



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

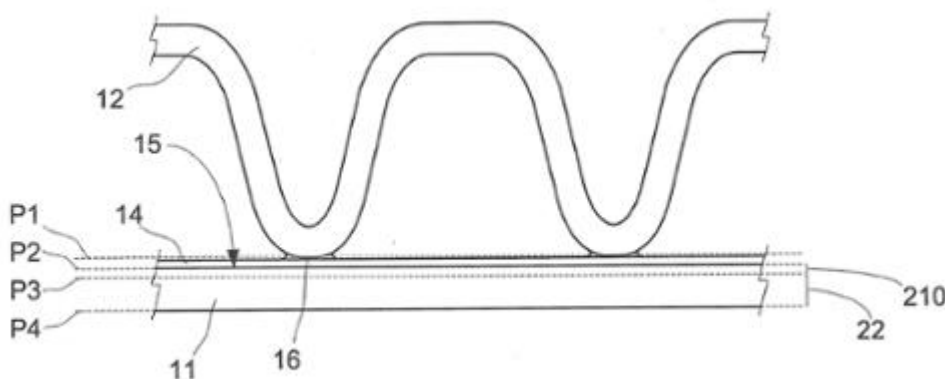


(51)<sup>7</sup> **B23K 1/00**; B23K 1/19; B23K 1/20; (13) **B**  
F28F 3/02; B23K 20/16; B23K 35/00;  
B23K 35/365; F28D 9/00; B23K 1/008;  
B23K 20/02

|                                                                          |                               |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| (21) 1-2016-01498                                                        | (22) 10/09/2014               |
| (86) PCT/EP2014/069240 10/09/2014                                        | (87) WO2015/043945 02/04/2015 |
| (30) 13186257.5 26/09/2013 SE                                            |                               |
| (45) 25/10/2021 403                                                      | (43) 27/06/2016 339A          |
| (73) ALFA LAVAL CORPORATE AB (SE)<br>P. O. Box 73, S-221 00 Lund, Sweden |                               |
| (72) SJÖDIN, Per (SE); WALTER, Kristian (SE).                            |                               |
| (74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ WINCO (WINCO CO., LTD.)                 |                               |

(54) PHƯƠNG PHÁP NỘI CÁC CHI TIẾT KIM LOẠI

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp nổi chi tiết kim loại thứ nhất (11) với chi tiết kim loại thứ hai (12), các chi tiết kim loại (11, 12) có nhiệt độ chuyển pha trên 1000°C. Phương pháp này bao gồm các bước: phủ hợp phần khổng chế nóng chảy (14) lên bề mặt (15) của chi tiết kim loại thứ nhất (11), chế phẩm khổng chế nóng chảy (14) bao gồm hợp phần khổng chế nóng chảy chứa phospho và silic để làm giảm nhiệt độ nóng chảy của chi tiết kim loại thứ nhất (11); cho tiếp xúc chi tiết kim loại thứ hai (12) với chế phẩm khổng chế nóng chảy (14) ở điểm tiếp xúc (16) trên bề mặt (15); gia nhiệt các chi tiết kim loại thứ nhất và thứ hai (11, 12) đến nhiệt độ trên 1000°C; và hóa rắn lớp kim loại nóng chảy (210) của chi tiết kim loại thứ nhất (11), sao cho mỗi nổi (25) được tạo ra ở điểm tiếp xúc (16). Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến chế phẩm khổng chế nóng chảy và các sản phẩm liên quan.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến phương pháp nối chi tiết kim loại thứ nhất với chi tiết kim loại thứ hai bằng cách sử dụng chế phẩm không chế nóng chảy.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Ngày nay, có nhiều phương pháp nối khác nhau để nối các chi tiết kim loại (các vật kim loại hoặc các chi tiết gia công kim loại) được tạo ra bởi các nguyên tố kim loại, trong đó các nguyên tố kim loại bao gồm các nguyên tố kim loại khác nhau cũng như các hợp kim kim loại khác nhau. Các chi tiết kim loại này liệu có, do các nguyên tố kim loại hoặc các hợp kim tạo ra chúng, nhiệt độ nóng chảy ít nhất 1000°C, nghĩa là các chi tiết kim loại này không thể được tạo ra từ, ví dụ, nhôm nguyên chất hoặc các hợp kim trên cơ sở nhôm. Một số ví dụ về kim loại tạo ra các chi tiết kim loại thường là các hợp kim trên cơ sở sắt, niken và coban.

Một phương pháp thông thường để nối các chi tiết kim loại như vậy là hàn mà là phương pháp trong đó kim loại trong chi tiết kim loại có hoặc không có vật liệu khác được làm nóng chảy, tức là sản phẩm đúc được tạo ra bằng cách làm nóng chảy và sau đó làm hóa rắn lại.

Phương pháp nối khác là hàn đồng mà là phương pháp nối kim loại trong đó kim loại phụ gia trước tiên được phủ lên ít nhất một trong số hai chi tiết kim loại cần được nối và sau đó được gia nhiệt đến trên điểm nóng chảy của nó và được phân bố giữa các chi tiết kim loại này do tác dụng mao dẫn. Kim loại phụ gia thường được đưa lên trên nhiệt độ nóng chảy của nó trong sự bảo vệ bởi môi trường khí thích hợp. Kim loại phụ gia chảy trên các chi tiết kim loại về phía các điểm tiếp xúc nơi mà tạo ra các mối nối.

Nói chung, khi hàn đồng, kim loại phụ gia được phủ tiếp xúc với khe hở hoặc khe giữa các chi tiết kim loại cần được nối. Trong quá trình gia nhiệt kim loại phụ gia nóng chảy và điền đầy khe hở cần được nối. Quá trình hàn đồng có ba giai đoạn chính trong đó giai đoạn thứ nhất được gọi là giai đoạn vật lý. Giai đoạn vật lý bao gồm việc làm ướt và làm chảy kim loại phụ gia. Giai đoạn thứ hai thường diễn ra ở nhiệt độ nối

nhất định. Trong giai đoạn này có sự tương tác rắn-lỏng mà kèm theo quá trình chuyển khối đáng kể. Một thể tích nhỏ các chi tiết kim loại mà nối liền ngay lập tức kim loại phụ gia lỏng hòa tan hoặc phản ứng với kim loại phụ gia trong giai đoạn này. Đồng thời một lượng nhỏ các nguyên tố từ các pha lỏng xâm nhập vào trong các chi tiết kim loại rắn. Sự phân bố lại thành phần này trong khu vực nối dẫn đến sự thay đổi với chế phẩm kim loại phụ gia, và đôi khi, sự bắt đầu hóa rắn của kim loại phụ gia. Giai đoạn cuối, mà gộp lên giai đoạn thứ hai, khác biệt bởi sự tạo thành của vi cấu trúc mối nối cuối cùng và tiến triển trong quá trình hóa rắn và làm nguội mối nối. Thể tích của các chi tiết kim loại mà liền kề kim loại phụ gia lỏng là rất nhỏ, tức là mối nối được tạo ra với mức độ lớn nhất là kim loại phụ gia. Nói chung, khi hàn đồng, ít nhất 95% kim loại trong mối nối đến từ kim loại phụ gia.

Phương pháp khác để nối hai chi tiết kim loại (các vật liệu gốc) là liên kết khuếch tán pha lỏng chuyển tiếp (liên kết TLP) trong đó sự khuếch tán diễn ra khi nguyên tố khổng chế điểm nóng chảy từ lớp xen giữa di chuyển vào trong mạng và các ranh giới hạt của các chi tiết kim loại ở nhiệt độ liên kết. Các quá trình khuếch tán trạng thái rắn sau đó dẫn đến sự thay đổi thành phần ở mặt phân cách liên kết và lớp xen giữa khác nóng chảy ở nhiệt độ thấp hơn so với các vật liệu gốc. Do đó lớp chất lỏng mỏng trải dọc theo bề mặt phân cách để tạo ra mối nối ở nhiệt độ thấp hơn so với điểm nóng chảy của mỗi chi tiết kim loại. Sự giảm về nhiệt độ liên kết dẫn đến sự hóa rắn của vật liệu nóng chảy, và pha này sau đó có thể được phân tán vào trong các chi tiết kim loại bằng cách duy trì nhiệt độ liên kết trong một khoảng thời gian.

Các phương pháp nối như hàn, hàn đồng và liên kết TLP nối thành công các chi tiết kim loại. Tuy nhiên, phương pháp hàn có các hạn chế của nó do có thể là phương pháp rất tốn kém hoặc thậm chí không thể tạo ra số lượng lớn các mối nối khi chúng khó tiếp cận. Phương pháp hàn đồng cũng có các hạn chế của nó, ví dụ, đó là phương pháp này có thể khó áp dụng một cách thích hợp hoặc thậm chí khó xác định kim loại phụ gia thích hợp nhất. Phương pháp liên kết TLP là có lợi khi dùng để nối vật liệu khác nhau nhưng có các hạn chế của nó. Ví dụ, phương pháp này thường khó thấy lớp xen giữa thích hợp và phương pháp này không thực sự thích hợp để tạo ra mối nối trong đó các khe hở lớn cần được điền đầy hoặc khi mối nối tương đối lớn cần được tạo ra.

Các phương pháp khác để nối các chi tiết kim loại được thấy trong các tài liệu sáng chế US2009-305078A1, US2006/060296A1, US6264761B1, US2007/164088A1 và US2012/183807A1.

Bởi vậy, nhiều yếu tố có liên quan khi lựa chọn phương pháp nối nhất định. Các yếu tố mà cũng có tính quyết định là chi phí, năng suất, tính an toàn, tốc độ xử lý và các đặc tính của mối nối mà nối các chi tiết kim loại cũng như các đặc tính của chính các chi tiết kim loại sau khi nối. Cho dù các phương pháp nêu trên có các ưu điểm của chúng, thì vẫn cần có phương pháp nối được sử dụng dưới dạng bổ sung cho các phương pháp hiện có, đặc biệt nếu các yếu tố như chi phí, năng suất, tính an toàn và tốc độ xử lý được xem xét.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Mục đích của sáng chế là cải tiến các phương pháp nêu trên và giải pháp kỹ thuật đã biết. Cụ thể, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp nối các chi tiết kim loại (các chi tiết gia công kim loại, tức là các chi tiết gia công hoặc các đối tượng được làm bằng kim loại) theo cách đơn giản và tin cậy trong khi vẫn tạo ra mối nối bền giữa các chi tiết kim loại.

Để đạt được các mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất phương pháp nối chi tiết kim loại thứ nhất với chi tiết kim loại thứ hai. Phương pháp này được sử dụng cho các chi tiết kim loại có nhiệt độ chuyển pha trên 1000°C. Phương pháp này bao gồm các bước:

phủ chế phẩm không chế nóng chảy lên bề mặt của chi tiết kim loại thứ nhất, chế phẩm không chế nóng chảy này chứa hợp phần không chế nóng chảy mà chứa phospho và silic để làm giảm nhiệt độ điểm nóng chảy của chi tiết kim loại thứ nhất, và tùy ý, hợp phần kết dính để tạo điều kiện thuận lợi cho việc phủ chế phẩm không chế nóng chảy lên bề mặt này;

cho chi tiết kim loại thứ hai tiếp xúc với chế phẩm không chế nóng chảy ở điểm tiếp xúc trên bề mặt nêu trên;

gia nhiệt các chi tiết kim loại thứ nhất và chi tiết kim loại thứ hai đến nhiệt độ trên 1000°C, bề mặt của chi tiết kim loại thứ nhất do đó nóng chảy sao cho lớp bề mặt của chi tiết kim loại thứ nhất nóng chảy và, cùng với hợp phần không chế nóng chảy,

tạo ra lớp kim loại nóng chảy (nung chảy) tiếp xúc với chi tiết kim loại thứ hai ở điểm tiếp xúc; và

cho lớp kim loại nóng chảy này hóa rắn, sao cho thu được mối nối ở điểm tiếp xúc, mối nối này chứa kim loại với lượng ít nhất 50% trọng lượng, kim loại này, trước khi gia nhiệt, là một phần của chi tiết bất kỳ trong số chi tiết kim loại thứ nhất và chi tiết kim loại thứ hai.

Theo một phương án, mối nối chứa kim loại với lượng ít nhất 85% trọng lượng, kim loại này, trước khi gia nhiệt, là một phần của chi tiết bất kỳ trong số chi tiết kim loại thứ nhất và chi tiết kim loại thứ hai. Điều này đạt được bằng cách cho kim loại của các chi tiết kim loại chảy vào điểm tiếp xúc và tạo ra mối nối. Mối nối được tạo ra theo cách này là rất khác các mối nối được tạo ra bằng cách hàn đồng, do các mối nối này thường chứa kim loại với lượng ít nhất 90% trọng lượng, kim loại này, trước khi hàn đồng, là một phần của kim loại phụ gia của chất hàn đồng được sử dụng để tạo ra mối nối.

Theo một phương án, hợp phần không chế nóng chảy chứa phospho với lượng ít nhất 8% trọng lượng, theo một phương án khác, hợp phần không chế nóng chảy chứa phospho với lượng ít nhất 14% trọng lượng. Chế phẩm không chế nóng chảy cũng có thể được gọi là chế phẩm không chế điểm nóng chảy. Kim loại trong các chi tiết kim loại có thể có dạng, ví dụ, các hợp kim trên cơ sở sắt, niken và coban, do chúng thường có nhiệt độ chuyển pha trên 1000°C. Các chi tiết kim loại không thể là nhôm nguyên chất hoặc các hợp kim trên cơ sở nhôm mà không có nhiệt độ chuyển pha trên 1000°C. Kim loại trong chi tiết kim loại hoặc thậm chí chính chi tiết kim loại có thể được gọi là “kim loại gốc” hoặc “vật liệu gốc”. Trong trường hợp này, hợp kim “trên cơ sở sắt” là hợp kim trong đó sắt có phần trăm trọng lượng lớn nhất trong số tất cả các nguyên tố trong hợp kim này (% trọng lượng). Trường hợp tương ứng cũng áp dụng cho các hợp kim trên cơ sở niken, coban, crom và nhôm.

Như được chỉ ra, chế phẩm không chế nóng chảy chứa ít nhất một hợp phần, hợp phần này là hợp phần không chế nóng chảy. Tùy ý, chế phẩm không chế nóng chảy chứa hợp phần kết dính. Tất cả các chất hoặc các phần của chế phẩm không chế nóng chảy mà góp phần làm giảm nhiệt độ nóng chảy của ít nhất là chi tiết kim loại thứ nhất được xem là một phần của hợp phần không chế nóng chảy. Các phần của chế phẩm không chế nóng chảy mà không liên quan đến việc làm giảm nhiệt độ nóng chảy

của ít nhất là chi tiết kim loại thứ nhất mà thay vào đó “kết dính” chế phẩm không chế nóng chảy, sao cho tạo ra, ví dụ, bột nhão, sơn hoặc huyền phù, được coi là một phần của hợp phần kết dính. Tất nhiên, hợp phần không chế nóng chảy có thể bao gồm các hợp phần khác, như các lượng nhỏ của kim loại phụ gia. Tuy nhiên, lượng kim loại phụ gia này có thể không lớn hơn 75% trọng lượng của hợp phần không chế sự nóng chảy, do ít nhất 25% trọng lượng của hợp phần không chế nóng chảy là phospho và silic. Nếu kim loại phụ gia được chứa trong chế phẩm không chế nóng chảy, kim loại phụ gia này luôn là một phần của hợp phần không chế nóng chảy.

Trong trường hợp này, “phospho và silic” nghĩa là tổng của phospho và silic trong hợp phần không chế nóng chảy, như được tính theo % trọng lượng. Ở đây, % trọng lượng nghĩa là phần trăm trọng lượng được xác định bằng cách nhân phần khối lượng với 100. Như đã biết, phần khối lượng của một chất trong hỗn hợp là tỷ lệ giữa nồng độ khối lượng của chất đó (mật độ của chất đó trong hỗn hợp) với mật độ của hợp phần. Bởi vậy, ví dụ, phospho và silic với lượng ít nhất 25% trọng lượng nghĩa là tổng trọng lượng của phospho và silic ít nhất là 25g trong mẫu gồm 100g hợp phần không chế nóng chảy. Hiện nhiên, nếu hợp phần kết dính được chứa trong chế phẩm không chế nóng chảy, thì % trọng lượng của phospho và silic trong chế phẩm không chế nóng chảy có thể là nhỏ hơn 25% trọng lượng. Tuy nhiên, phospho và silic với lượng ít nhất 25% trọng lượng luôn có mặt trong hợp phần không chế nóng chảy, mà, như được chỉ ra, cũng bao gồm kim loại phụ gia bất kỳ có thể được chứa, tức là kim loại phụ gia luôn được xem là một phần của chế phẩm không chế nóng chảy.

“Phospho” bao gồm tất cả phospho trong hợp phần không chế nóng chảy, bao gồm phospho nguyên tố cũng như phospho trong hợp chất phospho. Do vậy, “silic” bao gồm tất cả silic trong hợp phần không chế nóng chảy, mà bao gồm silic nguyên tố cũng như silic ở dạng hợp chất silic. Bởi vậy, cả phospho lẫn silic có thể, trong hợp phần không chế nóng chảy, được biểu thị bởi phospho và silic trong các hợp chất phospho và silic khác nhau.

Hiện nhiên, chế phẩm không chế nóng chảy là rất khác các chất hàn đồng thông thường do chúng có nhiều chất làm giảm nhiệt độ nóng chảy so với kim loại phụ gia như phospho và silic. Nói chung, các chất hàn đồng có phospho và silic với lượng ít hơn 18% trọng lượng.

Phương pháp này có ưu điểm ở chỗ kim loại phụ gia có thể được giảm hoặc thậm chí không cần sử dụng và có thể áp dụng được cho các chi tiết kim loại mà được tạo ra từ các vật liệu khác nhau. Phương pháp này cũng có thể được sử dụng trong phạm vi ứng dụng rộng, ví dụ để nối các tấm truyền nhiệt hoặc các vật kim loại phù hợp bất kỳ mà được nối bằng phương pháp khác, ví dụ phương pháp hàn hoặc hàn đồng thông thường.

Tất nhiên, chế phẩm không chế nóng chảy cũng có thể được áp dụng trên chi tiết kim loại thứ hai.

Phospho có thể có nguồn gốc từ phospho bất kỳ trong số phospho nguyên tố và phospho của hợp chất phospho được lựa chọn từ ít nhất hợp chất bất kỳ trong số các hợp chất sau: mangan phosphua, sắt phosphua và niken phosphua. Silic có thể có nguồn gốc từ silic bất kỳ trong số silic nguyên tố và silic trong hợp chất silic được lựa chọn từ ít nhất hợp chất bất kỳ trong số các hợp chất sau: silic cacbua, silic borua và sắt silic.

Hợp phần không chế nóng chảy theo sáng chế có thể chứa phospho và silic với lượng ít nhất 25% trọng lượng, ít nhất 35% trọng lượng và ít nhất 55% trọng lượng. Điều này nghĩa là nếu kim loại phụ gia bất kỳ có mặt, thì kim loại phụ gia này có mặt với lượng lần lượt nhỏ hơn 75% trọng lượng, nhỏ hơn 65% trọng lượng và nhỏ hơn 45% trọng lượng.

Phospho có thể chiếm ít nhất 10% trọng lượng của lượng phospho và silic của hợp phần không chế nóng chảy. Điều này nghĩa là, khi hợp phần không chế nóng chảy chứa phospho và silic với lượng ít nhất 25% trọng lượng, thì khi đó hợp phần không chế nóng chảy chứa phospho với lượng ít nhất 2,5% trọng lượng. Silic có thể chiếm ít nhất 55% trọng lượng của lượng phospho và silic của hợp phần không chế nóng chảy.

Hợp phần không chế nóng chảy có thể chứa các nguyên tố kim loại với lượng nhỏ hơn 50% trọng lượng, hoặc nhỏ hơn 10% trọng lượng. Các nguyên tố kim loại này tương ứng với “kim loại phụ gia” được đề cập ở trên. Các lượng nhỏ của các nguyên tố kim loại hoặc kim loại phụ gia này làm cho chế phẩm không chế nóng chảy theo sáng chế khác hoàn toàn với các hỗn hợp hàn đồng đã biết chẳng hạn do chúng chứa các nguyên tố kim loại với lượng ít nhất 60% trọng lượng. Ở đây, “các nguyên tố kim loại” bao gồm, ví dụ tất cả các kim loại chuyển tiếp, là các nguyên tố trong khối d của bảng hệ thống tuần hoàn, bao gồm các nhóm 3 đến 12 trong bảng hệ thống tuần hoàn.

Điều này nghĩa là, ví dụ, sắt (Fe), niken (Ni), coban (Co), crom (Cr) và molipden (Mo) là “các nguyên tố kim loại”. Các nguyên tố mà không phải “các nguyên tố kim loại” là các khí trơ, các halogen và các nguyên tố sau: bo (B), cacbon (C), silic (Si), nitơ (N), phospho (P), asen (As), oxy (O), lưu huỳnh (S), selen (Se) và telur (Tu). Lưu ý rằng, ví dụ, nếu phospho đến từ hợp chất mangan phosphua, thì phần mangan của hợp chất này là nguyên tố kim loại được chứa trong các nguyên tố kim loại mà theo một phương án cân nhỏ hơn 50% trọng lượng và theo phương án khác nhỏ hơn 10% trọng lượng.

Chi tiết kim loại thứ nhất có thể có độ dày nằm trong khoảng từ 0,3 đến 0,6 mm và việc phủ chế phẩm không chế nóng chảy sau đó có thể bao gồm việc phủ trung bình từ 0,02 đến 1,00 mg phospho và silic cho một mm<sup>2</sup> trên bề mặt của chi tiết kim loại thứ nhất. Việc phủ trung bình từ 0,02 đến 1,00 mg phospho và silic cho một mm<sup>2</sup> trên bề mặt của chi tiết kim loại thứ nhất bao gồm sự phủ gián tiếp bất kỳ qua chi tiết kim loại thứ hai chẳng hạn, ví dụ phospho và silic mà được chuyển từ chi tiết kim loại thứ hai sang chi tiết kim loại thứ nhất. Bởi vậy, phospho và silic được đề cập ở đây không phải nhất thiết được phủ trực tiếp trên chi tiết kim loại thứ nhất, miễn là vẫn góp phần vào việc làm nóng chảy lớp bề mặt của chi tiết kim loại thứ nhất.

Chi tiết kim loại thứ nhất có thể có độ dày nằm trong khoảng từ 0,6 đến 1,0 mm và việc phủ chế phẩm không chế nóng chảy sau đó có thể bao gồm việc phủ trung bình từ 0,02 đến 1,0 mg phospho và silic cho một mm<sup>2</sup> trên bề mặt của chi tiết kim loại thứ nhất. Như nêu trên, việc phủ cũng bao gồm “sự phủ” gián tiếp qua chi tiết kim loại thứ hai.

Chi tiết kim loại thứ nhất có thể có độ dày lớn hơn 1,0 mm và việc phủ chế phẩm không chế nóng chảy sau đó có thể bao gồm việc phủ trung bình từ 0,02 đến 5,0 mg phospho và silic cho một mm<sup>2</sup> trên bề mặt của chi tiết kim loại thứ nhất.

Bề mặt này có thể có diện tích lớn hơn diện tích được xác định bởi điểm tiếp xúc trên phần bề mặt nêu trên, sao cho kim loại trong lớp kim loại nóng chảy chảy đến điểm tiếp xúc khi cho phép tạo ra mối nối. Dòng chảy này thường được tạo ra do tác dụng mao dẫn.

Diện tích của bề mặt này có thể lớn hơn ít nhất 3 lần diện tích được xác định bởi điểm tiếp xúc. Diện tích của bề mặt này có thể còn lớn hơn (hoặc điểm tiếp xúc nhỏ hơn tương đối), như lớn hơn ít nhất 10, 20 hoặc 30 lần diện tích được xác định bởi

điểm tiếp xúc. Diện tích của bề mặt này đề cập đến diện tích của bề mặt mà từ đó kim loại nóng chảy chảy đến để tạo ra mối nối.

Diện tích của bề mặt này có thể lớn hơn ít nhất 3 hoặc lớn hơn ít nhất 10 lần diện tích mặt cắt ngang của mối nối. Diện tích của bề mặt này có thể thậm chí lớn hơn (hoặc diện tích mặt cắt ngang của mối nối nhỏ hơn tương đối), như lớn hơn ít nhất 6 hoặc 10 lần diện tích được xác định bởi điểm tiếp xúc. Diện tích mặt cắt ngang của mối nối có thể được xác định là diện tích mặt cắt ngang mà mối nối cắt ngang qua mặt phẳng song song với bề mặt mà điểm tiếp xúc nằm trên đó, ở vị trí nơi mà mối nối có mức kéo dài nhỏ nhất (diện tích mặt cắt ngang).

Chi tiết bất kỳ trong số chi tiết kim loại thứ nhất và chi tiết kim loại thứ hai có thể bao gồm các phần nhô kéo dài về phía chi tiết kim loại kia, sao cho, khi cho chi tiết kim loại thứ hai tiếp xúc với bề mặt nêu trên, nhiều điểm tiếp xúc được tạo ra trên bề mặt nêu trên. Đây thường là trường hợp khi các chi tiết kim loại có hình dạng của các tấm uốn sóng được xếp chồng và được nối để tạo ra các bộ trao đổi nhiệt.

Chi tiết kim loại thứ nhất có thể chứa bất kỳ trong số:

- i) Fe với lượng >50% trọng lượng, Cr với lượng <13% trọng lượng, Mo với lượng <1% trọng lượng, Ni với lượng <1% trọng lượng và Mn với lượng <3% trọng lượng;
- ii) Fe với lượng >90% trọng lượng;
- iii) Fe với lượng >65% trọng lượng và Cr với lượng >13% trọng lượng;
- iv) Fe với lượng >50% trọng lượng, Cr với lượng >15,5% trọng lượng và Ni với lượng >6% trọng lượng;
- v) Fe với lượng >50% trọng lượng, Cr với lượng >15,5% trọng lượng, Mo từ 1 đến 10% trọng lượng và Ni với lượng >8% trọng lượng;
- vi) Ni với lượng >97% trọng lượng;
- vii) Cr với lượng >10% trọng lượng và Ni với lượng >60% trọng lượng;
- viii) Cr với lượng >15% trọng lượng, Mo với lượng >10% trọng lượng và Ni với lượng >50% trọng lượng;
- ix) Co với lượng >70% trọng lượng; và
- x) Fe với lượng >10% trọng lượng, Mo với lượng từ 0,1 đến 30% trọng lượng, Ni với lượng từ 0,1 đến 30% trọng lượng và Co với lượng >50% trọng lượng.

Trong phần mô tả trên đây, chi tiết kim loại thứ nhất, cũng như chi tiết kim loại thứ hai, có thể được tạo ra bởi một số lượng lớn các hợp kim khác nhau. Hiển nhiên, các ví dụ nêu trên có phần còn lại là các kim loại hoặc các nguyên tố khác, như thông thường trong lĩnh vực này.

Theo một khía cạnh khác, sản phẩm bao gồm chi tiết kim loại thứ nhất mà được nối với chi tiết kim loại thứ hai bằng mối nối được đề xuất. Các chi tiết kim loại có nhiệt độ chuyển pha trên  $1000^{\circ}\text{C}$  và mối nối chứa các nguyên tố kim loại với lượng ít nhất 50% trọng lượng, các nguyên tố kim loại này được lấy từ diện tích xung quanh mối nối và diện tích này là một phần của chi tiết bất kỳ trong số chi tiết kim loại thứ nhất và chi tiết kim loại thứ hai.

Theo một khía cạnh khác, sản phẩm được đề xuất bao gồm chi tiết kim loại thứ nhất được nối với chi tiết kim loại thứ hai theo phương pháp nêu trên hoặc phương pháp bất kỳ trong số các phương án của nó.

Theo một khía cạnh khác, chế phẩm không chế nóng chảy được đề xuất để, tức là cụ thể được phát triển và được tạo ra để nối chi tiết kim loại thứ nhất với chi tiết kim loại thứ hai theo phương pháp nêu trên hoặc phương pháp bất kỳ trong số các phương án của nó, chế phẩm không chế nóng chảy bao gồm i) hợp phần không chế nóng chảy chứa phospho và silic để làm giảm nhiệt độ nóng chảy, và ii), tùy ý, hợp phần kết dính để tạo điều kiện thuận lợi cho việc phủ chế phẩm không chế nóng chảy lên chi tiết kim loại thứ nhất.

Các mục đích, các dấu hiệu, các khía cạnh và các ưu điểm khác nhau của phương pháp, sản phẩm và chế phẩm không chế nóng chảy theo sáng chế sẽ trở nên rõ ràng thông qua phần mô tả chi tiết dưới đây cũng như các hình vẽ minh họa kèm theo.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Sau đây, các phương án theo sáng chế sẽ được mô tả, bằng ví dụ, có dựa vào các hình vẽ minh họa kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang của chi tiết kim loại thứ nhất và thứ hai trong đó chế phẩm không chế nóng chảy được phủ giữa các chi tiết này,

Fig.2 thể hiện các chi tiết kim loại trên Fig.1 trong quá trình gia nhiệt,

Fig.3 thể hiện các chi tiết kim loại trên Fig.1 khi mối nối được tạo ra,

Fig.4 là hình vẽ mặt cắt ngang của chi tiết kim loại thứ nhất và thứ hai trong đó chế phẩm không chế nóng chảy được phủ ở giữa các bộ phận và khi chi tiết kim loại thứ hai tiếp giáp chi tiết kim loại thứ nhất,

Fig.5 thể hiện các chi tiết kim loại trên Fig.4 trong quá trình gia nhiệt,

Fig.6 thể hiện các chi tiết kim loại trên Fig.4 khi mối nối được tạo ra,

Fig.7 thể hiện các chi tiết kim loại khi mối nối được tạo ra và trong đó các chi tiết được ép về phía nhau trong quá trình tạo ra mối nối,

Fig.8 là hình vẽ tương ứng với Fig.7, trong đó vật liệu từ cả hai chi tiết kim loại được làm nóng chảy và được tạo ra mối nối,

Fig.9 tương ứng với Fig.1 và thể hiện sự phân bố của điểm tiếp xúc giữa các chi tiết kim loại,

Fig.10 thể hiện diện tích của điểm tiếp xúc giữa các chi tiết kim loại,

Fig.11 tương ứng với Fig.3 và thể hiện sự phân bố của mối nối giữa các chi tiết kim loại,

Fig.12 thể hiện diện tích mặt cắt ngang của mối nối,

Fig.13 thể hiện tấm được ép được sử dụng trong một số ví dụ mô tả cách hai chi tiết kim loại có thể được nối,

Fig.14 là ảnh chụp mặt cắt ngang của mối nối giữa tấm được thể hiện trên Fig.13 và tấm phẳng,

Fig.15 thể hiện sơ đồ trong đó chiều rộng mối nối đo được được vẽ đồ thị dưới dạng hàm số của lượng chế phẩm không chế nóng chảy được phủ, bao gồm các đường xu hướng.

Fig.16 đến Fig.20 thể hiện mặt cắt ngang của mối nối được đánh giá theo SEM (kính hiển vi điện tử quét), và các vị trí quét điện tử, và

Fig.21 là sơ đồ của phương pháp nối chi tiết kim loại thứ nhất và thứ hai.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Fig.1 thể hiện chi tiết kim loại thứ nhất 11 và chi tiết kim loại thứ hai 12 trong đó chế phẩm không chế nóng chảy 14 được bố trí trên bề mặt 15 của chi tiết kim loại thứ nhất 11. Chi tiết kim loại thứ hai 12, ở điểm tiếp xúc 16, tiếp xúc với chế phẩm không chế nóng chảy 14 trên bề mặt 15. Đối với chi tiết kim loại thứ hai 12 được minh

họa, phần nhô thứ nhất 28 tiếp xúc với chế phẩm không chế nóng chảy 14 ở điểm tiếp xúc 16 trong khi phần nhô thứ hai 29 tiếp xúc với chế phẩm không chế nóng chảy 14 ở điểm tiếp xúc khác 116. Chi tiết kim loại thứ nhất 11 được tạo ra bởi nguyên tố kim loại, như hợp kim trên cơ sở sắt. Các ví dụ khác về các nguyên tố kim loại thích hợp để tạo ra chi tiết kim loại thứ nhất 11 được đưa ra dưới đây. Chi tiết kim loại thứ hai 12 cũng có thể được tạo ra bởi nguyên tố kim loại, mà có thể là nguyên tố kim loại giống như nguyên tố tạo ra chi tiết kim loại thứ nhất 11. Trên Fig.1 chi tiết kim loại thứ nhất 11 và chi tiết kim loại thứ hai 12 chưa được nói.

Năm mặt phẳng P1-P5 được sử dụng để minh họa cách chi tiết kim loại thứ nhất 11 và chi tiết kim loại thứ hai 12 được nối. Mặt phẳng thứ nhất P1 xác định bề mặt của chế phẩm không chế nóng chảy 14. Mặt phẳng thứ hai P2 xác định bề mặt 15 của chi tiết kim loại thứ nhất 11, mà là bề mặt trên 15 của chi tiết kim loại thứ nhất 11. Điều này nghĩa là chế phẩm không chế nóng chảy 14 có độ dày tương ứng với khoảng cách giữa mặt phẳng thứ nhất P1 và mặt phẳng thứ hai P2 (bề mặt 15). Lưu ý rằng, độ dày của chế phẩm không chế nóng chảy 14 được phóng to trên các hình vẽ minh họa. Độ dày thực, tức là lượng chế phẩm không chế nóng chảy 14 trên bề mặt này 15 cũng như thành phần của chế phẩm không chế nóng chảy 14, được mô tả chi tiết dưới đây.

Mặt phẳng thứ ba P3 xác định lớp bề mặt 21 của chi tiết kim loại thứ nhất 11, trong đó lớp bề mặt 21 kéo dài từ bề mặt 15 và tới mặt phẳng thứ ba P3 nằm trong chi tiết kim loại thứ nhất 11. Do đó, độ dày của lớp bề mặt 21 tương ứng với khoảng cách giữa mặt phẳng thứ hai P2 (bề mặt 15) và mặt phẳng thứ ba P3. Mặt phẳng thứ tư P4 xác định bề mặt dưới của chi tiết kim loại thứ nhất 11. Độ dày của chi tiết kim loại thứ nhất 11 tương ứng với khoảng cách giữa mặt phẳng thứ hai P2 và mặt phẳng thứ tư P4. Chi tiết kim loại thứ nhất 11 cũng có lớp dưới 22, mà là một phần của chi tiết kim loại thứ nhất 11 không bao gồm lớp bề mặt 21 và kéo dài từ mặt phẳng thứ ba P3 tới mặt phẳng thứ tư P4. Mặt phẳng thứ năm P5 xác định đường cơ sở của chi tiết kim loại thứ hai 12, trong đó phần nhô thứ nhất 28 và phần nhô thứ hai 29 được nhô khỏi đường cơ sở theo hướng về phía chi tiết kim loại thứ nhất 11.

Các hình dạng được minh họa của chi tiết kim loại thứ nhất 11 và chi tiết kim loại thứ hai 12 chỉ là các hình dạng đưa ra làm ví dụ và các hình dạng khác cũng có thể được tạo ra theo cách tương tự. Ví dụ, các chi tiết kim loại 11, 12 có thể có các hình dạng cong, sao cho các mặt phẳng P1-P5 không có dạng các bề mặt hai chiều phẳng,

mà thay bằng dạng các bề mặt cong. Cụ thể là các mặt phẳng P2 và P3 không phải là các đường nhọn mà có thể tương ứng với các sự chuyển tiếp dần dần.

Fig.2 thể hiện các chi tiết kim loại 11, 12 khi chúng được gia nhiệt đến nhiệt độ trên đó chế phẩm không chế nóng chảy 14 khiến cho lớp bề mặt 21 nóng chảy và tạo ra lớp kim loại nóng chảy 210. Nhiệt độ này vẫn thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của các vật liệu trong chi tiết kim loại thứ nhất 11 và trong chi tiết kim loại thứ hai 12. Tóm lại, khi gia nhiệt các chi tiết kim loại 11, 12, phospho và tùy ý silic được chứa trong chế phẩm không chế nóng chảy 14 khuếch tán vào trong chi tiết kim loại thứ nhất 11 và khiến cho nó nóng chảy ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của vật liệu trong chi tiết kim loại thứ nhất 11 (và của chi tiết kim loại thứ hai 12). Chế phẩm không chế nóng chảy 14 được phủ lên bề mặt 15 với các lượng mà khiến cho lớp bề mặt 21 nóng chảy và tạo ra lớp kim loại nóng chảy 210. Bởi vậy, lượng chế phẩm không chế nóng chảy 14 được chọn sao cho phospho chỉ khuếch tán vào trong lớp bề mặt 21 (quá nhiều phospho có thể làm nóng chảy toàn bộ chi tiết kim loại thứ nhất 11). Các thành phần và các lượng thích hợp của chế phẩm không chế nóng chảy 14 được mô tả trong các ví dụ dưới đây. Kim loại trong lớp kim loại nóng chảy 210 sau đó chảy, thường do tác dụng mao dẫn, về phía điểm tiếp xúc 16 (và đến các điểm tiếp xúc như điểm tiếp xúc khác, tương tự 116).

Fig.3 thể hiện các chi tiết kim loại 11, 12 khi tất cả chế phẩm không chế nóng chảy 14 được khuếch tán vào trong chi tiết kim loại thứ nhất 11 và khi kim loại trong lớp kim loại nóng chảy 210 đã chảy về phía điểm tiếp xúc 16 trong đó mỗi nôi 25 được tạo ra. Mỗi nôi giờ đây bao gồm kim loại mà lúc trước là một phần của chi tiết kim loại thứ nhất 11. Như có thể nhìn thấy, chế phẩm không chế nóng chảy 14 không còn có mặt trên bề mặt 15 của chi tiết kim loại thứ nhất 11 do nó được khuếch tán vào trong chi tiết kim loại thứ nhất 11 và, thường với một lượng nhất định vào trong chi tiết kim loại thứ hai 12. Do mỗi nôi 25 được tạo ra từ kim loại từ chi tiết kim loại thứ nhất 11, chi tiết kim loại thứ nhất 11 giờ đây ít nhất mỏng hơn cục bộ một chút so với trước khi gia nhiệt. Như có thể nhìn thấy, chi tiết kim loại thứ nhất 11 giờ đây có bề mặt trên 15' không nằm ở mặt phẳng thứ hai P2. Thay vào đó, bề mặt trên bây giờ gần hơn với mặt phẳng thứ tư P4. Nói chung, không phải tất cả kim loại trong lớp kim loại nóng chảy 210 đều chảy về phía điểm tiếp xúc 16 để tạo ra mỗi nôi 25, mà một số kim loại vẫn còn lại dưới dạng bề mặt trên của chi tiết kim loại thứ nhất 11 và hóa rắn đồng

thời với sự hóa rắn của mỗi nôi 25. Sự hóa rắn này diễn ra khi nhiệt độ giảm nhưng cũng có thể trước khi giảm nhiệt độ, chẳng hạn bởi vì phospho trong chế phẩm không chế nóng chảy khuếch tán dần vào trong và trộn với vật liệu của chi tiết kim loại thứ nhất 11. Quy trình vật lý sau khi làm nóng chảy kim loại trong chi tiết kim loại thứ nhất 11 cũng như sự hóa rắn sau đó là tương tự với quy trình làm nóng chảy và hóa rắn xảy ra trong quy trình hàn đồng. Tuy nhiên, so với quy trình hàn đồng thông thường, có sự khác biệt lớn đó là chế phẩm không chế nóng chảy 14 không bao gồm hoặc bao gồm các lượng rất nhỏ của kim loại phụ gia; thay vì sử dụng kim loại phụ gia để tạo ra mỗi nôi 25, kim loại từ chi tiết kim loại thứ nhất 11 được sử dụng để tạo ra mỗi nôi 25. Tùy ý, như sẽ được mô tả, kim loại từ chi tiết kim loại thứ hai 12 có thể được sử dụng để tạo ra mỗi nôi 25.

Các hình vẽ từ Fig.4 đến Fig.6 tương ứng với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3 có khác biệt là chi tiết kim loại thứ hai 12 được ép vào trong chế phẩm không chế nóng chảy 14 đến một mức độ sao cho về cơ bản nó tiếp xúc với hoặc tiếp giáp với chi tiết kim loại thứ nhất 11 (các lượng nhỏ nhất định của chế phẩm không chế nóng chảy 14 vẫn thường có mặt giữa các chi tiết kim loại 11, 12).

Fig.7 tương ứng với các Fig.3 và Fig.6 có khác biệt là chi tiết kim loại thứ nhất 11 và chi tiết kim loại thứ hai 12 được ép về phía nhau trong quá trình tạo ra mỗi nôi 25. Kết quả là chi tiết kim loại thứ hai 12 ở vị trí của mỗi nôi 25 đã “chìm” vào trong lớp kim loại nóng chảy 210 của chi tiết kim loại thứ nhất 11.

Fig.8 tương ứng với Fig.7, trong đó vật liệu từ cả chi tiết kim loại thứ nhất 11 và chi tiết kim loại thứ hai 12 được làm nóng chảy và được tạo ra mỗi nôi 25. Trên thực tế, điều này thường diễn ra trong quá trình tạo ra mỗi nôi 25, đặc biệt là nếu chi tiết kim loại thứ nhất 11 và chi tiết kim loại thứ hai 12 được tạo ra bởi cùng một vật liệu, do chi tiết kim loại thứ hai 12 cũng tiếp xúc với chế phẩm không chế nóng chảy.

Trước khi gia nhiệt, chi tiết kim loại thứ hai 12 có đường viền ngoài được xác định bởi đường L2. Trong quá trình gia nhiệt, lớp bề mặt của chi tiết kim loại thứ hai 12 tạo ra lớp bề mặt nóng chảy, trong đó kim loại của lớp này chảy đến điểm tiếp xúc 16 và tạo ra mỗi nôi 25 ở đó. Lớp bề mặt nóng chảy của chi tiết kim loại thứ hai 12 được thể hiện bởi lớp giữa đường L2 và đường L1, trong đó đường L1 xác định ranh giới ở đó kim loại của chi tiết kim loại thứ hai 12 không bị nóng chảy.

Lưu ý rằng, không có ranh giới thực rõ ràng giữa kim loại của chi tiết kim loại thứ nhất 11 và chi tiết kim loại thứ hai 12, mà nóng chảy riêng rẽ, không nóng chảy. Thay vào đó, có sự biến đổi dần từ “nóng chảy” tới “không nóng chảy”.

Fig.9 tương ứng với Fig.1 và thể hiện sự phân bố của điểm tiếp xúc 16 giữa chi tiết kim loại thứ nhất 11 và chi tiết kim loại thứ hai 12. Fig.10 thể hiện các chi tiết kim loại 11, 12 giống nhau nhưng từ bên trên và trong mặt phẳng thứ nhất P1. Fig.9 là hình vẽ mặt cắt ngang như được nhìn dọc theo đường A-A trên Fig.10.

Như có thể nhìn thấy, điểm tiếp xúc 16 có sự phân bố của chế phẩm không chế nóng chảy 14 trên chi tiết kim loại thứ nhất 11 mà lớn hơn đáng kể so với sự phân bố của chế phẩm không chế nóng chảy 14 trên bề mặt 15. Sự phân bố của điểm tiếp xúc 16 có diện tích A2 mà nhỏ hơn đáng kể so với diện tích A1 của chế phẩm không chế nóng chảy 14 trên bề mặt 15. Diện tích A1 bao gồm diện tích A2. Diện tích A1 kéo dài giữa hai đường L3, L4 nằm ở phía tương ứng của điểm tiếp xúc 16. Đường L3 nằm giữa điểm tiếp xúc 16 và điểm tiếp xúc 116 khác, do kim loại được làm nóng chảy của chi tiết kim loại thứ nhất 11 thường chảy về phía điểm tiếp xúc gần nhất. Diện tích A1 của bề mặt 15 mà trên đó chế phẩm không chế nóng chảy 14 được phủ lớn hơn ít nhất 10 lần diện tích A2 được xác định bởi điểm tiếp xúc 16. Diện tích A1 có thể được xác định là diện tích của bề mặt 15 trên đó chế phẩm không chế nóng chảy 14 được phủ và từ diện tích A1 đó kim loại được lấy để tạo ra mỗi nôi 25. Diện tích A2 có thể được xác định là diện tích của điểm tiếp xúc 16, tức là diện tích tiếp xúc giữa chế phẩm không chế nóng chảy 14 và chi tiết kim loại thứ hai 12, tùy ý bao gồm diện tích tiếp xúc (nếu có) giữa chi tiết kim loại thứ nhất 11 và chi tiết kim loại thứ hai 12 ở điểm tiếp xúc 16. Diện tích A1 thường lớn hơn ít nhất 10 lần diện tích A2.

Fig.11 tương ứng với Fig.3 và thể hiện diện tích mặt cắt ngang A3 của mỗi nôi 25. Diện tích A1 của bề mặt 15 trên đó chế phẩm không chế nóng chảy 14 được phủ lớn hơn ít nhất 3 lần diện tích mặt cắt ngang A3 của mỗi nôi 25. Fig.12 thể hiện các chi tiết kim loại 11, 12 giống nhau nhưng từ bên trên và trong mặt phẳng thứ hai P2. Fig.11 là hình vẽ mặt cắt ngang như được nhìn dọc theo đường A-A trên Fig.12.

Như có thể nhìn thấy, mỗi nôi 25 có diện tích mặt cắt ngang A3 mà nhỏ hơn đáng kể so với diện tích A1 của chế phẩm không chế nóng chảy 14 trên bề mặt 15. Như nêu trên, diện tích A1 có thể được xác định là diện tích của bề mặt 15 trên đó chế phẩm không chế nóng chảy 14 được phủ và từ diện tích A1 đó kim loại được lấy để

tạo ra mỗi nối 25. Diện tích mặt cắt ngang A3 của mỗi nối 25 có thể được xác định là diện tích nhỏ nhất của mỗi nối 25 giữa chi tiết kim loại thứ nhất 11 và chi tiết kim loại thứ hai 12. Diện tích mặt cắt ngang A3 có thể có hình dạng bề mặt cong. Rõ ràng, các diện tích A1 và A2 có thể có hình dạng các bề mặt cong, tùy thuộc vào hình dạng tương ứng của chi tiết kim loại thứ nhất 11 và chi tiết kim loại thứ hai 12.

Tùy thuộc vào hình dạng của các chi tiết kim loại cần được nối thì diện tích trên đó chế phẩm không chế nóng chảy được phủ về cơ bản có thể bằng diện tích của mỗi nối được tạo ra sau đó.

Sau đây, một số thử nghiệm và ví dụ được đưa ra để mô tả các vật liệu thích hợp cho chi tiết kim loại thứ nhất 11, chi tiết kim loại thứ hai 12, thành phần của chế phẩm không chế nóng chảy 14, các lượng của chế phẩm không chế nóng chảy 14 cần được sử dụng, các nhiệt độ thích hợp để gia nhiệt, thời gian gia nhiệt bao lâu cần được thực hiện, v.v.. Bởi vậy, các kết quả của các thử nghiệm và các ví dụ này được sử dụng cho các đối tượng đã được mô tả trước như chi tiết kim loại thứ nhất 11, chi tiết kim loại thứ hai 12, chế phẩm không chế nóng chảy 14, điểm tiếp xúc 16, mỗi nối 25, v.v., tức là tất cả các đối tượng đã được mô tả trước có thể kết hợp các dấu hiệu có liên quan tương ứng được mô tả tiếp trong các thử nghiệm và ví dụ dưới đây. Trong chế phẩm không chế nóng chảy sau được gọi là “hỗn hợp”. Chi tiết kim loại có thể được gọi là “kim loại gốc”.

Một số chế phẩm không chế nóng chảy thích hợp, tức là các chế phẩm không chế nhiệt độ điểm nóng chảy, đã được thử nghiệm. Hợp phần có hoạt tính trong chế phẩm không chế nóng chảy là phospho (P). Các hợp chất của phospho đã được lựa chọn làm nguồn phospho. Các hợp chất này bao gồm  $\text{Fe}_3\text{P}$ ,  $\text{NiP}$  và  $\text{Mn}_3\text{P}_2$ , trong đó  $\text{Mn}_3\text{P}_2$  là hỗn hợp của  $\text{MnP}$  và  $\text{Mn}_2\text{P}$ . Cũng như vậy các hợp chất khác mà chứa phospho có thể được sử dụng- chúng chỉ phải được xác thực về tính hữu ích của chúng và về kết quả chúng tạo ra, theo cách tương tự như được thực hiện đối với  $\text{Fe}_3\text{P}$ ,  $\text{NiP}$  và  $\text{Mn}_3\text{P}_2$  và được nêu dưới đây.

$\text{Fe}_3\text{P}$ , còn được gọi là sắt phosphua, là hợp chất thông thường có được từ công ty Alfa Aesar, có số CAS (Chemical Abstracts Service) 12023-53-9 và số MDL (Molecular Design Limited) là MFCD00799762.

$\text{Mn}_3\text{P}_2$ , còn được gọi là mangan phosphua, là hợp chất thông thường có được từ công ty Alfa Aesar, có số CAS (Chemical Abstracts Service) 12263-33-1 và số MDL (Molecular Design Limited) là MFCD00064736.

NiP, còn được gọi là niken phospho, là hợp chất thông thường được mạ trên chi tiết kim loại cần được nối. Chi tiết kim loại cần được nối còn được gọi là kim loại gốc hoặc vật liệu gốc. Việc mạ được thực hiện bằng cách tiên hành phương pháp mạ niken phospho thông thường, như được thực hiện bởi, ví dụ, công ty Brink Förrnicklingsfabriken AB tại Norrköping, Thụy Điển.

Đối với một số ví dụ, Si, hoặc silic, được sử dụng. Silic là hợp chất thông thường có được từ công ty Alfa Aesar, được gọi là “silic bột, tinh thể, cỡ mắt lưới 325, 99,5% (tính theo các kim loại)”, có số CAS 7440-21-3 và MDL là MFCD00085311.

Khi nhìn trên các thành phần nguyên tử của các hợp chất, bằng cách sử dụng các trọng lượng nguyên tử và bằng cách sử dụng các kỹ thuật tính toán thông thường, có thể xác định rằng

$\text{Fe}_3\text{P}$  chứa P (phospho) với lượng 16% trọng lượng và  $\text{Mn}_3\text{P}_2$  chứa P với lượng 27% trọng lượng. Khi mạ niken, lượng P xấp xỉ từ 11 đến 14% trọng lượng được chứa trong lớp NiP.

Chất kết dính được sử dụng để phủ  $\text{Fe}_3\text{P}$  và  $\text{Mn}_3\text{P}_2$  trên các chi tiết kim loại cần được nối. Chất kết dính này (polyme và dung môi) là chất dính được bán bởi Wall Colmonoy dưới tên Nicorobraz S-20 (S-20). Mẫu chất kết dính được đặt trên tấm kim loại và được sấy ở nhiệt độ  $22^\circ\text{C}$  trong 24 giờ. Trọng lượng của mẫu là 0,56 g trước khi sấy và 0,02 g sau khi sấy. Bởi vậy, 3,57% trọng lượng của chất kết dính là các hợp phần mà còn lại sau khi sấy. Chế phẩm không chế nóng chảy được điều chế trong đó  $\text{Mn}_3\text{P}_2$  và Si tạo ra hợp phần không chế nóng chảy (hợp phần không chế nhiệt độ điểm nóng chảy) và trong đó chất kết dính S-20 tạo ra hợp phần kết dính. Sự điều chế này được thực hiện bằng cách trộn trước tiên  $\text{Mn}_3\text{P}_2$  với Si và sau đó bằng cách bổ sung và trộn chất kết dính S-20. Hai mẫu chế phẩm không chế nóng chảy với các lượng Si khác nhau được điều chế, được gọi là A1  $\text{Mn}_3\text{P}_2$  (A1) và B1  $\text{Mn}_3\text{P}_2$  (B1), như được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1

| X:           | A1 Mn <sub>3</sub> P <sub>2</sub> | B1 Mn <sub>3</sub> P <sub>2</sub> |
|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| X:           | 10,00 g                           | 10,00 g                           |
| Si           | 4,07 g                            | 6,15 g                            |
| Tổng X và Si | 14,07 g                           | 16,15 g                           |
| X : Si       | 2,46 : 1                          | 1,63 : 1                          |
| S-20         | 16,80 g                           | 15,98 g                           |
| Tổng         | 30,87 g                           | 32,13 g                           |

Các chế phẩm A1 và A2 được phủ lên các mảnh thử nghiệm tròn, phẳng làm bằng thép không gỉ loại 316 L (cấp thép SAE) và có đường kính 42 mm.

Mảnh khác làm bằng vật liệu khác, 254 SMO (cấp thép SAE), được đặt trên mọi mảnh thử nghiệm. Mảnh khác này được thể hiện trên Fig.13 và có dạng tấm được ép 150 tròn, có đường kính 42 mm và có độ dày 0,4 mm. Tấm được ép 150 này có hai đôn ép v và h, mỗi đôn dài khoảng 20 mm. Khi mảnh có các đôn được đặt trên mảnh phẳng, các điểm tiếp xúc được tạo ra trong đó các đôn của mảnh 150 tiếp giáp với mảnh phẳng kia.

Các mảnh, tức là mảnh tròn phẳng và tấm được ép, được gọi là mẫu, và một vài mẫu được xử lý nhiệt trong 2 giờ trong chân không ở các nhiệt độ khác nhau đối với mỗi mẫu. Bảng 2 thể hiện các lượng của các chế phẩm mà được sử dụng cho các mẫu.

Đối với các mẫu A1:1 đến A1:3 và các mẫu B1:1 đến B1:3, việc xử lý nhiệt bao gồm việc giữ các mẫu trong nhiệt độ 1120°C trong 2 giờ trong điều kiện chân không.

Đối với các mẫu A1:4 đến A1:6 và các mẫu B1:4 đến B1:6 việc xử lý nhiệt bao gồm việc giữ các mẫu trong nhiệt độ 1140°C trong 2 giờ trong điều kiện chân không.

A1 biểu thị chế phẩm A1 Mn<sub>3</sub>P<sub>2</sub> trong khi B2 biểu thị chế phẩm B1 Mn<sub>3</sub>P<sub>2</sub>. Các chữ số sau A1 và B2 biểu thị các mẫu khác nhau, như được thể hiện trong Bảng 2. Bảng này thể hiện trọng lượng của mẫu, bao gồm trọng lượng của hợp phần không chế nóng chảy và trọng lượng của hợp phần kết dính khô.

Bảng 2

| Mẫu  | Chất kết dính khô + hợp phần<br>không chế nóng chảy (g) |
|------|---------------------------------------------------------|
| A1:1 | 0,22                                                    |
| A1:2 | 0,13                                                    |
| A1:3 | 0,14                                                    |
| A1:4 | 0,33                                                    |
| A1:5 | 0,1                                                     |
| A1:6 | 0,16                                                    |
| B1:1 | 0,19                                                    |
| B1:2 | 0,09                                                    |
| B1:3 | 0,16                                                    |
| B1:4 | 0,16                                                    |
| B1:5 | 0,34                                                    |
| B1:6 | 0,14                                                    |

Sau khi xử lý nhiệt, các mẫu được làm nguội đến nhiệt độ phòng (22°C) và thấy rằng hai mảnh của mẫu được nối dọc theo chiều dài của các đòn của tấm được ép 150, tức là mẫu được nối dọc theo các đòn. Các mẫu được cắt ngang qua các mối nối ở hai tiết diện và mỗi mối nối được đo ở tiết diện lớn nhất của nó X, được minh họa trên Fig.14. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 3 và được minh họa trong sơ đồ trên Fig.15, trong đó chiều rộng của mỗi mối nối được vẽ dưới dạng hàm của lượng chế phẩm không chế nóng chảy được phủ.

Bảng 3

| Mẫu  | Lượng được phủ (g) | Chiều rộng ( $\mu\text{m}$ ) |
|------|--------------------|------------------------------|
| A1-2 | 0,13               | 1640                         |
| A1-2 | 0,13               | 1610                         |
| A1-3 | 0,14               | 2070                         |
| A1-3 | 0,14               | 2240                         |
| A1-1 | 0,22               | 2961                         |

|      |      |         |
|------|------|---------|
| A1-1 | 0,22 | 3050    |
| B1-2 | 0,09 | 1240    |
| B1-2 | 0,09 | 1220    |
| B1-3 | 0,16 | 2010    |
| B1-3 | 0,16 | 1600    |
| B1-1 | 0,19 | 2170    |
| B1-1 | 0,19 | 2290    |
| A1-5 | 0,1  | 1831,9  |
| A1-5 | 0,1  | 1810,1  |
| A1-6 | 0,16 | 2195,01 |
| A1-6 | 0,16 | 2202,28 |
| A1-4 | 0,33 | 3107,34 |
| A1-4 | 0,33 | 2993,13 |
| B1-6 | 0,14 | 1470,32 |
| B1-6 | 0,14 | 1661,94 |
| B1-4 | 0,16 | 1832,65 |
| B1-4 | 0,16 | 1810,9  |
| B1-5 | 0,34 | 3264,29 |
| B1-5 | 0,34 | 3237,96 |

Các đánh giá luyện kim sau đó được tiến hành đối với các mối nối. Đánh giá này được thực hiện bằng cách phân tích các mặt cắt ngang đã được cắt của các mối nối trong thiết bị được gọi là SEM-EDX mà là kính hiển vi điện tử quét có bộ phát hiện tia X đã biết và được bán trên thị trường. Fig.16 minh họa các vị trí của ba lần đo đối với mẫu A1-6 và Bảng 4 thể hiện các kết quả đo.

Bảng 4

| Nhãn quang phổ<br>(hóa chất) | Quang phổ 1 | Quang phổ 2 | Quang phổ 3 |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| C                            | 3,04        | 2,86        | 2,95        |
| Si                           | 0,40        | 2,40        | 1,52        |

|      |        |        |        |
|------|--------|--------|--------|
| P    | -      | 1,43   | 0,76   |
| Cr   | 16,11  | 18,00  | 17,33  |
| Mn   | 1,50   | 1,63   | 1,35   |
| Fe   | 62,90  | 50,54  | 51,15  |
| Ni   | 13,88  | 18,00  | 20,76  |
| Mo   | 2,17   | 5,16   | 4,17   |
| Tổng | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Các đánh giá này cho thấy rằng các môi nổi chứa kim loại với lượng ít nhất 90% trọng lượng, kim loại này, trước khi gia nhiệt, là một phần của chi tiết bất kỳ trong số chi tiết kim loại thứ nhất và chi tiết kim loại thứ hai, tức là các mảnh của mẫu. Điều này được xác định dễ dàng vì Mn và P cùng có mặt với lượng nhỏ hơn 2,2% trọng lượng.

Các đánh giá tương tự cũng được thực hiện đối với mẫu B1-6. Fig.17 minh họa các vị trí của ba lần đo đối với mẫu B1-6 và Bảng 5 thể hiện các kết quả đo.

Bảng 5

| Nhãn quang phổ<br>(hóa chất) | Quang phổ 1 | Quang phổ 2 | Quang phổ 3 |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| C                            | 2,87        | 2,86        | 2,77        |
| Si                           | 0,43        | 2,58        | 0,42        |
| P                            | 0,17        | 1,76        |             |
| Cr                           | 18,75       | 16,72       | 16,61       |
| Mn                           | 0,00        | 2,41        | 1,46        |
| Fe                           | 50,56       | 50,18       | 63,19       |
| Ni                           | 21,70       | 18,90       | 13,63       |
| Mo                           | 5,53        | 4,58        | 1,91        |
| Tổng                         | 100,00      | 100,00      | 100,00      |

Các đánh giá cho thấy rằng các môi nổi chứa kim loại với lượng ít nhất 90% trọng lượng, kim loại này, trước khi gia nhiệt, là một phần của chi tiết bất kỳ trong số chi tiết kim loại thứ nhất và chi tiết kim loại thứ hai, tức là các mảnh của mẫu. Điều

này được xác định dễ dàng vì Mn và P cùng có mặt với lượng nhỏ hơn 4,2% trọng lượng.

Trong các mẫu thử tiếp theo làm bằng thép không gỉ loại 316, còn được gọi là 316, có đường kính 42mm được phủ bằng ba chế phẩm khổng chế nóng chảy khác nhau (mỗi chế phẩm trên một mảnh tương ứng): i)  $Mn_3P_2$ , ii) NiP được mạ trên 316 và iii) NiP được mạ trên 316 cùng với Si dưới dạng các chất khổng chế điểm nóng chảy. Độ dày của lớp mạ NiP là 50  $\mu m$ . 0,15 g Si được phủ bằng phương pháp sơn thông thường. Trên mỗi mảnh, mảnh được ép tương tự với mảnh trên Fig.13 thuộc loại 254 SMO được đặt. Các mảnh này tạo ra các mẫu mà được xử lý nhiệt trong 2 giờ trong chân không ở 1120°C. Các mối nối được tạo ra giữa các mảnh này.

Bảng 6 thể hiện sự phân tích mặt cắt ngang được cắt của các mối nối bằng cách sử dụng SEM-EDX đối với mẫu có lớp mạ NiP dày 50  $\mu m$ . Từ kết quả cho thấy rằng mối nối chứa kim loại với lượng ít nhất 20% trọng lượng, kim loại này, trước khi gia nhiệt, là một phần của chi tiết bất kỳ trong số mảnh này (chi tiết kim loại thứ nhất) hoặc mảnh thứ hai (chi tiết kim loại thứ hai). Fig.18 thể hiện vị trí của các lần đo trong mối nối.

Bảng 6

| Nhân quang phổ<br>(hóa chất) | Quang<br>phổ 10 | Quang<br>phổ 5 | Quang<br>phổ 6 | Quang<br>phổ 7 | Quang<br>phổ 8 | Quang<br>phổ 9 |
|------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| O                            | 0,91            | 1,48           | 0,67           | 1,20           | 0,99           | 2,34           |
| Si                           | 0,32            | 0,26           | 0,29           | -              | 0,18           | -              |
| P                            | 1,07            | 9,60           | 0,95           | 14,41          | 1,06           | 10,84          |
| Cr                           | 7,42            | 8,83           | 7,64           | 17,99          | 7,78           | 13,27          |
| Mn                           | -               | 0,61           | -              | 0,51           | -              | 0,43           |
| Fe                           | 33,22           | 23,11          | 33,69          | 20,17          | 33,60          | 23,03          |
| Ni                           | 56,01           | 54,25          | 55,61          | 40,95          | 55,06          | 46,83          |
| Mo                           | 1,06            | 1,86           | 1,16           | 4,77           | 1,33           | 3,25           |
| Tổng                         | 100,00          | 100,00         | 100,00         | 100,00         | 100,00         | 100,00         |

Bảng 7 thể hiện phân tích mặt cắt ngang được cắt của các mối nối bằng cách sử dụng SEM-EDX đối với mẫu có độ dày lớp mạ NiP bằng 50  $\mu m$  trong đó xấp xỉ 0,15g

Si đã được phủ (được sơn) lên bề mặt mạ. Từ kết quả cho thấy rằng mỗi nôi chứa nhiều kim loại hơn so với thử nghiệm mà không sử dụng Si. Lượng Si cao hơn có nhiều khả năng làm tăng lượng của kim loại trong mỗi nôi mà đến từ các mảnh thử nghiệm. Fig.19 thể hiện vị trí của các lần đo trong mỗi nôi.

Bảng 7

| Nhãn quang phổ<br>(hóa chất) | Quang<br>phổ 11 | Quang<br>phổ 12 | Quang<br>phổ 13 |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| C                            | 7,44            | 6,41            | 6,34            |
| O                            | 1,48            | 1,71            | 1,06            |
| Si                           | 2,22            | 1,99            | 2,43            |
| P                            | 5,76            | 8,83            | 0,48            |
| Cr                           | 11,13           | 12,33           | 9,47            |
| Mn                           | 0,39            | 0,51            | 0,00            |
| Fe                           | 30,33           | 26,57           | 38,80           |
| Ni                           | 38,70           | 38,19           | 40,10           |
| Mo                           | 2,54            | 3,46            | 1,33            |
| Tổng                         | 100,00          | 100,00          | 100,00          |

Bảng 8 thể hiện phân tích mặt cắt ngang đã được cắt của các mối nối bằng cách sử dụng SEM-EDX đối với mẫu có  $Mn_3P_2$ .  $Mn_3P_2$  được trộn theo tỷ lệ 50 phần trọng lượng : 50 phần trọng lượng với chất kết dính S-20 nhưng không sử dụng Si. Một lượng bằng 0,2 g (sau khi sấy hợp phần kết dính) được phủ. Từ kết quả cho thấy rằng mỗi nôi chứa kim loại với lượng ít nhất 80% trọng lượng, kim loại này trước khi nôi là một phần của các sản phẩm được nôi. Fig.20 thể hiện vị trí của quang phổ 1 được đo trong mỗi nôi.

Bảng 8

| Nhãn quang phổ<br>(hóa chất) | Quang phổ 1 | Quang phổ 2 |
|------------------------------|-------------|-------------|
| O                            | -           | 2,28        |
| Si                           | 0,29        | 0,31        |
| P                            | 6,33        | 7,23        |

|      |        |        |
|------|--------|--------|
| S    | -      | 0,54   |
| Cr   | 21,70  | 22,65  |
| Mn   | 1,08   | 1,40   |
| Fe   | 51,93  | 46,63  |
| Ni   | 12,02  | 12,19  |
| Mo   | 6,65   | 6,78   |
| Tổng | 100,00 | 100,00 |

### Phương pháp

Trên Fig.21, sơ đồ của phương pháp nối chi tiết kim loại thứ nhất và thứ hai được minh họa. Các chi tiết kim loại có thể được tạo ra từ các vật liệu khác nhau như nêu trên.

Ở bước thứ nhất 201, chế phẩm khổng chế nóng chảy được phủ lên bề mặt của một trong số các chi tiết kim loại (ở đây là chi tiết kim loại thứ nhất). Bản thân việc phủ có thể được thực hiện bằng các kỹ thuật thông thường, chẳng hạn bằng cách phun hoặc sơn trong trường hợp chế phẩm khổng chế nóng chảy chứa hợp phần kết dính, và bằng phương pháp PVD hoặc CVD trong trường hợp không sử dụng hợp phần kết dính.

Bước tiếp theo 202, chi tiết kim loại thứ hai được cho tiếp xúc với chế phẩm khổng chế nóng chảy ở điểm tiếp xúc trên bề mặt này. Bước này có thể được thực hiện thủ công hoặc tự động bằng cách sử dụng các hệ thống sản xuất tự động thông thường.

Ở bước tiếp theo 303, các chi tiết kim loại được gia nhiệt đến nhiệt độ trên 1000°C. Nhiệt độ chính xác này có thể được thấy trong các ví dụ nêu trên. Trong quá trình gia nhiệt, bề mặt của ít nhất chi tiết kim loại thứ nhất bị nóng chảy và, cùng với hợp phần khổng chế nóng chảy, tạo ra lớp kim loại nóng chảy mà tiếp xúc với chi tiết kim loại thứ hai ở điểm tiếp xúc giữa chi tiết kim loại thứ nhất và chi tiết kim loại thứ hai. Khi điều này xảy ra, kim loại của lớp kim loại nóng chảy chảy về phía điểm tiếp xúc.

Bước cuối cùng 204, lớp kim loại nóng chảy được cho hóa rắn, sao cho thu được mối nối ở điểm tiếp xúc, tức là kim loại mà đã chảy về điểm tiếp xúc hóa rắn. Sự hóa rắn thường bao gồm việc làm giảm nhiệt độ tới nhiệt độ phòng bình thường. Tuy

nhiên, sự hóa rắn cũng xảy ra trong các quá trình tự nhiên để phân bố lại các hợp phần (phospho và tùy ý silic) trong khu vực nổi, trước khi nhiệt độ giảm.

Từ phần mô tả nêu trên cho thấy rằng, mặc dù các phương án khác nhau theo sáng chế đã được mô tả và được thể hiện, nhưng sáng chế không chỉ giới hạn ở đó, sáng chế cũng có thể được thể hiện theo các cách khác nhau trong phạm vi của đối tượng được xác định trong Yêu cầu bảo hộ dưới đây.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp nối chi tiết kim loại thứ nhất (11) với chi tiết kim loại thứ hai (12), các chi tiết kim loại (11, 12) có nhiệt độ chuyển pha trên 1000°C, phương pháp này khác biệt bởi bao gồm các bước sau:

- phủ (201) chế phẩm không chế nóng chảy (14) lên bề mặt (15) của chi tiết kim loại thứ nhất (11), chế phẩm không chế nóng chảy (14) chứa:

- + hợp phần không chế nóng chảy chứa phospho và silic với lượng ít nhất 25% trọng lượng để làm giảm nhiệt độ nóng chảy của chi tiết kim loại thứ nhất (11),

- + tùy ý, hợp phần kết dính để tạo điều kiện thuận lợi cho bước phủ (201) chế phẩm không chế nóng chảy (14) lên bề mặt (15), và

- + tùy ý, kim loại phụ gia có mặt với lượng nhỏ hơn 75% trọng lượng,

- cho tiếp xúc (202) chi tiết kim loại thứ hai (12) với chế phẩm không chế nóng chảy (14) ở điểm tiếp xúc (16) trên bề mặt (15),

- gia nhiệt (203) các chi tiết kim loại thứ nhất và thứ hai (11, 12) đến nhiệt độ trên 1000°C, bề mặt (15) của chi tiết kim loại thứ nhất (11) do đó nóng chảy sao cho lớp bề mặt (21) của chi tiết kim loại thứ nhất (11) nóng chảy và, cùng với hợp phần không chế nóng chảy, tạo ra lớp kim loại nóng chảy (210) tiếp xúc với chi tiết kim loại thứ hai (12) ở điểm tiếp xúc (16), và

- hóa rắn (204) lớp kim loại nóng chảy (210) và tạo ra mối nối (25) ở điểm tiếp xúc (16), mối nối (25) chứa kim loại với lượng ít nhất 50% trọng lượng, kim loại này, trước khi (203) gia nhiệt, là một phần của chi tiết bất kỳ trong số chi tiết kim loại thứ nhất (11) và chi tiết kim loại thứ hai (12).

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phospho có nguồn gốc từ hợp chất phospho được lựa chọn từ ít nhất một hợp chất bất kỳ trong số các hợp chất sau:  $Mn_xP_y$ ,  $Fe_xP_y$  và  $Ni_xP_y$ .

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó silic có nguồn gốc từ silic bất kỳ trong số silic nguyên tố và silic trong hợp chất silic được lựa chọn từ ít nhất một hợp chất bất kỳ trong số các hợp chất sau: silic cacbua, silic borua và sắt silic.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó hợp phần khổng chế nóng chảy chứa phospho và silic với lượng bất kỳ trong số ít nhất 35% trọng lượng và ít nhất 55% trọng lượng.
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó phospho chiếm ít nhất 10% trọng lượng của lượng phospho và silic của hợp phần khổng chế nóng chảy.
6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó silic chiếm ít nhất 55% trọng lượng của lượng phospho và silic của hợp phần khổng chế nóng chảy.
7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó hợp phần khổng chế nóng chảy chứa các nguyên tố kim loại với lượng nhỏ hơn 50% trọng lượng.
8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hợp phần khổng chế nóng chảy chứa các nguyên tố kim loại với lượng nhỏ hơn 10% trọng lượng.
9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó chi tiết kim loại thứ nhất có độ dày nằm trong khoảng từ 0,3 đến 0,6 mm và bước phủ (201) chế phẩm khổng chế nóng chảy (14) bao gồm việc phủ trung bình từ 0,02 đến 1,00 mg phospho và silic cho một  $\text{mm}^2$  trên bề mặt (15) của chi tiết kim loại thứ nhất (11).
10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó chi tiết kim loại thứ nhất có độ dày nằm trong khoảng từ 0,6 đến 1,0 mm và bước phủ (201) chế phẩm khổng chế nóng chảy (14) bao gồm việc phủ trung bình từ 0,02 đến 2,0 mg phospho và silic cho một  $\text{mm}^2$  trên bề mặt (15) của chi tiết kim loại thứ nhất (11).
11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó bề mặt (15) có diện tích (A1) lớn hơn diện tích (A2) được xác định bởi điểm tiếp xúc (16) trên bề

mặt (15), sao cho kim loại trong lớp kim loại nóng chảy (21') chảy đến điểm tiếp xúc (16) khi tạo ra (204) mỗi nối (25).

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó diện tích (A1) của bề mặt (15) lớn hơn ít nhất 3 lần diện tích (A2) được xác định bởi điểm tiếp xúc (16).

13. Phương pháp theo điểm 11 hoặc 12, trong đó diện tích (A1) của bề mặt (15) lớn hơn ít nhất 10 lần diện tích mặt cắt ngang (A3) của mỗi nối (25).

14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó chi tiết bất kỳ trong số chi tiết kim loại thứ nhất (11) và chi tiết kim loại thứ hai (12) bao gồm nhiều phần nhô (28, 29) kéo dài về phía chi tiết kim loại kia, sao cho, khi cho tiếp xúc (202) chi tiết kim loại thứ hai (12) với bề mặt (15), nhiều điểm tiếp xúc (16, 116) được tạo ra trên bề mặt (15).

15. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 14, trong đó chi tiết kim loại thứ nhất chứa một trong số:

- Fe với lượng >50% trọng lượng, Cr với lượng <13% trọng lượng, Mo với lượng <1% trọng lượng, Ni với lượng <1% trọng lượng và Mn với lượng <3% trọng lượng,
- Fe với lượng >90% trọng lượng,
- Fe với lượng >65% trọng lượng và Cr với lượng >13% trọng lượng,
- Fe với lượng >50% trọng lượng, Cr với lượng >15,5% trọng lượng và Ni với lượng >6% trọng lượng,
- Fe với lượng >50% trọng lượng, Cr với lượng >15,5% trọng lượng, Mo với lượng từ 1 đến 10% trọng lượng và Ni với lượng >8% trọng lượng,
- Ni với lượng >97% trọng lượng,
- Cr với lượng >10% trọng lượng và Ni với lượng >60% trọng lượng,
- Cr với lượng >15% trọng lượng, Mo với lượng >10% trọng lượng và Ni với lượng >50% trọng lượng,
- Co với lượng >70% trọng lượng,
- Cu với lượng >80%, và

- Fe với lượng >10% trọng lượng, Mo với lượng từ 0,1 đến 30% trọng lượng, Ni với lượng từ 0,1 đến 30% trọng lượng và Co với lượng >50% trọng lượng.

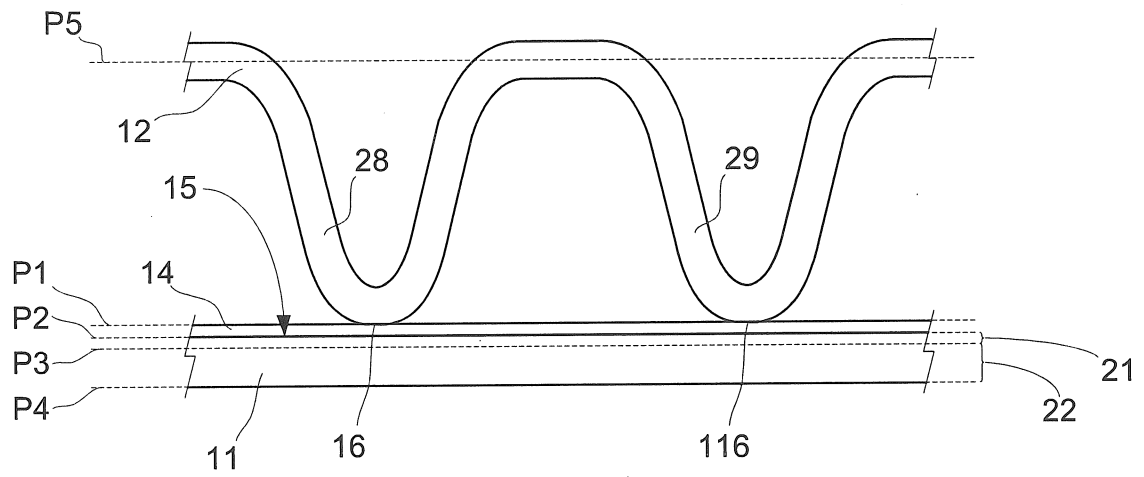


Fig. 1

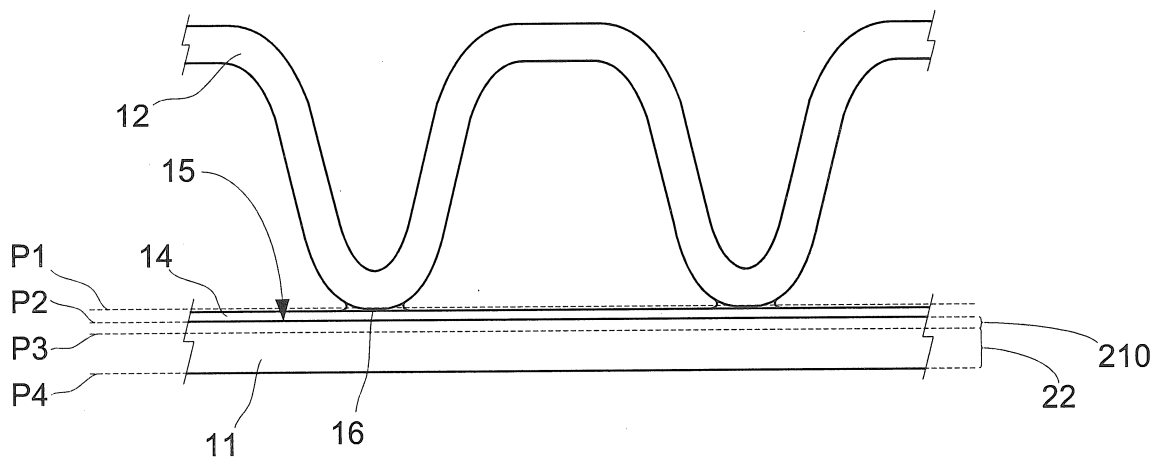


Fig. 2

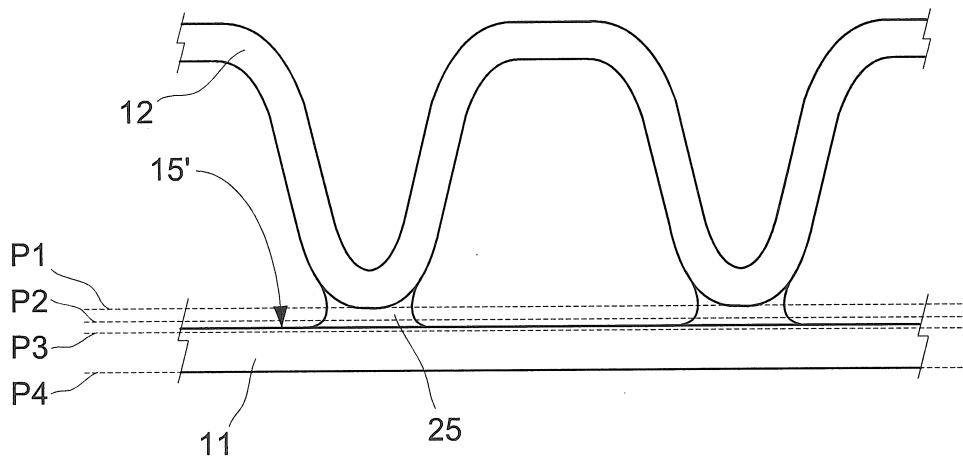


Fig. 3

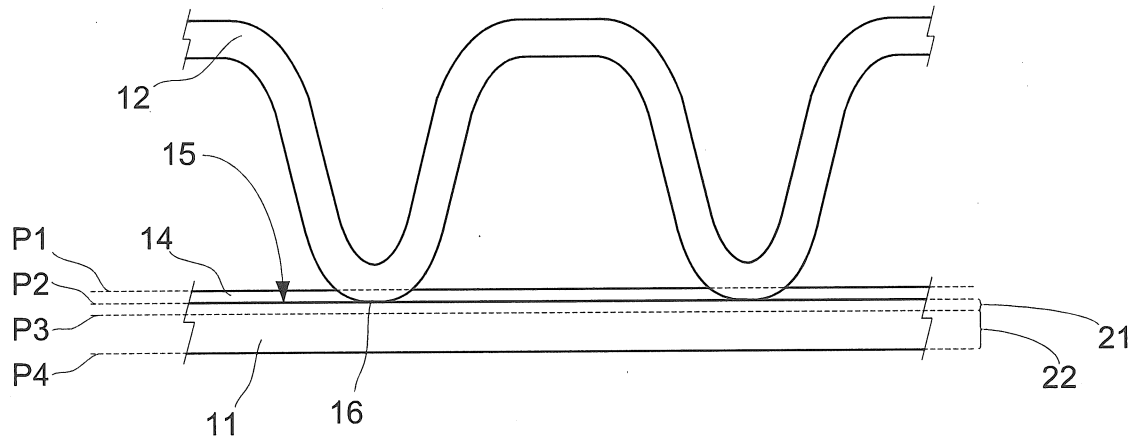


Fig. 4

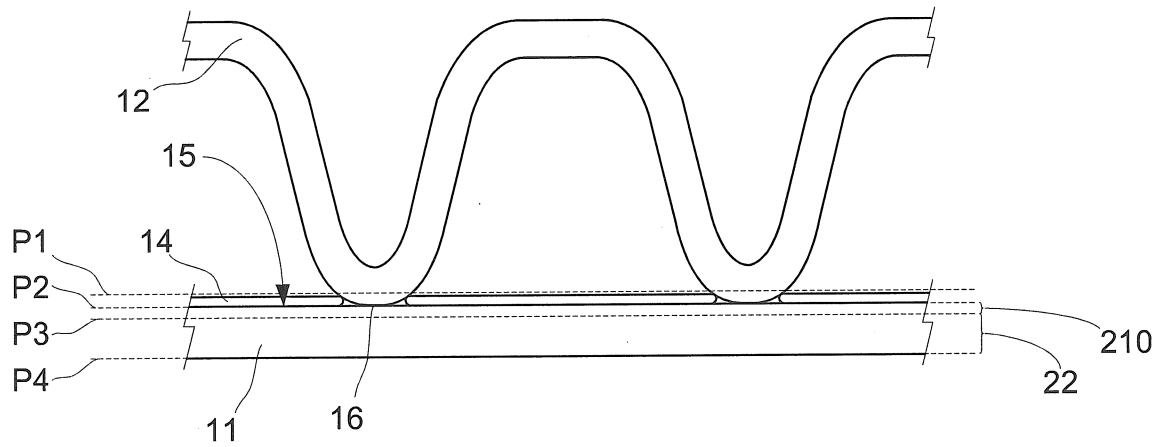


Fig. 5

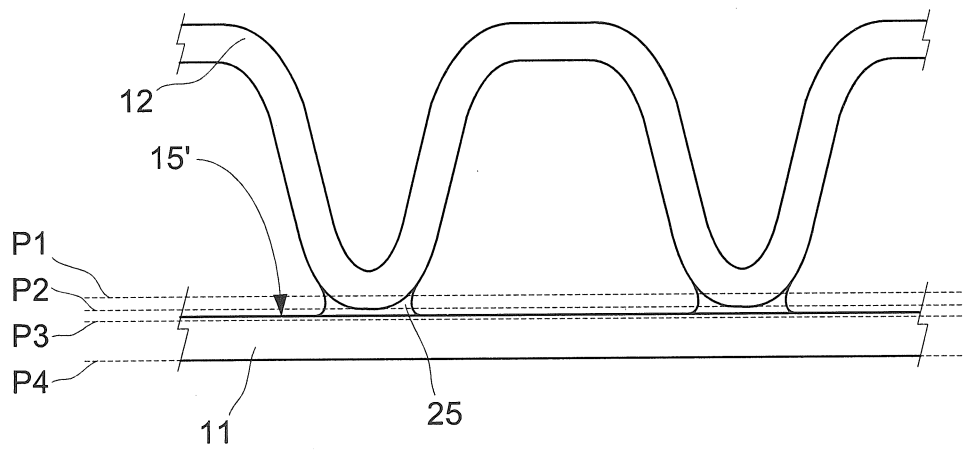


Fig. 6

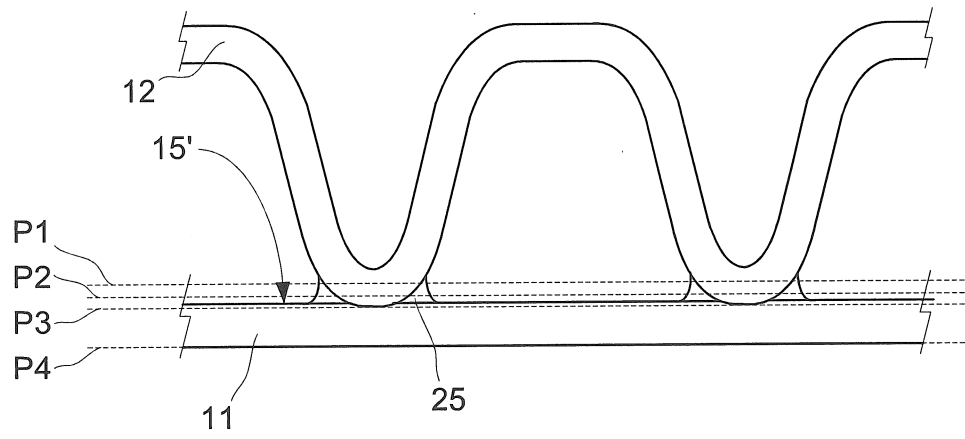


Fig. 7

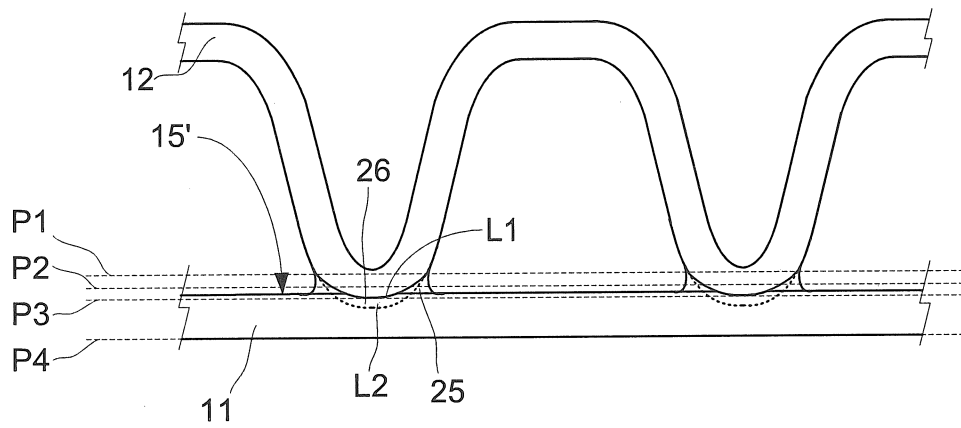


Fig. 8

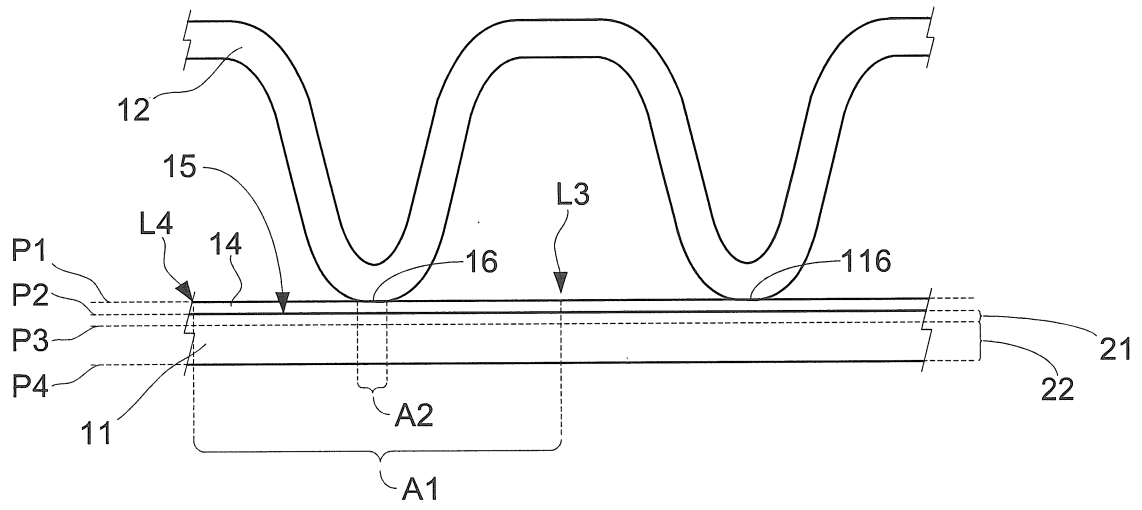


Fig. 9

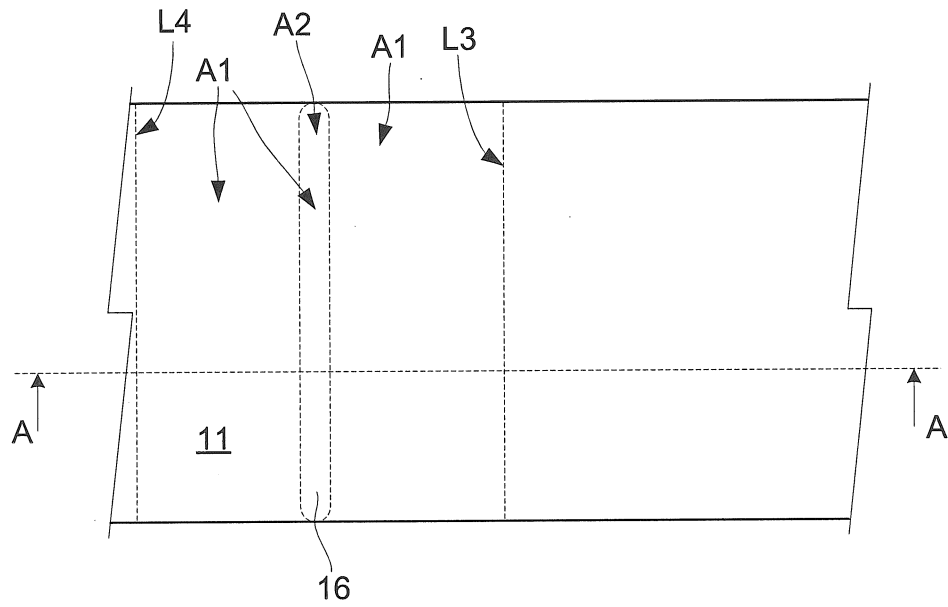
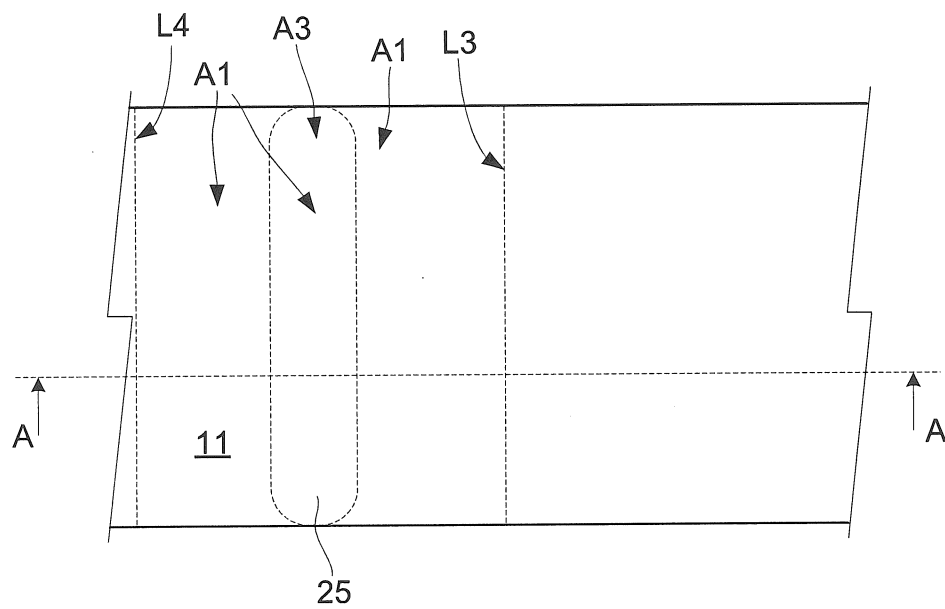
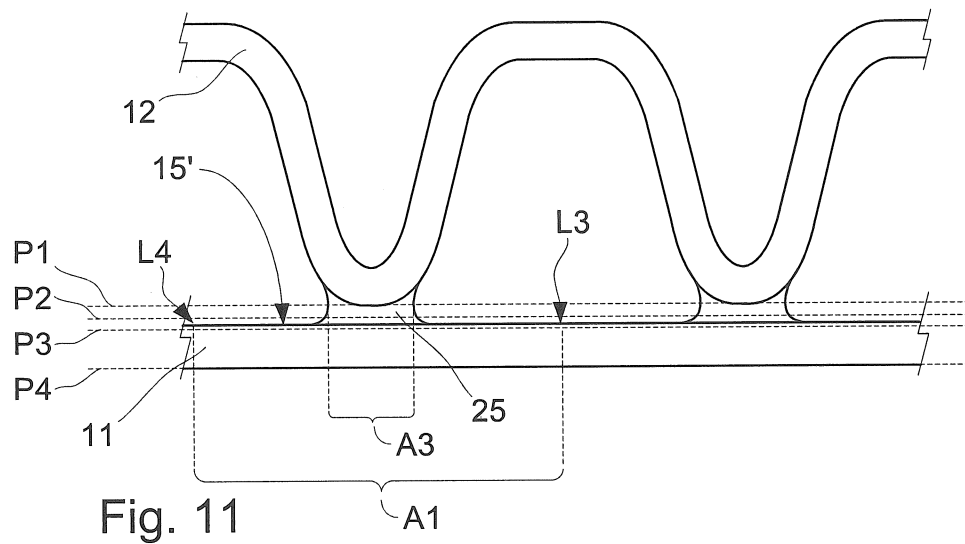


Fig. 10



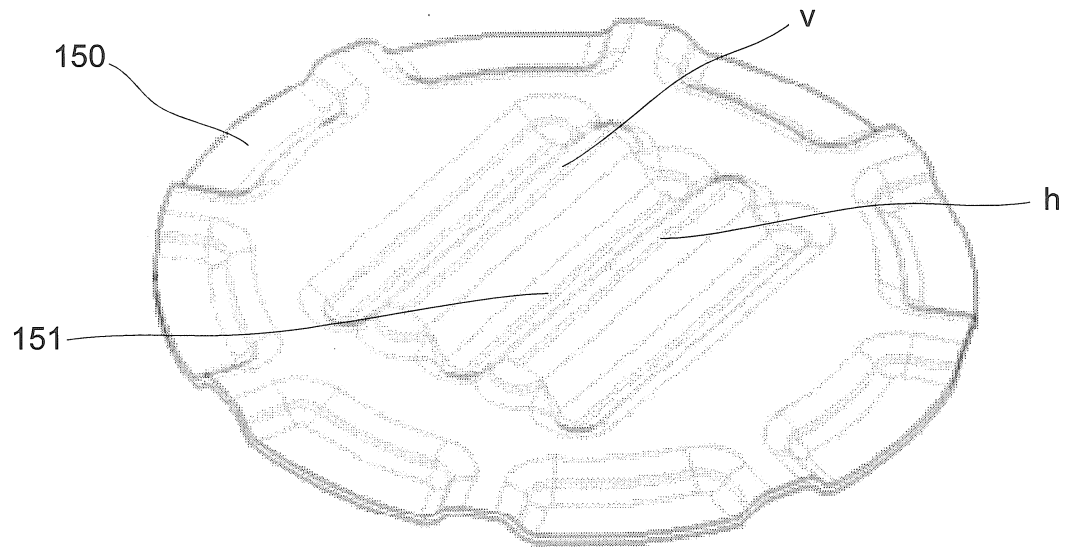


Fig. 13

v

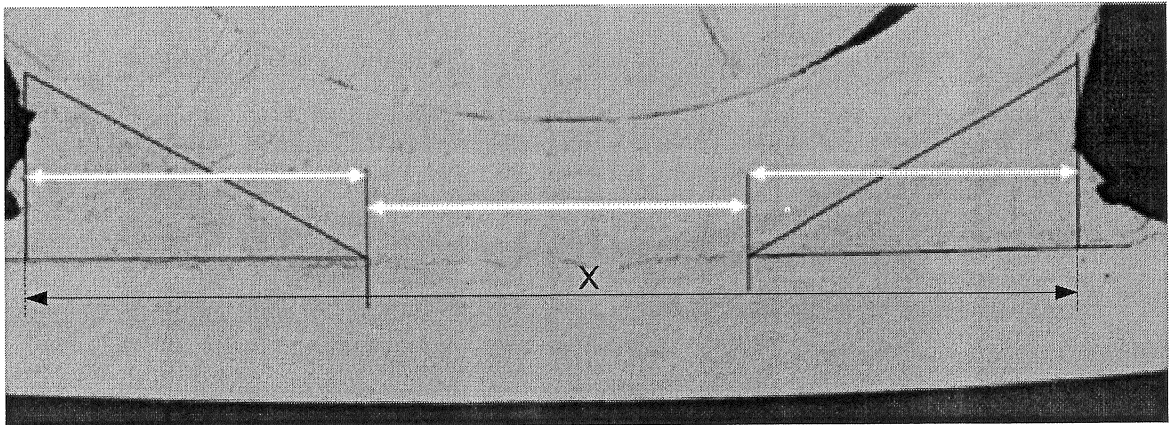


Fig. 14

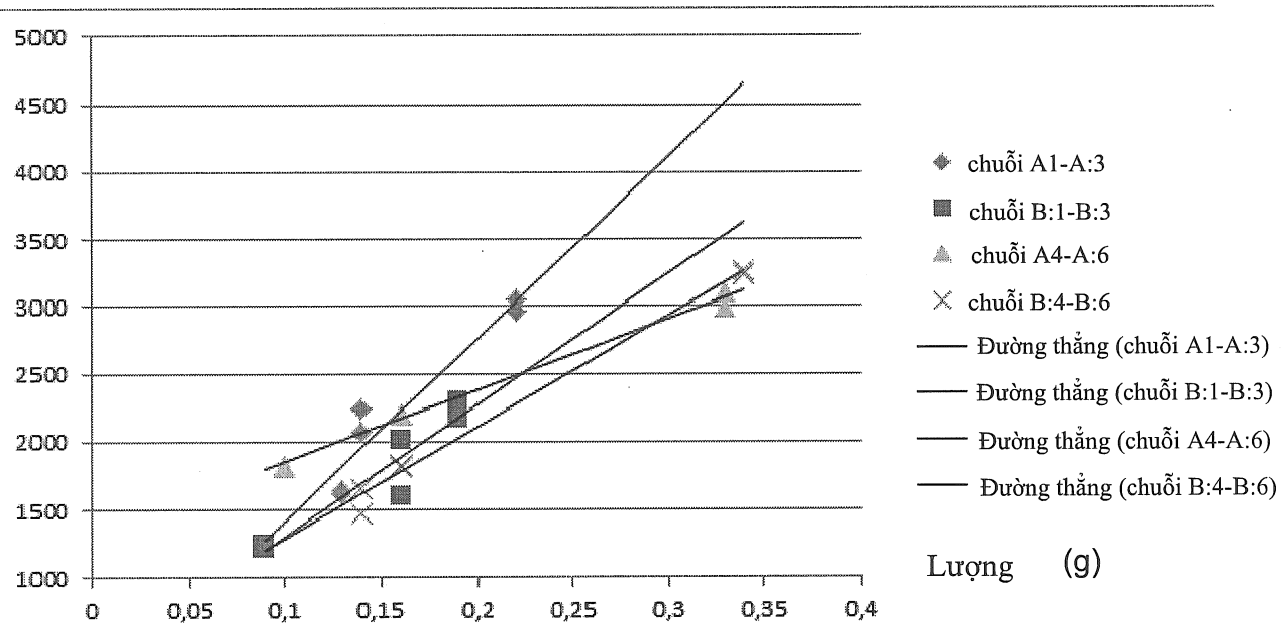
Chiều rộng ( $\mu\text{m}$ )

Fig. 15

Hình ảnh điện tử 1

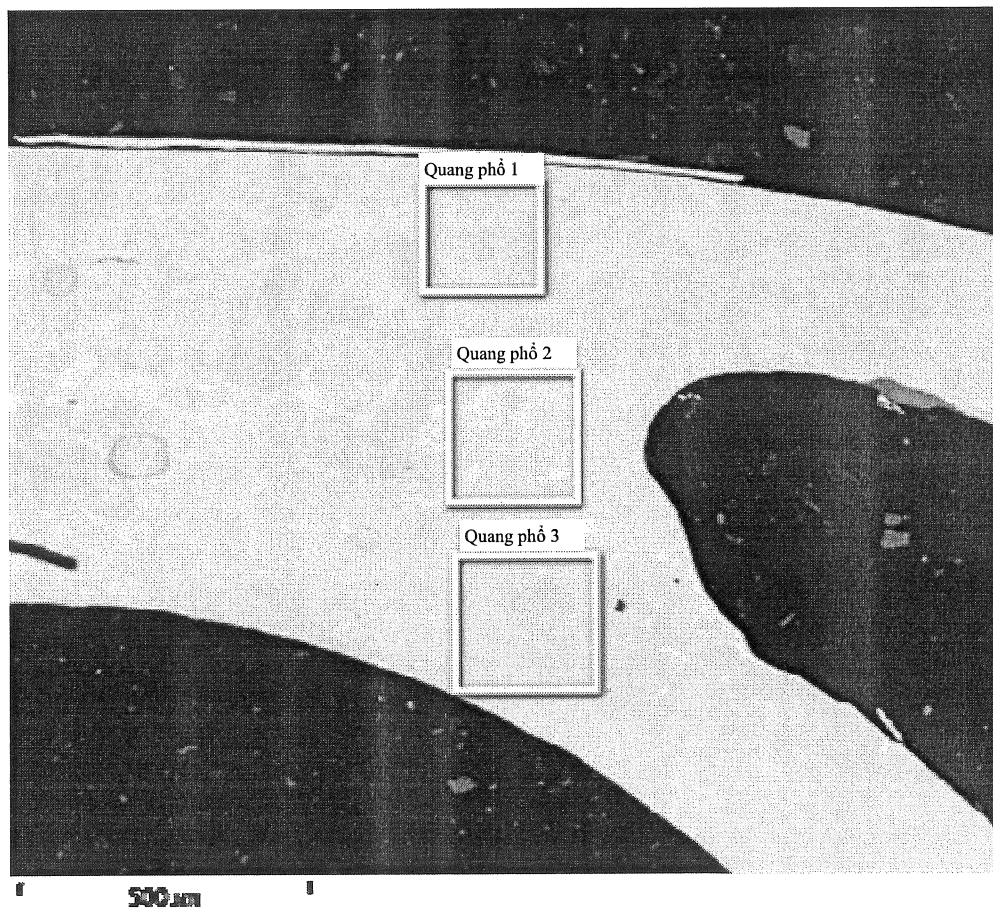


Fig. 16

Hình ảnh điện tử 1

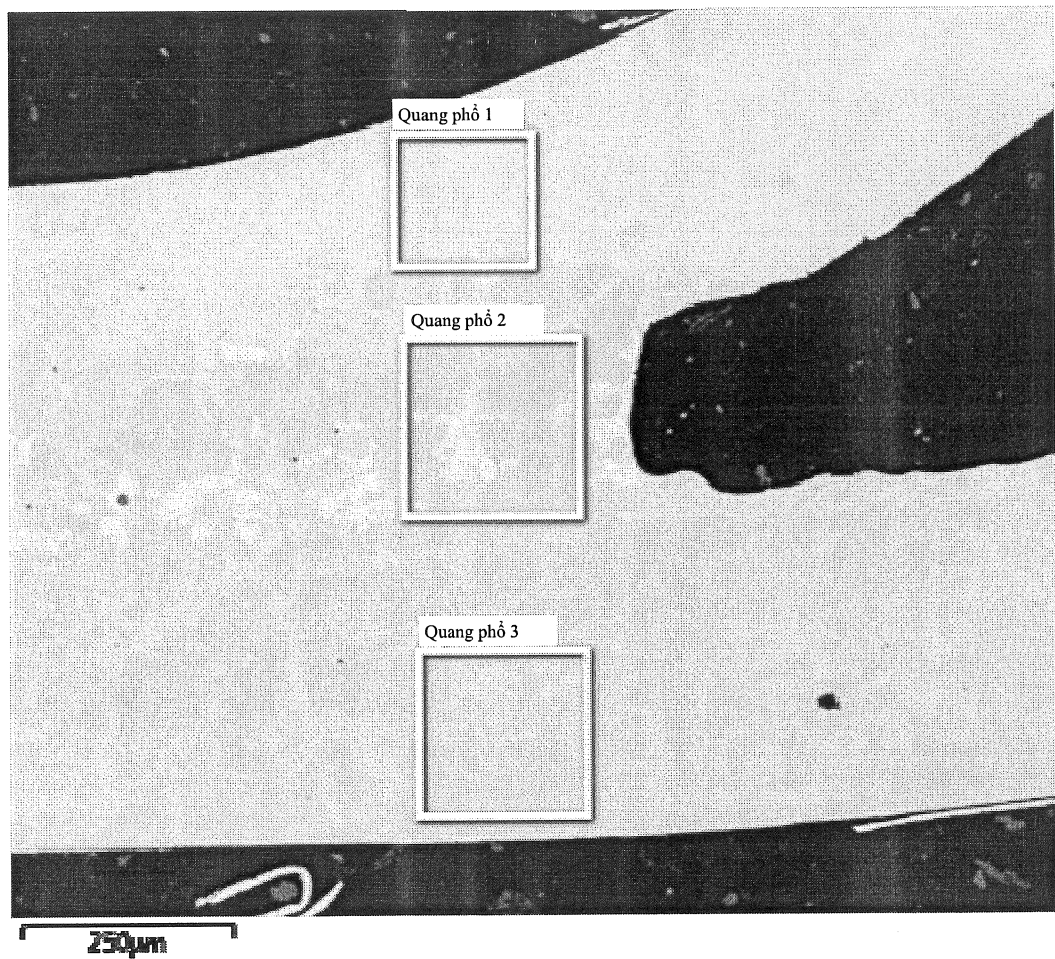


Fig. 17

Mẫu 50

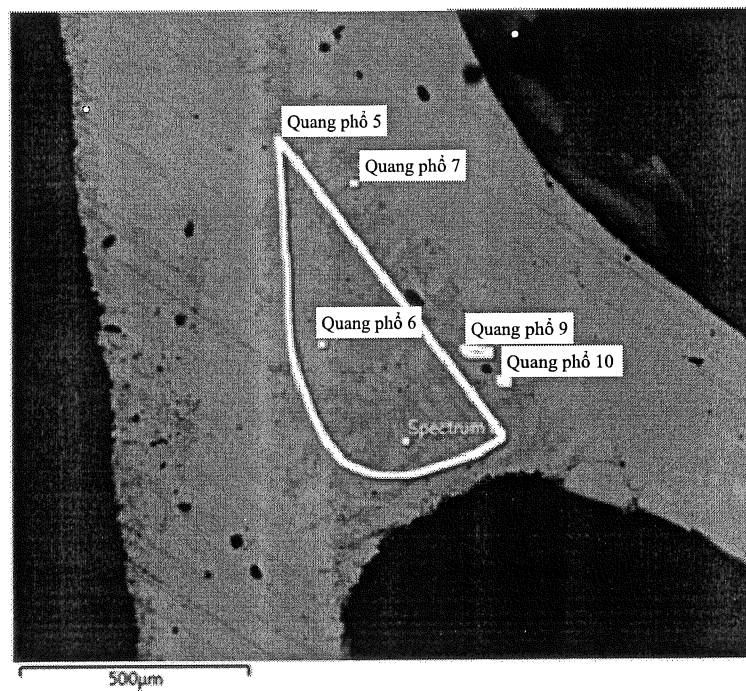


Fig. 18

Hình ảnh điện tử 4

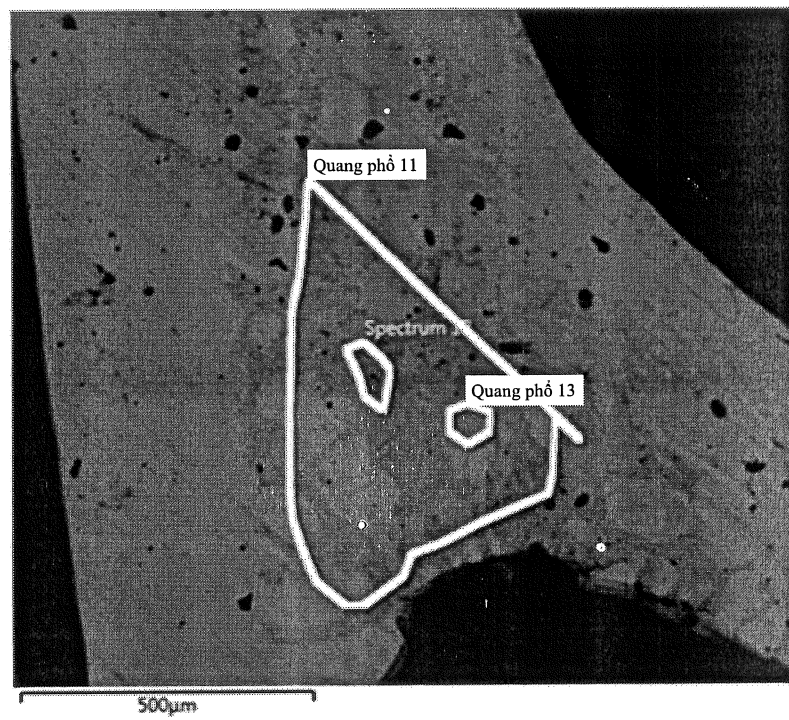


Fig. 19

Hình ảnh điện tử 1

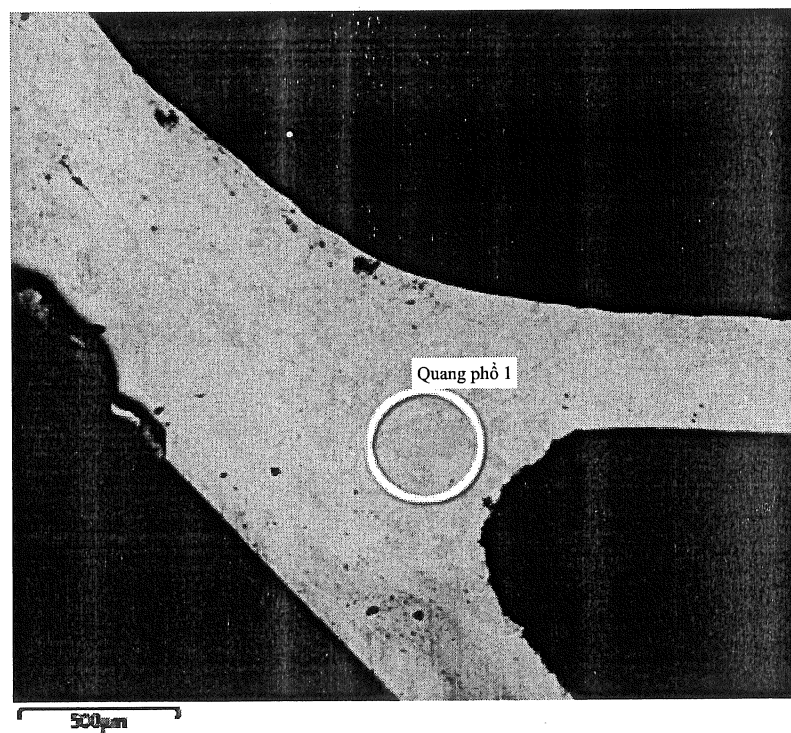


Fig. 20

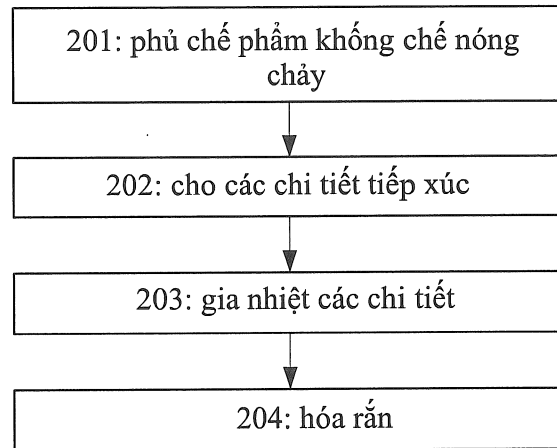


Fig. 21