dưới) của tấm tỏa nhiệt 23a. Bề mặt còn lại (theo ví dụ minh họa, bề mặt trên) của tấm tỏa nhiệt 23a được gắn chặt và cố định vào vật liệu liên kết phân lớp thứ hai 10b. Vật liệu có độ dẫn nhiệt cao được sử dụng làm vật liệu của phần tỏa nhiệt 23. Ví dụ, CuMo hoặc CuW được sử dụng.

Khi các tác giả sáng chế thực hiện thực tế việc xác minh với thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội được mô tả dưới đây, các tác giả nhận thấy rằng, theo phương án này được mô tả ở trên, có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết, cụ thể là trong môi trường nhiệt độ cao và đạt được độ bền cao. Theo ý tưởng của các tác giả sáng chế, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền 11 được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai 10b nằm giữa hệ số giãn nở tuyến tính của thiết bị bán dẫn 22 và hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền 21 và phần tỏa nhiệt 23 và được cân bằng. Do đó, có thể cho rằng, có thể làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết giữa thiết bị bán dẫn 22 và chất nền 21 và phần liên kết giữa chất nền 21 và phần tỏa nhiệt 23 do sự chênh lệch CTE giữa thiết bị bán dẫn 22 và chất nền 21 và phần tỏa nhiệt 23, cụ thể là trong môi trường nhiệt độ cao.

Theo phương án này, vật liệu nền 11 được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai 10b được làm từ vật liệu bất kỳ trong số vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, vật liệu composit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu composit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, và vật liệu composit thu được bằng cách xếp chồng vật liệu trên cơ sở Cu trên cả bề mặt thứ

nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo. Do vật liệu nền 11 có độ dẫn nhiệt cao, nên có thể ngăn chặn sự tăng nhiệt độ quá mức trong phần liên kết, nên chính sự biến dạng nhiệt xảy ra trong phần liên kết được giảm xuống và kết quả là tác động một cách có lợi hơn đối với việc kéo dài tuổi thọ của sản phẩm bộ bán dẫn 20.

Theo phương án này, hàm lượng Cu của vật liệu nền 11 được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai 10b nhỏ hơn hoặc bằng 60%. Do đó, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền 11 là thấp hơn. Có thể làm giảm hơn nữa sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết do sự chênh lệch CTE, cụ thể là, trong môi trường nhiệt độ cao.

Theo phương án này, hàm lượng Cu của vật liệu nền 11 được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai 10b cao hơn hoặc bằng 15%. Do đó, độ dẫn nhiệt của vật liệu nền 11 được cải thiện và chính sự biến dạng nhiệt xảy ra trong phần liên kết có thể được giảm hơn nữa.

Theo phương án này, trong vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai 10b, mặt phân cách giữa ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền 11 và chất hàn không chì 12a hoặc 12b được phủ lót với Ni và Sn theo thứ tự từ mặt vật liệu nền 11. Do đó, có thể cải thiện độ bám dính của vật liệu nền 11 và các mảnh chất hàn không chì 12a và 12b.

Theo phương án này, trong vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai 10b, điểm nóng chảy của các mảnh chất hàn không chì 12a và 12b cao hơn hoặc bằng 210°C. Do đó, ngay cả khi nhiệt độ của vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai 10b đạt đến nhiệt độ cao bằng hoặc cao hơn 200°C do sự tăng nhiệt độ vận hành của thiết bị bán dẫn 22, các mảnh chất hàn không chì 12a và 12b được bao gồm trong vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất 10a và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai 10b có thể được ngăn chặn không bị nóng chảy gây ra hư hỏng.

(Các ví dụ)

Các ví dụ cụ thể theo phương án này sẽ được mô tả.

Như được thể hiện trên Fig.3 và Fig.4, các tác giả sáng chế đã chuẩn bị các vật liệu liên kết (hình vuông cạnh 6,5mm) của các ví dụ từ 1 đến 20 và các ví dụ so sánh từ 1 đến 7 và các mẫu được tạo thu được bằng cách liên kết chất nền (hình vuông cạnh 20mm; khối Cu có chiều dày 2mm) và thiết bị bán dẫn (hình vuông cạnh 5,5mm; chip Si có chiều dày 0,4mm) sử dụng các vật liệu liên kết. Sau đó, các tác giả sáng chế đã thực hiện thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội đối với các mẫu sử dụng thiết bị thử va đập nguội TSA-71L-A (được sản xuất bởi Espec Corporation) trong điều kiện thử nghiệm có nhiệt độ từ -40°C đến $+150^{\circ}\text{C}$ (thời gian tiếp xúc là 0,5 giờ). Các tác giả sáng chế đã thực hiện quan sát SAT đối với các mẫu tại các thời điểm trước khi thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội, sau 250 chu trình, sau 500 chu trình và sau 1000 chu trình từ mỗi trong số mặt chip Si và mặt nền Cu bằng thiết bị video siêu âm FineSAT FAS200II (được sản xuất bởi Hitachi Kenki Fine Tech Co., Ltd.), tính toán tỷ lệ diện tích phần khuyết tật của phần liên kết từ hình ảnh quan sát SAT và đánh giá tỷ lệ thay đổi của tỷ lệ diện tích phần khuyết tật (tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật). Tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật được tính bởi biểu thức (1) sau đây.

Biểu thức (1)

Tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật (%) = $\{(\text{tỷ lệ diện tích phần khuyết tật sau 1000 chu trình} - \text{tỷ lệ diện tích phần khuyết tật trước khi thử nghiệm chu trình gia nhiệt và làm nguội}) / \text{tỷ lệ diện tích phần khuyết tật sau 1000 chu trình} \} \times 100$

Hàng “tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật” trên Fig.3 và Fig.4 chỉ ra kết quả thử nghiệm. Trên Fig.3 và Fig.4, tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật là “ $\odot$ ” chỉ ra rằng tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật trên mặt chip Si là thấp hơn 50% và tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật trên mặt nền Cu là thấp hơn 99,5%. Tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật là “ $\circ$ ” chỉ ra rằng tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật trên mặt chip Si là thấp hơn 50% nhưng tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật trên mặt nền Cu là cao hơn hoặc bằng 99,5%. Tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật là “ $\times$ ” chỉ ra rằng tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật trên mặt chip Si là cao hơn hoặc bằng 50%.

Fig.5 là biểu đồ cột thể hiện các tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật của các ví dụ 1 và 2 và các ví dụ so sánh 1 và 2 để so sánh. Fig.6 là biểu đồ cột thể hiện các tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật của các ví dụ 3 và 4 và ví dụ so sánh 3 để so sánh. Fig.7 là biểu đồ cột

thể hiện các tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật của các ví dụ 5 và 6 và các ví dụ so sánh 4 đến 5 để so sánh.

Như được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.7, trong tất cả các ví dụ từ 1 đến 20, đã xác nhận được rằng, tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật trên mặt chip Si sau 1000 chu trình là thấp hơn 50%, sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết trên mặt chip Si, cụ thể là, trong môi trường nhiệt độ cao đã được giảm thành công và độ bền là cao. Mặt khác, như được thể hiện trên Fig.4, theo các ví dụ so sánh từ 1 đến 7, đã xác nhận được rằng, tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật trên mặt chip Si sau 1000 chu trình là cao hơn hoặc bằng 50% (trong các ví dụ so sánh từ 1 đến 5 là cao hơn hoặc bằng 80%), sự biến dạng xảy ra ở phần liên kết trên mặt chip Si, cụ thể là, trong môi trường nhiệt độ cao không được giảm thành công và độ bền là thấp. Trong các ví dụ từ 1 đến 20, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,9 đến 14,4ppm/K. Mặt khác, trong các ví dụ so sánh 1 và 4, vật liệu nền không có mặt, trong các ví dụ so sánh 2, 3 và 5, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền là cao, đạt đến 17,1ppm/K và trong các ví dụ so sánh 6 và 7, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền là thấp, từ 4,6 đến 5,2ppm/K. Do đó, trong vật liệu liên kết phân lớp trong đó bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền được phủ bởi chất hàn không chì, nếu hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,5 (giữa 5,9 và 4,6) đến 15,5 (giữa 14,4 và 17,1)ppm/K, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5,9 đến 14,4ppm/K, thì tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật trên mặt chip Si sau 1000 chu trình là thấp hơn 50%. Có thể coi là có thể giảm bớt, cụ thể là sự biến dạng xảy ra ở phần liên kết trên mặt chip Si và đạt được độ bền cao.

Như được thể hiện trên Fig.3 và Fig.4, trong các ví dụ từ 1 đến 6, 9 đến 10 và từ 12 đến 18, đã xác nhận được rằng, tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật trên mặt nền Cu là thấp hơn 99,5% và hiệu quả làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết trên mặt nền Cu là cao hơn. Trong khi hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 7,0 đến 11,6ppm/K trong các ví dụ từ 1 đến 6, 9 đến 10 và từ 12 đến 18, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,9 đến 6,8ppm/K trong các ví dụ 7 đến 8 và 11 và hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 13,8 đến 14,4ppm/K trong các ví dụ 19 và 20. Theo đó, trong vật liệu liên kết phân lớp trong đó bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền được phủ bởi chất hàn không chì, để

có hiệu quả làm giảm sự biến dạng xảy ra trong phần liên kết cao hơn và đạt được độ bền cao hơn, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền được cho rằng tốt hơn là nằm trong khoảng từ 7,0 đến 11,6ppm/K.

Phương án này và các phương án cải biến được mô tả ở trên bằng hình minh họa. Tuy nhiên, phạm vi của sáng chế không bị giới hạn ở phương án này và các phương án cải biến và có thể được thay đổi và sửa đổi theo mục đích trong phạm vi được bộc lộ trong các điểm yêu cầu bảo hộ. Phương án này và các phương án cải biến có thể được kết hợp nếu thích hợp trong phạm vi trong đó các nội dung xử lý không mâu thuẫn với nhau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu liên kết phân lớp, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,5 đến 15,5ppm/K và bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền được phủ bởi chất hàn không chì,

vật liệu nền được làm từ vật liệu bất kỳ trong số vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu trên cơ sở Cu-Mo và vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, và

mặt phân cách ở giữa ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền và chất hàn không chì được phủ với Ni và Sn theo thứ tự từ mặt vật liệu nền.

2. Vật liệu liên kết phân lớp theo điểm 1, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,9 đến 14,4ppm/K.

3. Vật liệu liên kết phân lớp theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 7,0 đến 11,6ppm/K.

4. Vật liệu liên kết phân lớp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó hàm lượng Cu của vật liệu nền nhỏ hơn hoặc bằng 60%.

5. Vật liệu liên kết phân lớp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó hàm lượng Cu của vật liệu nền là cao hơn hoặc bằng 15%.

6. Vật liệu liên kết phân lớp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó ít nhất một trong số chiều dày của chất hàn không chì mà bề mặt thứ nhất được phủ và chiều dày của chất hàn không chì mà bề mặt thứ hai được phủ nằm trong khoảng từ 20 đến 100 μ m.

7. Vật liệu liên kết phân lớp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó ít nhất một trong số tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền và chất hàn không chì mà bề mặt thứ nhất được phủ và tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền và chất hàn không chì mà bề mặt thứ hai được phủ nằm trong khoảng từ 2:1 đến 10:1.

8. Vật liệu liên kết phân lớp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó điểm nóng chảy của chất hàn không chì cao hơn hoặc bằng 210°C.

9. Vật liệu liên kết phân lớp theo điểm 8, trong đó điểm nóng chảy của chất hàn không chỉ cao hơn hoặc bằng 230°C .

10. Bộ bán dẫn bao gồm:

chất nền;

thiết bị bán dẫn được bố trí trên chất nền; và

vật liệu liên kết phân lớp được bố trí giữa chất nền và thiết bị bán dẫn và liên kết chất nền và thiết bị bán dẫn, trong đó

trong vật liệu liên kết phân lớp, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,5 đến 15,5ppm/K và bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền được phủ bởi chất hàn không chì,

vật liệu nền được làm từ vật liệu bất kỳ trong số vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, và vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo và

mặt phân cách giữa ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền và chất hàn không chì được phủ lót với Ni và Sn theo thứ tự từ mặt vật liệu nền.

11. Bộ bán dẫn bao gồm:

chất nền;

thiết bị bán dẫn được bố trí trên chất nền;

vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất được bố trí giữa chất nền và thiết bị bán dẫn và liên kết chất nền và thiết bị bán dẫn;

phần tỏa nhiệt được bố trí ở phía đối diện của thiết bị bán dẫn trên chất nền; và

vật liệu liên kết phân lớp thứ hai được bố trí giữa chất nền và phần tỏa nhiệt và liên kết chất nền và phần tỏa nhiệt, trong đó

trong ít nhất một trong số vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,5 đến 15,5ppm/K, và bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền được phủ bởi chất hàn không chì,

vật liệu nền được làm từ vật liệu bất kỳ trong số vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, và vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, và

mặt phân cách giữa ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền và chất hàn không chì được phủ lót với Ni và Sn theo thứ tự từ mặt vật liệu nền.

12. Bộ bán dẫn theo điểm 10 hoặc điểm 11, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,9 đến 14,4ppm/K.

13. Bộ bán dẫn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 12, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 7,0 đến 11,6ppm/K.

14. Bộ bán dẫn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 13, trong đó hàm lượng Cu của vật liệu nền nhỏ hơn hoặc bằng 60%.

15. Bộ bán dẫn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 14, trong đó hàm lượng Cu của vật liệu nền cao hơn hoặc bằng 15%.

16. Bộ bán dẫn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 15, trong đó ít nhất một trong số chiều dày của chất hàn không chì mà bề mặt thứ nhất được phủ và chiều dày của chất hàn không chì mà bề mặt thứ hai được phủ nằm trong khoảng từ 20 đến 100 μ m.

17. Bộ bán dẫn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 16, trong đó ít nhất một trong số tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền và chất hàn không chì mà bề mặt thứ nhất được phủ và tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền và chất hàn không chì mà bề mặt thứ hai được phủ nằm trong khoảng từ 2:1 đến 10:1.

18. Bộ bán dẫn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 10 đến điểm 17, trong đó điểm nóng chảy của chất hàn không chì cao hơn hoặc bằng 210°C.

19. Bộ bán dẫn theo điểm 18, trong đó điểm nóng chảy của chất hàn không chì cao hơn hoặc bằng 230°C.

20. Môđun công suất bao gồm:

chất nền;

thiết bị bán dẫn công suất được bố trí trên chất nền; và

vật liệu liên kết phân lớp được bố trí giữa chất nền và thiết bị bán dẫn công suất và liên kết chất nền và thiết bị bán dẫn công suất, trong đó

trong vật liệu liên kết phân lớp, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,5 đến 15,5ppm/K, và bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền được phủ bởi chất hàn không chì,

vật liệu nền được làm từ vật liệu bất kỳ trong số vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, và vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, và

mặt phân cách giữa ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền và chất hàn không chì được phủ lót với Ni và Sn theo thứ tự từ mặt vật liệu nền.

21. Môđun công suất bao gồm:

chất nền;

thiết bị bán dẫn công suất được bố trí trên chất nền;

vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất được bố trí giữa chất nền và thiết bị bán dẫn công suất và liên kết chất nền và thiết bị bán dẫn công suất;

phần tỏa nhiệt được bố trí ở phía đối diện của thiết bị bán dẫn công suất trên chất nền; và

vật liệu liên kết phân lớp thứ hai được bố trí giữa chất nền và phần tỏa nhiệt và liên kết chất nền và phần tỏa nhiệt, trong đó

trong ít nhất một trong số vật liệu liên kết phân lớp thứ nhất và vật liệu liên kết phân lớp thứ hai, hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,5 đến 15,5ppm/K, và bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền được phủ bởi chất hàn không chì,

vật liệu nền được làm từ vật liệu bất kỳ trong số vật liệu trên cơ sở Cu-W, vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, và vật liệu phân lớp của vật liệu trên cơ sở Cu-W và vật liệu trên cơ sở Cu-Mo, và

mặt phân cách giữa ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai của vật liệu nền và chất hàn không chì được phủ lót với Ni và Sn theo thứ tự từ mặt vật liệu nền.

22. Môđun công suất theo điểm 20 hoặc điểm 21, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 5,9 đến 14,4ppm/K.

23. Môđun công suất theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 22, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu nền nằm trong khoảng từ 7,0 đến 11,6ppm/K.

24. Môđun công suất theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 23, trong đó hàm lượng Cu của vật liệu nền nhỏ hơn hoặc bằng 60%.

25. Môđun công suất theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 24, trong đó hàm lượng Cu của vật liệu nền cao hơn hoặc bằng 15%.

26. Môđun công suất theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 25, trong đó ít nhất một trong số chiều dày của chất hàn không chì mà bề mặt thứ nhất được phủ và chiều dày của chất hàn không chì mà bề mặt thứ hai được phủ nằm trong khoảng từ 20 đến 100 μ m.

27. Môđun công suất theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 26, trong đó ít nhất một trong số tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền và chất hàn không chì mà bề mặt thứ nhất được phủ và tỷ lệ chiều dày của vật liệu nền và chất hàn không chì mà bề mặt thứ hai được phủ nằm trong khoảng từ 2:1 đến 10:1.

28. Môđun công suất theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 27, trong đó điểm nóng chảy của chất hàn không chì cao hơn hoặc bằng 210⁰C.

29. Môđun công suất theo điểm 28, trong đó điểm nóng chảy của chất hàn không chì cao hơn hoặc bằng 230⁰C.

1/4

FIG. 1

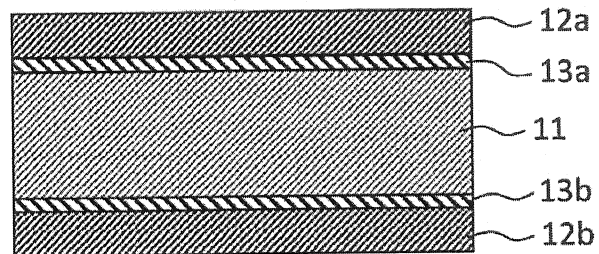
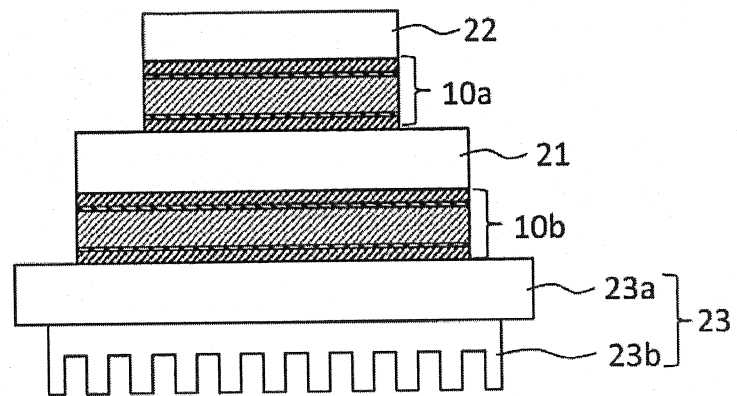
10

FIG. 2

20

2/4

FIG. 3

	Vật liệu nền	Hệ số giãn nở tuyến tính [ppm/K]	Độ dẫn nhiệt [W/(m·K)]	Chiều dày của vật liệu nền [μm]	Chất hàn	Chiều dày chất hàn [μm]	Tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật
Ví dụ 1	15Cu-85W	7,0	184	200	SAC305 (Sn-3.0Ag-0.5Cu)	50	◎
Ví dụ 2	30Cu-70Mo	7,7	195	200	SAC305	50	◎
Ví dụ 3	15Cu-85W	7,0	184	200	SAC305	20	◎
Ví dụ 4	30Cu-70Mo	7,7	195	200	SAC305	20	◎
Ví dụ 5	15Cu-85W	7,0	184	200	SAC305	100	◎
Ví dụ 6	30Cu-70Mo	7,7	195	200	SAC305	100	◎
Ví dụ 7	6Cu-94W	5,9	141	200	SAC305	50	○
Ví dụ 8	10Cu-90W	6,5	174	200	SAC305	50	○
Ví dụ 9	20Cu-80W	7,9	200	200	SAC305	50	◎
Ví dụ 10	30Cu-70W	9,4	251	200	SAC305	50	◎
Ví dụ 11	15Cu-85Mo	6,8	148	200	SAC305	50	○
Ví dụ 12	35Cu-65Mo	8,2	210	200	SAC305	50	◎
Ví dụ 13	40Cu-60Mo	8,8	220	200	SAC305	50	◎
Ví dụ 14	50Cu-50Mo	9,9	252	200	SAC305	50	◎
Ví dụ 15	60Cu-40Mo	11,5	275	200	SAC305	50	◎

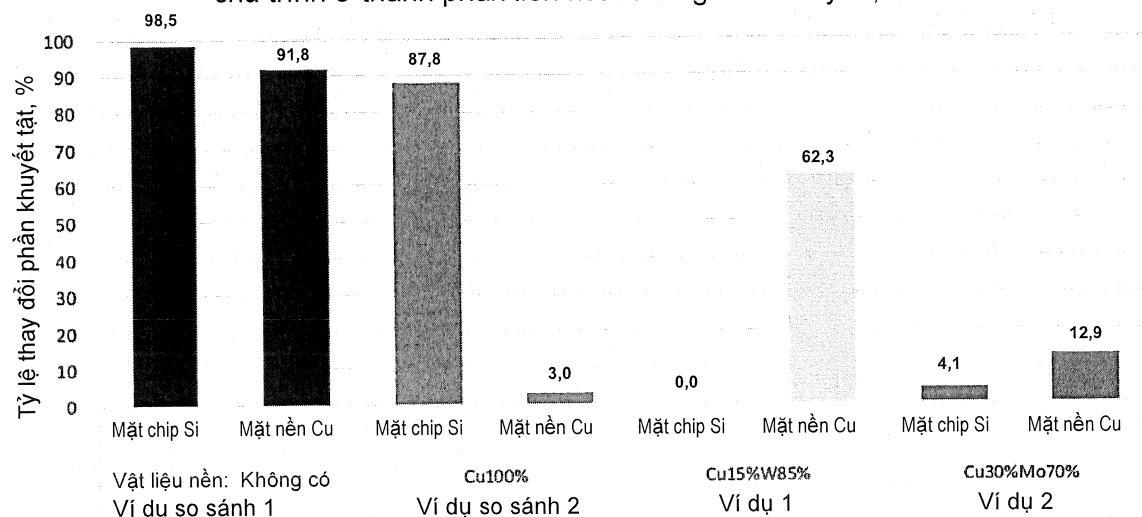
3/4

FIG. 4

	Vật liệu nền	Hệ số giãn nở tuyến tính [ppm/K]	Độ dẫn nhiệt [W/(m·K)]	Chiều dày của vật liệu nền [μm]	Chất hàn	Chiều dày của chất hàn [μm]	Tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật
Ví dụ 16	Cu/30Cu-70Mo/Cu (Tỷ lệ chiều dày 1:4:1)	7,7	200	200	SAC305	50	⊙
Ví dụ 17	Cu/30Cu-70Mo/Cu (Tỷ lệ chiều dày 2:3:2)	10,6	235	200	SAC305	50	⊙
Ví dụ 18	Cu/30Cu-70Mo/Cu (Tỷ lệ chiều dày 1:1:1)	11,6	260	200	SAC305	50	⊙
Ví dụ 19	Cu/30Cu-70Mo/Cu (Tỷ lệ chiều dày 2:1:2)	14,4	300	200	SAC305	50	○
Ví dụ 20	Cu/50Cu-50Mo/Cu (Tỷ lệ chiều dày 1:1:1)	13,8	300	200	SAC305	50	○
Ví dụ so sánh 1	Không có	-	-	-	SAC305	300	×
Ví dụ so sánh 2	100Cu	17,1	394	200	SAC305	50	×
Ví dụ so sánh 3	100Cu	17,1	394	200	SAC305	20	×
Ví dụ so sánh 4	Không có	-	-	-	SAC305	400	×
Ví dụ so sánh 5	100Cu	17,1	394	200	SAC305	100	×
Ví dụ so sánh 6	W	4,6	142	200	SAC305	50	×
Ví dụ so sánh 7	Mo	5,2	167	200	SAC305	50	×

FIG. 5

Tỷ lệ thay đổi phần khuyết tật từ ban đầu đến sau 1000 chu trình ở thành phần liên kết có tổng chiều dày t0,3



4/4

FIG. 6

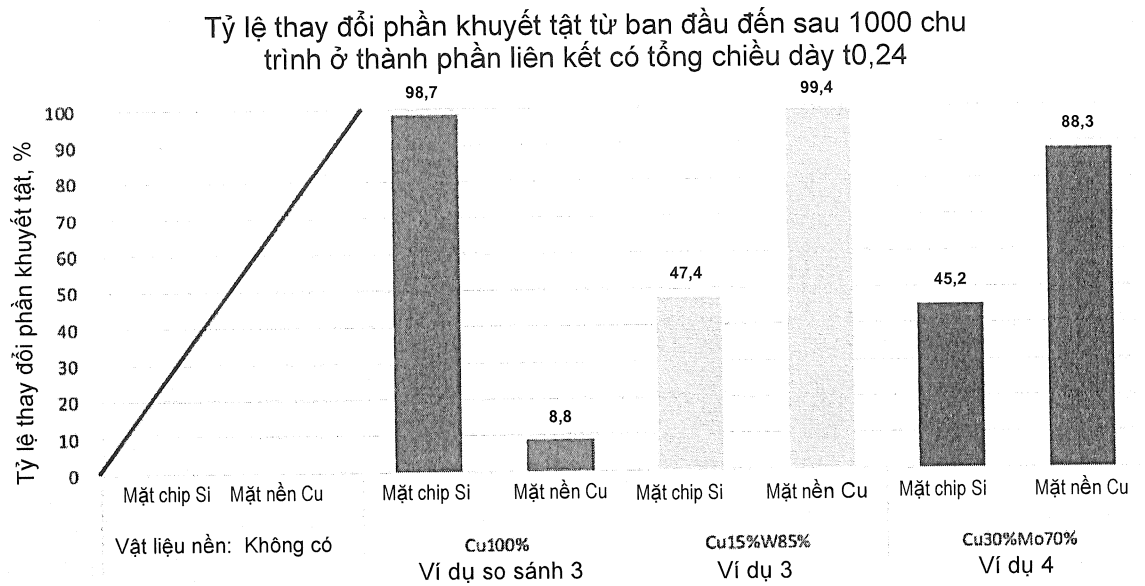


FIG. 7

