



(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)



1-0043373

(51)^{2006.01} B22F 1/00; B22F 9/08

(13) B

(21) 1-2022-02469

(22) 17/09/2020

(86) PCT/EP2020/075994 17/09/2020

(87) WO 2021/058374 A1 01/04/2021

(30) 10 2019 214 555.8 24/09/2019 DE

(45) 25/02/2025 443

(43) 25/07/2022 412

(73) 1. ALD Vacuum Technologies GmbH (DE)

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

2. GfE Metalle und Materialien GmbH (DE)

Höfener Strasse 45, 90431 Nürnberg, Germany

(72) Volker GÜTHER (DE); Karin RATSCHBACHER (AU); Melissa ALLEN (DE);
Sergejs SPITANS (DE); Henrik FRANZ (DE).

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

(54) THIẾT BỊ PHUN DÒNG VẬT LIỆU NÓNG CHẢY BẰNG KHÍ

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị phun dòng vật liệu nóng chảy của kim loại, liên kim loại hoặc gốm bằng khí để tạo ra bột hình cầu, thiết bị này bao gồm buồng nung chảy (1), buồng tạo bột (2), cuộn cảm ứng (3) trong buồng nung chảy (1), vật liệu nóng chảy, tốt hơn là thanh vật liệu nóng chảy (7) trong cuộn cảm ứng (3) và vòi phun (5) nối thông các buồng nung chảy và buồng tạo bột (1, 2) và được sắp xếp trong màng chắn vòi phun (4), để dòng vật liệu nóng chảy (8) được nung chảy ra từ vật liệu nóng chảy bằng cuộn cảm ứng (3), trong đó vòi phun (5) có cấu tạo vòi phun hội tụ hoàn toàn có các vách vòi phun (13) mà có mặt cắt ngang có dạng cung tròn, và do đó cả khí phun (V) và dòng vật liệu nóng chảy và các giọt được tạo ra từ đó đều đạt vận tốc tối đa bằng, tốt hơn là dưới vận tốc âm thanh của khí phun (V).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị phun dòng vật liệu nóng chảy của kim loại, liên kim loại hoặc gốm bằng khí để tạo ra bột hình cầu với các dấu hiệu được đưa ra trong phần mở đầu của điểm 1 yêu cầu bảo hộ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Liên quan đến tình trạng kỹ thuật của sáng chế, đã biết rằng bột kim loại được sử dụng trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật ở quy mô công nghiệp để sản xuất các bộ phận hoặc các lớp chức năng. Các ví dụ bao gồm các loại thép thiêu kết, các kim loại cứng, các vật liệu tiếp xúc, các nam châm vĩnh cửu, các loại gốm và các lớp phun nhiệt.

Riêng trong lĩnh vực sản xuất chất phụ gia và đúc phun kim loại, những yêu cầu đặc biệt được đặt ra đối với sự phân bố kích thước hạt và đặc tính cầu của bột, vì đây là điều kiện tiên quyết cần thiết để có thể xử lý tiếp. Bốn kỹ thuật cơ bản đã được tạo ra để sản xuất bột kim loại hình cầu, sự phun tạo bột từ dây kim loại được hỗ trợ plasma - xem WO 2011 054113 A1, sự tạo ra hạt bột hình cầu bằng plasma với các bề mặt không đều - xem EP 1 689 519 B1, quy trình điện cực xoay plasma - xem US 5 147 448 A, và sự phun vật liệu nóng chảy dạng lỏng bằng khí.

Phương pháp sau cũng có thể áp dụng cho một số gốm nhất định và bao gồm các phương pháp khác nhau để sản xuất vật liệu nóng chảy dạng lỏng:

- sự phun bằng khí cảm ứng trong chân không (Vacuum Induction Gas Atomization, viết tắt là VIGA - nung chảy cảm ứng trong chén nung nguội bằng gốm)
- sự phun bằng khí cảm ứng điện cực (Electrode Induction Gas Atomization, viết tắt là EIGA - nung chảy cảm ứng không dùng chén nung của các thanh kim loại hoặc liên kim loại)
- sự phun bằng khí trơ plasma (Plasma Inert Gas Atomization, viết tắt là PIGA - nung chảy plasma trong chén nung nguội)

Trong các phương pháp nung chảy bằng chén nung, dòng rót để được phun có thể được tạo ra bằng cách nghiêng chén nung (rót), bằng đầu ra ở đáy của chén nung hoặc bằng cách nung chảy thanh (điện cực). Phương pháp nung chảy ưu tiên được chọn theo các đặc tính cụ thể của vật liệu để được nung chảy. Ví dụ, các hợp kim hoặc các kim loại có điểm nóng chảy cao có ái lực với oxy không thể nung chảy được trong các chén nung bằng gốm bởi vì các vật liệu làm chén nung không thể chịu được nhiệt độ của quá trình xử lý hoặc được làm giảm bởi vật liệu nóng chảy.

Tất cả các phương pháp phun vật liệu nóng chảy dạng lỏng rơi tự do bằng khí phun có ảnh hưởng đến đặc tính cầu và độ rỗng khí của các hạt bột thu được, như có thể thấy được từ bài báo kỹ thuật của Schulz G., "Laminar sonic and supersonic gas flow atomization - the NANOVAL process", World Congress on PM & Particulate Materials, Advances in PM, năm 1996, 1, trang 43-54. Đến nay, vẫn chưa thể sản xuất các bột được phun bằng khí mà không có các chất bám bề mặt trên các bề mặt hạt bột và không tạo ra độ rỗng khí, mà là tình trạng kỹ thuật trong lĩnh vực bằng PREP hoặc sự phun plasma. Tuy nhiên, PREP và sự phun plasma có những nhược điểm nghiêm trọng xét về kinh tế và do đó đắt hơn đáng kể so với các bột được phun bằng khí.

Trong số các phương pháp phun được hỗ trợ bằng khí, sự khác biệt cơ bản được tạo ra giữa các thiết kế khác nhau cho quá trình phun rơi tự do (vòi phun rơi tự do, vòi phun ghép chặt) và quá trình phun được dẫn hướng bằng tia khí sử dụng vòi phun Laval.

Thiết bị phun dòng vật liệu nóng chảy bằng khí để tạo ra bột hình cầu có các dấu hiệu được biểu thị trong thuật ngữ chung của điểm 1 yêu cầu bảo hộ với vòi phun Laval như vậy được biết đến từ WO 2015/092008 A1 và bao gồm buồng nung chảy, buồng tạo bột, cuộn cảm ứng trong buồng nung chảy, và vòi phun Laval với cấu tạo vòi phun hội tụ-phân kỳ được sắp xếp trong màng chắn vòi phun và để nối thông hai buồng này.

Thông qua vòi phun, dòng vật liệu nóng chảy, được bao bọc hướng tâm bởi khí phun được điều áp và được tạo ra theo cách cảm ứng từ vật liệu nóng chảy

trong buồng nung chảy bằng cuộn cảm ứng, được đưa vào trong vòi phun do tác dụng của trọng lực, và tách thành các giọt nhỏ ở trong và sau khi ra khỏi vòi phun. Các giọt nhỏ này đông rắn thành các hạt bột cần được sản xuất.

Trong trường hợp này, có thể thấy rằng các hạt bột được tạo ra bằng phương pháp này yêu cầu sự cải thiện đối với sự hình thành chất bám bề mặt và sự phát triển của độ rỗng khí.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị phun để phun khí vào các vật liệu gốm và kim loại nóng chảy dạng lỏng mà phần lớn tránh được sự hình thành chất bám bề mặt và sự phát triển của độ rỗng khí trong khi tạo ra hiệu quả kinh tế tối đa.

Mục đích này đạt được theo phần khác biệt theo điểm 1 yêu cầu bảo hộ bằng cách sử dụng vòi phun dẫn hướng bằng tia khí mới có cấu tạo vòi phun hội tụ hoàn toàn có các vách vòi phun mà có mặt cắt ngang dạng cung tròn, và do đó cả khí phun và dòng vật liệu nóng chảy và các giọt được tạo ra từ đó đều đạt vận tốc tối đa bằng, tốt hơn là dưới vận tốc âm thanh của khí phun. Vì vậy, vận tốc khí của khí phun không vượt quá tốc độ âm thanh trong suốt quá trình phun, trái ngược với quá trình phun Laval đã biết.

Đã thấy rằng với cấu trúc vòi phun như vậy, các hạt bột được cải thiện chất lượng có thể được sản xuất với hiệu quả kinh tế tối đa, trong khi tránh được sự hình thành chất bám bề mặt và độ rỗng khí càng nhiều càng tốt.

Các phương án ưu tiên khác của sáng chế được nêu trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc. Ví dụ, bề mặt của màng chắn vòi phun ở phía đầu ra của vòi phun có thể là phẳng và được định hướng vuông góc với hướng chảy của dòng vật liệu nóng chảy. Vì vậy, một viên rỗ rệt được hình thành ở phía đầu ra của vòi phun, mà từ đó hiệu ứng xoáy bổ sung được tạo ra mà hỗ trợ sự hình thành của các hạt từ dòng vật liệu nóng chảy.

Theo một phương án ưu tiên khác, cuộn cảm ứng có thể được thiết kế để điều chỉnh được độ cao.

Theo cách có lợi, khả năng điều chỉnh độ cao của cuộn cảm ứng cho phép thay đổi được độ cao rơi tự do của dòng rót mà tạo ra dòng vật liệu nóng chảy lên đến vòi. Vì nhiệt độ nung chảy giảm khi độ cao rơi gia tăng, cụ thể do sự phát lực bức xạ, độ nhớt của vật liệu nóng chảy có thể được thay đổi khi đi vào trong vòi phun và vì vậy sự phân bố kích thước hạt thu được có thể được kiểm soát một cách có mục tiêu.

Lưu ý rằng khả năng thay đổi độ cao của cuộn cảm ứng có thể được sử dụng tách biệt với phần còn lại của sáng chế trong các thiết bị phun có các loại vòi phun khác trong khi đạt được những ưu điểm như được mô tả.

Theo một phương án ưu tiên khác, cuộn cảm ứng có thể có thiết kế thu hẹp theo hình nón theo hướng của vòi phun, với thanh hình trụ của vật liệu cần được phun được sắp xếp đồng trục trong cuộn cảm ứng để tạo ra dòng vật liệu nóng chảy.

Các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc khác đề cập đến các thông số để thiết kế và kích thước của cấu trúc vòi phun, mà để tạo ra các kết quả đặc biệt tốt thu được đối với các hạt bột, xét về chất lượng. Để tránh lặp lại, sự viện dẫn được thực hiện cho các ví dụ của phương án.

Để có thể điều chỉnh thiết bị phun theo sáng chế một cách hợp lý và nhanh nhất có thể cho những mục đích sử dụng khác nhau, theo một phương án ưu tiên khác, vòi phun có thể được sắp xếp trong chi tiết chèn vòi phun tách biệt mà được đặt theo cách tháo rời được trong màng chắn vòi phun.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Các dấu hiệu, các chi tiết và các ưu điểm khác của sáng chế sẽ được thể hiện trong phần mô tả dưới đây của phương án mẫu viện dẫn tới hình vẽ đi kèm, mà trong đó:

Fig.1 thể hiện sơ đồ mặt cắt theo trục của thiết bị phun.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các bộ phận chính của thiết bị phun được thể hiện trong hình vẽ là buồng nung chảy 1, buồng tạo bột 2 (còn được gọi là buồng phun), cuộn cảm ứng 3 được

sắp xếp trong buồng nung chảy 1, và màng chắn vòi phun 4 được sắp xếp giữa hai buồng 1, 2, mà trong đó vòi phun 5 có vai trò nối thông hai buồng 1, 2 này. Màng chắn vòi phun 4 là phẳng ở phía đầu ra 16 và được định hướng vuông góc với hướng chảy của dòng vật liệu nóng chảy 8.

Trong buồng nung chảy 1, mà dưới áp suất agon p1, vật liệu để được phun được đưa một phần vào trong cuộn cảm ứng hình nón 3 có ba cuộn dây dưới dạng thanh hình trụ 7 được bố trí có đỉnh chóp 45° 6, về cơ bản là đã được biết đến, ví dụ, từ DE 41 02 101 A1. Độ vát của cuộn cảm ứng 3 tương ứng với độ vát của đỉnh chóp 6 của thanh 7 để được phun. Đỉnh chóp 6 và cụ thể là bề mặt của đỉnh chóp 6 được gia nhiệt cảm ứng bằng dòng điện trung tần đi qua cuộn cảm ứng 3 đến khi pha nóng chảy được tạo ra tại bề mặt. Dòng vật liệu nóng chảy 8 này chảy xuống bề mặt hình nón và rót ra khỏi đỉnh chóp 6 dưới dạng dòng rót liên tục. Lưu lượng của dòng rót tạo ra dòng vật liệu nóng chảy 8 có thể được thay đổi trong phạm vi rộng từ 0,4 kg/phút đến 2,5 kg/phút thông qua công suất điện cảm ứng được ghép vào. Dòng vật liệu nóng chảy từ 0,8 đến 1,5 kg/phút được coi là đặc biệt phù hợp với quá trình phun. Trong suốt quá trình phun, thanh 7 quay chậm về trục đối xứng S và di chuyển liên tục xuống dưới. Đường kính D của thanh 7, mà có thể nằm trong khoảng từ 30 đến 200mm, và tốc độ hạ thấp được thiết lập xác định tốc độ nung chảy tương ứng. Các đường kính thanh D nằm trong khoảng từ 80 đến 150mm đã được chứng minh là đặc biệt thuận lợi theo quan điểm về kỹ thuật xử lý.

Hệ thống treo thẳng 9, chỉ được thể hiện giản lược trong hình vẽ, cung cấp khả năng điều chỉnh độ cao H của cuộn cảm ứng 3, bằng cách này độ cao rơi tự do của dòng rót lên đến vòi phun và vì vậy, như được đề cập nêu trên, độ nhót của vật liệu nóng chảy khi đi vào vòi phun có thể được thay đổi. Các khoảng cách giữa vòi phun 5 và cuộn cảm ứng 3 nằm trong khoảng từ 3 đến 100mm đã được chứng minh là hữu ích về mặt kỹ thuật. Ở khoảng cách cuộn nhỏ hơn, có rủi ro về sự phóng điện áp từ cuộn đến vòi phun; ở khoảng cách lớn hơn, có rủi ro về sự tách dòng rót trước khi đi vào khe hở vòi phun. Các cuộn dây nằm ngang cũng đã được chứng minh là có những ưu điểm đặc biệt, vì các cuộn dây nằm ngang này

ngăn dòng đúc không bị lệch hướng bởi lực điện từ khi dòng đúc rời khỏi từ trường cuộn, trái ngược với việc tăng các cuộn dây.

Vòi phun đối xứng quay 5 được định vị với tâm nằm trong trục đối xứng S của thanh 7 và cuộn cảm ứng 3 có khoảng cách H dưới cuộn dây thấp nhất trong cuộn cảm ứng 3. Vòi phun đối xứng quay này được sắp xếp trong chi tiết chèn vòi phun tách biệt 11, mà được đặt theo cách tháo rời được trong màng chắn vòi phun 4, và được làm nguội gián tiếp bằng cách ép với áp suất p_1 lên trên tấm vòi phun 4 được làm nguội bằng nước. Dòng vật liệu nóng chảy 8 được bao bọc hướng tâm bởi khí đi từ buồng nung chảy 1 vào trong buồng tạo bột 2, được co lại và được tăng tốc thông qua khe hở tròn của vòi phun 5 đến tốc độ âm thanh tối đa tại đầu ra của vòi phun. Lực dẫn động để làm điều này là độ chênh lệch áp suất dương giữa áp suất khí trong buồng nung chảy p_1 và áp suất khí p_2 trong buồng tạo bột 2. Độ chênh lệch áp suất này thấp nhất là 20 kPa (0,2bar), cao nhất là 2,5MPa (25bar). Độ chênh lệch áp suất nằm trong khoảng từ 200kPa (2bar) đến 1 MPa (10bar) là đặc biệt có lợi về mặt kỹ thuật.

Thậm chí tại các độ chênh lệch áp suất cao $p_1 - p_2$, khí phun V trong vòi phun 5 được tăng tốc tối đa đến tốc độ âm thanh do hình dạng vòi phun hội tụ hoàn toàn, vì trong phạm vi siêu âm, cấu trúc vòi phun hội tụ hoạt động như thiết bị khuếch tán và làm chậm khí xuống lần nữa. Độ chênh lệch áp suất $p_1 - p_2$ càng cao, thì càng sớm đạt giới hạn vận tốc âm thanh trong cấu trúc vòi phun. Kết quả là, dòng khí không thành tầng, vì áp suất khí ngay tại đầu ra của vòi phun là hàm của độ chênh lệch áp suất và cao hơn đáng kể so với áp suất xung quanh p_2 trong buồng tạo bột.

Khí phun gây ra áp suất và các ứng suất cắt trong dòng vật liệu nóng chảy dạng tia 8, làm co lại và tăng tốc dòng chảy sau này. Vận tốc nung chảy trong tia vật liệu nóng chảy giảm hướng tâm từ phía ngoài vào phía trong. Sau khi rời khỏi vòi phun 5, ứng suất nén và ứng suất cắt được giải tỏa ngay lập tức bởi sự đứt gãy của dòng tia vật liệu nóng chảy 12 thành các giọt riêng biệt mà đóng rắn trong buồng phun để tạo ra các hạt bột hình cầu. Bất ngờ, điều này không yêu cầu dòng khí phải chảy thành tầng hoặc vận tốc khí phải lớn hơn tốc độ âm thanh. Ngược

lại, phương pháp phun độc quyền trong phạm vi cận âm cải thiện đặc tính cầu của các hạt bột và làm giảm độ rỗng khí so với phương pháp phun LAVAL đã biết. Điều này đạt được nhờ cấu tạo vòi phun hội tụ hoàn toàn, mà trong đó các vách vòi phun 13 có mặt cắt ngang dạng cung tròn dưới dạng vòng tròn chia có bán kính R nằm trong khoảng từ 2 đến 15mm, tốt hơn là 5mm, và độ cao h của vòi phun 5, mà nhỏ hơn so với bán kính vòng tròn hội tụ R. Đường tiếp tuyến T tại đầu ra của vòi phun có góc $W < 90^\circ$ so với phía đầu ra của vòi phun. Trong ví dụ của một phương án cụ thể, độ cao h là 4,5mm có bán kính vòng tròn hội tụ R là 5mm. Đường kính của vòi d có thể thay đổi nằm trong khoảng từ 2 đến 20mm. Trong ví dụ của phương án này, đường kính vòi phun d là 10mm. Với các thông số này, giá trị d_{50} là 50 μ m đạt được trong bột hợp kim Ti ở áp suất $p_1 = 4,5\text{bar}$ và $p_2 = 930\text{mbar}$.

Ngoài ra, chi tiết chèn vòi phun 11 được làm từ vật liệu đặc trưng cho các loại để được phun, ví dụ TiAl hoặc titan. Đường kính E của nó có thể nằm trong khoảng từ 20 đến 200mm, tốt hơn là 140mm.

Ví dụ, thanh 7 có thể là điện cực EIGA có đường kính D lên đến 150mm. Trong ví dụ của một phương án được thể hiện, đường kính D là 115mm đã được chọn.

Đối với cuộn cảm ứng 3 dưới dạng cuộn hình nón được làm nguội bên trong được làm từ đồng với bước nghiêng 45° , đường kính trong I của cuộn dây trên cùng 14 có thể lên đến 170mm, ví dụ cụ thể là 130mm, và khoảng cách theo chiều dọc G của cuộn dây trên cùng 14, cuộn dây ở giữa 15 và cuộn dây dưới cùng 10 có thể có kích thước nằm trong khoảng từ 3 đến 20mm, tốt hơn là 8mm. Đường kính F của ống cuộn dây có thể nằm trong khoảng từ 10 đến 30mm, tốt hơn là 16mm. Mặt cắt ngang cũng có thể là hình chữ nhật.

Khoảng cách H giữa mặt dưới của cuộn cảm ứng 3 và vòi phun 5 là 10mm.

Sáng chế này xin hưởng quyền ưu tiên từ đơn đăng ký cấp bằng độc quyền sáng chế nộp tại Đức số DE 10 2019 214 555.8, nội dung của đơn này được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị phun dòng vật liệu nóng chảy của kim loại, liên kim loại hoặc gốm bằng khí để tạo ra bột hình cầu, thiết bị này bao gồm:

buồng nung chảy (1),

buồng tạo bột (2),

cuộn cảm ứng (3) trong buồng nung chảy (1),

vật liệu nóng chảy, tốt hơn là thanh vật liệu nóng chảy (7) trong cuộn cảm ứng (3) và

vòi phun (5) nối thông các buồng nung chảy và buồng tạo bột (1, 2) và được sắp xếp trong màng chắn vòi phun (4) để dòng vật liệu nóng chảy (8) được nung chảy ra từ vật liệu nóng chảy bằng cuộn cảm ứng (3),

khác biệt ở chỗ,

vòi phun (5) có cấu tạo vòi phun hội tụ hoàn toàn có các vách vòi phun (13) có mặt cắt ngang có dạng cung tròn, và do đó cả hai khí phun (V) và dòng vật liệu nóng chảy và các giọt được tạo ra từ đó đều đạt vận tốc tối đa bằng, tốt hơn là dưới vận tốc âm thanh của khí phun (V).

2. Thiết bị theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, bề mặt của màng chắn vòi phun (4) ở phía đầu ra của vòi phun của nó là phẳng và được định hướng vuông góc với hướng chảy của dòng vật liệu nóng chảy (8).

3. Thiết bị theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, cuộn cảm ứng (3) có thể điều chỉnh được độ cao.

4. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, cuộn cảm ứng (3) có thiết kế thu hẹp theo hình nón theo hướng của vòi phun (5), trong đó thanh hình trụ (7) của vật liệu cần được phun được sắp xếp đồng trục trong cuộn cảm ứng (3) để tạo ra dòng vật liệu nóng chảy (8).

5. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, cấu tạo vòi phun là đối xứng quay và vòi phun (5) có đường kính (d) tại điểm của mặt cắt

ngang nhỏ nhất nằm trong khoảng từ 3 đến 15mm, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 6 đến 12mm, đặc biệt tốt hơn là 10mm.

6. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, cấu tạo mặt cắt ngang của các vách vòi phun (13) được tạo ra bởi cung tròn chia có bán kính (R) nằm trong khoảng từ 2 đến 10mm, tốt hơn là 5mm.

7. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, đường tiếp tuyến (T) tại đầu ra của vòi phun có góc (W) $< 90^\circ$ so với phía đầu ra của vòi phun.

8. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, độ cao (h) của vòi phun (5) nằm trong khoảng từ 2,5 đến 9,5mm, tốt hơn là 4,5mm.

9. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, vòi phun (5) được sắp xếp trong chi tiết chèn vòi phun tách biệt (11) được đặt theo cách tháo rời được trong màng chắn vòi phun (4).

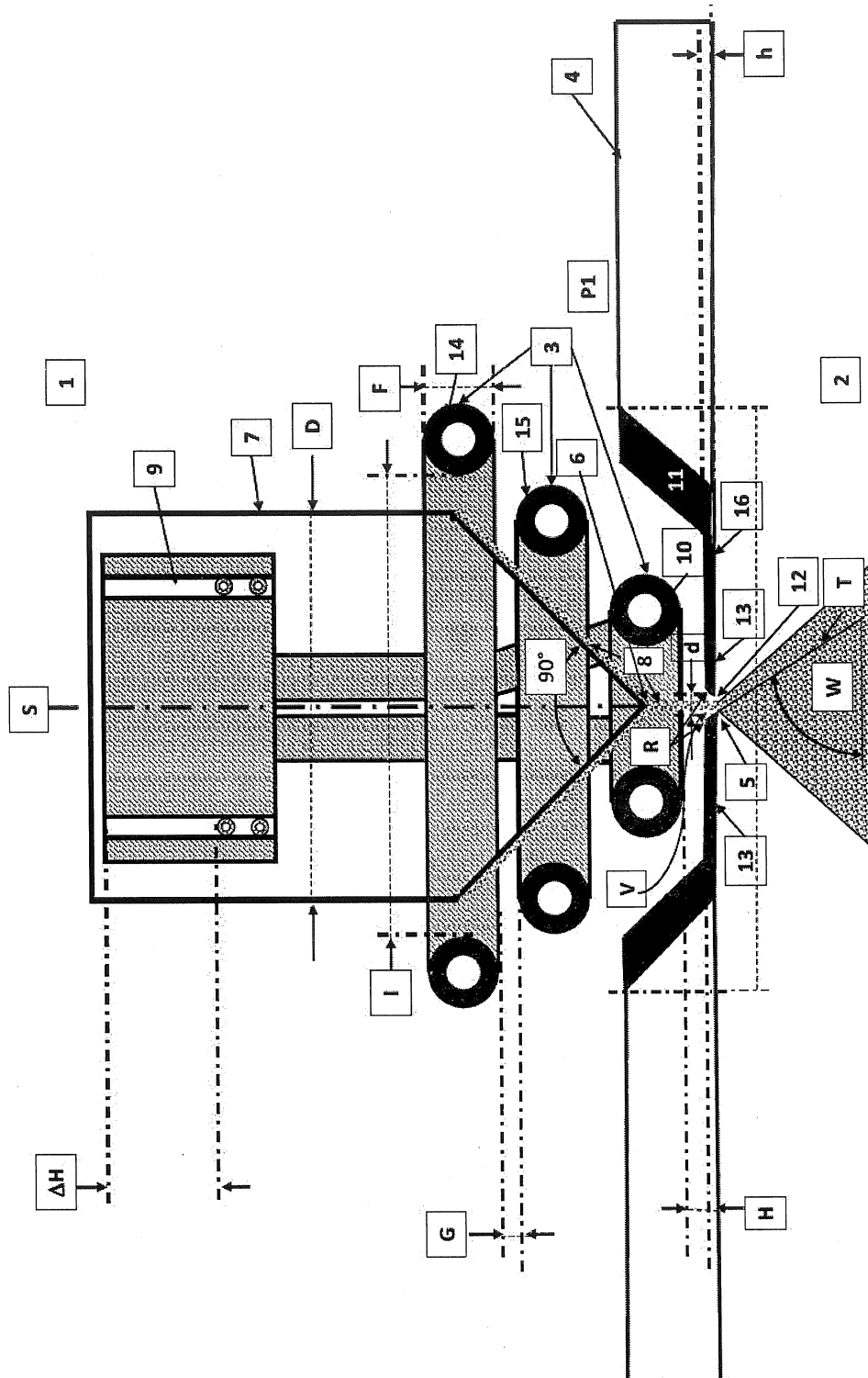


Fig. 1