



(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)



1-0030595

(51)^{2020.01} B29C 64/188; C04B 38/00; B01D 67/00; (13) B
B01D 69/02; B01D 69/10; B01D 71/02;
B28B 1/00; B29C 64/112; B29C 64/153;
B29C 64/165; B32B 3/12; B32B 7/02;
B33Y 10/00; B33Y 80/00; C04B 111/00;
C04B 35/56; C04B 35/58; B01D 46/24;
B01D 63/06

(21) 1-2015-04742

(22) 10/06/2014

(86) PCT/FR2014/051383 10/06/2014

(87) WO2014/199062 18/12/2014

(30) 1355358 11/06/2013 FR

(45) 25/12/2021 405

(43) 25/03/2016 336A

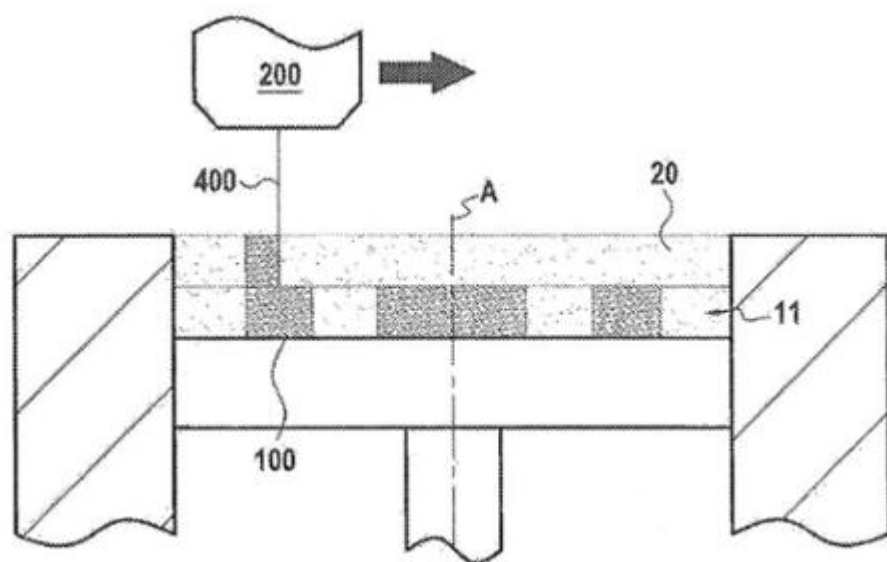
(73) TECHNOLOGIES AVANCEES ET MEMBRANES INDUSTRIELLES (FR)
ZA Les Laurons, F-26110 Nyons, France

(72) LESCOCHE, Philippe (FR); ANQUETIL, Jérôme (FR).

(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT MÀNG ĐỂ LỌC CHẤT LỎNG VÀ MÀNG THU ĐƯỢC BẰNG QUY TRÌNH NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất màng lọc chất lỏng, màng này bao gồm: nền có kết cấu ba chiều và bao gồm thân gồm xốp nguyên khối; và ít nhất một lớp lọc tách có độ xốp mà thấp hơn so với độ xốp của nền, trong đó kết cấu ba chiều của nền được chế tạo bằng cách tạo ra các lớp cấu thành mà được xếp chồng và liên kết nối tiếp với nhau, bằng cách lặp lại các bước sau: a) lắng phủ tầng bột liên tục bao gồm ít nhất một bột dùng để tạo ra thân gồm xốp, tầng bột này có chiều dày không đổi qua diện tích bề mặt lớn hơn so với phần thân xốp đo được ở lớp; b) gắn kết cục bộ, theo mẫu xác định cho mỗi lớp, một phần vật liệu lắng phủ để tạo ra lớp cấu thành, và đồng thời liên kết ngang lớp cấu thành tạo ra như vậy với lớp trước để phát triển dần kết cấu ba chiều mong muốn. Sáng chế cũng đề cập đến màng thu được bằng phương pháp như vậy.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực chi tiết lọc thường được biết đến dưới dạng màng. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất màng bằng phương pháp bổ sung và màng thu được bằng quy trình này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Quy trình tách bằng cách sử dụng màng được dùng trong nhiều lĩnh vực, cụ thể trong lĩnh vực môi trường để sản xuất nước uống và xử lý nước thải công nghiệp, trong ngành hóa chất, ngành hóa dầu, ngành dược phẩm và ngành chế biến thực phẩm và trong lĩnh vực công nghệ sinh học.

Màng tạo ra lớp ngăn chặn lọc và khiến cho có thể, dưới tác động của lực truyền, cho qua hoặc chặn các thành phần nhất định của môi trường cần được xử lý. Việc cho qua hoặc chặn các thành phần có thể được thực hiện dựa vào kích cỡ của chúng đối với kích cỡ lỗ của màng mà có tác dụng như bộ lọc. Phụ thuộc vào kích cỡ lỗ, các phương pháp này được gọi là vi lọc, siêu lọc hoặc nano lọc.

Hiện đã có các màng có kết cấu và cấu tạo khác nhau. Các màng này thường bao gồm nền xốp mà đảm bảo độ bền cơ học của màng và cũng được tạo hình dạng và bởi vậy quyết định bề mặt lọc của màng. Một hoặc nhiều lớp có độ dày vài micron, đảm bảo sự tách và đề cập đến dưới dạng các lớp lọc tách, các lớp tách hoặc các lớp hoạt động, được bố trí trên nền này. Trong quá trình tách, sự vận chuyển chất lỏng lọc được thực hiện qua lớp tách và tiếp đó chất lỏng này đi qua kết cấu xốp của nền để được hướng về phía mặt ngoài của nền xốp. Phần chất lỏng cần được xử lý này, mà được đưa qua lớp tách và nền xốp, được biết dưới dạng phần thấm và được thu hồi bởi khoang thu gom bao quanh màng. Phần kia được biết dưới dạng phần giữ lại và thường được bơm trở lại chất lỏng cần được xử lý phía trước màng, bởi ống tuần hoàn.

Thông thường, nền được sản xuất trước tiên theo hình dạng bằng cách ép đùn và tiếp đó được nung kết ở nhiệt độ và trong thời gian đủ để đảm bảo độ chắc cần

thiết, trong khi duy trì, trong gồm thu được, lỗ mong muốn và kết cấu xếp liên kết với nhau. Quy trình này khiến cho các rãnh thẳng được tạo ra, trong đó lớp hoặc các lớp lọc tách được lắng phủ và nung kết sau đó. Do đó, màng tạo ra như vậy phải qua ít nhất hai bước nung kết. Các chất kết dính hữu cơ bổ sung vào bột nhão, trước khi ép đùn, được nung kết hoàn toàn trong quá trình nung kết nền.

Phương pháp như vậy là khá tốt nhưng vẫn muốn tăng khả năng của quy trình và hạn chế nhược điểm kết cấu càng nhiều càng tốt.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất quy trình sản xuất màng mà khiến cho có thể có được, đối với giải pháp kỹ thuật đã biết, một mặt, độ tin cậy và tốc độ sản xuất tăng và, mặt khác, khả năng thay đổi lớn đối với sự lựa chọn hình dạng của nền và rãnh bên trong nền.

Theo khía cạnh này, sáng chế đề xuất quy trình sản xuất màng để lọc chất lỏng, màng này bao gồm:

- nền có kết cấu ba chiều và được tạo ra bởi thân gồm xếp nguyên khối, tốt hơn nếu đường kính trung bình của lỗ xếp nằm trong khoảng từ 4 μm đến 40 μm , và

- ít nhất một lớp lọc tách được phủ trên một phần bề mặt của nền, trong đó kết cấu ba chiều của nền được tạo ra bằng cách tạo thành các tấm riêng biệt xếp chồng được liên kết liên tiếp với nhau, bằng cách lặp lại các bước sau:

- a) lắng phủ tầng bột liên tục bao gồm ít nhất một phần bột dự định tạo ra thân gồm xếp, tầng bột này có chiều dày không thay đổi dọc theo bề mặt lớn hơn so với mặt cắt của thân xếp đo được ở mức tấm;

- b) gắn kết cục bộ, theo mẫu định trước đối với mỗi tấm, một phần chất lắng phủ để tạo ra tấm riêng biệt và liên kết đồng thời các tấm riêng biệt được tạo ra như vậy với tấm trước, để tạo ra sự phát triển dần kết cấu ba chiều.

Nói cách khác, quy trình theo sáng chế bao gồm việc lặp lại các bước sau:

- a) lắng phủ tầng liên tục đồng nhất có chiều dày không đổi của chất dạng bột, tầng này tạo ra lớp che phủ bề mặt lớn hơn so với mẫu của phần thân xếp mà mong muốn tạo ra đo được ở mức tấm;

b) gắn kết cục bộ một phần chất dạng bột được lắng phủ theo mẫu định trước dùng cho tấm và liên kết đồng thời chất mới gắn kết này với mẫu đã gắn kết trước ở tấm bên dưới, để tạo ra sự phát triển dần, tấm nối tiếp tấm, có kết cấu ba chiều mong muốn.

Khi kết cấu ba chiều đã được tạo ra, chất không gắn kết được loại bỏ.

Theo khía cạnh này, bước b) được thực hiện cụ thể bằng cách sử dụng năng lượng hoặc bằng cách phun chất lỏng ở dạng giọt nhỏ.

Sự gắn kết cục bộ được điều khiển theo kiểu tự động. Cụ thể hơn, điểm sử dụng năng lượng hoặc phun chất lỏng được điều khiển bằng máy tính.

Theo phương án thứ nhất, chất lắng phủ là hỗn hợp của bột để tạo ra thân xốp và chất kết dính hoạt hóa được và sự gắn kết được thực hiện bằng cách phun cục bộ chất mà hoạt hóa chất kết dính. Tiếp đó, sự gắn kết có thể được thực hiện bằng cách phun cục bộ chất hoạt hóa này.

Theo phương án thứ nhất này, quy trình bao gồm bước loại bỏ chất không gắn kết và bước nung kết cuối sau khi loại bỏ chất không gắn kết.

Theo sáng chế, cụ thể là trường hợp theo phương án thứ nhất, lớp lọc tách, mà, theo định nghĩa, phải có đường kính lỗ trung bình nhỏ hơn so với nền, có thể được tạo ra sau khi thông tin về thân xốp để tạo ra bề mặt dự định tiếp xúc với chất lỏng cần được xử lý.

Theo phương án thứ hai, sự gắn kết được thực hiện bằng cách sử dụng năng lượng, cụ thể là bằng cách xử lý bằng laze, tia cực tím (UV) hoặc chùm electron. Việc sử dụng năng lượng có thể được thay đổi để đạt được gradien đường kính lỗ trung bình trong một tấm và tấm tương tự và bởi vậy đồng thời thu được sự phát triển nền và lớp lọc tách. Trong trường hợp này, sự tạo thành lớp tách và tạo thành nền được thực hiện bằng cách lặp lại các bước a) và b).

Nói chung, theo phương án thứ hai này, chất lắng phủ sẽ chỉ bao gồm bột dùng để tạo ra thân xốp.

Bất kể phương án được sử dụng, chất lắng phủ bao gồm, thực sự chỉ bao gồm, bột của chất vô cơ mà sẽ tạo ra gốm cuối hoặc bột của tiền chất hữu cơ/vô cơ hoặc tiền chất vô cơ mà sẽ tạo ra gốm cuối.

Thân xốp và lớp lọc tách được làm bằng vật liệu gốm và thường bao gồm oxit, nitrua, cacbua hoặc vật liệu gốm khác hoặc một trong số các hỗn hợp của chúng, oxit kim loại, nitrua và cacbua được ưu tiên. Cụ thể, thân xốp và/hoặc lớp lọc tách sẽ bao gồm, thực sự bao gồm, titan oxit, nhôm oxit, ziricon oxit hoặc một trong số các hỗn hợp của chúng, hoặc cũng bao gồm titan nitrua, nhôm nitrua, bo nitrua hoặc silic cacbua, tùy ý dưới dạng hỗn hợp với vật liệu gốm khác.

Khi lớp hoặc các lớp lọc tách và nền xốp đều được tạo ra bằng cách lặp lại các bước a) và b), chúng cần được làm bằng một vật liệu và vật liệu tương tự. Trái lại, khi lớp hoặc các lớp lọc tách được lắng phủ lên thân xốp được tạo ra trước bằng phương pháp lắng phủ thông thường, chúng có thể được làm bằng chất vô cơ khác.

Có lợi nếu, bất kể phương án được sử dụng, cỡ hạt trung bình của bột lắng phủ ở bước a) lớn hơn từ 2,4 đến 4 lần đường kính lỗ trung bình mà thu được trong gốm, hình thái và phân bố cỡ hạt bột lắng phủ có tác động lên đường kính lỗ trung bình thu được.

Đối tượng khác của sáng chế là màng thu được bằng quy trình nêu ở đây. Màng như vậy bao gồm:

- nền có kết cấu ba chiều và được tạo ra bởi thân gốm xốp nguyên khối, và
- ít nhất một lớp lọc tách được phủ trên một phần bề mặt của nền.

Thực tế là sự phát triển kết cấu ba chiều của nền đã được thực hiện, theo sáng chế, có thể được chứng minh bằng cách quan sát các tấm khác nhau bằng kính hiển vi quang học hoặc kính hiển vi điện tử quét, mà khác biệt bởi nền, thực tế là các lớp tách có mặt trong các màng như vậy khi các màng cũng được sản xuất bằng phương pháp bổ sung. Đương nhiên, cũng mong muốn đường phân định ranh giới giữa các tấm khác nhau càng mảnh càng tốt.

Cụ thể, trái với các quy trình sản xuất nền bằng cách ép đùn, diễn ra một cách liên tục, mà bởi vậy không tạo ra ranh giới có thể nhận thấy bất kỳ trong kết cấu của vật liệu nền, quy trình mô tả ở đây, thực hiện bởi các lớp bổ sung và bởi vậy không liên tục, để lại vết ở ranh giới giữa các tấm.

Sự mô tả dựa vào các hình vẽ giúp hiểu sáng chế tốt hơn.

Dưới đây, một số định nghĩa về thuật ngữ sử dụng trong sáng chế sẽ được nêu.

Cỡ hạt trung bình được hiểu nghĩa là trị số d50 của phân bố theo thể tích trong đó 50% tổng thể tích hạt tương ứng với thể tích các hạt có đường kính nhỏ hơn so với d50 này. Phân bố theo thể tích là đường cong (hàm giải tích) là tần suất thể tích hạt dưới dạng hàm của đường kính của chúng. d50 tương ứng với trung tuyến tách, thành hai phần bằng nhau, vùng nằm dưới đường cong tần suất, thu được bằng cách xác định cỡ hạt bằng nhiễu xạ laze, mà là phương pháp so sánh được chọn ở đây để đo đường kính hạt trung bình. Cụ thể, sự so sánh sẽ được thực hiện đối với phương pháp đo d50:

- với tiêu chuẩn ISO 13320:2009 như đối với phương pháp đo bằng cách xác định cỡ hạt bằng laze,
- với tiêu chuẩn ISO 14488:2007 đối với phương pháp lấy mẫu bột phân tích,
- với tiêu chuẩn ISO 14887:2000 đối với sự phân tán có thể tái tạo được của mẫu thử bột trong chất lỏng trước khi đo bằng cách xác định cỡ hạt bằng laze.

Đường kính lỗ trung bình được hiểu nghĩa là trị số d50 của phân bố theo thể tích trong đó 50% tổng thể tích lỗ tương ứng với thể tích các lỗ có đường kính nhỏ hơn so với d50 này. Phân bố theo thể tích là đường cong (hàm giải tích) là tần suất thể tích hạt dưới dạng hàm của đường kính của chúng. d50 tương ứng với trung tuyến tách, thành hai phần bằng nhau, vùng nằm dưới đường cong tần suất, thu được bởi sự thấm thủy ngân đối với đường kính lỗ trung bình lớn hơn hoặc bằng 4 nm hoặc bằng cách hấp phụ khí, và cụ thể là hấp phụ N₂, khi đường kính lỗ trung bình nhỏ hơn 4 nm, hai phương pháp này được viện dẫn ở đây đối với việc đo đường kính lỗ trung bình.

Cụ thể, việc sử dụng có thể được tiến hành bằng các phương pháp sau được mô tả trong:

- tiêu chuẩn ISO 15901-1:2005 đối với phương pháp đo bởi sự thấm thủy ngân,
- tiêu chuẩn ISO 15901-2:2006 và ISO 15901-3:2007 đối với phương pháp đo bằng cách hấp phụ khí.

Mục đích của sáng chế là sản xuất màng lọc bằng phương pháp bổ sung. Trong các màng như vậy, thân tạo ra nên có kết cấu xốp. Kết cấu xốp này khác biệt

bởi đường kính lỗ trung bình được suy ra từ phân bố của chúng đo được bằng phương pháp đo độ xốp thấm thủy ngân.

Kết cấu xốp của nền là hở và tạo ra mạng lưới các lỗ liên kết, mà cho phép chất lỏng được lọc bằng lớp lọc tách đi qua nền xốp và được thu hồi ở ngoại vi. Thường đo độ thấm nước của nền để mô tả sức cản thủy lực của nền, khiến cho có thể đồng thời xác nhận sự liên kết của kết cấu xốp. Điều này là vì, trong môi trường xốp, dòng tĩnh của chất lỏng nhớt không nén là tuân theo định luật Darcy. Vận tốc chất lỏng tỷ lệ với gradient của áp suất và tỷ lệ nghịch với độ nhớt động của chất lỏng, qua thông số tính chất được biết dưới dạng độ thấm, mà có thể được đo, ví dụ, theo tiêu chuẩn French NF X 45-101 tháng 12.1996.

Theo sáng chế, màng để lọc chất lỏng theo phương tiếp tuyến được đặc biệt đề xuất. Các màng như vậy bao gồm nền xốp trong đó các đường luân chuyển khác nhau đối với chất lỏng được luân vào. Các đường luân chuyển này có một cửa nạp và một cửa xả. Nói chung, cửa nạp của đường luân chuyển được bố trí trong ít nhất một vùng cửa nạp đối với môi trường chất lỏng cần được xử lý và cửa xả của chúng trong ít nhất một vùng cửa xả đối với phần giữ lại. Vùng cửa nạp và vùng cửa xả được nối bởi vùng chu vi liên trong đó nền xốp là rắn và tại đó phần thấm được thu hồi. Thành của các đường luân chuyển bao bọc bằng ít nhất một lớp lọc tách mà đảm bảo việc lọc môi trường chất lỏng cần được lọc.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về màng lọc có dạng ống;

Các hình vẽ từ Fig.2A đến Fig.2F thể hiện chuỗi trình tự hai bước sản xuất nền cấu thành của màng thể hiện trên Fig.1;

Fig.3 là hình vẽ thể hiện kết cấu ba chiều của nền thu được.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 thể hiện một ví dụ về màng lọc 1 có dạng ống trong đó dây rãnh, tương ứng với các đường luân chuyển, đã được luân vào, nhưng nhiều dạng khác có thể được tạo ra với quy trình theo sáng chế. Theo ví dụ này, màng lọc 1 bao gồm nền xốp 2 được tạo ra ở dạng dài kéo dài dọc theo trục dọc tâm A. Nền xốp 2 thể hiện

trên Fig.1 có mặt cắt ngang tròn và bởi vậy có bề mặt bên ngoài hình trụ 5 nhưng mặt cắt ngang có thể là mặt cắt ngang bất kỳ hoặc mặt cắt ngang đa giác. Nền xốp 2 được bố trí để bao gồm các rãnh mà, trong ví dụ minh họa, bốn rãnh 3 được tạo ra song song với trục A của nền. Các rãnh 3 có bề mặt được che phủ bằng ít nhất một lớp tách 4 để được tiếp xúc với môi trường chất lỏng để được xử lý luân chuyển trong các rãnh 3. Một phần môi trường chất lỏng đi qua lớp tách 4 và nền xốp 2, để phần chất lỏng đã xử lý này, được biết dưới dạng phần thấm, chảy ra ngoài qua mặt bên ngoài 5 của nền xốp. Chất lỏng cần được lọc luân chuyển giữa vùng cửa nạp và vùng cửa xả. Trong ví dụ minh họa, vùng cửa nạp 6 được bố trí ở một đầu của nền dạng ống và vùng cửa xả 7 ở đầu kia.

Nói chung, màng lọc thường có chiều dài nằm trong khoảng từ 1 m đến 1,5 m. Phần màng này thường có diện tích bề mặt nằm trong khoảng từ $0,8 \text{ cm}^2$ đến 14 cm^2 . Chiều dày của các lớp lọc tách thường thay đổi nằm trong khoảng từ 1 đến $100 \mu\text{m}$. Đương nhiên, để đảm bảo chức năng tách của nó và có tác dụng như lớp hoạt động, lớp tách có đường kính lỗ trung bình nhỏ hơn so với đường kính lỗ trung bình của nền. Nói chung, đường kính lỗ trung bình của lớp lọc tách ít nhất thấp hơn bởi hệ số bằng 3 và tốt hơn nếu ít nhất bởi hệ số bằng 5 so với đường kính lỗ trung bình của nền.

Khái niệm về lớp tách vi lọc, siêu lọc và nano lọc đã được biết rõ với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực này. Thường chấp nhận rằng:

- các lớp vi lọc tách có đường kính lỗ trung bình nằm trong khoảng từ 0,1 đến $2 \mu\text{m}$,
- các lớp siêu lọc tách có đường kính lỗ trung bình nằm trong khoảng từ 0,1 đến $0,01 \mu\text{m}$,
- các lớp nano lọc tách có đường kính lỗ trung bình nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2 nm.

Lớp vi lọc hoặc lớp siêu lọc có thể được lắng phủ trực tiếp trên nền xốp (trường hợp của lớp tách đơn lớp) hoặc cũng trên lớp trung gian có đường kính lỗ trung bình nhỏ mà được lắng phủ trực tiếp trên nền xốp (trường hợp của lớp tách đơn lớp). Lớp tách có thể, ví dụ, được dựa trên cơ sở hoặc chỉ bao gồm một hoặc nhiều oxit kim loại, cacbua hoặc nitrua hoặc gốm khác. Cụ thể, lớp tách được dựa

trên cơ sở hoặc chỉ bao gồm TiO_2 , Al_2O_3 và ZrO_2 , một mình hoặc dưới dạng hỗn hợp.

Theo sáng chế, việc sản xuất màng được thực hiện bằng phương pháp bổ sung. Nền, thực tế là toàn bộ màng, được sản xuất tấm nối tiếp tấm. Theo cách này, phía trước, nhờ phần mềm thiết kế bằng máy tính, kết cấu ba chiều của nền hoặc của màng cần được sản xuất được cắt thành các miếng. Đối tượng ảo theo ba chiều cần được sản xuất được cắt thành các miếng hai chiều có chiều dày rất mỏng. Các miếng mỏng này sẽ được sản xuất từng miếng một, ở dạng tấm, bằng cách lặp lại trình tự hai bước sau:

- chất cần thiết để sản xuất nền xốp, thực tế cũng là lớp lọc tách, khi sản phẩm này được làm bằng một vật liệu và vật liệu tương tự, được lắng phủ ở dạng bột dưới dạng tầng liên tục, tiếp đó

- sự kết tụ và liên kết của nó với bề mặt trên đó nó được lắng phủ được thực hiện cục bộ theo mẫu định trước bằng cách sử dụng năng lượng hoặc bằng cách phun chất lỏng ở dạng giọt nhỏ.

Bước thứ nhất của trình tự hai bước nêu trên bao gồm việc lắng phủ tầng bột liên tục và đồng nhất có chiều dày không đổi theo bề mặt luôn lớn hơn so với phần thân xốp đo được ở các tấm riêng biệt cần được tạo ra, điều này được thực hiện để đảm bảo chất lượng của nền thu được trên các mép.

Khi chất đã được gắn kết theo kiểu mong muốn ở tấm riêng biệt nêu trên, chất dư không liên kết sẽ được loại bỏ sau đó trong bước cuối được thực hiện sau khi tạo ra toàn bộ kết cấu ba chiều mong muốn.

Nền, thực tế là toàn bộ màng, được tạo ra bằng cách xếp chồng các tấm riêng biệt được liên kết với nhau bằng cách sử dụng năng lượng hoặc bằng cách phun chất lỏng ở dạng giọt nhỏ. Việc sử dụng năng lượng cục bộ có thể được thực hiện với chùm ánh sáng được định hướng (LED hoặc LASER) hoặc chùm electron được định hướng hoặc cũng có nguồn năng lượng bất kỳ cho phép tập trung và quét tầng bột theo mẫu được chọn bởi CAD. Tiếp đó, tương tác năng lượng-chất dẫn đến sự nung kết, hoặc nóng chảy/hóa rắn chất, hoặc cũng dẫn đến sự quang polyme hóa hoặc quang liên kết ngang của chất, theo tính chất của nó và của nguồn năng lượng sử dụng.

Sự sử dụng chất lỏng cục bộ có thể được thực hiện với các giọt nhỏ cỡ micro được tạo ra bằng cách sử dụng hệ thống áp điện, tùy ý được nạp điện và định hướng trong trường tĩnh điện. Chất lỏng sẽ là chất kết dính hoặc chất mà hoạt hóa chất kết dính được bổ sung trước vào bột gốm.

Các phương pháp bổ sung khác có thể được sử dụng trong sáng chế đối với kết cấu ba chiều được mô tả chi tiết dưới đây.

Nung kết laze chọn lọc (Selective Laser Sintering- SLS) hoặc nung chảy laze chọn lọc (Selective Laser Melting- SLM)

Trong trường hợp này, bột chất dùng để tạo ra nền hoặc màng, ví dụ bột của vật liệu gốm loại oxit, nitrua hoặc cacbon, thực tế là bột của một trong số các tiền chất của nó, được lắng phủ để tạo ra tầng liên tục. Tiếp đó, chùm laze mạnh được áp dụng cục bộ theo mẫu được chọn và khiến cho có thể kết tụ bột để tạo ra tấm tương ứng với nền hoặc với màng và liên kết nó với tấm trước bằng cách nung kết. Dưới tác dụng của việc sử dụng năng lượng cục bộ, hạt bột nóng chảy một phần và dính vào nhau, mà làm cho dính vào tấm, bởi vậy thực hiện sự nung kết trước kết cấu đang được tạo ra. Tầng bột thêm nữa được dàn trải sau đó và quy trình bắt đầu lại.

Chùm laze quét bề mặt của bột để liên kết chất theo mẫu mong muốn, tấm với tấm. Việc quét này có thể được thực hiện bằng cách dịch chuyển laze dọc theo các quỹ đạo song song. Có lợi nếu xếp chồng bề mặt va đập của laze giữa hai quỹ đạo song song liên tiếp. Lượng năng lượng tiếp nhận bởi tầng bột ở điểm va đập của chùm laze phải sao cho sự nóng chảy của hạt bột vẫn chỉ là một phần hoặc trong tất cả các trường hợp mà mỗi hạt nóng chảy đủ để được liên kết với các hạt gần nhất của nó mà không bị kín kết cấu xốp.

Bởi vậy, sự điều chỉnh thiết bị sẽ phụ thuộc cụ thể vào các đặc tính thực của tầng bột và vào tính chất của vật liệu quyết định hiệu quả của tương tác photon/chất.

Để minh họa, các điều kiện tương ứng với các khoảng thể hiện trên Bảng 1 dưới đây có thể được sử dụng:

Bảng 1

	Nhỏ nhất	Lớn nhất
--	----------	----------

Cỡ hạt trung bình của bột gốm	10 μm	100 μm
Chiều dày của tầng bột	40 μm	200 μm
Công suất của thiết bị laze	100 W	1000 W
Tốc độ di chuyển laze	0,5 m/s	10 m/s

Bằng cách điều chỉnh cục bộ sự điều tiêu của chùm laze và/hoặc tốc độ di chuyển chùm laze thì có thể điều chỉnh mức năng lượng tiếp nhận bởi tầng bột và bởi vậy điều chỉnh mức đặc hóa của vật liệu gốm thu được và, vì lý do này, kết cấu xốp của nó. Bởi vậy, có thể có được, ở các điểm nhất định, kết cấu xốp tương ứng với kết cấu mong muốn cho lớp lọc tách và, ở các điểm khác, có được kết cấu xốp mà mong muốn đối với nền.

Mặc dù việc nung kết được thực hiện khi kết cấu của nền hoặc màng kéo dài, bằng cách sử dụng laze, có lợi nếu bước nung kết cuối được thực hiện khi sự phát triển của nền hoặc màng hoàn tất, để giải phóng ứng suất cơ học còn lại và đồng nhất hóa kết cấu xốp. Nhiệt độ chọn đối với sự nung kết cuối như vậy sẽ phụ thuộc vào tính chất của vật liệu vô cơ sử dụng và vào cỡ hạt trung bình của bột sử dụng; ví dụ, ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1300°C đến 1500°C sẽ được sử dụng trong trường hợp titan oxit.

Các hình vẽ từ Fig.2A đến Fig.2F thể hiện chuỗi của trình tự hai bước sản xuất nền cấu thành của màng thể hiện trên Fig.1, trong trường hợp sử dụng phương pháp SLS (hoặc SLM).

Trục phát triển có thể được chọn mà không có dấu hiệu đặc biệt. Ví dụ, trong trường hợp thể hiện trên Fig.2A đến Fig.2F, sự phát triển được thực hiện song song với trục của nền nhưng rõ ràng là sự phát triển vuông góc với trục của nó, hoặc dọc theo hướng khác bất kỳ, cũng có thể được sử dụng. Trên các hình vẽ Fig.2A đến Fig.2F, chiều dày của tầng và tấm được vẽ quá mức một cách có chủ ý để tạo điều kiện thuận lợi cho việc hiểu.

Trên Fig.2A, tầng bột 10 được lắng phủ trên bề mặt lắng phủ 100. Fig.2B thể hiện sự gắn kết của tấm, mà được bắt đầu bởi sự di chuyển của laze 400 di chuyển bởi cơ cấu di chuyển tự động 200 khiến cho có thể gia nhiệt cục bộ bột trên các vùng liên kết 300, khiến cho có thể tạo ra mẫu 11. Tấm 11 gắn kết theo mẫu định

trước được thể hiện trên Fig.2C. Trong ví dụ thể hiện, sự gắn kết được thực hiện bằng chùm laze mà được định hướng cục bộ trên các vùng cần được gắn kết. Tuy nhiên, phương pháp sẽ được sử dụng tương tự nếu tia chất lỏng, ở dạng vi giọt, được phun cục bộ trên tầng bột theo mẫu được chọn.

Tiếp theo, bề mặt lắng phủ 100 được di chuyển theo phương thẳng đứng để có thể lắng phủ tầng bột 20 thêm nữa trên tấm gắn kết 11. Bột được đưa vào bằng phương tiện thích hợp bất kỳ. Fig.2D thể hiện ví dụ về cơ cấu 500 khiến cho có thể lắng phủ tầng bột thêm nữa. Bột cần được lắng phủ được chứa trong bộ phận chứa bố trí bên dưới cơ cấu trong đó sự phát triển kết cấu ba chiều cần được tạo ra được thực hiện. Trong ví dụ minh họa, trục lăn 600 hoặc bộ phận cạo được di chuyển để phủ bột lên tấm trước 11. Trục lăn 600 cũng khiến cho có thể dàn trải, thực tế là nén, bột, để tạo ra tầng liên tục và đồng nhất 20. Đối với tấm trước, tầng lắng phủ kéo dài dọc theo bề mặt lớn hơn so với phần thân xốp cần được tạo ra do được ở tấm.

Trên Fig.2E, rõ ràng là tầng 20 được lắng phủ trên tấm 11 và che phủ toàn bộ bề mặt của nó. Tiếp đó, hoạt động di chuyển của laze 400 và việc sử dụng nó theo mẫu định trước được thực hiện để thu được sự gắn kết của tấm tiếp theo 21 và liên kết nó với tấm trước 11. Trong ví dụ minh họa, sự phát triển của nền 2 được thực hiện dọc theo trục dọc A của nó. Fig.2F thể hiện hai tấm liên tiếp 11 và 21 được tạo ra.

Ví dụ minh họa là khá đơn giản, vì vậy mẫu gắn kết tương ứng với mỗi tấm là tương tự. Tuy nhiên, phương pháp này tạo ra khả năng biến đổi mẫu gắn kết khi sự phát triển được thực hiện.

Sau đó, chất đã không được gắn kết được loại bỏ, lộ ra kết cấu ba chiều mong muốn, ví dụ chỉ bằng cách lấy nó ra khỏi bột còn lại và bằng cách loại bỏ bột còn lại ở bề mặt, như được thể hiện trên Fig.3. Bột mà đã không được gắn kết có thể sử dụng lại sau đó, bởi vậy tránh được tổn hao chất bất kỳ.

In 3D

Nguyên lý vẫn như vậy nhưng, trong trường hợp này, tấm lắng phủ có thể tương ứng với hỗn hợp của bột gồm của chất cấu thành nền, thực tế là của một trong số các tiền chất của nó, với bản thân chất kết dính ở dạng bột hoặc phủ bản

thân bột gốm. Tốt hơn nếu hỗn hợp này sẽ là đồng nhất và các hạt bột của chất cấu thành của nền, thực tế là của một trong số các tiền chất của nó, và các hạt bột của chất kết dính sẽ có kích cỡ tương tự. Dưới dạng ví dụ về chất kết dính, có thể kể đến nhựa furan, nhựa phenol và chất dẻo amin khác. Tỷ lệ phần trăm khối lượng của chất kết dính sẽ nằm trong khoảng từ 5 đến 25%, theo tính chất của nó và đường kính trung bình của bột sử dụng. Sau đó, chất mà hoạt hóa chất kết dính được phun ở dạng giọt rất nhỏ theo mẫu được chọn và dẫn đến sự kết tụ bột một cách cục bộ. Chất hoạt hóa có thể là dung môi dùng cho chất kết dính mà, sau khi sấy gần như ngay lập tức, khiến cho có thể liên kết, bằng cách dính các hạt hữu cơ với nhau hoặc bẫy chúng bên trong mạng rắn.

Cũng có thể lắng phủ chỉ bột gốm của chất dùng để tạo ra nền, thực tế là bột của một trong số các tiền chất của nó, để tạo ra tầng liên tục và sau đó phun cục bộ chất kết dính mà sau đó sẽ là chất dính lỏng khô nhanh.

Sự phun chất kết dính hoặc chất hoạt hóa mà ở dạng lỏng được thực hiện theo thiết bị thích hợp bất kỳ, cụ thể là hệ thống áp điện sử dụng trong máy in kiểu in phun. Quy trình thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.2A đến Fig.2F vẫn như vậy, ngoại trừ cơ cấu 400 không là laze mà là cơ cấu khiến cho có thể phun chất kết dính hoặc chất hoạt hóa.

Sau khi loại bỏ bột không kết tụ, chất kết dính được loại bỏ trong quá trình xử lý nhiệt nung kết, sự loại bỏ chất kết dính này thường được kết thúc trước nhiệt độ 500°C.

Việc in 3D khiến cho có thể, với cỡ hạt trung bình của bột gốm nằm trong khoảng từ 30 đến 100 m, để tạo ra chiều dày của tầng bột nằm trong khoảng từ 80 đến 300 μm và đạt được tốc độ sản xuất tám mong muốn nằm trong khoảng từ 25 đến 100 mm/h.

Sản xuất gốm trên cơ sở in litô (lithography-based ceramic manufacturing - LCM)

LCM là phương pháp với đó bột gốm được trộn sơ bộ với nhựa có thể quang polyme hóa, sự gắn kết bằng cách polyme hóa được thực hiện với LED hoặc nguồn ánh sáng laze. Đối với phương pháp nêu trên, cần loại bỏ bột không được liên kết ngang trước chu trình nung kết bằng nhiệt mà khiến cho có thể loại bỏ chất kết

dính, tức là loại bỏ nhựa có thể quang polyme hóa, và tiếp đó nung kết một cách thích hợp. Ở đây, quy trình minh họa trên các hình vẽ từ Fig.2A đến Fig.2F vẫn như vậy, cơ cấu 400 có thể là laze hoặc nguồn ánh sáng khác loại LED.

Việc sử dụng LCM bị giới hạn vì hạt bột phải trong suốt ở các bước sóng khi xem xét sự polyme thể tích dưới và quanh tác động của ánh sáng.

Quy trình theo sáng chế có ưu điểm, so với giải pháp kỹ thuật đã biết, tạo ra màng có đặc tính không đổi và đồng đều, tạo ra nền trong một bước sản xuất không yêu cầu việc gia công cơ khí hoặc gia công trên máy, và khiến cho có thể thực hiện với khoảng hình dạng rộng.

Chiều dày của tầng bột và tấm gắn kết liên tục là tương đối thấp để khiến cho có thể liên kết nó với tấm dưới, để sử dụng năng lượng hoặc phun chất lỏng. Cụ thể, chiều dày tầng bột nằm trong khoảng từ 20 μm đến 200 μm sẽ được lắng phủ, chiều dày này phụ thuộc vào phương pháp bổ sung được chọn.

Sự lặp lại trình tự hai bước khiến cho có thể tạo ra, tấm nối tiếp tấm, kết cấu ba chiều mong muốn. Mẫu gắn kết có thể thay đổi từ tấm này sang tấm khác. Sự phát triển của kết cấu ba chiều mong muốn được thực hiện dọc theo trục phát triển đã chọn.

Phân bố cỡ hạt của bột lắng phủ là một trong số các yếu tố quyết định chiều dày tối thiểu của mỗi tầng bột, và cả đường kính lỗ trung bình cuối thu được. Cụ thể, sẽ sử dụng bột của chất dùng để tạo ra nền, ví dụ bột của oxit kim loại, thực tế là bột của một trong số các tiền chất của nó. Bột lắng phủ sẽ có, ví dụ, cỡ hạt trung bình bằng 35 μm để thu được đường kính lỗ trung bình trong nền gồm bằng 10 μm .

Người nộp đơn đã thấy rằng việc điều chỉnh các thông số khác nhau, như sự lựa chọn vật liệu và, đối với vật liệu nhất định, cỡ hạt trung bình của bột sử dụng và, đối với vật liệu nhất định và loại nhất định, chiều dày của tầng bột, lớp này sau lớp kia lặp đi lặp lại, một mặt, và sự điều chỉnh các thông số cụ thể khác nhau với phương pháp lựa chọn để gắn kết khiến cho có thể thu được và kiểm soát kết cấu xấp liên kết còn lại trong kết cấu nguyên khối gắn kết. Kết cấu xấp còn lại là kết quả của việc nung kết hạt bột có kiểm soát, để lại các chỗ trống giữa các hạt liên kết.

Trong trường hợp sử dụng chùm năng lượng, các thông số chính mà tác động lên nó là sự điều tiêu, tức là đường kính của chùm khi va đập với tầng bột, tốc độ quét tầng bột bởi chùm photon hoặc electron hoặc cả mức xếp chồng của các bề mặt va đập của chùm năng lượng trong quá trình tạo ra tấm.

Trong trường hợp sử dụng sự phun chất lỏng, các thông số chính có thể tác động lên đó là khối lượng của giọt, tần suất của chúng, tốc độ quét của tầng bột bởi tia gồm các giọt hoặc cả mức xếp chồng trong mỗi lần đi qua.

Người nộp đơn cũng đã thấy rằng có thể điều chỉnh, bằng cách thay đổi các thông số khác nhau nêu trên, phân bố theo kích cỡ lỗ và, đối với mỗi mật độ lỗ nhất định, kiểm soát số lượng và độ uốn lượn của chúng.

Khi bột đã kết tụ trong các vùng đã chọn, chất chưa kết tụ được loại bỏ bằng phương pháp thích hợp bất kỳ. Độ lỏng ban đầu của bột sử dụng tạo điều kiện thuận lợi cho điều này. Cũng có thể sử dụng phương pháp tia nước hoặc rung để loại bỏ các vết bột cuối còn lại ở bề mặt của kết cấu được tạo ra.

Sự gắn kết cuối của chi tiết lọc và trạng thái cuối của kết cấu xốp thường được thực hiện bởi một hoặc nhiều bước xử lý sau bằng nhiệt mà nhằm loại bỏ các chất kết dính (loại bỏ chất kết dính) và/hoặc nung kết vật liệu một cách thích hợp. Nhiệt độ được chọn đối với sự nung kết cuối như vậy, được thực hiện sau khi loại bỏ chất chưa kết tụ dư, sẽ phụ thuộc vào tính chất của vật liệu vô cơ sử dụng và vào cỡ hạt trung bình của bột sử dụng.

Trong trường hợp in 3D hoặc LCM, lớp hoặc các lớp lọc tách sẽ được lắng phủ khi nền đã được tạo ra, sau khi nung kết cuối. Sự lắng phủ của lớp tách, cụ thể ở bề mặt của các rãnh của nền, sẽ bao gồm việc lắng phủ, trên nền, huyền phù chứa ít nhất một chế phẩm có thể nung kết được dùng để, sau khi nung, tạo ra lớp lọc. Chế phẩm như vậy thường được sử dụng trong việc sản xuất màng lọc vô cơ. Chế phẩm này bao gồm ít nhất một oxit, một nitrua, một cacbua hoặc một vật liệu gốm khác hoặc một trong số các hỗn hợp của chúng, kim loại oxit, nitrua và cacbua là được ưu tiên. Chế phẩm có thể nung kết này được tạo huyền phù trong nước chẳng hạn. Để loại bỏ nguy cơ có các khối kết tụ và để giảm đến mức tối thiểu sự phân tán của hạt trong chất lỏng, huyền phù thu được được nghiền để phá hủy các khối kết tụ và thu được chế phẩm cơ bản bao gồm các hạt riêng biệt. Sau đó tính lưu

biến của huyền phù được điều chỉnh bằng các chất phụ gia hữu cơ để thỏa mãn các yêu cầu thủy động trong việc thâm nhập vào các rãnh của nền. Khi đã lắng phủ, lớp được sấy và tiếp đó được nung kết ở nhiệt độ phụ thuộc vào tính chất của nó, vào cỡ hạt trung bình và vào ngưỡng ngăn đích.

Trong trường hợp của SLS hoặc SLM, lớp hoặc các lớp lọc tách có thể được tạo ra đồng thời với sự phát triển của nền hoặc mặt khác được lắng phủ theo phương pháp lắng phủ thông thường được sử dụng trong việc sản xuất màng. Ở đây, lớp hoặc các lớp lọc tách có thể được lắng phủ từ huyền phù chứa các hạt chất vô cơ cần được lắng phủ hoặc một trong số các tiền chất của nó. Các huyền phù như vậy thường được sử dụng trong việc sản xuất các chi tiết lọc bằng gốm. Lớp hoặc các lớp lọc này được cho qua bước nung kết, sau khi sấy, mà khiến cho có thể gắn kết chúng và liên kết chúng với bề mặt trên đó chúng được lắng phủ. Phân bố cỡ hạt của các hạt có trong huyền phù sẽ phụ thuộc vào kết cấu xốp mong muốn ở đầu đối với lớp lọc tách.

Các ví dụ dưới đây minh họa sáng chế nhưng không nhằm giới hạn sáng chế.

Các màng dạng ống loại thể hiện trên Fig.1 được sản xuất theo sáng chế. Nền được tạo ra ở dạng ống có chiều dài nằm trong khoảng từ 300 mm đến 1200 mm, mặt cắt ngang của nó là hình tròn và có đường kính nằm trong khoảng từ 10 mm đến 42 mm, và trong đó các rãnh thẳng song song với trục của ống được luồn vào.

Ví dụ 1: SLS/chỉ nền

Vật liệu	Titan oxit
Cỡ hạt trung bình của bột	20-22 μm
Chiều dày của tầng bột	40 μm
Điều tiêu (đường kính của chùm laze ở điểm va đập với bột)	50 μm
Môi trường khí của khoang	Không khí
Công suất laze	500 W
Tốc độ di chuyển laze	2,5 m/s
% chồng giữa hai lần laze đi qua	20 – 25%

Nhiệt độ nung kết cuối	1380°C
Thời gian của giai đoạn tĩnh ở 1380°C	2 giờ
Đường kính lỗ trung bình thu được	6-7 µm

Ví dụ 2: SLS/nền + lớp

Vật liệu	Titan oxit	
Cỡ hạt trung bình của bột	20-22 µm	
Chiều dày của tầng bột	40 µm	
Điều tiêu (đường kính của chùm laze ở điểm va đập với bột)	50 µm	
Môi trường khí của khoang	Không khí	
Công suất laze	500 W	
	Nền	Lớp tách
Tốc độ di chuyển laze	5 m/s	1 m/s
% chồng giữa hai lần laze đi qua	20 – 25%	
Nhiệt độ nung kết cuối	1380°C	
Thời gian của giai đoạn tĩnh ở 1380°C	2 giờ	
Đường kính lỗ trung bình thu được	6-7 µm	1,4-1,5 µm

Ví dụ 3: SLS/chỉ nền

Vật liệu	Silic cacbua
Cỡ hạt trung bình of bột	75-80 µm
Chiều dày của tầng bột	120 µm
Điều tiêu (đường kính của chùm laze ở điểm va đập với bột)	100 µm
Môi trường khí của khoang	Argon
Công suất laze	500 W
Tốc độ di chuyển laze	1,2 m/s
% chồng giữa hai lần laze đi qua	30 – 35 %

Đường kính lỗ trung bình thu được	25-30 μm
-----------------------------------	---------------------

Trong trường hợp này, việc nung kết cuối là không cần thiết.

Ví dụ 4: in 3D

Vật liệu	Titan oxit
Cỡ hạt trung bình của bột	35-40 μm
Chiều dày của tầng bột	80 μm
Loại chất kết dính	Nhựa furan
% chất kết dính	20%
Tốc độ sản xuất kết cấu	30 mm/h
Nhiệt độ nung kết cuối	1500°C
Thời gian của giai đoạn tĩnh ở 1500°C	6 giờ
Đường kính lỗ trung bình thu được	10-12 μm

Trong trường hợp của các ví dụ 1, 3 và 4, việc sản xuất màng được hoàn tất bằng cách lắng phủ lớp tách ở bề mặt của các rãnh mà được tạo ra bắt đầu từ huyền phù dưới đây.

Điều chế huyền phù bằng cách nghiền trong máy nghiền bi

Vật liệu	Titan oxit
Cỡ hạt trung bình của bột trước khi nghiền	3,6 μm
Tỷ lệ titan oxit/nước	0,4
Thời gian nghiền	5 giờ
Cỡ hạt trung bình của bột sau khi nghiền	1 μm
Bổ sung nước để điều chỉnh sự lưu biến	200 đến 400 cP

Lớp vi lọc tách có ngưỡng giới hạn 1,4 μm được tạo ra sau khi lắng phủ trực tiếp trên nền theo cách sau.

Huyền phù được bơm vào các rãnh để được tiếp xúc với bề mặt của rãnh. Cơ chế dẫn động lắng phủ là lực hút của chất lỏng của huyền phù theo độ xốp của nền xốp.

Chiều dày lắng phủ của hạt titan oxit ở bề mặt và bởi vậy khối lượng lắng phủ trên một đơn vị diện tích bề mặt phụ thuộc vào thời gian lưu của huyền phù trong các rãnh của nền.

Thời gian lưu của huyền phù trong các rãnh	30 giây
Khối lượng lắng phủ	50 đến 60 g/m ²

Bước này được lặp lại hai lần để có được khối lượng lắng phủ cuối khoảng 110 g/m².

Chu trình nung để nung kết lớp

Tốc độ tăng nhiệt độ lên đến 1200°C	100°C/giờ
Thời gian của giai đoạn tĩnh ở 1200°C	1 giờ
Làm nguội tự nhiên	

Việc sản xuất màng vi lọc có ngưỡng giới hạn nhỏ hơn 1,4 µm và màng siêu lọc và nano lọc sẽ được thực hiện bằng cách lắng phủ liên tục trên lớp thứ nhất bắt đầu từ huyền phù mịn với các chu trình nhiệt thích hợp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất màng lọc theo phương tiếp tuyến bao gồm:

- nền có kết cấu ba chiều và được tạo ra bởi thân gồm xấp nguyên khối có các đường luân chuyển cho chất lỏng cần được lọc, các thân xấp này có kết cấu lỗ hỏ, mà tạo ra mạng lưới các lỗ liên thông, nền nêu trên có đường kính lỗ trung bình nằm trong khoảng từ 4 μm đến 40 μm , và
- ít nhất một lớp lọc tách được phủ trên thành của mỗi đường luân chuyển,

quy trình này bao gồm các bước:

tạo ra kết cấu ba chiều của nền bằng kỹ thuật bổ sung trong đó kết cấu ba chiều của nền được cắt thành các miếng bằng cách sử dụng phần mềm thiết kế trên máy tính (CAD), trong đó các miếng này được tạo ra từng miếng ở dạng các tấm riêng biệt xếp chồng được liên kết liên tiếp với nhau, bằng cách lặp lại hai bước sau:

a) lắng phủ lớp hợp chất dạng bột liên tục đồng nhất có kích thước không thay đổi được dự định để tạo ra thân gồm xấp dọc theo bề mặt lớn hơn mẫu được chọn bởi CAD của phần thân xấp để đo được ở mức tấm; và

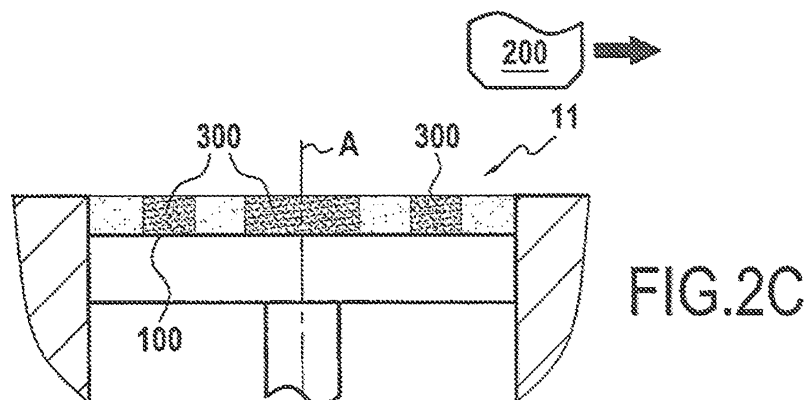
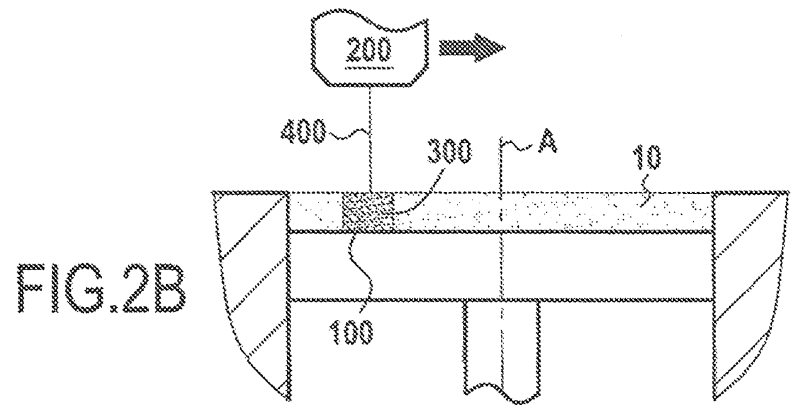
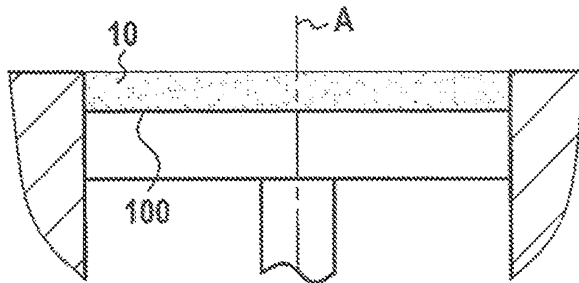
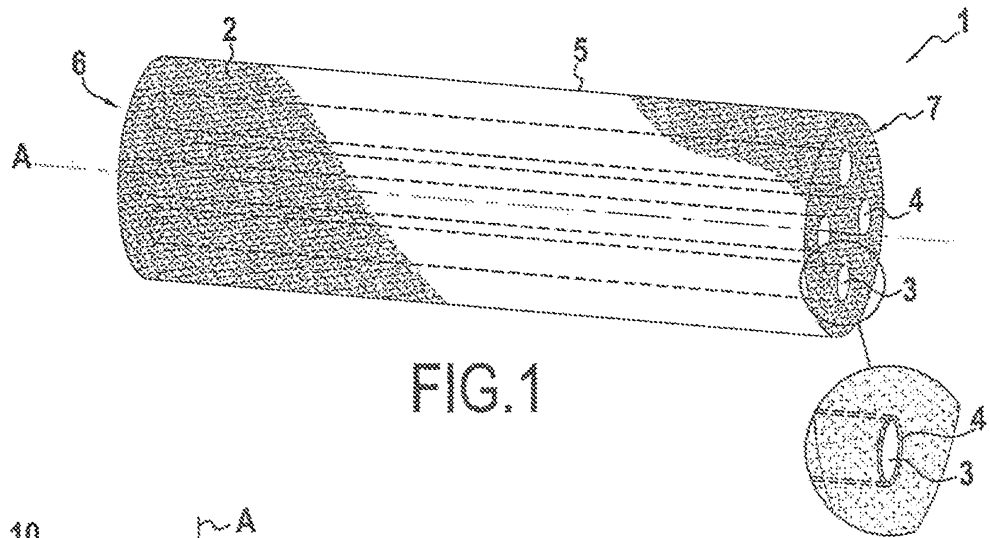
b) gắn kết cục bộ một phần hợp chất dạng bột đã được lắng phủ, theo mẫu định trước đối với mỗi tấm, để tạo ra từng tấm đơn lẻ, trong đó các bước a) và b) được lặp lại sao cho cho phép mỗi lần lặp lại, liên kết đồng thời các tấm riêng biệt được tạo ra như vậy với tấm trước, nếu có, để tạo ra sự phát triển dần hình dạng của kết cấu ba chiều có các đường luân chuyển mong muốn, có kết cấu lỗ hỏ mà tạo thành mạng lưới các lỗ liên thông, và có đường kính lỗ trung bình nằm trong khoảng từ 4 μm đến 40 μm ,

tạo ra lớp lọc tách có đường kính lỗ trung bình nhỏ hơn so với nền:

- hoặc là bằng cách lắng phủ sau khi tạo thành thân xấp để tạo ra bề mặt được dự định tiếp xúc với chất lỏng cần xử lý, sao cho nền và lớp lọc tách được tạo thành theo đó được làm từ cùng vật liệu hoặc từ các vật liệu khác nhau,
- hoặc được tạo ra bằng cách thay đổi sự sử dụng năng lượng sao cho thu được gradien độ xấp nằm bên trong một tấm và tấm tương tự, sao cho nền và lớp lọc tách được tạo ra theo cách này được làm từ cùng vật liệu.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó đường kính lỗ trung bình tương ứng với trị số d_{50} của phân bố theo thể tích trong đó 50% tổng thể tích lỗ tương ứng với thể tích các lỗ có đường kính nhỏ hơn giá trị d_{50} ; phân bố theo thể tích thu được bởi sự thấm thủy ngân.
3. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ngay khi kết cấu ba chiều đã được tạo ra, chất dạng bột không gắn kết được loại bỏ.
4. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó bước b) được thực hiện bằng cách sử dụng năng lượng hoặc bằng cách phun chất lỏng ở dạng giọt nhỏ.
5. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó bước gắn kết được điều khiển theo kiểu tự động.
6. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó chất lắng phủ dạng bột là hỗn hợp của bột được dự định để tạo ra thân xốp và chất kết dính hoạt hóa được và bước gắn kết được thực hiện bằng cách phun cục bộ chất mà hoạt hóa chất kết dính.
7. Quy trình theo điểm 6, trong đó quy trình này bao gồm bước loại bỏ chất dạng bột không gắn kết và bước nung kết cuối sau khi loại bỏ chất dạng bột không gắn kết.
8. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó bước gắn kết được thực hiện bằng cách phun cục bộ chất liên kết.
9. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó bước gắn kết được thực hiện bằng cách sử dụng năng lượng.
10. Quy trình theo điểm 9, trong đó việc sử dụng năng lượng được thay đổi để đạt được gradien độ xốp trong một tấm và tấm tương tự.
11. Quy trình theo điểm 9, trong đó bước gắn kết được thực hiện bằng cách xử lý bằng laze, tia cực tím (UV) hoặc chùm electron.
12. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó lớp lọc tách được tạo ra sau khi tạo ra thân xốp để tạo ra bề mặt dự định tiếp xúc với chất lỏng cần được xử lý.

13. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó chất dạng bột lắng phủ chứa bột của chất vô cơ mà sẽ tạo ra thân gốm xốp hoặc bột của các tiền chất vô cơ/hữu cơ hoặc vô cơ mà sẽ tạo ra thân gốm xốp.
14. Quy trình theo điểm 13, trong đó chất dạng bột lắng phủ chỉ gồm có bột của chất vô cơ mà sẽ tạo ra thân gốm xốp hoặc bột của các tiền chất vô cơ/hữu cơ hoặc vô cơ mà sẽ tạo ra thân gốm xốp.
15. Quy trình theo bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thân xốp và lớp lọc tách mỗi loại được cấu thành từ gốm.
16. Quy trình theo điểm 15, trong đó thân xốp và lớp lọc tách mỗi loại được cấu thành từ titan oxit, nhôm oxit, ziricon oxit hoặc một trong số các hỗn hợp của chúng, titan nitrua, nhôm nitrua, boron nitrua hoặc silic cacbua.
17. Quy trình theo điểm 15, trong đó thân xốp và lớp lọc tách mỗi loại được cấu thành từ titan oxit, nhôm oxit, zirconi oxit hoặc một trong số các hỗn hợp của chúng, titan nitrua, nhôm nitrua, boron nitrua hoặc silic cacbua, dưới dạng hỗn hợp với vật liệu gốm khác.
18. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó chất dạng bột lắng phủ trong bước a) khác biệt bởi cỡ hạt trung bình nằm trong khoảng từ 10 đến 100 μm .
19. Quy trình theo điểm 18, trong đó cỡ hạt trung bình tương ứng với trị số d_{50} của phân bố theo thể tích trong đó 50% tổng thể tích hạt tương ứng với thể tích các hạt có đường kính nhỏ hơn giá trị d_{50} này, phân bố theo thể tích thu được bằng cách xác định cỡ hạt bằng nhiễu xạ laze.
20. Màng lọc theo phương tiếp tuyến thu được bằng quy trình được xác định trong điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 19 bao gồm các tấm đơn lẻ xếp chồng được liên kết với nhau.



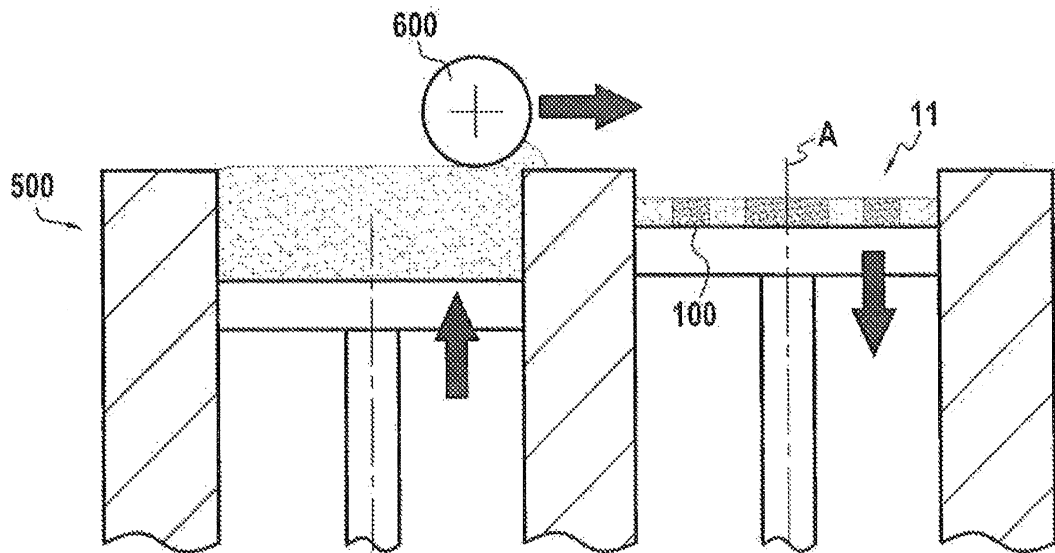


FIG. 2D

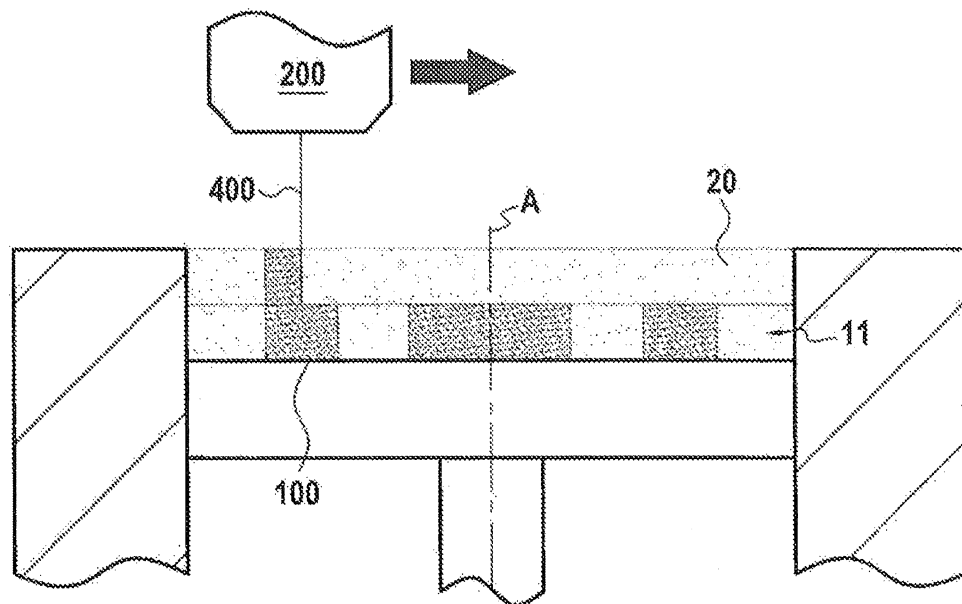


FIG. 2E

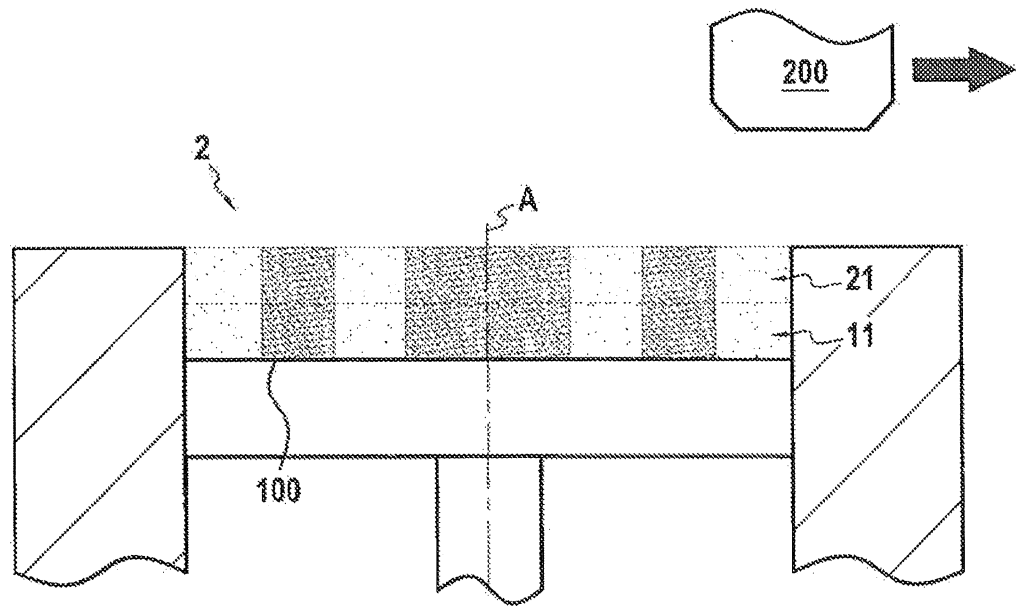


FIG. 2F

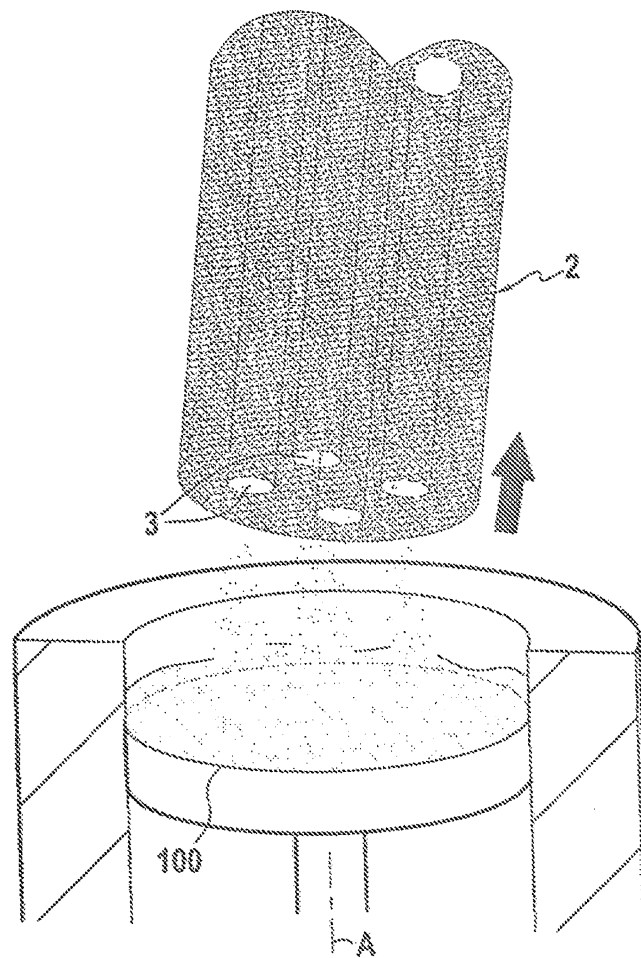


FIG. 3