



(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)



1-0025994

(51)⁷ B23K 35/26; C22C 13/02; C22C 13/00 (13) B

(21) 1-2015-03632

(22) 03/04/2014

(86) PCT/JP2014/059902 03/04/2014

(87) WO 2014/163167 A1 09/10/2014

(30) 2013-077289 02/04/2013 JP

(45) 26/10/2020 391

(43) 25/01/2016 334A

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

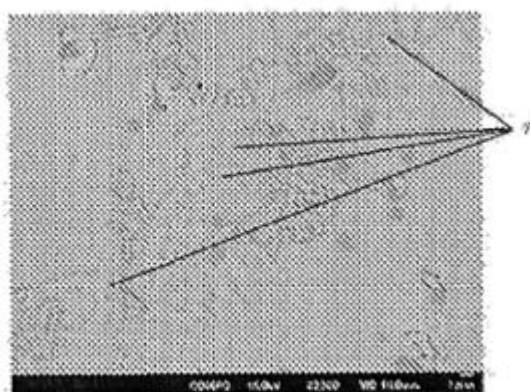
23, Senju-hashido-cho, Adachi-ku, Tokyo 120-8555 Japan

(72) YOSHIKAWA Shunsaku (JP); HIRAI Naoko (JP); TACHIBANA Ken (JP);
TACHIBANA Yoshie (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) HỢP KIM HÀN KHÔNG CHÌ VÀ MẠCH ĐIỆN TỬ TRONG XE

(57) Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn không chì và mạch điện tử trong xe thu được nhờ sử dụng hợp kim hàn này. Với việc tăng mật độ của các mạch điện tử trong xe, không chỉ các vết nứt thông thường ở các mặt phân cách liên kết như giữa tấm nền và nơi gắn thuốc hàn hoặc linh kiện và nơi gắn thuốc hàn mà các vấn đề về nứt mới của các vết nứt xuất hiện trong chất nền Sn ở bên trong thuốc hàn liên kết đã xuất hiện. Để giải quyết vấn đề này, hợp kim hàn không chì chỉ chứa, tính theo % khối lượng: Ag: 1-4, Cu: 0,6-0,8, Sb: 1-5, Ni: 0,01-0,2 và phần còn lại là Sn được sử dụng. Hợp kim hàn này không chỉ có thể chịu các đặc tính xoay vòng nhiệt độ khắc nghiệt từ các nhiệt độ thấp là -40°C đến các nhiệt độ cao là 125°C mà còn có thể chịu các lực bên ngoài xuất hiện khi đi lên trên lề đường hoặc va chạm với xe phía trước trong khoảng thời gian dài.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn không chì, mà có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ cao và chịu va đập do va chạm hoặc loại tương tự, và bộ mạch điện tử trong xe.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các mạch điện tử (dưới đây được gọi là "các mạch điện tử trong xe") thu được bằng cách hàn các phần điện tử như chất bán dẫn và các phần điện trở chip vào các bảng mạch in (dưới đây được gọi là "các bảng in") được lắp trên xe. Mạch điện tử trong xe như vậy được sử dụng trong bộ phận để điều khiển điện các thành phần như động cơ, cơ cấu lái trợ lực và phanh, và bộ phận như vậy là phần an toàn, phần này là rất quan trọng đối với việc di chuyển của xe. Cụ thể là, bộ mạch điện tử trong xe được gọi là ECU (Engine Control Unit – Bộ phận điều khiển động cơ) mà được trang bị mạch điện tử cho phép máy tính điều khiển việc di chuyển của xe và cụ thể là hoạt động của động cơ để nâng cao hiệu suất nhiên liệu phải hoạt động được ở trạng thái ổn định mà không bị lỗi trong khoảng thời gian dài. Nói chung, ECU thường được bố trí ở lân cận của động cơ và trong môi trường hoạt động khá khắc nghiệt. Trong bản mô tả này, bộ mạch điện tử trong xe cũng được gọi đơn giản là "ECU" hoặc "bộ mạch điện tử ECU".

Khi động cơ được quay, vùng lân cận của động cơ, nơi mà mạch điện tử trong xe như vậy được bố trí có nhiệt độ rất cao là 125°C hoặc cao hơn. Mặt khác, khi chuyển động quay động cơ được dừng lại, nhiệt độ không khí bên ngoài vào mùa đông giảm xuống đến -40°C hoặc thấp hơn ở các vùng lạnh như Bắc Mỹ và Siberi. Do đó, mạch điện tử trong xe được đề trong chu kỳ nhiệt nằm trong khoảng từ -40°C hoặc thấp hơn đến +125°C hoặc cao hơn bằng cách vận hành và dừng động cơ lặp đi lặp lại.

Khi mạch điện tử trong xe được bố trí trong khoảng thời gian dài trong môi trường trong đó nhiệt độ thay đổi đáng kể, thì các phần điện tử và bảng in

gây ra giãn nở nhiệt và co nhiệt. Tuy nhiên, do có chênh lệch lớn giữa hệ số của sự nở dài của các phần điện tử được tạo ra chủ yếu từ gốm và sự nở dài của bảng in được làm từ tấm nền thủy tinh epoxy, nên mức độ dịch chuyển nhiệt nhất định nảy sinh ở mỗi phần, nơi mà các phần điện tử được nối vào bảng in bằng cách hàn (dưới đây được gọi là "các phần nối hàn") trong khi sử dụng trong môi trường trên đây và các phần nối hàn được kéo căng lặp lại bởi các sự thay đổi nhiệt độ như vậy. Sau đó, các sự kéo căng như vậy cuối cùng gây ra đứt gãy các phần nối hàn ở các mặt phân cách nối của chúng. Trong mạch điện tử, khi phần nối hàn không bị đứt gãy hoàn toàn mà bị nứt ngay cả ở tỷ lệ nứt lên đến 99%, thì trị số điện trở mạch có thể tăng lên gây ra sự cố ngay cả ở trạng thái dẫn điện. Tình huống mà nứt xảy ra ở phần nối hàn gây ra sự cố của bộ mạch điện tử trong xe và cụ thể là ECU phải được tránh. Như được mô tả trên đây, các đặc tính chu kỳ nhiệt độ là đặc biệt quan trọng đối với bộ mạch điện tử trong xe và cụ thể là ECU, và phần nối hàn, tức là, hợp kim hàn để sử dụng trong đó cũng cần phải sử dụng được ngay cả ở các điều kiện có thể khắc nghiệt nhất.

Thuốc hàn không chỉ dùng cho các xe (WO 2009/011341A, tài liệu sáng chế 1) bao gồm: từ 2,8 đến 4% trọng lượng Ag; từ 1,5 đến 6% trọng lượng Bi; từ 0,8 đến 1,2% trọng lượng Cu; ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chỉ chứa Ni, Fe và Co với tổng lượng là từ 0,005 đến 0,05% trọng lượng; và phần còn lại là Sn được bộc lộ như là thuốc hàn để sử dụng trong bộ mạch điện tử trong xe và cụ thể là ECU mà ở các điều kiện sử dụng khắc nghiệt.

Cũng có mô tả vật liệu hàn (JP 2006-524572 A, tài liệu sáng chế 2) bao gồm hợp kim bao gồm, như là hợp phần hợp kim hàn đơn lẻ, nhỏ hơn hoặc bằng 10% trọng lượng Ag (bạc), nhỏ hơn hoặc bằng 10% trọng lượng Bi (bismut), nhỏ hơn hoặc bằng 10% trọng lượng Sb (antimon) và nhỏ hơn hoặc bằng 3% trọng lượng Cu (đồng) ngoài Sn (thiếc) là thành phần chính, trong đó hợp kim này còn bao gồm nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% trọng lượng Ni (niken).

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: WO 2009/011341

Tài liệu sáng chế 2: JP 2006-524572 A

Theo sự phổ biến của xe lai xe điện, sự dịch chuyển từ các phần cơ học đến các phần điện tử trong xe đang tiếp tục và các mạch điện tử ô tô mà có kích cỡ khoang cũng tương ứng cần giảm kích thước. Do đó, hiển nhiên là, mạch điện tử trong xe mà thông thường được hàn bằng cách hàn theo dòng tiếp theo hàn chảy được hàn trong những năm gần đây bằng cách hàn chảy hai mặt mà theo đó cả hai mặt được đưa vào gắn trên bề mặt bằng nhựa hàn. Điều này làm tăng mật độ của mạch điện tử trong xe, vì vậy gây ra các khuyết tật chế độ vết nứt mà trước đây chưa thấy.

Đồng thời, sáng chế được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 bộc lộ hợp kim hàn có tuổi thọ lâu dài trong môi trường khắc nghiệt. Tuy nhiên, xe được sử dụng làm phương tiện vận chuyển và do đó ít có khả năng được phép đứng yên tại một nơi và đa phần là được sử dụng trên đường hoặc loại tương tự. Vì vậy, khi xe được sử dụng trên đường, đường gồ ghề gây ra các rung động tác dụng vào bộ mạch điện tử trong xe vào mọi lúc và xe có thể chạy trên lề đường hoặc va chạm với xe chạy phía trước. Theo cách này, các lực bên ngoài thường được tác dụng vào bộ mạch điện tử trong xe. Trong trường hợp tai nạn nghiêm trọng gây ra bởi va chạm xe, toàn bộ bộ mạch điện tử trong xe thường được thay thế nhưng khi tai nạn đơn giản, xe thường chỉ nhận sự thay thế bên ngoài. Bộ mạch điện tử trong xe phải chịu không chỉ các môi trường khắc nghiệt mà còn các lực tác dụng từ bên ngoài.

Cụ thể là, gần đây, xe đang được máy tính hóa cùng với sự phổ biến của xe điện và xe lai và các bộ mạch điện tử trong xe cũng được tạo ra có kích cỡ nhỏ hơn và có mật độ cao hơn. Do đó, lượng hàn ở phần nối hàn của mạch điện tử trong xe cũng được giảm đi. Ví dụ, lượng hàn ở phần nối hàn của phần chip cỡ 3216 thông thường là 1,32 mg trên một mặt, trong khi đó, lượng hàn để sử dụng trong mạch điện tử trong xe là nhỏ hơn 0,28 mg trên một mặt. Do đó, trong mạch điện tử thông thường, phần mối hàn nhô lên mặt bên của phần chip như

trên Fig.1 nhưng ở phần nối hàn của mạch điện tử trong xe, mối hàn khó có thể được tạo ra trên mặt bên của phần chip như trên Fig.2. Do đó, chế độ vết nứt mới trong đó vết nứt lan rộng theo đường về cơ bản là thẳng như trên Fig.2 xảy ra ở phần nối hàn của mạch điện tử trong xe và có thể gây ra vấn đề về sự cố.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Sáng chế hướng đến việc phát triển hợp kim hàn mà có độ bền trong khoảng thời gian dài không chỉ các đặc tính chu kỳ nhiệt độ khắc nghiệt bao gồm nhiệt độ thấp là -40°C và nhiệt độ cao là 125°C mà còn lực bên ngoài gây ra bởi việc chạy trên lề đường hoặc va chạm với xe chạy phía trước cũng như bộ mạch điện tử trong xe sử dụng hợp kim hàn.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã thấy rằng có hiệu quả khi tạo ra hợp kim gia cố dung dịch đặc bằng cách bổ sung nguyên tố mà có thể đi vào dung dịch đặc ở pha Sn để chịu lực bên ngoài sau khi xoay vòng nhiệt độ kéo dài, Sb là nguyên tố tối ưu để tạo ra dung dịch đặc và hợp kim gia cố kết tủa, và việc bổ sung Sb vào chất nền Sn tạo thành hợp chất liên kim loại SnSb mịn và cũng có hiệu quả về gia cố kết tủa và phân tán. Sáng chế được hoàn thành từ đó.

Sáng chế đề xuất hợp kim hàn không chỉ bao gồm: từ 1 đến 4% trọng lượng Ag; từ 0,6 đến 0,8% trọng lượng Cu; từ 1 đến 5% trọng lượng Sb; từ 0,01 đến 0,2% trọng lượng Ni; và phần còn lại là Sn. Nó có thể được bổ sung thêm với lượng từ 1,5 đến 5,5% trọng lượng. Ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ Co và Fe có thể được bổ sung thêm với tổng lượng là từ 0,001 đến 0,1% trọng lượng.

Hợp kim theo sáng chế có các đặc tính cấu trúc luyện kim sau đây: Hợp kim hàn bao gồm cấu trúc trong đó Sb đi vào dung dịch đặc trong chất nền Sn; cấu trúc ở trạng thái trong đó Sb đi vào dung dịch đặc theo cách ổn định ở nhiệt độ cao là 125°C chẳng hạn, nhưng Sb đi dần vào dung dịch đặc trong chất nền Sn ở trạng thái quá bão hòa khi nhiệt độ giảm và các chất kết tủa Sb dưới dạng

hợp chất liên kim loại SnSb ở nhiệt độ thấp là -40°C chẳng hạn.

Sáng chế còn đề xuất mạch điện tử trong xe thu được bằng cách hàn nhờ sử dụng hợp kim hàn trên đây và bộ mạch điện tử trong xe có mạch điện tử.

Thuật ngữ "trong xe" hoặc "cho xe" được sử dụng ở đây có nghĩa là mạch điện tử hoặc bộ mạch điện tử được lắp trên xe và cụ thể hơn là, đảm bảo các đặc tính định trước và lắp được trên xe ngay cả khi được sử dụng khi được lắp lại trong môi trường sử dụng khắc nghiệt, tức là, môi trường nhiệt độ nằm trong khoảng từ -40°C đến 125°C . Cụ thể hơn là, mạch điện tử hoặc bộ mạch điện tử có thể chịu thử nghiệm chu kỳ nhiệt được thực hiện trong 3000 chu kỳ ngay cả trong môi trường nhiệt độ như vậy và có độ bền thử nghiệm cắt để đánh giá các lực bên ngoài ngay cả trong điều kiện này.

Hợp kim hàn theo sáng chế tạo thành các chất kết tủa Sb mịn ngay cả sau khi được để trong chu kỳ nhiệt độ và không gây ra hư hại cấu trúc không gây ra hư hại cấu trúc bao gồm việc làm thô hợp chất do các lý do sau đây:

Hợp kim hàn cho xe để được nối bằng cách hàn chảy được đưa vào thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ trong khoảng nhiệt độ từ -40°C đến $+125^{\circ}\text{C}$ bằng cách mô phỏng khu vực thời tiết lạnh đối với nhiệt độ thấp và khoảng động cơ đối với nhiệt độ cao. Theo hợp kim hàn theo sáng chế, bằng cách lặp lại quy trình trong đó Sb được bổ sung lại đi vào dung dịch đặc trong chất nền Sn ở trạng thái nhiệt độ cao là 125°C chẳng hạn và hợp chất liên kim loại SnSb được kết tủa ở trạng thái nhiệt độ thấp là -40°C chẳng hạn, việc làm thô hợp chất liên kim loại SnSb được dừng lại, và hợp chất liên kim loại SnSb mà một khi được làm thô cũng được hòa tan lại trong chất nền Sn ở phía nhiệt độ cao trong suốt thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ. Do đó, hợp chất liên kim loại SnSb mịn được tạo ra để duy trì hợp kim hàn gia cố kết tủa và phân tán.

Tuy nhiên, nếu Sb được bổ sung với lượng lớn hơn 5% trọng lượng, ví dụ, 8% trọng lượng, hợp chất SnSb vào lúc bắt đầu thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ có kích cỡ hạt lớn và không thu được các hạt mịn. Ngoài ra, do nhiệt độ pha lỏng được tăng lên, nên Sb được bổ sung vào hợp kim hàn cũng không hòa tan lại ở

phía nhiệt độ cao và được giữ dưới dạng các hạt tinh thể SnSb gốc. Do đó, ngay cả khi hợp kim hàn được sử dụng lặp lại trong chu kỳ nhiệt độ trên đây, hợp chất liên kim loại SnSb mịn không được tạo ra.

Ngoài ra, nếu Sb được bổ sung với lượng lớn hơn 5% trọng lượng, nhiệt độ pha lỏng của hợp kim hàn được tăng lên. Do đó, việc hàn không thể được thực hiện mà không đánh giá nhiệt độ để gia nhiệt chảy ngược. Dưới các điều kiện chảy ngược cao như vậy, Cu được liên kết trên bề mặt của bảng in tan chảy thành thuốc hàn, nhờ đó lớp hợp chất liên kim loại được làm từ SnCu như Cu_6Sn_5 và có độ dày lớn rất có khả năng được tạo ra ở các phần để hàn vào bảng in, mà dễ làm đứt gãy bảng in và các phần nổi hàn.

Theo sáng chế, Sb được bổ sung vào hợp kim hàn tạo thành các chất kết tủa mịn dưới dạng hợp chất SnSb trong chất nền Sn của hợp kim hàn và trạng thái của các chất kết tủa hợp chất liên kim loại SnSb mịn có thể được giữ trong chất nền Sn ngay cả sau khi chu kỳ nhiệt độ nằm trong khoảng từ -40°C đến $+125^\circ\text{C}$ được lặp lại trong khoảng 3000 chu kỳ. Các chất kết tủa SnSb như vậy ngăn chặn nứt mà ó thể dễ dàng xảy ra ở các mặt phân cách giữa các phần điện tử được làm từ gốm hoặc loại tương tự và các phần nổi hàn.

Theo sáng chế, ngay cả sau khi đi qua việc thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ trên đây, kích cỡ hạt của hợp chất liên kim loại SnSb trong chất nền Sn về cơ bản giống như kích cỡ hạt của các hạt hợp chất liên kim loại SnSb trước khi thử nghiệm, nói tóm lại, lên đến $0,6\ \mu\text{m}$, và chỉ báo rằng việc làm thô được ngăn chặn. Do đó, ngay cả khi vết nứt được tạo ra một phần trong thuốc hàn, thì hợp chất liên kim loại SnSb mịn vẫn ngăn không cho vết nứt lan rộng, nhờ đó việc trải rộng vết nứt trong thuốc hàn có thể được ngăn chặn.

Hiệu quả của sáng chế

Trong hợp kim hàn theo sáng chế, ngay cả khi thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ trong khoảng nhiệt độ từ -40°C đến $+125^\circ\text{C}$ được lặp lại trong khoảng 3000 chu kỳ, các phần nổi hàn có lượng hàn rất nhỏ cũng không có vết nứt. Ngoài ra, ngay cả trong trường hợp xảy ra nứt, thì vết nứt được ngăn không cho lan rộng trong

thuốc hàn, nhờ đó có thể đạt được các đặc tính chu kỳ nhiệt độ cao.

Ngay cả khi hợp kim hàn theo sáng chế được sử dụng trong môi trường sử dụng ở chu kỳ nhiệt độ nằm trong khoảng từ -40°C đến $+125^{\circ}\text{C}$, thì việc sử dụng hợp kim hàn theo sáng chế với lượng hàn rất nhỏ khi hàn mạch điện tử trong xe có một ít mối hàn và bao gồm các phần nối hàn mỏng ngăn chặn sự xuất hiện các vết nứt ở các phần nối hàn và ngăn ngừa sự lan rộng của các vết nứt trong thuốc hàn ngay cả khi các vết nứt xuất hiện. Do đó có thể thu được mạch điện tử trong xe và bộ mạch điện tử trong xe có độ tin cậy cao.

Ngoài ra, hợp kim hàn theo sáng chế cũng được ngăn không cho có các vết nứt mà có thể xuất hiện ở mặt phân cách nối và có các đặc tính thích hợp cụ thể để hàn bộ ECU.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ giản lược của ngoại biên của phần nối hàn trong mạch điện tử thông thường.

Fig.2 là sơ đồ giản lược của ngoại biên của phần nối hàn trong mạch điện tử trong xe theo sáng chế.

Fig.3 là ảnh hiển vi điện tử thể hiện trạng thái của hợp chất liên kim loại SnSb trong hợp kim hàn theo sáng chế (ví dụ 5) sau 3000 chu kỳ trong thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ.

Fig.4 là ảnh hiển vi điện tử thể hiện trạng thái của hợp chất liên kim loại SnSb trong hợp kim hàn theo ví dụ so sánh (ví dụ so sánh 4) sau 3000 chu kỳ trong thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ.

Fig.5 là sơ đồ giản lược thể hiện phương pháp tính tỷ lệ nứt.

Fig.6 là đồ thị trong đó tỷ lệ xuất hiện vết nứt và tỷ lệ độ bền cắt dư được vẽ đối với hàm lượng Sb (không có Bi) dựa trên bảng 2.

Fig.7 là đồ thị trong đó tỷ lệ xuất hiện vết nứt được vẽ đối với hàm lượng Bi dựa trên bảng 2.

Fig.8 là đồ thị trong đó tỷ lệ độ bền cắt dư được vẽ đối với hàm lượng Bi

dựa trên bảng 2.

Mô tả chi tiết sáng chế

Khi Sb được bổ sung vào hợp kim hàn theo sáng chế với lượng nhỏ hơn 1% trọng lượng, dạng trong đó Sb được phân tán trong chất nền Sn không xuất hiện, hiệu quả gia cố dung dịch đặc cũng không xuất hiện do lượng Sb là quá nhỏ. Ngoài ra, độ bền cắt của các phần nối hàn cũng bị giảm sút. Khi Sb được bổ sung với lượng lớn hơn 5% trọng lượng, Sb không tan chảy lại ở nhiệt độ cao lớn hơn 125°C như được thấy trong suốt hoạt động của động cơ dưới ánh nắng mặt trời thiêu đốt do tăng về nhiệt độ pha lỏng. Do đó, hợp chất liên kim loại SnSb trở thành được làm thô và việc lan rộng các vết nứt trong thuốc hàn không thể được ngăn chặn. Ngoài ra, do đỉnh nhiệt độ trong khi lắp tăng lên cùng với việc tăng nhiệt độ pha lỏng, Cu được liên kết trên bề mặt của bảng in tan chảy thành thuốc hàn, nhờ đó lớp hợp chất liên kim loại được làm từ SnCu như Cu_6Sn_5 và có độ dày lớn rất có khả năng được tạo ra ở các phần để hàn vào bảng in, mà dễ làm đứt gãy của bảng in và các phần nối hàn.

Do đó, lượng Sb theo sáng chế là từ 1 đến 5% trọng lượng và tốt hơn là từ 3 đến 5% trọng lượng. Trong các trường hợp mà Bi sẽ được mô tả sau đây sẽ được pha trộn, lượng Sb tốt hơn là lớn hơn 3% nhưng lên đến 5%.

Hợp kim hàn theo sáng chế ngăn chặn sự xuất hiện và việc lan rộng các vết nứt trong thuốc hàn và cũng ngăn chặn sự xuất hiện của các vết nứt ở mặt phân cách nối thuốc hàn giữa phần gôm và phần nối hàn. Ví dụ, việc hàn vào vùng Cu khiến cho hợp chất liên kim loại Cu_6Sn_5 được tạo ra ở mặt phân cách nối với vùng Cu nhưng Ni có trong hợp kim hàn theo sáng chế với lượng là từ 0,01 đến 0,2% trọng lượng di chuyển đến phần mặt phân cách hàn vào thời điểm hàn để tạo ra $(\text{CuNi})_6\text{Sn}_5$ thay cho Cu_6Sn_5 , nhờ đó làm tăng hàm lượng Ni trong lớp hợp chất liên kim loại $(\text{CuNi})_6\text{Sn}_5$ ở mặt phân cách. Lớp hợp chất liên kim loại được tạo ra như vậy ở mặt phân cách hàn bao gồm $(\text{CuNi})_6\text{Sn}_5$ mà mịn hơn và đồng đều về kích cỡ hạt hơn so với Cu_6Sn_5 . Lớp hợp chất liên kim loại chứa $(\text{CuNi})_6\text{Sn}_5$ mịn hơn có hiệu quả ngăn chặn các vết nứt mà có thể lan rộng từ

mặt phân cách. Trong lớp của hợp chất liên kim loại có kích cỡ hạt lớn như Cu_6Sn_5 , vết nứt đã xuất hiện lan rộng dọc theo các hạt mà kích cỡ của chúng là lớn và do đó trải rộng nhanh chóng. Ngược lại, khi kích cỡ hạt là rất nhỏ, ứng suất của vết nứt đã xuất hiện được phân tán theo nhiều chiều kích cỡ hạt và do đó có thể làm chậm việc trải rộng vết nứt.

Như được mô tả trên đây, trong hợp kim hàn theo sáng chế, việc bổ sung Ni là để làm mịn hơn hợp chất liên kim loại của lớp hợp chất liên kim loại xuất hiện ở lân cận của mặt phân cách hàn, nhờ đó ngăn chặn sự xuất hiện của các vết nứt và việc lan rộng các vết nứt một khi xảy ra. Do đó, cũng có thể ngăn chặn sự xuất hiện và việc lan rộng các vết nứt từ mặt phân cách nối.

Khi hàm lượng Ni nhỏ hơn 0,01% trọng lượng, hiệu quả thay đổi mặt phân cách của phần nối hàn là không đủ do hàm lượng Ni nhỏ ở mặt phân cách hàn và do đó không có hiệu quả ngăn chặn vết nứt. Khi hàm lượng Ni lớn hơn 0,2% trọng lượng, việc tan chảy lại Sb được bổ sung theo sáng chế không xảy ra do việc tăng nhiệt độ pha lỏng và hiệu quả giữ kích cỡ hạt của hợp chất liên kim loại SnSb mịn bị cản trở.

Do đó, hàm lượng Ni theo sáng chế tốt hơn là từ 0,01 đến 0,2% trọng lượng, tốt hơn nữa là từ 0,02 đến 0,1% trọng lượng, và tốt hơn hẳn là từ 0,02 đến 0,08%.

Ag được bổ sung theo sáng chế thể hiện hiệu quả nâng cao tính thấm ẩm thuốc hàn và hiệu quả nâng cao các đặc tính chu kỳ nhiệt độ bằng cách tạo ra hợp kim gia cố kết tủa và phân tán thông qua kết tủa của hợp chất tương tự mạng như an Ag_3Sn hợp chất liên kim loại in chất nền hàn.

Khi hàm lượng Ag nhỏ hơn 1% trọng lượng, hợp kim hàn theo sáng chế không thể hiện hiệu quả nâng cao tính thấm ẩm thuốc hàn hoặc có mạng hợp chất liên kim loại rắn do việc giảm lượng kết tủa Ag_3Sn . Khi hàm lượng Ag lớn hơn 4% trọng lượng, việc tan chảy lại Sb được bổ sung theo sáng chế không xảy ra do việc giảm nhiệt độ pha lỏng thuốc hàn, vì vậy gây trở ngại cho hiệu quả tinh chế hợp chất liên kim loại SnSb.

Do đó, Ag được bổ sung theo sáng chế với lượng tốt hơn là từ 1 đến 4% trọng lượng, và tốt hơn nữa là từ 3,2 đến 3,8% trọng lượng.

Cu được bổ sung vào hợp kim hàn theo sáng chế có hiệu quả ngăn chặn Cu có trong vùng Cu phân tán trong hợp kim hàn và hiệu quả nâng cao các đặc tính chu kỳ nhiệt độ bằng cách làm kết tủa hợp chất Cu_6Sn_5 mịn trong chất nền hàn.

Khi hàm lượng Cu trong hợp kim hàn theo sáng chế nhỏ hơn 0,6% trọng lượng, Cu có trong vùng Cu không được ngăn không cho phân tán trong hợp kim hàn, trong khi đó khi Cu được bổ sung với lượng lớn hơn 0,8% trọng lượng, hợp chất liên kim loại Cu_6Sn_5 cũng được kết tủa với lượng lớn ở mặt phân cách nối. Do đó, sự phát triển của các vết nứt do rung động hoặc các yếu tố khác được đẩy nhanh.

Trong hợp kim hàn theo sáng chế, các đặc tính chu kỳ nhiệt độ có thể được nâng cao thêm bằng cách bổ sung Bi. Sb được bổ sung theo sáng chế không chỉ có hiệu quả tạo ra hợp kim gia cố kết tủa và phân tán thông qua kết tủa của hợp chất liên kim loại SnSb mà còn có hiệu quả làm biến dạng lưới bố trí nguyên tử và gia cố chất nền Sn bằng cách xuyên vào lưới bố trí nguyên tử và được thay cho Sn, nhờ đó nâng cao các đặc tính chu kỳ nhiệt độ. Nếu thuốc hàn chứa Bi, Bi được thay thế cho Sb trong quy trình này và vì vậy, các đặc tính chu kỳ nhiệt độ có thể được nâng cao thêm do Bi có trọng lượng phân tử lớn hơn so với Sb và có hiệu quả hơn về việc làm biến dạng lưới bố trí nguyên tử. Ngoài ra, Bi không ngăn chặn sự tạo thành hợp chất liên kim loại SnSb mịn để duy trì hợp kim hàn gia cố kết tủa và phân tán.

Khi Bi được bổ sung vào hợp kim hàn theo sáng chế với lượng nhỏ hơn 1,5% trọng lượng, thì không có hiệu quả nâng cao chu kỳ nhiệt độ do Bi ít có khả năng được thay thế cho Sb để làm giảm lượng hợp chất liên kim loại SnSb mịn. Khi Bi được bổ sung với lượng lớn hơn 5,5% trọng lượng, tính mềm của chính hợp kim hàn được giảm đi để làm cho hợp kim hàn cứng hơn và giòn hơn. Do đó, sự phát triển của các vết nứt do rung động hoặc các yếu tố khác được đẩy

nhANH.

Bi được bổ sung vào hợp kim hàn theo sáng chế với lượng tốt hơn là từ 1,5 đến 5,5% trọng lượng, tốt hơn nữa là từ 3 đến 5% trọng lượng, và tốt hơn hẳn là từ 3,2 đến 5,0% trọng lượng.

Ngoài ra, hợp kim hàn theo sáng chế có thể nâng cao hiệu quả của Ni theo sáng chế bằng cách bổ sung Co hoặc Fe hoặc cả hai. Đặc biệt là, Co thể hiện hiệu quả tuyệt vời.

Khi Co và Fe được bổ sung vào hợp kim hàn theo sáng chế với tổng lượng là nhỏ hơn 0,001% trọng lượng, hiệu quả ngăn chặn sự phát triển của các vết nứt mặt phân cách thông qua kết tủa ở mặt phân cách nối không được nhìn thấy, trong khi đó khi chúng được bổ sung với lượng lớn hơn 0,1% trọng lượng, lớp hợp chất liên kim loại được tạo ra bởi kết tủa mặt phân cách có độ dày tăng lên để đẩy nhanh sự phát triển của các vết nứt do rung động hoặc các yếu tố khác.

Co hoặc Fe, hoặc cả hai được bổ sung theo sáng chế với lượng tốt hơn là từ 0,001 đến 0,1% trọng lượng.

Rõ ràng là từ phần mô tả trên đây, hợp kim hàn theo sáng chế có các đặc tính chu kỳ nhiệt cao và ngăn chặn sự xuất hiện và việc lan rộng các vết nứt trong thuốc hàn. Do đó, sự phát triển và trải rộng các vết nứt không bị đẩy nhanh ngay cả khi hợp kim hàn được sử dụng trong ô tô được sử dụng ở trạng thái trong đó nó bị rung động liên tục, nói tóm lại, như là hợp kim trong xe. Do đó, có thể thấy rằng hợp kim hàn theo sáng chế, mà có các đặc tính đáng kể đặc biệt như được mô tả trên đây là thích hợp cụ thể để hàn mạch điện tử được lắp trên ô tô.

Cách diễn đạt "các đặc tính chu kỳ nhiệt cao" được sử dụng trong bản mô tả liên quan đến trạng thái trong đó tỷ lệ vết nứt xuất hiện sau 3000 chu kỳ là lên đến 90% và tỷ lệ độ bền cắt dư sau 3000 chu kỳ như trên ít nhất là 30% ngay cả trong thử nghiệm chu kỳ nhiệt được thực hiện ở nhỏ hơn hoặc bằng -40°C và lớn hơn hoặc bằng 125°C .

Các đặc tính như vậy có nghĩa là mạch điện tử trong xe không bị đứt gãy, nói cách khác, không được đưa vào trạng thái không ổn định hoặc sự cố ngay cả

khi hợp kim hàn được sử dụng ở các điều kiện rất khắc nghiệt như trong thử nghiệm chu kỳ nhiệt trên đây, và hợp kim hàn có độ tin cậy cao khi hợp kim hàn để sử dụng cụ thể trong việc hàn ECU. Hợp kim hàn theo sáng chế cũng có tỷ lệ độ bền cắt dư cao sau khi chuyển qua xoay vòng nhiệt độ. Cụ thể hơn là, độ bền đối với các lực bên ngoài, ví dụ, độ bền cắt chịu các lực bên ngoài mà được tác dụng từ bên ngoài bởi va chạm, rung động và loại tương tự không giảm đi ngay cả sau khi sử dụng thời gian dài.

Như được mô tả trên đây, hợp kim hàn theo sáng chế là hợp kim hàn thể hiện các đặc tính chu kỳ nhiệt cao khi được sử dụng một cách cụ thể hơn trong việc hàn mạch điện tử trong xe hoặc trong việc hàn mạch điện tử ECU.

"Mạch điện tử" là hệ thống cho phép chức năng mong muốn đạt được nói chung bởi sự kết hợp điện tử của các phần điện tử có các chức năng của riêng chúng.

Các phần điện tử làm ví dụ tạo cấu hình mạch điện tử như được mô tả trên đây bao gồm phần điện trở chip, phần nhiễu trở kháng, QFP, QFN, điện trở công suất, điôt, và tụ điện. Mạch điện tử kết hợp phần bất kỳ trong số các phần điện tử này được bố trí trên bảng để tạo cấu hình bộ mạch điện tử.

Theo sáng chế, bảng tạo cấu hình bộ mạch điện tử như được mô tả trên đây, như được lấy làm ví dụ bởi bảng mạch in không bị giới hạn cụ thể. Vật liệu làm bảng cũng không bị giới hạn cụ thể và bảng làm ví dụ bao gồm bảng dẻo chịu nhiệt (ví dụ, FR-4 có Tg cao và CTE thấp). Bảng mạch in tốt hơn là loại thu được bằng cách xử lý bề mặt vùng Cu bằng các chất hữu cơ (các vật liệu OSP (Organic Surface Protection – Bảo vệ bề mặt hữu cơ)) như các amin và các imidazol.

Thuốc hàn không chỉ theo sáng chế có hình dạng để sử dụng trong việc nối các phần hàn mịn và vì vậy thường được sử dụng dưới dạng nhựa hàn khi hàn chảy nhưng có thể được sử dụng như là phôi trước hàn có hình dạng bóng, viên, vòng đệm hoặc loại tương tự.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Trong bảng 1, nhiệt độ pha lỏng, kích cỡ hạt SnSb như là trị số ban đầu và sau 1500 chu kỳ trong thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ, và tỷ lệ nứt của các hợp kim hàn tương ứng trong bảng 1 được đo bằng các phương pháp sau.

Thử nghiệm tan chảy thuốc hàn

Mỗi hợp kim hàn trong bảng 1 được điều chế để đo nhiệt độ tan chảy thuốc hàn. Nhiệt độ đường rắn được đo bằng phương pháp theo JIS Z3198-1. Nhiệt độ pha lỏng được đo không phải bằng cách áp dụng JIS Z3198-1 mà bằng phương pháp DSC giống với phương pháp đo nhiệt độ đường rắn theo JIS Z3198-1.

Các kết quả được thể hiện ở cột “Nhiệt độ pha lỏng” trong bảng 1.

Thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ

Mỗi hợp kim hàn in bảng 1 được nguyên tử hóa để tạo ra bột hàn. Bột hàn được trộn với chất trợ dung hàn bao gồm nhựa thông, dung môi, chất hoạt hóa, chất xúc biến, axit hữu cơ và loại tương tự để điều chế nhựa hàn của mỗi hợp kim hàn. Nhựa hàn được in trên bảng in sáu lớp (vật liệu: FR-4) với mặt nạ kim loại 150 μm . Sau đó, các điện trở chip 3216 được gắn bằng bộ phận gắn và được đưa vào hàn chảy ở các điều kiện nhiệt độ tối đa là 235°C và thời gian lưu giữ là 40 giây, nhờ đó điều chế bảng thử nghiệm.

Bảng thử nghiệm thu được bằng cách hàn với mỗi hợp kim hàn được đặt trong máy thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ được thiết lập ở các điều kiện là nhiệt độ thấp là -40°C, nhiệt độ cao là +125°C và thời gian lưu giữ là 30 phút, lấy ra khỏi máy thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ sau 1500 chu kỳ sau khi đo trị số ban đầu, và được quan sát bằng kính hiển vi điện tử ở độ phóng đại là 3500x để đo kích cỡ hạt trung bình của các hạt hợp chất liên kim loại SnSb trong chất nền Sn của hợp kim hàn.

Các kết quả được thể hiện trong các cột "Tỷ lệ nứt" và "Kích cỡ hạt SnSb" trong bảng 1.

Trong bảng 1, *1 thể hiện rằng hợp chất liên kim loại SnSb không được nhìn thấy và phép đo không thể được thực hiện và *2 thể hiện rằng thuốc hàn có nhiệt độ pha lỏng cao và việc hàn không thể được thực hiện dưới điều kiện chảy ngược là 235°C.

Tỷ lệ nứt

Tỷ lệ xuất hiện vết nứt để cho biết vùng mà các vết nứt xuất hiện kéo dài đến mức độ nào đối với chiều dài vết nứt được giả định. Sau khi đo kích cỡ hạt SnSb, trạng thái vết nứt được quan sát nhờ sử dụng kính hiển vi điện tử ở độ phóng đại là 150x và tổng chiều dài vết nứt được giả định để đo tỷ lệ nứt.

Tỷ lệ nứt (%) = (tổng chiều dài vết nứt / tổng chiều dài vết nứt được giả định) x 100

"Tổng chiều dài vết nứt được giả định" được sử dụng ở đây đề cập đến chiều dài của vết nứt vào thời điểm đứt gãy hoàn thành.

Tỷ lệ nứt là tỷ lệ thu được bằng cách chia tổng chiều dài của các vết nứt 7 được thể hiện trên Fig.5 cho chiều dài của đường 8 mà các vết nứt được giả định đi theo.

Các kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1

	Hợp phần hàn (% trọng lượng)						Nhiệt độ pha lỏng	Kích cỡ hạt SnSb (μm)	
	Sn	Ag	Cu	Ni	Sb	Bi		Ban đầu	1500 chu kỳ
Ví dụ 1	Phần còn lại	1	0,5	0,01	5	-	227	0,5	0,6
Ví dụ 2	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	1	-	221	0,4	0,6
Ví dụ 3	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	5	-	227	0,4	0,6
Ví dụ 4	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	4	4	221	0,5	0,5
Ví dụ 5	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	5	4	223	0,4	0,5
Ví dụ 6	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	2	5	217	0,5	0,6
Ví dụ 7	Phần còn lại	4	1	0,2	5	-	227	0,4	0,6
Ví dụ so sánh 1	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	0,1	-	219	*1	*1
Ví dụ so sánh 2	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	8	-	245	*2	*2
Ví dụ so sánh 3	Phần còn lại	0,3	0,3	0,4	0,2	1	231	*1	*1
Ví dụ so sánh 4	Phần còn lại	3	1	0,04	10	-	257	*2	*2

Bảng 1 cho thấy ngay cả sau khi 1500 chu kỳ trong thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ, các hạt tinh thể SnSb không làm thô mà vẫn không thay đổi so với trị số ban đầu.

Fig.3 thể hiện trạng thái của hợp chất liên kim loại SnSb 7 trong hợp kim hàn ở ví dụ 5 sau 3000 chu kỳ trong thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ được chụp bằng kính hiển vi điện tử ở độ phóng đại là 3500x. Hợp chất liên kim loại SnSb trong ví dụ 5 là mịn và được phân tán đều trong thuốc hàn. Do đó, bất kể nơi nào hợp kim hàn bị nứt, vết nứt được ngăn không cho đi vào hợp chất liên kim loại SnSb.

Fig.4 thể hiện trạng thái của hợp chất liên kim loại SnSb 7 trong hợp kim hàn trong ví dụ so sánh 4 sau 3000 chu kỳ trong thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ như được chụp bằng kính hiển vi điện tử ở độ phóng đại là 3500x. Hợp chất liên kim loại SnSb trong ví dụ so sánh này làm thô và các vết nứt có thể được ngăn không cho xuất hiện trong hợp chất liên kim loại SnSb.

Ví dụ 2

Tiếp theo, trong bảng 2, tỷ lệ xuất hiện vết nứt và tỷ lệ độ bền cắt dư sau 3000 chu kỳ trong thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ được đo trong các hợp kim hàn tương ứng trong bảng 2. Phương pháp đo tỷ lệ xuất hiện vết nứt giống như trong bảng 1 nhưng số lượng chu kỳ được đổi thành 3000 chu kỳ. Phương pháp đo tỷ lệ độ bền cắt dư như được mô tả dưới đây.

Tỷ lệ độ bền cắt dư

Tỷ lệ độ bền cắt dư cho biết độ bền được giữ đến mức độ nào sau khi thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ đối với độ bền cắt của phần nối hàn ở trạng thái ban đầu.

Thử nghiệm độ bền cắt được thực hiện ở nhiệt độ phòng trong các điều kiện là tỷ lệ thử nghiệm là 6 mm/phút và chiều cao thử nghiệm là 50 μ m nhờ sử dụng máy thử nghiệm độ bền nối STR-1000.

Các kết quả được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2

	Hợp phần hàn (% trọng lượng)								Tỷ lệ xuất hiện nứt trung bình sau 3000 chu kỳ [%]	Tỷ lệ độ bền cắt dư sau 3000 chu kỳ [%]
	Sn	Ag	Cu	Ni	Sb	Bi	Co	Fe		
Ví dụ 1	Phần còn lại	1,0	0,5	0,01	5,0	-	-	-	79,0	25,0
Ví dụ 2	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	1,0	-	-	-	87,0	40,0
Ví dụ 3	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	5,0	-	-	-	72,0	31,8
Ví dụ 5	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	5,0	4,0	-	-	59,0	54,5
Ví dụ 4	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	4,0	4,0	-	-	63,0	60,0
Ví dụ 6	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	2,0	5,0	-	-	78,0	49,0
Ví dụ 7	Phần còn lại	4,0	1,0	0,2	5,0	-	-	-	74,0	31,0
Ví dụ 8	Phần còn lại	1,0	0,6	0,01	5,0	-	-	-	85,0	30,0
Ví dụ 9	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	1,0	1,5	-	-	86,0	33,6
Ví dụ 10	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	1,0	3,0	-	-	84,0	41,6
Ví dụ 11	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	1,0	3,2	-	-	84,0	43,6
Ví dụ 12	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	1,0	3,5	-	-	82,0	41,6
Ví dụ 13	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	1,0	5,0	-	-	80,0	39,2
Ví dụ 14	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	1,0	5,5	-	-	82,0	36,6
Ví dụ 15	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	2,0	-	-	-	85,0	41,7
Ví dụ 16	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	2,0	1,5	-	-	84,0	48,0
Ví dụ 17	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	2,0	2,5	-	-	82,0	50,0
Ví dụ 18	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	2,0	3,0	-	-	82,0	49,5
Ví dụ 19	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	2,0	3,2	-	-	82,0	49,3

Ví dụ 20	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	2,0	3,5	-	-	80,0	49,1
Ví dụ 21	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	2,0	5,5	-	-	80,0	47,0
Ví dụ 22	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	3,0	-	-	-	82,0	38,0
Ví dụ 23	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	3,0	1,5	-	-	78,0	55,0
Ví dụ 24	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	3,0	3,0	-	-	70,0	63,0
Ví dụ 25	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	3,0	3,2	-	-	65,0	65,0
Ví dụ 26	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	3,0	3,5	-	-	68,0	63,0
Ví dụ 27	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	3,0	5,0	-	-	73,0	60,6
Ví dụ 28	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	3,0	5,5	-	-	75,0	58,0
Ví dụ 29	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	4,0	-	-	-	78,0	35,0
Ví dụ 30	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	4,0	1,5	-	-	74,0	45,0
Ví dụ 31	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	4,0	2,5	-	-	73,0	53,0
Ví dụ 32	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	4,0	3,0	-	-	66,0	54,0
Ví dụ 33	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	4,0	3,2	-	-	61,0	55,0
Ví dụ 34	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	4,0	3,5	-	-	64,0	58,0
Ví dụ 35	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	4,0	5,0	-	-	69,0	55,0
Ví dụ 36	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	4,0	5,5	-	-	71,0	48,0
Ví dụ 37	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	5,0	1,5	-	-	65,5	45,0
Ví dụ 38	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	5,0	2,0	-	-	65,0	50,0
Ví dụ 39	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	5,0	3,0	-	-	54,0	51,0
Ví dụ 40	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	5,0	3,2	-	-	49,0	52,0
Ví dụ 41	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	5,0	3,5	-	-	52,0	53,0
Ví dụ 42	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	5,0	5,0	-	-	57,0	57,5
Ví dụ 43	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	5,0	5,5	-	-	59,0	54,9
Ví dụ 44	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	3,0	3,2	0,001	-	65,0	65,0
Ví dụ 45	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	3,0	3,2	0,01	-	58,0	72,0

Ví dụ 46	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	3,0	3,2	0,05	-	60,0	70,0
Ví dụ so sánh 5	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	5,0	7,0	-	-	65,0	45,9
Ví dụ so sánh 6	Phần còn lại	0,9	0,4	0,00 9	0,9	-	-	-	100,0	8,0
Ví dụ so sánh 7	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	-	-	-	-	100,0	1,6
Ví dụ so sánh 8	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	-	1,5	-	-	96,0	13,6
Ví dụ so sánh 9	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	-	3,0			94,0	21,6
Ví dụ so sánh 10	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	-	3,2	-	-	94,0	23,6
Ví dụ so sánh 11	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	-	3,5	-	-	92,0	21,6
Ví dụ so sánh 12	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	-	5,0	-	-	90,0	19,2
Ví dụ so sánh 13	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	-	5,5	-	-	92,0	16,6
Ví dụ so sánh 14	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	-	7,0	-	-	99,0	7,6
Ví dụ so sánh 15	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	0,5	-	-	-	97,0	13,0
Ví dụ so sánh 16	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	1,0	7,0	-	-	89,0	27,6
Ví dụ so sánh 17	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	2,0	7,0	-	-	87,0	38,0
Ví dụ so sánh 18	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	3,0	7,0	-	-	81,0	49,0
Ví dụ so sánh 19	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	4,0	7,0	-	-	77,0	39,0
Ví dụ so sánh 20	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	7,0	-	-	-	97,0	3,0
Ví dụ so sánh 21	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	7,0	1,5	-	-	93,0	20,0
Ví dụ so sánh 22	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	7,0	3,0	-	-	90,0	28,0
Ví dụ so sánh 23	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	7,0	3,2	-	-	89,0	29,0
Ví dụ so sánh 24	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	7,0	3,5	-	-	89,0	28,0
Ví dụ so sánh 25	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	7,0	5,0	-	-	90,0	25,6

Ví dụ so sánh 26	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	7,0	5,5	-	-	90,0	23,0
Ví dụ so sánh 27	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	7,0	7,0	-	-	96,0	14,0
Ví dụ so sánh 28	Phần còn lại	3,4	0,7	0,04	1,0	-	0,15	-	94,0	25,0
Ví dụ so sánh 29	Phần còn lại	4,1	1,1	0,3	8,0	-	-	-	*2	1,0

Fig.6 thể hiện đồ thị trong đó tỷ lệ xuất hiện vết nứt và tỷ lệ độ bền cắt dư được vẽ đối với hàm lượng Sb trong hợp các kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni-Sb trong bảng 2. Khi hàm lượng Sb nằm trong khoảng từ 1,0 đến 5,0% theo sáng chế, tỷ lệ xuất hiện vết nứt lên đến 90% và tỷ lệ độ bền cắt dư là 30% hoặc lớn hơn, và hợp kim hàn thu được theo sáng chế có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ cao và chịu va đập do va chạm hoặc loại tương tự.

Fig.7 thể hiện đồ thị trong đó tỷ lệ xuất hiện vết nứt được vẽ trên cơ sở hàm lượng Sb đối với hàm lượng Bi trong các hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni-Sb-Bi trong bảng 2. Khi hàm lượng Bi nằm trong khoảng từ 1,5 đến 5,5% theo sáng chế và hàm lượng Sb là từ 1 đến 5%, tỷ lệ xuất hiện vết nứt lên đến 90%, và các đặc tính chu kỳ nhiệt độ là tuyệt vời và việc xuất hiện các vết nứt có thể được ngăn chặn.

Fig.8 thể hiện đồ thị trong đó tỷ lệ độ bền cắt dư được vẽ trên cơ sở hàm lượng Sb đối với hàm lượng Bi trong các hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni-Sb-Bi trong bảng 2. Khi hàm lượng Bi nằm trong khoảng từ 1,5 đến 5,5% theo sáng chế và hàm lượng Sb là từ 1 đến 5%, tỷ lệ độ bền cắt dư là 30% hoặc lớn hơn. Các hợp kim hàn chịu va đập của va chạm hoặc loại tương tự và sự xuất hiện các vết nứt có thể được ngăn chặn.

Do đó, trong hợp kim hàn theo sáng chế, các hạt tinh thể SnSb không làm thô nhưng vẫn không thay đổi so với trị số ban đầu ngay cả trong các điều kiện nhiệt độ khắc nghiệt nằm trong khoảng từ -40°C đến $+125^{\circ}\text{C}$ mà cần cho tấm nền ECU ô tô, và kết quả là, việc xuất hiện các vết nứt mà có thể xảy ra từ trong thuốc hàn cũng có thể được giảm đi so với các hợp kim hàn khác.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Hợp kim hàn không chỉ theo sáng chế có thể là thuốc hàn có hình dạng không chỉ dùng để hàn chảy mà còn để hàn theo dòng như dạng thỏi, dạng thanh hoặc dạng thẳng, hoặc thuốc hàn lõi colophan có dạng để hàn thủ công.

Danh mục các số chỉ dẫn

- | | |
|---|--|
| 1 | Phần chip |
| 2 | Hợp kim hàn |
| 3 | Bảng |
| 4 | Vùng Cu |
| 5 | Lớp hợp chất liên kim loại |
| 6 | Đường mà các vết nứt đi theo |
| 7 | Hợp chất liên kim loại SnSb |
| 8 | Đường mà các vết nứt được giả định đi theo |

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp kim hàn không chì, hợp kim này chỉ chứa:

Ag: từ 3,2 đến 3,8% trọng lượng;

Cu: từ 0,6 đến 0,8% trọng lượng;

Sb: từ 2 đến 5% trọng lượng;

Ni: từ 0,01 đến 0,2% trọng lượng;

Bi: từ 5 đến 5,5% trọng lượng;

Co: từ 0,001 đến 0,01% trọng lượng; và

phần còn lại là Sn.

2. Hợp kim hàn không chì theo điểm 1, trong đó tỷ lệ độ bền cắt dư sau 3.000 chu kỳ của thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ so với trị số ban đầu là 30% hoặc lớn hơn.

3. Hợp kim hàn không chì theo điểm 2, trong đó hợp kim hàn này được nối vào bảng mạch đã trải qua quy trình Cu-OSP (Cu-Organic Surface Protection - bảo vệ bề mặt hữu cơ bằng đồng).

4. Mạch điện tử trong xe bao gồm phần nối hàn chỉ chứa hợp kim hàn không chì theo điểm 2.

5. Mạch điện tử ECU (Engine Control Unit - bộ phận điều khiển động cơ) bao gồm phần nối hàn chỉ chứa hợp kim hàn không chì theo điểm 2.

6. Hợp kim hàn không chì theo điểm 1, trong đó hợp kim hàn này được nối vào bảng mạch đã trải qua quy trình Cu-OSP.

7. Hợp kim hàn không chì theo điểm 6, trong đó tỷ lệ độ bền cắt dư sau 3.000 chu kỳ của thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ so với trị số ban đầu là 30% hoặc lớn hơn.

8. Hợp kim hàn không chì theo điểm 7, trong đó hợp kim hàn này được nối vào bảng mạch đã trải qua quy trình Cu-OSP.

9. Mạch điện tử trong xe bao gồm phần nối hàn chỉ chứa hợp kim hàn không chì theo điểm 7.

10. Mạch điện tử ECU bao gồm phần nối hàn chỉ chứa hợp kim hàn không chì theo điểm 7.
11. Mạch điện tử trong xe bao gồm phần nối hàn chỉ chứa hợp kim hàn không chì theo điểm 6.
12. Mạch điện tử ECU bao gồm phần nối hàn chỉ chứa hợp kim hàn không chì theo điểm 6.
13. Mạch điện tử trong xe bao gồm phần nối hàn chỉ chứa hợp kim hàn không chì theo điểm 1.
14. Bộ phận mạch điện tử trong xe bao gồm mạch điện tử theo điểm 13.
15. Mạch điện tử ECU bao gồm phần nối hàn chỉ chứa hợp kim hàn không chì theo điểm 1.
16. Bộ phận mạch điện tử ECU bao gồm mạch điện tử ECU theo điểm 15.
17. Hợp kim hàn không chì theo điểm 1, trong đó hợp kim hàn này chứa Sb với lượng từ 3 đến 5% trọng lượng.
18. Hợp kim hàn không chì chỉ chứa:
 - Ag: từ 1 đến 4% trọng lượng;
 - Cu: từ 0,6 đến 0,8% trọng lượng;
 - Sb: từ 2 đến 5% trọng lượng;
 - Ni: từ 0,01 đến 0,2% trọng lượng;
 - Bi: từ 5 đến 5,5% trọng lượng;
 - Co: từ 0,001 đến 0,1% trọng lượng; và
 - phần còn lại là Sn.
19. Hợp kim hàn không chì theo điểm 18, trong đó hợp kim hàn này chứa Sb với lượng từ 3 đến 5% trọng lượng.

FIG.1

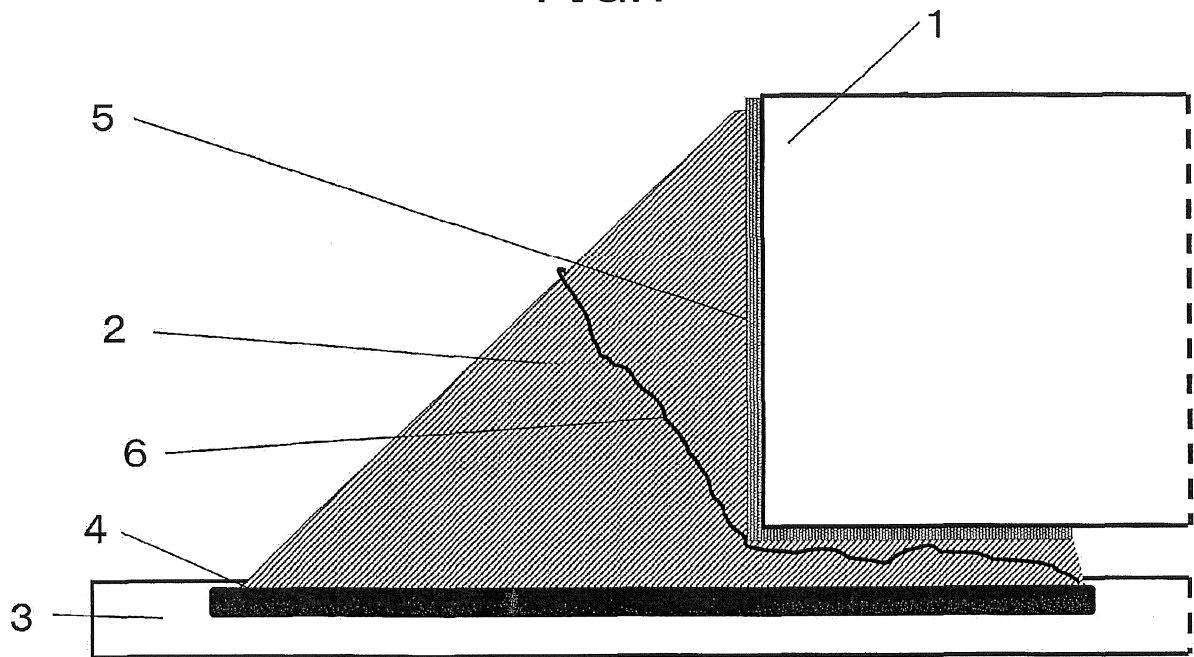


FIG.2

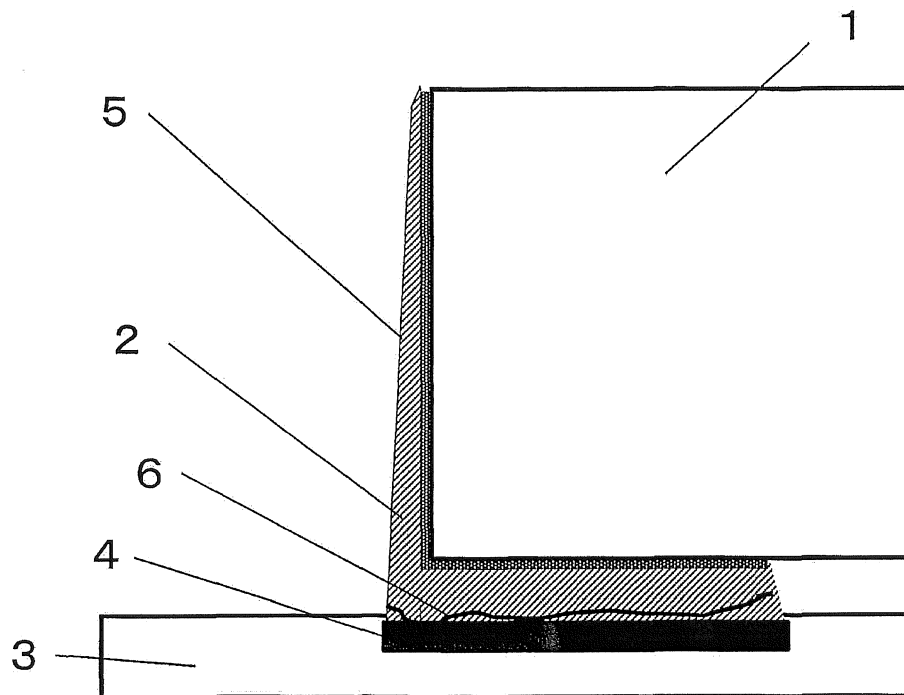


FIG.3

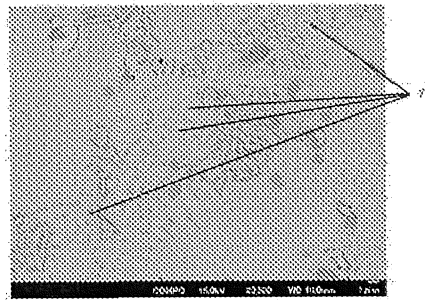


FIG.4

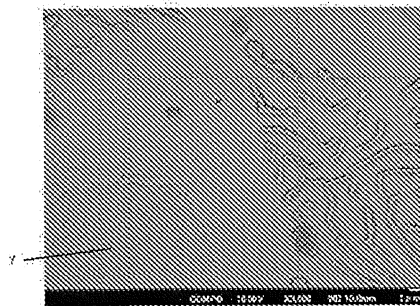


FIG.5

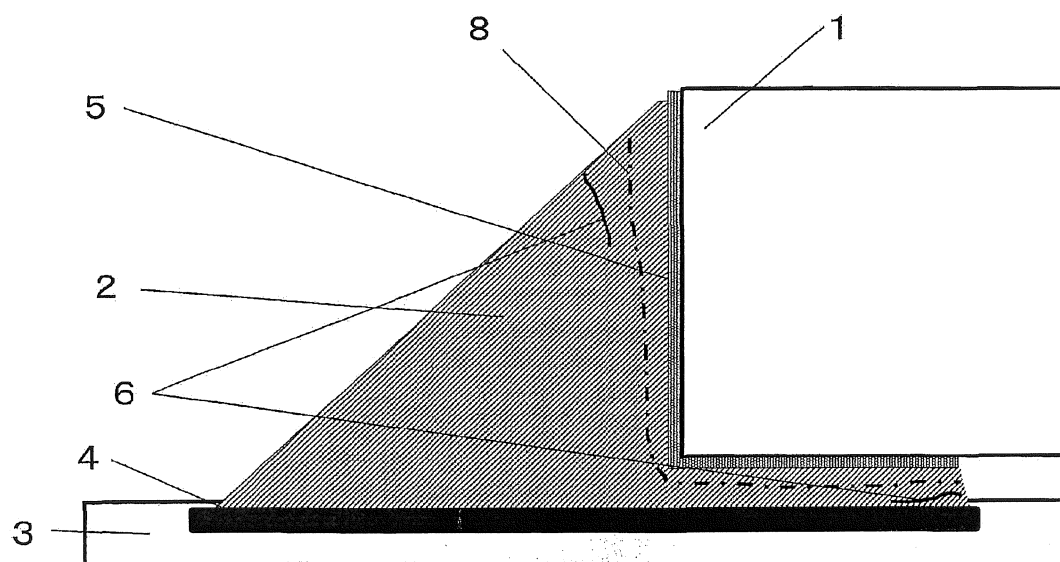


FIG.6

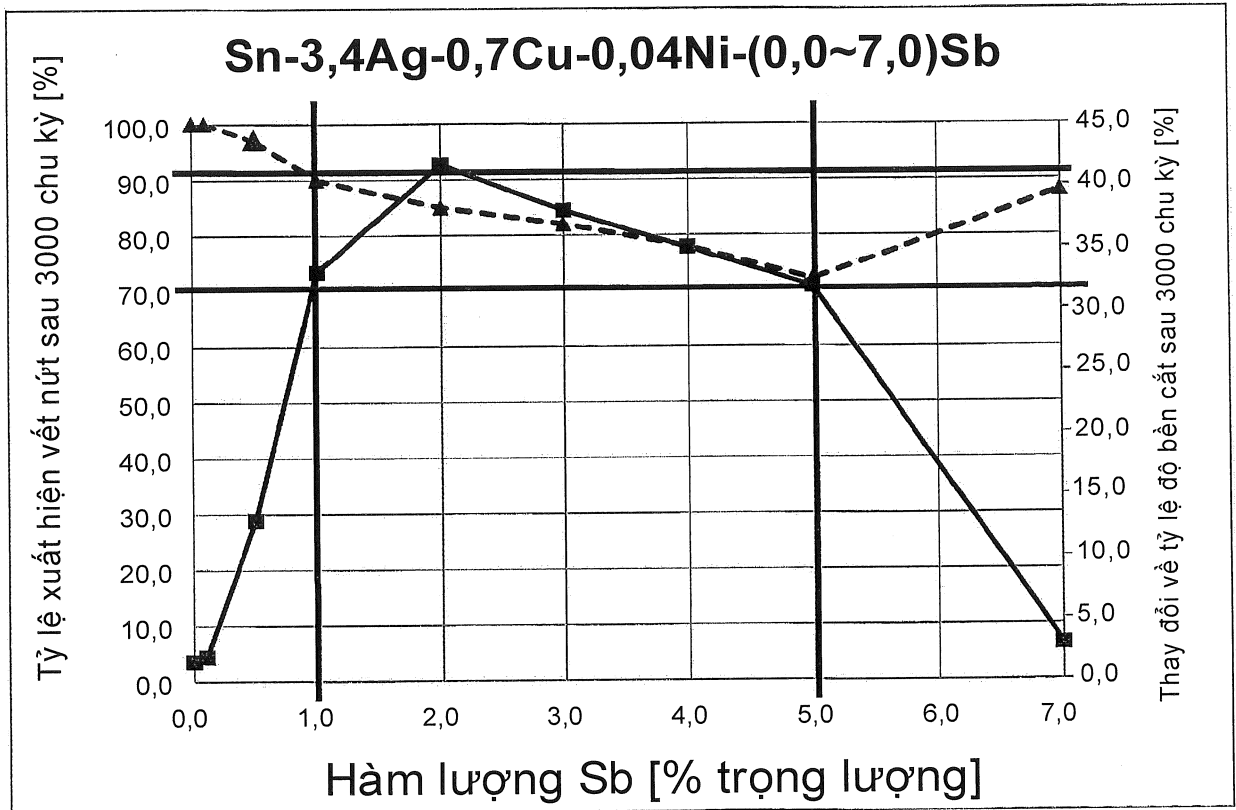


FIG.7

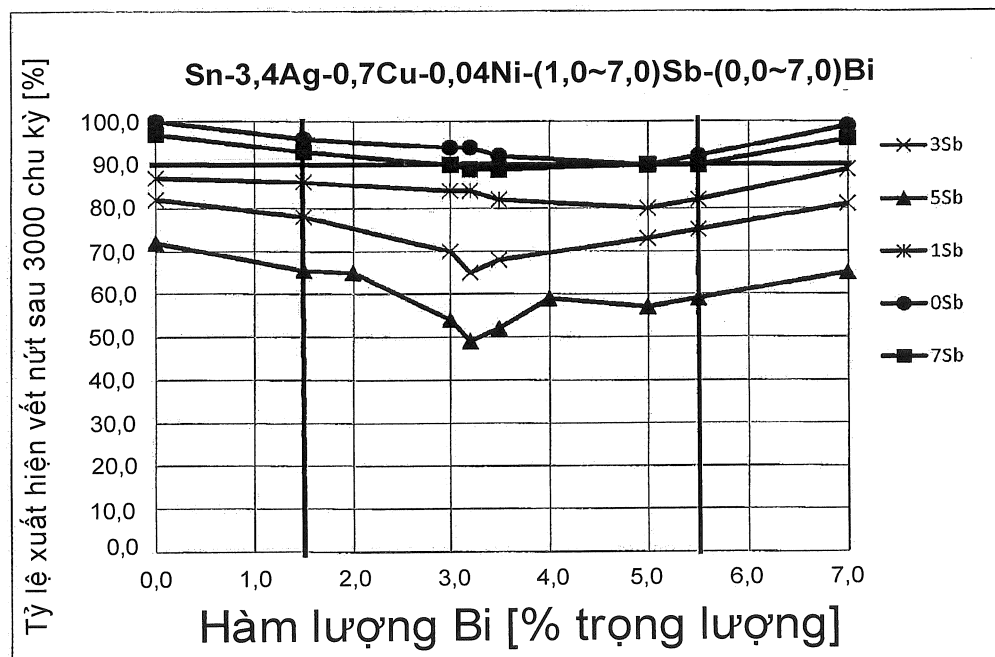


FIG.8

