



(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)



1-0025588

(51)⁷ B22D 19/08

(13) B

(21) 1-2014-02542

(22) 29/01/2013

(86) PCT/US2013/023541 29/01/2013

(87) WO2013/116183 08/08/2013

(30) 61/593,091 31/01/2012 US

(45) 25/09/2020 390

(43) 25/11/2014 320A

(73) ESCO GROUP LLC. (US)

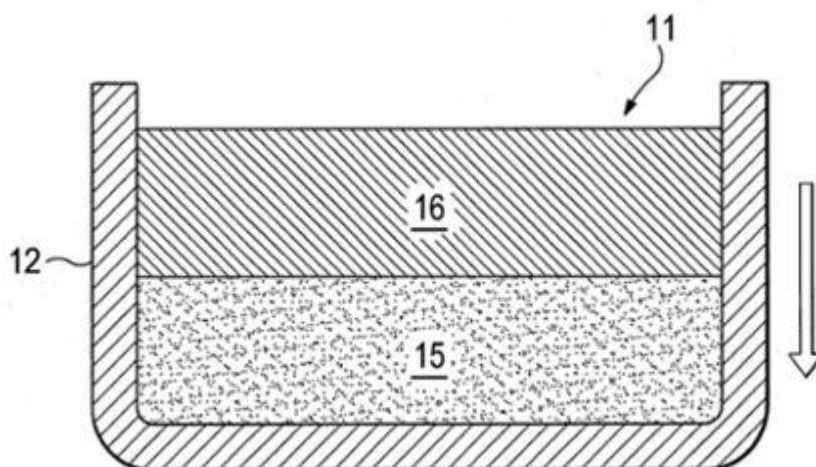
2141 NW 25th Avenue, Portland, OR 97210-2578, United States of America

(72) BODDAPATI, Srinivasarao (IN).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP TẠO RA VẬT LIỆU CHỐNG MÀI MÒN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn bao gồm bước đặt vật liệu độn chống mài mòn xốp trong hốc khuôn đúc và thấm vật liệu độn với vật liệu nền bằng cách nung nóng đến nhiệt độ đủ để làm chảy vật liệu nền, sau đó làm nguội cụm để tạo thành vật liệu hỗn hợp chống mài mòn. Hệ thống và phương pháp này có thể được sử dụng để tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn trên bề mặt của đế, như bộ phận cho thiết bị đào hoặc bộ phận cơ khí khác. Vật liệu nền thích hợp có thể là vật liệu bất kỳ trong số các hợp kim thép dẻo.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế chủ yếu đề cập đến các hệ thống và các phương pháp để tạo ra vật liệu chống mài mòn, và cụ thể hơn, là đến các hệ thống và các phương pháp sử dụng các kỹ thuật thẩm lọc để tạo ra vật liệu chống mài mòn và liên kết vật liệu với đế bằng cách hàn vảy cứng, cũng như sản phẩm của hệ thống và phương pháp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các loại thiết bị đào khác nhau có các điểm, mép, các bề mặt, và các phần khác phải chịu các va đập và ứng suất liên tục, mà có thể dẫn đến mài mòn hoặc đứt gãy các phần này. Do đó, các vật liệu có độ cứng cao và chống mài mòn cùng với độ dai cao là mong muốn cho những ứng dụng này. Các vật liệu có độ cứng cao và chống mài mòn có thể hữu ích trong các ứng dụng khác nữa, gồm các ứng dụng mà phải đương đầu với các thách thức tương tự.

Một kỹ thuật đã biết để sản xuất các chi tiết chống mài mòn là đúc chi tiết đó bằng cách rót kim loại nóng chảy (chẳng hạn gang) xung quanh vật liệu cứng chống mài mòn đặt trong khuôn đúc để gắn vật liệu chống mài mòn với chi tiết kim loại được đúc và tạo ra chi tiết kết hợp chống mài mòn. Nhược điểm chính của phương pháp là để mà vật liệu chống mài mòn được gắn trên đó theo phương pháp này bị giới hạn ở các vật liệu thích hợp để đúc. Ngoài ra, vật liệu chống mài mòn về cơ bản bị giới hạn ở các khoảng tỷ lệ theo thể tích nằm trong khoảng từ 5% đến 50% và bị giới hạn ở các hạt lớn hơn 50 μ m, và các bộ phận về cơ bản bị giới hạn ở các chiều dày nhỏ hơn 6,25mm (0,250in). Ngoài ra, phương pháp này yêu cầu nung quá nhiệt hợp kim nóng chảy đến nhiệt độ trong khoảng từ 200°C đến 400°C, dẫn đến sự hòa tan đáng kể các hạt cacbua và do đó làm giảm các đặc tính của hỗn hợp thu được. Hơn nữa, do việc đúc này được thực hiện trong không khí, nên có

thể oxy hóa cả các hạt cứng lẫn kim loại nền, và các oxit có thể bị bắn trong hỗn hợp và làm giảm hiệu năng cơ học và mài mòn.

Các kỹ thuật đã biết khác để sản xuất các chi tiết chống mài mòn là thấm lọc các hợp kim niken, các hợp kim gốc đồng, và/hoặc gang vào trong khối xốp của cả cacbit vonfram sạch và các hạt cacbua gắn kết. Tuy nhiên, các hợp kim niken và đồng rất đắt, và gang không có độ dai đáp ứng được tất cả các ứng dụng. Thép dẻo đại diện cho vật liệu kinh tế hơn nhiều có khả năng đúc và có độ bền chống gãy tốt. Tuy nhiên, các điều kiện được sử dụng cho các kỹ thuật này là không thích hợp để thấm thép dẻo. Ngoài ra, các nhiệt độ thấm liên quan đến các kỹ thuật này là quá cao khiến làm giảm đáng kể các hạt cứng. Trong trường hợp thấm gang vào cacbua đúc dạng cầu nhờ sử dụng các kỹ thuật này, các hạt cacbua ban đầu có thể phân hủy hoàn toàn. Do sự tương tác luyện kim giữa các kim loại liên kết nóng chảy với các hạt cacbua cứng, kích cỡ hạt cho những kỹ thuật này thường phải đảm bảo lớn hơn 1,14mm (0,045in), khiến cho thậm chí sau khi phản ứng, vẫn có phần trăm đáng kể các hạt cứng còn lại để tạo tính chống mài mòn.

Do đó, mặc dù các sản phẩm và các phương pháp có sẵn tạo các dấu hiệu có lợi, song chúng vẫn có những hạn chế. Sáng chế được đề xuất để khắc phục những hạn chế này và các nhược điểm khác của kỹ thuật đã biết, và tạo các dấu hiệu mới mà trước đây chưa có.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phần dưới đây trình bày tóm lược tổng quát của các khía cạnh của sáng chế để cung cấp hiểu biết cơ bản về sáng chế. Phần tóm lược này không phải là phần tổng quan mở rộng sáng chế. Nó không được dự tính để xác định các thành phần chính hoặc quyết định của sáng chế hoặc mô tả phạm vi của sáng chế. Phần tóm lược dưới đây chỉ trình bày một vài khái niệm của sáng

chế một cách chung chung dưới dạng phần mở đầu để mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Các khía cạnh của sáng chế đề cập đến phương pháp sử dụng để tạo lớp phủ hỗn hợp chống mài mòn trên đế. Khuôn đúc được đặt gần bề mặt của đế, sao cho bề mặt nối thông với hốc khuôn đúc, và vật liệu chống mài mòn dạng xốp nằm trong hốc, lân cận bề mặt. Vật liệu nền kim loại được đặt tiếp xúc với hốc, và khuôn đúc và vật liệu nền được nung nóng đến nhiệt độ cao hơn điểm nóng chảy của vật liệu nền. Nhiệt độ được duy trì cao hơn điểm nóng chảy trong thời gian đủ cho vật liệu nền thấm vật liệu chống mài mòn ở dạng nóng chảy và tiếp xúc với bề mặt của đế. Sau đó, khuôn đúc và vật liệu nền được làm nguội để làm đông cứng vật liệu nền và tạo thành lớp phủ hỗn hợp chống mài mòn gồm vật liệu chống mài mòn được gắn chìm trong vật liệu nền trên bề mặt của đế. Theo một phương án thực hiện sáng chế, vật liệu nền có thể là thép dẻo và thép dẻo có thể có thành phần gồm, theo phần trăm khối lượng, xấp xỉ từ 3,0% đến 4,0% cacbon, xấp xỉ từ 1,8% đến 2,8% silic, xấp xỉ từ 0,1% đến 1,0% mangan, xấp xỉ từ 0,01% đến 0,03% lưu huỳnh, và xấp xỉ từ 0,01% đến 0,1% phospho, có phần còn lại là sắt và các thành phần phụ và các tạp chất. Cần hiểu rằng các thành phần và các chất bổ sung khác có thể có trong thép dẻo, như niken (lên đến 37% khối lượng), crom (lên đến 5,5% khối lượng), và/hoặc silic (lên đến 5,5% khối lượng).

Theo một khía cạnh, vật liệu chống mài mòn có thể gồm một hoặc nhiều vật liệu được chọn từ nhóm gồm: cacbua, nitrua, borua, silicua, các hợp chất liên kim loại của kim loại chuyển tiếp, và những sự kết hợp của chúng. Các ví dụ về cacbua có thể được sử dụng gồm: WC, TiC, SiC, Cr₃C₂, VC, ZrC, NbC, TaC, (W,Ti)C, B₄C, và Mo₂C, và những sự kết hợp của chúng. Các ví dụ về nitrua có thể được sử dụng gồm: TiN, BN, Si₃N₄, ZrN, VN, TaN, NbN, HfN, CrN, MoN, và WN, và những sự kết hợp của chúng. Các ví dụ về borua có thể được sử dụng gồm: titan borua, crom borua, vonfram

borua, niken borua, ziriconi borua, hafini borua, tantan borua, niobi borua, vanadi borua, molypden borua, silic borua, nhôm borua, và borua khác của kim loại chuyển tiếp, và những sự kết hợp của chúng. Các ví dụ về silicua có thể được sử dụng gồm silicua của kim loại chuyển tiếp. Vật liệu chống mài mòn còn có thể có lớp phủ thấm ướt tương hợp.

Theo khía cạnh khác, lớp phủ hỗn hợp có thể được tạo trên các bề mặt của đế, hoặc có thể chỉ được tạo trên một phần bề mặt của đế.

Theo khía cạnh khác, vật liệu chống mài mòn dạng xốp có thể có dạng vật liệu dạng hạt tơi hoặc ở dạng phôi xốp tạo hình trước được tạo từ vật liệu dạng hạt được liên kết với nhau để tạo phôi xốp tạo hình trước. Vật liệu dạng hạt trong phôi tạo hình trước có thể được liên kết với nhau theo nhiều cách khác nhau, như bằng cách nung kết hoặc bởi vật liệu polyme. Nếu sử dụng vật liệu polyme để gắn kết, thì vật liệu có thể được chọn sao cho nhiệt độ hàn vảy cứng là đủ để loại bỏ vật liệu polyme ra khỏi vật liệu dạng hạt trong quá trình nung nóng.

Theo khía cạnh khác, khuôn đúc có thể là hoặc có áo khuôn bằng kim loại tấm được nối với đế để tạo hốc. Áo khuôn có thể có miệng tới bên ngoài áo khuôn, và vật liệu chống mài mòn dạng xốp có thể được đặt trong hốc nhờ đưa qua miệng. Áo khuôn này có thể có chiều dày thành thấp hơn đáng kể chiều dày của đế, và có thể được hàn vào bề mặt ngoài của đế.

Theo khía cạnh khác nữa, việc nung nóng được thực hiện ở trong buồng lò, và buồng có thể được rút khí (chẳng hạn 0,01333Pa hoặc từ 0,1333Pa đến 1,333Pa, hoặc thậm chí áp suất thấp hơn) trước khi nhiệt độ đạt đến điểm nóng chảy của vật liệu nền. Khí trơ có thể được đưa vào trong buồng sau khi vật liệu nền đã nóng chảy. Theo cách khác, việc nóng chảy có thể được thực hiện với sự có mặt của khí trơ, như bằng cách đưa khí Ar vào trong buồng trước khi vật liệu nền nóng chảy. Theo phương án thực hiện sáng

ché, khuôn đúc có phần thấm được tiếp xúc với vật liệu chống mài mòn dạng xốp để cho phép khí dư thoát khỏi phần thấm được trong quá trình thấm.

Theo khía cạnh khác nữa, vật liệu nền có thể được đặt ít nhất một phần sang bên hoặc theo phương nằm ngang so với vật liệu chống mài mòn, và phương pháp có thể còn bao gồm đặt môi trường dịch chuyển (chẳng hạn môi trường chảy được như các hạt gốm) liền kề với vật liệu nền và đối diện với vật liệu chống mài mòn. Môi trường dịch chuyển sẽ mang vật liệu nền nóng chảy và làm dịch chuyển vật liệu nền nóng chảy khi vật liệu nền nóng chảy thấm vật liệu chống mài mòn. Một lớp chắn còn có thể được đặt giữa môi trường dịch chuyển và vật liệu nền, để chống thấm vật liệu nền nóng chảy vào trong môi trường dịch chuyển. Một ví dụ sự thấm ngang là khi đế có kết cấu dạng ống, khiến cho vật liệu nền nóng chảy thấm ngang ra ngoài để tạo lớp phủ hỗn hợp trên bề mặt trong của kết cấu dạng ống. Ở kết cấu này, môi trường dịch chuyển được đặt ở chính giữa kết cấu dạng ống và sẽ dịch chuyển ra ngoài khi vật liệu nền nóng chảy thấm vật liệu chống mài mòn.

Các khía cạnh khác của sáng chế đề cập đến hệ thống sử dụng để tạo lớp phủ hỗn hợp chống mài mòn trên bề mặt của đế. Hệ thống có thể gồm khuôn đúc được đặt lân cận bề mặt của đế, sao cho bề mặt nối thông với hốc khuôn đúc, vật liệu chống mài mòn dạng xốp trong hốc, ngay sát với bề mặt, và vật liệu nền kim loại nối thông với hốc. Hệ thống có thể sử dụng được có kết hợp với phương pháp theo các khía cạnh mô tả trên đây, như nung nóng khuôn đúc và vật liệu nền đến nhiệt độ cao hơn điểm nóng chảy của vật liệu nền và duy trì nhiệt độ trong thời gian đủ cho vật liệu nền thấm vật liệu chống mài mòn ở dạng nóng chảy và tiếp xúc với bề mặt của đế, và sau đó làm nguội khuôn đúc và vật liệu nền để làm đông cứng vật liệu nền và tạo lớp phủ hỗn hợp chống mài mòn trên bề mặt của đế. Như mô tả trên đây, vật liệu nền có thể là thép dẻo.

Theo một khía cạnh, vật liệu chống mài mòn có thể gồm một hoặc nhiều vật liệu được chọn từ nhóm gồm: cacbua, nitrua, borua, silicua, các hợp chất liên kim loại của kim loại chuyển tiếp, và những kết hợp của chúng, gồm các vật liệu mô tả trên đây.

Theo khía cạnh khác, vật liệu chống mài mòn dạng xốp có thể có dạng vật liệu dạng hạt rời hoặc dạng phôi xốp tạo hình trước được tạo từ vật liệu dạng hạt được liên kết với nhau để tạo phôi xốp tạo hình trước, như mô tả trên đây.

Các khía cạnh khác của sáng chế đề cập đến sản phẩm, có thể được tạo ra theo hệ thống và/hoặc phương pháp theo các khía cạnh mô tả trên đây hoặc nhờ các hệ thống và/hoặc các phương pháp khác. Sản phẩm gồm đế kim loại có bề mặt với lớp phủ hỗn hợp chống mài mòn được gắn kết vào bề mặt. Lớp phủ hỗn hợp chống mài mòn gồm vật liệu dạng hạt chống mài mòn, cũng như là vật liệu nền kim loại liên kết cùng với vật liệu dạng hạt chống mài mòn. Lớp phủ có thể là lớp phủ liên tục. Vật liệu nền còn được gắn kết vào bề mặt của đế để gắn kết lớp phủ hỗn hợp chống mài mòn vào đế. Vật liệu nền kim loại có thể là thép dẻo, có thể có thành phần như mô tả trên đây. Phương pháp có thể được sử dụng để tạo các lớp phủ có các chiều dày ít nhất bằng 0,005in (0,0127cm), và về cơ bản lớn hơn 0,04in (0,1016cm). Phương pháp có thể thu được khoảng cách thâm lên đến 6in (15,24cm) hoặc hơn, hoặc lên đến 7,5in (19,05cm) hoặc hơn theo một số phương án thực hiện, và do vậy có thể được sử dụng để tạo các lớp phủ có chiều dày lớn hơn bản thân đế, như lên đến 6in (15,24cm) hoặc hơn, lên đến 7,5in (19,05cm) hoặc hơn, hoặc thậm chí các chiều dày lớn hơn theo các phương án thực hiện khác nhau.

Theo một khía cạnh, vật liệu chống mài mòn có thể gồm một hoặc nhiều vật liệu được chọn từ nhóm gồm: cacbua, nitrua, borua, silicua, các hợp

chất liên kim loại của kim loại chuyển tiếp, và những sự kết hợp của chúng, gồm các ví dụ mô tả trên đây.

Theo khía cạnh khác, để có các phần nhô được nối với bề mặt và nhô ra ngoài khỏi bề mặt. Các phần nhô được gắn chìm trong lớp phủ hỗn hợp chống mài mòn. Như là một ví dụ, các phần nhô có thể là các chi tiết dạng tấm hoặc dạng gờ được phân bố đối xứng trên bề mặt ngoài của đế.

Theo khía cạnh khác, sản phẩm có thể là bộ phận mài mòn cho thiết bị đào, khai mỏ, hoặc thiết bị chuyển đất khác, và để có thể được tạo bởi phần vận hành của bộ phận mài mòn, sao cho lớp phủ hỗn hợp sẽ bao phủ lên phần vận hành.

Các dấu hiệu và các ưu điểm khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng trong phần mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ đi kèm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu đầy đủ hơn về sáng chế, sáng chế sẽ được mô tả thông qua ví dụ, có dựa vào các hình vẽ đi kèm trong đó:

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện ví dụ sự thấm thẳng đứng từ trên xuống để tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn, theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện ví dụ sự thấm thẳng đứng từ dưới lên để tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn, theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.3 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện ví dụ sự thấm ngang để tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn, theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống và phương pháp tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn trên đế theo một phương án thực hiện nhờ sử dụng thấm thẳng đứng, trước khi thấm, theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện để có vật liệu hỗn hợp chống mài mòn tạo trên đó nhờ sử dụng phương pháp như được thể hiện trên Fig.4, sau khi thấm, theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.6 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống và phương pháp tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn trên đế theo một phương án thực hiện khác nhờ sử dụng thấm ra ngoài, trước khi thấm, theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.7 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện mặt cắt của hệ thống như được thể hiện trên Fig.6;

Fig.8 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống và phương pháp tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn trên đế theo một phương án thực hiện khác nhờ sử dụng thấm ngang và dọc, trước khi thấm, theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.9 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống và phương pháp tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn trên đế theo một phương án thực hiện khác nhờ sử dụng thấm ngang và dọc, trước khi thấm, theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.10 là ảnh hiển vi minh họa ví dụ về các hạt cacbit vonfram đúc dạng cầu trong chất nền thép dẻo, được tạo nhờ sử dụng phương pháp theo sáng chế;

Fig.11 là ảnh hiển vi minh họa mặt phân cách giữa hỗn hợp cacbit vonfram/thép dẻo đúc dạng cầu và thép dẻo dư còn lại sau quy trình thấm nhờ sử dụng phương pháp theo sáng chế;

Fig.12 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện để có vật liệu hỗn hợp chống mài mòn được tạo trên đó theo phương án thực hiện khác nhờ sử dụng phương pháp thấm, theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.13 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện ví dụ về hệ thống và phương pháp thấm vật liệu chống mài mòn dạng xốp có vật liệu hàn vảy cứng ở trong

lò dưới các điều kiện chân không, theo phương án thực hiện khác của sáng chế;

Fig.14 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện ví dụ về hệ thống và phương pháp thấm vật liệu chống mài mòn dạng xốp có vật liệu hàn vảy cứng ở trong lò dưới các điều kiện chân không trước khi làm nóng chảy vật liệu hàn vảy cứng, theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.15 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống và phương pháp trên Fig.14, với áp suất cục bộ Ar được dẫn vào lò sau khi làm nóng chảy vật liệu hàn vảy cứng;

Fig.16 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện ví dụ về hệ thống và phương pháp thấm vật liệu chống mài mòn dạng xốp với vật liệu hàn vảy cứng ở trong lò dưới áp suất cục bộ Ar, theo phương án thực hiện khác của sáng chế;

Fig.17 là hình phối cảnh thể hiện phương án thực hiện khác của đế có kết cấu dùng theo các khía cạnh của sáng chế, ở dạng điểm cho thiết bị đào hoặc khai mỏ;

Fig.18 là hình vẽ mặt cắt của đế trên Fig.17, có vật liệu hỗn hợp chống mài mòn được tạo trên bề mặt ngoài của nó;

Fig.19 là hình phối cảnh thể hiện áo khuôn có kết cấu dùng làm khuôn đúc theo một phương án thực hiện để tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn theo các khía cạnh của sáng chế; và

Fig.20 là hình vẽ mặt cắt của áo khuôn trên Fig.19 được nối với đế ở dạng điểm cho thiết bị đào hoặc khai mỏ theo một phương án thực hiện, có kết cấu dùng để tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn theo các khía cạnh của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Mặc dù sáng chế có thể thực hiện theo nhiều dạng khác nhau, các phương án thực hiện ưu tiên của sáng chế được thể hiện trên các hình vẽ, và

sẽ được mô tả chi tiết ở đây để hiểu rằng phần mô tả được xem là ví dụ về các nguyên lý thực hiện sáng chế và không được nhằm giới hạn các khía cạnh rộng của sáng chế theo các phương án thực hiện được minh họa và được mô tả.

Nói chung, các khía cạnh của sáng chế đề cập đến các hệ thống và các phương pháp tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn bao gồm đặt vật liệu độn xốp chống mài mòn trong hốc khuôn đúc và thấm vật liệu độn với vật liệu nền nhờ nung nóng đến nhiệt độ đủ để làm nóng chảy vật liệu nền, sau đó làm nguội cụm này để tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn. Vật liệu hỗn hợp tạo thành gồm vật liệu nền được trộn lẫn với vật liệu độn và được gắn kết vào vật liệu độn, ở đó vật liệu nền sẽ gắn kết hỗn hợp với đế và cũng có thể gắn kết với vật liệu độn. Hệ thống và phương pháp có thể được sử dụng để tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn trên bề mặt của đế, như bộ phận cho khai mỏ, đào, hoặc cho thiết bị chuyển đất khác hoặc bộ phận cơ học khác. Cần hiểu rằng “bề mặt” của đế như được mô tả ở đây có thể gồm các bề mặt khác nhau, và không bao hàm biên dạng cụ thể bất kỳ cho các bề mặt này trừ khi có những mô tả rõ ràng khác. Đế có thể là vật liệu bất kỳ có điểm nóng chảy thích hợp cho quy trình thấm, chẳng hạn có điểm nóng chảy cao hơn vật liệu nền. Các ví dụ về các đế gồm các vật liệu kim loại luyện kim dạng bột, được rèn, và được đúc, cũng như gốm và các vật liệu trên cơ sở gốm như gốm mạ kim loại. Theo một phương án thực hiện sáng chế, đế có thể là thép cacbon, thép hợp kim, thép không gỉ, hoặc thép dụng cụ. Theo cách khác, hệ thống và phương pháp có thể được sử dụng để tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn làm chi tiết duy nhất.

Theo một phương án thực hiện sáng chế, phương pháp sử dụng thép dẻo làm vật liệu nền và tạo hỗn hợp bền, cứng, đặc có tính chống mài mòn cao và độ dai. Ngoài ra, thép dẻo có điểm nóng chảy đủ thấp để cho phép nóng chảy mà không đốt nóng quá mức. Tất cả các loại/các số hiệu của thép

dẻo có thể sử dụng được theo sáng chế, gồm thép dẻo bất kỳ nằm trong phạm vi được xác định theo tiêu chuẩn ASTM A536-84 (Được phê chuẩn lại, 2004), được đưa vào đây bằng cách viện dẫn. Theo một phương án thực hiện sáng chế, vật liệu nền thép dẻo có thể có thành phần, theo phần trăm khối lượng, xấp xỉ từ 3,0% đến 4,0% cacbon; xấp xỉ từ 1,8% đến 2,8% silic; xấp xỉ từ 0,1% đến 1,0% mangan, xấp xỉ từ 0,01% đến 0,03% lưu huỳnh, và xấp xỉ từ 0,01% đến 0,1% phospho, phần còn lại là sắt và các thành phần phụ và các tạp chất. Như được sử dụng ở đây thuật ngữ “xấp xỉ” có nghĩa là sai lệch $\pm 10\%$ các giá trị danh nghĩa được liệt kê (chẳng hạn các giá trị điểm đầu của các dải thành phần). Theo một phương án thực hiện khác, hỗn hợp có thể không bao gồm sai lệch này. Theo phương án thực hiện khác, hỗn hợp trên đây có thể còn gồm các chất phụ gia hợp kim, như các chất phụ gia Ni, Cr, và/hoặc Si, để cải thiện tính chống gỉ, tính chống mài mòn, và/hoặc các đặc tính nhiệt độ cao của vật liệu nền. Chẳng hạn, Ni có thể được bổ sung theo các lượng lên đến 37 % khối lượng, Cr có thể được bổ sung theo các lượng lên đến 5,5 % khối lượng, và/hoặc Si có thể được bổ sung theo các lượng lên đến 5,5 % khối lượng theo các phương án thực hiện khác nhau. Theo các phương án thực hiện khác, hợp kim thép dẻo có thể gồm các chất phụ gia hợp kim khác nữa các chất phụ gia hợp kim có thể làm tăng hiệu năng. Các hợp kim thép dẻo với các chất phụ gia hợp kim được biết đến như các thép dẻo hợp kim cao và về cơ bản nằm trong các phạm vi của ASTM A439 và A571, cũng được đưa vào đây bằng cách viện dẫn. Các hợp kim này cũng có thể được sử dụng theo các phương án thực hiện của hệ thống và phương pháp được mô tả trên đây. Theo các phương án thực hiện khác, các chất phụ gia hợp kim bất kỳ có thể được sử dụng để thu được các đặc tính khác nhau và/hoặc các vi cấu trúc, miễn là chúng không gây ảnh hưởng xấu đến các đặc tính hoặc vi cấu trúc một cách quá mức, như làm tăng nhiệt độ thấm đáng kể và/hoặc giảm các đặc tính của vật liệu nền hoặc vật liệu chống mài mòn thu

được. Phương pháp có thể được sử dụng để tạo hỗn hợp với vật liệu nền kim loại khác ngoài thép dẻo, theo phương án thực hiện khác.

Vật liệu nền có thể được tạo ở nhiều dạng. Chẳng hạn, theo một phương án thực hiện sáng chế, vật liệu nền có thể được tạo theo nguyên khối, như một hoặc nhiều khối, các thỏi, v.v.. Theo một phương án thực hiện khác, vật liệu nền có thể được tạo ở dạng hạt, như bột, sợi, sợi tinh thể, v.v.. Theo phương án thực hiện khác, vật liệu nền có thể được tạo ở dạng xốp. Vật liệu nền có thể được tạo theo sự kết hợp của các dạng này bên cạnh theo các phương án thực hiện bổ sung.

Các vật liệu cứng chống mài mòn khác có thể được sử dụng làm vật liệu độn cùng với các phương án thực hiện nhau, gồm các vật liệu cacbua, nitrua, borua, và silicua, cũng như các vật liệu cứng chống mài mòn khác và hỗn hợp của các vật liệu này, gồm các loại vật liệu gốm khác. Các vật liệu này có thể được tạo ở dạng nguyên và/hoặc có các lớp phủ thích hợp thấm được ướt tương hợp. Chẳng hạn, nơi các hạt vật liệu chống mài mòn không có khả năng tương hợp thấm ướt với vật liệu nền, các hạt vật liệu chống mài mòn có thể được phủ các lớp phủ thấm được ướt tương hợp trước khi chúng được sử dụng để tạo ra vật liệu hỗn hợp bằng cách hàn vảy cứng thấm lọc. Cacbua có thể được sử dụng làm vật liệu độn gồm cacbit vonfram (WC), TiC, SiC, Cr₃C₂, VC, ZrC, NbC, TaC, (W,Ti)C, B₄C, và Mo₂C, và cacbua khác. Theo một phương án thực hiện sáng chế, WC đúc dạng cầu, WC đúc ép, và/hoặc WC gắn kết cacbon được sử dụng làm vật liệu độn. Các nitrua có thể được sử dụng làm vật liệu độn gồm TiN, BN, Si₃N₄, ZrN, VN, TaN, NbN, HfN, CrN, MoN, WN, và nitrua khác. Borua có thể được sử dụng làm vật liệu độn gồm borua của kim loại chuyển tiếp như titan borua, crom borua, vonfram borua, niken borua, ziriconi borua, hafni borua, tantan borua, niobi borua, vanadi borua, molybden borua, silic borua, và nhôm borua, cũng như borua khác. Silicua có thể được sử dụng làm vật liệu độn gồm silicua của kim

loại chuyển tiếp. Các vật liệu khác có thể được sử dụng làm các vật liệu độn gồm các hợp chất liên kim loại của kim loại chuyển tiếp. Theo một phương án thực hiện sáng chế, vật liệu độn có thể được chọn dựa trên vật liệu có độ hòa tan giới hạn trong vật liệu hàn vảy cứng nóng chảy, để giới hạn hoặc ngăn sự hòa tan vật liệu độn trong vật liệu hàn vảy cứng. Như được sử dụng ở đây các thuật ngữ “vật liệu nền” và “vật liệu độn” không được xem là vật liệu nền hoặc vật liệu độn tạo tỷ lệ cụ thể bất kỳ của vật liệu hỗn hợp. Chẳng hạn, vật liệu nền không cần tạo từ nhiều hợp chất, và vật liệu độn có thể tạo nhiều các hợp chất theo một số phương án thực hiện.

Vật liệu độn xốp có thể được tạo theo một hoặc nhiều dạng khác nhau. Theo một phương án thực hiện sáng chế, vật liệu độn xốp có thể ở dạng vật liệu dạng hạt xốp, như bột, sợi, sợi tinh thể, v.v.. Phương pháp có thể sử dụng khoảng rộng gồm nhiều kích cỡ hạt khác nhau theo các phương án thực hiện khác nhau, gồm các kích cỡ hạt nhỏ hơn $50\mu\text{m}$ hoặc các kích cỡ hạt nhỏ hơn 1mm . Theo một phương án thực hiện sáng chế, vật liệu độn dạng hạt có thể có kích cỡ hạt lớn hơn $0,1\mu\text{m}$. Theo một phương án thực hiện khác, vật liệu độn dạng hạt có thể có kích cỡ hạt lớn hơn $0,1\mu\text{m}$ và lên đến 5mm . Theo phương án thực hiện khác, vật liệu độn dạng hạt có thể có kích cỡ hạt trung bình xấp xỉ $500\mu\text{m}$. Theo một phương án thực hiện sáng chế, vật liệu độn có thể được tạo theo nhiều kích cỡ hạt, như sự kết hợp của các hạt mịn và thô, sự kết hợp này có thể được sử dụng để thu được mật độ và/hoặc tỷ lượng theo thể tích vật liệu độn lớn hơn. Ở tỷ lượng theo thể tích vật liệu độn xác định bất kỳ, việc sử dụng các hạt mịn thường làm cho kích cỡ lỗ xốp mịn hơn và có thể tăng giới hạn chảy của vật liệu nền điền đầy các lỗ xốp này, do đó làm tăng lên tính chống mài mòn tổng thể của vật liệu. Khi vật liệu dạng hạt được đặt trong hốc khuôn đúc, các khoảng cách giữa các hạt tạo kết cấu xốp có thể được thấm bởi vật liệu nền. Theo một phương án thực hiện khác, vật liệu độn xốp có thể có dạng phôi xốp tạo hình trước. Theo một phương án thực hiện

sáng chế, độ xốp của phôi xốp tạo hình trước có thể nằm trong khoảng từ 5% đến 95%. Chẳng hạn, phôi xốp tạo hình trước có thể gồm vật liệu dạng hạt được liên kết với nhau nhờ chất gắn kết, như vật liệu gắn kết polyme. Phôi tạo hình trước có thể được gắn vào đế, như bằng chất kết dính sẽ bay hơi trong quá trình thấm. Khi thấm, vật liệu nền nóng chảy có nhiệt độ đủ để loại bỏ vật liệu gắn kết (như bằng cách làm nóng chảy, bay hơi, v.v..) sao cho vật liệu nền có thể điền đầy các lỗ xốp còn lại do loại bỏ vật liệu gắn kết bổ sung cho các lỗ xốp giữa các hạt. Như một ví dụ khác, phôi xốp tạo hình trước có thể gồm vật liệu dạng hạt được liên kết với nhau bằng cách nung kết sao cho các lỗ xốp tồn tại giữa các hạt. Theo một phương án thực hiện sáng chế, phôi tạo hình trước nung kết trước có thể có kích cỡ lỗ xốp theo thứ tự kích cỡ hạt, do bộ phận này được nung kết nhẹ để thu được độ tăng hẹp giữa các hạt và tạo độ bền xử lý cơ học. Các vật liệu xốp khác có thể được sử dụng tốt, như các tấm hoặc vải sợi dệt. Theo phương án thực hiện khác, vật liệu độn xốp có thể được tạo theo sự kết hợp các dạng khác nhau. Chẳng hạn, theo một phương án thực hiện sáng chế, vật liệu độn có thể gồm một hoặc nhiều phôi tạo hình trước tạo hình trước tạo một phần vật liệu độn, với các phần khác được tạo bởi vật liệu dạng hạt (chẳng hạn bột tơi, sợi, sợi tinh thể, v.v..) và/hoặc các tấm hoặc vải sợi dệt.

Việc thực hiện hàn vảy cứng nhờ thấm vật liệu độn bởi vật liệu nền về cơ bản có thể được thực hiện bằng cách nung nóng vật liệu nền cao hơn điểm nóng chảy của nó trong khi nó tiếp xúc hoặc theo cách khác là nối thông với vật liệu độn, để cho phép vật liệu nền nóng chảy tiếp xúc vật liệu độn và thấm vật liệu độn xốp. Vật liệu độn về cơ bản được đặt tiếp xúc hoặc nối thông với đế trong quá trình thấm, để vật liệu nền tiếp xúc vật liệu đế trong quá trình thấm để nối vật liệu hỗn hợp thu được với đế. Các khuôn đúc khác nhau có thể được sử dụng cùng với việc thấm, như được mô tả dưới đây. Fig.1 đến Fig.3 minh họa các kết cấu thấm khác nhau theo các phương án

thực hiện khác nhau, mỗi kết cấu minh họa dạng sơ đồ vật liệu nền nóng chảy 16 thấm lọc vật liệu độn 15 trong hốc 11 của khuôn đúc 12. Fig.1 minh họa quy trình thấm xuống theo phương thẳng đứng, trong đó trọng lực hỗ trợ việc thấm. Tuy nhiên, do việc thấm chủ yếu được thực hiện bởi tác động mao dẫn, thấm ngang, thấm lên trên theo phương thẳng đứng, thấm hướng kính/ra ngoài, và các dạng thấm khác có thể không sử dụng trọng lực hoặc có thể hoạt động ngược trọng lực. Fig.2 minh họa ví dụ về thấm lên trên theo phương thẳng đứng, và Fig.3 minh họa ví dụ về thấm ngang. Fig.6 và Fig.7, mô tả chi tiết hơn sau, sẽ minh họa ví dụ sự thấm ra ngoài hoặc theo phương hướng kính, mà có thể được xem xét như là ví dụ khác của thấm ngang. Theo các phương án thực hiện thấm không hướng xuống bất kỳ, kỹ thuật có thể được sử dụng để dịch chuyển vật liệu nền nóng chảy 16 đã thấm vật liệu độn 15, để giữ cho vật liệu nền nóng chảy 16 luôn tiếp xúc với vật liệu độn 15 cho đến khi việc thấm hoàn tất. Chẳng hạn, khuôn đúc 12 có thể được di chuyển trong quá trình thấm để giữ vật liệu nền 16, vật liệu độn 15, và để tiếp xúc/liên kết thích hợp. Như một ví dụ khác, bộ phận đệm hoặc cơ cấu nén khác có thể được sử dụng để đảm bảo vật liệu nền 15 luôn luôn tiếp xúc với vật liệu độn trong quá trình thấm. Theo một ví dụ khác, vật liệu di chuyển được như các hạt gồm, có thể được sử dụng để làm dịch chuyển vật liệu nền đã thấm, như được mô tả dưới đây và được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.6 đến Fig.9.

Theo một phương án thực hiện sáng chế, vật liệu nền hoặc vật liệu hàn vảy cứng được nung quá nhiệt cao hơn điểm nóng chảy từ 25°C đến 75°C, thấp hơn đáng kể so với nung quá nhiệt thường cần cho việc đúc. Theo một phương án thực hiện để làm ví dụ sáng chế, trong đó vật liệu thép dẻo được sử dụng làm vật liệu nền, việc thấm có thể được thực hiện trong nhiệt độ khoảng từ 1177°C đến 1246°C, hoặc nhiệt độ 1191°C theo phương án thực hiện khác. Theo một phương án thực hiện sáng chế, khoảng thời gian duy trì

thấm có thể trong khoảng từ 1 phút đến 60 phút với chiều dài thấm lớn hơn nhờ sử dụng thời gian thấm về cơ bản lâu hơn. Theo một phương án thực hiện sáng chế, việc thấm có thể được thực hiện trong môi trường khí trơ như môi trường khí argon (Ar), mà có thể tránh vảy kim loại nóng chảy bị bay hơn ở các nhiệt độ cao hơn điểm nóng chảy. Theo một phương án thực hiện sáng chế, áp suất khí argon trong quá trình thấm có thể xấp xỉ từ $6,6 \times 10^{-3}$ Pa đến 4×10^{-2} Pa. Các môi trường khí khác nhau có thể được sử dụng để thấm sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây và được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.13 đến Fig.16. Theo một phương án thực hiện sáng chế, sau khi thấm, chi tiết có thể được làm nguội, chẳng hạn, làm nguội đến nhiệt độ 927°C trong thời gian xấp xỉ 20-30 phút và sau đó làm nguội chậm đến nhiệt độ trong phòng. Tùy thuộc vào bản chất của các vật liệu liên quan, cụ thể là vật liệu đế, việc xử lý sau đó như gia công và/hoặc xử lý nhiệt có thể được thực hiện. Chẳng hạn, tùy thuộc vào tính đồng nhất của đế, việc xử lý nhiệt như chuẩn hóa, tôi cứng tiếp theo ram, hoặc tôi mactensit tiếp theo ram có thể được thực hiện theo các giải pháp kỹ thuật đã biết. Cần hiểu rằng một số đế sẽ không có ích lợi nào từ vài (hoặc bất kỳ) quy trình xử lý nhiệt. Việc gia công có thể hoặc không được mong muốn, dựa vào ứng dụng dự tính của chi tiết thu được.

Việc thấm vật liệu độn như mô tả trên đây chủ yếu được thực hiện bởi tác động mao dẫn, tức là, áp lực mao dẫn tác động lên phần mặt trước thấm. Chênh lệch áp suất ở mặt trước thấm phụ thuộc vào nhiều yếu tố, gồm sức căng bề mặt của vật liệu nền nóng chảy, góc tiếp xúc của vật liệu nền nóng chảy với vật liệu độn, các đặc tính hình học của vật liệu độn (chẳng hạn độ xốp, trạng thái uốn, sự thay đổi về kích cỡ và hình dạng lỗ xốp, và ảnh hưởng của nó lên góc tiếp xúc biểu kiến của vật liệu nóng chảy), và áp suất của khí dư bất kỳ trong vật liệu độn. Sự tự do điều chỉnh các yếu tố này có thể bị hạn chế trong hệ thống vật liệu độn/chất nền cụ thể. Ít nhất áp suất khí dư có thể được điều chỉnh một phần, và việc giảm thiểu nhất áp suất khí dư bên

trong vật liệu độn có thể làm tăng tối đa độ chênh lệch áp suất và lực dẫn cho tác động mao dẫn. Điều này sau đó có thể làm tăng tối đa khoảng cách tiềm tàng mà vật liệu nền có thể thấm vật liệu độn. Ở ít nhất một vài kết cấu, việc sử dụng vật liệu độn có dạng phôi tạo hình trước hoặc các phôi tạo hình trước tạo hình trước có thể làm tăng tối đa khoảng cách thấm so với các dạng vật liệu độn khác.

Các hình vẽ từ Fig.13 đến Fig.16 minh họa các hệ thống hoặc các cụm để tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn, ở đó các môi trường khí khác nhau được sử dụng trong quá trình thực hiện hàn vảy cứng để điều chỉnh và/hoặc giảm thiểu áp suất khí dư trong vật liệu độn 15. Theo các phương án thực hiện sáng chế, việc thấm được thực hiện ở trong lò 30 có buồng 31 chứa khuôn đúc 12, vật liệu nền 16, và vật liệu độn 15, nơi môi trường khí bên trong buồng 31 có thể được điều chỉnh. Cần hiểu rằng cụm có thể còn bao gồm đế (không được thể hiện trên hình vẽ) kết nối với khuôn đúc 12 như được mô tả dưới đây. Môi trường khí khi thực hiện hàn vảy cứng có thể được điều chỉnh để hỗ trợ đạt được gradien áp lực mao dẫn đủ để thực hiện thấm vật liệu nền trên các khoảng cách dài/lớn thông qua vật liệu độn, chẳng hạn các khoảng cách nằm trong khoảng từ 5in_{sơ} (12,7cm) đến 7in_{sơ} (17,78cm) hoặc lớn hơn. Theo mỗi một trong số các phương án thực hiện được mô tả dưới đây và được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.13 đến Fig.16, buồng 31 về cơ bản được rút khí trước khi làm nóng chảy vật liệu nền 16. Theo một phương án thực hiện sáng chế, việc rút khí ít nhất khi bắt đầu quy trình thấm được ưu tiên để tránh oxy hóa vật liệu độn. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác, các tiến trình khác nhau có thể được sử dụng như không rút khí hoặc rút khí ở mức độ thấp hơn so với mô tả trên đây.

Fig.13 minh họa hệ thống 500 để thấm theo một phương án thực hiện, nơi thực hiện thấm dưới điều kiện chân không. Theo phương án thực hiện này, toàn bộ buồng 31 được rút khí trước khi làm nóng chảy vật liệu nền

16 và được duy trì dưới các điều kiện chân không thông qua quy trình thấm. Theo một phương án thực hiện sáng chế, áp suất khí sau khi rút khí có thể trong khoảng từ 0,1333Pa đến 1,333Pa, hoặc có thể thấp tới 0,1333Pa theo phương án thực hiện khác (chẳng hạn từ 0,0133Pa đến 1,333Pa), hoặc dưới 0,0133Pa theo phương án thực hiện khác. Theo một phương án thực hiện sáng chế, việc thấm có thể được thực hiện ở nhiệt độ xấp xỉ trong khoảng từ 1193°C đến 1218°C trong khoảng thời gian từ 30 phút đến 60 phút. Việc rút khí buồng trước khi làm nóng chảy vật liệu nền 16 sẽ làm giảm hoặc loại trừ áp suất khí dư trong vật liệu độn 15, điều này sẽ hỗ trợ việc thấm thông qua tác động mao dẫn. Cần lưu ý rằng việc tạo vảy do sự bay hơi của hóa chất bên trong vật liệu nền có thể xảy ra như kết quả của việc duy trì hệ thống ở điều kiện chân không sau khi vật liệu nền đã nóng chảy khi các hợp kim cụ thể được sử dụng, cụ thể là các hợp kim có hàm lượng mangan đáng kể. Việc tạo vảy này có thể không chỉ làm hư hỏng thiết bị ở trong lò 30, mà còn làm giảm lượng vật liệu nền 16 có sẵn cho việc hàn vảy cứng. Việc tạo vảy này có thể được giảm bằng cách giữ hàm lượng Mn của hợp kim đủ thấp, mặc dù làm vậy có thể khiến chi phí cao. Việc tạo vảy này cũng có thể được tránh nhờ sự có mặt của Ar hoặc khí không phản ứng khác trong buồng 31 sau khi vật liệu nền 16 đã nóng chảy.

Các hình vẽ từ Fig.14 đến Fig.15 minh họa phương án thực hiện khác của hệ thống 600 để thấm, ở đó khí Ar được đưa vào trong buồng 31 sau khi vật liệu nền 16 được làm nóng chảy. Như được thể hiện trên Fig.14, buồng 31 được rút khí như mô tả trên đây trước quá trình hàn vảy cứng, như được mô tả tương tự trên đây với Fig.13. Như mô tả trên đây, theo một phương án thực hiện sáng chế, việc thấm có thể được thực hiện ở nhiệt độ trong khoảng xấp xỉ từ 1193°C đến 1218°C trong khoảng thời gian từ 30 phút đến 60 phút. Sau khi vật liệu nền 16 đã nóng chảy, khí Ar 32 (hoặc khí không phản ứng khác) được đưa vào trong buồng 31. Theo một phương án thực hiện

sáng chế, khí Ar 32 được cấp vào trong buồng 31 cho đến khi áp suất cục bộ Ar đạt trong khoảng từ 6,67Pa đến 13,3Pa. Việc rút khí buồng trước khi làm nóng chảy vật liệu nền 16 sẽ làm giảm hoặc loại trừ áp suất khí dư trong vật liệu độn 15, hỗ trợ thấm như mô tả trên đây, và việc đưa khí Ar 32 vào sau sẽ hỗ trợ làm giảm việc tạo vảy bởi các chất dễ bay hơi. Ở một ví dụ có sử dụng hệ thống như được thể hiện trên Fig.14 và Fig.15, vật liệu nền 16 được tìm thấy để thấm ít nhất 7,5insơ (17,78cm) vật liệu độn 15 trong quá trình thấm ở nhiệt độ 1193°C, khi khí Ar được đưa vào sau khi làm nóng chảy vật liệu nền 16. Tuy nhiên, khi khí Ar được đưa vào trước khi làm nóng chảy, vật liệu nền 16 được tìm thấy để chỉ thấm nhiều nhất là 6,5insơ (15,24cm), bất kể việc hệ thống được giữ ở nhiệt độ thấm trong bao lâu. Điều này biểu thị rằng khí dư bên trong vật liệu độn 15 có thể giới hạn chiều dài thấm mà có thể đạt được thông qua tác động mao dẫn.

Fig.16 minh họa hệ thống 700 để thấm theo phương án thực hiện khác, trong đó khí Ar 32 được đưa vào buồng 31 trước khi làm nóng chảy vật liệu nền 16. Như được mô tả tương tự trên đây với Fig.14, buồng 31 theo phương án thực hiện sáng chế được rút khí như mô tả trên đây trong quá trình nung nóng cho đến khi hệ thống gần đạt đến nhiệt độ nóng chảy của vật liệu nền 16 (chẳng hạn cho đến khi nhiệt độ đạt khoảng 1177°C cho thép dẻo). Tại điểm đó, khí Ar 32 hoặc khí không phản ứng khác được đưa vào buồng 31 trước khi làm nóng chảy vật liệu nền 16. Như được mô tả tương tự trên đây, khí 32 có thể được đưa vào cho đến khi áp suất cục bộ Ar trong khoảng từ 6,67Pa đến 13,3Pa đạt đến, theo một phương án thực hiện sáng chế. Như mô tả trên đây, việc thấm có thể được thực hiện ở nhiệt độ xấp xỉ trong khoảng từ 1193°C đến 1218°C trong khoảng thời gian từ 30 phút đến 60 phút theo một phương án thực hiện sáng chế. Để tránh áp suất khí dư trong vật liệu độn 15 hạn chế việc thấm, khuôn đúc 12 có phần thấm được 33 tiếp xúc với vật liệu độn 15. Phần thấm được 33 có thể là xốp hoặc theo mặt khác là có thể thấm

khí, để cho phép khí dư thoát ra khỏi vật liệu độn 15 trong quá trình thấm, để không giới hạn việc thấm vật liệu nền 16. Phần thấm được 33 có thể được bố trí gần như đối diện vật liệu nền 16 để tránh vật liệu nền 16 che hoặc bịt kín phần thấm được 33 nhằm ngăn khí dư thoát trước khi thấm hoàn chỉnh. Như được mô tả trên đây, sự có mặt của khí Ar hạn chế tạo vảy vật liệu nền nóng chảy 16. Ở một ví dụ có sử dụng hệ thống như được thể hiện trên Fig.16, với khuôn đúc 12 gồm phần thấm được 33, vật liệu nền 16 được tìm thấy để thấm ít nhất 7,5in (17,78cm) vật liệu độn 15 trong quá trình thấm ở nhiệt độ 1218°C, khi khí Ar được đưa vào trước khi làm nóng chảy vật liệu nền 16. Tuy nhiên, khi khuôn đúc 12 được bịt kín và mặt trước thấm không tiếp xúc với môi trường khí trong buồng 31 sau khi làm nóng chảy vật liệu nền 16, việc thấm được thấy kéo dài chỉ nhiều nhất 6,5in (15,24cm). Điều này biểu thị rằng việc giữ mặt trước thấm tiếp xúc với môi trường khí trong buồng 31 có thể giảm ảnh hưởng giới hạn mà khí dư trong vật liệu độn 15 có thể có đến lực thực hiện tác động mao dẫn.

Các hình vẽ từ Fig.4 đến Fig.5 minh họa hệ thống hoặc cụm 100 theo một phương án thực hiện làm ví dụ sáng chế để tạo ra vật liệu hỗn hợp chống mài mòn, và phương pháp sử dụng hệ thống hoặc cụm 100. Theo phương án thực hiện sáng chế, đế 10 (chẳng hạn điểm của công cụ đào) có hốc 11 của khuôn đúc 12, sao cho khuôn đúc 12 sẽ bẫy thể tích trong hốc 11 giữa bề mặt trong 13 của khuôn đúc 12 và bề mặt ngoài 14 của đế 10, như được thể hiện trên Fig.4. Đế 10 có thể được xử lý trước đó, như bằng cách làm sạch và làm khô để loại bỏ chất dầu mỡ và/hoặc phun cát làm sạch nhờ sử dụng sỏi nhám để loại bỏ các vảy oxit và tạo nhiều hạt cho bề mặt khiến cho vật liệu nền gắn kết chắc với đế 10. Khuôn đúc 12 có thể được làm từ vật liệu thích hợp bất kỳ, như vật liệu kim loại có điểm nóng chảy cao, vật liệu gốm, hoặc graphit. Nếu có thể, khuôn đúc 12 có thể được hàn, được hàn vảy cứng, hoặc được kết nối với bề mặt ngoài 14 của đế 10, như bằng cách hàn ở

các điểm P. Theo một phương án thực hiện sáng chế, khuôn đúc 12 là áo khuôn bằng thép được hàn vào đế để tạo hốc 11, và có thể được phun cát làm sạch trước khi hàn để tránh làm bẩn hốc khuôn đúc 11. Phương án thực hiện này được mô tả chi tiết hơn dưới đây và được thể hiện trên các hình Fig.19 và Fig.20. Vật liệu độn 15 được đưa vào trong hốc khuôn đúc 11 tiếp xúc hoặc theo cách khác là nối thông với bề mặt ngoài 14 của đế 10, như ở dạng vật liệu dạng hạt hoặc phôi tạo hình trước, như được thể hiện trên Fig.4. Vật liệu nền 16 được đặt tiếp xúc với vật liệu độn 15 và bề mặt ngoài 14 của đế. Vật liệu nền 16 có thể nằm trong hốc khuôn đúc 11, như chỉ bằng cách đặt vật liệu nền 16 lên trên vật liệu độn 15 ở dạng rắn, như được thể hiện trên Fig.4. Theo một phương án thực hiện sáng chế, vật liệu nền 16 có thể ở dạng khối hoặc thỏi. Theo một phương án thực hiện khác, vật liệu nền 16 có thể được đặt trong cơ cấu cấp hoặc cơ cấu phun. Sau đó, hệ thống 100 có thể được xử lý để thấm, như mô tả trên đây, chẳng hạn bằng cách đặt hệ thống 100 ở trong lò để nung nóng, lò này có thể có khí trơ (chẳng hạn argon). Khay hoặc bình tương tự có thể được sử dụng để đỡ hệ thống 100 ở trong lò, như khay thép không gỉ. Trong quá trình thấm, vật liệu nền 16 nóng chảy và thấm xuống dưới qua tất cả vật liệu độn 15, tiếp xúc dần với bề mặt ngoài 14 của đế 10.

Sau khi việc thấm được tiến hành và hệ thống 100 được làm nguội như mô tả trên đây, chi tiết 17 có lớp phủ hỗn hợp 18 trên bề mặt ngoài 14 được tạo ra, như được thể hiện trên Fig.5. Chi tiết 17 có thể được lấy ra khỏi khuôn đúc 12, có thể cắt rời hoặc làm rời ra khuôn đúc 12 nếu được hàn vào đế 10 và/hoặc được gắn kết vào lớp phủ 18. Lớp phủ hỗn hợp 18 chứa vật liệu độn 15 liên kết với nhau và được gắn với đế 10 nhờ vật liệu nền 16. Theo một phương án thực hiện sáng chế, vật liệu độn 16 có thể có tỷ lệ theo thể tích trong khoảng từ 5% đến 95% trong vật liệu hỗn hợp 18. Theo một phương án thực hiện khác, vật liệu độn 16 có thể có tỷ lệ theo thể tích trong khoảng từ 30% đến 85%. Theo một số phương án thực hiện, chi tiết 17 có thể có vật

liệu nền dư 19 trên ít nhất một phần mặt ngoài của lớp phủ hỗn hợp 18. Vật liệu dư 19 có thể cố tình được tạo và để lại trên chi tiết 17, như để dùng làm nền để hàn hoặc gắn với chi tiết khác. Thay vào đó, vật liệu dư 19, nếu có, có thể được loại bỏ, như bằng cách gia công. Lớp phủ hỗn hợp 18 có thể có khoảng chiều dày lớn, tùy thuộc vào ứng dụng mong muốn. Theo một phương án thực hiện sáng chế, chi tiết 17 có thể có lớp phủ hỗn hợp 18 dày khoảng 0,5in (1,27cm), có thể sử dụng được trong nhiều ứng dụng rộng rãi khác nhau. Chi tiết 17 có thể là điểm, mép, hoặc phần chi tiết khác của thiết bị chịu tác động và áp lực lặp lại liên tục, và tính chống mài mòn cao và độ dai của lớp phủ hỗn hợp 18 sẽ làm tăng hiệu năng trong các ứng dụng này. Thiết bị đào/khai mỏ biểu thị một ví dụ của việc ứng dụng chi tiết 17 được tạo ra theo các hệ thống và các phương pháp được mô tả ở đây. Fig.12 minh họa chi tiết 17' theo phương án bổ sung được chế tạo theo một phương án thực hiện của hệ thống và phương pháp mô tả ở đây, có dạng bộ phận mài mòn cho thiết bị chuyển đất (chẳng hạn, điểm khai thác bằng thép) với phần gia công tạo đế 10' nằm trên bề mặt ngoài 14' của nó với lớp vật liệu hỗn hợp chống mài mòn 18' như mô tả trên đây. Theo một phương án thực hiện sáng chế, lớp vật liệu hỗn hợp 18' gồm các hạt cacbit vonfram đúc dạng cầu hoặc các vật liệu chống mài mòn khác trong vật liệu nền thép dẻo.

Các hình vẽ Fig.17 và Fig.18 minh họa phương án thực hiện khác của đế 10 (chẳng hạn điểm của dụng cụ đào hoặc khai mỏ) có thể được sử dụng cùng với hệ thống hoặc cụm 100 như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.4 và Fig.5, hoặc hệ thống/cụm tương tự, để chế tạo lớp phủ hỗn hợp chống mài mòn 18. Tùy thuộc vào tính đồng nhất và bản chất của vật liệu đế 10, vật liệu đệm 15, và/hoặc vật liệu nền 16, các hệ số giãn nở nhiệt (CTE) của đế 10 và lớp phủ 18 có thể không khớp. Chẳng hạn, khi đế thép 10 được sử dụng, thép thường có CTE cao hơn lớp phủ 18. Một ví dụ về độ chênh lệch CTE có thể bằng khoảng $2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, tùy thuộc vào vật liệu được sử dụng.

Đến lượt, điều này có thể khiến đế 10 và lớp phủ 18 tách gắn kết, cụ thể là khi lớp phủ 18 được tạo trên bề mặt ngoài của đế 10 (chẳng hạn như được thể hiện trên Fig.4 và Fig.5). Theo phương án thực hiện trên các hình vẽ Fig.17 và Fig.18, đế 10 có các phần nhô 28 dạng các chi tiết gờ trên bề mặt ngoài 14. Các phần nhô 28 có thể hỗ trợ làm giảm các vấn đề gây ra bởi độ chênh lệch CTE giữa đế 10 và lớp phủ 18 do bị biến dạng dẻo đáp lại các áp lực tác động khi đế 10 và lớp phủ 18 nguội sau khi hàn vảy cứng. Theo một phương án thực hiện sáng chế, các phần nhô 28 có thể được tạo từ vật liệu có giới hạn chảy tương đối thấp và độ dẻo tốt để dễ biến dạng dẻo. Các cân nhắc khác khi lựa chọn vật liệu cho các phần nhô 28 là khả năng tương hợp của nó để liên kết với đế 10 (chẳng hạn bằng cách hàn hoặc kỹ thuật khác) và để gắn kết với lớp phủ 18. Một ví dụ về vật liệu thích hợp dùng làm các phần nhô được gắn kết vào đế thép 10 là thép mềm, như AISI 1008. Các ví dụ khác về các vật liệu thích hợp có thể gồm thép không gỉ 304, AISI 1018, và AISI 1010, trong số các vật liệu khác. Các phần nhô 28 cũng tạo các bề mặt bổ sung để gắn kết lớp phủ 18, và do đó còn có thể tăng cường sự gắn kết giữa lớp phủ 18 và đế 10. Như được thể hiện trên Fig.18, lớp phủ 18 tạo quanh các phần nhô 28 sao cho các phần nhô 28 được gắn chìm trong lớp phủ 18 và được gắn kết vào lớp phủ 18 ở chi tiết thành phẩm 17. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác, các phần nhô 28 có thể kéo dài ít nhất đến bề mặt ngoài của lớp phủ 18 và có thể gần như phẳng với bề mặt ngoài của lớp phủ 18.

Theo phương án thực hiện trên Fig.17 và Fig.18, các phần nhô 28 nhô ra ngoài khỏi bề mặt ngoài 14 của đế 10 và có dạng các chi tiết gờ hoặc tấm có chiều dài và chiều cao đáng kể lớn hơn chiều dày của chúng. Ở một ví dụ, các phần nhô 28 có thể có chiều dài nằm trong khoảng từ 1inso (2,54cm) đến 2inso (5,08cm) (song song với bề mặt đế 10), chiều cao bằng khoảng 0,25inso (0,635cm) (song song với hướng chiều dày của lớp phủ 18), và chiều dày bằng khoảng 0,125inso (0,3175cm). Ngoài ra, các phần nhô 28 theo

phương án thực hiện này được định hướng theo hướng gần như dọc trục và được phân phối tương đối đều và đối xứng trên tất cả các mặt của bề mặt ngoài 14 của đế 10. Theo một phương án thực hiện sáng chế, các phần nhô 28 có thể có chiều dày, chiều dài, và chiều rộng được chọn theo cách sao cho một vài hoặc tất cả ứng suất thu được từ sự không khớp giãn nở nhiệt được thích ứng bởi sự biến dạng các phần nhô 28. Ngoài ra, theo một phương án thực hiện sáng chế, chiều dài của mỗi một phần nhô có thể lớn hơn chiều cao, tiếp đó có thể lớn hơn chiều dày (tức là, chiều dài > chiều rộng > chiều dày). Các phần nhô 28 nhờ sử dụng mối tương quan kích thước này sẽ làm tăng vùng liên kết tiềm tàng cho lớp phủ 18, khi vùng liên kết tiềm tàng được thêm nhờ phần nhô 28 lớn hơn vùng liên kết tiềm tàng của đế 10 che bởi phần nhô 28. Kích thước của các phần nhô 28 có thể được thay đổi tùy thuộc vào chiều dày của lớp phủ và kích thước của đế. Theo một phương án thực hiện sáng chế, khoảng cách giữa các phần nhô 28 cũng có thể tùy thuộc vào vị trí và hình học của đế 10, và có thể thay đổi từ 1inso (2,54cm) đến 3inso (7,62cm). Theo các phương án thực hiện khác, các phần nhô 28 có thể có dạng khác nhau, như dạng thanh, dạng nón, dạng chốt v.v., và có thể được phân bố và/hoặc định hướng theo cách khác. Các phần nhô 28 như được thể hiện trên Fig.17 được hàn vào bề mặt ngoài 14 của đế 10. Đế 10 có thể được phun cát làm sạch sau khi hàn. Theo các phương án thực hiện khác, các kỹ thuật khác để liên kết các phần nhô 28 với đế 10 có thể được sử dụng. Cần hiểu rằng, các phần nhô 28 có thể được tạo từ cùng vật liệu với đế 10, và theo một phương án thực hiện sáng chế có thể được tạo liền khối với đế 10. Cũng cần hiểu rằng đế 10 có các phần nhô 28 có thể cần xử lý nhiệt hoặc các dạng biến thể của các quy trình xử lý nhiệt đã biết sau khi hàn và/hoặc sau khi hàn vảy cứng, tùy thuộc vào các vật liệu và các kết cấu được sử dụng. Ngoài ra, bộ phận thành phẩm 17 như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.17 và Fig.18 là bộ phận mài mòn, như điểm cho thiết bị chuyển đất, và đế 10 được tạo bởi phần

làm việc của bộ phận mài mòn, sao cho các phần nhô 28 được nối với phần làm việc. Cần hiểu rằng các kiểu phần nhô 28 khác có thể được sử dụng với bộ phận mài mòn này, và các phần nhô 28 như được thể hiện trên Fig.17 và Fig.18 cũng có thể được sử dụng với các loại sản phẩm chế tạo khác.

Các hình vẽ từ Fig.6 đến Fig.9 minh họa các hệ thống và các phương pháp khác để tạo hỗn hợp chống mài mòn theo các khía cạnh của sáng chế. Fig.6 và Fig.7 minh họa hệ thống 200 để tạo ra vật liệu hỗn hợp trên bề mặt trong 20 của đế 10 thông qua việc thấm ra ngoài hoặc theo phương hướng kính. Theo phương án thực hiện này, đế 10 có dạng ống, và đế 10 được sử dụng cùng với khuôn đúc 12 và tấm 21 tạo hốc khuôn đúc 11 ở bên trong đế 10. Tấm 21 có thể được tạo từ vật liệu thích hợp bất kỳ, gồm vật liệu bất kỳ được nêu trên để tạo khuôn (chẳng hạn graphit, kim loại, hoặc gốm). Tuy nhiên, nếu tấm 21, khuôn đúc 12, và/hoặc đế 10 được làm từ các vật liệu có khả năng hàn được, các bộ phận bất kỳ này có thể được liên kết bằng cách hàn, tuy nhiên, việc hàn là không nhất thiết. Vật liệu độn xốp 15 được đặt trên bề mặt trong 20 của đế 10 ở vị trí tạo hỗn hợp, và vật liệu nền 16 được đặt tiếp xúc hoặc theo cách khác là liên kết với vật liệu độn 15. Các hạt gốm 22 hoặc vật liệu dịch chuyển khác cũng nằm trong hốc khuôn đúc 11, ở vị trí để làm dịch chuyển vật liệu nền 16 trong quá trình thấm. Cần hiểu rằng việc dịch chuyển vật liệu nền 16 được thực hiện để mang vật liệu nền 16 tiếp xúc liên tục với vật liệu độn 15 trong quá trình thấm, và việc thấm vật liệu nền 16 chủ yếu được thực hiện bởi các lực khác (chẳng hạn tác động mao dẫn), đúng hơn là lực được tác dụng bởi các hạt gốm 22. Theo cách khác, kỹ thuật dịch chuyển khác có thể được sử dụng. Theo phương án thực hiện trên Fig.6 và Fig.7, vật liệu nền 16 có thể được đặt trong hốc khuôn đúc 11 có dạng ống (xem Fig.7), tiếp xúc với vật liệu độn 15, và thấm ra ngoài vào trong vật liệu độn 15. Thay vào đó, theo phương án thực hiện khác, vật liệu nền 16 có thể được cung cấp dưới dạng các thỏi được bố trí theo dạng tròn quanh vật liệu

độn 15. Theo kết cấu này, các hạt gồm 22 được đặt bên trong đường kính trong của vật liệu nền 16 dạng ống, và các hạt gồm 22 di chuyển ra ngoài để làm dịch chuyển vật liệu nền được thấm 16. Theo cách khác, kỹ thuật dịch chuyển khác có thể được sử dụng. Hệ thống 200 có thể được đặt ở trong lò và được xử lý như mô tả trên đây để hoàn tất việc thấm. Bộ phận thu được có vật liệu gồm trên bề mặt trong 21 của đế, và có thể gồm vật liệu nền dư, như mô tả trên đây.

Fig.8 minh họa hệ thống 300 để tạo vật liệu hỗn hợp trên bề mặt ngoài 14 của đế 10 nhờ cả thấm ngang lẫn thấm theo phương thẳng đứng xuống dưới. Theo phương án thực hiện này, một phần của đế 10 nằm trong hốc khuôn đúc 11, và tấm 21 được sử dụng với khuôn đúc 12 để bao bọc hốc khuôn đúc 11. Tấm 21 có thể được tạo từ vật liệu thích hợp bất kỳ, gồm vật liệu bất kỳ được nêu trên để tạo khuôn (chẳng hạn graphit, kim loại, hoặc gốm). Tuy nhiên, nếu tấm 21, khuôn đúc 12, và/hoặc đế 10 được làm từ các vật liệu có khả năng hàn được, thì các bộ phận bất kỳ này có thể được liên kết bằng cách hàn, tuy nhiên, việc hàn là không nhất thiết. Chi tiết bổ sung 23 có thể được sử dụng nhằm mục đích hàn kín và/hoặc kết thúc việc thấm, và có thể được đặt liền kề tấm 21. Lá graphit hoặc sợi gốm có thể được sử dụng làm chi tiết bổ sung 23 để thực hiện những chức năng này, khi vật liệu nền 15 không làm ướt hoặc thấm vào các vật liệu này. Vật liệu độn xốp 15 được đặt trên bề mặt ngoài 14 của đế 10 ở vị trí để tạo kết hợp, và vật liệu nền 16 tiếp xúc hoặc liên kết với vật liệu độn 15. Như được thể hiện trên Fig.8, vật liệu nền 16 được đặt bên trên vật liệu độn 15 để thấm xuống dưới và theo cạnh vật liệu độn 15 để thấm ngang. Các hạt gồm 22 hoặc chất dịch chuyển khác cũng được đặt trong hốc khuôn đúc 11, ở vị trí để làm dịch chuyển vật liệu nền 16 trong quá trình thấm. Theo cách khác, kỹ thuật dịch chuyển khác có thể được sử dụng. Theo phương án thực hiện trên Fig.8, vật liệu nền 16 được đặt trong hốc khuôn đúc 11 quanh vật liệu độn 15, và thấm ngang và theo phương

thẳng đứng vào trong vật liệu độn 15. Theo kết cấu này, các hạt gốm 22 được đặt nằm ngang quanh vật liệu nền 16, và các hạt gốm 22 di chuyển vào trong để làm dịch chuyển vật liệu nền thấm theo phương ngang 16. Chi tiết chắn 24, như tấm sợi gốm dẻo hoặc vải sợi dệt, có thể nằm giữa các hạt gốm 22 và vật liệu nền 16. Chi tiết chắn 24 có thể hầu như không thấm được vào vật liệu nền nóng chảy 16, và cũng có thể mềm dẻo và có thể truyền áp lực từ các hạt gốm 22 lên vật liệu nền 15. Sự dịch chuyển vật liệu nền 16 được thấm theo phương thẳng đứng là không cần thiết. Hệ thống 300 có thể được đặt ở trong lò và được xử lý như mô tả trên đây để hoàn tất việc thấm. Bộ phận thu được có vật liệu gốm trên bề mặt ngoài 14 của đế, và có thể gồm vật liệu nền dư, như mô tả trên đây.

Fig.9 minh họa hệ thống 400 để tạo vật liệu hỗn hợp trên bề mặt ngoài 14 của đế 10 nhờ cả thấm ngang lẫn thấm theo phương thẳng đứng xuống dưới. Theo phương án thực hiện sáng chế, một phần của đế 10 nằm trong hốc khuôn đúc 11, và tấm 21 có khuôn đúc 12 để bao bọc hốc khuôn đúc 11. Tấm 21 có thể được tạo từ vật liệu thích hợp bất kỳ, gồm vật liệu bất kỳ được nêu trên để tạo khuôn (chẳng hạn graphit, kim loại, hoặc gốm). Tuy nhiên, nếu tấm 21, khuôn đúc 12, và/hoặc đế 10 được làm từ các vật liệu có khả năng hàn được, thì các bộ phận bất kỳ này có thể được liên kết bằng cách hàn, tuy nhiên, việc hàn là không nhất thiết. Chi tiết bổ sung 23 có thể được sử dụng nhằm mục đích hàn kín và/hoặc kết thúc thấm, và có thể được đặt liền kề tấm 21. Lá graphit hoặc sợi gốm có thể được sử dụng làm chi tiết bổ sung 23 để thực hiện những chức năng này, do vật liệu nền 15 không làm ướt hoặc thấm vào những vật liệu này. Vật liệu độn xốp 15 được đặt trên bề mặt ngoài 14 của đế 10 ở vị trí để tạo kết hợp, và vật liệu nền 16 tiếp xúc hoặc liên kết với vật liệu độn 15. Như được thể hiện trên Fig.9, vật liệu nền 16 được đặt bên trên vật liệu độn 15 để thấm xuống dưới và dọc theo cạnh vật liệu độn 15 để thấm ngang. Các hạt gốm 22 hoặc môi trường di chuyển khác

cũng nằm trong hốc khuôn đúc 11, ở vị trí làm dịch chuyển vật liệu nền 16 trong quá trình thấm. Theo cách khác, kỹ thuật dịch chuyển khác có thể được sử dụng. Theo phương án thực hiện trên Fig.9, vật liệu nền 16 được đặt trong hốc khuôn đúc 11 quanh vật liệu độn 15, và sẽ thấm ngang và theo phương thẳng đứng vào vật liệu độn 15. Theo kết cấu này, các hạt gốm 22 được đặt theo phương ngang và thẳng đứng quanh vật liệu nền 16, và các hạt gốm 22 di chuyển vào trong và xuống dưới để làm dịch chuyển thấm vật liệu nền 16. Hệ thống 400 có thể được đặt ở trong lò và được xử lý như mô tả trên đây để hoàn tất việc thấm. Bộ phận thu được có vật liệu gốm trên bề mặt ngoài 14 của đế, và có thể gồm vật liệu nền dư, như mô tả trên đây.

Fig.19 và Fig.20 minh họa ví dụ khác của hệ thống 800 để tạo vật liệu hỗn hợp trên bề mặt ngoài 14 của đế 10 chủ yếu thông qua thấm theo phương thẳng đứng xuống dưới. Hệ thống 800 trên Fig.19 và Fig.20 sử dụng khuôn đúc ở dạng áo khuôn 314 được làm từ vật liệu tấm, được thể hiện có sử dụng cùng với đế 312 ở dạng điểm đào/khai mở có thể tương tự với các đế 10, 10' như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.4, Fig.5 và Fig.12. Áo khuôn 314 thể hiện trên các hình vẽ Fig.19 và Fig.20, cùng với các áo khuôn khác, được mô tả chi tiết hơn trong Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Mỹ 61/472,470, nộp ngày 6, tháng 4, 2011, và Đơn cấp bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 13/440,273, nộp ngày 5, tháng 4, 2012, và được công bố dưới dạng Đơn cấp bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 2012/0258273 ngày 11, tháng 10, 2012, các đơn này được đưa vào đây bằng cách kết hợp viện dẫn toàn bộ hoặc một phần. Áo khuôn 314 có thể được sử dụng để tạo lớp phủ hỗn hợp 18 như được mô tả tương tự trên đây và được thể hiện trên Fig.4 và Fig.5. Theo một phương án thực hiện sáng chế, vật liệu độn 15 có được rót qua miệng 317 trong áo khuôn 314, và sau đó vật liệu nền 16 có thể nằm phía trên vật liệu độn 15, như được thể hiện tương tự trên Fig.4. Miệng 317 có thể có kết cấu dạng phễu để hỗ trợ việc đưa vật liệu độn 15 và/hoặc vật liệu nền 16 vào.

Theo các phương án thực hiện khác, miệng 317 có thể được đặt ở vị trí bất kỳ trên áo khuôn 314, chẳng hạn nếu áo khuôn 314 được đặt theo hướng khác trong quá trình hàn vảy cứng.

Kim loại tấm của áo khuôn 314 có thể được làm từ vật liệu bất kỳ có thể được tạo hoặc chế tạo theo dạng mong muốn cụ thể và có thể chịu được hòa tan, nóng chảy, hoặc bị yếu quá mức bởi vật liệu thấm, hoặc gần như do các nhiệt độ cần để hàn vảy cứng thấm, trong quá trình thấm. Ở một ví dụ, áo khuôn 314 có thể được tạo từ thép “mềm” cacbon thấp. Chẳng hạn, áo khuôn 314 có thể có chiều dày áo khuôn trung bình xấp xỉ bằng 0,105inso (0,2667cm). Theo một phương án thực hiện sáng chế, áo khuôn 314 có thể được làm từ kim loại tấm trong khoảng 16 Ga (dày 0,060inso (0,1524cm)) đến 10 Ga (dày 0,135inso (0,3429cm)), rất có ích trong nhiều lĩnh vực. Ngược lại, đế 312 trên Fig.20 có thể có chiều dày trong khoảng từ 1inso (2,54cm) đến 3,450inso (8,763cm) trong vùng được che bởi áo khuôn. Theo các phương án thực hiện khác, áo khuôn 314 có thể có chiều dày thích hợp khác bất kỳ. Chẳng hạn, theo các phương án thực hiện khác, áo khuôn 314 có thể được làm từ thép hoặc tấm kim loại khác có chiều dày xấp xỉ 0,25inso (0,635cm), hoặc có thể được đúc, gia công từ phôi thanh, hoặc được tạo theo cách khác. Cần hiểu rằng các phần khác của áo khuôn 314 có thể có các chiều dày khác nhau.

Độ mỏng tương đối của áo khuôn 314 khi so với đế 312 nghĩa là áo khuôn 314 có thể được tạo dễ dàng, có chi phí tương đối thấp. Đối với các hình dạng áo khuôn đơn giản, áo khuôn 314 có chi phí tương đối thấp có thể được tạo bằng cách cắt các miếng kim loại dạng tấm, và hàn hoặc hàn vảy cứng các miếng đó lại với nhau. Các hình dạng phức tạp hơn có thể được tạo bằng cách uốn các miếng kim loại dạng tấm theo các dạng cụ thể, và sau đó hàn các miếng kim loại dạng tấm đã uốn lại với nhau. Các hình dạng phức tạp có thể được tạo nhờ các quy trình tạo hình kim loại dạng tấm như vuốt sâu,

tạo hình bởi quy trình Guerin (tạo đệm cao su), quy trình tạo hình thủy lực, và/hoặc tạo hình nổi. Việc đúc chính xác (“sáp chảy”) cũng có thể được sử dụng, mặc dù chi phí quy trình sáp chảy thường là không kinh tế. Đối với các hình dạng phức tạp cụ thể, các phần áo khuôn có thể được tạo bởi một hoặc nhiều quy trình này, và sau đó được nối bằng cách hàn hoặc hàn vảy cứng.

Như được thể hiện trên Fig.19 và Fig.20, áo khuôn 314 được tạo từ hai phần, có dải tương hợp hai phần 320. Thân áo khuôn hai phần 316 của áo khuôn 314 ban đầu có thể được tạo từ phần nửa trước 326 và phần nửa sau 328 lần lượt có gờ trước 330 hoặc gờ sau 332. Gờ trước 330 kéo ngang từ mép sau của phần nửa trước 326 và gờ sau 332 kéo ngang từ mép trước của phần nửa sau 328. Gờ trước 330 có thể được nối với gờ sau 332 bằng cách hàn hoặc hàn vảy cứng bằng vật liệu hàn vảy cứng có nhiệt độ nóng chảy cao hơn vật liệu dùng thấm. Áo khuôn 314 có thể có dải tương hợp 320 có kết cấu để nằm tiếp xúc bề mặt với bề mặt với phần bề mặt của đế 312 quanh toàn bộ chu vi của áo khuôn 314, sao cho áo khuôn 314 được nối với đế 312 bằng cách hàn hoặc hàn vảy cứng ít nhất ở dải tương hợp 320, như được mô tả dưới đây. Theo các phương án thực hiện khác, áo khuôn 314 có thể được tạo từ một phần (mà trong đó có thể không có các gờ 330, 332) hoặc nhiều phần hơn. Áo khuôn hai phần 314 có thể được tạo dễ dàng hơn áo khuôn một phần tương ứng, ở các kết cấu nhất định. Áo khuôn hai phần 314 cũng có thể được nối dễ dàng hơn với đế tương ứng, ở các kết cấu nhất định, khi so với việc nối với áo khuôn một phần tương ứng.

Áo khuôn 314 được thể hiện nối với một phần đế tương ứng 312 theo dạng điểm, trên Fig.20. Dạng hình học ngoài đối với đế 312 có thể gồm thân chính 334 tạo bề mặt gắn kết 335 để hàn hoặc hàn vảy cứng với dải tương hợp 320. Đế 312 có thể tạo ít nhất một số phần lõm hoặc phần nổi khác để gắn kết vật liệu cứng, như phần đoạn bằng 336 và các bề mặt xung quanh. Đầu xa của đế 312 có thể được tạo hình để tạo mép hình vành 344, và/hoặc

mặt tròn 346. Theo một phương án thực hiện khác, đế 312 có thể không tạo phần lõm hoặc phần nổi khác cho vật liệu cứng. Như được thể hiện trên Fig.20, áo khuôn 314 kéo dài một cách trơn tru ra xa khỏi dải tương hợp 320, tạo thành hốc 350 giữa đế 312 và áo khuôn 314. Hốc 350 tạo chiều dày thu được của lớp phủ (không được thể hiện trên hình vẽ) được gắn kết vào đế 312, và dạng hình học bên trong của áo khuôn 314 tạo dạng hình học ngoài cùng của bộ phận thành phẩm.

Áo khuôn tấm kim loại nhẹ 314 như được thể hiện trên Fig.19 và Fig.20 có thể được di chuyển dễ dàng để căn thẳng chính xác trên đế, và sau đó được hàn vào đế, bất kể các hướng của đế. Áo khuôn kim loại mỏng dễ dàng gắn chắc vào đế nằm dưới bằng cách hàn hoặc hàn vảy cứng ở nhiệt độ cao, mà không cần kẹp hoặc các đồ gá kẹp, và mỗi nối được tạo là kín chất lưu thậm chí ở các nhiệt độ cao cần để hàn vảy cứng thấm lọc. Ở loại khuôn đúc liên quan đến việc tôi cứng thấm bề mặt bất kỳ, vật liệu hàn vảy cứng kim loại nóng chảy sẽ vẫn còn ở bên trong khuôn đúc. Với các áo khuôn kim loại mỏng theo sáng chế, sẽ đạt được việc gắn chắc vào đế mà không cần kẹp hoặc các đồ gá kẹp khác. Do vậy, cụm thu được sẽ được đặt dễ dàng hơn trong lò để hàn vảy cứng thấm lọc, cho phép các chi tiết nặng tôi cứng bề mặt được thấm dễ dàng hơn nhiều.

Cần hiểu rằng các dấu hiệu khác nhau của các hệ thống 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 mô tả trên đây và được thể hiện trên các hình vẽ, cũng như các biến thể của nó, có thể được kết hợp và hoán đổi trong phạm vi của sáng chế. Tương tự, các kỹ thuật bất kỳ của các phương pháp mô tả trên đây, hoặc các biến thể của nó, có thể được sử dụng cùng với hệ thống bất kỳ trong số các hệ thống 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 mô tả trên đây.

Fig.10 và Fig.11 minh họa các ảnh hiển vi của vật liệu hỗn hợp 18 được tạo nhờ sử dụng hệ thống tương tự với hệ thống 100 trên Fig.4 và nhờ sử dụng phương pháp như mô tả trên đây. Các hình vẽ Fig.10 và Fig.11 minh

họa vật liệu độn cacbit vonfram đúc dạng cầu 15 được bao quanh bởi vật liệu nền thép dẻo 16. Vật liệu nền 16 gồm các hạt nhỏ graphit 25, là đặc trưng của thép dẻo. Như được thể hiện trên Fig.10 và Fig.11, các hình cầu của hầu hết các hạt cacbit vonfram 15 được bảo vệ, biểu thị tác động hoặc sự hòa tan nhỏ nhất của vật liệu độn 15 với vật liệu nền nóng chảy 16. Fig.11 minh họa mặt phân cách 26 giữa vật liệu hỗn hợp 18 và vật liệu nền dư 19.

Các lớp phủ hỗn hợp được tạo theo các hệ thống và các phương pháp được mô tả ở đây thể hiện tính chống mài mòn và độ dai cao. Ở một ví dụ, các mẫu được xử lý nhờ sử dụng hệ thống tương tự với hệ thống 100 trên Fig.4 và có sử dụng phương pháp như mô tả trên đây, nhờ sử dụng WC đúc dạng cầu, WC đúc ép, và WC thấm cacbon có chất nền thép dẻo. Các mẫu WC thấm cacbon và đúc được gia cường bằng các hợp kim gốc niken và đồng nhờ thấm chân không ở nhiệt độ 1211°C được xử lý để so sánh. Thép D2 cũng được dùng để so sánh. Các thử nghiệm sự mài mòn dùng bánh cao su gắn cát khô (Dry sand rubber wheel-DSRW) (ASTM G65) được tiến hành trên các mẫu này, theo tiến trình A của ASTM G65. Các điều kiện thử nghiệm như sau:

Số vòng quay tổng cộng: 6000

Tải trên mẫu: 13,6kg

Tốc độ cát : 300-400g/phút.

Hai thử nghiệm DSRW liên tục được thực hiện trên cùng vùng xước mài mòn và sự hao hụt khối lượng trong thử nghiệm thứ hai được lấy làm đại diện cho mức độ hao mài mòn vật liệu. Như có thể thấy trong Bảng 1 dưới đây, cacbit vonfram đúc dạng cầu/thép dẻo tiếp theo cacbit vonfram đúc nghiền/thép dẻo cho độ chống chịu mài mòn cao so với các vật liệu khác. Các mẫu được xử lý như là các lớp phủ, và để được loại bỏ bằng cách gia công và mài để làm lộ bề mặt gần với để thử nghiệm.

Bảng 1: Dữ liệu thử nghiệm dùng các chất khác nhau

STT	Vật liệu cacbua	Hao hút khối lượng, g	Tỷ trọng tính toán, g/cc	Hao hút thể tích, mm ³	Độ cứng Rockwell, HRC
1	WC/DI đúc dạng cầu	0,03	12,18	2,46	50
2	WC/DI đúc ép	0,06	12,18	4,93	45
3	Cacbit/DI thấm cacbon	0,19	10,95	17,35	57
4	WC/Ni-7Cr-3Fe- 4.5Si-3.1B đúc dạng cầu	0,19	12,58	15,10	55
5	Cacbit/Ni-7Cr- 3Fe-4.5Si-3.1B thấm cacbon	0,10	11,37	8,79	51
6	WC/Ni-7Cr-3Fe- 4.5Si-3.1B đúc ép	0,14	12,58	11,13	50
7	WC/Cu đúc ép	0,08	13,02	6,14	5
8	Cacbit/Cu	0,37	11,83	31,28	9
9	Thép dụng cụ D2	0,25	7,8	32,05	60

Như được thấy từ các kết quả ở Bảng 1 trên đây, việc sử dụng thép dẻo kết hợp với WC đúc dạng cầu và WC đúc ép sẽ có khối lượng và hao hụt thể tích thấp hơn so với các kết hợp khác. Ngoài ra, các kết hợp của WC và thép dẻo có độ cứng so được với các kết hợp khác. Hơn nữa, thép dẻo có thể

xem là có chi phí thấp hơn các hợp kim nền khác được thử nghiệm, cụ thể là các hợp kim Ni và Cu. Do đó, việc kiểm thử này minh họa việc sử dụng theo cách có lợi hỗn hợp được làm từ vật liệu nền thép dẻo và vật liệu độn WC nhờ sử dụng các hệ thống và các phương pháp theo các phương án thực hiện của sáng chế.

Các phương án thực hiện khác nhau của hệ thống, phương pháp, và sản phẩm được mô tả ở đây có lợi ích và các ưu điểm so với công nghệ đã biết. Chẳng hạn, sản phẩm hỗn hợp thu được có tính chống mài mòn và độ dai cao, và có thể được chế tạo một cách kinh tế. Như một ví dụ khác, hệ thống và phương pháp có thể được sử dụng để gắn vật liệu chống mài mòn với nhiều loại đế khác nhau, gồm các đế kim loại luyện kim bột, đúc, và rèn, cũng như các đế phi kim loại như gốm hoặc các hỗn hợp trên cơ sở gốm, miễn là điểm nóng chảy của vật liệu là thích hợp cho quy trình thẩm lọc. Như một ví dụ khác, việc sử dụng các kỹ thuật hàn vảy cứng cho phép tạo ra vật liệu và gắn kết với đế được thực hiện trong một bước. Ngoài ra, các kỹ thuật hàn vảy cứng chủ yếu được sử dụng phổ biến hơn để thẩm so với đúc và các kỹ thuật khác, đến lượt lại cho phép các chiều dài thẩm dài hơn (lên đến từ 8in_{so} (20,32cm) đến 10in_{so} (25,4cm) hoặc lớn hơn theo một số phương án thực hiện). Do đó, các lớp phủ dày hơn cũng có thể được tạo khi so với các kỹ thuật hiện tại, bao gồm đúc, cũng như là các quy trình tôi cứng bề mặt như lớp phủ hàn hồ quang được truyền bởi plasma, phun phủ nhiệt, v.v.. Như một ví dụ khác, hệ thống và phương pháp có thể sử dụng quy trình nung quá nhiệt thấp hơn các quy trình khác (chẳng hạn đúc), dẫn đến phản ứng ít hơn giữa vật liệu độn và vật liệu nền và các vi cấu trúc phù hợp thể hiện tính chống mài mòn và độ dai cao. Ngoài ra, mức độ phản ứng thấp hơn cho phép các kích cỡ hạt nhỏ hơn, hoặc các kích cỡ hạt, được dùng cho vật liệu độn, nhờ đó tỷ trọng lớn hơn của vật liệu độn cứng có thể đạt được. Như mô tả trên đây, giới hạn chảy lớn hơn của vật liệu nền và tính chống mài mòn tổng thể lớn hơn

của vật liệu hỗn hợp cũng có thể đạt được. Như một ví dụ khác, việc sử dụng môi trường khí trơ trong hệ thống và phương pháp sẽ giảm thiểu hoặc ngăn ngừa sự oxy hóa các thành phần và có thể điều chỉnh sự bay hơi của các phần tử dễ bay hơi khỏi vật liệu nền, giảm bắn. Các lợi ích và các ưu điểm vẫn được ghi nhận bởi các chuyên gia trong lĩnh vực.

Một số phương án lựa chọn và các ví dụ khác được mô tả và được minh họa dưới đây. Chuyên gia trong lĩnh vực sẽ hiểu các dấu hiệu của các phương án thực hiện riêng biệt, và các cách kết hợp và các biến thể của các bộ phận có thể có. Chuyên gia trong lĩnh vực sẽ hiểu thêm rằng phương án bất kỳ trong số các phương án thực hiện có thể được tạo khi kết hợp với các phương án thực hiện bất kỳ được bộc lộ dưới đây. Cần hiểu rằng sáng chế có thể được thực hiện ở các dạng cụ thể khác mà không nằm ngoài tinh thần hoặc các dấu hiệu đặc trưng chính của nó. Do vậy, các ví dụ và các phương án thực hiện này sẽ được xem xét ở tất cả các khía cạnh như minh họa và không nhằm giới hạn, và sáng chế sẽ không bị giới hạn ở các chi tiết mô tả ở đây. Các thuật ngữ tương đối như “trên,” “dưới,” v.v., như được sử dụng ở đây chỉ nhằm minh họa và không giới hạn các phương án thực hiện theo cách bất kỳ. Không chi tiết nào trong phần mô tả được hiểu là yêu cầu hướng ba chiều cụ thể của các kết cấu để nằm trong các phạm vi của sáng chế, trừ vi được nêu cụ thể trong các điểm yêu cầu bảo hộ. Cũng cần hiểu rằng các hình vẽ đi kèm không cần thiết được vẽ theo tỷ lệ. Ngoài ra, thuật ngữ “nhiều,” như được sử dụng ở đây biểu thị số lượng bất kỳ lớn hơn một, hoặc phân biệt hoặc liên tiếp, nếu cần, lên đến số lượng vô hạn. Ngoài ra, việc “tạo” sản phẩm hoặc thiết bị, như được sử dụng ở đây đề cập rộng rãi đến việc chế tạo sản phẩm sẵn có hoặc có thể tiếp cận trong tương lai được thực hiện trên sản phẩm, và không bao hàm rằng bên tạo sản phẩm sản xuất, chế tạo, hoặc cấp thiết bị hoặc bên tạo sản phẩm có quyền sở hữu hoặc kiểm soát sản phẩm. Do đó, mặc dù các phương án thực hiện cụ thể được minh họa và được mô tả, song số lượng các biến thể

có thể được thực hiện mà không nằm ngoài đáng kể bản chất của sáng chế và các phạm vi bảo hộ chỉ được giới hạn bởi các phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ đi kèm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tạo ra vật liệu chống mài mòn bao gồm các bước:

đặt khuôn đúc (12) gần bề mặt của đế (10), sao cho bề mặt này nổi thông với hốc của khuôn đúc (12);

gắn chặt khuôn đúc (12) với đế (10) bằng cách hàn hoặc hàn vảy cứng;

đặt vật liệu chống mài mòn dạng xốp (15) trong hốc khuôn (11), lân cận bề mặt (14);

đặt vật liệu nền kim loại (16) nổi thông với hốc (11), trong đó vật liệu nền bao gồm thép dẻo;

nung nóng khuôn đúc (12) và vật liệu nền (16) đến nhiệt độ cao hơn điểm nóng chảy của vật liệu nền (16) và giữ nhiệt độ cao hơn điểm nóng chảy trong thời gian đủ để vật liệu nền (16) thấm vật liệu chống mài mòn ở dạng nóng chảy và tiếp xúc với bề mặt (14) của đế (10); và

làm nguội khuôn đúc (12) và vật liệu nền (16) để làm đông cứng vật liệu nền và tạo thành lớp phủ hỗn hợp chống mài mòn (18) bao gồm vật liệu chống mài mòn (15) được gắn chìm trong vật liệu nền (16) được gắn với đế (10) và khuôn đúc (12).

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thép dẻo của vật liệu nền có thành phần bao gồm, theo phần trăm khối lượng, xấp xỉ từ 3,0% đến 4,0% cacbon, xấp xỉ từ 1,8% đến 2,8% silic, xấp xỉ từ 0,1% đến 1,0% mangan, xấp xỉ từ 0,01% đến 0,03% lưu huỳnh, và xấp xỉ từ 0,01% đến 0,1% phospho, phần còn lại là sắt và các thành phần phụ và các tạp chất.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vật liệu chống mài mòn (15) bao gồm một hoặc nhiều vật liệu được chọn từ nhóm gồm: cacbua, nitrua, borua, silicua, các hợp chất liên kim loại của các kim loại chuyển tiếp, và các sự kết hợp của chúng.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó lớp phủ hỗn hợp (18) được tạo ra trên các bề mặt (14) của đế (10).
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó lớp phủ hỗn hợp (18) chỉ được tạo ra trên một phần bề mặt (14) của đế (10).
6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó vật liệu chống mài mòn dạng xốp (15) ở dạng phôi xốp tạo hình trước được ra tạo từ vật liệu dạng hạt được gắn kết với nhau bằng cách nung kết hoặc bằng vật liệu polyme để tạo ra phôi xốp tạo hình trước.
7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó vật liệu chống mài mòn dạng xốp (15) ở dạng vật liệu dạng hạt tươi.
8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó khuôn đúc (12) bao gồm áo khuôn kim loại tấm (314) được nối với đế (10) để xác định hốc khuôn (11), trong đó áo khuôn (314) có miệng (317) nối với bên ngoài áo khuôn (314), trong đó vật liệu chống mài mòn dạng xốp (15) được đặt trong hốc khuôn (11) bằng cách rót qua miệng (317).
9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó việc nung nóng được thực hiện trong buồng lò (31), phương pháp này còn bao gồm bước: rút khí buồng (31) trước khi nhiệt độ của vật liệu nền (16) đạt đến nhiệt độ của điểm nóng chảy.
10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước: đưa khí trơ vào buồng lò (31) sau khi vật liệu nền (16) đã nóng chảy.

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó khuôn đúc (12) có phần thấm được (33) tiếp xúc với vật liệu chống mài mòn dạng xốp (15), phương pháp này còn bao gồm bước: đưa khí trơ vào buồng lò (31) trước khi vật liệu nền (16) nóng chảy.

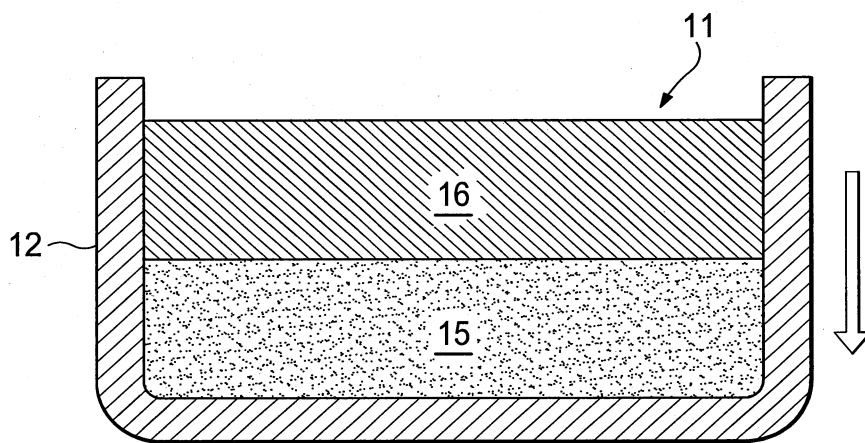
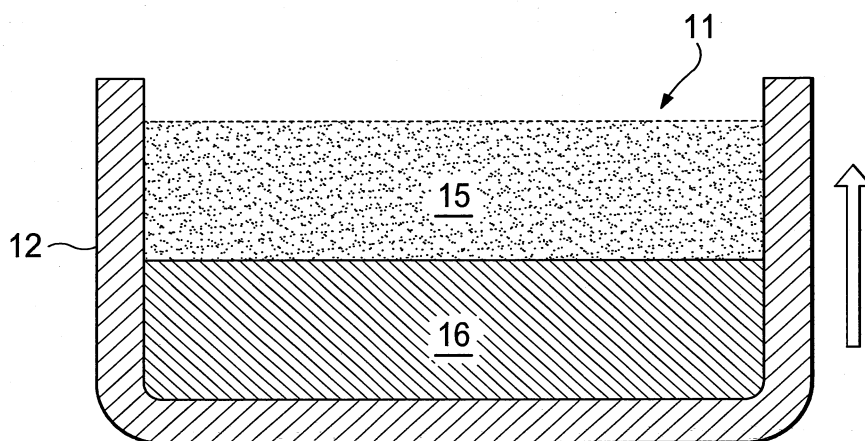
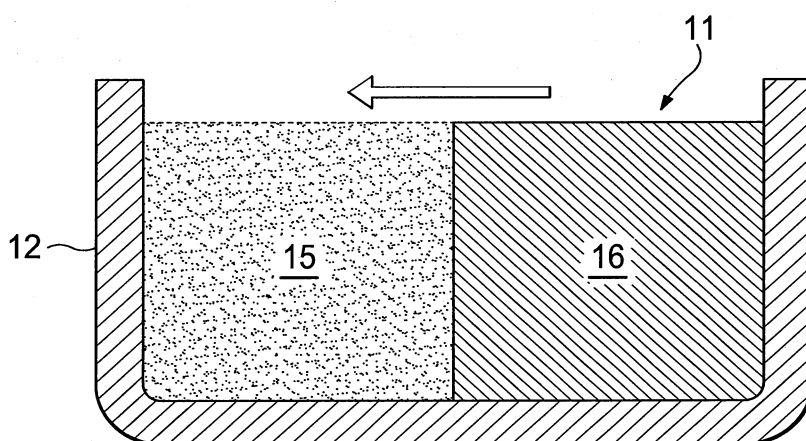
12. Phương pháp theo điểm 7, trong đó vật liệu chống mài mòn trong hốc khuôn chủ yếu là các hạt có kích thước nhỏ hơn 1mm.

13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lớp phủ có độ dày ít nhất 19cm.

14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó việc thấm vật liệu xốp chống mài mòn (15) là thấm thẳng đứng từ trên xuống.

15. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó khuôn đúc (12) và vật liệu nền (16) được nung nóng đến nhiệt độ thấm trong khoảng từ 1175°C đến 1246°C.

16. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó khuôn đúc (12) bao gồm áo khuôn kim loại tấm mỏng (314) với dải tương hợp (320) được nối với đế (312) bằng cách hàn hoặc hàn vảy cứng.

**FIG. 1****FIG. 2****FIG. 3**

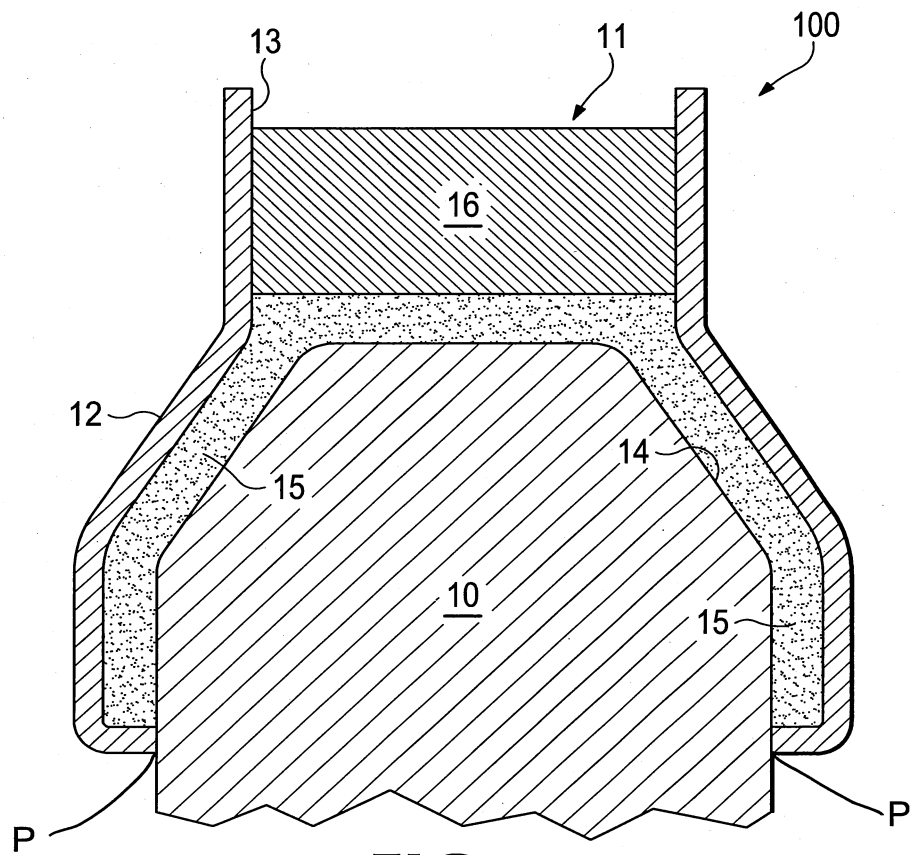


FIG. 4

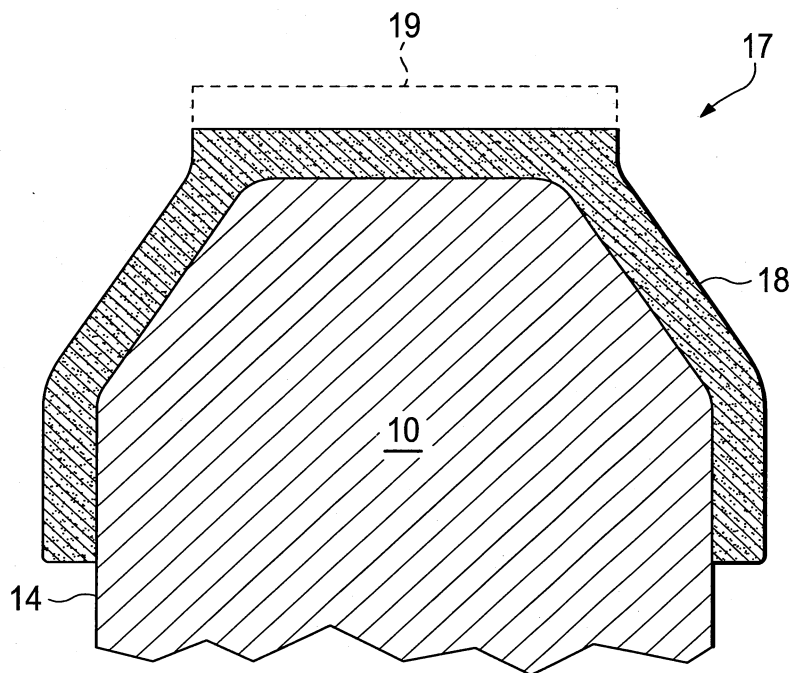
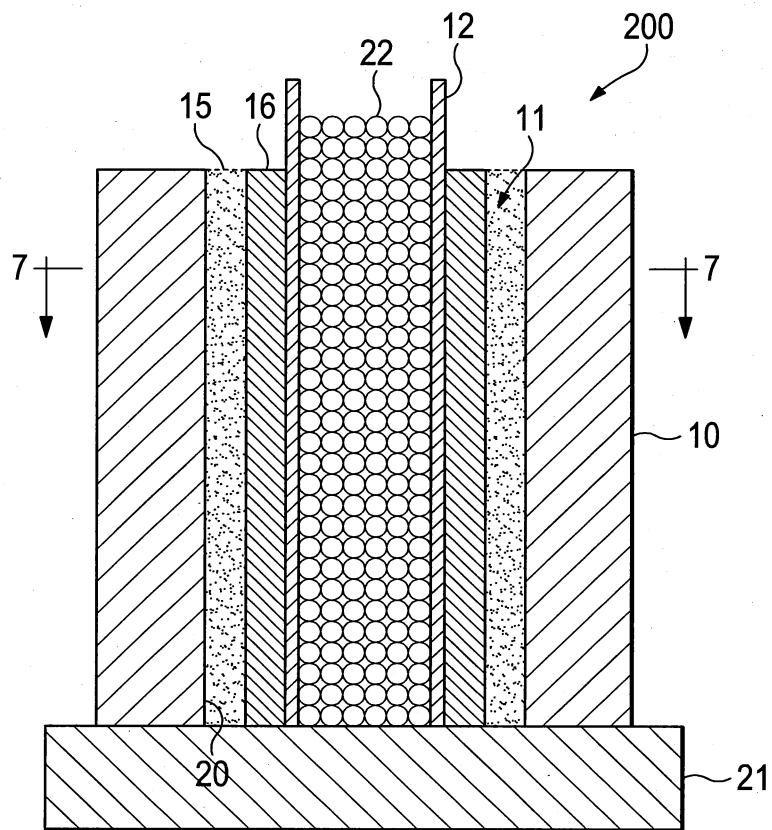
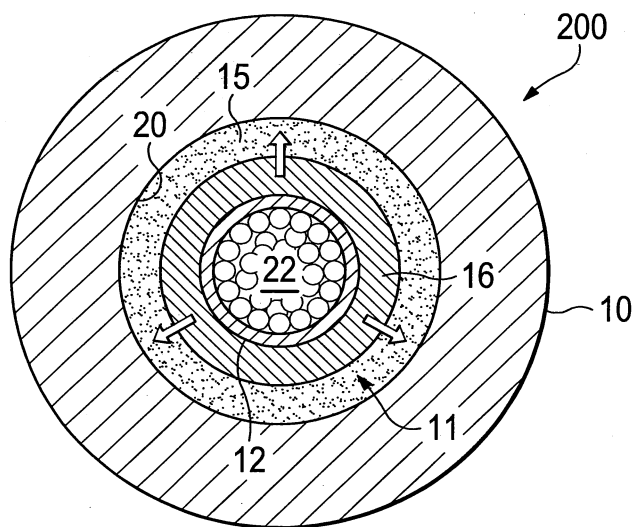
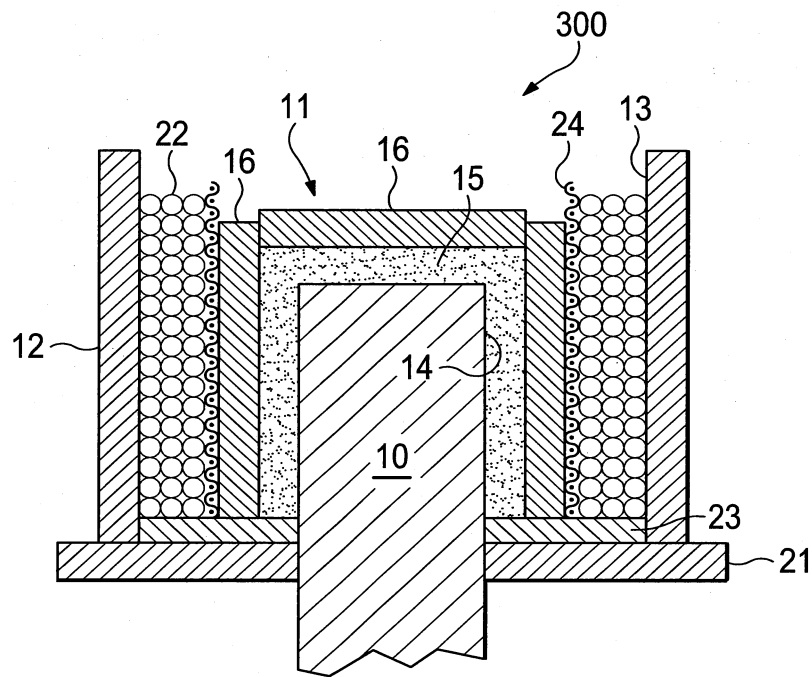
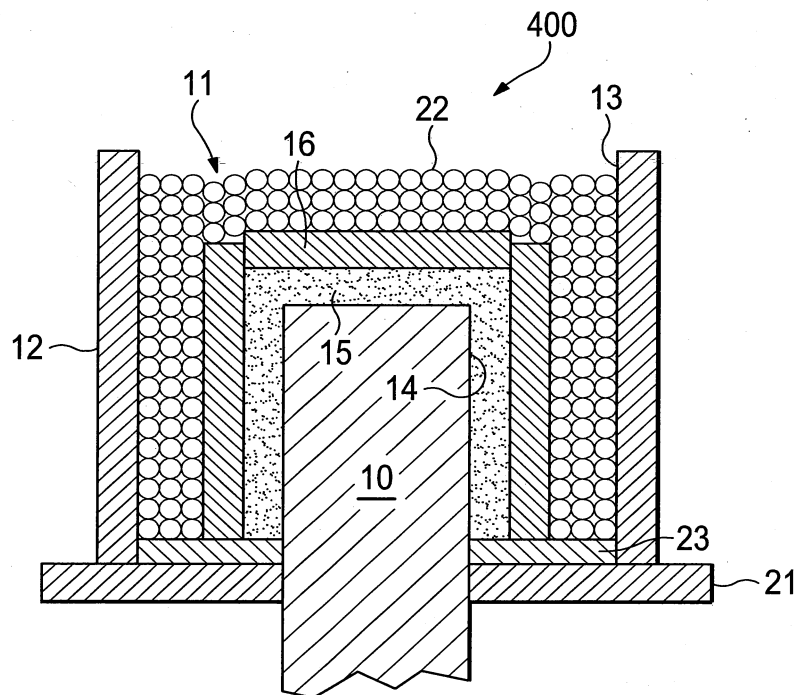
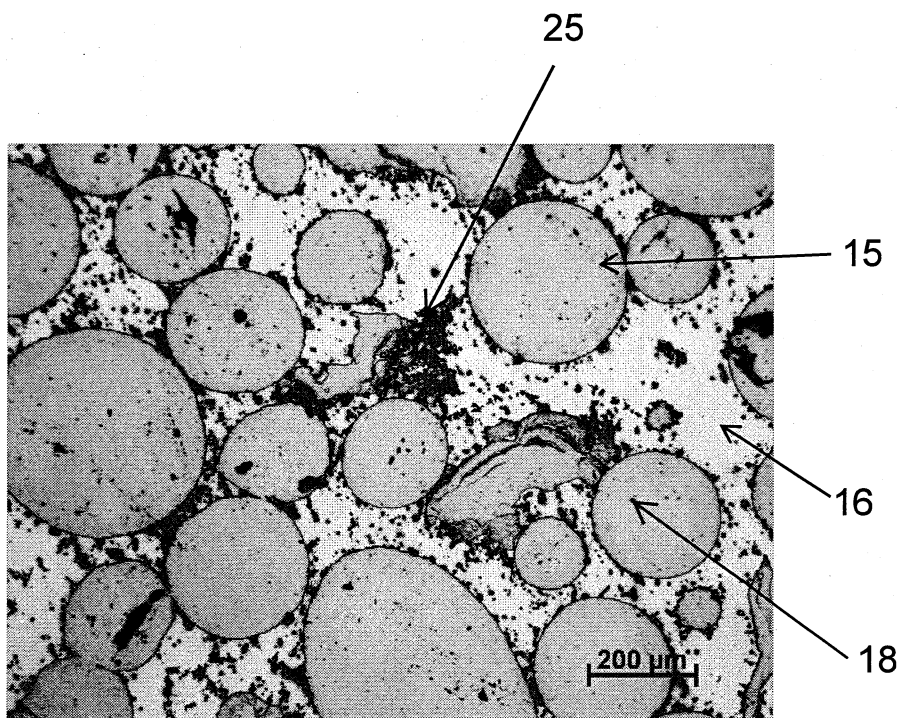
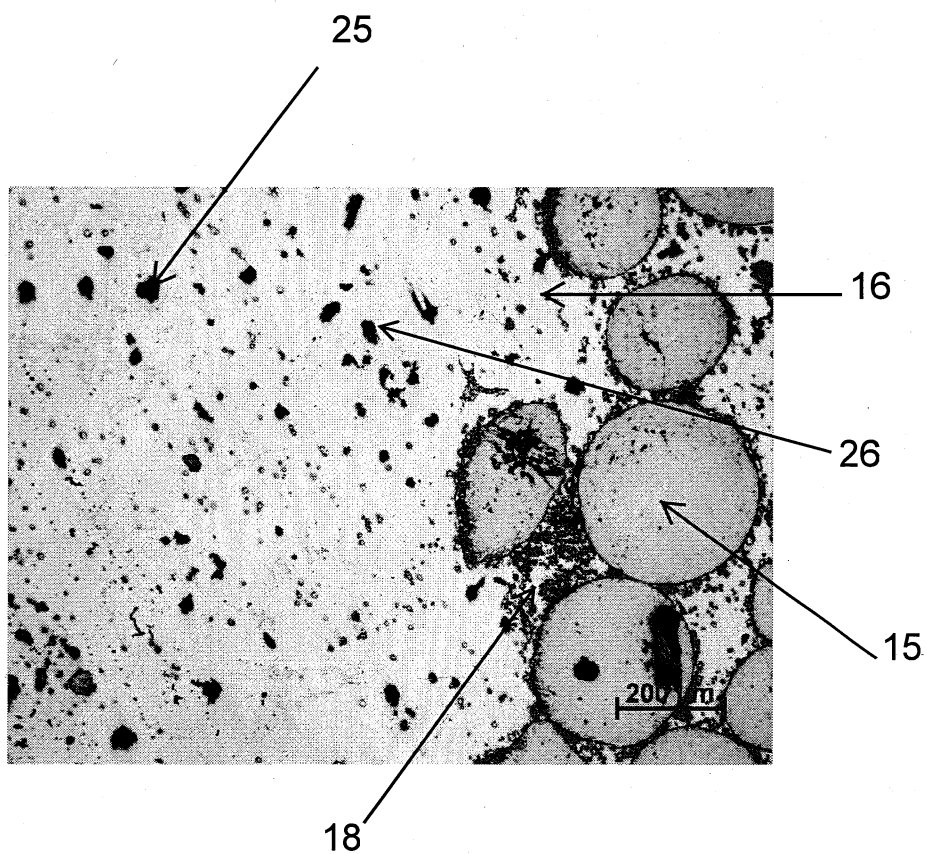


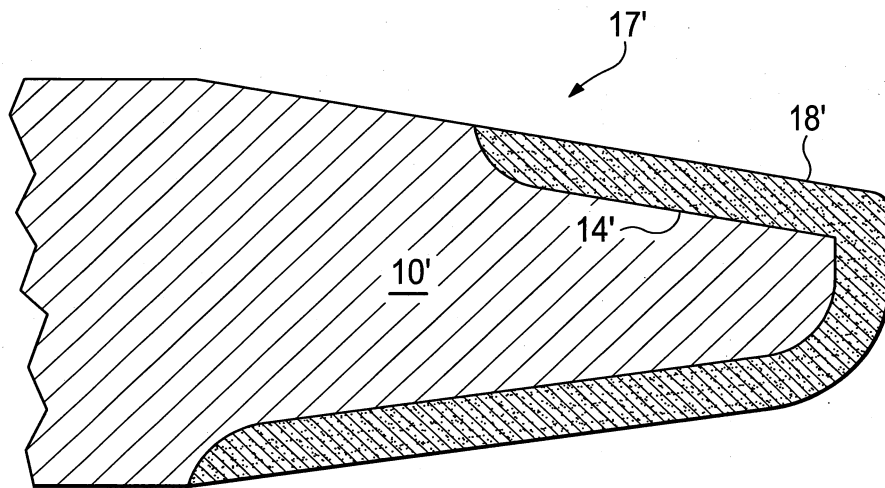
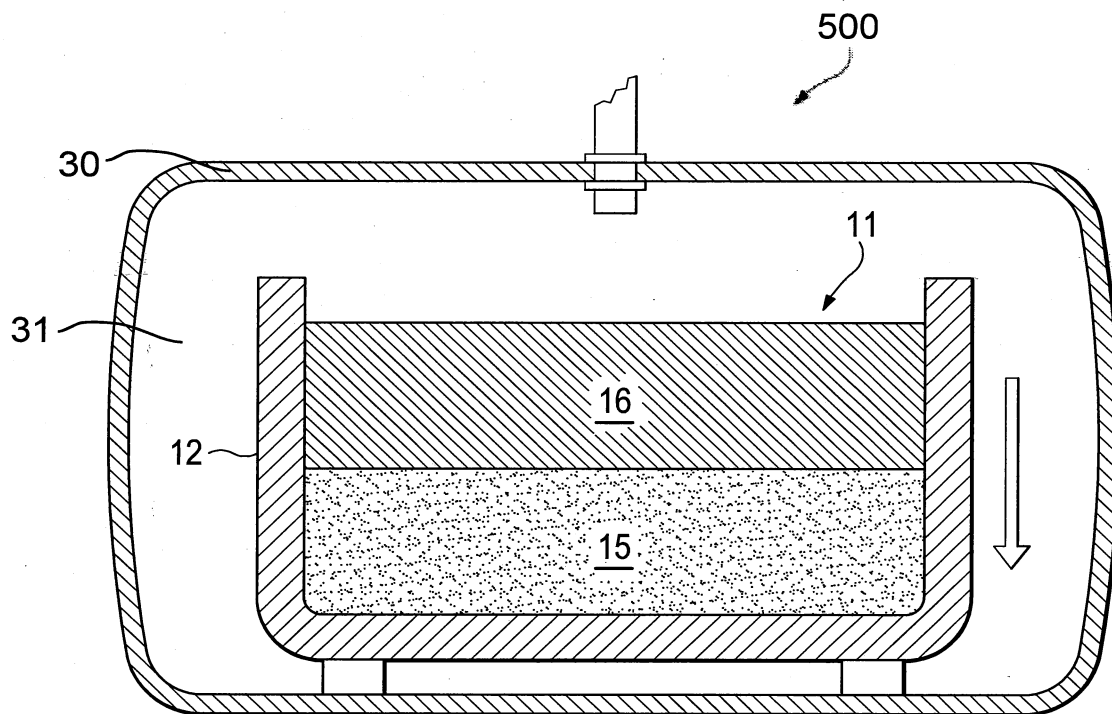
FIG. 5

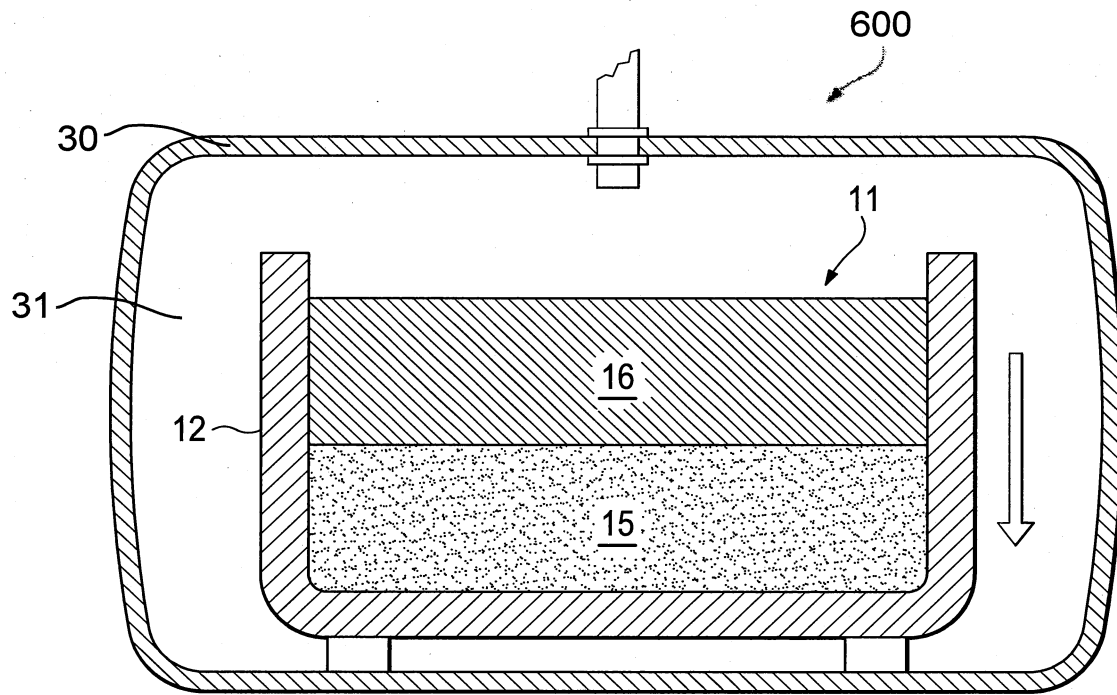
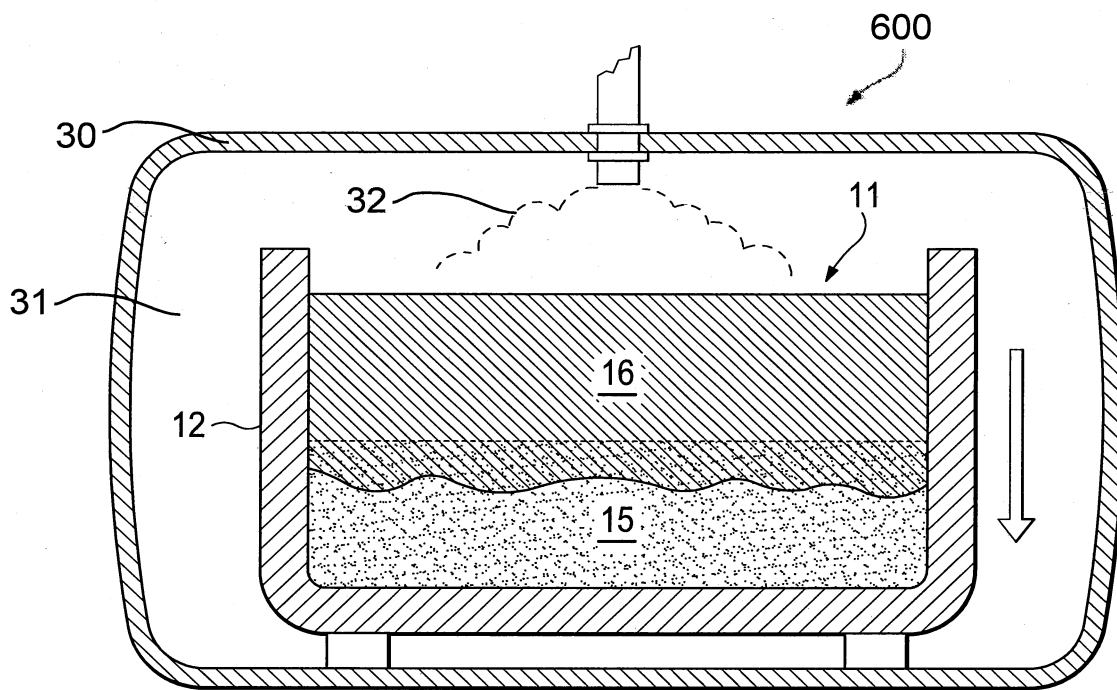
**FIG. 6****FIG. 7**

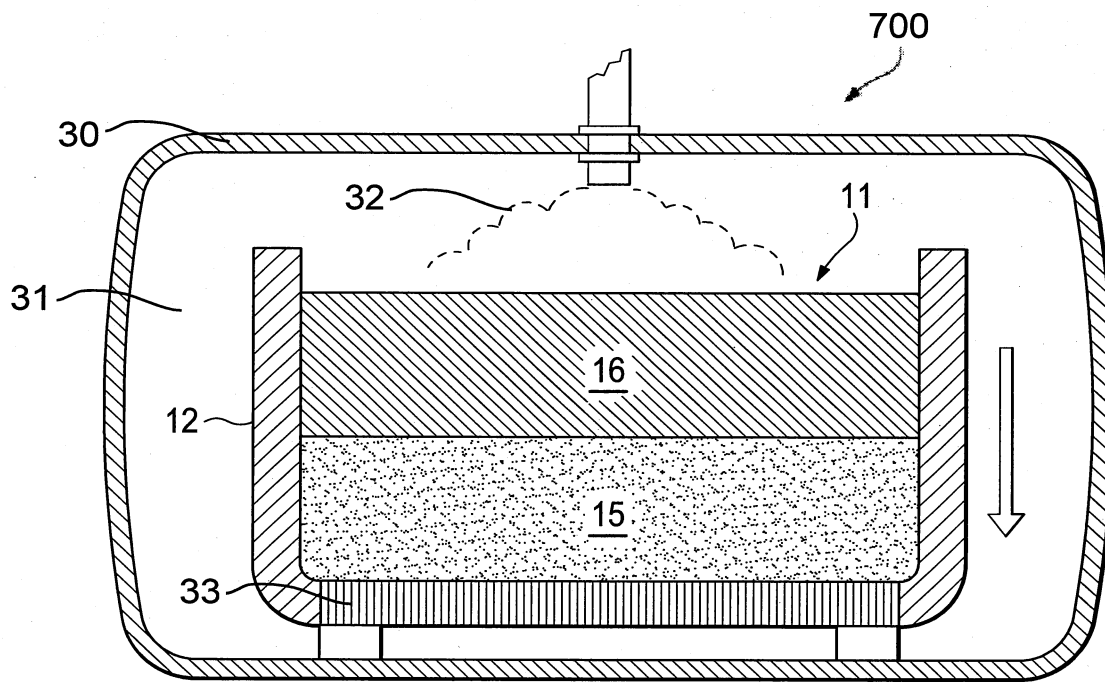
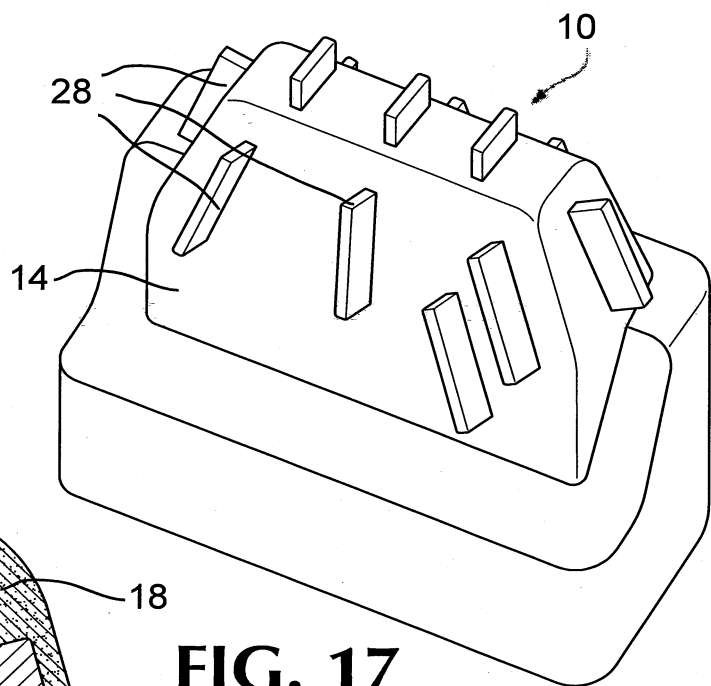
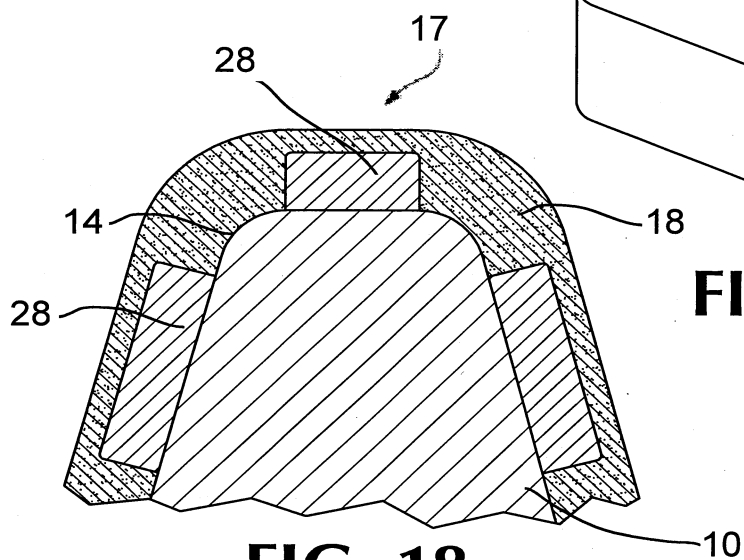
**FIG. 8****FIG. 9**

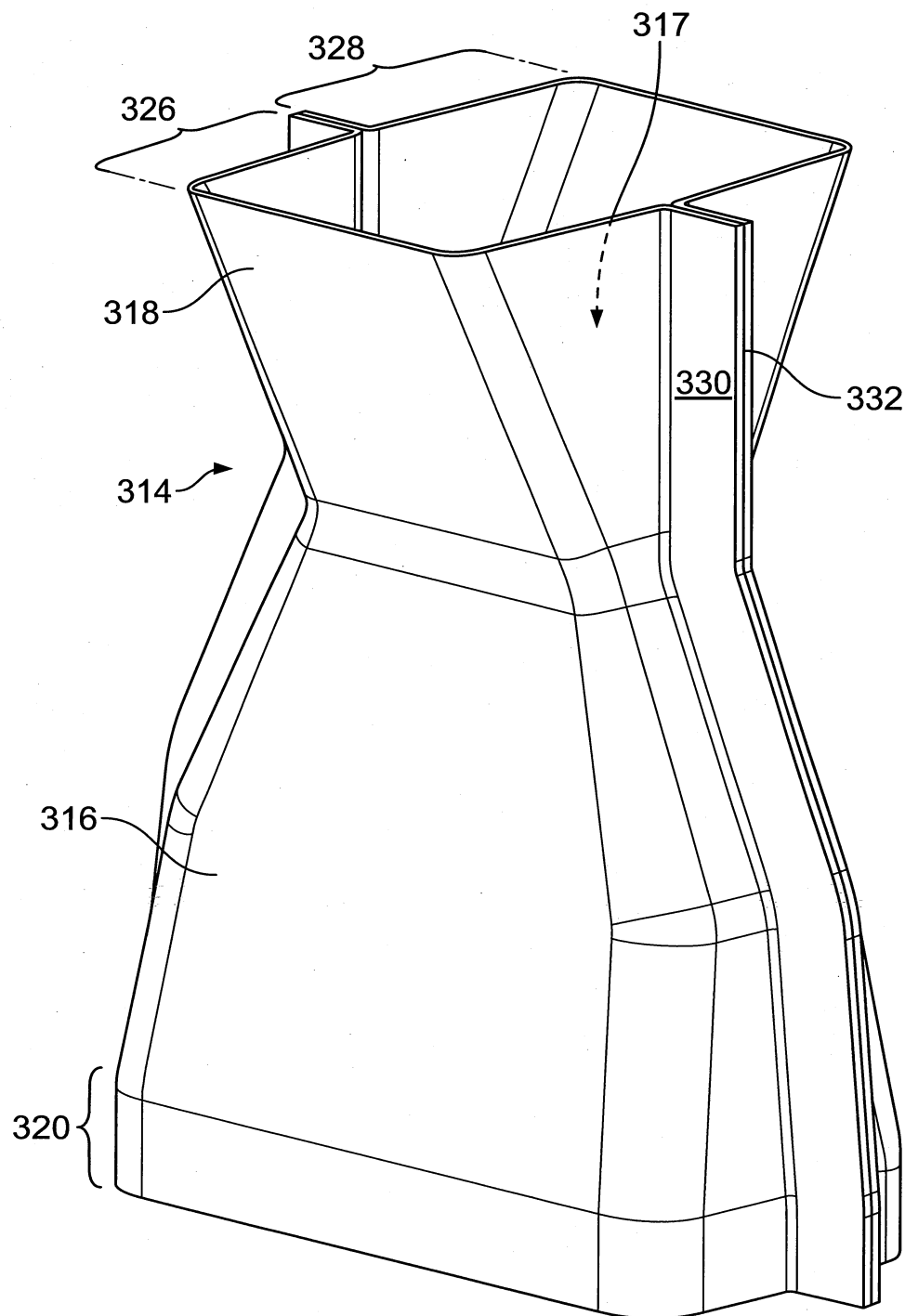
**FIG. 10**

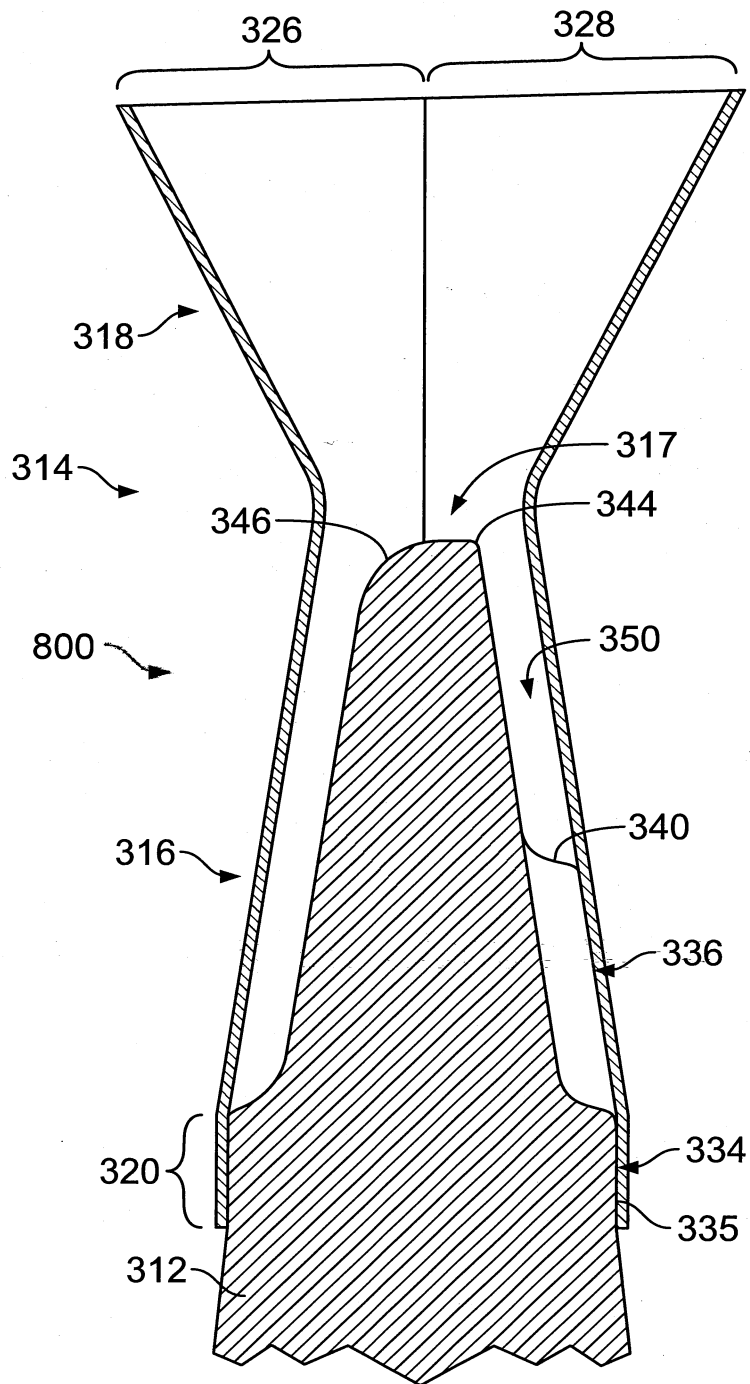
**FIG. 11**

**FIG. 12****FIG. 13**

**FIG. 14****FIG. 15**

**FIG. 16****FIG. 17****FIG. 18**

**FIG. 19**

**FIG. 20**