



(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)



1-0037073

(51)^{2006.01} H05B 6/32; B22D 13/10; B22D 13/12; (13) B
B22D 21/02; H05B 6/44; B22D 27/15;
B22D 39/00; H05B 6/36; B22D 13/02;
B22D 27/00

(21) 1-2019-02580

(22) 17/01/2018

(86) PCT/EP2018/051056 17/01/2018

(87) WO 2018/134219 26/07/2018

(30) 10 2017 100 836.5 17/01/2017 DE

(45) 25/09/2023 426

(43) 25/12/2019 381A

(73) ALD Vacuum Technologies GmbH (DE)

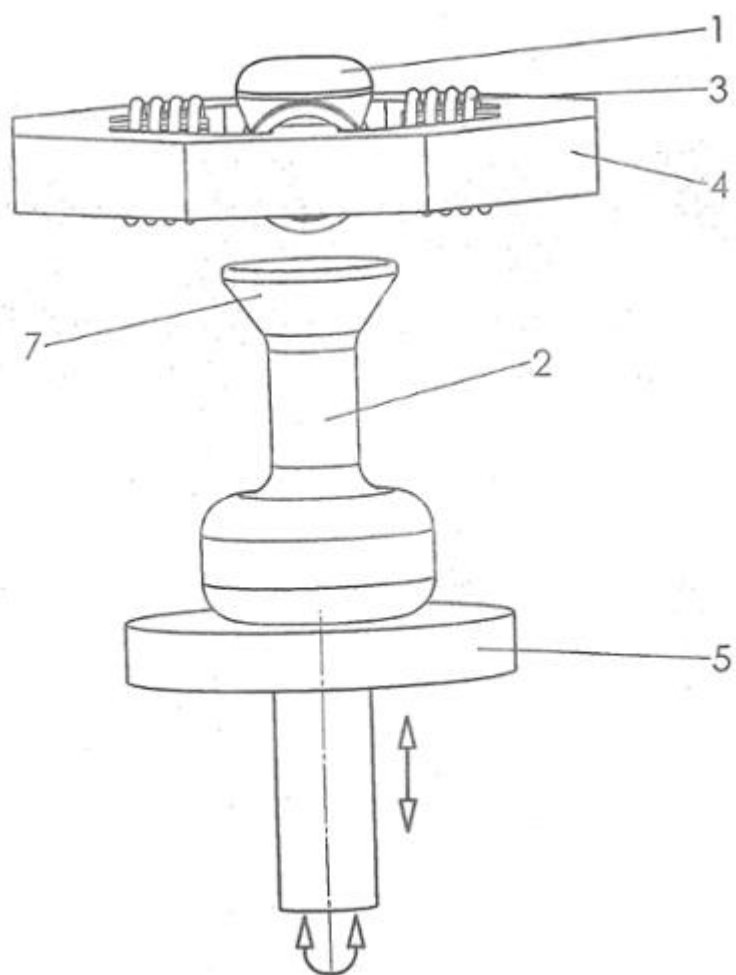
Otto-von-Guericke-Platz 1, 63457 Hanau, Germany

(72) FRANZ, Henrik (DE); SPITANS, Sergejs (DE); BETZ, Ulrich (DE); BAUER, Egon (DE); HOLZ, Markus (DE).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CÁC VẬT PHẨM ĐÚC

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất các vật phẩm đúc trong phương pháp đúc, trong đó vật nẹp chứa vật liệu dẫn điện được đưa vào phạm vi ảnh hưởng của ít nhất một trường điện từ xoay chiều, sao cho vật nẹp được giữ ở trạng thái bay. Phần nóng chảy được rót vào các khuôn để tạo ra các cánh tuabin, các bộ phận giả hoặc các bộ cánh quạt của tuabin tăng áp.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp đúc để sản xuất các vật phẩm đúc. Phương pháp này là phương pháp nóng chảy bay trong đó phần nóng chảy không tiếp xúc với vật liệu của nôi nấu, vì vậy làm cho có thể tránh nhiễm bẩn với vật liệu nôi nấu hoặc bởi phản ứng giữa phần nóng chảy và vật liệu nôi nấu.

Việc tránh loại nhiễm bẩn này là quan trọng đặc biệt là trong trường hợp các kim loại và các hợp kim có các điểm nóng chảy cao. Các kim loại này là, ví dụ, titan, ziricon, vanadi, tantan, vonfram, hafini, niobi, reni và molybden. Tuy nhiên, điều này cũng quan trọng trong trường hợp các kim loại và các hợp kim khác như niken, sắt và nhôm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các phương pháp nóng chảy bay đã được biết đến từ giải pháp trước đây. Vì vậy, phương pháp nóng chảy trong đó vật liệu nóng chảy dẫn điện được gia nhiệt nhờ các dòng điện cảm ứng và đồng thời được làm cho lơ lửng tự do nhờ các hiệu ứng điện động đã được bộc lộ trong tài liệu DE 422 004 A. Tài liệu này cũng mô tả phương pháp đúc trong đó vật liệu nóng chảy, được hỗ trợ bởi nam châm, được ép vào khuôn (đúc áp lực điện động). Phương pháp này có thể được thực hiện trong chân không. Tuy nhiên, tài liệu này không hướng dẫn rằng vật nạp nóng chảy là đủ để đổ đầy khuôn.

Tài liệu US 2,686,864 A cũng mô tả phương pháp trong đó vật liệu nóng chảy dẫn điện được làm cho chấp nhận trạng thái bay, ví dụ trong chân không, dưới ảnh hưởng của một hoặc nhiều cuộn dây, mà không sử dụng nôi nấu. Theo một phương án, hai cuộn dây đồng trục được sử dụng để làm ổn định vật liệu bay. Một khi nóng chảy, vật liệu được phép rơi vào khuôn, hoặc được lắng. Phương pháp được mô tả trong tài liệu đó là đủ để giữ lơ lửng một lượng nhôm nặng 60 g. Kim loại nóng chảy được rút ra bằng cách làm giảm cường độ trường sao cho phần nóng chảy thoát xuống phía dưới qua cuộn dây thu hẹp hình nón. Nếu cường độ trường bị giảm rất nhanh, kim loại rơi ra khỏi thiết bị ở trạng thái nóng chảy. Điều đã được biết là “điểm yếu” của các cách bố trí cuộn dây theo kiểu này là ở tâm của các cuộn dây, mà giới hạn lượng vật liệu có thể được nóng chảy theo cách này.

Tài liệu US 4,578,552 A cũng bộc lộ thiết bị và phương pháp để làm nóng chảy bay. Cùng các cuộn dây được sử dụng cho cả gia nhiệt lẫn giữ phần nóng chảy, và trong

ngữ cảnh đó tần số của dòng điện xoay chiều được đặt được thay đổi để điều chỉnh công suất gia nhiệt, trong khi cường độ của dòng điện được giữ không đổi.

Các ưu điểm cụ thể của việc nóng chảy bay nằm ở việc tránh nhiễm bẩn phần nóng chảy với vật liệu nồi nấu hoặc các vật liệu khác mà, trong các phương pháp khác, tiếp xúc với phần nóng chảy. Các phần nóng chảy bay chỉ tiếp xúc với không khí xung quanh, mà, ví dụ, có thể là chân không hoặc khí bảo vệ. Việc loại trừ nguy cơ có phản ứng hóa học với vật liệu nồi nấu có nghĩa là phần nóng chảy có thể được gia nhiệt đến các nhiệt độ rất cao. Hơn nữa, chất thải xét về vật liệu nhiễm bẩn được giảm bớt cụ thể là so với việc nóng chảy bởi phương pháp nồi lạnh. Và còn nữa, việc nóng chảy bay đã không trở thành được thiết lập trên thực tế. Điều này là do việc nóng chảy bay cho phép chỉ một lượng vật liệu nóng chảy tương đối nhỏ được giữ lơ lửng (xem thêm DE 696 17 103 T2, trang 2, đoạn 1).

Vì lý do đó, đã có sử dụng, một phần, phương pháp nửa bay trong đó vật liệu nóng chảy không được giữ lơ lửng mà được định hướng theo nguyên lý tương tự, trong khi vật liệu này đặt trên nền thay vì bay. Phương pháp này được mô tả trong các tài liệu DE 696 17 103 T2 và DE 690 31 479 T2. Tuy nhiên, vật liệu được nóng chảy theo cách này tỏ ra khó có thể rót vào khuôn. Hơn nữa, quy trình này tạo ra tỷ lệ đáng kể của vật liệu không dùng được mà đã bị nhiễm bẩn do tiếp xúc với nền. DE 690 31 479 T2 sử dụng nền có miệng hình tròn mà được đóng kín bằng vật liệu giống hệt. Một khi được nóng chảy hoàn toàn, phần nóng chảy chảy ra khỏi vùng nóng chảy qua miệng.

Hạn chế của các phương pháp này đã được biết đến từ giải pháp trước đây có thể được tóm tắt như sau. Các phương pháp nóng chảy bay hoàn toàn có thể được sử dụng chỉ với lượng vật liệu nhỏ, và vì vậy, việc ứng dụng công nghiệp cho đến nay vẫn chưa thành công. Các phương pháp nóng chảy nửa bay có hạn chế là nó cần loại bỏ tỷ lệ vật liệu được sử dụng mà đã tiếp xúc với nền. Ngoài ra, việc rót vào các khuôn là khó khăn. Kết quả là, cho đến nay, vẫn chưa có thể thực hiện các phương pháp nóng chảy bay hoàn toàn để sản xuất các vật phẩm đúc theo quy mô công nghiệp.

Mục đích của sáng chế

Sáng chế do đó có mục đích là đề xuất phương pháp cho phép sử dụng công nghiệp việc nóng chảy bay trong khi tránh tổn hao vật liệu là đặc trưng của phương pháp nóng chảy nửa bay và phương pháp nồi lạnh và thu được tất cả các ưu điểm của kỹ thuật

nóng chảy bay. Cụ thể, phương pháp này sẽ cho phép năng suất cao và sẽ có thể, mà không sử dụng nền đỡ, làm nóng chảy lượng vật liệu đủ để cho phép sản xuất công nghiệp các vật phẩm đúc có chất lượng rất cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích này đạt được nhờ phương pháp theo sáng chế. Sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất các vật phẩm đúc chứa vật liệu dẫn điện, phương pháp này bao gồm các bước sau:

- đưa vật nạp chứa vật liệu dẫn điện vào phạm vi ảnh hưởng của ít nhất một trường điện từ xoay chiều (vùng nóng chảy), sao cho vật nạp được giữ ở trạng thái bay,
- làm nóng chảy vật nạp,
- định vị khuôn trong vùng đổ đầy dưới vật nạp bay,
- rót toàn bộ vật nạp vào khuôn,
- tháo vật phẩm đúc đã hóa cứng khỏi khuôn,

trong đó thể tích của vật nạp nóng chảy là đủ để đổ đầy khuôn đến mức độ thích hợp để sản xuất vật phẩm đúc (“thể tích đổ đầy”). Một khi khuôn đã được đổ đầy, nó được phép làm mát hoặc được làm mát sử dụng chất làm mát sao cho vật liệu hóa cứng trong khuôn. Sau đó, vật phẩm đúc có thể được tháo khỏi khuôn. Việc rót có thể ở chỗ cho phép vật nạp rơi, cụ thể là bằng cách ngắt trường điện từ xoay chiều, hoặc việc rót có thể được làm chậm nhờ sử dụng trường điện từ xoay chiều, ví dụ, bằng cách sử dụng cuộn dây.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước tháo khuôn được rót đầy khỏi vùng đổ đầy sau khi rót nhưng trước khi tháo vật phẩm đúc đã hóa cứng. Phương án này được sử dụng để có lợi ích cụ thể khi sử dụng các khuôn hao (lost mould), do nó giải phóng vùng đổ đầy đối với khuôn hao khác. Theo một phương án khác, cụ thể là khi sử dụng khuôn vĩnh cửu, việc tháo vật phẩm đúc có thể xảy ra trong vùng đổ đầy.

Vật phẩm đúc đã hóa cứng có thể được tháo theo các cách khác nhau. Theo một phương án, khuôn này bị phá khi tháo vật phẩm đúc. Đây được gọi là phương pháp “khuôn hao”. Theo một phương án khác, khuôn này có thể được tạo ra dưới dạng khuôn vĩnh cửu, cụ thể là dưới dạng khuôn đúc vĩnh cửu. Các khuôn đúc vĩnh cửu tốt hơn là được làm bằng vật liệu kim loại. Chúng thích hợp cho các thành phần đơn giản hơn.

Khuôn vĩnh cửu tốt hơn là có hai hoặc nhiều hơn hai phần tử khuôn có thể được

tách khỏi nhau để tháo vật phẩm đúc. Một hoặc nhiều bộ đầy có thể được sử dụng để tháo khuôn từ các khuôn vĩnh cửu.

Theo sáng chế, “vật liệu dẫn điện” cần hiểu là vật liệu có tính dẫn thích hợp để gia nhiệt và làm bay vật liệu bằng cảm ứng.

Theo sáng chế, “trạng thái bay” cần hiểu là trạng thái bay hoàn toàn sao cho vật nẹp đang được xử lý hoàn toàn không tiếp xúc với nồi nấu hoặc nền hoặc tương tự.

“Thể tích đồ đầy” của khuôn cần hiểu là thể tích mà đồ đầy khuôn đến mức độ đủ để sản xuất một hoặc nhiều vật phẩm đúc hoàn chỉnh mà được tạo ra nhờ sử dụng khuôn. Điều này không nhất thiết cần phải tương ứng với đồ hoàn toàn đầy khuôn, hoặc không cần nó tương ứng với a thể tích tối thiểu cần để sản xuất vật phẩm đúc. Điều quyết định là không cần đồ đầy khuôn vượt quá thể tích đồ đầy. Cụ thể, khuôn có thể, theo ngữ cảnh của sáng chế, có các máng hoặc các phần cắt đồ đầy mà không cần được đồ đầy để sản xuất các vật phẩm đúc hoàn chỉnh, nhưng đúng hơn chỉ đảm nhiệm rót phần nóng chảy vào khuôn hoặc phân phối nó trong đó. Theo sáng chế, khuôn không được đồ đầy cụ thể vượt quá thể tích của vật nẹp nóng chảy.

Các khuôn được sử dụng theo sáng chế có các hốc tương ứng với hình dạng của các vật phẩm đúc cần được sản xuất. Cũng có thể, trong ngữ cảnh của sáng chế, sử dụng các khuôn có nhiều hơn một hốc này và do đó thích hợp để sản xuất đồng thời nhiều vật phẩm đúc. Theo một phương án, các khuôn được sử dụng theo sáng chế có chính xác một hốc để sản xuất chính xác một vật phẩm đúc. Theo một phương án, khuôn có phần cắt đồ đầy có đường kính lớn hơn hốc của khuôn mà cần được đồ đầy. Phần cắt đồ đầy thuộc loại này có thể được thiết kế cụ thể dưới dạng phễu. Nó đảm nhiệm hỗ trợ việc đưa vật nẹp nóng chảy vào khuôn.

Tốt hơn, khuôn được làm bằng gốm, cụ thể là oxit-gốm, kim loại như cụ thể là Al_2O_3 , ZrO_2 , Y_2O_3 hoặc hỗn hợp của chúng. Vật liệu khuôn này đã tự chứng minh trên thực tế và có lợi cụ thể đối với các khuôn hao. Các khuôn vĩnh cửu, mà cũng có thể được sử dụng theo sáng chế, có thể được làm bằng vật liệu kim loại, điều này có nghĩa là kim loại hoặc hợp kim của kim loại.

Theo sáng chế, một khuôn rỗng khác có thể được di chuyển vào vùng đồ đầy sau khi tháo khỏi vùng đồ đầy của khuôn được đồ đầy, hoặc đồng thời toàn bộ hoặc một phần với việc tháo khỏi vùng đồ đầy của khuôn được đồ đầy vật nẹp. Theo cách khác,

cụ thể là trong trường hợp các khuôn vĩnh cửu, vật phẩm đúc có thể được tháo khỏi khuôn trong khi vẫn ở trong vùng đổ đầy, mà không cần tháo khuôn khỏi vùng đổ đầy. Hơn nữa, sau khi rót vật nạp, vật nạp khác nữa chứa vật liệu dẫn điện có thể được đưa vào phạm vi ảnh hưởng của trường điện từ xoay chiều. Vật nạp khác nữa có thể được làm nóng chảy và được rót giống hệt vào khuôn khác nữa. Thủ tục này có thể được lặp lại thường xuyên như mong muốn, đặc biệt là do nó không cần nồi nấu mà sẽ bị mài mòn. Phương pháp theo sáng chế có thể được thực hiện ở nhịp độ mà mọi vật nạp chứa vật liệu dẫn điện được ấn định cho chính xác một khuôn. Khuôn được đổ đầy thích hợp bằng một vật nạp và có thể được tháo khỏi vùng đổ đầy để tạo chỗ cho khuôn tiếp theo để chứa vật nạp tiếp theo. Điều này cho phép quy trình hiệu quả cụ thể mà cho phép năng suất ngay cả với khả năng tương đối hạn chế của phương pháp nóng chảy bay.

Theo một phương án, khuôn được tiền gia nhiệt trước khi đổ đầy. Khuôn được tiền gia nhiệt có ưu điểm là vật nạp nóng chảy không hóa cứng ngay khi tiếp xúc với khuôn. Đặc biệt, trong trường hợp các hốc nhỏ cần được đổ đầy, khi xảy ra, ví dụ, theo ngữ cảnh của các bộ cánh quạt dùng cho các tuabin tăng áp, điều có lợi là gia nhiệt khuôn đến nhiệt độ cho phép vật nạp nóng chảy để lan vào các hốc nhỏ của khuôn trước khi vật liệu hóa cứng. Điều này đã chứng tỏ ưu điểm khi tiền gia nhiệt các khuôn đến các nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400 đến 1100°C, cụ thể là từ 500 đến 800°C, trước khi khuôn được đổ đầy bằng vật nạp nóng chảy. Nhiệt độ quá thấp không thể, trong các trường hợp nhất định, ngăn chặn hóa cứng. Nhiệt độ quá cao làm tăng nguy cơ có các phản ứng không mong muốn giữa vật liệu và khuôn. Sáng chế cũng bao hàm các phương án trong đó khuôn không được tiền gia nhiệt. Các phương án thuộc loại này có thể được thực hiện cụ thể nếu vật nạp nóng chảy có thể bị quá nhiệt đến nhiệt độ đủ cao và do đó không hóa cứng ngay lập tức ngay cả khi khuôn không được tiền gia nhiệt. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực tương ứng sẽ phải cân nhắc, theo từng trường hợp, liệu khuôn có được tiền gia nhiệt hay không và được tiền gia nhiệt đến nhiệt độ nào, trong ngữ cảnh đó, tất cả phần sau đây đóng vai trò: kích thước của khuôn và các hốc của nó, nhiệt độ nóng chảy của vật liệu, điểm nóng chảy của nó và ảnh hưởng của nhiệt độ lên độ nhớt, vật liệu của khuôn và độ phản ứng của vật liệu.

Để đẩy nhanh sự phân phối phần nóng chảy trong khuôn, trong suốt quá trình đổ đầy, khuôn có thể được quay quanh trục thẳng đứng, cụ thể là trục đối xứng thẳng đứng.

Vì vậy, phần nóng chảy trong khuôn bị văng, có thể nói như vậy, vào các hốc. Đặc biệt, trong trường hợp vật liệu nóng chảy mà độ nhớt của nó tăng lên nhanh chóng khi nhiệt độ giảm xuống, điều quan trọng là đưa vật liệu vào trong các hốc của khuôn nhanh chóng sao cho việc hóa cứng không được thiết lập trong đó trước khi khuôn được đổ đầy thích hợp. Cần phải xem xét rằng vật nặn nóng chảy bắt đầu nguội ngay khi nó được rót. Vật liệu trong đó độ nhớt phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ là titan và các hợp kim titan, cụ thể là TiAl, và vì vậy, khuôn nên được quay đặc biệt là khi vật liệu dẫn điện là titan hoặc hợp kim titan. Ngoài sự phân phối vật nặn nóng chảy trong khuôn nhanh hơn, chuyển động quay cũng tránh hiện tượng cuộn xoáy mà có ảnh hưởng rất tiêu cực đến chất lượng của các vật phẩm đúc.

Điều này đã chứng tỏ ưu điểm đối với chuyển động quay của khuôn cần được thực hiện với tốc độ quay nằm trong khoảng từ 10 đến 1000, cụ thể là từ 100 đến 500 hoặc từ 150 đến 350, vòng trên phút. Tốc độ quay cần được chọn phụ thuộc vào tính chất độ nhớt của vật nặn nóng chảy và hình dạng bên trong của khuôn. Độ nhớt của vật liệu tăng lên khi làm nguội càng nhanh, thì nó phải bị văng vào trong các hốc của khuôn càng nhanh.

Tốt hơn, theo sáng chế, cả việc làm nóng chảy vật liệu dẫn điện lẫn việc đổ đầy khuôn được thực hiện trong chân không hoặc trong khí bảo vệ. Các khí bảo vệ được ưu tiên là, tùy thuộc vào vật liệu cần được làm nóng chảy, nitơ, một trong số các khí hiếm hoặc hỗn hợp của chúng. Cách sử dụng được ưu tiên cụ thể là argon hoặc heli. Việc sử dụng khí bảo vệ hoặc chân không là để tránh các phản ứng không mong muốn giữa vật liệu và các thành phần của không khí, cụ thể là oxy. Tốt hơn, việc làm nóng chảy và/hoặc đổ đầy khuôn được thực hiện trong chân không, cụ thể là ở áp suất tối đa là 1000 Pa.

Theo một phương án thuận lợi của phương pháp theo sáng chế, vào lúc đổ đầy, khuôn được di chuyển tịnh tiến song song với chiều rót vật nặn, cụ thể là theo chiều rót. Nói cách khác, khuôn, được kích khởi bởi thủ tục rót, được di chuyển lên trên hoặc xuống dưới. Việc này điều khiển, tức là tăng tốc hoặc làm chậm, tốc độ đổ đầy khuôn. Việc đo sự tịnh tiến này có thể được thực hiện như là sự thay thế hoặc bổ sung vào chuyển động quay được mô tả trên đây. Cả hai phép đo góp phần vào việc đổ đầy tối ưu khi xét đến khuôn được đổ đầy càng hoàn chỉnh và càng nhanh càng tốt trong khi đồng thời có độ cuộn xoáy thấp, sao cho chất lượng của các vật phẩm đúc thu được được nâng

cao. Sự tịnh tiến theo chiều rút xảy ra ở tốc độ nhỏ hơn tốc độ mà với tốc độ này vật nạp nóng chảy rơi. Gia tốc của khuôn theo chiều rút nên nhỏ hơn gia tốc của vật nạp khi nó rơi. Hơn nữa, việc sử dụng sự tịnh tiến, một mình hoặc cùng với chuyển động quay, tránh cho vật nạp nóng chảy bắn tung tóe hoặc tràn, mà ngược lại là rủi ro do việc đổ đầy nhanh khuôn chóng và hoàn toàn trong một công đoạn đổ khuôn.

Điều này đã chứng tỏ đủ để thực hiện sự tịnh tiến trong khoảng cách tối đa là 4m, cụ thể, tối đa là 3m, tối đa là 2m và được ưu tiên cụ thể là tối đa là 1m, bắt đầu từ vị trí bắt đầu của khuôn vào thời điểm rút. Khoảng cách này đủ để đạt được các ưu điểm của chuyển động tịnh tiến về chất lượng của các vật phẩm đúc tạo thành, mà không cần thiết bị yêu cầu bị mở rộng quá mức. Sự tịnh tiến tốt hơn là được dừng lại khi toàn bộ vật nạp đã vào khuôn.

Cụ thể, chuyển động quay và/hoặc tịnh tiến được kích khởi bởi việc rút vật nạp. Để làm được điều đó, có thể bố trí các cảm biến để phát hiện việc rút và truyền tín hiệu đến bộ phận dẫn động mà kích khởi chuyển động quay và/hoặc tịnh tiến tại khuôn. Các cảm biến thích có thể, ví dụ, phát hiện sự thay đổi về hoặc sự suy giảm của trường điện từ xoay chiều, hoặc sự có mặt của vật nạp nóng chảy trong vùng chuyển tiếp giữa vùng nóng chảy và khuôn (ví dụ, nhờ các cửa nhẹ). Rất nhiều cảm biến khác cũng có thể được nghĩ đến để kích khởi tín hiệu tương ứng.

Theo một phương án ưu tiên, vật liệu dẫn điện được sử dụng theo sáng chế có ít nhất một kim loại điểm nóng chảy cao từ nhóm sau đây: titan, ziricon, vanadi, tantan, vonfram, hafni, niobi, reni, molypden. Như một sự lựa chọn, cũng có thể sử dụng kim loại có điểm nóng chảy thấp hơn, như niken, sắt hoặc nhôm. Vật liệu dẫn điện được sử dụng cũng có thể là hỗn hợp hoặc hợp kim có một hoặc nhiều kim loại nêu trên. Tốt hơn là, kim loại có tỷ lệ ít nhất là 50 % trọng lượng, cụ thể là ít nhất là 60 % trọng lượng hoặc ít nhất là 70 % trọng lượng, của vật liệu dẫn điện. Đã thấy được rằng các kim loại này có ích cụ thể từ các ưu điểm của sáng chế. Theo một phương án ưu tiên cụ thể, vật liệu dẫn điện là titan hoặc hợp kim titan, cụ thể là TiAl hoặc TiAlV. Các kim loại hoặc hợp kim này có thể được gia công đặc biệt thuận lợi do độ nhớt phụ thuộc cụ thể vào nhiệt độ, và hơn nữa, chúng phản ứng một cách đặc biệt, cụ thể là đối với các kim loại của khuôn. Do phương pháp theo sáng chế kết hợp việc nóng chảy không tiếp xúc trong khi bay với việc đổ đầy khuôn rất nhanh, nên có thể đạt được ưu điểm cụ thể, đặc biệt

là đối với các kim loại này. Phương pháp theo sáng chế giúp cho có thể tạo ra các vật phẩm đúc có lớp oxit mỏng đặc biệt, hoặc thậm chí không chút nào, từ phần nóng chảy phản ứng với vật liệu của khuôn.

Theo một phương án thuận lợi của sáng chế, vật liệu dẫn điện được nung quá nhiệt, trong suốt quá trình nóng chảy, đến nhiệt độ cao hơn ít nhất là 10°C , ít nhất là 20°C hoặc ít nhất là 30°C so với điểm nóng chảy của vật liệu. Việc nung quá nhiệt tránh được sự hóa cứng vật liệu ngay khi tiếp xúc với khuôn, mà nhiệt độ của nó nhỏ hơn điểm nóng chảy. Kết quả là, vật nạp có thể lan ra trong khuôn trước khi độ nhớt của vật liệu trở thành quá cao. Ưu điểm của việc nóng chảy bay là không cần sử dụng nồi nấu mà tiếp xúc với phần nóng chảy. Vì vậy, tránh được các tổn hao vật liệu cao của phương pháp nồi lạnh, do nhiễm bẩn phần nóng chảy bởi các phần cấu thành nồi nấu. Một ưu điểm khác là phần nóng chảy có thể được gia nhiệt đến các nhiệt độ tương đối cao do có thể hoạt động trong chân không hoặc trong khí bảo vệ và không tiếp xúc với các kim loại phản ứng. Tuy nhiên, hầu hết các kim loại không thể bị nung quá nhiệt một cách đơn giản đến nhiệt độ bất kỳ, do điều này gây ra sự mạo hiểm bởi phản ứng mãnh liệt với khuôn. Vì lý do đó, việc nung quá nhiệt tốt hơn là bị giới hạn ở nhiệt độ cao hơn tối đa là 300°C , tốt hơn nữa tối đa là 200°C và tốt hơn hẳn là tối đa là 100°C so với điểm nóng chảy của vật liệu dẫn điện.

Theo sáng chế, việc nóng chảy tốt hơn là được thực hiện trong thời gian nằm trong khoảng từ 0,5 phút đến 20 phút, cụ thể là từ 1 phút đến 10 phút. Các thời gian nóng chảy này có thể bị ảnh hưởng dễ dàng trong phương pháp nóng chảy bay do có thể đưa nhiệt rất có hiệu quả vào vật nạp và, do các dòng điện xoáy được đưa vào, sự phân bố nhiệt độ rất tốt xảy ra trong một thời gian rất ngắn. Một khi được nóng chảy hoàn toàn, vật nạp nóng chảy được rót vào khuôn. Việc rót có thể ở chỗ cho phép vật nạp nóng chảy rơi xuống, hoặc có thể được điều khiển nhờ ảnh hưởng điện từ, ví dụ sử dụng một cuộn dây (khác nữa) thích hợp cho mục đích này. Khuôn đã đổ đầy được di chuyển ra xa và tốt hơn là được thay thế bằng khuôn rỗng mới sao cho các khuôn có thể được đổ đầy theo các khoảng thời gian là vài phút. Theo sáng chế, vật nạp chứa vật liệu dẫn điện tốt hơn là có khối lượng nằm trong khoảng từ 50g đến 2kg, tốt hơn là từ 100g đến 1kg. Theo một phương án, khối lượng ít nhất là 200g. Các khối lượng này là đủ để sản xuất các cánh tuabin, các bộ cánh quạt của tuabin tăng áp hoặc các bộ phận giả. Tuy

nhiên, hình dạng khác bất kỳ cũng có thể nhận thức được, đặc biệt là do phương pháp này giúp cho có thể tạo ra thậm chí là các hình dạng phức tạp với các hốc nhỏ và có nhánh. Sự kết hợp của điểm nóng chảy cao và vì vậy độ nhớt thấp, chân không hoặc khí bảo vệ để tránh các phản ứng, chuyển động quay để phân phối nhanh phần nóng chảy trong khuôn, chuyển động tịnh tiến để thiết lập tốc độ đổ đầy tối ưu, và việc đổ đầy các khuôn được tạo nhịp trong chỉ một bước đổ đầy, dẫn đến phương pháp rất đa năng mà có thể được tối ưu hóa tùy thuộc vào vật liệu cần được làm nóng chảy và khuôn được sử dụng.

Tốt hơn, để gây ra trạng thái bay của vật nẹp, cần sử dụng ít nhất hai trường điện từ có tần số dòng điện xoay chiều khác nhau. Phương pháp nóng chảy bay thông thường sử dụng một hoặc nhiều cuộn dây hình nón để tạo ra các trường điện từ được yêu cầu. Cũng có thể, theo sáng chế, sử dụng phương pháp nóng chảy bay thông thường đó với các cuộn dây hình nón. Tuy nhiên, điều này làm hạn chế rất nhiều kích thước của các vật nẹp do, trong vùng của trục đối xứng, vật nẹp nóng chảy được ngăn không cho chảy ra xa chỉ bởi sức căng bề mặt của nó. Có thể tránh được trở ngại này bằng cách sử dụng ít nhất hai trường điện từ có tần số khác nhau (xem thêm Spitans và những người khác, *Magnetohydrodynamics* Vol.51 (2015), No.1, pp.121-132). Khi không có tải, các từ trường tốt hơn nên chạy ngang và cụ thể là vuông góc với nhau. Điều này giúp cho có thể xử lý các khối lượng tương đối lớn của vật liệu dẫn điện trong phương pháp nóng chảy bay hoàn toàn. Việc sử dụng các tần số khác nhau ngăn không cho quay mẫu; hiệu tần số trong mỗi trường hợp ít nhất là 1kHz được ưu tiên.

Theo một phương án ưu tiên về phương pháp này, để tập trung từ trường và làm ổn định vật nẹp, ít nhất một phần tử sắt từ được bố trí ngang quanh vùng trong đó vật nẹp được làm nóng chảy. Phần tử sắt từ có thể được bố trí theo kiểu hình khuyên quanh vùng nóng chảy, trong đó “hình khuyên” bao gồm không chỉ các phần tử hình tròn mà còn có góc, cụ thể là các phần tử hình khuyên chữ nhật hoặc đa giác. Phần tử này có thể có nhiều đoạn thanh mà nhô ngang cụ thể theo chiều của vùng nóng chảy. Phần tử sắt từ được làm từ vật liệu sắt từ, tốt hơn là có độ từ thẩm biên độ $\mu_a > 10$, tốt hơn nữa là $\mu_a > 50$ và tốt hơn hẳn là $\mu_a > 100$. Độ từ thẩm biên độ liên quan cụ thể đến độ từ thẩm trong khoảng nhiệt độ từ 25°C đến 100°C, và ở mật độ từ thông nằm trong khoảng từ 0 đến 400 mT. Độ từ thẩm biên độ cụ thể là ít nhất một phần trăm, cụ thể là ít nhất là 10

phần trăm hoặc 25 phần trăm của độ từ thẩm biên độ của ferit từ mềm (ví dụ 3C92). Các vật liệu thích hợp sẽ được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này biết đến.

Theo một phương án ưu tiên, các trường điện từ được tạo ra bởi ít nhất hai cặp cuộn dây cảm ứng mà các trục của chúng được định hướng ngang, các phần dẫn điện của các cuộn dây vì vậy tốt hơn là được quấn tương ứng trên đường cuộn dây ngang. Các cuộn dây, trong mỗi trường hợp, có thể được bố trí quanh đoạn thanh, nhô theo chiều của vùng nóng chảy, của phần tử sắt từ. Các cuộn dây có thể có các phần dẫn điện được làm mát bằng chất làm mát.

Theo một phương án ưu tiên cụ thể của phương pháp, ngoài cuộn dây, cụ thể là cuộn dây hình nón, có trục đối xứng thẳng đứng được bố trí dưới vật nạp cần được làm nóng chảy, để ảnh hưởng đến tốc độ rót. Theo một phương án ưu tiên, cuộn dây này có thể tạo ra trường điện từ có tần số dòng điện xoay chiều thứ ba (xem thêm Spitans và những người khác, *Numerical and experimental investigations of a large scale electromagnetic levitation melting of metals*, Conference Paper 10th PAMIR International Conference – Fundamental và Applied MHD, June 20-24, 2016, Cagliari, Italy). Cuộn dây này tốt hơn là có thể đảm nhiệm bảo vệ phần tử sắt từ khỏi các tác động quá nhiệt. Để đạt được điều này, chất làm mát có thể được làm cho chảy qua phần dẫn điện của cuộn dây này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình chiếu cạnh của khuôn đúc dưới vùng nóng chảy với phần tử sắt từ, các cuộn dây và vật nạp chứa vật liệu dẫn điện.

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt của phần thiết lập trên Fig.1.

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt phối cảnh của phần thiết lập trên Fig.1.

Fig.4 là hình chiếu bằng của cách bố trí cuộn dây mà có thể được sử dụng theo sáng chế.

Fig.5 là hình phối cảnh của khuôn vĩnh cửu trong vùng đổ đầy với vật nạp trong vùng nóng chảy.

Fig.6 là hình vẽ mặt cắt của khuôn vĩnh cửu trong vùng đổ đầy, cũng với vật nạp trong vùng nóng chảy.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các hình vẽ thể hiện các phương án ưu tiên. Chúng chỉ nhằm mục đích minh họa.

Fig.1 thể hiện vật nẹp 1 chứa vật liệu dẫn điện mà được đặt trong phạm vi ảnh hưởng của các trường điện từ xoay chiều (vùng nóng chảy) mà được tạo ra với sự hỗ trợ của các cuộn dây 3. Dưới vật nẹp 1 có khuôn rỗng 2 mà được giữ trong vùng đỡ đầy bởi giá đỡ 5. Giá đỡ 5 có thể di chuyển khuôn 2 theo chuyển động quay và/hoặc tịnh tiến, mà được chỉ báo bởi các mũi tên trên hình vẽ. Phần tử sắt từ 4 được bố trí quanh phạm vi ảnh hưởng của các cuộn dây 3. Trong phương pháp theo sáng chế, vật nẹp 1 được làm nóng chảy trong khi đang bay và, một khi đã nóng chảy, được rót vào khuôn 2. Khuôn 2 có phần cắt đồ đầy hình phễu 7.

Fig.2 thể hiện các thành phần giống như Fig.1. Fig.2 cũng thể hiện các đoạn thanh 6 nhô theo chiều của vùng nóng chảy và các cuộn dây 3 được bố trí quanh chúng. Theo phương án ưu tiên này, các đoạn thanh 6 là các phần của phần tử sắt từ 4 và tạo thành các lõi của các cuộn dây 3. Các trục của các cặp cuộn dây 3 được định hướng ngang và vuông góc với nhau, với mỗi hai cuộn dây 3 đối nhau tạo thành một cặp.

Fig.3 thể hiện các thành phần giống như Fig.1 và Fig.2, trong đó Fig.3 thể hiện rõ ràng cách bố trí trục giao của các đoạn thanh 6 và các trục cuộn dây.

Fig.4 thể hiện lại cách bố trí của các cuộn dây 3 trong phần tử sắt từ 4. Phần tử sắt từ 4 có dạng phần tử hình khuyên bát giác. Trong mỗi trường hợp, hai cuộn dây 3 trên trục A, B tạo thành một cặp cuộn dây. Phần cắt đồ đầy 7 của khuôn có thể nhìn thấy được dưới phần bố trí cuộn dây. Các trục cuộn dây A, B được bố trí vuông góc với nhau.

Fig.5 thể hiện cách bố trí để thực hiện phương pháp theo sáng chế sử dụng khuôn vĩnh cửu làm khuôn 2. Khuôn vĩnh cửu 2 là khuôn đúc vĩnh cửu có hai phần tử khuôn 8, 9 mà có thể được tách khỏi nhau nhằm mục đích của dỡ khuôn. Bộ đẩy 10 được dẫn hướng qua một trong số các phần tử khuôn 8 để hỗ trợ việc dỡ khuôn. Khuôn vĩnh cửu 2 được bố trí trên giá đỡ 5, như với trường hợp các khuôn dưới dạng các khuôn hao, sao cho khuôn 2 có thể được làm cho di chuyển theo chuyển động quay và/hoặc tịnh tiến. Việc dỡ khuôn vĩnh cửu 2 có thể xảy ra trong vùng đỡ đầy.

Fig.6 thể hiện hình vẽ mặt cắt qua cách bố trí để thực hiện phương pháp theo sáng chế, sử dụng khuôn vĩnh cửu 2 có hai phần tử khuôn 8, 9 và bộ đẩy 10. Khuôn vĩnh cửu 2 cũng có phần cắt đồ đầy hình phễu 7.

Danh mục các số chỉ dẫn

- 1 Vật nạp
- 2 Khuôn
- 3 Cuộn dây
- 4 Phần tử sắt từ
- 5 Giá đỡ
- 6 Đoạn thanh
- 7 Phần cắt đồ đầy
- 8, 9 Các phần tử khuôn
- 10 Bộ đẩy

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất các vật phẩm đúc chứa vật liệu dẫn điện, phương pháp này bao gồm các bước sau:

- đưa vật nạp (1) chứa vật liệu dẫn điện vào phạm vi ảnh hưởng của ít nhất một trường điện từ xoay chiều, sao cho vật nạp được giữ ở trạng thái bay,
- làm nóng chảy vật nạp (1),
- định vị khuôn (2) trong vùng đổ đầy dưới vật nạp bay (1),
- rót toàn bộ vật nạp (1) vào khuôn (2),
- tháo vật phẩm đúc đã hóa cứng khỏi khuôn (2),

khác biệt ở chỗ thể tích của vật nạp nóng chảy (1) là đủ để đổ đầy khuôn (2) đến mức độ thích hợp để sản xuất vật phẩm đúc, vào lúc đúc, khuôn (2) được di chuyển tịnh tiến song song với chiều rót vật nạp (1).

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khuôn (2) được đổ đầy được tháo khỏi vùng đổ đầy sau khi rót vật nạp (1) và trước khi tháo vật phẩm đúc.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó một khuôn rỗng khác (2) được di chuyển vào vùng đổ đầy sau khi tháo khỏi vùng đổ đầy của khuôn (2) được đổ đầy, hoặc đồng thời toàn bộ hoặc một phần với việc tháo khỏi vùng đổ đầy của khuôn (2) được đổ đầy vật nạp (1).

4. Phương pháp theo một điểm trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó khuôn (2) được tiền gia nhiệt trước khi đổ đầy.

5. Phương pháp theo ít nhất một điểm trong số các điểm trên đây, trong đó khuôn (2) được quay quanh trục thẳng đứng trong suốt quá trình đổ đầy.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó chuyển động quay được thực hiện với tốc độ quay nằm trong khoảng từ 10 đến 1000, tốt hơn là từ 100 đến 500, vòng trên phút.

7. Phương pháp theo ít nhất một điểm trong số các điểm trên đây, trong đó cả bước làm nóng chảy vật nạp (1) lẫn đổ đầy khuôn (2) được thực hiện trong chân không, cụ thể là ở áp suất tối đa là 1000 Pa, hoặc trong khí bảo vệ, cụ thể là nito, một trong số các khí trơ hoặc các hỗn hợp của chúng.

8. Phương pháp theo ít nhất một điểm trong số các điểm trên đây, trong đó, vào lúc đổ đầy, khuôn (2) được di chuyển tịnh tiến theo chiều rót.

9. Phương pháp theo ít nhất một điểm trong số các điểm từ 5 đến 8, trong đó chuyển động quay và/hoặc tịnh tiến được kích khởi bởi bước rút vật nạp (1).
10. Phương pháp theo ít nhất một điểm trong số các điểm trên đây, trong đó vật liệu dẫn điện chứa ít nhất một kim loại từ nhóm sau đây: titan, ziricon, vanadi, tantan, vonfram, hafni, niobi, reni, molybden, niken, sắt, nhôm.
11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó kim loại này có tỷ lệ ít nhất là 50% trọng lượng, tốt hơn là ít nhất là 60% trọng lượng hoặc ít nhất là 70% trọng lượng, của vật liệu dẫn điện.
12. Phương pháp theo ít nhất một điểm trong số các điểm trên đây, trong đó vật liệu dẫn điện là titan hoặc hợp kim titan, cụ thể là TiAl hoặc TiAlV.
13. Phương pháp theo ít nhất một điểm trong số các điểm trên đây, trong đó vật liệu dẫn điện được nung quá nhiệt, trong suốt quá trình làm nóng chảy, đến nhiệt độ cao hơn điểm nóng chảy của vật liệu ít nhất là 10°C , ít nhất là 20°C hoặc ít nhất là 30°C .
14. Phương pháp theo ít nhất một điểm trong số các điểm trên đây, trong đó khuôn đúc (2) được làm bằng kim loại hoặc vật liệu gốm, cụ thể là vật liệu gốm oxit.
15. Phương pháp theo ít nhất một điểm trong số các điểm trên đây, trong đó bước làm nóng chảy được thực hiện trong khoảng thời gian từ 0,5 phút đến 20 phút, tốt hơn là từ 1 phút đến 10 phút.
16. Phương pháp theo ít nhất một điểm trong số các điểm trên đây, trong đó, để gây ra trạng thái bay của vật nạp (1), thì sử dụng ít nhất hai trường điện từ có tần số dòng điện xoay chiều khác nhau.
17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó, khi không có tải, các từ trường sinh ra chạy ngang và/hoặc được bố trí vuông góc với nhau.
18. Phương pháp theo ít nhất một điểm trong số các điểm trên đây, trong đó, để tập trung từ trường và làm ổn định vật nạp (1), ít nhất một phần tử sắt từ (4) được làm bằng vật liệu sắt từ, cụ thể là có độ từ thẩm biên độ $\mu_a > 10$, được bố trí ngang quanh vùng trong đó vật nạp (1) được làm nóng chảy.
19. Phương pháp theo một điểm trong số các điểm từ 16 đến 18, trong đó các trường điện từ được tạo ra sử dụng ít nhất hai cặp cuộn dây cảm ứng (3) mà các trục của chúng (A, B) được định hướng ngang.

20. Phương pháp theo ít nhất một điểm trong số các điểm từ 16 đến 19, trong đó ngoài cuộn dây (3), cụ thể là cuộn dây hình nón, có trục cuộn dây thẳng đứng được bố trí dưới vật nẹp (1) cần được làm nóng chảy, để ảnh hưởng đến tốc độ rót, trong đó cuộn dây này sinh ra trường điện từ có tần số dòng điện xoay chiều thứ ba.
21. Phương pháp theo ít nhất một điểm trong số các điểm trên đây, trong đó khuôn (2) là khuôn đúc vĩnh cửu có hai hoặc nhiều hơn hai phần tử khuôn (8, 9), trong đó việc tháo vật phẩm đúc khỏi khuôn đúc vĩnh cửu bao gồm tách các phần tử khuôn (8, 9).

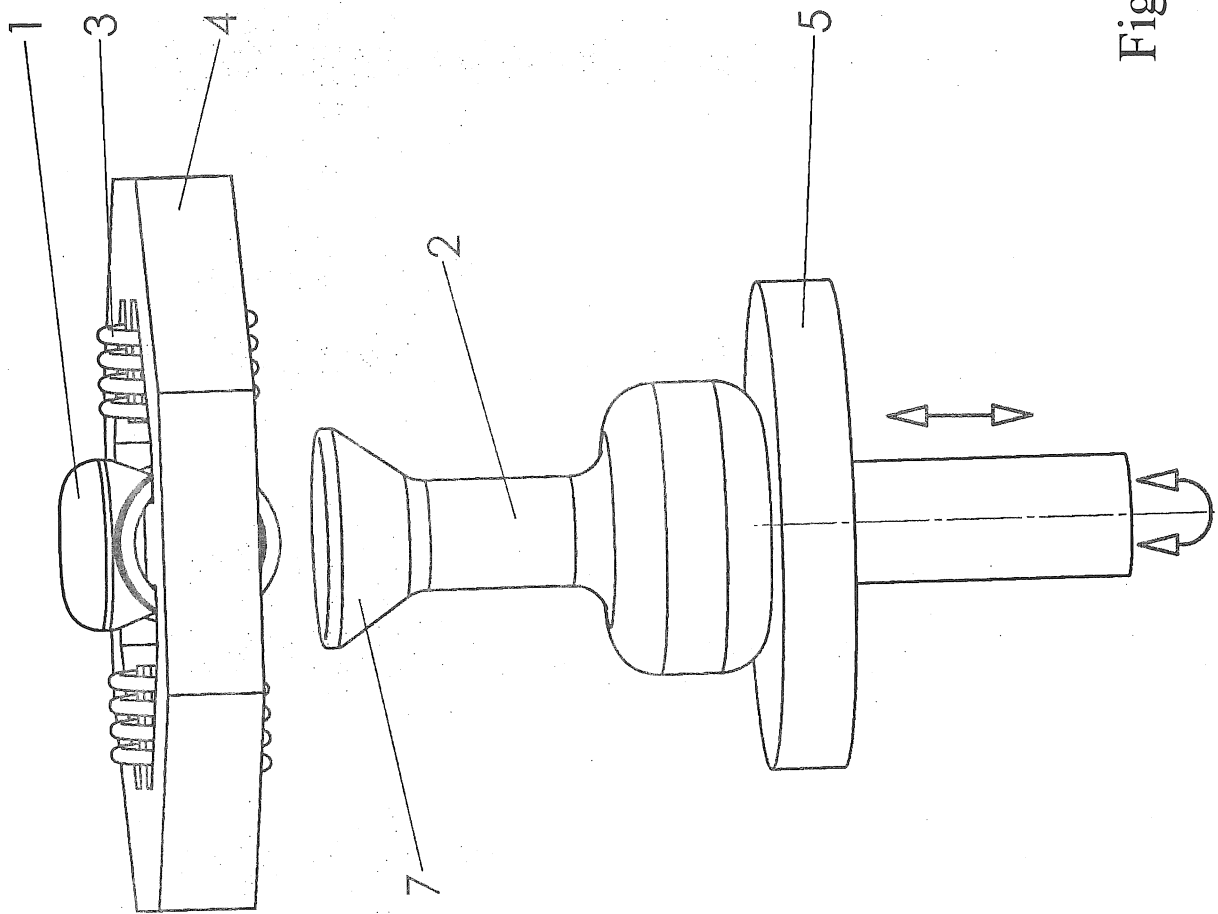


Fig. 1

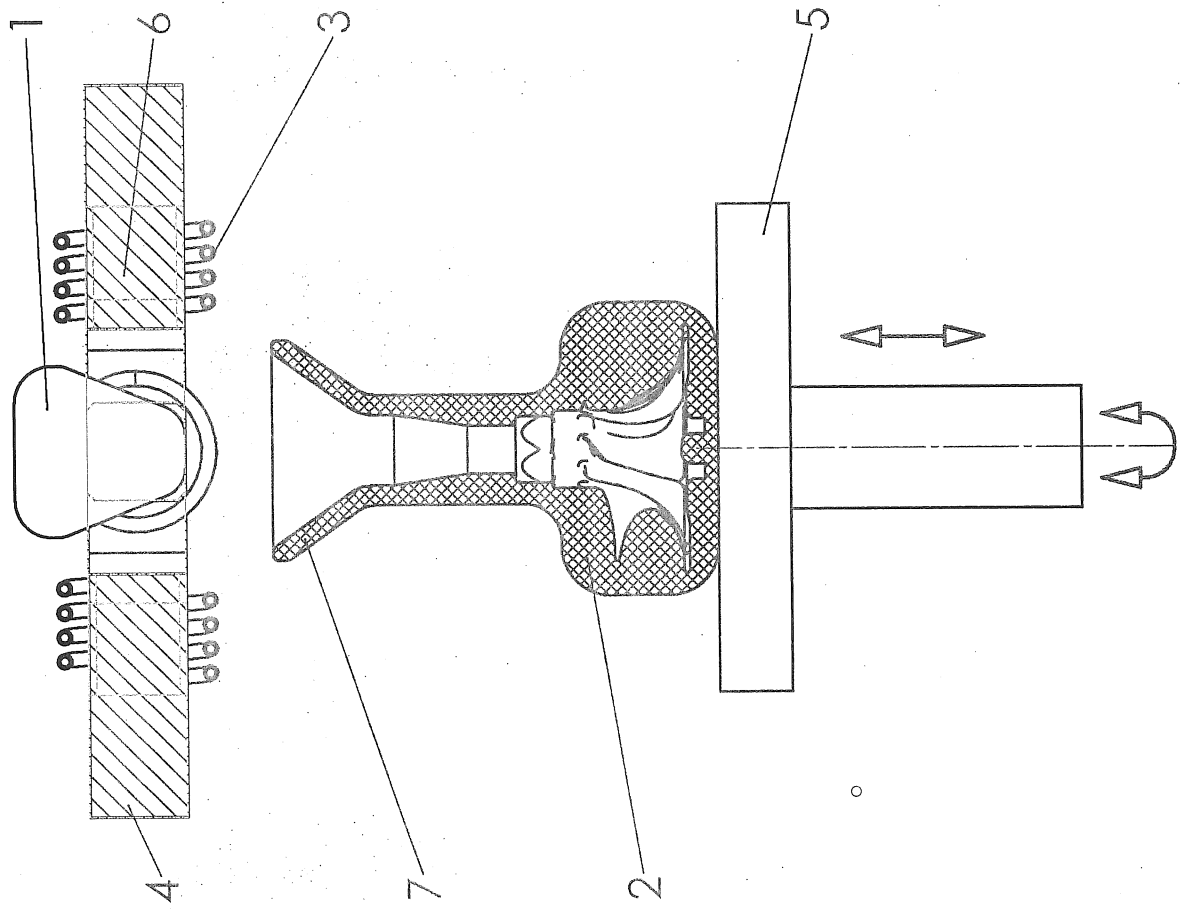


Fig.2

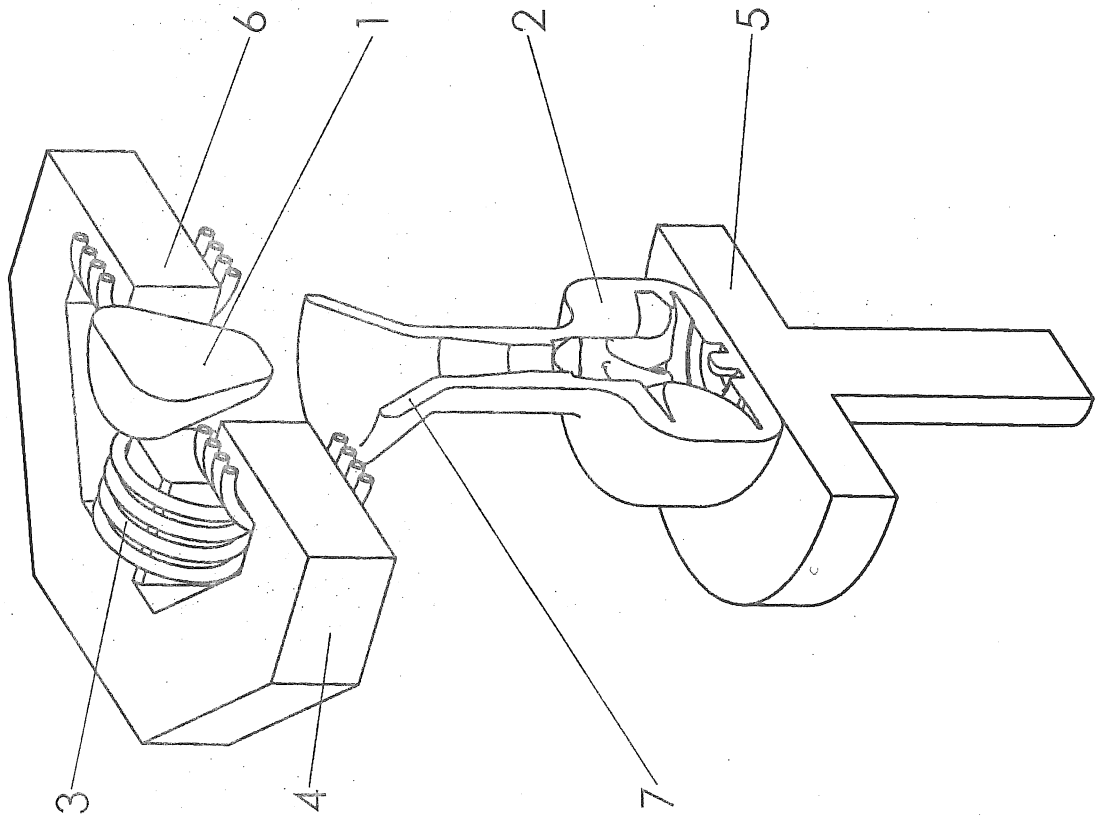


Fig.3

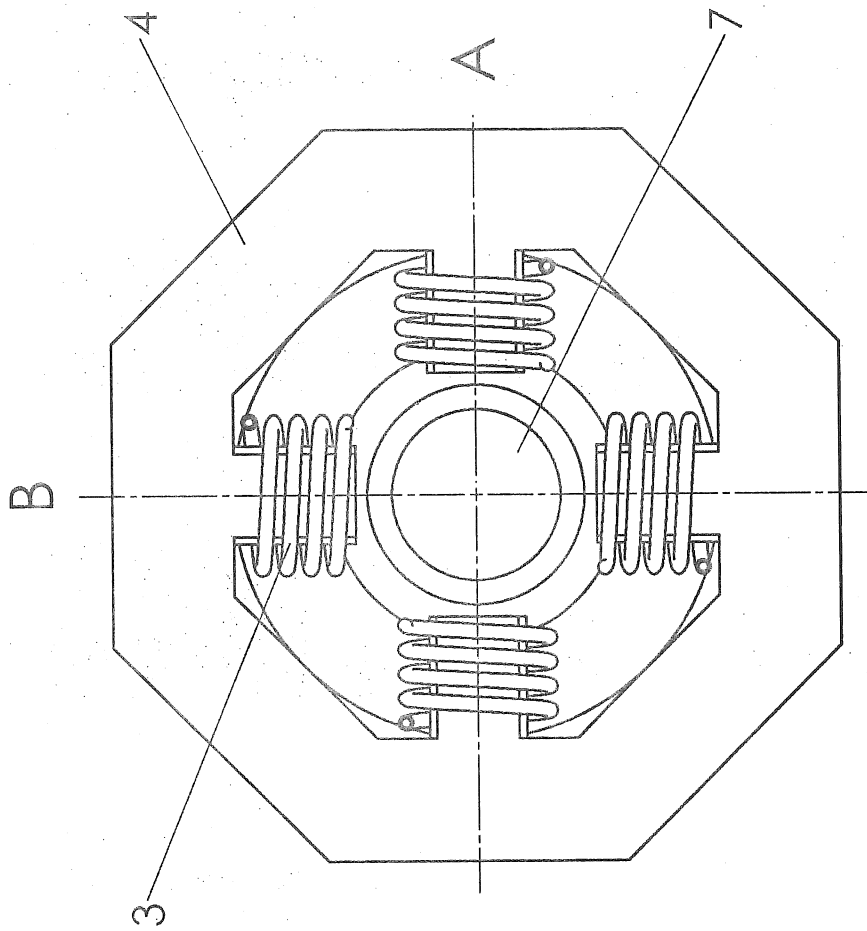


Fig. 4

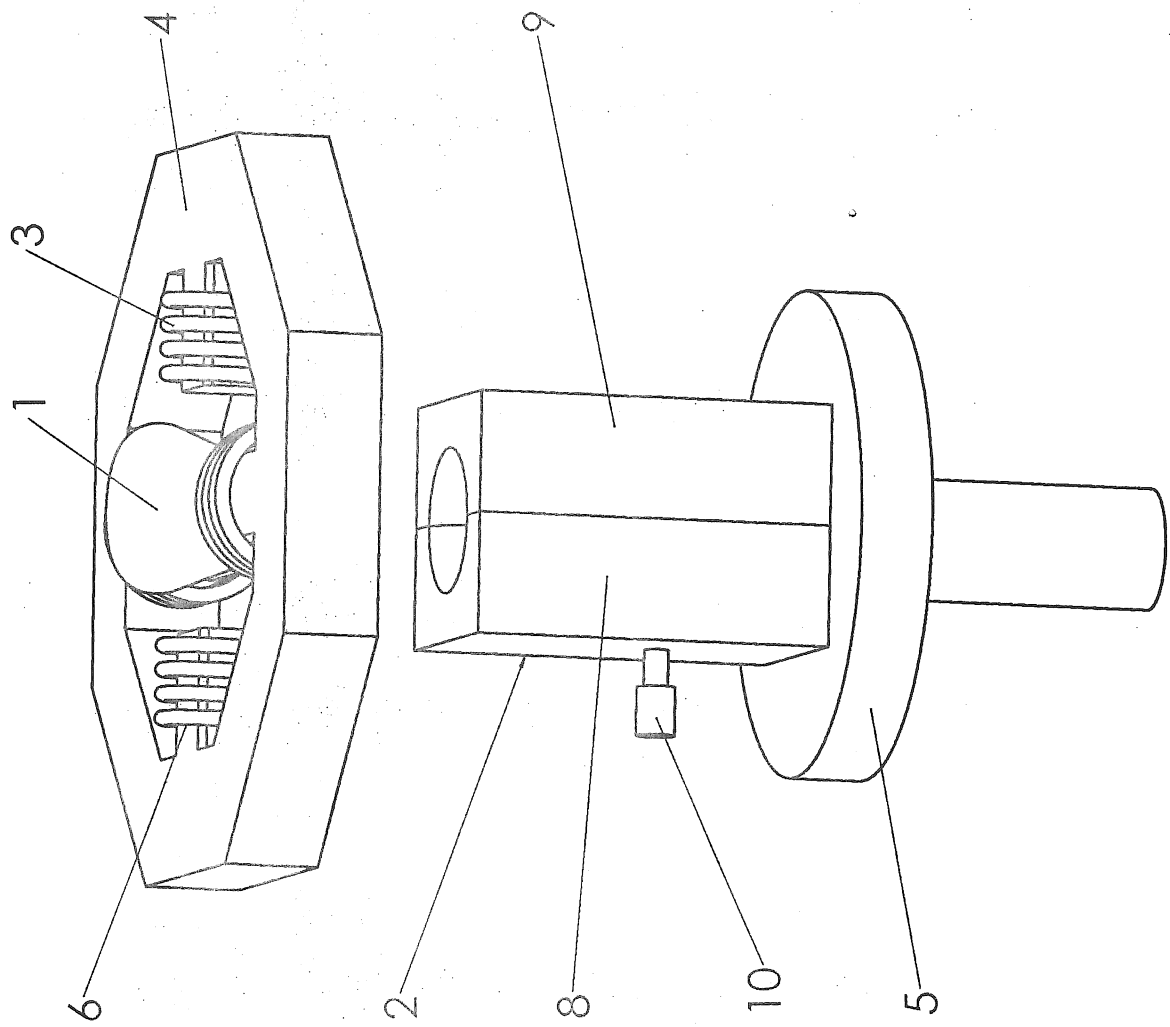


Fig.5

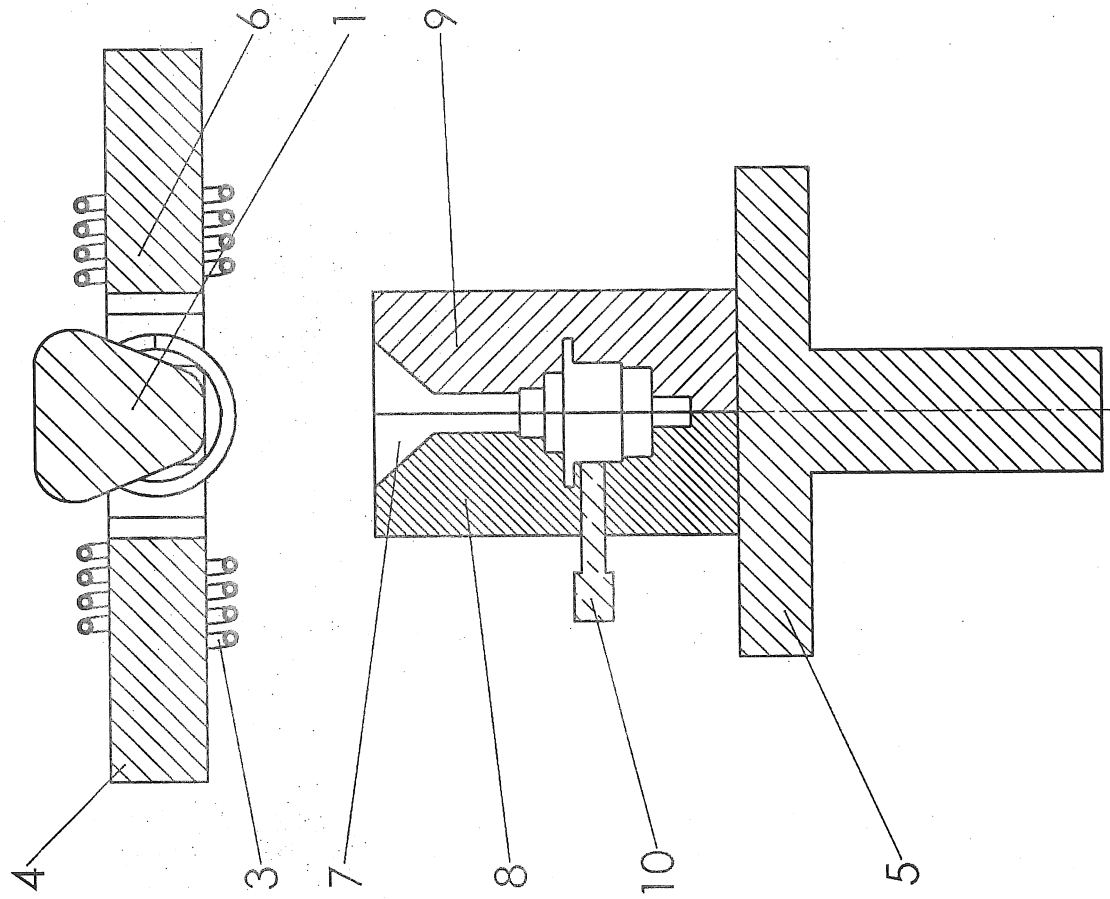


Fig. 6