



(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)



1-0028087

(51)⁷ **B01D 71/34; B01D 69/08; D01F 6/44; (13) B**
B01D 71/44; B01D 69/02

(21) 1-2016-04093

(22) 26/02/2015

(86) PCT/JP2015/055686 26/02/2015

(87) WO 2015/146469 A1 01/10/2015

(30) 2014-063791 26/03/2014 JP

(45) 25/04/2021 397

(43) 26/12/2016 345A

(73) KURARAY CO., LTD. (JP)

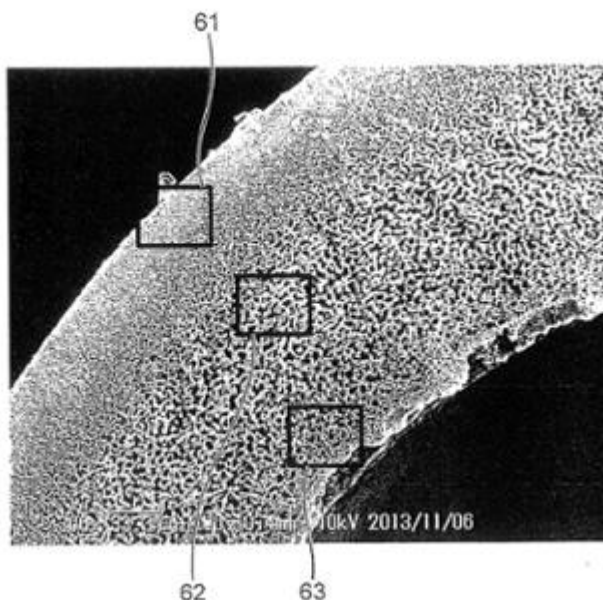
1621, Sakazu, Kurashiki-shi, Okayama 710-0801 Japan

(72) YABUNO, Youhei (JP); YOSHITOSHI, Tsukasa (JP); HAYASHI, Yusuke (JP).

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

(54) MÀNG SỢI RỒNG XÓP VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT MÀNG SỢI RỒNG XÓP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến màng sợi rồng xóp làm từ nhựa gốc vinyliden florua. Màng sợi rồng có cấu trúc gradien trong đó đường kính lỗ của các lỗ trong màng sợi rồng trở nên nhỏ dần về ít nhất một trong các phía bề mặt ngoại vi trong và ngoài và có tính ưa nước do chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất màng sợi rồng xóp này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến màng sợi rỗng và phương pháp sản xuất màng sợi rỗng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Do công nghệ tách sử dụng màng sợi rỗng có nhiều ưu điểm chẳng hạn như thu nhỏ thiết bị, nên nó được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau như các lĩnh vực xử lý nước chẳng hạn như làm sạch nước, sản xuất nước uống, sản xuất nước công nghiệp và xử lý nước thải, các lĩnh vực công nghiệp thực phẩm, và các lĩnh vực sản xuất dược phẩm.

Các cải thiện hơn nữa về hiệu suất thẩm thấu, đặc tính phân đoạn, v.v. được yêu cầu ở các màng sợi rỗng được sử dụng trong công nghệ tách này. Cụ thể là, nếu hiệu suất thẩm thấu của màng sợi rỗng được tăng cường, thì vùng màng cần có trở nên nhỏ hơn và thiết bị thực hiện công nghệ tách sử dụng màng sợi rỗng còn có thể được thu nhỏ. Đây là ưu điểm xét về chi phí do chi phí cơ sở và chi phí trao đổi màng có thể được giảm xuống. Ngoài ra, màng sợi rỗng có các ưu điểm như mở rộng các mục tiêu cần loại bỏ nếu đặc tính phân đoạn của nó có thể được tăng cường.

Tuy nhiên, màng tách như màng sợi rỗng nhìn chung có đặc tính phân đoạn bị giảm xuống nếu hiệu suất thẩm thấu được tăng cường và hiệu suất thẩm thấu bị giảm xuống nếu đặc tính phân đoạn được tăng cường, tức là hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn có xu hướng ở trong mối quan hệ thuận nghịch. Do đó, khó cải thiện cả hiệu suất thẩm thấu lẫn đặc tính phân đoạn của màng sợi rỗng.

Mặt khác, màng tách sử dụng vật liệu gốc flo như nhựa gốc vinyliden florua có thu hút sự chú ý do độ bền hóa học cao, độ bền vật lý cao và tương tự. Các ví dụ về màng tách sử dụng vật liệu gốc flo như vậy bao gồm các màng sợi rỗng được mô tả ở các tài liệu sáng chế từ 1 đến 3.

Tài liệu sáng chế 1 mô tả màng sợi rỗng gốc flo bao gồm vùng lọc của cấu trúc xốp có các lỗ với đường kính trung bình là từ $0,01\mu\text{m}$ đến $0,5\mu\text{m}$, vùng hỗ trợ của cấu trúc xốp có các lỗ với đường kính trung bình là từ $0,5\mu\text{m}$ đến $5\mu\text{m}$ và vùng rửa ngược của cấu trúc xốp có các lỗ với đường kính trung bình là từ $2\mu\text{m}$ đến $10\mu\text{m}$, trong đó vùng lọc, vùng hỗ trợ và vùng rửa ngược được tạo thành lần lượt từ bề mặt ngoài về phía bề mặt trong.

Theo tài liệu sáng chế 1, đã bộc lộ rằng hiệu suất rửa ngược và hiệu suất lọc tuyệt vời có thể được biểu hiện trong khi có độ bền cơ học vượt trội.

Ngoài ra, tài liệu sáng chế 2 mô tả phương pháp sản xuất màng xốp để sản xuất màng xốp bằng phương pháp tách pha cảm sinh phi dung môi bằng cách xả dung dịch tạo màng chứa ít nhất nhựa flo polyvinyliden và dung môi và cho dung dịch tạo màng tiếp xúc với chất lỏng đông tụ chứa ít nhất một phi dung môi. Được mô tả ở tài liệu sáng chế 2 là, theo phương pháp này, nhiệt độ xả của dung dịch tạo màng không thấp hơn điểm nóng chảy của nhựa flo polyvinyliden và dưới nhiệt độ phân hủy của nhựa flo polyvinyliden và nhiệt độ của chất lỏng đông tụ cao hơn nhiệt độ ban đầu để tạo thành cấu trúc xốp của dung dịch tạo màng.

Theo tài liệu sáng chế 2, đã bộc lộ rằng có thể sản xuất được màng xốp không chỉ ưa nước tuyệt vời, hiệu suất chặn các vi sinh vật gây bệnh tuyệt vời và độ bền hóa học cao, mà còn có khả năng loại bỏ các vi sinh vật gây bệnh một cách đầy đủ và ổn định trong khoảng thời gian dài.

Ngoài ra, tài liệu sáng chế 3 mô tả màng tách polyme gốc nhựa flo có cấu trúc mạng ba chiều và cấu trúc hình cầu, cấu trúc mạng ba chiều chứa ít nhất một loại polyme ưa nước được chọn từ este xenluloza, este vinyl béo, vinylpyrrolidon, etylen oxit và propylen oxit.

Theo tài liệu sáng chế 3, đã bộc lộ rằng nhiều hiệu suất khác nhau như hiệu suất tách, hiệu suất thẩm thấu nước, độ bền hóa học (độ bền hóa học), độ bền vật lý và tính chống bám bẩn có thể được tăng cường.

Danh mục tài liệu tham khảo

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2012-525966

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2013-202461

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2006-239680.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là nhằm đề xuất màng sợi rỗng có cả hiệu suất thẩm thấu lẫn đặc tính phân đoạn cũng như độ bền tuyệt vời.

Màng sợi rỗng theo một khía cạnh của sáng chế là màng sợi rỗng xốp chứa nhựa gốc vinyliden florua, khác biệt ở chỗ có cấu trúc gradien trong đó đường kính lỗ của các lỗ trong màng sợi rỗng trở nên nhỏ dần về ít nhất một trong số các phía bề mặt ngoại vi trong và ngoài và ưa nước do chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon.

Các mục đích, các đặc điểm và các ưu điểm nêu trên và các mục đích, các đặc điểm và các ưu điểm khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng ở phần mô tả chi tiết sau đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình chiếu phối cảnh một phần của màng sợi rỗng theo phương án của sáng chế,

Fig.2 là hình vẽ giản lược thể hiện ví dụ về vòi phun tạo thành sợi rỗng dùng trong phương pháp sản xuất theo phương án của sáng chế,

Fig.3 là hình vẽ giản lược thể hiện ví dụ về thiết bị lọc màng với các màng sợi rỗng theo phương án của sáng chế,

Fig.4 là hình vẽ giản lược thể hiện hình ảnh kính hiển vi điện tử quét của mặt cắt ngang màng sợi rỗng theo ví dụ 1,

Fig.5 là hình vẽ giản lược thể hiện hình ảnh kính hiển vi điện tử quét của mặt cắt ngang màng sợi rỗng theo ví dụ 1 gần bề mặt ngoại vi ngoài,

Fig.6 là hình vẽ giản lược thể hiện hình ảnh kính hiển vi điện tử quét của

mặt cắt ngang màng sợi rỗng theo ví dụ 1 gần phần trung tâm,

Fig.7 là hình vẽ giản lược thể hiện hình ảnh kính hiển vi điện tử quét của mặt cắt ngang màng sợi rỗng theo ví dụ 1 gần bề mặt ngoại vi trong,

Fig.8 là hình vẽ giản lược thể hiện hình ảnh kính hiển vi điện tử quét bề mặt ngoại vi ngoài của màng sợi rỗng theo ví dụ 1,

Fig.9 là hình vẽ giản lược thể hiện hình ảnh kính hiển vi điện tử quét bề mặt ngoại vi trong của màng sợi rỗng theo ví dụ 1, và

Fig.10 là biểu đồ thể hiện kết quả đánh giá về tính ưa nước của mỗi màng sợi rỗng theo ví dụ 1 và ví dụ so sánh 1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo sự nghiên cứu của các tác giả sáng chế, hiệu suất thẩm thấu không đủ cao khi được so sánh với đặc tính phân đoạn và sự cải thiện hơn nữa hiệu suất thẩm thấu được xem là cần thiết ở màng sợi rỗng được mô tả theo tài liệu sáng chế 1 và màng xốp được mô tả theo tài liệu sáng chế 2.

Ngoài ra, theo sự nghiên cứu của các tác giả sáng chế, sự bong lớp cấu trúc mạng ba chiều và lớp cấu trúc hình cầu, sự không đồng đều về độ dày của lớp cấu trúc mạng ba chiều và tương tự không thể được ngăn ngừa đầy đủ trong một số trường hợp đối với màng tách được mô tả theo tài liệu sáng chế 3. Ngoài ra, màng tách được mô tả theo tài liệu sáng chế 3 có sự không đồng đều về độ dày lớn của lớp cấu trúc mạng ba chiều và các vi lỗ được tạo thành trong lớp cấu trúc mạng ba chiều trong một số trường hợp. Sau đây, ví dụ, là nguyên nhân cho những vấn đề xảy ra này. Với phương pháp sản xuất màng tách polyme này, phương pháp phủ dung dịch polyme gốc nhựa flo chứa polyme ưa nước lên bề mặt của lớp cấu trúc hình cầu để che phủ lớp cấu trúc hình cầu bởi lớp cấu trúc mạng ba chiều được mô tả theo tài liệu sáng chế 3. Theo phương pháp sản xuất như vậy, dung dịch polyme tạo nên lớp cấu trúc mạng ba chiều được cho là không thể được phủ đồng đều khi được phủ lên bề mặt của lớp cấu trúc hình cầu. Điều này được cho là xảy ra đáng kể khi cố gắng làm mỏng lớp cấu trúc mạng ba chiều. Từ các điều này, các vi lỗ được cho là được tạo thành trong lớp cấu

trúc mạng ba chiều trong một số trường hợp. Ngoài ra, phương pháp sản xuất này cũng không thuận lợi khi xét đến chi phí sản xuất do lớp cấu trúc mạng ba chiều và lớp cấu trúc hình cầu cần phải được tạo thành riêng rẽ.

Sáng chế được phát triển trên quan điểm về các mục đích và tình huống này để tạo màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu, đặc tính phân đoạn cũng như độ bền tuyệt vời và phương pháp sản xuất nó.

Ngoài ra, các màng sợi rỗng xốp được biết đến là các màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn tuyệt vời. Ngoài ra, phương pháp sử dụng sự tách pha được biết đến là phương pháp sản xuất màng sợi rỗng xốp này. Các ví dụ về phương pháp sản xuất màng sợi rỗng sử dụng sự tách pha này bao gồm phương pháp tách pha cảm ứng phi dung môi (nonsolvent induced phase separation, viết tắt là NIPS) và phương pháp tách pha cảm ứng nhiệt (thermally induced phase separation, viết tắt là TIPS).

Phương pháp NIPS là phương pháp để cảm ứng hiện tượng tách pha bởi sự thay thế dung môi và phi dung môi của dung dịch polyme sử dụng sự khác nhau về nồng độ của dung dịch polyme và phi dung môi là lực dẫn động bằng cách cho dung dịch polyme đồng nhất trong đó polyme được hòa tan trong dung môi tiếp xúc với phi dung môi trong đó polyme không được hòa tan. Theo phương pháp NIPS, đường kính lỗ của các lỗ mịn tạo thành thay đổi phụ thuộc vào tỷ lệ trao đổi dung môi. Cụ thể là, khi tỷ lệ trao đổi dung môi giảm, các lỗ mịn có xu hướng trở nên thô hơn. Ngoài ra, trong sản xuất màng sợi rỗng, tỷ lệ trao đổi dung môi nhanh nhất ở bề mặt tiếp xúc với phi dung môi và trở nên chậm hơn về phía bên trong màng. Do đó, màng sợi rỗng được sản xuất theo phương pháp NIPS có cấu trúc bất đối xứng dày đặc gần bề mặt tiếp xúc với phi dung môi và dần dần có các lỗ mịn thô hơn về phía bên trong màng. Tuy nhiên, ở phần xa bề mặt tiếp xúc, tỷ lệ trao đổi dung môi trở nên quá chậm và các lỗ thô được gọi các vi lỗ được tạo thành và độ bền và độ bền hóa học có xu hướng giảm xuống.

Mặt khác, phương pháp TIPS là phương pháp cảm ứng hiện tượng tách pha bằng cách hòa tan polyme trong dung môi yếu, mà có thể hòa tan ở nhiệt độ

cao, nhưng không thể hòa tan nếu nhiệt độ giảm xuống, ở nhiệt độ cao và làm mát dung dịch thu được. Do tỷ lệ trao đổi nhiệt thường nhanh hơn tỷ lệ trao đổi dung môi trong phương pháp NIPS và khó kiểm soát, nên các lỗ mịn đồng nhất có xu hướng được tạo thành theo hướng độ dày màng theo phương pháp TIPS.

Ngoài ra, hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn của màng sợi rỗng được coi là thay đổi phụ thuộc vào số lượng, hình dạng, kích thước và tương tự của các lỗ mịn được tạo thành trong màng và các tác giả sáng chế tập trung vào điểm này. Cụ thể là, các tác giả sáng chế tập trung vào khả năng làm cho màng dày đặc hơn để tăng cường đặc tính phân đoạn. Mặt khác, các tác giả sáng chế cũng tập trung vào khả năng làm giảm hiệu suất thẩm thấu nếu toàn bộ màng được làm dày đặc.

Theo đó, các tác giả sáng chế đã kết luận rằng quan trọng là làm mỏng phần lớp dày đặc này như để thể hiện đặc tính phân đoạn theo hướng độ dày màng, tức là lớp tách tham gia trực tiếp vào quy trình tách để thu được màng sợi rỗng có cả hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn đều tuyệt vời. Sau đó, các tác giả sáng chế đã kết luận rằng cả hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn đều có thể được cải thiện bằng cách tạo thành màng sợi rỗng có cấu trúc bất đối xứng trong đó phần cần có chẳng hạn như để duy trì độ bền và tương tự của màng sợi rỗng, tức là phần khác ngoài lớp tách là thân xốp thô. Sau đó, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu các vật liệu màng và kết luận rằng hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn có thể được kiểm soát bằng cách kiểm soát cấu trúc bên trong màng như được nêu trên.

Với kết quả của nhiều nghiên cứu khác nhau, các tác giả sáng chế phát hiện rằng mục đích nêu trên về việc thu được màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn cũng như độ bền tuyệt vời có thể đạt được bởi sáng chế sau đây.

Phương án theo sáng chế được nêu trên, nhưng sáng chế không chỉ giới hạn ở phương án này.

Màng sợi rỗng theo một khía cạnh của sáng chế là màng sợi rỗng xốp chứa nhựa gốc vinyliden florua và có cấu trúc gradien trong đó đường kính lỗ

của các lỗ trong màng sợi rỗng trở nên nhỏ dần về ít nhất một trong số các phía bề mặt ngoại vi trong và ngoài. Cụ thể là, màng sợi rỗng theo phương án này là màng sợi rỗng có cấu trúc bất đối xứng theo hướng độ dày màng. Do đó, do điều này, nên màng sợi rỗng này có cấu trúc gradien trong đó đường kính lỗ của các lỗ này ở màng trở nên nhỏ dần về ít nhất một trong số các phía bề mặt ngoại vi trong và ngoài, phần lớp dày đặc được xem là liên quan đến đặc tính phân đoạn, phần còn lại được tạo thành có các lỗ tương đối to (các lỗ mịn) và tương tự được xem là được tạo thành. Ví dụ, do phần lớp dày đặc được xem là liên quan đến đặc tính phân đoạn được tạo thành trên bề mặt ngoài hoặc tương tự và các lỗ tương đối to (các lỗ mịn) này được tạo thành ở phần còn lại, nên sự giảm hiệu suất thẩm thấu xem như được ngăn ngừa.

Ngoài ra, màng sợi rỗng theo phương án này ưa nước do chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon. Đầu tiên, màng sợi rỗng theo phương án này được xem là có xu hướng có tính kỵ nước tương đối cao do làm từ nhựa gốc vinyliden florua. Thậm chí màng sợi rỗng này được xem là có thể tăng cường tính ưa nước bằng cách chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon. Hơn nữa, sự suy giảm của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được xem là có thể được ngăn ngừa và hiệu quả tăng cường tính ưa nước có thể được duy trì bằng cách không chỉ chứa đơn thuần nhựa gốc polyvinylpyrrolidon, mà còn chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon. Bằng cách tăng cường tính ưa nước theo cách này, màng sợi rỗng được xem là có thể được tạo thành với các lỗ phù hợp như được nêu trên và độ thấm đối với chất lỏng chứa nước có thể được tăng cường hơn. Ngoài ra, màng sợi rỗng thu được có độ bền tuyệt vời do làm từ nhựa gốc vinyliden florua.

Từ phần nêu trên, màng sợi rỗng theo phương án này được xem là màng sợi rỗng có cả hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn cũng như độ bền đều tuyệt vời. Ngoài ra, màng sợi rỗng theo phương án này được xem là có thể tăng cường tính kháng nhiễm bẩn bằng cách tăng cường tính ưa nước.

Ngoài ra, màng sợi rỗng nêu trên có cấu trúc gradien trong đó đường kính lỗ của các lỗ trong màng trở nên nhỏ dần về ít nhất một trong số các phía

bề mặt ngoại vi trong và ngoại như được nêu trên. Cụ thể là, không có giới hạn cụ thể nếu đường kính các lỗ mịn được tạo thành ở bề mặt ngoại vi ngoài của màng sợi rỗng (đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài) nhỏ hơn đường kính các lỗ mịn được tạo thành ở bề mặt ngoại vi trong của màng sợi rỗng (đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong). Cụ thể là, đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài tốt hơn là từ 0,01 đến $1\mu\text{m}$, tốt hơn nữa là từ 0,1 đến $0,5\mu\text{m}$ và còn tốt hơn nữa là 0,1 đến $0,3\mu\text{m}$. Ngoài ra, đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong cũng không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là từ 1 đến $20\mu\text{m}$, tốt hơn nữa là từ 1 đến $10\mu\text{m}$ và còn tốt hơn nữa là từ 2 đến $8\mu\text{m}$. Ngoài ra, tỷ lệ của đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong và đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài (đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong/đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài) lớn hơn 1 và tốt hơn là từ 10 đến 100, tốt hơn nữa là từ 20 đến 50 và còn tốt hơn nữa là từ 30 đến 50. Từ những điều này, màng sợi rỗng có cấu trúc gradient trong đó kích cỡ (đường kính lỗ) của các lỗ trong màng trở nên nhỏ dần từ phía bề mặt ngoại vi trong về phía bề mặt ngoại vi ngoài để thỏa mãn đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài và đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong. Lưu ý rằng, đường kính ở đây là giá trị trung bình của các đường kính và, ví dụ như, giá trị trung bình số học hoặc tương tự của các đường kính.

Nhựa gốc vinyliden florua được chứa trong màng sợi rỗng là thành phần chính của màng sợi rỗng và, cụ thể là, tốt hơn là 85% khối lượng hoặc nhiều hơn và tốt hơn nữa là 90 đến 99,9% khối lượng.

Nhựa gốc vinyliden florua này không bị giới hạn cụ thể nếu nó là nhựa gốc vinyliden florua có khả năng cấu tạo màng sợi rỗng. Các ví dụ cụ thể về nhựa gốc vinyliden florua này gồm có polyme đồng nhất của vinyliden florua và copolyme vinyliden florua. Copolyme vinyliden florua này không bị giới hạn cụ thể nếu nó là copolyme có đơn vị tuần hoàn dựa trên vinyliden florua. Các ví dụ cụ thể của copolyme vinyliden florua bao gồm các copolyme của ít nhất một loại được chọn từ nhóm gồm có vinyl florua, etylen tetraflorua, propylen hexaflorua và triflorocloetylen và vinyliden florua. Trong số các ví dụ nêu trên, polyvinyliden florua, là polyme đồng nhất của vinyliden florua tốt hơn là nhựa gốc vinyliden florua. Ngoài ra, các nhựa của các ví dụ nêu trên có thể được sử

dụng riêng rẽ hoặc kết hợp hai hoặc nhiều hơn hai loại và được sử dụng là nhựa gốc vinyliden florua.

Trọng lượng phân tử của nhựa gốc vinyliden florua khác nhau phụ thuộc vào cách sử dụng và tương tự của màng sợi rỗng, nhưng tốt hơn là, ví dụ, từ 50.000 đến 1.000.000 trọng lượng phân tử trung bình khối. Nếu trọng lượng phân tử quá nhỏ, thì độ bền của màng sợi rỗng có xu hướng giảm xuống. Ngoài ra, nếu trọng lượng phân tử quá lớn, tính chất tạo thành màng của màng sợi rỗng có xu hướng giảm xuống. Ngoài ra, trong trường hợp sử dụng màng sợi rỗng để xử lý nước ảnh hưởng đến làm sạch hóa học, thì màng sợi rỗng cần phải có các hiệu suất cao hơn. Do đó, màng sợi rỗng cần có độ bền tuyệt vời và, ngoài ra, cần có tính chất tạo thành màng tuyệt vời để thu được màng sợi rỗng phù hợp. Do đó, trọng lượng phân tử trung bình khối của nhựa gốc vinyliden florua được chứa trong màng sợi rỗng tốt hơn là từ 100.000 đến 900.000 và tốt hơn nữa là từ 150.000 đến 800.000.

Màng sợi rỗng nêu trên ưa nước do không chỉ chứa nhựa gốc vinyliden florua, mà còn chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon như được nêu trên. Nhựa gốc polyvinylpyrrolidon này không bị giới hạn cụ thể nếu nhựa chứa vinylpyrrolidon trong các phân tử. Các ví dụ cụ thể về nhựa gốc polyvinylpyrrolidon này bao gồm các copolyme của polyvinylpyrrolidon, vinylpyrrolidon và vinylaxetat và các copolyme của vinylpyrrolidon và vinylcaprolactam. Trong số các ví dụ này, polyvinylpyrrolidon tốt hơn là nhựa gốc polyvinylpyrrolidon. Ngoài ra, các nhựa ở các ví dụ trên có thể được sử dụng riêng rẽ hoặc kết hợp hai hoặc nhiều loại và được sử dụng là nhựa gốc polyvinylpyrrolidon.

Độ liên kết ngang của khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ về độ liên kết ngang là độ liên kết ngang mà nhựa gốc polyvinylpyrrolidon không bị phát hiện từ phần dịch lọc trong trường hợp đi qua màng sợi rỗng thu được. Độ liên kết ngang mà nhựa gốc polyvinylpyrrolidon không bị phát hiện là, cụ thể là, như sau.

Đầu tiên, sau khi nước tinh khiết đi qua màng sợi rỗng và sự rửa sạch

được tiến hành, dung dịch nước chứa 40% thể tích etanol được lưu thông qua màng sợi rỗng trong 1 giờ. Nồng độ nhựa gốc polyvinylpyrrolidon của dung dịch nước chứa etanol này được đo. Lượng chiết của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon trên 1m^2 diện tích màng được tính theo nồng độ nhựa gốc polyvinylpyrrolidon này và diện tích màng của màng sợi rỗng được sử dụng. Lượng chiết trên 1m^2 diện tích màng được tính này tốt hơn là 300mg hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 100mg hoặc nhỏ hơn hoặc còn tốt hơn nữa là 10mg hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon không bị giới hạn cụ thể nếu có khả năng thể hiện đầy đủ các hiệu quả được tạo ra do chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon, tức là lượng có khả năng thấm nước đủ màng sợi rỗng làm từ nhựa gốc vinyliden florua. Cụ thể là, hàm lượng khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon tốt hơn là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 15% khối lượng, tốt hơn nữa là 0,1 đến 10% khối lượng và còn tốt hơn nữa là 0,5 đến 5% khối lượng màng sợi rỗng. Nếu hàm lượng quá nhỏ, tính ưa nước của màng sợi rỗng có xu hướng không được tăng cường đủ. Do đó, tính kháng nhiễm bẩn không được tăng cường đủ, các lỗ phù hợp (các lỗ mịn) không thể được tạo thành ở màng sợi rỗng và độ thấm đối với chất lỏng chứa nước có xu hướng không thể tăng cường đủ. Ngoài ra, nếu hàm lượng quá lớn, hiệu suất thẩm thấu có xu hướng giảm xuống. Điều này trước tiên được xem là do tính tạo khuôn của màng sợi rỗng bị giảm và màng sợi rỗng phù hợp có xu hướng khó tạo thành. Điều này cũng được xem là do nhựa gốc polyvinylpyrrolidon trong màng sợi rỗng phồng lên và sự giảm độ thấm nước có khả năng xảy ra chẳng hạn như do việc đóng các lỗ mịn của màng. Từ những điều này, nó được xem là, nếu hàm lượng khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon nằm trong khoảng nêu trên, thì màng sợi rỗng chứa nhựa gốc vinyliden florua có thể thấm nước một cách thích hợp và tính ưa nước có thể được tăng cường trong khi sự giảm độ thấm nước chẳng hạn như do việc đóng các lỗ mịn của màng được ngăn ngừa. Do đó, màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu tuyệt vời và còn được xem là đạt được tính kháng nhiễm bẩn trong khi đặc tính phân đoạn tuyệt vời vẫn được duy trì.

Phương pháp đo hàm lượng khung liên kết ngang của nhựa gốc

polyvinylpyrrolidon không bị giới hạn cụ thể, nhưng hàm lượng có thể, ví dụ, được đo như sau. Cụ thể là, màng sợi rỗng thu được được phân tích vết nitơ và hàm lượng có thể được đo theo lượng nitơ (N) có mặt. Cụ thể hơn là, màng sợi rỗng thu được và khung đơn nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được lần lượt phân tích vết nitơ và đo các lượng nitơ (N) có mặt. Từ các lượng này, hàm lượng khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được tính.

Giá trị K của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon tốt hơn là từ 30 đến 120, tốt hơn nữa là 50 đến 120 và còn tốt hơn nữa là 60 đến 120. Lưu ý rằng, giá trị K này của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon là giá trị K của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon trước khi liên kết ngang. Ngoài ra, giá trị K là giá trị đặc trưng độ nhớt đúng với trọng lượng phân tử. Giá trị K này có thể được biết đến, ví dụ, ở phần mô tả của danh mục hoặc tương tự, nhưng có thể được tính bằng cách sử dụng phương trình Fikentscher. Giá trị K này có thể được tính, ví dụ, bằng cách áp dụng giá trị độ nhớt tương đối ở 25°C được đo bằng máy đo độ nhớt mao dẫn vào phương trình Fikentscher sau đây.

$$\text{Giá trị K} = (1,5 \log \eta_{\text{rel}} - 1) / (0,15 + 0,003c) + (300c \log \eta_{\text{rel}} + (c + 1,5c \log \eta_{\text{rel}})^2)^{1/2} / (0,15c + 0,003c^2)$$

Trong phương trình, η_{rel} là độ nhớt tương đối của dung dịch chứa nước của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon là đối tượng đo cho nước và c là nồng độ (% khối lượng) của đối tượng đo của dung dịch chứa nước của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon là đối tượng đo.

Nếu giá trị K của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon quá nhỏ, ngay cả khi nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được liên kết ngang, thì nó không thể còn dư trong màng sợi rỗng làm từ nhựa gốc vinyliden florua và có xu hướng khó duy trì tính ưa nước phù hợp của màng sợi rỗng. Ngoài ra, nếu giá trị K của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon quá lớn, thì tính chất tạo thành màng giảm xuống và có xu hướng khó sản xuất màng sợi rỗng phù hợp. Từ những điều này, nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được xem là còn dư phù hợp dễ dàng trong màng sợi rỗng chứa nhựa gốc vinyliden florua và màng sợi rỗng có thể được thấm nước phù hợp nếu nhựa gốc polyvinylpyrrolidon có giá trị K này được sử dụng. Do đó, tính

ura nước có thể được tăng cường trong khi sự giảm độ thấm nước chẳng hạn như do đóng các lỗ mìn của màng được ngăn ngừa, do đó độ thấm của chất lỏng chứa nước được xem là có thể được cải thiện. Do vậy, màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu tuyệt vời và ngoài ra còn xem là đạt được tính kháng nhiễm bẩn trong khi vẫn duy trì được đặc tính phân đoạn tuyệt vời.

Ngoài ra, hệ số thấm nước tinh khiết K của màng sợi rỗng tốt hơn là $1 \times 10^{-15} \text{m}^2$ hoặc lớn hơn và $22 \times 10^{-15} \text{m}^2$ hoặc nhỏ hơn. Ở đây, hệ số thấm nước tinh khiết K là hệ số thấm khi nước tinh khiết đi qua màng sợi rỗng và được tính bằng cách sử dụng phương trình (1) sau tương ứng với định luật Darcy.

$$K = (\mu \cdot T \cdot Q) / (\Delta P \cdot A) \quad \dots (1)$$

Trong phương trình (1), K là hệ số thấm (m^2). Ngoài ra, μ là độ nhớt (Pa·giây) và, ở đây, là độ nhớt (Pa·giây) của nước tinh khiết. Ngoài ra, T là độ dày màng (m) và, ở đây, là độ dày (m) của màng sợi rỗng. Ngoài ra, Q là lưu lượng ($\text{m}^3/\text{giây}$) và, ở đây, là lưu lượng nước thấm qua ($\text{m}^3/\text{giây}$). Ngoài ra, ΔP là chênh áp liên màng (Pa). Ngoài ra, A là diện tích màng (m^2).

Tiếp theo, phương pháp đo hệ số thấm nước tinh khiết K được mô tả.

Phương pháp đo hệ số thấm nước tinh khiết K không bị giới hạn cụ thể nếu hệ số thấm nước tinh khiết K có thể được tính theo phương trình (1) trên. Cụ thể là, phương pháp đo hệ số thấm nước tinh khiết K là, ví dụ, như sau.

Đầu tiên, xử lý ướt bằng cách ngâm màng sợi rỗng là đối tượng đo trong dung dịch nước chứa 50% khối lượng etanol trong 15 phút và, sau đó, tiến hành xả bằng nước tinh khiết trong 15 phút. Sử dụng môđun màng sợi rỗng xếp trong đó một đầu màng sợi rỗng có áp dụng xử lý ướt này được làm kín, nước tinh khiết được sử dụng là nước thô được lọc dưới áp suất ngoài ở áp suất lọc là 100kPa và nhiệt độ là 25° và lượng nước thấm qua trên đơn vị thời gian được đo. Lượng nước thấm qua được đo này được chuyển đổi thành các lượng nước thấm qua trên đơn vị diện tích màng, đơn vị thời gian và đơn vị áp suất và lượng nước thấm qua ($\text{L}/\text{m}^2/\text{giờ}$) với chênh áp liên màng là 0,1MPa thu được ở từng độ dài hiệu dụng là 10cm, 15cm, 20cm, 25cm và 30cm. Dữ liệu đo thu được trên các lượng nước thấm qua được thay vào phương trình Darcy để tính hệ số thấm K

theo Darcy với từng độ dài hiệu dụng.

Sau đó, đồ thị được vẽ với độ dài hiệu dụng là trục hoành và hệ số thẩm K theo Darcy là trục tung, hệ số thẩm K theo Darcy ở độ dài hiệu dụng 0cm được tính theo giá trị ngoại suy của đường vẽ thu được, và nó được thiết lập là hệ số thẩm nước tinh khiết K theo sáng chế.

Tiếp theo, hệ số thẩm nước tinh khiết K này được mô tả.

Hệ số thẩm nước tinh khiết K là hệ số kháng đi qua khi nước tinh khiết đi qua màng sợi rỗng. Cụ thể là, khi hệ số thẩm nước tinh khiết K đã tính tăng lên, thì hệ số kháng nước tinh khiết đi qua của màng sợi rỗng nhỏ hơn và nước chảy dễ hơn. Mặt khác, khi hệ số thẩm nước tinh khiết K giảm xuống, thì độ kháng nước tinh khiết đi qua của màng sợi rỗng lớn hơn và nước khó chảy hơn. Cụ thể hơn là, hệ số thẩm nước tinh khiết K lớn nếu màng sợi rỗng có cấu trúc mà các lỗ mịn riêng rẽ xuất hiện trong màng là lớn, độ xốp lớn và sự sụt áp suất nhỏ. Mặt khác, hệ số thẩm nước tinh khiết K nhỏ nếu màng sợi rỗng có cấu trúc dày đặc trong đó các lỗ mịn riêng rẽ xuất hiện trong màng nhỏ và độ xốp nhỏ.

Hệ số thẩm nước tinh khiết K là giá trị cố định không phụ thuộc vào sự biến thiên áp suất trong khi đo và độ dài (độ dày màng) phần đi qua của màng sợi rỗng nếu cấu trúc màng sợi rỗng, cụ thể là cấu trúc theo hướng độ dày màng là đồng nhất. Mặt khác, sự biến thiên hệ số thẩm nước tinh khiết K theo độ dày màng thể hiện cấu trúc màng sợi rỗng, ví dụ độ xốp, đường kính lỗ mịn và hình dạng lỗ mịn, các thay đổi theo hướng độ dày màng.

Cụ thể là, hệ số thẩm nước tinh khiết K của màng sợi rỗng có cấu trúc bất đối xứng thay đổi theo hướng độ dày màng từ vùng có hệ số thẩm nước tinh khiết K nhỏ tới vùng có hệ số thẩm nước tinh khiết K lớn là như sau. Đầu tiên, giả định K_s biểu thị K của vùng có hệ số thẩm nước tinh khiết K là nhỏ và K_l biểu thị K của vùng có hệ số thẩm nước tinh khiết K là lớn. Cũng giả định rằng T_s biểu thị độ dày của vùng có hệ số thẩm nước tinh khiết K là nhỏ, T_l biểu thị độ dày của vùng có hệ số thẩm nước tinh khiết K là lớn và T biểu thị độ dày (độ dày màng) toàn bộ màng sợi rỗng. Trong trường hợp này, hệ số thẩm nước tinh khiết K của màng sợi rỗng được xác định theo phương trình (2) sau đây.

$$T/K = T_s/K_s + T_l/K_l \quad \dots (2)$$

Từ điều này, hệ số thẩm nước tinh khiết K của màng sợi rỗng có cấu trúc bất đối xứng được xác định dựa trên các tỷ lệ của vùng có hệ số thẩm nước tinh khiết K nhỏ và vùng có hệ số thẩm nước tinh khiết K lớn so với độ dày màng của toàn bộ màng sợi rỗng và độ lớn khác nhau giữa các giá trị tuyệt đối K_s và K_l . Tức là, hệ số thẩm nước tinh khiết K của màng sợi rỗng thay đổi theo độ bất đối xứng của màng sợi rỗng. Cụ thể là, nếu độ bất đối xứng nhỏ, thì hệ số thẩm nước tinh khiết K của màng sợi rỗng có xu hướng nhỏ. Ngoài ra, nếu độ bất đối xứng lớn, thì hệ số thẩm nước tinh khiết K của màng sợi rỗng có xu hướng lớn. Bằng cách tính hệ số thẩm nước tinh khiết K của màng sợi rỗng theo cách này, có thể đánh giá được hiệu suất thẩm thấu nước tinh khiết và độ bất đối xứng của màng sợi rỗng. Cụ thể là, có thể hiểu rằng hiệu suất thẩm thấu nước tinh khiết cao nếu hệ số thẩm nước tinh khiết K của màng sợi rỗng lớn và độ bất đối xứng thay đổi nếu hệ số thẩm nước tinh khiết K của màng sợi rỗng thay đổi.

Ở đây, hệ số thẩm nước tinh khiết K của màng sợi rỗng theo phương án này là giá trị góp phần vào cấu trúc màng như được mô tả ở trên. Hệ số thẩm nước tinh khiết K góp phần vào cấu trúc màng này tốt hơn là $1 \times 10^{-15} \text{ m}^2$ hoặc lớn hơn và $22 \times 10^{-15} \text{ m}^2$ hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là $2 \times 10^{-15} \text{ m}^2$ hoặc lớn hơn và $17 \times 10^{-15} \text{ m}^2$ hoặc nhỏ hơn và còn tốt hơn nữa là $2,3 \times 10^{-15} \text{ m}^2$ hoặc lớn hơn và $10 \times 10^{-15} \text{ m}^2$ hoặc nhỏ hơn. Nếu hệ số thẩm nước tinh khiết K này quá nhỏ, có xu hướng là tính kháng nước tinh khiết đi qua tăng lên và khó thể hiện đủ hiệu suất thẩm thấu. Ngoài ra, nếu hệ số thẩm nước tinh khiết K này quá nhỏ, có xu hướng là hiệu suất thẩm thấu tuyệt vời có thể được thể hiện, nhưng đặc tính phân đoạn lại giảm quá mức. Từ những điều này, hiệu suất thẩm thấu đối với chất lỏng chứa nước được xem là có thể trở nên tuyệt vời trong khi ngăn ngừa được sự giảm đặc tính phân đoạn khi hệ số thẩm nước tinh khiết K nằm trong khoảng nêu trên.

Đường kính hạt được cắt phân đoạn của màng sợi rỗng theo phương án này là tốt hơn là $0,5 \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn. Đường kính hạt được cắt phân đoạn này có nghĩa là đường kính hạt của các hạt nhỏ nhất có khả năng chặn sự đi qua

màng sợi rỗng. Các ví dụ cụ thể bao gồm các đường kính hạt làm cho tỷ lệ chặn của màng sợi rỗng là 90%. Đường kính hạt được cắt phân đoạn này tốt hơn là nhỏ nhất có thể, nhưng khoảng $0,001\mu\text{m}$ là giới hạn dưới để duy trì hiệu suất thẩm thấu tuyệt vời. Do đó, giá trị nhỏ nhất của đường kính hạt được cắt phân đoạn là khoảng $0,001\mu\text{m}$ và tốt hơn là khoảng $0,01\mu\text{m}$ xét về hiệu suất thẩm thấu. Từ những điều này, đường kính hạt được cắt phân đoạn tốt hơn là $0,5\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là $0,001$ đến $0,5\mu\text{m}$, còn tốt hơn nữa là $0,01$ đến $0,5\mu\text{m}$ và đặc biệt tốt là $0,02$ đến $0,1\mu\text{m}$. Nếu đường kính hạt được cắt phân đoạn của màng sợi rỗng quá lớn, thì đặc tính phân đoạn có xu hướng giảm xuống để thu hẹp khoảng áp dụng cho các mục tiêu cần được loại bỏ ngay cả khi hiệu suất thẩm thấu được tăng cường. Từ điều này, nếu đường kính hạt được cắt phân đoạn của màng sợi rỗng nằm trong khoảng nêu trên, thì đặc tính phân đoạn tuyệt vời có thể được thể hiện trong khi ngăn chặn được sự giảm hiệu suất thẩm thấu.

Khoảng áp dụng của màng sợi rỗng cho các mục tiêu cần được loại bỏ khác nhau phụ thuộc vào đường kính hạt được cắt phân đoạn. Cụ thể là, nếu đường kính hạt được cắt phân đoạn nằm trong khoảng từ $0,05$ đến $0,1\mu\text{m}$, thì màng sợi rỗng có thể được dùng để loại bỏ các vi sinh vật và các vi-rút là màng lọc chính xác. Ngoài ra, nếu đường kính hạt được cắt phân đoạn nằm trong khoảng từ $0,001$ đến $0,01\mu\text{m}$, thì màng sợi rỗng có thể được dùng để loại bỏ các vi sinh vật gây bệnh và các protein là màng siêu lọc. Ngoài ra, nếu đường kính hạt được cắt phân đoạn là $0,002\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, thì màng sợi rỗng có thể được áp dụng để khử muối là màng thẩm thấu ngược.

Từ điều trên, màng sợi rỗng theo phương án này có thể thể hiện hiệu suất thẩm thấu tuyệt vời cũng như ở độ dày màng có khả năng thu được độ bền cần có trong khi vẫn có đặc tính phân đoạn tuyệt vời cho phép dùng để loại bỏ các vi sinh vật và các vi-rút là màng lọc chính xác nếu đặc tính phân đoạn nằm trong khoảng nêu trên.

Ngoài ra, lượng thấm nước của màng sợi rỗng theo phương án này ở chênh áp liên màng bằng $0,1\text{MPa}$ tốt hơn là 1.000 đến $40.000\text{ L/m}^2/\text{giờ}$, tốt hơn

nữa là 3000 đến 30000 L/m²/giờ và còn tốt hơn nữa là 3500 đến 20000 L/m²/giờ. Nếu lượng thấm nước quá nhỏ, thì hiệu suất thẩm thấu có xu hướng kém đi. Nếu lượng thấm nước quá lớn, thì đặc tính phân đoạn có xu hướng giảm xuống. Từ điều này, sẽ thu được màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn tuyệt vời hơn nếu lượng thấm nước nằm trong khoảng ở trên. Lưu ý rằng, lượng thấm nước khi chênh áp liên màng bằng 0,1MPa tương ứng với tốc độ thấm nước tinh khiết (FW) khi chênh áp liên màng bằng 0,1MPa ở trạng thái ướt được mô tả sau.

Hệ số thấm nước tinh khiết của màng sợi rỗng theo phương án này là tốt hơn là $0,4 \times 10^{-11} \times L$ (m²) hoặc lớn hơn và $6 \times 10^{-11} \times L$ (m²) hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là $0,8 \times 10^{-11} \times L$ (m²) hoặc lớn hơn và $4 \times 10^{-11} \times L$ (m²) hoặc nhỏ hơn và còn tốt hơn nữa là $1 \times 10^{-11} \times L$ (m²) hoặc lớn hơn và $3 \times 10^{-11} \times L$ (m²) hoặc nhỏ hơn khi độ dày màng sợi rỗng là L (m). Cụ thể là, trong màng sợi rỗng, gradien của đồ thị với độ dày màng L (m) nằm trên trục hoành và hệ số thấm nước tinh khiết K (m²) nằm trên trục tung tốt hơn là $0,4 \times 10^{-11}$ đến 6×10^{-11} hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là $0,8 \times 10^{-11}$ đến 4×10^{-11} và còn tốt hơn nữa là 1×10^{-11} đến 3×10^{-11} .

Hệ số thấm nước tinh khiết K là giá trị phụ thuộc vào cấu trúc trong màng của màng sợi rỗng như được nêu trên, và giá trị không thay đổi ngay cả khi độ dày màng biến thiên khi cấu trúc trong màng của màng sợi rỗng đồng nhất theo hướng độ dày màng. Nếu gradien nằm trong khoảng nêu trên, thì cấu trúc màng sợi rỗng được xem là bất đối xứng phù hợp. Cụ thể là, phần lớp dày đặc được xem là liên quan đến đặc tính phân đoạn xuất hiện như gần một bề mặt và phần khác được xem là ít có khả năng góp phần vào sự giảm độ thấm và có các lỗ mịn tương đối lớn tạo thành bên trong. Phần lớp dày đặc được xem là hoạt động như lớp tách và phần khác hoạt động như lớp hỗ trợ. Lớp hỗ trợ này được xem là cấu trúc mạng ba chiều trong đó các lỗ thô được gọi là các vi lỗ không xuất hiện trong mặt cắt ngang màng và các lỗ thông nhau xuất hiện ở bất kỳ trong số ba hướng thứ nguyên. Ngoài ra, nó được xem là, ngay cả khi độ dày của toàn bộ màng sợi rỗng thay đổi, thì độ dày của phần lớp dày đặc hoạt động như lớp tách hầu như không thay đổi và phần hoạt động như lớp hỗ trợ thay đổi nếu độ dày nằm trong khoảng ở trên. Do đó, phần lớp dày đặc được xem là liên

quan đến đặc tính phân đoạn có thu được màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu tuyệt vời hơn trong khi vẫn duy trì được đặc tính phân đoạn tuyệt vời mà không bị dày nếu độ dày màng sợi rỗng tăng lên. Cụ thể là, gradien được xem là nằm trong khoảng ở trên do tỷ lệ lớp tách so với độ dày toàn bộ màng sợi rỗng có xu hướng bị giảm xuống ngay cả khi độ dày màng sợi rỗng tăng lên. Từ những điều này, độ bất đối xứng của các lỗ mịn và tương tự theo hướng độ dày màng có xu hướng không đủ cao nếu gradien quá nhỏ và hiệu suất thẩm thấu đủ không thể được thể hiện nếu gradien quá lớn. Ngoài ra, độ bất đối xứng có xu hướng trở nên quá lớn và phần được cho là có chức năng là phần hỗ trợ không thực hiện đủ chức năng là phần hỗ trợ chẳng hạn như do sự tạo thành các vi lỗ nếu gradien quá lớn. Cụ thể là, độ bền của màng sợi rỗng có xu hướng giảm xuống và, phụ thuộc vào từng trường hợp, có xu hướng trở nên khó sản xuất màng sợi rỗng phù hợp. Do đó, nếu gradien nằm trong khoảng ở trên, thu được màng sợi rỗng hiệu suất thẩm thấu tuyệt vời hơn trong khi đặc tính phân đoạn tuyệt vời vẫn được duy trì.

Màng sợi rỗng theo phương án này là tốt hơn là gồm lớp đơn. Cụ thể là, ngay cả khi màng sợi rỗng có cấu trúc bất đối xứng trong đó kích cỡ các lỗ mịn và tương tự khác nhau theo hướng độ dày màng, vật liệu của màng tốt hơn là chỉ bao gồm lớp giống nhau. Cụ thể hơn là, màng sợi rỗng tốt hơn là lớp đơn hơn là bao gồm lớp tách và lớp hỗ trợ được tạo thành riêng rẽ và được cán mỏng như được nêu trên. Bằng cách làm như vậy, màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn tuyệt vời hơn và hầu như không gây ra thiệt hại chẳng hạn như màng bị bong.

Điều này được cho là do nguyên nhân sau đây.

Phần lớp dày đặc được xem là liên quan đến đặc tính phân đoạn như được nêu trên là mỏng trong khi hiệu suất thẩm thấu của màng sợi rỗng lại cao theo phương án này. Trong trường hợp này, nếu cố gắng sản xuất riêng rẽ lớp dày đặc này, thì có thể không tạo thành lớp này một cách phù hợp được. Ngược lại, phần lớp dày đặc được xem là có thể được tạo thành đồng nhất theo hướng phẳng nếu phần lớp dày đặc và phần khác được tạo thành từ lớp giống nhau, tức

là lớp đơn. Ngoài ra, sự xuất hiện hiện tượng bong ở mặt phân chia của nó và tương tự được xem là có thể được ngăn ngừa đầy đủ nếu phần lớp dày đặc và phần khác được tạo thành từ lớp đơn.

Từ những điều này, màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn tuyệt vời hơn và hầu như không gây ra thiệt hại chẳng hạn như màng bị bong.

Độ bền của màng sợi rỗng không bị giới hạn cụ thể nếu màng sợi rỗng có thể sử dụng được. Cụ thể là, độ bền của màng sợi rỗng tốt hơn là từ 3 đến 15 N/mm², tốt hơn nữa là từ 3 đến 10 N/mm² và còn tốt hơn nữa là 3 đến 7 N/mm² độ bền kéo. Ngoài ra, cụ thể là, độ bền của màng sợi rỗng tốt hơn là từ 30 đến 250%, tốt hơn nữa là từ 50 đến 200% và còn tốt hơn nữa là từ 70 đến 200% độ giãn kéo. Ngoài ra, màng sợi rỗng có thể được sử dụng phù hợp nếu độ bền kéo và độ giãn kéo là độ bền của màng sợi rỗng nằm trong các khoảng nêu trên. Lưu ý rằng, độ bền kéo thu được từ tải trọng tại thời điểm làm đứt gãy màng sợi rỗng khi màng sợi rỗng đã cắt thành các kích cỡ định trước được kéo với tốc độ định trước, và độ giãn kéo cho biết độ giãn của màng sợi rỗng khi màng sợi rỗng bị đứt gãy.

Màng sợi rỗng nêu trên ưa nước do chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon như được nêu trên. Màng sợi rỗng này tốt hơn là được sản xuất theo phương pháp sản xuất được mô tả sau đây. Cụ thể là, màng sợi rỗng này tốt hơn là sao cho khung liên kết ngang thu được bằng cách liên kết ngang nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được chứa trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang để tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang. Khung liên kết ngang này tốt hơn là được tạo thành bằng cách liên kết ngang nhựa gốc polyvinylpyrrolidon đã nhào vào trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang. Bằng cách nhào nhựa gốc polyvinylpyrrolidon, là nhựa ưa nước, cùng nhựa gốc vinyliden florua vào các thành phần của màng sợi rỗng trong khi tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang, do vậy thu được màng sợi rỗng dễ uốn hơn và có độ giãn tuyệt vời. Điều này được xem là do nhựa ưa nước đã nhào hoạt động như chất làm mềm dẻo bằng cách nhào nhựa ưa nước vào các thành phần của

màng sợi rỗng trong khi tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang. Ngược lại, nếu nhựa ưa nước được chứa trong các thành phần của màng sợi rỗng trong khi tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang, thì màng sợi rỗng thu được có thể có độ dễ uốn kém.

Màng sợi rỗng có độ dễ uốn tuyệt vời khi chứa khung liên kết ngang thu được bằng cách liên kết ngang nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được chứa trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang trong khi tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang. Do đó, ngay cả khi chính màng sợi rỗng bị cong, bị biến dạng hoặc tương tự, thì độ bền thực cao có khả năng ngăn ngừa đầy đủ sự xuất hiện rò rỉ chất lỏng gây ra chẳng hạn như do đứt gãy, tức là sự rò rỉ sợi có thể xuất hiện do độ bền nằm trong các khoảng nêu trên. Cũng từ quan điểm này, tốt hơn là chứa khung liên kết ngang thu được bằng cách liên kết ngang nhựa gốc polyvinylpyrrolidon đã chứa trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang trong khi tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang. Từ những điều này, màng sợi rỗng theo phương án này là màng sợi rỗng có độ bền tuyệt vời do không chỉ có độ bền kéo cao, mà còn có độ giãn kéo cao như được nêu trên và có thể được sử dụng phù hợp.

Tốc độ thấm nước tinh khiết của màng sợi rỗng ở trạng thái khô tốt hơn là thỏa mãn mỗi quan hệ sau. Ngoài ra, khi màng sợi rỗng chứa khung liên kết ngang thu được bằng cách liên kết ngang nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được chứa trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang trong khi tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang, thì tốc độ thấm nước tinh khiết ở trạng thái khô thường thỏa mãn mỗi quan hệ sau. Cũng từ quan điểm này, tốt hơn là chứa khung liên kết ngang thu được bằng cách liên kết ngang nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được chứa trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang trong khi tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang.

Cụ thể là, tỷ lệ (FD/FW) của tốc độ thấm nước tinh khiết (FD) khi chênh áp liên màng bằng 0,1MPa ở trạng thái khô và tốc độ thấm nước tinh khiết (FW) khi chênh áp liên màng bằng 0,1MPa ở trạng thái ướt tốt hơn là 40% hoặc cao hơn, tốt hơn nữa là 60% hoặc cao hơn và còn tốt hơn nữa là 80% hoặc cao hơn.

Lưu ý rằng, tốc độ thấm nước tinh khiết (FD) khi chênh áp liên màng bằng 0,1MPa ở trạng thái khô và tốc độ thấm nước tinh khiết (FW) khi chênh áp liên màng bằng 0,1MPa ở trạng thái ướt là các tốc độ thấm khác nhau phụ vào màng sợi rỗng ở trạng thái ướt hay ở trạng thái khô và được đo với các điều kiện khác giống nhau.

Tốc độ thấm nước tinh khiết (FD) khi chênh áp liên màng bằng 0,1MPa ở trạng thái khô là, ví dụ, tốc độ thấm được đo bằng phương pháp sau đây. Đầu tiên, màng sợi rỗng là đối tượng đo được làm khô. Sự làm khô này không bị giới hạn cụ thể nếu màng sợi rỗng có thể được làm khô, nhưng là, ví dụ, làm khô ở 60°C bằng máy làm khô bằng nhiệt độ thổi liên tục trong 24 giờ hoặc lâu hơn. Cụ thể hơn là, màng sợi rỗng ở trạng thái khô là màng sợi rỗng đạt đến trạng thái có độ ẩm cân bằng vừa đủ ở không khí 60°C trong máy làm khô bằng cách làm khô này. Bằng cách sử dụng màng sợi rỗng này ở trạng thái khô, nước tinh khiết là nước thô được lọc dưới áp suất ngoài với áp suất lọc là 0,1MPa và nhiệt độ 25°C để đo lượng thấm nước trên một phút. Lượng thấm nước được đo này được chuyển đổi thành các lượng thấm nước trên đơn vị diện tích màng, trên đơn vị thời gian và trên đơn vị áp suất để thu được tốc độ thấm nước tinh khiết ($L/m^2/giờ$: LMH).

Tốc độ thấm nước tinh khiết (FW) khi chênh áp liên màng bằng 0,1MPa ở trạng thái ướt được đo bằng phương pháp giống như phương pháp đo FD ngoại trừ việc màng sợi rỗng ở trạng thái ướt được sử dụng thay vì màng sợi rỗng ở trạng thái khô. Việc xử lý ướt để làm ướt màng sợi rỗng không bị giới hạn cụ thể, nhưng màng sợi rỗng, ví dụ, được ngâm trong dung dịch nước chứa 50% khối lượng etanol trong 20 phút và, sau đó, được rửa bằng nước tinh khiết trong 20 phút.

Tỷ lệ (FD10/FW) của tốc độ thấm nước tinh khiết (FD10) khi chênh áp liên màng bằng 0,1MPa ở trạng thái khô sau khi các trạng thái khô và ướt ở trên được lặp lại luân phiên mười lần và FW tốt hơn là bằng tỷ lệ FD/FW. Cụ thể là, tỷ lệ của FD10 và FW (FD10/FW) tốt hơn là 40% hoặc cao hơn, tốt hơn nữa là 60% hoặc cao hơn và còn tốt hơn nữa là 80% hoặc cao hơn. Ngoài ra, không chỉ

các bề mặt của màng sợi rỗng, mà bên trong các vi lỗ của màng sợi rỗng cũng thấm nước. Cụ thể là, FD/FW và FD10/FW về cơ bản bằng 100% nếu toàn bộ màng sợi rỗng thấm nước và tính ưa nước cao của toàn bộ màng sợi rỗng được đảm bảo trong khi đo. Lưu ý rằng, trong trường hợp này, FD/FW và FD10/FW có thể vượt quá 100% do các yếu tố khác nhau chẳng hạn như lỗi đo. Có những chỗ mà nhựa gốc polyvinylpyrrolidon, là nhựa ưa nước, bị bong và/hoặc thấm nước không đủ, thì những chỗ này có chức năng kháng nước đi qua. Do đó, FW và tốc độ thấm nước tinh khiết (FD10) khi chênh áp liên màng bằng 0,1MPa ở trạng thái ướt sau khi các trạng thái khô và ướt được lặp lại luân phiên mười lần bị giảm xuống theo tỷ lệ của các chỗ này. Do đó, FD/FW và FD10/FW bị giảm xuống trở nên nhỏ hơn 100%. Lưu ý rằng, trạng thái khô sau khi các trạng thái khô và ướt được lặp lại luân phiên mười lần cụ thể có nghĩa là lặp lại sự vận hành thiết lập màng sợi rỗng ở trạng thái ướt thành trạng thái khô, tức là thao tác thiết lập màng sợi rỗng ở trạng thái ướt thành trạng thái khô, sau đó, thiết lập màng sợi rỗng ở trạng thái khô thành trạng thái ướt mười lần.

Trong màng sợi rỗng thu được bằng phương pháp thấm nước thông thường chẳng hạn như phương pháp ngâm được mô tả theo Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số H09-512857, tốc độ thấm nước tinh khiết (FD10) khi chênh áp liên màng bằng 0,1MPa ở trạng thái khô sau khi các trạng thái khô và ướt được lặp lại luân phiên mười lần thường có xu hướng giảm xuống. Điều này được xem là do nguyên nhân sau đây. Đầu tiên, theo phương pháp thấm nước thông thường chẳng hạn như phương pháp ngâm, nhựa ưa nước chỉ được phủ lên bề mặt ngoài của màng sợi rỗng và được liên kết ngang. Do đó, nhựa ưa nước được xem là không thể đi vào bên trong các vi lỗ của màng sợi rỗng và hiệu ứng neo của màng sợi rỗng và khung liên kết ngang của nhựa ưa nước có xu hướng giảm xuống. Từ điều này, khung liên kết ngang của nhựa ưa nước được xem là dễ bong và sự bong khung liên kết ngang của nhựa ưa nước tiến triển nếu trạng thái khô và trạng thái ướt được lặp lại mười lần. Do đó, FD10 được xem là có xu hướng giảm xuống.

Ngoài ra, khi màng sợi rỗng được làm khô, tốc độ thấm nước tinh khiết thường có xu hướng nhỏ hơn trước khi làm khô. Cụ thể là, FD có xu hướng nhỏ

hơn FW. Ngoài ra, như được nêu trên, FD10 có xu hướng giảm xuống ở màng sợi rỗng thu được bằng phương pháp thấm nước thông thường. Từ những điều này, việc xử lý độ ẩm, việc xử lý bảo vệ và tương tự thường được áp dụng cho màng sợi rỗng trước khi làm khô để ngăn ngừa sự giảm tốc độ thấm này trong trường hợp màng sợi rỗng thu được bằng phương pháp thấm nước thông thường. Ngược lại, ở màng sợi rỗng theo phương án này, sự giảm FD và FD10 có thể được ngăn ngừa mà không cần thực hiện các xử lý như vậy nếu màng sợi rỗng chứa khung liên kết ngang thu được bằng cách liên kết ngang nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được chứa trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang trong khi tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang.

Hình dạng màng sợi rỗng theo phương án này không bị giới hạn cụ thể. Màng sợi rỗng có thể ở dạng sợi rỗng, mà có thể mở ở một phía theo chiều dọc và mở hoặc đóng ở phía còn lại. Màng sợi rỗng, ví dụ, ở dạng sợi rỗng, mà mở ở một phía theo chiều dọc và mở hoặc đóng ở phía còn lại. Ngoài ra, hình dạng phía mở của màng sợi rỗng, ví dụ, được thể hiện trên Fig.1. Lưu ý rằng, Fig.1 là hình chiếu phối cảnh một phần của màng sợi rỗng theo phương án của sáng chế.

Đường kính ngoài R1 của màng sợi rỗng tốt hơn là 0,5 đến 7mm, tốt hơn nữa là từ 1 đến 2,5mm và còn tốt hơn nữa là từ 1 đến 2mm. Đường kính ngoài này là kích cỡ phù hợp cho màng sợi rỗng được bố trí trong thiết bị để thực hiện công nghệ tách sử dụng màng sợi rỗng.

Đường kính trong R2 của màng sợi rỗng tốt hơn là từ 0,4 đến 3mm, tốt hơn nữa là 0,6 đến 2mm và còn tốt hơn nữa là 0,6 đến 1,2mm. Nếu đường kính trong của màng sợi rỗng quá nhỏ, tính kháng chất lỏng thấm qua (mật áp suất trong ống) tăng lên và lưu lượng có xu hướng thiếu hụt. Ngoài ra, nếu đường kính trong của màng sợi rỗng quá lớn, hình dạng màng sợi rỗng không thể duy trì được và màng sợi rỗng có xu hướng dễ bị ép, bị méo hoặc tương tự.

Độ dày màng T của màng sợi rỗng là từ 0,2 đến 1mm, tốt hơn nữa là từ 0,25 đến 0,5mm và còn tốt hơn nữa là từ 0,25 đến 0,4mm. Nếu độ dày màng của màng sợi rỗng quá nhỏ, sự biến dạng chẳng hạn như méo có xu hướng dễ xảy ra do độ bền không đủ. Ngoài ra, nếu độ dày màng quá lớn, có xu hướng là khó thu

được cấu trúc màng phù hợp chẳng hạn như do khó ngăn ngừa sự tạo thành các vi lỗ. Phụ thuộc vào các trường hợp, độ bền có thể bị giảm xuống. Mặt khác, do màng sợi rỗng theo phương án này có thể duy trì độ thấm nước cao ngay cả khi độ dày màng bị thay đổi, nên có thể tạo thành được màng sợi rỗng có độ dày màng tương đối lớn theo môi trường sử dụng của mô đun hoặc tương tự xét về độ bền.

Nếu đường kính ngoài R1, đường kính trong R2 và độ dày màng T của màng sợi rỗng lần lượt nằm trong các khoảng nêu trên, thì màng sợi rỗng có kích cỡ phù hợp là màng sợi rỗng được đặt trong thiết bị để thực hiện công nghệ tách bằng cách sử dụng màng sợi rỗng và thiết bị có thể được thu nhỏ.

Ngoài ra, phương pháp sản xuất màng sợi rỗng theo phương án này không bị giới hạn cụ thể nếu màng sợi rỗng đã nêu trên có thể được sản xuất. Phương pháp sản xuất này, ví dụ, là như sau. Phương pháp sản xuất này, ví dụ, là phương pháp có bước điều chế dung dịch tạo màng chứa nhựa gốc vinyliden florua, nhựa gốc polyvinylpyrrolidon là dung môi (bước điều chế), bước đúc ép dung dịch tạo màng thành sợi rỗng (bước đúc ép), bước hóa cứng dung dịch tạo màng được đúc ép thành sợi rỗng và tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang (bước tạo thành) và bước liên kết ngang để liên kết ngang nhựa gốc polyvinylpyrrolidon trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang. Do phương pháp sản xuất này bao gồm bước liên kết ngang để liên kết ngang nhựa gốc polyvinylpyrrolidon trong màng sợi rỗng, màng sợi rỗng có thể được sản xuất phù hợp. Cụ thể là, màng sợi rỗng chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon có thể được sản xuất phù hợp.

Đầu tiên, bước điều chế ở phương pháp sản xuất theo phương án này không bị giới hạn cụ thể nếu dung dịch tạo màng chứa nhựa gốc vinyliden florua, nhựa gốc polyvinylpyrrolidon và dung môi yếu có thể được điều chế. Cụ thể là, bước điều chế, ví dụ, là phương pháp gia nhiệt và khuấy các thành phần của dung dịch tạo màng. Ngoài ra, các thành phần tốt hơn là được nhào trong khi gia nhiệt và khuấy. Cụ thể là, phương pháp nhào các thành phần của dung dịch tạo màng, tức là nhựa gốc vinyliden florua, nhựa gốc polyvinylpyrrolidon và dung

môi với tỷ lệ định trước và trộn chúng ở trạng thái được gia nhiệt được ưa thích. Với cách làm như vậy, thu được dung dịch tạo màng trong đó mỗi hợp phần là thành phần của dung dịch tạo màng được phân tán đồng nhất và màng sợi rỗng có thể được sản xuất phù hợp. Ngoài ra, dụng cụ nhào hai trục, máy nhào, máy trộn và tương tự có thể, ví dụ, được sử dụng trong khi nhào.

Dung môi được sử dụng ở đây tốt hơn là dung môi yếu của nhựa gốc vinyliden florua. Dung môi yếu của nhựa gốc vinyliden florua, ví dụ, là dung môi có thể hòa tan tương thích với nhựa gốc vinyliden florua thành một pha ở nhiệt độ cụ thể hoặc cao hơn và bị tách pha do giảm khả năng tương thích bị gây ra do sự giảm nhiệt độ.

Bước điều chế nêu trên tốt hơn là được thực hiện ở nhiệt độ dưới điểm nóng chảy của nhựa gốc vinyliden florua. Cụ thể là, nhiệt độ trong khi điều chế dung dịch tạo màng này tốt hơn là dưới điểm nóng chảy của nhựa gốc vinyliden florua. Ngoài ra, trong trường hợp sử dụng dung môi yếu của nhựa gốc vinyliden florua là dung môi, thì bước điều chế tốt hơn là được thực hiện ở nhiệt độ dưới điểm nóng chảy của nhựa gốc vinyliden florua và cao hơn nhiệt độ mà ở đó sự tách pha bị gây ra bởi sự giảm nhiệt độ bắt đầu. Cụ thể là, bước điều chế tốt hơn là được thực hiện sao cho nhiệt độ quá trình điều chế dung dịch tạo màng này ở dưới điểm nóng chảy của nhựa gốc vinyliden florua và cao hơn nhiệt độ mà ở đó sự tách pha bị gây ra do sự giảm nhiệt độ bắt đầu. Hơn nữa, nhiệt độ trong quá trình điều chế dung dịch tạo màng này tốt hơn nữa là 60°C hoặc cao hơn và dưới điểm nóng chảy của nhựa gốc vinyliden florua và tốt hơn nữa là từ 90 đến 140°C . Nếu nhiệt độ này quá thấp, thì độ nhớt của dung dịch tạo màng tăng lên và có xu hướng không thu được màng sợi rỗng có cấu trúc màng phù hợp. Cụ thể là, cấu trúc mạng ba chiều phù hợp không thể được tạo thành trong lớp hoạt động như lớp hỗ trợ của màng sợi rỗng, các tinh thể hình cầu và các vi lỗ được tạo thành dễ dàng trong lớp đó và độ bền của màng sợi rỗng thu được có xu hướng giảm xuống. Ngoài ra, ngay cả khi nhiệt độ này quá cao, thì có xu hướng không thu được màng sợi rỗng có cấu trúc màng phù hợp. Cụ thể là, do sự giảm tính chất nhựa gốc polyvinylpyrrolidon do nhiệt, nên cấu trúc mạng ba chiều phù hợp không thể được tạo thành trong lớp hoạt động chẳng

hạn như lớp hỗ trợ của màng sợi rỗng, các vi lỗ được tạo thành dễ dàng trong lớp đó hoặc ngược lại lớp đó có xu hướng trở thành lớp dày đặc. Kết quả là, có xu hướng là khó thu được màng sợi rỗng có cả đặc tính phân đoạn và hiệu suất thẩm thấu đều tuyệt vời. Từ những điều này, dung dịch tạo màng làm từ nhựa gốc vinyliden florua, dung môi yếu và nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được xem là có thể thu được phù hợp trong khi ngăn ngừa được sự xuất hiện các hư hại của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon chẳng hạn như do gia nhiệt nếu nhiệt độ trong bước điều chế nằm trong khoảng ở trên. Do đó, thu được dung dịch tạo màng, vì vậy được xem là có khả năng sản xuất màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn cũng như độ bền đều tuyệt vời.

Dung dịch tạo màng thu được ở đây được sử dụng để sản xuất màng sợi rỗng. Tại thời điểm đó, dung dịch tạo màng thu được tốt hơn là được khử khí đầy đủ. Sau khi được đo bằng cách sử dụng bơm định lượng chẳng hạn như bơm bánh răng, dung dịch tạo màng được sử dụng để sản xuất màng sợi rỗng được mô tả sau đây.

Các nhựa được nêu trên có thể được sử dụng làm nhựa gốc vinyliden florua và nhựa gốc polyvinylpyrrolidon.

Dung môi không bị giới hạn cụ thể nếu nó có thể được sử dụng là dung môi được chứa trong dung dịch tạo màng được sử dụng để sản xuất màng sợi rỗng. Ngoài ra, dung môi tốt hơn là dung môi yếu của nhựa gốc vinyliden florua như được nêu trên. Ngoài ra, dung môi yếu này không bị giới hạn cụ thể nếu có thể được hòa tan tương thích với nhựa gốc vinyliden florua thành một pha ở nhiệt độ cụ thể hoặc cao hơn và được tách pha do nhiệt độ giảm. Ngoài ra, dung môi yếu tốt hơn là dung môi tan trong nước. Nếu dung môi tan trong nước được sử dụng, nước có thể được sử dụng khi chiết dung môi từ màng sợi rỗng sau khi hình thành màng, và dung môi đã chiết có thể được xử lý bằng cách chẳng hạn như xử lý sinh học. Ngoài ra, các ví dụ về dung môi yếu bao gồm γ -butyrolacton, ϵ -caprolacton, metanol, axeton và caprolacton. Trong số các ví dụ về dung môi, γ -butyrolacton được ưu tiên là dung môi yếu xét về sức chịu tải của môi trường, độ an toàn, chi phí và tương tự. Ngoài ra, với dung môi yếu, các ví dụ của dung

môi có thể được sử dụng riêng rẽ hoặc dưới dạng kết hợp hai hoặc nhiều hơn hai loại.

Hàm lượng mỗi thành phần trong dung dịch tạo màng, ví dụ, là như sau. Đầu tiên, hàm lượng của nhựa gốc vinyliden florua là từ 20 đến 35 phần khối lượng và tốt hơn nữa là từ 20 đến 30 phần khối lượng của khối lượng tổng của nhựa gốc vinyliden florua, dung môi và nhựa gốc polyvinylpyrrolidon. Hàm lượng của dung môi yếu là từ 45 đến 70 phần khối lượng, tốt hơn nữa là từ 50 đến 70 phần khối lượng và còn tốt hơn nữa là từ 55 đến 65 phần khối lượng của khối lượng tổng. Hàm lượng của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon là từ 5 đến 20 phần khối lượng, tốt hơn nữa là từ 8 đến 20 phần khối lượng và còn tốt hơn nữa là từ 10 đến 15 phần khối lượng đối với khối lượng tổng. Ngoài ra, hàm lượng của nhựa gốc vinyliden florua tốt hơn là từ 1,54 đến 4,38, tốt hơn nữa là từ 1,6 đến 3,91 và còn tốt hơn nữa là từ 1,67 đến 3,13 theo tỷ lệ khối lượng so với hàm lượng của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon. Màng sợi rỗng chứa hàm lượng khung liên kết ngang phù hợp của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon có thể được sản xuất phù hợp nếu mỗi hợp phần trong dung dịch tạo màng có hàm lượng ở trên.

Dung dịch tạo màng có thể chỉ làm từ nhựa gốc vinyliden florua, nhựa gốc polyvinylpyrrolidon và dung môi và có thể bao gồm những hợp phần này. Ngoài ra, dung dịch tạo màng có thể chứa các hợp phần khác bên cạnh ba hợp phần này. Các ví dụ về các hợp phần khác bao gồm chất hoạt động bề mặt, chất chống oxy hóa, chất hấp thụ tia cực tím, chất làm trơn, chất chống kết khối, chất nhuộm, và các phụ gia khác chẳng hạn như một chất để thúc đẩy sự tách pha của dung dịch tạo màng. Hơn nữa, các ví dụ về chất phụ gia để thúc đẩy sự tách pha của dung dịch tạo màng bao gồm các dung môi ngoài dung môi yếu ở trên chẳng hạn như glycerin, etylen glycol, tetraetylen glycol, nước, etanol và metanol, và các nhựa chẳng hạn như polyetylen glycol, polyetylen oxit, rượu polyvinyl, polymetyl metacrylat và polymetyl acrylat. Các nhựa này có thể là các copolyme của từng nhựa. Hơn nữa, đối với chất phụ gia để thúc đẩy sự tách pha của dung dịch tạo màng, các ví dụ nêu trên của các hợp chất có thể được sử dụng riêng rẽ hoặc kết hợp hai hoặc nhiều hơn hai loại.

Bước đúc ép theo phương pháp sản xuất theo phương án này không bị giới hạn cụ thể nếu nó là bước đúc ép dung dịch tạo màng thành sợi rỗng. Bước đúc ép, ví dụ như, là bước đúc ép dung dịch tạo màng từ vòi phun tạo thành sợi rỗng được thể hiện trên Fig.2. Lưu ý rằng, Fig.2 là hình vẽ giản lược thể hiện ví dụ về vòi phun tạo thành sợi rỗng được sử dụng ở phương pháp sản xuất theo phương án của sáng chế. Mặt cắt của vòi này được thể hiện ở phần (a) Fig.2 và hình chiếu bằng thể hiện cổng xả của vòi phun tạo thành sợi rỗng để xả dung dịch tạo màng được thể hiện ở phần (b) Fig.2. Cụ thể là, vòi phun tạo sợi rỗng 21 ở đây gồm có cổng xả ngoài 26 dạng vòng tròn và hình tròn hoặc cổng xả trong 27 dạng vòng tròn được sắp xếp bên trong cổng xả ngoài 26. vòi phun tạo sợi rỗng 21 này được đặt ở đầu vòi phun tuần hoàn 24 để tuần hoàn dung dịch tạo màng và xả dung dịch tạo màng được tuần hoàn trong vòi phun tuần hoàn 24 từ cổng xả ngoài 26 thông qua đường lưu lượng 22 trong vòi. Ngoài ra, vòi phun tạo sợi rỗng 21 này tuần hoàn chất lỏng đông tụ trong vòi phun tuần hoàn 25 đồng thời với việc xả dung dịch tạo màng từ cổng xả ngoài 26 và xả chất lỏng đông tụ trong từ cổng xả trong 27 thông qua đường lưu lượng 23 trong vòi. Với cách làm như vậy, dung dịch tạo màng ở dạng sợi rỗng được ép từ vòi phun tạo sợi rỗng 21 được đưa vào tiếp xúc với chất lỏng đông tụ trong.

Chất lỏng đông tụ trong này không bị giới hạn cụ thể nếu nó có thể được sử dụng để sản xuất màng sợi rỗng làm từ nhựa gốc vinyliden florua. Khoảng cách tham số độ hòa tan (khoảng cách HSP) của chất lỏng đông tụ trong từ dung dịch tạo màng, ví dụ như, tốt hơn là từ 5 đến 200 (MPa)^{1/2}, tốt hơn nữa là từ 50 đến 200 (MPa)^{1/2} và còn tốt hơn nữa là từ 100 đến 180 (MPa)^{1/2}. Bằng cách sử dụng chất lỏng đông tụ trong có khoảng cách HSP, dung dịch tạo màng ở dạng sợi rỗng được ép từ vòi phun tạo thành sợi rỗng có thể được đông tụ phù hợp từ bề mặt ngoại vi trong của nó. Cụ thể là, sự trao đổi dung môi giữa phía bề mặt ngoại vi trong của dung dịch tạo màng ở dạng sợi rỗng được ép từ vòi phun tạo thành sợi rỗng và chất lỏng đông tụ trong được xem là được tạo thành với tỷ lệ phù hợp. Do đó, được xem là thu được màng sợi rỗng có cấu trúc phù hợp gần phía bề mặt ngoại vi trong và màng sợi rỗng có cả hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn tuyệt vời có thể được sản xuất phù hợp hơn. Do đó, màng sợi

rõ ràng có cả hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn tuyệt vời có thể được sản xuất phù hợp hơn.

Ở đây, khoảng cách HSP là tham số đánh giá ái lực giữa chất nhất định và chất khác và được định nghĩa bằng phương trình sau sử dụng ba tham số độ hoà tan thứ nguyên Hansen (dD, dP, dH) (để nhiều thông tin hơn, xem các tài liệu phi sáng chế: Hansen, Charles (2007). Hansen Solubility Parameters (Các tham số độ hòa tan của Hansen): Sổ tay người dùng, Phiên bản thứ hai, Boca Raton, Fla: CRC Press).

$$\text{Khoảng cách HSP} = [4 \times (\text{dung dịch dD} - \text{dung môi dD})^2 + (\text{dung dịch dP} - \text{dung môi dP})^2 + (\text{dung dịch dH} - \text{dung môi dH})^2]^{0,5}$$

Ở đây, dD biểu thị lực van der Waals, dP biểu thị lực mô-men lưỡng cực và dH là lực liên kết hydro, hai hợp phần được đánh giá là có khả năng tương thích cao, tỷ lệ trao đổi dung môi ở phương pháp NIPS trở nên chậm hơn và các lỗ mìn ở bề mặt tiếp xúc trở nên thô hơn ở đường kính là khoảng cách HSP trên tọa độ ba chiều được tính bởi phương trình định nghĩa trên tiệm cận 0.

Lưu ý rằng, mặc dù các tham số độ hòa tan được sử dụng ở bản mô tả này là các tham số Hansen, các tham số Hoy có thể được sử dụng cho các tham số độ hòa tan không được mô tả bởi các tham số Hansen. Các tham số không được mô tả bởi cả hai tham số trên có thể được ước tính bởi phương trình tham số Hansen (xem Allan F. M. Barton, "CRC Handbook of Solubility Parameters and Other Cohesion Parameters", CRC Corp. 1991). Trong trường hợp dung môi được trộn, các tham số được tính từ các tham số độ hòa tan tương ứng dựa trên các khối lượng của chúng tương ứng với nguyên tắc chất phụ gia được sử dụng.

Ngoài ra, các ví dụ về các tham số độ hòa tan được thể hiện ở bảng 1 dưới đây.

Bảng 1

Dung môi		Các tham số độ hòa tan $[(\text{MPa})^{1/2}]$		
		dD	dP	dH
γ -butyrolacton	GBL	19,0	16,6	7,2
dimetyl axetamit	DMAc	16,8	11,5	10,2
dimetyl formamit	DMF	17,4	13,7	11,3
glyxerin	Gly	17,4	12,1	29,3
Etylen glycol	EG	17,0	11,0	26,0
polyvinylpyrrolidon	PVP	17,4	8,8	14,9
Nước		15,5	16,0	42,4

Theo phương án này, tốt hơn là lựa chọn dung môi, nhựa gốc polyvinylpyrrolidon và chất lỏng đông tụ trong được chứa trong dung dịch tạo màng để thỏa mãn khoảng cách HSP nêu trên. Hơn nữa, chất lỏng đông tụ trong có thể bao gồm dung môi đơn hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại dung môi được kết hợp và được sử dụng. Trong trường hợp kết hợp và sử dụng hai hoặc nhiều loại dung môi, chất lỏng đông tụ trong, ví dụ, là dung môi đã trộn thu được bằng cách trộn dung môi có khoảng cách HSP dài từ dung dịch tạo màng và dung môi có khoảng cách HSP ngắn từ dung dịch tạo màng với tỷ lệ tùy ý và điều chỉnh khoảng cách HSP từ dung dịch tạo màng. Các loại và số lượng các dung môi được trộn tại thời điểm đó không bị giới hạn cụ thể. Lưu ý rằng, các ví dụ về dung môi có khoảng cách HSP dài từ dung dịch tạo màng bao gồm nước và glyxerin. Ngoài ra, các ví dụ về dung môi có khoảng cách HSP ngắn từ dung dịch tạo màng gồm có γ -butyrolacton và dimetyl axetamit.

Các ví dụ về dung môi đã trộn được sử dụng là chất lỏng đông tụ trong bao gồm dung môi đã trộn từ dimetyl axetamit và glyxerin, dung môi đã trộn từ γ -butyrolacton và glyxerin, dung môi đã trộn từ γ -butyrolacton và etylen glycol, dung môi đã trộn từ γ -butyrolacton và nước, dung môi đã trộn từ dimetyl axetamit và nước, dung môi đã trộn từ dimetyl axetamit và etylen glyxerin và dung môi đã trộn từ dimetyl formamit và nước. Trong số này, dung môi đã trộn từ γ -butyrolacton và glyxerin và dung môi đã trộn từ dimetyl axetamit và nước được ưu tiên xét về tính tạo khuôn tốt của màng sợi rỗng.

Nhiệt độ của chất lỏng đông tụ trong tốt hơn là từ 40 đến 170°C xét về

việc đảm bảo tính đồng nhất của chất lỏng đông tụ trong. Cụ thể là, nhiệt độ của chất lỏng đông tụ trong tốt hơn là được điều chỉnh giữa 40 và 170°C.

Bước tạo thành ở phương pháp sản xuất theo phương án này không bị giới hạn cụ thể nếu nó có khả năng tạo thành màng sợi rỗng bằng cách đông tụ dung dịch tạo màng được đúc ép ở dạng sợi rỗng. Bước tạo thành này, ví dụ như, là bước tạo thành màng sợi rỗng bằng cách đưa dung dịch tạo màng được đúc ép ở dạng sợi rỗng vào tiếp xúc với chất lỏng đông tụ ngoài. Cụ thể hơn là, bước tạo thành này là bước ngâm dung dịch tạo màng được đúc ép ở dạng sợi rỗng trong chất lỏng đông tụ ngoài được lưu trữ trong bồn đông tụ bên ngoài.

Chất lỏng đông tụ ngoài này không bị giới hạn cụ thể nếu nó có thể đông tụ dung dịch tạo màng được đúc ép ở dạng sợi rỗng bằng cách được đưa vào tiếp xúc với dung dịch tạo màng được đúc ép ở dạng sợi rỗng. Chất lỏng đông tụ ngoài cụ thể là dung dịch nước chứa nước, muối hoặc dung môi. Ở đây, các ví dụ về muối bao gồm các muối khác nhau chẳng hạn như các muối sulfat, các muối clorua, các muối nitrat và các muối axetat. Trong số này, natri sulfat được ưu tiên. Ngoài ra, dung dịch nước chứa muối tốt hơn là từ 30 đến 300g/L, tốt hơn nữa là từ 50 đến 300g/L và còn tốt hơn nữa là từ 100 đến 280g/L nồng độ muối. Nồng độ này có xu hướng làm cho khó thu được màng sợi rỗng có cấu trúc màng phù hợp khi nó quá thấp hoặc quá cao. Cụ thể là, nếu nồng độ này quá thấp, thì tỷ lệ trao đổi dung môi ở bước tạo thành trở nên nhanh hơn, màng sợi rỗng thu được trở nên quá dày đặc và hiệu suất thẩm thấu có xu hướng giảm xuống. Ngoài ra, nếu nồng độ này quá cao, thì tỷ lệ trao đổi dung môi ở bước tạo thành trở nên chậm hơn và đặc tính phân đoạn của màng sợi rỗng thu được có xu hướng giảm xuống.

Nhiệt độ của chất lỏng đông tụ ngoài không bị giới hạn cụ thể nếu nó có khả năng đông tụ dung dịch tạo màng đã đúc ép ở dạng sợi rỗng bằng cách được đưa vào tiếp xúc với dung dịch tạo màng được đúc ép ở dạng sợi rỗng. Nhiệt độ này của chất lỏng đông tụ ngoài tốt hơn là cao hơn nhiệt độ mà sự tách pha do sự giảm nhiệt độ bắt đầu trong trường hợp sử dụng dung môi yếu của nhựa gốc vinyliden florua là dung môi. Màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính

phân đoạn đều tuyệt vời được xem là có thể được sản xuất phù hợp với nhiệt độ của chất lỏng đông tụ ngoài thiết lập ở nhiệt độ này. Điều này xảy ra được xem là do nguyên nhân sau. Đầu tiên, khi sản xuất dung dịch tạo màng, dung dịch tạo màng ở dạng sợi rỗng được đưa vào tiếp xúc với chất lỏng đông tụ ngoài ở trạng thái mà sự tách pha do sự thay đổi nhiệt độ không xuất hiện bằng cách không sử dụng dung môi tốt cho nhựa gốc vinyliden florua, mà sử dụng dung môi yếu cho nhựa gốc vinyliden florua. Với cách làm như vậy, sự trao đổi dung môi giữa dung môi trong dung dịch tạo màng và chất lỏng đông tụ ngoài xuất hiện để làm đông tụ nhựa trong dung dịch tạo màng. Do đó, trong trường hợp sử dụng dung môi tốt, tỷ lệ trao đổi dung môi được xem là phù hợp hơn phương pháp NIPS thông thường. Do đó, màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn tuyệt vời có thể được sản xuất phù hợp.

Nhiệt độ của chất lỏng đông tụ ngoài tốt hơn là cao hơn nhiệt độ mà ở đó sự tách pha do sự thay đổi nhiệt độ bắt đầu và cụ thể là tốt hơn là 45°C hoặc cao hơn và tốt hơn nữa là 50°C hoặc cao hơn. Ngoài ra, nhiệt độ của chất lỏng đông tụ ngoài tốt hơn là không cao hơn điểm sôi của chất lỏng đông tụ ngoài, tốt hơn nữa là không cao hơn 90°C và còn tốt hơn nữa là không cao hơn 85°C . Nếu nhiệt độ của chất lỏng đông tụ ngoài quá thấp, màng sợi rỗng thu được trở nên dày đặc và có xu hướng khó tạo thành cấu trúc bất đối xứng. Ngoài ra, khi nhiệt độ của chất lỏng đông tụ ngoài giảm hoặc dưới nhiệt độ mà sự tách pha do sự thay đổi nhiệt độ, thì phương pháp TIPS được chấp nhận và trở nên khó tạo thành màng sợi rỗng phù hợp. Ngoài ra, nếu nhiệt độ của chất lỏng đông tụ ngoài quá cao, thì độ nhớt của dung dịch tạo màng giảm xuống, từ đó đặc tính phân đoạn có xu hướng giảm xuống và hiệu suất thẩm thấu nước có xu hướng được tăng cường. Ngoài ra, nếu nhiệt độ của chất lỏng đông tụ ngoài không thấp hơn nhiệt độ sôi của nó, thì chất lỏng đông tụ ngoài sôi và rung lắc, vì vậy sự sản xuất màng sợi rỗng có xu hướng không ổn định.

Nhiệt độ mà sự tách pha bắt đầu là nhiệt độ mà ở đó nhiệt độ của dung dịch chứa nhựa gốc vinyliden florua, dung môi yếu và nhựa gốc polyvinylpyrrolidon, ví dụ như dung dịch tạo màng ở trên bị giảm xuống để bắt đầu sự tách pha. Nhiệt độ ở đó sự tách pha bắt đầu cụ thể là được đo như sau (để

nhiều thông tin hơn, xem tài liệu phi sáng chế: Structure of Polyme Alloy/Physical Property Control and Latest Technology, Toshiaki Ougizawa, Kazunori Se, Akio Imai, Information Organization). Đầu tiên, kính trượt và kính che được đặt trên bàn soi của kính hiển vi quang học với bộ điều khiển nhiệt độ và được gia nhiệt tới 120°C. Dung dịch tạo màng ở trạng thái pha đồng nhất được kẹp giữa kính trượt và kính che đã gia nhiệt này. Sau đó, nhiệt độ của kính trượt và kính che này được giảm hoặc tăng từng chút một, ví dụ như giảm 3°C mỗi lần, vẫn đục trắng (do sự khác nhau giữa các chỉ số khúc xạ của hai pha) được sinh ra trong khi tách pha được xác nhận bằng mắt thường, và đo nhiệt độ mà tại đó sự xác nhận được thực hiện. Nhiệt độ này được thiết lập là nhiệt độ mà ở đó sự tách pha bắt đầu. Cụ thể là, phương pháp đo này là phương pháp để đo nhiệt độ mà ở đó vẫn đục trắng thậm chí được xác nhận một phần được thiết lập là nhiệt độ mà ở đó sự tách pha bắt đầu (nhiệt độ bắt đầu sự tách pha), giả định rằng dung dịch tạo màng ở trạng thái pha đồng nhất khi trong suốt và ở trạng thái tách pha khi đục.

Ở bước tạo thành, dung dịch tạo màng được đúc ép ở dạng sợi rỗng có thể chạy trong khí ga, thông thường trong không khí trước khi được đưa vào tiếp xúc với chất lỏng đông tụ ngoài. Cụ thể là, ở bước tạo thành, dung dịch tạo màng được đúc ép ở dạng sợi rỗng có thể được đưa vào tiếp xúc với chất lỏng đông tụ ngoài sau khi chạy trong khí ga. Khoảng cách chạy trong khí ga không bị giới hạn cụ thể và, ví dụ, tốt hơn là 5 đến 300mm. Việc chạy trong khí này cho phép sự trao đổi dung môi giữa dung dịch tạo màng được đúc ép ở dạng sợi rỗng và chất lỏng đông tụ trong được tiến hành phù hợp, hình dạng của sợi rỗng được ổn định và tính quay được cải thiện. Lưu ý rằng, việc chạy trong khí ga này có thể không được tiến hành ở phương pháp sản xuất theo phương án này.

Ở phương pháp sản xuất theo phương án này, màng sợi rỗng được tạo thành ở bước tạo thành có thể được kéo căng theo hướng chiều dọc. Phương pháp kéo căng này không bị giới hạn cụ thể, nhưng là, ví dụ như, phương pháp kéo căng trong bồn nước, ví dụ như trong bồn nước đã gia nhiệt. Lưu ý rằng, nếu lực dùng để kéo căng được giải phóng sau khi kéo căng, thì màng sợi rỗng co lại theo hướng chiều dài. Nếu sự kéo căng và co lại này được áp dụng, thì

hiệu suất thẩm thấu của màng sợi rỗng được cải thiện. Điều này được xem là do các lỗ riêng rẽ xuất hiện trong màng được kéo mở để trở thành các lỗ thông nhau, đặc tính thông trong màng được cải thiện và hiệu suất thẩm thấu được cải thiện. Ngoài ra, nếu sự kéo căng và co lại này được áp dụng, có ưu điểm là làm cho hướng sợi của màng sợi rỗng đồng nhất và cải thiện độ bền. Lưu ý rằng, sự kéo căng và co lại này không cần phải được tiến hành ở phương pháp sản xuất theo phương án này.

Ở phương pháp sản xuất theo phương án này, màng sợi rỗng được tạo thành ở bước tạo thành có thể được xả. Phương pháp xả là, ví dụ như, phương pháp xả màng sợi rỗng bằng nước nóng trong bồn nước 80°C hoặc cao hơn. Bằng cách xả nước nóng này, tính ưa nước của màng sợi rỗng được cải thiện phù hợp. Điều này được xem là do nhựa gốc polyvinylpyrrolidon trong màng sợi rỗng bị phân tán trong màng bởi sự xả nước nóng này.

Bước liên kết ngang ở phương pháp sản xuất theo phương án này không bị giới hạn cụ thể nếu nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được chứa trong màng sợi rỗng có thể được liên kết ngang. Các ví dụ về bước liên kết ngang này bao gồm bước ngâm màng sợi rỗng (màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang) trong dung dịch nước chứa chất khơi mào gốc, bước ngâm màng sợi rỗng trong axit mạnh hoặc kiềm mạnh, bước xử lý nhiệt màng sợi rỗng và bước xử lý màng sợi rỗng bằng bức xạ. Trong số các bước trên, bước ngâm màng sợi rỗng trong dung dịch nước chứa chất khơi mào gốc được ưa thích là bước liên kết ngang xét về việc ngăn ngừa sự giảm nhựa gốc vinyliden florua và tạo điều kiện xử lý dễ dàng.

Ở bước ngâm trong dung dịch nước chứa chất khơi mào gốc, việc xử lý nhiệt tốt hơn là được tiến hành trong hoặc sau khi ngâm. Ngoài ra, dung dịch nước chứa chất khơi mào gốc chỉ là dung dịch nước chứa chất khơi mào gốc có khả năng bắt đầu phản ứng liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon và là, ví dụ, dung dịch nước chứa 1% khối lượng chất khơi mào gốc. Các ví dụ về chất khơi mào gốc bao gồm natri persulfat, amoni persulfat và hydro peroxit. Trong số này, hydro peroxit được ưa thích do thu được màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu cao dễ dàng.

Nhiệt độ gia nhiệt ở bước xử lý nhiệt chỉ có nhiệt độ có khả năng bắt đầu phản ứng liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon và tốt hơn là khoảng từ 170 đến 200°C.

Ngoài ra, màng sợi rỗng theo phương án này có thể phải trải qua quy trình lọc màng. Cụ thể là, môđun, ví dụ, được tạo thành như sau bằng cách sử dụng các màng sợi rỗng và môđun này có thể được sử dụng cho quy trình lọc màng. Cụ thể hơn là, số lượng các màng sợi rỗng định trước theo phương án này được buộc lại và cắt thành độ dài định trước và được làm đầy trong vỏ có hình dạng định trước, và phần cuối là bó sợi rỗng được cố định vào vỏ bằng nhựa ép nóng như nhựa polyuretan hoặc nhựa epoxy, từ đó tạo thành môđun. Các cấu trúc khác nhau chẳng hạn như loại trong đó cả hai đầu của các màng sợi rỗng được mở và cố định, loại trong đó một đầu của các màng sợi rỗng được mở và cố định và các đầu khác được làm kín, nhưng không được cố định đã biết là cấu trúc môđun này. Các màng sợi rỗng theo phương án này có thể được sử dụng trong các cấu trúc môđun bất kỳ.

Các màng sợi rỗng theo phương án này được tạo thành trong môđun như được nêu trên và có thể, ví dụ như, được tích hợp trong thiết bị lọc màng như được thể hiện trên Fig.3. Lưu ý rằng, Fig.3 là hình vẽ giản lược thể hiện ví dụ về thiết bị lọc màng có các màng sợi rỗng theo phương án của sáng chế. Thiết bị lọc màng 31 bao gồm môđun màng 32 thu được bằng cách tạo thành các màng sợi rỗng trong môđun như được nêu trên. Trong môđun màng 32 này, phần lỗ của mỗi màng sợi rỗng được mở ở phần đầu trên 33 và được làm kín bằng nhựa gốc epoxy ở phần đầu dưới 34. Ví dụ như, môđun màng 32 được tạo thành bằng cách sử dụng các màng sợi rỗng 70 có độ dài màng hiệu dụng là 100cm. Thiết bị lọc màng 31 này được cấu hình sao cho chất lỏng là đối tượng xử lý được đưa qua cổng nạp 35 được lọc bởi môđun màng 32, và chất lỏng đã lọc (nước lọc) và tương tự được xả từ cổng xả 36. Với cách làm như vậy, việc lọc bằng cách sử dụng các màng sợi rỗng được tiến hành. Lưu ý rằng, không khí được đưa vào trong thiết bị lọc màng 31 được xả từ cổng thông khí 37.

Các màng sợi rỗng theo phương án này được tạo thành trong môđun như

vậy và được sử dụng cho nhiều ứng dụng khác nhau chẳng hạn như làm sạch nước, sản xuất nước uống, sản xuất nước công nghiệp và xử lý nước thải.

Bản mô tả này bộc lộ nhiều phương pháp công nghệ khác nhau như được nêu trên. Ngoài những phương pháp đó, các công nghệ chính được tóm tắt dưới đây.

Màng sợi rỗng theo một khía cạnh của sáng chế là màng sợi rỗng xóp làm từ nhựa gốc vinyliden florua, có cấu trúc gradien trong đó đường kính lỗ của các lỗ trong màng sợi rỗng trở nên nhỏ dần về ít nhất một trong số các phía bề mặt ngoại vi trong và ngoài, và màng sợi rỗng thấm nước do chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon.

Theo kết cấu như vậy, thu được màng sợi rỗng có hiệu suất thấm thấu và đặc tính phân đoạn cũng như độ bền đều tuyệt vời.

Điều này được xem là do nguyên nhân sau đây.

Đầu tiên, do màng sợi rỗng này có cấu trúc gradien trong đó đường kính lỗ của các lỗ trong màng trở nên nhỏ dần về ít nhất một trong số các phía bề mặt ngoại vi trong và ngoài, phần lớp dày đặc được xem là liên quan đến đặc tính phân đoạn, phần còn lại được tạo thành có các lỗ tương đối to (các lỗ mịn) và tương tự được xem là được tạo thành. Ví dụ như, do phần lớp dày đặc được xem là tham gia vào đặc tính phân đoạn được tạo thành ở bề mặt ngoài hoặc tương tự và các lỗ (các lỗ mịn) được tạo thành ở phần khác tương đối lớn, nên sự giảm hiệu suất thấm thấu được xem là được ngăn ngừa.

Màng sợi rỗng này được xem là có xu hướng có tính kỵ nước tương đối cao do làm từ nhựa gốc vinyliden florua. Ngay cả màng sợi rỗng này được xem là có thể tăng cường tính ưa nước do chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon. Ngoài ra, sự suy giảm nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được xem là có thể được ngăn ngừa và hiệu quả tăng cường tính ưa nước có thể được duy trì không chỉ đơn thuần là chứa nhựa gốc polyvinylpyrrolidon, mà còn chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon. Bằng cách tăng cường tính ưa nước theo cách này, màng sợi rỗng được xem là có thể được tạo thành với các lỗ phù hợp như được nêu trên và độ thấm đối với chất lỏng chứa nước có

thể được tăng cường hơn. Ngoài ra, màng sợi rỗng thu được có độ bền tuyệt vời do làm từ nhựa gốc vinyliden florua.

Từ những điều này, màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn cũng như độ bền đều tuyệt vời có thể thu được. Ngoài ra, tính kháng nhiễm bẩn cũng có thể được xem là được tăng cường bằng cách tăng cường tính ưa nước.

Ngoài ra, ở màng sợi rỗng nêu trên, hàm lượng khung liên kết ngang tốt hơn là 0,1% khối lượng hoặc nhiều hơn và dưới 15% khối lượng.

Theo kết cấu như vậy, thu được màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và cả tính kháng nhiễm bẩn tuyệt vời hơn trong khi vẫn duy trì được đặc tính phân đoạn tuyệt vời.

Điều này được xem là do nhựa gốc vinyliden florua có thể thấm nước phù hợp và tính ưa nước có thể được tăng cường trong khi sự giảm độ thấm như do sự đóng các lỗ mịn của màng được ngăn ngừa.

Ngoài ra, ở màng sợi rỗng nêu trên, giá trị K của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon tốt hơn là từ 30 đến 120.

Theo kết cấu như vậy, thu được màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và cả tính kháng nhiễm bẩn tuyệt vời hơn trong khi vẫn duy trì được đặc tính phân đoạn tuyệt vời.

Điều này được xem là do nguyên nhân sau đây. Nhựa gốc polyvinylpyrrolidon có giá trị K còn lại phù hợp dễ dàng trong màng sợi rỗng làm từ nhựa gốc vinyliden florua và màng sợi rỗng có thể thấm nước phù hợp. Do đó, tính ưa nước có thể được tăng cường trong khi sự giảm độ thấm chẳng hạn như do việc đóng các lỗ mịn của màng được ngăn ngừa, vì vậy độ thấm của chất lỏng chứa nước được xem là có thể được cải thiện.

Từ những điều này, thu được màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và cả tính kháng nhiễm bẩn tuyệt vời hơn trong khi vẫn duy trì được đặc tính phân đoạn tuyệt vời.

Ngoài ra, ở màng sợi rỗng trên, lượng thấm nước khi chênh áp liên màng

bằng 0,1MPa tốt hơn là từ 1.000 đến 40.000 L/m²/giờ và đường kính hạt được cắt phân đoạn tốt hơn là từ 0,001 đến 0,5 μ m.

Theo kết cấu như vậy, thu được màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn tuyệt vời hơn.

Ngoài ra, màng sợi rỗng trên bao gồm lớp đơn.

Theo kết cấu như vậy, thu được màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn tuyệt vời hơn và hầu như không gây ra sự hư hại chẳng hạn như sự bong màng.

Điều này được xem là do nguyên nhân sau đây.

Phần lớp dày đặc được xem là liên quan đến đặc tính phân đoạn như được nêu trên mỏng khi hiệu suất thẩm thấu cao như trong màng sợi rỗng theo một khía cạnh của sáng chế. Trong trường hợp này, nếu cố gắng sản xuất riêng rẽ lớp dày đặc này, có thể không có khả năng tạo thành lớp này phù hợp. Ngược lại, phần lớp dày đặc được xem là có thể được tạo thành đồng nhất theo hướng phẳng nếu phần lớp dày đặc và phần khác được tạo thành từ lớp giống nhau, tức là lớp đơn. Ngoài ra, sự xuất hiện bong ở mặt phân chia và tương tự được xem là có thể được ngăn ngừa đầy đủ nếu phần lớp dày đặc và phần khác được tạo thành từ lớp đơn.

Từ những điều này, màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn tuyệt vời hơn và hầu như không gây ra sự hư hại chẳng hạn như màng bị bong.

Ngoài ra, ở màng sợi rỗng nêu trên, khung liên kết ngang tốt hơn là thu được bằng liên kết ngang nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được chứa trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang trong khi tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang.

Theo kết cấu như vậy, thu được màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn cũng như độ bền tuyệt vời hơn không chỉ bằng cách có độ bền kéo cao, mà còn có độ giãn kéo cao.

Ngoài ra, phương pháp sản xuất màng sợi rỗng theo khía cạnh khác của

sáng chế là phương pháp sản xuất màng sợi rỗng nêu trên và bao gồm bước điều chế dung dịch tạo màng làm từ nhựa gốc vinyliden florua, nhựa gốc polyvinylpyrrolidon và dung môi, bước đúc ép dung dịch tạo màng thành sợi rỗng, bước hóa cứng dung dịch tạo màng được đúc ép thành sợi rỗng và tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang và bước liên kết ngang của liên kết ngang nhựa gốc polyvinylpyrrolidon trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang.

Theo kết cấu như vậy, màng sợi rỗng có thể được sản xuất phù hợp.

Hơn nữa, trong phương pháp sản xuất màng sợi rỗng trên, dung dịch tạo màng tốt hơn là có hàm lượng nhựa gốc vinyliden florua là từ 1,54 đến 4,38 theo tỷ lệ khối lượng so với nhựa gốc polyvinylpyrrolidon .

Theo kết cấu như vậy, màng sợi rỗng có hàm lượng khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon phù hợp hơn có thể được sản xuất phù hợp.

Hơn nữa, trong phương pháp sản xuất màng sợi rỗng nêu trên, bước liên kết ngang tốt hơn là ngâm màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang trong dung dịch nước chứa chất khơi mào gốc.

Theo kết cấu như vậy, nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được chứa trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang có thể dễ dàng tạo liên kết ngang. Do đó, màng sợi rỗng có thể được sản xuất dễ dàng hơn.

Mặc dù sáng chế được mô tả cụ thể hơn qua các ví dụ dưới đây, nhưng phạm vi của sáng chế không chỉ giới hạn ở các ví dụ này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Đầu tiên, hỗn hợp của polyvinyliden florua (sau đây, được viết tắt là PVDF trong một số trường hợp) (Kynar 741 được sản xuất bởi Arkema K.K.) là nhựa gốc vinyliden florua, γ -butyrolacton (GBL được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation) là dung môi và polyvinylpyrrolidon (Sokalan K-90P được sản xuất bởi BASF Japan, giá trị K: 90) là nhựa gốc polyvinylpyrrolidon với tỷ lệ khối lượng là 25:62:13 được điều chế. Lưu ý rằng, γ -butyrolacton là dung môi

yếu cho polyvinyliden florua. Lưu ý rằng, tỷ lệ hàm lượng polyvinyliden florua so với tỷ lệ hàm lượng polyvinylpyrrolidon là 25/13, tức là khoảng 1,92.

Sau khi được nhào, dung dịch tạo màng thu được bằng cách hòa tan hỗn hợp trên trong bể hòa tan ở nhiệt độ không đổi 95°C được đúc ép từ vòi (vòi tạo thành màng sợi rỗng) có cấu trúc vòng đôi có đường kính ngoài là 1,6mm và đường kính trong là 0,8mm như được thể hiện trên Fig.2. Tại thời điểm này, γ -butyrolacton (GBL được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation) và glycerin (glycerin tinh chế được sản xuất bởi Kao Corporation) được trộn với nhau theo tỷ lệ khối lượng là 15:85 ở nhiệt độ không đổi là 65°C là chất lỏng đông tụ trong và được xả đồng thời với dung dịch tạo màng. Chất lỏng đông tụ trong này có khoảng cách HSP là 163 (MPa)^{1/2} từ dung dịch tạo màng.

Dung dịch tạo màng được ép cùng với chất lỏng đông tụ trong này được ngâm trong chất lỏng đông tụ ngoài ở 60°C chứa 180g/L dung dịch nước natri sulfat sau khi khoảng cách chạy tự do là 40mm. Với cách làm như vậy, dung dịch tạo màng được hóa cứng để thu được màng sợi rỗng. Lưu ý rằng, chất lỏng đông tụ ngoài này là phi dung môi cho polyvinyliden florua.

Sau đó, sau khi được kéo dài và làm co lại, màng sợi rỗng thu được được xả bằng nước nóng ở 90°C trong 2 giờ. Với cách làm như vậy, dung môi (γ -butyrolacton) và nhựa gốc polyvinylpyrrolidon (polyvinylpyrrolidon) được chiết và loại bỏ khỏi màng sợi rỗng. Sau đó, màng sợi rỗng thu được (màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang) và polyvinylpyrrolidon được gia nhiệt trong 1% dung dịch hydro peroxit, tiếp theo đó tiến hành xử lý liên kết ngang (xử lý liên kết ngang và không hòa tan). Hàm lượng khung liên kết ngang của polyvinylpyrrolidon tại thời điểm này là 1,9% khối lượng.

Do vậy thu được màng sợi rỗng có đường kính ngoài là 1,3mm, đường kính trong là 0,8mm và độ dày màng là 0,25mm.

Hơn nữa, cấu trúc màng của màng sợi rỗng theo ví dụ 1 được xác nhận bằng cách sử dụng kính hiển vi điện tử quét (S-3000N được sản xuất bởi Hitachi, Ltd.). Kết quả đó được thể hiện ở các hình vẽ từ Fig.4 đến Fig.9.

Đầu tiên, Fig.4 là hình vẽ giản lược thể hiện hình ảnh kính hiển vi điện

tử quét của mặt cắt ngang màng sợi rỗng theo ví dụ 1. Fig.5 là hình vẽ giản lược thể hiện hình ảnh kính hiển vi điện tử quét của mặt cắt ngang màng sợi rỗng theo ví dụ 1 gần bề mặt ngoại vi ngoài. Fig.6 là hình vẽ giản lược thể hiện hình ảnh kính hiển vi điện tử quét của mặt cắt ngang màng sợi rỗng theo ví dụ 1 gần phần trung tâm. Fig.7 là hình vẽ giản lược thể hiện hình ảnh kính hiển vi điện tử quét của mặt cắt ngang màng sợi rỗng theo ví dụ 1 gần bề mặt ngoại vi trong. Cụ thể là, Fig.5 là sơ đồ phóng to thể hiện vùng đóng khung 61 được thể hiện trên Fig.4. Fig.6 là sơ đồ phóng to thể hiện vùng đóng khung 62 được thể hiện trên Fig.4. Fig.7 là sơ đồ phóng to thể hiện vùng đóng khung 63 được thể hiện trên Fig.4.

Từ những hình ảnh điều này, phát hiện thấy rằng màng sợi rỗng theo ví dụ 1 là màng sợi rỗng xốp và có cấu trúc gradien trong đó đường kính lỗ của các lỗ trong màng sợi rỗng trở nên nhỏ dần về ít nhất một trong các phía bề mặt ngoại vi trong và ngoài. Cụ thể là, phát hiện thấy rằng kích cỡ của các lỗ trong màng sợi rỗng khác nhau liên tiếp theo hướng độ dày. Ngoài ra, phát hiện thấy rằng phần lớp dày đặc được tạo thành gần bề mặt ngoại vi ngoài và phần khác được tạo thành thô hơn nó. Cụ thể là, độ xốp được tính bằng cách nhị phân hóa ảnh gần bề mặt ngoại vi ngoài được thể hiện trên Fig.5 bằng cách sử dụng phần mềm đo ảnh (Image-Pro Plus được sản xuất bởi Planetron Inc.) và xác định giá trị ngưỡng bằng phương pháp Otsu là 34% và độ xốp được tính ở giá trị ngưỡng 210 là 67%. Ngoài ra, độ xốp được tính bằng cách nhị phân hóa ảnh gần bề mặt ngoại vi trong được thể hiện tương tự trên Fig.7 bằng cách sử dụng phần mềm đo ảnh (Image-Pro Plus được sản xuất bởi Planetron Inc.) và xác định giá trị ngưỡng bằng phương pháp Otsu là 50% và độ xốp được tính ở giá trị ngưỡng 210 là 78%.

Fig.8 là hình vẽ giản lược thể hiện hình ảnh kính hiển vi điện tử quét của bề mặt ngoại vi ngoài màng sợi rỗng theo ví dụ 1. Fig.9 là hình vẽ giản lược thể hiện hình ảnh kính hiển vi điện tử quét của bề mặt ngoại vi trong màng sợi rỗng theo ví dụ 1. Cũng từ những hình này, phát hiện thấy rằng phần lớp dày đặc được tạo thành gần bề mặt ngoại vi ngoài và phần khác được tạo thành thô hơn nó.

Giá trị trung bình số học (đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài) của đường kính các lỗ được tạo thành ở bề mặt ngoại vi ngoài được tính bằng cách nhị phân hóa ảnh của bề mặt ngoại vi ngoài được thể hiện trên Fig.8 bằng cách sử dụng phần mềm đo ảnh (Image-Pro Plus được sản xuất bởi Planetron Inc.) và xác định giá trị ngưỡng bằng phương pháp Otsu là $0,13\mu\text{m}$. Ngoài ra, giá trị trung bình số học (đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong) của đường kính các lỗ tạo thành ở bề mặt ngoại vi trong được tính bằng cách nhị phân hóa ảnh của bề mặt ngoại vi ngoài được thể hiện trên Fig.9 bằng cách sử dụng phần mềm đo ảnh (Image-Pro Plus được sản xuất bởi Planetron Inc.) và xác định giá trị ngưỡng bằng phương pháp Otsu là $5\mu\text{m}$. Ngoài ra, tỷ lệ giữa đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong và đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài (đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong/đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài) là 38.

Lượng thấm nước của màng sợi rỗng thu được được tính từ lượng chất lỏng dịch lọc trên đơn vị thời gian theo hoạt động sau được đo bằng cách sử dụng màng sợi rỗng và diện tích màng.

Thiết bị lọc màng 31 như được thể hiện trên Fig.3 được sản xuất bằng cách sử dụng các màng sợi rỗng. Môđun màng 32 được gắn trong thiết bị lọc màng 31 bao gồm 20 màng sợi rỗng có độ dài màng hiệu dụng là 20cm và các phần đầu trên 33 được làm kín bằng nhựa góc epoxy. Phần lỗ của màng sợi rỗng được mở ở phần đầu trên 33 và được làm kín bằng nhựa góc epoxy ở phần đầu dưới 34. Trong thiết bị lọc màng 31 này, nước tinh khiết được lọc từ các phía bề mặt ngoại vi ngoài của các màng sợi rỗng thông qua cổng nạp 35 và nước lọc thu được từ cổng xả 36 được đặt trên các phía bề mặt ngoại vi trong của các phần đầu trên. Tại thời điểm này, sự điều chỉnh này được tạo ra để cho chênh áp liên màng bằng $0,1\text{MPa}$.

Lượng thấm nước thu được bởi phương pháp đo này, tức là lượng thấm nước khi chênh áp liên màng bằng $0,1\text{MPa}$ là $5000\text{ L/m}^2/\text{giờ}$. Lưu ý rằng, các màng sợi rỗng được sử dụng trong phương pháp đo này là các màng sợi rỗng ở trạng thái trương phồng và lượng thấm nước ở đây tương đương tốc độ thấm nước tinh khiết (FW) khi chênh áp liên màng bằng $0,1\text{MPa}$ ở trạng thái ướt.

Ngoài ra, FD và FD10 cũng được đo lần lượt bằng cách sử dụng các màng sợi rỗng ở trạng thái khô hoặc các màng sợi rỗng ở trạng thái khô sau khi trạng thái khô và trạng thái ướt được lặp lại luân phiên liên tục mười lần với các màng sợi rỗng.

Ngoài ra, đường kính hạt được cắt phân đoạn của màng sợi rỗng thu được được đo bằng phương pháp sau.

Các tỷ lệ chặn ít nhất hai loại hạt (Cataloid SI-550, Cataloid SI-45P, Cataloid SI-80P, v.v. được sản xuất bởi JGC Catalysts and Chemicals Ltd.) có các đường kính hạt khác nhau được đo, giá trị S khi R bằng 90 trong phương trình gần đúng sau được tính dựa trên các giá trị đo đó và giá trị được tính được thiết lập là đường kính hạt được cắt phân đoạn.

$$R = 100/(1-m \times \exp(-a \times \log(S)))$$

Trong phương trình trên, “a” và “m” là hằng số được xác định bởi màng sợi rỗng và được tính dựa trên các giá trị đo các tỷ lệ chặn của hai hoặc nhiều loại hạt. Lưu ý rằng, đối với vùng siêu lọc, trọng lượng phân tử (trọng lượng phân tử trung bình khối) của polyetylen oxit tiêu chuẩn (TSKgel được sản xuất bởi Tosoh Corporation) có khả năng loại bỏ nhiều hơn 90% được ghi.

Đường kính hạt được cắt phân đoạn thu được bởi phương pháp đo này là $0,02\mu\text{m}$.

Hệ số thấm nước tinh khiết K của màng sợi rỗng thu được được tính theo phương pháp nêu trên là $4 \times 10^{-15} \text{m}^2$.

Nhiều màng sợi rỗng có độ dày màng khác nhau được sản xuất tương tự ngoại trừ lượng xả của dung dịch tạo màng được thay đổi, và hệ số thấm nước tinh khiết K của từng màng sợi rỗng được tính. Sau đó, sự thay đổi hệ số thấm nước tinh khiết K liên quan đến sự thay đổi độ dày màng được vẽ đồ thị và gradien tại thời điểm này được tính. Gradien đó là $2,29 \times 10^{-11}$.

Độ bền của màng sợi rỗng thu được được tính. Cụ thể là, độ bền kéo và độ giãn kéo của màng sợi rỗng được tính.

Độ bền kéo của màng sợi rỗng được tính như sau.

Đầu tiên, màng sợi rỗng thu được được cắt thành độ dài 5cm. Miếng cắt này của màng sợi rỗng được sử dụng là miếng thử để đo độ bền.

Sau đó, thử nghiệm sức căng trong đó miếng thử được kéo với tốc độ 100mm/phút trong nước ở 25°C được tiến hành bằng cách sử dụng Autograph (AG-Xplus được sản xuất bởi Shimadzu Corporation). Tại thời điểm đó, độ bền kéo thu được từ tải trọng tại thời điểm đứt gãy.

Độ bền kéo thu được bằng phương pháp đo này là 5,2 N/mm².

Ngoài ra, độ giãn kéo của màng sợi rỗng được tính như sau.

Độ giãn kéo thu được từ sự kéo dài miếng thử tại thời điểm đứt gãy trong thử nghiệm sức căng ở trên.

Độ giãn kéo thu được bằng phương pháp đo này là 180%.

Từ những điều này, phát hiện thấy rằng màng sợi rỗng theo ví dụ 1 là màng sợi rỗng có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn cũng như độ bền đều tuyệt vời.

Ngoài ra, tính ưa nước của màng sợi rỗng được đánh giá bằng cách tiến hành thử nghiệm hấp thụ protein sau đây.

Màng sợi rỗng thu được được làm khô và được cắt thành trọng lượng 2g ở trạng thái khô. Sau khi xử lý ướt được tiến hành, màng sợi rỗng đã cắt này được ngâm trong dung dịch đệm phosphat chứa 1.000ppm albumin huyết thanh bò (A7906-10G được sản xuất bởi Sigma Aldrich Co. LLC) trong 24 giờ. Nồng độ albumin huyết thanh bò (nồng độ protein) trong dung dịch đệm phosphat sau khi ngâm trong 24 giờ được tính. Từ kết quả đo này, sự giảm nồng độ protein gây ra bởi sự ngâm màng sợi rỗng được tính và lượng protein bám dính vào màng sợi rỗng (lượng bám dính protein: mg/g) được tính. Màng sợi rỗng này hấp thụ albumin huyết thanh bò được ngâm trong dung dịch đệm phosphat không chứa albumin huyết thanh bò trong 24 giờ và nồng độ albumin huyết thanh bò được rửa giải trong dung dịch đệm phosphat này được tính. Từ kết quả đo này, lượng protein được rửa giải (lượng rửa giải protein: mg/g) được tính. Sau đó, lượng albumin huyết thanh bò được hấp thụ vào màng sợi rỗng (lượng

hấp thụ protein: mg/g) được tính từ sự khác nhau giữa lượng bám dính protein và lượng rửa giải protein. Kết quả đó được thể hiện trên Fig.10. Lưu ý rằng, sự đánh giá tương tự cũng được tiến hành đối với màng sợi rỗng theo ví dụ so sánh 1 được mô tả sau đây và kết quả đó cũng được thể hiện trên Fig.10.

Lưu ý rằng, Fig.10 là biểu đồ thể hiện kết quả đánh giá tính ưa nước của từng màng sợi rỗng theo ví dụ 1 và ví dụ so sánh 1. Ngoài ra, trực tiếp thể hiện lượng hấp thụ protein trên (mg/g).

Ví dụ 2

Màng sợi rỗng thu được trong ví dụ 1 ngoại trừ polyvinylpyrrolidon (PVP K-120 được sản xuất bởi ISP Japan Ltd., giá trị K: 120) được sử dụng là nhựa gốc polyvinylpyrrolidon. Hàm lượng khung liên kết ngang của polyvinylpyrrolidon ở màng sợi rỗng thu được là 4,9% khối lượng. Đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài, đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong, tỷ lệ giữa đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong và đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài, lượng thấm nước (FW) khi chênh áp liên màng bằng 01MPa, FD, F10, hệ số thấm nước tinh khiết K, gradien khi sự thay đổi hệ số thấm nước tinh khiết K được vẽ đồ thị liên quan đến sự thay đổi độ dày màng, đường kính hạt được cắt phân đoạn, độ bền kéo và độ giãn kéo của màng sợi rỗng thu được này được tính bằng các phương pháp tương tự như ở ví dụ 1 và được thể hiện ở bảng 1. Phát hiện thấy rằng màng sợi rỗng thu được này có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn cũng như độ bền đều tuyệt vời như trong ví dụ 1.

Ví dụ 3

Màng sợi rỗng thu được như trong ví dụ 1 ngoại trừ polyvinylpyrrolidon (PVP K-60 được sản xuất bởi ISP Japan Ltd., giá trị K: 60) được sử dụng là nhựa gốc polyvinylpyrrolidon. Hàm lượng khung liên kết ngang của polyvinylpyrrolidon ở màng sợi rỗng thu được là 0,6% khối lượng. Đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài, đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong, tỷ lệ của đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong và đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài, lượng thấm nước (FW) khi chênh áp liên màng bằng 01MPa, FD, F10, hệ số thấm nước tinh khiết K, gradien khi sự thay đổi hệ số thấm nước tinh khiết K

được vẽ đồ thị liên quan đến sự thay đổi độ dày màng, đường kính hạt được cắt phân đoạn, độ bền kéo và độ giãn kéo của màng sợi rỗng thu được này được tính bằng các phương pháp tương tự như ở ví dụ 1 và được thể hiện ở bảng 1. Phát hiện thấy rằng màng sợi rỗng thu được này có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn cũng như độ bền đều tuyệt vời như ở ví dụ 1.

Ví dụ 4

Màng sợi rỗng thu được như trong ví dụ 1 ngoại trừ thời gian xả bằng nước nóng được dùng sau khi màng sợi rỗng được kéo dài và làm co lại được thay đổi thành 20 phút. Lưu ý rằng, ví dụ 4 này là ví dụ được dự định là có lượng khung liên kết ngang của polyvinylpyrrolidon còn lại lớn hơn màng sợi rỗng thu được ở ví dụ 1 do thời gian xả ngắn hơn ở ví dụ 1. Hàm lượng khung liên kết ngang của polyvinylpyrrolidon ở màng sợi rỗng thu được là 9,2% khối lượng. Đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài, đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong, tỷ lệ của đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong và đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài, lượng thấm nước (FW) khi chênh áp liên màng bằng 01MPa, FD, F10, hệ số thấm nước tinh khiết K, gradient khi sự thay đổi hệ số thấm nước tinh khiết K được vẽ đồ thị liên quan đến sự thay đổi độ dày màng, đường kính hạt được cắt phân đoạn, độ bền kéo và độ giãn kéo của màng sợi rỗng thu được này được tính bằng các phương pháp tương tự như ở ví dụ 1 và được thể hiện ở bảng 1. Phát hiện thấy rằng màng sợi rỗng thu được này có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn cũng như độ bền đều tuyệt vời như ở ví dụ 1.

Ví dụ 5

Màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang ở ví dụ 1 được xả để loại bỏ polyvinylpyrrolidon được chứa trong màng cho đến khi hàm lượng của polyvinylpyrrolidon được chứa trong màng trở nên nhỏ hơn 0,1% khối lượng. Màng sợi rỗng đã loại bỏ polyvinylpyrrolidon này được làm khô hoàn toàn. Sau đó, màng sợi rỗng đã làm khô này được làm ướt bằng cách ngâm trong dung dịch nước chứa 50% khối lượng etanol. Sau đó, màng sợi rỗng sau khi đã ướt này được ngâm trong nước tinh khiết trong 24 giờ. Với cách làm như vậy, nước được chứa trong toàn bộ màng sợi rỗng. Màng sợi rỗng ở trạng thái này được

ngâm dung dịch nước chứa 1% khối lượng polyvinylpyrrolidon (Sokalan K-90P được sản xuất bởi BASF Japan, giá trị D: 90). Màng sợi rỗng này đã ngâm trong polyvinylpyrrolidon được tạo liên kết ngang bằng phương pháp tương tự như ở ví dụ 1 để thu được màng sợi rỗng chứa khung liên kết ngang của polyvinylpyrrolidon. Đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài, đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong, tỷ lệ của đường kính lỗ mịn phía ngoại vi trong và đường kính lỗ mịn phía ngoại vi ngoài, lượng thấm nước (FW) khi chênh áp liên màng bằng 01MPa, FD, F10, hệ số thấm nước tinh khiết K, gradien khi sự thay đổi hệ số thấm nước tinh khiết K được vẽ đồ thị liên quan đến sự thay đổi độ dày màng, đường kính hạt được cắt phân đoạn, độ bền kéo và độ giãn kéo của màng sợi rỗng thu được này được tính bằng các phương pháp tương tự như ở ví dụ 1 và được thể hiện ở bảng 1.

Ví dụ so sánh 1

Màng sợi rỗng thu được như trong ví dụ 1 ngoại trừ polyvinylpyrrolidon trong màng sợi rỗng được xả nhiều nhất có thể và liên kết ngang và xử lý không hòa tan không được áp dụng cho polyvinylpyrrolidon.

Màng sợi rỗng thu được không thấm nước, tính kháng thấm nước tăng lên và không thu được hiệu suất thẩm thấu đủ. Hàm lượng khung liên kết ngang của polyvinylpyrrolidon ở màng sợi rỗng thu được là 0% khối lượng do liên kết ngang và xử lý không hòa tan không được áp dụng. Ngoài ra, hàm lượng của polyvinylpyrrolidon của màng sợi rỗng thu được thấp hơn 0,1% khối lượng.

Lưu ý rằng, tính ưa nước của màng sợi rỗng thu được ở ví dụ so sánh 1 này được đánh giá bằng phương pháp tương tự như ở ví dụ 1. Kết quả đó được thể hiện trên Fig.10.

Ngoài ra, phát hiện thấy trên Fig.10 rằng màng sợi rỗng theo ví dụ 1 chứa polyvinylpyrrolidon trong màng và có liên kết ngang và xử lý không hòa tan được áp dụng có lượng hấp thụ protein thấp hơn ở ví dụ so sánh 1 không áp dụng liên kết ngang và xử lý không hòa tan. Từ điểm này, phát hiện thấy rằng màng sợi rỗng theo ví dụ 1 thấm nước do chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon.

Ví dụ so sánh 2

Màng sợi rỗng thu được như trong ví dụ 1 ngoại trừ polyvinyl alcohol (PVA-205 được sản xuất bởi Kuraray Co., Ltd.) được sử dụng và dung dịch axit uric chứa 1% glutaraldehyt được sử dụng là dung dịch liên kết ngang trong khi liên kết ngang và xử lý không hòa tan. Hàm lượng khung liên kết ngang của polyvinyl alcohol ở màng sợi rỗng thu được là 3,0% khối lượng. Lưu ý rằng, hàm lượng này được tính bằng cách hòa tan màng sợi rỗng thu được trong N-methylpyrrolidon, là dung môi tốt đối với nhựa gốc vinyliden florua, và đo trọng lượng của vật liệu liên kết ngang còn lại. Màng sợi rỗng thu được không thu được đủ hiệu suất thẩm thấu.

Các điều kiện, hệ số thẩm nước tinh khiết và tương tự trong mỗi ví dụ và ví dụ so sánh ở trên được thể hiện ở bảng 2 dưới đây. Các nhựa trong bảng là các nhựa được chứa cùng với nhựa gốc vinyliden florua, trong đó “PVP” là polyvinylpyrrolidon và “PVA” là rượu polyvinyl. Lưu ý rằng, hàm lượng khung liên kết ngang ở ví dụ so sánh 2 cho biết hàm lượng khung liên kết ngang của PVA và hàm lượng các khung liên kết ngang khác cho biết hàm lượng của các thân liên kết PVP.

Bảng 2

	Các ví dụ					Các ví dụ so sánh	
	1	2	3	4	5	1	2
Nhựa	PVP	PVP	PVP	PVP	PVP	PVP	PVA
Liên kết ngang	○	○	○	○	○	×	○
Giá trị K	90	120	60	90	90	90	-
Hàm lượng khung liên kết ngang (% khối lượng)	1,9	4,9	0,6	9,2	1,6	0	3,0
Đường kính lỗ mịn OPS (μm)	0,13	0,18	0,10	0,13	0,13	0,13	0,05
Đường kính lỗ mịn IPS (μm)	5	6	5	5	5	5	0,13
Đường kính lỗ mịn OPS/ Đường kính lỗ mịn IPS	38	33	50	38	38	38	2,6
FD10 ($\text{L}/\text{m}^2/\text{giờ}$)	4560	11600	3480	7250	480	0	67
FD ($\text{L}/\text{m}^2/\text{giờ}$)	4890	12800	3480	7200	4800	0	68
FW ($\text{L}/\text{m}^2/\text{giờ}$)	5000	14000	3500	7500	5000	200	80
FD/FW (%)	97,8	91,4	99,4	96,0	96,0	0	85,0
FD10/FW (%)	91,2	82,9	99,4	96,7	9,6	0	83,8
Hệ số thấm nước tinh khiết K ($\times 10^{-15} \text{ m}^2$)	4	8,91	2,05	6,43	4	0,3	0,1
Gradient ($\times 10^{-11} \text{ m}$)	2,29	1,37	3,92	1,82	2,29	<0,1	<0,1
Đường kính hạt được cắt phân đoạn (μm)	0,02	0,1	0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01
Độ bền (N/mm^2)	5,2	3,5	5,9	4	7,8	4,7	6,5
Độ kéo dài (%)	180	100	70	120	65	150	60

* OPS: phía ngoại vi ngoài, IPS: phía ngoại vi trong

Như có thể hiểu được từ bảng 2 và phần mô tả trên, các ví dụ từ 1 đến 5 có hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn cũng như độ bền đều tuyệt vời khi được so sánh với các ví dụ so sánh 1 và 2. Ngoài ra, sự kéo dài trong trường hợp

liên kết ngang polyvinylpyrrolidon được nhào trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang (các ví dụ 1 đến 4) được phát hiện là cao hơn trong trường hợp liên kết ngang polyvinylpyrrolidon sau khi màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang được ngâm trong dung dịch nước chứa polyvinylpyrrolidon (ví dụ 5).

Đơn sáng chế này dựa trên đơn sáng chế Nhật Bản 2014-63791 đã nộp ngày 26 tháng 3 năm 2014 và các nội dung của nó được kết hợp trong đơn sáng chế này.

Để thể hiện sáng chế, sáng chế đã được mô tả thích hợp và đầy đủ thông qua phương án thực hiện sáng chế. Tuy nhiên, cần hiểu rằng những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể biến đổi và/hoặc cải thiện phương án được mô tả ở trên. Do đó, các cải biến và cải thiện được tạo ra bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này cũng nằm trong phạm vi các yêu bảo hộ kèm theo đây trừ khi các cải biến và cải thiện đó trệtch khỏi phạm vi của các yêu cầu bảo hộ kèm theo này.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, màng sợi rỗng có cả hiệu suất thẩm thấu và đặc tính phân đoạn cũng như độ bền tuyệt vời và phương pháp sản xuất nó được đề xuất.

Danh mục các số chỉ dẫn

- 21 vòi phun tạo sợi rỗng
- 22, 23 đường lưu lượng
- 24, 25 ống tuần hoàn
- 26 cổng xả ngoài
- 27 cổng xả trong
- 31 thiết bị lọc màng
- 32 môđun màng
- 33 phần đầu trên
- 34 phần đầu dưới
- 35 cổng nạp
- 36 cổng xả
- 37 cổng thông khí

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Màng sợi rỗng xốp chứa nhựa gốc vinyliden florua, khác biệt ở chỗ:

có cấu trúc gradien trong đó đường kính lỗ của các lỗ trong màng sợi rỗng trở nên nhỏ dần về ít nhất một trong số các phía bề mặt ngoại vi trong và ngoài; và

được tạo tính ưa nước do chứa khung liên kết ngang của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon,

trong đó:

hàm lượng khung liên kết ngang là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 15% khối lượng,

giá trị K của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon là từ 30 đến 120, và

hệ số thấm nước tinh khiết của màng sợi rỗng theo phương án này là $0,4 \times 10^{-11} \times L \text{ (m}^2\text{)}$ hoặc lớn hơn và $6 \times 10^{-11} \times L \text{ (m}^2\text{)}$ hoặc nhỏ hơn khi độ dày màng sợi rỗng là L (m).

2. Màng sợi rỗng theo điểm 1, trong đó:

lượng thấm nước khi chênh áp liên màng bằng 0,1MPa là từ 1.000 đến 40.000 L/m²/giờ; và

đường kính hạt được cắt phân đoạn là từ 0,001 đến 0,5μm.

3. Màng sợi rỗng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó màng sợi rỗng bao gồm một lớp.

4. Màng sợi rỗng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó khung liên kết ngang thu được bằng cách liên kết ngang nhựa gốc polyvinylpyrrolidon được chứa trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang trong khi tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang.

5. Màng sợi rỗng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tỷ lệ (FD10/FW) của tốc độ thấm nước tinh khiết (FD10) khi chênh áp liên màng bằng 0,1MPa ở trạng thái khô, mà được đo sau khi các trạng thái khô và ướt

được lặp lại luân phiên mười lần, trên tốc độ thấm nước tinh khiết (FW) ở chênh áp liên màng bằng 0,1MPa ở trạng thái ướt, là 40% hoặc lớn hơn.

6. Phương pháp sản xuất màng sợi rỗng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, phương pháp này bao gồm các bước:

bước điều chế dung dịch tạo màng chứa nhựa gốc vinyliden florua, nhựa gốc polyvinylpyrrolidon và dung môi;

bước đúc ép dung dịch tạo màng thành sợi rỗng;

bước hóa cứng dung dịch tạo màng được đúc ép thành sợi rỗng và tạo thành màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang; và

bước liên kết ngang để tạo liên kết ngang nhựa gốc polyvinylpyrrolidon trong màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang.

7. Phương pháp sản xuất màng sợi rỗng theo điểm 6, trong đó dung dịch tạo màng có hàm lượng nhựa gốc vinyliden florua là từ 1,54 đến 4,38 theo tỷ lệ khối lượng với hàm lượng này của nhựa gốc polyvinylpyrrolidon.

8. Phương pháp sản xuất màng sợi rỗng theo điểm 6 hoặc 7, trong đó bước liên kết ngang là bước ngâm màng sợi rỗng trước khi liên kết ngang trong dung dịch nước chứa chất khơi mào gốc.

FIG.1

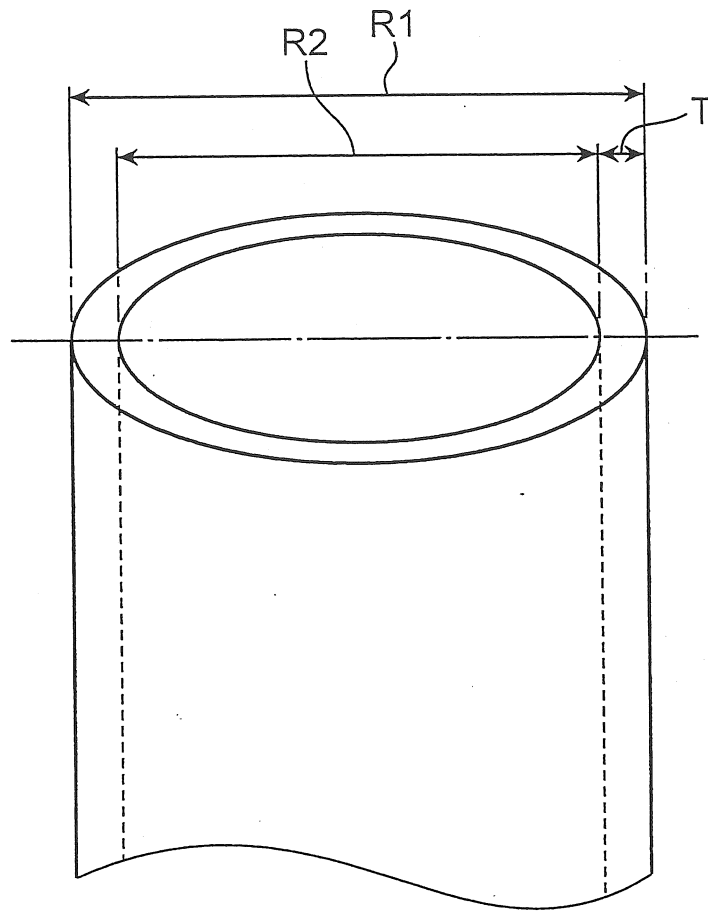


FIG.2

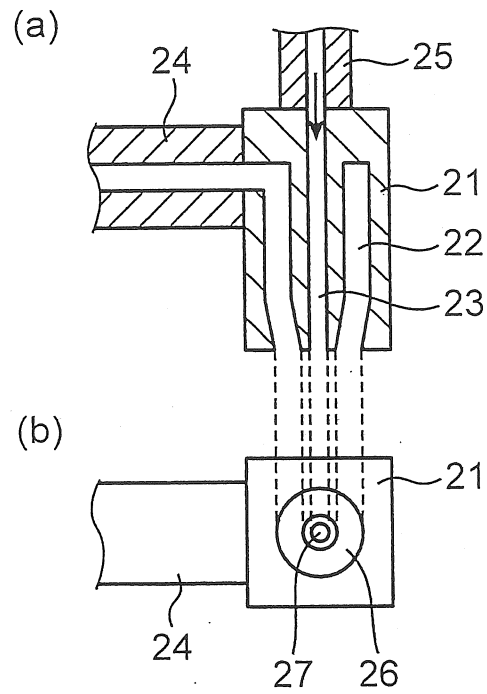


FIG.3

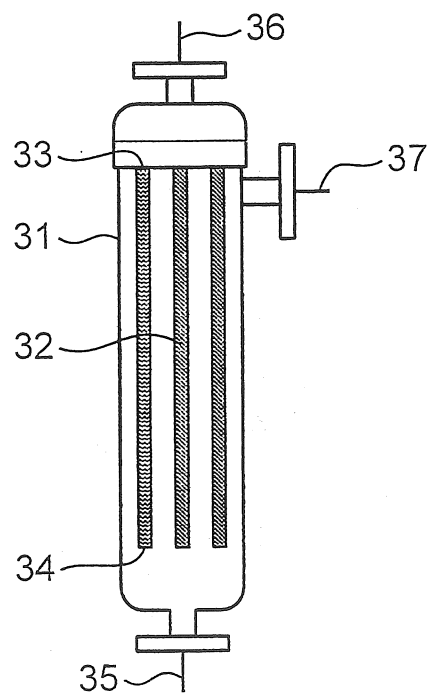


FIG.4

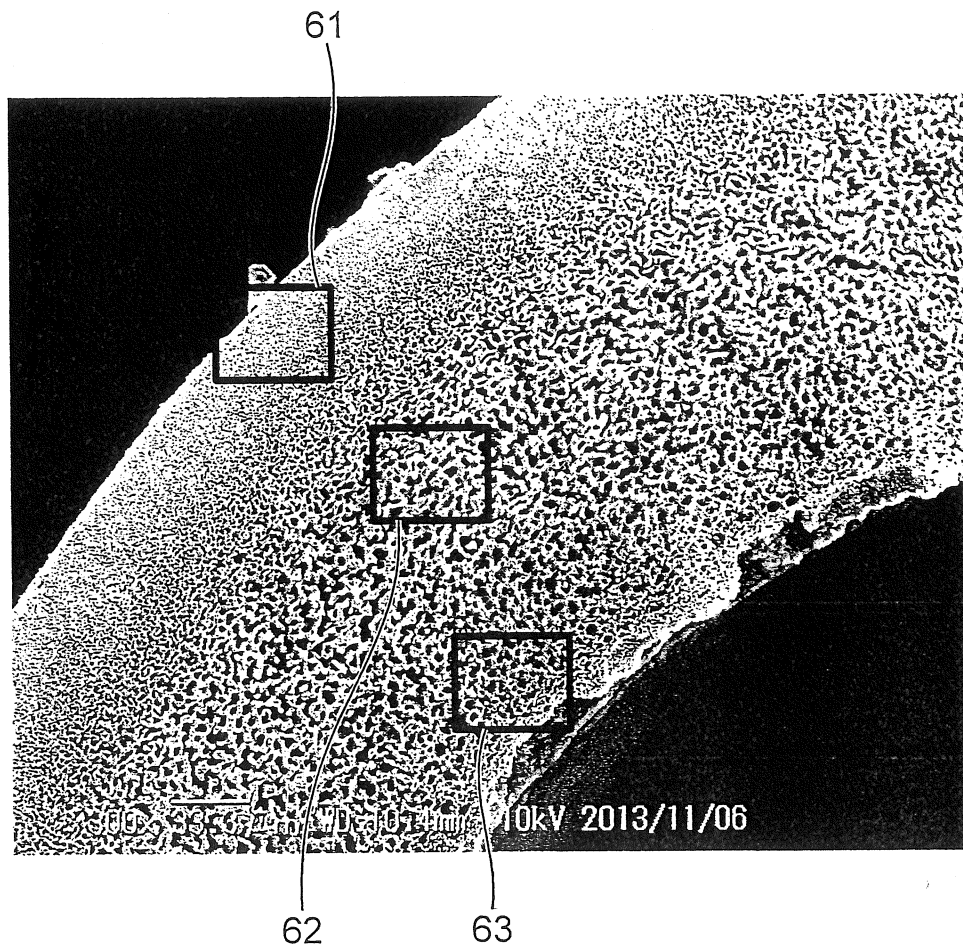


FIG.5

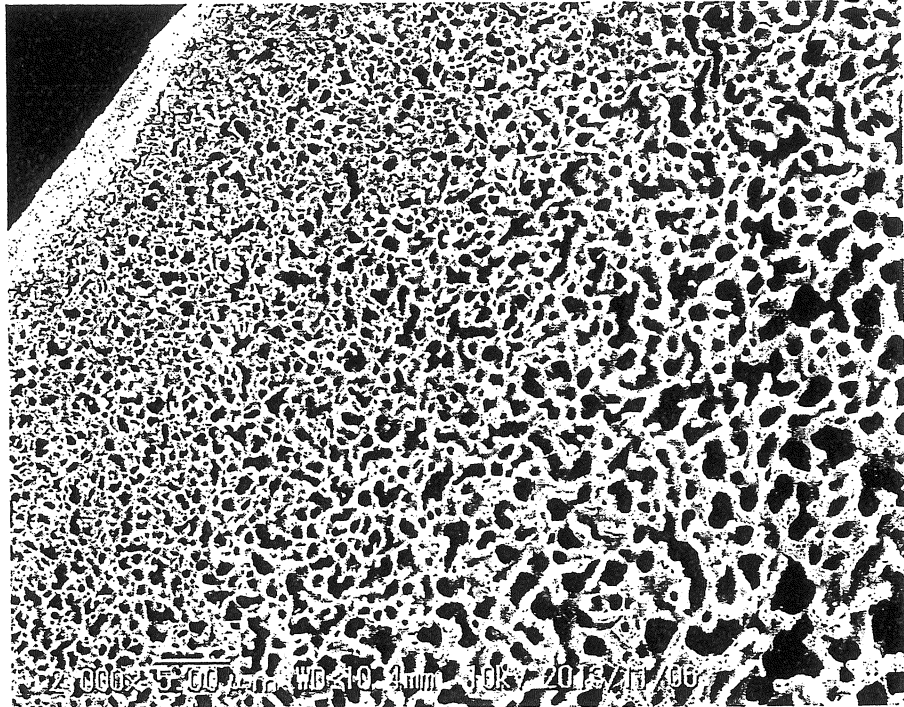


FIG.6

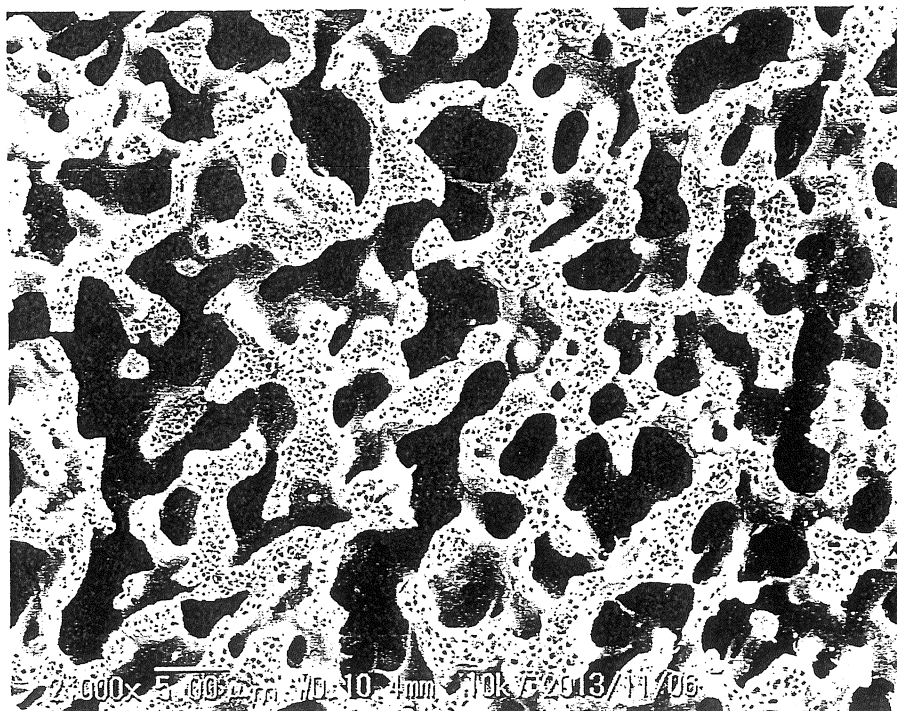


FIG.7

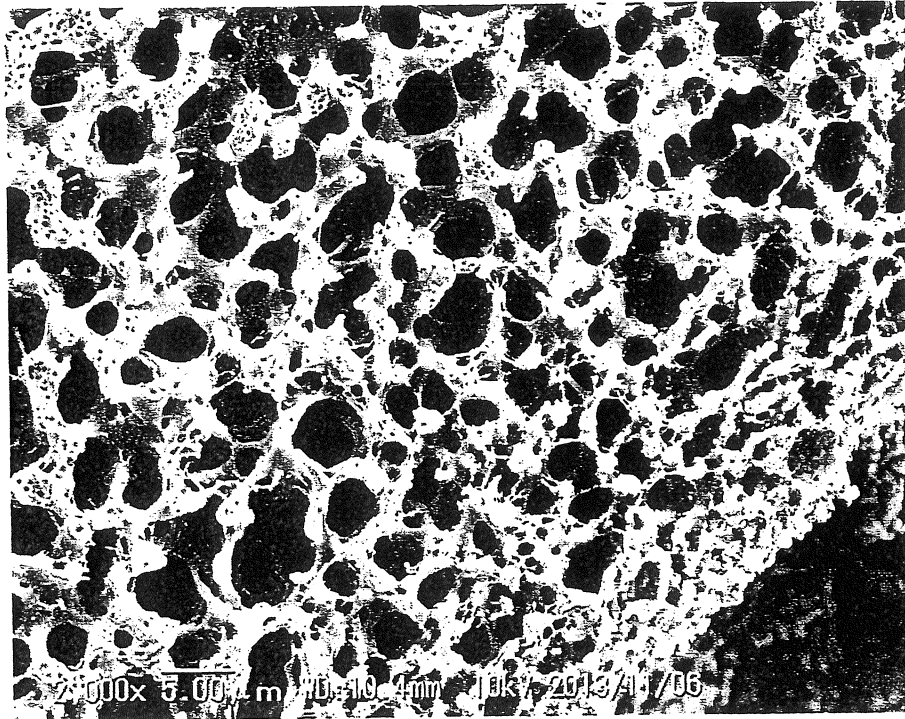


FIG.8

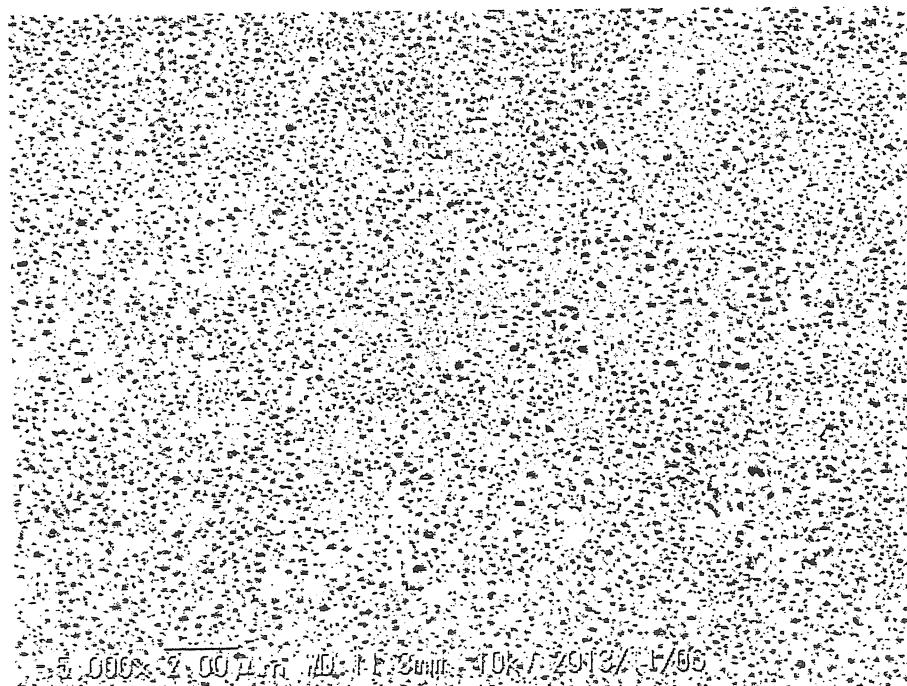


FIG.9

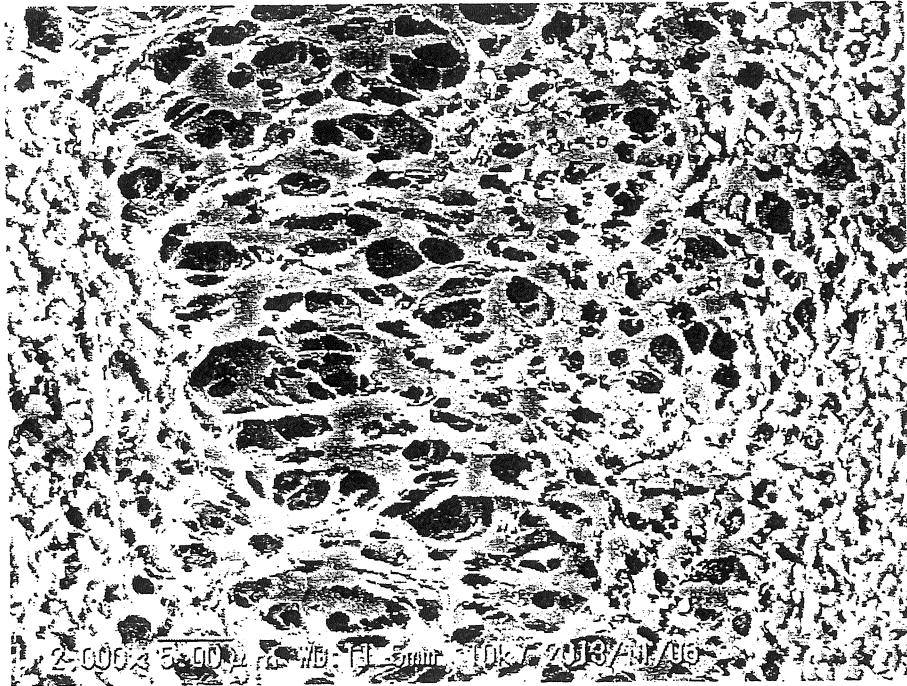


FIG.10

