



(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)



1-0049144

(51)^{2020.01} B22D 19/02; C22C 38/00; C22C 1/10;
C22C 33/02; B22D 19/14; C22C 1/05

(13) B

(21) 1-2021-06710

(22) 23/03/2021

(86) PCT/EP2021/057409 23/03/2021

(87) WO2021/191199 30/09/2021

(30) 20166110.5 27/03/2020 EP

(45) 25/07/2025 448

(43) 26/09/2022 414A

(73) Magotteaux International S.A. (BE)

Rue Adolphe Dumont, 4051 Vaux-sous-Chèvremont, Belgium

(72) Stéphane DESILES (BE); François LEPOINT (BE); Burhan TAS (BE).

(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) CHI TIẾT ĐÚC CHỊU MÀI MÒN COMPOSIT VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT
CHI TIẾT NÀY

(21) 1-2021-06710

(57) Sáng chế đề xuất chi tiết chịu mài mòn composit phân cấp bao gồm lõi ở phần dễ bị mài mòn nhất, lõi bao gồm mạng liên kết ba chiều của các hạt composit gốm-kim loại milimet xen kẽ lặp đi lặp lại với các khe hở milimet, các hạt composit gốm-kim loại nói trên chứa ít nhất 52% thể tích, tốt hơn là ít nhất 61% thể tích, tốt hơn nữa là ít nhất 70% thể tích các hạt siêu nhỏ cacbua titan được nhúng trong nền kim loại thứ nhất, các hạt composit gốm-kim loại có tỷ trọng ít nhất là $4,8 \text{ g/cm}^3$, mạng liên kết ba chiều của các hạt composit gốm-kim loại với các khe hở milimet của nó được nhúng trong nền kim loại thứ hai, lõi này bao gồm trung bình ít nhất là 23% thể tích, tốt hơn là ít nhất là 28% thể tích, tốt hơn là ít nhất 30% thể tích của cacbua titan, nền kim loại thứ nhất khác với nền kim loại thứ hai, nền kim loại thứ hai bao gồm hợp kim đúc p.

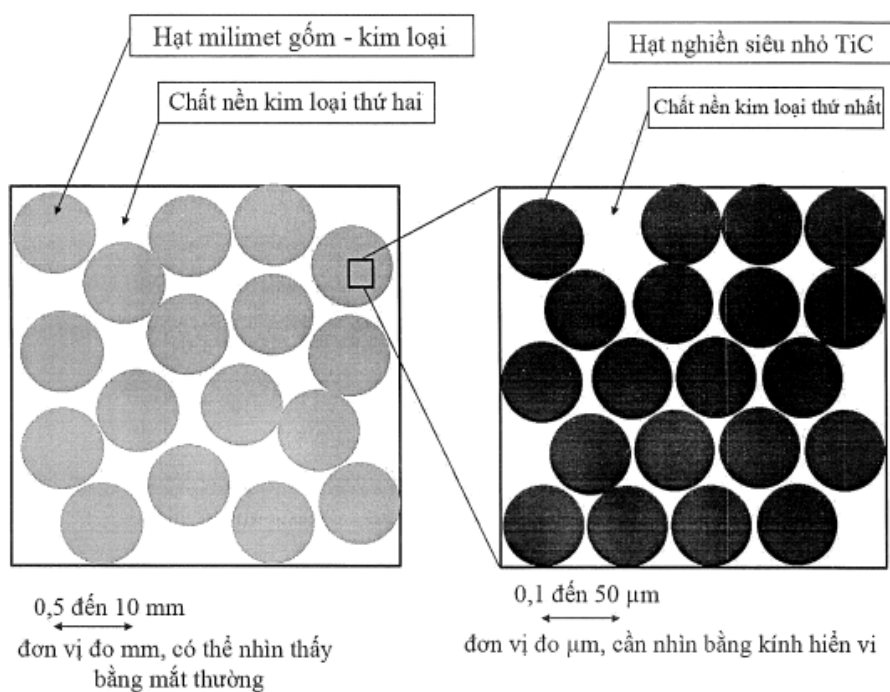


Fig.10

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến chi tiết chịu mài mòn composit phân cấp thu được bằng công nghệ đúc có khả năng chống ứng suất/mài mòn kết hợp được cải thiện. Chi tiết chịu mài mòn bao gồm mạng ba chiều gồm các hạt composit gốm-kim loại milimet được tự kết với các khe hở milimet trong đó các hạt siêu nhỏ trên cơ sở TiC được nhúng trong một chất kết dính, được gọi là nền kim loại thứ nhất, các khe hở milimet được lấp đầy bởi kim loại đúc, được gọi là nền kim loại thứ hai trong sáng chế.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến các chi tiết chịu mài mòn được sử dụng trong ngành công nghiệp nghiền và mài nghiền như các nhà máy xi măng, mỏ đá và hầm mỏ. Các chi tiết này thường chịu ứng suất cơ học lớn ở dạng khối và chịu mài mòn nhiều do sự mài mòn ở các mặt làm việc. Do đó, mong muốn rằng các chi tiết này phải có độ bền chống mài mòn cao và độ dẻo nhất định để có thể chịu được các ứng suất cơ học như va đập.

Do hai đặc tính này khó phù hợp với cùng một thành phần vật liệu, các chi tiết composit có lõi làm bằng hợp kim tương đối dẻo, trong đó gồm được thêm vào có khả năng chống mài mòn tốt đã được đề xuất trước đây.

Tài liệu US 4,119,459 (Sandvik, 1977) bộc lộ thân mài mòn composit bao gồm gang sắt và các hạt nghiền cacbua đã gắn kết được nung kết. Cacbua đã gắn kết, trong một kim loại kết dính, thuộc loại WC-Co với khả năng bổ sung cacbit Ti, Ta, Nb hoặc các kim loại khác. Không có chỉ dẫn nào về tỷ lệ phần trăm thể tích của TiC có thể có trong các hạt hoặc trong phần lõi của thân.

Tài liệu US 4,626,464 (Krupp, 1984) bộc lộ một máy đập được lắp đặt trong một chiếc búa bao gồm vật liệu cơ bản là hợp kim kim loại và vùng chịu mài mòn có chứa các hạt kim loại cứng ngoài hợp kim fero, các hạt kim loại cứng có đường kính từ 0,1 đến 20 mm và phần trăm các hạt kim loại cứng trong vùng chịu mài mòn nằm trong khoảng từ 25 đến 95 phần trăm thể tích; và trong đó các hạt cứng nói trên được nhúng chắc chắn bên trong vật liệu cơ bản hợp kim kim loại nói trên. Nồng độ thể tích trung bình của TiC có thể có trong phần lõi không được bộc lộ trong tài liệu này.

US 5.066.546 (Kennametal, 1989) bộc lộ thân chống mài mòn phân cấp bao gồm ít nhất một lớp của một loạt vật liệu cacbua, trong đó cacbua titan được nhúng trong một nền thép đúc. Vật liệu cacbua có kích thước hạt từ 4,7 đến 9,5 mm, trong đó vật liệu cacbua này ở dạng các bộ phận được nghiền, bột hoặc các thân được nén ép có hình dạng không đều. Tài liệu này không bộc lộ nồng độ trung bình của TiC trong phần lõi của thân mài mòn cũng như cấu tạo của kết cấu lõi.

Tài liệu US 8.999.518 B2 bộc lộ vật liệu composit phân cấp bao gồm hợp kim ferro có lõi là titan cacbua theo một hình học xác định, trong đó lõi này bao gồm cấu trúc vi mô - vĩ mô xen kẽ của các vùng milimet tập trung các hạt hình cầu siêu nhỏ của cacbua titan được phân tách bằng các vùng milimet về cơ bản không có các hạt hình cầu siêu nhỏ của titan cacbua, các vùng nói trên được lấp đầy bởi hợp kim ferro. Trong sáng chế này, nồng độ TiC tối đa là 72,2 % thể tích khi hỗn hợp bột của Ti và C được nén chặt ở tỷ trọng tương đối tối đa là 95%. Độ rỗng của các hạt cao hơn 5% và, nếu không có chất điều tiết phản ứng có thể xảy ra, với sự có mặt của chỉ một nền kim loại, kim loại đúc. Vật liệu composit phân cấp thu được bằng cách tổng hợp nhiệt độ cao tự lan truyền (SHS), ở đó nhiệt độ phản ứng thường đạt trên 1,500°C, hoặc thậm chí đạt đến 2,000°C. Chỉ cần ít năng lượng để bắt đầu phản ứng cục bộ. Sau đó, phản ứng sẽ tự phát lan truyền đến toàn bộ hỗn hợp chất phản ứng.

Composit phân cấp trong sáng chế này thu được bằng phản ứng trong khuôn của các hạt bao gồm hỗn hợp của cacbon và bột titan. Sau khi bắt đầu phản ứng, phản ứng trước phản ứng hình thành, do đó lan truyền tự phát (tự lan truyền) và cho phép thu được titan cacbua từ titan và cacbon. Cacbua titan thu được từ đó được cho là “thu được tại chỗ” vì nó không được cung cấp từ hợp kim ferro đúc. Phản ứng này được khơi mào bởi nhiệt đúc của gang hoặc thép được sử dụng để đúc toàn bộ phần này, và do đó cả phần không có lõi và phần có lõi. Phản ứng $Ti+C \rightarrow TiC$ SHS tỏa nhiệt rất mạnh với nhiệt độ đoạn nhiệt lý thuyết là 3290K.

Thật không may, sự gia tăng nhiệt độ gây ra sự khử khí của các chất phản ứng, tức là các chất bay hơi có trong đó (H_2O trong cacbon, H_2 , N_2 trong titan). Tất cả các tạp chất có trong bột phản ứng, các thành phần hữu cơ hoặc vô cơ xung quanh hoặc bên trong bột/hạt nén, đều bị bay hơi. Để làm giảm cường độ của phản ứng giữa cacbon và titan, bột của hợp kim ferro được thêm vào đó làm chất điều tiết để hấp thụ nhiệt và giảm nhiệt độ. Tuy nhiên, điều này cũng làm giảm nồng độ TiC tối đa có thể

thu được trong phần chịu mài mòn cuối cùng và nồng độ lý thuyết 72,2% nói trên không còn đạt được trong thực tế trong quy mô sản xuất.

Tài liệu WO 2010/031663A1 liên quan đến bộ tác động hỗn hợp dùng cho máy nghiền đập, bộ tác động này bao gồm hợp kim ferro có ít nhất một phần lõi bằng titan cacbua ở hình dạng xác định theo cùng một phương pháp so với tài liệu US 8.999.518 B2 đã mô tả trước đây. Để làm giảm cường độ của phản ứng giữa cacbon và titan, bột hợp kim ferro được thêm vào. Trong một ví dụ của tài liệu này, các phần lõi bao gồm phần trăm thể tích tổng thể khoảng 30% TiC. Để đạt được điều này, một băng có mật độ tương đối 85% thu được bằng cách nén chặt. Sau khi nghiền băng, các hạt thu được sẽ được sàng để đạt kích thước từ 1 đến 5 mm, tốt nhất là 1,5 và 4 mm. Mật độ khối trong khoảng 2g/cm³ thu được (45% không gian giữa các hạt + 15% độ rỗng trong các hạt). Các hạt trong phần chịu mài mòn để tạo lõi bao gồm 55% khối lượng thể tích của các hạt rỗng. Trong trường hợp này, nồng độ TiC trong vùng lõi chỉ là 30%, và không phải lúc nào cũng đủ và có thể có tác động tiêu cực đến tính năng chịu mài mòn của vật đúc, cụ thể là đối với các hạt có độ rỗng cao trước phản ứng SHS.

Tài liệu US 2018/0369905A1 bộc lộ phương pháp cung cấp khả năng kiểm soát chính xác hơn quá trình SHS trong khi đúc bằng cách sử dụng chất điều tiết. Các miếng đệm đúc được làm từ hỗn hợp bột bao gồm các chất phản ứng tạo thành TiC và chất điều tiết có thành phần là thép mangan cao đúc có chứa 21% Mn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế nhằm mục đích đề xuất chi tiết chịu mài mòn composit phân cấp được tạo ra bằng cách đúc thông thường bao gồm nền kim loại bằng gang hoặc thép, kết hợp cấu trúc có lõi với nồng độ cao các hạt cacbua titan siêu nhỏ được nhúng trong chất kết dính kim loại (nền kim loại thứ nhất) tạo thành các hạt composit gốm-kim loại có độ rỗng thấp. Nền kim loại thứ nhất bao gồm các hạt titan cacbua siêu nhỏ của phần có lõi khác với nền kim loại có trong phần còn lại của chi tiết chịu mài mòn composit.

Một mục đích khác của sáng chế là cung cấp quy trình sản xuất an toàn cho các bộ phận chịu mài mòn composit có lõi, tránh giải phóng khí, đề xuất chi tiết chịu mài mòn composit được cải tiến, có khả năng chống va đập và chịu mài mòn tốt.

Khía cạnh đầu tiên của sáng chế đề cập đến chi tiết chịu mài mòn composit phân cấp bao gồm lõi ở phần dễ bị mài mòn nhất, lõi bao gồm mạng liên kết ba chiều của các hạt composit gốm-kim loại milimet xen kẽ lặp đi lặp lại với các khe hở

milimet, các hạt composit gốm-kim loại nói trên chứa ít nhất 52% thể tích, tốt hơn là ít nhất 61% thể tích, tốt hơn nữa là ít nhất 70% thể tích các hạt siêu nhỏ cacbua titan được nhúng trong nền kim loại thứ nhất, các hạt composit gốm-kim loại có tỷ trọng ít nhất là $4,8 \text{ g/cm}^3$, mạng liên kết ba chiều của các hạt composit gốm-kim loại với các khe hở milimet của nó được nhúng trong nền kim loại thứ hai, lõi này bao gồm trung bình ít nhất là 23% thể tích, tốt hơn là ít nhất là 28% thể tích, tốt hơn là ít nhất 30% thể tích của cacbua titan, nền kim loại thứ nhất khác với nền kim loại thứ hai, nền kim loại thứ hai bao gồm hợp kim đúc ferro.

Theo các phương án được ưu tiên của sáng chế, chi tiết chịu mài mòn composit còn được đặc trưng bởi một trong các dấu hiệu kỹ thuật sau hoặc bằng sự kết hợp thích hợp của chúng:

- các hạt composite gốm-kim loại có độ rỗng nhỏ hơn 5% thể tích, tốt hơn là nhỏ hơn 3% thể tích, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 2%;
- các hạt composit gốm-kim loại được nhúng có kích thước hạt trung bình d_{50} từ 0,5 đến 10mm, tốt hơn là 1 và 5mm;
- các hạt cacbua titan được nhúng có kích thước hạt trung bình d_{50} từ 0,1 đến 50mm, tốt hơn là 1 và 20 mm;
- nền kim loại thứ nhất được chọn từ nhóm bao gồm hợp kim trên cơ sở ferro, hợp kim trên cơ sở ferromangan, hợp kim trên cơ sở ferrocrôm và hợp kim trên cơ sở niken;
- nền kim loại thứ hai bao gồm hợp kim ferro, cụ thể là gang trắng hoặc thép có hàm lượng crôm cao.

Sáng chế còn bộc lộ thêm phương pháp sản xuất các hạt composit gốm-kim loại bao gồm các bước:

- nghiền các chế phẩm bột bao gồm TiC và nền kim loại thứ nhất trong dung môi, tốt hơn là đạt cỡ hạt trung bình d_{50} từ 1 đến 20 μm , tốt hơn là từ 1 đến 10 μm ;
- trộn từ 1 đến 10%, tốt nhất là 1 đến 6% sáp vào chế phẩm bột;
- loại bỏ dung môi bằng cách làm khô chân không để thu được bột kết tụ;
- nén bột đã kết tụ thành băng, tấm hoặc thanh;
- nghiền các băng, tấm hoặc thanh thành hạt, tốt hơn là có kích thước trung bình d_{50} từ 0,5 đến 10 mm, tốt hơn là 1 và 5 mm;

- nung kết ở nhiệt độ từ 1000-1600°C trong lò chân không hoặc lò môi trường các khí trơ cho đến khi đạt được tỷ trọng ít nhất là 4,8 g/cm³.

Sáng chế còn bộc lộ thêm một phương pháp sản xuất chi tiết chịu mài mòn composit theo sáng chế bao gồm các bước sau:

- trộn các hạt composit gốm-kim loại thu được theo sáng chế với khoảng 1 đến 8% khối lượng, tốt hơn là từ 2 đến 6% khối lượng của keo;
- đổ và nén chặt hỗn hợp trong khuôn thứ nhất;
- làm khô hỗn hợp ở nhiệt độ và thời gian thích hợp để loại bỏ dung môi của keo hoặc cho phép hóa rắn;
- tháo khuôn hỗn hợp đã làm khô và thu được mạng liên kết ba chiều gồm các hạt composit gốm-kim loại milimet xen kẽ lặp đi lặp lại với các khe hở milimet, được sử dụng như phần lõi ở phần chịu mài mòn của chi tiết chịu mài mòn phân cấp.

Theo các phương án được ưu tiên của sáng chế, phương pháp sản xuất chi tiết chịu mài mòn còn được đặc trưng bởi các bước sau hoặc bằng sự kết hợp thích hợp của chúng:

- định vị mạng liên kết ba chiều của các hạt composit gốm-kim loại milimet xen kẽ lặp đi lặp lại với các khe hở milimet trong phần thể tích của khuôn của chi tiết vật liệu đúc composit phân cấp được đúc;
- đổ nền kim loại thứ hai vào khuôn thứ hai, khuôn của phần đúc chịu mài mòn, đồng thời đổ đầy vào các khe hở milimet của mạng liên kết ba chiều;
- tháo khuôn chi tiết đúc chịu mài mòn composit phân cấp.

Sáng chế còn bộc lộ thêm về chi tiết đúc chịu mài mòn composit phân cấp thu được bằng phương pháp của sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 cho thấy vòng đe của máy phay trong đó các thử nghiệm được thực hiện cho sáng chế.

FIG.2 thể hiện một đe riêng lẻ của vòng đe của FIG.1.

FIG.3 thể hiện một đe riêng lẻ bị mài mòn.

FIG.4 là sơ đồ thể hiện vị trí của cấu trúc lõi ở phần chịu mài mòn nhiều nhất của đe riêng lẻ.

FIG.5 thể hiện hình chiếu tổng thể về cấu trúc lõi được định nghĩa là mạng liên kết ba chiều của các hạt composit gồm-kim loại milimet xen kẽ lặp đi lặp lại với khe hở milimet.

FIG.6 và 7 thể hiện hình chiếu phóng đại của cấu trúc lõi của FIG.5.

FIG.8 thể hiện mặt cắt của chi tiết đúc chịu mài mòn với các hạt composit gồm-kim loại milimet bao gồm các khe hở (khoảng trống) được lấp đầy bởi nền kim loại thứ hai (nền kim loại đúc).

FIG.9 mô tả các hạt TiC hình cầu siêu nhỏ được nhúng trong nền kim loại thứ nhất, chất kết dính của các hạt TiC. Hình ảnh là độ phóng đại cao của một hạt composit gồm kim loại đơn lẻ được thể hiện trong FIG.8.

FIG.10 là sơ đồ thể hiện khái niệm của sáng chế dựa trên sự chênh lệch tỷ lệ giữa các hạt TiC siêu nhỏ được nhúng trong nền kim loại thứ nhất tạo thành các hạt milimet của composit gồm-kim loại được tích hợp dưới dạng mạng ba chiều trong phần lõi của chi tiết chịu mài mòn.

FIG.11 là hình thể hiện mặt cắt ngang của mẫu bao gồm các hạt, mặt cắt này được sử dụng trong phương pháp để thu được kích thước hạt trung bình của hạt gồm-kim loại (như được giải thích bên dưới).

FIG.12 là hình thể hiện giản đồ của phương pháp đo đường kính Feret (với đường kính Feret tối thiểu và tối đa). Các đường kính này của Feret đang được sử dụng trong phương pháp để thu được kích thước hạt trung bình của hạt gồm-kim loại (như được giải thích bên dưới).

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập đến chi tiết chịu mài mòn composit phân cấp được sản xuất bằng cách đúc thông thường. Nó bao gồm một nền kim loại bao gồm một cấu trúc lõi cụ thể bao gồm các hạt composit gồm-kim loại không đều (độ rỗng thấp <5%) với kích thước trung bình milimet từ 0,5 đến 10mm, tốt hơn là 0,8 đến 6mm, tốt hơn là từ 1 đến 4mm, thậm chí tốt hơn nữa từ 1 đến 3mm.

Composit kim loại-gốm bao gồm các hạt gốm được liên kết bởi chất kết dính kim loại, theo sáng chế được gọi là nền kim loại thứ nhất. Đối với các ứng dụng chịu mài mòn, gốm cung cấp khả năng chống mài mòn cao trong khi kim loại cải thiện độ dẻo dai, trong số các đặc tính khác. Composit kim loại-gốm TiC bao gồm các hạt hình cầu siêu nhỏ cacbua titan (52 đến 95% thể tích hạt, tốt hơn là 61 đến 90% thể tích, tốt

hơn là 70 đến 90% thể tích, kích thước từ 0,1 đến 50 μ m, tốt hơn là 0,5 đến 20 μ m, tốt hơn là 1 đến 10 μ m) được liên kết bởi pha kim loại (nền kim loại thứ nhất), ví dụ có thể là trên cơ sở Fe, Ni hoặc Mo. Hợp kim ferro, tốt hơn là gang hoặc thép crôm (nền kim loại thứ hai), được đúc trong khuôn và chỉ xâm nhập vào các lỗ trống của cấu trúc lõi nói trên.

Trong sáng chế này, biểu thức TiC không nên được hiểu theo nghĩa hóa học hệ số tỷ lượng chặt chẽ mà là Titan Cacbua trong cấu trúc tinh thể của nó. Titan cacbua sở hữu một phạm vi thành phần rộng với phép tính hợp thức C/Ti thay đổi từ 0,47 đến 1, phép đo hợp thức C/Ti cao hơn 0,8 được ưu tiên hơn.

Hàm lượng thể tích của các hạt composit gốm-kim loại trong miếng đệm tạo nên thể tích có lõi của phần chịu mài mòn (các phần rỗng hoặc phần lõm, nếu có, được loại trừ) thường bao gồm từ 45 đến 65% thể tích, tốt nhất là từ 50 đến 60% thể tích dẫn đến nồng độ TiC trung bình trong thể tích có lõi bao gồm từ 23 đến 62% thể tích, tốt nhất là từ 28 đến 60% thể tích, tốt hơn nữa là từ 30 đến 55% thể tích.

Phần có lõi phân cấp của chi tiết chịu mài mòn được sản xuất từ tập hợp các hạt composit gốm-kim loại milimet không đều có kích thước trung bình từ khoảng 0,5 đến 10mm, tốt nhất là 0,8 đến 6mm, tốt hơn là từ 1 đến 4mm, thậm chí tốt hơn nữa là từ 1 đến 3mm.

Tốt hơn là các hạt composit gốm-kim loại được tụ kết thành hình dạng ba chiều mong muốn bằng chất kết dính (chất vô cơ như keo vô cơ thủy tinh silicat như natri (hoặc kali) phổ biến hoặc keo hữu cơ như nhựa polyurethan hoặc nhựa phenolic) hoặc bên trong vật chứa hoặc phía sau tấm chắn (thường là kim loại nhưng vật chứa hoặc vật chắn đã nói cũng có thể có bản chất gốm, vô cơ nói chung hoặc hữu cơ). Hình dạng mong muốn này tạo thành một cấu trúc mở được hình thành từ một mạng liên kết ba chiều của các hạt composit gốm-kim loại được kết tụ/tích tụ được liên kết với nhau bằng chất liên kết hoặc được duy trì hình dạng bởi một vật chứa hoặc tấm chắn, trong đó việc đóng gói các hạt tạo ra các khe hở milimet giữa các hạt, các khe hở milimet được lấp đầy bởi kim loại đúc lỏng. Chất kết tụ này được đặt hoặc định vị trong khuôn trước khi đổ hợp kim ferro để tạo thành phần có lõi của chi tiết chịu mài mòn. Sau đó, kim loại lỏng được đổ vào khuôn và kim loại lỏng lấp đầy các khe hở giữa các hạt. Các khe hở milimet nên được hiểu là các khe hở từ 0,1 đến 5mm, tốt nhất là 0,5 đến 3mm tùy thuộc vào độ nén chặt của cấu trúc lõi và kích thước của hạt.

Các hạt composit gồm-kim loại thường được sản xuất theo cách thông thường, bằng cách luyện kim bột, tạo hình một hỗn hợp bột gồm và kim loại có phân bố kích thước thích hợp, sau đó là thiêu kết pha lỏng.

Thông thường, các loại bột có đường kính 0,1 - 50 μ m và bao gồm TiC là thành phần chính và 5 đến 48% chất kết dính kim loại có thể là một loại bột thành phần riêng lẻ hoặc bột đã được hợp kim (nền kim loại thứ nhất). Đầu tiên, bột được trộn và/hoặc xay (tùy thuộc vào kích thước bột ban đầu) trong máy nghiền bi, nghiền khô hoặc ướt (ví dụ như với alcohol để tránh oxy hóa bột kim loại). Một số chất trợ hữu cơ có thể được thêm vào cho mục đích phân tán hoặc chất trợ định hình. Có thể cần một bước làm khô trong trường hợp nghiền ướt. Điều này có thể được thực hiện ví dụ bằng cách sấy chân không hoặc sấy phun. Việc tạo hình thường được thực hiện bằng phương pháp ép đơn trục lạnh, ép lạnh đẳng nhiệt hoặc đúc phun hoặc bất kỳ phương pháp định hình nào khác để tạo thành băng, thanh hoặc tấm.

Ví dụ, các băng của tấm có thể được nghiền thành hạt và có thể được sàng. Nó có thể là một lợi thế để đạt được các hình dạng hạt không đều mà không có định hướng kéo ra dễ dàng (các hạt duy trì cơ học rất tốt trong kim loại đúc). Các hạt ép, ép đùn hoặc nghiền sau đó được nung kết ở nhiệt độ thích hợp trong điều kiện chân không thấp hoặc cao, khí trơ, hydro hoặc sự kết hợp của chúng. Trong quá trình nung kết pha lỏng, sự sắp xếp lại hạt xảy ra do lực mao dẫn.

Hợp kim đúc (nền kim loại thứ hai) nhúng các hạt composit gồm-kim loại của thành phần chịu mài mòn tốt hơn là hợp kim ferro (gang trắng crôm, thép, thép mangan, v.v.) hoặc hợp kim Niken hoặc Molybden. Hợp kim này có thể được chọn để đạt được các đặc tính tối ưu hóa cục bộ tùy thuộc vào yêu cầu cuối cùng về phần chịu mài mòn (ví dụ: thép mangan sẽ cung cấp khả năng chống va đập cao, gang trắng hoặc thép có hàm lượng crôm cao sẽ cung cấp khả năng chống mài mòn cao hơn, hợp kim niken sẽ cung cấp nhiệt độ cao hơn và chống ăn mòn, v.v.).

Ưu điểm

Sáng chế cho phép thu được, trong quá trình đúc thông thường, nồng độ các hạt TiC có thể rất cao trong các hạt composit gồm-kim loại (52 đến 95% thể tích), mà không có nguy cơ bị lỗi bên trong cấu trúc đúc (lỗ khí, vết nứt, sự không đồng nhất...) hoặc các phản ứng và sự bắn ra không kiểm soát được và nguy hiểm như đối với sự

hình thành tại chỗ của TiC trong một phản ứng tỏa nhiệt tự lan truyền (SHS, xem ở trên).

Trong sáng chế này, có thể đạt được nồng độ trung bình tốt của TiC trong thể tích lõi của phần chịu mài mòn, thông qua độ rỗng thấp của các hạt composit gồm-kim loại. Có thể đạt được giá trị lên đến khoảng 62% thể tích tùy thuộc vào độ nén/chồng chất của các hạt composit gồm-kim loại trong thể tích có lõi.

Chỉ tiết chịu mài mòn phân cấp của sáng chế về cơ bản là không có lỗ rỗng và vết nứt, dẫn đến các tính chất cơ học và chịu mài mòn tốt hơn.

Kích thước của các hạt titan cacbua và các hạt composit gồm-kim loại (TiC + chất kết dính) theo sáng chế có thể được kiểm soát rộng rãi trong quá trình sản xuất (lựa chọn nguyên liệu, quá trình mài, tạo hình và điều kiện nung kết). Sử dụng các hạt composit gồm-kim loại trên cơ sở TiC nung kết milimet được làm bằng luyện kim bột phổ biến cho phép kiểm soát kích thước và độ rỗng của hạt, sử dụng các chế phẩm khác nhau của hợp kim kim loại như nền kim loại thứ nhất, nồng độ TiC cao, dễ dàng định hình các miếng đệm mà không cần quá nhiều công sức của con người và chất lượng bên trong của hạt tốt sau khi đổ ngay cả trong các điều kiện sốc nhiệt cao.

Sản xuất các hạt composit gồm-kim loại:

Việc nghiền và/hoặc trộn bột TiC vô cơ (52 đến 95% thể tích, tốt nhất là 61 đến 90% thể tích, tốt hơn là 70 đến 90% thể tích) và bột kim loại như nền kim loại thứ nhất (5 đến 48% thể tích, tốt hơn là 10 đến 39% thể tích, tốt hơn là 10 đến 30% thể tích), như đã đề cập ở trên, được thực hiện trong máy nghiền bi với chất lỏng có thể là nước hoặc alcohol, tùy thuộc vào độ nhạy của chất kết dính kim loại đối với quá trình oxy hóa. Các chất phụ gia khác nhau (chất chống oxy hóa, chất phân tán, chất kết dính, chất làm dẻo, chất bôi trơn, sáp để ép, ...) cũng có thể được thêm vào cho các mục đích khác nhau.

Khi đạt được kích thước hạt trung bình mong muốn (thường là dưới 20 μ m, tốt hơn là dưới 10 μ m, tốt hơn là dưới 5 μ m), bùn được làm khô (bằng cách sấy chân không hoặc sấy phun) để đạt được các kết tụ của bột có chứa các chất trợ hữu cơ.

Bột kết tụ được đưa vào thiết bị tạo hạt thông qua phễu. Máy này bao gồm hai cuộn dưới áp lực, qua đó bột được đi qua và nén chặt. Tại đầu ra, thu được một băng (tấm) của vật liệu nén liên tục, sau đó được nghiền nhỏ để thu được các hạt composit gồm-kim loại. Những hạt này sau đó được sàng để có kích thước hạt mong muốn. Các

phần nhỏ kích thước hạt không mong muốn được tái chế theo ý muốn. Các hạt thu được thường có tỷ trọng tương đối từ 40 đến 70% (tùy thuộc vào đặc tính của bột mức độ nén và chế phẩm trộn).

Cũng có thể điều chỉnh sự phân bố kích thước của hạt cũng như hình dạng của chúng thành hình khối nhiều hơn hoặc ít hơn hoặc hình dạng phẳng tùy thuộc vào phương pháp nghiền (nghiền va đập sẽ tạo ra nhiều hạt khối hơn trong khi nghiền nén sẽ cho nhiều hạt phẳng hơn). Các hạt thu được về tổng thể có kích thước sẽ cung cấp, sau khi nung kết, các hạt từ 0,5 đến 10mm, tốt nhất là 0,8 đến 6mm, tốt hơn là từ 1 đến 4mm, thậm chí tốt hơn là từ 1 đến 3mm. Hạt cũng có thể được thu được bằng cách ép cổ điển, ép đơn trục hoặc tạo hạt của hỗn hợp bột trực tiếp dưới dạng hạt hoặc thành các phần lớn hơn nhiều sẽ được nghiền nhỏ hơn nữa thành hạt, trước hoặc sau khi nung kết.

Cuối cùng, nung kết pha lỏng có thể được thực hiện trong lò ở nhiệt độ 1000-1600°C trong vài phút hoặc vài giờ, trong chân không, N₂, Ar, H₂ hoặc các hỗn hợp, tùy thuộc vào pha kim loại (loại và số lượng chất kết dính) cho đến khi đạt được độ rỗng mong muốn, tốt nhất là dưới 5%, tốt hơn là dưới 3%, tốt nhất là dưới 2%.

Thực hiện cấu trúc lõi ba chiều (lõi)

Như đã đề cập ở trên, các hạt composit gốm-kim loại được kết tụ bằng chất kết dính, hoặc bằng cách hãm chúng trong một vật chứa hoặc bằng bất kỳ cách thức nào khác. Tỷ lệ của chất kết dính không vượt quá 10% khối lượng so với tổng khối lượng của các hạt và tốt nhất là từ 2 đến 7% khối lượng. Chất kết dính này có thể là chất vô cơ hoặc hữu cơ. Có thể sử dụng chất kết dính trên cơ sở natri hoặc kali silicat hoặc chất kết dính trên cơ sở polyurethan hoặc nhựa phenolic.

Các hạt composit gốm-kim loại có độ rỗng thấp được trộn với chất kết dính, thường là keo silicat vô cơ và được đặt vào khuôn (ví dụ bằng silicon) có hình dạng mong muốn. Sau khi keo đông kết (thu được ở 100°C sau khi làm khô nước của keo silicat vô cơ, ví dụ, sự đông kết keo cũng có thể đạt được bằng cách tạo khí với CO₂ hoặc khí trên cơ sở amin đối với keo trên cơ sở polyurethan ví dụ), lõi được hóa rắn và có thể được tháo khuôn. Tùy thuộc vào hình dạng hạt, phân bố kích thước, độ rung trong quá trình định vị của hạt hoặc gõ vào lớp hạt trong khi tạo lõi, lõi thường bao gồm 30 đến 70% thể tích, tốt nhất là 40 đến 60% thể tích của hạt đặc và 70 đến 30%

thể tích. tốt nhất là 60 đến 40% khoảng trống (các khe hở milimet) trong mạng liên kết 3D.

Đúc phần chịu mài mòn

Lõi (cấu trúc lõi ba chiều) được định vị và cố định bằng đinh vít hoặc bất kỳ phương tiện sẵn có nào khác trong phần khuôn của phần chịu mài mòn có lõi. Hợp kim ferro lỏng nóng, tốt hơn là gang trắng hoặc thép có hàm lượng crôm cao, sau đó được đổ vào khuôn.

Do đó, hợp kim ferro, lỏng, nóng chỉ lấp đầy các khe hở milimet giữa các hạt của lõi. Nếu sử dụng keo vô cơ, sự nóng chảy hạn chế của chất kết dính kim loại (nền kim loại thứ nhất) trên bề mặt hạt tạo ra liên kết rất mạnh giữa các hạt và hợp kim nền thứ hai. Khi sử dụng keo hữu cơ chứa natri silicat, liên kết kim loại bị hạn chế nhưng vẫn có thể xảy ra trên các bề mặt hạt không được bao phủ bởi keo.

Trái ngược với tình trạng kỹ thuật của sáng chế, không có phản ứng (phản ứng tỏa nhiệt hoặc thoát khí) hoặc co ngót (giảm thể tích 24% đối với phản ứng $Ti+C \rightarrow TiC$) trong quá trình rót, và kim loại đúc sẽ thâm nhập vào các khe hở (khoảng cách milimet giữa các hạt) nhưng sẽ không thấm vào các hạt composit gốm-kim loại vì chúng không rỗng.

Phương pháp đo lường

Đối với các phép đo độ rỗng, hạt hoặc kích thước hạt, mẫu được chuẩn bị để kiểm tra kim loại học, mẫu này không có vết mài và đánh bóng. Cần phải cẩn thận để tránh làm vỡ các hạt có thể dẫn đến đánh giá sai lệch về độ rỗng. Có thể tìm thấy các hướng dẫn về chuẩn bị mẫu trong ISO 4499-1: 2020 và ISO 4499-3: 2016, 8,1 và 8,2.

Xác định độ rỗng:

Phần thể tích của độ rỗng của các hạt tự do có thể được tính toán từ tỷ trọng đo được và tỷ trọng lý thuyết của các hạt.

Phần thể tích của độ rỗng của hạt được nhúng trong nền kim loại được đo theo ISO 13383-2: 2012. Mặc dù tiêu chuẩn này được áp dụng riêng cho đồ gốm tốt, phương pháp được mô tả để đo phần thể tích của độ rỗng cũng có thể được áp dụng cho các vật liệu khác. Vì các mẫu ở đây không phải là gốm sứ mịn tinh khiết mà là composit kim loại cứng, nên việc chuẩn bị mẫu phải được tuân thủ theo ISO 4499-1: 2020 và ISO 4499-3: 2016, 8,1 và 8,2. Việc khắc không cần thiết để đo độ rỗng nhưng vẫn có thể thực hiện được vì nó sẽ không làm thay đổi kết quả đo.

Kích thước hạt trung bình của cacbua titan:

Kích thước hạt trung bình của các hạt cacbua titan được nhúng được tính bằng phương pháp hồi quy tuyến tính theo ISO 4499-3: 2016. Năm hình ảnh từ cấu trúc vi mô của năm hạt khác nhau được chụp bằng kính hiển vi quang học hoặc điện tử ở độ phóng đại đã biết sao cho có 10 đến 20 hạt titan cacbua trên khắp trường nhìn. Bốn đường hồi quy tuyến tính được vẽ trên mỗi hình ảnh đã được hiệu chỉnh để không có hạt riêng lẻ nào bị vượt qua một đường nhiều hơn một lần.

Khi một đường thẳng chặn một hạt titan cacbua, chiều dài của đường (l_i) được đo bằng quy tắc đã hiệu chỉnh (trong đó $i = 1, 2, 3 \dots n$ cho hạt thứ 1, hạt thứ 2, hạt thứ 3, ..., hạt thứ n). Các hạt không hoàn chỉnh chạm vào các cạnh của hình ảnh phải được bỏ qua. Ít nhất 200 hạt phải được đếm.

Kích thước hạt chặn tuyến tính trung bình được xác định là:

$$d_x = \frac{\sum l_i}{n}$$

Kích thước hạt trung bình của hạt gốm-kim loại:

Góc nhìn toàn cảnh quang vi mô, sao cho có ít nhất 250 hạt gốm-kim loại trên mặt cắt được đánh bóng của mẫu, được thực hiện bằng cách ghép (quá trình kết hợp một loạt các hình ảnh kỹ thuật số của các bộ phận khác nhau của đối tượng vào một cái nhìn toàn cảnh của toàn bộ đối tượng mà vẫn giữ được độ nét tốt) bằng chương trình máy tính và kính hiển vi quang học (ví dụ như ảnh toàn cảnh trường ảnh chung thu được bằng Alicona Infinite Focus). Một ngưỡng thích hợp cho phép phân đoạn hình ảnh thang độ xám thành các đặc điểm quan tâm (các hạt) và nền (xem FIG.11). Nếu ngưỡng không nhất quán do chất lượng hình ảnh kém, thì một công đoạn thủ công bao gồm việc vẽ các hạt bằng tay, thanh chia tỷ lệ nếu có và đường viền hình ảnh trên giấy can ảnh và sau đó quét giấy can ảnh sẽ được sử dụng.

Đường kính Feret, là khoảng cách giữa hai tiếp tuyến đặt vuông góc với hướng đo, được đo theo mọi hướng đối với từng hạt bằng phần mềm phân tích hình ảnh (ví dụ như ImageJ). Một ví dụ được mô tả trong Ví dụ 12.

Đường kính Feret tối thiểu và tối đa của mỗi hạt của hình ảnh được xác định. Đường kính Feret tối thiểu là đường kính Feret ngắn nhất trong số các đường kính

Feret đo được. Đường kính Feret tối đa là đường kính Feret dài nhất trong số các đường kính Feret đo được. Các hạt chạm vào các cạnh của hình ảnh phải được bỏ qua. Giá trị trung bình của đường kính Feret tối thiểu và tối đa của mỗi hạt được lấy làm đường kính tương đương x . Sự phân bố kích thước thể tích $q_3(x)$ của các hạt sau đó được tính toán dựa trên các hình cầu có đường kính x .

D_{50} của hạt được hiểu là kích thước trung bình có trọng số thể tích $x_{1,3}^-$ theo ISO 9276-2:2014.

Kích thước hạt trung bình của hạt gốm-kim loại trong quá trình sản xuất các hạt:

Kích thước hạt được đo bằng phân tích hình ảnh động theo ISO 13322-2: 2006 bằng máy Camsizer của Retsch. Đường kính hạt được sử dụng để phân bố kích thước là $X_{c \min}$, là dải ngắn nhất được đo trong tập hợp các dải tối đa của phép chiếu hạt (cho kết quả gần với sàng lọc/rây).

Hạt d_{50} là kích thước trung bình có trọng số thể tích của phân bố thể tích dựa trên $X_{c \min}$.

Đo kích thước hạt của bột trong quá trình nghiên cứu:

Kích thước hạt của bột trong quá trình nghiền được đo bằng nhiễu xạ laser với lý thuyết MIE theo hướng dẫn được đưa ra trong ISO 13320: 2020 bằng phương pháp của Mastersizer 2000 của Malvern. Chỉ số khúc xạ của TiC được thiết lập là 3 và độ hấp thụ là 1. Độ làm mờ phải nằm trong khoảng 10 đến 15% và lượng dư có trọng số phải nhỏ hơn 1%.

Đo mật độ của các hạt nung kết:

Việc xác định tỷ trọng của các hạt nung kết được thực hiện với nước theo ISO 3369: 2006. Đối với các hạt không có bất kỳ độ rỗng hơ nào, cũng có thể sử dụng tỷ trọng kế đo sự dịch chuyển khí (như Tỷ trọng kế AccuPyc II 1345 của Micromeritics), cho giá trị tỷ trọng về cơ bản là giống nhau.

Độ giảm trên thực tế - phần đe chịu mài mòn

Các phần đe chịu mài mòn được sử dụng trong một bộ tác động trực thăng đứng đã được thực hiện theo sáng chế. Thể tích có lõi của các phần chịu mài mòn bao gồm các phần trăm thể tích trung bình khác nhau của TiC từ khoảng 30 đến 50% thể tích.

Chúng được so sánh với phần chịu mài mòn được chế tạo theo 8,999,518 B2 của Hoa Kỳ, ví dụ 4 của tác giả sáng chế (với tỷ lệ phần trăm thể tích tổng thể của TiC là khoảng 32 % thể tích trong thể tích có lỗi).

Lý do cho sự so sánh này là ví dụ 4 là chế phẩm “tại chỗ” điển hình (Ti + C và chất điều tiết trong phản ứng tự lan truyền) có thể được quản lý một cách cẩn thận trong nhà máy mặc dù thực tế là nó vẫn đang tạo ra nhiều đốm lửa, khí và sự bắn ra kim loại lỏng nóng trong quá trình rót.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Chuẩn bị hạt:

Các nguyên liệu thô sau được sử dụng cho 3 loại hạt composit gốm-kim loại khác nhau:

- Bột TiC nhỏ hơn 325 mesh
- Bột ferro nhỏ hơn 325 mesh
- Bột Mangan nhỏ hơn 325 mesh
- Bột niken nhỏ hơn 325 mesh

Bảng 1

Chế phẩm (% khối lượng)	Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3
TiC	45,0	65,0	85,0
Fe	44,8	28,5	12,2
Mn	7,7	4,9	2,1
Ni	2,5	1,6	0,7
Tổng cộng	100,0	100,0	100,0
Tỷ trọng được nung kết theo lý thuyết	6,22	5,68	5,22

Bột theo thành phần của Bảng 1 đã được trộn và nghiền trong máy nghiền bi với alcohol và bi kim loại trong 24 giờ để đạt kích thước hạt trung bình là 3 μm .

Một chất kết dính sáp hữu cơ, 4% khối lượng bột, được thêm vào và trộn với bột. Alcohol được loại bỏ bằng máy sấy chân không với các cánh quay (alcohol được ngưng tụ để tái sử dụng). Bột kết tụ được sau đó được sàng qua rây 100 μm . Các băng 60% tỷ trọng theo lý thuyết của hỗn hợp bột vô cơ/kim loại được tạo ra bằng cách nén chặt giữa các cuộn quay của máy tạo hạt bằng máy dầm lăn. Sau đó, các băng này

được nghiền thành các hạt không đều bằng cách cho chúng qua sàng có kích thước mắt lưới thích hợp. Sau khi nghiền, các hạt được sàng để có được kích thước từ 1,4 đến 4 mm. Những hạt rỗng không đều này sau đó được nung kết ở nhiệt độ cao (1000-1600°C trong vài phút hoặc vài giờ) trong lò chân không với áp suất riêng phần thấp của argon cho đến khi có độ rỗng nhỏ nhất (<5%) và mật độ cao hơn 5g/cm³ đã đạt được.

Các hạt nung kết có độ rỗng thấp <5% sau đó được trộn với khoảng 4% khối lượng của keo silicat vô cơ và đổ vào khuôn silicon (có thể áp dụng rung lắc để dễ dàng đóng gói và đảm bảo rằng tất cả các hạt được đóng gói chính xác) của hình dạng mong muốn 100x30x150 mm. Sau khi sấy ở 100°C trong vài giờ trong lò để loại bỏ nước khỏi keo silicat, các lõi đủ cứng và có thể được tháo khuôn.

Các lõi này, như được trình bày trong FIG. 5, bao gồm khoảng 55% thể tích hạt dày đặc (45% thể tích khoảng trống/ khe hở milimet giữa các hạt). Mỗi lõi/cấu trúc lõi ba chiều được định vị trong khuôn ở phần chịu hao mòn cần có lõi (như được trình bày trong Fig. 4). Sau đó gang trắng có hàm lượng crôm cao lỏng nóng, được đổ vào các khuôn. Do đó, gang trắng nóng, lỏng, có hàm lượng crôm cao lấp đầy khoảng 45% thể tích khe hở milimet giữa các hạt của lõi. Sau khi đổ, trong phần có lõi, 55% thể tích của vùng có nồng độ cao khoảng 57% đến 90% thể tích của các hạt titan cacbua được liên kết bởi một pha kim loại khác (nền kim loại thứ nhất) so với phần còn lại của phần chịu mài mòn, nơi có hợp kim đúc (nền kim loại thứ hai), thu được. Hàm lượng thể tích tổng thể của TiC trong cấu trúc vi mô-vĩ mô có lõi của phần chịu mài mòn thay đổi trong ví dụ 1 đến 3 từ khoảng 32 đến 50 % thể tích, nhưng thậm chí có thể đạt đến giá trị cao hơn.

So sánh với các tài liệu đối chứng

Các phần chịu mài mòn theo sáng chế được so sánh tương tự với phần chịu mài mòn thu được với ví dụ 4 của US 8,999,518 B2.

Vòng đe của máy phay trong đó các thử nghiệm được thực hiện cho sáng chế được minh họa trong FIG. 1.

Trong máy này, tác giả sáng chế đã đặt lần lượt một cái đe bao gồm một miếng đệm (như được trình bày trong Fig. 2 và 3) theo sáng chế được bao quanh ở hai bên bởi một đe có lõi theo tài liệu sáng chế của Hoa Kỳ 8,999,518 B2, ví dụ 4 để đánh giá độ mài mòn trong điều kiện chính xác.

Vật liệu cần nghiền được phóng ra với tốc độ cao lên bề mặt làm việc của các đe (một đe riêng lẻ trước khi chịu mài mòn được thể hiện trên Fig. 2). Trong quá trình nghiền, mặt làm việc bị mòn. Cái đe bị mòn được thể hiện trong FIG. 3.

Đối với mỗi đe, khối lượng giảm được đo bằng khối lượng của từng đe trước và sau khi sử dụng.

khối lượng giảm = (khối lượng cuối cùng - khối lượng ban đầu) / khối lượng ban đầu

Một chỉ số tính năng được định nghĩa như dưới đây, mức giảm khối lượng tham chiếu là mức giảm khối lượng trung bình của US 8,999,518 B2, ví dụ 4, đe ở mỗi bên của đe thử nghiệm.

PI = sự giảm khối lượng của vật đối chiếu / sự giảm khối lượng của đe thử nghiệm

Chỉ số tính năng trên 1 có nghĩa là đe thử nghiệm bị mài mòn ít hơn so với tiêu chuẩn, dưới 1 có nghĩa là đe thử nghiệm bị mài mòn nhiều hơn so với tiêu chuẩn.

- Chỉ số tính năng (PI) của đe có lỗi theo ví dụ 1 của sáng chế này (hạt composit gốm-kim loại chứa 57% thể tích bằng (45% khối lượng) của Titan cacbua): 1,05 (tính năng tốt hơn của các hạt composit gốm-kim loại có hàm lượng thể tích cục bộ gần với US 8,999,518 B2, ví dụ 4 có thể được giải thích bằng các khuyết tật thấp hơn như vết nứt và độ rỗng của phần đó)
- Chỉ số tính năng (PI) của đe có lỗi theo ví dụ 2 của sáng chế này (hạt composit gốm-kim loại chứa 75% thể tích bằng (65% trọng lượng) Titan cacbua): 1,16
- Chỉ số tính năng (PI) của đe có lỗi theo ví dụ 3 của sáng chế này (hạt composit gốm-kim loại chứa 90% thể tích bằng (85% trọng lượng) Titan cacbua): 1,24

	Hạt 1,4 đến 4mm	Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4
trước khi đổ	Tỷ trọng tương đối của hạt (%)	99,8%	99,6%	99,7%	85,0%
	Độ rỗng của hạt (%)	0,2%	0,4%	0,3%	15,0%
	Số lượng (mg)	1579	1356	1289	900
	Tỷ trọng của hạt (g/cm ³)	6,19	5,65	5,21	4,25
	Kích thước của vùng có lõi (mm)	150x100x30	150x100x30	150x100x30	150x100x30
	Thể tích của vùng có lõi (cm ³)	450	450	450	450
	Lấp đầy phần có lõi của phần (% thể tích)	57%	54%	55%	55%
	Thể tích của các hạt (cm ³)	255	241	248	249
sau khi đổ	Hàm lượng TiC cuối cùng trong các hạt (% thể tích)	57%	74%	90%	57%
	Hàm lượng TiC cuối cùng trong phần có lõi (% thể tích)	32%	40%	50%	32%
	Độ rỗng trong vùng có lõi (% thể tích)	<0,5	<0,5	<0,5	3,00
	Chỉ số tính năng	1,05	1,16	1,24	1,00

Bảng 2

Tỷ trọng composit như là một hàm của độ rỗng và tỷ trọng của các hợp chất (titan cacbua và hợp kim)

Dưới đây là hai bảng với tỷ trọng của composit là hàm của % thể tích TiC và % thể tích của độ rỗng (đối với hợp kim ferro và niken).

	tỷ trọng (g/cm ³)
Titan cacbua	4,93
Hợp kim ferro	7,87
Hợp kim niken	8,91

Bảng 3

Tỷ trọng composit với hợp kim ferro (g/cm ³)		Độ rỗng (% thể tích)			
		5%	3%	2%	0,10%
Hàm lượng titan cacbua (% thể tích)	52%	6,02	6,15	6,21	6,33
	61%	5,77	5,89	5,96	6,07
	70%	5,52	5,64	5,70	5,81
	85%	5,10	5,21	5,26	5,37
	96%	4,80	4,90	4,95	5,04
	99%	4,71	4,81	4,86	4,95

Bảng 4

Tỷ trọng composit với hợp kim niken (g/cm ³)		Độ rỗng (% thể tích)			
		5%	3%	2%	0,10%
Hàm lượng titan cacbua (% thể tích)	52%	6,50	6,64	6,70	6,83
	61%	6,16	6,29	6,35	6,48
	70%	5,82	5,94	6,00	6,12
	85%	5,25	5,36	5,42	5,52
	96%	4,83	4,94	4,99	5,08
	99%	4,72	4,82	4,87	4,96

Bảng 5

Ưu điểm của sáng chế

Sáng chế này có những ưu điểm sau so với tình trạng kỹ thuật đã biết:

- Hiệu suất mài mòn tốt hơn do % thể tích cục bộ của TiC trong các hạt cao hơn (không thể đạt được trong thực tế với các công nghệ SHS đã biết trong lĩnh vực này)
- Tính năng chịu mài mòn tốt hơn hoặc các đặc tính cơ học của phần chịu mài mòn bằng cách điều chỉnh kích thước và hàm lượng thể tích của cacbua titan và sử dụng chất kết dính pha kim loại (nền kim loại thứ nhất), như thép mangan có đặc tính cơ học cao trong các hạt composit gốm-kim loại TiC kết hợp đến hợp kim đúc (nền kim loại thứ hai), chẳng hạn như gang trắng có hàm lượng crôm cao cho phần chịu mài mòn, nền kim loại thứ nhất khác với nền kim loại thứ hai.
- Tính năng chịu mài mòn tốt hơn hoặc các đặc tính cơ học của phần chịu mài mòn do độ rỗng thấp hơn và/hoặc khuyết tật nứt thấp hơn vì không có khí được tạo ra trong quá trình rót và sự phân tán TiC là đồng nhất.
- Sẽ an toàn hơn trong quá trình sản xuất vì sẽ không xảy ra phản ứng tỏa nhiệt nguy hiểm với khí dễ cháy giải phóng hoặc sự bắn ra kim loại lỏng nung chảy trong quá trình rót.

- Sẽ an toàn hơn trong quá trình sản xuất do xử lý các nguyên liệu thô ít nguy hiểm hơn để tạo ra các hạt (bột Fe là bột ít tiếp xúc hơn Ti là bột dễ tiếp xúc).

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chi tiết đúc chịu mài mòn composit phân cấp bao gồm lõi ở bề mặt làm việc của chi tiết chịu mài mòn, lõi bao gồm:

mạng liên kết ba chiều của các hạt composit gồm-kim loại milimet xen kẽ lặp đi lặp lại với các khe hở milimet,

các hạt composit gồm-kim loại này có độ xốp nhỏ hơn 5% thể tích và bao gồm ít nhất 52% thể tích của các hạt cacbua titan micromet được nhúng trong nền kim loại thứ nhất;

mạng liên kết ba chiều của các hạt composit gồm-kim loại với các khe hở được nhúng trong nền kim loại thứ hai, trong đó nền kim loại thứ hai thấm vào và lấp đầy các khe hở giữa các hạt composit gồm-kim loại liên kết của mạng liên kết ba chiều;

lõi bao gồm hàm lượng thể tích của các hạt composit gồm-kim loại nằm trong khoảng từ 45 đến 65% thể tích; và

nền kim loại thứ nhất khác với nền kim loại thứ hai, nền kim loại thứ hai bao gồm hợp kim đúc ferro.

2. Chi tiết đúc chịu mài mòn composit phân cấp theo điểm 1, trong đó các hạt composit gồm-kim loại được nhúng có kích thước hạt trung bình d_{50} nằm trong khoảng từ 0,5 đến 10 mm, và trong đó kích thước hạt trung bình được đo bằng cách thực hiện quan sát toàn cảnh hiển vi, sao cho có ít nhất 250 hạt composit gồm-kim loại trên khắp trường nhìn của mặt cắt ngang được đánh bóng của mẫu, và bằng cách hàn dính bằng chương trình máy tính và kính hiển vi quang học trong đó ngưỡng thích hợp cho phép sự phân đoạn của hình ảnh thang độ xám thành các hạt và nền sau.

3. Chi tiết đúc chịu mài mòn composit phân cấp theo điểm 1, trong đó các hạt titan cacbua được nhúng có kích thước hạt trung bình d_{50} nằm trong khoảng 0,1 đến 50 μm .

4. Chi tiết đúc chịu mài mòn composit phân cấp theo điểm 1, trong đó nền kim loại thứ nhất được chọn từ nhóm bao gồm hợp kim trên cơ sở ferro, hợp kim trên cơ sở ferromangan, hợp kim trên cơ sở ferro-crôm và hợp kim trên cơ sở niken.

5. Chi tiết đúc chịu mài mòn composit phân cấp theo điểm 1, trong đó nền kim loại thứ hai bao gồm gang trắng hoặc thép có hàm lượng crôm cao.

6. Phương pháp sản xuất chi tiết đúc chịu mài mòn composit phân cấp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 1 đến 5, bao gồm các bước:

- a) bước cung cấp hoặc sản xuất các hạt composit gốm-kim loại bao gồm ít nhất 52% các hạt cacbua titan micromet được nhúng trong nền kim loại thứ nhất, các hạt composit gốm-kim loại có độ xốp nhỏ hơn 5% thể tích;
- b) bước sản xuất mạng liên kết ba chiều của các hạt composit gốm-kim loại milimet xen kẽ lắp đi lắp lại với các khe hở milimet với các hạt ở bước a);
- c) bước định vị mạng liên kết ba chiều thu được ở bước b) trong phần thể tích của khuôn của chi tiết đúc chịu mài mòn composit phân cấp cần được đúc;
- d) bước đổ nền kim loại thứ hai bao gồm hợp kim đúc ferro, đồng thời thấm vào các khe hở milimet của mạng liên kết ba chiều được định vị theo bước c) với nền kim loại thứ hai;
- e) bước tháo khuôn chi tiết đúc chịu mài mòn composit phân cấp.

7. Phương pháp sản xuất chi tiết đúc chịu mài mòn composit phân cấp theo điểm 6, trong đó bước a) bao gồm các bước sau:

- bước nghiền chế phẩm bột bao gồm TiC và nền kim loại thứ nhất trong dung môi;
- trộn từ 1 đến 10%, tốt hơn là 1 đến 6% sập vào chế phẩm bột;
- loại bỏ dung môi bằng cách làm khô chân không để thu được bột kết tụ;
- nén bột đã kết tụ thành băng, tấm hoặc thanh;
- nghiền các băng, tấm hoặc thanh thành các hạt;
- nung kết ở nhiệt độ từ 1000-1600°C trong lò chân không hoặc lò môi trường khí trơ cho đến khi đạt được các hạt kim loại gốm có độ xốp nhỏ hơn 5% thể tích.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó bước nghiền các chế phẩm bột bao gồm TiC và nền kim loại thứ nhất trong dung môi được thực hiện cho đến khi thu được kích thước hạt trung bình d_{50} từ 1 đến 20 μm , tốt hơn là từ 1 đến 10 μm , kích thước hạt của bột được đo bằng sự nhiễu xạ laze.

9. Phương pháp theo điểm 7 hoặc 8, trong đó các hạt được nghiền từ băng, tấm hoặc thanh có kích thước hạt trung bình d_{50} nằm trong khoảng từ 0,5 đến 10 mm, tốt hơn là từ 1 đến 5 mm, kích thước hạt được đo bằng phân tích hình ảnh động.

10. Phương pháp sản xuất chi tiết đúc chịu mài mòn composit phân cấp theo điểm 6, trong đó bước b) bao gồm các bước sau:

- bước trộn các hạt composit gốm-kim loại với từ 1 đến 8% khối lượng, tốt hơn là từ 2 đến 6% khối lượng của keo;
- bước đổ và nén chặt hỗn hợp trong khuôn thứ nhất;
- bước làm khô hỗn hợp ở nhiệt độ và thời gian thích hợp để loại bỏ dung môi của keo hoặc cho phép hóa rắn;
- bước tháo khuôn hỗn hợp đã làm khô và thu được mạng liên kết ba chiều gồm các hạt composit gốm-kim loại milimet xen kẽ lặp đi lặp lại với các khe hở milimet, được sử dụng làm lõi ở phần chịu mài mòn của chi tiết chịu mài mòn phân cấp.

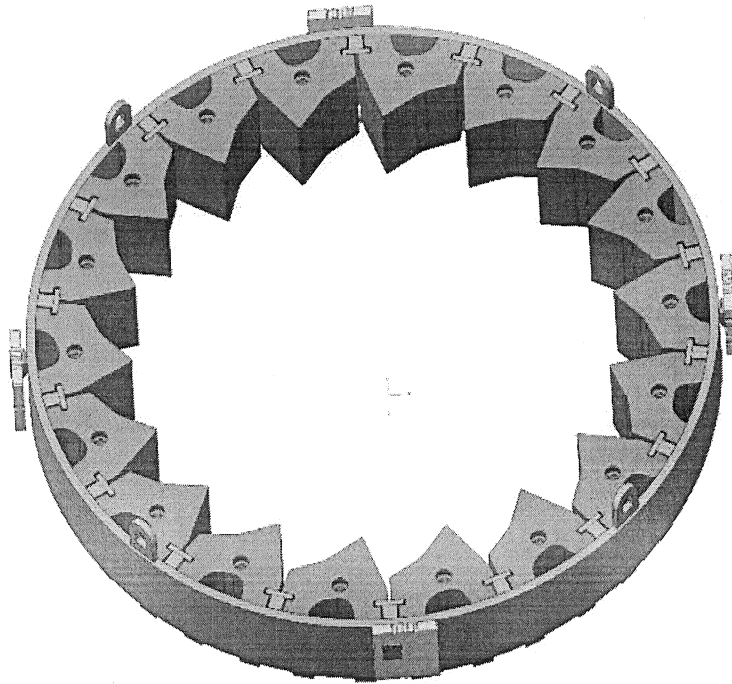


FIG. 1

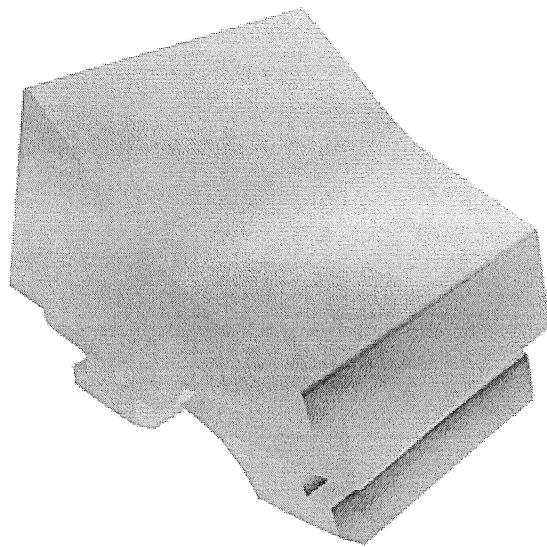


FIG. 2

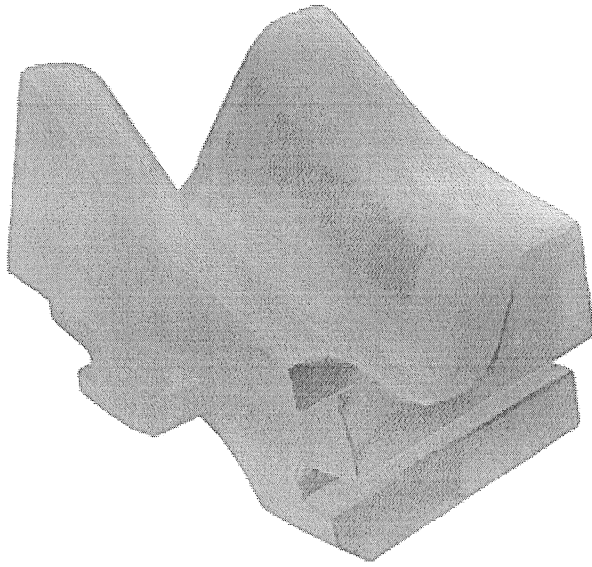


FIG.3

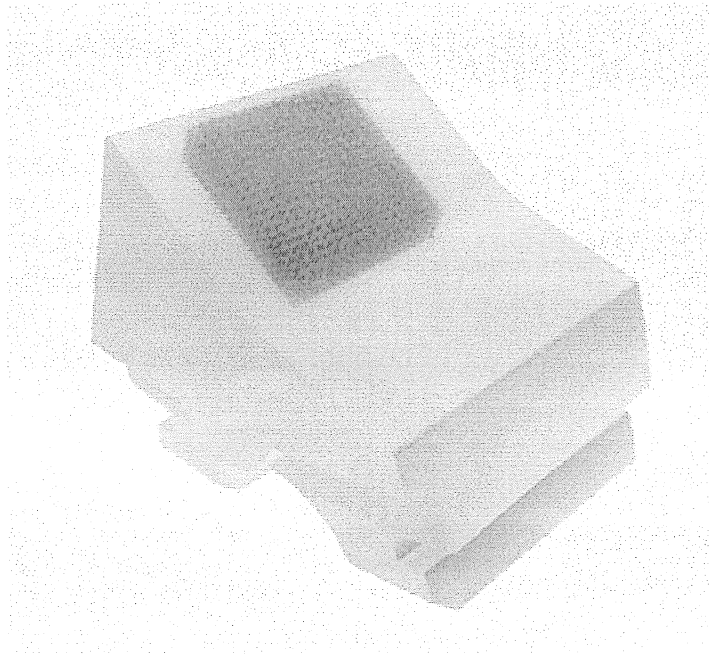


FIG.4

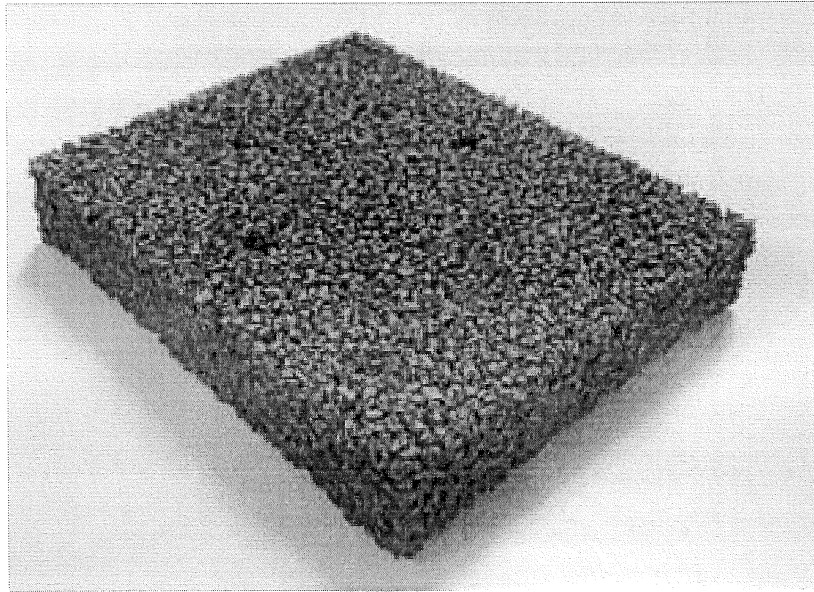


FIG. 5

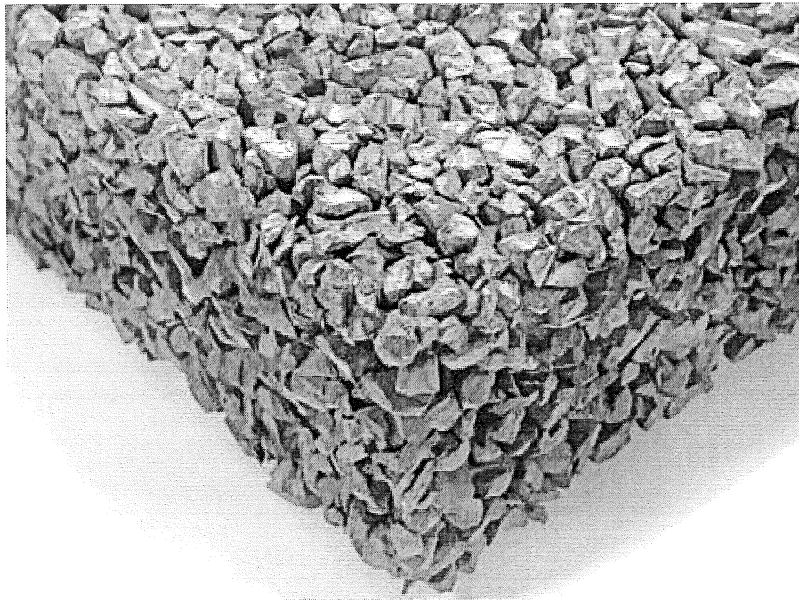


FIG. 6

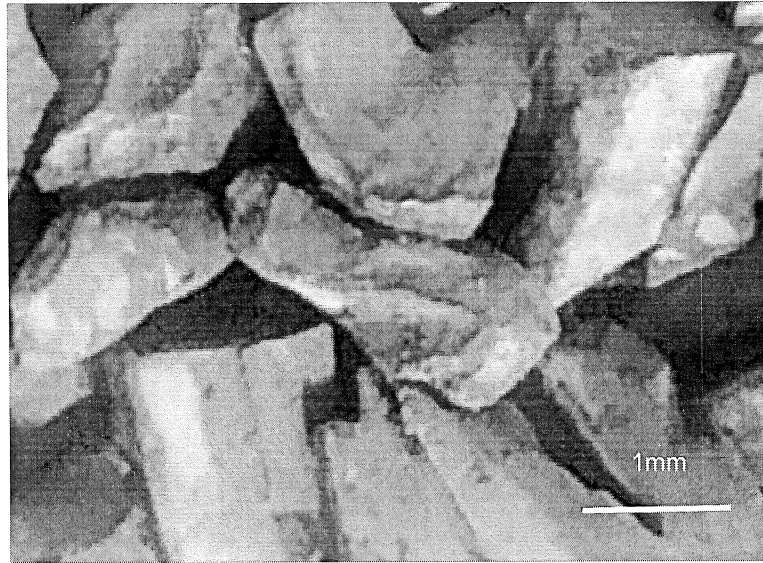


FIG.7

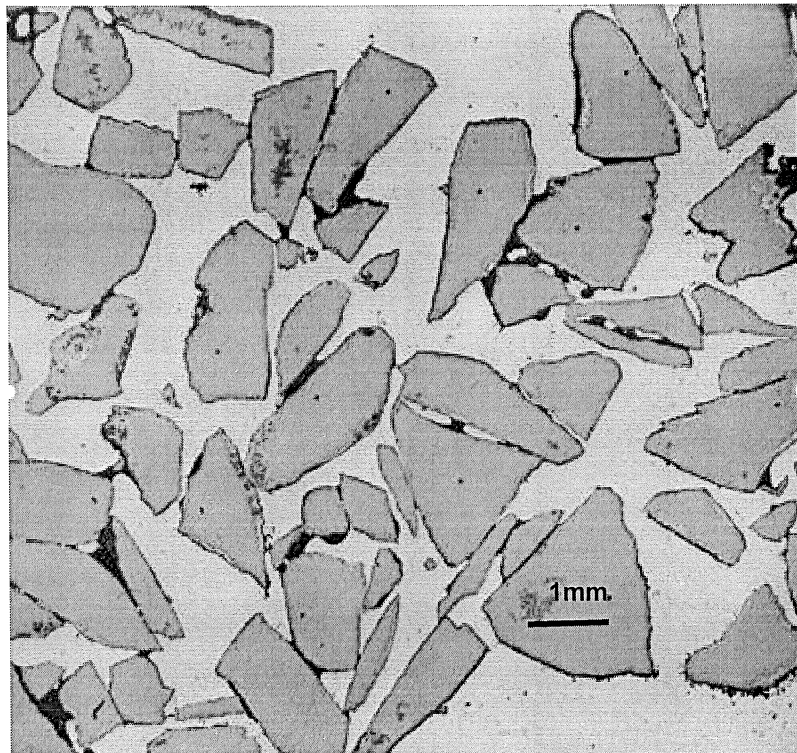


FIG.8

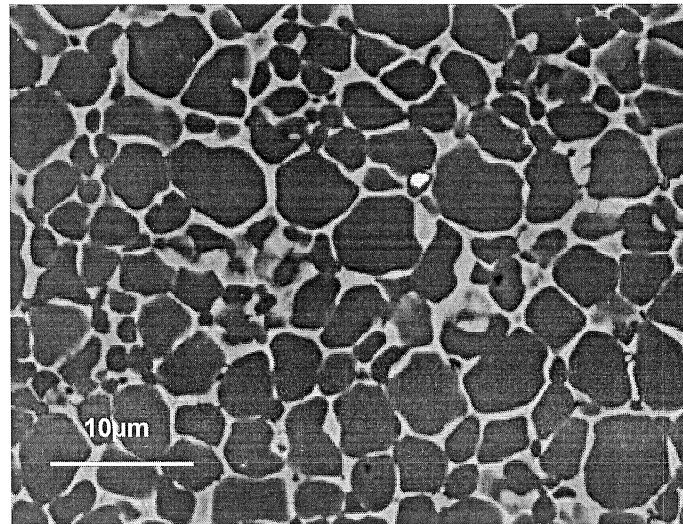


FIG.9

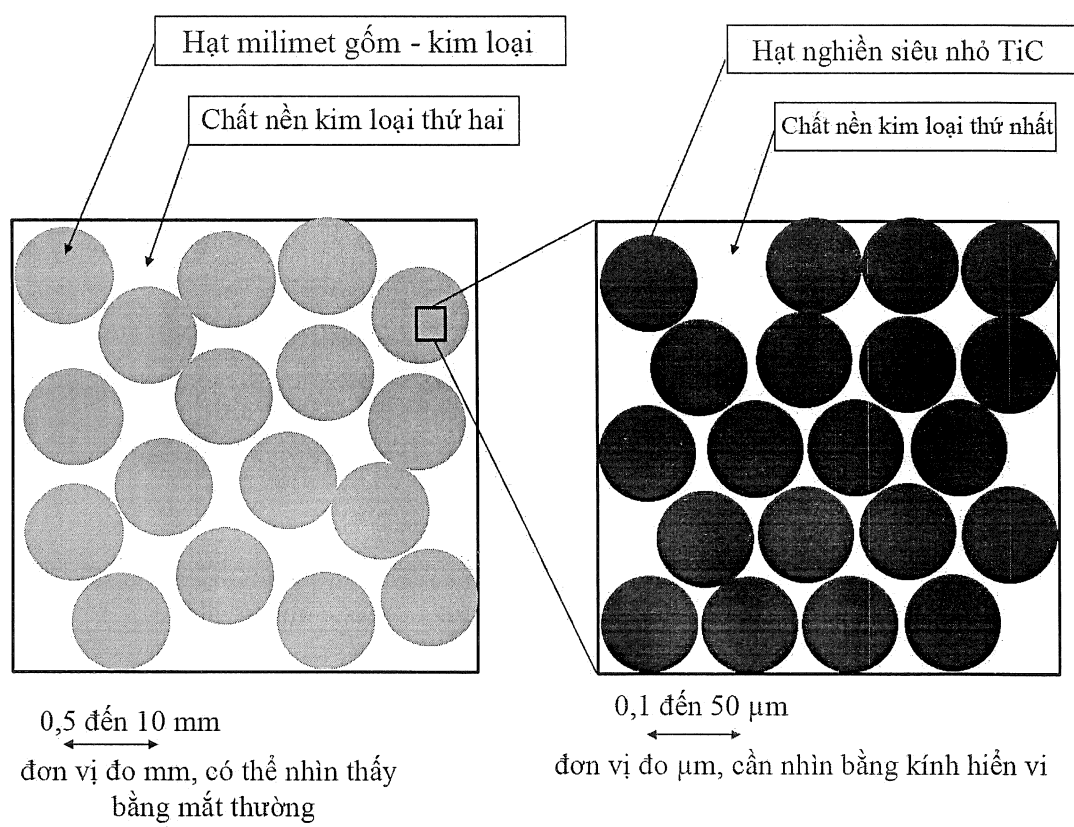


Fig.10

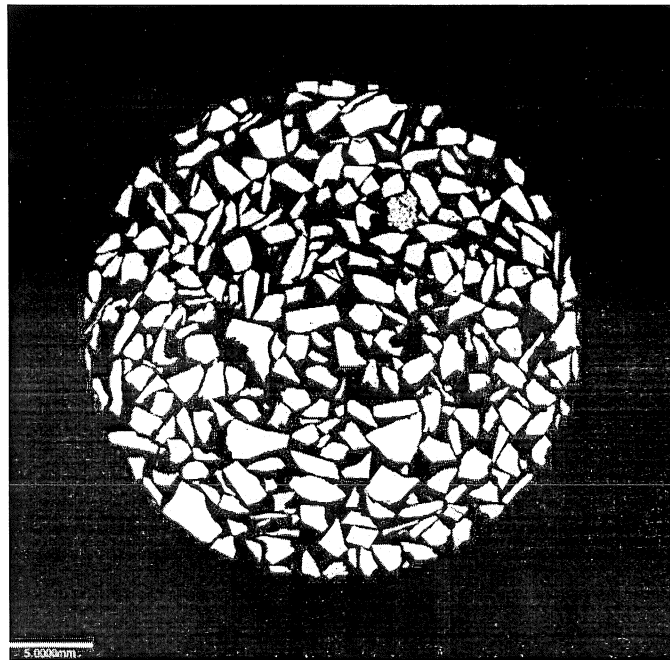


FIG. 11

