



(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)



1-0038467

(51)⁸

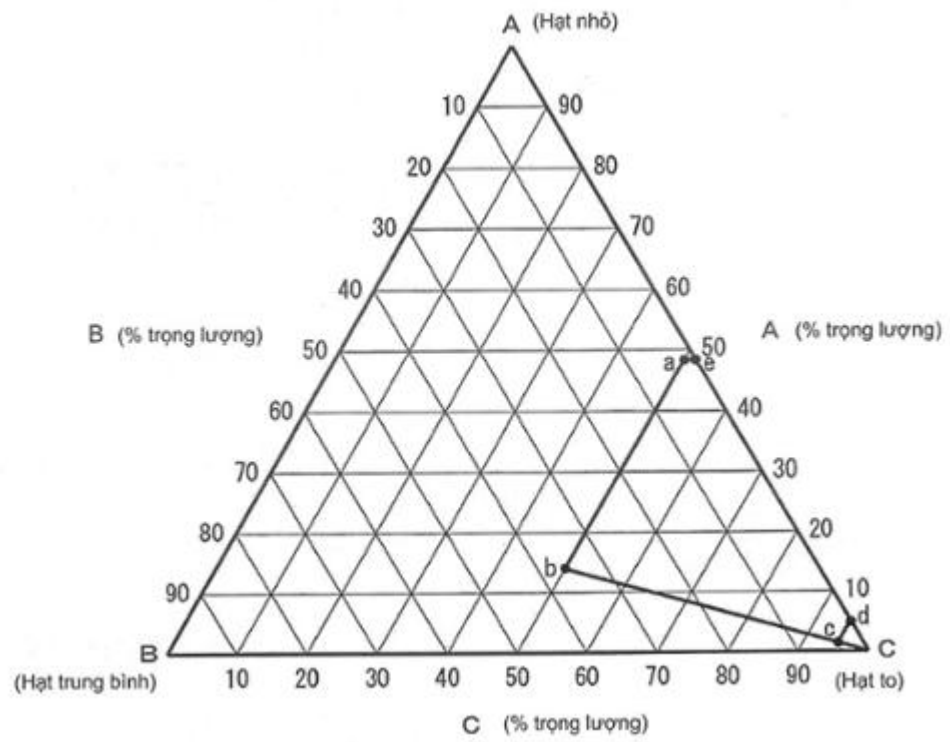
B22F 1/00

(13) **B**

-
- (21) 1-2019-02151 (22) 27/09/2017
(86) PCT/JP2017/034837 27/09/2017 (87) WO 2018/062220 A1 05/04/2018
(30) 2016-194332 30/09/2016 JP; 2017-183123 25/09/2017 JP
(45) 25/01/2024 430 (43) 25/07/2019 376A
(73) DOWA ELECTRONICS MATERIALS CO., LTD. (JP)
14-1, Sotokanda 4-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 101-0021, Japan
(72) ENDOH Keiichi (JP); KANASUGI Minami (JP); FUJIMOTO Hideyuki (JP);
KURITA Satoru (JP).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)
-

(54) VẬT LIỆU LIÊN KẾT, PHƯƠNG PHÁP LIÊN KẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT LIỆU LIÊN KẾT NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu liên kết, dễ dàng in trên đế kim loại, như đế đồng, và có thể liên kết thỏa đáng một chip Si với đế kim loại bằng cách ngăn các lỗ rỗng được tạo ra trong lớp liên kết kim loại và/hoặc trên ranh giới giữa lớp liên kết kim loại và chip Si hoặc đế đồng kim loại ngay cả khi không tiến hành đốt trước khi chip Si được liên kết với đế kim loại, và phương pháp liên kết sử dụng vật liệu liên kết này. Trong vật liệu liên kết ở dạng bột nhão kim loại có chứa các hạt kim loại, dung môi và chất phân tán, các hạt kim loại chứa các hạt kim loại thứ nhất (hạt nhỏ) có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 1 đến 40 nm, hạt kim loại thứ hai (hạt trung bình) có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 41 đến 110 nm và hạt kim loại thứ ba (hạt lớn) có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 120 nm đến 10μm, tỷ lệ phần trăm trọng lượng của hạt kim loại thứ nhất, thứ hai và thứ ba lần lượt là 1,4 đến 49% trọng lượng, 36% trọng lượng hoặc ít hơn và 50 đến 95% trọng lượng, tương ứng với tổng 100% trọng lượng của các hạt kim loại và tỷ lệ trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất so với các hạt kim loại thứ hai là 14/36 hoặc lớn hơn.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập chung đến vật liệu liên kết và phương pháp liên kết sử dụng vật liệu liên kết này. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến vật liệu liên kết ở dạng bột nhão kim loại có chứa các hạt kim loại, chẳng hạn như các hạt bạc mịn và phương pháp liên kết bộ phận điện tử, như chip Si, trên đế kim loại, như đế đồng, sử dụng vật liệu liên kết.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, đã có đề xuất bột nhão kim loại có chứa các hạt kim loại, như các hạt bạc mịn, được sử dụng làm vật liệu liên kết được sắp xếp giữa các vật phẩm được nung nóng để thiêu kết một kim loại, như bạc, trong vật liệu liên kết để liên kết các vật phẩm với nhau (xem, ví dụ, tài liệu sáng chế 1-3).

Khi vật liệu liên kết như vậy được sử dụng để cố định bộ phận điện tử, chẳng hạn như chip Si, trên đế kim loại, như đế đồng, bột nhão kim loại có chứa các hạt kim loại, như các hạt bạc mịn, phân tán trong dung môi được phủ trên đế được gia nhiệt để loại bỏ dung môi tạo thành màng khô trước trên đế, và sau đó, phần điện tử được bố trí trên đó. Sau đó, màng sấy khô được nung nóng trong khi tạo áp lực lên bộ phận điện tử, để có thể liên kết bộ phận điện tử với đế thông qua một lớp liên kết kim loại.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2011-80147 (Số đoạn 0014-0020)

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2011-21255 (Số đoạn 0032-0042)

Tài liệu sáng chế 3: Bằng sáng chế Nhật Bản số 5976684 (Số đoạn 0014-0022)

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần được giải quyết

Nếu các vật liệu liên kết của Tài liệu sáng chế 1-2 được sử dụng để liên kết các đế đồng với nhau hoặc để liên kết đế đồng với chip đồng, chúng có thể được liên kết với nhau một cách thỏa đáng. Tuy nhiên, nếu các vật liệu liên kết của Tài liệu sáng chế 1-2 được sử dụng để liên kết chip Si với chất nền kim loại, như đế đồng, có một số trường hợp không thể liên kết chúng với nhau một cách thỏa đáng do sự tạo ra của các (khoảng trống) lỗ rỗng trong một lớp liên kết kim loại hoặc trên ranh giới giữa lớp liên kết kim loại và chip Si. Ngoài ra, độ nhót của vật liệu liên kết của Tài liệu sáng chế 1-2 quá cao, do đó, có một số trường hợp không thể in chúng một cách thỏa đáng trên đế bằng hệ thống in được xác định trước, chẳng hạn như hệ thống in phun. Ngoài ra, nếu vật liệu liên kết của Tài liệu sáng chế 3 được sử dụng để liên kết chip Si với đế kim loại, như đế đồng, có một số trường hợp không liên kết chúng với nhau một cách thỏa đáng do sự tạo ra các lỗ rỗng trong lớp liên kết kim loại hoặc tương tự trừ khi chip Si được bố trí trên màng được sấy khô trước, màng được sấy khô được hình thành bằng cách làm bay hơi dung môi đến một mức độ nào đó bằng cách đốt trước sau khi vật liệu liên kết được phủ trên đế kim loại.

Do đó, mục đích của sáng chế là để loại bỏ các vấn đề của kỹ thuật đã biết đã nói ở trên và để cung cấp vật liệu liên kết, dễ dàng in trên đế kim loại, như đế đồng, và có thể liên kết một cách thỏa đáng một chip Si với đế kim loại ngăn không cho các lỗ rỗng được tạo ra trong lớp liên kết kim loại và/hoặc trên ranh giới giữa lớp liên kết kim loại và chip Si hoặc đế kim loại ngay cả khi không được đốt trước khi chip Si được liên kết với đế kim loại, và phương pháp liên kết sử dụng vật liệu liên kết này.

Phương tiện để giải quyết vấn đề

Để thực hiện được mục đích đã nói ở trên, các nhà sáng chế đã cần mẫn nghiên cứu và thấy rằng có thể cung cấp vật liệu liên kết, dễ dàng in trên đế kim loại, như đế đồng, và có thể liên kết một cách thỏa đáng một con chip Si với đế kim loại và phương pháp liên kết sử dụng vật liệu liên kết này, nếu vật liệu liên kết ở dạng bột nhão kim loại chứa dung môi, chất phân tán và hạt kim loại chứa các hạt kim loại thứ nhất có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 1 đến 40 nm, hạt kim loại thứ hai có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 41 đến 110 nm và các hạt kim loại thứ ba có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 120 nm đến 10 μm , tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất, thứ hai và thứ ba là 1,4 đến 49% trọng lượng, 36% theo trọng lượng

hoặc ít hơn, và tương ứng 50 đến 95% trọng lượng, tương ứng với tổng 100% trọng lượng của các hạt kim loại và tỷ lệ trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất với hạt kim loại thứ hai là 14/36 trở lên. Vì vậy, các nhà sáng chế đã hoàn thành các sáng chế hiện tại.

Theo sáng chế này, vật liệu liên kết ở dạng bột nhão kim loại được đề xuất chứa: các hạt kim loại chứa các hạt kim loại thứ nhất có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 1 đến 40 nm, các hạt kim loại thứ hai có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 41 đến 110 nm, và các hạt kim loại thứ ba có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 120 nm đến 10 μ m; dung môi; và chất phân tán, trong đó tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất, thứ hai và thứ ba là 1,4 đến 49% trọng lượng, 36% trọng lượng hoặc ít hơn, và tương ứng 50 đến 95% trọng lượng, tương ứng với tổng 100% trọng lượng của các hạt kim loại và tỷ lệ trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất so với các hạt kim loại thứ hai là 14/36 trở lên.

Trong vật liệu liên kết này, mỗi hạt kim loại thứ nhất tốt hơn là được phủ một hợp chất hữu cơ có số lượng carbon không lớn hơn 8 và mỗi hạt kim loại thứ hai được phủ một hợp chất hữu cơ có số lượng carbon không lớn hơn 8. Mỗi hạt kim loại thứ hai tốt hơn là được phủ một hợp chất hữu cơ có số lượng carbon không lớn hơn 8 trong khi mỗi hạt kim loại thứ ba tốt hơn là được phủ một hợp chất hữu cơ có số lượng carbon không nhỏ hơn 9, tỷ lệ phần trăm khối lượng của các hạt kim loại thứ nhất tốt hơn là 1,4 đến 25% trọng lượng so với tổng số 100% trọng lượng của các hạt kim loại. Trong những trường hợp này, hợp chất hữu cơ có số lượng carbon không lớn hơn 8 tốt hơn là axit béo bão hòa hoặc không bão hòa có số lượng carbon từ 1 đến 6, và tốt hơn là axit hexanoic hoặc axit sorbic. Tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ hai là 2 đến 17% trọng lượng so với tổng 100% trọng lượng của các hạt kim loại. Dung môi tốt hơn là một dung môi phân cực. Dung môi phân cực tốt hơn là một hoặc nhiều lựa chọn từ nhóm bao gồm 1-decanol, 1-dodecanol, 2-ethyl-1,3-hexanediol và 2-methyl-butane-1,3,4-triol. Chất phân tán tốt hơn là một hoặc nhiều chất được chọn từ nhóm bao gồm các chất phân tán axit cacboxylic và chất phân tán este phốt phát. Tổng hàm lượng của các hạt kim loại trong vật liệu liên kết tốt hơn là từ 87 đến 97% trọng lượng. Các hạt kim loại tốt hơn là các hạt vàng, hạt bạc, hạt đồng hoặc hạt niken, tốt hơn là các hạt bạc hoặc hạt đồng, và tốt nhất là các hạt bạc.

Theo sáng chế này, phương pháp liên kết được đề xuất bao gồm các bước: sắp xếp vật liệu liên kết được mô tả ở trên giữa các vật phẩm; và nung nóng vật liệu liên kết để thiêu kết kim loại trong đó để tạo thành lớp liên kết kim loại để liên kết các vật phẩm với nhau bằng lớp liên kết kim loại.

Theo sáng chế này, có đề xuất phương pháp sản xuất vật liệu liên kết ở dạng bột nhão kim loại mà chứa: các hạt kim loại, dung môi và chất phân tán, phương pháp bao gồm các bước: chuẩn bị các hạt kim loại có chứa các hạt kim loại thứ nhất có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 1 đến 40 nm, các hạt kim loại thứ hai có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 41 đến 110 nm và các hạt kim loại thứ ba có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 120 nm đến 10 μ m; làm cho tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất, thứ hai và thứ ba là 1,4 đến 49% trọng lượng, 36% trọng lượng hoặc ít hơn và 50 đến 95% trọng lượng, tương ứng với tổng 100% trọng lượng của trọng lượng các hạt kim loại trong khi làm cho tỷ lệ trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất so với các hạt kim loại thứ hai là 14/36 trở lên; và trộn các hạt kim loại với dung môi và chất phân tán.

Trong phương pháp này để sản xuất vật liệu liên kết, mỗi hạt kim loại thứ hai tốt nhất là được phủ một hợp chất hữu cơ có số lượng carbon không lớn hơn 8 trong khi mỗi hạt kim loại thứ ba tốt hơn là được phủ một hợp chất hữu cơ có số lượng carbon là không ít hơn 9, phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất tốt hơn là 1,4 đến 25% trọng lượng so với tổng 100% trọng lượng trọng lượng của các hạt kim loại. Tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ hai tốt hơn là từ 2 đến 17% trọng lượng so với tổng 100% trọng lượng trọng lượng của các hạt kim loại. Dung môi tốt hơn là dung môi phân cực.

Xuyên suốt bản mô tả, cụm từ “đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt kim loại”, có nghĩa là giá trị trung bình của các đường kính hạt sơ cấp của các hạt kim loại thu được trên cơ sở vi ảnh điện tử truyền qua (ảnh TEM) hoặc vi ảnh điện tử quét (ảnh SEM).

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo sáng chế, có thể cung cấp vật liệu liên kết, dễ dàng in trên đế kim loại, như đế đồng và có thể liên kết thỏa đáng một chip Si với đế kim loại bằng cách ngăn

các lỗ rỗng được tạo ra trong lớp liên kết kim loại và/hoặc trên ranh giới giữa lớp liên kết kim loại và chip Si hoặc để đồng ngay cả khi không được đốt trước khi chip Si được liên kết với đế kim loại và phương pháp liên kết sử dụng vật liệu liên kết này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị hình tam giác cho thấy phạm vi tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất (hạt nhỏ A), hạt kim loại thứ hai (hạt trung bình B) và hạt kim loại thứ ba (hạt lớn C) là tọa độ tam giác trong phương án ưu tiên của vật liệu liên kết theo sáng chế này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo phương án được ưu tiên của vật liệu liên kết theo sáng chế này, vật liệu liên kết ở dạng bột nhão kim loại chứa các hạt kim loại, dung môi và chất phân tán, các hạt kim loại bao gồm các hạt kim loại thứ nhất có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 1 đến 40 nm, các hạt kim loại thứ hai có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 41 đến 110 nm, và các hạt kim loại thứ ba có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 120 nm đến 10 μ m, tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất, thứ hai và thứ ba là 1,4 đến 49% trọng lượng, 36% trọng lượng hoặc ít hơn và 50 đến 95% trọng lượng, tương ứng với tổng 100% trọng lượng của các hạt kim loại và tỷ lệ trọng lượng (trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất/trọng lượng của các hạt kim loại thứ hai) của các hạt kim loại thứ nhất trên các hạt kim loại thứ hai là 14/36 trở lên.

Đó là, trong phương án được ưu tiên của vật liệu liên kết theo sáng chế này, như thể hiện trong Fig.1, tỷ lệ phần trăm trọng lượng (% tính theo trọng lượng) của các hạt kim loại thứ nhất (hạt nhỏ A), hạt kim loại thứ hai (hạt trung bình B) và hạt kim loại thứ ba (hạt lớn C) nằm trong vùng ngũ giác (chứa đường viền của hình ngũ giác vùng) thu được bằng cách kết nối một điểm a (49, 1, 50), điểm b (14, 36, 50), điểm c (1,4; 3,6; 95), điểm d (5, 0, 95) và điểm e (49, 0, 51) theo các đường thẳng theo thứ tự này, các điểm a, b, c, d và e được sắp xếp trên tọa độ của một tam giác ABC (tọa độ tam giác) có các đỉnh là một điểm A (100, 0, 0) tại đó tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất, thứ hai và thứ ba là 100% trọng lượng, 0% trọng lượng và 0% trọng lượng, tương ứng, một điểm B (0, 100, 0) tại đó tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất, thứ hai và thứ ba lần lượt là 0% trọng lượng, 100% trọng

lượng và 0% trọng lượng và điểm C tại đó tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất, thứ hai và thứ ba là 0% theo trọng lượng, 0% theo trọng lượng và 100% theo trọng lượng, tương ứng. Hơn nữa, trong các tọa độ tam giác được thể hiện trong Fig.1, đường thẳng bC (trừ điểm C) cho thấy trường hợp tỷ lệ trọng lượng (trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất/trọng lượng của các hạt kim loại thứ hai) của các hạt kim loại thứ nhất với các hạt kim loại thứ hai (hạt trung bình B) là 14/36.

Tỷ lệ phần trăm trọng lượng (% tính theo trọng lượng) của các hạt kim loại thứ nhất (hạt nhỏ A), hạt kim loại thứ hai (hạt trung bình B) và hạt kim loại thứ ba (hạt lớn C) tốt hơn là 2 đến 40% trọng lượng, 32% trọng lượng hoặc ít hơn, và tương ứng 50 đến 95% trọng lượng, tương ứng với tổng 100% trọng lượng của các hạt kim loại. Tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất, thứ hai và thứ ba tốt hơn là 2,5 đến 30% trọng lượng, 29% trọng lượng hoặc ít hơn, và 50 đến 95% trọng lượng, tương ứng với tổng 100% trọng lượng của các hạt kim loại. Đặc biệt, khi vật liệu liên kết được sử dụng để liên kết chip Si với đế kim loại, phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất tốt hơn là 1,4 đến 25% trọng lượng so với tổng 100% trọng lượng trọng lượng của các hạt kim loại để hạ thấp độ nhót của vật liệu liên kết để cho phép vật liệu liên kết dễ dàng in trên đế kim loại. Khi vật liệu liên kết được sử dụng để liên kết chip Si với đế kim loại, phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ hai tốt hơn là 17% trọng lượng hoặc ít hơn so với tổng 100% trọng lượng của các hạt kim loại để liên kết thỏa đáng chip Si vào đế kim loại và tỷ lệ phần trăm khối lượng của các hạt kim loại thứ hai tốt hơn là từ 2 đến 17% trọng lượng so với tổng 100% trọng lượng trọng lượng của các hạt kim loại để giảm độ nhót của vật liệu liên kết cho phép vật liệu liên kết dễ dàng được in trên đế kim loại.

Đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt kim loại thứ nhất (hạt nhỏ) là 1 đến 40 nm. Đường kính hạt sơ cấp trung bình này tốt hơn là 5 đến 30 nm và tốt hơn nữa là 10 đến 20 nm để liên kết thỏa đáng một chip Si với đế kim loại bằng cách ngăn các lỗ rỗng được tạo ra khi vật liệu liên kết được sử dụng để liên kết chip Si với đế kim loại. Đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt kim loại thứ hai (hạt trung bình) là 41 đến 110 nm. Đường kính hạt sơ cấp trung bình này tốt hơn là từ 50 đến 105 nm và tốt hơn nữa là 55 đến 100 nm để cho phép vật liệu liên kết dễ dàng in trên đế kim loại và liên kết thỏa đáng một chip Si với đế kim loại khi sử dụng vật liệu liên kết

để liên kết chip Si với đế kim loại. Mỗi hạt kim loại thứ nhất (hạt nhỏ) và hạt kim loại thứ hai (hạt trung bình) tốt hơn là được phủ một hợp chất hữu cơ có số lượng carbon không lớn hơn 8 (hợp chất hữu cơ của hạt kim loại thứ nhất và thứ hai tốt hơn là các loại khác nhau các hợp chất hữu cơ) vì chúng dễ bị kết tụ do đường kính hạt nhỏ của chúng. Một hợp chất hữu cơ như vậy tốt nhất là axit béo bão hòa hoặc không bão hòa có số carbon từ 1 đến 6, và tốt hơn là axit hexanoic hoặc axit sorbic. Đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt kim loại thứ ba (hạt lớn) là 120 nm đến 10 μm . Đường kính hạt sơ cấp trung bình này tốt hơn là 0,2 đến 5 μm và tốt hơn nữa là 0,3 đến 3 μm để cho phép vật liệu liên kết dễ dàng in trên đế kim loại khi vật liệu liên kết được sử dụng để liên kết chip Si với đế kim loại. Mỗi hạt kim loại thứ ba (hạt lớn) có thể được phủ một hợp chất hữu cơ (như axit béo hoặc amin). Đặc biệt, khi vật liệu liên kết được sử dụng để liên kết chip Si với đế kim loại, tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất tốt hơn là 1,4 đến 25% trọng lượng so với tổng 100% trọng lượng trọng lượng của các hạt kim loại trong khi các hạt kim loại thứ hai và thứ ba tốt hơn là được phủ một hợp chất hữu cơ có số lượng carbon từ 8 trở xuống và một hợp chất hữu cơ có số lượng carbon tương ứng là 9 hoặc nhiều hơn để giảm độ nhớt của vật liệu liên kết để cho phép vật liệu liên kết để dễ dàng in trên đế kim loại. Nếu số lượng carbon của hợp chất hữu cơ phủ các hạt kim loại thứ ba lớn hơn số lượng carbon của hợp chất hữu cơ phủ các hạt kim loại thứ hai (nếu hợp chất hữu cơ phủ các hạt kim loại thứ ba có mạch chính dài hơn trong phân tử của nó so với mạch chính của hợp chất hữu cơ phủ các hạt kim loại thứ hai), độ nhớt của vật liệu liên kết có thể được hạ xuống so với trường hợp các hạt kim loại thứ nhất và thứ ba được thêm vào mà không cần thêm các hạt kim loại thứ hai. Vì một hợp chất hữu cơ có số carbon từ 9 trở lên, có thể sử dụng các axit béo (như axit cacboxylic) và các amin có số carbon từ 9 đến 20, như axit lauric, axit stearic, axitPalmitic, axit oleic, axit linolic, axit linolenic, laurylamine, undecylamine và dodecylamine. Hợp chất hữu cơ có số carbon từ 9 trở lên tốt hơn là axit amin hoặc axit cacboxylic có số cacbon từ 12 đến 20 và tốt hơn nữa là axit amin hoặc axit cacboxylic có số cacbon từ 14 đến 18 để giảm độ nhớt của vật liệu liên kết. Các hạt kim loại tốt hơn là các hạt vàng, hạt bạc, hạt đồng hoặc hạt niken (để liên kết thỏa đáng một chip Si với đế kim loại khi vật liệu liên kết được sử dụng để liên kết chip Si với chất nền kim loại), tốt hơn nữa là các hạt bạc hoặc các hạt đồng (để cho

phép vật liệu liên kết có độ dẫn điện tốt) và tốt nhất là các hạt bạc (để cải thiện khả năng chống oxy hóa của vật liệu liên kết). Tổng hàm lượng các hạt kim loại trong vật liệu liên kết tốt hơn là từ 87 đến 97% trọng lượng và tốt hơn nữa là 90 đến 95% trọng lượng (để liên kết thỏa đáng một chip Si với đế kim loại khi sử dụng vật liệu liên kết để mã hóa Si chip vào đế kim loại).

Hơn nữa, đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt kim loại có thể được tính toán, ví dụ, từ đường kính hạt sơ cấp của 100 hạt kim loại được chọn tùy ý hoặc nhiều hơn (đường kính của một vòng tròn tương ứng với một vòng tròn có cùng diện tích với mỗi vòng tròn của các hạt kim loại) trên ảnh (ảnh SEM hoặc ảnh TEM) thu được bằng cách quan sát các hạt kim loại bằng kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM) (JEM-1011 do Electron Optics Laboratory Ltd. Nhật Bản sản xuất) hoặc kính hiển vi điện tử quét (SEM) (S-4700 được sản xuất bởi Tập đoàn công nghệ cao Hitachi) ở độ phóng đại định trước. Việc tính toán đường kính hạt sơ cấp trung bình (trung bình số) của các hạt kim loại có thể được thực hiện, ví dụ, bằng một phần mềm phân tích hình ảnh (A-image-kun (nhãn hiệu đã đăng ký) do Asahi Kasei Engineering Corporation sản xuất).

Hàm lượng dung môi trong bột nhão kim loại tốt hơn là từ 1 đến 10% trọng lượng và tốt hơn nữa là từ 2 đến 8% trọng lượng (để có được bột nhão kim loại trong đó các hạt kim loại có thể thiêu kết để tạo thành một lớp liên kết kim loại và có độ nhót như vậy mà vật liệu liên kết dễ dàng được in). Là dung môi này, có thể được sử dụng bất kỳ một trong các dung môi phân cực khác nhau (môi trường phân tán). Ví dụ, là dung môi phân cực, có thể sử dụng nước, rượu, polyol, glycol ete, 1-methylpyrrolidinone, pyridine, terpineol, butyl carbitol, butyl carbitol axetat, texanol, phenoxypropanol, dietylen glycol monobutyl ete, dietylen glycol monobutyl ete axetat, γ -butyrolactone, etylen glycol monomethyl ete axetat, etylen glycol monoethyl ete axetat, methoxybutyl axetat, methoxypropyl axetat, diethylene glycol monoethyl ete axetat, ethyl lactate, 1-octanol hoặc tương tự. Như một dung môi phân cực, tốt hơn là sử dụng 1-decanol, 1-dodecanol, 1-tetradecanol, 3-methyl-1,3-butanediol-3-hydroxy-3-methylbutyl axetat, 2-ethyl-1,3-hexanediol, hexyl diglycol, 2-ethylhexyl glycol, dibutyl glycol, glycerin, dihydroxy terpineol, dihydroxy terpineol axetat, 2-methylbutane-2,3,4-triol (isoprene triol A (IPTL-A được sản xuất bởi Nippon Terpene

Chemicals, Inc.)), 2-methyl-butane-1,3,4-triol (isoprene triol B (IPTL-B được sản xuất bởi Nippon Terpene Chemicals, Inc.)), Terusolve IPG-2Ac (được sản xuất bởi Nippon Terpene Chemicals, Inc.), Terusolve MTPH (được sản xuất bởi Nippon Terpene Chemicals, Inc.), Terusolve DTO-210 (được sản xuất bởi Nippon Terpene Chemicals, Inc.), Terusolve THA-90 (được sản xuất bởi Nippon Terpene Chemicals, Inc.), Terusolve THA-70 (được sản xuất bởi Nippon Terpene Chemicals, Inc.), Terusolve TOE-100 (được sản xuất bởi Nippon Terpene Chemicals, Inc.), dihydroterpinyl oxyethanol (được sản xuất bởi Nippon Terpene Chemicals, Inc.), terpinyl methyl ete (được sản xuất bởi Nippon Terpene Chemicals, Inc.), dihydroterpinyl methyl ete (được sản xuất bởi Nippon Terpene Chemicals, Inc.) hoặc tương tự, và tốt hơn là sử dụng ít nhất một trong 1-decanol, 1-dodecanol, 2-ethyl-1,3-hexanediol và 2-methylbutan-1,3,4-triol (isopren triol B (IPTL-B)).

Hàm lượng chất phân tán trong bột nhão kim loại tốt hơn là 0,01 đến 2% trọng lượng và tốt hơn nữa là 0,03 đến 0,7% trọng lượng. Là chất phân tán này, có thể được sử dụng bất kỳ một chất phân tán có sẵn trên thị trường. Ví dụ: có thể được sử dụng View Light LCA-H, LCA-25NH (được sản xuất bởi Sanyo Chemical Industries, Ltd.), FLOREN DOPA-15B (được sản xuất bởi Kyoeisha Chemical Co., Ltd.), SOLPLUS AX5, SOLSPARSE 9000, SOLSIX 250 (được sản xuất bởi Lubrizol Japan Co., Ltd.), EFKA4008 (được sản xuất bởi EFKAADIDIBS), AJISPAR-PA 111 (được sản xuất bởi Ajinomoto Fine-Tecno Co., Inc.), TEXAPHOR-UV21 (được sản xuất bởi Gognics Japan Co., Ltd.), Disper BYK 2020, BYK 220S (được sản xuất bởi BYK-Chemie Japan Co., Ltd.), DISPARN 1751N, HIPRARD ED-152 (được sản xuất bởi Kusumoto Chemicals, Ltd.), FTX-207S, FTERGENT (sản xuất bởi NEOS Co., Ltd.), AS-1100 (được sản xuất bởi Toagosei Co., Ltd.), KAOCERA 2000, KDH-154, MX-2045L, HOMOGENOL L-18, LEODOL SP-010V (do Kao Corporation sản xuất), EPAN U103, CYANOL DC902B, NOIGEN EA-167, PLYSURF A219B (sản xuất bởi DKS Co., Ltd.), MEGAFAC F-477 (sản xuất bởi DIC Corporation), SILFACE SAG503A, DYNOL 604 (sản xuất bởi Nissin Chemical Co., Ltd.), SN SPARSE 2180, SN LEVELER S-906 (được sản xuất bởi SAN NOPCO LIMITED), S-386 (sản xuất bởi AGC SEIMI CHEMICAL CO., LTD.), SOLPLUS D540, SOLSPARSE 44000, SOLSPARSE 43000, SOLSPARSE 20000, SOLSPARSE 27000 (được sản xuất bởi

Lubrizol Japan Co., Ltd.), Cirrasol G-265, Hypermer KD1, Hypermer , Hypermer KD4, Hypermer KD9, Hypermer KD11, Hypermer KD12, Hypermer KD16, Hypermer KD57, Armer 163 (được sản xuất bởi CRODA Corporation), Synperoic T701, Zephyrym PD2246SF, Zephyrym 3300B (được sản xuất bởi CRODA Corporation), SANSPARL PS-2, CARRYBON L400 (được sản xuất bởi Sanyo Chemical Industries, Ltd.), Disper BYK 2055, Disper BYK 2155, Disper BYK 2055, Disper BYK 193, BYKP 105, BYKPR 606, Disper BYK 2013, Disper BYK 108, Disper BYK 109, Disper BYK 109, Disper BYK 109 BYK 2008, Disper BYK 2096, Disper BYK 2152, BYK-LPC 2214, BYK-LPC 22124, BYK-LPC 22126, BYK-LPC 22125 (do BYK-Chemie Japan Co., Ltd. sản xuất) hoặc tương tự. Tốt hơn là nên sử dụng ít nhất một chất phân tán axit cacboxylic và chất phân tán este photphat.

Độ nhớt của bột nhão kim loại tốt hơn là từ 5 đến 2500Pa·s, tốt hơn nữa là từ 5 đến 1000Pa·s và tốt nhất là 10 đến 500Pa·s khi nó được đo ở 25°C và 2s⁻¹. Độ nhớt của bột nhão kim loại tốt hơn là từ 1 đến 150Pa·s, tốt hơn nữa là từ 1 đến 100Pa·s và tốt nhất là từ 2 đến 35Pa·s khi nó được đo ở 25°C và 20s⁻¹.

Trong phương án được ưu tiên của phương pháp sản xuất vật liệu liên kết theo sáng chế, vật liệu được sản xuất của bột nhão kim loại chứa các hạt kim loại, dung môi và chất phân tán. Trong phương pháp này, chuẩn bị các hạt kim loại mà gồm các hạt kim loại thứ nhất có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 1 đến 40 nm, các hạt kim loại thứ hai có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 41 đến 110 nm, và các hạt kim loại thứ ba có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 120 nm đến 10 μ m. Các tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất, thứ hai và thứ ba là 1,4 đến 49% trọng lượng, 36% trọng lượng hoặc nhỏ hơn, và 50 đến 95% trọng lượng đối với tổng 100% trọng lượng trọng lượng của các hạt kim loại, và tỷ lệ trọng lượng của các hạt kim loại thứ nhất trên các hạt kim loại thứ hai là 14/36 hoặc lớn hơn. Sau đó, các hạt kim loại được trộn (và pha trộn) với dung môi và chất phân tán.

Trong phương án được ưu tiên của phương pháp liên kết theo sáng chế, vật liệu liên kết được mô tả ở trên được sắp xếp giữa các vật phẩm, ví dụ, giữa một chip Si (có bề mặt liên kết với đế kim loại, bề mặt liên kết được mạ bạc hoặc mạ vàng) và đế kim loại (như đế đồng có bề mặt liên kết với chip Si, bề mặt liên kết được mạ bạc hoặc mạ vàng hoặc đế đồng nguyên chất) để được nung nóng để thiêu kết kim loại như bạc,

trong vật liệu liên kết để tạo thành một lớp liên kết kim loại để liên kết các vật phẩm (ví dụ, chip Si và đế kim loại) với nhau bằng lớp liên kết kim loại.

Cụ thể, vật liệu liên kết được mô tả ở trên có thể được phủ trên ít nhất một trong hai vật phẩm (bằng cách in hoặc tương tự) để được sắp xếp giữa các vật phẩm được nung ở nhiệt độ 210 đến 400°C, tốt nhất là ở nhiệt độ 210 đến 300°C, để thiêu kết một kim loại trong bột nhão kim loại để tạo thành một lớp liên kết kim loại để liên kết các vật phẩm với nhau bằng lớp liên kết kim loại. Ngoài ra, vật liệu liên kết có thể được phủ trên ít nhất một trong hai vật phẩm được nung ở nhiệt độ 60 đến 200°C, tốt nhất là ở nhiệt độ 80 đến 170°C, được sấy khô để tạo thành màng khô trước, sau đó, vật phẩm khác có thể được sắp xếp trên màng đã sấy khô để làm nóng màng được sấy khô ở nhiệt độ 210 đến 400°C, tốt hơn là ở nhiệt độ 210 đến 300°C, để thiêu kết một kim loại trong bột nhão kim loại để tạo thành lớp liên kết kim loại để liên kết các vật phẩm với nhau bằng lớp liên kết kim loại. Hơn nữa, trong khi gia nhiệt vật liệu liên kết (hoặc màng sấy khô) được thực hiện, một áp lực có thể được áp dụng giữa các vật phẩm mặc dù không bắt buộc phải áp dụng áp lực giữa các vật phẩm. Các vật phẩm có thể được liên kết với nhau ngay cả khi việc gia nhiệt vật liệu liên kết (hoặc màng sấy khô) được thực hiện trong khí quyển mặc dù chúng có thể được liên kết với nhau ngay cả khi quá trình gia nhiệt được thực hiện ở môi trường trơ, chẳng hạn như một môi trường khí nitơ.

Nếu phương án được ưu tiên mô tả ở trên của vật liệu liên kết theo sáng chế hiện tại được sử dụng để liên kết chip Si với đế kim loại, như đế đồng, thì có thể dễ dàng in vật liệu liên kết trên đế kim loại, và nó có thể ngăn các lỗ rỗng được tạo ra trong một lớp liên kết kim loại và trên ranh giới giữa lớp liên kết kim loại và chip Si để liên kết chúng với nhau một cách thỏa đáng ngay cả khi không tiến hành đốt trước. Đặc biệt, ngay cả khi diện tích bề mặt liên kết của chip Si với đế kim loại lớn (khi diện tích bề mặt liên kết tốt nhất là 25 mm² trở xuống, tốt hơn là từ 1 đến 25 mm² và tốt nhất là 4 đến 25 mm²), có thể liên kết chúng với nhau một cách thỏa đáng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Những ví dụ về vật liệu liên kết và phương pháp liên kết sử dụng vật liệu liên kết này theo sáng chế hiện tại sẽ được mô tả theo chi tiết dưới đây.

Ví dụ 1

Đầu tiên, 3400 g nước được đưa vào bình phản ứng 5L và khí nitơ được tạo ra để chảy với tốc độ dòng chảy 3000 mL/phút trong 600 giây vào nước trong bình phản ứng từ vòi phun, được cung cấp ở phần dưới của bình phản ứng, để loại bỏ oxy hòa tan. Sau đó, khí nitơ được đưa vào bình phản ứng với tốc độ dòng chảy 3000 mL/phút từ phần trên của bình phản ứng để cho phép không môi trường trong bình phản ứng là môi trường của nitơ và nhiệt độ của nước trong bình phản ứng được điều chỉnh là 60°C trong khi khuấy được thực hiện bằng que khuấy với một bánh công tác, thanh khuấy được cung cấp trong bình phản ứng. Sau 7 g nước amoniac chứa 28% trọng lượng amoniac được thêm vào nước trong bình phản ứng, nó được khuấy trong 1 phút để thu được dung dịch đồng nhất. Sau đó, là một hợp chất hữu cơ, 45,5 g (tỷ lệ mol 1,98 so với bạc) của axit hexanoic (được sản xuất bởi Wako Pure Chemical Industries, Ltd.), là một axit béo bão hòa, được thêm vào dung dịch trong bình phản ứng để được hòa tan trong đó bằng cách khuấy trong 4 phút. Sau đó, 50% trọng lượng hydrazine hydrate (được sản xuất bởi Otsuka Chemical Co., Ltd.) 23,9 g (tương đương 4,82 so với bạc) được thêm vào như một chất khử để thu được dung dịch chất khử.

Một dung dịch bạc nitrat nước được điều chế dưới dạng dung dịch muối bạc bằng cách hòa tan 33,8 g tinh thể bạc nitrat (được sản xuất bởi Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) trong 180 g nước. Nhiệt độ của dung dịch muối bạc nước được điều chỉnh là 60°C. Sau đó, 0,00008 g (1 ppm đồng đối với bạc) của đồng nitrat tri-hydrat (được sản xuất bởi Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) được thêm vào dung dịch muối bạc. Hơn nữa, việc bổ sung đồng nitrat tri-hydrat được thực hiện sao cho dung dịch được điều chế bằng cách pha loãng dung dịch tri-hydrat đồng nitrat nước ở nồng độ cao ở một mức độ nhất định đã được thêm vào để làm cho đồng đạt được lượng mục tiêu.

Sau đó, dung dịch muối bạc được mô tả ở trên đã được thêm vào dung dịch chất khử được mô tả ở trên trong một quy trình để bắt đầu giảm trong khi dung dịch được khuấy. Sau khoảng 10 giây kể từ khi bắt đầu quá trình khử, sự thay đổi màu của bùn là dung dịch phản ứng đã được hoàn thành. Sự thay đổi của dung dịch được thực hiện trong 10 phút trong khi dung dịch được khuấy và sau đó, quá trình khuấy dung dịch được dừng lại. Sau đó, việc tách chất rắn-lỏng của dung dịch được thực hiện bằng cách

lọc hút để thu được chất rắn. Chất rắn được rửa bằng nước tinh khiết để sấy khô ở 40°C trong 12 giờ để thu được bột khô chứa các hạt bạc mịn (hạt nano bạc) (phủ axit hexanoic). Hơn nữa, tỷ lệ bạc trong các hạt bạc mịn được tính bằng 97% trọng lượng trên cơ sở trọng lượng của các hạt bạc mịn sau khi axit hexanoic được loại bỏ bằng cách nung nóng. Đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt bạc mịn thu được là 17 nm bằng kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM).

Sau đó, 180,0 g nước tinh khiết được cho vào cốc 300 mL và 33,6 g bạc nitrat (do Toyo Kagaku Inc. sản xuất) được thêm vào để hòa tan để chuẩn bị dung dịch bạc nitrat dạng nước làm dung dịch nguyên liệu thô.

Sau đó, 3322,0 g nước tinh khiết được cho vào cốc 5L và nhiệt độ của nó được tăng lên 40°C trong khi oxy hòa tan được loại bỏ bằng cách thổi khí nitơ vào nước tinh khiết trong 30 phút. Đối với nước tinh khiết này, 44,8 g axit sorbic (được sản xuất bởi Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) được thêm vào như một hợp chất hữu cơ (để phủ các hạt bạc mịn), và sau đó, 7,1 g nước amoniac 28% (được sản xuất bởi Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) được thêm vào như một chất ổn định.

Trong khi dung dịch nước được khuấy sau khi thêm nước amoniac, 14,91 g hydrazine hydrat có độ tinh khiết 80% (được sản xuất bởi Otsuka Chemical Co., Ltd.) được thêm vào như một chất khử sau 5 phút kể từ khi thêm nước amoniac (từ khi bắt đầu phản ứng), để chuẩn bị một chất khử nước có chứa dung dịch làm dung dịch khử. Sau 9 phút kể từ khi bắt đầu phản ứng, dung dịch nguyên liệu thô (dung dịch bạc nitrat nước), nhiệt độ được điều chỉnh là 40°C, được thêm vào dung dịch khử (dung dịch khử chứa dung dịch nước) trong một lần thực hiện được phép phản ứng với dung dịch khử và khuấy trong 80 phút. Sau đó, nhiệt độ của dung dịch được tăng lên với tốc độ tăng nhiệt độ 1°C/phút từ 40°C đến 60°C và việc khuấy dung dịch đã dừng lại.

Sau khi các tập hợp của các hạt bạc mịn (hạt nano bạc) được tráng bằng axit sorbic được hình thành, một chất lỏng chứa các tập hợp của các hạt bạc mịn được lọc bằng giấy lọc No.5C, và sau đó, phần phục hồi thu được từ quá trình lọc được rửa sạch với nước tinh khiết để thu được các tập hợp của các hạt bạc mịn. Các tập hợp của các hạt bạc mịn được sấy khô ở 80°C trong 12 giờ trong máy sấy chân không để thu được bột khô của tập hợp của các hạt bạc mịn. Do đó, bột khô của tập hợp của các hạt bạc

mịn thu được đã bị phá vỡ để điều chỉnh kích thước của tập hợp thứ cấp. Hơn nữa, đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt bạc mịn thu được bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM). Kết quả là, đường kính hạt sơ cấp trung bình là 85 nm.

Sau đó, trộn 14,5 g bột khô của các hạt bạc mịn (những hạt bạc thứ nhất (những hạt nhỏ)) (được phủ bằng axit hexanoic) có đường kính hạt sơ cấp trung bình 17 nm, 7,5 g bột khô mịn các hạt bạc (những hạt bạc thứ hai (những hạt trung bình)) (được phủ bằng axit sorbic) có đường kính hạt sơ cấp trung bình là 85 nm, 70 g hạt bạc (được phủ axit oleic) (AG2-1C được sản xuất bởi DOWA ElectronicS MATERIALS CO., LTD.) có kích thước micron (đường kính hạt sơ cấp trung bình 0,3 μm thu được từ hình ảnh SEM) đóng vai trò là hạt bạc thứ ba (hạt lớn), 0,5 g axit axetic butoxyethoxy (BEA) (được sản xuất bởi Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.) dùng làm chất phân tán thứ nhất (chất phân tán axit cacboxylic), 0,05 g chất phân tán este phốt phát (SOLPLUS D540 do Tập đoàn Lubrizol sản xuất) dùng làm chất phân tán thứ hai, 2,45 g 1-decanol (được sản xuất bởi Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) được dùng làm dung môi thứ nhất, 1,5 g octanediol (2-ethyl-1,3-hexanediol được sản xuất bởi Kyowa Hakko Chemical Co., Ltd.) dùng làm dung môi thứ hai và 3,5 g 2-methyl-butane-1,3, 4-triol (isoprene triol B (IPTL-B)) (được sản xuất bởi Nippon Terpene Chemicals, Inc.) dùng làm dung môi thứ ba. Do đó, hỗn hợp thu được được nhào và hỗn hợp được nhào này được tạo ra để đi qua máy nghiền ba cuộn để thu được vật liệu liên kết của bột nhão bạc. Hơn nữa, tổng hàm lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là 92% trọng lượng và tỷ lệ trọng lượng (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) của hạt thứ nhất, thứ hai và các hạt bạc thứ ba là 16: 8: 76.

Độ nhớt của vật liệu liên kết này (bột nhão bạc) thu được bằng máy đo độ biến thiên (thiết bị đo độ nhớt) (HAAKE RheoStress 600 được sản xuất bởi Thermo Science, Inc.), sử dụng hình nón có đường kính hình nón 35 mm và góc hình nón 2°). Kết quả là, độ nhớt đo được ở 25°C là 309 (Pa·s) tại 2s⁻¹ và 26 (Pa·s) ở 20s⁻¹. Tỷ lệ (tỷ lệ thixotropic) Ti của độ nhớt ở 2s⁻¹ so với độ nhớt ở 20s⁻¹ (độ nhớt ở 2s⁻¹/độ nhớt ở 20s⁻¹) là 11,7 khi độ nhớt được đo ở 25°C và độ in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt.

Sau đó, chuẩn bị một đế đồng nguyên chất và một đế được chuẩn bị bằng cách mạ một bề mặt (một bề mặt được liên kết) của đế đồng nguyên chất bằng bạc, hai chip Si, mặt sau (một bề mặt được liên kết) của mỗi chip Si được mạ bạc (và có diện tích khoảng 18 mm^2). Sau đó, một mặt nạ kim loại có độ dày $50 \text{ }\mu\text{m}$ được bố trí trên mỗi đế để phủ vật liệu liên kết được mô tả ở trên (bột nhão bạc) trên mỗi đế để có cùng kích thước với diện tích mặt sau của chip Si và độ dày $50 \text{ }\mu\text{m}$ bằng máy ép kim loại. Sau đó, sau khi mỗi chip Si được sắp xếp trên vật liệu liên kết, một lò trơ được sử dụng để tăng nhiệt độ của vật liệu liên kết ở tốc độ tăng nhiệt độ $0,05^\circ\text{C/s}$ từ 25°C đến 250°C trong môi trường khí nitơ giữ nhiệt độ ở 250°C trong 60 phút để đốt vật liệu liên kết thành bạc thiêu kết trong bột nhão bạc để tạo thành một lớp liên kết bạc để liên kết chip Si với mỗi đế với lớp liên kết bạc.

Do đó, đối với mỗi hai vật phẩm được liên kết, sự hiện diện của các lỗ rỗng (khoảng trống) trong lớp liên kết bạc (ở bên trong lớp liên kết bạc và trên ranh giới giữa lớp liên kết bạc và đế và giữa lớp liên kết bạc và Si chip) đã được quan sát từ một hình ảnh (hình ảnh C-SAM) thu được bằng kính hiển vi siêu âm (C-SAM) (D9500 do SONOSCAN, INC) sản xuất. Kết quả là, không quan sát thấy lỗ rỗng (khoảng trống) nào trong mỗi hai vật phẩm được liên kết và chip Si được liên kết một cách thỏa đáng với đế trong mỗi hai vật phẩm được liên kết. Hơn nữa, người ta đã xác định rằng không có lỗ rỗng để chip Si được liên kết thỏa đáng với đế nếu toàn bộ bề mặt của hình ảnh C-SAM có màu đen, và rằng có các lỗ rỗng ở phần trung tâm để trạng thái liên kết ở phần trung tâm không tốt nếu phần trung tâm của hình ảnh C-SAM có màu trắng và có các lỗ rỗng trên toàn bộ bề mặt để trạng thái liên kết không tốt (hoặc chip Si bị bong ra khỏi đế) nếu toàn bộ bề mặt của hình ảnh C-SAM là màu trắng.

Ví dụ 2

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là $14,5 \text{ g}$, 0 g và $77,5 \text{ g}$ (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) là $16: 0: 84$). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là $712 \text{ (Pa}\cdot\text{s)}$ tại 2s^{-1} và $49 \text{ (Pa}\cdot\text{s)}$ ở 20s^{-1} . Tỷ lệ thixotropic Ti là $14,6$ và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó,

vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong mỗi hai vật phẩm được liên kết và chip Si được liên kết một cách thỏa đáng với đế trong mỗi hai vật phẩm được liên kết.

Ví dụ 3

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 19,78 g, 0 g và 72,22 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (các hạt bạc thứ nhất: các hạt bạc thứ hai: các hạt bạc thứ ba) là 22: 0: 78). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 1034 (Pa·s) tại 2s⁻¹ và 47 (Pa·s) ở 20s⁻¹. Tỷ lệ thixotropic Ti là 22,0 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong mỗi hai vật phẩm được liên kết và chip Si được liên kết một cách thỏa đáng với đế trong mỗi hai vật phẩm được liên kết.

Ví dụ 4

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 14,5 g, 12,5 g và 65,0 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) là 16:14:70). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 357 (Pa·s) tại 2s⁻¹ và 22 (Pa·s) ở 20s⁻¹. Tỷ lệ thixotropic Ti là 16,0 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả

là, không quan sát thấy có khoảng trống trong mỗi hai vật phẩm được liên kết và chip Si được liên kết một cách thỏa đáng với đế trong mỗi hai vật phẩm được liên kết.

Ví dụ 5

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 14,75 g, 14,75 g và 62,5 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) là 16:16:68). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 287 (Pa·s) tại 2s⁻¹ và 25 (Pa·s) ở 20s⁻¹. Tỷ lệ thixotropic Ti là 11,6 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong mỗi hai vật phẩm được liên kết và chip Si được liên kết một cách thỏa đáng với đế trong mỗi hai vật phẩm được liên kết.

Ví dụ 6

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 12,5 g, 7,5 g và 72,0 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (các hạt bạc thứ nhất: các hạt bạc thứ hai: các hạt bạc thứ ba) là 14: 8: 78). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 211 (Pa·s) tại 2s⁻¹ và 17 (Pa·s) ở 20s⁻¹. Tỷ lệ thixotropic Ti là 12,4 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong mỗi hai vật phẩm được liên kết và chip Si được liên kết một cách thỏa đáng với đế trong mỗi hai vật phẩm được liên kết.

Ví dụ 7

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 7,25 g, 7,25 g và 77,5 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) là 8: 8: 84). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 118 (Pa·s) tại 2s⁻¹ và 15 (Pa·s) ở 20s⁻¹. Tỷ lệ thixotropic Ti là 8.1 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong mỗi hai vật phẩm được liên kết và chip Si được liên kết một cách thỏa đáng với đế trong mỗi hai vật phẩm được liên kết.

Ví dụ 8

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 14,5 g, 26,8 g và 50,7 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (các hạt bạc thứ nhất: các hạt bạc thứ hai: các hạt bạc thứ ba) là 16:29:55). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 28 (Pa·s) tại 2s⁻¹ và 9 (Pa·s) ở 20s⁻¹. Tỷ lệ thixotropic Ti là 3,0 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong vật phẩm được liên kết có chip Si liên kết với đế đồng mạ bạc và chip Si được liên kết thỏa đáng với đế của chúng. Tuy nhiên, đã quan sát thấy các khoảng trống trong vật phẩm được liên kết có chip Si được liên kết với đế đồng không được mạ bạc và chip Si không được liên kết một cách thỏa đáng với đế của chúng.

Ví dụ 9

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 14,5 g, 17,5 g và 60,0 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) là 16:19:65). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 96 (Pa·s) tại 2s⁻¹ và 20 (Pa·s) ở 20s⁻¹. Tỷ lệ thixotropic Ti là 4,8 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong vật phẩm được liên kết có chip Si liên kết với đế đồng mạ bạc và chip Si được liên kết thỏa đáng với đế của chúng. Tuy nhiên, đã quan sát thấy các khoảng trống trong vật phẩm được liên kết có chip Si được liên kết với đế đồng không được mạ bạc và chip Si không được liên kết một cách thỏa đáng với đế của chúng.

Ví dụ 10

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 7,5 g, 9,75 g và 74,75 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (các hạt bạc thứ nhất: các hạt bạc thứ hai: các hạt bạc thứ ba) là 8:11:81). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 86 (Pa·s) tại 2s⁻¹ và 13 (Pa·s) ở 20s⁻¹. Tỷ lệ thixotropic Ti là 6,6 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong mỗi hai vật phẩm được liên kết và chip Si được liên kết một cách thỏa đáng với đế trong mỗi hai vật phẩm được liên kết.

Ví dụ 11

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 4,5 g, 7,5 g và 80,0 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) là 5: 8: 87). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 62 (Pa·s) tại 2s⁻¹ và 13 (Pa·s) ở 20s⁻¹. Tỷ lệ thixotropic Ti là 4,7 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong mỗi hai vật phẩm được liên kết và chip Si được liên kết một cách thỏa đáng với đế trong mỗi hai vật phẩm được liên kết.

Ví dụ 12

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 27,6 g, 0 g và 64,4 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) là 30: 0: 70). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 2135 (Pa·s) tại 2s⁻¹ và 127 (Pa·s) ở 20s⁻¹. Tỷ lệ thixotropic Ti là 16,9 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong mỗi hai vật phẩm được liên kết và chip Si được liên kết một cách thỏa đáng với đế trong mỗi hai vật phẩm được liên kết.

Ví dụ 13

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 27,6 g, 18,4 g và 46,0 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) là 30:20:50). Độ nhớt

của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 2186 (Pa·s) tại 2s⁻¹ và 96 (Pa·s) ở 20s⁻¹. Tỷ lệ thixotropic Ti là 22,8 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong vật phẩm được liên kết có chip Si liên kết với đế đồng mạ bạc và chip Si được liên kết thỏa đáng với đế của chúng. Tuy nhiên, đã quan sát thấy các khoảng trống trong vật phẩm được liên kết có chip Si được liên kết với đế đồng không được mạ bạc và chip Si không được liên kết một cách thỏa đáng với đế của chúng.

Ví dụ 14

Một vật liệu liên kết được tạo ra bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 2,3 g, 2,3 g và 87,4 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) là 2,5: 2,5: 95). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 37 (Pa·s) tại 2s⁻¹ và 11 (Pa·s) ở 20s⁻¹. Tỷ lệ thixotropic Ti là 3,4 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong mỗi hai vật phẩm được liên kết và chip Si được liên kết một cách thỏa đáng với đế trong mỗi hai vật phẩm được liên kết.

Ví dụ 15

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ các hạt bạc (được phủ axit sorbic) (Superfine Silver Powder-2 do DOWA ElectronicS MATERIALS CO., LTD sản xuất) có kích thước micron (đường kính hạt sơ cấp trung bình 0,3 μm thu được từ hình ảnh SEM của chúng) được sử dụng làm hạt

bạc thứ ba (hạt lớn) thay cho các hạt bạc (được phủ axit oleic) (AG2-1C do DOWA ElectronicS MATERIALS CO., LTD. sản xuất) có kích thước micron (đường kính hạt sơ cấp trung bình 0,3 μm thu được từ hình ảnh SEM của chúng). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 826 (Pa·s) tại 2s^{-1} và 69 (Pa·s) ở 20s^{-1} . Tỷ lệ thixotropic Ti là 12,0 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt.

Ví dụ so sánh 1

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 4,5 g, 17,5 g và 70,0 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) là 5:19:76). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 20 (Pa·s) tại 2s^{-1} và 8 (Pa·s) ở 20s^{-1} . Tỷ lệ thixotropic Ti là 2,4 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, đã quan sát thấy các khoảng trống trong mỗi hai vật phẩm được liên kết và chip Si không được liên kết một cách thỏa đáng với đế trong mỗi hai vật phẩm được liên kết.

Ví dụ so sánh 2

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 9,2 g, 27,6 g và 55,2 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) là 10:30:60). Độ nhớt của vật liệu liên kết thu được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là độ nhớt đo được ở 25°C là 13 (Pa·s) tại 2s^{-1} và 7 (Pa·s) ở 20s^{-1} . Tỷ lệ thixotropic Ti là 1,7 và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả

là, đã quan sát thấy các khoảng trống trong mỗi hai vật phẩm được liên kết và chip Si không được liên kết một cách thỏa đáng với đế trong mỗi hai vật phẩm được liên kết.

Ví dụ so sánh 3

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 27,6 g, 27,6 g và 36,8 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) là 30:30:40). Độ nhót của vật liệu liên kết đã được cố gắng đạt được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Tuy nhiên, không thể đo độ nhót của nó vì nó vượt quá giới hạn đo và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là không tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong vật phẩm được liên kết có chip Si liên kết với đế đồng mạ bạc và chip Si được liên kết thỏa đáng với đế của chúng. Tuy nhiên, đã quan sát thấy các khoảng trống trong vật phẩm được liên kết có chip Si được liên kết với đế đồng không được mạ bạc và chip Si không được liên kết một cách thỏa đáng với đế của chúng.

Ví dụ so sánh 4

Một vật liệu liên kết được sản xuất theo phương pháp tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ lượng hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong vật liệu liên kết (bột nhão bạc) lần lượt là 46,0 g, 9,2 g và 36,8 g (tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba (hạt bạc thứ nhất: hạt bạc thứ hai: hạt bạc thứ ba) là 50:10:40). Độ nhót của vật liệu liên kết đã được cố gắng đạt được bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Tuy nhiên, không thể đo độ nhót của nó vì nó vượt quá giới hạn đo và khả năng in (chất lượng in) của vật liệu liên kết (bột nhão bạc) là không tốt. Do đó, vật liệu liên kết thu được đã được sử dụng để sản xuất hai vật phẩm được liên kết theo cùng một phương pháp như trong ví dụ 1, và sự hiện diện của các khoảng trống trong lớp liên kết bạc được quan sát bằng phương pháp tương tự như trong ví dụ 1. Kết quả là, không quan sát thấy có khoảng trống trong vật phẩm được liên kết có chip Si liên kết

với đế đồng mạ bạc và chip Si được liên kết thỏa đáng với đế của chúng. Tuy nhiên, đã quan sát thấy các khoảng trống trong vật phẩm được liên kết có chip Si được liên kết với đế đồng không được mạ bạc và chip Si không được liên kết một cách thỏa đáng với đế của chúng.

Các điều kiện sản xuất và đặc tính của vật liệu liên kết trong các ví dụ này và các so sánh ví dụ được thể hiện trong bảng 1-2. Trong bảng 1, “0” được biểu thị nếu không quan sát thấy có khoảng trống nào trong mỗi vật phẩm liên kết, “x” được biểu thị nếu quan sát thấy có các khoảng trống trong mỗi vật phẩm liên kết và “△” được biểu thị nếu quan sát thấy có các khoảng trống trong vật phẩm liên kết có chip Si với đế đồng không được mạ bạc mặc dù không quan sát thấy có khoảng trống nào trong vật phẩm được liên kết có chip Si liên kết với đế đồng mạ bạc.

Bảng 1

	Các hạt bột trong bột nhão bạc (% theo trọng lượng)			Phần trăm trọng lượng trong các hạt bạc (% theo trọng lượng)		
	Hạt nhỏ	Hạt trung bình	Hạt lớn	Hạt nhỏ	Hạt trung bình	Hạt lớn
Ví dụ 1	14,5	7,5	70	16	8	76
Ví dụ 2	14,5	0	77,5	16	0	84
Ví dụ 3	19,78	0	72,22	22	0	78
Ví dụ 4	14,5	12,5	65	16	14	71
Ví dụ 5	14,75	14,75	62,5	16	16	68
Ví dụ 6	12,5	7,5	72	14	8	78
Ví dụ 7	7,25	7,25	77,5	8	8	84
Ví dụ 8	14,5	26,8	50,7	16	29	55
Ví dụ 9	14,5	17,5	60	16	19	65
Ví dụ 10	7,5	9,75	74,75	8	11	81
Ví dụ 11	4,5	7,5	80	5	8	87
Ví dụ 12	27,6	0	64,4	30	0	70
Ví dụ 13	27,6	18,4	46	30	20	50
Ví dụ 14	2,3	2,3	87,4	2,5	2,5	95
Ví dụ 15	14,5	7,5	70	16	8	76
Ví dụ so sánh 1	4,5	17,5	70	5	19	76
Ví dụ so sánh 2	9,2	27,6	55,2	10	30	60
Ví dụ so sánh 3	27,6	27,6	36,8	30	30	40
Ví dụ so sánh 4	46	9,2	36,8	50	10	40

Bảng 2

	Độ nhớt (Pa·s)		Ti	Lỗ rỗng (khoảng trống)
	2s ⁻¹	20s ⁻¹		
Ví dụ 1	309	26	11,7	○
Ví dụ 2	712	49	14,6	○
Ví dụ 3	1034	47	22,0	○
Ví dụ 4	357	22	16,0	○
Ví dụ 5	287	25	11,6	○
Ví dụ 6	211	17	12,4	○
Ví dụ 7	118	15	8,1	○
Ví dụ 8	28	9	3,0	△
Ví dụ 9	96	20	4,8	△
Ví dụ 10	86	13	6,6	○
Ví dụ 11	62	13	4,7	○
Ví dụ 12	2135	127	16,9	○
Ví dụ 13	2186	96	22,8	△
Ví dụ 14	37	11	3,4	○
Ví dụ 15	826	69	12,0	
Ví dụ so sánh 1	20	8	2,4	×
Ví dụ so sánh 2	13	7	1,7	×
Ví dụ so sánh 3	—	—	—	△
Ví dụ so sánh 4	—	—	—	△

Từ các kết quả trên có thể thấy rằng, trong tất cả các vật liệu liên kết trong các ví dụ từ 1-15, tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt bậc thứ nhất (hạt nhỏ), hạt bậc thứ hai (hạt trung bình) và hạt bậc thứ ba (hạt lớn) lần lượt là 1,4 đến 49% trọng lượng, 36% trọng lượng hoặc ít hơn, và 50 đến 95% trọng lượng, tương ứng với tổng 100% trọng lượng của các hạt bậc và tỷ lệ trọng lượng của các hạt bậc đầu tiên (hạt nhỏ) đến các hạt bậc thứ hai (hạt trung bình) là 14/36 hoặc lớn hơn. Mặt khác, trong tất cả các vật liệu liên kết trong ví dụ so sánh từ 1-4, tỷ lệ phần trăm trọng lượng và tỷ lệ trọng lượng không nằm trong phạm vi đó. Đó là, trong tất cả các vật liệu liên kết trong các ví dụ từ 1-15, tỷ lệ phần trăm trọng lượng (% tính theo trọng lượng) của các hạt bậc thứ nhất (hạt nhỏ), hạt bậc thứ hai (hạt trung bình) và hạt bậc thứ ba (hạt lớn) nằm trong một vùng ngũ giác (chứa đường viền của vùng ngũ giác) thu được bằng cách nối một

điểm a (49, 1, 50), một điểm b (14, 36, 50), một điểm c (1,4; 3,6; 95), một điểm d (5, 0, 95) và một điểm e (49, 0, 51) theo các đường thẳng theo thứ tự này, các điểm a, b, c, d và e được sắp xếp trên tọa độ của một tam giác (tọa độ tam giác) được thể hiện trong Fig.1. Mặt khác, trong tất cả các vật liệu liên kết trong ví dụ so sánh 1-4, tỷ lệ phần trăm trọng lượng (% tính theo trọng lượng) của các hạt nhỏ, vừa và lớn nằm ngoài vùng ngũ giác.

Hơn nữa, như thể hiện trong bảng 1 và 2, trong các ví dụ 8, 9 và 13 trong đó tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt bậc thứ hai (hạt trung bình) trong các hạt bậc của vật liệu liên kết là 19% trọng lượng trở lên, đã quan sát thấy các khoảng trống trong vật phẩm được liên kết có chip Si liên kết với đế đồng không được mạ bạc mặc dù không quan sát thấy có lỗ rỗng (khoảng trống) nào trong vật phẩm được liên kết có chip Si liên kết với đế đồng mạ bạc. Do đó, có thể thấy rằng tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt bậc thứ hai (hạt trung bình) trong các hạt bậc của vật liệu liên kết tốt hơn là dưới 19% trọng lượng. Ngoài ra, có thể thấy từ việc so sánh ví dụ 2 với các ví dụ 1, 4, 5, 8 và 9 rằng tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt bậc thứ ba (hạt lớn) đã giảm để giảm độ nhót của vật liệu liên kết nếu lần thứ hai các hạt bậc (hạt trung bình) được thêm vào vật liệu liên kết. Do đó độ nhót của vật liệu liên kết bị hạ thấp, khả năng in của vật liệu liên kết được gây ra là tốt, do đó việc xử lý vật liệu liên kết được gây ra là tốt. Vì lý do đó, các hạt bậc thứ hai (hạt trung bình) tốt nhất là được thêm vào vật liệu liên kết. Hơn nữa, có thể thấy từ so sánh của ví dụ 12 với ví dụ 13 rằng độ nhót của vật liệu liên kết không bị hạ thấp ngay cả khi các hạt bậc thứ hai (hạt trung bình) so với vật liệu liên kết khi phần trăm trọng lượng của các hạt bậc thứ nhất (nhỏ các hạt) trong các hạt bậc của vật liệu liên kết được tăng lên 30% trọng lượng. Hơn nữa, có thể thấy từ so sánh của ví dụ 1 với ví dụ 15 rằng độ nhót của vật liệu liên kết tăng lên nếu các hạt bậc thứ hai (hạt trung bình) và hạt bậc thứ ba (hạt lớn) được phủ một hợp chất hữu cơ có cùng số carbon (axit sorbic có số carbon là 6) như trong ví dụ 15. Vì lý do đó, số carbon của hợp chất hữu cơ phủ các hạt bậc thứ ba (hạt lớn) tốt hơn là lớn hơn số carbon của hợp chất hữu cơ phủ các hạt bậc thứ hai (hạt trung bình) (hợp chất hữu cơ phủ các hạt bậc thứ ba tốt nhất là có chuỗi chính dài hơn trong phân tử của nó so với các hạt hợp chất hữu cơ phủ các hạt bậc thứ hai).

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu liên kết ở dạng bột nhão của bạc chứa:

các hạt bạc bao gồm các hạt bạc thứ nhất có đường kính hạt sơ cấp trung bình nằm trong khoảng từ 1 đến 40 nm và mỗi hạt được phủ bằng một hợp chất hữu cơ có số cacbon không lớn hơn 8, các hạt bạc thứ hai có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 41 đến 110 nm và mỗi hạt được phủ bằng hợp chất hữu cơ có số cacbon không lớn hơn 8 và các hạt bạc thứ ba có đường kính hạt sơ cấp trung bình từ 120 nm đến 10 μ m;

dung môi phân cực; và

chất phân tán,

trong đó đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt bạc được tính toán từ các đường kính hạt sơ cấp của 100 hạt bạc hoặc nhiều hơn được chọn tùy ý (đường kính của hình tròn tương ứng với hình tròn có cùng diện tích với mỗi hạt bạc) trên ảnh (ảnh SEM hoặc ảnh TEM) thu được bằng cách quan sát các hạt bạc ở độ phóng đại xác định trước bằng kính hiển vi điện tử truyền qua (transmission electron microscope – TEM) hoặc kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscope – SEM), và

trong đó tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba lần lượt là 1,4 đến 49% trọng lượng, 36% trọng lượng hoặc ít hơn và 50 đến 95% trọng lượng, tương ứng với tổng 100% trọng lượng của các hạt bạc và tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất so với các hạt bạc thứ hai là 14/36 hoặc lớn hơn.

2. Vật liệu liên kết theo điểm 1, trong đó mỗi hạt bạc thứ ba được phủ bằng một hợp chất hữu cơ có số carbon không nhỏ hơn 9, tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất nằm trong khoảng từ 1,4 đến 25% trọng lượng so với tổng 100% trọng lượng của các hạt bạc.

3. Vật liệu liên kết theo điểm 1, trong đó hợp chất hữu cơ có số carbon không lớn hơn 8 là axit béo bão hòa hoặc không bão hòa có số cacbon nằm trong khoảng từ 1 đến 6.

4. Vật liệu liên kết theo điểm 1, trong đó hợp chất hữu cơ có số carbon không lớn hơn 8 là axit hexanoic hoặc axit sorbic.

5. Vật liệu liên kết theo điểm 1, trong đó tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất nằm trong khoảng từ 2 đến 40% trọng lượng so với tổng số 100% trọng lượng

của các hạt bạc và tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt bạc thứ hai nằm trong khoảng từ 2 đến 17% trọng lượng so với tổng số 100% trọng lượng của các hạt bạc.

6. Vật liệu liên kết theo điểm 1, trong đó dung môi phân cực là một hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm bao gồm 1-decanol, 1-dodecanol, 2-ethyl-1,3-hexanediol và 2-methyl-butane- 1,3,4 triol.

7. Vật liệu liên kết theo điểm 1, trong đó chất phân tán là một hoặc nhiều chất được chọn từ nhóm bao gồm các chất phân tán axit cacboxylic và các chất phân tán este phốt phát.

8. Vật liệu liên kết theo điểm 1, trong đó tổng hàm lượng các hạt bạc trong vật liệu liên kết nằm trong khoảng từ 87 đến 97% trọng lượng.

9. Phương pháp liên kết bao gồm các bước:

sắp xếp vật liệu liên kết theo điểm 1 giữa các vật phẩm; và

nung nóng vật liệu liên kết để thiêu kết bạc trong đó tạo thành lớp liên kết kim loại để liên kết các vật phẩm với nhau bằng lớp liên kết bạc.

10. Phương pháp sản xuất vật liệu liên kết chứa các hạt bạc, dung môi phân cực và chất phân tán, phương pháp này bao gồm các bước:

chuẩn bị các hạt bạc bao gồm các hạt bạc thứ nhất có đường kính hạt sơ cấp trung bình nằm trong khoảng từ 1 đến 40 nm và mỗi hạt được phủ bằng hợp chất hữu cơ có số cacbon không lớn hơn 8, các hạt bạc thứ hai có đường kính hạt sơ cấp trung bình nằm trong khoảng từ 41 đến 110 nm và mỗi hạt được phủ bằng hợp chất hữu cơ có số cacbon không lớn hơn 8 và các hạt bạc thứ ba có đường kính hạt sơ cấp trung bình nằm trong khoảng từ 120 nm đến 10 μm ;

làm cho tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất, thứ hai và thứ ba lần lượt là từ 1,4 đến 49% trọng lượng, 36% trọng lượng hoặc ít hơn và từ 50 đến 95% trọng lượng so với tổng 100% của trọng lượng các hạt bạc trong khi làm cho tỷ lệ trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất so với các hạt bạc thứ hai là 14/36 hoặc lớn hơn; và

trộn các hạt bạc với dung môi phân cực và chất phân tán,

trong đó đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt bạc được tính toán từ các đường kính hạt sơ cấp của 100 hạt bạc hoặc nhiều hơn được chọn tùy ý (đường kính của hình tròn tương ứng với hình tròn có cùng diện tích với mỗi hạt bạc) trên ảnh (ảnh SEM hoặc ảnh TEM) thu được bằng cách quan sát các hạt bạc ở độ phóng đại xác định trước bằng kính hiển vi điện tử truyền qua (transmission electron microscope – TEM) hoặc kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscope – SEM).

11. Phương pháp sản xuất vật liệu liên kết theo điểm 10, trong đó mỗi hạt bạc thứ ba được phủ một hợp chất hữu cơ có số carbon không nhỏ hơn 9, tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất nằm trong khoảng từ 1,4 đến 25% trọng lượng so với tổng số 100% trọng lượng của các hạt bạc.

12. Phương pháp sản xuất vật liệu liên kết theo điểm 10, trong đó tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt bạc thứ nhất là từ 2 đến 40% trọng lượng so với tổng 100% trọng lượng của các hạt bạc và tỷ lệ phần trăm trọng lượng của các hạt bạc thứ hai là từ 2 đến 17% trọng lượng so với tổng 100% trọng lượng của các hạt bạc.

FIG.1

