



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0032472

(51)⁷ **B01D 63/06**; C04B 38/00; B01J 35/04; (13) **B**
B01D 46/24; B01D 65/08

(21) 1-2017-00871

(22) 21/07/2015

(86) PCT/FR2015/052000 21/07/2015

(87) WO/2016/024058 18/02/2016

(30) 1457745 11/08/2014 FR

(45) 25/07/2022 412

(43) 25/05/2017 350A

(73) TECHNOLOGIES AVANCEES ET MEMBRANES INDUSTRIELLES (FR)

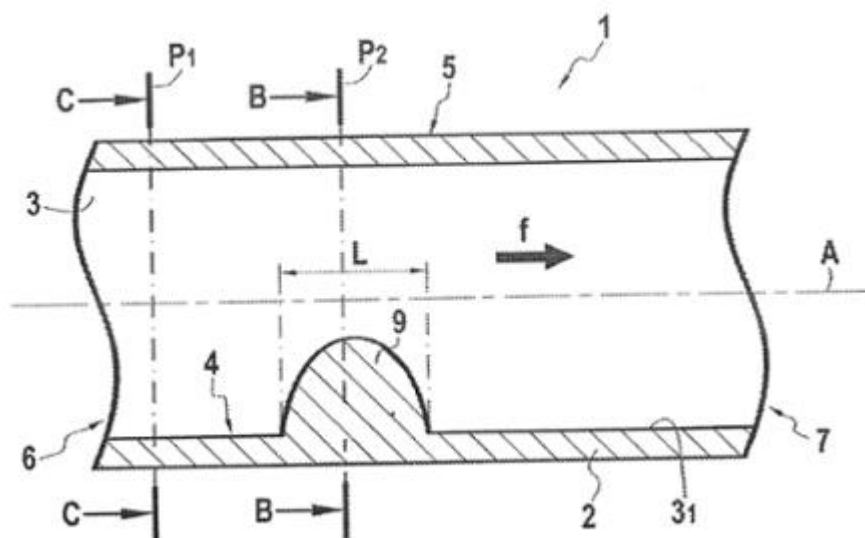
ZA Les Laurons, F-26110 Nyons, France

(72) ANQUETIL, Jérôme (FR).

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

(54) BỘ PHẬN TÁCH DÒNG TIẾP TUYẾN DẠNG NGUYÊN KHỐI DÙNG ĐỂ TÁCH CHẤT LỎNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT BỘ PHẬN TÁCH DÒNG NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến bộ phận tách dòng tiếp tuyến dạng nguyên khối dùng để tách chất lỏng cần xử lý, bộ phận tách này bao gồm lớp nền xốp cứng thẳng (2) có kết cấu ba chiều có trong đó ít nhất một rãnh (3) để dẫn dòng chất lỏng cần xử lý nhằm thu hồi phân lọc ở bề mặt chu vi của lớp nền. Lớp nền xốp cứng nguyên khối (2) bao gồm các chỗ cản (9) với dòng chất lỏng để lọc trên hoặc trong (các) thành trong của (các) rãnh, các chỗ cản có tính đồng nhất của vật liệu và cấu trúc xốp với lớp nền, và cũng có tính liên tục về vật liệu và cấu trúc xốp với lớp nền. Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến phương pháp chế tạo bộ phận tách dòng này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các bộ phận tách dòng tiếp tuyến dùng để tách môi trường lỏng cần xử lý thành phần lọc và phần giữ lại, các bộ phận này thường được gọi là màng lọc. Chính xác hơn, sáng chế đề cập đến các lớp nền xếp nhiều rãnh có hình dạng mới mà dùng để làm giảm hoặc thậm chí loại bỏ vấn đề tắc, phương pháp đắp lớp để chế tạo lớp nền như vậy, và các bộ phận tách dòng tiếp tuyến bao gồm chúng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phương pháp tách sử dụng màng được sử dụng trong nhiều lĩnh vực, cụ thể trong lĩnh vực tạo ra nước uống được và để xử lý các dòng nước thải công nghiệp, trong ngành hóa chất, hóa dầu, dược phẩm và nông nghiệp-thực phẩm và trong lĩnh vực công nghệ sinh học.

Màng tạo ra lớp chắn chọn lọc, và dưới tác động của lực chuyển khối, nó đóng vai trò cho qua hoặc chặn lại một số thành phần nhất định của môi trường cần xử lý. Các thành phần đi qua hoặc bị chặn lại do kích cỡ của chúng so với kích cỡ lỗ xếp trong màng mà khi đó có tác dụng như bộ lọc. Dựa theo kích thước lỗ xếp, các phương pháp như vậy được gọi là "vi lọc", "siêu lọc", hoặc "nano lọc".

Các màng có thể có kết cấu và cấu trúc khác nhau. Nói chung, các màng được tạo ra bởi lớp nền xếp mà tạo độ bền cơ học cho màng và cũng tạo ra hình dạng và bởi vậy quyết định diện tích lọc của màng. Trên lớp nền này, một hoặc nhiều lớp thực hiện việc tách được lắng phủ, mỗi lớp có chiều dày vài micromet và gọi là "lớp tách", "lớp lọc", hoặc "lớp hoạt động". Trong quá trình tách, chất lỏng đã lọc được vận chuyển qua lớp tách, và tiếp đó chất lỏng này đi qua kết cấu xếp của lớp nền để đi về phía mặt ngoài của lớp nền xếp. Phần chất lỏng cần xử lý mà đã đi qua lớp tách và lớp nền xếp được gọi là "phần thấm" hoặc "phần lọc" và được thu hồi bởi khoang thu gom bao quanh màng. Phần kia được gọi là "phần giữ lại", và, thông thường phần này lại được bơm vào dòng chất lỏng cần xử lý ở phía trước màng, qua vòng tái tuần hoàn.

Theo cách thông thường, lớp nền được ban đầu chế tạo với hình dạng mong muốn bằng cách ép đùn, và tiếp đó được nung kết ở nhiệt độ và trong một khoảng thời

gian đủ để đảm bảo độ bền cần thiết, trong khi duy trì cấu trúc mong muốn của các lỗ xộp hỏ và nối với nhau trong gổm thu đợc. Phương pháp này chủ yếu là dẫn đến việc tạo ra một hoặc nhiều rãnh thẳng, sau đó (các) lớp tách đợc lắng phủ và nung kết. Các lớp nền thường có hình dạng ống có một hoặc nhiều rãnh thẳng đợc bố trí song song với trục tâm của lớp nền. Thông thường, các mặt trong của các rãnh là nhẵn và không có độ nhám bất kỳ.

Tuy nhiên, đã thấy rằng các màng lọc chế tạo từ các lớp nền có hình dạng như vậy gặp phải vấn đề tắc và do vậy chúng có hiệu quả bị giới hạn về mặt tốc độ dòng. Cụ thể, các hạt nhỏ và phân tử lớn có thể bị hút bám lên bề mặt của lớp tách hoặc có thể sẽ đợc lắng phủ lên đó ở dạng gel hoặc lớp lắng phủ, và có thể còn xâm nhập vào các lỗ xộp và làm tắc một số các lỗ xộp này.

Tất cả kỹ thuật tách dòng tiếp tuyến sử dụng các bộ phận lọc dựa trên nguyên lý vận chuyển chọn lọc, có tính hiệu quả phụ thuộc vào độ chọn lọc của màng (lớp hoạt động) và vào độ thấm (lưu lượng) của bộ phận lọc đợc xem xét dưới dạng một thể thống nhất (lớp nền + lớp hoạt động). Độ chọn lọc và độ thấm đợc quyết định bởi tính chất của lớp hoạt động và bộ phận lọc, nhưng không chỉ ở yếu tố này, vì chúng có thể bị giảm hoặc bị giới hạn do xuất hiện sự phân cực nồng độ, lớp lắng phủ, và/hoặc hiện tượng tắc của các lỗ xộp.

Hiện tượng phân cực nồng độ xuất hiện trong quá trình lọc khi các phân tử lớn có mặt trong chất lỏng cần xử lý sẽ tập trung đậm đặc ở mặt phân cách màng/dung dịch, ở đó chúng tạo ra áp suất thẩm thấu ngược phản lại lực tách, hoặc ở đó chúng khuếch tán trở lại trọng tâm của chất lỏng cần xử lý theo định luật Fick. Hiện tượng phân cực nồng độ xuất hiện từ hiện tượng các hợp chất giữ lại tích tụ ở vùng lân cận của màng do tính thấm của dung môi.

Lớp lắng phủ xuất hiện trong hoạt động lọc khi nồng độ hạt ở bề mặt của màng gia tăng đủ để làm cho pha ngưng tụ xuất hiện ở dạng gel hoặc lớp lắng phủ cố kết, làm xuất hiện sức cản thủy lực ngoài sức cản của màng màng.

Hiện tượng tắc lỗ xộp xuất hiện khi có sự xâm nhập của các hạt có kích cỡ nhỏ hơn hoặc bằng kích cỡ của lỗ xộp, theo đó dẫn đến sự giảm diện tích lọc.

Tắc, và tính đảo ngược hoặc không đảo ngược của nó, là hiện tượng phức tạp và phụ thuộc vào bộ phận lọc, và cụ thể là vào lớp tách của nó, vào chất lỏng cần xử lý, và vào các thông số hoạt động.

Hiện tượng tắc là yếu tố chính làm giảm tính cạnh tranh về chi phí của việc lọc, vì, khi lắp đặt hệ thống lọc, thứ nhất là dẫn đến việc gia tăng diện tích lắp đặt để đáp

ứng yêu cầu về mặt thể tích cần được xử lý, và thứ hai là làm phát sinh nhu cầu đối với phương tiện kỹ thuật đặc thù để làm giảm hiện tượng tắc sau này, như làm sạch theo chu kỳ sử dụng chất tẩy hoặc rửa ngược.

Một số giải pháp kỹ thuật đã biết đề xuất làm giảm hiện tượng tắc bằng cách tạo ra trạng thái dòng chảy rối bên trong rãnh của bộ phận lọc.

Ban đầu, các đề xuất là đưa bộ phận tạo dòng chảy rối vào các bộ phận lọc dạng ống. Cụ thể có thể tham khảo tài liệu: D.M. Krstic et al., Journal of Membrane Science 208 (2002) trang 303-314. Bằng cách hạn chế hiện tượng tắc, các bộ phận này cải thiện lưu lượng của phân thẩm, và do vậy cải thiện hiệu quả lọc. Tuy nhiên, việc lắp đặt và lắp các bộ phận như vậy trong các bộ phận dạng ống là các thao tác khó khăn và phức tạp. Hơn nữa, chúng làm xuất hiện rung động khó chịu mà có hại cho độ tin cậy của thiết bị.

Các hệ thống khá phức tạp khác cũng đã được đề xuất bởi M.Y. Jaffrin trong Journal of Membrane Science 324 (2008) trang 7-25, và chúng sử dụng các màng tròn và môđun ở giữa mà quay so với nhau để tạo ra dòng chảy rối. Tuy nhiên, điều đó đã chứng tỏ rằng tốc độ cắt lớn thu được dùng để làm giảm sự tắc.

Các giải pháp khác bao gồm việc thay đổi hình dạng của bộ phận dạng ống. Bằng sáng chế Pháp số FR 2503615 mô tả các ống hình trụ để lọc các hỗn hợp khí được thổi dưới áp lực, các thành trong của ống có các chỗ lõm để tạo ra dòng chảy rối mà ngăn không cho một trong số các pha khí tích tụ trên thành của ống và cải thiện sự tách bằng cách khuếch tán khí. Các chỗ lõm được tạo ra bằng cách làm cho các ống rời khỏi khuôn ép đùn đi qua giữa các trục lăn hoặc công cụ mà làm biến dạng các ống cục bộ trên toàn bộ chiều dày thành của chúng. Bằng sáng chế Pháp số FR 2503616 mô tả phương pháp dựa trên cùng một nguyên lý, bao gồm việc làm biến dạng thành của ống khi rời khỏi khuôn ép đùn bằng cách sử dụng các bánh lăn gai nhám được bố trí đối nhau trên mỗi phía của ống, hoặc ở các vị trí đan xen.

Trong hai tài liệu này, sau bước ép đùn trước ống có một rãnh, bước tạo hình cuối được thực hiện bằng cách làm biến dạng dẻo để thu được các chỗ lõm bên trong một rãnh bằng cách ép chày quay hoặc bộ phận tương tự tỳ vào mặt ngoài của ống. Việc thu được "các chỗ lõm" như vậy là dễ dàng hơn hoặc khó khăn hơn phụ thuộc vào độ dẻo của vật liệu, nghĩa là khả năng để được làm biến dạng cố định mà không gãy của nó. Tuy nhiên, các hợp chất mà được sử dụng để chế tạo các màng gồm không có độ dẻo tốt: chúng được tạo hình một cách dễ dàng bằng cách ép đùn mà thường chúng có độ giãn dài đứt nhỏ hơn 5%. Hơn nữa, bằng các phương pháp như vậy, có thể thu được các chỗ lõm chỉ có kích cỡ nhỏ. Cuối cùng, các chỗ lõm được tạo ra khắp chiều dày của ống

dẫn đến mức ứng suất cao trong vật liệu và nguy cơ nứt, nhờ đó làm giảm đáng kể độ bền cơ học. Cũng có thể đề cập đến đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Pháp số FR 2736843, đơn này đề xuất các ống xốp có một rãnh với các thành có các chỗ lõm, mặc dù thành chu vi của lớp nền là nhẵn. Để thực hiện điều này, ống xốp được tạo hình dạng bằng khuôn ép đùn mà bao gồm chốt hình trụ được bố trí dọc theo trục của nó, chốt hoặc đầu ra của khuôn ép đùn được lắp để quay và có mặt cắt không tròn. Hơn nữa, phương pháp chế tạo bị giới hạn ở các loại chỗ lõm nhất định, nghĩa là các chỗ lõm mà liên tục từ đầu này đến đầu kia của bộ phận tách, và không thể tạo ra sự thay đổi bất kỳ mặt cắt ngang dòng của rãnh. Hơn nữa, không thể chuyển đổi sang chế tạo bộ phận tách có một loạt rãnh trong. Tuy nhiên, luôn có nhu cầu gia tăng về bộ phận tách có nhiều rãnh vì chúng khiến cho có thể gia tăng diện tích bề mặt lọc và bởi vậy cải thiện tính năng.

Tương tự, bằng sáng chế châu Âu số EP 0813445 mô tả bộ phận lọc có một hoặc nhiều rãnh, mỗi bộ phận bao gồm rãnh xoắn mà có thể là rãnh có một đầu mối, rãnh có hai đầu mối hoặc rãnh có ba đầu mối. Bộ phận lọc này có nhược điểm giống như bộ phận lọc được mô tả trong tài liệu số FR 2736843.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, sáng chế đề xuất việc tạo ra bộ phận lọc mới và phương pháp chế tạo thích ứng để chế tạo chúng, các bộ phận lọc này có kết cấu có một rãnh hoặc nhiều rãnh và hình dạng mà điều chỉnh được để làm giảm hiện tượng tắc, hoặc thậm chí loại bỏ hiện tượng tắc này. Mục đích của sáng chế là đề xuất bộ phận lọc mới có hình dạng mà có thể được điều chỉnh theo thứ tự, để tạo ra ứng suất cắt bề mặt cao và dòng chảy rối tăng cường bên trong các rãnh mà không có các nhược điểm của các giải pháp kỹ thuật đã biết.

Để đạt được mục đích như vậy, sáng chế đề xuất bộ phận tách dòng tiếp tuyến dạng nguyên khối dùng để tách môi trường lỏng cần xử lý thành phần lọc và phần giữ lại, bộ phận tách này bao gồm lớp nền xốp cứng thẳng có kết cấu ba chiều có bố trí trong đó ít nhất một rãnh để dẫn dòng môi trường lỏng cần xử lý để thu hồi phần lọc từ mặt ngoài của lớp nền, mặt ngoài của lớp nền có biên dạng không thay đổi.

Theo sáng chế, lớp nền xốp cứng nguyên khối có các chỗ cản dòng chất lỏng để lọc trên hoặc trong (các) thành trong của (các) rãnh, các chỗ cản dòng này có tính đồng nhất và tính liên tục về vật liệu và có cấu trúc xốp với lớp nền, các chỗ cản dòng này, do

xuất hiện giữa các vị trí thứ nhất và vị trí thứ hai dọc theo trục dọc của rãnh, giúp chất lỏng chảy quanh chúng, do đó cản trở hoặc làm rối loạn dòng chất lỏng.

Hơn nữa, bộ phận tách theo sáng chế cũng có thể có sự kết hợp ít nhất một và/hoặc nhiều đặc tính khác trong số các đặc tính bổ sung sau:

ít nhất một chỗ cản của rãnh tạo ra chỗ hẹp đột ngột hoặc đầu phun hội tụ theo hướng dòng chất lỏng cần xử lý trong rãnh này;

ít nhất một chỗ cản của rãnh tạo ra mặt cắt thẳng góc với dòng mà hẹp hơn cục bộ ở vị trí của chỗ cản, mặt cắt thẳng góc với dòng này vuông góc với trục dọc của rãnh và có hình dạng mà khác với (các) hình dạng của các phần của rãnh nằm phía trước và phía sau chỗ cản này;

giữa một phần của rãnh nằm phía trước mặt cắt thẳng góc với dòng hẹp nhất và mặt cắt thẳng góc với dòng hẹp nhất, một trong số các tiêu chuẩn được chọn từ danh sách sau giữ nguyên, trong khi các tiêu chuẩn khác thay đổi, các tiêu chuẩn được chọn từ: hình dạng, diện tích, chu vi thấm ướt, và đường kính thủy lực của mặt cắt thẳng góc với dòng của rãnh;

giữa một phần của rãnh nằm phía trước mặt cắt thẳng góc với dòng hẹp nhất và mặt cắt thẳng góc với dòng hẹp nhất, tất cả các tiêu chuẩn được chọn từ danh sách sau giữ nguyên, nghĩa là: hình dạng, diện tích, chu vi thấm ướt, và đường kính thủy lực;

ít nhất một chỗ cản của rãnh có mặt cắt thẳng góc với dòng vuông góc với trục dọc của rãnh, mặt cắt dòng này xoay quanh trục dọc của rãnh giữa hai vị trí nằm dọc theo trục dọc của rãnh;

ít nhất một chỗ cản của rãnh có mặt cắt thẳng góc với dòng xoay quanh trục dọc của rãnh theo kiểu gián đoạn giữa các đầu của rãnh;

bộ phận tách bao gồm ít nhất một lớp tách lắng phủ liên tục trên các thành trong của các rãnh và che phủ hoàn toàn các chỗ cản;

lớp nền xốp được làm bằng vật liệu hữu cơ hoặc vô cơ;

các lớp tách hoặc các lớp trung gian được làm bằng vật liệu hữu cơ hoặc vô cơ;

và

kết cấu ba chiều của lớp nền xốp có các lớp khác nhau mà có thể được quan sát bằng kính hiển vi quang học hoặc bằng kính hiển vi điện tử quét.

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp chế tạo bộ phận tách dạng nguyên khối theo sáng chế.

Phương pháp chế tạo bộ phận tách dòng tiếp tuyến theo sáng chế bao gồm bước tạo ra kết cấu ba chiều của lớp nền bằng cách tạo ra các lớp riêng biệt mà được chồng lên nhau và liên kết liên tiếp với nhau để dần tạo ra hình dạng ba chiều mong muốn.

Hơn nữa, phương pháp theo sáng chế cũng có thể bao gồm sự kết hợp ít nhất một và/hoặc nhiều đặc tính khác trong số các đặc tính bổ sung sau:

trong bước tạo ra kết cấu ba chiều bằng cách lặp lại các bước sau:

tạo ra tầng vật liệu liên tục mà tạo ra lớp nền xếp, tầng này có chiều dày không đổi trên diện tích lớn hơn so với mặt cắt của lớp nền xếp ở lớp này;

hợp nhất cục bộ một phần vật liệu để tạo ra mẫu mà được xác định đối với mỗi lớp, để tạo ra lớp riêng biệt trong khi việc liên kết đồng thời lớp riêng biệt này đã thực hiện theo cách này với lớp trước;

trong bước tạo ra các tầng liên tục của vật liệu rắn ở dạng bột hoặc vật liệu lỏng như nhựa có thể quang polyme hóa;

trong bước tạo ra một tầng liên tục của vật liệu rắn ở dạng bột mà là vật liệu hữu cơ hoặc vô cơ;

trong bước tạo ra một tầng liên tục của chất ở dạng tiền chất lỏng có thể quang polyme hóa có bột vô cơ ở trong đó ;

trong đó mỗi lớp được tạo ra bằng cách làm nóng chảy liên tục hoặc gián đoạn dây tiền chất rắn có thể nóng chảy bởi nhiệt mà là polyme hữu cơ có thể nóng chảy bởi nhiệt được dùng một mình để tạo ra lớp nền hữu cơ và lớp hữu cơ, hoặc mặt khác là hỗn hợp để tạo ra polyme hữu cơ có thể nóng chảy bởi nhiệt và bột gốm vô cơ, với lớp nền có tính chất vô cơ; và

trong việc tạo ra các hạt vật liệu liên tiếp bằng cách phun bột mà được làm nóng chảy bằng chùm tia laze.

Các bộ phận tách dòng tiếp tuyến thu được bằng phương pháp theo sáng chế dẫn đến việc tạo ra kết cấu ba chiều của lớp nền. Cần thấy rằng kết cấu này được bộc lộ bằng cách quan sát các lớp khác nhau bằng kính hiển vi quang học hoặc bằng kính hiển vi điện tử quét. Đương nhiên, tốt hơn nếu ranh giới giữa các lớp khác nhau càng mảnh càng tốt.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các đặc tính và ưu điểm khác nhau có thể được thấy từ phần mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1A là hình vẽ mặt cắt dọc của lớp nền thể hiện một phương án về chỗ cần.

Các Fig.1B và Fig.1C là mặt cắt ngang của lớp nền tương ứng với chỗ cản và ở phía trước chỗ cản so với hướng dòng chất lỏng.

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt dọc của lớp nền thể hiện chỗ cản tạo ra cả chỗ hẹp đột ngột và cả đầu phun hội tụ.

Các Fig.3A và Fig.3B là mặt cắt ngang của lớp nền tương ứng ở phía trước và ở chỗ cản, thể hiện sự thay đổi mặt cắt dòng của rãnh không có sự thay đổi diện tích của nó.

Các Fig.4A và Fig.4B là mặt cắt ngang của lớp nền tương ứng ở phía trước và ở chỗ cản, thể hiện sự thay đổi mặt cắt dòng của rãnh không có sự thay đổi chu vi thấm ướt của nó.

Các Fig.5A và Fig.5B là mặt cắt ngang của lớp nền tương ứng ở phía trước và ở chỗ cản, thể hiện sự thay đổi mặt cắt dòng của rãnh không có sự thay đổi đường kính thủy lực của nó.

Các Fig.6A và Fig.6B lần lượt là hình vẽ mặt cắt dọc và hình vẽ mặt cắt của lớp nền thể hiện tính chất không thay đổi hình dạng của mặt cắt dòng của rãnh trong khi kích thước của nó thay đổi.

Các Fig.7A và Fig.7B lần lượt là hình vẽ mặt cắt dọc và hình vẽ mặt cắt của lớp nền thể hiện tính chất không thay đổi hình dạng của mặt cắt dòng của rãnh với các kích thước không thay đổi.

Fig.8 là hình vẽ mặt cắt dọc phân đoạn của lớp nền thể hiện sự xoay mặt cắt dòng mà không thay đổi cục bộ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây là các định nghĩa về một số thuật ngữ dùng trong sáng chế.

Thuật ngữ "cỡ hạt trung bình" nghĩa là trị số d50 đối với phân bố thể tích tại đó 50% tổng thể tích hạt tương ứng với thể tích hạt có đường kính nhỏ hơn trị số d50 này. Phân bố thể tích là đường cong (hàm phân tích) vẽ tần suất thể tích hạt dưới dạng hàm của đường kính hạt. Trị số d50 tương ứng với giá trị trung bình giữa hai phần tương đương của diện tích nằm dưới đường cong tần suất như thu được bởi phương pháp đo cỡ hạt bằng nhiễu xạ laze, mà là phương pháp sử dụng trong sáng chế để đo đường kính trung bình của hạt. Liên quan đến phương pháp đo d50, có thể tham khảo:

Tiêu chuẩn ISO 13320:2009, liên quan đến phương pháp đo cỡ hạt bằng laze;

Tiêu chuẩn ISO 14488:2007, liên quan đến phương pháp lấy mẫu bột trong quá trình phân tích; và

Tiêu chuẩn ISO 14887:2000, liên quan đến sự phân tán tái tạo mẫu thử bột trong chất lỏng trước khi thực hiện việc đo cỡ hạt bằng laze.

Thuật ngữ "đường kính lỗ xốp trung bình" nghĩa là trị số d_{50} của phân bố thể tích với đó 50% tổng thể tích của các lỗ xốp tương ứng với thể tích dùng có đường kính nhỏ hơn trị số d_{50} này. Phân bố thể tích là đường cong (hàm phân tích) vẽ tần suất thể tích hạt dưới dạng hàm của đường kính lỗ xốp. Trị số d_{50} tương ứng với giá trị trung bình giữa hai phần tương đương của diện tích nằm dưới đường cong tần suất như thu được bởi sự xâm nhập thủy ngân đối với đường kính trung bình khoảng vài nanomet (nm) hoặc, đối với lỗ xốp có đường kính nhỏ hơn, bởi sự hấp phụ khí, cụ thể là N_2 , với hai phương pháp này được sử dụng để tham khảo theo sáng chế đối với việc đo đường kính trung bình của các lỗ xốp.

Cụ thể, có thể sử dụng các phương pháp mô tả trong:

Tiêu chuẩn ISO 15901-1:2005, đối với phương pháp đo mức xâm nhập thủy ngân; và

Tiêu chuẩn ISO 15901-2:2006 và 15901-3:2007, đối với phương pháp đo khí và hấp phụ.

Sáng chế đề xuất bộ phận tách dòng tiếp tuyến dùng để tách chất lỏng cần xử lý thành phần lọc và phân giữ lại, trong đó bộ phận tách như vậy bao gồm lớp nền xốp nguyên khối có một rãnh hoặc nhiều rãnh có hình dạng mà được lựa chọn để tạo ra các chỗ cản trên các thành trong của các rãnh để cản trở dòng chất lỏng để lọc. Các lớp nền nguyên khối như vậy có các chỗ cản mà tạo ra các phần liên khối của cấu trúc xốp nguyên khối được tạo ra bằng các phương pháp đắp lớp, như được giải thích trong phần mô tả dưới đây.

Theo sáng chế, bộ phận tách dùng để tách chất lỏng bằng cách lọc tiếp tuyến, và chúng thường được gọi là các màng lọc. Các bộ phận tách như vậy bao gồm lớp nền xốp có bố trí trong đó một hoặc nhiều rãnh dẫn dòng chất lỏng cần được lọc. Thông thường, lớp nền có hình dạng ống. Mỗi rãnh dẫn dòng có đầu vào và đầu ra. Nói chung, các đầu vào của các rãnh dẫn dòng được bố trí ở một trong số các đầu của lớp nền, đầu này có tác dụng như vùng đầu vào đối với chất lỏng cần xử lý, và các đầu ra được bố trí ở đầu kia của lớp nền có tác dụng như vùng đầu ra đối với phần giữ lại.

Trong các bộ phận tách như vậy, thân tạo ra lớp nền có cấu trúc xốp. Cấu trúc xốp này khác biệt bởi đường kính trung bình của các lỗ xốp, như suy ra từ phân bố của chúng khi đo bằng phương pháp đo độ xốp theo mức xâm nhập thủy ngân.

Cấu trúc xốp của lớp nền là hở và tạo ra một dãy các lỗ xốp nối liền nhau, bởi vậy cho phép chất lỏng lọc bởi lớp tách lọc đi qua lớp nền xốp và được thu hồi ở chu vi của nó. Thường đo độ thấm nước của lớp nền để xác định sức cản thủy lực của lớp nền. Cụ thể, trong môi trường xốp, dòng chảy đều của chất lỏng nhớt không thể nén sẽ tuân theo định luật Darcy. Tốc độ chất lỏng tỷ lệ với gradient áp suất và tỷ lệ nghịch với độ nhớt động của chất lỏng, nhờ thông số đặc tính được biết dưới dạng "độ thấm", và ví dụ, có thể được đo theo tiêu chuẩn của Pháp số NF X 45-101 tháng 12.1996.

Bởi vậy, phần thấm được thu hồi từ bề mặt chu vi của lớp nền xốp. Các thành của các rãnh được che phủ liên tục bởi ít nhất một lớp tách lọc dùng để lọc chất lỏng cần xử lý. Theo định nghĩa, lớp tách lọc phải có đường kính lỗ xốp trung bình nhỏ hơn so với của lớp nền. Lớp tách tạo ra bề mặt của bộ phận tách dòng tiếp tuyến mà sẽ tiếp xúc với chất lỏng cần xử lý và chất lỏng cần xử lý chảy trên đó.

Fig.1 thể hiện một ví dụ về bộ phận tách dòng tiếp tuyến 1 có hình dạng ống trong đó rãnh đã được tạo ra, tuy nhiên nhiều hình dạng khác có thể được tạo ra bằng cách sử dụng phương pháp theo sáng chế. Bộ phận tách dòng tiếp tuyến 1 bao gồm lớp nền xốp 2 được tạo ra có dạng dài kéo dài dọc theo trục dọc ở tâm A, đây là lý do tại sao kết cấu của lớp nền xốp được coi là thẳng. Lớp nền xốp 2 thể hiện trên Fig.1 có mặt cắt ngang thẳng góc dạng tròn, và bởi vậy có mặt ngoài 5 có dạng hình trụ, tuy nhiên mặt cắt ngang thẳng góc này có thể có hình dạng bất kỳ hoặc có hình dạng đa giác. Thuật ngữ "mặt cắt" được sử dụng để biểu thị hình dạng tạo ra bởi một khối được cắt bởi một mặt phẳng, với mặt cắt vuông góc của hình trụ có hình dạng được tạo ra bởi hình trụ được cắt bởi mặt phẳng mà vuông góc với trục dọc ở tâm.

Theo một khía cạnh của sáng chế, mặt ngoài hoặc mặt chu vi 5 của lớp nền có biên dạng không thay đổi. Cần nói rằng biên dạng này tương ứng với hình dạng bên ngoài của lớp nền xốp 2 nằm trong mặt phẳng ngang chứa trục dọc ở tâm A. Trong ví dụ thể hiện, biên dạng của lớp nền 2 là thẳng và không đổi từ đầu vào đến đầu ra. Nói cách khác, biên dạng mà không đổi nghĩa là tất cả các đường sinh bên ngoài song song với trục tâm của lớp nền đều là các đường thẳng mà song song với nhau.

Nói cách khác, mặt ngoài 5 không có độ không đồng đều bề mặt bất kỳ khác với độ không đồng đều tạo ra bởi độ xốp thực của vật liệu hoặc được tạo ra bởi độ thô bề mặt vốn có với phương pháp tạo hình thích hợp. Bởi vậy, mặt ngoài 5 không có chỗ biến dạng hoặc chỗ lõm bất kỳ.

Lớp nền xốp 2 được bố trí để bao gồm ít nhất một rãnh 3, và trong ví dụ thể hiện trên Fig.1 thì lớp nền xốp này có một rãnh 3, trong khi trong ví dụ thể hiện trên Fig.2 thì

lớp nền xốp này có hai rãnh 3. Mỗi rãnh 3 kéo dài song song với trục A của lớp nền dọc theo trục dọc T mà có lợi nếu trùng với trục A của lớp nền trong lớp nền có một rãnh. Mỗi trong số các rãnh 3 có bề mặt được che phủ bằng ít nhất một lớp tách 4 mà tiếp xúc với chất lỏng cần xử lý chảy bên trong các rãnh 3. Một phần chất lỏng đi qua lớp tách 4 và lớp nền xốp 2, sao cho phần chất lỏng đã xử lý này, gọi là "phần thấm", chảy qua mặt ngoài 5 của lớp nền xốp. Chất lỏng cần lọc chảy giữa vùng đầu vào và vùng đầu ra theo hướng dòng chảy thể hiện bằng mũi tên f. Trong ví dụ thể hiện, vùng đầu vào 6 được bố trí ở một đầu của lớp nền dạng ống, và vùng đầu ra 7 được bố trí ở đầu kia.

Thông thường, chiều dày của lớp tách lọc nằm trong khoảng từ 1 μm đến 100 μm . Tất nhiên, để có thể thực hiện chức năng tách của chúng và có tác dụng như lớp hoạt động, lớp tách có đường kính lỗ xốp trung bình mà nhỏ hơn so với đường kính lỗ xốp trung bình của lớp nền. Thông thường, đường kính lỗ xốp của lớp tách lọc nhỏ hơn so với đường kính lỗ xốp trung bình của lớp nền bởi hệ số ít nhất bằng 3, và tốt hơn nếu bởi hệ số ít nhất bằng 5.

Các khái niệm lớp tách dùng cho vi lọc, siêu lọc, và nano lọc là đã biết rõ với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực này. Thường chấp nhận rằng:

lớp tách vi lọc có đường kính lỗ xốp trung bình nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 2 μm ;

lớp tách siêu lọc có đường kính lỗ xốp trung bình nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 0,01 μm ; và

lớp tách nano lọc có đường kính lỗ xốp trung bình nằm trong khoảng từ 0,5 nm đến 2 nm.

Lớp vi lọc hoặc siêu lọc "hoạt động" này có thể được lắng phủ trực tiếp trên lớp nền xốp (đối với lớp tách có một lớp), hoặc được lắng phủ lên lớp trung gian có đường kính lỗ xốp trung bình nhỏ hơn, bản thân nó được lắng phủ trực tiếp lên lớp nền xốp (đối với lớp tách có một lớp).

Để làm ví dụ, lớp tách có thể được dựa trên cơ sở tất cả chất tạo thành duy nhất bởi một hoặc nhiều oxit kim loại, cacbua, hoặc nitrua, hoặc bằng gốm, trong đó thuật ngữ "gốm" bao gồm tất cả các vật liệu vô cơ phi kim. Cụ thể, lớp tách có thể được dựa trên cơ sở, hoặc có thể được tạo duy nhất bởi, TiO_2 , Al_2O_3 , và ZrO_2 , một mình hoặc trong hỗn hợp.

Ví dụ, lớp tách cũng có thể được dựa trên cơ sở hoặc được tạo thành duy nhất bởi colodion của polyme lắng phủ trên lớp nền xốp có tính hữu cơ. Ví dụ, lớp tách cũng có

thể được dựa trên cơ sở hoặc được tạo thành duy nhất bởi kim loại lắng phủ trên lớp nền xốp có tính kim loại.

Theo một dấu hiệu cơ bản của sáng chế, lớp nền được tạo hình dạng để có ít nhất một và nhiều dãy chỗ cản 9, bắt đầu từ các thành trong 31 của các rãnh và các chỗ cản này thích hợp để tạo ra sự rối loạn trong dòng chảy và để tạo ra lực cắt có cường độ đủ để làm cho sự tuần hoàn xuất hiện, nhờ đó hạn chế hiện tượng tắc, hoặc thậm chí loại bỏ hoàn toàn chúng. Các chỗ cản tạo ra phân liên khối của lớp nền xốp nguyên khối, nghĩa là chúng thu được từ hình dạng được tạo ra cho lớp nền xốp và theo cách bất kỳ thì chúng không là các bộ phận riêng biệt mà đã được lắp vào đó. Lớp nền và các chỗ cản cùng nhau tạo ra một bộ phận nguyên khối xốp, không có chỗ nối, mặt phân cách, hoặc mối nối loại bất kỳ.

Vật liệu và cấu trúc xốp của các chỗ cản 9 và lớp nền xốp 2 là giống nhau, và vật liệu và cấu trúc xốp là liên tục giữa các chỗ cản 9 và lớp nền xốp 2. Bởi vậy, các chỗ cản 9 hợp nhất cơ học với lớp nền, và các chỗ cản 9 và lớp nền có cùng một độ bền hóa chất. Các chỗ cản 9 được che phủ hoàn toàn bởi lớp tách, sao cho chúng không làm giảm, mà trái lại làm tăng diện tích lọc của bộ phận tách.

Tính chất giống nhau của các vật liệu giữa các chỗ cản 9 và lớp nền 2 nghĩa là chúng giống nhau về mặt hóa học ở tất cả các điểm, nghĩa là chúng giống nhau ở lớp nền xốp và ở các chỗ cản.

Cấu trúc xốp giống nhau bao gồm độ xốp, tính khúc khuỷu, và kích cỡ và phân bố của các lỗ xốp, mà giống nhau ở tất cả các điểm của bộ phận tách, nghĩa là trong các chỗ cản và trong lớp nền xốp.

Tính liên tục vật liệu nghĩa là tất cả các điểm của bộ phận tách đều giống nhau về tính chất hóa học, nghĩa là không có tính gián đoạn hóa học giữa chỗ cản và lớp nền xốp.

Tính liên tục của cấu trúc xốp nghĩa là độ xốp, tính khúc khuỷu, và kích cỡ và phân bố của các lỗ xốp là giống nhau ở tất cả các điểm trong bộ phận tách, sao cho không có tính gián đoạn cấu trúc xốp giữa chỗ cản và lớp nền xốp.

Vai trò của các chỗ cản nằm ở đường dẫn chất lỏng chảy bên trong các rãnh. Các chỗ cản 9 cản trở hoặc làm rối loạn dòng chất lỏng cần xử lý đi qua, dòng chất lỏng này chảy quanh chúng, vì chúng nằm giữa vị trí thứ nhất P1 và vị trí thứ hai P2 nằm dọc theo trục dọc T của rãnh. Bởi vậy, vị trí thứ nhất P1, như xác định bởi mặt cắt C-C của rãnh (Fig.1C), nằm ở phía trước chỗ cản 9 theo hướng dòng chất lỏng cần xử lý như được thể hiện bằng mũi tên f, trong khi vị trí thứ hai P2, như xác định bởi mặt cắt B-B của rãnh

(Fig.1B) được cắt ở vị trí của chỗ cản 9, nằm phía sau vị trí thứ nhất P1 theo hướng dòng f của chất lỏng cần xử lý. Bởi vậy, các chỗ cản 9 làm tăng tốc độ dòng chất lỏng tương ứng với mỗi trong số chúng, do đó tạo ra mức lực cắt bề mặt cao và các vùng chảy rối trong đó hiện tượng tắc được giảm, hoặc thậm chí được loại bỏ. Các chỗ cản có tác dụng như cơ cấu thúc đẩy chảy rối.

Theo cách thông thường, các chỗ cản 9 có chiều dài L nằm dọc theo trục dọc A của rãnh, và chiều cao h dọc theo hướng vuông góc với trục dọc A và từ thành trong 31 của rãnh. Trong ví dụ thể hiện trên Fig.1, rãnh 3 có cùng đường kính D cả ở phía trước lẫn phía sau chỗ cản 9.

Các chỗ cản 9 có thể có mặt ở các khoảng cách mà đồng đều hoặc không đồng đều. Các hình dạng lớp nền mới theo sáng chế có sự lặp lại của một hoặc nhiều chỗ cản bắt đầu từ thành của mỗi rãnh mà các chỗ cản được gắn chặn vào đó.

Cụ thể, các thành trong của các rãnh kết hợp các chỗ cản có thể có các phần có dạng không bằng phẳng như các khe, chỗ lõm, rãnh khía, viên, và/hoặc hình dạng khác bất kỳ thích hợp để có tác dụng như số chỗ cản tương ứng để thúc đẩy chảy rối khi chất lỏng đang chảy bên trong các rãnh này.

Theo cách thông thường, cần xem xét rằng một chỗ cản 9 tạo ra mặt cắt thẳng góc với dòng mà được làm biến đổi cục bộ liên quan đến hình dạng, diện tích, chu vi thấm ướt hoặc đường kính thủy lực của nó, hoặc lệch cục bộ, hoặc được làm cho xoay ở vị trí trong rãnh 3 so với các phần rãnh nằm phía trước và phía sau chỗ cản này, mặt cắt thẳng góc với dòng đối với chất lỏng được lấy vuông góc với trục dọc T của rãnh này.

Như có thể được thấy rõ hơn trên Fig.2, theo hướng dòng chất lỏng trong rãnh như được thể hiện bằng mũi tên f , chỗ cản 9 có thể tạo ra chỗ hẹp đột ngột hoặc mặt khác là đầu phun hội tụ, như thể hiện bởi các rãnh trên và rãnh dưới trên Fig.2. Chỗ hẹp đột ngột có thành theo hướng kính $9a$ kéo dài vuông góc với trục dọc T từ thành trong của rãnh. Vòi phun hội tụ có thành $9a$ nghiêng so với trục dọc T ở góc α mà lớn hơn 0° và nhỏ hơn 90° . Tất nhiên, thành theo hướng kính hoặc thành nghiêng $9a$ này có thể được nối tùy ý với thành trong của rãnh qua các dải nối.

Tất nhiên, các chỗ cản 9 có thể có rất nhiều hình dạng khác nhau để cản trở hoặc làm rối loạn dòng chất lỏng. Các ví dụ dưới đây mô tả các hình dạng khác nhau đối với các chỗ cản 9 xuất hiện giữa một phần của rãnh nằm ở phía trước mặt cắt dòng nhỏ nhất hoặc hẹp nhất của nó và mặt cắt dòng nhỏ nhất hoặc hẹp nhất này, lần lượt tương ứng với vị trí thứ nhất và vị trí thứ hai.

Các Fig.3A và 3B thể hiện phương án cải biến thứ nhất trong đó hình dạng của mặt cắt dòng của rãnh thay đổi giữa vị trí thứ nhất và vị trí thứ hai, trong khi diện tích của mặt cắt dòng giữ nguyên.

Ở vị trí thứ nhất, rãnh có mặt cắt vuông góc mà là hình vuông của cạnh a , sao cho diện tích của mặt cắt vuông góc này bằng a^2 (Fig.3A). Ở vị trí này, rãnh có đường kính thủy lực $D_h=4A/P$, trong đó A là diện tích của mặt cắt dòng của rãnh và P là chu vi thấm ướt của mặt cắt dòng. Trong ví dụ này, diện tích A bằng a^2 và chu vi thấm ướt bằng $4a$, sao cho đường kính thủy lực $D_h=a$.

Ở vị trí thứ hai, rãnh có chỗ cản hình vuông 9_1 có cạnh $a/2$ và chỗ cản xẻ rãnh bù 9_2 (Fig.3B). Diện tích A của mặt cắt dòng ở vị trí thứ hai bằng $A=a^2-(a/2)^2+(a/2)^2=a^2$. Diện tích của mặt cắt vuông góc của rãnh không thay đổi. Trái lại, đường kính thủy lực của nó không thay đổi vì bằng $D_h=4a^2/6a=2/3a$, với chu vi thấm ướt $P=6a$ mà cũng thay đổi.

Các Fig.4A và Fig.4B thể hiện phương án cải biến thứ hai trong đó hình dạng mặt cắt dòng của rãnh thay đổi trong khi chu vi thấm ướt P giữ nguyên, với đường kính thủy lực D_h và diện tích A của mặt cắt dòng đi qua thay đổi. Trong ví dụ này, rãnh 3 ở vị trí thứ nhất như được thể hiện trên Fig.4A có mặt cắt vuông góc ở dạng hình vuông có cạnh $3a$, tạo ra diện tích A bằng $9a^2$, chu vi thấm ướt $P=12a$, và đường kính thủy lực $D_h=3a$.

Vị trí thứ hai, rãnh 3 có chỗ cản tạo ra bởi bốn phần 9_1 có mặt cắt vuông góc ở hình dạng hình vuông tương ứng có cạnh a nằm ở mỗi góc của mặt cắt của rãnh (Fig.4B). Ở vị trí thứ hai này, chu vi thấm ướt P bằng $12a$ và không thay đổi, trong khi diện tích $A=5a^2$ thay đổi, đường kính thủy lực thay đổi thành $D_h=5/3a$.

Các Fig.5A và Fig.5B thể hiện phương án cải biến thứ ba trong đó hình dạng của mặt cắt dòng của rãnh thay đổi, trong khi đường kính thủy lực D_h của nó không thay đổi, mặc dù diện tích A và chu vi thấm ướt P của mặt cắt của rãnh thay đổi. Theo ví dụ này, ở vị trí thứ nhất thể hiện trên Fig.5A, rãnh có mặt cắt vuông góc ở dạng hình vuông có cạnh a , tạo ra diện tích $A=a^2$, chu vi thấm ướt $P=4a$, và đường kính thủy lực $D_h=4a^2/4a=a$.

Ở vị trí thứ hai (Fig.5B), rãnh có mặt cắt vuông góc mà là đường tròn có bán kính $r=a/2$, sao cho diện tích của nó $A=\pi r^2=\pi a^2/4$, chu vi thấm ướt của nó $P=\pi a$, và đường kính thủy lực của nó $D_h=\pi a^2/\pi a=a$.

Bởi vậy, đường kính thủy lực của nó giữ nguyên, trong khi hình dạng mặt cắt của rãnh thay đổi. Cần nhận thấy rằng giữa vị trí thứ nhất và vị trí thứ hai, các kích thước

thay đổi mà không xoay mặt cắt và không có sự lệch tâm so với trục tâm của lớp nền, tuy nhiên rõ ràng là cần dự phòng trường hợp mặt cắt được xoay và/hoặc được làm lệch tâm so với trục tâm của lớp nền.

Các Fig.6A và Fig.6B thể hiện phương án cải biến thứ tư trong đó hình dạng mặt cắt của rãnh là không thay đổi, trong khi diện tích, chu vi thấm ướt, và đường kính thủy lực của mặt cắt của rãnh thay đổi. Ở vị trí thứ nhất P1, rãnh có hình dạng là hình chữ nhật, trong khi ở vị trí thứ hai P2, rãnh có mặt cắt vuông góc mà vẫn ở dạng hình chữ nhật nhưng nhỏ hơn. Cần nhận thấy rằng giữa vị trí thứ nhất và vị trí thứ hai, các kích thước thay đổi mà không xoay mặt cắt và không lệch tâm so với trục tâm của lớp nền, tuy nhiên rõ ràng là cần dự phòng trường hợp mặt cắt được xoay và/hoặc được làm lệch tâm so với trục tâm của lớp nền.

Trong các ví dụ trên, một trong số các tiêu chuẩn được chọn từ danh sách sau giữ nguyên, trong khi các tiêu chuẩn khác thay đổi, các tiêu chuẩn được chọn từ: hình dạng, diện tích, chu vi thấm ướt, và đường kính thủy lực.

Trong ví dụ thể hiện trên Các Fig.7A, Fig.7B, hình dạng mặt cắt dòng của rãnh 3 giữ nguyên, chu vi thấm ướt và đường kính thủy lực của mặt cắt dòng của rãnh cũng không thay đổi. Ở vị trí thứ nhất P1, rãnh có dạng hình tròn, và ở vị trí thứ hai P2, rãnh có dạng hình tròn có cùng kích cỡ nhưng lệch so với mặt cắt dòng ở vị trí thứ nhất. Chỗ cản 9 được tạo ra bằng cách làm lệch mặt cắt dòng dạng tròn. Tất nhiên, mặt cắt dòng có thể có hình dạng bất kỳ. Bởi vậy, chỗ cản 9 tạo ra chỗ hẹp đột ngột. Cần nhận thấy rằng, ở điểm giao giữa hai phần của mặt cắt dòng lệch, diện tích của mặt cắt dòng thay đổi. Bởi vậy, diện tích của mặt cắt dòng của rãnh 3 giữ nguyên ngoại trừ các điểm giao giữa hai trong số các phần của mặt cắt dòng. Trong ví dụ thể hiện, mặt cắt dòng của rãnh có dạng hình đĩa.

Cần nhận thấy rằng có thể thu được cùng một chức năng tạo ra chỗ cản 9 bằng cách xoay mặt cắt dòng mà không là hình tròn. Ví dụ, điều này áp dụng với mặt cắt dòng của rãnh 3 tạo ra ở dạng tam giác cân mà giữ nguyên, diện tích, chu vi thấm ướt, và đường kính thủy lực của mặt cắt dòng của rãnh cũng không thay đổi. Ở vị trí thứ nhất, tuyến rãnh có dạng hình tam giác, và ở vị trí thứ hai tuyến rãnh cũng có dạng hình tam giác, nhưng lệch góc theo một mức độ nhất định, ví dụ, bằng 90° .

Fig.8 thể hiện một phương án ví dụ khác mà có sự định hướng chỗ cản 9 bên trong rãnh 3. Trong ví dụ này, chỗ cản 9 có mặt cắt dòng vuông góc với trục dọc T của rãnh, mặt cắt dòng này xoay quanh trục dọc T của rãnh giữa hai vị trí P1 và P2 nằm dọc

theo trục dọc T. Mặt cắt dòng xoay theo kiểu gián đoạn giữa các đầu của rãnh, nghĩa là chiều dài của chỗ cản ngắn hơn so với chiều dài của rãnh. Ví dụ, chỗ cản 9 ở dạng ít nhất một đường xoắn bề mặt sao cho các đoạn xoắn xuất hiện giữa đầu vào và đầu ra của rãnh. Theo phương án này, mặt cắt ngang thẳng góc của rãnh 3 có hình dạng và có diện tích, cụ thể, mà thay đổi giữa đầu vào và đầu ra của rãnh 3. Bởi vậy, ít nhất một chỗ cản như vậy tạo ra chỗ hẹp đột ngột theo hướng dòng chất lỏng cần xử lý.

Theo sáng chế, lớp nền xếp, hoặc bộ phận tách dòng tiếp tuyến nói chung được chế tạo bằng cách sử dụng phương pháp đắp lớp. Phương pháp theo sáng chế bao gồm bước tạo ra kết cấu ba chiều của lớp nền bằng cách tạo ra các lớp riêng biệt mà được xếp chồng và liên kết với nhau liên tiếp để dần tạo ra kết cấu ba chiều của lớp nền.

So với các giải pháp kỹ thuật đã biết, phương pháp này có ưu điểm tạo ra lớp nền trong một bước sản xuất mà không yêu cầu việc gia công cơ khí hoặc gia công trên máy bất kỳ, và bằng cách tạo ra sự tiếp cận với khoảng hình dạng rộng hơn đối với lớp nền và khiến cho có thể thay đổi các hình dạng và các kích thước của các chỗ cản trong các rãnh.

Khi sử dụng vật liệu rắn như bột, chiều dày của tầng bột và bởi vậy chiều dày của mỗi lớp hợp nhất liên tiếp là tương đối nhỏ để cho phép nó được liên kết với lớp bên dưới, bằng cách sử dụng năng lượng hoặc bằng cách phun chất lỏng. Cụ thể, bột được lắng phủ với chiều dày nằm trong khoảng từ 20 μm đến 200 μm , chiều dày này là hàm của phương pháp đắp lớp mà đã được chọn.

Sự lặp lại của dãy nhị phân khiến cho có thể tạo ra, lớp này sau lớp khác, hình dạng ba chiều mong muốn. Mẫu hợp nhất có thể thay đổi từ lớp này sang lớp khác. Hình dạng ba chiều mong muốn được tạo ra dọc theo trục tạo ra đã chọn.

Cỡ hạt của bột lắng phủ là một trong số các yếu tố mà xác định chiều dày tối thiểu đối với mỗi tầng bột, như là đường kính trung bình của các lỗ xếp thu được cuối cùng. Cụ thể, bột sử dụng là bột của vật liệu mà tạo ra lớp nền, ví dụ bột oxit kim loại, hoặc mặt khác là bột của một trong số các tiền chất của nó. Ví dụ, bột lắng phủ có thể có cỡ hạt trung bình khoảng 35 μm để thu được đường kính lỗ xếp trung bình trong lớp nền gồm khoảng 10 μm .

Người nộp đơn đã thấy rằng bằng cách điều chỉnh các thông số khác nhau như vật liệu lựa chọn, và đối với vật liệu nhất định, cỡ hạt trung bình của bột sử dụng, và đối với vật liệu nhất định và cỡ hạt nhất định, chiều dày của tầng bột mà được lặp lại lớp này sau lớp khác, và cũng bằng cách điều chỉnh các thông số khác nhau đặc trưng cho

công nghệ lựa chọn để hợp nhất, có thể thu được cấu trúc lỗ xốp nối liền còn lại trong vật liệu nguyên khối hợp nhất theo cách mà được kiểm soát tốt. Cấu trúc lỗ xốp còn lại này là kết quả của việc nung kết hạt bột có kiểm soát bột để tạo ra các lỗ rỗng nối liền giữa các hạt.

Khi sử dụng chùm tia năng lượng, các thông số chính mà có thể tác động lên đó là tiêu điểm của nó, nghĩa là đường kính của chùm tia va đập vào tầng bột, tốc độ với đó tầng bột được quét bởi chùm photon hoặc electron, và tỷ lệ phần trăm xếp chồng giữa các vùng va đập của chùm tia năng lượng trong khi tạo ra một lớp.

Khi sử dụng phương pháp phun chất lỏng, các thông số chính mà có thể tác động lên đó là trọng lượng của giọt, tần suất của chúng, tốc độ với đó tầng bột được quét bởi "tia" của các giọt, và tỷ lệ phần trăm xếp chồng trong các lần liên tiếp.

Người nộp đơn cũng đã thấy rằng, bằng cách điều chỉnh các thông số khác nhau nêu trên, có thể điều chỉnh phân bố kích cỡ của các lỗ xốp, và đối với mỗi tập hợp lỗ xốp nhất định, để kiểm soát số lượng và tính khúc khuỷu của các lỗ xốp.

Khi bột đã kết tụ ở các vùng đã chọn, vật liệu không kết tụ được loại bỏ bằng phương pháp thích hợp bất kỳ. Tính lỏng ban đầu của bột sử dụng tạo điều kiện thuận lợi cho hoạt động này. Cũng có thể sử dụng phương pháp tia nước hoặc rung động để loại bỏ các vết cuối của bột còn lại trên bề mặt của hình dạng mà đã được tạo ra.

Sự hợp nhất cuối của bộ phận lọc và trạng thái cuối của cấu trúc xốp thường thu được bởi một hoặc nhiều bước xử lý nhiệt tiếp theo nhằm loại bỏ chất kết dính (loại dính) và/hoặc nung kết vật liệu một cách thích hợp. Nhiệt độ lựa chọn cho sự nung kết cuối như vậy là hàm của tính chất của vật liệu vô cơ sử dụng và cỡ hạt trung bình của bột sử dụng.

Lớp nền, hoặc toàn bộ bộ phận tách dòng tiếp tuyến, được tạo ra lớp này sau lớp khác. Để thực hiện điều này, phần mềm thiết kế được trợ giúp bằng máy tính (computer-assisted design - CAD) được sử dụng trước khi bắt đầu chia nhỏ kết cấu ba chiều của lớp nền hoặc của bộ phận tách dòng tiếp tuyến mà được tạo thành các lát mỏng. Bởi vậy, đối tượng ba chiều ảo cần được tạo ra được chia nhỏ thành các lát mỏng hai chiều có chiều dày rất nhỏ. Tiếp đó, các lát mỏng này được tạo ra từng lát một, ở dạng các lớp riêng biệt mà được xếp chồng và liên kết cùng nhau để dần tạo ra hình dạng ba chiều mong muốn.

Kết cấu ba chiều này được tạo ra:

hoặc bằng cách lặp lại các bước sau:

tạo ra tầng vật liệu rắn (bột hữu cơ hoặc bột vô cơ) hoặc vật liệu lỏng (tiền chất vô cơ hoặc chất lỏng trong đó bột được phân tán, bột này có thể là bột hữu cơ hoặc vô cơ) mà tạo ra lớp nền xốp, tầng này có chiều dày không đổi trên một diện tích lớn hơn so với mặt cắt của lớp nền xốp ở mức lớp này; và

hợp nhất cục bộ một phần vật liệu để tạo ra mẫu mà được xác định đối với mỗi lớp, để tạo ra lớp riêng biệt, trong khi liên kết đồng thời lớp riêng biệt này như được thực hiện theo cách này với nước trước;

hoặc bằng cách tạo ra các hạt vật liệu liên tục được tạo ra bằng cách làm nóng chảy bột hữu cơ hoặc vô cơ được phun vào chùm tia laze để tạo ra mẫu định trước đối với mỗi lớp;

hoặc mặt khác bằng cách làm nóng chảy liên tục hoặc gián đoạn (nhỏ giọt) dây tiền chất rắn có thể nóng chảy bởi nhiệt. Khi tiền chất là polyme hữu cơ có thể nóng chảy bởi nhiệt được dùng trên chính nó, lớp nền có tính chất hữu cơ và có thể được sử dụng ngay lập tức để lắng phủ lớp có tính chất hữu cơ. Khi tiền chất là hỗn hợp của polyme hữu cơ có thể nóng chảy bởi nhiệt và bột gốm hoặc bột hữu cơ kim loại, khi đó sau khi polyme sử dụng làm chất kết dính đã được loại bỏ và sau khi các hạt bột vô cơ đã được nung kết, lớp nền có tính chất vô cơ.

Theo cách thông thường, trong trường hợp thứ nhất, vật liệu sử dụng là chất rắn hoặc chất lỏng, và các lớp riêng biệt được hợp nhất bằng cách phân phối năng lượng hoặc bằng cách phun chất lỏng thành các giọt nhỏ. Năng lượng có thể được phân phối theo cách cục bộ bằng cách sử dụng chùm ánh sáng được định hướng (bằng điốt phát sáng (light-emitting diode - LED) hoặc bằng laze) hoặc bằng cách sử dụng chùm electron được định hướng, hoặc bằng cách sử dụng nguồn năng lượng bất kỳ mà có thể được tập trung và quét qua tầng bột theo mẫu đã chọn bởi CAD. Sự tương tác giữa năng lượng và vật liệu dẫn đến sự nung kết hoặc làm nóng chảy và hóa rắn vật liệu, hoặc vật liệu được quang polyme hóa hoặc quang liên kết ngang, phụ thuộc vào tính chất của nó và vào tính chất của nguồn năng lượng sử dụng.

Chất lỏng có thể được phân phối theo kiểu cục bộ bằng cách sử dụng các vi giọt được tạo ra bằng hệ thống áp điện, các vi giọt này có thể được tích điện và định hướng tùy ý bằng cách sử dụng tĩnh điện trường. Chất lỏng cần là chất kết dính hoặc chất để hoạt hóa chất kết dính mà đã được bổ sung trước vào bột gốm.

So với các giải pháp kỹ thuật đã biết, việc sử dụng phương pháp đắp lớp như đề xuất trong sáng chế khiến cho có thể thu được trước tiên là sự cải thiện về độ tin cậy sản

xuất và tốc độ, và thứ hai là thu được nhiều hình dạng lớp nền và nhiều hình dạng cho các phần không bằng phẳng mà có thể được tạo ra trong (các) rãnh bên trong lớp nền.

Theo sáng chế, các phương pháp đắp lớp khác nhau có thể được sử dụng để thiết kế hình dạng ba chiều, như được mô tả dưới đây.

Nung kết chọn lọc bằng laze (Selective laser sintering - SLS) hoặc làm nóng chảy chọn lọc bằng laze (selective laser melting - SLM)

Bằng phương pháp này, bột vật liệu mà tạo ra lớp nền hoặc bộ phận tách dòng tiếp tuyến, bột hữu cơ, hoặc tốt hơn nếu là bột vô cơ được tạo ra bởi kim loại hoặc gốm loại oxit, nitrua, hoặc cacbua, hoặc bột cho tiền chất của nó, được lắng phủ để tạo ra tầng liên tục. Tiếp đó, chùm tia laze mạnh được áp dụng cục bộ theo mẫu đã chọn và dùng để làm kết tụ bột nhằm tạo ra lớp tương ứng với lớp nền hoặc với bộ phận tách dòng tiếp tuyến, và để liên kết với lớp trước bằng cách nung kết. Dưới tác dụng của sự phân phối năng lượng cục bộ, hạt bột nóng chảy một phần và sẽ được gắn với nhau, do đó tạo ra sự cố kết lớp, và bởi vậy thực hiện việc nung kết sơ bộ hình dạng đang được tạo ra. Sau đó, tầng bột mới được dàn trải và quy trình bắt đầu lại.

Chùm tia laze quét bề mặt của bột để làm hợp nhất vật liệu theo mẫu mong muốn, từng lớp một. Việc quét này được thực hiện bằng cách di chuyển laze dọc theo các đường song song. Có lợi nếu các vùng va đập của laze xếp chồng giữa hai đường song song liên tiếp. Lượng năng lượng tiếp nhận bởi tầng bột ở vị trí va đập của chùm tia laze phải sao cho chỉ làm nóng chảy một phần hạt bột, hoặc trong trường hợp bất kỳ sao cho mỗi hạt nóng chảy đủ để sẽ được liên kết với các hạt gần nhất mà không đóng kín cấu trúc xốp.

Bởi vậy, sự điều chỉnh thiết bị phụ thuộc cụ thể vào các đặc tính thực của tầng bột và tính chất của vật liệu mà tạo ra tính hiệu quả của tương tác giữa photon và vật liệu.

Ví dụ, có thể sử dụng các điều kiện tương ứng với các khoảng nêu trong Bảng 1 dưới đây:

Bảng 1

	Tối thiểu	Tối đa
Cỡ hạt trung bình của bột gốm	10 μm	100 μm
Chiều dày của tầng bột	40 μm	200 μm
Công suất của laze	50 W	1000 W
Tốc độ di chuyển của laze	0,5 m/giây	10 m/giây

Bằng cách điều chỉnh cục bộ tiêu điểm của chùm tia laze và/hoặc tốc độ di chuyển của chùm tia, có thể điều chỉnh lượng năng lượng mà được tiếp nhận bởi tầng bột, và bởi vậy điều chỉnh sự đặc hóa vật liệu gồm thu được, nhờ đó điều chỉnh cấu trúc xốp của nó. Bởi vậy có thể, ở các vị trí nhất định, thu được cấu trúc xốp tương ứng với cấu trúc mong muốn cho lớp tách lọc, và ở các vị trí khác, thu được cấu trúc xốp tương ứng với cấu trúc mong muốn cho lớp nền.

Mặc dù việc nung kết được thực hiện dần trong khi tạo nên lớp nền hoặc bộ phận tách dòng tiếp tuyến bằng cách sử dụng laze, nhưng có lợi nếu sử dụng bước nung kết cuối sau khi lớp nền hoặc bộ phận tách dòng tiếp tuyến đã được tạo ra hoàn toàn, để giải phóng các ứng suất cơ học còn lại và làm cho cấu trúc xốp đồng đều hơn. Nhiệt độ lựa chọn đối với bước nung kết cuối như vậy cần là hàm của tính chất của vật liệu vô cơ sử dụng và cỡ hạt trung bình của bột sử dụng, ví dụ, khi sử dụng titan oxit, nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1300°C đến 1500°C cần được sử dụng.

Cần nhận thấy rằng việc làm nóng chảy chọn lọc bột nêu trên có thể được thực hiện theo cách tương tự bằng chùm electron mà tương ứng với phương pháp làm nóng chảy bằng chùm electron (electron beam melting - EBM).

In 3D

Nguyên lý vẫn như vậy, nhưng với việc in thì các lớp lắng phủ có thể tương ứng với hỗn hợp bột mà có thể là bột hữu cơ hoặc vô cơ, gốm hoặc kim loại, bột này có thể là vật liệu tạo nên lớp nền, hoặc tiền chất của vật liệu đó, cùng với chất kết dính, mà bản thân nó có thể ở dạng bột hoặc lớp phủ trên chính bột vô cơ. Tốt hơn nếu, hỗn hợp là đồng nhất và các hạt bột của vật liệu tạo nên lớp nền hoặc tiền chất đối với vật liệu đó, và các hạt chất kết dính có kích cỡ tương tự. Dưới dạng ví dụ về chất kết dính, có thể kể đến furan, phenol, và nhựa amino. Tỷ lệ phần trăm theo khối lượng của chất kết dính cần nằm trong khoảng từ 1% đến 25% phụ thuộc vào tính chất của nó và vào đường kính trung bình của bột sử dụng. Sau đó, chất để hoạt hóa chất kết dính được phun ở dạng giọt rất nhỏ theo mẫu đã chọn và làm cho bột kết tụ cục bộ. Chất hoạt hóa có thể là dung môi dùng cho chất kết dính, mà sau khi khô gần như ngay lập tức, dùng để kết dính các hạt vô cơ cùng nhau hoặc để giam chúng bên trong mạng tinh thể rắn.

Cũng có thể lắng phủ chỉ bột hữu cơ hoặc vô cơ, gốm hoặc kim loại của vật liệu mà tạo nên lớp nền, hoặc bột tiền chất của nó, để tạo ra tầng liên tục, và tiếp đó phun chất kết dính cục bộ, chất kết dính này cần là chất dính lỏng khô nhanh hoặc nhựa lỏng rắn nhiệt.

Chất kết dính hoặc chất hoạt hóa ở dạng lỏng được phun bằng cách sử dụng thiết bị thích hợp bất kỳ, và cụ thể là hệ thống áp điện loại dùng trong máy in phun, với việc quét mà có thể được thực hiện bằng cách di chuyển đầu in dọc theo các đường song song. Có thể có lợi nếu diện tích va đập của các giọt nhỏ chồng lên nhau giữa hai đường song song liên tiếp.

Sau khi loại bỏ bột mà đã không được kết tụ, chất kết dính được loại bỏ trong quá trình xử lý nhiệt nung kết, sự loại liên kết này thường được thực hiện đến cuối cùng trước khi đạt đến 500°C.

Với các hạt của bột gồm có cỡ hạt trung bình nằm trong khoảng từ 30 μm đến 100 μm , việc in 3D khiến cho có thể tạo ra tầng bột có chiều dày nằm trong khoảng từ 80 μm đến 300 μm và đạt đến tốc độ hình thành tuyến tính đối với hình dạng mong muốn nằm trong khoảng từ 25 mm/giờ đến 100 mm/giờ.

Sản xuất gốm trên cơ sở in litô (LCM)

LCM là phương pháp trong đó bột gốm được trộn trước với nhựa có thể quang polyme hóa, với việc đạt được sự hợp nhất bằng cách polyme hóa bằng cách sử dụng LED hoặc nguồn ánh sáng laze. Như trong phương pháp nêu trên, cần loại bỏ bột không được liên kết ngang trước chu trình nung kết nhiệt mà dùng để loại bỏ chất kết dính, nghĩa là loại bỏ nhựa polyme hóa sớm tiếp theo là nung kết một cách thích hợp. Việc sử dụng LCM bị giới hạn bởi thực tế là hạt bột phải trong suốt ở các bước sóng xem xét để đạt được sự polyme hóa khối dưới và quanh điểm va đập của ánh sáng.

Lập mô hình lắng phủ nóng chảy (fused deposition modeling - FDM)

FDM là phương pháp sử dụng polyme hữu cơ rắn có thể nóng chảy bằng nhiệt tùy ý có bột vô cơ được bổ sung vào đó. Phương pháp này tìm cách tạo ra sự lắng phủ liên tục các hạt vật liệu từ dây hoặc dải. Hạt vật liệu được tạo ra bằng cách làm mềm hoặc làm nóng chảy đầu của dây hoặc dải, hoặc liên tục (ép đùn), hoặc gián đoạn (nhỏ giọt). Không giống các phương pháp nêu trên, không có sự tạo thành trước tầng vật liệu. Các lớp hoặc các hạt vật liệu được hợp nhất bằng cách gia nhiệt.

Theo một dạng khác của phương pháp này, đề xuất phun bột vô cơ để tạo ra các hạt vật liệu liên tiếp, với bột được phun vào chùm tia laze để làm nóng chảy trước khi va đập.

In litô nổi bằng cách sử dụng thiết bị in litô nổi (stereolithography apparatus - SLA)

Phương pháp này, mà tương tự về mặt nguyên lý với các phương pháp nêu trên, sử dụng vật liệu lỏng dưới dạng tiền chất lỏng có thể hóa cứng quang có bột vô cơ kết hợp trong đó. Chùm photon (LED hoặc laze) quét lớp chất lỏng và polyme hóa nó cục bộ.

Với việc in 3D hoặc LCM, (các) lớp tách lọc được lắng phủ sau khi lớp nền đã được tạo ra, sau bước nung kết cuối. Lớp tách được lắng phủ, cụ thể trên bề mặt của các rãnh và các chỗ cản trong các rãnh của lớp nền, bằng cách lắng phủ trên đó huyền phù chứa ít nhất một chế phẩm có thể nung kết mà dùng để tạo ra lớp lọc sau khi nung. Chế phẩm như vậy có thành phần như thường sử dụng trong việc sản xuất các màng lọc vô cơ. Chế phẩm này chứa ít nhất một oxit, nitrua, cacbua, hoặc vật liệu gốm khác, hoặc hỗn hợp của chúng, với các oxit kim loại, nitrua, và cacbua được ưu tiên. Chế phẩm có thể nung kết được đưa vào huyền phù, ví dụ trong nước. Để loại bỏ nguy cơ kết tụ và để tối ưu hóa sự phân tán của hạt trong chất lỏng, huyền phù thu được được nghiền để phá các khối kết tụ và thu được chế phẩm mà được tạo ra cơ bản bởi các hạt riêng biệt. Tiếp 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 lực để xâm nhập vào các rãnh của các lớp nền. Khi lớp này đã được lắng phủ thì nó được sấy và tiếp đó được nung kết ở nhiệt độ mà phụ thuộc vào tính chất của nó, cỡ hạt trung bình của nó, và ngưỡng cắt dự tính.

Với SLS hoặc SLM, (các) lớp lọc tách có thể được tạo ra đồng thời với việc tạo ra lớp nền, hoặc chúng có thể được lắng phủ sau đó bằng cách sử dụng các phương pháp lắng phủ thông thường mà được sử dụng trong việc sản xuất màng. Hơn nữa, (các) lớp lọc tách có thể được lắng phủ từ huyền phù đặc của các hạt vật liệu vô cơ mà cần được lắng phủ, hoặc tiền chất của nó. Các huyền phù như vậy thường được sử dụng trong việc tạo ra các bộ phận lọc gốm. Sau khi sấy, lớp hoặc mỗi lớp được cho qua bước nung kết để hợp nhất các lớp và liên kết chúng với bề mặt trên đó chúng đã được lắng phủ. Cỡ hạt của các hạt có trong huyền phù là hàm của cấu trúc xấp xỉ mong muốn cuối cho lớp lọc tách.

Các ví dụ sau minh họa sáng chế nhưng không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Các bộ phận dạng ống để tách dòng tiếp tuyến, loại thể hiện trên các hình vẽ, được chế tạo theo sáng chế. Lớp nền ở dạng ống có chiều dài nằm trong khoảng từ 300 mm đến 1200 mm, có mặt cắt ngang thẳng góc hình tròn, và có đường kính nằm trong khoảng từ 10 mm đến 42 mm, có nhiều rãnh thẳng tạo ra trong đó song song với trục của ống.

Ví dụ 1: chỉ SLS/lớp nền

Vật liệu	Titan oxit
Cỡ hạt trung bình của bột gốm	35 μm -45 μm
Chiều dày của tầng bột	50 μm
Điều tiêu (đường kính của chùm tia laze ở điểm va đập với bột)	240 μm
Môi trường khí trong khoang	Không khí
Công suất laze	200 W
Tốc độ di chuyển laze	0,8 m/giây
% chồng giữa hai lần chiếu laze	15%-25%
Nhiệt độ nung kết cuối	1380°C
Thời gian dừng ở 1380°C	2 giờ (h)
Đường kính trung bình của lỗ xốp thu được	20 μm -30 μm

Ví dụ 2: SLS/lớp nền + lớp

Vật liệu	Titan oxit	
Cỡ hạt trung bình của bột gốm	25 μm -35 μm	
Chiều dày của tầng bột	40 μm	
Điều tiêu (đường kính của chùm tia laze ở điểm va đập với bột)	120 μm	
Môi trường khí trong khoang	Không khí	
Công suất laze	200 W	
	Lớp nền	Lớp tách
Tốc độ di chuyển laze	0,8 m/giây	1 m/giây
% chồng giữa hai lần chiếu laze	15%-25%	
Nhiệt độ nung kết cuối	1380°C	
Thời gian dừng ở 1380°C	2 giờ	
Đường kính trung bình của lỗ xốp thu được	20 μm -30 μm	1 μm -2 μm

Ví dụ 3: chỉ SLS/lớp nền

Vật liệu	Silic cacbua
Cỡ hạt trung bình của bột gốm	75 μm -80 μm
Chiều dày của tầng bột	120 μm
Điều tiêu (đường kính của chùm tia laze ở điểm va đập với bột)	120 μm
Môi trường khí trong khoang	Argon
Công suất laze	200 W
Tốc độ di chuyển laze	0,6 m/giây
% chồng giữa hai lần chiếu laze	30%-35%
Đường kính trung bình của lỗ xốp thu được	25 μm -30 μm

Trong các trường hợp như vậy, bước nung kết cuối là không cần thiết.

Ví dụ 4: in 3D

Vật liệu	Titan oxit
Cỡ hạt trung bình của bột gốm	30 μm -35 μm
Chiều dày của tầng bột	80 μm
Loại chất kết dính	Nhựa furan
% chất kết dính	20%
Tốc độ tạo ra tuyến tính của hình dạng	30 mm/giờ
Nhiệt độ nung kết cuối	1500°C
Thời gian dừng ở 1500°C	6 giờ
Đường kính trung bình của lỗ xốp thu được	10 μm -12 μm

Trong các ví dụ 1, 3 và 4, việc chế tạo bộ phận tách dòng tiếp tuyến được hoàn tất bằng cách lắng phủ lớp tách trên bề mặt của các rãnh bằng cách sử dụng huyền phù sau:

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 tính lưu biến	200 cps đến 400 cps

Thu được lớp tách vi lọc có ngưỡng cắt 1,4 μm sau khi lắng phủ trực tiếp lên lớp nền thực hiện theo cách sau.

Huyền phù được làm cho xâm nhập vào các rãnh bằng cách bơm để làm cho huyền phù tiếp xúc với bề mặt của các rãnh. Cơ chế dẫn động lắng phủ là chất lỏng từ huyền phù được hút qua các lỗ xốp của lớp nền xốp.

Chiều dày của lớp lắng phủ hạt titan oxit trên bề mặt, và bởi vậy trọng lượng lắng phủ/diện tích đơn vị phụ thuộc vào thời gian tiêu tốn bởi huyền phù trong các rãnh của lớp nền.

Thời gian tiêu tốn bởi huyền phù trong các rãnh	30 giây
Trọng lượng lắng phủ tính theo g/m^2	50 g/m^2 đến 60 g/m^2

Bước này được lặp lại hai lần để đạt được trọng lượng lắng phủ cuối khoảng 110 g/m^2 .

Chu kỳ nung để nung kết lớp

Tốc độ gia tăng nhiệt độ lên đến 1200°C	100°C/giờ
Thời gian dừng ở 1200°C	1 giờ
Làm nguội tự nhiên	

Bộ phận tách vi lọc dòng tiếp tuyến có ngưỡng cắt nhỏ hơn 1,4 μm và các bộ phận tách siêu lọc và nano lọc dòng tiếp tuyến có thể được chế tạo bằng cách tạo ra các lớp lắng phủ liên tiếp trên lớp thứ nhất như vậy, trong khi sử dụng huyền phù mịn gia tăng kết hợp với các chu kỳ xử lý nhiệt thích hợp.

Sáng chế không chỉ giới hạn ở các ví dụ mô tả và thể hiện vì các cải biến khác nhau có thể được thực hiện với chúng mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bộ phận tách dòng tiếp tuyến dạng nguyên khối dùng để tách môi trường lỏng cần xử lý thành phần lọc và phần giữ lại, bộ phận tách này bao gồm lớp nền xốp cứng thẳng (2) có kết cấu ba chiều có bố trí trong đó ít nhất một rãnh (3) để dẫn dòng môi trường lỏng cần xử lý để thu hồi phần lọc từ mặt ngoài (5) của lớp nền, mặt ngoài (5) của lớp nền có biên dạng mà không đổi sao cho tất cả các đường sinh bên ngoài song song với trục tâm của lớp nền đều là các đường thẳng mà song song với nhau, khác biệt ở chỗ lớp nền xốp cứng nguyên khối (2) bao gồm các chỗ cản (9) với dòng chất lỏng để lọc bắt đầu từ (các) thành trong của (các) rãnh, các chỗ cản (9) có tính đồng nhất về vật liệu và cấu trúc xốp với lớp nền và có tính liên tục về vật liệu và cấu trúc xốp với lớp nền, các chỗ cản (9) này, do xuất hiện giữa các vị trí thứ nhất và vị trí thứ hai (P1, P2) nằm dọc trục dọc (T) của rãnh, tạo ra chỗ hẹp đột ngột hoặc đầu phun hội tụ theo hướng dòng chất lỏng cần xử lý trong rãnh này để cản trở hoặc làm rối loạn dòng chất lỏng, chỗ hẹp đột ngột hoặc đầu phun hội tụ được tạo thành tương ứng bằng thành có hướng kính (9a) mà dài vuông góc với trục dọc (T) hoặc thành (9a) nghiêng so với trục dọc (T) ở góc α mà lớn hơn 0° và nhỏ hơn 90° , ít nhất một rãnh (3) có các chỗ cản (9) nằm giữa đầu nạp (6) và đầu xả (7) có mặt cắt thẳng góc với dòng có hình dạng và/hoặc diện tích và/hoặc chu vi thấm ướt và/hoặc đường kính thủy lực thay đổi.

2. Bộ phận tách dòng tiếp tuyến dạng nguyên khối theo điểm 1, trong đó ít nhất một chỗ cản (9) của rãnh (3) tạo ra mặt cắt thẳng góc với dòng mà hẹp hơn cục bộ ở vị trí của chỗ cản này, mặt cắt thẳng góc với dòng này vuông góc với trục dọc (T) của rãnh nêu trên và có hình dạng mà khác với các phần của rãnh nằm phía trước và phía sau chỗ cản này.

3. Bộ phận tách dòng tiếp tuyến dạng nguyên khối theo điểm 1 hoặc 2, trong đó giữa vị trí thứ nhất nằm phía trước mặt cắt thẳng góc với dòng hẹp nhất và vị trí thứ hai nằm ở mặt cắt thẳng góc với dòng hẹp nhất, một trong số các tiêu chuẩn của mặt cắt thẳng góc với dòng của rãnh được chọn từ nhóm sau đây được giữ nguyên, trong khi các tiêu chuẩn khác của mặt cắt thẳng góc với dòng của rãnh này thay đổi, các tiêu chuẩn nêu trên được chọn từ: hình dạng, diện tích, chu vi thấm ướt, và đường kính thủy lực của mặt cắt thẳng góc với dòng của rãnh.

4. Bộ phận tách dòng tiếp tuyến dạng nguyên khối theo điểm 1, trong đó giữa vị trí thứ nhất nằm phía trước của mặt cắt thẳng góc với dòng hẹp nhất và vị trí thứ hai nằm ở mặt cắt thẳng góc với dòng hẹp nhất, tất cả các tiêu chuẩn của mặt cắt thẳng góc với dòng của rãnh được chọn từ danh sách sau đây được giữ nguyên, nghĩa là: hình dạng, diện tích, chu vi thấm ướt, và đường kính thủy lực cho thấy rằng mặt cắt dòng chảy không phải hình tròn và xoay.

5. Bộ phận tách dòng tiếp tuyến dạng nguyên khối theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó ít nhất một chỗ cản (9) của rãnh (3) có mặt cắt thẳng góc với dòng vuông góc với trục dọc (T) của rãnh nêu trên, mặt cắt vuông góc dòng này xoay quanh trục dọc của rãnh giữa hai vị trí nằm dọc theo trục dọc của rãnh.

6. Bộ phận tách dòng tiếp tuyến dạng nguyên khối theo điểm 5, trong đó ít nhất một chỗ cản (9) của rãnh (3) có mặt cắt thẳng góc với dòng xoay quanh trục dọc của rãnh này theo kiểu gián đoạn giữa các đầu của rãnh.

7. Bộ phận tách dòng tiếp tuyến dạng nguyên khối theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, bao gồm ít nhất một lớp tách (4) được lắng phủ liên tục trên các thành trong (3_1) của các rãnh (3) và bao bọc hoàn toàn các chỗ cản (9).

8. Bộ phận tách dòng tiếp tuyến dạng nguyên khối theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó lớp nền xốp (2) được làm bằng vật liệu hữu cơ hoặc vô cơ.

9. Bộ phận tách dòng tiếp tuyến dạng nguyên khối theo điểm 7 hoặc 8, trong đó các lớp tách hoặc các lớp trung gian được làm bằng vật liệu hữu cơ hoặc vô cơ.

10. Bộ phận tách dòng tiếp tuyến dạng nguyên khối theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó kết cấu ba chiều của lớp nền xốp (2) có các lớp vật liệu khác nhau có thể được quan sát bằng kính hiển vi quang học hoặc bằng kính hiển vi điện tử quét, độ dày của các lớp khác nhau này tương ứng với độ dày của các tầng vật liệu được liên kết hợp nhất liên tiếp.

11. Phương pháp chế tạo bộ phận tách dòng tiếp tuyến (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó kết cấu ba chiều của lớp nền được tạo ra nhờ các kỹ thuật đắp lớp bằng cách tạo ra các lớp riêng biệt mà được xếp chồng và liên kết liên tiếp với nhau để dần tạo ra hình dạng ba chiều mong muốn.

12. Phương pháp theo điểm 11 bao gồm bước tạo ra kết cấu ba chiều bằng cách lặp lại các bước sau:

tạo ra tầng vật liệu liên tục dùng để tạo ra lớp nền xốp, tầng này có độ dày không đổi trên một diện tích lớn hơn so với mặt cắt của lớp nền xốp ở lớp này;

hợp nhất cục bộ một phần vật liệu để tạo ra mẫu được xác định cho mỗi lớp, để tạo ra các lớp riêng biệt trong khi đó liên kết đồng thời các lớp riêng biệt này như được thực hiện theo cách cho lớp trước.

13. Phương pháp theo điểm 12 bao gồm bước tạo ra các tầng liên tục từ vật liệu rắn ở dạng bột hoặc từ vật liệu lỏng như nhựa có thể quang polyme hóa.

14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 13 bao gồm bước tạo ra các tầng liên tục từ vật liệu rắn ở dạng bột hữu cơ hoặc vô cơ.

15. Phương pháp theo điểm 11 bao gồm bước tạo ra tầng liên tục từ môi trường ở dạng tiền chất lỏng có thể quang polyme hóa có chứa bột vô cơ trong đó.

16. Phương pháp theo điểm 11, trong đó mỗi lớp được tạo ra bằng cách làm nóng chảy liên tục hoặc gián đoạn chuỗi tiền chất rắn có thể nóng chảy bởi nhiệt mà là polyme hữu cơ có thể nóng chảy bởi nhiệt được dùng một mình để tạo ra lớp nền hữu cơ và lớp hữu cơ, hoặc hỗn hợp của polyme hữu cơ có thể nóng chảy bởi nhiệt và bột gốm vô cơ, để tạo ra lớp nền có tính chất vô cơ.

17. Phương pháp theo điểm 11 bao gồm bước tạo ra các hạt vật liệu liên tiếp bằng cách phun bột được làm nóng chảy bằng chùm tia laze.

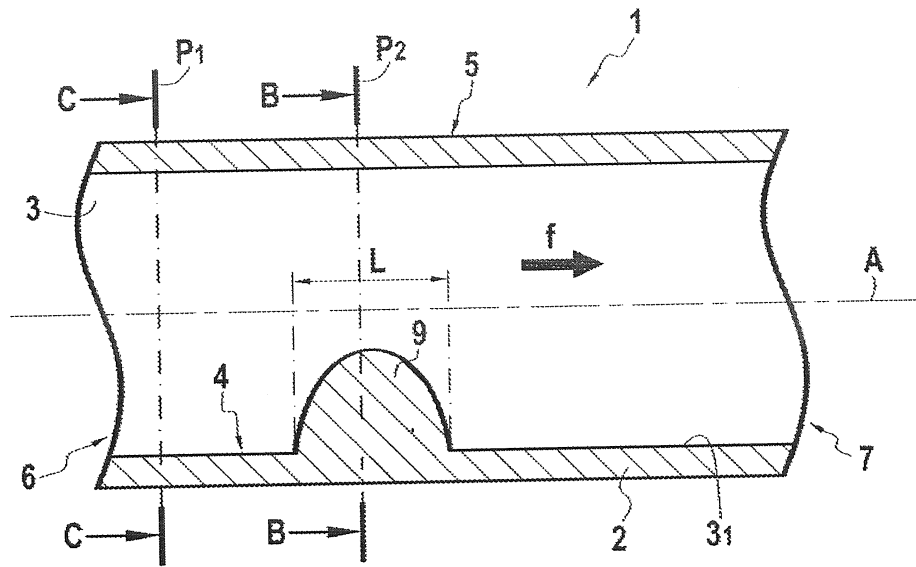


FIG. 1A

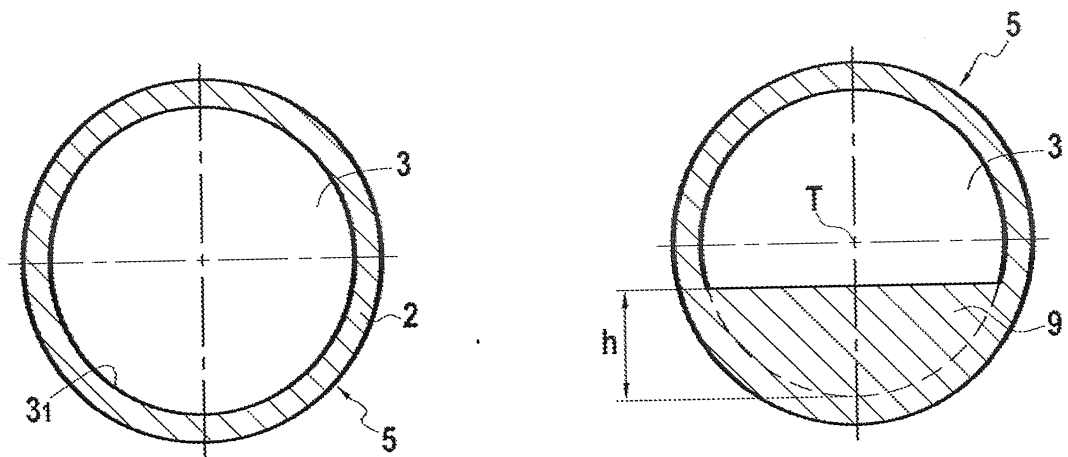


FIG. 1C

FIG. 1B

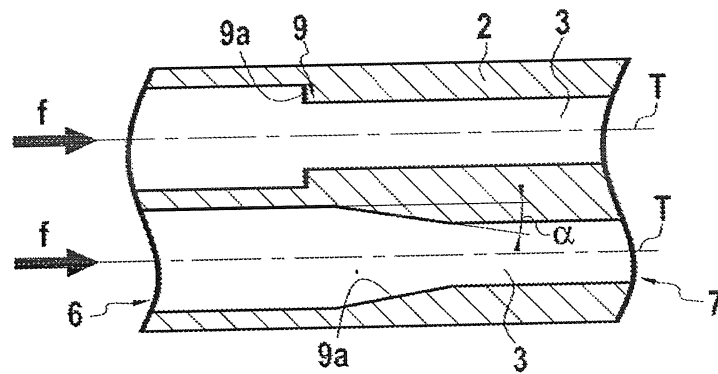


FIG. 2

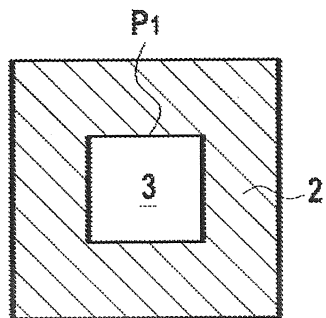


FIG. 3A

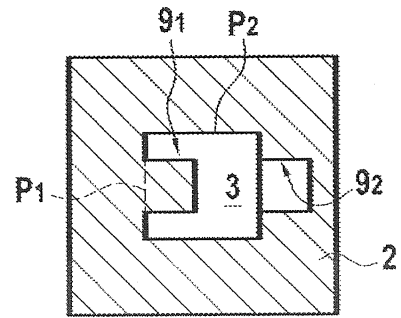


FIG. 3B

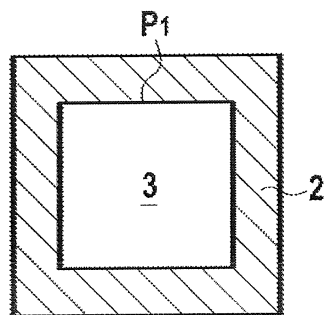


FIG. 4A

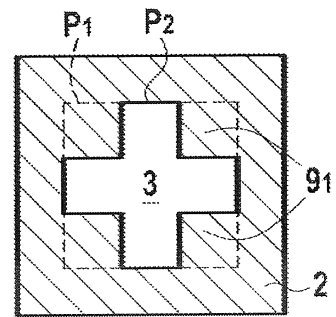


FIG. 4B

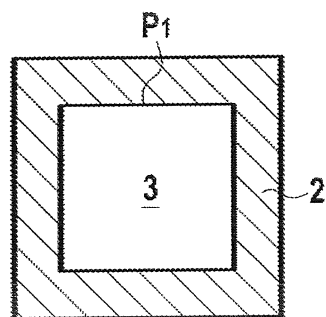


FIG. 5A

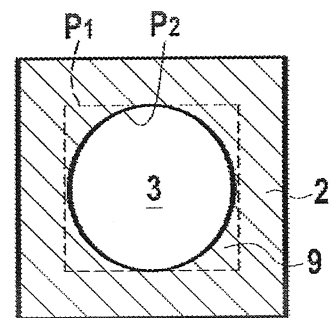


FIG. 5B

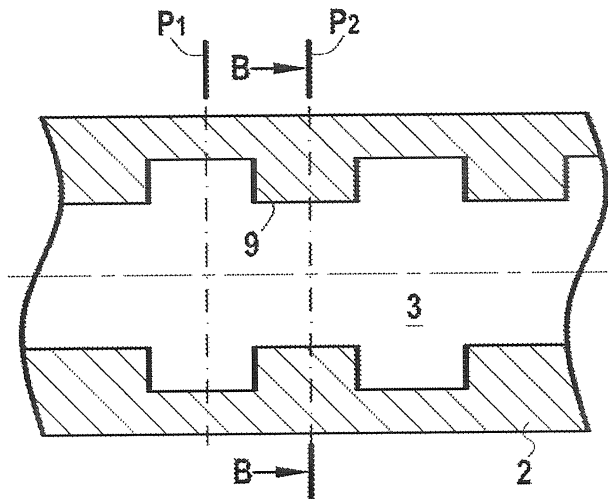


FIG. 6A

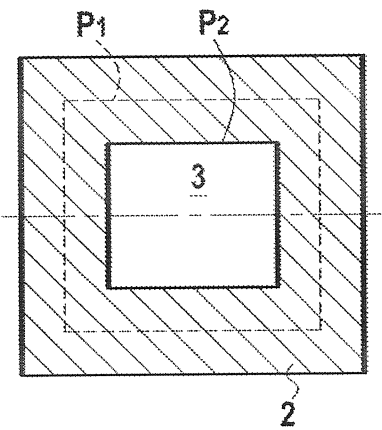


FIG. 6B

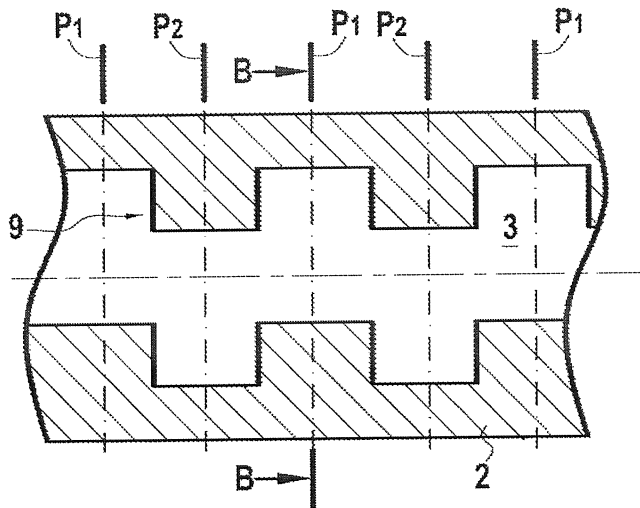


FIG. 7A

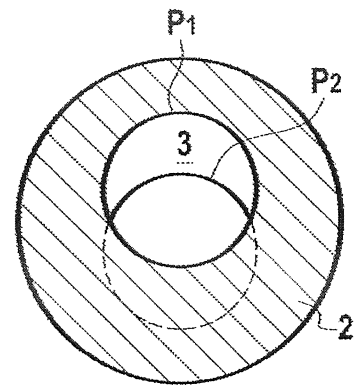


FIG. 7B

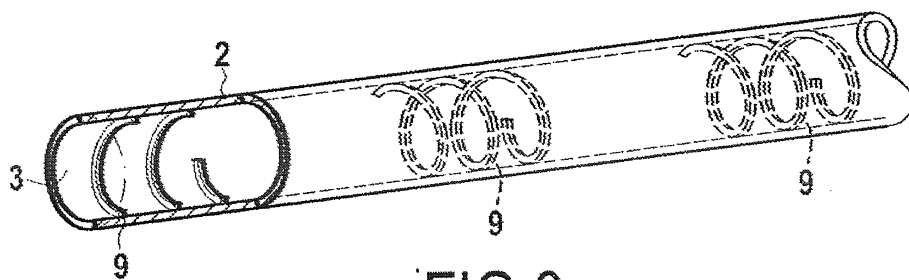


FIG. 8