



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

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

(11)



1-0023457

(51)⁷ B21D 9/04

(13) B

(21) 1-2012-02282

(22) 06/01/2011

(86) PCT/JP2011/050091 06/01/2011

(87) WO2011/083816A1 14/07/2011

(30) 2010-001383 06/01/2010 JP

(45) 27/04/2020 385

(43) 26/11/2012 296A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

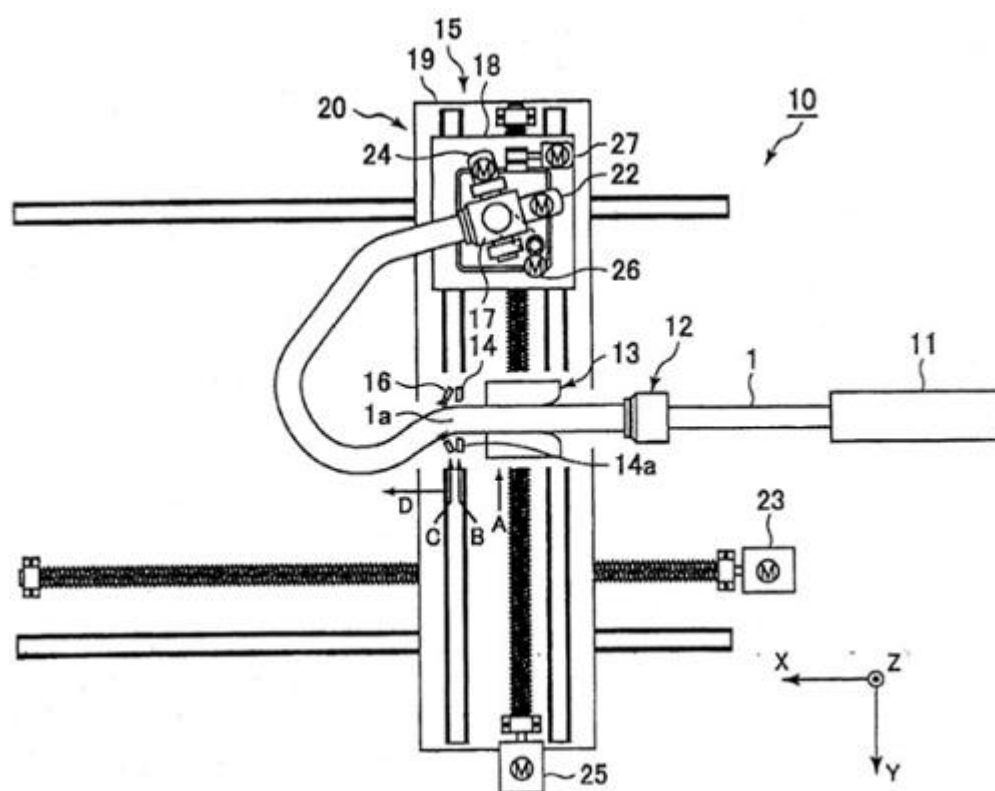
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, Japan

(72) OKADA Nobuhiro (JP); TOMIZAWA Atsushi (JP); SHIMADA Naoaki (JP)

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

(54) PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO CHI TIẾT UỐN CONG VÀ THIẾT BỊ CHẾ TẠO
DÙNG CHO CHI TIẾT UỐN CONG

(57) Sáng chế đề cập đến chi tiết uốn cong có độ chính xác kích thước tuyệt vời được chế tạo nhờ tạo nên một cách ổn định phần nhiệt độ cao đồng nhất theo chiều chu vi của ống thép và trong vùng hẹp theo chiều hướng trục của ống thép sử dụng thiết bị chế tạo theo tài liệu số WO2006/093006. Chi tiết uốn cong được chế tạo bằng cách đỡ ống thép (1) ở vị trí thứ nhất trong khi cấp nó, thực hiện gia nhiệt cảm ứng của ống thép ở vị trí thứ hai B với cuộn gia nhiệt cảm ứng (14), làm mát ống thép (1) ở vị trí thứ ba (C) để tạo nên phần nhiệt độ cao (1a) mà nó di chuyển theo chiều hướng trục của ống thép (1), và thay đổi theo ba chiều vị trí của cơ cấu kẹp (15) dùng cho ống thép (1) trong vùng (D) để đặt mômen uốn tới phần nhiệt độ cao (1a). Khi độ dày vách của ống thép (1) lớn nhất là 2,0 mm, tốc độ cấp V của ống thép (1) được nằm trong khoảng từ 5-150 mm/giây, và dòng điện xoay chiều ở tần số 5 - 100 kHz được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng (14) có một cuộn dây. Khi độ dày vách của ống thép (1) lớn hơn so với 2,0 mm và lớn nhất là 3,0 mm, cuộn gia nhiệt cảm ứng (14) có hai cuộn dây được sử dụng, và tần số dòng điện f (kHz) của dòng điện xoay chiều được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng (14) và tốc độ cấp V (mm/giây) của ống thép (1) được điều chỉnh để thỏa mãn $f < 3000/V$ và $f \geq 0,08 V$, trong đó $5 \text{ kHz} \leq f \leq 100 \text{ kHz}$, và $5 \text{ mm/giây} \leq V \leq 150 \text{ mm/giây}$.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp chế tạo chi tiết uốn cong và thiết bị để chế tạo dùng cho chi tiết uốn cong.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các chi tiết chịu lực, các chi tiết gia cường, và các chi tiết kết cấu được làm bằng kim loại được sử dụng trong các xe ô tô và các loại máy móc khác nhau. Độ bền cao, trọng lượng nhẹ, và kích cỡ nhỏ được yêu cầu đối với các chi tiết này. Trước đây, các chi tiết này đã được chế tạo bằng cách hàn các chi tiết thép được gia công ép, đột các tấm thép dày, hoặc dập ép các hợp kim nhôm. Việc làm giảm trọng lượng và kích thước của các chi tiết uốn cong đạt được nhờ các phương pháp chế tạo này đã đạt đến giới hạn. Trong tài liệu patent 1, người nộp đơn bộc lộ thiết bị chế tạo dùng cho chi tiết uốn cong.

Fig.12 là hình vẽ minh họa dưới dạng sơ đồ thể hiện thiết bị chế tạo 0. Thiết bị chế tạo 0 chế tạo chi tiết uốn cong 8 bằng cách uốn cong ống kim loại 1 (trong phần giải thích dưới đây, một ví dụ sẽ được đưa ra về trường hợp trong đó ống kim loại là ống thép) mà nó được đỡ bởi cơ cấu đỡ 2 để có thể dịch chuyển theo chiều hướng trục của nó, thao tác uốn cong được thực hiện ở phía cuối của cơ cấu đỡ 2 trong khi cấp ống thép 1 từ phía đầu tới phía cuối bằng cơ cấu cấp 3.

Trên phía cuối của cơ cấu đỡ 2, cuộn gia nhiệt cảm ứng 5 nhanh chóng thực hiện gia nhiệt cảm ứng của ống thép 1 được cấp theo chiều hướng trục tới khoảng nhiệt độ (tối ít nhất điểm A_{c3}) mà tại đó ống thép 1 có thể được làm cứng bằng cách làm mát cục bộ. Cơ cấu làm mát bằng nước 6 nhanh chóng làm mát ống thép 1 ngay phía dưới của cuộn gia nhiệt cảm ứng 5. Kết quả là, phần nhiệt độ cao 1a mà nó di chuyển theo chiều hướng trục của ống thép 1 được tạo nên cục bộ trong ống thép. Độ bền biến dạng của phần nhiệt độ cao 1a là thấp hơn đáng kể so với độ bền biến dạng của các phần khác.

Khuôn trục lăn dịch chuyển được 4 có ít nhất một cặp trục 4a. Cặp trục 4a đỡ ống thép 1 trong khi cấp nó. Trong vùng phía dưới của cơ cấu làm mát bằng nước 6, khuôn trục lăn dịch chuyển được 4 di chuyển theo hai chiều hoặc ba chiều trong khi đỡ ống thép 1, nhờ đó đặt mômen uốn tới phần nhiệt độ cao 1a của ống thép.

Theo cách này, thiết bị chế tạo 0 chế tạo chi tiết uốn cong 8 có hình dạng cần thiết và độ bền cao (như độ bền kéo ít nhất là 780 Mpa chẳng hạn) bằng cách uốn cong ống thép 1 với hiệu quả thao tác cao bởi các bước đơn giản nhờ sử dụng các thành phần tương đối rẻ từ 2-6.

Các tài liệu kỹ thuật đã biết

Tài liệu patent 1: WO 2006/093006

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để thiết bị chế tạo 0 chế tạo chi tiết uốn cong 8 có độ chính xác kích thước tuyệt vời, điều đặc biệt quan trọng là tạo nên phần nhiệt độ cao 1a trong vùng mà là hẹp theo chiều hướng trục của ống thép 1 và đồng nhất theo chiều chu vi của ống thép 1.

Thường có sự thay đổi lớn trong vùng ở đó phần nhiệt độ cao 1a được tạo nên tùy thuộc vào tốc độ cấp của ống thép 1, độ dày vách của ống thép 1, và tần số của dòng điện được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng 5 (được đề cập trong phần mô tả này là tần số dòng điện). Nếu các điều kiện này là không phù hợp, phần nhiệt độ cao 1a không thể được tạo nên trong điều kiện mong muốn, và độ chính xác kích thước của chi tiết uốn cong 8 giảm.

Sáng chế dựa vào phát kiến mới là trong thiết bị chế tạo 0, để tạo nên một cách ổn định phần nhiệt độ cao 1a trong vùng hẹp theo chiều hướng trục và đồng nhất theo chiều chu vi của ống thép 1, (a) khi ống thép 1 có độ dày vách lớn nhất là 2,0 mm, tốt hơn là tạo nên tốc độ cấp V của ống thép 1 một giá trị là 5 - 150 mm/giây và sử dụng cuộn gia nhiệt cảm ứng có một cuộn dây làm cuộn gia nhiệt cảm ứng 5 và cấp cuộn gia nhiệt cảm ứng 5 với dòng điện xoay chiều có tần số

dòng điện là 5 - 100 kHz, và (b) khi độ dày vách của ống thép 1 lớn hơn so với 2,0 mm và lớn nhất là 3,0 mm, tốt hơn là sử dụng cuộn gia nhiệt cảm ứng có hai cuộn dây làm cuộn gia nhiệt cảm ứng 5, và điều chỉnh tần số dòng điện f (kHz) của cuộn gia nhiệt cảm ứng 5 và tốc độ cấp V (mm/giây) của ống thép 1 để thỏa mãn các mối tương quan được đưa ra bởi Phương trình (1): $f < 3000/V$ và Phương trình (2): $f \leq 0,08 V$.

Sáng chế đề xuất phương pháp chế tạo chi tiết uốn cong gián đoạn hoặc liên tục có phần uốn cong theo chiều dọc của nó được uốn cong ba chiều bằng cách đỡ vật liệu kim loại rỗng được làm thon dài có hình dạng mặt cắt theo chiều ngang khép kín ở vị trí thứ nhất trong khi cấp nó theo chiều dọc, tạo nên phần nhiệt độ cao mà nó di chuyển theo chiều hướng trục của vật liệu kim loại nhờ thực hiện gia nhiệt cảm ứng của vật liệu kim loại với cuộn gia nhiệt cảm ứng ở vị trí thứ hai được bố trí phía dưới của vị trí thứ nhất theo chiều cấp của vật liệu kim loại và làm mát vật liệu kim loại được gia nhiệt ở vị trí thứ ba được bố trí phía dưới của vị trí thứ hai theo chiều cấp của vật liệu kim loại, và đặt mômen uốn tới phần nhiệt độ cao bằng cách thay đổi ba chiều vị trí của cơ cấu kẹp mà nó kẹp vật liệu kim loại trong vùng phía dưới của vị trí thứ ba theo chiều cấp của vật liệu kim loại, khác biệt ở chỗ khi vật liệu kim loại có độ dày vách lớn nhất là 2,0 mm, tốc độ cấp của vật liệu kim loại được đặt là 5-150 mm/giây, cuộn gia nhiệt cảm ứng có một cuộn dây được sử dụng làm cuộn gia nhiệt cảm ứng, và dòng điện xoay chiều có tần số dòng điện là 5 - 100 kHz được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng, và/hoặc khi độ dày vách của vật liệu kim loại lớn hơn so với 2,0 mm và lớn nhất là 3,0 mm, cuộn gia nhiệt cảm ứng có hai cuộn dây được sử dụng làm cuộn gia nhiệt cảm ứng, và tần số dòng điện f (kHz) và tốc độ cấp V (mm/giây) của vật liệu kim loại được điều chỉnh để thỏa mãn Phương trình (1): $f < 3000/V$ và Phương trình (2): $f \geq 0,08 V$, trong đó $5 \text{ kHz} \leq f \leq 100 \text{ kHz}$ và $5 \text{ mm/giây} \leq V \leq 150 \text{ mm/giây}$.

Từ khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị chế tạo dùng cho chi tiết uốn cong có cơ cấu cấp để cấp vật liệu kim loại rỗng được làm thon dài có hình dạng mặt cắt theo chiều ngang khép kín theo chiều dọc của nó, cơ cấu đỡ dùng để đỡ

vật liệu kim loại được cấp ở vị trí thứ nhất, cơ cấu gia nhiệt để thực hiện việc gia nhiệt cảm ứng của vật liệu kim loại được cấp ở vị trí thứ hai được bố trí phía dưới của vị trí thứ nhất theo chiều cấp của vật liệu kim loại, cơ cấu làm mát để làm mát vật liệu kim loại ở vị trí thứ ba được bố trí phía dưới của vị trí thứ hai theo chiều cấp của vật liệu kim loại nhờ đó tạo nên cục bộ trong vật liệu kim loại phần nhiệt độ cao mà nó di chuyển theo chiều hướng trục của vật liệu kim loại, và cơ cấu kẹp để đặt mômen uốn tới phần nhiệt độ cao nhờ dịch chuyển ba chiều trong khi kẹp vật liệu kim loại được cấp trong vùng được bố trí phía dưới của vị trí thứ ba theo chiều cấp của vật liệu kim loại, khác biệt ở chỗ khi vật liệu kim loại có độ dày vách lớn nhất là 2,0 mm, cơ cấu cấp cấp vật liệu kim loại ở tốc độ V là 5 - 150 mm/giây, cơ cấu gia nhiệt có cuộn gia nhiệt cảm ứng gồm một cuộn dây, và cuộn gia nhiệt cảm ứng được cấp dòng điện xoay chiều có tần số dòng điện là 5 - 100 kHz, và/hoặc khi độ dày vách của vật liệu kim loại lớn hơn so với 2,0 mm và lớn nhất là 3,0 mm, cơ cấu gia nhiệt là cuộn gia nhiệt cảm ứng có hai cuộn dây và cơ cấu cấp và cơ cấu gia nhiệt điều chỉnh tốc độ cấp V (mm/giây) của vật liệu kim loại nhờ cơ cấu cấp và tần số dòng điện f (kHz) của cuộn gia nhiệt cảm ứng để thỏa mãn các mối tương quan $f < 3000/V$ và $f \geq 0,08 V$, trong đó $5 \text{ kHz} \leq f \leq 100 \text{ kHz}$ và $5 \text{ mm/giây} \leq V \leq 150 \text{ mm/giây}$.

Theo sáng chế, tùy thuộc vào độ dày vách của vật liệu kim loại mà hoặc lớn nhất là 2,0 mm hoặc lớn hơn so với 2,0 mm và lớn nhất là 3,0 mm, chẳng hạn, nhờ xét đến độ dày vách của vật liệu kim loại, chi tiết uốn cong có thể được chế tạo dưới hoặc của các điều kiện nêu trên.

Theo sáng chế, tốt hơn là thỏa mãn ít nhất một của các dấu hiệu từ (A) đến (E) dưới đây;

(A) chi tiết uốn cong có ít nhất hai phần uốn cong theo chiều dọc của nó với bán kính cong khác nhau.

(B) vật liệu kim loại có hình dạng mặt cắt theo chiều ngang là hình tròn, hình chữ nhật, hình elip, hình thuôn dài, hình đa giác, kết hợp hình đa giác và hình tròn, hoặc kết hợp hình đa giác và hình elip,

(C) cơ cấu kẹp vật liệu kim loại nhờ được đưa vào đầu dẫn của vật liệu kim loại hoặc nhờ tiếp xúc bề mặt ngoài của đầu dẫn của vật liệu kim loại,

(D) vật liệu kim loại được cấp được làm cứng ở ít nhất một vị trí theo chiều chu vi của nó nhờ được gia nhiệt cục bộ ở vị trí thứ hai tới nhiệt độ mà tại đó việc kết thúc hóa cứng là có thể và nhờ được làm mát ở vị trí thứ ba, và

(E) chi tiết uốn cong có phần được làm cứng gián đoạn hoặc liên tục theo chiều dọc và/hoặc theo chiều chu vi ở mặt cắt lấy dọc theo chiều dọc.

Theo sáng chế, có thể tạo nên một cách ổn định phần nhiệt độ cao trong vùng hẹp theo chiều hướng trục của vật liệu kim loại và đồng nhất theo chiều chu vi của vật liệu kim loại sử dụng thiết bị chế tạo của tài liệu patent 1, vì vậy có thể chế tạo chi tiết uốn cong với độ chính xác kích thước cao.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ minh họa dưới dạng sơ đồ thể hiện ở dạng được đơn giản hóa một ví dụ về kết cấu của thiết bị chế tạo theo sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ minh họa thể hiện mô hình về hình dạng thu được nhờ phân tích số học.

Fig.3 là hình vẽ minh họa thể hiện các kết quả phân tích số học về phân bố nhiệt độ trong ống thép đối với trường hợp trong đó độ dày vách của ống thép là 3 mm và tần số dòng điện f được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng là 25 kHz.

Fig.4 là hình vẽ minh họa thể hiện sự thay đổi về vùng được gia nhiệt khi tần số dòng điện f đã được thay đổi (độ dày vách của ống thép là 3 mm, và tốc độ cấp f là 100 mm/giây).

Fig.5 là hình vẽ minh họa thể hiện các kết quả phân tích số học đối với trường hợp trong đó dòng điện có tần số dòng điện là 25 kHz được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng 2 cuộn và tốc độ cấp V của ống thép được thay đổi.

Fig.6 là hình vẽ minh họa thể hiện các kết quả phân tích số học đối với trường hợp trong đó tần số dòng điện f của dòng điện được cấp tới cuộn gia

nhệt cảm ứng 2 cuộn được thay đổi và ống thép được cấp với tốc độ cấp V là 100 mm/giây.

Fig.7 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa tốc độ cấp V, tần số dòng điện f, và độ rộng gia nhiệt khi sử dụng cuộn gia nhiệt cảm ứng 2 cuộn.

Fig.8 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa tốc độ cấp V, tần số dòng điện f, và dòng điện lớn nhất có thể khi sử dụng cuộn gia nhiệt cảm ứng 2 cuộn.

Fig.9 là đồ thị thể hiện phạm vi dùng cho tốc độ cấp thích hợp V và tần số dòng điện thích hợp f khi sử dụng cuộn gia nhiệt cảm ứng 2 cuộn.

Fig.10 là hình vẽ minh họa dưới dạng sơ đồ thể hiện kết cấu của thiết bị chế tạo sử dụng robot có khớp nối.

Fig.11 là hình vẽ minh họa thể hiện robot có khớp nối.

Fig.12 là hình vẽ minh họa dưới dạng sơ đồ thể hiện thiết bị chế tạo được bộc lộ trong tài liệu patent 1.

Giải thích các số chỉ dẫn

- 0 thiết bị chế tạo
- 1 vật liệu kim loại
- 1a phân nhiệt độ cao
- 2 cơ cấu đỡ
- 3 cơ cấu cấp
- 4 khuôn trực lăn dịch chuyển được
- 4a cặp trục
- 5 cuộn gia nhiệt cảm ứng
- 6 cơ cấu làm mát bằng nước
- 10, 10-1 thiết bị chế tạo
- 11 cơ cấu cấp

- 12 mâm cặp
- 13 cơ cấu đỡ
- 14 cơ cấu gia nhiệt
- 14a cuộn gia nhiệt cảm ứng
- 15 cơ cấu kẹp
- 16 cơ cấu làm mát
- 17 thân
- 18 đế thứ nhất
- 19 đế thứ hai
- 20 cơ cấu dịch chuyển
- 22 động cơ làm nghiêng trục x
- 23 động cơ dịch vị trục x
- 24 động cơ làm nghiêng trục y
- 25 động cơ dịch vị trục y
- 26 động cơ làm nghiêng trục z
- 27 động cơ dịch vị trục x
- 30 mô hình dùng để phân tích số
- 31 ống thép
- 31a phần nhiệt độ cao
- 32, 32-1, 32-2 cuộn gia nhiệt cảm ứng

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 là hình vẽ minh họa dưới dạng sơ đồ thể hiện ở dạng được đơn giản hóa kết cấu của một ví dụ về thiết bị chế tạo 10 theo sáng chế.

Như được thể hiện trên hình vẽ này, thiết bị chế tạo 10 có cơ cấu cấp 11, cơ cấu đỡ 13, cơ cấu gia nhiệt 14, cơ cấu làm mát 16, và cơ cấu kẹp 15. Các thành phần này sẽ được giải thích theo thứ tự.

[Cơ cấu cấp 11]

Cơ cấu cấp 11 cấp vật liệu kim loại 1 theo chiều dọc của nó. Vật liệu kim loại 1 là chi tiết rỗng thon dài có hình dạng mặt cắt khép kín. Trong phần giải thích dưới đây, một ví dụ sẽ được đưa ra về trường hợp trong đó vật liệu kim loại 1 là ống thép. Sáng chế không bị giới hạn ở trường hợp trong đó vật liệu kim loại là ống thép 1. Ví dụ, vật liệu kim loại rỗng có hình dạng mặt cắt theo chiều ngang là hình chữ nhật, hình elip, dạng thon dài, hình đa giác, hoặc kết hợp hình đa giác và hình tròn, hoặc kết hợp hình đa giác và hình elip có thể được sử dụng theo cách giống như ống thép 1.

Một ví dụ về cơ cấu cấp 11 là cơ cấu cấp sử dụng trục lăn trợ động điện. Cơ cấu cấp 11 không bị giới hạn ở loại cụ thể. Các cơ cấu cấp đã biết như cơ cấu cấp sử dụng vít cầu hoặc cơ cấu cấp sử dụng dây đai định thời hoặc xích có thể được sử dụng cùng giống như cơ cấu cấp 11.

Ống thép 1 được đỡ dịch chuyển được bởi mâm cặp 12 và được cấp bởi cơ cấu cấp 11 ở tốc độ cấp định trước V (mm/giây) theo chiều hướng trục của nó (chiều dọc). Mâm cặp 12 đỡ ống thép 1 để cấp ống thép 1. Mâm cặp 12 có thể được bỏ qua.

[Cơ cấu đỡ 13]

Cơ cấu đỡ 13 đỡ dịch chuyển được ống thép 1 mà nó được cấp theo chiều hướng trục của nó bởi cơ cấu cấp 11 ở vị trí thứ nhất A.

Một ví dụ về cơ cấu đỡ 13 là bộ phận dẫn hướng được cố định. Cơ cấu đỡ 13 không bị giới hạn ở loại cụ thể nó. Một hoặc nhiều cặp trục lăn không được dẫn động đối nhau có thể được sử dụng làm cơ cấu đỡ 13. Cơ cấu đỡ đã biết có thể được sử dụng giống như cơ cấu đỡ 13.

Ống thép 1 đi qua vị trí lắp đặt của cơ cấu đỡ 13 và được cấp theo chiều hướng trục của nó. Cơ cấu đỡ 13 có thể được thay thế bởi mâm cặp 12.

[Cơ cấu gia nhiệt 14]

Cơ cấu gia nhiệt 14 thực hiện việc gia nhiệt cảm ứng ống thép 1 được cấp. Cơ cấu gia nhiệt 14 được bố trí ở vị trí thứ hai B được bố trí phía dưới của vị trí thứ nhất A theo chiều cấp của ống thép 1.

Trong thiết bị chế tạo 10, khi độ dày vách của ống thép 1 lớn nhất là 2,0 mm, cơ cấu cấp 11 cấp ống thép 1 với tốc độ cấp V là 5 - 150 mm/giây. Cơ cấu gia nhiệt 14 có cuộn gia nhiệt cảm ứng 14a với một cuộn dây, và cuộn gia nhiệt cảm ứng 14a được cấp với dòng điện xoay chiều có tần số dòng điện là 5 - 100 kHz.

Trong thiết bị chế tạo 10, khi độ dày vách của ống thép 1 lớn hơn so với 2,0 mm và lớn nhất là 3,0 mm, cơ cấu gia nhiệt 14 có cuộn gia nhiệt cảm ứng 14a với hai cuộn dây. Cơ cấu cấp 11 và cơ cấu gia nhiệt 14 điều chỉnh tốc độ cấp V (mm/giây) của ống thép 1 nhờ cơ cấu cấp 11 và tần số dòng điện f (kHz) của dòng điện xoay chiều được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng 14a để thỏa mãn các mối tương quan:

$$f < 3000/V \text{ và } f \geq 0,08 \text{ V}$$

$$\text{trong đó } 5 \text{ kHz} \leq f \leq 100 \text{ kHz và } 5 \text{ mm/giây} \leq V \leq 150 \text{ mm/giây.}$$

"Cuộn gia nhiệt cảm ứng có một cuộn dây" không bị giới hạn ở cuộn gia nhiệt cảm ứng trong đó thân cuộn dây quấn hoàn toàn quanh chu vi của ống thép 1. "Cuộn gia nhiệt cảm ứng có một cuộn dây" bao gồm cuộn gia nhiệt cảm ứng có thân cuộn dây mà nó quấn quanh phần lớn ống thép 1 nhưng không bao quanh phần của chu vi ngoài của ống thép 1. Đặc biệt là, cuộn gia nhiệt cảm ứng có thân cuộn dây mà nó quấn quanh ít nhất 70% chu vi ngoài của ống thép 1 nằm trong phạm vi của "cuộn gia nhiệt cảm ứng có một cuộn dây".

Lý do để xác định rõ tốc độ cấp và tần số dòng điện như trên sẽ được giải thích trong khi tham chiếu tới các kết quả phân tích số học được tiến hành bởi các tác giả sáng chế.

(Các điều kiện phân tích số học)

Fig.2 là hình vẽ giải thích thể hiện mẫu 30 dùng để phân tích số học. Như được thể hiện trên Fig.2, phân tích số học mẫu 30 có hai tọa độ hình trụ.

Theo phép phân tích số học này, hình dạng của phần nhiệt độ cao 31a được tạo nên khi độ dày vách của ống thép 31, tần số dòng điện f của dòng điện được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng 32, và tốc độ cấp V của ống thép 31 được thay đổi đã được nghiên cứu bằng cách phân tích từ trường và phân tích truyền nhiệt.

Giả sử rằng cuộn gia nhiệt cảm ứng 32 đã được cấu thành bởi ống đồng có dạng mặt cắt hình chữ nhật theo số đo chiều ngang 15 mm trên một phía, phân tích số học đã được thực hiện dưới các điều kiện sau:

đường kính của ống thép 31: 38,1 mm

khoảng cách d giữa cuộn gia nhiệt cảm ứng 32 và ống thép 31: 3 mm

tần số dòng điện f : 5; 10; 25; 50; 75; hoặc 100 kHz (6 mức)

độ dày vách của ống thép 31: 1,0; 2,0; hoặc 3,0 mm (3 mức)

tốc độ cấp V của ống thép 31: 5; 10; 50; 75; 100; 125; hoặc 150 mm/giây (7 mức).

Vị trí dùng cho điểm bắt đầu làm lạnh ống thép được gia nhiệt 31 là 10 mm phía dưới của vị trí nhô ra 33 của cuối cuộn gia nhiệt cảm ứng 32 (các kết quả phân tích số học).

Fig.3 thể hiện các kết quả phân tích số học về phân bố nhiệt độ của ống thép 31 đối với trường hợp trong đó độ dày vách của ống thép 31 là 3 mm và tần số dòng điện f là 25 kHz. Fig.3 thể hiện sự phụ thuộc của phần nhiệt độ cao của ống thép 31 ở tốc độ cấp. Trên Fig.3 và Fig.4 đến Fig.6 dưới đây, đường thẳng ở

phần bên trên của ống thép 31 chỉ báo bề mặt ngoài của ống thép 31 và đường thẳng ở phần bên dưới của ống thép 31 chỉ báo bề mặt trong của ống thép 31.

Nói chung, độ bền biến dạng của vật liệu thép giảm lớn trong khoảng nhiệt độ 800°C và cao hơn. Do đó, theo phép phân tích số học này, vùng được gia nhiệt đã được tạo ra là một trong đó nhiệt độ được tăng tới ít nhất 800°C . Tất cả các phép tính đã được thực hiện dưới các điều kiện sao cho nhiệt độ lớn nhất của bề mặt ngoài của ống thép 31 là 1000°C .

Như được thể hiện trên Fig.3, vì tốc độ cấp V được tăng từ 5 đến 10, 50, 75, 100, 125, và 150 mm/giây, sự khác nhau về nhiệt độ giữa bề mặt ngoài và bề mặt trong của ống thép 1 được tăng. Điều này là do bề mặt ngoài của ống thép 31 được gia nhiệt trực tiếp nhờ gia nhiệt cảm ứng, trong khi bề mặt trong của ống thép 31 được gia nhiệt chỉ bởi độ dẫn điện từ bề mặt ngoài. Do đó, tốc độ cấp V của ống thép 31 càng cao, thời gian tại đó bề mặt trong của ống thép 31 được gia nhiệt càng thấp.

Như được thể hiện trên Fig.3, khi tốc độ cấp V của ống thép 31 là 5 hoặc 10 mm/giây, hầu như không có sự chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt trong và bề mặt ngoài của ống thép 31, và việc uốn cong có thể được thực hiện mà không có vấn đề gì. Khi thực hiện việc uốn cong của vật liệu thép, độ đồng đều về nhiệt độ theo chiều độ dày tấm (độ đồng đều về phân bố nhiệt độ) là quan trọng, và cụ thể là cần điều khiển độ rộng của vùng trong đó nhiệt độ là ở 800°C hoặc cao hơn (được đề cập dưới đây là độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu).

Khi tốc độ cấp V của ống thép 31 đạt đến 50 mm/giây, độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu (vùng được thể hiện bởi A trên Fig.3) trở nên hẹp. Khi tốc độ cấp V của ống thép 31 đạt đến 75 mm, độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A trở nên gần 0. Nếu độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A là 0, nó trở nên không thể thực hiện việc uốn cong với độ chính xác tốt. Khi tốc độ cấp V của ống thép 31 đạt đến 100 mm/giây hoặc cao hơn, bề mặt trong của ống thép 31 có thể không còn được gia nhiệt tới ít nhất 800°C và trở nên không thể thực hiện việc uốn cong.

Theo cách này, tốc độ cấp V của ống thép 31 càng cao hoặc độ dày vách của ống thép 31 càng lớn thì độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu của ống thép 31 càng giảm, và trở nên càng khó thực hiện việc uốn cong. Dựa vào các kết quả nêu trên, tốc độ cấp V của ống thép 31 được thực hiện ít nhất là 5 mm/giây tới lớn nhất là 150 mm/giây.

Không dễ dàng thay đổi tần số dòng điện f của cơ cấu gia nhiệt cảm ứng, vì vậy cần lựa chọn tần số dòng điện thích hợp f khi thiết kế cơ cấu gia nhiệt cảm ứng.

Fig.4 là hình vẽ minh họa thể hiện các sự thay đổi trong vùng được gia nhiệt khi tần số dòng điện f đã được thay đổi (độ dày vách của ống thép 31=3 mm, tốc độ cấp V = 100 mm/giây).

Tần số dòng điện f càng thấp, độ sâu lớp phủ điện từ được gia nhiệt nhờ gia nhiệt cảm ứng càng lớn. Do đó, khi tốc độ cấp V của ống thép 31 là không đổi, tần số dòng điện f càng thấp, bề mặt trong của ống thép 31 có thể được gia nhiệt đến 800°C hoặc cao hơn càng lớn. Tuy nhiên, theo sáng chế, tần số dòng điện f càng thấp, độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A nhờ gia nhiệt cảm ứng càng lớn, sao cho độ chính xác kích thước của chi tiết uốn cong giảm.

Fig.5 là hình vẽ minh họa thể hiện các kết quả phân tích khi dòng điện có tần số dòng điện f là 25 kHz đã được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng có hai cuộn dây 31-1 và 31-2 và tốc độ cấp V của ống thép 31 đã được thay đổi. Fig.6 là hình vẽ minh họa thể hiện các kết quả phân tích khi tần số dòng điện f của dòng điện được cấp tới các cuộn gia nhiệt cảm ứng có hai cuộn dây 31-1 và 31 -2 đã được thay đổi và ống thép 31 đã được cấp ở tốc độ là 100 mm/giây.

So sánh các kết quả được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6 và các kết quả được thể hiện trên Fig.3 và Fig.4, có thể thấy rằng số lượng các cuộn dây của cuộn gia nhiệt cảm ứng tăng lên, vị trí của điểm bắt đầu gia nhiệt của ống thép 31 di chuyển về phía bên trên. Do đó, mặc dù độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A tăng lên theo chiều hướng trục của ống thép 31, có thể thực hiện việc gia nhiệt trên bề mặt trong của ống thép 31.

Kết quả là việc thực hiện số lượng lớn phép phân tích mà nó đã thay đổi số lượng các cuộn dây của cuộn gia nhiệt cảm ứng 32, tần số dòng điện f , và tốc độ cấp V của ống thép 31 như được thể hiện trên Fig.3 đến Fig.6, các tác giả sáng chế đã xác định mối tương quan giữa tốc độ cấp V , tần số dòng điện f , và độ dày vách sao cho độ rộng làm nóng hiệu quả không trở thành không. Bảng 1 thể hiện mối tương quan giữa tần số dòng điện f , tốc độ cấp V , và độ dày vách của ống thép mà nó có thể được uốn cong khi sử dụng cuộn gia nhiệt cảm ứng có một cuộn dây.

Bảng 1

V (mm/giây)	f (kHz)					
	5	10	25	50	75	100
5	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
50	-	-	3,0	3,0	3,0	3,0
75	-	3,0	2,8	2,8	2,8	2,8
100	-	3,0	2,6	2,4	2,4	2,4
125	3,0	2,8	2,4	2,2	2,2	2,2
150	3,0	2,8	2,2	2,0	2,0	2,0

Các đường gạch ngang (-) trong Bảng 1 chỉ báo rằng độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A lớn hơn không với độ dày vách lớn nhất là 3 mm, chẳng hạn, nó chỉ báo rằng ống thép với độ dày vách lớn nhất là 3 mm có thể được trải qua quá trình uốn cong. Các chữ số trong Bảng 1 chỉ báo độ dài làm việc tới hạn (mm); chẳng hạn, độ rộng làm nóng hiệu quả bằng không khi độ dày vách vượt quá giá trị này. Do vậy, nếu độ dày vách lớn nhất của ống thép 31 để sử dụng với thiết bị chế tạo 0 được làm là 3 mm, các điều kiện trong vùng được bao quanh bởi đường đứt nét trong Bảng 1 là các điều kiện dưới đó quy trình uốn cong là có thể.

Cuộn gia nhiệt cảm ứng 32 đặc biệt được làm bằng hợp kim đồng. Dòng điện có thể được đi qua cuộn gia nhiệt cảm ứng 32 tùy thuộc vào diện tích mặt cắt của cuộn gia nhiệt cảm ứng 32 và phương pháp làm mát, nhưng thường lớn nhất là 10,000 A. Như được thể hiện trong Bảng 1, để làm tăng tốc độ cấp V của

ống thép 31, cần giảm thấp tần số dòng điện f . Nếu tần số dòng điện f được giảm, dòng điện trong cuộn gia nhiệt cảm ứng 32 tăng lên.

Bảng 2 thể hiện dòng điện (A) cần được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng 32 có một cuộn dây để thực hiện việc gia nhiệt lên đến 1000°C khi ống thép 31 có độ dày vách là 3 mm.

V (mm/giây)	f (kHz)					
	5	10	25	50	75	100
5	4031	2737	1973	1701	1566	1465
10	5715	3906	2789	2386	2208	2081
50	13100	8908	6312	5352	4894	4593
75	15945	10719	7210	5948	5518	5193
100	18301	12121	8018	6381	5866	5514
125	20358	13515	8747	6804	6054	5783
150	22181	14957	9423	7154	6415	5966

Như được thể hiện bởi vùng được bao quanh bởi đường đứt nét trong Bảng 2, khi tần số dòng điện f là thấp và tốc độ cấp V của ống thép 31 là cao, dòng điện vượt quá 10,000 A, do đó không thể từ quan điểm thực tiễn để thực hiện việc gia nhiệt cảm ứng.

Như được thể hiện trong Bảng 1, để tạo nên tốc độ cấp V của ống thép 31 ít nhất là 100 mm/giây, cần tạo nên tần số dòng điện f lớn nhất là 10 kHz. Tuy nhiên, với cuộn gia nhiệt cảm ứng 32 có một cuộn dây, dòng điện cuối cùng vượt quá 10,000 A.

Để giải quyết vấn đề này, tốt hơn là cuộn gia nhiệt cảm ứng có hai cuộn dây. Nhờ làm tăng số lượng các cuộn dây từ 1 lên 2, có thể giảm dòng điện trên mỗi cuộn dây, nhưng độ rộng được gia nhiệt theo chiều hướng trục của ống thép 31 tăng lên.

Từ Bảng 1 và Bảng 2, có thể thấy rằng khi cuộn gia nhiệt cảm ứng có một cuộn dây, các điều kiện trong đó tốc độ cấp V lớn nhất là 150 mm/giây và tần số dòng điện f là 25 - 75 kHz là thích hợp để gia nhiệt ống thép 31 có độ dày vách là 2,0 mm.

Bảng 3 thể hiện các kết quả phân tích số học của dòng điện (A) cần gia nhiệt ống thép 31 tới 1000° C khi cuộn gia nhiệt cảm ứng có hai cuộn dây và độ dày vách của ống thép 31 là 3 mm.

Bảng 3

V (mm/giây)	f (kHz)					
	5	10	25	50	75	100
5	3181	1876	1080	832	753	735
10	4389	2619	1534	1184	1067	1016
50	9885	6178	3752	2907	2610	2451
75	13776	7677	4756	3682	3286	3083
100	16173	9071	5633	4339	3869	3633
125	18410	9984	6391	4938	4427	4143
150	20433	11407	7084	5492	4904	4601

Như được thể hiện trong Bảng 3, khi cuộn gia nhiệt cảm ứng có hai cuộn dây, ngay cả khi tần số dòng điện f là 10 kHz, có thể thực hiện việc uốn cong với tốc độ cấp V là 100 mm/giây. Các điều kiện trong vùng được bao quanh bởi đường đứt nét trong Bảng 3 thể hiện các điều kiện trong đó dòng điện vượt quá 10,000 và trong đó không thể từ quan điểm thực tiễn để thực hiện việc gia nhiệt cảm ứng.

Bảng 4 thể hiện các kết quả phân tích của vùng trong đó độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A là cao hơn so với không khi cuộn gia nhiệt cảm ứng có hai cuộn dây. Các ký hiệu và số trong Bảng 4 là giống như trong Bảng 1.

Bảng 4

V (mm/giây)	f (kHz)					
	5	10	25	50	75	100
5	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	-	-	-
100	-	-	3,0	3,0	3,0	3,0
125	-	3,0	2,8	2,6	2,6	2,6
150	3,0	3,0	2,6	2,4	2,4	2,4

Cuộn gia nhiệt cảm ứng có hai cuộn dây, độ rộng được gia nhiệt lớn hơn so với một cuộn dây, so các điều kiện trong đó độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A có thể được bảo đảm được mở rộng.

Fig.5 thể hiện độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A (mm) khi cuộn gia nhiệt cảm ứng có một cuộn dây, và Fig.6 thể hiện độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A (mm) khi cuộn gia nhiệt cảm ứng có hai cuộn dây.

Bảng 5

V (mm/giây)	f (kHz)					
	5	10	25	50	75	100
5	16,54	15,12	15,83	17,74	18,38	19,08
10	17,10	15,65	16,15	18,29	19,35	20,12
50	20,33	19,04	19,64	21,46	22,47	23,10
75	21,47	19,21	19,32	21,02	22,17	22,71
100	21,47	19,29	19,51	20,48	21,56	22,28
125	21,91	19,90	19,83	20,47	21,25	21,93
150	22,51	20,96	20,13	20,39	21,16	21,68

Bảng 6

V (mm/giây)	f (kHz)					
	5	10	25	50	75	100
5	23,75	21,94	23,54	26,33	27,32	27,86
10	23,94	22,19	23,72	26,52	28,38	29,00
50	27,99	26,77	28,32	29,32	33,82	34,73
75	29,01	27,63	29,40	33,34	35,02	35,73
100	29,48	27,67	29,97	32,96	34,86	36,07
125	29,86	27,37	30,51	32,51	34,37	35,49
150	29,98	27,39	30,35	31,94	33,91	35,30

Như được thể hiện trong Bảng 5, độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A trở nên lớn nhất là 25 mm dưới tất cả các điều kiện với một cuộn dây, nhưng như được thể hiện bởi vùng được bao quanh bởi đường đứt nét trong Bảng 6, khi có hai cuộn dây, tùy thuộc vào các điều kiện, độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A đôi khi vượt quá 30 mm.

Để đảm bảo độ chính xác gia công của thiết bị chế tạo 0, độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A tốt hơn là càng hẹp càng tốt. Độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A (mm) tốt hơn là lớn nhất vào khoảng 30 mm. Khi độ dày vách của ống thép 31 lớn nhất là 2,0 mm, sử dụng cuộn gia nhiệt cảm ứng 32 có một cuộn dây có thể giảm độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A (mm), nhờ đó độ chính xác kích thước của chi tiết uốn cong có thể được đảm bảo. Từ Bảng 1 và Bảng 2, có thể thấy rằng trong trạng thái đó, tốc độ cấp V tốt hơn là lớn nhất 150 mm/giây và tần số dòng điện f tốt hơn là từ 25 kHz đến 100 kHz.

Khi độ dày vách lớn hơn so với 2,0 mm và lớn nhất là 3,0 mm, tốt hơn là sử dụng cuộn gia nhiệt cảm ứng của hai cuộn dây 32-1 và 32-2. Cũng trong trường hợp này, tốt hơn là để độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A lớn nhất là 30 mm để đảm bảo độ chính xác kích thước của chi tiết uốn cong.

Mối tương quan được thể hiện trong Bảng 6 được minh họa bởi đồ thị trên Fig.7. Các đường tròn rỗng trong đồ thị trên Fig.7 thể hiện trường hợp trong đó độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A lớn nhất là 30 mm, và các hình vuông đặc thể hiện trường hợp khi độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A vượt quá 30 mm.

Như được thể hiện bởi đồ thị trên Fig.7, độ rộng hiệu quả có thể được tạo lớn nhất là 30 mm nếu tần số dòng điện f (kHz) và tốc độ cấp V (mm) thỏa mãn mối tương quan được đưa ra bởi công thức xấp xỉ $f < 3000/V$.

Từ đồ thị được thể hiện trên Fig.7, có thể thấy rằng tần số dòng điện lớn nhất là 25 kHz được ưu tiên khi sử dụng cuộn gia nhiệt cảm ứng của hai cuộn dây 32-1 và 32-2. Tuy nhiên, khi tần số dòng điện f thấp, cần xét đến dòng điện mà nó có thể đi qua cuộn dây như được thể hiện trong Bảng 3.

Mối tương quan này được thể hiện bởi đồ thị trên Fig.8. Các đường tròn rỗng trong đồ thị trên Fig.8 thể hiện giá trị dòng điện mà nó có thể đi qua cuộn dây, và các hình vuông đặc thể hiện giá trị dòng điện mà nó không thể đi qua cuộn dây.

Từ đồ thị trên Fig.8, vùng trong đó dòng điện có thể đi qua cuộn dây khi cuộn gia nhiệt cảm ứng của hai cuộn dây 32-1 và 32-2 được sử dụng là vùng được đưa ra bởi công thức xấp xỉ $f \geq 0,08 V$.

Fig.9 là đồ thị thể hiện vùng trên Fig.7 ở đó độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A lớn nhất khoảng 30 mm kết hợp với vùng trên Fig.8 ở đó dòng điện có thể đi qua. Trong đồ thị trên Fig.9, vùng trong đó độ rộng được gia nhiệt hữu hiệu A không thể được đảm bảo mà không cần quan tâm đến tần số dòng điện f và tốc độ cấp V được điều chỉnh ra sao được thể hiện bởi phần LP được đánh dấu bằng lưới ($f \geq 25$ kHz và $V \geq 125$ mm/giây).

Vì các lý do nêu trên, khi độ dày vách của ống thép 1 lớn nhất là 2,0 mm, ống thép 1 được cấp bởi cơ cấu cấp 11 ở tốc độ cấp V là 5 - 150 mm/giây, và gia nhiệt cảm ứng của ống thép 1 được thực hiện sử dụng cuộn gia nhiệt cảm ứng 14a có một cuộn dây làm cơ cấu gia nhiệt 14 và nhờ cấp cuộn gia nhiệt cảm ứng 14a của một cuộn dây với dòng điện xoay chiều có tần số dòng điện f là 5 - 100 kHz.

Khi độ dày vách của ống thép 1 lớn hơn so với 2,0 mm và lớn nhất là 3,0 mm, cuộn gia nhiệt cảm ứng 14a có hai cuộn dây được sử dụng làm cơ cấu gia nhiệt 14, và cơ cấu cấp 11 và cơ cấu gia nhiệt 14 tốt hơn là được điều chỉnh sao cho tốc độ cấp V (mm/giây) của ống thép 1 bởi cơ cấu cấp 11 và tần số dòng điện f (kHz) của dòng điện xoay chiều được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng 14a thoả mãn các mối tương quan $f < 3000/V$ và $f \geq 0,08 V$, dưới các điều kiện $5 \text{ kHz} \leq f \leq 100 \text{ kHz}$ và $5 \text{ mm/giây} \leq V \leq 150 \text{ mm/giây}$.

Với trạng thái nêu trên, khi ống thép 1 được gia nhiệt sử dụng cuộn gia nhiệt cảm ứng 14a với hai cuộn dây, độ rộng được gia nhiệt của ống thép 1 hơi tăng lên, nhưng cuộn dây gia nhiệt như vậy có thể được áp dụng khi độ dày vách của ống thép 1 lớn nhất là 2,0 mm.

Nhờ thay đổi khoảng cách giữa ống thép 1 và cuộn gia nhiệt cảm ứng 14a theo chiều song song với chiều vuông góc với chiều hướng trục của ống thép 1, có thể gia nhiệt không đồng nhất ít nhất phần của ống thép 1 theo chiều chu vi.

Hơn nữa, nhờ gia nhiệt ống thép 1 với ít nhất một cơ cấu gia nhiệt bổ sung được bố trí ở phía đầu của cơ cấu gia nhiệt 14, có thể gia nhiệt ống thép 1 hai hoặc nhiều hơn hai lần hoặc gia nhiệt không đồng nhất phần của ống thép 1 theo chiều chu vi.

[Cơ cấu làm mát 16]

Cơ cấu làm mát 16 được bố trí ở vị trí thứ ba C ở phía cuối của vị trí thứ hai B theo chiều cấp của ống thép 1. Cơ cấu làm mát 16 làm mát ống thép được gia nhiệt 1. Nhờ làm mát ống thép 1 bằng cơ cấu làm mát 16, phần nhiệt độ cao 1a mà nó di chuyển theo chiều hướng trục của ống thép 1 được tạo nên cục bộ. Phần nhiệt độ cao 1a có độ bền biến dạng mà nó thấp hơn nhiều so với độ bền của các phần khác.

Cơ cấu làm mát 16 có thể là cơ cấu bất kỳ mà nó có thể làm mát ống thép 1 ở tốc độ làm mát mong muốn, và không bị giới hạn ở loại cụ thể của cơ cấu làm mát. Nói chung, một ví dụ của cơ cấu làm mát là cơ cấu làm mát bằng nước mà nó làm mát ống thép 1 bằng cách phun nước làm mát ở vị trí định trước lên bề mặt chu vi ngoài của ống thép 1.

Như được thể hiện trên Fig.1, nước làm mát được phun để được dốc về phía chiều cấp của ống thép 1. Nhờ thay đổi khoảng cách của cơ cấu làm mát 16 đối với ống thép 1 theo chiều song song với chiều vuông góc với chiều hướng trục của ống thép 1, độ dài của phần nhiệt độ cao 1a theo chiều hướng trục có thể được điều chỉnh.

[Cơ cấu kẹp 15]

Cơ cấu kẹp 15 được bố trí trong vùng D phía dưới của vị trí thứ ba C theo chiều cấp của ống thép 1. Cơ cấu kẹp 15 di chuyển ba chiều theo chiều bao gồm ít nhất chiều cấp của ống thép 1 bên trong không gian làm việc bao gồm không gian ở phía đầu của vị trí thứ ba C theo chiều cấp của ống thép 1. Kết quả là, cơ cấu kẹp 15 truyền mômen uốn tới phần nhiệt độ cao 1a được tạo nên trong ống thép 1. Nói chung cơ cấu mâm cặp được sử dụng làm cơ cấu kẹp 15.

Theo sáng chế, cơ cấu kẹp 15 có thể dịch chuyển ba chiều có thể là tiến trình dịch chuyển hai chiều. Nhờ dịch chuyển cơ cấu kẹp 15 theo hai chiều, có thể thực hiện việc uốn cong trong đó chiều uốn cong thay đổi hai chiều và để chế tạo chi tiết uốn cong có chiều uốn cong mà nó thay đổi hai chiều như trường hợp uốn cong dạng chữ S.

Không gian gia công nghĩa là không gian ba chiều được xác định bởi các Phương trình (3), (4), và (5).

$$x < 0, \text{ và } (y = 0 \text{ hoặc } y \geq 0,5D) \text{ và } 0 \leq \theta \leq 360^0 \quad \dots \quad (3)$$

$$x^2 + (y - R_{\min})^2 \geq R_{\min}^2 \quad \dots \quad (4)$$

$$x^2 + (y - R_{\min})^2 \geq R_{\min}^2 - (0,5D - R_{\min})^2 + (0,5D + R_{\min})^2 \quad \dots \quad (5)$$

Trong các phương trình từ (3) đến (5), D nghĩa là kích thước ngoài nhỏ nhất (mm) của chi tiết uốn cong, $R_{\min}$ nghĩa là bán kính cong nhỏ nhất (mm) của chi tiết uốn cong, và x, y, và θ là các tọa độ trụ có vị trí thứ hai là gốc, trong đó giá trị dương đối với x là theo chiều cấp tức thời của chi tiết uốn cong, y là theo chiều vuông góc với x trong mặt phẳng ngang, và θ là góc theo chiều chu vi.

Cơ cấu kẹp 15 uốn cong ống thép 1 nhờ dịch chuyển theo ba chiều bên trong không gian gia công, nhờ đó chi tiết uốn cong có các phần uốn cong gián đoạn hoặc liên tục theo chiều dọc của nó được chế tạo.

Không gian gia công không gian đối tượng, vì vậy các đối tượng như các cơ cấu khác nhau có thể có không gian gia công.

Cơ cấu kẹp 15 bao gồm thân 37 với hình dạng bên ngoài dạng trụ và cơ cấu dịch chuyển 20.

Thân 17 được cấu thành bởi chi tiết rỗng. Chi tiết rỗng có bề mặt chu vi trong có hình dáng khớp với bề mặt chu vi ngoài của ống thép 1. Thân 17 kẹp ống thép 1 nhờ tiếp xúc bề mặt ngoài của phần cuối của ống thép 1.

Trái với ví dụ được thể hiện trên Fig.1, thân 17 có thể được cấu thành bởi chi tiết hình ống có bề mặt chu vi ngoài với hình dáng khớp với bề mặt chu vi

trong của ống thép 1. Trong trường hợp này, thân 17 kẹp ống thép 1 nhờ được đưa vào cuối của ống thép 1.

Cơ cấu dịch chuyển 20 được cấu thành bởi đế thứ nhất 18 và đế thứ hai 19. Thân 17 được lắp trên đế thứ nhất 18, và đế thứ nhất 18 có thể dịch chuyển theo chiều vuông góc với chiều cấp của ống thép ở vị trí thứ nhất A (theo phương thẳng đứng trên Fig.1). Đế thứ hai 19 được bố trí để có thể dịch chuyển đế thứ nhất 18 theo chiều cấp.

Sự dịch chuyển của đế thứ nhất 18 và đế thứ hai 19 được thực hiện riêng biệt bằng vít cầu và động cơ dẫn động. Thân 17 có thể được dịch chuyển hai chiều trong mặt phẳng ngang bởi cơ cấu dịch chuyển 20. Số chỉ dẫn 22 trên Fig.1 chỉ báo động cơ làm nghiêng trục x, số chỉ dẫn 23 chỉ báo động cơ dịch vị trục x, số chỉ dẫn 24 chỉ báo động cơ làm nghiêng trục y, số chỉ dẫn 25 chỉ báo động cơ dịch vị trục y, số chỉ dẫn 26 chỉ báo động cơ làm nghiêng trục z, và số chỉ dẫn 27 chỉ báo động cơ dịch vị trục x.

Thay vì cơ cấu dịch chuyển 20 được thể hiện trên Fig.1, thân 17 có thể được đỡ bởi robot có khớp nối có các đầu nối mà nó có thể quay quanh ít nhất một trục.

Fig.10 là hình vẽ minh họa dưới dạng sơ đồ thể hiện kết cấu của thiết bị chế tạo 10-1 sử dụng robot có khớp nối 21, và Fig.11 là hình vẽ minh họa thể hiện robot có khớp nối 21.

Robot có khớp nối 21 có thể dễ dàng đỡ thân 17 để có thể dịch chuyển ba chiều theo chiều bao gồm ít nhất chiều cấp của ống thép 1.

Tiếp theo, trạng thái khi chế tạo chi tiết uốn cong bởi thiết bị chế tạo 10 này sẽ được giải thích.

Thứ nhất, ống thép thon dài 1 được đỡ ở vị trí thứ nhất A bởi cơ cấu đỡ 13 và được cấp theo chiều dọc của nó bởi cơ cấu cấp 11.

Tiếp theo, khi độ dày vách của ống thép 1 lớn nhất là 2,0 mm, cơ cấu cấp 11 cấp ống thép 1 với tốc độ cấp V là 5 - 150 mm/giây, và nhờ cấp dòng điện

xoay chiều có tần số dòng điện f là 5 - 100 kHz tới cuộn gia nhiệt cảm ứng 14a của một cuộn dây mà nó cấu thành cơ cấu gia nhiệt 14 được bố trí ở vị trí thứ hai B, ống thép được trải qua gia nhiệt cảm ứng.

Khi độ dày vách của ống thép 1 lớn hơn so với 2,0 mm và lớn nhất là 3,0 mm, ống thép 1 trải qua quá trình gia nhiệt cảm ứng nhờ điều khiển tốc độ cấp V (mm/giây) của ống thép 1 bởi cơ cấu cấp 11 và tần số dòng điện f (kHz) của dòng điện xoay chiều được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng 14a của hai cuộn dây mà nó cấu thành cơ cấu gia nhiệt 14 để thỏa mãn các mối tương quan $f < 3000/V$ và $f \geq 0,08 V$.

Tiếp theo, phần nhiệt độ cao 1a được tạo nên trong ống thép 1 nhờ làm mát ống thép 1 bởi cơ cấu làm mát 16 ở vị trí thứ ba C.

Sau đó, trong vùng D, vị trí của cơ cấu kẹp 15 mà nó kẹp ống thép 1 được thay đổi ba chiều theo chiều bao gồm ít nhất chiều cấp của ống thép 1 bên trong không gian gia công để truyền mômen uốn tới phần nhiệt độ cao 1a của ống thép 1.

Các quy trình xử lý này được thực hiện khắp toàn bộ chiều dài của ống thép 1 phù hợp với hình dạng đích của chi tiết uốn cong. Kết quả là, chi tiết uốn cong có phần uốn cong mà nó được uốn cong theo ba chiều gián đoạn hoặc liên tục theo chiều dọc được chế tạo liên tục.

Bằng cách làm nóng cục bộ ống thép 1 ở vị trí thứ hai B tới khoảng nhiệt độ trong đó việc làm cứng bằng cách nhúng nước lạnh là có thể (ít nhất tới điểm A_{c3}) và làm mát nhanh chóng nó ở tốc độ làm mát định trước ở vị trí thứ ba C, có thể làm cứng ít nhất phần của ống thép 1. Kết quả là, chi tiết uốn cong gián đoạn hoặc liên tục có phần được làm cứng ít nhất theo chiều dọc và/hoặc theo chiều chu vi trong mặt cắt lấy dọc theo chiều dọc được chế tạo.

Chi tiết uốn cong có thể được chế tạo liên tục bằng cách bố trí thiết bị chế tạo 10 ở phía ra của thiết bị chế tạo dùng cho ống thép được hàn nối. Đặc biệt là, thiết bị chế tạo liên tục có thể bao gồm bộ tháo dây để nhả liên tục dải thép, thiết bị tạo hình để tạo nên dải thép được nhả ra thành dạng ống có hình dạng mặt cắt

định trước, thiết bị hàn để hàn các mép bên tiếp giáp của dải thép để tạo nên ống liên tục, thiết bị tiền xử lý mà nó cắt ra đường gân hàn và nếu cần thực hiện việc tôi trước hoặc định cỡ, và thiết bị chế tạo 10 được bố trí trên phía ra của thiết bị tiền xử lý.

Chi tiết uốn cong có thể cũng được chế tạo liên tục sử dụng thiết bị chế tạo liên tục bao gồm dây chuyền tạo cuộn được cấu thành bởi bộ tháo cuộn để nhả ra liên tục dải thép và thiết bị tạo hình để tạo nên dải thép được tháo ra thành hình dạng mặt cắt mong muốn, và thiết bị chế tạo 10 được bố trí trên phía ra của thiết bị tạo hình.

Thiết bị chế tạo 10 có thể tạo nên một cách ổn định phần nhiệt độ cao 1a mà nó đồng nhất theo chiều chu vi của ống thép 1 trong vùng hẹp theo chiều hướng trục của ống thép 1. Kết quả là, có thể chế tạo hữu hiệu và giá thành hạ chi tiết uốn cong có độ bền cao và sự duy trì hình dạng tuyệt vời, có sự phân bố độ cứng định trước và độ chính xác kích thước mong muốn, và có ít nhất hai phần theo chiều dọc với bán kính cong khác nhau nhau thay vì bán kính cong không đổi theo chiều dọc.

Thiết bị chế tạo 10-1 kẹp ống thép 1 với cơ cấu kẹp 15 mà nó được đỡ bởi robot có khớp nối hoặc loại tương tự và thực hiện việc uốn cong của ống thép 1. Do đó, phần uốn cong có thể được bố trí góc uốn rộng, bề mặt có thể duy trì điều kiện tốt bởi vì các vết nứt bề mặt có thể được triệt giảm, độ chính xác kích thước có thể được đảm bảo, và chi tiết uốn cong có thể được chế tạo với hiệu quả thao tác tuyệt vời.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp chế tạo chi tiết uốn cong có phần uốn cong mà nó được uốn cong ba chiều gián đoạn hoặc liên tục theo chiều dọc của nó bao gồm các bước:

đỡ vật liệu kim loại được làm thon dài rộng có hình dạng mặt cắt theo chiều ngang khép kín ở vị trí thứ nhất trong khi cấp nó theo chiều dọc của nó,

tạo nên phần nhiệt độ cao mà nó di chuyển theo chiều hướng trục của vật liệu kim loại nhờ thực hiện gia nhiệt cảm ứng của vật liệu kim loại ở vị trí thứ hai được bố trí phía dưới của vị trí thứ nhất theo chiều cấp của vật liệu kim loại sử dụng cuộn gia nhiệt cảm ứng và làm mát vật liệu kim loại ở vị trí thứ ba được bố trí phía dưới của vị trí thứ hai theo chiều cấp của vật liệu kim loại, và

thay đổi ba chiều vị trí của cơ cấu kẹp mà nó kẹp vật liệu kim loại trong vùng phía dưới của vị trí thứ ba theo chiều cấp của vật liệu kim loại để đặt mônmen uốn to phần nhiệt độ cao,

khác biệt ở chỗ:

khi độ dày vách của vật liệu kim loại lớn nhất là 2,0 mm, tốc độ cấp của vật liệu kim loại được tạo ra là 5 -150 mm/giây, cuộn gia nhiệt cảm ứng có một cuộn dây được sử dụng làm cuộn gia nhiệt cảm ứng, và dòng điện xoay chiều ở 5 - 100 kHz được đưa vào cuộn gia nhiệt cảm ứng.

2. Phương pháp chế tạo chi tiết uốn cong theo điểm 1, trong đó chi tiết uốn cong có ít nhất hai phần theo chiều dọc của nó mà nó có bán kính uốn cong khác với nhau.

3. Phương pháp chế tạo chi tiết uốn cong theo điểm 1, trong đó vật liệu kim loại có hình dạng mặt cắt theo chiều ngang là hình tròn, hình chữ nhật, hình elip, hình thuôn dài, hình đa giác, kết hợp hình đa giác và hình tròn, hoặc kết hợp hình đa giác và hình elip.

4. Phương pháp chế tạo chi tiết uốn cong theo điểm 1, trong đó cơ cấu kẹp kẹp vật liệu kim loại nhờ được đưa vào trong một đầu của vật liệu kim loại.

5. Phương pháp chế tạo chi tiết uốn cong theo điểm 1, trong đó cơ cấu kẹp kẹp vật liệu kim loại bằng cách tiếp xúc bề mặt ngoài của đầu của vật liệu kim loại.
6. Phương pháp chế tạo chi tiết uốn cong theo điểm 1, trong đó vật liệu kim loại được làm cứng trong ít nhất một phần theo chiều dọc của nó bằng cách được gia nhiệt cục bộ ở vị trí thứ hai tới nhiệt độ mà tại đó việc làm cứng bằng cách nhúng nước lạnh là có thể và được làm mát ở vị trí thứ ba.
7. Phương pháp chế tạo chi tiết uốn cong theo điểm 1, trong đó chi tiết uốn cong gián đoạn hoặc liên tục có phần được làm cứng theo chiều dọc của nó và/hoặc theo chiều chu vi theo mặt cắt mà nó cắt ngang chiều dọc.
8. Thiết bị chế tạo dùng cho chi tiết uốn cong bao gồm:

cơ cấu cấp để cấp vật liệu kim loại rộng được làm thon dài có hình dạng mặt cắt theo chiều ngang khép kín theo chiều dọc của nó,

cơ cấu đỡ dùng để đỡ vật liệu kim loại được cấp ở vị trí thứ nhất,

cơ cấu gia nhiệt để gia nhiệt cảm ứng vật liệu kim loại được cấp ở vị trí thứ hai được bố trí phía dưới của vị trí thứ nhất theo chiều cấp của vật liệu kim loại,

cơ cấu làm mát để làm mát phần được gia nhiệt của vật liệu kim loại ở vị trí thứ ba được bố trí phía dưới của vị trí thứ hai theo chiều cấp của vật liệu kim loại để tạo hình cục bộ trong vật liệu kim loại phần nhiệt độ cao mà nó di chuyển theo chiều hướng trục của vật liệu kim loại, và

cơ cấu kẹp di chuyển theo ba chiều trong khi kẹp vật liệu kim loại được cấp trong vùng phía dưới của vị trí thứ ba theo chiều cấp của vật liệu kim loại để đặt môn men uốn tới phần nhiệt độ cao,

khác biệt ở chỗ:

khi độ dày vách của vật liệu kim loại lớn nhất là 2,0 mm, cơ cấu cấp cấp vật liệu kim loại ở tốc độ 5 - 150 mm/giây, cơ cấu gia nhiệt có cuộn gia nhiệt cảm ứng với một cuộn dây, và cuộn gia nhiệt cảm ứng được cấp với dòng điện xoay chiều ở tần số 5 - 100 kHz.

9. Phương pháp chế tạo chi tiết uốn cong có phần uốn cong mà nó được uốn cong ba chiều gián đoạn hoặc liên tục theo chiều dọc của nó bao gồm các bước:

đỡ vật liệu kim loại được làm thon dài rộng có hình dạng mặt cắt theo chiều ngang khép kín ở vị trí thứ nhất trong khi cấp nó theo chiều dọc của nó,

tạo nên phần nhiệt độ cao mà nó di chuyển theo chiều hướng trục của vật liệu kim loại nhờ thực hiện gia nhiệt cảm ứng của vật liệu kim loại ở vị trí thứ hai được bố trí phía dưới của vị trí thứ nhất theo chiều cấp của vật liệu kim loại sử dụng cuộn gia nhiệt cảm ứng và làm mát vật liệu kim loại ở vị trí thứ ba được bố trí phía dưới của vị trí thứ hai theo chiều cấp của vật liệu kim loại, và

thay đổi ba chiều vị trí của cơ cấu kẹp mà nó kẹp vật liệu kim loại trong vùng phía dưới của vị trí thứ ba theo chiều cấp của vật liệu kim loại để đặt môn uốn to phần nhiệt độ cao,

khác biệt ở chỗ:

khi độ dày vách của vật liệu kim loại lớn hơn 2,0 mm và lớn nhất là 3,0mm, cuộn gia nhiệt cảm ứng có hai cuộn dây được sử dụng làm cuộn gia nhiệt cảm ứng, và tần số (kHz) của dòng điện xoay chiều được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng và tốc độ cấp (mm/giây) của vật liệu kim loại được điều chỉnh để thỏa mãn các mối tương quan được đưa ra bởi các phương trình (1) và (2) sau:

$$f < 3000/V \quad (1)$$

$$f \geq 0,08 \cdot V \quad (2)$$

trong đó, f là tần số, V là tốc độ cấp, $5 \text{ kHz} \leq f \leq 100 \text{ kHz}$, và $5 \text{ mm/giây} \leq V \leq 150 \text{ mm/giây}$.

10. Thiết bị chế tạo dùng cho chi tiết uốn cong bao gồm:

cơ cấu cấp để cấp vật liệu kim loại rộng được làm thon dài có hình dạng mặt cắt theo chiều ngang khép kín theo chiều dọc của nó,

cơ cấu đỡ dùng để đỡ vật liệu kim loại được cấp ở vị trí thứ nhất,

cơ cấu gia nhiệt để gia nhiệt cảm ứng vật liệu kim loại được cấp ở vị trí thứ hai được bố trí phía dưới của vị trí thứ nhất theo chiều cấp của vật liệu kim loại,

cơ cấu làm mát để làm mát phần được gia nhiệt của vật liệu kim loại ở vị trí thứ ba được bố trí phía dưới của vị trí thứ hai theo chiều cấp của vật liệu kim loại để tạo hình cục bộ trong vật liệu kim loại phần nhiệt độ cao mà nó di chuyển theo chiều hướng trục của vật liệu kim loại, và

cơ cấu kẹp di chuyển theo ba chiều trong khi kẹp vật liệu kim loại được cấp trong vùng phía dưới của vị trí thứ ba theo chiều cấp của vật liệu kim loại để đặt môn men uốn tới phần nhiệt độ cao,

khác biệt ở chỗ:

khi độ dày vách của vật liệu kim loại lớn hơn 2,0 mm và lớn nhất là 3,0 mm, cơ cấu gia nhiệt có cuộn gia nhiệt cảm ứng với hai cuộn dây, và cơ cấu cấp và cơ cấu gia nhiệt điều chỉnh tốc độ cấp (mm/giây) của vật liệu kim loại bởi cơ cấu cấp và tần số (kHz) của dòng điện xoay chiều được cấp tới cuộn gia nhiệt cảm ứng để thoả mãn các mối tương quan được đưa ra bởi phương trình (1) và phương trình (2) sau:

$$f < 3000/V \quad (1)$$

$$f \geq 0,08 V \quad (2)$$

trong đó f là tần số, V là tốc độ cấp, $5 \text{ kHz} \leq f \leq 100 \text{ kHz}$, và $5 \text{ mm/giây} \leq V \leq 150 \text{ mm/giây}$.

Fig. 1

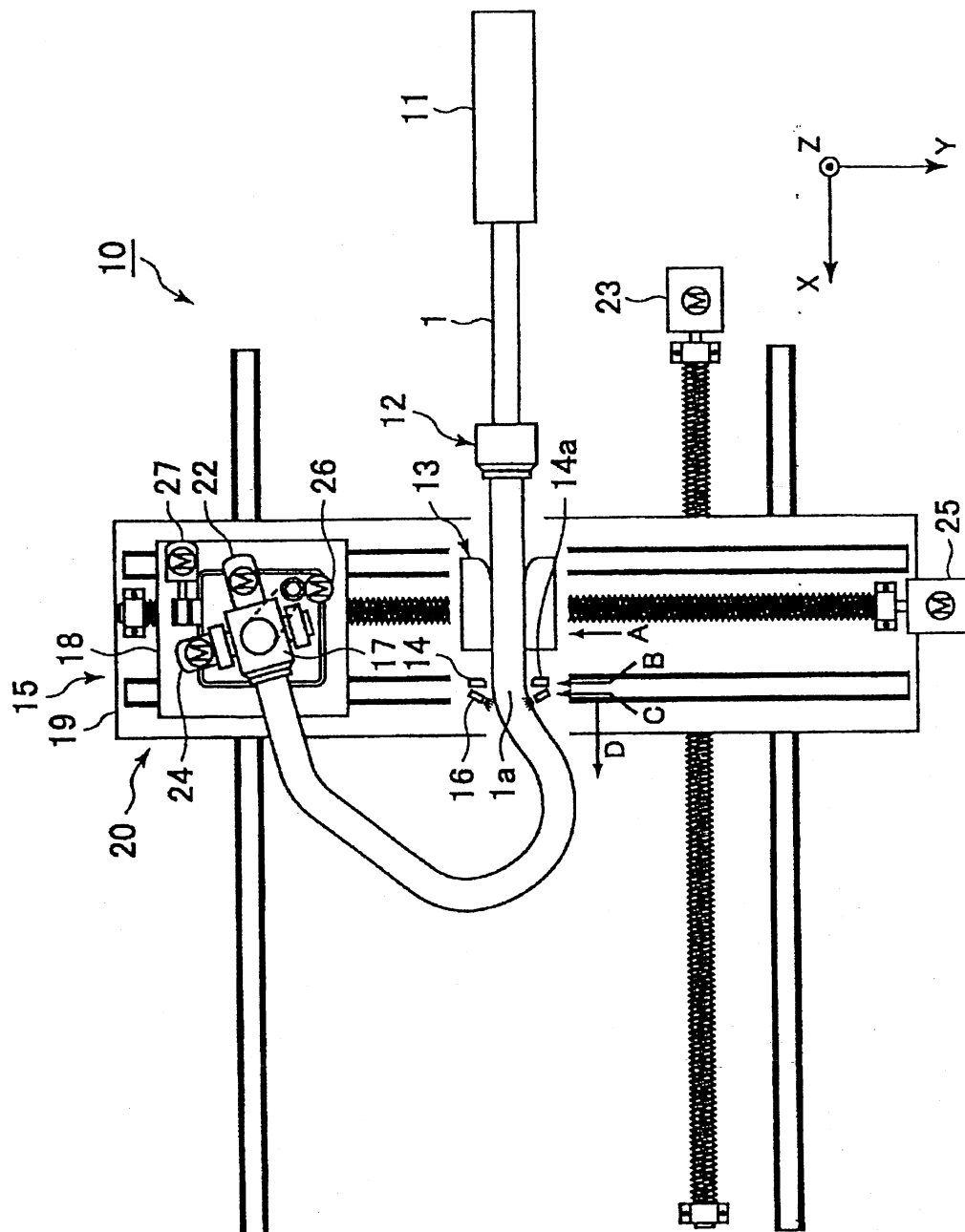


Fig. 2

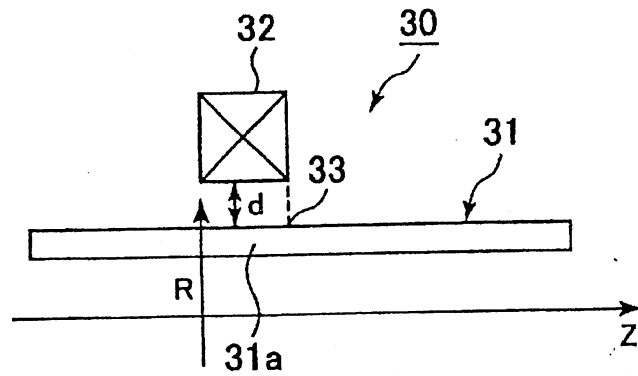


Fig. 3

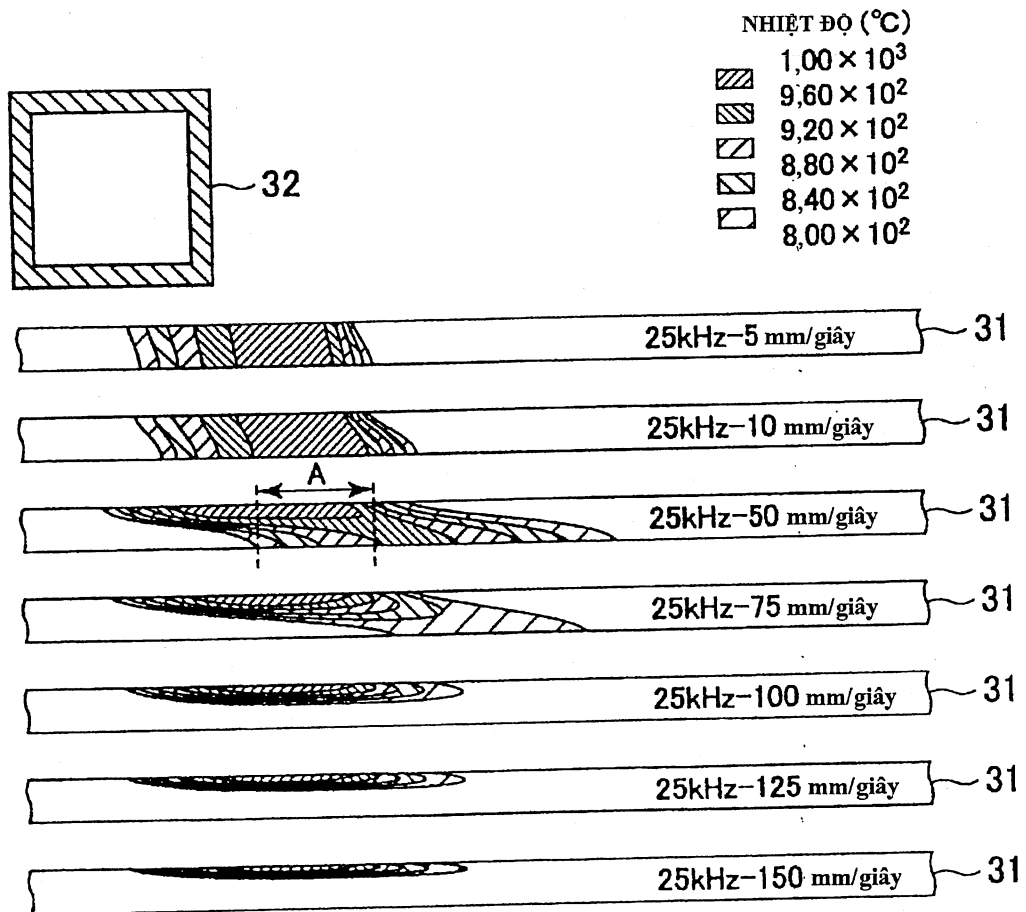


Fig. 4

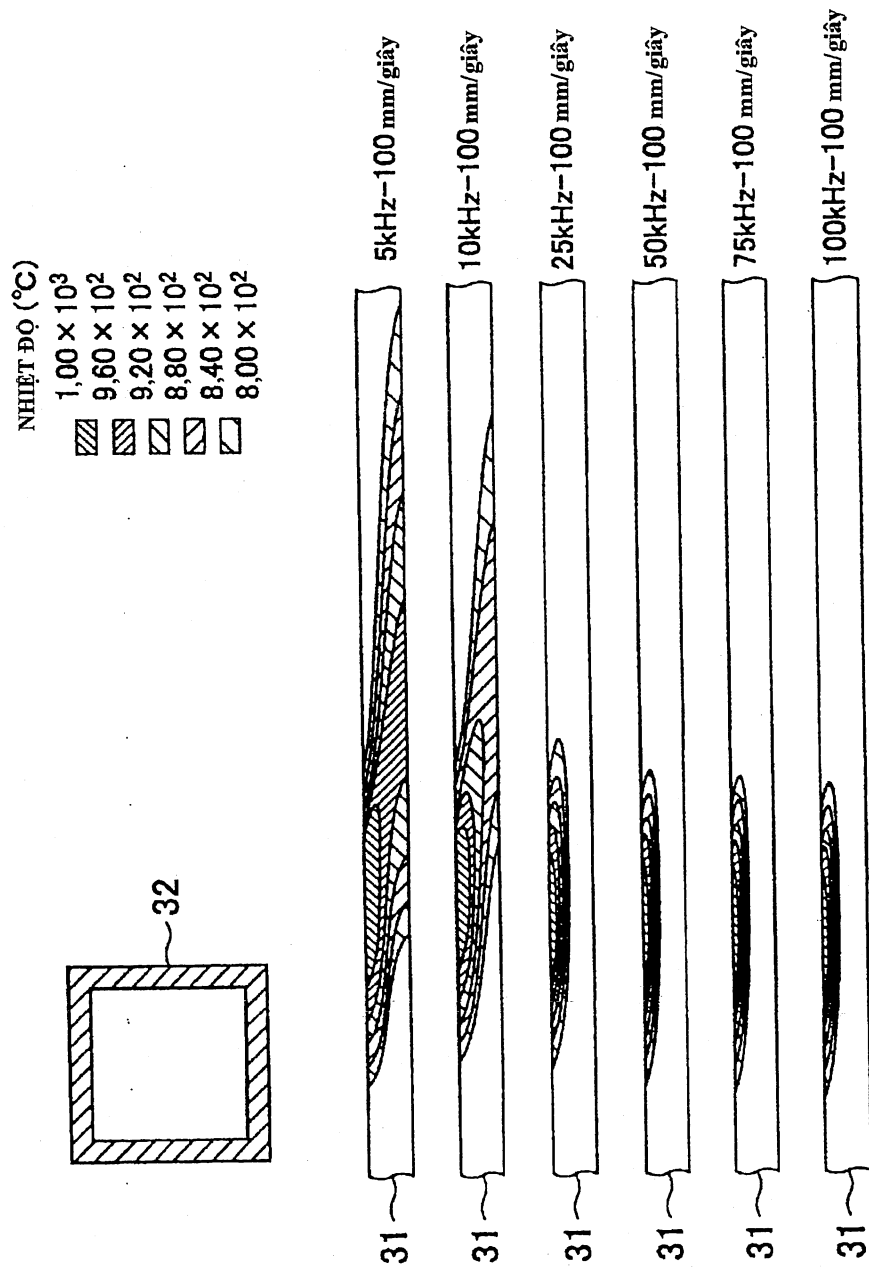


Fig. 5

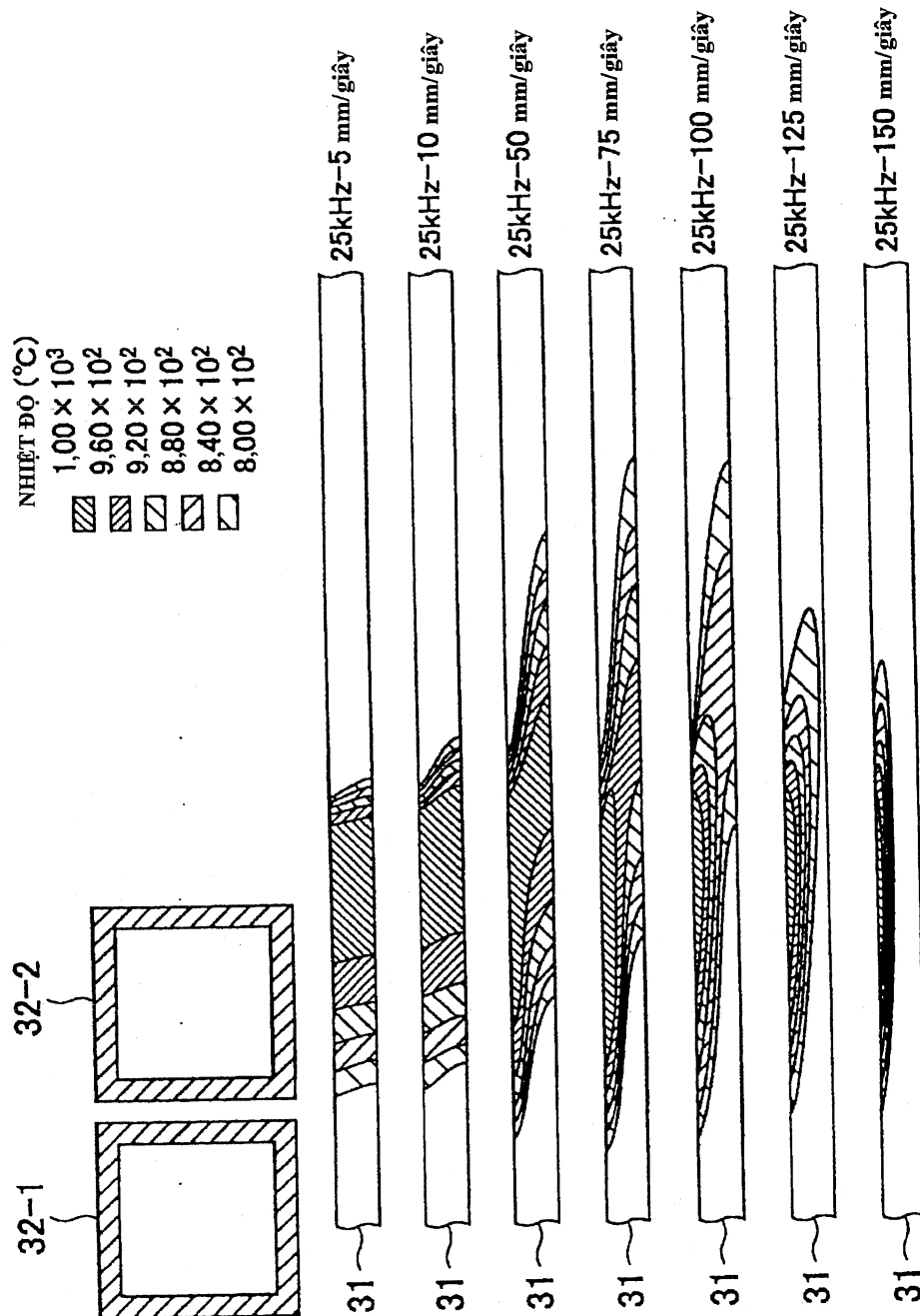


Fig. 6

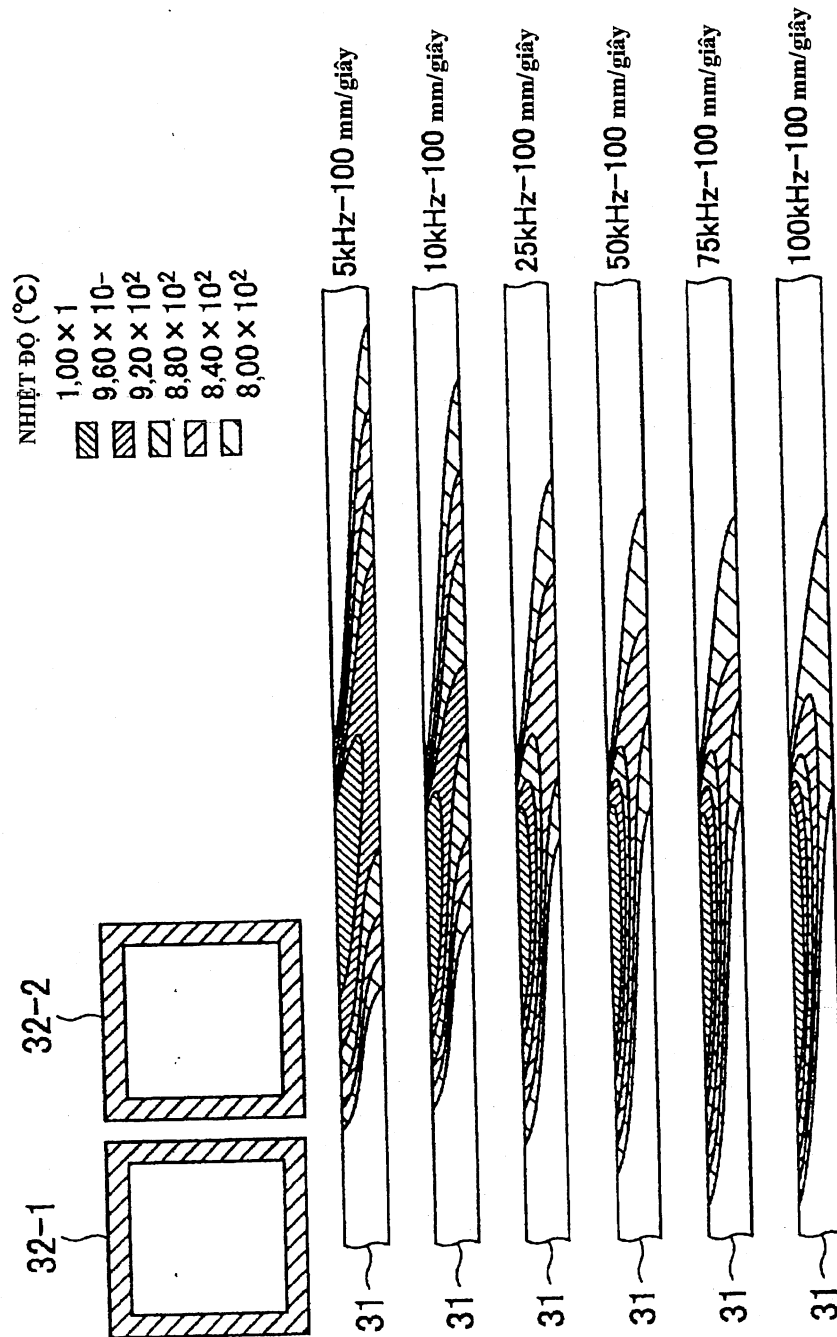


Fig. 7

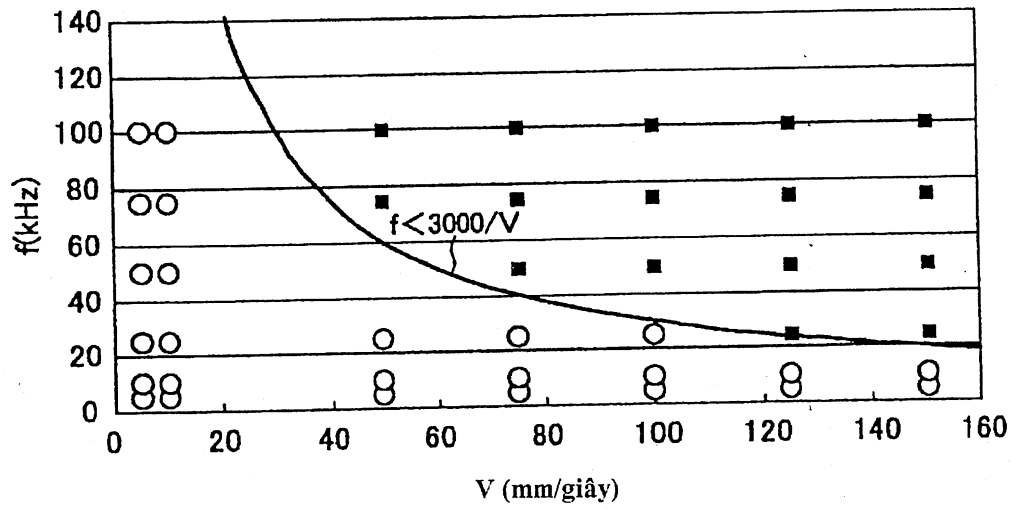


Fig. 8

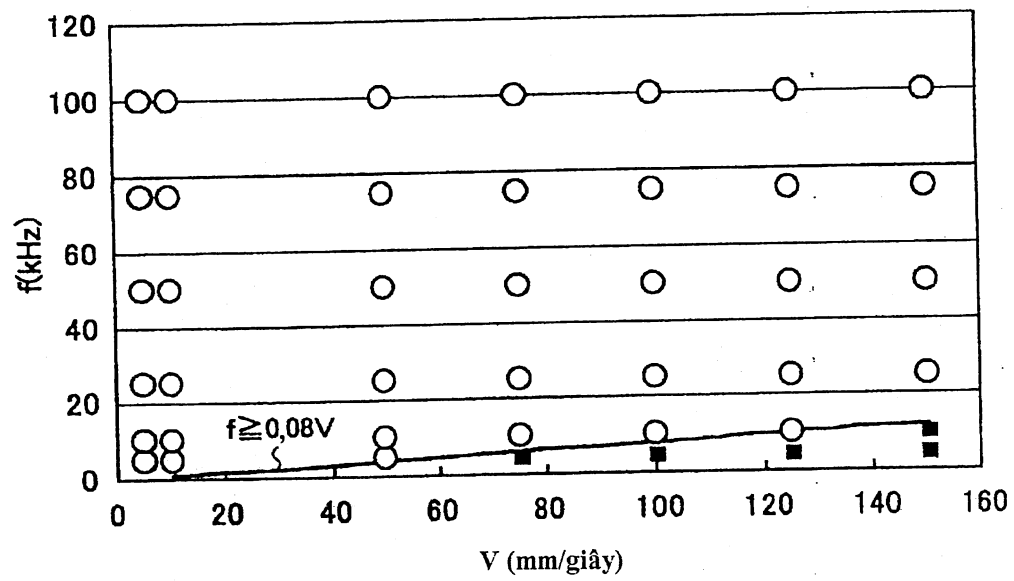


Fig. 9

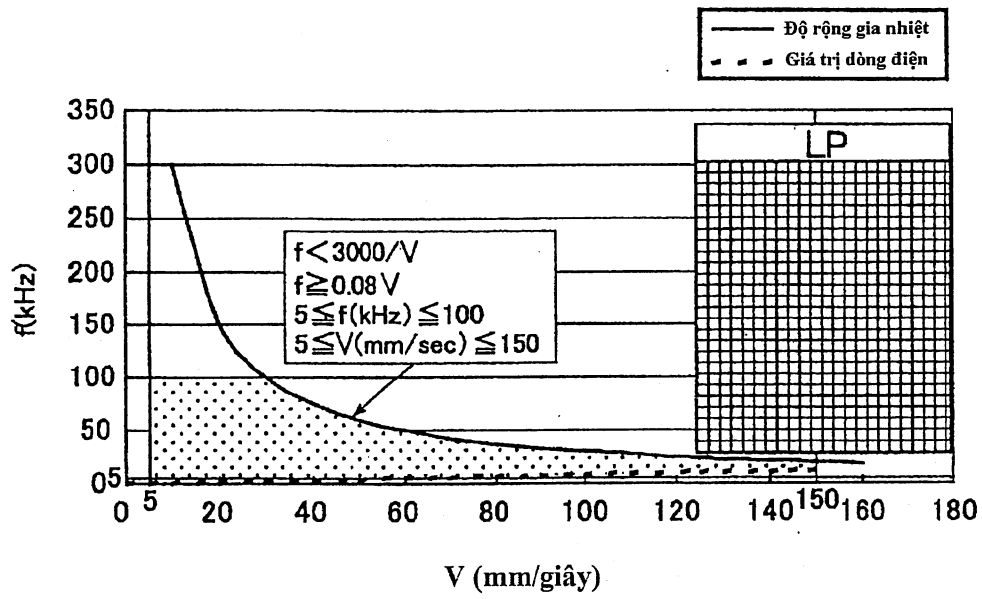


Fig. 10

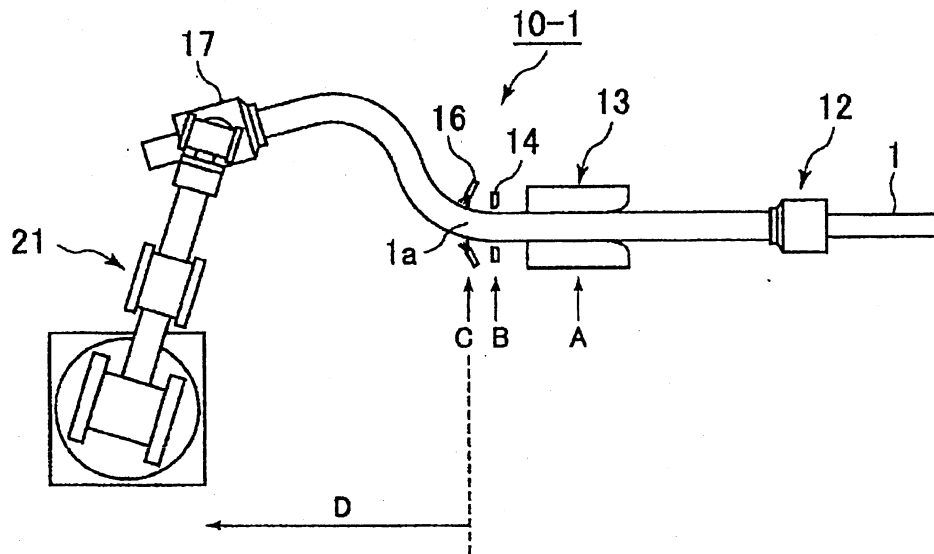


Fig. 11

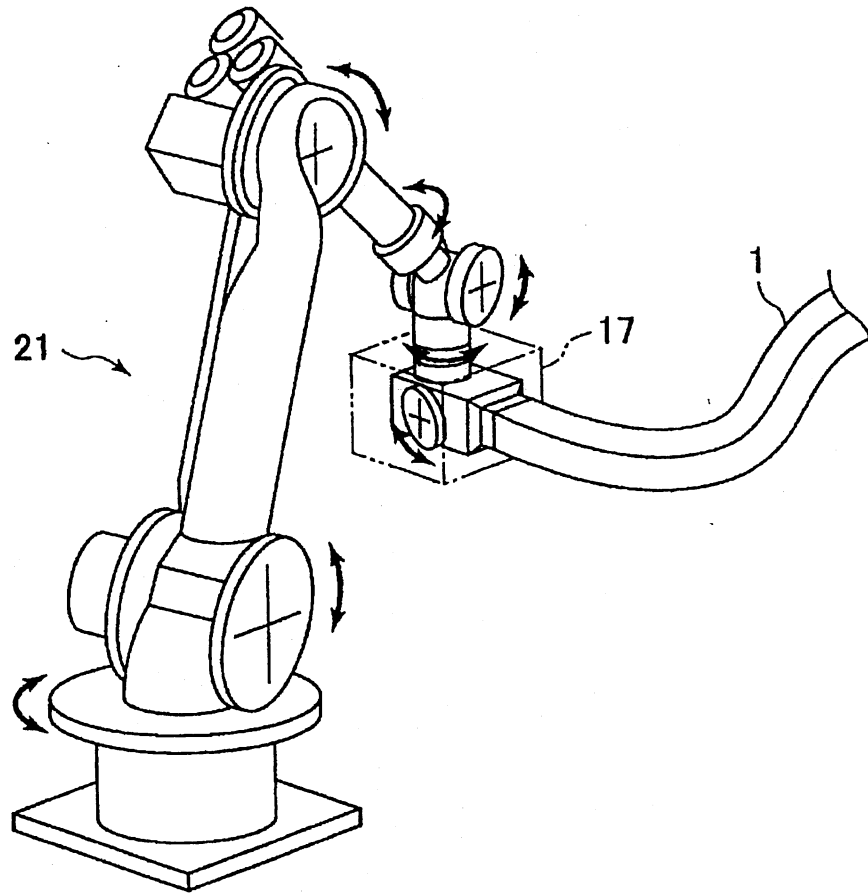


Fig. 12

