



(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)



1-0023389

(51)⁷ B24D 11/00; B24D 3/06

(13) B

(21) 1-2012-02089

(22) 14/06/2011

(86) PCT/JP2011/063603 14/06/2011

(87) WO2011/158834A1 22/12/2011

(30) 2010-136249 15/06/2010 JP

(45) 27/04/2020 385

(43) 25/04/2013 301A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

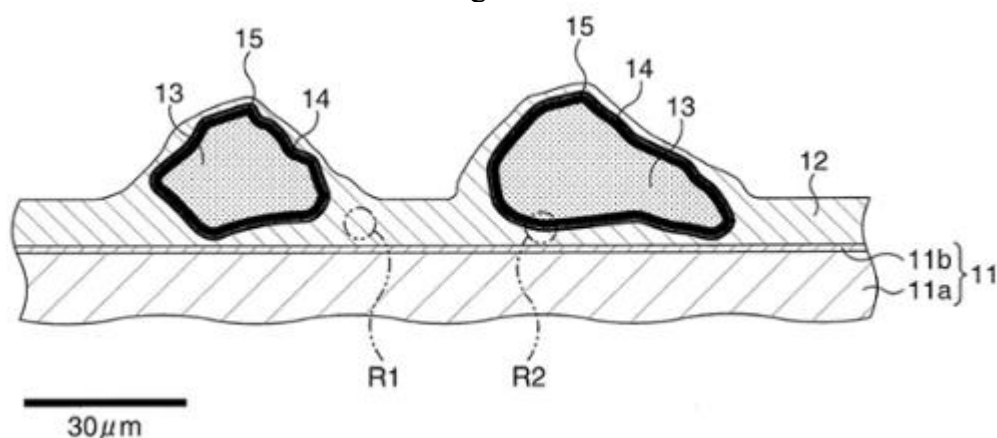
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) MORITA, Mitsuru (JP); TARUI, Toshimi (JP); SAKAMOTO, Hiroaki (JP);
YASHIRO, Hirokatsu (JP); KOSAKA, Makoto (JP)

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

(54) DÂY CỬA

(57) Sáng chế đề cập đến dây cửa bao gồm dây thép (11) có tạo dây thép (11a) với thành phần định trước, chất mài mòn (13) được gắn chắc vào dây thép (11) bởi phần gắn kết (12), và hợp chất liên kim loại (15) trên mặt tiếp xúc giữa chất mài mòn (13) và phần gắn kết (12). Độ bền kéo của dây thép (11) là 3500 MPa hoặc lớn hơn, và phần gắn kết (12) bao gồm chất hàn trên cơ sở Sn chứa Zn hoặc Ag.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến dây cưa thích hợp để cắt vật liệu bán dẫn và các vật liệu tương tự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Dây cưa được sử dụng để cắt đơn tinh thể Si, đa tinh thể Si, saphia, đơn tinh thể SiC, và loại tương tự. Đối với dây cưa, dây cưa mài mòn tự do và dây cưa mài mòn cố định đã được biết đến. So với dây cưa mài mòn tự do, dây cưa mài mòn cố định có các ưu điểm là, nó có thể cắt ở tốc độ cao hơn, tạo ra tổn thất mép cắt thấp (tổn thất vết cưa), và không dễ gây ô nhiễm môi trường.

Các dây cưa mài mòn cố định bao gồm dây cưa mà trong đó chất mài mòn bằng kim cương được gắn chắc vào dây thép dùng làm dây cưa nhờ sự mạ điện Ni (dây cưa được mạ điện Ni), một dây cưa khác mà trong đó chất mài mòn bằng kim cương được gắn chắc vào dây thép dùng làm dây cưa bằng nhựa (dây cưa loại gắn bằng nhựa), một loại khác nữa mà trong đó chất mài mòn bằng kim cương được gắn chắc vào dây thép dùng làm dây cưa bằng vật liệu hàn hoặc chất hàn, và loại tương tự. Ví dụ, tài liệu patent 4 bộc lộ dây được phủ kim cương mà trong đó chất mài mòn bằng kim cương được mạ đồng được gắn chắc vào dây Inconel 1718 bằng chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu.

Việc sản xuất dây cưa được mạ điện Ni cần chi phí lớn. Dây cưa loại gắn bằng nhựa không thể tạo ra đủ hiệu quả cắt bởi vì nhựa không có đủ độ bền để cố định chất mài mòn bằng kim cương. Hơn nữa, dây cưa mài mòn cố định mà trong đó chất mài mòn bằng kim cương được gắn chắc vào dây thép dùng làm dây cưa bởi vật liệu hàn hoặc chất hàn cũng không thể tạo ra hiệu quả cắt bởi vì độ bền để cố định chất mài mòn bằng kim cương là không đủ. Ở đây, điều quan trọng đối với hiệu quả cắt là tốc độ cắt cao, tổn thất mép cắt nhỏ (tổn thất vết cưa), độ cong lát mỏng nhỏ, và yếu tố tương tự.

Tài liệu viện dẫn

Tài liệu patent

Tài liệu patent 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản đã qua xét nghiệm số 04-4105

Tài liệu patent 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa qua xét nghiệm số 07-227766

Tài liệu patent 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa qua xét nghiệm số 2006-7387

Tài liệu patent 4: Patent Nhật Bản số 4008660

Tài liệu patent 5: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa qua xét nghiệm số 2010-201602

Tài liệu patent 6: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa qua xét nghiệm số 05-200667

Tài liệu patent 7: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa qua xét nghiệm số 2002-256391

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất dây cưa có thể tạo ra hiệu quả cắt được nâng cao.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Để nâng cao hiệu quả cắt của dây cưa mài mòn cố định, điều quan trọng là sử dụng dây thép có độ bền cao, ứng suất kéo cao, và gắn chắc chất mài mòn vào dây thép có ứng suất kéo cao. Sau khi nghiên cứu tỷ mỉ, các tác giả sáng chế đã thấy rằng, để gắn chắc chất mài mòn vào dây thép mỏng có ứng suất kéo cao, điều quan trọng là vật liệu được sử dụng cho phần gắn kết có điểm nóng chảy tương đối thấp. Mặt khác, khi vật liệu có điểm nóng chảy cao được sử dụng, ví dụ, khi việc hàn bằng vật liệu hàn có điểm nóng chảy cao được thực hiện, thì dây thép có ứng suất kéo cao, đã được làm bền cao bằng cách xử lý, ví dụ, dây thép hoặc loại tương

tự, làm mềm trong quá trình hàn. Hơn nữa, khi vật liệu hàn có điểm nóng chảy cao như hợp kim Ni được tạo ra bằng cách mạ điện, thì cần tạo ra một lớp mạ có độ dày ít nhất là 10 μm hoặc lớn hơn để cố định chất mài mòn có đường kính vài chục μm , dẫn đến quá trình xử lý cần nhiều thời gian và chi phí cao.

Điều cũng quan trọng là, trong khi vật liệu có điểm nóng chảy tương đối thấp được sử dụng cho phần gắn kết, độ bền liên kết giữa dây thép có ứng suất kéo cao và phần gắn kết, độ bền của chính phần gắn kết, và độ bền liên kết giữa phần gắn kết và chất mài mòn được tăng lên.

Với các kết quả nghiên cứu tỷ mỉ còn dựa vào các phát hiện nêu trên, các tác giả sáng chế đã thấy rằng, có thể nâng cao hiệu quả cắt của dây cưa bằng cách sử dụng vật liệu định trước cho phần gắn kết và tạo ra hợp chất liên kim loại giữa phần gắn kết và chất mài mòn. Hợp chất liên kim loại cho phép nâng cao hơn nữa về độ bền để cố định chất mài mòn, mà hợp chất này có thể ngăn ngừa sự bong tróc của chất mài mòn trong suốt quá trình cắt.

Nội dung chính của sáng chế được thể hiện như sau.

(1) Dây cưa bao gồm:

dây thép có tạo dây thép;

chất mài mòn được gắn chắc vào dây thép bởi phần gắn kết; và

hợp chất liên kim loại trên mặt tiếp xúc giữa chất mài mòn và phần gắn kết, trong đó:

tao dây thép chứa, tính theo % khối lượng:

C: từ 0,8% đến 1,2%,

Si: từ 0,02% đến 2,0%,

Mn: từ 0,1% đến 1,0%,

Cr: 0,5% hoặc ít hơn,

P: 0,015% hoặc ít hơn,

S: 0,015% hoặc ít hơn, và

N: 0,01% hoặc ít hơn,

với phần còn lại là Fe và tạp chất không thể tránh được;

độ bền kéo của dây thép là 3500 MPa hoặc lớn hơn; và

phần gắn kết bao gồm chất hàn trên cơ sở Sn chứa Zn hoặc Ag.

(2) Dây cưa theo mục (1), trong đó tao dây thép còn chứa, tính theo % khối lượng, ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm:

Ni: 1,0% hoặc ít hơn,

Cu: 0,5% hoặc ít hơn,

Mo: 0,5% hoặc ít hơn,

V: 0,5% hoặc ít hơn, và

B: 0,0050% hoặc ít hơn.

(3) Dây cưa theo mục (1) hoặc mục (2), trong đó dây thép bao gồm lớp mạ trên bề mặt của tao dây thép và chứa ít nhất một trong số Zn và Cu.

(4) Dây cưa theo mục (3), trong đó lớp mạ phủ lên dây thép.

(5) Dây cưa theo mục (4), trong đó độ sâu phủ của lớp mạ vào tao dây thép là từ 0,5 μm đến 5 μm .

(6) Dây cưa theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (5), bao gồm lớp phủ trên bề mặt của chất mài mòn và bao gồm một lớp Ni hoặc Cu.

(7) Dây cưa theo mục (6), trong đó lớp phủ bao gồm lớp nền Ti hoặc Cr được bố trí gần với chất mài mòn hơn lớp Ni hoặc Cu.

(8) Dây cưa theo các mục từ (1) đến (7), bao gồm lớp phủ trên bề mặt của chất mài mòn và bao gồm lớp Ni, trong đó:

chất hàn trên cơ sở Sn là chất hàn trên cơ sở Sn-Ag chứa từ 0,5 đến 5,0% khối lượng Ag, và

hợp chất liên kim loại chứa Sn.

(9) Dây cưa theo mục (8), trong đó chất hàn trên cơ sở Sn-Ag chứa hợp chất

liên kim loại trên cơ sở Ag_3Sn được phân tán trong vật mang của chất hàn trên cơ sở Sn-Ag và có dạng tấm với độ dày từ 1 μm đến 2 μm hoặc dạng sợi với đường kính từ 1 μm đến 2 μm .

(10) Dây cura theo mục (8) hoặc mục (9), trong đó chất hàn trên cơ sở Sn-Ag còn chứa ít nhất một trong số Fe: từ 0,01 đến 0,5% khối lượng và Ni: từ 0,01 đến 0,5% khối lượng.

(11) Dây cura theo mục bất kỳ trong số các mục từ (8) đến (10), trong đó hợp chất liên kim loại còn chứa Ni.

(12) Dây cura theo mục (11), trong đó hợp phần của hợp chất liên kim loại được biểu diễn bởi Ni_3Sn_4 , Ni_3Sn_2 , hoặc $\text{Sn}_{(1-x-y)}\text{Ni}_x\text{Cu}_y$ ($0,1 \leq x \leq 0,7$, $0,01 \leq y \leq 0,5$).

(13) Dây cura theo các mục từ (1) đến (7), trong đó:

chất hàn trên cơ sở Sn là chất hàn trên cơ sở Sn-Zn chứa Zn, và

hợp chất liên kim loại chứa ít nhất một trong số Sn và Zn.

(14) Dây cura theo mục (13), trong đó hàm lượng của Zn trong chất hàn trên cơ sở Sn-Zn là từ 1 đến 35% khối lượng.

(15) Dây cura theo mục (13) hoặc mục (14), trong đó:

hợp phần của chất hàn trên cơ sở Sn-Zn được biểu diễn bởi Sn-Zn-X,

X là ít nhất một loại được chọn từ Bi, Ni, Cu, Fe, Sb, Pb, In, và Ag, và

một hàm lượng của X là từ 0,5 đến 5% khối lượng.

(16) Dây cura theo mục bất kỳ trong số các mục từ (13) đến (15), trong đó hợp chất liên kim loại chứa ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất liên kim loại trên cơ sở Ni-Sn, hợp chất liên kim loại trên cơ sở Ni-Zn, hợp chất liên kim loại trên cơ sở Ni-Sn-Zn, hợp chất liên kim loại trên cơ sở Cu-Sn, hợp chất liên kim loại trên cơ sở Cu-Sn-Zn, và hợp chất liên kim loại trên cơ sở Cu-Zn.

(17) Dây cura theo mục bất kỳ trong số các mục từ (13) đến (16), trong đó chất hàn trên cơ sở Sn-Zn bao gồm chất kết tủa Zn ở dạng tấm hoặc dạng kim được

phân tán trong vật mang của chất hàn trên cơ sở Sn-Zn.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể làm tăng lực giữ của chất mài mòn một cách dễ dàng và với chi phí thấp và nâng cao hiệu quả cắt.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A là hình vẽ mặt cắt minh họa dây cưa theo một phương án của sáng chế.

Fig.1B là hình vẽ phóng to của vùng R1 trên Fig.1A.

Fig.1C là hình vẽ phóng to của vùng R2 trên Fig.1A.

Fig.1D là hình vẽ mặt cắt khác minh họa dây cưa theo phương án của sáng chế.

Fig.2A là hình vẽ mặt cắt minh họa dây cưa thu được trong ví dụ 1.

Fig.2B là hình vẽ phóng to của vùng R1 trên Fig.2A.

Fig.2C là hình vẽ phóng to của vùng R2 trên Fig.2A.

Fig.3A là hình vẽ mặt cắt minh họa dây cưa thu được trong ví dụ 5.

Fig.3B là hình vẽ phóng to của vùng R1 trên Fig.3A.

Fig.3C là hình vẽ phóng to của vùng R2 trên Fig.3A.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ kèm theo. Cần lưu ý rằng phương án sẽ được mô tả chi tiết nhằm hiểu hơn về lĩnh vực của dây cưa theo sáng chế, và sáng chế không bị giới hạn bởi phương án này. Fig.1A là hình vẽ mặt cắt minh họa dây cưa theo phương án của sáng chế và minh họa một mặt cắt song song với chiều kéo dây (chiều dọc) của dây cưa. Fig.1B là hình vẽ phóng to của vùng R1 trên Fig.1A, và Fig.1C là hình vẽ phóng to của vùng R2 trên Fig.1A. Fig.1D là hình vẽ mặt cắt minh họa dây cưa theo phương án của sáng chế và minh họa mặt cắt vuông góc với chiều kéo dây (chiều dọc) của dây

cua.

Dây cua 10 theo phương án của sáng chế bao gồm dây thép 11 và chất mài mòn 13 được gắn chắc vào dây thép 11 bởi phần gắn kết 12. Dây thép 11 bao gồm tao dây thép 11a và lớp mạ 11b được tạo ra trên bề mặt của tao dây thép 11a. Phần gắn kết 12 có thể bao gồm chất hàn trên cơ sở Sn chứa Ag hoặc chất hàn trên cơ sở Sn chứa Zn, và chất hàn bao gồm một vật mang chất hàn 12a và chất phân tán 12b được phân tán trong đó. Chất mài mòn 13 được phủ bằng lớp phủ 14 và lớp hợp chất liên kim loại 15, ví dụ, và lớp phủ 14 và lớp hợp chất liên kim loại 15 cũng được phủ bằng phần gắn kết 12.

Dây thép 11

Ở đây, dây thép 11 sẽ được mô tả.

Độ bền kéo của dây thép 11 là 3500 MPa hoặc lớn hơn. Khi máy cắt như máy cua nhiều dây chẳng hạn được sử dụng để cắt một lượng lớn các lát mỏng ở một thời điểm, điều quan trọng là ngăn ngừa sự cong vênh của các lát mỏng được cắt ra. Sức căng của dây cua có ảnh hưởng lớn đến sự xuất hiện của sự cong vênh của các lát mỏng. Cụ thể là, khi dây cua không được kéo căng đủ ở thời điểm cắt, thì dây cua uốn cong đáng kể, điều này làm giảm độ phẳng của các bề mặt cắt của các lát mỏng và do đó có thể gây ra sự cong vênh. Do đó, điều quan trọng là phải kéo căng dây cua ở thời điểm cắt, nhưng khi độ bền kéo của dây cua này thấp, thì sự đứt dây có thể xảy ra. Do đó, theo phương án này, độ bền kéo của dây thép 11 tốt hơn là 3500 MPa hoặc lớn hơn. Giá của dây thép 11 cũng là điều cần quan tâm. Lưu ý là, tùy thuộc vào độ bền được yêu cầu của dây cua 10, độ bền kéo của dây thép 11 tốt hơn là 3800 MPa hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 4000 MPa hoặc lớn hơn, và cũng tốt hơn nữa là 4500 MPa hoặc lớn hơn.

Tao dây thép 11a của dây thép 11 chứa % theo khối lượng C: từ 0,8% đến 1,2%, Si: từ 0,02% đến 2,0%, Mn: từ 0,1% đến 1,0%, Cr: 0,5% hoặc ít hơn, P: 0,015% hoặc ít hơn, S: 0,015% hoặc ít hơn, và N: 0,01% hoặc ít hơn, với phần còn lại là Fe và tạp chất không thể tránh được.

Cacbon (C): từ 0,8% đến 1,2%

C là nguyên tố không thể thiếu để đạt được độ bền kéo. Nếu hàm lượng C ít hơn 0,8%, thì khó đạt được độ bền kéo 3500 MPa hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng C quá 1,2%, thì các chất kết tủa xementit ở biên hạt austenit làm giảm khả năng kéo dãn. Do đó, hàm lượng C tốt hơn là từ 0,8% đến 1,2%.

Silicon (Si): từ 0,02% đến 2,0%

Si là nguyên tố không thể thiếu nhằm tăng cường ferit để nâng cao độ bền kéo và khử oxy thép. Nếu hàm lượng Si ít hơn 0,02%, thì sẽ không đạt được các hiệu quả ở trên. Hơn nữa, nếu hàm lượng Si vượt quá 2,0%, thì chất lẫn trên cơ sở SiO_2 cứng làm giảm khả năng kéo dãn. Do đó, hàm lượng Si tốt hơn là từ 0,02% đến 2,0%.

Mn (mangan): từ 0,1% đến 1,0%

Mn cần thiết để khử oxy và khử lưu huỳnh, và là nguyên tố không thể thiếu để tăng độ cứng để làm tăng độ bền kéo. Nếu hàm lượng Mn ít hơn 0,1%, thì sẽ không đạt được các hiệu quả ở trên. Hơn nữa, nếu hàm lượng Mn vượt quá 1,0%, thì các hiệu quả bị bão hòa. Do đó, hàm lượng Mn tốt hơn là từ 0,1% đến 1,0%.

Crom (Cr): 0,5% hoặc ít hơn

Cr là nguyên tố hữu hiệu đóng góp thu nhỏ kích thước khoảng trống xementit (lớp mỏng) trong peclit, và hiệu quả trong nâng cao độ bền. Để đạt được những hiệu quả trên, hàm lượng của Cr tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn, thích hợp hơn nữa là 0,03% hoặc lớn hơn, và vẫn có thể thích hợp hơn 0,05% hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng Cr nhiều 0,5%, sẽ mất một khoảng thời gian khá dài cho sự biến đổi peclit tại thời điểm xử lý bằng nhiệt (xử lý nhiệt luyện) để kết thúc, hiệu suất thấp hơn. Do đó, hàm lượng của Cr là 0,5% hoặc ít hơn. Ở đây, xử lý nhiệt luyện là xử lý nhiệt trong đó kết cấu của vật liệu kéo dãn được chuyển thành austenite bằng cách giữ vật liệu kéo dãn sơ cấp nóng, và sau đó, nó được tôi để chuyển đổi peclit và được giữ nhiệt độ do đó nó được chuyển thành peclit.

Photpho (P): 0,015% hoặc ít hơn

P làm giảm tính dẻo và sức căng dãn. Do đó, hàm lượng của P là 0,015%

hoặc ít hơn.

Lưu huỳnh (S): 0,015% hoặc ít hơn

S làm giảm tính dẻo và sức căng dây. Do đó, hàm lượng của S là 0,015% hoặc ít hơn.

Nitơ (N): 0,01% hoặc ít hơn

N làm giảm độ dẻo. Do đó, hàm lượng của N là 0,01% hoặc ít hơn.

Lưu ý là dây thép 11 thích hợp chứa một loại hoặc nhiều loại thành phần chọn lọc được chọn từ các thành phần trong danh sách phía dưới, theo quan điểm cải thiện hơn nữa thuộc tính cơ khí và tính chất tương tự.

Niken (Ni): 1,0% hoặc ít hơn

Ni đóng vai trò truyền tải tốt dây của tới peclit thông qua biến đổi tại thời điểm xử lý bằng nhiệt. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Ni nhiều hơn 1,0%, so sánh với hàm lượng chuẩn thì không thu được kết quả. Do đó, trong mọi trường hợp, hàm lượng Ni tốt hơn là 1,0% hoặc ít hơn. Hơn nữa, nếu hàm lượng Ni ít hơn 0,05%, hiệu quả trên cũng không thu được. Do đó, hàm lượng Ni tốt hơn là 0,05% hoặc lớn hơn.

Đồng (Cu): 0,5% hoặc ít hơn

Cu là nguyên tố góp phần nâng cao độ bền kết tủa rắn. Tuy nhiên, ngay cả khi hàm lượng Cu vượt quá 0,5%, thì hiệu quả so với hàm lượng này là không thu được. Do đó, hàm lượng Cu tốt hơn là 0,5% hoặc ít hơn. Hơn nữa, nếu hàm lượng Cu ít hơn 0,01%, hiệu quả thu được không đáng kể. Do đó, hàm lượng Cu tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn.

Molypđen (Mo): 0,5% hoặc ít hơn

Mo có hiệu quả làm tăng độ bền kéo. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Mo vượt quá 0,5%, thì quá trình biến đổi peclit tại thời điểm xử lý nhiệt bị ngưng trệ, kết quả là thời gian xử lý dài hơn và kết quả đạt được thấp hơn. Hơn nữa, hiệu quả thu được không mong muốn. Do đó, hàm lượng của Mo tốt hơn là 0,5% hoặc ít hơn.

Hơn nữa, nếu hàm lượng Mo ít hơn 0,05%, thì không thu được đủ hiệu quả ở trên. Do đó, hàm lượng Mo tốt hơn là 0,05% hoặc lớn hơn.

Vanadi (V): 0,5% hoặc ít hơn

V có hiệu quả làm tăng độ bền kéo. Tuy nhiên, nếu hàm lượng V vượt quá 0,5%, thì không thể thu được hiệu quả so với hàm lượng này. Do đó, hàm lượng V tốt hơn là 0,5% hoặc ít hơn. Hơn nữa, nếu hàm lượng V ít hơn 0,05%, thì không thu được đủ hiệu quả. Do đó, hàm lượng V tốt hơn là 0,05% hoặc lớn hơn.

Bo (B): 0,0050% hoặc ít hơn

B có hiệu quả làm ức chế phát sinh ferit tại thời điểm xử lý nhiệt và là nguyên tố làm tăng độ. Tuy nhiên, nếu hàm lượng B vượt quá 0,0050%, thì khả năng kéo dây giảm. Do đó, hàm lượng B tốt hơn là 0,0050% hoặc ít hơn. Hơn nữa, nếu hàm lượng B ít hơn 0,0001%, thì không đạt được đủ hiệu quả ở trên. Do đó, hàm lượng B tốt hơn là 0,0001% hoặc lớn hơn.

Lớp mạ 11b của dây thép 11 là một lớp mạ, như đồng (Cu), hợp kim (hợp kim Cu-Zn), hoặc Zn chẳng hạn. Lớp mạ 11b cải thiện khả năng thấm ướt của chất hàn của phần gắn kết 12. Độ dày của lớp mạ 11b tốt hơn là 1 μm hoặc thấp hơn. Hơn nữa, lớp mạ 11b thấm vào trong tạo dây thép 11a. Số lượng phần thấm 11c thay đổi tùy thuộc vào khoảng thời gian của axit tẩy của dây thép 11 trước khi hình thành lớp mạ 11b và ở các điều kiện kéo dây như góc nhìn vạch được sử dụng để kéo dây ảm. Khi khoảng thời gian ăn mòn của axit kéo dài, một lỗ rỗng sẽ có xu hướng sâu hơn và vì vậy phần thấm 11c có xu hướng sâu hơn. Hơn nữa, như góc nhìn vạch được sử dụng cho dây rút ảm lớn, bề mặt của dây thép 11 có xu hướng cong nhiều hơn theo hướng vòng tròn và tương tự phần thấm 11c cũng có xu hướng sâu hơn.

Khi phần thấm 11c này sâu, vết gấp nếp (vết nứt) đôi khi được tạo ra trên đó, đóng vai trò là điểm bắt đầu gây ra sự bong tróc dễ dàng của lớp mạ 11b, và độ bền liên kết giữa dây thép 11 và phần gắn kết 12 đôi khi giảm xuống. Hơn nữa, phần thấm sâu 11c đôi khi làm giảm độ bền gãy của dây thép 11. Xét về các vấn đề này, độ sâu của phần thấm 11c tốt hơn là 5 μm hoặc thấp hơn.

Hơn nữa, lớp mạ 11b bằng Cu, đồng thau, hoặc Zn chính nó thể hiện đặc tính bôi trơn trong quá trình kéo dây âm. Tuy nhiên, khi độ sâu của phần thấm 11c này rất nhỏ như 0,5 μm hoặc thấp hơn chẳng hạn, thì sự đứt quãng theo chu vi đôi khi xảy ra trong các phần của lớp mạ 11b trong suốt quá trình kéo dây âm. Trong trường hợp này, trong phần mà trong đó lớp mạ 11b không được tạo ra, thì đôi khi khó đạt được đủ độ bền liên kết giữa dây thép 11 và phần gắn kết 12. Hơn nữa, phần đứt quãng của lớp mạ 11b đôi khi chỉ ra rằng đặc tính của dây thép 11 bị giảm do tăng lượng nhiệt sinh ra trong quá trình kéo dây âm. Xét về các vấn đề này, độ sâu của phần thấm 11c tốt hơn là 0,5 μm hoặc lớn hơn.

Do đó, độ sâu của phần thấm 11c tốt hơn là 0,5 μm tới 5 μm , và tốt hơn nữa là khoảng từ 1 μm đến 2 μm .

Dây thép 11 mà độ bền kéo của nó là 3500 MPa hoặc lớn hơn có thể được sản xuất, ví dụ, bằng phương pháp sau.

Thứ nhất, một thanh thép có các thành phần hóa học nêu trên được sản xuất trước đó, và vật liệu dây thu được thông qua việc cán nóng thanh thép. Tiếp theo, việc kéo dây trung gian và việc xử lý nhiệt trung gian (xử lý nhiệt luyện) được áp dụng cho vật liệu dây nhằm điều chỉnh đường kính dây tới hệ số định trước. Sau đó là bước xử lý nhiệt cuối cùng (xử lý nhiệt luyện). Các điều kiện xử lý nhiệt cuối cùng tốt hơn là được thiết lập sao cho nhiệt độ austenit hóa là từ 950°C đến 1100°C và nhiệt độ chuyển hóa peclit từ 550°C đến 600°C. Bước xử lý nhiệt cuối cùng thực hiện bởi việc tẩy axit và mạ của vật liệu được xử lý nhiệt cuối cùng thu được thông qua bước xử lý nhiệt cuối cùng. Loại mạ không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, mạ được thực hiện với Cu, đồng thau, hoặc Zn. Theo phương án khác, có thể mạ với Cu-Sn, Ni, Ni-Sn, hoặc loại tương tự. Theo kết quả của việc tẩy axit, một chút thiếu sót xảy ra trên bề mặt của vật liệu dây và một lớp mạ được tạo nên bởi việc mạ phủ lên trên khuyết tật. Việc mạ được tiến hành bằng cách kéo dây nhờ kéo dây ướt, vì vậy vật liệu dây được tạo thành dây thép 11 với đường kính định trước bao gồm tạo dây 11a và lớp mạ 11b. Kết quả của việc kéo dây là, sự liên kết kim loại vững chắc tồn tại giữa tạo dây thép 11a và lớp mạ 11b.

Lưu ý là, độ dày của lớp mạ được tạo nên tốt hơn là 1 μm hoặc thấp hơn. Điều này là bởi vì để đạt được liên kết vững chắc với phần gắn kết 12, một lớp hợp chất liên kim loại có độ dày và nhỏ thống nhất tốt hơn là được tạo nên trên mặt tiếp xúc giữa phần gắn kết và lớp mạ 11b của dây thép 11 trong quá trình sản xuất của dây cưa, và mục đích là giành được hiệu quả từ lớp hợp chất liên kim loại. Lớp hợp chất liên kim loại chỉ ra sự tồn tại của liên kết hóa học giữa phần gắn kết 12 và lớp mạ 11b, nhưng từ đó các hợp chất liên kim loại nói chung dễ vỡ, lớp hợp chất liên kim loại thường dễ nứt nếu độ dày của chúng quá lớn. Do đó, độ dày của lớp hợp chất liên kim loại tốt hơn là mỏng và giống nhau.

Đường kính của dây thép 11 có ảnh hưởng trực tiếp tổn thất mép cắt (tổn thất vết cưa). Đặc biệt trong những năm gần đây, độ dày của miếng bán dẫn là rất nhỏ khoảng vài trăm μm , mà được tăng tỉ lệ mép cắt. Do đó, việc giảm tổn thất vết cưa cũng quan trọng xét về việc giảm chi phí và cải thiện năng suất. Do đó, kích thước dây (đường kính) của dây thép 11 tốt hơn là 120 μm hoặc thấp hơn. Một cách ngẫu nhiên, như đã được mô tả, khi đường kính được làm nhỏ với mục đích giảm tổn thất vết cưa, dây cưa uốn cong lớn và miếng bán dẫn bị cong vênh lớn trừ khi quá trình cắt được thực hiện dưới điều kiện mà dây cưa được giữ căng. Hơn nữa, sự nứt dây có thể xảy ra theo sự giảm đường kính. Do đó, khi đường kính của dây thép 11 được làm nhỏ để giảm tổn thất vết cưa, độ bền kéo của dây thép 11 là rất quan trọng để hạn chế sự cong vênh của miếng bán dẫn và nứt dây. Theo phương án này, vì độ bền kéo của dây thép 11 là 3500 MPa hoặc lớn hơn, có thể hạn chế sự cong vênh và nứt dây.

Phần gắn kết 12

Tiếp theo, phần gắn kết 12 sẽ được mô tả.

Như được mô tả ở trên, phần gắn kết 12 bao gồm chất hàn trên cơ sở Sn chứa Ag hoặc chất hàn trên cơ sở Sn chứa Zn chẳng hạn, và chất hàn bao gồm vật mang chất hàn 12a và chất phân tán 12b được phân tán trong vật mang chất hàn 12a. Chất hàn trên cơ sở Sn chứa Ag và chất hàn trên cơ sở Sn chứa Zn có độ nóng chảy thấp, và do đó, thậm chí bị nung nóng tới nhiệt độ tan chảy của chất hàn này

không làm mềm dây thép 11. Nghĩa là, điểm nóng chảy của phần gắn kết 12 thấp hơn nhiệt độ mà ở đó dây thép 11 làm mềm. Phần gắn kết 12 gắn chất mài mòn 13 vào dây thép 11. Do đó, độ bền của chất hàn được sử dụng phần gắn kết 12 là cao mong muốn. Do đó, theo phương án này, để đạt được độ bền cao, phần gắn kết 12 có chất phân tán 12b được phân tán trong vật mang chất hàn 12a được sử dụng.

Chất hàn trên cơ sở Sn chứa Ag (chất hàn trên cơ sở Sn-Ag)

Ở đây, chất hàn trên cơ sở Sn-Ag sẽ được mô tả. Chất hàn trên cơ sở Sn-Ag là chất hàn chứa chì phổ biến và chứa các loại hợp chất liên kim loại khác nhau tùy thuộc vào từng loại và lượng bổ sung. Các loại hợp chất liên kim loại khác nhau mà mỗi loại có thể tương ứng với chất phân tán 12b. Các hợp chất liên kim loại này mà mỗi loại có điểm nóng chảy cao hơn điểm nóng chảy của vật mang chất hàn 12a. Hợp chất liên kim loại được tạo nên trong chất hàn trên cơ sở Sn-Ag là hợp chất liên kim loại đặc trưng trên cơ sở Ni-Sn, hợp chất liên kim loại Sn-Cu, hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ag, hoặc hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ag, và thường được tạo nên các hợp chất liên kim loại khác. Các ví dụ về chất phụ gia là As, Ba, Co, Cd, Fe, Ni, Pt, và loại tương tự. Hơn nữa, các ví dụ về hình dạng của hợp chất liên kim loại là dạng đảo, dạng hạt, dạng tấm, dạng kim, dạng mảnh và dạng khối.

Hợp phần của chất hàn trên cơ sở Sn-Ag không bị giới hạn một cách cụ thể, và hàm lượng Ag tốt hơn là từ 0,5 đến 5,0% khối lượng. Nếu hàm lượng Ag ít hơn 0,5% khối lượng, thì hợp chất liên kim loại chứa Sn góp phần cải thiện độ bền tạo nên hiệu quả thích đáng. Mặt khác, nếu hàm lượng Ag nhiều hơn 5,0% khối lượng, thì độ bền có thể giảm bởi vì hợp chất liên kim loại chứa Sn là kém và điểm nóng chảy là quá cao trong một số trường hợp.

Đối với chất phân tán 12b, hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ag (Ag_3Sn) là đặc biệt mong muốn. Hơn nữa, mong muốn là hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ag (Ag_3Sn) ở dạng tấm có độ dày từ 1 μm đến 2 μm hoặc ở dạng mảnh có đường kính từ 1 μm đến 2 μm được phân tán hoặc tạo dạng lưới. Nghĩa là, mong muốn là kết cấu mà trong đó hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ag được ghép

lẫn nhau làm bền chất hàn trên cơ sở Sn-Ag. Khi hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ag được sử dụng như chất phân tán 12b, hàm lượng Ag trong chất hàn trên cơ sở Sn-Ag cũng tốt hơn là từ 0,5 đến 5,0% khối lượng. Nếu hàm lượng Ag ít hơn 0,5% khối lượng, thì Ag_3Sn đủ để duy trì độ bền thường không được tạo ra. Hơn nữa, nếu hàm lượng Ag vượt quá 5,0% khối lượng, thì sự chênh lệch từ thành phần eutectic ($\text{Sn} : \text{Ag} = 96,5 : 3,5$) là lớn, mà đôi khi làm giảm độ bền bởi vì Ag_3Sn thô và làm cho điểm nóng chảy quá cao. Hơn nữa, việc chứa Ag mà có giá cao nhiều hơn so với mức cần thiết là không mong muốn xét về kinh tế. Mong muốn hơn là, hàm lượng Ag là từ 1,0 đến 4,5% khối lượng, và nếu hàm lượng Ag trong phạm vi này, thì hầu như không tạo ra hợp chất liên kim loại thô ở dạng khối mà cho phép đạt được độ bền cao hơn.

Như được mô tả ở trên, tùy thuộc vào loại và lượng thành phần bổ trợ ngoại trừ Sn và Ag, các loại hợp chất liên kim loại khác nhau được phân tán và được tạo ra dưới dạng chất phân tán 12b trong vật mang chất hàn 12a. Các ví dụ về chất phụ gia của chất hàn trên cơ sở Sn chứa từ 0,5 đến 5,0% khối lượng Ag là As, Ba, Co, Cd, Fe, Ni, Pt, và loại tương tự. Trong số tất cả, mong muốn là chứa từ 0,01 đến 0,5% khối lượng Fe và/hoặc từ 0,01 đến 0,5% khối lượng Ni.

Fe và Ni hòa tan chất rắn trong Sn và Fe được hòa tan trong chất rắn và Ni cải thiện độ bền của vật mang chất hàn 12a. Nghĩa là, việc tăng cường dung dịch chất rắn cải thiện độ bền của phần gắn kết 12. Nếu hàm lượng Fe ít hơn 0,01% khối lượng, thì khó đạt được đủ hiệu quả này. Hơn nữa, nếu hàm lượng Ni ít hơn 0,01% khối lượng thì cũng khó đạt được đủ hiệu quả này. Mặt khác, nếu hàm lượng Fe nhiều hơn 0,5% khối lượng, thì FeSn_2 hoặc loại tương tự là hợp chất liên kim loại dính vào nhau trở nên thô và đóng vai trò là điểm bắt đầu gãy, mà làm giảm độ bền. Hơn nữa, nếu hàm lượng Ni nhiều hơn 0,5% khối lượng, thì Ni_3Sn_4 hoặc loại tương tự là hợp chất liên kim loại kết tụ, trở nên thô và đóng vai trò là điểm bắt đầu gãy mà làm giảm độ bền.

Việc sử dụng chất hàn trên cơ sở Sn-Ag trong phần gắn kết 12 dẫn đến ổn định kết cấu tại thời điểm làm nguội và đông đặc của chất hàn, đó là, ổn định hợp

chất liên kim loại trong chất phân tán 12b và ổn định tinh thể hạt Sn, điều này làm tăng độ bền của phần gắn kết 12 để nâng cao hiệu quả cắt của dây cưa. Kích cỡ dây (đường kính) của dây thép 11 tốt hơn là 120 μm hoặc thấp hơn như được mô tả ở trên, và tốt hơn nữa là 100 μm hoặc thấp hơn theo cách ổn định các kết cấu.

Chất hàn trên cơ sở Sn chứa Zn (chất hàn trên cơ sở Sn-Zn)

Tiếp đó, chất hàn trên cơ sở Sn-Zn sẽ được mô tả. Như được mô tả ở trên, độ bền của chất hàn được sử dụng trong phần gắn kết 12 là cao. Khi chất hàn trên cơ sở Sn-Zn được sử dụng trong phần gắn kết 12, mong muốn là chất hàn trên cơ sở Sn-Zn được tăng cường bởi kết cấu trong đó Zn ở dạng tấm có độ dày từ 1 μm đến 2 μm hoặc ở dạng kim có đường kính từ 1 μm đến 2 μm được phân tán trong vật mang chất hàn 12a. Ở thời điểm này, Zn có thể tương ứng với chất phân tán 12b. Đặc biệt là, Zn nêu trên ở dạng tấm hoặc ở dạng kim có độ bền cơ học cao, và chất hàn mà trong đó Zn được phân tán dưới dạng chất phân tán 12b trong vật mang chất hàn 12a có chức năng giống vật liệu kết nối. Do đó, phần gắn kết 12 bao gồm chất hàn có độ bền tuyệt vời và độ nhót dẻo và có khả năng giữ chất mài mòn 13. Do đó, chất mài mòn 13 không dễ bị bong tróc khỏi dây thép 11, và dây cưa trong đó phần gắn kết 12 sử dụng chất hàn trên cơ sở Sn-Zn gắn chất mài mòn 13 với dây thép 11 có hiệu quả cắt cao.

Khi chất hàn trên cơ sở Sn-Zn nóng chảy và hóa rắn, thì Zn trong chất hàn trên cơ sở Sn-Zn hầu như không kết tủa với dung dịch chất rắn trong vật mang. Ở thời điểm này, để kết tủa Zn ở dạng tấm có độ dày từ 1 μm đến 2 μm hoặc ở dạng kim có đường kính từ 1 μm đến 2 μm , hàm lượng của Zn tốt hơn là 1% khối lượng hoặc lớn hơn. Hơn nữa, hàm lượng của Zn càng cao thì số lượng Zn dạng tấm hoặc dạng kim càng nhiều và càng không cải thiện độ bền. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Zn vượt quá 35% khối lượng, thì nhiệt độ mà chất hàn bắt đầu hóa rắn là khoảng 320°C và Zn dễ bị oxy hóa. Do đó, hàm lượng Zn tốt hơn là 35% khối lượng hoặc thấp hơn. Một cách ngẫu nhiên, nhiệt độ của điểm eutectic của hợp kim Sn-Zn là 198,5°C, và hợp phần của điểm eutectic là "Sn: 91,2% khối lượng, Zn: 8,8% khối lượng". Hơn nữa, xét về việc cải thiện độ bền bằng cách giảm thiểu hóa Zn và xét

về việc ngăn chặn sự làm giảm độ bền của dây thép 11, điểm nóng chảy của chất hàn trên cơ sở Sn-Zn là thấp như mong muốn. Do đó, hợp phần của chất hàn trên cơ sở Sn-Zn mong muốn hơn trong khoảng $\pm 4\%$ khối lượng của điểm eutectic, mặc dù hơi khác tùy thuộc vào loại và lượng thành phần bổ trợ khác. Nghĩa là, hợp phần của chất hàn trên cơ sở Sn-Zn mong muốn hơn và nằm trong khoảng từ "Sn: 96% khối lượng, Zn: 4% khối lượng" đến "Sn: 88% khối lượng, Zn: 12% khối lượng".

Vì Zn dễ bị oxy hóa, nên màng oxit có thể được tạo ra trên bề mặt của chất hàn trên cơ sở Sn-Zn, và chất hàn trên cơ sở Sn-Zn này kém về khả năng thấm ướt vào chất hàn khác như chất hàn trên cơ sở Sn-Pb, chất hàn trên cơ sở Sn-Ag, và chất hàn trên cơ sở Sn-Bi. Do đó, tốt hơn là chất hàn trên cơ sở Sn-Zn có chứa thành phần bổ trợ cải thiện khả năng thấm ướt. Các ví dụ về thành phần bổ trợ cho chất hàn trên cơ sở Sn-Zn, nghĩa là, "X" khi hợp phần của chất hàn được biểu diễn bằng "Sn-Zn-X" là Bi, Ba, B, Cd, Ni, Cu, Fe, Sb, Pb, In, Ag, Mo, Co, và chất tương tự. Trong số tất cả, các thành phần có hiệu quả cải thiện khả năng thấm ướt là Bi, Ni, Cu, Fe, Sb, Pb, In, và Ag, và trong số này, Bi là hiệu quả nhất. Theo phương án này, tốt hơn là chất hàn trên cơ sở Sn-Zn có chứa ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm Bi, Ni, Cu, Fe, Sb, Pb, In, và Ag trong tổng khối lượng từ 0,5 đến 5% khối lượng. Nếu hàm lượng thành phần bổ trợ (X) ít hơn 0,5% khối lượng, thì hiệu quả là không đủ. Nếu hàm lượng thành phần bổ trợ (X) nhiều hơn 5% khối lượng, thì hợp chất liên kim loại thô của thành phần bổ trợ và Sn hoặc Zn đôi khi được tạo ra.

Sử dụng chất hàn trên cơ sở Sn-Zn trong phần gắn kết 12 dẫn tới sự ổn định kết cấu tại thời điểm làm nguội và hóa rắn của chất hàn, nghĩa là, dẫn tới ổn định Zn dạng kim của chất phân tán 12b và ổn định tinh thể hạt Sn mà làm tăng độ bền của phần gắn kết 12 để nâng cao hiệu quả cắt của dây cưa. Kích thước dây (đường kính) của dây thép 11 tốt hơn là 120 μm hoặc thấp hơn và tốt hơn nữa là 100 μm hoặc thấp hơn xét về việc làm ổn định kết cấu được mô tả ở trên.

Chất mài mòn 13

Tiếp theo, chất mài mòn 13 sẽ được mô tả.

Các ví dụ về vật liệu của chất mài mòn 13 là nhôm (Al_2O_3), SiC, SiO_2 , kim cương, và loại tương tự. Trong số đó, kim cương có độ cứng và độ dẫn nhiệt tốt nhất. Theo phương án này, chất mài mòn 13 được phủ bằng lớp phủ 14. Lớp phủ 14 được bố trí để nâng cao độ bền liên kết giữa phần gắn kết 12 và chất mài mòn 13. Tốt hơn là, lớp phủ 14 có chứa lớp Ni hoặc Cu xét về việc nâng cao khả năng thấm ướt của chất hàn của phần gắn kết 12 chẳng hạn. Lớp Ni hoặc Cu có thể được tạo ra qua việc mạ chất mài mòn 13 hoặc cách tương tự. Khi chất mài mòn 13 là chất mài mòn bằng kim cương, thì sự liên kết hóa học giữa các nguyên tử của Ni hoặc Cu và kim cương không xảy ra, và lớp Ni hoặc Cu chỉ cuốn chất mài mòn bằng kim cương một cách tự nhiên hoặc cơ học. Do đó, trong trường hợp này, lớp phủ 14 tốt hơn là bao gồm lớp nền Ti (titan) hoặc Cr (crom) như lớp kim loại có khả năng liên kết hóa học với chất mài mòn bằng kim cương. Nghĩa là, lớp phủ 14 tốt hơn là bao gồm lớp nền liên kết hóa học với chất mài mòn bằng kim cương và lớp Ni hoặc Cu liên kết kim loại với lớp nền. Một cách ngẫu nhiên, Ti và Cr có khả năng thấm ướt chất hàn kém, và do đó, điều quan trọng là lớp Ni hoặc Cu được tạo ra ở phía ngoài của lớp kim loại. Sự liên kết giữa Ti hoặc Cr và Ni hoặc Cu là liên kết kim loại, và do đó, lớp phủ 14 này liên kết chặt chẽ với chất mài mòn bằng kim cương, dẫn tới khả năng thấm ướt chất hàn tốt.

Khi đường kính trung bình của chất mài mòn 13 này lớn hơn, thì sự tắc nghẽn ít có khả năng xảy ra tại thời điểm cắt sử dụng dây cưa, và do đó, có thể nâng cao tốc độ cắt, nhưng mặt khác, tổn thất vết cưa sẽ lớn. Xét về việc nâng cao tốc độ cắt và giảm tổn thất vết cưa, kích thước trung bình (đường kính) của chất mài mòn 13 tốt hơn là khoảng từ 1/12 đến 2/5 đường kính của dây thép 11, và tốt hơn nữa là khoảng từ 1/6 đến 2/5.

Một cách ngẫu nhiên, vật liệu của chất mài mòn bằng kim cương tốt hơn là kim cương vụn hơn cái gọi là tinh thể kim cương mà bề mặt tinh thể đối xứng tốt, theo góc nhìn về sự tăng liên kết với dây thép 11.

Độ dày của lớp phủ 14 tốt nhất là từ 1 μm đến 5 μm . Khi độ dày lớp phủ 14

nhỏ hơn 1 μm , lớp hợp chất liên kim loại 15 không đạt được hiệu quả và chất mài mòn 13 đôi khi không hoàn toàn được gắn chắc vào dây thép 11, điều này sẽ được mô tả chi tiết sau đây. Mặt khác, khi độ dày lớp phủ 14 lớn hơn 5 μm , mép cắt của chất mài mòn 13 như chất mài mòn bằng kim cương mỏng hơn là được phủ bằng lớp phủ 14, do đó mép cắt chất mài mòn 13 khó trở thành phôi (vật thể bị cắt), đôi khi làm giảm hiệu quả cắt.

Chất mài mòn 13 phù hợp với dây thép 11 có đường kính nhỏ. Nguyên nhân là dây thép 11 có đường kính nhỏ có một độ cong lớn trong chu vi đường tròn, và do đó, với cùng đường kính và tỷ trọng chất mài mòn 13, theo như đường kính nhỏ hơn, mảnh cắt sẽ dễ bị bật ra và vì thế mà sự tắc nghẽn không xảy ra, kết quả là hiệu quả cắt được nâng cao. Đó là, chất mài mòn 13 tốt hơn được sử dụng cho dây thép 11 một dây kích thước lớn (đường kính) 120 μm hoặc thấp hơn, tốt hơn là 100 μm hoặc thấp hơn, chứ không phải là sử dụng dây thép dày 11 kích thước dây (đường kính) khoảng 180 μm .

Lớp hợp chất liên kim loại 15

Tiếp theo, lớp hợp chất liên kim loại 15 sẽ được mô tả.

Theo phương án này, lớp phủ 14 được phủ bằng lớp hợp chất liên kim loại 15 như được mô tả ở trên. Đó là, lớp hợp chất liên kim loại 15 tồn tại giữa lớp phủ 14 và phần gắn kết 12. Lớp hợp chất liên kim loại 15 được tạo nên thông qua liên kết hóa học giữa một lớp bề mặt trên cùng của lớp phủ 14 và chất hàn của phần gắn kết 12. Đó là, lớp hợp chất liên kim loại 15 được tạo nên thông qua liên kết hóa học, ví dụ, giữa Ni hoặc Cu và chất hàn trên cơ sở Sn chứa Ag hoặc Zn. Từ đây, có thể nói có liên kết vững chắc tồn tại giữa phần gắn kết 12 và chất mài mòn 13. Hơn nữa, điểm nóng chảy của lớp hợp chất liên kim loại 15 cao hơn điểm nóng chảy của phần gắn kết 12. Ngẫu nhiên, hợp chất liên kim loại định hình lớp hợp chất liên kim loại 15 là một hợp kim bao gồm nhiều thành phần kim loại, và quan niệm về hợp chất liên kim loại này cũng bao gồm một hợp kim trong đó tỷ lệ thành phần không phải là một số nguyên.

Như được mô tả ở trên, các hợp chất liên kim loại nói chung có bản chất dễ

vỡ, và do đó, lớp hợp chất liên kim loại 15 bị nứt nếu độ dày của chúng quá lớn, đôi khi làm giảm độ bền để cố định chất mài mòn 13. Do đó, độ dày của lớp hợp chất liên kim loại 15 tốt hơn là giống nhau và nhỏ hơn. Do đó, làm thế nào để kết hợp vật liệu của chất hàn phần gắn kết 12 và vật liệu của lớp bề mặt của lớp phủ 14 là một vấn đề quan trọng.

Theo khía cạnh này, khi chất hàn trên cơ sở Sn-Zn được sử dụng như vật liệu của chất hàn phần gắn kết 12 và Ni được sử dụng như vật liệu của lớp bề mặt của lớp phủ 14, lớp hợp chất liên kim loại 15 có độ dày tương đối nhỏ và thống nhất dễ dàng được tạo nên. Do đó, sự kết hợp này là tốt hơn.

Hơn nữa, khi chất hàn trên cơ sở Sn-Ag được sử dụng như vật liệu của chất hàn phần gắn kết 12 và Ni được sử dụng như vật liệu của lớp bề mặt của lớp phủ 14, lớp hợp chất liên kim loại 15 có độ dày tương đối nhỏ và thống nhất dễ dàng được tạo nên. Do đó, sự kết hợp này là tốt hơn.

Mặt khác, khi chất hàn trên cơ sở Sn-Ag (ví dụ, chất hàn mà Hàm lượng Ag là 0,5% khối lượng đến 5,0% khối lượng) được sử dụng như vật liệu của chất hàn phần gắn kết 12 và Cu được sử dụng như vật liệu của lớp bề mặt của lớp phủ 14, một lớp của Cu_6Sn_5 hoặc Cu_3Sn có độ dày tương đối lớn như 3 μm đến 5 μm và không thống nhất được tạo nên như lớp hợp chất liên kim loại 15, nó có khả năng gây ra một vết nứt. Do đó, khi chất hàn trên cơ sở Sn-Ag được sử dụng như vật liệu của chất hàn phần gắn kết 12, điều quan trọng là sử dụng Ni như vật liệu của lớp bề mặt của lớp phủ 14.

Hơn nữa, khi chất hàn trên cơ sở Sn-Ag được sử dụng như vật liệu của chất hàn phần gắn kết 12, đặc biệt khi chất hàn trên cơ sở Sn-Ag mà hàm lượng Ag là 0,5% khối lượng đến 5,0% khối lượng được sử dụng, mong muốn một lớp mỏng Ni_3Sn_4 hoặc Ni_3Sn_2 với độ dày 2 μm hoặc thấp hơn tồn tại như lớp hợp chất liên kim loại 15. Ví dụ, khi chất hàn trên cơ sở Sn-Ag chứa 1,5% khối lượng Cu hoặc lớn hơn, lớp hợp chất liên kim loại 15 được biểu diễn bởi $\text{Sn}_{(1-x-y)}\text{Ni}_x\text{Cu}_y$ ($0,1 \leq x \leq 0,7$, $0,0 < y \leq 0,8$) được tạo nên. Hơn nữa, ví dụ, khi có khoảng 0,5% khối lượng Cu, lớp hợp chất liên kim loại 15 được biểu diễn bởi $\text{Sn}_{(1-x-y)}\text{Ni}_x\text{Cu}_y$ ($0,1 \leq$

$x \leq 0,7$, $0,0 < y \leq 0,5$) trong đó Cu hòa tan chất rắn được tạo nên. Sau này, khi một giá trị của "y" thể hiện một tỷ lệ của Cu nhiều hơn 0,5, lớp hợp chất liên kim loại 15 đôi khi quá dày, không như mong muốn. Như lớp hợp chất liên kim loại 15, một lớp của Ni_3Sn_4 , Ni_3Sn_2 , hoặc $\text{Sn}_{(1-x-y)}\text{Ni}_x\text{Cu}_y$ ($0,1 \leq x \leq 0,7$, $0,0 < y \leq 0,5$) phù hợp hơn, và độ dày của nó tốt hơn là 1 μm hoặc thấp hơn.

Thí dụ, lớp hợp chất liên kim loại 15 chứa Cu, khác với các phương pháp ở trên, là hợp chất liên kim loại trên cơ sở lớp Cu-Sn-Zn, hợp chất liên kim loại trên cơ sở lớp Cu-Zn, và loại tương tự.

Khi chất hàn trên cơ sở Sn-Zn được sử dụng như chất hàn của phần gắn kết 12, các loại của lớp hợp chất liên kim loại 15 như trên cơ sở Sn-Ba, trên cơ sở Sn-Ni-Zn, trên cơ sở Sn-Ni, trên cơ sở Ni-Zn, và trên cơ sở Sn-Mo được tạo nên tùy thuộc vào thành phần hỗ trợ chất hàn trên cơ sở Sn-Zn và thu được liên kết vững chắc. Trong số đó, đặc biệt mong đợi rằng lớp hợp chất liên kim loại của ít nhất một loại hoặc lớn hơn được chọn từ lớp trên cơ sở Sn-Ni-Zn, trên cơ sở Sn-Ni, và trên cơ sở Ni-Zn với độ dày 2 được tạo nên như lớp hợp chất liên kim loại 15. Hơn nữa, lớp hợp chất liên kim loại 15 tốt hơn nữa là một lớp hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ni-Zn với độ dày 1 μm hoặc thấp hơn.

Sự tồn tại như một lớp hợp chất liên kim loại 15, liên kết vững chắc thu được trên mặt tiếp xúc giữa chất hàn của phần gắn kết 12 và lớp phủ 14. Cần lưu ý rằng hợp phần của các hợp chất liên kim loại đó không nhất thiết phải là thành phần cân bằng hóa học.

Phương pháp sản xuất dây cưa

Tiếp theo, phác thảo phương pháp sản xuất của dây cưa sẽ được mô tả.

Thứ nhất, trong cách được mô tả ở trên, dây thép 11 được chế tạo. Theo góc nhìn của độ ẩm của chất hàn phần gắn kết 12, như dây thép 11, một dây thép bao gồm tao dây thép 11a và lớp mạ 11b tốt hơn là được sử dụng, nhưng dây thép không bao gồm lớp mạ 11b có thể được sử dụng. Đó là, tao dây thép 11a có thể được sử dụng như dây thép 11. Hơn nữa, dây thép 11 được phủ bằng chất hàn có

thể được sử dụng. Trong trường hợp này, nó cũng có thể có được độ ẩm tốt của chất hàn của phân gắn kết 12.

Tiếp theo, chất mài mòn 13 được tạo nên trên lớp phủ 14 được chuẩn bị, và chất hàn trên cơ sở Sn-Ag hoặc chất hàn trên cơ sở Sn-Zn và dòng chảy được trộn lẫn trong chất mài mòn 13 để tạo ra một hỗn hợp nhão. Như chất hàn trên cơ sở Sn-Ag hoặc chất hàn trên cơ sở Sn-Zn, chất hàn ngắn trong hình cầu ngắn tốt hơn là được sử dụng. Điều này dự đoán làm nâng cao tính thống nhất của hỗn hợp. Đường kính của chất hàn ngắn trong hình cầu tốt hơn là từ 1/5 tới 1/3 của đường kính dây thép 11. Điều này được dự đoán để đảm bảo tính thống nhất tại thời điểm kéo từ một vòi mà sẽ được mô tả ở phần tiếp theo.

Sau đó, dây thép 11, ví dụ, dây thép 11 được phủ bằng chất hàn, sau đó, được thực hiện để đi qua bể chứa hỗn hợp nêu trên, và sau đó, được rút ra từ đỉnh của vòi có một lỗ với đường kính định trước. Như kết quả, hỗn hợp nhão với độ dày được xác định được áp dụng trên bề mặt của dây thép 11. Sau đó, dây thép 11 được phủ một lớp hỗn hợp nhão được thực hiện đi qua lò điện, theo đó chất hàn bị tan chảy. Tiếp theo, bằng cách làm lạnh bên ngoài lò điện, chất hàn được làm rắn lại, do đó chất mài mòn 13 được gắn chắc vào dây thép 11. Sau đó, dây thép 11 được cho đi qua bể làm sạch, các thành phần dư thừa bị loại bỏ. Theo cách này, dây cưa có thể được sản xuất. Việc sản xuất dây cưa, ví dụ, được đưa lên guồng. Ngẫu nhiên, tại thời điểm xử lý nhiệt trong lò nhiệt, Fe trong dây thép 11 thấm nhẹ vào chất hàn để nâng cao độ bền của chất hàn. Từ đây, có thể nói, dây cưa trong đó chất hàn trên cơ sở Sn-Ag chứa từ 0,5 đến 5,0% khối lượng Ag được sử dụng trong phân gắn kết 12 và chất mài mòn 13 bao phủ bởi lớp phủ 14 chứa Ni được gắn chắc vào dây thép 11 là sự kết hợp tốt.

Như được mô tả ở trên, trong dây cưa 10 theo phương án này, phân gắn kết 12 bao gồm vật mang chất hàn 12a bao gồm chất hàn trên cơ sở Sn chứa Ag hoặc chất hàn trên cơ sở Sn chứa Zn và chất phân tán 12b gắn chất mài mòn 13 với dây thép 11, mà làm cho nó có thể nâng cao lực giữ của chất mài mòn 13 một cách dễ dàng và với chi phí thấp và đạt hiệu quả cắt tuyệt vời. Từ đó dây cưa 10 phù hợp

cần độ gia công chính xác cao, đặc biệt là các chất bán dẫn và loại tương tự, và có hiệu quả công nghiệp lớn.

Đặc biệt khi chất hàn trên cơ sở Sn-Ag chứa 0,5% khối lượng đến 5,0% khối lượng Ag được chứa đựng trong phần gắn kết 12, chất phân tán 12b là hợp chất liên kim loại chứa Sn, và lớp phủ 14 chứa Ni, thu được một hiệu ứng đặc biệt. Hơn nữa, khi chất hàn trên cơ sở Sn-Zn được chứa trong phần gắn kết 12 và chất phân tán 12b là hợp chất liên kim loại chứa Sn hoặc Zn, cũng thu được một hiệu ứng đặc biệt.

Chất phân tán 12b tốt hơn là tồn tại tại một điểm hoặc lớn hơn vùng ngoại biên của chất mài mòn 13, bề mặt của dây cửa 10, và bề mặt của dây thép có ứng suất kéo cao 11. Hơn nữa, điểm nóng chảy của chất phân tán 12b tốt hơn là 700°C hoặc cao hơn. Điều này là bởi vì độ bền để cố định chất mài mòn 13 trong suốt quá trình cắt có thể tăng hơn nữa trong nhiều trường hợp.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, các thí nghiệm được tiến hành bởi các tác giả sáng chế sẽ được mô tả. Các điều kiện liên quan trong thí nghiệm này chỉ là những ví dụ được sử dụng để xác nhận tính khả thi và hiệu quả của sáng chế, và sáng chế không giới hạn trong những ví dụ đó.

Bảng 1 tiếp theo trình bày các thành phần, kích cỡ dây (đường kính), độ bền kéo, và độ sâu phần thấm lớp mạ trong các dây thép được sử dụng trong các ví dụ sau đây. Như được mô tả ở trên, độ sâu phần thấm nhập của lớp mạ phù hợp không ít hơn 0,5 μm hoặc nhiều hơn 5 μm , và trong phạm vi này, đặc biệt tốt hơn là không nhiều hơn 1 μm hoặc không nhiều hơn 2 μm .

Bảng 1

Dây số	Thành phần hóa học (% khối lượng)											Đường kính (μm)	Độ bền kéo (MPa)	Độ sâu của lớp mạ (μm)
	C	Si	Mn	Cr	P	S	N	Ni	Cu	Mo	V	B		
S1	0,84	0,96	0,78	-	0,006	0,005	0,0027	-	-	-	-	-	3817	1,5
S2	1,03	0,24	0,36	0,19	0,009	0,004	0,0032	-	-	-	-	-	4329	1,8
S3	1,12	0,17	0,31	0,22	0,008	0,008	0,0032	-	-	-	-	-	4528	0,9
S4	0,85	0,32	0,51	0,23	0,006	0,006	0,004	-	-	-	-	-	3835	1,4
S5	0,94	0,22	0,33	0,12	0,007	0,007	0,0031	-	-	-	-	-	4020	1,8
S6	1	0,18	0,47	0,13	0,008	0,006	0,0029	-	-	0,04	-	0,0011	4314	1,5
S7	1,17	0,3	0,32	0,31	0,005	0,005	0,0023	-	-	-	-	0,0017	4509	1,9
S8	1,05	0,64	0,55	-	0,008	0,007	0,0031	-	-	-	-	-	4073	0,9
S9	0,94	0,56	0,41	-	0,004	0,007	0,0024	0,24	0,11	-	-	-	4315	1,2
S10	0,83	0,24	0,52	0,07	0,008	0,009	0,0038	-	-	-	0,13	-	3826	2,1

S11	0,71	0,22	0,53	-	0,011	0,006	0,004	-	-	-	-	160	3012	0,2
S12	0,73	0,31	0,66	-	0,009	0,01	0,0044	-	-	-	-	160	3117	2,5
S13	0,73	0,19	0,43	-	0,009	0,008	0,0033	-	-	-	-	160	3236	7,5
S14	0,75	0,34	0,79	-	0,006	0,008	0,0041	-	-	0,09	-	160	3350	1,5
S15	0,78	0,54	0,87	-	0,006	0,007	0,0039	-	-	-	-	160	3409	0,3
S16	0,77	0,16	0,51	0,11	0,006	0,009	0,0038	-	-	-	-	150	3443	2,5
S17	0,85	0,32	0,51	0,23	0,006	0,006	0,004	-	-	-	-	120	3805	0,4
S18	0,94	0,22	0,33	0,12	0,007	0,007	0,0031	-	-	-	-	120	4000	5,5

Lưu ý) "-" trong cột thành phần hóa học nghĩa là thành phần sẽ không được thêm có chủ đích.

Ví dụ 1

Trong ví dụ 1, dây thép trong đó bề mặt của sợi dây được phủ bằng đồng thau với độ dày 50 nm được sử dụng. Như dây thép, dây thép số S7 được sử dụng. Như đã trình bày trong bảng 1, độ bền kéo của dây thép số S7 là 4509 MPa. Hợp phần của đồng thau là "Cu : Zn = 2 : 1" theo tỷ lệ số mol. Đường kính của dây thép được làm là 120 μm . Như chất mài mòn, được sử dụng chất mài mòn bằng kim cương được phủ bằng lớp phủ ở đó lớp mạ Ti được đặt phía bên trong và lớp mạ Ni được đặt phía bên ngoài. Độ dày của lớp mạ Ti là 50 nm và độ dày của lớp mạ Ni là 3 μm . Trung bình đường kính của chất mài mòn bằng kim cương là 25 μm . Như chất hàn của phần gắn kết, chất hàn trên cơ sở Sn-Ag chứa 0,05% khối lượng Fe và 0,05% khối lượng Ni được sử dụng. Trong chất hàn trên cơ sở Sn-Ag, hàm lượng Sn là 96,5% khối lượng và hàm lượng Ag là 3,4% khối lượng. Như chất hàn trên cơ sở Sn-Ag, bóng chất hàn đường kính trung bình 30 μm được sử dụng.

Trong việc sản xuất dây cưa, như nói ở trên chất mài mòn bằng kim cương và chất hàn trên cơ sở Sn-Ag và dòng chảy chứa kẽm halogenua được pha trộn và khuấy đều, theo đó một hỗn hợp bột nhão được chế tạo. Ở đây, tỷ lệ của chất hàn trên cơ sở Sn-Ag, chất mài mòn, và dòng chảy là "chất hàn nền Sn-Ag : chất mài mòn : dòng chảy = 3 : 2 : 4" theo tỷ lệ khối lượng.

Hơn nữa, dây thép phải qua rửa axeton và sau đó được phủ một chất hàn với độ dày khoảng 3 μm . Trong lớp phủ hàn này, dây thép được đưa qua với tốc độ 50 cm/giây trong chất hàn trên cơ sở Sn-Ag chứa Sn: 96,5% khối lượng, Ag: 3,4% khối lượng, Fe: 0,05% khối lượng, và Ni: 0,05% khối lượng và tan chảy tại 250°C, và một phần dư của chất hàn trên cơ sở Sn-Ag được làm sạch.

Khi đó, sau khi phủ chất hàn, dây thép được đưa qua bể chứa hỗn hợp bột trên, và sau đó, được kéo ra từ một đầu của vòi có một lỗ đường kính khoảng 200 μm . Theo cách này, bề mặt của dây thép được phủ lớp bột với độ dày được xác

định trước. Sau đó, dây thép đã được phủ một lớp bột nhão được đưa qua với tốc độ 0,1 m/phút trong lò điện hình ống với độ nóng lên tới 270°C và vùng ngâm ướt có độ dài khoảng 40 cm, bằng cách này chất hàn bị tan chảy. Bên cạnh đó, bằng cách làm lạnh bên ngoài lò điện hình ống, chất hàn đông cứng lại, do đó chất mài mòn được gắn chắc vào dây thép. Sau đó, dây thép được đưa qua bể làm sạch, ở đó thành phần dòng chảy thừa được làm sạch. Theo cách này, dây cưa được sản xuất. Dây cưa được sản xuất được đưa lên bởi lò quay.

Một kết cấu xung quanh chất mài mòn của dây cưa thu được được quan sát. Dạng sơ lược của kết cấu này được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.2A đến Fig.2C. Fig.2B là hình vẽ phóng to của vùng R1 trên Fig.2A, và Fig.2C là hình vẽ phóng to của vùng R2 trên Fig.2A. Nó được nhận thấy từ thành phần phân tích một lớp mạ Ni 24 với độ dày từ 1 μm đến 2 μm tồn tại xung quanh chất mài mòn bằng kim cương 23, và một hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ni lớp 25 với độ dày từ 1 μm đến 2 μm phân bố xung quanh lớp mạ Ni 24. Trên cơ sở Sn-Ni các hợp chất liên kim loại cũng rải rác trong vật mang chất hàn 22a của phần gắn kết 22. Hơn nữa, trong vật mang chất hàn 22a, được xác nhận là một kết cấu trong đó hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ag 22b ở dạng tấm có độ dày khoảng từ 1 μm đến 2 μm hoặc ở dạng mảnh có đường kính khoảng từ 1 μm đến 2 μm được phân tán hoặc liên kết trong mạng lưới. Hơn nữa, phân tích hợp phần của trên cơ sở Sn-Ni hợp chất liên kim loại, nhận thấy rằng hợp chất liên kim loại này chứa đựng một lượng nhỏ Cu và hợp phần của thành phần liên kim loại này là "Sn : Ni : Cu = 55 : 42 : 3" theo tỷ lệ số mol. Hơn nữa, từ phân tích hợp phần của hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ag, nhận thấy hợp phần của hợp chất liên kim loại này là "Sn : Ag = 25 : 75" theo tỷ lệ số mol. Hợp chất liên kim loại chứa Fe không tồn tại trong chất hàn, và tập trung cao Fe trên bề mặt của dây cưa và giảm phù hợp với sự gia tăng khoảng cách từ bề mặt. Hơn nữa, sự dày lên của Fe cũng được quan sát trên bề mặt của lớp mạ Ni bao bọc chất mài mòn. Từ đây, nó được cho rằng Fe rắn bị hòa tan trong chất hàn và thể hiện một hoạt động tăng độ bền của chất hàn.

Hơn nữa, hiệu quả cắt của dây cưa được ước lượng. Trong đánh giá, độ dài của dây cưa là 30 m, sức căng áp dụng cho dây cưa thiết đặt là 20 N, tốc độ di chuyển của dây cưa thiết đặt 400 m/phút, và trọng tải (lực tác động chống lại lực từ dây cưa) thiết đặt là 100 gf, và tinh thể silicon duy nhất với 20 mm đường kính bị cắt trong khi dây cưa được phản hồi. Hơn nữa, nước được sử dụng. Tốc độ cắt trong thời điểm này là 9,9 mm/phút, là một tốc độ đủ cao. Hơn nữa, trong suốt quá trình cắt của tinh thể silicon đơn, hầu hết không có sự bong tróc của chất mài từ dây cưa được xác định.

Từ những kết quả trên, rõ ràng là dưới điều kiện trong ví dụ 1, dây cưa loại cố định chất hàn có hiệu quả cắt tốt có thể thu được.

Ví dụ 2

Trong ví dụ 2, dây thép trong đó bề mặt của dây thép được phủ bằng Cu với độ dày 50 nm được sử dụng. Như dây thép, dây thép số S4 được sử dụng. Như đã trình bày trong bảng 1, độ bền kéo của dây thép số S4 là 3835 MPa. Đường kính của dây thép là 120 μm . Như chất mài mòn, được sử dụng là một chất mài mòn bằng kim cương được phủ bằng lớp phủ trong đó một lớp mạ Cr được đặt phía bên trong và một lớp mạ Ni được đặt trên một mặt ngoài. Độ dày của lớp mạ Cr 50 nm và độ dày của lớp mạ Ni là 3 μm . Trung bình đường kính của chất mài mòn bằng kim cương là 25 μm . Theo chất hàn của phần gắn kết, chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu chứa 0,05% khối lượng Ni được sử dụng. Đại khái, trong chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu, một hàm lượng Sn là 96,5% khối lượng, hàm lượng Ag là 3,0% khối lượng, và một hàm lượng Cu là 0,5% khối lượng. Với chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu, cục chất hàn với đường kính trung bình 30 μm được sử dụng.

Trong việc sản xuất của dây cưa, chất mài mòn bằng kim cương đã nói ở trên và chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu và dòng chảy chứa kẽm halogenua được trộn và khuấy, bằng cách này một hỗn hợp bột nhão được tạo ra. Ở đây, tỷ lệ chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu, chất mài mòn, và dòng chảy là "chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu : chất mài mòn : dòng chảy = 3 : 2 : 3" theo tỷ lệ khối lượng.

Hơn nữa, dây thép được rửa axeton và sau đó được phủ chất hàn với độ dày 3 μm . Trong lớp phủ chất hàn này, dây thép được đưa qua với tốc độ 50 cm/s trong chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu chứa Sn: 96,5% khối lượng, Ag: 3,0% khối lượng, Cu: 0,5% khối lượng, và Ni: 0,05% khối lượng và tan chảy ở 250°C, và phần dư của chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu được làm sạch.

Lúc đó, sau khi phủ chất hàn, dây thép được đưa qua bể chứa hỗn hợp bột nhão nói trên, và sau đó, được rút ra từ đỉnh của vòi có một lỗ với đường kính 200 μm . Theo cách này, bề mặt của dây thép được bao phủ một hỗn hợp bột nhão với độ dày được xác định. Sau đó, dây thép đã được phủ hỗn hợp bột nhão được đưa qua với tốc độ 0,1 m/phút trong lò nhiệt hình ống với độ nóng lên tới 270°C và vùng ngâm là khoảng 40 cm chiều dài, bằng cách này chất hàn bị tan chảy. Tiếp theo, chất hàn được hóa cứng bằng cách làm mát bên ngoài lò điện hình ống, do đó chất mài mòn được gắn chắc vào dây thép. Sau đó, dây thép được đưa qua bể làm sạch, ở đó thành phần dòng chảy thừa sẽ được loại bỏ. Theo cách này, dây cưa được sản xuất. Dây được sản xuất được đưa lên bởi guồng.

Một kết cấu bao quanh chất mài mòn của dây cưa thu được được quan sát. Từ thành phần phân tích, nhận thấy một lớp mạ Ni với độ dày từ 1 μm đến 2 μm tồn tại xung quanh chất mài mòn bằng kim cương, và hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ni-Cu được phân bố trong 2 μm tới 3 μm bề dày xung quanh lớp mạ Ni. Hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ni-Cu cũng rải rác trong vật mang chất hàn của phần gắn kết. Hơn nữa, trong vật mang chất hàn, một kết cấu được quan sát trong đó hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ag ở dạng tấm có độ dày khoảng từ 1 μm đến 2 μm hoặc ở dạng mảnh có đường kính từ 1 μm đến 2 μm và Sn-Cu-trên cơ sở các hợp chất liên kim loại dạng hình hạt với đường kính từ 1 μm đến 2 μm được phân tán. Hơn nữa, phân tích hợp phần của hợp chất liên kim loại Sn-Ni-Cu, nhận thấy hợp phần của thành phần liên kim loại này là "Sn : Ni : Cu = 40 : 26 : 34" theo tỷ lệ số mol. Hơn nữa, từ phân tích hợp phần của hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ag, nhận thấy hợp phần của hợp chất liên kim loại này là "Sn : Ag = 25 : 75" theo tỷ lệ số mol.

Hơn nữa, hiệu quả cắt của dây cưa được đánh giá trong cùng điều kiện như ví dụ 1. Tại thời điểm này, tốc độ cắt là 9,1 mm/phút, là đủ cao. Hơn nữa, trong suốt quá trình cắt của tinh thể silicon đơn, hầu hết không có sự bong tróc của chất mài mòn dây cưa được xác định.

Từ những kết quả trên, rõ ràng là dưới các điều kiện trong ví dụ 2, loại dây cưa cố định chất hàn có trong hiệu quả cắt tốt cũng có thể thu được.

Ví dụ 3

Trong ví dụ 3, dây thép trong đó bề mặt của dây thép được phủ bằng đồng thau với độ dày 50 nm được sử dụng. Như dây thép, dây thép số S1 được sử dụng. Như đã trình bày trong bảng 1, độ bền kéo của dây thép số S1 là 3817 MPa. Hợp phần của thau là "Cu : Zn = 2 : 1" theo tỷ lệ số mol. Đường kính của dây thép là 100 μ m. Giống chất mài mòn, được sử dụng một chất mài mòn bằng kim cương được phủ bằng lớp phủ trong đó lớp mạ Ti được đặt phía bên trong và lớp mạ Ni được đặt ở mặt ngoài. Độ dày của lớp mạ Ti là 50 nm và độ dày của lớp mạ Ni là 4 μ m. Trung bình đường kính của chất mài mòn bằng kim cương là 30 μ m. Như chất hàn phân gắn kết, chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu chứa 0,05% khối lượng Fe được sử dụng. Ước lượng, trong chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu, Sn có hàm lượng là 94,0% khối lượng, hàm lượng Ag là 5,0% khối lượng, và Cu hàm lượng là 1,0% khối lượng. Như chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu, cục chất hàn với đường kính trung bình 30 μ m được sử dụng.

Trong việc sản xuất dây cưa, chất mài mòn bằng kim cương đã nói trên và chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu và dòng chảy chứa kẽm halogenua được trộn lẫn và khuấy trộn, bằng cách này một hỗn hợp bột nhão được tạo ra. Ở đây, tỷ lệ của chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu, chất mài mòn, và dòng chảy là "chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu : chất mài mòn : dòng chảy = 2 : 2 : 3" theo tỷ lệ khối lượng.

Hơn nữa, dây thép được rửa axeton và sau đó phủ chất hàn với độ dày khoảng 3 μ m. Trong phủ chất hàn này, dây thép được đưa qua với tốc độ 50 cm/s trong chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu chứa Sn: 94,0% khối lượng, Ag: 5,0% khối

lượng, và Cu: 1,0% khối lượng và tan chảy ở 250°C và phần dư của chất hàn trên cơ sở Sn-Ag-Cu được quét sạch.

Khi đó, sau khi phủ chất hàn, dây thép được đưa qua bể chứa hỗn hợp nhão được nói đến ở trên, và sau đó, được rút ra từ đỉnh của vòi có một lỗ có đường kính khoảng 250 μm . Theo cách này, bề mặt của dây thép được bao phủ một hỗn hợp bột nhão với độ dày được xác định. Sau đó, dây thép đã được bao phủ một lớp bột nhão được đưa qua với tốc độ 0,15 m/phút trong lò điện hình ống với nhiệt độ lên tới 280°C và vùng ngâm khoảng 40 cm chiều dài, bằng cách này chất hàn bị tan chảy. Tiếp theo, chất hàn được làm mát bằng cách làm mát bên ngoài lò điện hình ống, do đó chất mài mòn được gắn chắc vào dây thép. Sau đó, dây thép được đưa qua bể làm sạch, ở đó thành phần dòng chảy thừa sẽ được loại bỏ. Theo cách này, dây của được sản xuất. Dây của sản xuất được đưa lên bởi guồng.

Một kết cấu bao quanh chất mài mòn của dây của thu được được quan sát. Từ thành phần phân tích, nhận thấy, một lớp mạ Ni với độ dày từ 1 μm đến 2 μm tồn tại xung quanh chất mài mòn bằng kim cương, và xung quanh lớp mạ Ni, hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ni-Cu phân bố trong 2 μm tới 3 μm độ dày. Hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ni-Cu cũng rải rác trong vật mang chất hàn của phần gắn kết. Hơn nữa, trong vật mang chất hàn, đã xác định được một kết cấu trong đó hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ag ở dạng tấm có độ dày từ 1 μm đến 2 μm hoặc ở dạng mảnh có đường kính từ 1 μm đến 2 μm và Sn-Cu-trên cơ sở các hợp chất liên kim loại trong hình hạt với đường kính từ 1 μm đến 2 μm được phân tán. Hơn nữa, Từ phân tích hợp phần của hợp chất liên kim loại Sn-Ni-Cu, nhận thấy hợp phần của thành phần liên kim loại này là "Sn : Ni : Cu = 43 : 25 : 32" theo tỷ lệ số mol. Hơn nữa, từ phân tích hợp phần của hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ag, thấy hợp phần của hợp chất liên kim loại này là "Sn : Ag = 25 : 75" theo tỷ lệ số mol. Hơn nữa, từ phân tích hợp phần của hợp chất liên kim loại Sn-Cu, nhận thấy hợp phần của hợp chất liên kim loại này là "Sn : Cu = 45 : 55" theo tỷ lệ số mol.

Hơn nữa, hiệu quả cắt của dây của được đánh giá trong cùng điều kiện như

ví dụ 1. Tại thời điểm này, tốc độ cắt là 8,4 mm/phút, là đủ cao. Hơn nữa, trong suốt quá trình cắt của tinh thể silicon đơn, hầu hết không có sự bong tróc của chất mài mòn dây cưa được xác định.

Từ những kết quả trên, rõ ràng là dưới điều kiện trong ví dụ 3, loại dây cưa cố định chất hàn có hiệu quả cắt tốt có thể cũng thu được.

Ví dụ 4

Dây cưa được tạo ra trong các điều kiện khác nhau được thể hiện trong bảng 2, bảng 3, và bảng 4 tương ứng với các ví dụ từ 1 đến 3, và hiệu quả cắt của chúng được so sánh. Bảng 2 thể hiện cấu trúc của dây thép và chất mài mòn. Bảng 3 thể hiện cấu trúc của mỗi chất hàn hình quả bóng (hình cầu) được sử dụng trong phần gắn kết và mỗi hỗn hợp keo chứa chất hàn này. Bảng 4 thể hiện điều kiện xử lý nhiệt làm tan chảy chất hàn với lò điện hình ống, điều kiện khi một tinh thể silicon đơn bị cắt, và ước lượng kết quả của trạng thái bong tróc chất mài mòn. Trong bảng 4, "GC" thể hiện silicon cacbua màu xanh lá. Trong ước lượng trạng thái sự bong tróc của chất mài mòn, sau một thử nghiệm của hiệu quả cắt, đó là, sau khi tinh thể silicon đơn bị cắt, bề mặt của dây cưa được quan sát, và phần còn lại của chất mài mòn được đánh giá theo tiêu chuẩn dưới đây. Khi ấy, những ký hiệu như " $\triangle$ " hoặc cao hơn được xác định như là độ bền trong sử dụng thực tế.

◎: Hầu hết không có sự bong tróc được quan sát thấy.

○: Sự bong tróc nhẹ được quan sát thấy.

$\triangle$: Một vết tróc được quan sát thấy rõ ràng.

×: Sự bong tróc xảy ra trên toàn bộ bề mặt.

Hơn nữa, một kết cấu bao quanh chất mài mòn của mỗi dây cưa thu được được quan sát, và nhận thấy trong các thử nghiệm từ số 4-1 đến 4-18, một lớp mạ kim loại Ni với độ dày từ 1 μm đến 2 μm mật đi xung quanh chất mài mòn, và xung quanh lớp mạ kim loại Ni, các hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ni được phân bố trong độ dày từ 1 μm đến 2 μm . Hơn nữa, trong thử nghiệm số 4-10, sự

phân tán của SnBaO_3 được quan sát. Trong thử nghiệm số 4-11, một hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-B được quan sát. Trong thử nghiệm số 4-12, NiMoO_4 được quan sát quanh chất mài mòn.

Lưu ý là, các thử nghiệm số 1, số 2, và số 3 trong các bảng từ 2 đến 4 được mô tả ở trên tương ứng với ví dụ 1, ví dụ 2, và ví dụ 3.

Từ những kết quả trên, rõ ràng là dưới điều kiện của các thử nghiệm từ số 4-1 đến 4-22, dây cưa mài mòn cố định của chất hàn loại gắn kết có hiệu quả cắt hoàn hảo có thể thu được như trong các ví dụ từ 1 đến 3.

Mặt khác, trong các thử nghiệm từ số 4-23 đến 4-26, số 4-29, số 4-31, và số 4-32 là các ví dụ so sánh, tốc độ cắt là thấp do mức thấp độ bền kéo của dây thép. Lưu ý là "Inconel" trong thử nghiệm số 4-29 là nhãn hiệu đăng ký bởi Special Metals Incorporated. Lý do tại sao hiệu quả cắt là thấp trong các thử nghiệm từ số 4-23 đến 4-26, số 4-29, và số 4-30 là ví dụ so sánh được cho là bởi vì lớp mạ kim loại bên ngoài của lớp phủ bao gồm chất mài mòn là Cu, hợp chất liên kim loại chứa Cu được tạo nên trong độ dày rộng trên mặt tiếp xúc giữa chất hàn và Cu của lớp phủ và dễ xảy ra vết nứt gần hợp chất liên kim loại. Lý do tại sao tốc độ cắt và hiệu quả cắt trở nên thấp trong các thử nghiệm số 4-27, số 4-28, và số 4-30 là các ví dụ so sánh được cho là do sự vắng mặt của Ag trong chất hàn, điểm kim loại tan chảy tích hợp không được tạo nên như chất phân tán, và sức bám của phần gắn kết là thấp và chất mài mòn được róc, mặc dù độ bền kéo của dây thép là cao.

Bảng 2

Thứ nghiệm số	Dây thép					Chất mài mòn			Ghi chú	
	Số thép	Đường kính (μm)	Sức căng (MPa)	Lớp mạ	Độ dày của chất hàn (μm)	vật liệu	Đường kính (μm)	Lớp phủ		
								Bên trong		Bên ngoài
1	S7	120	4509	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm	Ví dụ của sáng chế
2	S4	120	3835	đồng: 50 nm	3	kim cương	35	Cr: 50 nm	Ni: 3 μm	
3	S1	100	3817	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	40	Ti: 50 nm	Ni: 4 μm	
4-1	S4	120	3835	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm	
4-2	S5	120	4020	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm	
4-3	S6	120	4314	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm	
4-4	S8	120	4073	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm	
4-5	S7	120	4509	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm	
4-6	S7	120	4509	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm	
4-7	S5	120	4020	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm	
4-8	S5	120	4020	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm	

4-9	S5	120	4020	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm	Ví dụ so sánh
4-10	S3	100	4528	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	40	Ti: 50 nm	Ni: 4 µm	
4-11	S9	100	4315	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	40	Ti: 50 nm	Ni: 4 µm	
4-12	S10	100	3826	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	40	Ti: 50 nm	Ni: 4 µm	
4-13	S5	120	4020	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	không	Ni: 3 µm	
4-14	S5	120	4020	đồng thau: 50 nm	không	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm	
4-15	S8	120	4315	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	30	Ti: 50 nm	Ni: 5 µm	
4-16	S4	120	3835	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm	
4-17	S2	100	4329	không	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm	
4-18	S3	100	4528	đồng thau: 50 nm	3	GC	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm	
4-19	S18	120	4000	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	không	Ni: 3 µm	
4-20	S17	120	3805	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm	
4-21	S6	120	4314	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 0,5 µm	
4-22	S6	120	4314	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 6 µm	
4-23	S14	160	3409	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Cu: 3 µm	
4-24	S13	160	3350	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Cu: 3 µm	

4-25	S12	160	3236	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Cu: 3 µm
4-26	S12	160	3236	đồng thau: 50 nm	không	kim cương	35	không	Cu: 3 µm
4-27	S5	120	4020	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 5 µm
4-28	S5	120	4020	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm
4-29	Inconel718	250	1000	không	không	kim cương	20	không	Cu: 3 µm
4-30	S1	100	3817	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	không	Cu: 3 µm
4-31	S11	160	3117	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm
4-32	SUS304	200	1200	không	3	kim cương	35	Ti: 50 nm	Cu: 3 µm

Bảng 3

Thử nghiệm Số	Chất hàn của phần gắn kết					Hỗn hợp nhão		Ghi chú
	Thành phần (% khối lượng)				Đường kính (μm)	Thành phần (tỷ lệ khối lượng)		
	Sn	Ag	Cu	khác		chất mài mòn: chất hàn: chất trợ dung		
1	96,5	3,4	0	Fe: 0,05+ Ni: 0,05	30	3:2:4		Ví dụ của sáng chế
2	96,5	3,0	0,45	Ni: 0,05	30	3:2:3		
3	94,0	5,0	0,95	Fe: 0,05	30	2:2:3		
4-1	99,4	0,5	0	Fe: 0,05+ Ni: 0,05	30	3:2:4		
4-2	98,9	1,0	0	Fe: 0,05+ Ni: 0,05	30	3:2:4		
4-3	96,5	4,4	0	Fe: 0,05+ Ni: 0,05	30	3:2:4		
4-4	95,0	4,9	0	Fe: 0,05+ Ni: 0,05	30	3:2:4		
4-5	96,5	3,495	0	Ni: 0,005	30	3:2:4		
4-6	96,5	3,47	0	Ni: 0,03	30	3:2:4		
4-7	96,5	3,45	0	Ni: 0,05	30	3:2:4		
4-8	96,2	3,4	0	Ni: 0,4	30	3:2:4		
4-9	95,9	3,4	0	Ni: 0,7	30	3:2:4		
4-10	95,0	4,0	0	Ba: 1,0	30	3:2:3		
4-11	95,0	4,0	0	B: 1,0	30	2:2:3		
4-12	95,0	4,0	0	Mo: 1,0	30	2:2:3		
4-13	96,4	3,5	0	Fe: 0,05+ Ni: 0,05	30	2:2:3		
4-14	96,5	3,5	0	0	30	3:2:3		

4-15	96,4	3	0,5	Fe: 0,05+ Ni: 0,05	25	3:2:3	
4-16	96,5	3,45	0	Fe: 0,05	30	3:2:3	
4-17	96,5	3,0	0,5	0	30	3:2:4	
4-18	96,5	3,0	0,5	0	30	3:2:4	
4-19	98,9	1,0	0	Fe: 0,05+ Ni: 0,05	30	3:2:4	
4-20	96,5	3,45	0	Fe: 0,05	30	3:2:3	
4-21	96,5	4,4	0	Fe: 0,05+ Ni: 0,05	30	3:2:4	
4-22	96,5	4,4	0	Fe: 0,05+ Ni: 0,05	30	3:2:4	
4-23	99,6	0,3	0	Fe: 0,05+ Ni: 0,05	30	3:2:4	Ví dụ so sánh
4-24	93,9	6,0	0	Fe: 0,05+ Ni: 0,05	30	3:2:4	
4-25	96,5	3,0	0,5	0	30	3:2:4	
4-26	96,5	3,0	0,5	0	30	3:2:4	
4-27	98,5	0	1,45	Ni: 0,05	25	3:2:3	
4-28	96,5	0	3,5	0	30	3:2:3	
4-29	95,0	4,4	0,6	0	45	3:2:3	
4-30	98,5	0	2,0	0	30	3:2:4	
4-31	93,9	6,0	0	Fe: 0,05+ Ni: 0,05	30	3:2:4	
4-32	96,5	3,0	0,5	0	30	3:2:4	

Bảng 4

Thử thí nghiệm Số	Điều kiện xử lý nhiệt		Điều kiện cắt				Trạng thái bong tróc của chất mài mòn	Ghi chú
	Nhiệt độ (°C)	Tốc độ (m/phút)	Tải hoạt động (g)	Sức căng (MPa)	Tốc độ (m/phút)	Tốc độ cắt (mm/phút)		
1	270	0,1	100	20	400	9,9	◎	Ví dụ của sáng chế
2	270	0,1	100	20	400	9,1	◎	
3	280	0,15	100	20	400	8,4	◎	
4-1	270	0,1	100	20	400	8	○	
4-2	270	0,1	100	20	400	9,9	◎	
4-3	270	0,1	100	20	400	9,9	◎	
4-4	270	0,1	100	20	400	8	○	
4-5	270	0,1	100	20	400	9,9	◎	
4-6	270	0,1	100	20	400	8,7	◎	
4-7	270	0,1	100	20	400	9,9	◎	
4-8	270	0,1	100	20	400	9,9	◎	
4-9	270	0,1	100	20	400	8,4	◎	
4-10	280	0,15	100	20	400	6,8	○	
4-11	280	0,15	100	20	400	6,8	○	
4-12	280	0,15	100	20	400	6,8	○	
4-13	270	0,1	100	20	400	8	○	
4-14	270	0,1	100	20	400	7,6	○	

4-15	270	0,1	100	20	400	8,4	◎	
4-16	270	0,1	100	20	400	8	○	
4-17	270	0,1	100	20	400	6,8	○	
4-18	280	0,1	100	20	400	5,9	○	
4-19	270	0,1	100	20	400	7,5	○	
4-20	270	0,1	100	20	400	7,2	○	
4-21	270	0,1	100	20	400	7,6	○	
4-22	270	0,1	100	20	400	7,4	○	
4-23	270	0,1	100	20	400	5,3	△	Ví dụ so sánh
4-24	270	0,1	100	20	400	5,3	△	
4-25	290	0,1	100	20	400	5,3	△	
4-26	290	0,07	100	20	400	4,9	△	
4-27	270	0,1	100	20	400	1,2	×	
4-28	270	0,1	100	20	400	1	×	
4-29	350	1	100	20	400	1,9	△	
4-30	270	0,1	100	20	400	0,8	×	
4-31	270	0,1	100	20	400	5,3	△	
4-32	270	0,1	100	20	400	4,3	△	

Ví dụ 5

Trong ví dụ 5, dây thép trong đó bề mặt của dây thép được phủ bằng đồng thau với độ dày 50 nm được sử dụng. Như dây thép, dây thép số S7 được sử dụng. Như đã trình bày trong bảng 1, độ bền kéo của dây thép số S7 là 4509 MPa. Hợp phần của thau là "Cu : Zn = 2 : 1" theo tỷ lệ số mol. Đường kính của dây thép được thiết đặt tới 120 μm . Như chất mài mòn, chất mài mòn bằng kim cương được sử dụng được phủ bằng lớp phủ trong đó lớp mạ Ti được đặt phía bên trong và lớp mạ Ni được đặt bên ngoài. Độ dày của lớp mạ Ti là 50 nm và độ dày của lớp mạ Ni là 3 μm . Trung bình đường kính của chất mài mòn bằng kim cương là 25 μm . Như chất hàn của phần gắn kết, chất hàn trên cơ sở Sn-Zn-Bi được sử dụng. Trong chất hàn trên cơ sở Sn-Zn-Bi, hàm lượng Sn là 89% theo khối lượng, hàm lượng Zn là 8% theo khối lượng, và hàm lượng Bi là 3% theo khối lượng. Như chất hàn trên cơ sở Sn-Zn-Bi, chất hàn bong với đường kính trung bình 30 μm được sử dụng.

Trong việc sản xuất của dây cưa, chất mài mòn nêu trên bằng kim cương và chất hàn trên cơ sở Sn-Zn-Bi và dòng chảy chứa kẽm halogenua được trộn và khuấy, do đó hỗn hợp nhão được chế tạo. Ở đây, tỷ lệ của chất hàn trên cơ sở Sn-Zn-Bi, chất mài mòn, và dòng chảy là "chất hàn trên cơ sở Sn-Zn-Bi: chất mài mòn : dòng chảy = 3 : 2 : 3" theo tỷ lệ khối lượng.

Hơn nữa, dây thép được rửa axeton và tiếp sau được tráng chất hàn với độ dày khoảng 3 μm . Trong lớp phủ chất hàn này, dây thép được đạt tốc độ 50 cm/giây trong chất hàn trên cơ sở Sn-Zn-Bi chứa Sn: 89% khối lượng, Zn: 8% khối lượng, và Bi: 3% khối lượng và tan chảy ở 290°C, và một phần thừa của chất hàn trên cơ sở Sn-Zn-Bi được lau sạch.

Tiếp theo, sau khi phủ chất hàn, dây thép được đưa qua thùng chứa hỗn hợp nhão kể trên, và tiếp sau, được rút ra từ một đầu của vòi phun có lỗ đường kính khoảng 300 μm . Theo cách này, bề mặt của dây thép được tráng hỗn hợp nhão với độ dày định trước. Sau đó, dây thép tráng với hỗn hợp nhão đạt tốc độ 0,1 m/phút

trong lò điện dạng ống có nhiệt độ tới 280°C và vùng ngâm khoảng 40 cm chiều dài, do đó chất hàn tan chảy. Tiếp theo, chất hàn được kiên cố hóa bằng cách làm mát bên ngoài lò điện dạng ống, do đó chất mài mòn được gắn chắc vào dây thép. Tiếp sau, dây thép được đi qua bể làm sạch, ở đó dòng thành phần thừa được bỏ. Theo cách này, dây cưa được sản xuất. Dây cưa sản xuất được được đưa lên bởi guồng.

Kết cấu xung quanh chất mài mòn của dây cưa thu được được quan sát. Dạng sơ lược của kết cấu được minh họa trên Fig.3A tới Fig.3C. Fig.3B là hình vẽ phóng to của vùng R1 trên Fig.3A, và Fig.3C là hình vẽ phóng to của vùng R2 trên Fig.3A. Từ thành phần phân tích, nó được thấy rằng lớp mạ Ni 34 với độ dày từ 1 μm đến 2 μm thoát ra xung quanh chất mài mòn bằng kim cương 33, và lớp các hợp chất liên kim loại 35 trên cơ sở Sn-Ni-Zn với độ dày khoảng 1 μm phân bố xung quanh lớp mạ Ni 34. Hơn nữa, trong vật mang chất hàn 32a, nó được xác định kết cấu trong đó Zn 32b ở dạng tấm có độ dày từ 1 μm đến 2 μm hoặc ở dạng dải có đường kính từ 1 μm đến 2 μm được phân tán.

Hơn nữa, hiệu quả cắt của dây cưa được đánh giá. Trong sự đánh giá này, chiều dài của dây cưa là 30 m, sức căng được đặt vào dây cưa được thiết đặt tới 20 N, tốc độ chuyển động của dây cưa được thiết đặt tới 400 m/phút, và tải hoạt động được thiết đặt tới 100 gf, và đơn tinh thể silicon với đường kính 20 mm được cắt trong khi dây cưa được kéo ngược lại. Hơn nữa, nước được sử dụng làm dung môi làm mát. Tại thời điểm này, tốc độ cắt là 12,8 mm/phút, như vậy là đủ nhanh. Hơn nữa, trong suốt quá trình cắt của đơn tinh thể silicon, gần như không có sự bong tróc của chất mài mòn từ dây cưa được xác định và khu vực cố định là tốt.

Từ những kết quả này, rõ ràng là theo các điều kiện trong ví dụ 5, loại chất hàn cố định dây cưa có hiệu quả cắt tốt cũng có thể thu được.

Ví dụ 6

Trong ví dụ 6, dây thép trong đó bề mặt của dây thép được phủ bằng đồng

với độ dày 50 nm được sử dụng. Như dây thép, dây thép số S1 được sử dụng. Như đã trình bày trong bảng 1, độ bền kéo của dây thép số S1 là 3817 MPa. Đường kính của dây thép là 100 μm . Như chất mài mòn, được sử dụng chất mài mòn bằng kim cương được phủ bằng lớp phủ trong đó lớp mạ Ti được đặt phía bên trong và lớp mạ Ni được đặt bên ngoài. Độ dày của lớp mạ Ti là 50 nm và độ dày của lớp mạ Ni là 4 μm . Trung bình đường kính của chất mài mòn bằng kim cương là 20 μm . Như chất hàn của phần gắn kết, chất hàn trên cơ sở Sn-Zn được sử dụng. Trong chất hàn trên cơ sở Sn-Zn, hàm lượng Sn là 91% theo khối lượng và hàm lượng Zn là 9% theo khối lượng. Như chất hàn trên cơ sở Sn-Zn, chất hàn bóng với đường kính trung bình 30 μm được sử dụng.

Trong việc sản xuất dây cưa, chất mài mòn bằng kim cương nêu trên và chất hàn trên cơ sở Sn-Zn và dòng chảy chứa kẽm halogenua được trộn và khuấy, do đó hỗn hợp nhão được chế tạo. Ở đây, tỷ lệ chất hàn trên cơ sở Sn-Zn, chất mài mòn, và dòng chảy là "chất hàn trên cơ sở Sn-Zn : chất mài mòn : dòng chảy = 2 : 2 : 3" theo tỷ lệ khối lượng.

Hơn nữa, dây thép được rửa axeton và tiếp sau tráng với chất hàn với độ dày khoảng 3 μm . Trong lớp phủ chất hàn này, dây thép đạt tốc độ 50 cm/giây trong chất hàn trên cơ sở Sn-Zn chứa Sn: 91,0% theo khối lượng và Zn: 9,0% theo khối lượng và tan chảy ở 250°C, và một phần thừa chất hàn trên cơ sở Sn-Zn được lau sạch.

Tiếp theo, sau lớp phủ chất hàn, dây thép được tạo để vượt qua thùng chứa hỗn hợp nhão kể trên, và tiếp sau, được rút ra từ một đầu của vòi phun có lỗ đường kính khoảng 350 μm . Theo cách này, bề mặt của dây thép tráng hỗn hợp nhão với độ dày định trước. Sau đó, dây thép tráng hỗn hợp nhão được tạo ra đạt tốc độ 0,15 m/phút trong lò điện dạng ống với nhiệt độ lên tới 280°C và vùng ngâm bằng khoảng 40 cm chiều dài, do đó chất hàn tan chảy. Tiếp, chất hàn được kiên cố hóa bằng cách làm mát bên ngoài lò điện dạng ống, do đó chất mài mòn được gắn chắc vào dây thép. Tiếp sau, dây thép được tạo trong bể làm sạch, do đó dòng thành phần thừa được bỏ. Theo cách này, dây cưa được sản xuất. Dây cưa

sản xuất được được đưa lên bởi guồng.

Kết cấu xung quanh chất mài mòn của dây cưa thu được được quan sát. Từ thành phần phân tích, thấy rằng lớp mạ Ni với độ dày từ 1 μm đến 2 μm thoát ra xung quanh chất mài mòn bằng kim cương, và xung quanh lớp mạ Ni, các hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ni-Cu được phân bố trong khoảng 1 μm độ dày. Hơn nữa, trong vật mang chất hàn, nó được xác định kết cấu trong đó Zn ở dạng tấm có độ dày từ 1 μm đến 2 μm hoặc ở dạng dải có đường kính từ 1 μm đến 2 μm được phân tán.

Hơn nữa, hiệu quả cắt như dây cưa được đánh giá theo các điều kiện giống nhau như ví dụ 5. Tại thời điểm này, tốc độ cắt là 12,4 mm/phút, như vậy là đủ nhanh. Hơn nữa, trong suốt quá trình cắt đơn tinh thể silicon, gần như không có sự bong tróc của chất mài mòn từ dây cưa được xác định và như vậy một khu vực cố định là tốt.

Từ những kết quả này, rõ ràng là theo các điều kiện trong ví dụ 6, loại chất hàn cố định dây cưa có hiệu quả cắt tuyệt đối có thể cũng thu được.

Ví dụ 7

Dây cưa được chế tạo theo các điều kiện khác nhau được trình bày trong bảng 5, bảng 6, và bảng 7 theo ví dụ 5 và ví dụ 6, và hiệu quả cắt của chúng được so sánh. Bảng 5 trình bày cấu trúc của dây thép và các chất mài mòn. Bảng 6 trình bày cấu trúc của chất hàn dạng bóng (hình cầu) được sử dụng trong phần gắn kết và hỗn hợp nhão chứa chất hàn này. Bảng 7 trình bày điều kiện nhiệt luyện các chất hàn tan chảy với lò điện dạng ống, các điều kiện khi đơn tinh thể silicon được cắt, và sự đánh giá kết quả của sự bong tróc khu vực chất mài mòn. Trong bảng 7, "GC" biểu hiện silicon cacbua xanh và "WA" biểu hiện alumina trắng. Sự đánh giá của sự bong tróc khu vực chất mài mòn được thực hiện cùng một cách như trong ví dụ 4.

Hơn nữa, kết cấu xung quanh chất mài mòn thu được của dây cưa được quan sát, và được tìm thấy lớp kim loại mạ Ni với độ dày từ 1 μm đến 2 μm thoát

ra xung quanh chất mài mòn, và xung quanh lớp kim loại mạ Ni, các hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ni-Zn được phân bố trong 1 μm độ dày, trong các ví dụ của sáng chế ngoại trừ các thử nghiệm số 7-6 và số 7-25. Hơn nữa, trong thử nghiệm số 7-18, các hợp chất liên kim loại được biểu diễn bởi BaSnO_3 được quan sát xung quanh chất mài mòn. Trong thử nghiệm 7-19, các hợp chất liên kim loại trên cơ sở Pt-Sn-Ni được quan sát xung quanh chất mài mòn. Trong thử nghiệm số 7-4, các hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Ni-In được quan sát. Trong các thử nghiệm số 7-6 và số 7-25, lớp kim loại mạ Cu có độ dày từ 1 μm tới 2 μm thoát ra xung quanh chất mài mòn bằng kim cương, và xung quanh lớp kim loại mạ Cu, các hợp chất liên kim loại trên cơ sở Sn-Cu-Zn được phân bố trong khoảng 2 μm tới 3 μm độ dày.

Lưu ý là các thử nghiệm số 5 và số 6 trong bảng 5 tới bảng 7 được mô tả ở trên ví dụ 5 và ví dụ 6 tương ứng.

Từ những kết quả trên, rõ ràng là dưới điều kiện của các thử nghiệm từ số 7-1 đến 7-29, dây cưa mài mòn cố định loại chất hàn cố định có hiệu quả cắt tốt có thể thu được như trong ví dụ 5 và ví dụ 6.

Thử nghiệm số 7-35 là ví dụ so sánh của dây cưa được sản xuất trên một cơ sở thử nghiệm bằng phương pháp tương tự như phương pháp sản xuất được mô tả trong "ví dụ 3" của tài liệu patent 4 (Patent số 4008660). Thử nghiệm số 7-39 là ví dụ so sánh dây cưa sử dụng kim cương dây kết tua Ni thương mại (sản xuất bằng công nghệ dây kim cương, giá trị danh định $\phi 200 \mu\text{m}$).

Như được thể hiện trong các bảng 5 đến 7, rõ ràng là dây cưa gắn chất mài mòn của các thử nghiệm từ số 1 đến số 7-29, là các ví dụ của sáng chế, sử dụng các chất hàn trên cơ sở Sn-Zn có hiệu quả cắt cao so với dây cưa của các thử nghiệm từ số 7-30 đến số 7-39 là ví dụ so sánh.

Bảng 5

Thử nghiệm số	Dây thép						Chất mài mòn				Ghi chú
	Số thép số	Đường kính (μm)	Độ bền kéo (MPa)	Lớp mạ	Độ dày của chất hàn (μm)	Vật liệu	Đường kính (μm)	Lớp phủ			
								Bên trong	Bên ngoài		
5	S7	120	4509	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm	Ví dụ của sáng chế	
6	S1	100	3817	đồng: 50 nm	3	kim cương	20	Ti: 50 nm	Ni: 4 μm		
7-1	S2	100	4329	kẽm: 50 nm	3	kim cương	20	Ti: 50 nm	Ni: 4 μm		
7-2	S3	100	4528	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	không	Ni: 3 μm		
7-3	S4	120	3835	đồng thau: 50 nm	không	kim cương	25	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm		
7-4	S5	120	4020	đồng thau: 50 nm	không	kim cương	25	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm		
7-5	S5	120	4020	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	Ti: 50 nm	Ni: 5 μm		
7-6	S4	120	3835	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	Ti: 50 nm	Cu: 5 μm		
7-7	S3	100	4528	đồng: 50 nm	3	kim cương	20	Ti: 50 nm	Ni: 4 μm		
7-8	S3	100	4528	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	20	Ti: 50 nm	Ni: 4 μm		
7-9	S5	120	4020	không	3	kim cương	25	Cr: 50 nm	Ni: 3 μm		
7-10	S5	120	4020	kẽm: 50 nm	3	kim cương	25	Cr: 50 nm	Ni: 3 μm		
7-11	S4	120	3835	đồng thau: 50 nm	3	GC	25	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm		

Ví dụ của
sáng chế

7-12	S4	120	3835	đồng thau: 50 nm	3	WA	25	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm
7-13	S10	100	3826	đồng: 50 nm	3	kim cương	20	Ti: 50 nm	Ni: 4 µm
7-14	S10	100	3826	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	20	Ti: 50 nm	Ni: 4 µm
7-15	S9	100	4315	đồng: 50 nm	3	kim cương	20	Ti: 50 nm	Ni: 4 µm
7-16	S9	100	4315	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	20	Ti: 50 nm	Ni: 4 µm
7-17	S2	100	4329	đồng: 50 nm	3	kim cương	20	Ti: 50 nm	Ni: 4 µm
7-18	S8	120	4073	kẽm: 50 nm	3	kim cương	25	Cr: 50 nm	Ni: 3 µm
7-19	S8	120	4073	kẽm: 50 nm	3	kim cương	25	Cr: 50 nm	Ni: 3 µm
7-20	S8	120	4073	kẽm: 50 nm	3	kim cương	25	Cr: 50 nm	Ni: 3 µm
7-21	S7	120	4509	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm
7-22	S7	120	4509	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm
7-23	S7	120	4509	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm
7-24	S7	120	4509	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm
7-25	S4	120	3835	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	không	Cu: 3 µm
7-26	S17	120	3805	đồng thau: 50 nm	không	kim cương	25	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm
7-27	S18	120	4000	kẽm: 50 nm	3	kim cương	25	Cr: 50 nm	Ni: 3 µm
7-28	S3	100	4528	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	không	Ni: 0,5 µm
7-29	S3	100	4528	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	không	Ni: 6 µm
7-30	S11	160	3012	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	Ti: 50 nm	Ni: 3 µm

7-31	S12	160	3117	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	Ti: 50 nm	Cu: 3 μm	Ví dụ so sánh
7-32	S13	160	3236	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	Ti: 50 nm	Cu: 3 μm	
7-33	S14	160	3350	đồng thau: 50 nm	không	kim cương	25	Không	Ni: 3 μm	
7-34	S15	160	3409	đồng thau: 50 nm	3	kim cương	25	không	Cu: 3 μm	
7-35	Inconel718	250	1000	không	không	kim cương	20	không	Cu: 3 μm	
7-36	SUS304	200	1200	không	3	GC	25	không	Cu: 3 μm	
7-37	S16	150	3443	không	3	WA	25	không	Ni: 3 μm	
7-38	SUS316	200	1300	không	3	kim cương	25	Ti: 50 nm	Ni: 3 μm	
7-39	Dây mạ điện Ni	200	3400	không	Ni:35μm	Kim cương	20	không	Ni: 3 μm	

Bảng 6

Thử thí nghiệm số	Chất hàn của phần gắn kết				Hỗn hợp nhão	Ghi chú
	Thành phần (% khối lượng)			Đường kính (μm)	Thành phần (tỷ lệ khối lượng)	
	Sn	Zn	Khác		Chất mài mòn:chất hàn:chất trợ dung	
5	89	8	Bi:3	30	3:2:3	Ví dụ sáng chế
6	91	9	0	30	2:2:3	
7-1	91	9	0	30	2:2:3	
7-2	89	8	Bi:3	30	3:2:4	
7-3	90	9	Sb:1	30	3:2:3	
7-4	87	9	In:4	30	3:2:3	
7-5	89	9	Bi:2	25	3:2:3	
7-6	89	8	Bi:3	25	3:2:3	
7-7	96	4	0	30	2:2:3	
7-8	71	29	0	30	2:2:3	
7-9	89	8	Bi:3	30	2:3:2	
7-10	93	6.2	Ni:0,8	30	3:2:3	
7-11	97	2.4	Fe:0,6	30	3:2:3	
7-12	89	8	Bi:3	30	3:2:3	
7-13	99,5	0,5	0	30	2:2:3	
7-14	64	36	0	30	2:2:3	
7-15	88	12	0	30	2:2:3	
7-16	87	13	0	30	2:2:3	
7-17	95	5	0	30	2:2:3	
7-18	93	5	Ba:2	30	3:2:3	
7-19	92	6	Pt:2	30	3:2:3	
7-20	90	6	As:4	30	3:2:3	

7-21	92	7,6	Bi:0,4	30	3:2:3	
7-22	92	7,5	Bi:0,5	30	3:2:3	
7-23	87	8	Bi: 5	30	3:2:3	
7-24	86	8	Bi:6	30	3:2:3	
7-25	89	8	Bi:3	30	3:2:4	
7-26	90	9	Sb:1	30	3:2:3	
7-27	93	6.2	Ni:0,8	30	3:2:3	
7-28	89	8	Bi:3	30	3:2:4	
7-29	89	8	Bi:3	30	3:2:4	
7-30	42	0	Bi: 58	30	3:2:3	Ví dụ so sánh
7-31	63	0	Pb:37	30	3:2:3	
7-32	95	0	Sb: 5	30	3:2:4	
7-33	99.3	0	Cu:0,7	30	3:2:3	
7-34	96	0	Ag:3,5+Cu:0,5	30	3:2:4	
7-35	95	0	Ag:4+Cu:1	45	3:2:3	
7-36	96,5	0	Ag:3,5	30	3:2:3	
7-37	63	0	Pb:37	30	3:2:3	
7-38	63	0	Pb:37	30	3:2:4	
7-39	không					

Bảng 7

Thử nghiệm số	Điều kiện xử lý nhiệt		Điều kiện cắt				Trạng thái bong tróc của chất mài mòn	Ghi chú
	Nhiệt độ (°C)	Tốc độ (m/phút)	Chế độ tải (g)	Lực kéo (MPa)	Tốc độ (m/phút)	Tốc độ cắt (mm/phút)		
5	280	0,1	100	20	400	12,8	◎	Ví dụ của sáng chế
6	280	0,15	100	20	400	12,4	◎	
7-1	280	0,15	100	20	400	12,8	◎	
7-2	270	0,1	100	20	400	11,6	◎	
7-3	270	0,1	100	20	400	12	◎	
7-4	270	0,1	100	20	400	11,2	◎	
7-5	270	0,1	100	20	400	12	◎	
7-6	270	0,1	100	20	400	9,6	○	
7-7	280	0,15	100	20	400	11,6	◎	
7-8	310	0,08	100	20	400	12,4	◎	
7-9	350	0,1	100	20	400	10,8	○	
7-10	320	0,1	100	20	400	11,2	○	
7-11	270	0,1	100	20	400	9,2	○	
7-12	270	0,1	100	20	400	8,4	○	
7-13	280	0,15	100	20	400	10	○	
7-14	280	0,15	100	20	400	10,4	○	
7-15	280	0,15	100	20	400	11,6	◎	
7-16	280	0,15	100	20	400	10,8	◎	
7-17	280	0,15	100	20	400	10,8	◎	
7-18	320	0,1	100	20	400	9,6	○	
7-19	320	0,1	100	20	400	9,2	○	
7-20	320	0,1	100	20	400	9,6	○	

7-21	280	0,1	100	20	400	12	⊙	
7-22	280	0,1	100	20	400	12,8	⊙	
7-23	280	0,1	100	20	400	12,8	⊙	
7-24	280	0,1	100	20	400	12,4	⊙	
7-25	270	0,1	100	20	400	9,2	○	
7-26	270	0,1	100	20	400	8,7	○	
7-27	320	0,1	100	20	400	8,8	○	
7-28	270	0,1	100	20	400	9,8	○	
7-29	270	0,1	100	20	400	9,5	○	
7-30	270	0,1	100	20	400	5,6	×	Ví dụ so sánh
7-31	270	0,1	100	20	400	5,5	×	
7-32	290	0,1	100	20	400	5,6	×	
7-33	290	0,07	100	20	400	3,6	×	
7-34	280	0,1	100	20	400	5,6	△	
7-35	350	1	100	20	400	2	×	
7-36	270	0,1	100	20	400	5,6	△	
7-37	270	0,1	100	20	400	4,8	×	
7-38	270	0,1	100	20	400	5,2	×	
7-39	không		100	20	400	5,2	△	

Từ các kết quả này của các ví dụ, rõ ràng là sự bong tróc nhẹ của chất mài mòn chỉ xảy ra ở dây cưa theo sáng chế, và sự xuất hiện của việc suy giảm tốc độ cắt, tổn thất vết cắt (tổn thất vết cưa), sự cong vênh lát cắt, và v.v. được giảm, và do đó có hiệu quả cắt tuyệt vời.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế có thể sử dụng được chẳng hạn trong các ngành công nghiệp liên quan tới dây cưa được sử dụng để cắt các loại vật liệu khác nhau.

YÊU CẦU BẢO HỘ**1. Dây cưa bao gồm:**

dây thép có tao dây thép và lớp mạ được tạo ra trên bề mặt của tao dây thép;

chất mài mòn được gắn chắc vào dây thép bởi phần gắn kết; và

hợp chất liên kim loại trên mặt tiếp xúc giữa chất mài mòn và phần gắn kết, trong đó:

tao dây thép chứa, tính theo % khối lượng;

C: từ 0,8% đến 1,2%,

Si: từ 0,02% đến 2,0%,

Mn: từ 0,1% đến 1,0%,

Cr: 0,5% hoặc ít hơn,

P: 0,015% hoặc ít hơn,

S: 0,015% hoặc ít hơn, và

N: 0,01% hoặc ít hơn,

với phần còn lại là Fe và tạp chất không thể tránh được;

độ bền kéo của dây thép là 3500 MPa hoặc lớn hơn; và

phần gắn kết bao gồm chất hàn trên cơ sở Sn chứa Zn hoặc Ag, trong đó lớp mạ bám chặt vào tao dây thép.

2. Dây cưa theo điểm 1, trong đó tao dây thép còn chứa, tính theo % khối lượng, ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm;

Ni: 1,0% hoặc ít hơn,

Cu: 0,5% hoặc ít hơn,

Mo: 0,5% hoặc ít hơn,

V: 0,5% hoặc ít hơn, và

B: 0,0050% hoặc ít hơn.

3. Dây cưa theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lớp mạ chứa ít nhất một chất trong số Zn và Cu.

4. Dây cưa theo điểm 3, trong đó độ sâu phủ của lớp mạ vào tao dây thép là từ 0,5 μm đến 5 μm .

5. Dây cưa theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó dây cưa này còn bao gồm một lớp phủ trên bề mặt của chất mài mòn và bao gồm lớp Ni hoặc Cu.

6. Dây cưa theo điểm 5, trong đó lớp phủ bao gồm lớp nền Ti hoặc Cr được bố trí gần với chất mài mòn hơn lớp Ni hoặc Cu.

7. Dây cưa theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó dây cưa này còn bao gồm lớp phủ trên bề mặt của chất mài mòn và bao gồm lớp Ni, trong đó:

chất hàn trên cơ sở Sn là chất hàn trên cơ sở Sn-Ag chứa từ 0,5 đến 5,0% khối lượng Ag, và

hợp chất liên kim loại chứa Sn.

8. Dây cưa theo điểm 7, trong đó chất hàn trên cơ sở Sn-Ag chứa hợp chất liên kim loại trên cơ sở Ag_3Sn được phân tán trong vật mang của chất hàn trên cơ sở Sn-Ag và có dạng tấm với độ dày từ 1 μm đến 2 μm hoặc dạng sợi với đường kính từ 1 μm đến 2 μm .

9. Dây cưa theo điểm 7 hoặc 8, trong đó chất hàn trên cơ sở Sn-Ag còn chứa ít nhất một chất trong số Fe: từ 0,01 đến 0,5% khối lượng và Ni: từ 0,01 đến 0,5% khối lượng.

10. Dây cưa theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9, trong đó hợp chất liên kim loại còn chứa Ni.

11. Dây cưa theo điểm 10, trong đó hợp phần của hợp chất liên kim loại được biểu diễn bởi Ni_3Sn_4 , Ni_3Sn_2 , hoặc $\text{Sn}_{(1-x-y)}\text{Ni}_x\text{Cu}_y$ ($0,1 \leq x \leq 0,7$, $0,01 \leq y \leq 0,5$).

12. Dây cưa theo theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó:

chất hàn trên cơ sở Sn là chất hàn trên cơ sở Sn-Zn chứa Zn, và

hợp chất liên kim loại chứa ít nhất một trong số Sn và Zn.

13. Dây cưa theo điểm 12, trong đó hàm lượng của Zn trong chất hàn trên cơ sở Sn-Zn là từ 1% khối lượng tới 35% khối lượng.

14. Dây cưa theo điểm 12 hoặc 13, trong đó:

hợp phần của chất hàn trên cơ sở Sn-Zn được biểu diễn bởi Sn-Zn-X,

X là ít nhất một loại được chọn từ Bi, Ni, Cu, Fe, Sb, Pb, In, và Ag, và

hàm lượng của X là từ 0,5 đến 5% khối lượng.

15. Dây cưa theo điểm bất kỳ trong số các điểm 12 đến 14, trong đó hợp chất liên kim loại chứa ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất liên kim loại trên cơ sở Ni-Sn, hợp chất liên kim loại trên cơ sở Ni-Zn, hợp chất liên kim loại trên cơ sở Ni-Sn-Zn, hợp chất liên kim loại trên cơ sở Cu-Sn, hợp chất liên kim loại trên cơ sở Cu-Sn-Zn, và hợp chất liên kim loại trên cơ sở Cu-Zn.

16. Dây cưa theo điểm bất kỳ trong số các điểm 12 đến 15, trong đó chất hàn trên cơ sở Sn-Zn bao gồm chất kết tủa Zn ở dạng tấm hoặc dạng kim được phân tán trong vật mang của chất hàn trên cơ sở Sn-Zn.

FIG. 1A

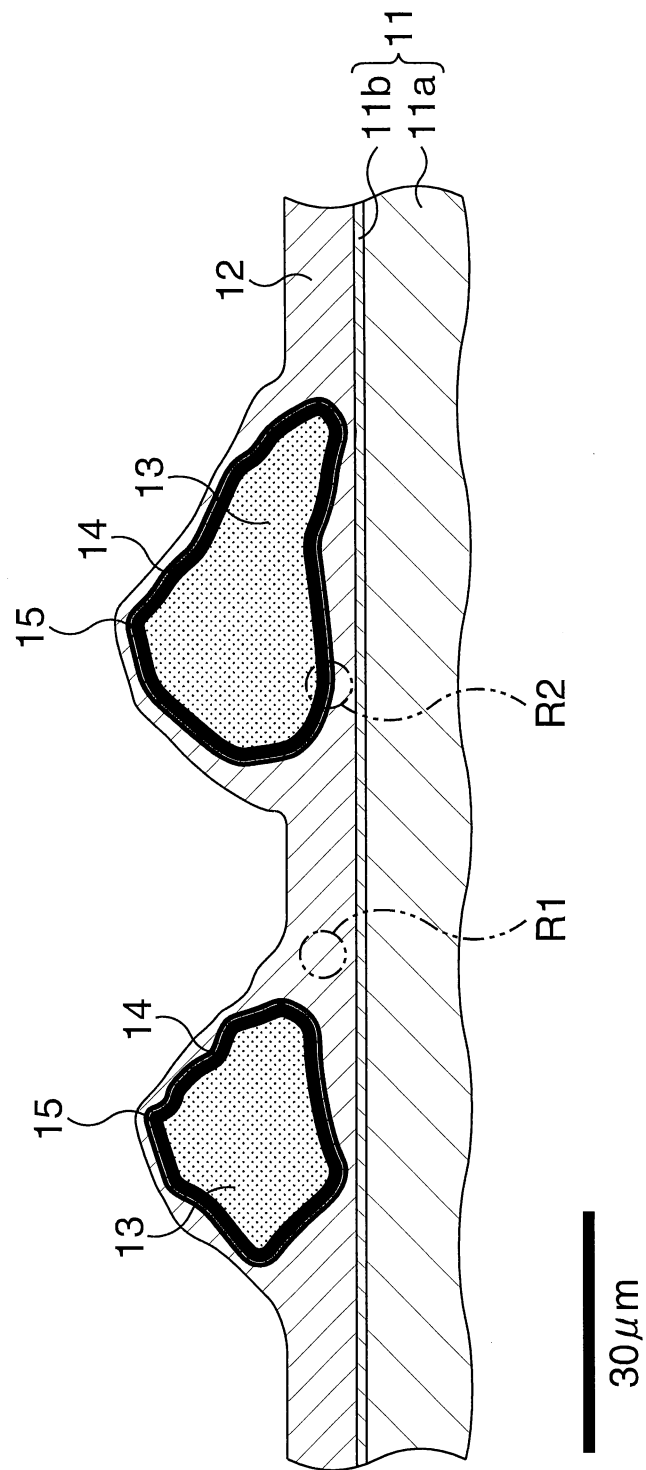


FIG. 1B

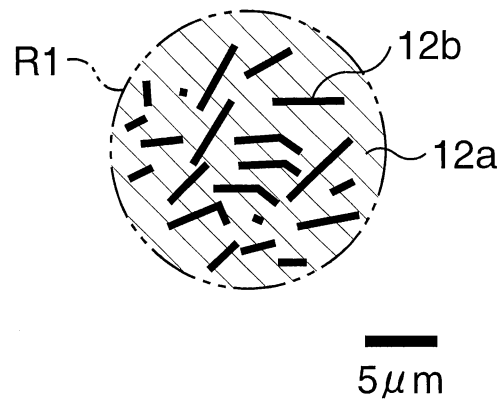


FIG. 1C

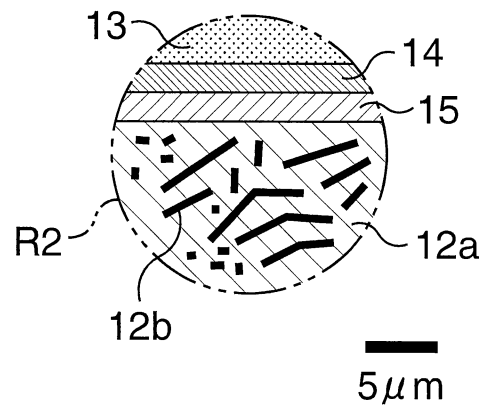


FIG. 1D

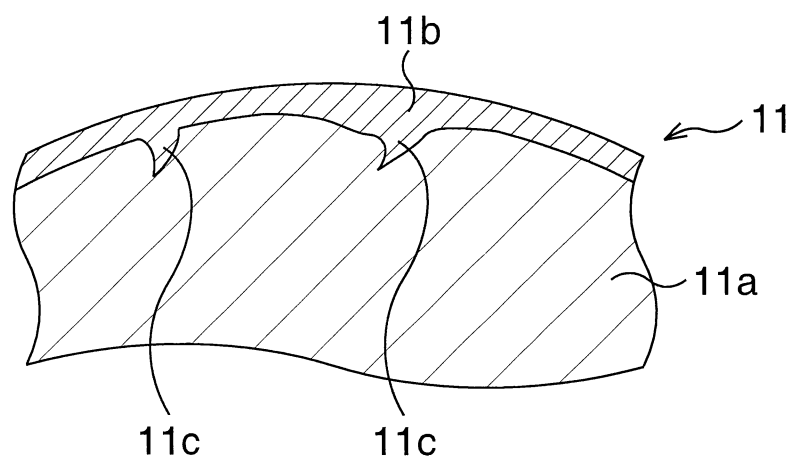


FIG. 2A

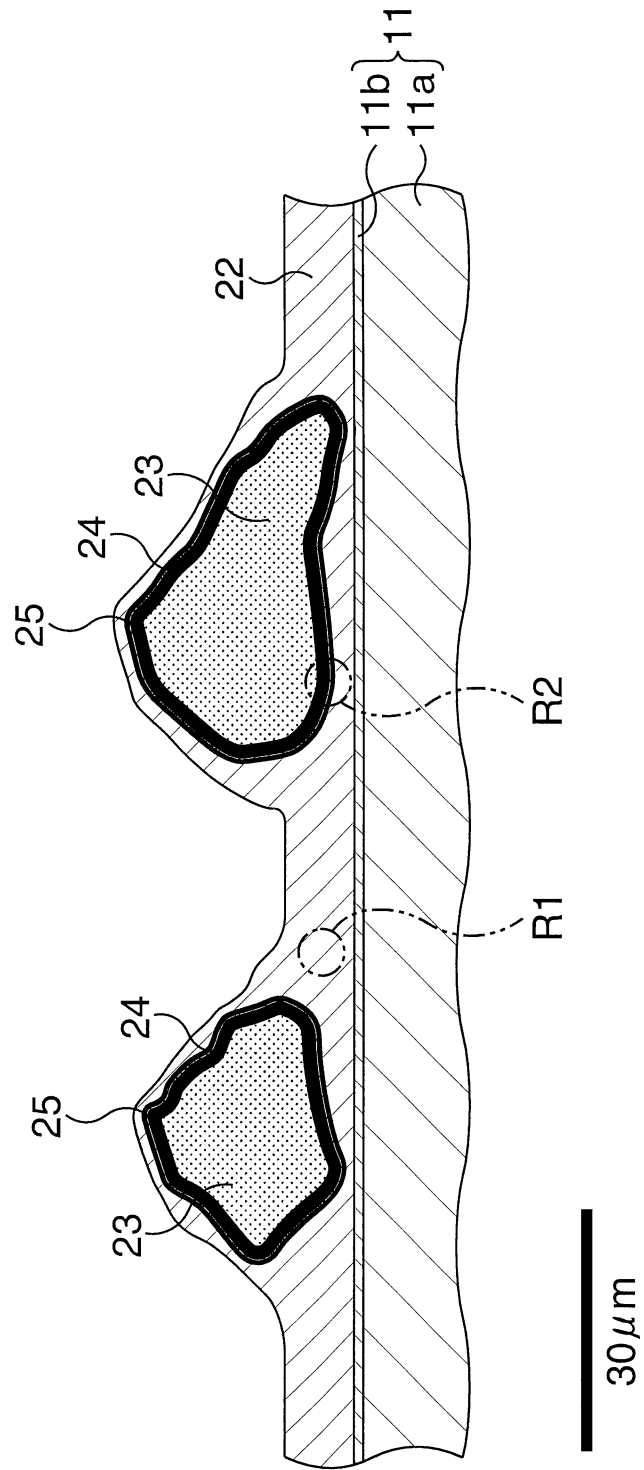


FIG. 2B

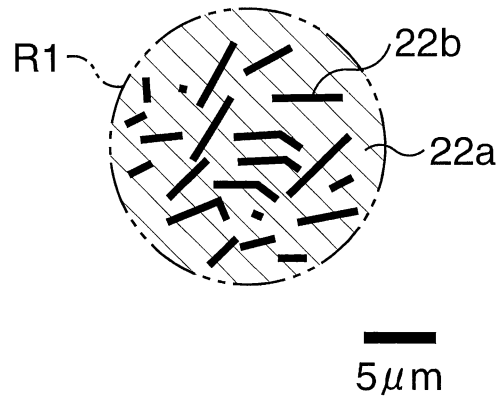


FIG. 2C

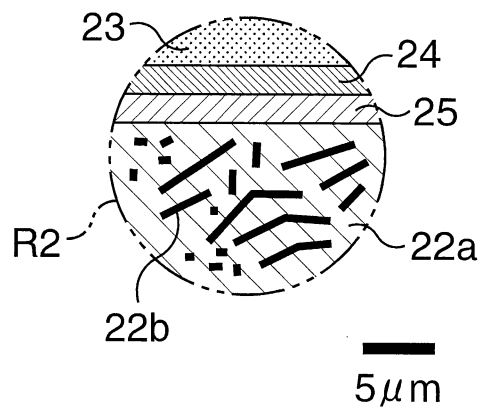


FIG. 3A

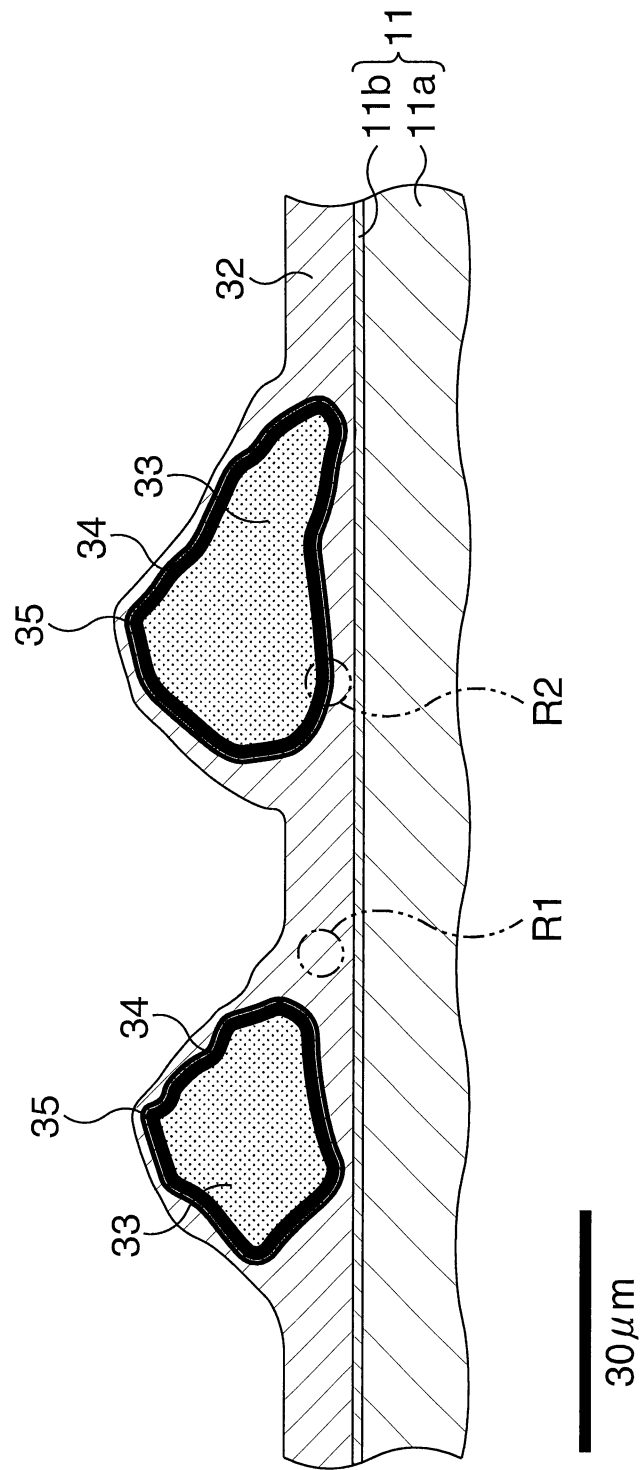


FIG. 3B

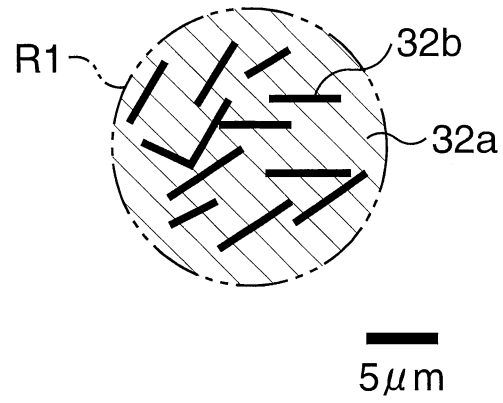


FIG. 3C

